

様式 2-1-1 国立研究開発法人 年度評価 評価の概要

1. 評価対象に関する事項		
法人名	国立研究開発法人情報通信研究機構	
評価対象事業年度	年度評価	令和3年度(第5期)
	中長期目標期間	令和3～令和7年度

2. 評価の実施者に関する事項			
主務大臣	総務大臣 (No.7 III-2 (9) ②イの一部、No.9 V-4の一部及び5については財務大臣と共同して担当)		
法人所管部局	国際戦略局	担当課、責任者	技術政策課 課長 川野 真稔
評価点検部局	大臣官房	担当課、責任者	政策評価広報課 課長 原嶋 清次
主務大臣	財務大臣 (No.7 III-2 (9) ②イの一部、No.9 V-4の一部及び5のみ担当)		
法人所管部局	大臣官房	担当課、責任者	政策金融課 課長 福島 秀生
評価点検部局	大臣官房	担当課、責任者	文書課政策評価室 室長 原田 佳典

3. 評価の実施に関する事項	
令和4年5月 9日	総務省国立研究開発法人審議会情報通信研究機構部会 (総務省の評価方針の説明)
6月14日	監事ヒアリング
7月14日、7月22日	総務省国立研究開発法人審議会情報通信研究機構部会 (意見の聴取)
8月 5日	総務省国立研究開発法人審議会 (意見の聴取)

4. その他評価に関する重要事項	
令和 3年12月27日	年度計画変更
令和 4年 2月17日	中長期計画変更
2月24日	年度計画変更

1. 全体の評定						
評定 (S、A、B、C、D)	A：当該国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、当該法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
		A				
評定に至った理由	項目別評定は業務の一部がS、Bであるものの、重要度の高い研究開発業務（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）及びBeyond 5Gの推進については、6つのうち4つがAであり、また全体の評定を引き下げる事象もなかったため、本省の評価基準に基づきAとした。					

2. 法人全体に対する評価	
<p>全体として順調な組織運営が行われていると評価する。なお、重要度の高い5つの研究開発分野及び分野横断的な研究開発その他の業務において、それぞれ以下のような顕著な成果がみられた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電磁波先進技術分野では、高精細航空機搭載合成開口レーダー（Pi-SAR X3）による世界最高分解能 15cm での地表面画像取得の成功は、科学的意義及び社会的価値を有する顕著な成果と評価できる。また、複数の電磁雑音源の集積効果の明確化は、複数雑音源による電磁障害防止に関する国際的な議論を大きく進展させた。</li> <li>革新的ネットワーク分野では、早期実用化に適した標準外径マルチコアファイバと既に実用化されている標準単一モードファイバにおいて合計 3 つの世界記録を樹立した。また、全二重通信の基地局実装技術を提案し、旗艦論文誌や著名な国際会議に採録された。</li> <li>サイバーセキュリティ分野では、サイバーセキュリティ技術においてセキュリティツール群の高度化や東京オリンピック・パラリンピックへの貢献など、サイバーセキュリティに関する演習において公共機関等の情報システム担当者等を対象とした CYDER やセキュリティイノベーター育成プログラム SecHack365 をコロナ禍にかかわらず着実に実施したなど、パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査においてパスワード設定に不備のある機器の検知件数を約 17%減少させたなど、それぞれ特に顕著な技術的成果や社会のセキュリティ向上につながる重要な社会的価値を実現した。</li> <li>ユニバーサルコミュニケーション分野では、ビジネスや国際会議等に利用可能な実用レベルの自動同時通訳の社会実装に向けた活動を通じて、政府の外国人材受入れ・共生政策や観光戦略へ大きく寄与している。</li> <li>フロンティアサイエンス分野では、開発した高強度深紫外 LED をもちいてエアロゾル中の新型コロナウイルスを 0.5 秒の短時間照射で 99.999%以上の不活性化に成功した。また、量子セキュアクラウドの実証実験や量子暗号ネットワーク／量子セキュアクラウドのオープンテストベッド化など、社会実装につながる顕著な成果が創出された。</li> <li>Beyond 5G の推進は、案件形成、採択評価などの膨大な業務を短期間で実施して計 44 課題の具体的な研究開発活動を開始に導いた。併せてこれら活動成果を最大化し相乗効果を創出するため、プログラムディレクターや連携オフィサーの配置など運営体制を整備するなど、Beyond 5G における 5 年後・10 年後の我が国全体の国際競争力強化を目的とした戦略的なスタートアップが出来ている。また、Beyond 5G 研究開発における重点課題を特定・具体化し、時空間同期技術を軸とした電磁波によるセンシング技術とネットワーク基盤技術の融合といった、機構が強みをもつ特色あるコンセプトを Beyond 5G 推進コンソーシアム白書に盛り込むほか、ITU-R WP5D や 3GPP への寄与文書の入力を完了した。</li> <li>その他、研究成果の展開については、耐災害 ICT において、技術活用フェーズから関係自治体との協業フェーズへと移行させる積極的な取組が見られるほか、製造現場の SRF（Smart Resource Flow）無線プラットフォームにおいて、自主成果の展開のみならず、民間 10 社の中核となり、製品認証プログラムの開始を主導した。国際展開については、機構発技術の国際実証試験等の取組を 6 件の国際展開ファンドの獲得により推進するほか、海外連携センターから Beyond 5G や量子 ICT といった先進技術に関するホワイトペーパーの発信や欧米アジアとの研究連携の促進活動を活発に進めた。</li> </ul>	

3. 項目別評価の主な課題、改善事項等	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 演習、人材育成等（海外からの招へい含む）については、単に人数等の推移だけでなく、受講者アンケート等によるフォローアップを行うことで、有効性の確認等を実施することが必要である。目標とする人材育成とその輩出を見える化させ、人材育成の目的とその効果を明確にしてほしい。</li> </ul>	

4. その他事項	
研究開発に関する審議会の主な意見	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 人的リソースや予算の制約の中で、効果的な資源投入を行っている。定常業務の効率化と共に、補正等に関する予算急増に対してはその執行の質を低下させないため、弾力的で適切な人員配置が必要であると思われる。引き続き配慮をお願いしたい。</li> <li>• コロナ禍で支障を来していた人材育成・実証実験などについて、コロナの状況を見定めて柔軟に対応してほしい。</li> <li>• 基盤的な技術開発と、社会実装のための基盤整備と、技術移転による社会実装はいずれも欠かせないものである。分野ごとにその開発フェーズを意識し、バランスを制御してほしい。</li> </ul>
監事の主な意見	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 機構の業務は、法令等に従い適正に実施され、また、中長期目標の着実な達成に向け効果的かつ効率的に実施されていたものと認められる。業務運営の効率化に向けて、業務改革及びDXの推進の取組を更に進めていくことが望ましい。</li> <li>• 業務運営への向き合い方については、従来のやり方の踏襲だけでなく、新しい状況への積極的な対応が望まれる。</li> </ul>

様式 2-1-3 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価総括表

中長期目標（中長期計画）	年度評価					項目別調書No.	備考
	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		
III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項							
1. 重点研究開発分野の研究開発等							
(1) 電磁波先進技術分野	AO					1	
(2) 革新的ネットワーク分野	AO					2	
(3) サイバーセキュリティ分野	SO					3	
(4) ユニバーサルコミュニケーション分野	AO					4	
(5) フロンティアサイエンス分野	AO					5	
2. 分野横断的な研究開発その他の業務							
2-1 Beyond 5Gの推進	SO					6	
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	B					7	
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							
2-4 知的財産の積極的な取得と活用							
2-5 戦略的な標準化活動の推進							
2-6 研究開発成果の国際展開の強化							
2-7 国土強靱化に向けた取組の推進							
2-8 戦略的 ICT 人材育成							
2-9 研究支援業務・事業振興業務等							
3. 機構法第14条第1項第3号から第5号までの業務*							

※ III-3の評価については、中長期目標のとおり、研究開発課題と併せて実施することとする。

注1 重要度を「高」と設定している項目については、各評語の横に「○」を付す。

注2 困難度を「高」と設定している項目については、各評語に下線を引く。

注3 重点化の対象とした項目については、各標語の横に「重」を付す。

注4 「項目別調書No.」欄には、●年度の項目別評価調書の項目別調書No.を記載。

中長期目標（中長期計画）	年度評価					項目別調書No.	備考
	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		
IV. 業務運営の効率化に関する事項	B					8	
V. 財務内容の改善に関する事項	B					9	
VI. その他業務運営に関する重要事項	B					10	

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 1. 重点研究開発分野の研究開発等 (1)電磁波先進技術分野 3. NICT 法第 14 条第 1 項第 3 号から第 5 号までの業務		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠(個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第 14 条第1項第一号、第三号、第四号、第五号、第六号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182-02

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)					
	基準値等 (前中長期目標期間 最終年度値)	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
査読付き論文数	—	85					予算額(百万円)	8,193				
招待講演数※1	—	52					決算額(百万円)	4,489				
論文の合計被引用数※2	—	62					経常費用(百万円)	4,538				
実施許諾件数	7	7					経常利益(百万円)	86				
報道発表件数	9	7					行政コスト(百万円)	4,638				
共同研究件数※3	—	73					従事人員数(人)	68				
標準化や国内制度化の寄与件数	—	59										
標準化や国内制度化の委員数	—	55										

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数  
 ※2 合計被引用数は、当該年度に発表した論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく該年度の被引用総数(当該年度の3月末調査)。  
 ※3 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(該年度の3月末調査)。  
 ※4 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸(評価の視点)、指標等	法人の業務実績等・自己評価			主務大臣による評価
				主な業務実績等	自己評価	主務大臣による評価	
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	1-1. 電磁波先進技術分野	<評価軸> ・研究開発等の取組・		A	評定 A	<評価に至った理由> 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大

**(1)電磁波先進技術分野**

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、「社会を観る」能力として、多様なセンサー等を用いて高度なデータ収集や高精度な観測等を行うための基礎的・基盤的な技術が不可欠であり、Society 5.0 を実現する基盤技術として期待されることから、【重要度：高】として、以下の研究開発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ものとする。

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。

成果の科学的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）が十分に大きなものであるか。  
 ・研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。  
 ・研究開発等の成果を社会実装につなげる取組（技術シーズを実用化・事業化に導く等）が十分であるか。

<指標>  
 【評価指標】  
 ・具体的な研究開発成果  
 ・研究開発成果の移転及び利用の状況  
 ・共同研究や産学官連携の状況  
 ・データベース等の研究開発成果の公表状況  
 ・（個別の研究開発課題における）標

**①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

**(1)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

**(1)リモートセンシング技術**

**(1)リモートセンシング技術**

年度計画を着実に実施した上で、全ての中項目において、優れた成果を上げた。

このことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。

**(1)リモートセンシング技術**

【科学的意義】  
 高精細航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR X3)による世界最高分解能15cmでの地表面画像取得の成功、マルチパラメータ・差分吸収ライダー(MP-DIAL)による水蒸気量観測の実現につながる2μm帯種レーザーの波長制御成功、次世代衛星搭載降水レ

化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。

主な状況は以下のとおり。

- 高精細航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR X3)による世界最高分解能15cmでの地表面画像取得の成功は、科学的意義及び社会的価値を有する顕著な成果と評価できる。また、複数の電磁雑音源の集積効果の明確化は、複数雑音源による電磁障害防止に関する国際的な議論を大きく進展させており、社会的価値の高い取組と判断される。携帯電話の基地局からの電波ばく露レベルの長期変動を、電波防護指針をベースに、我が国で初めて明らかにし、シンポジウム開催を通して速やかに国内関係機関との問題共有を図った点も、高い社会的価値を有するものと思われる。さらに、本重点技術分野では、標準化・国内制度化組織に、他分野と比較して多数の者が委員として関与しており、研究成果の各種制度への反映も積極的に推進されているものと評価できる。
- 世界最高分解能 SAR の研究開発、マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)の社会実装へ向けた取組、電離圏情報リアルタイム表示等、それぞれ顕著な成果と思われる。また、こうした各項目が、今後、社会的価値の拡がりを推し進める要素と思われる、今後の発展にも期待できる。

**【リモートセンシング技術】**

- 各種観測システムの構築と観測手法の開発において、Pi-SAR X3による世界最高分解能15cmの画像の取得により自然災害時の詳細な被災状況把握・環境モニタリング・船舶や漂流物等の海面監視などへ利用できる可能性を示したこと、MP

社会的課題の解決に向けた分析・予測等に資するリモートセンシング技術の研究開発を実施するものとする。

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。

#### (ア)ローカルセンシング技術

- 世界最高レベルの画質(高分解能(15cm)、高感度化、耐偽像性能の向上)の高精細航空機搭載合成開口レーダー(Pi-SAR X3)について、性能評価のための観測実験を実施し、実運用に向けた評価・調整を行うとともに、観測・情報抽出技術の更なる高度化を推進する。さらに、ドローン搭載適合型映像レーダー(DAIR: Drone-borne Adaptive Imaging Radar)の試作機の開発と性能確認試験を実施する。
- マルチパラメータ・差分吸収ライダー(MP-DIAL: Multi-Parameter Differential Absorption Lidar)を構成する各コンポーネントの開発を行い、風・水蒸気が計測可能なモバイル観測システムを整備すると共に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推進する。また、東京オリンピック・パラリンピック競技大会や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。
- 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、日本の地上デジタル放送方式(ISD B-T)以外の方式に対応する装置の開発を行う。また、他機関との連携により九州北部の観測網を整備し、豪雨予測精度向上に関する研究を実施する。
- 次世代の気象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研究開発として、AI 技術を用いた情

準や国内制度の成立寄与状況

【モニタリング指標】  
・ 査読付き論文数  
・ 招待講演数  
・ 論文の合計被引用数  
・ 研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数(実施許諾件数等)  
・ 報道発表や展示会出展等の取組件数  
・ 共同研究件数(個別の研究開発課題における)標準化や国内制度化の寄与件数

#### (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)について、初の本格観測を令和3年12月に実施し、世界最高分解能15cmでの地表面画像取得に成功した。これにより、自然災害時の詳細な被災状況把握・環境モニタリング、船舶や漂流物等の海面監視などへの利用可能性を示すことができた。本件につき、令和4年1月に報道発表した。信号処理では、SARデータのスパース性(実質的ゼロ値が多い性質)を利用した信号処理的高分解能化の手法開発を行い、スペクトル幅を用いた検証で約3倍の高分解能化を実現する結果を得た。これは、周波数帯域を拡大することなく信号処理的に高分解能化を実現できることを示す結果である。また、AIを用いた土地被覆分類処理を高速化した。ドローン搭載適合型映像レーダー(DAIR: Drone-borne Adaptive Imaging Radar)の開発では、レーダー試作機的设计・製造を行った。一定高度(地表面から一定距離)で飛行できるように制御系の改修を行った。共同研究2件を実施した。
- 安価なマルチパラメータ・差分吸収ライダー(MP-DIAL)実現のための2μm帯種レーザーを内製で試作し、その波長制御に成功した(波長制御に関して特許出願・論文受理)。これにより水蒸気観測における測定バイアスを±5%に抑えることができ、MP-DIALによる水蒸気観測実現の目途が立った。常温動作パルスレーザーの開発が完了した。前年度実施した水蒸気DIALとラジオゾンデとの比較実験について、その成果の論文化を進めている。欧州宇宙機関が運用中の地球観測衛星「ADM-Aeolus」搭載ドップラーライダーによる風プロダクトの検証を実施し、論文化した。
- マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)に関して、AIP 加速課題(JST)の枠組みで理化学研究所等と共同で東京オリンピック・パラリンピック競技大会期間中に富岳を用いた30秒ごとに更新する30分先までの超高速高性能降水予報のリアルタイム実証実験を行った。前年度の20倍の1,000個のアンサンブル予測を用いることで、予報の不確実性を減らすとともにゲリラ豪雨の発生確率も予測ができるようになった。本件につき、報道発表した。また、SIP 第2期の枠組みで防災科学技術研究所・日本気象協会等と密に協力しながら MP-PAWR を用いたリアルタイム気象予測を同大会組織委員会、都準備局に提供して実証実験を行ったほか、自治体や民間屋外イベント等でも同様の実証実験を行った。本件につき、報道発表した。これらのリアルタイム気象予測の実証実験は、2025年の大阪万博における活用への検討にもつながっている。AI技術(セマンティックセグメンテーション)を用いたデータ品質管理の手法をリアルタイムデータ配信に使えるように高速化したほか、AIを用いた降水ナウキャストの研究開発を進めている。共同研究1件を実施した。
- 地デジ放送波を用いた水蒸気量観測について、SIP 第2期の枠組みで民間企業と共同で線状降水帯をターゲットに九州に観測装置の展開を進め、15地点の観測網が完成した。山間部等の不感地帯で用いられるギャップフィルター設備を利用した観測手法について、特許を2件出願した。また得られたデータを収集配信するクラウドシステムを構築したほか、得られたデータをデータ同化して面的水蒸気分布の現況を表示するシステムを構築中で

レーダーにおいて有力視されるドップラー観測方式の Pi-SAR2 実観測データを用いた検証等、リモートセンシング技術に関する観測システムの構築と観測手法の開発において、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。

- Pi-SAR X3 における初の本格観測を実施し、世界最高分解能15cmでの地表面画像取得に成功し、成果を報道発表したこと
  - SAR データのスパース性を利用した信号処理的高分解能化の手法開発を行い、スペクトル幅を用いた検証で約3倍の高分解能化を実現する結果を得たこと
  - MP-DIAL 実現のための2μm帯種レーザーを内製で試作し、波長制御に成功したことで MP-DIAL による水蒸気量観測実現の目途が立ったこと。さらに、成果が特許出願及び論文受理されたこと
  - マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー(MP-PAWR)につき、東京オリンピック・パラリンピック競技大会期間中に他機関と共同で富岳を用いた30秒ごとの更新・30分先までの超高速高性能降水予報のリアルタイム実証実験に成功し、前年度の20倍の1,000個のアンサンブル予測を用いることで、予報の不確実性を減らすとともにゲリラ豪雨の発生確率も予測ができるようになったこと
  - 次世代衛星搭載降水レーダーにおいてドップラー観測の有力な手段とされるDPCA(Displaced Phase Center Antenna)方式について、同方式による観測が可能な Pi-SAR2 の実観測データを用いて検証を行い、衛星速度に起因するバイアスを効果的に低減できることを実証したこと
- 等が挙げられる。

#### 【社会的価値】

Pi-SAR X3による15cm分解能の画像の取得によりPi-SAR X3が自然災害時の詳細な被災状況把握・環境モニタリング・船舶や漂流物等の海面監視などへの利用できる可能性を示したこと、MP-PAWRと富岳を用いることで30秒ごとの更新・30分先までの超高速高性能降水予報が可能なことをリアルタイム

-PAWR につき、東京オリンピック・パラリンピック競技大会期間中に他機関と共同で富岳を用いることで30秒ごとの更新・30分先までの超高速高性能降水予報が可能なことをリアルタイム実証実験に成功し、予報の不確実性を減らすとともにゲリラ豪雨の発生確率も予測ができるようになったこと等、気象・災害分野を中心に社会的関心の高い個別課題の解決に向けた応用研究において、科学的意義及び社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

- 特に、外海における目視や通常レーダーによる海面漂流者の捜索は知床観光船事故の例のように困難を極める。一刻を争う捜索時に航空機による広範囲捜索を昼夜に渡って可能にするPi-SAR X3による15cm分解能の画像の取得技術に対する期待は高い。

報抽出技術の開発を行う。

**(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。

**(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(Earth CARE: 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実施し、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精度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、将来の衛星搭載センサの開発に向けた検討を実施する。

ある。海外方式の地デジ放送波に対応するシステム開発として欧州方式(欧州・東南アジア・一部アフリカ等)に対応した装置が完成した。

- ウィンドプロファイラ(WPR)に関して、LQ-13の主アンテナを構成する13台のサブアレイとクラッタ検出用の11台のサブアレイを用いたアダプティブクラッタ抑圧(ACS)でヘリコプターからのクラッタエコーを抑圧することに成功し論文化したほか、ACSの新しい手法の検証実験を行った。これらは気象庁との共同研究、機構の委託研究による民間企業との共同研究の成果であり、ACS機能付きWPRの(気象庁WINDASへの導入も視野に入れた)普及に向けた実用的な性能アピールにつながるものである。ドップラースペクトルの平均化処理で品質管理を入れることで、ACSの消え残りエコーを低減できることを示した。ISO国際規格策定に向けた議論を機構が主導しており、最終国際規格案(FDIS)の作成段階にある。規格文案を5件提出した。令和4年11月にISO規格が発行予定である。
- Pi-SARやMP-PAWRなどの高機能センサで取得される大容量データを効率的にユーザに届けて利活用を促進するために、リモートセンシング技術のユーザ最適型データ提供に関する要素技術の検討に着手し、次年度からの研究体制を構築した。AIを用いてデータの特徴に基づいたデータ圧縮・解凍を行うことを想定しており、民間企業とともに総務省委託研究に採択された。

**(イ)グローバルセンシング技術**

- EarthCARE衛星搭載雲プロファイリングレーダー(EarthCARE/CPR)について、高出力送信機従系(HPT-A)の不具合対応をJAXAと協力して継続中である。不具合対応として、ボード再製作を完了し、今後試験を経て令和4年4月に修理完了予定である。打ち上げ後の地上校正に向けて、能動型校正装置(ARC)の改修を今年度実施しているほか、地上検証用のW帯高感度雲レーダーの観測を安定的に実施し、そのデータ蓄積が1年を超えた。L2アルゴリズムの評価・改良として、ドップラー速度の水平積分および折返し補正手法の評価を全球レベルの統計解析で実施し、論文化を準備している。共同研究1件を実施した。
- 次世代衛星搭載降水レーダーで検討されているドップラー観測について、その手法の検証を行った。有力とされるDPCA(Displaced Phase Center Antenna)方式について、同方式による観測が可能なPi-SAR2の実観測データを用いて検証を行い、同方式で衛星速度に起因するバイアスを効果的に低減できることを実証した。Pi-SAR2のデータを活用した検証ができたのは機構ならではの成果である。

ム実証実験により示したこと等、気象・災害分野を中心に社会的意義の高い個別課題の解決に向けた応用研究を着実に進め、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

- 顕著な研究成果として、
- Pi-SAR X3の15cm分解能の画像取得により、自然災害時の詳細な被災状況把握・環境モニタリング・船舶や漂流物等の海面監視などへの利用可能性を示すことに成功し、成果を報道発表したこと
  - MP-PAWRにつき、東京オリンピック・パラリンピック競技大会期間中に他機関と共同で富岳を用いた30秒ごとの更新・30分先までの超高速高性能降水予報のリアルタイム実証実験により、1,000個のアンサンブル予測を用いることで予報の不確実性を減らすとともにゲリラ豪雨の発生確率も予測ができるようになったことを示し、成果を報道発表したこと、さらにこれらのリアルタイム気象予測の実証実験が2025年の大阪万博における活用への検討にもつながっていること
  - ウィンドプロファイラ(WPR)につき、気象庁・民間企業との共同研究の成果として、アダプティブクラッタ抑圧(ACS)を用いてヘリコプターからのクラッタエコーの抑圧に成功した成果が論文化し、ACS機能付きWPRの普及に向けた実用的な性能アピールにつながったこと
- 等が挙げられる。

**【社会実装】**

地デジ放送波を用いた水蒸気量観測についての取り組みを民間企業と進めていること・ウィンドプロファイラ(WPR)のISO国際規格の策定を進めていることなど、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

②宇宙環境計測技術

(2)宇宙環境技術  
高精度衛星測位等宇宙

(2)宇宙環境計測技術

(2)宇宙環境計測技術

(2)宇宙環境計測技術(3-2. 機構法第14条第1項第4号の業務を含む)

**【宇宙環境計測技術】**  
• 電離圏鉛直構造の時間変化を



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の計測技術及び計測した現況から分析・予測する技術の研究開発を実施し、宇宙環境擾乱等の予報・警報等の高度化を目指すものとする。

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(より高精度の情報に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。

ユーザー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、及びユーザーフレンドリーな情報提供手法を検討する。

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

•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。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観測網の充実を進める。衛星による宇宙環境計測センサの開発及び利用の検討を進める。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た開発を開始する。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を開始する。磁気圏・電離圏モデルの結合の検討を進める。

#### (ア)宇宙環境の現況把握及び予測に関する研究開発

- AI技術を用いたVIPIR2型イオノゾンデ観測データ(イオノグラム)の電離圏エコートレースの機能向上のため、イオノグラムのピクセル単位でエコート領域を検出する手法を試作し、評価に取り組んだ。本手法はF1層の検出を可能とし、電離圏電子密度高度プロファイルの導出精度向上につながるものである。また、イオノグラムから導出された電離圏の見かけの高度から変換された実際の高度への推定精度について評価を行うとともに、電離圏鉛直構造の時間変化をリアルタイムで表示できるシステムを構築して機構内利用を開始し、電離圏の現況把握能力を向上させた。共同研究3件を実施し、成果として査読論文5件を得た。
- 東南アジア域電離圏観測網(SEALION)のウェブサイトのリニューアル、プラズマバブル監視用VHFレーダー及びマルチGNSS受信機データのクイックルックにつき、ウェブ上で公開を開始した。またSEALIONデータを利用したプラズマバブル警報を出す「プラズマバブルアラートシステム」のプロトタイプを構築し、新たな宇宙天気予報情報として追加する計画を進めた。共同研究6件を実施し、成果として査読論文4件を得た。
- 日本上空の宇宙環境情報を高精度で定常的に取得することを目的とした、衛星搭載が可能な高エネルギー粒子計測装置の開発(JAXAと共同研究契約締結)及び内部帯電計測装置の開発(東京都市大学と共同研究契約締結)に着手した。総務省委託研究課題「ひまわりの高機能化研究技術開発」に採択されエンジニアリングモデルの開発予算を獲得しており(令和3年度1.2億円、期間は3年間)、ひまわり後継機への搭載を目指す。共同研究4件を実施し、成果として寄与文書1件を得た。
- 電離圏変動予報の精度向上のために開発を進める大気圏電離圏モデルGAIAにアンサンブルカルマンフィルタ手法を用いて電離圏全電子数(TEC)データを同化し、太陽紫外光強度を推定パラメータとして、昼間のTECについて再現性を改善する初期結果を得た。また、台湾・国家実験研究院(NARLabs)との共同研究を開始し、FORMOSAT-7/COSMIC-2衛星の電波掩蔽観測データの同化に着手した。
- GAIAモデルからの出力情報を可視化するウェブツールを開発し、

#### 【科学的意義】

大気圏電離圏モデルGAIAと観測におけるEs(スプラディックE)層との関係を調査することで、リアルタイムGAIAにより1~2日先までのEs層の発生が予測できる可能性を示した成果、及び太陽フレアAI予測モデル(DeFN)運用予測評価をtrue skill statistic(TSS)で行い、実運用でもCクラス以上のフレアに対してTSS=0.84の優れた予報精度達成を確認した成果が2021EPS誌ハイライト論文に選定される等、宇宙環境技術に関するデータ処理手法の開発及びモデルの開発と評価につき、科学的意義を有する着実な成果が認められる。

#### 【社会的価値】

電離圏鉛直構造の時間変化をリアルタイムで表示できるシステムを構築し電離圏の現況把握能力を向上させたこと、東南アジア域電離圏観測網(SEALION)のデータを利用して「プラズマバブルアラートシステム」のプロトタイプを構築し、プラズマバブル警報を出す計画を進めたこと等、宇宙環境のモニタリングと予報において、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。顕著な研究成果として、

- AI技術を用いたイオノゾンデ観測データの電離圏エコートレースの機能向上のための手法の試作と評価に取り組むとともに、電離圏鉛直構造の時間変化をリアルタイムで表示できるシステムを構築し、電離圏の現況把握能力を向上させたこと
- SEALIONのデータを利用して「プラズマバブルアラートシステム」のプロトタイプを構築し、プラズマバブル警報を出す計画を進めたこと
- 総務省委託研究課題「ひまわりの高機能化研究技術開発」に採択され、日本上空の宇宙環境情報を高精度で定常的に取得することを目的とした、次期気象衛星ひまわりに搭載が可能な高エネルギー粒子計測装置の開発及び内部帯電計測装置の開発に着手したこと
- 磁気圏シミュレーションを用いた静止軌道衛星の表面帯電リスク評価システムを公開し、さらに衛星事業者の意見を取り入れた利便性の高いシス

リアルタイムで表示できるシステムを構築し電離圏の現況把握能力を向上させたこと、東南アジア域電離圏観測網(SEALION)のデータを利用して「プラズマバブルアラートシステム」のプロトタイプを構築し、プラズマバブル警報を出す計画を進めたこと等、宇宙環境のモニタリングと予報において、学術的・社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

**(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。

**(イ)宇宙天気予報システムの研究開発**

•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。宇宙天気予報業務を安定的に遂行するとともに、国内及び国際的に情報を発信する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進め、ユーザニーズの調査を進める。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。

**(イ)宇宙天気予報システムの研究開発**

• 山川電波観測施設で実施している太陽電波定常観測において、観測システムの老朽化したバックエンド部等の全面改修を行うとともに、太陽電波バーストの自動検出プログラムの検証を実施した。業務で利用している国土地理院 GEONET の GPS データを利用した TEC 導出システムをデータ遅延や欠損等でも止まらないようにするための改修を実施することで、観測に必要な基盤の整備を進めた。共同研究1件を実施した。

• 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、メール、ウェブサイト、SNS 等での情報発信を含め、宇宙天気予報業務を継続的かつ安定的に実施した。令和3年 10 月 29 日に発生した X1 フレアについて、現象の概況及び社会的影響の予報情報を機構のウェブで発表したことが、多数のメディアで放送・掲載された。また、災害時の宇宙天気予報業務の継続を想定して、情報システムグループと連携し機構

機構内利用を開始した。また、GAIA データを利用した短波電波伝搬シミュレータ(HF-START)について、ユーザからのフィードバックを反映した改修および機能向上を進めた。ユーザフレンドリーな情報入力が可能な入力モードを追加した更新版を利用可能とした。

- GAIA と観測における Es(スポラディック E)層との関係を調査することで、リアルタイム GAIA により1~2日先までの Es 層の発生が予測できる可能性を示すとともに、成果が 2021EPS 誌ハイライト論文に選定された。共同研究5件を実施し、成果として査読論文3件、受賞1件を得た。
- アンサンブル太陽風到来予測システムの本格運用を開始し、令和3年 10 月 29 日に発生した X1 クラスフレア太陽嵐の影響を予報(ウェブ発表)するとともに、予報結果の検証を実施した。今後、アンサンブルの決め方と予測精度の関係を精査し、精度改善を図る。また、予測精度向上に向け、確率予報算出手法の検討を開始した。成果として査読論文3本、ウェブ発表1本を得た。
- 磁気圏シミュレーションを用いた静止軌道衛星の表面帯電リスク評価システムを公開し、衛星事業者の意見を取り入れた利便性の高いシステムへ拡張中である。また、磁気圏モデルと大気圏電離圏モデルの結合に向け、磁気圏モデルによる電離圏電場ポテンシャルの高精度化を進めた。成果として、査読論文5件を得た。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、3次元放射線帯電子分布モデルを開発し、24 時間先のフラックス分布を再現するなど予報モデルとしての有用性を確認した。また、AI を用いて静止軌道の電子フラックスレベルの確率予測をリアルタイムで推定するモデルを構築した。成果として、査読論文3件を得た。
- 太陽フレア AI 予測モデル(DeFN)の信頼度を向上した DeFN-Reliable (DeFN-R)を開発・リアルタイム化し、ウェブにて予報結果の公開を開始するとともに、宇宙天気予報会議での利用を開始した。また、フレア4クラス(X、M、C、無)の発生確率の合計を 100%として求める DeFN-Quadro (DeFN-Q)の開発を進めた。DeFN 運用予測評価を true skill statistic(TSS)で行い、実運用でも C クラス以上のフレアに対して TSS=0.84 の優れた予報精度達成を確認するとともに、成果が、2021EPS 誌ハイライト論文に選定された。共同研究1件を実施し、成果として出願中の特許1件、受賞1件を得た。

テムへ拡張を進めていること

- 太陽フレア AI 予測モデル(DeFN)の信頼度を向上した DeFN-Reliable (DeFN-R)を開発・リアルタイム化し、ウェブによる予報結果の公開と宇宙天気予報会議での利用を開始したこと

等が挙げられる。

**【社会実装】**

コロナ禍の中における宇宙天気予報の着実な実施や、宇宙天気ユーザズフォーラムの開催によりユーザ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ことなど、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

**③電磁環境計測技術**  
 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、高精度な電磁環境計測技術及び電波の人体

**(3)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

**(3)電磁環境技術**

**(3)電磁環境技術**

のネットワークに依存せずに遠隔地からでも神戸副局のシステムで業務を実施できるようにした。確率情報を伴った予報を発信していくために、開発している確率予報モデルの評価を開始した。ウェブ発表1件を実施した。

- 宇宙天気情報利用者との交流のため、宇宙天気ユースフォーラムを令和3年11月30日オンラインで開催し、ユーザ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。航空業界、測位業界、通信業界、保険業界等から約240名の参加があった。アウトリーチをテーマにした宇宙天気ユース協議会を令和3年8月22日及び25日に開催し、宇宙天気情報のアウトリーチに関する今後の発展の方向性や連携について議論した。また、協議会におけるユーザのニーズ調査やニーズ・シーズマッチングやビジネス化の検討を加速するため、分科会体制とするなど体制強化を進め、令和3年11月17日に開催した協議会全体の会合において新たな体制について提案し、承認された。令和4年2月3日に航空分科会、2月21日に衛星分科会、3月15日にアウトリーチ分科会が開催され、それぞれの分野における宇宙天気情報のニーズ・シーズマッチングの課題や発展の方向性について議論された。
- 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、社会的影響も踏まえた新たな警報基準の具体化等の予報・警報の高度化に取り組んだ。
- タイの宇宙機関 GISTDA との MOU に基づき、タイでの宇宙天気予報サービス配信体制の準備をサポートした。機構で実施している宇宙天気予報の取り組みについて、タイ・科学週間イベント NSTF2021(協力:グローバル推進部門)及び CEATEC2021(協力:広報部)へ出展した。展示会出展2件を実施した。
- 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、各グローバルセンターで利用する電離圏及び被ばく線量モデル結果の比較・調整を主導して推進した。また、宇宙天気予報に関わる標準化に向けて、ITU-R SG7(衛星・科学業務)宇宙天気観測のための周波数保護に関し、日本の宇宙天気センサに関する情報を入力するとともに、SG3(電波伝搬)に参加し、電波伝搬に関する標準化の検討を進めた。さらに、CGMS(気象衛星調整会議)SWCG(宇宙天気調整グループ)に副議長として参加し、日本の次期ひまわり衛星に搭載を検討するセンサ開発等に関する情報を入力した。会議参加3件、寄与文書の提出1件を行った。

**(3)電磁環境技術(3-3. 機構法第14条第1項第5号の業務を含む)**  
**【科学的意義】**  
 5G で用いられる 28GHz 帯を含む 40GHz までの電磁雑音測定に関し、40GHz までの形状が異なる3種類のアンテナについて位相中心を精密に計測する技術を開発することで、振幅だけでなく位相情報を有する複素アンテナ係数(利得)の較正結果の精度向上を果たしたこと、生体等価ファントム内部の温度分布を 100µm 程度の空間分解能(光ファイバー温度計等の 20 倍以

**【電磁環境計測技術】**

- 電磁干渉確率モデルである 2次元 1:Nモデルを用いて電磁雑音の集積効果を明らかにすることで複数雑音源による電磁障害を防止するための国際的な議論を大きく進めたこと、30MHz 以下の放射妨害波測定に用いるループアンテナの新しい較正方法を開発し、国際無線障害特別委員会(CISPR)規格の策定に大きく寄与するとともに国際相互認証(国際MRA)

ばく露評価技術の研究開発を実施するとともに、標準化活動等を推進することで、技術基準策定等にも寄与するものとする。

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。

**(ア)先端 EMC 計測技術**

• 複数の広帯域電磁雑音源から発生する広帯域電磁雑音の特性評価方法を検討し、広帯域電磁雑音源数の増加に伴う広帯域電磁雑音特性の変動傾向を明らかにする。さらに、複数広帯域電磁雑音源と複数無線設備を考慮した電磁雑音許容値設定のための電磁干渉確率モデルを検討する。また、近接電磁耐性評価用の新たなアンテナを設計、試作し、性能を評価する。  
 • 5G で用いられる 28GHz 帯を含む 40GHz までの電磁雑音測定に関し、測定場の評価方法及びアンテナ較正方法について検討する。また、5G/IoT 環境の電磁的両立性を高精度に把握するために必要な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、広帯域アンテナの高精度較正技術について検討する。さらに、ミリ波帯電磁波制御技術を確立するために、電波散乱壁を試作し、伝搬特性の改善効果を実証する。

**(ア)先端 EMC 計測技術**

• 省エネ家電の高効率電源回路等の広帯域電磁雑音源が電源線に複数個接続されるケースについて、再現性の高い精密測定を行い、雑音源の個数増加や電源線上の接続位置の変更に伴う電磁雑音特性の変動傾向を明らかにし、論文を投稿した。さらにその要因を明らかにするために、電源線とそれに接続された広帯域雑音源を含む高周波等価回路モデルの確立を意図して、電源通電中の広帯域電磁雑音源の高周波インピーダンス特性を広帯域で評価するためのフィルタ回路を設計した。さらにフィルタ回路を基盤に直接実装することで、これまで困難であった広帯域測定を可能とした。  
 • 機構の主導によって電磁妨害波測定の国際規格に導入された振幅確率密度分布 (APD) 測定は、測定不確かさに関する検討がなされておらず、その明確化が必要とされていた。APD 測定では振幅と確率を座標軸とするグラフで評価するが、振幅と確率のそれぞれに不確かさが含まれるため、従来の不確かさの考え方を適用することができないことが問題であったが、本研究では統計的性質が既知であるランダム雑音を対象に APD の不確かさを評価し、国際学会において招待講演を行った。さらに成果をまとめて論文投稿を行い、採録された。  
 • 国際規格における電気電子機器の電磁妨害波許容値は、被干渉無線通信端末と雑音源となる電気電子機器とが 1対1 (1:1) の電磁干渉確率モデルに基づいて決定されているが、電気電子機器の普及に伴い、1:N モデル導入の必要性が指摘されている。そこで、複数の無線設備と複数の広帯域電磁雑音源を考慮した電磁雑音許容値設定のための電磁干渉確率モデルの検討のために、電磁干渉を受ける単一の無線通信端末の周囲に複数の電磁雑音源が一樣分布する 2次元 1:N モデルにおいて、電磁雑音源の世帯普及率に応じた電磁雑音受信電力の統計分布を導出し、単一雑音源の場合と比較して、電磁雑音の集積効果を明らかにした。成果が 2 件の国際学術論文として掲載・採録された他、成果の一部を電磁妨害波の許容値設定モデルを所掌とする国際電磁障害特別委員会 (CISPR) の H 小委員会へ国際標準化寄与文書として提出した。本成果に基づき、令和 4 年度以降に複数の広帯域電磁雑音源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等の検討を可能とし、スマートシティなどにおいて問題化すると見込まれる複数雑音源による電磁障害を防止するための国際的な議論を大きく進めた。  
 • 第 4 期に開発し市販に至った近接電磁耐性評価用アンテナは、他

上)で測定可能であることを実証し、Beyond 5G/6G で想定されるテラヘルツ帯の人体ばく露量の数値シミュレーションの妥当性検証を行うことを可能としたこと等、電磁環境技術につき、多様な電磁環境及びきわめて広い周波数範囲において、科学的意義を有する着実な成果が認められる。

**【社会的価値】**

電磁干渉確率モデルである 2次元 1:N モデルを用いて電磁雑音の集積効果を明らかにすることで複数雑音源による電磁障害を防止するための国際的な議論を大きく進めたこと、30MHz 以下の放射妨害波測定に用いるループアンテナの新しい較正方法を開発することで国際無線障害特別委員会 (CISPR) 規格の策定に大きく寄与するとともに国際相互認証 (国際 MRA) に対応した較正サービスを着実に実施していること等、ICT の普及・Beyond 5G の推進に加え、周波数利用範囲の拡大に必要不可欠となる、社会的価値を有する顕著な研究成果として、  
 • 複数の無線設備と複数の広帯域電磁雑音源を考慮した電磁雑音許容値設定のための電磁干渉確率モデルである 2次元 1:N モデルにおいて電磁雑音源の世帯普及率に応じた電磁雑音受信電力の統計分布を導出し、単一雑音源の場合と比較して、電磁雑音の集積効果を明らかにした検討成果の一部を CISPR の H 小委員会へ国際標準化寄与文書として提出するとともに、当該寄与文書の信頼性・妥当性を明確にするために 2 件の国際学術論文として掲載・採録され、スマートシティなどにおいて問題化すると見込まれる複数雑音源による電磁障害を防止するための国際的な議論を大きく進めたこと  
 • ワイヤレス電力伝送や LED 照明等の普及において重要となる 30MHz 以下の放射妨害波測定に用いるループアンテナの新しい較正方法を開発し、CISPR 規格の策定に大きく寄与するとともに、ISO/IEC 17025 規格に準拠かつ国際 MRA に対応した較正サービスを着実に実施していること

に対応した較正サービスを着実に実施していること等、ICT の普及・Beyond 5G の推進に直結する周波数利用範囲の拡大に必要不可欠な学術的・社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

• 携帯電話の基地局からの電波ばく露レベルの長期変動の明確化は、電磁環境に関する漠然とした国民の不安を和らげる、一般社会に対して意義深い取組として評価できる。  
 • 国の研究機関の役割として、重要な電波利用の安全性への理解浸透にも率先して取り組んでいる。電波利用に伴う人体ばく露の実態については定量的な根拠に基づいた社会的な理解を深めるリスクコミュニケーションが重要であるが、携帯電話基地局等からの電波ばく露レベルを合計 500 地点以上で測定し、同一地域における過去の測定結果と比較することにより、我が国で初めて電波ばく露レベルの長期変動を明らかにするとともに、電波ばく露レベルが電波防護指針より十分に低いレベルであることを明らかにした。欧州における 5G 導入反対運動にみられるように電波に対する不安は一部に根深くあるため、このような無線通信利用の安全性に関する社会的理解を深める活動は不可欠であり、5G を含む電波利用システム全般の社会実装促進に資する顕著な成果と認められる。

の製品に比較して周波数特性や電力効率に優れたものであったが、アンテナ本体が大きいためにアンテナ位置を調整するポジションへの固定が容易ではない問題があった。そこで性能を保持しつつアンテナを小型化すべく、新形状のアンテナを開発し、共同研究先とプロトタイプを製作した。従来型と新型テスト版のアンテナ入力性能を表す定在波比(VSWR)を実測し、アンテナ入力性能がほぼ同様の性能であり近接電磁耐性試験の国際規格であるIEC61000-4-39の要求を達成できることを確認するとともに、長手方向に50%の小型化に成功した。

- 5Gで用いられる28GHz帯を含む40GHzまでの電磁雑音測定に関し、40GHzまでの形状が異なる3種類のアンテナについて、位相中心を精密に計測する技術を開発した。従来は電磁界シミュレーションによって推定していた位相中心を、複数の測定データから実験的に求めることに成功することで、電磁界シミュレーションの妥当性を明らかにするとともに、振幅だけでなく位相情報を有する複素アンテナ係数(利得)の較正結果の精度向上を果たした。また、光同期型ベクトルネットワークアナライザを利用し、同軸ケーブルの使用を最小限とすることによって、同軸ケーブルの移動・曲げ伸ばしによって生じる測定結果(振幅・位相)の変動を抑制することに成功した。さらに、受信機のノイズを抑えることで、高安定な測定が可能になった。
- 電気自動車(EV)等において導入が見込まれるワイヤレス電力伝送(Wireless Power Transfer:WPT)やLED照明等の普及において重要となる30MHz以下の放射妨害波測定に用いるループアンテナの新しい較正方法を開発し、CISPR規格の策定に大きく寄与した。規格は、令和4年3月に発行された。また、同時に開発した標準ループアンテナについても、CISPR規格に反映させるための活動を行った。さらに、開発した較正方法と標準ループアンテナを用いて、ISO/IEC 17025規格に準拠し、かつ国際相互認証(国際MRA)に対応した較正サービスを着実に実施しており、国際的に通用する妨害波測定を、国内で実施可能にした。
- 110GHzまでの超広帯域パルス電磁界計測(空間系)を実現するために必要な3つの要素技術(アンテナ較正、光伝送路の較正、オシロスコープの較正)を確立することを目的として、40GHzまで形状の異なる3種類のアンテナについて、超広帯域パルス電磁界計測に必要な複素アンテナ係数(利得)の決定と、アンテナ較正の不確かさにつき評価を行った。
- 110GHzまでの超広帯域パルス電磁界計測(空間系)を実現するために必要な3つの要素技術(アンテナ較正、光伝送路の較正、オシロスコープの較正)を確立することを目的として、光学系の実験を可能にする設備を新たに整備した。この設備を使って、令和3年度は、5Gで用いる28GHz帯を含む50GHzまでのパルス電磁界計測システムの光伝送線路を開発した。信号の入力端となる光変調器、出力端となる光検出器、それぞれの単体性能の評価を行うとともに、これらを光ファイバと組み合わせた光伝送線路としてのパルス波形に対する性能を、ベクトルネットワークアナライザを使って評価した。パルス波形に対する評価であるため、通過損だけでなく移相量、遅延量の評価も必要であり、光変調器の温度変化特性を含む精密計測による評価を行った。また、現在110GHzまで使用可能な光変調器が存在しないため、光変調器を令和4年度以降に新規開発し、動作周波数範囲を拡張する必要がある。
- 国際電気通信連合(ITU)の無線通信部門(ITU-R)が令和元年に

- 5Gスマホ等の6GHz超の電波を利用する無線通信端末に対して人体防護の新たな国際ガイドラインの指標とされた局所吸収電力密度の評価方法を確立するため、令和2年度までに検討してきた手法で問題となっていた計算量が膨大となる技術的課題に対し、高速計算方法(MLFMM法)を新たに適用することで、計算に必要なメモリ量を1/80に効率化することができ、局所吸収電力密度の評価が低コストで可能であることを実証したことで、従来よりも効率的な電波利用を可能とする無線通信端末試験方法を確立する道筋を示せたこと
- 5Gスマホ等のミリ波帯を発射する携帯無線端末における電波防護指針への適合性確認手法の妥当性検証や現在策定中の国際標準規格の信頼性確認の検討に寄与するため、組み合わせ300条件において通話状態での人体側頭部を対象とした28GHz帯での入射電力密度の最大空間平均値の評価データを取得し、さらに取得した評価データから国際規格で規定されている側頭部のモデル形状が妥当であることを明らかにしたこと
- 人体ばく露の実態について定量的な根拠に基づく理解を深め、電波利用の発展と拡大にともなうリスクの可能性について適切な説明と対話を可能とするリスクコミュニケーションに活用することが求められている。携帯電話基地局等からの電波ばく露レベルを合計500地点以上で測定し、同一地域における過去の測定結果と比較することにより我が国で初めて電波ばく露レベルの長期変動を明らかにした。さらに電波ばく露レベルが電波防護指針より十分に低いレベルであることを明らかにした。加えて、本データは今後本格的に普及が進む5Gによる電波ばく露レベル変動の参照となること  
等が挙げられる。

【社会実装】

機構法第14条第1項第5号業務における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作業をコロナ禍において前年度を上回る

**(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

**(イ)生体 EMC 技術**

•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を開発するため、普及が進む5G携帯無線端末における電波防護指針への適合性評価について、国際標準化が進められている手法の妥当性を確認し、改良について検討する。また、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評価方法について検討する。さらに、近接センサ等の比吸収率(SAR: Specific Absorption Rate)低減技術を搭載した無線通信端末における電波防護指針への適合性評価手法の妥当性を確認し、改良について検討する。ワイヤレス電力伝送システム等の多様化する無線システムにおける電波防護指針への適合性評価

開催した世界無線会議(WRC19)における275GHz以上の新たな周波数特定の議論に対し、我が国で初めて開設した300GHz帯を用いた無線局を用いて、屋内における電波伝搬特性のデータを取得し、450GHzまでの周波数を特定させることに成功した実績が評価され、前島密賞を受賞した。また、今年度、あらためて、232-500GHzの実験試験局を開局させて、屋外にて伝搬実験を成功させた。500GHzまでの実験試験局の開設は国内初である。

- これまで機構が開発してきた設計方法に基づき、5G(28GHz帯)で使用可能な、メタマテリアル構造を有する電波散乱壁を試作した。送受アンテナ間に電波を遮蔽する衝立を設置し、側面の壁に無垢の金属板又は試作した電波散乱壁を設置した実証実験を行い、無垢の金属板の場合は電波を到達させることができない領域が存在するが、電波散乱壁の場合はより広い領域に電波を到達させることができた。この効果は、5G(28GHz帯)に割り当てられている周波数帯域(400MHz)をフルカバーする性能を有し、メタマテリアル構造を持つ電波散乱壁に電波を反射させても、ビット誤り率(BER)が劣化しないことを明らかにした。この成果は論文として掲載された。機構の「令和3年度社会実装の推進に資する実証的研究」課題に採択され予算を獲得するとともに、企業とNDAを締結し、商品化を見据えた研究開発を開始した。電波暗室内に実際の住宅等で用いられる石膏ボード(鉄筋入りを用いた模擬居室を建築し、実使用環境に近い環境での評価を行った。
- スマートグラスやWebカメラを用いた較正作業を遠隔支援するシステムを開発した。その結果、測定器の操作手順を遠隔支援することに成功するとともに、外部機関による審査を、Webカメラを使って受検し、審査官が作業手順や書類の保管状況の確認を遠隔地から実施することで、審査を完了した。また、第4期に整備したRPAソフトウェアを用いて、資産管理データベースへの写真自動挿入作業を行った。

**(イ)生体 EMC 技術**

- 5Gスマホ等の6GHz超の電波を利用する無線通信端末に対して、人体防護の新たな国際ガイドラインの指標とされた局所吸収電力密度の評価方法を確立するため、令和2年度までに無線端末からの入射波と人体(または人体ファントム)からの散乱波の測定値から人体表面の吸収電力密度を推定する方法(等価電磁流源推定法)を考案してきている。しかしながら、その方法では、吸収電力密度の推定に必要な計算量が膨大であることが問題となっていた。そこで、高速計算方法(MLFMM法)を新たに適用することで、吸収電力密度の計算に必要なメモリ量を1/80に効率化することができた。また、新しい高速計算方法を用いた評価結果とfull-wave解析による参照値を比較することで、等価電磁流源推定法の妥当性を検証した。本検証により提案手法が国際ガイドラインの新たな指標である吸収電力密度の測定法として使用できる見込みを得るとともに、局所吸収電力密度の評価が低コストで可能であることを実証したことで、従来よりも効率的な電波利用を可能とする携帯無線通信端末試験方法を確立する道筋を示した。
- 5Gスマホ等のミリ波電波を発射する携帯無線端末からの入射電力密度が電波防護指針に適合していることを確認する方法が総務省告示で規定されており、同様の内容の最終国際規格案が承認段階にある。国内で5Gサービスが開始され、今後ミリ波帯無線端末が急速に普及していくことに伴い、実際に市販されているミリ波

件数を着実に実施するとともに、計量法における国家標準として位置づけられる周波数標準器の較正についての国際レビュー審査や国際MRAに必要な認定に合格するなど、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

<p>ション等に活用する。</p>	<p>方法も検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•テラヘルツ帯までの電波に対するばく露評価技術として、0.1THzを超える周波数における電力密度分布測定技術を開発する。また、0.1THzを超える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を拡充し、数値シミュレーション手法について検討する。</li> <li>•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、東京を中心とする100km圏内において、5G電波を含むばく露レベルを車載測定するとともに、テレビ・ラジオ放送送信所周辺の電波強度を詳細に測定する。</li> </ul> <p>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同時に、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。また、これらの研究開発に伴い得られた計測基盤技術は、機構法第14条第1項第5号の校正業務に反映する。</p>	<p>帯無線端末に対して我が国の適合性評価方法の妥当性を確認する必要があることから、通話状態での人体側頭部を対象に、側頭部のモデル・空間平均電力密度の定義・メインビームの方向等の組み合わせ300条件について、28GHz帯での入射電力密度の最大空間平均値の評価データを取得した。取得した評価データから、国際規格で規定されている側頭部のモデル形状が妥当であることを明らかにした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•5Gスマホ等のミリ波電波を発射する携帯無線端末からの入射電力密度が電波防護指針に適合していることを確認する方法が総務省告示で規定されており、同様の内容の最終国際規格案が承認段階にある。これらの適合性確認方法では複数の入射電力密度の評価方法が提案されていることから、現在入手可能な携帯無線端末における入射電力密度の最大空間平均値を適合性確認方法で認める複数の方法で評価し、両者を比較することで、評価方法の妥当性を検証した。</li> <li>•6GHz以下の携帯無線端末の比吸収率(SAR)測定による適合性確認方法の簡素化、高速化を目的として、現行の国際標準規格の測定条件削減方法の妥当性について、10機種以上の最新の無線通信端末を用いて評価し、測定条件の削減割合について検証した。</li> <li>•SAR測定では生体等価液剤用の電気定数を同軸プローブにより測定しており、同軸プローブ測定システムの校正には電気定数が既知の参照液剤が必要であるが、参照液剤の純度や温度等の不確かさの影響を受ける。そこで、参照液剤を用いない新たな電気定数測定方法として、アンテナ間の伝送特性を用いた測定方法を考案し、測定システムを試作し、同軸プローブ測定システムとの相互比較により提案手法の妥当性を検証した。</li> <li>•近接センサの評価をするために、SAR測定装置と無線通信端末間の距離を任意に調整可能な治具を製作した。市販の複数機種スマートフォンを用いて近接センサによるSAR低減を検証し、近接センサに関する適合性評価方法の妥当性を確認した。</li> <li>•6GHz以下の2種類以上の周波数帯において、2種類以上の数値人体モデルを用いた様々な条件下(20条件以上)での数値シミュレーションによって、空間伝送型マイクロ波WPTシステムに対する現実的な室内環境下での詳細な人体の電波ばく露量評価を実施した。また、人体装着された複数のIoT機器に対して無線給電するような状況も想定されることから、人体の様々な部位に装着された機器に向けて同一周波数および複数周波数の電波がWPTシステムから放射された際の、人体の電波ばく露量を評価した。</li> <li>•ビームフォーミング機能を持つWPTや5G基地局等からの人体の電波ばく露評価のために、メインビームが照射された人体の電波ばく露量の効率的な算出方法(高速多重極展開(FMM)法)を開発した。</li> <li>•景観に配慮した新たな携帯電話基地局等、従来の基地局に比べて、より人体に近い位置に設置された新しい基地局等について、成人と小児の数値人体モデルを用いた詳細なばく露推定を実施した。得られたばく露評価データから適合性評価方法の妥当性を検証した。</li> <li>•近年、携帯電話端末の上り通信の速度向上のためにULCA(アップリンクキャリアアグリゲーション)が導入されており、人体が複数の周波数帯の電波に同時に曝される機会も増加している。そのため、複数の周波数帯の電波を同時に発射するアンテナが搭載され</li> </ul>		
-------------------	--	---	--	--

		<p>ている第4世代、第5世代の携帯電話端末を詳細にモデル化し、複数周波数帯(6GHz 以下)の電波への複合ばく露を考慮した現実的な携帯電話端末使用状況下での電波ばく露量データを、数値人体モデルを用いて取得した。得られた電波ばく露量データから適合性評価方法の妥当性を検討した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.1THz から概ね 0.3THz までの周波数においては、人体ばく露評価に必要な入射電力密度の測定技術に関して詳細な検討が行われていないことから、導波管プローブを用いた検出系とその動作を確認するための照射系を構築し、複数の手法で導波管プローブの感度係数(利得)の較正を実施した。</li> <li>• 人体の電波ばく露特性が高精度には明らかにされていない0.1THz から Beyond 5G/6G での利用が想定される周波数帯を含む概ね 0.6THz までの周波数領域で、人体の電波ばく露特性を詳細に検討するための皮膚や眼部組織の高精度な数値シミュレーションモデル及び生体等価ファントムの開発を行った。生体組織が持つ特有の電気特性、層構造などの形状に依存する反射特性を把握するため、皮膚(表皮、真皮)及び眼部組織(角膜)等を対象に、約 0.1THz から 0.6THz 付近までの電気定数データ及び反射特性データ等を取得した。</li> <li>• 微細な構造(皮膚の皮丘や皮溝等)領域の電波ばく露による温度上昇を測定するため、温度感受性プローブ(色素)を生体等価ファントムに充填し、共焦点レーザー走査型顕微鏡を用いることで、ファントム内部の温度分布を 100<math>\mu</math>m 程度の空間分解能(光ファイバー温度計等の 20 倍以上)で測定可能であることを実証した。この手法を用いることでテラヘルツ帯の人体ばく露量の数値シミュレーションの妥当性検証を行うことを可能とした。</li> <li>• 令和2年度までに開発した超高分解能数値人体モデル(マルチスケールモデル)を用いて、0.1THz から 0.3THz までの局所ばく露(アンテナが人体近傍)時の電波吸収量および生体内温度上昇を推定した。</li> <li>• 5G の本格導入や B5G/6G に向けた研究開発の進展を背景に、日常生活における電波環境を網羅的に明らかにし、人体ばく露の実態について定量的な根拠に基づく理解を深め、電波利用の発展と拡大にともなうリスクの可能性について適切な説明と対話を可能とするリスクコミュニケーションに活用することが求められている。そこで、携帯電話基地局等からの電波ばく露レベルを令和元年度に市街地と郊外、令和2年度に地下街において合計 500 地点以上で測定を行った。令和3年度に測定結果についてとりまとめ及び統計解析を行った。その結果、同一地域における過去(約10年前)の測定結果と比較したところ、電波ばく露レベルが上昇傾向にあるものの電波防護指針よりは十分に低いレベルであることなど、我が国で初めて電波ばく露レベルの長期変動を明らかにした。市街地・郊外ともに過去よりも現在のほうが電波ばく露レベルは上昇して(3倍程度)おり、特に地下街では不感地帯が解消されていることにより顕著に上昇している(100倍程度)。いずれの場合も電波防護指針に対しては十分に低いレベル(中央値で約1万分の1以下、最大値で約1千分の1以下)であった。本データは今後本格的に普及が進む5Gによる電波ばく露レベル変動の参照となるものである。</li> <li>• 電測車による電波ばく露レベルの広域測定を、国内で初めて開始した。令和3年度は、東京日本橋を中心に半径 100km 圏内を測定しカラーマップを作成した。測定時の走行距離は約 15,000km である。また、再現性及び昼夜・季節による変動を確認するため、ある</li> </ul>		
--	--	--	--	--



<p><b>④時空標準技術</b> 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・配信の実現に向け、光周波数標準等を用いる時空標準技術の研究開発を実施し、国際単位系における秒の再</p>	<p><b>(4)時空標準技術</b> 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。</p>	<p><b>(4)時空標準技術</b></p>	<p>特定の地域5地域を設定し、繰り返し測定を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 公的機関としては初めて東京スカイツリー周辺(2km 四方、100 地点)の電波ばく露レベルの測定を実施し、電波ばく露レベルを明らかにした。これにより東京スカイツリーに関する電波ばく露レベルのリスクコミュニケーションに活用することができる。</li> <li>• 約 5,000 名に対して住居内の無線利用及びリスク認知に関するWEB 調査を実施し、現状の利用状況とリスク認知について明らかにした。</li> <li>• 住居内における放送・携帯電話(5G Sub6GHz 含む)・無線 LAN のばく露レベルの把握を目的に、48 名の被験者宅の電波ばく露レベルを2日間の長時間に渡り測定し、携帯電話だけでなく無線 LAN からの寄与も大きいこと、一方で 5G Sub6GHz の電波ばく露レベルは小さいことを明らかにした。</li> <li>• 関係省庁・関連業界・マスコミ等に対して、本研究課題の目的・概要・最新の研究成果を紹介する「電波ばく露レベルモニタリングシンポジウム」をリモート開催した。また、講演に引き続き、期待される成果や長期的な展望についてパネルディスカッションにて議論を行った。</li> <li>• 大学・研究機関等との共同研究(実績:大学 18、民間企業2)や協力研究員・研修員 13 人の受入などによる研究ネットワーク構築、オープンフォーラム NICT/EMC-net(主に産業界からの要望取得と議論を行う場として設置し、傘下の4研究会およびシンポジウムに延べ 334 名が参加(うち研究会登録会員数は延べ 440 名))などの活動などを通じて、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関として役割を果たした。</li> <li>• 研究開発で得られた知見や経験に基づき、下記に示す通りITU(国際電気通信連合)、IEC(国際電気標準会議)、WHO(世界保健機関)、ICNIRP(国際非電離放射線防護委員会)等の国際標準化および国内外技術基準の策定に対して大きく寄与した(人数はいずれも延べ)。             <p>国際会議エキスパート・構成員 68 人(うち議長等役職者は8人)、国際会合参加者数 106 人、国際寄与文書提出 20 件、機構寄与を含む国際規格の成立4編(ワイヤレス電力伝送(WPT)に対する電波ばく露の評価法、ミリ波帯電波ばく露評価法、測定用アンテナの校正法、EMC 試験法)など。</p> <p>国内標準化会議構成員 78 人(うち議長等役職者は 14 人)、国内会合参加者数 74 人、文書提出 24 件、国内答申4編(CISPR 会議(令和3年)対処方針);無線周波妨害波及びイミュニティ測定法関連で3編)など。</p> </li> </ul> <p><b>(4)時空標準技術</b></p>	<p><b>(4)時空標準技術(3-1. 機構法第14条第1項第3号の業務を含む)</b> 【科学的意義】 ストロンチウム(Sr)光格子時計による周波数校正機能を現行の時刻信号発生システムに導入することで従来より高精度かつ安定な時刻維持運用を実現したこと、NICT 光格子時計の周波数を基準に水素メーザの周波数を評価し、結果を国際度量衡局(BIPM)に提供したことが、将来の秒の再定義における定義値を決定するための基礎デー</p>	<p><b>【時空標準技術】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ストロンチウム(Sr)光格子時計による高確度な周波数校正機能を導入した時刻信号発生システムが生成する時刻信号を用いた UTC(NICT)の定期的な歩度調整を開始したこと、韓国 KRISS 研究所、台湾 TL 研究所との間で機構が開発した新モデルによる衛星双方向搬送波位相比較リンクを構築し、測定を開始したこと等については、</li> </ul>
---	--	-------------------------	--	---	--

定義を先導しうる高精度な時刻比較・共有技術を確認するものとする。

**(ア)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進展させることで 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。

**(ア)周波数標準及び時刻生成技術**

- 4 局(小金井・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、概念実証した合成原子時発生手法に冗長系の計算機を追加する等により、より高い信頼性で運用できるシステムを構築する。また、本部及び副局の日本標準時生成監視及び供給システムについて、ハードウェア・ソフトウェア両面で光時計の導入を見据えた機能強化を進める。
- 光格子時計については、国際原子時校正や日本標準時の歩度評価に貢献すると共にその稼働堅牢性の向上を図る。また、国内外機関の光周波数標準との高精度な周波数比測定を実施し、多様な比較手法の評価を進める。さらに、光周波数標準の一層の精度及び信頼性向上を目的に、次世代機の開発に取り組む。
- 静止衛星を利用する周波数比較手法については、光周波数標準の周波数比較に資する衛星双方向搬送波位相比较リンクを韓国 KRISS 研究所との間で構築する。また、GNSS 利用の時刻周波数比較において、より多くの衛星数を利用して測定の信頼性及び精度の向上を実現する多周波かつ Multi-GNSS 利用の簡易型時刻比較用受信機を開発し、パッケージ化した受信機を本部と副局に配置し精度向上を検証する。

**(ア)周波数標準及び時刻生成技術**

- 4局(小金井・神戸・標準電波送信所二箇所)の時計群による標準周波数及び標準時の発生及び供給については本部 UTC(NICT)時系と神戸副局時系を高精度に維持し、2つの標準電波送信所を含めた4局から、標準電波・光テレホン JJY・NTP 等の各手法で、ほぼ停止することなく時刻を供給した。また本部の基準信号を光ファイバで遠隔地の NTP サーバに提供して、NTP サーバの冗長運用を強化する実用実証を行った。さらに非常時対応の強化のため、本部と神戸副局に非常時用 IP 電話を導入して、これを使った標準時発生局移転訓練を2度行った。
- 光格子時計については、ストロンチウム(Sr)光格子時計による高精度な周波数校正機能を導入した時刻信号発生システムを構築することで、従来の発生システムより高精度かつ安定な時刻維持運用を実現した。これにより、マイクロ波時計のアンサンブルに対してさらに光時計を参照した周波数調整を行う事で確度・安定度が改善されることを明らかにした。またこのシステムが生成する時刻信号を用いて UTC(NICT)の定期的な歩度調整を開始した。これによって日本標準時に光格子時計の精度が反映され、より高精度な時刻や周波数を社会に供給できることとなった。
- 二次周波数標準として国際的に認められている機構が開発した光格子時計を令和3年7月から令和4年3月末まで週に1度3時間から4時間程度運用し、この周波数を基準に水素メーザの周波数を評価した。この結果を国際度量衡局(BIPM)に提供することで、BIPM が計算する国際原子時校正に9ヶ月にわたり貢献した。本手法による国際原子時校正を継続してデータを蓄積することで、当該データが秒の再定義の際の定義値を決定するための基礎データとなることが期待される。
- Sr 光格子時計遷移とインジウムイオン時計遷移光の双方が秒の再定義値決定に貢献するため、周波数コムを介した両時計の周波数の直接比較を実施して以前より高い短期安定度で周波数比を計測し各々の品質を見定めた。衛星リンクを介して、機構の Sr 光格子時計と産総研や韓国 KRISS のイッテルビウム(Yb)光格子時計との間で定期的な周波数比計測を実現するために、データフォーマットや共有方法を決定した。その他、高い周波数確度を活かして時系維持に貢献したり、将来の量子ネットワークノードとしてのイオン時計の可能性を探るため In<sup>2+</sup> 号機の開発に着手した。2号機ではカルシウムイオン(Ca<sup>+</sup>)よりも In<sup>+</sup>との質量比の小さい Yb<sup>+</sup>を共同冷却に用いることを計画し、資材の調達を行った。
- 産総研光格子時計チームとの間で相互に計測データおよび衛星比較データを交換し、相互の光時計を活用した時系維持を検証した。データの交換に効率的なフォーマットを決定し、データの共有方法について検討した。
- 度量衡に関する国際委員会 CCTF において、常設作業部会や秒の再定義に向けたタスクフォースのチェア等を多数輩出し、エキスパート研究者から構成される BIPM 主導の企画戦略部会にも参加しつつ、2030 年度に想定される「秒の再定義」に向けた国際度量衡総会決議文書案作成、ホワイトペーパー作成等、多様な活動に貢献した。
- 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、台湾 TL 研究所との間で、機構が開発した新モデムによる衛星双方向搬送波位相比较リンクを構築し、測定を開始した。それらの報告を国際会議(EFTF-IFCS2021)の招待講演にて実施した。ま

たを得ることにつながることを期待されること等、時間標準の精度向上と供給の拡大に資する、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。顕著な研究成果として、

- ストロンチウム(Sr)光格子時計による周波数校正機能を現行の時刻信号発生システムに導入することで従来より高精度かつ安定な時刻維持運用を実現したこと
- 二次周波数標準として国際的に認められている NICT 光格子時計の周波数を基準に水素メーザの周波数を評価した結果を BIPM に提供することで、BIPM が計算する国際原子時校正に貢献したこと。さらに、本手法による国際原子時校正を継続してデータを蓄積することで、当該データが将来の秒の再定義における定義値を決定するための基礎データとなることが期待されること
- 近距離無線双方向時刻比較(Wi-Wi)モジュールにつき、従前バージョン(手のひらサイズ)からの小型化を進め、名刺サイズのモジュールの開発に成功したこと
- M2M 通信における低遅延かつ高信頼な無線通信を実現するために Wi-Wi による時刻同期によって無線通信の際に遅延を一定値以内に抑える遅延保証通信手法を考案し、成果を特許出願・IEEE Access への論文投稿・学会発表を行ったこと
- 日本標準時の周波数と時刻信号の双方とも精度を劣化させずに配信するシステムの開発につき、東京大学への常時配信を令和3年9月から開始し、機構と東京大学の時刻が 13 ナノ秒以下で同期できていることを確認したこと
- 小金井本部での水準測量と相対重力測定を実施し、重力ポテンシャル値を 0.5m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> の不確かさで決定することで光周波数標準の不確かさが 2.2×10<sup>-17</sup> から 5×10<sup>-18</sup> に減少し、遠隔地の時計との 18 乗台での比較を可能としたこと
- THz 帯で動作する、超高精度・広帯域の小型周波数カウンタの開発について、計量標準分野のトップジャーナルに誌上発表すると同時に、本技術による周波数標準器の較正サー

科学的・社会的意義の高い成果を上げつつ、時間標準の供給と利用の拡大に資する社会実装にも取り組んだ顕著な成果であると認められる。

- ストロンチウム光格子時計の時刻信号発生システムへの組み入れは、我が国として、他機関に依存せず高信頼な国家標準時を生成できる点で、社会的価値が高い。

**(イ)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。

**(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、よりシンプルな自立発振型原子時計の開発を目指し、その要素技術となる二分周発振器と高コントラスト化技術を確立する。また、ガスセルの小型・低コスト化を材料レベルから推進する。
- 近距離無線双方向時刻比較による時刻同期を実現するモジュールについて、その小型化及び高精度化を進める。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開発に着手する。
- 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原理検証を行うシステムを構築した後、安定度測定システムを導入し、性能評価を行い、また光有線/無線に対応した標準周波数伝送システムの開発に着手する。

た開発した廉価版 Multi-GNSS 対応受信機との時刻比較が必要となる、パルス間隔測定装置の単体での性能評価を実施し、個別装置を組み合わせたパッケージ版の開発を完了した。

- アジア太平洋地域の国際原子時リンクの G1 ラボラトリーとして、国内の他の UTC ラボラトリー2つ(産総研、国立天文台)のリンク校正を実施した。

**(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おいては、東京工業大学と連携し、国内に半導体製造ラインが存在するレガシープロセス(> 150nm)を活用した発振器の製作を行い、本技術を国内の既存設備をうまく活用した大量生産工程に乗せるための議論を企業との間で開始するとともに、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)発振器の非線形解析を進捗させた。また、東北大学と連携し、波長可変 VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser:垂直共振器面発光レーザー)の試作を行った。MEMS 静電可変ミラーの動特性を取得するとともに、当該ミラーチップに half-VCSEL を搭載し、レーザーキャビティを構成したときのレーザー発振も確認した。その他、東北大学と連携し、基板上での低背化に寄与する反射型セルの試作と論文化・国際特許化を進めた。また、新規材料となる RbN<sub>3</sub> のガスセルでの評価を進捗させた。
- 近距離無線双方向時刻比較(Wi-Wi)モジュールにつき、従前バージョン(手のひらサイズ)からの小型化を進め、名刺サイズのモジュールの開発に成功した。高精度化についてはチップメカの事情により新チップ(第三世代)の開発が延期されたが、第二世代のチップを初めて搭載して作成した上述の小型化モジュールでの最適化を進めた。
- Wi-Wi の新しい手法として、固定局の初期位置を別途与えることなくデータ蓄積と共に固定局の位置も同時に位置決めする手法を開発した。その他、搬送波の位相同期を活用して、移動単一アンテナを擬似マルチアンテナとして解析する手法を考案し、実証実験に着手した。
- M2M 通信における低遅延かつ高信頼な無線通信を実現するために Wi-Wi による時刻同期によって通信遅延を一定値以内に抑える遅延保証通信手法を考案し、成果を特許出願、IEEE Access への論文投稿、学会発表した。
- 大阪大学との共同研究により、無線電力伝送において Wi-Wi での時刻同期が有線時刻同期と同等の電力伝送効率を得られることを実験的に示し、成果を電子情報通信学会ソサイエティ大会で発表した。
- 分散型時刻同期網の研究については3台の原子時計搭載有線ノードを開発し、Ethernet PHY による高精度時刻比較 RTL を実装した。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。またアルゴリズム開発における東京工業大学・群馬大学との共同研究の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環境の構築に着手した。テストベッド StarBED 上に小型原子時計を搭載したノードを再現した。
- 光有線/無線に対応した標準周波数伝送システムについては、日本標準時の周波数と時刻信号の双方とも精度を劣化させずに配信するシステムを開発し、またシステム内の遅延校正法について検討を推し進め、評価検証を行った。実際に、JGN の光ファイバテストベッドを利用し東京大学への常時配信を令和3年9月から開始

ビスの帯域拡張に関する課題を明確化すべく、電波業界などに広く周知するための報道発表を行ったこと等が挙げられる。

**【社会的価値】**

本部 UTC(NICT)時系と神戸副局時系を高精度に維持し、ほぼ停止することなく時刻を供給したこと、二次周波数標準として国際的に認められている機構が開発した光格子時計の周波数を基準に水素メーザの周波数を評価した結果を国際度量衡局(BIPM)に提供することで、BIPM が計算する国際原子時校正に貢献したこと等、時間標準の供給と利用の拡大に資する、社会的意義を有する顕著な成果が認められる。顕著な研究成果として、

- 本部 UTC(NICT)時系と神戸副局時系を高精度に維持し、2つの標準電波送信所を含めた4局から、標準電波・光テレホン JJY・NTP 等の各手法で、ほぼ停止することなく時刻を供給したほか、NTP サーバの冗長運用を強化する実用実証や非常時対応の強化に取り組んだこと
- 二次周波数標準として国際的に認められている機構が開発した光格子時計の周波数を基準に水素メーザの周波数を評価した結果を BIPM に提供することで、BIPM が計算する国際原子時校正に貢献したこと
- 度量衡に関する国際委員会 CCTF において、2030 年度に想定される「秒の再定義」に向けた国際度量衡総会決議文書案作成、ホワイトペーパー作成等、多様な活動に貢献したこと
- 可搬型のコンパクトな原子時計の開発において、東京工業大学と連携し、レガシープロセス(> 150nm)を活用した発振器の製作を行い、本技術を国内の既存設備をうまく活用した大量生産工程に乗せるための議論を企業との間で開始するとともに、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)発振器の非線形解析を進捗させたこと
- 大阪大学との共同研究により、無線電力伝送において Wi-Wi での時刻同期が有線時刻同期と同等の電力伝送効率を得られることを実験的に示

(ウ)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。

(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地下水変動等の外的擾乱による雑音混入を定量的に評価するために、相対重力値の連続観測に着手する。また、国土地理院等測地観測関連機関と連携して世界測地系での光周波数標準器とGNSS等の測地基準点との結合観測を実施し、同時に重力値データの解析を行う。  
•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波長標準器の不確かさ評価を行い、その結果の誌上発表を行う。また、Beyond 5Gにおける効率的な帯域利用に資する、小型・可搬型0.3THz標準器の高度化を実施する。また、周波数校正業務のsub-THz帯への拡張に向けた課題を明確化する。

⑤デジタル光学基盤技術  
次世代通信システムに利用可

(5)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

(5)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実現を目指し、デジタルホログラムプリントによる

した。機構で開発した衛星双方向用モデムを用いてと東京大学の時刻差を評価し、開発した配信システムで両拠点で13ナノ秒以下で同期できていることを確認した。国際会議にてポスター発表を実施した。  
•原子時計チップ・近距離無線双方向時刻比較技術(Wi-Wi)等複数の新しいアイデアと研究室で蓄積してきた時空標準技術を融合させ、新たなパッケージ「時空間同期技術」としてB5G/6G時代のネットワークにおける時刻・クロック管理の提案を開始した。また、標準化推進室との連携のもと、時空間同期技術の標準化を期して、ITU-R WP5DでのIMT-2030技術トレンド調査への技術入力や、3GPP Release 18におけるStudy Item “5Gの耐災害性のあるタイミング及び時間敏感通信及び高信頼低遅延通信”をNokia等世界的なキャリア・ベンダーと共に設定する、等の活動を行った。

(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については、標準器周辺での地下水変動や地下構造の影響を調べ、周波数変動への地下構造の影響と地盤上下変動との切り分けを定量的に進めるために相対重力計を調達し、小金井本部2号館において重力加速度観測を開始した。また、地下水変動について東京都より観測井戸のデータを入手し、データ解析に着手した。  
•国土地理院の協力を得て令和3年度当初までに小金井本部での水準測量と相対重力測定を実施した。測量データの解析により、重力ポテンシャル値を $0.5\text{m}^2/\text{s}^2$ の不確かさで決定した。これにより重力シフトによる光周波数標準の不確かさが $2.2 \times 10^{-17}$ から $5 \times 10^{-18}$ に減少し、遠隔地の時計との18乗台での比較が可能になった。  
•テラヘルツ周波数標準技術については、まずCO分子安定化3THz波長標準器の高度化のために新規入手した量子カスケードレーザーの特性評価と、それを用いたCO分子吸収線の観測を実施した。また、COガスセルを新規設計・製作し、今後の確度評価における衝突シフト低減が期待できることを確認した。小型・可搬型の2台のアセチレン安定化レーザーからの光差周波0.3THz標準信号を発生し、その性能評価を実施した。  
•THz帯で動作する超高精度・広帯域の小型周波数カウンタの開発について、計量標準分野のトップジャーナル(Metrologia)に誌上発表し、同時に、本技術による周波数標準器の校正サービスの帯域拡張に関する課題を明確化すべく、電波業界などに広く周知するための報道発表を行った。

(5)デジタル光学基盤技術  
•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、及びデジタルホログラムによる実写の精密光学測定技術の研究開発を行った。自己干渉を応用し、自然光下で位相物体

したこと  
•時空間同期技術の標準化を期して、ITU-R WP5DでのIMT-2030技術トレンド調査への技術入力や、3GPP Release 18におけるStudy Item “5Gの耐災害性のあるタイミング及び時間敏感通信及び高信頼低遅延通信”の設定のための活動を行ったこと  
等が挙げられる。

【社会実装】  
ストロンチウム(Sr)光格子時計による高精度な周波数校正機能を導入した時刻信号発生システムが生成する時刻信号を用いたUTC(NICT)の定期的な歩度調整を開始したこと、韓国KRISS研究所、台湾TL研究所との間で機構が開発した新モデムによる衛星双方向搬送波位比較リンクを構築し、測定を開始したこと等、時間標準の供給と利用の拡大に資する社会実装の取り組みにおいて、社会実装に関する顕著な成果が認められる。  
顕著な研究成果として、  
•ストロンチウム(Sr)光格子時計による高精度な周波数校正機能を導入した時刻信号発生システムを構築し運用を開始するとともに、このシステムが生成する時刻信号を用いたUTC(NICT)の定期的な歩度調整を開始したこと  
•韓国KRISS研究所、台湾TL研究所との間で機構が開発した新モデムによる衛星双方向搬送波位比較リンクを構築し、測定を開始したこと  
•光(回線)テレホンJJYへの移行に伴い、利用者への周知と旧システムで使用できるアダプタの製作・商品化を着実に進めたこと  
等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

(5)デジタル光学基盤技術  
【科学的意義】  
HOPTECH ( Hologram Printing Technology) 技術において、露光装置

【デジタル光学基盤技術】  
• HOPTECH ( Hologram Printing Technology) 技術において、露光装置に起因してホログラムセ

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し、電磁波の回折現象を利用したデジタル光学基盤技術の研究開発を実施し、その技術確立とともに産業展開を促進するものとする。

