

第3期中期目標期間  
研究室・センター  
進捗ヒアリング報告書

平成27年2月

独立行政法人情報通信研究機構の  
研究活動等に関する外部評価委員会



第3期中期目標期間の研究室・センターの外部評価(進捗ヒアリング)について.....	1
委員名簿.....	4

## ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 評価

### ネットワーク研究本部

ネットワークシステム総合研究室.....	8
----------------------	---

### 光ネットワーク研究所

ネットワークアーキテクチャ研究室.....	10
フォトニックネットワークシステム研究室.....	12
光通信基盤研究室.....	14

### テストベッド研究開発推進センター

テストベッド研究開発推進センター.....	16
-----------------------	----

### ワイヤレスネットワーク研究所

スマートワイヤレス研究室.....	18
ディペンダブルワイヤレス研究室.....	20
宇宙通信システム研究室.....	22

### ネットワークセキュリティ研究所

サイバーセキュリティ研究室.....	24
セキュリティアーキテクチャ研究室.....	26
セキュリティ基盤研究室.....	28

## ユニバーサルコミュニケーション基盤技術領域外部評価委員会 評価

### ユニバーサルコミュニケーション研究所

音声コミュニケーション研究室.....	32
多言語翻訳研究室.....	34
情報分析研究室.....	36
情報利活用基盤研究室.....	38
超臨場感映像研究室.....	40
多感覚・評価研究室.....	42

## 未来ICT基盤技術領域外部評価委員会 評価

### 未来ICT研究所

バイオICT研究室.....	46
ナノICT研究室.....	48
量子ICT研究室.....	50
超高周波 ICT 研究室.....	52

### 脳情報通信融合研究センター

脳情報通信融合研究センター.....	54
--------------------	----

## 電磁波センシング基盤技術領域外部評価委員会 評価

### 電磁波計測研究所

センシング基盤研究室.....	58
センシングシステム研究室.....	60
宇宙環境インフォマティクス研究室.....	62
時空標準研究室.....	64
電磁環境研究室.....	66

## 第3期中期目標期間の研究室・センターの外部評価(進捗ヒアリング)について

独立行政法人情報通信研究機構(以下「情報通信研究機構」という。)の研究活動等に関する外部評価委員会では、平成26年度に第3期中期目標期間(平成23年度から平成27年度)における各研究室及びセンターの研究活動に関する進捗ヒアリングを実施し、その評価結果を報告書としてとりまとめた。

### 1 外部評価の目的

情報通信研究機構は、情報通信分野を専門とする唯一の公的研究機関として、第3期中期目標期間においては、現代社会の様々な場面でクローズアップされている環境問題などの地球規模の課題、医療・教育の高度化、生活の安心・安全等の国民生活の向上のための課題並びに中長期的取り組みによるイノベーション創出等による国際競争力強化のための課題を重視し、情報通信研究機構が自ら行う研究及びそれと連携した委託研究によって、これら課題の改善、解決に着実に貢献することを基本とした研究開発を推進することとしている。

このため、より質の高い研究成果の創出と、それによる社会への還元を目指して情報通信技術の研究開発を推進していくため、外部有識者・外部専門家による「独立行政法人情報通信研究機構の研究活動等に関する外部評価委員会」を設置し、情報通信研究機構が自ら実施する研究開発について、主に次の点を目的として、その実施計画、進捗状況及び成果に関して外部評価を実施している。

- (1)ピアレビュー形式を採用し、研究活動の進捗、成果等についての評価・アドバイスを受けることにより、研究者をエンカレッジするとともに、研究の方向性、手段等の最適化につなげること。
- (2)客観的な見地等に立った評価を行うことにより、社会・経済情勢、政策ニーズの変化等に柔軟に対応した研究開発課題の見直しや、メリハリの利いた研究資源配分につなげること。

### 2 外部評価の時期

情報通信研究機構では、中期目標期間の開始年度に「期首評価」、中間年度に「中間評価」、終了年度に「期末評価」をそれぞれ実施しており、また、それ以外の年度(第2、第4年度)には、研究の進捗状況に関するヒアリングを実施している。

このような中、平成26年度実施の外部評価は、第3期中期目標期間の中間評価と期末評価の間の年度に当たることから、進捗ヒアリングと位置付けて評価を実施した。

### 3 外部評価の体制

外部評価は、「ネットワーク基盤技術領域」、「ユニバーサルコミュニケーション基盤技術領域」、「未来 ICT 基盤技術領域」及び「電磁波センシング基盤技術領域」の4つの基盤技術領域ごとに、次に掲げる外部評価委員会を設置し評価を行った。

- ・ ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会
- ・ ユニバーサルコミュニケーション基盤技術領域外部評価委員会
- ・ 未来 ICT 基盤技術領域外部評価委員会
- ・ 電磁波センシング基盤技術領域外部評価委員会

### 4 平成26年度の開催状況

外部評価は、技術分野ごとに次の日程により、各委員会を開催した。

委員会	技術分野	開催日 (平成26年)
ネットワーク基盤技術領域 外部評価委員会	新世代ネットワーク技術	11/4(火)
	光ネットワーク技術	11/19(水)
	テストベッド技術	11/11(火)
	ワイヤレスネットワーク技術	11/21(金)
	宇宙通信システム技術	
	ネットワークセキュリティ技術	12/15(月)
ユニバーサルコミュニケーション 基盤技術領域外部評価委員会	多言語コミュニケーション技術	10/31(金)
	コンテンツ・サービス技術	10/31(金)
	超臨場感コミュニケーション技術	10/30(木)
未来 ICT 基盤技術領域外部評価委員会	脳・バイオ ICT	11/4(火)
	ナノ ICT	11/17(月)
	量子 ICT	
	超高周波 ICT	
電磁波センシング基盤技術領域 外部評価委員会	電磁波センシング・可視化技術	11/10(月)
	時空標準技術	12/9(火)
	電磁環境技術	12/22(月)

## 5 外部評価の方法

研究室長等から第3期中期目標期間全体を通しての当該研究室等の研究の進捗に関する説明を受け、これに対して外部評価委員が質疑等を行い、研究の計画や遂行に関して、「平成26年度実績(見込み)」、「今中期目標期間実績(見込み)」及び「改善すべき点」に対してコメントによる評価を行った。

**ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 委員名簿** \* 分野毎50音順、敬称略

委員名	所属	技術	担当センター・担当研究室
<b>&lt;光ネットワーク分科会&gt;</b>			
尾家 祐二	九州工業大学 理事／副学長／教授	新世代NW技術	・NW システム総合研究室
斎藤 洋	NTT ネットワーク基盤技術研究所 主席研究員		
宇高 勝之	早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 教授	光NW技術	・光通信基盤研究室 ・フォトニック NW システム研究室 ・NW アーキテクチャ研究室
◎ 保立 和夫	東京大学大学院 工学系研究科 教授		
坪川 信	早稲田大学 理工学術院 情報生産システム研究科 教授	テストベッド技術	・テストベッド研究開発推進センター
守倉 正博	京都大学大学院 情報学研究科 教授		
<b>&lt;ワイヤレスネットワーク分科会&gt;</b>			
笹瀬 巖	慶應義塾大学 理工学部 教授	ワイヤレスNW技術	・スマートワイヤレス研究室 ・ディペンダブルワイヤレス研究室
三瓶 政一	大阪大学大学院工学研究科 教授		
篠永 英之	東洋大学理工学部 教授	宇宙通信システム技術	・宇宙通信システム研究室
○ 水野 秀樹	東海大学 工学部 教授		
<b>&lt;ネットワークセキュリティ分科会&gt;</b>			
岡本 龍明	NTT セキュアプラットフォーム研究所 岡本特別研究室長	NWセキュリティ技術	・サイバーセキュリティ研究室 ・セキュリティアーキテクチャ研究室 ・セキュリティ基盤研究室
○ 手塚 悟	東京工科大学 コンピュータサイエンス学部 教授		

**ユニバーサルコミュニケーション技術領域外部評価委員会 委員名簿**

委員名	所属	技術	担当センター・担当研究室
宇津呂 武仁	筑波大学大学院 システム情報工学研究科 教授	多言語コミュニケーション技術	・音声コミュニケーション研究室 ・多言語翻訳研究室
◎ 速水 悟	岐阜大学 工学部 教授		
○ 石川 佳治	名古屋大学大学院 情報科学研究科 教授	コンテンツ・サービス技術	・情報分析研究室 ・情報利活用基盤研究室
藤井 敦	東京工業大学大学院 情報理工学研究科 准教授		

河合 隆史	早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 教授	ケー シ ヨ ン 技 術 超 臨 場 感 コ ミ ニ	・超臨場感映像研究室 ・多感覚・評価研究室
山口 雅浩	東京工業大学 学術国際情報センター 情報支援部門 教授		

### 未来 ICT 基盤技術領域外部評価委員会 委員名簿

委員名	所属	技術	担当センター・担当研究室
圓福 敬二	九州大学大学院 システム情報科学研究院 教授／超伝導システム科学研究センター センター長	ナ ノ I C T	・ナノ ICT 研究室
時任 静士	山形大学 有機エレクトロニクス研究センター 副センター長／教授		
◎ 鈴木 陽一	東北大学 電気通信研究所 教授	脳 ・ バ イ オ I C T	・バイオ ICT 研究室 ・脳情報通信融合研究センター
徳永 万喜洋	東京工業大学大学院 生命理工学研究科 教授		
神成 文彦	慶應義塾大学 理工学部 教授	量 子 I C T	・量子 ICT 研究室
高柳 英明	東京理科大学 総合研究機構 教授		
荒木 純道	東京工業大学大学院 工学研究科 教授	超 高 周 波 I C T	・超高周波 ICT 研究室
○ 中野 義昭	東京大学大学院 工学系研究科 教授		

### 電磁波センシング基盤技術領域外部評価委員会 委員名簿

委員名	所属	技術	担当センター・担当研究室
佐藤 亨	京都大学大学院 情報学研究科 研究科長 ／教授	グ ・ 電 磁 波 セ ン シ ン グ 可 視 化 技 術	・センシング基盤研究室 ・センシングシステム研究室 ・宇宙環境インフォマティクス研究室
○ 松見 豊	名古屋大学 太陽地球環境研究所 所長／ 教授		
小野 諭	工学院大学 情報学部 教授	時 空 標 準 技 術	・時空標準研究室
杉山 和彦	京都大学大学院 工学研究科 准教授		
◎ 大崎 博之	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授	電 磁 環 境 技 術	・電磁環境研究室
曾根 秀昭	東北大学 サイバーサイエンスセンター 副センター長／教授		

表中 ◎:委員長 ○:副委員長



ネットワーク基盤技術領域  
外部評価委員会 評価

### 第3期中期計画期間における研究計画等

#### 《研究計画の概要》

新世代ネットワークの実現に向け、光、ワイヤレス、セキュリティ分野の各要素技術の有機的な融合等によるシステム構成技術や多様なネットワークサービスを収容するプラットフォーム構成技術等を実現する。それらの統合化を図るとともに、テストベッド等を活用してそれら技術の実証を進めることにより、新世代ネットワークのプロトタイプを実現する。

#### 《想定する主な学術的成果》

- ①日本としての新世代ネットワークアーキテクチャを確立。
- ②新世代ネットワークにおいて、既存のインターネットで収容しきれない規模の兆単位のオブジェクトを収納したサービスを実現可能なネットワークサービス基盤を開発。
- ③10年後にデバイス等の省電力化技術を含め、現状の100倍のエネルギー効率を達成する技術を開発等。

#### 《想定する主な社会還元の見通し》

ITU-T、IETF、WWRF等における国際標準化。テストベッドを活用した実証実験等により、新世代ネットワークのプロトタイプを実現し、豊かなICT社会の実現に寄与。信頼性やセキュリティ等の現在のネットワークが抱える様々な課題を解決し、柔軟で環境に優しく、国民の誰もがどんなときでも安心・信頼できる将来の社会基盤のネットワークとして、インターネットの次の新たな世代のネットワークが2020年頃実現する。

#### 《研究開発の競争力》

現在、各国において産学官の総力を挙げて新しい原理のネットワークの実現に向けた研究開発が取り組まれているが、国内ではNICTが国の研究開発機関として唯一。戦略策定と研究開発を同時並行的に推進することにより、効率的な研究開発を実現。共同研究・委託研究等様々なスキームを用いて、産学官連携による研究開発を推進。

#### 《マネジメントの概要》

戦略プロジェクトにおいては、社会的出口に近い上位レイヤであるネットワークサービスレイヤを総合研究室で重点的に研究開発し、トランスポートに近い、光、ワイヤレス、セキュリティに関しては各研究所との連携により研究開発を推進。更に、産学官ユーザー連携での実証的研究開発を通じ個別要素技術をシステム化し、日本における“新世代ネットワーク研究開発の中核拠点”を実現する。

