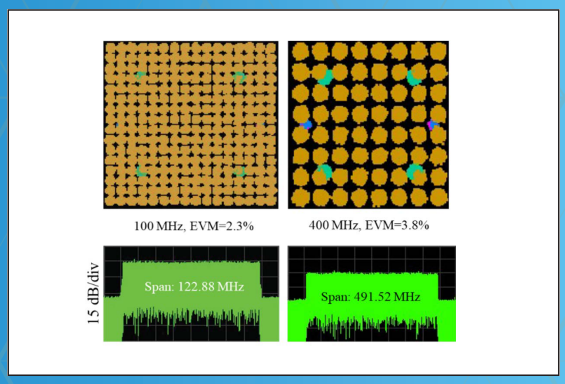
ISSN 2433-023X

情報通信研究機構

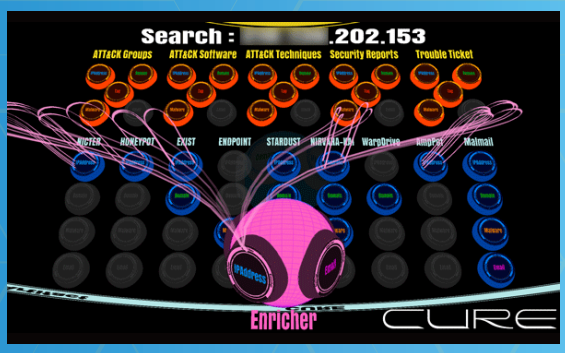
年報

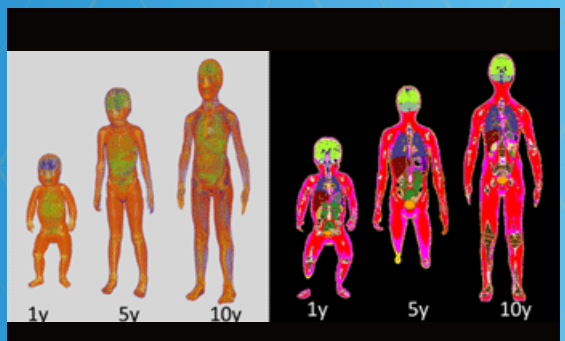
令和 4 年度
（2022 年度）

国立研究開発法人
情報通信研究機構
National Institute of Information and Communications Technology
https://www.nict.go.jp/



ウクライナ語から日本語　日本語からウクライナ語





2023年1月に発表したNICTのブランドステートメント

理事長挨拶

徳田 英幸

情報通信研究機構（NICT）は、ICTを専門とする我が国で唯一の国立研究開発法人として、未来社会を切り拓く情報通信技術の研究開発へのチャレンジと、その社会展開のためのコラボレーションやオープンイノベーションの推進を一体的に進めております。

2020年初頭以来、3年以上にわたって、世界を未曽有の混乱に陥れた新型コロナウイルス感染症（COVID-19）パンデミックもようやく収束に向かいつつあります。一方で、激しい攻防が続くウクライナ戦争は終結せず、物理空間での戦いだけでなく、フェイクニュースとSNSを使い世界中の市民を巻き込んだ情報戦が繰り広げられています。情報技術の進化によって、テキスト、写真、映像まで簡単に修正、偽造でき、フェイクニュースによる情報戦が行われています。このような状況下では、従来のメディアリテラシーの枠を超えて情報の信憑性に対する感度を上げ、デジタル空間の健全性を守る努力が必要とされます。さらにこの問題は、活発に利用が進む生成AIにおいて、フェイクニュースを基に誤った情報・知識を生成し、拡散させ、更に問題が拡大化してしまう新たな危険性をはらんでいます。

NICTは、これまでもサイバー空間上での膨大な情報収集とそれに基づく情報の検索、分析、編集、提供に資する研究開発を続けてきました。2005年から始まったNICTERによるサイバー攻撃の観測、多言語音声翻訳アプリVoiceTraを支える大量の言語コーパス収集や翻訳バンク、WISDOM-Xによるインターネット情報分析などはその顕著な事例ですが、本格的な生成AI活用の時代を迎えようとするこれからも情報の信憑性や信頼性を担保することによって、公平公正な情報社会の実現に貢献していく所存です。

令和4年度は、第5期中長期目標・計画（令和3～7年度）の2年目として、戦略4領域（Beyond 5G（以下「B5G」）、AI、量子情報通信、サイバーセキュリティ）、重点5分野（電磁波先進技術、革新的ネットワーク、サイバーセキュリティ、ユニバーサルコミュニケーション、フロンティアサイエンス）の研究開発を積極的に進め、着実な成果を上げています。B5Gの研究開発では、B5G研究開発促進事業として73の研究プロジェクトを支援するとともに、自主研究の成果との連携、標準化活動や国際連携を推進し、我が国の研究開発Hubとなるべく積極的に活動を進めております。加えて、12月のNICT法及び電波法の一部改正により新たに設けられた「情報通信研究開発基金」を活用したB5Gの社会実装・海外展開に向けた取組を行っていきます。AI分野では、多言語音声翻訳技術を更に進化させ、2025年頃までに同時通訳レベルの機能を提供し、言葉の壁のない世界を目指す取組を進めています。量子情報通信では、量子セキュリティ技術の国際的研究拠点を目指し、量子ICT協創センターの活動を推進しています。サイバーセキュリティ分野では、産学官の結節点を目指し、サイバーセキュリティ統合知的・人材育成基盤を構築するためのサイバーセキュリティネクサスの活動を進めているところです。さらに、NICT Quantum Camp（NQC）やSecHack365など、次世代のICT人材を育成するプログラムも積極的に進めています。また、オープンイノベーションの推進に関しても、従来からの米国・欧州・ASEANとの国際共同研究、B5Gテストベッドの提供、耐災害ICT（NerveNet）の実証研究、時空間同期技術のデータセンター内実証実験などに加えて、NICT発ベンチャーの支援や出資業務の体制づくりを進めています。

さらに令和4年度の新たな取組として、NICTブランドステートメントの制定があります。これは、NICTの存在意義やイメージを分かりやすく伝えるためのステートメントで、NICT内外の皆様に多大なる協力を頂き、言語化とビジュアル化をして定めたものです。今後のNICTブランディング活動に積極的に活用していきたいと考えています。

本年報を、NICTをご理解いただく一助として、さらには、NICTとの一層の連携推進にご活用いただければ幸いです。

引き続き、皆様の変わらぬご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

情報通信研究機構
年 報　令和 4 年度

目　　次

理事長挨拶

1 序説

1.1 概要 …… 2
1.2 組織及び業務 …… 2

2 組織等

2.1 組織 …… 10
2.2 組織の変遷 …… 13
2.3 役員・職員数 …… 13
2.4 予算 …… 14

3 活動状況

●電磁波先進技術分野

3.1 電磁波研究所 …… 18
3.1.1 電磁波伝搬研究センター …… 20
3.1.1.1 リモートセンシング研究室 …… 22
3.1.1.2 宇宙環境研究室 …… 24
3.1.2 電磁波標準研究センター …… 26
3.1.2.1 電磁環境研究室 …… 28
3.1.2.2 時空標準研究室 …… 30
3.1.3 電磁波先進研究センター …… 32
3.1.3.1 デジタル光学基盤研究室 …… 34

●革新的ネットワーク分野

3.2 ネットワーク研究所 …… 38
3.2.1 先端ICTデバイスラボ …… 40
3.2.2 ネットワークアーキテクチャ研究室 …… 42
3.2.3 フォトニックICT研究センター …… 44
3.2.3.1 フォトニックネットワーク研究室 …… 46
3.2.3.2 光アクセス研究室 …… 48
3.2.4 ワイヤレスネットワーク研究センター …… 50
3.2.4.1 ワイヤレスシステム研究室 …… 52
3.2.4.2 宇宙通信システム研究室 …… 54
3.2.5 レジリエントICT研究センター …… 56
3.2.5.1 企画連携推進室 …… 58

3.2.5.2 サステナブルICTシステム研究室 …… 60
3.2.5.3 ロバスト光ネットワーク基盤研究室 …… 62

●サイバーセキュリティ分野

3.3 サイバーセキュリティ研究所 …… 66
3.3.1 サイバーセキュリティ研究室 …… 68
3.3.2 セキュリティ基盤研究室 …… 70
3.3.3 サイバーセキュリティネクサス …… 72
3.3.4 ナショナルサイバートレーニングセンター …… 74
3.3.4.1 サイバートレーニング事業推進室 …… 76
3.3.4.2 サイバートレーニング研究室 …… 78
3.3.5 ナショナルサイバーオブザベーションセンター …… 80

●ユニバーサルコミュニケーション分野

3.4 ユニバーサルコミュニケーション研究所 …… 84
3.4.1 先進的音声翻訳研究開発推進センター …… 86
3.4.1.1 先進的音声技術研究室 …… 88
3.4.1.2 先進的翻訳技術研究室 …… 90
3.4.2 データ駆動知能システム研究センター …… 92
3.4.3 統合ビッグデータ研究センター …… 94
3.4.4 先進的リアリティ技術総合研究室 …… 96

●フロンティアサイエンス分野

3.5 未来ICT研究所 …… 100
3.5.1 神戸フロンティア研究センター …… 102
3.5.1.1 超伝導ICT研究室 …… 104
3.5.1.2 ナノ機能集積ICT研究室 …… 106
3.5.1.3 バイオICT研究室 …… 108
3.5.1.4 神経網ICT研究室 …… 110
3.5.1.5 深紫外光ICT研究室 …… 112
3.5.2 小金井フロンティア研究センター …… 114
3.5.2.1 量子ICT研究室 …… 116
3.5.2.2 超高周波ICT研究室 …… 118
3.5.2.3 グリーンICTデバイス研究室 …… 120
3.5.3 脳情報通信融合研究センター …… 122
3.5.3.1 脳情報通信融合研究室 …… 124
3.5.3.2 脳機能解析研究室 …… 126
3.5.3.3 脳情報工学研究室 …… 128

●Beyond5G研究開発推進ユニット／量子ICT協創センター

3.6 Beyond5G研究開発推進ユニット …… 132

3.6.1 Beyond5Gデザインイニシアティブ …… 134
3.6.2 テラヘルツ研究センター …… 136
3.6.2.1 テラヘルツ連携研究室 …… 138
3.7 量子ICT協創センター …… 140

●オープンイノベーション推進本部

3.8 オープンイノベーション推進本部 …… 144
3.8.1 総合プロデュースオフィス …… 145
3.9 ソーシャルイノベーションユニット …… 146
3.9.1 戦略的プログラムオフィス …… 147
3.9.1.1 研究企画推進室 …… 148
3.9.1.2 地域連携・産学連携推進室 …… 149
3.9.2 総合テストベッド研究開発推進センター …… 150
3.9.2.1 テストベッド連携企画室 …… 152
3.9.2.2 テストベッド研究開発運用室 …… 154
3.9.2.3 北陸StarBED技術センター …… 156
3.9.2.4 ソーシャルICTシステム研究室 …… 158
3.10 イノベーション推進部門 …… 160
3.10.1 連携研究推進室 …… 162
3.10.2 委託研究推進室 …… 164
3.10.3 受託研究推進室 …… 166
3.10.4 知財活用推進室 …… 168
3.10.5 標準化推進室 …… 170
3.11 グローバル推進部門 …… 172
3.11.1 国際連携推進室 …… 174
3.11.2 国際研究連携展開室 …… 176
3.12 デプロイメント推進部門 …… 178
3.12.1 研究成果事業化支援室 …… 180
3.12.2 アントレプレナー支援室 …… 182
3.12.3 事業・技術研究振興室 …… 184
3.12.4 情報バリアフリー推進室 …… 186

●業務企画部／イノベーションデザインイニシアティブ／NICTナレッジハブ

3.13 業務企画部 …… 190
3.13.1 DX企画推進室 …… 190
3.13.1.1 情報システムグループ …… 192
3.13.2 電波利用管理・ものづくり室 …… 194
3.14 イノベーションデザインイニシアティブ …… 196
3.15 NICTナレッジハブ …… 198

4 成果普及

4.1 広報 …… 202
4.1.1 報道発表一覧 …… 202
4.1.2 NICT主催共催によるシンポジウム・イベント一覧 …… 206
4.1.3 研究成果外部出展等一覧 …… 209
4.1.4 広報普及 …… 213
4.2 研究支援 …… 214

5 知的財産権等

5.1 特許権 …… 216
5.1.1 国内特許出願数 …… 216
5.1.2 国際特許出願数 …… 216
5.1.3 国内特許登録一覧 …… 216
5.1.4 国外特許登録一覧 …… 219
5.2 研究成果発表 …… 221
5.2.1 誌上発表論文 …… 221
5.2.1.1 査読付き論文件数 …… 221
5.2.1.2 誌上発表論文一覧（NICT研究者が筆頭の研究論文・小論文のみを掲載） …… 221
5.2.2 口頭発表論文件数 …… 230
5.3 技術移転 …… 231
5.3.1 令和4年度特許等の有償技術移転実績 …… 231
5.3.2 技術移転関連出展一覧 …… 233

6 委託研究・助成等、受託研究等

6.1 委託研究・助成等 …… 236
6.1.1 高度通信・放送研究開発委託研究一覧 …… 236
6.1.2 革新的情報通信技術研究開発委託研究一覧 …… 237
6.1.3 海外研究者招へい・国際研究集会開催支援 …… 240
6.2 受託研究等 …… 242
6.2.1 受託研究 …… 242
6.2.2 研究助成金の受け入れによる研究（個人） …… 252

7 研究交流等

7.1 共同研究一覧 …… 260
7.2 連携大学院 …… 261
7.3 招へい専門員 …… 262
7.4 協力研究員 …… 263
7.5 研修員 …… 264
7.6 委員委嘱等 …… 265

8 表彰・学位取得

8.1 表彰 …… 268
8.2 学位取得 …… 273

9 財務諸表

9 財務諸表 …… 277

10 役職員の報酬・給与等

10.1 役員の報酬等の支給状況 …… 294
10.2 職員給与の支給状況 …… 295
10.3 職員と国家公務員の給与水準（年額）の比較指標 …… 295

11 中長期計画、年度計画

11.1 国立研究開発法人情報通信研究機構が達成すべき業務運営に関する目標を達成するための計画（第5期） …… 298
11.2 国立研究開発法人情報通信研究機構における令和4年度の業務運営に関する計画（令和4年度計画） …… 334

1 序説

1.1 概要

1.2 組織及び業務

1.1 概要

国立研究開発法人情報通信研究機構は、情報通信分野を専門とする唯一の公的研究機関として、我が国の国際競争力と社会の持続的発展の源泉であるICT（情報通信技術）に関して、基礎的な研究開発から応用的な研究開発までを統合的な視点で推進するとともに、大学、民間等が実施する研究開発の支援、通信・放送事業の振興等を総合的に推進することを主たる業務としている。

国立研究開発法人情報通信研究機構の目的
- 情報の電磁的流通及び電波の利用に関する技術の研究及び開発
- 高度通信・放送研究開発を行う者に対する支援
- 通信・放送事業分野に属する事業の振興

等を総合的に行うことにより、情報の電磁的方式による適正かつ円滑な流通の確保及び増進並びに電波の公平かつ能率的な利用の確保及び増進に資することを目的とする。（国立研究開発法人情報通信研究機構法より）

平成13年4月から平成18年3月までの5年間を第1期中期目標期間、以降5年ごとに第2期中期目標期間、第3期中長期目標期間[*1]、第4期中長期目標期間として、総務大臣から示された中長期目標を達成するために中長期計画を立てて業務を実施してきた。その間、第1期中期目標期間中の平成16年4月1日、独立行政法人通信総合研究所（CRL）と認可法人通信・放送機構（TAO）との統合により、独立行政法人情報通信研究機構（NICT：National Institute of Information and Communications Technology）が発足した。

平成27年4月には、独立行政法人通則法が改正され、科学技術に関する研究開発を主要な業務として、国が中長期的な期間について定める業務運営に関する目標（中長期目標）を達成するための計画に基づき業務を行う「国立研究開発法人」として、国立研究開発法人情報通信研究機構となった。令和4年度は、令和8年3月までの5年間の第5期中長期目標期間における2年目にあたる。

[*1] 平成26年の独立行政法人通則法の改正により、平成27年3月31日以前に「中期目標期間」と呼ばれていた目標期間について、法改正時期を含む第3期以降は「中長期目標期間」と呼ばれることになった。

1.2 組織及び業務

NICTは、予算（収入）が約1645.9億円（うち運営費交付金約285.3億円）、要員が常勤職員472名（うち研究者266名）、有期雇用職員895名の規模を有する。役員は理事長、理事5名、監事2名で構成される。機構は5つの研究所（電磁波研究所、ネットワーク研究所、サイバーセキュリティ研究所、ユニバーサルコミュニケーション研究所、未来ICT研究所）、Beyond5G研究開発推進ユニット、量子ICT協創センター、オープンイノベーション推進本部等の研究開発及び関連業務を行う組織（総合プロデュースオフィス、ソーシャルイノベーションユニット、イノベーション推進部門、グローバル推進部門、デプロイメント推進部門）、機構の企画・運営・管理や広報活動等を行う5つの部（総務部、財務部、経営企画部、業務企画部、広報部）のほか、イノベーションデザインイニシアティブ、NICTナレッジハブ、監査室で構成される。組織の詳細については、「2 組織等」に示す。

NICTの第5期中長期計画（令和3年4月～8年3月）では、第4期中長期計画における「重点5分野」を継承し、研究開発成果を広く社会に還元し、オープンイノベーションを推進している。「重点5分野」は、電磁波先進技術、革新的ネットワーク、サイバーセキュリティ、ユニバーサルコミュニケーション、フロンティアサイエンスの5つの分野である。各分野とも中長期的視点に立ち、先端的かつ基礎的・基盤的なテーマに取り組んでいる。さらに、戦略的に進めるべき4つの研究領域（「戦略4領域」）を定め、横断的かつ戦略的に研究開発を推進している。「戦略4領域」は、Beyond 5G、AI、量子情報通信、サイバーセキュリティの4つの領域である。加えて、分野横断的なコラボレーションを通して、NICTは社会課題・地域課題の解決、新しい時代に向けた社会システムのデジタル変革や価値創造、そして多様性や持続可能性を含むSDGsの達成などに貢献すべく、オープンイノベーションを推進している。以下に、本年度の主な業務成果を示す。なお、各成果の詳細については、「3 活動状況」に示す。

電磁波先進技術分野では、①電磁波伝搬に大きな影響を与える大気・地表面の状態把握やその情報を活用した防災・減災に資する「リモートセンシング技術」、②通

信・放送・測位・航空・人工衛星等の安定運用を実現する宇宙環境を計測・予測する「宇宙環境技術」、③高度化した通信機器と電気電子機器の電磁的両立性の実現や新たな無線システム等の安心・安全な利用を実施するための「電磁環境技術」、④高精度・高可用性を両立する標準時及び標準周波数の発生・配信を実現するための「時空標準技術」、⑤次世代通信システムに利用可能な高効率かつ安価なプリント型ホログラム素子の実現を目指す「デジタル光学基盤技術」等の研究開発を進め、以下の成果を得た。

①マルチパラメータ・差分吸収ライダー（MP-DIAL）のシードレーザーについて、低熱膨張材（スーパーインバー）を用いた実用化モデルを低価格で製作することに成功し、このシードレーザーを用いて実観測（ドップラー計測）の実現と、WMOが規定する水蒸気観測精度（±10%）を達成するために必要な波長制御（±0.2 pm）に成功した。

②Starlink衛星38機を落下させた磁気嵐イベントについて、GAIA及び観測データを利用して一連の宇宙天気現象のメカニズムを分析、広範囲に広がる中性大気質量密度の増大を再現し、衛星落下の原因を解明した。

③電波防護指針が策定されていない0.3 THz以上の電波ばく露の評価技術を確立するために、テラヘルツ帯（おおむね0.6 THzまで）の生体組織の電気定数データ等を取得し、生体組織の電気特性データベースの拡充を図り、皮膚及び眼球組織の電気特性に近似させた人体等価ファントムを開発した。

④令和4年度全期間においてSr光格子時計に基づいた光時系を継続的に生成することで、協定世界時（UTC）に対する日本標準時の時刻差の変化を従来比2分の1以下に低減させ、当該成果は光格子時計の世界初の社会実装を果たした。

⑤参照光路の動的制御で透過型／反射型のHOE製造を1台のホログラムプリンタで実現した。また、透過型ホログラムの記録条件の最適化や結像特性の改善を行った。

革新的ネットワーク分野では、①Beyond 5G時代の多様なネットワークサービスを持続的に支えるための「計算機能複合型ネットワーク技術」、②ニューノーマル時代の社会経済の変革とBeyond 5G基盤技術の実現を目指す「次世代ワイヤレス技術」、③Beyond 5G時代の増加を続ける通信トラヒックに対応するための「フォトニックネットワーク技術」、④Beyond 5G時代以降のネットワークのより柔軟な運用を実現するための「光・電波融合アクセス基盤技術」、⑤衛星通信を含む非地上系ネットワークや通信システムの利用拡大を想定した「宇宙通信基盤技術」、⑥Beyond 5Gを見据えた更なる周波数利用拡大を目指す「テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術」、⑦大規模災害や障害等の様々な事象によって引き起こされる非連続な変化への対応を可能とするための「タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術」等の研究開発を進め、以下の成果を得た。

①ブロックチェーンで管理されたオフチェーンデータへのアクセスを情報指向ネットワーク（ICN）と属性暗号（Ciphertext-Policy Attribute-Based Encryption）の組み合わせにより高速かつ安全に行うユーザー指向ネットワーク内ストレージ機能を開発し、既存方式（IPFS）と比較し、応答時間は平均42.7 msから平均9.2 msに短縮、トラヒック量はネットワーク内キャッシュの効果により約1/40に削減した。

②飛行レベル4を想定した高信頼な無線通信技術を開発し、4機のドローンによる自律群飛行及び衝突回避に成功した世界初の実証実験の成果がドローン最前線技術を特集した全国放送番組に成果が収録されました。また、169 MHz帯を用いたコマンド・テレメトリ通信の固定翼ドローンへの実装技術を向上させ、1ホップ中継通信により10 kmの長距離通信に成功しました。

③世界で初めて、15モードに対応した光スイッチ（15モード交換器）を試作し、波長ごとの光スイッチング実験に成功。実環境テストベッド（イタリア・ラクイラ市）において、モード多重光ファイバネットワークを構築して実証しました。世界的なマーケットシェアを持つ光コンポーネント企業等が共同実験に参画、欧州、米国、オーストラリア合わせて5研究機関の研究開発成果を機構が集約することで達成した。

④シリコンフォトニクス集積回路の設計、試作を実施し、5,000パーツ/cm^{2}を達成した。また、WDM信号を検出する共振型PDアレイを開発し、世界初となるWDM空間光無線通信一括受信実験に成功した。

⑤Ka帯平面アンテナの低価格・低消費電力化について、設計作業やデバイス検討を行い消費電力50%の削減を達成できることを確認した。また、超小型高速光通信機器（ブレッドボードモデル）の評価を行い、今中長期計画初期目標であった400 Gbpsから、NTNの需要拡大により、WDMによる5倍の最大2Tbps伝送を実現する2種類の飛翔体搭載用初期モデル（プロトタイプモデル）を完成させた。

⑥THz帯無線通信応用に向けた300 GHz帯低位相雑音

信号を生成し5G NR compliant signal の送受信に成功、かつ電波伝搬特性評価を行い、これらの成果を国際標準化文書として入力しました。一連の活動により第83回電子情報通信学会功績賞を受賞した。また、THz波の優位性を生かした超小型リモートセンシングセンサによる月の水資源探査プロジェクトTSUKIMIが、内閣府主催宇宙ビジネスアイデアコンテストS-Boosterにて審査員特別賞を受賞した。

⑦インフラサウンド観測及び解析に関して、従来手法の課題（音速が必要、雑音に弱い）を解決する新たな音源位置推定手法を提案、2022年1月トンガ海底火山噴火及び2022年7月九州地方の火山噴火によるインフラサウンドデータから、提案手法の有効性を実証（トンガ噴火の結果はIEEEフラグシップ会議に採択）した。また、手法の高度化に向け、宮城県、東京都、鹿児島県の観測点を各1か所追加、北海道（4か所）と沖縄（4か所）他に新たに設置し、国内観測点は計25か所となった。

サイバーセキュリティ分野では、①サイバー攻撃対処能力の絶え間ない向上と多様化するサイバー攻撃の対処に貢献するための「サイバーセキュリティ技術」、②社会の持続的発展において欠くことの出来ない情報のセキュリティやプライバシーの確保を確かなものとするための「暗号技術」、③国の機関や地方公共団体等のサイバー攻撃への対処能力の向上に貢献するための「サイバーセキュリティに関する演習」、④サイバーセキュリティに関する情報分析・人材育成等の産学官連携の中核的拠点形成を目的とした「サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成」、⑤IoT機器のサイバーセキュリティ対策のための「パスワード設定等に不備のあるIoT 機器の調査」等を進め、以下の成果を得た。

①サイバーセキュリティ関連情報を大規模集約・横断分析するCUREの新機能として、蓄積したデータに様々な付加情報を与えることで、データの有用性を向上させるEnricher機能の可視化機能をNIRVANA改に実装、各データ同士の相関関係を視覚的に分析できるようになり、これまで見えていなかったデータ同士のつながりの把握が可能になった。

②社会課題となっている特殊詐欺への対策として、プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect を活用した不正取引検知の実証実験を進展させた。また、大学発ベンチャーと連携し、銀行の取引データを用いて構築した高信頼度の（被害取引判定用の）不正利用検知エンジンについて、銀行内でテスト運用を開始した。

③実践的な演習を特色とした、情報処理安全確保支援士向け特定講習としての地位の確立のため、機構内の関連部門と連携した年間を通じた周知活動を実施し、前年度からの受講者数の大幅な増加（約3.8倍）を達成した。

④令和2年度補正予算調達による、産学官連携拠点において必要となるコンテナ型データセンタの整備が完了しました。また、4つのサブプロジェクト “Co-Nexus A/S/E/C” における活動を本格化し、令和5年1月末時点での初期参画組織は全体で55組織（重複を除く）まで増加した。

⑤HTTP(S)のBasic/Digest認証に対する高速な特定アクセス試行を可能とする機能を新規開発し、独自開発の機種特定エンジンとオペレータの手動確認により脆弱な機種を多数特定したほか、実機調査によりNOTICE発見機器が不正ログインされた場合の攻撃悪用リスクを検証した。また、IoT機器のWebUIの自動分類及びHTTP(S)フォーム認証機器の探索と特定アクセスプロトタイプを開発した。

ユニバーサルコミュニケーション分野では、①文脈や話者の意図、周囲の状況等の多様な情報源も活用した、ビジネスや国際会議等の場面においても利用可能な実用レベルの自動同時通訳を実現する「多言語コミュニケーション技術」、②高度な深層学習技術等を用いて、インターネット等にある知識（社会知）を取得し、それらの組み合わせや類推等で仮説を推論し、目的やポリシー等を持つ仮想人格を用いて対話等ができる「社会知コミュニケーション技術」、③実世界の様々な状況を随時把握し最適化された行動支援を行うことを目的とする「スマートデータ利活用基盤技術」等の研究開発を進め、以下の成果を得た。

①日本語の「崩れ」に関する評価用コーパスを初めて構築し、公開したことで、標準的な表記から逸脱したユーザー生成テキストによる言語処理（自動翻訳等）システムの精度低下の問題を解決する研究加速に貢献した。

②マルチモーダル音声対話システムMICSUSの研究開発において意味解釈等のために日本最大級となる累計400万件（今年度97万件）の学習データを整備した。日本全国の高齢者179名による大規模実証実験を実施し、約1万3千発話の客観評価という日本語では最大規模の評価を実施し、意味解釈精度が93.5 %、雑談も含めた全応答の適切さが92.9 %であることを確認した。実証実験中の雑談応答に対し、高齢者はその25 %に笑顔を見せ、半分以上に積極的な興味を

示す等、高齢者のコミュニケーション不足の抑制につながる可能性を示唆する結果を確認した。

③新たな高精度データ連携分析モデルとしてクロスモーダルAttentionモデルを開発した。個別環境で収集された不均質なマルチモーダルデータを用いて深層学習モデルを効率的に連合学習できるようにする技術の開発を行い、従来手法を上回る性能を実現した。また、xDataプラットフォームの連合学習機能の実装を進め、運送事業者との間に構築したエッジ・クラウド連携システムに展開し、社会実装を想定した環境下で技術実証を行った。

フロンティアサイエンス分野では、①将来の情報通信において求められる周波数限界の拡大や高速化、高感度特性の実現、処理能力の高度化等、通信・センシング技術の飛躍的な発展に資する「フロンティアICT基盤技術」、②高度な ICT システムへの活用を始めとする幅広い分野への産業応用を見据えた「先端ICTデバイス基盤技術」、③あらゆる計算機で解読不可能な安全性を実現する「量子情報通信基盤技術」、④人間の究極のコミュニケーションの実現や、人間の潜在能力の発揮を実現することで人々が幸せを実感できる新しい ICT の創出を目指す「脳情報通信技術」等の研究開発を進め、以下の成果を得た。

①顕微鏡技術の深部化、高分解能化に関し、2光子顕微鏡画像を光学理論に基づき1光子顕微鏡像に変換する新規手法を開発し、2光子顕微鏡像のSN比を4～60倍と飛躍的に向上させることに成功した。この方法を用いることにより、マウス脳100 μmの深部におけるSN比を6倍に改善した。生体深部の微弱光が検出可能になることから、医学・脳科学など広範な分野への貢献が期待される。

②深紫外光ICTデバイスに関して、最も殺菌性能の高い波長265 nm帯の発光ピークを示す高強度深紫外LED技術を用いて、LEDチップを高密度マルチチップ実装することにより、光出力8Wを超えるワット級高出力動作の深紫外LEDハンディ照射モジュールを世界に先駆け開発することに成功した。

③超小型衛星SOCRATESを用いて2015年－2016年に行われた低軌道衛星-地上局間の量子通信実験で蓄積したデータの詳細な解析を実施した。大気揺らぎやポインティングエラーを受けた量子通信路の統計的モデルを導出し、量子鍵配送に与える影響を評価し、Communications Physics誌に論文発表した。

④3次元超音波イメージング（3DUS：2次元超音波技術と3次元モーションキャプチャ技術を融合した手法）を、世界で初めて肩の複雑な筋形状の計測に適用し、ゴールドスタンダード手法であるMRI計測に比べて表面間距離で平均約1 mmの誤差を実現し、系統誤差がないことを実証した。また、MRI画像から個々の筋骨格形状を自動認識するAIを開発し、認識結果に基づいて個人を忠実に再現した人体力学モデルを構築した。

Beyond 5Gの推進では、Beyond 5Gを実現するための鍵を握る要素技術（超高速・大容量、超低遅延、超多数同時接続、自律性、拡張性、超安全・信頼性、超低消費電力等）の早期確立に資する成果の創出を目指し、①ネットワークからサービスまでの多様な参画者が集い産学官での研究開発を有機的に連携し加速させるBeyond 5Gのアーキテクチャに関する研究や標準化に関する取組、②民間企業等の研究開発を促進するための公募型研究開発プログラムに関する業務等を実施し、以下の成果を得た。

①異なる業種の垣根を越えた意見交換により「新しい発想」や「気づき」を得ることを目的とし、第1回Beyond 5Gゼログラビティイベントを開催した。NICT研究者の他、Beyond 5G研究開発促進事業の受託者、自動車、スポーツ、建設、重工業、保険業界で活躍されている専門家など、総勢44名が参加し、社会テーマを軸に自身の研究（時空間同期、脳情報、AI等）と他業界を掛け合わせたアイデアが多く発表され、機構内の研究者が他業界とのつながりにより新たな発想や気づきを得た。

②公募型研究開発プログラムでは、委託研究として令和4年度に、「Beyond 5G機能実現型プログラム（基幹課題）」を6課題、「Beyond 5G機能実現型プログラム（一般課題）」を9課題、「Beyond 5G国際共同研究型プログラム」を2課題、「Beyond 5Gシーズ創出型プログラム（委託）」を12課題（うち、若手・中小企業枠で5課題）、計29課題を採択し委託契約を締結した。これまでに採択した計73課題は多岐にわたる技術分野をカバーしており、プログラム全体でのBeyond 5Gの実現の強化に取り組んでいる。併せて、社会実装・海外展開を目指した公募型研究開発プログラムを実施するため、新たに「情報通信研究開発基金」が設置されている。

分野横断的な研究開発その他の業務では、①オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化、②戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出、③知的財産の積極的な取得と活用、

④戦略的な標準化活動の推進、⑤研究開発成果の国際展開の強化、⑥国土強靭化に向けた取組の推進、⑦戦略的ICT人材育成、⑧研究支援業務・事業振興業務等を実施し、以下の成果を得た。

①産学官連携の強化を目指し、NICTシーズ集第5版として改版した（令和4年6月発行。60件のシーズを掲載）。改版にあたっては、外部連携の目安となる「SEEDSメーター」の図版や、研究者側の要望を率直に伝える「研究者より」のカコミ、シーズの活用をイメージできる「ユースケース」ページを作成するなど、マッチングを高める工夫を行った。また、自治体や地方の民間企業等が機構シーズの社会実証や社会実装をする取組を増やすことを目的に、総務省総合通信局等が主催するセミナーにおいて、機構シーズをテーマとして取り上げてもらうことを推進し、13件の発表を行い、機構技術の情報発信を進めた。

②Beyond 5Gのための、新機能開発・高信頼化・相互接続検証・運用自動化等の研究開発を可能とする環境として「B5G高信頼仮想化環境」と「B5Gモバイル環境」のサービス提供を10月より開始した。テストベッド情報の事前周知や、利用を想定した評価データのWeb公開や事前相談等の先行取組の結果、提供開始後6ヵ月の令和4年度末で、Beyond 5Gに係る多くのプロジェクトにより利用され、新機能の利用件数としては手続き中・相談中も含めて47件、うちBeyond 5G研究開発事業委託研究による4件の利用を実現できた。

③知的財産の積極的な取得と活用については、発明創出・権利化から技術移転まで、研究者の知財に係る周辺支援を推進し、NDA、共同研究契約、共同出願契約、技術移転契約等を進めた。また、科学技術振興機構との共催によりNICT新技術説明会を開催する等、保有知財や技術活用事例を、Webや技術説明・紹介の機会等を活用し積極的に産業界等へ情報発信を行った。

④戦略的な標準化活動の推進については、国際電気通信連合（ITU）、アジア・太平洋電気通信共同体（APT）、欧州電気通信標準化機構（ETSI）等の標準化機関のメンバーとなって、国際標準化活動を精力的に推進している。令和4年度の主な成果としては、ITU-R WP5Dで作成のIMT-2030に向けた「将来技術トレンド報告」に機構関連技術が反映され、報告案が承認された。

⑤研究開発成果の国際展開の強化については、アジア地域諸国をはじめ、令和4年度ではアフリカ大陸で初となるセネガルにおいて機構発技術の国際実証実験等の取組を推進した。また、ASEAN IVOフォーラム、オウル大学・ヘルシンキ大学、JST若手研究者との円卓会議など様々な国際イベントを開催し、海外の研究機関・大学等との研究交流・連携を推進するとともに、国際的なプレゼンスの向上を図り、機構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携を促進するなどNICTの研究開発成果をグローバルに最大化する取組を行った。

⑥国土強靭化に向けた取組としては、和歌山県白浜町との連携として、NerveNetを基盤としたデジタル田園都市国家構想推進交付金（デジ田）（デジタル実装タイプ（Type1））申請「耐災害ネットワークを活用した転職なき移住の実現」の提案検討、及び採択後の実装に協力した。また、本事例をグッドプラクティスとして、各自治体への訪問・説明や、複数の総務省総合通信局を通じて各自治体にアプローチするなど地方自治体への事業展開支援を行い、令和4年度補正予算のデジ田に宮崎県延岡市がNerveNetを活用した事業を提案し採択された。

⑦量子ネイティブ人材を育成するプログラムNQC（NICT Quantum Camp）を令和4年度も継続して実施した。機構外からも大学、企業の方々を講師・アドバイザリー（19名）に招き、量子ICTの網羅的学習が可能なプログラムを提供した。また、修了生にサポーターという名称でNQCの運営に参画してもらう取組を進め、これまでNQCに関わった人材が相互啓発し成長し続ける仕組みを構築しました。さらに、「若手チャレンジラボ」（7名）を発足させ、修了生の中から、リサーチアシスタントとして機構の研究開発に参画する学生も現れ、人材環流を作り上げることができた。

⑧研究支援業務・事業振興業務としては、有識者等による情報の提供、助言・相談の場を提供するとともに、情報通信ベンチャーによるビジネスプランの発表会や商品・サービス紹介等のイベント等を通じたマッチングの機会を提供した。

NICT法第14条第1項第3号から第5号までの業務として、①周波数標準値の設定、標準電波の発射及び標準時の通報（第3号）、②電波の伝わり方の観測、予報及び異常に関する警報の送信並びにその他の通報に関する業務（第4号）、③高周波利用設備を含む無線設備の機器の試験及び較正に関する業務（第5号）を以下のとおり実施した。

①社会経済活動の秩序維持のために必要不可欠な尺度となる周波数標準値の設定、標準電波の発射及び標

準時の通報業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施した。非常時通信用に携帯IP電話機を導入し、首都圏災害時に日本標準時発生局を神戸区副局に移転する、標準時BCP訓練を実施した。

②電波の伝わり方の観測、予報及び異常に関する警報の送信、並びにその他の通報に関する業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施した。コロナ禍において遠隔宇宙天気予報会議等を活用し、予報業務を実施するとともに、国際民間航空機関（ICAO）グローバル宇宙天気センターの一員として、宇宙天気レポートの配信等、運用を着実に実施した。

③高周波利用設備を含む無線設備の機器の較正に関する業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施した。コロナ禍においても、例年とほぼ同数の較正業務を遅滞なく実施するとともに、新たに、Beyond 5G / 6Gの研究開発用実験局の免許申請に必要なテラヘルツ帯（110–330 GHz）の電力較正も行った。

2 組織等

2.1 組織
2.2 組織の変遷
2.3 役員・職員数
2.4 予算

2.1 組織（令和 5 年 3 月 31 日現在）

理事長
理　事
執行役

監　事
主管研究員

理事長
理事（4 名）
監事（2 名うち非常勤 1 名）
執行役
主管研究員

電磁波研究所

総合企画室
　管理グループ
　沖縄管理グループ
電磁波伝搬研究センター
　リモートセンシング研究室
　宇宙環境研究室
　　宇宙天気予報グループ
電磁波標準研究センター
　電磁環境研究室
　　標準較正グループ
　時空標準研究室
　　日本標準時グループ
電磁波先進研究センター
　デジタル光学基盤研究室

ネットワーク研究所

総合企画室
　管理グループ
先端ICTデバイスラボ
ネットワークアーキテクチャ研究室
フォトニックICT研究センター
　フォトニックネットワーク研究室
　光アクセス研究室
ワイヤレスネットワーク研究センター
　企画室
　　横須賀管理グループ
　　鹿島管理グループ
　ワイヤレスシステム研究室
　宇宙通信システム研究室
レジリエントICT研究センター
　企画連携推進室
　サステナブルICTシステム研究室
　ロバスト光ネットワーク基盤研究室

サイバーセキュリティ研究所

総合企画室
　管理グループ
　サイバーセキュリティ研究室
　セキュリティ基盤研究室
サイバーセキュリティネクサス
ナショナルサイバートレーニングセンター
　サイバートレーニング事業推進室
　サイバートレーニング研究室
ナショナルサイバーオブザベーションセンター
　サイバーオブザベーション事業推進室
　サイバーオブザベーション運用室

ユニバーサルコミュニケーション研究所

総合企画室
　管理グループ
　企画戦略グループ
　知財契約グループ
　共通基盤グループ
　システム開発グループ
先進的音声翻訳研究開発推進センター
　先進的音声技術研究室
　先進的翻訳技術研究室
データ駆動知能システム研究センター
統合ビッグデータ研究センター
先進的リアリティ技術総合研究室

未来ICT研究所

総合企画室
　神戸管理グループ
神戸フロンティア研究センター
　超伝導ICT研究室
　ナノ機能集積ICT研究室
　バイオICT研究室
　神経網ICT研究室
　深紫外光ICT研究室
小金井フロンティア研究センター
　企画室
　量子ICT研究室
　超高周波ICT研究室
　グリーンICTデバイス研究室
脳情報通信融合研究センター
　企画室
　　吹田管理グループ
　脳情報通信融合研究室
　脳機能解析研究室
　脳情報工学研究室

- 電磁波先進技術分野
- 革新的ネットワーク分野
- サイバーセキュリティ分野
- ユニバーサルコミュニケーション分野
- フロンティアサイエンス分野

総務部
総務室
- 総務グループ
- 秘書グループ
- 厚生グループ

人事室
- 人事グループ
- 職員グループ

法務・コンプライアンス室

財務部
経理室
- 予算グループ
- 決算グループ
- 出納グループ

契約室
- 契約管理グループ
- 物品契約グループ
- 役務・工事契約グループ

施設室
- 施設管理グループ
- 施設整備グループ

経営企画部
企画戦略室
評価室

業務企画部
業務基盤企画推進室
DX企画推進室
- 情報システムグループ

電波利用管理・ものづくり室
- 電波利用管理グループ
- ものづくりグループ

広報部
広報企画室
報道室

Beyond5G研究開発推進ユニット
総合企画室
Beyond5Gデザインイニシアティブ
テラヘルツ研究センター
- 企画室
- テラヘルツ連携研究室

量子ICT協創センター
総合企画室
量子ICTデザインイニシアティブ

イノベーションデザインイニシアティブ

NICTナレッジハブ
- IGS 開発室
- 監査室

オープンイノベーション推進本部
総合プロデュースオフィス
- プロデュース企画室
- 技術展開支援室

ソーシャルイノベーションユニット
- 北陸管理グループ

戦略的プログラムオフィス
- 研究企画推進室
- 地域連携・産学連携推進室
  - 北陸ICT連携拠点
  - 東北ICT連携拠点
  - 関西ICT連携拠点

総合テストベッド研究開発推進センター
- テストベッド連携企画室
- テストベッド研究開発運用室
- ソーシャルICTシステム研究室

イノベーション推進部門
- 連携研究推進室
- 委託研究推進室
- 受託研究推進室
- 知財活用推進室
- 標準化推進室

グローバル推進部門
- 国際連携推進室
- 国際研究連携展開室
- アジア連携センター
- 北米連携センター
- 欧州連携センター

デプロイメント推進部門
- 研究成果事業化支援室
- アントレプレナー支援室
- 事業・技術研究振興室
- 情報バリアフリー推進室

情報通信研究機構の主な施設等（令和 5 年 3 月 31 日現在）

2.2 組織の変遷

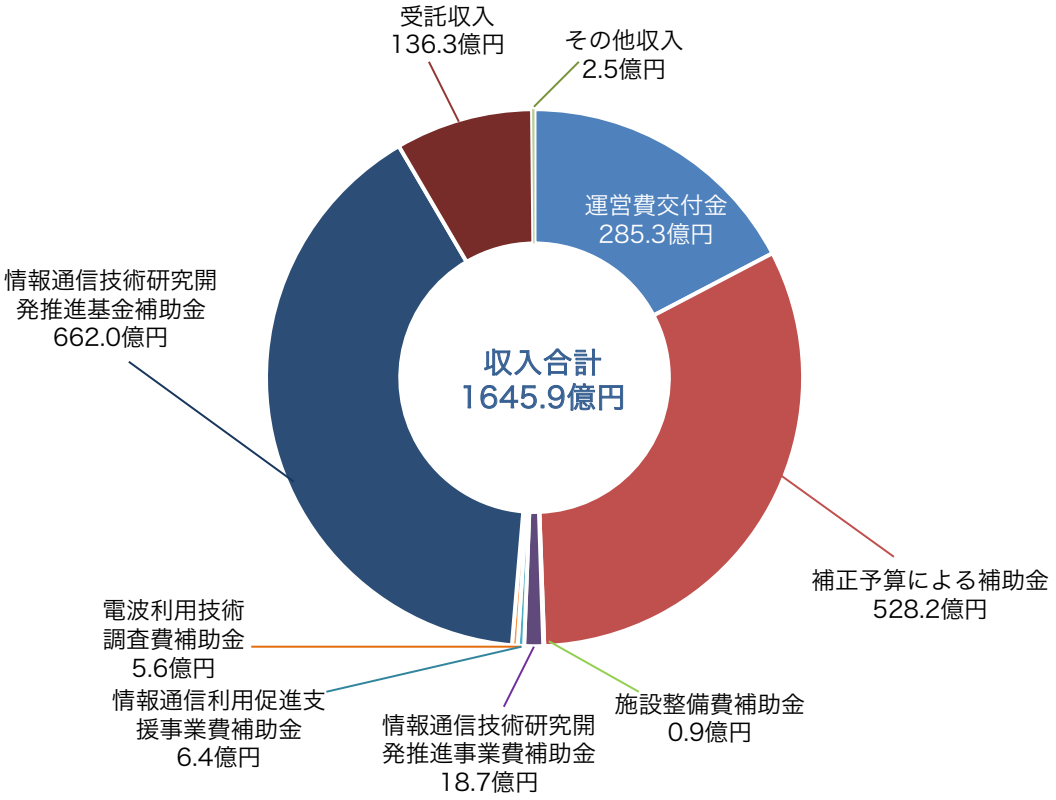
令和 4 年度（2022 年度）の組織の変遷はありません。

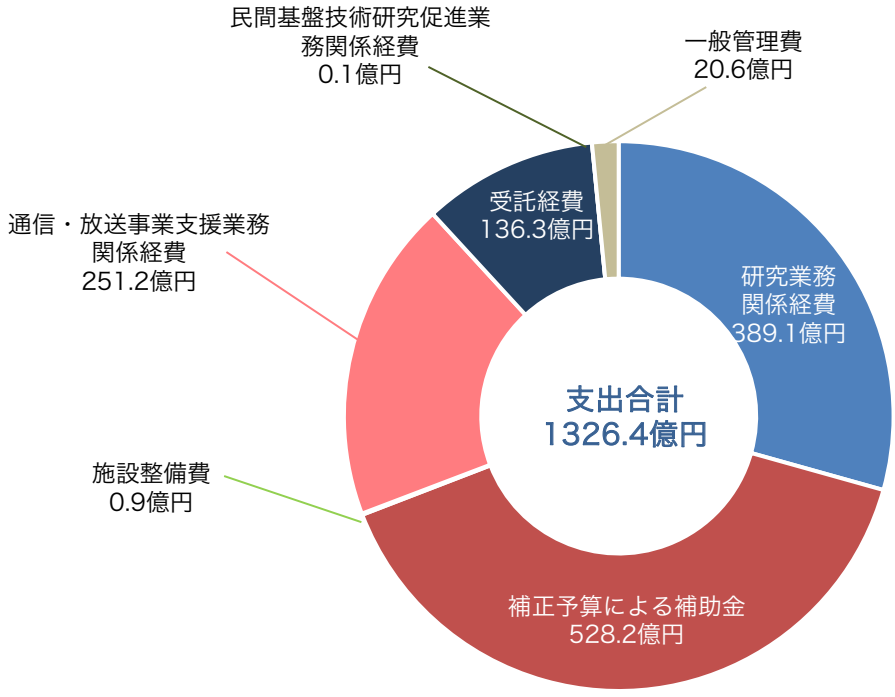
2.3 役員・職員数（令和 5 年 3 月 31 日現在）

役　　員	常 勤 職 員	合　　計
7 名	467 名	474 名

2.4 予算

令和４年度予算





3 活動状況

●電磁波先進技術分野

3.1 電磁波研究所

●革新的ネットワーク分野

3.2 ネットワーク研究所

●サイバーセキュリティ分野

3.3 サイバーセキュリティ研究所

●ユニバーサルコミュニケーション分野

3.4 ユニバーサルコミュニケーション研究所

●フロンティアサイエンス分野

3.5 未来 ICT 研究所

3.6 Beyond5G 研究開発推進ユニット

3.7 量子 ICT 協創センター

●オープンイノベーション推進本部

3.8 オープンイノベーション推進本部

3.9 ソーシャルイノベーションユニット

3.10 イノベーション推進部門

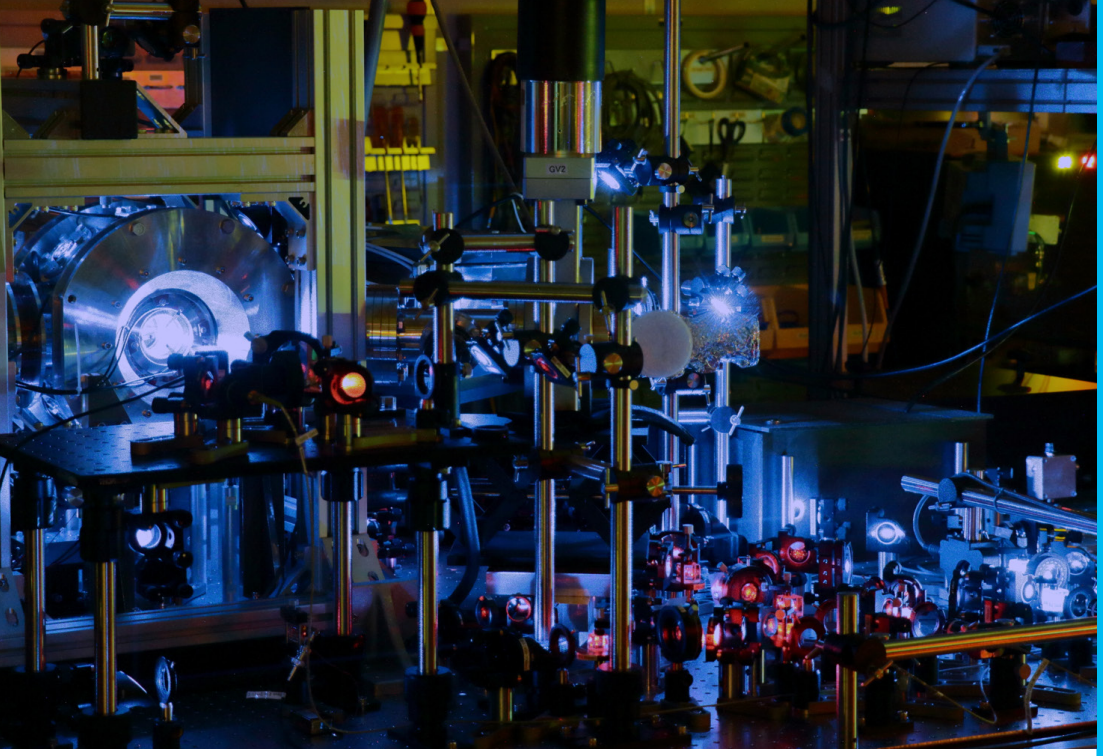
3.11 グローバル推進部門

3.12 デプロイメント推進部門

3.13 業務企画部

3.14 イノベーションデザインイニシアティブ

3.15 NICT ナレッジハブ



電磁波先進技術分野

3.1 電磁波研究所

3.1.1 電磁波伝搬研究センター

3.1.1.1 リモートセンシング研究室

3.1.1.2 宇宙環境研究室

3.1.2 電磁波標準研究センター

3.1.2.1 電磁環境研究室

3.1.2.2 時空標準研究室

3.1.3 電磁波先進研究センター

3.1.3.1 デジタル光学基盤研究室

3.1 電磁波研究所

研究所長　　平　和昌

■概要

電磁波研究所は、ICTの中でも特に「電磁波」に関する様々な技術の研究開発と、それら技術の社会での活用に関する活動を推進する組織である。当研究所は、電磁波を活用することによりSociety 5.0を実現させることを目指しており、その過程において、以下に示す3つの役割を果たしていく。

・フィジカル空間の情報をサイバー空間に集約する「センシング（計測・観測）」の機能を実現
・データを解析することにより、「未来の姿」をサイバー空間上に展開する「プロセッシング（情報の加工・処理）」の機能を実現
・サイバー空間上のデータを活用して、フィジカル空間を作り上げる「アクチュエーション（作動・行動）」の機能を実現

さらに、各役割から得られた成果を効果的に連携させ、気象の変化や宇宙環境の変化の早期かつ精密な把握や、災害等の非常時を含む社会状況の正確な把握を実現するとともに、精度の高い未来予測を可能にして、実社会における私たちのスマートな生活を実現させることを目指す。

第5期中長期目標期間の5年間では、電磁波を利用して、社会を取り巻く様々な対象から情報を取得・収集・可視化・提供するための技術や、様々な機器・システムの電磁的両立性（EMC：Electromagnetic Compatibility）を確保するための技術、効率的な社会経済活動の基盤となる高品質な時刻・周波数を発生・供給・利活用するための基盤技術、低コストで高効率な光学素子を実現するための基盤技術について研究開発を実施し、国内外における標準化や研究開発成果の普及、社会実装につなげる活動を行う。また、電磁波技術分野の将来を担う研究開発人材の育成にも力を入れていく。

■主な記事

電磁波研究所における令和4年度の主なトピックスを以下に示す。なお、1. の詳細については、それぞれの研究室の報告において記す。

1．各研究室における活動の概要

(1) リモートセンシング研究室

・航空機搭載合成開口レーダー（Pi-SAR X3）に関して、平時の火山として初めて15 cm分解能での浅間山・草津白根山・焼岳のデータ取得を行った。
・マルチパラメータ・差分吸収ライダー（MP-DIAL）の開発では、シードレーザーについて、低熱膨張材（スーパーインバー）を用いた実用化モデルを低価格で製作することに成功し、実観測（ドップラー計測）を実現し、WMOが規定する水蒸気観測精度（±10 %）を達成するために必要な波長制御（±0.2 pm）に成功した。
・MP-PAWRデータと機械学習を利用した降雨の短時間予測について、敵対的生成ネットワーク（GAN）を用いて細かい構造を含む降雨予測に成功し、気象庁をはじめとする従来のナウキャストを上回る予測精度を実現した。

(2) 宇宙環境研究室

・「電波の伝わり方の観測、予報・異常に関する警報の送信等」（情報通信研究機構法（以下、機構法）第14条第1項第4号）の業務を着実に行うために、国内4か所の電波観測施設及び南極においてイオノゾンデによる電離圏観測を24時間365日実施し、宇宙天気予報を発出した。
・令和4年2月にStarlink衛星38機を落下させた磁気嵐イベントについて、大気圏電離圏モデルGAIA及び観測データを利用して一連の宇宙天気現象のメカニズムを分析、広範囲に広がる中性大気質量密度の増大を再現し、衛星落下の原因を解明した。
・ひまわり後継機に搭載可能な宇宙環境センサのエンジニアリングモデル（EM）の開発を計画通りに実施し、電子センサ及び帯電センサは基本設計及び製造が完了した。

(3) 電磁環境研究室

・「無線設備の機器の試験及び較正」（機構法第14条第1項第5号）の業務を着実に行い、電波の公平かつ能率的な利用の実現に貢献するとともに、周波数標準に関する我が国の計量システムの維持に務めた。
・B5G / 6Gの研究開発等で必要となり、我が国でNICTだけが較正サービス可能な110～330 GHz（170 GHz以上は国際的にもNICTだけ）の較正システムを改良し、

高精度かつ安定した較正を行えるようにした。

・電波防護指針が策定されていない0.3 THz以上の電波ばく露の評価技術を確立するために、おおむね0.6 THzまでの生体組織の電気定数データ等を取得し、生体組織の電気特性データベースの拡充を図り、皮膚及び眼球組織の電気特性に近似させた人体等価ファントムを開発した。

(4) 時空標準研究室

・「周波数標準値の設定、標準電波の発射、標準時の通報」（機構法第14条第1項第3号）の業務を着実に行い、標準電波の発射では年間99.9 %の時間で送信を行い、NTP（ネットワークタイムプロトコル）サービスでは1日あたり最大100億を超えるアクセスがあった。

・令和4年度全期間においてSr光格子時計に基づいた光時系を継続的に生成することで、協定世界時（UTC）に対する日本標準時の時刻差の変化を従来比2分の1以下に低減させ、光格子時計の世界初の社会実装を実現した。

・2台のアセチレン安定化レーザーの光差周波発生を利用することで、周波数確度4.5×10^{-8}、安定度1×10^{-9}の可搬型0.3 THz周波数標準器を完成させた。

(5) デジタル光学基盤研究室

・1台のプリンタで反射型／透過型の2種類のHOEホログラフィック光学素子（HOE）を製造できるプリンタを開発した。

・機械学習によるHOEの自動設計手法を、実験室の光学セットアップに実装し、ホログラムプリンタで露光された2枚の透過型HOEを使い、実験でほぼ理論値の結像特性を確認した。

・偏光フィルタ不要でコンパクトな光学系で、光の利用効率を高めた自然光デジタルホログラフィ顕微鏡を開発した。

2．研究所共通の活動

(1) 関連施設の運用

「沖縄電磁波技術センター」、標準電波を送信する「おおたかどや山標準電波送信所」及び「はがね山標準電波送信所」、電離圏観測を行う「サロベツ電波観測施設」、「山川電波観測施設」及び「大宜味電波観測施設」等を運用し、研究開発及びパブリッシングサービスの実施に資した。

(2) 広報活動

計6件の報道発表を行い、TV・ラジオ番組等に62件取り上げられ、新聞や雑誌にそれぞれ274件、81件の記事が掲載された。また、延べ1,140名の視察・見学依頼に対応した。12月18日、3年ぶりに沖縄電磁波技術センター施設一般公開をメタバース会場（オンライン）とリアル会場のハイブリッドで開催し、79名の来場者と730回のオンライン視聴数があった（図1）。

(3) 電磁波研究所シンポジウムの開催

電磁波研究所が令和3年度に策定した「電磁波研究所ビジョンとミッション」に掲げる未来構想を社会と共有するとともに、最新の研究成果を紹介する「NICT電磁波研究所シンポジウム2022 ～電磁波技術の『今』と『未来』～」（第一部　講演、第二部「ビジネス交流会」「リクルート相談会」）を7月22日にオンラインで開催し、282名の参加があった（図2）。

(4) 研究成果の外部への出展

令和5年2月2・3日にパシフィコ横浜で開催された「第27回震災対策技術展」に出展し、航空機搭載合成開口レーダー「Pi-SAR X3」に関する当研究所の研究成果をアピールした（図3）。

(5) 次世代安心・安全ICTフォーラムにおける活動

「次世代安心・安全ICT フォーラム」は、ICTを利用した安心・安全な社会の実現を目指した取組を産学官の連携により推進することを目的として平成19年に設立された。当研究所では設立準備を含めてこの活動に参画し、平成22年度からは事務局も担当してきたが、設立当初の目的を達成したとして、6月17日の総会をもって15年間にわたる活動を終了した。

図1　沖縄電磁波技術センター「施設一般公開2022」（令和4年12月18日、メタバース会場：オンライン）

図2　電磁波研究所シンポジウム2022（令和4年7月22日、オンライン開催）

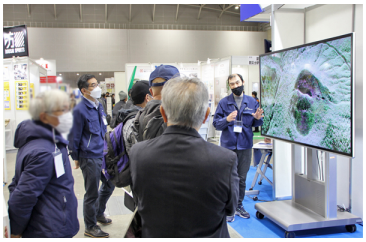


図3　第27回震災対策技術展（令和5年2月2・3日、パシフィコ横浜）

3.1.1 電磁波伝搬研究センター

研究センター長　　石井　守

■概要

電磁波伝搬研究センターは、リモートセンシング研究室及び宇宙環境研究室の2つの研究室から成り、主に電磁波を用いて自然現象等を計測することを研究対象としている。

近年、地球温暖化の影響もあり我々を取り巻く気象現象は激甚化する傾向がある。いわゆるゲリラ豪雨や線上降水帯の発生など、想定外の豪雨が長時間続くことによる洪水や堤防の決壊などの災害が毎年のように発生している。さらには日常生活に甚大な影響を及ぼすクラスの地震も近年多発している状況である。また、宇宙に目を転じて見れば、太陽活動の社会生活への影響は、ICT社会の高度化とその普及に伴いますます深刻なものとなっている。電波を用いた通信・放送は太陽フレアと同時に発生する広帯域の電波雑音及び電離圏擾乱によって利用が制限されることが知られているほか、衛星測位も電離圏の乱れにより深刻な影響を受けることが知られており、大規模な現象では人工衛星の利用が制限されたり、高緯度地域を中心に電力網に影響が現れたりすることが知られている。このような自然災害に十分に備えるためには、まずは状況を正確に把握し、それをもとに数理的及び経験的モデルを用いた将来予測を行い、想定されるリスクを定量的に見積もり、それを回避する方策をとることが求められる。電磁波伝搬研究センターでは、主に電波を用いた地球・宇宙環境のモニタリング及び予測技術の研究開発を推進している。リアル空間での事象を、電磁波を用いてセンシングしサイバー空間にその状況を構築、シミュレーション等の技術で将来を予測しその結果をリアル空間にフィードバックすることでリスク回避につなげている。現状、リモートセンシング研究室は現況把握において独自の開発技術を有するのに対し、宇宙環境研究室は将来予測において開発技術を有する。これは、両者の協力により長所を伸ばし課題を解決するシナジー効果が期待できる状況である。

■主な記事

令和4年度は電磁波伝搬研究センター発足2年目として、前年度から進めてきたシナジー効果の加速を更に深め、共同で検討するプロジェクトを進めた。

外部機関との連携検討

- 武蔵野大学との研究交流会：武蔵野大学はデータサイエンス学部及び大学院データサイエンス研究科、アジアAI研究所を新たに立ち上げた（アジアAI研究所2018年、大学2019年、大学院修士課程2021年博士後期課程2022年）こともあり、NICTで観測データを多く有する当センターとの共同研究を希望されていることから、両者の活動を深く知るための活動として研究交流会を開催した（図1）（7月15日＠武蔵野大学有明キャンパス、12月5日＠NICT本部（小金井））。
- Open Summit2022：1月26・27日にクロスウェーブ府中にて開催（図2）。「レジリエントvs.ビジネス」をテーマに、ネットワーク研究所、サイバーセキュリティ研究所と共同主催した。当センターから若手研究者が主導的立場で運営に携わった。人工衛星、電力供給など、我々の生活を支える社会基盤とICTやネットワークなどのネットワーク基盤が融合した世界における、災害復興や復興のための保険制度などを考えるリスクマネジメントやソーシャルメディアの安全な活用を主題に、SDGsのトピックにも配慮しつつ、レジリエント（強靭性）とサステナブル（持続性）を実現する新たなモデルについて議論を行った。
- NARLabsとの連携：台湾の研究機関NARLabsとの共同研究として低高度衛星を用いた電離圏計測とモデル開発を進めてきた。さらに現在地デジを用いた水蒸気計測についての連携検討を行っている。
- ASEAN-IVO：ASEAN地域及び日本におけるICT研究開発機関・大学のグローバルなジャーバル組織であるASEAN-IVOの枠組みを利用して、東南アジア諸国（マレーシア・タイ）と宇宙天気及びリモートセンシング技術に関する共同研究について検討を進めている。
- 日本UAS産業振興協議会：ドローン利用への気象・宇宙環境への影響及びドローン利用による環境計測の出口戦略として、日本UAS産業振興協議会（JUIDA）との検討を開始した。2023年6月にはJapan Drone展への出展を計画している。

将来の宇宙プロジェクトの検討

担当理事の主導の下、宇宙通信研究室と当センター間でNICT内での宇宙プロジェクトの萌芽的な検討を進めている。特に宇宙環境研究室を中心に立ち上がりつつあ

図1　第2回武蔵野大学―NICT研究交流会
（2022年12月5日　NICT本部）

図2　Open summit2022
（2023年1月26・27日　クロスウェーブ府中）

る気象衛星ひまわり後継機へのセンサ搭載を一つのコアとして、今後の宇宙プロジェクトの方向性を検討している。

3.1.1.1 リモートセンシング研究室

室長　　川村 誠治　ほか13名

安心・安全な社会を実現するためのリモートセンシング手法の創出

■概要

電磁波伝搬に大きな影響を与える大気・地表面の状態把握と、その情報を活用した防災・減災をはじめとする社会課題解決に向けた分析・予測等に役立つリモートセンシング技術の研究開発に取り組んでいる。

ローカルセンシング技術の研究開発においては、局所的（ローカル）な電磁波伝搬に大きな影響を与える大気中の水蒸気・雲・降水などの分布や、地面・構造物・植生等を含む地表面や海表面などを高精度に把握する観測・分析技術の研究開発を行い、防災・減災のみならず、平常時においても生活の質の向上に有用な情報を提供するなど、実社会で活用される成果の創出を目指している。具体的には、航空機搭載合成開口レーダー（以降、Pi-SAR X3）の性能評価のための観測実験の実施、ドローン搭載適合型映像レーダー（以降、DAIR）の試作機の開発、マルチパラメータ・差分吸収ライダー（以降、MP-DIAL）を構成する各コンポーネントの開発、マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー（以降、MP-PAWR）を活用したゲリラ豪雨等の早期捕捉や発達メカニズムの解明に関する研究、地上デジタル放送波を利用した水蒸気量観測について九州観測網の整備、ウィンドプロファイラ（以降、WPR）の測定データ品質向上を目的とした信号処理手法の高度化、センシングデータの利活用のための研究開発としてAI技術を用いた情報抽出技術の開発等を行う。

グローバルセンシング技術の研究開発においては、地上・上空・宇宙（衛星）相互の電磁波伝搬に大きな影響を与える大気中の雲・降水などの分布を、衛星に搭載されたリモートセンサを用いて全球的（グローバル）かつ高精度に把握する技術及び取得された情報を分析する技術の研究開発を行い、地球規模の気候変動の監視や天気予報の予測精度向上、地球温暖化・水循環メカニズムなどの解明に資することを目指している。具体的には、雲エアロゾル放射ミッション（EarthCARE）衛星の打ち上げに備えた準備、全球降水観測計画（GPM）のアルゴリズム改良と、後継となる将来の衛星搭載センサの開発に向けた検討等を実施する。

■令和４年度の成果

１．ローカルセンシング技術

Pi-SAR X3について、15 cm分解能で初めてとなる平時の火山観測を行った。火山噴火や地震などの災害時には、平時からの変化を抽出することで早期の状況把握が可能になるため、その基礎データとなることが期待される。今回観測を実施した火山は、浅間山・草津白根山・焼岳で、図1に浅間山の観測例を示す。DAIRの開発では、ドローン搭載用のレーダー試作機（第5世代）を製作し、フライト実験に向けた準備を進めている。

MP-DIALの開発では、ライダーを構成する各種コンポーネント（種レーザー・波長制御ユニット・常温動作型パルスレーザー・送受信信号処理ユニット）の開発を進めた。特に種レーザーでは自ら設計・試作したプロトタイプを基に低熱膨張材スーパーインバーを用いた筐体を製作して実観測による実証（ドップラー観測）を行い、さらにWMOが規定する水蒸気観測精度（±10％）を達成するために必要な波長制御（±0.2 pm）に成功した。同種レーザーの写真を図2に示す。

MP-PAWRの研究開発では、吹田（大阪大学）と神戸（NICT未来ICT研究所）のPAWR（単偏波フェーズドアレイ気象レーダー）をMP-PAWRに更新し、観測開始に向けた準備を進めている。MP-PAWRのデータ利活用では、機械学習の一つである敵対的生成ネットワーク（GAN）を用いた短時間降水ナウキャストにおいて、細

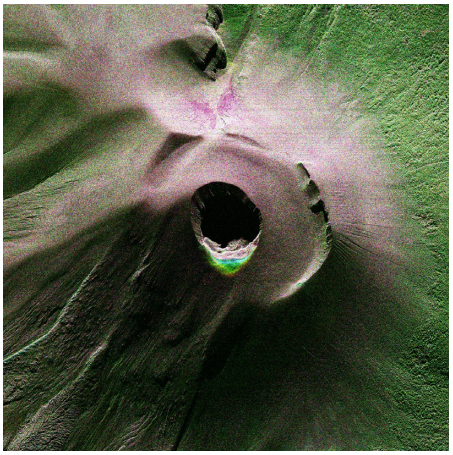


図1　Pi-SAR X3による15 cm分解能での浅間山の観測結果

かい構造を含む降水予測に成功し、従来のナウキャストを上回る予測精度を達成した（図3）。

地デジを用いた水蒸気量観測の研究開発では、民間企業とともに九州地方15地点に展開した観測装置と、そのデータ収集・配信を行うクラウドを利用したデータシステムの運用を維持している。本研究は第2期戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の課題「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」・テーマ5「線状降水帯の早期発生及び発達予測情報の高度化と利活用に関する研究」の一環として行われており、2022年6月には他機関と共同で九州地方での水蒸気観測網構築について報道発表を行っている。地デジ欧州方式（DVB-T）に対応する観測装置開発を継続している他、水蒸気の面的分布を観測することを目的として東京スカイツリーで基礎実験を行い、またそのための装置開発を行った。

WPRについては、2017年から行われているISO国際規格の策定に向けた取組みをNICTが実質的に主導してきたが、NICTの成果であるアダプティブクラッター抑圧（ACS）などの技術を盛り込んだISO国際規格が2022年12月に発行された。

MP-PAWRやPi-SAR X3などの高性能センサで取得される大容量データを各ユーザーに最適な形で途切れることなく配信して利活用を促進するためのデータ配信システムについても研究開発を進めている。Pi-SAR X3については、衛星通信回線設置やデータ圧縮システムの導入のための機体改修を行って飛行規程承認を取得した。MP-PAWRについては、リアルタイムデータ転送のための通信回線の検討やデータ圧縮装置の導入を進めている。また、データ配信システム構築後に実施予定の実証実験を行うため、想定ユーザー発掘を目的としたヒアリングを多数実施した。

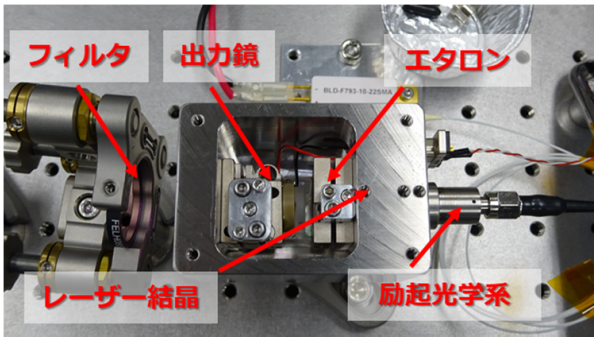


図2　自ら設計・試作したプロトタイプを基に製作した低熱膨張材スーパーインバーを用いたMP-DIALの種レーザー

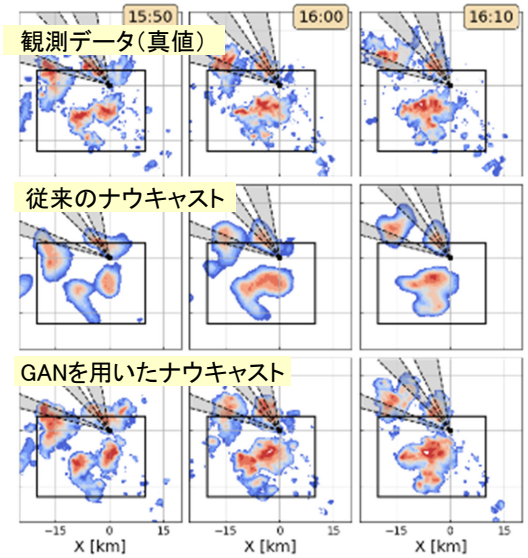


図3　敵対的生成ネットワーク（GAN）を用いた短時間降水ナウキャストの予測結果例
上段が実観測データで、中段が従来のナウキャストによる予測結果、下段がGANによる予測結果である。

2．グローバルセンシング技術

EarthCARE衛星の打ち上げ後の地上校正に向け、精度向上や現地作業効率化を目的とした能動型校正装置（ARC）の改修を実施しているほか、EarthCARE衛星打ち上げ後の地上校正実験のリハーサルを複数回行い、実際の手順や人の動きを確認した。地上検証用のW帯高感度雲レーダー（HG-SPIDER）の連続観測を実施し、雲鉛直分布やその鉛直速度などのデータを2年以上蓄積しており、そのデータから統計的性質も明らかになってきている。

GPM/DPRに関する研究開発では、DPR観測における降水判別やクラッター検出のデータ処理アルゴリズムを改良し、新たに公開された降水プロダクト（Ver.7）生成に貢献した（図4）。次世代衛星搭載降水レーダーで導入される予定のドップラー観測については、衛星本体の移動速度に起因するバイアス誤差を低減するために検討されているDPCA（Displaced Phase Center Antenna）方式について、W帯雲レーダーの雲降水観測データを用いて検討し、同方式で移動体速度に起因するバイアス誤差を効果的に低減できることを実証した。

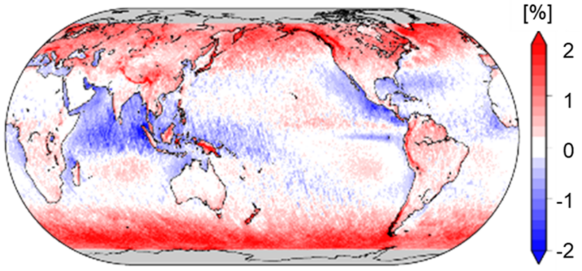


図4　GPM/DPRによる新プロダクト（Ver.7）における改善
降水頻度分布の前プロダクトとの差分を示している。3次元データを用いた降水判別で高緯度の弱い雨の検出率が上がるなどの効果が見られている。

3.1.1.2 宇宙環境研究室

室長　　津川 卓也　ほか23名

太陽活動極大期に向けて宇宙天気予報の高度化を推進

■概要

当研究室では、主に太陽を起源とする電磁波や高エネルギー粒子、磁気圏及び電離圏の擾乱（じょうらん）などの宇宙天気現象を監視し、宇宙天気予報を毎日提供するとともに、宇宙環境の現況把握及び予測・警報を高度化する技術及び宇宙天気予報を安定的に遂行するために必要となる技術を開発している。

宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発として、地上・衛星等からの宇宙環境計測技術、宇宙環境シミュレーション・データ同化技術、AI 技術等を利用した宇宙環境の現況把握及び予測・警報の高度化（より高精度の情報をより早期に提供する）に関する技術の開発を進めている。具体的には、衛星による宇宙環境計測センサの開発及び利用の検討、国内及び国際協力の下に地上からの宇宙天気監視網の充実、大気・電離圏モデルを用いたデータ同化による電離圏擾乱の予測モデルの実用化に向けた開発、太陽風数値モデルを用いた太陽嵐到達時刻予測精度向上スキームの開発、磁気圏・電離圏モデルの結合の検討を進めている。また、宇宙天気予報業務を安定的に遂行するため、国内太陽電波及び電離圏定常観測を滞りなく遂行するための基盤整備、国内及び国際的に情報を発信するシステム整備を進めている。

宇宙天気予報の社会実装に係る活動として、宇宙天気ユーザーズフォーラム及び宇宙天気ユーザー協議会等を開催し、宇宙天気情報の利用者との交流を進め、ユーザニーズの調査を進めている。

国際連携に係る活動としては、国際民間航空機関（ICAO）のグローバル宇宙天気予報センターの一つACFJコンソーシアム（日本・豪州・カナダ・フランス連合）の一員として、民間航空運用に用いられる宇宙天気情報提供等運用を着実にしている。また、国際電気通信連合（ITU）、国際標準化機構（ISO）、気象衛星調整会議（CGMS）等国際標準化会議への参加や情報入力を行い、宇宙天気予報に関わる標準化に向けた活動を行っている。

■令和４年度の成果

１．研究活動

地上からの宇宙環境計測技術開発では、日本に到達するプラズマバブルを監視するため、タイ・チュンポンのVHFレーダーとAI技術を用いたプラズマバブルの自動検出技術を開発し、「プラズマバブルアラートシステム」への実装に向けた開発を着実に進めた。また、タイ・GISTDAと共同研究契約を締結し、プラズマバブル発生予測の研究やタイ上空の宇宙天気監視・予報に利用可能な磁力計を、磁気赤道に近いタイ・ソンクラのGISTDA施設に設置して地磁気の観測を開始した。

衛星からの宇宙環境計測技術開発では、総務省委託研究課題「ひまわりの高機能化研究技術開発」として、ひまわり後継機に搭載可能な宇宙環境センサのEM開発を計画通りに実施し、電子センサ及び帯電センサは基本設計及び製造が完了した（図1）。陽子センサは要素技術試験を実施し、実現性を認める結果を得た。また、気象庁・総務省と協定を締結し、衛星製造・打上げ・運用までの体制構築を進めた。

宇宙環境シミュレーション・データ同化技術開発では、大気・電離圏モデルGAIAのデータ同化モデルの開発を進め、FORMOSAT/COSMIC衛星の電波掩蔽観測データの同化を可能にした。2022年2月にStarlink衛星38機を落下させた磁気嵐イベントについて、GAIA及び観測データを利用して広範囲に広がる中性大気質量密度の増大を再現することで、衛星落下の原因を解明した（図2）。また、放射線帯電子分布を高精度かつ短時間で再現するた

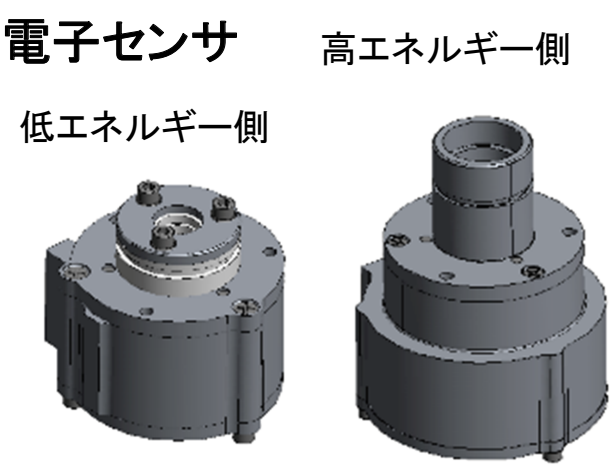


図1　ひまわり後継機に搭載可能な宇宙環境センサのEM開発として基本設計及び製造完了した電子センサ

め、宇宙環境の様々な活動度に対応した放射線帯電子の軌道とエネルギーの変化を物理モデルにより事前に導出、現況に応じた放射線帯電子分布を短時間で再現する手法を開発した。計算時間を通常計算の1/10以下に削減し、リアルタイム計算を可能とした。

航空機被ばく警報システム（WASAVIES）について、国際民間航空機関（ICAO）での規定で利用されている基準、30フライトレベル（FL）ごとに被ばく線量率を表示可能とするとともに、将来的な変更が確定している10 FLごとでの表示やICAO基準よりも低高度での被ばく線量率の情報発信にも対応できるように改修し、機能を向上させた（図3）。

2．宇宙天気予報業務に係る活動

コロナ禍の影響を受けないようにウェブ会議システムによる遠隔宇宙天気予報会議等を活用して、予報業務を継続的・安定的に実施した。大規模宇宙天気現象発生時に備えた情報発信や関連府省庁への連絡対応の訓練を実施するとともに、神戸副局からの宇宙天気予報業務実施など、予報業務の強靭化を進めた。また、次期太陽風観測衛星（SWFO-L1）により、24時間365日、太陽風擾乱を監視するために、10か国近くの参加が予定されているSWFOアンテナネットワーク地上局の整備を進め、2023年3月鹿島宇宙技術センターに地上局設備を設置した。

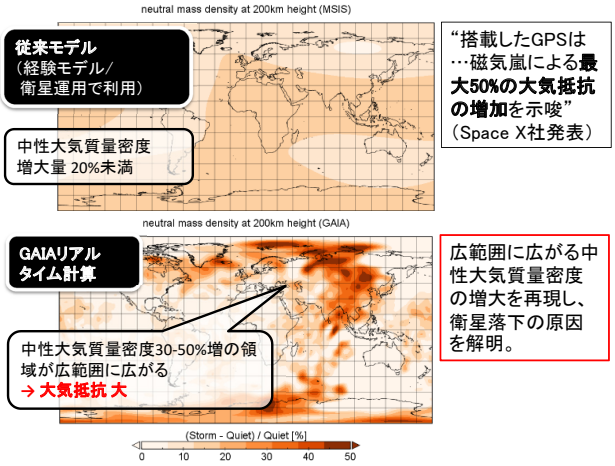


図2　大気・電離圏モデルGAIA で再現したStarlink衛星38機を落下させた磁気嵐時高度200 kmの中性大気質量密度

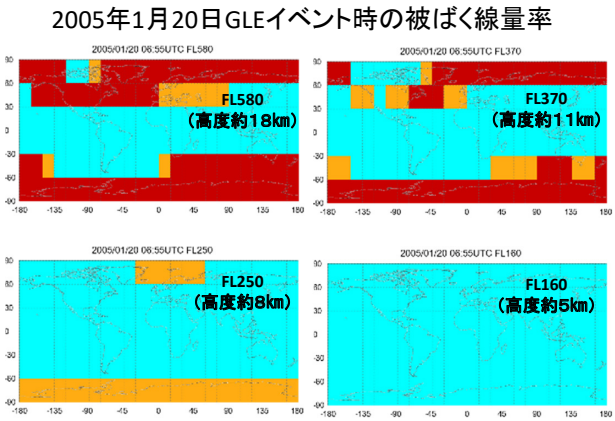


図3　航空機被ばく警報システム（WASAVIES）による2005年1月20日GLEイベント時の被ばく線量率

3．社会実装・国際連携に係る活動

宇宙天気情報利用者との交流のため、宇宙天気ユーザーズフォーラムを令和4年12月13日オンラインで開催し、ユーザーへの情報発信及びニーズ・シーズマッチングの検討を推進した。また、宇宙天気ユーザー協議会の総会を令和4年11月14日に開催するとともに、衛星分科会4回、航空分科会1回、アウトリーチ分科会4回を開催し、各分野のユーザーの宇宙天気利用状況やニーズ・シーズマッチングの課題、社会実装に向けた課題の検討を進めた。総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」（令和4年1月～6月）及び「宇宙天気の警報基準に関するWG」（令和4年1月～4月）に参画し、我が国では初めてとなる極端な宇宙天気現象がもたらす最悪シナリオや、国外でも例がない社会的影響を考慮した新たな予報・警報基準の策定に大きく貢献した（図4）。宇宙天気予報に関わる国際標準化活動として、ITUやCGMS等国際標準会議において日本の宇宙天気関連情報を入力し標準化に貢献した。また、ICAOグローバル宇宙天気センターの一員として、情報提供等運用を着実に実施するとともに、各センターで利用するモデル結果の比較・調整を主導して進めた。さらに、国内外の大学・研究機関からの3名の研修生を受け入れ、予報業務の実践的なトレーニングを実施し、国内外人材育成やアジア域における宇宙天気予報の能力構築に貢献した。

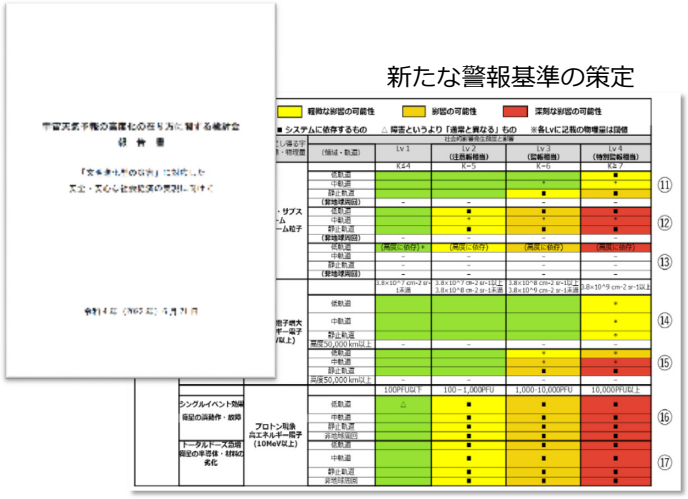


図4　総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」への参画

3.1.2 電磁波標準研究センター

研究センター長　花土 ゆう子

■概要

令和3年4月の組織改正において電磁波標準研究センターが発足した。電磁環境研究室とその一部である標準較正グループ及び時空標準研究室とその一部である日本標準時グループから構成される研究センターである。

当研究センターは、電磁波に対する計測基準の構築に貢献するという目標の下、「国家標準・国際標準を支える標準機関」と「最先端計測技術を研究開発するラボ」という二つの対外的役割を担っている。

研究室活動報告と重複しない令和4年度の主な活動として、テラヘルツ較正に関する連携について産業技術総合研究所（AIST）と相談を進めた。

■主な記事

【センターの概要】

令和3年4月の組織改正において、電磁波研究所下に新たに3研究センターが発足した。その一つである電磁波標準研究センターは、電磁環境研究室とその下の標準較正グループ及び時空標準研究室とその下の日本標準時グループを統括する位置づけである（図1）。

各研究室については従来から継続する組織であり、第5期中長期目標・計画の下、電磁環境研究室においては様々な機器・システムの電磁的な影響や安全性を評価する技術に関して、時空標準研究室では正確な周波数と時刻を作って配る技術に関して、それぞれ研究開発と機構法に基づく定常業務を行っている。各研究室内で定常業務を行ってきたチームについては、令和3年4月の組織改正において正式にグループとして組織化された。電磁環境研究室に属する標準較正グループでは、無線設備の機器の試験及び較正に関する業務（機構法第14条第1項第5号）を行う。また時空標準研究室に属する日本標準時グループでは、周波数標準値の設定、標準電波の発射及び標準時の通報に関する業務（機構法第14条第1項第3号）を行う。

当研究センターは、科学技術や現代社会の基盤に不可欠な、電磁波に対する計測基準の構築に貢献することを目標とする。各研究室における技術的・学術的な活動領域は異なるが、対外的な役割においては両研究室ともに共通して、「国家標準、国際標準を支える日本の標準機関」と「最先端計測技術の研究開発を行うラボ」という

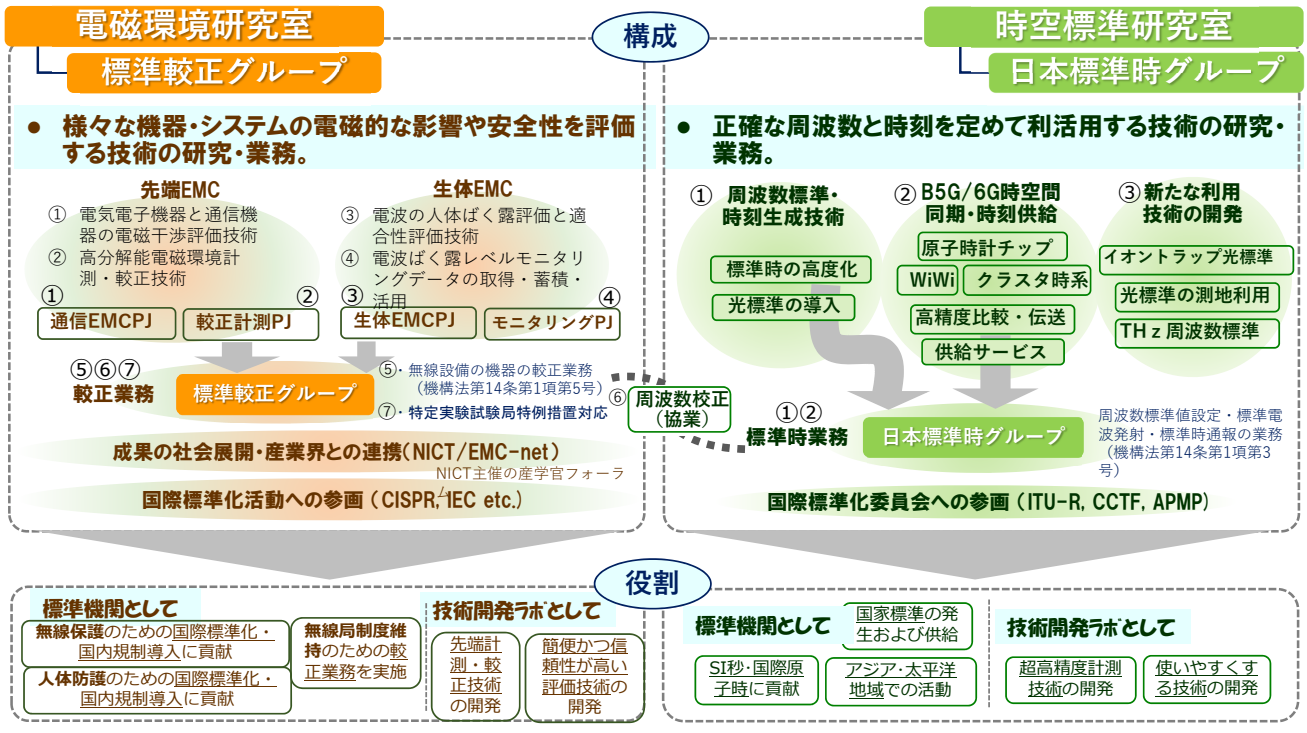


図1　電磁波標準研究センターの概要

二つの顔を持つ。この二つの実行においては注力ポイントやアプローチの仕方などで異なる場合も多いが、双方が同じ組織内に共存していることで、標準化においては最先端技術との乖離（かいり）を防ぎ研究においては実用化の視点を常に意識するといった相乗効果が生まれるとともに、最先端研究の成果を国家標準や国際標準の構築に反映しやすいというメリットがある。これが当研究センターの大きな強みである。

以下、令和4年度の主な研究センター活動について報告する。

【活動報告：研究センター内外の連携活動】

・較正／校正業務に関する内部連携：較正／校正業務に関しては従来、周波数以外の高周波電力などの較正については電磁環境研究室で、周波数校正については時空標準研究室でそれぞれ担当していたが、共通化できる活動の統合などを数年前から進めている。令和4年度は、電磁環境研究室の職員を周波数校正の担当者に指名する等、担当者の相互乗り入れも開始した。さらに、校正業務のDX推進に関して、例えば較正／校正証明書の電子化における問題箇所の意識合わせなどについて研究室をまたいだ議論を進めるとともに、機構内ファンドの獲得や計測シンポジウムでの講演などを協力して進めた。

・産業技術総合研究所（AIST）との連携：令和4年度も引き続きAISTとの定例交流会を実施した（6月と11月の2回）。テラヘルツ帯較正への取組みが重要な議題の一つであるが、NICTから後述する特定実験試験局制度の特例措置への対応開始について報告を行った。またテラヘルツ帯較正に必要となる新技術開発をどのように進めるかについて研究者を軸とした率直な意見交換を行い、ハードルは高いが国の標準機関としてやるべき仕事であり協力して取り組むべしとの意向の一致を確認した。また関連技術ユーザーへの情報浸透も狙って技術開発ロードマップの共同制作にも着手した。アジア太平洋域の計量標準機関から構成される国際的枠組みAPMP（Asia Pacific Metrology Programme）の2022総会を日本がホストする件（AISTが主催）については、令和3年度から引き続きAPMP2022組織委員会に参画し、11月の開催に向け事務局活動に協力した。

・特定実験試験局特例措置への貢献：B5G / 6G等のテラヘルツ波帯の無線システムの研究開発を促進するために、令和4年度から施行された特定実験試験局特例措置（図2）のために、新たに測定装置メーカーに対し、110 GHz以上のテラヘルツ波帯においてNICTの基準器と比較した補正値の確認サービスを開始した。今後、確認サービス対象周波数を拡張していき、最終的に1.1 THzまでの周波数帯においてサービスを行う予定である。

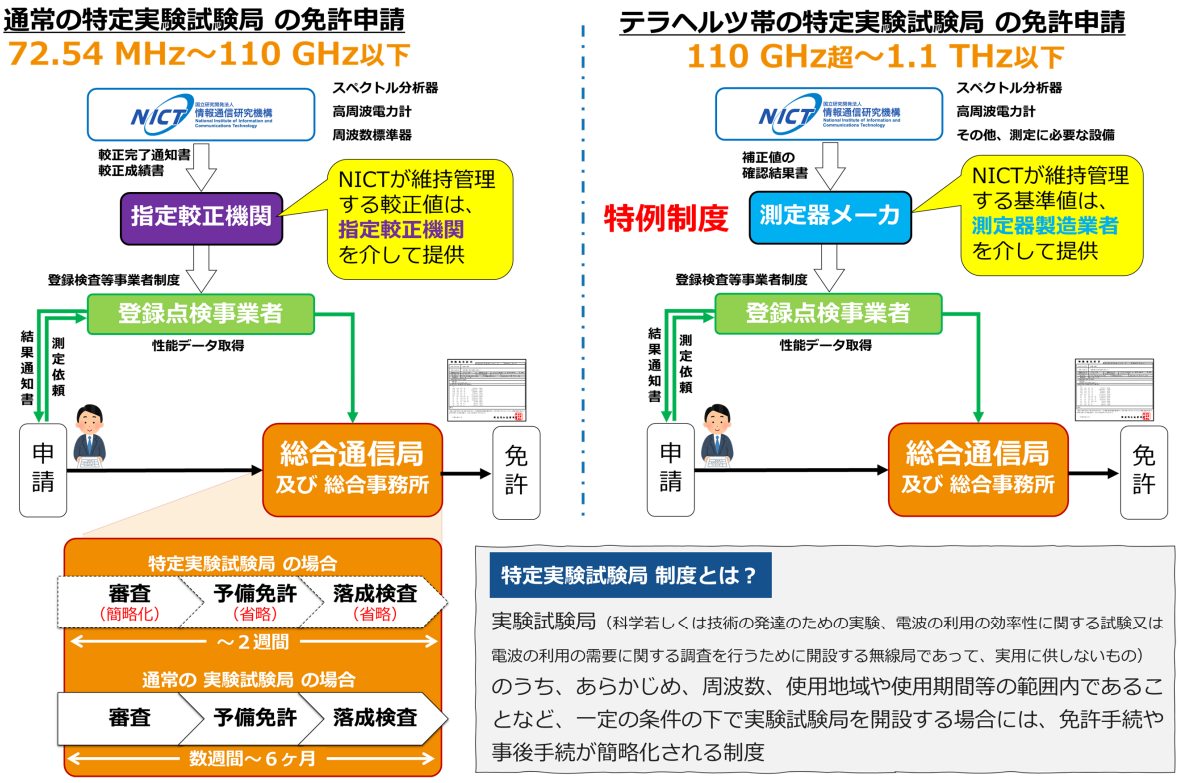


図2　特定実験試験局制度の特例措置の概要

3.1.2.1 電磁環境研究室

室長　　渡邊 聡一　ほか34名

最新の電波利用に対応した電磁環境構築のための研究開発と業務

■概要

人工システムが、電磁環境を汚染し他に妨害を与えるような不要電磁エネルギーを放出することも、また同時に電磁環境の影響を受けることもなく、その性能を十分に発揮できる能力を電磁的両立性（Electromagnetic Compatibility: EMC）と呼ぶ。電磁環境研究室では、高度化した通信機器と電気電子機器の相互運用の実現や新たな無線システム等の安全・安心な利用を実施するために、先端EMC技術と生体EMC技術の研究開発を行っている。また、大学・研究機関等との研究ネットワーク構築や共同研究の実施等により、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関としての役割を果たすとともに、研究開発で得られた知見や経験に基づき、国際標準化活動や国内外技術基準の策定等に寄与している。さらに、機構法第14 条第1項第5号で規定されている、高周波利用設備を含む無線設備の機器の試験及び較正に関する業務を継続的かつ安定的に実施している。

■令和 4 年度の成果

1．先端EMC計測技術

無線通信機器から発射される電波により医療機器等の電気電子機器が誤動作しないことを確認する近接電磁耐性試験のために、NICTは高効率・広帯域特性等を有するアンテナを開発してきた。NICTがこれまでに開発したアンテナは従来の外国製アンテナに比べて効率や電界均一性で優れた性能を有しているが、大型で重量もあることからアンテナの保持に技術的課題を有していた。そこでNICTが開発してきたアンテナを更に小型軽量化するための検討を行ってきた。令和4年度には、令和3年度までに開発した小型軽量化された新たなアンテナについて、放射電界空間分布の均一性とアンテナ放射特性を保持したまま発熱を抑え、剛性や組立精度を向上させるための構造検討、材料選定、設計改良を行い、製品化のための最終試作を行った（図1）。さらに試作品の特性を評価し、従来の国際規格で要求されている近接電磁耐性評価面上の電界分布測定や放射効率測定に加えアンテナからの距離に対する電界強度分布測定を行い、他のアンテ

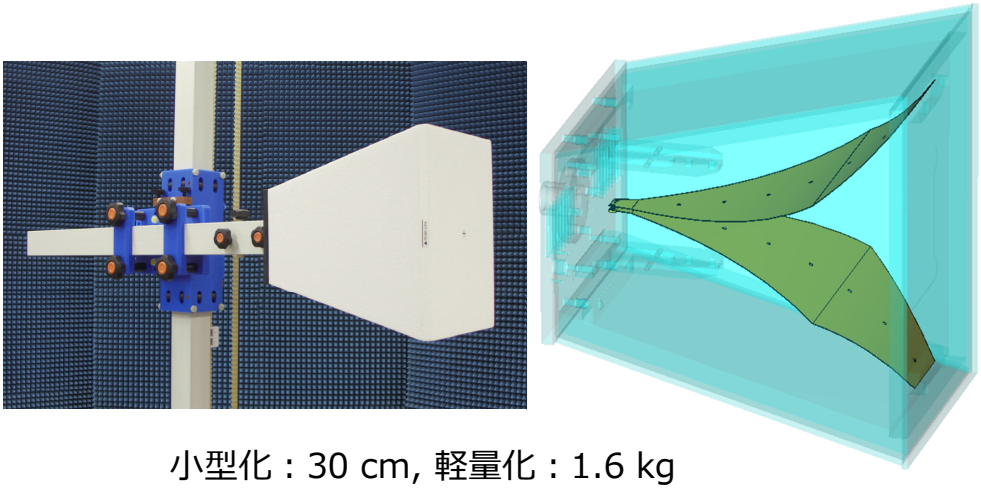


図1　近接電磁耐性試験用アンテナの改良

ナに比較して良好な距離特性を持つことを明らかにし、近接電磁耐性評価においては距離特性も重要であることを含め論文化した。また、発売を前提とした共同研究先との知財実施契約を締結した。

B5G / 6Gの研究開発等で必要となる110 GHz以上の周波数領域における較正システムの精度を改善するために、新たに高出力信号源を整備して較正用信号出力を向上し、ミリ波回路を改良し導波路の損失を小さくした。この結果、我が国でNICTだけが較正サービス可能な110～330 GHz（170 GHz以上は国際的にもNICTだけ）で、従来よりもより高精度かつ安定した較正を行えるようにした。

2．生体EMC技術

電波防護指針が策定されていない0.3 THz以上の電波ばく露の評価技術を確立するために、テラヘルツ帯（おおむね0.6 THzまで）の生体組織の電気定数データ等を取得し、生体組織の電気特性データベースの拡充を図り、皮膚及び眼球組織の電気特性に近似させた人体等価ファントム*を開発した（図2）。また、小児の電波ばく露特性等の評価を国内外で推進するために、NICTが開発した国際放射線防護委員会（International Commission on Ionizing Radiation Protection: ICRP）が推奨する小児の体形と臓器重量の参照値に合致する国際標準小児数値人体モデル（1歳、5歳、10歳）を非営利の研究利用に対して無償で公開した（令和5年2月1日より）。

さらに、B5G / 6Gで利用が進むと見込まれるテラヘルツ波帯の人体電波ばく露特性に関する研究開発を促進するために、NICTが自ら測定等により取得・整備した約60種類の生体組織の電気的特性データベース（1 MHz～0.1 THz）をWeb上で公開した（令和5年3月30日より）。

電波の安全性の関心が高い小児における電波ばく露レベルを把握するために、静岡県裾野市の協力の下、小中学校の教室における電波ばく露レベルの測定を行った。教室内で子どもが使用するPCのインターネット接続には携帯電話回線を使用しているが、測定結果を令和3年度に実施した一般住居内48宅と比較し、教室内でのPC使用時においても一般住居内の電波ばく露レベルと同程度であることを明らかにした。

3．無線設備の機器の較正業務

電波法における無線局制度の国内最上位に位置付けられる較正機関として、前年度を上回る73件の較正作業を着実に実施し、電波の公平かつ能率的な利用の実現に貢献した。特にB5G / 6G研究開発のためにミリ波帯の実験試験局開設の要望が増加している影響で、較正依頼件数も増加の傾向（令和2年度4件→令和3年度11件→令和4年度17件）にある110 GHzから330 GHzまでの電力計及びスペクトラムアナライザの較正にも全て対応した。

*実験等で実際の人間の代わりに用いる代替物のこと。

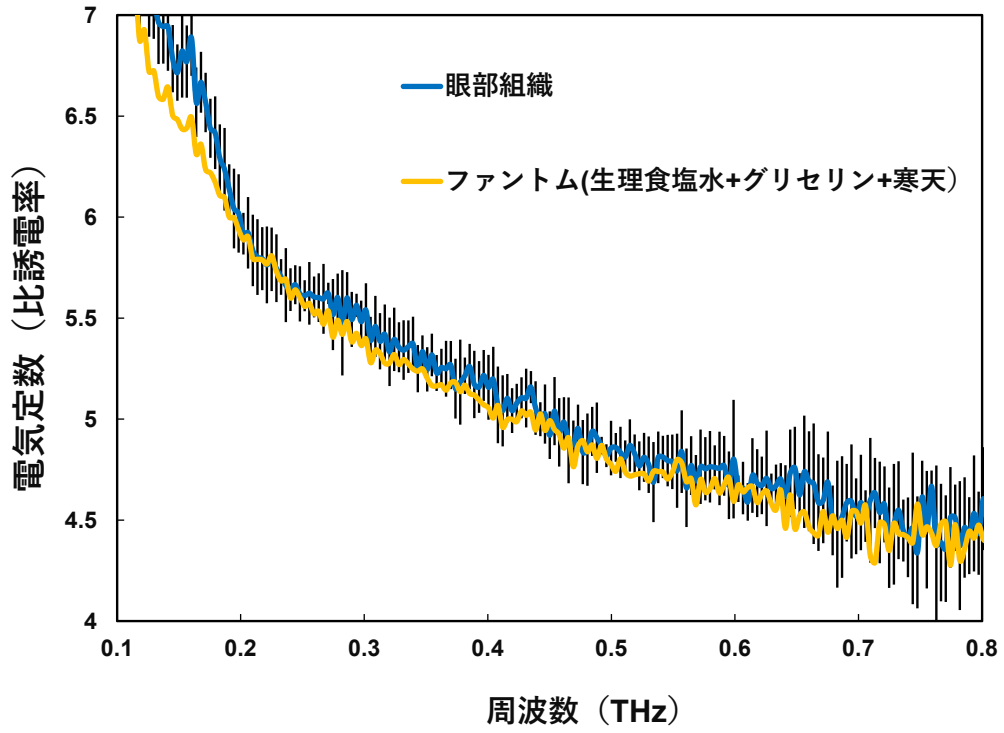


図2　眼部組織とファントムの電気定数測定結果

3.1.2.2 時空標準研究室

室長　井戸 哲也　ほか26名

高精度な周波数と時刻を生成・維持、そして供給する技術の開発

■概要

時空標準研究室は、正確な時刻と周波数を生成・維持・供給する日本標準時の業務を通して情報通信システムの維持・発展を支え、また精密物理計測の基盤を提供している。国家標準・国際標準の進化に向けては、光周波数標準による標準周波数の高精度化や、複数の局に配置された原子時計を有効に活用する分散化時系の開発を行うとともに、2030年頃に想定される秒の再定義への貢献を目指す。また、多彩な時空標準技術を転用して開発した原子時計チップ（CLIFS）、双方向無線時空間測定技術（Wi-Wi）、クラスタ時系技術、テラヘルツ域における周波数標準・計測技術等について次世代無線通信技術（Beyond 5G）での利用を提案して行くとともに、2030年以降の発展が期待される相対論的測地技術や量子ネットワーク技術等、未踏領域の研究開発にも挑戦していく。令和4年度は日本標準時への光格子時計の導入や、Beyond 5Gへの提案のための大学や民間企業を巻き込んだ連携研究体制の構築等の成果を複数得た。

■令和４年度の成果

１．標準時及び周波数標準の発生と供給に関する業務

令和3年8月に開始した光格子時計を用いた定期的な日本標準時の歩度調整により、日本標準時の協定世界時（UTC）からの偏差は劇的に小さくなり、従来の±20ナノ秒の範囲から、令和4年度ではおおむね＋1～－8ナノ秒の範囲に高精度化された（図1）。甚大災害を想定した神戸副局への標準時マスタ局切替訓練（BCP訓練）を年度内に2回実施し、内1回では本部と神戸副局間の要員移動訓練を同時に行った。日本標準時の供給では、標準電波の送信を2局体制で安定に維持し、送信時間率99.9％以上で安定に運用した。公開NTPサービスでは1日あたり最大100億回を超えるアクセスに対応した。光電話回線による時刻供給（光テレホンJJY）のアクセス数は令和5年3月には月間18万アクセスを超えており、令和5年度末での修了予定を周知してきた従来のアナログ電話回線による時刻供給からの置き換えがユーザー側で着実に進んだ。

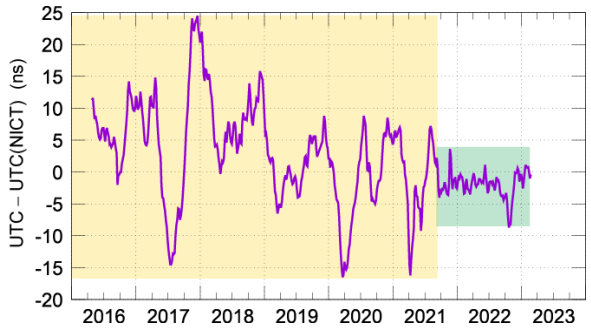


図1　光格子時計を利用した周波数調整導入前後のUTCとUTC（NICT）の時刻差

また、数年来の国際的な活動として、国際度量衡委員会時間周波数諮問委員会において秒の再定義についてのロードマップ策定に、ITU-R SG7において日本代表としてうるう秒廃止の議論にそれぞれ積極的に関わってきたところであるが、これらの成果として2022年11月の国際度量衡総会において、（a）2030年を目途として秒の再定義を目指すこと、（b）2035年までにUTCと地球時の許容される差を現在の0.9秒から拡大してうるう秒挿入の頻度を下げること、の2つが決議された。

２．次世代日本標準時システムの開発

光周波数標準においては、令和3年7月より令和5年3月まで週1回以上の頻度で光格子時計の間欠運用を継続した。日本標準時の歩度の維持・高精度化のため、光格子時計の運用データを利用した周波数調整を実施した。光周波数標準が1年半以上の間継続して標準時に貢献したことは世界でも初めてのことで、光周波数標準の実用化を実証し続けている。また、運用データを国際度量衡局に提供し、5か月連続で歩度校正を行った。

日本標準時システムの時計設置場所分散化のためのGNSS時刻比較では、準天頂衛星がL6信号帯域で放送しているMADOCA-PPP情報を利用した準実時間時刻比較の検証を行った。JAXAがRTCM3形式で公開しているMADOCA-PPP情報を、PPP解析ソフトであるRTKLIBを使用して受信機クロックオフセットを求め、UTC（NICT）と神戸副局のCLK（KOBE）の間で時刻比較を実施した。国際GNSS事業が公表している精密暦と比較してほぼ同定の精度が得られていることを確認した（図2）。

3．時空標準技術の次世代無線技術Beyond 5G での利用

これまで地上モバイル無線技術は10年ごとに世代が変わってきており、ITU-Rにおいては2030年から開始される6Gに向けた議論が本年度より本格的に始まり、まず「IMT-2030 将来技術トレンド」の編集がなされた。時空標準研究室は時空間同期というキーワードをこの文書に入力し、また原子時計チップ（CLIFS）、双方向無線時空間測定技術（Wi-Wi）、クラスタ時系等の技術についてもその内容を当該文書に入力することで、B5G / 6G 技術として認められた。

原子時計チップ（CLIFS）の開発については、これまでに我々が培ってきた、CLIFS実現に向けた要素部品の小型・集積化技術を量産レベルでの製造に利用可能とするために、NICTを開発責任者としてより多くの大学・企業と連携して総務省系受託研究「令和4年度から新たに実施する電波資源拡大のための研究開発」へ応募し、採択されるに至った（令和4年度8月）。本研究開発では、要素技術ごとに大学・企業がアサインされて開発が促進されるとともに、CLIFS評価技術、CLIFS応用技術の立ち上げも組み込んだ開発が展開される。

双方向無線時空間測定技術（Wi-Wi）については、東京大学、東北大学、日本電波工業と共同研究を進め、Wi-Wiによる時刻同期を基盤とした通信プロトコルの研究開発、小型ワイワイモジュールの試作及びロボット群制御への適用研究を進め共同研究先との共著で論文発表、学会発表、特許出願を行った。またデータセンタ（DC）へのWi-Wiの適用を目指して国内企業と共同研究を開始し、DC向け無線時刻同期用モジュールを開発した。無線位相同期を活用した秘匿通信実験を行い、国際学会発表した。

分散型時刻同期網の研究については、小型原子時計と有線ネットワークの高精度時刻比較システムによる分散時刻同期システムにおいてその基本的なシステム構築に着手した。3台の原子時計搭載有線ノードを用いた安定度測定を行った。アルゴリズム開発では、東工大・群馬大と共同研究契約を結び、遅延を保障するアルゴリズムや高階アラン分散の理論導出などを実施して論文を投稿した。また、連携強化を図るために、検証と評価のためのエミュレーションの基本的な環境構築を実施した。

テラヘルツ周波数標準技術においては、2台のアセチレン安定化レーザーの光差周波発生を利用した、小型・可搬型0.3 THz波長標準器を完成させ、その周波数確度及び安定度がそれぞれ4.5×10^{-8}及び1×10^{-9}（平均時間6,000秒）に到達することを確認した。この結果を国際学会IRMMW-THz2022において基調講演として報告した。

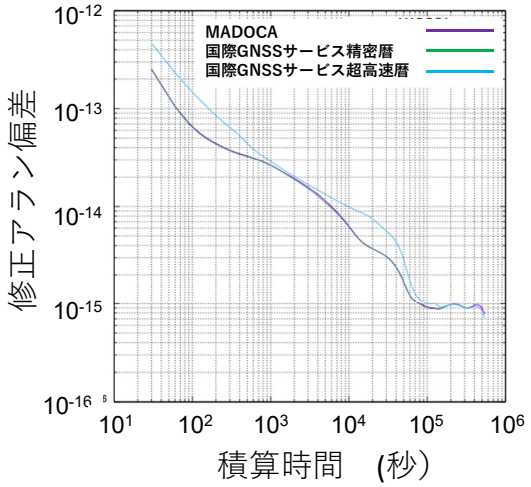


図2　MADOCA-PPPによる時刻比較の周波数安定度

4．未踏領域の研究開発

重力赤方偏移に起因する光周波数標準器の不確かさ評価のために、地下水流動など地下での質量移動によって生じる上下変動や巨大地震発生後の余効地殻変動、あるいは地球潮汐等、様々な地盤上下変動の要因解析を目的とした測地計測を開始した。具体的には、NICT本部（小金井）での相対重力計による重力加速度の連続観測を令和4年1月下旬から8月末まで実施、10月には新たな測地GNSS観測点2局を設置して連続GNSS観測を開始した。また、相対重力計を山梨県富士山科学研究所（9月）及び国土地理院石岡測地観測局（11月）に設置し、絶対重力計との比較観測による相対重力計の精度検定を実施した。これらの検定によりNICTの相対重力計が約20 μGalの測定精度を持つことを確認した。

インジウムイオン光周波数標準では、質量数が近いイッテルビウムイオンと共に多数個のイオンをトラップして周波数安定度の向上や量子もつれを実現することを狙った2号機の開発を実施した。イッテルビウムイオンのトラップと振動周波数評価を完了するとともに、インジウムイオンの共同冷却実験に着手した（図3）。

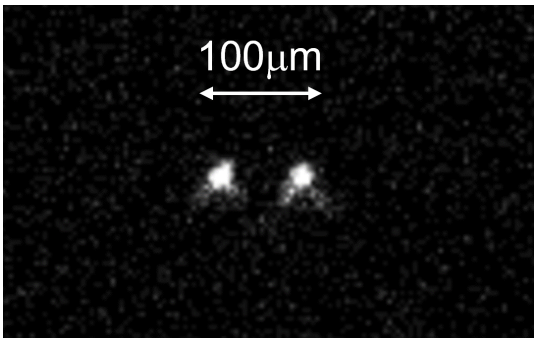


図3　開発中のインジウムイオン光周波数2号機にトラップした2個のイッテルビウムイオン

3.1.3 電磁波先進研究センター

研究センター長　　福永　香

■概要

電磁波先進研究センターでは、光の回折を利用した光学技術の基盤となるデジタルホログラムプリントによる回折光学素子の製造とその応用に関する研究開発及びデジタルホログラムによる精密光学測定技術の研究開発を実施するデジタル光学基盤研究室の活動を支援している。また、NICTの中長期計画に縛られない、電磁波を用いた萌芽的・学際的な研究や、異分野のユーザーとの共同研究開発を推進している。

■主な記事

電磁波先進研究センター内のデジタル光学基盤研究室で研究開発しているデジタルホログラムプリント技術（図1）の実用化に向けて、回折型光学素子を用いたディスプレイシステムの試作等を行なっている（図2）。令和4年度は小型で可搬型のARディスプレイを開発した。さらに、NICT内の事務系職員や民間企業からの協力研究員とともに、市場開拓のための広報や将来的な事業化の検討など実用化を進める上で不可欠な活動を実施している。

また異分野連携の活動として、電磁波を用いた非破壊検査技術を東京藝術大学美術館及び東京国立近代美術館所蔵作品の調査に活用した。

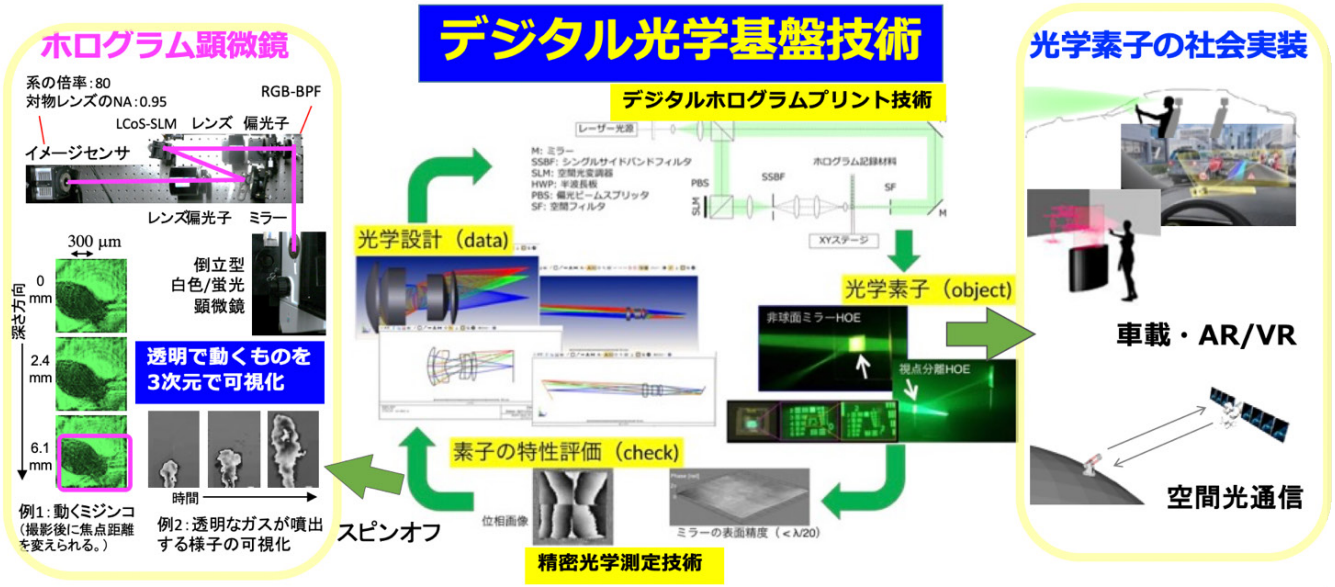


図1　電磁波先進研究センターデジタル光学基盤研究室の活動

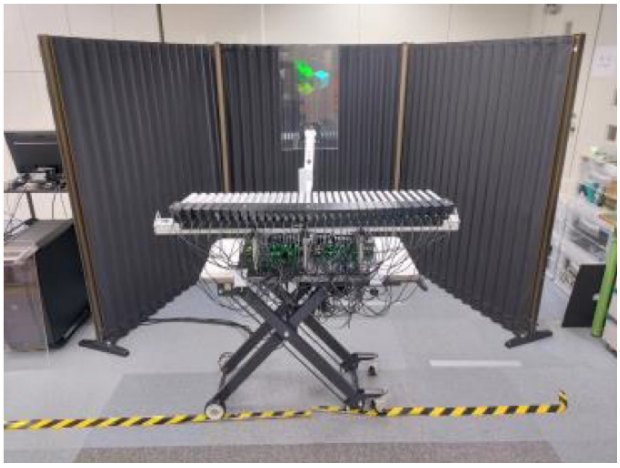


図2　回折型光学素子を用いた3次元ARディスプレイシステム例

3.1.3.1 デジタル光学基盤研究室

室長　　大井 隆太朗　ほか5名

回折光学技術とデジタル技術の融合による新しい光学を拓(ひら)くために

■概要

デジタル光学基盤研究室では、ホログラムプリント技術による光の回折を利用した高機能な光学素子の研究開発を行い、Beyond 5G時代を支える高効率・安価な光通信用モジュール、ヘッドアップディスプレイ、次世代ARシステムなど各種の光デバイスの実用化に向けた技術移転を進めるとともに、デジタルホログラフィによる精密光学測定技術の研究開発を行い、顕微鏡などへの応用を通じて産業展開を促進している。

光デバイス技術は我が国が強みを有する分野の一つだが、Beyond 5Gに向けての光通信技術の国際競争加速や、急速なXR技術（AR, VR, MR技術の総称）の進展などに伴って、今後の競争力維持に向けた光デバイス自体の高度化、デジタル化が急がれている。ホログラムプリント技術においては、数値計算ホログラフィを主体としたデジタル技術を用いて、回折光学技術を高度化することにより、現代社会の様々なニーズに適合させる取組を行っている。デジタル設計された光学機能を1 枚の薄型デバイスで実現するホログラフィック光学素子（以下、HOE）は、次世代の光産業に貢献が期待される素子として、波長選択性や大口径対応などの優れた機能と特徴を有している。HOE をデジタル領域で高精度かつ安定的に製造する波面プリント技術の研究開発は、今後の光デバイス分野の発展に大きく寄与すると期待される。

透明な試料の測定技術は、生命科学分野をはじめとする生体細胞の無染色な定量測定をはじめ、広く科学技術全般及び産業界において特に重要視されている。精密光学測定技術においては、試料の3次元情報を、デジタルホログラフィ技術を中心とした光の波長程度の分解能を持つ撮影技術を新たに開発することにより、従来は導入のハードルとなっていたホログラムデータに関する計算量を現実的なレベルに収めることや、撮像系の高S/N化・低ノイズ化を実現するなどの取組を通じて、透明位相物体を定量的に観測できるホログラム顕微鏡の開発など、実用技術の確立に向けた研究開発をしている。顕微鏡の歴史は長く、従来から共焦点顕微鏡や位相差顕微鏡などの個別の技術は存在していたが、イメージセンサを撮像面として用い、ホログラフィ技術による光の逆伝搬を計算することで被写体像を得る革新的なデジタルホログラフィ技術により、例えば複数の種類の顕微鏡を組み合わせることなく、一括で被写体像を得ることができ効率的になり、また被写体を波長精度で定量的に位相計測することができるなどの発展が期待される。

■令和 4 年度の成果

1．ホログラムプリント技術

令和4年度は、ホログラムプリンタにおいて従来からの反射型に加え、新たに空間光変調器（SLM）から物体光・参照光の2光波を発生させる手法により、1台のプリンタで反射型／透過型の2種類のHOEを製造できるプリンタを開発した。透過型は主に軽量コンパクトな光学素子の実現に、反射型は主に波長選択性の具備と高い回折効率の実現に寄与する（図1）。またHOEの回折条件の最大化や結像特性の改善を通して、拡張現実感（AR）用途で十分なMTF（Modulated Transfer Function）特性をもつ光学スクリーンの実現を達成した。ホログラムプリンタで作られるHOEの応用先の一つの例として、水平視野角60度で複数人が同時に3Dメガネなしにフルカラーアニメーションの3D映像を観察できる透明ARディスプレイ（図2）の開発を継続した。

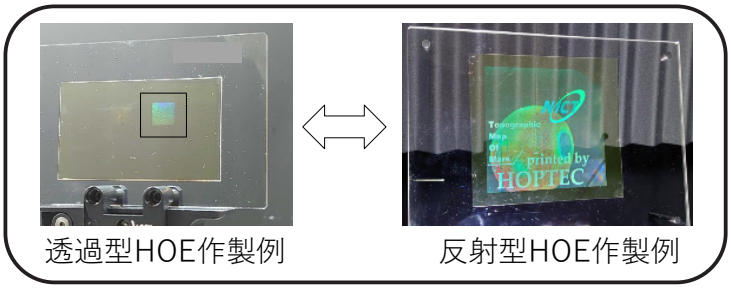


図1　1台で反射型／透過型の2種類のホログラフィック光学素子（HOE）を製造できるプリンタを開発

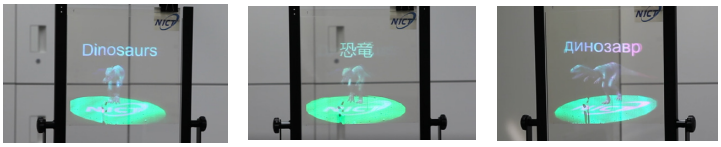


図2　拡張現実感（AR）用途の透明フルカラーアニメーションの3Dディスプレイ

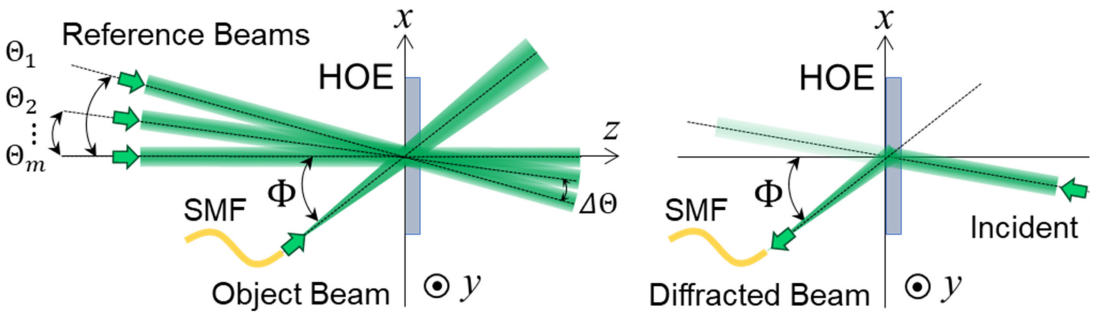


図3　空間光通信等の受光部における角度補償と導光を同一HOEに統合した素子の設計

2．光通信用モジュール

空間光通信などにおける精追尾機構をHOEで代替し、光通信用素子を小型化するため、1つのホログラム素子上に、空間光通信等の受光部における到来角度補償の機能と、受信光を後段の光ファイバーに導くための導光機能との、2つの機能を統合的に形成することに成功した（図3）。実験室内に空間光通信の受信光学系を模擬する光学セットアップを構築し、受信光が試作したホログラム素子を透過することにより、受信用光ファイバーへ結合し、かつ結合効率が到来角度に対してロバストになる効果を確認した。今後、結合効率の向上等を行いながら、空間媒質の変動に起因する受信光強度・位相の揺らぎを効率的に補正することで、高機能でコンパクトな光学通信モジュールの実現につなげていく。

3．機械学習を用いた設計の効率化

単層のホログラム素子を上回る光学特性を得ることを目的に、膨大な組み合わせによる複数層のホログラム素子の協調動作の実現に向け、機械学習を用いた光学設計による効率化を進めた。機械学習による設計値を基に、ホログラムプリンタで露光した2層の透過型HOEを、実験室の光学セットアップ中で協調動作させることに成功した。2層の透過型HOEでは、機能性HOE及び結像性HOEの試作を行い、このうち結像性HOEについては光学実験により、回折ボケで決まる理論値とほぼ一致する良好な結像特性を確認した。このほか、HOEの回折効率が低い環境において、光雑音を分離する光学配置等についての発明・特許出願を行った。今後も引き続きHOE素子の設計自動化の研究開発を進めていく。

4．精密光学測定

デジタルホログラフィによる精密光学測定の検証のため、自然光のフルカラーホログラムを毎秒22コマで撮影できるホロセンサーを試作、太陽光で照明されたフルカラーのホログラムを1度の露光で取得できることを示し

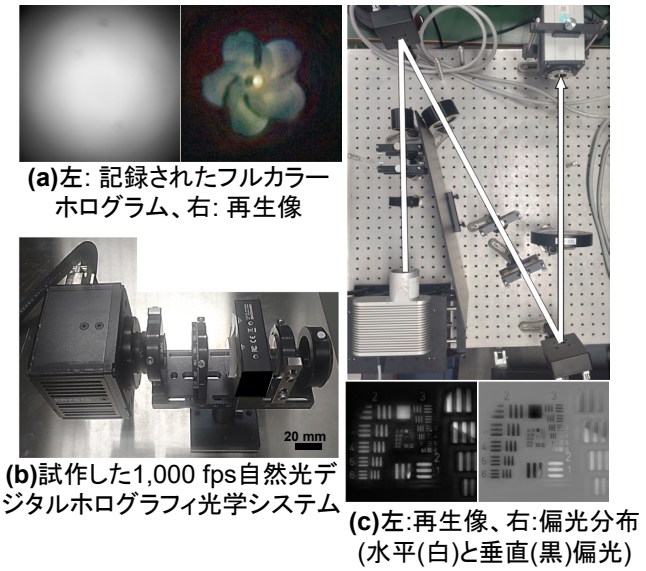


図4　(a)ホロカメラにより得られたホログラムと再生像、(b)試作した1,000 fpsホロセンサー、(c)偏光感受性SLMを用い水平、垂直偏光を重畳して記録する自然光デジタルホログラフィ光学系と再生像

（図4（a））、3次元画像コンファレンス2022における優秀論文賞を受賞した。また、記録速度1,000 fpsで自然光のホログラム動画を記録できる新しいホロセンサーを試作した（図4（b））。また、光の利用効率を向上させ資料の光学損傷を抑制させるため、水平・垂直偏光のホログラムを重畳して記録し、後から分離する方法を新たに開発した（図4（c））。これにより、偏光フィルタを自然光デジタルホログラフィ光学系から排除し、従来手法と比べてほぼ10倍明るく精密光学測定を行うことが可能になる。さらに、偏光情報も同時測定可能であることを実証した。ほかに、波長や光波の種類を識別する方法を開発した。また、デジタルホログラフィ顕微鏡による精密光学測定の検証のため、直径約0.2 μmの蛍光粒子軍の3次元動画像を毎秒102コマで記録できることを示した。今後も、自然な光のホログラムを記録する、自然光デジタルホログラフィをコア技術として、顕微鏡、定量位相センサー等の測定機器としての応用展開を志向していく。

革新的ネットワーク分野

3.2 ネットワーク研究所

3.2.1 先端 ICT デバイスラボ

3.2.2 ネットワークアーキテクチャ研究室

3.2.3 フォトニック ICT 研究センター

3.2.3.1 フォトニックネットワーク研究室

3.2.3.2 光アクセス研究室

3.2.4 ワイヤレスネットワーク研究センター

3.2.4.1 ワイヤレスシステム研究室

3.2.4.2 宇宙通信システム研究室

3.2.5 レジリエント ICT 研究センター

3.2.5.1 企画連携推進室

3.2.5.2 サステナブル ICT システム研究室

3.2.5.3 ロバスト光ネットワーク基盤研究室

3.2 ネットワーク研究所

研究所長　　原井 洋明

■概要

ネットワーク研究所は、Beyond 5G時代におけるSociety 5.0の高度化による社会システムの変革を実現するため、通信トラヒックの急増や通信品質の確保、サービスの多様化等に対応し得る「革新的ネットワーク」分野の重点技術として、計算機能複合型ネットワーク技術、次世代ワイヤレス技術、フォトニックネットワーク技術、光・電波融合アクセス技術、宇宙通信基盤技術、タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術の研究活動を実施する（図1）。すなわち、SDGsなど2030年代に期待される社会を実現するため、Beyond 5Gで望まれる機能である広帯域通信や超低遅延、高信頼を叶えるため、光・無線・ネットワーキング等の基礎・システム技術を高める研究活動をしている。より具体的には、数量面と通信領域（陸上に加え海上や上空・宇宙）の拡張性や、災害・障害といった場面でも情報流通を支えるレジリエンスを追求している。さらには、円滑な情報流通を根幹で支える大容量の光通信技術や光と電波を調和利用する技術、柔軟に省力に通信・計算・蓄積・センシングリソース（資源）を制御管理し、様々な情報特性に合うネットワークサービスを共存させるためのネットワーク基盤技術を確立する。合わせて、サイバー空間上のネットワーク技術検証技術の確立へ挑戦する。産官学連携で技術革新を進め、新たな技術の標準化や成果の普及、社会実装を目指す。

ネットワーク研究所は、3研究センター、直轄を含む7研究室、直轄ラボなど、5か所（東京・小金井、神奈川・横須賀、宮城・仙台、茨城・鹿島、兵庫・神戸）を拠点に活動する（図2）。

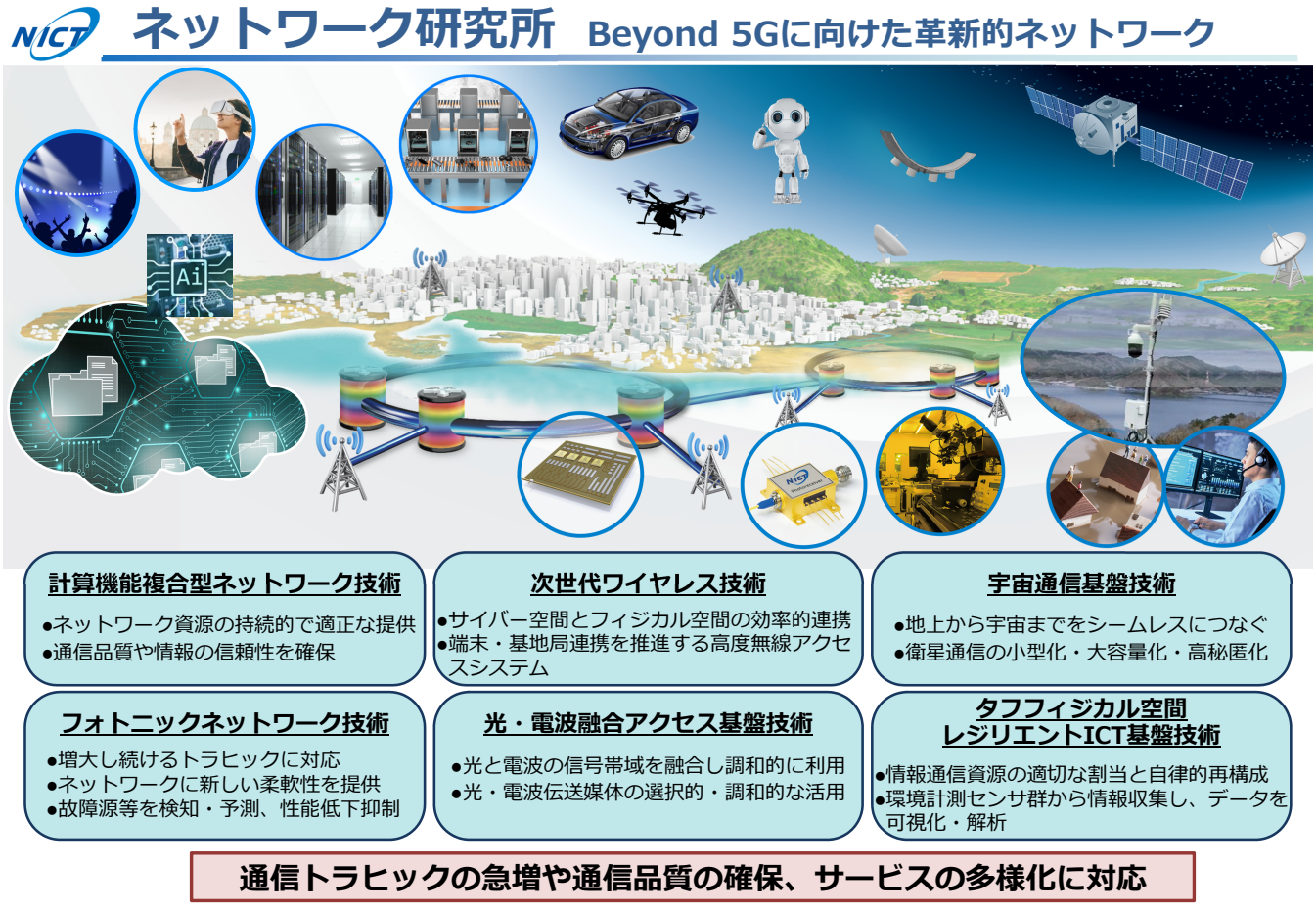


図1　ネットワーク研究所の研究開発領域

■主な記事

研究開発活動の概要は研究センター等の項に記述し、ここでは、令和4年度に研究所下の職員が実施した活動及び同活動によって掲載された記事の一部を列挙する。

学術的社会活動

研究開発に関係深い以下の国際会議の長となり貢献。

- IAF（国際宇宙航行連盟 International Astronautical Federation）SCAN委員会 Co-Chair
- ICN 2022（9th ACM Conference on Information-Centric Networking）General Chair
- OFC 2023（46th IEEE/OSA Optica Fiber Communications Conference）S4 Subcommittee Chair

研究開発分野の幅広い裾野の拡大や最新技術動向の共有を図るため、以下の国際会議を共同主催。

- WPMC 2022（25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications）
- CU-NICT Workshop on Photonic Network Research 2022

学術的普及活動

技術の普及を目指し、技術解説やレビュー論文執筆、チュートリアル・基調講演など、以下の活動を実施。

- 電子情報通信学会通ソ・チュートリアル論文賞「Beyond 5G時代のネットワークビジョン」（6月受賞）
- ICN 2022　Ceforeチュートリアル（9月）
- IEEE PIMRC2022のスペシャルセッションとして、ワイヤレスエミュレータの概要と利活用例等を紹介（9月）
- 電波技術協会誌FORN 9月号にレジリエントICT特集号を企画し、機構内外の成果を含む10編の取組を紹介
- FFPJ「製造現場における無線通信トラブル対策事例集第二弾」一般公開（10月）
- Proceedings of the IEEE誌11月号（インパクトファクタ14.9）にて、超並列光伝送技術を解説するレビュー論文を執筆
- 電子情報通信学会ICETC 2022基調講演、“New Frontiers in Space Laser Communications for Beyond 5G / 6G”（12月）

標準化活動

ネットワーク（IETF, IRTF, ITU-T）、フォトニック（ITU-T, IEC, APT ASTAP, APT AWG）、ワイヤレス（ITU-R, 3GPP, IEEE, CCSDS, APT AWG）、レジリエント（ITU-D, APT ASTAP）にて、技術の普及に貢献すべく、標準化仕様を策定するエディタや役職を務めた。

活動掲載記事

- ドローン4機の群飛行と自律接近回避に成功 NICTが実証実験、新システム開発　電波新聞（2面）4月14日
- NICT、1 Pbps伝送に成功 標準外径4コア光ファイバーで世界初 広帯域波長多重技術を駆使 Beyond 5G以降へ光明　科学新聞（5面）6月10日
- 宇宙と地上がシームレスにつながる 日本と欧州間のデータ伝送に成功 NICTなど 遅延の影響が大きい超長距離で実証　電波タイムズ（1面）6月13日
- 15モード多重信号対応の光スイッチ NICT　電経新聞（2面）9月26日
- 1.53ペタビット光伝送 情通機構など 標準外径光ファイバーで世界新　日刊工業新聞（23面）10月4日
- Beyond 5G / 6G時代の光通信技術 欧州光通信国際会議で日本の論文に高い評価 NICT　科学新聞（5面）10月14日
- 毎秒360ギガビット伝送 新技術 情通機構 短距離光通信向け　日刊工業新聞（23面）11月2日
- 有事の情報通信 研究成果を発表 17日、仙台でシンポ 河北新報（4面）11月5日
- 加美農高 オンライン画質向上 遠隔実習 細部まで 東京の情報通信機構が協力 色麻中生に鉢替え指導　河北新報（19面）11月20日
- 和歌山県白浜町が「ナーブネット」本格運用 NICT 自治体が独自財源獲得して設備再構築　電波タイムズ（1面）1月11日
- 19マルチコア光ファイバー 毎秒1.7ペタビット伝送 情通機構・住友電工　日刊工業新聞（31面）3月16日
- ワイヤレスエミュレーター利活用 NICTが都内でシンポ 研究成果を展示・デモ　電波新聞（2面）3月22日

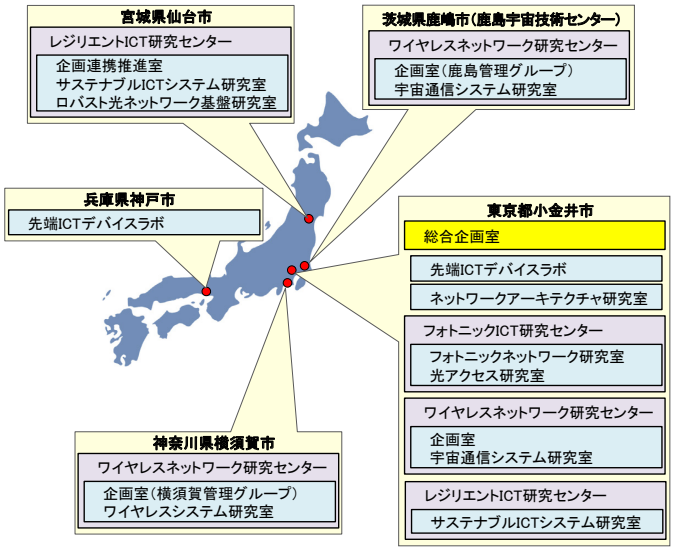


図2　ネットワーク研究所の組織とロケーション

3.2.1 先端ICTデバイスラボ

ラボ長（兼務）　山本 直克　ほか9名

革新的デバイス研究開発拠点のオープン化でアイディア創生をめざす

■概要

情報通信機器無しでは、既に我々の生活は成立しない。一方で、情報通信機器には極めて小さな光・電子デバイスが非常に多く組み込まれているが、それを意識して生活することは少ないと思われる。そのような偏在する微小なデバイス群が高度な情報社会を支える「影の」インフラとして機能している。Society 5.0で掲げられるサイバーフィジカル社会の実現をめざし、現在よりもより高度な情報通信技術の創出は不可欠であり、そのなかで革新的なデバイス基盤技術の研究開発は必須となる。NICTで　は、ICT（Information and Communication Technology）デバイスの研究開発を推進しており、デバイス基盤技術の更なる高度化や新機能を発現するデバイスの創生を進めている。先端ICTデバイスラボ（以下、ラボ）は、NICT内の革新的デバイス基盤技術を研究開発する拠点として機能しており、またラボはNICT外の産学官研究機関の技術高度化にも寄与するオープンイノベーション拠点として運営されている。本稿では、令和4年度のラボの実績として、個々の高度なデバイス技術の研究開発状況ではなく、研究連携等にフォーカスした成果について示す。

■令和４年度の成果

1．先端ICTデバイスラボのオープン化と安全・安心へ向けた取組

ラボの運営方針を図1に示す。ラボはオープン拠点としてデバイス研究開発のためのクリーンルーム施設を開放しており、NICTの自ら研究及び共同研究等で広く利用されている。デバイス加工・計測装置に関しては研究技術員等の専門スタッフが研究者と協力しながら整備・運用しており、研究者が研究開発に専念できるように心がけている。令和4年度のラボ利用登録者数は311名であり、内部・外部機関合わせて延べ5,586名と多数の利用者を数える成果をあげている。この多数の利用は、令和2年度及び3年度の研究装置・設備等の更新・最新化が一因と考えられる。デバイスの研究開発競争の中で世界の研究機関と勝負をするためには、計画的な最先端の研究装置・設備の導入がキーになる。またデバイス研究開発の推進では、多くの研究者や学生がラボを利用するため、図1に示すように安全・安心なクリーンルーム環境を整備する必要がある。そのためラボではISO14001を取得し、環境保全を念頭にいれた適切な運営に力を入れている。当然、法令に基づいた化学薬品・高圧ガス等の安全な管理・運用にも心がけている。ラボの安全・安心な運用では、ラボスタッフの危機意識のみではなく、ラボ利用者やその利用者の管理監督者等の安全に対する意識が非常に重要である。そのため図2（a）に示すように「危険有害性化学物質・高圧ガス等の取扱いに関する講習会」をNICT総務部等と連携して実施した。この講習会では、毒・劇物等の化学物質の分類やその取扱い方法に関して、また高圧ガスボンベのバルブの使用方法など、実際の研究現場のシーンを想定してその中で安全・安心に使用する方法について周知された。また、研究の中で化学物質を使うことで人体や環境にどのような影響を与えるか、環境負荷を低減するためにはどのような取組が有効かなどの講習がなされた。この講習会参加者は

図1　先端ICTデバイスラボの運営方針

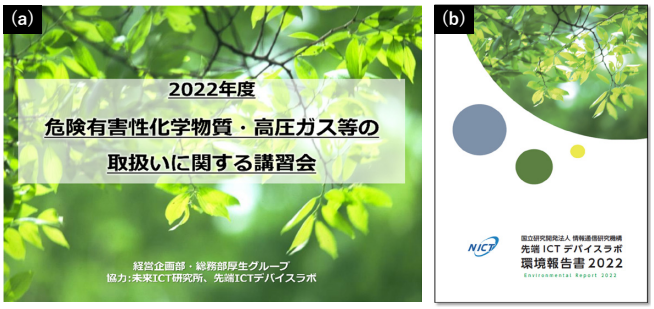


図2　（a）「危険有害性化学物質・高圧ガス等の取り扱いに関する講習会」としてオンライン講習会を開催　（b）先端ICTデバイスラボの環境報告書発行

ラボの利用者のみではなく、NICT内の他部署で薬品等を利用している研究者・管理監督者を対象として広く実施した。複数日開催で参加者数は延べ414名となり、研究者・管理者の安全啓発に寄与したと考えている。このような環境負荷低減をめざしたラボでの管理作業やグリーン技術につながるデバイス研究などをまとめた「環境報告書」（図2（b）参照）を作成し、NICT Webサイト上で公開した。この環境報告書は2007年度から毎年度作成・発行しており、令和4年度で16編目となる。先端ICTデバイスラボとして引き続き地球環境や安全環境を重視した運営を推進していく。