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。

回折光学素子の製造に関する研究開発、及びデジタルホログラムによる実写の精密光学測定技術の研究開発を行う。

- 回折光学素子の製造では、従来の光学素子製造技術では難しい、複雑な光学特性をデジタル印刷で実現するために、安定的なホログラムプリント技術の研究開発を行い、一般に用いられる光学サイズである口径50mm程度の光学素子を安定的にプリントできる露光設備を整備する。
- また、プリントした光学素子を用いた光通信用素子等を実現するために、光学系の小型化・軽量化に寄与するホログラムデータの基礎設計を行う。
- 精密光学測定技術では、被写体の振幅・位相の同時測定を可能とするデジタルホログラム撮影法を拡張し、振動や裏面反射の影響を低減する光学系を構築することにより、撮像系の低ノイズ化を実現し、顕微鏡等への応用検討を始める。

(透明体)の定量位相測定を行うデジタルホログラフィ技術を開発し、微弱な光の3次元測定の高速化を進め70fps以上の動画で細胞の観察が可能な蛍光顕微鏡が実現できることを確認した。これをもとに、機構の未来ICT研究所、東北大学と共に透明なHeLa細胞の定量位相測定を行い、その成果が査読付き英語論文として採録された。

- HOPTECH(ホログラム印刷技術:Hologram Printing Technology)技術において、従来の光学素子製造技術では難しい、複雑な光学特性をデジタル印刷で実現することを目的に安定的なホログラムプリント技術の開発を行った。露光装置に起因してホログラムセル内に生じる波面収差を、干渉に基づく手法で計測し、被検波面を推定し補償する方法を新たに開発し、ホログラムプリンターを安定化した。
- HOPTECH技術の改良を進め、記録波長に対し十分に高精度の位置決めをするプリンタを整備する事等により、一般に用いられる光学サイズである口径50mm程度の光学素子を安定的にプリントできる露光設備を整備した。
- HOPTECH技術の改良において、国内自動車部品メーカーとの共同研究では資金受け入れと共に2名の協力研究員を受け入れつつ、研究を進めた。
- 露光材料に現在用いているフォトポリマーについて、将来の実用化に向けて重要な耐候性の向上を目的とした材料メーカー等との共同研究やNDAベースでの連携等の取り組みを行った。
- プリントした光学素子を用いた光通信用素子等を実現することを目的に、光学系の小型化・軽量化に寄与するホログラムデータの基礎設計を行った。通信に用いられる波長帯域850nmにおけるホログラムデータの基本的な設計に取り組み、材料厚を400μmとして、精追尾機構を用いた既に実現されている空間光通信装置のビットエラーレート(BER)値等を参照することにより、十分な強度でかつBERが $10^{-12}$ を下回る角度幅を求めたところ、5多重記録で±0.06度に相当する性能を得た。これは多重記録をしなかった場合と比較して約3倍の大きさとなる性能に相当する。
- 機械学習を用いたHOE(Holographic Optical Element)の設計手法を開発し、理想レンズの位相分布に迫る結像特性を実現した。
- 被写体の振幅・位相の同時測定を可能とするデジタルホログラム撮影法を拡張し、振動に強く、持ち運び可能な手のひらサイズの3次元顕微鏡・ホログラムセンサの実現につながる1辺が約25mmの小型ホログラムセンサの試作に成功した。物体の3次元測定が可能であることを実証し、米国光学会(OSA) Continuum誌に採録されEditor's pickに選出されるなど、学術的に高い評価を得た。
- 振動や裏面反射の影響を低減する光学系を構築し、撮像系の低ノイズ化を実現し、顕微鏡等への応用検討を開始した。さらに、国内電子デバイスメーカーと精密光学測定技術に関する共同研究を進め、外部資金を受け入れた。

に起因してホログラムセル内に生じる波面収差を、干渉に基づく手法で計測し、被検波面を推定し補償する方法を新たに開発したこと等、デジタル光学基盤技術の今後の大きな発展に資する、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- HOPTECH技術において、露光装置に起因してホログラムセル内に生じる波面収差を、干渉に基づく手法で計測し、被検波面を推定し補償する方法を新たに開発したこと
- 振動に強く、持ち運び可能な手のひらサイズの3次元顕微鏡・ホログラムセンサの実現につながる1辺が25mmの小型ホログラムセンサの試作に成功し物体の3次元測定が可能であることを実証するとともに、成果がOSA Continuum誌に採録されEditor's pickに選出されたこと
- 自己干渉を応用し、自然光下で位相物体(透明体)の定量測定を行うデジタルホログラフィ技術を開発し、機構の未来ICT研究所、東北大学と共に透明なHeLa細胞の定量位相測定を行った成果が査読付き英語論文として採録されたこと

等が挙げられる。

【社会的価値】

プリントした光学素子を用いた光通信用素子等を実現することを目的に、通信に用いられる波長帯域850nmにおけるホログラムデータの基本的な設計に取り組み、多重記録をしなかった場合、または鏡と比較して約3倍の大きさである性能を得たこと等、社会的有用性に高いポテンシャルを有するホログラム技術につき、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として

- プリントした光学素子を用いた光通信用素子等を実現することを目的に、通信に用いられる波長帯域850nmにおけるホログラムデータの基本的な設計に取り組み、空間光通信装置のビットエラーレート値等を参照することにより、十分な光強度でかつBERが $10^{-12}$ を下回る角度幅が多重記録をしなかった場合、または鏡と比較して約3倍の大きさである

ル内に生じる波面収差を、干渉に基づく手法で計測し、被検波面を推定し補償する方法を新たに開発したこと等、デジタル光学基盤技術の今後の大きな発展に資する科学的意義を有する顕著な成果が認められる。

また、振動に強く、持ち運び可能な手のひらサイズの3次元顕微鏡・ホログラムセンサの実現につながる1辺が25mmの小型ホログラムセンサの試作に成功し物体の3次元測定が可能であることを実証したことは、ホログラムの新しい適用領域の開拓として社会実装につながる顕著な成果と認められる。

- 手のひらサイズの小型ホログラムセンサの実現によって、現状高価なホログラフィック顕微鏡が小型化・低廉化し、更に使い勝手や分析性能が良くなれば、バイオテクノロジー分野や医療診断分野はもちろん、幅広い学術分野・イノベーション領域への貢献が期待される。

3. 機構法第 14 条第 1 項第 3 号から第 5 号までの業務

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

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

<評価軸>  
・業務が継続的かつ安定的に

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

性能を得たこと  
 ・精密光学測定技術に関する国内電子デバイスメーカーとの共同研究を進めたこと  
 ・自己干渉を応用し、自然光下で位相物体(透明体)の定量位相測定を行うデジタルホログラフィ技術を開発し、70fps 以上の動画で細胞の観察が可能な蛍光顕微鏡が実現できることを確認したこと  
 ・機械学習を用いた HOE(Holographic Optical Element) の設計手法を開発し、理想レンズの位相分布に迫る結像特性を実現したこと  
 等が挙げられる。

【社会実装】

HOPTECH 技術の改良・露光材料に現在用いているフォトポリマーの将来の実用化に向けて重要な耐候性の向上に関する共同研究を進める等、社会実装に関する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- ・ HOPTECH 技術の改良を進め、一般に用いられる光学サイズである口径 50mm 程度のホログラフィック光学素子を安定的にプリントできる露光設備を整備したこと
- ・ HOPTECH 技術の改良において、資金の受け入れと共に 2 名の協力研究員を受け入れつつ、国内自動車部品メーカーとの共同研究を進めていること
- ・ 露光材料に現在用いているフォトポリマーについて、将来の実用化に向けて重要な耐候性の向上を目的として材料メーカー等との共同研究や NDA ベースでの連携等の取り組みを行っていること  
 等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

1-(3)時空標準技術に含めて自己評

<p>NICT 法第 14 条第 1 項第 3 号に基づき、社会経済活動の秩序維持のために不可欠な尺度となる周波数標準値を設定し、標準電波を発射し、及び標準時を通報する業務を行う。</p> <p>また、NICT 法第 14 条第 1 項第 4 号に基づき、短波帯通信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地磁気及び電離圏の乱れ、宇宙放射線の変動に関する観測や予報・警報を行う。</p> <p>さらに、NICT 法第 14 条第 1 項第 5 号に基づき、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測定結果の正確さを保つための較正を行う。</p> <p>これらの業務は、社会経済活動を根底から支えている重要な業務であり、継続的かつ安定的に実施するものとする。本業務は、「1. 重点研究開発分野の研究開発等」における研究開発課題の一定の事業等のまとめに含まれるものとし、評価については、別紙 3 に掲</p>	<p><b>項第 3 号の業務</b> 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。</p> <p><b>3-2. 機構法第 14 条第 1 項第 4 号の業務</b> 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。</p> <p><b>3-3. 機構法第 14 条第 1 項第 5 号の業務</b> 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、</p>	<p><b>号の業務</b> 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。</p> <p><b>3-2. 機構法第 14 条第 1 項第 4 号の業務</b> 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。</p> <p><b>3-3. 機構法第 14 条第 1 項第 5 号の業務</b> 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。</p>	<p>実施されているか。</p> <p>&lt;指標&gt; 【評価指標】 ・各業務の実施結果としての利用状況 【モニタリング指標】 ・各業務の実施状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本部 UTC(NICT)時系と神戸副局時系を協定世界時との時刻差 20 ナノ秒以内に高精度に維持し、2つの標準電波送信所を含めた4局から、標準電波・光テレホン JJY・NTP 等の各手法で、ほぼ停止することなく時刻を供給した。</li> <li>テレホン JJY については、光(回線)テレホン JJY(第4期に技術開発・実装)への移行を利用者に周知すると共に、旧システムで使用できるアダプタの製作を事業者に提案し商品化させることで、着実に進めた。</li> </ul> <p><b>3-2. 機構法第 14 条第 1 項第 4 号の業務</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>山川電波観測施設で実施している太陽電波定常観測において、観測システムの老朽化したバックエンド部等の全面改修を行うとともに、太陽電波バーストの自動検出プログラムの検証を実施した。業務で利用している国土地理院 GEONET の GPS データを利用した TEC 導出システムをデータ遅延や欠損等でも止まらないようにするための改修を実施することで、観測に必要な基盤の整備を進めた。共同研究1件を実施した。</li> <li>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、メール、ウェブサイト、SNS 等での情報発信を含め、宇宙天気予報業務を継続的かつ安定的に実施した。令和3年 10 月 29 日に発生した X1 フレアについて、現象の概況及び社会的影響の予報情報を機構のウェブで発表したことが、多数のメディアで放送・掲載された。また、災害時の宇宙天気予報業務の継続を想定して、情報システムグループと連携し機構のネットワークに依存せず遠隔地からでも神戸副局のシステムで業務を実施できるようにした。確率情報を伴った予報を発信していくために、開発している確率予報モデルの評価を開始した。ウェブ発表1件を実施した。</li> </ul> <p><b>3-3. 機構法第 14 条第 1 項第 5 号の業務</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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 110-330GHz 用の電力計やスペクトラムアナライザの較正を 10 件実施して、新スプリアス規格に対応できる体制を整備し、5G ベンダー等の無線機器・測定機器メーカー等に提供できる体制を整えることができたのに加えて、300GHz 帯の無線局(実験試験局)の免許申請・交付ができるようにした。その結果、実験試験局を用いた屋外実験が可能になり、B5G の技術開発に貢献した。4K/8K 放送の受信設備等</li> </ul>	<p>価</p> <p>1-(2)宇宙環境計測技術に含めて自己評価</p> <p>1-(4)電磁環境技術に含めて自己評価</p>
---	--	--	--	---	--

<p>げる評価軸及び指標を用いて、研究開発課題と併せて実施する。</p>	<p>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。</p>		<p>に必要な 75Ω 系の電力計較正システムを ISO/IEC17025 に対応させるとともに国際相互認証(国際 MRA) 認定も合わせて取得し、JCSS 登録事業者として我が国で唯一のサービス提供を継続した。これにより、国内で開発されたテレビ等、受信設備の輸出に必要な性能試験を、国内で実施できるようになり、輸出先で行っていた試験に掛かる経費の削減を可能にした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>周波数標準器の較正については、国家標準である周波数原器が生成する周波数と直接比較した較正結果を提供する jcass 校正を実施する指定校正機関(計量法における国内最上位の校正機関)として、外国人によるレビューを含む継続審査を受けて合格し、我が国の計量システムの維持に務めた。さらに国際 MRA を可能とする ASNITE 認定も更新させ、機構による較正結果が世界中で受け入れられ、諸外国との取引において重複して行われていた試験を省くことができる One-stop Testing を可能にした。</li> </ul>		
--------------------------------------	--	--	---	--	--

#### 4. その他参考情報

<p> </p>
----------



様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 1. 重点研究開発分野の研究開発等 (2)革新的ネットワーク分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠(個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項第一号、第二号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182-03

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)					
	基準値等 (前中長期目標期間 最終年度値)	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
査読付き論文数	—	239					予算額(百万円)	11,248				
招待講演数※1	—	148					決算額(百万円)	10,886				
論文の合計被引用数※2	—	27					経常費用(百万円)	9,142				
実施許諾件数	30	21					経常利益(百万円)	△204				
報道発表件数	7	4					行政コスト(百万円)	9,387				
共同研究件数※3	—	131					従事人員数(人)	75				
標準化や国内制度化の寄与件数	—	101										
標準化や国内制度化の委員数	—	39										

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数  
 ※2 合計被引用数は、当該年度に発表した論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく該年度の被引用総数(当該年度の3月末調査)。  
 ※3 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(該年度の3月末調査)。  
 ※4 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸(評価の視点)、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価	
				主な業務実績等	自己評価		
1. 重点研究開発分野の研究開発等	1-2. 革新的ネットワーク分野 Beyond 5G 時代におけ	1-2. 革新的ネットワーク分野	<評価軸> ・研究開発等の取組・		A	評価	A
					1-2. 革新的ネットワーク分野 年度計画を着実に実施した上で、フ ォトニックネットワーク技術において、非	<評価に至った理由> 適正、効果的かつ効率的な業務 運営の下で「研究開発成果の最大	

**(2)革新的ネットワーク分野**

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变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、「社会を繋ぐ」能力として、通信量の爆発的増加等に対応するため地上や衛星等のネットワークを多層的に接続する基礎的・基盤的な技術が不可欠であり、Beyond 5Gを支える基盤技術として期待されることから、【重要度:高】として、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ものとする。

**①計算機能複合型ネットワーク技術**

Beyond 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、高品質通信を安定的に提供する通信アーキテクチャ、急増する通信トラフィックを支える大容量フォトニックネットワーク、光ファイバ通信と無線通信を調和的に融合するアクセス技術等に資する研究

る Society 5.0の高度化による社会システムの变革を実現するため、通信トラフィ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。

**(1)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变革に

**(1)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。

成果の科学的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）が十分に大きなものであるか。

- 研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。
- 研究開発等の成果を社会実装につなげる取組（技術シーズを実用化・事業化に導く等）が十分であるか。

＜指標＞

【評価指標】

- ・具体的な研究開発成果
- ・研究開発成果の移転及び利用の状況
- ・共同研究や産学官連携の状況
- ・データベース等の研究開発成果の公表状況
- ・（個別の研究開発課題における）標

**(1)計算機能複合型ネットワーク技術**

常に優れた成果を上げた。また、複数の中項目（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、光・電波融合アクセス基盤技術、宇宙通信基盤技術）において、優れた成果を上げた。

このことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。

**(1)計算機能複合型ネットワーク技術【科学的意義】**

ネットワークの運用自動化レベル4を対象とした制御管理機構の基本設計を行う等、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、効率性、信頼性の向上に資する様々な機能やフレームワークに関する研究を進展させ、成果が著名な国際会議で採択される等、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。顕著な研究成果として、

- ・多様なアプリケーション QoE 保証を行う 高度分散協調型テレメトリーに基づく自動制御管理機構として、ネットワークの運用自動化レベル4を対象とした制御管理機構の基本設計を行い、その成果が国際会議 IEEE CloudNet 2021において招待論文として発表されたこと

化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。

主な状況は以下のとおり。

- ・科学的意義の点からは、早期実用化に適した標準外径マルチコアファイバと既に実用化されている標準単一モードファイバにおいて合計3つの世界記録を樹立しており、世界を牽引する成果を創出している。また、全二重通信の基地局実装技術を提案し、旗艦論文誌や著名な国際会議に採録されたことは、科学的意義の点だけでなく、Beyond 5Gへの波及効果の高い成果として高く評価できる。社会的価値の点からは、機構が提案する3次元ネットワークについて、スペース ICT 推進フォーラム、分科会、国際会議だけでなく、日欧国際間長距離 5G ネットワークの技術実証を行い、国際的なレベルで認知向上に向けた取組を着実に推進しており、民間事業者単独では困難な国の研究機関ならではの取組として評価できる。

**【計算機能複合型ネットワーク技術】**

- ・ITU-T SG13に提案した「AIによるネットワークサービス提供の機能フレームワーク」と「ICNによるヘテロジニアスなアプリケーション環境の連携機構」が、それぞれ ITU-T 勧告 Y.3178、Y.3077として承認される等、科学的意義に加えて社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

開発を実施するものとする。

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。

#### (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

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。

#### (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

多様なアプリケーション QoE (Quality of Experience) の保証に向けて、拡張性の高いオープンネットワークテレメトリによる情報収集管理技術、及びヒューリスティック手法を用いた高度情報分析モデルに基づくネットワーク制御技術の設計に着手する。また、制御管理対象基盤として、新たなデータ転送プラットフォームを設計し、仮想化通信基礎基盤及びインターフェースを実装する。さらに、当該技術に関する国際標準化活動を開始する。

準や国内制度の成立寄与状況

#### 【モニタリング指標】

- ・ 査読付き論文数
- ・ 招待講演数
- ・ 論文の合計被引用数
- ・ 研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数（実施許諾件数等）
- ・ 報道発表や展示会出展等の取組件数
- ・ 共同研究件数
- ・ （個別の研究開発課題における）標準化や国内制度化の寄与件数

#### (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

- ・ B5G 時代に求められる多様なアプリケーションの QoE 保証のため、以下の研究開発を実施した。多様なアプリケーション QoE 保証を行う高度分散協調型テレメトリに基づく情報分析/管理技術による自動制御管理機構として、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）を対象とした制御管理機構の基本設計を行った。具体的には、サーバ負荷の時間変動に起因して生じる通信品質劣化を抑制する資源自動調整を可能にする手法（仮想網機能（VNF）の CPU 利用分析を高度化させる2段階 IMP 技術）を提案し、AI 未使用時と比較して CPU ピーク利用予測誤差を 24% 以上低減できるモデルを6秒未満で自動導出できることを示し、B5G 時代に求められるネットワークサービスの通信品質保証のための指標を示した。成果を IEEE CloudNet 2021 で招待論文として発表した。
- 各サービスの仮想ネットワーク構築プロセス全体に要する合計時間を短縮する手法として、遺伝的プログラミング（GP）及びヒューリスティック最適化による仮想資源自動割当法を提案し、初期資源割当の解を従来の3～6倍高速に導出できることを示し、各サービスの品質要求に合う仮想ネットワークを、従来にない短時間で構築可能とした。その成果が、国際会議 IFIP/IEEE IM 2021（Main Session 採択率 24%）に採択された。
- AI/ML を用いたネットワーク管理自動化に関して、前年度に実施した総務省直轄委託研究成果が IEICE Trans. Inf. Syst.（英文誌 ED）に掲載されると共に、外部機関のネットワークと相互接続検証した実験結果が国際会議 iPOP にて公開された。さらに令和3年度の総務省直轄委託研究成果を、招待・依頼講演（計3件）で発表した。ETSI、3GPP、ITU の標準化動向、および機構の標準化活動をまとめ、標準化動向の報告をメインに扱っている学術論文誌 IEEE Communications Standards Magazine に掲載された。
- 制御管理対象基盤として、他の通信基盤との相互接続性を有する基盤の実現のため、ETSI OSM（Open Source MANO）標準をベースとし、かつ機構独自の制御管理用インターフェースを含む新プラットフォームを初期実装した。マルチベンダの装置やツール等が混在するヘテロロジーニースネットワーク環境において、通信ネットワーク基盤の制御管理の高速化や通信品質向上のための基盤再構成を分単位で実現する技術の連携実証に向けて、欧州の通信事業者および大学との共同研究契約を締結した。
- ネットワークテレメトリにおけるデータの抽象化とアーキテクチャフレームワークに関する技術要件を IETF OPSAWG に標準化提案し、ラストコール（詳細を検討するグループのレビューが完了した状態。この後、最終的な文章チェック行われて RFC が発行される。）を完了させた。また、機構と共に総務省直轄委託研究に参画した国内の通信事業者及び SI 事業者と共同で ITU-T SG13 に

- ・ 各サービスの仮想ネットワーク構築に要する合計時間を短縮する手法として提案した仮想資源自動割当法の成果が、国際会議 IFIP/IEEE IM 2021（Main Session）に採択されたこと
  - ・ ネットワークサービス機能のオフローディング機構の設計・実装を実施し、ネットワーク負荷8割程度削減を示した論文が IEEE NetSoft 2021 に採択されたこと
  - ・ 量子鍵配送ネットワークのためのネットワーク内キャッシュと経路制御方式を提案し、量子暗号鍵の利用効率を 2.5 倍以上向上することを確認した論文が IEEE Globecom 2021 に採択されたこと
- 等が挙げられる。

#### 【社会的価値】

- ITU-T SG13 に提案した「AI によるネットワークサービス提供の機能フレームワーク」と「ICN によるヘテロロジーニースなアプリケーション環境の連携機構」が、それぞれ Y.3178、Y.3077 として勧告承認される等、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。
- 顕著な研究成果として、
- ・ ネットワークテレメトリにおけるデータの抽象化とアーキテクチャフレームワークに関する技術要件を IETF OPSAWG に提案し、ラストコール（詳細を検討するグループのレビューが完了した状態。この後、最終的な文章チェックが行われて RFC が発行される。）を完了したこと
  - ・ 国内の通信事業者及び SI 事業者と共同で ITU-T SG13 に提案した「AI によるネットワークサービス提供の機能フレームワーク」が Y.3178 として勧告承認されたこと
  - ・ 標準化活動につき、ITU-T SG13 において、「ICN によるヘテロロジーニースなアプリケーション環境の連携機構」が、Y.3077 として勧告承認されたこと、また、IGMP/MLD マルチキャストプロトコル拡張機能を IETF PIM WG に対して標準化提案しラストコールを完了させたこと、ネットワーク内符号化処理の技術方式と要件を IRTF NWCRG に対して、名前解決システムに関する要件を IRTF ICNRG に対して提案し、それぞれラストコールを完

**(イ)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。

**(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**

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

**(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処理機能オフローディングのため、プログラマブルハードウェアルーターフレームワークの基本設計を行う。低遅延処理の一機能として、FPGAで実行可能なデータ改竄検証機能及び送信者認証機能の実装を行う。また、パケット転送機構と連携しながらこれらの機能を呼び出すデータ転送処理機構の基本設計を行い、FPGA に当該基本機能実装を行う。

**(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**

アプリケーションやサービスが求める信頼性や有効性等の特性を判断して情報提供を可能とする情報特性指向型ネットワークプラットフォームの基本設計を行う。情報特性に基づく経路制御のシミュレーションを可能とするネットワークシミュレータを一次実装・検証すると共に、同プラットフォームに適した分散台帳による制御管理プレーンの実現に向けたネットワーク機能の開発に着手する。

提案した「AI によるネットワークサービス提供の機能フレームワーク」が、Y.3178 (Functional framework of AI-based network service provisioning in future networks including IMT-2020)として令和3年7月に勧告承認された。IETF 及び ITU-T での国際標準の成立により、AI を活用したネットワークサービスの実用化と普及が加速すると共に、相互接続可能な通信機器の開発が進み、ネットワークサービス分野の市場拡大と共に、ユーザにとっての利便性向上にも繋がる事が期待される。

**(イ)遅延保証型ルーター技術**

遅延保証型ルーター技術として、以下の研究開発を実施した。

- B5G 時代に必要となる高機能なプログラマブルルーターの実現を目指し、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 を用い、高負荷な処理を低遅延化するためのオフローディング機能として、パケット転送中のコンテンツ改竄検証機能、及び、パケット転送時間保証のための優先制御機構の基本設計・開発を実施した。(注:世界的な半導体不足のため実装・実験は遅延している。ただし、開発自体は計画通りに進んでおり、次年度に行う実装・実験は、スケジュールの見直しにより達成可能である)。同 FPGA ルーター開発・検証実験のため、外部機関(高専)と共同研究契約を締結した。同 FPGA ルーターを用いた遠隔授業方式に関して IEICE CS 研究会にて招待講演を実施した。
- 第4期に開発した情報指向型パケット転送機構を応用して上記 FPGA ルーターの機能を呼び出す転送処理機構を設計した。加えて、大規模な高画質遠隔授業映像配信環境のための遠隔授業エミュレータを、FPGA を内包する Smart NIC を活用して開発した。本エミュレータは義務教育一学年に相当する 100 名規模(96 名)の授業をカバーでき、また、VM あたり 100Mbps の通信速度を達成することで、Zoom 等のオンライン会議システム(高画質設定で 2~3Mbps)と比較して数十倍以上の高画質な動画を配信できるのみならず、将来的に利用が想定されている 8K 動画(現在の 20Mbps の 4K 動画の4倍にあたる 80Mbpsとして計算)の配信実験が可能である。

**(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**

- 情報特性指向型ネットワークプラットフォームの研究開発として、効率的なネットワーク内コンピューティングのための経路制御機能を持つ特性指向型ネットワークプラットフォームを設計し、同プラットフォーム向けネットワークシミュレータの一次実装を完了した。同プラットフォーム実装の基礎となるオープンソース(第4期の成果である情報指向ネットワーク機能(Cefore))、および、既存技術 Kubernetes コンテナを用いたネットワーク処理機能の高速配置(特定環境において1分以内)を可能とするマイクロサービスの設計及び初期実装を完了させた。このプロトタイプを用い、IEICE ICN 研究会にてワークショップおよびハッカソンを実施した。さらに、電子情報通信学会誌 令和3年4月号に、“情報指向ネットワークの最新動向「オープンソース Cefore がもたらす新しいネットワークサービスの可能性」”と題した解説論文を寄稿した。
- ネットワークサービス機能のオフローディング機構の設計・実装を行い、ネットワーク負荷を8割程度削減できることを示した。論

了させたこと  
等が挙げられる。

**【社会実装】**

通信事業者を含む他機関との連携など、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

じて応用研究の実施やサービスの具現化を目指す。

**②次世代ワイヤレス技術**

多種多様なサービスが収容される Beyond 5G 基盤技術の実現に向け、通信環境の模擬及び当該模擬環境を用いた様々な無線技術の評価を通じ、通信容量向上、柔軟な無線機動作の制御、通信エリア

**(2)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

**(2)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接続を検証する無線システム評価技術の研究開発、端末・基地局間連携を加速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。

文が IEEE NetSoft 2021 に採択され、IEICE NS 研究会にて関連技術の招待講演を実施した。本成果により、今後のネットワーク内処理におけるネットワーク資源の有効利用とユーザ体感品質の向上に、有望な設計・実装の指針を得た。

- 世界で初めて量子鍵配送ネットワークと情報指向ネットワーク（ネットワーク内キャッシュと経路制御方式）の連携・融合を提案し、量子暗号鍵の利用効率を 2.5 倍以上向上し、コンテンツ取得時間を約半分に低減することを確認した論文が IEEE Globecom 2021 に採択された。本成果は、高いセキュリティを確保可能な量子通信の効率化・発展につながるものである。
- 関連技術に対する標準化活動を第4期から継続して行い、ITU-T SG13 において、「ICN によるヘテロジニアスなアプリケーション環境の連携機構」が、Y.3077 (Framework for interworking of heterogeneous application domain connected objects through information-centric networking in IMT-2020)として勧告承認された。また、IGMP/MLD マルチキャストプロトコル拡張機能を IETF PIM WG に対して標準化提案し、ラストコールを完了させた。さらに、ネットワーク内符号化処理の技術方式と要件を IRTF NWCRG に対して、また、コンテンツ名前解決システムに関する要件を IRTF ICNRG に対して提案し、それぞれラストコールを完了させた。これらの標準化に関わる活動や成果は、ネットワーク内処理やその制御における実装の相互接続性の向上、および、技術の普及促進につながるものである。
- 分散台帳による制御管理プレーンの実現に向け、ネットワーク内コンピューティングのための分散台帳に基づく制御管理機能の設計を実施し、既存ブロックチェーンネットワークで実現が困難であったビザンチン障害耐性を持つネットワーク構成方式を提案した。提案方式により結託攻撃ノード率3割時も 99%の到達率が実現できることを確認した。開発成果を論文誌等へ投稿予定である。
- 自律動作する超多数のコンピュータが構成する B5G ネットワークに適した非集中型のデータ管理基盤である分散台帳(例:ブロックチェーン)において、従来から懸念されてきた保存データ容量の制約・機密データの保護・アクセス応答遅延の増大といった課題を解決する新たなネットワーク内ストレージ機能の初期設計を行った。

**(2)次世代ワイヤレス技術**

**(2)次世代ワイヤレス技術**

**【科学的意義】**  
全二重無線通信における基地局実装技術につき目標値を大きく上回るキャンセル性能が得られることを確認したこと、特定の歪み特性を有する場合の通信性能最適化等の研究を実施し、成果が旗艦論文誌に採録されたこと等、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。  
顕著な研究成果として、  
• 全二重無線通信における基地局実装技術につき、怠惰学習を用いたデジタル SI キャンセラがアナログ部で SI を 60dB 抑圧する条件下でフェージ

**【次世代ワイヤレス技術】**

- ワイヤレスエミュレータプロジェクトを産学 10 組織とともに推進したこと、テラヘルツ波及び製造現場や自動運転における低遅延無線システムの標準化を推進したこと等、社会経済の様々な領域での活用が見込まれる技術において、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。また、総合テストベッド研究開発推進センターと連携したワイヤレスエミュレータプロジェクトの概要と成果をまとめた記事

の拡大を目指す次世代ワイヤレス技術の研究開発を実施するものとする。

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。

#### (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、見通し内だけでなく、見通し外環境も含めた無線通信中継システムの高精度模擬に関する研究開発を行う。また、エリア内通信の可視化によるリアルタイムネットワーク最適化技術に関する研究開発を行う。
- 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、クラウド間連携による遅延補正・同期を実現する技術の研究開発を行う。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技術に関する研究開発を行う。
- CPS 高度化技術の確立を目的として、拡張された無線周波数帯を有効に利用するミリ波、テラヘルツ波通信システムの実装・模擬のための研究開発を行う。また、複数の電波システムの模擬をそれぞれ実現・協調するためのネットワーク間連携技術の実装について検討する。

#### (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

- 物理空間の動的変化予測・反映技術について、サイバー空間上で電波システムを模擬することにより低コスト、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に関する研究開発を国内の 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実施した。ドローン、ITS など、ワイヤレスエミュレータを適用が期待されるアプリケーションを設定し、電波伝搬モデル開発を中心に研究開発を行った。具体的には、見通し外を含む橋梁環境の点検用ドローンの通信安定化を目指し、電波伝搬測定により橋梁構造による遮蔽の影響を含む電波伝搬特性を明らかにした。また、ITS における自動運転高信頼化を目的として、ミリ波帯において異なる材料を対象とし、角度ごとの反射特性データを反映したミリ波レーダの高精度模擬の基本技術を実装した。工場環境では、無線機の位置を変化させて伝搬測定を実施し、データ解析の結果、直接波とクラスタ状の遅延波により遅延プロファイルがモデル化できることを示し、工場環境の受信電力変動モデルをまとめた論文が WPMC2021 に採択された。
- 無線ネットワークを柔軟かつオンデマンドに構築することを目指し、ユーザの分布、移動基地局(車両や UAV)の軌道や速度等に基づく移動基地局の最適選択・配置を可能とするアルゴリズムを開発した。ミリ波帯ネットワークの固定基地局と移動基地局が混在する環境において、移動局の割合を 50%とすることでエッジユーザ容量を 72%向上できることを示し、過密な利用が想定される将来のミリ波ネットワークにおいて、移動基地局が効率的にトラヒックを収容できることを示した。本成果は IEEE Open J. Commun. Soc.に採録された。
- エリア内通信の可視化によるリアルタイムネットワーク最適化について、電波伝搬の性質としてフレネルゾーン概念を実装し、人・モノが存在する環境での電波伝搬変動を高精度に可視化するための基礎アルゴリズムを開発した。基礎アルゴリズムが直接波伝搬路の人体遮蔽の影響を表現できることを確認した。
- 遠隔物理ネットワーク間同期制御技術について、国内自動運転関連企業と連携し、路側センサ情報収集ネットワークと自動走行車制御用ネットワークが連動する統合 ITS 検証基盤の基本構成を検討すると共に、ワイヤレスエミュレータの仮想環境上での検証基盤構築に着手した。総合テストベッド研究開発推進センターが担当する仮想環境検証基盤において、多様な電波システムと電波発射挙動を模擬する模擬無線システムの開発を継続した。また、仮想環境に配置した自動走行車を、車両が取得したセンサ情報を用いて Autoware で制御する基本システムを構築し、令和4年3月に開催したワイヤレスエミュレータシンポジウムにおいて自動走行時の衝突回避などのデモを実施した。シンポジウムの概要及びデモについてまとめた記事が電波新聞に掲載され

ング環境においても 110dB の目標値に対して 134dB のキャンセル性能が得られることを確認するとともに、成果が国際会議 IEEE PIMRC 2021 で発表されたこと

- 電力増幅器などの非線形性の影響を理論解析により評価する手法を開発し、特定の非線形性(歪み特性)を有する場合に全二重無線通信の通信性能が最適化され、線形条件に対してシンボル誤り率を2桁低減できることを示すとともに、成果が論文誌 IEEE Trans. Wireless Commun.に採録されたこと
- スペクトラム利用高効率化を促進する干渉把握・制御技術として、500MHz の広い帯域で複数の既存システムからの電波到来方向を同時に推定するアルゴリズムを開発し、従来法より約 80%の計算量削減が可能であることを示すとともに、成果を示した論文がスマート無線研究会論文賞を受賞したこと
- 無線ネットワークを柔軟かつオンデマンドに構築するための移動基地局の最適選択・配置を可能とするアルゴリズムの開発において、ミリ波帯ネットワークの固定基地局と移動基地局が混在する環境における検討成果が論文誌 IEEE Open J. Commun. Soc.に採録されたこと
- その他の成果が、論文誌 (Elsevier, Vehicular Communications ・ The Journal of Engineering・IEICE 英文誌 ・ WCMC) や国際会議 (IEEE VTC-Spring 2021・IEEE PIMRC 2021・IEEE EMBC 2021)で採択されていること等が挙げられる。

#### 【社会的価値】

ワイヤレスエミュレータプロジェクトを産学 10 組織とともに推進したこと、テラヘルツ波、および、製造現場や自動運転における低遅延無線システムの標準化を推進したこと等、社会経済の様々な領域で活用される可能性のある技術の研究開発において、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

- 顕著な研究成果として、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連携してワイヤレスエミュレータプロジェクトを推進

が新聞に掲載され、更に「ワイヤレスエミュレータ活用シンポジウム」において、ITS やスマートオフィスなどの具体的な利活用シナリオを想定したデモの実施等が新聞に掲載されるなど、多くのステークホルダを巻き込む形で CPS の社会的認知度向上に貢献している。

た。

- 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技術として、カメラと無線により遠隔モビリティ制御を実現するスマート電子カーブミラーの研究開発を継続した。スマート電子カーブミラーにより取得した情報に基づき、ディープラーニングを用いて緊急性の高い交通情報伝送への無線リソース優先割り当て手法について、特に事故の危険性が高い交差点などの交通環境において、その有効性を主張した論文が Elsevier, Vehicular Communications 誌 (IF = 6.9) に採録された。スマート電子カーブミラーのような既設の路側設備を活用するモビリティ制御技術は、導入性の高さからも注目されており、自動車技術会の技術講習会において招待講演を実施した。

CPS 高度化技術の確立を目的として、以下の研究開発を実施した。

- 330GHz までの屋内環境電波伝搬モデル開発に資する電波測定実験を実施した。また、ITU-R SG3 会合においてテラヘルツ伝搬関連の情報を収集すると共に、テラヘルツ周波数分配に対する国際標準化への寄与として、新規レポートの提案や既存レポートの改訂提案、アンテナ測定データの提供など、ITU-R に 11 件、AWG に3件、IEEE 802 に1件、計 15 件の提案を行った。テラヘルツ連携研究室との連携による取り組みである。
- ワイヤレスエミュレータの仮想環境における無線機の振る舞いを高精度に模擬するため、アンテナ実装と筐体の影響を含む電波発射挙動モデルの開発を継続した。特にドローンについてはアンテナの取り付けやプロペラの回転状態が電波伝搬に与える影響を解析により確認し、仮想環境への反映手法について検討した。また、B5G の広帯域システムへの適用を想定した、5G に割当てられた複数の周波数帯で動作可能な端末用の地板を取り囲む帯状広帯域アンテナを提案し、比帯域で 130%以上、最大 172% の広帯域性能が得られることを確認した。帯状広帯域アンテナの提案についての成果が IET (The Journal of Engineering) に採録された。
- 複数の国内機関及び仮想環境検証基盤の開発を担当する総合テストベッド研究開発推進センターと連携し、ワイヤレスエミュレータプロジェクトを推進した。プロジェクトの概要、目標、成果についてまとめた記事が日経新聞に掲載された。さらに、具体的な利活用検討を推進する「ワイヤレスエミュレータ利活用社会推進フォーラム」の設立に寄与したことに加え、「ワイヤレスエミュレータ利活用シンポジウム」を開催し、ITS やスマートオフィスなどの具体的な利活用シナリオを想定したデモの実施等が電波新聞に掲載されるなど、研究開発成果の周知に貢献した。また、ワイヤレスエミュレータの実運用シナリオとしてドローンを用いた橋梁点検、ITS における自動走行支援などを定義し、台数やリンク数規模、チャネルモデル、ノードの移動性などの性能要件を整理した。さらに、B5G を想定した通信システム拡張として、MIMO、1対多通信機能の実装や、ミリ波帯通信の帯域幅 400MHz に対応可能な基本回路の開発を行った。総務省が主導する「課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」との連携を打診された。
- ワイヤレスエミュレータにおける各種ユースケースの内、多様なシステムもしくは多数デバイスの模擬が必要なシナリオ検証環境の実現に向けて、総合テストベッド研究開発推進センターと連携

し、その概要と成果をまとめた記事が日経新聞に掲載され、さらに「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などの具体的な利活用シナリオを想定したデモの実施等が電波新聞に掲載されるなど、研究開発成果の周知に貢献したこと

- 330GHz までの屋内環境電波伝搬モデル開発における国際標準化への寄与として ITU-R、AWG、IEEE802 に計 15 件の提案を実施し、国際的な議論に貢献したこと
- 工場における無線活用の促進に寄与する「製造現場をガッカリさせない無線評価虎の巻」を発行し FFPA による SRF 無線 PF 技術仕様書 ver.1.1 の一般公開に貢献したこと、さらに、製造現場における確実な制御処理パケットの伝送につながる遅延補償制御に必要なパラメータ設定手法を IEEE 802.1Q に Annex として追記するための提案が承認され、新規プロジェクトとして IEEE 802.1Qdq を立ち上げたこと
- 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の実現を目的として、低遅延と多数接続を両立する無線アクセス技術 STABLE の拡張において、通信品質向上を実現する送信ダイバーシティ方式及び低遅延を実現する連送方式を、国内自動車関連企業と連携して 3GPP TSG RAN WG1 へ寄書を入力し、3GPP Release 17 の策定に向けて貢献したこと

等が挙げられる。

**【社会実装】**

研究開発成果の社会実装を促進するため、多くの民間企業を巻き込んで組織間や異業種間の連携を促進した結果広範囲な連携が進んだこと等、社会実装に関する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- 国内自動車関連企業と共同で、実工場の部品搬送工程に搬送機器を自動運転化する無線システムの導入実験を実施し、「製造現場をガッカリさせない無線評価虎の巻」の評価手法に基づき、無線通信の安定化の実証

**(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。

**(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、異種無線ネットワーク構成における複数無線ネットワークへのアクセス制御アルゴリズムの開発を行う。また、当該アルゴリズムを前提とする複数無線ネットワークアクセス技術の実装を検討する。さらに、異種無線ネットワーク間相互連携技術の実装について検討する。
- 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、複数の電波システムの利用環境に準ずる様々な干渉状況を把握し、運用中の既存システムを検出するための電波到来方向推定アルゴリズムの開発を行う。また、干渉把握による周波数共用エリア構築技術の研究開発を行う。さらに、波形整形、全二重通信技術の実装について検討する。
- 超広域ネットワークによるネットワーク間連携強靱化技術の確立を目的として、HAPS、ドローンを効果的に介した遠隔地上ネットワーク連携制御に関する研究開発を行う。また、HAPS、ドローンによる地上モビリティネットワーク制御に関する研究開発を行う。
- On-Demand かつ Ad-Hoc な CPS の実現で、急速な時代の流れと環境の変化と個々の希望に柔軟に適応できる社会の実現を目的として、複数無線システム同時監視・可視化技術、制御システム情報連携型無線通信制御技術の研究開発を行う。また、各種システムへの無線通信を用いた制御を実現するための無線リソースの仮想化・動的管理及び遅延保証技術、オンデマンドネット

し、仮想無線機に最適な 802.11ax と 5G NR のスタック構成を検討した。特に 5G NR について、5GC 内の各エンティティをエミュレーション環境内にどのように機能配置すべきかを整理した。また、実無線機と仮想無線機との相互接続の基本機能を実装した。

**(イ) 端末・基地局間連携を加速する高度無線アクセスシステムの研究開発**

- セルサーチを省略し、自営網と公衆網のスムーズな連携を実現する事前仮想接続技術について、提案手法と鉄道実証をまとめた論文が IEICE 英文誌の 5G/B5G トライアル及び概念実証の特集号に採択された。さらに提案手法の適用拡張として、スマートフォンなどに適用可能な、公衆網用と自営網用の eSIM プロファイル高速切り替え技術を開発した。公衆網を介して自営網への接続情報を端末に提供するデータベース機能を実装した検証環境を整備した。
- 複数無線ネットワークへのアクセス制御アルゴリズムとしてモバイル対応マルチリンク集約技術の開発を行った。無線通信環境に適した輻輳制御及びマルチパススケジューリングアルゴリズムを MP-TCP に適用し、通信速度に差のある 2パスを使用する屋外実験により、遅い方のパスからの悪影響を低減して通信速度を保ちつつ RTT を半減することに成功した。開発成果が WPMC2021 に採択された。また、前年度のサイクリングイベント実証の成果に関する発表が、スマート無線研究会技術特別賞を受賞した。
- スペクトラム利用効率化を促進する干渉把握・制御技術として、運用中の既存システムを検出するための電波到来方向推定アルゴリズムの研究を実施し、膨大な数のサンプルを圧縮し少数サンプルで効率的に 500MHz の広い帯域で電波到来方向を推定するアルゴリズムを開発した。従来法と比較して、計算量の約 80%削減に成功した。成果が、スマート無線研究会論文賞を受賞した。また、ADC 速度に相当する帯域幅のスペクトルしか検出できなかった従来法に対して、ADC 速度の倍以上の帯域を有するスペクトル検出が可能な MA-MCS アルゴリズムを新規に開発した。開発成果につき、特許を出願した。さらに、開発成果が WPMC2021 に採択された。
- 周波数共用エリア構築技術として、B5G におけるより柔軟かつスケラブルな周波数共用技術の検討を継続した。オープンソースのシミュレータをベースに、事業者ごとの無線パラメータ(中心周波数、帯域幅等)を変更可能とする 5G NR の周波数共用シミュレータを開発し、高さ方向における周波数共用の基礎評価として、屋内フロア間での同一周波数帯共用時の周波数効率の改善評価を実施した。
- 波形整形技術として、可逆プリコーディングを適用し、理想的な誤り率を達成しつつ干渉電力抑圧を実現する OP-OFDM を開発した。従来の窓関数やフィルタをベースとした波形整形技術はノイズマージンを削るために誤り率特性が劣化するが、本手法では誤り率劣化なしに送信帯域両端で 50dB 以上の干渉電力抑圧に成功した。また、ピーク対平均電力比(PAPR)低減手法を提案し、DFT-s-OFDM と同等の計算量で、最大 6dB 程度の PAPR 低減効果を得た。さらに、計算量に優れた実用的な実装法と、PAPR 低減と干渉電力抑圧を同時に達成する手法について、特

に成功したこと

- ワイヤレスエミュレータの社会展開に向けた取り組みとして、機構が主導的な役割を果たし 19 機関 23 名の発起人により官民連携によるユーザーズ収集の場である「ワイヤレスエミュレータ利活用社会推進フォーラム」を設立し、さらに「ワイヤレスエミュレータ利活用シンポジウム」を開催して 408 名の参加者を得たことに加え、総務省が主導する「課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」との連携を打診されるなど、ワイヤレスエミュレータ利活用促進のためのコミュニティ形成を進展させたこと
- 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の実現を目的とした研究開発において、研究成果の事業化を見据えて国内自動車関連企業と異業種連携を推進したこと  
等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。



ワークスライジング技術の研究開発を行う。

許2件を出願した。

- 全二重無線通信における基地局の実装技術について、第4期において開発したアンテナとアナログ回路を結合評価し、帯域幅20MHzの自己干渉(SI)信号を目標値である60dB以上抑圧できることを実証した。成果がWPMC2021に採択された。怠惰学習を用いたデジタルSIキャンセラについて、アナログ部でSIを60dB抑圧する条件で、フェージング環境においても110dBの目標値に対して134dBのキャンセル性能が得られることを確認し、成果をIEEE PIMRC 2021で発表した。また、ソフトウェア無線機に実装し、SIを雑音レベルまで抑圧できることを確認した。(PIMRC: International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications)
- 電力増幅器などの非線形性の影響を理論解析により評価する手法を開発し、特定の非線形性を有する場合に全二重無線通信の通信性能が最適化され、線形条件に対してシンボル誤り率を2桁低減できることを示した。この成果は無線通信分野の旗艦論文誌IEEE Trans. Wireless Commun. (IFは7.01)に採録された。
- HAPS、ドローンを効果的に介した遠隔地上ネットワーク連携制御に関して、常陸那珂港にて、港湾点検用の回転翼型ドローンをを用いた動画像中継通信実験を行った。通信機器の40%軽量化によりドローン飛行距離の延伸を実現し、5kmの距離からリアルタイムにドローン搭載カメラから10fps(約5Mbps相当)でHD映像を受信でき、当初の目標を達成した。また、新潟県佐渡空港にて169MHz及び920MHzを用いた固定翼機のコマンド/テレメトリ情報の通信実験を実施した。固定翼機の高度や旋回時の機体の向きによる電波伝搬の影響を評価し、電波伝搬特性の変化を検証した。また、169MHzの見通し内通信実験では、固定翼機側無線機の送信電力が10mWの条件において、アンテナ取り付け方法の改善により1.4kmの通信に成功し、実用性を実証した。
- HAPS、ドローンによる地上モビリティネットワーク制御に関して、地上局とのフィーダーリンク用及びドローン搭載端末局との通信リンク用の共通リソースを空間・周波数・時間で分割する共用技術を提案した。成果はWPMC2021に採択された。また、前年度までに試作したHAPS用無線機器と130度の範囲でビーム制御可能なビームアンテナを有人航空機に搭載し、上空飛行時において本方式が有用であることを実証した。
- 工場の生産性維持のための無線安定運用形態を追求する、企業との共同研究団体である「FFPJ」の活動を継続し、企業間連携の下、複数無線システムの協調制御技術であるSRF無線PFのうち、同時可視化・監視を可能とするSRF無線センサを開発した。また、実工場内で実証を行い、特定の無線システムの収容可能台数算出に成功した。さらに、SRF無線PFの通信経路切替制御をAGV制御の安定化に適用可能であることを実証し、成果がWPMC2021に採択された。また、製造機器の無線リソースキャパシティを計算する手法を提案し、WPMC2021にてBest Paper Awardを受賞した。さらに製造現場の無線活用に関するリテラシーを向上し、製造現場における無線システムの導入と運用を支援するための指標と手法を示した「製造現場をガツカリさせない無線評価虎の巻」を発行し、国内自動車関連企業と共同で、実工場の部品搬送工程に搬送機器を自動運転化する無線システムの導入実験を実施し、本評価手法に基づき、無線通信の安定化の実証に成功した成果を報道発表した。また、より多くの製品に

**(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、資源探査、災害検出・察知に寄与する。

**(ウ)モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発**

•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の実現を目的として、超低遅延中継(多段でもミリ秒オーダー)を実現する物理層技術の開発を行う。また、超低遅延中継を前提とした無線アクセス技術(被与干渉も考慮)について検討する。得られた成果の3GPP アイテム(スマートリピータ等)への入力等、標準化への寄与について検討する。

•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、超多数端末による協調通信を実現する物理層・アクセス層技術の研究開発を行う。また、端末群の構成を含む自律的なネットワーク構築・管理技術の研究開発を行う。得られた成果のIEEE802.15等の標準化への反映について検討する。

•極限環境への通信技術の適用実現を目的として、想定適用環境に準ずる適切なアンテナ小型化技術に関する研究開発を行う。また、センシングと通信をいずれも必要に応じて実現できる海中ワイヤレスシステムの構築のための研究開発を行う。得られた成果の民間企業への技術移転について検討する。

対してSRF無線PF適用検討を促進するため、FFPAによるSRF無線PF技術仕様書ver1.1の一般公開に貢献した。(SRF:Smart Resource Flow、PF:Platform)

- 製造現場の制御処理パケット群を所定時間内に送り切れるよう、E2E経路上で動的に通信リソースを制御するため、SRF無線PF ver1.1.0の拡張検討に着手した。要求遅延補償が異なる制御システム(10ms)、AGV(20ms)及び高精細画像伝送(100ms)等のサポートについて、環境変動による遅延を吸収する通信経路高速確保技術と下位層の状態を加味して上位層制御を実行する動的通信経路制御技術を開発し、遅延補償制御に必要なパラメータ設定手法をIEEE802.1Q(TSN:Time Sensitive Networking)にAnnexとして追記するための提案を行った。提案は承認され、新規プロジェクトとしてIEEE802.1Qdqを立ち上げた。(AGV:Automatic Guided Vehicle; 無人搬送車)

**(ウ)モビリティ制御・無線エリア拡張技術の研究開発**

- 低遅延と多数接続を両立する無線アクセス技術STABLEの拡張として、送信ダイバーシチ適用及びMMSE(Minimum Mean Square Error)等化の改良により、10台端末局が同一リソース・同時接続時に平均パケット誤り率を3GPPの感度基準である10%に対して5%以下とすることに成功した。成果がIEEE VTC-Spring 2021に採択された。また、国内自動車関連企業と連携し、より高品質なコネクテッドカー等に適用する移動通信端末を想定した、送信ダイバーシチ方式及び低遅延を実現する連送方式を開発した。国内自動車関連企業と連名で3GPP TSG RAN WG1へ寄書を入力し、3GPP Release 17の策定に向けて貢献した。また、関連技術が国際標準の一部となることを目指し、国内外において特許出願を行った。
- NOMA高効率化を目的とした並列干渉キャンセル(PIC)と逐次干渉キャンセル(SIC)のハイブリッド方式に改良した送信ダイバーシチ方式を適用することで90%の演算量削減による低遅延化に成功し、ダウンリンクの屋外実験において平均パケット誤り率が3.8%から1.2%まで低減できることを実証した。成果がIEICE英文誌に採録された。
- 複数端末の協調通信を実現するMAC技術及びチャネルアクセス技術として、機械学習による複数端末協調制御技術を提案し、最大25%の消費電力削減効果を示した論文がWCMC(Hindawi, Wireless Communications and Mobile Computing)に採択された。また、端末間送受信輻輳を改善する適応制御アルゴリズムを開発し、受信端末が想定する通信範囲内の送信端末からの信号がSINRの所定値をどの程度満足するかを示す受信率を評価した。その結果、端末平均受信率70%以下の輻輳環境下において受信率が99%に改善することを示した。また、パケット重複送信を効果的に削減する制御方式を提案し、特許を出願した。
- 人口過疎地域の山間部の村における移動端末を利用したライフログ収集システムに端末間通信を適用した実証実験の成果がIEEE PIMRC 2021に採択された。また、通信インフラが整備されていないエリアにおける端末間通信の有用性を効果的にアピールし、端末間通信技術を小型船舶間相互検知に応用するための国内機関との共同研究及び水再利用システムに応用するための海外機関との共同研究に発展させた。
- 国内企業と連携して、UWBを用いた高精度な測距技術を応用

①フォトニックネットワーク技術

Beyond 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、高品質通信を安定的に提供する通信アーキテクチャ、急増する通信トラフィックを支える超大容量フォトニックネットワーク、光ファイバ通信と無線通信を調和的に融合するアクセス技術

(3)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フィックに対応するためのマッシュ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

(3)フォトニックネットワーク技術

- し、屋内環境測定を簡易化・自動化するための技術開発に着手した。また、UWB システム間共存技術を発明し、特許出願を行った。
- SUN システムによる端末網動作実証の検証環境として、自律分散的な多数端末間動作時の物理層及び MAC 層のシミュレーション環境を構築した。シミュレーション内に構成した 100 台以上の仮想デバイスを用いた大規模メッシュ評価環境を整備し、また実機との共存・併用により実環境での運用状態を含むトポロジー及びリンク状態の可視化を実現した。さらに、ワイヤレスエミュレータとの結合により、リンク状態の変動等を模擬可能な検証基盤を構築した。また、マレーシア UKM との国際共同研究により、LPWA(SUN、LoRa)と Wi-Fi を連携させた環境情報収集システムを構築し、チニ湖での実証実験に着手した。
- これまで電波利用が進んでいない海中への電波適用拡張をめざし、海中ワイヤレス通信の通信速度高速化(2~3Mbps 以上)及びアンテナ小型化(長さ 20cm 以下)の検討を継続した。海中近接通信のためのアンテナ小型化検討として長さ約 16cm の 2.4GHz 帯アンテナのシミュレーションモデルを作成し、約 3cm の距離で-60dB 程度の減衰で通信可能であることを確認した。
- 国内企業との共同研究として、体内の組織運動を電波によって可視化する体内外ワイヤレスの研究開発を継続した。模擬人体を用いて提案システムの位置推定結果を評価し、螺旋状に移動する飲みみ型デバイスの位置を誤差 10mm 以内で推定できることを確認した。本成果は、国際会議 IEEE EMBC2021 (IEEE Engineering in Medicine and Biology Society)に採択された。また、提案システムの実用化に向けて、大型犬を対象とした動物実験を実施するための小型な無線位置情報追跡システムの開発に着手した。
- 海中ワイヤレスシステムの構築に関して、船舶における海面下プロベラ等の破損の有無や異常検知のためのセンシング技術と無線伝送システムの開発に着手した。無線 LAN モジュールによる通信を想定したアンテナ設計と取り付け方の検証を実施し、試作評価を行った。

(3)フォトニックネットワーク基盤技術

(3)フォトニックネットワーク基盤技術  
【科学的意義】

標準外径4コア光ファイバでは2つ(伝送容量距離積と無中継伝送)の世界記録、実用化されている標準単一モードファイバでは伝送容量の世界記録と合計3つの世界記録を達成し、トップカンファレンスにおける最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッション採択や多数の成果発表がある。また、インパクトファクタ 10 以上の論文誌の招待論文や多数の招待講演、国内外の取材を受け新聞一般紙、専門家向け雑誌、Web 媒体に成果が掲載されたこと等、常に世界を牽引する成果を創出し、科学的意義を有する特に顕著な成果が認められる。  
特に顕著な研究成果として、

【フォトニックネットワーク技術】

- 標準外径 4 コア光ファイバでは 2 つ(伝送容量距離積と無中継伝送)の世界記録、実用化されている標準単一モードファイバでは伝送容量の世界記録と合計 3 つの世界記録を達成し、トップカンファレンスにおける最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッション採択など多数の成果発表がある。また、インパクトファクタ 10 以上の論文誌の招待論文等世界を牽引する成果を創出し、科学的意義とともに、将来的な商用光ネットワークの性能を格段に向上さ

等に資する研究開発を実施するものとする。

う。

#### (ア) マッシュチャン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ン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ン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、マッシュチャンネル光ネットワーク技術を確立する。

#### (ア) マッシュチャンネル光ネットワーク技術

光ファイバ伝送技術について、標準外径マルチコアファイバや標準外径マルチモードファイバにおけるラマン光増幅を活用した数百 km 以上の長距離伝送を実証する。光交換ノード技術について、マルチコアファイバに対応した低損失光スイッチシステムを開発し、ファイバ間光スイッチングを実証する。光領域信号処理技術について、光学的モード信号補償手法におけるモード分散量推定技術を開発する。

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、標準外径マルチコアファイバケーブルの実使用環境下での特性の解析及び製造技術の高信頼化を図る。大規模データを省電力・オープン・伸縮自在に収容する超並列型光ネットワーク基盤技術の研究開発を行い、10Tbps 級光信号伝送において現行比 25 倍の電力効率化を可能とする超並列デジタル信号処理基盤技術を確立する。

#### (ア) マッシュチャンネル光ネットワーク技術

光ファイバ伝送技術について、社会基盤である光ネットワークの大容量化が可能な以下の成果を上げた。

- 早期実用化に適した標準外径マルチコアファイバや標準外径マルチモードファイバにおけるラマン光増幅を活用した数百 km 以上の長距離伝送実証について、標準外径4コアファイバを用い2種類の伝送実験を実施し、標準外径マルチコアファイバによる長距離・大容量伝送を実証した。
    - (1) 波長多重技術と2種類の光増幅方式を駆使した伝送システムを構築し、毎秒 319 テラビット・3,001km の伝送に成功することで、標準外径ファイバの容量距離積の世界記録を更新した。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) 2021 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。日本語及び英語の報道発表を実施し、関連した国内取材2件、海外からのオンライン取材1件を受け、新聞一般紙、専門家向け雑誌、IEEE spectrum magazine の Web 版に掲載され、広く国内外に世界トップレベルの先導的な研究をアピールした。
    - (2) 短距離海底ケーブル等への適用が期待される中継増幅器を使用しない伝送実証を行い、毎秒 372 テラビット・213km 伝送に成功し、無中継伝送容量距離積の世界記録 79.5 ペタビット×km (従来記録の4倍)に成功した。成果が OFC2022 に採択された。
  - 実用化されている標準単一モードファイバを用い2種類の伝送実験を行い、広帯域な波長帯による長距離・大容量伝送を実証した。
    - (1) 120nm 以上の広帯域の波長帯を用いた周回伝送系を構築し、毎秒 43.5 テラビットで太平洋横断にあたる 10,000km 伝送を達成した。成果が OFC2022 に採択された。
    - (2) 138nm 以上の広帯域の波長帯を用いて、毎秒 206 テラビット伝送の世界記録を達成した。成果を OFC2021 にて発表した。
  - 数モードファイバでは、80nm 以上の広帯域ラマン増幅実験に成功した。成果が OFC2022 に採択された。
  - 超広帯域での利用が期待されている中空ファイバ伝送時のトランスポンダの雑音について検討を行い、標準単一モードファイバと比較して容量増加率に関する上限が従来よりも低い見積となることを数値的に明らかにした。成果が OFC2022 に採択された。
  - 更に、令和2年度の成果である 15モードファイバを用いた世界初の 1 ペタ bps 超伝送について、学術論文誌 Nature Communications (IF14.919)にて発表した。空間多重光伝送技術に関するレビュー論文を学術論文誌 Optica (IF11.104)にて発表した。空間多重技術の研究分野の活性化と機構プレゼンス向上の一環として、国際シンポジウム EXAT2021 の共催を行った。
- 光交換ノード技術について、以下を実施した。
- マルチコアファイバに対応した低損失光スイッチシステムを開発し、ファイバ間光スイッチングの実証に取り組んだ。格子状コア配置の 12 コアファイバ用の MEMS ベースの低損失光スイッチを開発し、1入力4出力ポートのスイッチング動作を実証した。成果を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) 2021 にて発表した。
  - 光学的モード信号補償手法におけるモード分散量推定技術の開

- マッシュチャンネル光ネットワーク技術では、下記の5件の世界トップレベルの成果を創出したこと
  - 標準外径4コア光ファイバを用いた伝送容量距離積の世界記録が OFC2021 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
  - 同じく標準外径4コアファイバを用い中継増幅器を使用しない毎秒 372 テラビット・213km 伝送が無中継伝送容量距離積の世界記録が OFC2022 に採択
  - 実用化されている標準単一モードファイバで広帯域な波長帯による長距離・大容量伝送実験を行い、伝送容量の世界記録毎秒 206 テラビット伝送を達成し OFC2021 に採択
  - 同じく実用化されている標準単一モードファイバの毎秒 43.5 テラビット 10,000km 伝送実証が OFC2022 に採択
  - 12 コアファイバ用の低損失光スイッチを開発して、スイッチング動作を実証し、ECOC2021 に採択
- 標準外径4コア光ファイバの伝送容量距離積の世界記録について、日本語と英語の報道発表を行い、関連した国内取材2件、海外からのオンライン取材1件を受け、新聞一般紙、専門家向け雑誌 IEEE spectrum magazine の Web 版に掲載されたこと
- インパクトファクター10以上の学術論文誌 Optica 等の招待論文3件、国際会議招待講演 14 件を行ったこと
- 光ネットワークリソースの動的再構成及び利用効率技術では、GPU によるリアルタイムコヒーレント光伝送の実証実験を行い、4-QAM 変調方式による 10,000km 伝送を含めた5種類の変調方式による長距離伝送に成功し、計算機資源である GPU を通信資源として利用可能である事を実証した成果が OFC2021 に採択されたこと
- 光ネットワーク障害予兆検知及び機能復旧技術では、米国大学との共同成果等として、OFC2021 に2件(オープン統合制御によるレガシー光装置の応急復旧実証実験等)、ECOC2021 に1件(ネットワークモデ

せる可能性のある技術として社会的価値につながる顕著な成果を出している。

**(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

**(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、光チャネル強度管理の省力化が可能な高線形利得応答を持つ光ハードウェアを導入した光伝送システムを開発し、動作実証する。光ネットワーク高度解析・制御技術に

発について、事前推定されたモード分散量・結合量を元にした光学的モード分散補償技術に関する基礎的検討を実施し、偏波モード分散の伝達関数を測定する基礎実験に着手した。また、マルチモードレーザー光源技術やモード分散補償技術に関して2件の特許出願を行った。高速マルチコア一括光スイッチシステム、ホログラム型モード合分波器に関して企業との共同特許の登録2件を受けた。

- 上記のように世界トップレベルの成果を創出し、マッシュチャネル光ネットワーク技術全体で、インパクトファクタ 10 以上の学術論文誌 Optica 等の招待論文3件、国際会議招待講演 14 件を行った。

産学との連携により、マルチコアファイバの実用化加速に向けた研究開発として以下を実施した。

- 高品質・高信頼性マルチコアファイバ技術について、ブルーレベル1%以上を満足する 1500km・コア超の MCF 製造技術の開発に取り組んだ。
- マルチコアファイバケーブル・伝送路技術について、標準クラッド径 MCF を用いた光ケーブルのフィールド環境下において、多段接続時の挿入損失やクロストーク等の特性評価に着手した。
- 標準化に向けたマルチコアファイバ周辺技術について、製造時の特性検査を勘案し、評価手法の効率化に取り組んだ。さらに、製造・伝送路構築に適した MCF 入出力技術の確立に向けて、多心 MCF 整列設備の構築に取り組んだ。また、SDM ファイバ・ケーブルの標準化を見据え、SDM 関連技術の定義・分類や標準化に必要な規定に関する技術文書の制定に向けて、ITU-T Q5/SG15 での標準化議論を継続した。また、知的財産確保に向けて、特許を出願した。

産学との連携により、大規模データを省電力・オープン・伸縮自在に収容する超並列型光ネットワーク基盤技術の研究開発として以下を実施した。

- 超並列デジタル信号処理(Digital signal processing: DSP)高度化基盤技術については、光送受信処理技術との連携評価を行い、DSP 基盤技術連携時の効果検証を行った。また、早期社会実装及びさらに将来にわたっての有効性検証に向けて、光送受信処理技術との親和性を鑑みた上で、高スループットでの実装性を検証した。
- 超並列光ネットワーク基盤技術については、超並列スライス設計制御技術、超並列光ノード・ネットワーク構成技術、超並列ダイナミック MAC(Media Access Control)技術との連携により、光信号並列度 1000 倍、伸縮度 100 倍相当をサポートする超並列光ネットワーク基盤技術を検証した。また、知的財産確保に向けて、特許を出願した。

**(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について、以下を実施した。

- 高線形性光増幅器を開発し、C バンド帯における波長多重数の動的変動に対して、線形的に利得応答することを実証した。本サブシステムを用いて光中継伝送システムを構築し、200km 程度の距離における利得の線形性を検証した。また、オープンソース GNP<sub>y</sub>を用いた光伝送シミュレーションを実施した。
- 光電変換器と GPU が設置されたサーバによるコヒーレント光伝

ルの多様性を ONF の Transport-API で収容する実証実験)、OFC2022 に1件(データセンタと通信事業者間連携アプローチ)について採択されたこと等が挙げられる。

**【社会的価値】**

社会基盤である光ネットワークの大容量化に向け、早期実用化に適した標準外径マルチコアファイバや実用化されている標準単一モードファイバの長距離・大容量伝送を実証する等、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- 社会基盤である光ネットワークの大容量化に向け、早期実用化に適した標準外径マルチコアファイバや実用化されている標準単一モードファイバの長距離・大容量伝送を実証したこと
  - 10,000km 光中継伝送システムを用いた GPU によるリアルタイムコヒーレント光伝送技術の実証実験を行い、4-QAM 変調方式による 10,000km 伝送を含めて5種類の変調方式による長距離伝送に成功し、本技術の海底ケーブルや長距離データセンタ間への適用の実現可能性を大きく高めたこと
  - 日米共同研究プロジェクト(JUNO2)の一環として、米国大学との共同研究を実施し、仙台リモートラボテストベッドを活用した転移学習による障害箇所同定の実証を行い、対象となるドメインでのデータセットを用いた機械学習に比べて、1/10 以下の再学習用データ量で同等の障害検知性能を達成したこと
- 等が挙げられる。

**【社会実装】**

社会実装につながる標準化活動や外部連携の取組み等、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

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。

ついて、多種多様な光ネットワークを柔軟に運用するためのモニタリング機構を構築し、通信トラフィック分類技術の開発に着手する。産学官連携による研究推進として、高スループット・高稼働な通信を提供する順応型光ネットワーク技術の研究開発を行い、光パスの従来比 30%以上のスループット向上を達成する。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、ハードウェア抽象化ソフトウェアの開発やネットワーク機能仮想化環境の構築を行う。

送のデジタル信号処理(DSP)の実現を目指して、10,000km 光中継伝送システムを用いた GPU によるリアルタイムコヒーレント光伝送の実証実験を行った。4-QAM 変調方式による 10,000km 伝送を含めた5種類の変調方式による長距離伝送に成功し、従来計算を行うための計算機資源である GPU を通信資源として利用可能である事を実証した。成果を光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 OFC2021 にて発表した。GPU コヒーレント伝送技術の海底ケーブルや長距離データセンタ間への適用の実現可能性を大きく高める成果である。

- 令和2年度に実施した大手町-小金井間の ROADM ネットワークテストベッドに活用したフレキシブル光ノード技術実証を国際会議 PSC (Photonics in Switching and Computing) 2021 にて発表した。
- 光ネットワーク高度解析・制御技術として、多種多様なアプリケーショントラフィック特性の分類を行うモニタリング機能を備えた実証基盤の整備に取り組んだ。また、科研費にて機械学習を用いた光資源割当手法の基礎的検討を実施した。

産学との連携により、高スループット・高稼働な通信を提供する順応型光ネットワーク技術の研究開発として、以下を実施した。

- 機械学習を応用した光物理層モニタリング技術として、パワープロファイルモニタリング技術の性能向上に取り組み、目標とする1000 倍の迅速化を実証するとともに、パワープロファイル以外のパラメータについて、同様な長手方向プロファイルを測定するアルゴリズムを検討した。さらに、順応型光パス制御技術と連携して、長手方向モニタと光パス最適化技術を連携した統合検証を実施した。
- 順応型光パス制御技術として、ゼロマージン化によるスループット向上のための設定を決定するアルゴリズムの改善と有効性を検証した。また、アルゴリズムの有効性を確認するため簡易実験系または数値シミュレーションをベースにした検証系の検討/構築および簡易実験系、又は数値シミュレーションでの基本動作確認と効果検証を実施した。
- 知的財産確保に向けて、特許を出願した。

産学との連携により、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として、以下を実施した。

- ネットワーク装置のオープン化技術として、40G 対応の NG-PON2 や5G など次世代の光、無線アクセス装置に関する最新のオープン化技術調査、市場調査を実施し、機器およびオープンソースソフトウェア(OSS)を選定した。
- ネットワーク仮想化基盤技術として、実用化に向けたパフォーマンス/信頼性向上のための構築環境のチューニングや機能拡充を行った。また、ネットワーク仮想化システム全体の性能や効率を向上させる技術(アクセラレーション、ロードバランシング、等)をネットワーク仮想化分野に適用することで、1Mpps 以上のパケットを安定的に処理可能なシステムを実現するための技術手法を調査し、実現性を検討した。
- ゼロタッチ制御技術として、コンピュータリソースとネットワーク遅延をモニタリングし、パケット処理場所をサービスの要求に応じて動的に切り替える制御技術を開発した。
- エッジクラウドとネットワークの一体最適制御技術として、動的タスク割り当てアルゴリズムを搭載させて Multi-access Edge Com

**(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。

**(ウ)光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術**

時系列物理パラメータ測定のためのデバイス開発、及びシステム構築を行いデータ収集を開始する。また、障害検知に必要な情報・特徴量を明確化しアルゴリズムの初期設計を行う。更に障害波及範囲予測システムのためのモデリングを行う。

異種インテグレート間のレストレーション制御を含むオープン化光網間の相互接続の研究開発を行う。また、異種トランスポート技術間相互接続のための異種トランスポートプロトコル変換機能VNF化と OnDemand制御の研究開発を行う。

キャリアが開示可能な光パス価格情報を通信基盤と計算基盤間においてオープンに共有・交換する仕組みの研究開発を行う。

puting (MEC) ネットワークの最適判定を行うことを可能とするシステムを構築し、効果を検証した。また、実パケットを直接監視するネットワーク機能において、遅延測定の粒度を 100 マイクロ秒オーダー以下まで高めるための方式を検討した。

- 特許出願やオープンソースコンソーシアムへの提案など有線・無線マルチアクセスプラットフォームの社会実装に向けて取り組んだ。

**(ウ)光ネットワークの障害予兆検知及び機能復旧技術**

「時系列物理パラメータ測定のためのデバイス開発、及びシステム構築を行い、データ収集を開始する。また、障害検知に必要な情報・特徴量を明確化しアルゴリズムの初期設計を行う。更に障害波及範囲予測システムのためのモデリングを行う。」について、以下を実施した。

- 障害及び予兆情報の遠隔検知技術・収集技術の開発として、時系列物理パラメータの測定環境の構築を実施し、機械学習などに活用するデータ取得を開始した。
- 日米共同研究プロジェクト (JUNO2: 実施期間は平成 29 年 10 月から令和 3 年 9 月まで) の一環として、米国カリフォルニア大学デービス校 (UC Davis) との共同研究を実施し、仙台リモートラボテストベッドを活用した転移学習による障害箇所同定技術の実証を行い、対象となるドメインでのデータセットを用いた機械学習に比べて、転移・ドメイン適応技術を組み合わせることにより、1/10 以下の再学習用データ量で同等の障害検知性能を達成した。令和 3 年 10 月以降も UC Davis との国際連携を継続して実施する。
- 大規模障害による光ネットワークのパフォーマンス低下防止を目的として、構築を進めている時系列物理パラメータの測定環境における実証実験系の一部を利用し、要素技術の一つであるバーストモード EDFA を用いたカスケード障害抑制システムを検討し、成果を国際会議 PSC2021 にて発表した。また、マルチパスを用いた高信頼データ伝送方式の成果を OFC2021 で発表した。また、OECC/PSC2022 及び IEEE TSNM に投稿した。

「異種インテグレート間のレストレーション制御を含むオープン化光網間の相互接続の研究開発を行う。また、異種トランスポート技術間相互接続のための異種トランスポートプロトコル変換機能 VNF 化と OnDemand 制御の研究開発を行う。」について、以下を実施した。

- 異種ノードシステム・異種インテグレートシステム間相互接続を促進し、光装置の多様性に対応するため、産業技術総合研究所、KDDI 総合研究所との共同研究を実施し、光装置の多様性に柔軟に対応するモデリングの統一のアプローチの下で、Blade Abstraction Interface (BAI) 技術の研究開発を行った。新しいディスプレイアグリゲーション化光網と既存レガシー光網とが混在する、ヘテロな光網資源上のオープンな統合制御と、ディスプレイアグリゲーション化に対応した Blade に基づくレガシー光装置の応急復旧についての実証実験に成功し、その成果が OFC2021 に採択された。
- Functional Block-based Disaggregation (FBD) 及び BAI の研究開発の発展形として、テレコム光網内の相互接続から、テレコムとデータセンタ光網という異なる光網間の相互接続までに拡大し、産業技術総合研究所、KDDI 総合研究所との共同研究を実施した。多様な、ブレードベンダ、システムインテグレート、ドメインを含むヘテロな光通信環境において、ハードウェア装置の多様性

**①光・電波融合アクセス技術**

Beyond 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、高品質通信を安定的に提供する通信アーキテクチャ、急増する通信トラフィックを支える大容量フォトニックネットワーク、光ファイバ通信と無線通信を調和的に融合するアクセス技術等に資する研究開発を実施するものとする。

**(4)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「マッシュ集積オールバンド ICT ハードウェア技術」の研究開発を行う。また、ユーザー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

**(4)光・電波融合アクセス基盤技術**

• アクセスネットワークにおける光と電波の信号帯域の融合や多量の送受信器等のフィジカルリソースを適応的かつ柔軟に拡充することを可能とする「マッシュ集積オールバンド ICT ハードウェア技術」として、高い機能トランス性を有するデバイスユニット群の高集積化技術、コヒーレント周波数変換デバイス技術、高い接続ロバスト性のための広角空間光デバイス技術に関する原理検証の研究開発を実施する。  
 • 「伝送メディア調和型アクセス基盤技術」に係る基盤技術として、次世代光ファイバ無線を想定した 100GHz 超帯光ファイバ無線信号生成技術、光や電波の低ノイズ基準信号生成技術と、それら伝送メディアをハイブリッド/カスケードに用いた伝送サブシステムの接続ロバスト性能の高度化技術に関する原理検証の研究開発を実施する。  
 • 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。

に FBD+BAI で対応し、異なるインテグレータのネットワークモデルの多様性を ONF の Transport-API(TAPI)及びモデル翻訳ミドルウェアで收容するという統一的アプローチを提案し、実証実験を行い、その成果が ECOC2021 に採択された。

「キャリアが開示可能な光パス価格情報を通信基盤と計算基盤間においてオープンに共有・交換する仕組みの研究開発を行う。」について、大規模障害・災害時にデータセンタ事業者と通信事業者間で秘密情報を共有しない、連携アプローチ及び連携復旧計画方法について、UC-Davis と共同研究を行った。数値評価により、連携なしの場合と比べ、提案手法に基づく連携は、異なる通信事業者網に分散される通信資源の利活用を可能にし、データセンタ間網応急復旧後即時に復旧されるデータセンタサービス量が著しく改善されること(> 70%増)を明らかにした。成果が UC Davis と共著にて OFC2022 に採択された。

年度計画に加え、国際連携プログラム JUNO2 の一環として、UC-Davis との共同研究を実施し、メトロ光ネットワークにおけるコンテンツ要求に対して動的に高信頼マルチパスを設定する最適化モデリング手法を開発した。本成果は、アカデミックな観点で評価が高く、OFC2021 に採択された。

**(4)光・電波融合アクセス基盤技術**

• 高い機能トランス性を有するデバイスユニット群の高集積化技術及びコヒーレント周波数変換デバイス技術として、光・電波機能を有する超小型送受信器機能を実現するための高集積化、単デバイスで多種の送信機に対応可能な波長可変性、レーザーの低発振閾値化および温度特性向上による低消費電力化、光電変換時周波数特性改善による高速通信対応化を目指し、以下の研究開発を実施した。  
 光源・光変調器・光検出器を高密度集積したシリコンフォトニクス集積回路を設計及び試作し、約 2000 パーツ/cm<sup>2</sup> の実装密度を達成した。反射型量子ドット増幅器を光源とし、シリコンフォトニクス光回路を組み合わせた異種材料集積波長可変レーザーを実証し、光デバイス分野における最高峰となる国際会議 CLEO (Conference on Laser and Electro-Optics) 2021 に採択された。また、低消費電力化を目指し量子ドットレーザー・増幅器集積型光源の素子構造最適化(活性層厚調整)により閾値電流を3割削減した。本実証の成果は、国際会議 Compound Semiconductor Week 2021 に採択された。  
 また量子ドットの組成混晶化によるバンドエンジニアリングにより、環境温度 15~50°Cにおいて特性温度 T<sub>0</sub>=970K を実現し、温度変化時にも特性変化が少ないことを示した。加えて、高速光検出器 UTC-PD に弱共振型電気回路を装荷することにより、周波数応答特性を改善した。  
 160Gbps 級 PAM4 信号の受信を実現し、成果が OECC (Optoelectronics and Communications Conference) 2021 に採択された。  
 • 光信号等の波長、周波数を低遅延で別波長・周波数へ変換するコヒーレント周波数変換デバイス技術として、光検出器・変調器・光源を集積した構造を設計・試作し、周波数特性等の実用可能性について評価を行った。  
 • 通信途絶を引き起こす風雨や振動による軸ズレ等に対し高い接続ロバスト性を実現する広角空間光デバイス技術として、PD ア

**(4)光・電波融合アクセス基盤技術**

【科学的意義】  
 革新性および発展性の高い複数の研究課題において、トップカンファレンスにおける最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッション採択を含むインパクトの高い成果発表を行う等、科学的意義を有する特に顕著な成果が認められる。  
 特に顕著な研究成果として、  
 • 光・電波融合アクセスに不可欠な新たな光源の開発において、異種材料集積波長可変レーザーを実証した成果が光デバイス分野における最高峰となる国際会議 CLEO2021 に採択、PD アレイを用いた空間光無線通信システムにおいて 10Gbaud 64QAM(総計 240Gbps)光信号の 1.5m空間伝送に成功した成果が光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 OFC2021 のトップスコア論文に採択されたことに加え、実効受光面積を 10 倍以上に高めた多素子合成直並列接続 PD アレイの開発成果が光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 OFC2022 のトップスコア論文に採択されたこと  
 • 101GHz 帯の広帯域ミリ波信号の直接光・IF 変換を実証した成果が光通信分野のトップカンファレンスである OFC2021 にて最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッション

**【光・電波融合アクセス技術】**

• 革新性及び発展性の高い複数の研究課題において、トップカンファレンスにおける最優秀論文(通称ポストデッドライン論文)の特別セッション採択を含むインパクトの高い成果発表を行う等、科学的意義を有する特に顕著な成果が認められる。さらに、有線・無線を意識させないシームレスで快適なネットワーク利用という利用者ニーズに直接応え、社会的インパクトが大きい光ファイバ無線等において、101GHz 帯の広帯域ミリ波信号の直接光・IF 変換を実証し Beyond 5G に欠かせない技術であることをアピールしたこと、ITU-T SG15 にて補助文書 G. Suppl. 55 が改訂され、ITU-T プレナリ会合にて発行合意に至ったこと等、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。