### 委員からの主なコメント等

#### 《平成26年度の実績(見込み)》

- ・ 広範な分野をカバーしており、その各分野において特徴的な成果を含め、順調な進捗が見られる。
- ・ 特に、日欧および日米の国際連携では、新たなフレームワークの構築を含め他の研究組織に見られないレベルの規模で実施され、特徴的な取り組みとなっている。
- ・ 研究内容としては、HANAやICNなど、アドレス、名前解決と言ったネットワーク研究の中心的課題について、前進があった点を評価する。こうした装置研究に留まらないネットワーク研究が、さらに進展することを期待する。
- ・ 新世代ネットワークの基本構造を構成する基盤技術に関しては、HANAの研究成果に基づく商用L3SWの開発、ICNテストベッドに関する高い成果等、良好に進捗している。また、仮想ネットワークに関しては、無線アクセス仮想化システムおよびセルラー網に関する仮想ネットワークに関する研究開発が良好に遂行されている。
- ・ 複合サービス収容ネットワーク基盤技術に関しては、複合サービスを収容するために、複数のセンサーネットワークの相互接続と、気象予測アプリケーション等の実証実験を行うなど、良好に実施されている。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・今中期が終盤になり、商用レベルの技術の達成や総合テストベッドの充実が見込まれている。このこと自体は望ましいことであるが、一方で、こうした研究フェーズはしばしば、付随的作業に多くの時間、稼働を取られ、本来の研究行為を遂行しづらくなりがちである。メリハリをつけた研究業務の遂行が必要と思われる。
- ・ICNが今中期の中盤から、新たな重要研究テーマとして浮上している。上記のように、ICNなど、アドレス、名前解決と言ったネットワーク研究の中心的課題について、重点が置かれることは望ましいと考える。
- ・新世代ネットワークの基本構造を構成する基盤技術として、HANA、ICN等の開発と実証が着実に進められている。光ネットワーク研究に関しても着実に成果を挙げている。
- ・国際共同実証実験の実施も含めネットワーク仮想化に関する研究開発の進捗も良好である。
- ・さらに、PIAX、モバイルワイヤレスネットワーク等のテストベッドの構築および利用が進み、国内における当該研究活動への貢献も望ましい状況である。
- ・また、国際連携については、テストベッドにおける連携、国際公募における連携など、今後の成果が期待される。

**《改善すべき点》**

- ・致命的な問題は発見されていないが、あえて言えば、本研究の多くが関わる仮想化技術は新たな仕組みに過ぎず、これをもとに何を実現するかについて十分な検討が必要である。例えば、アクセスについても、アクセスに仮想化技術を適用するだけでは、真に新たなアクセスの提案にはなり得ない。仮想化により、新たに生み出されるものに期待する。
- ・今期の成果を明確にするとともに、来期の課題を整理することが必要な時期であると理解する。したがって、改善すべき点というより、今後配慮すべき点として、
  - これまでの研究成果に基づく関連科学技術の貢献度を強く示す。
  - アウトカムとして、(災害救援時等における)社会的な貢献を明確に示す。
  - テストベッド利用者および国際公募による研究者の研究活動も含め、関連研究活動の推進への貢献を整理する。
  - これまでの成果に基づき、今後の優先すべき研究課題の抽出を行う。
 ことなどが、有益であろうと考える。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C			
B委員	S, ⊕, B, C	◎, A, B, C			

ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 光ネットワーク分科会 光ネットワーク技術

光ネットワーク研究所 ネットワークアーキテクチャ研究室 (室長：原井 洋明)

※ 耐災害 ICT 研究センター ロバストネットワーク基盤研究室 の一部を含む

### 第3期中期計画期間における研究計画等

#### 《研究計画の概要》

光パケットと光パスを統合的に扱うことのできる光ネットワークのアーキテクチャを確立し、研究開発テストベッドを活用した実証等を進めつつ、利用者の利便性の向上、省エネルギー化の実現、信頼性や災害時の可用性の向上等を目指して、自律的なネットワーク資源調整技術やネットワーク管理制御技術等を確立する。

#### 《想定する主な学術的成果》

- ①現在のルータベースネットと比較して数10倍エネルギー効率が良い光統合ノードを開発。100G光パケット運用とネット資源調整技術開発を実証。
- ②マルチホーム構成で、数万ネットワーク規模の高可用自律管理制御機構を開発実証。
- ③リンク特性と網内資源を把握しデータ通信する堅牢な環境適応アクセスネットワークサービス基盤技術を開発実証。④20件の論文掲載(招待論文、IEEE/ACM/OSA主要論文又は被引用20件論文)、20件の国際会議招待講演・基調講演。

#### 《想定する主な社会還元の見通し》

- ①パケット・光パス統合ネット及び高可用ネットを研究開発ネットワークテストベッドで運用し、商用化への道を拓く。
- ②高可用ネットワークや環境適応ネットワークのシステムパッケージ化を図り、試用等で提供可能な状態とする。
- ③学生向けネットワークシミュレータを提供し人材育成に貢献する。

#### 《研究開発の競争力》

- ①パケット・光パス統合ネットをJGN-Xへ展開し、実利用性を強くアピールして中核機関としての地位を確立する。
- ②高可用ネットワークを大規模検証し、かつJGN-X展開をしつつ、標準化をリードすることで世界的な競争力を確保する。
- ③標準化先導、TPCチェアなど学術活動先導、開発システムのコミュニティ展開などでリーダーシップを発揮する。

#### 《マネジメントの概要》

- ①外部との連携として、光パケット・光パス統合ネットワークは、半導体製造業者や委託組織等と密に連携し、一つのシステムを作りあげる。高可用ネットワークでは、ネットワーク事業会社の研究機関と協業して運用する。環境適応ネットワークでは、商用化し易い機能を企業へ提案、それをういた研究開発を行う。
- ②海外機関との研究連携を通じた技術展開を行う。
- ③シミュレータ配付や著名研究者との協業等で潜在的関心の向上を図る。
- ④設計から実証まで一貫通貫可能な研究員・技術員の人員及びアウトソーシングバランスを維持する。
- ⑤新世代ネットワーク戦略研究、耐災害ICT研究、映像伝送光システム、光空間・モード多重交換という内部プロジェクトに参画。