2．先端ICTデバイスラボの成果発信と技術交流

ラボの目的はクリーンルーム環境を整備し、光・電波等を伝送メディアとした情報通信に必要な革新的デバイス基盤技術の研究開発推進のみならず、研究者の技術交流を促すことで新しいアイディアの創出につながるような「場」を作ることでもある。アイディアやイノベーションを狙い通りに創出することは極めて難しいが、研究者が自身の得意とする技術を話題の中心として広く議論することは、そのアイディア創出の一助になると期待している。令和5年2月に開催された「フォトニックネットワークシンポジウム2023」の中の一企画としてポスターセッションを実施した。これはラボを利用したデバイスの研究成果をポスター展示し、対面による技術的な議論を行うことで、新しいアイディア創出を期待したものである。光・電波融合デバイスやテラヘルツ波デバイスを始め、超電導や有機半導体などの新素材を用いたデバイスなど、34件の多数のポスターセッションが行われ、幅広い分野のデバイス技術について活発な議論が繰り広げられた（図3（a）参照）。結果、シンポジウムの参加者からはポスターセッションで楽しく議論できたとの好意的なコメントが寄せられた。また、ラボ利用により創出された研究成果38項について図3（b）のような成果報告書としてまとめられた。報告書によりデバイス技術に関する知識の共有が図られるとともに、先端ICTデバイスラボでの研究者の活動をシンポジウム参加者に広く周知できたと期待している。なお、フォトニックネットワークシンポジウムは2日間開催で基調講演：2件、招待講演：1件、技術講演：14件、パネル討論、技術展示：7件、ポスターセッション：34件と、産学官の有機的なコミュニケーションを図ることを念頭に構成され、会場参加延べ206名、オンライン参加延べ349名と、大変盛況なシンポジウムであった。

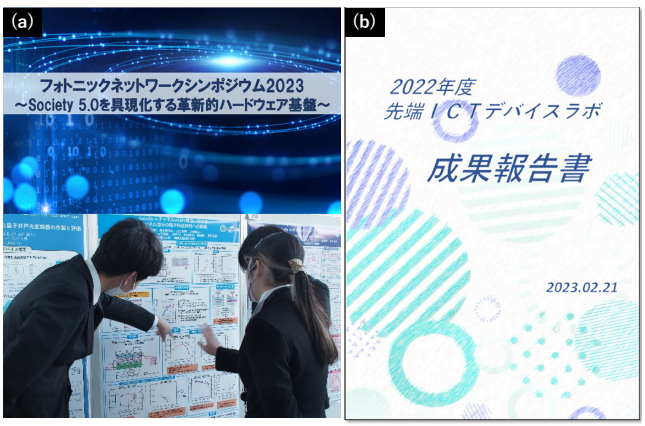


図3　（a）フォトニックネットワークシンポジウムにおける先端ICTデバイスラボ・ポスターセッション　（b）成果報告書の発行

3．先端ICTデバイスラボの更なる展開に向けて

NICTの中長期計画に沿った自ら研究と、そこから派生する産学官での共同研究を中心にラボは積極的に利活用されている。また、NICTで推進するBeyond 5G研究開発に寄与することを目的に、産学官の受託研究機関にもラボの装置群をテストベットとしてオープンにしており、既に複数の研究機関に利活用されている。さらに本年度、デバイス加工・評価装置とデバイス作製ノウハウをセットに提供する「外部有償利用制度」を拡充した。外部有償利用制度では、表1に示すように複数のデバイス加工プロセスが準備されており、利用者は所望のセットメニューを有償にて選択することができる。従来は15プロセスであったが、令和4年度から超伝導デバイスなどを含めた27プロセスへ大きく拡充した。この拡充はラボスタッフの尽力のみではなく、NICT研究者のオープン化と産学官連携への積極的な姿勢が実を結んだ成果と考えている。ラボは、引き続きデバイス研究開発のオープンイノベーション拠点としてNICT内外の研究者と技術的な交流・連携を推進していきたいと考えている。そして、小さなデバイスが世界を一変させることは過去にもあったが、そのような革新的な基盤技術をめざしてデバイス技術力の蓄積と高度化を積極的に図っていきたい。

表1　外部有償利用制度のためのプロセスライブラリの拡充

	本部拠点		神戸・未来ICT研究所拠点
1	Ridge LD加工技術	16	超伝導薄膜成膜プロセス
2	Broad-area LD加工技術	17	金属薄膜リフトオフプロセス１
3	LED加工技術	18	金属薄膜リフトオフプロセス２
4	光導波路デバイス加工技術	19	ナノパターン描画・加工プロセス
5	PD加工技術	20	超伝導薄膜成膜リフトオフプロセス１
6	LN変調器作製技術	21	超伝導薄膜成膜リフトオフプロセス２
7	コーティング技術	22	マイクロパターン加工プロセス１
8	半導体結晶成長技術	23	マイクロパターン加工プロセス２
9	電極パターニング技術	24	誘電体・金属薄膜リフトオフプロセス１
10	フォトルミネッセンス技術	25	誘電体・金属薄膜リフトオフプロセス２
11	表面微細加工評価技術	26	ディープエッチングプロセス１
12	フォトルミネッセンス技術	27	ディープエッチングプロセス２
13	全帯域テラヘルツ時間領域分光評価技術		
14	標準帯域テラヘルツ時間領域分光評価技術		
15	広帯域テラヘルツ時間領域分光評価技術		

3.2.2 ネットワークアーキテクチャ研究室

室長　朝枝　仁　ほか14名

ネットワークとコンピューティングの融合：持続可能な未来へ向けて

■概要

計算機能複合型ネットワーク技術

Beyond 5G 時代における多様なネットワークサービスが共存する環境において、各々のサービスが求める通信品質や情報の信頼性を確保するとともに、ネットワーク資源の持続的で適正な提供を行うため、ネットワーク内の高度な処理機能によってこれらを実現する計算機能複合型ネットワーク技術の研究開発を実施する。具体的には、大規模ネットワーク制御技術、遅延保証型ルーター技術の研究開発を行い、ニューノーマル時代の社会経済の変革に資するサービスやアプリケーションの実現に寄与する。また、情報特性指向型の通信技術の基礎研究を推進し、社会展開を目指した応用研究開発の開始につなげていく。

令和4年度は以下の計画に沿って、研究を実施した。

(1) ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術

多様なサービスのQoE（Quality of Experience）を確保するため、大規模マルチベンダネットワークの運用自動化レベル4（特定環境での完全自動化）を対象として、令和3年度に机上検討した制御管理技術（テレメトリ圧縮／集約技術やAI間自律連携等）の試作・検証を行うとともに、令和3年度にETSI OSM標準をベースとしてシングルベンダ環境／単一AIエンジン用に実装した情報分析プラットフォームを、マルチベンダ環境/AI間自律連携用に高度化するため、制御管理機構の試作・検証及び基盤拡張開発を実施する。

(2) 遅延保証型ルーター技術

遅延保証型ルーターにおける柔軟なネットワーク内処理を実現するため、プログラマブルルーターに対する処理機能のオフローディング機能を着脱可能（プラガブル）にするハードウェアルーターフレームワークを設計・試作する。具体的には、ルーターを再起動せずともネットワーク内処理機能を10秒以内に更新し動的に切り替える動的な処理機能更新技術、ルーターの転送機能と連携して識別子に応じて適切なネットワーク内処理機能を呼び出して実行する技術の設計・試作を行う。

(3) 分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術

多様な通信サービスの信頼性向上を目的とし、超高速・超低遅延に対する要求に加え、情報やデータの信頼性や有効性を判断して通信を行う情報特性指向型通信を実現するネットワーク・プラットフォームの設計を進める。エッジコンピューティングとICN（Information-Centric Networking）技術を統合した情報特性ベース経路制御方式の実装を行う。また、分散台帳技術より構成する情報特性管理機能の設計と実装を進め、分散台帳におけるネットワーク内ストレージ機能の設計とシミュレーション評価を行う。

■令和４年度の成果

先ず、令和4年度における代表的な外部発表を以下に示す。

- IEEE Network誌（共著、IF=10.693）に1件掲載。
- ITU Journal誌（共著）に1件掲載。
- IEEE ICC 2022（Main session）に1件採録。

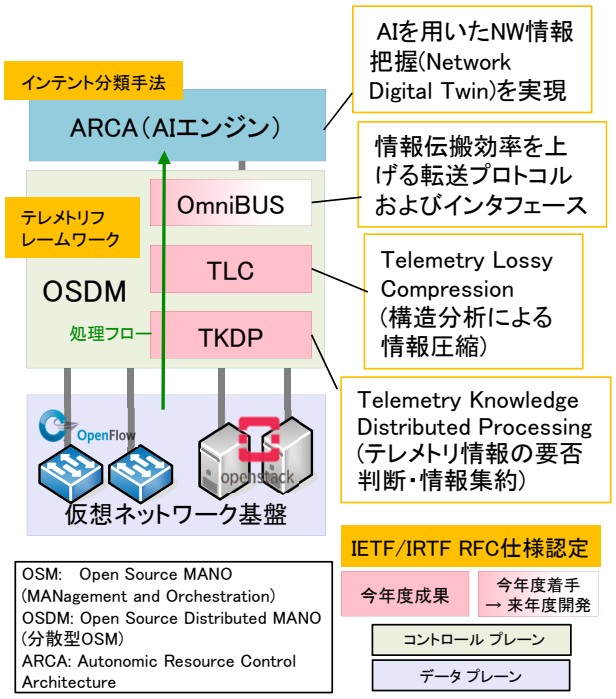


図1　OSDM（分散型Open Source MANO）と要素技術

・IEEE CCNC 2023（Main session及びWork-in-progress session）にそれぞれ1件採録。
・IEEE COMPSAC 2022に1件採録。
・IEEE Future Networks World Forum（FNWF）に2件採録（主著1件、共著1件）。
・国際標準化仕様として、IETF RFCが2件（うち、1件はProposed Standard）、IRTF RFCが4件認定。

次に、(1) ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術研究として、中央集約型のETSI OSMにおける規模制約の解消を目指し、広域ネットワークにおけるテレメトリ情報の整合性担保とテレメトリ情報集約時間の短縮を実現するOSDM（Open Source Distribute MANO）を設計した。OSDMの要素技術として、テレメトリ情報の要否判断機能TKDP（Telemetry Knowledge Distribute Processing）、構造分析によるテレメトリ情報圧縮技術TLC（Telemetry Lossy Compression）、Pub-Subアーキテクチャによる高効率転送技術OmniBUSの設計を行った（図1）。欧州の大学と共同研究を継続して実施し、昨年度からの成果をIEEE FNWFにて発表した。

(2) 遅延保証型ルーター技術研究として、従来の約4倍の回路規模と約7倍の内部メモリを有する次世代FPGA上に、ICNパケット転送機構と連携したセキュリティ検証処理機能（SHA256、RSA）を、FPGAを停止させずに10秒以内に動的切替する技術を開発した。また、衝突回避に特化したハッシュテーブルを用いたICNルーター基本機能をNetFPGA-SUME上に実装し、ソフトウェアルーターよりも大容量（100万エントリー、約15倍）、低ジッタ（200バイトあたり最大270ナノ秒、約1/470）が可能となることを立証した。

(3) 分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術研究として、ブロックチェーンで管理されたオフチェーンデータへのアクセスをICNと属性暗号CP-ABE（Ciphertext-Policy Attribute-Based Encryption）の組合せにより高速かつ安全に行うユーザー指向ネットワーク内ストレージ機能を提案した（図2）。シミュレーション評価により応答遅延を42.7ミリ秒から9.2ミリ秒に、トラヒック量を1/40に減少した事を確認し、IEEE ICC 2022に投稿・採択・発表した。さらに、セキュアなネットワーク内コンピューティングフレームワークとして、ICNとIB-PRE（Identity-Based Proxy Re-Encryption）を用いたエッジベースのコンテンツ信頼性確保方式を提案した（図3）。これにより、送信者とエッジコンピューターが暗号・複合を行うことで最大36 %の転送遅延を軽減することを可能とした。成果はIEEE CCNC 2023にて発表した。

国際標準化活動として、国内モバイル通信事業者らとまとめたテレメトリフレームワークがIETF RFC 9232として、ネットワーク運用管理インテント分類手法がIRTF RFC 9316として仕様認定された。さらに、米国ルーターベンダー等と提案したマルチキャストプロトコル拡張がIETF RFC 9279（Proposed Standard）として、また、ICN名前解決要件、ネットワーク内符号化要件、ネットワーク内キャッシュ探索機構がそれぞれ、IRTF RFC 9236、9273、9344として仕様認定された。

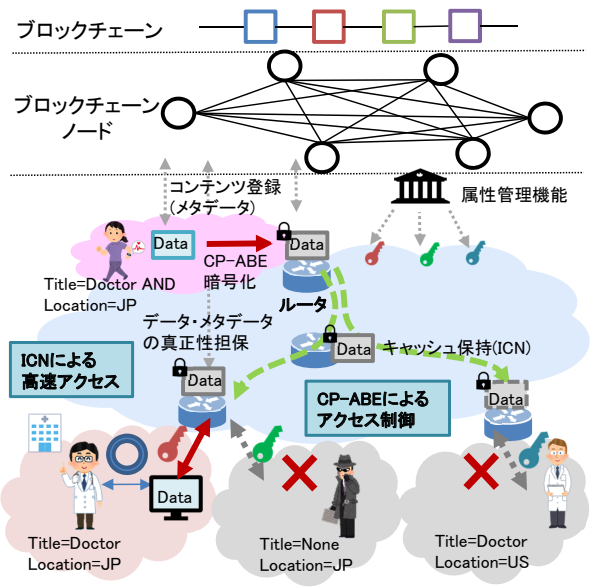


図2　ICNと属性暗号CP-ABEを用いたユーザー指向ネットワーク内ストレージ機能

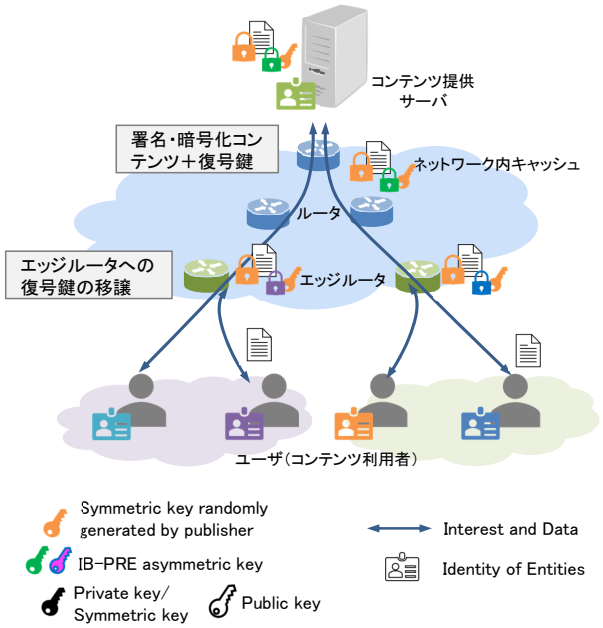


図3　ICNとIB-PREを用いたエッジベースのコンテンツ信頼性確保方式

3.2.3 フォトニックICT研究センター

研究センター長　　淡路 祥成

■概要

フォトニックICT研究センターは、増加を続ける通信トラヒックに対応するための大容量光ネットワーク技術を始めとして、多種多様なユーザの要求に対応してネットワークを効率化する技術、スマートなユーザサービスインフラを目指した光と電波を融合させたハードウェア集積技術やアクセス基盤技術といった、革新的ネットワークで社会を「繋ぐ」ための基礎・基盤的な研究開発を行っている。

令和4年度は、今中長期計画期間の2年目であるが、早くも大きな研究成果が続出している。

■主な記事

1．特筆すべき研究成果

（1）CLEO2022（令和4年5月15～20日）において、1件のポストデッドライン論文に採択

レーザ・光デバイス分野のトップカンファレンスであるレーザ・光電技術国際会議（CLEO: Conference on Lasers and Electro-Optics）において、フォトニックネットワーク研究室の論文が高い評価を得て、ポストデッドライン論文*に選出された。

（2）（3）（4）（5）ECOC2022（令和4年9月18～22日）において、4件のポストデッドライン論文に採択

光通信分野・ネットワーク分野のトップカンファレンスである欧州光ファイバ通信国際会議（ECOC: European Conference on Optical Communication）において、フォトニックネットワーク研究室の論文が高い評価を得て、ポストデッドライン論文*に選出された。

（6）（7）（8）（9）OFC2023（令和5年3月5～9日）において、4件のポストデッドライン論文に採択

光通信分野・ネットワーク分野のトップカンファレンスである光ファイバ通信国際会議（OFC: Optical Fiber Communication Conference）において、2研究室の論文が高い評価を得て、ポストデッドライン論文*に選出された。

（1）世界初、4コア光ファイバで毎秒1ペタビット伝送に成功

フォトニックネットワーク研究室は研究開発用の標準外径4コア光ファイバにおいて広帯域波長多重技術を駆使し、世界で初めて同ファイバでの毎秒1ペタビットを超える大容量伝送実験に成功した（図1）。

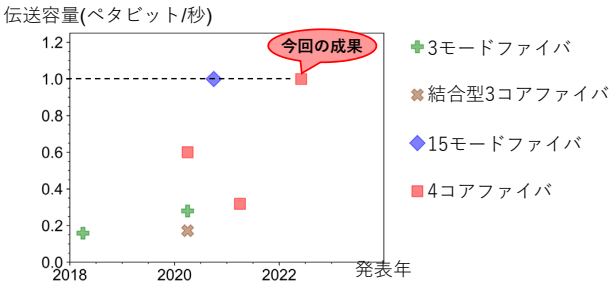


図1　標準外径光ファイバの伝送容量報告の比較

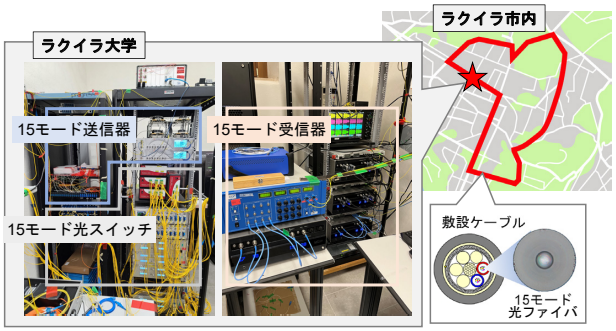


図2　ラクイラ市テストベッド上に構築された15モードファイバネットワーク

（2）（3）世界初、実環境テストベッドにおいて15モード多重信号の光スイッチング・伝送実験に成功

フォトニックネットワーク研究室は15モード多重信号に対応した光スイッチを試作し、イタリア・ラクイラ市内の実環境テストベッドに敷設された標準外径15モード光ファイバを主体に構成される光ネットワークを構築、世界で初めて実環境下における15モード多重信号の波長ごとの光スイッチング実験や光伝送実験に成功した（図2）。

（4）世界初、標準外径光ファイバで55モード多重、毎秒1.53ペタビットの伝送成功

フォトニックネットワーク研究室は標準外径55モード光ファイバにおいてモード多重技術を駆使し、世界で初めて毎秒1.53ペタビット大容量伝送実験に成功した（図3）。

（5）短距離光通信向け簡易構成の光送受信器による高速光コヒーレント伝送に成功

フォトニックネットワーク研究室は簡易な送受信器構成（光送信器の高精度レーザと光受信器の局発光用の光

源が不要）による、シンボルレートが高い（毎秒100ギガBaud 級）高速光コヒーレント伝送を実証した。

（6）世界初の標準外径19コア光ファイバを開発し、伝送容量の世界記録を更新

フォトニックネットワーク研究室は、標準外径のマルチコア光ファイバでは世界最多コア数の結合型19コア光ファイバを開発し、毎秒1.7ペタビット、63.5 km伝送実験に成功した。本実験の結果は、標準外径マルチコア光ファイバの伝送容量世界記録に加え、毎秒1ペタビット級の伝送実験の最長距離も更新した（図4）。

（7）15モード光ファイバで毎秒273.6テラビット、1,001 km伝送実験成功

フォトニックネットワーク研究室は15モード光ファイバにおいてモード乗り換えを行う増幅中継技術を駆使し、大容量（毎秒273.6テラビット）かつ陸上通信インフラに必要な1,000 km超の伝送に成功した。

（8）世界初、実環境下での結合型マルチコア光ファイバの光スイッチング実験に成功

フォトニックネットワーク研究室は、実環境に構築した結合型4コア光ファイバの光ネットワークにおいて、結合型4コア光ファイバ対応の光スイッチを考案し、光スイッチング実験に世界で初めて成功した。

（9）世界初、大容量テラヘルツ波信号を光ファイバ無線技術で異なるアクセスポイントに分配・送信する技術を実現

光アクセス研究室は、テラヘルツ波となる285ギガヘルツの周波数帯で毎秒32ギガビットの大容量テラヘルツ波無線信号を異なるアクセスポイントへ透過的に分配・送信するシステムの実証に世界で初めて成功した。

* Postdeadline: 特別設定の締切りを設けた、世界最高峰の成果が競合する国際会議内での最難関セッション

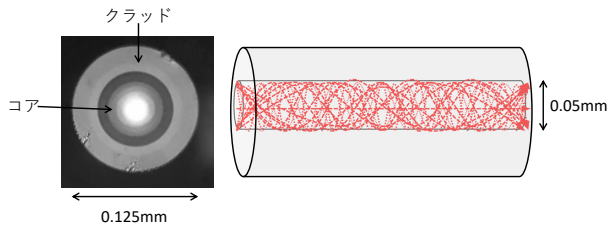


図3　55モードファイバ断面と光伝搬のイメージ

2．NICTが主催するシンポジウム等

（1）国際ワークショップ　CU-NICT Workshop on Photonic Network Researchの開催

令和4年12月2日（金）にタイのチュラロンコン大学（CU）にて、ネットワーク分野に関するワークショップ「CU-NICT Workshop on Photonic Network Research 2022」を開催した。フォトニックICT研究センターは2015年のアジア連携センターの移転に合わせCU内にフォトニック連携ラボを開設し、タイ国内の研究機関との共同研究を積極的に進めてきた。これまでも毎年ワークショップを開催し、フォトニック連携ラボを活用した研究の推進と連携強化、先端ネットワーク研究や新しい分野への応用に関する議論を行ってきた。2020年以降は新型コロナウイルス感染症による行動制限によりオンライン開催による対応となっていたが、今回3年ぶりに対面形式によるワークショップを開催し、活発な議論が行われた。

（2）フォトニックネットワークシンポジウム2023の開催

令和5年2月21日（火）、22日（水）にNICT本部にて「Society 5.0を具現化する革新的ハードウェア基盤」を副題としたフォトニックネットワークシンポジウム2023を開催した。本シンポジウムでは、未来のフォトニックネットワーク技術研究開発を広く俯瞰し、ICTに関するハードウェア基盤技術の動向と将来展望、更に新たな課題について議論することを目的とした。

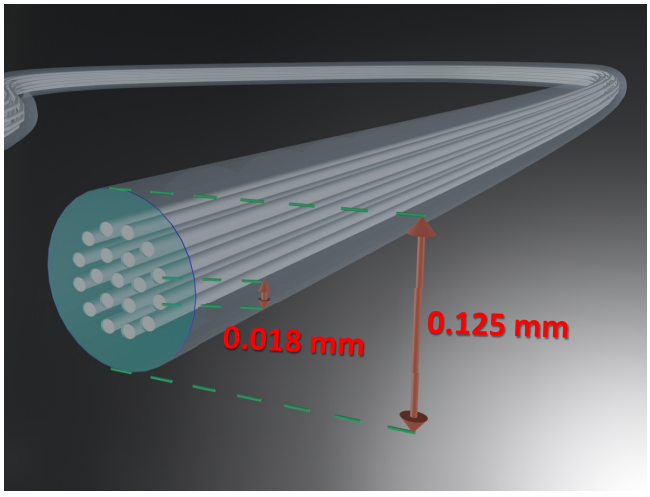


図4　開発した19コア光ファイバのイメージ図

3.2.3.1 フォトニックネットワーク研究室

室長　　古川 英昭　ほか19名

Society5.0社会を支える高速大容量光ネットワーク技術の研究開発

■概要

2030年代には、高度に情報化されたSociety5.0社会が到来し、様々な社会課題の解決や経済活動の活発化・効率化、安全・安心な社会の構築が期待される。現在、Society5.0社会の情報通信基盤となるBeyond 5G / 6Gに関する研究開発が行われているが、モバイル通信システムだけでなく、多数の利用者が接続する有線・無線アクセス網や多量のデータを扱うデータセンタ網のデータを収容するコア・メトロ領域の光ネットワークも重要な研究開発の対象となっている。本研究室では、Beyond 5G / 6G情報通信基盤の構築に資する、超高速・大容量、柔軟性・高弾力性等の機能を有する光ネットワーク技術の研究開発に取り組んでいる。以下に研究開発内容を示す。

1．マッシブチャネル光ネットワーク技術

マルチコアファイバ・マルチモード方式等の空間多重技術の活用や新たな光波長帯域の開拓を目指し、光ネットワークの飛躍的な大容量化を達成する技術の研究開発に取り組む。

2．光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術

多様な通信サービス要求に対して最適な通信環境をオンデマンドで提供するために、高速にプログラマブル制御が可能な光ネットワークを実現するハードウェア技術や光資源有効利用技術の研究開発に取り組む。

3．短距離向け超高速光リンク技術

モバイルフロントホールを含むアクセスネットワークやインターコネクションについて、ユーザあたりテラビット超の短距離光リンク技術の研究開発に取り組む。

■令和４年度の成果

1．マッシブチャネル光ネットワーク技術

標準外径（0.125 mm）の空間多重光ファイバを用いた三種類の大容量伝送実験に成功し、伝送容量の世界記録を三度更新した（図1）。一つ目は、S帯（波長1,460～1,530ナノメートル）用のハイブリッド増幅技術によりS帯ほぼ全域にまで周波数帯域を拡大し、合計20 THzの広帯域波長多重を実現した。世界で初めて標準外径4コア光ファイバで毎秒1ペタビットを超える大容量伝送に成功し、標準外径マルチコアファイバの伝送容量の世界記録を達成した。レーザと光エレクトロニクスの広範な領域を対象とする著名な国際会議CLEO（Conference on Lasers and Electro-Optics）2022の最優秀論文（通称ポストデッドライン論文）の特別セッションに採択された。二つ目は、世界で初めて標準外径55モード光ファイバで毎秒1.53ペタビットの大容量伝送に成功し、標準外径光ファイバの伝送容量、モード数、スペクトル密度の世界記録を更新した。スペクトル密度は、332ビット/秒/Hzで、これまでの世界記録105ビット/秒/Hzから飛躍的に向上し、空間多重技術の極限的性能を実験的に追求した。光通信分野のトップカンファレンスである国際会議ECOC（European Conference on Optical Communication）2022のポストデッドライン論文に採択された。三つ目は、標準外径で世界最多コア数19の結合型マルチコア光ファイバを開発し、毎秒1.7ペタビット・63.5 kmの大容量伝送に成功した。標準外径光ファイバの伝送容量の世界記録を更新し、毎秒1ペタビット級の伝送実験の最長距離も更新した。本成果は、光通信分野のトップカンファレンスである国際会議OFC（Optical Fiber Communication Conference）2023のポストデッドライン論文に採択された。また、長距離伝送実験として、標準外径15モード光ファイバで毎秒273.6テラビット、1,000 km超の伝送実験に成功し、OFC2023のポストデッドライン論文に採択

光ファイバ型	非結合型 4コアファイバ	55モード ファイバ	結合型 19コアファイバ
ファイバ断面			
世界記録	2022年5月 伝送容量	2022年9月 伝送容量	2023年3月 伝送容量
総伝送容量 （ペタビット/秒）	1.02	1.53	1.7
伝送距離(km)	51.7	25.9	63.5
周波数帯域(テラHz)	20	4.6	9.5
MIMO処理の負荷	なし	大	小
特長・可能性	波長帯域拡張 既存の送受信技術	超多モード伝送 高情報密度	大容量・長距離 伝送に向けて

図1　標準外径空間多重光ファイバを用いた大容量光伝送実験

された。

実環境テストベッド（イタリア・ラクイラ市）において、二種類のネットワーク実験に成功した。一つ目は、標準外径15モードファイバケーブルを用いて、交換機能を含むモード多重光ファイバネットワークを構築した（図2）。世界で初めて、15モードに対応した光交換器を試作し、波長ごとの光スイッチング実験に成功した。また、15モード多重信号の伝搬特性を評価し、50 Gbaud DP-QPSK光信号の48.8 kmフィールド伝送を実証した。これらの成果は、それぞれECOC2022のポストデッドライン論文に採択された（計2件）。二つ目は、標準外径の結合型4コアファイバを用いて、交換機能を備えた光ファイバネットワークを構築した。結合型4コア光ファイバ対応の光スイッチの試作機を開発、世界で初めて実環境下での波長毎の光スイッチングを実証した。本成果は、OFC2023のポストデッドライン論文に採択された。

2．光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術

高線形性光増幅器を用いた光中継伝送システムを開発し、メトロ光ネットワークを想定した波長多重600 km伝送（DP-QPSK、25 Gbaud）を実証した。従来システムと比較して、光パス設定・変更時の光信号強度変動が抑制されることで、光強度制御の時間や回数が50％程度削減できる見込みを得た。また、伝送品質推定器としてGNPy（光伝送路設計と最適化のためのオープンソースライブラリ）による伝送シミュレーションにより、OSNR（Optical Signal to Noise Ratio）推定を実施した。

分散SDN（SDN：Software Defined Networking）コントローラによる光パス設定技術として、遠隔のコントローラから400 Gbps級の光ホワイトボックススイッチとトラヒックセンサをオーケストレーション制御する自動制御（閉ループ制御）フレームワークを開発した。実機検証として、フランスに配置したコントローラから国内の2カ所に配置した光ホワイトボックススイッチとトラヒックセンサを自動制御する相互接続実験を国内企業や大学と連携して実施した（図3）。トラヒック異常を検知してスイッチポートの制御に成功、地理的に広範なネットワーク制御のフレームワークを確立し、国際会議iPOP（International Conference on IP/IoT　& Processing + Optical Network）2022において、オンライン動態展示（Showcase）にて発表した。

3．短距離向け超高速光リンク技術

次世代データセンタ内ネットワーク向け毎秒10テラビット超の空間多重光インターコネクトを実現するため、50 Gbaud以上のデジタル信号処理と外部変調を含む強度多値変復調技術として、空間多重技術と100 Gbaud級変復調技術を組み合わせて、毎秒12.8テラビット（毎秒200ギガビット（112 GBaud）PAM4、8波長、8コア）、1 km伝送を実証した。ECOC2022のハイスコア論文に選出された。

簡易で安価な装置構成の自己ホモダイン検波方式を採用し、課題である偏波依存特性を無依存化するために、NICT独自の構成により簡易な偏波無依存型自己ホモダイン受信器を開発した。さらに、最新の100 Gbaud級変復調技術を取り入れ、1波長で毎秒360ギガビット（96 GBaud）の16 QAM信号、最長142 km光コヒーレント伝送実験に成功した（図4）。ECOC2022のポストデッドライン論文に採択された。

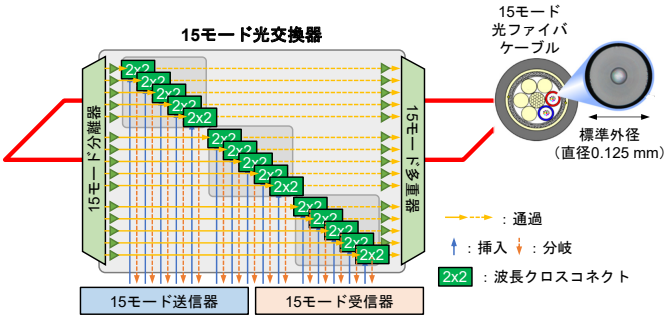


図2　実環境下の15モード多重光ファイバネットワークと光交換器

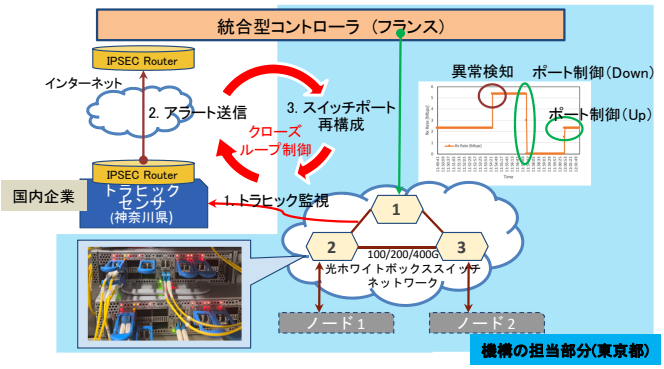


図3　遠隔コントローラによる光ホワイトボックス・モニタの閉ループ自動制御実験

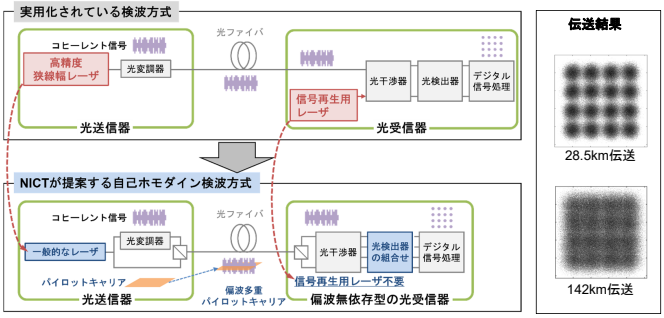


図4　毎秒360ギガビット・短距離向けコヒーレント伝送実験

3.2.3.2 光アクセス研究室

室長　　赤羽 浩一　ほか14名

Beyond 5G時代のシームレスなアクセスネットワークに向けて

■概要

当研究室では、光、電波などの伝送メディアを意識せずに情報のやり取りができるアクセスネットワークを実現するため、デバイス・ハードウェアを扱う「マッシブ集積ICTハードウェア技術」と送受信技術・システムを扱う「伝送メディア調和型アクセス基盤技術」の研究開発を推進している。「マッシブ集積ICTハードウェア技術」については光アクセスネットワークに必要な光デバイスを高密度に集積するだけでなく、高周波動作を可能にするための電気回路についても極限まで集積化し、高機能な光アクセス用光・電波融合デバイスを実現するための研究を行っている。これを達成するためにデバイス単体の設計及び新しい材料の開発まで掘り下げた検討も行っている。「伝送メディア調和型アクセス基盤技術」では、光ファイバ、電波、空間光などの通信伝送メディアを協調的、調和的に用いることで大容量性、高い可用性を実現するための研究を行っている。このために光と電気（もしくは電波）の信号間をシームレスに行き来する技術、信号の劣化を極限まで縮小する技術などを開発している。また、このほかにもNICT技術の社会展開、社会実装を促進する産学官連携による研究開発も行っている。

■令和４年度の成果

1．マッシブ集積ICTハードウェア技術

光デバイスを集積していった場合、集積化チップ全体の発熱量も大きなものとなる。この際、特に大きな影響を受けるのは光源、すなわちレーザダイオード（LD）であり、その特性改善は光集積デバイスの課題の一つとなっている。本研究室では温度上昇によるLDの動作電流増加の問題を解決するために、半導体量子ドットを利得媒質に用いた量子ドットレーザの開発を進めている。今年度はLD端面のコーティングの最適化などにより動作電流上昇抑制手法の開発を行い、室温から60 ℃までの温度領域で、レーザ発振しきい値電流がほぼ変化しない、高温度耐性の量子ドットレーザを実現した。この量子ドットレーザは最終的に150 ℃までの温度で動作することを確認している。また、量子ドットレーザの駆動電流の低減に関する研究では、LD構造、端面のコーティング最適化などにより、レーザ発振しきい値電流が9.5 mAと世界最小レベルのLDを実現した（図1）。

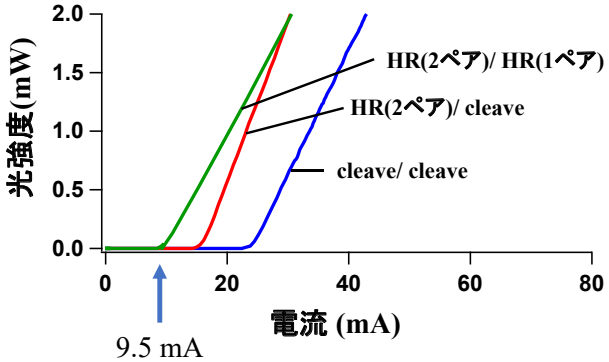


図1　量子ドットレーザの電流-光出力特性

また、光ファイバ通信の大容量化に関しては従来行われてきた波長多重方式に加えて、マルチコアファイバの適用やモード多重など空間多重方式が更なる大容量化の手段として注目されている。多重化された信号は通常、波長分離器、経路分離器、モード分離器などを用いて、各々の信号に分離され、検出、復調されるが、ユーザに近いアクセス系の受信部においては、なるべく簡便な構成でこれを行う必要がある。本研究室ではこの波長多重と空間多重を一括して受信するため、波長分離器を集積

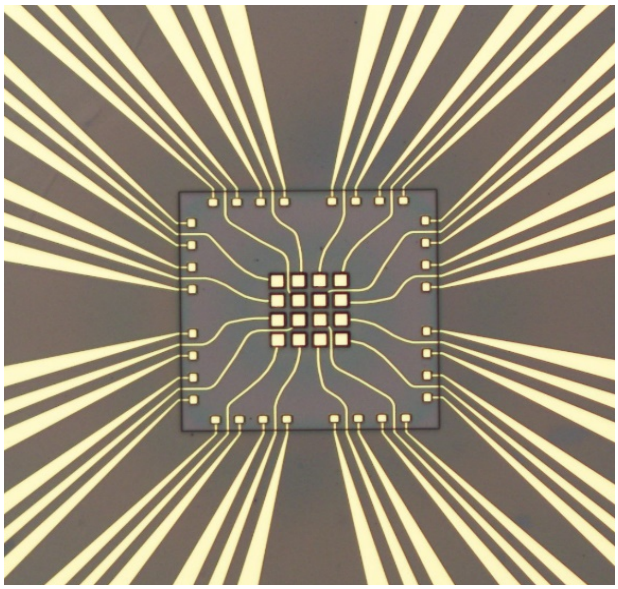


図2　空間多重、波長多重信号一括受信用、光検出器アレイ

化した光検出器アレイを開発した（図2）。この検出器アレイを用いた一括光信号検出の実験では、7コアファイバの2つのコアに2波長を多重した光信号送受信システムで25 Gbpsの強度変調信号を一括受信できることを実証し、トータル100 Gbpsのデータ伝送が可能であることを示した。使用するコア数や波長数は実験セットアップに制限されているだけであるので、更なる伝送容量の増加が可能であると考えられる。この光検出器アレイによる空間多重、波長多重信号一括受信の研究成果は光通信分野のトップカンファレンスであるOFC2023において採択され、非常に高い評価を得てトップスコア論文に選出された。

2．伝送メディア調和型アクセス技術

ユーザ視点からアクセスネットワークにおいて光ファイバ通信と無線通信は双方とも重要であるが、これらの通信方式をシームレスに接続する技術は、ネットワークの柔軟性という観点から今後ますます重要になるものと考えられる。本研究室ではこのような観点から光ファイバ通信と無線通信を融合する技術として光ファイバ無線技術（Radio over Fiber: RoF）の研究開発を推進している。大容量の無線通信を実現するためには、広い帯域を確保するために高周波数の電波を利用する必要があるが、例えばテラヘルツ周波数帯では遮蔽物への回り込みが小さくなったり、大気減衰の影響が大きくなったりする傾向がある。このような場面において、無線信号を光変調器技術により光信号に重畳し、光ファイバ中を伝送させ、目的の場所で無線信号に変換、放出することで解決しようというのがRoF技術である。従ってRoF技術の高度化を行うことができれば、その利用シーンを広げられるということになる。令和4年度にはこのような観点からRoF技術に関して、光→電波→光→電波というような多段のRoFリンクを構築しこれによる大容量通信の実証を行った（図3）。無線の周波数はいくつかの周波数によって実証実験を行ったが、このうち285 GHz帯を用いて行った実験では32 Gbpsの大容量通信に成功し、さらに波長による高速スイッチング動作を実証し、波長により無線信号を放出する場所を変更できることを示した。この成果により光通信分野のトップカンファレンスであるOFC2023において非常に高い評価を得て、最優秀論文（ポストデッドライン論文）に採択された。

3．産学官連携による研究開発

社会実装を目指した産学官連携などの取組としては、委託研究や受託研究、国際標準化活動などを推進している。委託研究では車載向け大容量光ファイバ通信技術の研究開発を実施しており、低消費電力が特に求められる車内において光源と変調・検出デバイスを分離する独自のネットワークの設計やこれに必要な光ファイバ、電力線を一体化したケーブル及びコネクタの試作等を行った。また、電波資源拡大のための研究開発では、500 GHz帯の大容量通信技術の研究開発において、ノイズの小さな基準信号の生成方法についての研究開発を推進し、光電気発振器の開発において102 GHzの基準信号を生成し、10 kHzオフセット周波数の領域で約−100 dBc/Hzまで低減可能であることを実証した（図4）。国際標準化活動ではITU-TにおいてRoF技術の標準化のために、補助文書G.Suppl.55改訂作業を実施した。また、APT等の国際標準化団体において通信技術や光デバイス計測技術等の標準化活動も行っている。このように研究室内での成果を社会実装するための取り組みを精力的に行っている。なお、500 GHz帯の大容量通信技術の研究開発は、総務省の「電波資源拡大のための研究開発」（JPJ000254）のうち「無線・光相互変換による超高周波数帯大容量通信技術に関する研究開発」によって実施した成果である。

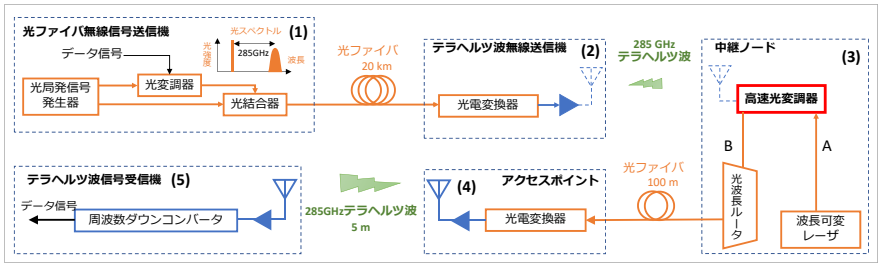


図3　テラヘルツ周波数帯でのRoFシステム

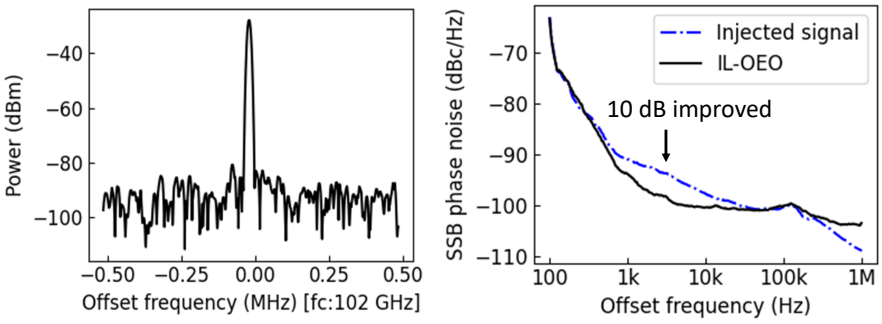


図4　光電気発振器により生成した102 GHz基準信号（左）とノイズ評価（右）

3.2.4 ワイヤレスネットワーク研究センター

研究センター長　豊嶋 守生

■概要

Beyond 5G時代を見据えて、非地上系ネットワーク（NTN）と地上系の融合により海洋から宇宙まで3次元のシームレスな通信ネットワークをグローバルに拡張し、あらゆる状況や環境の下で「つながる」ワイヤレスネットワーク技術の研究開発を推進している。令和4年度は第5期中長期計画の2年目にあたり、新たな中長期目標に基づいて研究開発を推進した。

■主な記事

1．令和4年度における研究開発の主要トピック

(1) 次世代ワイヤレス技術

サイバー空間上で電波システムを模擬するワイヤレスエミュレータの研究開発に関して、令和5年3月16日に「ワイヤレスエミュレータ利活用シンポジウム」を開催し成果の周知に貢献するとともに、物理ノードの実装技術の論文がWPMC2022でBest Paper Awardを受賞した。令和4年6月28日、7機関連名で2.3 GHz帯ダイナミック周波数共用システムの実証及び実用化への貢献を認められ、第33回電波功績賞総務大臣表彰を受賞した（図1）。見通し外の山岳地帯においても水質センサよりデータ収集が可能であることを示した論文がWPMC2022でBest Paper Awardを受賞した。さらに、海水中で利用可能な海中チャネルサウンダの開発の論文が2021年度電子情報通信学会論文賞を受賞した。その他詳細は、研究室の記述を参照いただきたい。

図1　第33回電波功績賞総務大臣表彰受賞の様子

(2) 宇宙通信基盤技術

衛星5G技術を活用した地上・衛星ネットワークの連携を目的として、欧州宇宙機関（ESA）と連携し、実衛星と地上の5Gコアをつないだ国内初の日欧間長距離衛星5G実験成功のプレスリリースを発行し、多くの反響を得た。また、Ka帯平面アンテナのデバイス検討を行い、消費電力50％の削減を達成できることを確認し、低価格・低消費電力化への見通しを得た。超小型高速光通信機器のブレッドボードモデルの評価を行い、今中長期計画初期目標であった400 Gbpsから、NTNの需要拡大により、波長分割多重方式（WDM）による5倍の最大2 Tbps伝送を実現する2種類の飛翔体搭載用初期モデルを完成した。その他詳細は、研究室の記述を参照いただきたい。

2．各種イベントの開催

(1) スペースICT推進フォーラムの事務局活動

スペースICT推進フォーラムは衛星通信に関連する企業・機関やユーザー等が広く参加するコミュニティを形成し議論する場を設けることを目的に令和2年に設立され、事務局はNICTとJAXAが担当している。本フォーラムの令和4年度定期総会を令和4年6月2日に開催した。また、フォーラムの活動を広く紹介し、日本における宇宙のICTを様々な分野に拡大していくため、一般に公開の第2回スペースICT推進シンポジウムを令和4年11月10日に約430名（前回比+13％）の参加で開催し、フォーラムの会員増加と知名度向上を目指した（図2）。2個の分科会（衛星5G / Beyond 5G連携技術分科会及び光通信技術分科会）を運営し、議論を行いとりまとめた。

(2) WTP 2022への出展及び講演

令和4年5月25～27日の3日間、「ワイヤレス・テクノロジー・パーク（WTP）2022」において、最新成果の展示及び講演を行った（図3）。同イベントは、ワイヤレスの最新技術や人材交流及びビジネスマッチングを目的とした国内最大級のワイヤレス専門イベントで、NICTは特別協力という形でサポートを行っている。

(3) 周波数資源開発シンポジウム2022の開催

令和4年7月8日、明治記念館にて周波数資源開発シンポジウム2022を開催した（図4）。本シンポジウムは、電波利用拡大に対応するため、安定した周波数資源の確保

図2　第2回スペースICT推進シンポジウムの様子

図3　WTP 2022におけるNICTブースの様子

図4　周波数資源開発シンポジウム2022の開催の様子

図5　国際会議WPMC 2022における開会式の挨拶（門脇理事）

と利用の効率化を目指し、周波数資源開発を巡る様々な取組をテーマとして毎年開催しており、産学官の専門家による講演を頂いた。

(4) 国際会議WPMC 2022の開催

令和4年10月30～11月2日の日程で、WPMC 2022（International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications 2022：国際パーソナルマルチメディア無線通信シンポジウム）をYRP研究開発推進協会、デンマークオーフス大学との共催によりデンマークヘアニングのオーフス大学キャンパス及びMCHヘアニングコングレスセンターで開催した（図5）。28か国から計166編の論文投稿があり、査読を経て117編を採択し61編の論文が発表された。

(5) 第27回震災対策技術展への出展

令和5年2月2・3日にパシフィコ横浜で開催された「第27回震災対策技術展」に、宇宙通信システム研究室を中心に「災害時に役立つ衛星通信システム」をテーマに展示を実施した。本技術展は、災害時の被害軽減のための技術・製品の普及を目的とし、NICTは平成19年から毎年出展して研究成果の広報に努めている。

3．情報通信施策等への貢献

総務省の情報通信審議会や関連委員会等において、専門委員、主任及び構成員等として専門的知見に基づき無線技術に関する法制化案の審議に寄与した。YRP研究開発推進協会で代表幹事を務め、また、ITS情報通信システム推進会議においては、技術企画委員長を務め、関連技術の企画に貢献した。さらに人材育成に関して、学会等で研究者募集等を実施し、研究センターの情報発信及び人材確保について活動を行った。

4．視察、見学対応

オーストラリア大使館、総務省、会計検査院、地方独立行政法人北海道立総合研究機構、自衛隊（海上、陸上）、防衛装備庁、内閣衛星情報センター、茨城新聞社、千葉工業大学、茨城県鹿嶋市教育センター、愛媛県防災危機管理課等による約30件（横須賀、本部、鹿島の合計）の視察・見学の受入れを実施し、横須賀地域研究機関等連絡協議会への参加、小中学校の理科特別授業の講師、中学生を対象とした職場体験学習等を通じて、ワイヤレス通信の技術動向や研究センターの活動を紹介し、研究開発成果への理解と啓発活動に努めた。

3.2.4.1 ワイヤレスシステム研究室

室長（兼務）　松村　武　ほか30名

B5G時代の新たな社会基盤を創る次世代無線技術の研究開発

■概要

Beyond 5G（B5G）時代には、リアルとバーチャルが融合した新たな社会基盤が実現すると考えられる。無線通信技術においては、5Gの3つの性能要件である高速大容量、超低遅延・高信頼、多数接続の進化に加え、自律性や拡張性等の新たな機能追加による更なる発展が求められている。3GPPにおいても、AI利用を前提とした通信制御技術や、メタバースやドローン／ロボットなどを対象としたサイバーフィジカル融合に関連する技術等、新しい概念を取り込んだ議論が加速している。ユースケースの多様化への対応や大規模かつ複雑なモノ主体システムを実現するための課題としては、異なる性能の無線アクセスを技術面・リソース面で様々に連携させ、ネットワーク全体でこれらの要件を満たすための技術確立が挙げられる。この中には、昨今の大規模災害等における地上系ネットワークのリカバリとして期待される衛星やHAPS等が提供する無線アクセスも含まれる。また、新規技術の設計・検証・評価に必要なコストや期間の増大を解決する必要があり、仮想環境を用いた新たな無線評価技術への期待が高まっている。さらに情報伝送量の増加に備え、周波数利用効率を向上させる新たな無線アクセス技術やテラヘルツ通信の開発、海中等の極限環境をも想定した無線エリアの拡張等、挑戦的な課題への取組を推進する必要がある。

ワイヤレスシステム研究室では、地上系電波利用の有効な提言を行う唯一の国立研究機関であるNICTの役割を念頭に、国内電波産業界とも密な連携を図りつつ、標準化・認証等を経て成果の社会展開を図ることを目標として先進的な研究開発を推進している。具体的には、1. サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術、2. 端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステム、3. モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発をサブプロジェクトに設定し、研究開発を進めている。

■令和４年度の成果

令和4年度は、上述の3つのサブプロジェクトにおいて、それぞれ次のような成果を上げた。

1．サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術

サイバー空間上で電波システムを模擬し、低コスト、短時間で次世代システムの評価・検証を可能とするワイヤレスエミュレータの開発を国内10機関及び総合テストベッド研究開発推進センターと共同で推進し、物理ノードの実装技術の成果をまとめた論文がWPMC2022でBest Paper Awardを受賞した。また、ワークショップ及び企画セッションをIEEE PIMRC2022で主催し、さらに「令和4年度ワイヤレスエミュレータ利活用シンポジウム」において、ITSやスマートオフィス等の利活用シナリオを想定したデモや5G NRを実装した疑似無線機による動画伝送デモを実施するなど、成果の発信に努めた（図1）。ネットワーク最適化技術として、ベクトル量子化に基づく移動基地局最適配置アルゴリズムを提案し、エッジ・ユーザ容量を約36 %向上できることを示した論文がIEEE TWCに採録された。サイバネティック・アバターの遠隔制御基盤技術として低遅延・低ジッタ化を可能とするネットワーク構成を提案し、ムーンショット目標1の新規プロジェクトに採択された。B5Gを想定した電波伝搬測定技術として複数ミリ波帯の特性を双方向に5分程度の短時間で測定する方式を開発し、屋外市街地で半径数百mのエリアの電波伝搬特性を網羅的に測定する大規模測定を実施し、その有用性を示した論文がIEEE ICC2022、ISAP2022に採択された。また、開発したテラヘルツ帯の

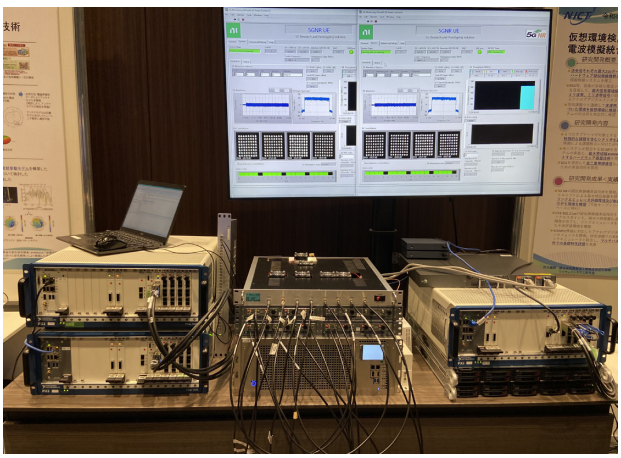


図1　5G NRを実装した疑似無線機のデモの様子

電波伝搬モデルが日本提案寄書としてITU-Rに入力され、国際標準モデルの継続議論の対象となった。

2．端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステム

スペクトラム利用高効率化について、2.3 GHz帯を5Gと共用する動的周波数共用技術の制度化への貢献が高く評価され、7機関連名でARIB電波功績賞総務大臣表彰を受賞した。また、通信品質に悪影響を与えるとされていた非線形特性が、全二重通信において自己干渉の除去を容易化できること、増幅器の非線形特性に応じて最適特性を実現できることを世界で初めて理論解析により示した論文がIEEE TWCに採録された。複数無線ネットワークアクセス制御技術として、自営網エリアの動的定義を可能とし、環境変化があっても自営スポットセルへの接続時間短縮を実現する技術を開発した。また、マルチリンク通信制御の主流となることが見込まれるMP-QUIC方式によるマルチリンク集約技術の研究開発を実施し、3GPP SA2にて、海外主要機関を含む27社の共同提案が合意され、QUICベースの提案を入力する土台を確立した。

図2　製造現場における無線通信トラブル対策事例集第二弾

工場環境における無線通信の安定制御技術に関するライセンシングにより国内大手電機メーカが開発した「無線通信安定化ソリューション」が国内自動車ソリューションメーカの無線通信モジュールに組み込まれ、さらに国内大手自動車メーカの実工場に導入された。また、SRF無線PF規格に準拠した国内企業の4種の製品が、FFPAにおいて、SRF製品群の第1号として認定を受けた。製造現場において生じた無線通信機器のトラブルとその対策に関する14の新たな事例をまとめた「製造現場における無線通信トラブル対策事例集第二弾」を一般公開した（図2）。

3．モビリティ制御・無線エリア拡張技術

飛行レベル4を想定した高信頼な無線通信技術を開発し、4機のドローンによる自律群飛行及び衝突回避の実証実験に世界で初めて成功した。本成果がドローン研究最前線技術を特集した民放番組に取り上げられ、全国に放送された（図3）。また、本実証に関する学術解説記事が「光技術コンタクト」に掲載された。多段中継を想定した169 MHz帯を用いたコマンド・テレメトリ通信の固定翼ドローンへの実装技術を向上させ、1ホップ中継通信により10 kmの長距離通信に成功した。低遅延と多数接続を両立する無線アクセス技術STABLEについて、国内企業と連携し、5G NR上でSTABLEを動作させるための基地局を開発した。また、連携企業が開発した端末が、基地局からの同期信号を受信し、同期が確立できることを確認した。特徴の異なる複数の無線システムを統合した水質モニタリングのための自律ネットワーク構成技術に関する論文がIEEE IoTに採択された。また、チニ湖（マレーシア）における実証実験により、見通し外の山岳地帯においても水質センサよりデータ収集が可能であることを示した論文がWPMC2022でBest Paper Awardを受賞した（図4）。測距など様々な応用が期待されるUWBに関して、産業界が求める屋外利用条件を明確化したARIBのSTD-T91 _V4.0規格の策定に貢献した。海中における電波を利用した無線通信の実現を目的として、海水中で利用可能な無線通信実験系（海中チャネルサウンダ）の開発と測定結果について報告した論文が2021年度電子情報通信学会論文賞を受賞した。

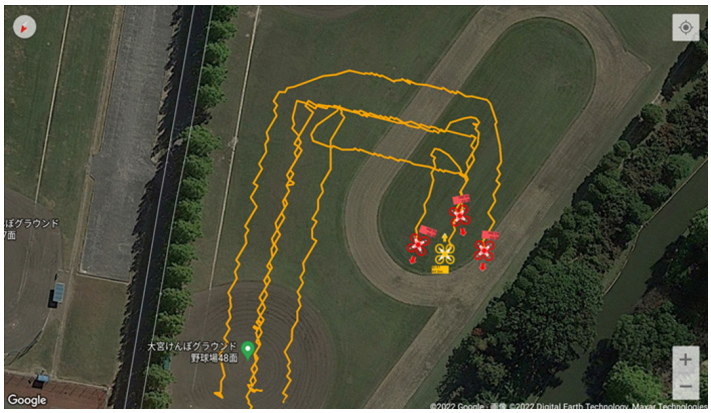


図3　4機のドローンによる自律群飛行の飛行軌跡

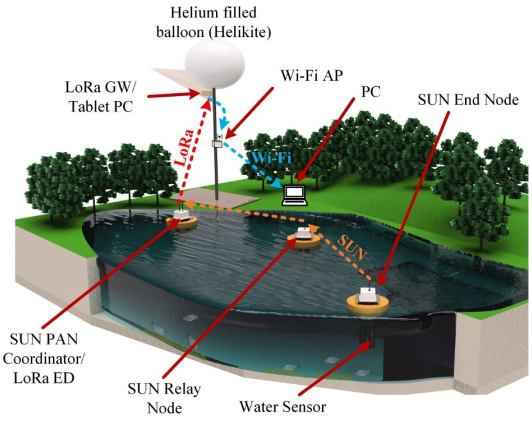


図4　チニ湖における水質データ収集ネットワーク

3.2.4.2 宇宙通信システム研究室

室長　辻　宏之　ほか33名

地上から海、空、宇宙を3次元的につなぐBeyond5G時代のネットワーク

■概要

第5期中長期計画において宇宙通信システム研究室では、世界中で小型衛星、高高度プラットフォーム（HAPS）、ドローンなどの様々な非地上系ネットワーク（NTN）プラットフォームの開発が進む中、Beyond 5G（B5G）時代のNTNにおける地上から宇宙までをシームレスにつなぐ高度な情報通信ネットワークの実現に向けて、効率的なデータ流通を実現する衛星フレキシブルネットワーク基盤技術及び小型化・大容量化・高秘匿化を可能とする光通信の研究開発を推進している（図1）。衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の研究開発においては、衛星・航空機・ドローン等が3次元方向に展開され、それぞれ高度や特徴が異なるため、個々の通信容量や遅延特性等を踏まえ統合的かつ効率的なデータ流通を可能とする研究開発に取り組んでいる。一方、大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術の研究開発では、小型かつ大容量通信可能で、周波数資源ひっ迫の解決として期待される光通信技術を、デジタル化によるフレキシブルな通信技術の適用により、陸上・海上・空域・地球近傍・月等あらゆる場所の多地点間をつなぐ技術の実現に向け研究開発を進める。また、安心・安全で高秘匿な無線通信システムを確立するため、宇宙における高感度・量子暗号通信の基盤技術の研究開発等に取り組む。以上の技術を活用し、衛星等を用いた要素技術の実証実験を実施し、実用化を目指した基盤技術を確立するとともに、標準化・産学との連携を推進する。以下に、衛星フレキシブルネットワーク基盤技術と大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術の各プロジェクトについて令和4年度の成果を述べる。

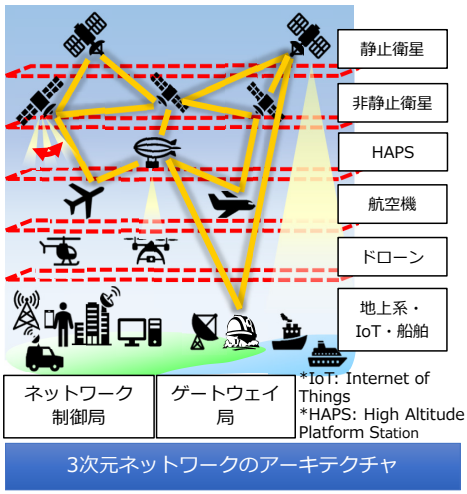


図1　宇宙から地上までが3次元的に接続されるネットワーク

■令和４年度の成果

１．衛星フレキシブルネットワーク基盤技術

衛星地上統合技術の確立に向けた欧州宇宙機関（ESA）との日欧共同実験並びにNICT委託研究について、実衛星と地上の5Gコアをつないだ国内で初めての実験となった日欧間長距離衛星5G実験成功のプレスリリースをESAと日本で発行して成果をアピールし、Webニュースなどに多く掲載されるなど大きな反響を得た。また、次の共同実験Phase2に向け、NTN-5G統合のキー技術の有効なデモを行うための実験計画・試験構成を策定した。一方、次世代衛星通信システムの開発では、PFM（プロト・フライト・モデル）である衛星搭載用10 Gbps光通信機器・ビーコン送信機含む搭載品の衛星本体への引き渡しに向けた搭載機器の製造・評価を継続実施した。これにより、今中長期で目指す世界最高レベルの10 Gbps超高速光通信や5G / B5G実証の最重要要素である衛星搭載機器の開発を進展させた。地上系システムでは、衛星通信と5G / B5Gが連接し、かつ電波の放射ビームや周波数帯域割当、フィーダリンク局選択をフレキシブルに制御する衛星用地球局制御技術について、総務省委託研究を活用し技術試験衛星9号機（ETS-9）の可変ビーム・周波数帯域・フィーダリンク局選択機能に対

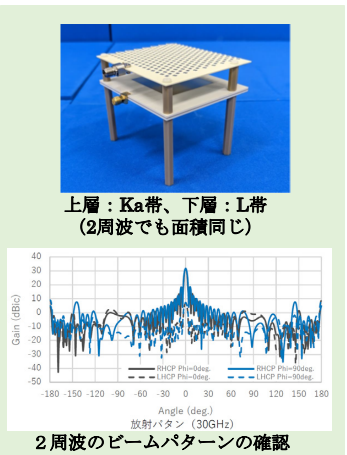


図2　異なる周波数帯の通信に対応可能なデュアルバンド平面アンテナ

応した衛星運用計画作成技術及び通信トラヒック・ユーザ位置情報・雨量・雲量率等の予測に従って最適リソース割当を実施するリソース制御技術を開発し単体評価を完了した。加えて、社会実装に向けた異分野連携を促進するため、令和5年3月現在162者が加入するスペースICT推進フォーラムの運営を継続し、公開シンポジウム及び8回に及ぶ検討会・交流会や衛星5G / B5G連携技術分及び光通信技術分科会を計6回開催するなど国内コミュニティを拡大した。

国際標準化については、ITU-R　WP5Dにおいて将来技術トレンド（FTT）報告書がNICTの成果を反映してまとまり、11月のSG5会合での承認を経て発行された。また、アジア太平洋地域の標準化団体であるAWG会合において、NICTから令和4年3月の会合で提案し採択されたNTNの新報告作成の議題に対し、令和4年9月に開催された会合に、NICTの成果を含む寄与文書を提出し報告書案を改定した。一方、今後のKa帯の衛星通信の普及に先駆け、Ka帯平面アンテナの低価格・低消費電力化を目指し、設計作業やデバイス検討を行い消費電力50％の削減を達成できる見込みを得た。さらに、衛星通信の用途や通信環境に応じて異なる周波数帯の通信に対応可能なデュアルバンド（Ka帯・L帯）平面アンテナでは、アンテナ素子の積層方法を工夫することにより、半分の面積で異なる複数の周波数帯に対応できるなどの性能を取得した（図2）。

2．大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術

NTNでの大容量光通信の実現に向け、超小型高速光通信機器（ブレッドボードモデル）の評価を行い、今中長期計画初期目標であった400 Gbpsから、NTNの需要拡大に対応するために、光波長多重（WDM）による5倍の最大2 Tbps伝送を実現する飛翔体搭載用初期モデル（プロトタイプモデル）を完成した（図3）。また、超小型（6U）低周回軌道衛星に搭載可能な光通信端末の設計を完了した。これらの成果は3件の学術雑誌に採録された。一方、衛星光通信実験からの光子計数データを用いてチャネル透過率の統計的変動を検証し、光地上局における光子計数予測のための深層学習アルゴリズムを開発した。また、大気ゆらぎや指向追尾誤差の影響下で、量子ビット誤り率等への影響を数値的に求め、将来の衛星量子鍵配送（QKD）ミッションへの設計指針を示すとともに、量子大気チャネル上の光子数ゆらぎを予測するため、深層学習に基づく長短期記憶（LSTM）リカレントニューラルネットワーク（RNN）を用いた手法を提案した。この成果により、将来の衛星ベースの様々なプロトコルを用いるQKDネットワークにおいて、正確な光子数の計算が可能になり、伝搬特性の自律的な推定と最適化を可能とし、宇宙における光通信や量子通信の分野に大きく貢献した（図4）。この結果はNature Communications Physicsに採録された。宇宙光通信で通信品質に影響を与える大気揺らぎ対策として、受信系補償光学系と適切な光学的インターフェースをとるべき精追尾光学系の調整を行い、天体や衛星反射光を使っての補償光学系の定量的評価を通して補償光学系のない場合との比較で5 dB以上改善できることを確認した。この成果によりETS-9の実証実験を行う上での光通信の回線成立性を確保した。また、送信補償光学系の概念設計とシミュレーションを行い、地上側でのビーム波面形成によりビームの強度中心の方向ずれの補正と局所的なビームの方向ずれを補正し、受信効率劣化の低減に関して、地上受信での方向ずれ補正と同等の3 dB程度の定量的な改善が得られることを確認した。一方、深宇宙光通信の要素技術である補償光学系の検証に必要となるディジタルコヒーレント方式と宇宙データシステム諮問委員会（CCSDS）規定のHDR方式を実現する高感度光フロントエンド装置の試作を行い、オフライン処理で-54 dBm以下の受信感度におけるユーザレート1 Gbpsを達成した。また、衛星光通信の標準化活動として、令和4年度は6回のCCSDSのスペースリンクサービスエリア（SLS）の光通信のWG（OPT）会議に参加し、NICTでの研究開発活動について発表やサイトダイバーシティ関係のBluebook検討を開始した。

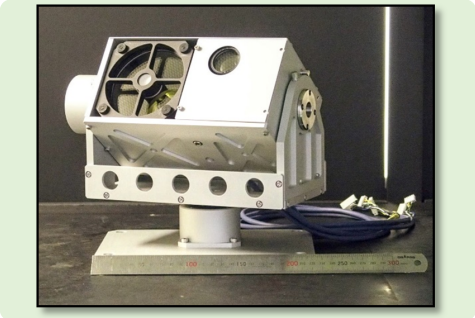


図3　超小型高速光通信機器のプロトタイプモデルの完成

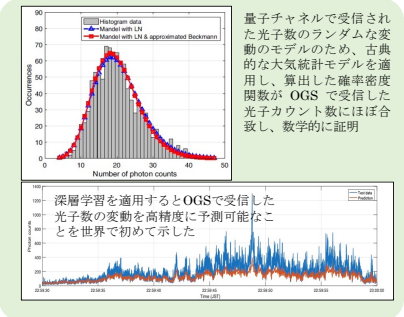


図4　将来の衛星量子鍵配送（QKD）ミッションへの設計指針の導出

3.2.5 レジリエントICT研究センター

研究センター長　井上 真杉

■概要

本研究センターは、東日本大震災の教訓を活かして災害に強いICTの研究開発を行うために平成24年度に発足した耐災害ICT研究センターを継承し、令和3年度に活動を開始した組織である。令和4年度も引き続き、大規模災害や障害等の様々な事象によりネットワークの分断や再統合といった動的変化が生じるタフフィジカル空間でも機能する情報通信基盤の構築技術や、自然現象の急変を検知するレジリエント自然環境計測技術の研究開発をサステナブルICTシステム研究室が実施し、光ネットワークのレジリエンシーを向上させる基盤技術の研究開発をロバスト光ネットワーク基盤研究室が実施し、国土強靭化に向けて産学官連携等を通じて研究成果の社会実装を促進する取組を企画連携推進室が実施した。各成果は各室のページに委ね、ここでは本研究センターの各室が横断的に取り組んだ成果を記載する。

■主な記事

センター内横断の取り組み成果例

1．レジリエントICT研究シンポジウム2022+開催

11月17日にレジリエントICT研究シンポジウム及び研究成果展示を仙台及びオンラインで開催した。耐災害ICT研究センター及び耐災害ICT研究協議会の設立10周年の節目にあたり、また新型コロナウィルス感染症の影響下での防災・減災・国土強靭化への取組にあたり国民生活に不可欠な情報通信インフラ・システムのレジリエント化の重要性が一層高まっている状況を踏まえて企画した。シンポジウムは、強靭なB5G実現に向けた総務省による基調講演のほか、今後の防災、レジリエントな社会基盤とその研究方向性、豊かなコミュニケーションを実現するICTなど4件の講演で構成した。併設した研究成果展示では、本研究センターの6件のほか、耐災害ICT研究協議会会員でもある6機関から実物展示を含む出展を行った。300名以上の参加を得て、河北新報、電波新聞及び電波タイムズに大きく掲載されるなど期待や関心の大きさが確認された。なお、併せて、NICT、東北大学、関係自治体や企業の参加を得て、レジリエントICT研究センター設立10周年記念式典も開催した。

2．World BOSAI Forumへの参画

World BOSAI Forumは、スイスの防災ダボス会議と連携し、国内外から産・官・学・民の防災関係者が集まる日本発の国際市民フォーラムである。3月に仙台で開催されたフォーラムにおいて、本研究センターはレジリエントICTの社会実装に向けて国内外関係者と交流し新たな取組の醸成につなげることを目的に、「Resilient

図1　レジリエントICT研究センターの概要

ICT for Sustainable Society –R&D, Demonstration, and Deployment–」と題するセッションを企画し実施した。現代社会のレジリエンスを向上するため本研究センターが研究開発と社会実装に取り組む3つの技術について、NICTの担当研究者並びにそれらの利活用研究や実証に取り組むマレーシアやタイの研究者が登壇し、技術の詳細や設置環境などについて活発な質疑が行われた。

取り上げた技術

・NerveNet：インターネットやクラウドサービスを使わずにレジリエントな情報共有・通信機能をローカルエリアに提供する技術。平時／災害時の公衆通信網の代替手段として利用可能。

・映像IoT：市販カメラと携帯電話回線を使い高品質で低遅延の映像監視を安価に提供する技術。AI解析機能を実装することで、災害／事故／気象／交通状況などを検知・追跡し、都市規模の監視も実現。

・インフラサウンドセンシング：遠隔地の津波や噴火による空振（火山噴火等による空気の急激な圧力変化が大気中を伝わっていく現象）を捉え、その発生位置や規模の推定への利用が期待される技術。昨年のトンガ海底火山噴火や桜島噴火での事例を紹介。

図2　レジリエントICT研究シンポジウム2022+の模様

図3　World BOSAI Forumで企画・実施したセッション模様

3.2.5.1 企画連携推進室

室長　　長妻　努　ほか11名

実際の災害で支援できる研究成果の社会展開を目指して

■概要

国土強靭化に向けた取組の推進として、企画連携推進室はセンター内の各研究室・研究プロジェクトとの連携協力体制の下、耐災害ICTの社会実装に向けた連携及び研究成果の社会展開活動に取り組んだ。具体的には、防災訓練などを通じた実証実験及び実災害時の利活用、シンポジウムや展示などを通じた研究成果の社会展開を実施するとともに、東北大学及び各大学との連携推進、産学官連携の推進等の活動を実施した。また、戦略的プログラムオフィスの地域連携・産学連携推進室の東北ICT連携拠点として、東北地域の産学官連携推進及び地域でのICT利活用推進の活動を行った。

■令和４年度の成果

1．レジリエントICTの基盤研究、応用研究の推進及び研究成果の社会展開活動

国土強靭化に向けた取組の推進として、サステナブルICTシステム研究室やロバスト光ネットワーク基盤研究室と連携して、レジリエントICTの社会実装に向けた技術実証や研究成果の社会展開に向けた活動に取り組んでいる。和歌山県白浜町との連携として、NerveNetを基盤としたデジタル田園都市国家構想推進交付金（デジ田）（デジタル実装タイプ（TypeI））申請「耐災害ネットワークを活用した転職なき移住の実現」の検討に協力して本件が採択され、実装にも協力した（図1）。また本事例をグッドプラクティスとして、非技術者である自治体職員に理解しやすく、利用可能な財源も記載して導入検討できる内容にした説明資料を作成し、協力研究員等による各自治体への訪問・説明や、複数の地方総合通信局を通じて各自治体にアプローチするなど地方自治体への事業展開支援を行い、令和4年度補正予算のデジ田・デジタル実装タイプの交付金対象事業に宮崎県延岡市がNerveNetを活用した事業を提案し採択された。ダイハードネットワーク®システムを基盤とし民間企業と共同開発している地方自治体向けの防災情報通信・管理システムの通信機機器の基本特性の測定、システムのスループット・パケットロスの評価・考察を行い、同システムの高知県香南市への本導入が行われた。また通信途絶領域においてSIP4D®とのデータ連携を可能とするポータブルSIP4Dの実証実験に成功し基本機能拡張の開発を完成させた。

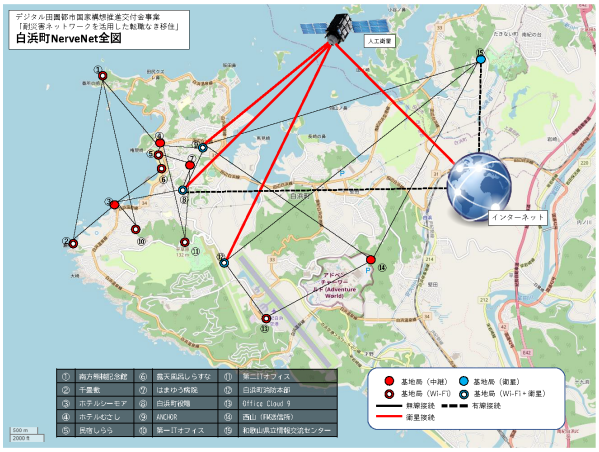


図1　和歌山県白浜町NerveNet全体構成図

地域課題解決型研究の推進を通じた社会実装の促進として、宮城県女川町のニーズに基づく豪雨による冠水等に対する幹線国道交通渋滞状況等モニタリングの実証実験を継続し、町によるアプリの公開に向けた準備を進めるとともに、港湾監視、津波監視等を目的とした、出島（女川町）への映像IoT装置の設置に向けた調整を行った。また、（一社）全国地域活性化支援機構のレジリエントICTの社会実証・実装例や技術に関する視察・研修を行い、地域ニーズと映像IoTやNerveNet（シーズ）のマッチングが取れた自治体向けソリューションの検討や一部自治体への情報展開（京都府京丹後町など）が行われた。さらに、陸上自衛隊開発実験団等からの要望により、今後の研究交流、連携に向けてレジリエントICTに関する研究交流会を開催した。

シンポジウム・展示などを通じた研究成果の社会展開活動として、レジリエントICTの研究開発成果を一般市民や学生に分かりやすく紹介することを目的としたNICTオープンハウスin仙台（10月8・9日）を開催した。研究紹介の動画公開やオンラインコンテンツによる体験・クイズコーナーなどのオンラインコンテンツを公開すると共に、ラジオを製作する親子電子工作教室を実開催した。また、展示への参加として、国や地方自治体が実施する防災訓練での展示（5月：高知県、国交省＠宮城県、

10月：岩手県）に参加し、自治体の災害時の実働組織の関係者の他、首長等にも直接、耐災害ICTの技術を実地で紹介した他（図2）、ICTフェアin東北2022（6月：オンライン）、NICTオープンハウス（6月：本部）、ぼうさいこくたい2022（10月：神戸市、現地開催＋オンライン）、など11件のイベントに積極的に出展し、成果技術とその効用を幅広い属性の来場者にアピールした。加えて、令和4年3月に当センターが開催した研究シンポジウムをきっかけに、電波技術協会誌FORNの2022年9月号にてレジリエントICT特集号を企画・出版し、NICT内（研究センター及び他部署）及び大学の研究者の研究成果を含む10編のレジリエントICTの取組を紹介した（図3）。

国際標準化活動として、ASTAP33にて提案し新作業項目として承認された「レジリエントな地域情報共有・通信システム」の取組としてASTAP34において寄書入力を行った。また、国際化の取組として、総務省主催「ITU加盟国のキャパシティビルディング事業」で開催された第1回、第3回Workshopにおいて、「ICT＆Resiliency」をテーマとしたパネルディスカッションのモデレータ、依頼講演を行った。

2．東北大学及び各大学との連携推進、産学官連携の推進

霧島硫黄山での自立型の映像IoTとインフラサウンドの火山観測の3年間の継続運用の開始（9月～）、桜島の火口域の高精細画像取得の観測の開始、自立型映像IoTシステムによる鳥獣被害対策検討として、川渡フィールドセンターでの試験観測の実施など、東北大学マッチング支援事業（共同研究6件）を軸とした連携や、APTによるスリランカやネパールでのNerveNetの国際連携プロジェクトなど、大学・研究機関との研究連携を推進した。また、電磁波研究所電磁環境研究室の東北大学AIE卓越大学院における活動を支援した。

さらに、宮城県内の農業高校と連携して、映像IoT技術を活用してニューノーマル時代にも対応可能な遠隔農業実習・指導システムや、時空間データを活用した農業実習教材アプリケーションの高校の課題学習での利活用に取組み、同高校の生徒が課題学習においてNICTが開発した遠隔農業実習・指導システムを用いた色麻学園の生徒に対する遠隔実習を自ら企画・立案・実施し、高校内外から高い評価を得た（図4）。

3．地域連携の推進

戦略的プログラムオフィスの地域連携・産学連携推進室の東北ICT連携拠点として、東北地域の産学官連携推進及び地域でのICT利活用推進の活動を行った。ICTを活用した東北地域の課題解決に向けた大学・高専との連携として、電気関連学会東北支部大会の企画セッション「地域課題とICT－レジリエンシーの向上と産学官地域連携－」（8月24日）をオンライン開催したほか、NICTと東北大学が連携し、大学・企業・地方自治体との連携、地域貢献、人材育成、研究課題の発掘等を目的として、仙台都市圏の地域課題を解決する新しいアプリやサービスを検討・提案する、「アイデアソン+仙台」ICTでつくるみらい社会　～10年先のICTでくらしを豊かに～を10月1・2日にオンライン開催した。

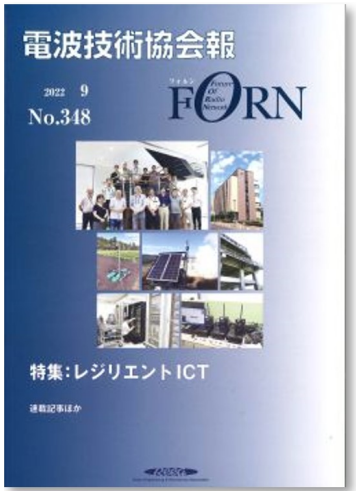


図3　電波技術協会誌FORN　レジリエントICT特集号

図2　令和4年10月29日 岩手県総合防災訓練（岩手県大船渡市）

図4　遠隔実習・指導システムを用いた加美農業高校–色麻学園の遠隔実習

3.2.5.2 サステナブルICTシステム研究室

室長　　滝沢 賢一　ほか9名

通信環境や自然環境の急激な変化に対応するICTの実現をめざして

■概要

大規模災害や障害等の様々な事象によって引き起こされる急激な変化に対しても、サービスの持続的提供を支える情報通信技術の実現に向けて、ネットワークの分断や再統合といった動的変化が生じるタフフィジカル空間においても、情報通信資源を適切に割り当て、自律的に再構成する情報通信基盤の構築技術に関する研究開発に取り組んでいる。また、自然現象の急変の検知を可能とするため、環境計測センサ群からの情報を収集し、データを総合的に可視化・解析するレジリエント自然環境計測技術に関する研究開発に取り組んでいる。

■令和４年度の成果

タフフィジカル空間における情報通信基盤の構築に向けて、回線途絶リスクの定量化及び検出に向けたカメラ画像を用いたリアルタイム電波伝搬予測技術の開発に取り組むとともに、回線途絶前のバックアップ回線確立に向けた非再生低遅延中継通信を用いた無線アクセス技術の開発を行った。また、遍在する情報通信資源を自律分散環境下でも利用可能とする分散資源発見・活用技術に関する研究開発に取り組み、その機能検証を実施した。さらに、レジリエントな自然環境計測の実現に向けて、インフラサウンドセンサーデータ、気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション結果及び映像IoT情報システムによってフィールド画像から抽出された情報を、時空間GISプラットフォーム上で時系列に可視化する技術の開発に取り組むとともに、電源自立性に配慮した無線通信機能を備えた高耐候・省電力IoTモジュールを開発し、実フィールドにおける実用性能評価を実施した。主な成果は以下のとおり。

１．タフフィジカル空間情報通信基盤技術

カメラ画像を用いたリアルタイム電波伝搬予測技術について、電磁界解析計算を併用した転移学習を用いた新たな予測手法を提案し、前年度までに考案した手法と比較して、学習データ数を10分の1以下に削減できることを実証した（IEICE Communications Expressに採択済）。また、非再生低遅延中継通信による低遅延無線の通信範囲（カバレッジ）拡大手法について、低遅延で干渉抑圧処理を行う非再生低遅延中継手法を特許出願し、無線通信システムとしてLTEを用いた機能検証を行った結果、LTEの仕様変更を行うことなく、端末（市販スマートフォン）に対して中継通信が行えることを確認した。本研究成果の社会実装に向けて、民間企業からモビリティ分野への適用に関する研究を受託し、関連特許14件を出願した。3GPPにおける標準化活動として、RAN1 Release18（5G Advanced）における議題「Network-controlled repeater」

図1　非再生低遅延中継手法によるLTE信号中継の実証と試験用トンネルを使用した実フィールド試験の様子

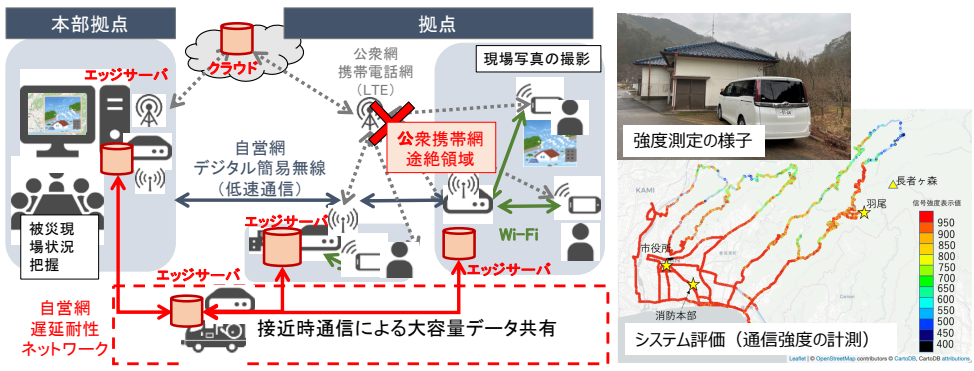


図2　高知県香南市へ導入されるシステム評価（システム概要と評価の一例）

へ3件の寄与文書を入力し、寄与文書が引用された合意案が最終レポートTechnical Report 38.867に記載された。また、遍在する情報通信資源を自律分散環境下でも利用可能とする分散資源発見・活用技術に関する研究開発として、クラウドサーバへの接続回線途絶時にもエッジノード間で自律分散的にクラウドサービスの自動再構成機能の設計とシミュレーション上での機能検証を完了し、機能実装を着手した。

また、限られた無線通信資源を効率よく利用する手法として、非直交多元接続において、量子効果を活用したアニーラによる解の探索手法を考案して特許出願を行い、古典計算による厳密解の計算と同等の収束性能を示しつつ、必要な計算時間を10分の1以下（QPSK信号の7台重畳時）へ削減できることを、量子アニーリングマシンを利用した実験によって実証した（IEEE通信ソサイエティのフラグシップ国際会議ICC2023に採択済）。また、NICTが開発した高精度時刻同期技術「Wi-Wi」による研究成果として、秘匿性を備えた新たな無線通信手法（特許出願済）について、実験によって秘匿容量の実証を行った（IEEE通信ソサイエティのフラグシップ国際会議Globecom2022で発表）。

その他、NICTの研究成果の社会実装に向けた成果として、1）高知県香南市へ導入されるシステム評価：香南市が民間企業へ発注した「防災情報通信・管理システム」（NICTの技術を含む）に関する評価を完了した。2）ポータブルSIP4Dの開発（防災科学技術研究所・国際電気通信基礎技術研究所（ATR）との共同受託による研究開発）：防災科学研究所が運用するSIP4D®（基盤的防災情報流通ネットワーク）に対して、接近時高速無線接続技術（NICTの技術）を適用することで、大規模災害等によってクラウドサーバへの通信回線が途絶した場合でも、入力した災害情報の情報同期を実現する機能の実装と動作検証を完了した。

2．レジリエント自然環境計測技術

インフラサウンド（周波数20 Hz以下の可聴下域の長周期音波）データの観測・解析手法に関連して、音源位置推定手法（音響インテンシティ計測が不要でありかつ雑音の影響を受けにくい、複数点の観測データから音速と到来方向を同時推定する手法）を提案し、令和4年1月に発生したトンガ海底火山噴火に伴う空振（火山噴火等による空気の急激な圧力変化が大気中を伝わっていく現象）の観測データによって実証した（IEEE信号処理ソサイエティのフラグシップ国際会議ICASSP2023に採択済）ほか、令和4年7月に発生した九州地方の火山噴火においても本手法の有効性を確認した。また、推定手法の高度化に向けて、宮城県、東京都、鹿児島県に観測点を各1か所追加した他、新たに北海道（4か所）、沖縄県（4か所）、高知県（1か所）に観測点を設置し、総計25か所から成る観測網を構築した。あわせて、日本気象協会が提供する「インフラサウンド・モニタリング・ネットワーク」を通じた研究目的での観測データのオープン化を推進し、47件（機関及び個人）のデータ利用登録を受けた。また、インフラサウンドセンサーデータ、気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション結果及び映像IoTシステムによってフィールド画像から抽出された各種情報について、時空間GISプラットフォーム上に時系列可視化するツールの開発を進めた。また、電源自立性に配慮した無線通信機能を備えた高耐候・省電力IoTモジュールを開発として、火山観測を対象に設計した電源自立型（太陽光パネル＋燃料電池）映像・インフラサウンド観測装置を九州地方の活火山に設置し、昨年度に実施した短期運用において安定動作が確認できたことから、長期稼働（目標：3年間）試験を前倒しで開始した。

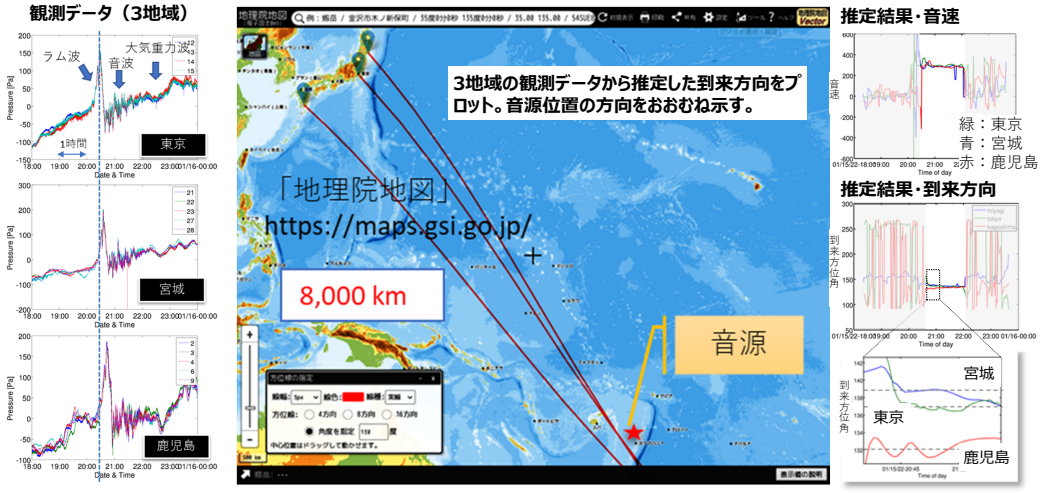


図3　インフラサウンド観測データからの波源位置推定手法の検証結果

3.2.5.3 ロバスト光ネットワーク基盤研究室

室長（兼務）　淡路 祥成

光ネットワークのレジリエンシー向上に向けて

■概要

当研究室では、災害や機器故障などの様々な障害によって引き起こされる通信断や大幅なスループット低下に対して、光ネットワークのロバスト性能を高めるための基盤技術の研究開発を行っている。具体的には、光ネットワークに影響をもたらす潜在的な故障源などを検知・予測して性能低下を抑制するための適応制御を行うとともに、速やかに機能復旧する耐障害性能向上技術や、ネットワーク資源のオープン化による通信事業者間の相互接続技術などに関する研究開発を行う。今年度は、光ネットワークの障害情報を集約するテレメトリ実証実験環境を構築し、実証実験を通して障害箇所同定技術などの機械学習による解釈性を高める分析などを行った。また、日米連携JUNO3プログラムに基づき、通信事業者間相互支援技術の基盤フレームワークを開発した。

■令和４年度の成果

１．光ネットワークのテレメトリ・制御高度化技術の研究開発

光ネットワークでは、光ファイバ切断などのハードウェア障害に加えて、特有の物理的な現象に由来する障害も起こり得るため、潜在的な故障源などの早期検知・予測するテレメトリ技術と、ネットワーク性能を維持するための制御高度化技術に関する研究開発を進めている。

令和4年度は、光信号の時系列物理パラメータ測定システムに複数箇所・複数パラメータの同時測定機能を実装し、OSNR（光信号対雑音比）などの種々の光信号に関する情報に加えて環境情報も含めたテレメトリ情報収集システムを開発した（図1）。また、障害によるMCF（マルチコアファイバ）のクロストーク変動と経路切替え・レストレーションによる切替先パスのQoT（伝送品質）劣化可能性の推測等に利用するため、多様な物理パラメータの測定システムを利用した連鎖障害モデルを構築した。開発したシステムを用いて学習用データを取得し、複数の障害種別に応じたネットワーク制御のクローズループ制御を行うための障害・予兆情報検知を行う機械学習アルゴリズムを設計した。加えて、瞬時的な障害に備えた光パケットマルチパス伝送の実証実験を行い、国際会議PSC2022で発表した。

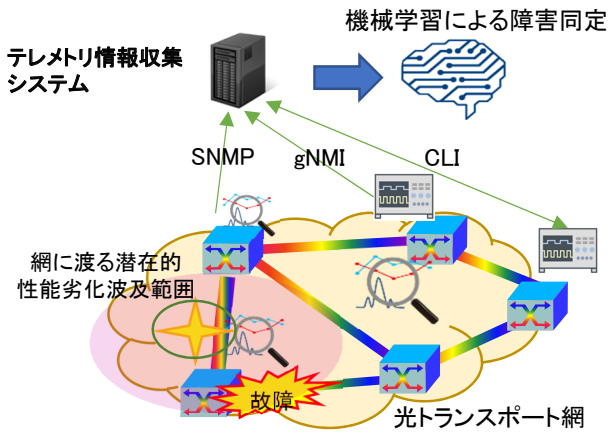


図1　光ネットワークのテレメトリ情報収集システム

２．ネットワーク資源のオープン化による相互接続基盤技術の研究開発

異種ブレードベンダ・異種システムインテグレータ光ネットワーク、異種トランスポートネットワークの高度な相互接続・統合利用を促進するための、下位層光ネットワーク及び上位層パケットトランスポートネットワーク資源のオープン化基盤技術の研究開発を行っている。

令和4年度は、下位層大規模オープン化光ネットワーク相互接続の研究開発の中で、TAPI（Transport Application Programming Interface）生成に用いるUML（Unified Modeling Language）モデルにおいて異なる光ネットワークでのマッピング関係を定義し、UMLからデータモデル言語の一種であるYANG生成の過程におけ

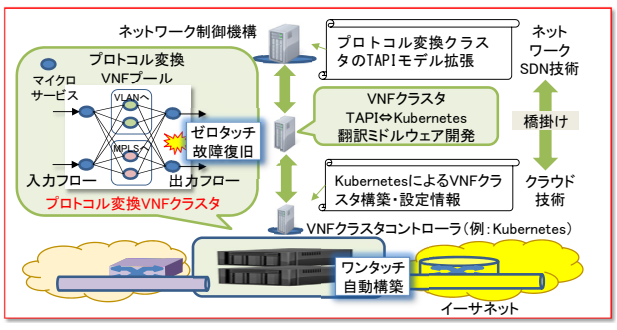
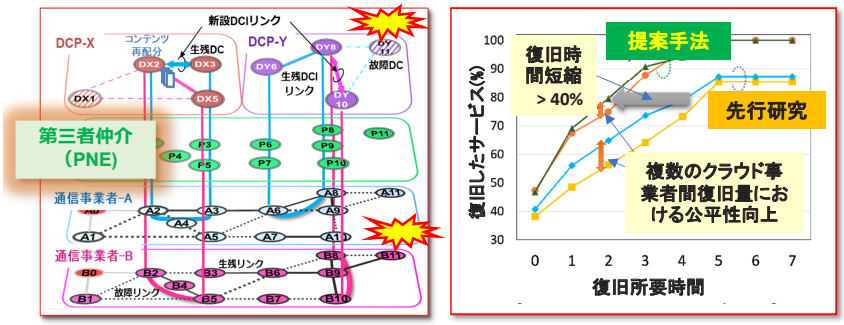


図2　Cloud NativeのNFVによる異種トランスポートプロトコル変換



(a) 通信・計算基盤異種事業者間連携シナリオ　　(b) 数値評価

図3　第三者仲介（PNE）（Provider neutral exchange）異種事業者間連携方式の研究

るTAPIとYANG間のマッピング情報自動生成機構を開発した。レストレーションに必要な異種モデルとTAPI間の網コンテキスト・制御情報翻訳の自動化機能を開発した。

さらに、上位層トランスポートネットワーク相互接続の研究開発の中で、マイクロサービス化プロトコル変換VNF（Virtual Network Function）クラスタをTAPIで抽象化し、TAPIからコンテナ管理システムKubernetes*の設定管理情報を自動生成するミドルウェアを開発した。クラウドネイティブなコンテナ管理技術をSDN（Software Defined Networking）自動化に統合、クラウドネイティブなVNFクラスタをワンタッチで自動構築及びゼロタッチでの自動復旧機能を開発した（図2）。

3．通信・計算資源連携基盤技術の研究開発

インタークラウド環境を含むクラウドエコシステムを新設・調整する際には、通信基盤における通信資源の供給状況とインタークラウド環境における通信回線需要の間における動的かつ効率的な情報共有・需給マッチング機能が必要である。

令和4年度は、通信・計算基盤連携のモデル化の研究開発の中で、新しい研究領域としてクラウド復旧戦略創出を提案し、1）複数のデータセンタプロバイダ（DCP）における通信資源需要の最適化手法、2）DCPの通信需要評価手法、3）第三者PNE（Provider Neutral Exchange）における需要と供給のマッチング手法のモデル化を数値評価した。DCP需要を通信資源供給にマッチングすることで、100 %のクラウドサービスの復旧時間を従来手法から40 %以上短縮できることを明らかにした（図3）。

また、連携プラットフォーム実証の研究開発においては、事業者間連携促進の為、HyperLedger Fabric（BlockChainが実装されたオープンソースソフトウェアの一つ）を基に、第三者仲介PNE主導の事業者間協調するシグナル方式及び連携シーケンスをモデルファイルで定義できるシーケンス制御のプラットフォームを開発し、最新のDCP復旧戦略を例として実証実験した。

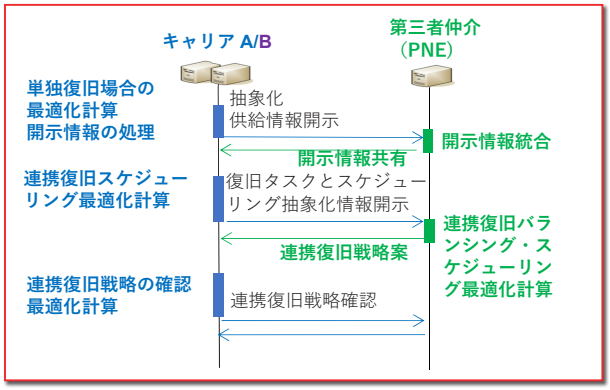


図4　通信事業者間連携復旧スケジューリング方式の提案

4．日米連携プログラムJUNO3

日米共同研究プロジェクトJapan-US Networking Opportunity 3（JUNO3）に新たに採択され、課題名「Cloud-Carrier Cooperation for Efficient and Ultra-Reliable Programmable Backbone Networks（クラウド－通信キャリア連携に基づく超信頼・高効率なプログラマブル基幹ネットワーク）」（研究期間：2022年9月～2025年8月）について米国UC-Davis校と共同研究を実施した。本プロジェクトの一環として、令和4年度は、クラウドサービス機能維持のための通信事業者連携戦略モデル化の研究開発を実施した。

具体的には、1）秘密情報の漏洩のない通信事業者間連携における復旧スケジューリングに関する新規課題を定義、2）通信事業者の復旧最適化手法、3）第三者PNEによる復旧タスク分担の最適化手法、などから構成される通信事業者間連携復旧戦略を提案した。モデル化及び数値評価を行い、通信事業者間連携に基づく災害後の複数の復旧評価シナリオにおいて、連携しない場合と比べ、100 %復旧のコストを20～60 %低減できると同時に、80 %のユーザサービスの復旧時間を30～80 %短縮が可能であることを明らかにした。成果の一部をOFC2023招待講演，電子情報通信学会ICETC2022招待講演にて発表した（図4）。

*Kubernetes は、The Linux Foundation の登録商標です。

サイバーセキュリティ分野

3.3 サイバーセキュリティ研究所

3.3.1 サイバーセキュリティ研究室

3.3.2 セキュリティ基盤研究室

3.3.3 サイバーセキュリティネクサス

3.3.4 ナショナルサイバートレーニングセンター

3.3.4.1 サイバートレーニング事業推進室

3.3.4.2 サイバートレーニング研究室

3.3.5 ナショナルサイバーオブザベーションセンター

3.3 サイバーセキュリティ研究所

研究所長　盛合 志帆

■概要

巧妙化・複雑化するサイバー攻撃への対策は国を挙げた喫緊の課題となっている。令和3年度から開始した第5期中長期計画において、サイバーセキュリティ研究所は図1に示す5つの項目に取り組んでいる。サイバーセキュリティ研究室及びセキュリティ基盤研究室では、産学と連携し、それぞれサイバーセキュリティ技術及び暗号技術に関する研究開発等に取り組むとともに、その成果の普及・社会実装を目指した取組を行った。また、政府のサイバーセキュリティ戦略等を踏まえた事業として、サイバーセキュリティネクサスではサイバーセキュリティ産学官連携拠点の形成を、ナショナルサイバートレーニングセンターではサイバーセキュリティに関する演習を、ナショナルサイバーオブザベーションセンターではパスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査等を実施した。

■主な記事

サイバーセキュリティ研究所における令和4年度の主要な成果を以下に示す。なお、詳細については、それぞれの研究室やセンターの項を参照いただきたい。

1．主要な成果

(1) サイバーセキュリティ研究室

A) データ駆動型サイバーセキュリティ技術

- 次世代STARDUST開発と外部利用拡大
- CUREのデータエンリッチメント機能実装
- 各種AIエンジンの高度化と複数エンジンの連動
- セキュリティキュレーション技術のプロトタイプ実装
- 可視化エンジン高度化と社会展開

B) エマージングセキュリティ技術

- 5Gセキュリティガイドライン公開とB5Gに向けた検証
- ローレイヤセキュリティの各種検証
- ユーザブルセキュリティ研究の深化と国際共同研究

(2) セキュリティ基盤研究室

A) 安全なデータ利活用技術

- プライバシー保護連合学習技術 DeepProtect の展開
- 検索可能暗号を用いたストレージ・チャットシステム試用サイトの構築

B) 量子コンピュータ時代に向けた暗号技術の安全性評価

図1 サイバーセキュリティ分野のミッション

- Beyond 5G向け認証暗号Roccaに対する安全性評価
- 量子コンピュータによりRSA2048が解読可能になる時期の予測

(3) サイバーセキュリティネクサス
- 産学官連携拠点のハードウェア基盤及び体制整備
- 4つのサブプロジェクトCo-Nexus A/S/E/Cの活動推進

(4) ナショナルサイバートレーニングセンター
- 実践的サイバー防御演習「CYDER」で過去最高の受講者数達成
- 「出前CYDER」「CYDERサテライト」の実施、オンライン入門コースの新設
- 情報処理安全確保支援士向け特定講習「RPCI」で前年度比3.8倍の受講者数の達成
- セキュリティイノベーター育成事業「SecHack365」で3年ぶりのオフライン集合イベント開催

(5) ナショナルサイバーオブザベーションセンター
- パスワード設定等に不備のあるIoT機器調査及び利用者への注意喚起の継続実施、令和4年度はのべ48,814件が注意喚起対象としてISPに通知
- Telnet/SSHに関する注意喚起対象数は、ピーク時（令和2年12月）と比較し約30％減少
- HTTP/HTTPSのBasic認証/Digest認証に対する1万2千件を超える特定アクセス成功

2．研究成果等の発信及び社会貢献

(1) Interop Tokyo 2022への出展

令和4年6月15～17日にInterop Tokyo 2022展示会が幕張メッセにて開催された。Interopで構築・運用される世界最先端のネットワーク「ShowNet」において、IPv6版NIRVANA改や、NICTER、CUREなどサイバーセキュリティ研究室が研究開発する技術を導入、安定した運用を実現し、ShowNet構築を成功へと導いた。事前検証期間（HotStage）から12名が「ShowNetコントリビュータ」として現地でのシステム検証を行い、システム導入期間（Deploy）でも継続してシステムの実運用を実施した。展示会に先立ち、令和4年6月14日にプレスリリース「セキュリティ情報融合基盤 “CURE” のデータエンリッチメント機能を開発」を行い、これを含めた各種システムをShowNetへ導入、さらに展示会にて動態展示を行った（図2）。展示会ではナショナルサイバートレーニングセンターでの人材育成についても紹介を行った。3日間の幕張メッセへの来場者数は90,635人（前年37,703人）であった。

(2) NICT サイバーセキュリティシンポジウム 2023の開催

令和5年2月17日にNICTサイバーセキュリティシンポジウム2023を開催した。「サイバーセキュリティ研究開発の結節点として ～ 知の限界を超え、最先端の研究開発に挑む者たち ～」をテーマに、サイバーセキュリティの結節点での最先端の研究開発の取り組みを照会した。また、招待講演として、横浜国立大学大学院 環境情報研究院の吉岡克成氏より「サイバーセキュリティの最先端の研究をしています」、科学技術振興機構 研究開発戦略センターの嶋田義皓氏より「量子コンピューターの先端動向と未来」、株式会社イッツの久保田達也氏より「なぜサイバーセキュリティにアイディアは生まれないのか」の講演をいただいた。本シンポジウムは、ハイブリッド開催（リアル会場、ZoomウェビナーとYouTube）にて実施され、参加申し込み者数は 590名、当日の参加者数は 441名。全国各地の行政、企業、大学等の研究機関等から幅広く参加があり大変盛況であった（図3）。

今後も、研究成果の積極的な発信や、サイバーセキュリティ技術の社会展開を着実に進めていく。

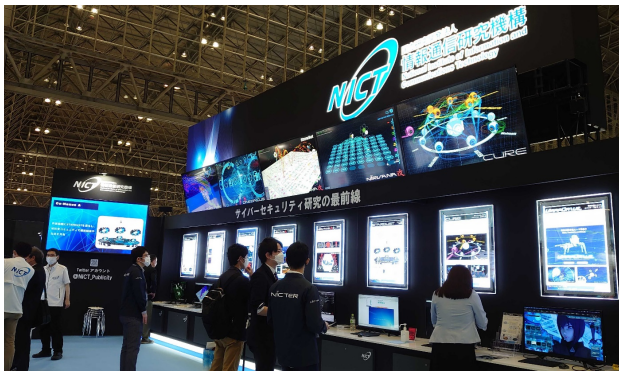


図2 Interop Tokyo 2022の模様

図3 NICTサイバーセキュリティシンポジウム2023

3.3.1 サイバーセキュリティ研究室

室長（兼務）　井上 大介　ほか56名

理論と実践を融合した最先端のサイバーセキュリティ研究

■概要

サイバーセキュリティ研究室では、サイバー攻撃対処能力の絶え間ない向上と、多様化するサイバー攻撃の対処に貢献するため、巧妙化・複雑化するサイバー攻撃に対応した攻撃観測・分析・可視化・対策技術、大規模集約された多種多様なサイバー攻撃に関する情報の横断分析技術、新たなネットワーク環境等のセキュリティ向上のための検証技術の研究開発を実施している。第5期中長期計画においては「データ駆動型サイバーセキュリティ技術」と「エマージングセキュリティ技術」の2本の柱を立てて研究開発に取り組んでいる。

■令和４年度の成果

１．データ駆動型サイバーセキュリティ技術

（1）次世代STARDUST開発と外部利用拡大

サイバー攻撃誘引基盤STARDUSTの論理・物理構成を動的に変更可能なアジャイル型環境構築ツールを開発した。また高速・快適な解析作業を実現する新たなユーザインタフェースを開発した。これによりSTARDUST利用ユーザはより効率的な解析が可能になった。STARDUSTの改良に加えて外部展開を推進し、利用組織は延べ18機関に拡大した。

（2）CUREのデータエンリッチメント機能実装

サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリCUREにArtifact Layerに新たに2種類のデータを融合した。さらにCUREに格納されたデータに付加的な情報を与え、データの質を向上するEnricherを実装し、定常運用を開始した。また、CUREの活用システムとしてCUREに格納されたIoCとNetFlowを高速に突合して異常な通信を検知するIDSであるCUREFlowを開発した。

（3）各種AIエンジンの高度化と複数エンジンの連動

台湾大学と連携し、お互いが観測したダークネット観測データを生データの共有なしに学習（連合学習）し、マルウェア活動の早期検知を実現する技術FINISHを開発した（図1）。本技術により単独組織での分析と比較して、False Positivesを低減すると同時に、処理の負荷分散を実現した。また、ライブネット観測におけるセキュリティアラートのスクリーニング技術について、データの極端な不均衡問題を解決し、AIエンジンの効果的な適用を実現した。開発したエンジンの試験運用を行い、再現率98.095 %、誤検知率0.011 %で重要アラートの抽出に成功することを確認した。

（4）セキュリティキュレーション技術のプロトタイプ実装

AutoPiyokangoプロジェクトを始動し、日本最速・最高品質のまとめサイト「Piyolog」自動化に向けたプロトタイプ実装を開始した。約40サイトの記事を自動収集し、キュレーション対象となる記事の選択や編集といった作業を支援するプロトタイプを作成した（図2）。ま

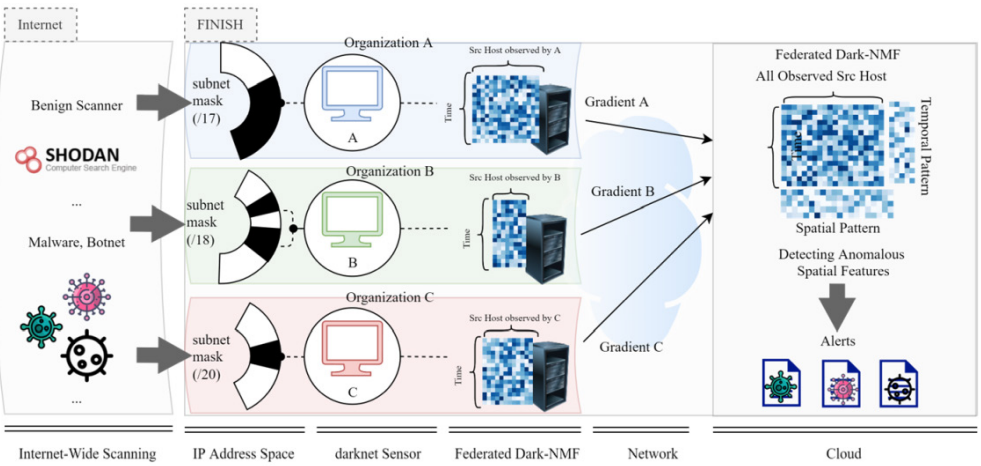


図1 ダークネット観測結果の連合学習技術

図2 プロトタイプシステムの対象記事選択画面

た、記事文書の処理効率の向上及び高精度化に向けて、サイバーセキュリティ分野固有の用語（脆弱性、攻撃手法、攻撃グループ等）とまとめた1,000語以上のオントロジー辞書を作成した。

(5) 可視化エンジン高度化と社会展開

CUREのEnricher可視化機能を実装し、各データ間の関連性を視覚的に把握することを可能とした（図3）。本システムはInterop Tokyo 2022で動態展示を実施した。また、NIRVANA改 IPv6対応版の社会展開を進め、民間企業への技術移転を実施した。IoTマルウェアの登場により増加したダークネット観測データのデータ転送時の高信頼化及びDB高速化を実現するためにNICTERシステムの再設計を実施し、IPv6への対応も可能な設計を実現した。

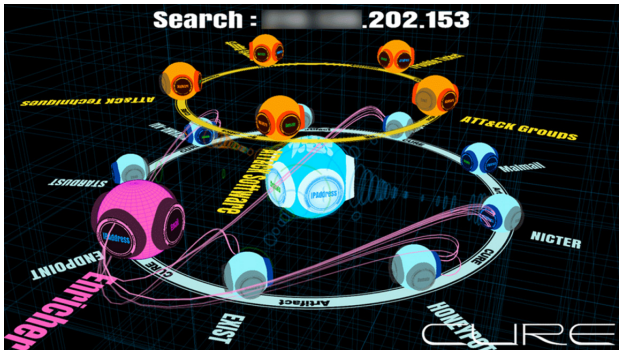


図3　CUREのEnricher可視化機能

2．エマージングセキュリティ技術

(1) 5Gセキュリティガイドライン公開とB5Gに向けた検証

R4年度に作成した「5Gネットワーク構築のためのセキュリティガイドライン 第1版」を総務省のWebページを通じて公開した。また、5Gセキュリティ検証基盤について5Gの特徴である「高速大容量」「高信頼低遅延」「多接続」に基づいたユースケースベースでの拡張を検討した。加えて、5Gセキュリティ検証基盤を利用し、悪意のある端末から網へのDoS攻撃によるサービス信頼性への攻撃の検証を実施し、DoS攻撃の可能性の確認と、オープンソースソフトウェアによるコアの問題を明らかにした成果をCSS2022にて発表し、CSS2022奨励賞を受賞した。

(2) ローレイヤセキュリティの各種検証

FPGAに使用されるRTL回路について、回路の未検証箇所を優先的に検証可能なシミュレータを開発し、その成果を国際会議AsiaJCIS 2022にて発表した。また、ソフトウェア検証の著名なファジングツールであるAFL（American Fuzzy Lop）に関して、RTL回路検証における有効性を調査した成果を国内学会DAシンポジウム2022にて発表し、情報処理学会SLDM研究会優秀発表賞に選ばれた。

(3) ユーザブルセキュリティ研究の深化と国際共同研究

University College London と共同研究を実施し、国内ISP及び一般ユーザを対象としたワークショップ、インタビュー調査等を実施し、IoTセキュリティに関係するステークホルダーの認識や動機付け・課題を解明した。本成果はセキュリティ分野の最難関国際会議の一つであるUSENIX Security 2023に論文採録された。また、Q&Aサイトに投稿されたセキュリティ・プライバシー関連の400件以上の質問を質的分析し、一般ユーザの感じる悩みや不安の傾向を解明した。本成果はユーザブルセキュリティ分野の難関国際会議であるUSENIX SOUPSに採録された。

3.3.2 セキュリティ基盤研究室

室長　野島　良　ほか18名

ネットワークのセキュリティを根幹から支える暗号技術の研究開発

■概要

セキュリティ基盤研究室では、第5期中長期計画のサイバーセキュリティ分野における「暗号技術」に示されている下記の2つの課題の研究開発に取り組んでいる。

1．安全なデータ利活用技術

データの提供・収集・保管・解析・展開の各段階におけるセキュリティやプライバシーを確保するため、匿名認証や検索可能暗号等のアクセス制御技術、秘匿計算等のプライバシー保護解析技術等の研究開発を行う。これらを用いて組織横断的な連携を含むデータ利活用を促進するとともに、安全なテレワーク等の社会的な課題解決に貢献する。

2．量子コンピュータ時代に向けた暗号技術の安全性評価

量子コンピュータ時代に安全に利用できる暗号基盤技術の確立を目指し、耐量子計算機暗号を含む新たな暗号技術及び電子政府システム等において使用される暗号技術の安全性評価に関する研究開発を実施する。具体的には、将来的に耐量子計算機暗号として世界標準となることが予想される格子暗号、多変数公開鍵暗号等や、現在広く使用されている RSA 暗号、楕円曲線暗号等の安全性評価について取り組み、世界最先端の評価技術によって国民生活を支える様々なシステムの安全な運用に貢献する。

■令和４年度の成果

1．安全なデータ利活用技術

銀行データを使ったDeepProtect による連合学習（図1）における継続学習について、昨年度得られた被害者口座判定用の不正利用検知エンジンについて、連携先の銀行内にてテスト運用及び不正利用検知エンジンを生成するための継続学習に関する実証実験を神戸大学発のベンチャー企業と連携し、実施した。さらに、差分プライバシーを満たす連合学習について、複数の組織のデータをお互いに隠しながら学習が可能なプライバシー保護型の連合学習の提案を行った。

情報処理学会CSSにおいて匿名ヘルスケアデータを用いた匿名化と攻撃に関するコンテストPWSCUP2022を開催した。データとしてコロナウィルス重篤化患者に関する擬似データを使用した。

検索可能暗号を用いたストレージ・チャットシステム（図2）について、システム設計と実装評価に関する論文が国際会議ICEIS 2022に採録された。また一般向け試用のためのWebサイト構築を行った。電気通信大、東京大学と共同で進めた検索可能暗号の基礎研究について、複数の成果がそれぞれ国際会議に採録され、特に平文一致確認可能属性ベース暗号に関する成果が国際会議ProvSec 2022にてBest Paper Awardを受賞した。盗聴通信路上情報理論的鍵共有について、NICT内で連携し（グローバル推進部門、電磁波研究所、ネットワーク研究所）、無線双方向時刻同期システム（WiWi）上にて、時刻差及び伝搬遅延の計測値に変調を加えて相手に伝えることで受信者のみ伝送情報のノイズを少なくできる秘匿通信方式を提案し、本研究室では理論的な安全性の定義と検証を行った。さらに日本と米国で特許出願を行うとともに、IEEE GLOBECOM 2022に採録された。筑波大学との共同研究によるスマートコントラクトを用いた資金

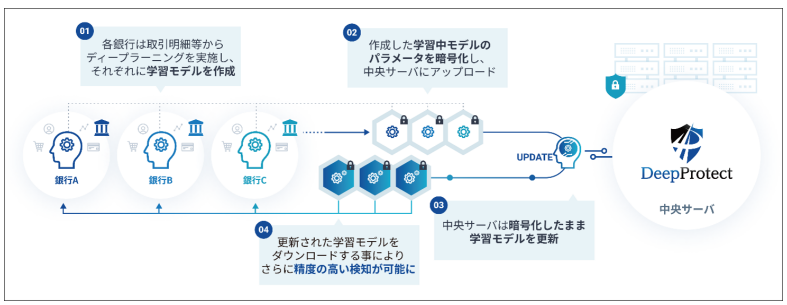


図1　DeepProtectを用いた連合学習

図2　検索可能暗号を用いたストレージ・チャットシステム

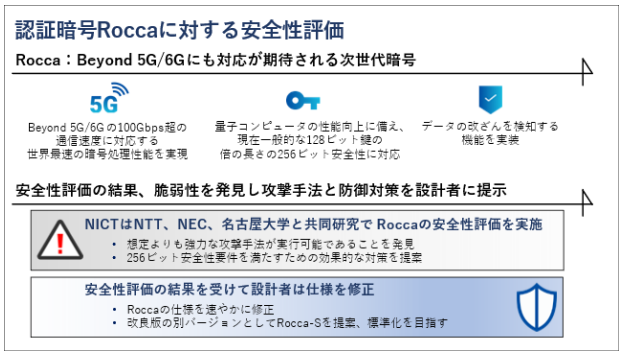


図3　認証暗号Roccaに対する安全性評価

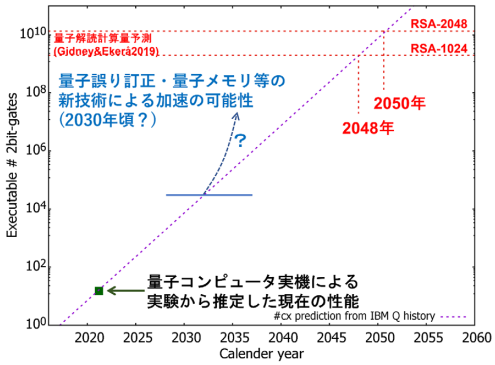


図4　量子コンピュータによりRSA2048が解読可能になる時期の予測

拘束型の封印入札オークションの開発については、残高が入札額以上であることを入札額も残高も秘匿したまま保証する方式を提案し、国際会議Blockchain 2022にて発表した。日本放送協会と共同で進めた放送用セキュアグループメッセージングの研究開発については、外部には参加者が誰なのかという情報が漏えいしない方式を提案し、国際会議WISA2022にて発表した。TIS株式会社との共同研究にて、暗号化されたコンテンツをキャッシュ可能な暗号化キャッシュシステムにおけるスケーラブルな時限的復号無効化機能付きアクセス制御方式を提案し、耐量子計算機暗号を用いた場合の性能評価を行った。さらに特許出願を行うとともに国際会議ICISSP2023にて発表した。

2．量子コンピュータ時代に向けた暗号技術の安全性評価

Beyond 5G用認証暗号Roccaの安全性評価については、NTT、NEC、名古屋大学との共同研究にて設計者の想定よりも強力な攻撃が実行できることを示すとともに、想定した安全性要件を満たすための効果的な対策手法を提案した。本提案を受け、設計者は仕様を速やかに修正、別バージョンとしてRocca-Sを提案し、標準化に向けIETFにてドラフト版を公開した（図3）。5G用ストリーム暗号ZUC-256の安全性評価については、兵庫県立大学との共同研究にてModular Differencesという技術を使用した新しい評価手法を開発し、ZUC-256に開発手法を適用することで既存結果を改善、結果として、本成果がZUC-256の仕様を修正する契機の一つとなった。

量子コンピュータ実機による現代暗号の安全性評価を、慶応大学、三菱UFJフィナンシャル・グループ、みずほフィナンシャルグループと共同で行い、「量子コンピュータが離散対数問題を解いたこと」の定量的な定義を世界で初めて提案した。また、RSA2048が量子コンピュータにより解読される時期を予測した（図4）が、コンピューターの性能進化は量子誤り訂正、量子ランダムアクセスメモリ等、2022年現在では実用化されていない技術の開発動向に大きく左右されるため、引き続き調査が必要である。量子ネイティブ人材育成プログラムNQC（NICT Quantum Camp）における暗号分野での貢献として、現代暗号に対する量子コンピュータの脅威について講義を行った。特に、量子コンピュータ実機による暗号の安全性評価から得た知見を基に、量子コンピュータプログラム開発環境Qiskitによる因数分解回路の構成とシュミレーションの演習を実施した。耐量子計算機暗号の分野で重要な課題になっている多変数公開鍵暗号の安全性評価については、東京都立大学との共同研究を通して多変数公開鍵暗号の安全性の根拠であるMQ問題の求解において、代表的な手法であるF4アルゴリズム及びその変種に容易に導入できる計算コスト削減手法を提案した。

CRYPTREC 事務局活動については、RSA暗号及び楕円曲線暗号の安全性の根拠となる素因数分解問題及び楕円曲線上の離散対数問題が解かれる可能性がある時期の予測図を更新した。耐量子計算機暗号の研究開発及び標準化などが各国で進められている状況を踏まえ、2021年度から2022年度にかけて耐量子計算機暗号の調査を実施し、それを基に耐量子計算機暗号ワーキンググループの委員とともにガイドラインを執筆・策定した。アプリケーションの多様化に伴い高機能暗号の適用が有効と考えられている状況を踏まえ、2021年度から2022年度にかけて高機能暗号の調査を実施し、それを基に高機能暗号ワーキンググループの委員とともにガイドラインを執筆・策定した。NISTやISOなどで軽量暗号の標準化が進んでいる状況を踏まえ、2016年度に公開した『CRYPTREC暗号技術ガイドライン（軽量暗号）』を更新し、2023年度にその更新版の公開を予定している。本ガイドラインへの掲載を目的とし、NIST公募の最終選考対象方式について、安全性、実装性能に関わる技術動向調査・評価を実施し、軽量暗号に関わる標準化動向についても調査を実施した。

3.3.3 サイバーセキュリティネクサス

ネクサス長　　井上 大介　ほか7名

■概要

サイバーセキュリティネクサスは我が国のサイバーセキュリティ対処能力の絶え間ない向上に貢献し、社会全体でセキュリティ人材を持続的に育成していくため、サイバーセキュリティに関する情報分析・人材育成等の産学官連携の中核的拠点（NEXUS）として令和3年度に発足した新しい部署である（図1）。サイバーセキュリティ研究室の研究開発成果を活用、多種多様なサイバーセキュリティ関連情報を大規模集約した上で、横断的かつ多角的に分析し、実践的かつ説明可能な脅威情報を生成するための基盤を構築。生成された脅威情報を必要とする関係機関に継続的に提供している。あわせて、当該基盤を活用し、国内の機器製造事業者や運用事業者が開発した国産セキュリティ技術を検証できる環境を構築し、検証結果のフィードバックをしている。また、国内の標準的なサイバーセキュリティトレーニングのコンテンツを開発し演習実施組織にライセンス提供している。令和4年度末時点で参画組織は55組織である。

■主な記事

1．産学官連携拠点のハードウェア基盤及び体制整備

令和2年度補正予算により、産学官連携拠点において必要となるハードウェア基盤設備の設計・調達・構築を完了した。また、この基盤設備上に、大規模並列型サイバー攻撃分析環境、多種多様なサイバーセキュリティ関連情報の大規模集約データベース、セキュリティ機器テスト環境、セキュリティ人材育成基盤等を構築し、地理的分散を含めた強靭（きょうじん）なデータ蓄積基盤と多種かつ高頻度に演習を実施可能な演習基盤を構築した。

体制面では4つのサブプロジェクトであるCo-Nexus A/S/E/C（図2）それぞれの担当領域の事業活動、事務局による広報活動を通じて初期参画組織の募集に努め、初期参画組織は55組織に増加した（図3）。

2．Co-Nexus A（Accumulation & Analysis）

Co-Nexus AではSTARDUSTを用いて主に標的型攻撃に関するサイバー攻撃のデータ収集・分析活動として、実在の組織に送付されたメールを1日10万件以上収集し、標的型攻撃に利用されることの多いPDF、XLS、DOC、EXE、ZIP 形式等が添付されたメールを抽出。その添付ファイルからマルウェア検体を収集した。そのマルウェア検体の中から接続先解析、表層/動的解析を通して400を越える検体を選別・抽出し、解析を実施した。STARDUSTを用いた動的活動観測を延べ453回行った。また、動的活動観測を通じて得られた解析結果、特徴情報などをCo-Nexus Aの会合にて共有した。このCo-Nexus A会合は本年度4回実施され、参加者は70名を越えている。

Co-Nexus Aではこれに加えて、ユーザ参加型Web媒介型攻撃の大規模観測基盤WarpDrive ProjectによりPC及びモバイル端末へのサイバー攻撃のデータ収集・分析活動も実施した。センサーエージェントのアップデートやプロモーション活動を実施し、参加ユーザ端末数は16,000台規模に拡大。約100万URL/1日を収集した。得られたデータ及び解析結果はブロックリストや注意喚起として参加ユーザにフィードバックした。本年度末時点でのCo-Nexus Aの参画組織は37組織である。

3．Co-Nexus S (Security Operation & Sharing)

Co-Nexus Sでは、主にパッシブ型のサイバー攻撃情報集基盤、OSINT情報等を用いて国産脅威情報の生成を行い、参画組織並びにCo-Nexus Aの解析者コミュニティ

図1　サイバーセキュリティネクサスの事業概要

図2　CYNEXの4つのCo-Nexus

Co-Nexus 参画組織数	
Co-Nexus A	37組織
Co-Nexus S	9組織
Co-Nexus E	7組織
Co-Nexus C	16組織
CYNEX総計（重複除く）	55組織

図3　参画組織数(2022年度末時点)

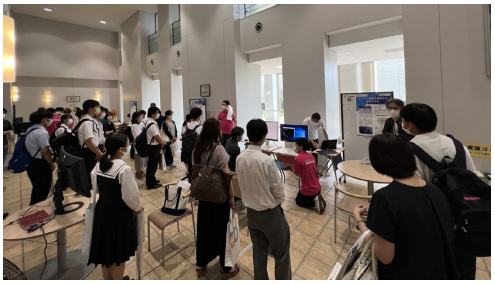


図4　大学のオープンキャンパスでの演習デモの様子

への情報提供を行った。また、外部一般向けの国産脅威情報の提供として市販製品の脆弱性情報の報告、統計的なセキュリティ情報などを継続して公開した[*1,2]。高度SOC人材育成ではOJTコース、オンラインコースの2つのコースを実施、OJTコースでは1名の育成を開始した。オンラインコースでは本年度は14名の修了者を輩出した。セキュリティ研究情報の提供では2組織にデータ提供を実施した。本年度末時点でのCo-Nexus Sの参画組織は9組織である。

4．Co-Nexus E（Evaluation）

Co-Nexus Eでは、国産セキュリティ製品の評価のため、CYNEX Red Team（攻撃チーム）を立ち上げ、NICT内ライブネットに届くリアルなサイバー攻撃だけに頼らない、模擬攻撃による能動的な機能検証や、他製品との比較検証及び非機能検証を実施している。本年度は6組織の国産技術の受入れを進め、オンプレミス環境、クラウドサービスを組み合わせ、検証対象技術ごとに独自の検証環境構築を行った。うち4つの技術で検証を開始し、検証結果のフィードバックを実施した。本年度末時点でのCo-Nexus Eの参画組織は7組織である。

5．Co-Nexus C (CYROP：CYDERANGE as an Open Platform)

Co-Nexus Cでは、人材育成基盤のオープン化の取組の先駆けとして、ナショナルサイバートレーニングセンターのCYDER演習教材をベースとしたトレーニング環境の提供を昨年度に継続して1社に提供、当該事業者が演習事業を実施した。また、昨年度から開始したCYNEX独自の人材育成パイロットコンテンツの開発を継続、今年度は参画組織のうち教育機関4校とも連携し、NICE Frameworkに基づいたパイロットコンテンツを開発した。昨年度の作成した技術単位の演習コンテンツに加えて、業務領域やレベル等受講者ターゲットごとにコンテンツを定義し、新たに4セグメント17種類のコンテンツ開発を行った。また、演習実施事業者へ演習ノウハウ提供等の実施支援を行ったことで実施組織が拡大し、昨年度開発したパイロットコンテンツを利用して新たに民間企業1社、教育機関4校が演習・演習講義を実施した（図4）。本年度末時点でのCo-Nexus Cの参画組織は16組織である。

*1　NICTER Blog: https://blog.nicter.jp
*2　Twitter:@nicter_jp

3.3.4 ナショナルサイバートレーニングセンター

研究センター長　園田 道夫

■概要

ナショナルサイバートレーニングセンターは、情報通信分野を専門とする我が国唯一の公的研究機関であるNICTの技術的知見、研究成果及び研究施設等を最大限に活用し、実践的なサイバートレーニングを企画・推進する組織として、平成29年4月1日に設置された組織である。

当センターは、「サイバートレーニング事業推進室」と「サイバートレーニング研究室」で構成されており、相互に緊密な連携をとりながら、サイバーセキュリティやICTに係る人材育成事業として、「セキュリティオペレーター（実践的運用者）」育成事業及び「セキュリティイノベーター（革新的研究・開発者）」育成事業を行いつつ、これら事業に関連する研究・開発を行っている（図1）。

「セキュリティオペレーター」育成事業では、行政機関や民間企業等の組織内のセキュリティ運用者を対象に、所属組織が深刻なサイバー攻撃を受けた際、すなわち「有事」に即応可能なインシデント対応能力を育成することを目的に、実機を用いた実践的サイバー防御演習として「CYDER（サイダー）（CYDER：CYber Defense Exercise with Recurrence）」及び実践サイバー演習「RPCI（リプシィ）（RPCI: Response Practice for Cyber Incident）」の2つの演習を実施している。

「セキュリティイノベーター」育成事業では、セキュリティマインドを持ち、既存ツールの運用にとどまらず、革新的なセキュリティソフトウェア等を自ら「研究・開発」していくことができるハイレベルな人材を育成することを目的とした「SecHack365（セックハック サンロクゴ）」を実施している。SecHack365では、若年層のICT人材を対象に、サイバーセキュリティに関するソフトウェア開発や研究、実験を1年間継続してモノづくりをし、その成果を発表する機会を提供する長期ハッカソンによる人材育成に取り組んでいる。

■主な記事

1．「セキュリティオペレーター」育成事業

(1)「CYDER」の概要と実績（図2）

セキュリティ人材の育成が喫緊の課題となっている現在、当センターは、情報通信研究機構法第14条1項7号に基づく業務として、NICTが有する大規模サーバー群「StarBED」を活用することにより、大規模組織のネットワーク環境を擬似的に構築し、さらにNICTのサイバーセキュリティ研究に係る技術的知見を活用することで、最新のサイバー攻撃事例をベースとしたリアルな演習プログラムをコンパクトな日程で提供する実践的サイバー防御演習「CYDER」を、全国的に実施・展開している。受講者は仮想組織の情報システム担当者として演習に参加し、組織のネットワークを模した環境下で、サイバー攻撃の検知から対応、報告までの一連の流れが1日に凝縮されたプログラムを体験しながら学ぶことが可能となっている。

令和4年度においては、前年度に引き続き、全国47都道府県において合計100回以上の集合演習を実施した結果、平成25年度の演習開始からの累計受講者数が19,000人を超え、日本最大級のサイバーセキュリティ演習プログラムに成長した。既存の集合演習に加えて、地理的・時間的要因を理由に集合演習の受講機会を逃している未受講自治体の解消を目的とする「出前CYDER」、複数会場での同時演習実施による演習効率化を目的とする

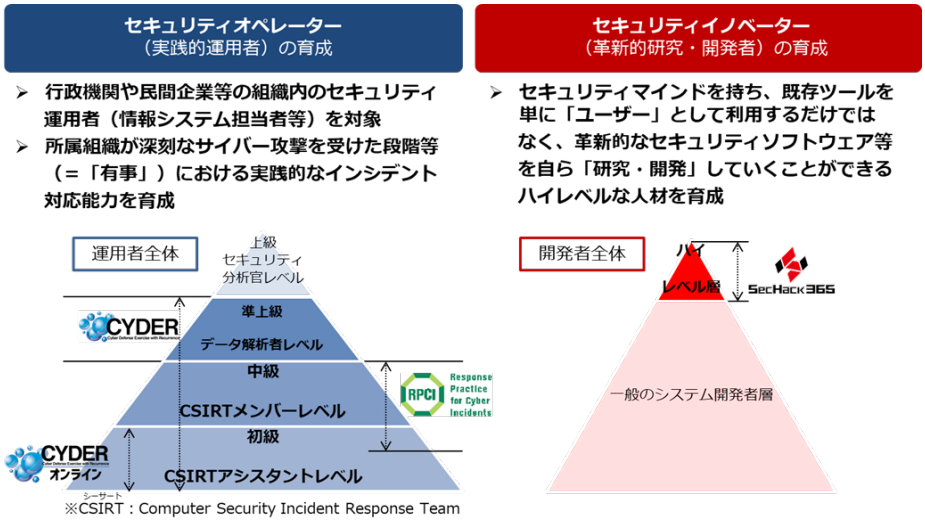


図1　ナショナルサイバートレーニングセンター事業概要

「CYDERサテライト」の実証実験も実施し、新たな演習形態を提供するとともに、地方の小規模自治体等におけるICT人材育成にも貢献した。また、オンラインコースについては、オンライン標準コースに加えてオンライン入門コースを新設し、セキュリティインシデント対応初学者の「はじめの一歩」をサポートした。

(2) 実践サイバー演習「RPCI」の概要と実績（図3）

これまでCYDERで培ってきたNICTの強みである大規模環境と実機演習のノウハウを活かし、令和3年度から情報処理安全確保支援士（登録セキスペ）の更新用の講習である特定講習向けのカリキュラムとシナリオを構築し、実践サイバー演習RPCIの提供を開始した。

技術に寄った講習を希望する情報処理安全確保支援士の受講者のニーズに対応する講習を提供し、令和4年度は、年間10回の開催のうち土曜日の開催を2回とし、資格更新の登録期限直前の月は2回開催するなど、受講者のニーズに応えた日程を工夫した。その結果、前年度比3.8倍の受講者数を達成し、受講者から高い満足度（受講者の48％が5段階評価で最上位の「大変満足」と回答）を得られた。国家資格の更新講習として着実かつ高品質な演習の提供により、我が国のサイバーセキュリティ人材育成に寄与した。

2.「セキュリティイノベーター」育成事業

(1)「SecHack365」の概要（図4）

当センターは、NICTが有する遠隔開発環境「NONSTOP」及び研究・開発に関する知見や人的資源という強みを活用することにより、ほかに類を見ない、1年を通して行われる、アイデアソン、ハッカソン、遠隔研究・開発、発表の組合せによる総合的能力開発プログラム「SecHack365」を平成29年度から提供している。

(2)「SecHack365」の実績

実施6年目となる令和4年度においては、応募者の中から選抜された40名の受講者（トレーニー）に対し、セキュリティに関わる研究・開発のトレーニングを実施した。9か月で計6回のイベントを実施し、新型コロナウイルス感染症の状況を踏まえ、3年ぶりにオフラインでの集合イベントを開催し、より多くの作品発表と、きめ細やかなフィードバックの機会を提供した。オンラインとオフラインの特徴を生かし、実地開催のオフラインでの集合イベントでは発表以外にもコースワークや指導を軸に交流を重視した内容とする等、発表とフィードバックを繰り返しながら作品を作り上げていくプログラムを提供した。また、修了生アシスタント提案によるオンラインミーティングやイベントの実施等、指導だけではなく修了生アシスタント主導によるコミュニティの運営、現役生へのサポートを実施した。

平成30年度からは、修了生のコミュニティ構築にも着手し、コミュニケーションツールの導入や、修了生を対象としたイベント「SecHack365 Returns」を実施。NICTからの修了認定カードの発行、修了生用のコミュニケーションツール及び成果収集や情報発信ツールとしての「修了生ポータルサイト」の運用等、修了生の成果の収集とコミュニティの拡充を目指している。

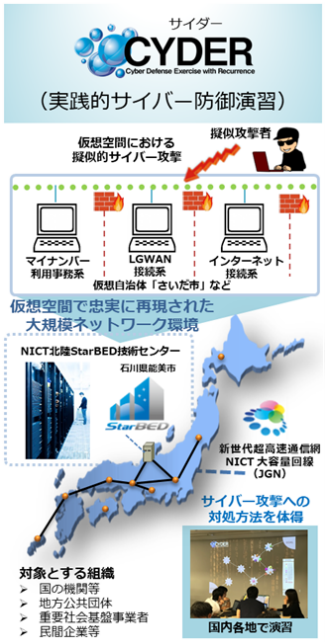


図2　CYDERの概要

図3　実践サイバー演習RPCIの概要

図4　SecHack365の概要

3.3.4.1 サイバートレーニング事業推進室

室長　　島田 弘一　ほか11名

セキュリティ人材育成を通じて、更なる社会の安心・安全に貢献

■概要

サイバートレーニング事業推進室は、ナショナルサイバートレーニングセンターにおけるサイバーセキュリティ及びICTに係る人材育成事業を円滑に推進するための業務を担当している。

当センターでは、全国規模で毎年100回以上、累計約19,000人以上に対し実践的サイバー防衛演習「CYDER（サイダー）」を実施してきただけでなく、情報処理安全確保支援士の特定講習として認定されている実践サイバー演習「RPCI（リプシィ）」を実施している。さらに、若年ICT人材を対象に、若手セキュリティイノベーター育成プログラム「SecHack365（セックハック サンロクゴ）」を実施している。これら当センターが実施する演習等の事業を執行し、NICTの研究・開発成果を社会に還元するためには、以下の多種多様な業務を行う必要がある。

・演習等予算の確保及び関係省庁等連絡調整　・事業方針の企画及び立案　・年間演習計画の策定　・予算及び要員等執行管理　・演習等支援業者の選定、契約及び管理　・演習会場、演習設備及び募集システム等管理　・受講生の募集、受付及び受講者決定　・周知啓発、広報及び取材対応　・外部問い合わせ、見学及び政務等の視察等対応　・事業別実行委員会等（アドバイザリーコミッティー、CYDER実行委員会及びSecHack365実行委員会）事務局運営及び実施

これらの業務は、当センターの事業執行の屋台骨を担う必要不可欠な業務であるうえ、事業規模の拡大に伴い、その業務量が飛躍的に増えているとともに、重要性は一段と高まってきている。

■令和４年度の成果

１．CYDER演習の着実な広がり

平成25年度に開始されたCYDER演習は、当初、総務省を実施主体として東京都内を中心に年間受講者200人規模で実施されていたが、NICTに移管された平成28年度以降、現実に起きたサイバー攻撃の最新事例を踏まえたコース別に異なるシナリオを提供するとともに、演習会場の一部を、元来開催している県庁所在地から受講が望まれる地域でも設定するなどし、より多くの受講機会を確保するための取組をしてきた。その結果、演習規模は飛躍的に拡大してきており、令和4年度における累計受講者数は19,000人を超え、国内最大規模の演習に成長した（図1）。

令和4年度においては、前年度に引き続き、全国47都道府県において合計100回以上の集合演習を実施し過去最多の3,327名が受講した。また、地理的・時間的要因

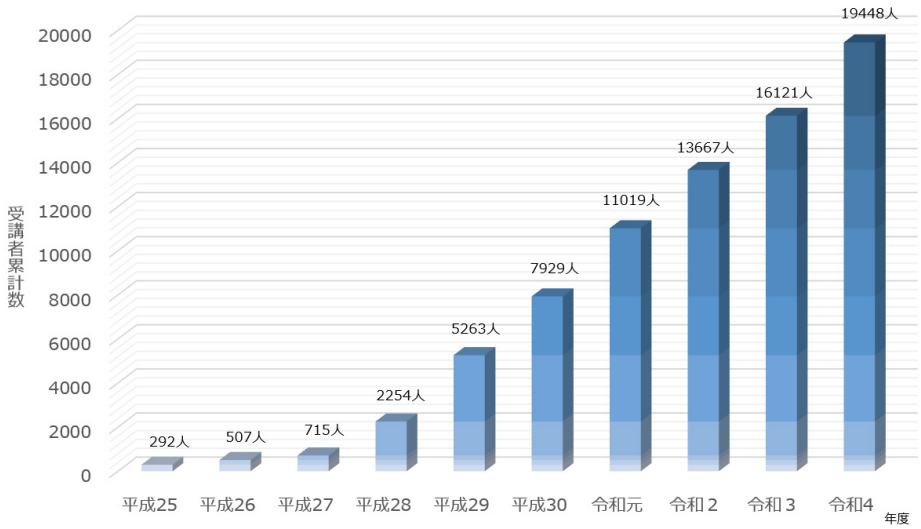


図1　CYDER集合演習累計受講者数の推移

を理由に集合演習の受講機会を逃している未受講自治体の解消を目的とする「出前CYDER」、複数会場での同時演習実施による演習効率化を目的とする「CYDERサテライト」の実証実験も実施し、未受講自治体は、昨年度よりほぼ半減となった。また、オンラインコースについては、オンライン標準コースに加えてオンライン入門コースを新設し、オンライン標準コース296名、オンライン入門コース409名、計705名が受講した。集合演習とオンライン演習合計で4,032名のセキュリティオペレーターを育成した。

2．実践サイバー演習RPCIの実施

令和3年度から公的機関初の情報処理安全確保支援士向け特定講習として実践サイバー演習「RPCI」を開始した。本講習を受講・修了することで、登録資格の更新に必要となる実践講習（3年に1度受講必須）の要件を満たすことができる。

RPCIは当センターがサイバーセキュリティ人材育成事業で培ってきた実践的演習のノウハウ、NICTの強みである大規模演習環境やサイバーセキュリティ研究の知見を活かし、情報処理安全確保支援士（登録セキスペ）向けにシナリオを構成した講習である。

令和4年度は、年間10回の開催のうち土曜日の開催を2回とし、資格更新の登録期限直前の月は2回開催するなど、受講者のニーズに応えた日程を工夫した。その結果、前年度比3.8倍の受講者数を達成し、受講者から高い満足度（受講者の48％が5段階評価で最上位の「大変満足」と回答）を得られた。「事前オンライン学習」と「集合演習（ハンズオン＆グループワーク形式）」により、座学のみで終わらない本格的なトレーニングを提供した。

3．SecHack365 …各コース実施内容の更なる充実と修了生コミュニティの継続支援

6年目となったSecHack365では、昨年度からの5コース制を継続しコースごとの特色を明確にすることで、受講者の多様なニーズに対する指導の充実を図った。多数の応募者より選出された40名のトレーニーに対し、9か月で計6回のイベントを実施し、新型コロナウイルス感染症の状況を踏まえ、3年ぶりにオフラインでの集合イベントを開催し、より多くの作品発表と、きめ細やかなフィードバックの機会を提供した。オンラインとオフラインの特徴を生かし、実地開催のオフラインでの集合イベントでは発表以外にもコースワークや指導を軸に交流を重視した内容とする等、発表とフィードバックを繰り返しながら作品を作り上げていくプログラムを提供した。また、その成果を一般に向けて発表する場として3月に「成果発表会」（図2）を開催した。加えて、修了生アシスタント提案によるオンラインミーティングやイベント等の実施、指導だけではなく修了生アシスタント主導によるコミュニティの運営、現役生へのサポートを実施した。