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。

レイを用いた空間光無線通信システムを構築し、4芯バンドルファイバからの10Gbaud 64QAM(総計240Gbps)光信号の1.5m空間伝送に成功し、すでに社会展開されているバンドルファイバをそのまま活用することで空間多重による大容量化を実現可能であることを示した。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) 2021 のトップスコア論文に採択された。更に、空間光通信向けに多素子合成直並列接続 PD アレイを設計・試作し、従来素子に比べ実効受光面積を10倍以上に高めつつ単体素子における周波数特性(周波数帯域幅 > 20GHz)と遜色ない性能を実現した。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 ECOC(European Conference on Optical Communication) 2021 に採択され、OFC2022 ではトップスコア論文に採択された。

- Beyond 5G での低コスト・低消費電力基地局等への適用を目指し、光信号とミリ波信号をデジタル信号処理回路を介さずに直接相互変換を実現するための次世代光ファイバ無線を想定した100GHz 超帯光ファイバ無線信号生成技術として、高速光変調器(100GHz 帯変調器)を開発し、101GHz 帯 OFDM-64QAM 信号(14GHz 幅、70Gbps 相当)のミリ波信号の空間伝送と受信機におけるミリ波帯信号の直接光・IF 変換を実証した。本実証結果は、光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 OFC2021 にて最優秀論文(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。日本語及び英語の報道発表を行い新聞等にも掲載され、実証した技術が Beyond 5G に欠かせない技術であることを新聞記事や国内外学術会議における招待講演等で広くアピールした。また、5G 周波数帯である26.5GHz 帯及び38GHz 帯においても、超広帯域64QAM 信号(帯域幅10GHz、60Gbps 相当)のアップリンク(端末から基地局)を想定した直接ミリ波・光変換技術が、高速位相変調器を利用することで実現可能であることを示した。
- 光や電波の低ノイズ基準信号生成技術として、40GHz 帯および90GHz ミリ波帯において、低位相雑音信号発生技術および高精度光変調技術を組み合わせることで、超多値(1024QAM)の光ファイバ無線信号の生成とその無線信号伝送を実証した。成果を、光通信分野ではなくコンピュータネットワーク分野のスペシャリストが集まる INFOCOM(International Conference on Computer Communications) 2021 ワークショップで講演し、本技術が当該分野においても関心が高いことが示され、異分野研究者・技術者へも広くアピールした。また、低位相雑音信号発生技術を適用することで、38GHz 帯無線において、10GHz 帯域幅64QAM 信号(ラインレート60Gbps)のアップリンク(端末から基地局)の伝送システムを構築、信号伝送が可能であることを実証し、成果が Optics Letters 誌に掲載された。
- 伝送メディアをハイブリッドノカスケードに用いた伝送サブシステムの接続ロバスト性能の高度化技術として、空間光通信の接続ロバスト性能向上を目指した PD アレイ採用によりレンズ入力光の軸ズレ6mm 範囲での接続トレランスを確保することに成功した。本成果は、Journal of Lightwave Technology 誌に掲載された。105GHz 帯において、自動バイアス制御単側帯波(SSB)変調器を構成し、ミリ波無線規格 IEEE802.11ad 信号(2.16GHz 幅、7Gbps)の送受信を実証した。0°C~70°C 温度サイクルにおいても安定した受信特性を実現し、成果が URSI GASS2021 に採択さ

に採択されたこと

- 40GHz 帯および90GHz ミリ波帯において、低位相雑音信号発生技術および高精度光変調技術を組み合わせることで、超多値(1024QAM)の光ファイバ無線信号の生成とその無線伝送を原理実証した成果がコンピュータネットワーク分野のスペシャリストが集まる INFOCOM 2021 ワークショップで発表し異分野研究者・技術者へも広く技術をアピールしたこと等が挙げられる。

#### 【社会的価値】

有線・無線を意識させないシームレスで快適なネットワーク利用という利用者ニーズに直接応え、社会的インパクトが大きい光ファイバ無線等において、101GHz 帯の広帯域ミリ波信号の直接光・IF 変換を実証し Beyond 5G に欠かせない技術であることをアピールした事、ITU-T SG15 にて補助文書 G. Suppl. 55 が改訂され、ITU-T プレナリ会合にて発行合意に至った事等、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。顕著な研究成果として、

- 101GHz 帯の広帯域ミリ波信号の直接光・IF 変換を実証し、実証した技術が Beyond 5G に欠かせない技術であることを新聞記事や国内外学術会議招待講演等で広くアピールしたこと
- 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、産学官一体となって実施し、学術会議招待講演等で広くアピールしたこと
- 産学官連携による研究推進として、ITU-T SG15 において IMT-2020(5G モバイル)等向けの光ファイバ無線アーキテクチャ提案等を行った補助文書 G. Suppl. 55 が改訂され、ITU-T プレナリ会合にて発行合意に至ったこと
- 産学官連携により車載向け30GHz 帯5G 無線リレー技術として APT/ASTAP 技術文書の改訂を実施し、技術レポート改訂版(APT/ASTAP/REPT-20 rev.1)発行に寄与したこと等が挙げられる。

#### 【社会実装】

れた。

- 年度計画に加え、単一 PD のみで多値変調信号を受信するシリアル型位相回復技術を産官連携で共同開発した。偏波多重 400Gbps 信号において従来のデジタルコヒーレント受信器と遜色ない受信性能を実現し、成果が Optics Express 誌に掲載された。また、光通信分野のトップカンファレンスである国際会議 ECOC2021 で関連する位相回復技術のチュートリアル講演を行った。
- 上記のように世界トップレベルの研究成果を創出し、伝送メディア調和型アクセス基盤技術全体で、国際会議の招待講演5件を行った。
- 年度計画に加え、短距離向けリンク技術として、100Gbaud 伝送に向けた IMDD 伝送技術の評価した。1550nm 帯外部変調器 (MZM)を用いて 1060nm 帯 56Gbps NRZ のシングルモードファイバ 1km 伝送を実証し、11-Tap@2Sa/s の等価処理により、伝送後の波形信号の品質改善を実現した。NEDO「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)」にて、マイクロレンズアレイを介して 10ch の VCSEL アレイと光ファイバアレイの低損失接続を実証し、1Tbps(100Gbps/ch を想定)の伝送容量ポテンシャルを示した。金属開口型 VCSEL を用いて、46Gbps-NRZ と 60Gbps-PAM4 伝送を実証した。また、SOA 中継器における波長間の非線形相互作用を受信側で等価する技術を開発し、4096 ユーザを想定した PON アップリンク(60km)を実証した。本成果は、PSC(Photonics in Switching and Computing)2021 に採択された。
- 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として、予備光源と切替機能を有するマスター光源および光変調器・検出器を一体とした変調検出回路をシリコン光回路で設計・試作するとともに、モジュール設計を実施した。また、送受信簡易プロトコルを FPGA に実装することで光送受信の 10Gbps 動作を実機で実証した。さらに、スロット割当変更アーキテクチャを提案し、100GbE+TSN/ABV 方式との比較によりレイテンシ改善効果を確認するなど、上記高速車載光ネットワークの実現に向けた研究開発を産学官一体となって推進し、国際会議 IEEE International Conference on High Performance Switching and Routing で招待講演を実施し提案アーキテクチャ・方式について広くアピールした。
- 産学官連携による研究推進として、ITU-T SG15 にて光ファイバ無線技術の勧告文書および補助文書改訂に関わる継続議論を行った。IMT-2020(5G モバイル)等での実装に向けた光ファイバ無線アーキテクチャ提案等を、産官連携を通じ、補助文書 G. Suppl. 55 改訂へ向けた寄与入力を行い、改訂文書が ITU-T プレナリ会合にて発行合意に至った。また、5G モバイル等ミリ波無線信号の車内等閉鎖空間への信号配送の実現に向け、ミリ波リレー技術に関する APT/ASTAP 技術レポート文書へ車載向け 30GHz 帯 5G 無線リレー技術を産学官連携を通じて寄与入力し、技術レポート改訂版(APT/ASTAP/REPT-20 rev.1)の発行に寄与した。さらに、ミリ波帯固定無線における無線局・設置柱への風雨の影響について、産学官連携によりモデル構築と数値計算を行い、APT 無線グループ(AWG)へ寄書提出と改訂を実施した。

社会実装につながる研究開発・他機関との連携・国際標準化活動等、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

### ③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拡大を鑑み、電波や光による柔軟な衛星通信ネットワークの構築により、次世代衛星通信基盤技術の研究開発を実施するとともに、産学連携を推進するものとする。

#### (5)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。

#### (5)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、3次元ネットワーク統合制御アルゴリズムの開発に向けたシミュレータの基本設計を行う。
- 技術試験衛星9号機(ETS-9)の通信ミッション全体のシステム整合性及び衛星搭載用10Gbps光通信機器・ビーコン送信機の開発を実施し、衛星バスへの引渡しとインテグレーションを推進する。また、衛星地球局を開発し、衛星5G/B5Gのユースケース実証に向けて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を実施する。

#### (5)宇宙通信基盤技術

##### (ア)衛星フレキシブルネットワーク基盤技術

- 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を目的とする、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として、非地上系ネットワーク(NTN)を中心に、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3次元ネットワークのアーキテクチャの概念検討を開始した。この多種多様な特徴・制限を持つノード・リンクから構成される新たな通信ネットワークである3次元ネットワークの制御に必要な統合制御アルゴリズムの開発に向け、衛星系と地上系が共存する場合でも効率的に周波数リソース配分や優先制御が可能な方法について検討し、複数国間、複数事業者間、NTN-地上間を繋ぐインターフェースを定義し統合制御する仕組みを含むネットワークアーキテクチャの検討をグローバルな視点から行った。その機能を有する衛星地上接続シミュレータの基本部分を製作するとともに、国際会議 WPMC2021 で成果を発表した。
- 衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の研究の主旨や計画に関し、展示会での展示(WTP)、主要な国内学会での依頼講演(電子情報通信学会 NTN 関連シンポジウム)、主要な国際学会(衛星通信分野における主要国際学会のシンポジウムである ICSSC Ka conf コロキウム)での依頼講演を行った。衛星フレキシブルネットワーク基盤技術に関する共同研究を進める低軌道衛星(LEO)と静止軌道衛星(GEO)での伝搬遅延差を考慮して、低軌道衛星と静止衛星併用複数衛星 MIMO 伝送手法を提案した結果が評価され、電子情報通信学会衛星通信研究会の令和2年度衛星通信研究賞を受賞した。また、電子情報通信学会誌令和3年5月号に、「超スマート社会における ICT×宇宙通信」を寄稿した。ここでは最新の宇宙通信技術の研究開発動向や機構の研究開発の紹介により、当該技術分野の関係者に B5G における超スマート社会の将来像を示した。これらの取り組みにより、機構が提案する3次元ネットワーク構想の対外的な認知の向上に努めた。
- 現在 3GPP で標準化が進められている衛星 5G 技術を活用した衛星系と地上系連携に関する基盤技術の獲得を目的として、欧州宇宙機関(ESA)との衛星 5G/B5G 共同トライアル及び衛星通

#### (5)宇宙通信基盤技術

##### 【科学的意義】

3次元ネットワークの研究開発を推進し衛星地上接続シミュレータの基本部分を製作したこと、超小型高速光通信機器に関する研究開発を進め、光回線において光精追尾技術を利用した場合のチャンネル特性を明らかにし評価実験の結果が著名な論文誌に採択されたこと等、Beyond 5G 時代の地上から海洋、宇宙までのシームレスな接続の実現に資する、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。

- 衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の確立に向けた研究開発に取り組み、3次元ネットワークの制御に必要な統合制御アルゴリズムの開発において衛星地上接続シミュレータの基本部分を製作した成果を国際会議 WPMC2021 で発表し、さらに共同研究を進める低軌道衛星(LEO)-静止軌道衛星(GEO)連携の伝送方式の成果として、電子情報通信学会衛星通信研究会令和2年度衛星通信研究賞を受賞したことなどの評価を得ていること
- 超小型高速光通信機器に関する研究開発を進め、ドローンと地上間の光回線において光精追尾技術を利用した場合のチャンネル特性等の評価実験の結果が論文誌 IEEE Access に採択されたこと
- 次世代高速光通信技術において、高速光通信が可能なデジタルコヒーレント方式の実験プラットフォームを試作し、回線状況に応じて回線パラメータを適応的に変更することで回線設計として成立可能であることを示した成果を査読付き国際会議(ICSSC2021及びIAC2021)にて発表したこと
- 衛星地上間の高速光通信を実現する補償光学システムにおける受信系の性能の確認と送信系の制御系を構築する上での設計指針を導出したこと、HAPSの軌道予測技術を取り入れた新たな追尾アルゴリズムを搭載した地上局用のレンズアンテナの開発など、光衛星通信やドローン通信システムにおける新たな通信制御方式等の取り組みで成果を挙げている

#### 【宇宙通信基盤技術】

- Beyond 5G 時代の地上から海洋、宇宙までのシームレスな接続の実現に資する取組として、3次元ネットワークの研究開発を推進し衛星地上接続シミュレータの基本部分を製作したこと、超小型高速光通信機器に関する研究開発を進め、光回線において光精追尾技術を利用した場合のチャンネル特性を明らかにし評価実験の結果が著名な論文誌に採択されたこと等において、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。また、機構が提案する3次元ネットワーク構想の対外的な認知の向上に取り組んだこと、衛星リンクを含む日欧の国際間長距離5Gネットワークの通信実験を成功し国内機関が長距離国際間接続の基盤技術を獲得できたこと、あわせてこれらの領域での標準化を推進したことから、シームレスな接続実現における社会的価値を有する顕著な成果が認められる。さらに、スペースICT推進フォーラム及びその下の二つの分科会の運営を通じてBeyond 5G連携及び宇宙光通信の利活用や標準化、技術課題等の議論を行い異分野連携を促進したこと、国際的に光衛星通信の利活用が活発化する中、光衛星通信の国際会議 IEEE ICSSOS 2022を機構がIEEEと共催し、約100名の参加でコミュニティ形成を主導的に推進したこと、光衛星通信に関してOFC2022のシンポジウムのパネルで招待講演を実施したこと等、社会実装に関する着実な成果も認められる。

信と5G/B5Gの連携に関する技術開発に取り組む機構からの委託研究(企業等が実施)を統括し、令和3年度後期に衛星リンクを含む日欧の国際間長距離ネットワークで5Gの制御信号や4K/IoTデータの通信実験に成功した。これにより、国内機関(通信機器の製造メーカー、衛星通信事業者、大学)が日欧間の衛星5Gネットワークの設計から実証実験までを一貫して行い、長距離国際間接続の基盤技術を獲得できたことで、衛星の特徴である広域性を活かした5Gの国際間接続の展開に寄与できるようになった。

- 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、令和2～6年)を、東大、東北大、天地人、三菱電機と受託し、5者で連携をとりながら、衛星-地上接続技術や運用計画作成技術、衛星リソース制御技術の研究開発を実施し、シミュレータの開発や衛星の地上系設備の開発などの成果を総務省に報告した。
- 令和5年度に打ち上げ予定の技術試験衛星9号機(ETS-9)に搭載する通信ミッションについて、光通信機器の詳細設計を完了しプロトタイプモデルを製造するとともに、ビーコン送信機のプロトタイプモデルの製造を行った。これらを令和3年度にETS-9への搭載に向けて計画通り衛星バス側(JAXA)へ引き渡す予定であったが、コロナ禍において令和3年度内に完了が見込めないため、関係機関と調整するとともに、今後の計画見直しを行うことで、当初目標を達成できる見込みである。全体としては、第5期で目指す世界最高レベルの10Gbps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大きく進展させた。
- 衛星5G/B5Gが接続し、かつビームや帯域がフレキシブルな次世代衛星システムを最適に制御する衛星用地球局制御技術について、電波利用料委託研究「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」を活用し、衛星-地上系5Gの接続、トラヒック需要や気象による回線条件の変動予測に基づく運用計画とリソース制御の方式検討、及び上記技術を実装する管制系や地球局等の地上ネットワークの基本設計を完了するとともに、軌道上評価のための総合評価シナリオと試験構成案を作成した。これにより、ETS-9打ち上げ後(令和6年度)に実施予定のETS-9を用いたユースケース実証に向けた開発を大きく進展させた。
- 前年度立ち上げたスペースICT推進フォーラムの運営を行い、公開のシンポジウム及び10回の検討会・交流会を開催し、この分野の産学官の連携強化・異分野連携を促進した。また、同フォーラムの衛星5G/Beyond 5G連携技術分科会及び光通信技術分科会を運営し、計6回の分科会を開催した。公開のスペースICT推進シンポジウムでは約380名の参加、分科会の会合では毎回約100名の参加を得て、国内コミュニティの連携と拡大に貢献した。更に、同フォーラムが宇宙基本計画工程表改訂に向けた重点事項として宇宙開発の重要政策に位置付けられた。同フォーラムにおいてB5G連携及び宇宙光通信の利活用や標準化、技術課題等の議論を行い、社会実装に向け異分野連携を促進した。
- B5Gでは地上系ネットワーク(TN)が拡張されることに伴い、NTNとTNとの連携及び相互接続の必要性を唱えるため、ITU-R WP5Dによる将来技術トレンド(FTT)報告書作成活動に寄書を入

こと  
等が挙げられる。

#### 【社会的価値】

機構が提案する3次元ネットワーク構想の対外的な認知の向上に取り組んだこと、衛星リンクを含む日欧の国際間長距離5Gネットワークの通信実験を成功し国内機関が長距離国際間接続の基盤技術を獲得できたこと、標準化の推進等、Beyond 5G時代の地上から海洋、宇宙までのシームレスな接続の実現に資する、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- 衛星フレキシブルネットワーク基盤技術の確立に向けた研究開発に取り組む、非地上系ネットワーク(NTN)を中心に、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3次元ネットワークのアーキテクチャの概念検討を開始し、複数国間、複数事業者間、NTN-地上間を繋ぐインターフェイスを定義し統合制御する仕組みを含むネットワークアーキテクチャの検討を行うとともに、機構が提案する3次元ネットワーク構想の対外的な認知の向上に取り組んだこと
- 日本初の衛星リンクを含む日欧の国際間長距離5Gネットワークの接続実験を通して、長距離国際間接続の基盤技術を国内機関(通信機器の製造メーカー、衛星通信事業者、大学)が獲得できたこと
- 標準化における貢献として、B5Gにおける地上系ネットワークの拡張に伴うNTNとの連携及び相互接続の必要性を唱えるためのITU-R WP5Dによる将来技術トレンド(FTT)報告書作成活動への寄書の入力に加え、APT-AWG28へ寄書を入力し、衛星と航空機間の高速な接続を可能にする機構のアンテナ技術と衛星-航空機間のハンドオーバー等のネットワーク制御の開発成果が反映されたIoTへの衛星技術の応用の標準化報告書(AWG-29/OUT-13)を完成させたこと
- 超小型高速光通信機器に関する研究開発において、HAPSやドローンなどの飛翔体と地上との間における高速通信を実現するため、最大

**(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 대응するとともに、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

**(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開発に関する試作・試験を実施する。  
•デジタルフレキシブルペイロードの概念検討を実施する。また、次世代高速光通信技術に関する概念検討を実施する。  
•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し、恒星や小型光通信衛星からのレーザー光を使用した受信系試験や送信系の制御実験を実施す

**(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**

• 令和2年度(第4期の期間)に試作した地上・衛星及び衛星間の光通信を実現する高高度プラットフォームや超小型衛星への搭載を目標とした超小型高速光通信機器(ブレッドボードモデル)の評価を行ったのち、令和3年度は HAPS やドローンなどの飛翔体に搭載し最大 400Gbps 伝送を実現する光通信機器の初期モデル(プロトタイプモデル)の基本設計の完了および製作を開始し、2種類のプロトタイプモデルが完成した。初期モデルの製作を通じて、完成に向けた必要な機能を実現するための全体の構成、形状や配置等の仕様を得た。また、40Gbps の通信速度の初期モデルによるフィールド実証試験を行い、試験結果をフィードバックさせることで光通信機器に必要な性能実現性の目処を得るための評価作業を実施した。  
• 小型高速光通信機器による成層圏領域における光通信の実現に向けて、企業との共同研究も活用し、実システムに必要なとなる

かし、NTN と TN の相互接続の要素として衛星の記述を FTT 報告書に残すことに貢献した(寄与文書番号 5D/609)(標準化推進室と連携して実施)。また、APT-AWG28 へ寄書を入力し、衛星と航空機間の高速な接続を可能にする機構のアンテナ技術と衛星—航空機間のハンドオーバ等のネットワーク制御の開発成果が反映された、IoT への衛星技術の応用の標準化報告書(AWG-29/OUTP-13)が完成した。これにより、アジア地域における衛星 IoT の利用に役立つ指標を示すことができた。

- 小型衛星や HAPS などのマルチプラットフォームに適用可能な平面アンテナ素子の概念検討を実施した。スペースや電源リソースが限られた各種プラットフォームに平面アンテナ素子を搭載可能とするため、2つの偏波を扱えるアンテナ素子・周波数変換部・DA/AD 変換素子の構成及び配置を検討することによる小型化、低消費電力化を中心とした検討を実施した。これにより従来技術と比較して約 40%の低消費電力化を目標とする小型平面アンテナ技術の実現の見通しを立てた。また、多様化する衛星通信において用途や通信環境に応じて異なる周波数帯での通信に対応可能な、デュアルバンド平面アンテナの基本設計を実施した。デュアルバンド(Ka 帯・L 帯)アンテナ素子試作に必要な解析モデルの構築及び製作に向けた課題抽出を行うことで、異なる周波数帯での通信を可能とするデュアルバンド平面アンテナの確立の見通しを立てた。
- 平面アンテナ技術の開発や利用に必要な伝搬路特性を把握することを目的に、移動体衛星通信を対象とした、衛星仰角の違いによる電波減衰への樹木の影響の測定・解析を実施した。移動体衛星通信において衛星-地球局間にある物体により電波が遮蔽されることで通信が断となるが、樹木の形状により減衰量が異なることを明らかにした。この成果により、遮蔽の影響を考慮した通信方式の検討を行うことが可能となった。更に、成果展開として、移動体衛星通信伝搬路を模擬するエミュレータの開発と特許申請を行った。これにより実衛星を使用せずに効率的なシステム設計が可能となった。
- 低消費電力な小型平面アンテナの実現に向けて、企業と共同研究を実施した。低消費電力化の一検討として、送受信両方の帯域で動作するアンテナ素子を用いて RF 回路の送受共用化することで部品数の削減を図った。

400Gbps 伝送を実現する光通信機器のプロトタイプモデルを完成するなど

- 国産の FPGA を用いて衛星搭載に向けた光通信機器開発の製造ができることを確認した成果をもとに、JAXA と機関間連携で月との光通信技術に関する新たなプロジェクトが文科省予算により開始されたこと  
等が挙げられる。

**【社会実装】**

スペース ICT 推進フォーラム及びその下の二つの分科会の運営を通じて B5G 連携及び宇宙光通信の利活用や標準化、技術課題等の議論を行い異分野連携を促進したこと、国際的に光衛星通信の利活用が活発化する中、光衛星通信の国際会議 IEEE ICSOS 2022 を機構が IEEE と共催し、約 100 名の参加でコミュニティ形成を主導的に推進したこと、光衛星通信に関して OFC2022 のシンポジウムのパネルで招待講演を実施したこと等、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

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。

る。

仕様や環境条件を考慮し小型高速光通信機器の開発、実験を実施した。

- 第4期終了までに超小型衛星向けに開発した成果を発展させ、ドローンと地上間での高速通信を実現するために、ドローンを使った実験により、ドローンと地上間の光回線において高速な光回線を設計するための到着角度変動や受信電力の確率分布などの重要なチャネル特性や数値データを取得し解析を行った。これによりドローンのホバリングの影響に対する光精追尾技術の有効性を実証し、また、地上とドローン間の光回線のフェージングチャネルの時間-周波数特性を初めて解析することができた。これらの結果をIEEE Access に投稿し、論文が採択された。
- HAPSと地上及びHAPS間の高速通信を実現する光搭載機器の開発を開始した。
- 電波利用料受託研究「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」により、HAPS による通信環境構築のための検討として地上局用のレンズアンテナの開発を実施した。レンズアンテナの給電部を電子走査アレイアンテナとすることで、アンテナ全体の機械駆動による粗追尾と電子走査アレイアンテナのビーム形成による精追尾を実現し、小型かつ低消費電力なアンテナシステムの試作機が完成した。
- 光通信分野最高峰の国際会議 OFC2022 において、3件しかないシンポジウムセッションの1つである「光衛星通信、新時代へ」で招待講演し、先端的な研究開発の成果をアピールした。
- 国際的に光衛星通信の利活用が活発化する中、光衛星通信の国際会議 IEEE ICSSOS 2022 を機構が IEEE と共催し、約 100 名の参加で最新の研究成果が発表され、コミュニティ形成を主導的に推進した。
- デジタルフレキシブルペイロードを利用した衛星群のフォーメーションフライトにより、サービス要件やユーザに応じて衛星群のフォーメーション制御やリーダー・フォロワー構成の変更、ビームフォーミング・MIMO を適用することで、個々のサービスに特化したシステムではなく、通信、観測、深宇宙探査、宇宙状況把握など多様化するサービスに柔軟に適應できる通信システムを考案し、特許を出願した。
- 次世代高速光通信技術においては、NTN 向け適応型衛星光ネットワークのシステムモデルを新たに提案し、そのネットワーク構成について概念検討を行なった。また、適応型衛星光ネットワークを実現でき、高速光通信が可能なデジタルコヒーレント方式の実験プラットフォームを試作し、様々な変調光信号の評価を行った。本方式で評価した結果を元に、適応的な回線パラメータの制御を想定した、衛星間や地上衛星間等の様々な光回線の回線設計の初期検討を実施した。これらシミュレーションとハードウェア評価により、通信距離や大気伝搬状況等の回線状況に応じて、適応的に回線パラメータを変更することで静止と非静止衛星間で 50Gbps 以上の常時通信を確立できることを示した。これらの成果を査読付き国際会議(ICSSC 2021 及び IAC 2021)にて発表した。
- 衛星地上間の光通信において大気の影響を軽減するシステムとして補償光学系の実装を行った。まず高速移動する国際宇宙ステーション(ISS)搭載光通信ターミナルに対して、令和2年度(第4期の期間)に試作した精追尾光学系(ETS-9 向け光地上局に設置済)に補償光学システムを組み込むための予備実験を実施し

**④テラヘルツ波 ICTプラットフォーム技術**

Beyond 5G を見据えたさらなる周波数利用拡大を鑑み、テラヘルツ波利活用を推進するための研究開発を実施するものとする。また、システム展開にむけた計測評価基盤技術の研究開発を通じ、産学連携や国際標準化を推進するものとする。

**(6)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

**(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術**

**(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、テラヘルツ帯送受信評価技術の研究開発を行う。特に高周波帯での送受信が

た。これにより補償光学システムの基本性能を確認した。次に補償光学システムの組み込みとそのキャリブレーションユニットの組み込み作業を実施し、恒星や惑星の天体からの光や人工光源や他研究機関の光通信衛星の通信光を用いた実験により、大気揺らぎが緩和される受信系の試験を行った。その結果、衛星地上間の高速光通信を実現する補償光学システムにおける受信系の性能の確認と、送信系の制御系を構築する上での設計指針を導出できた。

- 補償光学系を衛星に搭載した光アンテナの熱ひずみ対策に適應するため、小型の制御系の検討を行い、耐放射線国産 FPGA を用いた通信機器の制御系と一体化することを想定した制御系の概念設計を行った。また低熱膨張素材を用いた衛星搭載に向けた大口徑アンテナの概念設計を行った。これらの概念設計により、国産の FPGA を用いた衛星搭載に向けた光通信機器開発の製造ができることを確認した。また本技術を基に、JAXA と機関間連携で月との光通信技術に関する新たなプロジェクトが内閣府予算により開始された。
- 量子 ICT 研究室・量子 ICT 協創センターと連携し、可搬型光地上局における補足追尾系の試験や運用手順の洗い出しを行った。さらに上野公園駐車場に可搬型光地上局を展開し、スカイツリーに置いた光源を捕捉する試験を行った。これらの試験から可搬型の光地上局としての性能や、移動先でも地上局としての役割を果たすための必要な知見を得た。本課題は、総務省直轄委託研究として実施した。

**(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術**

**(ア)テラヘルツ波 ICT 計測評価基盤技術**

- テラヘルツ帯における送受信を評価する基盤として、アンテナパターン遠方界計測システムを構築した。併せて大学・企業との共同研究において、1mm オーダーの従来に無い極めて小型の誘電体アンテナによる通信実験を実施し、10Gbps 以上の伝送に成功した。この成果は、テラヘルツ波利活用に貢献する携帯機器への搭載可能性を示唆するものである。また、100GHz 以上の低位相雑音信号発生システムとして光電気発振器を構築し、-

**(6)テラヘルツ波 ICT プラットフォーム技術**

**【科学的意義】**

Beyond 5G を見据えた周波数利用拡大を鑑みたテラヘルツ波利活用を推進するための研究開発において、テラヘルツ波 ICT 計測評価基盤技術に関する高精度・広帯域の小型 THz 周波数カウンタの開発、テラヘルツ波リモートセンシングに関する小型軽量テラヘルツセンサ開発や、多重散乱テラヘルツ電磁波伝搬モデルの構築等、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- 光-THz 変換を用いた広帯域スペクトル計測システムの要素技術の開発において、高精度・広帯域 (0.1 - 2.8THz という THz 帯電波全域) の小型 THz 周波数カウンタの開発に成功し、成果を論文発表とするとともにプレスリリースを実施したこと
- 水や土壌などの資源の実態把握を行う探査センサの開発において、テラヘルツ波の特徴を生かし、既存の地球観測用マイクロ波のセンサと比較して 1/30 以下の小型化に成功したこと

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。

可能となるような低位相雑音信号発生システムの構築を目指した研究開発を行う。

- 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、それを支える計測評価技術の研究開発を行う。特に、WR C19 で特定化された帯域のような広い周波数帯域のスペクトラムを精度良く測定可能とするための要素技術の研究開発を行う。

**(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に向けた基盤技術等の研究開発を行う。具体的には、

- テラヘルツ波センシングや通信に有用なテラヘルツ電磁波電波モデル構築の実験室測定の開始
- 超小型テラヘルツセンサ観測の新たな利活用の開拓
- 温室効果ガス観測衛星データ情報処理システムの開発
- 衛星等ビッグデータ解析による新たな価値の創造
- 静止衛星等を用いた大気汚染天気予報に向けた基礎研究を実施する。

これらの取組を通じて、Beyond 5G 時代に向けた将来の情報通信基盤の社会実装に向けて、テラヘルツ等関連する協議会その他に積極的に携わりコミュニティ形成を進めると共に、国際電気通信連合の無線通信部門 (ITU-R: International Telecommunication Union Radiocommunication Sector) や米国電気電子学会 (IEEE: Institute of Electrical and Electro

90dBc/Hz 以下(従来の 60GHz ミリ波システムと比して 20dB の雑音低減)を実現した。さらに、Si CMOS を用いた 300GHz 帯無線受信回路技術の研究開発を実施し、100Gbps に迫る 76Gbps の高速無線伝送を達成した。これらの成果に関し、IEEE ASSCC2021 における学会発表などを行い、標準活動では寄書に反映されるなど、テラヘルツ波利用拡大に向けた基本特性を明らかにした。

- 情報通信基盤を支える計測評価技術の研究開発にあたり、光-THz 変換を用いた広帯域スペクトル計測システムの要素技術を開発した。また、テラヘルツ帯周波数標準においては遠隔配信に適したトポロジーの検討を行い、かつ従来の大型 THz 周波数カウンタと同様の精度を持つ高精度・広帯域 (0.1-2.8THz という THz帯電波全域) の小型 THz 周波数カウンタ開発に成功した。成果を論文発表し、さらにプレスリリース (令和3年7月 29 日) を実施した。また、テラヘルツ帯における無線伝搬特性の取得にあたり、周波数 232-330GHz の実験試験局を開設した。実験試験局の開設により、今後他機関が無線局を開局する際に提供可能なノウハウが蓄積された。免許申請に必要な較正は機構の電磁環境研究室・標準較正グループでしかできない状況の中、高周波帯の較正技術開発に貢献し、実際に大学や企業に支援を行った。今後、本周波数帯での伝搬特性を測定する予定である。

**(イ) 超高周波電磁波の宇宙利用技術**

- 宇宙資源の所有権が日本国民にも認められる宇宙資源法が令和3年に成立したことなど、現在、我が国においても月火星における宇宙資源獲得に向けた動きはますます加速している。人工衛星の開発打上げにかかるコストは、おおよそ質量 1kg あたり1億円であり、小型化により低予算を実現することで、更なる打上の機会を得ることが可能となる。水や土壌などの資源の実態把握を行う探査センサの開発において、既存の地球観測用マイクロ波のセンサではセンサ質量が 324kg のところ、高周波テラヘルツ波の特長を生かすことで 1/30 となる 10kg を実現した。これは、従来では 324 億円かかっていた衛星センサ開発費用が 10 億円程度になることを意味する。この機構の小型軽量テラヘルツセンサ技術を元に、機構が研究代表者となって関係機関を取りまとめ、オールジャパン体制で総務省「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」を受託した(令和3年度の受託額は 2.2 億円)。テラヘルツ波を用いた月・火星探査は世界でも我が国が先行して着手しているものである。さらに、月資源探査に向けた体制と環境(ビジネスコンソーシアムや宇宙ミュージアムでの展示)を整備し、我が国の国際競争力を確保した。欧州宇宙機関 ESA が推進する木星周回の氷衛星における生命探査の大型 L クラスミッション JUICE に搭載されるテラヘルツ分光計 SWI の開発に日本の代表として参画し、アンテナとアクチエータの開発を行っている。SWI センサの最終段階であるフライトモデルの開発に成功し、令和3年8月6日にフライトモデルを ESA にデリバリーした。共同研究先の博士課程等の学生の指導を行った。JUICE の打上げは令和5年4月の予定である。
- B5G/6G 時代においてテラヘルツ通信やテラヘルツ波リモートセンシングの研究開発が活性化しているため、高い確度のテラヘルツ電磁波伝搬モデルの重要性は増している。現存する ITU-R の電磁波伝搬モデルは、マイクロ波より低周波を主たる対象とし

- 表面多重散乱などを含むテラヘルツ電磁波伝搬モデルの基幹となる散乱・吸収・放射部分を構築し、さらにテラヘルツ時間時間領域分光法を用いた測定で確度検証を行うことで、月のような数 km の凸凹を有する地表面散乱においてもテラヘルツ電磁波伝搬モデルの精度が有意であることが実証されたこと  
等が挙げられる。

**【社会的価値】**

テラヘルツ波利活用に貢献する携帯機器への搭載可能性を示唆する小型誘電体アンテナ開発やテラヘルツ波無線局の開設に貢献する実験試験局開設ノウハウの蓄積、テラヘルツ波リモートセンシングの月資源探査における競争力確保と木星周回の氷衛星生命探査におけるセンサ開発、大気エアロゾル濃度観測の幅広い社会利用につながる推定簡易型数理アルゴリズム (SNAP-CII) の開発等、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

- 顕著な研究成果として、
- 携帯機器への搭載可能性を示唆する、1mm オーダーの従来に無い極めて小型の誘電体アンテナによる通信実験を実施し、10Gbps 以上の伝送に成功したこと
- 232-330GHz の実験試験局を開設し、今後他機関が開局する際に提供可能なノウハウを蓄積し、実際に大学や企業に支援を行ったこと
- 月資源探査に向けた体制と環境(ビジネスコンソーシアムや宇宙ミュージアムでの展示)を整備し、我が国の国際競争力を確保した。また、木星周回の氷衛星の生命探査ミッションに搭載される SWI センサのフライトモデル開発に成功し、ESA にデリバリーしたこと
- 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) を開発した。福岡を対象に機械学習を用いたエアロゾル濃度のクラス分類の検証を行い、2クラス分類では正解率 80~90%を達成し、さらに特許を1件出願したこと  
等が挙げられる。



nic Engineers)を通じた標準化活動に貢献する。

ているため、電磁波の放射項と吸収項の二つの物理を考慮することでモデルを単純化していることが多い。しかし、高周波テラヘルツ電磁波では散乱の寄与が相対的に大きくなるため、放射項と吸収項に加えて散乱項をモデルに正確に取り入れる必要がある。しかし、電波と光の境界領域において多重散乱などの物理過程を再現することは極めて困難であるため、これまで前例はない。機構では、実部と虚数部の物理パラメータなどを得るための実験室測定と理論的なアルゴリズム開発の両者を組合せて行うことで、表面多重散乱などを含むテラヘルツ電磁波伝搬モデルを世界で初めて実現した。令和3年度は、テラヘルツ電磁波モデルの基幹となる散乱・吸収・放射部分を構築し、さらにテラヘルツ時間時間領域分光法による測定で確度検証を行うことで、月のような数 km の凸凹を有する地表面からの散乱においても電磁波伝搬モデルの精度が有意であることが実証された。

- 温室効果ガス排出量の推定精度向上による気候変動・地球温暖化に対する防災対策への貢献を目的とした温室効果ガス・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 NO<sub>2</sub> 観測における衛星 BD 地上データ処理システムの開発を、国立環境研究所・海洋研究開発機構と共同で実施した。令和3年8月に基本設計確認会を完了し、詳細設計に着手した。政府系の地球衛星において、着実に計画を推進した。
- 前年度までに創出した新たな概念であるキレイな空気指数 CII について、学術誌に掲載されるとともに、朝日新聞や日経新聞など各種メディアに掲載されることで、機構のアウトリーチに大きく貢献した。従来は野外設置型レーザーレーダーなど大型研究開発装置を用いて研究目的で高精度に計測していた大気エアロゾルの測定を、スマホカメラによる測定で実現することを目指して、世界で初めての試みとなるカメラ画像 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) を開発した。本方式では、反射率や画素値比等の物理量を画像解析により抽出し、機械学習によりエアロゾル濃度をクラス分類する。福岡において SNAP-CII を検証し、2クラス分類では正解率 80~90% を達成した。これは気象庁の降水確率予報精度と同等である。キレイな空気の情報の配信に向けたスマホカメラによる大気エアロゾルの測定アルゴリズムの開発と実証実験は、社会実装パートナー(ウェザーニューズ・九州工業大学)と連携して実施している。これに関連して特許を1件出願し、所内ファンド2件を獲得した。共同研究先の学生の指導を行った。
- 韓国は、令和3年に静止軌道に NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、エアロゾルなどの大気物質観測衛星の打上げに成功しており、我が国の工場活動度や輸送活動度の指標となる NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> の排出を通じて日本の経済エネルギー活動状況を空から把握できる状況にある。日本上空を1時間毎に観測している韓国の静止衛星 GEMS データを用いて気象衛星ひまわり8号とのエアロゾルデータ比較検証を実施し、成果を国際会議で発表した。これらの宇宙からのデータと共に、地上からの SNAP-CII 観測と合わせて我が国の大気汚染天気予報に先鞭をつけた。
- 世界の窒素排出量の 13% は船舶由来であり、国際海事機関は、NO<sub>x</sub> の規制を平成 28 年から強化しているものの、海洋上にある船舶からの NO<sub>2</sub> 排出の実態把握と監視は困難であった。これに対し、独自のアルゴリズムによって船舶位置情報と衛星観測 NO<sub>2</sub> 濃度を同一空間グリッド上で可視化することにより、衛星

#### 【社会実装】

キレイな空気の情報の配信に向けて、社会実装パートナーと連携したスマホカメラによる大気エアロゾルの測定アルゴリズムの開発と実証実験の実施等、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。

⑤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非連続な変化に対応が可能な、ネットワークの障害検知・予測及び適応制御技術、IoT 等による柔軟な情報収集及び総合的な可視化・解析の基盤技術等、持続性に優れたレジリエント ICT 基盤技術の研究開発を実施するものとする。

(7)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認する。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認する。

(7)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必要なリアルタイム電波伝搬予測技術、回線が途絶する前にバックアップ回線を確立する無線アクセス技術、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仮想化技術に関する研究開発に着手する。また、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と気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション技術、映像 IoT 情報とインフラサウンド情報の融合可視化技術、エナジーハーベスト技術による電源自立性に配慮した高耐候・省電力 IoT モジュール、上空通信の低ロス性や LPWA の多重化を活用した通信技術の研究開発に着手する。

による観測結果から宇宙から運河における船舶の活動度を定量的に捉えることに世界で初めて成功した。観測結果から、船舶の数よりも船舶のスピードが、NO<sub>2</sub> の排出量に与える影響がより大きいことが分かった。

- B5G/6G 時代に向けたテラヘルツ技術の社会実装に向けて、コミュニティ形成や標準化活動に関し、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に、幹事団や部門長の立場からテラヘルツ技術の普及に積極的に関与した。特にテラヘルツシステム応用推進協議会では前年度設置された 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。また、今年度立ち上がった IEEE 802.15 Task Group 3ma の副議長就任や WRC-23 に向けた ITU-R・APT への寄書入力に貢献した。これら一連の活動により、前島密賞を受賞した。

(7)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成要素であるタフ環境(高伝搬損失(150dB 以上)や高干渉(信号対干渉電力比-10dB 以下)が生じうる無線通信にとって困難な環境)に適応する無線アクセス技術の実現に向けて、回線途絶リスクの定量化及び検出のための電波伝搬予測技術、回線途絶しにくく、かつ途絶前にバックアップ回線を確立する通信制御を備えた無線アクセス技術の研究開発を実施した。

- 電波伝搬予測技術  
災害等により建造物損壊や什器倒壊等が発生して人の立ち入りが困難でありかつロボットの遠隔制御に支障をきたす劣悪な環境における遠隔制御ロボットを用いた作業実施をユースケースに設定した、大学(ロボット分野)との共同研究を実施した。ロボットが備えるカメラ等を利用した回線途絶リスクの定量化及び検出のため、単一カメラ映像から畳みこみニューラルネットワーク(CNN)及び長・短期記憶(LSTM)を階層的に利用することを特徴とする電波強度予測手法を新たに考案した。屋内における原理検証を行い、1秒後の受信強度を誤差 3dB 以内で予測できる割合として 95%以上を達成できることを確認するとともに、得られたモデルの電磁界解析による検証までを完了した。これによって、考案した手法が将来利用できる十分な性能を達成できる見込みを得た。成果は IEEE Communications Society のフラッグシップ国際会議 IEEE ICC2022 に採択された。
- 無線アクセス技術  
多数ロボットで構成される群ロボットによる遠隔作業(例:インフラ点検・保守、災害プラントの応急・復旧作業)等、高伝搬損失下・高干渉下においても群ロボットの協調制御・操作が支障なく実行できる低遅延性を確保しながら通信範囲を維持及び拡張できる新たな非再生中継方式の研究開発に取り組み、中継器において電波伝搬環境に応じた時空間等化(256 タップ)を低遅延で処理できる方式を考案・実装した。有線接続による原理検証を行い、5G ダウンリンク信号を 3.2 マイクロ秒の処理遅延で中継し(従来技術ではミリ秒オーダー)、受信できることを確認し、群ロボット制御で求められるサブミリ秒の遅延達成に向けた見込みが得られた。成果を国際会議に投稿する準備を進めた。非再生中継方式の技術移転に向けて、モビリティ分野への適用として民間企業からの研究委託を受けた。また、高干渉下(信号対干渉電力比 0dB 以下)においても低遅延通信を実現する干渉抑圧処理方式を民

(7)タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術

【科学的意義】

畳みこみニューラルネットワーク(CNN)等を階層的に利用することを中心とする電波強度予測手法を考案したこと、車両間すれ違い通信における接近時高速無線接続技術の実証などを推進したこと、および、それらの成果が著名な国際会議等で採択されたこと等、タフフィジカル空間レジリエント ICT 基盤技術の進展に資する科学的意義を有する顕著な成果が認められる。

- 顕著な研究成果として、
- 人の立ち入りが困難な環境における遠隔制御ロボットを用いた作業実施をユースケースに設定し、単一カメラ映像から畳みこみニューラルネットワーク(CNN)及び長・短期記憶(LSTM)を階層的に利用することを特徴とする電波強度予測手法を新たに考案し、その成果がフラッグシップ国際会議 IEEE ICC2022 に採択されたこと
  - 接近時高速無線接続技術に関する研究開発に取り組み、クラウド上の認証サーバを用いることなく、高速に相互認証を完了させた上で相互のデータ交換を実現する接近時高速分散認証システムにつき、自動車間のすれ違い通信へ適用したフィールド実験を実施し、その結果が IEEE Access に採録されたこと
  - レジリエントな自然環境計測の実現のため、インフラサウンドセンサーデータと気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション技術、映像 IoT 情報とインフラサウンド情報の融合

間企業と共同で研究開発し、特許出願と国際会議発表(IEEE PIMRC2021)を行った。高伝搬損失下においても低遅延性を確保しながら通信範囲を維持する手法に関する研究開発成果に基づき、民間企業及び NEDO から研究を受託し、民間企業からの受託研究においては7件の共同特許出願を行った上で 3GPP RAN1 へ寄与文書を共同入力して標準化活動も行った。また、NEDO からの研究受託の成果としては、マシンタイプコミュニケーション等の許容遅延に上限がある分野へ適用可能な遅延保証型アクセス手法に関する研究成果が IEEE Access(IF は 3.367) に採択された。本成果は、大学(通信分野)との共同受託研究により得られた。また、遅延保証型アクセスに関する研究開発成果の事業化に向けた企業 12 社によるユーザアドバイザリ委員会を運営した。

上記の低遅延性を確保して通信範囲を維持・拡張する非再生中継による通信において、中継器の選択を含む通信資源の最適割り当てによりバックアップ回線を確立する通信制御に関する研究開発に取り組んだ。本研究開発技術を将来導入して群ロボット遠隔制御による作業を行うことが想定される実際のプラントの CAD データの提供を受けて、通信制御(周波数・通信タイミング・出力・通信経路等の動的制御)の評価に利用可能なシミュレーション環境の構築に着手した。シミュレーション環境の構築は、大学(ロボット分野)との共同研究と、民間企業及び国立研究開発法人との連携により実施した。また、大規模な通信資源の割り当て最適化問題を実時間で解く手法に関する研究も開始し、デジタル計算機上で実行可能な量子計算にもとづく新たな最適化手法に関する研究に着手した。本研究は、大学(量子アニーリングマシン分野)との共同研究である。さらに、無線通信における劣決定問題(多元接続におけるユーザ間干渉除去)をデジタル・量子統合計算によって解く手法をオフライン実験によって実証した。

タフフィジカル空間における情報通信基盤の構成要素である自己産出型エッジクラウド技術として、分散資源仮想化技術の研究開発に着手するとともに、併せて接近時高速無線接続技術及び災害対応 IoT 無線技術に係る研究開発を実施した。

- 分散資源仮想化技術

サービスを提供するインターネット側のクラウドとの回線が途絶する環境においても、エッジクラウド側に偏在する端末が持つ情報通信資源(計算機、メモリ、データ等)を端末間で共有を行い、サービスの自律的な再構成を実現する基本アーキテクチャの研究開発に取り組んだ。基本機能となるオーケストレーション機能の分散化手法の設計と、汎用コンテナツールを用いた実装を行い、耐障害性の基本評価として、3台のノード構成において、いずれかに障害が起きても残りのノードでアプリケーションサービスを再構成し継続できることを確認した。本成果の一部は、大学(ネットワーク分野)との共同研究による。関連する研究成果(クラウド、エッジ、ユーザ近傍端末群からなる3層構造による分散エッジクラウド構成により、クラウドサーバへの通信回線途絶時にも継続的にクラウドサービス利用を可とする手法を提案した)は国際会議 IEEE ICC2022WS へ投稿した。また、企業(ネットワーク機器分野)との共同研究において実用化に必要なネットワーク資源の動態把握と活用に関する手法を研究開発し、特許の共同出願を行った。

- 接近時高速無線接続技術

可視化技術に係る研究開発に取り組み、成果を挙げていること

- 非地上系ネットワーク(NTN)における IoT 向け小サイズデータ伝送技術として、GNSS による端末間時刻同期を活用した同一チャネル多重化技術の設計成果が国際会議 IEEE VTC-fall2021 において発表されたこと等が挙げられる。

【社会的価値】

通信途絶下でも国の防災情報クラウドファイルシステム(SIP4D)との情報共有を図るポータブル SIP4D の開発において、基本機能である SIP4D 代行機能の開発を完了したこと、インフラサウンドセンサーによる観測データを公開し活用されたこと等、極端な環境や災害時の状況下での情報収集や動作制御系につながる、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- 高伝搬損失下・高干渉下においても群ロボットの協調制御・操作が支障なく実行できる低遅延性を確保しながら通信範囲を維持する手法に関し、3GPP RAN1 への標準化提案を行ったこと

- タフフィジカル空間における情報通信基盤の構成要素である接近時高速無線接続技術に関する研究開発として、政府等が災害時に情報共有を行うクラウドファイルシステム SIP4D を対象としたシステムの機能開発を行ったこと

- インフラサウンドセンサーデータを活用したレジリエントな自然環境計測技術において、宮城県内4か所におけるインフラサウンドセンサーによる観測データにつき、日本気象協会サイトから研究目的でのデータ公開を行い、トンガ海底火山噴火に伴って発生した空振に関連すると思われる観測データは複数の大学・研究機関において活用された。また、カメラ映像による河川氾濫域の自動抽出情報を用いて流域ポリゴンを地理情報システム上に可視化する融合技術が、大手防災コンサルが国土交通省より受託したプロジェクトにおいて採用されたこと

等が挙げられる。

クラウド上の認証サーバを用いることなく、高速に相互認証を完了させた上で相互のデータ交換を実現する接近時高速無線接続に関する研究開発として、他の研究機関との連携のもと内閣府 SIP による受託研究を継続して進めた。政府等が災害時に情報共有を行うクラウドファイルシステム「SIP4D」における、クラウドとの通信回線が途絶する環境においても利活用可能とする「ポータブル SIP4D」の開発のうち、その基本機能である SIP4D 代行機能の開発を完了した。また、接近時高速無線接続技術を自治体防災情報通信・管理システムへ適用した。この自治体防災情報通信・管理システムを高知県香南市が導入を決定し、共有知財を有する民間企業を通じて 100 台規模での導入を進めている。これらのシステムについて、期待されるユーザに対するアプローチを展開し、展示会への出展（6件）や防災訓練等における展示（高知県、山形県等）を行った。加えて、接近時高速無線接続技術を自動車間のすれ違い通信へ適用し、相対速度 80km/h において従来技術と比較してデータ転送量を 10MB 以上増やせる結果を得た。この成果は IEEE Access に採録された。本成果は、大学（ネットワーク分野）との共同研究により得られた。

- 災害対応 IoT 無線技術

クラウドとの回線が途絶する環境においてもエッジクラウド側で災害対応に関する情報やデータを分散的に共有する分散資源仮想化の実現に必要な長距離小データ伝送を可能とする無線通信技術として、災害時における情報共有の在り方について自治体に対するヒアリングを行い、ヒアリング結果に基づき V-High 帯の多チャンネルを利用して長距離（10km 以上）・小サイズデータ（1Mbyte 程度）の通信用無線通信評価装置を開発した。高知県（高知市、香南市）、宮崎県（西諸県郡）の消防等の協力を得て、実利用を想定した環境でのデータ伝送を伴った基礎実験を完了した。基礎実験は、企業・大学・自治体との連携研究による成果である。また、総務省「放送用周波数の活用方策に関する検討分科会」に対して、V-High 帯を利用した実証実験の一例として「災害対応 IoT 通信システム」を提案した。

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（周波数 20Hz 以下の可聴下域の長周期音波）センサーデータと気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション技術、映像 IoT 情報とインフラサウンド情報の融合可視化技術、エナジーハーベスト技術による電源自立性に配慮した高耐候・省電力 IoT モジュールの開発、上空通信の低ロス性や LPWA の多重化を活用した通信技術に係る研究開発を実施した。

- インフラサウンドセンサーデータと気象・地理データを用いた音波伝搬シミュレーション技術

火山噴火や津波発生早期検知に向けて、気象データを用いた音波伝搬シミュレーションコードを試作し、これを実行するためのスパコンによる大規模並列計算環境を整備した。

- 映像 IoT 情報とインフラサウンド情報の融合可視化技術

高解像度 3次元時空間地理情報システム（GIS）上へ、インフラサウンドセンサー観測データを可視化するツールを開発した。さらに、このツールを活用したインフラサウンドセンサー網の設計を完了した。さらに、新たに 3か所のインフラサウンドセンサーを設置し、宮城県内 4か所の観測データについては、日本気象協会サイトから研究目的でのデータ公開を行った。観測データはトンガ海底火山噴火に起因する空振を観測しており、複数の大学・

【社会実装】

政府・自治体と連携した活動など、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。

研究機関において利用された。また、悪条件下(夜間・霧・強風・降雨時)における状況把握性能の向上に向けて、汎用ネットワークカメラ映像による移動体及び煙検出用ツールを開発し、検出率80%を達成した。本成果は長野県千曲市との連携研究により得られたものであり、成果を論文誌に投稿する準備を進めた。また、カメラ映像による河川氾濫域の自動抽出情報を用いて、抽出された氾濫域をポリゴンによって地理情報システム上に可視化する融合技術を開発した。本融合技術は、大手防災コンサルが国土交通省より受託したプロジェクトにおいて採用された。

- エナジーハーベスト技術による電源自立性に配慮した高耐候・省電力 IoT モジュール  
太陽光バッテリーを主電源とする高耐候・省電力を備えた IoT モジュールセンサーシステムを開発し、実環境(火山フィールド)において7週間にわたって自立運用(映像・インフラサウンド・気象各データ取得と取得データの送信)を実証した。本成果は、大学との共同研究により得られた。また、日射量(太陽光パネル発電量)データを考慮したマルチホップ通信技術の研究開発として、長野県千曲市の「あんず LPWA ネットワーク」を実験フィールドと想定し、低消費電力広域(Low Power Wide Area:LPWA)通信を利用した通信プロトコルの設計に着手した。
- 上空通信の低ロス性やLPWAの多重化を活用した通信技術  
バルーン等を活用した滞空型中継装置による通信範囲の拡大効果について、計算機シミュレーションによる電波伝搬特性及び方式設計までを完了した。また、通信インフラが整備されていない海上・山岳等のエリアに敷設されたセンサからのデータ収集の実現に向けて、非地上系ネットワーク(Non-terrestrial Network:NTN)におけるIoT向け小サイズデータ伝送技術として、GNSSによる端末間時刻同期を活用した同一チャネル多重化技術を開発し、3GPPにおけるNTN-IoTに関する諸元(Technical Report 38.821)にもとづく計算機シミュレーションによって、低軌道周回衛星のSバンドを用いて10台以上との同時通信が行える可能性を示した。成果を国際会議IEEE VTC-fall2021において発表した。

その他、付加的な成果として、放送衛星(Broadcast Satellite:BS)電波を利用した降雨量推定手法に関連する研究成果について、国際会議(Joint Conference on Satellite Communications 2021)へ投稿し、Best Paper Awardを獲得した。また、音波信号処理に関する論文について日本音響学会論文賞を受賞した。

<課題と対応>

(課題)【令和2年度評価 総務省国立研究開発法人審議会の意見】コロナ禍による影響がどの程度あるのか、特に実験を行っている場合は、その影響を大なり小なり受けているものと思われる。こうした側面からのフォローアップは必要ではないだろうか。

(対応)屋外フィールドでの実証実験のなかには計画の中止や繰り延べなどになった例があります。そうした中、影響を受けた研究室では、目的を達成するための次善の策の検討や実験方法の

見直し、感染対策を施した上での実験の実施などを多角的に検討し、影響を最小限に抑えつつ、最大限の効果を得るように工夫を重ねています。

(課題)【令和2年度評価 総務省国立研究開発法人審議会の意見】コロナ禍によってデータ転送技術に対する需要は、今後も増加するものと思われる。こうしたことを念頭において、次年度以降、こうした研究活動を加速化する必要はないだろうか。

(対応)令和2年度第3次補正予算により措置された Beyond 5G 研究開発促進事業におきまして、B5G 伝送基盤技術開発環境の整備に取り組むなど、民間企業との連携を促進し研究活動の加速化を図っているところです。

(課題)【令和2年度評価 総務省国立研究開発法人審議会の意見】ICN/CCN 研究の学術的、社会実装を目指した更なる進展が期待される。Cefore の活用、発展も考えるべきであろう。

(対応)現在開発中の Cefore によるオンライン遠隔授業システムの経験も踏まえ、更なる実証実験などを行ってきております。また研究開発の推進、研究会などを活用したワークショップやハッカソンに加え、企業との連携を進めており、今後とも社会展開に貢献していきたいと考えております。

(課題)【令和2年度評価 総務省国立研究開発法人審議会の意見】着実に研究計画を遂行しているが、必ずしも顕著な成果を生んでいない。スマート工場への無線適用技術等、その成果展開において更なる努力、工夫が求められる。

(対応)スマート工場への無線適用技術について、異種無線協調制御技術である Smart Resource Flow (SRF)無線プラットフォームの適用により目標とするエンドツーエンド遅延 100ms 以下を達成できることを実証し、一部機能の民間企業へのライセンスおよびライセンス先で製品化に至っています。また、本技術の適用分野を物流や医療などに拡張する「Flexible Society Project」の活動への発展に貢献しています。低遅

延と多数接続を両立する STABLE では、MIMO 適用により 10 台端末局による同一周波数・同時接続でパケット誤り率 10%以下を実証しています。本成果を B5G に適用するための 5G NR 化を推進すると共に、民間企業との連携を促進しています。さらに、海中無線において 2x2 MIMO 適用により約 1.5 倍の伝搬距離拡張を実現し、1m の距離で 1Mbps 以上の通信実証に成功するなど、非地上系通信の実用化に向けて世界をリードする研究開発に取り組んでいるところです。

(課題)【令和2年度評価 総務省国立研究開発法人審議会の意見】昨年度に引き続いての改善点となるが、社会実装を見据えた民間への技術移転や標準化作業へのなお一層の努力が望まれる。

(対応)衛星通信のユーザ企業等の連携関係を強化するため、スペース ICT 推進フォーラムを立ち上げ、研究成果の社会実装を加速させるべく活動を開始しました。また、企業との共同研究をより進め技術移転を進めていきます。一方、RF 通信の標準化活動としては引き続き APT や ITU-R への参加と寄与文書の提出を行います。光通信の標準化も宇宙データシステム諮問委員会 (CCSDS)において、機構が主導をとり規格化を継続して進める予定です。

(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】非常に高い技術力と学術的成果を生み出しているゆえに、社会的アピールの更なる工夫が望まれる。

(対応)学術的成果の社会的アピールのため、なお一層、効果的なプレスリリースや外部公開 Web、展示会での出展による成果発信に努めるとともに、研究開発成果の社会実装に取り組んでいます。

(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】ICT 基盤技術では、年度が進むにつれて、標準化や産業導入を見据えた技術連携・実証、さらには特定のアプリケーションを想定したユーザへのサービス提供といった社会実装に資する成果のウェイトが高まっ

					<p>ており、バランスのとれた取組が行われているものと判断される。なお、革新的ネットワーク技術については、中長期計画に、6G の普及フェーズにあたる令和 12 年に完全自動化を見据えた位置付けとの記載があり、次期計画においても、実際のプレイヤーである通信事業者・ベンダーとの技術連携を深め、実サービスに導入可能なレベルまで完成度を引き上げて頂きたい。</p> <p>(対応)第5期におきましても、社会実装への道筋を見据えたバランスのとれた取組を行う所存です。仮想ネットワーク自動構築制御技術について、総務省委託研究を受託し、関係企業と密に連携を図って、研究開発を行なってまいりましたが、第4期の末に始めた AI 技術の導入の研究を進化発展させるとともに、今以上に外部機関や多様なコミュニティとの連携を意識した研究活動を行っています。</p>	
--	--	--	--	--	--	--

4. その他参考情報

--



様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 1. 重点研究開発分野の研究開発等 (3)サイバーセキュリティ分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠(個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項第一号、第七号、第八号、附則第8条第2項 サイバーセキュリティ基本法第13条及び第14条
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182-04

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報	基準値等 (前中長期目標期間最 終年度値)						主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)					
	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	
査読付き論文数	—	59					予算額(百万円)	14,113				
招待講演数※1	—	48					決算額(百万円)	6,319				
論文の合計被引用数※2	—	4					経常費用(百万円)	4,418				
実施許諾件数	—	11					経常利益(百万円)	△37				
報道発表件数	—	4					行政コスト(百万円)	4,479				
共同研究件数※3	—	47					従事人員数(人)	34				
標準化や国内制度化の寄与件数	—	14										
標準化や国内制度化の委員数	—	14										
実践的サイバー防御演習の実施回数	—	105										
実践的サイバー防御演習の受講者数	—	3,095										
構築した基盤環境の外部利用組織数※4	—	37										
外部組織が開発した人材育成コンテンツ数 ※5	—	1										
調査対象IPアドレス数(百万アドレス)※6	—	112										
注意喚起対象通知件数※7	—	21,049										
参加ISPの数※8	—	69										

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数  
 ※2 合計被引用数は、当該年度に発表した論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく該年度の被引用総数(当該年度の3月末調査)。  
 ※3 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(当該年度の3月末調査)。  
 ※4 サイバーセキュリティ統合的・人材育成基盤として構築した基盤環境の外部利用組織数。  
 ※5 サイバーセキュリティ統合的・人材育成基盤を活用して外部組織が開発した人材育成コンテンツ数。  
 ※6 パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査において、毎月の調査対象 IP アドレス数の年間平均。  
 ※7 パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査において、注意喚起対象として ISP (Internet Service Provider)へ通知した1年間の総件数。  
 ※8 パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査に参加している ISP (Internet Service Provider)の数。  
 ※9 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価						
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸(評価の視点)、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価
				主な業務実績等	自己評価	
<p><b>1. 重点研究開発分野の研究開発等</b>  <b>(3) サイバーセキュリティ分野</b>            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、【重要度:高】として、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ものとする。</p> <p>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 NIC T 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</p>	<p><b>1-3. サイバーセキュリティ分野</b>            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。</p> <p>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。</p>	<p><b>1-3. サイバーセキュリティ分野</b></p>	<p>＜評価軸＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発等の取組・成果の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。</li> <li>研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。</li> <li>研究開発等の成果を社会実装につなげる取組(技術シーズを実用化・事業化に導く等)が十分であるか。</li> <li>取組がICT人材の需要に対応できるものとして適切</li> </ul>		<p>S</p> <p><b>1-3. サイバーセキュリティ分野</b>            年度計画を着実に実施した上で、複数の中項目(サイバーセキュリティ技術、サイバーセキュリティに関する演習、パスワード設定等に不備のある IoT 機器の調査)において、非常に優れた成果を上げた。それ以外の中項目についても、優れた成果を上げた。</p> <p>このことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた特に顕著な成果の創出等が得られたと認め、評価を「S」とした。</p>	<p>評価</p> <p>S</p> <p>＜評価に至った理由＞            適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められる。            主な状況は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>サイバーセキュリティ技術、暗号技術に関してはレベルの高い国際会議、論文誌にその成果の一部が採録されており、また学術的な共同研究や企業との共同開発もあり顕著な成果である。演習や IoT 機器の調査に至っては社会的貢献は特に顕著なものであり、産学官拠点形成に至っては、現状の成果から将来的に更に大きな成果を期待できる。</li> <li>Beyond 5G につながる着実な研究成果を出している。国の研究機関でなければできないことを実施している。</li> <li>サイバーセキュリティ分野技術の高度化と、国全体のセキュリティ向上、セキュリティ人材の育成は、政府のサイバーセキュリティ関連戦略に合致するものであり、サイバーセキュリティ分野の研究開発・社会実装活動は多大な貢献をしている。社会におけるサイバーセキュリティレベルの向上は、安心安全な生活の実現に欠かせないものである。</li> </ul>

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ものとする。

#### ①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、大規模集約された攻撃に関する多種多様な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。

#### (1)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、(3)から(5)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。

#### (1)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

- 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(マルチプラットフォーム化等)に向けた基礎検討と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)へのデータ集約を進めるとともに、異種データの分析・検索機能強化(ノイズ除去やファジー検索等)に向けた基礎検討と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ージ技術等の基礎検討と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 化等)を行うとともに、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(3)から(5)までの取組への適用を進める。

に実施されたか。(「サイバーセキュリティに関する演習」及び「サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成」の評価時に使用)

・取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか。

<指標>

【評価指標】  
 ・具体的な研究開発成果  
 ・研究開発成果の移転及び利用の状況  
 ・共同研究や産学官連携の状況  
 ・データベース等の研究開発成果の公表状況  
 ・(個別の研究開発課題における)標準や国内制度の成立寄与状況

【モニタリング指標】

・査読付き論文数  
 ・招待講演数  
 ・論文の合計被引用数  
 ・研究開発成

#### (1)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、大規模集約された攻撃に関する多種多様な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

<STARDUST の機能強化と定常解析>

- 標的型攻撃観測技術の高度化として、サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST の並行ネットワーク構築機能の強化を進めた。具体的には、Geneve(Generic Network Virtualization Encapsulation)に基づくネットワークの仮想化およびオーバーレイネットワークを実現し任意の物理機材を接続した模擬環境の構築が可能となった。これにより、VPN 機器を接続したテレワーク環境、制御システムネットワーク、クラウドとのハイブリッド環境などのより多様な環境の模擬が可能になった。
- マルウェアを制御する C2(Command & Control)サーバの状態を観測し、適切なマルウェア解析のタイミングを把握可能な C2 サーバ観測システム Stargazerを開発した。STARDUST の解析で得られた C2 サーバ(10,334 ドメイン)を Stargazer で長期観測し、実稼働している C2 サーバの時間的な活動状況の変化や適切なマルウェア解析のタイミングを捉えることに成功した。
- STARDUST の社会実装・成果展開を推進し、STARDUST は 10 以上の機関に活用された。STARDUST の解析で得られた知見の共有は、CYNEX(Co-Nexus A)の取組を活用して実施した。また、利用機関の増加に伴いシステムの UX の向上を実施し、WebUI は従来の UI と比べて約 2.5 倍の応答速度を実現した。また、STARDUST の操作用 API を整備することで、STARDUST による解析作業の自動化を実現可能にした。

<CURE 高度化と AutoPiyokango プロジェクト始動>

- サイバーセキュリティ・ユニバーサル・リポジトリ CURE の異種データ融合機能の強化として、対象となる IoC(Indicator of Compromise: サイバー攻撃の痕跡情報)にメールアドレスを新たに追加した。これによりフィッシングメールや Emotet のようなメールを媒介として広まるタイプのサイバー攻撃についても、CURE を用いた解析が可能になった。さらに、サイバーセキュリティ研究室で運用するハニーポットデータを含む 6 種類のデータを新たに追加し、既存のもの合わせて 17 種類のデータの融合による多角的な分析環境が実現した。

#### (1)サイバーセキュリティ技術

【科学的意義】

急務となっている、社会インフラに大きな影響を与えるシステムへのサイバー攻撃対策として、標的型攻撃観測技術の高度化や NIRVANA 改の IPv6 対応などセキュリティツール群の高度化とともに、AI 技術の活用を積極的に進め、科学的意義を有する特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な研究成果として、

- 標的型攻撃観測技術の高度化として、サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST の並行ネットワーク構築機能の強化を進めたこと
  - マルウェアを制御する C2(Command & Control)サーバの状態を観測し、CURE に蓄えたデータに対して評価・分析を付加する Feedback-layer を追加した 3 層モデルへと機能強化し、同一攻撃グループによるサイバー攻撃の特定を可能としたこと
  - Android マルウェアのデータ収集・静的特徴抽出・機械学習アルゴリズムを組み合わせた Android マルウェア分類フレームワークの実装をしたこと
  - インターネットからアクセス可能な産業用制御システム(ICS)のリモート管理システムを発見する手法を開発・実装したこと
- 等が挙げられる。

【社会的価値】

サイバー攻撃の全容解明のため、多角的な分析環境を実現し、マルウェアの早期発見など、国内セキュリティ対策向上に資する取組を実施するなど、社会的価値を有する特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な研究成果として、

- サイバーセキュリティ情報に関する効率的な収集・要約の実現を目指し、セキュリティキュレーションプロジェクトを始動したこと
- 各種サイバー攻撃観測技術を活用し、適切な外部組織への情報提供・発信を実施したこと

#### 【サイバーセキュリティ技術】

社会インフラに大きな影響を与えるシステムへのサイバー攻撃対策として、標的型攻撃観測技術の高度化や NIRVANA 改の IPv6 対応などセキュリティツール群の高度化とともに、AI 技術の活用を積極的に進め、STARDUST の国産セキュリティ技術への貢献、NIRVANA 改の技術移転及び東京オリンピック・パラリンピックへの貢献など、科学的意義と社会的価値の創出から社会実装までにおいて特に顕著な成果が認められる。具体的には、

- 標的型攻撃観測技術の高度化として、サイバー攻撃誘引基盤 STARDUST の並行ネットワーク構築機能の強化を進め、STARDUST の 10 以上の機関への利活用を進めたこと
- NIRVANA 改の内部モジュールを全て IPv6 対応させ、IPv6 ネットワークの統一的可視化に世界で初めて成功し、NICT-CSIRT への導入・実運用を行うとともに、民間企業への技術移転を実施し、技術移転先を通じた社会展開拡大を進めるなど着実な社会展開を進めたこと
- マルウェアを制御する C2(Command & Control)サーバの状態を観測し、CURE に蓄えたデータに対して評価・分析を付加する Feedback-layer を追加した 3 層モデルへと機能強化し、同一攻撃グループによるサイバー攻撃の特定を可能としたこと
- Android マルウェアのデータ収集・静的特徴抽出・機械学習アルゴリズムを組み合

果の移転及び利用に向けた活動件数(実施許諾件数等)  
 ・報道発表や展示会出展等の取組件数  
 ・共同研究件数  
 ・(個別の研究開発課題における)標準化や国内制度化の寄与件数

※追加指標あり

- 従来観測した IoC に自然言語処理によるキーワードでの自動的な意味付けを実現する2層モデルから、本年度は CURE に蓄えたデータに対して評価・分析を付加する Feedback-layer を追加した3層モデルへと機能強化し、Feedback-layer の Publisher として、Doc2Vec による IoC の類似度計算のプロトタイプを実装した。本機能により類似度の高い IoC 情報に基づく同一攻撃グループによるサイバー攻撃の特定が可能となった。
  - サイバーセキュリティ情報に関する効率的な収集・要約の実現を目指し、セキュリティキュレーションプロジェクトを始動した。本年度はベースとなるセキュリティ情報の自動収集を実現するため、セキュリティベンダのサイトを巡回し記事を収集する表層 Web クローラを開発し、全 29 サイト6年分の自然言語で記述された文章データセットを作成した。さらに、収集した文書の構造化・分類を実行するエンジンを開発し、最終的な目標である文章の要約のための前処理を実現した。機構内の研究開発の知見を最大活用するべく、データ駆動知能システム研究センターDIRECT と連携し研究開発体制を強化した。
- <AI によるマルウェア活動早期検知技術とアラート低減技術の高度化>
- マルウェア感染活動の早期検知技術については、これまでに開発した Dark-GLASSO、Dark-NMF、Dark-NTD の3種類の機械学習ベースのエンジンを一つのフレームワークに統合した Dark-TRACER を構築した。この Dark-TRACER を長期間リアルタイムに運用し、マルウェア活動の検知精度を定量的に評価した結果、偽陰性ゼロ(すなわち再現率 100%)を達成できた。検知のタイミングについても、世の中で脅威が明らかになった時期より早期に検知できるという結果が得られた。また、早期検知処理において除外する必要のあるセキュリティ企業等による調査目的のスキャンイベントに対して、スキャンパケットに埋め込まれたイベント固有の特徴(フィンガープリント)を遺伝的アルゴリズムにより特定する技術を開発し、実データを用いて有効性を確認した(国内学会 CSS 2021 学生論文賞受賞)。
  - Android マルウェアのデータ収集・静的特徴抽出・機械学習アルゴリズムを組み合わせた Android マルウェア分類フレームワークの実装を完了し、高い検知率(F スコア 99.71%、誤検知率 0.37%)を達成した。この研究成果は、ACM Transactions On Management Information Systems に採録された(IF=6)。
  - セキュリティアラートのトリアージ技術等の基礎検討及びプロトタイプ開発については、複数セキュリティ機器の横断分析にウェイト付き機械学習法を実装することによって、従来手法より分類性能が良く、かつ高速に学習可能な分類器を実現した。Class weight を制御する Weighted Support Vector Machine (WSVM)を用いた教師あり学習により、再現率 99.598%、誤検知率(FP ratio)0.001%を達成した。また、AI エンジンの判別結果及び複数セキュリティ機器の横断分析結果を可視化するエンジンを作成した。
  - Darkweb クローリングに基づく Intelligence 生成として、ダークウェブから IoT Botnet による DDoS 攻撃の脅威情報を収集した。また、台湾 TWISC との連携で、関数呼び出し情報と Graph2Vec を用いた IoT マルウェアの機能分析・分類技術を開発した。さらに、神戸大学との連携で Web 媒介型攻撃対策のための悪性ウェブサイト検知技術として、各種機械学習技術を用いた悪性 JavaScript の検知手法を開発した。

- オープンソース (Open5GCore/OpenAirInterface/Free5G) をベースに、UE (利用者端末) から 5G コアまで含めたネットワーク検証環境を構築し、継続的に 5G に関連する検証や解析ができる基盤を構築したことが挙げられる。

【社会実装】

- STARDUST の国産セキュリティ技術への貢献、NIRVANA 改の技術移転及び東京 2020 オリンピック・パラリンピック大会への貢献など、社会実装に関する特に顕著な成果が認められる。特に顕著な研究成果として、
- STARDUST が 10 以上の機関に活用された他、NIRVANA 改の技術移転先を通じた社会展開拡大を進めるとともに IPv6 アラート対応版 NIRVANA 改のプロトタイプ開発を実施するなど着実な社会展開を進めたこと
  - NIRVANA 改の内部モジュールを全て IPv6 に対応させ、IPv6 ネットワークの統一的な可視化に世界で初めて成功し、NICT-CSIRT への導入・実運用を行うとともに、民間企業への技術移転を実施したことが挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

- 合わせた Android マルウェア分類フレームワークを実装したこと
- インターネットからアクセス可能な産業用制御システム (ICS) のリモート管理システムを発見する手法を開発・実装したこと
- これらの成果の一部はレベルの高い国際会議、論文誌に採録されたことが挙げられる。

**(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認する。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

**(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行う。また、5G ネットワークにおける仮想化環境での攻撃シナリオの評価等の基礎検討を行う。  
•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ヤのセキュリティ検証に関する基礎検討を行うとともに、各種

＜IPv6 版 NIRVANA 改の新規開発と技術移転＞

• NIRVANA 改の内部モジュールを全て IPv6 に対応させ、IPv6 ネットワークの統一的な可視化に世界で初めて成功した。IPv6 アラート対応版 NIRVANA 改のプロトタイプ開発を完了し、Interop Tokyo 2021 の ShowNet で動態展示を実施した。NICT-CSIRT への導入・実運用を行うとともに、民間企業への技術移転を実施した。

• NIRVANA 改は技術移転先を通して引き続き商用展開を行っており、国内大学などへの導入が広がった。

＜東京 2020 オリンピック・パラリンピック大会への技術協力と外部情報提供・発信・オペレーション強化＞

• 東京 2020 オリンピック・パラリンピック大会期間中、「サイバーセキュリティ対処調整センター」に情報セキュリティ関係機関の一つとして協力を実施。8名/2交代制のシフトで大会期間の 59 日間東京 2020 オリンピック・パラリンピック大会関連組織の IP アドレスや URL を観測し、多くの検知情報を対処調整センターに提供した。(DAEDALUS や DRDoS 観測システム AmpMon 等で得られた脅威情報等を活用)

• 各種サイバー攻撃観測技術を活用し、適切な外部組織への情報提供・発信を実施した。具体的には、ダークネット観測で捕捉した国内組織のインシデント報告、国産 WiFi ルータのゼロデイ脆弱性の早期警戒パートナーシップへの報告、国内ルータベンダに対し各社製品の感染状況の共有、対策検討打合せに加え、NICTER Blog の記事(6本)や NICTER 解析チームの Twitter アカウントからの情報発信(22 件)を実施した。

• ダークネット観測の高度化を図るため、GCP (Google Cloud Platform)と Hadoop を組み合わせた次世代型送信元分析システムを開発した。また、外部脅威情報と独自バナー収集を組み合わせたホスト情報のエンリッチメントを可能にした。ライブネット観測オペレーションの観測対象として、IPv6 アラート、VPN ログ、悪性メールを追加するとともに、トリアージの効率化のシステムを開発した。アーティファクト分析オペレーションとして、ライブネット観測およびダークネット観測と連携したマルウェア分析のオペレーションを確立した。機構に対する影響度の高い脆弱性の検証、診断ツールを使った機構への影響調査を行うなど、機構のセキュリティ確保に貢献した。

**(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 セキュリティ検証基盤の構築とセキュリティ検証＞

• オープンソース (Open5GCore/OpenAirInterface/Free5G) をベースに、UE (利用者端末) から 5G コアまで含めたネットワーク検証環境を構築し、継続的に 5G に関連する検証や解析ができる基盤を構築した。本検証環境を用いて、5G コアネットワークにおける DoS などの攻撃可能性についての検証を実施した。

• 総務省委託案件「5G ネットワークにおけるセキュリティ確保に向けた調査・検討等の請負」の一環としてキャリア 5G コアネットワークにおけるセキュリティ上の留意点をまとめた「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」を作成した。本案件に関連して、検証環境を KDDI 株式会社にも提供し、ガイドラインへの反映を見据えたセキュリティ検証を実施した。

＜ローレイヤセキュリティ＞

• 無線 LAN 機器などの実機分解、IC チップからのファームウェア吸出し、ファームウェアの検証までの一連の流れを実施し、脆弱性と

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。

実機を用いた検証を開始する。  
 • ユーザへの有効なセキュリティ通知等の、サイバーセキュリティにおけるヒューマンファクタ研究に関する基礎検討を行う。

**②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するものとする。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ものとする。

**(2)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。

**(2)暗号技術**

なり得る仕組みを発見した。  
 • ファームウェアを含むソフトウェア検証を効率化するために、複数の機器・エミュレータ間でソフトウェアの実行状態のマイグレーションを行うシステムを開発した。これは複数の検証環境(シングルボードコンピュータや FPGA、QEMU など)に任意のソフトウェアの実行状態を再現することができ、効率的な検証および脆弱性の発見に寄与する。本成果は報処理学会コンピュータセキュリティ(CSEC)研究会にて発表し、CSEC 優秀研究賞を受賞した。また、FPGA に使用される RTL 回路を効率的に検証するシミュレータを研究開発し、国内学会コンピュータセキュリティシンポジウム 2021 にて発表した。  
 • コネクテッドカー(実車)を用いたセキュリティ検証環境を構築し、電磁波研究所との連携の下、ITS(Intelligent Transport Systems)に対する電波を悪用したリプレイ攻撃の検証を開始した。  
 <ユーザブルセキュリティ>  
 • インターネットからアクセス可能な産業用制御システム(ICS)のリモート管理システムを発見する手法を開発・実装し、日本国内に存在する攻撃リスクの高い 890 機器を発見した。発見した機器のうち、機器管理者にコンタクトが取れた 212 件に対して通知を実施し、適切なセキュリティ設定に対するアドバイスを行った結果、58%の機器について対策が完了した。これらの手法や通知効果に関する研究成果は、サイバーセキュリティ分野の最難関会議の1つである IEEE S&P 2022(採択率:15%未満)に論文が採録された。  
 • NICTER ダークネット等による4年間に渡る観測結果から把握した世界 342 ISP における IoT マルウェアの感染傾向と、各 ISP が実施しているセキュリティ対策の状況を分析し、ISP における各セキュリティ対策が IoT マルウェアの感染抑制にどのように影響を与えているか説明可能なモデルを構築した。本成果は難関国際会議である IEEE Euro S&P 2021(採択率:32%)に論文が採録された。