委員からの主なコメント等

《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・光パケット・光パスネットワークサービス基盤は、フォトニックネットワークシステム研究室をアーキテクチャ面で支えるものであり、また耐災害 ICT 研究センターのロバストネットワーク研究室とも強く関連して研究を進めている点が評価できる。10Tb/s において 1/10 の低消費電力、バッファの組み込み、光統合ノードの設置などの実績をすでに達成した上で、さらにネットワーク管理・制御システムの開発の目処が付いており、さらに実用的な光・電子混合バッファの開発も手がけており、中期目標を今年度中に達成見込である。
- ・高可用ネットワークについては、耐障害性・高信頼性に優れたネットワーク構築に向けて、短時間での ID・ロケータ分離や自動ロケータ割り当てそれぞれ HIMALIS 及び HANA のプログラムをすでに開発しており、その外部普及や社会実装に目処が付いており、評価に値する。
- ・委託研究で開発の管理システムを活用し、光パケット・光パス統合ネットワークとエッジネットワークを連携管理する機構を開発見込みで、次期 JGN での運用を目指とのことであり、その具体化に期待したい。
- ・32 ビットを最長一致検索可能な光パケット交換向けヘッダ処理装置も開発見込みとのことで、具体化に期待したい。
- ・光パケットバッファに加えて電気パケットバッファを併用して、省エネと高速転送を確認した。
- ・HANA ではスイッチとネットワーク管理制御を安定化でき、HIMALIS では複数経路同時利用通信制御システムを開発できる見込みとのことで、期待したい。HANA は研究室の実験ネットワークで運用施行予定、また企業内ネットワーク等の端末を HANA のアドレス割当てで一元管理するネットワークも設計・簡易実装が出来る見込みとのこと。
- ・HIMALIS は、その標準化に向けた活動が進展し、HANA では社会実装を目指して技術移転が検討されている。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・光パケット・光パスネットワークサービス基盤及び高可用ネットワーク共に中期目標を今年度において達成見込で有り、今後は 100Gb/s 光パケットの適用はエネルギー効率の一層の向上、ネットワーク管理・制御の安定性や技術の国内外への普及のフェーズとなり、時間的な余裕から多くの実績、業績が期待される。
- ・平成 25 年度までに、「光パケット・光パス統合ネットワーク」では、光統合ノード開発・100Gb/s 7 バッファ組込の成功や、電力 15%削減パケットヘッダ処理装置の開発等の成果をあげていた。
- ・「高可用ネットワーク」では、H25 年度までに、独自 ID・ロケータ分離機構 HIMALIS と独自マルチホーム対応階層型自動ロケータ割当て方式 HANA の提案・機能実証等で進展があり、毎年実証内容も拡充し続けており、耐災害ネットワーク技術への展開・実証も進展していた。独自技術成果を元にした標準化での 2 件の勧告化の主導、耐災害テストベッドの設計・敷設、独自ネットワーク管理技術の JGN-X への展開等も進んで、社会還元も進展していた。
- ・上欄の平成 26 年度の成果も加わり、平成 26 年度で技術的には中期目標が 100%達成できるとのことである。

《改善すべき点》

- ・ネットワークアーキテクチャは、システムを効果的に運用管理する上で重要であるが、言い換えれば種々のシステムをシームレスで接続する使命を持っており、NICT が先導的に取り組んでいる光パケット・光パス統合ネットワーク以外のシステムも巻き込んで統合することも想定した技術開発や標準化が重要と理解している。そこで、改善すべき点と言うより要望であるが、ある程度幅広く適用可能なアーキテクチャへの検討も重要ではと考えられる。高可用ネットワークは、災害やいつどのような規模で起きるか想定が難しいので、種々の状況を想定してのシステムアーキテクチャの構築が期待される。担当者の努力により実績が前倒しで達成されているようなので、開発された技術のテストベッドや現場実証、社会的普及のみならず、次のテーマへの展開も考慮した取り組みを期待したい。
- ・順調に研究は進展していると思われる。しかし、本技術の性格上、標準化も含めた実用化を具体的に実現して欲しい。これまで通りの努力を期待したい。
- ・センサネットワークへの HIMALIS の展開も考えているとのこと。実利用される具体例を示すことは、技術の社会実装を加速することに役立つので好ましい。

《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C	S, ㊦, B, C			
B 委員	◎, A, B, C	S, ㊦, B, C			

ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 光ネットワーク分科会 光ネットワーク技術
光ネットワーク研究所 フォトニックネットワークシステム研究室 (室長：和田 尚也)
※ 耐災害 ICT 研究センター ロバストネットワーク基盤研究室 の一部を含む

第3期中期計画期間における研究計画等
<b>《研究計画の概要》</b>
物理レイヤにおける制約を取り払い、機能と効率を最大限伸ばす「物理フォーマット無依存ネットワークシステム」の要素技術、「マルチコアファイバ等を用い飛躍的な通信容量の増大を可能とする伝送と交換システム」の要素技術を確立するための研究開発を行う。
<b>《想定する主な学術的成果》</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>①物理信号フォーマットがシステム毎に固定されず、最適なネットワーク物理層資源を選択し、柔軟かつ効率的に提供可能とする物理フォーマット無依存ネットワークシステム基盤技術を開発する。光交換ノードにおいて、データ粒度、データレート、変調方式、帯域、偏波のそれぞれに対する無依存化を図るための、個別要素技術を開発する。</li> <li>②マルチコアファイバ伝送システムを実現するためのファイバ設計技術と総合評価技術、またマルチコア伝送された光信号をネットワークノードにおいて交換処理するためのマルチコアクロスコネクタ技術とスイッチング技術を開発する。更に、多値変調と空間多重を複合した超多重伝送方式や、モード制御を実現するための基盤技術を開発する。</li> </ul>
<b>《想定する主な社会還元の見通し》</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>①ネットワークキャリア、ベンダーとの連携による製品化を行い、ユーザには、好きな時に好きなだけ、好きな形でのネットワークサービスを受けられる社会インフラを提供。事業者には、必要な時に必要なだけ、必要な形でのネットワークサービスを低電力で提供可能な ICT 技術を提供。</li> <li>②大規模かつハードルの高いシステム技術を牽引するとともに、途中で生まれる多くの要素技術をパイプロダクトとして早期に実用化し、より広い範囲で利活用するためのキャリングビークルの役割を担う。</li> </ul>
<b>《研究開発の競争力》</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>①究極の光交換技術「物理フォーマット無依存ネットワークシステム技術」は世界に先駆けての研究となる。現在本研究の基盤となる技術において世界トップレベルの実力を有している。</li> <li>②マルチコアファイバ伝送では、2011年3月、2012年3月と2年連続で当時の光ファイバによる伝送世界記録を更新、世界のトップレベルの技術力を保持している。</li> </ul>
<b>《マネジメントの概要》</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>①「物理フォーマット無依存ネットワークシステム技術」では、光パケット・光パス統合ネットワークの研究開発において、研究所内の他研究室との密接な連携体制を維持する。</li> <li>②委託研究との連携や国内研究機関との共同研究を積極的に実施する。</li> <li>③海外との共同研究も積極的に進め、標準化などでのコミュニティ作りを目指す。</li> <li>④リソースの増強を図る。(Type I 連携PJ) 新世代ネットワーク戦略プロジェクト参画。(Type I 連携PJ) ロバストネットワーク基盤参画。(Type II 連携PJ) 空間・モード多重スイッチング技術の研究開発参画。(Type II 連携PJ) 情報通信・地球環境モニターの高度化に向けた光周波数標準技術の応用研究参画。(Type II 連携PJ) 高精度 E0/OE 計測基盤技術の研究開発参画。(Type II 連携PJ) 超大容量映像の非圧縮伝送技術の研究開発参画。</li> </ul>