修了生コミュニティの構築も継続し、修了生を対象としたイベント「SecHack365 Returns」の実施や、修了生向けのコミュニケーションツールの導入として「修了生ポータルサイト」の運用を行った。さらに、修了生も参加したイベントとして、台湾CCoE主催のCyber Blue Range Competitionへ参加し、SecHack365修了生チームが1位になる等の優秀な成績を修める等、国際連携を推進した。

なお、今年度受講生は、1年間を通しての研究・開発、作品作りの成果として、「OMF（Oh My Finger）：遠距離キーボード入力推定 ～無線マイクによる打鍵音取得で遠距離化を実現～」、「Althea～安全で安定したコードを簡単に書ける言語～」等、優秀な作品を多数発表した。

図2　実地開催された2022年度成果発表会の様子

3.3.4.2 サイバートレーニング研究室

室長　　花田 智洋　ほか15名

セキュリティ人材育成の未来を切り拓く

■概要

サイバートレーニング研究室は、ナショナルサイバートレーニングセンター内において、サイバーセキュリティないしICTに係る人材育成事業である「CYDER（サイダー）」、実践サイバー演習「RPCI（リプシィ）」、「SecHack365（セックハック サンロクゴ）」の演習及びプログラムの実施を主に技術的側面で支えつつ、当研究室固有の研究テーマとして、より効果的、効率的に演習事業を推進するための研究開発、他分野への応用に向けた技術開発及び外部への技術移転のための研究開発等に取り組んでいる。

セキュリティ人材不足が深刻な問題となっている現在において、1人でも多くのセキュリティ人材を迅速に育成する必要性から、セキュリティ人材育成を効率化し、その効果を最大化する必要性は非常に高い。当研究室は、その課題を解決するための研究開発に取り組むという独自の立ち位置で業務を行っているところに、その特色と強みがある。

■令和４年度の成果

1．CYDERANGE（サイダーレンジ）の実運用

当研究室は、平成29年度までに、これまでのCYDERの事業運営を通じて得られた知見とNICTが有するサイバーセキュリティ研究に関する技術を活かし、演習シナリオの自動生成、演習環境の自動構築等を可能とする演習自動化システム「CYDERANGE」を開発した。平成30年度からCYDER事業においてCYDERANGEの本格運用を開始しており、令和元年度以降においても地方自治体向け、国の行政機関向けといったコースごとに、きめ細かく最適化されたサイバー演習環境等を、迅速かつ低コストに開発・運用している。

さらに、演習受講者数の拡大のためのオンライン演習を可能にする高度化開発に取り組んだ新たなCYDERANGEにおいては、受講者は自らのPCを用いて北陸StarBED技術センターの演習環境にリモート接続し、動画等による指導を受けながら実践的な演習に取り組むことができる（図1）。集合演習の会場に来ることなく、PCのWebブラウザのみで演習が完結するため、特に時間的、地理的な理由により集合演習への参加を見送っていた受講対象者も、容易に受講が可能となる。新たなCYDERANGEは令和2年度からはじめたテスト運用を経て、令和3年度よりCYDER事業において本格運用を開始した。

図1　CYDERオンラインコース受講イメージ

2．CYDER演習内容の拡充等

当センターは、実践的サイバー防御演習CYDER（CYDER：CYber Defense Exercise with Recurrence）を実施し、行政機関、重要インフラ等の情報システム担当者等が、組織のネットワーク環境を模擬した環境で実践的な防御演習を行うことができるプログラムを提供することにより、年間100回、3,000人を超える演習規模でセキュリティオペレーターを育成している。このうち当研究室では主に、以下のような演習カリキュラムの策定、シナリオ開発、演習環境の構築・運用等を推進している。

CYDERでは、全47都道府県に展開する初級レベルの演習（Aコース）、中級レベルの演習（Bコース）、準上級レベル（Cコース）を提供し、それぞれのコースごとに受講対象者に応じた演習シナリオを用意した。また、令和4年度にはオンライン標準コースに加えてオンライン入門コースを新設し、セキュリティインシデント対応初学者の「はじめの一歩」をサポートできるようなシナリオの作成にも取り組んだ。受講者の学習効果を最大化するため、コースごとの詳細な教育マニュアルを作成し、提供する演習品質の維持向上に継続的に取り組んでいる。さらに令和4年度は、既存の集合演習に加えて、地理的・時間的要因を理由に集合演習の受講機会を逃している未受講自治体の解消を目的とする「出前CYDER」、複数会場での同時演習実施による演習効率化を目的とする「CYDERサテライト」の実証実験も実施し、こうした新たな演習形態における円滑な演習運営のためのカリキュラムの策定・演習環境の構築・運用等にも取り組んだ。（図2）

受講者からのアンケートや受講後のヒアリングなどによる演習上の改善点の把握、インシデント事例の情報収集なども継続して行い、演習内容が受講者の業務環境に即したものになるよう努めている。また、受講者のキー入力、マウス操作、ウィンドウ操作等をパーソナルデータ保護に配慮しつつ記録するデータ収集エージェントにより収集された膨大なデータを、機械学習等の技術によって分析することで、演習による学習効果を精密に測定することが可能となる予定である。

演習で使用する環境は、NICTが有する大規模計算環境「StarBED」に受講者グループごとの専用環境を構築し、受講者が実際の業務で使用するネットワーク環境を模した形で提供した。

3．実践サイバー演習RPCIの実施

これまでCYDERで培ってきたNICTの強みである大規模環境と実機演習のノウハウを活かし、情報処理安全確保支援士（登録セキスペ）の更新用の講習である特定講習向けのカリキュラムとシナリオを構築した。

技術に寄った講習を希望する情報処理安全確保支援士の受講者のニーズに対応する講習を提供し、受講者から高い満足度（受講者の56％が5段階評価で最上位の「大変満足」と回答）を得られた。国家資格の更新講習として着実かつ高品質な演習の提供により我が国のサイバーセキュリティ人材育成に寄与した。

4．SecHack365の実施

平成29年度から開始された若手セキュリティイノベーター育成事業である「SecHack365」では、当研究室において事業の企画と指導方針の策定等を担当するほか、当研究室のメンバーもトレーナーを務めている。令和4年度は、選抜された40名のトレーニーに対し、新型コロナウイルス感染症の状況を踏まえ、3年ぶりにオフラインでの集合イベントを開催し、より多くの作品発表と、きめ細やかなフィードバックの機会を提供するとともに、NICTが有する遠隔開発環境「NONSTOP」及び研究・開発に関する知見や人的資源という強みを活用することにより、他に類を見ない1年を通して行われる長期アイデアソン・ハッカソン、遠隔研究・開発、発表の組み合わせによる総合的能力開発プログラムを実施した。

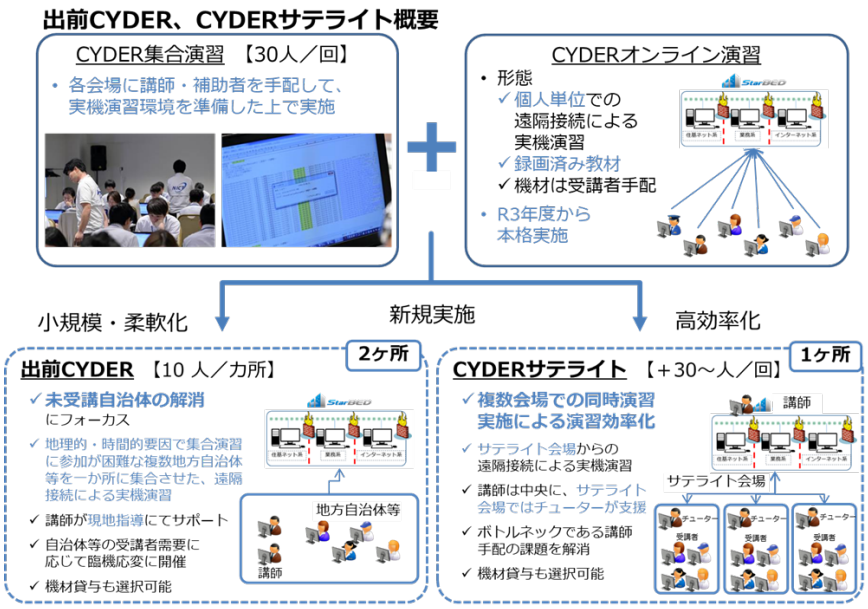


図2　出前CYDER、CYDERサテライト概要

3.3.5 ナショナルサイバーオブザベーションセンター

センター長（兼務）　盛合 志帆

■概要

NICTは、IoT機器のサイバーセキュリティ対策に貢献するため、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、機構法附則第8条第2項の規定に基づき、NICTの有する技術的知見を活用して、日本国内に存在するパスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査及び電気通信事業者（インターネット・サービス・プロバイダ、以下「ISP」という。）への情報提供に関する業務を令和6年3月31日まで実施することとなっている。本業務を実施するナショナルサイバーオブザベーションセンターは、令和3年度より、第5期中長期計画に基づき、サイバーセキュリティ研究所の下で一体的に取り組むこととなった。令和4年度は、総務省や関係機関と連携しつつ調査業務を継続するとともに、HTTP(S)に対する本調査を開始しISPによる注意喚起が開始された。

■主な記事

1．IoT機器調査及び利用者への注意喚起の取組（NOTICE）

多種多様な機器がインターネットに接続し便利な機能が実現されるIoT（Internet of Thing：モノのインターネット）時代が到来している。IoT機器が社会に普及していく一方で、十分なセキュリティ対策が施されていないIoT機器を狙ったサイバー攻撃が社会問題となっている。特に、デフォルト設定等の容易に推測可能なID・パスワード設定のまま利用されているIoT機器（例えば、Webカメラやルーター、デジタルビデオレコーダー等）が不正プログラムに感染し、大規模なサイバー攻撃に悪用される事例が多発している。

IoT機器等を悪用したサイバー攻撃の深刻化を踏まえ、NICTの業務に、パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査等を追加（5年間の時限措置）する国立研究開発法人情報通信研究機構法の改正が行われ、平成30年11月1日に施行された。NICTでは、同改正及び実施計画の認可に伴い、ナショナルサイバーオブザベーションセンターを平成31年1月25日に設置し、総務省、NICT及びISPの連携の下、サイバー攻撃に悪用されるおそれのあるIoT機器の調査及び当該機器の利用者への注意喚起を行う取組「NOTICE（National Operation Towards IoT Clean Environment）」を平成31年2月20日より開始した。

2．調査の流れ

NOTICEプロジェクトにおけるNICTの役割は、日本国内に存在するサイバー攻撃に悪用されるおそれのあるIoT機器を発見し、当該機器の情報をISPへと通知することである。具体的には図1に示す流れで調査を実施している。以下、主要な調査手順について説明する。

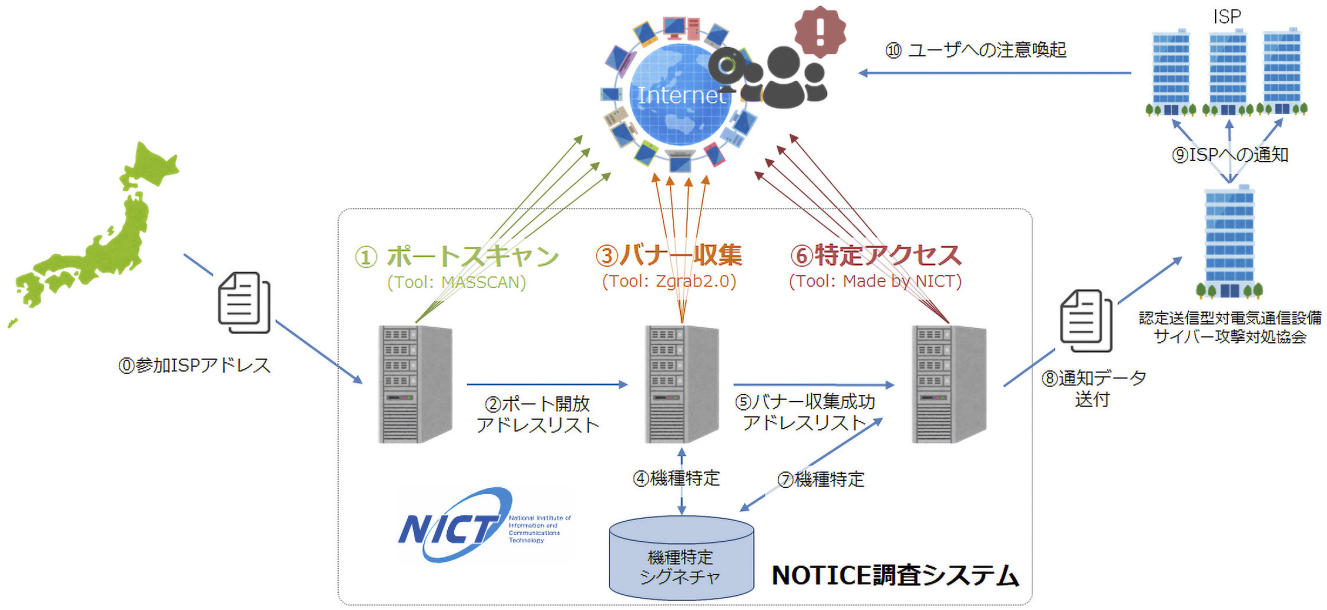


図1 IoT機器調査の流れ

（1）ポートスキャン

日本国内のグローバルIPアドレス（IPv4かつNOTICEに参加しているISPが利用するアドレスに限定）を対象とし、複数の宛先ポート番号に対して通信を行うことでポート待ち受け状態の機器を探索する。ポートスキャンでは、大量のIPアドレスに対して通信を行う必要があるため、オープンソースソフトウェアの高速スキャンツールであるMASSCANを用いている。

（2）バナー収集

ポートスキャンによってポート待ち受け状態と判定されたIPアドレス・ポート番号に対して、実際にリクエストを送信し当該IPアドレス・ポート番号で稼働する機器からの応答（バナー）を収集する。収集されたバナーの分析により、当該機器のベンダや型番等の判定や、ID・パスワードによる認証機能有無の判定を実施する。バナー収集対象数はポートスキャン対象数に比べて少ないため、バナー収集では安定性と拡張性を考慮しステートフルなバナー収集を行うオープンソースソフトウェアのZgrab 2.0を用いている。

（3）特定アクセス

ID・パスワードによる認証機能が確認できた機器に対し、実際に容易に推測可能なID・パスワードを用いてログインを試みる行為を「特定アクセス行為」と呼ぶ。バナー収集・分析の結果、NOTICEの調査対象プロトコルが動作しておりID・パスワードによる認証要求のあった機器に対して特定アクセス行為を行い、特定アクセスに成功する機器（＝サイバー攻撃に悪用されるおそれのある機器）であるか確認する。特定アクセスに用いるプログラムはNICTで開発したものである。

（4）ISPへの通知

特定アクセスに成功した機器について、当該機器への通信の送信元IPアドレス、送信先IPアドレス、通信日時（タイムスタンプ）等の通信履歴を内容とする電磁的記録を作成し、ISPへと通知を行う。

3．実施状況（令和4年度）

令和5年3月までの時点で、国内77社のISPがNOTICEへの参加手続きが完了している。当該ISPに係る約1.12億IPアドレスに対して約600種のID・パスワードを用いて調査を実施し、令和4年度では延べ48,814件が注意喚起対象としてISPへと通知された（図2）。調査の実施状況は、毎月NOTICEのWebサイト（https://notice.go.jp/status）にて公表されている。通知を受けた各ISPから機器の所有者に対して注意喚起が実施され、令和5年3月時点でTelnet/SSHに関する注意喚起対象数は、ピーク時（令和2年12月時点）と比較し約30％減少している。なお、注意喚起対象数の推移については、新たに接続されたパスワード設定に不備のあるIoT機器がNOTICE調査で発見され注意喚起対象が増加するなど、様々な要因で増減が発生する点に注意が必要である。また、令和4年度6月より、HTTP(S)に対するID・パスワード認証（Basic認証及びDigest認証）に対する特定アクセスの本調査を開始し、ISPによる注意喚起を実施した。予備調査段階でHTTP(S)の特定アクセス成功数は1万2千件を超えており、国内の脆弱なIoT機器の発見と対処につながっている。

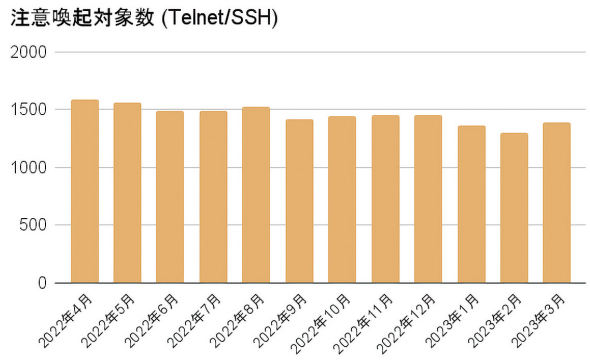


図2 注意喚起対象数の推移(Telnet/SSH)

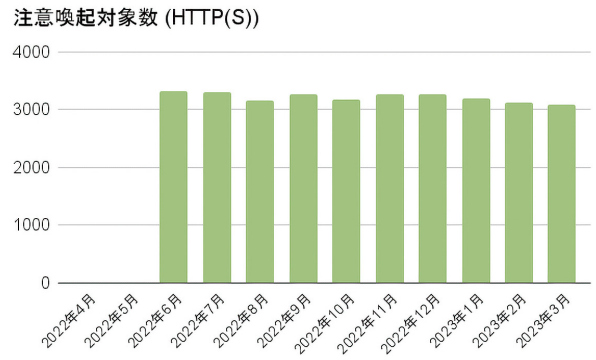
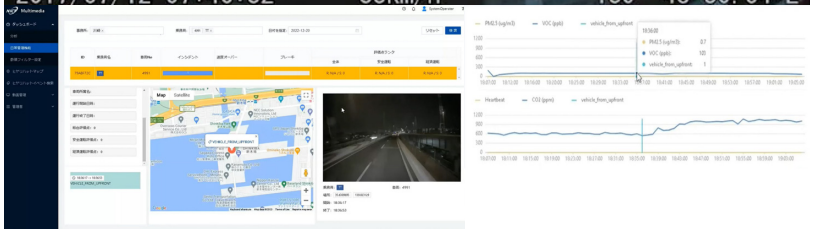


図3 注意喚起対象数の推移(HTTP(S))



3.4 ユニバーサルコミュニケーション研究所

3.4.1 先進的音声翻訳研究開発推進センター

3.4.1.1 先進的音声技術研究室

3.4.1.2 先進的翻訳技術研究室

3.4.2 データ駆動知能システム研究センター

3.4.3 統合ビッグデータ研究センター

3.4.4 先進的リアリティ技術総合研究室

3.4 ユニバーサルコミュニケーション研究所

研究所長　内元 清貴

■概要

ユニバーサルコミュニケーション研究所（UCRI）では、誰もが分かり合えるユニバーサルコミュニケーションの実現を目指して、音声、テキスト、センサーデータ等の膨大なデータを用いた深層学習技術等の先端技術により、多言語コミュニケーション技術、社会知コミュニケーション技術、スマートデータ利活用基盤技術の研究開発を実施している。また、多様なユーザインターフェースに対応したシステムの社会実装の推進等に取り組んでいる。これらにより、Beyond 5G時代に向けて、ICTを活用した様々な社会課題の解決や新たな価値創造等に貢献することを目指している。

研究開発の具体的な内容は、本年報中、**3.4.1** 先進的音声翻訳研究開発推進センター、**3.4.2** データ駆動知能システム研究センター、**3.4.3** 統合ビッグデータ研究センター、**3.4.4** 先進的リアリティ技術総合研究室の項を参照いただきたい。以下では、研究開発の主な成果と、成果の社会展開・地域連携活動について記載する。

■主な記事

1．多言語コミュニケーション技術の研究開発

グローバルコミュニケーション計画2025（令和2年3月31日、総務省）[*1]に基づき、同時通訳技術の研究開発を進め、文より短い翻訳単位（チャンク）に分割することによる翻訳の遅延圧縮効果を6言語（日英中韓越台）で確認した。また、経済安全保障等の分野で重要な5言語（ロシア語・アラビア語・ヒンディー語・イタリア語・ドイツ語）に関する音声認識精度の改善を大幅に前倒しして実現し、VoiceTraで公開した。さらに、国からの要請を受け、ウクライナからの避難民のための緊急的な初期対応として、VoiceTraにウクライナ語を4か月という短期間で追加した。これらのいずれも、技術移転も実施した。NICTの音声翻訳技術の多分野での活用も拡大している。

2．社会知コミュニケーション技術の研究開発

自動並列化深層学習ミドルウェアRaNNCを拡張し、学習時に必要なメモリ量を大幅に削減した。RaNNCは「第35回独創性を拓く先端技術大賞 経済産業大臣賞」を受賞した。また、文間意味的関係知識を用いて仮説生成用としては世界最大の学習データを作成し、入力文と仮説の方向性を指定するキーワードを与えると自明ではない新規仮説を数百個生成する画期的な新規手法を開発した。マルチモーダル音声対話システムMICSUS（ミクサス）について高齢者による大規模実証実験を実施し、応答の適切さ、ケアマネジャーの作業時間の短縮等で目標値を大幅に上回って達成するとともに、高齢者のコミュニケーション不足の抑制につながる可能性を示唆する結果を確認した。

3．スマートデータ利活用基盤技術の研究開発

データ連携分析モデルの新たなクロスモーダルAttentionモデルを開発して性能を大きく改善し、ACM Multimedia Grand Challengeで優勝した。運送事業者と連携したMMセンシング情報資産の運行管理業務支援への応用実証を推進し、運転リスクイベント予測の大幅な性能改善を実現し、運転リスク傾向の分析・可視化アプリケーションやリスク回避運転支援なども含む運行管理業務DXサービスの検討へと進展した。また、気象データや環境データを対象に予測を行うシステムの開発環境をDCCS(Data Centric Cloud Service)から公開し、リスク予測に基づく行動支援など新たな応用開発や実証実験を実施する利用者を獲得し、研究成果の利用拡大を推進した。

4．先進的リアリティ技術の研究開発

カメラ1台の映像から個人のリアルな3Dアバターを構築し、表情や動作を豊かに再現するREXR（Realistic and EXpressive avataR：レクサー）技術について、リアルタイム化をはかり、顔表情/頭部運動の再現は30 fps（遅延33 ms）、身体動作を含む場合は20 fps程度（遅延は身体部位の遮蔽度合等に依存して200 ms）を実現した。再構築の精度向上のために、公開されている顔画像約300万枚を使った機械学習を行った（約8,600人分、1人当たり約360枚の顔画像）。さらに、共有空間内における3Dアバターの配置等が「ユーザが知覚する一体感」に与える影響を定量化するための心理物理実験を行い、被験者40人分の実験データを収集・解析した。

5．国のAI戦略への貢献

NICTでは、AIを戦略的に進めるべき研究領域の1つと

して位置づけ、UCRIにAI研究開発本部を設置している。AI研究開発本部では、CiNet等のNICT内の他研究所及び経営企画部と連携して、国の定めるAI戦略2022（令和4年4月22日、統合イノベーション戦略推進会議）[*2]に基づき、それに貢献する研究開発を推進している。また、産業技術総合研究所及び理化学研究所ともに「人工知能研究開発ネットワーク」に中核センター群として参画し、情報発信等の活動を行っており、令和4年10月に開催された第3回日独仏AIシンポジウムにもNICTから3名登壇するなど協力した。

6．けいはんな学研都市における地域連携活動

けいはんな学研都市及び近隣地域に立地する企業・大学・公的機関等の協力の下、研究成果の発信、相互連携の促進、地域への貢献を行うことを目的とした地域連携イベント「けいはんなR&Dフェア2022」を、令和4年10月に2日間開催した（図1）。講演はオンラインで実施し、Zoomで240名、YouTube Liveで159名のユニークユーザーに視聴いただいた。展示は、NICT内の研究所・センター、近隣の研究機関・企業・大学等による40件のWeb展示に加え、5件のリアル展示を実施した。また、令和4年11月に、中高生にXR技術、多言語音声翻訳技術などの最先端技術に対する理解を深めていただくことを目的とした「けいはんなアイデアソン2022」を開催し（図2）、7校10チーム35名が参加し35名が見学した。

けいはんなの産学官連携を進めるために設置されている「けいはんな情報通信オープンラボ研究推進協議会」（平成14年10月設立）の活動として、未来ICT研究所が事務局をつとめる情報通信技術研究交流会（AC・Net）の協賛を得て、設立20周年記念シンポジウム「現実世界（フィジカル空間）とサイバー空間が高度に融合した未来社会を展望する～サイバネティック・アバター×サイバーセキュリティの活用による可能となるエコシステム～」を令和5年3月に開催した。シンポジウムのリアル開催は3年ぶりであり、73名の参加者があった（図3）。

図1　けいはんなR&Dフェア2022（左上：トップページ、右上：oViceによる質疑応答、左下：ATRサテライト会場でのリアル展示、右下：KICKサテライト会場でのリアル展示）

7．今後の展開

UCRIでは、引き続き上記技術の研究開発と社会実装に取り組み、国際ビジネス・高齢者ケア・環境リスク低減等における言葉の壁・知識の壁・データ利活用の壁をなくし、社会課題の解決や新たな価値創造等に貢献することを目指していく。

[*1] https://www.soumu.go.jp/main_content/000678485.pdf
[*2] https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/index.html

図2　けいはんなアイデアソン2022（左上：ファシリテータからの全体説明、右上・左下：講師によるインプットレクチャー、右下：各チームでの問い出し）

図3　けいはんな情報通信オープンラボ研究推進協議会　設立20周年記念シンポジウム

3.4.1 先進的音声翻訳研究開発推進センター

研究開発推進センター長（兼務）　内元 清貴

■概要

先進的音声翻訳研究開発推進センター（ASTREC）は、世界の「言葉の壁」をなくし、グローバルで自由な交流を実現することを目的としたグローバルコミュニケーション計画[*1]に基づき、多言語音声翻訳技術の研究開発及び社会実装を推進してきた。令和2年3月には、2025年に向けたAIによる「同時通訳」の実現など多言語翻訳技術の更なる高度化を推進する目的で、総務省施策グローバルコミュニケーション計画2025[*2]（以下、「GC計画2025」という。）が発表された。

令和3年度からの第5期中長期計画では、GC計画2025に基づき、文脈や話者の意図、周囲の状況等の多様な情報源も活用した、ビジネスや国際会議等の場面においても利用可能な実用レベルの自動同時通訳を実現する多言語コミュニケーション技術を研究開発している。これらの具体的な内容は、本年報中、**3.4.1.1** 先進的音声技術研究室、**3.4.1.2** 先進的翻訳技術研究室の項を参照いただきたい。

社会実装においては、令和4年度は、国からの要請を受け、VoiceTraにウクライナ語を追加した。また、九州総合通信局・熊本県・熊本市・熊本商工会議所と協力し、くまモンを活用した多言語音声翻訳技術のポスターを作成した。さらに、音声翻訳の精度向上と対応言語数及び対応分野の拡充、同時通訳技術の研究開発成果を用いたデモシステムの開発、外部機関との実証実験を実施し、NICTの技術の利用がさらに拡大した。

■主な記事

1．ウクライナ語対応

令和4年4月の総務省からの要請を受け、ウクライナからの避難民のための緊急的な初期対応として、ウクライナ語の音声認識・合成及びウクライナ語と他言語間の翻訳を行うモジュールを開発し、令和4年8月にVoiceTraに搭載して、プレスリリースを行った[*3]。TVニュース2件や新聞等の複数の記事で取り上げられ、出入国在留管理庁の在留ウクライナ人向けWebサイトやウクライナ大使館のSNSでも紹介された。

2．グローバルコミュニケーション開発推進協議会（GCP協議会）の取組

GCP協議会は、産学官の力を集結して、GC計画2025の推進に資することを目的に活動している[*4]。令和4年度は、総会、普及促進部会、技術部会に加え、令和5年3月に一般も対象とした自動翻訳シンポジウムを開催し、約400名が参加した。本シンポジウムでは、これまで技術的な講演が中心であったところ、アフターコロナを見据え日本政府観光局によるインバウンド需要等の講演により需要喚起を行ったほか、リアル展示を4年ぶりに実施した。

このほか、会員に対して、株式会社海外通信・放送・郵便事業支援機構（JICT）や2025年日本国際博覧会協会からの情報提供を行った。また、総務省委託「多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発」の成果である同時通訳API、基本アプリ、デザインルールの試験提供を実施した。さらに、多言語翻訳技術に関する海外市場の動向調査結果を提供する準備を進めている。これらにより、国内市場の活性化及び民間企業の海外進出を促している。

3．社会実装に向けた取り組み

大阪・関西万博に向け、関連する議員団や省庁の視察に対応するとともに、2025年日本国際博覧会協会とも情報交換を行った。今後の海外からの居住者や観光客の増加を見据え、多言語音声翻訳技術を活用したサービスの周知のため、九州総合通信局・熊本県・熊本市・熊本商工会議所と協力して「くまモン」を起用した周知ポスターを作成した[*5]。このほか、周知広報活動として、CEATEC等8件に出展し、同時通訳技術の研究開発状況、VoiceTra及びその技術の活用状況をアピールした。さらに、ヤマハとの共同研究の枠組で、東京都主催の障がい者スポーツ関連イベントにおける聴覚障がい者向け情報保障の実証実験を実施した。

公共応用に関しては、消防関連では、消防研究センターと共同で開発した救急隊用多言語音声翻訳アプリ「救急ボイストラ」が47都道府県の723本部中683本部（94.5％）の消防本部で導入されるに至っている（令和5年1月1日時点）。

これらの活動により、NICTの技術移転先の作成した多言語翻訳システムの利用は、報道件数で新たに65件確

認された。また、「翻訳バンク」の活動としては、新たに4者から提供を受け、辞書・コーパスの提供組織は100者となった。

4．民間企業等への技術移転

技術移転に向けて、新たに11件の国内外特許出願及びPCT出願を行った。特許登録は新たに11件増えた。NICTの研究開発成果であるソフトウェアやデータベースの直接ライセンスは計48件（40者）となり、NICTの技術を活用した商用製品・サービスも新たに6件生まれた[*6]。また、高品質なニューラル音声合成技術やユニバーサル翻訳モデルに関し、11者と商談（音声合成4者（うち、3者と契約済）、翻訳7者（うち、3者と契約済））した。同時通訳のコア技術の民間企業へのライセンスも実現した。

ポケトーク（株）の携帯型音声通訳機「ポケトーク」の関西国際空港への導入、コニカミノルタ（株）の「KOTOBAL」の岐阜・大垣市役所での実証実験や凸版印刷（株）の遠隔多人数翻訳サービス「RemoteVoice」の秋田県への導入及び対面での円滑な多言語コミュニケーションを実現するサービス「VoiceBiz®UCDisplay」の鉄道会社等での実証実験など、自治体・医療・製造業・IT関連企業をはじめ、多数の分野・業界で利用が拡大し、NICTの知財収入の約75％（令和5年3月末時点）を占めるに至った。

図1　令和4年度におけるVoiceTraの進化

5．VoiceTra及び同時通訳プロトタイプシステムの開発・改良

研究開発成果の検証の場として、多言語音声翻訳アプリVoiceTraの公開・改良を行うとともに、その基盤となる音声翻訳エンジン・サーバの高速化、安定化を行った（図1）。VoiceTraのダウンロード数は、今年度に約100万件増加し、累計で約761万件、シリーズ累計では約895万件（令和5年3月末時点）となった。

同時通訳の活用イメージを示すデモシステムの開発・改良を行い、海外からのNICTへの来訪者への研究内容説明や質疑応答等で実際に活用した。Web会議で同時通訳を行い字幕も表示するデモシステム（図2）も製作して、出展や視察の際に活用した。また、同時通訳技術の研究開発に必要な、会議・講演時のリアルな音声データを収集するため、音声ファイルの書き起こしを行うアプリを製作し、NICT内の20を超える部署に配布した。

6．今後の展開

引き続き、GC計画2025に基づいて同時通訳技術の研究開発を進めるとともに、政府の外国人材受入れ・共生政策や観光戦略等を踏まえた重点対応言語の充実・拡大、2025年大阪・関西万博も見据えた新たな社会ニーズや多様なユーザインターフェースに対応した同時通訳システムの社会実装の推進等にも取り組んでいく。

図2　同時通訳デモシステム

[*1] https://www.soumu.go.jp/main_content/000285578.pdf
[*2] https://www.soumu.go.jp/main_content/000678485.pdf
[*3] https://www.nict.go.jp/press/2022/08/02-1.html
[*4] https://gcp.nict.go.jp/
[*5] https://www.nict.go.jp/press/2023/02/27-1.html
[*6] https://gcp.nict.go.jp/news/products_and_services_GCP.pdf

3.4.1.1 先進的音声技術研究室

室長（兼務）　河井　恒　ほか16名

講演・会議の同時通訳に向けた音声の認識・合成技術の研究開発

■概要

当研究室では、第5期中長期計画において①日英中等の重点言語に関してビジネスや国際会議での講演及び議論の音声を実用的な精度で自動文字化するための音声認識技術、②翻訳結果等を円滑に伝達するための肉声レベルの音声を合成する技術及び自然性劣化を極力抑えつつ、話速等の声質を制御する技術、③日常会話の音声認識及び音声合成に関して対象とする言語の拡大、に取り組んでいる。令和4年度は、これらの活動に加えて、ロシア、アラビア、ヒンディー、イタリア、ドイツ及びウクライナ語の日常会話の音声認識及び音声合成に対応した。

■令和４年度の成果

１．講演・会議の音声認識

音声認識モデルを訓練するデータとして、ベトナム語600時間、日英中各250時間、韓国語225時間等、合計2,535時間の模擬講演・会議音声コーパスを構築した。また、高い模擬ビジネスミーティングを収録した音声認識用テストセットを構築し、SPREDS-D1としてWeb上で一般公開した（https://ast-astrec.nict.go.jp/release/SPREDS-D1）。商用サービスの開発にも使用できるようにCreative Commons Attribution 4.0 International License（CC BY 4.0）ライセンスを採用している。実際の会議で発話されたリアルな音声データとしてNICT内部の会議を録音し、訓練用コーパス及びテストセットとして合計76時間分を整備した。このデータにより別途収集ずみのリアルな講演音声から作成した日本語のテストセットで実用レベル（軽微な誤りがあるが音声認識結果を読んで十分に理解できるレベル）の認識精度が得られた。

End-to-end音声認識を中国語に適用する場合、漢字を出力記号（token）とすれば、同音の漢字が多数あるために1つのtokenの訓練に使われるデータが少なくなるdata sparsenessの問題が生じ、発音を表す音素をtokenにすれば、音声認識後に発音から漢字を推定する処理が必要となり、認識誤りの原因となる。たとえば、ピンインyu3（yuの第3声）で発音される漢字は、頻出の与、宇、禹、羽、语、雨などを含め50個程度存在する。この問題を解決するために、Pronunciation-aware Unique Character Encoding手法を提案した。図1中のyu3 #1, yin1 #1等で#の前の記号がピンイン、後ろが同じピンインの漢字を区別する番号を表す。Tokenをこのような構成とすることにより、data sparsenessの問題が解決されるとともにtokenから表層への変換が簡便・正確に行えるため、実用的なend-to-end音声認識が可能となる。この成果を国際学会IEEE SLTで発表した。

言語識別においては、識別モデルの訓練に使用する音声データと識別対象となるリアルな音声データの間で音響的な性質が異なると識別精度が大きく劣化するドメイン依存性があり、リアルな音声データの入手が困難な言語を中心に実用的な識別精度を確保できないという課題があった。原因として、訓練用データに内在する、言語的特徴とは無関係な音響的特徴の過学習が推測されたことから、音響的特徴に加えて言語的特徴（音素連鎖の特徴）をモデル化可能なTransducer-based language embedding手法を考案した（図2）。この手法を模擬会話により収録した訓練データとリア

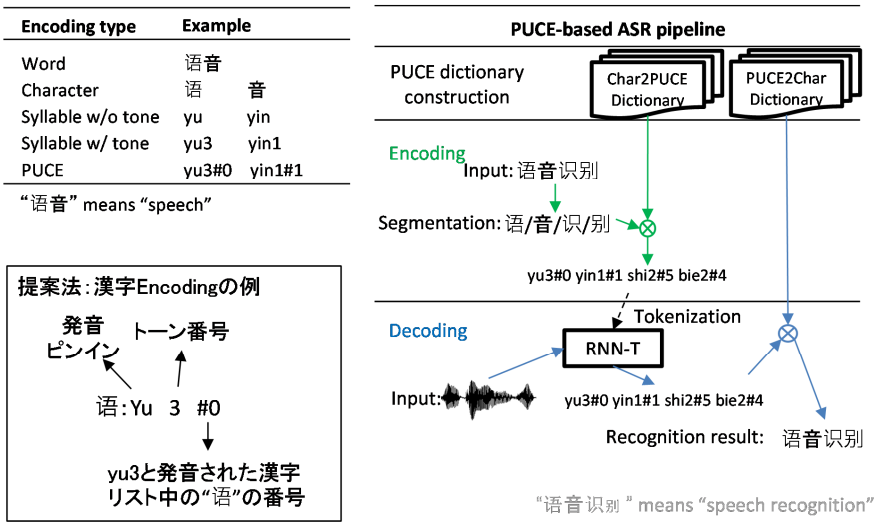


図1　Pronunciation-aware Unique Character Encodingによる中国語のend-to-end音声認識

ルなテストデータに適用して言語識別精度を評価したところ、2秒の発話に対する誤識別率がおおむね半減（17.7％から9.31％）したので、成果を国際学会Interspeech2022で発表した。

2．肉声レベルの音声合成及び声質制御

スペイン、フランス、タイ、インドネシア、ミャンマーの各言語について実用レベルの音質（読み誤りが少なく、ほとんどのテキストを明瞭かつ自然に読み上げるレベル）のニューラル音声合成モデルを開発し、2023年春までに音声翻訳技術の実証実験アプリVoiceTraで一般公開するとともに、外部ライセンス先に提供を開始した。これにより、総務省のグローバルコミュニケーション計画（2014年発表）で整備対象とされた10言語すべてのニューラル音声合成対応が完了した。

ニューラル音声合成方式の音質を目指して、言語解析結果であるコンテキストラベル系列から音声波形を1つのニューラルネットワークで直接生成するend-to-endモデルを開発した。これにより、音質改善を実現しつつ（MOS（Mean Opinion Score）値4.0から4.3へと改善）学習時間が半分以下となった。この方式により日本語、英語、中国語及び韓国語の音声合成モデルを試作し、マルチスポット音場再生の公開デモ等で使用した。

声質制御技術に関するオープンイノベーションを促進するために、同一の話者が声の高さを複数通りに変えて発声した音声のコーパスを開発し、一般公開した（https://ast-astrec.nict.go.jp/release/speedspeech_ja_2022）。ライセンスは、Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License（CC BY-NC 4.0）であり、非商用利用に限定している。

3．日常会話の音声認識及び音声合成

音声認識モデルの訓練用データとして、クメール語、モンゴル語について各100時間の音声コーパスを構築した。また令和3年度補正予算により対応することとなったロシア、アラビア、ヒンディー、イタリア、ドイツの5言語について各1,000時間の音声コーパスを構築した。

ネパール語の日常会話に関して実用レベルの認識精度を達成し、VoiceTraで一般公開するとともに外部ライセンス先に提供を開始した。ロシア語、アラビア語、ドイツ語の音声認識について、2023年春までに音声認識モデルを開発し、実用レベルの認識精度を達成した。イタリア語及びヒンディー語についても同様に準実用レベル（誤りがあるが音声認識結果を読んである程度理解できるレベル）の認識精度を達成した。これら5言語の音声認識技術をVoiceTraで一般公開するとともに、外部ライセンス先に提供を開始した。

前記5言語に関して試作レベルの音質の音声合成モデルを開発した。アラビア語以外をVoiceTraで一般公開するとともに、外部ライセンス先に提供を開始した。

4．ウクライナ語の日常会話の音声認識及び音声合成への緊急対応

ウクライナからの難民の日常生活を支援するために、既製品の音声コーパス250時間分を購入して音声認識モデルを作成し、実用レベルの音声認識精度を得た。音声合成に関しても既製品の小規模な音声コーパスを購入して試作レベル（読み誤りや不明瞭箇所があって聞き取りが困難なことがあるレベル）の音質の音声合成モデルを開発した。これらを2022年8月にVoiceTraで一般公開した。

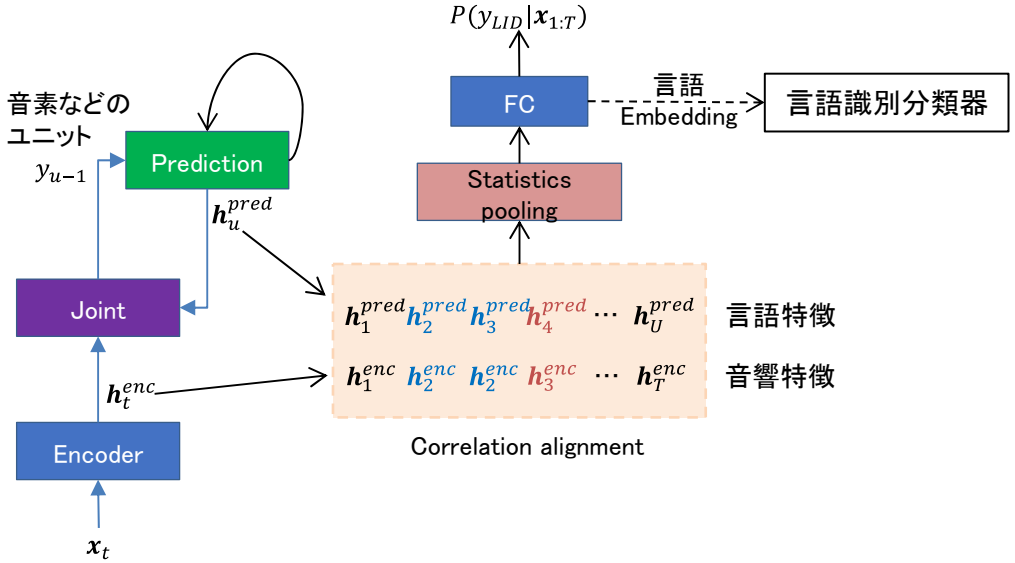


図2　音響的特徴と言語的特徴の両方を考慮して言語識別を行うTransducer-based language embedding手法

3.4.1.2 先進的翻訳技術研究室

室長（兼務）　隅田 英一郎　ほか20名

自動翻訳技術の研究・開発と多言語・多分野での社会実装

■概要

逐次通訳を自動化しても、発信者が話し終わってからコンピュータの通訳が始まるため、受信者に翻訳結果が伝わるまでに、話した時間と通訳した時間を合わせた時間がかかる。言い換えると単位時間あたりに伝達される情報量が半減するという非効率性がビジネスでの利用に向けて克服すべき課題となっている。

本研究室では自動同時通訳の実用化を実現するため以下を進めている。①低遅延の自動同時通訳を実現するための入力発話の分割点検出技術、要約等外部処理と翻訳との融合を行う技術の確立、②様々な分野における多言語の情報を日本語のみで受発信可能とする翻訳技術の確立、③対訳データ依存性を最小化する技術の確立、④一文を越えた情報（文脈、話者の意図、周囲の状況等）を利用して翻訳精度を高める技術の確立、⑤自動同時通訳の評価技術の確立を目指す。また、社会実装を着実に進めるため、⑥多様な分野でも利用可能な多言語自動翻訳の実現に向けた翻訳バンクによる大規模な対訳の構築、⑦旅行、医療、防災等を含む日常会話の翻訳品質の実用レベルへの強化が必要な重点言語を含めた対訳コーパスの構築を図る。並行して、自動同時通訳技術の要素技術の公開や社会実装も実施している。

本研究の一部は、総務省施策GCP2025[*1]で公募された委託「多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発」に採択され実施している。

■令和４年度の成果

ビジネスや国際会議等の場面に対応した実用的な自動同時通訳技術を実現するため以下を行った。

1．同時通訳の低遅延性をコンピュータで実現する

文より短い翻訳単位であるチャンクを、同時通訳過程をデータ化したものに基づいて、深層学習によってチャンクで分割可能とした言語ペアは、年度計画の日本語と中国語だけでなく、日本語と韓国語、越語、台湾語にも拡張した。さらに、英語と中国語だけでなく、英語と韓国語、越語、台湾語にも拡張し、遅延圧縮効果を確認した。また、チャンク分割による翻訳品質の劣化を抑制するため、翻訳時に一つ前の翻訳単位も含んで翻訳するように手法を改良した。文単位の分割による翻訳の対応も言語を増やし、チャンク単位と併せて、前期に技術移転完了した。文やチャンク等の分割単位については、表1を参照。

日本語からインドネシア語、フィリピン語、ブラジルポルトガル語、フランス語の4言語についてチャンク単位データの言語拡張をした。

2．収集した対訳データと活用アルゴリズムの改良で多分野化を進める

対訳データ量が少ない言語の翻訳精度を一定程度にするため、ユニバーサル翻訳モデルとして学習し、ウクライナ語も含め31言語×30言語の多言語NMTを構築しVoiceTra（図1）に実装するとともに技術移転した。

表1　入力単語列と2種類の翻訳単位

入力	W_1		W_o		W_{o+1}
文	W_1 W_m		W_{m+1} W_o		W_{o+1}
チャンク	W_1W_1	$W_{i+}W_m$	$W_{m+1}W_n$	$W_{n+1}W_o$	W_{o+1}

図1　VoiceTraにおけるウクライナ語の翻訳画面

[*1] https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin03_02000298.html

ユーザ生成テキストの分野では「標準的な」表記から逸脱した「崩れた」表記が多用される。標準的な表記の（対訳等の）アノテーションデータは大規模に確保できるが、「崩れた」表記にかかわる大規模なアノテーションデータは存在しない。言語処理（自動翻訳等）システムは標準的な表記の大規模データから構築されるので「崩れ」がシステムの精度を大きく低下させる。「崩れた」表記から「標準的な」表記を求めることによって問題解決する研究を促進するために機構では日本語の「崩れ」に関する評価用コーパス（図2）を初めて構築して公開した。

3．人間の同時通訳とコンピュータの同時通訳の双方に適用可能な能力評価について検討する。

同時通訳の技能は科学的・工学的には分析されることは少なかった。本研究は自動化した同時通訳の到達レベルを示す計画であり、通訳レベル評価の手順を確立する必要がある。同時通訳のエージェントとクライアントの間で長年運用されてきた通訳レベルを勘案し、A、B、Cの3段階のレベルを設定。本研究では、エージェント以外が客観的にレベルを評価できるようにするために、通訳課題文（入力）と、異なるレベルの被験者による通訳結果（出力）と、入力と出力の対を参照して判定される通訳誤りに関する、（複数の評価者による）スコアをデータ化した。高度な英語力を有する通訳者の間に存在するレベル差を識別しうる高難度の課題文の作成方法や誤りの評価基準などについて、先行事例が全く無い中、実験を繰り返して改良してきた手法で、令和4年度はデータを大規模化した。

また、社会実装を着実に進めるため以下の活動を行った。

4．翻訳バンク（多分野化）

専門性の高い英文論文の集積であるPubMedやarXivを基に科学技術論文を日本語にMTPE（Machine Translation Post-Editing,具体的には、機構の高精度の自動翻訳システムで英日翻訳し少数の誤訳を人手で修正）することで日本語と英語のデータ収集を進め、汎用モデルをカスタマイズ（ファインチューニング）して、科学技術論文専用の高精度自動翻訳モデルを構築し「みんなの自動翻訳@TexTra」サイトで公開し技術移転した。さらにタグ処理にかかわる周辺技術も開発し、技術普及・社会実装の加速を目指して、高精度自動翻訳の利用によって拓かれる「新しい多言語情報収集の形態が体験できるシステム」を構築した。

5．翻訳バンク（多言語化）

翻訳精度について熾烈な競争下にある英日自動翻訳において、多様な情報を含むニュース記事の対訳を構築し、一層の高精度を実現した。外交・防衛や経済安全保障等の分野において各国情報の円滑な収集を可能とするため、ロシア語、アラビア語、ヒンディー語、ドイツ語、イタリア語について、ニュース記事の対訳を構築し、汎用の自動翻訳システムを構築し、TexTra（図3）に実装し公開した。

ヒンディー語をはじめとする11の主要なインド言語と英語を対象にした事前トレーニングモデルIndicBARTを構築した。IndicBARTはmBART50よりパラメータが少なく、他方、翻訳（言語によって異なるが、BLEUで最大約7％の増加）等のタスクでmBART50に匹敵する又は優る精度を達成した。MITライセンスで公開されている。

6．実用レベルの翻訳品質を実現する基盤として話し言葉の対訳コーパスを拡張する

外交・防衛や経済安全保障等の分野における各国情報の円滑な収集のため、日常会話対訳コーパスをロシア語、アラビア語、ヒンディー語、ドイツ語、イタリア語に拡張した。更に、収束がままならないコロナ禍によってグローバル化された社会経済の弱点として再認識された感染症対応の日本語文を作成し対訳も作成した。基本会話について日本語・ウクライナ語の対訳を作り、翻訳エンジンをVoiceTraに追加した。翻訳エンジンは3者に商用ライセンスを提供した。

単語分割	イイ	歌	です	ねエ
品詞	ADJ	NOUN	AUX	PART
標準形	良い,よい,いい	-	-	ね
分類	文字変異	-	-	音変異

図2　日本語の「崩れ」に関する評価用コーパスの一部

図3　多言語翻訳サイトTexTra

3.4.2 データ駆動知能システム研究センター

研究センター長　　大竹 清敬　ほか18名

■概要

データ駆動知能システム研究センター（DIRECT）では、第5期中長期計画においてインターネット等にある知識（社会知）を人間にとってわかりやすい形式で取得し、それらの組み合わせや類推等で仮説を推論する技術及び目的やポリシー等を持つ仮想人格が、深層学習技術を駆使して社会知やそこから得られる仮説等を用いてユーザの興味、背景や文脈にあわせて対話等を行える社会知コミュニケーション技術の研究開発に取り組んでいる。今年度はより具体的には、(1) 社会知コミュニケーション技術の研究開発に必須となる巨大なニューラルネットワーク（NN）の学習を効率化する自動並列化深層学習ミドルウェアRaNNC（ランク）、(2) 社会知を人間にとってわかりやすい形式で取得することが可能な大規模Web情報分析システムWISDOM X（ウィズダムエックス）、(3) 取得した社会知及び深層学習技術を駆使して仮説を生成する技術、(4) 雑談機能を仮想人格実現への第一歩と位置づけ、その雑談機能を有し、高齢者介護の支援をターゲットに、SIP第2期で研究開発を進めているマルチモーダル音声対話システムMICSUS（ミクサス）、(5) 同じくSIP第2期で研究開発している防災チャットボットSOCDA（ソクダ）の研究開発、あるいはその社会実装に関する取組を実施した。

■主な記事

以下、各成果を順に説明する。まず、(1) 自動並列化深層学習ミドルウェアRaNNCは、巨大なNNをアーキテクチャを問わず複数のGPUを用いるよう自動的に並列化し、高速な学習を可能とする。単一のGPUでは処理できない巨大なNNの学習に際し、RaNNCでは、これまでモデル分割とよぶ方法でNNを分割し、並列化していたが、これに加えて、テンソル並列と呼ばれる方法も統合的に用いるよう拡張した。この結果、実験では学習時のメモリ使用量を30〜50 %程度削減できることがわかった。このRaNNCが「第35回独創性を拓く先端技術大賞 経済産業大臣賞」を受賞した。また、RaNNCを用いて200億パラメータを持つBERTの拡大版の事前学習を行い、さらにそれをベースとする生成モデルを構築した。

(2) 次に、大規模Web情報分析システムWISDOM Xに関しては回答できる質問の種類を大幅に増やした。WISDOM Xは、質問を入力するとその回答をWebページから端的な形で抽出し、回答するシステムである。具体的にはなに、いつ、どこ、誰といった事実について訪ねるファクトイド質問や、理由や方法など事実以外を訪ねる非ファクトイド質問と呼ばれるなぜ型質問、どうやって型質問をすることが可能である。今年度は、これまで日本語の質問応答システムでは対応事例がない7種類の非ファクトイド質問とYesNo型質問を既存のなぜ型、どうやって型質問に加えた合計10種類に関して71万件の学習データを整備し、既存のなぜ型、どうやって型の学習データとあわせて世界最大となる累計118万件からなる非ファクトイド質問応答のための学習データを整備した。従来は、質問の種類毎に深層学習モデルを構築し、運用していたが、これを一つの深層学習モデルで10種類全ての質問に対応する統合型質問応答機構を開発した。この結果、運用に必要となる計算リソースが大幅に削減され、今後社会実装上の課題となる運用コスト低減に貢献することが期待される。

(3) 第5期中長期計画では、その目標を表現する重要なコンセプトとして仮想人格技術を挙げている。今年度は仮想人格を実現する上で重要な仮説生成の技術に関して世界最大となる17億件もの仮説生成用の学習データを作成し、入力文と仮説の方向性を指定するキーワードを与えると自明ではない新規仮説を数百個生成する画期的な新規手法を開発した。たとえば、入力「対話システムを開発する」に加え、仮説の方向性を指定するキーワードとして「高齢者」を入力すると「対話システムで詐欺的投資勧誘等の悪質商法から高齢者を保護する→高齢者等を狙った悪質商法や特殊詐欺の手口等の情報を提供する対話システムを構築する（最初の出力を入力としてさ

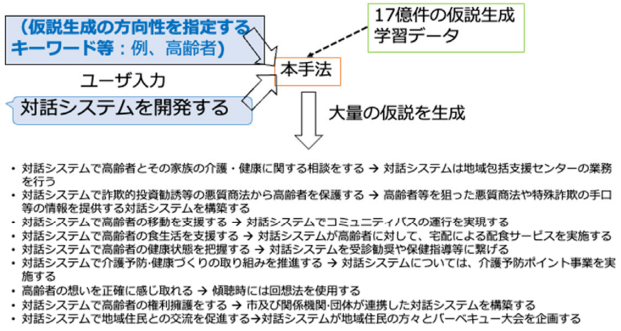


図1　多様かつ自明ではない新規仮説を生成する手法の動作例

らに仮説生成を実施した結果)」といった興味深い仮説を生成することが可能である（図1)。実際にこの手法を用いて、後述するMICSUSの構想やその発展系のシステムの開発の方向性を示す新規仮説の生成に成功した。また、OpenAIが令和4年11月に発表したChatGPTでも適切な入力を与えることで、このような仮説を作成することが可能である。しかしながら、ChatGPTの出力は言うなれば最大公約数的であり、無難なありふれた回答となっている場合が多く、安全性に鑑みこの傾向は、今後ますます強まると考えられる。そのため、仮説の具体性という観点では、当センターの仮説生成技術の方が優れている。この技術は、今中長期計画における根幹的コンセプトである仮想人格の中核技術となり得るものであり、これを活用することで、ブレインストーミングのような対話も可能なシステムが実現される可能性が見えてきた。

（4）マルチモーダル音声対話システムMICSUSは、前例のない高齢化と介護関係者の不足が深刻な問題となる中で、介護において重要な高齢者の健康状態チェックを面談で行う作業を一部代替して、介護関係者の作業負担を軽減することや、高齢者の健康状態悪化の原因となり得るコミュニケーション不足をWebから抽出した社会知を活用した雑談で抑制することを狙ってSIP第2期（2018年度～2022年度）で開発を進めてきた。今年度は、ユーザ発話の意味解釈等のために97万件の学習データを整備し、2018年度からの累計では日本最大級となる400万件の学習データを整備した。日本全国の高齢者179名による大規模実証実験を実施し（図2)、26,704ターン（うち高齢者は12,885ターン）からなる927回の対話を実施し、日本語では最大規模となる約1万3千発話の客観評価を行った。その結果、健康状態チェックにおけるユーザ発話の意味解釈精度が93.5 %、雑談応答を含む全てのシステム応答の適切さは92.9 %と高精度であることを確認した。なお、ユーザ発話の意味解釈について、対話による実験ではなく、テキストの評価データを用いた評価ではあるが、介護領域以外の質問に関してもほぼ同等の精度が達成できており、他分野への応答用も可能である。雑談も介護に特化したものではなく他分野への展開が可能な技術であり、今後更なる展開を検討している。それから、高齢者120名による実験後のアンケートでは全体的な印象が5段階（5～1で5が最も良い）で平均4.2であった。口頭の聞き取りでは「多少意地悪したくなるくらい楽しい」「頭の体操になる」といったコメントも聞かれた。次に、高齢者の健康状態チェックに要するケアマネジャーの作業時間を、MICSUSを用いた場合とケアマネジャー自身で行った場合とで比較し、MICSUSを用いることで高齢者の健康状態チェックを面談で行う際のケアマネジャーの作業時間を69 %以上短縮可能であることを確認した。これらの評価結果は、プロジェクト開始当初に設定した目標値を大幅に上回った。また、実証実験中には、合計1,346回生成された雑談応答に対し、高齢者はその25 %に笑顔をみせ、半分以上に積極的な興味を示す等、高齢者のコミュニケーション不足の抑制につながる可能性を示唆する結果を確認した。MICSUSの雑談機能は、仮想人格実現への第一歩と位置づけており、ユーザ発話に関するチャンスやリスクなど何らかの新規情報を含むよう設計している。今回の実験結果から、雑談応答は非常に良好な品質であると考えている。

さらには、このMICSUSの実用化に向けて、意味解釈モジュールで用いている認識誤り等にも頑健な深層学習モデルHBERTそのものの高速化、意味解釈モジュールにて雑談応答生成を一体的に行う事による高速化等を実施し、GPU1枚で最大5,000ユーザと同時対話可能であることを確認した。加えて、MICSUSの商用化について民間企業と交渉を開始し、令和5年度にライセンス供与する見込みを得た。

（5）同じく、SIP第2期にて研究開発を進めてきたSOCDAに関しては、機構のライセンス先民間企業による商用サービスが開始されているところであるが、今年度は新たに2自治体で開始され、合計9自治体にて商用サービスが活用されることとなり社会実装が進展した。加えて、当該企業による無償の商用トライアルサービスが60の自治体で実施された。台風第14号接近時には、比較的被害の大きかった宮崎県のある自治体でこのトライアルサービスが実活用され、消防団員により詳細な位置、説明、写真が瞬時に収集、共有されその有用性が再確認された。今後、多くの商用サービス導入が期待される。また、神戸市の消防団で長期間の実証実験を実施してきたシステムもその信頼と実績から商用サービスに移行した。

以上の活動に関し、合計44件の新聞報道等があった。

図2　高知県日高村にて実施した15日間毎日対話する実験での様子
https://www.youtube.com/watch?v=culHPYEqOKc&t=75s
にて動画を視聴可能

3.4.3 統合ビッグデータ研究センター

研究センター長　　是津 耕司　ほか9名

■概要

実世界の様々な状況を随時把握し最適化された行動支援を行うことを目的として、実世界の様々なセンシングデータを収集し、それらの分野横断的な相関を発見・学習・予測するデータ連携分析技術の研究開発を行うとともに、個々のプライベートデータを共有することなく状況把握や行動支援のための共通の予測モデルを構築する連合型AI技術の研究開発を行っている。また、これらの基盤技術を実装したxDataプラットフォームを構築し、APIやユーザ開発環境を提供するとともに、自治体やサービス事業者らのデータやノウハウを活用した共創型の課題解決を推進している。令和4年度は、連携分析モデルの性能強化と、個別環境で収集・蓄積されるプライベートデータの品質のばらつきによる性能低下を防ぐ連合学習方式について検討し、その基本実装を行った。また、これらをデータ連携分析基盤（xDataプラットフォーム）に実装し、ユーザが収集したデータを安全に活用した予測分析に基づく行動支援サービスの実証実験を行い、その有効性を検証した。さらに、データ連携サービス開発のためのプラットフォーム構築を加速させるべく、総合テストベッドとの間で、データ連携分析の機能モジュールや情報資産の共有及び利用者支援の共通化を推進し、サービス開発を効果的に行えるようにする環境の実現に取り組んだ。

■主な記事

異種データからTransformerで抽出したイベント構成要素に多重のAttentionをかけることで、従来の特徴量空間レベルの相関予測から事象関係レベルの相関予測までを可能にするクロスモーダルAttentionモデルを開発し（図1）、テキスト-画像間の相関予測で従来手法を平均20％上回る性能（上位K件の精度、P@K）を達成した。また、ニュース映像に付与された不正なキャプション（Re-contextualizing）の検出精度を競うACM Multimedia Grand Challenge on Detecting Cheapfakesにおいて、このマルチモーダルAttentionモデルを用いたテキスト-画像クロスモーダル検索手法を2種類提案し、参加した15チーム中1位と3位の優れた成績を収めた。さらに、このモデルを応用したMMセンシング情報資産を用いた運転業務支援の応用実証を、運送事業者と連携して実施した（図2）。ドライブレコーダーデータ等から事故・ヒヤリハットなどの運転リスクイベントを予測できるようにするため、周囲の物体の軌跡や速度を検出し衝突回避可能な安全領域を推定しながら、運転リスクにつながるイベントを予測する処理と、予測されたイベントを運転リスクの種類や発生状況などに応じ分類する処理を、MMセンシング情報資産に実装し、特許を出願した。これにより、高精度なリスクイベント予測と、ユーザ定義のイベント分類の追加を可能とする高い拡張性を兼ね備えた情報資産を実現するとともに、この情報資産を用いて、トラック収集データから運転リスクイベントを予測し、運転リスク傾向を詳細に分析するデータ分析・可視化アプリケーションを開発した。運行管理業務での活用法について、運送事業者への聞き取り調査を行ったところ、従来のドライブレコーダー製品には無い、ユーザ定義イベントの予測機能や、車内外の環境や運転者の健康など他のデータと組み合わせたリスク要因分析などが高く評価された。

個別環境で収集された不均質なマルチモーダルデータを用いて深層学習モデルを効率的に連合学習できるようにする連合学習方式FedProbを開発した。各エッジとクラウドのデータ発生頻度分布に基づきフィードバックを重み付けして集約する連合学習方式であり、Non-IID（non-independent and identically distributed）データに対する有効性の評価でFedAvgなど代表的な既存の連合学習方式を最大10％上回る連合学習性能を達成し、学習の収束が早くなる利点を確認した（図1）。また、この方式をxDataプラットフォームの連合学習機能（xData FLモジュール）として実装するとともに、この機能を用いたエッジ・クラウド連携システムを構築し、運送事業者と連携したMMセンシングによる運行業務管理支援での実証実験を実施した（図2）。

環境品質短期予測情報資産から派生した光化学オキシダント注意報予測情報資産を、環境モニタリング事業者へ技術移転するとともに、xDataプラットフォーム技術の提供先である機構の総合テストベッドData Centric Cloud Service（DCCS）を活用した事業者による応用実証で、展開先の自治体の特性に応じた学習データの調整方法や予測結果の活用方法に関する技術支援を行った。具体的には、異常値の判定と除去、欠測値の調整・補

完、学習対象の期間の調整などを支援し、事業者自体が情報資産を有効活用するスキルを高め、DCCSを活用した複数の自治体への展開を促進した。また、DCCSへの展開による研究成果の利用拡大を推進すべく、気象データや環境データを対象に予測を行うシステムの開発環境をDCCSから公開した。DCCSを活用した応用開発や実証実験を推進すべく、光化学オキシダント注意報予測の技術移転（環境モニタリング事業者）に加え、異常気象時の混雑リスク予測に基づくリスク回避行動支援アプリ開発（電気通信事業者）など新たなユーザの獲得を積極的に行った。DCCSを活用した課題解決や技術移転を加速させるべく、情報資産の改良とDCCS移行によりユーザの開発効率を大幅に向上させた。機能モジュールをコンテナ化し、xData プラットフォームと同じ情報資産をDCCSの計算機クラスタ上で実行可能にすることで、学習処理を約20～40％高速化し、テスト期間を約2割短縮することに成功した。さらに、xDataプラットフォーム/DCCSをベースに、Beyond 5G / 6Gサイバー空間アーキテクチャのオーケストレータ機能の基本設計を行い、オーケストレータによるデジタルツイン連携の機能要件とともにBeyond 5G / 6Gホワイトペーパー 3.0版に記載し一般公開した。

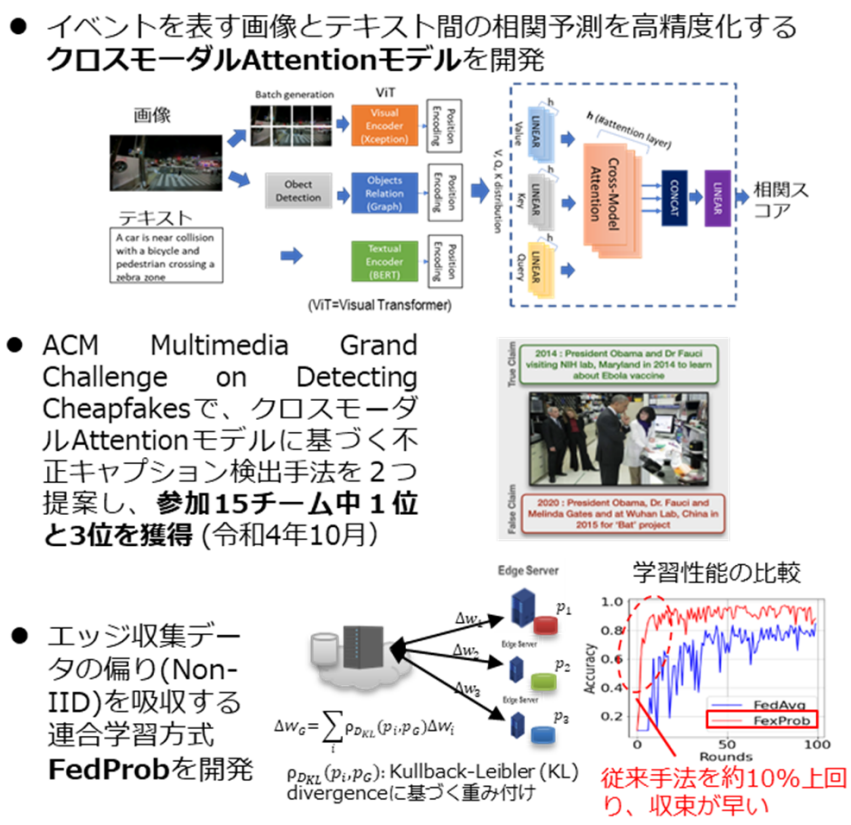


図1　データ連携分析モデルと連合学習の性能改善

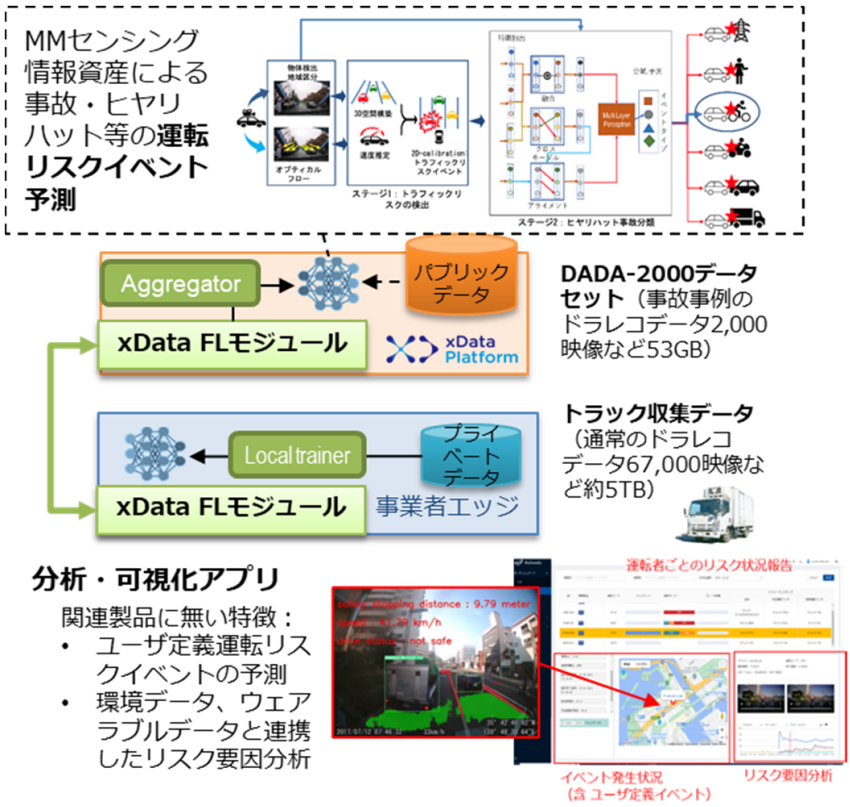


図2　運行管理業務支援への応用実証

3.4.4 先進的リアリティ技術総合研究室

室長（兼務）　内元 清貴　ほか3名

空間・時間・身体の制約を超えたコミュニケーションの実現

■概要

先進的リアリティ技術総合研究室では、空間・時間・身体の制約を超えたコミュニケーションの実現を目指して、実世界の人物や環境をデジタル化してサイバー空間に再構築し、ノンバーバルな情報や多感覚の情報を遠隔の人々に伝えることで相互理解を深化させる技術の研究開発を推進する。特に、1）ヒトが多感覚の情報から感じるリアリティ（実在感）の本質をヒトの行動解析や脳機能イメージングにより探求し、2）実世界の人・物・環境をデジタル化し理解するための人工知能（AI）技術を開発するとともに、3）遠隔の人々にそれらを映像・音響・感触等でリアルかつ自然に伝えるXR（VR/AR/MR）インタフェース技術の開発を行う。このような技術を社会に実装していくことでBeyond5G / 6Gが描く未来社会の実現に寄与する。そのために、URCF（超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム）等との連携を通じて、研究成果の社会展開を図っていく。

第5期中長期計画の期間においては、現状のオンライン会議では十分に伝えられない非言語情報（表情・視線・ジェスチャ等）をリモートでも効果的に伝え、複数人による一体感のある遠隔の円卓会議を3D共有空間で可能にするための基盤技術を開発する。特に、本人のリアルで表情豊かな3Dアバターをカメラ映像だけから構築し、リアルタイムでサイバー空間に再現するための技術を開発する。将来、このアバター構築・再現技術とNICTで現在開発が進められている同時通訳システムを連動させることで、海外のいる人とも同じサイバー空間内でそれぞれの母国語を用いて心豊かなコミュニケーションがとれるようなシステムの開発につなげていく。また、ヒトの心理・行動・脳機能解析により、3Dアバターの配置／表情／視線／動作等の再現効果の検証や共有仮想空間の設計のための要件導出等を行う。さらに、モノ・環境とのインタラクションを映像・感触・音響等の多感覚情報を用いてサイバー空間内で実現するための技術開発を進める。

■令和４年度の成果

令和4年度は、前年度に当研究室で開発した3Dアバターの構築・再現技術REXR（Realistic and EXpressive 3D avataR：レクサー）のリアルタイム化、精度向上に向けた技術開発、3Dアバターを用いた心理物理実験、実環境のデジタルツイン構築等を進めた。REXR技術は、多数のカメラや特殊なセンサを必要とせず、Webカメラ1台の映像だけから実在人物のフルボディの3D形状（メッシュモデル）・360°テクスチャ画像（顔パーツ・服装等）・姿勢パラメータ（骨格・関節角等）の推定が可能であり、刻々と変化する細やかな顔の表情や動作を任意の方向から入力映像と同程度に精細に再現することができる。現在、仮想空間（メタバース）における遠隔会議・イベント等の商用サービスが始まっているが、そこで用いられているアバターの顔表情は目のランダムな瞬きや発話に合わせた口の開閉程度で、ユーザの目元・瞼・視線・眉・口元・頬等の微細な表情変化の再現はできていない。また、本人のフォトリアリスティックな3Dモデルを構築するためには、一般に多数のカメラを装備した大規模な設備や特殊なセンサ（奥行き・位置センサ等）が必要であり、カメラ1台だけを用いて本人の表情や動作を再現することは困難であった。これに対し、REXR技術は複数のAIモジュール（機械学習により獲得されたニューラルネットワーク）を組み合わせて自分のデジタルツインとなるリアルな3DアバターをWebカメラ1台の映像だけから構築し、本人の表情や動作を精細に再現することを可能にした。REXR技術を用いることで、本人の多様な感情（怒り／驚き／嫌悪／悲しみ／ほほ笑み等）の表情も3Dアバターの顔にリアルに再現可能であること（図1）を示し、令和4年6月のNICTオープンハウスにおいてこれらの動画を公開した。

REXRのリアルタイム化、精度向上に向けた技術開発

REXRは、将来、多人数の遠隔ミーティングに活用することで、リモートであっても共有空間の中で各人が互いに向き合い、参加者同士の深い信頼関係の構築やシビアなビジネス交渉も可能になり、現在のオンライン会議システムでは困難な相互理解の深化が図れるようになると期待される。特に、REXRの3Dアバターは無意識に表出される細やかな表情（微表情: micro-expressions）やジェスチャ等の非言語情報を豊かに表現できるため、相

手に対する同意・好意・誠実さ等の社会的シグナルが的確に伝わり、遠隔であっても実空間と同等の質の高いコミュニケーションの実現が期待される。REXRを遠隔コミュニケーションにおいて活用するためには、3Dアバターの顔表情・動作再現のリアルタイム化を図る必要がある。令和4年度は、このようなREXRのリアルタイム化を目指して、3Dアバターの顔表情・動作再現のコードを最適化し、処理の高速化を図るための技術開発を行った。その結果、顔表情・頭部運動再現のフレームレートは30 fps、身体動作を含む動き再現のフレームレートは20 fpsを達成し、3Dアバターの自然で滑らかな表情変化・動作を再現することができるようになった。また、入力映像に対する遅延に関しても、顔表情・頭部運動に関しては33 ms、身体全体の動きは200 msまで高速化を図ることができた。更に、3Dアバターの頭部・顔表情の再構築精度向上に向けて、公開されている顔画像約300万枚（約8,600人分, 1人当たり約360枚の顔画像）を使った機械学習を実施した。

3Dアバターを用いた心理物理実験

将来、REXRを用いた円滑な遠隔コミュニケーションを実現するために、3Dアバター技術のヒューマン・ファクタに関する検証実験や自然な共有空間設計のための要件導出を進めていく必要がある。令和4年度は、共有空間内における3Dアバターの配置等が「ユーザが知覚する一体感」に与える影響を定量化するための心理物理実験を実施し、被験者40人分の実験データを取得した。今後、本データの詳細な解析を進めていく。

実環境のデジタルツイン構築/360°高精細ライブ映像の活用

REXRによる実在人物のデジタルツイン構築とともに実環境のデジタルツイン構築を進めるために、ユニバーサルコミュニケーション研究所（けいはんな）の建物（外観・構造）や共有スペース（入口・フロント・会議室・食堂・什器類等）の3Dデジタル化を行い、3Dアバターの共有空間として活用できるようにした（図2）。また、360°高精細ライブ映像を取得・伝送し、REXRの3Dアバターの遠景としてXR空間に実時間で表示するための技術開発を行った。

今後の展開

今後は、3Dアバター構築の更なる精度向上／高速化／安定化のための技術開発を行うとともに、REXRの体験デモシステムの構築や本技術の社会展開に向けた取組を進めていく。

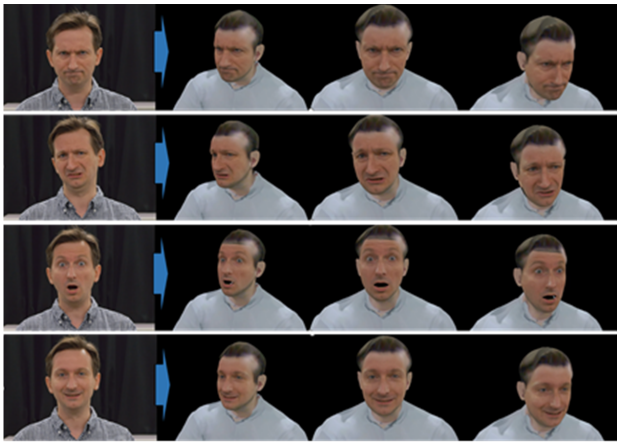
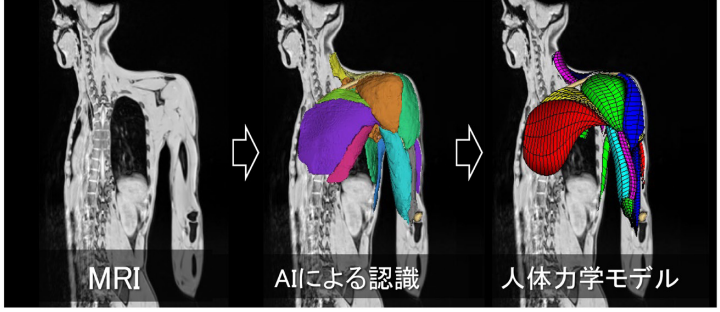
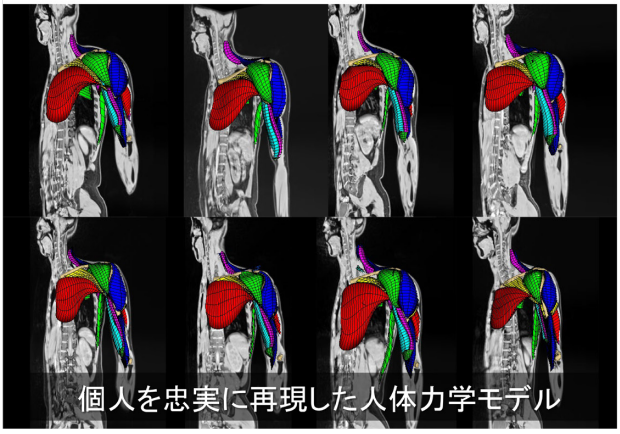
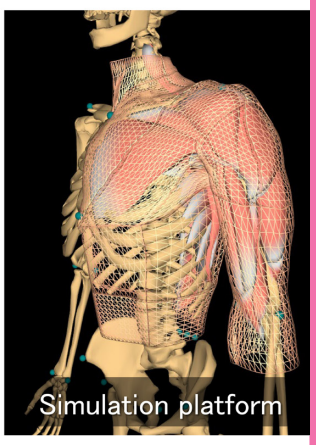


図1　REXR技術により多様な表情も3Dアバターに高精細に再現

図2　実環境（ユニバーサルコミュニケーション研究所）のデジタルツイン構築







3.5 未来 ICT 研究所

3.5.1 神戸フロンティア研究センター

3.5.1.1 超伝導 ICT 研究室

3.5.1.2 ナノ機能集積 ICT 研究室

3.5.1.3 バイオ ICT 研究室

3.5.1.4 神経網 ICT 研究室

3.5.1.5 深紫外光 ICT 研究室

3.5.2 小金井フロンティア研究センター

3.5.2.1 量子 ICT 研究室

3.5.2.2 超高周波 ICT 研究室

3.5.2.3 グリーン ICT デバイス研究室

3.5.3 脳情報通信融合研究センター

3.5.3.1 脳情報通信融合研究室

3.5.3.2 脳機能解析研究室

3.5.3.3 脳情報工学研究室

3.5 未来ICT研究所

研究所長　和田 尚也

■概要

未来ICT研究所は、今中長期計画から「フロンティアサイエンス研究分野」を研究開発する組織としてスタートを切った。今回その研究領域名に新たに「サイエンス」が加わったことを踏まえ、「不毛に見える辺境（Frontier）の大地を、失敗を恐れることなく科学（Science）という鋤（すき）で開拓する」という気概の下、情報通信技術の未来を拓くため、高度な学術知識に裏付けされた先端的・基礎的な研究開発を進めていく所存である。

研究成果の詳細は、以下、各センター・研究室の報告を参照いただきたい。

神戸フロンティア研究センター
- 超伝導ICT研究室
- ナノ機能集積ICT研究室
- 神経網ICT研究室
- バイオICT研究室
- 深紫外光ICT研究室

小金井フロンティア研究センター
- 超高周波ICT研究室
- グリーンICTデバイス研究室
- 量子ICT研究室

脳情報通信融合研究センター（CiNet）
- 脳情報通信融合研究室
- 脳情報工学研究室
- 脳機能解析研究室

■主な記事

未来ICT研究所では、産学官連携強化と研究加速を推進しているほか、研究成果の社会展開や地域貢献として、各種展示会への出展、ワークショップ・国際学会の開催、各種広報活動にも注力している。

1．ワークショップの主催と各種展示会への出展産学官・国際の連携強化

・未来ICTシンポジウム2023の開催

令和5年2月1日（水）、「nano tech 2023」第22回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議の併催会議として「未来ICTシンポジウム2023～Beyond 5Gに向けた光・電子デバイス技術の新展開～」を主催した。本年は「～Beyond 5Gに向けた光・電子デバイス技術の新展開～」をテーマに、Beyond 5G時代に必要となる超高速・大容量かつ低消費電力の光通信やミリ波・テラヘルツ波無線通信、高度な光・電子制御の実現のための新たな材料の利用や有機・無機材料などの異種材料の融合、フォトニクスやエレクトロニクスの長所を生かすとともにそれら技術を融合したデバイス開発についての現状やその応用技術の動向を紹介した。4時間を超えるシンポジウムであったが、各講演で紹介された研究成果とBeyond 5G社会実現について意欲的な質疑、議論が交された（図1）。

・国際フロンティア産業メッセ2022

神戸国際展示場において9月1日（木）、2日（金）に開催された「国際フロンティア産業メッセ2022」に出展した。本メッセは企業や大学・研究機関による先端技術の紹介や新事業創出の基盤となる製品展示を中心に、基調講演、特別講演、各種セミナーや交流会など多彩なプログラムにより、産官学の技術交流やビジネスマッチングを促進することを目的とした関西最大級の国際総合産業見本市であり、今回で22回目の開催となる。当展示会では、イノベーション創出に向けた研究所の取組を紹介したほか、研究トピックとしてCiNetから、脳神経の情報伝達システムにヒントを得て開発した広域センサーネットワーク技術にかかわる最新の研究成果が展示された（図2）。

図1　未来ICTシンポジウム2023

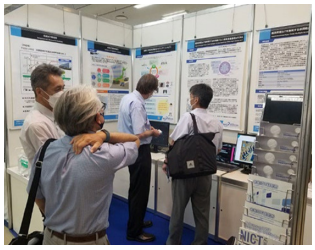


図2　国際フロンティア産業メッセ2022

図3　nano tech 2023
（左：会場ブース全景　右：会場での説明の様子）

・nano tech 2023－第22回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議－

令和5年2月1日から3日間に渡りに東京ビッグサイトで開催された世界最大級の先端技術展である「nano tech 2023－第22回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議－」に出展した。」展示会場では「ICTデバイス」と「脳・バイオICT」についてプロジェクト毎に研究開発に関わる展示説明を行った。未来ICT研究所からは有機電気光学ポリマーを用いた超高速光制御技術、超伝導ナノワイヤを用いた超伝導単一光子検出器、次世代技術として開発が進む酸化ガリウムトランジスタや高強度深紫外LED、テラヘルツ光源・光デバイス技術、量子ICT技術、生体システムの持つ優れた特徴を活用した、ケミカルバイオセンサー、昆虫の脳の仕組みを活かした情報技術の開発、脳の神経細胞の発火からヒントを得た非同期パルス符号多重通信の展示を行った（図3）。

・「The 8th CiNet Conference –Beyond Motor Control: Bridging the gap between action and perception– 」を主催

令和5年3月7～9日までの3日間、脳情報通信融合研究センター（CiNet）は、「The 8th CiNet Conference –Beyond Motor Control: Bridging the gap between action and perception –」を開催した。この会議は、「世界に通用する会議をCiNetで創り上げる」を合言葉に、CiNetの研究者が国際的研究者ネットワークのハブとなって脳機能研究分野におけるCiNetの世界的知名度を向上させるために、会議の企画から運営までをCiNetが主体となって行うものである。2014年から7回にわたって開催を続けてきた。第8回となる今回は、感染対策を施し3年ぶりのオンサイト開催とした。また、これまで培ってきたオンラインセミナーのノウハウも生かして、Zoomを用いたリモート中継も同時に行なった。

2．教育・アウトリーチ活動の推進と人材教育

・未来ICT研究所一般公開ONLINE2022

未来ICT研究所は、2022年度の一般公開を7月29・30日にハイブリッド開催した。昨年度は仮想空間内に「バーチャル未来ICT研究所」を作りあげ「完全ONLINE開催」としたが、今年度はこれらを更に発展させ、「ONLINE会場」、「ミニリアル開催（神戸現地開催）」、「LIVE配信」を組み合わせた「ハイブリッド開催」とした。なお、本開催にあたっては電磁波研究所、ユニバーサルコミュニケーション研究所、先端ICTデバイスラボ、IDI、NICT電波研クラブ、明石市立天文科学館にも出展協力をいただいた。「ONLINE会場」では各研究室・プロジェクトが進めている最新の研究内容等について、ポスターや動画を使って詳しく紹介した。音声やキャラクターによる展示物の説明、ゲーム方式の採用など、より分かりやすい内容となるように工夫した昨年のコンテンツに加え、新しく「全天球ドーム」を追加し、360°映像を利用した研究室紹介動画等を複数導入した。[LIVE配信]では「ONLINE会場」であるバーチャル未来ICT研究所内をツアー形式で紹介した。LIVE配信の映像は、先に撮影した各拠点・研究室の映像と説明者のリアル画像、バーチャル空間内の展示コンテンツ画像の3画面を組み合わせたもので、本年度の「ハイブリッド開催」を特徴付けるものであった。3年ぶりの神戸現地開催となる「ミニリアル開催」では、「ONLINE会場」に訪れにくい小さな子供を対象として、来場者と対応者の安心・安全に配慮しながら企画運営を進めた（図4）。

・「大学生のためのCiNet研究ワークショップ」開催

5月31日・6月1日の2日間、「大学生のためのCiNet研究ワークショップ」をオンラインで開催した。 このワークショップはCiNetの先進的研究について大学生の理解を深め、将来の優秀な人材確保に資するため、定期的に開催しているものである。このような大学生ワークショップを定期的に実施し、研究を紹介し、楽しく効果的なプログラムを継続することは、将来の優秀な人材確保のみならず、CiNetとNICTの知名度を上げ、さらには、脳情報通信研究への関心を深めることになるものと考えている。

未来ICT研究所ではこのような活動を通じて、人に優しい豊かな社会創造のため、長年培ったゆるぎない基盤を育みながら、社会のニーズや時代の変化にも柔軟に対応できる、発展的な基礎研究体制の強化を進め、ICTイノベーションの創出に引き続き貢献していく。

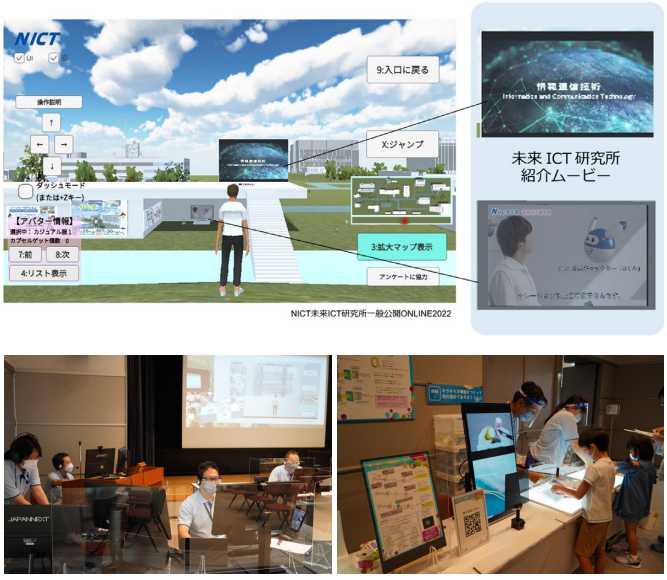


図4　未来ICT研究所一般公開ONLINE2023（上図：ONLINE会場、左下図：ライブ配信の様子、右下図：ミニリアル開催の様子）

3.5.1 神戸フロンティア研究センター

研究センター長　田中 秀吉

■概要

従来の未来ICT研究所のうち、神戸に拠点を置く研究室を統括する組織として令和3年度から新たに神戸フロンティア研究センターが設置された。未来ICT研究所の本拠は神戸に所在していることから、その直下にある総合企画室も神戸に設置されており、研究設備、施設等を含む神戸地区の管理運営、センター関連の研究連携など、神戸フロンティア研究センターの企画室業務も総合企画室が担務している。以下に研究に関する当センターに所属する5つの研究室の概要について述べるが、総合企画室の活動内容については研究所概要の神戸関連事項にも記載があるので参照いただきたい。

■主な記事

神戸フロンティア研究センターは、現未来ICT研究所となる通信総合研究所（現NICT）の関西支所にその原点があり、第5期中長期における研究所の組織拡大に伴い、神戸を拠点とする研究分野のまとまりとして、未来ICT研究所の下に新たに組織された。革新的ICT研究開発を進める未来ICT研究所の中でも、既存技術の延長線上に無い新たな技術の種を創出し芽吹かせるため、最先端融合領域の基礎・基盤研究を、幅広い研究分野にわたり総合的かつ重層的に実施してきた。今後も、研究所設立当初の理念を継承しつつ、設立の地神戸から「未来を拓く」研究を発信し続けていく。

未来ICT研究所では、令和3年度より開始された第5期中長期計画の「フロンティアサイエンス分野」が担務されているが、その中で、当センターでは、5つの研究室体制の下、①フロンティア ICT 基盤技術と、②先端 ICT デバイス基盤技術に関係する分野の研究開発を実施している。

ナノ機能集積ICT研究室では、独自開発した有機材料を基盤技術とした、超高速光デバイスの研究開発を実施、B5G研究、超高周波研究との連携、応用につながる研究を進めている。超伝導ICT研究室では、窒化物系超伝導材料による薄膜作製、加工を基盤技術として有し、SSPD等の量子暗号通信応用や、量子ビット等の将来の量子情報通信技術開拓に向けた基盤/応用研究を進めている。バイオ系基礎基盤研究では、これまでのバイオ情報システム、センシングなどの研究全般を実施するバイオICT研究室に加え、今中期計画より、生物の行動や記憶の原点を研究解析し、自然知機能の応用展開を図る、神経網ICT研究室が新しく設置された。第4期中長期において、社会展開が近い研究開発という位置付けであった深紫外ICT研究室では、通信/センシング等のICT応用にかかわる基盤技術の開拓にあわせて、アフターコロナに向けた殺菌用途に適した深紫外小型光源の開発など社会展開に向けた活動も進めている。

令和4年度は、第5期中長期計画の2年目にあたり、各研究分野における研究計画が本格的に実施され、目標に向けた研究成を着実に産み出していく1年となった。本分野では、「サイエンス」という旗頭の下、比較的長期的な視点から次世代あるいはその次の世代の技術シーズにつながるような基礎、基盤研究を進めているところであるが、計画目標から派生したバイプロダクト的な実用成果や、融合分野での応用、社会展開への方向性も数多く見られた。神戸フロンティア研究センターの研究分野、研究フェーズの特徴である、多様多彩な研究成果が見えてきた1年であったとも言える。それぞれの成果の詳細については以下の各研究プロジェクトに関する記載をご覧いただきたい。あわせて、神戸フロンティア研究センター内だけでなく、研究所外あるいはNICT外プロジェクト、企業等との連携や共同研究の成果、特に融合研究分野、内外の共同研究等についても、それぞれの研究所、連携研究先などの報告を参照いただきたい。

図1　神戸フロンティア研究センターの所在

3.5.1.1 超伝導ICT研究室

室長　　寺井 弘高　ほか13名

超伝導技術でICTにイノベーションを！

■概要

超伝導ICT研究室では、第5期中長期計画において、超伝導ナノワイヤ単一光子検出器（SSPD）の高速化、高機能化に向けて重要となる多ピクセル化技術を研究開発し、超伝導デジタル信号処理回路との融合により200～300 ピクセル規模の SSPD アレイを実現し、単一光子感度のイメージングの実証を目指している。また、超伝導量子ビットの高性能化に向けて、窒化物材料を用いた超伝導量子ビット作製、評価技術の確立を目指す。

■令和 4 年度の成果

超伝導デジタル回路による極低温信号処理は、第5期中長期計画において取り組んでいるSSPDの多ピクセル化を実現するだけでなく、小型冷凍機に多チャンネルのSSPDを実装する上でも有効である。令和4年度は、図1に示す光ファイバ遅延線と超伝導単一磁束量子（SFQ）論理回路による時間多重化回路を用いた多チャンネルSSPDの信号読出し（特許申請中）の原理実証を行った。図2 a）に冷凍機内部の写真を示す。今回の原理実証では3チャンネルのSSPDを使用し、光ファイバ遅延線で2 nsの時間差を設けて3つのSSPDにパルス当たりの平均光子数を1以下とした光パルス信号を入力した。SSPDの出力信号をSFQパルス（時間幅5 ps程度の電気パルス信号）に変換し、時間多重化処理後に出力信号を幅0.8 ns、電圧レベル1.6 mV程度の電気パルスに変換して室温に取り出した。図2 b）に得られた出力信号波形を示す。SSPD A、B、Cの出力が2 nsの時間間隔で時間多重されて読み出されていることがわかる。信号波形が鈍っているのは室温アンプの帯域が1 GHz程度のものを使用しているためである。SSPDの出力波形は立下り時間が10 ns以上あるため、そのままの波形では2 nsという時間間隔で多重化して読み出すことは困難であるが、SFQパルスに変換し、最終的に時間幅0.8 nsのパルス信号に成形して読み出すことで2 ns間隔でも出力信号を分解して読み出すことが可能となった。図2 c）に得られた出力パルスのタイミングジッタを測定した結果を示す。3つのSSPDのすべてで40～50 ps程度のタイミングジッタが得られており、現状0.8 ns程度の出力パルス幅をさらに狭めて（回路の設計変更により容易に狭めることが可能）、高帯域の室温アンプで信号増幅することにより、1 nsの時間間隔での時間多重読出しも十分可能と考えられる。1 ns間隔の時間多重読み出しにより、100 MHzのクロック周期で動作する100チャンネルのSSPDを1本の同軸ケーブルで読み出すことが可能になるものと見込まれる。

SSPDについては、科研費基盤S、ムーンショット、Q-LEAP、総務省委託研究等の外部資金を活用した研究開発にも取り組んでいる。ムーンショット「ネットワーク型量子コンピュータによる量子サイバースペース」では、昨年度にNICTが浜松ホトニクスに技術移転したマルチチャンネルSSPDシステムについて、浜松ホトニクスが製造した12チャンネルSSPDシステムを用いて、量子ネットワークで配信される量子もつれ光子対の評価実験を行いその有効性を実証することに成功し、大阪大学、浜松ホトニクス、NICTの共同で報道発表を行った。これによりマルチチャンネルSSPDシステムの国産化に目途がついた。

超伝導量子ビットについては、窒化チタン（TiN）薄膜の作製条件の検討、Merged-Element Transmon（MET）と呼ばれる新しいタイプの超伝導量子ビット用のジョセフソン接合作製プロセスの検討を行った。NICTでは、Q-LEAPフラグシッププロジェクトで開発を進めている超伝導量子コンピュータで用いるシリコン基板上の低損失TiN薄膜の作製を担当しており、令和4年度にはシリコン基板上での結晶成長メカニズムの調査、表面状態の評価を行った。NICTでは、水素終端処理したSi（100）基板を850℃に加熱して成膜することで、Si基板上に結晶配向が（100）に揃ったTiN薄膜を作製することに成功しているが、反射高速電子線回折を用いてTiN成膜直前のSi基板表面とTiN成膜直後の表面を観察した結果、TiNが4格子とSiが3格子のドメインマッチングによりエピタキシャル成長していることが明らかとなった。また、X線光電子分光（XPS）によりTiN薄膜の表面状態を評価した結果、表面の約6割が酸化しているものの低誘電損失なTiO_2が支配的、かつ3か月大気に放置したTiN薄膜でも酸化膜の厚さは2 nm以下であり、超伝導量子ビットの電極材料として広く用いられているニオブ等で

報告されている5 nmよりもはるかに薄いことがわかった。この表面分析結果は、シリコン基板上のTiN薄膜を用いたλ/4準平面型共振器において、シングルフォトンレベルのマイクロ波パワーで120万という優れた内部Q値が得られていることとも符合するものと考えている。

NICTでは低損失TiN薄膜の作製だけでなく、TiN薄膜をバッファ層としてSi基板上に作製したNbN/AlN/NbNエピタキシャル接合を用いた超伝導量子ビットの作製・評価を進めている。現在広く用いられているAl/AlO_X/Al接合のトンネル障壁であるAlO_Xはアモルファスの酸化物であり、アモルファスの酸化膜に含まれる材料欠陥が、超伝導量子ビットの量子状態の保持時間（コヒーレンス時間）の制限要因となることが広く知られている。NbN/AlN/NbNエピタキシャル接合は結晶化したトンネル障壁を持つため、Al/AlO_X/Al接合を用いた超伝導量子ビットよりもコヒーレンス時間を改善できる可能性がある。一昨年にNbN/AlN/NbNエピタキシャル接合を用いた超伝導量子ビットで20 μsを超えるコヒーレンス時間を実証することに成功したが、コヒーレンス時間の制限要因がジョセフソン接合そのものにあるのか否かを判断する手法として、Merged-Element Transmon（MET）という量子ビットに注目している。従来の量子ビットでは、接合容量に加えて外部に平面キャパシタを設けて電荷ノイズに対する感度を抑制していたが、METでは面積の大きなジョセフソン接合を用いることで、接合容量だけで電荷ノイズに対する感度を抑制する。巨大な面積を持つ平面キャパシタを用いないためフットプリントを大幅に削減できるメリットがある一方、トンネル障壁の誘電損失が超伝導量子ビットのコヒーレンス時間に大きく影響する。NbN/AlN/NbNエピタキシャル接合を用いることで、アモルファストンネル障壁に起因した誘電損失を低減し、METにおいても長いコヒーレンス時間を実現できる可能性がある。令和4年度は、METで必要となるジョセフソン接合の臨界電流、接合面積を検討し、臨界電流として30 nA、接合面積として1.6 μm^2を得た。NbN/AlN/NbNエピタキシャル接合でこの接合パラメータを実現する作製条件を検討し、図4 a）に示すようにAlN成膜時間46～47秒で所望の臨界電流密度を実現できる見通しを得ると同時に、図4 b）に示す電流-電圧特性を観測し、十分漏れ電流の少ない接合の作製が可能であることを確認した。

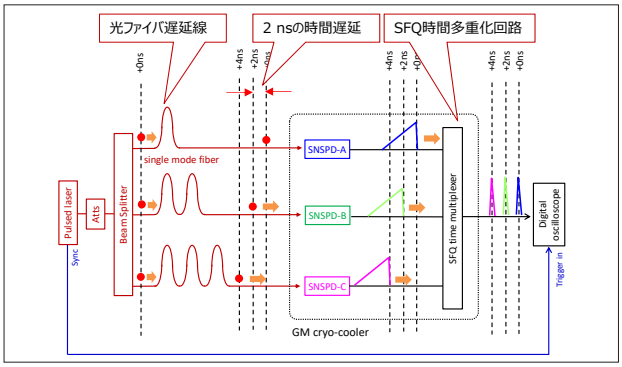


図1　光ファイバ遅延線とSFQ信号処理回路を用いたマルチチャンネルSSPDからの時間多重読み出しの全体構成

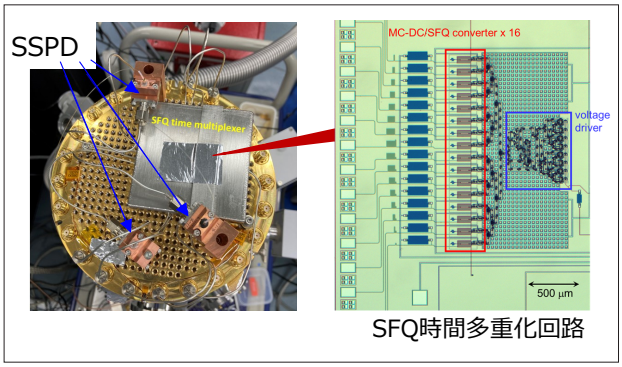


図2　SFQ時間多重読み出しを用いたマルチチャンネルSSPDシステムの冷凍機内部写真

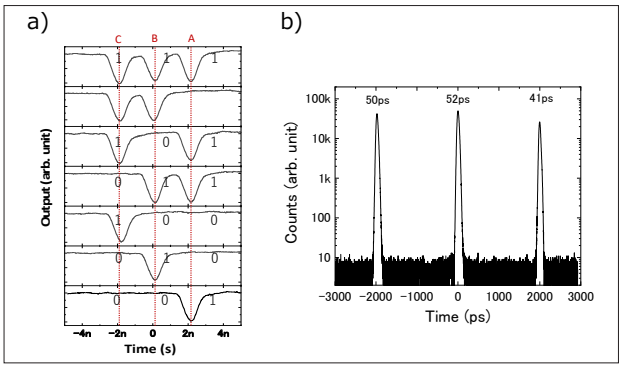


図3　SFQ時間多重読出しを用いたマルチチャンネルSSPDシステムのa) 出力波形、b)読み出しタイミングジッタ測定結果

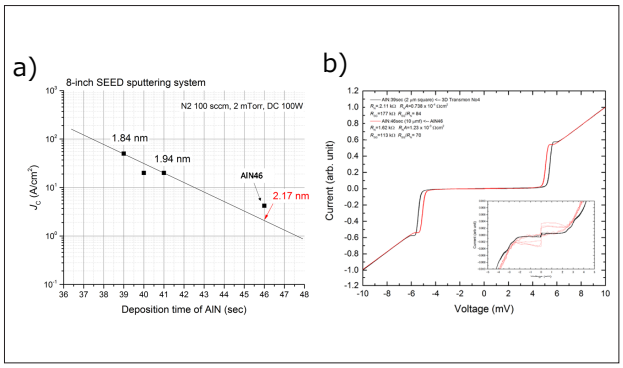


図4　a) NbN/AlN/NbN接合の臨界電流密度のAlN成膜時間依存性、b) AlN成膜時間46秒におけるNbN/AlN/NbN接合の電流-電圧特性

3.5.1.2 ナノ機能集積ICT研究室

室長（兼務）　大友　明　ほか10名

有機無機ハイブリッドによる革新的デバイスの創出を目指して

■概要

Beyond 5Gやそれにつづく未来世代の通信システムにおいては、現在の10倍以上の高速化と同時に消費電力を1/100以下にすることが必要とされる。よって、デバイスやサブシステムの更なる高速化・低消費電力化・広帯域化・小型化等が必須となるが、従来材料を用いたデバイスでは早晩性能が限界に達すると予想されている。当研究室では、従来限界を打破する超高速・超低消費電力・超小型光変調器や超広帯域無線光変調器などの革新的デバイス・サブシステムの創出を目指して、有機電気光学（EO）ポリマーなどの優れた光機能を有する有機材料と無機誘電体・半導体・金属等とのナノレベルの構造制御・機能融合技術やハイブリッドデバイスの集積化技術等のナノハイブリッド基盤技術の研究開発を行っている。また、有機無機ハイブリッドデバイスの社会展開に向けて、耐久性や量産などの実用化に向けた課題抽出とその解決に向けた研究開発にも、企業と連携し取り組んでいる。

令和4年度は、小型光変調器等の超高速光制御デバイスに係る基盤技術として、低電圧動作や短波長動作に向けたSi/有機EOポリマーハイブリッド光変調器の量産化に向けた検討や作製プロセスの最適化等の検討を実施した。また、無線光変調素子や電界センサ等の超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、300 GHz帯無線光変調素子の試作と評価を行うとともに、広帯域化や高効率化に向けた有機EOポリマー積層技術等の高度化を行い、100 μm以上の有機EOポリマー積層膜の作製に成功するとともに、これを用いた超広帯域電磁波検出に成功した。実用化に向けた取組としては、有機EOポリマーを用いた光制御デバイスの光酸化メカニズムを明らかにするとともに、光耐久性強化技術とその有効性の検証を行った。

■令和４年度の成果

小型光変調器等の超高速光制御デバイスに係る基盤技術として、データセンターなどの中短距離データ通信の高速化と低消費電力化に資するSi/有機EOポリマーハイブリッド小型光変調器の実用化に向けて、企業と共同で量産化対応のSiフォトニクスファブを利用した試作と評価を行った。ファブで作製したSiスロット光変調器構造に対して、NICTが開発した有機EOポリマーハイブリッド構造作製プロセスを適用し、端面入射による光変調、グレーティングカップラの入出射効率、高周波特性を確認した。高周波特性は、100 Gbaudが可能なレベルであることを確認した。

空間光通信や3次元ヘッドマウントディスプレイ等の光制御素子となる有機EOポリマーを用いた超高速低電圧駆動光フェーズドアレイ（OPA）の短波長動作に向けて、NICTが独自に開発した有機EOポリマーを用いてOPAの試作を行った。素子構造及び作製プロセス等の最適化により、結合損失や迷光が飛躍的に改善し、昨年度より明瞭な8分岐導波路の出射を実現した。また、高速駆動に向けて、有機EOポリマー可視光変調器の100 kHzの高速駆動を確認（図1）するとともに、高速駆動用電極の設計に着手した。さらに、OPA駆動に向けて、デバイス集積化技術の開発とデバイス実装にも着手した。

超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、光ファイバー無線モバイルフロントホールの一部無線区間やリモートアンテナにおける高速無線－光信号変換に向けた300 GHz帯無線光変調素子の試作と評価を行った。図2に有機EOポリマー導波路とメタマテリアルアンテナを有する375 GHz帯光変調素子の模式図を示している。デバイスは、グラウンド電極とシクロオレフィンポ

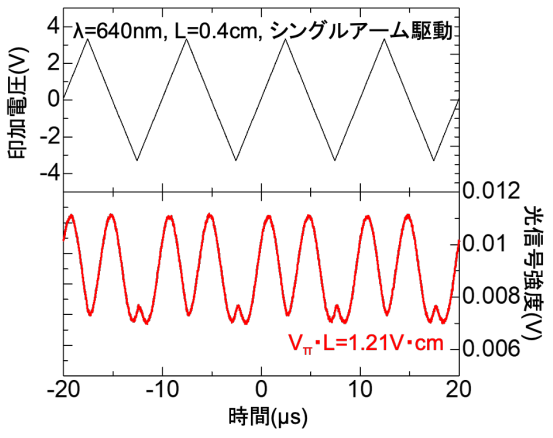


図1　可視光変調器の100 kHz駆動変調出力

リマー（COP）から成る下部クラッド、有機EOポリマー導波路コア、UV硬化樹脂から成る上部クラッド、金メタマテリアルアンテナアレイから構成される。有機EOポリマー導波路の上部にメタマテリアルアンテナのギャップのエッジが来るように配置されており、375 GHz帯電磁波の照射により、導波路位置において垂直方向（z方向）の電場が導波路に作用し、EO効果によって光位相が変調される。位置を±y方向にシフトさせたメタマテリアルアンテナを半周期（$L_A/2$）ごとに交互に配置することで、高周波電磁波の「山」と「谷」の両方を利用することができ、光変調効率が向上する。試作したデバイスに375 GHz電磁波を照射したときの出力光のスペクトルを図3に示している。375 GHz電磁波照射による直接光変調を実証した。本デバイスは、EOポリマーの転写法を用いて作製しており、デバイスの量産化への展開が期待できる。本研究開発の一部は、総務省の「電波資源拡大のための研究開発」（JPJ000254）のうち「無線・光相互変換による超高周波数帯大容量通信技術に関する研究開発」によって実施した成果を含む。

電磁波制御デバイスの量産化や広帯域化・高効率化に向けて、昨年度に世界で初めて成功したポーリングした有機EOポリマーの自立膜・積層膜を作製する技術の高度化を行った。化学関連企業と共同開発を行ったガラス転移温度が170℃の耐熱性が高く、靭性（じんせい）に優れたポリカーボネート（PC）系の有機EOポリマーを用い、エッチング等のウェットプロセスを用いて4 μm程度の有機EOポリマー自立膜を多数個作製した。その後、表面処理技術、真空熱圧着技術等を用いて、有機EOポリマー自立膜のポーリング方向をそろえて張り合わせるが、その際の温度と圧力を調整することにより、歩留まりよく積層ができることを見出し、128 μm 程度の厚さの32層の有機EOポリマー積層膜の作製に成功した。更に、1.56 μm帯の小型フェムト秒ファイバーレーザーとDAST結晶を用いてテラヘルツ波発生を行い、EOサンプリング検出系に上記の有機EOポリマー積層膜を用いて、テラヘルツ電場検出を行った。赤外光周波数領域を含む60 THz付近までの超広帯域電場検出に成功した（図4）。有機EOポリマー積層膜を用いた超広帯域・高感度電場検出デバイス開発に向けて重要な成果が得られた。

有機EOポリマーを用いたデバイスの光耐性強化に向けて、光酸化メカニズムを明らかにするために、Oバンド（1.3 μm帯）における光酸化挙動を解析し、高温下では熱エネルギーが加わることで1光子励起による励起一重項酸素生成が可能となり、光酸化が加速するプロセスを明らかにした。光耐性強化方法として原子層堆積（ALD）膜による封止技術の検討を行い、ガスバリア膜として複合組成膜で直接被覆することで光耐性が大幅に改善することを見いだした。

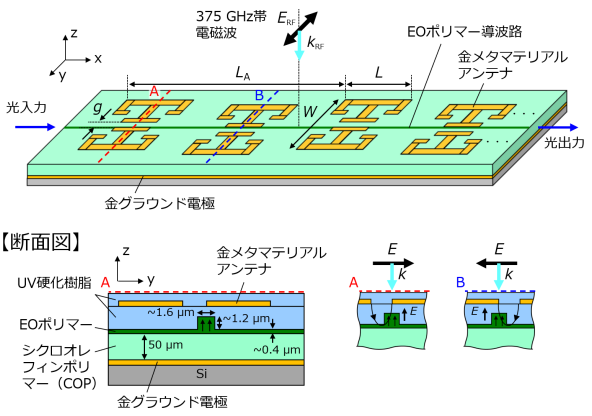


図2　メタマテリアルアンテナアレイを有する375 GHz帯光変調素子

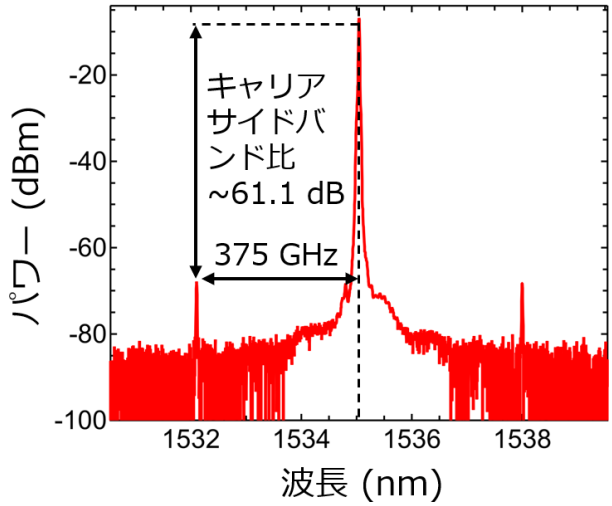


図3　375 GHz電磁波照射時の出力光のスペクトル

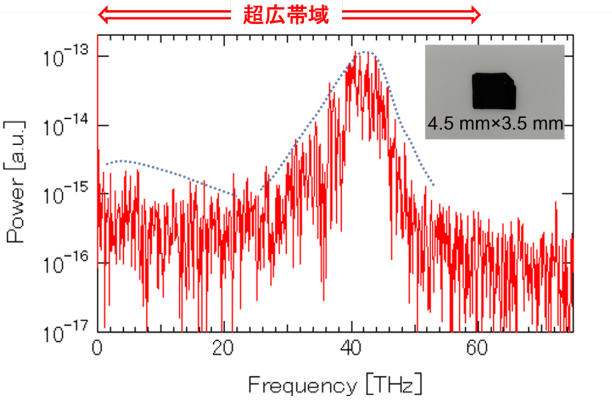


図4　検出に用いたEOポリマー積層膜(128 μm)とフーリエ変換パワースペクトル

3.5.1.3 バイオICT研究室

室長（兼務）　小嶋 寛明　ほか28名

生物の有用機能を人工的に再現した新奇情報素子の研究開発

■概要

バイオICT研究室では、人や環境への親和性の高い情報素子の提供による新奇情報通信サービスの構築に向けて、持続可能でより豊かな未来社会の実現につなげるために、生命体の分子を介した情報通信の利活用と、それらと電磁的なネットワークとの融合に必要となる、分子情報の定量化や信号変換技術等を用いたバイオマテリアルによる情報識別・通信システムの創出に関する基盤的研究開発に取り組んでいる。具体的には、現在の情報通信技術では測定や伝送が困難な、生物の化学的感覚や生物活性物質の影響など、分子に付随した情報を計測・評価するための基盤技術を構築するとともに、生物システムにおいて普遍的にみられる、分子を介した情報通信システムの構成や制御に必要な要素としてのバイオ材料等のソフトマテリアル活用型の新奇情報素子の作製・操作に関する基盤的技術の構築を目指す。取組の柱は以下の2つである。

1．バイオマテリアルによる情報識別法の高度化

分子に付随した情報を評価するためのベースを構築するため、化学的ラベルを識別することで大きなメリットを得られる評価対象の検討と、効果的な評価を実現するために必要な計測システムの設計を行う。令和4年度には、化学的ラベル識別対象の評価に要する技術要素の検討を行うとともに、顕微鏡技術の深部化、高分解能化に取り組んだ。

2．バイオマテリアルを活用した新奇情報素子の構築

天然の生体分子由来のパーツを組み合わせて情報処理システムを構成するための要素技術の検討を行うとともに、細胞内に人工的に微小な機能構造を構築する技術を用いて細胞のもつ有用な機能を人工的に再現するための基礎技術の検討を行う。令和4年度には、生体分子を組み合わせた情報処理システムを構成するための要素の試作を行うとともに、細胞機能の人工制御に必要な要素技術の構築・検討を行った。

■令和４年度の成果

1．バイオマテリアルによる情報識別法の高度化

(1) バイオマテリアルを活用した情報識別法として、これまで我々は、化学物質入力に応答するバクテリアを基板表面に固定し、入力物質の種類や濃度に依存して変調するそれらの回転運動を高スループットで検出する計測システムを構築するとともに、これにより収集したデータとベイズ推定法及び機械学習法を活用し、入力された未知の溶液の化学的ラベルを識別する新しいコンセプトのセンシング技術を提案してきた。今年度は、バクテリアによる情報識別法をオンサイト計測に適用する際に考慮すべき環境パラメータを検討し、その中で温度をパラメータとして利用できる計測系を構築するとともに、大腸菌株をオンサイトで容易に得るための小型静置培養手法の開発を行った（図1）。フィールドにおける各種環境パラメータが測定に及ぼす影響の評価とそれへの対応や小型静置培養手法の提案は、計測システムの可搬化にとって重要な要素であり、各所での実証実験の加速に貢献するものである。また、当技術のコンセプト論文の発表に伴って、複数の記事掲載（日本経済新聞他）、TV番組放映（MBS/あしたワクワク未来予報）に至るなど、大きな反響を得ており、今後の社会展開へ向けての活動の広がりが期待される。

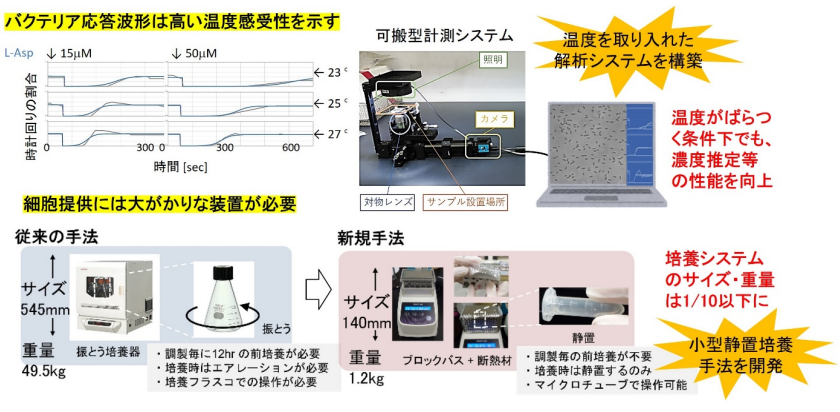


図1　オンサイトでの情報識別に必要な技術要素の開発

(2) 顕微鏡技術の深部化、高分解能化に関し、2光子顕微鏡画像を光学理論に基づき1光子顕微鏡像に変換する新規手法を開発した。この方法を応用し、1光子顕微鏡像において周波数限界以上の空間周波数成分を除去し、1光子顕微鏡像としてデコンボリューションを行ったのち、二光子顕微鏡像に変換し、再度2光子顕微鏡像としてデコンボリューションを行うことにより、二光子顕微鏡像のSN比を飛躍的に向上する画像処理法を開発した。二光子顕微鏡像のSN比向上法として特許出願済み（「顕微鏡画像補正方法及び顕微鏡画像補正プログラム」特願2022-132546、令和4年8月23日出願）である。この方法を用いてマウス脳100 μmの深部におけるSN比を6倍に改善した（図2）。本技術は、観測時の生体の光毒性を格段に低減するものであり、医学・脳科学・生物学など広範な研究分野で役立つと期待できる。

2．バイオマテリアルを活用した新奇情報素子の構築

(1) バイオマテリアルを活用した新奇情報素子の構築に関し、これまで我々は、天然の生体分子の部品をうまく組み合わせることで、これまでにない新しい機能を発現する人工生体分子素子についての研究開発を行ってきた。今年度は、情報の運搬を担う分子シャトルにおいて、自律的に輸送方向を反転させる仕組みを設計・試作し、実際に集合状態に依存して運動方向が逆転することを確認するに至った（図3）。この人工分子のスイッチングに関する成果は、生体分子をエージェントとした情報処理システム構築のための重要な要素を提供するための知見であるとともに、生体分子の動作メカニズム解明に貢献する画期的な成果でもある。また、DNAナノテクノロジーと人工分子素子を組み合わせたシステムに関する成果は、複数の新聞記事等への掲載（朝日新聞他）に至る反響を得るとともに、DNA構造体を用いた動的機能素子の開発に関してDNA折り紙の創始者であるカリフォルニア工科大等との連携構築にもつながり、今後の展開が期待できる状況となっている。

(2) 細胞機能の人工制御に必要な要素技術の構築・検討に関し、細胞内に導入した人工ビーズの周囲で起こる現象の計測と制御に必要なバイオイメージング用流体制御デバイスを試作・検討し、薬剤処理がビーズ周辺の環境に与える影響を、生細胞蛍光-電子相関顕微鏡観察法（LiveCLEM）によって解析できる実験系を構築した（図4）。細胞内に導入した人工ビーズの周囲で起こる現象の計測と制御は、人工ビーズを用いた細胞機能の人為的発現系の構築において基盤となる技術であり、本年度に構築した実験系によって、薬剤処理がビーズ周辺の環境へ与える影響を直接的かつ精度高く解析できるようになったことは、今後の研究開発にとっての大きなマイルストーンとなるものである。

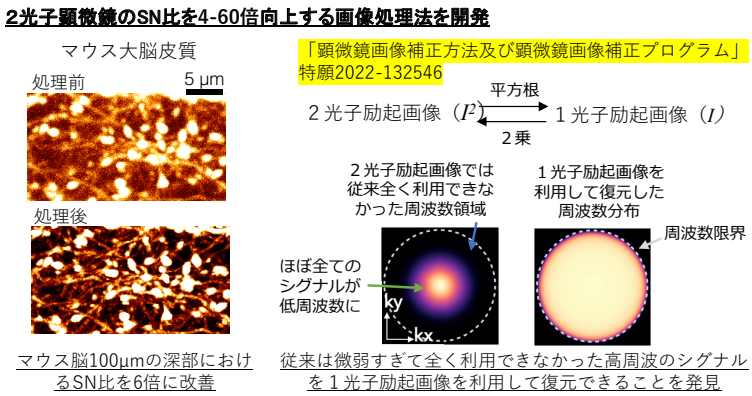


図2　生体深部超高解像計測のための蛍光顕微鏡技術の研究開発

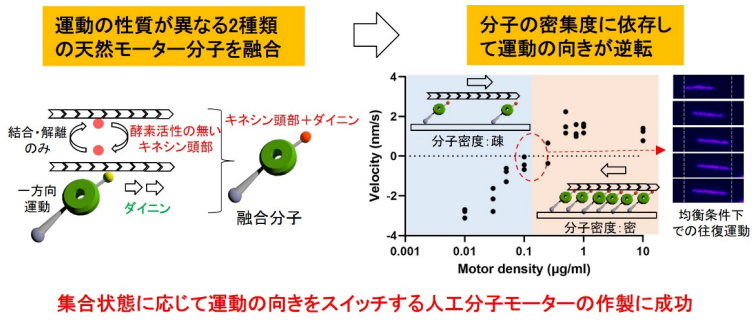


図3　自律的に運動の向きをスイッチする分子モーターの創製

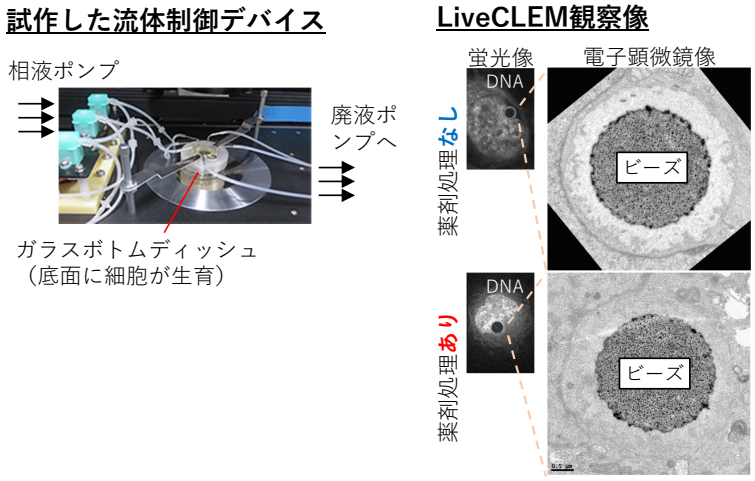


図4　人工ビーズ導入細胞の計測･制御に必要な実験系の構築

3.5.1.4 神経網ICT研究室

室長　　山元 大輔　ほか9名

昆虫神経系の効率性に倣った新奇ICTの創出を目指して

■概要

Beyond 5Gとその先の社会においては、電力や計算資源などのリソースがごく限られた条件下で利用可能なICTに対するニーズがより一層高まることが予想される。当研究室では、生物が備える効率的な情報処理に倣った新奇ICTの創出を通して、こうした社会的要請に応えることを目指し、「昆虫」の脳における情報処理に着目した研究開発を推進している。昆虫の神経系はニューロン数が高々数十～数百万個（ヒト脳は1,000億ニューロン規模）と極めて小規模でありながら、歩行や飛行といった基本的な運動制御から、採餌や捕食者からの逃避、さらには学習・記憶に基づいた行動の修飾、個体間のコミュニケーションに至る、多彩な機能を実現している。そこにおける感覚情報処理、意思決定、運動制御のアルゴリズムは、限られたセンサー情報から環境に関する有用な情報を取り出すことが求められるIoTシステムの設計や、限られた計算資源で機能を発揮することが求められるエッジデバイスなどにおける情報処理への応用可能性を有する。令和4年度は、分子・遺伝子から神経回路・個体の行動に至る様々な切り口から、昆虫脳の効率的な動作の成因を多面的に計測・評価するための取組として、仮想現実を用いた昆虫行動解析系の試作と評価を行うとともに、個体の環境応答の中核を担う神経ネットワークの機能解析法の検討を進めた。また、記憶形成に関連した脳機能変化の解析法に関する要素技術の検討を行った。

■令和４年度の成果

（1）昆虫行動の解析システム開発と視覚行動の神経基盤解析

キイロショウジョウバエの複眼は左右合わせて1,600個の個眼から構成される。この限られた視覚入力をハエは様々な運動の制御に用いており、そのメカニズムは低解像度画像の利用技術への応用可能性を有する。当研究室ではハエの視覚入力に基づく運動制御機構のモデル化に必要なデータ収集を行うため、人工環境下においた実験個体に人工視覚刺激を呈示し、その結果生じる行動を定量記録できる仮想現実実験系の整備を進めている。令和4年度は、令和3年度に設計・作成したハードウェアを動作させるためのソフトウェア環境を構築し、実験個体の歩行活動データをリアルタイムで視覚刺激の表示位置パラメータに帰還させた閉ループ系が動作することを確認した（図1）。また、このシステムに実際のハエを導入し、基礎データの収集を開始した。これと平行して、既に稼働している開ループ系の実験系を用いて、昨年度までに見いだした歩行制御関連ニューロン群に生じる神経活動のリアルタイム計測を実施した。その結果、視覚刺激によって引き起こされる特定の歩行活動パターンと同期して、同ニューロン群が活動を示す事を見出した。これにより、特定の視覚入力によって生じる神経活動と歩行活動とを同時記録し、両者の間の詳細な関係を解析することが可能になった。

（2）カルシウム結合タンパク質シナプトタグミン7の機能解析

シナプトタグミン7は、動物界に共通するカルシウム結合タンパク質であるシナプトタグミンファミリーの中の主要な3つのシナプトタグミン1, 4, 7のうちの一つである。このうち、シナプトタグミン1はシナプス伝達においてカルシウムセンサーとして伝達物質の放出をトリガーしているキー分子であることは、私たちを含めた（Yoshihara Littleton, 2002, Neuron; Yoshihara et al., 2010, PNAS）多くの研究者によりほぼ明らかになっている。シナプトタグミン7については、低濃度でのゆっくりとしたカルシウム結合能から考えて、記憶のための分子であることが期待されている。そこで近年、私たちはショウジョウバエ突然変異体の神経と筋をつなぐシナプスの

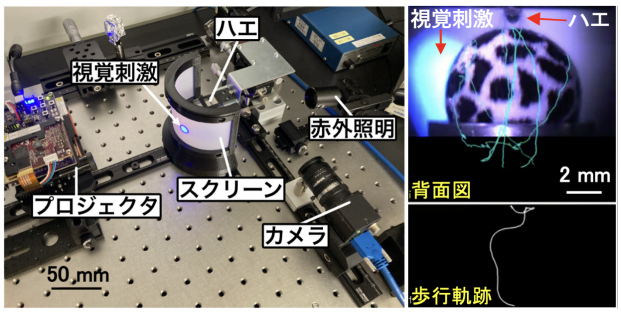


図1　VR行動解析装置（左）装置外観　装置上で行動するハエ（右上）と歩行軌跡の記録例（右下）

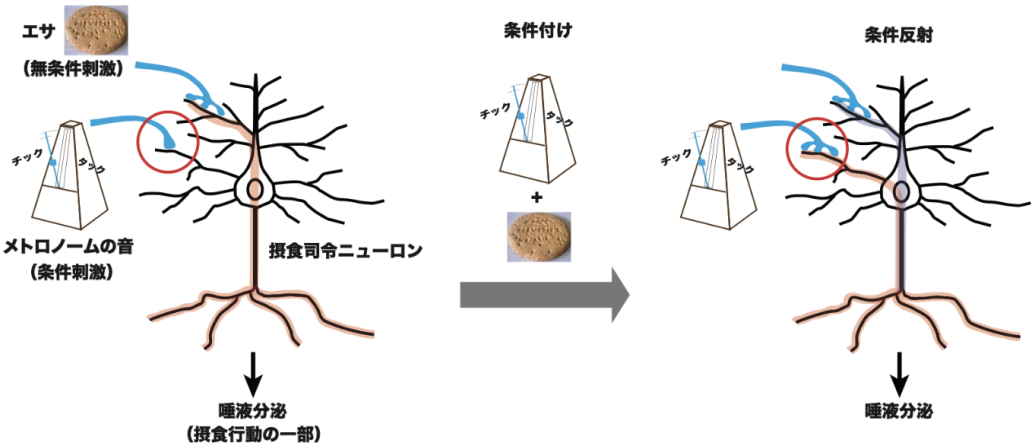


図2　条件反射において想定される脳内変化
パブロフ条件反射にともない、摂食司令ニューロン上のシナプス変化が観察される。

活動を電気生理学的に解析する方法により、シナプトタグミン7が短期シナプス可塑性を担う分子であることを明らかにした（Fujii et al., 2021, Sci. Rep.）。この知見をふまえ、最近私たちが確立したショウジョウバエ条件反射の実験系（Sakurai et al., 2021, Curr. Biol.）をつかって、シナプトタグミン7の突然変異体を解析し、短期記憶に欠損があること見出した。この結果は、シナプトタグミン7が担うシナプスの短期可塑性が脳の短期記憶の基盤であることを示唆し、脳機能に関する基礎的知見を与えることが期待されるので、論文発表を準備している（図2）。

（3）超高感度トランスクリプトーム解析のための新規試料調製法の開発

生体のゲノムDNAに保存された遺伝情報は、その全てが常に読み出されているわけではなく、その読み出し（遺伝子発現）のプロファイルは細胞の種類や組織によって異なる。遺伝子発現プロファイルの違いが細胞の性質の違いを生み、神経系においては神経細胞の活動性や回路の構造、ひいては回路の動作特性の差異を生み出す。TRAP（Translating Ribosomal Affinity Purification）法によるトランスクリプトーム解析は、次世代シーケンシング技術を用いてこの遺伝子発現プロファイルを網羅的に調べる手法の一つであり、遺伝子操作によってラベルした特定の細胞で翻訳されているタンパク質を網羅的に定量できる。この手法は原理的には対象が1細胞であっても適用可能であるものの、実際には細胞1つという極微量の生体サンプルから分析試料を調製する過程で試料の純度低下と損失が生じ、分析の実質的な検出感度が低下するという問題があった。そこで試料調製の条件を仔細に検討し、新たな試料調製法を開発した（Super-sensitive TRAP: STRAP法）。STRAP法では、従来の手順に1）試料の多重精製と2）PCR法を応用した増幅、この

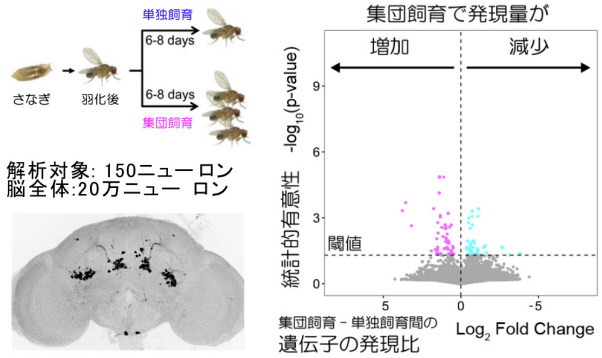


図3　STRAP法によるトランスクリプトーム解析で明らかになった、経験依存的な遺伝子発現動態

2つの過程を加えることによって試料の純度向上と収量の増加の双方を達成している。その結果、従来の1/1,000量の生体サンプルを出発材料として解析を行うことが可能になった。本成果は現在の生命科学研究で基礎的な解析手法となりつつあるトランスクリプトーム解析の拡大につながり得る成果と言える（特許出願）。さらに、この新規手法を実際に用いて、環境（社会経験）に依存した行動の変化を引き起こす遺伝子の探索を行った。ショウジョウバエの雄は羽化後、個体密度の高い条件下で飼育すると、単独飼育した場合よりも活発に他個体を追跡するようになる。これをふまえ、STRAP法により追跡行動の中枢制御に関わる神経細胞群における遺伝子発現を単独飼育群と集団飼育群で比較した。その結果、イオンチャネル遺伝子など神経細胞の興奮性を左右し得る遺伝子を含む、複数の遺伝子の発現量が集団／単独飼育群の間で異なることを見出した（図3）。本成果は、今後、環境が神経回路の特性を変化させ、個体の行動を変容させる分子・神経機構の解析を展開する上での起点となるものと言える。

3.5.1.5 深紫外光ICT研究室

室長　井上 振一郎　ほか7名

深紫外光デバイス技術により安心・安全で持続可能な未来を切り拓(ひら)く

■概要

深紫外（Deep Ultraviolet: DUV）光は、おおむね200～300 nmの波長領域の光の名称であり、空気中を伝搬できる光の中で最も波長の短い光に分類される。特にUV-Cとして分類される280 nm以下の光波長領域は、オゾン層ですべて吸収されるため、太陽光が地表まで到達せず、ソーラーブラインド領域と呼ばれる。このため、太陽光の背景ノイズの影響を受けない通信・センシングや、大気中の高い散乱係数を利用した見通し外（Non Line of Sight: NLOS）光通信などへの応用が期待されている。また生物のDNAやタンパク質は自然界には存在しない280 nm以下の光に対して強い吸収構造を持つ。この特性により、深紫外光を使えば、塩素などの薬剤を用いずに、細菌やウイルスなどを極めて効果的に殺菌・不活性化できる。このような応用以外にも、空気中を伝搬できる光の中で最も波長の短い深紫外光は、光加工や3Dプリンタの高精細化、樹脂の硬化、印刷、環境汚染物質の分解、分光分析、医療応用など、多様な技術領域において今後画期的な役割を果たしていくものと期待されている。従来、この深紫外光を発する光源として、主にガス放電ランプである水銀ランプが用いられてきた。しかし、光源としてのサイズや消費電力が極めて大きく、その利用範囲は限定されていた。またさらに、2017年「水銀に関する水俣条約」が発効され、人体や環境に対し有害な水銀の削減・廃絶に向けた国際的な取り組みが加速している。このような状況から、これまでにない低環境負荷で小型・高出力・長寿命な深紫外半導体固体光源の実現とその早期社会展開が切望されている。深紫外光ICT研究室では、材料科学・ナノ光デバイス技術などに係る基礎研究から産官連携による応用技術開発の取組までを一貫して進めることで、従来性能限界を打破する深紫外半導体固体光源や新たな深紫外光ICTデバイスの創出とその社会実装を目標とした研究開発に取り組んでいる。

■令和４年度の成果

NICTでは、発光波長265 nm帯の深紫外LED（発光ダイオード）が、液体中並びにエアロゾル中の新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）に対して極めて高い不活性化効果を有することを東京大学医科学研究所と共同で、世界で初めて定量的に明らかにしている（2022年3月18日の報道発表参照）。これにより、深紫外LEDは、接触感染やエアロゾル感染を介した感染拡大を抑制するための画期的なツールとして期待されている。しかし、これまでの深紫外LEDを用いた照射機は、光出力が小さなものしかなく、短い時間で殺菌しようとした場合、殺菌できる有効範囲が直径数cm程度内に限られるなど、パワーを必要とする殺菌応用においては、その実用性に問題があった。よって、深紫外光を用いたウイルス殺菌応用においては、深紫外LEDから発せられるパワー（光出力）をどれだけ高められるかが、その実用上、最も重要なファクターとなっている。

NICTでは、これまで、高出力な深紫外LEDの研究開発とその社会実装に向けた取組を積極的に推進してきた。内部光吸収や光出力飽和現象（効率ドループ）の抑制を可能とするナノ光構造技術を基盤とした深紫外LEDの研究により、深紫外LEDの単チップ当たりの世界最高出力の記録を大幅に更新（光出力500 mW超）するなど、本分野をリードする成果をあげている。ここで、令和4年度の取組の一つとして、最も殺菌性能の高い波長265 nm帯の発光ピークを示す高強度深紫外LEDチップ技術を用いて、LEDチップを高放熱実装基板に高密度にマルチチップ実装する技術を開発することにより、光出力8 Wを超えるワット級高出力動作の深紫外LEDハンディ照射機を世界に先駆け実証することに成功した

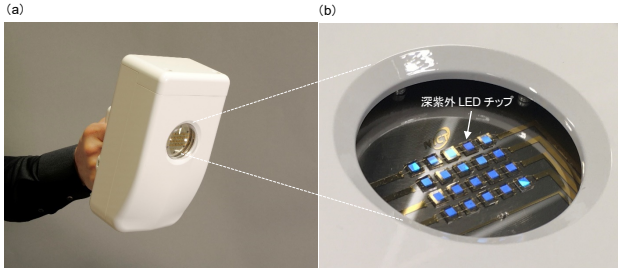


図1　(a) 今回開発したワット級の高出力深紫外LED小型ハンディ照射機の外観
(b) 深紫外光照射部の拡大写真。高強度深紫外LED 20チップを高密度マルチチップ実装。

（図1、2）。高強度深紫外LED技術により、実装基板や駆動電源、バッテリーも含めて全て小型筐体内に収納することが可能となり、どこにでも持ち運べるワット級の小型ハンディ機を実現した。

続いて、今回開発したワット級高出力動作の深紫外LEDハンディ照射機を用いて、豚コロナウイルス（PEDV）に対する照射効果を評価した。ウイルス液を滴下した複数のシャーレを同心円状に均等に配置し、その真上から光出力を5 Wに設定し深紫外光を照射した（図3）。ウイルス試験については外部検査機関に照射機を持ち込んで実験を行い、照射後のウイルス液を直ちに回収し$TCID_{50}$法によりウイルス力価（感染性を有するウイルス量）を測定した。その結果、直径30 cmの範囲内のウイルスへの深紫外光照射の場合、0.97秒の照射で99.9 %、3秒の照射で99.99 %のウイルスが不活性化された。また、より広い直径100 cmの範囲内のウイルスへの深紫外光照射の場合、12.86秒の照射で99.9 %、27.17秒の照射で99.99 %のウイルスが不活性化された（図4及び表1）。

ワット級光出力の265 nm帯深紫外LEDハンディ照射機を実現することにより、広範囲（直径100 cm内）のウイルスを非常に短い照射時間（30秒以下）で99.99 %以上不活性化できることを初めて実証した。これまでは、持ち運びできる高出力な小型照射機がなく、広範囲のウイルスを短時間で殺菌することは不可能で、利用可能なシーンは限られていたが、本成果により、深紫外光を活用した殺菌応用の可能性が飛躍的に広がり、その社会普及を一段と加速させる技術として期待される。

今回の成果は、ワット級高出力動作の深紫外LEDハンディ照射機を実現し、広範囲のウイルスに対し、短時間の照射で極めて高いウイルス不活性化率を達成した世界初の実証例となる。これまで液体薬剤の散布が難しかった場所の迅速で利便性の高い殺菌・消毒や、病院・商業施設・公共交通機関など幅広い場面、場所での実用性・汎用性の高い殺菌応用に貢献するものであり、新型コロナウイルスの感染拡大防止や公衆衛生の向上に革新をもたらす技術として期待される。

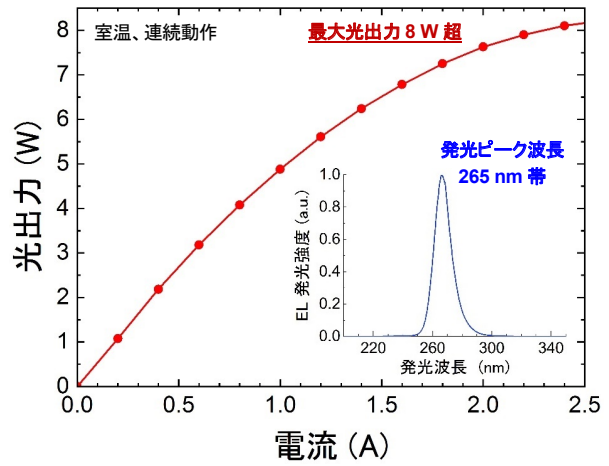


図2　今回開発した深紫外LEDハンディ照射機の光出力と発光波長特性

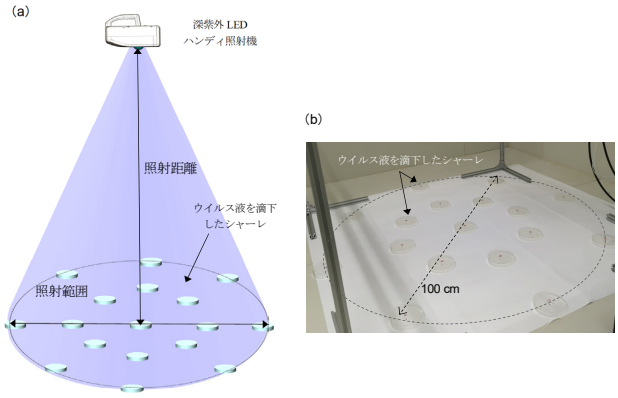


図3　深紫外LEDハンディ照射機を用いたウイルス不活性化試験の実験配置図
（a）ウイルス不活性化試験における照射配置の模式図
（b）照射範囲Φ100 cmの場合のウイルス配置の写真

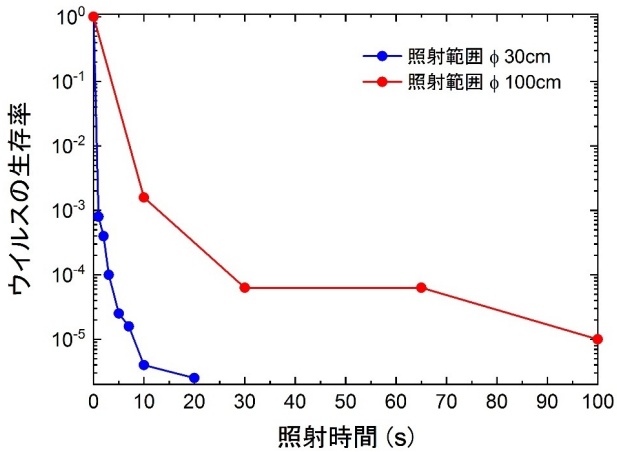


図4　深紫外光照射による豚コロナウイルス（PEDV）の不活性化効果

表1　深紫外光照射時間と豚コロナウイルス（PEDV）の不活性化率との関係

		ウイルス不活化率　(%)				
		90 %	99 %	99.9 %	99.99 %	99.999 %
照射時間 (s)	照射範囲 Φ30 cm	0.32	0.64	0.97	3.00	8.00
	照射範囲 Φ100 cm	3.56	7.14	12.86	27.17	100.00

3.5.2 小金井フロンティア研究センター

研究センター長　笠松 章史

■概要

未来ICT研究所のうち、NICT本部（東京都小金井市）に拠点を置く研究室を統括する組織として、令和3年度から新たに小金井フロンティア研究センターが設置され、2年が経過した。令和2年度までの前中長期計画期間では、未来ICT研究所とその支援組織（企画室）の本拠は神戸に所在していたため、小金井の部署は「サテライト」の立場だったが、当センターの設置により、拠点密着で手厚い研究支援が可能となる体制が構築された。小金井フロンティア研究センターの設置から2年を経て、企画室を中心としたフォローアップ体制を充実させるなど、センター設置の効果が現れている。以下に、所属する3つの研究室及び企画室の活動の概要について述べる。