**(2)暗号技術**

**(2)暗号技術**

**【科学的意義】**  
 新たな暗号技術の安全性評価を実施、ロケットでの安全な実用無線通信の実現を目的とした情報理論的に安全な通信の秘匿・認証技術の実証実験、5G ストリーム暗号の安全性評価手法の提案やビデオ会議システムの脆弱性の発見とその脆弱性を悪用した攻撃手法とこれらの攻撃への防御対策についての提案など、科学的意義を有する特に顕著な成果が認められる。  
 特に顕著な研究成果として、  
 • 小型宇宙機の乗っ取り防止による飛行の安全確保等を目的とした情報理論的に安全な通信の秘匿・認証技術の実証実験を、観測ロケット MOMOv1 から地上局に飛行状況を伝送する実用チャンネルで行った。プレスリリース(令和3年8月17日)を行うとともに、提案技術と飛行実験結果を国際会議 ISTS2021 で発表したこと  
 • 金融機関と連携し、プライバシー保護

**【暗号技術】**

• ロケットでの安全な実用無線通信の実現を目的とした情報理論的に安全な通信の秘匿・認証技術の実証実験、5G ストリーム暗号の安全性評価手法の提案やビデオ会議システムの脆弱性の発見とその脆弱性を悪用した攻撃手法とこれらの攻撃への防御対策についての提案など、エンドツーエンド暗号化に関する実システムの安全性向上に貢献した。また、一部の成果は文部科学大臣賞や各学会の優秀研究賞を受賞するなど、科学的意義と社会的価値を有し社会実装にも資する、特に顕著な成果が認められる。

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。

**(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**

• 金融機関等と連携し、機密データを組織外に開示することなく、複数組織で連携した機械学習が可能な秘匿計算等のプライバシー保護技術の研究開発と社会実装を進める。  
• テレワーク時代に有用な End-to-End Encryption の機能強化のため、検索可能暗号・匿名認証に関して研究開発及びライブラリ化を進める。また、アクセス制御の一つである改ざん防止技術に関して、研究開発及び実利用を想定した実験等を進める。

**(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**  
＜金融機関と連携した複数組織連携プライバシー保護技術の社会実装＞

• 金融機関5行と連携し、プライバシー保護協調学習を活用した不正送金検知の実証実験を行った。複数組織による協調学習で単独組織での学習より高い精度が達成される事例を示すことができた。また、プライバシー保護機械学習エンジンのプラットフォーム化を進め、今後の組織を超えたプライバシー保護データ利活用につなげた。また AI と情報セキュリティについて、The International Symposium on Applied Science にて招待講演を行った。さらにプライバシー保護連合学習技術を活用した不正送金検知の実証実験(令和4年3月10日)及びプライバシー保護連合学習技術「DeepProtect」の技術移転(令和4年3月17日)に関し、それぞれプレスリリースを行った。(神戸大学、エルテスとの共同研究)  
＜プライバシー保護技術＞  
• 腕時計型脈波センサーから得られたデータから睡眠時無呼吸症候群であるかどうかを検出するアルゴリズムに対し、差分プライバシーを用いた検討を行った。さらに情報処理学会電子化知的財産・社会基盤研究会(EIP, Electronic Intellectual Property)特別セッション: ウエアラブル、生体センサーとデータ保護のワークショップにて本成果を踏まえた招待講演を行った。(東北大学との共同研究)  
• 異常データを提出したユーザのみを追跡し、それ以外のユーザは匿名となるプライバシー保護異常検知システムを提案・実装評価を行った。本成果は論文誌 IEICE Transactions に採録された。(理化学研究所、デジタルガレージとの共同研究)  
• 暗号化データに対する解析に用いられる準同型暗号の安全性を高めた鍵付き準同型暗号について、完全準同型暗号に対する鍵復元攻撃や暗号文検証攻撃へ耐性があることを示した。本成果は論文誌 IEICE Transactions に採録された。  
• 鍵付き完全準同型暗号について格子ベースの方式を提案し、プレプリントに公開するとともに国際会議に投稿した。(横浜国立大学、東京大学との共同研究)  
• NeurIPS 2019 にて提案された分散型確率的勾配降下法におけるエラーバウンドの誤りを発見、修正を行った。本成果は論文誌 International Journal of Computational Intelligence Systems に採録された。(明治大学との共同研究)  
• 機械学習で用いられる確率的勾配降下法について、非中央集権型最適化手法を提案した。本成果は論文誌 IEEE Wireless Communications Letters に採録された。(明治大学との共同研究)  
• 準同型暗号と決定木を用いたプライバシー保護異常検知手法を提案した。本成果は国際会議 IJCNN2021 に採録された。(神戸大学との共同研究)  
＜安全なテレワーク＞  
• ユーザのプライバシーポリシー理解を促進するための支援ツールの構成を行い、日本心理学会等で発表した。本成果は国際会議 ICISSP2022 に採録された。(信州大学、愛知学院大学との共同研究)  
＜End-to-End Encryption (E2EE) の機能強化＞  
• 令和2年度構築した検索可能暗号を用いたセキュアストレージシステムとセキュアチャットシステムの改修を行い、E2EE 機能を満たすシステムを構築した。また NICT オープンハウス/CEATEC にて展示

協調学習を活用した不正送金検知の実証実験を行い、複数組織による協調学習でより高い学習精度を示したこと

• 新たな暗号技術の安全性評価として、5G用ストリーム暗号である SNOW-V と ZUC-256 に対して安全性評価を実施し、差分攻撃と積分攻撃を用いた新しい評価手法を提案し、その有効性を示したこと  
• 新しい認証暗号である FRIET に対して安全性評価を実施し、ローテーション攻撃、差分攻撃、そして積分攻撃を用いた新しい評価手法を提案し、その有効性を示したこと  
等が挙げられる。

**【社会的価値】**

新たな暗号技術の安全性評価として、ビデオ会議システムのエンドツーエンド暗号化に対して安全性評価を実施し、その結果の還元、および、耐量子計算機暗号ガイドラインの作成に貢献するなど、社会的価値を有する特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な研究成果として、

• 金融機関と連携し、実際の取引データに対する実証実験を行うことで安全なデータの利活用を推進したこと  
• 急速に普及するビデオ会議システムのエンドツーエンド暗号化に対する安全性評価の実施と脆弱性の発見を行ったこと  
• 耐量子計算機暗号について、その安全性や現行 RSA 暗号の危殆化時期について評価を行い、CRYPTREC ガイドラインへの反映を進めたこと  
等が挙げられる。

**【社会実装】**

ロケットなどでの実装を見据えた実証実験、エンドツーエンド暗号化に関する実システムへの貢献など、社会実装に関する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

• 観測ロケット MOMOv1 から地上局に飛行状況を伝送する実用チャンネルで実証実験を行ったこと  
• 急速に普及するビデオ会議システムのエンドツーエンド暗号化に対する安全性評価の実施と脆弱性の発見を行ったこと  
等が挙げられる。

発表を行うとともに、ストレージ・チャットシステムの一般向け試用検討を行った。(電気通信大学との共同研究)

- 暗号化ストレージの容量削減に応用可能な平文一致確認属性ベース暗号の一般的構成を提案した。本成果をプレプリントとして公開するとともに国際会議に投稿した。また格子ベース平文一致確認IDベース暗号において安全性が高い方式を提案し、国際会議に投稿した。(電気通信大学、東京大学との共同研究)
- 検索可能暗号について、検索用のトラップドアから検索キーワードに関する情報が漏れない方式の一般的構成を提案し、プレプリントに公開するとともに国際会議に投稿した。
- セキュアメッセージング方式について、放送サービスに適したグループ鍵共有方式、および参加者情報を秘匿する方式を提案し、それぞれ国内会議 CSS2021/SCIS2022 で発表するとともに特許出願を行うとともに国際会議に投稿した。(NHK との共同研究)
- ブロックチェーンにおける匿名信頼性付与手法を提案、Bitcoin, Ethereum, NEM の場合における実装評価を行った。本成果は国際会議 ICBC2021、論文誌 IEEE Access に採録された。(筑波大学との共同研究)
- 暗号化キャッシュ方式について、耐量子計算機暗号を用いた場合の実装評価を進め、実機環境にて格子/NTRU/符号ベースの方式がRSA/楕円曲線を用いた場合と同等の通信性能を達成することを確認、論文誌への投稿を行った。(TIS との共同研究)
- 秘匿暗号通信にて必要となる乱数量の下界評価を行った。その成果の一つとして Liu-Vaikuntanathan-Wee 二者間 Private Simultaneous Messages プロトコルが最適であることを示した。本成果をプレプリントで公開するとともに国際会議に投稿した。(三重大学との共同研究)
- 検証可能乗法秘密分散の最適化に関して、証明サイズと攻撃成功確率の理論限界および最適な方式の一般的構成を示した。本成果は国際会議 ITW2021 に採録されるとともに、電子情報通信学会マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント研究専門研究技術員委員会より 2021 年 EMM 研究会優秀研究賞を受賞した。
- 匿名認証で用いられる sigma-protocol ベースゼロ知識証明の適用範囲を拡張、よりコンパクトな証明サイズを可能とする構成方法を提案した。本成果は国際会議 IACR TCC2021 に採録された。(NTT, Chinese University of Hong Kong, Bocconi University, Nordic との共同研究)

<アクセス制御・改ざん防止>

- 小型宇宙機の乗っ取り防止による飛行の安全確保等を目的とした情報理論的に安全な通信の秘匿・認証技術の実証実験を、観測ロケット MOMOV1 から地上局に飛行状況を伝送する実用チャンネルで行った。プレスリリース(令和3年8月17日)を行うとともに、提案技術と飛行実験結果を国際会議 ISTS2021 で発表した。また、情報科学分野で選ばれた若手トップ研究者がライトニングトークを行う情報処理学会 IPSJ-ONE2022 にて宇宙開発におけるセキュリティ技術の周知を行った。(インターステラテクノロジズ、法政大学との共同研究)
- 無線双方向時刻同期技術(WiWi)を用いた乱数生成共有プロトコルの提案と NIST の乱数検定の実施を行った。本成果は国際会議 ICETC2021 に採録された。(東京大学との共同研究)
- Module-LWR 問題に基づく初の署名方式を提案した。LWE 問題に基づく Dilithium 方式と比較し署名鍵長が 30%削減される。本成果

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。



**(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、

**(イ)暗号技術及び安全性評価**

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で現在使用される暗号技術の研究開発と安全性評価を実施する。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、楕円曲線暗号等について取り組み、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。

- は論文誌 IEICE Transactions に採録された。(東京大学、KDDI との共同研究)
- ブロックチェーンを利用した封印入札オークションにて、入札額上限を明かさずに資金拘束が可能な方式を提案、実装評価を行った。国内会議 CSS2021 で発表し、CSS 奨励賞を受賞した。(筑波大学との共同研究)
- スマートコントラクトとアカウントブルリング署名を用いたプライバシー保護料金徴収システムを提案、実装評価を行った。本成果は国際会議 AsiaJCIS2021 に採録された。(筑波大学との共同研究)
- コンパクトな公開パラメータを持つ鍵失効 ID ベース暗号方式を提案した。本成果は論文誌 Theoretical Computer Science に採録された。(電気通信大学, Hanyang University との共同研究)
- 標準的仮定から構成が可能となる鍵失効階層型 ID ベース暗号の一般的構成を提案した。本成果は論文誌 Designs, Codes and Cryptography に採録された。(電気通信大学との共同研究)
- 量子ランダムオラクルモデルでの適応的安全で効率的な鍵失効 ID ベース暗号を提案した。本成果は論文誌 Designs, Codes and Cryptography に採録された。
- 標準的仮定から構成が可能となる階層型 ID ベース鍵隔離暗号の一般的構成を提案した。本成果は論文誌 Designs, Codes and Cryptography に採録された。(電気通信大学との共同研究)
- 鍵供託問題に耐性のある ID ベース暗号の実装評価を行い、ID ベース暗号に対する安全性の強化が実装性能には大きな影響を与えないことを確認した。本成果は国際会議 WICS2021 に採録された。(東海大学との共同研究)
- 検証可能閾数型暗号について、Intel SGX を用いることで実現不可能性を回避し方式を提案し、実装評価を行った。本成果は国際会議 ProvSec2021 に採録された。(東海大学、筑波大学との共同研究)
- 情報理論的に安全な pair encoding 方式からのタグベース属性ベース暗号の一般的構成を提案した。より複雑な述語に対応可能、かつ既存方式よりも暗号文長が短く復号が効率的となる。本成果は論文誌 Designs, Codes and Cryptography に採録された。

**(イ)暗号技術及び安全性評価**

- 大規模な量子コンピュータが実現しても安全性が保たれると期待される耐量子計算機暗号の代表的な方式である格子暗号の安全性評価を実施、攻撃手法を改良することで、安全なパラメータの設定法に貢献し、文部科学大臣表彰若手科学賞を受賞した。
- 耐量子計算機暗号の安全性評価として、多変数公開鍵暗号の解読アルゴリズムとして利用されるグレブナー基底計算アルゴリズムの多項式選択方法を改良することで解読の計算コストの削減に成功し、多変数公開鍵暗号の安全な暗号パラメータの見積もりに貢献した。本成果は JSIAM Letters に採録された。(東京都立大学との共同研究)
- 新たな暗号技術の安全性評価として、ビデオ会議システム Zoom のエンドツーエンド暗号化に対して安全性評価を実施し、6件の脆弱性を発見するとともに、脆弱性を悪用した8件の攻撃手法とこれらの攻撃への防御対策について提案した。本成果は国際会議 ACISP 2021 と論文誌 IEEE Access に採録され、CSEC にて招待講演を実施した。(兵庫県立大学との共同研究)
- 新たな暗号技術の安全性評価として、ビデオ会議システム Webex

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。

- などで採用されるエンドツーエンド暗号化技術 SFrame に対して安全性評価を実施し、3件の脆弱性を発見するとともに、脆弱性を悪用した3件の攻撃手法とこれらの攻撃への防御対策について提案した。本成果は国際会議 ESORICS 2021 に採録され、CSEC にて招待講演を実施した。(兵庫県立大学と NEC との共同研究)
- 新たな暗号技術の安全性評価として、5G 用ストリーム暗号である SNOW-V と ZUC-256 に対して安全性評価を実施し、差分攻撃と積分攻撃を用いた新しい評価手法を提案し、その有効性を示した。SNOW-V に対する解析結果は国際会議 ACISP2021 と論文誌 Journal of Information Security and Applications に採録された。(兵庫県立大学との共同研究)
  - 新しい認証暗号である Friet に対して安全性評価を実施し、ローテーション攻撃、差分攻撃、そして積分攻撃を用いた新しい評価手法を提案し、その有効性を示した。本成果は論文誌 Journal of Information Security and Applications に採録された。(兵庫県立大学との共同研究)
  - 耐量子計算機暗号の安全性評価として、耐量子計算機暗号に関する機構の研究成果及び、CRYPTREC の取り組み(耐量子計算機暗号ガイドライン等)について、電子情報通信学会の総合大会において招待講演を実施した。
  - 耐量子計算機暗号の安全性評価として、CRYPTREC 事務局活動において、耐量子計算機暗号ガイドラインの執筆担当者及びアウトライン等を決定した。
  - 新たな暗号の安全性評価として、CRYPTREC 事務局活動において、高機能暗号ガイドラインの執筆担当者及びアウトライン等を決定した。
  - 新たな暗号の安全性評価として、CRYPTREC 事務局活動において、平成 29 年3月に公開された「CRYPTREC 暗号技術ガイドライン(軽量暗号)」で紹介された暗号方式を含む代表的な軽量暗号の安全性評価に関する動向調査を実施し、技術報告書としてまとめた。
  - 現在使用される暗号技術の安全性評価として、IBM Quantum 量子コンピュータを用いた離散対数問題の解読実験を行った。また、解読実験と過去の量子コンピュータの性能進化から、2055 年頃に 2048 ビット RSA が危殆化するとの予測を行った。論文はプレプリントとして公開した。(慶應大学・三菱 UFJ 銀行、みずほリサーチ&テクノロジーズとの共同研究)
  - 現在使用される暗号技術の安全性評価として、量子コンピュータによる暗号の危殆化と耐量子計算機暗号への移行スケジュールに関して、一般社団法人 JPCERT/CC の招待により、情報共有会での講演を行った。
  - 現在使用される暗号技術の安全性評価として、TLS で使用可能なストリーム暗号 ChaCha に対して安全性評価を実施し、差分攻撃を用いた新しい評価手法を提案し、その有効性を示した。(大阪大学との共同研究)
  - 現在使用される暗号技術の安全性評価として、CRYPTREC 事務局活動において、RSA 暗号、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に関する計算量評価における今後 20 年間の予測に関する図を更新した。現在使用される暗号技術の安全性評価として、CRYPTREC 事務局活動において、楕円曲線暗号であるデジタル署名 EdDSA を CRYPTREC 暗号リストへの新規追加候補として、令和2年度実施した安全性評価に続き実装性能評価を実施し、安全性および実装性能について新

### ③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、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、NICT 法第 14 条第 1 項第 7 号の規定に基づき、最新のサイバー攻撃に関する知見を踏まえた実践的な演習を実施するほか、若手セキュリティ人材の育成を行う。

### (3)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。

### (3)サイバーセキュリティに関する演習

国の機関や地方公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塔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、令和 2 年度をもって完了した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開設し、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。

### <追加評価軸>

・取組が ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。

### <追加指標>

【モニタリング指標】  
・演習の実施回数又は参加人数

規追加暗号候補として問題が無いことを確認した。

### (3)サイバーセキュリティに関する演習

当機構が有する技術的知見、研究成果、研究施設等を最大に活用して、脆弱性を悪用した現実的な攻撃事例等に基づき、実践的サイバー防御演習「CYDER」及び実践サイバー演習「RPCI」を実施すると共に当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、セキュリティイノベーター育成事業「SecHack365」において、若手セキュリティ人材の育成を実施した。

### <実践的サイバー防御演習「CYDER」>

国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者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、セキュリティオペレーターを育成するための演習を 3,000 人規模で実施した。

- ・ C コース(準上級)を新設し、高度なセキュリティ人材の育成を目指した。
- ・ オンライン A コースを新設し、時間や地理的要因で受講困難な方への受講機会を提供した。

「CYDER」については、主に以下のような取り組みを行った。

- ・ 「CYDER」の演習開催の結果として全国 47 都道府県において 105 回の集合演習およびオンライン演習により、3,095 名のセキュリティオペレーターを育成した。(集合演習受講者 2,454 名。オンライン演習受講者 641 名)
- ・ A、B-1、B-2 および C コースを、全国 47 都道府県において 105 回開催し、2,454 名が受講した。

初級 A コース: CSIRT (Computer Security Incident Response Team) アシスタントレベルの受講者向けに基本的なインシデント対応力の習得を目指し、昨今のサイバー攻撃事例を踏まえ、組織内にマルウェア感染が広がる実機演習を実施した。

中級 B コース: CSIRT メンバーレベルの受講者向け行政機関や民間企業の実際のネットワーク環境を模擬した演習環境下において、近年実際に起きたサイバー攻撃事例や各種ガイドラインの制定や改定等を踏まえ、各組織の環境で起こり得るサイバー攻撃を想定し、より身近と感じられる学習効果の高いシナリオを内容とする実機演習を実施した。

《新設》準上級 C コース: これまでのサイバーコロッセオ事業で蓄積した演習ノウハウを東京 2020 オリンピック・パラリンピック大会のレガシー(遺産)として活用し、より高いレベルでインシデントハンドリングをコントロールすることを目指した C コースを新設した。攻撃者の攻撃手法やその痕跡に対する高いレベルでのハンズオンに取り組めるように、コロッセオでは 1 日間で提供していたコースを 2 日間に延長し、演習スケジュールに余裕を持たせることで、受講者がしつかりと技術を習熟できるように工夫し、2 日間の演習コースとして令和 4 年 1 月、2 月に計 3 回開催した。

《新設》オンライン A コース: 職場や自宅のパソコンの Web ブラウザから演習環境に接続し、オンライン演習を受講できるようにした。地理的・時間的要因等により CYDER 集合演習が受講できない方への対応として新設し、641 名が受講した。オンライン A コース開講に向けて、2 カ月間(令和 3 年 6 月 28 日～8 月 27 日)にわたり、約 300 名の受講者に対してオープン β テストを実施した。オープン β テストの結果を踏まえてオンライン演習でも報告書作成を容易にするために、報告書作成手順に関する設問を新設し、各課題で、少しずつ報

### (3)サイバーセキュリティに関する演習【社会的価値】

国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者等の情報システムに対する実践的な防御演習 CYDER の活動やセキュリティイノベーター育成プログラムである SecHack365 などをコロナ禍においても精力的に実施し、国全体のセキュリティレベル向上に寄与する、社会的価値を有する特に顕著な成果が認められる。特に顕著な成果として、

- ・ 国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者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、セキュリティオペレーターを育成するための演習を 3,000 人規模で実施したこと
- ・ 新型コロナウイルスへの対応策として、年間プログラムをオンラインでの指導に対応できるように再検討し、受講生とトレーナーが期間中非同期に参加する「イベントウィーク(2週間程度)」と、全員同時に同期参加する「イベントデイ(1日)」を構成で設定。オンラインやチャットツールでの指導を実施したこと

等が挙げられる。

### 【社会実装】

安全確保支援士向け特定講習の提供を開始するとともに、CYDER のオンラインコースの開設や C コースの新設など利用拡大を進める活動などをコロナ禍においても精力的に実施し、社会実装に関する顕著な成果が認められる。

顕著な成果として、

- ・ 「CYDER」の演習開催の結果として全国 47 都道府県において 105 回の集合演習およびオンライン演習により、3,095 名のセキュリティオペレーターを育成した。(集合演習受講者 2,454 名。オンライン演習受講者 641 名)
- ・ 当機構が持つ大規模演習環境を活用してリアリティを高めたインシデントハンドリング演習実績に基づき、公的機関として初めて情報処理安全確保支援士向け特定講習(実践サイバー演習「RPCI」)の選定を受け、提供を開始

### 【サイバーセキュリティに関する演習】

国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者等の情報システム担当者等に対し、計画に従って着実に実施するだけでなく、実践的な防御演習 CYDER の活動やセキュリティイノベーター育成プログラムである SecHack365 などをコロナ禍においても精力的に実施し、受講者のニーズに対応し、我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献する特に顕著な成果が認められる。具体的には、

- ・ 「CYDER」の演習開催の結果として全国 47 都道府県において 105 回の集合演習及びオンライン演習により、3,095 名のセキュリティオペレーターを育成したこと(集合演習受講者 2,454 名。オンライン演習受講者 641 名)
- ・ 機構が持つ大規模演習環境を活用してリアリティを高めたインシデントハンドリング演習実績に基づき、公的機関として初めて情報処理安全確保支援士向け特定講習(実践サイバー演習「RPCI」)の選定を受け、提供を開始したこと
- ・ セキュリティイノベーター育成プログラム「SecHack365」において、コロナ禍での対応策として、年間プログラムをオンラインでの指導に対応できるように再検討し、受講生とトレーナーが期間中非同期に参加する「イベントウィーク(2週間程度)」と、全員同時に同期参加する「イベントデイ(1日)」を構成で設定。オンラインやチャットツールでの指導を実施した。また、修了生の活動継続の奨励とコミュニティ継続を目的とした修了生イベント「SecHack365 Returns 2021」をオンライン開催した

告書を作成していく演習フローに改修した。また、個人受講においても、集合演習のグループ発表を疑似体験できる課題を含むシナリオ構成とした。

新型コロナウイルス感染症対策の改善

- オンライン A コースでは、職場や自宅のパソコンのWebブラウザから演習環境に接続し、オンライン演習を受講できるようにした。
- また、集合演習においても安心して受講できるよう、以下のとおり新型コロナウイルス感染症対策を徹底した。  
CO<sub>2</sub>センサーでの換気状況監視、サーキュレーターによる換気を実施すると共に会場内のマスク着用の徹底(講師、チューター、現場スタッフは、マスクとフェイスシールドを併用)し、参加人数が会場の収容人数(定員)の 50%未満となる会場を確保した。  
また、障がい者等への対応として、バリアフリーに配慮した会場を選定し、多様な受講者の参加を全面的にサポートした。なお、令和3年度は、会場でのアシスト、要約筆記等、4件について対応した。
- 実機オンライン演習システムの機能高度化および機能向上を行った。

<実践サイバー演習「RPCI」>

経済産業省、IPA、総務省と連携して、当機構が持つ大規模演習環境を活用してリアリティを高めたインシデントハンドリング演習実績に基づき、「技術に寄った講習を希望する受講者のニーズに対応」すると共に「実機を用いてインシデントハンドリングのプロシーチャーを学べる」実践的サイバー演習を、情報処理安全確保支援士向け特定講習として公的機関で初めて選定され、令和3年度から新規に提供を開始した。

「RPCI」については、主に以下のような取り組みを行った。

- アンケートでは、当演習受講者の大多数が自身のスキル向上を実感しており 56%が5段階評価の5(大変満足)と回答。残り 44%は全て2番目の評価で、3(普通)以下の評価はなかった。
- また、受講者からは、「事前学習や解説資料が非常に充実しており、後から読み返しても有用である。」、「グループワークで活発な意見を交わすことで、自分にはない考え方や気づきを習得でき、ディスカッション形式の演習で情報共有の大切さと難しさを学べる。」、「実践に近い形で実機を触った演習ができ、今までに経験したことがないほどハンズオン中心となっているため満足感が高い。」、「適切なタイミングでチューターからのコメントやアドバイスがあるので進むべき方向性などが確認できる。」等、好意的なコメントが多数得られた。

「RPCI」では、以下を含む演習内容を提供した。

- Wireshark を利用した特定のプロトコルのパケット解析
- Nmap を利用したネットワークアクセスコントロールの適正動作確認
- Hydra を利用した、自らが管理するネットワーク機器への侵入試験
- ネットワーク機器への侵入リスク軽減策等の説明能力
- CISO に対する優先度をつけた再発防止策の提案

「RPCI」の演習開催結果は以下のとおり

10 回開催して、57 名が受講した。

<セキュリティインベーター育成プログラム「SecHack365」>

自ら手を動かし、セキュリティに関わる新たなモノづくりができる人材(セキュリティインベーター)の育成に向けて、25 歳以下の若年層を対象に、当機構の研究開発のノウハウや、実際のサイバー攻撃関連データを安全に利用できる環境を活かし、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、発表を一年間継続してモノづく

したこと  
等が挙げられる。

【取組が ICT 人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。】

国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者等の情報システム担当者等に対し、より実践的な防御演習を実施するだけでなく、受講者のニーズに対応し、特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な成果として、

- 国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者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、セキュリティオペレーターを育成するための演習を 3,000 人規模で実施したこと
- 実践サイバー演習「RPCI」において技術に寄った講習を希望する受講者のニーズに対応したこと
- セキュリティインベーター育成プログラム「SecHack365」において、令和2年度からの5コース制を継続し、モノづくりの多様なアプローチ方法を提供し、そのほか法律・倫理、アイデア発想、習慣化、セキュリティ専門家の講義を軸に、インプットを年間通して実施し、受講生の進捗状況や創作の悩みなどの把握のためヒアリングを定期的実施したこと

等が挙げられる。

【取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか。】

国の機関、地方公共団体及び重要インフラ事業者等の情報システム担当者等に対し、計画に従って着実に実施するだけでなく、より実践的な防御演習を実施し、受講者のニーズに対応し、特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な成果として、

- 「CYDER」については全国 47 都道府県において 105 回の集合演習およびオンライン演習により、3,095 名のセキュリティオペレーターを育成した。(集合演習受講者 2,454 名。オンライン演習受講者 641 名)
- セキュリティインベーター育成プログラム「SecHack365」において、修了生の

④サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成  
我が国のサイバー攻撃対処能力の絶え間ない向上に貢献するため、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

(4)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

(4)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を形成を目的とした共通基盤設備の構築を進め、試験運用を開始する。  
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

<追加評価軸>  
・取組がICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。  
<追加指標>  
【モニタリング

りをする機会を提供する長期ハッカソンを実施した。  
「SecHack365」の主な取り組みについては以下のとおり

- オンラインでの指導継続とコンテンツの提供  
新型コロナウイルスへの対応策として、年間プログラムをオンラインでの指導に対応できるように再検討し、受講生とトレーナーが期間中非同期に参加する「イベントウィーク(2週間程度)」と、全員同時に同期参加する「イベントデイ(1日)」を構成で設定。オンラインやチャットツールでの指導を実施した(全6回開催)。  
提供するコース構成は、令和2年度からの5コース制を継続し、モノづくりの多様なアプローチ方法を提供した。提供するプログラムでは、法律・倫理、アイデア発想、習慣化、セキュリティ専門家の講義等を軸に、受講生へのインプットを年間通して実施した。各種指導やサポートと共に、受講生の進捗状況や創作の悩みなどの把握のためヒアリングを定期的を実施した。
- 幅広い人材を社会に輩出するための継続した育成プログラムを実施した。  
修了生の活用と現役受講生指導の強化等を目的として、各コースの指導をサポートするアシスタント制度を導入した。修了生の活動継続の奨励とコミュニティ継続を目的とした取組として、修了生イベント「SecHack365 Returns2021」をオンライン開催し、修了生 83 名が参加した。修了後の成果の収集とコミュニティ継続を目的として、修了生ポータルサイトを立ち上げ、運用を開始した。
- 令和3年度における「SecHack365」修了生の主な成果として、学会・研究会等の活動において執筆した論文が受賞した。  
CSS2021 最優秀論文賞「接触確認フレームワークに対する陽性者特定攻撃の評価と対策」コンピュータセキュリティシンポジウム2021、筆頭著者：令和2年度 SecHack365 優秀修了生  
CSS2021 優秀論文賞「Android アプリの自動リンクにおける悪意のあるリンク生成リスクの検討」コンピュータセキュリティシンポジウム2021、筆頭著者：令和2年度 SecHack365 修了生
- 「SecHack365」の演習開催結果は、応募者 203 名、受講生 45 名が受講し、41 名が修了した。年間を通じた指導では、オンラインイベントを6回・合計 12 日間実施した。受講生に向けオンライン講義を 22 日間実施、オンライン動画を計 32 コンテンツ提供した。令和4年3月5日には成果発表会をオンラインで実施し、令和3年度 SecHack365 に参加したトレーナーが、1年をかけて取り組んだ作品を発表した。令和3年9月 11 日には修了生の活動継続の奨励とコミュニティ継続を目的とした取組として、修了生イベント「SecHack365 Returns2021」をオンラインで実施した。

(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成  
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・構築を行った。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の構築を行った。  
令和5年度を目処に立ち上げを予定しているアライアンス体制を見据え、産学官連携を円滑に進める為、コミュニティとなり得る職域、目的、コミュニティ内で流通・共有される情報を軸に、全体運営を支える CYNEX 事務局及び、4つのサブプロジェクトである Co-Nexus A/S/E/C を定義し、体制の構築を開始した。  
4つの Co-Nexus それぞれで、CYNEX 参画の裏付けとなる契約形

活動継続の奨励とコミュニティ継続を目的とした修了生イベント「SecHack365 Returns 2021」をオンライン開催し、修了生 83 名が参加したこと  
等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

(4)サイバーセキュリティ産学官連携拠点形成  
【社会的価値】  
サイバーセキュリティ産学官連携拠点の基盤となる大規模システムの調達、構築を実施し、産官学のアライアンス体制を整備しているなど、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。  
顕著な成果として、  
・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・構築を行っ

に分析し、実践的な脅威情報の生成・関係機関との共有等を行うための基盤を構築する。また、当該基盤を活用し、国産セキュリティ技術を事業者が検証できる環境を構築するとともに、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に取り組む。加えて、社会全体でのセキュリティ人材の持続的供給のため、演習で得た知見等を積極的に活用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。これらの取組により、我が国のサイバーセキュリティに関する情報分析・人材育成等の中核拠点を形成する。

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(3)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。

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進める。また、外部機関との連携体制構築に向け、10～20機関程度の初期参画メンバーを集めた協議の場を設置し、産学官の関係者が円滑かつ自主的に参画できるような参画スキームの整備を進める。

【指標】  
・構築した基盤環境の外部による利用回数、もしくは利用者数  
・民間企業が開発した人材育成コンテンツ数

態を整理するとともに参画受入の準備を進め、初期参画組織として想定される組織を対象に令和3年12月1日に参画説明会を実施した。参画説明会には産学官40組織から69名の参加があり、37組織が参加申込を完了した。その結果、年度計画に記載した初期参画組織10～20機関程度の目標を達成した。

Co-Nexus A (Accumulation & Analysis)では、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/動的解析を通して選定した150検体余りに対してSTARDUSTを用いた動的活動観測を延べ333日行った。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。また、WarpDrive Projectを委託研究から機構の事業として移管すると共に、センサーエージェントの改修を行い導入の容易さを向上した。Co-Nexus Aの参画組織は30組織となった。

Co-Nexus S (Security Operation & Sharing)では、高度SOC人材育成の為のオンライントレーニングカリキュラムを参画組織と共同で開発・システム導入し、解析チーム、及び出向者を対象に受講を開始した。また、OJTでの高度SOC人材育成の為、PDS(Plan:目標・計画、Do:教育・OJT、See:スキル評価)サイクルを採用するとともに、セキュリティ知識分野人材スキルマップ(SecBok)に基づいたスキル定義を行い、OJT受け入れの準備を整えた。Co-Nexus Sの参画組織は6組織となった。

Co-Nexus E (Evaluation)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)の立ち上げを開始し、機構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検証に向けて、検証方法の検討・技術評価環境の構築を実施した。Co-Nexus Eの参画組織は4組織となった。

Co-Nexus C (CYROP: CYDERANGE as an Open Platform)では、人材育成基盤のオープン化の取り組みの先駆けとして、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を1社に提供し、当該事業者が演習事業を実施した。また、人材育成のパイロットコンテンツ開発として、大学での演習講義を想定した演習コンテンツの共同開発を高知工科大学、高知工業高等専門学校、長崎県立大学と開始した。さらに、米国NISTが策定したNICE FrameworkのKSA(Knowledge, Skill, Ability)に基づき、セキュリティ分野において網羅性を確保すると共に、KSAにマッピングされたモジュール構造を持つ演習課題の組み合わせによって、多様かつ柔軟な演習コンテンツの開発に着手した。Co-Nexus Cの参画組織は8組織となった。

CYNEXの組織新規立ち上げに際し、職員の採用などの体制整備を進めると共に、参画機関からの協力を得て要望やフィードバックを反映しつつ産学官連携拠点の枠組み構築が円滑に進むよう、初期参画予定組織から協力研究員2名を受け入れた。

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の構築を行ったこと

- ・令和5年度を目処に立ち上げを予定しているアライアンス体制を見据え、産学官連携を円滑に進める為、コミュニティとなり得る職域、目的、コミュニティ内で流通・共有される情報を軸に、全体運営を支えるCYNEX事務局及び、4つのサブプロジェクトであるCo-Nexus A/S/E/Cを定義し、体制の構築を開始したこと
  - ・Co-Nexus E(Evaluation)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)の立ち上げを開始し、機構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検証に向けて、検証方法の検討・技術評価環境の構築を実施したこと
- 等が挙げられる。

#### 【社会実装】

サイバーセキュリティ産学官連携拠点の基盤となる大規模システムの調達、構築を実施し、産官学のアライアンス体制を整備しているなど、社会実装に関する着実な成果が認められる。

【取組がICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。】

CYNEXに対して、多数の組織から参加申込や参加希望をうけており、高度SOC人材の育成を通じて、ICT人材育成の裾野を広げるとともに、人材育成基盤のオープン化の取り組みの先駆けとして、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を1社に提供し、当該事業者が演習事業を実施するなど、顕著な成果が認められる。

顕著な成果として、

- ・4つのCo-Nexusそれぞれで、CYNEX参画の裏付けとなる契約形態を整理するとともに参画受入の準備を進め、初期参画組織として想定される組織を対象に令和3年12月1日に参画説明会を実施した。参画説明会には産学官40組織から69名の参加があり、37組

織が参加申込を完了した。その結果、年度計画に記載した初期参画組織 10～20 機関程度の目標を達成したこと

- Co-Nexus S (Security Operation & Sharing)では、高度 SOC 人材育成の為のオンライントレーニングカリキュラムを参画組織と共同で開発・システム導入し、解析チーム、及び出向者を対象に受講を開始した。また、OJT での高度 SOC 人材育成の為、PDS(Plan: 目標・計画、Do: 教育・OJT、See: スキル評価)サイクルを採用するとともに、セキュリティ知識分野人材スキルマップ(SecBok)に基づいたスキル定義を行い、OJT 受け入れの準備を整えたこと
- Co-Nexus C(CYROP: CYDERANGE as an Open Platform)では、人材育成基盤のオープン化の取り組みの先駆けとして、CYDER 演習教材をベースとしたトレーニング環境を1社に提供し、当該事業者が演習事業を実施したこと  
等が挙げられる。

【取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか。】

参画者数、高度 SOC 人材育成の受け入れ等の想定を上回る実績を上げるなど、顕著な成果が認められる。

顕著な成果として、

- Co-Nexus S (Security Operation & Sharing)では、高度 SOC 人材育成の為のオンライントレーニングカリキュラムを参画組織と共同で開発・システム導入し、解析チーム、及び出向者を対象に受講を開始した。また、OJT での高度 SOC 人材育成の為、PDS(Plan: 目標・計画、Do: 教育・OJT、See: スキル評価)サイクルを採用するとともに、セキュリティ知識分野人材スキルマップ(SecBok)に基づいたスキル定義を行い、OJT 受け入れの準備を整えたこと
- CYNEX 参画の裏付けとなる契約形態を整理するとともに参画受入の準備を進め、初期参画組織として想定される組織を対象に令和3年 12 月1日に参画説明会を実施し、参画説明会には産学官 40 組織から 69 名の参加があり、37 組織が参加申込を完了した。その結果、年度計画に記載した初期参

⑤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、サイバーセキュリティ戦略等の政府の方針を踏まえ、NIC T 法附則第8条第2項の規定に基づき、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、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、情報の安全管理に留意しつつ、広範な調査を行うことができるよう配慮する。

(5)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。

(5)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の拡充等を検討し、それに応じた調査の高度化を進める。

<追加指標>

【評価指標】  
・IoT機器調査に関する業務の実施状況

【モニタリング指標】

・調査したIoT機器数

(5)パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査

- ・日本国内の約1.12億のIPv4アドレス(令和4年3月時点での参画ISP数は66社)に対して、Telnet/SSHに対する調査を毎月実施し、注意喚起対象として1年間で計21,049件のパスワード設定に不備のあるIoT機器を発見し、ISPへの通知を実施した。
- ・通知を受けたISPによる機器所有ユーザへの注意喚起が実施され、その結果としてパスワード設定に不備のある機器の検知件数は最多月(令和2年12月)に対して約17%減少し、日本国内に存在するサイバー攻撃に悪用可能なIoT機器の低減が進んだ。
- ・機器の応答(バナー情報)を基にIoT機器の機種特定を行うシステムを開発するとともに、オペレータによる手動分析等を通じて機種特定用シグネチャを生成した。その結果、実際にパスワード設定に不備のあるIoT機器として国内外47ベンダの計206機種を特定した。これらの機種情報はサポートセンターに提供され、ベンダ問い合わせを行い、具体的な対処手順の説明ページが作成され、ユーザへの注意喚起に活用された。

<対象プロトコルの拡充等の検討および調査の高度化>

- ・IoT機器に対する攻撃経路として悪用され得るID/パスワード認証を有するプロトコルとして新たにHTTP/HTTPSのBasic認証及びDigest認証を選定し、それらの認証機能に対してID/パスワードを用いたログイン試行(特定アクセス)を行うシステムを開発した。また、HTTP/HTTPSのBasic/Digest認証機能を持つIoT機器の実機を用いた検証環境を構築し、認証成否の判定を含めた一連の動作が正しく行われることを検証した。
- ・令和4年3月に、予備調査として日本国内に存在するHTTP/HTTPSのBasic認証及びDigest認証が稼働する10万台を超える機器に対して調査を実施した。
- ・Basic/Digest認証以外のHTTPベースの認証機能としてフォーム認証に着目し、フォーム認証画面にアクセス可能な国内IoT機器を調査し、多数の潜在的なサイバー攻撃の対象機器を発見した。フォーム認証に対応した特定アクセスプログラムの設計を行い、40種類のIoT機器の実機に対して動作するプロトタイプを開発した。
- ・調査に有用なID/パスワード候補の収集のために、IoTマルウェアの解析及びハニーポットによる実際の攻撃観測を実施し、数万件以上の攻撃に悪用されているID/パスワードを収集した。これらのID/パスワードの中にはランダム生成されたものも含まれるため、精査を行い調査効果の高いものを今後の追加候補として選定した。
- ・既にIoTマルウェアに感染したIoT機器を発見し、ユーザに対して注意喚起を行うために、機構が開発したサイバー攻撃観測システムであるNICTERシステムを活用して、1日平均219件のIoTマルウェア感染済みIoT機器の観測結果を国内ISPへ通知した。
- ・広域スキャンによって収集したバナー情報から、パスワード設定不備以外の脆弱性の影響を受けるIoT機器を調査した。特に、リモ-

画組織10~20機関程度の目標を達成したこと  
等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

(5)パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査

【社会的価値】

日本国内のIoT機器に対して、効率よくパスワード設定に不備のある機器を発見し、注意喚起をし、サイバー攻撃発生リスク低減に大きく貢献するなど、社会的価値を有する特に顕著な成果が認められる。

- ・特に顕著な成果として、
  - ・通知を受けたISPによる機器所有ユーザへの注意喚起が実施され、その結果としてパスワード設定に不備のある機器の検知件数は最多月(令和2年12月)に対して約17%減少し、日本国内に存在するサイバー攻撃に悪用可能なIoT機器の低減が進んだこと
  - ・機器の応答(バナー情報)を基にIoT機器の機種特定を行うシステムを開発するとともに、オペレータによる手動分析等を通じて機種特定用シグネチャを生成した。その結果、実際にパスワード設定に不備のあるIoT機器として国内外47ベンダの計206機種を特定した。これらの機種情報はサポートセンターに提供され、ベンダ問い合わせを行い、具体的な対処手順の説明ページが作成され、ユーザへの注意喚起に活用されたこと
  - ・IoT機器に対する攻撃経路として悪用され得るID/パスワード認証を有するプロトコルとして新たにHTTP/HTTPSのBasic認証及びDigest認証を選定し、それらの認証機能に対してID/パスワードを用いたログイン試行(特定アクセス)を行うシステムを開発した。また、HTTP/HTTPSのBasic/Digest認証機能を持つIoT機器の実機を用いた検証環境を構築し、認証成否の判定を含めた一連の動作が正しく行われることを検証したこと
- 等が挙げられる。

【パスワード設定等に不備のあるIoT機器の調査】

- ・日本国内のIoT機器に対して、効率よくパスワード設定に不備のある機器を発見し、粘り強く注意喚起をし、その結果としてパスワード設定に不備のある機器の検知件数を最多月(令和2年12月)に対して約17%減少させた取組は、地味ではあるものの極めてチャレンジングなアプローチで一般社会全体のサイバー攻撃発生リスクの低減を実際に実現したものであり、特に顕著な画期的な成果と認められる。



トワーク等の実現のために企業で用いられる VPN 機器の脆弱性について、バナー情報から脆弱性の有無を特定する手法を検討し、国内に残存する脆弱な VPN 機器を発見した。調査結果は総務省と情報共有を行った。

- 大規模な DDoS 攻撃に用いられるリフレクション攻撃に悪用可能な国内機器を調査し、リフレクション攻撃の踏み台となりうる機器を発見した。調査結果は総務省及び ISP と情報共有を行った。

【取組が我が国全体のサイバーセキュリティ対応能力強化に貢献するものとして計画に従って着実に実施されたか。】

日本国内の IoT 機器に対して、効率よくパスワード設定に不備のある機器を発見し、注意喚起をし、サイバー攻撃発生リスク低減に大きく貢献するなど、特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な成果として、

- 通知を受けた ISP による機器所有ユーザへの注意喚起が実施され、その結果としてパスワード設定に不備のある機器の検知件数は最多月(令和2年12月)に対して約17%減少し、日本国内に存在するサイバー攻撃に悪用可能な IoT 機器の低減が進んだこと
- 機器の応答(バナー情報)を基に IoT 機器の機種特定を行うシステムを開発するとともに、オペレータによる手動分析等を通じて機種特定用シグネチャを生成した。その結果、実際にパスワード設定に不備のある IoT 機器として国内外 47 ベンダの計 206 機種を特定した。これらの機種情報はサポートセンターに提供され、ベンダ問い合わせを行い、具体的な対処手順の説明ページが作成され、ユーザへの注意喚起に活用されたこと
- IoT 機器に対する攻撃経路として悪用され得る ID/パスワード認証を有するプロトコルとして新たに HTTP/HTTPS の Basic 認証及び Digest 認証を選定し、それらの認証機能に対して ID/パスワードを用いたログイン試行(特定アクセス)を行うシステムを開発した。また、HTTP/HTTPS の Basic/Digest 認証機能を持つ IoT 機器の実機を用いた検証環境を構築し、認証成否の判定含めた一連の動作が正しく行われることを検証したこと

等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

<課題と対応>

(課題)【令和2年度評価 総務省国立研究開発法人審議会の意見】STARDUST については、その特性上、すべてを公開

しての広範囲な利用の難しさは理解できるものの、さらなる活用、つまり広く関係機関での利用拡大、拡張が期待される。暗号技術については、積極的な社会貢献への意欲は理解できるものの、更に広い分野でのアプローチを果敢に取り組んでほしい。プライバシー保護技術、秘匿協調学習DeepProtectの社会実装において金融犯罪への応用が行われ、成果が得られようとしていることは十分理解できるものの、実験で終わる可能性が捨てきれず、明確な社会実装に向けての指針、筋道が必要と考えられる。

(対応) STARDUSTへのご理解とご期待を頂き、ありがとうございます。STARDUSTの利用組織は、その性質上、組織名の公開は難しいものの、10組織以上に広がってきています。また、STARDUSTの研究で得られた技術を第5期中長期計画で新たに発足したCYNEXに組み込み、その成果の利用拡大を促進しています。DeepProtectなどの秘匿協調学習につきましては、実証実験を通して金融分野での有効性を検証し、その結果を令和4年3月にプレスリリースしました。また、それと並行して本技術をユーザがクラウド上で利用できるようにし、民間企業への技術移転を開始しました。

(課題)【令和2年度評価 総務省国立研究開発法人審議会の意見】特に今年度はオンライン化等を推し進めたとあるが、前年度からの継続的な取組としか評価できず、演習における、特にその効果を測り、かつ有効性を示すためにも、なお一層の工夫が求められる。事後評価とそのフィードバックの仕組みが必要。

(対応) 実践的防御演習CYDER演習に用いる演習環境CYDERANGEについて、これまでも学習効果の可視化というテーマでデータ分析力の可視化などの研究を行ってきていますが、今後はその成果の演習環境への実装をさらに進めていく所存です。別角度からの効果測定についても新たに取り組んでいく所存です。また、受講直後に攻撃被害に遭った際に役立つ等、実際に効果を発揮した事例の収集に努めています。

(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】模擬環境・模擬情報活用技術の開発、社会実装を目標と

しているが、そのアトリビューションが十分な成果を上げていることが十分実証できていない。STARDUSTの活用をはじめ、開発技術(テストベッド関連を含む)が、機構内外のサイバー演習支援にも十分貢献しているか必ずしも明確ではない、少なくともその評価は十分ではない。(対応)模擬環境・模擬情報活用技術の開発につきまして、成果の実証や評価が十分でないというご指摘、真摯に受け止めます。アトリビューション実験につきましては、第4期中長期目標期間を通して、年間平均100検体以上の実験を継続し、攻撃者特定につながる事例も複数あり、技術的なFeasibilityは確認できました。一方、実験結果は実在の国名・組織名(時には人名)につながる情報であり、かつアトリビューションの性質上、究極的にはその正しさを示す方法はなく、インテリジェンスに属する類の研究に挑戦する難しさを改めて実感しました。第5期中長期目標期間においては当該研究の対外公表の方法についても検討を重ねていく所存です。サイバー演習支援につきましては、STARDUSTの基盤技術である模擬環境構築技術が、ナショナルサイバートレーニングセンターのCYDERの演習で実際に利用されており、年間3,000名規模の受講者に模擬環境でのCSIRT演習の機会を提供しています。さらに、WAS Forumが主催するHardening Projectにおいても、その演習環境は全てSTARDUSTの模擬環境構築技術によって提供されており、500名を超える参加者にセキュリティ堅牢化競技の場を提供してきました。第5期中長期目標期間においても、STARDUSTで培った技術をサイバー演習に活用する取組を進めていく所存です。

(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】詳細な事後評価、分析が必要。特にそのフィードバックによる改善も求められる。

(対応)令和3年度に新設したCYDERオンラインコースの受講結果やアンケート結果等についてCYDER実行委員会で外部有識者に議論いただき、次年度の改善につなげる等の課題解決を進めているほか、受講直後に攻撃被害に遭った際に役立った等の実際に効果を発揮した事例の収集に努めていきます。また、

					<p>CYDERに用いる演習環境CYDERANGEについては、これまでも学習効果の可視化というテーマでデータ分析力の可視化等の研究を行ってきていますが、今後、その成果の演習環境への実装を更に進めていくほか、別角度からの効果測定についても新たに取り組んでいく所存です。加えて、CYNEXでは、演習で得られた受講者の挙動等を統合知的基盤にフィードバックし、演習環境を改善していく所存です。</p> <p>(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】SecHack365については、優秀な人材を発掘し、コミュニティもできつつある中で、(給与があまり高くない)NICTに入りたい人が出てくる必要があると思われる。どういう形でNICTの魅力をアピールするかを考えていく必要があると思う。</p> <p>(対応)機構の魅力は研究環境の充実にあると思いますので、SecHack365 本体や修了生イベントの中で機構について、環境や研究成果を紹介する時間を設ける、リサーチ・アシスタント制度の紹介をする等の働きかけをしています。</p>	
--	--	--	--	--	--	--

4. その他参考情報

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 1. 重点研究開発分野の研究開発等 (4)ユニバーサルコミュニケーション分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠(個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項第一号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182-05

2. 主要な経年データ													
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※4						
	基準値等 (前中長期目標期間最終 年度値)	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	
査読付き論文数	—	70					予算額(百万円)	10,884					
招待講演数※1	—	7					決算額(百万円)	4,970					
論文の合計被引用数※2	—	6					経常費用(百万円)	5,533					
実施許諾件数	—	58					経常利益(百万円)	△316					
報道発表件数	—	2					行政コスト(百万円)	5,665					
共同研究件数※3	—	17					従事人員数(人)	28					
標準化や国内制度化の寄与件数	—	0											
標準化や国内制度化の委員数	—	0											

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数

※2 合計被引用数は、当該年度に発表した論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく該年度の被引用総数(当該年度の3月末調査)。

※3 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(該年度の3月末調査)。

※4 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価											
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸(評価の視点)、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価					
				主な業務実績等	自己評価						
1. 重点研究開発分野の研究開発等	1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野	1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野	<評価軸> ・研究開発等の取組		S	1-4. ユニバーサルコミュニケーション分野	<table border="1"> <tr> <td>評価</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">&lt;評価に至った理由&gt; 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の</td> </tr> </table>	評価	A	<評価に至った理由> 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の	
評価	A										
<評価に至った理由> 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の											

**(4)ユニバーサルコミュニケーション分野**  
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(価値)を創る」能力として、人工知能等の活用によって新しい知識・価値を創造していくための基礎的・基盤的な技術が不可欠であることから、【重要度：高】として、以下の研究開発等に取り組むとともに、研究開発成果の普及や社会実装を目指すものとする。

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。

**①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技術の研究開発を

**(1)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の研究開発する。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ーフ

**(1)多言語コミュニケーション技術**

成果の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。  
・研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。  
・研究開発等の成果を社会実装につなげる取組(技術シーズを実用化・事業化に導く等)が十分であるか。

<指標>  
【評価指標】  
・具体的な研究開発成果  
・研究開発成果の移転及び利用の状況  
・共同研究や産学官連携の状況  
・データベース等の研究開発成果の公表状況  
・(個別の研究開発課題における)標

**(1)多言語コミュニケーション技術**

年度計画を着実に実施した上で、複数の中項目(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)において、非常に優れた成果を上げた。それ以外の中項目についても、優れた成果を上げた  
このことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた特に顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「S」とした。

**(1)多言語コミュニケーション技術**  
【科学的意義】  
2025年までの自動同時通訳の実現に向け、同時通訳実現の基本技術となる深層学習を用いたチャンク(文より短い翻訳単位)分割技術の提案や、疑似対訳データの生成技術、翻訳結果の品質評価技術、CPUでの肉声に迫るリアルタイム音声合成技術などが多数のトップカンファレンスに採録されるなど、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。  
顕著な研究成果として、  
・同時通訳のチャンクを深層学習した分割モデルに従って翻訳するアルゴリズムを開発し、更に翻訳精度の劣化を補償する手法を提案したこと  
・単言語データや汎用言語モデルを活用した疑似対訳データの生成技術の研究成果について、国際会議(ACL-IJCNLP 2021)に採択された。また、国際会議(EMNLP)の併設ワークショップが実施し

最大化)に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。  
主な状況は以下のとおり。  
・多言語コミュニケーション技術分野を筆頭に、新しい研究開発への取組や成果の創出が際立っており、顕著な成果が出ていると評価できる。特に、多言語コミュニケーション技術(翻訳技術)は、社会生活において欠かせない技術となっている。ビジネスや国際会議等に利用可能な実用レベルの自動同時通訳の社会実装を通じて、政府の外国人材受入れ・共生政策や観光戦略へ大きく寄与している。2025年の大阪・関西万博への同時通訳システムの社会実装は「グローバルコミュニケーション計画 2025」の実現に寄与するものである。  
・社会実装に向けてのプラットフォームの充実と計算負荷軽減など、実用的な面での開発も着実に進行している。技術移転先による社会展開及び機構自らの積極的な展開活動を実施するとともに、社会実装時の導入・運用コスト低減にも積極的に取り組んでいることを高く評価する。特に、VoiceTraの音声翻訳技術が全国の都道府県警察で使われていることや救急 VoiceTra の671 消防本部(92.7%)への導入は極めて高く評価できる。  
・社会知コミュニケーション技術については、深層学習自動並列化ミドルウェア RaNNC の開発・公開や、仮想人格といった高度な意味解釈の技術の開発など、特に科学的意義において顕著な成果を挙げたといえる。また、高齢者介護支援マルチモーダル音声対話システム

実施する。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ー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。

エ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 70

**(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。

- 日英中の 3 言語について模擬講演・模擬会議の音声コーパス合計 700 時間を構築する。
- 発話先頭での初期化に要する時間を半減する。
- 1 時間以上のオーディオストリームに対して無停止で動作する音声認識システムを試作する。

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。

- 英中等の合成に関して肉声レベルの音質を達成する。
- 話速変換技術における話速と品質劣化の関係を明らかにする。
- 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。
- ネパール、クメール、モンゴルの 3 言語について合計 1000 時間の日常会話の音声コーパスを構築する。
- ネパール語の音声認識で、細かい誤認識はあるが実用上は問題がないレベルの認識精度、モンゴル語で、細かい誤認識はあるが許容範囲内のレベルの認識精度を達成する。
- ネパール語とクメール語の音声

準や国内制度の成立寄与状況

**【モニタリング指標】**

- ・ 査読付き論文数
- ・ 招待講演数
- ・ 論文の合計被引用数
- ・ 研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数(実施許諾件数等)
- ・ 報道発表や展示会出展等の取組件数
- ・ 共同研究件数
- ・ (個別の研究開発課題における)標準化や国内制度化の寄与件数

**(ア) 音声コミュニケーション技術**

【講演・会議の音声認識】音声認識技術の基盤となる音声コーパスの構築に関して、模擬講演・模擬会議の音声コーパスを日本語 330 時間、英語 310 時間、中国語 460 時間、あわせて 1,100 時間と、年度計画を大きく超える規模の音声コーパスを構築した。

【講演・会議の音声認識】講演、会議等の長文の音声認識では、部分認識結果を遅滞なく返却することがユーザ体験上重要であることから、認識処理遅延の短縮に向けたアルゴリズム及び音響モデルの改良を行った。文頭の単語の認識結果が返るまでの時間(先行文脈を利用できないため、処理時間が長くなる傾向がある)を 4.89 秒から 2.45 秒(50%減)に短縮した。さらに、発話頭以外の部分認識結果が返る時間を 4.12 秒から 2.12 秒に短縮した(49%減)。遅延時間が大幅に短縮され、講演音声等のリアルタイムでの認識処理が可能となったことから、CEATEC2021、東京都多言語対応協議会等で実施された総務省「多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発」に係る実証実験に適用した。

【講演・会議の音声認識】日常会話の音声認識は、3秒程度の長さの発話を独立に処理するものであったが、講演、会議の音声認識では、長文を連続して処理する必要があることから、1時間のオーディオストリームに対してメモリ量 12GB 程度で安定動作するエンジンを開発した。

【講演・会議の音声認識】音声コーパス増強等の効果により、模擬講演・模擬会議の音声認識において、日本語では人間レベル(音声認識結果を問題なく読んで理解できる)、英語では実用レベル(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)の性能を達成した。リアルな講演の音声認識において、日本語では実験レベル(誤りが多く音声認識結果を読んで理解するのが難しい)の性能を達成した。

【音声合成】令和2年度、日本語についてニューラルネットを用いた高品質音声合成モデルを開発したが、高速合成には GPGPU が必要であった。GPGPU は、高価な装置であるため、これを必要とする音声合成システムを導入することは、経済的ハードルが高いことから、汎用の CPU のみを使用し、リアルタイムで動作可能な音声合成モデルを開発し、まず日本語に適用した。その結果、GPGPU を使用する方式に迫る、肉声に近い合成音を音声時間長の 0.15 倍の時間で合成することに成功した。主観評価実験により5段階評価を行ったところ、MOS (Mean Opinion Score)値が男声女声とも 4.3 であり、肉声とほぼ同じ値であった。

モデルの開発に関する論文が国際会議 IEEE ASRU にて採録された。さらに、英語、中国語、韓国語及びベトナム語について、多様なテキストが入力された場合の頑健性強化等を行い、CPU のみで動作する高品質な音声合成モデルを開発した。これにより、需要の多い日英2言語について人間レベル(読み誤りが少なく、ほとんどのテキストを肉声と遜色のない音質で読み上げる)、中韓越3言

た「自動翻訳の出力の品質推定の説明性」に関するコンテストに参加し、種々の尺度を活用する新たなニューラルネットワークを考案し、「Best Overall Approach」を受賞したこと

- 汎用の CPU のみを使用し、リアルタイムで動作可能な音声合成モデルを開発し日本語に適用した結果、GPGPU を使用する方式に迫る、肉声に近い合成音を音声時間長の 0.15 倍の時間で合成することに成功した。また、モデルの開発に関する論文が国際会議(IEEE ASRU)に採録されたこと

等が挙げられる。

**【社会的価値】**

翻訳技術の更なる社会課題解決での活用に向け、安心して利用できる知財環境を構築するとともに公共安全や包摂性のある社会の実現に関する応用展開を進め、また、本技術の活用への期待の高まりとともに多分野から翻訳バンクにデータが寄せられるなど、社会的価値を有する特に顕著な成果が認められる。

- 技術移転に向けて、新たに 15 件の特許出願及び国内移行手続きを行い、特許登録が新たに 11 件増加した。また、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新たに3件増え計 49 件となり、民間企業による機構の技術を活用した商用製品・サービスが新たに 11 件生まれるなど、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、機構の知財収入の7割強を占めるに至っていること

- 公共応用に関して、警察関連では機構技術を用いた警察庁システムや多言語音声翻訳アプリ VoiceTra の継続利用、消防関連では救急隊用多言語音声翻訳アプリ「救急ボイストラ」の導入拡大が進んだ。また、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会において、ボランティア向けの冊子に VoiceTra が紹介、活用されたほか、都内の競技会場や選手村等に、機構の技術を利用している翻訳端末が約 300 台配備されるなど、公共応用への展開が更に進展したこと

- 対訳データの大規模蓄積活動である翻訳バンクの多分野化において、これまでと異なる OSS コミュニティによる翻訳、文

MICSUS の実証実験は、今後の超高齢化社会における社会問題解決に貢献するもので、社会的インパクトが強い。高齢者との音声対話の実証実験や計算の軽量化など、現実的な実装場面を想定した開発が進行している。高齢者介護というフィールドにおいて社会実装を始めたことは評価できるが、S と評価するには他の分野についても社会実装を進めるなど、より一層社会受容を満たしているべきではないかと考える。コロナ禍でやむを得ないとはいえ、実証実験の被験者が少なく、再現性が高いとはいいがたい。特に顕著とまで評価するのは困難である。

- スマートデータ利活用基盤技術については、実証実験の横展開に取り組み、xData プラットフォームの技術や情報資産の NICT 総合テストベッドへの提供を行うなど、社会実装を加速するための活動が高く評価できる。今後一般向けにどのように展開していくか、あるいは認識していただくか、が1つの課題である。

0 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。

合成で、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、モンゴル語で、読み誤りがあるが、明瞭性は許容範囲で内容の理解は可能である音質を達成する。

**(イ)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

**(イ)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。

- 同時通訳にかかわるデータを活用し、文より短い翻訳単位に基づく低遅延性について研究開発を行う。
- 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と多言語化を進める。
- 単言語データや汎用言語モデルを活用した疑似の対訳データの生成技術の研究開発を行う。
- 一文を越えた情報を考慮した翻訳技術を実装し実験のため限定公開する。
- 人間の同時通訳の能力評価について定式化を検討する。
- 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のデータの加工・洗浄方法の研究開発を行う。

語について実用レベル(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)の合成音の実証実験および商用サービスにおいて利用可能となった。

- 音素の継続時間長の分散を考慮して伸縮率を推定する方式をCPUのみで高速動作する音声合成モデルに導入し、伸縮時の音質劣化を主観実験により評価したところ、従来の一律伸縮よりも高品質な話速変換が可能であること、及び伸縮率0.75倍から1.25倍の範囲では大幅な音質劣化のないことを確認した。

【日常会話の音声認識】音声認識技術の基盤として、日常会話に関してネパール語 300 時間、クメール語 630 時間、モンゴル語 520 時間、合計 1,450 時間と年度計画の 1,000 時間を大きく上回る音声コーパスを構築した。

【日常会話の音声認識】音声コーパス増強等の効果により、ネパール語、モンゴル語の日常会話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)の性能を達成し、クメール語においては実用レベル(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)の性能を達成した。これにより、特定技能外国人の業務及び日常生活における多言語対応で必要とされる追加3言語すべての音声認識が商用ライセンス可能となった。

【音声合成】ネパール語、クメール語及びモンゴル語の音声合成に関して、隠れマルコフモデルを用いた音声合成モデルを開発し、ネパール語及びクメール語で準実用レベル、モンゴル語で実験レベルの品質を達成した。これにより、特定技能外国人の業務及び日常生活における多言語対応で必要とされる追加3言語すべての音声合成モデルが商用ライセンス可能となった。

**(イ)自動同時通訳技術**

- 「令和2年度末に試作完了した同時通訳にかかわる日英データ(コーパス)」から以下の拡張を実施した。
  - 日英令和2年度分4万文に令和3年度分5万文を追加した。
  - 英日令和2年度分3万文に令和3年度分5万文を追加した。
  - 令和3年度に多言語化(中韓越)に着手した。
- 令和2年度構築分のデータ(コーパス)を用い、同時通訳のチャンク(文より短い翻訳単位)を深層学習した分割モデルに従って翻訳するアルゴリズム(特願 2021-27112)を開発し、プログラムとして実装し、評価した。
- 同時通訳データ(コーパス)に含まれる人手分割からチャンクを学習し、文分割モデルをファインチューニングしてチャンク分割モデルを試作した。
- 日英の実験では、入力の平均単語数はおよそ 20 で、文分割、チャンク分割の平均単語数はそれぞれおよそ 12、7 であり、遅延がそれぞれおよそ 8、13 少なくなることを確認した。遅延を縮小するために行うチャンク分割によって、翻訳への情報入力が入全体に比べて欠落するため、その必然的な副作用として翻訳精度 BLEU は約1割劣化するが、文末において再度チャンクをまとめた文で機械翻訳を実施することで、翻訳精度の劣化を補償できることを確認した(世界初)。
- 対訳データに翻訳方向(翻訳の SOURCE 側言語と翻訳の TARGET 側言語の組)を表すタグを付加して、モデルを学習する手法を創出した。1個のモデルで全翻訳方向を扱えることから、ユニバーサル・モデルと呼ぶこととする。

化にかかわる翻訳、金融業界翻訳等、波及効果が大きく新拡大できたこと

- 外部機関が安心して辞書・コーパスを提供できるよう、人工知能分野の研究を自ら行う国立研究開発法人として初めて、情報セキュリティマネジメントシステムに関する規格である ISO/IEC27001 の認証を取得したこと
  - 大規模な話し言葉の対訳データについて、既存の 12 言語に加えて3言語(ネパール語、クメール語、モンゴル語)を追加構築し、政策的に重点化すべき 15 言語について高精度化基盤を確立したこと
- 等が挙げられる。

**【社会実装】**

技術移転先による社会展開に加え、機構自らも消防、警察などの公共安全分野などへの積極的な展開活動を実施するとともに、社会実装時の導入、運用コストなど障壁を大きく軽減する取組など、社会実装に関する特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な研究成果として、

- 警察関連では、機構の技術を用いた警察庁のシステムなどの利用が進んでおり、また 15 道府県警では多言語音声翻訳アプリ VoiceTra の利用も継続されている。また、消防関連では、救急隊用多言語音声翻訳アプリ「救急ボイストラ」が、47 都道府県の約9割の消防本部で導入されたこと
- GPGPU は高価な装置であるため、これを必要とする音声合成システムを導入することは経済的ハードルが高いことから、汎用の CPU のみを使用し、リアルタイムで動作可能な音声合成モデルを開発し、GPGPU を使用する方式に迫る、肉声に近い合成音を合成することに成功したこと
- 対訳データに翻訳方向を示すタグを付加してモデルを学習する手法により、30 言語に対して全言語対をカバーするユニバーサル・モデルを開発し、30 言語間の全方向翻訳を、個別モデルによる実装に比べて  $N(N-1)$  分の  $1$  ( $N$  は言語数、 $N(N-1)$  は言語対数)の省メモリ化が可能となり、社会実装時のリソースコストの大幅な削減を実現可能としたこと
- 金融業界から翻訳バンクへ寄与された日英の対訳文書対を対象として、文対訳データを自動抽出し、同データを半自



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。

- 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(ネパール語、クメール語、モンゴル語)について対訳コーパスを拡張する。

- 30 言語に対して全言語対をカバーするユニバーサル・モデルを試作、評価し、大多数の翻訳方向で従来手法を上回る精度(BLEU)を確認できた。870 (30\*29)個のモデルの総体が1個のユニバーサル・モデルで置換可能となり、30 言語間の全方向翻訳を個別モデルによる実装に比べて 1/870 の省メモリで実現することが可能となり、社会実装時のリソースコストの大幅な削減を実現できる。
- 令和3年 11 月末に試用アプリである VoiceTra に 30 言語間のユニバーサル・モデルを搭載し、運用評価を開始した(パッケージングして令和4年5月に技術移転開始予定)。
- 対訳データが少ない言語や分野でも中精度の翻訳用ニューラルネットワークを構築可能とするために、単言語データや汎用言語モデルを活用した疑似の対訳データの生成技術の研究について、難関国際会議で発表した(Benjamin Marie and Atsushi Fujita. Synthesizing Parallel Data of User-Generated Texts with Zero-Shot Neural Machine Translation. In Proceedings of The Joint Conference of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (ACL-IJCNLP 2021), August 1-6, 2021)。
- (入力文の文脈に加え視覚や聴覚に関わる情報も含む)一文を越えた情報を考慮した翻訳技術(特に入力文の文脈を参照する手法)の実装を、一般向けサイト(<https://mt-auto-minhonnmt.ucrijgn-x.jp/>)で試用公開した。
- 最難関国際会議の一つである The Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing(EMNLP)の併設ワークショップ The 2nd Workshop on Evaluation & Comparison of NLP Systems が実施した「自動翻訳の出力の品質推定の説明性」に関するコンテスト(令和3年5~9月実施)に参加し、種々の尺度を活用する新たなニューラルネットワークを考案し「Best Overall Approach」を受賞した。自動翻訳の訳文中の誤訳を単語単位で検出する技術であり、従来法の正誤判定は43%であったが提案法では37%改善し80%に到達した。
- 自動同時通訳の高度化に必要な、同時通訳の能力評価に向けた基礎データの収集を行った。
- 言語処理分野で最難関の国際会議 The Joint Conference of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (ACL-IJCNLP 2021)が令和3年8月1日~6日にオンラインで開催され、過去の 769 本の難関国際会議の採択論文を分析して自動翻訳の性能評価方法に存在する課題を指摘し対策案を示した論文「Scientific Credibility of Machine Translation Research: A Meta-Evaluation of 769 Papers. In Proceedings (ACL-IJCNLP 2021), pages 7297-7306, August 1-6, 2021」が論文賞を受賞した(0.23%(受賞論文8件/総投稿数 3,350 件))。
- 総務省・機構の連携による対訳データの大規模蓄積活動である翻訳バンクの多分野化において、これまでと異なる OSS コミュニティ(Linux Foundation や LibreOffice)による翻訳、茶道をはじめとする文化にかかわる翻訳、官民連携のモデルケースとなる金融業界翻訳等、波及効果が大きな新分野への拡大を実現できた。
- 上記の金融業界から翻訳バンク寄付された日英の対訳文書対(金融庁内及び同庁からの呼びかけに応じた金融機関からの多様なデータ)を対象として、文対訳のデータを自動抽出した。さらに、同データを翻訳モデルの精度を上げるため模範的でないデータを検

動洗浄する方法を改良した。約 600 冊の原本から約 20 万文を取得でき、日英双方向で汎用モデルから大幅に精度改善して「高品質で流暢とされる」50 ポイント台の BLEU を達成し、金融業界専用の高精度エンジンを構築した。この成果について令和4年3月にプレスリリースを行い、その後、3月中に2者にライセンス済、1者と合意済となったこと等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

**(ウ)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、(ア)及び(イ)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。

**(ウ)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ホン用アプリ、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。

- 出し削除する方法(洗浄と呼ぶ)を改良した。洗浄で有効だったのは、対訳の訳文の逆翻訳と原文の類似度によるフィルタリング等であった。
- 今回は約 600 冊の原本から、約 20 万文取得でき、日英双方向で汎用モデルから大幅に精度改善し「高品質で流暢とされる」50 ポイント台の BLEU を達成した。金融業界専用の高精度エンジンを構築できたので、令和4年3月にプレスリリースを行い、その後、3月中に2者にライセンス済、1者と合意済となった。
  - 旅行、医療、防災等を含む日常会話を対象とした話し言葉の自動翻訳の需要は強い。第4期中長期計画期間において、実用レベルの翻訳品質を達成する基盤として大規模な話し言葉の対訳データの構築が有効であることを異なる 10 言語を対象として検証できたことを踏まえ、令和2年度末までに2言語(ブラボル語、フィリピン語)追加したことに加え令和3年度末までに3言語(ネパール語、クメール語、モンゴル語)追加した。政策的に重点化すべき 15 言語について高精度化基盤を確立した。

**(ウ)研究開発成果の社会実装**

- 産学官連携拠点として、グローバルコミュニケーション開発推進協議会(224 会員(令和4年3月末時点))の事務局を運営し、協議会会員を主な対象として、総会、普及促進部会、技術部会などの各種会合を開催するとともに、令和4年3月に一般も対象とした自動翻訳シンポジウムをオンラインで開催し、約 570 名が参加した。また、オンライン展示サイトには 280 名が訪問した。これにより、多言語翻訳システムに対するニーズの把握とさらなる普及を図るとともに、総務省策定の自治体向け「多言語翻訳システム導入に向けたガイドライン」の周知、総務省の政策や研究開発状況の情報提供、翻訳・通訳の専門家との意見交換や技能実習生との会話に苦慮する企業への実証実験の場の提供等を行った。
- コロナ禍が続く中、オンラインで CEATEC など5件に出展等を行い、VoiceTra 及びその技術を活用した展示、講演を実施するとともに、日本国際博覧会協会と協力し、同時通訳技術の現状及び近い将来の利用イメージをアピールするための、講演の字幕表示を行う実証実験に貢献した。さらに、パンフレットやホームページを活用した情報発信も積極的に行った。
- 中高生に音声翻訳エンジンの API に触れてもらい、音声翻訳システム・アプリの開発を体験してもらおうハッカソンを実施し、次世代を担う若手の人材育成とともに、多言語翻訳技術の活用の裾野を広げる試みも行った。
- これらの活動により、機構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 57 件確認された。
- 公共応用に関して、警察、消防展開や東京 2020 オリンピック・パラリンピック協議会での活用を機構として推進・支援し、警察関連では、機構の技術を用いた警察庁のシステムや独自のオンプレの利用が進んでおり、また、15 道府県警では、VoiceTra の利用も継続されている。
- 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 724 本部中 671 本部(92.7%)の消防本部で導入された(令和4年1月1日時点。令和3年1月1日時点から 40 本部増加)。令和3年5月には、全国市町村国際文化研修所においてオンライン研修も実施した。
- 東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会において、ボランテ

ィア向けの冊子に VoiceTra が紹介され、活用された。また、都内の競技会場や選手村等に、機構の技術を利用しているポケットーク(株)の POCKETALK が約 300 台配備された。

- これらにより安全な社会生活を支える応用などへの展開が更に進展した。
- 外部連携等を通じて「翻訳バンク」の活動として辞書・コーパスを収集し、研究開発にフィードバックした。外国人教員・研究者や留学生のための大学内の事務的文書の大規模な対訳データや、英文著書と論文データ及びそれらの和訳著作物の提供の申し出があるなど、新たに5者から提供を受け、辞書・コーパスの提供組織は92 者となった。また、6者から追加の提供があった。収集した辞書等は VoiceTra の基盤となる音声翻訳エンジン・サーバで活用された。
- また、外部機関が安心して辞書・コーパスを提供できるよう、人工知能分野の研究を自ら行う国立研究開発法人として初めて、情報セキュリティマネジメントシステムに関する規格である ISO/IEC27001 の認証を取得した。
- また、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会や CEATEC にて、総務省委託「多言語翻訳技術の高度化に関する研究開発」の枠組で実証実験を実施し、専門用語や固有名詞の収集・登録フローの課題や、副作用を抑制する運用方法等の検証を実施し研究開発にフィードバックして、音声認識精度の向上に貢献するとともに、今後の社会実装のための有用な知見を得た。
- 技術移転に向けて、知的財産を所管する部門との連携を強化するとともに、研究開発成果を特許等の知的財産として蓄積する体制の整備を進め、新たに 15 件(うち同時通訳のコア要素(チャンク翻訳、音声合成、音声認識・言語識別技術)に関連するもの9件)の特許出願及び国内移行手続きを行った。特許登録は新たに 11 件増えた。
- 前述の広報活動等による民間企業からの引き合いに対応するとともに、既存の技術移転先の製品・サービスの紹介も実施した。その結果、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新たに3件(3者)増え、計 49 件(42 者)となった。富士通(株)のハンズフリーで多言語音声翻訳が可能な新ソリューション「TRISY」、(株)みらい翻訳が日本国内で運営する音声翻訳サーバのみを利用した RemoSpace(株)による「eTalk5 みらい PF モデル APP」など、機構の技術を活用した商用製品・サービスが新たに 11 件生まれた。ポケットーク(株)の POCKETALK はシリーズ累計出荷台数 90 万台を突破した。他企業の製品・サービスも、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、機構の知財収入の7割強を占めるに至った。特に、POCKETALK S、凸版印刷(株)の VoiceBiz、コニカミノルタ(株)の MELON が、新型コロナウイルスワクチン接種会場向けに提供され、また、MELON は、感染者の宿泊療養施設向けに提供され、活用されるなど、音声翻訳技術の利用が拡大した。
- 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・拡大に向け、また、同時通訳プロトタイプを搭載するプラットフォームとしての活用も見据え、社会実装に結びつくソフトウェアの開発を加速するために、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、プログレッシブ版言語識別の導入を行った。VoiceTra のダウンロード

## ②社会知コミュニケーション技術

ユーザの背景や文脈に合わせた音声対話の実現に向け、インターネット等に蓄積された情報を高度な深層学習技術等により取得・融合し、ユーザの興味に合わせた組み合わせや類推等で仮説推論も行う社会知コミュニケーション技術の研究開発を実施するものとする。

### (2)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。

### (2)社会知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の研究開発に向けた深層学習技術、ミドルウェア、言語資源の開発を行う。

•超大規模言語モデルを用いた文脈処理、高度質問応答、仮説推論技術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「仮想人格」に含める要素、表現方法、処理への反映方法等を検討する。

•短時間に変動する需要に対して計算機リソースを急速に拡大縮小できるエラスティックな機構を研究開発し、前中長期期間で開発、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 へ適用する。また、同じく前中長期期間にて開発、改良を進めてきた大規模 Web 情報分析システム WISDOM X、次世代音声対話システム WEKDA においては、巨大ニューラルネットワークと比較して精度は低下するが高速に動作するモデルをフィルターとして導入する等の軽量な深層学習技術を検討する。

•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が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。実証実験を実施し、マルチモーダル音声対話システム MICSUS へ社会知コミュニケーション技術の成果を用いる事でシステムの完成度をさらに高める。

•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。前年度作成した被災報告やそれと矛盾する表現を自動的に抽出する深層学習

ード数は、令和3年度に約 100 万件増加し、累計で約 659 万件、シリーズ累計では約 792 万件(令和4年3月末時点)となった。また、逐次音声翻訳から同時通訳への発展状況を示すものとして、現在までの技術で構成したライブ音声翻訳サーバの開発・改良を行い、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会や CEATEC における実証実験にて活用するとともに、そのデモシステム・アプリを製作して、けいはんな R&D フェア 2021 で展示した。

### (2)社会知コミュニケーション技術

•深層学習自動並列化ミドルウェア RaNNC の高度化及び超大規模ニューラルネットワークの学習: 超大規模ニューラルネットワークの学習を簡単かつ高速に学習するための自動並列化深層学習ミドルウェア RaNNC について、令和3年度は令和2年度一般公開した RaNNC の自動並列化機構を拡張し、新たな省メモリ機構の導入によって、学習可能なニューラルネットの規模を令和2年度の 120 億パラメータ規模から、GPT-3 を超える最大約 2,000 億パラメータ規模へと大幅に増大させた。これまで専門の技術者による並列処理の作り込みによって実現されたと考えられる 2,000 億パラメータ規模の学習を、RaNNC は並列化を一切考慮しないニューラルネットワーク定義を用いながら、自動並列化及び高速な並列学習によって容易に実現する世界初のソフトウェアとなった。さらに、近年の深層学習の並列化の試みで上述のスケールに適用可能なものは Transformer にしか適用できないものがほとんどである一方、RaNNC は基本的にニューラルネットワークのアーキテクチャを選ばずに適用可能であり、機構が開発した、CNN と BERT、敵対的学習を組み合わせたアーキテクチャである BERTAC 等にも適用可能である。なお、この BERTAC は、令和2年度の成果であるが、令和3年度そのアーキテクチャについて自然言語処理分野の最高峰の会議である ACL-IJCNLP2021 で発表し、関連プログラムコード、モデル等を7月より GitHub にて一般公開した(令和4年3月末までで 76 ダウンロード)。加えて、RaNNC 自体に関しても、Facebook が主催する唯一のイベントである PyTorch Annual Hackathon 2021 の Developer Tools & Libraries 部門で第1位を獲得し、この事実についてプレスリリースを出した。さらに、RaNNC の技術について分散並列処理のトップカンファレンスである IPDPS2021 にて発表し、NVIDIA が主催する GTC (GPU Technology Conference) Spring 2021 では招待発表した。RaNNC は GitHub にて一般公開され、国外でも活用されており、令和3年 11 月から令和4年3月末までの期間で 587 件ダウンロードされた。