**委員からの主なコメント等**

**《平成 26 年度の実績(見込み)》**

- ・物理フォーマット無依存ネットワークでは 2x2 とはいえ光バッファまでも導入して、世界最速の 12.8Tb/s の光パケットスイッチングに成功しており、多値変調や独自 DSP をも開発してデジタルコヒーレント技術をも取り入れて、1 年前倒しで目標を達成している。また 10 ホップスイッチやアクセス系の光増幅器なども開発に目処を付けている。
- ・マルチコアファイバとネットワーク応用も、自主研究や委託研究との連携も通して、19 コアの一括増幅やダークファイバを用いた自己ホモダイン 6,000km 長距離伝送などによる超多重伝送によりペタビット級の伝送の実現に向けての目処が付いている。2 つのテーマともに順調に成果を上げており、大きな評価に値する。
- ・光パケットスイッチ技術では、光バッファと 100km ファイバ伝送を含めたシステムで、世界最速の 1 ポート当たり 12.8Tb/s を達成した。DP-16QAM でバーストモードコヒーレント受信技術も実現して、変調方式無依存・レート無依存・帯域無依存・偏波無依存な交換技術を実証し、中期目標を 1 年早く達成した。
- ・異種 2 世代の光パケット・光パス統合ノードの組み合わせで、マルチホップ交換・伝送実験を実施して、偏波回転下で 10 ホップの交換・伝送に成功した。
- ・0.73W の超低消費電力/超小型 10G-EPON 用光アンプを開発し、機能実証実験に成功した。
- ・マルチコアファイバによる伝送では、1P(ペタ)b/s を凌駕するシステム、マルチコア/マルチモードでの数 10 チャンネル級伝送システムの基本設計を行い、その高度化を推進する見込みとのことで、その実現に期待したい。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・物理フォーマット無依存ネットワークでは、次年度以降は、これまでの個別テーマを効果的にまとめて、光パケット・光パス統合ノード技術の JGN への実装や、光バッファをも導入した 10Tb/s 以上の完全トランスペアレント光交換ノード実現への見込みは高いと感じられる。
- ・マルチコアファイバネットワークでは、周波数安定化された光コムを用いた超多チャンネル、超低雑音光増幅器、デジタルコヒーレント技術の改良により、1 本のファイバによるペタビット級伝送の実現が期待される。
- ・平成 25 年度までに、「物理フォーマット無依存技術」では、変調、偏波、粒度等の複数の要素に対して無依存なデバイス開発・システム実証を展開し、粒度・偏波無依存バッファリング技術の開発・実証・機能解析、偏波・粒度無依存 10 ホップ光パケット伝送の光パケット・パス統合ネットワークでの世界初実証、粒度・帯域無依存光パケット・光パス切り替え制御実証等が実施された。
- ・「マルチコアファイバ」関連では、平成 25 年度までに、本コンセプトの提唱に続く伝送実験での世界記録 2 回の達成の後、マルチコアネットワークでの経路選択送受信の成功、自己ホモダインコヒーレント伝送方式の開発・実証、19 コア同時励起 EDFA と 19 コア一括アイソレータの開発等、世界初となる快挙が続いた。
- ・さらに、上欄の平成 26 年度の成果が加わり、中期目標は達成されるものと期待する。

**《改善すべき点》**

- ・この研究室の研究は、システムということから改良や創意工夫された多くの技術の積み上げにより実現されており、研究意義を含めて成果が見えやすく、かつ限られたマンパワーの中で効果的に研究が進められている感があり、高く評価できる。またこの研究は、「技術のテストベッド」的な研究でもあり、システム技術の波及効果のみならず、材料・デバイス技術などのシーズの掘り起こし効果の影響度が高いと考えられるので、広い分野での技術向上や副産物製品化の創出を想定して研究を進めて頂きたい。また、完全トランスペアレント全光交換ネットワークや、特に NICT 発の研究であるマルチコア伝送は、ぜひ世界の後塵を拝すること無く、データセンターなどの LAN 系でのデファクト化や国際的標準化を全日本で達成して頂く上での中心的役割を期待する。
- ・世界を先導する提案・研究を続けてきて、各方面からの追撃も厳しくなっている。しかし、今後も、是非とも、先導的研究を展開し続けて頂きたい。
- ・2 つのテーマとも、長期に渡る研究が要求されるチャレンジングなテーマである。それだけに、適当な成果の蓄積が得られたところで、その場面で最適な形でのデモを行う、あるいは具体的な実用先を開拓して社会実装が可能なことを明示して頂きたいと希望する。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C				
B 委員	◎, A, B, C				

ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 光ネットワーク分科会 光ネットワーク技術
光ネットワーク研究所 光通信基盤研究室 (室長: 川西 哲也)
※ テラヘルツ研究センター テラヘルツ連携研究室 の一部を含む

第3期中期計画期間における研究計画等
<b>《研究計画の概要》</b>
光ネットワークの持続発展を支える光通信基盤技術を確立するため、チャンネルあたりの伝送速度の高速化技術及び多重化のための新規光帯域を開拓する技術を開発する。また、あらゆる環境でブロードバンド接続を実現しつつ環境への影響も小さい ICT ハードウェアを実現するため、用途が万能で環境に対して循環的、すなわちユニバーサルな光通信基盤技術を確立する。
<b>《想定する主な学術的成果》</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>① 高速光通信基盤技術として、100Gbaud 級の高速性と変調精度の両立による 400Gbps 級高速光変調およびデジタル PLL 等を用いた低消費電力復調技術、量子ドットデバイスなどを活用した新規光帯域テラビット伝送技術を開発する。これらは光通信技術の基盤である通信チャンネル数の拡大とチャンネルあたりの伝送速度の増大を目指すものである。</li> <li>② ユニバーサル光通信基盤技術として、ファイバ無線技術をベースとした 100Gbps 級有無線両用伝送技術、新奇材料などの利用による低環境負荷スイッチング・伝送両用デバイスを開発し、これまでの通信容量拡大に加えて新たな方向への展開を目指す。</li> </ul>
<b>《想定する主な社会還元の見通し》</b>
共同研究や電波利用料課題、委託研究課題への支援、連携を通して、「新規帯域対応光源、高精度 ICT デバイス計測器、ミリ波帯計測器」の実用化研究を推進し、製品化を図る。「高速変復調器、低消費電力・低環境負荷 ICT デバイス、有無線両用通信システム」の技術移転も目指す。ICT デバイス計測分野では IEC における NICT 知財をベースとした測定技術の国際標準化と平行して光変調器・光検出器の特性測定装置の実用化/技術移転を進めており、研究成果の速やかな国際展開が期待される。国内 ICT 産業への還元とともに、光通信の技術基盤を向上を通じてグローバルな貢献が期待できる。
<b>《研究開発の競争力》</b>
世界最高速度光変調技術、世界最高水準低消費電力リアルタイムコヒーレント復調技術、世界最高速度無線伝送技術、世界最高密度量子ドット技術、超広帯域光源技術を有し、ICT システムと有機的にリンクした源流研究(材料デバイス)の拠点としては国内唯一の機関である。また、世界トップデータを多数有していることから、国際競争力も極めて高い位置にあると考えている。
<b>《マネジメントの概要》</b>
限られたリソースで最大限の成果を得るために、研究所内、機構内、更には産学官連携を積極的に進める。機構内では複数のタイプ I, II の連携研究課題に参加している。外部資金による研究開発も積極的に実施している。これらを通じた企業との連携によりニーズの吸い上げ及び研究効率の向上並びに技術移転を、大学との連携によりシーズの探索及び学術面での貢献を推進する。海外との共同研究も積極的に進め、標準化などでのコミュニティ作りを目指す。