■主な記事

令和3年度からの新たな第5期中長期計画の開始にあたり、未来ICT研究所のうちNICT本部（東京都小金井市）に拠点を置く研究室を統括する組織として、新たに小金井フロンティア研究センターが設置され、令和4年度末で2年が経過した（図1）。NICTの本部は東京都小金井市に所在し、本部には数多くの部署が存在しているが、部署名に正式に「小金井」の文字が含まれているのは小金井フロンティア研究センターのみである。これは、同じく今中長期計画から新たに設置された神戸フロンティア研究センターと、所在地名として神戸と小金井で対になっているための名称である。令和2年度までの第4期中長期計画期間では、神戸と小金井の両方に研究員が所在する「フロンティア創造総合研究室」という大きな研究室があったが、第5期中長期計画の組織再編で、旧フロンティア創造総合研究室のうち小金井に拠点を置いていた研究グループと2つの先端開発センターが、新たな小金井フロンティア研究センターに所属することとなった。同時に、研究センター内に企画室が設置され、これまで以上に拠点密着で手厚い研究支援が可能となる体制が構築された。

このような経緯で設立された当研究センターでは、以下に述べる3つの研究室がICT分野における「フロンティア」を切り拓く最先端の科学技術に取り組んでいる。いずれの研究室も、新たな機能を有する「デバイス」というモノづくりを土台としているのが特徴で、かつそのデバイスが将来的に社会展開され未来の情報通信技術に資することを強く意識して研究開発を実施している。未来ICT研究所のなかでは比較的近い未来に社会展開を想定している分野が多いが、最先端研究から社会実装研究まで幅広く取り組んでいる。

「量子ICT研究室」は、光や電磁波の波としての性格／粒子としての性格のうち、特に後者に着目し、それを様々な情報通信に生かすことをテーマとしている。例として、光の量子的性質をネットワークの中で暗号に使う技術に取り組んでいる。将来的に計算機の能力が非常に高まったとしても解析されてしまうことがない暗号を目指して研究を進めている。また、ネットワークのつなぎ目である「ノード」に光の量子的性質を応用しようという研究も行っている。さらには、物理的な量子の性質を様々な計算機に活かし、高性能化を図るといった、より将来的な応用を見据えた研究も手掛けている。

「グリーンICTデバイス研究室」では、名称の“グリーン”が示すように、環境負荷の少ないデバイスの研究を実施している。具体的には、高電圧に耐え、伝送損失が少なく、耐放射線性能も高いなどの特長を持つ、酸化ガリウムを素子に使ったデバイスの研究を行っている。酸化ガリウムは、物質の存在としては知られていたものの、それを使ったデバイスの開発はNICTが世界に先駆けて取り組み始めたテーマで、現在もグリーンICTデバイス研究室が世界のフロントランナーとして走り続けている。

最後に、「超高周波ICT研究室」のテーマは、ミリ波やテラヘルツ波といった高い周波数領域の電波を情報通信に活用していこうというもので、そのためのデバイスやシステムの研究開発を実施している。テラヘルツの周波数は、従来の携帯電話や無線LANで使っている電波と、可視光や光通信に使われる光などとのちょうど中間にあり、そのため、従来の無線デバイスと光デバイスで使われる技術の両方を見つつ、それらを融合させたり、歩み寄ったりしながら研究を進めている。テラヘルツ帯には、未利用の周波数帯が広く空いており、Beyond 5Gや6Gでの活用も期待されている。

当初からNICTの未来志向研究の拠点として設立された「神戸」に対し、小金井フロンティア研究センターが手掛けているテーマの中には比較的近い将来に社会実装

が期待されるものもいくつか存在している。数年で世の中に出て然るべき技術と、更に先を見据えて10年、20年、30年後に実用となる技術が混在しているのが当センターの特徴ともいえる。小金井フロンティア研究センターは、将来の情報通信にブレークスルーをもたらす重要な要素技術の研究開発を進めつつ、新しいICTを世界に先駆けて社会へ提案していく役割を果たすべく、活動を続けている。

図1　小金井フロンティア研究センターの所在

3.5.2.1 量子ICT研究室

室長　　加藤　豪　ほか20名

量子情報通信技術が作る新しい情報ネットワークの実現を目指して

■概要

現在の情報通信技術は19世紀に確立された物理法則に基づいており、既に光ファイバの電力密度限界や最新技術による暗号解読の危機が指摘されるなど、今後も次々と物理的限界を迎えることが予測される。このような限界を打破するため、「量子力学」における物理法則を駆使し、情報理論的安全を物理法則が担保する量子暗号技術や関連する物理レイヤセキュリティ技術（量子セキュアネットワーク技術）、また従来理論の容量限界を打破する量子情報通信の研究開発（量子ノード技術）を自ら研究と産学官連携により戦略的に進めている。令和4年度は、以下に挙げる成果を達成した

■令和４年度の成果

量子セキュアネットワーク技術

量子セキュアネットワーク実現に向け概念実証をおこない、以下の6つの成果を得た。1）700 Mbpsを超える高速秘密分散処理を実現。2）株式会社東芝等と構築したQKDネットワークにおいて、80 GBのゲノムデータの分散処理速度の3倍化に成功。3）京都大学、株式会社東芝等と連携し、ゲノム解析専用サーバを“信頼できるサーバ”として量子セキュアクラウド（量子暗号ネットワーク上に秘密分散を組み合わせた分散ストレージシステム）に実装し、サーバ内以外は情報理論的安全性を保証しつつ伝送・保管する技術を確立。4）ゲノム解析や治療に不必要なゲノム情報を400 Mbps以上でのフィルタリング処理を実現。全ゲノムデータのような大容量、非構造化データを用いた秘匿計算の実証は世界初の成果であり、その成果はScientific Reports 誌に掲載された（図1）。5）同様のコンセプトを製造業の分野でのデモとして、京都大学のフォトニックレーザの設計を慶応義塾大学の次世代アクセラレータにより最適化するデモにも成功し、2件のプレスリリースを実施した。6）秘密分散を応用し、パスワード一つ分のデータを無中継で伝送するだけで、大容量のデータを信頼できるノードからなる量子鍵配送ネットワーク上において、情報理論的安全なデータ中継の実証に成功した。

これらの実証研究に加え、量子セキュアネットワークを構成する量子チャンネルの可能性を広げるため、衛星・地上間で高い安全性もつ通信チャンネルの実現に向けた研究を進めた。まず、空間通信に適した量子暗号・物理レイヤ暗号の基礎理論・技術の研究を進めるとともに、物理レイヤ暗号の送信機及び鍵蒸留装置のISS搭載機器の開発を実施した。さらに、この開発した機器の放射線耐性のテスト・評価を経て、ISS搭載機器としてのJAXA審査に合格した（図2）。また、これらの機器がISS上で正常に機能することを確認するため、搭載機器の地上試験

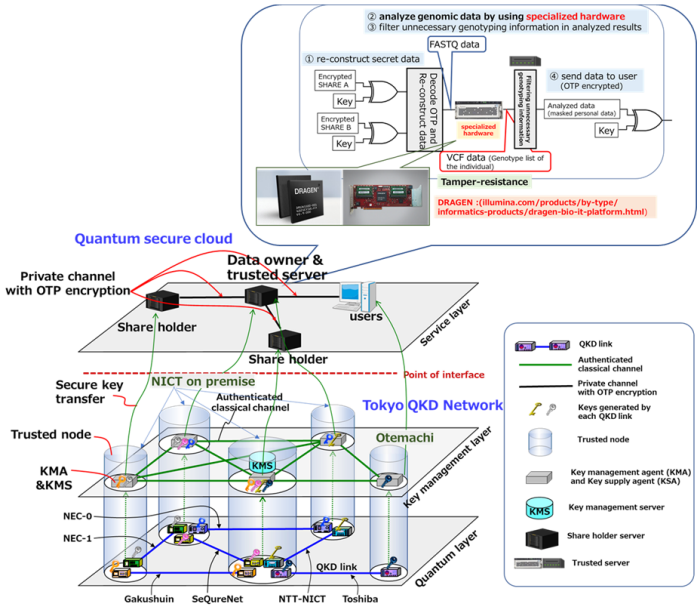


図1　全ゲノムデータを用いた情報理論的に安全な二次利用

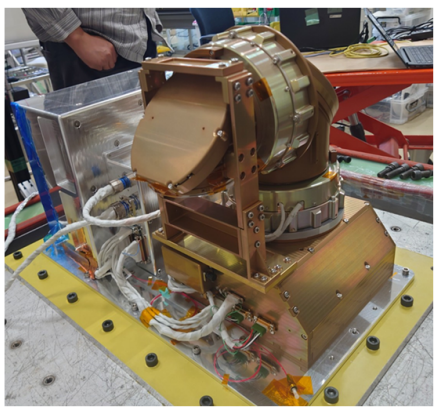


図　2合格した搭載機器の地上試験モデル

モデル（GMモデル）を用いて、スカイツリー450 m展望台から上野公園に設置したISSとの実証実験に使用する可搬局との間で、伝搬距離3 kmでの物理レイヤ暗号のための機器機能確認と通信路評価実験に成功した。この結果に対し、プレスリリースを実施した。これらは、低軌道衛星による量子暗号実現の準備であったが、衛星量子暗号の利便性向上のため、静止軌道衛星からの量子暗号に向けた技術開発も進めている。特に静止衛星軌道では宇宙放射線の影響も格段に増えるため、高い耐放射線特性を持った量子暗号実装可能なデバイスの選定を実施し、量子暗号を可能とするデバイスの開発を進めている。

このような実機の開発と平行して、制御・データ処理に関する研究を進めていった。我々は、超小型衛星SOCRATESを用いて2015年から2016年に低軌道衛星-地上局間の量子通信実験を行いデータ蓄積していた。この時得たデータを新たに詳細に解析し、大気揺らぎやポインティングエラーを受けた量子通信路の統計的モデルの導出に成功した（図3）。この結果は、量子鍵配送に与える影響を評価し、衛星地上間で量子暗号を実現するにあたっての制御・データ処理を有効に行うための知見を与えるものであり、Communications Physics誌に掲載された。

量子ノード技術

光時計に使われる安定化レーザーを、光ファイバで精密周波数配信が可能なE-bandで実現するための研究開発をおこなった。カルシウムイオンに照射する際に非線形結晶での第二高調波発生で729 nmに変換し、光通信帯波長を用いることにより、当該安定化レーザー発生装置の19 inchラックサイズに収まるサイズへの小型化に成功した。その際、複数イオンを用いた光時計で従来問題となっていた遷移周波数のばらつきに起因するノイズを抑える電場を発見し、15個までのイオンを用いた光時計動作を達成した。結果として、1時間以上にわたって精密光周波数を生成できることを確認した。以上のように、次世代のインフラに不可欠な時計の高精度化に貢献する成果を得た。これらの成果は、量子通信で必要な高い精度の時刻同期を長距離離れたノード間で実現する技術が蓄積できたことをも意味しており、APTQS2022での招待講演にて発表した。また、超高繰り返しでの連続量量子状態生成に向けてGHz繰り返しで駆動可能な非古典周波数コム光源の開発に着手した。現在、導波路型非古典光源やホモダイン検出器を構築し、コム間隔1.25 GHzが実測される光源を実現した。これらの光源の生成に関する研究に加えて、光の測定に関する研究も進めた。具体的には、非古典光源評価のための量子状態推定の新手法を考案し、実験実証に成功した結果がPhysical Review Applied誌に掲載された。これらの、光の生成・測定研究の進捗により、量子ノードに光を用いて送られてきた量子情報を光のままで処理する能力が向上した。

時刻同期というノード間の関係を安定化する上記技術以外にも、ノード内の量子情報処理における基本的な構成要素である量子ビットの高精度化の研究も進めている。特に、窒化物超伝導量子ビットの作製技術向上に関し、新しいエッチング技術の導入により、素子性能の向上に目途が立った。またNbN/PdNi/NbNのπ接合を用いた全窒化物磁束量子ビット（π-qubit）（図4）を作製し、低温での量子ビットエネルギーのバイアス磁場依存性測定の結果、磁束量子ビットの最適動作点がOffset磁場なくゼロ磁場で動作することを確認し、グローバル磁場不要のSFS接合を必須要素として含むπ-qubitの開発に世界に先駆けて成功した。さらに量子ビットにおける最適な操作の探索に関する理論研究も進んでいる。具体的には、量子誤り訂正に必要とされる高度な量子ビット制御技術に関し、最適制御理論に基づく勾配上昇パルス工学アルゴリズムを応用し、考えられる全ての量子演算シーケンスの中から理論的に最適なものを特定するシステマティックな手法を開発し、量子回路設計の新しい手段の可能性を提示した。その結果はPhysical Review A誌に掲載されると共に、プレスリリースも実施し、紙上掲載3件・Web掲載11件に達した。

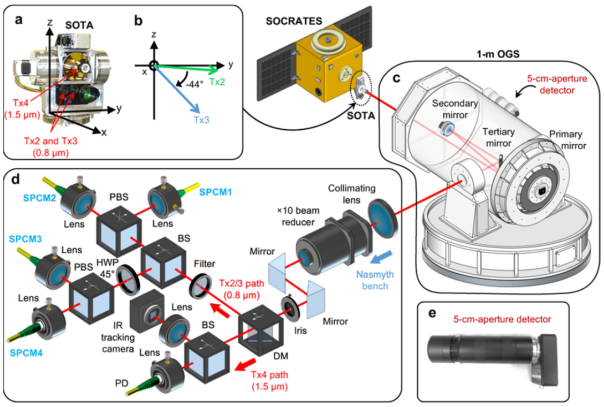
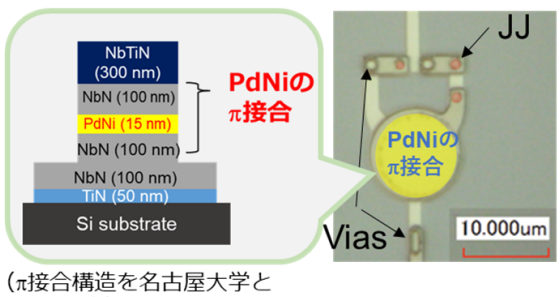


図3　量子通信路の統計的モデル構築の前提となるシステム構成



（π接合構造を名古屋大学との共同研究）

図4　π接合を用いた全窒化物磁束量子ビット

3.5.2.2 超高周波ICT研究室

室長　　渡邊 一世　ほか8名

高速・大容量通信及び高精度センシングを目指した研究開発

■概要

当研究室では、ミリ波及びテラヘルツ波（周波数30 GHz～3 THz）を用いた無線システムの実用化に向けて重要となるトランシーバのモジュール化技術の確立に向けて、ビーム制御技術、無線伝送システムの評価技術、これらの基盤となる電子デバイスの高性能化に取り組むテラヘルツエレクトロニクスプロジェクト（PJ）と、将来の高速・大容量通信及び高精度センシングにおいて重要な要素となる高安定な基準信号源技術の研究開発を行うテラヘルツフォトニクスPJを設け、いまだ十分に利活用が進んでいないミリ波及びテラヘルツ波帯などの周波数を“新たな電波・周波数資源”として開拓する技術開発を進めている。

■令和４年度の成果

高速・大容量無線通信技術の確立に向けたテラヘルツ帯トランシーバ集積回路技術の研究開発において、300 GHz帯無線受信器を開発した。受信機回路は一般普及に適したシリコンCMOSプロセス（40 nm）により設計・試作した（図1（a））。ミキサーファーストの構成を用いた本受信機回路は、高周波回路設計技術を駆使し、低雑音、低損失、高変換利得を実現している。回路チップは、二重共振スタックパッチを用いた導波管変換器を内蔵した多層プリント基板（PCB）にフリップチップで実装され、WR-3.4導波管インターフェースとの接続を可能とした（図1（b））。開発したCMOS受信機モジュールは、16 QAMで76 Gbit/sという最高の無線データレートを達成した（図1（c）、（d））。

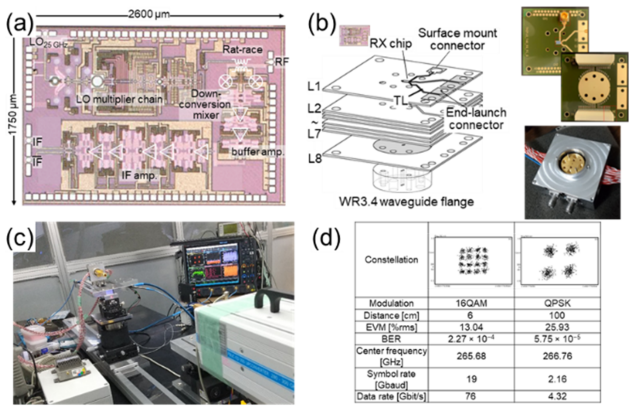


図1　300 GHz帯CMOS無線受信器

ミリ波及びテラヘルツ波を用いた超高周波無線通信システムの実用化に向けた電子デバイスの高性能化として、電子移動度や電子飽和速度が高く、高速・高周波かつ低電圧・低消費電力動作が期待されるナローバンドギャップⅢ-Ⅴ族化合物半導体であるガリウムインジウムアンチモン（GaInSb）を電子走行層（チャネル層）に用いた微細T型ゲート$Al_{0.40}In_{0.60}Sb/Ga_{0.22}In_{0.78}Sb$高電子移動度トランジスタ（HEMT、図2）の高周波化のため、$Al_{0.40}In_{0.60}Sb$バリア層の薄層化が高周波特性に与える影響について遅延時間解析にて調査した。この結果、同じゲート長（L_g）をもつ従来HEMT構造と比較して薄層化によるゲート電極直下の電子走行時間（$\tau_{transit}$）は0.18 psecまで減少し、既報の$In_{0.7}Ga_{0.3}As$系HEMTと同程度以下となり、今後のエピタキシャル構造（エピ構造）やデバイス作製プロセス条件の最適化によって更なる高周波化が可能であることを明らかにした。また、このエピ構造の結晶品質もHEMTの高周波特性に影響するため、

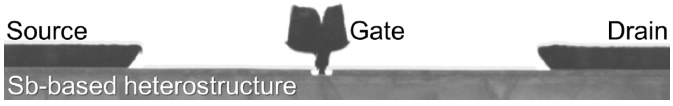


図2　$Al_{0.40}In_{0.60}Sb/Ga_{0.22}In_{0.78}Sb$ HEMTの断面TEM像（L_g = 70 nm）

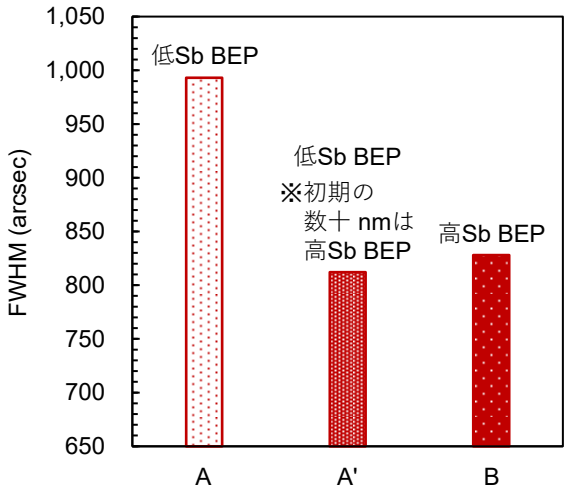


図3　XRD ロッキングカーブ測定のピーク半値幅比較

バッファ層成長技術についても検討した。これはSb系エピ構造を格子定数が大きく異なる半絶縁性GaAs基板上に分子線エピタキシー（MBE）成長するためである。今年度は、成長中のSbビーム等価圧力（BEP）を変えた$Al_{0.15}In_{0.85}Sb$バッファ層のX線回折（XRD）ロッキングカーブ測定により評価した。この結果、Sb BEPを高くした試料（図3のB）と$Al_{0.15}In_{0.85}Sb$層の初めの数十nmのみSb BEPを高くした試料（同A'）のXRDピーク半値幅は、Sb BEPを低くした試料（同A）より狭くほぼ同値を示した（図3）。これは高いSb BEPによってバッファ層を構成するAl原子及びIn原子の表面マイグレーション長が短くなり、成長初期の$Al_{0.15}In_{0.85}Sb$の3次元核が小型かつ高密度になり、結晶品質が向上したこと、また$Al_{0.15}In_{0.85}Sb$/GaAsヘテロ界面の成長条件が$Al_{0.15}In_{0.85}Sb$バッファ層の高品質化に寄与することを見いだした。一方、ワイドバンドギャップⅢ-Ⅴ族化合物半導体である窒化ガリウム（GaN）系HEMTの高出力化のため、28 GHz帯ロード・ソースプル出力特性評価システムから得られたAlGaN/AlN/GaN-HEMTの出力特性評価結果からパルスRF法の検討に着手するとともに、シリコンCMOS集積回路等の高精度モデリングのため、70 kHz～220 GHzのブロードバンドでSパラメータをシームレスに測定可能なVNA（Vector Network Analyzer）オンウェハ・プローブステーション（図4）を整備した。

Beyond 5G / 6Gを見据えた高速・大容量無線通信においては、広い帯域の利用が可能であるテラヘルツ帯の周波数を活用することが一つの候補となる。無線通信技術の中で重要となる要素の一つに高安定な基準信号源があるが、テラヘルツ帯における高安定信号源技術を中心に研究開発を実施している。そのようなテラヘルツ帯基準信号源開発においては、特に低雑音化が期待できる周波数コム技術に着目し、更に小型化も可能な微小共振器による光コム光源の研究開発を行っている。今年度は引き続き更なる高Q値化を目指したプロセス技術開発を、共集積化も念頭に置いて行った。具体的にはcat-CVD法で成膜した窒化シリコン（SiN）膜に関し、アニーリングを施すことによる残留水素濃度低減の効果を実験的に定量評価した。結果の一部を図5（上）に示す。今回の場合、1,000℃程度のアニールが必要であるが、比較的短時間で良いこと、また活性化温度と膜の高密度化（図5（下）参照）開始温度が異なるという結果が得られた。また、高安定光源モジュールの実現には励起光源の共集積化が重要であるが、そのためのインターフェースの開発検討を開始した。今年度はスロット導波路構造を活用した独自のスポットサイズコンバータ（SSC）を設計し、励起光源とのモード整合性の向上を図った。提案の構造では、短尺（<100 μm）かつ低結合損失（0.65 dB：従来型SSCでは～1.15 dB）という値を実現できることを確認した。今後試作する予定である。

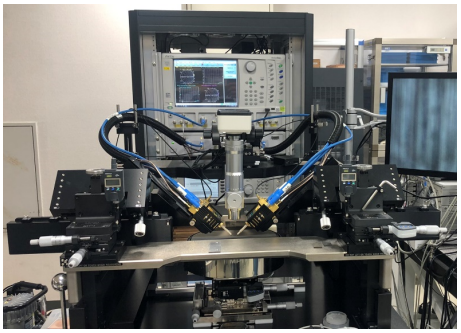
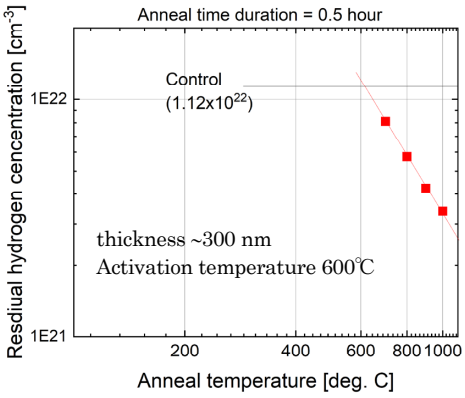


図4　ブロードバンドVNAオンウェハ・プローブステーション



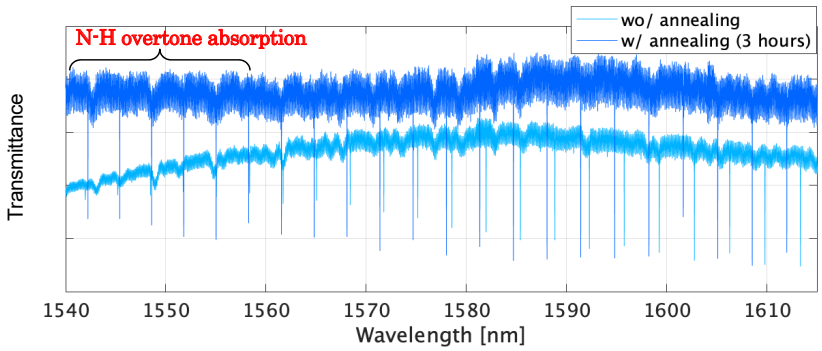


図5　残留水素濃度のアニール温度依存性（上）とマイクロリング共振器のアニール前後の透過特性。アニールによってCバンドのQ値が改善（×10, Q_{int}: 5×10^5）。但し高密度化によってFSRも低下（下）

3.5.2.3 グリーンICTデバイス研究室

室長　　東脇 正高　ほか4名

酸化ガリウムデバイスが拓く近未来半導体エレクトロニクス

■概要

現在、我々の日常生活は、半導体エレクトロニクス機器無しでは成り立たなくなっている。また、更なる高度情報化技術が必要になるだけにとどまらず、そのエレクトロニクス機器全般における省電力・省エネ化が必須となっている。このように世界規模での省エネ・低炭素化に貢献する技術開発の必要性から、電力変換・スイッチングに用いる半導体パワーデバイスの高効率化に向けた研究開発が、以前にも増して近年活発化している。その一つの方向性として、現在主流のシリコン（Si）デバイスを、目的・用途に応じて、より物性的に適したSi以外の半導体デバイスに置き換えようとする研究開発が盛んに行われている。

上述の社会情勢及び理念に基づき、グリーンICTデバイス研究室では、新ワイドバンドギャップ半導体酸化ガリウム（Ga_2O_3）を材料とするパワーデバイスの研究開発を行っている。Ga_2O_3は、2011年我々が世界に先駆けてトランジスタ動作実証に成功した新しい半導体材料であり、半導体の最も基本的な特性を示すバンドギャップが非常に大きいという特徴を有する。当研究室では、これまでGa_2O_3材料・デバイス研究開発を継続的に行ってきており、様々なキーデバイス・プロセスの開発に成功してきた。

令和3年度にスタートした第5期中長期計画では、第4期に行ってきたGa_2O_3デバイス技術開発を継続し、実用化・産業化を目指した研究開発に注力する。そのワイドバンドギャップに起因する優れた物性から期待されるデバイス応用は、パワーデバイスだけに留まらず様々な領域に広がる。例えば、Ga_2O_3デバイスは、Siに代表される既存の半導体デバイスでは、長期間の安定利用が不可能な「極限環境」と呼ばれる高温、放射線下などの過酷な条件での無線通信、信号処理応用が期待される。当研究室では、Ga_2O_3パワーデバイス開発に加えて、この極限環境エレクトロニクス応用に向けた高周波Ga_2O_3トランジスタ開発にも取り組んでいる。

これらGa_2O_3パワーデバイス、極限環境デバイスの研究開発に関しては、機構内自主研究だけでなく、大学及び企業との緊密な連携のもと推進している。また、研究開発において生じる特許などの知的財産に関しても、戦略的かつ効率的な取得を目指して活動している。

■令和４年度の成果

１．縦型Ga_2O_3パワートランジスタ開発

令和4年度は、縦型Ga_2O_3電界効果トランジスタ（FET）作製に必要となる種々のデバイスプロセス技術の開発を行った。最初に、Ga_2O_3表面へRFプラズマセルにより生成した窒素（N）ラジカル照射プロセスの効果について調査した。図1（a），（b）に、Ga_2O_3（100）基板上に作製したショットキーバリアダイオードにおける、Ga_2O_3表面へのNラジカル照射無し、有りの場合の電流密度–電圧（*J*–*V*）特性の比較を示す。Nラジカル照射無しの場合、個々のデバイスの*J*–*V*カーブのオン電圧は大きくばらついており、またキンクが生じているものも見受けられる。一方、Nラジカル照射有りの場合、*J*–*V*特性、オン電圧共にほぼ均一で、キンクは全く観測されなかっ

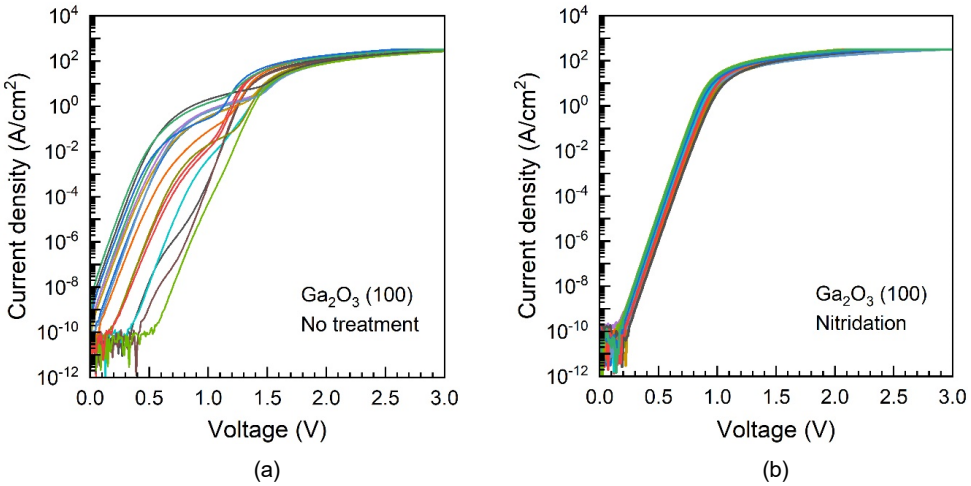


図1　Ga_2O_3（100）ショットキーバリアダイオードの*J*–*V*特性：（a）窒素ラジカル照射無し、（b）有り

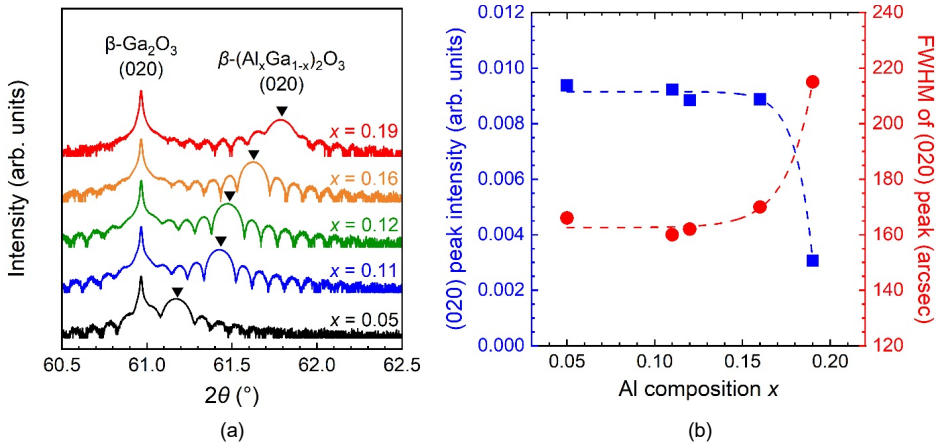


図2　Ga_2O_3(010) 基板上にMBE成長した（AlGa)$_2O_3$薄膜の（a）XRD ω–2θ プロファイル、（b）ロッキングカーブピーク強度と半値幅のAl組成依存性

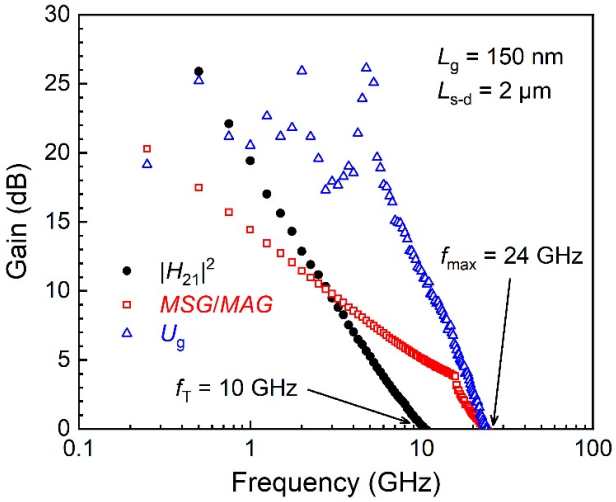


図3　(AlGa)$_2O_3$バックバリア層を有するGa_2O_3 MOSFETのRF小信号特性（ゲート長150 nm）

た。このように、Nラジカル照射によるGa_2O_3表面の窒化処理には、表面ダメージの回復効果及びそれに伴うショットキー界面の電気的特性の改善効果があることを見出した。加えて、電気的特性の面内均一性の向上をもたらすことも確認されている。そのため、本プロセスをGa_2O_3 FET作製に適用した場合、ゲートしきい値電圧の均一化、各種デバイス特性及び信頼性の向上に役立つことが期待される。続いて、フィン側壁に均一にタングステンゲート電極を形成するプロセス技術を開発した。そして、令和3～4年度に開発したデバイスプロセス技術を活用して、縦型Ga_2O_3フィンFETの試作を実施した。

2．極限環境応用を目指した横型高周波Ga_2O_3 FET開発

Ga_2O_3基板/エピ界面に生じるドレイン電流リークを低減するため、また短ゲート化に伴うFET高周波特性の向上を妨げる要因となる短チャネル効果を抑制するために、(AlGa)$_2O_3$バックバリア層の導入を検討し、その分子線エピタキシー（MBE）成長の最適条件を得た。図2（a），（b）に、Ga_2O_3（010）基板上に成膜した（AlGa)$_2O_3$層のX線回折（XRD）ω–2θプロファイル、（020）ロッキングカーブピーク強度及び半値幅のAl組成依存性をそれぞれ示す。Al組成x = 0.15程度までは非常に高品質な(AlGa)$_2O_3$層が得られているのに対し、x > 0.15では若干の結晶性の劣化が認められる。次に、(AlGa)$_2O_3$バックバリア層を導入した短ゲートGa_2O_3 MOSFETを実際に試作し、そのDC及びRFデバイス特性の評価を行った。結果、ドレイン電流リークを1 nA/mm以下へと大幅に減少させることに成功し、長年の課題を解決するに至った。なお、(AlGa)$_2O_3$バックバリア層を導入したことによるDC, RFデバイス特性の劣化は皆無であり、共に優れた特性を示した。実際、(AlGa)$_2O_3$バックバリア層を有するゲート長150 nmのGa_2O_3 MOSFETにおいて、電流利得遮断周波数（f_T）10 GHz、最大発振周波数（f_{max}）24 GHzが得られた（図3）。これらのRF小信号特性は、Ga_2O_3 FETとして世界最高レベルに相当する。以上の成果から、(AlGa)$_2O_3$バックバリア層は非常に有用であり、今後の高周波Ga_2O_3 MOSFET開発の加速につながることが期待される。

3．直接接合技術による*n*-Ga_2O_3/*p*-Siヘテロ接合ダイオード開発

本課題は、格子不整合が生じる単結晶材料同士の場合、従来のエピタキシャル成長では実現が困難な高品質ヘテロ接合構造を、表面活性化接合技術により作製を試みるという探索的研究である。

令和4年度は、令和3年度開発した*n*-Ga_2O_3/*n*-Si接合デバイス作製プロセス技術を用いて、*n*-Ga_2O_3基板と*p*-Si基板の直接接合による*n*-Ga_2O_3/*p*-Siダイオード構造を作製し、その電気的特性を評価した。まず、接合領域のバンドアライメントを電気的特性から同定することに成功した。更には、その特徴的な容量–電圧特性から、接合界面には熱平衡状態で二次元電子ガスが形成されていることを解明した。このように、エピタキシャル成長では格子定数差から実現不可能なヘテロ構造を、直接接合技術により比較的高品質な界面を保って実現することに成功した。今後これらの成果を、新機能デバイスの実現につなげられるよう努める。

3.5.3 脳情報通信融合研究センター

研究センター長　　北澤　茂

■概要

脳情報通信融合研究センター（CiNet）は、人間の脳機能研究の知見を情報通信技術の革新的応用につなぐことを目的として平成23年（2011年）にスタートし、5つの原則から成る基本理念に基づいた活動を続けてきている。その原則とは、1. 我が国及び世界のトップクラスの英知の結集を図り、産学官連携・協力を一層強化することによって最大限の成果を実現し、科学技術の発展、国民生活の向上及び経済社会の発展に寄与し、人類の福祉の向上に貢献する「貢献原則」、2. グローバルかつ他分野の知見の融合による開かれた先端的融合研究の実現とその成果の公開と享受されることを目指す「オープン原則」、3. 脳情報通信分野に関わる政府指針を認識し、他研究機関との適切な役割分担、効果的な連携の下に主体的な役割を果たす「統一原則」、4. 生命の尊厳の重要性を常に認識する「尊厳原則」、そして5. 研究実施を通して人材育成へ貢献する「育成原則」の5つである。この理念の下、令和3年4月から始まったNICTの第5期中長期計画では、Society 5.0で謳われているヒューマンセントリックなICT社会の実現に向けて、人間の脳機能の研究を加速してきた。特に、人間の認知、情動、知覚、意思決定、運動、社会性、言語などの高次脳機能について、多様な知覚・認知条件下における脳活動データを収集・分析することで脳内情報処理全体を包含するモデル「CiNet Brain」の構築を進めている（図1）。これは、脳に倣う人工知能への展開する活動として高い評価を得ているほか、成果の社会展開も進んでいる。例えば、視聴覚刺激に対する脳活動から解読した脳情報を用いて、製品やサービスに対してユーザーが抱く印象・情動を客観的に評価する商用サービスは、延べユーザー数が60企業となり前年度比で1.6倍と成長を続けている。

■主な記事

第5期中・長期計画で掲げた目標「ア. 人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発」では、感覚刺激等によって時間感覚を調節する技術の開発を目指して、時間の脳内表現の文脈依存性及び汎用性で新たな知見を得ている。間隔時間と持続時間という異なる刺激タイプによらず、時間を表現するメカニズムは共通であるが、表現する神経細胞群は独立である可能性を示すことができた。時間情報処理の理解に重要な知見を与える科学的価値の高い成果である。また、社会的なインタラクションを伴う課題遂行中の脳活動・行動データを収集し、脳活動から被験者の行動選択、反応時間を予測する研究では、7TMRIによって計測される扁桃体BOLD信号のinitial dipが持つ情報の定量化に成功し、顔表情のデ

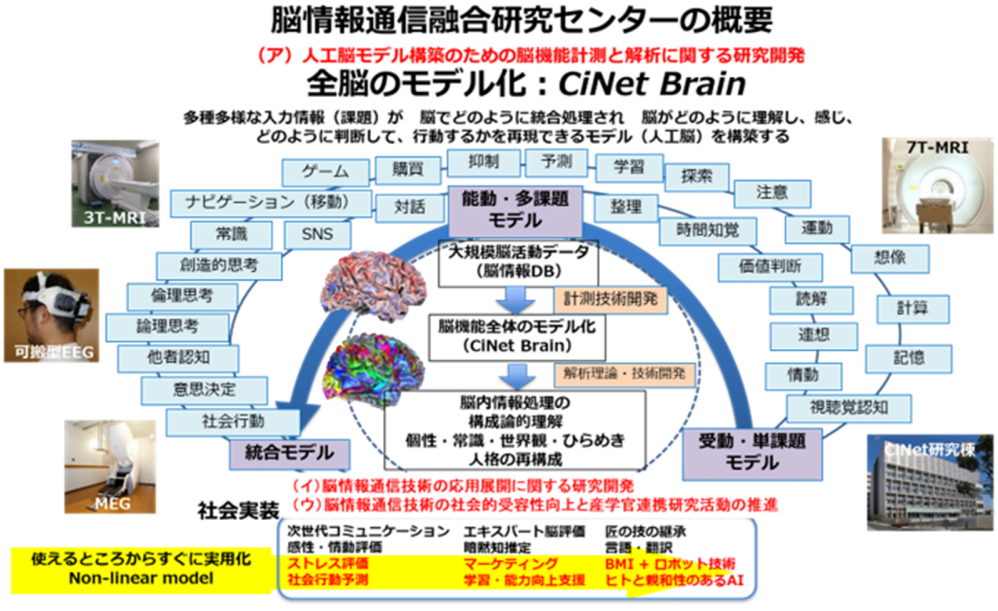


図1　CiNet Brainの開発に向けた研究概念図

コーディングに有効に使える可能性を示した。これまで解析が進んでいなかった小脳・皮質下の認知情報の定量にも成功するなど学術的価値の高い成果があがっている。また、超高磁場MRIを用いて、匂い知覚を表象することが知られる一次嗅覚野の活動を世界に先駆けて1 mm角の高解像度で計測した。匂い物質による匂い知覚の変化と、言語ラベルによる匂い知覚の変化を検証したところ、両者は一次嗅覚野の中で棲み分けられていることが示された。このことは、匂いの情報表現がトップダウンな言語情報により変化することを示している。このような大型計測装置による研究に加えて、実験室環境とは異なる日常生活における脳情報に関する取組を進めている。ここでは、ニュースを聞いている時の脳波からメンタル状態を推定するモデルを構築することに成功した。さらに、本研究をメンタル状態の日間変動を考慮したモデルに発展させるため、長期的な気分指標の取得と脳波計測を進めた。これは脳情報による情報理解の評価技術につながる成果である。詳細は各研究室の説明を参照されたい。

「イ．脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発」では、車椅子レースのパラリンピアンの脳において運動野足領域が手の領域に使用されて、足領域の拡大もみられる超適応が起きていることを発見した。また、長期間車椅子スポーツの訓練をしてきた人の脳では、手からの固有受容感覚情報処理に関わる右半球下前頭-頭頂ネットワークの活動が亢進しており、この傾向は車椅子レースのパラリンピアンで最も顕著であることを明らかにした。これらは、従来の定説を覆すものである。また、2次元超音波技術と3次元モーションキャプチャ技術を融合した3次元超音波イメージング（3DUS）を構築して、世界で初めて肩の複雑な筋形状の計測を行い、ゴールドスタンダードな手法であるMRI計測に比べて系統誤差がないことを実証するなど、社会実装される成果を生み出している。

「ウ．脳情報通信技術の社会的受容性を高めるための産学官連携研究活動の推進」では。CiNetの研究成果を広く産業界に知らせるための取組を行い、企業との共同研究を積極的に進めた。また、脳機能研究とその成果を社会受容につなげるための倫理・法律・社会課題（ELSI）への取組では、研究者と倫理学者の視点の共通性と違いを明らかにする試みを進めるとともに、内閣府のPRISMとして実施中の「脳情報から知覚情報を推定するAI技術」プロジェクトにおいて、当該技術の社会受容性に関する調査研究を行い、社会実装に向けたシンポジウムを開催して議論を深めている（図2）。

成果発信の一つとして、設立以来、ほぼ毎年実施しているCiNetシンポジウムでは、近年急速に利用が広がっている仮想現実技術が脳機能に与える影響や効果を議論した。大学や企業で仮想現実の先端研究を推進している研究者、技術者による特別講演とCiNetの研究者の講演を併せることで、仮想現実における脳科学の位置づけを示すことができた（図3）。また、海外からCiNetに研究者を招聘して行うCiNetカンファレンスでは、「Beyond Motor Control：Bridging the gap between action and perception」と題して、既存の運動神経科学研究の枠を超える新たな研究の創出を目指した。人間のすべての機能には運動が関わり、人間は運動を介さずして外界と接することはできない。そこで、「脳がいかに身体を思い通りに動かすか」という従来の運動神経科学研究の問いのみならず、「外界の認知に運動がいかに関わるか」にも焦点を当てた。これは、今後の人工知能の発展を考えるうえでも極めて重要な課題となる。のべ300名近くの参加者を得て、3日間にわたる会議で知の創造につながる議論が展開された（図4）。今後もこのような機会を通じて、CiNet、NICTの成果を外部に定期的に発信し、国際的研究ネットワークの形成及び日本の研究プレゼンスの向上に貢献する所存である。今後も、人々が安心して豊かな暮らしを享受できるICT社会の構築に貢献できる脳情報通信融合技術の開発に邁進する。

図2　第1回 ELSIシンポジウムを開催

図3　第12回CiNetシンポジウムを開催

図4　第8回CiNet　カンファレンスを開催

3.5.3.1 脳情報通信融合研究室

室長　　内藤 栄一　ほか26名

人の脳機能を理解して、この支援技術を開発する

■概要

脳情報通信融合研究室は、第5期中長期計画において、人間の究極のコミュニケーションの実現や、人間の潜在能力の発揮を実現することで人々が幸せを実感できる新しいICT の創出を目指して、人間の認知・感覚・運動に関する脳活動を高度かつ多角的に計測・解析する技術を開発し、人間の様々な脳機能の向上を支援できる技術等の脳情報通信技術の研究開発を目標としている。この目標を達成するために、2つのサブ目標を設定している。一つは、人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発であり、この研究開発の一つとして、脳内の時間情報処理メカニズムの解明がある。ここでは、(1) 時間情報処理メカニズムの文脈依存性及び汎化性を、行動実験あるいは脳活動データから明らかにすること、(2) 感覚刺激等によって時間感覚を調節する基礎技術を開発することを目標としている。これらの目標に対して、令和4年度は、成果を出すことができた。サブ目標の2つ目は、脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発であり、ここでは、(1) 人のパフォーマンス向上技術の開発を目指して、人の認知・運動機能を支える脳の感覚運動情報処理機能や脳内抑制機能の発達・低下・特殊化に伴う脳内ネットワークの機能的・構造的変化を解析し、これらに関連した脳の計算モデルを構築すること、(2) 人の運動機能解析や向上に資する、超音波やMRIで計測された人体構造を忠実に反映できる人体力学モデルを開発することなどを具体的な目標としている。令和4年度は、人の感覚運動情報処理機能や脳内抑制機能の特殊化に伴う脳内ネットワークの機能的・構造的変化に関する成果と人体力学モデルの開発に関する成果を出すことができた。以上のように、第5期中長期計画に従って、着実に研究を進め、成果を上げている。

■令和 4 年度の成果

1．時間情報処理メカニズムの文脈依存性及び汎化性の解明

時間情報処理メカニズムの文脈依存性及び汎化性に関して錯覚実験を用いて解明した（図1）。コンピュータスクリーン上で白い丸を被験者に提示し、これを刺激として、点滅間隔（間隔時間刺激）と点灯時間（持続時間刺激）で被験者に時間情報を与えた。まず、順応刺激を40回反復提示し、その後、テスト刺激を提示して時間の錯覚が起きるかを検証した。順応刺激では時間長200 msのShort条件または時間長700 msのLong条件の2種類をテストした。テスト刺激では300から600 msの50 ms刻みの7種類を提示し、音の参照刺激（450 msに固定）に

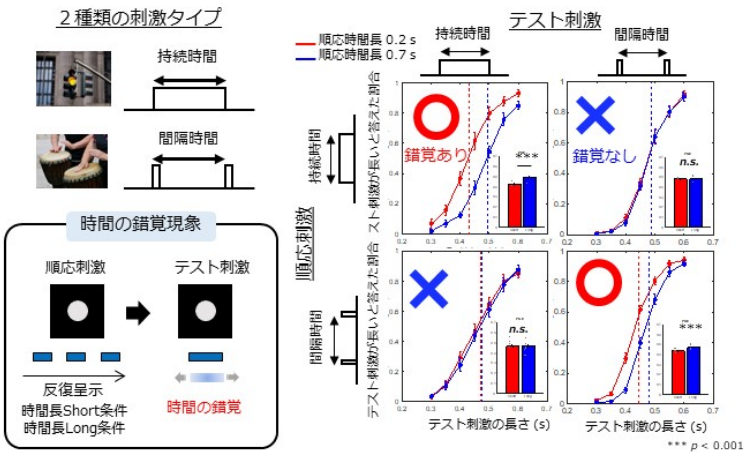


図1　時間情報処理メカニズムの文脈依存性及び汎化性の解明

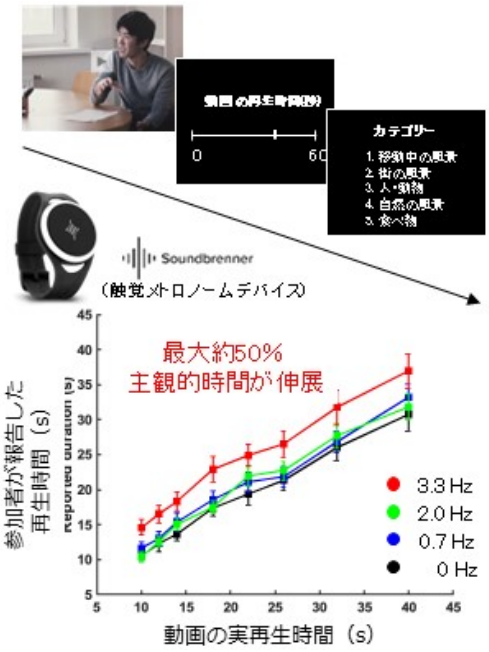


図2　触覚刺激による主観的時間の操作

比べて長いか短いかを報告してもらった。その結果、テスト刺激は2つの条件間で変わらないにも関わらず、順応刺激とテスト刺激で同じ刺激の時だけ、Short条件では全体に時間が長くなったというバイアスがかかり、反対に、Long条件では時間が短くなったというバイアスがかかった。一方で、順応刺激とテスト刺激が異なる場合は、この現象は見られなかった。これらの結果は、時間情報の脳内表現に刺激タイプという文脈依存性があること、また、刺激タイプ間での時間への順応は汎化しないことを示唆した。つまり、持続時間と間隔時間は独立の神経細胞群で表現されている可能性が示唆された。

2．触覚による主観的時間の操作

触覚を与えることで人の主観的時間が操作できるかを検証した（図2）。この研究では、被験者を4群に分け、腕時計型触覚メトロノームを装着し、それぞれ0、0.7、2.0、3.3 Hzの振動刺激の間隔で触覚刺激を受けながら、10–40秒の動画を見て、動画の長さをvisual analog scaleという主観的な方法で評価した。この結果、腕に触覚刺激を与えながら動画を見ると、触覚刺激の頻度が高いほど動画の再生時間の主観的時間が長くなるということがわかった。上記、1,2の研究は、脳内に表現される時間に関する新しい科学的知見を明らかにしただけでなく、時間の感覚は学習が可能で、その主観的体験はある程度操作できる可能性を示し、この意味で社会的な意義も高いと考えられる。

3．車椅子レースのトップパラリンピアンの脳でみられる機能と構造の特殊化

車椅子レースのトップパラリンピアンの脳でみられる感覚運動情報処理機能や脳内抑制機能の特殊化に伴う脳内ネットワークの機能的・構造的変化の解明に成功した（図3）。このパラリンピアンの脳では、通常健常者の脳では手の運動中に抑制されている運動野足領域が手の運動に使用され、足領域の灰白質も拡大している超適応というべき現象が起きていること突き止めた（図3左、成果1）。両手同調運動が必要な車椅子レースのパラリンピアンの脳では、左右運動野間をつなぐ脳梁（のうりょう）線維が著しく発達しており、通常健常者で観察される左右運動野間の半球間抑制がみられなく左右同調モードになっていることを発見した（図3右、成果2）。これら一連の成果は、長期にわたる運動トレーニングが、通常の適応の範囲を大きく超えて、脳の機能と構造を大きく変化させることを示している。特に、本来存在するはずの抑制機能が脱抑制されることによって、トレーニングに特有の特異的な神経回路が形成されることを意味しており、非常に貴重な科学的意義の高い新しい知見を明らかにした。

4．人体力学モデルの開発

3DUSと呼ぶ2次元超音波技術と3次元モーションキャプチャ技術を融合した3次元超音波イメージングを実装して、世界で初めて肩の複雑な筋形状の計測に適用し、ゴールドスタンダードな手法であるMRIとの誤差が表面間距離で平均約1 mmという精度を可能にした（図4左）。この方法は、MRIという大型機器を必要とせずに、簡便に個人の筋形状を精度高く評価できる方法として高い社会的意義を持つ。また、MRI画像から個人の筋骨格形状を自動認識するAIの開発を行い、複雑な構造の為にその認識の難しい肩部分を対象として高い認識性能を達成した（図4右）。さらに、この認識結果に基づいて個人を忠実に再現した人体力学モデルの構築にも成功した。この方法を使うと個人の詳細な筋情報に基き、筋シナジー制御など個々人のレベルでの運動制御の研究が可能になるため、今後応用が期待できる。

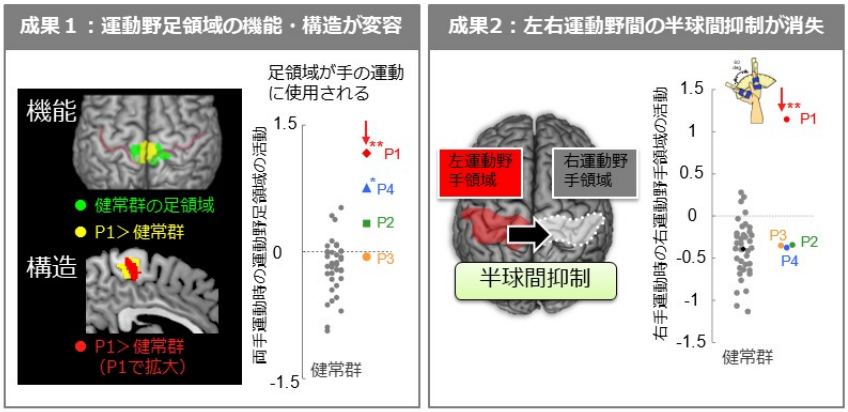


図3　車椅子レーストップパラリンピアン（P1）の脳でみられる機能と構造の特殊化

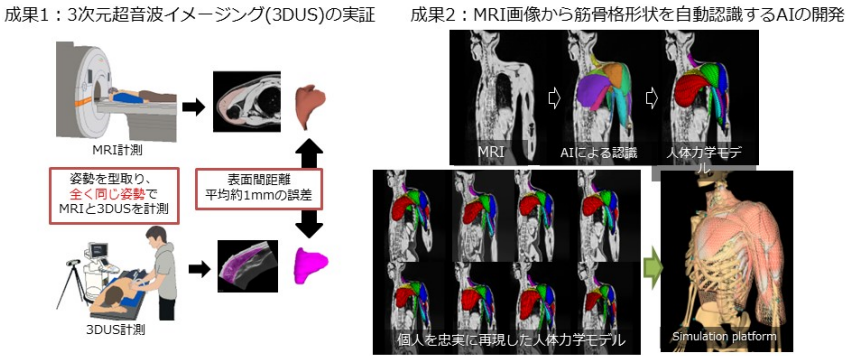


図4　3DUS及びMRI画像から構築した精緻な人体力学モデル

3.5.3.2 脳機能解析研究室

室長　　成瀬　康　ほか39名

匂いや気分などに関連する脳機能の研究を推進

■概要

脳機能解析研究室は、脳活動計測の高度化に関する技術やこの技術を利用した高度な脳活動計測による神経科学的な研究、また、脳活動やその時の心的状態を日常の環境でも計測できる技術の開発などを進めている。この中で、令和4年度においては、7テスラのMRI（7TMRI）装置を利用して、言語による匂いの認知の変化が一次嗅覚野から現れていることを世界で初めて明らかにした。また、当研究室では、大型脳計測装置（7TRIを含むMRI 4台及びMEG 1台）を管理・運用しており、これらの計測装置で生み出されたデータの利活用を進めるために、個人情報保護と脳データ利活用の両立を可能とする情報基盤の構築を進めた。さらに、日常での脳情報の利用を目指し、ニュースを聞いているときの脳活動からメンタルの状態を推定するための基盤技術の構築を進めた。

■令和４年度の成果

匂いを知覚する際、言語ラベルの影響を受けることはよく知られている。過去の研究では、言語ラベルが前帯状皮質や内側眼窩前頭皮質などの二次嗅覚野に影響することが示されている。しかし、言語ラベルが一次嗅覚野、特に匂い知覚をコードすることが知られる梨状皮質の活動アンサンブルパターンに対して、どのように影響するかは不明である。そこで、1つの嗅覚入力に対して異なる言語ラベル情報を与えた場合の梨状皮質の活動を、7TMRIを用いて1 mm角の超高解像度fMRIにより計測した。ミント系とシトラス系の各カテゴリーにおいて2つの匂い物質を用い、各匂い物質に対して2つの言語ラベルを提示した。例えば、ミント系のカテゴリーでは、メントールという匂いに対して「ミント」「ユーカリ」という言語ラベルを提示した。過去の研究結果と同様に、匂いの非類似度評価において異なる言語ラベルを提示した匂い物質に対しては、異なる匂いとして知覚するというが分った。この条件下で、fMRIにより得られた梨状皮質内の活動に対してサーチライト法によるデコーディング解析を行ったところ、異なる単語ラベルを提示した場合、同一の匂いに対して梨状皮質の活動アンサンブルパターンが異なることが分った。それらの領域は、梨状皮質の前頭部と側頭部の両側接合部と左後頭頂部であった（図1）。これら領域が嗅覚入力の違いを表す領域かどうかを調べるために、異なる匂いで同じ言語ラベルを提示された刺激に対しても同様の解析を行った。その結果、梨状皮質両側接合部に有意な差が見られたが、それらの領域は異なる言語ラベルで調整される領域よりも側頭部側にあった。これらの結果から、言語ラベルは1次嗅覚野である梨状皮質の活動アンサンブルパターンを変化させることが示唆された。梨状皮質の言語ラベルによる変化領域と梨状皮質以外の領域との間の機能的接続性を評価するために相関分析を用いたところ、意味・記憶・言語処理に関連する領域との間に有意な機能的接続があることが分った。これらの結果は、言語ラベルが嗅覚知覚に及ぼす影響についての新たな知見を提供するとともに、嗅覚と言語処理の相互作用についての理解を深める上で重要である。

CiNetでは大型脳計測装置を用いて日々大量の脳計測データを収集している。これらの膨大な脳データのもつ潜在的な価値を引き出すべく、被験者の個人情報保護とデータ利活用という相反する要請を両立させるための情報基盤の構築を進めてきた。その第一歩として、これまで研究グループ毎に個別に管理していた脳計測データを当研究センター全体で一元的に集約し管理する仕組みを構築した。具体的には、世界有数のヒト脳イメージング研究拠点への導入実績のある脳計測データ管理システムFlywheelを国内で初めて導入した。さらに、各MRI装置で取得した脳計測データにその帰属先情報（実験実施グループ）を付加してFlywheelに自動転送する独自の中継機構

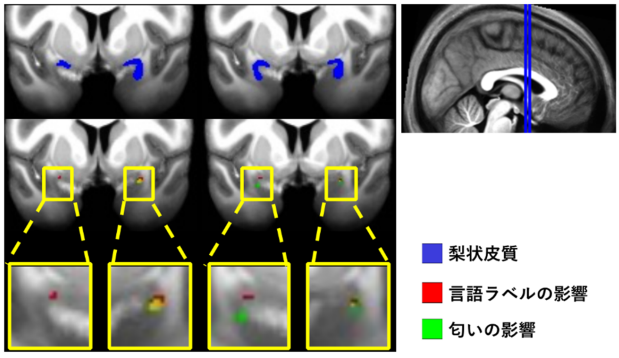


図１　匂いに対する梨状皮質の活動は言語ラベルによって変化する

を実装した。この仕組みにより、適切に設定されたアクセス権限のもとで異なる研究グループやプロジェクトを跨いだデータ共有を瞬時に行うことを可能にした。そして今回、より効果的なデータ共有の実現を目的として、被験者一人ひとりに固有の被験者IDを発行可能な被験者情報システムを開発し運用している（図2）。被験者はタブレットを用いてアンケートの電子入力を行い、初回参加時に発行された被験者カードを用いて次回以降の本人確認を行う。この被験者カード上にQRコードで記された被験者IDを読み取り、実験実施に関わるデータと計測した脳データに自動付与する。この仕組みにより、異なるデータセットに含まれる同一被験者から得たデータ同士を、個人情報を都度参照することなく被験者IDに基づいて容易に統合することが可能となった。加えて、MRI安全性に関わるアンケートの電子化によって、緊急時における過去の実験参加履歴の検索が瞬時に可能となり、研究専用のMRI施設では類を見ない医療機関水準の被験者安全性を実現できた。現在、データ共有に関わる被験者同意情報をリアルタイムで脳計測データに紐付けてFlywheel上で照会・検索可能な仕組みの構築を進めており、これが完成すれば同意のオプトアウトなどより厳格な個人情報保護への組織的な対応が可能になると考えている。

情報化社会において、情報過多によるストレスやメンタルの不調、生産性の低下は社会的な問題となっている。情報がメンタルにどのように影響するかは個人の脳の特性や状態に依存する。同じ情報でも人によって受け取り方は異なり、また、同じ人であってもそのときメンタルの状態によっても受け取り方は異なる。当研究室ではいつでも誰にとっても健全なICTの利活用を促進するため、情報の受け手である人の脳の情報から、個人のメンタルの状態を推定する技術の研究を進めている。日常生活での場面を想定して、実際に放送されたニュースを聴いているときの脳波を約160名の実験参加者から取得した。ニュースは、明るい話題もあれば、悲しい話題もある。このようなポジティブな情報やネガティブな情報に対する脳内処理はメンタルの状態によって、どのように異なるのかを脳波を指標として調べた。解析の結果、気分低下群では通常群と比べて、ニュースの内容によらず、ニュース音声に対する注意配分が低下していること、ポジティブな情報を聞いているときには含まれる言語情報（単語）に対する注意が遅れることが明らかになった（図3A）。ネガティブな情報に対する注意の増大（ネガティビティバイアス）は気分低下群でも通常群でも同様に見られたが、その後の意味を理解する過程においては群による違いがみられ、気分低下群では通常群と比べて、ネガティブな情報を聞いているときには意味処理の負荷が高いことがわかった。さらに、これらの脳波の特徴を活用して、個人の脳波からメンタル状態を識別する機械学習モデルを構築した。識別モデルの性能を示す指標AUCは、脳波特徴量のみを使用した場合で0.73、脳波特徴量と主観特徴量を併用した場合で0.83といずれも高い値を示した（図3B）。脳波特徴量のみを使用したモデルでは気分低下群の人のうち66 %を気分低下状態であると正しく識別でき、さらに、主観評価も併用したモデルでは気分低下群の人の78 %を気分低下状態であると正しく識別できた。これらの結果は、日常的に計測可能な脳波の特徴を活用することで、情報の受け手のメンタルの状態を推定できることを示している。将来的には、簡易に計測した脳の情報によって、自分では認識しにくいメンタルの状態を見える化するアプリケーションや、個人のメンタル状態に合わせた情報提供のシステムなどへの発展が期待できる。本研究の成果はScientific Reportsに掲載され、本成果に基づいた技術については特許出願を行った。

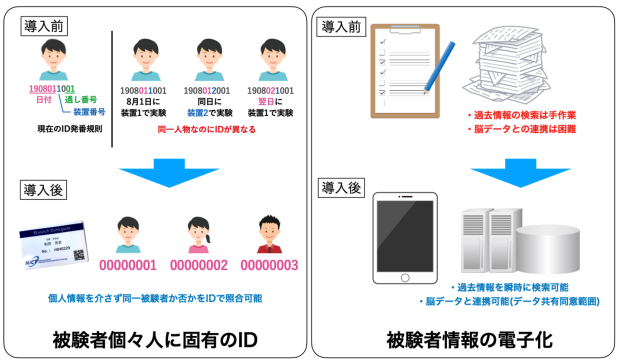


図 2　被験者情報システムによる被験者ID発行と被験者情報の電子化

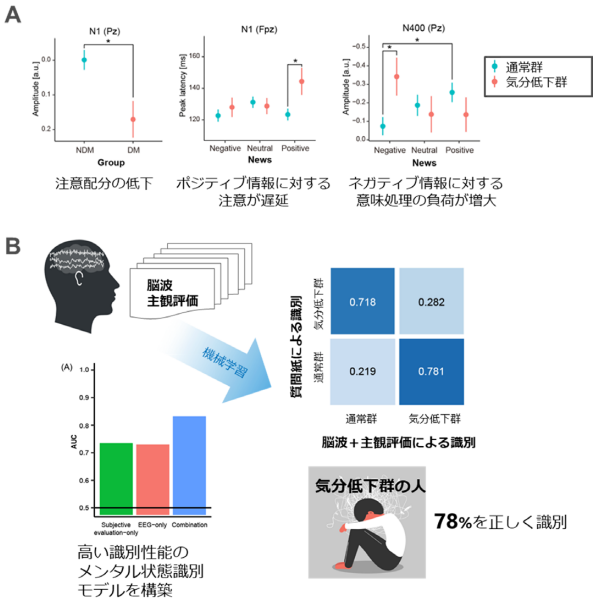


図3　ニュースを聞いているときの脳波からメンタル状態を推定
A: 脳波指標から見えた気分低下状態の人の脳内処理の特徴
B: 脳波指標から気分低下状態か否かを識別するモデルを構築

3.5.3.3 脳情報工学研究室

室長　　春野 雅彦　ほか20名

脳が行うコミュニケーションを数理的に解読しモデル化する

■概要

脳情報工学研究室では、脳が行うコミュニケーションを数理的に解読しモデル化する研究開発を進めており、令和4年度は（1.）社会脳モデルの研究、（2.）自然で多様な知覚・認知を扱う脳機能モデルの構築とその人工知能への応用、（3.）時間順序判断の文脈依存性に関する研究開発を中心に実施した。ここで得られた知見と技術は、CiNet Brainを中心とする将来の脳に学ぶICT技術への貢献が期待できる。

■令和４年度の成果

1．社会脳モデルの研究

7T（テスラ）MRIを用いて、社会刺激の処理に重要な扁桃体のBOLD信号の情報を定量化する研究を実施した。扁桃体のBOLD信号から顔表情をデコードできるかどうかは長い間、論争されてきた。従来、BOLD信号が持つ初期減衰がhemodynamicsのピークよりも神経活動を反映するとされており、しかも超高磁場MRIで初期減衰が強く出ることが報告されている。我々はこのことに着目し、脳情報通信融合研究センターが所有する7TMRI装置を活用して扁桃体の初期減衰からのデコーディングを試みた。

扁桃体の形状は個人差が大きい。このため標準脳を用いた解剖学的な標準化を使わず新たな方法を開発した。似た活動パターンを示すボクセルを似た位置に再配置する多次元時系列の変換アルゴリズムであるハイパーアライメント標準化手法をfMRIの時系列に適用してデコーディングする手法を開発し、実験による検証を行った。被験者にfear（恐怖）あるいはhappy（幸福）の顔表情を提示し9秒後にボタンを押すことでどちらの顔表情が提示されたかを答えてもらう課題を7TfMRI撮像中に行った（図1A）。まず、扁桃体の7TfMRI信号が初期減衰を示すことを確認した（図1B）。続いて、扁桃体のBOLD信号の時系列から顔表情のデコーディングが可能かを検証した。解析の結果、顔提示から2秒後のBOLD信号から顔表情のデコーディングが可能であり（図1C）、この時のデコーディング精度に貢献するボクセルの平均波形は顔提示後2秒のところで初期減衰を示すことを確認した。脳情報工学研究室と脳情報解析研究室の共同研究により得られた本成果は、BOLD信号の初期減衰から定量的なデコーディングが可能であることを世界で初めて示した結果である。

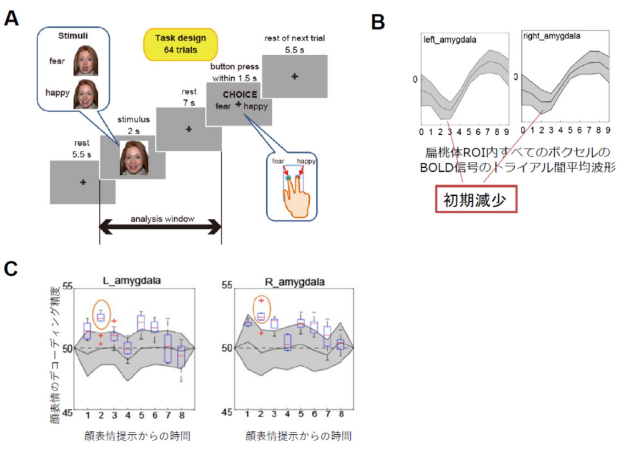


図1　扁桃体BOLD信号の初期減少が持つ情報を7TMRIで定量化
A 顔表情評価課題　B 7TBOLD信号で観察される扁桃体の初期減少　C 顔表情提示後の各時間におけるデコーディング精度

2．自然で多様な知覚・認知を扱う脳機能モデルの構築とその人工知能への応用

複数タスクのfMRIデータを用いて、認知情報表現が従来ある程度調べられてきた大脳だけでなく小脳・皮質

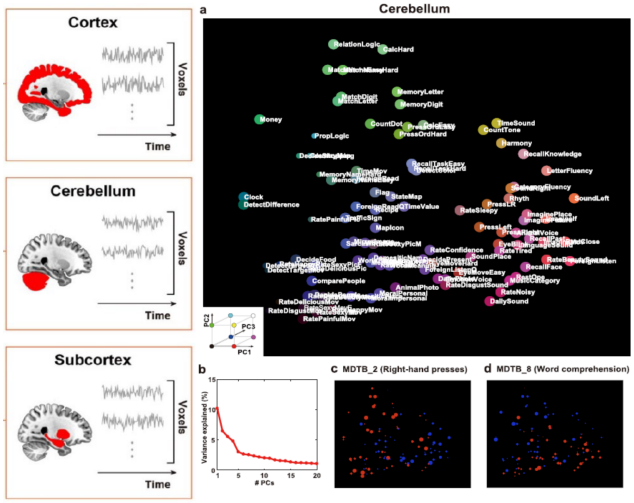


図2　大脳、小脳、皮質下計測の概念図（左）と小脳における認知情報表現空間の例（右）

下（subcortex）の認知情報表現を定量的に調べた。その結果、小脳及び皮質下においても大脳と同様の認知表現があること、また小脳及び皮質下の活動から大脳活動の予測やデコーディングができることなどを示した（図2）。これらの結果は、各種の認知情報は大脳、小脳、皮質下の各部位において一定の冗長性を持って表現されていることを示唆する。

また、認知・意味情報解読の手法を応用し、統合失調症患者における意味表現の構造が健常者のそれとは変容していることを東京医科歯科大・京大との共同研究で発見した（図3）。具体的には、健常者に比べて統合失調症患者では、意味情報の結びつきのスモールワールド性が低下していることが分かり、患者が示す意味関係の乱れが脳内でも生じている可能性を、明らかにした。

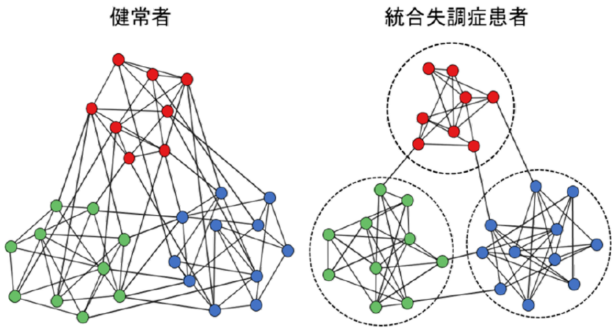


図3　統合失調症患者の脳内で見られる意味情報構造の崩れの可視化　意味情報（図中の各点）同士のつながりの効率性を表す「スモールワールド性」は健常者に比べて統合失調症患者で低く、患者には意味情報構造の崩れが存在する

3．時間順序判断の文脈依存性に関する研究開発

時間判断処理の文脈依存性を生出すメカニズムを特定する研究を行った（図4）。左右の手の刺激の時間順序を判断する課題において、手を交差するという認知負荷の高い条件ではシータ帯域が弱く、ベータ帯域の信号が強いのに対し、手を交差しない時は低周波のシータ帯域の振動が強く見られることを発見した。この解析では、従来のMRIデータで課題遂行に重要であることが分かっている18個の関心領域（ROI）について、活動の信号源を推定し、ROI間のコネクティビティを周波数帯域ごとに計算、全体のマップを作製し有意差を算出した。

今回の結果が示唆することは、脳は通常シータモードを使って、手がいつもある場所の事前情報に頼った粗いが早い判断を行っているのに対して、手を交差させた認知負荷の高い条件の時にはベータモードにシフトすることで、事前情報を抑制してより緻密な情報処理を行うというモードシフトの存在である。

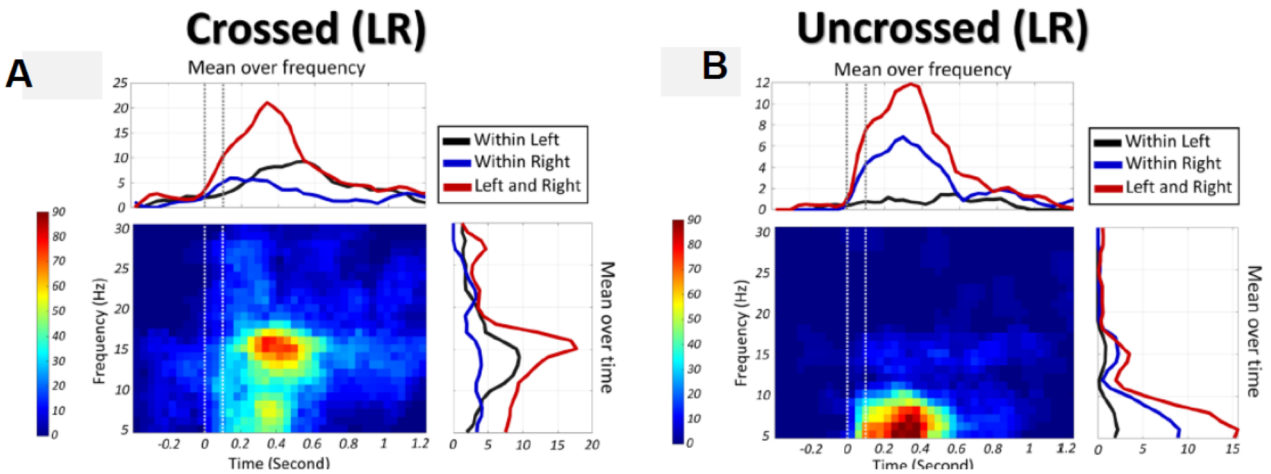


図4　時間順序判断における文脈依存性の神経メカニズム　脳は左右の手の刺激の時間順序判断で手を交差すると高周波（β波）をリクルートする(A)のに対し、手を交差しない時は低周波（θ波）でコミュニケーションする(B)

Beyond5G 研究開発推進ユニット／量子 ICT 協創センター

3.6 Beyond5G 研究開発推進ユニット

3.6.1 Beyond5G デザインイニシアティブ

3.6.2 テラヘルツ研究センター

3.6.2.1 テラヘルツ連携研究室

3.7 量子 ICT 協創センター

3.6 Beyond5G研究開発推進ユニット

ユニット長　　寶迫　巌

■概要

目覚ましい進化を遂げている移動体通信システムにおいて第5世代の次となるBeyond 5Gでは、単に情報インフラとしての位置づけを越え、実世界（フィジカル空間）とコンピュータやネットワークなどの中の仮想的に置かれた世界（サイバー空間）とが有機的に統合され、それらの相互作用で物事が進んでいくサイバーフィジカルシステム（CPS：Cyber Physical System）の概念が提唱されている。CPSの活用により、フィジカル空間にある多様なデータをセンサーネットワーク等で収集し、サイバー空間で大規模データ処理技術等を駆使して分析・知識化を行って、フィジカル空間を最適に駆動することにより、産業の活性化や社会問題が解決されることが期待されている。

図1にNICT全体におけるBeyond 5Gの研究開発実施体制を示す。Beyond5G研究開発推進ユニットは、NICTにおけるBeyond 5Gの実現に向けた研究開発の司令塔としてNICT内の先端的な要素技術の研究開発を強力に推進するとともに、これまで物理的・社会的に分断されていた分野を異にするコミュニティ相互が協働・共創できる場としてBeyond 5Gを機能させることで、全ての人が自ら新たな価値を自由に創造することができ、Beyond 5GがSDGsやSociety 5.0の達成に繋がるような社会基盤となることを目指している。

またテラヘルツ研究センターは、テラヘルツ波（周波数100 GHzから10 THz（波長にして3 mmから30 μm）の利活用を目指し、テラヘルツ帯を用いた超高速無線やリモートセンシング技術の研究開発を推進している。

■主な記事

Beyond5Gデザインイニシアティブにおいては、オープンな創造の場を提供できるBeyond 5Gアーキテクチャに関する議論や新たなサービスの萌芽（ほうが）に向けた実証システムの検討を各研究所と共同で進めるなど、オープンコラボレーションの実現のための取組を実施した。

テラヘルツ研究センターにおいては、Beyond 5G実現へのタイムリーな研究開発を行う所内外のユーザー利用に向けて、Beyond 5G電波暗室棟を年度末に竣工した。

テラヘルツ連携研究室においては、テラヘルツ送受信基盤技術や、テラヘルツスペクトラム計測のための基盤技術を重点課題として研究開発を推進し、研究開発成果を最大化するための業務として、ITU-RやIEEE802等のテラヘルツ国際標準化活動を推進した。またTHz帯無線通信応用に向けた300 GHz帯低位相雑音信号を生成し5G NR compliant signal の送受信に成功するとともに、電波伝搬特性評価を行い、これらの成果を国際標準化文書として入力した。一連の活動により第83回電子情報通信学会功績賞を受賞した。

同研究室テラヘルツリモセンにおいては、月の水資源探査において、地表面より少し下のサブサーフェスの水資源を探査することがテラヘルツ波リモートセンシングにより実現可能であることを、センサ性能とテラヘルツ放射伝達モデルアルゴリズムの両者から証明した。またTHz波の優位性を生かした超小型リモートセンシングセンサによる月の水資源探査プロジェクトTSUKIMIが、内閣府主催宇宙ビジネスアイデアコンテストS-Boosterにて審査員特別賞を受賞した。

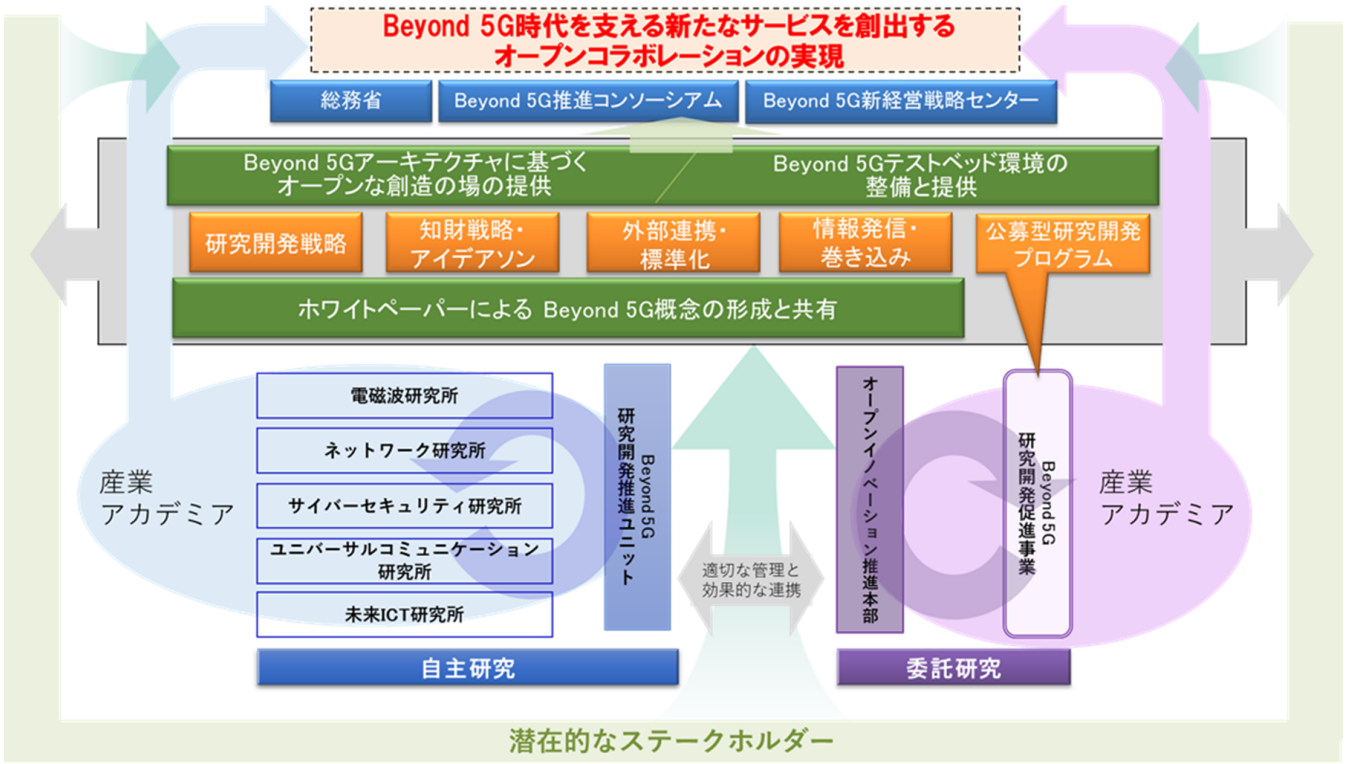


図1　Beyond 5G 研究開発実施体制

3.6.1 Beyond5Gデザインイニシアティブ

室長　　石津 健太郎　ほか3名

産業をつなぎ新たな価値を生み出すBeyond 5G / 6Gによる未来社会

■概要

Beyond5Gデザインイニシアティブは、Beyond 5G / 6Gの実現に向けたNICT内の先端的な要素技術の研究開発を強力に推進するため、NICT内の協力体制や意識の共有、機構外との連携方針に関する戦略立案、ブランディングとシステム実証による効果的な情報発信を推進するとともに、異なる産業間をつなぎ新たな価値を生み出すBeyond 5G / 6Gの概念やアーキテクチャに関する研究開発を行っている。

組織発足から2年目となる令和4年度は、オープンな創造の場を提供できるBeyond 5Gアーキテクチャに関する議論や新たなサービスの萌芽（ほうが）に向けた実証システムの検討を各研究所と共同で進めるなど、オープンコラボレーションの実現のための取組を実施した。

■令和４年度の成果

１．Beyond 5Gアーキテクチャの検討

CPS機能の持ち寄りと適切な組み合わせを可能にするBeyond 5Gのアーキテクチャに関して、①「オーケストレータとイネーブラー」についての機能の詳細を具体化した上で論文誌に投稿するとともに、②「ヘテロジニアスネットワーク連携」、③「デジタルツイン間連携」における地上系・非地上系ネットワークの一体的利用における要件や、異業種のデジタルツイン相互の連携方式、サービス要求に応じて連携したCPS動作を可能とするオーケストレータの機能定義、外部パートナーのデジタルツインなどとテストベッド上のオーケストレータを介して連携するためのインターフェース（API）方式などについて各研究所等との議論を更に加速化して具体化を図り、①～③の成果をホワイトペーパー第3版（令和5年3月31日公開）に反映させるとともに、外部との連携のプラットフォームとなるNICTテストベッド上で必要な

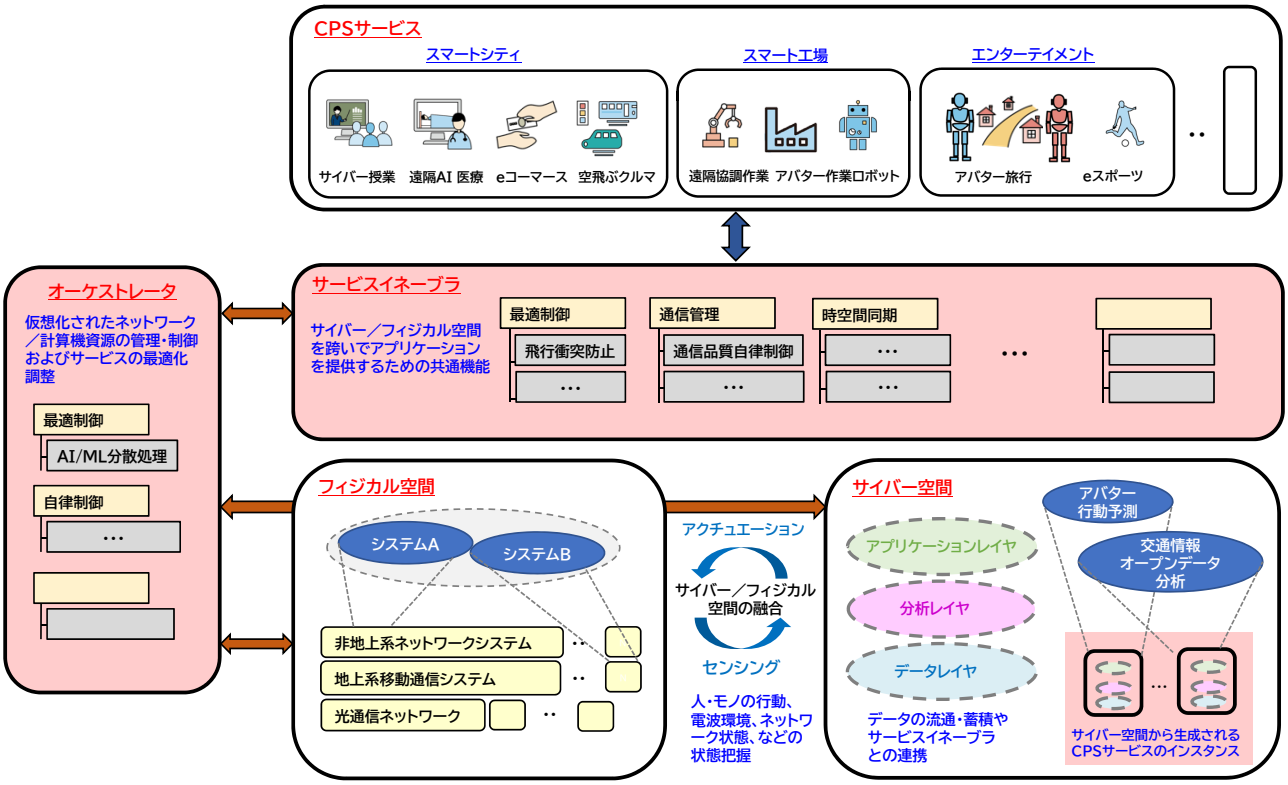


図1　Beyond 5G / 6Gの機能アーキテクチャ（ホワイトペーパー3.0版より）

機能の概念設計を進めた（図1）。さらに、Beyond 5Gに関する各国の研究開発動向や委託研究課題の動向等も踏まえつつ、自主研究や委託研究から創出される多様な技術をBeyond 5Gシステムとして有機的につなぐオーケストレータ機能の検討を進めるとともに、その機能により新たな価値を創出できることを可視化するための実証システム（PoC）の試作を各研究所と共同で進めた。

2．アイデアソン等の開催

レジリエントICT研究センターで開催された「アイデアソン+仙台」において、ホワイトペーパーに基づく未来生活のシナリオやBeyond 5Gの技術要素などを題材に議論し、新たな視点から具体的なBeyond 5G活用のアイデアを抽出するとともに、アイデア創出に向けた自発的な活動の始動につなげた。さらにそのアイデアをストーリー仕立てで紹介するビデオ制作を行い外部からの視点をNICT内の研究開発へ継続的にフィードバックする一連の流れを確立した。また、第1回Beyond 5Gゼログラビティイベントにおいて、異なる業種の人材で構成された混成チームにより新たな観点でBeyond 5Gの可能性を議論し、人脈形成によるイノベーションを生み出すとともに、NICT内の研究者が他業界とのつながりによる新たな価値創出の可能性について気づきを得た（図2）。さらに分野横断型の特許獲得を促進するためのNICT内特許アイデアソンにおいて、研究者の特許手続きの負担を減らし、アイデア創出のモチベーションを向上させた。

3．国際連携の強化とコンソーシアムや標準化機関等との連携

Beyond 5Gに関する各国の研究開発動向を踏まえ、世界初の6Gホワイトペーパーの執筆を手掛けたフィンランドOulu大学とのMOU締結（令和4年9月）や、ドイツにおける6G関連の大型研究開発プロジェクトである6GEMとの国際学会における共同発表（令和4年11月）など、Beyond 5Gに関して先行的な取組を進める国際的な研究開発コミュニティと共に研究開発を活性化するフェーズに移行した。

Beyond 5G推進コンソーシアムにおけるリーダーズフォーラムに参画し議論することにより、ホワイトペーパーで提案するBeyond 5Gアーキテクチャの意義である異業種が連携してサービス創成を可能にするプラットフォームの必要性について、非専門家も含めて広く情報発信した。Beyond 5Gに関連する国際的なフォーラムの一つであるIOWN Global Forumにおいて、ホワイトペーパーで提案するBeyond 5Gアーキテクチャのオープンプラットフォームとしての重要性とその機能構成について入力し、先端的な取組を進める国際的な研究開発コミュニティと共に議論を開始した。

Beyond 5G国際カンファレンスにおいて、NICTが強みを持つ研究分野や研究開発促進事業について講演し、国内外に活動をアピールした。ドイツBMBFとの連携強化にも結び付けることができ、日独連携の可能性に向けて具体的に活動を立ち上げることができた。

4．情報発信とステークホルダの巻込み

令和4年10月に開催されたCEATEC 2022において、「Beyond 5Gで実現するすべてが繋がる未来社会」をテーマにNICTが考えるBeyond 5Gの全体コンセプトと技術分野を効果的にアピールすると共に、ホワイトペーパー小冊子、未来生活を描いたジオラマイラスト、ホワイトペーパーのシナリオをアニメ化した動画、オブジェの作成や配布グッズの作成など、異分野や非専門家にもわかりやすいアウトリーチツールを用いて情報発信を行った。令和4年度中に45件の講演を実施し、後日、金融業、製造業、運輸業、大学等からBeyond 5Gアーキテクチャに関する問い合せを受けるなど、潜在的なステークホルダの巻込みにつなげた。

Beyond 5Gで実現される未来社会の様子を、VR等を活用して前提となる専門知識を持たなくても体験でき、理解が容易でないオーケストレータ等の機能が直感的に理解できる体験ツールを開発し、令和5年度以降の展示会や講演会等のイベントで活用するなど、外部の異業種のステークホルダの巻込みにつなげる。

ホワイトペーパーについてWebでの公開や各種講演等を通して認知を高めることのほか、英語版もタイムリーに公開しウェブサイトで多くのダウンロードを得ることができ、アーキテクチャ等の認知につなげた。（令和4年4月1日～令和5年3月31日の期間中に、日本語版4,391件、英語版882件のダウンロード）。

図2　第1回Beyond 5Gゼログラビティイベントの模様

3.6.2 テラヘルツ研究センター

研究センター長（兼務）　　寶迫　巌

■概要

テラヘルツ波（周波数100 GHzから10 THz（波長にして3 mmから30 μm））の利活用を目指し、未来ICT研究所小金井フロンティア研究センター超高周波ICT研究室・神戸フロンティア研究センター超伝導ICT研究室・ナノ機能集積ICT研究室、電磁波研究所電磁波標準研究センター電磁環境研究室・時空標準研究室、ネットワーク研究所フォトニックICT研究センター光アクセス研究室等との連携によって、テラヘルツ帯を用いた超高速無線やリモートセンシング技術の研究開発を推進した。デジュール標準においては、総務省電波部の指導と協力の下、国際電気通信連合無線通信部門（ITU-R: International Telecommunication Union Radiocommunication Sector）におけるテラヘルツ波の利用に関する議論に積極的に寄与した。さらにデファクト標準では、米国電気電子学会（IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers）においてローカル・エリア・ネットワークなどの規格を定める802委員会の中でテラヘルツ無線の規格を議論しているIEEE802.15 Standing Committee Terahertzにも積極的に参画した。前年度立ち上がったIEEE 802.15 Task Group 3mbの副議長としての貢献やWRC-23に向けたITU-R・APTへの寄書入力に貢献した。また、国内においては幹事団や部門長等の立場からテラヘルツシステム応用推進協議会やテラヘルツテクノロジーフォーラムの運営を通じて、産業界や学術界との研究連携の促進や標準化の議論を進めた。特にテラヘルツシステム応用推進協議会では前年度より設置された6Gワーキンググループで主査を務めるなど多大な貢献をした。これら一連の活動により、電子情報通信学会功績賞を受賞した。

B5G実現へのタイムリーな研究開発を行う所内外のユーザー利用に向けて、B5G電波暗室棟を年度末に竣工した。令和5年度の早いうちに共用を開始する予定である。

■主な記事

研究開発

テラヘルツ連携研究室を中心にして、①テラヘルツ無線テストベッド基盤技術の開発、②テラヘルツスペクトラム計測基盤技術の開発、③超高周波電磁波の宇宙利用技術を進めた。（①、②の詳細はテラヘルツ連携研究室をご参照いただきたい。）

テラヘルツシステム応用推進協議会等における活動

テラヘルツ波を用いた無線通信技術への注目が高まる中、THz-6Gワーキンググループ（THz-6G WG）（テラヘルツシステム応用推進協議会に令和2年度に設置）（主査：寶迫巌テラヘルツ研究センター長、副査：川西哲也早稲田大学教授）で前年度に検討された6Gで想定されるユースケースを基にデバイスやシステムの具体化を取

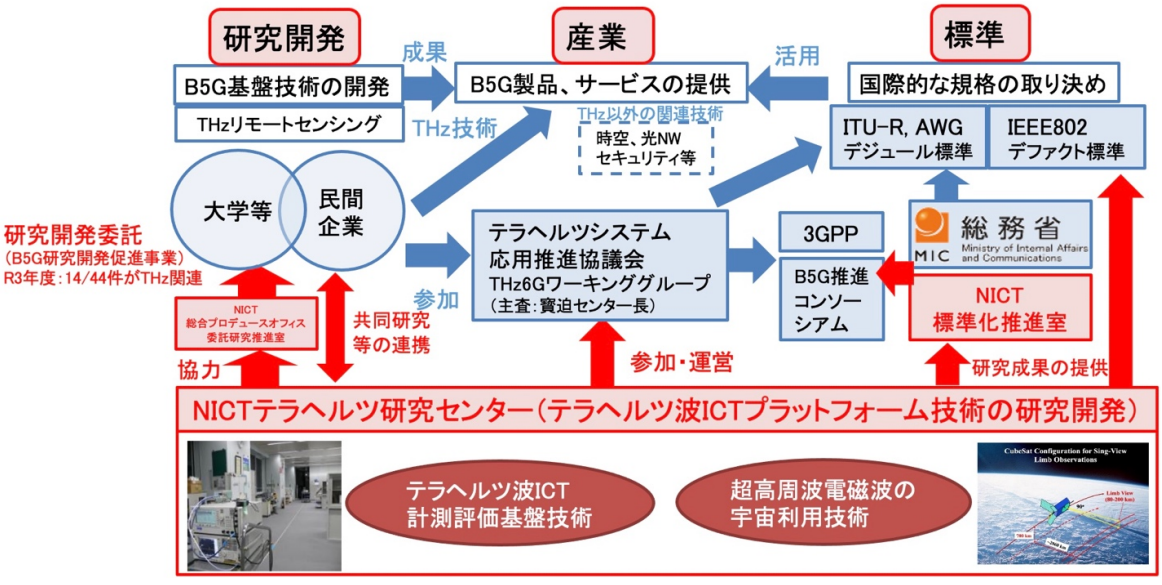


図1　テラヘルツ研究センター概要

りまとめた。その結果を、令和5年2月27日にオンライン開催した講演会「テラヘルツ無線のB5G / 6Gに向けての取り組み その2」のなかで、NICT委託研究のうちテラヘルツ関係14課題とともに報告した。250人を越える接続者があり、Beyond5Gおけるテラヘルツ無線通信に対する関心・期待の大きさを実感した。

また、6月にはテラヘルツ技術の新たなユーザーの掘り起こしを目的にビジネスセミナーを実施した。

宇宙テラヘルツリモートセンシング

月の水資源探査において、地表面より少し下のサブサーフェスの水資源を探査することがテラヘルツ波リモートセンシングにより実現可能であることを、センサ性能とテラヘルツ放射伝達モデルアルゴリズムの両者から証明した。通常10年程度かかる衛星開発に対し、開発開始から、ミッション計画確認会、コンフィグレーション確認会を通過し3年程度といった短期間のセンサ開発を推進した。また、マイクロ波では324 kg程度のセンサ重量に対し、テラヘルツ波の優位性を生かした10 kg以下の超小型センサ（BBM）開発に成功した。また、産業化、特に研究のための研究からの脱却に注力し、産官学のコンソーシアム活動を推進した。内閣府宇宙開発戦略推進事務局主催の宇宙ビジネスアイディアコンテストにて「月・小惑星の資源宝地図」に関して発表し、「S-Booster」審査員特別賞を受賞した。

宇宙ビッグデータ

温室効果ガス・水循環観測技術衛星GOSAT-GWにおいて、人類活動度の指標となる大気汚染物質NO2のデータ処理システムを国立環境研究所、海洋研究開発機構と共同開発するとともに、スマホカメラによる大気エアロゾルの測定を目指して、カメラ画像xICTを利用したエアロゾル濃度測定と推定簡易型数理アルゴリズム（SNAP-CII）開発を引き続き実施した。「誰でもスマホ1つで大気汚染物質観測」の実現を目指したカメラ画像xICTを利用した簡易型エアロゾル濃度推定数理アルゴリズムにおいて、福岡をはじめ全国10都市を対象にアルゴリズムを検証し、正解率70％を達成した。国際展開を考慮し、本アルゴリズムの特許をPCT出願した。

図2　B5G電波暗室棟イメージ図

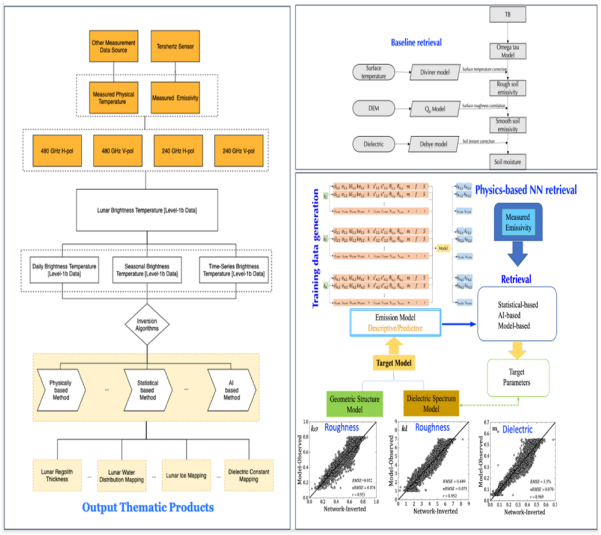


図3　3次元散乱THz電磁波伝搬伝達アルゴリズムの構築と実証

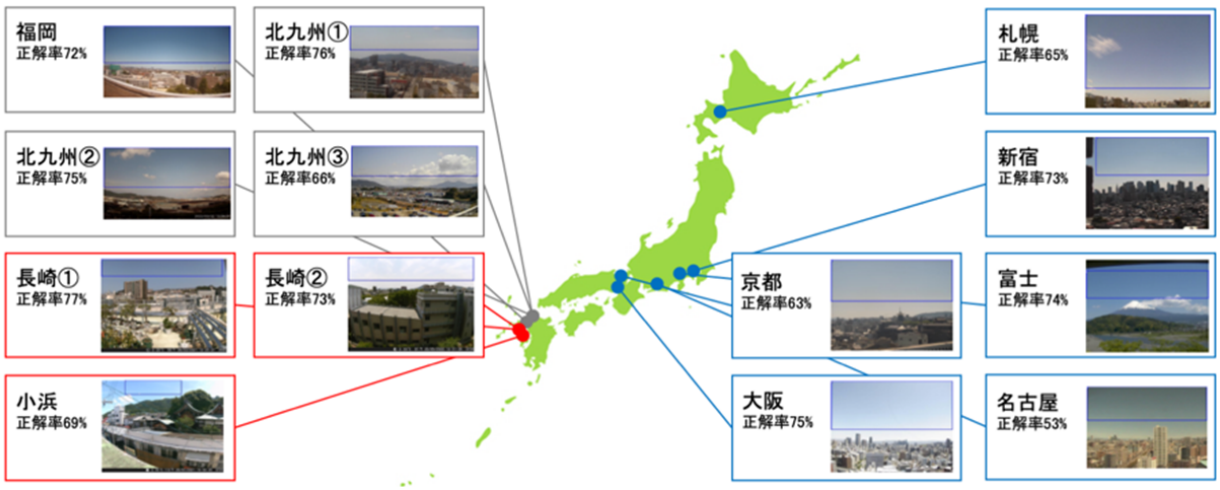


図4　「全国10地点の異なる条件下においてアルゴリズムの成立性を検証

3.6.2.1 テラヘルツ連携研究室

室長　　関根 徳彦　ほか27名

テラヘルツ帯電波の有効利用による快適なB5G社会の実現

■概要

Beyond 5G時代の更なる通信の高速化・大容量化が期待される将来の情報通信基盤を実現するため、テラヘルツ波ICT・センシング技術を支える計測・評価・実装・利活用を行うプラットフォーム基盤技術の研究開発を実施する。特にテラヘルツ帯電波特性やデバイス周波数特性等の計測評価技術の開発を通じ、テラヘルツ帯電波を利用した様々なシステムの計測評価基盤を構築するとともに、テラヘルツ波ICT・センシング技術確立の加速化に向けた利用促進を目指す。これらの研究開発成果を基にテラヘルツ波ICTシステムの社会実装に向け、周波数割当てをはじめとする国際標準化活動等の推進に貢献する。

令和4年度は、テラヘルツ送受信基盤技術や、テラヘルツスペクトラム計測のための基盤技術を重点課題として研究開発を推進し、研究開発成果を最大化するための業務として、ITU-RやIEEE802等のテラヘルツ国際標準化活動を推進した。

■令和４年度の成果

１．テラヘルツ無線テストベッド基盤技術

Beyond 5G時代に必要不可欠なテラヘルツ通信技術実現のため、広帯域な光ファイバー通信技術等を活用したテラヘルツ波信号生成・受信技術の検証を実施している。一般的に搬送波周波数300 GHzを超えるテラヘルツ波は波長が1 mm程度以下と短いため回折現象が引き起こされにくくビーム状の無線通信様態となるが、通信リンク確立のためには小型かつ高性能なアンテナ技術が必要不可欠である。また、毎秒100ギガビットを超える超大容量テラヘルツリンクの実現には、周波数利用効率が高い多値変復調方式の採用が必要不可欠であり、高精度な変復調方式のテラヘルツ通信への最適化、低雑音かつ高周波動作が可能な高精度信号源の実現が重要課題である。

令和4年度は、周波数300 GHzを超えるテラヘルツ波帯の信号生成のために光ファイバー無線（Radio-over-fiber:RoF）技術を応用したRadio-on-terahertz-over-fiberシステムを構築した。テラヘルツ波を発生させるためには2つの異なる波長のレーザー光を使い、その周波数間隔をテラヘルツ周波数領域に調整し、ビートを発生することにより生成する方式とした。この際、一方の波長のレーザー光に変調を加えることにより、データをテラヘルツ波に重畳することが可能である。しかしながら高度な多値変調を行う場合には雑音の低い変調を加える必要がある。これを実現するため、レーザー光を変調する際にSSB（Single side band）変調を採用することにより、変調周波数から10 kHzオフセットの周波数で−100 dBcの非常に雑音の少ない信号の生成に成功した（通常の変調方式に比べて10 dB以上雑音が低い値）。この方式による低雑音変調信号を用い、325 GHzのテラヘルツ波に5G NR compliant signal（100 MHz and 200 MHz 256 QAM and 400 MHz 64 QAM signal）をのせ、4 mの距離を送受信することに成功した（図1）。この方式はBeyond 5G時代のテラヘルツ通信に適用可能な技術の一つに成り得ると考えられる。

２．テラヘルツスペクトラム計測基盤技術

テラヘルツ帯におけるスペクトラム計測はこれまで、波長分散型分光器やフーリエ変換赤外分光光度計、テラヘルツ時間領域分光法等によって行われてきたが、同帯域における周波数標準及び出力標準が存在しないため確度が低く、テラヘルツ光利用開拓が他の領域に比べ遅れている「テラヘルツギャップ」と呼ばれる一因となっていた。そこで、高確度なテラヘルツ帯スペクトラム計測

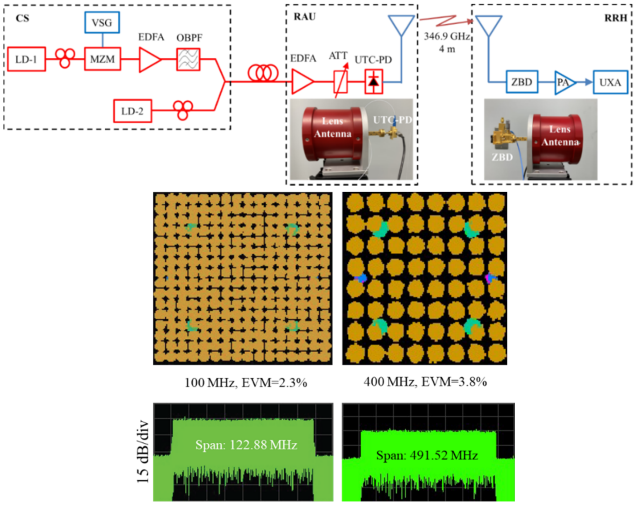
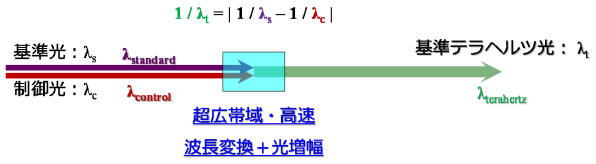
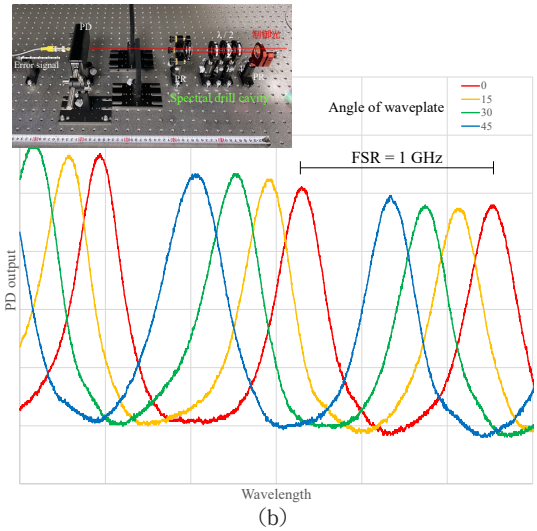


図1　(上)構築したRadio-on-terahertz-over-fiberシステムと
(下)受信した256 QAM（100 MHz）と64 QAM（400 MHz）信号

の実現を目指し、先進的な発生・制御・計測等の基盤技術が既に確立している光波帯（近赤外光）との相互波長変換を利用した国家標準トレーサブルな高確度テラヘルツ光発生・制御・計測手法を提案している。図2（a）に基準テラヘルツ光発生の概要を示す。非線形光学結晶を利用した波長変換を行う際、変換されるテラヘルツ光のスペクトルは、変換元の近赤外光のスペクトルを反映する。そのため、周波数制御技術や周波数標準が既に確立している近赤外光領域において、国家標準トレーサブルな基準光及び周波数変化を高確度に計測可能な制御光を用意すれば、それらの周波数差に相当する変換されたテラヘルツ光のスペクトルは光領域に準じた高確度なスペクトルとなる。基準となる励起光として、国家標準にトレーサブルな光基準信号を光ファイバーにより導入し、高輝度化して波長変換時の励起光かつ周波数基準とした。制御光として狭線幅波長可変光源を用意し、周波数変化を強度変化として計測するスペクトルドリル共振器に導入し、周波数観測に用いた。図2（b）にスペクトルドリル共振器の写真及び透過スペクトルを示す。共振器長が約15 cmのとき、共振器中の半波長の角度が増加するにつれて透過スペクトルの干渉縞が移動し、90度毎にFSR相当である1 GHz離れた隣接する干渉縞と重なる様子が観測された。これにより、レーザー光の周波数変化に応じた透過光強度変化信号が任意の点において得られるため、レーザー光周波数制御を介したテラヘルツ光周波数制御に有効である。



(a)



(b)

図2　(a) 基準テラヘルツ光発生概要、(b) スペクトルドリル共振器透過光強度の制御光周波数依存性

3．国際標準化活動

275 GHz以上のスペクトラムの標準化に向けたITU-Rでの活動を行い、下記の成果を得た。

①WP1A会合では、レポートSM.2352-0の改定を行い、SM.2352-1として出版した。

②WP5A会合では、新レポートM.[252-296 GHZ.LMS.FS.COEXIST]に向けた作業文書の検討を進め、M.2517として出版した。さらにレポートM.2417-0を進め、M.2417-1として出版した。

③WP5C会合では、レポートF.2416の改定に向けた作業文書の格上げ提案を行い、レポート改定草案として次会合にキャリーフォワードした。さらに追加したアンテナパターンは勧告F.699の周波数拡張の議論にも貢献した。

④WP5D会合では、将来技術に関する新レポート案に対してTHz技術を追加し、新レポートM.2516-0の出版に貢献した。さらに、新レポートM.[IMT.ABOVE 100 GHz]の作業文書にもTHz技術を追加した。

⑤AWG会合において、450 GHz以上の固定無線システムに関する新APTレポート案の作業計画成立に貢献した。

⑥APG会合において、WRC-27議題として「275-325 GHzにおける周波数分配表の検討」についてのAPT暫定見解案に作成貢献した。

また、無線機器の標準化を進めているIEEE802標準委員会においては、WSN（Wireless Specialty Networks）システムで初めての300 GHz帯無線標準規格であるIEEE std 802.15.3dが2017年10月に出版されたが、ITU-R WRC-19で追加された新脚注5.564Aの周波数帯域に合わせた改定作業のため、新たなタスクグループ（IEEE std 802.15.3mb）が2022年1月の会合において設置され、テラヘルツ研究センター長の寶迫 巌が同タスクグループの副議長に就任し、同年3月の会合から改定作業を開始した。最大450 GHzまでの周波数帯の拡張、優先度マッピングのため参照しているIEEE Std. 802.1D-2004の廃止に伴うIEEE Std. 802.1Qへの入れ替え、バックホール／フロントホール等の長距離伝送における再送信フレーム間スペース（RIFS）の適正化等を行い、承認手続きが進行中である（2023年度中に完了する見込み）。Standing Committee Terahertz（SC THz）では、テラヘルツ研究センター長の寶迫 巌が引き続き同Committeeの副議長として参画している。ITU-Rの該当Working Partyとの連携を取りつつ、2023年度開催予定のWRC-23の結果をIEEE std 802.15.3dの修正等に反映させる予定である。

3.7 量子ICT協創センター

研究センター長　藤原 幹生

■概要

高度情報化社会を支えている既存技術が立脚している古典物理的制約が見え始めている。例えば光ファイバの電力密度限界や最新技術による暗号解読の危機が指摘されるなど、今後も次々と物理的限界を迎えることが予測される。このような限界を打破するため、物理法則の一つ「量子力学」を駆使し、情報理論的安全を物理法則が担保する量子暗号技術や関連する物理レイヤセキュリティ技術（量子セキュアネットワーク技術）の研究開発を自ら研究と産学官連携により戦略的に進めている。また戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出や戦略的ICT人材育成を進めている。令和4年度は、以下に挙げる成果を達成した。

■主な記事

【量子セキュアネットワーク技術】

量子鍵配送ネットワークにおいて、鍵配送距離の伸長・サービスエリアの拡大には“信頼できる局舎（trusted node）”を利用した鍵リレー方式が採用され、世界各国でもこの鍵リレー方式に立脚した量子鍵配送ネットワークが形成されている。それに対し、NICTでは“信頼できる局舎”の安全性に対する要求レベルを低減させ、局舎が何らかの攻撃を受けても鍵の安全性が担保される技術開発を進めている。言い換えると量子鍵配送ネットワークの高度化・広域化に向けて、暗号鍵やデータを複数のノードとリンクで分散的に処理・伝送・保管する高度分散化技術の基本設計と機能検証を行うとともに、ネットワーク制御・管理に関する主要機能の実装と検証を進めている。令和4年度には、『乱数マスキング』、『誤り訂正符号化』、『ブロック分割・分散化』を組み合わせた高度分散化技術の基本設計を完了し、ノード危殆（きたい）化に対する信頼性・安全性・可用性の統計的評価を行って機能検証を完了した。さらに独自のネットワーク符号化を導入することで、ワンタイムパッド鍵の消費量を低減する手法を考案した（図1）。

また、量子鍵配送ネットワークのネットワークの制御・管理に関して、障害、リンク構成、課金、性能等の状態管理を高度化・効率化するための新たなグラフィックユーザインファーフェースを開発し、府省関係者や重要潜在顧客へのネットワークオペレーションデモを多数実施しながら、検証を進め、問題点を洗い出すとともに運用ノウハウを蓄積した。ネットワークテストベッドに関して、NICTの量子セキュリティ・協創棟やさらには政府機関、民間企業に新たなノードを設け、これまでのネットワークからノード数、リンク数を倍増させる拡張と整備を進めた（図2）。

また、量子鍵配送ネットワークのグローバル化を目指し、衛星量子鍵配送・物理レイヤ暗号技術に関して、衛星搭載用の鍵管理部及びネットワークコントローラ機能の詳細設計を行い、地上局との連携動作を模擬する鍵管理シミュレータソフトウェアを開発した。

地上側の受信望遠鏡の設計・試作、精追尾光学系の詳細設計、量子受信機の詳細設計と試作を実施した。

【戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出】

次世代の暗号インフラ構築に向けて、令和3年度補正予算による「量子暗号通信ネットワーク実証事業」として、量子鍵配送装置、高速秘匿通信・秘密分散システム、量子・古典ハイブリッド型情報処理装置の整備を進めた。都内行政機関及び民間企業等に量子鍵配送装置を配置するテストベッドの構築を進めている。特に複数の

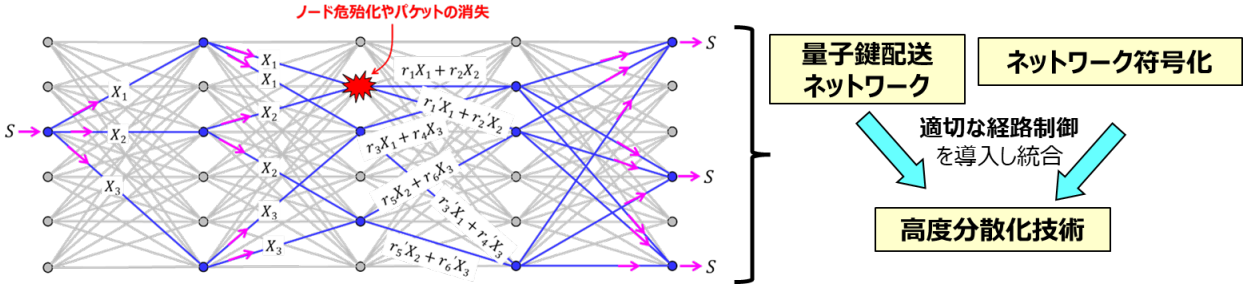


図1　高度分散化技術による多地点メッシュ網上での1対3マルチキャストの実例

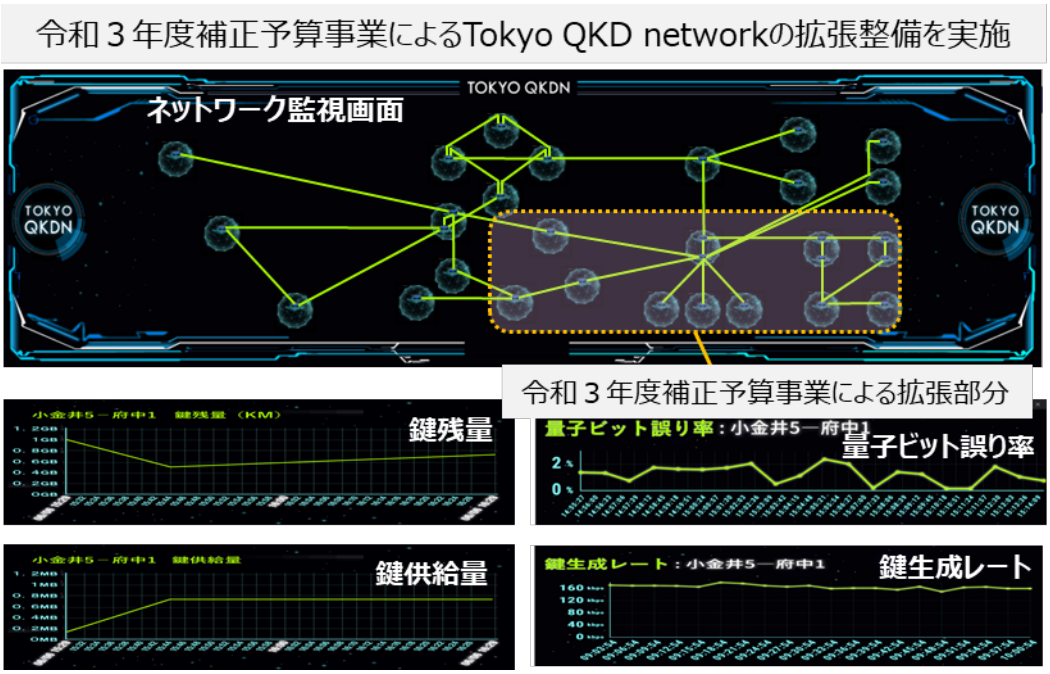


図2　量子鍵配送ネットワーク管理画面

金融関係機関との共同検証が可能な環境の整備が進んでおり、世界でも類を見ないネットワークとなっている。図2には拡張予定のTokyo QKD Networkの管理画面を示す。

【戦略的 ICT 人材育成】

我が国のICT分野における国際競争力の強化のため、量子技術等、NICTの研究成果を活用した人材育成プログラムを策定・提供し、我が国の将来を担う若手研究者及び技術者のみならず、教導する教育指導者等へ提供し、新たなICT領域を開拓し得る専門性の高い人材育成に取り組んでいる。具体的には、量子計算や量子通信に代表される量子ICTを担う人材を育成するため、NICTの量子ICTに関わる研究成果と人材を活用しつつ、NICT外の量子技術の研究開発、応用に関わる研究者及び開発者を講師、アドバイザリーに招き、講習と演習による体験型人材育成と研究開発支援による探索型／課題解決型人材育成を実施している。量子ネイティブ人材を育成するプログラムNQC（NICT Quantum Camp）を、令和4年度も継続して実施した。前年度までと同様、(1) 量子ICT に関心のある一般向けの公開セミナー、(2) 専門家からの講義や演習を選抜メンバー向けに提供する体験型プログラム、(3) スーパーバイザーの指導の下、研究を実施する探索型プログラムの3プログラムと、体験型、探索型の参加者のオンライン交流を引き続き実施した。

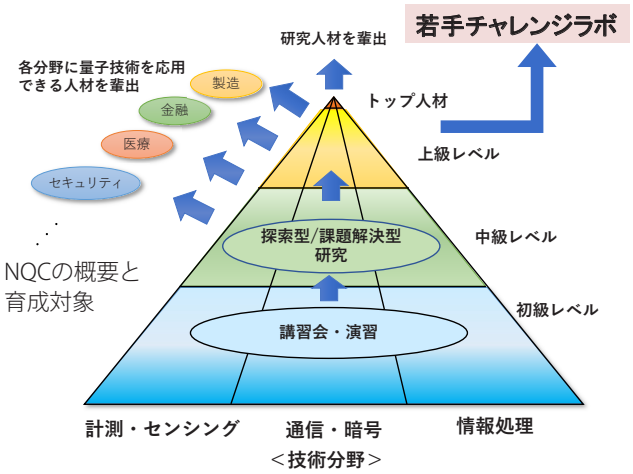


図3　量子ICT人材育成体制概要

(1) には70名の参加、(2) には69名中から選抜した55名が参加し、41名が修了認定、(3) には4件（7名）の応募により4件が参加し修了認定を受けた。NQC修了生にサポーターという名称でNQCの運営に参画してもらう取組を進めた。上記のオンライン交流への修了生の参加や、サポーター主催の勉強会やイベントなどの実施を促すことで、これまでNQCに関わった人材が相互啓発し成長し続ける仕組みを構築した。さらに、「若手チャレンジラボ」(7名) を発足させ、修了生の中から、リサーチアシスタントとしてNICTの研究開発に参画する学生も現れ、人材環流を作り上げることができた（図3）。

3.8 オープンイノベーション推進本部

3.8.1 総合プロデュースオフィス

3.9 ソーシャルイノベーションユニット

3.9.1 戦略的プログラムオフィス

3.9.1.1 研究企画推進室

3.9.1.2 地域連携・産学連携推進室

3.9.2 総合テストベッド研究開発推進センター

3.9.2.1 テストベッド連携企画室

3.9.2.2 テストベッド研究開発運用室

3.9.2.3 北陸 StarBED 技術センター

3.9.2.4 ソーシャル ICT システム研究室

3.10 イノベーション推進部門

3.10.1 連携研究推進室

3.10.2 委託研究推進室

3.10.3 受託研究推進室

3.10.4 知財活用推進室

3.10.5 標準化推進室

3.11 グローバル推進部門

3.11.1 国際連携推進室

3.11.2 国際研究連携展開室

3.12 デプロイメント推進部門

3.12.1 研究成果事業化支援室

3.12.2 アントレプレナー支援室

3.12.3 事業・技術研究振興室

3.12.4 情報バリアフリー推進室

オープンイノベーション推進本部

3.8 オープンイノベーション推進本部

推進本部長（兼務）　新田 隆夫

■概要

オープンイノベーション推進本部は（図1）に示すように1つのユニット、1つのオフィス及び3つの部門から構成されており、それぞれの部署が連携してオープンイノベーション創出に向けた取組の強化やBeyond 5Gの推進に取り組んでいる。具体的には、企業や大学等との共同研究等による産学官連携の強化、技術移転等による知財活用、研究成果の標準化に向けた活動、国際共同研究の推進、ベンチャー創出等の様々な取組を行い、研究開発成果の普及や社会実装を推進している。

また、次世代通信インフラとして期待されているBeyond 5Gの2030年頃の実現に向け最先端の要素技術等の研究開発を推進するため、「Beyond 5G研究開発促進事業」として、公募型委託研究「革新的情報通信技術研究開発委託研究」及び助成金事業「革新的ベンチャー等助成プログラム（SBIR）」を実施するとともに、「Beyond 5G共用研究開発テストベッド」を整備して産学官共同研究を促進している（図2）。

■主な記事

令和4年度の主な取組として、産学官連携では、民間企業とともに設立した無線協調制御技術の規格策定等を行うフレキシブルファクトリパートナーアライアンス（FFPA）において、認証プログラムを本格的に立ち上げ、認証準拠の製品群第一号として4種の製品を認定し、ベンダによるSRF無線プラットフォーム事業の開始に貢献した。

知財関係では、Beyond 5G研究開発促進事業における知財取得を強化するための受託者に対する支援内容・体制の拡充を進めるとともに、標準化活動では、ITU-R WP5Dの「IMT-2030に向けたフレームワーク勧告」に向けた寄与を、Beyond 5G推進コンソーシアムに参画して実施したほか、3GPPの検討において、時空間同期関連技術等のNICTの関連技術を盛り込むべく文書の提出を行うなどの取組を行った。

国際連携関係では、米国のNSFとの間でBeyond 5G分野での連携プロジェクトを推進したほか、フィンランドオウル大学、シンガポール国立インフォコム研究所と包括的連携覚書を交わし、Beyond 5G分野を中心とした研究開発に連携して取り組んだ。

また、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」に基づく成果活用型出資等業務について、「研究開発法人による出資等に係るガイドライン」を踏まえ、NICTとして初めてとなる出資先の募集を開始した。「Beyond 5G研究開発促進事業」では、「機能実現型プログラム（基幹課題、一般課題）」、「国際共同研究型プログラム」、「シーズ創出型プログラム」により、令和4年度は新規採択29件を含む計73件の研究開発課題を実施し、企業や大学等での研究開発を促進した。また、同事業のうち「革新的ベンチャー等助成プログラム（SBIR）」について、スタートアップ等の中小企業向けの助成事業を3件実施した。加えて、令和5年3月に情報通信研究開発基金（662億円）を造成し、新たな公募型研究開発プログラム「革新的情報通信技術（Beyond 5G（6G））基金事業」を実施するための制度整備を実施した。

テストベッド関連では、Beyond 5G実現に向けた研究開発加速に貢献するため、「高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド」の提供を優先し、当該テストベッドの提供開始に向けた開発を計画通りに進め、想定している利用者への事前周知や事前相談などを実施したことにより利用件数の増加につなげた。

図1　オープンイノベーションの推進体制

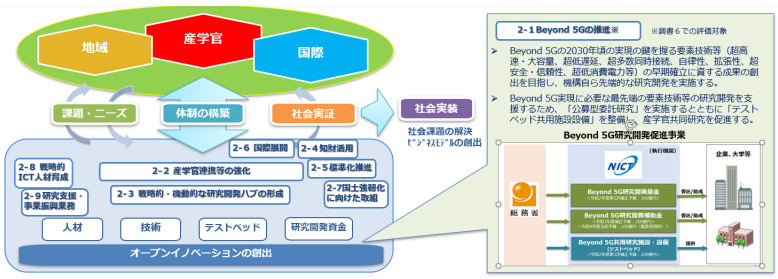


図2　オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化

3.8.1 総合プロデュースオフィス

オフィス長　　沼田 文彦　ほか13名

Beyond 5G研究開発促進事業等、オープンイノベーションに向けた事業の推進

■概要

総合プロデュースオフィスは、令和3年4月にオープンイノベーション推進本部に設置された組織で、社会的実証重視型の研究開発の計画・推進や支援活動などを一体的に推進していくオープンイノベーション推進に関する業務全般の総合調整機能を担っている。具体的には、総務省と連携した「Beyond 5G研究開発促進事業」等における民間企業や大学等の外部機関、NICT内の関係部署との総合調整を行うプロデュース企画業務、NICTの研究開発成果や専門的知識を活かした外部からの「技術相談」に対する総合窓口業務、NICTの研究開発成果を事業活動に活用する者に対する出資等に関する業務などを実施している。

■令和４年度の成果

「Beyond 5G研究開発促進事業」については、令和2年度末にNICTに造成した革新的情報通信技術研究開発推進基金（300億円）等を用いた公募型研究開発プログラムの「革新的情報通信技術研究開発委託研究」を企画・運営している。その際、個々の要素技術が連携し、Beyond 5G実現のための成果の最大化が図れるよう、本事業を統一的に指導・監督するプログラムディレクター（PD）を公募により配置するとともに、各研究開発課題間の横連携等を図る「運営調整会議」を開催するなどの課題間連携や、知財・標準化活動の支援を行う「知財化・標準化アドバイザー」の配置など、支援体制の拡充を通じて研究開発を推進した（図1）。

「革新的情報通信技術研究開発委託研究」では、今後の技術動向や市場動向等を踏まえ、Beyond 5Gの中核となり得る技術開発を対象とする「Beyond 5G機能実現型プログラム（基幹課題、一般課題）」、国際共同研究開発プロジェクトを推進する「Beyond 5G国際共同研究型プログラム」及び技術シーズ創出からイノベーションを生み出す「Beyond 5Gシーズ創出型プログラム」の3種のプログラム（4つのスキーム）編成により、多様なプレーヤーの研究開発力を活用できるようにした。令和4年度までに73課題の委託研究を採択し、企業や大学等での研究開発を促進している。

さらに、令和5年3月に情報通信研究開発基金（662億円）を造成し、新たな公募型研究開発プログラム「革新的情報通信技術（Beyond 5G（6G））基金事業」を実施するための制度整備に着手し、総務省と連携して研究開発成果の社会実装・海外展開を意識した研究開発プログラムの基本設計*を実施した。

「技術相談」については、製品開発や測定方法等に関して、企業等からの依頼を受けてNICTの研究部門が有する専門的知見に基づく技術的な助言・支援を行うもので、技術移転や共同研究の契機となり得るものである。

「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」に基づく成果活用型出資業務については、「研究開発法人による出資等に係わるガイドライン」等を踏まえ、NICT内及び外部の知見も活用しながら、体制の構築や募集要項等の運用にあたって必要な資料等を整備し、NICTとして第1回目の出資先の募集を開始した。

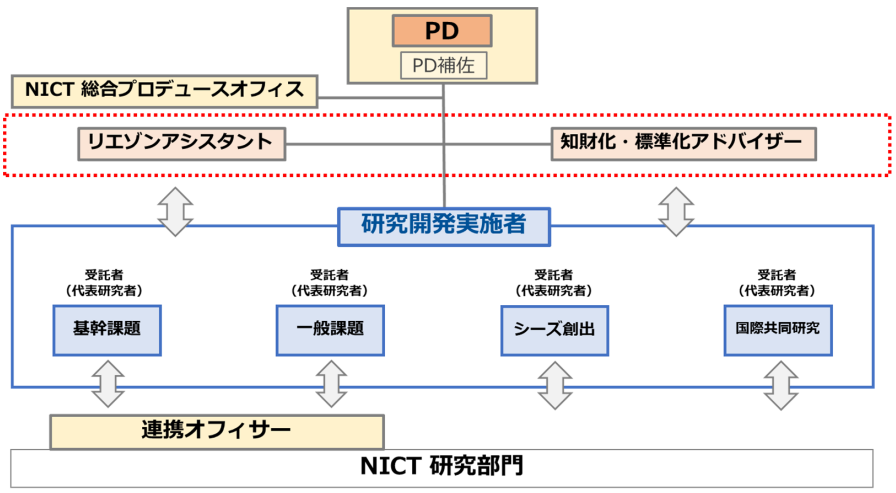


図1　Beyond 5G研究開発促進事業の推進・支援体制

*https://www.nict.go.jp/publicity/event/2023/03/24-1.html

3.9 ソーシャルイノベーションユニット

ユニット長　浜口　清

■概要

ソーシャルイノベーションユニットは、オープンイノベーション創出に向けた取組の強化やBeyond 5Gの推進等に取り組むオープンイノベーション推進本部の中にあり、ICT技術の社会実装の推進や社会課題・地域課題の解決に向けた産学官連携等の強化を推進する戦略的プログラムオフィスと、研究開発・技術実証・社会実装のオープンイノベーション拠点として総合テストベッドの構築と運営、循環進化を推進する総合テストベッド研究開発推進センター及び北陸管理グループから構成される。これら組織を重層的に連携させ、NICTの内と外（社会）とのスムーズな連携を促進することにより、NICTのオープンイノベーション創出のスタイルの確立を目指す（図1を参照）。

ソーシャルイノベーションユニットにおける令和4年度の主なトピックスを以下に示す。なお、詳細については、それぞれの部署の項を参照いただきたい。

■主な記事

戦略的プログラムオフィスでは、昨今の研究領域の広がりから、NICT職員が人を対象とする生命科学・医学系研究に参加できる体制構築のための規程類の制定等を行った。また、NICT内で社会実装された技術を取り上げて社会実装に至る経緯等を分析するケーススタディを実施し、今後の体系的検討につながる要因を抽出した。製造現場のDX化に必要な協調制御技術（SRF無線プラットフォーム）については、民間企業とともに設立したFFPAの事務局を引き続き務め、規格化や普及促進を推進した。特に、認証プログラムを本格的に立上げ、認証準拠の製品群第一号として4種の製品を認定し、ベンダによるSRF無線プラットフォーム事業の開始に貢献した。さらに、戦略的に社会実装を推進するためNICT内組織間で連携した“研究成果展開サポートグループ”を構築し、研究者等の相談者に組織横断で対応しフォローアップも行うなど、全体をマネジメントする体制を構築して総合調整機能を強化した。

総合テストベッド研究開発推進センターでは、Beyond 5G実現に向けた研究開発加速に貢献するため、「高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド」の提供を優先し、当該テストベッドの提供開始に向けた開発を計画通りに進め、想定している利用者への事前周知や事前相談などを実施したことにより利用件数の増加につなげた。また、Beyond 5G研究開発推進事業受託者へのテストベッド紹介等を進め、受託者による利用も開始され、ハイレベルな研究開発の技術実証につなげた。

ソーシャルイノベーションユニットは、戦略的プログラムオフィスにおける社会実装に向けた戦略的な活動と、総合テストベッド研究開発推進センターの実践的なテストベッド利活用に向けた活動等を有機的に連携させることにより、新しい価値の創造に貢献した。

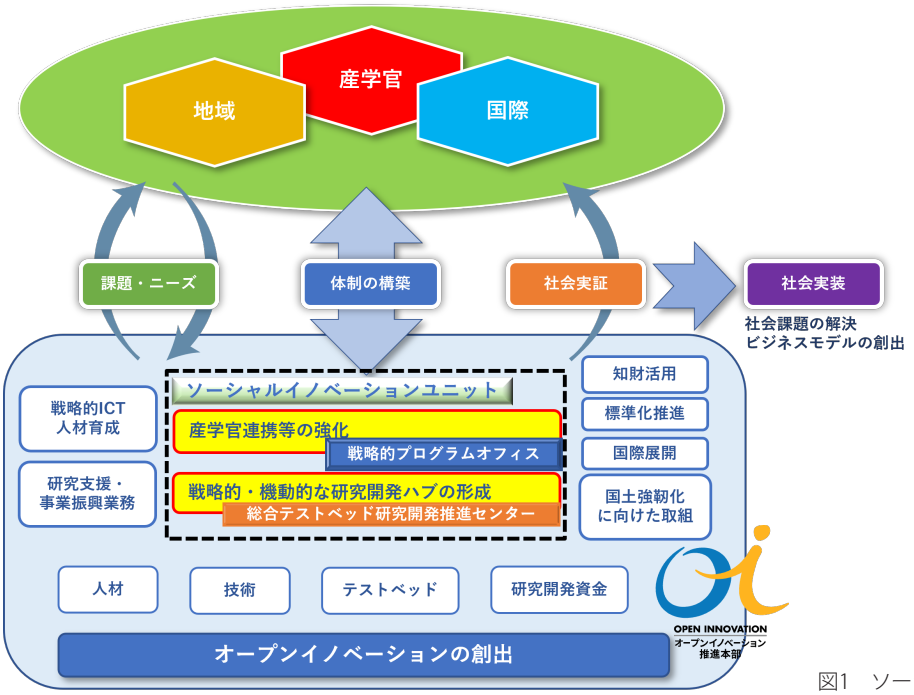


図1　ソーシャルイノベーションユニットの概要

3.9.1 戦略的プログラムオフィス

オフィス長　　西永　望

機構の研究成果を用いたイノベーションを興すための結節点

■概要

戦略的プログラムオフィスは、オープンイノベーション推進本部ソーシャルイノベーションユニットにおける活動の中枢として、NICTの研究開発成果の普及や社会実装の推進を目標に置きつつ、課題の分析、戦略的な計画の立案と実行、効果の検証といった一連の活動を任務としている（図1）。戦略的プログラムオフィスの下には、研究企画推進室、地域連携・産学連携推進室を置き、それぞれの室の業務と戦略的プログラムオフィス直下で実施する業務とを合わせてその任務を遂行するとともに、特に令和4年度は中長期目標計画期間の2年目として、令和3年度の活動をベースに、さらに社会実装の推進に関する新しい業務に取り組んだ。

■令和４年度の成果

戦略的プログラムオフィスは、NICTにおける研究開発における様々なリスク管理を実施するための各種委員会の事務局を務める研究企画推進室と、社会課題・地域課題とNICTの内外の研究者を結びつけ、連携しながら解決すると同時に、NICTの研究開発成果の社会実装の推進を行う地域連携・産学連携推進室の2つの室を持ち、NICTの研究開発成果の社会実装の推進に関する総合調整機能を持つ。戦略的プログラムオフィスの特徴は、ともすればブレーキ役ともなる研究企画推進室とアクセル役の地域連携・産学連携推進室のそれぞれの業務の調和を取りつつ、オープンイノベーションにつながる活動を推進するところにある。令和4年度は、以下の活動を行った。

近年、情報通信技術研究と人を対象とする生命科学・医学系研究の双方の研究領域が重なりつつあり、また研究コンプライアンスの重要性と研究倫理への意識の高まってきたことから、より多くの研究成果を社会実装に結び付けるため、NICT職員が人を対象とする生命科学・医学系研究に参加できる体制を構築するための規程類の制定等を行った。またNICTの研究開発成果の社会実装を推進するために、これまでのNICTの研究開発成果の中で、社会実装に関して成功した技術についてケーススタディを実施し、社会実装に至った“秘訣”を明らかにし、現在研究開発している技術が今後社会実装されるための戦略を検討した。さらに、NICTが開発した無線通信技術SRF（Smart Resource Flow）無線プラットフォームの社会実装と普及のために民間企業とともに設立した協調制御技術の規格策定等を行うフレキシブルファクトリパートナーアライアンス（FFPA）において、これまで行ってきた規格化、認証プログラムの実施が功を奏し、初めてSRF無線プラットフォームとして認証が終了し、民間企業がSRF無線プラットフォーム事業を開始した。さらにNICT内の様々な部署にまたがっている社会実装の推進体制を組織横断的に連携するため研究成果展開サポートグループの活動を着実に進め、研究者が持つ社会実装への悩みや課題について、支援部隊全体で対応するワンストップ相談会を4回（令和4年8月、10月、12月、令和5年3月）開催した。

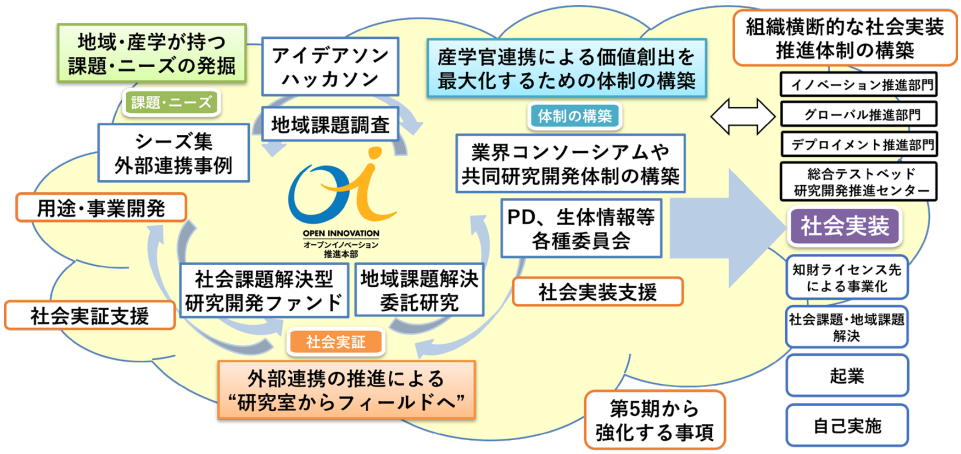


図1　戦略的プログラムオフィスの活動一覧

3.9.1.1 研究企画推進室

室長　落合　啓　ほか5名

オープンイノベーションに必要な制度面の対応や戦略の検討

■概要

研究企画推進室は、NICT職員が研究開発等の様々な活動をする際、NICT職員が他機関と共同研究等を実施する際、また他機関に委託して研究開発を実施する際に、倫理的な側面などで問題なく適切に行えるようにするための制度の整備や運用を行っている。

高度通信・放送研究開発委託研究の対象主題の選定と研究計画作成の協力を行うことでNICTの研究開発成果の普及等を推進する。

■令和４年度の成果

研究企画推進室は、倫理面等についての制度の運営を円滑にすすめ、研究開発成果の普及に向けた活動を行った。NICT職員が研究開発等の業務を進め、外部と連携し、また、研究開発成果を社会展開するうえで、関係法令などの遵守はもとより、一般社会に信頼され安心して受け入れられるように、社会的受容性の観点でも適正なマネジメントを行うことが必要である。研究企画推進室では、こういった制度面での対応のため、パーソナルデータ取扱研究開発業務審議委員会、利益相反マネジメント委員会、生体情報研究倫理委員会及びデュアルユース研究審議委員会の事務局としての機能を果たし、事務局業務を円滑に進めた。

パーソナルデータ取扱研究開発業務審議委員会では、321件の研究開発課題について個人情報保護及びプライバシー侵害防止等の観点で審議または確認した。令和4年度は研究開発の内容が具体化されている全ての課題はパーソナルデータ取扱についてのリスクは低いと認められた。そのうち172件について更にリスクを低減する方策を研究者等に助言しリスク低減を図った。

生体情報研究倫理委員会では、NICT職員が実施する人間情報実験の適正性について2回の委員会と3回の迅速審査により審査を行った。NICT職員が生命科学・医学にも貢献する研究開発を情報通信研究として実施する場合に「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」に従って適正に実施する体制を整備するため、生体情報研究関連の現行規程等を廃止し新規の規程等を制定した。令和5年度から新体制による倫理審査委員会の運用等を開始するための手順書等の準備を行った。

高度通信・放送研究開発委託研究については、令和4年度に開始する委託研究の研究計画について調整を実施したことにより年度内に委託研究が開始された。令和5年度に開始する委託研究については、対象主題をNICT内で公募し選定し、NICTの研究開発成果の普及等を推進した。

3.9.1.2 地域連携・産学連携推進室

室長　　宗宮 利夫　ほか11名

NICTの外と中をつなぎ、研究開発成果の社会実装を推進

■概要

地域連携・産学連携推進室は、戦略的な社会実装を推進するための総合調整機能の強化に取り組み、NICT内で組織横断的に外部との連携方策等を検討・実施するほか、様々なフェーズにある研究開発成果の社会実装を推進するため、出口を特定し、目標と期限を明確にしたプロジェクトを機動的・弾力的に組織できる体制を構築するとともに、社会実装に向けたプロジェクトを推進しつつ、外部へ研究開発成果の積極的な情報発信を行っている。

■令和４年度の成果

戦略的な社会実装を推進するために、社会実装を推進するチームを構成し、そのチームを核にNICT内部の組織間連携体制「研究成果展開サポートグループ」を構築するとともに、令和3年以降月2回の定期的な連絡会議を開催し、組織間での情報共有や、社会実装のためのセミナーを企画・実施した。また、組織横断的に研究者からの相談を受け付ける研究成果展開ワンストップ相談会を、令和4年度は4回開催し（8月、10月、12月、令和5年3月）、計9件の相談に応じた。さらに、社会実装戦略を検討するため、NICT内で社会実装された代表的な技術について過去の関連研究、共同研究、特許等を調査するとともに、NICTの研究者及び外部連携企業にインタビューを行い、当時の外的要因を含めて、社会実装までの経緯と現状を分析するケーススタディを実施した。このケーススタディから、各種戦略と方策を検討した。社会実装に向けたプロジェクトの推進として、製造現場のデジタル・トランスフォーメーションに必要となる、複数の無線システムが過密・混在した環境下で安定した通信を実現するための協調制御技術（SRF（Smart Resource Flow）無線プラットフォーム）について、フレキシブルファクトリパートナーアライアンス（FFPA）の事務局を務め、規格化、普及促進活動を推進した。令和4年度は、普及促進活動の一環として、認証プログラムを本格立上げし、SRF無線プラットフォームVer.1に準拠した製品群を認定し（図1）、ベンダによるSRF無線プラットフォーム事業が開始された。また規格化の一環として、令和3年度に引き続きローカル5Gを含む5Gをサポートする、SRF無線プラットフォームVer.2の通信規格である技術仕様Ver.2の改定を完了した。