•加えて、RaNNC を用いて 200 億パラメータ規模のニューラルネットワークの学習を進めるとともに、従来の事前学習コーパス(350GB)の規模を大きく超える 1.8TB のコーパスを新たに構築し、深層学習モデルを用いたクリーニングによって高品質化するなど、超大規模ニューラルネットワーク学習のための基盤を整えた。また、複数の大学から富岳で RaNNC を活用する共同研究の申し出があり、共同研究を開始した。また、超大規模ニューラルネットワークとしては、令和元年度公開した Wikipedia で事前学習した BERT base があるが、そのダウンロード件数が合計で 3,837 件となり、令和3年度だけで 1,240 件増加した。

•RaNNC に関して新聞等の報道が9件あった。

•自動生成処理による複雑な文間意味的関係知識の大規模な獲得: テキスト中の省略等を補完しながら「リハビリテーションで機

### (2)社会知コミュニケーション技術

#### 【科学的意義】

超大規模ニューラルネット学習の基盤となる、世界的にも類例のないニューラルネットワークの自動分割並列学習を実現する RaNNC の高度化や、大規模 Web 情報の分析などをベースとした新しい対話システムの実現に向け、テキスト中の省略等を補完しつつ複雑な文間意味的関係の知識を獲得するとともに仮説生成、仮想人格構成へとつながる高度な技術を開発し、トップカンファレンスにも採録されるなど、科学的意義を有する特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な研究成果として、

• 超大規模ニューラルネットワークの学習を簡単かつ高速に学習するための自動並列化深層学習ミドルウェア RaNNC について自動並列化機構を拡張し、学習可能なニューラルネットの規模を最大 2,000 億パラメータ規模へと大幅に増大させた。また、RaNNC の技術について分散並列処理分野のトップカンファレンス (IPDPS 2021) にて発表したほか、Facebook が主催する PyTorch Annual Hackathon 2021 の PyTorch Developer Tools & Libraries 部門で第1位を獲得したこと

• テキスト中の省略等を補完しながら因果関係等の意味的関係知識を獲得する技術を BERT 等の大規模言語モデルを用いて開発し、大規模なテキストアーカイブから 12 種類の文間意味的関係に関して 35 億件以上のコンパクトな知識を獲得した。これは、既存の因果関係知識獲得処理を同じ規模のデータに適用して得られる知識の量の約3倍に相当すること

• テキスト生成技術の実用化のためには適切なテキストを生成できることが重要なことから、入力文に対して指定された文間意味的関係を持つ文を仮説として自動生成する技術を研究開発し、一定の範囲で仮説の生成出力を制御できる

モデルを防災チャットボット SOC DA の実証実験等を通して検証し、実験等で得られた実データに対して深層学習のための学習データを追加整備し、実用上の精度を向上させる。加えて、矛盾する表現等をコンパクトに地図上に表現できるようユーザーインターフェースの改修を実施する。

能回復を図る期間が長期化することも多い→リハビリテーションは患者負担が増加する要因となる」のように文間にある、因果関係等の意味的關係知識を獲得する技術を BERT 等の大規模言語モデルを用いて開発した。省略補完で欠落した情報を補うことにより、既存の知識を用いた推論で問題であった「カルシウムが不足する→問題が起こる」(本来は例えば、「カルシウムが不足する→健康の問題が起こる」等であるべき)と、「問題が起こる→イメージダウンになる」(本来は例えば、「コンプライアンスの問題が起こる→イメージダウンになる」)といったより漠然とした因果関係を推論時に連鎖させることで生じる、「カルシウムが不足する→イメージダウンになる」といった誤った仮説の生成を回避できる。また、例えば Web テキスト全体に比すればサイズの小さい因果関係のデータベースだけを使って、「なぜリハビリテーションは患者負担が増加する要因となる」に対して「リハビリテーションで機能回復を図る期間が長期化することも多いため」とより正確に回答できるなど、WISDOM X 等の質問応答システムの省リソース化を図ることもできる。

- 加えて、この技術は、従来の因果関係知識獲得技術が用いていた「ため」「から」のような明示的な手がかり語がなくても文の意味を考慮して文間意味的關係を特定できるため、従来技術では獲得できなかった文間意味的關係知識も入力テキストから幅広く獲得可能である。さらに、意味的關係知識のタイプに関しても因果関係を細分化し、推論に必要な解決策、目的、逆接関係等を追加して、15 個の文間意味的關係のタイプを新規に設計し、各タイプに関して知識獲得を行った。これにより、同じ地球温暖化に関する推論であっても「日本の平均気温がここ 100 年で1度以上上昇する」のような一般的な因果関係に関する推論だけでなく「屋上緑化を義務づける」といった解決策に関する推論を行うといった、より精密な自動推論が可能となる。これまで獲得した因果関係は次世代音声対話システム WEKDA での将来のチャンスやリスクの提示、WISDOM X における質問応答で使われてきたが、このような詳細な文間意味的關係のタイプは、より精密な推論機構を WEKDA や WISDOM X に導入する際に有用であり、さらには仮想人格を持つ対話システムの開発につながるものである。
- この知識獲得に必要な 15 種類の意味的關係の自動判定のための学習・評価用データを新規に 17 万件作成した。さらに、省略を補完しながら知識を自動生成するための学習・評価用データを約 7 万件整備した。これらの学習・評価用データを活用し、BERT 等の大規模ニューラルネットワークを使い、代表的な 7 種類の関係に関する関係に関してその平均精度が 85%を越える文間意味的關係判定器と ROUGE-1(正解と出力の単語単位の重なりに関する評価尺度)が 80%の文間意味的關係生成器を構築した。これらを用い、大規模なテキストアーカイブ(約 200 億 Web ページ)から意味的關係の差が微細で他の関係と重複すると見做されやすいタイプと意味的關係の判定精度が不十分なタイプを除いた 12 種類の文間意味的關係に関して 35 億件以上のコンパクトな知識を獲得した。これは既存の因果関係知識獲得処理を同じ規模のデータに適用して得られる知識の量の約3倍に相当するが、このような省略が補完され、また、12 種類にもなる詳細な関係のタイプが付与された大規模な知識を実際に獲得したのは我々の知るかぎり世界初である。さらに、獲得した意味的關係知識を用いて、ユーザの多様な入力に対して反論を生成する手法も開発した。評価の結果、入力

ニューラルネットワークを構築したこと

- 次世代音声対話システム WEKDA について、既開発の事前の質問等でユーザから訊き出した好み等の表現にそった雑談を行う機構を踏まえて、直近のユーザ入力との適合性と、過去の対話履歴等から得られたユーザの好み等を同時に勘案してその好みを反映した対話を行う機構を開発し、仮想人格の基礎的技術を開発したこと

等が挙げられる。

#### 【社会的価値】

世界的にも類例のない超大規模ニューラルネットワークの自動分割並列学習を実現する RaNNC を GitHub で公開することで多様な社会解決に活用できるようにしたこと、今後の超高齢化社会における社会解決に貢献する高齢者介護支援の実現に向けて重要な成果をあげていることなど、社会的価値を有する特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な研究成果として、

- 超大規模ニューラルネットワークの学習を簡単かつ高速に学習するための自動並列化深層学習ミドルウェア RaNNC に関して、Facebook が主催する PyTorch Annual Hackathon 2021 の Developer Tools & Libraries 部門で第1位を獲得した。また、RaNNC は GitHub にて一般公開され、国外でも活用されており、令和3年 11 月から令和4年3月末までの期間で 587 件ダウンロードされていること
- 日本語の漢字の読みを活用して、音声認識誤りの影響を抑え高精度で意味解釈を行う世界初の超大規模言語モデルを開発し、音声認識誤りを多く含むユーザ発話の YES/NO の判定を行う意味解釈タスクに新規の言語モデルと疑似的な音声認識誤りを加えた学習データを適用したところ、テキストのみを用いる既存の言語モデルに比較して accuracy で 8.6%向上し、致命的な誤りは極めて少ないとの結果を得たこと
- 次世代音声対話システム WEKDA について、対話以前の段階であらかじめ応答候補を生成しておく技術を開発し、システム応答の際にオンラインで動作する大規模 Web 情報分析システム WISDOM X が不要となり、そのための各種リソースを不要とできる他、応答を選択するのに必要な GPGPU 等の大幅な削減が可

の90%に対して反論を生成できたが、出力の上位1位が反論の割合(P@1)が50%、スコア上位3位に反論がある割合(P@3)が79%であった。50%という精度は高いとは言えないが、人間の評価者によっては不適切な反論と見なされた出力も、詳しく調査すると補足説明を加えると適切な反論と見做せるケースが多数(不適切とされた反論の36%)あることがわかった。これはつまり、反論の理解に評価者の知識が追いついていないとも言え、その点である意味人間を超えつつあると解釈することができる。

- 音声認識誤りに頑健な言語モデル構築: WEKDA や MICSUS 等の音声対話システムにおける意味解釈に関して、音声認識誤りの影響を軽減する超大規模言語モデルを研究開発した。従来の言語モデルでは、漢字仮名混じりのテキストのみを用いて学習していたが、新たに漢字等の読みの情報を音声的な特徴としてテキストに加えて学習する手法を開発し、新たな言語モデルを構築した(従来350GBの2倍以上の736GBの学習コーパスと128枚のGPGPUで約200時間学習)。また、上記言語モデルを用いて、後述する高齢者介護支援用マルチモーダル音声対話システム MICSUS のための音声認識誤りに頑健なユーザ発話の意味解釈モデルを作成するため、「飲んでます(読み:のんでます)」と「飛んでます(読み:とんでます)」等の読みが類似する単語(音声的に類似な単語)を用いて疑似的な音声認識誤りを自動生成する手法を開発し、ユーザ発話に疑似的な音声認識誤りを加えることで意味解釈用の学習データを増強した。このような手法を用いて最終的に得られた意味解釈モデルを MICSUS の実証実験で得られた音声データを用いて評価した。MICSUS では YES か NO かで回答できる質問を使って、健康状態、生活習慣に関するチェックを行う。例えば、MICSUS は「1日三食ご飯を食べていますか」等の質問を行うが、これに対してユーザは、「はい/いいえ」のような単純な回答だけではなく、「朝は食欲がなくて/胃腸の調子が悪くて」といった間接的な回答も含め多様な回答をする。これらの多様な回答は意味解釈モデルによって、YES、NO、「わからない」といったカテゴリーに分類される。上述の意味解釈モデルの精度をこの分類タスクで評価したところ、テキストのみを用い、音声認識誤りへの対処をしていない意味解釈モデルに比較して accuracy で 8.6%の向上(既存:74.7% → 新規:83.3%)を確認した。(この評価では、MICSUS の実証実験において取得した、マイクの調整不十分などで音声認識誤りを多く含むユーザ発話を用いているため、低めの精度となっている。)新規モデルによる誤りのほとんどは、ユーザ発話を理解不能と判断する(YES か NO かどちらにも判断できない)もので、実用上は訳し返しをすることで正常に情報を取得できるものであり、YES を NO と誤解するなどの致命的な誤りは極めて少なかった。また、ユーザ発話の人手による書き起こし(音声認識誤りなし)を入力とした YES/NO の判定においても既存モデルとほぼ同等の性能(既存:88.8% vs. 新規:88.4%)が得られ、新規モデルは音声認識誤りの有無に関わらず頑健な処理ができることを確認した。さらに、この実験の後に、YES/NO に関する意味解釈タスクの学習データを66万件から173万件まで増強したが、その増強した学習データを用いて評価したところ、音声認識誤りが少ない条件において新規モデルを用いた結果が1.2%(既存93.1% vs. 新規94.3%)高い平均精度となることを確認し、上記の意味解釈タスクにおいては音声認識誤りが少ない場合でも新規モデルが有用であることを確認した。日本語の漢字の読みを活用して、音声認識誤りの影響を抑え高精度で意味解釈を

能となったこと

- 大規模 Web 情報分析システム WISDOM X の省リソース、高速化を実現する新手法を考案し、精度を維持しつつも、計算時間の短縮や GPGPU の削減が可能となることを確認し、従来の40分の1のGPGPUによってWISDOM Xの高度な質問応答機能を従来と同等のスピードならびに回答の品質を担保して実現できることを確認した。この技術は WISDOM X をはじめとする検索ベースのありとあらゆる質問応答システムに適用可能であり、さまざまな質問応答システムの運用コストを下げることに貢献することから、その普及を容易ならしめると考えられること等が挙げられる。

#### 【社会実装】

高齢者介護支援や災害対策などの大きな社会課題に対する実装パートナーとの連携による活動が大きく進展し、特に SOCDA では技術移転先の民間企業商用サービスが新しい自治体で利用開始されるなど水平展開も進んでいる。また、世界的にも類例のない超大規模ニューラルネットワークの自動分割並列学習を実現する RaNNC の GitHub 公開を契機に新たなパートナーとの連携を加速しているなど、社会実装に関する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- 高齢者介護支援用マルチモーダル音声対話システム MICSUS について、音声認識誤りに頑健な言語モデルの導入等による各種意味解釈の高精度化や省リソース、高速化のほか、状況に応じて雑談を行う機能を実現した。MICSUS について高齢者介護施設で実証実験を行い、94.3%の精度で YES/NO の意味解釈を行うことに成功したほか、条件付きではあるが高齢者の健康状態に関する情報を80%以上の精度で取得可能であるという、来年度達成予定であった目標を達成した。その結果、共同研究、社会実装パートナーとしての新規申し出が増加したこと
- 災害時に LINE を経由した対話で被災者から被災情報を収集する防災チャットボット SOCDA について、利便性を向上した新しいユーザインターフェースを提供し自治体との実証実験を実施した。技術移転先の民間企業の商用サービスが、

行う超大規模言語モデルは世界初である。

- 企業の DX の取り組みを自動評価する WISDOM-DX の開発： 質問応答技術の高度化に関して WISDOM X を活用する技術の社会的価値の拡大のために IPA と共同研究を実施し、企業の DX 活動を評価分析する技術を開発し、WISDOM-DX と呼ぶシステムを構築した。実際に経済産業省が発表した DX に関して優れた取り組みを進めている企業をリストアップした「DX 銘柄」の選定結果を用いて WISDOM-DX を評価したところ、単純なキーワード検索を用いた場合に比較して大幅に良好な結果を得た。これまで「DX 銘柄」の選定は企業に大量のアンケートを行い、専門家が議論して行うものであり、6か月以上の期間を要したが、WISDOM-DX を使えば、評価は数日で完了する。企業の DX に関して Web 情報を分析するシステムは世界初である。また、DX は全日本的な課題であり、その評価分析を容易にするのみならず、カーボンニュートラルや SDGs といった他の指標等に応用する事ができる。
- WISDOM-DX に関して新聞等の報道が4件あった。
- 文間意味的関係知識を利用した仮説生成： 前項で述べたような膨大な因果関係知識や文間意味的関係知識を用いて超大規模言語モデルを学習することで、入力文に対して指定された文間意味的関係を持つ文を仮説として自動生成する技術を研究開発した。テキストを自動生成する技術の実用化のためには適切なテキストを生成できることが重要なことから、一定の範囲で仮説の生成出力を制御できるニューラルネットワークを構築した。なお、ここで述べている仮説の生成は前述した、テキストから獲得した知識を多段で連鎖、組み合わせる仮説生成とは異なり、そもそも一段の文間意味的関係をテキストとして自動生成するものである。前述したような知識獲得技術は仮に膨大な知識を獲得したとしても、人間にとってその妥当性が明らかでありながら獲得に失敗する知識がほぼ必ず存在してしまうが、このような仮説の自動生成技術によって、そうした獲得漏れによる悪影響を抑制することができる。また、仮説生成を制御できるようになったことで、WEKDA のような対話システムが、同じユーザ発話「地球温暖化が進む」に対しても漁業に関心を持つユーザには「生物多様性が失われて農業や漁業が衰退することが危惧されている」といった応答を仮説として自動生成するのに対し、自動車産業に関心を持つユーザには「自動車産業では CO<sub>2</sub> 排出量を削減しなければならないという危機感がある」といった応答を仮説として返すなど、対話履歴等から事前に収集されたユーザの関心に沿った応答を生成することで、より適切な対話が可能になるほか、意味的関係等も指定することで、ひたすら課題の解決策を示すある意味親切な対話システムや、反論ばかりを生成するタフなブレインストーミングの相手等も実現する等、仮想人格を実現するための基盤技術の一つとして活用できる。さらにニューラルネットワークを改良することで、MICSUS 等の対話制御のためのある種のシグナルを自動生成する技術も研究開発した。(ここでいうシグナルとは、対話システムの次の応答を決定するために用いる自然言語の表現を指す。例えば、対話システムが高齢者に発した質問「1日三食ご飯を食べていますか」に対し「なぜ毎日食べているかと訊かれるのかわからない」というように返されるとシステムにとっては想定外となるが、このニューラルネットワークを用いて「高齢者への食事の重要性を説明する」といったシグナルを生成できる。)今後、これを WEKDA に組み込むことにより、例えば人手で作成した対話ルールでは対応できないような想定外

令和3年度新たな自治体でも利用が開始され、8月の豪雨時にその自治体において実活用され、情報収集に役立てられた。令和4年3月16日に福島県沖で発生した地震においても先行して商用サービスを導入していた自治体において実活用され、情報収集に役立った。これら、実災害での活用状況等について ITU-T の Focus Group ヘユースケースの寄書を提案し、報告書に含められることが合意されたこと

- RaNNC は GitHub にて一般公開され、国外でも活用されており、令和3年11月から令和4年3月末までの期間で587件ダウンロードされているほか、複数の大学からの申し出を受け RaNNC を活用する共同研究を開始したこと  
等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

の入力に対しても、対話の制御を柔軟に行うことで対話品質をさらに向上できる。このような対話制御は対話システムの仮想人格の実現につながるものであり多様なユーザに対する多様なタイプの対話において有用である。このような膨大な文レベルの意味的關係に関する知識をもとに、その出力を一定の範囲内ではあるが、制御しつつ仮説を生成できる技術は我々の知る限り、他に存在しない。

- 次世代音声対話システム WEKDA の軽量化対応及び仮想人格の検討: WISDOM X を用いて、膨大な Web 情報を用いたブレインストーミング的雑談を目指して開発している次世代音声対話システム WEKDA は、従来、対話時にオンラインで WISDOM X 用の質問をユーザ入力から深層学習で自動生成し、それを用いて WISDOM X から情報を取得し応答を生成、選択しているため多数の BERT 等が必要となり、社会実装上問題になることが予想された。令和3年度は、対話以前の段階で、オフラインで WISDOM X を使い、あらかじめ応答候補を生成しておく技術を開発し、システムの軽量化を図った。具体的には、あらかじめ多数の名詞に対して応答候補を取得、データベース化し、ユーザ入力を与えられた際には、その入力に対するベクトル表現を計算し、そのベクトル表現と各応答候補に対して同様に計算しておいたベクトル表現とを照合することで、ユーザに提示する応答を選択する手法を開発した。この手法を組み込んだ機構により、システム応答の際にオンラインで動作する WISDOM X が不要となり、そのための各種リソースを不要とできる他、応答を選択するのに必要な GPGPU 等も大幅に削減できる。実際に、Web に頻出する百万語の名詞について億オーダーの応答候補を作成した。加えて、同様の機構は、第4期中長期計画期間中に開発した事前の質問等でユーザから訊き出した好み等の表現にそった雑談を行う機構、つまり、その好みと類縁性の高い単語の分布をニューラルネットワークで推定し、それらの分布と類縁性の高い応答候補を選択して雑談を行う手法とも親和性が高い。これを踏まえて、直近のユーザ入力との適合性と、過去の対話履歴等から得られたユーザの好み等を同時に勘案してその好みを反映した対話を行う機構も開発した。これによりユーザに更に寄り添うことが可能になる他、システムの「好み」を反映した雑談も一定程度可能とすることにつながる技術であり、仮想人格の基礎となる技術である。以上、計画以上に研究開発が進展し、世界的にも類例のないアプローチにより仮想人格の基礎的技術を構築した。
- エラスティックバッファの研究開発: ツイッター上の災害情報を収集、分析、要約等を行う対災害情報分析システム DISAANA、D-SUMM のエラスティック化に向けて、ツイッターへの投稿データの増大に対して解析速度が追従出来ずにデータを喪失することを防止するためのエラスティックバッファの開発を行った。解析機構その他をエラスティック化し、平時の投稿量にあわせてリソースを絞った場合、投稿データ量が非常に短時間に増大する災害時には、解析機構等のスケールアウトにタイムラグがあり、投稿データを喪失するため、これを回避するエラスティックバッファを開発し、評価を行った。日本語ツイッターを用いた検証では、エラスティックバッファ1サービスで、最大毎秒 9,000 件が流れ続ける状況までは、取りこぼすこと無く機能することを確認し、HDD の容量が許す限りバッファリングが可能でスケールアウトのための時間(数時間から数日)を確保できることも示したことでこのサービスを適用で



きる範囲を明確にした。このエラスティックバッファを DISAANA、D-SUMM へ適用したが、これによりそれらの運用コストを劇的に削減できる。なお、DISAANA、D-SUMM については民間企業へのライセンスが行われており、商用サービスが第4期中長期計画期間中に開始されており、今後それへの追加提供なども検討する。

- 大規模 Web 情報分析システム WISDOM X の軽量化対応：第4期中長期計画期間に深層学習版の公開を開始した、Web 60 億ページから抽出した情報を元に多様な質問に回答する大規模 Web 情報分析システム WISDOM X の省リソース、高速化を実現する新手法を考案し、その性能を確認した。まず、令和2年度に公開を開始した既存の WISDOM X 深層学習版では、主として入力された質問から検索キーワードとなる内容語を抽出し、それらキーワードを含む7文からなるパッセージをキーワードベースの検索エンジンで検索し、その結果得られたパッセージ群を BERT 等のニューラルネットワークで質問の回答を含むか否かという観点で分類し、回答が含まれると判断されたパッセージに関しては、そこから回答となるフレーズや単語を抽出する。問題はキーワードが含まれていても、回答は含んでいないパッセージが大量にあることで、質問応答時にはそうしたパッセージにニューラルネットワークを多数回適用する必要があることから、計算時間及び必要な GPGPU の枚数ともに大量に必要となる。そこで、質問が与えられる以前にオフラインでパッセージにニューラルネットワークを適用し、そのベクトル表現を計算しておくことで、計算時間及び必要な GPGPU を削減する手法を開発した。あらかじめ、現行版の WISDOM X に Web から抽出した大量の質問を入力して回答となるパッセージを取得しておき、それらの質問とパッセージがベクトル空間上で近くなるように、質問を入力とする BERT、パッセージを入力とする BERT を学習させた。その結果、質問が入力された際にそのベクトル表現に近いベクトル表現を持つパッセージだけに対してニューラルネットワークで質問の回答を含むか否かの判定を行えば、回答を含む可能性が高く、精度を維持しつつも、計算時間の短縮や GPGPU の削減が可能になることがわかった。これを実装し、検索対象のパッセージ及びインデックスを格納するサーバと従来の 40 分の1の GPGPU によって WISDOM X の高度な質問応答機能を従来と同等のスピードならびに回答の品質を担保して実現できることを確認した。また、この技術は WISDOM X をはじめとする検索ベースのありとあらゆる質問応答システムに適用可能であり、また、WISDOM X を含め、さまざまな質問応答システムの運用コストを下げることに貢献することから、その普及を容易ならしめると考えられる。
- なお、令和2年度末に公開を開始した WISDOM X 深層学習版に関する新聞等の報道が8件あった。
- 高齢者介護支援用マルチモーダル音声対話システム MICSUS の研究開発：高齢者の健康状態を対話を介してチェックし、介護職の職務を一部代替するとともに健康状態悪化の原因となるコミュニケーション不足を WEKDA を用いた雑談で解消するマルチモーダル音声対話システム MICSUS を、音声認識誤りに頑健な言語モデル、次世代音声対話システム WEKDA の軽量化対応及び仮想人格の検討で述べた技術等を用いて強化した。具体的には、音声認識誤りに頑健なモデルを導入し、さらに学習データを増強して各種意味解釈の高精度化を行った。加えて、雑談を開始する機構を高度化し、音声認識誤りによってユーザの意図していない雑談が起動されてしまう問題を抑制することに成功した。また、WEKDA のキ

チャット機構を MICSUS の雑談対話機能でも活用することで省リソース、高速化し、雑談のバリエーションを増やすとともにユーザの好みへの対応を可能にした。また、各種改良の結果、対話がスムーズに進みすぎて、雑談や回答の訂正を行う余地がないとのコメントが実証実験にて寄せられたことから、システムが対話の状況を振り返って、回答の内容を確認し修正を促し、状況に応じて雑談を行う機能を実現した。さらに、実際に高齢者施設で二週間にわたり実施した MICSUS の実証実験では、コロナ禍の影響のため、1名の被験者であるものの音声認識誤りがある中で、94.3% (エラーの半分以上は、「特にないけど～ならある」のような人間でも判断に困るもの) というほぼ完璧な精度で YES/NO の意味解釈を行うことに成功した。加えて被験者が機構の作業員であるという条件付(ただし、「はい」「いいえ」等の簡単な回答はしないように指示)ではあるが、10名の被験者で実験したところ来年度達成予定であった、高齢者の健康状態に関する情報を 80%以上の精度で取得可能であるという目的を達成した。また、雑談があることでシステムの魅力が上がるかというアンケートをこれらの作業員に対して行ったところ、5段階で 4.2 という極めて高い結果が得られた。これらの研究開発によってさらにシステムの完成度も高まり社会実装に近づいた技術となった。高齢者介護をターゲットとしたシステムでこうした成果が出ている事例は我々の知る限り世界的に見ても存在しない。その結果、共同研究、社会実装パートナーとしての新規申し出が増加している。

- MICSUS に関して新聞報道が2件あった。
- 防災チャットボット SOCDA の研究開発：災害時に LINE を経由した対話で、被災者から被災情報を収集する防災チャットボット SOCDA に関して、令和3年度は、これまで被災報告と呼ぶフレーズをルールベースのプログラムで特定し、深層学習を用いて被災報告か否かを判定することでシステムの出力としていたが、これを完全に全て深層学習で行うようにし、その深層学習のための学習データ 30 万件を整備した。この学習データを用いて深層学習モデルを構築した。さらに、矛盾する内容をコンパクトに表示するインターフェースを実現した。また、令和元年度より実施している神戸市での長期実証実験を継続した。神戸市民から広く情報を集め、情報提供を行う市民版と消防団内部で情報収集や連絡等に用いる消防団版の2つのシステムについて投稿訓練等を通して改修を重ねた。特に令和3年6月の市民版の投稿訓練では、利便性を向上した新しいユーザインターフェースを提供し、神戸市関係者から好評をいただいた。このインターフェースはその後、消防団版にも導入した。SOCDA に関しては、これまで民間企業に技術移転し、商用サービスを開始しているところであるが、令和3年度に新たな自治体にて商用サービスが開始され、8月の豪雨時にその自治体において実活用され、情報収集に役立てられた。令和4年3月 16 日に福島県沖で発生した地震においても先行して商用サービスを導入していた自治体において実活用され、情報収集に役立った。また、SOCDA に関する神戸市での実証実験や、実災害での活用状況等について ITU-T の Focus Group on AI for Natural Disaster Management ヘユースケースとして寄書を提案し、報告書に含められることが合意された。
- SOCDA に関して、新聞、テレビ等の報道が9件あった。

### ③スマートデータ利活用基盤技術

多様なセンシングデータを相互連携することで予測や分析の目的に適合した情報を生成するデータ利活用技術の研究開発を通じて、最適化された行動やリスクを避けた健康的な生活様式を支援する等スマートサービス開発 ICT 基盤の実現を目指すものとする。

#### (3)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。

#### (3)スマートデータ利活用基盤技術

• 様々な拠点で収集される異なる分野のセンシングデータをプライベートデータを保護しながら相互に連携させ複合的な状況の予測・分析を実行できるようにする分散連合型の機械学習技術・データマイニング技術の研究開発に関し、データ連携分析モデルのデータ適応化方式、全体最適化方式について検討する。さらに、これらを分散環境で効率的に実行するための処理方式の基本設計を行い、前中長期計画で開発を進めてきた xData プラットフォーム上で検証を行う。

• データ連携分析モデルや分析データ等の情報資産を一元管理し安全に活用するため、セキュリティやプライバシー保護に関する仕様検討を行うとともに、情報資産を保管するシステムを構築する。

• NICT 総合テストベッドと連携した実証環境を構築し、環境・健康・移動等のデータを活用した社会課題解決に向けたモデルケース実証を推進する。

#### (3)スマートデータ利活用基盤技術

• 従来のパブリックデータを中心としたデータ連携分析による種々のリスク予測をユーザの行動支援に活用するため、ユーザ側のローカルサーバに蓄積されたプライベートデータを用いて共通の予測モデルを学習し、プライベートデータを保護したまま予測の性能改善を図るための連合型データ連携分析の基本設計を行った。実空間のセンシングデータを対象に、ローカルに収集されるプライベートデータの分布の偏り(場所や事象ごとの発生データ量)を考慮した連合学習方式を提案し、xData プラットフォームとローカルサーバ(xData Edge)上に実装した。基礎検証を行った結果、ローカルサーバにデータを保持したままでも、xData プラットフォームに全データを集中させる従来方式と同等性能の予測モデルを作成できることを確認し、提案方式の有効性を示した。また、連合回数とローカル学習回数のバランスを調整し、学習の途中経過を集約するタイミングを最適化することで、ローカルサーバ上のデータを用いた予測モデルの適応化と、xData プラットフォーム側での予測モデルの全体最適化の両方で学習効率を改善できることを確認し、その最適化手法の検討を進めた。これらの研究成果は、IEEE BigData等の主要国際会議に論文採択された。さらに、この基本実装を用いて、これまでに開発したデータ連携分析モデルを連合型に拡張する検討を開始した。

• データ連携分析の情報資産の社会実装を進めるべく、基盤技術の性能改善に取り組んだ。移動環境リスク予測において、時空間 3D ラスター画像を用いたマルチモーダルイベント予測(3DCNN)と、イベントの周期的頻出パターン(PFP)を高速に発見するデータマイニング手法を組合せた複合イベント予測手法(3DCNN-PFP)を開発し、異常気象等による混雑の時系列発生パターンを予測できるように拡張するとともに、予測精度を6~21%、処理速度を平均56%改善した。これらの研究成果は、国際ジャーナルや ICONIP、IEEE BigData 等の難関国際会議に論文採択された。一方、画像ログから周辺的环境品質を予測するマルチメディアセンシングの情報資産を、さらに周辺の交通障害イベントを発見できるよう拡張した。事前学習モデル(EfficientNet-B6)の転移学習によるイベント予測精度の改善(平均4%)に加え、さらに発見したイベントの画像検索クエリログから画像のキャプションを生成し予測モデルに追加学習することで、例えば“混雑”から“交差点での混雑”や“列車による混雑”などの派生イベントを90%以上の高い精度で発見できるようにした。この研究成果は、IEEE BigData 等の主要国際会議に論文採択された。

• これまでに開発したデータ連携分析の予測モデルやデータセット、処理プログラムなどを応用分野ごとに整理し、6種類の情報資産を作成するとともに、xData プラットフォーム利用者による情報資産の変更を追跡・マージするリポジトリシステムを xData プラットフォーム上に構築し、利用者向けに公開した。これにより、プラットフォーム利用者を巻き込んだ情報資産の改善やアプリケーション開発を可能にし、国内外の環境問題対策や行動ナビゲーション等に関する共同研究等を5件実施した。ASEAN IVO プロジェクト(令和元~3年度)では、環境問題が深刻な ASEAN 地域の研究機関が主体となり、現地で収集したデータを用いて、情報資産を応用した煙霧越境汚染被害予測(ブルネイ工科大)やMMセンシングによる交通公害予測(ベトナム ダラット大)などを開発し、さらに煙霧越境汚染被害予測の情報資産の一部を MediaEval 国際ベンチマーキ

#### (3)スマートデータ利活用基盤技術

##### 【科学的意義】

エッジとプラットフォームに分散されたデータの連合型データ分析の学習性能の改善や、画像を用いたマルチモーダルイベント予測と頻出パターンを発見するデータマイニングを組み合わせた複合イベント予測手法等について、科学的意義を有する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- プライベートデータを保護したまま予測の性能改善を図る連合型データ連携分析について、ローカルに収集されるプライベートデータがカバーするエリアやモダリティの差異を考慮した連合学習方式を設計し、秘密分散学習等では扱うことが難しい複雑な深層学習モデルを対象に、エッジ、プラットフォームの双方で学習性能を改善できることを示した。また、これらの研究成果が国際会議(IEEE BigData 等)に論文採択されたこと
  - 時空間 3D ラスター画像を用いたマルチモーダルイベント予測とイベントの周期的頻出パターンを高速に発見するデータマイニング手法を組み合わせた複合イベント予測手法を開発し、異常気象等による混雑の時系列発生パターンを予測できるように拡張するとともに、予測精度と処理速度を同時に向上させた。また、これらの研究成果が、国際ジャーナルや国際会議(ICONIP 等)に論文採択されたこと
- 等が挙げられる。

##### 【社会的価値】

研究開発してきた情報資産をより使い易くするための情報資産の整理を進めるとともに、それらの情報資産を活用し、海外では環境問題を題材とした ASEAN IVO での活動が現地大学での新たな環境問題対策に向けた研究開発の活性化や現地の社会課題対応への横展開に至っていること、国内では自治体との連携により光化学オキシダント注意報発令関連業務の効率化への有効性を実証したこと等、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。顕著な研究成果として、

- これまで研究開発した情報資産をセキュリティやプライバシー保護なども考慮して整理したこと
- 環境問題を題材とした ASEAN IVO での活動を実施し、ブルネイ工科大での越境

ングタスクに公開し 10 チームの研究者らが性能改善を競うなど、情報資産の協調開発と社会展開を効果的に実現した。その結果、ASEAN IVO プロジェクト終了評価では、全8プロジェクト中第2位の高い評価を得た。また、ブルネイ工科大での煙霧越境汚染被害予測の研究成果は、同大学での越境汚染災害の研究や地元政府の公衆衛生危機管理への応用検討に発展し、ベトナムダラット大の交通公害リスク予測の研究成果は、同大学とダラット市インテリジェントオペレーションセンターでの安全な住環境や観光支援、交通対策の研究開発とともに、現地スマートシティ基盤へのセンサーネットワークの組み込みが開始されるなど、共同実験で実施したデータ利活用の手法などをもとにした現地での社会課題対応への横展開につながった。

- 情報資産を安全に共用利用できるようにすべく、情報資産に含まれるデータセットの暗号化やプログラム難読化、画像データに含まれる顔やナンバープレート等の個人情報のマスキング処理など、セキュリティやプライバシー保護の基本機能を xData プラットフォームに実装した。また、xData プラットフォームにおける情報資産のセキュリティモデルや利用規約の策定に着手し、NICT AI データテストベッドや Tellus 衛星データプラットフォームなど既存の類似プラットフォームの利用規約を参考に、異なるデータ提供者からのデータセットを組み合わせて情報資産を作成・提供する際の課題を中心に検討を行い、利用規約の草案を作成した。また、データ連携分析モデルの中で利用されるデータセット間での利用規約の不整合検出やアクセス制御を行うべく、利用規約の条文を XACML 標準に基づき形式化し自動チェックする方式の基本設計を行った。
- これらの成果により、情報資産リポジトリの一般公開や NICT 総合テストベッド展開、国内外の研究コミュニティとの連携など、今後の社会展開に活用する基盤を確立した。
- xData プラットフォームの機能モジュールや情報資産の NICT 総合テストベッドへの提供を進め、データ・サービス連携テストベッド Data Centric Cloud Service (DCCS) として応用開発や実証実験を加速するための環境構築を推進し、環境モニタリング事業者による光化学オキシダント注意報予測の情報資産の応用開発に利用できるようにした。また、xData プラットフォームと DCCS の間で情報資産をシームレスに移行できるよう、機能モジュールの共通化や情報資産利用規約の策定にも着手した。これらにより、今後の応用開発や実証実験を DCCS と協力しながら推進する体制を確立した。
- データ連携分析の情報資産を活用した安全・快適な移動や健康的な生活を支援する行動支援サービスの開発と社会実装に向けた取組みを推進した。環境品質短期予測から派生した光化学オキシダント注意報予測の情報資産を活用し、自治体における光化学オキシダント注意報・警報早期警戒支援に展開すべく、自治体の環境基準監視業務の支援を行う環境モニタリング事業者への情報資産の技術移転に向けた議論を開始した。事業者が主体となり、自治体ごとの収集データや監視業務フローに応じて情報資産をカスタマイズしたアプリケーションを開発し、アプリケーションに表示された早期警戒情報に基づき発令(解除)に備えた待機(解除)準備に活用するパイロット試験を3つの自治体(県)と連携して実施し、工場等への排出制限の事前通知や発令要員の待機要否の事前判断など、業務負荷の改善への有効性を職員への聞き取り調査により確認した。また、情報資産のライセンスの検討を開始し

汚染災害の研究と地元政府の公衆衛生危機管理への応用検討や、ベトナムダラット大とダラット市インテリジェントオペレーションセンターでの安全な住環境や観光支援、交通対策の研究開発などの活性化につながっていると同時に、特にダラット大が、開発した環境品質予測技術に基づき、センサーネットワークの現地スマートシティ基盤への組み込みを進めるに至ったこと

- 国内では光化学オキシダント注意報予測の情報資産を活用し、自治体における早期警戒情報に基づく発令(解除)業務の効率化への有効性を検証したこと等が挙げられる。

#### 【社会実装】

xData プラットフォームに関する技術や情報資産の NICT 総合テストベッドへの提供を進め、社会実装を加速するための環境構築を推進する等、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

た。その他にも、電気通信事業者らと連携し、移動環境リスク予測を活用した安全・快適な行動ナビゲーションへの応用の検討を開始し、運送業者らと連携して、マルチメディアセンシングの情報資産を活用した運転業務管理のDX化に向け、ドライブレコーダー画像から危険な運転状況を抽出しDB化するシステムの実証について検討を開始した。

- xDataプラットフォームの要素技術を参考に、Beyond 5G 研究開発推進ユニットや総合テストベッドらと連携し、Beyond 5Gにおける大容量・低遅延・超多様なIoTデータの流通・蓄積・分析・予測を行うためのサイバー空間アーキテクチャを設計し、要素技術”エッジ AI 行動支援”とともに Beyond 5G/6G ホワイトペーパー第2.0版に掲載した。

<課題と対応>

(課題)【令和2年度評価 総務省国立研究開発法人審議会の意見】これまではオリパラという明確な目標があったためそのための研究開発が大きく進展したが、オリパラ後の方向性及びそれに向けたシーズ開発の姿が明確でない。

(対応)オリパラ後については、「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、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の実現や、2025年の大阪・関西万博を見据え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ます。

(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】これまではオリパラという明確な目標があったためそのための研究開発が大きく進展したが、オリパラ後の方向性及びそれに向けたシーズ開発の姿が明確でない。

(対応)オリパラ後については、「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、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の実現や、2025年の大阪・関西万博を見据え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ます。

(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】実空間情報分析技術で行っている実証実験・社会実装はユーザ巻き込み型であり、かなり手間と時間がかかっていると考え。計画以上の件数や成果を達成することはかなり難しいのではないかと。ユーザ巻き込み型の実証実験



様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 1. 重点研究開発分野の研究開発等 (5)フロンティアサイエンス分野		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠(個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第14条第1項第一号
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182-06

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※4					
	基準値等 (前中長期目標期間 最終年度値)	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
査読付き論文数	—	144					予算額(百万円)	38,946				
招待講演数※1	—	72					決算額(百万円)	6,859				
論文の合計被引用数※2	—	50					経常費用(百万円)	6,563				
実施許諾件数	—	14					経常利益(百万円)	△199				
報道発表件数	—	10					行政コスト(百万円)	6,916				
共同研究件数※3	—	127					従事人員数(人)	62				
標準化や国内制度化の寄与件数	—	126										
標準化や国内制度化の委員数	—	18										

※1 招待講演数は、招待講演数と基調講演数の合計数  
 ※2 合計被引用数は、当該年度に発表した論文についての、クラリベイト・アナリティクス InCites Benchmarking に基づく該年度の被引用総数(当該年度の3月末)。  
 ※3 当該年度以前に契約し、契約が実施されている共同研究契約件数(該年度の3月末調査)。  
 ※4 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸(評価の視点)、指標等	法人の業務実績等・自己評価			主務大臣による評価
				主な業務実績等	自己評価		
1. 重点研究開発分野の研究開発等	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	1-5. フロンティアサイエンス分野	<評価軸> ・研究開発等の取組・		A	評定	A
					1-5. フロンティアサイエンス分野 年度計画を着実に実施した上で、複数の中項目(先端 ICT デバイス基盤技	<評価に至った理由> 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大	

**(5)フロンティアサイエンス分野**  
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、「未来を拓く」能力として、イノベーション創出に向けた先端的・基礎的な技術が不可欠であり、Beyond 5G を支える基盤技術として期待されることから、【重要度：高】として、以下の研究開発等に取り組むとともに研究開発成果の普及や社会実装を目指すものとする。

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、究極的な安全性を實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みを解明し活用するバイオ 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。

成果の科学的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）が十分に大きなものであるか。  
 ・研究開発等の取組・成果が社会課題・政策課題の解決につながるものであり、または、それらが社会的価値の創出に十分に貢献するものであるか。  
 ・研究開発等の成果を社会実装につなげる取組（技術シーズを実用化・事業化に導く等）が十分であるか。

<指標>  
 【評価指標】

- ・具体的な研究開発成果
- ・研究開発成果の移転及び利用の状況
- ・共同研究や産学官連携の状況
- ・データベース等の研究開発成果の公表状況
- ・（個別の研究開発課題における）標

**①フロンティア ICT 基盤技術**  
周波数限界の拡大や高速化、高感度特性の實現、処理能力の高度化等、通信技術・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

**(1)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、高感度特性の實現、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

**(1)フロンティア ICT 基盤技術**

**(1)フロンティア ICT 基盤技術**

術、量子情報通信基盤技術)において、非常に優れた成果を上げた。それ以外の中項目についても、優れた成果を上げた。  
 このことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「A」とした。

化)に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。  
 主な状況は以下のとおり。

- ・ 先端 ICT デバイスは社会実装に近い技術になりつつあり、脳情報通信はチャレンジングな基礎研究の中に小規模ながらも社会実装への展開が見られ、評価できる。令和3年度は新型コロナウイルス対応で世界が揺れた年であり、深紫外光による新型コロナウイルスの不活性化は注目を浴びた。また、エネルギー危機対策として、パワーデバイスの開発もニーズが高い。
- ・ 成果は査読付き学術論文誌に前年度比2倍の144編として公表されている。特に、テラヘルツランシーパー、人工脳モデル化の開発で国際会議最優秀論文賞等を合計5件受賞するなど、学術的インパクトの高さが現れている。実用化研究では、合計126件の標準化や国内制度化への寄与を果たしている。
- ・ 未来 ICT 社会実現の基盤技術として期待される人工脳モデル構築にあたっては、CiNet を核として、産業界、大学、国の研究機関間のシステムティックな連携の下でモデルの高度化、社会実装化が精力的に推進されていることは評価できる。

**(1)フロンティア ICT 基盤技術**  
**【科学的意義】**  
 超伝導回路、ナノハイブリッド技術からバイオ ICT に至るフロンティア ICT 基盤技術において、世界初/世界最高性能の特性が実証されるなど先導性、発展性に富んだ、科学的意義が大きい特に顕著な成果が認められる。  
 特に顕著な研究成果として、

**【フロンティア ICT 基盤技術】**  
 超伝導回路、ナノハイブリッド技術からバイオ ICT に至る幅広い分野において、世界初/世界最高性能の特性が実証されるなど先導性、発展性に富んだ、科学的意義が大きい顕著な成果に加えて、量産化可能なデバイス構造や可視光における高いデバイス性能の実証など、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。具体的には、  
 ・ 超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術について、量産化可能なデバイス構造での



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ものとする。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ものとする。

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

**(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)の多ピクセル化に向けて重要となる超伝導ナノワイヤの作製歩留まりの改善に向けて、電子線を用いたナノワイヤのパターニング技術、ドライエッチング技術、超伝導薄膜の成膜条件の見直しを行う。
- 窒化物ジョセフソン接合を用いた 3 次元トランズモン量子ビット及び磁束量子ビットを試作し、作製プロセスの課題を抽出する。
- 超伝導量子ビットの時間領域測定に向けた測定系の構築に着手する。

**(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ハイブリッド構造や作製プロセスの最適化等の検討を行う。
- 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、150GHz 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積層技術等の開発を行う。
- 有機分子を用いた光制御デ

準や国内制度の成立寄与状況

**【モニタリング指標】**

- 査読付き論文数
- 招待講演数
- 論文の合計被引用数
- 研究開発成果の移転及び利用に向けた活動件数(実施許諾件数等)
- 報道発表や展示会出展等の取組件数
- 共同研究件数(個別の研究開発課題における)標準化や国内制度化の寄与件数

**(ア)集積型超伝導回路基盤技術**

現状の超伝導ナノワイヤを走査電子顕微鏡(SEM)により観察した結果、ナノワイヤ間隙部に短絡箇所が多数見つかり、それが作製歩留まりの低下要因であることがわかった。この問題は、電子線レジスト現像後、フッ素系プラズマで NbTiN 薄膜をエッチングする前に、酸素プラズマ等による前処理(デスクラム)を行うことで大幅に改善できたが、ナノワイヤ幅の大幅な縮小や線幅均一性の悪化要因となったため、できるだけナノワイヤ間隙にレジスト残渣が残らないパターニング条件を検討した。その結果、最適な電子線ドーズ量で描画し、かつウエハを縦置きで現像することで、レジスト残渣が大幅に減少し、ドライエッチング条件の最適化もあわせて、作製歩留まりの一定の改善効果を確認できた。また、超伝導薄膜の成膜条件については、できるだけ結晶粒の細かい均質な膜質を目指して、高ガス圧下で成膜条件を最適化した。また、科研費基盤 S、ムーンショット、Q-LEAP、総務省委託研究棟の外部資金を獲得し、単一光子イメージング、検出光波長の中赤外域への拡大等、新たな課題への挑戦も開始した。

NbN/AlN/NbN エピタキシャル接合を用いた磁束量子ビットにおいて、20 $\mu$ s を超えるコヒーレンス時間(従来比 40 倍以上)を達成した成果を Communications Materials 誌に発表し、報道発表した。また、NbN/AlN/NbN エピタキシャル接合を用いた3次元トランズモン量子ビットについても作製および評価を実施し、50 $\mu$ s を超えるエネルギー緩和時間を観測したが、同じ設計の素子間でも量子ビット周波数のばらつきが大きく、接合寸法精度の改善を目指したパターニング・エッチング条件の最適化、接合の臨界電流密度の均一性向上が課題であることがわかった。ERATO/Q-LEAP プロジェクトで提供している TiN 薄膜を用いた $\mu$ 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 万の内部 Q 値を達成した(2つのサンプルで再現性も確認)。

- 超伝導量子ビットの時間領域測定に向けて、任意波形発生器、IQ ミキサ、ディジタイザ等の調達を進め、冷凍機内部配線の伝送テスト、低温アンプのキャリブレーション等を完了した。

**(イ)ナノハイブリッド基盤技術**

- Beyond 5G の基盤となるデータ通信の高速化と低消費電力化に向けて、JST A-STEP により情報通信機器製造企業と「Si/有機ポリマーハイブリッド超高速光変調器の実用化技術開発」を進め、実用化に向けて Si フォトニクスファブで作製した Si スロット光変調器構造に対して、機構が開発した EO ポリマーハイブリッド構造作製プロセスを適用し、O バンド(1308nm)において汎用 Si 光変調器( $V\pi L=2$ )よりも遥かに高効率の光変調( $V\pi L=0.27$ ) (7倍以上)を実証した。EO ポリマーの光フェーズドアレイなどへの応用について、安価な Si ディテクタが使用できる 1100nm 以下の短波長化に向けた検討を行い、機構が独自開発した可視光用 EO ポリマーを用い、従来の C バンド(1550nm)用 EO ポリマー変調器( $V\pi L=1.8$ )よりも圧倒的に高効率( $V\pi L=0.52$ ) (3倍以上)で短波長(640nm)の光変調動作を世界で初めて実証した。可視光フェーズドアレイ(OPA)の実証に向けて、8分岐導波路を試作し、8ch 出射光を確認した。情報通信関連企業と可視光用 EO ポリマー

- 窒化物ジョセフソン接合を用いた磁束量子ビットにおいて、Al 系ジョセフソン接合を用いた超伝導量子ビット以外で、20s を超えるコヒーレンス時間(従来比 40 倍以上)を世界で初めて実証し、国際学会誌に掲載されたこと
  - EO ポリマーハイブリッド小型光変調器において、O バンドにおいて汎用 Si 光変調器よりもはるかに高い変調効率(7倍以上)を実証したこと
  - 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要素回路技術の開発として、テラヘルツ帯トランシーバの高性能化に関する成果の難関国際会議での発表及び受賞したこと
  - 記憶形成に関連した脳機能変化の解析法に関する基礎的検討に関し、パブローフ型条件反射のニューロン機構の一端を明らかにし論文発表したこと
- 等が挙げられる。

**【社会的価値】**

フロンティア ICT 基盤技術について、量産化可能なデバイス構造や可視光における高いデバイス性能の実証など、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

- 顕著な研究成果として、
  - 超広帯域電磁波制御デバイスに係る基盤技術について、量産化可能なデバイス構造での 150GHz 帯直接光変調デバイスを実証したこと
  - 機構が独自開発した可視光用 EO ポリマーを用い、可視光において C バンド(1550nm)用 EO ポリマー変調器よりもはるかに高い変調効率(3倍以上)を実証したことは、スマートグラスなどを小型化・低コスト化に導く社会的な価値の高い成果を上げたこと
  - 超伝導量子ビット用の超伝導材料として超伝導転移温度  $T_c$  が約 1 K のアルミニウムに替わり、 $T_c \sim 16$  K の窒化物超伝導材料(NbN)を用いた作製プロセスを確立し、論文発表やプレスリリースによりその社会的価値が広く認知されたこと
- 等が挙げられる。

**【社会実装】**

SSPD 技術の企業への技術移転が完了したこと、可視光用 EO ポリマーの技術

150GHz 帯直接光変調デバイスを実証したことは、Beyond 5G においては光ファイバ無線のモバイルフロントホールにより小型アンテナを無数に張り巡らせる必要性が高いことから、将来重要なブレークスルーとなる可能性もある技術である。

- 集積型超伝導回路:超伝導ナノワイヤ単一光子検出器(SSPD)技術の企業への技術移転が完了した。また超伝導体接合界面の不安定化が課題であった従来の Al 系接合から安定性に優れる Nb 系超伝導量子ビットのデバイスプロセスを確立した。
  - ナノハイブリッド基盤:150GHz 帯で従来比 10 倍以上の高効率直接変調を EO ポリマー導波路型光変調器で実証するとともに、ウエハサイズでの量産型 EO ポリマー膜転写技術を開発した。
  - 超高周波基盤:大学等との共同で推進中のテラヘルツ帯トランシーバ集積回路の開発で、小型高感度化のネックとなる世界最高レベルの高出力低雑音 LO 発生用 225GHz 通倍器を独自開発に成功した。
  - 自然知規範型情報通信:周波数可変テラヘルツ光源用共振器内蔵周波数可変オンチップフィルタを試作し、600GHz 帯で周波数コムから任意の波長を選択抽出する機能を Two-tone 信号の生成として実証した。
  - バイオ ICT:ハエのパブローフ条件反射実験系を確立し、記憶形成過程のリアルタイム解析を可能とした。細胞ニューロンレベルでの記憶形成機構解明は画期的である。
- 等が挙げられる。

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。

バイスの光耐性強化に向けて、効果的な封止技術等の検討を行うとともにその有効性の検証を行う。

**(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。

**(ウ) 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、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。また、高速、大容量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作製構造の高度化を目指すと共に、集積化テラヘルツ信号源の信号処理回路の設計・試作、及び励起光源共集積化に向けたインターフェース設計の検討を行う。

- の技術移転による製造販売の検討に着手した。(論文投稿2件、招待講演2件、特許出願1件、展示会出展2件、共同研究4件)
- 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 150GHz 帯無線光変調素子を試作し、150GHz 電磁波による従来比 10 倍以上の高効率直接光変調を実証した。総務省「令和3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」『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(光電気相互変換技術)』に共同採択された(令和3年度~)。また、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、ウエハサイズでの EO ポリマー膜の汎用的な転写技術や自立膜・積層膜を作製する技術を世界で初めて開発した。(論文2件、招待講演4件、特許登録2件、共同研究3件)
- EO ポリマーを用いたデバイスの光耐性強化に向けて、光劣化が一重項酸素の関与する光酸化であることを確認した。光耐性強化方法として酸化アルミ原子層堆積(ALD)膜による封止技術を検討し、酸素透過度が約4桁減少することを確認した。EO ポリマーの適用波長のさらなる短波長化に向けて、緑色(約 530nm)用 EO ポリマーの開発を行い、530nm で透明な EO 分子構造を見出した。(論文2件、招待講演1件、特許出願1件、登録1件、共同研究3件)

**(ウ) 超高周波基盤技術**

- 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要素回路技術の開発として、テラヘルツ帯トランシーバ集積回路に用いる局部発振(LO)信号用の9通倍器回路を試作開発、最後段にインジェクションロック型のパワーアンプを配置することにより、周波数 225GHz で+4 dBm の出力電力を達成した。また、シリコン CMOS において電力合成を用いないシングルパス構成では国内外トップクラスの性能であり、また位相ノイズ低減も実現するとともに、さらにビーム制御に必要な位相シフトを導入した LO 通倍器回路の試作開発に着手、性能評価・検証を実施した。また、通倍器を含む高周波回路の出力電力検知手法を発明し、特許出願2件を行うとともに、これら成果についてミリ波・テラヘルツ波 CMOS 集積回路分野で著名な国際会議である International Microwave Symposium 2021 (IMS2021) を含む国際会議 19 件の成果発表を実施し、International Conference on Technology and Social Science 2021 (ICTSS2021) 及び International Conference on Analogy VLSI Circuits (AVIC2021) で Best Paper Award を受賞した。これら研究成果の一部は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」、科学技術振興機構 GREST「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」で実施した。
- 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、窒化ガリウム(GaN)系 HEMT の高出力化のため、70GHz 帯出力特性評価システムを用いて出力特性を評価し、GaN 系 HEMT よりも高い  $fT_{max}$  をもつ InGaAs 系 HEMT と比べて約 7.2 倍、約 4.4 倍高い  $P_{out}$ 、 $P1dB$  を確認した。さらに住友電気工業とともに提案・採択された NEDO「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事

移転による製造販売の検討に着手したことなど、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

**(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 分野の新技术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

**(エ) 自然知規範型情報通信基盤技術**

昆虫の追跡行動に関連した神経回路部位の特定と機能解析法の検討を行うとともに、記憶形成に関連した脳機能変化の解析法に関する基礎的検討を行う。また、生体深部超解像計測のための基礎技術の設計を進めるとともに、生体における情報識別の分子基盤の検討をおこなう。

業」の実施のため、国内メーカーとの資金受入型共同契約を締結、出力電力密度 10W/mm 級 GaN 系 HEMT の 28GHz 帯出力評価技術の開発に着手し、基本評価システムを構築した。またテラヘルツ波帯計測評価技術については国内メーカーと資金受入型共同研究を締結し、サブテラヘルツ波の車載センサ応用に関する研究を実施するとともに、総務省・戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)において「反射伝搬を用いたテラヘルツ帯ポイントツーポイント無線アクセス技術の研究開発」が採択・実施している。これら研究成果について論文1件、国際会議7件、特許出願3件の成果発表を実施するとともに、日本表面真空学会学術講演会において招待講演1件を実施した。

- 将来の高速・大容量通信およ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の提供に向けた光源技術として、小型集積化高安定光源実現のため、高 Q 値微小共振光共振器と励起光源としての半導体レーザー(e.g. 量子ドットレーザー)の集積化の検討を行った。特に直接励起するためのモード整合条件の評価を行い、約 1.3dB の結合損を見積もることができた。また、高安定光源の実現に際しキーの一つである制御性に関し、高安定テラヘルツ信号源における信号処理回路の検討を行い、チューニング可能なテラヘルツ信号源実現のため、信号処理回路としてのオンチップフィルタを微小共振器と共に作製するとともに、オンチップフィルタのチューニング特性評価を行い、更にこれを用いて 600GHz 間隔の two-tone 信号発生を実現した。これら研究成果について CLEO2022 に投稿した。

**(エ) 自然知規範型情報通信基盤技術**

- 昆虫の追跡行動に関連した神経回路部位の特定と機能解析法の検討に関し、脳活動計測下にある昆虫に対する VR 視覚刺激呈示装置の機能拡張を行った。刺激を呈示可能な視野範囲の拡大および実験動物の行動出力を刺激にフィードバックする機構を導入するためのシステム構成を検討し、実装に要する構成部品の設計と試作を実施した。
- 記憶形成に関連した脳機能変化の解析法に関する基礎的検討に関し、ショウジョウバエへの機械刺激を餌刺激に連合するパブロフ条件反射実験系を確立した。さらに、この条件反応の記憶の基盤に、脳内の摂食行動司令ニューロンであるフィーディング・ニューロンでの情報処理があることを発見した(Curr. Biol.誌掲載、報道発表1件、特許出願)。また、上記実験系を用いて、当該条件づけのエンGRAM(脳内記憶実体)と思われるシナプス活動の変化を、フィーディング・ニューロン上に発見した。
- 生体深部超解像計測のための基礎技術の設計に関して、従来の波面センサーや可変形鏡を用いた補償光学的手法とは異なる生体深部観察のための画像処理方法に、新たに開発した近似計算を導入することにより、類似の手法であるブラインドデコンボリューションの約 100 倍の高速化を達成した(国際出願 PCT/JP2021/026265)。これにより、ほぼリアルタイムで生体深部観察における分解能を回折限界近くまで向上させることに成功した。
- 生体における情報識別の分子基盤の検討に関し、ハエ脳による環境情報(温度・栄養・光)の検出・統合、生理/行動の切替実行に於いて、生殖細胞の成熟過程が敏感な出力となることを見出し、その新規定量法を確立した(Front. Physiol.誌掲載)。また、性

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。

**(オ) バイオ ICT 基盤技術**

分子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基礎検討と計測システムの設計を行う。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技術の検討を行うとともに、細胞内微小空間構築技術を用いて細胞の有用機能を人工的に再現するための基礎技術の検討を行う。

決定のマスター制御因子 Fru タンパク質が性分化と幹細胞分化に独立に働くことを発見した (Gene Expr. Pttn. 誌掲載)。さらに、ショウジョウバエ 41 種の網羅解析から、Fru タンパク質に依存する2つの形質 (雄特異的な神経筋構造、及び雄の求愛様式) が独立に進化したことを示唆する結果を報告した (Sci. Rep. 誌掲載)。

**(オ) バイオ ICT 基盤技術**

- 化学的ラベル識別対象の基礎検討と計測システムの設計に関し、化学情報を識別するためのバクテリアセンシング技術のコンセプトのとりまとめを行い、これに関する論文を発表した (Scientific Reports 誌掲載、報道発表、新聞等記事掲載)。また、化学的ラベル識別対象の調査をすすめ、ヘルスケア分野と環境分野に関する外部連携先との協力関係を構築した (ヘルスケア分野との共同研究契約1件、農水産分野との NDA 締結1件)。さらに、技術展開を加速するために計測システムの可搬化を進め、オンサイト計測を実施するためのプロトタイプを構築した。
- 電磁波研究所と共同でデジタルホログラフィー技術を応用した定量位相計測により細胞内の屈折率差を定量的に画像化することに成功した (OSA Continuum 誌掲載)。
- 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技術の検討に関し、DNA ナノテクノロジーと人工分子素子の組み合わせによる新奇情報処理システムを提案するとともに、情報運搬分子の流れを制御する要素として分別器・集積器を作製し、その性能を定量化して有効性を確認した (Science 誌掲載、報道発表、新聞等記事掲載)。また、自律的に動作する人工分子構築に関する国際コンソーシアムを形成し、中心的な役割を担うに至った (ERC Synergy Grants 獲得)。
- 細胞内微小空間構築技術を用いて細胞の有用機能を人工的に再現するための基礎技術の検討に関し、人工ビーズ表面における細胞機能の発現系の設計を行い、必要な実験試料の調製及び細胞へのビーズ導入条件の検討を行った。その結果、ビーズ表面に結合させた外来 DNA から遺伝子発現を誘導するためには、DNA の塩基配列だけでなく、ビーズへの結合様式や、ビーズ侵入直後に起こる細胞内応答の理解と制御が必要であることが分かった。また、細胞内における分子認識過程を再構成するために、精製したタンパク質や RNA を用いた液-液相分離 (LLPS) による分子認識の定量方法を検討しアッセイ系を構築した。以上に加え、細胞内における細胞機能の発現に関して、細胞内における染色体末端集合化と染色体機能との関係を明らかにした (Microorganisms 誌掲載)。

**(2) 新規 ICT デバイス技術**

**(2) 新規 ICT デバイス技術**

**【科学的意義】**

酸化ガリウムデバイスや深紫外光 ICT 素子の特性に関し、世界最高レベルの特性が示されるなど先導性、発展性に富んだ、科学的意義が大きい特に顕著な成果が認められる。特に顕著な研究成果として、

**【先端 ICT デバイス基盤技術】**

- 酸化ガリウムデバイスや深紫外光 ICT 素子の特性に関し、世界最高レベルの特性が示されるなど先導性・発展性に富んだ、科学的意義が大きい顕著な成果が多数認められる。また、酸化ガリウムデバイスは汎用性のあるプロセス技術による低コスト化や高性能デバイスに

**②先端 ICT デバイス基盤技術**

宇宙環境等極限環境における高度な ICT システムへの産業応用等を見据え、酸化物半導体デバイス基盤技術のさらなる

**(2) 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

**(2) 新規 ICT デバイス技術**

高性能化・高効率化を目指す。また、光通信資源の飛躍的拡大を目指し、深紫外光源技術の高度化を含む深紫外光 ICT デバイス基盤技術の研究開発を実施するものとする。

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 IC T 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

#### (ア) 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、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、試作に必要な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 4 年度以降に予定する縦型酸化ガリウムトランジスタ開発に必要な、デバイスプロセス要素技術(エッチング、ボンディング、ゲート絶縁膜等)開発を行う。その後、開発したプロセス要素技術を比較的シンプルな構造を有する FET、ダイオード試作に適用し、それらデバイス特性からも、それぞれのプロセス技術の有用性を検証する。

#### (イ) 深紫外光 ICT デバイス

深紫外小型固体光源の高効率化・高出力化に向けて、AlGaIn 系半導体発光素子の内部光吸収の抑制や光取出し特性の向上を目指した新規デバイス構造の設計・作製に関する基礎検討を行う。また深紫外ソーラーブラインド光通信応用等の実現に向けて、ナノ

#### (ア) 酸化物半導体電子デバイス

・寄生アクセス抵抗を低減することで高周波デバイス特性を改善するため、セルフアラインゲート Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MOSFET 構造を設計した。そして、本構造作製に必要なリセスエッチングプロセスを開発、条件最適化を行った後、セルフアラインゲート Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MOSFET を試作した。

・縦型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> FET 開発に必要な、エッチング等デバイスプロセス要素技術の開発を行った。そして開発したプロセスを、ショットキーバリアダイオードに適用し、耐圧 1,600V 超、オン抵抗 7.6mΩcm<sup>2</sup> の世界最高レベルのデバイス特性を実現することで、その高い技術レベルを確認した(Apl. Phys. Express 誌に採択、出版準備中)。また、ドライエッチング後の表面ダメージ除去プロセスを開発し、原子レベルで平坦な側面を有するトレンチ構造を得た。

・Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si 直接接合によるヘテロ接合ダイオードを試作し、その接合界面の構造評価、電気的特性評価を行った(科研費基盤(B)課題、大阪市立大との共同研究)。電気的特性から、ヘテロ接合界面の伝導帯バンドオフセット、帯電界面準位密度等の物性パラメータを評価した(J. Appl. Phys. 誌に掲載)。

・Clarivate Analytics 社『Highly cited Researchers 2021』にグリーン ICT デバイス研究室長が選出された。過去 10 年間に、被引用数トップ1%にランクされる論文を複数発表し、強い影響力を持つパイオニア的研究者が対象(1000 人に1人)。機構からは初選出である。

・産学官の共同研究体制を組織し、総務省委託事業において各種重要要素技術を網羅する、総合的な Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> デバイス研究開発を開始した。また、民間企業と資金受け入れ型共同研究開発も実施している。このように、実用化、産業化に向けた活動も、これまでも増して活発に実施した。

#### (イ) 深紫外光 ICT デバイス

・窒化アルミニウムガリウム(AlGaIn)系半導体発光素子の研究開発に関し、AlGaIn エピタキシャル層構造の設計と MOCVD(有機金属気相成長)法を用いた AlN 基板上スードモルフィック製膜技術の開発を行い、XRD 評価において世界最高品質の結晶性を確認した。さらに同法により p-AlGaIn/p-GaN 層の高ホール濃度化に取組み、p-Al<sub>0.8</sub>Ga<sub>0.2</sub>N において 6.5×10<sup>17</sup> cm<sup>-3</sup>、p-GaN において 1.7×10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup> という世界最高レベルのホール濃度を達成した。これらの技術により、深紫外透過性を保つことが可能な数 nm 以下の極薄 p-GaN 層を用いながら高 Al 組成 p-AlGaIn に対

・酸化ガリウムデバイスについて、縦型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> FET 開発に必要なエッチング等プロセス要素技術の開発を行うとともに、開発したプロセスをショットキーバリアダイオードに適用し、耐圧 1,600 V 超、オン抵抗 7.6 mΩcm<sup>2</sup> の世界最高レベルのデバイス特性を実現したこと

・深紫外光 ICT 素子に関し、MOCVD(有機金属気相成長)法により AlN 基板上に成長したスードモルフィック AlGaIn エピタキシャル層について、世界最高レベルの結晶品質を実現、さらに同法により、p-AlGaIn/p-GaN について、世界最高レベルのホール濃度(p-Al<sub>0.8</sub>Ga<sub>0.2</sub>N において 6.5×10<sup>17</sup> cm<sup>-3</sup>、p-GaN において 1.7×10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup>)を達成し、AlGaIn 系深紫外半導体発光素子の重大技術課題である内部光吸収の抑制に大きく貢献する成果が得られたこと

等が挙げられる。

#### 【社会的価値】

酸化ガリウムデバイスは、汎用性のあるプロセス技術による低コスト化や、高性能デバイスによる省エネルギー化の観点で、深紫外 LED は、新型コロナウイルス対策や、水銀ランプへの代替可能性の観点で、社会的価値を有する特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な研究成果として、

- 縦型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> FET 開発に必要なエッチング等デバイスプロセス要素技術の開発は、汎用性があり、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> デバイスの低コスト化につながる成果であること
- 実用化に向けて、民間企業との共同研究において、上記プロセス技術をデバイス試作に適用し、その有効性を検証できたこと
- 深紫外 LED は、着実にパワーを上げるとともに世界最高値の電力変換効率 9%を達成し、近い将来水銀ランプに置き換わる可能性があること
- 開発した深紫外 LED が新型コロナウイルスに対する極めて高い不活性化効果を示すことを実証したことは、その医療応用等の価値が高いこと

等が挙げられる。

#### 【社会実装】

よる省エネルギー化の観点で、深紫外 LED は、新型コロナウイルス対策や水銀ランプへの代替可能性の観点でそれぞれ社会的価値を有するとともに、社会実装に向けても産業界との連携を進めている。

- 酸化物半導体電子デバイス: 縦型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> FET エッチング等プロセス技術を開発し、世界最高レベルの高耐圧性能を実現した。
- 酸化物半導体電子デバイス: Highly Cited Researchers 2021 by Clarivate Analytics に Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 材料デバイスの先駆的業績を有する当該研究室室長が選出されたことは極めて高い科学技術的インパクトの証として特筆すべき成果である。
- 深紫外光 ICT デバイス: 開発した高強度深紫外 LED を用いてエアロゾル中の新型コロナウイルスを 0.5 秒の短時間照射で 99.999%以上の不活性化に成功した。また、実用化までのハードルが発光強度一桁の向上までに近づいた。
- 昨今のエネルギー危機の深刻化もあり、SiC や GaN を超える第三の次世代パワー半導体材料として酸化ガリウムがますます期待されている。酸化ガリウムデバイスは汎用性のあるプロセス技術による低コスト化や、高性能デバイスによる省エネルギー化の観点でポテンシャルが大きく、実現すれば社会的インパクトも大きい。

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。

光構造付加による AlGaIn 系半導体発光素子の光放射特性制御についての設計、検討を行う。

してオーミック接触を得ることに成功した。AlGaIn 系深紫外半導体発光素子の内部吸収抑制、デバイス透明化へ寄与する成果である。

- 深紫外 LED の高効率化・高出力化に向けて、p-GaN 領域の細線化による電流拡散と p-AlGaIn 上 HfO<sub>2</sub> ナノ構造による光取出し効率の向上を併せて実現した新規深紫外 LED デバイス構造の開発を行った。深紫外 LED において世界最高値となる電力変換効率(WPE)9%を達成した。
- 深紫外光の放射特性を制御する表面ナノ光構造を付加した AlGaIn 系半導体発光素子を開発し、オプティクスフリー深紫外 LED 高精度配光制御の実証に初めて成功した。深紫外ソーラーブラインド光通信応用や DUV 光源高機能化・低コスト化へ寄与する成果である。
- 265nm 高強度深紫外 LED 技術を活用した深紫外光照射システムを開発し、医療研究機関と連携して液体中およびエアロゾル中の新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)に対する不活性化効果の検証を行った。わずか 0.5 秒照射で 99.999%以上の極めて高い不活性化効果を初めて実証した(mSphere (2022), 令和4年3月18日報道発表)。さらに、環境省主管(総務省連携)委託事業において、265nm 高強度深紫外 LED の産官連携による早期実用化への取組みと省 CO2 型感染症対策技術の応用実証に向けた研究開発を開始した(令和3年7月30日 報道発表)。

深紫外 LED の高電力変換効率化は社会実装に向けた大きな成果であるほか、酸化物半導体電子デバイスにおける産業界との積極的な連携が進められるなど、社会実装に関する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- 深紫外 LED の高電力変換効率化は社会実装に向けた大きな成果であり、医療研究機関と連携して新型コロナウイルスに対する極めて高い不活性化効果を初めて実証したこと
- さらに、環境省主管(総務省連携)委託事業において、265nm 高強度深紫外 LED の産官連携による早期実用化への取組と省 CO2 型感染症対策技術の応用実証に向けた研究開発を開始したこと
- 酸化物半導体電子デバイスにおける外部予算も利用した産業界との積極的な連携が進められるなど、社会実装につながる顕著な成果が創出されたこと

等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

**③量子情報通信基盤技術**

衛星・地上等の量子暗号網を統合したグローバルな量子セキュアネットワークの将来的な実現を目指し、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に係る研究開発を実施するとともに、社会実装を想定したシステム化を図る。あわせて、量子計

**(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

**(3)量子情報通信基盤技術**

**(ア)量子セキュアネットワーク技術**

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み、量子暗号ネットワークテストベッドに実装してゲノム・医療分野等における想定ユースケースで性能を検証する。光空間通信に適した量子暗

**(3)量子情報通信基盤技術**

**(ア)量子セキュアネットワーク技術**

量子セキュアクラウドの研究開発において、想定ユースケースで性能を検証した。一例として東芝等と連携し、大容量ゲノムデータの分散バックアップのデモンストレーションを実施し、300Mbps以上の速度の OTP 暗号伝送により 80GB のデータの高速度分散バックアップに成功した。この結果は国際会議 Qcrypt2021 にて発表するとともに、報道発表も実施し、6紙で取り上げられた。また、本件を含む成果を招待講演4件で報告した。また量子セキュアクラウドを用いて、個人情報を保護しながらゲノム解析データを利用する、所謂安全なデータの二次利用を可能とする特許を出願した(特願 2021-118556)。さらに、信頼できるサーバを仮定

**(3)量子情報通信基盤技術**

**【科学的意義】**  
物理レイヤ暗号技術や量子ノード技術において、世界初/世界最高性能の特性が実証されるなど先導性、発展性に富んだ、科学的意義が大きい特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な研究成果として、

- 物理レイヤ暗号に関し、フェーディング効果まで考慮することで、未解決課題であった秘匿通信容量の定式化に世界で初めて成功し論文掲載されたこと
- シリコン基板上での全窒化物による超伝導量子ビットの実現により、窒化物素子の量子可干渉時間が従来値に比べ 44 倍以上と桁違いに延伸し論文採録されたこと

等が挙げられる。

**【社会的価値】**

**【量子情報通信基盤技術】**

- 物理レイヤ暗号技術や量子ノード技術において、世界初/世界最高性能の特性が実証されるなど先導性、発展性に富んだ科学的意義が大きい特に顕著な成果が認められる。量子セキュアクラウドの実証実験や量子暗号ネットワーク/量子セキュアクラウドのオープンテストベッド化など、社会実装につながる特に顕著な成果が創出された。また、Tokyo QKD Network を用いた企業との実証実験の成果が QKD 製品の信頼性の向上にもつながっており、社会実装に関する特に顕著な成果が認められる。更にゲノムデータの分散バックアップのデモ及び金融データに対する量子セキュアクラウド等を用いた実証実験を、サ

測標準、量子制御、量子誤り訂正を含む高度な量子制御技術の研究開発を推進し、より汎用的な量子ノード技術の実現を目指すものとする。

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。

号・物理レイヤ暗号の基礎理論の研究を進め、主要な機能について地上テストベッド上に実装し原理検証を行う。また、衛星搭載用鍵蒸留基板の構成部品について宇宙環境耐性の評価を行いデータベースを整備する。

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方式検討を行うとともに、ネットワーク制御・管理に関する基本設計を導出する。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方式検討と数値解析を行い、搭載機器の要件定義をまとめる。

社会実装試験等を通じて量子暗号技術の標準化を進めるとともに、評価・検定法に関する草案をまとめる。

し、量子セキュアクラウド内に保管されたデータの完全性を情報理論的に担保できる技術を開発し、IEEE Quantum Engineering 誌に掲載された。また、量子暗号装置単体の高性能化への取り組みとして、既存光通信との同一ファイバでの共存を容易とする連続量子鍵配送 (CV-QKD) 方式における鍵生成レート改善のため、誤り訂正符号 LDPC (low-density parity-check) を用いた新たな鍵情報整合 (reconciliation) プロトコルを Eindhoven 工科大学 (蘭)、Karlsruhe 工科大学 (独) と連携して提案し、フレームエラーレートを従前手法よりも 10% 低減し 8.5% の鍵生成レート改善に成功、成果をオンライン学術雑誌 Scientific Reports に発表した。

- 光空間通信に適した量子暗号・物理レイヤ暗号の基盤となる実装方式として、実装装置の簡素化が容易である DPS 方式を採用し、地上テストベッド上に実装し原理検証を行った。また衛星-地上間での光通信など、チャンネルが見通せて receive and resend attack などの盗聴者の攻撃が困難であるケースにおいて、高い鍵生成レートを実現できる見通し通信 QKD というプロトコルを新規開発し、論文を投稿した。本件について、東京大学とともに特許出願した (特願 2021-163474)。高度な計算処理を必要とする鍵蒸留処理を衛星搭載環境でも実施可能であるかどうかを評価するため、民生品で構成された鍵蒸留基板に放射線を照射後の動作確認を実施し、データベースを作製した。例として従来衛星搭載品としての信頼性が不確定であった SSD メモリが低軌道衛星環境で 10 年分の放射線を被爆しても正常に動作することを確認し、その結果をデータベース化した。
- 高度化・広域化に向けた、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方式検討とした。量子暗号ネットワークでは、“信頼できるノード”が必須であるが、セキュアネットワークコーディングや秘密分散を量子暗号ネットワーク上で運用することにより、信頼できるノードの一部がクラックされても、安全な鍵やデータ中継のデモンストレーションに成功し、“信頼できるノード”へのセキュリティ要求条件を緩和が可能であることを実証した。また、“量子鍵配送テストベッドの構築”案件を遂行し、NICT 1 拠点と NEC 府中事業所内 2 拠点の 3 拠点を結ぶ量子暗号ネットワークを新に構築し、従来の Tokyo QKD Network との接続を実現すると共に、オープンテストベッド化を実現し、テストベッドの拡張と整備を実施した。
- 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新方式として、見通し通信 QKD の理論を構築し基本原理の実証実験を行って、特許出願した (特願 2021-163474)。フェーディング効果まで考慮した物理レイヤ暗号の未解決課題であった秘匿通信容量の定式化に世界で初めて成功し論文掲載された (IEEE Trans. Information Theory)。衛星網、航空機網、地上網を量子暗号・物理レイヤ暗号により階層的に接続して秘匿通信網を構成するための基本特許が成立し (特許第 6923151)、衛星量子暗号・物理レイヤ暗号技術の方式検討と数値解析を行い、搭載機器の要件定義を完了した。また見通し通信 QKD に関しての初めての論文が New Journal of Physics 誌に掲載された。
- 社会実装試験等を通じて量子暗号技術の標準化を進めた。具体的には電子カルテ、ゲノムデータ、企業機密情報、金融データに対し Tokyo QKD Network 上の量子セキュアクラウド等を用いて、Proof of Concept (POC) を進めた。特に金融データに関し、野村

量子暗号ネットワークの新規構築・オープンテストベッド化が実現したほか、素子の安定性向上に寄与する超伝導量子ビットの実現など社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

顕著な研究成果として、

- 3 拠点を結ぶ量子暗号ネットワークを新たに構築し、従来の Tokyo QKD Network との接続を実現すると共に、オープンテストベッド化を実現し、テストベッドの拡張と整備を実施したこと
- 全窒化物による超伝導量子ビットの実現は素子の安定性の向上に大きく寄与し、量子コンピュータの実現に向けて貢献が期待できること

等が挙げられる。

#### 【社会実装】

量子セキュアクラウドの実証実験や量子暗号ネットワーク/量子セキュアクラウドのオープンテストベッド化など、社会実装につながる特に顕著な成果が創出された。また、Tokyo QKD Network を用いた企業との実証実験の成果が QKD 製品の信頼性の向上にもつながっており、社会実装に関する特に顕著な成果が認められる。

特に顕著な研究成果として、

- 実用化を見据えたゲノムデータの分散バックアップのデモ及び金融データに対する量子セキュアクラウド等を用いた実証実験を、サービス実用化を見据えたメーカーおよびサービス提供企業と実施したこと
- 量子暗号ネットワークおよび量子セキュアクラウドのオープンテストベッド化を BB84 方式のみならず、CV-QKD 方式も合わせて実施することを可能にしたこと

等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、特に顕著な成果の創出が認められた他、将来的な特別な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「S」とした。

サービス実用化を見据えたメーカー及びサービス提供企業と実施したことは、量子情報通信技術の現実社会での利用価値のコンセンサスを得るのに重要な役割を果たし、昨今の量子情報通信活用の盛り上がりにより大きく貢献した顕著な成果と考える。