委員からの主なコメント等

《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・ 高速光通信基盤技術においては、200Gbps 級光変調技術は高多重化の変調方式導入により達成が見込め、量子ドット光アンプも開発に目処が付いている。さらに昨年度までに開発された基準光源も技術外販への展開されている。また新規帯域用量子ドットも開発が進んでいる。
- ・ ユニバーサル光通信基盤技術は、ファイバ無線は RoR へ展開が進み、カーボンナノチューブの光変調器へのデバイス応用を念頭に検討が進み、高効率作製技術も開発の緒についている。これら取り上げられたテーマで+αの成果を含めて実績の見通しが得られており、順調に研究が進んでいることは評価に値する。
- ・ 基準光源による ICT 計測技術に関してなど、技術移転が大いに進展している。「高精度光基準信号発生技術を利用した電気スペアナ」や、「光変調器特性評価機能を組み込んだ光スペアナ」等である。ICT 計測技術に関する IEC 国際標準成立も最終段階とのことで、好ましい。
- ・ RoR 技術は実証実験中とのことで、具体的成果に期待する。滑走路監視レーダや高速移動列車向け高速伝送システムへの光-ミリ波技術の活用研究も具体化されていて、通信分野以外への技術展開として期待したい。
- ・ 200Gbps 級光変調技術、量子ドット光アンプによるスイッチ・信号処理、Tバンドでのコヒーレント伝送技術の開発など、上記以外の各サブテーマでも、今期末までに具体的成果が明示されることに期待する。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・ 今年度の成果を踏まえ、その技術力を更に高め、他箇所との共同研究、委託研究成果の導入により、400Gbps 級高速光変調技術、新規波長帯の Tバンド、Oバンドによる Tbps 級伝送の実現、高精度光計測技術の確立が期待される。またファイバ無線応用も具体的な適用が想定されて研究が進んでおり、成果が期待される。量子ドットの光信号処理デバイス応用、カーボンナノチューブの新規デバイスへの展開も、具体的高性能光デバイスへの展開も期待される技術レベルを有してきている。これらは次のテーマを産み出すシーズでもあり、研究室組織内でバランス良く技術開発から基盤研究まで展開されており、中期計画目標の達成のみならず、次のテーマの創出も期待される。
- ・ 平成 25 年度までに、「伝送速度高速化技術」では、単一キャリアで 400Gbps 級光変調への目途、1.5μm 帯量子ドット光アンプの製作成功、基準光源による ICT デバイス計測技術開発での絶対誤差既存技術比 1/10 低減、既存バンドと Tバンド同時データ伝送成功、などの成果をあげていた。
- ・ 「ユニバーサル光通信基盤技術」でも、平成 25 年度までに、ファイバ無線にデジタルコヒーレント技術を適用しての 80Gbps 級無線伝送、高精度ミリ波イメージング技術の開発等の成果を蓄積していた。
- ・ 平成 26 年度には、さらに上欄の成果が加味される。
- ・ ユビキタス材料による光通信デバイスでの機能実証なども進展させることで、中期目標期間に十分な成果が蓄積できるものと期待する。

《改善すべき点》

- ・ 研究室の使命としてデバイスのシーズ創出は重要であるが、目標やそれに向かったの道筋のある程度明確化が重要と考える。具体的には量子ドットやカーボンナノチューブについて、現段階の想定でもよいので、インパクトのある実現させたい機能や特徴、目標デバイスの明示により研究の動機付けがより上がる事と考えられる。
- ・ ファイバ無線に付いては空港のデブリ探索や鉄道の位置検知のみならず種々の応用が考えられるので、色々なルートからの適用策を集約し、さらにシステムのデファクト化を期待する。
- ・ ICT 計測などで企業への技術移転など積極的に行われて良い事だが、それらの成果に付いて具体的数値で示すことにより NICT の成果が明示化されると考えられる。
- ・ 平成 26 年度の評価委員会での発表では、計測技術の具体的な社会実装に関する成果がクローズアップされた形であった。量子ドットアンプによる機能デバイスやユビキタス材料での新たな光通信用デバイス研究でも、具体的な新たな成果を明示できるように期待する。

《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	◎, A, B, C				
B委員	◎, A, B, C				

**第3期中期計画期間における研究計画等**

**＜研究計画の概要＞**

- ①セキュリティ、エネルギー消費等の現在のネットワークが抱える問題を抜本的に解決する「新世代ネットワーク」の実現に不可欠な要素技術を統合した大規模な試験ネットワークを構築し、実証・評価を通じ、新世代ネットワーク基盤技術を確立する。
- ②試験ネットワーク及びエミュレーション環境を技術評価環境(テストベッド)として広く産学官に開放し、新しいアプリケーションのタムリな開発を促進。海外の研究機関(米国、欧州、インド、豪州等)との接続により、戦略的な国際共同研究・連携を推進する。
- ③標的型攻撃等の新たなサイバー攻撃の解決を目指し、対策技術の研究開発及び開発された技術を検証し速やかな社会展開を推進する。

**＜想定する主な学術的成果＞**

- ①セキュリティ、エネルギー消費等の現在のネットワークが抱える問題を抜本的に解決する「新世代ネットワーク」の実現に不可欠な要素技術を統合した大規模な試験ネットワークを構築し、実証・評価を通じ、新世代ネットワーク基盤技術を確立する。
- ②試験ネットワーク及びエミュレーション環境を技術評価環境(テストベッド)として広く産学官に開放し、新しいアプリケーションのタムリな開発を促進。海外の研究機関(米国、欧州、インド、豪州等)との接続により、戦略的な国際共同研究・連携を推進する。

**＜想定する主な社会還元の見通し＞**

- ①2015 年末までに新世代ネットワークの実用化の目途を付け、標準化に貢献、2020 年以降の ICT の国際競争力を左右するネットワーク中核技術を確立し、テストベッド上に展開するとともに利活用の目途を付ける。
- ②研究開発における実験の支援、技術開発における技術試験と製品化の促進、製品開発における事前検証、製品の展開・運用における知の蓄積と共有が図られ、ネットワーク R&D 全体のプロセスをより円滑に回すことが可能となるような革新がもたらされ、国内におけるネットワーク R&D の競争力強化につながる。