NICTの研究開発成果等の技術移転を促進し、新たな価値の創出や課題の解決に役立てるために、NICTの研究開発成果等を紹介するNICTシーズ集について、シーズ集第5版として改版し、令和4年6月に発行した（図2、技術シーズ等60件を掲載。令和4年度末で計64件をWebに掲載）。改版にあたっては、外部連携の目安となる「SEEDSメーター」を導入するなど、マッチングを高める工夫を行った。また、シーズ集Webページへの流入を図ることを目的として、Twitter、Facebookなどの SNS、NICT Newsへの掲載による広報を開始した。その結果、360％のPage View増加、PDF全体版のダウンロード数は470％の増加となり、講演依頼や意見交換の実施へとつながり産学官連携が強化され、オープンイノベーションの創出につながる活動となった。

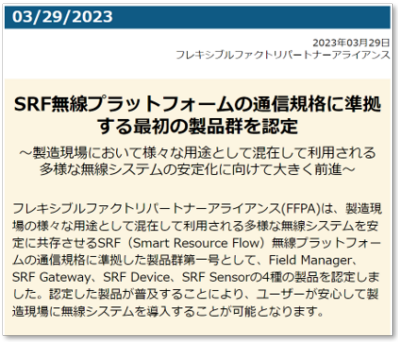


図1　SRF無線準拠製品群の認定
（出展：FFPAニュースリリース）

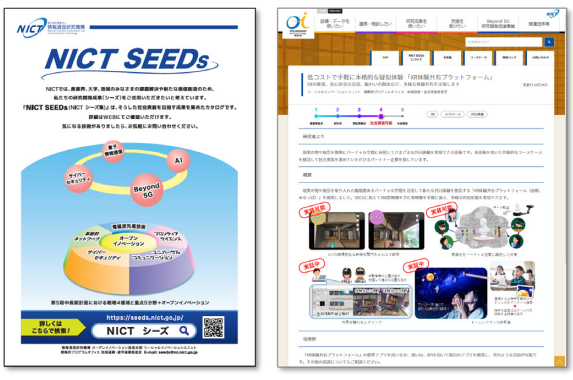


図2　新規シーズを加えたNICTシーズ集第5版（令和4年6月発行）

3.9.2 総合テストベッド研究開発推進センター

研究開発推進センター長　　児島 史秀

■概要

総合テストベッド研究開発推進センターでは、第5期中長期計画期間に、Society 5.0の実現に向けて Beyond 5G 等の新たな技術の進展が想定されることを踏まえ、以下を実践している。

- Beyond 5G 時代の社会的・技術的ニーズを検証可能な分散広域実証環境及びリアルタイムエミュレーション環境並びにデータ駆動型社会の実現に寄与するデータ利活用に向けた実証環境をNICTにおける既存のテストベッド上に新たに構築するとともに、光・量子通信技術等の世界最先端技術の実証環境を支え、我が国の ICT 分野の研究開発・技術実証・社会実装・国際連携に貢献する。
- 関連するフォーラムの活動、国が実施する研究開発等の機会を通じて、NICT、国内外の研究機関、通信事業者、ベンダ、ベンチャー等のテストベッド利用者の研究開発能力をテストベッドに結集させることにより新たな価値創造及び社会課題の解決に寄与するとともに、テストベッド利用、運用及び改善を通じてテストベッドの実証環境を循環進化させる等、国際的に魅力ある研究開発ハブの形成に向けた取組を推進する。

■主な記事

総合テストベッド研究開発推進センターでは、令和4年度に、以下を実施した。

1．高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッドの整備・利活用推進と循環進化

Beyond 5G 時代の社会的・技術的ニーズを検証可能なテストベッドとして構築している「高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド」のBeyond 5Gに係る新機能であるB5G高信頼仮想化環境、B5Gモバイル環境、DCCS（Data Centric Cloud Service）を計画どおり、令和4年10月に提供開始し、CyReal（サイリアル）検証環境を令和5年度からの一般提供に向けた準備を実施した。また、効果的にご利用いただくため、以下の視点で活動を推進した（図1）。

- 開発中テストベッドをより早期から有効にご活用いただくために、活用可能性の高い利用者の活用形態の調査とともに、その活用方法も考慮した環境整備や検証評価に必要となる基礎データの整備を推進した。
- 幅広い利用者に利便性高くご利用いただくために、新規テストベッド機能の事前紹介を実施するとともに、ホームページでの機能紹介、申請の刷新などを推進した。
- 外部動向、標準化動向などに即した技術課題などを考慮するとともに、更にテストベッドの利用を通して利用者連携、技術連携を加速することを狙い、テストベッドの循環進化内容を検討した。

テストベッド情報の事前周知や、利用を想定した評価データのWeb公開や事前相談等の先行取組の結果、提供開始後6か月の令和4年度末で、Beyond 5Gに係る多くのプロジェクトでご利用いただくことが実現できた（新機能の利用件数が利用手続き中・利用相談中も含めて47件、うちBeyond 5G研究開発事業受託案件3件）。

（詳細は、**3.9.2.1**テストベッド連携企画室の項を参照いただきたい）。

2．100 Gbps国際回線等を用いた国際連携

令和4年11月のSC22（米国テキサス州ダラスKay Bailey Hutchison Convention Centerにて開催の国際会議・展示会）においてAPOnet（Asia Pacific Oceania Network）メンバー（Pacific Wave, TransPAC, UH, ARENA-PAC, SingAREN, NII, JUCC, AARNet）との連携・協力によって、日米間で6本の100 Gbps回線を利用した400 Gbps E2E データ・映像伝送実験など6つの実証実験

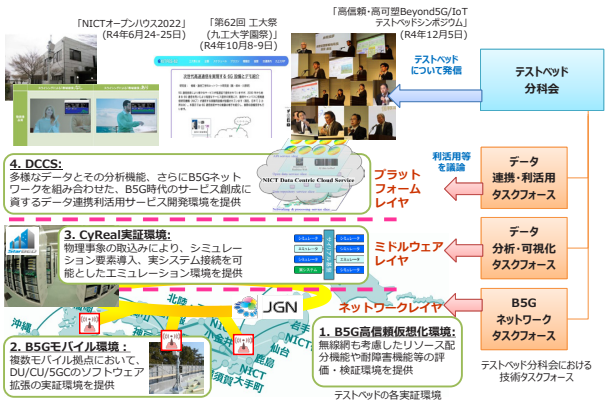


図1　高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッドの構築・提供開始と、外部ユーザへのアプローチ
：今回のテストベッドについて、テストベッド分科会との連携や、シンポジウムの開催を通じて、広く外部発信を行った。

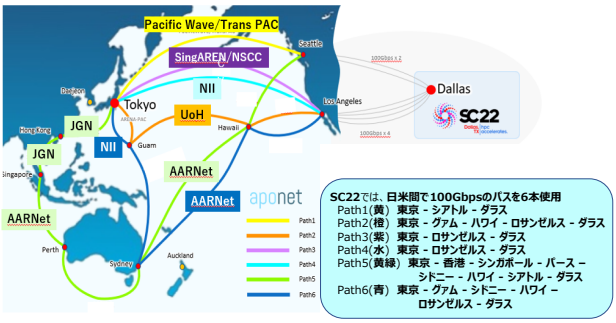


図2　SC22国際実証実験で使用した100 Gbps回線6本の図

を実施し（図2）、国際会議としてAPOnetが、組織別ではNICTがSCinet Spirit of Innovation賞を受賞した（図3）。

3．データ駆動型サービスのためのデータ分析・可視化プログラムの試作

DCCSを含むNICT内外の時空間データGISアプリ開発に基盤技術の点で寄与するため、時空間データGISプラットフォーム基盤を完成させ、データベースとアクセス用API、データ可視化用API及びWebアプリを開発・オープン化（25種類）した（図4）。また、時空間データGISPF for DCCSに着手し、リアルタイム映像伝送サービス基盤とIoTデータ蓄積・閲覧サービス基盤をDCCSにポーティングした。

4．サービスレイヤテストベッドDCCS (NICT Data Centric Cloud Service）及びBeyond 5Gネットワークレイヤテストベッドの構築とサービス提供

DCCSを、NICT内の関連部署と連携し、技術移転案件やNICT高度通信・放送研究開発委託研究課題での活用など有効なテストベッド活用につなげた。また、カスタマイズ可能なモバイル環境として、「B5G高信頼仮想化環境」と「B5Gモバイル環境」のサービス提供を令和4年10月より開始した。（詳細は、**3.9.2.2**テストベッド研究開発運用室の項を参照いただきたい）。

6．CyReal（サイリアル）検証環境の構築

物理事象などのシミュレーション、エミュレーションと実デバイスやソフトウェアを連結し検証を可能とするCyReal（サイリアル）検証環境の構築に向け開発した支援ソフトウェアをStarBED上に展開した。複数のパートナーに事前に環境提供し、バグの修正や要望の取り込みなど令和5年度の一般提供に向けた改善を実施した。（詳細は、**3.9.2.3**北陸StarBED技術センターの項を参照いただきたい）。

図3　SCinet Spirit of Innovation　受賞盾

図4　データ可視化アプリ例
松山市PLATEAU建物＋LPWA（920 MHz）通信実験可視化

7．IoT無線技術、AI技術、自律移動型ロボット技術、時空間同期技術の異分野・異業種と連携、融合的利活用

異分野・異業種の複数の企業等と連携した、Beyond 5G社会を構成する超高周波を用いたIoT無線技術、AI技術、自律移動型ロボット技術、時空間同期技術を、融合的に利活用することで構築可能となる構内のデータ集配信システムの高度化活動と、システムの開発者と運用者の双方を含めた共同体制で概念実証を実践した（詳細は、**3.9.2.4**ソーシャルICTシステム研究室の項を参照いただきたい）。

3.9.2.1 テストベッド連携企画室

室長（兼務）　斉藤 康弘　ほか11名

Beyond 5G向けテストベッドの構築と技術実証・社会実証の推進

■概要

テストベッド連携企画室は、IoT技術など最先端のICT技術に関する実証を支援するため、「NICT総合テストベッド」の構築・運用を行っている。第5期中長期計画期間では、Beyond 5G 時代の社会的・技術的ニーズを検証可能な分散広域実証環境及びリアルタイムエミュレーション環境並びにデータ駆動型社会の実現に寄与するデータ利活用に向けた実証環境を「高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド」（図1）として、既存のテストベッド上に新たに構築し、世界最先端技術の実証環境を支え、我が国の ICT 分野の研究開発・技術実証・社会実装・国際連携に貢献することを実践している。「高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド」は、技術開発動向に合わせ本テストベッド機能を循環進化させ、研究開発に活用できるようにするため、テストベッド構成をネットワーク、ミドルウェア、プラットフォームの各レイヤに分け、ミドルウェアレイヤでのエミュレーションによりネットワークレイヤ及びプラットフォームレイヤ間を連携させるとともに、レイヤ内だけではなく、レイヤ間による機能拡張を想定する構成としている。

また、関連するフォーラムの活動、国が実施する研究開発等の機会を通じて、NICT、国内外の研究機関、通信事業者、ベンダ、ベンチャー等のテストベッド利用者の研究開発能力をテストベッドに結集させることにより新たな価値創造及び社会課題の解決に寄与するとともに、テストベッド利用、運用及び改善を通じてテストベッドの実証環境を循環進化させる等、国際的に魅力ある研究開発ハブの形成に向けた取組を推進し、民間企業、大学等による当該環境の利用拡大に努めている。

■令和４年度の成果

1．「高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド」のBeyond 5Gに係る新機能の提供

第5期中長期計画期間に構築してきたBeyond 5Gネットワークの高い信頼性・可塑性の確保に向けた技術検証環境「高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド」（図1）については、Beyond 5Gに係る新機能、「1. B5G高信頼仮想化環境」：無線網も考慮したリソース配分機能や耐障害機能等の評価・検証環境を提供、「2. B5Gモバイル環境」：複数モバイル拠点において、DU/CU/5 GCのソフトウェア拡張の実証環境を提供、「4. DCCS（Data Centric Cloud Service）」：多様なデータとその分析機能、さらにB5Gネットワークを組み合わせた、B5G時代のサービス創成に資するデータ連携利活用サービス開発環境を提

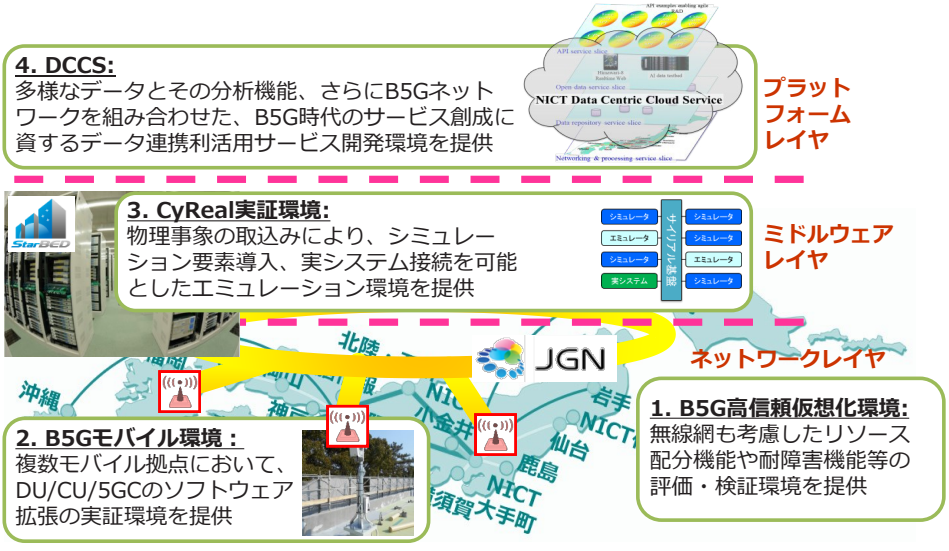


図1　高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッドの全体構成

供、それぞれ計画どおり、10月に提供を開始した。また、「3. CyReal実証環境」：物理事象の取り込みにより、シミュレーション要素導入、実システム接続を可能としたエミュレーション環境を提供、については、令和5年度初めより提供を開始する準備を進めた。

2．テストベッドの利活用の促進のための連携

外部ユーザへのアプローチとして、活用可能性の高いBeyond5G革新委託研究受託者に対しては、受託者の意見交換の場であるSIG（Special Interest Group）会合、一般利用者に対しては、スマートIoT推進フォーラムテストベッド分科会、NICTオープンハウス、九州工業大学学園祭などの機会を活用し外部への周知活動、活用形態の調査を積極的に行った。さらに、より広い研究開発分野での利用者への訴求を目指しシンポジウムを開催することとし、大阪大学、九州工業大学、テストベッド分科会と協力し「高信頼・高可塑Beyond 5G/IoTテストベッドシンポジウム」を12月5日に開催した。

新機能を早期にご利用いただくため、10月より先行して、6月には総合テストベッドホームページを刷新し（図2）、新機能を紹介するとともに、利用相談フォームのWeb化を行うなどユーザの利便性向上を図った。さらに、ユーザの利用検討を促進するため、実験・検証に有効な新機能の詳細情報（基礎データ、実験例等）をそろえ、事前にホームページに掲載しユーザとのディスカッションを開始した。また、今後のテストベッドの進化について、B5G研究開発事業での利活用シーンや、標準化動向等から有用とみられる機能について考察し、「CPS（Cyber Physical System）・デジタルツイン」、「テラヘルツ」技術等を含めながら、NICT総合テストベッドの機能高度化・拡充による循環進化について、NICT内検討を進めた。

3．「NICT総合テストベッド」の利活用の状況

テストベッド情報の事前周知や、利用を想定した評価データのWeb公開や事前相談等の先行取組の結果、提供開始後6か月の令和4年度末で、Beyond 5Gに係る新機能を多くのプロジェクトでご利用いただくことが実現できた(新機能の利用件数は利用手続き中・利用相談中の17件も含めて47件（うちBeyond 5G研究開発事業受託案件が4件）となった（図3)。なお、テストベッド全体の利用件数は令和4年度末で124件（NICT内部58件、NICT外部66件（NICT外部の利用機関数130件））と昨年度実績96件（NICT内部48件、NICT外部48件）を大きく上回った利用を実現した（図4)。

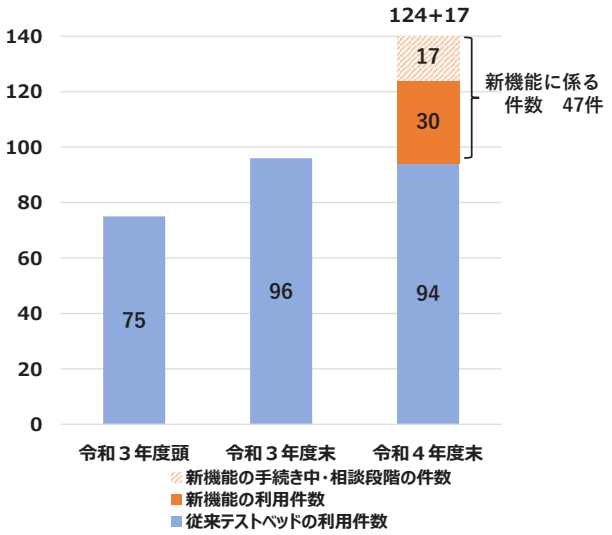


図3　従来テストベッドの利用件数とBeyond 5Gに係る新機能の利用件数

図2　総合テストベッドホームページの刷新

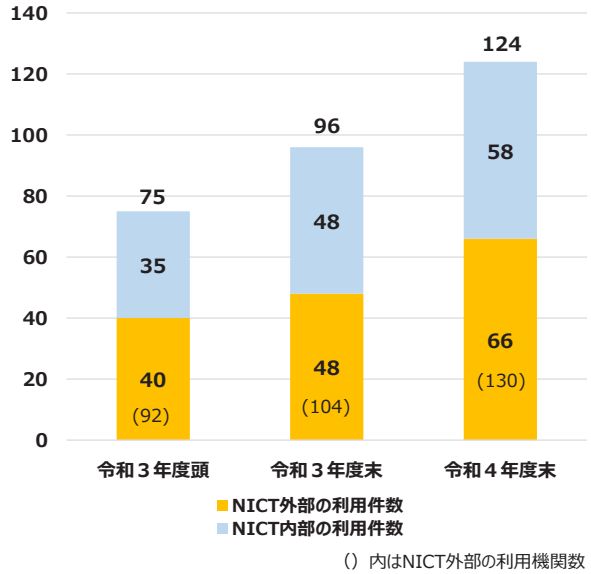


図4　テストベッドの利用状況（NICT内外の利用件数）

3.9.2.2 テストベッド研究開発運用室

室長　永野 秀尚　ほか28名

サービス創成基盤としてのテストベッドの研究・開発・運用

■概要

テストベッド研究開発運用室は、最先端のICTを実基盤上に展開して実現性の高い技術検証を行うための超高速研究開発ネットワークテストベッド（JGN）と、模擬された基盤を一部組み合わせることで多様な環境下での技術検証を行うための大規模計算機環境（StarBED）について、それらの実現に求められる研究開発を実施するとともに、基盤環境の構築、運用を行っている。第5期中長期計画期間では、サービス創成基盤として多様化するユーザの利用シーンに応じた実証基盤を素早く構築するテストベッドシステムの研究開発運用を行う。具体的には様々なデータを組み合わせながらエッジとクラウドで連携処理するデータ連携処理基盤技術及びBeyond 5Gに資するソフトウェア化されたネットワーク及びエッジクラウド連携基盤技術を、テストベッド上に実装し利用者に提供しつつフィードバックを受けて改良することを繰り返しながら形成することを計画している。

令和4年度は、カスタマイズ可能なモバイル環境や高信頼の仮想化環境を増設することにより高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド環境を構築する。また、本テストベッド環境を委託研究実施者以外の外部ユーザが利用できる運用体制を整備し、その運用を開始した。なお、大規模計算機環境（StarBED）については、**3.9.2.3**北陸StarBED技術センターの項を参照いただきたい。

■令和４年度の成果

1．　サービスレイヤテストベッド DCCS (NICT Data Centric Cloud Service) の構築とサービス提供

NICT内の関連部署と連携し、利用者の要望を聞きながらニーズが高い技術を機能改善や汎用化を施しながら提供し、技術移転案件やNICT高度通信・放送研究開発委託研究課題での活用など有効なテストベッド活用につなげた。具体的には、統合ビッグデータ研究センター（BDI）と連携し、昨年度DCCSでの利用準備を進めた光化学オキシダント注意報予測機能の環境モニタリング事業者への技術移転に向け、事業者によるパイロット試験を当室のメンバーも協力してDCCSで実施するとともに、予測機能の改善等（データセットの結合処理を約24倍高速化、予測処理プログラムを最大80倍高速化）を実施した。これらの改善に加え、DCCSの計算機クラスタを用いることで、学習処理を約20～40％高速化し、試験期間を約2割短縮し、技術移転を実現した。

上記の光化学オキシダント注意報予測のベースとなっている大気質指数（AQI）予測機能についてもBDIと連携し同様の性能改善を反映するとともに多くの利用者が利用できるよう機能の汎用化等の改善を実施してDCCSへの実装を行い、令和4年10月から一般利用者へサービス提供（図1）するとともに、委託研究課題1件を含む3件の外部利用者による活用と2件のNICT内部利用につなげた。

また、データ連携・分析技術を急ぎ試したいという利用者の要望に応えるため、AQI予測機能のお試し利用版の提供を開始するとともに、先進的音声翻訳研究開発推

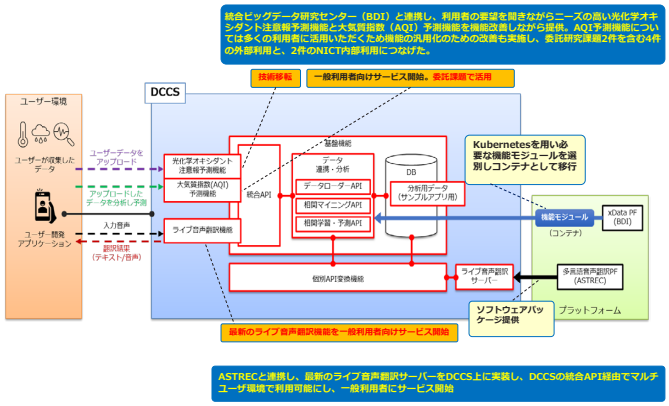


図1　令和4年度に提供を開始したDCCSの機能概要

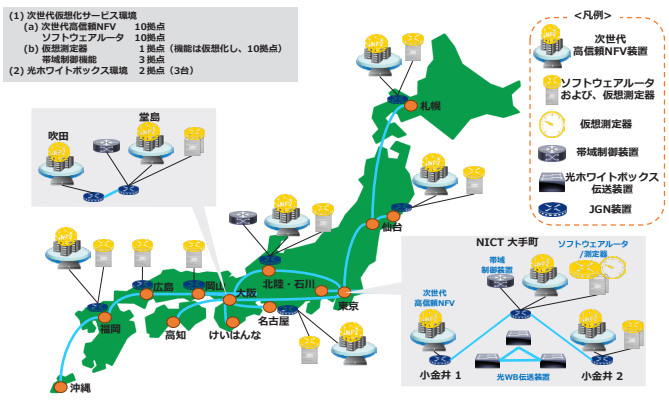


図2　令和4年度に提供開始した「B5G高信頼仮想化環境」

進センター（ASTREC）との連携では、最新のライブ音声翻訳機能をDCCS上にてマルチユーザで使えるよう実装し、一般利用者へのサービス提供を開始した。

2．Beyond 5Gネットワークレイヤテストベッドの構築とサービス提供

Beyond 5Gのための、オープン化技術・ソフトウェア化技術を用いた新機能開発・高信頼化・相互接続検証・運用自動化等の研究開発を可能とする環境として「B5G高信頼仮想化環境」（図2）と「B5Gモバイル環境」（図3）のサービス提供を令和4年10月より開始した。

「B5G高信頼仮想化環境」としては、Beyond 5G向けの無線網を考慮したリソース配分機能や耐障害機能等の評価・検証のため、ソフトウェア化されたネットワーク機能と仮想化技術により、リソースを柔軟に配分可能とする高速で高信頼な仮想化環境を提供する「次世代仮想化サービス環境」と、光ホワイトボックスと広帯域光伝送路により、光伝送装置のディスアグリゲーション、ハードウェア・ソフトウェア分離及びオープン化による光伝送技術の高度化環境を提供する「光ホワイトボックス環境」の提供を開始した。

「B5Gモバイル環境」としては、5Gネットワークを活用するアプリケーション技術の研究開発が可能な「モバイルアプリケーション実証環境」、基地局機能のソフトウェア変更が可能で基地局の研究開発が可能な「モバイルネットワーク開発環境」、複数基地局（28 GHz帯、Sub-6 GHz帯）及びこれらに接続可能なマルチバンド端末局を用いるモバイルシステムの実証環境を提供する「モバイル基地局開発環境」の提供を開始した。

3．エッジコンピューティングプラットフォームの研究開発と「B5Gエッジ環境」、「B5G多端末環境」の構築

サービスレイヤテストベッドとネットワークレイヤテストベッドの連携に不可欠なエッジコンピューティングプラットフォームについて、共同研究等を通じ利用者のニーズ等を取り込みながら研究開発を進め、またその成果を活用したテストベッド「B5Gエッジ環境」及び「B5G多端末環境」の構築を進めた。

Beyond 5Gネットワークを活用した応用展開が期待されているコネクテッドカーについて、グローバル展開を想定して、海外仕様に近い5.8 GHz帯で車両間通信プロトコル802.11pを用いる実験試験局を構築・運用し、また、RTKを適用することで正確な位置データに基づく通信性能を取得可能とする環境を整備し、実環境とエミュレーション環境で当研究室開発のコネクテッドカープラットフォームソフトウェア（IVNP）を用いたアプリケーションの検証が可能な「B5G多端末大規模データ集配信環境（B5G多端末環境）」を構築しパイロットユーザーにα版サービス提供を開始した（図4）。多様な品質・条件が混在する状況の下、車両データを安定的・効率的に活用可能とするため、不正動作する端末が存在する状況等のもとでもIVNPの通信性能を維持可能とする方式を検討、特許申請した。同方式の実車への適用を含むプラットフォーム実現方法の検討を行い、「B5G多端末環境」を利用した検証を行う資金受け入れ型共同研究を大手国内自動車メーカーと新たに締結した。

Beyond 5Gネットワークで重要となる超低遅延・超多数接続性の確保等に向けたエッジコンピューティングプラットフォーム（CLINET）の設計・開発を進め、マルチテナントの仮想エッジネットワーク構成機能を持つエッジコンピューティングテストベッド「B5Gエッジコンピューティング環境（B5Gエッジ環境）」としてα版サービス提供開始した。

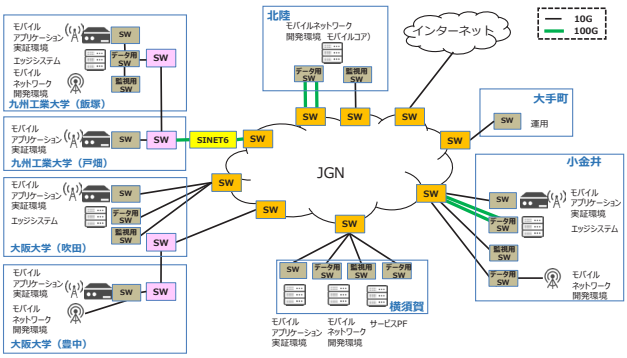


図3　令和4年度に提供開始した「B5Gモバイル環境」

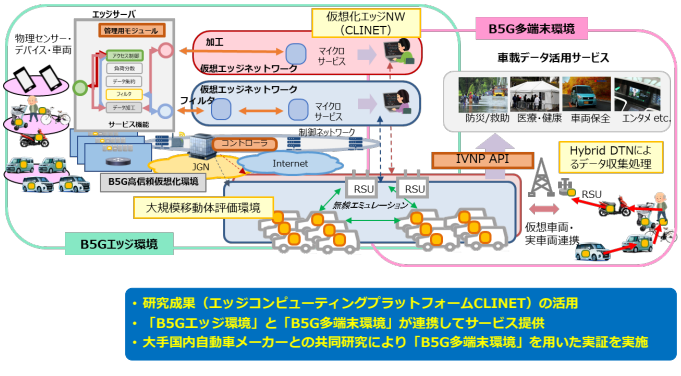


図4　「B5Gエッジ環境」と「B5G多端末環境」のα版サービス提供開始

3.9.2.3 北陸StarBED技術センター

技術センター長（兼務）　宮地 利幸

物理現象を含めた総合的なICT検証を実現するCyReal検証環境

■概要

総合テストベッド研究開発推進センター　テストベッド研究開発運用室では、ICT技術の迅速かつ効率的な発展に寄与するため、大規模かつ柔軟に実環境向けハードウェア及びソフトウェアの検証を行うため、「北陸StarBED技術センター」に設置された大規模計算機環境（StarBED）を提供するとともに、StarBEDを用いた研究開発及びその活用を行ってきた。StarBEDでは実環境で動作する実装そのものを実環境に近い環境で動作させることで、検証の精度を高めるというアプローチを取っており、これをエミュレーションと呼んでいる。

第5期中長期計画期間では、シミュレーション等で模倣した Beyond 5G 時代を想定した事象とエミュレーション環境内に実現した ICT システムとを連携させ、それぞれの相互影響を検証し、サイバー空間とフィジカル空間の融合を目指した研究開発を推進している。この実装として、実デバイスやソフトウェアと接続し、現実世界の振る舞いを組み合わせたリアルタイムエミュレーション環境（CyReal（サイリアル）検証環境（図1））をStarBED上に構築し、利用者への提供を目指している。

■令和 4 年度の成果

令和4年度は、CyReal検証環境を、令和5年度より一般提供を開始するための準備として、支援ソフトウェアをStarBED上に展開し、一部のパートナーに提供、使用していただくことにより、確認、バグや改善点を修正した。

1．CyReal検証環境の構築、サービス提供準備

物理事象などのシミュレーション、エミュレーションと実デバイスを適宜組み合わせるCyReal検証環境の構築に向け、支援ソフトウェアをStarBED上に展開した。当初10月の限定提供を予定していたが、一部のパートナーに年度当初から提供した。パートナーにより実装されたエミュレータのパートナー自身による組み込みと基本システムとの連携が可能であることを確認し、デバッ

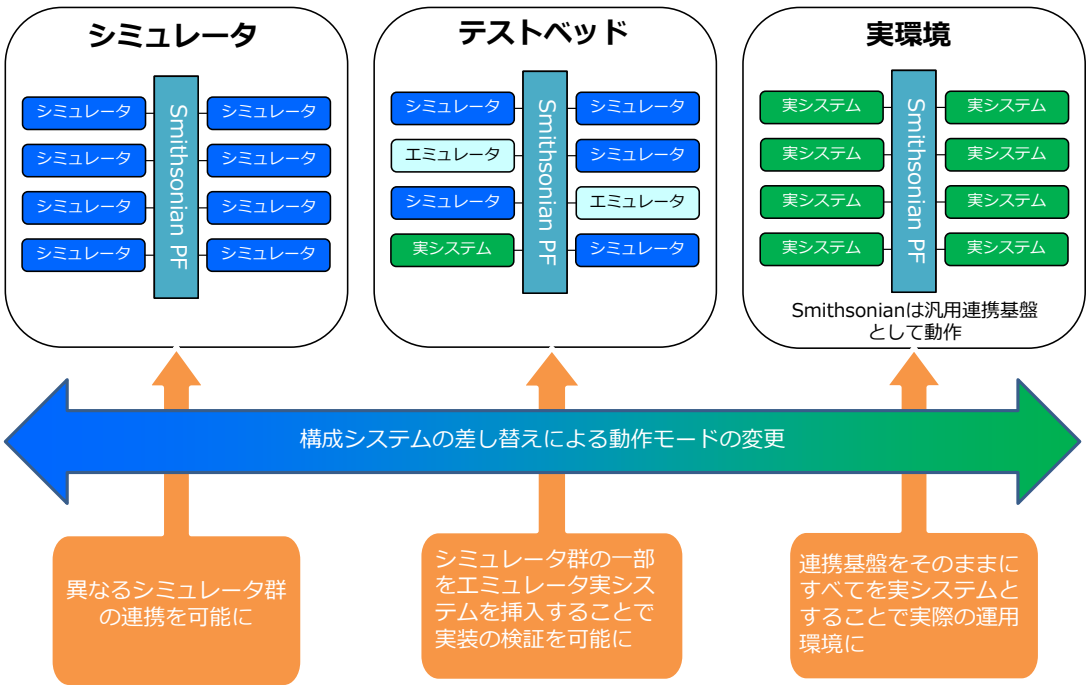


図1　CyReal（サイリアル）：サイバーとリアルを組み合わせた検証環境
物理事象などのシミュレーションとエミュレーション、そして実デバイスやソフトウェアを連結させた検証が可能な検証環境

グと改善を実施し、利用者ニーズの再確認を早期に実施した。、10月以降は複数のパートナーに環境提供し、要望取り込み等を経て、令和5年度からの一般提供に向けた改善を実施した。

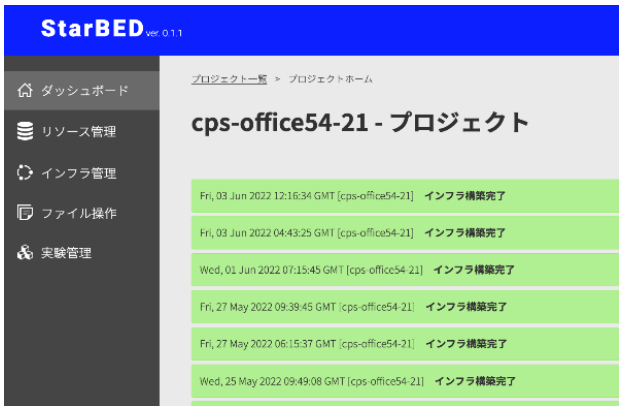
2．CyReal検証環境の支援機能の整備

CyReal検証環境の支援機能として、実験結果・環境制御システムの駆動ログ取得、可視化のための機能を新規構築した。また、効率的な実験結果の収集モジュール、取得データの汎用化・外部出力モジュール、ビジュアライズモジュールを開発し、実験結果をリアルタイム・実験後にそれぞれ効率的に確認できるアーキテクチャの再検討を実施した。さらに、リアルタイムかつ大容量のデータの可視化に向けてのアーキテクチャを追加的に整備し、実際に利用者の可視化システムと連携を行った。

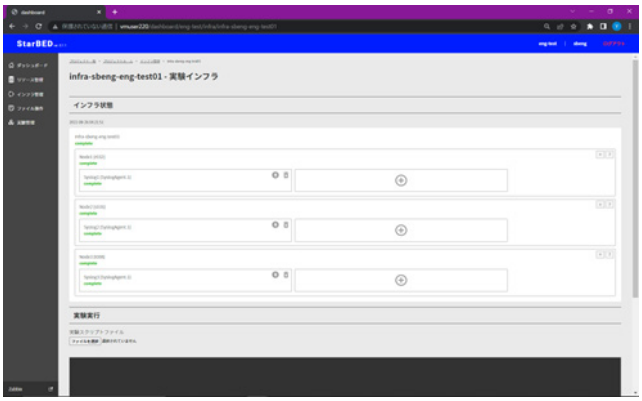
3．管理者向け、利用者向けのユーザインタフェイスを整備・提供

StarBEDの物理機器の制御機能を刷新し、当初予定の令和4年10月を前倒して、9月から一部の利用者に提供開始した。10月からStarBEDの利用を開始した2件の利用前に機能確認を実施した。利用者・管理者への統一的なユーザインタフェイスを提供し令和5年度の一般提供のための修正を実施した。管理コスト低減のため、従来予定よりも重点的にワークフローを確認、より使いやすいユーザインタフェイスを開発した（図2）。旧来システムの主機能であるアプリケーション・ネットワーク設定に加え、シナリオ実行やダッシュボードでの状況確認などの新機能を提供し、実験自体及びStarBED運用の効率を向上させるとともに、新たなモジュールを迅速に取り込み、利用者に提供可能な環境として整備した。

管理者向け
（プロジェクト管理・ノード状態管理）



利用者向け（インフラ構築・ビジュアライズ）



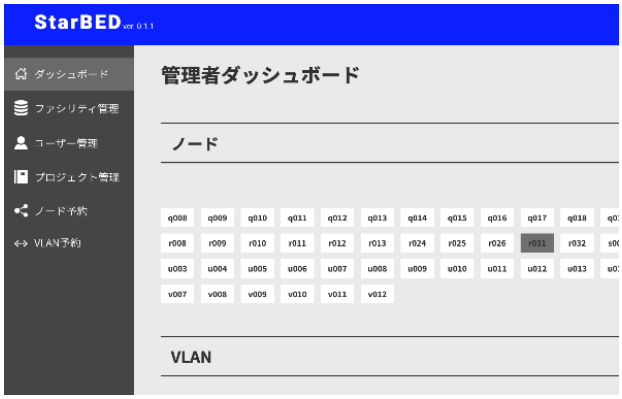


図2　各種ユーザインタフェイス
管理者向け、利用者向けのユーザインタフェイスを整備・提供

3.9.2.4 ソーシャルICTシステム研究室

室長　　荘司 洋三　ほか6名

超高周波を搭載した異業種との連携

■概要

ソーシャルICTシステム研究室は、第5期中長期計画期間において、NICTが専門とする情報通信分野ではない異分野・異業種の複数の企業等と連携して、Beyond 5G 社会を構成する超高周波を用いる IoT 無線技術、AI 技術、ロボットを含む自律型モビリティ技術を融合的に利活用することで構築可能となる構内や地域のデータ収集配信基盤技術の実証的な研究開発を推進している。そして、社会的受容性の高い様々な社会課題の解決に資する ICT サービスのエコシステムを形成することを目標とした研究開発と社会実証実験を実施し、得られた知見をNICTのテストベッド及び社会にフィードバックしていくことを計画している。

令和4年度は、Beyond 5Gに親和性の高いICTの社会実装を推進するため、異分野・異業種の複数の企業等と連携した、Beyond 5G社会を構成する超高周波を用いたIoT無線技術、AI技術、自律移動型ロボット技術、時空間同期技術を融合的に利活用することで構築可能となる構内のデータ集配信実証システムの高度化活動と、システム開発者と運用者の双方を含めた共同体制で概念実証を実践した。

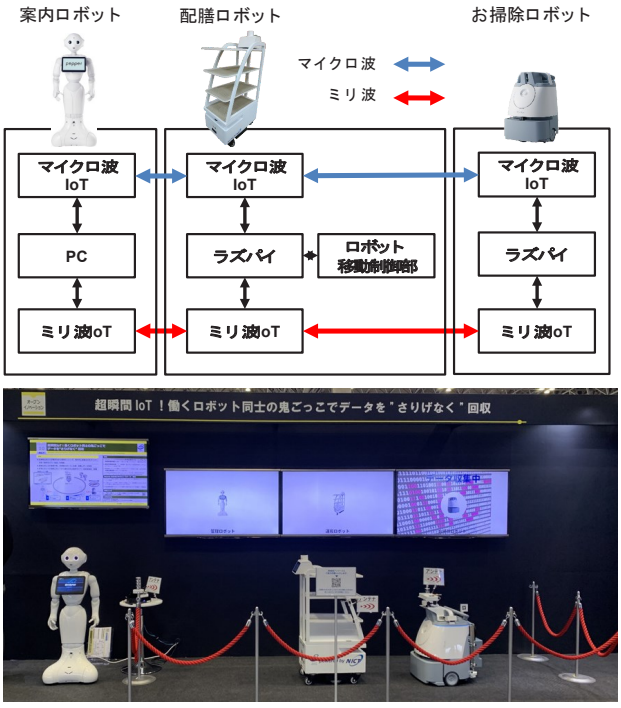


図1　ミリ波IoT搭載ロボットを使ったデータ集配信実証システムの構成と動態展示の様子
（CEATEC2022にて共同展示）

■令和 4 年度の成果

異分野・異業種との連携

－IoT無線技術、AI技術、自律移動型ロボット技術、時空間同期技術の融合的利活用－

ミリ波等の超高周波を用いるIoT通信においても、Beyond 5G要件である超カバレッジ性を実質的に満たすことを特徴とする、超高周波IoT搭載ロボット間の近接繰り返し中継伝送原理に基づく、大容量データ集配信実証システムの構築とPoC実証活動を、異分野・異業種の複数企業との共同研究活動によって推進し、Beyond 5G時代の超高周波IoT通信システムイメージとしてCEATEC2022 NICTブースにおいて動態展示を実施した（10月）（図1）。

また、共同研究機関先提供の最先端60 GHzミリ波帯IoTデバイス（SoC）に加え、NICT内研究室間連携（時空標準研究室、ワイヤレスシステム研究室等）によっ

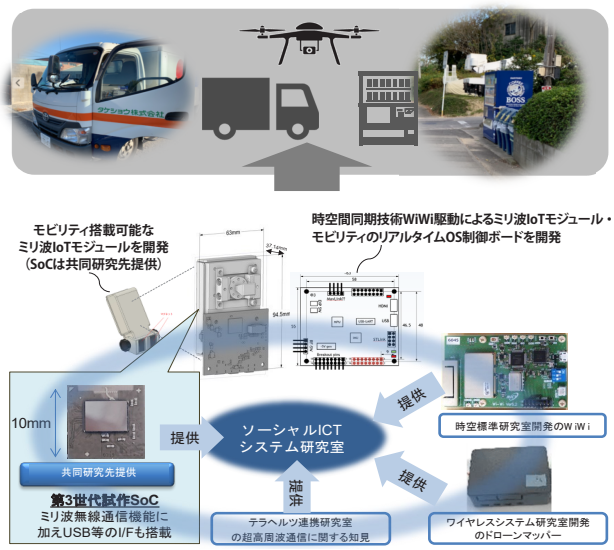


図2　最先端60 GHzミリ波帯IoT通信デバイス（SoC）とWiWiやNICTの時空間同期技術を結集した統合型通信実証システム

て、テラヘルツ通信の知見、WiWiやドローンマッパー等の時空間同期技術を結集した統合型通信実証システムを構成し、移動局と固定局間でのすれ違い通信実証を飲料系物流企業と共同で実施し、1秒程度のすれ違い時間内に250 MiB（1 MiB（メビ・バイト）＝2^{20}バイト＝1,048,576バイト）を超えるデータの転送を確認（12月）。同通信ユニット搭載のドローン間追尾・すれ違い通信実証も実施した（2、3月）（図2）。

さらに、ミリ波・テラヘルツ等の超高周波IoT無線を用いた自律移動型ロボット間通信において顕在化する、超スポット性の課題を実験的に明らかにし、これを解決する時空間同期技術WiWiを用いた自律移動型モビリティ間等位相追尾制御方式を提案した。その有効性を小型ロボットを用いた実証実験によって確認し、GPSの精度を越えるミリメートルオーダー精度での協調移動によって良好な通信チャネルの安定維持が可能であることを確認した（図3）。本成果は国際会議IEEE CCNC2023の論文として採択され発表した（1月）。

上記ミリ波帯IoTデバイスと時空間同期技術を搭載したモビリティ間通信実験活動等の過程で抽出された課題や成果を活かし、テラヘルツ関連研究開発に貢献するテストベッド機能の検討に着手した。NICT内のテラヘルツ関連研究者との意見交換を実施し、テラヘルツの研究開発を加速するために、瞬時大容量伝送を実現するテラヘルツ通信イベントの高精細な評価・検証を実現するための 1）ミリ波・テラヘルツ共通特性可視化環境及び 2）テラヘルツネットワーク化検証環境、3）テラヘルツ広域P2P接続・セルラー系NW接続検証環境、などのテストベッド構築要件案を抽出した（図4）。

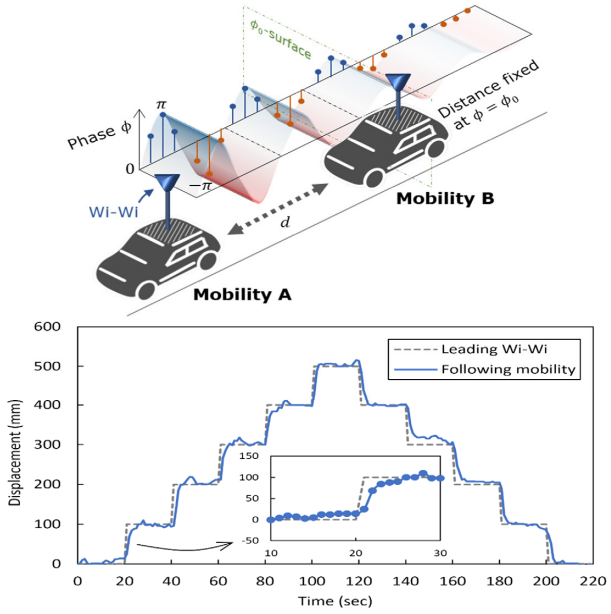
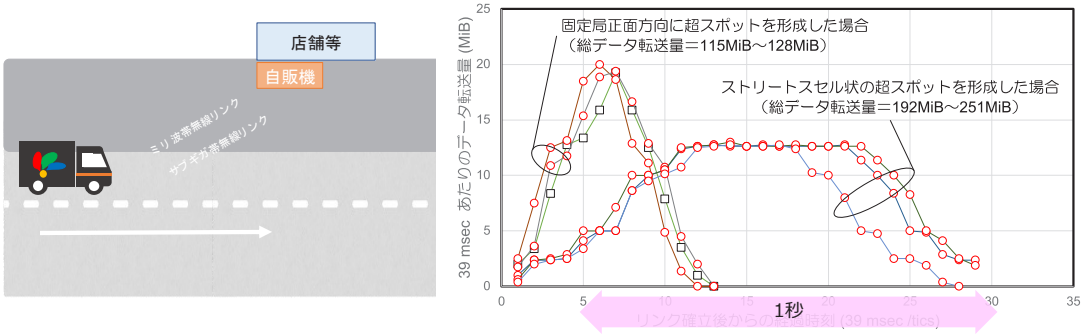


図3　時空間同期技術WiWiによる自律移動型モビリティ間等位相追尾制御方式（上）と平均誤差5 mm以内の等距離追尾状況の様子（下）



■超高周波IoT搭載車両と自動販売機局間のすれ違い通信実証における超スポット形成パターンの違いによって、データ転送継続時間及び総データ転送量が異なる結果を取得（2022年11月30日の実証実験にて取得）

テラヘルツのBeyond5G社会実装
を加速するテストベッド環境の検討に着手

①ミリ波・テラヘルツ共用
特性可視化環境

②テラヘルツ
ネットワーク化検証環境

③テラヘルツ広域P2P接続・
セルラー系NW接続検証環境

図4　テラヘルツの研究開発を加速するためのテストベッド構築要件案を抽出

3.10 イノベーション推進部門

部門長　　山口 修治

■概要

イノベーション推進部門は、図1に示す5室体制で、NICT内外と連携し、研究開発成果の最大化に向けて、以下のミッションに取り組んでいる。

・共同研究、委託研究、受託研究の各スキームにより外部の研究リソースを有効に活用して、効率的・効果的に研究開発を推進し、より一層の産学官連携の強化に貢献する。
・知的財産の適切な確保と有効活用、産学官連携による効果的な標準化活動により、研究開発成果の社会実装を通じたオープンイノベーションの創出に貢献する。

■主な記事

イノベーション推進部門を構成する各室においては、以下の運営方針の下、担当業務に取り組んだ。

1．連携研究推進室

企業、大学、公的研究機関等との共同研究や、研究者の派遣・受入等による研究者交流を推進し、産学官連携の強化に貢献する。

2．委託研究推進室

NICTが自ら行う研究との一層の連携強化を図りつつ、産業界や大学等の研究ポテンシャルを活用する「高度通信・放送研究開発委託研究」及び次世代通信技術Beyond 5Gの実現に必要な要素技術について、民間企業や大学等への公募型研究開発を実施するために令和2年度に創設した「革新的情報通信技術研究開発委託研究」を推進し、産学官連携の強化に貢献する。

3．受託研究推進室

競争的資金や研究助成金等の外部研究資金の適正な執行及び研究開発実施に伴う手続きを支援し、NICTの有する研究開発能力の有効活用を図るとともに、資金獲得を推進して、自己収入の拡大及び産学官連携の強化に貢献する。

4．知財活用推進室

発明創出段階から技術移転契約までの一貫した知財サービスの提供により、適切な知財の保護と活用を推進し、自己収入の拡大及びオープンイノベーションの創出に貢献する。

5．標準化推進室

国、産業界及び国内外の標準化機関・団体との密な連携の下、NICTの持つ専門的知見や研究開発成果を踏まえた効果的な標準化活動を推進し、オープンイノベーションの創出に貢献する。

なお、主な活動の現況は図2～9のとおりである。

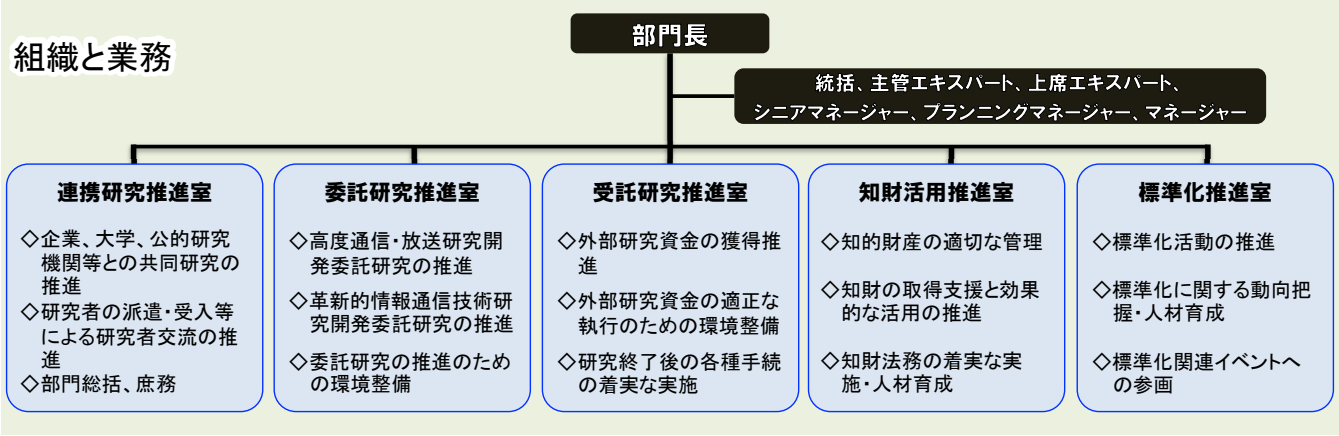


図1　イノベーション推進部門の組織と業務

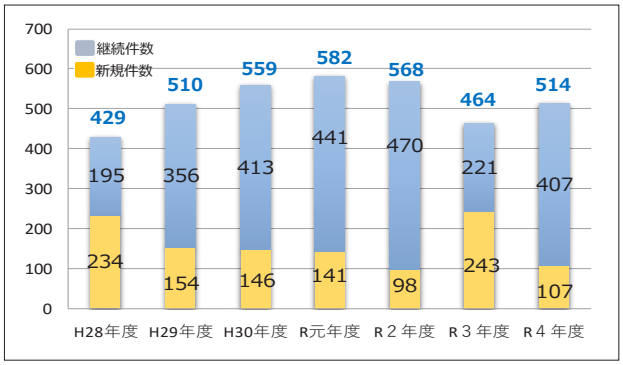


図2　共同研究契約件数の推移

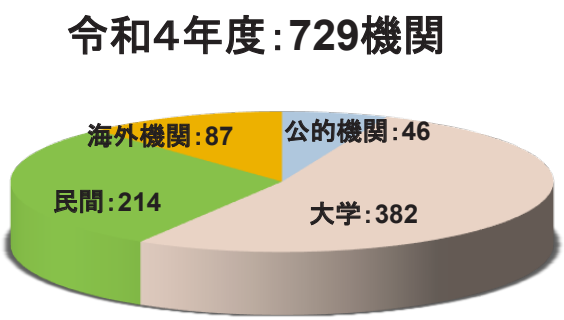


図3　令和4年度の共同研究相手先機関数

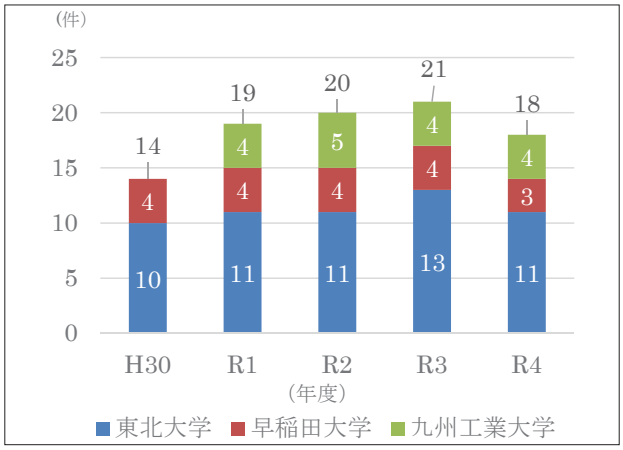


図4　大学とのマッチング研究支援事業実施課題数の推移

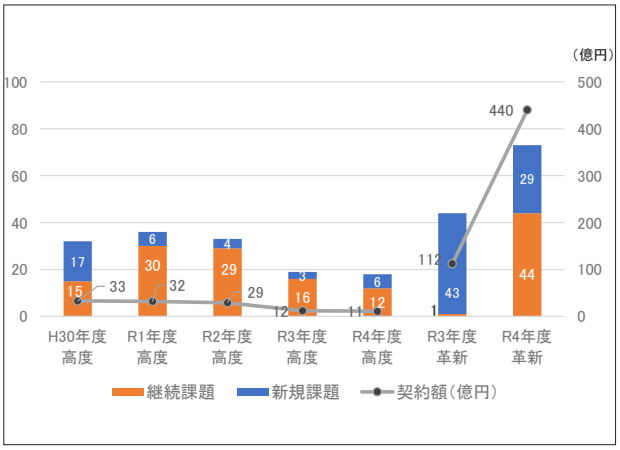


図5　委託研究の課題数と契約額の推移

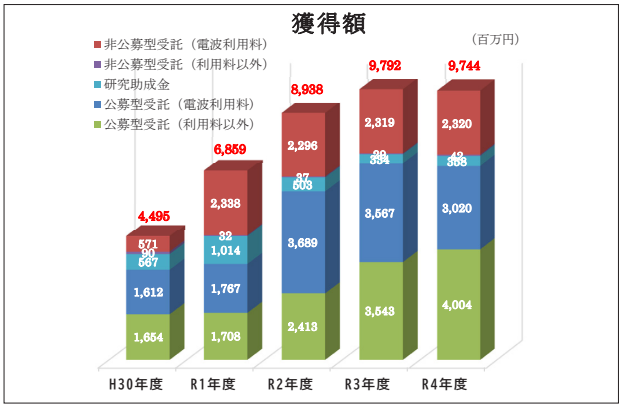


図6　競争的研究資金獲得額の推移

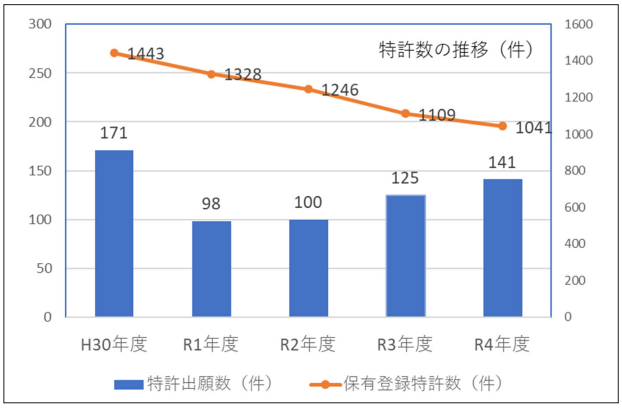


図7　特許数の推移（自主研究）

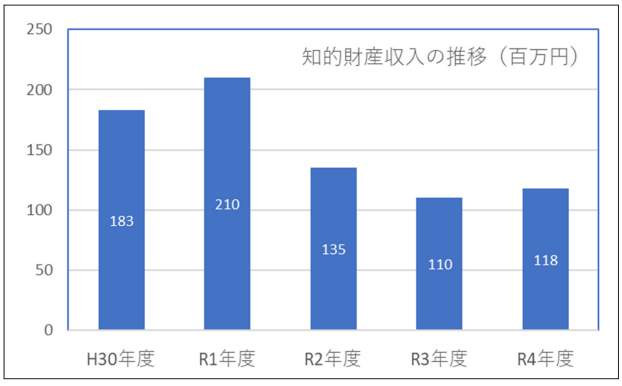


図8　知的財産収入の推移

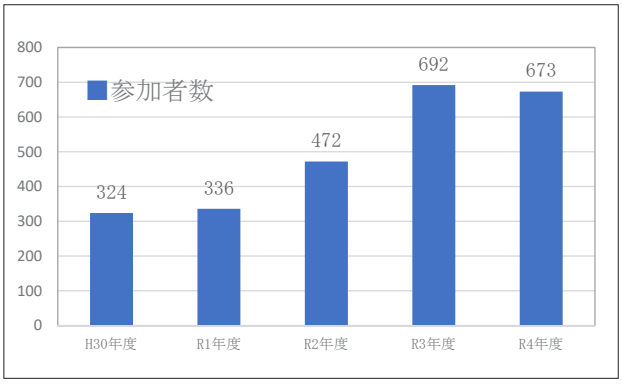


図9　国際標準化会議等への参加者数の推移

3.10.1 連携研究推進室

室長（兼務）　戸田 公司　ほか9名

共同研究・研究者交流による産学官連携の強化

■概要

連携研究推進室は、企業、大学、公的研究機関等との共同研究や、研究者の派遣・受入等の研究者交流を推進し、産学官連携の強化に貢献している。

1．企業、大学、公的研究機関等との共同研究の推進

連携研究推進室は、通常の共同研究に加え、NICTが共同研究者から研究費用の提供を受ける「資金受入型共同研究」等を推進している。連携研究推進室では、研究部署からの相談対応、相手機関との交渉、契約書ひな形の作成、契約締結マニュアルの充実、関連情報の蓄積及び検索機能の提供等、契約締結に関する支援業務を実施している。

また、共同研究の事前準備等の段階で、NICTと相手機関との間で重要な研究・技術情報を開示する場合に情報の漏えい等を防ぐためにあらかじめ締結する「秘密保持に関する契約」について、契約締結のための手続きの案内、契約書ひな形の作成、契約案の文作成支援等、契約締結に関する支援業務をあわせて実施している。

2．研究者の受入・派遣等による研究者交流の推進

NICTでは、大学等との間で情報通信分野における相互協力を推進するため、共同研究や研究者交流等に関する相互協力協定を締結している。また、連携大学院制度に基づき、大学院生等がNICTにおいて研究を実施したり、NICTの研究者による研究指導を受けたりする機会を確保するなど、学界との研究交流の推進を図っている。さらに、研究開発人材の育成を推進するため、協力研究員、研修員を受け入れるとともに、NICT職員への指導・助言のために研究者を招へい専門員として招へいしている。

連携研究推進室では、これらの業務に関する手続きの案内、各種受入書類のひな形作成等の支援を実施している。

■令和４年度の成果

1．企業、大学、公的研究機関等との共同研究の推進

(1) 共同研究

令和4年度、共同研究契約は、514件（前年度からの継続案件を含む）に達し、このうち、令和4年度に開始された新規案件は107件となった（内訳については表1参照）。

また、「秘密保持に関する契約」については、263件に達した（令和4年度新規案件は、64件）（内訳については表2参照）。

(2) 資金受入型共同研究

相手機関とNICTが共通の研究課題を設定し、分担・協力して研究を行う共同研究において、NICTの分担する研究の費用の一部を相手機関に負担いただくことで研究の加速を目指す「資金受入型共同研究」について、令和4年度は、29課題（前年度からの継続案件を含む）が実施され、新規案件は12件となった。

(3) 大学との連携

大学とNICTとの連携・協力に関する協定に基づき、双方の研究ポテンシャルを掛け合わせることにより、新たな共同研究テーマを掘り起こすためのフィージビリティスタディを支援する「マッチング研究支援事業」を東北大学、早稲田大学及び九州工業大学との間でそれぞれ実施している。令和4年度においては、それぞれ東北大学11課題、早稲田大学3課題、九州工業大学4課題、計

表1　令和4年度 共同研究契約件数（新規）

	共同研究契約	うち資金受入型共同研究
国　内	101	12
海　外	6	0
計	107	12

表2　令和4年度 秘密保持契約件数（新規）

	秘密保持契約
国　内	59
海　外	5
計	64

18課題が採択され、共同研究が実施された（表3）。この取組により、本支援事業開始（平成28年度）以後、約40件の外部資金獲得につながった。

2．研究者の受入・派遣等による研究者交流の推進

(1) 大学等との相互協力協定

情報通信分野におけるNICTと大学等との幅広い協力を行うための包括協定の締結数は、前年度同様18であったが、令和4年度は、同協定に基づいて実施する大学とのマッチング研究支援事業を軸に連携を推進し、研究者交流会を開催するなどの取組を行った。

(2) 連携大学院制度

国や民間の研究機関と大学が協定等を締結し、研究機関の研究者が当該大学の大学院教育に参画する連携大学院制度のもと、NICTでは、令和4年度に締結した新たな協定締結先を含め、17の大学院等との間で協定に基づく連携を行っており、協定締結先の大学院から57名の大学院生を受け入れ、研究経験を得る機会を確保するとともに、NICTの研究者延べ23名を講師として大学院へ派遣した。

(3) 研究者の交流

NICT職員への指導・助言等を目的とする招へい専門員74名、NICTの研究をより効率的に推進するための協力研究員436名及びNICTの研究者から研究指導を受ける研修員106名を受け入れ、研究者交流を推進した（表4）。

表3　令和4年度 大学とのマッチング研究支援事業実施課題数

東北大学	11
早稲田大学	3
九州工業大学	4
計	18

表4　令和4年度 招へい専門員・協力研究員・研修員受入人数

	招へい専門員	協力研究員	研修員
国　内	69	429	94
海　外	5	7	12
計	74	436	106

3.10.2 委託研究推進室

室長　　青木 美奈　ほか35名

民間企業や大学等の研究リソースを活用した研究開発の推進

■概要

委託研究推進室では、「高度通信・放送研究開発委託研究」により、NICTが自ら行う研究と一体的に実施することで効率化が図られる研究課題について、外部の研究リソースの有効利用による効率的・効果的な研究開発を推進している。

また、Beyond 5Gにおける我が国の国際競争力強化等を図ることを目指す「Beyond 5G研究開発促進事業」において、「革新的情報通信技術研究開発委託研究」を実施している。

これらの委託研究の実施にあたっては、外部有識者で構成される評価委員会の審査を経て受託者を決定している（図1）。

■令和４年度の成果

1．高度通信・放送研究開発委託研究の推進

令和4年度においては、前年度から継続して実施する研究課題12課題に加えて、新たに6課題の研究課題に着手した（詳細は、**6.1.1**参照）。NICTの研究者がプロジェクトオフィサーとして委託研究を統括し、NICTの研究開発と一体となった研究開発を行うことで、効果の最大化を図っている。研究成果として、論文発表100件、一般口頭発表225件、標準化提案109件及び産業財産権出願35件（国内22件、外国13件）が挙げられた。

（1）令和4年度に終了した研究課題の主な成果

－ BMIオープンイノベーションのための脳活動マルチモーダル計測データの解析とその応用技術の研究開発 －

新しい非侵襲脳計測技術の確立、皮質脳波と頭皮脳波をつなぐ脳信号解析アルゴリズムの開発、脳情報解読アルゴリズムの高度化を行うことにより、皮質脳波BMIの臨床応用の基礎技術となり得るReady-to-Useの非侵襲高パフォーマンスBMIの実現を目指した研究開発を実施した。脳磁図-脳波の同時計測データ（https://vbmeg.atr.jp/nictitaku209/）、開発した皮質脳活動推定アルゴリズム（https://vbmeg.atr.jp/v30/）を公開した。

図1　委託研究のスキーム

（2）令和4年度に着手した研究課題の主な取組

－ 次世代コアとBeyond 5G / 6Gネットワークのためのプログラム可能なネットワークの研究開発 －

NICTと米国国立科学財団（NSF: National Science Foundation）の包括的協力覚書（MOU）に基づき、日米共同でネットワーク領域の研究開発を行う日本側の研究機関に対して研究開発の委託を行うこととし、NSFと共同で研究開発の提案を募集した結果、4件が採択され、研究開発を開始した。本研究開発課題では、次世代コア及びBeyond 5G / 6Gネットワークのためのプログラム可能なネットワーク機能に関する基礎技術を創出するとともに、世の中の課題解決に向かうネットワーク応用やサービス・アプリケーションについて研究用テストベッドでの実装・実験を行う（図2）。

2．革新的情報通信技術研究開発委託研究の推進

令和4年度は、「Beyond 5G研究開発促進事業」の各プログラム（図3）において、前年度から継続して実施する44課題に加えて、新たに29課題（機能実現型プログラム基幹課題6課題、機能実現型プログラム一般課題9課題、国際共同研究型プログラム2課題、シーズ創出型プログラム12課題。詳細は、**6.1.2**参照）の研究課題について採択し、契約を締結、研究開発に着手した。令和3年度までに採択した研究開発課題に、実用化、事業化、社会実装への展開を重視した研究開発課題が加わり、多岐にわたる技術分野をカバーしている（図4）。研究成果として、論文発表381件、一般口頭発表1,048件、標準化提案144件及び産業財産権出願570件（国内262件、外国308件）が挙げられた。

令和4年度に開始した機能実現型プログラム基幹課題の概要

－ Beyond 5G超高速・大容量ネットワークを実現する帯域拡張光ノード技術の研究開発 －

新たな波長帯（S帯、U帯）の開拓など利用可能な光

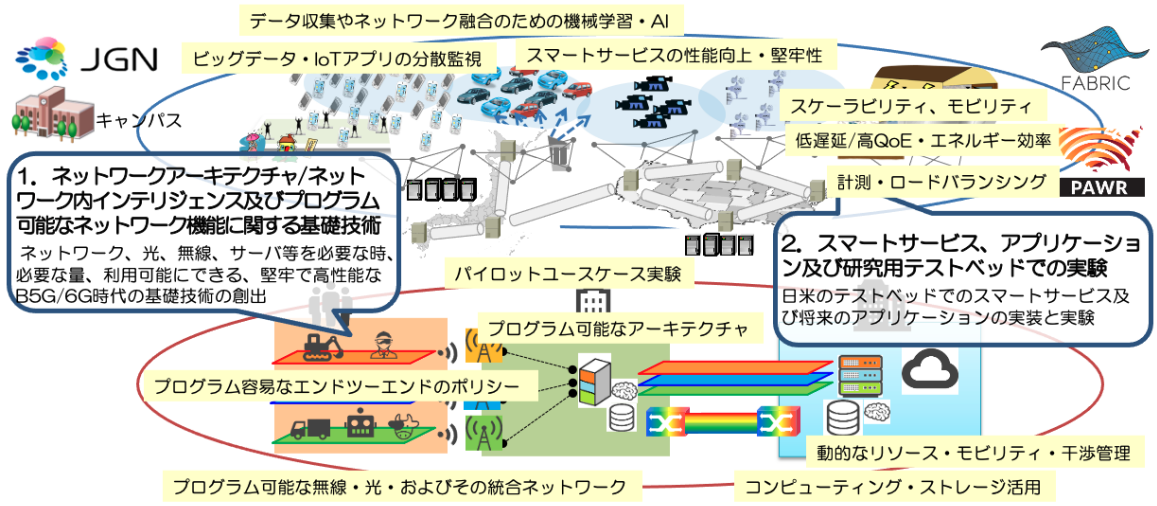


図2　次世代コアとBeyond 5G / 6Gネットワークのためのプログラム可能なネットワークの研究開発

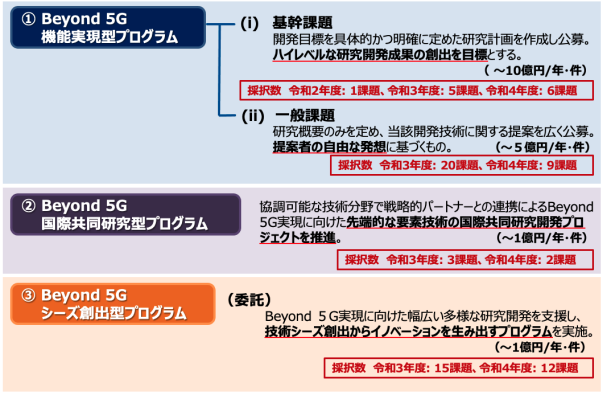


図3　Beyond 5G研究開発促進事業（委託研究）の概要

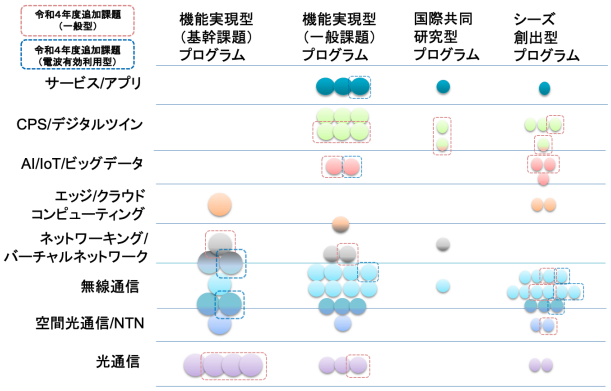


図4　革新的情報通信技術研究開発委託研究採択課題の技術分野

波長資源を拡大し、高雑音耐力の変復調方式が適用できる高いボーレートで変調して、光波長パスの到達距離を長延化し、長距離・大容量伝送を実現する技術の研究開発を実施する。

－ Beyond 5G超高速・大容量ネットワークを実現する小型低電力波長変換・フォーマット変換技術の研究開発 －

光波長資源の効率的な利用を目指し、光波長の波長変換やフォーマット（変調方式、信号帯域等）変換をデジタル信号処理により柔軟に実現する技術の研究開発を実施する。

－ Beyond 5G超高速・大容量ネットワークを実現する光ネットワークコントローラ技術の研究開発 －

オールフォトニクス・ネットワークを制御し、End-to-Endの光波長パスの設置・管理を行うコントローラを実現する技術の研究開発を実施する。

－ Beyond 5G超高速・大容量ネットワークの自律性・超低消費電力を実現するネットワークサービス基盤技術の研究開発 －

ネットワークを構成する機器を仮想化してネットワークリソースの一元的な制御を可能とし、ネットワークの自律性を確保するとともに、電力消費の最適化を実現するため、無線基地局、ネットワーク交換機等の機能を仮想化し、一元的な制御や電源最適化を実現する技術の研究開発を実施する。

－ Beyond 5Gにおける高度RAN基盤を実現するOpen RAN無線通信技術の研究開発 －

多種多様な優れた技術を取り込みやすいOpen RAN（Radio Access Network）に適用しうる、Beyond 5GのRANのセキュアなインテリジェント化、仮想化Open RANのインテリジェント化及び電力制御最適化による周波数利用効率向上に関する研究開発を行う。

－ Beyond 5G 宇宙ネットワーク向け未利用周波数帯活用型の無線通信技術の研究開発 －

2030年頃のBeyond 5Gを支える宇宙ネットワークの構築に必要な要素技術として、未利用周波数帯であるQ帯、V帯等における高機能デジタルビームフォーミング（DBF）送受信技術、高性能送受信機器技術及びW帯における衛星搭載機器の実現に向けた基盤技術の研究開発を行う。

3.10.3 受託研究推進室

室長　　加藤　誠　ほか14名

応募前から研究期間終了後まで一貫して受託研究の支援を行う

■概要

受託研究、研究助成金など外部資金の獲得推進及び支援（図1）等を行うため、以下の業務を実施している。

1．外部資金の獲得推進

他機関からの受託研究、研究助成金の受け入れを拡大することにより、NICTが持つ技術の優位性を国の政策や社会の要請に対して発揮するとともに、NICT自らの研究開発能力の向上、他研究機関との連携強化、新たな技術シーズの創生につなげる。

2．外部研究資金の適正な執行のための環境整備

受託研究、研究助成金による研究について、応募申請・契約・経理検査等の支援を行い、研究者の負担低減、手続きの適正化、業務の効率化を図る。また、研究経費の適正な執行・管理のための啓発活動を行う。

3．研究終了後の各種手続きの着実な実施

受託研究、研究助成金の終了後も続く、知財の報告や取得資産の管理などの着実な実施を行う。

■令和４年度の成果

1．外部資金の獲得推進

様々な研究資金制度について、内容・ルールを調査し、NICT内に情報提供するとともに、応募書類（100件超）のチェック、アドバイス、事務作業の支援等を行い、外部資金獲得の拡大を図った。また、応募要領等に関する説明会、科研費獲得セミナーの開催、「外部資金獲得推進制度」の実施などにより、外部資金獲得のインセンティブ向上を図った。令和4年度の外部資金獲得実績の概要を表1に示す（詳細については6.2を参照いただきたい）。

2．外部研究資金の適正な執行のための環境整備

受託研究、研究助成金による研究について、契約締結、分担金の授受、実績報告等の事務手続き及び受託契約に係る検査対応作業の支援を行った。また、科研費での機関代表業務（応募取りまとめ、電子申請手続き等）

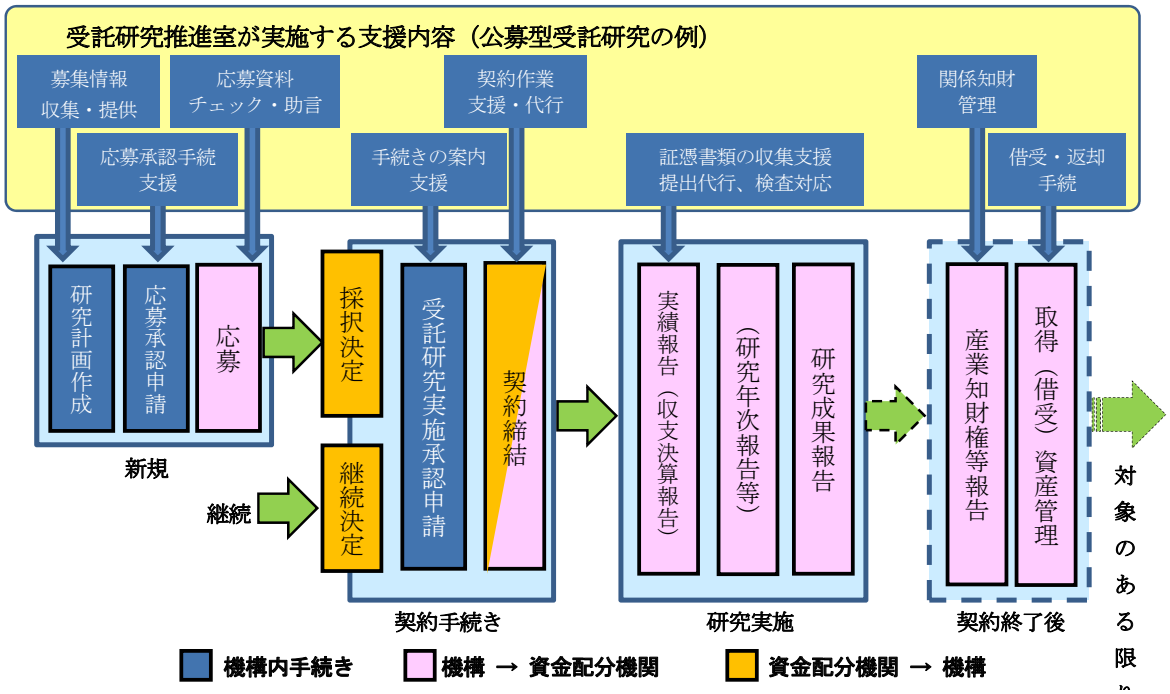


図1　受託研究推進室が実施する支援内容

表1　令和4年度外部資金獲得実績

受入形態			研究資金名	件数	獲得額（千円）
公募型	受託研究		電波資源拡大のための研究開発（総務省）	12	2,450,133
			電波の安全性に関する評価技術研究（総務省）	2	569,958
			情報通信技術の研究開発に係る提案（総務省）	9	2,541,888
			戦略的情報通信研究開発推進事業（総務省）	3	130,200
			戦略的創造研究推進事業（(国研）科学技術振興機構）	17	188,586
			戦略的イノベーション創造プログラム（内閣府等）	5	211,673
			その他の公募型受託研究	31	931,983
	研究助成	個人助成	科学研究助成事業（文部科学省、（独）日本学術振興会）	84	355,467
			その他の公募型研究助成制度	7	2,400
非公募型	電波利用料財源受託		標準電波、電波伝搬（総務省）	2	2,319,794
	一般受託		国、大学、民間企業からの受託	7	42,076
計				179	9,744,158

を実施するとともに、資金配分機関に対する窓口として統括的な事務を行い、手続きの適正化、研究者負担の低減に努めた。

研究費不正を防止するため、競争的資金等に関するコンプライアンス研修（e-Learning）を実施するとともに、注意すべき事項を整理し、NICT内部 Web に掲載・周知した。また、コンプライアンス講習会でも説明を行った。

受託研究等に係る契約事務・経理検査の支援に際しては、研究費の適正な執行、研究実施に伴う手続きの確実な実施に留意し、コンプライアンス強化に努めた。引き続き事務手続き等を支援する人員を補強するなど支援体制の充実を図った。

研究者が透明性・信頼性を高めて研究に応募・実施できるようにする視点から、応募時の条件に必要となる生体倫理・パーソナルデータ・デュアルユース等の審査承認の確認に加え、安全保障輸出管理に関する確認手続きを一層明確化した。また、令和4年度に更新されたe-Radシステムへの研究者情報入力支援や、NICTの管理する各研究者の研究エフォートの確認に加え、外部資金で雇用された若手研究員の自発的研究活動を促進する規定の整備も行った。

3．研究終了後の各種手続きの着実な実施

受託研究に係るバイ・ドール条項に基づく知財の手続きを周知し、研究者が行う手続きの確認・リマインド及び代行するとともに、登録・放棄の報告を行った。また、（国研）科学技術振興機構、（国研）日本医療研究開発機構などの委託元からの調査にも協力した。

総務省の借受資産に関する手続き、寄託物品処理（廃棄）を履行した。また、過去の文部科学省・経済産業省の資産についても確認を行う等、必要な手続き・処理の適切な対応に努めている。

3.10.4 知財活用推進室

室長（兼務）　岡崎 幸夫　ほか19名

研究開発成果の社会展開に向けて積極的な知財の取得と活用を促進

■概要

知財活用推進室では、NICTの研究開発成果を広く社会に展開することを目指して、知財の専門性を基盤に研究者や関連部署と連携し、積極的な知財の取得と活用の推進に取り組んでいる。発明創出段階における適切な知財の保護から、その活用としての技術移転契約等に結び付けるまでの知財サービスを、研究者と連携を取りながら一貫して行うことで、オープンイノベーションの創出に貢献する。具体的には以下のような業務を行っている。

1．知的財産の適切な管理

特許等の出願・登録・維持に必要な期限管理や手続等を着実に実施する。研究現場が知財の取得・維持の要否を主体的かつ迅速に判断していけるように、必要な情報提供及び支援を実施する。

2．知財の取得支援と効果的な活用の推進

各研究部署担当の「技術移転コーディネータ」が、知財の取得から技術移転まで研究者と連携して推進する（図1）。保有知財や技術活用事例を、Webや技術説明・紹介の機会等を活用し積極的に産業界等へ情報発信するなど、研究現場及び関連部署と連携して知財のプロモーション活動に取り組む。特許の出願、登録、実施、譲渡時の補償金の支払いに係る手続を適切に実施する。

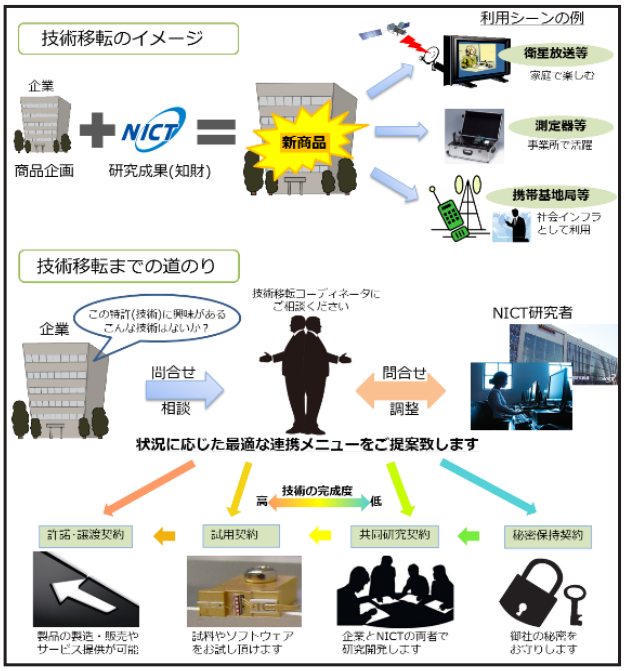


図1　技術移転活動の取組

3．知財法務の着実な実施・人材育成

有効な権利保護・活用のため、共同出願やライセンス等の契約における交渉・調整や、研究所等が締結する共同研究契約等の調整支援等の知財法務サービスを提供する。研究者や知財関係職員の知財スキル向上を図るためのセミナーや研修を実施する。

■令和４年度の成果

1．知的財産の適切な管理

（1）特許出願、登録、維持等の知財の取得・維持に係る判断を、従来のNICT全体による一元管理の体制から、必要な経費（知財予算）とともに各研究所に委任する仕組みを前年度より導入し、研究現場が知財動向把握やその活用の視点を強く意識し、知財の取得・維持の要否を主体的に判断する体制への変換を着実に推進した。

（2）研究現場主体の体制に合わせた、特許の出願、登録、維持のための業務フローを整備し定着化を図った。特許管理データの整備とともにミスのない特許管理業務に努めた。

（3）今年度の特許出願件数は141件（国内88件、国外53件）、年度末での保有登録特許件数は1,041件（国内662件、国外379件）であり、前年度に比べて国内出願件数は増加の状況にある。

2．知財の取得支援と効果的な活用の推進

（1）研究開発や標準化活動と連携し知財に係る取組を効果的に推進するため「知的財産戦略委員会」での議論を踏まえ知財戦略の策定を行った。前年度に知的財産ポリシーを具体化した技術分野によらない共通戦略を策定したが、その共通戦略をベースとして技術特性を考慮した各研究分野の具体的な知的財産に関する活動方針を策定し、技術特性に応じた知財の

創造・保護・活用の考え方等を整理した。また、Beyond 5Gのための技術分野横断的な知財戦略骨子を関連部署とも連携し策定した。

(2) NICTの知的財産化されたシーズを産業界等に紹介するため、保有知財や技術活用事例を、Webや技術説明・紹介の機会等を活用し、積極的に産業界等へ情報発信した。外部向けイベントとしては、科学技術振興機構との共催により「NICT新技術説明会」(10/27オンライン開催、253名聴講)を開催し、研究者自身が産学連携に関心のある企業向けに技術を紹介し個別質問にも対応した(表1)。Interop TOKYO2022(6/15-17、幕張)及びCEATEC2022(10/18-21、幕張)では、サイバーセキュリティ研究所と連携して、技術移転の取組や導入事例を技術移転先企業とも協力して紹介した。

(3) 今年度の新規技術移転契約件数は21件、年度末での技術移転契約件数は135件、技術移転収入は1億1,785万円であり、契約件数及び知財収入は前年度と比較して増加傾向である。今年度の技術移転の例を図2に示す。

(4) Beyond 5G知財創造に資するため、Beyond 5G研究開発推進ユニットの主導により特許アイデアソンを実施した。今年度は異分野技術融合のため複数研究所からのメンバーで構成しアイデアから技術まで段階的な議論プロセスを導入した。また、知財創造のインセンティブとするため、各研究所のBeyond 5G関連技術の特許出願に対して通常の出願経費に加えて予算支援を実施した。

(5) Beyond 5G研究開発促進事業(委託事業)において、研究委託プロジェクトにおける知財化・標準化支援を強化するため、総合プロデュースオフィスや標準化推進室と連携して外部専門家も活用した支援体制を整備し、受託者からの要望に応じて相談対応するなどの取組に参加した。

3．知財法務の着実な実施・人材育成

(1) 研究現場主体の体制整備に合わせ、知財の専門家による知財法務等の周辺支援にも注力した。具体的には、NDA、共同研究契約、共同出願契約、技術移転契約等、多数の技術契約書の作成を支援(相談対応件数約450件)し、NICT全体の知財取得・活用とともに、法務的チェックによる知財リスクの低減にも努めた。

(2) 研究者や知財関係職員の知財スキル向上を図るために、今年度は研究現場及び知財担当等で共有すべきデータ利活用時代の知財マネージメントに関するセミナーを外部講師を招いて企画実施した(約110名の職員が参加)。

共同体験プラットフォーム「みなっぱ」

【契機】研究者/企業連携

【技術移転先】ソフトウェア開発企業

【概要】予め360度カメラで取得した動画像の中に、アバターとして多人数で参加することでバーチャルな共同体験ができるプラットフォームを実現した。HMD(ヘッドマウントディスプレイ)が無くてもタブレット端末だけで利用が可能であり、校外学習や観光施設等において、気軽に多人数での３Ｄ共同体験をすることが出来る。

図2　技術移転例

表1　情報通信研究機構 新技術説明会で発表した4件の新技術

技術	発表タイトル	技術の概要
(1)	超多数端末接続ネットワークでの高精度時刻管理方式	超多数個の端末に対して原子時計の精度の高い時刻情報を維持・管理する方法。端末間の周波数差情報をやり取りし、各端末の周波数情報をネットワーク接続端末で共有して最尤推定処理することで、端末の時刻をナノ秒オーダーでの高精度維持が可能とする。
(2)	言語や五感情報を統合できる脳情報空間モデルの作成技術	五感(視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚)と言語のうち複数のモダリティからなるマルチモーダル情報を、人から計測した脳活動を用いて作成した数理モデルによって脳情報空間上での統一的な表現に変換し、マルチモーダル情報の直接的な比較や統合を可能にする。
(3)	任意のスピーカ配置に対応した複数領域音場制御技術	従来は円形スピーカアレイの内側に複数音場を同時制御する方式のため、波面と制御エリア間の相対的な位置により制御できない波面の向きがあったが、任意のスピーカ配置に対応した方式へと一般化させ複数の音場に対してあらゆる方向の波面を制御可能にした。
(4)	脳波を用いた学習者のモチベーションの可視化	解答の正誤を示すフィードバックに対する脳波反応を計測することによって、脳波から教育アプリケーション使用中の学習意欲を客観的に評価する手法を開発した。学習単元・学習内容に対する学習意欲の度合いの評価指標となりうる。

3.10.5 標準化推進室

室長（兼務）　中川 拓哉　ほか7名

研究成果を社会還元するためオープン戦略として国際標準化を推進

■概要

戦略的かつ重点的な標準化活動を実現するために策定されたNICTの標準化に係るアクションプランに基づき、NICTの研究成果が社会において広く活用されるよう、国際標準化活動の強化、推進を行い、我が国の国際競争力の強化に貢献している。具体的には、国際標準への反映を念頭においた研究開発を推進し、その成果を国際電気通信連合（ITU）等の国際標準化機関や各種フォーラムへ寄与文書として積極的に提案することを支援している。また、NICTは専門的な知見を有する中立的な立場であることから、国内における各種の標準化関係委員会への委員の派遣等を積極的に行っている。さらに、標準化に関するフォーラム活動、国際会議等の我が国での開催を積極的に支援している。

■令和４年度の成果

１．標準化活動の推進

（1）Beyond 5Gの標準化に関し、ITU-R Study Group（SG）5 Working Party（WP）5Dで作成された「将来技術トレンド報告」（令和4年6月完成、令和4年11月承認）に対してNICT関連技術が反映された（図1）。5Gの次世代システムとなるIMT-2030の主要な能力やコンセプトをまとめた「（IMT-2030）フレームワーク勧告」も令和5年6月に勧告原案が策定予定である。3GPP（3rd Generation Partnership Project）では、NICT関連技術のRelease 19のStudy Item提案、Release 18のKey Issue提案を実施し、NICT提案の反映にあたっては引き続き民間企業を中心とした支持拡大に向け活動予定である（図2）。

（2）産学官で構成される「Beyond 5G推進コンソーシアム」で作成中の「Beyond 5G白書」の策定においてNICT関連技術の反映を実施し、同白書2.0版へは信頼性、セキュリティ、ネットワークアーキテクチャに係る内容のワークショップや編纂（へんさん）活動に精力的に参加・貢献した。WP5Dのフレームワーク勧告に向けた日本寄与文書の検討にも合わせて貢献した。

（3）研究開発成果の国際標準化に資するため、今中長期目標期間における戦略的な標準化推進の基礎として重点分野や具体的な行動計画等を定めた「情報通信研究機構標準化アクションプラン」（平成29年3月策

■ 時空標準・時空間同期技術が実現する、超低遅延及び高精度位置測位に合わせて、以下の２項目に内容を反映させた。「時空間同期技術」を示す単語が盛り込まれている。

5.7 Technologies to natively support real-time services and communications

Two technology components are considered to achieve real-time communications with extremely low latency. The first one is accurate time and frequency information shared in the terrestrial network. When network nodes are equipped with compact atomic clocks, their high holdover performance can dramatically reduce synchronization iterations. The high frequency accuracy obtained from the atomic clocks also reduces the frequency offset between transmitter and receiver, leading to the low bit error ratio particularly in high carrier frequency. The collection of the time differences among node clocks facilitates the estimation of more stable and robust time using the maximum likelihood method, and the result can be delivered back to each node for their self-corrections. Wireless space-time synchronization, where clocks are synchronized at pico-second level together with the determination of positions, is another method on which low latency communication protocol can be built with a capability of autonomous and distributed operations. Such synchronized network supports the schedule management in edge processing in mobile backhauls. The common time and frequency can be traceable to the standard time or frequency by linking one node to the precision time/frequency source.

6.6 Technologies to support ultra-high accuracy positioning

（中略）

Precision of synchronization is critical to positioning technologies that are based on time of flight (ToF) measurement of traveling waves, such as ultrasonic sound, light, and radio wave. Another positioning technology that requires synchronization is the stereo vision-based positioning. As the synchronization technology matures better toward 2030, it is conceivable that wireless space-time synchronization in future IMT to be available by around 2030, enabling Location Based Services to fully equipped with higher precision localization capability.

（中略）

■ Non-Terrestrial Network（NTN）に関する項目（7.5）も冒頭の技術の概要部分や地上系と非地上系の総合接続に係る文章をNICTが提案。

7.5 Technologies for interconnection with non-terrestrial networks

The interconnection of terrestrial IMT and non-terrestrial communications aims to expand future terrestrial IMT technology to support seamless interconnectivity with non-terrestrial networks (NTN), including satellite communications, High altitude platform stations as IMT BSs (HIBS), and UASs as IMT BS platform, commonly referred to as drones and a type of aircraft without a human pilot on board. Key technologies for this purpose consist of SDN/NFV, network slicing, network management, edge computing, free space optical communications, and other network technologies in the context of future IMT.

（中略）

The interconnection of terrestrial IMT and non-terrestrial communications enhance the coverage of future IMT systems from the ground to air to space on a multi-layered basis. It would enable ubiquity of communications and is expected to enable new use cases, such as connections with unmanned systems, monitoring (video and data), mobile eMBB, IoT, logistics systems, and backhaul and smartphone interconnectivity. In addition to the coverage extension, when urban and sub-urban areas covered by ground-based IMT BSs are overloaded and/or when there is a high-capacity demand, they can offload their traffic to HIBS, UAS BS, and satellite network. Despite these benefits, as the technologies applicable to terrestrial communication networks might not be directly used in NTN, challenges are expected due to the highly dynamic network topology, different operational environment, and long propagation delay, etc.

Mitigation solutions that will allow connectivity and seamless mobility between terrestrial and non-terrestrial networks should be studied.

■ その他、テラヘルツに係る項目（6.5項）は6ページにわたり、多くの内容が盛り込まれた。また、NICTから100GHz超の周波数帯の移動通信に係る技術報告の改定提案を行い反映された。

図1 「将来技術トレンド報告」に反映されたNICT関連技術

定）を、研究開発・標準化活動の進展や標準化機関の動向の変化等を踏まえて更新した。

（4）研究開発成果を国内外の標準に反映していくため、標準化機関等における会議等に積極的に参加するとともに、令和4年度においては研究開発成果等に基づいた寄与文書を国際標準化機関等へ168件、国内標準化機関等へ87件提出した。また令和4年度は、国際標準化会議等ではITU-T SG13議長、ITU-D SG2副議長をはじめとした延べ66人、国内標準や国際標準化会議に向けた我が国の対処方針の検討を行う国内委員会等では延べ81人が役職者として会議の運営に携わっている。その他、NICTの研究開発成果に基づく国際標準等24件、国内標準2件の成立に貢献した。例として量子鍵配送（QKD：Quantum Key Distribution）技術においてITU-TでQKDのインターワーキングフレームワーク、QKDとセキュアストレージネットワークを統合するためのセキュリティ要求条件と対策の2つの勧告を成立させた。電磁環境技術では、IEC（International Electrotechnical Commission）/IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers）で、頭部及び身体に近接した無線機器からの輻射による人体ばく露量（電力密度）の「測定による評価手順」及び「計算（シミュレーション）による評価手順」の2件の標準等が成立した。リモートセンシング技術では、風向・風速を計測するレーダーで天気予報などに活用するウィンドプロファイラレーダーについての標準ISO（International Organization for Standardization）23032が成立した。その他、IMT-2030に向けた「将来技術トレンド報告」にNICT関連技術が反映され、報告案が完成、承認・成立した。テラヘルツでは、275-3000 GHzの周波数領域で運用する能動業務の技術動向報告（第2版）が成立した（図3）。

（5）NICTの職員が国際標準化活動に関して、令和4年度においては、日本ITU協会総務大臣賞、第33回電波功績賞（一般社団法人電波産業会会長表彰）、第33回電波功績賞（総務大臣表彰）及び情報通信技術賞（総務大臣表彰）を受賞した。

2．国内外の関係機関との連携

（1）尾上ITU-T局長のNICT来訪を実施し、徳田理事長をはじめとするNICT幹部、谷川ITU-T SG13議長との面談に加え、量子ICT協創センター、サイバーセキュリティ研究所の視察と、ITU-T等で活動中の各研究所等との意見交換会を実施し、NICTによるITU-Tを中心とした標準化活動がより円滑に行われるよう関係構築の機会を設けた。

（2）Beyond 5G推進コンソーシアムやBeyond 5G新経営戦略センターに加え、一般社団法人電波産業会（ARIB）との間では平成24年度に締結した連携・協力の推進に関する協定に基づき、「第10回NICTとARIBの連携・協力推進に関する連絡会」（令和4年9月）をオンライン開催し、無線通信関係の標準化活動に関する意見交換を行うなど、国内の関係機関との連携を推進した。

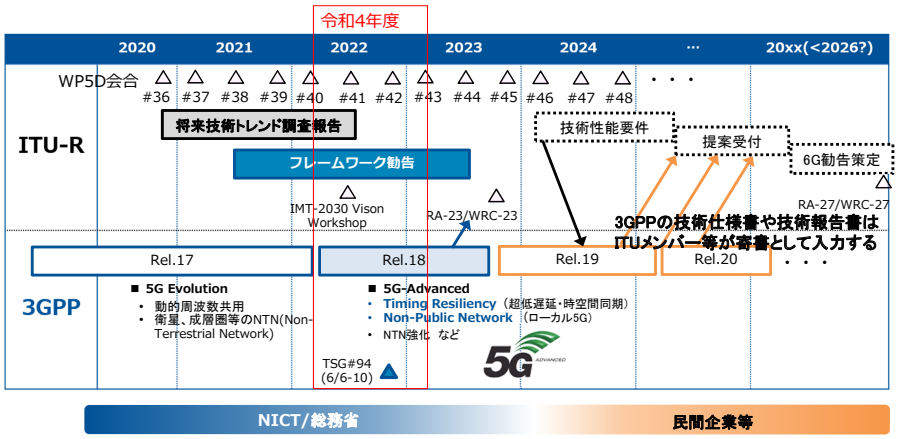


図2　Beyond 5Gの標準化関連活動

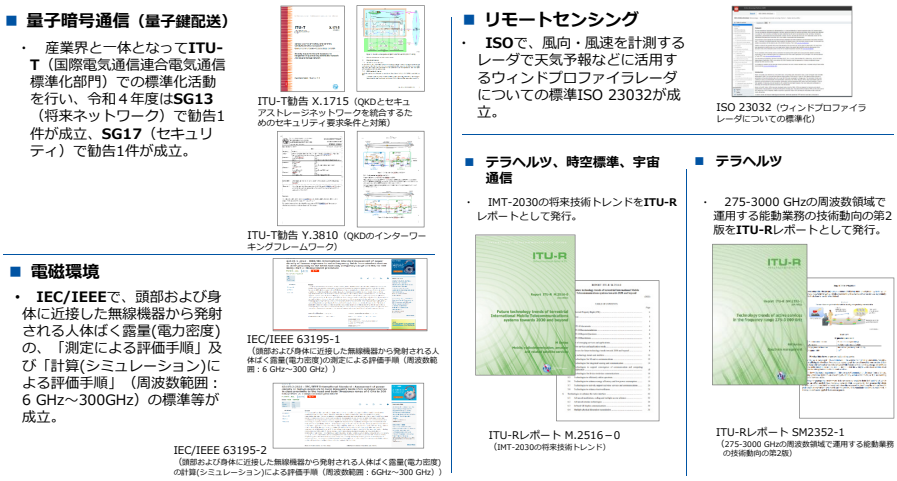


図3　NICTの研究成果を反映し成立した国際標準等の例

3.11 グローバル推進部門

部門長　　山口 典史

■概要

1．NICTの研究成果を世界に発信するとともに、諸外国との連携により研究開発成果の相乗効果を発揮

情報通信技術の研究開発及び成果展開においてより良い成果を上げるためには、有力な海外の研究機関や大学等との連携が重要となっている。

グローバル推進部門では、研究開発成果の最大化及びグローバルな普及を目指し、NICTの研究開発活動における国際連携、研究開発成果の国際的展開を推進している。

2．グローバル推進部門の構成

当部門の業務は、次の2室及び海外の3連携センターにより実施しており、その業務概要は以下のとおり。

(1) 国際連携推進室

外国為替及び外国貿易法（外為法）に基づく安全保障輸出管理業務、インターンシップ研修員受入等人材交流、海外連携センターを通じた海外のICT分野の研究開発動向や世界的な技術トレンド、ICT政策等についての調査・情報収集

(2) 国際研究連携展開室

NICTと諸外国の関連研究機関との国際共同研究・研究協力の推進、研究協力覚書（MOU）の締結、複数の研究所等が関わるワークショップ及び国際会議の主催あるいは共催、NICTの研究開発成果の国際展開、NICTの研究開発成果の最大化を目指した国際共同研究プロジェクトの創出

(3) 海外連携センター（アジア連携センター、北米連携センター、欧州連携センター）

各地域における研究開発等に係る情報の収集、研究連携のための企画、推進、支援及び関係機関との連絡調整

■主な記事

1．国際的な研究協力の推進

国際連携を円滑に進めるため、海外の有力な研究機関や大学と覚書を取り交わし、共同研究や人的交流を推進している。令和4年度においては、海外の大学や研究機関等との12件（新規4件、更新8件）の覚書を取り交わし（令和4年度末時点で24か国76機関79件）国際的な研究連携を推進するとともに、NICTの研究成果の国際展開に積極的に取り組んだ。

2．東南アジアとの連携推進と国際共同研究プロジェクトの推進

ASEAN域内の研究機関・大学等と共同で平成27年2月に設立したバーチャルな研究連携組織「ASEAN IVO（ICT Virtual Organization of ASEAN Institutes and NICT）」の体制を拡大するとともに、ASEAN IVO Forum 2022を実開催及びオンライン開催のハイブリッド形式で実施し、参加者から、食料、環境保護・防災、安心・スマートコミュニティ、健康・福祉等の分野を対象とする計25件のプロジェクトのアイデアが紹介され、活発な議論が行われた。

3．米国との国際共同研究の推進

米国国立科学財団（National Science Foundation: NSF）と共同で運営するネットワーク領域の国際共同研究プログラム「JUNO3」（Japan－US Network Opportunity 3）では、次世代コアとBeyond 5G / 6Gネットワークのためのプログラム可能なネットワークの研究開発をテーマとする共同研究プロジェクトを開始した[*1]。

4．欧州との国際共同研究の推進

欧州委員会、総務省と共同で取り組む日欧国際共同研究については、2018年に開始した共同研究1件[*2]（大容量アプリケーション向けテラヘルツエンドトゥーエンド無線システム）のFinal Reviewをオンラインで実施した。

5．国際展示会等への出展

NICTの研究開発成果の国際展開に向け、タイ科学技術博覧会2022（令和4年8月、タイ）、Open Compute Project Global Summit 2023（データセンタ向けデファクトスタンダード団体、令和4年10月、米国）において技術展示ならびに技術紹介を行うなど各種イベントや国際展示会への出展等を積極的に行った。

6．国際的な人材交流

令和4年度は3か国3名のインターンシップ研修員をNICTの各研究所に受け入れた。また、日本語研修の開催や各種資料の英語化など、海外からの研究者に対する支援を行った。

７．安全保障輸出管理関連業務

安全保障輸出管理審査会を開催し、共同研究契約等に基づき提供予定の技術及び締結相手先機関について審査を行い、契約締結の可否等を確認した。

８．海外連携センターの活動

海外連携センターにおいては、北米、欧州、アジアにおけるICT技術動向等に関する情報を収集・分析し、NICTの内部関係者に対しフィードバックを行った。令和4年度は、上記5.の国際展示会への出展に関して海外連携センターが中心的な役割を担った。また、タイのチュラロンコン大学とのフォトニックネットワークワークショップの共同開催（令和4年12月）や、上記2.のASEAN IVO Forum 2022（令和4年11月）[*3]の開催支援の他、e-ASIA共同研究プログラムに提案して採択[*4]を得る等、NICTの研究開発についての情報発信、NICTと海外の機関との研究交流や連携の促進に取り組んだ。

*1 https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2022/09/01-1.html
*2 https://www.nict.go.jp/press/2018/07/02-1.html
*3 https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2022/11/30-1.html
*4 https://www.the-easia.org/jrp/pdf/cfp11/advanced_interdisciplinary_easia_11th_selected_project.pdf

3.11.1 国際連携推進室

室長（兼務）　福島 千枝　ほか8名

国際連携を推進

■概要

国際連携推進室は、安全保障輸出管理に関する業務、インターンシップ研修員の受入による国際的な人材交流、海外連携センターにおける情報発信・収集等を通じて、NICTが行う研究開発成果の国際展開を支援している。

■令和４年度の成果

１．安全保障輸出管理関連業務

外国為替及び外国貿易法（外為法）に定められた「輸出者等遵守基準」に対応するため、NICTでは「安全保障輸出管理規程」に基づき、安全保障輸出管理に係る該非判定や取引審査の手続を行うとともに、必要なものについて経済産業大臣の輸出許可を取得した。令和4年度は特に、外為法省令・通達の改正に伴うみなし輸出制度の見直しや米国EAR規制等の諸外国の輸出規制に対応するため、安全保障輸出管理規程を見直すとともに、最新の制度や規程に関するNICT職員の理解を促進するため、安全保障輸出管理ハンドブック（令和4年8月第3版）を作成・配布した。

また、平成27年度から開催している安全保障輸出管理審査会を引き続き定期的に開催し、共同研究契約等で提供予定の技術及び締結相手先機関について審査し、締結の可否を確認した。

また、職員が安全保障輸出管理に関する理解を深め、NICTの輸出管理が確実に実施されるようにするため、説明会及びeラーニング等を通じた教育活動を行った。

２．インターンシップ研修員の受入

国際的な人事交流の一環として、令和4年度は、3か国3機関から3名のインターンシップ研修員を受け入れた（平成20年度からの累計199名）。

３．海外からの研究者の支援

国際的な人材交流を活発化するため、海外からの研究者に対する研究活動支援として、専門の日本語講師による日本語研修を実施した。

４．海外連携センターの管理運営並びに情報発信・収集

NICTの国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮できるよう、各海外連携センター（アジア連携センター、北米連携センター、欧州連携センター）における事務所管理運営に必要な手続を支援した。

また、各海外連携センターでは、NICTの国際的なプレゼンスを高めるため、NICT内の各研究所等と連携しつつ、国際的な会議やフォーラムへの参加、タイのドーン副首相兼外務大臣へアジア連携センターからNICTの活動概要を説明したタイ科学技術博覧会等の国際展示会への出展（図1）、関係機関とのワークショップ開催、タ

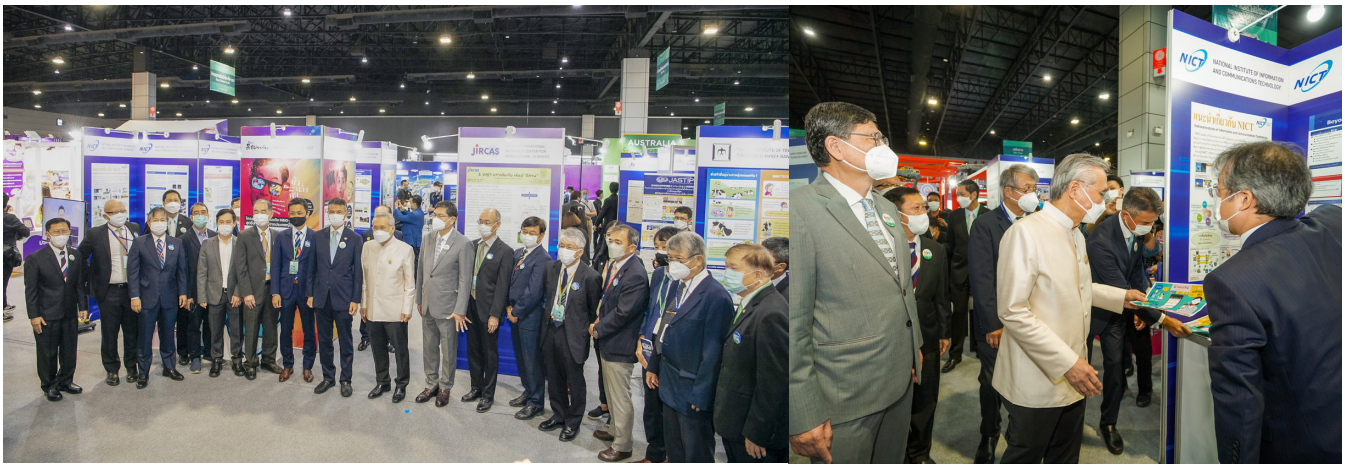


図1　タイ科学技術博覧会における展示（令和4年8月、バンコク）
（左：タイのドーン副首相兼外務大臣（中央）と日本ブース関係者、右：NICTの展示内容に関するドーン副首相兼外務大臣へのご説明）

イ及びフィリピンとのe-ASIA共同研究プログラム*など国際共同研究スキームを活用した連携等を積極的に行った。北米においては、令和4年9月に徳田理事長以下がNISTを訪問し、PQCや5Gセキュリティ、IoT/ソフトウェアセキュリティについて特に意見交換を行い、5Gセキュリティラボを視察した（図2）。さらに、各地域におけるICT技術動向等に関する日常的な情報収集に加え、有識者や専門家との人脈形成により、現地でしか入手できない貴重な情報の収集と分析を行い、これらをNICT内での研究活動に生かせるよう速やかに提供した。

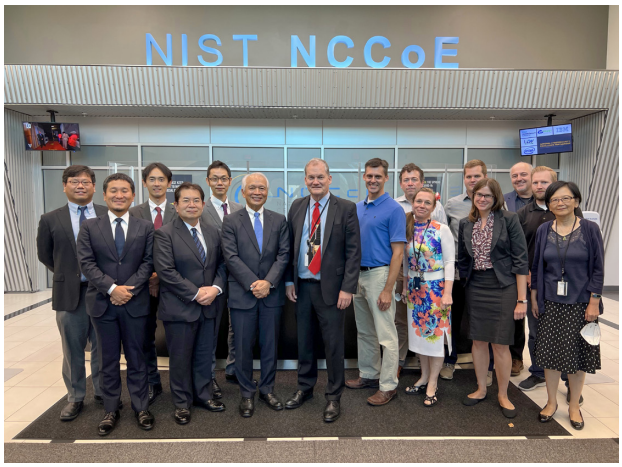


図2　サイバーセキュリティに関するNISTとの意見交換
（令和4年9月）

* https://www.the-easia.org/jrp/pdf/cfp11/advanced_interdisciplinary_easia_11th_selected_project.pdf

3.11.2 国際研究連携展開室

室長　　江本　浩　ほか7名

国際的な研究連携と成果の国際展開を推進

■概要

NICTは中長期計画の下で、研究開発成果の国際展開を目指し、国際連携、欧米やアジアとの国際共同研究、国際実証実験等を推進している。令和4年度も、持続的な研究連携につながる研究協力覚書の取り交わしや来訪への対応、欧米やアジアとの国際共同研究の継続と新たな研究の立ち上げ、成果展開を主眼とした国際展開ファンドの推進に取り組んだ。

■令和４年度の成果

１．国際連携関係の構築と新たな連携の推進

海外の大学や研究機関等との12件（新規4・更新8）の覚書取り交わし（令和4年度末時点で24か国76機関79件（図1））、及び研究連携を目的とした海外の政府関係者、大学関係者など計13件（フィンランド・オウル大学とのMOU署名式（図2）等）の来訪に対応し、国際連携関係を構築・維持した。これらの覚書の下で、フィンランド・オウル大学、シンガポール・インフォコム研究所とのBeyond 5G / 6G 領域での国際連携推進、台湾国家実験研究院との宇宙通信実験の推進、韓国標準科学研究所との標準時の時刻周波数比較共同実験の推進、ネパール開発のための情報通信技術センターとの耐災害ネットワーク技術の展開等の新たな国際連携活動の開始・拡大に寄与した。

２．米国、欧州との国際共同研究の推進

米国国立科学財団（National Science Foundation: NSF）と共同で運営するネットワーク領域の国際共同研究プログラム「JUNO3」（Japan－US Network Opportunity 3）の下で次世代コアとBeyond 5G / 6Gネットワークのためのプログラム可能なネットワークの研究開発をテーマとする5件（外部4件、内部1件）の日米共同研究を令和4年9月に開始した[*1]。並行して、計算論的神経科学領域を対象とし、米、独、仏、イスラエル、スペイン、日本（NICT）が参画する国際共同研究プログラム「CRCNS」（Collaborative Research in Computational Neuroscience）の下で新たに1件の共同研究[*1]を開始するとともに、令和5年度開始分の新規共同研究の公募[*2]を行った。

欧州委員会、総務省と共同で取り組む日欧国際共同研究については、2018年に開始した共同研究1件[*3]（大容量アプリケーション向けテラヘルツ　エンドトゥーエンド無線システム）の終了評価をオンラインで実施（図3）した。また、今後の進め方について、総務省と連携して検討を進めた。

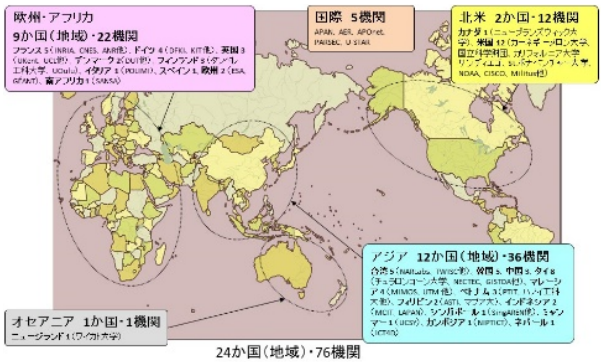


図1　研究協力覚書を取り交わしている海外機関（令和4年度末時点）

図2　フィンランドオウル大学とのMOU署名式（令和4年8月、NICT本部）

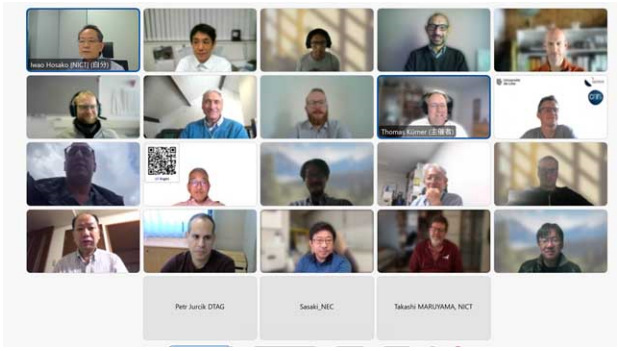


図3　日欧国際共同研究プロジェクト（大容量アプリケーション向けテラヘルツエンドトゥーエンド無線システム）オンライン Final Review（令和4年9月）

3．アジアでの国際共同研究と成果展開の推進

NICTがASEAN域内の研究機関・大学等と共同で運営する研究連携組織「ASEAN IVO（ICT Virtual Organization of ASEAN Institutes and NICT）」[*4]は、ASEAN地域における認知度が高まり、87機関[*5]が参加する大きな共同研究体へ成長した（図4）。その下で、ASEAN共通の社会課題に対するICTソリューションを追究する共同研究開発プロジェクト12件[*6]（2018年度～2022年度開始）を推進した。例えば、環境保護・災害防止のためのプロジェクトでは、タイにおいて森林火災の監視、ラオスにおいて水害予防、フィリピンにおいて火山噴火の監視のため、可視化IOTデバイスを駆使してモニターリングシステムを構築している。ASEAN地域における水の再利用が大きな社会問題のため、都市部での水再利用を課題としたプロジェクトでは、水の検査・解析・循環といったプロセスにセンシング・無線ネットワークによるデータ集計・データベース構築及び解析といったICT技術の開発を水の専門家が先導して進めている。ASEAN IVOでは、開始以降、累計37件のプロジェクトを実施し、延べ232機関466名の研究者が参画している。また、翌年度開始のプロジェクトを形成するためのASEAN IVO Forum 2022を開催した[*7]。今次会合では、新型コロナの集団感染リスクが残る中で、海外での開催の困難な課題を克服し、研究者の要望に応え3年ぶりにバンコクにおいて実開催とオンライン開催のハイブリッド型フォーラムを実施した。参加者から、食料、環境保護・防災、安心・スマートコミュニティ、健康・福祉等の分野を対象とする計25件のプロジェクトのアイデアが紹介され、活発な議論が行われた。その後、フォーラムにおいて議論やグループ形成が行われた結果、32件の新規プロジェクトの提案がとりまとめられ、そのうち6件を運営委員会において採択することを決定した。

台湾NARLabs（National Applied Research Laboratories：国家実験研究院）と共同で、2022年7月にオンラインでワークショップ（図6）を開催し、2021年度から開始した第2弾の共同研究プロジェクト3件の中間評価委を行い、次年度連携可能な研究課題に関して双方がそれぞれの取組みを紹介して共同研究の議論を行った。

4．成果展開国際プロジェクトの創出と推進

国際展開ファンドプログラムを運営し、成果の国際展開を目指すNICT内部からの提案5件を採択して実施した。セネガルでのメッシュ型NerveNetシステムの農業応用を実施することで、アフリカ大陸での初めてのNICT発の技術展開となった。音声認識の対象言語のモンゴル語、カザフ語等への拡張、水再利用のためのIoTシステムにおける端末間通信システムの構築等の取組を加速させる一方、タイ、フィリピンにおいて光電波融合デバイス・システムのASEAN におけるフィールド試験を新たに開始した。

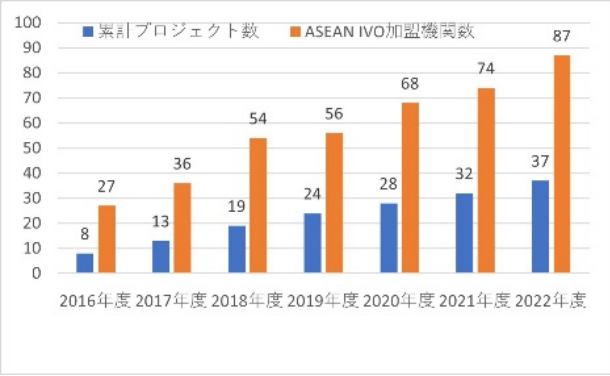


図4　ASEAN IVO の実施プロジェクト数と加盟機関数（累計、横軸は年度）

図5　ASEAN IVOプロジェクト（Visual IoT Network for Environment Protection and Disaster Prevention）の実地調査（左：タイにおける森林火災監視、中：フィリピンにおける火山監視、ラオスにおける河川管理）

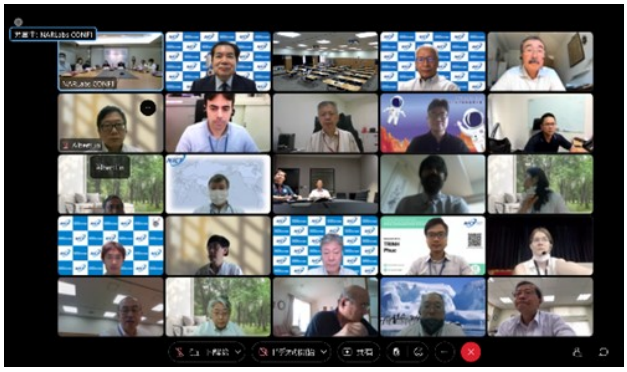


図6　NICT-NARLabs共同ワークショップ（令和4年7月、NICT本部）

*1 https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2022/09/01-1.html
*2 https://www.nict.go.jp/press/2022/09/07-1.html
*3 https://www.nict.go.jp/press/2018/07/02-1.html
*4 https://www.nict.go.jp/en/asean_ivo/
*5 https://www.nict.go.jp/en/asean_ivo/members.html
*6 https://www.nict.go.jp/en/asean_ivo/Project_List_of_ASEAN_IVO.html
*7 https://naivo.org/

3.12 デプロイメント推進部門

部門長　東川　玲

■概要

社会生活、経済活動の基盤となる情報通信技術の活用により、産業の活性化や、誰もが安全・安心で豊かな生活を送ることが可能なインクルーシブな社会の実現、情報通信サービスの国民生活への浸透を支援する観点から、地域発ICTスタートアップの創出等の情報通信ベンチャー等の事業化支援、情報通信インフラストラクチャーの充実・高度化、情報バリアフリー環境の推進、民間における基盤技術研究の促進、研究開発における国際交流の支援等を実施している。

■主な記事

1．情報通信ベンチャーの支援

情報通信分野における我が国の中長期的な産業競争力強化を図る政策的観点から、情報通信ベンチャーの起業努力・事業化を支援する。

(1) ICTスタートアップに対する情報及び交流機会の提供

リアルな対面の場だけでなくオンライン・メディアも活用しつつ、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流の機会を提供することにより、情報通信ベンチャーの有する有望かつ新規性・波及性のある技術やサービスの事業化を促進する。

(2) 情報通信ベンチャー等への出資

過去に旧通信・放送機構が直接出資した会社について管理を行う。

(3) 情報通信ベンチャー等に対する助成金の交付及び債務保証

新技術開発施設供用事業及び地域特定電気通信設備供用事業に対する助成金の交付及び債務保証を行う。なお、本支援は、令和3年度で終了した。

(4) 革新的ベンチャー等助成プログラム（SBIR）

Beyond 5G研究開発促進事業　研究開発方針（令和4年6月 総務省）に基づき、Beyond 5G研究開発促進事業のうち、革新的な技術シーズやアイディアを有しながら、困難な課題に意欲的に挑戦するベンチャー・スタートアップ等の中小企業を対象に助成金の交付に向けた公募を行う。

(5) NICT発ベンチャー支援

NICT発ベンチャーに対し、施設貸与、大規模展示会への出展などの支援を行う。

2．情報通信インフラ普及支援

・地域通信・放送開発事業の支援

大都市以外の地域において行われる電気通信の高度化に資する事業（CATVの高度化、地上デジタルテレビ放送の中継局整備等）に対して、銀行その他の金融機関が行う貸付けに対し、利子補給を行う。なお、本支援は令和3年9月に終了した。

3．情報バリアフリー環境の推進

誰もが等しく通信・放送サービスを利用できる情報バリアフリー環境の実現を目指し、我が国における情報化の均衡ある発展に寄与する。

(1) 字幕・手話・解説番組制作の促進

視聴覚障害者のテレビジョン放送の視聴を補助する字幕番組、解説番組及び手話番組の制作、放送番組に合成表示する手話翻訳映像の制作、生放送番組に字幕を付与する設備の整備に係る経費の一部を助成する。

(2) 身体障害者向け通信・放送役務提供及び開発の促進

身体障害者が円滑に通信・放送サービスを利用できるようにするための役務の提供・開発を行う事業に対して必要な資金の一部を助成する。

(3) 情報バリアフリー関係情報の提供

ウェブサイト「情報バリアフリーのための情報提供サイト」＜https://barrierfree.nict.go.jp/＞及びデータベース「情報アクセシビリティ支援ナビ（https://www.actnavi.jp/）」を運用し、身体障害者や高齢者等に役立つ情報を提供する。

4．民間における通信・放送基盤技術に関する研究の促進

・基盤技術研究の民間への委託業務

過去に行われた情報通信分野の基盤技術研究の民間委託に関して、研究成果の事業化を促すとともに、契約に基づき、関連する売上収入の一部を納付してもらうなど管理を行う。

5．海外研究者招へい・国際研究集会開催支援

国際交流プログラム海外招へい、国際研究協力ジャパントラスト事業により、海外研究者を国内の大学等の研究機関に受け入れるほか、国際交流プログラムの国際研究集会支援として、国内で開催される国際研究集会の開

催を支援する。

■主な記事

各取組の令和4年度の成果については、各室の報告を参照いただきたい。

3.12.1 研究成果事業化支援室

室長　　田中 健二　ほか2名

産業界・大学等の研究開発の支援、NICTの研究成果の社会還元

■概要

研究成果事業化支援室は、産業界・大学等における国際共同研究や国際的な人材交流等への支援を通じて、我が国の情報通信技術の高度化、研究開発の推進に貢献している。具体的な取組としては、NICTが渡航費、滞在費等を負担し、海外の優れた研究者を国内の研究機関に招へいしたり、国内において世界的な研究集会の開催を支援することにより、海外の研究機関との人材交流を行っている。

また、NICT発ベンチャーの設立や事業展開への支援、地域の自治体やベンチャーコミュニティとの交流を通じてNICTの研究成果の社会還元に寄与している。

■令和４年度の成果

1．海外研究者の招へい・国際研究集会開催支援

(1) 支援の実績

NICTでは、NICT独自の事業である国際交流プログラムと民間篤志家からの寄付による国際研究協力ジャパントラスト事業（注）において、海外研究者をNICT以外の研究機関へ招へいする事業を実施するとともに、国際交流プログラムにて国際研究集会開催支援を実施している（図1）。

海外研究者の招へいについては、国際交流プログラムとして大学9件、民間企業の3件について招へいを行った（6.1.3（1）参照）。コロナ禍によりここ数年招へい実績数が減少していたが、我が国の水際対策の緩和によりコロナ前の水準にようやく戻ることができている。

国際研究集会については、令和3年度に引き続きオンライン開催への変更などに柔軟に対応し、「第17回ＡＣＭ計算機と通信のセキュリティに関するアジア地区国際会議」等の11件の国際研究集会に対して支援を行った（6.1.3（2）参照）。

(2) 公募の実績

令和4年度については、8月から10月の間で公募を行い、優れた提案を競争的に採択するため、NICT内の研究所や大学等の産学連携窓口、総務省総合通信局、学会やフォーラム等の各種団体へ周知依頼を行うとともに過去の応募者へも直接周知をするなど、積極的な周知活動を行った。

海外研究者の招へいの令和5年度の公募については、16件（大学16件、民間企業0件）の応募があり、審査委員会での審査結果を踏まえ、国際交流プログラムとしては九州大学、千葉大学等の9件を採択した（表2）。

また、国際研究集会開催支援の令和5・6年度の公募に

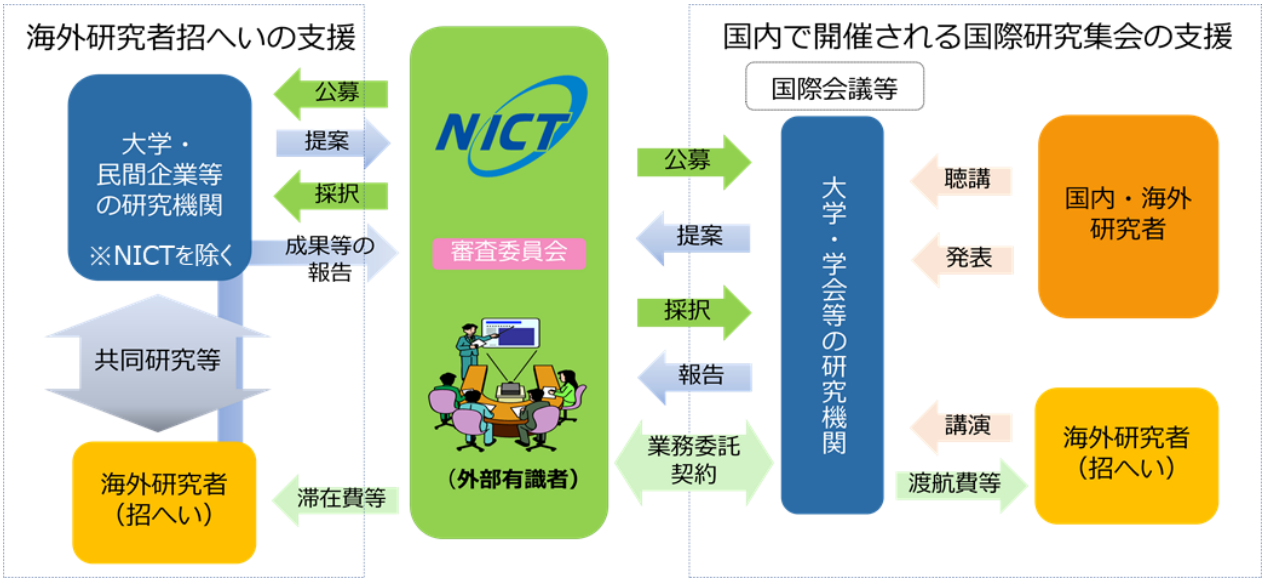


図1　支援の概念図

ついては、15件（令和5年度分14件、令和6年度分1件）の応募があり、審査委員会での審査結果を踏まえ、13件（令和5年度分12件、令和6年度分1件）を採択した（表3）。

2．NICT発ベンチャー支援業務

令和4年度は、CEATEC 2022（10月18～21日開催）における2社（(株）パリティ・イノベーションズ、ゴレタネットワークス（株））の出展支援など、NICT発ベンチャーへの事業支援を行った。

表1　海外研究者の招へい・国際研究集会開催支援の実績（単位：件）（前年度からの継続を除く）

区　分	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度
国際交流プログラム（招へい）（ジャパントラストを含む）	12	7	2	2	12
国際交流プログラム（集会）	10	10	10	8	11

（注）国際研究協力ジャパントラスト事業については、NICTと国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が共同で事業を実施しており、NICTは通信・放送基盤技術分野の研究者、NEDOは鉱工業基盤技術分野の研究者の招へいを行っている。

表2　海外研究者の招へいの公募の実績（単位：件）

区　分	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度
応　募	13	16	11	17	16
採　択	7（2）	12	9（1）	12（3）	9（0）

（注）採択数は総数（カッコ内がジャパントラスト）

表3　国際研究集会開催支援の公募の実績（単位：件）

区　分	令和元・2年度	令和2・3年度	令和3・4年度	令和4・5年度	令和5・6年度
応　募	17	24	13	16	15
採　択	8	17	12	10	13

3.12.2 アントレプレナー支援室

室長　　猪飼 智晴　ほか3名

地域発ICTスタートアップを支援し、事業化を促進します

■概要

ICT分野における国際競争力向上及び地域発ICTスタートアップ創出による地域活性化を図るため、ICTスタートアップに対して、事業化に役立つ情報及び交流の機会を提供し、有望かつ新規性・波及性のある技術やサービスの事業化を支援する。

1．イベント等の開催

将来のICTスタートアップの担い手となる高専生、大学生等の若手人材の発掘・育成を目的とする「起業家甲子園」[*1]、ICTスタートアップが、工夫を凝らした新規事業を発表しビジネスマッチングにチャレンジする「起業家万博」[*2]を、毎年3月に開催している。

また、ICTスタートアップに対する国内外の展示会への出展機会の提供や地域の「起業家応援団」[*3]と連携したイベント等の開催により、地域のICTスタートアップの事業化促進、発掘・育成を支援している。

2．インターネット上での情報提供

「ICTスタートアップ支援センター」＜https://www.nict.go.jp/venture/index.html＞において、ICTスタートアップに係るNICTの支援施策の紹介など、ICTスタートアップに対して有益でタイムリーな情報を収集・提供している。

■令和４年度の成果

1．イベント等の開催

(1) 起業家甲子園・起業家万博

起業家甲子園を令和5年3月7日に、起業家万博を8日に、丸ビルホール＆コンファレンススクエア（東京都千代田区）において開催した。

これまで新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、当該会場への入場は審査委員、ICTメンターその他関係者のみに限定し、発表者はオンラインを利用するハイブリッドで実施していたが、4年ぶりにリアルでの開催となった。

当該審査の結果、起業家甲子園は、出場全9チームの中から、「医療診断装置への応用を目指したTlBr放射線センサー」を発表したHuman Site／北海道大学大学院（代表　山石 直也 氏）が総務大臣賞を、「ワンクリックでアバターを自動生成するプラットフォームの提供事業」を発表したAvatar Video Studio／神戸大学（代表 加藤 真規 氏）が審査委員特別賞を受賞した（図1、2）。

起業家万博は、出場全8企業の中から、「寝具のお引き取りと再生素材化により、焼却処分場を再生工場に、日本を廃棄大国から資源大国へ変える。」を発表した株式会社yuni（代表取締役社長　内橋 堅志 氏）が総務大臣賞を、「建設業界の人材不足を解消するweb3時代の職人キャリアアップシステム「oyakata」」を発表したアイティップス株式会社（代表取締役　クマール ラトネッシュ 氏）が審査委員特別賞を受賞した（図3、4）。

(2) 展示会への出展等

「CEATEC 2022（令和4年10月）」への出展を希望した起業家万博出場者及びNICTベンチャー（計11社）に対し、出展の機会を提供するとともに、NICTとして1小間出展し、「起業家甲子園・起業家万博とNICT発ベンチャーの紹介動画」、「令和3年度 起業家甲子園・起業家万博ダイジェスト動画」等を公開することでNICTの取組を周知し、ブランディングの向上に努めた。

また、「ILS（イノベーション・リーダーズ・サミット）（令和4年11月）」に対し、同イベントへの出展を希望した起業家万博出場者（2社）を推薦した。

さらには、一般社団法人電子情報技術産業協会（JEITA）主催の「第8回JEITAベンチャー賞」において、NICTが推薦した株式会社アルム（令和3年度 起業家万博出場。代表取締役　平山 京幸 氏）が「JEITAベンチャー賞」を、株式会社Acompany（令和2年度 起業家万博出場。代表取締役CEO　高橋 亮祐 氏）が「Early edge賞（特別賞）」をそれぞれ受賞した。

(3) ICTスタートアップの発掘・育成

地域の有望なICTスタートアップや起業家の卵を発掘・育成するため、各地域の起業家応援団と連携し、ICTメンターによるブラッシュアップセミナーを実施することで連携大会の充実を図った。

2．インターネット上での情報提供

前年度に引き続き、インターネット上の「ICTスタートアップ支援センター」においては、ICTスタートアップに有益な情報を提供するため、各地域で開催した連携大会の状況、起業家甲子園・起業家万博のビデオライブラリ等を公開し、内容の一層の充実を図った。また、Facebookを活用したタイムリーな情報発信も行った。

3．アンケート調査及び意見の反映等

各イベントの発表者へのアンケート調査では、回答者から約97％の肯定的な回答を得た。アンケートから得られた意見・要望については、各地域の起業家応援団からの要望とともに、令和5年度における起業家甲子園・起業家万博等の施策検討に活用することとしている。

*1 「起業家甲子園」は、情報通信研究機構の登録商標
*2 「起業家万博」は、情報通信研究機構の登録商標
*3 各地域で連携大会を企画・運営するほか、地域のスタートアップコミュニティの核として同地域におけるベンチャー・エコシステム作りに向けた諸取組を実施している個人、団体等

図1　起業家甲子園総務大臣賞を受賞したHuman Site／北海道大学大学院

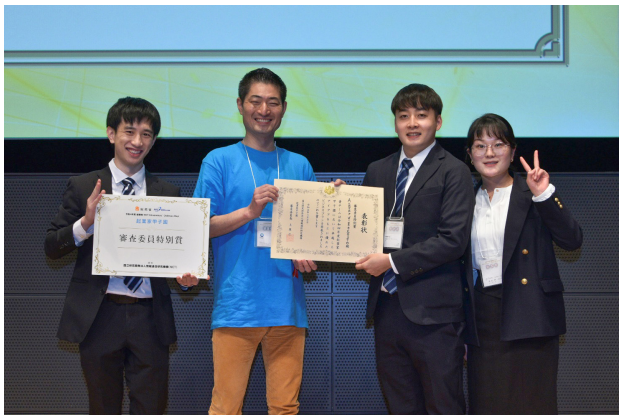


図2　起業家甲子園審査委員特別賞を受賞したAvatar Video Studio／神戸大学

図3　起業家万博総務大臣賞を受賞した株式会社yuni

図4　起業家万博審査委員特別賞を受賞したアイティップス株式会社

3.12.3 事業・技術研究振興室

室長　　新蔵 健一郎　ほか3名

情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援及び民間基盤技術研究促進業務

■概要

1．情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援

(1) 債務保証等による支援

①地域通信・放送開発事業に対する支援

通信・放送新規事業に対する債務保証業務及び地域通信・放送開発事業に対する利子補給業務については、令和3年度で終了した。

②IoTテストベッド事業及び地域データセンター事業への助成業務

新技術開発施設供用事業及び地域特定電気通信設備供用事業に対する債務保証業務及び助成金交付業務については、令和3年度で終了した。

(2) 出資業務

出資業務については、引き続き業務経費の低減化に努めること、毎年度の決算、中間決算の報告等を通じて、各出資先法人の経営内容・状況の把握に努め、経営状況に応じて、必要があれば事業運営の改善を求めることにより、出資金の最大限の回収に努める。加えて、配当金の着実な受取に努める等、繰越欠損金の着実な縮減に努めている。

2．民間基盤技術研究促進業務

既往の委託研究締結案件に関して、研究開発成果の事業化や売上等の状況把握を行い、収益納付・売上納付の回収を引き続き進めること、業務経費の低減化を進めることにより、繰越欠損金の着実な縮減に努めている。

■令和４年度の成果

1．情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援

(1) 債務保証等による支援

信用基金の清算について、関係省庁との協議を踏まえ、出資金の払戻しに係る催告を行うための認可を主務官庁から受けるとともに、出資者に対し出資額の払戻しの請求ができる旨の催告書を発送した。

(2) 出資業務（図1）

旧通信・放送機構が直接出資しNICTが承継した法人のうち、株式保有中の2社については、年度決算や中間決算の報告等を通じて事業運営の改善を求めることによって、今期においても1社は黒字を計上した。他の1社については、新型コロナウイルス感染症の影響もあり赤字となったが、資金は十分に保有されているため問題はない。また、出資により取得した株式がその取得価格以上の適正な価格で処分し得ると見込まれる企業に対して

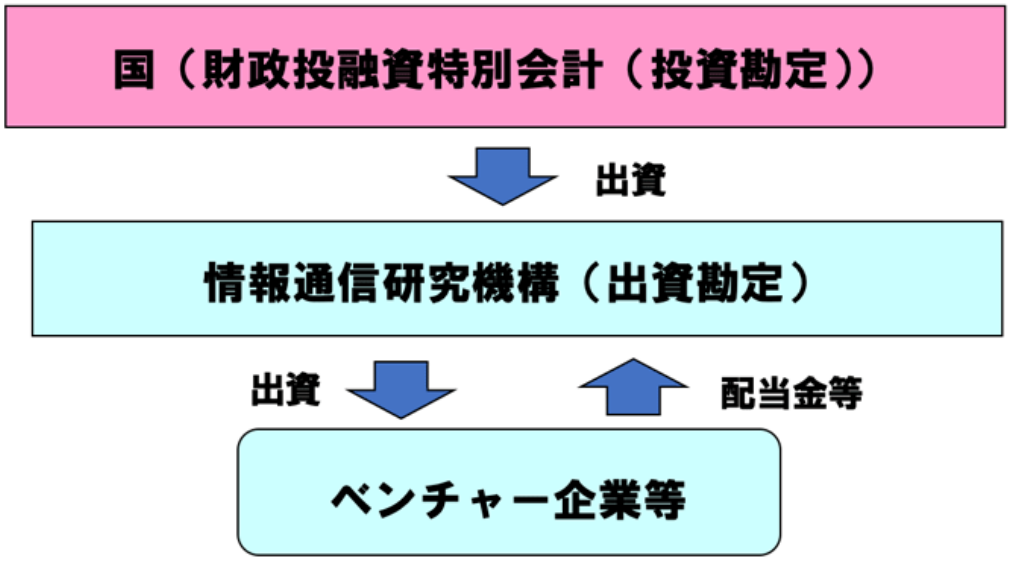


図1　出資業務の概要

は、株式処分に関する協議を進めたが、処分には至らなかった。

2．民間基盤技術研究促進業務（図2）

既往の委託研究締結案件に関して、研究成果の事業化や売上等の状況把握を行うため、年度当初に策定した実施方針に基づき、書面調査やヒアリングを実施し収益納付・売上納付の回収を進めたこと及び業務経費の低減により繰越欠損金を着実に縮減した。

図2　民間基盤技術研究促進業務の概要

3.12.4 情報バリアフリー推進室

室長　　丸山 誠二　ほか2名

誰もが情報通信サービスを利用できる情報バリアフリー環境の推進

■概要

誰もが等しく通信・放送サービスを利用できる情報バリアフリー環境の実現を目指し、視聴覚障害者のテレビジョン放送の視聴を補助する字幕番組、解説番組及び手話番組の制作等に対する助成、身体障害者が円滑に通信・放送サービスを利用できるようにするための役務の提供・開発を行う事業に対する助成及び情報バリアフリー関係情報の提供等を行っている。

1．字幕・手話・解説番組制作の促進

(1) テレビジョン放送における聴覚障害者向け字幕番組や手話番組及び視覚障害者向け解説番組の制作に係る経費の一部を助成する。

(2) 聴覚障害者用情報受信装置（情報・意思疎通支援用具※）を介して放送番組に合成表示する手話翻訳映像の制作に係る経費の一部を助成する。

※障害者の日常生活及び社会生活を総合的に支援するための法律第七十七条第一項第六号の規定に基づき厚生労働大臣が定める日常生活上の便宜を図るための用具（厚生労働省告示第529号、平成18年9月29日）

(3) 生放送番組に字幕を付与する設備の整備に係る経費の一部を助成する。

2．身体障害者向け通信・放送役務の提供及び開発の促進

身体障害者の利便増進に資する波及性・有益性のある通信・放送役務の提供・開発事業に対して経費の一部を助成する。

3．情報バリアフリー関係の情報提供

身体障害者や高齢者に直接役立つ情報や情報バリアフリー関連の取組状況等のトピック記事を毎月掲載するなど、情報バリアフリーに関わる幅広い情報を提供する。

■令和４年度の成果

1．字幕・手話・解説番組制作の促進（図1、2）

令和4年度は、次の助成金を交付した。

(1) 字幕番組・解説番組及び手話番組制作促進助成金

全国127の放送事業者等に対して助成を行い、字幕、解説及び手話を付与した番組（計54,088本）の放送に貢献した。なお、字幕番組に比べて放送数の少ない解説番組や手話番組を重点的に、ローカル局を優先的に予算配分した。

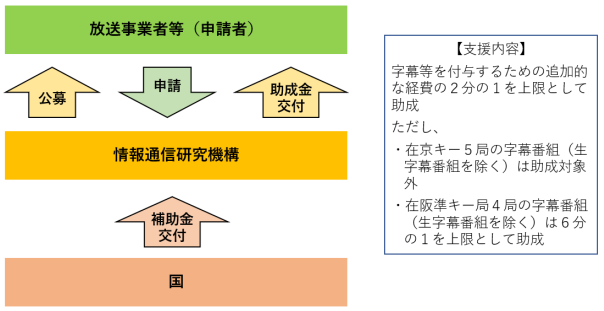


図1　字幕番組、解説番組及び手話番組制作促進助成金　スキーム図

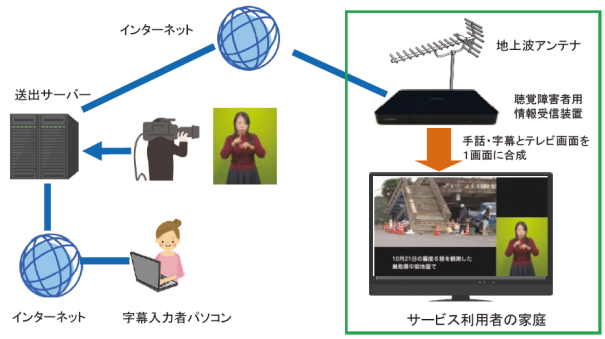


図2　手話翻訳映像提供のイメージ図

(2) 手話翻訳映像提供促進助成金

1事業者に対して助成を行い、放送番組に手話翻訳映像を合成表示した放送番組116本の制作を支援し、聴覚障害者が放送から情報を入手できる機会の提供に貢献した。

(3) 生放送字幕番組普及促進助成金

放送事業者2者に対して助成を行い、生放送字幕番組の普及に資する設備の整備促進を図った。

2．身体障害者向け通信・放送役務の提供及び開発の促進（図3、表）

情報バリアフリー通信・放送役務提供・開発推進助成金を交付し、令和4年度は3件の事業を助成し、身体障害

者の利便向上に資する通信・放送役務の提供に貢献した。

なお、公募の際、報道発表や関連サイト掲載、メール配信による周知等を行い、身体障害者利用円滑化事業評価委員会による採択評価を基に交付決定した。

3．情報バリアフリー関係情報の提供等

(1) NICT Webサイトに掲載している「情報バリアフリーのための情報提供サイト」（図4）を通じて、身体障害者や高齢者、関連事業者等に役立つ情報やNICTが行う情報バリアフリー事業（助成金制度）の概要や成果等の情報を提供した。また、総務省が構築したデータベース「情報アクセシビリティ支援ナビ」を運用し、障害者の情報通信利用に係るニーズ情報、シーズ情報及び専門家情報等を提供した。