- 量子ネットワーク技術: 大規模ネットワーク化の鍵となる量子鍵暗号ストレージネットワークで 80GB の大容量ゲノム解析データの高速分散ストレージに成功し、低軌道衛星・航空機・地上局からなる階層的量子暗号通信ネットワークアーキテクチャの権利化を進めた。
- 量子ビット技術: 超伝導体接合界面の不安定化が課題であった従来の AI 系接合から安定性に優れる Nb 系超伝導量子ビット開発に世界で初めて成功した。

④脳情報通信技術

究極のコミュニケーションの実現を目指し、脳情報取得・解析技術の高度化等を通じて、人間の脳機能の理解を深めることで、脳

(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

(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認し、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。

(イ)量子ノード技術

量子計測標準技術として、光時計機能と量子ゲート動作を実装可能なイオントラップシステムを構築して動作実証を行う。光量子制御技術について、量子ノード間接続を光通信波長帯光子で実現するための量子波長変換技術の開発、及び量子光源・検出器の高度化を進める。

新型超伝導量子ビットの実現に向けては、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・解析する技術を開発するとともに、人間の機能の向

證券、野村 HD とともに量子暗号の低遅延性、大容量耐性、連続稼働特性のパフォーマンステストを実施し、有用性を実証した。パフォーマンステストの内容について令和4年1月 14 日に報道発表を実施した。

- ITU-T、ISO/IEC、ETSI にて標準活動を精力的に進めている。ITU-T では日本技術を骨格とする8勧告体系を整備した。マルチベンダによる QKDN 構築と事業者間接続に必要なプロトコルとインタワーキングの勧告草案の検討を進めている。ISO/IEC では評価・検定法に関する草案に対し世界でトップの修正コメントを提出している。量子鍵配送装置の評価検定の指針となる日本版 Protection profile (PP) について、EAL2 をターゲットとした第一案の作成を完了した。また標準化活動に対し、令和3年度情報通信月間推進協議会会長表彰・志田林三郎賞を受賞した。

(イ)量子ノード技術

- 量子計測標準技術として、イオンを二次元的に配列して光時計の安定度を向上させる新型イオントラップシステムの動作実証を、大阪大学、ハノーバー大学、ドイツ物理工学研究所との協力で世界で初めて成功した。本成果は Quantum Science and Technology 誌に掲載された。また量子波長変換技術の開発、及び量子光源・検出器の高度化を進めた。具体的には量子計測標準技術にも応用を想定した新規量子もつれ光子対源を用いて、世界最高速の繰り返し周波数(3.2GHz)での高明瞭な二光子量子干渉の観測に成功した。さらに、このような高速光子対源を用いた際に、繰り返し周波数と検出器の時間分解能が干渉の明瞭度に与える影響について予測する理論モデルを構築した。本成果は Optics Express 誌に掲載された。

- 新型超伝導量子ビットの実現に向けては、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・評価技術の研究開発を進めた。超伝導量子ビットの新たな材料プラットフォーム実現に向け共同研究機関とともに、超伝導材料としてアルミニウムを一切使用しないエピタキシャルジョセフソン接合を有する全窒化物の超伝導磁束量子ビットをシリコン基板上で安定にコヒーレント動作させることに世界で初めて成功した。超伝導体として窒化ニオブを使うことで、動作温度を含むより多様な条件下で動作する超伝導量子回路の開発へ路を拓き、成熟した半導体技術との高い親和性をもつシリコン基板上に作製可能であるなど量子演算の基本素子として、量子コンピュータや量子ノードの開発への貢献が期待できる。本成果は Springer-nature 系の Communications Materials 誌に掲載され「注目のハイライト画像」としてホームページトップを約1ヶ月間飾った。

(4)脳情報通信技術

(4)脳情報通信技術

【科学的意義】

全脳のモデル化 CiNet Brain 開発に向けて、IF の高い国際学術誌での論文発表や国際学会での受賞などがなされ、先導的で発展性に富んだ、科学的意義が大きい特に顕著な成果が認められる。具体的成果として、

【脳情報通信技術】

- 全脳のモデル化 CiNet Brain 開発に向けて、影響力の高い国際学術誌での論文発表や国際学会での受賞などがなされ、先導的で発展性に富んだ、科学的意義が大きい特に顕著な成果が認められる。社会脳に関わるビッグデータの収集システムを構築し、これと脳活動計測



情報通信の基盤的研究開発を実施する。また、その成果を活用して先進的 ICT や人間機能の再建・拡張等を支援する技術に係る研究開発を実施し普及を目指すものとする。

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。

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、脳情報通信技術の社会受容性の確立を念頭においた体制整備も行う。

#### (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、より多様な知覚・認知条件下での脳活動データを収集し、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への応用を検討する。
- 視覚情報処理と脳波の関係や時間感覚の脳内処理メカニズムを解析し、人間の時空間感覚の制御・拡張技術を検討する。
- 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。また計算モデルのパラメータとストレス等との関係を明らかにする試みを開始する。
- 人間のウェルビーイングの脳科学的指標を探索する。
- fMRI の BOLD 手法の高度化を検討し、空間分解能 0.6 ミリ角以下を達成するとともに、脳内微細構造の可視化技術の開発を進める。
- BOLD 以外のバイオマーカーを活用した可視化手法の開発を進める。
- 刺激提示手法を高度化し、嗅覚脳内表現や 3D 視覚情報処理に関する脳活動データを収集する。
- 話を聞いているときの脳波データを取得し情報理解度や気分の変化に関連する脳活動の解析を行う。また、学習

#### (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

- ヒトが、顔などの意味を持つ3D物体を見るときにの立体知覚精度と、文脈(顔を見るという知識)による脳活動の変調を非侵襲脳機能計測(fMRI)で計測し、紡錘状回の顔領域の活動が対象の分析に係るだけでなく視覚情報処理の早い段階で立体視メカニズムにかなりの影響を及ぼしている可能性を示した(eNeuro 誌(IF=4.08)に発表)。CiNet の最新脳活動計測装置を有効活用し、文脈の立体視過程への変調効果を検証、その成果を国際誌に掲載したもので、未開拓の本分野の先駆的研究成果であり、同分野をリードする契機となるものである。
- 脳と AI との融合をめざした ERATO プロジェクトに参画、研究開発の進展に貢献している。研究に携わる研究者間連携が深まり、様々な異なる分野の知見を取得することで、CiNet で行われている研究に役立つ。
- 自動車産業の技術研究所との共同研究プロジェクトを実施しており、fMRI による脳機能計測、および心理行動学実験によって得た視覚情報処理の知見を実車デザインに活かす課題を実施した。よりリアルな視環境でヒトが映像に対して気持ち悪さを感じる(映像に酔う)とはどういうことか、何が酔いを引き起こすのか、その基礎的知見を収集することができ、実用応用の礎となる成果を得つつある。これは、違和感や気持ち悪さを与えない映像呈示技術開発につながるもので、酔わない車のデザインや既存の車の乗り心地評価へ応用できる可能性がある。また、ICT として、子どもに優しい映像デザインなどの新しい価値創造をもたらす研究である。
- 7TMRI を用いて運動課題を実施、日本ではまだ普及していない層別解析を行い、運動準備期間において、運動野のより微細な層活動の違いを明らかにした。これまでの MRI 解析よりも高い解像度で、運動野の層別解析で明らかにしたこの成果は、採択されることが難しい ISMRM 学会にポスター発表として採択され、7TMRI による高解像度での撮像を可能にする基礎技術確立した。
- 言語モデル由来である Transformer ベースの AI モデルが動的体験下におけるヒト視覚脳活動の予測を高精度で行えることを定量的に示し、脳予測コンテスト(MIT-IBM Watson AI Lab 等主催)において世界3位(参加 73 チーム中)の好成績を得た。Encode モデルの構築に新たな指針を与えるものである。
- 脳内情報のモデル化により、個人の知覚特性が定量化できることを示したうえで、簡単なアンケートから脳内情報の個人差を定量化する技術を開発するとともに、その個人差に対する脳内の大域的な遺伝的要因を明らかにした。簡単なアンケートに基づく脳内情報の個人差の定量化は、複雑な脳内情報を少ない情報

- 多様な知覚・認知条件下での脳活動データを収集し、脳機能モデルを構築、高度化を行ない、脳に倣う人工知能への応用として高い評価を得たこと
  - MRI の中で選択的に嗅覚刺激を与える実験系を構築し、視覚と嗅覚のクロスモーダル現象の神経科学的証拠を初めて示したこと
  - ヒトの脳領域間における抑制機構が発達とともに成熟し、加齢に伴い劣化することを MRI 計測により明らかにしたこと。また、半球間抑制機能と手指の巧緻性との関連を明らかにし、高齢者の巧緻性の低下に関わる運動野半球間抑制の低下を MRI で可視化し、かつ、この低下はコーディネーショントレーニングにより改善できることを証明したこと
- 等が挙げられる。

#### 【社会的価値】

社会脳に関わるビッグデータの収集システムを構築し、これと脳活動計測を活用して、ヒトの社会行動に関する基礎的・科学的知見を与えたこと。これらの最先端の脳情報研究と並行して、社会的受容性に関する状況を把握するための脳情報 ELSI 検討体制を整備したことなど、社会的価値を有する顕著な成果が認められる。

具体的成果として、

- ソーシャルネットワークなど社会脳に関わるビッグデータの収集システムを構築し、行動選択における性差の存在とその脳メカニズムを定量データとともに示し、将来のコミュニケーションの最適化などにつながる知見を報告したこと
- 社会行動における行動選択の葛藤をモデル化し、前帯状回が扁桃体の活動を抑制する程度から行動と反応時間を予測することに成功したこと。未解明であった行動選択と反応時間に至る回路を明らかにして、ヒトの社会行動に関する基礎的・科学的知見を報告したこと
- 脳波指標から外国語リスニング習熟度を評価するモデルを構築、脳情報による情報理解度の評価技術につながる成果を得たこと

を活用して、ヒトの社会行動に関する基礎的・科学的知見を与えたこと、これらの最先端の脳情報研究と並行して、社会的受容性に関する状況を把握するための脳情報 ELSI 検討体制を整備したことなど、社会的価値を有する顕著な成果も多数認められる。

- 人工脳モデル構築のための脳機能モデルの高度化を進め、脳予測コンテストで世界 3 位の好成績を上げた。また、人工脳モデル構築のための脳機能計測システムを構築し、未解明であった視覚と嗅覚のクロスモーダル現象の神経科学的証拠を提示したことが顕著な成果と認められる。
- 世界的に見ても深刻な日本の高齢化社会の進展下において、高齢者の運動野半球間抑制の低下を MRI で可視化し、この低下を改善するトレーニング法の開発成果が民間企業の進めるトレーニングに採用されたことは、今後も同様な高齢者向けトレーニング法への展開が期待され、社会的有用性において特筆に値する。

中等の脳波データ及び行動指標を取得し、モチベーションに関連する脳活動の解析を行う。

から簡便に推定する画期的な技術であり、高インパクトジャーナルである IEEE Transactions on Systems, Man, Cybernetics: Systems 誌 (IF= 13.5) に採択された。

- 「見えているものが何か」を決める知覚決定プロセスにおける脳活動の fMRI 解析(デコンボリューション法)により、刺激情報や選択肢間競合が後頭葉、側頭葉、頭頂葉において表現されるのに対して、決定のタイミングは前頭葉が表現しており、知覚を達成するために脳が広域的・階層的に相互作用する仕組みを明らかにできた。この成果は国際会議で発表。知覚決定プロセスはこれまで良く研究されているが、このプロセスに係る部位の相互作用や情報処理の順番について、脳全体での関係を実験で示した研究はこれまでなかった。本研究は、局所部位だけでなくモジュール間の階層相互作用を明確に示したものである。
- ゆらぎ(ノイズ)を利用して超省エネ化を実現する生命システムに注目し、シグナルに対して10分の1程度の強さのゆらぎを活かした動力的情報伝達の仕組みを明らかにできた。見出したノイズ利用法を取り入れることで、電力を消費してノイズを抑えるのではなく、低電力でノイズを利用することが可能となる。すなわち超低消費電力の脳型人工知能構築の基盤メカニズムと成り得る。
- ヒト視覚系神経核の微小領域を生体脳にて MRI を用いて画像化することに成功した。従来法では測定が難しい視覚処理に関する神経核の下位領域を計測可能とし、国際会議 OHBM2021 で Merit Abstract Award を受賞した。
- 言語機能の視聴覚クロスモダリティ特性が脳内で部分的に統合されていることを脳機能モデルを介して示した。Cerebral Cortex 誌 (IF=5.36) に掲載された。
- 視知覚や視覚的注意に関連するアルファ波とシータ波の機能の違いについて、時間的に近接した2つのターゲットを検出する際の見落とし現象 (Attentional Blink 課題) を用いて検証、両波のいずれが優勢かで、見落としに対する異なる影響を持つことを明らかにした。未解明であったアルファ波とシータ波の機能の違いについて、新たな実験的知見を加えるものである。
- 経頭蓋交流電気刺激(tACS)によって、アルファ波が複数の成分からなることと、tACS がそれぞれの成分に対してどのような影響を与えるかを明らかにし、tACS によって個別成分へ介入することができることを示した。これは、tACS で個々の脳波成分を変調できる基礎技術となった。
- 社会行動における行動選択の葛藤をモデル化し、前帯状回が扁桃体の活動を抑制する程度から行動と反応時間を予測することに成功した。従来、不平等などを認識するシステムは特定されてきたが、未知であった行動選択と反応時間に至る回路を明らかにした。
- 一万人規模の行動データを数 10ms の反応時間で計測するオンラインデータ収集システムを確立した。安静時脳ネットワークから SNS 行動デコーディングや、罪悪感による向社会行動の男女差(男性優位)の国際実証を行い、サッカー選手の無意識の意思決定測定等へ応用した。また、オンラインデータ収集システムを用いて得られたビッグデータから、高自閉症傾向者の3つのサブタイプを見出すことに成功した。大量な行動データの収集に大きく貢献するオンラインデータ収集システムを構築した。行動選択における男女差の存在とその脳メカニズムを定量データとともに

- 社会受容性向上のための ELSI 研究体制を整備し、外部委員や人文科学系研究者を含めた検討会を3回実施し、課題を抽出したこと  
等が挙げられる。

#### 【社会実装】

高齢者の運動野半球間抑制の低下を MRI で可視化し、この低下を改善するトレーニング法の開発成果が、企業が進めるトレーニングに実装されるなど、社会実装に関する着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成した上で、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

示したことは、将来的には ICT システムとヒトとのスムーズなコミュニケーションの確立や、コミュニケーション方法を性差に応じて変える技術などの社会実装の可能性を持つ。

- モチベーションを維持することは個人のウェルビーイングにも大きな影響を及ぼすことも考えられることから、2週間の感謝介入を行ったところ、学習モチベーションへの改善がみられることが明らかとなった。感謝感情が人間のウェルビーイングの重要な側面であるモチベーションにもたらす好影響を明らかにした研究成果は BMC Psychology 誌(IF=2.54)に掲載された。また、教育現場等ではモチベーションの低下は重要な問題であると認識されており、本成果を踏まえて新たな対策法の考案が可能となる。社会的関心の高さを反映して、毎日新聞などの主要メディアにて報道された。
- 人間のウェルビーイングの向上に深く関係するワーキングメモリに関する脳科学的指標についての研究を行い、ワーキングメモリ課題の課題成績の高得点群と低得点群との間の脳内ネットワークの差は、課題遂行時と安静時の両方で認められた。ワーキングメモリ容量の個人差は、課題遂行時のみならず安静時にも認められる結果を得た。研究成果は Scientific Reports 誌(IF=4.13)に掲載された。
- 従来、数分間に及ぶような長時間の刺激でしか脳活動を観察できない視覚刺激に対しても、独自開発の撮像方法を用いることで、15 秒 ON/OFF の視覚刺激に対して 0.6 ミリ角以下の高い空間分解能で、高い信号ノイズ比で脳活動を捉えることに成功、視覚知覚研究の大きな武器となる技術開発に成功した。刺激自由度を向上させるものである。
- 超高磁場 MRI を用いて、従来の脳機能計測 fMRI に使用される BOLD 効果ではなく、より神経活動を反映する血液量変化の計測を実現し、リズムミクな手の動きとランダムな手の動きで、運動野における大脳皮質レイヤ間での異なる応答を示した。予備的研究で手掛かりを得た脳血液量計測を用いて、あらたな脳機能研究を開始できた。成果の一部は国際ヒト脳マッピング学会での発表に至った。
- 脳情報通信に関する国際共同研究開発(CRCNS)に採択され、9 月より脳構造データと脳機能データの統合解析に関するプロジェクトを開始し、白質線維束と皮質領域の相関関係に関する成果を得た。ヒト視覚系神経核の微小領域を生体脳にて MRI を用いて画像化することに成功した。脳構造と脳活動の統合解析により、白質線維束と皮質領域の相関関係を検証するなどの成果が得られた。
- MEG を使った脳機能計測実験において、視野 80 度までをカバー(現行の MEG 用視覚刺激システムとしては最大視野を誇る)し、バーチャルリアリティ様の視覚体験をもたらす 3D 画像・映像の呈示にも対応する刺激呈示システムを構築した。MEG 計測環境において、CiNet のこのシステムが世界的に見ても最も広い視野に視覚刺激を“3D”で呈示できる装置となっている。
- 3D 空間内でヒトの眼がどこを注視するのかを捉えるための実験環境を整備した。2D 視における眼球運動計測は多くの先行研究が存在するが、3D 視における眼球運動計測は、3D メガネ装着時での眼球運動が計測できないなどの理由から停滞していた。本システムの開発によって、3D 空間での眼球運動計測が可能となり、研究対象の拡大が期待できる。

**(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应用するために必要な基盤的研究開

**(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、神経電極のさらなる多点高密度化を図るため、表面型神経電極の作成プロセス

- 超高磁場 MRI 装置を用いたヒト嗅覚 fMRI 研究を世界で初めて実現したことにより、嗅覚情報処理に関連する梨状皮質の活動の大きさが匂いの主観強度と相関のあることを明らかにした。さらに、匂いの感情価(快、中間、不快)に関しては梨状皮質の関与は小さく、眼窩前頭前野後部の活動パターンから予測されることが明らかとなった。超高磁場 MRI 装置を用いたヒト嗅覚 fMRI 研究を世界で初めて実現し、嗅覚脳内表現の一端を明らかにした。研究成果は NeuroImage 誌(IF=6.56)に掲載された。また、嗅覚機能に関連する領域の活動を精度よく計測することによって、匂いの強度や感情価を予測し匂いの客観的評価を可能とする。本研究は企業との共同研究成果であり、匂いの効果や質を可視化し、食品、香料開発に繋がるのが期待できる。
- MRI の中で選択的な嗅覚刺激を可能とする実験系を構築し、香り(嗅覚刺激)の種類によって映像の速度が主観評価および脳活動レベルで変化することを示すことに成功、クロスモーダル現象の神経科学的証拠を示した。視覚と嗅覚のクロスモーダル現象の神経科学的根拠はこれまで、ほとんどなかったことから、これに関するエビデンスが得られた知見は科学的意義が非常に高い研究成果と考えられる。研究成果は Frontiers in Neuroscience 誌(IF=4.50)に掲載された。また、匂いと認知との関連を示したことは、様々な実応用を示唆する成果であるとして、日経新聞や朝日新聞など多くの主要なメディアにとりあげられた。
- 日本語母語話者が英語の自然発話を聴いているときの脳波から、言語特徴別の脳波応答を推定し、脳波指標からリスニング習熟度を推定するモデルを構築した。自然発話聴き取り時の脳波から、単語の品詞、話速など、言語的特徴別の脳波応答を推定し、習熟度との相関を明らかにした新規性の高い成果であり、Frontier in Human Neuroscience 誌(IF=3.17)に掲載された。
- 企業との共同研究で、脳波を指標とした書字デバイスによる単語効果比較を行い手書きの優位性について明らかにした。インクペンかデジタルペンかによらず、手書きの方がタイピングより、単語学習で優位であることを脳波指標により明らかにし、その成果は Frontier in Human Neuroscience 誌(IF=3.17)に掲載されるなど科学的意義は大きい。また、脳波を指標とすることで、脳にとって効果的な学習デバイスを定量的に評価でき、教育 ICT の質的向上に貢献する成果である。
- NHK ラジオニュースを聴いているときの脳波から、抑うつ気分か否かを識別するモデルを構築し、高い識別性能を示した。実験的に設計された人為的刺激ではなく、実生活で耳にするニュースという自然刺激によって生じる脳波から、気分の状態を高い性能で識別できるモデルを構築した。
- 100 マス計算において、課題達成の難易度を簡単なものから難しいものまで変化させたところ、課題の難易度では無く、そのときに感じたモチベーションの高さに P300 と呼ばれる脳波が変化することを明らかにした。

**(イ)脳情報通信技術の応用展開に関する研究開発**

• 神経電極の多点高密度化を図るため、新規導入したマスクレス描画装置による条件出しを行い、柔軟電極上の配線を4ミクロン(線幅及び間隙)まで高密度化することに成功した。BMI の高性能化に必須とされている神経電極の多点高密度化のための技術的準備を整えた。

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。

の改善を行うとともに、体内外無線通信技術の課題抽出を行う。

- 運動パフォーマンス向上技術の開発に向け、脳の半球間抑制機構のモデル化を開始し、手指の器用さとの関連を調査する。
- 人間の運動機能解析や向上に資する、多様な組織を包含した筋骨格モデルを構築する。
- 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の検証のため、500 台規模の実証実験を行う。

- 体内外無線通信技術の課題抽出を行い、遅延時間や消費電力などの仕様としてまとめ、国際標準 (IEEE802.15) への提案を行った。これに関連して、課題検討のための実験系として小型無線ヘッドステージを開発した。
- MRI 計測により、ヒトの脳領域間における抑制機構が発達とともに成熟し、加齢に伴い劣化することを明らかにした。脳神経系における抑制という重要な視点を提供する成果であり、Advanced Robotics 誌 (IF=1.699) に掲載された。また、脳の抑制システムの作動原理と加齢の影響を解明できれば、超高齢化社会において重要となる身体機能の機能維持や回復などの課題に対して、抑制機能の促進技術を応用できる可能性がある。
- 高齢者の運動野半球間抑制の低下を MRI で可視化し、これを改善できるトレーニング法を開発して、その効果を証明したもので、Scientific Reports 誌 (IF=4.13) に掲載され、国内会議で招待講演を行うなど、科学的意義は大きい。また、超高齢社会で必要となる高齢者の運動機能改善トレーニングにとって重要な運動要素を提案し、その効果を証明したことは、社会的価値が高いと言える。さらに、運動用品メーカーが行っている高齢者向け運動トレーニングプログラムに本研究で開発されたトレーニングが実装され、社会展開されている。
- 膝への負担が少ないとされる歩隔の広い歩行へ誘導する VR 歩容改善システムを実装し、誘導するために用いた視覚的操作を取り去ったあとも効果が持続することを実証した。第 15 回 MotorControl 研究会での発表で若手奨励賞を受賞した。冗長で複雑な歩行動作を対象にして、運動記憶の文脈依存性があることを明確にした先駆的研究として、科学的意義が認められている。誘導するために用いた視覚的操作を取り去ったあとも効果が持続することがわかり、非言語的な運動指導法として用いることができる可能性が示唆された。
- 筋骨格モデルにおける筋変形シミュレーションで、Bending 拘束 (急峻な折れ曲がりの抑制) や骨 3次元距離画像を用いた干渉回避を実装できた。すでにライセンス済みの Def Muscle3 の機能改善に大きく貢献するもので、社会実装まで展開している。
- 個人毎に異なる筋骨格形状を計測する手法として、3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) を実装し、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 計測に比べて系統誤差がないことを実証した。高精度なキャリブレーションにより、曲線的な軌跡を描く肩の筋の形状計測を表面間距離で平均約 1mm の誤差で実現した。また、計測が困難だと思われてきた肩関節において 3DUS が有効であることがわかり、高コストな MRI 装置を用いずとも個人筋骨格モデルを作成できる可能性を示した。
- 神経活動電位のパルス列を用いた非同期脳内情報処理にヒントを得た通信プロトコル (非同期パルス同期多重接続、APCMA) のエラー率とスループットをモデル化し、シミュレーションと実証実験で確認した。さらに、APCMA を実装したデバイスを構築して、500 台のデバイスを用いた実証実験を行った。従来の CSMA/CA 方式に比べて低いエラー率と高いスループットを持つ新たなプロトコルを提案した。APCMA はキャリアセンス機能のない通信システムにおけるデータの多重化に適していることから、ワイヤレスセンサーネットワークから電気ネットワークでの電力パケットの配

**(ウ)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・人材交流を通じ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。

**(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、外部の文科系研究者も加えた ELSI の検討体制を構築する。
- 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整備し、このような拠点機能を強化する。
- 被験者の個人情報保護と脳データ利活用の両立を可能とする被験者情報システムや脳計測データ管理システムを構築し、情報公開に資するシステムを強化する。
- 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積極的に運用し、優れた研究成果の世界規模の情報発信に努め、脳情報通信に関わる情報発信や連携体制構築にも注力する。

信に至るまで、低コストのネットワークに適用できることを実験的に検証した。

**(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**

- 脳情報通信に関する研究成果の社会受容を促進するため、CiNet に脳情報 ELSI 研究グループを設置し、哲学・倫理学が専門の研究者が着任して研究を開始した。加えて、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、社会実装に向けた検討会を、理研、産総研の研究者を含む外部有識者を加えて今年度3回企画し実行した。外部の文科系研究者も加えた ELSI の検討体制を構築し、調査研究も含めた検討を開始した。
- 応用脳科学コンソーシアム(CAN)と連携し、CiNet の研究成果を産業界関係者に紹介した。また、大阪国際サイエンスクラブと連携し、金曜サイエンスサロンを企画し、研究成果を紹介した。さらに、第 11 回 CiNet シンポジウムを対面・オンライン併用で開催し、CiNet 活動開始から 10 年の研究成果を広く一般の人々に紹介した。産業界との連携を強化するため、外部連携企画グループが中心となって、資金受入型共同研究を実施した。大学等との共同研究も実施した。さらには、うめきた街区開発においてオープンイノベーション拠点形成の議論に参画した。CiNet の研究成果 12 件を産業界関係者に紹介したほか、令和3年度中に8件を紹介し、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機能する体制を整えた。また、企業Aとの共同研究は相手方からの高い評価を得て継続が内定した。
- 人工知能(AI)分野の主要国際会議である ICLR において、脳-AI 融合に関するワークショップを主催し、当該研究の方向性を示すリーダーシップを執った。ICLR WS のオーガナイザー参加は令和3年では、日本から唯一であり、日本のプレゼンス向上に貢献するとともに、討議内容は実応用を目指す AI 構築に資するものとなった。
- 脳機能モデルに関連したコンサルティング提供や研究アウトリーチを推進した(日経サイエンス特集記事掲載他)。複数企業(8社)に対する研究コンサルティングを提供、脳機能モデルの社会実装に向けた活動を実施し、広い購読者層を持つ日経サイエンスへの記事掲載は脳情報通信技術の社会受容に貢献するものである。
- 脳融合 AI の技術の特許化し、この特許を利用する NTT データの商用サービスを継続して実施している。NTT データとの連携によって、産業応用に成功しており、個人差の反映という新たな技術改良は、さらに技術の社会的需要を高め、今後の産業応用の促進につながるものである。
- 厳格な個人情報保護規則へ対応すると同時にデータ再利用可能性の向上による研究促進を実現するために、被験者情報システムを開発し、その運用を開始した。厳格な個人情報保護規則への対応と同時に、データ再利用可能性の向上を図ることで、連携している研究者の研究促進に貢献するものである。
- オンラインで第7回 CiNet Conference を2月に開催し、第一線の研究者 18 名の講演を行い、300 人の申込者を得て成功裏に終

了した。また、CiNet Monthly Seminarを定期的にオンラインで開催し、国内外の気鋭の研究者と交流を深めた。CiNet 内の融合研究促進のため、Friday Lunch Seminarを毎週開催した。オンラインシステムも活用したセミナー等を積極的に運用し、研究成果の世界規模の情報発信を実施するなど、脳情報通信に関わる情報発信や連携体制構築にも注力した。

**<課題と対応>**

(課題)【令和2年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】

酸化ガリウム材料・デバイス技術の開発においては、創始以来、世界を圧倒する高い水準を維持しており、産業応用の具体像が描ける段階に入ってきている(昨年度評価でも指摘)。Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>バルク基板、エピ基板の技術移転先ベンチャー企業(株)ノベルクリスタルテクノロジーが毎年販売実績を更新し順調な業績進展が続いていることは実用化の顕著な成果として高く評価される。高耐压デバイスとして競合するGaNやSiCとの多様な性能評価軸でのベンチマークを継続更新し、産業応用の棲み分けと技術開発・産業応用ロードマップをオールジャパンで進めるべき時機と考える。是非、イニシアチブを発揮されたい。

(対応)機構が研究代表者を務める総務省委託研究にて、酸化ガリウムパワーデバイス、高周波デバイス開発に必要な要素技術(バルク・ウェハー製造技術、エピタキシャル成長技術、デバイスプロセス、評価(信頼性含む))を包括的に取り扱う産学官プロジェクトを令和3年8月に開始いたしました。これをシードに、さらに大規模オールジャパン開発体制の構築を目指します。

(課題)【令和2年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】

酸化ガリウム素子や深紫外 LED など社会のニーズに応えるデバイスがそろそろ商品化されつつある。これを早急に社会に普及させるための活動があるとよい。恐らくは、「研究開発成果の最大化」の課題かと思うが、このようなデバイスにどのような普及策を講じればよいのか、継続してフォローいただきたい。

(対応)酸化ガリウムデバイスに関しては、もう一段技術レベルを向上させることが、普及策を講じる前に必要と考えております。そのため、まずは上記産学官プロジェクトなどを通じて、酸化ガリウムデ

パイスの技術レベルを上げるための開発に注力致します。また、深紫外LEDの社会普及へ向けた取組みとしては、国内LEDメーカー数社と連携し、機構の研究成果の技術移転活動を積極的に推進しております。さらに、令和3年度より環境省の高強度深紫外LED開発とその実用化加速のための実証事業(NICT研究代表)に採択され、早期社会実装を目指した産官連携プロジェクトを開始いたしました。

〔課題〕【第4期評価 総務省国立研究開発法人審議会の意見】

量子情報通信技術分野における産業界の動きについて、東芝など11の民間企業が発起人となって設立された「量子技術による新産業創出協議会」や東京大学と民間企業で設立された「量子イノベーションイニシアティブ協議会(QII協議会)」など、最近になって産業化で世界に負けないための取組が増えている。量子技術に基づくコンピュータ、通信、シミュレーションなどが今後極めて重要になるが、日本は世界をリードする量子技術を持つ一方で、今後、米国、中国に比べて産業面で遅れをとるリスクが大きいという点が懸案となっている。標準化や小規模な検証ネットワークを通してNICTはこれまでも産業化に貢献してきたが、上記の新しい動きにNICTの名前は出てこない。目立てば良いというものではないが、これら産業化の取組が成功しないと最終的に日本の競争力につながらないので、これらの動きの中でNICTとしてどのような貢献をしていくのか、どういうポジションをとっていくのかはしっかり検討していく必要があると考える。ただし、ビジネススキームがますます重要になるこれからの産業化の加速についてはNICTが必ずしも得意でないフェーズとも言えるので、次世代量子技術の種まきにシフトしていくという考え方もあるかもしれない。この辺りも含めて次期中長期計画においては、産業化への貢献と本来的な研究のバランスを良く考えて進めて欲しい。

〔対応〕分野の急激な拡がりに伴い、コンソーシアムも目的に応じて多数設立される流れとなっているが、機構が中心的に取り組む量子セキュリティ分野においては、第4期中長期目標期間中では、産業



						<p>化への取組が最も強く推進されているのは量子 ICT フォーラムであり、当該組織は機構が主導して設立し、現在では官学と産業界の中での橋渡しの重要な役割を果たしております。量子 ICT フォーラムでの活動と、同フォーラムを通じ、他の協議会等とも連携して、産業化に必要な新たなネットワーク技術や現代暗号との統合技術等の機構の研究開発成果の展開をはかり、産業化への貢献を加速したいと考えております。</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

4. その他参考情報

様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 2. 分野横断的な研究開発その他の業務 (1) Beyond 5G の推進		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠(個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第 14 条第1項第一号、附則第 12 条第1項
当該項目の重要度、難易度	重要度:高	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182-07

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)※2					
	基準値等 (前中長期目標期間 最終年度値)	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
標準化や国内制度化の寄与件数 ※1	—	215					予算額(百万円)	36,013				
							決算額(百万円)	23,330				
							経常費用(百万円)	7,649				
							経常利益(百万円)	△0				
							行政コスト(百万円)	8,283				
							従事人員数(人)	9				

※1 Beyond 5G に関する標準化、国内外制度化への寄与文書数。

※2 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価						
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸(評価の視点)、指標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価
				主な業務実績等	自己評価	
2. 分野横断的な研究開発その他の業務 (1) Beyond 5G の推進 我が国として目指すべき Beyond 5G を実現するには、その	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 Beyon	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	<評価軸> •Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか。 •公募型研究開発プ		S	評価 S <評価に至った理由> 適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められる。 主な状況は以下のとおり。 • 今中長期期間の戦略 4 領域の 1

<p>優れた機能の中核となる先端的な要素技術の研究開発を強力に推進する必要があるため【重要度：高】とする。Beyond 5G の 2030 年頃の実現の鍵を握る要素技術等(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、本中長期目標期間を集中取組期間(先行的取組フェーズ)として、NICT 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を促進するため、総務省が策定する研究開発方針に基づき、公募型研究開発プログラムを実施する。</p> <p>＜公募型研究開発プログラム＞</p> <p>革新的情報通信技術研究開発推進基金等を活用し、効果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。</p> <p>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</p>	<p>d 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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p><b>2-1. Beyond 5G の推進</b></p> <p>我が国として目指すべき Beyond 5G を実現するには、その優れた機能の中核となる先端的な要素技術の研究開発を強力に推進する必要があるため【重要度：高】と</p>	<p>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。</p> <p>プログラムを適切に実施したか。</p> <p>＜指標＞</p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Beyond 5G の実現に向けた産学官連携等の活動状況</li> <li>・ 公募型研究開発プログラムに係る研究開発マネジメントの取組状況(進捗管理等の活動状況、評価委員会の設置・活動状況等)</li> <li>・ 公募型研究開発プログラムの応募・採択状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 標準化や国内制度化の寄与件数</li> </ul> <p><b>2-1. Beyond 5G の推進</b></p> <p>我が国として目指すべき Beyond 5G を実現するには、その優れた機能の中核となる先端的な要素技術の研究開発を強力に推</p>	<p>ログラムを適切に実施したか。</p> <p>＜指標＞</p> <p>【評価指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Beyond 5G の実現に向けた産学官連携等の活動状況</li> <li>・ 公募型研究開発プログラムに係る研究開発マネジメントの取組状況(進捗管理等の活動状況、評価委員会の設置・活動状況等)</li> <li>・ 公募型研究開発プログラムの応募・採択状況</li> </ul> <p>【モニタリング指標】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 標準化や国内制度化の寄与件数</li> </ul> <p><b>2-1. Beyond 5G の推進</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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ことを狙い進めている Beyond 5G のアーキテクチャの課題として、フィジカル空間に関係する研究開発活動の更なる連携が必要であることや、サイバー空間に関係する研究開発がミッシングリンクとなっていることが</li> </ul>	<p>的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた特に顕著な成果の創出等が得られたと認め、評定を「S」とした。</p> <p><b>2-1. Beyond 5G の推進</b></p> <p>【Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか。】</p> <p>今中長期期間の戦略4領域の1つである Beyond 5G の実現に向けた初年度の取組として、多様な研究開発組織の</p>	<p>つである Beyond 5G の実現に向けた初年度の取組として、多様な研究開発組織の参画につながるホワイトペーパーの公開などによる Beyond 5G の概念形成やオープンコラボレーションの活性化を進めるとともに、要素技術の早期創出を狙った「Beyond 5G 研究開発促進事業」を短期間で立ち上げ、ハイレベルな研究開発活動の開始を実現した。さらに、並行して日本技術の展開の地歩を確立するため Beyond 5G 推進コンソーシアムによる白書作成に参画し、また、機構独自で関連標準化団体への優位性を持つ技術項目の入力を進めた。加えて、次年度の基幹課題の実施に向けた提案募集と Beyond 5G 研究開発ワークショップでの産学官の意見交換により一層の連携強化につながる重要な取組サイクルを回すなど、Beyond 5G の実現に向けた取組の強化として、顕著な成果が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「Beyond 5G 研究開発促進事業」の本格開始初年度に当たり、効果的かつハイレベルな研究開発活動を進めるべく、案件形成、採択評価などの膨大な業務を短期間で実施して計44課題の具体的な研究開発活動を開始に導き、併せてこれら活動成果を最大化し相乗効果を創出するため、プログラムディレクター、連携オフィサー及びリエゾンアシスタントを配置し、SIG (Special Interest Group) を立ち上げるなど運営体制を整備した。さらに、次年度以降の活動へとつながる施策も実施し、取組サイクルを回すなど、公募型研究開発プログラムの適切な実施について、特に顕著な成果が認められる。</li> <li>・ 機構内外の有識者とのブレインストーミングにより、3つの重点課題を特定し、ホワイトペーパー第2版や策定中のアーキテクチャに反映したことは、今後の優れた研究成果の創出に寄与すると評価できる。Beyond 5G は極めて重要な位置づけの研究分野であり、</li> </ul>
---	---	---	---	--	--

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。

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、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(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。)

する。Beyond 5G の 2030 年頃の実現の鍵を握る要素技術等(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、本中長期目標期間を集中取組期間(先行的取組フェーズ)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を促進するため、総務省が策定する研究開発方針に基づき、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＞

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(研究開発成果の知財権利化や国際標準化活動も含む)に対する必要な指示・支援等を行う。

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

進する必要がある。Beyond 5G の 2030 年頃の実現の鍵を握る要素技術等(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、本中長期目標期間を集中取組期間(先行的取組フェーズ)として、機構自ら先端的な研究開発の戦略を立案し、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を促進するため、総務省が策定する研究開発方針に基づき、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＞

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(研究開発成果の知財権利化や国際標準化活動も含む)に対する必要な指示・支援等を行う。

ら、ネットワーク研究所、ユニバーサルコミュニケーション研究所、外部有識者とのブレインストーミングにより、重点課題として地上系-非地上系通信システムを連携させる「ヘテロジニアスネットワークの統合」、フィジカル空間とサイバー空間を統合させるための「データの分散処理機能」、サービスやアプリケーションをフィジカル空間とサイバー空間を越えて実行するための基盤となる「イネーブラー機能」などを特定した。これらの課題は Beyond 5G/6G ホワイトペーパー第2版や策定中のアーキテクチャに反映させた。

- Beyond 5G に必要な技術のうち早期に実施が必要な重点課題を特定して戦略的にミッシングリンクを埋めていくため、Beyond 5G 研究開発推進ユニットが課題発掘の支援や対外調整を行いながら機構内部部署への予算措置も行う「Beyond 5G 研究開発プロモーションプログラム」のフレームワークを立案。今年度は、特に Beyond 5G システム構成において早期の具体化が必要な「サイバー空間におけるデータ処理機能の定義」に係る研究開発のタイムリーな始動につなげ、Beyond 5G システム要素の拡充を加速した。これら各研究所との議論を通じて機構全体の Beyond 5G 研究開発を活性化させ、多くの Beyond 5G 関連成果を生み出すことに貢献した。
- Beyond 5G の主要構成技術である GPS(電波)エミュレータについては、機構のワイヤレスネットワーク研究センター及び総合テストベッド研究開発推進センターと共同で実施しているが、機構が代表者となり 11 研究機関が共同で受託する大型の研究開発プロジェクトを円滑に実施するため、ユニットとしては、外部有識者を含む研究者の多様な意見を迅速に取りまとめるなど、議論のファシリテーションを行って研究開発が一体的に実施されるように指揮するとともに、社会展開の道筋に関する議論を先導した。さらに関連する研究開発機関・ユーザ企業等による連携母体として、ワイヤレスエミュレータ利活用社会推進フォーラムを令和4年3月に立ち上げた。
- 電磁波研究所との議論を通じて Beyond 5G ネットワークを将来の社会インフラとして活用する際の要素技術と想定される時空間同期技術について、短期集中型の議論により Beyond 5G 応用に向けた社会展開に向けたロードマップと重点化すべき課題を具体化した。標準化推進室と協力し時空間同期技術について研究開発の方向性を早期に定めたことにより、ITU-R WP5D や 3GPP 等において世界に先駆けた寄与文章の入力をタイムリーに行い、WP5D の Future Technology Trends の章立てなどに貢献できた。また、ネットワーク研究所及び電磁波研究所との議論を通じて、通信システムにおけるセンシング技術の応用を重点課題として特定し、分野横断的な議論により技術分野の融合を促進した。いずれも、来年度の「Beyond 5G 研究開発プロモーションプログラム」に向けてタイムリーに技術課題の設定ができ、ホワイトペーパー第2版にも社会展開における技術的なステップなどを反映させた。
- 新しい技術を活用した将来のサービスコンセプトの負の側面や倫理的・法的・社会的課題(ELSI)をあぶりだし、今後の検討に資するため関連トピックを作成し、機構内関係者によるアイデアソンやブレインストーミングなどを実施して Beyond 5G における ELSI 的視点の課題を抽出するとともに、その重要性に着目したトピックの一部をホワイトペーパー第2版にて公開するなど、この視点

参画につながるホワイトペーパーの公開などによる Beyond 5G の概念形成やオープンコラボレーションの活性化を進めるとともに、要素技術の早期創出を狙った「Beyond 5G 研究開発促進事業」を短期間で立ち上げハイレベルな研究開発活動を開始に導いた。更に、並行して日本技術の展開の地歩を確立するため Beyond 5G 推進コンソーシアムによる白書作成に参画し、また、機構独自で関連標準化団体への優位性を持つ技術項目の入力を進めた。加えて、次年度の基幹課題の実施に向けた提案募集と Beyond 5G 研究開発ワークショップでの産学官の意見交換により一層の連携強化につながる重要な取組サイクルを回すなど、Beyond 5G の実現に向けた取組の強化として、顕著な成果が認められる。

- 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ことを狙い進めている Beyond 5G のアーキテクチャの課題として、機構内外の有識者とのブレインストーミングにより、「ヘテロジニアスネットワークの統合」、「データの分散処理機能」、「イネーブラー機能」などを特定し、Beyond 5G/6G ホワイトペーパー第2版や策定中のアーキテクチャに反映させたこと
- Beyond 5G 研究開発促進事業に関して、具体的に開発する技術等の候補例(案)について意見募集を行い、その結果に基づき「研究開発課題候補リスト」を作成した。「Beyond 5G 機能実現型プログラム(基幹課題)」の実施にあたっては、「研究開発課題候補リスト」を参照しながら、ハイレベルな研究開発成果の創出を目標とする研究開発課題を選定し、研究計画書を策定したこと
- Beyond 5G 推進コンソーシアムでの白書作成に参画し、検討が進んでいない分野や機構が強みを持つ技術に関して執筆して白書に盛り込み、ITU-R WP5D への日本からの貢献に道筋を付けた。また、機構が強みを持つ技術については、日本提案に先行して機構独自に ITU-R WP5D 及び 3GPP SA Rel.18 ワークショップヘタイ

機構の取組が Beyond 5G の実現に大きく寄与するものと思われる。

- 研究開発初年度の取組として、Beyond 5G 研究開発における重点課題を特定・具体化し、標準化推進室と連携して、時空間同期技術を軸とした電磁波によるセンシング技術とネットワーク基盤技術の融合といった機構独自の新たな方向性を打ち出した。さらに、機構が強みを持つ特色あるコンセプトを世界に先駆けて Beyond 5G 推進コンソーシアム白書に盛り込んだほか、ITU-R WP5D や 3GPP への寄与文書の入力を完了しており、科学的意義だけでなく、国際的な認知を高める、社会的価値の高い活動として高く評価できる。
- とすれば、各企業バラバラの取組になりがちな Beyond 5G の研究開発であるが、機構がホワイトペーパーなどによる概念レベルの立ち上げから、大規模な公募型研究開発プログラムに向けた研究テーマの整理、案件形成、採択評価などを主体的に行うことで、日本の産官学の Beyond 5G の研究開発力の底上げと効率化に大きく貢献していると考えられる。5 年後、10 年後の我が国全体の国際競争力強化を目的とした戦略的なスタートアップが出来ており、極めて価値のある体制作りが出来ている。
- Beyond 5G の推進のための資金配分機関として、補正予算を適切に執行して多くの研究機関の力を結集することに成功した。
- コンソーシアムや標準化機関との連携、適時な情報発信、技術分野融合の促進、知財獲得強化への取組等を積極的に実施した。電波エミュレータについては、大型の研究開発プロジェクトを円滑に実施し、社会展開の道筋に関する議論を先導した。
- 機構による産学官連携の Beyond 5G 実現の取り組みや公募型研究開発プログラムの実施においては、単に技術的な成果

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。)

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、評価を実施し、革新的情報通信技術研究開発推進基金で行う研究開発案件を採択する。

からの議論の端緒を開いた。また、機構内の異分野の研究者間での議論を活性化するため、「発火村のフリートーク」と題した意見交換を実施した。科学技術データのオープン化の潮流やデータを元にした産業活性化などの話題に基づき長期的に検討すべき課題を抽出した。更に、非研究若手職員と研究職員とのフリートークを実施し、機構内の各部署が Beyond 5G 関連技術への理解を深めつつ研究者以外からの新たな発想の発掘に努めた。

- 知財活用推進室と共同で、各研究所の Beyond 5G 関連の特許出願実績に関する分析を行い、その結果を基に戦略的に予算配算を実施し研究活動を支援した。また、ネットワークのオープン化に伴いさらに重要となるサイバーセキュリティについて検討を深め、サイバーセキュリティ研究所や知財活用推進室などと連携し、「サイバーセキュリティ×Beyond 5G」のテーマで初めての試みとなる機構内特許アイデアソンを開催するなど、知財獲得の加速につなげた。
- Beyond 5G 推進コンソーシアムでの白書作成に参画し、検討が進んでいない分野(生活関連・食料・農業・飲食業界)に関する記載を担当するとともに、標準化推進室と連携して機構が強みを持つ技術(テラヘルツ波、時空間同期、非地上系通信)に関して執筆して白書に盛り込んだ。これにより、ITU-R WP5D への日本からの貢献に道筋を付けた。また、標準化推進室と連携して、機構が強みを持つ技術については、日本提案に先行して機構独自に ITU-R WP5D 及び 3GPP SA Rel.18 ワークショップへタイムリーに入力を行うとともに、その内容を踏まえコンソーシアムにおける白書の作成につなげた。更に Beyond 5G 推進コンソーシアムの国際カンファレンス(令和3年 11 月9-10 日に開催)の企画に参画するとともに、機構のビジョン及び強みを持つ3つの技術分野について講演を行ない、機構内外のコラボレーションを活性化した。
- 機構が事務局を務める「Beyond 5G 新経営戦略センター」においては、「Beyond 5G 時代に向けた新ビジネス戦略セミナー」等を企画し、産学官連携の取組として、意識改革を目的とする情報発信の強化や知財・標準化をリードする人材育成等を図り、ビジネスの観点で Beyond 5G を推進した。
- 機構が行う Beyond 5G 活動について、ユニットの web の立ち上げ、機構の他の取組にも活用できる情報発信モデルとしてのロゴの開発、仮想キャラクターを活用した研究活動の紹介手法の確立、それを活用した非専門家にわかりやすいホワイトペーパーの解説など連載記事(「Sakura のいいね!」や「ひらめき時間」)の執筆(月1回)、国際学会において配布するパンフレットの作成と配布、など多面的な研究開発の発信を行った。これにより、欧州プロジェクト(6GEM)との連携について議論の端緒を開くとともに、オープンディスカッションでの海外からの招待講演が実現するなど、巻き込み型研究開発の具体的な始動につなげた。
- 令和4年3月に Beyond 5G オープンディスカッションを開催し、機構の Beyond 5G の活動内容をアピールするとともに、ホワイトペーパーを通じて様々な分野や年代の潜在的なステークホルダと率直に意見交換をして議論を深めることができた。特に、将来を担う高校生・大学生や国際的な社会展開において重要な役割を果たす海外研究機関とも議論をして、今後の連携強化につなげた。
- ホワイトペーパーについて講演等を通して認知を高めることのほ

ムリーに入力を行ったこと

- 次年度の「Beyond 5G 研究開発促進事業」の機能実現型プログラム(基幹課題)の実施に向けて、2030 年頃の革新的な社会像を具体化するための取組や、Beyond 5G を実現するための先駆的な研究開発課題について提案募集を行い、その結果を踏まえて「Beyond 5G 研究開発ワークショップ」を開催し、Beyond 5G の推進方策や将来像等に関して産学官の関係者で意見交換を行ったこと等が挙げられる。

【公募型研究開発プログラムを適切に実施したか。】

「Beyond 5G 研究開発促進事業」の本格開始初年度にあたり、効果的かつハイレベルな研究開発活動を進めるべく、案件形成、採択評価などの膨大な業務を短期間で実施して計 44 課題の具体的な研究開発活動を開始に導き、併せてこれら活動成果を最大化し相乗効果を創出するため、プログラムディレクターや連携オフィサーの配置など運営体制を整備した。更に、次年度以降の活動へとつながる施策も実施し、取組サイクルを回すなど、公募型研究開発プログラムの適切な実施について、特に顕著な成果が認められる。特に顕著な成果として、

- Beyond 5G における我が国の国際競争力強化を図るため、革新的情報通信技術研究開発推進基金を設置し、公募型研究開発プログラムとして「Beyond 5G 研究開発促進事業」を実施し、民間企業や大学等での研究開発を促進したこと
- Beyond 5G 研究開発促進事業に関して、具体的に開発する技術等の候補例(案)について意見募集を行い、その結果に基づき「研究開発課題候補リスト」を作成した。「Beyond 5G 機能実現型プログラム(基幹課題)」の実施にあたっては、「研究開発課題候補リスト」を参照しながら、ハイレベルな研究開発成果の創出を目標とする研究開発課題を選定し、研究計画書を策定したこと
- 委託研究への提案について、外部有識者で構成する評価委員会(12 名)を新たに設置し、Beyond 5G の実現

を上げるだけでなく、標準化における必須特許獲得に結びつけることが将来的な日本の産業競争力に非常に重要である。研究の初期段階から連携企業、大学を含めた知財戦略の検討、Beyond 5G 必須特許取得のための支援体制の構築などに取り組み、今後の知財取得・活用の促進に繋がる顕著な成果が出始めている。特に、知財部門の弱いベンチャー企業や大学においても戦略的な必須特許取得を可能にする外部専門人材によるサポート体制(知財化・標準化アドバイザー 11 名)を整えており、国際競争力の直接的な強化のための研究者のマインド形成や各企業・大学の強みを生かした戦略的な特許取得や標準化動向に合わせた特許の修正・追加など、最終的な産業競争力に結びつく取り組みになっている点が非常に高く評価できる。

- また、研究成果を社会実装につなげるには単に機構の成果を国際標準化に入力するだけでなく、国内外の参加メンバーと横断的な連携をとり標準化活動そのものを推進することが重要である。この点でも機構研究者が、多くの寄与文書や会合参加により、多くの国際標準の成立に貢献していることが、顕著な成果と認められる。特に ITU-R や 3GPP において時空間同期関連技術と移動体通信の Non-Public Network 関連技術といった機構関連技術について、世界的にも初期の段階から積極的に提案し、WP5D 作業文書や Release 18 の Study Item に盛り込まれたことなどが挙げられる。

			<p>か、グローバルファーストの動きに合わせて英語版をタイムリーに公開し、海外連携センターや標準化推進室等と協力して海外の主要な関係機関等へ直接インプットを進めたことなどにより、ウェブサイトで多くのダウンロードを得た(日本語版は公開後 1.5ヶ月で約2,200件、英語版は米国・欧州・アジアの全域から3週間で130件のダウンロードを達成)。これらの活動により、主要な機関からの問い合わせや、内容に関してシナリオの着眼点や文章構成などについて好評なコメントを得るなどグローバルな議論の場が増え、具体的な連携のアクションにつながった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beyond 5G 研究開発促進事業の概要や Beyond 5G 推進戦略に関するパンフレットを作成し、企業・大学の関係者に必要かつ有益な情報を提供し、研究開発パートナーの発掘につなげるための環境整備を行った。</li> <li>• 2030年代のあらゆる産業・社会活動の基盤となる次世代通信インフラ Beyond 5G の実現に必要な要素技術を確立するため、「Beyond 5G 推進戦略 -6G へのロードマップ-(令和2年6月総務省)」を背景として、「Beyond 5G 研究開発促進事業 研究開発方針(令和3年1月総務省)」に基づき、「Beyond 5G 研究開発促進事業」を開始した。同事業においては、Beyond 5G 実現に必要な最先端の要素技術等の研究開発を集中的に実施し、国際標準への反映等を通じて、Beyond 5G における我が国の国際競争力強化を図るため、300億円の革新的情報通信技術研究開発推進基金を用いた公募型研究開発プログラムとして「Beyond 5G 研究開発促進事業」を実施し、民間企業や大学等での研究開発を促進した。</li> <li>• 「Beyond 5G 研究開発促進事業」では、Beyond 5G に求められる機能を実現するため、Beyond 5G が具備すべき機能として挙げられている「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」を実現する上で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)」、協調可能な技術分野で戦略的パートナーとの連携による先端的な要素技術の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」及び幅広い多様な研究開発を支援し、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(委託・助成)」の4つの委託研究及び1つの助成金のスキームを創設し、多様なプレイヤーの研究開発力を活用できるようにした。</li> <li>• 「Beyond 5G 研究開発促進事業」に関して、具体的に開発する技術等の候補例(案)について意見募集を行い、その結果に基づき「研究開発課題候補リスト」を作成した。「Beyond 5G 機能実現型プログラム(基幹課題)」の実施にあたっては、「研究開発課題候補リスト」を参照しながら、ハイレベルな研究開発成果の創出を目標とする研究開発課題を選定し、研究計画書を策定した。</li> <li>• 公募型研究開発プログラムの予算執行の中立性・公平性のために機構内の研究部門から独立して、基幹課題の研究計画書のブラッシュアップ、一般課題の内容のフォローアップ等の検討を行うため、機構内の関連部署にまたがる横断的な業務の連携が不可欠であることから、オープンイノベーション推進本部内に「Beyond 5G 公募型研究開発推進プロジェクト」を設置し、令和3年8月に同プロジェクトのキックオフミーティングを開催した。</li> <li>• 委託研究への提案について幅広い視点から評価するため、外部</li> </ul>	<p>に資する観点からの評価項目に対する委員の助言を得て公募を行い、また委員による採択評価を専門的評価・総合的評価の2段階で実施し、令和3年度末までに計44課題を採択して約150億円の委託契約を実施したこと</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 採択したすべての課題においてスタートアップミーティングを開催したほか、連携オフィサー(18名)、リエゾンアシスタント(13名)、知財化・標準化アドバイザー(11名)の配置によるコーディネートなど、施策全体での相乗効果創出に取り組んだこと</li> <li>• 「Beyond 5G 研究開発促進事業」を推進する体制を強化するため、当該事業を統一的に指導・監督するプログラムディレクターを配置するとともに、各研究開発課題間の横連携を図る運営調整会議を創設し、更に研究開発内容に応じた受託者間連携のためのSIG(Special Interest Group)を立ち上げるなど、「Beyond 5G 研究開発促進事業」の効率的、効果的な実施を可能とし、かつ本事業全体の成果を最大化する体制を構築したこと</li> <li>• 次年度の「Beyond 5G 研究開発促進事業」の機能実現型プログラム(基幹課題)の実施に向けて、2030年頃の革新的な社会像を具体化するための取組や、Beyond 5G を実現するための先駆的な研究開発課題について提案募集を行い、その結果を踏まえて「Beyond 5G 研究開発ワークショップ」を開催し、Beyond 5G の推進方策や将来像等に関して産学官の関係者で意見交換を行ったこと</li> </ul> <p>等が挙げられる。</p>	
--	--	--	--	---	--

有識者で構成する評価委員会(12名)を新たに設置し、Beyond 5Gの実現に資する観点からの評価項目(知財化、標準化への貢献度など)に対する助言を得て、応募要領等を策定の上公募を行った。公募で提出された委託研究の各提案について、提案内容に応じた専門委員による専門的事項の評価とその結果を踏まえた幅広い経験や研究実績を有する委員による総合的な評価の二段階による評価を実施し、理事会における所要の審議を経て計44課題(うち、機能実現型プログラム(基幹課題)6課題(うち、1課題は令和2年度に採択)、機能実現型プログラム(一般課題)20課題、国際共同研究型プログラム3課題、シーズ創出型プログラム(委託)15課題(うち、若手・中小企業枠で4課題))を採択した。採択した課題では多岐にわたる技術分野をカバーしており、特にBeyond 5Gのネットワーク基盤となる無線・光通信分野を中心に、Beyond 5Gの実現に寄与する委託研究を実施した。この結果、「革新的情報通信技術研究開発推進基金」により令和3年度に約150億円の委託契約を実施した。また、採択したすべての課題においてスタートアップミーティングの開催、「連携オフィサー」や「リエゾンアシスタント」、「知財化・標準化アドバイザー」の配置によるコーディネートなど、施策全体での相乗効果創出に取り組んだ。

- 自主研究との連携を促進するため、機構の研究者を「連携オフィサー」(18名)として配置するとともに、「リエゾンアシスタント」(13名)を各研究開発課題に配置し、進捗管理や情報交換等を行い、実施者との緊密な連携体制を整えた。さらに、知財・標準化の活動の専門家である「知財化・標準化アドバイザー」(11名)を配置し、受託者の知財化・標準化の活動を支援する体制を整備し、施策全体での相乗効果創出に取り組んだ。
- 「Beyond 5G 研究開発促進事業」を推進する体制を強化するため、「Beyond 5G 研究開発促進事業 研究開発方針(令和3年1月総務省)」の改定を受け、当該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を図る運営調整会議を創設し、更に研究開発内容に応じた受託者間連携のためのSIG(Special Interest Group)を立ち上げるなど、「Beyond 5G 研究開発促進事業」の効率的、効果的な実施を可能とし、かつ本事業全体の成果を最大化する体制を構築した。
- 次年度の「Beyond 5G 研究開発促進事業」の機能実現プログラム(基幹課題)の実施に向けて、2030年頃の革新的な社会像を具体化するための取組や、Beyond 5Gを実現するための先駆的な研究開発課題について令和3年10月～11月に提案募集を行い、その結果を踏まえて令和4年2月に「Beyond 5G 研究開発ワークショップ」を開催した。ワークショップでは、Beyond 5Gの推進方策や将来像等に関して産学官の関係者で意見交換を行った。
- 革新的な技術シーズやアイデアを有しながら、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を交付するため、「Beyond 5G 研究開発促進事業」の「Beyond 5G シーズ創出型プログラム」のうち、「革新的ベンチャー等助成プログラム(SBIR)」に係る助成金事業を公募し、令和3年度において3事業を採択した。公募に対し7件の申請があり、採択の検討のため公正な審査を実施した。この結果、委託研究だけでなく、ベンチャー・スタートアップ等の中小企業のBeyond 5G関連事業にも積極的に助成することで、技術シーズの創出が

			<p>らイノベーションを生み出す機会を増やした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>機構法附則第14条第1項及び革新的情報通信技術研究開発推進基金補助金交付要綱第15条第4号の規定に基づき、各年度における基金の支出状況等について取りまとめた令和2年度の「革新的情報通信技術研究開発推進基金補助金業務報告書」を令和3年6月に機構から総務省へ提出し、その報告書について同年9月に総務省から国会へ報告された。また、基金の執行状況等については、同報告書だけではなく、総務省と機構の関係部署の間において毎週定期的な会合を開催する等、総務省と機構で密に連携し、公募型研究開発プログラムに係る研究開発マネジメントの取組状況等を報告し、その改善方策等について検討することで、基金執行の改善に努めた。</li> </ul>		
--	--	--	--	--	--

4. その他参考情報



様式2-1-4-1 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	III. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項 2. 分野横断的な研究開発その他の業務 (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)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 (4)知的財産の積極的な取得と活用 (5)戦略的な標準化活動の推進 (6)研究開発成果の国際展開の強化 (7)国土強靱化に向けた取組の推進 (8)戦略的 ICT 人材育成 (9)研究支援業務・事業振興業務等		
関連する政策・施策	—	当該事業実施に係る根拠(個別法条文など)	国立研究開発法人情報通信研究機構法第 14 条第1項第八号、第九号、第十号、第十一号、第十二号、第十三号、第十四号
当該項目の重要度、難易度		関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182-08

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)					
	基準値等 (前中長期目標期間 最終年度値)	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
NICT 内外による テストベッドの利 用件数	171	96					予算額(百万円)	14,043				
特許出願件数	—	125					決算額(百万円)	31,193				
知的財産の実施 許諾契約件数	—	111					経常費用(百万円)	32,892				
標準化や国内制 度化の寄与件数	—	321					経常利益(百万円)	△117				
							行政コスト(百万円)	32,944				
							従事人員数(人)	67				

※1 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載。従事人員数は、常勤職員の本務従事者数。

3. 中長期目標、中長期計画、年度計画、主な評価軸、業務実績等、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価 軸(評価の 視点)、指 標等	法人の業務実績等・自己評価		主務大臣による評価	
				主な業務実績等	自己評価		
					B	評定	B

**2. 分野横断的な研究開発その他の業務**

NICT の研究開発成果を最大化するため、1. の「重点研究開発分野の研究開発等」の業務と連携し、企業・大学等との共同研究、委託研究、研究開発成果の標準化、国際展開、ベンチャー創出等に積極的に取り組み、研究開発成果の普及や社会実装に向けた取組を実施する。特に、Beyond 5G、AI（データ利活用、脳情報通信）、量子情報通信、サイバーセキュリティの4領域については、我が国における推進体制の強化や拠点形成等も含め、産学官一体となり、横断的かつ戦略的な取組を強力に推進していく。

これらの取組を NICT 内で組織横断的かつ戦略的に推進し、NICT の研究開発による直接的な成果の創出に加えて、我が国の ICT 産業の活性化及び国際競争力確保にも念頭に置いた戦略的・総合的な取組も推進するとともに、社会課題・地域課題解

**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

**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置いた戦略的・総合的な取組も推進する。

**2. 分野横断的な研究開発その他の業務**

年度計画を着実に実施した上で、複数の項目（標準化、国際展開、国土強靱化、ICT 人材育成）において、優れた成果を上げた。このことから、適正、効果的かつ効率的な業務運営を行い、また「研究開発成果の最大化」に向けた成果の創出等が得られたと認め、評定を「B」とした。

＜評価に至った理由＞

「研究開発成果の最大化」に向けて成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、着実な業務運営がなされている。主な状況は以下のとおり。

- 大学・産業界との連携において、研究推進と人材交流・育成をリンクさせた共同研究やマッチング研究支援を着実に実施している。特に新規の共同研究が昨年と比較して大幅に増加している点、また、ウイルス等感染症対策等に関連した委託研究の開始や総合通信局等を通じた機構シーズの積極的な発信は、社会・地域課題解決に向けた有意義な取組として評価できる。また、知財・標準化獲得については、特に、Beyond 5G 標準必須特許獲得に向けた戦略的な取組を、当該司令塔箇所と密接に連携し、体制整備を着実に進めている。
- 引き続きコロナ禍の中で、年度計画を着実に実施し、複数の項目（標準化、国際展開、国土強靱化、ICT 人材育成）において、年度内に優れた成果を上げている。また、適正・効果的かつ効率的な業務運営を行い、機構研究者の標準化やフォーラムでの活動支援など「研究開発成果の最大化」に向けた成果の創出等が得られている。
- 研究成果の展開については、耐災害 ICT において、技術活用フェーズから関係自治体との協業フェーズへと移行させる積極的な取組が見られるほか、製造現場の SRF (Smart Resource Flow) 無線プラットフォームにおいて、自主成果の展開のみならず、民間 10 社の中核となり、製品認証プログラムの開始を主導しており、社会実装に向けた強力な取組が評価できる。また、国際展開については、機構発技術の国際実証試験等の取組を 6 件の国際展開ファンド

決や社会システム変革、新たな価値創造等に資するイノベーション創出及びSDGsの達成への貢献を目指すものとする。

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)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、速やかに社会に還元するよう、組織対組織の連携、研究開発成果の技術移転、NICTの技術シーズを活用したベンチャー創出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。

① 社会実装の

**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。

(1) 社会実装の推進体制の

**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。

(1) 社会実装の推進体制の

＜評価の視点＞

・取組がオープンイノベーション創出につながっているか。

＜指標＞

【評価指標】  
 ・共同研究や産学官連携等の活動状況  
 ・研究支援人材の確保及び資質向上等の取組状況  
 ・社会実装に向けた取組の状況  
 ・NICTの技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成のための支援の取組状況

**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**

・オープンイノベーション推進本部が中心的役割を担い、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、下記(1)～(3)に関するオープンイノベーションの取組を戦略的・積極的に推進した。

- (1)社会実装の推進体制の構築
- (2)社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化
- (3)機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成

(1) 社会実装の推進体制の構築

**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**

【取組がオープンイノベーション創出につながっているか。】

社会実装に向けた体制の構築、機構内の各部署にまたがる手続き・支援施策の総合的な対応を進め、オープンイノベーション活動の効率化を図ったこと、フレキシブルファクトリパートナーアライアンス(FFPA)の活動を通して製品開発から利用までにわたるエコシステムの構築事例を創出したこと等は、オープンイノベーション創出に向けた価値ある成果を上げた。また、国内外のICT研究開発動向について調査を行い、集中的な情報共有と議論ができており、着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。

の獲得により推進するほか、海外連携センターから Beyond 5G や量子ICTといった先進技術に関するホワイトペーパーの発信や欧米アジアとの研究連携の促進活動を活発に進めており、評価できる。

- ・ 機構の技術シーズに関連し、Beyond 5G について ITU-R での「将来技術トレンド報告」に寄与文書を提出し作業文書に反映したほか、3GPP でも機構関連技術を世界的に初期の段階から積極的に提案し Release 18 の Study Item に盛り込んだ。国内でも、「Beyond 5G 白書」に反映し、エディターも務めるなど精力的に参加・貢献した。産学官で標準化活動を実施し、多くの寄与文書、参加者、及び多くの国際標準の成立に貢献しており、顕著な成果が認められる。

**【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】**

- ・ 社会実装に向けた体制の構築、機構内の各部署にまたがる手続き・支援施策の総合的な対応を進め、オープンイノベーション活動の効率化を図ったこと、フレキシブルファクトリパートナーアライアンス(FFPA)の活動を通して製品開発から利用までにわたるエコシステムの構築事例を創出したこと等は、オープンイノベーション創出に向けた価値ある成果を上げ、成果の社会実装につながる着実な進捗が認められる。

**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、プロジェクト企画から成果展開までを支える人材の登用・育成を行いつつ、機動的・弾力的な組織編成を可能とする体制を構築する。また、総務省等と密接に連携し、最新の技術動向等の調査・分析・評価に取組み、適時適切に研究開発へ反映させる。

**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。

**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組み、機構内で組織横断的に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行うための体制の構築を行い、さらに機構内の各部署が実施している社会実装の推進のための方策の連携方針と連携方法を検討する。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、技術の強み、研究開発のフェーズ、知財の獲得状況、産業界との連携状況、所内での連携等を調査し、社会実装に向けたプロジェクト形成を検討しつつ、調査したシーズについては社会実装にむけた強化方策を検討する体制を構築する。

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。

**【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】**

- 戦略的な社会実装を推進するため、技術の社会実装を手掛けた経験を有する外部人材2名を新たに戦略的プログラムオフィスで雇用し、社会実装を推進するチーム(社会実装推進チーム)を構築した(令和3年4月)。さらに、そのチームを核に機構内部の研究成果展開に関わる組織間連携体制(研究成果展開サポートグループ)を構築し、令和3年8月以降月2回の定期的な連絡会議を開催し、総合調整機能を強化した。研究成果展開サポートグループで研究開発成果の社会実装に向けた課題とその解決のために必要な取組みを検討した。その一つとして、社会実装に向けた機構内での手続き等が多部署にまたがりわかりにくいという課題を解決するために、研究成果展開サポートグループを中心に、機構内で横断的に研究者からの相談を受け付けるワンストップ相談会を2回開催した。その結果、研究者のシーズについて様々な可能性を組織横断的に議論するとともに、うち1件のシーズは、現在共同研究を実施している企業以外への横展開のための新たな連携先の調査を実施し、研究開発成果の出口戦略の検討に繋げた。相談会に参加した研究者を含め、研究者の社会実装への意識向上および研究支援人材の育成を目的に、企業における社会実装への考え方やその進め方、スタートアップと企業との関係性等を学ぶ第一回社会実装勉強会を機構内で開催(令和3年11月。参加者研究者12名、総合職等15名)し、社会実装の支援人材の育成に着手した。また、外部の社会実装に関するセミナー等の受講を促す枠組み(セミナー等のリストの提供と参加費の支出)を構築した。さらに「社会実装の推進に資する実証的研究」で実施中のプロジェクトにも組織横断的に対応し、秘密保持契約(NDA)や共同研究契約締結の際の支援を実施した。

**【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の調査】**

- 戦略的な社会実装を推進するため、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の調査として、機構のシーズ集(NICT シーズ集及びニューノーマル時代に資する技術シーズ集)に掲載された合計60種のシーズのうち、研究部門とも調整の上、38種のシーズのヒアリングを実施した。ヒアリングの結果から、その技術成熟度レベル(TRL)に応じて分類し、シーズ担当者が支援を希望し、かつTRLが一定以上の研究開発シーズに関しては、社会実装に向けてTRLを上げるための方策を検討した。その内、市場の動向との整合性が高いシーズについては検討した強化方策の一部を実施した。具体的には1件のシーズはJSTが主催する新技術説明会で発表し、その後企業等との打ち合わせ(3件)に繋がった。それ以外の2件のシーズについては、民間が実施するシーズとニーズのマッチングを行うプラットフォームに登録し、民間の医薬品開発支援会社1社との打ち合わせに繋がった。また、連携候補を絞り込み、2シーズの売り込みを実施し、1シーズは打ち合わせに繋がった。さらに、実証実験済で社会実装に繋がれそうなシーズの広報を強化するため、前述のものとは別な外部の共創プラットフォームを活用しオープンイノベーションを希望する外部企業、研究機関、自治体等の募集を開始した。様々な施策の結果からの学びを研究者にフィードバックするとともに、方策の見直しを行った。こうした社会実装に向けた強化方策のPDCAサイクルを回すことで改善を図ることについては、次年度以降の計画としていたが、一部のシーズについては前倒して実施した。また、機構の研究者と技術転用に興味を持つ企業との打ち合わせに参加し、連携方法

についてアドバイスを実施するとともに、研究センターからの社会実装に関する個別相談に対応し、今後の連携先発掘のための準備を行った。

【社会実装に向けたプロジェクトの形成】

- 社会実装を目指した研究開発への取り組みを強化するために、機構内で「社会実装の推進に資する実証的研究」の公募を実施し、以下の6件の案件を採択した。
  - ・ 5G の広域の無線通信エリアにおける通信品質改善のための電波散乱壁の実証研究
  - ・ ポストコロナ時代に向けた農業教育における遠隔指導・実習の実証研究
  - ・ 「あなたがいるその場の空気汚染度を届ける」を実現する「画像×環境×ICT」スマホアプリ化に向けた実証研究
  - ・ 食糧生産(農業、水産業、加工業)効率化のためのケミカルバイオセンサー利用の実証研究
  - ・ 災害対応 IoT(DR-IoT)無線通信技術の実証
  - ・ ニューノーマル社会における共同体験の在り方に関する実証研究
- 研究者の社会実装への意識向上のために、社会実装の推進に必要なビジネスモデルキャンパス(技術を社会実装するために必要なビジネスモデルを可視化するためのフレームワーク)を応募書類の一つとして位置付け、その作成をサポートするとともに、採択された案件については研究資金のサポートだけでなく、戦略的プログラムオフィスの担当者が社会実装のために必要な支援(知財マネジメント、連携先開拓等)を実施し研究者の育成に繋げた。また課題によっては外部のイノベーションコーディネーターがメンタリングするとともに(2件)、研究成果展開サポートグループで NDA や共同研究契約締結をサポートした。さらに採択された案件の内、外部連携を積極的に進めるべきものについては、機構のシーズ集第4版に追加した。

【社会実装に向けたプロジェクトの推進】

- 製造現場のデジタル・トランスフォーメーションを推進するために必要となる、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、平成 29 年度に民間6社とともに設立した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。SRF は機構の研究開発成果である。令和3年度の会員は、活動の中心となる Promoter 会員8者、技術仕様の利用拡大を目的とする Adopter 会員2者、試験機関を対象とする Advisory 会員1者であった。令和2年度に策定した技術仕様 Ver.1.1 の修正版 Ver.1.1.1 を令和3年10月に発行するとともに、IEC 等国际標準化に向けた技術仕様の入力や、ベンダや SIer 等通信関連企業への訴求および普及促進のために、FFPA の Web ページで一般公開をした。さらに、ローカル5G を含む 5G と Wi-Fi 等アンライセンス系無線システム双方をサポートする改訂を行い、Ver.2.0として令和3年12月に発行した。また技術仕様 Ver.1.1.1 への製品適合性を確認するための適合性試験仕様の改定、参照機器との接続性を確認するための相互接続性試験仕様の策定を行うとともに、機構の研究開発成果である適合性試験ツールを技術移転し、同試験仕様に基づく製品認証プログラムを令和3年12月に開始した。これにより、SRF 認証された製品が市場に投入される準備が整った。今後、機構の技術を組み込

② 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、地方自治体等様々なステークホルダーの垣根を超えた共同研究開発等の実現に取り組むことで、それぞれが持つポテンシ

(2) 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。

(2) 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。

秘密保持契約や共同研究契約等の締結をめざす研究部門に対する支援の充実強化に取り組む。また、研究部門からの問い合わせに、素早い相談対応を実現する。

これまでの大学・自治体との包括連携協定に加えて、企

んだ製品開発から利用までに渡る事業継続性までを考慮したエコシステムの事例となることが期待される。コロナ禍でコミュニティ拡大のための効果的なイベントを実施するのが困難であったが、令和3年11月に2年ぶりとなるVoC(Voice of Customers) Community (将来的なSRFユーザのグループで、FFPA規格の普及促進およびニーズの収集が目的)のワークショップを開催し、「製造現場における無線の課題」と題して、実際の工場内での無線の状況や要求される遅延時間の実現方法など課題の解決法が議論され、SRFへの期待が高まった。無線IoTの活用が見込まれる工場関係者への成果展開を目指し、スマート工場 EXPO2022(令和4年1月)への出展・技術セミナー開催を行った。SRF 準拠機器の展示・講演、認証プログラムで使用する試験ツールの展示等によりSRFが実用化段階に入っていることを訴求した結果、メディアに取り上げられた。これらの結果、VoC Communityの会員が42者に増加し(令和3年度に8者追加)、ユーザコミュニティが拡大した。

- 海外のICT関連技術動向、市場・ニーズ動向、標準化動向等について、北米、欧州、アジアのNICT各拠点よりそれぞれ21件、13件、9件の情報提供と議論を実施した。主なトピックとしてBeyond 5G/6G関連のイベントや政策動向、量子ICT関連のイベントや政策動向、東南アジアにおけるICT関連のイベントや政策動向の議論が行われた。これらの成果の一部はBeyond 5Gおよび量子ネットワークのホワイトペーパー作成(英語版、令和3年8月公開)に寄与した。海外からの情報に関しては、総務省関係各位に日々共有してきた。
- 国内の技術動向、市場・ニーズ動向等について、国内有識者による内部講演会を6件実施し、技術動向や企業の取り組み動向に関して最新の知見を得た。各講演では、日本の科学技術政策動向、研究開発戦略、研究開発成果の社会展開戦略、ICT技術開発戦略、人材マネジメント戦略等について最新の知見を共有頂き、議論を行った。
- 毎回定例会に理事長を含む数十人(平均40人前後。所属に寄らず、欧米・アジア拠点メンバーも含む)の機構内関係者がウェブ会議上に集まり、最新の話題提供と議論を行い、機構内でのリアルタイムかつ横断的情報流通と、様々な職員の考え方やアイデア交換を促進した。

(2) 社会課題・地域課題解決に向けた産学官連携等の強化

- 令和3年度は、共同研究契約件数464件、産業界等との秘密保持契約件数238件、包括協定件数18件に達した。特に、新規の共同研究契約件数は243件となり、過去数年の契約件数を超え新たな研究が開始されている。また、資金受入型共同研究は前年度を超え31件に達しており、共同研究全体に占める資金受入型の割合も増加傾向にある。

- 社会実装の推進に資する機構内連携を強化するために構築した研究成果展開サポートグループの活動の中で、機構のシーズ集(60件)に掲載された技術に係る研究者から支援ニーズ等のヒアリングを実施した。これらのヒアリング結果や過去の共同研究実績等を踏まえ、技術シーズ展開に実効的な共同研究や人材交流の形成が期待できる大学・企業等への働きかけを実施した。

- 後述する機構の共同研究等に係るデータベースの改善や共同研究形成前の支援事業等を通じて、研究部門に対する継続的な支援の充実を図るとともに、問い合わせに対しては、担当部署が回

ヤルを相乗的に発揮し、各ステークホルダーがメリットを享受できるようにする。また、国内外の研究者等の人材交流等を活性化することにより産学官連携の強化に貢献する。

ニューノーマルなど新たな社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクトの推進にあたり、外部へ研究開発成果の積極的な情報発信を行う。

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。

業との包括連携協定の締結に向けた環境整備に取り組む。

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に向けて取り組む。そのため、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。

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って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、共同研究や研究人材交流に関する機構内のイントラネットページの充実強化に取り組む。特に、共同研究契約の事務等に関するFAQを不断に更新することにより、業務の効率化に貢献する。

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を活用して推進する。機構の技術シーズをまとめたシーズ集を、産学官連携の強化を目指して改版するとともに、シーズ集の広報を強化することにより、外部へ研究開発成果の積極的な情報発信に取り組む。

答処理期限を定め、迅速な対応の実施に努めた。

- 企業との包括連携協定に向けては、資金受入型共同研究を含む産業界との共同研究の実施状況の把握、技術シーズ展開に実効的な共同研究形成に係る活動に加え、機構の研究開発成果や専門的知識を生かして実施する技術相談(7案件)等、産業界との連携強化に資する取組を一層深める中で、同協定の効果的な活用方法や対象企業を検討した。
- 令和3年度の資金受入型共同研究の実施件数は、前年度を超え31件(受入資金約2.4億円)に達しており、共同研究全体(464件)に占める割合も増加傾向にある。また、企業等からの資金受入型共同研究の拡大に向けて、前述した産業界との連携強化に資する取組を一層深めていくことに加え、先行する研究所等の取組事例を実施経緯を含めて機構内に紹介・共有するセミナー(令和4年2月)を開催する等、機構内の事例の把握・蓄積・共有に取り組んだ。
- 連携・協力を促進するための支援事業として、機構と大学の双方から年間1課題あたり数十万円規模となる予算支援(マッチング研究支援事業)を継続しており、令和3年度は、東北大、早稲田大、九工大との間で各々、前年度と同程度となる13課題、4課題、4課題を採択・実施している。本支援事業開始(平成28年度)以後、同事業を経て、科学技術振興機構光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)、戦略的創造研究推進事業(さきがけ)、総務省戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)、日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究)等で約30件の採択につながる等、研究プロジェクト形成に貢献しているとともに、採択者や評価者等の意見を都度集約することで同事業の改善を継続している。令和3年度は、一層幅広い研究者の参画や通年に近い実施期間の確保等が可能となるよう次年度の応募・採択方法の改善に取り組んだ。
- また、共同研究に係る情報の閲覧・検索・集計等が行えるデータベース(DB)を整備しており、研究者等のニーズを踏まえ、情報や機能の更新を行っている。令和3年度は、機構の技術シーズ情報や共同研究に紐づく知財情報等を追加するとともに、類似の共同研究検索等を可能にする新たな機能の追加等、DBの充実を図った。また、本DBは、共同研究の形成・実施に伴う研究現場の負担軽減に資するため、その活用が広がるよう利用者セミナーの開催等の周知活動や、本DBを活用した情報収集作業を研究連携の担当部署が代行する取組を継続した。加えて、共同研究契約等に係るFAQの充実(令和3年度13件追加)も継続した。