**＜研究開発の競争力＞**

- ①JGN-X は国内随一の新世代ネットワークの研究開発用のテストベッドである。国際的な競争が激しさを増している中、アジア地区において、将来の取込みに資するため、各種ワークショップや tutorial 等の取り組みを先導している。
- ②大規模なエミュレーション基盤は、StarBED<sup>3</sup> をおいて国内には他になく、国内における大規模エミュレーション基盤を用いた研究の中心的役割を果たしている。融合技術の面で優れていると同時に、集中型の大規模エミュレーション基盤としては世界一の規模を誇っている。

**＜マネジメントの概要＞**

機構内連携プロジェクトとして宣言的ネットワーク技術と新世代ネットワーク技術の研究を実施。また、無線技術に関する連携を実施し、無線ネットワークに関する実験検証技術の高度化を推進。さらに、大学等との共同研究により、実際の利用事例や適用事例の収集を行うとともに、研究開発力を強化。当センターの予算については、テストベッドの回線費・運用費が 74%を占めるが、効率的な運営に努めており、テストベッドと一体的な研究開発を関係機関と密接に連携して進めることで、研究開発を加速する。

**委員からの主なコメント等**

**＜平成 26 年度の実績(見込み)＞**

- ・ 全体的には主要な実績として、JGN-X の 100G サービス運用開始、RISE テストベッドの中核となるオケストレータの仕組みの実現、仮想的なマシナリ技術導入などが計画に沿って進行しており、十分な成果が生み出されつつある。
  - ・ 学術面では今期は従来に比べやや鈍化傾向であるが、テストベッド研究は学術性以上に社会還元が重要な要素と考えられ、その観点においては活発な営業活動の成果として実験利用が順調に拡大している。
  - ・ 国際競争に関しては、アジアと欧米に対するアプローチを再整理し、共同実験の実施や技術支援・提供といった具体的な動きが評価できる。基本アーキテクチャの標準化に加え、アプリケーションの展開、例えば日本の特色でもある広域災害対応など競争力のあるアプローチ強化を期待する。
- JGN-X 及び StarBED<sup>3</sup> のいずれについても、平成 26 年 9 月までの利用期間の実績値は大学・高専・企業、政府系研究機関、NICT、海外研究機関等の多岐に亘り、順調に増加している点はテストベッドの利用促進

の点からも評価できる。利用促進にあたり、担当者が全国各地で説明会を多く開催しており、その努力は多と認める。

- また技術的な点では JGN-X と StarBED<sup>3</sup> の連携によるスケラブルな新世代ネットワークテストベッドが実現され、オペレーションによりシームレスな連携が可能となるなど、ユーザの意見を取り入れたテストベッド構築が実現される点は評価できる。

#### 《今中期目標期間の実績(見込み)》

- 先進的ネットワーク基盤技術のテストベッド構築については、最先端の 100G 化を実現し、広域 SDN/NFV テストベッドの SW/HW 連携アーキテクチャ移行や JGN-X ポータルへの統合を実現する見込みであることは期待できる。また仮想化ノード基盤の JGN-X 上での管理運用については、一般ユーザ受け入れを見込むなど、テストベッドに要求される基本的なことは実現される見込みである。
- 今中期目標期間において、テストベッドの構築運用という枠組業務にもかかわらず、多くの学術的成果を国際会議やジャーナル論文で発表していることは評価できる。
- ネットワーク基盤の構築では、JGN-X の超高速化、OpenFlow 仮想化技術の導入など、着実な技術とサービス展開が実現されてきている。合わせて利用実験の募集もオープンに行われ、テストベッドとしての役割が忠実に果たされてきている。
- 学術的成果を出しにくいテストベッドというジャンルではあるが、多くの学術論文や国際会議講演が行われてきており、実務の運用管理面だけではない研究活動が十分活性化されている点は高く評価できる。運用管理ノウハウの PR や蓄積を期待する。
- 社会還元面では Interop など主要な展示会や地域のシナジウムで広く活動が行われており、技術宣伝と共に利用実験の喚起効果が認められる。
- 特に研究マネジメントについては研究自体と設備運用の両面が少数要員体制で実施されている点が高く評価できる。運用管理業務は一般に年々増加するため、適切な体制の確保を期待する。

#### 《改善すべき点》

- テストベッドの構築と運用を通じて、様々な課題が明確化され、その解決法が明らかになったものや、解決法が見いだせずに残されたものなどがあると思われる。これらは貴重なノウハウであり、机上検討や計算機シミュレーションでは決して得られない知的財産の一つである。平成 27 年度には本プロジェクトは終了するが、これらのノウハウを散逸させることなく、文書化し、可能であれば解決法の提言を期待したい。
- また、テストベッドをユーザの利用してもらう場合の導入訓練資料の整理やユーザの意見をテストベッドに活かす方法論の整理についても、文書化が望まれる。
- 先端技術をリーディングしていく役割は競争面において戦略的に重要である。一方、公的なテストベッドの性格から、一企業とは異なる中立的な見方での複数の競合技術評価に継続して取り組んで頂きたい。
- テストベッドの利用者の裾野を拡大し、斬新なアイデアを引き出す観点から、従来のような公的機関や大企業主体に加え、一般者、例えば中小やスタートアップ企業、個人までへの身近な利用を促進することを意図して頂きたい。
- 先端技術から社会／商業利用までの幅広いテストベッド利用では、多種多様な設備構成とそれらのネットワークが求められる。短期間で陳腐化しがちな装置類やスキル、リプレイス困難な物理ネットワークなどを含めた合理的な運用管理とアップグレードシナリオに対して、今中期と並行した継続的検討を期待する。
- StarBED<sup>3</sup> では近年特に注目すべき無線に対するエミュレーション環境の拡張、利用拡大に向けた Testman や UI 改善の重要度は非常に高いと考えられる。一方、例えばスマート社会支援としての人間活動エミュレータ等は狙いやコンセプトの曖昧さがやや感じられる。

#### 《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	S, A, B, C	S, A, B, C	B, A, B, C	S, A, B, C	S, A, B, C
B委員	S, A, B, C	S, A, B, C	B, A, B, C	S, A, B, C	S, A, B, C

ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 ワイヤレスネットワーク分科会 ワイヤレスネットワーク技術
ワイヤレスネットワーク研究所 スマートワイヤレス研究室 (室長：矢野 博之) ※ テラヘルツ研究センター テラヘルツ連携研究室 の一部を含む