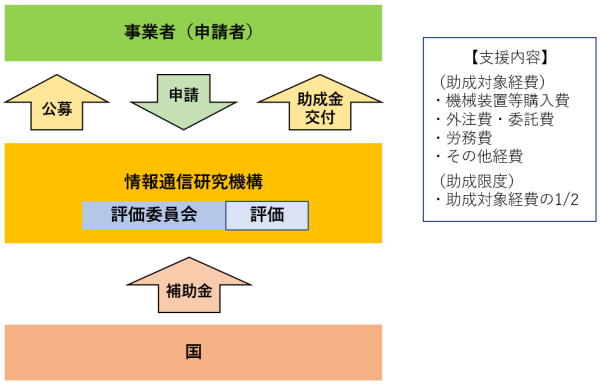


図3　情報バリアフリー通信・放送役務提供・開発推進助成金　スキーム図

(2) 第49回国際福祉機器展（令和4年10月5～7日、東京ビッグサイト）に出展し、令和3年度助成事業の成果発表やNICTの研究成果を技術移転した「こえとら」などを紹介したほか、情報バリアフリーに関するNICTの取組について情報発信した。NICTブース来場者は約9百人であった。

図4　情報バリアフリーのための情報提供サイト

表　令和4年度情報バリアフリー通信・放送役務提供・開発推進助成事業

事業の名称	事業者
ローカルTV局向けライブ字幕サービス	株式会社アイセック・ジャパン
視覚障がい者向け歩行支援サービスの開発	株式会社コンピュータサイエンス研究所
映画・映像・舞台芸術等に対応したクラウド型情報保障サービスの提供	特定非営利活動法人メディア・アクセス・サポートセンター

業務企画部／イノベーションデザインイニシアティブ／NICT ナレッジハブ

3.13 業務企画部

3.13.1 DX 企画推進室

3.13.1.1 情報システムグループ

3.13.2 電波利用管理・ものづくり室

3.14 イノベーションデザインイニシアティブ

3.15 NICT ナレッジハブ

3.13 3.13.1 業務企画部 DX企画推進室

室長　　寺田 健次郎　ほか25名

NICTのデジタルトランスフォーメーションを企画・推進

■概要

DX企画推進室は、第5期中長期計画より新設された部署で、ウィズコロナ、ポストコロナ時代においても業務の継続を可能とするリモートワークツールの整備としてテレワーク環境を整備し、リモートでのコミュニケーション確保のためチャットツール及びウェブ会議システム等の活用をすすめ、コミュニケーションの活性化をはかる等NICTにおけるデジタルトランスフォーメーションの推進をミッションとしている。働き方改革に資するより多様で柔軟な仕事環境を実現するための環境整備を進めるとともに、業務の電子化を促進し事務手続きの簡素化を図り研究開発業務の円滑な推進に貢献する。

また、「情報システムの整備及び管理の基本的な方針」（令和3年12月24日デジタル大臣決定）を踏まえ、PMO（Portfolio Management Office）の設置等の体制整備を行うとともに、情報システムの適切な整備及び管理を行う。

■令和４年度の成果

令和4年度は、業務基盤企画推進室と連携し、NICTのDX戦略（業務及び組織に関するDX、研究開発に関するDX）を策定するとともに、それに基づくNICTの基幹業務システムの刷新、最適化・効率化による業務改善、コスト　削減、生産性向上、研究成果の価値最大化等を目指し、以下の業務に取り組んだ。

１．DX推進員会の開催、事務局運営、各プロジェクトの推進

委員会内にはDX検討チーム、DX企画推進WG、外部Web改善WG、内部Web改善WGを設置。なお、DX企画推進WGは、6つのプロジェクト（業務DXプロジェクト、経営DXプロジェクト、研究開発プロジェクト、カーボンニュートラルプロジェクト、共通プラットフォームプロジェクト、DXセキュリティプロジェクト）に分割されており、各プロジェクトを中心に短期・中長期課題の抽出とマイルストーンを定め、DX推進に取り組んだ。

DX推進委員会は2年目となり、令和4年度には3回開催し、アジャイル型システム内製化、NICT内コミュニケーションの今後の在り方、アジャイルマイスター制度、経営管理システム今後の方針等、NICT内コミュニケーションツールの整理と運用方針、NICTのPMOの体制と役割について審議を行った。そのほか各WGの取組状況及び今後の予定を確認するとともに、検討すべき議題を整理し、活動の方向性を定めた。（図1）。

２．チャットツール導入

コミュニケーションツールとして、R4年度にMicrosoft Teamsのライセンスを一括調達し、職員への本格導入を行った。問い合わせ窓口を設置し、Teams活用のため職員向けのマニュアル・コミュニティ・ポータルサイトを作成し、ハンズオン等トレーニングを行った。

３．NICT内部Webページの更改

内部Web改善WGについては新トップページの本格運用開始後、トップページ及びセカンドページの更改に取り組み、NICT内の業務に関する情報について、アクセシビリティ、一覧性・網羅性、横断的サービスのワンストップ化を基本方針として、さらに内部Webの改善を進めた。具体的には、トップページ・セカンドページの更改（組織別・目的別の修正）及び所内アンケート等を実施した。あわせて、「新任者向け情報」の掲載等のトピック改善やNICT内アナウンス投稿ページの改善を行った。更に、NICT内ポータルの在り方を検討し、現行の内部Web（オンプレミス）からSharePoint（クラウドサービス）へ段階的移行に向けてタスクフォースを設置した。

４．各種業務システムの共通プラットフォーム整備

各種業務システムで統一されていなかった基本共通コード（組織コード、プロジェクトコード）を標準化し、データ活用の基礎整備を実施した。NICT経営の見える化実現の観点から新経営管理システムの企画・構築を推進し、POCとして予算要求、評価・査定業務をシス

テム化した。全員参加型のDX改革を実現すべくDXマイスター制度を企画・検討し、令和5年度試行開始に向けて新制度設計の方向性を定めた。職員の職制変更に伴うNICT-IDの振り直しによる業務データ途絶問題を短期的にはシステム調整・データ移行対応を実施、中長期的にはID体系見直しによる根本問題の解決に向けた計画を立て承認を得た。また、各システム更改に向けクラウド化、データ連携、認証等の観点で横串的な助言、調整を行った。

5．DXセキュリティの推進

セキュリティ対策とコンプライアンスの強化を目的にハードウェアやソフトウェアなどのIT資産を管理するツールとして、IT資産管理ツールのPOCを実施した。端末／機器の情報、ソフトウェア情報の自動収集、脆弱性診断とアプリケーション更新を遠隔で実施する機能や運用の有効性が確認できたため、ツールの調達を行った。展開方法や運用方法について確認し、各部門への展開を進めていく予定である。

政府統一基準に記載されているアクセス制御機能に関するゼロトラストセキュリティ対応については、EDR（Endpoint Detection and Response）の導入を検討した。

また、国研協情報セキュリティタスクフォース事務局として、企画戦略室と連携し、各研究開発法人（計27法人）のDX推進の取組状況、統一基準改定、ISMAP制度対応の状況及びゼロトラストセキュリティ対応状況等に関するアンケートを実施し、共通課題やベストプラクティスに関する情報共有を図った。

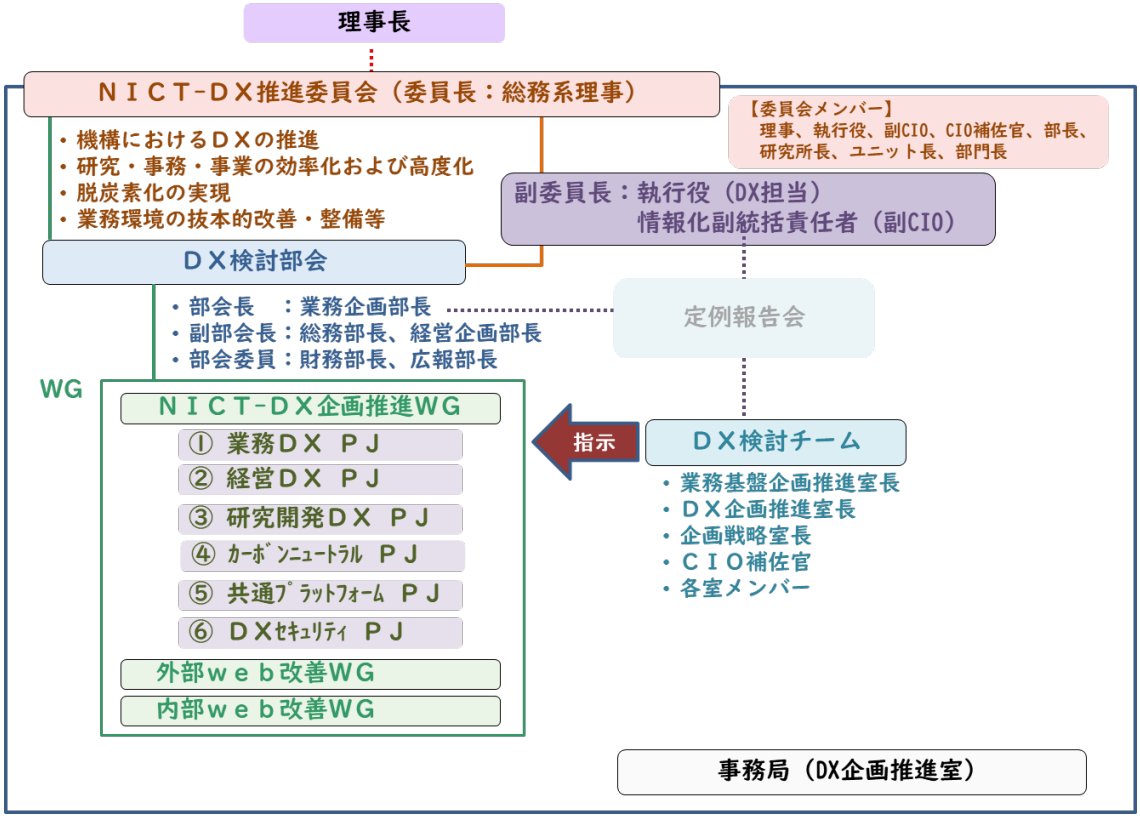


図1　NICT DX推進委員会

3.13.1.1 情報システムグループ

グループリーダー　　高橋 留美　ほか15名

情報システム、研究活動をサポート

■概要

情報システムグループでは、NICTの基幹情報システム及びネットワークの構築・維持・運用を通じ、幅広いアクティビティでNICTの先端的な研究活動をサポートしている。特に、NICT内の情報通信インフラである共用ネットワーク、共用サーバ、外部接続ネットワーク、事務用共通パソコン、テレビ会議システム、構内電話システム等の整備・運用及び情報セキュリティの維持・監視を行い、高度な研究活動やその他支援業務を支えている

■令和４年度の成果

１．情報通信インフラの整備・運用

基幹インフラの整備として、量子・セキュリティ協創棟、イノベーションセンターの基幹ネットワークの構築、老朽化していた2号館の基幹ネットワーク機器の更新を行い、ネットワークの安定運用に寄与した。また、NICT内部Webサイトのサーバマイグレーション、仮想サーバやファイアウォールを集約し、基幹サービスの運用効率化・高信頼化を行った。

令和3年度から運用している内線用スマートフォンについて、レピータ・ブースタ・Wi-Fi等の活用で通話品質の向上を実施、運用拠点に北陸拠点を追加、Microsoft TeamsやSharePointモバイルアプリを配信・利用可能とし、テレワークが常態化する中で職員の更なるコミュニケーションの支援に貢献した。また、量子・セキュリティ協創棟での研究サロンや交流会のハイブリッド開催にあたりTV会議システムやWeb会議システムを含めたAV設備の整備を行った。NICT内外の重要イベントに関するTV会議、ネットワーク関連の支援（NICTオープンハウス、VIP視察、国際会議、部内表彰、研究会等多数）を行った。

２．情報セキュリティ対策の推進

昨年度に引き続きNICTのセキュリティ研究開発の成果を活用したSOC（Security Operation Center）を運用し、従来から実施・運用している脆弱性診断、侵入検知装置、ファイアウォール、アクセスログ等の情報を分析し、24時間365日 の監視体制の下、情報システムや研究成果のセキュリティ確保に努めた。

令和3年度末に改正された情報セキュリティポリシーに基づき、クラウドサービス利用申請制度を外部サービス利用申請として運用を行った。

情報セキュリティに関する役職員の意識向上のために、情報セキュリティセミナー、eラーニングを用いた研修、標的型攻撃メール訓練及び自己点検を実施した。また、情報システム台帳等の整備・更新及び情報収集自動化へむけIT資産管理ツールのPOCを実施した。なお、令和4年度は、サイバーセキュリティ基本法に基づき、内閣サイバーセキュリティセンター（NISC）によるサイバーセキュリティ監査が実施された。

３．研究開発のサポート

研究開発で利用する個別システムのインフラの運用、ネットワークインフラの構築に関する技術的な相談対応や周辺サービスの支援、設定変更、周辺設備の提供を実施した。具体的には、①研究設備に関する支援（神戸–小金井デバイスラボ8K伝送基盤構築、量子ICT協創センターのネットワーク利用支援、宇宙通信システム研究室のネットワーク構築）、②研究施設や事務所の移転対応（量子・セキュリティ協創棟への研究室移転、イノベーションセンターへの移転）、③研究公開（Web）関係の業務支援（宇宙環境研究室のWebサイト移転、電磁環境研究室レンタルサーバ利用等）等に取り組み、研究活動のサポートを行った。

４．業務システムの強化・更新及び業務効率化の取組

各担当部署と連携し、新財務会計システムの構築、成果管理システムの構築、電子決裁システムの更改が完了した。

申請書等の紙様式・押印のワークフロー化を実施したノウハウを生かし、NICT内申請の電子化に向け、仕様書策定やフォーム作成などの支援を行った。

Microsoft Teamsの導入により、ファイルの同時編集によるドキュメント作成速度の向上や、テレワークにおけるコミュニケーションの強化を行った。

リスクマップの見える化を支援し、SharePointを用いて所管部署にて維持管理可能な形で情報共有できる仕組みを構築した。

3.13.2 電波利用管理・ものづくり室

室長　　滝澤　修　ほか7名

高度な専門性を要する2つの技術支援業務を推進

■概要

電波利用管理・ものづくり室は、NICTにおける研究開発を技術面からサポートするため、高度な専門性を要する2つの技術支援業務に取り組んでいる。

1．電波利用管理グループでは、研究開発等のために研究所等が設置する無線局及び高周波利用設備が、電波法にのっとり適正に設置・運用されるために、総合通信局に対する申請・届出事務と、装置の運用実態の把握と指導を、一元的に実施している。装置を保有する研究室等の管理負担の軽減と、コンプライアンスの遵守とを両立させることで、研究開発の促進に貢献している。

2．ものづくりグループでは、多数の工作機械を保有・維持し、専門の技術者を配置することで、最先端ICT研究に必要な高品質・高精度な治具等の内製を可能にし、研究成果の創出と研究開発の加速化に貢献している。金属切削加工や3Dプリンタによる樹脂造形のほか、回路基板加工等も行っている。

■令和４年度の成果

1．電波利用管理グループ

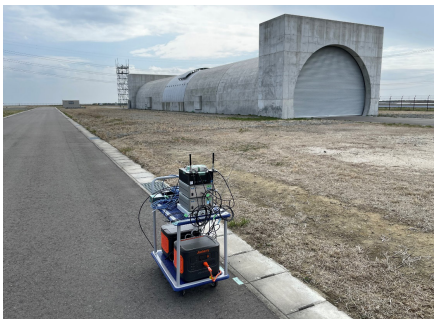
（グループリーダー事務取扱　滝澤　修　ほか3名）

（1）無線局の申請・管理

実験試験用無線局等の各種申請・届出（開設、再免許、変更等）のほか、運用管理及び無線局を開設・変更する際の相談対応など、幅広い支援を行った。令和4年度に申請・届出を行った件数を、4.2研究支援に示す。令和4年度に新たに無線局免許を取得した実験試験局の例を図1に示す。技適未取得機器を用いた実験等の特例制度（電波法第四条の二の2）を適用した無線局について、令和3年度に開設した1局を令和4年9月8日に廃止し、新たに令和4年9月30日に1局の開設届出を行った。同局は令和5年3月23日に廃止した。

無線局制度に対する職員の理解を深めるため、すべての職員を対象とするeラーニング研修、及び無線局の設置・運用に関わる職員を対象とするオンライン説明会を開催した。eラーニング研修は、すべての職員に関係する、Wi-FiやBluetoothなど免許の要らない無線局に関する制度を中心とした解説と修了テストを実施し、受講対象者である1,338人の全員が年度内に受講を修了した。オンライン説明会は、令和4年10月27日と11月15日の2回、同一内容で開催し、当日視聴参加者数は144名であった（後日のオンデマンドによる再視聴者数は含まず）。

無線局を保有する部署に対する自己点検を年度初めに実施し、電波法にのっとった適切な管理運営がなされていることを確認した。また新型コロナウィルス蔓延により実施を見合わせていた開設無線局の現地確認を2年ぶ



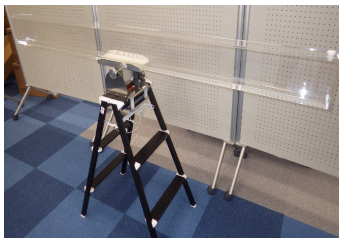
（a）被災時復旧を想定した遮蔽環境下における通信性能試験（情通研仙台レジリエント実験）
（ネットワーク研究所 レジリエントICT研究センター サステナブルICTシステム研究室）

（b）YRP域内に広域展開された基地局の一例（NICTよこすか L5Gこういきじっけん SUB6きちN）

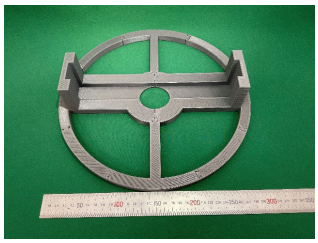
（c）特殊なアンテナ（漏洩同軸など）を使った伝搬評価
（NICTよこすかSUB6おくないじっけん）

（ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室）

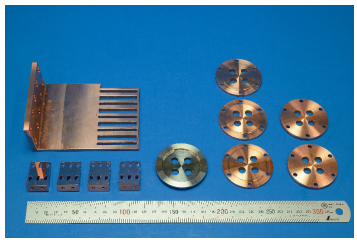
図1　令和4年度に無線局免許を取得した実験試験局の例



（a）ケルビン・ヘルムホルツ
不安定性流体実験機架台
（電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター　リモートセンシング研究室）



（b）電波暗室測定用の位相低減アンテナ用固定治具の設計、試作
（電磁波研究所研究所 電磁波標準研究センター 時空標準研究室）



（c）マイクロ波配線（LD）用治具の試作
（未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター　量子ICT研究室）

図2　令和4年度の製作物の例

りに再開し、本部は7月中に、横須賀は11月29日に実施した。

NICTは、実験試験局を対象とする登録検査等事業者になっており、登録点検を行う部署に対して、測定機器の較正期限の管理等を行うとともに、測定機器・点検員・研究室の追加・削除等に伴う登録検査等事業者業務実施方法書の更新を随時行った。

（2）高周波利用設備の申請・管理

NICTの研究に必要な高周波利用設備の各種申請・届出及び運用管理を行うことで、研究開発支援を行った。令和4年度に変更許可申請・届出を行った件数を、4.2研究支援に示す。高周波利用設備に対する職員の理解を深めるため、すべての職員を対象とするeラーニング研修及び高周波利用設備の業務に携わる職員を対象とするオンライン説明会を開催した。eラーニング研修は、受講対象者である1,338人の全員が年度内に受講を修了した。オンライン説明会は、令和4年10月27日と11月15日の2回、同一内容で開催し、当日視聴参加者数は181名であった（後日のオンデマンドによる再視聴者数は含まず）。さらに、高周波利用設備を保有する部署に対する自己点検を実施し、電波法にのっとった適切な管理運営がなされていることを確認した。

2．ものづくりグループ

（グループリーダー　中村 賢司　ほか3名）

（1）試作開発業務

高度な工作技術を要する治具等の製作を行い、NICTの研究活動推進に貢献した。令和4年度の製作件数等の実績を、4.2研究支援に示す。令和4年度の製作物の例を図2に示す。また、研究者等自身による材料加工・工作機器の利用に際して、工作機械操作支援、工作設計の助言、安全対策（安全指導）を行うとともに、材料・部品等の在庫管理を行い、利用者の利便を図った。

機械工作講習会は、令和4年度もeラーニングと少人数による実習のハイブリッド方式により実施した。令和4年5月16日から年度末までeラーニングを実施した上で、eラーニング修了者を対象に希望者に対して、少人数（4名以下）の対面による実習を、令和4年7・8月に日程を分散して実施した（図3）。eラーニングと実習のそれぞれの受講者数を、4.2研究支援に示す。

図3　令和4年度機械工作講習会（実習）

（2）外部連携

ものづくりグループが有する工作機械及び精密測定機器と、それを扱える技術者を活かして、NICT内の試作開発の需要に応えるとともに、外部連携によって社会に寄与し、かつ自らの工作技術向上に資する取組を継続した。令和4年度は、国立大学法人東京学芸大学 美術分野金属工芸研究室との間で共同研究契約を締結し、美術工芸の授業で使用する手道具に対する補助器具の共同開発を実施した。

（3）DX推進

アンケートによる希望が多かった、3次元CADライセンス貸出サービスの試行を開始し、貸出申請の処理にRPA（Robotics Process Automation）を導入して省力化を図った。またカーボンニュートラルへの対応として、工作機械等の使用電力量を見える化する交流電流センサを開発し、試行測定を開始した。

3.14 イノベーションデザインイニシアティブ

イニシアティブ長（兼務）　加藤 義行　ほか4名

NICTの価値・成果の最大化に向けて

■概要

イノベーションデザインイニシアティブは、NICTにおける経営や研究開発方針の検討に資する国内外のICTに係る研究開発、政策及び産業の動向等に関する情報の収集及び分析、新たな業務開拓に係る試行的活動並びに理事長への報告・提言を行うシンクタンクである。具体的には、国内外のICT分野における研究開発・政策・産業のタイムリーな情報収集・分析・評価を行うとともに、中長期視点での戦略デザインや提言を行うことを任務としている。昨年度に引き続き、今年度も様々なトピックについてNICT内関係者がフラットに集い議論する場の提供を軸とした活動を行ってきた。また、新たな業務開拓に係る試行的活動の一環として、共創活動のデザインを行うプロジェクト（共創デザインプロジェクト）と、NICTのブランド力向上を目指すプロジェクト（ブランディングデザインプロジェクト）を推進した。

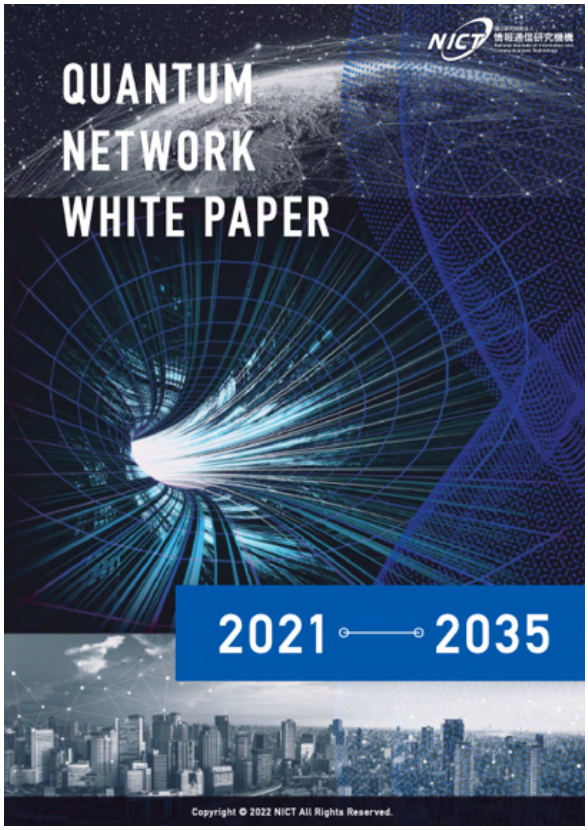


図1　量子ネットワークのホワイトペーパー（日本語版）

■令和４年度の成果

最新の技術動向、市場・ニーズ動向、標準化動向等を把握するために、国内及び海外の情報の調査分析及び議論を、定例会の開催を通じて実施した。海外動向に関してはNICTの北米・欧州・アジアの各拠点より最新のイベント・標準化・産業動向等に関する情報について定期的に議論した。具体的には、Beyond 5Gや量子技術等を含む最新のICT研究開発動向やITU及び3GPPといった標準化会議の動向、それらをとりまく支援政策・法規制の動向、さらにICT分野の産業動向やスタートアップ動向について、CESやMWCバルセロナといった国際的な展示会等のイベント報告も交えながら情報共有と議論を行った。これらの一部は量子ネットワークのホワイトペーパー（図1）作成にも寄与した。

また、産業界、学術界、公的機関等から国内外有識者による内部講演会を8回実施した。各講演者の方々からは、半導体・IoT・フォトニクス・衛星通信・AIといった最先端の研究開発動向及びイノベーションやインキュベーションといった技術の社会実装に関する国内外の動

図2　〝音声マルチスポット再生技術〟日本科学未来館で実証実験を実施（2022年12月9日、https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2022/12/09-1.html）

向について幅広くご講演頂き、意見交換を行った。

これらの議論の内容は、毎月のマンスリーレポートとしてとりまとめ、各発表資料とともにNICT内部に広く共有した。

1．共創デザインプロジェクト

共創デザインプロジェクトにおいては、外部機関との共創を通じた研究開発成果の社会実装に向けた試みとして、計4件の技術シーズに対して伴走型・組織横断型プロジェクトを推進した。

具体的には、複数の組織が持つ機密性の高いデータを互いに秘匿したまま共同で機械学習を行うプライバシー保護連合学習技術、スピーカから生じる音が聞こえる範囲を制御する技術（Sound Field Control、以下「SFC」）、微生物を使ったバイオアッセイ技術と機械学習技術の融合による汎用的化学物質溶液評価技術、空画像から大気汚染物質であるエアロゾルの濃度を推定する技術の4件の技術シーズの社会展開に取り組んだ。

例えば、SFCの社会展開活動においては、技術紹介ウェブページや動画を作成するなど広報活動を強化するとともに、企業との意見交換を通じたニーズ調査を進めた。また、試作した16チャネル円形スピーカアレイなどの実証実験を日本科学未来館において実施し（図2）、来場者約400名から頂いた意見などに基づき展示用途への利用可能性を検証した。

2．ブランディングプロジェクト

ブランディングデザインプロジェクトにおいては、NICTのブランド力向上のため、NICTのイメージを分かりやすく伝えるためのNICTブランドステートメントの制作を行い、NICT内各方面との議論を活性化させ、今後のブランディング活動に必要な合意形成やツールの整備を促進させた（図3）。また、研究者・研究技術者採用に対する興味・関心を高めるため、既存の動画を活用して、YouTube広告用の動画を制作し広告を実施した。合わせて、外部著名人との対談等の企画を実施するとともにSNS広告を活用し、広く一般へ情報展開を実施した。

・既存動画を活用し求人促進に特化した研究者イメージ動画の制作とYouTube広告

研究者・研究技術者の採用エントリー数増の狙いに特化した研究者イメージ動画を制作した（図4）。また研究者・研究技術者募集に対するエントリー訴求のためのYouTube広告を実施し、379万回超の視聴を獲得した。

・SNSスペシャル対談

全く新しい角度からNICTの魅力を発見しアピールする試みの一つとして、「世界最高齢のプリ開発者×NICT研究者×芸人MC」という異業種の方々をお招きしたスペシャル対談を実施し、YouTubeに公開した（図5）。

・デザインバンクサイト制作

NICTから外部に発信するコンテンツのデザイン共通化促進を目的に、オリジナルイラストを制作し、内部で自由に利用可能なWebサイトを拡充させた。

図3　制作したブランドステートメント

図4　★未★

図5　著名人とNICT研究者の対談企画

図6　デザインバンクサイトの構築

3.15 NICTナレッジハブ

ナレッジハブ長（兼務）　村山 泰啓　ほか1名

過去・現在・未来のICTビジョンのための知の基盤構築へ向けて

■概要

NICTナレッジハブは、第5期中長期目標期間の初年度（令和3年度）4月に新設された部署であり、最新のICT、関連技術やその社会展開の国内外動向等について、将来にわたるNICTの研究開発戦略などに活かしていくため、国内外のICT及びNICTの業務に係る情報、知見の集積に関すること、NICT内外の有識者や関係者の知的連携の促進に関すること、NICTのOB・OGとの知的連携の促進に関すること等を目的に設置された組織である。その役割を踏まえ、特に最新のICT及び関連技術やそれらの社会展開等の動向や、歴史的な過去の情報通信技術等関連資料について、情報を整理して知の集積を行い、国内外の関連動向・資料等の調査・分析・発信に取り組むとともに、我が国のICTの新たな価値創出を視野に入れた知的基盤の構築を目指している。

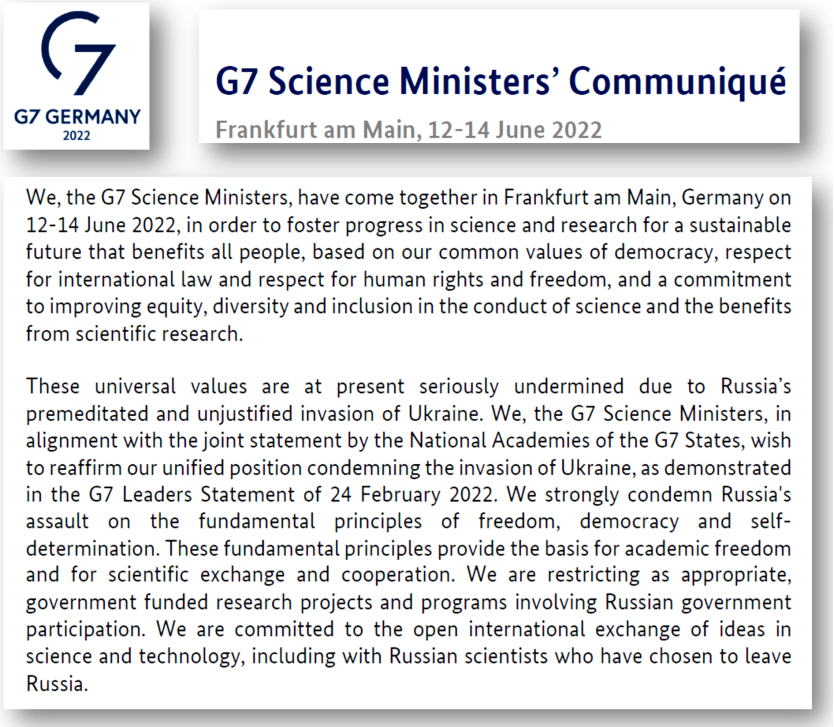
令和4年度は、国際的オープンデータ活動の視点、物理学的視点、ICTの歴史的視点などのいくつかの視点から状況等を整理した内容をKnowledge Hub ReportとしてNICT内向けに定期刊行するとともに、NICT外の組織、科学館や国際会議等での情報発信を行い、またNICTのOB・OG人脈・連携推進や技術史的資料の保存管理、元平磯電波観測施設記念モニュメント建立支援等、「国の情報通信の歴史の中でのNICT」という視点からの価値についても情報整理と発信の取組を行った。

■令和４年度の成果

令和4年度の主な活動をまとめると、以下のようになる。

NICT内外の重要な知見、論考について当部署研究員が執筆した記事をまとめ、「Knowledge Hub Report」として隔月でオンライン定期刊行して、NICT内で共有を進めた。IDI（Innovation Design Initiative）の定例会合やNICT内の各分野の談話会に当部署研究員が参加、議論や発表を行うなどして、若手からシニアまでのNICT職員の知的啓発に努めた。またナレッジハブセミナーを令和5年3月に2回、当部署研究員による講演「人物を軸とした五研*の歴史的関係」と、大学の有識者を外部講師として招き「農業データとオープンサイエンス」という課題について議論を実施した。前者はNICTの関わる我が国の電波通信技術をそれに関わる公的機関の歴史の視点から、後者は農業という具体的な産業セクターでの新たな精密データについてオープンサイエンスの視点から活用する議論等を行い、NICT内で情報共有した。

当部署研究員が持つ、高度な科学的情報について、我が国社会において重要な科学技術イベントを含め、メンバーが要請に応じて広く社会へ知的情報発信を行った。以下、代表的なものを列記すると、令和4年7月に日本技術士会からの招待講演として「原子時計と宇宙の時空標準」という題目で、数百年にわたる人類活動の領域拡大


G7 GERMANY 2022

G7 Science Ministers' Communiqué

Frankfurt am Main, 12-14 June 2022

We, the G7 Science Ministers, have come together in Frankfurt am Main, Germany on 12-14 June 2022, in order to foster progress in science and research for a sustainable future that benefits all people, based on our common values of democracy, respect for international law and respect for human rights and freedom, and a commitment to improving equity, diversity and inclusion in the conduct of science and the benefits from scientific research.

These universal values are at present seriously undermined due to Russia's premeditated and unjustified invasion of Ukraine. We, the G7 Science Ministers, in alignment with the joint statement by the National Academies of the G7 States, wish to reaffirm our unified position condemning the invasion of Ukraine, as demonstrated in the G7 Leaders Statement of 24 February 2022. We strongly condemn Russia's assault on the fundamental principles of freedom, democracy and self-determination. These fundamental principles provide the basis for academic freedom and for scientific exchange and cooperation. We are restricting as appropriate, government funded research projects and programs involving Russian government participation. We are committed to the open international exchange of ideas in science and technology, including with Russian scientists who have chosen to leave Russia.

図1　G7科学技術大臣会合合意文書への寄与・貢献（内閣府Webサイトの令和4年G7科学技術大臣会合コミュニケ<https://www8.cao.go.jp/cstp/kokusaiteki/g7_2022/2022.html>より抜粋して作成）

に伴い社会の基盤、現代科学技術として不可欠となった、より精密な時間・空間の標準に関して講演を行ったほか、10月には、欧州委員会主催「研究インフラストラクチャに関する国際会議2022」にて、日本から見たオープンサイエンスと研究データ基盤に関する政策や実践事例に関する招待講演を行った。11月には多摩六都科学館において、「アインシュタイン来日100年記念 イチからわかる相対性理論」と題して市民にもわかる相対性理論の講演を行った。さらに令和5年1月には五研の幹部会合である五研会の第100回会合にて、「人物を軸とした五研の歴史的関係」と題する基調講演を行った。

G7科学技術大臣会合枠組み下に設置されたG7オープンサイエンス部会に国内を代表する3名の有識者メンバーの一人として当部署研究員が参加し、かつ共同議長を務め、科学者の立場から科学政策への情報インプットや議論、報告書案を取りまとめた。また令和5年に日本が議長国となるG7閣僚会議準備等に参画して、国際的にも国内においても影響力のある、科学技術政策の将来動向について重要な活動を行った（図1）。

出版関係では、当部署研究員が電波技術協会報（FORN）の令和4年7月号に「挑戦！わかる量子!!＜2＞」と題する論説を掲載、また同8月には岩波書店発行の科学雑誌「科学」におけるオープンサイエンス特集号の特集論説執筆者に選ばれて「世界の科学データとオープンサイエンス」と題する論説を寄稿した。

またオープンサイエンス等の先端的国際知見を活かす国際共同研究（ベルモントフォーラム政府間予算枠組み）等を実施するとともに、当部署研究員がこれまで蓄積してきた人脈を活かした、新規研究領域、将来ビジネスの開拓につながるような、新たなNICT内外の知的連携の可能性探索、調査活動等を行った。

元研究員・職員（OB・OG）との連携ハブとして、OB・OGが保有するNICT関連歴史的情報通信技術資料を収集して、電子化・ナレッジベース化へ向けた活動を継続した。また人脈形成を図る活動を中心的に実施した。

NICTは、我が国の電波伝搬実験黎明期から数えれば100年以上にわたる情報通信技術の歴史に寄与してきた。数十年以上より前については、残された書籍、文献やレポート類で、現代及び今後の情報通信が歴史の発展や曲がり角においてどのように科学技術として推進されるべきか、学ぶべき過去の関連科学技術研究と社会とのかかわりなどを調査した。その成果の一部は、令和5年3月発行のNICT NEWS No.2において「我が国における電波望遠鏡の誕生 ～太陽雑音の観測から始まった電波天文学」として公刊し、広く広報した。さらにこれら過去資料のNICT内共有利用へ向けて、紙資料の電子化とHTML化作業に着手し、令和5年度公開に向けてWebブラウザで閲覧できるようにする準備を進めた。

平成28年に閉鎖された平磯太陽観測施設（茨城県ひたちなか市）は、我が国の無線技術研究、今日の宇宙天気予報につながる電波物理研究の重要な拠点として大きな成果を残してきた。この業績を社会において風化させないため、NICTとその前身にあたる郵政省電波研究所／通信総合研究所の（OB•OG、現役）関係者が「無線と電波の研究のふるさと　平磯」記念モニュメントを、施設跡地の最寄りに令和3年3月に開業したひたちなか海浜鉄道湊線・美乃浜学園駅に設置するための支援を行い（図2）、NICT理事長から同鉄道へ感謝状を贈呈する式典（令和5年1月）等の活動支援を実施した。また同2月には、記念モニュメント完成を記念して美乃浜学園（市立義務教育学校）において行われた出前授業にて、当部署研究員が平磯太陽観測施設の歴史を紹介する講演を行った。

図2　美乃浜学園駅に令和4年12月に設置された記念モニュメント「無線と電波の研究のふるさと 平磯」の銘板デザイン。

* 「五研」は、産業技術総合研究所、NHK放送技術研究所、NTT（研究所）、KDDI総合研究所、情報通信研究機構の五つの研究組織を指す。

4 成果普及

4.1 広報

4.2 研究支援

4.1 広報

4.1.1 報道発表一覧

計55件

報道発表日	報道発表件名	担当部署
R4.4.1	国立研究開発法人情報通信研究機構の理事の任命について	総務部 人事室
R4.4.11	世界初、ドローン同士の直接通信で自動追従群飛行と自律接近回避に成功 ～多数のドローンが飛び交う時代における運用の効率化と空の安全性の向上へ～	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室
R4.4.19	若手セキュリティイノベーター育成プログラム「SecHack365」2022年度受講生の募集開始	サイバーセキュリティ研究所 ナショナルサイバートレーニングセンター サイバートレーニング研究室
R4.4.22	「Beyond 5G研究開発促進事業（一般型）」に係る令和4年度新規委託研究の公募（第1回）を開始	イノベーション推進部門 委託研究推進室
R4.4.27	情報セキュリティマネジメントシステムの国際規格ISO/IEC27001認証を取得 ～世界水準のデータ管理体制を構築し、音声翻訳技術の研究開発における「AIデータ」収集を強化～	ユニバーサルコミュニケーション研究所 総合企画室
R4.4.28	「Beyond 5G研究開発促進事業（一般型）」に係る令和4年度新規委託研究の公募（第2回）を開始	イノベーション推進部門 委託研究推進室
R4.5.10	チームで学ぶ情報処理安全確保支援士向け特定講習 2022年度 実践サイバー演習RPCI（リプシィ）の受付開始	サイバーセキュリティ研究所 ナショナルサイバートレーニングセンター
R4.5.11	令和4年度「字幕番組、解説番組及び手話番組制作促進助成金」、「生放送字幕番組普及促進助成金」及び「手話翻訳映像提供促進助成金」の助成事業の交付先決定について	デプロイメント推進部門 情報バリアフリー推進室
R4.5.17	2022年度 実践的サイバー防御演習「CYDER」の受講申込受付を開始	サイバーセキュリティ研究所 ナショナルサイバートレーニングセンター サイバートレーニング事業推進室
R4.5.19	世界初、4コア光ファイバで毎秒1ペタビット伝送に成功 ～広帯域波長多重技術により伝送容量を大幅に拡大～	ネットワーク研究所 フォトニックICT研究センター フォトニックネットワーク研究室
R4.5.30	可視光で動作する高効率な有期電気光学ポリマー光変調器を開発	未来ICT研究所 神戸フロンティア研究センター ナノ機能集積ICT研究室
R4.5.31	Web媒介型サイバー攻撃対策プロジェクト「WarpDrive」を再起動！ ～『攻殻機動隊 SAC_2045』シリーズとのタイアップを開始～	サイバーセキュリティ研究所 サイバーセキュリティネクサス
R4.6.3	高度通信・放送研究開発委託研究に係る令和4年度新規委託研究の公募を開始	イノベーション推進部門 委託研究推進室
R4.6.8	国際間長距離5Gネットワークにおいて衛星回線を統合する日欧共同実験に成功 ～宇宙と地上がシームレスにつながる社会の実現に貢献～	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 宇宙通信システム研究室
R4.6.9	世界初、国家標準時の維持に光格子時計を利用 ～NICTが持つ時計のみで協定世界時との同期が可能に～	電磁波研究所 電磁波標準研究センター 時空標準研究室

報道発表日	報道発表件名	担当部署
R4.6.14	セキュリティ情報融合基盤“CURE”のデータエンリッチメント機能を開発 ～『Enricher』（エンリッチャ）によるセキュリティ情報分析の更なる高度化を実現～	サイバーセキュリティ研究所 サイバーセキュリティ研究室
R4.6.22	「Beyond 5G研究開発促進事業（一般型）」に係る「革新的ベンチャー等助成プログラム（SBIR）」の公募を開始	デプロイメント推進部門
R4.6.29	線状降水帯の水蒸気観測網を展開 ― 短時間雨量予測の精度向上への挑戦 ―	電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室
R4.7.4	令和4年度情報バリアフリー通信・放送役務提供・開発推進助成金の交付決定	デプロイメント推進部門 情報バリアフリー推進室
R4.7.6	地域発ICTスタートアップ創出に向けた全国アクセラレータ・プログラムを実施 ～令和4年度 起業家甲子園・起業家万博及び地区（連携）大会の開催～	デプロイメント推進部門 アントレプレナー支援室
R4.7.14	トンガ海底火山噴火による地球大気振動の観測成功 ～電離圏擾乱から気象津波の情報をいち早くキャッチ～	電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター 宇宙環境研究室
R4.7.14	国立研究開発法人情報通信研究機構の理事の退任について	総務部 人事室
R4.7.22	高度通信・放送研究開発委託研究に係る令和4年度新規委託研究の公募（第2回）を開始	イノベーション推進部門 委託研究推進室
R4.8.1	国立研究開発法人情報通信研究機構の理事の任命について	総務部 人事室
R4.8.2	多言語音声翻訳アプリ「VoiceTra（ボイストラ）」にウクライナ語を追加 ～日常基本会話に対応しコミュニケーションを支援～	ユニバーサルコミュニケーション研究所 先進的音声翻訳研究開発推進センター
R4.8.4	令和5・6年度の「国際研究集会開催支援」の公募開始	デプロイメント推進部門 研究成果事業化支援室
R4.8.4	令和5年度の「海外研究者招へい」の公募開始	デプロイメント推進部門 研究成果事業化支援室
R4.8.25	令和4年度「生放送字幕番組普及促進助成金」の第2回公募について	デプロイメント推進部門 情報バリアフリー推進室
R4.9.1	量子コンピュータに最適な量子演算シーケンスをシステマティックに見つける手法を開発	未来ICT研究所 小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室
R4.9.5	高度通信・放送研究開発委託研究に係る令和4年度新規委託研究の公募（第3回）を開始	イノベーション推進部門 委託研究推進室
R4.9.7	脳情報通信に関する国際共同研究開発の公募（第6回）を開始	イノベーション推進部門 委託研究推進室
R4.9.8	「Beyond 5G研究開発促進事業（電波有効利用型）」に係る 令和4年度新規委託研究の公募（第1回）を開始	イノベーション推進部門 委託研究推進室
R4.9.16	量子コンピュータに向けたハイエンドな国産超伝導ナノワイア単一光子検出器システムのフィールド実証に成功	未来ICT研究所 神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室
R4.9.22	世界初、実環境テストベッドにおいて15モード多重信号の光スイッチング実験に成功 ～Beyond 5G後の様々な情報通信サービスをサポートする技術開発～	ネットワーク研究所 フォトニックICT研究センター フォトニックネットワーク研究室
R4.10.3	世界初、標準外径光ファイバで55モード多重、毎秒1.53ペタビットの伝送成功 ～Beyond 5G後の情報通信インフラを見据えた技術開発～	ネットワーク研究所 フォトニックICT研究センター フォトニックネットワーク研究室

報道発表日	報道発表件名	担当部署
R4.10.4	量子セキュアクラウドシステムを使って次世代レーザー設計の最適化の処理・高秘匿伝送・分散保管を実現 ～次世代アクセラレータと連携した量子セキュアクラウドによりスマート製造分野における適用可能性を確認～	未来ICT研究所 小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室
R4.10.13	「Beyond 5G研究開発促進事業（電波有効利用型）」に係る令和4年度新規委託研究の公募（第2回）を開始	イノベーション推進部門 委託研究推進室
R4.10.24	凸版印刷とNICT、世界初、米国政府機関選定の耐量子計算機暗号をICカードシステムに実装する技術を確立 ～保健医療用の長期セキュアデータ保管・交換システムで有効性を確認～	量子ICT協創センター／ 未来ICT研究所 小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室
R4.10.27	世界初、ワット級高出力動作の深紫外LED小型ハンディ照射機の開発に成功 ～ワット級深紫外LEDハンディ機によって広範囲のウイルスを迅速に不活性化～	未来ICT研究所 神戸フロンティア研究センター 深紫外光ICT研究室
R4.10.29	量子光のパルス波形を自在に制御する手法を開発 ―光量子コンピュータの基幹となる「究極の量子光源」実現へ―	未来ICT研究所 神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室
R4.10.31	短距離光通信向け光コヒーレント伝送方式を開発し、高速光信号伝送に成功 ～データセンター内ネットワーク等の大容量化に向けた革新的技術～	ネットワーク研究所 フォトニックICT研究センター フォトニックネットワーク研究室
R4.11.17	量子セキュアクラウドによる高速安全なゲノム解析システムの開発に成功 ～従来不可能だった情報理論的安全で高速な処理を実現～	未来ICT研究所 小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室
R4.12.8	量子セキュリティ技術と個人認証を連携させ、セキュアな個別化ヘルスケアユースケースの実証に成功 ～多数の個人のゲノムデータを情報理論的に安全に保管・伝送し、個人の許諾に応じて活用できるシステムを構築～	未来ICT研究所 小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室
R4.12.21	統合失調症の脳における「意味関係の乱れ」を発見 ― AI技術の応用により脳活動から思考障害のメカニズムに迫る ―	未来ICT研究所 脳情報通信融合研究センター 脳情報工学研究室
R4.12.27	磁気嵐の発生メカニズムと大気シミュレーションから多数の低軌道衛星が喪失に至った原因を解明	電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター 宇宙環境研究室
R5.1.18	令和5年度「字幕番組、解説番組及び手話番組制作促進助成金」及び「手話翻訳映像提供促進助成金」の公募について	デプロイメント推進部門 情報バリアフリー推進室
R5.1.31	世界初の国際標準小児数値人体モデルを無償公開 ～小児を対象とした電波吸収量などの数値シミュレーションに利用可能～	電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室
R5.2.1	令和5年度「情報バリアフリー通信・放送役務提供・開発推進助成金」の公募について	デプロイメント推進部門 情報バリアフリー推進室
R5.2.14	NICTER観測レポート2022の公開	サイバーセキュリティ研究所 サイバーセキュリティネクサス
R5.2.27	多言語音声翻訳技術の周知ポスターを作成 ＜言葉の壁のない、世界に開かれた、暮らしやすく観光を満喫できる社会を目指して＞ ～多言語音声翻訳アプリで海外の方を歓迎しましょう！～	ユニバーサルコミュニケーション研究所 総合企画室
R5.2.27	令和4年度 起業家甲子園・起業家万博の開催	デプロイメント推進部門 アントレプレナー支援室

報道発表日	報道発表件名	担当部署
R5.3.14	凸版印刷とNICT、耐量子計算機暗号に対応したプライベート認証局を構築 保健医療用の長期セキュアデータ保管・交換システムで有効性を確認 インターネットのセキュリティを担保し、安全・安心な社会インフラ実現を目指す	量子ICT協創センター
R5.3.15	世界初の標準外径19コア光ファイバを開発し、伝送容量の世界記録を更新 ～Beyond 5G後の長距離光通信のキーテクノロジー～	ネットワーク研究所 フォトニックICT研究センター フォトニックネットワーク研究室
R5.3.16	スカイツリー–地上可搬局での盗聴解読の脅威のない暗号鍵共有に向けた光伝送実証に成功 –衛星と地上間での量子暗号を見据えた原理実証実験–	量子ICT協創センター
R5.3.30	5G時代向け 世界最大規模の「生体組織の電気定数データベース」を公開 ～人体に対する20ギガヘルツ超の電波ばく露のシミュレーションなどに利用可能～	電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室

4.1.2 NICT主催共催によるシンポジウム・イベント一覧

国内　49件　　国外　7件　　計56件

国内

部署	会議・イベント名	開催日	開催場所
サイバーセキュリティ研究所 ナショナルサイバートレーニングセンター	「セキュリティの仕事ってなに？」 ―知識や技術がなくても始められるサイバーセキュリティ	R4.5.2～5.6	オンライン
電磁波研究所	次世代安心・安全ICTフォーラム センシング技術部会講演会	R4.6.3	オンライン
NICTナレッジハブ	ジャパン・オープンサイエンス・サミット2022	R4.6.6～10	オンライン
広報部	NICTオープンハウス2022	R4.6.24・6.25	NICT本部
戦略的プログラムオフィス	NICT北陸連携サロン	R4.6.29 R4.9.14 R4.12.13 R5.3.14	石川県政しいのき迎賓館 石川県政しいのき迎賓館 金沢商工会議所 金沢商工会議所
戦略的プログラムオフィス	サイバーセキュリティシンポジウム道後2022	R4.6.30・7.1	シンポジウム：松山市立子規記念博物館 4階講堂 意見交換会・ナイトセッション：ホテルメルパルク松山／オンライン
サイバーセキュリティ研究所	CRYPTRECシンポジウム2022	R4.7.5	AP日本橋／オンライン
ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター	周波数資源開発シンポジウム2022	R4.7.8	明治記念館／オンライン
電磁波研究所	電磁波研究所シンポジウム2022 ～電磁波技術の「今」と「未来」～	R4.7.22	オンライン
未来ICT研究所	未来ICT研究所一般公開ONLINE2022	R4.7.29・30	ミニリアル（未来ICT研究所（神戸））／オンライン
ネットワーク研究所 レジリエントICT研究センター	地域課題とICT －レジリエンシーの向上と産学官地域連携－	R4.8.24	オンライン
ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター	鹿島宇宙技術センター 施設見学会	R4.9.17	鹿島宇宙技術センター
総合テストベッド 研究開発推進センター	スマートIoT推進フォーラム技術戦略検討部会　第13回テストベッド分科会	R4.9.27	オンライン
電磁波研究所 電磁波標準研究センター	第16回NICT/EMC-netシンポジウム	R4.9.29	オンライン
戦略的プログラムオフィス 地域連携・産学連携推進室	2022年度「アイデアソン$^{+}$仙台」	R4.10.1・2	オンライン
ユニバーサルコミュニケーション研究所	けいはんなR&Dフェア2022 （NICTオープンハウス2022inけいはんな）	R4.10.6・7 R4.11.12 （アイデアソン）	展示：リアル／オンライン アイデアソン：奈良県立奈良高校
ネットワーク研究所 レジリエントICT研究センター	レジリエントICT研究センター 施設一般公開	R4.10.8・9	レジリエントICT研究センター／オンライン

部署	会議・イベント名	開催日	開催場所
Beyond5G 研究開発推進ユニット	Beyond 5G国際カンファレンス2022	R4.10.24・25	ホテルニューオータニ東京
量子ICT協創センター	量子セキュリティ合同シンポジウム2022「量子が拓く未来の産業」	R4.10.25	オンライン
イノベーション推進部門	情報通信研究機構 新技術説明会	R4.10.27	オンライン
未来ICT研究所 脳情報通信融合研究センター	第12回CiNetシンポジウム 仮想空間の脳情報通信	R4.11.8	ナレッジキャピタル コングレコンベンションセンター／オンライン
ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター	第2回スペースICT推進シンポジウム ～スペースICT－次世代に向けての挑戦～	R4.11.10	オンライン
サイバーセキュリティ研究所	第15回 NICTERプロジェクトワークショップ	R4.11.10・11	北海道大学 FMIフード＆メディカルイノベーション国際拠点 多目的ホール
広報部	多摩六都科学館講演会「アインシュタイン来日100年 イチから考える相対性理論」	R4.11.16	多摩六都科学館
ネットワーク研究所 レジリエントICT研究センター	レジリエントICT研究シンポジウム2022+	R4.11.17	TKPガーデンシティ仙台／オンライン
電磁波研究所 電波標準研究センター	第38回アジア太平洋計量計画（APMP）総会	R4.11.24～12.2	日本科学未来館及び東京国際交流館 プラザ平成
量子ICT協創センター	Quantum Innovation 2022	R4.11.28～30	オンライン
総合テストベッド研究開発推進センター	高信頼・高可塑Beyond 5G/IoTテストベッドシンポジウム	R4.12.5	JA共済ビル カンファレンスホール／オンライン
電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター	第17回宇宙天気ユーザーズフォーラム	R4.12.13	オンライン
電磁波研究所	沖縄電磁波技術センター 施設一般公開2022	R4.12.18	沖縄電磁波技術センター／メタバースオンライン
電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター	令和4年度異業種連携セミナーWEB	R5.1.30	オンライン
未来ICT研究所	未来ICTシンポジウム 2023	R5.2.1	東京ビッグサイト会議棟／オンライン
Beyond 5G 研究開発推進ユニット	第1回Beyond 5Gゼログラビティイベント	R5.2.3	NICT
戦略的プログラムオフィス	ICTイノベーションセミナー2023（東海）	R5.2.13	オンライン（配信場所：名古屋イノベーターズガレージ）
総合テストベッド研究開発推進センター	スマートIoT推進フォーラム技術戦略検討部会　第14回テストベッド分科会	R5.2.15	オンライン
ユニバーサルコミュニケーション研究所	第6回　自動翻訳シンポジウム	R5.2.16	品川 ザ・グランドホール
サイバーセキュリティ研究所	NICTサイバーセキュリティシンポジウム2023	R5.2.17	品川フロントビル／オンライン
ネットワーク研究所 フォトニックICT研究センター／ ネットワーク研究所 先端ICTデバイスラボ	フォトニックネットワークシンポジウム2023 ～Society 5.0を具現化する革新的ハードウェア基盤～	R5.2.21・22	NICT本部／オンライン
Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター	テラヘルツ無線のB5G / 6Gに向けての取り組み　その2	R5.2.27	オンライン
電磁波研究所 電磁波標準研究センター	2022年度マネジメントシステムのための計量トレーサビリティ講演会	R5.2.28	オンライン

部署	会議・イベント名	開催日	開催場所
戦略的プログラムオフィス	ICT研究開発支援セミナーin九州	R5.2.28	オンライン
戦略的プログラムオフィス	『ビジネス』を護るサイバーセキュリティデイズ2023	R5.3.2・3	金沢商工会議所
サイバーセキュリティ研究所 ナショナルサイバートレーニングセンター	SecHack365 2022 成果発表会	R5.3.4	アキバ・スクエア
デプロイメント推進部門	起業家甲子園・起業家万博	R5.3.7 （起業家甲子園） R5.3.8 （起業家万博）	丸ビルホール＆コンファレンススクエア
未来ICT研究所 脳情報通信融合研究センター	The 8th CiNet Conference: - Beyond Motor Control: Bridging the gap between action and perception -	R5.3.7～9	脳情報通信融合研究センター（CiNet）大会議室／オンライン
ネットワーク研究所 レジリエントICT研究センター	Resilient ICT for Sustainable Society -R&D, Demonstration, and Deployment-	R5.3.10	仙台国際展示場
未来ICT研究所 脳情報通信融合研究センター	第1回ELSIシンポジウム	R5.3.14	ナレッジキャピタル コングレコンベンションセンター／オンライン
電磁波研究所 電磁波標準研究センター	MADOCA-PPPによる高精度測位と高精度時刻同期	R5.3.16	オンライン
総合テストベッド研究開発推進センター／ ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター／ Beyond5G研究開発推進ユニット	令和4年度ワイヤレスエミュレータ利活用シンポジウム	R5.3.16	大手町プレイスカンファレンスセンター／オンライン

国外

部署	会議・イベント名	開催日	開催場所
サイバーセキュリティ研究所	6th France-Japanese Cybersecurity Workshop	R4.4.20～22	オンライン
サイバーセキュリティ研究所	The 13th International Cybersecurity Data Mining Competition（CDMC2022）	R4.7.1～9.30	オンライン
ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター	Broadsky Workshop	R4.10.20	イタリア ストレーザ
ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター	The 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications（WPMC2022）	R4.10.30～11.2	デンマーク ヘアニング／オンライン
サイバーセキュリティ研究所	The 15th International Workshop on Artificial Intelligence and Cyber Security（AICS2022）	R4.11.22～26	オンライン
グローバル推進部門	ASEAN IVO Forum 2022 ASEAN IVO SC会議	R4.11.29・30	タイ バンコク （一部オンライン）
ネットワーク研究所 フォトニックICT研究センター／ グローバル推進部門 アジア連携センター	CU-NICT Workshop on Photonic Network Research 2022	R4.12.2	タイ バンコク （チュラロンコーン大学）

4.1.3 研究成果外部出展等一覧

国内　36件　　国外　7件　　計43件

国内

イベント名	開催日時	開催場所	出展概要
いしかわ情報システムフェア（e-messe kanazawa 2022）	R4.5.13・14	石川県産業展示館3号館（石川県金沢市）	日本海側最大のICTのビジネスショー StarBEDの概要、活用事例紹介、NICTシーズ紹介
デジタル田園都市推進セミナーin根室	R4.5.24	根室市総合文化会館	多言語翻訳アプリ「VoiceTra」及び多言語翻訳技術の社会展開を紹介
CareTEXOne横浜'22 第3回介護テクノロジー横浜	R4.5.25・26	横浜産貿ホール マリネリア	MICSUS展示・実演
ワイヤレス・テクノロジー・パーク（WTP）2022	R4.5.25～27	東京ビッグサイト	ワイヤレスネットワーク研究センターを中心としたNICTの無線通信研究の開発成果の展示・講演。 【展示内容】 ・無線エリアの高度化・拡張技術 ・Beyond 5Gに向けた無線通信システム基盤技術 ・Beyond 5Gに向けた衛星フレキシブルネットワーク基盤技術 ・光と電波によるフレキシブルな宇宙通信ネットワーク技術実証 ・極限時刻同期基盤による分散協調無線技術 ・タフな電波環境に適応する無線アクセス技術 ・Beyond 5G 等に期待されるテラヘルツ無線技術 ・Beyond 5Gによって実現される2030年以降の未来生活とは？ ・Beyond 5G時代の検証環境（テストベッド）の構成と機能 ・超高密度IoTを実現する非同期パルス符号多重通信APCMA ・Flexible Factory – ワイヤレスで変える製造現場 – ・Flexible Factory Partner Alliance
第26回サイバー犯罪に関する白浜シンポジウム	R4.5.26～28	和歌山県立情報交流センター Big・U	ブースでのCYDERのPR
令和4年度高知県総合防災訓練・地域防災フェスティバル	R4.5.28	高知県四万十市不破	ダイハードネットワーク®のパネル展示及びポータブルSIP4Dの動態デモ展示
北上川下流および江合川・鳴瀬川総合水防演習・防災展	R4.5.29	宮城県大崎市	レジリエント自然環境計測プロジェクトの映像IoT技術に関するパネル展示及び映像伝送の動態デモ展示
iPOP2022	R4.6.3	慶応義塾大学 矢上キャンパス／ オンライン	iPOP2022は、IP及び光ネットワーキング技術の最先端に関する知識、新しい知見、経験を産業界と学界の間で共有することを目的とした技術セッションや展示会 (1) 仮想ネットワーク用自律リソース制御技術、及び外部機関装置との相互接続検証をポスタで紹介 (2) 上記の技術の実験基盤を外部機関装置と接続した相互接続デモ（Showcase展示、ビデオ上映）

イベント名	開催日時	開催場所	出展概要
Interop Tokyo 2022	R4.6.15〜17	幕張メッセ	Interop Tokyoはインターネットテクノロジーのイベント。サイバーセキュリティ研究室及びナショナルサイバートレーニングセンターからの出展。知財活用推進室からの技術移転関連の展示
国際会議 2022年度国際生体電磁気学会（BioEM 2022）	R4.6.19〜24	愛知県産業行動センター（ウィンクあいち）	国際生体電磁気学会年次大会（BioEM 2022国際会議）にて、得られた研究成果をWHOや国際非電離放射線防護委員会等の国際組織による健康リスク評価や国際ガイドラインの策定に反映させるために、研究成果を国際的に広く展開することにより、研究成果を広く紹介し周知を図る
ICTフェア in 東北 2022	R4.6.21 R4.6.21〜8.31 特設ウェブサイトにてオンデマンド配信	せんだいメディアテーク1F　オープンスクエア／オンライン	テーマ：「デジタル変革で支える東北の暮らしと未来」 DXやICT活用に関する今後の具体的な取組や共創につながるきっかけを提供することを目的として開催
Japan Drone 2022 第7回 –Expo for Commercial UAS market– 第1回次世代エアモビリティEXPO2022 （同時開催）	R4.6.21〜23	幕張メッセ	NICTの今後のレベル4時代における安心・安全なドローン飛行に貢献する最新の成果を紹介 【主な展示内容】 ・機体間の直接通信に基づくドローンの自律隊列飛行及び自律衝突回避技術（次世代ワイヤレス技術） ・169MHz帯マルチホップ長距離無線伝送技術（次世代ワイヤレス技術）
こども霞が関見学デー	R4.8.3・4	中央合同庁舎第2号館／オンライン	各省庁が所管の業務説明や関連業務の展示等を行うことで、夏休み期間中に子供たちに広く社会や政府の施策への知識理解を深めてもらうこと、活動参加を通じて親子の触れ合いを深めてもらうことを目的とした取組。 「AI多言語翻訳」でなにができる？として「VoiceTra」を出展
国際フロンティア産業メッセ2022	R4.9.1・2	神戸国際展示場	未来ICT研究所紹介と研究トピックの展示・紹介
INTERMEASURE2022 （第30回計量計測展）	R4.9.14〜16	東京ビッグサイト	NICTにおける周波数国家標準と日本標準時の生成と供給及び周波数校正業務における周波数国家標準とのトレーサビリティについて紹介
9th ACM Conference on Information-Centric Networking（ICN 2022）	R4.9.19〜21	大阪大学豊中キャンパス／オンライン	NICTネットワークアーキテクチャ研究室が開発している情報指向ネットワーク技術（ICN）用オープンソースソフトウェア「Cefore」のチュートリアルを国際学会ACM ICN 2022にて実施。国内外の研究者を交え、Ceforeを用いた次世代の通信サービスとその実現環境を紹介
第6回　超スマート社会推進フォーラム	R4.9.26〜30	東工大蔵前会館／オンライン	Beyond 5Gによって実現される未来生活とそれを支えるシステムアーキテクチャ
危機管理産業展（RISCON TOKYO）2022	R4.10.5〜7	東京ビッグサイト	ダイハードネットワーク®のパネル展示及びポータブルSIP4Dの動態デモ展示
第49回国際福祉機器展H.C.R.2022	R4.10.5〜7	東京ビッグサイト	令和3年度情報バリアフリー助成対象事業の成果発表と、NICTの研究成果を活用した障害者向けサービス「こえとら」、「SpeechCanvas」などを含むデモ展示
けいはんなR&Dフェア2022	R4.10.6・7	特設Webサイト サテライト会場	センサで計測した行動データ等のライフログを簡単に収集できるシステムを紹介。高齢者見守りに役立てることも可能で、インターネット接続を必要としないため、山間部や離島などの過疎地域などにも低コストでの導入と維持が可能

イベント名	開催日時	開催場所	出展概要
戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期「ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」研究成果シンポジウム	R4.10.7	秋葉原UDX	マルチモーダル音声対話システムMICSUSの展示、実演等
革新的無線通信技術に関する横断型研究会MIKA2021	R4.10.12～15	新潟市民プラザ／オンライン	Beyond 5Gによって実現される未来生活とそれを支えるシステムアーキテクチャ
CEATEC 2022	R4.10.18～21	幕張メッセ／オンライン	「Beyond 5Gで実現するすべてが繋がる未来社会」をテーマに、その実現に必要不可欠な「4つの研究領域（Beyond 5G / AI / 量子情報通信 / サイバーセキュリティ）＋オープンイノベーション」の研究をご紹介するほか、スタートアップ＆ユニバーシティエリアでは、起業家甲子園・起業家万博や過去起業家甲子園出場者／NICTベンチャーを紹介
ぼうさいこくたい2022	R4.10.22	HAT神戸を中心とするエリア	ポータブルSIP4Dの動態デモ展示及びSOCDA*（ソクダ）を紹介
第3回量子コンピューティングEXPO【秋】	R4.10.26～28	幕張メッセ	内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「光・量子を活用したSociety 5.0 実現化技術」の光・量子通信における研究開発と当該技術の社会実装に向けた取り組みについて、様々な分野のユーザー企業、機関へ広く紹介
岩手県総合防災訓練（大船渡市）	R4.10.29	岩手県大船渡市	レジリエント自然環境計測プロジェクトの映像IoT技術に関するパネル展示及び映像伝送の動態デモ展示
HANAZONO EXPO いのち輝く未来社会にふれてみよう Road to 大阪・関西万博	R4.11.5・6	花園中央公園（東大阪市）	MICSUS展示・実演等
第6回みんなの理科フェスティバル	R5.1.21・22	横須賀市自然・人文博物館／横須賀市文化会館	NICTの組織及び周波数と無線通信について、ポスターや動画等を用いて紹介
アグリテック甲子園2022	R5.1.22	姫路市文化コンベンションセンター アクリエひめじ／オンライン	出展物タイトル：Massive IoT、超高密度IoTを実現する非同期パルス符号多重通信
nano tech 2023	R5.2.1～3	東京ビッグサイト／オンライン	未来ICT研究所や先端ICTデバイスラボでの研究開発成果を静態展示やパネル・動画を使って研究者・技術者が紹介
第27回「震災対策技術展」	R5.2.2・3	パシフィコ横浜	展示： ・Pi-SAR X3の世界最高分解能15cmが拓く新たな地表面観測（電磁波研究所電磁波伝搬研究センター） ・災害時に役立つ衛星通信システム（ネットワーク研究所ワイヤレスネットワーク研究センター） ・世界をレジリエントにするICT（NerveNet、ダイハードネットワーク®のパネル展示及びポータブルSIP4Dの機器展示、防災チャットボットSOCDA*（ソクダ）の紹介、映像IoT技術を用いた自然環境計測に関するパネル展示及び映像伝送の動態デモ展示）（ネットワーク研究所レジリエントICT研究センター）
Green AI Challenge 2023	R5.2.24	秋葉原コンベンションホール／オンライン	ポスター展示「課題ア-1 ヒト脳の時空間環境認知機能の解明とモデル化」
ICT利活用による地域活性化セミナーin帯広	R5.2.28	北海道ホテル	多言語翻訳アプリ「VoiceTra」及び多言語翻訳技術の社会展開を紹介

イベント名	開催日時	開催場所	出展概要
移動通信ワークショップ	R5.3.1〜3	東京工業大学 大岡山キャンパス／ オンライン	Massive IoT、大規模センサーネットワーク向けの低コストソリューション APCMA
2023年電子情報通信学会総合大会	R5.3.7〜10	芝浦工業大学 大宮キャンパス	若手研究者リクルートのため、企業展示会並びにキャリア相談会に出展。 【展示内容】 ・音声マルチスポット技術 （先進的音声技術研究室） ・衛星車載地球局 （宇宙通信システム研究室） ・SecHack365 （サイバートレーニング研究室） ・ダイハードネットワーク® （サステナブルICTシステム研究室）
言語処理学会第 29 回年次大会	R5.3.13〜17	沖縄コンベンションセンター／オンライン	口頭発表、ポスター発表、テーマセッション、ワークショップ NICTにおける自然言語処理分野での最先端の研究成果や研究環境を関係者に紹介する展示及びそのデモ

*SOCDA は NICT と株式会社ウェザーニューズ、国立研究開発法人防災科学技術研究所（NIED）との共同研究の成果であり NIED の登録商標です。

国外

イベント名	開催日時	開催場所	出展概要
ワシントンDCさくら祭り	R4.4.9・10	米国 ワシントンDC	宇宙天気（ダジックアースディスプレイデモ）
MediaEval2022	R4.6.1〜R5.1.13	ノルウェー ベルゲン Bergen University	ASEAN IVOプロジェクトのデータセットとデータ連携分析モデルを用 いたベンチマーキングタスクを運営
ICMR2022 workshop on Intelligent Cross-Data Analysis and Retrieval	R4.6.27	米国ニュージャージー州ニューアーク New Jersey Institute of Technology (NJIT)／ オンライン	データ連携分析をテーマとした国際ワークショップを運営
タイ科学技術博覧会2022	R4.8.13〜21	タイ バンコク	宇宙天気予報関係（タイ南部チュンポン県のVHFレーダーの模型を展示）
IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications（PIMRC）2022	R4.9.12〜15	オンライン	Special Sessionの実施 Special Session 04: Research Activities on Enhancement of Wireless Emulation Technology
国際会議・展示会 SC22	R4.11.13〜18	米国テキサス州ダラス Kay Bailey Hutchison Convention Center	展示・実証実験： –400Gbps E2E データ・映像伝送実験で太平洋を横断する6本の100Gbps日米回線を使用 –8K広帯域映像処理技術に日本が開発した400Gbpsエッジデバイスを米国から操作、サービスチェイニング方式を導入-世界初
国際学会 The Workshop on Synchronization and Timing Systems 2023（WSTS 2023）	R5.3.13〜16	カナダ バンクーバー JW Marriott Parq Vancouver	WSTS：米国で毎年開催される時刻同期関連企業を中心としたワークショップ（今年はカナダ） NICTのプレゼンス向上（グローバル視点）

4.1.4 広報普及

	日 時	開催地（所在地）	内 容	来場者数等
NICTオープンハウス	R4.6.24・25 （リアル・オンライン）	本部（小金井）	ニューノーマル社会における「新たなつながり」の創出	・リアル来場者数 366人 ・オンライン視聴者数 1,044人
施設一般公開等	R4.7.29・30 （リアル・オンライン）	未来ICT研究所（神戸）		・リアル来場者数 167人 ・オンライン視聴数 開催日： 450回 8月末まで： 657回
	R4.9.17	鹿島宇宙技術センター（鹿島）		・リアル来場者数 102人
	R4.10.6・7 （リアル・オンライン）	ユニバーサルコミュニケーション研究所（けいはんな） （けいはんな R&D フェアの一部として開催）		・リアル来場者数 364人 ・オンライン視聴数 開催日： 399回 3月末まで： 713回
	R4.10.8・9 （リアル・オンライン）	レジリエントICT研究センター（仙台）		・リアル（工作教室 × 4回） 来場者数 32人 ・オンライン （当日のみリンク表示/公開） 視聴数 未計数
	R4.12.18 （リアル・メタバース（オンライン））	沖縄電磁波技術センター（恩納村）		・リアル来場者数 79人 ・メタバース（オンライン）視聴数 開催日： 730回 3月末まで： 1,701回

	開催地（所在地）	件数及び人数	
視察・見学者	本部（小金井）	193	1,385
	ワイヤレスネットワーク研究センター（横須賀）	5	38
	ユニバーサルコミュニケーション研究所（けいはんな）	23	201
	未来ICT研究所（神戸）	25	199
	脳情報通信融合研究センター（吹田）	73	244
	鹿島宇宙技術センター（鹿島）	9	91
	沖縄電磁波技術センター（恩納村）	5	47
	計	333	2,205

	項 目	内 容
出版物	情報通信研究機構年報	令和3年度（2021年度）版
	情報通信研究機構研究報告	第68巻第1号、第68巻第2号
	NICT NEWS	第493号～第498号
	NICT REPORT	2023年版

4.2 研究支援

	項　目	内　訳
図　　書	書籍所蔵数	和書：約4万4千冊、洋書：約2万1千冊
	雑誌所蔵数	約23万冊
無　線　局	免許申請	420局（開設413局　申請中7局）
	再免許申請	75局（再免許74局　申請中1局）
	変更申請・届	124局（変更124局）
	廃止届	5局
	定期検査	2局
	無線従事者選任届	1,544局
	その他の手続き	211局
高周波利用設備	変更許可申請・届	34装置（増設等21装置、撤去等13装置）
試　作　開　発	試作依頼による設計製作及び改修	45件
	研究者等による工作室利用数	276件
	機械工作講習会参加者	eラーニング374名（うち実習10名）

5 知的財産権等

5.1 特許権

5.2 研究成果発表

5.3 技術移転

5.1 特許権

5.1.1 国内特許出願数

2022年度の国内特許出願数　88件

5.1.2 国際特許出願数

2022年度の国際特許出願数　53件

5.1.3 国内特許登録一覧

2022年度の国内特許登録一覧　計63件

＊は外部の共同発明者を示す

登録日	発明の名称	登録番号	発明者
R04.04.04	車載光ネットワーク	7053028	高橋 亮、川西 哲也、山本 直克
R04.04.05	解探索システム及び方法	7054108	成瀬 誠、＊
R04.04.11	把持装置、タグが付された容器、 対象物把持プログラムおよび対象物把持方法	7057214	杉浦 孔明、＊
R04.04.14	対話応答システム、モデル学習装置および対話装置	7058438	阿部 憲幸、大西 可奈子、 鳥澤 健太郎、木俵 豊
R04.04.14	学習システム及び学習方法	7058440	レ チュウ フォン
R04.04.21	半導体基板、半導体素子、及び半導体基板の製造方法	7061747	東脇 正高、小西 敬太、＊
R04.04.28	無線通信方法及び無線通信システム	7065505	児島 史秀
R04.05.02	運動解析装置	7066174	平島 雅也、薗田 拓哉
R04.05.10	時系列情報の学習システム、方法およびニューラルネットワークモデル	7070894	高島 遼一、李 勝、河井 恒
R04.05.17	推定システム、及び推定方法	7075045	西本 伸志、＊
R04.06.07	質問応答装置及びコンピュータプログラム	7084617	呉 鍾勲、鳥澤 健太郎、 クルンカライ カナサイ、 クロエツェー ジュリアン、 飯田 龍、石田 諒、淺尾 仁彦
R04.06.20	声門流成分推定装置、プログラムおよび方法	7092324	パーハム モクタリ、安藤 広志
R04.06.22	不要電波抑制方法および電波暗室	7093546	藤井 勝巳
R04.06.22	無線通信システム、及び無線通信方法	7093548	滝沢 賢一、大堂 雅之、森山 雅文、 手塚 隼人、児島 史秀

登録日	発明の名称	登録番号	発明者
R04.06.23	モデル選択装置、及びモデル選択方法	7093965	成瀬 誠、＊
R04.06.28	受信電力推定方法及びシステム	7096585	松田 崇弘、三浦 龍、児島 史秀、小野 文枝、＊
R04.07.06	モデル解析装置、モデル解析方法、およびモデル解析プログラム	7100842	平島 雅也、薗田 拓哉、＊
R04.07.21	情報処理装置及び情報処理方法	7108987	ペパー フェルディナンド、＊
R04.07.22	音声認識システム、音声認識方法、学習済モデル	7109771	李 勝、ルー・シュガン、高島 遼一、沈 鵬、河井 恒
R04.07.26	音声合成のためのフロントエンドの学習方法、コンピュータプログラム、音声合成システム、及び音声合成のためのフロントエンド処理方法	7112075	倪 晋富、志賀 芳則、河井 恒
R04.07.28	データ・セグメンテーション装置	7113474	ワン シャオリン、内山 将夫、隅田 英一郎
R04.08.02	トレンチMOS型ショットキーダイオード	7116409	東脇 正高、＊
R04.08.08	秘密鍵共有システム及び秘密鍵共有方法	7120607	藤原 幹生、佐々木 雅英、武岡 正裕、遠藤 寛之
R04.08.16	脳活動を利用した語学能力評価装置、及び語学能力評価システム	7125042	松本 敦、井原 綾、成瀬 康、＊
R04.08.19	対話システム及びそのコンピュータプログラム	7126682	阿部 憲幸、大西 可奈子、鳥澤 健太郎、クルンカライ カナサイ、木俵 豊
R04.08.26	要約生成装置、および学習方法	7130233	飯田 龍、鳥澤 健太郎、クルンカライ カナサイ、呉 鍾勲、淺尾 仁彦、石田 諒、クロエツェー ジュリアン
R04.09.16	非線形光学素子、電磁波検出装置及び電磁波検出方法	7142904	山田 俊樹、梶 貴博、大友 明
R04.09.21	小型光トランシーバ	7144786	高橋 亮、和田 尚也、山本 直克
R04.09.26	映像情報共有装置、映像情報共有システム及び映像情報共有方法	7146371	大和田 泰伯、井上 真杉、＊
R04.09.27	TOFカメラ	7148063	稲垣 恵三、梅沢 俊匡、山本 直克、川西 哲也
R04.09.29	リクエスト言換システム、リクエスト言換モデル及びリクエスト判定モデルの訓練方法、及び対話システム	7149560	淺尾 仁彦、飯田 龍、クルンカライ カナサイ、阿部 憲幸、大西 可奈子、鳥澤 健太郎、木俵 豊
R04.09.30	無線通信システム、及び基地局	7150315	松村 武、伊深 和雄、村上 誉、石津 健太郎、児島 史秀
R04.10.18	電気光学ポリマー	7161195	大友 明、青木 勲、山田 俊樹
R04.10.20	障害物探知システム	7162233	山本 直克、菅野 敦史、＊
R04.10.24	偏光分割多重化強度変調システムおよび該システムを使用する方法	7164092	ソアレス ルイス ルーベン、ラーデマッハ ゲオルグ、パットナム　ベン、品田 聡、和田 尚也
R04.10.27	車両間情報共有方法	7165966	中内 清秀、荘司 洋三
R04.10.28	超伝導単一光子検出システムおよび超伝導単一光子検出方法	7166592	三木 茂人、寺井 弘高、宮嶋 茂之
R04.11.07	疑似対訳データ生成装置、機械翻訳処理装置、および疑似対訳データ生成方法	7170984	今村 賢治、藤田 篤、隅田 英一郎
R04.11.18	スパースモデリングを利用した痛みの分類および瞬間痛の判別	7179299	成瀬 康、＊
R04.11.24	ランダムウォークを制御する制御方法および観光支援システム	7182264	奥田 誠、木俵 豊、佐藤 真一、＊
R04.11.25	電気光学ポリマー	7182798	大友 明、青木 勲、山田 俊樹、山田 千由美
R04.11.29	無線通信システム及び方法	7185288	趙 欧、廖 偉舜、石津 健太郎、児島 史秀

登録日	発明の名称	登録番号	発明者
R04.11.30	抗菌材料の作製方法及び抗菌材料を備えた抗菌部材の作製方法	7185870	佐川 貴志、小嶋 寛明、＊
R04.12.02	体内装置からの通信データ量を変更可能なブレインマシンインターフェースシステム、およびその制御方法	7186947	鈴木 隆文、安藤 博士、＊
R04.12.13	通信システム、ブリッジ装置、通信方法、及びプログラム	7193787	大須賀 徹、板谷 聡子、丸橋 建一、児島 史秀、＊
R04.12.22	予測システムおよび予測方法	7199075	杉浦 孔明、西塚 直人、河井 恒、石井 守
R04.12.23	ニューラル機械翻訳モデルの訓練方法及び装置並びにそのためのコンピュータプログラム	7199638	ワン ルイ、内山 将夫
R04.12.28	無線通信システム	7202637	森山 雅文、滝沢 賢一、大堂 雅之、手塚 隼人、児島 史秀
R05.01.05	テラヘルツ波発生素子及びその製造方法	7204103	小川 洋、＊
R05.01.06	可変磁気結合回路	7205850	吉原 文樹
R05.01.10	無線通信システム	7207707	グエン キエン、キブリア ミルザ ゴーラン、村上 誉、石津 健太郎、児島 史秀
R05.01.12	識別器、学習済モデル、学習方法	7209330	李 勝、ルー・シュガン、高島 遼一、沈 鵬、河井 恒
R05.01.12	オーディオデータ学習装置、オーディオデータ推論装置、およびプログラム	7209275	岡本 拓磨、橘 健太郎、戸田 智基、志賀 芳則、河井 恒
R05.01.23	無線通信システム	7215717	寺西 裕一、木全 崇、河合 栄治、原井 洋明
R05.02.20	耐雑音音声認識装置及び方法、並びにコンピュータプログラム	7231181	藤本 雅清、河井 恒
R05.02.20	位相再生型光同期検波器	7231208	吉田 悠来、梅沢 俊匡、菅野 敦史、山本 直克
R05.02.20	無人航空機の制御システム、及び無人航空機の制御プログラム	7231298	単 麟、李 還幇、三浦 龍、松田 隆志、松村 武
R05.02.22	量子光学装置	7232510	原 基揚、矢野 雄一郎、梶田 雅稔、井戸 哲也
R05.02.28	スモールセルネットワークへの無線接続システム及び方法	7235290	伊深 和雄、松村 武、村上 誉、石津 健太郎、児島 史秀
R05.03.01	通信方法およびネットワークシステム	7236068	ペパー フェルディナンド、ライプニッツ ケンジ、下川 哲也、＊
R05.03.07	無線通信システム	7239980	児島 史秀
R05.03.14	電気光学ポリマー層を含む非線形光学用積層体及びその製造方法	7244924	梶 貴博、富成 征弘、山田 俊樹、大友 明
R05.03.22	通信制御装置および通信制御方法	7248977	滝沢 賢一、李 還幇、児島 史秀、＊

5.1.4 国外特許登録一覧

2022年度の国外特許登録一覧

計25件

＊は外部の共同発明者を示す

登録日	発明の名称	登録番号	国情報	発明者
2022.04.05	THREE-DIMENSIONAL IMAGE PRODUCTION SUPPORT APPARATUS 立体画像制作支援装置	11297305	US	吉田 俊介
2022.04.07	間隔制御型光コム	112017004943	DE	坂本 高秀、山本 直克、松本 敦
2022.04.12	TOPIC INFERRING APPARATUS, TOPIC INFERRING METHOD, AND STORAGE MEDIUM トピック推定装置、トピック推定方法、および記録媒体	11301624	US	田村 晃裕、隅田 英一郎、 木俵 豊
2022.04.14	対話システム及びそのためのコンピュータプログラム	10-2388042	KR	阿部 憲幸、大西 可奈子、 鳥澤 健太郎、 クルンカライ カナサイ、 呉 鍾勲、飯田 龍、木俵 豊
2022.05.03	未来シナリオ生成装置及び方法、並びにコンピュータプログラム	ZL201680047214.1	CN	橋本 力、鳥澤 健太郎、 クロエツェー ジュリアン、 呉 鍾勲、田仲 正弘、 マルダン ウシュル
2022.05.04	Wireless receiver 無線受信機	3393050	GB	李 還幇、三浦 龍、＊
2022.05.04	WIRELESS RECEIVER 無線受信機	3393050	FR	李 還幇、三浦 龍、＊
2022.05.04	WIRELESS RECEIVER 無線受信機	602016071903.7	DE	李 還幇、三浦 龍、＊
2022.05.04	WIRELESS RECEIVER 無線受信機	3393050	NL	李 還幇、三浦 龍、＊
2022.05.04	WIRELESS RECEIVER 無線受信機	3393050	IE	李 還幇、三浦 龍、＊
2022.05.11	深紫外光を放射する半導体発光素子を備える発光モジュール	I763643	TW	井上 振一郎、谷口 学、 中屋 晃成
2022.05.12	Spatial optical communication device and method 空間光通信装置及び方法	2018213509	AU	コレフ ディミタル、豊嶋 守生
2022.06.08	質問文生成装置及びコンピュータプログラム	10-2408082	KR	鳥澤 健太郎、後藤 淳、 クロエツェー ジュリアン、 川田 拓也
2022.06.08	ノン・ファクトイド型質問応答システム及び方法並びにそのためのコンピュータプログラム	10-2408083	KR	呉 鍾勲、鳥澤 健太郎、 クルンカライ カナサイ、 飯田 龍、 クロエツェー ジュリアン
2022.06.14	量子鍵配送システム用の送信装置、受信装置、量子鍵配送方法、および量子鍵配送プログラム	ZL201780055436.2	CN	藤原 幹生、佐々木 雅英、＊
2022.06.21	WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD 無線通信システム、及び無線通信方法	11368938	US	板谷 聡子、丸橋 建一、 大堀 文子、児島 史秀

登録日	発明の名称	登録番号	国情報	発明者
2022.08.02	COMMUNICATION METHOD AND NETWORK SYSTEM 通信方法およびネットワークシステム	11405072	US	ペパー フェルディナンド、 ライプニッツ ケンジ、 下川 哲也、＊
2022.08.08	因果関係認識装置及びそのためのコンピュータプログラム	10-2431549	KR	クルンカライ カナサイ、 橋本 力、鳥澤 健太郎、 クロエツェー ジュリアン、 呉 鍾勲、田仲 正弘
2022.08.30	LATIN CHARACTER CONVERSION APPARATUS, LATIN CHARACTER CONVERSION METHOD, AND NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM ENCODED WITH LATIN CHARACTER CONVERSION PROGRAM ラテン文字変換装置、ラテン文字変換方法およびラテン文字変換プログラム	11429197	US	丁 塵辰、内山 将夫
2022.11.08	MANUFACTURING METHOD FOR SEMICONDUCTOR LAMINATED FILM, AND SEMICONDUCTOR LAMINATED FILM 半導体積層膜の製造方法、および半導体積層膜	11492696	US	広瀬 信光、笠松 章史、 松井 敏明、＊
2022.11.15	含意ペア拡張装置、そのためのコンピュータプログラム、及び質問応答システム	10-2468481	KR	川田 拓也、 クロエツェー ジュリアン、 鳥澤 健太郎
2022.11.15	TRANSMITTING DEVICE, RECEIVING DEVICE, QUANTUM KEY DISTRIBUTION METHOD, AND QUANTUM KEY DISTRIBUTION PROGRAM FOR QUANTUM KEY DISTRIBUTION SYSTEM 量子鍵配送システム用の送信装置、受信装置、量子鍵配送方法、および量子鍵配送プログラム	11502831	US	藤原 幹生、佐々木 雅英、＊
2022.12.14	WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD 無線通信システム、及び無線通信方法	3716548	FR	板谷 聡子、丸橋 建一、 大堀 文子、児島 史秀
2022.12.14	WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD 無線通信システム、及び無線通信方法	602020006845.7	DE	板谷 聡子、丸橋 建一、 大堀 文子、児島 史秀
2023.01.24	GA2O3-BASED SEMICONDUCTOR DEVICE Ga2O3系半導体素子	11563092	US	東脇 正高、中田 義昭、 上村 崇史、ワン マン ホイ、＊

5.2 研究成果発表
5.2.1 誌上発表論文
5.2.1.1 査読付き論文件数

査読付き論文件数　　計464件

5.2.1.2 誌上発表論文一覧
（NICT 研究者が筆頭の研究論文・小論文のみを掲載）

誌上発表論文数　　計97件

※DOI: Digital Object Identifier（デジタルオブジェクト識別子) DOIがない論文は巻・号を記載、DOI・巻号共に無い場合は空欄　＊外部機関所属

発表年月日	論文名	誌名	DOI ／ 巻 号※	発 表 者
2022/4/2	Recent progress in the evaluation of molecular nonlinear optical (NLO) properties by hyper-Rayleigh scattering (HRS) and higher-order HRS, and the development of NLO chromophores	Molecular Crystals and Liquid Crystals	10.1080/15421406.2021.1946970	山田 俊樹、大友 明
2022/4/5	Demonstration of a 90 Tb/s, 234.8 km, C+L band unrepeatered SSMF link with bidirectional Raman amplification	Optics Express	10.1364/OE.451948	Soares Luis Ruben、Puttnam Ben、Rademacher Georg Friedrich、Awaji Yoshinari、Furukawa Hideaki
2022/4/8	Large Submillimeter High-Speed Photodetector for Large Aperture FSO Receiver	IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS	10.1109/JSTQE.2021.3109283	梅沢 俊匡、松本 敦、赤羽 浩一、中島 慎也、山本 直克
2022/4/8	Vertical β-Ga2O3 Schottky barrier diodes with trench staircase field plate	Applied Physics Express	10.35848/1882-0786/ac620b	Kumar Sandeep、Murakami Hisashi＊、Kumagai Yoshinao＊、Higashiwaki Masataka
2022/4/12	Hyper-Adaptation in the Human Brain: Functional and Structural Changes in the Foot Section of the Primary Motor Cortex in a Top Wheelchair Racing Paralympian	Frontiers in Systems Neuroscience	10.3389/fnsys.2022.780652	守田 知代、廣瀬 智士、木村 和夏＊、竹村 浩昌、浅田 稔＊、内藤 栄一
2022/4/13	Statements from International Union of Radio Science (URSI) on the Need for a Continuous Reference Timescale	Radio Science Letters	10.46620/21-0047	小山 泰弘、Patrizia Tavella＊、Judah Levine＊

発表年月日	論文名	誌名	DOI ／ 巻 号※	発 表 者
2022/4/17	Augmented activity of the forearm extensor muscles induced by vibratory stimulation of the palm of the hand in individuals with subacute post-stroke hemiplegia	Brain Injury	10.1080/02699052.2022.2048694	木村 和夏、Mamiko Sato＊、Yasutaka Kobayashi＊、内藤 栄一
2022/4/25	Speed limits for two-qubit gates with weakly anharmonic qubits	Physical Review A	1103/PhysRevA.105.042614	Ashhab Sahel、吉原 文樹、布施 智子、山本 直樹＊、A. Lupascu＊、仙場 浩一
2022/4/26	Hamiltonian of a flux qubit-LC oscillator circuit in the deep-strong-coupling regime	Scientific Reports	10.1038/s41598-022-10203-1	吉原 文樹、Ashhab Sahel、布施 智子、Motoaki Bamba＊、仙場 浩一
2022/4/27	Impact of Space Environment on Geostationary Meteorological Satellite Data Outage	Space weather	10.1029/2021SW002965	坂口 歌織、長妻 努
2022/5/1	Multichannel random signal generation in optical fiber-based ring laser with quantum-dot semiconductor optical amplifier	Japanese Journal of Applied Physics	10.35848/1347-4065/ac4a02	赤羽 浩一、松本 敦、梅沢 俊匡、山本 直克、Yuki Yata＊、Hideyuki Sotobayashi＊、Makoto Naruse＊、Atsushi Kanno＊
2022/5/5	Investigation of the growth mechanism and crystallographic structures of GaSb dots nucleation layer and GaSb thin film grown on Si（001）substrate by molecular beam epitaxy	Journal of Vacuum Science & Technology A	10.1116/6.0001810	町田 龍人、戸田 隆介＊、原 紳介、渡邊 一世、赤羽 浩一、藤川 紗千恵＊、笠松 章史、藤代 博記
2022/5/9	Prototype Development and Validation of a Beam-Divergence Control System for Free-Space Laser Communications	Frontiers in Physics - Optics and Photonics	10.3389/fphy.2022.878488	Carrasco Casado Alberto、Shiratama Koichi、Kolev Dimitar、Trinh Phuc、Fuse Tetsuharu、Shingo Fuse＊、Koji Kawaguchi＊、Yusuke Hashimoto＊、Masamitsu Hyodo＊、Takashi Sakamoto＊、Terufusa Kunisada＊、Toyoshima Morio
2022/5/10	Which sugar to take and how much to take? Two distinct decisions mediated by separate sensory channels	Frontiers in Molecular Neuroscience	10.3389/fnmol.2022.895395	古波津 創、Tanabe Noriko＊、山元 大輔、Kunio Isono＊
2022/5/12	Measurement and exposure assessment of intermediate frequency magnetic fields from electronic article surveillance（EAS）systems in libraries	Frontiers in Public Health	10.3389/fpubh.2022.871134	幾代 美和、江嵜 かおる、相本 篤子＊、和氣 加奈子、山口 さち子＊、小島原 典子＊、鈴木 敬久＊、多氣 昌生
2022/5/15	Radio Frequency Electromagnetic Field Exposure Compliance Assessments of Smart Surfaces: Two Approximate Approaches	IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility	10.1109/TEMC.2022.3171044	Liu Sen、大西 輝夫、多氣 昌生、渡邊 聡一

発表年月日	論文名	誌名	DOI ／ 巻 号※	発 表 者
2022/5/16	Combining Motor Imagery and Action Observation with Vibratory Stimulation Increases Corticomotor Excitability in Healthy Young Adults	Journal of Behavioral and Brain Science	10.4236/jbbs.2022.125010	木村 和夏、古田 智也、三浦 玄、内藤 栄一
2022/5/17	Development of a miniaturized laser-communication terminal for small satellites	Acta Astronautica	10.1016/j.actaastro.2022.05.011	Carrasco Casado Alberto、Shiratama Koichi、Trinh Phuc、Kolev Dimitar、Munemasa Yasushi、Fuse Tetsuharu、Tsuji Hiroyuki、Toyoshima Morio
2022/5/19	Superiorly low half-wave voltage electro-optic polymer modulator for visible photonics	Optics Express	10.1364/OE.456271	鎌田 隼、上田 里永子、山田 千由美、田中 孝一、山田 俊樹、大友 明
2022/5/23	ミリ波・テラヘルツ時代の光ファイバ無線技術の課題と展望	レーザー研究	第50巻第5号	菅野 敦史、Pham Tien Dat
2022/6/1	Multidimension-multiplexed full-phase-encoding holography	Optics Express	10.1364/OE.456229	田原 樹
2022/6/1	Privacy-preserving deep learning techniques for wearablesensor-based big data applications	Virtual Reality & Intelligent Hardware	10.1016/j.vrih.2022.01.007	Hamza Rafik、Dao Minh-Son
2022/6/3	A High-speed Interface Based on a Josephson Latching Driver for Adiabatic Quantum-Flux-Parametron Logic	IEICE Transactions on Electronics	10.1587/transele.2021SEP0002	知名 史博、Naoki TAKEUCHI＊、Hideo SUZUKI＊、Yuki YAMANASHI＊、寺井 弘高、Nobuyuki YOSHIKAWA＊
2022/6/10	Cross-Lingual Transfer Learning for End-to-End Speech Translation	Journal of natural language processing	10.5715/jnlp.29.611	清水 周一郎、Chenhui Chu＊、李 勝、Sadao Kurohashi＊
2022/6/14	Decentralized Stochastic Optimization With Random Attendance	IEEE Signal Processing Letters	10.1109/LSP.2022.3179331	チャン ティ フーン、LE TRIEU PHONG
2022/6/16	The Present and Future of Discrete Logarithm Problems on Noisy Quantum Computers	IEEE Transactions on Quantum Engineering	10.1109/TQE.2022.3183385	青野 良範、Sitong Liu＊、田中 智樹＊、宇野 隼平＊、Rodney Van Meter＊、篠原 直行、野島 良
2022/6/18	Butterfly Distribution of Relativistic Electrons Driven by Parallel Propagating Lower Band Whistler Chorus Waves	Geophysical Research Letters	10.1029/2022GL099605	齊藤 慎司、三好 由純＊
2022/6/21	DSP-enhanced Radio-over-fiber Technologies for 5G-and-beyond Wired-wireless Convergence	Journal of Optical Communications and Networking	10.1364/JOCN.455171	Zhu Paikun、吉田 悠来、菅野 敦史、北山 研一
2022/7/2	TriECCC: Trilingual Corpus of the Extraordinary Chambers in the Courts of Cambodia for Speech Recognition and Translation Studies	International Journal of Asian Language Processing（IJALP）	10.1142/s2717554522500072	KAK Soky、Masato Mimura＊、Tatsuya Kawahara＊、Chenhui Chu＊、李 勝、丁 塵辰、Sethserey Sam＊
2022/7/8	Measurement and image-based estimation of dielectric properties of biological tissues—past, present, and future—	Physics in Medicine and Biology	10.1088/1361-6560/ac7b64	佐々木 謙介、Emily Porter＊、Essam A Rashed＊、Lourdes Farrugia＊、Gernot Schmid＊

発表年月日	論文名	誌名	DOI ／ 巻 号※	発 表 者
2022/7/10	VALIDITY OF FREEHAND 3-D ULTRASOUND SYSTEM IN MEASUREMENT OF THE 3-D SURFACE SHAPE OF SHOULDER MUSCLES	Ultrasound in Medicine and Biology	10.1016/ j.ultrasmedbio.2022.06.001	梅原 潤、福田 紀生、近田 彰治、平島 雅也
2022/7/14	Morphological Changes in Cu Film Patterns Used in the Catalytic Chemical Vapor Deposition of Graphene	e-Journal of Surface Science and Nanotechnology	10.1380/ejssnt.2022-035	富成 征弘、鈴木 仁＊、田中 秀吉
2022/7/15	Basic characteristics of magnetic field antenna factor of loop antennas for EMI measurements	IEICE Communications Express	10.1587/ comex.2022XBL0102	藤井 勝巳
2022/7/19	A 76-Gbit/s 265-GHz CMOS Receiver With WR-3.4 Waveguide Interface	IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS	10.1109/ JSSC.2022.3179560	原 紳介、董 鋭冰、李 尚曄＊、高野 恭弥＊、利田 直也＊、笠松 章史、榊原 久二男＊、吉田 毅＊、天川 修平＊、藤島 実＊
2022/7/19	Structural covariance and heritability of the optic tract and primary visual cortex in living human brains	The Journal of Neuroscience	10.1523/ JNEUROSCI.0043-22.2022	宮田 季和、Noah C. Benson＊、Jonathan Winawer＊、竹村 浩昌
2022/7/24	Multi-Armed-Bandit Based Channel Selection Algorithm for Massive Heterogeneous IoT Networks	Applied Sciences	10.3390/app12157424	長谷川 聡、北川 諒真＊、李 傲寒＊、金 成主＊、渡辺 良人、荘司 洋三、長谷川 幹雄＊
2022/7/25	Consideration on Automatic Generation of Injection Attacks using Neural Networks	the 2022 World Congress in Computer Science, Computer Engineering, and Applied Computing（CSCE 2022）		松田 健、園田 道夫
2022/7/25	Extremely large flares/multiple large flares expected from sunspot groups with large area	Earth, Planets and Space	10.1186/ s40623-022-01676-5	亘 慎一
2022/7/27	Perceptual adaptation to visuomotor errors disrupts motor adaptation	31st Annual Meeting of Neural Control of Movement		羽倉 信宏、平島 雅也
2022/8/1	Brain networks are decoupled from external stimuli during internal cognition	NEUROIMAGE	10.1016/ j.neuroimage.2022.119230	Cohen Dror、中井 智也、西本 伸志
2022/8/1	Cyber Security Cooperation of National Institute to Support the Tokyo 2020 Games	THE JOURNAL OF IEICE, Special Issue: Technology and Innovation in the Olympic and Paralympic Games Tokyo 2020	Vol.105/No.8	井上 大介、久保 正樹、寺田 健次郎、森 好樹、遠藤 由紀子、神宮 真人、松本 隆志、石原 翔太、牧田 大佑
2022/8/1	Secure deep learning for distributed data against malicious central server	PLOS ONE	10.1371/ journal.pone.0272423	LE TRIEU PHONG
2022/8/1	電磁妨害波測定におけるAPD測定の不確かさに関する検討	電子情報通信学会和文論文誌B	10.14923/ transcomj.2021PEP0004	塩田 貞明、山中 幸雄、松本 泰、後藤 薫
2022/8/1	東京2020大会のセキュリティオペレーションへの国研の協力	電子情報通信学会誌別冊特集 東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会のテクノロジーとイノベーション		井上 大介、久保 正樹、寺田 健次郎、森 好樹、遠藤 由紀子、神宮 真人、松本 隆志、石原 翔太、牧田 大佑

発表年月日	論文名	誌名	DOI ／ 巻 号※	発 表 者
2022/8/3	A Lazy Learning-Based Self-Interference Cancellation Approach for In-Band Full-Duplex Wireless Communication Systems	Hindawi Wireless Communications and Mobile Computing	10.1155/2022/1154325	趙 欧、Liao Wei Shun、李 可人、松村 武、児島 史秀、原田 博司
2022/8/8	Development and Space-Qualification of a Miniaturized CubeSat's 2-W EDFA for Space Laser Communications	MDPI Electronics	10.3390/electronics11152468	Carrasco Casado Alberto、Shiratama Koichi、Kolev Dimitar、Trinh Phuc、Ishola Femi、Fuse Tetsuharu、Toyoshima Morio
2022/8/23	Numerical analysis of quantum circuits for state preparation and unitary operator synthesis	Physical Review A	10.1103/PhysRevA.106.022426	Ashhab Sahel、山本 直樹＊、吉原 文樹、仙場 浩一
2022/9/1	Design and Implementation of an Edge Computing Testbed to Simplify Experimental Environment Setup	電子情報通信学会論文誌D	10.1587/transinf.2022EDK0003	山中 広明、寺西 裕一、河合 栄治、永野 秀尚、原井 洋明
2022/9/1	Performance Comparison of Photonic Downconversion for Uplink Mobile Fronthaul	IEEE Photonics Technology Letters	10.1109/LPT.2022.3193467	Pham Tien Dat、Yamaguchi Yuya、Kanno Atsushi
2022/9/5	Effects of feed gap arrangements of loop antennas on site validation for EMI measurements below 30 MHz	IEICE Communications Express	10.1587/comex.2022XBL0127	藤井 勝巳
2022/9/12	Statistical verifications and deep-learning predictions for satellite-to-ground quantum atmospheric channels	Nature Communications Physics	10.1038/s42005-022-01002-1	Trinh Phuc、Carrasco Casado Alberto、Hideki Takenaka＊、藤原 幹生、北村 光雄、佐々木 雅英、Toyoshima Morio
2022/9/13	Building a decoder of perceptual decisions from microsaccades and pupil size	Frontiers in Psychology	10.3389/fpsyg.2022.942859	中山 遼平、Jean-Baptiste Bardin＊、小泉 愛＊、本吉 勇＊、天野 薫
2022/9/15	Infrared and Terahertz Spectroscopic Investigation of Imidazolium, Pyridinium, and Tetraalkylammonium Tetrafluoroborate Ionic Liquids	ACS Omega	10.1021/acsomega.2c02601	山田 俊樹、水野 麻弥
2022/9/26	Facilitation of Hand Proprioceptive Processing in Paraplegic Individuals with Long-Term Wheelchair Sports Training	Brain sciences	10.3390/brainsci12101295	守田 知代、内藤 栄一
2022/9/29	Performance of Multi-hop Command and Telemetry Communication System in 169 MHz Band for Operation of Drones Beyond Line-of-Sight	Advances in Robotics and Mechanical Engineering	10.32474/ARME.2022.03.000175	三浦 龍、松田 隆志、単 麟、小野 文枝、越川 三保、松村 武
2022/10/1	Fifth-generation new radio millimeter-wave radio signal transmission over a seamless fiber–terahertz mobile fronthaul system for an ultra-dense small cellnetwork	Optics Letters	10.1364/OL.474420	Pham Tien Dat、Kanno Atsushi、Sekine Norihiko、Akahane Kouichi
2022/10/4	Roadmap of incoherent digital holography	Applied Physics B（Springer）	doi.org/10.1007/s00340-022-07911-x	田原 樹、荒神 尚子、松田 厚志、石井 あゆみ＊、小澤 祐市＊、岡本 亮＊、大井 隆太朗

発表年月日	論文名	誌名	DOI ／ 巻 号※	発 表 者
2022/10/5	Pupil diameter tracked during motor adaptation in humans	Journal of Neurophysiology	10.1152/jn.00021.2022	横井 惇、Jeffrey Weiler＊
2022/10/21	P300 as a Neural Indicator for Setting Levels of Goal Scores in Educational Gamification Applications from the Perspective of Intrinsic Motivation: An ERP Study	Frontiers in Neuroergonomics	10.3389/fnrgo.2022.948080	渡部 宏樹、成瀬 康
2022/10/25	モダリティと感情影響に注目したデマの構文解析	コンピュータセキュリティシンポジウム2022		園田 道夫、松田 健
2022/10/26	Explainable Artificial Intelligence for Cybersecurity:A Literature Survey	Annals of Telecommunications	10.1007/s12243-022-00926-7	Charmet Fabien、Tanuwidjaja Harry Chandra、Solayman Ayoubi＊、Pierre-Francois Gimenez＊、Yufei Han＊、Houda Jmila＊、Gregory Blanc＊、高橋 健志、Zonghua Zhang＊
2022/11/1	Determination of Antenna Radiation Efficiency Using the Reference Waveguide to Coax Adapter Method in a Reverberation Chamber	IEICE Communications Express	10.1587/comex.2022XBL0119	張間 勝茂、後藤 薫
2022/11/2	Secure secondary utilization system of genomic data using quantum secure cloud	Scientific Reports	10.1038/s41598-022-22804-x	藤原 幹生、橋本 洋希＊、土井 一右＊、鯨岡 真美子＊、谷澤 佳道＊、石田 祐介＊、佐々木 雅英、長﨑 正朗＊
2022/11/3	Convolutional neural networks reveal differences in action units of facial expressions between face image databases developed in different countries	Frontiers in Psychology	10.3389/fpsyg.2022.988302	稲垣 未来男、伊藤 竜朗＊、篠崎 隆志、藤田 一郎＊
2022/11/8	A 260-GHz 4-Way Phase Compensated CMOS Frequency Multiplier Chain	IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology	10.1109/TTHZ.2022.3220596	Dong Ruibing、Hara Shinsuke、Tanoi Satoru、Hagino Tatsuo、Watanabe Issei、Mubarak Mohamed、Kasamatsu Akifumi
2022/11/10	Emulating Heterogeneity of Individuals and Visualizing Its Influence on Ant Swarm Migration	Applied Artificial Intelligence（Austrian Society for Cybernetic Studies, Taylor and Francis）	10.1080/08839514.2022.2138120	佐々木 秀康
2022/11/11	The Role of Parallelism in the Evolution of Optical Fiber Communication Systems	Proceedings of the IEEE	10.1109/JPROC.2022.3207920	クラウス ヴェルナー、Winzer Peter＊、中島 和秀＊
2022/11/15	Representations and decodability of diverse cognitive functions are preserved across the human cortex, cerebellum, and subcortex	Communications Biology	10.1038/s42003-022-04221-y	中井 智也、西本 伸志

発表年月日	論文名	誌名	DOI ／ 巻 号※	発 表 者
2022/11/22	自然光デジタルホログラフィの現在と将来展望	レーザー研究	第50巻第11号	田原 樹
2022/11/28	Impact of depressed state on attention and language processing during news broadcasts: EEG analysis and machine learning approach	Scientific Reports	10.1038/s41598-022-24319-x	伏田 幸平、渡部 宏樹、松本 敦、齊藤 隼平＊、成瀬 康、井原 綾
2022/11/29	A formulation-aid transfer learning-based framework in received power prediction	IEICE Communications Express	10.1587/comex.2022XBL0143	Nguyen Nam Khanh、滝沢 賢一
2022/12/1	Deconvolution ISTA: A solver for multidimensional convolution problems with low computational complexity	IEICE Communications Express（ComEX）	10.1587/comex.2022COL0023	牛腸 正則
2022/12/1	Effects of subjective and objective task difficulties for feedback- related brain potentials in social situations: An electroencephalogram study	Plos One	10.1371/journal.pone.0277663	横田 悠右、成瀬 康
2022/12/1	開放型サービス協創基盤としての Beyond 5G アーキテクチャとテラヘルツ波通信技術の展開	電子情報通信学会和文論文誌	Vol.J105-C/No.12	寶迫 巌、石津 健太郎、東 充宏、加藤 明人
2022/12/8	Work Function of Layered Graphene Prepared by Chemical Vapor Deposition in High Vacuum	e-Journal of Surface Science and nanotechnology	10.1380/ejssnt.2023-011	田中 秀吉、富成 征弘、鈴木 仁＊
2022/12/10	Macromolecular tissue volume mapping of lateral geniculate nucleus subdivisions in living human brains	NeuroImage	10.1016/j.neuroimage.2022.119777	大石 浩輝、竹村 浩昌、天野 薫
2022/12/15	Privacy-Preserving Federated Learning for Detecting Fraudulent Financial Transactions in Japanese Banks	情報処理学会論文誌 特集号 「持続可能な社会のIT基盤に向けた情報セキュリティとトラスト」	10.2197/ipsjjip.30.789	金森 祥子、阿部 妙子、伊藤 琢真、江村 恵太、王 立華、山本 俊太郎、LE TRIEU PHONG、Kaien Abe＊、Samgwook Kim＊、野島 良、Seiichi Ozawa＊、盛合 志帆
2022/12/15	Understanding the Influence of AST-JS for Improving Malicious Webpage Detection	Applied Sciences	10.3390/app122412916	Rozi Muhammad Fakhrur、小澤 誠一＊、班 涛、Sangwook Kim＊、高橋 健志、井上 大介
2022/12/16	Nonlinear Landau-Zener-Stückelberg-Majorana problem	Physical Review A	10.1103/PhysRevA.106.062613	Ashhab Sahel、O. A. Ilinskaya＊、S. N. Shevchenko＊
2022/12/22	Polynomial selection of F4 for solving the MQ problem	Japan Society for Industrial and Applied Mathematics（JSIAM）Letters	10.14495/jsiaml.14.135	伊藤 琢真、星 雄大＊、篠原 直行、内山 成憲＊
2022/12/23	Single-pixel optical modulation analyzer based on phase retrieval for dual-polarization IQ modulators	Optics Express	10.1364/OE.475841	吉田 悠来、Setsuo Yoshida＊、Takeshi Hoshida＊、Shoichiro Oda＊、山本 直克、菅野 敦史

発表年月日	論文名	誌名	DOI ／ 巻 号※	発 表 者
2022/12/26	Differentially private stochastic gradient descent via compression and memorization	Journal of Systems Architecture	10.1016/j.sysarc.2022.102819	LE TRIEU PHONG、チャン ティ フーン
2022/12/28	Dielectric Modeling of Adipose Tissue as a Function of Water Content from 1–100 GHz	URSI Radio Science Letters	10.46620/22-0027	佐々木 謙介、長岡 智明
2022/12/30	Providing Membership Privacy to the Asynchronous Ratcheting Trees Protocol without losing Scalability	Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications	10.58346/JOWUA.2022.I4.007	江村 恵太、Kaisei Kajita＊、野島 良、小川 一人、Go Ohtake＊
2022/12/31	Experiences, Behavioral Tendencies, and Concerns of Non-Native English Speakers in Identifying Phishing Emails	Journal of Information Processing（JIP）	10.2197/ipsjjip.30.841	長谷川 彩子、山下 直美＊、秋山 満昭＊、森 達哉
2023/1/4	Quantum state tomography of qudits via Hong-Ou-Mandel interference	PHYSICAL REVIEW APPLIED	/10.1103/PhysRevApplied.19.014008	達本 吉朗、生田 力三＊、和久井 健太郎、小林 俊輝＊、藤原 幹生
2023/1/15	Analysis and Demonstration of Low-complexity Joint Optical-electrical Feedforward Equalization（OE-FFE）for Dispersion-limited High-speed IM/DD Transmission	IEEE/OPTICA Journal of Lightwave Technology	10.1109/JLT.2022.3217287	Zhu Paikun、吉田 悠来、菅野 敦史、北山 研一
2023/1/29	Quantitative modelling demonstrates format-invariant representations of mathematical problems in the brain	European Journal of Neuroscience	10.1111/ejn.15925	中井 智也、西本 伸志
2023/2/3	AI-Assisted Security Alert Data Analysis with Imbalanced Learning Methods	Applied Sciences	10.3390/app13031977	Ndichu Samuel、班 涛、高橋 健志、井上 大介
2023/2/8	Construction of a Support Tool for Japanese User Reading ofPrivacy Policies and Assessment of its User Impact	IEICE Transactions on Information and Systems	10.1587/transinf.2022DAP0002	金森 祥子、佐藤 広英＊、太幡 直也＊、野島 良
2023/2/16	Does decision confidence reflect effort?	PLoS ONE	10.1371/journal.pone.0278617	羽倉 信宏、Jamal Esmaily＊、Bahador Bahrami＊
2023/2/27	Detecting Coordinated Internet-Wide Scanning by TCP/IP Header Fingerprint	IEEE Access	10.1109/ACCESS.2023.3249474	田中 智、韓 燦洙、高橋 健志
2023/2/27	Experimental verification of fiber coupling characteristics for FSO downlinks from the International Space Station	Optica Optics Express	10.1364/OE.484512	Trinh Phuc、Kolev Dimitar、Shiratama Koichi、Carrasco Casado Alberto、Munemasa Yasushi、Hiroaki Yamazoe＊、Kyohei Iwamoto＊、Fujiwara Mikio、Tsuji Hiroyuki、Toyoshima Morio
2023/2/27	Selection Strategy of F4-style Algorithm to Solve MQ Problems Related to MPKC	MDPI Cryptography	10.3390/cryptography7010010	黒川 貴司、伊藤 琢真、篠原 直行、山村 明弘＊、内山 成憲＊

発表年月日	論文名	誌名	DOI ／ 巻 号※	発 表 者
2023/3/1	A Generic Construction of CCA-secure Identity-based Encryption with Equality Test against Insider Attacks	IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	10.1587/transfun.2022CIP0012	江村 恵太、高安 敦＊
2023/3/11	HDSHUI-miner: a novel algorithm for discovering spatial high-utility itemsets in high-dimensional spatiotemporal databases	Applied Intelligence Journal	10.1007/s10489-022-04436-w	Rage Uday kiran、Pamalla Veena＊、Penugonda Ravikumar＊、Bathala Venus Vikranth Raj＊、Dao Minh-Son、Zettsu Koji、Sai Chithra Bommisetti＊
2023/3/30	Nondestructive evaluation of various lined paintings by THz pulsed time-domain imaging	Heritage, mdpi	10.3390/heritage6040183	福永 香

5.2.2 口頭発表論文件数

口頭発表論文件数	計1,032件 （うちNICT研究者筆頭論文　842件）

（注）「口頭発表論文」とは、学会等の定期講演会やシンポジウム等で口頭発表された論文をさす。

5.3 技術移転

5.3.1 令和 4 年度特許等の有償技術移転実績

令和 4 年度における、技術移転の実績は以下のとおりである。

＊有償技術移転契約数　21件
＊移転の対象となった知的財産　99件
（内訳：特許14、ノウハウ39、プログラム29、データベース7、その他10）

移転先	知的財産の概要	主な知財の種類	発明者所属室等（発明時）
電磁波研究所（4件）			
計測器製造メーカー	時刻・周波数較正装置	ノウハウ、外販	時空標準研究室
計測器製造メーカー	ネットワーク・時空サーバ	特許	時空標準研究室
計測器製造メーカー	ハードウェアNTP装置	特許、外販	時空標準研究室
通信・電子機器メーカー	数値人体モデル操作データベース（成人男性モデル）	データベース	電磁環境研究室
ネットワーク研究所（2件）			
電子機器製造メーカー	電波伝搬測定用システム	外販	ワイヤレスシステム研究室
ITベンチャー	シート媒体通信	特許	ワイヤレスシステム研究室
先進的音声翻訳研究開発推進センター（14件）			
ソフトウェア開発企業	音声認識ソフトウェア	プログラム、データベース	先進的音声技術研究室 統合システム開発室
翻訳サービス企業	音声認識ソフトウェア	プログラム、データベース	先進的音声技術研究室
システムソリューション企業	翻訳ソフトウェア（日英法令契約）	プログラム、データベース、ノウハウ	先進的翻訳技術研究室
翻訳サービス企業	音声言語識別ソフトウェア（12言語）	プログラム、ノウハウ	先進的音声技術研究室
ソフトウェア開発企業	音声合成ソフトウェア（日本語音声）	プログラム、ノウハウ	先進的音声技術研究室 統合システム開発室
システムソリューション企業	音声翻訳ソフトウェア	プログラム、データベース、ノウハウ	先進的翻訳技術研究室 先進的音声技術研究室
システムソリューション企業	翻訳ソフトウェア（ベトナム語）	プログラム、ノウハウ	先進的翻訳技術研究室
システムソリューション企業	音声翻訳ソフトウェア（多言語）	特許、プログラム、データベース、ノウハウ	先進的音声技術研究室 統合システム開発室
翻訳サービス企業	翻訳ソフトウェア	プログラム、データベース、ノウハウ	先進的翻訳技術研究室
ソフトウェア開発企業	音声合成ソフトウェア（多言語）	特許、プログラム、ノウハウ	先進的音声技術研究室 統合システム開発室
総合電気メーカー	多言語対応翻訳モデル	プログラム、ノウハウ	先進的翻訳技術研究室 統合システム開発室
翻訳サービス企業	多言語対応翻訳モデル	プログラム、ノウハウ	先進的翻訳技術研究室 統合システム開発室

移転先	知的財産の概要	主な知財の種類	発明者所属室等（発明時）
システムソリューション企業	翻訳ソフトウェア	プログラム、データベース、ノウハウ	先進的翻訳技術研究室
システムソリューション企業	音声合成ソフトウェア	プログラム、ノウハウ	先進的音声技術研究室
ソーシャルイノベーションユニット（1件）			
ソフトウェア開発企業	VR共有プラットフォーム	特許、プログラム、外販	地域連携・産学連携推進室

5.3.2 技術移転関連出展一覧

令和4年度技術移転関連出展一覧　　計2回

番号	開催時期	イベント名	開催場所	主催者	出展物等
1	R4.6.15-17	Interop Tokyo 2022	幕張メッセ&ライブ配信	Interop Tokyo 実行委員会	NIRVANA改 DAEDALUS
2	R4.10.18-21	CEATEC 2022	幕張メッセ&ライブ配信	CEATEC JAPAN 実施協議会 一般社団法人電子情報技術産業協会（JEITA） 一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会（CIAJ） 一般社団法人ソフトウェア協会（SAJ）	NIRVANA改 DAEDALUS DeepProtect

6 委託研究・助成等、受託研究等

6.1 委託研究、助成等
6.2 受託研究等

6.1 委託研究・助成等

6.1.1 高度通信・放送研究開発委託研究一覧

□：令和4年度継続実施研究開発課題
■：令和4年度新規開始研究開発課題

NO	研究開発課題	受託者	実施年度
1	欧州との連携によるBeyond 5G先端技術の研究開発	早稲田大学ほか4者	H30～R4
2	超長期セキュア秘密分散保管システム技術の研究開発	㈱ワイ・デー・ケー	H30～R4
3	マルチコアファイバの実用化加速に向けた研究開発	日本電信電話㈱ほか4者	H30～R4
4	5G・Beyond 5Gの多様なサービスに対応する有線・無線アクセスネットワークのプラットフォーム技術の研究開発	富士通㈱ほか1者	H30～R4
5	BMIオープンイノベーションのための脳活動マルチモーダル計測データの解析とその応用技術の研究開発	㈱国際電気通信基礎技術研究所	H30～R4
6	国際共同研究プログラムに基づく日米連携による脳情報通信研究（第3回）	東京工業大学ほか2者	R2～R5
7	高度自動運転に向けた大容量車載光ネットワーク基盤技術の研究開発	慶應義塾大学ほか4者	R2～R5
8	Beyond 5Gにおける衛星-地上統合技術の研究開発	日本無線㈱ほか2者	R2～R6
9	データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発（第3回）	室蘭工業大学ほか21者	R2～R4
10	国際共同研究プログラムに基づく日米連携による脳情報通信研究（第4回）	大阪大学ほか1者	R3～R6
11	ウイルス等感染症対策に資する情報通信技術の研究開発	アンドロボティクス㈱ほか22者	R3～R4
12	自動翻訳の精度向上のための「マルチモーダル情報の外部制御可能なモデリング」の研究開発	東京工業大学ほか5者	R3～R5
13	国際共同研究プログラムに基づく日米連携による脳情報通信研究（第5回）	産業技術総合研究所ほか2者	R4～R7
14	次世代コアとBeyond 5G / 6Gネットワークのためのプログラム可能なネットワークの研究開発	大阪大学ほか5者	R4～R7
15	データ利活用等のデジタル化の推進による社会課題・地域課題解決のための実証型研究開発	㈲電マークほか27者	R4～R5
16	持続性の高い行動支援のための次世代IoTデータ利活用技術の研究開発	㈱KDDI総合研究所	R4～R5
17	次世代BMIシステムの応用実現のための基盤技術の研究開発	大阪大学ほか1者	R4～R5
18	プライバシー保護連合学習高度化のための研究開発	神戸大学ほか1者	R4～R5

6.1.2 革新的情報通信技術研究開発委託研究一覧

□：令和4年度継続実施研究開発課題
■：令和4年度新規開始研究開発課題

NO	研究開発課題	受託者	実施年度
1	Beyond 5G超大容量無線通信を支える次世代エッジクラウドコンピューティング基盤の研究開発	東京工業大学ほか9者	R2～R4
2	Beyond 5G超大容量無線通信を支える空間多重光ネットワーク・ノード技術の研究開発	香川大学ほか4者	R3～R4
3	テラヘルツ帯を用いたBeyond 5G超高速大容量通信を実現する無線通信技術の研究開発	富士通㈱ほか5者	R3～R4
4	Beyond 5Gに向けたテラヘルツ帯を活用した端末拡張型無線通信システム実現のための研究開発	㈱KDDI総合研究所ほか5者	R3～R4
5	Beyond 5G超大容量無線ネットワークのための電波・光融合無線通信システムの研究開発	三重大学ほか4者	R3～R4
6	Beyond 5G次世代小型衛星コンステレーション向け電波・光ハイブリッド通信技術の研究開発	㈱アクセルスペースほか5者	R3～R4
7	Beyond 5Gを活用した安全かつ効率的なクラウドロボティクスの実現	日本電気㈱ほか1者	R3～R4
8	継続的進化を可能とするB5G IoT SoC及びIoTソリューション構築プラットホームの研究開発	シャープ㈱ほか4者	R3～R4
9	超低雑音信号発生技術に基づく300GHz帯多値無線通信に関する研究開発	大阪大学ほか4者	R3～R4
10	Beyond 5G時代に向けた空間モード制御光伝送基盤技術の研究開発	日本電信電話㈱ほか4者	R3～R4
11	行動変容と交通インフラの動的制御によるスマートな都市交通基盤技術の研究開発	東京大学ほか2者	R3～R4
12	Beyond 5Gで実現する同期型CPSコンピューティング基盤の研究開発	日本電気㈱ほか1者	R3～R4
13	Beyond 5G超高速・超大容量無線通信システムのためのヘテロジニアス光電子融合技術の研究開発	東北大学ほか4者	R3～R4
14	Beyond 5G通信インフラを高効率に構成するメトロアクセス光技術の研究開発	三菱電機㈱ほか4者	R3～R4
15	NTNノードのネットワーク化技術開発とカバレッジ拡張ユースケースのシステム開発・実証	スカパーJSAT㈱ほか3者	R3～R4
16	スマートモビリティプラットフォームの実現に向けたドローン・自動運転車の協調制御プラットフォームの研究開発	KDDI㈱ほか1者	R3～R4
17	協調型自律ネットワークの研究開発	沖電気工業㈱ほか2者	R3～R4
18	Beyond 5Gに資するワイドバンドギャップ半導体高出力デバイス技術／回路技術の研究開発	㈱ブロードバンドタワーほか3者	R3～R4
19	低軌道衛星を利用したIoT超カバレージの研究開発	東京大学ほか1者	R3～R4
20	移動通信三次元空間セル構成	ソフトバンク㈱	R3～R4
21	超低消費電力・大容量データ伝送を実現する革新的EOポリマー／Siハイブリッド変調技術の研究開発	徳島大学ほか2者	R3～R4
22	Beyond 5G のレジリエンスを実現するネットワーク制御技術の研究開発	東北大学ほか2者	R3～R4

NO	研究開発課題	受託者	実施年度
23	海中・水中IoTにおける無線通信技術の研究開発	九州工業大学ほか1者	R3～R4
24	完全ワイヤレス社会実現を目指したワイヤレス電力伝送の高周波化および通信との融合技術	ソフトバンク㈱ほか2者	R3～R4
25	エマージング技術に対応したダイナミックセキュアネットワーク技術の研究開発	アラクサラネットワークス㈱ほか2者	R3～R4
26	次世代の5次元モバイルインフラ技術の研究開発	日本電気㈱ほか3者	R3～R4
27	テラヘルツ帯チャネルサウンディング及び時空間チャネルモデリング技術の開発	新潟大学ほか1者	R3～R4
28	GaN系真空マイクロフォトニクス技術による無線通信用ハイパワーテラヘルツ波発生に関する研究開発	九州大学ほか5者	R3～R4
29	人間拡張・空間創成型遠隔作業支援基盤の研究開発	東京大学ほか1者	R3～R4
30	共鳴トンネルダイオードを用いたテラヘルツ無線通信と映像伝送に関する研究開発	大阪大学ほか4者	R3～R4
31	高臨場感通信環境実現のための広帯域・低遅延リアルタイム配信処理プラットフォームの研究開発	神奈川工科大学ほか3者	R3～R4
32	低コスト・高品質なミリ波・テラヘルツ帯へのB5G対応高周波数移行技術の研究開発	大阪大学ほか1者	R3～R4
33	マルチチャネル自動接続を実現する赤外自己形成光接続の研究開発	宇都宮大学ほか1者	R3～R4
34	Intelligent Reflecting Surfaceによるプロアクティブな無線空間制御と耐干渉型空間多重伝送技術の研究開発	東北大学ほか1者	R3～R4
35	Beyond5Gの高速通信・低遅延等に適したエッジAIソフトウエアの開発と動作実証に関する研究開発	大阪大学	R3～R4
36	空間並列チャネル伝送に向けた垂直入射型ナノハイブリッド光変調器・受信器の研究開発	東京大学ほか3者	R3～R4
37	B5G超低消費電力高効率ネットワーク構成に向けた高機能材料の研究開発	産業技術総合研究所ほか2者	R3～R4
38	低遅延でインタラクティブなゼロレイテンシー映像・Somatic統合ネットワーク	早稲田大学ほか2者	R3～R4
39	超多数・多種移動体による人流・物流のためのダイナミックセキュアネットワークの研究	ジャパンデータコム㈱ほか1者	R3～R4
40	関数型パラダイムで実現するB5G時代の資源透過型広域分散コンピューティング環境	東京大学ほか5者	R3～R4
41	300GHz帯アンテナ評価技術の実用化	㈱フォトニック・エッジほか1者	R3～R4
42	Beyond 5G超大容量無線通信を支えるテラヘルツ帯のチャネルモデル及びアプリケーションの研究開発	シャープ㈱ほか2者	R3～R4
43	欧州との連携による300GHzテラヘルツネットワークの研究開発	岐阜大学ほか2者	R3～R4
44	次世代公衆無線LANローミングを用いたオープンかつセキュアなBeyond 5Gモバイルデータオフローディング	京都大学ほか3者	R3～R4
45	Beyond 5G超高速・大容量ネットワークを実現する帯域拡張光ノード技術の研究開発	富士通㈱ほか2者	R4
46	Beyond 5G超高速・大容量ネットワークを実現する小型低電力波長変換・フォーマット変換技術の研究開発	日本電信電話㈱ほか3者	R4
47	Beyond 5G超高速・大容量ネットワークを実現する光ネットワークコントローラ技術の研究開発	富士通㈱ほか2者	R4
48	Beyond 5G超高速・大容量ネットワークの自律性・超低消費電力を実現するネットワークサービス基盤技術の研究開発	日本電気㈱ほか3者	R4

NO	研究開発課題	受託者	実施年度
49	サイバーフィジカルインフラに向けた高信頼シームレスアクセスネットワークに関する研究開発	三菱電機㈱ほか5者	R4
50	エラーフリーPOFによる革新的通信システムの開発	慶應義塾大学	R4
51	日米豪国際連携を通じた超カバレッジBeyond 5G無線通信・映像符号化標準化技術の研究開発	シャープ㈱ほか3者	R4
52	デジタルツインによるサイバー・フィジカル連携型セキュリティ基盤	㈱KDDI総合研究所ほか3者	R4
53	高精度時刻同期に基づく超低遅延デジタルツイン処理基盤の研究開発	日本電気㈱ほか1者	R4
54	ShonanFutureVerse: 仮想都市未来像にもとづく超解像度バックキャスティングCPS基盤	東日本電信電話㈱ほか6者	R4
55	低遅延・自律性を実現するフローティングサイバーフィジカルシステムと広域連携の研究開発	九州工業大学ほか1者	R4
56	City as a Serviceを支えるデジタルツインを持続可能な状態で自己成長させるエコシステム	早稲田大学ほか4者	R4
57	上空プラットフォームにおけるCPS を活用した動的エリア最適化技術	ソフトバンク㈱ほか1者	R4
58	リアルタイム暗号技術とプライバシー保護への拡張	兵庫県立大学ほか1者	R4
59	単原子長ゲートによる低環境負荷物質から成る高出力THz帯増幅器の創出	東北大学ほか4者	R4
60	Beyond 5Gに向けた高速ビームステアリング技術の研究開発	立命館大学ほか2者	R4
61	サイバネティック・フロントエンドを無線化する追従型テラヘルツリンクの研究開発	東京大学	R4
62	屋内CP空間連携に向けた先端半導体－メタサーフェス融合技術の実証実験	名古屋工業大学ほか1者	R4
63	会話AIエージェントとの高臨場感インタラクション体験実現のためのXR通信基盤の研究開発	㈱エキュメノポリス	R4
64	多重自律マイクロモビリティのためのハイパーデジタルツイン基盤	㈱ハイパーデジタルツインほか1者	R4
65	Beyond 5Gにおける高度RAN基盤を実現するOpen RAN無線通信技術の研究開発	楽天モバイル㈱ほか1者	R4
66	Beyond 5G宇宙ネットワーク向け未利用周波数帯活用型の無線通信技術の研究開発	東北大学ほか12者	R4
67	Beyond 5G網におけるホログラフィ通信のための高効率圧縮伝送技術の研究開発	㈱KDDI総合研究所ほか5者	R4
68	テラヘルツ波を利用した雲・水蒸気分布観測二周波レーダーシステムの研究開発	キーコム㈱ほか2者	R4
69	通信・電力を無線化し連携協調動作するワイヤフリーロボットの研究開発	㈱国際電気通信基礎技術研究所ほか3者	R4
70	大電力伝送光ファイバ無線による高効率無線通信システムの構築	慶應義塾大学ほか1者	R4
71	Beyond 5G基地局アレーアンテナ向けオールデジタルトランスミッタ回路技術の研究開発	富士通㈱	R4
72	屋内環境における情報・電力伝送統合自営B5G / 6Gの研究開発	電気通信大学ほか3者	R4
73	マイクロアクチュエータを用いたテラヘルツ帯コヒーレントトランシーバの開拓	東京工業大学ほか4者	R4

6.1.3 海外研究者招へい・国際研究集会開催支援

(1) 国際交流プログラム海外個別招へい

No.	研究テーマ	招へい研究者名	受入機関
1	車両内環境における超高分解能ミリ波伝搬チャネル測定およびデータ解析	Aniruddha CHANDRA アニルダ チャンドラ	新潟大学
2	高強度テラヘルツ電磁波の生体分子の安定性と活性に対する影響調査	Rajib Kumar Mitra ラジブ　クマール　ミトラ	福井大学
3	非線形回路素子から構成されるメタサーフェス電波吸収体の開発と高周波化	Yongzhi Cheng ユンギ　チェン	名古屋工業大学
4	広帯域・低コスト複合平面受信アンテナの研究	Ahmad Abdalrazik MOHAMED アハメドアブドゥラゼック モハメド	東北大学
5	赤道域E 層中性風の電離圏熱圏日々変動への寄与	Jorge Luis Chau ジョージ ルイス チャウ	九州大学
6	大規模Beyond5G / 6GネットワークでのIoTデバイスにおけるデータプライバシー保護とセキュリティ強化のための軽量分散型連合学習	WANG Kevin I-Kai ワン　ケビン　エカイ	九州大学
7	孤独を感じる人に安心感を与えるコンパニオン・ロボットの日本-カナダ間異文化コンテキストでの開発	James Everett YOUNG ジェイムズ　エヴァレット　ヤング	北海道大学
8	サイバーセキュリティ応用にむけたブロックチェーン評価プラットフォームの共創	Hossen Asiful Mustafa ホッセン　アシフル　ムスタファ	奈良先端科学技術大学院大学
9	多目的ウォルシュ関数: ベンチマークおよびサロゲートモデル	VEREL　Sébastien ベレル　セバスチャン	信州大学

(2) 国際研究協力ジャパントラスト事業　海外研究者招へい事業

No.	研究テーマ	招へい研究者名	受入機関
1	プライバシ保護機械学習のための効率的な複数鍵準同型公開鍵暗号の設計方法の研究	Duong Hoang Dung ズオン　ホアン　ドン	株式会社KDDI総合研究所
2	大規模神経データと認知モデリングが導く新しいAI	Benedetto De Martino ベネデット　デ　マルティーノ	株式会社国際電気通信基礎技術研究所
3	ステートフルNAT64ゲートウェイの性能解析手法の検証と改善	Gabor （Sandor） Lencse ガボル・サンドル・レンチェ	株式会社インターネットイニシアティブ

(3) 国際交流プログラム国際研究集会開催支援

No.	研究集会名	実施主体
1	第17回ACM計算機と通信のセキュリティに関するアジア地区国際会議	九州大学
2	第16回NTCIR 情報アクセス技術評価に関する会議	情報・システム研究機構
3	第45回日本神経科学大会／第65回日本神経化学会大会／第32回日本神経回路学会大会	奈良先端科学技術大学院大学

No.	研究集会名	実施主体
4	第27回光エレクトロニクス・光通信国際会議／国際会議フォトニックをベースとするスイッチングとコンピューティング2022	電子情報通信学会
5	2022年機械学習とサイバネティクスに関する国際会議およびウェーブレット解析とパターン認識に関する国際会議	兵庫県公立大学法人
6	第14回宇宙空間シミュレーション国際学校	神戸大学
7	第16回赤道超高層大気国際シンポジウム	京都大学
8	シージー京都2022	早稲田大学
9	第28回半導体レーザ国際会議	電子情報通信学会
10	第4回酸化ガリウムおよび関連材料国際ワークショップ	東京農工大学
11	第33回太陽光発電国際会議	東海国立大学機構

6.2 受託研究等
6.2.1 受託研究

制度		課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
実施主体	制度名			
総務省	電波資源拡大のための研究開発	集積電子デバイスによる大容量映像の非圧縮低電力無線伝送技術の研究開発	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター *笠松 章史 未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 超高周波ICT研究室 原 紳介、Mohamed Mubarak、渡邊 一世、田野井 聡、萩野 達雄 Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター　テラヘルツ連携研究室 関根 徳彦、小川 博世 Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター 寶迫 巌	R1～R4
		第5世代移動通信システムの更なる高度化に向けた研究開発	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *松村 武、李 可人、伊深 和雄、廖 偉舜、趙 欧、川崎 耀	R1～R4
		HAPSを利用した無線通信システムに係る周波数有効利用技術に関する研究開発	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *三浦 龍、松田 隆志、単 麟、松村 武 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 宇宙通信システム研究室 辻 宏之、菅 智茂、大倉 拓也、大津留 豪	R2～R5
		電波の有効利用のためのIoTマルウェア無害化／無機能化技術等に関する研究開発	サイバーセキュリティ研究所 サイバーセキュリティ研究室 *高橋 健志、韓 燦洙、班 涛、Ndichu Samuel、藤田 彬、古本 啓祐、海崎 光宏、梅村 勇貴、倍味 幸平、原田 良子	R2～R4
		仮想空間における電波模擬システム技術の高度化に向けた研究開発	Beyond5G研究開発推進ユニット *寶迫 巌 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 原田 博司 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 松村 武、沢田 浩和、飯草 恭一、松田 隆志、李 可人、村上 誉、表 昌佑、Villardi Gabriel Porto、森山 雅文、伊深 和雄、川崎 燿、Haniz Azril、趙 欧、Liao Wei Shun、菅 良太郎 ソーシャルイノベーションユニット 原井 洋明 ソーシャルイノベーションユニット 総合テストベッド研究開発推進センター 児島 史秀 ソーシャルイノベーションユニット 総合テストベッド研究開発推進センター テストベッド研究開発運用室 宮地 利幸、三輪 信介、高木 雅裕、石田 陽太、三浦 良介、高橋 佑輔、赤井 哲志	R2～R5

制度		課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
実施主体	制度名			
総務省	電波資源拡大のための研究開発	多様なユースケースに対応するためのKa帯衛星の制御に関する研究開発	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター *豊嶋 守生 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 宇宙通信システム研究室 三浦 周、高橋 卓、辻 宏之、吉村 直子、森川 栄久、 久保岡 俊宏、飯草 恭一、織笠 光明、大川 貢、 阿部 侑真、大倉 拓也、菅 智茂、Kolev Dimitar、 若菜 弘充、鄭 炳表、高橋 靖宏、鈴木 健治、 関口 真理子、白玉 公一、大津留 豪、小竹 秀明、 谷内 宣仁、加藤 幸治	R2～R6
		リアルタイムアプリケーションを支える動的制御型周波数共用技術に関する研究開発	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *松村 武、板谷 聡子、大堀 文子、大須賀 徹	R3～R5
		無線・光相互変換による超高周波数帯大容量通信技術に関する研究開発	未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター ナノ機能集積ICT研究室 *梶 貴博、鎌田 隼 Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター　テラヘルツ連携研究室 諸橋 功 ネットワーク研究所　フォトニックICT研究センター 光アクセス研究室 赤羽 浩一、菅野 敦史、梅沢 敏匡、松本 敦、 Pham Tien Dat、山口 祐也	R3～R6
		安全な無線通信サービスのための新世代暗号技術に関する研究開発	サイバーセキュリティ研究所　セキュリティ基盤研究室 *青野 良範、伊藤 琢真、黒川 貴司、篠原 直行 レジリエントICT研究センター サステナブルICTシステム研究室 滝沢 賢一	R3～R6
		空間伝送型ワイヤレス電力伝送の干渉抑制・高度化技術に関する研究開発	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *松村 武、板谷 聡子、大堀 文子、大須賀 徹	R4～R7
		周波数資源の有効活用に向けた高精度時刻同期基盤の研究開発	電磁波研究所　電磁波標準研究センター 時空標準研究室 *原 基揚、矢野 雄一郎、井戸 哲也、志賀 信泰、 安田 哲、市川 隆一 電磁波研究所　電磁波標準研究センター 花土 ゆう子	R4～R7
		テラヘルツ波による超大容量無線LAN伝送技術の研究開発	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター *笠松 章史 未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 超高周波ICT研究室 原 紳介、渡邊 一世、田野井 聡、萩野 達雄 Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター　テラヘルツ連携研究室 関根 徳彦、小川 博世 Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター 寶迫 巌	R4～R8
	生体電磁環境研究及び電波の安全性に関する評価技術研究	電波ばく露レベルモニタリングデータの取得・蓄積・活用	電磁波研究所　電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 *渡辺 聡一、多氣 昌生、大西 輝夫、松本 泰、 山中 幸雄、藤井 勝巳、後藤 薫、Liu Sen、亀谷 和久、 飛田 和博、幾代 美和、江嵜 かおる、塩田 貞明、 呉 奕鋒、長岡 智明、佐々木 謙介	R1～R5

制度		課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
実施主体	制度名			
総務省	生体電磁環境研究及び電波の安全性に関する評価技術研究	Beyond 5G / 6G 等の多様化する新たな無線システムに対応した電波ばく露評価技術に関する研究	電磁波研究所　電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 *長岡 智明、渡辺 聡一、多氣 昌生、大西 輝夫、 水野 麻弥、佐々木 謙介、藤井 勝巳、清水 悠斗、 櫛山 祐次郎、Andrenko Andrii、 Binti Mohd Baharin Rasyidah Hanan、川上 博士、 山崎 祥他	R3～R7
	電波利用料財源電波監視等実施費による委託業務	標準電波による無線局への高精度周波数の提供	電磁波研究所　電磁波標準研究センター 時空標準研究室 *井戸 哲也、松原 健祐、伊東 宏之、大坪 望、 森川 真樹、宮内 結花、野村 英司、松芝 卓二、 江川 裕子、有村 智、斉藤 春夫、岩間 司、今村 國康、 市川 隆一、関戸 衛、小竹 昇、後藤 忠広、熊谷 基弘、 蜂須 英和、原 基揚、Nils Nemitz、矢野 雄一郎、 和久井 健太郎、木原 亜美、小野 徹二、小室 純一	-
		電波伝搬の観測・分析等の推進	電磁波研究所 *平 和昌 電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター 石井 守 電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター 宇宙環境研究室 津川 卓也、久保 勇樹、長妻 努、亘 慎一、石橋 弘光、 坂口 歌織、陣 英克、田 光江、中溝 葵、西岡 未知、 前野 英生、大辻 賢一、近藤 巧、齊藤 慎司、品川 裕之、 Hozumi Kornyanat、垰 千尋、西塚 直人、直井 隆浩、 永原 政人、山川 浩幸、中山 健司、高橋 直子、 穂積 裕太、Septi Perwitasari 電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室 川村 誠治、児島 正一郎、佐藤 晋介、花土 弘、 岩井 宏徳、上本 純平、大野 裕一、堀江 宏昭、青木 誠、 金丸 佳矢、牛腸 正則、萩原 雄一朗、辻 隆之、 Philippe Baron ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 宇宙通信システム研究室 辻 宏之、高橋 卓、森川 栄久、吉村 直子、三浦 周、 川崎 和義、阿部 侑真、大倉 拓也、菅 智茂、織笠 光明、 鄭 炳表 ソーシャルイノベーションユニット 総合テストベッド研究開発推進センター 児島 史秀、斉藤 康弘、的場 真一、寺田 健次郎、 齋藤 祐貴、高橋 佑輔、中村 一彦、平野 研太、 長倉 恭子、青野 浩明、横山 達也、平峰 ゆう、 石井 秀治、木全 崇、宮地 利幸、宮澤 義幸、赤井 哲志、 瀧本 周平	-
	情報通信技術の研究開発	衛星通信における量子暗号技術の研究開発	量子ICT協創センター *藤原 幹生、遠藤 寛之、名古屋 翼 オープンイノベーション推進本部 佐々木 雅英 未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 小澤 俊介、北村 正雄、西澤 亮二 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 豊嶋 守生 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 宇宙通信システム研究室 辻 宏之、久保岡 俊宏、小野 文枝、高橋 靖宏、 斉藤 嘉彦、Kolev Dimitar、Alberto Carrasco-Casado、 小竹 秀明、Trinh Viet Phuc、白玉 公一、中園 純一 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 三浦 龍、松田 隆志	H30～R4