#### 【技術相談】

- 第4期中長期に構築した技術相談制度を、オープンハウスにおける技術展示、Webサイトの改修、研究部門のWebサイトとの連携等を通じて積極的に周知し、令和3年度は問合せが16件あり、機構の研究成果や技術によって対応可能な7件の技術相談について対応した。電磁波、時空標準、ICTデバイス、脳機能解析等の分野に関する測定・校正・評価等の相談が多く、技術相談から発展的に共同研究の検討に進むロールモデルとなり得る事例が生じた。

#### 【産学官連携等の強化】

- IoT分野の産学官連携を推進するため、スマートIoT推進フォーラムを運営し、この分野の連携活動を積極的に推進し、活性化させた。IoTによる価値創造を目指し、DX推進やIoT活用の事例の取

材を31件分、29件のメールマガジン・事例紹介の発信を行った。総会を令和4年3月23日に開催し、初めて自治体からのゲストを招き、自治体の取り組み事例に関する講演を行った。

【社会課題・地域課題解決に向けたプロジェクト】

- 社会課題・地域課題の解決を目指し、データ利活用による新たな価値創造を狙った委託研究を10件推進し(課題220(令和2年度開始): 農林水産(1件)、防災・減災(2件)、交通・インフラ(1件)、医療・健康(2件)、地域データ・連携(4件))、評価委員や機構幹部を交えて中間評価を実施した。研究開発成果と社会実装を強く結びつけるために令和2年度から導入した、産学官公連携等複数の組織での受託や、研究開発成果の社会実装を他の参画者に意識させ実用化・事業化につながる計画を担当するビジネスプロデューサーの設置を必須とするなどの施策により、社会実装に向けた取組も進み、委託研究成果を活用した商用サービスが新たに1件開始され社会実装が進んだ(課題22005)。新型コロナウイルスの急激な感染拡大を受け、令和2年6月に機構が開催したオープンシンポジウムでの有識者からの示唆を元に、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の委託研究を令和3年度から開始した。この委託研究ではパンデミックのフェーズごとに分類した、

課題A) ウイルス等感染症により発生するパンデミック対策に資するICT(3件)

課題B) 新型コロナウイルス感染症対策“新しい生活様式”を実現するためのICT(2件)

課題C) アフターコロナ社会を形成するICT(3件)

の合計8件を推進し、全案件について機構が評価委員や機構幹部を交えて公式に実施するスタートアップミーティングで討議すると共に、担当者レベルでの意見交換を実施し、社会課題の解決に向けた取り組みを推進した。

【イノベーションコーディネーターを通じた地域と機構との連携】

- 社会課題・地域課題の掘り起こしや、機構の研究開発成果の社会実装のコーディネーター役として、令和3年度は産業界、NPO、地方自治体などの経験者4名(北海道、東北、北陸、東海の各地域を担当)を、イノベーションコーディネーターとして登用し、地域での研究テーマの発掘やその実施フォーメーションの検討、機構の共同研究先の発掘および技術の移転先の検討等を実施した。北海道地域においては、北海道で活躍する技術的バックグラウンドを持つ企業経営者を招へいし、機構内で実施している「社会実装の推進に資する実証的研究」の2課題のメンターとして機構職員を指導することにより、機構の研究開発成果の社会実装に向けて取り組んだ。東北地方では現役の仙台市職員を招へいし、仙台地域に実際に存在する社会課題とその解決をスタートアップやNPO等のエコシステムの視点から眺め、機構の社会実装活動との連携の可能性を検討するとともに、仙台市で開催するアイデアソンのインプットセミナーおよび運営を担当した。北陸地域においては、これまで機構が実施してきた「ホクリク魅力ソン」を中心とする地域との連携活動を更に強化するため、北陸地域の地域課題に精通し、かつ地域のNPOで活躍する方を招へいした。元地方議会議員としてのキャリアを活かし、「ホクリク魅力ソン」の令和4年度開催に向けて、その実施アイデアを検討するとともに、機構が北陸総合通信局らと共同で開催し、中小企業経営層を主なターゲットとしてサイバーセキュリティ攻撃のリスクと対策についての正しい理解を啓蒙



する「サイバーセキュリティデイズ 2022」(令和4年2月)の企画について、機構の提供可能なシーズとターゲットとなる層のニーズのギャップを埋めるべく機構職員へのアドバイスを行った。東海地域においては、名古屋市の HatchMeets で機構の取組等を紹介するなどの意見交換を実施し、連携の可能性を検討することとなった。また、令和3年 12 月3日に東海総合通信局と共催で行った ICT イノベーションセミナーにおいて、東海地域でのコーディネーターとしての活動を周知し、機構の取組等の紹介を行った。

**【アイデアソン・ハッカソンによる社会課題・地域課題の掘り起こしと人材交流・育成】**

- 機構の地方拠点等を活用しつつ、オープンイノベーション創出につながる人材交流・育成及び地域課題の発見を目的としたアイデアソンを令和3年 12 月に東北地方在住者を中心にオンラインで開催した。このアイデアソンでは、地域で活動する企業、大学、法人、NPO、地方自治体等に、参加者としてだけでなく、メンターやアドバイザーとして参加してもらうことで、様々な技術やノウハウを結集・融合させるとともに、機構との連携の強化を図った。本イベントは東北大学との共催、地元の CodeForSENDAI が全面協力すると共に、仙台市役所からのイノベーションコーディネーターも加わった産学官公民の体制で実施した。コロナ禍で対面でのアイデアソンの実施が困難となっているが、令和2年度の経験を基に、様々な遠隔参加のためのツールを駆使し、対面と遜色のないコミュニケーションが実現できた。参加者への事前研修の位置づけとなるインプットセミナーには CodeForJAPAN の代表理事を招き、NPO の立場からのオープンデータ活用による社会課題の解決についての講演を行うとともに、東北担当のイノベーションコーディネーターより、オープンデータをツールとする ICT を用いた課題解決について講演を行い、参加者の理解を深めた。地元の社会人、仙台を中心とした東北地域の理工系以外の大学生等の参加も多く、ICT 関連技術と人文科学的側面を融合させ、地域の課題を発見し、それを解決する工学的手法を組み合わせたアイデアソンを実施するなど、地域における人材交流および育成を実施した。また第4期中長期に実施した北九州市におけるアイデアソン・ハッカソンがきっかけとなり、機構と九州工業大学の研究連携(共同研究)が進展し、その結果、特許出願に繋がった。

**【外部へ研究開発成果の積極的な情報発信】**

- 機構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、機構の研究開発成果等を紹介するNICTシーズ集について、産学官連携の強化を目指し、シーズ集第4版として改版した(令和3年6月発行。外部への提供可能な技術等 44 件を掲載。令和3年9月に1件を追加し、現在計 45 件を掲載)。改版にあたっては、研究開発のフェーズに関する情報を加え、読み手に技術の成熟度を伝えるとともに、新しく掲載されたシーズをページトップに掲載し、PDF バージョンでは目次上でわかりやすくするなど工夫した。また、NICT シーズ集のウェブサイトのQRコードをNICT ニュースの背表紙や名刺、オンライン会議などで使用するバーチャル背景へ載せるなどして広報強化を行った。令和2年 10 月に発行したニューノーマルシーズ集と合わせて、機構のホームページからのリーチ法の改善を行った。これらの結果、令和3年度は 16,096 ページビュー(以下 PV)、月平均は 1,341PV となった。なお、前年度の平均 PV は約 963 であり、今年度は約 39% 伸びた。改版以降、シーズ集を通じた問い合わせが3件あり、打ち

**③ NICT の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成**

自らの技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成にあたって、様々なフェーズにおける支援を行う。

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、NICT 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、適切に対応する。

**(3) 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。

**(3) 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進め

合わせを持った結果、1件は企業との実証実験に向けた NDA 締結等連携に繋がった。地域 ICT 連携による自治体や民間等への技術の社会実証・実装等の取組を推進するために、各地域の総合通信局と、情報共有と連携強化、さらに機構技術の社会実装を目的とした意見交換を実施し、地域の研究者との連携、課題発掘、地域の活動における連携を強化した。さらに、情報通信政策研究所での総合通信局向けの研修では NICT のシーズや地域連携・産学連携の活動について講演を行い機構の活動の理解促進を図った。その結果、総合通信局等が主催するセミナーにおいて機構のシーズが積極的に取り入れられ、12 回の発表が行われた(SRF4回、サイバーセキュリティ 7回、リモートセンシング1回)。機構シーズの広報強化として業界別の情報発信を検討し、CASE (Connected Autonomous Shared/Service Electric)の先を目指す自動車業界(公益社団法人自動車技術会)において、自動車産業に適用可能な NICT シーズ4件(自動車ネットワーク、車載光ネットワーク、自動車を用いた耐災害ネットワーク、脳情報通信)を選択して発表を行い、包括的な連携を視野に入れた意見交換に繋がった(令和3年 10 月)。

- 機構のブランド力強化に向けて、発信メッセージ検討のための機構の若手研究者・研究技術者インタビュー(15 名)を実施し、機構のブランディングの推進方針及び仕組み等について記載したガイドラインのドラフト作成を行った。

**(3) 機構の技術シーズを活用したベンチャーの創出・育成**

- ベンチャー支援制度について、既存の施策(施設・資産の貸与、イベントへの出展支援、共有特許の維持及び知財取扱の優遇等を継続して実施するとともに、研究開発成果の社会実装に繋げるための支援として研究者向け支援に関する情報交換及び研究者向け相談会を関係部署連携により定例で開催した。
- ベンチャー支援制度の改善に向けて、他の国研や国立大学の取組について調査及び課題の精査を実施し、課題に基づいてベンチャー支援制度の改善を順次実施する。令和3年度は支援対象となるベンチャー企業の明確化・類型化に取り組んだ。
- 機構の研究開発シーズの社会実装に向けた試みとして、ベンチャーの起業に向けたビジネスプランの検討支援や事業パートナーの開拓等、計4件の技術シーズに対して、伴走型プロジェクトを試行した。
- 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」(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、関連規程を年度内に整備した。

(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

重点研究開発分野における我が国の国際競争力を確保・強化する観点から、基礎研究から成果普及まで一貫通貫で取り組むための国際的に魅力ある研究開発ハブを戦略的・機動的に形成する。

特に、Beyond 5G の実現に向け、新たな技術の進展が想定されることを踏まえ、ネットワークキャリア、ベンダ、研究機関、ユーザの力を集結する研究開発・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、運用、利用及び改善を通じて実証環境が循環進化するテストベッドを構築する。

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する。

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。

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の実証環境を支える。

関連するフォーラム等の活動との連携を強化することにより、Beyond 5G、データ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推進する。

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、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。

以上の取組に加え、Beyond 5G の実現に資するソフトウェア化ネットワークテストベッドの基盤の構築を推進する。更には、データ駆動型社会の実現に資するため、様々なデータを組み合わせたアプリケーションの開発と検証に資するサービスレイヤテストベッドの構築を推進しつつ、関連するフォーラム活動との連携によりデータ分析・可視化サンプルプログラムを試作する。

また、リアルタイムエミュレーション環境の整備に向けて、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

＜評価の視点＞

- Beyond 5G の実現に向けた取組の強化につながっているか。
- Beyond 5G の実現やハイレベルな研究開発を行うためのテストベッドが構築され、テストベッドが有益な技術実証・社会実証につながっているか。

＜指標＞

【評価指標】  
・ Beyond 5G の実現等に向けたテストベッドの構築状況

【モニタリング指標】

・ NICT 内外によるテストベッドの利用件数

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

令和2年度第3次補正予算に基づいて、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となる「高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッド」の構築を進めた。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、レイヤ間連携による機能拡張を想定する構成とした。また、本テストベッドのネットワークレイヤ部の構成要素である「Beyond 5G/IoT 機能検証システム(モバイルシステム部)」として、総合テストベッドとして新規機能となるワイヤレスアクセス環境の設置を完了した。本ワイヤレスアクセス環境は、東京(機構)、大阪大学、九州工業大学に設置するとともに、ネットワークレイヤのハードウェアの拡張やミドルウェアとの連携により、レイヤ内、レイヤ間連携を通じて機能を循環進化させる構成を採用し、Beyond 5G 関連の研究開発、社会実証に向けた多様なパートナーが柔軟に参画・拡張できる構成とした。令和4年10月までに順次利用を開始する予定である。

機構が事務局として活動してきている「スマート IoT 推進フォーラム」の下部組織である「テストベッド分科会(分科会長: 河口 信夫教授(名古屋大学))」において、これまでの体制を Beyond 5G 研究開発やデータ連携の促進という観点から見直し、以下の4つのタスクフォースに再構成した。これにより、テストベッド利用者間の連携、Beyond 5G におけるテストベッドのあり方、データ分析・可視化機能、データ利活用に関する課題とその対応策に関して、テストベッド利用者をはじめとした産官学の関係者による検討をスタートさせた。外部連携を活用したこれらの検討結果を踏まえ、テストベッドの機能・性能等の継続的な高度化(新機能の追加等)への反映の検討を開始した。これらに関連して、大阪大学、九州工業大学と協力し、「高信頼・高可塑 Beyond 5G/IoT テストベッドシンポジウム」を民間企業・大学等から 200 名を超える参加を得て開催し(令和4年1月)、テストベッドの利用促進に必要な機能・体制等について議論がなされ、今後の検討の方向性について知見を得た。

【テストベッド分科会における新たな体制】

テストベッド分科会(分科会長: 名古屋大学 河口教授)

- ・ 令和3年度第1回(9月)、第2回(令和4年2月)
- ・ ユーザ連携・循環進化検討タスクフォース(リーダー: 名古屋大学 河口教授)
  - ・ テストベッド利用者間の連携促進及びテストベッドの循環進化創出の検討
  - ・ 令和3年度第1回(8月)、第2回(12月)、第3回(令和4年2月)
- ・ B5G ネットワークタスクフォース(リーダー: 九州工業大学 池永教授)
  - ・ Beyond 5G 時代に向けたネットワークテストベッドの在り方の検討
  - ・ 令和3年度第1回(令和4年1月)
  - ・ 「高信頼・高可塑 Beyond 5G/IoT テストベッドシンポジウ

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 の実現に向けた取組の強化につながっているか。】

総合テストベッドの新規機能となるワイヤレスアクセス環境の設置を完了するとともに、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させて検証を可能とする CyReal(サイリアル)検証環境の設計を予定通り進めており、着実な成果が認められる。

【Beyond 5G の実現やハイレベルな研究開発を行うためのテストベッドが構築され、テストベッドが有益な技術実証・社会実証につながっているか。】

エッジコンピューティング環境の初期サービスの開始やグローバル連携の強化につながる日米ネットワークオポチュニティー(JUNO3)の公募開始への貢献、更に Beyond 5G を支える量子暗号実証設備のオープンテストベッド化を進めるなど、着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。

【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】

- ・ 社会実装に向けては研究開発ハブとしてのテストベッドの役割が重要となるが、総合テストベッドの新規機能となるワイヤレスアクセス環境の設置を完了するとともに、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させて検証を可能とする CyReal(サイリアル)検証環境の設計を予定どおり進めており、着実な成果が認められる。また、エッジコンピューティング環境の初期サービスの開始やグローバル連携の強化につながる日米ネットワークオポチュニティー(JUNO3)の公募開始への貢献、更に Beyond 5G を支える量子暗号実証設備のオープンテストベッド化を進めるなど、着実な成果が認められる。

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。

内に実現した ICT 技術を接続し、それぞれの相互影響を検証するための機構の基礎設計及び試作を行う。更に、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利用者に提供するためのインターフェースの検討と試作を行う。

Beyond 5G に親和性の高い ICT 技術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て、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を融合的に活用することで構築可能となる構内のデータ集配システムの開発を行い、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。

ム」(令和4年1月)

- データ分析・可視化タスクフォース(リーダー:名古屋大学 河口教授)
  - ・ テストベッドに実装すべきデータ分析・可視化機能の検討
  - ・ 令和3年度第1回(7月)、第2回(9月)、第3回(11月)、第4回(令和4年2月)
- データ連携・利活用タスクフォース
  - ・ テストベッドにおけるデータ連携・利活用のあり方の検討
- JGN、StarBED 等から構成される「NICT 総合テストベッド」の安定的な運用により、NICT 総合テストベッドの機構内外での研究開発プロジェクトの利用件数は 96 件(共同研究契約等の件数)となっているほか、StarBED の予約率は 55%を超える(令和3年 11 月のピーク時には 80%強)状況となるなど、機構内外の多くの組織での利用を実現することができた。また、総合テストベッドの更なる利用拡大に向け、利用手続きの簡素化や申請フォームの見直しを実施し、これにより、外部利用において、利用申請から利用許可までにかかる日数が4、5日程度短縮した。さらに、複数の機構内の組織が整備・構築・運用することとなる Beyond 5G 用のテストベッドの施設群である「Beyond 5G 共用研究開発テストベッド」について、多くの機関においてその利活用が円滑に行われることで、我が国の Beyond 5G 分野の研究開発の促進が図られるよう、当該施設群の情報提供や問合わせ・相談窓口の一元化(ワンストップ化)を進め、令和3年 10 月から「委託研究における Beyond 5G(B5G)共用研究施設・設備等の利用について」というホームページを開設し、運用を開始した。
- JGN 100Gbps 国際回線を用いて進めてきたアジア・太平洋・オセアニア地域での 100Gbps 高速ネットワークによる連携 (APOnet)及びアジア-欧州間研究・教育用ネットワーク(AER)の拡張に関する覚書を国内外の機関とそれぞれ締結した。これにより、Beyond 5G 実現に向けた技術検証に資するアジア・欧米のみならずオセアニアも含めた 200Gbps 以上の帯域を利用可能な全世界的な回線接続環境を構築し、国際研究・教育用ネットワーク間での回線相互バックアップ及び国内外の研究・教育機関との協力関係を強化した。以上の成果による国際回線環境は、SC (Supercomputing Conference)、大容量データ伝送を競う技術コンテスト Data Mover Challenge 等で活用されるとともに、ひまわりリアルタイム Web 等のアジアへの展開等の国際的な技術実証に活用された。
- テストベッドを通じた国際共同研究を効果的に推進するため、米国立科学技術財団(NSF)との日米ネットワークオポチュニティー(JUNO3)として、「次世代コアと Beyond 5G/6G ネットワークに関する日米共同研究」について意見交換を進めた結果、NSF 及び機構関連部門と連携し、当初想定していた水準を上回る内容により共同公募を実施することができた。具体的には、高信頼・高可塑 B5G/IoT テストベッドにおける検証環境の整備・充実に資する技術であるスライス技術、ソフトウェアルータ実装技術について議論を行うとともに、将来のテストベッド利用シナリオについても意見交換を実施し、共同公募に反映したことで、Beyond 5G 関連技術開発の有効な場を形成した。
- テストベッドを通じたこれまでの国際連携の成果について世界に広く紹介するため、APOnet のメンバーと協力して、テストベッドを通じた国際連携の成果(8K ライブ伝送、ひまわりリアルタイム)に言及する APOnet ウェブサイトの立ち上げを実施したとともに、ひまわり

リアルタイム Web に関する取り組みを国際的な英文ウェブサイトに掲載した。

- 「Beyond 5G/IoT 機能検証基盤装置(検証基盤装置)」(高速回線 JGN)構築の一環として、Software Defined Network (SDN) による高機能なネットワークサービスの開発と検証を推進するため、新しい SDN 言語である P4 を用いたネットワークサービスの開発と検証が可能な P4 テストベッドの構築を進め、令和3年度は1. ソフトウェア P4 スイッチ、2. スマート NIC P4 スイッチを利用可能な P4 テストベッドを構築し、外部利用者に、利用者の今後の実証の効率化のため、テストベッド自体や新たなコンパイラを早期理解することをチュートリアル開催など技術サポートを行うことで支援した。また、1 台のサーバに複数の P4 対応のスマート NIC を備えたスマート NIC P4 スイッチについて、異なる利用者が同時に各々のスマート NIC を利用できるように開発を行い、スマート NIC P4 スイッチのマルチテナント化に向けた開発を実施した。
- Beyond 5G ネットワークを用いた新サービスの開発や実証の加速を狙い、多様なデータと Beyond 5G を組み合わせたサービス創成のためのテストベッドとなるサービスレイヤテストベッド(Data Centric Cloud Service)の構築を進め、その第一段階のバージョン(DCCS Ver.1)の提供用途を令和4年 10 月頃とし、特段の遅延なく整備を推進した。また、DCCS Ver.1に想定されるデータ連携分析機能については、機構内連携により、統合ビッグデータ研究開発センターの xData プラットフォームの機能を活用した。本連携において、光化学オキシダント注意報予測の技術移転に向けた、環境モニタリング事業者による自治体向けパイロット試験での予測モデルのカスタマイズを DCCS で実施できるように DCCS での環境構築を令和3年度内に行った。また、スマート IoT 推進フォーラムテストベッド分科会データ分析・可視化タスクフォースと連携し、地理空間データや気象データを対象にデータの時間的変化も可視化し分析できるデータ分析・可視化システムのプロトタイプを試作した。また、DCCS の機能拡張の方向性を見極めるために、Beyond 5G 時代の DCCS の将来像を前倒し検討し、エッジサーバ連携や DCCS のユースケースと DCCS が具備すべき API の検討を行った。さらに、当該 API の実装時の基本動作を検証する検証システムを試作した。また、統合ビッグデータ研究センターと連携し、Beyond 5G サイバー空間アーキテクチャを検討し、参照実装の一環として、Beyond 5G ネットワークと DCCS を接続し、Beyond 5G ネットワークを用いた IoT データの収集等を容易に行うための Beyond 5G 連携機能について、当初のスケジュールを前倒して令和4年度に開発を開始できるよう検討を進めた。
- ソフトウェア化ネットワークテストベッド活用のサンプルプログラムのひとつとして第4期中長期より研究開発を進めているコネクテッドカー向けエッジデータ収集プラットフォームソフトウェアについて、マルチテナントのエミュレーションを実行可能とする実装を行い、複数ユーザによる同時利用を可能とした。また、端末を軽量プロセスとしてエミュレーションする規模拡張性の高い設計及び初期実装を完了し、数万台規模の車両を同時に走行・通信させるエミュレーションが可能となる見通しを得た。コネクテッドカーデータ収集技術に関する特許について、海外出願を3件(インド2件、米国1件)完了、うち1件(インド1件)を大手自動車メーカーと共同出願した。また、大手自動車メーカーと資金受け入れ型共同研究を締結し、機構が開発したコネクテッドカープラットフォームを用いる実証的研究

を開始した。さらに、海外仕様に近い 5.8GHz 帯の車両間通信プロトコル 802.11p を用いる実験試験局の運用を継続し、同プラットフォームの性能等の計測を実施し、結果についてはジャーナル等への投稿準備を完了した。

- 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ソフトウェア化ネットワークテストベッド関連技術として第4期中長期より研究開発を進めているエッジコンピューティングプラットフォーム CLINET (Cross-Layer Inter-edge Networking Environment for virtualized Things) について、データのアクセス制御を行う仮想ネットワーク機能及び資源配置を柔軟に行うアルゴリズムを実装した。また、大阪大学と同エッジコンピューティングプラットフォームを用いた実証を行う共同研究である「高信頼分散エッジコンピューティングプラットフォームに関する実証的研究」を開始した。さらに、ユーザが要求する遅延要件に応じたエッジコンピューティング環境を提供可能なテストベッド(エッジテストベッド)の初期サービスを開始し、外部機関に利用された。加えて、大手空調機器メーカーとスマート空調の共同実証を開始した。上記共同研究については、当初想定していた一社単位との連携にとどまらず、大阪大学と大手空調機器メーカーとの連携について機構が参画する等、技術的により高度な取り組みを実現できる連携体制を進めることができた。
- サービスレイヤテストベッドの基盤技術として、時空間データ GIS アプリケーション開発のための8つのデータ可視化ライブラリ(API)を開発し、GitHub 等においてオープン化した。機構と国内8大学との間で広域分散クラウドと大規模時空間 GIS データベースを構築するとともに、国土交通省のすべての国土数値情報データベースをバイナリベクトルタイル化し、2次元及び3次元時系列 GIS アプリケーション上でスケーラブル可視化に成功した。さらに、映像 IoT デバイスを国内 30 カ所(千曲市 14 か所を含む)に設置し、取得映像をデータベース化した。上記可視化ライブラリ及びデータベースは、機構内、電通大、国立情報学研究所、京都大学、国交省(委託案件)などにて、各種 Web アプリケーション開発に寄与している。
- 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て検証を可能とする CyReal(サイリアル)検証環境の構築に向け、StarBED の実験リソース群を柔軟かつ効率的に利用した支援ソフトウェアの実装を推進し、無線シミュレータとエミュレーション環境を連動させる複数のユースケースを令和3年度中に構築した。また無線エミュレーション技術の一環として Beyond 5G の検証技術の設計と検討を実施し、利用者及び運用視点からのユーザインターフェイス並びに外部のソフトウェアの連携を想定した支援ソフトウェア試作と実装を実施した。
- CyReal(サイリアル)検証環境の構築を可能とするための支援ソフトウェアの研究開発において、特に、Beyond 5G 時代の超多数接続を想定してシステム・サービスの検証を行う際等には、厳密なシミュレーションの手法では評価できないユーザ側の特性を、実環境と同様に実時間でアプリケーション実装が動作するリアルタイムエミュレーションが必須となる。これを実現するため、計算資源とのトレードオフを考慮した基本的な検証環境の設計を行った。また、当初想定していなかった電波パラメータを適切に反映するエミュレーション技術について、電波パラメータを含めた物理事象に関するシミュレータとのリアルタイム性を有する連携を可能とするとともに新たな研究開発成果の取り込みを容易にし、循環進化の為のプラッ

トフォームとして活用可能にした。

- ロボット・ドローン・自動運転車両等への搭載により市場開拓が期待される、5G 技術のコア技術である指向性が極端に高い超高周波を使ったミリ波 IoT 無線を活用する研究開発を進めた。自律型モビリティに搭載されたミリ波 IoT デバイス間通信について、極めて短時間の近接通信を繰り返すことで、一度では転送しきれない大容量データを効率よく転送しつつ、更には、モビリティの移動そのものによるデータの搬送力を活用するデータ転送方式を提案し、その有効性を基本的な実証実験で明らかにした。実証実験は、ソニーセミコンダクターソリューションズ株式会社との共同研究のもと、同社が有する超高速通信性のみならずリンク確立時間が2 msec 以下となる超短時間接続性を有する世界最先端の 60GHz 帯を用いるミリ波 IoT デバイスを活用して、ミリ波 IoT 搭載自律移動型サービスロボットによる協働型見廻りシステムを開発して実施した。その結果、広帯域通信インフラが存在しない、ないしは新規通信インフラの敷設が難しいエリアであっても、比較的近距離の屋内や構内エリアであれば、5G 無線にも匹敵する実効スループットにて大容量コンテンツの収集・配信が可能となることを確認し、プレスリリースと YouTube 動画による実証状況の公開を実施した(令和3年6月)。実験の成果は、国際会議 WPMC2021(令和3年12月開催)に採録された(採録率 60%)。
- 国内最大手ロボット事業展開企業との連携体制を新規構築し、機構テストベッド設備も自ら活用した、異業種ロボット(お掃除ロボット・デリバリーロボット・音声対話型案内ロボット)協働プラットフォームの模擬的実証環境を機構構内に構築した。上記実証環境において、ロボットが働き“ながら”収集する大容量センシングデータを、同ロボットの活動を停止させることなく、他の近接したロボットがミリ波 IoT で収集する、“キャッチアップ&ランデブー(C&R)”方式での分散大容量データ収集実証システム(特許出願中)を構築した。ミリ波 IoT 技術に加えマイクロ波 IoT 技術も併用した構内ロボット間追尾・協調による大容量コンテンツ集配信の実証及び株式会社 JR 東日本商事との共同活動から着想に至った、人もロボットも案内する受付けロボット提供サービス「一見さんロボット」案内サービス」の令和4年度における PoC 実証の準備を進めた。
- Beyond 5G 時代の多様なサービス実現に向けたヘテロジラス NW の活用に関する研究開発として、自律型モビリティ活躍社会を支援する IoT 無線の利活用技術に関し、超高速通信を実現する超高周波を用いた IoT 無線のみでなく、より安定したマイクロ波 IoT も併用したモビリティ制御等の研究開発を進めた。令和3年度に登録されたエレベーター移動支援システムに関する特許を構成する IoT 無線アジャスタについて、更に小型化を達成すると同時に遠隔のロボットを誘導することが可能な機能の実装を実施し、技術実証と社会実証の一体的な活動を、株式会社 JR 東日本商事の協力を得て、高輪ゲートウェイ駅構内にて実施した。ロボット事業系ベンチャー企業及び国内大手システムインテグレーターとも連携し、同駅の2階と3階間の往復移動の確認に成功するとともに、ロボット搭載カメラが移動中に撮影したその状況等はリアルタイム映像として、5G回線を介してリモート可視化できることも確認した。また、更に同システム技術を活用して、大手建設事業者とも連携して、羽田イノベーションシティをフィールドとした実証実験を実施した。上記、エレベーター移動支援システムに関する特許の技術は、複数のロボット関連事業者より技術移転及びライセンス供与の問い合

**(4) 知的財産の積極的な取得と活用**

研究開発成果を広く社会に還元しイノベーションを創出するため、優れた成果を知的財産として積極的に取得し、有効に活用するための方策を講じるものとする。

国の政策や技術動向を適切に踏まえ、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、知的財産の取得・維持を図るものとする。

特に、Beyond 5G の知財・標準化活動を強力に推進し、NICT 内の技術シーズと標準化や知財に関する知識・ノウハウを結集するため、Beyond 5G の知財・標準化を検討する体制を整備し、外部専門家の雇用

**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

**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、分野別の知的財産戦略の策定を行う。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・

**<評価の視点>**

・取組が研究開発成果の利用につながっているか。  
・知的財産の活用に係る専門人材の確保・育成に取り組んでいるか。

**<指標>**

【評価指標】  
・知的財産の取得と活用に関する活動状況  
・知的財産の活用に係る専門人材の確保及び育成の取組状況

**【モニタリング指標】**

・特許出願件数  
・知的財産の実施許諾契約件数

わせを受け調整を進めた。

- ・開発済みのエレベーター移動支援システムの高度化と社会実装性をより高める活動として、国内著名建築設計事務所との連携体制を構築し、同事務所との意見交換や共同設計も踏まえた新規設置機構を備えた IoT 無線アジャスタを再開発し、高輪ゲートウェイ駅のエレベーターに実装し、マルチフロア対応性、人が密集した環境下での動作安定性、人・異種ロボットでのエレベーター共用時に必須となる、エレベーター庫内で停止中フロア（開扉中フロア）を認識する技術の実用性に関わる実証実験を実施した。
- ・次世代の暗号インフラ構築に向けて、令和2年度補正予算事業により「B5G を支える量子暗号実証設備」を整備し、機構（小金井）1 拠点と府中地域2拠点の3拠点を結ぶ量子暗号ネットワークを新たに構築した。今後、従来の Tokyo QKD Network と接続し、オープンテストベッド化を実現できる構成となるように、テストベッドの拡張と整備を実施した。

**2-4. 知的財産の積極的な取得と活用**

・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めるよう、令和3年度から、知財の取得・維持において、研究現場主体の体制を整備した。具体的には、特許出願、特許登録、特許維持・廃棄等の知財の取得・維持に係る判断を、従来の機構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・分配する仕組みを導入した。これにより、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・維持の可否を主体的に判断することができ、迅速性・柔軟性を改善するとともに、国外出願も増加した。

・上記の研究現場主体の体制整備に合わせ、機構全体の知財担当部署において、知財の専門家を補強し、戦略策定に加え、法務、技術移転、教育等の周辺支援に注力した。具体的には、知財経験や開発（事業）経験のある企業出身者を採用し、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も支援（相談対応件数約 500 件）し、機構全体の知財取得・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貢献した。加えて、知財活用・技術移転の視点から、社会実装の促進に取り組む機構内の関係部署との連携体制も強化した。

・機構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、研究現場（研究者）と知財担当部署が密に連携・調整し、機構発の知財化シーズ（Beyond 5G やセキュリティに係る技術）を産業界等に紹介するため、科学技術振興機構との共催により「NICT 新技術説明会」（10/14 オンライン、273 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。Beyond5G に係る技術は企業と NDA を締結し具体的な連携内容の検討を開始した。また、Interop TOKYO2021（4/14-16@幕張）では、サイバーセキュリティ技術の利用拡大に向け、技術移転の取組（実施許諾契約や試用契約等の連携メニューの紹介等）や導入事例（「NIRVANA 改（※）」の企業連携によるソリューション展開等）を技術移転先企業と協力して紹介した。（※ 組織内のセキュリティ警告を集約・可視化し、セキュリティオペレーションを支援するシステム。）

・なお、令和3年度、特許出願数は 125 件（国内 67、国外 58）、年度

**2-4. 知的財産の積極的な取得と活用**

【取組が研究開発成果の利用につながっているか。】

知財戦略の検討、Beyond 5G 必須特許取得のための支援内容や体制の検討などに取り組み、今後の知財取得・活用の促進に繋がる活動を進めており、着実な成果が認められる。

【知的財産の活用に係る専門人材の確保・育成に取り組んでいるか。】

成果展開や社会実装に貢献するため、知財経験等のある人材を採用するとともに、人材育成のための知財セミナーを企画開催し、機構全体の知財に係る知見・スキルの底上げに取り組むなど、着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評定を「B」とした。

**【知的財産の積極的な取得と活用】**

- ・特に Beyond 5G の社会実装においては知的財産の積極的な取得と活用が重要であるが、研究の中長期目標・中長期計画に「Beyond 5G の推進」を盛り込んだ初年度から知財戦略の検討、Beyond 5G 必須特許取得のための支援内容や体制の検討などに取り組み、今後の知財取得・活用の促進に繋がる活動を進めており、着実な成果が認められる。成果展開や社会実装に貢献するため、知財経験等のある人材を採用するとともに、人材育成のための知財セミナーを企画開催し、機構全体の知財に係る知見・スキルの底上げに取り組むなど、着実な成果が認められる。



を含む人材の確保、NICT 内外とのノウハウの共有、知財取得支援等に集中して取り組む。

また、知的財産の活用による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。

取得支援等に集中的に取り組む、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。

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む、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

末保有登録特許数は 1,109 件であり、令和2年度に比べ国内出願は微減、国外出願は増加の状況にある。同様に、新規技術移転契約件数は 18 件、年度末技術移転契約件数は 133 件、技術移転収入は 10,994 万円であり、契約件数、収入は令和2年度と比較してやや減少傾向である。令和3年度に整備した研究現場主体の支援体制を軌道にのせ、後述する知財戦略の実施や Beyond 5G の知財化の取組等により、今後、一層効果的な出願や技術移転を図っていく。

- 成果展開や社会実装に貢献する人材育成のための知財セミナー（内部向け）実施については、初心者向け、専門家向け、経営層向け等、各々に適した内容で知財セミナー2回（3日間）を企画し開催した（各回共に延べ約 200 名が参加）。機構全体の知財に係る知見・スキルの底上げを図るため、機構内の役割に応じた研修が行えるよう、令和3年度は、若手研究者等の初心者向け研修内容を固め、令和4年度から実施予定である。また、研究所と知財担当部署の技術的知見、知財に係る知見・スキルを効果的に高めていくため、研究所、知財担当部署の交流を積極的に促進しており、サイバーセキュリティ研究所内の特許セミナー（約 30 名が参加）に知財担当部署から専門家を派遣するとともに、同部署に各研究所担当を配置し研究所の定例会合等に積極的に参加した。
- 分野別の知的財産戦略の策定に向けては、研究開発・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、経営層及び各研究所長が参加する「知的財産戦略委員会」で戦略を策定中である。令和3年7月、機構の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、令和3年度末までに、技術特性を考慮した各技術分野（電磁波先進技術分野、革新的ネットワーク分野、ユニバーサルコミュニケーション分野、サイバーセキュリティ分野、フロンティアサイエンス分野等）の知財戦略骨子を策定した。
- また、Beyond 5G 等技術分野横断の政策的重要課題に対する知財戦略を、関連部署や総務省とも連携し、必要な調査とともに段階的に策定する予定である。知財戦略の目的や考え方の柱を、共通戦略で明示することで、前述した「研究現場」主体の判断や取組にも貢献している。
- Beyond 5G の知的財産・標準化を検討する体制整備や標準必須特許となる知財取得の取組については、Beyond 5G 研究開発促進事業での標準必須特許の取得支援や Beyond 5G 新経営戦略センターの活動等において、機構の知財担当部署と標準化担当部署が連携した体制により対応している。特に、令和3年度は、同事業の中小企業や大学等の知財化支援を強化するため、知財担当部署と標準化担当部署とが連携し外部専門家も活用した体制を整備した。また、前述した機構の知財戦略（共通戦略）に、標準規格に必須な特許の出願と、標準必須特許宣言を適切に行う重要性を明示し、今後、Beyond 5G 知財戦略の策定を、関連部署や総務省と連携し、必要な調査とともに推進していく。また、機構自身の研究開発からも標準必須特許を創造していくため、機構の知財担当部署が Beyond 5G 司令塔部署とも密接に連携しており、司令塔部署が主導する試行的な特許アイデアソン（11/15 オンライン開催、於：サイバーセキュリティ研究所）に協力した。
- 加えて、Beyond 5Gに係る知財創造のインセンティブとする Beyond 5G 用知財予算を創設し、各研究所の Beyond 5G 関連の特許出願に対する予算支援を実施するとともに、標準化担当部署と協力し、

**(5) 戦略的な標準化活動の推進**

産学官連携や国際展開に係る組織との連携を実施するとともに標準化関連団体や産業界とも密接に連携し、NICTの研究開発成果の最大化を目指すものとする。

戦略的かつ重点的な標準化活動を実現するため、NICTの標準化に係る計画を策定・実施する。

**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。

**2-5. 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

**<評価の視点>**

・取組が標準化につながっているか。

**<指標>**

【評価指標】  
・標準や国内制度の成立寄与状況

【モニタリング指標】

・標準化や国内制度化の寄与件数

主要な標準化団体のIPRポリシー、標準必須特許宣言書の書き方や機構内の発出手続き等を整理し、各研究所等に情報提供を行った。

- ・機構内外での連携強化に向けては、産学官約150者(令和4年3月)が参加するBeyond 5G新経営戦略センターの活動(知財・標準化に係る動向調査・人材育成・企業支援等)に事務局の一員として参加した。また、IPランドスケープWGに参加し企業にとって使いやすいIPランドスケープ作成方針の策定に貢献した。今後、中小企業・大学等の知財取得支援等、具体的活動に機構の取組を踏まえつつ積極的に協力していく。

**2-5. 戦略的な標準化活動の推進**

- ・機構内の研究所・研究センターと連携し、令和3年度は国際標準化機関等に寄与文書210件(うちB5G関連131件)を提出したほか、機構の研究開発成果に基づく国際標準等12件(うちB5G関連8件)の成立に貢献した。

- ・このうち、量子鍵配送(QKD: Quantum Key Distribution)技術については、産業界と一体となってITU-T(国際電気通信連合電気通信標準化部門)での標準化活動を行い、令和2年度までに計6件の勧告成立を主導し、令和3年度も活動を継続・拡大して、令和3年度は、SG13で新規勧告1件、新作業項目1件が成立、SG17で新規勧告1件、新作業項目1件、SG11で新作業項目5件が成立した。

- ・その他、ネットワークアーキテクチャ(AIベースネットワークプロビジョニング、ICN(Information Centric Network))に関する勧告が令和3年8月に2件成立したほか、国際標準化機構(ISO)/国際電気標準会議(IEC)で、情報セキュリティコントロールに係る標準、電磁環境分野ではIECで、イミュニティ試験と5GHzまでのエミッション測定の手順に係る標準等が成立している。

- ・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」の策定において機構関連技術の反映を行うほか、関連する技術項目のエディターを務めて活動に精力的に参加・貢献した。具体的には、週1回の議論に毎回参加し、機構関連技術(超大容量、超低遅延、高精度位置測位、非地上通信ネットワーク(NTN))を標準化活動文書に基づき記載した。超低遅延技術については機構がエディターを務め、民間企業の意見などをとりまとめつつ編纂に貢献した。さらに、Beyond 5G白書だけでなく、同コンソーシアムで行われる日本寄与文書の作成にも貢献しており、ITU-R WP5Dについては、機構が独自に寄与文書を提出していることに加え、Beyond 5G推進コンソーシアムの日本寄与文書の作成についても議論に精力的に参画・貢献した。

- ・総務省設置の「Beyond 5G新経営戦略センター」では事務局を務め、オープンクローズ戦略策定支援の基盤整備、及びスマート工場など具体的なユースケースによる産業界連携の推進等の検討を実施した。具体的には、同センター及びタスクフォースを総務省とともに事務局として運営・実施し、機構からは国研として標準化や知財に関する情報や知見を提供し、検討の整理やとりまとめを促進した。概括的な検討だけでなく、知財/標準化戦略をいかに経営に生かすかに向けた検討として、スマート工場をテーマに具体的なユースケースによる産業界連携の推進の検討も実施した。

- ・Beyond 5Gの国際標準化に関し、関連する機構の技術シーズとして、テラヘルツ、時空間同期、非地上通信ネットワーク(NTN)を中

**2-5. 戦略的な標準化活動の推進**

【取組が標準化につながっているか。】  
機構の技術シーズに関連し、産学官で標準化活動を実施し、多くの寄与文書、参加者、及び多くの国際標準の成立に貢献しており、顕著な成果が認められる。

顕著な成果として、

- ・ITU-R WP5Dで作成中の「将来技術トレンド報告」に対しては機構関連技術に関する寄与文書を提出し、同WPの作業文書に反映されたほか、3GPPにおいてもRelease18を検討するワークショップの段階から時空間同期関連技術と移動体通信のNon-Public Network関連技術といった機構関連技術について、世界的にも初期の段階から積極的に提案し、Release 18のStudy Itemに盛り込まれたこと

- ・「Beyond 5G白書」の策定において機構関連技術の反映を行うほか、関連する技術項目のエディターを務めるなど活動に精力的に参加・貢献したこと

- ・Beyond 5G研究開発促進事業において、企業での標準化や知財の経験を持つ職員により、専門性を生かしたコメントを提供し、評価委員会における評価を知財・標準化両面から支援できたほか、採択案件に対する今後の支援に活用できる基盤を構築したことが挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

**【戦略的な標準化活動の推進】**

- ・研究成果を社会実装につなげるには国際標準化への反映も重要であるが、産学官での標準化活動に関して、多くの寄与文書の提出や会合への出席等、活発に活動が行われ、量子暗号などの国際標準等の成立に貢献しており、顕著な成果が認められる。

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。

心に、令和3年3月から提案文書を入力する等、ITUと3GPPの双方の議論に早くから参加した。ITU-R WP5Dで作成中の「将来技術トレンド報告」に対しては機構関連技術に関する寄与文書を提出し、同WPの作業文書に反映されたほか、規格の具体化を行う3GPPにおいても積極的に機構関連技術を入力し、技術の意義を提案したことで、機構に技術シーズのある時空間同期や移動体通信のNon-Public Network関連技術について、Release 18のStudy Itemに盛り込むことができ、今後の重要な検討の枠組みを構築できた。Beyond 5Gに関連する寄与文書としては、令和3年度で国際標準化機関に合計131件を提出しており、機構の技術の入力等に加え、国際的な標準化検討にも大きく貢献した。

- 国際標準化会議等における役職者として、計61ポスト27名の職員が務めており、議論のリード、とりまとめを実施している。また、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の役職者としては機構全体で計75ポストに44名の職員を派遣し審議に貢献した。また、我が国及び機構の活動に資するよう、総務省と連携して、ITU-T SG13(将来ネットワーク)の議長に標準化推進室谷川参事が立候補し、任命された。
- 標準化に関するフォーラム活動、国際会議等の開催支援については、新型コロナウイルス感染症の国際的まん延を受け、標準化会合の招致だけでなく開催自体がほぼ全てオンラインでの開催となったが、ITU Digital World'21の日本ブースに出展し、機構の国際的な周知広報を実施した。
- 研究開発成果の効果的・効率的な国際標準化に資するため、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月策定)について、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、令和4年3月に改定を実施した。
- Beyond 5G研究開発促進事業に応募された全121件の研究開発提案に関し、標準化だけでなく知財の観点も含めた審査コメントを作成し、有識者による評価の参考資料とした。審査コメントについては、すべての提案について一提案あたり2名の専門家体制でチェックや確認、それぞれの観点から作成するとともに、メーカーや通信事業者出身である標準化活動の専門家の経験を生かし、標準化の観点について幅広く詳細なコメントを付与するだけでなく、よりよい活動を行える潜在性があるかどうかのコメントとともに、標準化推進室内の専門家の民間企業での知財に関する知見を生かし、知財の観点からコメントも付与した。また、同事業の受託者への標準化支援を行うため、支援内容の検討等を行った。
- 一般社団法人電波産業会(ARIB)との連携協定に基づき、両組織の理事等から構成される連絡会を令和3年8月に開催し、Beyond 5G推進コンソーシアムの活動に関する情報交換や、無線分野の標準化等について意見交換を実施した。具体的には、Beyond 5G研究開発ワークショップの開催やBeyond 5G知財化・標準化アドバイザーの募集において、ARIBの発行する会員誌ARIB Newsに掲載いただくなど、Beyond 5Gの取組についての連携を特に行うことができた。
- Beyond 5Gに関する標準化支援の充実等のため、標準化推進室の標準化専門家を追加で3名雇用し、体制の充実を図った。
- 機構職員の標準化に関する啓発活動として、「標準化セミナー」を開催し、標準化の概要や必要性、標準化の動向調査結果などについて新規採用者や標準化活動を始める職員に対して基礎的な

## (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、NICT の優れた研究開発成果の国際展開に取り組む。

NICT が持つ研究開発成果や研究人材、人的ネットワークを基盤に、国際的な共同研究や人材交流、研究ネットワーク形成等の国際連携を積極的に推進することにより、NICT の研究開発成果をグローバルに最大化するよう取り組む。

## 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。

## 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、新規に有力な海外の研究機関や大学等との協力協定の締結を支援し、国際的な連携関係の構築に取り組む。

機構の研究開発成果の国際展開を推進するため、海外機関と連携して実施している共同プロジェクトを継続するとともに、研究開発成果の国際展開を目指すボトムアップの提案を支援するプログラムを実施する。

米国や欧州との政策対話や科学技術協力協定のもとで実施してきた国際研究プログラムに関して、米国 NSF と共同で実施しているネットワーク領域と計算論的神経科学領域における日米国際共同研究、及び欧州委員会及び総務省と共同で実施している日欧国際共同研究を継続する。

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、国際共同研究プロジェクトの実施やフォーラムの開催等、リーダーシップを発揮して活動を推進するとともに、これまでに構築してきた研究連携ネットワークの人材や知見を活かす仕組みの構築等を通じて、東南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に取り組む。

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

＜評価の視点＞

・取組が研究開発成果の国際展開につながっているか。

＜指標＞

【評価指標】  
・標準化や国内制度の成立寄与状況

【モニタリング指標】

標準化や国内制度化の寄与件数

標準化知識の向上を図るとともに、標準化推進室で行った標準化動向調査の結果に関し、Beyond 5G 関連技術を含む技術の最新の標準化調査結果に関するセミナーも実施した。また、標準化機関発行の各種雑誌への機構職員の技術動向や標準化活動に関する寄稿について、機構内 HP への報告の掲載等により研究所等に情報提供を行った。

## 2-6. 研究開発成果の国際展開の強化

令和3年度は 19 機関(更新)と MOU 等を取り交わし、24 カ国、75 機関(計 77 件)の研究連携体制とし、国際実証実験、国際共同研究、国際研究集会開催等に貢献した。また、活動が終了したものについて見直しを行った。MOU の下で、ネパールにおける耐災害ネットワーク技術の応用や、台湾 NARLabs やタイ NECTEC 等との共同ワークショップ開催等、多数の海外の研究機関や大学等との連携が実現した。

海外機関と連携して実施している共同プロジェクトについて、APT のプロジェクト2件、JST のプロジェクト1件を継続し、機構の研究開発成果の国際展開を目指す取組を推進した。研究開発成果の国際展開を目指す提案を機構内で募り、審査・採択して実施するプログラム「国際展開ファンド」を継続し、タイ国内4研究機関との光半導体バイオセンシング技術開発に関する共同研究、マレーシア、ベトナム、ブルネイの3研究機関との水再利用のための IoT システムを支える端末間通信システム構築など6件を実施した。台湾 NARLabs との共同ワークショップ、ASEAN IVO Forum 2021、タイ NECTEC との共同ワークショップなど、さまざまな国際イベントを開催し、海外の研究機関や大学等との研究交流・連携を推進するとともに、機構の国際的なプレゼンスの向上を図った。

米国国立科学財団(NSF)と共同で平成30年度に開始したネットワーク領域を対象とする共同研究プログラム(JUNO2)の5件を終了し、最終 PI 会合を開催した。JUNO2 においては、日米の研究者の参加による実証実験や国際学会での論文発表等の成果が得られた(学術論文や国際会議 234 件、受賞 23 回)。令和2年 11 月に NSF と共同で開催したワークショップにおいて日米有識者が議論した結果に基づき、NSF と調整して、Beyond5G のためのプログラム可能なネットワークに関する JUNO3 の開始に合意し、令和3年9月～12 月に一般公募及び機構内募集を行った結果、合計 12 件(外部 10 件、内部2件)の応募があった。提案の審査を経て合計5件(外部4件、内部1件)が採択候補となり、現在最終決定手続き中。NSF が立ち上げた計算論的神経科学分野を対象とする多国間共同研究プログラム(CRCNS)に平成 30 年度から参画し、平成 30 年度に開始した2件のプロジェクトを終了し、令和2年度に開始した1件を継続して推進しているほか、今年度より新規3件の共同研究を開始した(機構提案1件を含む)。欧州委員会、総務省と共同で運用する日欧国際共同プログラムにおいては、日欧共同研究第4弾のプロジェクト2件のうちの1件について COVID-19 の影響により約半年の遅延で Final Review を実施した。他の1件については、約1年遅れで令和4年9月に Final Review を実施する(見込み)。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。

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 に関しては、日 ASEAN の研究プラットフォームとして、ASEAN において存在感のあるフレームワークに成長している。ASEAN

## 2-6. 研究開発成果の国際展開の強化

【取組が研究開発成果の国際展開につながっているか。】

様々なファンドを活用して効果的に国際連携を促進しており、地域共通課題にも対応している。また、海外連携センターから積極的に成果を情報発信して国際連携を進めるなど、顕著な成果が認められる。

顕著な成果として、

- Beyond 5G 及び量子 ICT のホワイトペーパーの欧米諸国への紹介を行い、米国においては NSF との Beyond 5G に関する意見交換を開始するとともに、量子 ICT やサイバーセキュリティ分野の研究開発の紹介及び連携を推進したほか、欧州においては 6G Flagship との連携を推進するなど、今中長期計画における重要研究テーマに関する国際連携の強化を積極的に実施していること

- ASEAN-IVO の活動においては、機構が議長と事務局を担当し、運営委員会の運営やプロジェクト予算執行管理等を実施してリーダーシップを発揮した。NAPC プロジェクト

(Networked ASEAN Peat Swamp Forest Community、2018 年～2021 年)は、地域共通課題である泥炭地森林管理に IoT を活用したモニタリングシステムを適用し、効率的な管理を実現しようとするものであり、ASEAN 加盟国・ASEAN 事務局からも高く評価されたこと

- 諸外国の輸出規制(例:米国 EAR 規制)の変化に対応するため内部規程の整備や安全保障輸出管理ハンドブックの策定など、コンプライアンス強化に努めていること

等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待され

## 【研究開発成果の国際展開の強化】

- 国際標準化の前段として研究段階での国際連携も有用である。様々なファンドを活用して効果的に国際連携を促進しており、地域共通課題にも対応している。また、海外連携センターから積極的に成果を情報発信して国際連携を進めるなど、顕著な成果が認められる。具体的には Beyond 5G 及び量子 ICT のホワイトペーパーの欧米諸国への紹介を行い、米国においては NSF との Beyond 5G に関する意見交換を開始するとともに、量子 ICT やサイバーセキュリティ分野の研究開発の紹介及び連携を推進したほか、欧州においては 6G Flagship との連携を推進するなど、今中長期計画における重要研究テーマに関する国際連携の強化を積極的に実施するなど、顕著な成果が認められる。
- ASEAN-IVO では地域共通課題に対応したプロジェクトを推進し、ASEAN 加盟国・ASEAN 事務局からも高く評価されている。

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。

進する。

- これらの取り組みにおいては、効果的かつ効率的な成果の展開等に努める。
- 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できるように取り組む。
- 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。
- 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。特に欧州については、英、仏、独等の主要国のみならず、北欧諸国等の研究開発動向の収集・分析を強化する。
- 研究開発成果の国際展開において重要な役割を担う海外連携センターの確実な管理運営に取り組む。
- 海外の研究機関等に所属する者が行う研究に関して、機構において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、その受入れの支援に取り組む。
- 機構に在籍する外国人研究者及び海外からのインターンシップ研修員を支援するため、日本語研修を実施する。また、新型コロナウイルス感染症の感染防止のため、リ

IVO には令和3年度は6機関が新たに参加し、ASEAN10 か国から計 74 の研究機関や大学が参加している。ASEAN-IVO の活動においては、機構が議長と事務局を担当し、運営委員会の運営やプロジェクト予算執行管理等を実施してリーダーシップを発揮した。令和3年度は、毎年定例の運営委員会に加えてワークショップを開催し、プロジェクト評価手法及び運営について議論した。ASEAN 地域共通の課題解決を目指して平成 28 年度にスタートした国際共同研究プロジェクトについて、新たに5件のプロジェクトを開始し、前年度からの継続8件と合わせて計 13 件のプロジェクトを推進した。特に、マレーシア、インドネシア、ブルネイの大学・研究機関が参加する NAPC プロジェクト(Networked ASEAN Peat Swamp Forest Community, 2018 年～2021 年) は、地域共通課題である泥炭地森林管理に IoT を活用したモニタリングシステムを適用し、効率的な管理を実現しようとするものであり、ASEAN-COST180(科学技術イノベーション委員会第 80 回会合)の際にサイドイベントを開催し、プロジェクトの成果発表が行われる等、ASEAN 加盟国・ASEAN 事務局からも高く評価されている。また、システムの高度化、データの解析、解析結果に基づく森林火災予報システム構築等のため、プロジェクト成果に基づく新規プロジェクトを、APT(アジア太平洋電気通信共同体)が実施している国際共同研究スキーム(Category-1) に提案し採択された。また、ASEAN IVO Forum 2021 をオンラインで開催し、ASEAN 地域共通の課題である食糧、環境保護、防災、健康・福祉、安全・スマートコミュニティ等の分野を対象とする 26 件の提案を議論、プロジェクト形成を推進した。同時に来年度の新規プロジェクト募集を終了し、29 件の提案に対して審査を経て5件を採択した。

- 台湾国家実験研究院(NARLabs)との研究連携に関して、令和元年度に開始した気象データのリアルタイム利用等の共同研究プロジェクト2件が終了した。令和2年7月以降、NARLabs と協議して共同研究を継続することを合意し、募集・審査の結果、令和3年度より宇宙天気等の3件のプロジェクトを開始した。オンライン形式のワークショップを開催し、令和2年度終了した2件に関する成果報告、令和3年度開始した3件に関する議論を行った。
- ASEAN IVO による国際共同研究プロジェクトについて、ASEAN における後発開発途上国であるミャンマー、ラオス、カンボジアの3国から提案されたプロジェクト1件を選定することとし、ASEAN 地域全体としての ICT 研究開発の底上げに努めた。また、平成 30 年度、令和元年度開始のプロジェクトについてスケジュールなどを調整して新型コロナウイルスによる影響を最小限に留めるように努力した。
- 各連携センターは、総務省在外公館、関係機関とも連携・協力し、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、以下の取組を推進した。また、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した。
- 北米連携センターにおいては、Beyond 5G 及び量子 ICT のホワイトペーパーを米国関係者に紹介し、NSF(米国国立科学財団)との間で Beyond 5G に関する意見交換を開始した。量子 ICT のワークショップに参加し、機構の研究活動を紹介するとともに、量子 ICT 分野の標準化活動等での連携を呼びかけたほか、機構のサイバーセキュリティの研究活動のPR、標準化活動、米大学との連携の推進に取り組んだ。また、在米日本大使館と連携し、大使館主催イベントの機会に機構の活動を米国の関係者に紹介した。欧州連

る実績も得られたため、評定を「A」とした。

モートでの日本語研修にも取り組む。

- 研究開発成果を国際展開する上で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は、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。

携センターにおいては、フィンランド 6G Flagship と意見交換を開始し意見交換・調整を行ったほか、Beyond 5G、量子暗号・通信技術、製造現場無線システムに関する欧州の政府関係者、研究機関等への意見交換や連携・協力に向けた働きかけを行った。また、仏国立情報学自動制御研究所 (Inria) や、スタートアップ・キャンパス「Station F」を訪問して機構の研究活動を PR するとともに意見交換を実施した。アジア連携センターにおいては、ASEAN-IVO プロジェクトの NAPC 等に関するセミナーを、ASEAN COSTI-80 のサイドイベントとして開催した(再掲)。更に、APT の国際共同研究スキームに、NAPC 関連の新プロジェクトを提案し採択された(アジア連携センターも参照)。また、タイ政府主催の「科学技術博覧会」において機構の研究内容等の展示を行いプラユット首相やタイ政府高官等に説明したほか、ネットワーク研究所とチュラロンコン大学等との共同研究支援(フォトニックネットワーク分野に関するワークショップ開催やミリ波伝送実験等)、e-ASIA 共同研究プログラムへの Greener City 構築のためのプロジェクト提案に加え、新たな共同研究に向けて NECTEC(タイ国立電子コンピュータ技術研究センター)や HII(タイ水理情報機構)等の関係機関と意見交換を行った。

- 北米連携センター、アジア連携センターにおいては、海外の政策・研究開発動向を収集するため、米国やタイで開催される各種イベント・会議に参加し、収集した情報を分析して、機構内で報告・共有した。欧州連携センターにおいては、欧州で開催される携帯電話の最大の展示会モバイル・ワールド・ कांग्रेस(MWC)、欧州委員会及びフィンランド 6GFlagship が主催する EuCNC・6G サミット等、欧州で開催する各種イベント・展示会に参加した。収集した情報については、機構内で報告するとともに、EU、英、仏、独等の主要国に加え、伊、西、蘭、フィンランド、スウェーデン等の情報等を加えたデータベースを構築し、研究部門の各研究者にも配信を開始するなど、情報収集・分析・共有機能を強化した。
- 海外連携センターの事務所の運営に際しては、様々な手続きが必要となるが、小金井本部側と海外連携センター側で随時必要な対応を行い、各連携センターの運営・管理を円滑かつ適切に行った。
- 国際インターンシップ研修員について、令和3年度は1か国・1機関から1名を新規に受け入れるため、支援を実施した。
- 機構に在籍する外国人研究者及び海外からのインターンシップ研修員を支援するため、日本語研修をリモート方式で実施し、23名が受講した。
- 経済安全保障への対応が求められる中、NICTにおける安全保障輸出を適切に管理し、コンプライアンス強化を図るため、平成23年に安全保障輸出管理規程を整備して以降、機構内で管理体制を構築し、着実に対応した。令和3年度においては、13回の安全保障輸出管理審査会を開催し、各研究所等との連携の下、必要な事案について審査を実施した。令和4年度5月施行予定の外為法通達の改正に伴うみなし輸出管理改正に対応するため、関係部署との調整を図りつつ、必要な規程整備に向けた検討を実施し、令和4年3月に規程の改正を実施した。また、経済安全保障への対応が求められる中、諸外国の輸出規制(例:米国 EAR 規制)に対応する規程類を整備するなど、コンプライアンスの強化を推進した。最新の制度や規程に関する機構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3年7月)の策定や、内部 Web ページを大幅に刷新するなどにより、機構職員に対する周知

**(7)国土強靱化に向けた取組の推進**

自然災害、未知の感染症等による被害から国民の生命・財産を守るため、NIC T の耐災害 ICT 等に係る研究開発成果の普及や社会実装について、継続的に取り組むものとする。

さらに、研究開発成果の最大化のため、仙台の拠点を中心とし、地方公共団体を含めた産学官の幅広いネットワーク形成や情報の収集・蓄積・交換、共同研究、標準化、社会実装、研究成果・技術移転事例の蓄積等を推進するものとする。加えて、防災組織や大学研究機関等多様な主体との産学官連携、災害時を想定した ICT システムの具体的な標準モデルやガイドラインの策定等を通じて社会実装を促進するものとする。

**2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進**

国土強靱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靱化に向けた社会実装の促進を図る。

**2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進**

国土強靱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。

**<評価の視点>**

・取組が耐災害 ICT 分野等の産学官連携につながっているか。

**<指標>**

【評価指標】  
・産学官連携等の活動状況

啓発を実施した。

**2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進**

- ・基盤研究、応用研究の推進とその成果の社会実装に向けた活動として、内閣府 SIP 第2期「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」において民間企業とも連携して研究開発してきた、通信途絶地域においてもエッジノード同士が近接通信により情報を同期共有できるようにする基盤技術である「接近時高速無線接続技術」を活用し、防災科研・ATR との連携の下、ポータブル SIP4D の開発に取り組んだ。また、同技術を搭載した防災情報通信・管理システムを高知県香南市が民間企業に委託して導入に着手しており、機構は通信エリアや通信性能などの計測とその取りまとめを行うなどして同システムの設計に貢献した。更に、同技術は高知市消防局が民間企業に発注して導入した災害時オペレーションシステムにも搭載され、消防業務で利用されている。
- ・大学・研究機関との連携として、タフ環境における群ロボット通信制御、海洋通信、The Greenest Area 構想(仙台市)、映像 IoT・インフラサウンドによる火山監視等、東北大学とのマッチング支援事業で採択された共同研究6件を含め、総計 23 件の共同研究に基づく大学・研究機関との研究連携を推進。また、東北地域の大学等との連携活動として、令和3年8月に電気関係学会東北支部連合大会の企画セッション「ニューノーマルにおける ICT 一地域課題への利活用―」をオンライン開催し、ニューノーマルでも活用できる ICT 技術を用いた東北地域の課題解決に係る7件の発表と3件の招待講演、パネルディスカッションを行った。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・指導システムの開発を行い、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開発に取り組むと共に、高精細・低遅延映像伝送を用いた遠隔実習の実証実験に成功した。
- ・地方公共団体との連携として、宮城県女川町のニーズに基づく、映像 IoT 技術・画像処理技術を活用した豪雨による冠水等に伴う町の幹線国道沿いの交通渋滞状況等モニタリングの実証実験を推進すると共に、和歌山県白浜町との新たな連携として、移管完了した耐災害ネットワーク(ナーブネット)設備を活用した自己産出型エッジクラウド技術の実証実験等実施のための覚書を締結した。また、香南市の図上演習形式による検討会参加(7回)を通じて利用者ニーズを把握し、接近時高速無線接続技術を搭載した地方自治体向けの防災情報通信・管理システムの開発にフィードバックした。研究成果の国際展開活動として、東南アジア諸国の研究機関と連携し、ASEAN IVO で、東南アジア諸国の研究機関と IoT を活用した水資源管理の研究開発、災害時の画像情報をエッジ処理して災害情報を抽出・共有するシステムの研究開発に取り組むと共に、APT で、ナーブネットを活用した防災スマートビレッジシステムの検証(スリランカ)や、ナーブネットを用いた分散型アプリケーション基盤の検証(ネパール)等に取り組み、インストーラの改良、Web を用いた設定インターフェース、マニュアル等のドキュメント整備を行うことで、専門知識を持たない利用者でも NerveNet 環境を構築・設定を可能とした。協議会等を活用した連携としては、AI 防災協議会総会への参画(5月28日:オンライン)、耐災害 ICT 研究協議会総会の開催(7月:書面開催)、レジリエント ICT 研究シンポジウムの開催(令和4年2月22日:オンライン)など

**2-7. 国土強靱化に向けた取組の推進**

【取組が耐災害 ICT 分野等の産学官連携につながっているか。】

耐災害ネットワーク設備を活用した技術の実現だけでなく、関係する自治体への本格導入に向けて協業を積極的に行っているなど、顕著な成果が認められる。

- ・耐災害 ICT 分野における産学官連携の成果として、内閣府 SIP にて防災科研・ATR と連携してポータブル SIP4D の開発に取り組む等、着実に研究開発を進めていること
- ・接近時高速無線接続技術、防災チャットボット SOCDA などの技術やシステムが、自治体、企業などとの連携により具体的な利用が開始され、企業による水平展開も進められるなど、国土強靱化に向けた産学官連携が進んでいること

以上のことから、年度計画を着実に達成し、顕著な成果の創出が認められた他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評定を「A」とした。

**【国土強靱化に向けた取組の推進】**

- ・内閣府 SIP にて防災科研・ATR と連携してポータブル SIP4D の開発に取り組む等、耐災害ネットワーク設備を活用した技術の実現だけでなく、関係する自治体への本格導入に向けて協業を積極的に行っているなど、社会実装に向けた顕著な成果が認められる。また、接近時高速無線接続技術や防災チャットボット SOCDA などの技術やシステムが、自治体、企業などとの連携により具体的な利用が開始され、自治体向けサービスの企業による水平展開も進められるなど、国土強靱化に向けた産学官連携が進んでいる。
- ・国土強靱化の研究を推進し、耐災害ネットワーク設備を活用した技術の実現だけでなく、関係する地方自治体などへの本格導入に向けて協業を積極的に行い、技術導入及び開発を推進した。多くの自治的に導入され始め、それらが活躍する場面もあり、顕著な成果が認められる。

**(8)戦略的ICT人材育成**

我が国の国際競争力の強化のため、国として戦略的に取り組むべきICT研究開発分野において、NICTの研究成果等を活用した人材育成プログラムを若手技術者、教育指導者等へ提供し、新たな分野を切り拓くことのできる専門性の高い人材育成に取り組む。

また、産学官連携による共同研究等を通じた専門人材の強化、連携大学院協定等によるNICTの職員の大学院・大学で

**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。

**2-8. 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。

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。

**<評価の視点>**

・取組がICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。

**<指標>**

【評価指標】  
・人材育成プログラムの取組実績  
・産学官連携による ICT 人材の育成実績

**2-8. 戦略的 ICT 人材育成**

量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC(NICT Quantum Camp)を、以下のとおり、令和2年度より拡大して開催した。機構がカバーする分野だけでなく、機構外からも大学、企業の方々に講師・アドバイザー(17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。具体的には、(1)令和3年度から始めたアウトリーチ拡大の取組として、量子 ICT に関心のある一般向けの公開セミナー、(2)体験型人材育成として、専門家からの講義や演習(例えば、ゲート型量子コンピュータ実機を使った演習。)を提供する選抜メンバー向けの体験型プログラム、(3)探索型/課題解決型人材育成として高度量子 ICT 研究者の育成を図る探索型プログラム(採択者はスーパーバイザーの指導の下、研究を実施。研究作業支援費の支給あり。)を開催した。(1)は2回開催で延べ289名の参加があり、(2)は応募75名から選抜した49名(令和2年度は応募62名中30名を選抜。)、(3)は応募8件から採択した5件の研究課題に6名の参加(令和2年度は2件に4名。)があった。

体験型プログラムでは、能動的な学習のための振り返り資料作成によるアウトプット訓練を導入したほか、令和2年度の最終発表会のYouTubeでの公開や、修了生たちのアシスタント参画など、これまでの蓄積も活用した人材育成に取り組みを行った。

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、協力研究員、研修員(大学生・大学院生を中心に研修員を受け入れており、その割合は約9割を占める)、招へい専門員の受入れ等を行い、年間数百人規模の人材育成を継続的に推進した。令和3年度は、コロナ禍の影響もあり、共同研究と連動する協力研究員は、令和2年度実績をやや下回るものの、研修員及び招へい専門員は、令和2年度実績を上回ることができた。また、令和3年度から

に取り組み、シンポジウム当日は約340名の視聴があった。

自治体への防災訓練への参加による社会実装の促進、展示等による技術や有効性のアピールとして、神戸市市民版防災訓練(情報投稿訓練)に協力し、令和3年6月9日から2日間、防災チャットボット SOCDA の LINE アカウントを通してユーザ(神戸市民)に投稿を呼びかけ、大雨警報が発表された状況下を想定し、被害状況等の情報収集を行った。この訓練において利便性を向上させた新しいユーザインターフェースを提供し、神戸市関係者側から好評を得ることができた。また、同市の令和4年1月17日の訓練でも利用された。加えて、新たな自治体にて SOCDA を活用する商用サービスが開始され、令和3年8月の豪雨時に実活用された他、令和4年3月16日に福島県沖で発生した地震において先行して商用サービスを導入していた別の自治体においても実活用されるなど、自治体での情報収集に役立った。セミナー・展示などの耐災害 ICT 技術の広報、展開活動として、ICT フェア in 東北 2021(6月:オンライン)、NICT オープンハウス in 仙台(10月:オンライン)ぼうさいこくたい 2021(11月、岩手県釜石市、現地開催+オンライン)、など10件のイベントに出展し、成果展示を行った。標準化活動として、ITU-D SG2 2018-2021 Output Report に「DISAANA, D-SUMM」、「SOCDA」、「ダイハードネットワーク」の事例が掲載された他、ITU-T SG2 FG-AI4NDM に AI チャットボットの取組事例の寄書を入力した。また、ASTAP 33 にて2件の発表を実施した他、レジリエントな地域情報共有・通信システムのワークプランの提案を行い承認された。

**2-8. 戦略的 ICT 人材育成**

【取組がICT人材の需要に対応できるものとして適切に実施されたか。】

量子技術を巡る様々な状況変化にも適応できる総合的な体制を整備するなど、顕著な成果が認められる。

顕著な成果として、

・量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC(NICT Quantum Camp)について、令和2年度から継続している体験型プログラム、探索型プログラムともに規模を拡大して実施したほか、令和3年度からは新たに公開セミナーを開催して多くの参加を得たことは、戦略領域である量子ICT分野の人材育成について大きく貢献したこと

・NQCの施策拡大を実施し精力的な活動を進めており、前年度の修了生が今年度のアシスタントとして参加するなど、これまでの蓄積も活用しながら、プログラムを循環進化させる工夫を図ったこと  
等が挙げられる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、顕著な成果の創出が認められ

**【戦略的 ICT 人材育成】**

・量子ネイティブ人材を育成するプログラム NQC(NICT Quantum Camp)について、令和2年度から継続している体験型プログラム、探索型プログラムともに規模・内容を拡大して実施したほか、これまでの人材等の蓄積も活用しながらプログラムを循環進化させ、令和3年度からは新たに公開セミナーを開催して多くの参加を得るなど、量子技術を巡る様々な状況変化にも適応できる総合的な人材育成体制を整備するなど、社会実装に向けた顕著な成果が認められる。



の研究・教育活動への従事、国内外の研究者や学生の受け入れ等を推進し、一層深刻化するICT人材の育成にも貢献するものとする。

**(9) 研究支援業務・事業振興業務等**

「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」(平成22年12月7日閣議決定)等の政府決定を踏まえ、国の政策目的達成のために必要なものに限定しつつ、引き続き効率的かつ効果的に実施していくものとする。また、各業務における支援対象の選定に当たっては、第三者委員会の設置等適切な方法により評価を行い、透明性の確保に努めるものとする。

**① 海外研究者の招へい等の支援**

高度通信・放送研究開発を促進し、我が国の情報通信技術の

**2-9. 研究支援業務・事業振興業務等**

**(1) 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」

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。

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**

**(1) 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

**<評価の視点>**

・取組が国際的な研究交流の促進や情報通信サービスの創出につながっているか。

**<指標>**

【評価指標】  
 ・研究交流の取組状況  
 ・情報通信ベンチャー企業に対する支援の取組状況  
 人材育成プログラムの取組実績

**2-9. 研究支援業務・事業振興業務等**

開始した「Beyond 5G 研究開発促進事業」の「Beyond 5G シーズ創外型プログラム」において、代表研究責任者が39歳以下等を要件とする「特別枠」を設け、4件の提案を採択する等、委託事業においても、若手研究者育成の視点に留意した取組を推進した。なお、令和3年度から、連携大学院制度等を一層有効に活用できるよう、協力研究員、研修員に対して、活動終了時点において、満足度や課題等の把握を目的としたアンケート等の実態調査に着手しており、今後、課題の整理等を行い、その結果も踏まえ、各研究所と連携し、求められる人材育成プログラム等に反映していく予定である。

- ・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次代の人材を確保していくため、研修員については、約9割を大学・大学院から受け入れる等、学生や若手研究者の継続的な育成に貢献した。
- ・連携大学院制度に基づき、機構の研究者を大学等へ派遣することで大学院のICT人材育成にも継続的に取り組んでおり、令和3年度は、コロナ禍の影響もあり、前年度と同程度の実績となった。

**(1) 海外研究者の招へい等による研究開発の支援**

・「海外研究者の招へい」は、令和2年度から継続した2名のほか、8名の招へいを採択したが、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、海外渡航が著しく困難となったことなどにより、6件が中止(辞退)となった。なお、「国際研究協カジャパントラスト事業」による海外研究者の招へいは、平成23年度から、「海外研究者の招へい」と審査委員会を統合するなど、公募から採択、事後評価に

た他、将来的な成果の創出が期待される実績も得られたため、評価を「A」とした。

**2-9. 研究支援業務・事業振興業務等**

【取組が国際的な研究交流の促進や情報通信サービスの創出につながっているか。】

コロナ禍の影響が残る中、海外研究者の招へいや国際研究集会開催支援について、前年度から応募者の増加を図るなど、着実な成果が認められる。

以上のことから、年度計画を着実に達成し、成果の創出が認められたため、評価を「B」とした。

**【研究支援業務・事業振興業務等】**

- ・人材育成業務としてベンチャー事業化支援や情報弱者への支援を行った。海外研究者招聘はコロナ禍のため規模縮小となった。

研究レベルの向上を図るため、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会の開催支援」を行うものとする。ウイズコロナ・ポストコロナ時代において、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、今中長期目標期間では、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会の開催支援」について、前期(平成28年度から令和2年度まで)と同程度の実績を目指すものとする。さらに「海外研究者の招へい」においては、招へいごとに、共著論文、研究発表、共同研究成果のとりまとめ、共同研究の締結等の研究交流の成果が得られるものとする。

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、民間の公益信託の運用益等を原資として、海外から優秀な研究者を招へいする「国際研究協カジャパントラスト事業」を着実に実施する。実施にあたっては、「海外研究者の

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、「国際研究協カ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(「国際研究協カ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。

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、「国際研究協カ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(「国際研究協カ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。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。

至るまで一体的、効率的に実施している(1件採択したが、辞退)。

- 「国際研究集会開催支援」も、新型コロナウイルス感染症の拡大による海外渡航や大規模集会開催が困難な状況が続いたため、オンライン開催やハイブリッド開催への形式変更に対応し、8件の支援を行った(他、1件辞退)。
- 機構内の研究所や大学等の委託研究先・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約800件へ資料を送付し、積極的な周知活動を行った。また、研究機関への個別訪問による制度説明については、新型コロナウイルス感染症対策により、令和2年度に続き実施を見送った。結果として、集会及び招へいの応募数の目標30件以上に対し33件の応募があった。「海外研究者の招へい(国際研究協カジャパントラスト事業を含む。)」の令和4年度分の公募については、17件(大学等14件、民間企業3件)の応募があり、12件を採択した。また、「国際研究集会開催支援」の令和4・5年度分の公募については、16件(令和4年度分15件、令和5年度分1件)の応募があり、令和4年度分として9件、令和5年度分として1件を採択した。なお、審査要領に基づき、審査委員会の委員(外部有識者)が個別に評価を行い、その合計点により順位付けしたのち、審査委員会を開催して総合評価を行った(審査委員会の委員が関係している応募案件については、審査委員会規程により、その評価に参加できない)。
- 招へいの具体的な成果の増加を目的として、共著論文、外部への研究発表、共同研究契約等がより一層図られるよう、招へい先機関、招へい者に働きかけを行った。その結果、令和3年度の招へい4名(令和2年度から継続した2名を含む)において、4件の共著論文の執筆、5件の研究発表があった。

招へい」との運用面での一体的実施を図るものとする。

**② 情報通信ベンチャー企業の事業化等の支援**

次世代の情報通信サービスのシーズを生み出す情報通信ベンチャー企業の事業化、IoT サービスの創出・展開、身体障害者向けの情報通信サービスの普及に対する以下の支援等を行うものとする。

なお、これらの業務の実施に当たっては、情報提供の充実や標準処理期間の明示等により利用者に利便性の高い業務となるよう努めるとともに、政策目標に関連した具体的かつ定量的な目標の達成度に応じて、事業の見直しを行いつつ、着実に進めるものとする。

ア 次世代のより豊かで多様な情報通信サービスを実現するため、独創的な技術のシーズを有し、かつ、資金調達が困難な全国各地の情報通信ベンチャー企業や将来の起業を目

**(2) 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。

**(2) 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。

**(2) 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**

- ベンチャーキャピタル、ICT スタートアップ業界等のプロフェッショナルにより構成する「ICT メンタープラットフォーム」の ICT メンターによる情報通信ベンチャー（以下「ICT スタートアップ」という。）への助言・相談を実施し、ICT スタートアップの事業化の支援を行った（令和3年度：ICT メンター19名）。
- 将来の ICT スタートアップの担い手となる高専学生、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」及び地域から発掘した ICT スタートアップが販路拡大等を目的としてビジネスプランを発表する「起業家万博」を令和4年3月に開催した。令和3年度は、新型コロナウイルス感染症対策により、令和元年度及び令和2年度に引き続きオンライン等で開催した。
- 「令和3年度起業家甲子園」出場挑戦権獲得者を対象とし、グロー

指す学生等に対し、自治体や地域においてベンチャーを支援する団体等との連携を通じて、情報提供及び交流の機会提供等の支援を行うものとする。

さらに、NICTの研究開発成果の社会実装やNICTが有する知的財産権の社会還元を目指す観点から、自治体や地域においてベンチャーを支援する団体等との連携の枠組みを有効に活用するものとする。

情報通信ベンチャーに対する情報提供及び交流事業については、実施の結果、ベンチャーの創業や事業拡大にどの程度の貢献があったかといった成果に関する客観的かつ定量的な指標により成果を把握するものとする。

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同時に、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。

**(イ) 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

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同時に、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。

**(イ) 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

バル志向のICTスタートアップマインドの醸成と、より実践的なスキルの向上を図ることを目的に「シリコンバレー起業家育成プログラム」を令和4年2月、現地での実開催を予定していたところ、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、国内と現地をオンラインでつなぎ実施することとしたが、参加希望者が僅少であり、実施した場合の費用対効果に鑑み今年度は中止した。次年度においては、現地開催又はオンライン開催を問わず参加希望者が一定以上確保できるよう、施策内容等の検討に努める。