制度		課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
実施主体	制度名			
総務省	情報通信技術の研究開発	グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発	量子ICT協創センター *藤原 幹生、遠藤 寛之、小林 宏明、釼吉 薫、半村 清孝、仲川 昌宏、渕山 央樹 オープンイノベーション推進本部 佐々木 雅英 未来ICT研究所 武岡 正裕 未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 都筑 織衛 未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室 三木 茂人、寺井 弘高、藪野 正裕、知名 史博	R2～R6
		多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発	ユニバーサルコミュニケーション研究所 先進的音声翻訳研究開発推進センター 先進的翻訳技術研究室 *隅田 英一郎、内山 将夫、田中 英輝、藤田 篤、東山 翔平、Paul Michael、王 一然、今村 賢治 ユニバーサルコミュニケーション研究所 先進的音声翻訳研究開発推進センター 先進的音声技術研究室 河井 恒、水上 悦雄	R2～R6
		次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター グリーンICTデバイス研究室 *東脇 正高、上村 崇史、大槻 匠、Sandeep Kumar、Zhenwei Wang	R3～R5
		脳の仕組みに倣った省エネ型人工知能関連技術の開発・実証事業	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター *柏岡 秀紀 未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳情報工学研究室 村田 勉、細田 一史	R3～R5
		ひまわりの高機能化研究技術開発	電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター *石井 守 電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター 宇宙環境研究室 津川 卓也、久保 勇樹、長妻 努、坂口 歌織、齊藤 慎司、大辻 賢一、穂積 裕太	R3～R5
		グローバル量子暗号通信網構築のための衛星量子暗号技術の研究開発	量子ICT協創センター *藤原 幹生、遠藤 寛之、釼吉 薫、半村 清孝、名古屋 翼 オープンイノベーション推進本部 佐々木 雅英 未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 小澤 俊介、北村 正雄、松尾 昌彦、都筑 織衛、浅野 峰子、西澤 亮二 未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室 寺井 弘高、三木 茂人 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 豊嶋 守生 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 宇宙通信システム研究室 辻 宏之、吉村 直子、小野 文枝、高橋 靖宏、斉藤 嘉彦、小竹 秀明、中園 純一	R3～R7
		テラヘルツ波を用いた月面の広域な水エネルギー資源探査	Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター *笠井 康子 Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター　テラヘルツ連携研究室 山田 崇貴、王 蘇芸、川田 宗靖、金森 英人、内山 由侑基、加藤 一郎、佐藤 滋、逸見 良道	R3～R7

制度		課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
実施主体	制度名			
総務省	情報通信技術の研究開発	リモートセンシング技術のユーザー最適型データ提供に関する要素技術の研究開発	電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室 *川村 誠治、児島 正一郎、花土 弘、佐藤 晋介、 Philippe Baron、牛腸 正則	R4～R6
	南極地域観測事業における電離層観測の委託業務	南極地域観測事業における電離層観測	電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター 宇宙環境研究室 *津川 卓也、前野 英生、西岡 未知、石橋 弘光、 直井 隆浩、永原 政人	-
	戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)	超高密度IoTを実現する非同期パルス符号多重通信の研究開発	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター　企画室 *Peper Ferdinand 未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳情報工学研究室 Leibnitz Kenji	R2～R4
		舶用プロペラ運航モニタリングのための海中無線通信技術の研究開発	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *菅 良太郎、松田 隆志 ネットワーク研究所　レジリエントICT研究センター サステナブルICTシステム研究室 滝沢 賢一	R3～R4
		製造分野における5G 高度化技術の研究開発	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *板谷 聡子、大堀 文子、大須賀 徹	R4～R6
文部科学省	科学技術試験研究委託事業 量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)	量子計測・センシング技術研究開発 ／量子もつれ光子対を利用した量子計測デバイスの研究 (東京工業大学　再委託)	未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室 *寺井 弘高、三木 茂人、宮嶋 茂之、藪野 正裕、 貞光 しのぶ、知名 史博、美馬 覚、金 在淵	H30～R4
		知的量子設計による量子ソフトウェア研究開発と応用 (大阪大学　再委託)	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 *仙場 浩一、Ashhab Sahel ネットワーク研究所　レジリエントICT研究センター サステナブルICTシステム研究室 滝沢 賢一、世永 公輝 サイバーセキュリティ研究所　セキュリティ基盤研究室 青野 良範	R2～R4
		①[Flagship]　超伝導量子コンピュータの研究開発 ／量子情報処理に関するネットワーク型研究拠点（理化学研究所　再委託）	未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室 *寺井 弘高、菱田 有二、美馬 覚、髙木 佳寿代、 貞光 しのぶ	R2～R4
		月面活動に向けた測位・通信の網羅的なアーキテクチャ検討と技術開発(JAXA　再委託)	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 宇宙通信システム研究室 *斉藤 嘉彦、小竹 秀明	R3～R4
国立研究開発法人科学技術振興機構	戦略的創造研究推進事業 チーム型研究 (CREST)	ナノ光学と光カオスを用いた超高速意思決定メカニズムの創成／フォトニック意思決定デバイスの創成	ネットワーク研究所　フォトニックICT研究センター 光アクセス研究室 *赤羽 浩一、松本 敦 未来ICT研究所 大岩 和弘 未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 笠松 章史 未来ICT研究所 小金井フロンティア研究センター　超高周波ICT研究室 原 紳介、田野井 聡	H29～R4

制度		課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
実施主体	制度名			
国立研究開発法人科学技術振興機構	戦略的創造研究推進事業チーム型研究(CREST)	超伝導量子メタマテリアルの創成と制御	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 *仙場 浩一、Ashhab Sahel、布施 智子、金 鮮美、 中山 喬之、アオ ズチャオ、星 亜希子 未来ICT研究所 神戸フロンティア研究センター　超伝導ICT研究室 寺井 弘高	H29～R4
		オンチップ・イオントラップによる量子システム集積化／オンチップ・イオントラップデバイスの研究開発	Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター　テラヘルツ連携研究室 *関根 徳彦、諸橋 功、古澤 健太郎	H29～R4
		オンチップ・イオントラップによる量子システム集積化／オンチップ・イオントラップによる光クロックの研究開発	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 *早坂 和弘	H29～R4
		情報網に潜む因果構造解析と高次元脳計測による意識メータの創出／高次元・能動的脳計測系の基盤開発	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター *鈴木 隆文、植田 智津子 未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳情報通信融合研究室 海住 太郎、深山 理、高橋 めぐみ、朴 成哲	H30～R5
		時空間を一括取得する超高速超解像光センサー／超高速超解像光センサーの顕微イメージングへの応用研究	未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター バイオICT研究室 *松田 厚志、松尾 大和 未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 井原 章之	R3～R5
		時空間を一括取得する超高速超解像光センサー／光変調アレイデバイスの開発	ネットワーク研究所　フォトニックICT研究センター 光アクセス研究室 *山口 祐也、赤羽 浩一、梅沢 俊匡、菅野 敦史 ネットワーク研究所　フォトニックICT研究センター 山本 直克	R3～R5
		安全性と有用性の保証のあるヘルスケア匿名コホート基盤／高次元データに対するプライバシー保護技術の研究開発	サイバーセキュリティ研究所　セキュリティ基盤研究室 *野島 良、レ チュウ フォン、江村 恵太、王 立華、 伊藤 琢磨、金森 祥子、阿部 妙子	R3～R5
		非古典スピン集積システム／非古典スピン集積システム：ソフトウェアとデバイス	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター　企画室 *Peper Ferdinand 未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳機能解析研究室 中出 捷、前畑 みどり	R2～R5
		サイバー社会における多重世界予測符号化の解明／多重世界社会行動を生み出す神経機構の解明	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳情報工学研究室 *春野 雅彦 未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳機能解析研究室 和田 充史 未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 西堤 優 未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター　企画室 重松 さやか	R4～R5
		トランスゴルジ網／エンドソーム境界領域のダイナミクスと選別輸送／生細胞観察に適した超解像顕微鏡の開発	未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター バイオICT研究室 *松田 厚志、箕嶋 渉、荒神 尚子	R4～R5

制度		課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
実施主体	制度名			
国立研究開発法人科学技術振興機構	戦略的創造研究推進事業 AIP加速課題	秘匿計算による安全な組織間データ連携技術の社会実装 ／組織間連合学習による不正送金検知システムの社会実装	サイバーセキュリティ研究所 *盛合 志帆 サイバーセキュリティ研究所　セキュリティ基盤研究室 野島 良、レ チュウ フォン、江村 恵太、王 立華、 伊藤 琢真、金森 祥子、阿部 妙子 サイバーセキュリティ研究所　総合企画室 山本 俊太郎、芹澤 大輔	R4～R5
	戦略的創造研究推進事業 ベルモントフォーラムCRA	自然保護区が社会経済に及ぼす影響の多国融合研究を通じた新たなデータ共有・再利用手法の構築（PARSEC）	NICTナレッジハブ *村山 泰啓	R1～R4
	国際科学技術共同研究推進事業 戦略的国際共同研究プログラム （SICORP）	地すべりのモニタリングと予報システムの構築／現地観測とデータ伝送システムの構築	ソーシャルイノベーションユニット 総合テストベッド研究開発推進センター *村田 健史、村上 雄樹、植松 美智代 ネットワーク研究所　レジリエントICT研究センター サステナブルICTシステム研究室 大和田 泰伯、菊田 和孝	H31～R4
	戦略的創造研究推進事業 個人型研究 さきがけ	人工神経回路フィードバックによる主観的時間の制御	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳情報通信融合研究室 *林 正道、藤原 夏葉、宮武 瑠美子、市川 直人	R1～R4
		脳情報に基づいたAIの信頼性評価技術の開発	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳情報工学研究室 *西田 知史、植田 智津子、Blanc Antoine、小山 ひとみ	R2～R5
		視覚障がい者における空間と運動の身体的表象	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳情報通信融合研究室 *池上 剛、千葉 桂子	R4～R5
	戦略的創造研究推進事業 総括実施型研究（ERATO）	ERATO　池谷脳AI融合プロジェクト ／池谷ERATOプロジェクトにかかる脳情報解析の基盤技術開発	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳情報通信融合研究室 *番 浩志 未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 羽倉 信宏、Bayu Gautama Wundari、宮武 瑠美子、 村上 奈緒美、市川 直人	H30～R5
	未来社会創造事業	クラウド光格子時計による時空間情報基盤の構築 ／秒の再定義を見据えた光格子時計ネットワークの設計と統合運用技術の開発	電磁波研究所　電磁波標準研究センター 時空標準研究室 *井戸 哲也、蜂須 英和、Nemitz Nils、熊谷 基弘、 大坪 望、後藤 忠広	H31～R5
	研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム （A-STEP）	生物に学ぶ表面構造と樹脂製抗菌・殺菌材の開発	未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター バイオICT研究室 *小嶋 寛明	R2～R4
		音声信号に最適なマルチスポット再生スピーカシステムの開発	ユニバーサルコミュニケーション研究所 先進的音声翻訳研究開発推進センター 先進的音声技術研究室 *岡本 拓磨 イノベーションデザインイニシアティブ 疋田 啓太 イノベーションデザインイニシアティブ 共創デザインプロジェクト 須藤 美優希	R4～R5
		5G / B5Gビームステアリング無線アクセスに適した電波吸収体の開発	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 超高周波ICT研究室 *原 紳介、渡邊 一世 未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 笠松 章史	R4～R5

制度		課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
実施主体	制度名			
国立研究開発法人科学技術振興機構	ムーンショット型研究開発事業制度	ネットワーク型量子コンピュータによる量子サイバースペース／高性能光子検出技術開発	未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室 *三木 茂人、藪野 正裕、知名 史博、貞光 しのぶ、 三角 真広、宮嶋 茂之	R2～R5
		誰もが自在に活躍できるアバター共生社会の実現 ／脳反応計測	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳情報工学研究室 *春野 雅彦、榎本 一紀、田中 敏子、服部 美智子 未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター　企画室 重松 さやか	R2～R5
		超伝導量子回路の集積化技術の開発 ／エピタキシャル接合を用いた量子ビットの研究開発	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 *吉原 文樹、仙場 浩一、Ashhab Sahel、布施 智子、 金 鮮美 未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室 寺井 弘高、瀬戸浦 真衣	R3～R5
		超伝導量子回路の集積化技術の開発 ／超伝導SISミキサを用いた低雑音マイクロ波増幅器の開発	未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室 *川上 彰	R3～R5
		イオントラップによる光接続型誤り耐性量子コンピュータ／高性能イオントラップ作製・評価技術の確立	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 *早坂 和弘、達本 吉朗 未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 超高周波ICT研究室 関根 徳彦、古澤 健太郎、諸橋 功、小林 静一郎 電磁波研究所　電磁波標準研究センター 時空標準研究室 和久井 健太郎	R2～R5
		サイバネティック・アバターのインタラクティブな遠隔操作を持続させる信頼性確保基盤	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *松村 武、濱 眞一、雨谷 純	R4～R5
		情報指向型通信制御による有線ネットワーク高信頼化技術	ネットワーク研究所 ネットワークアーキテクチャ研究室 *朝枝 仁、松園 和久、速水 祐作、戸室 知二、小針 康永	R4～R5
		低ジッタ・低遅延を実現する無線プラットフォーム実証環境構成	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *村上 誉、沢田 浩和、松村 武、伊深 和雄、川崎 耀	R4～R5
		スケーラブルで強靭な統合的量子通信システム	ネットワーク研究所　フォトニックICT研究センター 光アクセス研究室 *山口 祐也、赤羽 浩一	R4～R5
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構	戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術	高度マルチモーダル対話処理技術／Web等に存在するビッグデータと応用分野特化型対話シナリオを用いたハイブリッド型マルチモーダル音声対話システムの研究	ユニバーサルコミュニケーション研究所 *鳥澤 健太郎 ユニバーサルコミュニケーション研究所 データ駆動知能システム研究センター *大竹 清敬、飯田 龍、呉 鍾勲、 クロエツェー ジュリアン、田仲 正弘、水野 淳太、 淺尾 仁彦、釜谷 博子、福原 裕一、木下 温夫、松本 隆、 井上 竜矢、田中 眞知子、原 紀代子、今村 佳子、 村上 麻佐美、鎌倉 まな、土井 伸一、岡 直哉、 赤瀬 龍也	H30～R4

制度		課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
実施主体	制度名			
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構	ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業	先導研究(委託)／極限時刻同期に基づく革新的通信デバイスと応用開拓	ネットワーク研究所　レジリエントICT研究センター サステナブルICTシステム研究室 *滝沢 賢一 電磁波研究所　時空標準研究室 志賀 信泰、安田 哲 ワイヤレスネットワーク総合研究センター ワイヤレスシステム研究室 森山 雅文	R2～R5
		先導研究(委託)／フロントホール向け大容量光リンク技術の研究開発	ネットワーク研究所　フォトニックICT研究センター フォトニックネットワーク研究室 *品田 聡、清水 智、Soares Luis Ruben ネットワーク研究所　フォトニックICT研究センター 光アクセス研究室 赤羽 浩一、松本 敦	R2～R5
		ポスト5G情報通信システムの開発／超低遅延向けSDR対応5G半導体チップの研究開発	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *松村 武、森山 雅文、松田 隆志、村上 誉、伊深 和雄、川崎 耀	R3～R5
	次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト／運航管理技術の開発／低高度空域共有に向けた運航管理技術の研究開発	自動・自律飛行、高密度化に向けた技術開発(NEC　再委託)	ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 *松村 武、松田 隆志、三浦 龍、単 麟、越川 三保	R4～R6
国立研究開発法人防災科学技術研究所	戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／国家レジリエンス(防災・減災)の強化	避難・緊急活動支援統合システムの研究開発／接近時高速無線接続による通信途絶領域解消技術の研究開発／通信網構築技術	ネットワーク研究所　レジリエントICT研究センター *久利 敏明 耐災害ICT研究センター　応用領域研究室 大和田 泰伯	H30～R4
		避難・緊急活動支援統合システムの研究開発／対話型災害情報流通基盤の研究開発	ユニバーサルコミュニケーション研究所 データ駆動知能システム研究センター *大竹 清敬、松本 隆、鳥澤 健太郎	H30～R4
		線状降水帯の早期発生及び発達予測情報の高度化と利活用に関する研究 ／水蒸気・降水マルチセンシング技術開発	電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室 *川村 誠治、花土 弘、佐藤 晋介、岩井 宏徳、 金丸 佳矢、辻 隆之、Philippe Baron	H30～R4
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／光・量子を活用したSociety5.0 実現化技術	量子暗号技術 ／量子セキュアクラウドシステムの構築と実証	未来ICT研究所　小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 *藤原 幹生、松尾 昌彦、都筑 織衛、西澤 亮二、 北村 光雄、小澤 俊介、浅野 峰子 サイバーセキュリティ研究所 盛合 志帆 未来ICT研究所 武岡 正裕 量子ICT協創センター 遠藤 寛之、小林 宏明	H30～R4
(独)日本学術振興会	二国間交流事業 共同研究・セミナー	ガンマ帯脳波のニューロフィードバック法の開発と実装に関する研究	未来ICT研究所　脳情報通信融合研究センター 脳機能解析研究室 *成瀬 康、横田 悠右、渡部 宏樹	R3～R4

制度 実施主体	制度 制度名	課題名	NICTの実施部署及び参加研究者 (*:研究代表者又は主担当者)	研究期間
国土交通省	交通運輸技術開発推進制度	ジェットエンジン出力停止および航法計器異常を引き起こす高濃度氷晶雲の実態把握と検出法・予測法開発に関する基礎的研究	電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室 *堀江 宏昭	R1～R4
環境省	革新的な省CO_2型感染症対策技術等の実用化加速のための実証事業	脱炭素社会に貢献する265nm帯高強度深紫外LED開発とウィルス不活性化・CO_2排出削減効果実証	未来ICT研究所　神戸フロンティア研究センター 深紫外光ICT研究室 *井上 振一郎、松下 智紀、Hao GuoDong、韋 霊傑、鷲山 瞬、谷口 学、神岡 武文	R3～R4
（独）環境再生保全機構	環境研究総合推進費	大気モニタリングネットワーク用低コスト高スペクトル分解ライダーの開発（国立環境研究所　再委託）	電磁波研究所　電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室 *青木 誠	R2～R4
国立研究開発法人国立環境研究所		温室効果ガス・水循環観測技術衛星による二酸化窒素濃度観測に関する導出アルゴリズムの開発、データ処理系の構築、プロダクト検証体制の構築及びデータの利活用研究	Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター　テラヘルツ連携研究室 *佐藤 知紘、中村 綾乃、Tran Thi Ngoc Trieu Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター 笠井 康子、寶迫 巌	R2～R4
一般受託	RESTART 2016-2020 RPF キプロス大学	Photonically Enabled Metasurfaces for 5G	ネットワーク研究所　フォトニックICT研究センター 光アクセス研究室 *菅野 敦史、Pham Tien Dat、岡崎 裕貴、縣 純子	R1～R4
	一般企業	非再生中継通信等を利用した無線アクセス技術～モビリティ分野への拡張～	ネットワーク研究所　レジリエントICT研究センター サステナブルICTシステム研究室 *滝沢 賢一	R3～R5
		＜機密保持に基づき記載しない＞	サイバーセキュリティ研究所 サイバーセキュリティ研究室 *井上 大介、伊沢 亮一、有末 大、 丑丸 逸人、竪野 有久美 電磁波研究所　電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 後藤 薫	R4～R4
	香南市防災情報通信・管理システム開発業務	複数の通信システムから構成される柔軟かつ効率的な耐災害通信システムの研究開発	ネットワーク研究所　レジリエントICT研究センター *久利 敏明 ネットワーク研究所　レジリエントICT研究センター サステナブルICTシステム研究室 大和田 泰伯、天間 克宏、佐藤 剛至、樋口 昭史、 大島 等志、及川 壽雄	R2～R4

6.2.2 研究助成金の受け入れによる研究（個人）

注意：科研費は期中で出入りがあるため、リストの数（年初交付申請数）とは一致しない。通常助成金は、R4に実施があるものみ。（終了後の残金があるもの・来年度開始で採択分は含まない）

制度			課題名	NICTの参加研究者（*:研究代表者）	研究期間
実施主体	制度名	研究種目等			
（独）日本学術振興会	科学研究費助成事業	学術変革領域研究（A）	社会行動の行動変容を生む脳ダイナミクスの解読と操作	*春野 雅彦	R4～R8
			超高速シリコンアナログ回路と超高速光回路の融合	*笠松 章史、原 紳介	R4～R8
		新学術領域研究（研究領域提案型）	ヒト意思決定における大脳皮質・皮質下領域の脳情報動態の解明と利用	*春野 雅彦	H29～R4
			生体発動分子の創成：自然界の生体分子の改造とゼロからの設計	*古田 健也	H30～R5
			3次元STED-FCSで明かすクロマチン潜在能を支える核内微小構造の分子動態	*毛利 一成	R3～R4
			神経活動の時間的ダイナミクスに埋め込まれる未来の運動情報の研究	*羽倉 信宏	R3～R4
			脳結合操作による時間情報処理ネットワークの因果的解明	*林 正道	R3～R5
		基盤研究（S）	超伝導シングルフォトンカメラによる革新的イメージング技術の創出	*寺井 弘高	H30～R4
		基盤研究（A）	社会脳を支える安静時ネットワークとワーキングメモリネットワークの動的相互作用	*苧阪 満里子	H30～R5
			金属・半導体多層系ファノ共鳴励起による深紫外LEDの輻射場制御	*井上 振一郎、Hao GuoDong	R2～R6
			経験依存的な性指向性決定機構のショウジョウバエモデルでの解析	*山元 大輔	R3～R5
			"記憶の局所フィードバック仮説" - 単一細胞上での短・長期記憶の追跡による検証	吉原 基二郎	R4～R6
		基盤研究（B）	時間情報読み出し機構の脳局在性の検証	*林 正道	H30～R4
			ショウジョウバエにおける求愛定位行動解発の神経回路メカニズム	*古波津 創	H30～R4
			パワーデバイス応用に向けた酸化ガリウム／IV族半導体直接接合界面形成	*東脇 正高	R1～R4
			生細胞内で1nmの距離測定精度を実現する超解像蛍光イメージング	*松田 厚志	R1～R4
			脳循環代謝カップリング解明に向けたfMRI定量化と高解像度脳酸素代謝計測法の開発	*黄田 育宏	R1～R4
			CMB観測の超高感度化に向けた超電導ラジオメーターの開発	*美馬 覚	R2～R5
			無意識的な運動学習系を利用した歩容改善支援システムの開発：健康寿命延伸に向けて	*平島 雅也	R2～R5
			自己検証・自己回復能力を持つ構造化オーバレイネットワーク	*寺西 裕一	R2～R4

制度			課題名	NICTの参加研究者（*:研究代表者）	研究期間
実施主体	制度名	研究種目等			
（独）日本学術振興会	科学研究費助成事業	基盤研究（B）	情報指向ネットワークコンピューティングによるネットワークサービスプラットフォーム	*朝枝 仁、速水 祐作、大岡 睦	R2～R5
			運動領野から視覚領野へのクロスモーダル抑制の機能的役割および形成ルールの解明	*守田 知代	R2～R5
			VR環境下におけるヒト3D視覚特徴抽出機構の解明とその応用	*番 浩志	R3～R6
			人工ナノ筋肉の超解像イメージングとデータ同化によるメカノ協同現象の理解	*岩城 光宏	R3～R6
			昆虫精子鞭毛の運動解析から明らかにする鞭毛波形成・伝播の普遍的メカニズム	*大岩 和弘	R3～R6
			皮質脳波BMIのニューロリハビリテーションへの応用	*鈴木 隆文	R3～R5
			運動伝染を利用した動作トレーニングシステムの開発	*池上 剛	R3～R5
			脳情報空間を介してマルチモーダル認識問題を解く脳融合型AIの開発	*西田 知史	R3～R5
			複数人動画同時視聴時の脳波等の生体情報データベース構築による共感モデルの構築	*成瀬 康	R3～R6
			事前情報に基づく知覚・判断・記憶の変容とその神経基盤	*村井 祐基	R4～R6
			数量知覚の主観性に関わる神経基盤の解明	*林 正道	R4～R6
			行動発現のポテンシャルを作り出すニューロン操作技術の創出	*佐藤 耕世	R4～R6
			運動学習記憶過程におけるノルアドレナリンを介した情報処理メカニズムの研究	*横井 惇	R4～R8
			仮想観光が利用者等の集団心理や観光業界にもたらす影響についての実証研究	*今井 弘二、成瀬 康、安田 哲	R4～R6
		基盤研究（C）	話し合いに相転移をもたらす談話行動の研究	*水上 悦雄	H29～R4
			MRI撮像における胎児内SARと温度上昇の高精度評価	*長岡 智明	H29～R4
			磁場アセンブリ法による2次元部品の縦配置技術開発と遮熱構造への応用	*青木 画奈	H30～R4
			日本語音声の時間構造処理機構モデルの研究	*加藤 宏明	H30～R5
			アクティブマルチスポット音空間再生システムの開発	*岡本 拓磨	H30～R4
			磁気流体近似プラズマ乱流から生成される運動論的プラズマ乱流の性質	*齊藤 慎司	R1～R4
			大気圏電離圏モデルGAIAの拡張による多領域相互作用下の電離圏嵐の発生・伝搬解析	*垰 千尋	R1～R5
			SAR画像中で自動認識された建物・樹木等のフットプリントに関する応用研究	*上本 純平	R1～R4

制度			課題名	NICTの参加研究者 (*:研究代表者)	研究 期間
実施主体	制度名	研究種目等			
（独）日本学術振興会	科学研究費助成事業	基盤研究（C）	相同染色体対合に寄与するRNAタンパク質複合体のダイナミクス	*Ding Da-Qiao	R1～R5
			超高磁場MRI：多素子並列RF励起技術の安全性確立と局所超高分解能撮像への展開	*上口 貴志	R1～R5
			セキュリティレベルを更新可能とするアクセス構造を備えた最適秘密分散に関する研究	*吉田 真紀	R1～R5
			エッジコンピューティングの安全なグローバル利用に関する研究	*山中 広明	R1～R4
			自然視覚経験下の空間認識を支える脳内表現の定量的モデル化	*和田 充史	R1～R4
			間接量子制御の数学的枠組構築とその応用	*加藤 豪	R2～R5
			体積ホログラムを用いたモード多重光源の研究開発	*品田 聡	R2～R4
			周波数領域光信号処理を利用した最適化演算加速器に関する研究	*清水 智	R2～R4
			プライバシー保護とデータ利活用を両立させるモジュール構成可能な暗号技術	*大久保 美也子	R2～R5
			異業種データマイニング向けプライバシー保護機械学習メカニズムに関する研究開発	*Wang Lihua	R2～R5
			外力・応力情報を用いたベイズ推定による脳波アーチファクト除去の高精度化	*梅原 広明	R2～R4
			対人距離感の認知メカニズムの解明とその操作技術の開発	*稲垣 未来男	R2～R5
			超多チャネル型光ネットワークにおける高速周波数資源割当制御に関する研究	*廣田 悠介	R3～R5
			絶縁基板上グラフェンの転写レス微細パターン形成および電極接続の手法開拓とナノ評価	*田中 秀吉、富成 征弘	R3～R5
			Bi系化合物半導体量子ドットによる完全温度無依存レーザ	*赤羽 浩一	R3～R5
			運動学習における小脳核の機能の解明	*井上 雅仁	R3～R5
			情報指向ネットワークによる情報の価値に基づくデータトランスポートシステム	*松園 和久	R3～R5
			データの利活用を促進するセキュアシステムの証明可能安全性に関する研究	*江村 恵太	R3～R7
			生体の調和的律動構造：脳磁界計測による検証	*大塚 明香、西本 博則	R3～R5
			単一光検出器を用いた非古典光のコヒーレント検波	*逵本 吉朗	R4～R6
			太陽活動領域非線形フォースフリー磁場を用いた太陽フレア発生予測システムの構築	*塩田 大幸	R4～R8
			オーロラ嵐時の電離圏全球電場構造・電流クロージャー形成の解明	*中溝 葵	R4～R6

制度			課題名	NICTの参加研究者（*:研究代表者）	研究期間
実施主体	制度名	研究種目等			
（独）日本学術振興会	科学研究費助成事業	基盤研究（C）	モード選択スイッチの実現に向けた周波数領域光MIMOの提案	*後藤 優太	R4～R6
			Photonic frequency converter for spectrally agile seamless access network in millimeter-wave band	*Pham Tien Dat、山口 祐也	R4～R6
			宇宙から風を測る降水レーダーシステムの開発に関する研究	*金丸 佳矢	R4～R6
			顕微光量子計測とTEM撮影を活用した量子ドット単一光子特性の研究	*井原 章之	R4～R6
			Ho:LuLiF結晶を用いたTmファイバーレーザ端面励起パルスレーザの研究	*青木 誠	R4～R6
			鞭毛の同期振動を生み出すダイニンのフォースセンサーとしての性質	*古田 茜	R4～R6
			コマンドニューロンの可塑的変化による連合学習機構－その分子基盤のリアルタイム解析	*櫻井 晃	R4～R6
			大脳皮質－皮質下ネットワークが担う社会的状況における価値判断の計算機構解明	*榎本 一紀	R4～R6
			マルチベンダネットワークにおける計算リソース制御最適化に向けたAI間連携モデル	*宮澤 高也	R4～R6
			B5G網における多層ネットワークスライス共生環境構築手法	*平山 孝弘	R4～R6
			Research on IoT Anti-malware Technology beyond CPU Architectures	*Ban Tao	R4～R6
			脳波を用いた文脈理解の評価	*井原 綾	R4～R6
		挑戦的研究（萌芽）	序列関係の中で協力・競合を決める神経回路の特定	*春野 雅彦	R2～R5
			3D自然画像観察中のヒト眼球運動データベース構築とその応用	*番 浩志	R3～R5
			サイバー情報のリアリティ欠如がもたらす認知的作用の解明に向けた学際的研究	*西田 知史	R4～R5
		挑戦的研究（開拓）	超多点化と生体適合性の制御による神経電極の新展開	*鈴木 隆文	R2～R4
			脳内ネットワークの動的平衡がもたらすワーキングメモリの促進と高齢者への適用	*苧阪 満里子	R3～R5
		若手研究（B）	広域分散電極配置型BMIを用いた運動・感覚情報の抽出フレームワークの構築	*深山 理	H29～R5
		若手研究	テラヘルツ帯半導体光源の高性能化に向けた高精度評価技術の構築	*酒瀬川 洋平	H30～R5
			衛星グローバル観測によるCO_2炭素同位体比を指標とした炭素収支の定量的解明	*佐藤 知紘	H30～R5
			2位相変調法によるチップスケール原子時計の小型化	*矢野 雄一郎	R1～R4
			生体情報のフィードバックループを用いた学習者のモチベーション向上に関する研究	*渡部 宏樹	R2～R4

制度			課題名	NICTの参加研究者 (*:研究代表者)	研究 期間
実施主体	制度名	研究種目等			
（独）日本学術振興会	科学研究費助成事業	若手研究	新規な道具使用学習における他者の行動観察の効果とその神経基盤の検討	*石橋 遼	R2～R5
			非対称性を持つ単位構造からなる漏れ波アンテナの研究	*櫛山 祐次郎	R2～R5
			神経ネットワーク発達に伴うダイナミクス変化の網羅的計測	*箕嶋 渉	R2～R4
			環境適応的な食性の変化による休眠制御機構の解明	*原 佑介	R2～R4
			5G網におけるリンク顕著性に着目したネットワークスライス共生環境構築手法の研究	*平山 孝弘	R2～R4
			視覚定位の個人差を生み出す視覚情報処理システムの脳内基盤	*村井 祐基	R3～R4
			惑星大気テラヘルツ波放射過程理解のためのモデル構築及び実験室圧力幅測定	*山田 崇貴	R3～R5
			物理レイヤ暗号による高秘匿衛星通信技術の確立	*遠藤 寛之	R3～R4
			Multi-Band Transmission over Space-Division Multiplexing Optical Fibers	*Rademacher Georg Friedrich	R3～R4
			プラズモニックアンテナによる光フェーズドアレイの高機能化	*鎌田 隼	R3～R5
			Self-supervised graph-based representation for language and speaker detection	*Shen Peng	R3～R5
			量子機械学習の実践に向けた基盤アルゴリズムの創出	*世永 公輝	R3～R5
			Phantom in the Opera: the Vulnerabilities of Speech Interface for Robotic Dialogue System	*Li Sheng	R3～R4
			DNAナノ構造体上を走るモータータンパク質の設計原理の探求	*指宿 良太	R4～R5
			計算モデルとfMRI解析による脳の運動機能発達・加齢での抑制システムの構成的理解	*Park Jihoon	R4～R6
			ネットワークサービス提供基盤の民主化に向けた網内分散処理におけるトラヒック制御	*速水 祐作	R4～R5
		研究活動スタート支援	太陽風加速に対する太陽微細磁場構造の役割	*塩田 大幸	R1～R5
			171Yb＋イオンを用いた共同冷却による115In＋イオン光周波数標準の精度向上	*木原 亜美	R3～R5
			Beyond 5Gへ向けた無線通信システムの非線形理論の拡張	*小松 和暉	R3～R4
			超伝導ナノワイヤを積層した高性能な単一光子検出器の開発	*知名 史博	R3～R4
			マイクロ光コム発生系の可搬化と環境温度のコム雑音に対する影響の検討	*鐵本 智大	R4～R5
セコム科学技術振興財団	挑戦的研究助成		端末間協調・相互扶助による無線リンク仮想化	*天間 克宏	H29～R5

制度			課題名	NICTの参加研究者 （*:研究代表者）	研究 期間
実施主体	制度名	研究種目等			
三菱財団	自然科学研究助成（若手助成）		ビデオレート記録するマルチカラー多重ホログラフィック蛍光顕微鏡システムの開発	*田原 樹	R3～R4
博報堂教育財団	児童教育実践についての研究助成		民話の世界を疑似体験させて伝承する形態についての実証研究	*今井 弘二	R4～R6

7 研究交流等

7.1 共同研究一覧
7.2 連携大学院
7.3 招へい専門員
7.4 協力研究員
7.5 研修員
7.6 委員委嘱等

7.1 共同研究一覧

共同研究数　　計514件

部　署	契約件数 うち（　）は海外機関との契約件数	相手先機関数						
		国内			海外			合計
		公的	大学	民間	公的	大学	民間	
電磁波研究所	77（11）	11	62	12	9	9	1	104
ネットワーク研究所	124（28）	4	66	46	8	26	3	153
サイバーセキュリティ研究所	51（0）	4	34	17	0	0	0	55
ユニバーサルコミュニケーション研究所	16（2）	1	7	13	1	0	1	23
未来ICT研究所	136（5）	17	110	66	0	4	1	198
Beyond5G研究開発推進ユニット	23（1）	4	16	10	1	0	0	31
量子ICT協創センター	7（0）	2	4	8	0	0	0	14
ソーシャルイノベーションユニット戦略的プログラムオフィス	3（0）	0	4	0	0	0	0	4
ソーシャルイノベーションユニット総合テストベッド研究開発推進センター	73（1）	3	76	41	4	4	0	128
グローバル推進部門	3（3）	0	2	1	4	10	1	18
業務企画部	1（0）	0	1	0	0	0	0	1
計	514（51）	46	382	214	27	53	7	729

注.「公的」とは、国、地方公共団体、国立研究開発法人、独立行政法人等の公的な機関をいう。

7.2 連携大学院

連携大学院

計17か所

大　学　名（17件）	研　究　科　等	連携大学院教員氏名　（23名）
電気通信大学大学院	情報理工学研究科	布施 哲治、Ved Prasad Kafle、李 還幇
神戸大学大学院	工学研究科 保健学研究科	三木 茂人、細田 一史、上口 貴志、小作 浩美、井上 振一郎
東京都立大学大学院	システムデザイン研究科	菅野 敦史
兵庫県立大学大学院	工学研究科 生命理学研究科	菅野 敦史、大岩 和弘
北陸先端科学技術大学院大学	先端科学技術研究科	矢野 博之
大阪大学大学院	理学研究科 生命機能研究科	鈴木 隆文、春野 雅彦
九州工業大学大学院	生命体工学研究科	
上智大学大学院	理工学研究科	
京都大学大学院	医学研究科	
大阪府立大学大学院	工学研究科	
東京都市大学大学院	工学研究科	
東京電機大学大学院		
東京農工大学大学院	工学府	辻 宏之、梶田 雅稔、渡邊 聡一
同志社大学大学院	理工学研究科	Lu Xugang
奈良先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	河合 栄治、小林 和真、鳥澤 健太郎、飯田 龍
千葉大学大学院	融合理工学府 工学研究院	市橋 保之
明治大学	大学院 理工学研究科	

7.3 招へい専門員

招へい専門員数　計74名

所属	件数
電磁波研究所	0
ネットワーク研究所	4
サイバーセキュリティ研究所	20
ユニバーサルコミュニケーション研究所	4
未来ICT研究所	11
Beyond 5G研究開発推進ユニット	7
量子ICT協創センター	5
オープンイノベーション推進本部	2
ソーシャルイノベーションユニット	11
イノベーション推進部門	2
グローバル推進部門	1
デプロイメント推進部門	0
経営企画部	1
イノベーションデザインイニシアティブ	3
NICTナレッジハブ	3

7.4 協力研究員

協力研究員数　計436名

部署	件数
電磁波研究所	34
ネットワーク研究所	112
サイバーセキュリティ研究所	18
ユニバーサルコミュニケーション研究所	22
未来ICT研究所	185
Beyond 5G研究開発推進ユニット	14
量子ICT協創センター	2
ソーシャルイノベーションユニット	43
イノベーション推進部門	1
グローバル推進部門	1
デプロイメント推進部門	0
経営企画部	3
イノベーションデザインイニシアティブ	0
NICTナレッジハブ	1

7.5 研修員

研修員数　　計106名

派遣元	件数
Chulalongkorn University	1
Eindhoven University of Technology	1
Taiwan Information Security Center	6
National Tsing Hua University	4
大阪大学	16
東京農工大学	10
千葉工業大学	8
兵庫県立大学	8
青山学院大学	6
網屋	5
海上自衛隊	5
早稲田大学	4
名古屋工業大学	2
京都大学	2
東京学芸大学	2
東京情報大学	2
豊橋技術科学大学	2
神戸大学	2
島根大学	2
千葉大学	2
明治大学	2
東京地方検察庁	2
東京芸術大学	1
富士通システム統合研究所	1
和歌山大学	1
立命館大学	1
徳島大学	1
東京理科大学	1
北海道大学	1
東京都立大学	1
日立国際電気	1
国際基督教大学	1
長野県工業技術総合センター	1
防衛装備庁次世代装備研究所	1

7.6 委員委嘱等

令和4年度において、依頼による（1）審議会、委員会等の委員、調査員、（2）研修や大学等の短期セミナー講師、（3）大学の非常勤講師、（4）招へい研究員、客員研究員、（5）講演、に従事した延べ人数を以下に示す。

従事区分	依頼元の区分	延べ人数	依頼元の組織、委嘱先委員会
(1) 委員	総務省	44	国際戦略局、総合通信基盤局、情報流通行政局、各地方総合通信局、情報通信審議会専門委員、各評価・運営委員会構成員等
	国の機関	36	内閣府、文部科学省、内閣官房、国立国会図書館等
	学術会議	22	日本学術会議
	独立行政法人	73	日本学術振興会、科学技術振興機構、宇宙航空研究開発機構、産業技術総合研究所、新エネルギー・産業技術総合開発機構、日本医療研究開発機構、量子科学技術研究開発機構、物質・材料研究機構、環境再生保全機構、製品評価基盤機構等
	大学共同利用機関法人	8	情報・システム研究機構国立極地研究所、自然科学研究機構国立天文台等
	地方自治体	4	京都府精華町、岩手県、和歌山県等
	非営利法人	85	テラヘルツシステム応用推進協議会、日本地球惑星科学連合、日本規格協会、2025年日本国際博覧会協会、テラヘルツテクノロジーフォーラム、ひょうご科学技術協会、大学技術移転協議会、重要生活機器連携セキュリティ協議会、日本磁気共鳴医学会、情報通信技術研究交流会（AC・Net）、電波産業会、応用脳科学コンソーシアム、稲盛財団、量子ICTフォーラム、新化学技術推進協会等
	電子情報通信学会	125	各種研究専門委員会、論文誌編集委員会等
	電気学会	16	各種調査専門委員会、編集委員会等
	情報処理学会	18	各種運営委員会、論文誌編集委員会等
	学会（その他）	44	日本音響学会、言語処理学会、日本気象学会、日本放射線技術学会、人工知能学会、日本赤外線学会、日本測地学会、地球電磁気・地球惑星圏学会、日本磁気共鳴医学会等
	大学法人	38	東京大学、名古屋大学、京都大学、東京工業大学、大阪大学、会津大学等
	民間	27	20社
	国際会議実行委員会	77	EMNLP2022、ACL2023、CANDAR2022、URSI GASS 2023、OFC2023、PIMRC2022、EACL2023等
	国際学術団体・国際機関	29	IEEE等
	その他	17	
(2) 講師（短期）	大学・高校	29	慶應義塾大学、東京電機大学、早稲田大学、大阪大学、東京都立多摩科学技術高等学校、武庫川女子大学附属高等学校等
	その他	30	防衛省、鹿嶋市教育委員会、総務省等
(3) 大学非常勤講師	大学	83	35校
(4) 招へい研究員等	大学	103	大阪大学、北陸先端科学技術大学院大学等
	国の機関	4	防衛装備庁等
	独立行政法人	13	理化学研究所、宇宙航空研究開発機構等
	その他	8	大学共同利用機関法人等

従事区分	依頼元の区分	延べ人数	依頼元の組織、委嘱先委員会
(5) 講演(講演講師)	総務省	26	各地方総合通信局等
	国の機関	9	内閣官房、防衛省等
	独立行政法人	6	日本学術振興会等
	地方自治体	7	枚方市、鹿嶋市、ひたちなか市等
	非営利法人	70	応用脳科学コンソーシアム、光産業技術振興協会、新化学技術推進協会、日本科学技術振興財団、内外情勢調査会、日本電気計測器工業会、大学技術移転協議会、電子情報技術産業協会、日本ITU協会等
	学会	22	電子情報通信学会、応用物理学会、情報処理学会等
	大学・高校	41	31校
	民間	70	54社
	その他	22	国際会議実行委員会等

8 表彰・学位取得

8.1 表彰

氏名	日付	受賞名	授与団体名	内容（主に業績名）
吉田 悠来	2022/4/7	前島密奨励賞	公益財団法人 通信文化協会	低コスト・低消費電力を実現する新しい超高速光伝送用信号処理技術の研究開発
東脇 正高	2022/4/15	第54回市村学術賞貢献賞	公益財団法人 市村清新技術財団	酸化ガリウムデバイスの先駆的研究開発
上口 貴志	2022/4/16	Outstanding Reviewer Award	日本医学物理学会・ 日本放射線技術学会	Radiological Physics and Technology誌 2021年優秀査読者
上口 貴志	2022/5/10	最優秀賞	日本放射線技術学会	拡散MRIにおける見かけの拡散係数のRF磁場強度依存性
西山 大輔	2022/5/10	最優秀賞	日本放射線技術学会	拡散MRIにおける見かけの拡散係数のRF磁場強度依存性
島田 育廣	2022/5/10	最優秀賞	日本放射線技術学会	拡散MRIにおける見かけの拡散係数のRF磁場強度依存性
土師 知己	2022/5/10	最優秀賞	日本放射線技術学会	拡散MRIにおける見かけの拡散係数のRF磁場強度依存性
佐藤 孝平	2022/5/17	第54回 世界情報社会・電気通信日のつどい 総務大臣賞	一般財団法人 日本ITU協会	長年に渡るITU及びAPTにおける無線通信分野の国際標準化活動への貢献
小松 和暉	2022/5/27	2021年度 無線通信システム研究会　奨励賞	一般社団法人 電子情報通信学会 無線通信システム研究専門委員会	多項式デジタルプリディストータを用いる帯域内全二重の理論解析
児島 正一郎	2022/6/1	令和4年度情報通信月間推進協議会会長表彰「志田林三郎賞」（個人）	情報通信月間推進協議会	航空機搭載合成開口レーダーの開発
呉 奕鋒	2022/6/3	感謝状	一般社団法人 電気学会 電気規格調査会	JIS 原案作成（JIS C 61000-4-3）
小川 博世	2022/6/9	功績賞	電子情報通信学会	電子情報通信工学の発展と普及における功績
牛腸 正則	2022/6/16	2021年度下半期若手奨励賞	電子情報通信学会 アンテナ・伝播研究専門員会	奨励賞
竹村 浩昌	2022/6/19	Early Career Investigator Award	Organization for Human Brain Mapping	ヒト脳マッピング分野における顕著な貢献

氏名	日付	受賞名	授与団体名	内容（主に業績名）
村上 洸介	2022/6/23	2021年度 情報通信システムセキュリティ研究賞	電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ 情報通信システムセキュリティ研究専門委員会	ID/Password設定に不備のあるIoT機器におけるマルウェア感染可能性の大規模調査
笠間 貴弘	2022/6/23	2021年度 情報通信システムセキュリティ研究賞	電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ 情報通信システムセキュリティ研究専門委員会	ID/Password設定に不備のあるIoT機器におけるマルウェア感染可能性の大規模調査
井上 大介	2022/6/23	2021年度 情報通信システムセキュリティ研究賞	電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ 情報通信システムセキュリティ研究専門委員会	ID/Password設定に不備のあるIoT機器におけるマルウェア感染可能性の大規模調査
笠間 貴弘	2022/6/23	2021年度 情報通信システムセキュリティ研究賞	電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ 情報通信システムセキュリティ研究専門委員会	BERTモデルを用いたキーボード打鍵音による入力推定攻撃とその対策
松村 武	2022/6/28	電波功績賞総務大臣表彰	一般社団法人 電波産業会	2.3GHz帯ダイナミック周波数共用システムの実証及び実用化
原田 博司	2022/6/28	電波功績賞総務大臣表彰	一般社団法人 電波産業会	2.3GHz帯ダイナミック周波数共用システムの実証及び実用化
長岡 智明	2022/6/28	電波功績賞 一般社団法人 電波産業会会長表彰	一般社団法人 電波産業会	国際標準小児数値人体モデルの開発による電波防護国際ガイドライン改定への貢献
渡邊 聡一	2022/6/28	電波功績賞 一般社団法人 電波産業会会長表彰	一般社団法人 電波産業会	国際標準小児数値人体モデルの開発による電波防護国際ガイドライン改定への貢献
西田 知史	2022/7/21	第36回人工知能学会全国大会 全国大会優秀賞	一般社団法人 人工知能学会	AI生成情報が人間の認知判断にもたらす負のバイアスとその脳内メカニズム
石川 大樹	2022/7/27	実行委員会特別賞	Cloud Operator Days Tokyo 2022 実行委員会	コンテナ型データセンタの設計・構築・運用知見に関する発表
奥村 俊樹	2022/8/24	優秀発表賞	日本味と匂学会	言語ラベルがヒト梨状皮質の匂いの情報表現に与える影響
黄田 育宏	2022/8/24	優秀発表賞	日本味と匂学会	言語ラベルがヒト梨状皮質の匂いの情報表現に与える影響
横井 惇	2022/8/24	優秀発表賞	日本味と匂学会	言語ラベルがヒト梨状皮質の匂いの情報表現に与える影響
中井 智也	2022/8/24	優秀発表賞	日本味と匂学会	言語ラベルがヒト梨状皮質の匂いの情報表現に与える影響
西本 伸志	2022/8/24	優秀発表賞	日本味と匂学会	言語ラベルがヒト梨状皮質の匂いの情報表現に与える影響

氏名	日付	受賞名	授与団体名	内容（主に業績名）
木原 亜美	2022/9/1	電気学会優秀論文発表賞	一般社団法人 電気学会	大会ならびに研究会における優秀論文発表の表彰
石津 健太郎	2022/9/7	活動功労賞	電子情報通信学会 通信ソサイエティ	論文誌編集等に関する献身的活動
大西 輝夫	2022/9/7	功労顕彰状	一般社団法人 電子情報通信学会 通信ソサイエティ	通信ソサイエティでの光応用電磁界計測特別研究専門委員会 委員長としての貢献
江村 恵太	2022/9/7	編集活動感謝状	電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ	和英論文誌A編集委員としての貢献
Haniz Azril	2022/9/7	活動功労賞	電子情報通信学会 通信ソサイエティ	通信ソサイエティ投稿論文の査読委員としての貢献
田原 樹	2022/9/21	3次元画像コンファレンス2022優秀論文賞	3次元画像コンファレンス2022実行委員会	20 fps を超える自然光フルカラーデジタル動画ホログラフィーシステム
安田 真悟	2022/10/7	GOOD DESIGN AWARD 2022	ハードニングプロジェクト	一般向けの取り組み・活動
宮地 利幸	2022/10/7	GOOD DESIGN AWARD 2022	ハードニングプロジェクト	一般向けの取り組み・活動
三輪 信介	2022/10/7	GOOD DESIGN AWARD 2022	ハードニングプロジェクト	一般向けの取り組み・活動
門林 雄基	2022/10/7	GOOD DESIGN AWARD 2022	ハードニングプロジェクト	一般向けの取り組み・活動
澤本 敏郎	2022/10/27	CSS2022奨励賞	一般社団法人 情報処理学会　コンピュータセキュリティ研究会	オープンソースソフトウェアを活用して構築した5Gコアネットワークのセキュリティ評価
遠峰 隆史	2022/10/27	CSS2022奨励賞	一般社団法人 情報処理学会　コンピュータセキュリティ研究会	オープンソースソフトウェアを活用して構築した5Gコアネットワークのセキュリティ評価
鈴木 未央	2022/10/27	CSS2022奨励賞	一般社団法人 情報処理学会　コンピュータセキュリティ研究会	オープンソースソフトウェアを活用して構築した5Gコアネットワークのセキュリティ評価
井上 大介	2022/10/27	CSS2022奨励賞	一般社団法人 情報処理学会　コンピュータセキュリティ研究会	オープンソースソフトウェアを活用して構築した5Gコアネットワークのセキュリティ評価
中尾 康二	2022/10/27	CSS2022奨励賞	一般社団法人 情報処理学会　コンピュータセキュリティ研究会	オープンソースソフトウェアを活用して構築した5Gコアネットワークのセキュリティ評価
Haniz Azril	2022/11/1	Award for Contribution to Globalization of Research	The 25th Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications	Hybrid SUN-LoRa Network on a Low Altitude Platform for Remote Water Quality Monitoring

氏名	日付	受賞名	授与団体名	内容（主に業績名）
松村 武	2022/11/1	Award for Contribution to Globalization of Research	The 25th Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications	Hybrid SUN-LoRa Network on a Low Altitude Platform for Remote Water Quality Monitoring
松村 武	2022/11/1	WPMC2022 Best Paper Award （CERTIFICATE for Contribution to Industrial Research Excellence）	The 25th Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications	Investigation of Beyond 5G-based Physical Radio Node Emulation for Large-scale Wireless Emulator
沢田 浩和	2022/11/1	WPMC2022 Best Paper Award （CERTIFICATE for Contribution to Industrial Research Excellence）	The 25th Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications	Investigation of Beyond 5G-based Physical Radio Node Emulation for Large-scale Wireless Emulator
児島 史秀	2022/11/1	CERTIFICATE; Contribution to Research on Fundamental Theory	WPMC2022実行委員会	ワイヤレスエミュレーションを想定した無線機アクセス制御技術に関する研究成果
江村 恵太	2022/11/11	Best Paper Award	The 16th International Conference on Provable and Practical Security（ProvSec 2022）	A Generic Construction of CCA-secure Attribute-based Encryption with Equality Test
淺野 京一	2022/11/11	Best Paper Award	The 16th International Conference on Provable and Practical Security（ProvSec 2022）	A Generic Construction of CCA-secure Attribute-based Encryption with Equality Test
高安 敦	2022/11/11	Best Paper Award	The 16th International Conference on Provable and Practical Security（ProvSec 2022）	A Generic Construction of CCA-secure Attribute-based Encryption with Equality Test
渡邉 洋平	2022/11/11	Best Paper Award	The 16th International Conference on Provable and Practical Security（ProvSec 2022）	A Generic Construction of CCA-secure Attribute-based Encryption with Equality Test
後藤 雅徳	2022/11/14	The 2022 SCinet Spirit of Innovation Award	SC22 Scinet	SC22におけるネットワーク研究展示によるネットワーク技術の発展への多大な貢献
永野 秀尚	2022/11/14	The 2022 SCinet Spirit of Innovation Award	SC22 Scinet	SC22におけるネットワーク研究展示によるネットワーク技術の発展への多大な貢献
今村 國康	2022/11/21	第36回電波技術協会賞	一般財団法人電波技術協会	電話回線を用いた日本標準時供給サービスの開発に貢献
津川 卓也	2022/11/30	JDR Award for the Most Cited Paper 2022	Journal of Disaster Research	Total Electron Content Observations by Dense Regional and Worldwide International Networks of GNSS
Ved Prasad Kafle	2022/12/9	Best Paper Award（First Prize）	ITU Kaleidoscope Academic Conference 2022, Accra, Ghana	Enhancing user experience in pedestrian navigation based on Augmented Reality and landmark recognition

氏名	日付	受賞名	授与団体名	内容（主に業績名）
長谷川 彩子	2022/12/15	JIP Specially Selected Paper	一般社団法人 情報処理学会	Experiences, Behavioral Tendencies, and Concerns of Non-Native English Speakers in Identifying Phishing Emails
森 達哉	2022/12/15	JIP Specially Selected Paper	一般社団法人 情報処理学会	Experiences, Behavioral Tendencies, and Concerns of Non-Native English Speakers in Identifying Phishing Emails
笠井 康子	2022/12/15	S-Booster 2022 審査員特別賞	S-Booster実行委員会	世界に先駆け宇宙資源開発を促進　月の宝地図を作る
知名 史博	2022/12/20	Judging Committee for Short Presentation Awards	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構（QST）	Short Presentation Award of SE-03A
Ved Prasad Kafle	2022/12/23	ICT Award 2022	ICT Award Committee （www.ictaward.org）	Nepali Diaspora ICT Award 2022
東脇 正高	2023/1/1	IEEE Fellow	IEEE	for contributions to gallium oxide electronics and millimeter-wave gallium nitride transistor 酸化ガリウムエレクトロニクス及びミリ波窒化ガリウムトランジスタに関する貢献
宮地 利幸	2023/1/23	JNSA賞	特定非営利活動法人 日本ネットワークセキュリティ協会	多くのセキュリティ技術者のスキル向上に大きく貢献した（特別賞）
三輪 信介	2023/1/23	JNSA賞	特定非営利活動法人 日本ネットワークセキュリティ協会	多くのセキュリティ技術者のスキル向上に大きく貢献した（特別賞）
安田 真悟	2023/1/23	JNSA賞	特定非営利活動法人 日本ネットワークセキュリティ協会	多くのセキュリティ技術者のスキル向上に大きく貢献した（特別賞）
菅野 敦史	2023/2/24	Best Paper Award	International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering（ECCE）2023	94.5 GHz Dual-Loop Optoelectronic Oscillator
松田 美慧	2023/3/3	ISSスクエア賞	ISSスクエア	言語学的モダリティに基づくデマの検知に関する研究
松田 美慧	2023/3/3	ベストポスター賞	ISSスクエア	言語学的モダリティに基づくデマの検知に関する研究
矢野 雄一郎	2023/3/15	技術委員会奨励賞	一般財団法人 電気学会 電子・情報・システム部門	原子時計チップを利用した分散型時刻同期ネットワークの検討

8.2 学位取得

氏　名	論　文　題　目	学　位	大　学　名	取得年月日
星 郁雄	シングルピクセルイメージング専用計算機に関する研究	博士	千葉大学	2022/9/30
黒川 貴司	Analysis of Algorithms Related to Multivariate Public Key Cryptosystems and the Transport Layer Security Protocol 多変数公開鍵暗号及びトランスポート層セキュリティプロトコルに関するアルゴリズムの解析	博士	秋田大学	2023/3/23
牧野 健	Non-destructive observation of morphological and structural alterations in industrial materials based on near-infrared spectral-domain optical coherence tomography 近赤外スペクトル領域光コヒーレンストモグラフィーによる産業材料の形態・構造変化の非破壊観察	博士	東京農工大学	2023/3/24

9 財務諸表

9 財務諸表

令　和　４　事　業　年　度

財　　務　　諸　　表

（ 法　人　単　位 ）

（独立行政法人通則法第３８条第１項に基づく財務諸表）

事業年度　　自　令和　４年　４月　１日

（第22期）　　至　令和　５年　３月３１日

国立研究開発法人情報通信研究機構

貸　借　対　照　表

（令和5年3月31日）

法人単位　　（単位：円）

科　　目	金　　額		
資産の部			
Ⅰ　流動資産			
現金及び預金		126,022,102,707	
棚卸資産		982,957,590	
前渡金		7,695,146,284	
前払費用		333,489,229	
未収収益		166,027	
未収入金		18,085,370,620	
貸倒引当金		△ 19,665,000	
賞与引当金見返（注）		424,301,953	
流動資産合計			153,523,869,410
Ⅱ　固定資産			
1　有形固定資産			
建物	50,566,249,598		
減価償却累計額	△ 26,802,890,191		
減損損失累計額	△ 37,496,816	23,725,862,591	
構築物	10,496,982,016		
減価償却累計額	△ 8,232,248,914		
減損損失累計額	△ 1,354,559	2,263,378,543	
機械装置	1,045,887,950		
減価償却累計額	△ 1,027,820,489	18,067,461	
車両運搬具	41,460,915		
減価償却累計額	△ 41,460,902	13	
工具器具備品	175,515,501,369		
減価償却累計額	△ 115,717,103,202		
減損損失累計額	△ 155,408,240	59,642,989,927	
土地	37,086,661,043		
減損損失累計額	△ 1,567,968,235	35,518,692,808	
建設仮勘定		746,158,200	
有形固定資産合計		121,915,149,543	
2　無形固定資産			
特許権		296,682,761	
施設利用権		970,425	
ソフトウェア		9,585,715,947	
電話加入権		2,796,000	
著作権		12,600,000	
工業所有権仮勘定		199,502,323	
無形固定資産合計		10,098,267,456	
3　投資その他の資産			
投資有価証券		150,000,000	
関係会社株式		769,828,701	
破産更生債権等	12,987,806		
貸倒引当金	△ 12,987,806	0	
長期前払費用		444,652,948	
敷金・保証金		14,673,876	
退職給付引当金見返（注）		2,778,405,319	
投資その他の資産合計		4,157,560,844	
固定資産合計			136,170,977,843
資産合計			289,694,847,253

科　　目	金　　額		
負債の部			
Ⅰ　流動負債			
運営費交付金債務（注）		6,340,203,231	
預り補助金等（注）		316,741,494	
未払金		56,336,081,492	
未払費用		76,509,774	
未払法人税等		23,032,000	
未払消費税等		85,065,400	
前受金		9,810,666,814	
預り金		253,637,808	
引当金			
賞与引当金	425,913,396	425,913,396	
流動負債合計			73,667,851,409
Ⅱ　固定負債			
資産見返負債（注）			
資産見返運営費交付金	13,707,552,078		
資産見返補助金等	33,384,263,676		
資産見返寄附金	245,205,156		
資産見返物品受贈額	647		
建設仮勘定見返運営費交付金	25,243,600		
建設仮勘定見返補助金等	15,230,600		
建設仮勘定見返施設費（注）	46,134,000	47,423,629,757	
長期預り補助金等（注）		66,793,428,016	
引当金			
退職給付引当金	2,778,465,874	2,778,465,874	
資産除去債務		501,045,514	
固定負債合計			117,496,569,161
負債合計			191,164,420,570
純資産の部			
Ⅰ　資本金			
政府出資金		142,321,477,415	
日本政策投資銀行出資金		2,800,000,000	
民間出資金		433,500,000	
資本金合計			145,554,977,415
Ⅱ　資本剰余金			
資本剰余金		117,365,491,712	
その他行政コスト累計額（注）		△ 116,969,928,800	
減価償却相当累計額（△）		△ 82,283,030,122	
減損損失相当累計額（△）		△ 1,579,957,219	
利息費用相当累計額（△）		△ 116,018,062	
除売却差額相当累計額（△）		△ 32,990,923,397	
民間出えん金（注）		2,386,650,000	
資本剰余金合計			2,782,212,912
Ⅲ　繰越欠損金			△ 50,195,863,998
Ⅳ　評価・換算差額等			
関係会社株式評価差額金（注）		389,100,354	
評価・換算差額等合計			389,100,354
純資産合計			98,530,426,683
負債純資産合計			289,694,847,253

（注）これらは、独立行政法人固有の会計処理に伴う勘定科目である。

行政コスト計算書

（令和4年4月1日～令和5年3月31日）

法人単位　　（単位：円）

科　　目	金　　額	
Ⅰ　損益計算書上の費用		
研究業務費	28,338,594,959	
通信・放送事業支援業務費	38,698,970,569	
民間基盤技術研究促進業務費	6,531,187	
国及び地方公共団体受託業務費	13,798,771,499	
その他の団体受託業務費	1,646,790,768	
一般管理費	2,425,081,423	
臨時損失	104,793,257	
法人税等	23,032,000	
損益計算書上の費用合計		85,042,565,662
Ⅱ　その他行政コスト		
減価償却相当額（注）	8,483,213,757	
利息費用相当額（注）	11,497,245	
除売却差額相当額（注）	△ 358,882,971	
その他行政コスト合計		8,135,828,031
Ⅲ　行政コスト		93,178,393,693

（注）これらは、独立行政法人固有の会計処理に伴う勘定科目である。

損　益　計　算　書

（令和4年4月1日～令和5年3月31日）

法人単位　　（単位：円）

科　　目	金　　額		
経常費用			
研究業務費			
人件費　＊1	7,756,947,099		
減価償却費	6,603,567,186		
その他の研究業務費　＊2	13,978,080,674	28,338,594,959	
通信・放送事業支援業務費			
人件費	464,475,813		
情報通信技術開発支援等助成金	559,116,200		
減価償却費	3,314,939,308		
その他の業務費　＊3	34,360,439,248	38,698,970,569	
民間基盤技術研究促進業務費			
人件費	5,245,448		
その他の業務費	1,285,739	6,531,187	
国及び地方公共団体受託業務費			
人件費	736,345,084		
減価償却費	223,848,742		
その他の受託業務費　＊4	12,838,577,673	13,798,771,499	
その他の団体受託業務費			
人件費	212,741,373		
減価償却費	444,357,464		
その他の受託業務費　＊5	989,691,931	1,646,790,768	
一般管理費			
人件費　＊6	1,303,645,135		
減価償却費	114,381,234		
その他の一般管理費　＊7	1,007,055,054	2,425,081,423	
経常費用合計			84,914,740,405

科　　目	金　　額		
経常収益			
運営費交付金収益（注）		21,959,670,544	
施設費収益（注）		279,205,579	
補助金等収益（注）		35,382,936,027	
事業収入			
研究支援事業収入	5,052,872		
基盤技術研究促進事業収入	16,887,096		
信用基金運用収入	58,040	21,998,008	
受託収入			
国及び地方公共団体受託収入	15,680,254,875		
その他の団体受託収入	1,659,794,913	17,340,049,788	
寄附金収益（注）		61,801,177	
資産見返負債戻入（注）			
資産見返運営費交付金戻入	6,625,525,973		
資産見返補助金等戻入	3,316,207,108		
資産見返寄附金戻入	110,590,157	10,052,323,238	
賞与引当金見返に係る収益（注）		424,301,953	
退職給付引当金見返に係る収益（注）		187,125,621	
財務収益			
受取利息	149,481		
有価証券利息	600,000		
為替差益	217,893	967,374	
雑益			
研究開発資産売却収入	11,389,111		
雑益　＊８	325,980,212	337,369,323	
経常収益合計			86,047,748,632
経常利益			1,133,008,227
臨時損失			
固定資産除却損		73,027,201	
減損損失		31,766,056	104,793,257
臨時利益			
資産見返運営費交付金戻入（注）		89,797,877	
資産見返物品受贈額戻入（注）		126	
資産見返補助金等戻入（注）		1	
資産見返寄附金戻入（注）		812,188	
固定資産売却益		7,012,774	97,622,966
税引前当期純利益			1,125,837,936
法人税、住民税及び事業税		23,032,000	23,032,000
当期純利益			1,102,805,936
前中長期目標期間繰越積立金取崩額（注）			945,132,150
当期総利益			2,047,938,086

（注）これらは、独立行政法人固有の会計処理に伴う勘定科目である。

純資産変動計算書

（令和4年4月1日～令和5年3月31日）

法人単位

（単位：円）

	Ⅰ 資本金				Ⅱ 資本剰余金							Ⅲ 利益剰余金（又は繰越欠損金）	Ⅳ 評価・換算差額等		純資産合計
						その他行政コスト累計額									
	政府出資金	日本政策投資銀行出資金	民間出資金	資本金合計	資本剰余金	減価償却相当累計額（△）	減損損失相当累計額（△）	利息費用相当累計額（△）	除売却差額相当累計額（△）	民間出えん金	資本剰余金合計		関係会社株式評価差額金	評価・換算差額等合計	
当期首残高	142,321,477,415	2,800,000,000	433,500,000	145,554,977,415	104,616,822,237	△84,619,236,474	△1,579,957,219	△104,520,817	△22,530,386,260	2,386,650,000	△1,830,628,533	△50,879,669,934	347,855,615	347,855,615	93,192,534,563
当期変動額															
Ⅰ 資本剰余金の当期変動額															
固定資産の取得					12,748,669,475				1		12,748,669,476				12,748,669,476
固定資産の除売却						10,819,420,109			△10,460,537,138		358,882,971				358,882,971
減価償却						△8,483,213,757					△8,483,213,757				△8,483,213,757
時の経過による資産除去債務の増加								△11,497,245			△11,497,245				△11,497,245
Ⅱ 利益剰余金（又は繰越欠損金）の当期変動額（純額）												683,805,936			683,805,936
Ⅲ 評価・換算差額等の当期変動額（純額）													41,244,739	41,244,739	41,244,739
当期変動額合計		－	－		12,748,669,475	2,336,206,352	－	△11,497,245	△10,460,537,137	－	4,612,841,445	683,805,936	41,244,739	41,244,739	5,337,892,120
当期末残高	142,321,477,415	2,800,000,000	433,500,000	145,554,977,415	117,365,491,712	△82,283,030,122	△1,579,957,219	△116,018,062	△32,990,923,397	2,386,650,000	2,782,212,912	△50,195,863,998	389,100,354	389,100,354	98,530,426,683

キャッシュ・フロー計算書

（令和4年4月1日～令和5年3月31日）

法人単位　　（単位：円）

科　　目	金　　額
Ⅰ　業務活動によるキャッシュ・フロー	
人件費支出	△ 10,736,666,470
その他の業務支出	△ 51,409,779,904
科研費預り金支出	△ 435,918,329
運営費交付金収入	28,533,965,000
補助金等収入	115,963,516,942
事業収入	22,835,136
国及び地方公共団体受託収入	14,515,015,379
その他の団体受託収入	1,855,627,526
手数料収入	8,369,640
科研費預り金収入	534,465,884
その他の業務収入	232,055,023
小計	99,083,485,827
利息及び配当金の受取額	749,481
法人税等の支払額	△ 23,032,000
業務活動によるキャッシュ・フロー	99,061,203,308
Ⅱ　投資活動によるキャッシュ・フロー	
定期預金の預入による支出	△ 156,773,000,000
定期預金の払戻による収入	156,773,000,000
有形固定資産の取得による支出	△ 41,796,691,867
有形固定資産の売却による収入	366,291,970
無形固定資産の取得による支出	△ 5,335,147,471
施設費による収入	7,923,803,861
投資活動によるキャッシュ・フロー	△ 38,841,743,507
Ⅲ　資金に係る換算差額	218,188
Ⅳ　資金増加額	60,219,677,989
Ⅴ　資金期首残高	65,802,424,718
Ⅵ　資金期末残高	126,022,102,707

（法人単位）

注記事項

Ⅰ．重要な会計方針

当事業年度より、改訂後の「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」（令和3年9月21日改訂）並びに「『独立行政法人会計基準』及び『独立行政法人会計基準注解』に関するＱ＆Ａ」（令和4年3月最終改訂）（以下「独立行政法人会計基準等」という。）のうち、時価の算定に係る改訂内容を適用して財務諸表等を作成しております。

なお、独立行政法人会計基準等のうち、収益認識に関する改訂内容は令和5事業年度から適用します。

１．運営費交付金収益の計上基準

業務達成基準を採用しております。

なお、業務の進行状況と運営費交付金の対応関係が明確である活動を除く管理部門の活動については期間進行基準を採用しております。

２．減価償却の会計処理方法

⑴　有形固定資産（リース資産を除く。）

定額法を採用しております。なお、主な耐用年数は以下のとおりです。

建物	5年～50年
構築物	7年～60年
機械装置	7年～15年
車両運搬具	6年
工具器具備品	4年～15年

また、特定の償却資産（独立行政法人会計基準第87第1項）及び資産除去債務に対応する特定の除去費用等（独立行政法人会計基準第91）に係る減価償却に相当する額については、減価償却相当累計額として資本剰余金から控除して表示しております。

⑵　無形固定資産（リース資産を除く。）

定額法を採用しております。

なお、法人内利用のソフトウェアについては、法人内における利用可能期間（3年～5年）に基づいております。

⑶　リース資産

リース期間を耐用年数とし、残存価額をゼロとする定額法を採用しております。

３．引当金の計上基準

⑴　貸倒引当金

債権の貸倒れによる損失に備えるため、一般債権については貸倒実績率により、貸倒懸念債権等特定の債権については個別に回収可能性を検討し、回収不能見込額を計上しております。

⑵　賞与引当金

役職員の賞与の支給に備えるため、賞与支給見込額のうち、当事業年度に負担すべき金額を計上しております。なお、役職員の賞与については、運営費交付金及び国庫補助金により財源措置がなされる見込みである部分については、同額を賞与引当金見返として計上しております。

⑶　退職給付引当金

退職一時金については、期末自己都合要支給額を退職給付債務とする方法を用いた簡便法を適用しております。このうち、運営費交付金及び国庫補助金により財源措置がなされる見込みである退職一時金については、退職給付引当金と同額を退職給付引当金見返として計上しております。

4．有価証券の評価基準及び評価方法

⑴　満期保有目的債券

償却原価法（定額法）によっております。

⑵　関係会社株式

出資先持分額により評価（移動平均法による取得原価との評価差額は部分純資産直入法により処理）しております。

5．棚卸資産の評価基準及び評価方法

⑴　仕掛品

個別法によっております。

⑵　貯蔵品

最終仕入原価法によっております。

6．外貨建資産及び負債の本邦通貨への換算基準

外貨建金銭債権債務は、期末日の直物為替相場により円貨に換算し、換算差額は損益として処理しております。

7．消費税等の会計処理

消費税及び地方消費税の会計処理については、税込方式によっております。

8．重要な会計上の見積り

翌事業年度の財務諸表に重要な影響を及ぼす可能性のある会計上の見積りはありません。

Ⅱ．貸借対照表

1．資産除去債務のうち貸借対照表に計上しているもの

⑴　当該資産除去債務の概要

当法人においては、所有する建物に係る建設リサイクル法に基づく処分費用及び不動産賃借契約における賃借期間終了時の原状回復義務に関し、資産除去債務を計上しております。

⑵　当該資産除去債務の金額の算定方法

所有する建物については、耐用年数を47年から50年、割引率は2.484％から2.606％を採用しております。

また、不動産の賃借については、使用見込期間を15年から50年、割引率は0.268％から2.548％を採用しております。

⑶　当期における当該資産除去債務の総額の増減

期首残高	489,548,269 円
当期増加額	11,497,245 円
当期減少額	0 円
期末残高	501,045,514 円

2．減損処理

減損の認識

①減損を認識した固定資産の用途、種類、場所、帳簿価額の概要

場　　所	用　　途	種　　類	減損前帳簿価額	減 損 額
ア 東京都千代田区	電気設備等	附属設備	31,766,060円	31,766,056円
合　　計			31,766,060円	31,766,056円

②減損の認識に到った経緯
　上記資産について、使用が想定されていないため、減損を認識しております。
③減損額のうち損益計算書に計上した金額及び計上しなかった金額

損益計算書に計上した金額	31,766,056 円
損益計算書に計上しなかった金額	0 円

④回収可能サービス価額の算定方法
　備忘価格としております。

3．出資を財源に取得した資産
　出資を財源に取得した資産に係るその他行政コスト累計額 28,912,480,444 円

Ⅲ．行政コスト計算書

1．独立行政法人の業務運営に関して国民の負担に帰せられるコスト

行政コスト	93,178,393,693 円
自己収入等	△ 17,794,873,751 円
法人税等及び国庫納付額	△ 23,032,000 円
機会費用	538,031,232 円
独立行政法人の業務運営に関して国民の負担に帰せられるコスト	75,898,519,174 円

2．機会費用の計上方法
⑴　国又は地方公共団体の財産の無償又は減額された使用料による貸借取引の機会費用
　無償使用している財産については、減価償却費相当額を計上しております。
⑵　政府出資又は地方公共団体出資等の機会費用の計算に使用した利率
　10年利付国債の令和5年3月末利回りを参考に0.320% で計算しております。
⑶　国又は地方公共団体との人事交流による出向職員から生ずる機会費用の計算方法
　当該職員が国又は地方公共団体に復帰後退職する際に支払われる退職金のうち、独立行政法人での勤務期間に対応する部分について、給与規則に定める退職給付支給基準等を参考に計算しております。

Ⅳ．損益計算書

1．主要な費目の内訳
＊1．研究業務費 人件費の内訳

役員報酬	99,010,235 円
給与	6,003,686,203 円
退職手当	70,113,418 円
共済掛金	574,462,790 円
法定福利費	519,490,607 円
賞与引当金繰入	343,465,819 円
退職給付費用	146,718,027 円

＊2．その他の研究業務費のうち主要な費目及び金額

委託料	8,323,370,807 円
資材消耗品費	1,796,740,313 円
光熱費	1,604,075,632 円

＊３．通信・放送事業支援業務費

その他の業務費のうち主要な費目及び金額

委託料	33,630,076,731 円
資材消耗品費	511,904,195 円

＊４．国及び地方公共団体受託業務費

その他の受託業務費のうち主要な費目及び金額

委託料	8,543,056,914 円
資材消耗品費	3,132,896,852 円
雑費	676,504,281 円

＊５．その他の団体受託業務費

その他の受託業務費のうち主要な費目及び金額

委託料	487,229,073 円
資材消耗品費	261,179,462 円
雑費	212,360,521 円

＊６．一般管理費 人件費の内訳

役員報酬	36,594,973 円
給与	989,870,998 円
退職手当	1,329,336 円
共済掛金	111,034,628 円
法定福利費	50,200,626 円
賞与引当金繰入	74,200,990 円
退職給付費用	40,413,584 円

＊７．その他の一般管理費のうち主要な費目及び金額

委託料	636,760,752 円
雑費	160,009,966 円
修繕費	72,077,407 円

＊８．雑益のうち主要な費目及び金額

個人研究助成金間接経費	85,727,038 円
特許料収入	117,853,957 円

Ⅴ．キャッシュ・フロー計算書

１．資金の期末残高の貸借対照表科目別の内訳

現金及び預金	126,022,102,707 円
定期預金	0 円
資金期末残高	126,022,102,707 円

２．重要な非資金取引

寄附による資産の取得	144,033,914 円

Ⅵ. 金融商品の時価等に関する事項

１．金融商品の状況に関する事項

当法人は、資金運用については短期的な預金及び公社債等に限定しております。

また、投資有価証券は、独立行政法人通則法第47条の規定等に基づき、公債及び証券取引所に上場されている株式会社が発行する担保付社債又は信頼のある格付機関により最高位若しくはそれに準ずる格付けを付与された社債のみを購入しております。

２．金融商品の時価等に関する事項

期末日における貸借対照表計上額、時価及びこれらの差額については、次のとおりであります。

なお、市場価格のない株式等は、次表には含まれていません。また、「現金及び預金」「前渡金」「未収入金」「未払金」「前受金」については、短期間で決済されるため時価が帳簿価額に近似することから、記載を省略しております。

区　　分	貸借対照表計上額	時　　価	差　　額
投資有価証券	150,000,000 円	135,600,000 円	△ 14,400,000 円

（注）市場価格のない株式等は次のとおりです。

区　　分	貸借対照表計上額
非上場株式	769,828,701 円

３．金融商品の時価のレベルごとの内訳等に関する事項

金融商品の時価を、時価の算定に用いたインプットの観察可能性及び重要性に応じて、以下の3つのレベルに分類しております。

レベル1の時価：同一の資産又は負債の活発な市場における（無調整の）相場価格により算定した時価

レベル2の時価：レベル1のインプット以外の直接又は間接的に観察可能なインプットを用いて算定した時価

レベル3の時価：重要な観察できないインプットを使用して算定した時価

時価の算定に重要な影響を与えるインプットを複数使用している場合には、それらのインプットがそれぞれ属するレベルのうち、時価の算定における優先順位が最も低いレベルに時価を分類しております。

時価をもって貸借対照表計上額としない金融資産及び金融負債

区　　分	時　　価			
	レベル１	レベル２	レベル３	合　　計
投資有価証券 満期保有目的の債券国債	135,600,000 円	－	－	135,600,000 円

（注）時価の算定に用いた評価技法及びインプットの説明

投資有価証券

国債は相場価格を用いて評価しております。当法人が保有している国債は、活発な市場で取引されているため、その時価をレベル1の時価に分類しております。

Ⅶ. 有価証券

1．満期保有目的の債券で時価のあるもの

区　　分		貸借対照表計上額	決算日における時価	差　　額
時価が貸借対照表計上額を超えるもの	国債・地方債等	―	―	―
	社債	―	―	―
時価が貸借対照表計上額を超えないもの	国債・地方債等	150,000,000 円	135,600,000 円	△ 14,400,000 円
	社債	―	―	―
合　　計		150,000,000 円	135,600,000 円	△ 14,400,000 円

2．時価評価されていない有価証券

関係会社株式

関係会社株式で時価のあるものは、ありません。

3．その他有価証券のうち満期があるもの及び満期保有目的の債券の決算日後における償還予定額

区　　分	1 年以内	1年超5年以内	5年超10年以内	10 年 超
国債・地方債等	―	―	―	150,000,000 円
社債	―	―	―	―
合　　計	―	―	―	150,000,000 円

Ⅷ. 退職給付に関する注記

1．採用している退職給付制度の概要

当法人は、国立研究開発法人情報通信研究機構役員退職手当規程及び国立研究開発法人情報通信研究機構パーマネント職員退職手当規程に基づく非積立型の退職一時金制度及び国家公務員共済組合法の退職等年金給付制度を採用しております。非積立型の退職一時金制度では、給与と勤務期間に基づいた一時金を支給しており、簡便法により退職給付引当金及び退職給付費用を計算しております。

2．確定給付制度

⑴　簡便法を適用した制度の退職給付引当金の期首残高と期末残高の調整表

期首における退職給付引当金	2,943,545,275円
退職給付費用	187,131,611円
退職給付の支払額	△ 352,211,012円
期末における退職給付引当金	2,778,465,874円

⑵　退職給付に関連する損益

簡便法で計算した退職給付費用	187,131,611円

3．退職等年金給付制度

当法人の退職等年金給付制度への要拠出額は、30,996,634円であります。

Ⅸ. 重要な債務負担行為

契約内容	契約金額	翌事業年度以降の支払金額
レーダ時間軸多様化衛星1号機総合システムの開発実機モデルの製作試験（その1）	9,416,000,000 円	4,277,500,000 円
分散管理型量子鍵配送装置	3,813,700,000 円	3,813,700,000 円
中央管理型量子鍵配送装置	2,473,900,000 円	2,473,900,000 円
地上局用光アンテナ設計製造	1,907,510,000 円	1,907,510,000 円
量子鍵配送網を用いた高速秘匿通信・秘密分散ソフトウェア	1,302,400,000 円	1,302,400,000 円
レーダ7号機・8号機ミッション系2及び地上系システム2の開発 レーダ8号機ミッション系2FMの製作試験（その2）	1,066,139,800 円	196,439,800 円
半導体MEMSプラズマ加工装置	849,178,000 円	849,178,000 円
2022年度 国産技術を活用したオンラインサイバー演習基盤	810,689,000 円	810,689,000 円
電子ビーム露光装置、複合ビーム加工観察装置及び走査型電子顕微鏡	799,700,000 円	799,700,000 円
量子・古典ハイブリッド型情報処理装置	744,260,000 円	744,260,000 円

Ⅹ. 重要な後発事象

当該事項はありません。

Ⅺ. その他独立行政法人の状況を適切に開示するために必要な会計情報

当事業年度より、国立研究開発法人情報通信研究機構法第15条の3に基づき、一般型情報通信研究開発基金及び電波有効利用型情報通信研究開発基金について、特別の勘定を設けて経理することになりました。

なお、当該勘定の当事業年度の会計期間は、令和4年12月19日から令和5年3月31日までとなります。

10 役職員の報酬・給与等

10.1 役員の報酬等の支給状況
10.2 職員給与の支給状況
10.3 職員と国家公務員の給与水準（年額）の比較指標

10.1 役員の報酬等の支給状況

役名	令和４年度年間報酬等の総額				就任・退任の状況	
		報酬（給与）	賞与	その他（内容）	就任	退任
法人の長	千円 21,347	千円 13,284	千円 6,062	千円 1,992（特別調整手当） 8（テレワーク手当）		
A理事	千円 5,447	千円 3,044	千円 1,953	千円 450（特別調整手当）	令和４年４月１日	令和４年７月９日
B理事	千円 9,025	千円 6,088	千円 2,015	千円 913（特別調整手当） 8（テレワーク手当）	令和４年８月１日	
C理事	千円 14,553	千円 9,132	千円 3,969	千円 1,369（特別調整手当） 68（通勤手当） 14（テレワーク手当）		令和５年３月30日
D理事	千円 15,820	千円 9,816	千円 4,480	千円 1,472（特別調整手当） 35（通勤手当） 17（テレワーク手当）		令和５年３月31日
E理事	千円 15,831	千円 9,816	千円 4,480	千円 1,472（特別調整手当） 55（通勤手当） 8（テレワーク手当）		
F理事	千円 16,107	千円 9,816	千円 4,480	千円 1,472（特別調整手当） 323（通勤手当） 16（テレワーク手当）		
A監事	千円 14,512	千円 9,132	千円 3,969	千円 1,369（特別調整手当） 16（通勤手当） 25（テレワーク手当）		
B監事 （非常勤）	千円 8,173	千円 8,173	千円 0	千円 0		

注1：「特別調整手当」は、東京都小金井市に在勤する役員に支給しているものである。
注2：千円未満切り捨ての関係で、総額が内訳と合わない場合がある。

10.2 職員給与の支給状況

区分	人員	平均年齢	総額	令和４年度の年間給与額（平均）		
				うち所定内	うち通勤手当	うち賞与
事務・技術職員	人 94	歳 46.6	千円 7,659	千円 5,648	千円 97	千円 2,011
研究職員	人 234	歳 49.9	千円 9,695	千円 7,170	千円 58	千円 2,525
研究技術職員	人 24	歳 45.8	千円 8,762	千円 6,570	千円 55	千円 2,192
無期 一般職	人 6	歳 52.7	千円 4,357	千円 4,357	千円 69	千円 0
在外職員	人 6	歳 44.5	千円 13,807	千円 11,560	千円 0	千円 2,247

注：支給状況は給与水準における公表値である。

10.3 職員と国家公務員の給与水準（年額）の比較指標

	年齢勘案	年齢・地域勘案	年齢・学歴勘案	年齢・地域・学歴勘案
事務・技術職員 （対行政職（一））	106.1	107.0	107.2	107.8
研究職員 （対研究職）	99.9	99.6	99.9	100.0

当法人の年齢別人員構成をウエイトに用い、当法人の給与を国の給与水準に置き換えた場合の給与水準を100として、法人が現に支給している給与費から算出される指数をいい、人事院において算出。

※詳細につきましては、下記のホームページに掲載しております。

https://www.nict.go.jp/disclosure/additional-resolution.html

11 中長期計画、年度計画

11.1 国立研究開発法人情報通信研究機構が達成すべき業務運営に関する目標を達成するための計画（第 5 期）

11.2 国立研究開発法人情報通信研究機構における令和 4 年度の業務運営に関する計画（令和 4 年度計画）

11.1 国立研究開発法人情報通信研究機構が達成すべき業務運営に関する目標を達成するための計画（第5期）

序文

国立研究開発法人情報通信研究機構（以下、「機構」という。）は、情報通信分野を専門とする唯一の公的研究機関であり、研究開発に係る業務を主要な業務として、中長期的な目標・計画に基づき業務を行うことにより、我が国の科学技術の水準の向上を通じた国民経済の発展その他の公益に資するため研究開発の最大限の成果を確保することを目的とした国立研究開発法人である。主務大臣の下での政策のPDCAサイクルを強化するため、主務大臣を評価主体とする等目標・評価の一貫性・実効性を向上させる仕組みが構築された。

「第6期科学技術・イノベーション基本計画」（令和3年3月）において、「ICTの浸透が人々の生活をあらゆる面でより良い方向に変化させるDX（デジタルトランスフォーメーション）の推進は、個々のニーズに適ったソリューションを提供する可能性を広げている」と分析されているように、情報通信技術（ICT）の発展及び浸透がデジタルトランスフォーメーションを加速し、Society 5.0として謳われる社会経済の変革を実現させることが期待されている。また、情報通信審議会「新たな情報通信技術戦略の在り方」第4次中間答申（令和2年8月、以下「第4次中間答申」という。）において、デジタルトランスフォーメーションを推進するため「Beyond 5Gの実現」「AI（脳情報通信、データ利活用）」「量子情報通信」「サイバーセキュリティ」を戦略的に推進すべき4研究領域と定め、戦略的な取組を強力に推進することが求められている。さらに、情報通信審議会「Beyond 5Gに向けた情報通信技術戦略の在り方－強靱で活力ある2030年代の社会を目指して－」中間答申（令和4年6月）において、Beyond 5Gの研究開発及び社会実装の一層の加速化が提言されている。そこで機構は、災害や未知の感染症等の社会の非連続な変化に柔軟に対応しうるSociety 5.0の実現に向け、サイバー空間とフィジカル空間の融合を目指すICTの役割や期待を認識した上で、第5期中長期目標に掲げられている国の政策体系における機構の位置付けと役割（ミッション）を踏まえ、令和3年度から令和7年度までの新たな中長期目標期間において、次のとおり取り組む。

第一に、第4期中長期計画までの研究開発成果に基づき、機構の基礎体力としての基礎的・基盤的な研究開発を引き続き推進する。その際、第4次中間答申を踏まえ、研究開発を5つの分野（①電磁波先進技術分野、②革新的ネットワーク分野、③サイバーセキュリティ分野、④ユニバーサルコミュニケーション分野、⑤フロンティアサイエンス分野）の下で推進する。

第二に、限られたリソースを活用して研究開発成果の最大化を実現するため、機構内部の連携を深化させてイノベーションを創出することと併せ、機構内部の能力と機構外部（国内外の産業界、大学、利用者、地域社会等）の能力を横断的に連携させてBeyond 5G時代を見据えたイノベーションを加速するとともに、Beyond 5Gの社会実装・海外展開に向けた取組を行うこととし、体制を整備して強く推進する。

第三に、機構が国立研究開発法人としての社会的責務を効果的に果たしていくため、研究開発を実施する中で引き続き効率的な業務運営を図る。

Ⅰ　研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

１．重点研究開発分野の研究開発等

１－１．電磁波先進技術分野

電磁波を利用して社会を取り巻く様々な対象から情報を取得・収集・可視化・提供するための技術、様々な機器・システムの電磁的両立性（EMC）を確保するための技術、効率的な社会経済活動の基盤となる高品質な時刻・周波数を発生・供給・利活用するための基盤技術、低コストで高効率な光学素子を実現するための基盤技術として、リモートセンシング技術、宇宙環境技術、電磁環境技術、時空標準技術、デジタル光学基盤技術の研究開発を実施するとともに、標準化、研究開発成果の普及や社会実装を目指す。

⑴　リモートセンシング技術

電磁波伝搬に大きな影響を与える大気・地表面の状態把握と、その情報を活用した防災・減災をはじめとする社会

課題解決に向けた分析・予測等に資するリモートセンシング技術の研究開発に取り組む。

(ｱ)　ローカルセンシング技術

局所的（ローカル）な電磁波伝搬に大きな影響を与える、大気中の雲・降水の分布や、地面、構造物、植生等を含む地表面や海表面を高精度に把握する水蒸気分布観測技術や干渉SAR等の観測・分析技術の研究開発を行い、防災・減災のみならず、平常時においても生活の質の向上に有用な情報を提供し、社会における活用に向けた成果展開を行う。

(ｲ)　グローバルセンシング技術

地上・上空・衛星相互の電磁波伝搬に大きな影響を与える、大気中の水蒸気・雲・降水の分布を、衛星に搭載されたリモートセンサを用いて全球的（グローバル）かつ高精度に現状把握を可能とする技術及び取得された情報を分析する技術の研究開発等を行い、地球規模の気候変動の監視や天気予報等の予測精度向上、地球温暖化・水循環メカニズム等の解明に資する。

⑵　宇宙環境技術

高精度衛星測位等宇宙システムの利用や民間を含む宇宙有人活動に影響を与える宇宙環境の乱れの把握が課題となっている。これらの課題を解決するための宇宙環境の現況監視及び予測・警報を高度化する技術を開発し、農業、社会インフラ維持管理、災害監視等における電波の安定利用に資する。また、3－2.「機構法第14条第1項第4号の業務」と連動した宇宙天気予報を安定的に遂行するために必要となる技術を開発する。

(ｱ)　宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発

地上・衛星等からの宇宙環境計測技術、宇宙環境シミュレーション・データ同化技術、AI 技術等を利用した宇宙環境の現況把握及び予測・警報の高度化（より高精度の情報をより早期に提供する）に関する技術を開発する。特に大気・電離圏モデルを用いたデータ同化による電離圏擾乱の予測及び太陽風数値モデルを用いた太陽嵐到達時刻予測等により、通信・放送・測位・航空・人工衛星運用等の安全・安定な利用に資する。2025年度までにAI及び数値シミュレーションを用いた宇宙環境予報技術の高度化を図る。

(ｲ)　宇宙天気予報システムの研究開発

宇宙天気予報業務を安定的に遂行し、国内及び国際的に情報を発信するために必要となるシステム及び利用者との交流を通じ、電波伝搬状況をウェブ上で推定できるシステム等のユーザインターフェース開発、予報精度評価を実施するとともに、関連する標準化に貢献する。

⑶　電磁環境技術

電磁環境技術は、高度化した通信機器と電気電子機器の相互運用の実現や新たな無線システム等の安全・安心な利用を実施する際の電磁的両立性を確保するために必要不可欠な基盤技術であることから、先端EMC計測技術や生体EMC技術に関する研究開発を行う。

さらに、大学・研究機関等との研究ネットワーク構築や共同研究の実施等により、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関としての役割を果たすとともに、研究開発で得られた知見や経験に基づき、国際標準化活動や国内外技術基準の策定等に寄与すると同時に、安全・安心なICTの発展に貢献する。

(ｱ)　先端EMC計測技術

高度化した通信機器と電気電子機器の相互運用を実現するために、通信機器と電気電子機器が混在した状況下における雑音許容値設定モデル開発等の電磁干渉評価技術の研究開発を行い、5G／IoT環境を支える雑音許容値と試験法の確立に寄与する。また、電磁干渉評価に必要な高分解能電磁環境計測技術及び較正技術の研究開発を行い、先進レーダーシステムやBeyond 5G等で用いる広帯域パルス電磁波の高精度評価技術・電磁波制御技術等を確立するとともに、機構法第14条第1項第5号業務等の試験・較正業務に反映する。

(ｲ)　生体EMC技術

無線技術の高度化に対応した安全・安心な電波利用環境を構築するため、新たな無線システム等の電波防護指針への適合性を簡便かつ高い信頼性で評価する技術、Beyond 5G等で利用されるテラヘルツ帯までの電波の人体ばく露特性を高精度に評価する技術等の研究開発を行い、5G／IoT環境に最適化した適合性評価方法の確立、Beyond 5G等に対応した電波防護指針の策定に寄与する。また、人体電波ばく露レベルに関する詳細かつ大規模なデータを取得・蓄積し、5G／IoT等の電波ばく露に関するリスクコミュニケーション等に活用する。

⑷　時空標準技術

時空標準技術は、3－1.「機構法第14条第1項第3号の業務」と連動して周波数や時刻の基準を生成し、これを社会

での時間及び空間技術において利活用する方法を開発するとともに、時刻周波数基準の精度を活かす未踏の研究領域を開拓する。

㈠　周波数標準及び時刻生成技術

光周波数標準技術及びその遠隔比較技術を発展させることで2030年前後に想定される国際単位系の秒の定義改定への国際的な研究開発活動に貢献する。また、光周波数標準に基づく精度及び分散配置されたマイクロ波周波数標準に基づく信頼性を両立させた標準時及び標準周波数を実現する。

㈡　周波数標準及び時刻供給技術

安価で携帯可能な原子時計、地上での近距離無線双方向時刻比較技術、光ファイバによる時刻・周波数の伝達手段等を開発することで、Beyond 5G時代の有無線ネットワーク技術の基盤となる基準時刻及び基準周波数の提供手法を実現する。

㈢　周波数標準及び時刻利用の未踏領域開拓

標準周波数のテラヘルツ領域等への拡張や、高精度な周波数標準の測地センサとしての利用等、周波数標準の従来にない新しい応用領域を開拓する。

⑸　デジタル光学基盤技術

光の回折を利用した光学技術の基盤となる、デジタルホログラムプリントによる回折光学素子の製造に関する研究開発を行い、2024年度までに安定的なプリント技術の確立を目指す。また、プリントした光学素子の補償技術を確立し、プリントした光学素子を用いた、Beyond 5G時代を支える高効率・安価な光通信用モジュール、三次元車載ヘッドアップディスプレイ、次世代ARシステム等への応用を促進し、実用化に向けた技術移転を進める。さらにデジタルホログラムによる精密光学測定技術の研究開発を行い、ホログラムデータに関する計算量の適正化や、撮像系の高S／N化・低ノイズ化を実現すると共に、ホログラム撮像技術を顕微鏡等へ応用し産業展開を促進する。

１－２．革新的ネットワーク分野

Beyond 5G時代におけるSociety 5.0の高度化による社会システムの変革を実現するため、通信トラヒックの急増や通信品質の確保、サービスの多様化等に対応しうる革新的なネットワークを構築する必要がある。そのための重点技術として、計算機能複合型ネットワーク技術、次世代ワイヤレス技術、フォトニックネットワーク技術、光・電波融合アクセス技術、宇宙通信基盤技術、テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術、タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術の研究開発を実施するとともに、標準化、研究開発成果の普及や社会実装を目指す。

⑴　計算機能複合型ネットワーク技術

Beyond 5G時代における多様なネットワークサービスが共存する環境において、各々のサービスが求める通信品質や情報の信頼性を確保するとともに、ネットワーク資源の持続的で適正な提供を行うため、ネットワーク内の高度な処理機能によってこれらを実現する計算機能複合型ネットワーク技術の研究開発を実施する。具体的には、大規模ネットワーク制御技術、遅延保証型ルーター技術の研究開発を行い、ニューノーマル時代の社会経済の変革に資するサービスやアプリケーションの実現に寄与する。また、情報特性指向型の通信技術の基礎研究を推進し、社会展開を目指した応用研究開発の開始につなげていく。

㈠　ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術

時々刻々変化するネットワークサービスからのニーズと資源の状況をネットワークテレメトリを用いて情報集約・収集する技術、そして収集した情報を基にヒューリスティックなアプローチにより資源調整・制御する技術を開発する。情報収集手法を共通化するオープンネットワークテレメトリと、それを用いたネットワーク制御方法に関して標準化活動を行う。開発した手法についてテストベッドを用いた実証実験や産学官連携による技術検証を行う。

㈡　遅延保証型ルーター技術

伝送遅延を一定の範囲に保つ必要がある超低遅延なネットワークサービスにおいて、従来のソフトウェアルーターではパイプライン処理割り込みにより遅延揺らぎが生じる。この問題を解決するため、決定論的（Deterministic）アーキテクチャを用いた遅延保証型ルーター技術の研究開発を行う。研究成果については、遠隔授業等に用いられるルーターに導入し、外部機関と共同で実証実験に取り組むような分野で社会展開を図る。

㈢　分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術

膨大な数のIoTデバイスやユーザから生成・発信される情報に対し、アプリケーションやサービス等が求める信頼性や有効性等の情報特性を判断して情報提供を可能とするトラスタブルなネットワークサービスの実現を目指し、分

散情報管理機構を用いた情報特性指向型通信技術の基礎研究を行う。これら鍵となる技術の標準化あるいはプロトタイプ化を通じて応用研究の実施やサービスの具現化を目指す。

⑵　次世代ワイヤレス技術

ニューノーマル時代の社会経済の変革とBeyond 5G基盤技術の実現を目指して、サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発、端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発、及びモビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発を実施し、専門的技術検討だけでなく一般の利用ニーズを踏まえた包括的な地上系無線通信システムの多様化・拡張化に資する技術の確立と社会展開を図る。

㋐　サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発

様々な無線システムに対し、実環境での実施が困難な大規模検証や、これまでにない高精度でリアルタイムな検証を実現するため、他の無線システムから受ける干渉も含めた電波環境をサイバー空間上で高度なデジタル処理を介して模擬する技術の研究開発を行う。多様化する無線システムの特性をサイバー空間上でリアルタイム性を含め詳細に評価することにより、実フィールドに対する検証とフィードバックを実現し、当該電波模擬技術の実社会実装を目指す。

㋑　端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発

高速・低遅延・多数接続を実現する5Gの高度化とBeyond 5G基盤技術の実現に向けて、全二重通信技術等の適用により加入者容量を向上させる無線アクセス技術及び関連する実装技術の開発を行う。また、通信状況をリアルタイム可視化し、省電力動作等の自律分散制御を行うIoTを含む様々な無線システムが混在する無線環境を評価可能な技術を確立するとともに、多様な無線端末の接続条件に応じてアプリケーションの所望要件を満足する動作制御技術の開発を行う。上記技術の確立により、ユーザ要求に応じた連携・協調による無線サービス最適化に寄与する。

㋒　モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発

自動運転を含めた高度交通システムや、ドローン、無人機システム等、社会展開の加速が予想される地上・空中を含む高度なモビリティ運用を確実かつ効率的に実現するための、多段中継を前提としたモビリティ制御を可能とする超低遅延無線システム及びチャネル多元接続を用いた複数端末協調動作を実現する制御技術の研究開発を行い、無線適用分野の拡張により交通・運輸・物流の自動化に寄与する。また、海底資源探査・災害現場・人体内センシング等での正確かつ効率的な情報・状況把握を実現するため、遮蔽や減衰等による影響が深刻な電磁波伝搬環境に応じて無線方式を最適化し、通信品質を確保する極限環境通信技術確立のための研究開発を行い、資源探索、災害検出・察知に寄与する。

⑶　フォトニックネットワーク技術

Beyond 5G時代の増加を続ける通信トラヒックに対応するためのマッシブチャネル光ネットワーク技術の研究開発を行う。加えて、多種多様な要求に対応可能なネットワークを効率的に提供する光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術の開発を行う。また、フォトニックネットワークがすべての情報のインフラとして働くために、インシデントを予知しながら早期に復帰させる技術の研究開発を行う。

㋐　マッシブチャネル光ネットワーク技術

増加を続ける通信トラヒックへの持続的な対応方法として、空間・波長領域を活用した超多量の光チャネルを提供可能な光ファイバ及び光伝送技術の研究開発を行う。また、その超多量の光チャネルを収容可能な総リンク容量が数10ペタbpsの光交換ノード技術の研究開発を実施する。光通信や光計測に適用して電子処理の速度限界を超える高速化を実現する光領域信号処理技術に関する研究開発を実施する。社会展開を目指したフィールド実証や産学官連携による研究推進等によって各要素技術を実証し、マッシブチャネル光ネットワーク技術を確立する。

㋑　光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術

アプリケーションからの光ネットワークへの多様な要求に対して、オンデマンドで必要十分なリソースを用いて、コアやアクセス等において様々な特性を持つ安定した通信環境を適応的に提供するため、オープン／プログラマブル光ネットワークに向けて、マネジメント省力化に資する光ハードウェアや光周波数資源の利用効率化技術の研究開発を行う。また、変化適応力向上のための多量光データに基づく光ネットワーク高度解析・制御技術の研究開発を実施する。社会実装を目指したフィールド実証や産学官連携による研究推進等によって各要素技術を実証し、光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術を確立する。

㋒　光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術

大規模障害や災害等に対して、広域トランスポートネットワークに影響をもたらす、光ファイバ網特有の物理現象に由来する潜在的な故障源等を検知・予測するテレメトリ技術と、性能低下抑制のための適応制御の基盤技術を確立する。また、平常時／災害・大規模障害時における通信・計算基盤を連携し、クラウドエコシステムにおける構成調整の弾力化と障害復旧の迅速化を目指して、異種トランスポート網の高度な相互接続・統合利用を促進するための、ネットワーク資源のオープン化、需給均衡、通信・計算資源の連携等の基盤技術を確立する。

⑷　光・電波融合アクセス基盤技術

Beyond 5G時代以降のネットワークのより柔軟な運用を実現するために、アクセスネットワークにおける光と電波の信号帯域を融合して調和的に利用し、多量の送受信器やセンサ等のフィジカルリソースを適応的かつ柔軟に拡充・補完することを可能とし、光と電波の周波数帯域の高精度な相互変換や広帯域なパラレル波形処理等の機能を有する「マッシブ集積オールバンドICTハードウェア技術」の研究開発を行う。また、ユーザ特性のみならずネットワーク環境等に対応した光・電波伝送媒体の選択的・調和的な活用を可能とするために、超高速かつ可用性の高い次世代光ファイバ無線技術やスケーラブルな帯域制御技術、伝送媒体の効果的な相互変換技術と基準信号配信技術、短距離向けリンク技術等の「伝送メディア調和型アクセス基盤技術」の研究開発を行う。各要素技術を基にした産学官連携によるプロトタイプ実証やシステム・コンセプト等のフィールド社会検証により、各技術の実証や標準化等に取り組み、2030年以降の利用シーン拡大に資するアクセス／ショートリーチに係る光・電波融合基盤技術を確立する。

⑸　宇宙通信基盤技術

衛星通信を含む非地上系ネットワークや通信システムの利用が拡大する中、地上から宇宙までをシームレスにつなぐ高度な情報通信ネットワークの実現に向けて、効率的なデータ流通を実現する衛星フレキシブルネットワーク基盤技術及び小型化・大容量化・高秘匿化を可能とする大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術に関する研究開発を行う。

㋐　衛星フレキシブルネットワーク基盤技術

衛星・航空機・ドローン等で構成される地上から宇宙までのネットワークが多層的に展開される光・電波を用いた統合型モビリティネットワークにおいて、流通データの要求条件（通信容量、遅延、信頼性、電波伝搬等）を踏まえ、最適な通信経路や通信条件を探索することで、効率的なデータ流通を可能とする衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の研究開発等に取り組む。本技術を活用し、衛星等を用いた通信技術の検証や実証実験を実施し、実用化を目指し基盤技術を確立するとともに標準化・産学との連携を推進する。

㋑　大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術

周波数資源逼迫の解決に応えるとともに、小型かつ大容量通信可能で、陸上・海上・空域・地球近傍・月等あらゆる場所の多地点間において信頼性、可用性が要求される様々なデータの流通を目指し、小型衛星や深宇宙等への大容量な光通信技術やデジタル化によるフレキシブルな通信技術の適用等に関する基盤技術の研究開発に取り組む。また、安心安全で高秘匿な無線通信システムを確立するため、宇宙における高感度・量子通信の基盤技術の研究開発等に取り組む。本技術を活用し、衛星等を用いた要素技術の実証実験を実施し、実用化を目指し基盤技術を確立するとともに標準化・産学との連携を推進する。

⑹　テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術

Beyond 5G時代のさらなる通信の高速化・大容量化が期待される将来の情報通信基盤を実現するため、テラヘルツ波ICT・センシング技術を支える計測・評価・実装・利活用を行うプラットフォーム技術の研究開発を実施する。また、以下の取組を通じてテラヘルツ波ICTシステムの社会実装に向け、周波数割り当てをはじめとする国際標準化活動等の推進に貢献する。

㋐　テラヘルツ波ICT計測評価基盤技術

テラヘルツ帯電波特性やデバイス周波数特性等の計測評価技術の開発を通じ、テラヘルツ帯電波を利用した様々なシステムの計測評価基盤を構築するとともに、テラヘルツ波ICT・センシング技術確立の加速化に向けた利用を促進する。

㋑　超高周波電磁波の宇宙利用技術

将来的な宇宙産業化に貢献することを目指し、テラヘルツ波センシングや通信の宇宙利活用に向けた基盤技術や超小型軽量衛星センサ、電磁波伝搬モデルの研究開発と実装運用試験を行う。また、超高周波電磁波の衛星観測データ利用の高度化・利用促進を図るため、新たなデータ数理アルゴリズムを用いた衛星データ情報処理等の取組を行う。

⑺　タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術

大規模災害や障害等の様々な事象によって引き起こされる急激な変化に対してもサービスの持続的提供を支える情報通信技術の実現を可能とするため、次の研究開発を行う。ネットワークの分断や再統合といった動的変化が生じるタフフィジカル空間においても、情報通信資源を適切に割り当て、自律的に再構成する情報通信基盤の構築技術を確立する。また、自然現象の急変の検知を可能とするため、環境計測センサ群からの情報を収集し、データを総合的に可視化・解析するレジリエント自然環境計測技術を確立する。

１－３．サイバーセキュリティ分野

我が国において、これまでにない価値の創造や社会システムの変革等をもたらす新たなイノベーション力を強化するためには、「社会（生命・財産・情報）を守る」能力として、急増するサイバー攻撃から社会システム等を守るサイバーセキュリティ分野の技術の高度化が不可欠となっていることから、以下の研究開発等に取り組むとともに、標準化、研究開発成果の普及や社会実装を目指す。

また、急増するサイバー攻撃への対策は国を挙げた喫緊の課題となっており、サイバーセキュリティ分野での機構に対する社会的要請が高まりつつあることから、研究開発等やその成果普及等に関する体制の強化に向けた措置を講ずる。

⑴　サイバーセキュリティ技術

サイバー攻撃対処能力の絶え間ない向上と多様化するサイバー攻撃の対処に貢献するため、巧妙化・複雑化するサイバー攻撃に対応した攻撃観測・分析・可視化・対策技術、大規模集約された多種多様なサイバー攻撃に関する情報の横断分析技術、新たなネットワーク環境等のセキュリティ向上のための検証技術の研究開発を実施する。

㋐　データ駆動型サイバーセキュリティ技術

無差別型攻撃や標的型攻撃をはじめとする巧妙化・複雑化するサイバー攻撃を複数の側面から観測する技術、状況把握を支える可視化技術、機械学習等のAI技術を駆使した自動分析・自動対策技術の確立・高度化を進める。また、多種多様なサイバーセキュリティ関連情報を大規模集約し、横断分析する技術についても確立・高度化を進める。

サイバー攻撃のトレンドの変化等に対応した技術開発を迅速に進める体制を整え、開発した技術や得られたデータの社会展開を進める。また、開発した観測・分析技術は、⑶から⑸までの取組に適用することにより技術検証を行うとともに、当該取組からのフィードバックを受け、有用性を高めていく。

㋑　エマージングセキュリティ技術

新たに社会に登場する技術のセキュリティに関する課題抽出や対策に貢献するため、最新の通信機器、IoT機器、コネクテッドカー等のエマージング技術に対応したセキュリティ検証技術を確立する。具体的には、エマージング技術のネットワーク接続試験環境構築、実機を用いた脅威分析や攻撃シナリオの評価等により、個々のエマージング技術のセキュリティ課題を抽出し対策につなげる。また、これらの知見を通じ、今後世の中に登場するBeyond 5G等の新たなネットワーク環境におけるセキュリティ課題や検証手法を明確化する。

⑵　暗号技術

社会の持続的発展において欠くことの出来ない情報のセキュリティやプライバシーの確保を確かなものとするため、耐量子計算機暗号等を含む新たな暗号・認証技術やプライバシー保護技術の研究開発を実施し、その安全性評価を行うとともに、安全な情報利活用を推進し、国民生活を支える様々なシステムへの普及を図る。

㋐　安全なデータ利活用技術

データの提供・収集・保管・解析・展開の各段階におけるセキュリティやプライバシーを確保するため、匿名認証や検索可能暗号等のアクセス制御技術、秘匿計算等のプライバシー保護解析技術等の研究開発を行う。これらを用いて組織横断的な連携を含むデータ利活用を促進するとともに、安全なテレワーク等の社会的な課題解決に貢献する。

㋑　量子コンピュータ時代に向けた暗号技術の安全性評価

量子コンピュータ時代に安全に利用できる暗号基盤技術の確立を目指し、耐量子計算機暗号を含む新たな暗号技術及び電子政府システム等において使用される暗号技術の安全性評価に関する研究開発を実施する。具体的には、将来的には耐量子計算機暗号として世界標準となることが予想される格子暗号、多変数公開鍵暗号等や、現在広く使用されているRSA暗号、楕円曲線暗号等の安全性評価について取り組み、世界最先端の評価技術によって国民生活を支える様々なシステムの安全な運用に貢献する。

⑶　サイバーセキュリティに関する演習

国の機関や地方公共団体等のサイバー攻撃への対処能力の向上に貢献するため、国からの補助等を受けた場合に

は、その予算の範囲内で、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、機構法第14条第1項第7号の規定に基づき、機構の有する技術的知見を活用して、最新のサイバー攻撃状況を踏まえた実践的なサイバーセキュリティ演習を実施する。演習の実施に当たっては、サイバーセキュリティ基本法第13条及び第14条の規定を踏まえ、全ての国の行政機関、独立行政法人及び指定法人並びに地方公共団体の受講機会を確保するとともに、重要社会基盤事業者及びその組織する団体についても、より多くの受講機会を確保できるよう配慮する。また、地理的条件により受講機会が失われることを最小限とするよう、集合演習を全国で実施するほか、オンライン演習を拡大していくこととし、未受講となる組織・団体に対して積極的な参加を促す。あわせて、最新のサイバー攻撃情報を踏まえた演習内容の高度化、オンライン演習における学習定着率の向上等、演習効果の最大化に取り組む。さらに、機構におけるサイバーセキュリティ研究と演習業務で得られた知見等を活用し、若手セキュリティ人材の育成を行う。

⑷　サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成

我が国のサイバーセキュリティ対処能力の絶え間ない向上に貢献し、社会全体でセキュリティ人材を持続的に育成していくため、サイバーセキュリティに関する情報分析・人材育成等の産学官連携の中核的拠点を形成する。

具体的には、多種多様なサイバーセキュリティ関連情報を大規模集約した上で、横断的かつ多角的に分析し、実践的かつ説明可能な脅威情報を生成するための基盤を構築するとともに、生成された脅威情報を必要とする関係機関に継続的に提供する。あわせて、当該基盤を活用し、国産セキュリティ技術を機器製造事業者や運用事業者が検証できる環境を構築する。

また、上記の取組を通じて、サイバーセキュリティ関連情報を多角的に解析する能力を有する高度セキュリティ人材の育成を行う。さらに、これら取組で得た最新のサイバーセキュリティ関連情報に⑶の演習で得た知見等をあわせ、これを活用した人材育成演習を民間や教育機関等が実施可能とするための基盤を構築し、民間等における自律的な人材育成の支援を行う。

加えて、これら取組について、産学官の関係者が円滑かつ自主的に参画できるような枠組みを整備し、参画機関からの要望やフィードバックを反映しつつ基盤を構築し、参画機関の協力を得て運営する。

⑸　パスワード設定等に不備のあるIoT 機器の調査

IoT機器のサイバーセキュリティ対策に貢献するため、国からの補助等を受けた場合には、その予算の範囲内で、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、機構法附則第8条第2項の規定に基づき、機構の有する技術的知見を活用して、パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査及び電気通信事業者への情報提供に関する業務を、令和6年3月31日まで実施する。その際、総務省や関係機関と連携を図るとともに、本調査の重要性等を踏まえ、調査手法や情報の安全管理に留意しつつ、より広範かつより高度な調査を行うことができるよう配慮する。

１－４．ユニバーサルコミュニケーション分野

誰もが分かり合えるユニバーサルコミュニケーションの実現を目指して、音声、テキスト、センサーデータ等の膨大なデータを用いた深層学習技術等の先端技術により、多言語コミュニケーション技術、社会知コミュニケーション技術、スマートデータ利活用基盤技術の研究開発を実施する。また、多様なユーザインターフェースに対応したシステムの社会実装の推進等に取り組む。これらにより、Beyond 5G時代に向けて、ICTを活用した様々な社会課題の解決や新たな価値創造等に貢献する。

⑴　多言語コミュニケーション技術

「グローバルコミュニケーション計画2025」（令和2年3月31日総務省）に基づき、文脈や話者の意図、周囲の状況等の多様な情報源も活用した、ビジネスや国際会議等の場面においても利用可能な実用レベルの自動同時通訳を実現する多言語コミュニケーション技術を研究開発する。政府の外国人材受入れ・共生政策や観光戦略等を踏まえた重点対応言語の充実･拡大、2025年大阪・関西万博も見据えた新たな社会ニーズや多様なユーザインターフェースに対応した同時通訳システムの社会実装の推進等にも取り組む。

これらの取組にあたっては、以下の㋐、㋑及び㋒を密接に連携させて行う。

㋐　音声コミュニケーション技術

旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質が実用レベルに達している重点言語に関して、ビジネスや国際会議での講演及び議論等の音声を実用的な精度で自動文字化する音声認識技術を実現するため、①特に重要となる最重点言語（日英中等）に関して各言語700時間程度、その他の重点言語に関して各言語350時間程度の音声認識用音声コーパスの構築、②音声認識エンジンの低遅延化及び明瞭度が中程度の発声に対する精度の向上、③

音声／非音声、複数話者、複数言語が混在するオーディオストリームから発話内容を自動文字化する技術の確立を目指す。

また、同重点言語に関して、翻訳結果を円滑に伝達する音声合成技術を実現するため、④肉声レベルの音声合成技術の確立、⑤自然性劣化の少ない声質制御技術の確立を目指す。

さらに、旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質の実用レベルへの強化が必要な重点言語に関して、日常会話等の実用的な音声翻訳に対応するため、⑥各言語700時間程度の音声認識用音声コーパスの構築、⑦音声認識エンジンの高精度化、⑧実用的な音質の音声合成技術の確立を目指す。

㈠　自動同時通訳技術

ビジネスや国際会議等の場面に対応した実用的な自動同時通訳技術を実現するため、①低遅延の自動同時通訳を実現するための入力発話の分割点検出技術、要約等外部処理と翻訳との融合を行う技術の確立、②様々な分野における多言語の情報を日本語のみで受発信可能とする翻訳技術の確立、③対訳データ依存性を最小化する技術の確立、④一文を越えた情報（文脈、話者の意図、周囲の状況等）を利用して翻訳精度を高める技術の確立、⑤自動同時通訳の評価技術の確立を目指す。

また、社会実装を着実に進めるため、⑥多様な分野でも利用可能な多言語自動翻訳の実現に向けた翻訳バンクによる大規模な対訳の構築、⑦旅行、医療、防災等を含む日常会話の翻訳品質の実用レベルへの強化が必要な重点言語を含めた対訳コーパスの構築を図る。

㈡　研究開発成果の社会実装

2025年大阪・関西万博を見据え、新たな社会ニーズや多様なシーンを想定したユーザインターフェースの活用を踏まえつつ、①グローバルコミュニケーション開発推進協議会等の産学官の関係者が集う場の活用、②開発した技術を利用したサービスやこれと様々な技術とを組み合わせたサービスの事業化等を希望する企業等に対する実証実験への支援、技術の試験的な提供等、③実証実験等で得られた課題や知見の研究開発へのフィードバック、④企業等が事業化に至る場合の技術のライセンス提供等による技術移転等着実な社会実装の推進、⑤開発した技術の社会実装に結びつくソフトウェアの開発及び運用により、㈠及び㈡の研究開発成果である自動同時通訳技術又はこれと様々な技術が連携したシステムや各技術の社会実装の推進を図る。

⑵　社会知コミュニケーション技術

高度な深層学習技術等を用いて、インターネット等から、複数文書の情報を融合しつつ、それらに書かれている膨大な知識すなわち社会知を、人間にとってわかりやすい形式で取得し、さらには、それら社会知の組み合わせや類推等で様々な仮説も推論する技術を開発する。

また、同様に深層学習技術等を活用し、前記技術で得られた社会知や仮説、さらには用途や適用分野に合った目的やポリシー等を持つ仮想人格を用い、ユーザの興味、背景や文脈に合わせた対話等ができる社会知コミュニケーションシステムを開発する。

さらに、上で述べたようなインターネット等から知識、仮説を取得する技術や、それらを活用する音声対話システム等、インターネット等の知識・情報を活用する高度なAIサービスにおいて、ユーザの要求の変動に質的、量的にエラスティックに追従し、運用コストを低減する技術を研究開発する。

加えて、これらの技術によってより多様な人々が社会知をより有効に活用できる社会の実現に貢献し、また、開発した技術の社会実装を目指す。

⑶　スマートデータ利活用基盤技術

実世界の様々な状況を随時把握し最適化された行動支援を行うことを目的として、多様な分野のセンシングデータを適切に収集し、複合的な状況の予測や分析の処理を、個々の環境に適合させ、同時に相互に連携させながら全体最適化を行う分散連合型の機械学習技術やデータマイニング技術の研究開発を行う。これらの技術により、従来のパブリックデータに加えプライベートデータも活用した予測や分析を可能にし、データ収集・予測・分析のモデルケースを種々の課題解決に効果的に展開できるようにする。具体的には、これらの技術を用いて、地域の環境問題を考慮した安全・快適な移動や健康的な生活等を支援するスマートサービスを自治体等に展開できるよう、その開発に必要なプラットフォームを構築し、その実証を行うことにより、技術の社会実装につなげていく。

1－5．フロンティアサイエンス分野

次世代の抜本的ブレークスルーにつながる先端的な基盤技術の開発、深化に基づく新たなイノベーションを持続的に創

出することで、豊かで安心・安全な未来社会を支えるICTの基礎となる新概念や新たな枠組みを形作ることを目指す。このため、「未来を拓く」能力として、卓越したICT機能につながる新奇材料や構造、機能を創出するフロンティアICT技術、究極的な安全性を実現する量子情報通信技術、新しい原理や材料特性に基づきデバイスを創出する新規ICTデバイス技術、数十億年の歴史を持つ生物の仕組を解明し利活用するバイオICT技術、脳機能の解明により究極のコミュニケーションを目指す脳情報通信技術等のフロンティアICT領域技術の各研究課題において、先端的・基礎的研究開発を実施するとともに、研究開発成果の普及や社会実装を目指す。

⑴　フロンティアICT基盤技術

将来の情報通信において求められる周波数限界の拡大や高速化、高感度特性の実現、処理能力の高度化等、通信・センシング技術の飛躍的な発展に資する革新的ICTシステムの創出を目指し、集積型超伝導回路技術やナノハイブリッド基盤技術、超高周波基盤技術等の研究開発を実施する。さらに、人間や環境への親和性の高い生物模倣工学的手法等による新たな情報処理・通信システムの創出を目指した研究開発を実施する。

㋐　集積型超伝導回路基盤技術

超伝導ナノワイヤ単一光子検出器（SSPD）について、高速化、高機能化に向けて重要となる多ピクセル化技術の研究開発を実施し、超伝導デジタル信号処理回路との融合により200～300ピクセル規模のSSPDアレイを実現し、単一光子感度のイメージングの実証を目指す。また、超伝導量子ビットの高性能化を目指し、窒化物材料を用いた超伝導量子ビットの作製、評価技術を確立する。

㋑　ナノハイブリッド基盤技術

未来世代の通信システムにおける更なる高速化・低消費電力化・広帯域化・小型化等に向けて、優れた光機能を有する有機分子と無機誘電体・半導体・金属等とのナノレベルの構造制御・機能融合技術やハイブリッドデバイスの集積化技術等のナノハイブリッド基盤技術の研究開発を実施し、超高速・超低消費電力・小型光変調器や超広帯域無線光変調器、広帯域・高感度電界センサ等の革新的デバイス・サブシステムの創出を目指す。また、デバイスの社会展開に向けて、耐久性や量産性等の実用化に向けた課題抽出とその解決に向けた研究開発等を行う。

㋒　超高周波基盤技術

ミリ波及びテラヘルツ波の超高周波無線通信に用いる電子・光デバイスの高性能化を進め、より高い周波数の活用を目指すとともに、Beyond 5Gを見据えた通信や高度なセンシングシステムへの利活用に向けてトランシーバのモジュール化技術、及び高速、大容量通信に関わる高安定な基準信号源の提供を可能とする光源モジュール化への基盤技術の確立を目指す。

㋓　自然知規範型情報通信基盤技術

生物が有する極小の情報量を介した情報通信をICTに取り入れることで、Society 5.0やその先の社会において期待される人–環境–生物間でのシームレスな情報通信の下で予見される情報量の爆発的増加等に対応するため、自然知（あたかも知能を持つがごとくふるまう生物が内在的に有する情報処理・制御アルゴリズム）を規範とした知的情報処理技術とそれにより実現する先進的ICT分野の新技術の創出に必要な基盤的研究開発を行う。具体的には、様々な生物の階層に潜む自然知の計測・評価技術を構築するとともに、それらの情報識別・処理及び制御プロセスの解析とモデル構築を行う。また、認知科学、電子デバイス工学等の知見を融合し、自然知を規範とした知的情報処理を行うアルゴリズムやシステムを構築する。

㋔　バイオICT基盤技術

人や環境への親和性の高い情報素子の提供による新奇情報通信サービスの構築に向けて、持続可能でより豊かな未来社会の実現につなげるため、生命体の分子を介した情報通信の利活用と、それらと電磁的なネットワークとの融合に必要となる、分子情報の定量化や電磁的信号への変換技術等を用いたバイオマテリアルによる情報識別・通信システムの創出に関する基盤的研究開発を行う。具体的には、現在の情報通信技術では測定や伝送が困難な、生物の化学的感覚や生物活性物質の影響等の分子に付随した情報を計測・評価するための基盤技術を構築するとともに、分子を介した情報通信システムの構成や制御に必要な要素として、バイオ材料等のソフトマテリアル活用型の新奇情報素子の作製・操作に関する基盤的技術を構築する。

⑵　先端ICTデバイス基盤技術

高度なICTシステムへの活用を始めとする幅広い分野への産業応用を見据え、酸化物半導体デバイス基盤技術や深紫外光源技術のさらなる高性能化・高効率化等に向けた研究開発を実施するとともに、研究開発成果の普及や社会実

装に向けた取組を行う。

(ｱ)　酸化物半導体電子デバイス

高度な情報通信社会の実現に不可欠である、半導体ICTエレクトロニクス分野の発展及び電力の高効率制御による社会の省エネルギー化の実現を目指し、酸化物半導体材料の優れた材料特性を活かした新機能先端的電子デバイス（トランジスタ、ダイオード）研究開発に取り組む。具体的には、酸化ガリウムを利用した高周波デバイス、高温・放射線下等の極限環境におけるICTデバイス、高効率パワーデバイス等の基盤技術の研究開発・高度化を行う。極限環境ICTデバイスに関しては、高周波酸化ガリウムFETの耐放射線デバイス用途に向けた開発を実施し、2025年までに実用に向けた技術的知見を得る。また、高効率パワーデバイス開発においては、縦型FETのさらなる高性能化（高効率化、高耐圧化）に取り組み、得られた成果・技術の企業への移転を図り、2030年までの実用化を目指す。

(ｲ)　深紫外光ICTデバイス

深紫外光の特性を利用したソーラーブラインド光通信・超高感度センシング技術等、既存の可視・赤外光技術の枠組みを超えた革新的光ICT機能の創出を目指し、深紫外光ICTデバイスに関する基盤技術の研究開発を行う。またそれらの成果を生かしつつ、深紫外光の利活用による安心・安全で持続可能な社会の実現、アフターコロナ社会で求められる深紫外光応用技術の社会展開に向けて、深紫外小型固体光源等の実用化・高度化に向けて必要な技術の研究開発を行い、2026年度末までに従来光源である水銀ランプと同等以上の性能値を実証することで、社会普及の早期実現を目指す。

(3)　量子情報通信基盤技術

あらゆる計算機で解読不可能な安全性を実現する量子暗号をはじめとする量子セキュアネットワーク技術や、ノード内の信号処理も量子的に行う完全な量子ネットワークの実現を目指した量子ノード技術の研究開発を行う。

(ｱ)　量子セキュアネットワーク技術

量子暗号を活用することで機密情報の超長期分散保存を可能にする量子セキュアクラウド技術の研究開発と社会実装を想定したシステム化を進める。また、衛星・地上の量子暗号網を統合したグローバル量子セキュアネットワークの将来的な実現に向けて、量子暗号ネットワークの高度化・広域化、衛星における量子暗号・物理レイヤ暗号等の実現に向けた研究開発を行い、必要な要素技術を確立する。

(ｲ)　量子ノード技術

量子計測標準技術の高度化及びイオントラップ量子メモリへの応用と光量子制御技術、イオン－光子の研究開発により、量子ネットワークにおける量子時刻同期の原理実証を可能とする技術を確立し、イオントラップ光時計に実装する。また、新型超伝導量子ビットの実現に向けた作製・評価技術及び量子誤り訂正に必要とされる高度な量子ビット制御技術の研究開発を進める。

(4)　脳情報通信技術

人間の究極のコミュニケーションの実現や、人間の潜在能力の発揮を実現することで人々が幸せを実感できる新しいICTの創出を目指して、人間の認知・感覚・運動に関する脳活動を高度かつ多角的に計測・解析する技術や、得られた脳情報を効率的に解読しモデル化する技術、及び人間の能力の向上を支援する技術等の脳情報通信技術の研究開発を実施する。また、脳情報通信技術の社会における健全な利活用・受容性の確立を念頭においた研究開発拠点機能を強化する。

(ｱ)　人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発

人間の究極のコミュニケーションの実現に資するため、多角的な脳活動データを取得・解析し、脳の機能全体をモデル化した人工脳を構築するための基盤的研究開発を行う。

具体的には、人間の認知、情動、知覚、意思決定、運動、社会性、言語等の脳機能の分析をし、それらの相互関係の解明等に関する研究開発を行うことで、脳の高次機能も考慮した脳内情報処理モデルの構築を行う。さらに、脳内情報処理モデルの構築に必要な脳情報の分析に必須な脳機能計測技術を一層高度化するため、超高磁場MRI等の大型計測装置を用いた計測の時空間分解能を向上させる技術、MRIと脳波等の多様な手法を用いたマルチモーダル計測技術、実生活の中で多数の脳活動や行動指標を高い時間精度で同時に計測可能な小型計測装置等の実現を目指した研究開発を行う。

(ｲ)　脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発

脳情報と先端ICTを組み合わせて、新たなデバイスやコミュニケーション等に応用するために必要な基盤的研究開

発を行う。

具体的には、人工脳を開発する過程で得られた脳内情報処理モデルを活用し、感覚情報、運動情報や認知情報等に基づいた人間機能の再建・拡張の支援等や脳機能のバイオマーカの発見につながる研究開発を実施する。また、脳情報を用いて、人間が製品やサービスに対して抱く印象・感覚を客観的に評価することが可能となる次世代のICT等を確立させる。

㈣　脳情報通信技術の社会的受容性向上と産学官連携研究活動の推進

Society 5.0の発展のために、脳情報通信が次世代のICTとして技術が健全に活用されるよう社会的受容性を高めるような研究・環境整備が必要である。また、大学等の学術機関だけでなく産業界との連携を強化することで脳情報通信技術を中心とした産学官融合研究の積極的な実施を目指す。

これらの目的のために、脳情報に関する研究開発で得られた技術を、多方面の研究者・企業等と連携して、共同研究や研究員の受入等による知的・人材交流を通した人材の育成や企業への技術移転に努め、科学技術・社会的受容性の両面から成熟させながら、社会に普及するための研究開発拠点を形成する。また、この拠点においてオープンイノベーションを推進するため、収集した研究データの安全な利活用を実現するためのデータ収集管理システム等の研究開発を行う。

これらの活動を通じて、人々が安心して豊かな暮らしを享受できる社会の構築に貢献できる脳情報通信技術を育てていく。

１－６．評価軸等

1－1．から1－5．までの各分野の研究開発等に係る評価に当たっては、研究開発課題の内容・段階等に応じて、中長期目標に定められているいずれかの評価軸により評価を実施する。また、評価に際しては、評価軸に関連する指標に従って取組や成果を示す。

２．分野横断的な研究開発その他の業務

ICTが経済活動のインフラとなっており、ICT分野における国際競争力の確保は豊かで安全・安心な国民生活の実現のみならず、社会経済活動の高度化からも非常に重要である。特に、2030年以降の社会システムの基盤となるBeyond 5G、データ利活用・脳情報通信技術等のAI、量子情報通信、サイバーセキュリティの4領域は横断的かつ戦略的に取り組む必要がある。このため、研究開発と社会実装・展開を欠くことのない両輪として強力に推進し、産学官一体でオープンイノベーションを創発するための中核・拠点形成等が必要になっている。

一方、SDGsやニューノーマル等の新たな社会課題の解決に向けて、機構の研究開発成果の横断的展開のみならず、機構が有する施設・設備を効果的に活用したオープンイノベーション・コラボレーションを軸とするスピーディかつ横断的な取組の推進が重要となっている。

また、機構の目的である研究開発成果の最大化という観点では、産学官連携の強化に加え、研究開発成果を基盤とした知的財産・標準化戦略を一体的に推進し国内のみならず国外への技術展開を推進することが必要である。

このため、1．の「重点研究開発分野の研究開発等」の業務と横断的に連携し、研究開発成果の普及や社会実装を目指しながら以下の取組を一体的に推進する。また、オープンイノベーションで組織を超えて情報共有する際には知的財産等の情報保全にも配慮する。さらに、機構の研究開発により創出される直接的な成果の創出に加えて、我が国のICT産業の競争力確保も念頭においた戦略的・総合的な取組も推進する。

なお、評価に際しては、研究開発及び業務の内容・段階等に応じて、中長期目標に定められている評価軸により評価を実施する。また、評価軸に関連する指標に従って取組や成果を示す。

２－１．Beyond ５Ｇの推進

我が国として目指すべきBeyond 5G を実現し、Beyond 5Gにおける我が国の国際競争力強化等を図るためには、その優れた機能の中核となる先端的な要素技術の確立やその社会実装・海外展開に向けた研究開発や知財・標準化を強力に推進する必要があるため【重要度：高】とする。本中長期目標期間を集中的な取組期間として、機構自ら先端的な研究開発を実施するとともに、民間企業等の研究開発の支援やこれを通じた成果の知財・標準化、さらには社会実装・海外展開を促進するため、総務省が策定する基金運用方針等に基づき、以下の公募型研究開発プログラムを実施する。

＜公募型研究開発プログラム＞

①革新的情報通信技術研究開発推進基金等（Beyond 5G研究開発促進事業）（令和2年度第三次補正予算から令和4年度当初予算まで）

革新的情報通信技術研究開発推進基金等を活用し、効率的かつ効果的に研究開発を実施するため、官民の英知を結集した研究開発体制を構築する。

具体的には、Beyond 5Gの機能を実現するために中核となる技術分野を対象とした研究開発、協調可能な技術分野において国際的な戦略的パートナーと連携する研究開発、多様なプレイヤーによる技術シーズを創出する研究開発等を実施する中で、研究開発の実施者と緊密に連携し、各研究開発課題の進捗管理を行う。当該進捗管理については、実施者による研究開発の進捗状況の把握、実施者に対する必要な指示・支援等（研究開発成果の知財権利化や国際標準化活動も含む）を行う。

また、外部の幅広い知見を活用するため、外部有識者で構成する評価委員会を設置し、採択時及び終了時の評価とともに、ステージゲート評価を実施することにより、各研究開発課題に関する研究開発成果の創出状況（国際動向も考慮）及び成果目標の達成見通しを常に把握した上で、予算の必要性や研究実施体制の妥当性を精査し、必要に応じて研究開発の加速、縮小、実施体制の変更を行う等、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを実施する（なお、革新的情報通信技術研究開発推進基金を充てる研究開発案件については、令和3年度末までに開始する案件に限ることとする。）。

さらに、革新的情報通信技術研究開発推進基金に係る業務の成果について、Beyond 5Gに関する国際的動向や関連技術の進展に寄与する程度を踏まえて令和5年度に評価を行った上で、当該評価に関する報告書を作成し、総務大臣に提出するとともに、その概要を公表する。

②情報通信研究開発基金（令和4年度第二次補正予算以降）

上記①による研究開発の優れた成果を引き継ぎつつ、社会実装・海外展開や電波の公平かつ能率的な利用の確保等を目指し、情報通信研究開発基金を活用して効率的かつ効果的に研究開発の支援・実施を行う。

具体的には、我が国が強みを有する技術分野を中心として、社会実装・海外展開を目指した戦略的な研究開発、長期的視点で取り組むべき技術シーズの創出や共通基盤技術の研究開発、電波の有効利用に資する技術の研究開発等について支援・実施するとともに、研究開発の実施者と緊密に連携し、各研究開発課題の進捗管理を適切に行う。当該進捗管理については、実施者による研究開発の進捗状況の把握、実施者に対する必要な指示・支援等（研究開発成果の知財権利化や国際標準化活動も含む）を行う。

また、外部の有識者で構成する評価委員会を設置し、採択時及び終了時の評価とともに、ステージゲート評価等を実施することにより、各研究開発課題に関する研究開発成果の創出状況（国際動向も考慮）及び成果目標の達成見通しを常に把握した上で、予算の必要性や研究実施体制の妥当性を精査し、必要に応じて研究開発の加速、縮小、実施体制の変更を求めるなど、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを実施する。

さらに、研究開発の支援を通じて、研究開発の実施者間の調整・連携を促進するとともに、当該研究開発の実施者に対し、オープン＆クローズ戦略を含めた戦略的な知財・標準化や、社会実装・海外展開を促進するなど、当該研究開発成果の最大化に向けた取組を総務省と連携して積極的に進める。

２－２．オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化

外部の多様なプレイヤーと連携しながら、機構の研究開発成果を速やかに社会に還元するよう、大学・企業等との組織対組織の連携、研究開発成果の社会実証機会の創出、研究開発成果の技術移転、機構の技術シーズを活用したベンチャー創出・育成のための支援等の様々なオープンイノベーションの取組を戦略的・積極的に推進し、研究開発成果の社会実装を目指す。

⑴　社会実装の推進体制の構築

戦略的な社会実装を推進するための総合調整機能の強化に取り組み、競争領域と協調領域の明確化を含めたオープンイノベーション創出のための戦略、研究開発成果の出口戦略、外部との連携方策等の検討を機構内で組織横断的に行う。併せて、シーズとニーズのマッチングの場への積極参加や研究開発成果の社会実装を推進する取組等、外部との連携を増やす取組を、外部リソースも効果的に組み合わせて活用しつつ実施する。様々なフェーズにある研究開発成果の社会実装を推進するため、出口を特定し、目標と期限を明確にしたプロジェクトを機動的・弾力的に組織できる体制を構築し、プロジェクトの企画、社会実証や成果展開の支援等を行うとともに、これらを実施する人材の登

用・育成のための取組を行う。

また、最新の技術動向、市場・ニーズ動向、標準化動向等を適時適切に研究開発へ反映するため、国内外の技術動向等の調査・分析・評価に取り組む。調査結果を総務省等と共有し、我が国のICT研究開発力の強化の成果の拡大に活用していく。

⑵　社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化

研究成果の社会実装を推進するため、企業・大学・公的研究機関等との共同研究開発や研究人材の交流、包括連携協定の締結等に取り組む。また、企業等からの外部資金の積極的な受入れにも取り組む。さらに、機構と大学が有する研究ポテンシャルを掛け合わせた大型の共同研究プロジェクトを形成するため、両者のマッチングを推進し、幅広い分野での案件形成に取り組む。産学官連携に関する知見等をデータベースとして構築し、戦略的に活用できるよう取り組む。

また、ニューノーマル等新たな社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクトの推進及び機構の研究開発成果の普及や社会実装を推進するにあたり、外部へ研究開発成果の積極的な情報発信に取り組む。

⑶　機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成

先端的な研究開発成果を社会に実装していくため、機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・支援に努める。

具体的には、機構職員の事業化気運の醸成や支援人材の育成、技術シーズの事業性評価、事業計画の策定支援、知的財産の観点からの支援の充実等、支援すべき事業を明確にしつつ、フェーズに応じた様々な事業化支援を行う。

また、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成20年法律第63号）に基づき、機構の研究開発成果を活用するベンチャーへの出資等を行う体制を構築し、適切に対処する。その際には、「研究開発法人による出資等に係るガイドライン」（平成31年1月17日内閣府政策統括官（科学技術・イノベーション担当）・文部科学省科学技術・学術政策局決定）を踏まえ、関連規程の整備等を行う。

２－３．戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出

Society 5.0の実現に向けてBeyond 5G等の新たな技術の進展が想定されることを踏まえ、Beyond 5G時代の社会的・技術的ニーズを検証可能な分散広域実証環境及びリアルタイムエミュレーション環境並びにデータ駆動型社会の実現に寄与するデータ利活用に向けた実証環境を機構における既存のテストベッド上に新たに構築するとともに、光・量子通信技術等の世界最先端技術の実証環境を支え、我が国のICT分野の研究開発・技術実証・社会実装・国際連携に貢献する。また、関連するフォーラムの活動、国が実施する研究開発等の機会を通じて、当機構、国内外の研究機関、通信事業者、ベンダ、ベンチャー等のテストベッド利用者の研究開発能力をテストベッドに結集させることにより新たな価値創造及び社会課題の解決に寄与するとともに、テストベッド利用、運用及び改善を通じてテストベッドの実証環境を循環進化させる等、国際的に魅力ある研究開発ハブの形成に向けた取組を推進し、テストベッドの民間企業、大学等の利用拡大に努める。

サービス創成基盤として多様化するユーザの利用シーンに応じた実証基盤をすばやく構築するテストベッドシステムの研究開発運用を行う。具体的には様々なデータを組み合わせながらエッジとクラウドで連携処理するデータ連携処理基盤技術及び、Beyond 5Gに資するソフトウェア化されたネットワーク及びエッジクラウド連携基盤技術を、テストベッド上に実装し利用者に提供しつつフィードバックを受けて改良することを繰り返しながら形成する。

シミュレーション等で模倣したBeyond 5G時代を想定した事象とエミュレーション環境内に実現したICTシステムとを連携させ、それぞれの相互影響を検証し、サイバー空間とフィジカル空間の融合を目指した研究開発を推進する。さらに、実デバイスやソフトウェアと接続し、現実世界の振る舞いを組み合わせたリアルタイムエミュレーション環境を構築し利用者に提供する。

機構が専門とする情報通信分野ではない異分野・異業種の複数の企業等と連携して、Beyond 5G社会を構成する超高周波を用いるIoT無線技術、AI技術、ロボットを含む自律型モビリティ技術を融合的に利活用することで構築可能となる構内や地域のデータ収集配信基盤技術の実証的な研究開発を推進し、社会的受容性の高い様々な社会課題の解決に資するICTサービスのエコシステムを形成することを目標とした研究開発と社会実証実験を実施し、得られた知見を機構のテストベッド及び社会にフィードバックする。

２－４．知的財産の積極的な取得と活用

機構の知的財産ポリシーを踏まえ、優れた研究開発成果を知的財産として戦略的かつ積極的に取得・維持するととも

に、機構の知的財産を広く社会に還元し、新たなビジネスやサービスの創造、イノベーションの創出につなげるため、技術の特性等も考慮し、迅速かつ柔軟な視点で知的財産の活用促進に取り組む。また、成果展開や社会実装に貢献するための人材の獲得・育成に努める。

国の政策や技術動向等を適切に踏まえ、重点的に推進すべき課題については、その推進体制を整備し、特に研究開発や標準化活動と連携して知的財産の取得・維持・活用を図る。加えて、我が国の国際競争力向上に資するため、国際連携や成果の国際展開に必要な外国における知的財産の取得についても適切に実施する。

外部専門家等人材を確保し、機構内にBeyond 5Gの知的財産・標準化を検討する体制を整備し、Beyond 5Gに関する標準必須特許といった知的財産の取得に戦略的に取り組む。また、機構内外とのノウハウの共有、知的財産の取得支援等に集中的に取り組み、機構内の技術シーズと知的財産・標準化に関する知識・ノウハウを結集する。

２－５．戦略的な標準化活動の推進

機構の技術シーズについて、総務省、産学官の関係者、国内外の標準化機関等との連携体制を構築し、標準化活動を積極的に推進する。

機構の研究開発成果の最大化を目指すため、製品・サービスの普及やグローバル展開によるデファクト標準を含め、我が国が最終的に目指すものを意識し、その成果を戦略的にITU等の国際標準化機関や各種フォーラムへ寄与文書として積極的に提案する。このとき、機構内における産学官連携や、標準化関連団体と密接に連携して取り組むほか、国内外の専門家の活用も行う。

機構はICT分野の専門的な知見を有しており、中立的な立場であるため、標準化に関する各種委員会への委員の派遣等を積極的に行い、国内標準の策定や国際標準化会議に向けた我が国の対処方針検討に貢献する。

また、標準化に関するフォーラム活動、国際会議等の開催を支援することにより、研究開発成果の標準への反映や国際的な周知広報を推進し、我が国の国際競争力の強化を目指す。

戦略的かつ重点的な標準化活動を推進するために、総務省とも連携しつつ、機構の標準化に係るアクションプランを明確化し実施する。

２－６．研究開発成果の国際展開の強化

世界の社会課題解決及び我が国の国際競争力の維持を実現するため、積極的な国際連携を通じて、機構の優れた研究開発成果の国際展開に取り組む。

このため、有力な海外の研究機関や大学等との協力協定の締結取組を推進し、また、国際研究集会の開催や国際インターンシップ研修員制度による人材交流を積極的に行い、国際的な研究連携（体制）を深化させ、グローバルな視点でのオープンイノベーションを目指す共同プロジェクトが効果的に創出されるよう取り組む。また、機構の研究者が海外機関と連携して創出した共同プロジェクトを推進するプログラムを継続する。

米国や欧州とは、政策対話や科学技術協力協定の下で実施してきた日米国際共同研究プログラム及び日欧国際共同研究プログラムを継続し、先進技術分野の国際競争力維持・強化につながる戦略的な国際共同研究プロジェクトを創出し推進する。

アジア諸国とは、これまで機構がリーダーシップを発揮し推進してきた研究連携ネットワークの活動をさらに進め、人材育成やSDGsへの貢献にもつながるICTを活用した共通の課題解決を目指す国際共同プロジェクトを積極的に創出し推進する。また、これらの取組を効率的に行うため、アジア諸国の関係機関との戦略的パートナーシップの構築を進めていく。

プロジェクトの創出と推進、成果の展開においては、機構自らが国際イベントの開催や国際展示会への出展等を行うのみならず、各国の政府機関や組織、総務省や在外公館、関係機関とも積極的に連携を図り、効果的な方策に取り組む。

また、このような国際的な活動を通じて、公開情報のみでは得られない海外情報の継続的・体系的・組織的な収集・蓄積・分析に努める。

北米、欧州、アジアの各連携センターは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつつ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮する。そのため、各連携センターでは、上述した国際展開の各取組を実施し、これらに対する支援を行うとともに、機構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携の促進に取り組む。また、特に国際展開を目指す研究開発分野においては、相手国・地域への展開・社会実装を目指すとともに、機構の研究開発成果を技術移転した日本企業による海外展開等を目指した取組を行う。

２－７．国土強靭化に向けた取組の推進

国土強靭化に向けた研究拠点機能及び社会実装への取組を更に強化するため、耐災害ICTをはじめ、災害への対応力を

強化するICTに係る基盤研究、応用研究及びこれらの研究成果に基づく社会実装に向けた活動を連携して取り組む体制を整備する。また、研究開発の着実な推進及び研究拠点機能の強化に向けて、大学・研究機関等との共同研究等を通じて、外部研究機関との連携を強化する。さらに、研究開発成果の社会実装に向けて、地方公共団体を含めた産学官、企業を含む民間セクター、NPOといった様々なステークホルダーの垣根を超えたネットワークの形成、知見・事例の収集・蓄積・交換、研究成果・技術移転等の蓄積及び地方公共団体等の利用者ニーズの把握のため、耐災害ICTに係る協議会等の産学官連携活動に積極的な貢献を行う。

加えて、研究開発成果を活用した実証実験の実施、地方公共団体が実施する総合防災訓練等における研究開発成果の活用・展開及び災害発生時の円滑な災害医療・救護活動等に貢献するためのICTシステムの標準モデルやガイドラインの策定に関する取組等を通じて、研究開発成果の国土強靭化に向けた社会実装の促進を図る。

２－８．戦略的 ICT 人材育成

我が国のICT分野における国際競争力の強化のため、量子技術等機構の研究成果を活用した人材育成プログラムを策定・提供し、我が国の将来を担う若手研究者及び技術者のみならず、教育指導者等へ提供し、新たなICT領域を開拓しうる専門性の高い人材育成に取り組む。

ICT人材育成に関する諸課題の解決に向けて、産学官連携による共同研究等を通じて、幅広い視野や高い技術力を有する専門人材の強化に貢献する。また、連携大学院制度に基づく大学等との連携協定等を活用し、機構の研究者を大学等へ派遣することにより、大学等におけるICT人材育成に貢献する。さらに国内外の研究者や大学院生等を受け入れることにより、機構の研究開発への参画を通して先端的な研究開発に貢献する人材を育成する。

２－９．研究支援業務・事業振興業務等

⑴　海外研究者の招へい等による研究開発の支援

高度通信・放送研究開発を促進し、我が国におけるICT研究のレベル向上を図るため、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会開催支援」を行う。

また、民間の研究機関における通信・放送基盤技術に関する研究レベルの向上を図るため、「国際研究協力ジャパントラスト事業」による海外からの優秀な研究者の招へいを着実に実施し、上記「海外研究者の招へい」と一体的に運用する。

これらについては、内外の研究者の国際交流を促進し、ICT分野の技術革新につながる優れた提案を競争的に採択するため、積極的に周知活動を行うこととし、オンラインでの国際的な研究交流が拡大していく状況を踏まえ、「海外研究者の招へい（「国際研究協力ジャパントラスト事業」によるものを含む。以下同じ。）」及び「国際研究集会開催支援」の合計で毎年30件以上の応募を集めることを目指す。さらに、「海外研究者の招へい」については、招へい毎に、共著論文の執筆・投稿や、外部への研究発表、共同研究の締結等の研究交流の具体的な成果が得られるように、働きかけを行う。

⑵　情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援

⑺　情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供

リアルな対面の場やオンライン・メディアを活用しつつ、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流の機会を提供することにより、情報通信ベンチャーの有する有望かつ新規性・波及性のある技術やサービスの事業化等を促進する。本事業の実施に当たっては、総務省におけるスタートアップ支援施策との連携・情報共有等を図る。その際、次の点に留意する。

有識者やサポーター企業による情報の提供、助言・相談の場を提供するとともに、情報通信ベンチャーによるビジネスプランの発表会や商品・サービス紹介等のイベント等を通じたマッチングの機会を提供する。

また、全国の自治体やベンチャー支援組織・ベンチャー団体等との連携の強化により、効率的・効果的な情報の提供や交流の機会の提供を図る。

これらの取組により、イベント等を毎年20件以上開催する。特に、事業化を促進するマッチングの機会を提供するイベントは、その実施後1年以内において具体的なマッチング等商談に至った割合が50％以上となることを目指す。

イベントについて、参加者に対して有益度に関する調査を実施し、4段階評価において上位2段階の評価を70％以上得ることを目指すとともに、得られた意見要望等をその後の業務運営に反映させる。

更にイベントにおいて機構の知的財産等の情報提供を実施する等、機構の技術シーズを活用したベンチャー創出・育成に向けた取組とのシナジー効果を発揮するよう努める。

ウェブページ及びソーシャル・ネットワーキング・サービスを活用し、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流機会を提供する。

㈠　債務保証等による支援

通信・放送新規事業に対する債務保証業務及び地域通信・放送開発事業に対する利子補給業務については、新規案件の採択は行わないものとし、当該利子補給業務については、既往案件の利子補給期間終了の令和3年度まで着実に実施する。

令和4年3月31日に終了する新技術開発施設供用事業及び地域特定電気通信設備供用事業に対する債務保証業務及び助成金交付業務については、これらの事業が着実に成果を上げ、IoTサービスの創出・展開につながるものとなるよう努める。

なお、信用基金については、令和3年度末の債務保証業務終了後、清算する。

㈡　情報弱者への支援

誰もが等しく通信・放送役務を利用できる情報バリアフリー環境の実現を図るため、総務大臣の定める基本方針を踏まえつつ、情報バリアフリー助成金制度である次の事業を実施する。

①身体障害者向け放送の充実を図るために行う放送事業者等に対する助成

ア．字幕・手話・解説番組制作の促進

字幕番組、手話付き番組及び解説番組の制作を助成することにより、字幕番組等の拡充に貢献する。なお、普及状況等を勘案して、助成対象や助成率の見直しを行う等、適切に助成を実施する。また、採択した助成先について公表する。

イ．手話翻訳映像提供の促進

手話が付いていない放送番組に合成して表示される手話翻訳映像の制作を助成することとし、その際、次の点に留意する。

・手話翻訳映像提供促進助成金について、ウェブページ等を通じて、助成制度の周知を行い、利用の促進を図る。
・採択案件の選定に当たっては、外部の専門家・有識者による厳正な審査・評価を行う。また、採択した助成先について公表する。

ウ．生放送番組への字幕付与の促進

生放送番組への字幕付与に必要な機器の放送事業者による整備を助成することとし、その際、次の点に留意する。

・生放送字幕番組普及促進助成金について、ウェブページ等を通じて助成制度の周知を行い、利用の促進を図る。
・事業者の生放送番組への字幕付与に向けた取組状況や財務規模等も考慮し、採択案件の選定を効果的に行う。また、採択した助成先について公表する。

②身体障害者の利便増進に資する観点から、有益性・波及性に優れた事業に対する助成

次の点に留意する。

・本制度の周知を行い、利用の促進を図る。
・採択案件の選定に当たっては、外部の専門家・有識者による厳正な審査・評価を行う。また、採択した助成先について公表する。
・毎年度、採択事業の成果について事後評価を行い、業務運営等に反映させる。
・助成に当たっては、助成終了2年後における継続実施率が70％以上となることを目指す。

また、情報バリアフリー関係情報の提供を行うこととし、その際、次の点に留意する。

・「情報バリアフリーのための情報提供サイト」では、身体障害者や高齢者のウェブ・アクセシビリティに配慮しつつ、身体障害者や高齢者に役立つ情報その他の情報バリアフリーに関する幅広い情報等の収集・蓄積を行うとともに、有益な情報の提供を定期的に行うほか、機構の情報バリアフリー助成金制度の概要やその成果事例を広く情報提供する。
・情報バリアフリー助成金の交付を受けた事業者がその事業成果を発表できる機会を設け、成果を広く周知するとともに、身体障害者や社会福祉に携わる団体等との交流の拡大を図る。
・「情報バリアフリー関係情報の提供サイト」の利用者及び成果発表会の来場者に対して「有益度」に関する調査を実施し、4段階評価において上位2段階の評価を70％以上得ることを目指すとともに、得られた意見要望等をそ

の後の業務運営に反映させる。

２－10．その他の業務

電波利用料財源による業務、型式検定に係る試験事務等の業務を国から受託した場合及び情報収集衛星に関する開発等を国から受託した場合には、電波利用技術等の研究開発能力を活用して効率的かつ確実に実施する。

３．機構法第14条第１項第３号、第４号及び第５号の業務

３－１．機構法第14条第１項第３号の業務

機構法第14条第1項第3号は、正確な時刻及び周波数の維持に不可欠な業務を規定したものである。この業務は、社会経済活動の秩序維持のために必要不可欠な尺度となる周波数標準値の設定、標準電波の発射及び標準時の通報を行うものであり、社会における正確な時刻及び周波数の維持に不可欠である。このため、機構は関連する研究分野と連携しながら、これらの業務を継続的かつ安定的に実施する。

３－２．機構法第14条第１項第４号の業務

機構は、機構法第14条第1項第4号は、電波の伝わり方の観測、予報及び異常に関する警報の送信、並びにその他の通報に関する業務を規定したものである。この業務は、無線通信・放送の途絶や衛星測位の誤差増大等の影響を生じさせる太陽活動や磁気圏及び電離圏の乱れ、宇宙放射線の変動に関する観測や予報・警報を行うものであり、安定的な社会経済活動の維持に不可欠である。このため、機構は関連する研究分野と連携しながら、これらの業務を継続的かつ安定的に実施する。

３－３．機構法第14条第１項第５号の業務

機構法第14条第1項第5号は、高周波利用設備を含む無線設備の機器の試験及び較正に関する業務を規定したものである。この業務は、社会経済活動に不可欠な無線設備の性能に関する試験や、その測定結果の正確さを保つための較正を行うものであり、電波の公平かつ能率的な利用を実現するためには不可欠である。このため、機構は関連する研究分野と連携しながら、これらの業務を継続的かつ安定的に実施する。

Ⅱ　業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置

１．機動的・弾力的な資源配分

研究開発の最大限の成果を確保することを目的とした国立研究開発法人制度の趣旨を踏まえ、機構内外の情勢に応じた機動的・弾力的な資源配分を行う。

資源配分は、基本的には研究開発成果（研究開発成果の普及や社会実装を目指した取組実績を含む。）に対する客観的な評価に基づき実施する。評価に当たっては、客観性を保てるよう、外部の専門家・有識者を活用する等、適切な体制を構築するとともに、評価結果をフィードバックすることにより、PDCAサイクルの強化を図る。

なお、資源配分の決定に際しては、機構が定常的に行うべき業務や長期的に維持すべき研究開発体制の構築（若手研究者の育成を含む。）に配慮する。

また、外部への研究開発の委託については、機構が自ら行う研究開発と一体的に行うことでより効率化が図られる場合にのみ実施することとし、委託の対象課題の一層の重点化を図る。

委託研究に関する客観的評価に当たっては、外部有識者による事前評価、採択評価、中間評価、終了評価、追跡評価等を踏まえ、PDCAサイクルを着実に回し、社会的課題の変化等に柔軟に対応した研究を推進する。

２．調達等の合理化

「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成27年5月25日、総務大臣決定）に基づき策定した「調達等合理化計画」を着実に実施し、公正性・透明性を確保しつつ、迅速かつ効率的な調達の実現を図る。

３．テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進

ウィズコロナ、ポストコロナ時代においても業務の継続を可能とするリモートワークツールの整備としてテレワーク環境を整備し、リモートでのコミュニケーション確保のためチャットツール及びウェブ会議システム等の活用をすすめ、コミュニケーションの活性化をはかる等機構におけるデジタルトランスフォーメーション推進のための取組を進める。より多様で柔軟な仕事環境を実現するための環境整備を進め、働き方改革に努める。業務の電子化を促進し事務手続きの簡素化をはかり研究開発業務の円滑な推進に貢献する。

また、「情報システムの整備及び管理の基本的な方針」（令和3年12月24日、デジタル大臣決定）を踏まえ、PMO（Portfolio

Management Office）の設置等の体制整備を行うとともに、情報システムの適切な整備及び管理を行う。

４．業務の効率化

運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費及び事業費の合計について、毎年度平均で1.1％以上の効率化を達成する。

総人件費については、政府の方針に従い、必要な措置を講じる。その際、給与水準については、「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」（平成25年12月24日閣議決定）を踏まえ、検証を行った上で、適正な水準を維持するとともに、その検証結果や取組状況を公表する。

５．組織体制の見直し

研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上を実現するため、機構の本部・各拠点における研究等の組織体制の見直しを不断に行う。組織体制の見直しに際しては、研究開発成果を最大化するための機能に係る組織の役割及びマネジメント体制を明確化することで効率的・効果的な組織運営を実現する。さらに、恒久的な基金である情報通信研究開発基金の設置に際しても、基金の適正な管理・運用に一層努めるとともに、研究開発成果を最大化するための体制整備を行う。

また、オープンイノベーション創出に向けて産学官連携の強化を促進するため、分野横断的な取組や外部との連携が必要な研究開発課題に対しては、機動的に研究課題の設定や研究推進体制の整備を行う。

Ⅲ　予算計画（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画

予算（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画については、次のとおりとする。

予算の見積もりは、運営費交付金の算定ルール等に基づき中長期目標を踏まえ試算したものであり、実際の予算は毎年度の予算編成において決定される係数等に基づき決まるため、これらの計画の額を下回ることや上回ることがあり得る。

予算計画

⑴	総計	【別表1－1】
⑵	一般勘定	【別表1－2】
⑶	基盤技術研究促進勘定	【別表1－3】
⑷	債務保証勘定	【別表1－4】
⑸	出資勘定	【別表1－5】
⑹	一般型情報通信研究開発基金勘定	【別表1－6】
⑺	電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定	【別表1－7】
⑻	革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定	【別表1－8】

収支計画

⑴	総計	【別表2－1】
⑵	一般勘定	【別表2－2】
⑶	基盤技術研究促進勘定	【別表2－3】
⑷	債務保証勘定	【別表2－4】
⑸	出資勘定	【別表2－5】
⑹	一般型情報通信研究開発基金勘定	【別表2－6】
⑺	電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定	【別表2－7】
⑻	革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定	【別表2－8】

資金計画

⑴	総計	【別表3－1】
⑵	一般勘定	【別表3－2】
⑶	基盤技術研究促進勘定	【別表3－3】
⑷	債務保証勘定	【別表3－4】
⑸	出資勘定	【別表3－5】

⑹　一般型情報通信研究開発基金勘定　　【別表3－6】
⑺　電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定　　【別表3－7】
⑻　革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定　　【別表3－8】

1．一般勘定

運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅱ 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置」で示した事項について配慮し、特許料収入等の自己収入及び競争的資金等の外部資金の適正な収入を見込んだ上で、中長期目標期間中の予算計画及び収支計画を作成し、当該予算計画及び収支計画による運営を行う。なお、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理し、目標と評価の単位である事業等のまとまりごとに、財務諸表にセグメント情報を開示する。また、事業等のまとまりごとに予算計画及び執行実績を明らかにし、著しい乖離がある場合にはその理由を決算書において説明する。

その他、保有資産については、不断の見直しを行うとともに有効活用を推進し、不要財産は国庫納付する。

2．自己収入等の拡大

「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」（平成25年12月24日閣議決定）において、「法人の増収意欲を増加させるため、自己収入の増加が見込まれる場合には、運営費交付金の要求時に、自己収入の増加見込額を充てて行う新規業務の経費を見込んで要求できるものとし、これにより、当該経費に充てる額を運営費交付金の要求額の算定に当たり減額しないこととする。」とされていることも踏まえ、保有する知的財産について、保有コストの適正化を図るとともに、技術移転活動の活性化による知的財産収入の増加や、競争的資金や資金受入型共同研究による外部資金等の増加に努めるものとする。その際、これまで収入が見込めなかった分野について、中長期目標期間の平均年間知的財産収入が前中長期目標期間よりも増加となることを目指すものとする。

3．基盤技術研究促進勘定

民間基盤技術研究促進業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表するものとする。また、既往の委託研究締結案件に関して、研究開発成果の事業化や売上等の状況把握を行い、収益納付・売上納付の回収を引き続き進めること、業務経費の低減化を進めることにより、繰越欠損金の着実な縮減に努める。

基盤技術研究促進勘定において、令和2年度末に償還期限を迎えた保有有価証券に係る政府出資金15億円については、令和3年度第1四半期中を目処として国庫納付する。

4．債務保証勘定

各業務の実績を踏まえ基金を適正に運用するとともに、信用基金の清算を着実に実施する。

債務保証業務については、財務内容の健全性を確保するため、債務保証の決定に当たり、資金計画や担保の確保等について多角的な審査・分析を行い、保証範囲や保証料率については、リスクを勘案した適切な水準とする。

また、保証債務の代位弁済、利子補給金及び助成金交付の額は同基金の運用益及び剰余金の範囲内に抑えるように努める。

これらに併せて、信用基金を清算するまで運用益の最大化を図る。

なお、信用基金については、令和3年度末の債務保証業務終了後、清算する。

5．出資勘定

出資業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表するものとする。また、引き続き業務経費の低減化に努めること、毎年度の決算、中間決算の報告等を通じて、各出資先法人の経営内容・状況の把握に努め、経営状況に応じて、必要があれば事業運営の改善を求めることにより、出資金の最大限の回収に努める。加えて、配当金の着実な受取に努める等、繰越欠損金の着実な縮減に努める。

Ⅳ　短期借入金の限度額

年度当初における国からの運営費交付金の受入れが最大限3ヶ月遅延した場合における機構職員への人件費の遅配及び機構の事業費支払い遅延を回避するため、短期借入金を借り入れることができることとし、その限度額を29億円とする。

Ⅴ　不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画

別表4に掲げる基盤技術研究促進勘定における不要財産及び鹿島宇宙技術センターの一部について、国庫納付を行う。

Ⅵ　前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画

なし。

Ⅶ　剰余金の使途

1 重点的に実施すべき研究開発に係る経費
2 広報や成果発表、成果展示等に係る経費
3 知的財産管理、技術移転促進等に係る経費
4 職場環境改善等に係る経費
5 施設の新営、増改築及び改修等に係る経費

Ⅷ　その他主務省令で定める業務運営に関する事項

1．施設及び設備に関する計画

中長期目標を達成するために必要な別表5に掲げる施設及び設備の効率的な維持・整備を適切に実施する。

2．人事に関する計画

2－1．若手人材を含む多様で優秀な人材の確保

テニュアトラック制度の推進等により、若手研究者の成長機会を整備し、将来のICTを担う優秀な研究者を育成する。また、インターンシップやリサーチアシスタント等の制度を活用し、大学等との連携による先行的かつ効果的な人材発見と育成を進める。

職員の雇用においては、オープンイノベーションの潮流を踏まえた多様な能力を融合した機構組織を実現するため、企業や大学での経験を評価した雇用を充実させる等、人材の流動化とダイバーシティの確保に努める。

2－2．戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化

戦略的に重要な分野等において国内外で激化する人材確保競争に健全に対応していくため、それらの分野の研究者の戦略面の役割に応じた処遇・報酬と研究環境を実現させる制度を設計し実践する。また、機構の運営を含む各職務の役割を明確化し、それに応じた処遇と環境を実現してキャリアパスとその意味を明確にすることで、職員の意識の向上と能力発揮の最大化を図る。

2－3．実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成

機構の若手を含む多様な職員が経験豊富なリーダーの下で実践を通じた能力の向上を目指していく実践的育成プロセスの充実を図る。

また、民間や大学等への出向、移籍、再雇用の柔軟化等、組織の境界を越えた人材の流動化によるダイバーシティの確保にも努める。

さらに、グローバルな視点を持つ優秀な人材を確保・育成するため、諸外国からの人材の確保、諸外国への人材の派遣による知見の拡大等を積極的に推進する。

2－4．研究支援人材の確保及び資質向上

研究開発及び社会実装を円滑に推進する上で不可欠な研究支援人材を確保し、研究支援体制を整備する。さらに、業務をすすめる上で必要とされるスキルセットを整理し、研修を行う等、資質の向上に関する取組を行うとともに、研究支援人材の評価手法を確立してキャリアパスに反映させる等、人材の育成と層の深化を図る。

なお、上記については「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成20年法律第63号）第24条に基づき策定する「人材活用等に関する方針」に留意する。

３．積立金の使途

「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている剰余金の使途に係る経費等に充当する。第4期中長期目標期間終了までに自己収入財源で取得し、第5期中長期目標期間に繰り越した固定資産の減価償却に要する費用に充当する。

第5期中長期目標期間において、債務保証勘定の業務に要する費用に充当する。

４．研究開発成果の積極的な情報発信

機構の研究開発成果の普及や社会実装に向けた活動を推進するために、機構の活動に対する関心や理解の促進につながる広報活動を積極的に実施する。

機構の活動が広く理解されるよう、最新の研究開発成果に関する報道発表、記者向け説明会の実施等、報道メディアに対する情報発信力を強化するとともに、メディアからの取材に積極的に対応する。また、ウェブページや広報誌等を活用して研究開発成果を分かりやすく伝える等、情報提供機会の充実を図る。

機構の施設の一般公開等を戦略的に行うことや、見学者の受入れ等を積極的に行うことで、ICT分野及び機構の業務への興味を喚起するとともに理解を深める機会を積極的に提供する。

さらに、研究開発成果の科学的・技術的・社会的意義、学術論文、保有する知的財産、提供可能なデータベースやアプリケーション等に関する情報発信を積極的に行うことで、機構の役割や研究開発成果を外部にアピールする。

５．情報セキュリティ対策の推進

政府の情報セキュリティ対策における方針及び実際のサイバー攻撃の実態を踏まえ、CSIRT（Computer Security Incident Response Team：情報セキュリティインシデント対応チーム）の適切な運営を行うとともに、研修やシステムの統一的な管理等を進めることで、セキュリティを確保した安全な情報システムを運用する。また、サイバーセキュリティ基本法に基づき、ガイドラインを適宜整備するとともに、情報セキュリティポリシーを不断に見直す等、機構のセキュリティの維持・強化に努める。また、機構のサイバーセキュリティ分野の先端的研究開発成果の導入等により安全性を高めていく。

６．コンプライアンスの確保

理事長の指揮の下、職員の規律の確保、適切かつ効率的な予算執行を含む機構における業務全般の適正性確保に向け、厳正かつ着実にコンプライアンス業務を推進する。

特に、研究不正の防止に向けた取組については、「情報通信分野における研究上の不正行為への対応指針（第3版）」（平成27年4月21日）に従って、適切に取り組む。

７．内部統制に係る体制の整備

内部統制については、法人の長によるマネジメントを強化するための有効な手段の一つであることから、「独立行政法人の業務の適正を確保するための体制等の整備」（平成26年11月28日付け総務省行政管理局長通知）等で通知された事項を参考にしつつ、必要な取組を推進する。

８．情報公開の推進等

機構の適正な業務運営及び国民からの信頼を確保するため、適切かつ積極的に情報を公開するとともに、個人情報を適切に保護する。具体的には、独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律（平成13年法律第140号）及び個人情報の保護に関する法律（平成15年法律第57号）に基づき、適切に対応するとともに、職員への周知徹底を図る。

別表 1 - 1

予算計画（総計）

（単位：百万円）

区　分	金　額
収入	
運営費交付金	137,095
施設整備費補助金	35,706
情報通信技術研究開発推進事業費補助金	55,859
情報通信利用促進支援事業費補助金	2,994
情報通信技術研究開発推進基金補助金	81,200
電波利用技術調査費補助金	1,615
事業収入	103
受託収入	20,409
その他収入	1,783
計	336,763
支出	
事業費	300,938
研究業務関係経費	174,497
通信・放送事業支援業務関係経費	126,399
民間基盤技術研究促進業務関係経費	42
施設整備費	35,706
受託経費	20,409
一般管理費	9,132
計	366,185

［注1］各別表の「金額」欄の係数は、原則としてそれぞれ四捨五入によっているので、端数において合計とは合致しないものである。

［注2］情報収集衛星
情報収集衛星の受託経費については、上記予算計画の金額に含まれていない。

［注3］運営費交付金の算定ルール
毎年度の運営費交付金（G（y））については、以下の数式により決定する。
G（y）＝ A（y）＋B（y）－C（y）

G（y）：運営費交付金
A（y）：当該年度における運営費交付金（一般管理費及び事業費の合計分）
A（y）＝{A（y-1）-a（y-1）}×α（効率化係数）＋b（y）
a（y）：特定の年度において一時的に発生する廃止プロジェクト等経費
b（y）：特定の年度において一時的に発生する新規拡充経費
α（効率化係数）：一般管理費及び事業費の合計について、毎年度平均で1.1%以上の効率化を実施する。
B（y）：当該事業年度における特殊経費。退職者の人数の増減等の事由により当該年度に限り時限的に発生する経費であって、運営費交付金算定ルールに影響を与えうる規模の経費。
これらについては、各事業年度の予算編成過程において、人件費の効率化等一般管理費の削減方策も反映し具体的に決定。
C（y）：自己収入。
C（y）＝C（y-1）×β（自己収入調整係数）
β（自己収入調整係数）：自己収入の見込みに基づき決定する。
係数α、βについては、各年度の予編成過程において、当該年度における具体的な係数値を決定する。

［注4］人件費の見積もり
中長期目標期間中の常勤役職員の人件費総額見込み：21，492百万円
上記の額は、役員報酬、職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、休職者給与に相当する範囲の費用である。

予算計画（一般勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額	a 電磁波先進技術分野	b 革新的ネットワーク分野	c サイバーセキュリティ分野	d ユニバーサルコミュニケーション分野	e フロンティアサイエンス分野	f Beyond 5Gの推進	g 分野横断的な研究開発その他の業務	h 関係共通部
収入									
運営費交付金	137,095	10,172	22,216	11,759	13,023	18,736	5,118	24,401	31,669
施設整備費補助金	35,706			9,688		5,600	19,967		451
情報通信技術研究開発推進事業費補助金	55,859	3,000	5,050	11,395	6,034	30,380			
情報通信利用促進支援事業費補助金	2,994							2,994	
電波利用技術調査費補助金	1,615			1,615					
受託収入	20,409	12,105	1,200	135	1,579	4,951	10	429	0
その他収入	1,777	35						1,735	7
計	255,454	25,312	28,466	34,592	20,636	59,667	25,095	29,559	32,127
支出									
事業費	190,471	13,207	27,266	24,769	19,057	49,116	5,118	29,129	22,808
研究業務関係経費	174,467	13,207	27,266	11,759	19,057	49,116	5,118	26,136	22,808
通信・放送事業支援業務関係経費	16,004			13,010				2,994	
施設整備費	35,706			9,688		5,600	19,967		451
受託経費	20,409	12,105	1,200	135	1,579	4,951	10	429	
一般管理費	8,869								8,869
計	255,454	25,312	28,466	34,592	20,636	59,667	25,095	29,559	32,127

［注］各別表の「金額」欄の係数は、原則としてそれぞれ四捨五入によっているので、端数において合計とは合致しないものである。

別表１－３

予算計画（基盤技術研究促進勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額
収入	
事業収入	102
その他収入	0
計	103
支出	
事業費	72
研究業務関係経費	30
民間基盤技術研究促進業務関係経費	42
一般管理費	10
計	82

別表１－４

予算計画（債務保証勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額
収入	
事業収入	0
計	0
支出	
事業費	57
通信・放送事業支援業務関係経費	57
一般管理費	8
計	65

別表１－５

予算計画（出資勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額
収入	
その他収入	5
計	5
支出	
事業費	2
通信・放送事業支援業務関係経費	2
一般管理費	1
計	3

別表１－６

予算計画（一般型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
収入	
情報通信技術研究開発推進基金補助金	62,700
その他の収入	0
計	62,700
支出	
事業費	62,613
通信・放送事業支援業務関係経費	62,613
一般管理費	88
計	62,700

別表１－７

予算計画（電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
収入	
情報通信技術研究開発推進基金補助金	18,500
その他の収入	0
計	18,500
支出	
事業費	18,432
通信・放送事業支援業務関係経費	18,432
一般管理費	68
計	18,500

別表１－８

予算計画（革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
収入	
その他収入	0
計	0
支出	
事業費	29,292
通信・放送事業支援業務関係経費	29,292
一般管理費	89
計	29,380

別表２－１

収支計画（総計）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
費用の部	325,258
経常費用	325,258
研究業務費	176,467
通信・放送事業支援業務費	117,374
民間基盤技術研究促進業務費	42
受託業務費	22,243
一般管理費	9,132
収益の部	328,282
経常収益	328,282
運営費交付金収益	131,846
補助金等収益	119,221
事業収入	103
受託収入	20,409
資産見返負債戻入	52,538
賞与引当金見返に係る収益	1,760
退職給付引当金見返に係る収益	622
財務収益	6
雑益	1,777
純利益（△純損失）	3,024
前中長期目標期間繰越積立金取崩額	1,349
総利益（△総損失）	4,373

［注1］受託収入で取得した資産は、減価償却等を通じて費用計上されるため、未償却残高見合が利益として計上される。
［注2］各別表の「金額」欄の係数は、原則としてそれぞれ四捨五入によっているので、端数において合計とは合致しないものである。

収支計画（一般勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額	a 電磁波先進技術分野	b 革新的ネットワーク分野	c サイバーセキュリティ分野	d ユニバーサルコミュニケーション分野	e フロンティアサイエンス分野	f Beyond 5Gの推進	g 分野横断的な研究開発その他の業務	h 関係共通部
費用の部	221,786	26,654	29,551	25,088	22,029	49,587	5,620	28,592	34,666
経常費用	221,786	26,654	29,551	25,088	22,029	49,587	5,620	28,592	34,666
研究業務費	176,437	13,462	28,243	14,503	20,308	44,191	5,609	25,130	24,991
通信・放送事業支援業務費	14,237			10,437				2,994	807
受託業務費	22,243	13,192	1,307	147	1,721	5,396	11	468	
一般管理費	8,869								8,869
収益の部	224,852	26,749	29,766	25,246	22,076	49,915	5,694	30,557	34,849
経常収益	224,852	26,749	29,766	25,246	22,076	49,915	5,694	30,557	34,849
運営費交付金収益	131,846	10,756	21,307	11,278	12,490	18,469	4,908	21,702	30,936
補助金等収益	22,069			11,010	6,034	1,580		2,994	451
受託収入	20,409	12,105	1,200	135	1,579	4,951	10	429	
資産見返負債戻入	46,432	3,670	6,857	2,611	1,738	24,575	683	3,256	3,043
賞与引当金見返に係る収益	1,705	135	295	156	173	249	68	324	303
退職給付引当金見返に係る収益	614	49	106	56	62	90	25	117	109
雑益	1,777	35						1,735	7
純利益（△純損失）	3,066	95	215	159	47	327	73	1,966	183
前中長期目標期間繰越積立金取崩額	1,284	102	222	118	130	188	51	244	228
総利益（△総損失）	4,350	197	438	277	178	515	125	2,210	411

［注1］受託収入で取得した資産は、減価償却等を通じて費用計上されるため、未償却残高見合が利益として計上される。
［注2］各別表の「金額」欄の係数は、原則としてそれぞれ四捨五入によっているので、端数において合計とは合致しないものである。

別表２－３

収支計画（基盤技術研究促進勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額
費用の部	82
経常費用	82
研究業務費	30
民間基盤技術研究促進業務費	42
一般管理費	10
収益の部	103
経常収益	103
事業収入	102
財務収益	0
純利益（△純損失）	21
前中長期目標期間繰越積立金取崩額	－
総利益（△総損失）	21

別表２－４

収支計画（債務保証勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額
費用の部	65
経常費用	65
通信・放送事業支援業務費	57
一般管理費	8
収益の部	0
経常収益	0
事業収入	0
純利益（△純損失）	△ 65
前中長期目標期間繰越積立金取崩額	65
総利益（△総損失）	－

別表２－５

収支計画（出資勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
費用の部	3
経常費用	3
通信・放送事業支援業務費	2
一般管理費	1
収益の部	5
経常収益	5
財務収益	5
純利益（△純損失）	2
前中長期目標期間繰越積立金取崩額	－
総利益（△総損失）	2

別表２－６

収支計画（一般型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
費用の部	58,568
経常費用	58,568
通信・放送事業支援業務費	58,480
一般管理費	88
収益の部	58,568
経常収益	58,568
補助金等収益	55,830
賞与引当金見返に係る収益	26
退職給付引当金見返に係る収益	4
資産見返負債戻入	2,708
財務収益	0
純利益（△純損失）	－
目的積立金取崩額	－
総利益（△総損失）	－

別表２－７

収支計画（電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
費用の部	15,373
経常費用	15,373
通信・放送事業支援業務費	15,305
一般管理費	68
収益の部	15,373
経常収益	15,373
補助金等収益	11,954
賞与引当金見返に係る収益	18
退職給付引当金見返に係る収益	3
資産見返負債戻入	3,398
財務収益	0
純利益（△純損失）	－
目的積立金取崩額	－
総利益（△総損失）	－

別表２－８

収支計画（革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
費用の部	29,381
経常費用	29,381
通信・放送事業支援業務費	29,292
一般管理費	89
収益の部	29,381
経常収益	29,381
補助金等収益	29,368
賞与引当金見返に係る収益	12
退職給付引当金見返に係る収益	1
財務収益	0
純利益（△純損失）	－
前中長期目標期間繰越積立金取崩額	－
総利益（△総損失）	－

別表３－１

資金計画（総計）

（単位：百万円）

区　分	金　額
資金支出	452,403
業務活動による支出	262,685
投資活動による支出	188,035
不要財産に係る国庫納付等による支出	1,683
次期中長期目標期間への繰越金	9,924
資金収入	462,327
業務活動による収入	301,058
運営費交付金による収入	137,095
国庫補助金による収入	141,668
事業収入	103
受託収入	20,409
その他の収入	1,784
投資活動による収入	115,594
有価証券の償還等による収入	79,888
施設費による収入	35,706
前期中長期目標期間よりの繰越金	45,674

［注］各別表の「金額」欄の係数は、原則としてそれぞれ四捨五入によっているので、端数において合計とは合致しないものである。

資金計画（一般勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額	a 電磁波 先進技術 分野	b 革新的 ネットワーク分野	c サイバーセキュリティ分野	d ユニバーサルコミュニケーション分野	e フロンティアサイエンス分野	f Beyond 5Gの推進	g 分野横断的な研究開発その他の業務	h 関係共通部
資金支出	257,443	17,795	37,363	39,801	24,975	63,231	27,411	27,474	19,392
業務活動による支出	165,131	13,764	30,060	26,921	17,621	26,931	6,925	24,999	17,910
投資活動による支出	92,312	4,032	7,303	12,880	7,355	36,300	20,486	2,474	1,482
次期中長期目標期間への繰越金	9,440								
資金収入	266,883								
業務活動による収入	219,748								
運営費交付金による収入	137,095	11,618	25,374	13,430	14,873	21,399	5,845	27,868	16,687
国庫補助金による収入	60,468	3,000	5,050	13,010	6,034	30,380		2,994	
受託収入	20,409	12,105	1,200	135	1,579	4,951	10	429	
その他の収入	1,777	35						1,735	7
投資活動による収入	35,706								
施設費による収入	35,706			9,688		5,600	19,967		451
前期中長期目標期間よりの繰越金	11,429								

［注］各別表の「金額」欄の係数は、原則としてそれぞれ四捨五入によっているので、端数において合計とは合致しないものである。

別表３－３

資金計画（基盤技術研究促進勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	3,588
業務活動による支出	88
投資活動による支出	2,000
不要財産に係る国庫納付等による支出	1,500
次期中長期目標期間への繰越金	457
資金収入	4,046
業務活動による収入	103
事業収入	102
その他の収入	0
投資活動による収入	2,000
有価証券の償還等による収入	2,000
前期中長期目標期間よりの繰越金	1,943

別表３－４

資金計画（債務保証勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	11,513
業務活動による支出	89
投資活動による支出	11,240
不要財産に係る国庫納付等による支出	183
次期中長期目標期間への繰越金	－
資金収入	11,513
業務活動による収入	1
事業収入	1
投資活動による収入	8,620
有価証券の償還等による収入	8,620
前期中長期目標期間よりの繰越金	2,892

別表３－５

資金計画（出資勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	271
業務活動による支出	153
投資活動による支出	118
次期中長期目標期間への繰越金	26
資金収入	297
業務活動による収入	6
その他の収入	6
投資活動による収入	268
有価証券の償還等による収入	268
前期中長期目標期間よりの繰越金	23

別表３－６

資金計画（一般型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	109,500
業務活動による支出	55,860
投資活動による支出	53,640
次期中長期目標期間への繰越金	―
資金収入	109,500
業務活動による収入	62,700
国庫補助金による収入	62,700
その他の収入	0
投資活動による収入	46,800
有価証券の償還等による収入	46,800
前期中長期目標期間よりの繰越金	―

別表３－７

資金計画（電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	26,000
業務活動による支出	11,975
投資活動による支出	14,025
次期中長期目標期間への繰越金	－
資金収入	26,000
業務活動による収入	18,500
国庫補助金による収入	18,500
その他の収入	0
投資活動による収入	7,500
有価証券の償還等による収入	7,500
前期中長期目標期間よりの繰越金	－

別表３－８

資金計画（革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	44,088
業務活動による支出	29,388
投資活動による支出	14,700
次期中長期目標期間への繰越金	－
資金収入	44,088
業務活動による収入	0
その他の収入	0
投資活動による収入	14,700
有価証券の償還等による収入	14,700
前期中長期目標期間よりの繰越金	29,388

別表 4

不要財産の処分に関する計画

不要財産と認められる具体の財産	処分時期	納付方法
(1)　民間基盤技術研究促進業務に係る保有財産（見込額15億円）	令和3年度	現金
(2)　鹿島宇宙技術センターの一部（土地、建物及び工作物）	令和5年度以降	土地、建物及び工作物（現物納付）

別表 5

施設及び設備に関する計画

施設・設備の内訳	予定額（百万円）	財源
(1)　電磁波先進基盤分野の研究開発に必要な施設・設備		運営費交付金
(2)　革新的ネットワーク分野の研究開発に必要な施設・設備		施設整備費補助金
(3)　サイバーセキュリティ分野の研究開発に必要な施設・設備		
(4)　ユニバーサルコミュニケーション分野の研究開発に必要な施設・設備		
(5)　フロンティアサイエンス分野の研究開発に必要な施設・設備		
(6)　災害復旧及び老朽化対策が必要な施設・設備		
	計　37,505	

11.2 国立研究開発法人情報通信研究機構における令和4年度の業務運営に関する計画（令和4年度計画）

序文

情報通信技術（ICT）はすべての社会経済活動の基盤であり、経済成長や地域・社会的課題の解決を加速させるデジタルトランスフォーメーションを実践するためのプラットフォームとしての役割が、今後ますます重要になっていく。国立研究開発法人情報通信研究機構（以下、「機構」という。）は、情報通信分野を専門とする唯一の公的研究機関として、中長期的視点に立ち、ICTの基礎から応用までを見通す総合的な視点による研究開発を実践的に推進し、その成果の効果的な社会実装を目指していくことにより、我が国の競争力強化と知的財産立国としての発展に貢献するとともに、国際社会の持続的発展を目指すSDGsの達成にも貢献していく。第５期中長期目標期間においては、研究開発を５つの分野（①電磁波先進技術分野、②革新的ネットワーク分野、③サイバーセキュリティ分野、④ユニバーサルコミュニケーション分野、⑤フロンティアサイエンス分野）で構成して先端技術の研究開発を推進する。

また、産学官連携及び地域連携の強化を重視した研究活動基盤の構築を進め、特にBeyond ５Gの推進にあたっては、国内の大学、研究機関や民間のみならず、海外機関との研究連携もあわせて推進する。さらに、オープンイノベーションを加速するために、戦略的な研究ハブの構築とその利活用を進めるとともに、我が国の今後の発展の一つの起点となっていく2025年の大阪万国博覧会の機会をとらえた成果展開を進める等、機構の能力と与えられる機会を十分に活かした研究開発活動を推進する。

中長期目標期間の２年目である令和４年度においては、これまでの研究開発成果や現在のICTを取り巻く諸状況を踏まえ、令和３年度に開始した大学や民間企業では実施できないような長期間にわたり推進すべき基礎的・基盤的な研究開発について加速するとともに、情勢変化に合わせて適宜見直しを行う。

Ⅰ　研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

１．重点研究開発分野の研究開発等

１－１．電磁波先進技術分野

⑴　リモートセンシング技術

㋐　ローカルセンシング技術

・高精細航空機搭載合成開口レーダー（Pi-SAR X3）の初期機能・性能確認試験の評価結果を踏まえた改良を実施し、その確認試験と各種実証観測を実施するとともに、観測・情報抽出技術の更なる高度化を実施する。さらに、ドローン搭載適合型映像レーダー（DAIR：Drone-borne Adaptive Imaging Radar）の試作機をドローンに搭載するインテグレーション作業を実施する。

・マルチパラメータ・差分吸収ライダー（MP-DIAL：Multi-Parameter Differential Absorption Lidar）の社会実装に向けて、MP-DIALを構成する種レーザーの小型化プロトタイプの製作及び常温動作パルスレーザーと信号処理システムの試作を行うとともに、各コンポーネントをインテグレートしたシステムの観測性能実証試験を実施する。

・マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー（MP-PAWR：Multi-Parameter Phased Array Weather Radar）を活用したゲリラ豪雨等の早期捕捉や発達メカニズムの解明に関する研究、機械学習を利用した降雨強度及び予測の精度向上に関する研究を実施する。また、自治体との実証実験を他機関との密接な連携により実施する。さらに、吹田と神戸に設置しているフェーズドアレイ気象レーダーをマルチパラメータ化する。

・地上デジタル放送波を利用した水蒸気量観測装置について、欧州方式（DVB-T）に対応する屋外観測装置の開発を行う。また、他機関との連携により九州の観測網を維持し、豪雨予測精度向上に関する研究を実施する。

・気象レーダーの多目的化を実現する次世代レーダーシステムの基本設計に向けた検討を実施する。また、ウィンドプロファイラの測定データ品質向上を目的とした信号処理手法の高度化を実施する。

・センシングデータの利活用など社会実装に向けた研究開発として、AI技術を用いた情報抽出、データ圧縮・復元技術の開発を行う。

(ｲ)　グローバルセンシング技術

・雲エアロゾル放射ミッション（EarthCARE：Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer）衛星の打ち上げに備えて、同衛星に搭載される雲プロファイリングレーダー（CPR：Cloud Profiling Radar）の地上処理アルゴリズムの改良を行う。また、打ち上げ後の地上検証に備えて、地上雲レーダーの長期観測を継続し、処理結果を処理アルゴリズムの改良に利用する。さらに、地上校正に用いる能動型レーダー校正器の運用性操作性向上のための改修を行う。

・全球降水観測計画（GPM：Global Precipitation Measurement）衛星に搭載された二周波降水レーダー（DPR：Dual-frequency Precipitation Radar）について、観測データから降水に関する物理量を推定する処理アルゴリズムについて改良・検証を行う。また、降水レーダー後継ミッションで計画されているドップラー観測機能の検討を実施する。

⑵　宇宙環境技術

(ｱ)　宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発

ユーザニーズに即した宇宙天気予報の精度向上のため、観測手法の拡大、数値予報及びAIを用いた経験モデルの開発、及びユーザフレンドリーな情報提供手法の検討を行う。

・国内及び国際協力の基に地上からの宇宙天気監視網の充実を図るとともに、東南アジア諸国に対し電離圏観測に関する技術供与を行い、電離圏の現況把握技術を高度化する。

・静止気象衛星ひまわり後継機に搭載可能な宇宙環境計測センサEM（エンジニアリングモデル）の開発を進める。

・大気・電離圏モデルを用いたデータ同化による電離圏擾乱の予測モデルの実用化に向けてデータ同化手法の改良を行う。

・衛星深部帯電の要因となりうる高エネルギー電子の予測・情報発信に向けて、放射線帯三次元モデルのリアルタイム化を進める。

・国際民間航空機関での今後の規定変更に対応できるように太陽放射線被ばく警報システムを改修する。

(ｲ)　宇宙天気予報システムの研究開発

機構法第14条第1項第4号1項第4号の業務と連動した宇宙天気予報を安定的に遂行するとともに、予報業務に必要となる技術を開発する。

・国内太陽電波及び電離圏定常観測を滞りなく遂行するための基盤を整備する。国内及び国際的に情報を発信するシステムを整備する。国際協力による次期太陽風監視衛星データ受信システムを整備する。

・宇宙天気ユーザ協議会等により利用者との交流を深め、ユーザニーズの調査を進めるとともに、社会経済活動の安心・安全の実現に向け、総務省「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」（令和4年1月～6月）に参画し、検討会の結論を踏まえつつ、警報基準の具体化等の予報・警報の高度化に取り組む。予報精度評価を実施するとともに、関連する標準化に貢献する。

⑶　電磁環境技術

(ｱ)　先端EMC計測技術

・共通電源線上の複数の広帯域電磁雑音源の動作解析に必要な特性データを取得する。複数広帯域電磁雑音源と単一無線設備を考慮した電磁雑音許容値の設定式に必要なパラメータを明らかにする。令和3年度までに開発した近接電磁耐性評価用の新たなアンテナが機器製造業者や試験機関で広く利用できるようにするために改良を行う。40GHzまでの放射電磁雑音の評価方法を開発するために、40GHzまでの反射箱の基本特性データを取得する。

・40GHzまでの電磁雑音測定のための測定場の評価方法及びアンテナ較正方法等の検証データ取得や改良を実施する。広帯域パルス電磁波の高精度評価技術を確立するために、広帯域伝送線路の高精度較正技術を開発する。ミリ波帯電磁波制御技術を確立するために、電波散乱壁の実証実験によって得られた伝搬特性の改善効果を検証し、改善効果を向上させるために改良する。110-330GHzの電力較正システムの不確かさを低減し、機構法第14条第1項第5号の較正業務に反映する。

(ｲ)　生体EMC技術

・5G等のミリ波帯携帯無線通信端末やばく露低減技術を搭載した最新無線通信端末、ビーム状の電波を照射する5G基地局やワイヤレス電力伝送システム、人体近傍に多数配置されるIoT等の電波利用機器・設備における電波防護指針への適合性評価手法について、妥当性の確認や改良を行う。ミリ波帯における人体防護国際ガイドラインの新

しい指標とされた吸収電力密度の簡便かつ再現性の高い評価方法を開発する。

・0.3THz付近までの周波数における電力密度分布測定技術を開発する。また、0.6THz付近までの周波数に適用するために数値人体モデルを改良し、生体組織の電気的特性データベースを拡充し、テラヘルツ波に局所ばく露した人体内の温度上昇分布を数値シミュレーションにより取得する。

・電波ばく露レベルに関する詳細かつ大規模なデータを取得・蓄積し、5G/IoT等の電波ばく露に関するリスクコミュニケーション等に活用するために、5Gを中心に屋内外の電波ばく露レベルの定点測定や携帯測定等を行うとともに、広範囲の電波ばく露を把握するために地方都市において車載測定を行う。Web調査等によりリスクコミュニケーション手法の妥当性や有効性を評価する。

以上の研究開発の実施においては、大学・研究機関等との研究ネットワーク構築や共同研究の実施等により、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関としての役割を果たすとともに、研究開発で得られた知見や経験に基づき、国際標準化活動や国内外技術基準の策定等に寄与することにより、安全・安心なICTの発展に貢献する。

⑷　時空標準技術

㋐　周波数標準及び時刻生成技術

・4局（本部・神戸・長波送信所二箇所）の時計群による統合時系の実運用に向け、本部以外の拠点での計算機等の機器整備と監視ソフトウェアの最適化を行い、運用状況を確認可能にする。また日本標準時への光時計の導入について本部システムの改修を行い、複数の光時計による周波数調整に対応できる機能強化を進める。

・光格子時計については、秒の再定義に向けた必要条件のひとつである「光時計の定期的な国際原子時校正」の実証、及び日本標準時の高精度化を実現する。また、光時計の次世代機開発を進めるとともに、現用器においても不確かさの一層の低減を進める。さらに、国内外の光時計と協力し、より高精度な周波数比計測や相補的な時計データを利用した時系生成にも取り組む。

・静止衛星を利用する周波数比較手法については、韓国KRISS研究所との間での継続的なリンクを行い、そこで得られる搬送波位相による測定結果の光周波数比較や時系比較への活用法を研究する。GNSS利用の時刻周波数比較においては、汎用Multi-GNSSモジュール基板を組み込んで開発した受信機を本部と副局に配置し分散化リンクへの組み込みを行う。

㋑　周波数標準及び時刻供給技術

・可搬型のコンパクトな原子時計の開発については、原子時計の要素部品の確実かつ低価格な供給を実現するための民間企業等との協業体制を整えるとともに、ガスセルの小型・低コスト化を先進材料と先進プロセスとを組み合わせて推進する。

・近距離無線双方向時刻比較では、特定の通信機能に特化した小型省電力化を行うことで携帯可能とした無線機を開発し、野外変位モニタ等新たな利用領域での動作検証実験を行う。また、測位技術への応用に向けて反射波の影響を低減する手法の低減効果についての知見を得る。

・分散型時刻同期網の研究については、複数台の原子時計によって分散化の効果を検証し、さらにネットワーク遅延を考慮した時系アルゴリズムを組み込み、周波数安定度の検証を行う。また、原子時計を模擬したエミュレーション環境の構築に着手する。

㋒　周波数標準及び時刻利用の未踏領域開拓

・光周波数標準器による重力ポテンシャル計測への外的擾乱の定量的評価のために、相対重力計の連続観測を継続し、地下水変動等との比較を行う。また、相対重力計のドリフトや鉛直勾配の把握など、安定した連続観測に不可欠な初期評価を測地関係機関と協力して実施する。

・テラヘルツ周波数標準技術については、一酸化炭素分子安定化THz波長標準器及び小型・可搬型0.3THz標準器の絶対周波数を決定すると同時に、高度化に向けた研究開発を推進する。また、周波数校正業務のsub-THz帯への拡張に資する実用技術等の検討を実施する。

・イオントラップの光周波数標準のみならず将来の量子ネットワークのノードとしての利用を見据え、インジウム、イッテルビウム等多種をトラップ可能なイオントラップ装置を開発する。

⑸　デジタル光学基盤技術

・高効率かつ安価なプリント型ホログラム素子の製造に関する研究開発を行うとともに、産業展開を見据えた応用技術として、デジタルホログラムを活用した光通信向け光学技術や実写の精密光学測定技術に関する研究開発を行

う。

・ホログラム素子の製造については、透過型又は波長選択効果が得られる反射型のいずれかに対応したプリント型ホログラム素子の製造を、参照光路の動的制御によって1台のホログラムプリンタで実現するための研究開発を行うとともに、プリントした素子の回折効率の最大化や結像特性の向上等を進める。

・また、プリントしたホログラム素子を用いた光通信用素子等を実現するために、角度補正や導光など複数の機能を1つのホログラム素子に統合し、小型化・軽量化を目指す基礎設計を開始する。さらに、単層のホログラム素子を上回る光学特性を得ることを目的に、膨大な組み合わせによる複数層のホログラム素子の協調動作の実現に向け、機械学習を用いた光学設計を行う。

・精密光学測定技術では、光源による測定対象への損傷抑制を目的に、デジタルホログラフィ光学系から偏光フィルタを排除し、かつ複数の空間位相変調素子の協調動作が可能な、光の利用効率を向上した新たなデジタルホログラフィ顕微鏡を設計する。

１－２．革新的ネットワーク分野

⑴　計算機能複合型ネットワーク技術

計算機能複合型ネットワーク技術の研究開発として、以下の内容を実施する。

㋐　ネットワークテレメトリによる大規模ネットワーク制御技術

Beyond 5G時代に求められる多様なサービスのQoEを確保するため、大規模マルチベンダネットワークの運用自動化レベル4（特定環境での完全自動化）を対象として、令和3年度に机上検討した制御管理技術（テレメトリ圧縮/集約技術やAI間自律連携等）の試作・検証を行うとともに、令和3年度にETSI OSM標準をベースとしてシングルベンダ環境/単一AIエンジン用に実装した情報分析プラットフォームを、マルチベンダ環境/AI間自律連携用に高度化するため、制御管理機構の試作・検証、及び基盤拡張開発を実施する。自動制御管理フレームワークに関する寄書提出等の国際標準化活動を行う。

㋑　遅延保証型ルーター技術

遅延保証型ルーターにおける柔軟なネットワーク内処理を実現するため、プログラマブルルーターに対する処理機能のオフローディング機能を着脱可能（プラガブル）にするハードウェアルーターフレームワークを設計・試作する。具体的には、ルーターを再起動せずともネットワーク内処理機能を10秒以内に更新し動的に切り替える動的な処理機能更新技術、ルーターの転送機能と連携して識別子に応じて適切なネットワーク内処理機能を呼び出して実行する技術の設計・試作を行う。

㋒　分散情報管理機構を用いた情報特性指向型の通信技術

Beyond 5Gにおける多様な通信サービスの信頼性向上を目的とし、超高速・超低遅延に対する要求に加え、情報やデータの信頼性や有効性を判断して通信を行う情報特性指向型通信を実現するネットワーク・プラットフォームの設計を進める。エッジコンピューティングとICN技術を統合した情報特性ベース経路制御方式の実装を行う。また、分散台帳技術より構成する情報特性管理機能の設計と実装を進め、分散台帳におけるネットワーク内ストレージ機能の設計とシミュレーション評価を行う。

⑵　次世代ワイヤレス技術

サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発、端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発、モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発について、それぞれ次のような研究開発を進める。成果を外部プロジェクトにおける実証、検証に活用しながら社会展開を積極的に進めるとともに、オープン化と知財化を適切に選択した成果展開を想定した研究開発を行う。

㋐　サイバー空間とフィジカル空間との効率的な連携を検証する無線システム評価技術の研究開発

・物理空間の動的変化予測・反映技術の確立を目的として、見通し外環境を想定した無線通信中継システムを高精度に模擬する実装技術を開発する。また、移動体基地局による見通し外環境を考慮したネットワーク最適化・協調技術の研究開発を推進する。

・遠隔物理ネットワーク間同期制御技術の確立を目的として、クラウド間連携等による遅延補正・同期を実現する実装技術の開発を行う。さらに、地理的な隔たりを前提とした移動体を考慮した統合モビリティ制御のための環境把握技術の研究開発を行う。

・CPS高度化技術の確立を目的として、ミリ波、テラヘルツ波通信システム実現のためのアンテナモデル、電波伝搬

モデルの研究開発を行う。また、複数の電波システム連携による統合型システムの開発と動作実証を行う。

(イ) 端末・基地局間連携を推進する高度無線アクセスシステムの研究開発

・QoSに基づく異種無線ネットワーク構成最適化技術の確立を目的として、非地上系ネットワークを含む複数無線ネットワークへのアクセス制御技術を開発する。また、ネットワーク間連携強靭化技術の確立を目的として、非地上系ネットワークを含む異種無線ネットワーク間相互連携技術及び空中と地上を統合するモビリティネットワークの高信頼化技術を開発する。得られた成果の3GPP等の標準化への反映について検討する。

・スペクトラム利用高効率化を促進する干渉把握・制御技術の確立を目的として、電波到来方向推定アルゴリズムにより運用中の複数の既存システムが検出可能であることを検証する。また、非地上系ネットワークを想定した三次元的周波数共用エリア構築の研究開発を行う。さらに、波形整形、全二重通信技術等に有用な干渉抑制技術の実装を進める。

・On-DemandかつAd-HocなCPSにより多様なアプリケーションの安定制御技術の確立を目的として、移動体を含む様々なアプリケーションに適応する安定的な無線環境構築のためのキーリスク指標を開発する。また、既存の無線通信方式の活用により遠隔制御を実現するためのオンデマンド制御プラットフォームの研究開発を行う。

(ウ) モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発

・多段中継を前提としたモビリティ制御を可能とする通信システムの実現を目的として、多段中継で数ミリ秒での制御を実現する通信技術の研究開発を行う。また、無人航空機等を利用する実アプリケーションを考慮した通信技術の検討を進め、飛行レベル4（有人地帯における見通し外飛行）を想定した安定かつ高信頼な無線通信技術を開発する。

・チャネル多元接続を用いた複数端末協調動作の実現を目的として、超多数端末による同時接続を実現する無線システムの物理層技術を拡張し、実装評価を行う。また、端末群制御による自律的なネットワーク構築・管理技術の実機による動作実証を行う。得られた成果は、3GPP、IEEE802.15等の標準化への反映を目指し提案等を行う。

・極限環境への通信技術の適用実現を目的として、令和3年度までに検討したアンテナ小型化技術の応用と実装に関する研究開発を行う。また、センシングと通信を応用した海中ワイヤレスシステムの動作実証の検討を行う。さらに、体内外ワイヤレスの実用化に向けた実証実験を行う。

(3) フォトニックネットワーク技術

(ア) マッシブチャネル光ネットワーク技術

光ファイバ伝送技術において、モード多重器や光増幅器などの性能高度化を図り、標準外径ファイバにおける伝送容量、伝送距離を向上させる。また光通信波長帯の拡張及び空間多重伝送の実時間受信の手法を検討する。

光交換ノード技術において、経路切替の柔軟性を向上させるために、マルチコアファイバや数モードファイバに対応したコア間光スイッチングやポート間モード変換等が可能な光スイッチの開発に着手する。光領域信号処理技術について、偏波多重伝送におけるモード分散量推定技術及び偏波モード分散補償技術を開発し、その基本原理を実証する。

産学官連携による研究推進として、マルチコアファイバの実用化加速に向けた研究開発を行い、高品質・高信頼の標準外径マルチコアファイバ製造技術の確立、実使用環境下での光ケーブルの伝送特性の検証、標準化に向けた評価技術・周辺技術の確立を行う。

(イ) 光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率化技術

オープン/プログラマブル光ネットワークの実現に資する技術として、高線形利得応答を持つ光ハードウェアとホワイトボックス型光伝送機器を導入した光伝送システム及び光パス設定技術を開発し、動作実証する。

光ネットワーク高度解析・制御技術について、多種多様なトラヒック需要に対応した柔軟な光ネットワーク運用のためのネットワーク制御とモニタリング機構の連携技術を開発する。

産学官連携による研究推進として、多様なサービスに対応する有線・無線アクセスネットワークのプラットフォーム技術の研究開発を行い、オープンなハードウェア・ソフトウェアによるネットワーク仮想化の環境の構築、ネットワークコントローラ・オーケストレータのインテグレーションとアーキテクチャの開発を行う。

(ウ) 光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術

光ネットワークの障害予兆に関する時系列物理パラメータ測定システムを拡張し、障害モデルの設計とデータセット構築を実施する。

異なるネットワークモデルをTAPIモデルに統一したレストレーション制御方式と、異種トランスポート相互接続のためのプロトコル変換機能VNFのクラスタ化と、オンデマンド制御システムの研究開発を行う。

通信・計算サービスにおける、複数ステークホルダー間の情報共有のための、ブロックチェーン技術に基づくプラットフォームの設計・開発を行う。

⑷　光・電波融合アクセス基盤技術

・光と電波を融合する将来のアクセスネットワークにおいて「マッシブ集積オールバンドICTハードウェア技術」として、送受信器を構成する複数の要素・機能モジュールをヘテロジニアス集積する技術に関する研究開発を実施し実装密度を向上しつつ機能性を高める。また、光・電波帯域を広帯域化する110GHz超帯高周波動作光デバイス技術により、D帯（110-170GHz）ミリ波信号相互変換技術の確立に向けた研究開発を実施する。併せて、複数の多重化技術を実装可能な空間光デバイス技術の研究開発を実施し、複数波長信号検出等により逆多重化の原理を検証する。

・「伝送メディア調和型アクセス基盤技術」として、110GHz超帯における光・電波信号送受信及び相互変換技術の研究開発を実施し、D帯（110-170GHz）ミリ波信号の相互変換実現に向けた取組を行う。また、低雑音基準信号を活用する高精度信号生成・伝送技術により、100GHzを超えるミリ波帯信号発生とその光伝送の研究開発を実施する。併せて、複数の伝送メディアを接続した高ロバスト化伝送サブシステムに関する原理検証として低速移動する対象を追跡し信号を送り届ける技術の研究開発を実施する。

・「短距離向けリンク技術」として、50Gbaud以上のデジタル信号処理と外部変調を含む強度多値変復調技術を確立し、空間多重と波長多重の併用によりファイバあたり10テラbps以上の短距離向けマルチコアファイバ伝送を実証する。

・産学官連携による研究推進として、多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークに関する研究開発を実施する。

⑸　宇宙通信基盤技術

衛星通信を含む非地上系ネットワークや通信システムの利用が拡大する中、地上から宇宙までをシームレスにつなぐ高度な情報通信ネットワークの実現に向けて、効率的なデータ流通を実現する衛星フレキシブルネットワーク基盤技術及び小型化・大容量化・高秘匿化を可能とする大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術に関する研究開発を行う。

㋐　衛星フレキシブルネットワーク基盤技術

・衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の確立に向け、地上系の5Gも含めて海洋から宇宙までをシームレスに接続する三次元ネットワークのアーキテクチャの概念検討に基づいてシミュレータの開発を行い、理論計算やシミュレーションにより三次元ネットワーク統合制御アルゴリズムの遅延、ロス、スループット、最適な通信経路等を定量的に評価する。

・衛星搭載用10Gbps光通信機器とビーコン送信機のETS-9衛星本体への搭載作業の支援を行い、搭載後の光通信機器のシステム性能評価を実施するとともに、フレキシブルHTSのリソース制御のための地球局制御技術を開発する。また、衛星5G/Beyond 5Gのユースケース実証に向けて民間フォーラムを活用し海洋・航空などの異分野の連携を促進する。

・マルチプラットフォームへ適用可能な小型平面アンテナ素子の開発に関する概念検討の結果により、小型平面アンテナ素子の開発を進める。また、アンテナシステム開発に必要となる電波伝搬特性において、衛星地上多層ネットワークエミュレータに入力できるよう移動体伝搬のモデル化を実施する。

㋑　大容量光衛星通信・フレキシブル通信・高秘匿通信基盤技術

・高高度プラットフォームや超小型衛星に搭載可能な超小型高速光通信機器のプロトタイプ機器の完成・機能評価を行うとともに、対向する光地上局の試作・試験を実施する。

・デジタルフレキシブルペイロードのシステム設計に基づき、シミュレータによるシステムの詳細設計及び一部基盤技術の基本設計を実施する。また、実験プラットフォームのWDM化による影響の検討、並びに衛星搭載WDM光増幅器（2波長以上）実現に向けた検討を実施する。

・大気ゆらぎの影響を緩和する補償光学システム開発を推進するため、受信系補償光学系の多様な光源を用いた性能検証及び送信系における光行差補正を含む補償光学系のシミュレーションや送信系実証実験を実施する。

⑹　テラヘルツ波ICTプラットフォーム技術

超高周波電磁波の宇宙利用やBeyond 5G時代における新たな情報通信基盤の社会実装を目指して、以下の超高周波電磁波技術の研究開発を推進するとともに、テラヘルツ等の超高周波電磁波に関連する協議会等を通じて標準化やコミュニティ形成を推進する。

㋐　テラヘルツ波ICT計測評価基盤技術

・Beyond 5G時代のようなさらなる通信の高速化・大容量化が期待される将来の情報通信基盤を実現するため、テラヘルツ帯の伝送信号計測・評価基盤技術の研究開発を行う。特に高周波帯での送受信が可能となるような数百GHz帯の低位相雑音信号発生システムの構築を目指し、300GHz以上で発振可能な低位相雑音信号発生系の原理検証を行う。

・高速化・大容量化を目指した将来の情報通信基盤を実現するにあたり、それを支えるテラヘルツ電波の周波数や電力に関する計測評価技術の研究開発を行う。特に、WRC-19で固定業務及び陸上移動業務用途として特定された広い周波数帯域の活用に向けて、実験試験局によるオフィス等を想定した環境での電波伝搬特性を取得する。

㋑　超高周波電磁波の宇宙利用技術

・テラヘルツ波センシングや通信の宇宙利活用を目的として、宇宙テラヘルツ電磁波伝搬モデル構築のための電磁波伝搬を測定する超小型テラヘルツ波センサの開発研究を推進する。また、テラヘルツ波センシングや通信に有用なテラヘルツデータの実験室研究とテラヘルツ電磁波伝搬モデルの研究開発を推進する。

・大気汚染天気予報に向けて、温室効果ガス観測衛星ビッグデータ情報処理システムを開発する。衛星ビッグデータや地上簡易測定データを用いた新たな大気汚染天気予報を実現するための実証研究をする。さらに、静止衛星等諸外国のセンサで取得したビッグデータを活用した大気汚染天気予報の高度化に向けた基礎的な研究を行う。

⑺　タフフィジカル空間レジリエントICT基盤技術

タフフィジカル空間における情報通信基盤の構築に向けて、回線途絶リスクの定量化及び検出に向けたカメラ画像を用いたリアルタイム電波伝搬予測技術の開発に取り組むとともに、回線途絶前のバックアップ回線確立に向けた非再生低遅延中継通信を用いた無線アクセス技術の開発に取り組む。また、遍在する情報通信資源を自律分散環境下でも利用可能とする分散資源発見・活用技術に関する研究開発に取り組み、その機能検証を実施する。さらに、レジリエントな自然環境計測技術の実現に向けて、インフラサウンドセンサーデータ、気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション結果、及び映像IoTシステムによってフィールド画像から抽出された情報を、時空間GISプラットフォーム上で時系列に可視化する技術の開発に取り組むとともに、電源自立性に配慮した無線通信機能を備えた高耐候・省電力IoTモジュールを開発し、実フィールドにおける実用性能評価を実施する。

１－３．サイバーセキュリティ分野

⑴　サイバーセキュリティ技術

㋐　データ駆動型サイバーセキュリティ技術

・観測データの拡充を目指し、無差別型攻撃観測技術や標的型攻撃観測技術の高度化（Tunnel Endpointを用いたマルチプラットフォーム化等）に向けたプロトタイプ開発を行う。

・サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリ（CURE）へのデータ集約をさらに進めるとともに、異種データの分析・検索機能強化（IoCやタグに対するフィードバック機能追加等）に向けたプロトタイプ開発を行う。

・機械学習等のAI技術を用いたマルウェア感染活動の早期検知技術やセキュリティアラートの自動グルーピング等によるトリアージ技術等のプロトタイプ開発を行う。

・セキュリティレポート等の集約・要約を可能にするセキュリティキュレーション技術のプロトタイプ開発を行う。

・NIRVANA改等の可視化エンジンの高度化（IPv6機能強化等）をさらに進めるとともに、実社会への展開を進める。

・上記の研究開発成果については、適宜、下記（3）から（5）までの取組への適用を進める。

㋑　エマージング技術に対応したネットワークセキュリティ技術

・5Gネットワーク接続試験環境の構築を進めるとともに、構築した環境でのセキュリティ検証をさらに進める。また、Beyond 5Gネットワークにおけるセキュリティ検証に向けた基礎検討を行う。

・IoT機器、コネクテッドカー等のセキュリティ検証技術の確立を目指し、ハードウェアからファームウェアまでのローレイヤのセキュリティ検証に関する検討を進めるとともに、各種実機を用いた検証をさらに進める。

・ユーザへの有効なセキュリティ通知等の、ユーザブルセキュリティ研究に関する検討を進める。

⑵　暗号技術

㋐　安全なデータ利活用を実現する暗号・プライバシー保護技術

・金融機関を対象に社会実装を進めた複数組織連携機械学習が可能なプライバシー保護技術について、金融機関内で継続学習を進めるとともに、その効果を検証する。さらに差分プライバシーなどを用いたセキュリティ強化手法の研究開発を行う。

・匿名認証に関して、引き続き研究開発及びライブラリ化、アクセス制御の一つである改ざん防止技術に関して、引き続き研究開発及び実利用を想定した実験等を進める。検索可能暗号の社会展開を推進するため、検索可能暗号ライブラリのユーザビリティ調査を行う。

㋑　暗号技術及び安全性評価

量子コンピュータ時代において必要とされる新たな暗号技術、特に格子暗号や多変数公開鍵暗号等の耐量子計算機暗号や、省エネルギー性を有する軽量暗号等について安全性評価のための研究及び調査を実施する。

・現在広く使用されている暗号技術について、従来の計算機及び量子コンピュータの双方に対する安全性を確保し続けるため、政府調達の際に参照されるCRYPTREC暗号リストの監視活動を行うとともに、CRYPTRECにおいて必要とされる暗号技術の安全性評価を行う。

・上記の活動内容やその結果について、CRYPTRECにおいてとりまとめ公表するとともに、これらの知見を基にCRYPTRECにおいて耐量子計算機暗号・高機能暗号に関するガイドライン策定に反映する。

⑶　サイバーセキュリティに関する演習

国の機関や地方公共団体等のサイバー攻撃への対処能力の向上に貢献するため、国等からの補助等を受けた場合には、その予算の範囲内で、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、機構法第14条第1項第7号の規定に基づき、機構の有する技術的知見を活用して、最新のサイバー攻撃状況を踏まえた実践的な集合演習を全国において3,000名規模で実施するほか、オンライン演習の試行と本格導入により、受講機会の最大化を図る。その際、サイバーセキュリティ基本法第13条に規定する全ての国の機関、独立行政法人、指定法人及び地方公共団体の受講機会を確保するとともに、同法第14条に規定する重要社会基盤事業者及びその組織する団体についても、サイバー攻撃により国民生活等に与える影響の大きさに鑑み、より多くの受講機会を確保できるよう配慮する。併せて、最新のサイバー攻撃情報を踏まえた演習シナリオの改定を行うほか、演習内容の高度化として、サイバーコロッセオ事業の演習シナリオと演習環境をレガシーとして活用した準上級コースを集合演習の一環として実施し、より高度なセキュリティ人材の育成を行う。また、オンライン演習についても、学習定着率の向上のため演習システム（オンライン版CYDERANGE）の改良を行う。

さらに、機構におけるサイバーセキュリティ研究と演習事業で得られた知見等を活用し、40乃至50名の若手セキュリティ人材の育成を行う。

⑷　サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成

サイバーセキュリティに関する情報分析・人材育成等の産学官連携の中核的拠点形成を目的とした共通基盤設備の構築・高度化を進める。

具体的には、大規模並列型サイバー攻撃分析環境、多種多様なサイバーセキュリティ関連情報の大規模集約データベース、セキュリティ機器テスト環境等の構築と試験運用、人材育成パイロットコンテンツの開発をさらに進める。また、外部機関との連携体制構築に向け、20を超える参画メンバーを集めた協議の場を活用し、令和5年度の本格運用を予定するアライアンスを産学官の関係者が円滑かつ自主的に参画できるものとするための体制整備を進める。

⑸　パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査

IoT機器のサイバーセキュリティ対策に貢献するため、国からの補助等を受けた場合には、その予算の範囲内で、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、機構法附則第8条第2項の規定に基づき、機構の有する技術的知見を活用して、パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査及び電気通信事業者への情報提供に関する業務を、総務省や関係機関と連携しつつ実施する。また、より広範かつ高度な調査を行うことができるよう、総務省と連携して特定アクセスを実施する対象プロトコルにHTTP/HTTPS等を追加し、それに応じた調査の高度化を図る。

１－４．ユニバーサルコミュニケーション分野

⑴　多言語コミュニケーション技術

㋐　音声コミュニケーション技術

旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質が実用レベルに達している重点言語について、自動同時通訳を実現するための音声コーパス構築と音声認識技術の研究開発として以下を行う。

・模擬講演・模擬会議の音声コーパスに関して、ベトナム語500時間、日英中韓各200時間等、合計2,000時間を構築する。
・リアルな日本語講演の音声認識において、準実用レベル（誤りがあるが音声認識結果を読んである程度理解できるレベル）の認識精度を達成する。
・End-to-end音声認識技術に基づく次世代音声認識モデルの基礎研究を行う。
・複数話者が混在するオーディオストリームから話者ラベルを自動推定する技術を開発し、検証システムを試作する。
・言語識別、話者認識技術におけるドメイン適応（発話スタイルや環境への適応）に関する基礎研究を行う。

旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質が実用レベルに達している重点言語について、自動同時通訳を実現するための音声合成技術の研究開発として以下を行う。

・日英中以外のGCP10言語についてCPUで動作するニューラル音声合成モデルを開発する。
・話速変換に対して音質劣化が小さい音声合成モデルに関する研究を行う。

旅行、医療、防災等を含む日常会話の音声認識精度・音声合成音質の実用レベルへの強化が必要な重点言語について、音声認識技術・音声合成技術の研究開発として以下を行う。

・日常会話に関して、クメール語100時間、モンゴル語100時間、合計200時間の音声コーパスを構築する。
・ネパール語に関して、実用レベル（軽微な誤りがあるが音声認識結果を読んで十分に理解できるレベル）の認識精度を達成する。
・モンゴル語の音声合成で、準実用レベル（読み誤りが多少あるが，明瞭性・自然性は実用上問題ないレベル）の音質を達成する。
・ロシア、アラビア、ヒンディー、イタリア、ドイツの5言語について、音声認識技術を開発するために各言語800時間の音声コーパス、音声合成技術を開発するために各言語男女各20時間の音声コーパスを構築する。

㈠ 自動同時通訳技術

ビジネスや国際会議等の場面に対応した実用的な自動同時通訳技術を実現するため以下を行う。

・文より短い翻訳単位に基づく低遅延性についての深層学習を使った研究開発の対象を令和3年度の対象であった日本語、英語から中国語を含むように拡張し効果を評価し手法の改良に繋げる。
・また、同手法の実装であるソフトウェアについて可能な部分から技術移転を行う。
・さらに、次年度の研究開発での深層学習のデータについて言語数を増やす。
・対訳データ量が少ない言語の翻訳精度を一定程度にするため、活用アルゴリズムを改良し多言語化を進める。
・人間の同時通訳とコンピュータの同時通訳の双方に適用可能な能力評価について検討する。また、社会実装を着実に進めるため以下を行う。
・多分野化と多言語化のための翻訳バンクについて、専門性の高い科学技術論文の日本語と英語のデータ収集を進める。
・多分野化と多言語化のための翻訳バンクについて、多様な情報を含むニュース記事の日本語と英語のデータ収集を進める。また、ロシア語、アラビア語、ヒンディー語、ドイツ語、イタリア語に拡張する。
・旅行、医療、防災等を含む日常会話対訳コーパスをロシア語、アラビア語、ヒンディー語、ドイツ語、イタリア語に拡張する。

㈡ 研究開発成果の社会実装

・グローバルコミュニケーション開発推進協議会の事務局として協議会の活動を企画・運営し、研究開発や社会実装を促進するための情報共有やシーズとニーズのマッチング等の場を提供する。
・オンラインの開催含めシンポジウムや展示会等のイベントを積極的に活用し、研究開発成果の周知を図るとともに、外部との連携や共同研究を促進する。
・外部との連携等により、辞書等のコーパスを収集するとともに、得られた課題や知見を研究開発へフィードバックする。
・様々な機会を捉え、蓄積した知財の有用性をPRするとともに、技術のライセンス提供や民間サービスへの橋渡し

を進め、社会実装を促進する。

・自動同時通訳の実現に向け、同時通訳サーバソフトウェアの開発及びスマートフォン用アプリ、様々な技術と連携したデモシステム等の開発を進めるとともに、開発したシステムの安定運用を行う。

⑵　社会知コミュニケーション技術

・自動並列化深層学習ミドルウェアRaNNCに新しい並列化手法を統合し、高度化する。

・大規模Web情報分析システムWISDOM Xの対応質問タイプ拡充及びタイプごとの質問機構を一つにする統合型質問応答機構の開発を実施する。

・大規模Web情報分析システムWISDOM Xの新規特定分野へのチューニングを実施する。

・令和3年度に構築した文レベルの意味的関係知識の大規模データベースを用いて仮説推論技術等の高度化を実施する。

・仮想人格音声対話技術の研究開発として令和3年度に構築した文レベルの意味的関係知識を活用して対話する方法を研究開発する。

・第4期中長期目標期間に開発、改良を進めてきた対災害SNS情報分析システムDISAANA、災害状況要約システムD-SUMMの解析機構を令和3年度に開発したエラスティックバッファに対応するよう改良し、これらのシステムの解析機構をエラスティック化する。

・SIP第2期における「Web等に存在するビッグデータと応用分野特化型対話シナリオを用いたハイブリッド型マルチモーダル音声対話システムの研究」を引き続き推進する。文レベルの意味的関係知識などを活用して雑談対話のバリエーションを増やすなど完成度を高め、長期の実証実験を実施して社会実装に向けた研究開発を進める。

・SIP第2期における「対話型災害情報流通基盤の研究開発」を引き続き推進する。防災チャットボットSOCDAを実証実験等により検証し、社会実装を推進する。

⑶　スマートデータ利活用基盤技術

・異種・異分野のデータ連携分析モデルを連合学習する際に、個別環境で収集・蓄積されるプライベートデータの種類や品質のばらつきによる性能低下を防ぐため、プライベートデータの仕様に応じてモデルの転送・集約を調整し全体最適化を図る方式について検討し、その基本設計を行う。これをデータ連携分析基盤（xDataプラットフォーム）に実装し、行動支援のモデルケース実証を通じ有効性の検証を行う。

・データ連携分析による地域の環境問題や安全・快適な移動に関する課題解決の社会実装を進展させるべく、これまでの環境や交通などに関するパブリックデータの収集・分析による行動支援のモデルケースに対し、連合型に拡張したxDataプラットフォームを用いて、ユーザが個別環境に収集・蓄積したプライベートデータを安全に活用して最適化された行動支援を提供するサービスを開発するための実証実験を行い、その有効性を検証する。

・データ連携サービス開発のためのプラットフォーム構築を加速させるべく、総合テストベッドとの間で、データ連携分析の機能モジュールや情報資産の共有、及び利用者支援の共通化を推進し、xDataプラットフォームを用いた基本実装と総合テストベッドを用いた応用実証の間をシームレスに移行しながらサービス開発を効果的に行えるようにする環境を実現する。

１－５．フロンティアサイエンス分野

⑴　フロンティアICT基盤技術

㋐　集積型超伝導回路基盤技術

・SSPDシステムのさらなる多チャンネル化に向けて、光ファイバ遅延線とSFQ信号処理回路を組み合わせた時間多重読み出し方式について検討を行う。

・超伝導量子ビットの高性能化のために、窒化ニオブエピタキシャルジョセフソン接合を用いたMerged Element型トランズモン量子ビットについて設計、検討を行う。

㋑　ナノハイブリッド基盤技術

・小型光変調器等の超高速光制御デバイスに係る基盤技術として、低電圧動作や短波長動作に向けた素子構造や作製プロセスの最適化の検証を行う。

・無線光変調素子や電界センサ等の超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術として、300GHz帯無線光変調素子の試作と評価を行うとともに、積層技術の適用による広帯域化の検証を行う。

・有機電気光学ポリマーデバイスの高性能化や耐久性強化に向けて、界面物性制御技術の最適化を行う。

㈢　超高周波基盤技術

ミリ波及びテラヘルツ波を用いた無線システムの実用化に向けて重要となるトランシーバのモジュール化技術の確立に向けて、位相制御技術、ビームフォーミング技術、無線伝送システムの開発を行うとともに、これらの基盤となる電子デバイスの高性能化に取り組み、28GHz帯出力特性の評価を行うとともに110-170GHz帯出力特性評価技術の確立に着手する。また、高速、大容量無線伝送に関わる高安定な基準信号源技術の研究開発のため、高Q値光共振器のデバイス構造作製の高度化を引き続き目指すとともに、集積化テラヘルツ信号源実現に向けてフィルタなどの信号処理回路の実装方法の検討を行う。励起光源共集積化に向けた半導体レーザー直接励起に関してもコムの発生方法などの観点から検討を行う。

㈣　自然知規範型情報通信基盤技術

様々な生物の階層に潜む自然知の計測・評価技術構築のための取組として、仮想現実を用いた昆虫行動解析系の試作と評価を行うとともに、生物の環境応答の中核を担う分子・神経ネットワークの構造及び機能解析法の検討を進める。また、記憶形成に関連した脳機能変化の解析法に関する要素技術の検討を行う。

㈤　バイオICT基盤技術

分子やバイオマテリアルに付随した情報の評価基盤を構築するため、化学的ラベル識別対象の評価に要する技術要素の検討を行うとともに、顕微鏡技術の深部化、高分解能化を進める。また、生体分子を組み合わせた情報処理システムを構成するための要素の試作を行うとともに、細胞機能の人工制御に必要な要素技術の構築・検討を行う。

⑵　先端ICTデバイス基盤技術

㈠　酸化物半導体電子デバイス

・酸化ガリウム極限環境ICTデバイスに関しては、令和3年度に引き続き、酸化ガリウムFETの高周波デバイス特性を改善するためのデバイス構造設計、試作に必要となるデバイスプロセス要素技術開発を経て、実際に高周波酸化ガリウムFETを試作し、そのDC及びRFデバイス特性評価を行う。
・酸化ガリウム高効率パワーデバイス開発に関しては、令和3年度に開発したデバイスプロセス要素技術（エッチング、ボンディング、ゲート絶縁膜）を活用して縦型酸化ガリウムFETを試作し、そのデバイス特性評価を行う。

㈡　深紫外光ICTデバイス

深紫外小型固体光源の実用化・高度化を目指して、AlGaN系深紫外LEDの光取出し効率の向上や更なる特性改善に向けたエピタキシャル層・デバイス構造に関する要素技術の開発と特性評価を令和3年度に引き続いて実施する。また深紫外光ICTデバイス応用展開に向けて、深紫外コヒーレント小型固体光源の実現に必要なAlGaN系半導体デバイス構造の設計と作製手法の開発を行う。

⑶　量子情報通信基盤技術

㈠　量子セキュアネットワーク技術

令和3年度に引き続き量子セキュアクラウドの実用性向上に向けて、秘密分散処理及び秘匿通信の高速化に取り組む。具体的には“信頼できるサーバ”を想定し、個人情報の保護とデータの利活用の両立を可能とするシステムの実装を行い、ゲノム解析データを用いたデモを実施する。また、秘密分散を応用した安全なデータ中継の実証を行う。

光空間通信に関しても、令和3年度に引き続き、空間通信に適した量子暗号・物理レイヤ暗号の基礎理論・技術の研究を進めるとともに、ISS搭載用物理レイヤ暗号装置を開発する。また、低軌道衛星で利用可能な量子暗号用鍵蒸留処理技術を開発し、放射線耐性のテスト・評価を実施し、宇宙空間での利用可能性を検証する。また、静止衛星軌道でも動作可能なデバイスの選定を実施する。

量子暗号ネットワークの高度化・広域化に向けて、暗号鍵やデータを複数のノードとリンクで分散的に処理・伝送・保管する高度分散化技術の基本設計と機能検証を行うとともに、ネットワーク制御・管理に関する主要機能の実装と検証を行う。また、ネットワークテストベッドの拡張と整備を進める。

低軌道のみならず中軌道や静止軌道上の衛星と地上局間で情報理論的に安全な暗号通信を実現可能な衛星量子暗号・物理レイヤ暗号技術の実現に向けて、令和3年度に実施した要件定義に基づいて、衛星搭載機器や地上側量子受信技術の詳細設計と試作を行う。

量子暗号モジュールの評価・検定法に関する要求仕様の草案を作成するとともに、量子暗号ネットワークの標準化を進める。

(ｲ)　量子ノード技術

量子計測標準技術として、イオントラップシステムに複数個量子ビットによる光時計機能を実装し、精密光周波数生成の確認を行う。超高繰り返し量子光生成技術を連続量量子状態生成へ拡張するため、同状態の生成や検出に適した導波路型非古典光源やホモダイン検出器を構築する。

新型超伝導量子ビットの実現に向けて、引き続きシリコン基板上にエピ成長させた窒化物超伝導磁束量子ビット作製・評価技術向上及びグローバル磁場不要な超伝導磁束量子ビットの研究開発を進め、動作検証を行う。

⑷　脳情報通信技術

人間の究極のコミュニケーションの実現や、人間の潜在能力の発揮を実現することで人々が幸せを実感できる新しいICTの創出を目指して、人間の認知・感覚・運動に関する脳活動を高度かつ多角的に計測・解析する技術を開発するとともに、人間の機能の向上等を支援する技術等の脳情報通信技術の研究開発を実施する。また、脳情報通信技術を社会実装する際に留意すべきELSIに関わる課題を抽出し、対策の検討を進める。

(ｱ)　人工脳モデル構築のための脳機能計測と解析に関する研究開発

・自然で多様な知覚・認知を司る脳内情報表現を包括的に扱う脳機能モデルの構築に向け、3D自然画像や能動的な条件等を含む多様な知覚・認知体験下での脳活動データを収集する。脳機能モデルの構築と高度化を行うとともに、当該モデルの脳に倣う人工知能や個性を模倣する人工知能への応用を検討する。
・時間情報処理メカニズムの文脈依存性及び汎化性を、行動実験あるいは脳活動データを取得・解析することで検討する。また、感覚刺激等によって時間感覚を調節する技術を検討する。
・社会的なインタラクションを伴う課題遂行中の脳活動データを収集し、被験者の行動選択、反応時間を予測する計算モデルを構築する。また計算モデルの解析結果とサイバー・フィジカル空間における実社会行動との関係を明らかにする研究を進める。
・日々の感情状態等とウェルビーイングの関係性を検証し、ウェルビーイングの脳科学的指標の確立に向けて有用な個人特性を探索する。
・超高磁場MRIを用いたBOLD手法の高度化やBOLD手法以外のバイオマーカを活用した計測技術の開発を進め、カラムや皮質層ごとの計測を実現する基盤技術の構築を行い、これらの技術を用いて脳内情報処理に関する研究を進める。
・構造MRIデータと機能的MRIデータの関連性の分析を進め、脳構造をもとに機能的MRIデータ解析の自動化を行う手法の基盤技術の開発を行う。
・日常的な活動時の脳波及び行動データの計測及び解析を進め、気分やモチベーションなどの心的状態を推定するモデルの構築等を進める。

(ｲ)　脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発

・BMIシステムの高度化に向け、神経信号の長期安定計測を実現するため、表面型神経電極の作成プロセスの改善により耐久性の向上を行うとともに、BMI用無線通信ユニットの省電力化に向けた研究開発を行う。
・人のパフォーマンス向上技術の開発を目指して、人の認知・運動機能を支える脳の感覚運動情報処理機能や脳内抑制機能の発達・低下・特殊化に伴う脳内ネットワークの機能的・構造的変化を解析し、これらに関連した脳の計算モデルを構築する。
・人間の運動機能の向上や効率的な運動学習の促進を図るため、運動の記憶を書き込む/読み出す仕組みを行動学実験及び脳活動測定により調査するとともに、MRIや超音波で計測された人体構造を忠実に反映できる人体力学モデルを開発する。
・脳情報通信研究成果に基づく非同期パルス符号多重通信のプロトコルに誤り訂正符号等を追加し、検証実験を行う。
・高次認知機能における脳内情報処理モデルを活用し、少ない計算量で困難な問題に近似的な解をもたらす機械学習モデルを開発するために、脳の情報処理過程と既存の機械学習での情報処理過程の定量的な比較を実施する。

(ｳ)　脳情報通信技術の社会的受容性を高めるための産学官連携研究活動の推進

・人間が幸せを実感できる社会構築に脳情報通信技術を的確に役立てるため、ELSIに関する研究センター内での連携体制を構築し、脳情報通信技術の社会受容性に関する検討を進める。
・引き続き学界や産業界への積極的な成果情報発信を行い、共同研究・人材交流等の連携研究を企画・運営し、オープンイノベーション拠点としての機能を強化する。

・収集した研究データの安全な利活用の前提となる被験者同意情報をMRI/MEG脳計測データに紐付けて確認可能な仕組みを実現する。
・研究成果の普及のために、オンラインシステムも活用したセミナー等を引き続き積極的に運用し、優れた研究成果の世界規模の情報発信をWeb等を活用し進める。

１－６．評価軸等

1－1．から1－5．までの各分野の研究開発等に係る評価に当たっては、研究開発課題の内容・段階等に応じて、中長期目標に定められているいずれかの評価軸により評価を実施する。また、評価に際しては、評価軸に関連する指標に従って取組や成果を示す。

２．分野横断的な研究開発その他の業務

1．の「重点研究開発分野の研究開発等」の業務と横断的に連携し、研究開発成果の普及や社会実装を目指しながら以下の取組を一体的に推進する。また、機構の研究開発により創出される直接的な成果の創出に加えて、我が国のICT産業の競争力確保も念頭においた戦略的・総合的な取組も推進する。

２－１．Beyond 5 Gの推進

我が国として目指すべきBeyond 5Gを実現し、Beyond 5Gにおける我が国の国際競争力強化等を図るためには、その優れた機能の中核となる先端的な要素技術の確立やその社会実装・海外展開に向けた研究開発や知財・標準化を強力に推進する必要がある。本中長期目標期間を集中的な取組期間として、機構自ら先端的な研究開発の戦略の立案・実施・見直しのサイクルを迅速に実行し、産学連携活動の中心的存在となるように研究開発を推進するとともに、民間企業等の研究開発の支援やこれを通じた成果の知財・標準化、さらには社会実装・海外展開を促進するため、総務省が策定する基金運用方針等に基づき、以下の公募型研究開発プログラムを実施する。

＜公募型研究開発プログラム＞

①革新的情報通信技術研究開発推進基金等（Beyond 5G研究開発促進事業）（令和2年度第三次補正予算から令和4年度当初予算まで）

令和3年度に引き続き、革新的情報通信技術研究開発推進基金等を活用し、効率的かつ効果的に研究開発を実施するため、官民の英知を結集した研究開発を推進する。

令和3年度までに採択した研究開発課題との重複やまだ採択されていない技術分野の研究開発課題の採択にも留意しつつ、Beyond 5Gの機能を実現するために中核となる技術分野を対象とした研究開発、協調可能な技術分野において国際的な戦略的パートナーと連携する研究開発、多様なプレイヤーによる技術シーズを創出する研究開発等を実施する。研究開発の実施に当たっては実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握するとともに、実施者に対する必要な指示・支援等（研究開発成果の知財権利化や国際標準化活動も含む）を行い、個々の研究開発課題の成果の最大化とプログラム全体の成果の最大化に向けて取り組む。

また、革新的情報通信技術研究開発推進基金を充てた研究開発課題については、外部有識者で構成する評価委員会を通じて、ステージゲート評価を実施する。評価に当たっては、各研究開発課題に関する研究開発成果の創出状況（国際動向も考慮）及び成果目標の達成見通しを把握し、予算の必要性や研究実施体制の妥当性を精査した上で、必要に応じて研究開発の加速、縮小、実施体制の変更を行う等、効率的かつ効果的な研究開発マネジメントを行う。さらに、今後取り組むべき課題の調査検討を行う。

なお、本公募型研究開発プログラムの実施に当たっては、人材育成の観点も考慮し、大学の若手研究者等、多様なプレイヤーがBeyond 5Gの研究開発に参画できるような取組を検討する。

②情報通信研究開発基金（令和4年度第二次補正予算以降）

我が国が強みを有する技術分野を中心として、社会実装・海外展開を目指した戦略的な研究開発、長期的視点で取り組むべき技術シーズの創出や共通基盤技術の研究開発、電波の有効利用に資する技術の研究開発等を支援・実施するため、情報通信研究開発基金を造成するとともに、上記①による研究開発の優れた成果を引き継ぎつつ、当該基金による研究開発成果の最大化に向けた取組を総務省と連携して進める。

２－２．オープンイノベーション創出に向けた産学官連携等の強化

外部の多様なプレイヤーと連携しながら、機構の研究開発成果を速やかに社会に還元するよう、大学・企業等との組織対組織の連携、研究開発成果の社会実証機会の創出、研究開発成果の技術移転、機構の技術シーズを活用したベンチャー

創出・育成のための支援等の様々なオープンイノベーションの取組を戦略的・積極的に推進し、研究開発成果の社会実装を目指す。

⑴　社会実装の推進体制の構築

戦略的な社会実装を推進するための総合調整機能の強化に取り組み、令和3年度に構築した機構内での組織横断的な検討体制を活用し、競争領域と協調領域の明確化を含めたオープンイノベーション創出のための戦略、研究開発成果の出口戦略、外部との連携方策を検討する。また、社会実装につながる可能性のある機構の研究開発シーズについて、引き続き新たなシーズを調査するとともに、令和3年度に実施した調査と合わせ、社会実装に向けた強化方策を検討しつつ、一部についてはその方策を実施する。

また、最新の技術動向、市場・ニーズ・関連社会動向、標準化動向等を適時適切に研究開発へ反映するため、及び将来にわたる機構の研究開発戦略などに活かしていくため、情報を整理して知の集積を行うこと、及び国内外の技術動向等の調査・分析・評価・機構内及び国内外への発信に取り組む。調査結果を総務省等と共有し、我が国のICT研究開発力の強化の成果の拡大に活用していく。さらに、我が国のICTの新たな価値向上を視野に入れた知的基盤の構築を目指す。

⑵　社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化

研究成果の社会実装を推進するため、企業・大学・公的研究機関等との間における共同研究開発、秘密保持契約、研究人材の交流、包括連携等に関する契約締結等に取り組む。その際、当該契約締結等を目指す研究部門等からの問合せへの迅速な相談対応を行うとともに、契約締結等に関するFAQの充実等による支援の強化に取り組む。また、連携相手先機関の拡大に向けた活動に取り組む。

研究部門向けのセミナーを複数回開催すること、先行事例の蓄積・共有等により、企業等から外部資金を受け入れる資金受入型共同研究の拡大を図る。

機構と大学が有する研究ポテンシャルを掛け合わせた大型の共同研究プロジェクトを形成するため、マッチング研究支援事業による両者のマッチングを推進し、幅広い分野での案件形成に取り組む。

機構内の産学官連携に関する情報を取りまとめ、戦略的に活用できるデータベースとして、引き続き、研究部門等のニーズを把握することにより、データの拡充や閲覧・検索機能の高度化に取り組む。

また、ニューノーマル等新たな社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクトとして、ウイルス等感染症対策に資する情報通信の研究開発や地域課題解決のための実証型研究開発を委託研究等の活用により推進する。外部へ研究開発成果を積極的に情報発信するために、情報発信の方法を見直すとともに、機構の技術シーズをまとめたシーズ集を改版する。

⑶　機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成

先端的な研究開発成果を社会に実装していくため、機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・支援に努める。

具体的には、機構職員の事業化気運の醸成や支援人材の育成、技術シーズの事業性評価、事業計画の策定支援、知的財産の観点からの支援の充実等、支援すべき事業を明確にしつつ、フェーズに応じた様々な事業化支援を行う。

また、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成20年法律第63号）に基づき、機構の研究開発成果を活用するベンチャーへの出資等を行う体制を構築し、適切に対処する。その際には、「研究開発法人による出資等に係るガイドライン」（平成31年1月17日内閣府政策統括官（科学技術・イノベーション担当）・文部科学省科学技術・学術政策局決定）を踏まえ、出資や企業経営等の知見を有する外部有識者による審議体制を含む出資業務の実施体制や手続き等に係る規程類の整備を進めるとともに、具体的な出資案件の形成に向けて取り組む。また、出資を行う際には、総務省に対し、出資内容及び出資後の状況等について適時適切に報告を行う。

２－３．戦略的・機動的な研究開発ハブの形成によるオープンイノベーションの創出

Beyond 5G時代の社会的・技術的ニーズを検証可能な分散広域実証環境及びリアルタイムエミュレーション環境並びにデータ駆動型社会の実現に寄与するデータ利活用に向けた実証環境の基盤となる設備・機能を既存のテストベッド上に新たに構築するとともに、テストベッドの安定運用を確保し、光・量子通信技術等の世界最先端技術に加え、エミュレーション技術、データ利活用技術等の上位レイヤを含めた実証環境を支え、テストベッドの民間企業、大学等の利用拡大に努める。

・関連するフォーラム等との連携を強化することにより、Beyond 5Gネットワーク、データ分析・可視化、データ連

携・利活用等の実現に資する新たな機能の導入に向けた検討を進める。また、スマートIoT推進フォーラム テストベッド分科会等の外部ユーザ連携を支える仕組みを構築するために、分科会内での新たなタスクフォースの立上げや他の分科会・タスクフォースとの連携体制の創出等を進める。

・Beyond 5G等社会的インパクトの大きな研究開発、社会実証等における利用を積極的に推進することにより、JGNの海外接続による国際連携も活用しながら、機構、国内外の研究機関、通信事業者、ベンダ、ベンチャー等の研究開発能力をテストベッドに結集させ、ICT分野のイノベーションエコシステムの構築に資する取組を推進する。

・総合テストベッドの老朽化した基盤設備を更新するとともに、以下のカスタマイズ可能なモバイル環境や高信頼の仮想化環境を増設することにより高信頼・高可塑B5G/IoTテストベッド環境を構築する。また、本テストベッド環境を委託研究実施者以外の外部ユーザが利用できる運用体制を整備し、その運用を開始する。

  ・カスタマイズ可能なモバイル環境として、データ利活用技術とBeyond 5Gネットワークが統合されたDCCS構想のテストベッド構築を進める。多様なデータの解析を通じて人の行動変容や機器の性能向上を実現させる技術として機構が主導して研究開発を推進しているxData等を含めたマルチAPIを実装し、サービスレイヤテストベッドと、Beyond 5Gネットワークレイヤテストベッドを併せて評価・実証できる環境を構築する。

  ・高信頼の仮想化環境として、プラットフォームレイヤとの連動をサポートするサイリアルテストベッドとネットワークレイヤとの連動をサポートする電波伝搬エミュレータをミドルウェアレイヤとして実装することで、将来の高度かつ多様なシステム・サービスを評価・実証できる環境を構築する。

・Beyond 5Gに親和性の高いICTの社会実装を推進するため、異分野・異業種の複数の企業等と連携した、Beyond 5G社会を構成する超高周波を用いたIoT無線技術、AI技術、自律移動型ロボット技術、時空間同期技術を融合的に利活用することで構築可能となる構内のデータ集配信実証システムの高度化活動と、システム開発者と運用者の双方を含めた共同体制で概念実証を実践する。また、量子暗号ネットワークに関するテストベッドの拡張と整備を進める。

２－４．知的財産の積極的な取得と活用

機構の知的財産ポリシーを踏まえ、優れた研究開発成果を知的財産として戦略的かつ積極的に取得・維持するとともに、機構の知的財産を広く社会に還元し、新たなビジネスやサービスの創造、イノベーションの創出につなげるため、技術の特性等も考慮し、迅速かつ柔軟な視点で知的財産の活用促進に取り組む。そのため、機構の知的財産化されたシーズを産業界等に紹介する機会を設ける。

また、成果展開や社会実装に貢献するための人材を育成するため、内部で知的財産に関するセミナーや研修等を実施する。

国の政策や技術動向等を適切に踏まえ、重点的に推進すべき課題については、その推進体制を整備し、特に研究開発や標準化活動と連携して知的財産の取得・維持・活用を図る。そのために、知的財産戦略を策定し推進する。加えて、我が国の国際競争力向上に資するため、国際連携や成果の国際展開に必要な外国における知的財産の取得についても適切に実施する。

外部専門家等人材を確保し、Beyond 5Gの知的財産・標準化を検討する体制を整備し、Beyond 5Gに関する標準必須特許となるような知的財産の取得に戦略的に取り組む。また、機構内外とのノウハウの共有、知的財産の取得支援等に集中的に取り組み、機構内の技術シーズと知的財産・標準化に関する知識・ノウハウを結集する。

２－５．戦略的な標準化活動の推進

機構の技術シーズについて、総務省、産学官の関係者、国内外の標準化機関等との連携体制を構築し、標準化活動を積極的に推進する。

機構の研究開発成果の最大化を目指すため、製品・サービスの普及やグローバル展開によるデファクト標準を含め、我が国が最終的に目指すものを意識し、その成果を戦略的にITU等の国際標準化機関や各種フォーラムへ寄与文書として積極的に提案する。このとき、機構内における産学官連携や、標準化関連団体と密接に連携して取り組むほか、国内外の専門家の活用も行う。

機構はICT分野の専門的な知見を有しており、中立的な立場であるため、標準化に関する各種委員会への委員の派遣等を積極的に行い、国際標準化会合で主導的立場となる役職者に機構職員が選出されるよう活動を行うほか、国内標準の策定や国際標準化会議に向けた我が国の対処方針検討に貢献する。

また、標準化に関するフォーラム活動、国際会議等の開催を支援することにより、研究開発成果の標準への反映や国際

的な周知広報を推進し、我が国の国際競争力の強化を目指す。

戦略的かつ重点的な標準化活動の実現に向けて、総務省とも連携しつつ、機構の標準化に係るアクションプランを明確化し、必要に応じてBeyond 5G等の技術分野に重点を置く等柔軟に改定等を行い、実施する。

２－６．研究開発成果の国際展開の強化

- 我が国の国際競争力の維持に資するため、既存の協力協定を適切にフォローアップしつつ、有力な海外の研究機関や大学等との間で新たに協力協定を締結するなど、国際的な連携関係の構築に取り組む。
- 海外の研究機関等に所属する者が機構において研究指導を受けることを可能とする国際インターンシップ研修員について、その受入れを支援するとともに、外国人研究者等を支援するための日本語研修等を実施する。
- 国際共同研究や研究開発成果の国際展開を行う際に必要となる外国為替及び外国貿易法に基づく安全保障輸出管理について、適切な管理を行うことでコンプライアンスの強化に取り組む。
- 機構の研究開発成果の国際展開を推進するため、ボトムアップの提案を支援するプログラムを実施する。
- 米国国立科学財団と共同で実施しているネットワーク領域及び計算論的神経科学領域における日米国際共同研究（JUNO3及びCRCNS）を引き続き推進するとともに、欧州委員会と共同で実施している日欧国際共同研究について、総務省と連携して、必要に応じて連携プロジェクト等を実施する。台湾との研究連携に関して、台湾国家実験研究院との共同研究開発プログラムを推進する。
- 東南アジア諸国の研究機関や大学と協力して設立したASEAN IVOについて、連携プロジェクトを推進し、各分野のユーザとの連携を強化するための方策について検討を行う。また、終了したプロジェクトのうち、優れたプロジェクトについてフォローアップを行う。
- 北米、欧州、アジアの各連携センターは、総務省や在外公館、関係機関とも連携・協力をしつつ、機構の国際展開を支援するためのハブとしての機能を発揮できるように取り組む。
- 各連携センターでは、機構の研究開発についての情報発信、機構と海外の機関との研究交流や連携の促進に取り組む。特に国際展開を目指す研究開発分野においては、相手国・地域への展開・社会実装を目指すとともに、機構の研究開発成果を技術移転した日本企業による海外展開等を目指した取組を行う。
- 様々な研究領域に関する海外の研究開発動向を把握するため、海外の情報収集・分析の能力を高め、研究部門と協力しながら調査研究に取り組む。

２－７．国土強靭化に向けた取組の推進

国土強靭化に向けた取組を推進する研究拠点として耐災害ICTをはじめ、災害への対応力を強化するICTに係る基盤研究、応用研究を推進し、その成果の社会実装に向けた活動に取り組む。また、大学・研究機関等の外部機関との連携による耐災害ICT技術等の研究を進める。さらに、耐災害ICTに係る協議会等や地域連携、地方公共団体を含めた産学官、企業を含む民間セクター、NPOといった様々なステークホルダーの垣根を超えたネットワークを活用して、耐災害ICTに係る情報収集や、利用者のニーズを把握し、研究推進や社会実装に役立てていく。研究成果の社会実装を促進するため、自治体の防災訓練への参加、展示等による技術や有効性のアピールを行う。

２－８．戦略的ICT人材育成

我が国のICT分野における国際競争力の強化のため、量子技術等機構の研究成果を活用した人材育成プログラムを策定・提供し、我が国の将来を担う若手研究者及び技術者のみならず、教導する教育指導者等へ提供し、新たなICT領域を開拓しうる専門性の高い人材育成に取り組む。

具体的には、量子計算や量子通信に代表される量子ICTを担う人材を育成するため、機構の量子ICTに関わる研究成果と人材を活用しつつ、機構外の量子技術の研究開発、応用に関わる研究者及び開発者を講師、アドバイザリーに招き、講習と演習による体験型人材育成と研究開発支援による探索型/課題解決型人材育成を実施する。

産学官連携による共同研究等を通じて、幅広い視野や高い技術力を有する専門人材の強化に向けて取り組む。

国内外の研究者や大学院生等を研修員として受け入れることにより、機構の研究開発への参画を通して先端的な研究開発に貢献する人材の育成に取り組む。また、研修員、協力研究員等に関する実態の把握を行い、受入れに当たっての必要な改善策を講じる。

連携大学院制度に基づく大学等との連携協定等を活用し、機構の研究者を大学等へ派遣することにより、大学等におけるICT人材育成に取り組む。

2－9．研究支援業務・事業振興業務等

⑴　海外研究者の招へい等による研究開発の支援

高度通信・放送研究開発を促進し、我が国におけるICT研究のレベル向上を図るため、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会開催支援」を行う。

また、民間の研究機関における通信・放送基盤技術に関する研究レベルの向上を図るため、「国際研究協力ジャパントラスト事業」による海外からの優秀な研究者の招へいを着実に実施し、上記「海外研究者の招へい」と一体的に運用する。

これらについては、内外の研究者の国際交流を促進し、ICT分野の技術革新につながる優れた提案を競争的に採択するため、積極的に周知活動を行うこととし、オンラインでの国際的な研究交流が拡大していく状況を踏まえ、「海外研究者の招へい（「国際研究協力ジャパントラスト事業」によるものを含む。以下同じ。）」及び「国際研究集会開催支援」の合計で30件以上の応募を集めることを目指す。さらに、「海外研究者の招へい」については、招へいごとに、共著論文の執筆・投稿や、外部への研究発表、共同研究の締結等の研究交流の具体的な成果が得られるように、働きかけを行う。招へい終了後の研究機関等における連携の実態等について調査する。

⑵　情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援

㋐　情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供

リアルな対面の場やオンライン・メディアを活用しつつ、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流の機会を提供することにより、情報通信ベンチャーの有する有望かつ新規性・波及性のある技術やサービスの事業化等を促進する。その際、次の点に留意する。

有識者やサポーター企業による情報の提供、助言・相談の場を提供するとともに、情報通信ベンチャーによるビジネスプランの発表会や商品・サービス紹介等のイベント等を通じたマッチングの機会を提供する。

また、全国の自治体やベンチャー支援組織・ベンチャー団体等との連携の強化により、効率的・効果的な情報の提供や交流の機会の提供を図る。

これらの取組により、イベント等を毎年20件以上開催する。特に、事業化を促進するマッチングの機会を提供するイベントは、その実施後1年以内において具体的なマッチング等商談に至った割合が50％以上となることを目指す。

イベントについて、参加者に対して有益度に関する調査を実施し、4段階評価において上位2段階の評価を70％以上得ることを目指すとともに、得られた意見要望等をその後の業務運営に反映させる。

さらに、イベントにおいて機構の知的財産等の情報提供を実施する等、機構の技術シーズを活用したベンチャー創出・育成に向けた取組とのシナジー効果を発揮するよう努める。

ウェブページ及びソーシャル・ネットワーキング・サービスを活用し、情報通信ベンチャーの事業化に役立つ情報及び交流機会を提供する。

㋑　債務保証等による支援

債務保証業務、利子補給業務及び助成金交付業務は、令和3年度で終了した。

信用基金については、関係省庁との協議の結果を踏まえ、清算に向けた手続きに取り掛かる。

㋒　情報弱者への支援

誰もが等しく通信・放送役務を利用できる情報バリアフリー環境の実現を図るため、総務大臣の定める基本方針を踏まえつつ、情報バリアフリー助成金制度である次の事業を実施する。

①身体障害者向け放送の充実を図るために行う放送事業者等に対する助成

ア．字幕・手話・解説番組制作の促進

・身体障害者がテレビジョン放送を視聴するための字幕番組、手話付き番組及び解説番組の制作を助成する。
・公募に当たっては、ウェブページ等を通じて字幕番組・解説番組及び手話番組制作促進助成金制度の周知を行う。
・助成に当たっては、普及状況等を勘案し、県域局の字幕番組、手話付き番組及び解説番組について、重点的に助成を行う等により、効果的な助成となるよう適切に実施する。また、採択した助成先の公表を行う。

イ．手話翻訳映像提供の促進

・身体障害者がテレビジョン放送を視聴するための手話が付いていない放送番組に合成して表示される手話翻訳映像の制作を助成する。
・公募に当たっては、ウェブページ等を通じて手話翻訳映像提供促進助成金制度の周知を行い、利用の促進を図る。

・採択案件の選定に当たっては、外部の専門家・有識者による厳正な審査・評価を行う。また、採択した助成先の公表を行う。

ウ．生放送番組への字幕付与の促進

・身体障害者がテレビジョン放送を視聴するための字幕が付いた生放送番組の普及に資するため、生放送番組への字幕付与に必要な機器の放送事業者による整備を助成する。

・公募に当たっては、ウェブページ等を通じて生放送字幕番組普及促進助成金制度の周知を行い、利用の促進を図る。

・採択に当たっては事業者の生放送番組への字幕付与に向けた取組状況や財務規模等も考慮した上で優先順位を付け、効果的な助成になるよう適切に実施する。また、採択した助成先の公表を行う。

②身体障害者の利便増進に資する観点から、有益性・波及性に優れた事業に対する助成

ア．身体障害者向け通信・放送役務の提供及び開発の促進

・身体障害者の利便増進に資する事業を適時適切に助成する観点から、有益性・波及性において優れた事業計画を有し、効率的・効果的な技術が使用されている事業に助成金を交付する。

・公募に当たっては、ウェブページ等を通じて情報バリアフリー通信・放送役務提供・開発推進助成金制度の周知を行い、利用の促進を図る。

・採択案件の選定に当たっては、外部の専門家・有識者による厳正な審査・評価を行う。また、採択した助成先の公表を行う。

・採択案件の実績について事後評価を行い、次年度以降の業務運営に反映させる。

・助成に当たっては、助成終了2年後における継続実施率が70%以上となることを目指す。

イ．情報バリアフリー関係情報の提供

・インターネット上に開設したウェブページ「情報バリアフリーのための情報提供サイト」及び「Act-Navi」について、身体障害者や高齢者のウェブ・アクセシビリティに配慮しつつ、身体障害者や高齢者に役立つ情報その他の情報バリアフリーに関する幅広い情報等の収集・蓄積を行うとともに、有益な情報の提供を随時更新して行う。また機構の情報バリアフリー事業助成金の制度概要やその成果事例についての情報提供を行う。

・機構の情報バリアフリー事業助成金の交付を受けた事業者がその事業成果を広く発表できる機会を設け、成果を広く周知するとともに、身体障害者や社会福祉に携わる団体等との交流の拡大を図る。併せて、機構が取り組んだ情報バリアフリーに向けた研究成果についても情報発信する。

・「情報バリアフリーのための情報提供サイト」の利用者及び成果発表会の来場者に対して、その「有益度」に関する調査を実施し、4段階評価において上位2段階の評価を得る割合を70%以上得ることを目指すとともに、得られた意見要望等をその後の業務運営に反映させる。

2－10．その他の業務

電波利用料財源による業務、型式検定に係る試験事務等の業務を国から受託した場合及び情報収集衛星に関する開発等を国から受託した場合には、電波利用技術等の研究開発能力を活用して効率的かつ確実に実施する。

3．機構法第14条第 1 項第 3 号、第 4 号及び第 5 号の業務

3－1．機構法第14条第 1 項第 3 号の業務

機構法第14条第1項第3号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施する。

3－2．機構法第14条第 1 項第 4 号の業務

機構法第14条第1項第4号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施する。

3－3．機構法第14条第 1 項第 5 号の業務

機構法第14条第1項第5号に定める業務を、関連する研究開発課題と連携しながら、継続的かつ安定的に実施する。

Ⅱ　業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置

1．機動的・弾力的な資源配分

研究開発の最大限の成果を確保することを目的とした国立研究開発法人制度の趣旨を踏まえ、機構内外の情勢に応じた機動的・弾力的な資源配分を行う。

資源配分は、基本的には研究開発成果の普及や社会実装を目指した取組実績を含む研究開発成果に対する客観的な評価に基づき実施する。評価に当たっては、客観性を保てるよう、外部の専門家・有識者を活用する等、適切な体制を構築するとともに、評価結果をフィードバックすることにより、PDCAサイクルの強化を図る。

なお、資源配分の決定に際しては、機構が定常的に行うべき業務や長期的に維持すべき若手研究者の育成の仕組みを含めた研究開発体制の構築に配慮する。

委託研究に関する客観的評価に当たっては、外部有識者による事前評価、採択評価、中間評価、終了評価、追跡評価等を踏まえ、PDCAサイクルを着実に回し、社会的課題の変化等に柔軟に対応した研究を推進する。

２．調達等の合理化

「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成27年5月25日、総務大臣決定）に基づき策定する「令和4年度調達等合理化計画」を着実に実施し、公正性・透明性を確保しつつ、迅速かつ効率的な調達の実現を図る。

３．テレワーク等による働き方改革及び業務の電子化の促進

ウィズコロナ、ポストコロナ時代においても業務の継続を可能とするリモートワークツールの整備としてテレワーク環境を整備し、リモートでのコミュニケーション確保のためチャットツール及びウェブ会議システム等の活用をすすめ、コミュニケーションの活性化をはかる等機構におけるデジタルトランスフォーメーション推進のための取組を進める。より多様で柔軟な仕事環境を実現するための環境整備を進め、テレワークの報告とテレワーク手当の支給を連動させるシステムを導入し、働き方改革に努める。業務の電子化を促進し事務手続きの簡素化をはかり研究開発業務の円滑な推進に貢献する。

また、「情報システムの整備及び管理の基本的な方針」（令和3年12月24日、デジタル大臣決定）を踏まえ、PMO（Portfolio Management Office）の設置等の体制整備を行うとともに、情報システムの適切な整備及び管理を行う。

４．業務の効率化

運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費及び事業費の合計について、毎年度平均で1.1％以上の効率化を達成する。

総人件費については、政府の方針に従い、必要な措置を講じる。その際、給与水準については、「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」（平成25年12月24日閣議決定）を踏まえ、検証を行った上で、適正な水準を維持するとともに、その検証結果や取組状況を公表する。

５．組織体制の見直し

研究開発成果の最大化その他の業務の質の向上を実現するため、機構の本部・各拠点における研究等の組織体制の見直しを不断に行う。組織体制の見直しに際しては、研究開発成果を最大化するための機能に係る組織の役割及びマネジメント体制を明確化することで効率的・効果的な組織運営を実現する。さらに、恒久的な基金である情報通信研究開発基金の設置に際しても、基金の適正な管理・運用に一層努めるとともに、研究開発成果を最大化するための体制整備を行う。

また、オープンイノベーション創出に向けて産学官連携の強化を促進するため、分野横断的な取組や外部との連携が必要な研究開発課題に対しては、機動的に研究課題の設定や研究推進体制の整備を行う。

Ⅲ　予算計画（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画

予算計画

⑴　総計　【別表1－1】
⑵　一般勘定　【別表1－2】
⑶　基盤技術研究促進勘定　【別表1－3】
⑷　債務保証勘定　【別表1－4】
⑸　出資勘定　【別表1－5】
⑹　一般型情報通信研究開発基金勘定　【別表1－6】
⑺　電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定　【別表1－7】

⑻　革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定　　【別表1－8】

収支計画

⑴　総計　　【別表2－1】
⑵　一般勘定　　【別表2－2】
⑶　基盤技術研究促進勘定　　【別表2－3】
⑷　債務保証勘定　　【別表2－4】
⑸　出資勘定　　【別表2－5】
⑹　一般型情報通信研究開発基金勘定　　【別表2－6】
⑺　電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定　　【別表2－7】
⑻　革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定　　【別表2－8】

資金計画

⑴　総計　　【別表3－1】
⑵　一般勘定　　【別表3－2】
⑶　基盤技術研究促進勘定　　【別表3－3】
⑷　債務保証勘定　　【別表3－4】
⑸　出資勘定　　【別表3－5】
⑹　一般型情報通信研究開発基金勘定　　【別表3－6】
⑺　電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定　　【別表3－7】
⑻　革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定　　【別表3－8】

１．一般勘定

運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅱ 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置」で示した事項について配慮し、特許料収入等の自己収入及び競争的資金等の外部資金の適正な収入を見込んだ上で、年度の予算計画及び収支計画を作成し、当該予算計画及び収支計画による運営を行う。なお、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理し、目標と評価の単位である事業等のまとまりごとに、財務諸表にセグメント情報を開示する。また、事業等のまとまりごとに予算計画及び執行実績を明らかにし、著しい乖離がある場合にはその理由を決算書において説明する。

その他、保有資産については、不断の見直しを行うとともに有効活用を推進し、不要財産は国庫納付する。

２．自己収入等の拡大

機構が創出・保有する知的財産の活用により知的財産収入の増大に取り組む。また、競争的資金等の外部資金のより一層の獲得のため、公募情報の周知、不正の防止、着実な事務処理とその迅速化に努める。資金受入型共同研究について、研究部門の参考となるミニセミナーを機構内で開催するなど、拡大に向けて取り組む。

３．基盤技術研究促進勘定

民間基盤技術研究促進業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表する。また、既往の委託研究締結案件に関して、研究開発成果の事業化や売上等の状況把握を行い、収益納付・売上納付の回収を引き続き進めること、業務経費の低減化を進めることにより、繰越欠損金の着実な縮減に努める。

４．債務保証勘定

各業務の実績を踏まえ基金を適正に運用するとともに、信用基金の清算を着実に実施する。

また、信用基金を清算するまで運用益の最大化を図る。

なお、信用基金については、関係省庁との協議の結果を踏まえ、清算に向けた手続きに取り掛かる。

５．出資勘定

出資業務については、これまでの事業の実施状況に関して、できる限り定量的に検証・分析し、今後の対応等も含め公表するものとする。また、引き続き業務経費の低減化に努めること、毎年度の決算、中間決算の報告等を通じて、各出資先法人の経営内容・状況の把握に努め、経営状況に応じて、必要があれば事業運営の改善を求めることにより、出資金の最大限の回収に努める。加えて、配当金の着実な受取に努める等、繰越欠損金の着実な縮減に努める。

Ⅳ　短期借入金の限度額

年度当初における国からの運営費交付金の受入れが最大限3ヶ月遅延した場合における機構職員への人件費の遅配及び機構の事業費支払い遅延を回避するため、短期借入金を借り入れることができることとし、その限度額を29億円とする。

Ⅴ　不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画

別表4に掲げる鹿島宇宙技術センターの一部国庫納付に向け、地歴調査及び既存施設撤去のための調査を継続し、撤去・解体作業に着手する。

Ⅵ　前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画

なし。

Ⅶ　剰余金の使途

1 重点的に実施すべき研究開発に係る経費
2 広報や成果発表、成果展示等に係る経費
3 知的財産管理、技術移転促進等に係る経費
4 職場環境改善等に係る経費
5 施設の新営、増改築及び改修等に係る経費

Ⅷ　その他主務省令で定める業務運営に関する事項

１．施設及び設備に関する計画

中長期計画に基づき、別表5に掲げる本部及び各拠点における施設・設備の更新・改修、整備を実施する。

２．人事に関する計画

２－１．若手人材を含む多様で優秀な人材の確保

テニュアトラック制度の推進等により、若手研究者の成長機会を整備し、将来のICTを担う優秀な研究者を育成する。また、インターンシップやリサーチアシスタント等の制度を活用し、大学等との連携による先行的かつ効果的な人材発見と育成を進める。

職員の雇用においては、オープンイノベーションの潮流を踏まえた多様な能力を融合した機構組織を実現するため、企業や大学での経験を評価した雇用を充実させる等、人材の流動化とダイバーシティの確保に努める。

研究職・研究技術職・総合職以外でのパーマネント職に対するニーズへの対応、人材の最適配置、現在の無期一般職の処遇改善等を目的に令和3年度に創設したパーマネント一般職制度について、人材の確保に努める。

２－２．戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化

戦略的に重要な分野等において国内外で激化する人材確保競争に健全に対応していくため、それらの分野の研究者の戦略面の役割に応じた処遇・報酬と研究環境を実現させる制度を設計し実践する。また、機構の運営を含む各職務の役割を明確化し、それに応じた処遇と環境を実現してキャリアパスとその意味を明確にすることで、職員の意識の向上と能力発揮の最大化を図る。

２－３．実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成

機構の若手を含む多様な職員が経験豊富なリーダーのもとで実践を通じた能力の向上を目指していく実践的育成プロセスの充実を図る。

また、民間や大学等への出向、移籍、再雇用の柔軟化等、組織の境界を越えた人材の流動化によるダイバーシティの確

保にも努める。

さらに、グローバルな視点を持つ優秀な人材を確保・育成するため、諸外国からの人材の確保、諸外国への人材の派遣による知見の拡大等を積極的に推進する。

２－４．研究支援人材の確保及び資質向上

研究開発及び社会実装を円滑に推進する上で不可欠な研究支援人材を確保し、研修の実施等、資質の向上に関する取組をはじめ、有効な研究支援体制のあり方及び研究支援人材の評価手法の検討を開始する。

なお、上記については「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」（平成20年法律第63号）第24条に基づき策定する「人材活用等に関する方針」に留意する。

３．積立金の使途

「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている剰余金の使途に係る経費等に充当する。第4期中長期目標期間終了までに自己収入財源で取得し、第5期中長期目標期間に繰り越した固定資産の減価償却に要する費用に充当する。

第5期中長期目標期間において、債務保証勘定の業務に要する費用に充当する。

４．研究開発成果の積極的な情報発信

機構の研究開発成果を普及させるとともに、機構の活動に対する関心や機構の役割が広く社会に認知されるよう、多様な手段を用いた広報活動を積極的に実施する。

- 最新の研究開発成果等に関する報道発表、記者向け説明会等を個々の内容に応じ効果的に行い、報道メディアに対する情報発信力を強化する。また、TVや新聞、雑誌等からの取材への対応を積極的に行い、幅広く機構の紹介に努める。
- 機構のWebサイトについて、最新の情報が分かりやすく掲載されるように努めるとともに、Webサイトの利便性や利活用性の更なる向上に向けて継続的に改善を進める。
- Webサイト、広報誌、SNS等により研究開発成果を国内外に向けて分かりやすく伝えるとともに、より魅力的な発信となるように内容等の充実化に努める。
- 最新の研究内容や成果を総合的に紹介するオープンハウス（一般公開）を開催するとともに、研究開発戦略に適した展示会に出展することにより、さまざまな業種との連携促進を意識した情報発信を図るとともに、若い世代への理解を深める機会を提供する。
- 見学等の受け入れ、地域に親しまれるイベントの開催・出展、科学館等との連携等、幅広いアウトリーチ活動を実施する。
- 研究開発成果の科学的・技術的・社会的意義、学術論文、保有する知的財産、提供可能なデータベースやアプリケーション等に関する情報発信を積極的に行う。

５．情報セキュリティ対策の推進

政府の情報セキュリティ対策における方針及び実際のサイバー攻撃の実態を踏まえ、CSIRT（Computer Security Incident Response Team：情報セキュリティインシデント対応チーム）の適切な運営を行うとともに、研修やシステムの統一的な管理等を進めることで、セキュリティを確保した安全な情報システムを運用する。また、サイバーセキュリティ基本法に基づき、ガイドラインを適宜整備するとともに、情報セキュリティポリシーを不断に見直す等、機構のセキュリティの維持・強化に努める。さらに、機構のサイバーセキュリティ分野の先端的研究開発成果の導入等により安全性を高めていく。

６．コンプライアンスの確保

理事長の指揮の下、職員の規律の確保、適切かつ効率的な予算執行を含む機構における業務全般の適正性確保に向け、コンプライアンス研修や規程改正時のチェックなどをはじめ、コンプライアンスの向上に資する業務を厳正かつ着実に推進する。特に、研究不正の防止に向けた取組については、「情報通信分野における研究上の不正行為への対応指針（第3版）」（平成27年4月21日 総務省）に従って、適切に取り組む。

７．内部統制に係る体制の整備

内部統制については、「独立行政法人の業務の適正を確保するための体制等の整備」（平成26年11月28日付け総務省行政管理局長通知）に基づき業務方法書に記載した事項に則り、必要な取組を推進する。

８．情報公開の推進等

機構の適正な業務運営及び国民からの信頼を確保するため、適切かつ積極的に情報を公開するとともに、個人情報を適切に保護する。具体的には、独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律（平成13年法律第140号）及び個人情報の保護に関する法律（平成15年法律第57号）に基づき、適切に対応するとともに、職員への周知徹底を図る。

別表１－１

予算計画（総計）

（単位：百万円）

区　分	金　額	a 電磁波 先進技術 分野	b 革新的ネット ワーク 分野	c サイバーセ キュリティ 分野	d ユニバーサ ルコミュニ ケーション 分野	e フロンティア サイエンス 分野	f Beyond 5Gの推進	g 分野横断的 な研究開発 その他の 業務	h 関係共通部
収入									
運営費交付金	28,534	2,519	5,856	2,271	4,578	4,554	139	6,306	2,312
施設整備費補助金	7,931			4,326		2,100	1,415	90	
情報通信技術研究開発推進事業費補助金	46,750	3,000	5,050	3,866	6,034	28,800			
情報通信利用促進支援事業費補助金	730							730	
情報通信技術研究開発推進基金補助金	66,200						66,200		
電波利用技術調査費補助金	562			562					
事業収入	23							23	
受託収入	13,632	2,915	2,218	93	911	1,709		5,365	422
その他収入	223						0	1	222
計	164,587	8,433	13,124	11,119	11,522	37,163	67,754	12,515	2,956
支出									
事業費	109,020	6,071	12,035	6,930	19,449	33,874	22,209	7,914	538
研究業務関係経費	81,798	6,071	12,035	2,501	19,449	33,874	161	7,169	538
通信・放送事業支援業務関係経費	27,216			4,429			22,048	739	
民間基盤技術研究促進業務関係経費	6							6	
施設整備費	7,931			4,326		2,100	1,415	90	
受託経費	13,632	2,915	2,218	93	911	1,709		5,365	422
一般管理費	2,057						56	5	1,996
計	132,641	8,985	14,253	11,349	20,360	37,684	23,680	13,374	2,956

［注1］人件費の見積り
期間中総額 4，396百万円を支出する。
ただし、上記金額は、役員報酬並びに職員基本給、職員諸手当及び超過勤務手当に相当する範囲の費用である。

［注2］各別表の「金額」欄の計数は、原則としてそれぞれ四捨五入によっているので、端数において合計とは合致しないものである。

［注3］運営費交付金の算定ルール
毎年度の運営費交付金（G（y））については、以下の数式により決定する。
G（y）#＝#A（y）＋B（y）－C（y）
G（y）：運営費交付金
A（y）：当該年度における運営費交付金（一般管理費及び事業費の合計分）
A（y）＝{A（y-1）-a（y-1）}×α（効率化係数）＋b（y）
a（y）：特定の年度において一時的に発生する廃止プロジェクト等経費
b（y）：特定の年度において一時的に発生する新規拡充経費
α（効率化係数）：一般管理費及び事業費の合計について、毎年度平均で1.1％以上の効率化を実施する。
B（y）：当該事業年度における特殊経費。退職者の人数の増減等の事由により当該年度に限り
時限的に発生する経費であって、運営費交付金算定ルールに影響を与えうる規模の経費。
これらについては、各事業年度の予算編成過程において、人件費の効率化等一般管理費の削減方策も反映し具体的に決定。
C（y）：自己収入。
C（y）＝C（y-1）×β（自己収入調整係数）
β（自己収入調整係数）：自己収入の見込みに基づき決定する。
係数α、βについては、各年度の予編成過程において、当該年度における具体的な係数値を決定する。

別表１－２

予算計画（一般勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額	a 電磁波 先進技術 分野	b 革新的ネット ワーク 分野	c サイバーセ キュリティ 分野	d ユニバーサ ルコミュニ ケーション 分野	e フロンティア サイエンス 分野	f Beyond 5Gの推進	g 分野横断的 な研究開発 その他の 業務	h 関係共通部
収入									
運営費交付金	28,534	2,519	5,856	2,271	4,578	4,554	139	6,306	2,312
施設整備費補助金	7,931			4,326		2,100	1,415	90	
情報通信技術研究開発推進事業費補助金	46,750	3,000	5,050	3,866	6,034	28,800			
情報通信利用促進支援事業費補助金	730							730	
電波利用技術調査費補助金	562			562					
受託収入	13,632	2,915	2,218	93	911	1,709		5,365	422
その他収入	222								222
計	98,363	8,433	13,124	11,119	11,522	37,163	1,554	12,492	2,956
支出									
事業費	86,950	6,071	12,035	6,930	19,449	33,874	161	7,892	538
研究業務関係経費	81,791	6,071	12,035	2,501	19,449	33,874	161	7,161	538
通信・放送事業支援業務関係経費	5,159			4,429				730	
施設整備費	7,931			4,326		2,100	1,415	90	
受託経費	13,632	2,915	2,218	93	911	1,709		5,365	422
一般管理費	1,996								1,996
計	110,510	8,985	14,253	11,349	20,360	37,684	1,576	13,347	2,956

別表 1 – 3

予算計画（基盤技術研究促進勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
収入	
事業収入	23
その他収入	0
計	23
支出	
事業費	13
研究業務関係経費	7
民間基盤技術研究促進業務関係経費	6
一般管理費	2
計	15

別表 1 – 4

予算計画（債務保証勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
収入	
事業収入	0
計	0
支出	
事業費	8
通信・放送事業支援業務関係経費	8
一般管理費	3
計	12

別表 1 – 5

予算計画（出資勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
収入	
その他収入	1
計	1
支出	
事業費	0
通信・放送事業支援業務関係経費	0
一般管理費	0
計	1

別表１－６

予算計画（一般型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
収入	
情報通信技術研究開発推進基金補助金	62,700
計	62,700
支出	
事業費	699
通信・放送事業支援業務関係経費	699
一般管理費	1
計	700

別表１－７

予算計画（電波利用有効型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
収入	
情報通信技術研究開発推進基金補助金	3,500
計	3,500
支出	
事業費	3,493
通信・放送事業支援業務関係経費	3,493
一般管理費	7
計	3,500

別表１－８

予算計画（革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
収入	
その他収入	0
計	0
支出	
事業費	17,857
通信・放送事業支援業務関係経費	17,857
一般管理費	47
計	17,904

収支計画（総計）

（単位：百万円）

区　分	金　額	a 電磁波 先進技術 分野	b 革新的ネット ワーク 分野	c サイバーセ キュリティ 分野	d ユニバーサ ルコミュニ ケーション 分野	e フロンティア サイエンス 分野	f Beyond 5Gの推進	g 分野横断的 な研究開発 その他の 業務	h 関係共通部
費用の部	71,256	5,547	8,325	4,876	5,699	6,631	22,223	13,141	4,814
経常費用	71,256	5,547	8,325	4,876	5,699	6,631	22,223	13,141	4,814
研究業務費	29,888	2,632	6,106	2,355	4,788	4,922	144	6,544	2,396
通信・放送事業支援業務費	25,192			2,429			22,024	739	
民間基盤技術研究促進業務費	6							6	
受託業務費	14,113	2,915	2,218	93	911	1,709		5,846	422
一般管理費	2,057						56	5	1,996
収益の部	71,995	5,703	8,421	4,927	5,865	6,795	22,237	13,159	4,886
経常収益	71,995	5,703	8,421	4,927	5,865	6,795	22,237	13,159	4,886
運営費交付金収益	27,637	2,339	5,172	2,020	4,134	4,110	134	5,878	3,849
国庫補助金収益	25,194			2,429			21,945	821	
事業収入	23							23	
受託収入	13,632	2,915	2,218	93	911	1,709		5,365	422
賞与引当金見返に係る収益	348	30	70	27	54	54	11	75	27
退職給付引当金見返に係る収益	246	22	50	20	39	39	1	54	20
資産見返負債戻入	4,692	398	911	339	727	882	146	942	345
財務収益	1						0	1	
雑益	222								222
純利益（△純損失）	739	157	97	51	166	164	14	18	72
目的積立金取崩額	501	105	80	3	33	61	－	204	15
総利益（△総損失）	1,239	261	176	55	199	225	14	222	87

［注1］受託収入で取得した資産は、減価償却等を通じて費用計上されるため、損失が計上される。
［注2］各別表の「金額」欄の計数は、原則としてそれぞれ四捨五入によっているので、端数において合計とは合致しないものである。

別表２－２

収支計画（一般勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額	a 電磁波 先進技術 分野	b 革新的ネット ワーク 分野	c サイバーセ キュリティ 分野	d ユニバーサ ルコミュニ ケーション 分野	e フロンティア サイエンス 分野	f Beyond 5Gの推進	g 分野横断的 な研究開発 その他の 業務	h 関係共通部
費用の部	49,149	5,547	8,325	4,876	5,699	6,631	144	13,113	4,814
経常費用	49,149	5,547	8,325	4,876	5,699	6,631	144	13,113	4,814
研究業務費	29,881	2,632	6,106	2,355	4,788	4,922	144	6,537	2,396
通信・放送事業支援業務費	3,159			2,429				730	
受託業務費	14,113	2,915	2,218	93	911	1,709		5,846	422
一般管理費	1,996								1,996
収益の部	49,891	5,703	8,421	4,927	5,865	6,795	158	13,135	4,886
経常収益	49,891	5,703	8,421	4,927	5,865	6,795	158	13,135	4,886
運営費交付金収益	27,637	2,339	5,172	2,020	4,134	4,110	134	5,878	3,849
国庫補助金収益	3,249			2,429				821	
受託収入	13,632	2,915	2,218	93	911	1,709		5,365	422
賞与引当金見返に係る収益	339	30	70	27	54	54	2	75	27
退職給付引当金見返に係る収益	246	22	50	20	39	39	1	54	20
資産見返負債戻入	4,566	398	911	339	727	882	21	942	345
雑益	222								222
純利益（△純損失）	742	157	97	51	166	164	14	22	72
目的積立金取崩額	489	105	80	3	33	61		192	15
総利益（△総損失）	1,231	261	176	55	199	225	14	214	87

別表 2 – 3

収支計画（基盤技術研究促進勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額
費用の部	15
経常費用	15
研究業務費	7
民間基盤技術研究促進業務費	6
一般管理費	2
収益の部	23
経常収益	23
事業収入	23
財務収益	0
純利益（△純損失）	8
目的積立金取崩額	―
総利益（△総損失）	8

別表 2 – 4

収支計画（債務保証勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額
費用の部	12
経常費用	12
通信・放送事業支援業務費	8
一般管理費	3
収益の部	0
経常収益	0
事業収入	0
純利益（△純損失）	△12
目的積立金取崩額	12
総利益（△総損失）	―

別表 2 – 5

収支計画（出資勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
費用の部	1
経常費用	1
通信・放送事業支援業務費	0
一般管理費	0
収益の部	1
経常収益	1
財務収益	1
純利益（△純損失）	0
目的積立金取崩額	—
総利益（△総損失）	0

別表 2 – 6

収支計画（一般型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
費用の部	700
経常費用	700
通信・放送事業支援業務費	699
一般管理費	1
収益の部	700
経常収益	700
国庫補助金収益	700
賞与引当金見返に係る収益	0
退職給付引当金見返に係る収益	0
純利益（△純損失）	—
目的積立金取崩額	—
総利益（△総損失）	—

別表 2 – 7

収支計画（電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
費用の部	3,500
経常費用	3,500
通信・放送事業支援業務費	3,493
一般管理費	7
収益の部	3,500
経常収益	3,500
国庫補助金収益	3,500
賞与引当金見返に係る収益	0
退職給付引当金見返に係る収益	0
純利益（△純損失）	—
目的積立金取崩額	—
総利益（△総損失）	—

別表 2 – 8

収支計画（革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
費用の部	17,879
経常費用	17,879
通信・放送事業支援業務費	17,832
一般管理費	47
収益の部	17,879
経常収益	17,879
国庫補助金収益	17,746
賞与引当金見返に係る収益	8
退職給付引当金見返に係る収益	0
資産見返負債戻入	125
財務収益	0
純利益（△純損失）	—
目的積立金取崩額	—
総利益（△総損失）	—

別表３－１

資金計画（総計）

（単位：百万円）

区　分	金　額	a 電磁波 先進技術 分野	b 革新的ネット ワーク 分野	c サイバーセ キュリティ 分野	d ユニバーサ ルコミュニ ケーション 分野	e フロンティ アサイエン ス分野	f Beyond 5Gの推進	g 分野横断的 な研究開発 その他の 業務	h 関係共通部
資金支出	353,613	7,342	15,144	10,242	22,339	38,749	60,757	17,355	181,685
業務活動による支出	69,230	4,141	9,628	3,735	7,527	7,487	22,332	10,580	3,801
投資活動による支出	284,383	3,200	5,516	6,507	14,813	31,262	38,426	6,775	177,884
次年度への繰越金	68,518								
資金収入	385,560	8,433	13,124	11,119	11,522	37,163	104,754	18,788	180,656
業務活動による収入	156,655	8,433	13,124	6,793	11,522	35,063	66,339	12,425	2,956
運営費交付金による収入	28,534	2,519	5,856	2,271	4,578	4,554	139	6,306	2,312
国庫補助金による収入	114,243	3,000	5,050	4,429	6,034	28,800	66,200	730	
事業収入	23							23	
受託収入	13,632	2,915	2,218	93	911	1,709		5,365	422
その他の収入	223						0	1	222
投資活動による収入	228,904			4,326		2,100	38,415	6,363	177,700
有価証券の償還等による収入	220,973						37,000	6,273	177,700
施設費による収入	7,931			4,326		2,100	1,415	90	
前年度よりの繰越金	36,571								

［注］各別表の「金額」欄の計数は、原則としてそれぞれ四捨五入によっているので、端数において合計とは合致しないものである。

資金計画（一般勘定）

（単位：百万円）

区　分	金　額	a 電磁波先進技術分野	b 革新的ネットワーク分野	c サイバーセキュリティ分野	d ユニバーサルコミュニケーション分野	e フロンティアサイエンス分野	f Beyond 5Gの推進	g 分野横断的な研究開発その他の業務	h 関係共通部
資金支出	288,210	7,342	15,144	10,242	22,339	38,749	1,654	11,054	181,685
業務活動による支出	47,099	4,141	9,628	3,735	7,527	7,487	228	10,553	3,801
投資活動による支出	241,110	3,200	5,516	6,507	14,813	31,262	1,426	502	177,884
次年度への繰越金	－								
資金収入	276,063	8,433	13,124	11,119	11,522	37,163	1,554	12,492	180,656
業務活動による収入	90,432	8,433	13,124	6,793	11,522	35,063	139	12,401	2,956
運営費交付金による収入	28,534	2,519	5,856	2,271	4,578	4,554	139	6,306	2,312
国庫補助金による収入	48,043	3,000	5,050	4,429	6,034	28,800		730	
受託収入	13,632	2,915	2,218	93	911	1,709		5,365	422
その他の収入	222								222
投資活動による収入	185,631			4,326		2,100	1,415	90	177,700
有価証券の償還等による収入	177,700								177,700
施設費による収入	7,931			4,326		2,100	1,415	90	
前年度よりの繰越金	12,147								

別表 3 – 3

資金計画（基盤技術研究促進勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	445
業務活動による支出	15
投資活動による支出	430
次年度への繰越金	461
資金収入	453
業務活動による収入	23
事業収入	23
その他の収入	0
投資活動による収入	430
有価証券の償還等による収入	430
前年度よりの繰越金	453

別表 3 – 4

資金計画（債務保証勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	5,832
業務活動による支出	12
投資活動による支出	5,820
次年度への繰越金	5,832
資金収入	5,820
業務活動による収入	0
事業収入	0
投資活動による収入	5,820
有価証券の償還等による収入	5,820
前年度よりの繰越金	5,843

別表 3 – 5

資金計画（出資勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	24
業務活動による支出	1
投資活動による支出	23
次年度への繰越金	24
資金収入	24
業務活動による収入	1
その他の収入	1
投資活動による収入	23
有価証券の償還等による収入	23
前年度よりの繰越金	24

別表 3 – 6

資金計画（一般型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	700
業務活動による支出	700
次年度への繰越金	62,000
資金収入	62,700
業務活動による収入	62,700
国庫補助金による収入	62,700
前年度よりの繰越金	—

別表 3 – 7

資金計画（電波有効利用型情報通信研究開発基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	3,500
業務活動による支出	3,500
次年度への繰越金	0
資金収入	3,500
業務活動による収入	3,500
国庫補助金による収入	3,500
前年度よりの繰越金	—

別表 3 – 8

資金計画（革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定）

（単位：百万円）

区　　分	金　　額
資金支出	54,904
業務活動による支出	17,904
投資活動による支出	37,000
次年度への繰越金	201
資金収入	37,000
業務活動による収入	0
その他の収入	0
投資活動による収入	37,000
有価証券の償還等による収入	37,000
前年度よりの繰越金	18,105

別表 4

不要財産の処分に関する計画

不要財産と認められる具体の財産	処分時期	納付方法
鹿島宇宙技術センターの一部（土地、建物及び工作物）	令和5年度以降	土地、建物及び工作物（現物納付）

別表 5

令和4年度施設及び設備に関する計画（一般勘定）

施設・設備の内訳	予定額（百万円）	財源
Beyond 5G共用研究施設・設備の整備、本部外壁防水改修・機械設備更新工事ほか	※8,582	運営費交付金 施設整備費補助金

※令和4年度運営費交付金　350百万
　令和4年度施設整備費補助金　90百万
　令和3年度からの運営費交付金繰越分　301百万
　令和3年度からの補正予算繰越分　3,270百万
　令和2年度からの補正予算事故繰越分　4,571百万

令和４年度（2022年度）情報通信研究機構年報

令和５年８月発行

発行元　国立研究開発法人情報通信研究機構　広報部

〒184-8795　東京都小金井市貫井北町 4-2-1
TEL：042-327-5392
E-mail：publicity@nict.go.jp

NICT の研究内容についてはインターネットからも参照できます。
URL は https://www.nict.go.jp/ です。

© National Institute of Information and Communications Technology 2023

NICT