- ・「起業家甲子園」及び「起業家万博」の開催に向け、全国の自治体や地域のベンチャー支援組織・団体等と連携してICTスタートアップ発掘イベント等を実施した。
- ・「起業家甲子園」、「起業家万博」、地域連携イベント、講演会・セミナー等、令和3年度は35件のイベントを実施し、ICTスタートアップの事業化を支援した。なお、令和3年度も新型コロナウイルス感染症対策により一部のイベントがオンライン又はオンライン併用で開催された。
- ・ICTスタートアップに「令和3年度起業家万博」(令和4年3月)への出場機会、過去起業家万博出場者等にCEATEC 2021 ONLINE(令和3年10月)への出展機会を提供し、ILS2022(令和4年2月)への出展に向け推薦をする等、事業化促進のためのマッチング機会を提供した。
- ・事業化を促進するマッチングの機会を提供するためのイベント実施後に、令和2年度起業家万博出場者に対して実施したアンケートの結果で、目標の50%以上を上回る91%の社が新規取引先の開拓等につながったとの回答を得た。
- ・イベント毎に行った参加者への「有益度」に関する調査では、目標の70%以上を大きく上回る97.3%の回答者から4段階評価において上位2段階の評価を得た。得られた意見要望は、次年度の業務運営に反映させた。
- ・イベント(CEATEC 2021 ONLINE)において、機構の知的財産等の情報提供を実施するため、過去起業家万博出場企業とともに、機構の技術シーズを活用するNICT発ベンチャーに対し、出展の機会を提供し、多様な者とのマッチングの機会を提供した。
- ・ICTスタートアップ支援センター(HP)では、全国各地で連携、開催した地域連携イベントの状況を速やかに発信し、また、Facebookページを活用したタイムリーな情報発信、起業家甲子園・起業家万博のビデオライブラリの公表等を行い情報内容の充実を図るとともに、そのブランディング向上のためPRに努めた。

**(イ) 債務保証等による支援**

- ・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、既往案件の1件(1社)に対して、利子補給(1万円)を適切に実施し、同業務を終了した。
- ・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については、新規案件はなし。同事業に対する助成金交付業務に関しては、新規募集を終了し、交付決定済みの既存案件のうち残り2件について、助成対象事業者から実績

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ものとする。

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ものとする。

なお、信用基金については、令和3年度を目途に清算するものとする。

ウ 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、次の事業を実施するものとする。

(ア) 身体障害者

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。

(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

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、債務保証業務終了後の清算に向けて準備を進める。

(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

報告を求め、いずれも、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であることを確認の上、助成金の支払いを行い、同業務を終了した。

- 信用基金については、債務保証業務終了後の清算に向けて、関係省庁との間で、清算に向けた具体的な方法について協議を行った。

(ウ) 情報弱者への支援

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

向け放送の充  
実を図るた  
め、国庫補助  
金を原資とし  
て、字幕番組・  
解説番組等を  
制作する者等  
に対する助成  
を実施するも  
のとする。

**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

**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**

通信・放送新規事業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

**対する助成**

**ア. 字幕・手話・解説番組制作の促進**

- 全国 123 社の放送事業者等からの総額 24 億円の申請に対して、4億7千万円、50,257 番組（字幕番組 30,063 本、生字幕番組 14,925 本、解説番組 3,742 本、手話番組 1,527 本）の助成を行った。（3社が年度途中で申請を取り下げたため、助成対象事業者は 120 社。）
- 公募に当たっては、報道発表を行うとともに、ウェブページで制度の概要や実績も含め情報提供したほか、採択した助成先についても報道発表を行った。
- 助成に当たっては、普及状況等を勘案し、重点分野である解説番組、手話番組に加え、生放送字幕番組及びローカル局が制作する字幕番組に対しても優先的に予算配分を行い、効果的な助成を実施した。

**イ. 手話翻訳映像提供の促進**

- 公募の結果、1者からの1千8百万円の申請に対して、9百万円を助成した。
- 公募に当たっては、報道発表を行うとともに、ウェブページで制度の概要や実績も含め情報提供した。
- 採択に当たっては、7名の外部有識者による評価委員の厳正な審査・評価を行い、この結果を基に決定した。また、採択した助成先について報道発表を行った。

**ウ. 生放送番組への字幕付与の促進**

- 2回の公募を行った結果、1者からの 560 万円の申請に対して、280 万円を助成した。
- 公募に当たっては、報道発表を行うとともに、ウェブページで制度

<p>(イ) 身体障害者向けの通信・放送役務の利用利便の増進を図るため、国庫補助金を原資として、身体障害者向け通信・放送役務の提供・開発を行う者に対する助成等を実施するものとする。</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•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。</li> <li>•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。</li> </ul> <p><b>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</b></p> <p>次の点に留意する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•本制度の周知を行い、利用の促進を図る。</li> <li>•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。</li> <li>•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。</li> <li>•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。</li> </ul> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•「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</li> </ul>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•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。</li> <li>•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。</li> </ul> <p><b>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</b></p>	<p>の概要や実績も含め情報提供した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•採択に当たっては、要綱に定める選定基準に基づき、申請者の字幕付与に向けた取組状況や財務規模等も考慮して決定した。また、採択した助成先について報道発表を行った。</li> </ul> <p><b>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</b></p>		
--	---	---	---	--	--

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。

#### 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

#### ア. 身体障害者向け通信・放送役務の提供及び開発の促進

- 公募の結果、6件の応募があり、評価委員会を開催して「有益性」、「波及性」及び「技術の適格性」の観点から審査・評価を行い、この結果を基に5件を採択し、総額3千6百万円を助成した。
- 公募に当たっては、報道発表、ウェブページで概要や実績も含め情報提供するとともに、福祉関係団体への周知依頼や「情報バリアフリーのための情報提供サイト」登録者へのメール配信等により周知を行った。また、ニーズ・シーズマッチング交流会2021に出展し、助成制度の概要説明など情報提供を行った。
- 採択に当たっては、7名の外部有識者による評価委員会を開催して申請者のプレゼンテーションと質疑応答を行い厳正な審査・評価を行った。また、採択した助成先について報道発表及びウェブページで公表を行った。
- 採択案件の実績について、成果報告書により事後評価を行い、各事業にS～Bの評点及びコメントを付し、次年度の業務の参考とした。また、事後評価結果についてもウェブページで公表を行った。
- 助成終了2年後の継続実施率は100%であり、目標の70%以上を達成した。

#### イ. 情報バリアフリー関係情報の提供

- 「情報バリアフリーのための情報提供サイト」では、障害者や高齢者などに有益な情報をウェブ・アクセシビリティに配慮した上で定



<p>③ 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、情報収集衛星に関する開発等について、国から受託した場合には、適切に実施するものとする。</p>	<p>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。</p>	<p>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」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月一回程度定期的に行う。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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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。</li> <li>• 「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、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。</li> </ul> <p>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。</p>	<p>定期的に提供することにより、機構の情報バリアフリーに向けた施策と貢献を含め情報発信した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 毎月、同サイトのトピックコーナーを更新して、情報バリアフリーの実現に向けた取り組みを行っている事業者等を紹介した。</li> <li>• また、同サイトに「NICTの取組み」タグを設け、機構が行う情報バリアフリー助成金制度の概要や実績、成果事例について情報提供を行った。</li> <li>• 国際福祉機器展 H.C.R.2021 に出展し、助成事業者による成果発表やデモ展示を行い、事業成果の普及促進に向けて広く情報発信するとともに、助成金相談コーナーを設けるなど身体障害者や社会福祉に関わる団体等との交流充実を図った。また、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した。</li> <li>• 同サイト及び成果発表会の利用者や参加者に対し、「有益度」に関するアンケート調査を実施した結果、9割以上から「有益」との回答を得た。得られた意見要望は情報提供サイト運営等の参考とした。</li> <li>• 上記のほか、障害者等のニーズ情報や配慮の事例、シーズ情報、及び専門家情報等を掲載することにより障害者及び関係者へ有益な情報提供を行うための障害者データベース「情報アクセシビリティ支援ナビ」(※)の運用を開始した。</li> </ul> <p>(※)令和2年度に総務省が行った調査研究「障害関連情報共有プラットフォームに関する調査研究」の成果を反映した障害者データベース。総務省から無償で借り受け、機構が令和3年9月から運用を開始。</p> <p>2-10. その他の業務</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 「標準電波による無線局への高精度周波数の提供」、「南極地域観測事業における電離層観測(南極地域観測事業:総務省)」、今年度から「電波伝搬の観測・分析等の推進」の業務について、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ように、契約、経理検査対応、実績報告、及び借り受け処理の事務など研究支援を行った。</li> <li>• 国から受託した情報収集衛星レーダ衛星の開発および維持管理を効率的かつ確実に実施した。</li> </ul>	<p>定期的に提供することにより、機構の情報バリアフリーに向けた施策と貢献を含め情報発信した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 毎月、同サイトのトピックコーナーを更新して、情報バリアフリーの実現に向けた取り組みを行っている事業者等を紹介した。</li> <li>• また、同サイトに「NICTの取組み」タグを設け、機構が行う情報バリアフリー助成金制度の概要や実績、成果事例について情報提供を行った。</li> <li>• 国際福祉機器展 H.C.R.2021 に出展し、助成事業者による成果発表やデモ展示を行い、事業成果の普及促進に向けて広く情報発信するとともに、助成金相談コーナーを設けるなど身体障害者や社会福祉に関わる団体等との交流充実を図った。また、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した。</li> <li>• 同サイト及び成果発表会の利用者や参加者に対し、「有益度」に関するアンケート調査を実施した結果、9割以上から「有益」との回答を得た。得られた意見要望は情報提供サイト運営等の参考とした。</li> <li>• 上記のほか、障害者等のニーズ情報や配慮の事例、シーズ情報、及び専門家情報等を掲載することにより障害者及び関係者へ有益な情報提供を行うための障害者データベース「情報アクセシビリティ支援ナビ」(※)の運用を開始した。</li> </ul> <p>(※)令和2年度に総務省が行った調査研究「障害関連情報共有プラットフォームに関する調査研究」の成果を反映した障害者データベース。総務省から無償で借り受け、機構が令和3年9月から運用を開始。</p> <p>2-10. その他の業務</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 「標準電波による無線局への高精度周波数の提供」、「南極地域観測事業における電離層観測(南極地域観測事業:総務省)」、今年度から「電波伝搬の観測・分析等の推進」の業務について、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ように、契約、経理検査対応、実績報告、及び借り受け処理の事務など研究支援を行った。</li> <li>• 国から受託した情報収集衛星レーダ衛星の開発および維持管理を効率的かつ確実に実施した。</li> </ul>	<p>&lt;課題と対応&gt; (課題)【令和2年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】国あるいは機構の戦略として、何の、どのような取</p>	
--	--	--	---	---	--	--

組に貢献したかが明らかでなく、量子暗号等への貢献が報告されているものの、重点化が期待される。

(対応) Beyond 5G推進戦略(2020.6総務省公表)においては、Beyond 5Gの研究開発とともに知財・標準化戦略の必要性を述べています。こうした国の戦略に基づき、機構では、量子暗号通信のほか、テラヘルツ、非地上通信ネットワーク(NTN)、時空間同期の各技術について重点的に取り組むこととしており、ITU及び3GPP等で標準化活動を行っています。今後、ITUでは、量子暗号通信に関する各種勧告策定のほか、Beyond 5Gの標準化に向けて将来技術トレンド調査報告及びビジョン勧告の策定、3GPPではRelease18の策定が進められており、引き続き積極的に寄与文書を提出する等の活動を行ってまいります。

(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】文字どおり戦略的な活動が必要なゆえ、量子情報通信を含め重点領域に的を絞った活動が必要と考えられる。

(対応) Beyond 5G推進戦略(2020.6総務省公表)においては、Beyond 5Gの研究開発とともに知財・標準化戦略の必要性を述べています。こうした国の戦略に基づき、機構では量子暗号通信のほか、非地上通信ネットワーク(NTN)、時空間同期の各技術について重点的に取り組むこととしており、ITU及び3GPP等で活動を行っています。量子暗号通信では、ITUにおいて各種標準化の提案を行い、7つの勧告策定を実現しています。引き続き積極的に寄与文書を提出する等の活動を行ってまいります。

(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】Beyond 5Gや6Gを鑑みると、標準化活動は非常に時間のかかる息の長い活動である。Beyond 5G新経営戦略センター等を活用してぜひ戦略的な知財・標準化活動に取り組んでいただきたい。

(対応) Beyond 5G推進戦略(2020.6総務省公表)においては、グローバルファーストが掲げられ、Beyond 5Gの研究開発とともに海外との連携も含めた知財・標準化戦略の必要性を述べています。

ご指摘のあった総務省が設置した Beyond 5G新経営戦略センターでは、中小・ベンチャー企業等に向けて知財・標準化の支援施策を実施し、事務局を担う機構として、Beyond 5G研究開発促進事業を受託した企業、大学等にセンターの支援施策を紹介するなど連携を図りながら、戦略的な知財・標準化活動に取り組んできており、引き続き連携いたします。

(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】標準化や国際連携に関して、これらは研究成果有りの側面があるため、良い成果が生まれたところから連携や標準化が進む傾向もあるのかもしれないが、世界情勢を含めてより戦略的な計画も盛り込む等、こうした側面からの工夫があると良いかもしれない。また、地域課題の成果に関して、単なる地域課題の解決となっているということはないだろうか。地域課題の解決を通じて、それがグローバルな課題の解決に繋がるというシナリオがより強調されると良いだろう。

(対応)Beyond 5G 推進戦略(2020.6 総務省公表)においては、グローバルファーストが掲げられ、Beyond 5G の研究開発とともに海外との連携も含めた知財・標準化戦略の必要性を述べています。総務省が設置した Beyond 5G 新経営戦略センターでは、中小・ベンチャー企業等に向けて知財・標準化の支援施策を実施し、事務局を担う機構として、Beyond 5G 研究開発促進事業を受託した企業、大学等にセンターの支援施策を紹介するなど連携を図りながら、戦略的な知財・標準化活動に取り組んできており、引き続き連携いたします。研究成果の国際展開にあたっては、各国の事情や特有のニーズに即した国際連携活動を通じて、単なる国際展開にとどまらず、機構の新たな研究開発課題としての可能性を探る取組を行いました。中長期計画において「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」こととしていることから、ご指摘を踏まえて、地域課題の解決に向けた産学連携等による研究開発成果の社会実装の推進が、更なるグローバル課題の解決へとつながっていく

よう、オープンイノベーションの推進に  
取り組みました。

4. その他参考情報

様式2-1-4-2 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(業務運営の効率化に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	IV. 業務運営の効率化に関する事項		
当該項目の重要度、難易度		関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182

2. 主要な経年データ								
評価対象となる指標	達成目標		令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	(参考情報) 当該年度までの累積値等、必要な情報
一般管理費及び事業費の合計の効率化状況(%)	効率化率 平均 1.1% 以上	当年度	1.1%					効率化率平均 1.1%
		毎年度平均	1.1%					

3. 各事業年度の業務に係る目標、計画、業務実績、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価						
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸(評価の視点)、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価
				業務実績	自己評価	
IV. 業務運営の効率化に関する事項  1. 機動的・弾力的な資源配分 NICTの役員は、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、研究開発に係る機動的かつ弾力的な資源配分の決定を行うものとする。そのため、NICT内部で資源獲得に対する競争的な環境を醸成し、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、適切な資源配分を行うものとする。 また、外部への研究	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	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	<評価の視点> • 資源配分は、基本的には研究開発成果に対する客観的な評価に基づき、機構内外の情勢に応じた機動的・弾力的な資源配分を行ったか。 • 評価は、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	法人の業務実績・自己評価  業務実績 1. 機動的・弾力的な資源配分 • 研究開発成果に対する客観的な評価については、外部の専門家による外部評価、機構幹部による内部評価(実績評価及び研究計画に対する評価)を適正に実施し、その結果を踏まえて令和3年度の予算計画を作成するとともに、機構内外の情勢の変化に即応するための年度途中の追加配算など、機動的・弾力的な資源配分を行った。 • 予算や人員等の資源配分については、補正予算等情勢の変化に柔軟に対応し、特段の配慮を意識したマネジメントを行った。また、新たな価値の創造、機構内の活性化を目的とした外部資金獲得インセンティブ向上のための推進制度を継続実施した。 • 外部の専門家や有識者を構成員とする外部評価委員会に関して、第5期中長期目標に沿って、委員会を再構築し、新たな委員選出を行った。研究分野ごとの評価に加え、機構の自己評価の妥当性を審議する総括評価委員会を開催し、評価の客観性を高めた。 • 外部の専門家・有識者を委員とした国際及び国内アドバイザー会議、令和3年6月に国際アドバイザー会議、令和3年12月に国内アドバイザー会議を開催し、委員から第5期中長期計画に関して「おおむね適切であり、今後も研	自己評価 B 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 業務運営の効率化については、年度計画に沿って右欄に記載のように適切に運営を行い、十分に目標を達成したと認め、評定を「B」とした。 1. 機動的・弾力的な資源配分 • 機動的・弾力的な資源配分については、補正予算等情勢の変化に柔軟に対応し、予算や人員等の資源配分についての特段の配慮を意識したマネジメントを行った。 • 総務省との補正予算関係の調整業務、国際・国内アドバイザー会議、理事長タウンミーティングなどの業務を適切に執行した。  以上のように、機動的・弾力的な資源配分について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。	主務大臣による評価 評定 B <評価に至った理由> 年度計画における所期の目標を達成していると認められる。 主な状況は以下のとおり。 • 補正予算の執行など大量の業務に対応するための要員の増加、電子契約の施行など、変化に対する柔軟な対応、調達の合理化(競争入札増加への努力)、テレワークによる業務の促進などにより、効率的な業務運営の確保がなされたと考えられる。経営資源と成果を見える化し、より機動的・戦略的な組織運営を可能とすることを目的とした経営DXワーキングチームを立ち上げ、関係部署で連携し、経営管理システムの検討を開始した。

開発の委託については、NICT 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ことで機構全体の資源配分の最適化を図るものとする。

なお、資源配分の決定に際しては、NICT 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(若手研究者の育成を含む。)に対しては十分に配慮するものとする。

加えて、客観的な評価に当たっては、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、評価結果をその後の事業改善にフィードバックする等、PDCA サイクルを強化するものとする。

**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、事務・事業の特性を踏まえ、マネジメントサイクル(PDCA サイクル)により、公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的

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な評価に当たっては、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。

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な評価に当たっては、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。

図ったか。

- 資源配分の決定に際して、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に配慮したか。
- 委託研究の推進にあたっては、PDCA サイクルを意識した評価を行ったか。

<評価の視点>

- 公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に調達等の合理化に取り組んだか。

究開発を着実に推進いただきたい」とのご意見をいただいた。

- 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ついては、研究現場・管理部門との意見交換を行う「理事長タウンミーティング」を、令和3年度は未来ICT研究所小金井フロンティア研究センター、電磁波研究所、ソーシャルイノベーションユニット総合テストベット研究開発推進センターを対象に開催し、出された要望に対して業務企画部と連携し適切に対応した。
- さらに研究者や総合職職員の自由闊達な議論を醸成し、職員各々が機構の研究開発や業務実施体制の構築・改革に関する高い意識を持つための以下の取組についても、予算化するとともに部署間の連携を図るなど効果的な資源配分を行い、推進した。
  - 若手研究者等からの幅広い提案を募集し、新規研究課題のフィージビリティスタディや業務上の課題解決アイデア等を試行する「TRIAL」を実施し、令和2年度採択者の報告会を開催するとともに、令和3年度の新たな募集を行い、23件採択した。
  - 機構内の全階層(研究者、総合職及び経営層)によるオープンな意見交換会や検討会を通じ、新たな価値の創造や機構内の活性化の推進を目的としたスキーム「NEXT」を実施し、研究課題だけでなく、業務企画部と連携しDX課題も対象として募集を行い、9件採択した。
- 令和3年度高度通信・放送研究開発委託研究の19課題(40個別課題)については、機構の研究者が委託研究を統括することで、機構が自ら行う研究開発と一体的に実施した。
- 同委託研究の推進にあたっては、外部有識者により、1課題の事前評価、3課題の採択評価、12個別課題の中間評価、11個別課題の終了評価を実施したほか、PDCAサイクルを意識し、追跡評価の対象となる個別課題を含め、終了後数年経過した70個別課題を対象に成果展開等状況調査を実施した。
- 革新的情報通信技術研究開発委託研究の機能実現型プログラム基幹課題5課題の事前評価・公募・採択評価、機能実現型プログラム一般課題・国際共同研究型プログラム・シーズ創出型プログラム(委託研究)の公募・採択評価を実施し、計45個別課題について採択・契約を実施した。
- 委託研究の推進に当たり、研究内容については外部有識者による評価を受けるとともに、委託費の経理処理については経理検査業務を着実に実施した。

**2. 調達等の合理化**

- 特殊な物品で買入先が特定されるもの等規程に定める随意契約によることができる事由に合致しているかについて適切に審査を行い、効率的に調達事務手続きを実施した。
- 入札参加者拡大のため、令和3年度において予定される調達契約の案件一覧(令和2年11月、令和3年3月、10月時点で計477件)を、入札公告以前に機構Webサイト「調達情報」に掲載し競争の機会の拡大につなげた。
- 令和2年度に引き続き、入札情報配信サービスの周知に努め、同サービスへの新規登録者は前年度末比96社増加、うち30社と新たに契約を締結し、競争の機会の拡大につなげた。
- 競争性のない随意契約案件であるとして要求部署から提出さ

**2. 調達等の合理化**

- 「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った。
- 補正などを含めた予算拡大の中で調達合理化、収支計画管理などを着実に実施した。
- 補正予算の執行など大量の業務に対応するための要員の増加、電子契約の試行など業務の効率化等に着実に取り組んだ。

に調達等の合理化に取り組むものとする。

**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テレワーク、ローテーション勤務、時差出勤等を積極的に活用し、コミュニケーションの活性化、業務の効率化、働き方改革に努めるとともに、電子化の促進等により事務手続きの簡素化・迅速化を図る。

**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

**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

＜評価の視点＞

- テレワーク環境の整備、リモートワークツールの活用によりコミュニケーションの活性化を図る等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たか。
- より多様で柔軟な仕事環境を

れた全件について、財務部に設置した「随意契約検証チーム」により、会計規程に定める随意契約によることのできる事由との整合性について点検を適切に実施した。点検の結果、同事由に合致しない15案件について競争性を確保した公募及び入札手続きへ移行したところ、1件について複数応札となり競争性の拡大につながった。

- 公平性・透明性・競争性の確保のため、専任職員による仕様内容の適正化に向けた点検を実施した。
- 契約に係る事務について、規程において「契約担当」の権限を明文化し、適切に事務を行った。
- 規程に基づき、原則要求者以外の者による適正な検収を実施した。
- 調達に係るマニュアルの整備(改正)を実施し、引き続き職員向けホームページに掲載することにより周知を行った。
- 不適切な処理の発生未然防止並びに業務の円滑な処理を目的に、財務部における業務全般に関する「財務部総合説明会」、「調達に係るeラーニング」及び「各研究所別の個別説明及び意見交換会(脳情報通信融合研究センター、未来ICT研究所、ユニバーサルコミュニケーション研究所)」を引き続き実施した。また、公正取引委員会による「官製談合防止に係る研修会」の動画を契約室ホームページで案内することにより、不適切な処理の防止及びルールの遵守について、職員の意識の向上を図った。
- 現場購買に関する不適切な処理の再発防止策として、事後点検(抽出点検)を実施するとともに内部監査等の対策を引き続き実施し、不適切な処理が行われていないことを確認した。
- 上記に加え、調達の迅速化かつ効率化のため以下の取組を行った。
  - 契約依頼及び随意契約審査をワークフローに組み込み、電子化を推進するとともに、処理の一元化を行うことにより業務の効率化及び円滑な遂行を図った。
  - 契約締結の迅速化を図るため、電子契約について、試行による課題整理を行い、令和4年度の本導入に向けての検討を行った。
  - 作業負担の軽減と正確性を確保するため、簡易な定型処理作業について、RPAを導入し業務の効率化を行った。

**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**

- デジタルトランスフォーメーションの推進の取組により、業務効率化を目指した業務プロセスの見直しや業務システムの更改を計画的に実施した。更改(契約)済:会計システム、成果管理システム。更改予定(契約手続中):電子決裁システム、人事管理システムなど。新制度の導入(令和4年度から):電子契約サービス。
- 情報インフラ更新・増強(仙台基幹NW更新、光ファイバ増設、支援系NW増速、一部共通事務パソコン更新)を実施し、業務・研究開発環境の改善を図った。
- 業務システム(会計、成果、資産、勤怠、電子決裁、人事管理等)の更改・改修への支援(仕様書案作成、要件定義等)を行い、効率的な資源利用を進めた。
- システムのバックアップメディアの耐火金庫保管や遠隔バック

以上のように、調達等の合理化について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。

**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**

- コロナ禍における働き方改革や DX プロジェクトを立ち上げ、機構業務の効率化、DX の推進に貢献した。
- 業務の電子化の促進として、書面・押印が必要な手続き(659 件)すべての見直しを行い、押印の廃止、ペーパーレスへの移行を行った。また、クラウドサービスを活用して業務環境のデジタルトランスフォーメーションを積極的に推進した。

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。

一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。

実現するための環境整備を進め、働き方改革に努めたか。  
 ・電子化の促進等により事務手続きの簡素化・迅速化を図ったか。

- アップ、テレワーク中心の運用など、災害時を想定した運用を継続的に実施した。
- 新型コロナウイルス感染拡大対策として、職員・委託業者向けSSHサーバの増強、内線スマートフォンを中心とした電話システムを5拠点に約1,500台導入し、業務継続性を確保した。
- 電子申請への移行支援、アンケートフォームの運用、採用エントリーや入札資格等申請の電子化や集計の自動化、チャットツールの試験導入等クラウドサービスを活用して業務環境のデジタルトランスフォーメーションを推進した。
- テレワーク制度の運用においては、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、令和2年2月に特例措置として適用条件を大幅に緩和して実施してきた。
- 特例措置を開始から2年が経過し、機構において在宅勤務が定着してきており、今後、DXの推進ともマッチした働き方改革の推進、BCP確保等の観点から、さらに当該制度を行いやすい環境整備が必要であることから、現行制度の見直しを行い4月1日から新たな制度を施行した。
- 機構内での書面・押印が必要なすべての手続き(対象手続数659件)についての見直しを行い、他制度等の関係で押印廃止や電子化ができない手続きを除き、578件(87.7%)を押印廃止、539件(81.7%)を電子化(ペーパーレス化)へ移行し、事務手続きの簡素化・迅速化を図った。
- 押印撤廃等の実施には、機構における電子契約の利用が前提になるものも多いため、機構職員に向けた電子契約に係る説明会を開催(令和4年1月26日)するとともに、機構全体で電子契約を利用するにあたって必要となる関係規程を整備した(令和4年4月1日から施行)。

以上のように、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について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。

**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ものとする。

また、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ものとする。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ものとする。

**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。

**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。

**<評価の視点>**

- 一般管理費及び事業費の合計について、1.1%以上の効率化を達成したか。
- 総人件費について、必要な措置を講じたか。
- 給与水準について、適切性を検証し、必要に応じて適正化を図ったか。
- 給与水準の検証結果等を公表したか。

**<指標>**

- 一般管理費及び事業費の合計の効率化状況(%)

**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(4.5億円(新規・拡充分22億円-廃止プロジェクト等分17.5億円))は除外した上で、一般管理費及び事業費の合計について、1.1%以上の効率化を達成した。

**【運営費交付金算定式の概要】**

$$\text{当年度運営費交付金} = (\text{前年度当初予算額}(\ast 1) + \text{前年度自己収入}(\ast 2) - \text{廃止プロジェクト等}(\ast 3)) \times \text{効率化係数} + \text{新規・拡充一当年度自己収入}(\ast 4)$$

$$\text{R3年度 } 28,072,047 \text{ 千円} = ( 27,940,000 + 232,403 - 1,753,218 ) \times 0.989 + 2,199,117 - 255,643$$

※1: R2年度予算額

※2: R2年度自己収入(232,403) = R元年度自己収入実績額(211,275) × 1.1(調整係数)

※3: R2年度で終了した委託研究

※4: R3年度自己収入(255,643) = R2年度自己収入(232,403) × 1.1(調整係数)

総人件費については、政府と同様に、人事院勧告を踏まえた給与改定を行うこととしているが、国家公務員給与法の改正が令和4年度になる見込みであり、機構においてもこれに併せて実施する予定である。

国家公務員の給与水準を考慮しつつ、機構の給与水準を検証した。

**4. 業務の効率化**

一般管理費及び事業費の合計については、毎年度平均で1.1%の効率化となり、計画を達成した。

以上のように、業務の効率化について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。



<p><b>5. 組織体制の見直し</b>                  研究開発の成果の最大化及び適正、効果的かつ効率的な業務運営の一層の確保を図るため、NICTの本部・各拠点における研究等の組織体制の不断の見直しを図るものとする。特に、重点研究開発課題の研究成果の最大化が図れるよう、研究開発の推進スキーム、推進体制の柔軟な設定、及び研究者の育成・確保について見直しを図るものとする。</p> <p>また、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ものとする。</p>	<p><b>5. 組織体制の見直し</b>                  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。</p> <p>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。</p>	<p><b>5. 組織体制の見直し</b>                  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。</p> <p>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。</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;                  ・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い、効率的・効果的な組織運営を実現したか。                  ・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、機動的に研究課題の設定や研究推進体制の整備を行ったか。</p>	<p>令和3年度法人の給与水準(ラスパイレス指数)                  (研究職員(241人))                  対国家公務員(研究職) 99.9 (対前年比+3.1ポイント)                  (事務・技術職員(89人))                  対国家公務員(行政職(一)) 107.0 (対前年比+2.3ポイント)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>給与水準の検証結果や適正水準維持の取組状況について、国民の理解が得られるよう機構Webサイトで公表した。</li> </ul> <p><b>5. 組織体制の見直し</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>効率的・効果的な組織運営の実現については、経営資源(人材、予算、施設、設備)と成果(研究成果、知財)を見える化し、より機動的・戦略的な組織運営を可能とすることを目的とした経営DXワーキングチームを立ち上げ、業務企画部と連携して経営管理システムを検討し、概念設計を構築した。</li> <li>研究推進体制の整備については、研究コンプライアンスの重要性和研究倫理への意識の高まりに鑑み、委託研究において提案が上がっている医学系研究について、検討チームを立ち上げ、法令・指針の調査、他の資金提供団体の医学系研究への対応のヒアリング調査を行い、採択方針や監督方針などを策定した。</li> </ul>	<p><b>5. 組織体制の見直し</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>効率的・効果的な組織運営の実現については、経営資源(人材、予算、施設、設備)と成果(研究成果、知財)を見える化し、より機動的・戦略的な組織運営を可能とすることを目的とした経営DXワーキングチームを立ち上げ、関係部署で連携し、経営管理システムの検討を開始した。</li> </ul> <p>以上のように、組織体制の見直しについて、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。</p> <p>&lt;課題と対応&gt;                  (課題)【令和2年度評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】全体的な意見等                  コロナウイルスの突然の広がりによって、機構全体に対して、大きな影響が昨年度はあったのではないかと思う。研究機構であるので、こうした影響は当該年度のみならず、今後、むしろ来年度以降に影響が出てくるといった側面があるのではないだろうか。予算面も含めて、こうした影響を予測し、今から対策を講じておくことが必要ではないだろうか。                  (対応)機構では、新型コロナウイルス感染症拡大の対策として、対策本部を設置して在宅勤務を推進し、出勤抑制に努めてきたところです。実験を必須とする研究</p>
--	--	--	--	---	--

						<p>分野においては、その遂行に苦心しているが、各部署においてコミュニケーションを取りつつ、円滑な業務に努めました。引き続き、感染防止対策に留意しつつ、今後の予算計画の決定など、機動的・弾力的な資源配分を行い、第5期中長期計画の目標を達成に向け取り組んでまいります。</p>
--	--	--	--	--	--	---

4. その他参考情報

様式2-1-4-2 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(財務内容の改善に関する事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	V. 財務内容の改善に関する事項		
当該項目の重要度、難易度		関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182-1

2. 主要な経年データ								
評価対象となる指標	達成目標	基準値等 <small>(前中長期目標期間最終年度値等)</small>	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	(参考情報) 当該年度までの累積値等、必要な情報

3. 各事業年度の業務に係る目標、計画、業務実績、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価						
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸 (評価の視点)、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価
				業務実績	自己評価	
V. 財務内容の改善に関する事項	<p>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</p> <p>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。</p> <p>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もあり得る。</p> <p>予算計画 (1)総計 (2)一般勘定 (3)基盤技術研究促進勘定 (4)債務保証勘定 (5)出資勘定 (6)革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定</p> <p>収支計画 (1)総計</p>	<p>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</p> <p>予算計画</p> <p>収支計画</p> <p>資金計画</p>			B	<p>評価</p> <p>B</p>
						<p>予算計画、収支計画及び資金計画に基づき、以下のように適切に運営を行い、十分に目標を達成したと認め、評定を「B」とした。</p>

- (2)一般勘定
- (3)基盤技術研究促進勘定
- (4)債務保証勘定
- (5)出資勘定
- (6)革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定

資金計画

- (1)総計
- (2)一般勘定
- (3)基盤技術研究促進勘定
- (4)債務保証勘定
- (5)出資勘定
- (6)革新的情報通信技術研究開発推進基金勘定

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、「Ⅳ業務運営の効率化に関する事項」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、中長期計画の予算及び収支計画を作成し、当該予算及び収支計画による運営を行うものとする。

また、独立行政法人会計基準の改定(平成12年2月16日独立行政法人会計基準研究会策定、令和2年3月26日改訂)等により、運営費交付金の会計処理として、業務達成基準による収益が原則とされたことを踏まえ、収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理する体制を構築する。

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ものとする。

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すべき措置」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。

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

を達成するためとすべき措置」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。

<評価の視点>

- 運営費交付金を充当して行う事業について、適切に、中長期計画の予算及び収支計画を作成し、当該予算及び収支計画による運営を行ったか。
- 収益化単位の業務ごとに予算と実績を管理したか。
- 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し、また、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て説明したか。
- 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

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すべき措置」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については、令和2年度の実績等を勘案し、適正な収入を見込んだ上で、令和3年度予算計画を作成し、令和3年度予算計画による運営を行った。なお、イ:特許料収入は、予算額140百万円(決算110百万円)であった。ロ:競争的資金等の外部資金を含んだ受託収入は、予算12,498百万円(決算18,630百万円)であった。

- 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している。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報告書にて説明した。
- 施設・設備等保有資産については、棚卸及び減損兆候調査により見直しを行い、引き続き有効活用を推進している。また、国庫納付については、「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」に記載した。

1. 一般勘定

- 補正などを含めた予算拡大の中で調達合理化、収支計画管理などを着実に実施した。
- 運営費交付金を充当して行う事業については、効率化に関する目標について配慮し、外部資金の適正な収入を見込んだ上で、適切に予算計画等を作成し、これらの計画に基づく適切な運営を行った。
- 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した。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報告書にて説明した。
- 施設・設備等保有資産については棚卸及び減損兆候調査により見直しを行い、引き続き有効活用を推進した。また、国庫納付については、「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」に記載した。

- への努力がみられる。
- 知財収入の増大に向けて、技術移転推進担当者と研究所・研究者及び関連部署が連携して企業に対する技術シーズ情報の発信や技術移転契約の交渉を着実に進めることで、知的財産の活用促進が図られている。

**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

**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

**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の拡大に向けて取り組む。資金受入型共同研究の実現に向けて、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。

**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、収益納付の回収を引き続き進めること、業務経費の低減

付したか。

<評価の視点>

- 知的財産の活用により知的財産収入の増加を図ったか。
- 競争的資金等の外部資金の増加に努めたか。
- 資金受入型共同研究の拡大を図ったか。

<評価の視点>

- 業務経費の低減化を図るとともに、繰越欠損金の着実な縮減に努めたか。
- 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

**2. 自己収入等の拡大**

- 知的財産の活用による知財収入の増大に向けて、技術移転推進担当者と研究所・研究者及び関連部署が連携して企業に対する技術シーズ情報の発信や技術移転契約の交渉を進め、知的財産の活用促進を図った。なお、令和3年度、新規技術移転契約件数は18件、年度末技術移転契約件数は133件、技術移転収入は10,994万円であった。今後、更に保有する知的財産の産業界などへの情報発信を積極的に行い一層効果的な知的財産の活用を図っていく。
- 受託研究・研究助成金などの外部資金では、9,792百万円を獲得した。外部資金の増加に向けては、外部資金獲得に関する説明会や科研費説明会の開催、「外部資金獲得推進制度」による追加資金の配分などに取り組んだ。
- また資金受入型共同研究においても244百万円の資金を獲得した。資金受入型共同研究の拡大に向けては、先行する研究所等の取組事例を実施経緯を含めて機構内に紹介・共有するセミナー(令和4年2月)を開催する等、機構内の事例の把握・蓄積・共有に取り組んだ。

**3. 基盤技術研究促進勘定**

- 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・分析するため、今年度は過去の委託研究における売上納付の当初計画額と実績額に乖離が生じている理由について事実関係の調査を開始し、現在も継続中である。
- 対応状況及び今後の対応等について当機構HPIに掲載した。
- 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「民間基盤技術研究促進業務における売上(収益)納付金回収のための実施方針」に基づき、書面調査やヒアリングを実施し収益納付・売上納付として19百万円を回収し、併せて業務経費の低減を進めたことにより繰越欠損金を12百万円縮減した。
- 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、計画通り令和3年6月30日付国庫

**2. 自己収入等の拡大**

- 知財収入の増大に向けて、技術移転推進担当者と研究所・研究者および関連部署が連携して企業に対する技術シーズ情報の発信や技術移転契約の交渉を着実に進め、知的財産の活用促進を図った。
- 外部資金獲得のための説明会の実施、制度の充実等、外部資金増加のための取組を着実に実施した。

**3. 基盤技術研究促進勘定**

- 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ほか、業務経費の低減により繰越欠損金を着実に縮減した。

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ものとする。  
 なお、償還期限を迎えた保有有価証券に係る政府出資金については、国庫納付を行うこととする。

**4. 債務保証勘定**

各業務の実績を踏まえるとともに、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ものとする。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ものとする。なお、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ものとする。

**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

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

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、債務保証業務終了後の清算に向けて準備を進める。

**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

目処として国庫納付したか。

<評価の視点>

- 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したか。
- 債務保証の保証範囲や保証料率について、リスクを勘案した適切な水準としたか。
- 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たか。
- 信用基金の運用益の最大化を図ったか。

<評価の視点>

- 業務経費の低減化を図るとともに、出資金の最大限の回収に努めたか。

納付を完了した。

**4. 債務保証勘定**

- 平成28年度から新たに業務追加された助成制度及び既存の利子補給制度の原資を確保するため、令和2年度の利益剰余金2.5億円に加えて、56.2億円の信用基金を維持した。
- 令和3年度においては債務保証の実績はなかった。
- 令和2年度の利益剰余金2.5億円及び運用益を原資として、令和3年度は0.01百万円の利子補給金を支給し、運用益及び剰余金の範囲内に抑えるよう計画的に使用した。
- 利率の高い保有債券は償還日まで保有するとともに、償還を迎えた債券は、可能な限り有利な利率で運用した。
- 信用基金については、債務保証業務終了後の清算に向けて、関係省庁との間で、清算に向けた具体的な方法について協議を行った。

**5. 出資勘定**

- 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・分析するため、今年度は過去の出資における出資額と回収額の乖離が生じている理由について事実関係の調査を開始し、現在も継続中である。
- 対応状況及び今後の対応等について当機構HPに掲載した
- 旧通信・放送機構が直接出資し機構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に転じたが、資金は十分に保有されているため問題はない。さらに、うち1社は、令和2年度決算を踏まえ、株式配当の実施を求めたが株主総会で否決された。また、出資により取得した株式がその取得価格以

**4. 債務保証勘定**

- 運用益も助成制度等の原資とする等、基金の規模を維持し、運用の適正化を図った。
- 利子補給金及び助成金交付の額については、運用益及び剰余金の範囲内に抑えた。
- 保有債券は償還日まで保有するとともに、償還を迎えた債券を可能な限り有利な利率で運用し、信用基金の運用益の最大化を図った。

**5. 出資勘定**

- できる限り定量的に検証・分析するため過去の出資における出資額と回収額の乖離が生じている理由について事実関係の調査を開始し、現在も継続中であるほか、対応状況及び今後の対応等について当機構HPに掲載した。
- 出資先法人の経営内容・状況の把握に努め、経営状況に応じては、株式配当の実施を求めるなど繰越欠損金の縮減に努めた。

<p>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など、繰越欠損金の着実な縮減に努めるものとする。</p>	<p>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。</p> <p><b>IV 短期借入金の限度額</b>          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。</p> <p><b>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</b>          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。</p> <p><b>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</b>          なし。</p> <p><b>VII 剰余金の使途</b>          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</p>	<p>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。</p> <p><b>IV 短期借入金の限度額</b>          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。</p> <p><b>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</b>          基盤技術研究促進勘定における政府出資金15億円について令和3年度第1四半期中を目処として国庫納付する。          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行う。</p> <p><b>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</b>          なし。</p> <p><b>VII 剰余金の使途</b>          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</p>	<p>&lt;評価の視点&gt;          ・短期借入金について、借入があった場合、借り入れ理由や借入額等は適切なものと認められるか。</p> <p>&lt;評価の視点&gt;          ・不要資産について、適切に対応を行ったか。</p> <p>—</p> <p>&lt;評価の視点&gt;          ・剰余金が発生したときは、利益または損失について適切に処理されたか。</p>	<p>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は、株式処分に関する協議を進めた。</p> <p><b>IV 短期借入金の限度額</b>          ・該当なし。</p> <p><b>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</b>          ・基盤技術研究促進勘定における政府出資金15億円を令和3年6月30日に国庫納付した。          ・鹿島宇宙技術センターの一部国庫納付について令和3年度においては、施設撤去工事の設計業務に向けて、既存建物におけるアスベスト使用の有無等の事前調査を行った。令和3年12月に水戸財務事務所による現地確認が実施された。同事務所からの具体的な国庫納付条件等の指示があった。これに基づき、次年度にかけて設計業務に着手する予定で、地歴調査については、当該設計業務に包含して実施することとした。</p> <p><b>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</b>          ・なし。</p> <p><b>VII 剰余金の使途</b>          ・該当なし。</p>	<p><b>IV 短期借入金の限度額</b>          ・短期借入金の借入はなかった。</p> <p><b>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</b>          ・基盤技術研究促進勘定における政府出資金を国庫納付した。          ・鹿島宇宙技術センターについて、施設撤去工事の設計業務に向けて事前調査を行うなどの準備を進めた。</p> <p><b>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</b>          ・なし。</p> <p><b>VII 剰余金の使途</b>          ・積立金は「VII 剰余金の使途」に規定されている経費等に充当した。</p>	
--	--	---	---	---	---	--





様式2-1-4-2 国立研究開発法人 年度評価 項目別評価調書(その他業務運営に関する重要事項)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期目標の当該項目	VI. その他業務運営に関する重要事項		
当該項目の重要度、難易度		関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビューシート 0182

2. 主要な経年データ								
評価対象となる指標	達成目標	基準値等 <small>(前中長期目標期間最終年度値等)</small>	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	(参考情報) 当該年度までの累積値等、必要な情報
研究成果に関する報道発表の掲載率	100%	100%	100%					

3. 各事業年度の業務に係る目標、計画、業務実績、年度評価に係る自己評価及び主務大臣による評価																													
中長期目標	中長期計画	年度計画	主な評価軸(評価の視点)、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価																							
				業務実績	自己評価	評価	B																						
VI. その他業務運営に関する重要事項	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。	1. 施設及び設備に関する計画  令和3年度施設及び設備に関する計画(一般勘定) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>施設・設備の内訳</th> <th>予定額(百万円)</th> <th>財源</th> </tr> <tr> <td>国際的研究拠点整備、ユニバーサルコミュニケーション研究所電気設備改修工事ほか</td> <td style="text-align: center;">※ 35,695</td> <td>運営費交付金 施設整備費補助金</td> </tr> </table> ※令和3年度運営費交付金 350 百万 令和3年度施設整備費補助金 3,360 百万 令和2年度からの施設整備費補助金繰越額 31,985 百万	施設・設備の内訳	予定額(百万円)	財源	国際的研究拠点整備、ユニバーサルコミュニケーション研究所電気設備改修工事ほか	※ 35,695	運営費交付金 施設整備費補助金	<評価の視点> ・施設及び設備の効率的な維持・整備を適切に実施したか。	1. 施設及び設備に関する計画 ・中長期修繕計画等に基づき、本部及び各拠点における施設・設備の更新・改修・整備を下記のとおり実施した。 (単位:百万円) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>件名</th> <th>執行額</th> </tr> <tr> <td>Beyond 5G 共用研究施設・設備の整備</td> <td style="text-align: right;">18,552</td> </tr> <tr> <td>サイバーセキュリティ統合知的・人材育成基盤の構築</td> <td style="text-align: right;">5,362</td> </tr> <tr> <td>国際的研究拠点整備(本部新棟)</td> <td style="text-align: right;">3,080</td> </tr> <tr> <td>ユニバーサルコミュニケーション研究所電気設備更新工事</td> <td style="text-align: right;">51</td> </tr> <tr> <td>本部電気設備更新工事等</td> <td style="text-align: right;">19</td> </tr> <tr> <td>その他各所修繕</td> <td style="text-align: right;">29</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">合計</td> <td style="text-align: right;">27,093</td> </tr> </table> 注:計画額(35,695百万円)と執行額(27,093百万円)の差額(8,602百万円)のうち、8,142百万円は令和4年度に繰越して執行し、残り460百万円は不要見込額として国へ返納。 ・繰越額の内訳:令和3年度運営費交付金繰越額 301百万円(当初予算 350百万円)、令和3年度補正予算明許繰越額 3,270百万円(当初予算 3,270百万円)、令和2年度補正予算事故繰越額 4,571百万円(当初予算 28,485百万円)。 ・不要見込額の内訳:令和元年度補正予算分(当初予算 3,500百万円) 420百万円、令和3年度施設整備補助金分	件名	執行額	Beyond 5G 共用研究施設・設備の整備	18,552	サイバーセキュリティ統合知的・人材育成基盤の構築	5,362	国際的研究拠点整備(本部新棟)	3,080	ユニバーサルコミュニケーション研究所電気設備更新工事	51	本部電気設備更新工事等	19	その他各所修繕	29	合計	27,093	B	その他主務省令で定める業務運営に関する事項については、年度計画に沿って以下のように適切に運営を行い、十分に目標を達成したと認め、評定を「B」とした。 1. 施設及び設備に関する計画 ・中長期修繕計画に基づき、施設及び設備の効率的な維持・整備のため、改修・更新工事を適切に実施した。	<評価に至った理由> 年度計画における所期の目標を達成していると認められる。主な状況は以下のとおり。 ・多様な人材の配置として、総合職の職員について初めて中途採用を行い、他の企業等での職務経験を持つ人材の採用を行っている(令和4年3月1日採用が1名、4月1日採用が2名)。また、プロジェクト企画から成果展開まで実践的な視点で推進し、プロジェクト運営をサポートする人材として、企業での製品の開発・展開等の経験が豊富な外部人材等をインベーションプロデューサーの配置を着実に推進した。ブランド力強化のために、NICT オープンハウスの企画、GEATEC などコロナ禍でのイベント対応が適切に行われるとともに、機構の研究開発活動を新聞・雑誌・Web 等に掲載する従来の仕事を着実に実施したことに加え、今まで取り上げられなかったメディアにア
			施設・設備の内訳	予定額(百万円)	財源																								
国際的研究拠点整備、ユニバーサルコミュニケーション研究所電気設備改修工事ほか	※ 35,695	運営費交付金 施設整備費補助金																											
件名	執行額																												
Beyond 5G 共用研究施設・設備の整備	18,552																												
サイバーセキュリティ統合知的・人材育成基盤の構築	5,362																												
国際的研究拠点整備(本部新棟)	3,080																												
ユニバーサルコミュニケーション研究所電気設備更新工事	51																												
本部電気設備更新工事等	19																												
その他各所修繕	29																												
合計	27,093																												

(当初予算 90 百万円) 40 百万円。

**1. 人事制度の強化**

テニュアトラック制度の推進、給与や研究環境を含めた処遇面の改善など、若手や競争の激しい研究分野の研究者の確保に資するよう、魅力ある制度を充実させるとともに、民間等で事業経験のある研究支援人材を確保するものとする。また、多様なキャリア形成に向けた組織内外の人事交流を行うとともに、人材交流等による体制の強化に向けた人材育成を行うものとする。さらに組織に変化をもたらす人材の流動化を促進するため、実施可能なスキームを最大限活用し、諸外国の人材含め国研・大学・民間企業間でより積極的な人材交流を行うものとする。  
 なお、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」第 24 条に基づき策定された「人材活用等に関する方針」にも留意する。

**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. 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。

<評価の視点>

- 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したか。
- 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たか。
- 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たか。

**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**

- 先行的かつ効果的な人材発見と育成については、若手研究者が挑戦できる機会としてテニュアトラック制度を推進し、令和3年度に4名のテニュアトラック研究員を採用したことに加え、既存のテニュアトラック研究員のうち一定の成果を挙げた2名を令和3年度にパーマネント研究職として採用した。また、令和4年度採用としてテニュアトラック研究員を2名、一定の成果を挙げたテニュアトラック研究員5名をパーマネント研究職として採用内定した。
- リサーチアシスタント制度の活用については、セキュリティ関連分野等の優秀な若手人材4名を新規採用した。また、人材育成の加速を目的として、学生の長期休暇期間中における集中的な従事や大学院生・大学生に加えて高等専門学校生の採用が可能となるように規程改正を行うとともに、予算措置の拡充を行った。
- 学生が研究就業体験を通じて研究者として挑戦するきっかけとなるよう令和2年度より開始した国内インターンシップ制度については、令和3年度は11名を受け入れた。
- オープンイノベーションの潮流を踏まえた雇用については、研究成果の最大化を実現するための人材として、求める人材の専門性やミッションに応じてパーマネント研究職18名(うち女性2名、外国籍3名)、パーマネント研究技術職5名(うち女性3名)、パーマネント総合職7名(うち女性3名)及びテニュアトラック研究員4名を採用したほか、民間企業等からも出向者(専門研究員・専門研究技術員・専門調査員)を新規で19名受け入れた。以上の結果、一般事業主行動計画に掲げる「パーマネント研究職、パーマネント研究技術職の採用者合計人数に占める女性の割合を20%以上とする。」を達成した(21.7%、女性5名/合計23名)。

**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**

- 若手研究者が挑戦できる機会としてテニュアトラック制度を着実に推進した。
- 若手人材を含む多様で優秀な人材の確保として、リサーチアシスタント制度について着実に運用するとともに、令和4年度からの拡大に向けて採用条件や予算措置の拡充を進めた。

プローチして記事化されるなど、機構の知名度・理解度・関心度を高めるための“攻めの広報”に取り組み、高い注目を得ることができた。

- 若手研究者が挑戦できる機会としてテニュアトラック制度を着実に推進した。またリサーチアシスタント制度について着実に運用し、セキュリティ関連分野等の優秀な若手人材4名を採用した。さらに、令和4年度からの拡大に向けて採用条件や予算措置の拡充を進めた。
- 内部統制については、内部統制委員会において、過年度に起きた独立行政法人通則法に基づく主務大臣への届出未履行についての再発防止策の策定をはじめとした体制整備に適切に取り組んでいる。また、リスクマネジメント委員会においても、当該再発防止策に基づき「リスクマネジメントの実施計画」を改正した旨の報告があり、着実な改善を実施していると評価できる。

**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。

**2-2. 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。

<評価の視点>

- 戦略的に重要な分野等において、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したか。
- 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ったか。

<評価の視点>

- 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ったか。
- 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たか。
- 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したか。

**2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化**

- 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については、「国の重要な政策目標の達成のために必要な研究開発課題」を指定するとともに、当該課題の目標達成に不可欠な能力を有する者を特定研究員又は特定研究技術員に指定し、一定額の手当を支給する制度を設け、令和3年度末時点の指定者は2課題で38名である。
- 職員の意識の向上と能力発揮の最大化については、経営企画部等に若手から中堅層までの職員をプランニングマネージャーとして配置して機構全体のマネジメント業務にあたらせるなどにより、部署間の連携を意識した研究マネジメント能力の向上に努めた。
- 職務の役割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については、パーマネント研究技術職の室長への登用を行い、職員の意識向上と能力発揮の最大化を図った。

**2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成**

- 総合職の職員について、初めて中途採用を行い、他の企業等での職務経験を持つ人材の採用を行った(令和4年3月1日採用が1名、4月1日採用が2名)。
- 総合職若手職員の欧州連携センターへの派遣を実施したほか、国際人材派遣制度による総合職若手職員の令和4年度の留学を決定した。
- 実践的育成プロセスの充実については、マネジメント能力の向上等のため階層別研修として管理監督者研修、中堅リーダー研修を実施に加え、令和3年度から新たに主査・主任研修を実施した。また、新人育成のためメンターとなる者の研修を実施する等、各種研修を実施した。
- 経験豊富なリーダーのもとで実践を通じた能力の向上については、令和2年度に導入した人事評価制度(管理監督者による部下の育成指導の項目追加、評価結果の原則開示等)を引き続き実施し、経験豊富なリーダーのもとで実践的育成プロセスの充実を図った。
- 民間や大学等への出向、移籍、再雇用の柔軟化については、人事交流として大学とのクロスアポイントメント契約を4件(新規1件、継続3件)締結した。
- ダイバーシティの確保に関する女性職員の登用については、統括2名を研究所長及び研究センター長に、室長1名を研究センター長に、研究マネージャー及び主任研究員各1名を管理職(プランニングマネージャー)に、また主任研究員1名を研究マネージャーに昇任させた。以上の結果、一般事業主行動計画に掲げる「管理職に占める女性労働者の割合を7%以上にする。」を達成した(7.0%、女性管理職13名/全管理職186名)。

**2-2. 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化**

- 「国の重要な政策目標の達成のために必要な研究開発課題」を指定するとともに、当該課題の目標達成に不可欠な能力を有する者を特定研究員又は特定研究技術員に指定し、一定額の手当を支給する制度を設けた。令和4年3月31日現在の指定者は2課題38名である。
- 戦略と役割に応じた処遇とキャリアパスの明確化として、中長期的な課題であったパーマネント一般職制度を創設した。

**2-3. 実践的な業務や外部経験を通じた職員の育成**

- 総合職若手職員の欧州連携センターへの派遣を実施したほか、国際人材派遣制度による総合職若手職員の来年度の留学を決定した。
- 総合職の職員について、初めて中途採用を行い、他の企業等での職務経験を持つ人材の採用を行った(令和4年3月1日採用が1名、4月1日採用が2名)。

**2. 研究開発成果の積極的な情報発信**

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、NICT の役割(ミッション)や研究開発成果を外部にアピールしていくものとする。

また、NICT の研究開発成果の普及や社会実装を推進するためには、上記の情報発信が受け手に十分に届けられることが必要であることから、広報業務の強化に向けた取組を行うものとする。この場合、報道発表数等のアウトプットに加えて、当該アウトプットの効果としてのアウトカムとして新聞・雑誌・Web 等の媒体での紹介や反響等の最大化を目指した取組を行うものとする。

**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。

**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。

<評価の視点>

- 研究支援人材を確保し、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したか。

<評価の視点>

- 積立金は適切に処理されたか。

**2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上**

- 研究支援人材の確保については、パーマナント研究技術職の採用を積極的に行い、5名(うち女性3名)を採用した。また、令和4年度採用として9名(うち女性1名)を採用内定した。
- 有効な研究支援体制のあり方については、プロジェクト企画から成果展開までを実践的な視点でサポートする人材として、27名のイノベーションプロデューサーと4名のイノベーションコーディネーターを配置した。
- 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の確保については、多様で優秀な人材確保を目的として有期研究技術員の定義を見直し、規程の改正を行った。
- 機構内での職員の適正配置をすることにより、総合的な研究支援体制を強化することを目的として、パーマナント一般職制度を令和4年2月に創設した。

**3. 積立金の使途**

- 積立金は「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている経費等に充当している。
- 第5期中長期目標期間に繰り越した令和2年度補正予算等117.4 億円のうち、48.5 億円を当該補正予算に係る経費等に充当した。
- 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 9.8 億円に充当した。
- 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 0.5 億円に充当した。

**2-4. 研究支援人材の確保及び資質向上**

- プロジェクト企画から成果展開までを実践的な視点で推進し、プロジェクト運営をサポートする人材として、企業での製品の開発・展開等の経験が豊富な外部人材等を、イノベーションプロデューサーの配置を着実に推進した。

以上のように、人材に関する計画について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。

**3. 積立金の使途**

- 積立金は「Ⅶ 剰余金の使途」に規定されている経費等に充当した。

**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。

**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いき、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。

・最新の研究内容や研究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、研究開発内容に適した展示会に出展し、異種産業を含む外部との連携促進、若い世代を中心に来訪者の世代層を意識した情報発信力の強化に努める。

・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。

<評価の視点>

- ・ 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したか。
- ・ 機構の役割や研究開発成果を外部にアピールしたか。
- ・ 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ったか。

**4. 研究開発成果の積極的な情報発信**

・ 多様な手段を用いた広報活動については、機構の顕著な研究成果をニュース解説やニュースフラッシュ記事として、電子情報通信学会誌に5件紹介した。

・ 報道関係者と日頃から良好な関係を維持し、取材時は広報部がコミュニケーターとして主導的に対応した。報道発表だけでなく、記者への個別説明を積極的にアレンジし、メディアからの取材依頼、問合せや相談などには丁寧かつ迅速に対応した。コロナ禍において、引き続き、オンラインの利便性を活かして積極的にオンラインによる取材対応を行っている。従来、電話取材だけで済ませざるを得なかった地方の研究者への取材などについても、積極的にオンライン取材の調整を行い、資料を見ながら研究者が説明を行うことができることにより、紙面の獲得に至っている。

・ 報道発表に関する事故を防止するための「チェックシート」により、コンプライアンスを強化することができた。また、発表概要をまとめた「報道発表に関する確認事項」により、タイトルや内容について、報道室で担当部署と調整して分かりやすく手直しし、メディアに取り上げられるようアピールした。

・ 報道発表に際しては、毎回、担当部署と詳細な打合せをオンラインで行い、より分かりやすい報道発表資料の作成に努めた。報道発表資料においては実担当者名を前面に出すよう取り組んだ。その結果、研究開発成果等に関する報道発表を57件実施した。

・ また、海外への発信が効果的な案件については、英文による報道発表を13件行うとともに、米国科学振興協会(AAAS)が提供するオンラインサービスを使って投稿するなどPRに努めたところ、海外メディアに速報として掲載された。

・ 様々な媒体への発信に取り組んだことや研究成果の効果的なアピールにより、報道メディアからは多くの取材要望があり、取材対応件数は312件となった。

・ 記者からの取材依頼や電話問合せに、迅速で、きめ細やかな対応を行った結果、新聞掲載は872件、TV/ラジオ等放送が85件、雑誌掲載が223件、Web掲載が12,524件となった(広報部把握分)。新聞の1面掲載は大手一般紙60件を含み166件あった。

・ 雑誌掲載については、一般業界誌から小中学生向けの雑誌まで幅広い層を対象に掲載された。

・ 研究成果に関する報道発表(27件)に対する新聞掲載率は前年度に引き続き100%となった。

・ 日刊工業新聞のコラム枠「情報通信研究機構 NICT 先端研究」を保持・継続中。毎週1回、機構の研究者とその研究内容が大きくコラム欄に掲載され、各研究所・センターの研究者紹介のPRに貢献している(平成29年7月から、計219回掲載)。

・ 広報誌「NICT NEWS」(英語版を含む)では、毎回ホットな分野を取り上げ、令和2年度に引き続き、外部向けの視点をより重視した、トピックスページの一層の活用に努めた(直近のプレス記事、受賞者紹介など)。「NICT NEWS」英語版は、引き続きウェブ公開版にて発行した。

・ 技術情報誌「研究報告」を2回発行した。

・ 年間の活動報告を取りまとめた年報を適切な時期に発行し

**4. 研究開発成果の積極的な情報発信**

・ NICT オープンハウスの企画、CEATECなどコロナ禍でのイベント対応が適切に行われたとともに、より積極的な姿勢でNICTブランドの強化に取り組んだ。

・ 機構の研究開発活動を新聞・雑誌・Web等に掲載する従来の仕事を着実に実施したことに加え、今まで取り上げられなかったメディアにアプローチして記事化するなど、機構の知名度・理解度・関心度を高めるための「攻めの広報」に取り組み、高い注目を得ることができた。

以上のように、研究開発成果の積極的な情報発信について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。

た(電子ブック及び PDF)。

- 海外向けに、より幅広い機構の研究活動等の情報発信の強化となるよう、英文機関誌「NICT REPORT」(年1回発行、電子ブック及び PDF)を令和4年1月14日に発行した。機構の研究成果・活動紹介・研究成果ハイライト、マガジ的な要素である海外拠点の紹介等に加え、Beyond 5G/6G ホワイトペーパー、量子ネットワークホワイトペーパーのページを新たに追加し、機構の取組を幅広くアピールした。
- 刊行物については、掲載と同時に機構公式ツイッターへ投稿(日・英)し、引き続き周知に努めた。また、「NICT REPORT」については、広報誌「NICT NEWS」(英語版)の配信先に「NICT REPORT」の発行を配信するとともに、海外に向けアピールすべく、令和2年度に引き続き冊子版を発行し、フライヤー、URL・QRコード付カードについても昨年度同様作成した。
- 6月11日と12日、OPEN HOUSE 2021を『ニューノーマル社会を切り拓く最先端の ICT -Beyond 5G の実現を目指して-』と題して、オンライン開催し、基調講演やシンポジウム、技術展示、リクルートコーナーなどを配信した。そのうち、シンポジウムは、年末までアーカイブ配信も含め 2,831 回の視聴数を獲得した。また、各拠点の施設公開は、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、開催中止(鹿島、沖縄)、あるいはオンライン(神戸、けいはんな)での開催となった。
- 機構の活動内容を深く理解してもらうため、人数制限や換気など新型コロナウイルスの感染防止策を講じながら、VIPの視察、学生や社会人等の見学を受け入れた。視察・見学者は機構全体で 1,434 人を受け入れ、そのうち、186 人をオンライン対応した。また、令和3年2月、機構 HP に公開したバーチャル展示室は、7,385PV を獲得した。
- 展示会 CEATEC ( Combined Exhibition of Advanced Technologies)は、令和2年度に引き続き、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、オンライン開催となった。2つ (General Exhibit Area、Co-Creation PARK) のエリアに出展し、10月19日から22日までの4日間の会期中、4,327 回の視聴数(11月末までのアーカイブ配信も含め 4,518 回の視聴数)を獲得した。なお、Co-Creation PARK に出展した起業家万博発表企業2社がオープンカテゴリーのスタートアップユニバーシティ部門を独占受賞《グランプリ:(株)エイジング、準グランプリ:炎重工(株)》した。
- 市民・青少年の科学技術への興味の喚起及び次世代人材育成等に資するため、毎年参加してきた東京農工大学創立記念祭、こども霞が関見学デー、青少年のための科学の祭典については、令和2年度に引き続き、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、中止、あるいは変更された開催時期の都合で参加を見送った。一方、国分駅企画「駅からハイキング」(5月22日～6月6日)とこだいら観光まちづくり協会企画「めぐりん小平」(7月13日～9月30日)の近隣回遊企画の立ち寄り拠点の1つとして参加し、科学技術系高校での SSH 特別講義を12月と3月に実施した。
- 内閣府と JAMSTEC の共同主催による「Society 5.0 科学博」や岐阜県博物館特別展「今日から防災!-過去を知り、未来へ備えよう-」への展示物貸し出し、多摩六都科学館のミニ企画展「科学の本棚Ⅱ～科学と女性～」書評文の寄稿等を行っ

- た。
- 機構 Web サイトについて、5月にデザインリニューアルを行うとともに、第5期中長期計画期間の体制などの変更に伴う改訂を行った。
  - 研究紹介/プレスリリース/イベント情報など、最新の活動状況を機構 Web サイトにアップするとともに、Twitter などの SNS を活用して、プレスリリース/お知らせ/イベントに掲載した情報などを発信した。サイトのアクセス数(ページ数)は、8200 万 PV。Twitter のフォロワー数は、11,825 人に拡大した。また、令和3年度に運用を始めた Facebook と Instagram のフォロワーは、それぞれ 340 人、172 人。
  - 機構の活動を紹介するビデオライブラリ(YouTube NICT Channel)にオンラインイベントなど 78 本(収録時間総計:27 時間5分0秒)の映像コンテンツを追加し、総視聴回数は約 12.6 万となった。
  - 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のため、Web や様々な機会等を活用し積極的に情報発信した。
  - 外部向けイベントとしては、研究現場(研究者)と知財担当部署が密に連携・調整し、機構発の知財化シーズを産業界等に紹介するため、科学技術振興機構との共催により「NICT 新技術説明会」(10 月 14 日 オンライン、273 名聴講)を開催するとともに、Interop TOKYO2021(4 月 14 日-16 日 於 幕張)では、サイバーセキュリティ技術の利用拡大に向け、技術移転の取組(実施許諾契約や試用契約等の連携メニューの紹介等)や導入事例(「NIRVANA 改(※)」の企業連携によるソリューション展開等)を技術移転先企業と協力して紹介した。(※ 組織内のセキュリティ警告を集約・可視化し、セキュリティオペレーションを支援するシステム。)
  - また、機構のホームページにて新規登録特許の情報に分かり易い概要説明を付加して定期的に紹介するほか、「数値人体モデルデータおよび専用プログラム」、「EDR 電子化辞書」、「日本語話し言葉コーパス」、「静止衛星画像データ」に関する有償提供データや、「電磁波計測ケーススタディ集」や「テラヘルツ帯分光器ユーザのための“プラクティスガイド”」の無償頒布についても発信した。
  - さらに、独立行政法人工業所有権情報・研修館(INPIT)の開放特許データベースに機構が保有する特許情報を掲載し発信した。

**3. 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、情報システムや重要情報への不正アクセスに対して十分な対策を講じるとともに、サイバーセキュリティ基本法(平成 26 年法律第 104 号)に基づき、情報セキュリティポリシーの強化等により情報セキュリティ対策を講ずるものとする。さらに、情報セキュリティポリシーを不断に見直すことで対策強化を図るものとする。

**4. 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 NICT 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、適切に取り組むものとする。

**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、適切に取り組むものとする。

**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。さらに、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、コンプライアンス意識の向上を図るため、全役職員を対象とするコンプライアンス研修の実施等の施策を推進する。

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 総務省)に従って、適切に取り組む。

<評価の視点>

- CSIRT の適切な運営を行ったか。
- セキュリティを確保した安全な情報システムを運用したか。
- 情報セキュリティポリシー等を不断に見直し、対策強化を図ったか。

<評価の視点>

- 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したか。
- 特に、研究不正の防止に向けた取組について適切に取り組んだか。

**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た CSIRT の活動により、インシデント発生時の緊急対策・連絡の迅速化、被害拡大の防止に努めた。また、原因の分析等を行った。
- 不正侵入検知・防御システム、ファイアウォールの情報を収集・分析し、365 日 24 時間監視する体制を維持した。
- 基幹ファイアウォールにより、アンチウィルスや侵入検知にも対応した統合脅威防御を運用した。
- 機構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。
- インシデント発生時に備え、初動のネットワーク切断から、サーバの証拠保全、不審ファイルや通信の解析までを迅速に実施する体制を維持し、被害の拡大や再発の防止に努めた。
- その結果、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会開催期間中を含め、期間中に重大なインシデントは発生していない。
- 情報セキュリティ対策のための研修及び説明会として以下を実施した。
  - 標的型攻撃メール訓練
  - 情報セキュリティセミナー(集合型研修)
  - 情報セキュリティ自己点検
- 令和3年度政府統一基準群の改定を踏まえ、令和4年3月25日に情報セキュリティポリシーの改正を行ったほか、3月29日に情報セキュリティ管理規程の改正を行った(施行は令和4年4月1日)。
- 業務用スマートフォンのMDM(Mobile Device Management)化を進めた。

**6. コンプライアンスの確保**

- 【合同コンプライアンス研修(講演会、e-Learning)の実施】
- コンプライアンスに対する意識の一層の浸透を図るため、役員全員を対象とした合同コンプライアンス研修(講演会、e-Learning)を実施した。
- 講演会は、新型コロナウイルス感染症対策のため、集合研修に代えて、パワーポイントによるビデオ動画の視聴とし、令和3年11月15日～令和3年12月28日に実施した。講演内容は、新型コロナウイルス感染症の流行に伴いテレワークを利用する役職員が増加していることから外部講師(弁護士)による講演は「テレワーク実施におけるコンプライアンス上の留意点」とし、このほか部内講師(機構担当者)による「個人情報管理について」、「研究活動不正行為の防止に向けて」、「公的研究費の適正な執行について」、「パーソナルデータ・利益相反・生体情報研究倫理」の5テーマとし、各テーマとも860人(68%)超の役職員が視聴した。視聴期間終了後もWebページに掲載することにより、研修期間内に視聴できなかった役職員や繰り返し視聴したい者のニーズに対応した。

**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、情報セキュリティ対策の業務を着実に推進した。

以上のように、情報セキュリティ対策の推進について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。

**6. コンプライアンスの確保**

- コンプライアンス意識の向上を図るため、全役職員を対象とするコンプライアンス研修の実施等の施策を着実に推進した。
- 独立行政法人通則法に基づく総務大臣への届出が未履行であった件について、令和3年6月25日付けで文書による指導を受けたことを踏まえ、本件の重要性を強く認識し、再確認をしたうえで、再発防止のための各種取組を進めた。

以上のように、コンプライアンスの確保について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。



む。

- e-Learningは、役職員のコンプライアンス、内部統制、リスクマネジメント、研究不正、生体情報研究倫理、パーソナルデータ取扱研究開発業務、利益相反マネジメント、個人情報保護、反社会的勢力対応についての知識の向上を図りつつ、インシデント発生を予防し、内部統制の推進に資するため、令和3年10月11日～令和4年2月28日の間、全役職員の受講を目標に実施した。
- 【役職員への講習会・研修、教育の充実】
- 研修の計画的で効率的・効果的な実施のため、機構内全体に関する36研修の実施計画を作成し、進捗管理を行った。また、コンプライアンス面からのコンテンツの確認を行った。
- 【行動規範カード、コンプライアンスガイドブック、「NICT職員となって最初に読む冊子」の活用】
- 「国立研究開発法人情報通信研究機構行動規範(平成20年10月1日制定)」を印刷したカードを昨年度の在籍者に続き、今年度入所した役職員全員に、和文か英文のいずれか1部の配付を実施した。コンプライアンスの基本的事項をまとめた「コンプライアンスガイドブック」について、必要な現行化を実施するとともに、新規採用者向けにコンプライアンスについて最低限認識すべき内容に特化した冊子「NICT職員となって最初に読む冊子」を現行化して、新規採用者研修等で活用した。
- 【研究不正の防止に向けた取組】
- 上記の合同コンプライアンス研修(e-learning・講演会)において研究不正の防止、公的研究費の適正な執行に関する研修を実施した。講演会では、不正行為の防止にとどまらず、研究倫理に関する教材コンテンツの紹介、特定不正行為以外の二重投稿、不適切なオーサーシップへの警鐘についても周知した。
- 【法律関係業務の充実】
- 法律相談の窓口業務、顧問弁護士との仲介業務を実施。共同研究・受託・委託研究に係る契約に関する各部署への業務を支援。司法関係業務として、機構に係る紛争・訴訟対応実務を一括して実施。法令、規程類(規程、細則、通知)に係る解釈、例文作成を含む助言事務等を実施。規程類以外のマニュアル、覚書等の作成相談に対して随時助言を行った。
- 【通則法に基づく届出未履行业への対応】
- 法務・コンプライアンス室において、「届出・申請に関する法律一覧」を作成し、担当部署の室長及び庶務担当者宛に電子メールにて送付・共有した(9月1日)。国立研究開発法人情報通信研究機構組織規程(平成16年4月1日 04規程第3号)を改正し、独立行政法人通則法に基づく各届出業務を、各担当部署の業務として規定した(11月24日実施)。コンプライアンスに関するeラーニング研修(対象者:原則全役職員(派遣労働者含む)。毎年実施)に本年度から法令に基づく届出等に関する内容を盛り込み、実施した(10月11日開始)。
  - 新任管理監督者に対する研修において、総務部長から、本件を具体的に事例にとりあげた上で、リスク管理、コンプライアンスについて説明を行った(9月16日)。
  - 規程類の制定・改廃に関する機構職員向けガイドライン(以下「ガイドライン」という。)を改正し、届出等についての記載を追加すると共に、別紙として「届出・申請に関する法律一覧」

及び「審査依頼申請票及びチェックシート」(以下「チェックシート」という。)を追加した(9月1日)。ガイドラインについては、NICT Internal Services中の「法務・コンプライアンス・リスク管理」「法務・規程」の項目に掲載すると共に、「機構内向けアナウンス」への掲載等により機構内に周知した(9月1日)。さらに、規程類集の冒頭に当該一覧を盛り込んだガイドラインのリンクを設定し、職員がアクセスしやすいようにした(9月21日実施)。ガイドラインに届出決裁プロセスの並行実施を盛り込み、審査の際に、届出の決裁プロセスを行うよう担当部署への注意喚起を徹底することとした(9月1日以降該当案件ごとに実施)。届出等の要否も含む、規程改正における各種必要作業の確認に関し、チェックシートを活用し、規程改正の担当部署及び法務・コンプライアンス室の双方がクロスチェックを行うこととした(9月1日以降該当案件ごとに実施)。

- 人事室において、本件届出に関する管理表を作成し(5月中旬)、対象職員へ周知した(6月下旬)。また、後任者に対し、本件に関する引き継ぎが確実に行われるように引継書の更新を行った(7月)。
- 財務部において、経理室長から財務部各室職員に対して事務連絡「法令等に基づく届出等一覧表の作成及び後任者への引継ぎ依頼について」及び同事務連絡の別紙「法令に基づく届出等一覧表(財務部関連)」を発出し、主務大臣への届出等の周知及び後任者への当該一覧表の引継ぎの依頼を行った(7月30日)。財務部に新規着任したGL以上を対象に通則法に係る説明会を開催した(9月29日実施)。
- 法令違反に反する事案やそのおそれのある事案が判明した場合の連絡体制として、事案発生部署から法務・コンプライアンス室を経由して主務省庁に報告する体制を明確化した(9月30日)。
- 規程改正の決裁等において、独法通則法の関係条文を添付することにした(人事、経理)。
- 規程改正を理事会に付議する場合、規程改正と併せて主務省への届出及び外部HPへの公表を行う場合には、その旨を理事会説明資料に盛り込むこととした(9月28日理事会審議案件以降実施)。理事会で承認された規程の改正等に関し、主務省への届出を行う場合、電子決裁手続を行うこととした(5月より実施中)。届出の起案担当を財務部経理室予算グループとし明確化した(経理)(5月18日)。
- 財務部において、経理室長から財務部各室職員に対して事務連絡「法令等に基づく届出等一覧表の作成及び後任者への引継ぎ依頼について」及び同事務連絡の別紙「法令に基づく届出等一覧表(財務部関連)」を発出し、主務大臣への届出等の周知及び後任者への当該一覧表の引継ぎの依頼を行った(7月30日実施)。

**5. 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ものとする。

**6. 情報公開の推進等**

NICT 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、個人情報適切に保護するものとする。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)及び独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律(平成 15 年法律第 59 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ものとする。

**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)及び独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律(平成 15 年 5 月 30 日法律第 59 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。

**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)及び独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律(平成 15 年 5 月 30 日法律第 59 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。

<評価の視点>

- 内部統制に係る体制整備のための必要な取組を推進したか。

**7. 内部統制に係る体制の整備**

**【内部統制委員会】**

内部統制委員会を6月に開催し、前年度の内部統制の取組状況を踏まえ、内部統制システムに係る課題を洗い出して「内部統制システムに係る課題対応整理表」を現行化し、主要課題とした3課題を中心に対応している。具体的には、独立行政法人通則法に基づく主務大臣への届出未履行事項について再発防止策、Beyond 5G関連の適切な予算執行管理、機構のDX推進、脱炭素化を見据えた体制整備に取り組むこととしている。また、リスクマネジメント委員会から、リスク管理の進捗状況等を報告され、リスクマネジメントが適切に行われていることを確認した。

**【リスクマネジメント委員会】**

リスクマネジメント委員会は令和3年6月及び11月に開催し、洗い出したリスクの取組状況の報告を踏まえ、「リスクマネジメントの実施計画」を現行化し、リスク低減策の実施状況や新たなリスクの洗い出し等により、優先対応リスクを見直した。現在、同実施計画に基づき、PDCAサイクルによるリスク低減対応を実施している。具体的には、令和3年6月に優先対応リスクを新たに1件追加するとともに、令和3年6月に、リスク低減策の実施により、対応済みと考えられる3件を対応済みリスクに移行した。また、第5期中長期計画の開始を契機として、予防的なリスクマネジメントにも取り組むこととした。また、リスクの見える化にも取り組むこととし、リスクマップを作成し、役職員が日頃からリスクマップに接し、問題意識を持てるように機構内のシステムの活用の準備を進めた。

**8. 情報公開の推進等**

- 機構Webサイトにおいて、組織に関する情報、業務に関する情報、財務に関する情報等、適切かつ積極的に情報の公開を行った。
- 令和3年度における法人文書の開示請求は5件あり、4件について適切かつ迅速に対応した。1件については対応を継続中である。
- 合同コンプライアンス研修、新規採用者研修、個人情報保護管理者向けeラーニングにおいて、個人情報保護に関する研修を実施すること等により、個人情報の適切な取扱いを徹底した。
- 役職員を対象にコンプライアンスの基本を説明するコンプライアンスガイドブックにおいて、法人文書の適切な管理、開示請求を受けた場合の対応等について解説する等、周知徹底を行った。
  - 改正個人情報保護法の令和4年4月1日施行に伴い、関連する規程類の改正を行った。

**7. 内部統制に係る体制の整備**

- 内部統制については、定時的な委員会を開催し内部統制システムに係る課題を洗い出すとともにBeyond 5G関連の適切な予算執行管理、機構のDX推進等に取り組んだ。リスクマネジメントについては、定例的に委員会を開催し「リスクマネジメントの実施計画」を現行化、リスク低減策の実施状況や新たなリスクの洗い出し等により、優先対応リスクを見直した。

以上のように、内部統制に係る体制の整備について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。

**8. 情報公開の推進等**

- 機構Webサイトにおいて、組織に関する情報、業務に関する情報、財務に関する情報等、適切かつ積極的に情報の公開を行った。

以上のように、情報公開の推進等について、年度計画に沿って業務を着実に実施し、十分に目標を達成した。

					<p><b>&lt;課題と対応&gt;</b>                  (課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】                  女性の重要ポストへの登用が望まれる。                  (対応) 令和7年度末までに管理職に占める女性労働者の割合を7%以上にすることを目標に取り組んでおり、さらに、令和3年度から、役員(8名)に占める女性の割合を12.5%(1名)以上にすることを目標に追加して取り組んでいます(出典:一般事業主行動計画 令和3年10月13日更新)。なお、令和3年4月に女性初の研究所長が就任しているところです。</p> <p>(課題)【第4期評価総務省国立研究開発法人審議会の意見】                  女性研究者の積極的な採用、管理職への育成を行っている点は評価できる。今後も継続、強化して、取り組んでいただきたい。                  (対応) 令和7年度末までに管理職に占める女性労働者の割合を7%以上にすることを目標に取り組んでおり、さらに、令和3年度から、役員(8名)に占める女性の割合を12.5%(1名)以上にすることを目標に追加して取り組んでいます(出典:一般事業主行動計画 令和3年10月13日更新)。なお、令和3年4月に女性初の研究所長が就任しているところです。</p>	
--	--	--	--	--	--	--

4. その他参考情報

--