<b>第3期中期計画期間における研究計画等</b>
<b>《研究計画の概要》</b>
環境負荷の削減、防災・減災対策などの様々な社会問題の解決に貢献し、生活を支える情報の流通や制御を実現するため、地上系ネットワークの進展に伴う膨大な数の端末類の接続・制御をワイヤレス領域までシームレスに拡張することを目指す他、高度な拡張性・汎用性を有し、柔軟な無線リソース、通信制御を可能とする無線通信技術の研究開発を行う。また、連携 PJ タイプ1「テラヘルツプロジェクト」に参画する。
<b>《想定する主な学術的成果》</b>
①スケラブルワイヤレスネットワーク技術の研究開発：SUN (Smart Utility Network) /Smart WRAN/WMAN システム利用モデルでの電波伝搬特性及びモデル化。低消費電力・長寿命で動作する物理層、MAC 層プロトコル、IP 層プロトコルの開発。クラウドとの連携等。 ②ブロードバンドワイヤレスネットワーク技術の研究開発：Smart WPAN/LAN システム利用モデルでの電波伝搬特性及びモデル化。物理層・MAC 層プロトコル、IP 層プロトコルの開発。クラウドとの連携及びデバイスの開発等。
<b>《想定する主な社会還元の見通し》</b>
研究開発した成果は、装置の試作によりその実現可能性を検証しつつ、IEEE や ITU や ARIB 等の内外の標準化団体に提案を行う。標準仕様として採択された場合、開発装置を標準準拠品として技術移転し、社会還元をしていく予定。
<b>《研究開発の競争力》</b>
SUN に関しては、低消費電力型プロトコルや伝送方式などの世界に先んじた成果を IEEE802. 15. 4g/4e に多数提案し、標準規格として採択されている。また、Smart WPAN に関しては、研究成果を IEEE802. 15. 3c に多数提案し、多くがミリ波を用いた WPAN システムの世界最初の標準規格として採択されている。更に、Smart WRAN/WMAN は、VHF 帯で 1ch 当たり 5MHz という広帯域移動通信システムの実証試験にも世界初で成功しており、ARIB STDT103/IEEE802. 16n 規格に採択されている。Smart WLAN は、ホワイトスペース通信に利用可能なコグニティブ無線技術の研究開発として、10 年近くの研究実績があり、IEEE802. 11af 等に採用される等世界をリードしている。
<b>《マネジメントの概要》</b>
スケラブルワイヤレスネットワーク技術及びブロードバンドワイヤレスネットワーク技術を中心に、大きく分けて2つのプロジェクト体制で推進する。また、国内外の研究機関との連携やリソースの重点配分等を図りながら推進する。

**委員からの主なコメント等**

**《平成 26 年度の実績(見込み)》**

- ・ 本研究室で実施された研究内容は、スケーラブルワイヤレスネットワーク技術、ブロードバンドワイヤレスネットワーク技術とも、技術開発、試作による性能評価、標準化対応、実用化まで一貫して予定通りの進展であり、今年度実施項目についても、これらあらゆるステージを忠実に実施してきた結果に基づくものと理解できる。特に標準化対応と知財の取得については、本研究室実績は突出しており、NICT が行うべき研究開発スタイルとして非常に素晴らしいものであると評価している。また環境モニタやエネルギーネットワーキングを実質的に行おうという研究は、ワイヤレスネットワーク技術の中で非常に重要な位置を占めており、今年度も十分な成果を得ていると評価できる。
- ・ SUN の研究開発に関しては、省電力動作とマルチホップ通信によるエリア可能な小型無線機の実装形態と SUN 無線使用の多様化の検討も行い、国際標準規格化へ貢献や東京電力のスマートメータシステムに採用されるなど、顕著な実績をあげている。WRAN/WMAN の研究開発においては、IEEE802.22 準拠の無線機の開発に成功しており、公共サービスへの導入、UHF 帯フィールド試験、ホワイトスペースデータベースの開発に成功するなど成果をあげている。WLAN の研究開発も英国情報通信庁主催の実験で成果をあげている。WPAN の研究開発でも、ミリ波やテラヘルツ通信用のアンテナの試作・開発などで成果を挙げている。以上より、論文業績、標準化活動、特許、報道発表いずれも顕著な成果を挙げており、高く評価できる。また、国内企業との技術連携、ホワイトスペース無線通信実験における国際連携もきわめて活発になされており、評価できる。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・ 来年度までの研究目標として、環境モニタ用のネットワークの実用化、スマートワイヤレス PAN を用いた家庭内機器の相互接続の実用化などが含まれている。これらは単なる情報配信ネットワークではなく、我々の生活空間を良好に維持するために、情報を収集あるいは配送する機能と環境や機器を制御する機能が含まれるので、非常に重要な位置を占めると期待できる。来年度で一定の結論が得られることを期待する。
- ・ 中期目標達成に向けて、計画通り順調に研究開発が進んでいると思われる。試作機器の開発や実験においては、優れた成果をあげており、学術的に評価できる。実用化と成果の普及に関しては、国際標準規格への貢献や国内学企業との技術連携など、着実に進んでおり、期待できる。社会経済活動へのインパクトに関しては、報道発表や国際連携などで、成果が期待できる。国際競争力の観点からも、技術優位性のある研究開発がなされており、技術牽引できる位置にあると思われる。
- ・ 今後は、グローバルに活躍する欧米企業や研究機関との技術連携や技術供与をより積極的に行い、限られたリソースで最大限の成果が発揮できることを期待する。特に、知財戦略も含め、高い技術をどのように製品や利益に結び付け、我が国の ICT 産業を活性化させるか戦略的な検討を期待する。

**《改善すべき点》**

- ・ 本研究室の研究で、研究成果を知財権の取得、それを活かした標準化活動に拡張できる点は評価できるので、今後は、日本国として、製品開発やサービスで、グローバル市場で優位に立つための知財戦略まで踏み込んだ活動ができると素晴らしいと考えられる。現在、日本は知財戦略の立て方に大きな問題があるので、単に特許を取得し、それを標準化に生かすだけでなく、より大きなフレームワークとして、世界をリードする知財戦略を構築することが必要と考えられる。
- ・ 移動通信や無線 LAN だけでなく、今後は、M2M や IoT を含めたワイヤレスネットワークのシームレス化構築が鍵となるであろう。SUN 技術はじめ、高い技術開発力を有する NICT が、グローバルな活動を行っている競合欧米企業との技術連携をどのようにうまく行って、製品やサービスで利益を生み出すビジネスモデルを構築し、我が国の ICT 産業を活性化できるかに関して、知財も含めた戦略的な検討を十分に行っていただきたい。
- ・ 特に、SUN を M2M や IoT 応用に拡張できるよう技術仕様の策定や、デバイスやソフトを含めたシステムインテグレーションが、円滑な社会展開ができるスマートワイヤレスの鍵となると思われるので、多様性や柔軟性のあるサービス重視のシステムインテグレーションにおけるリーダーシップも期待したい。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C				
B 委員	◎, A, B, C				

ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 ワイヤレスネットワーク分科会  
ワイヤレスネットワーク技術

ワイヤレスネットワーク研究所 ディペンダブルワイヤレス研究室 (室長: 三浦 龍)  
※ 耐災害 ICT 研究センター ワイヤレスメッシュネットワーク研究室 の一部を含む

第3期中期計画期間における研究計画等

《研究計画の概要》

無線ネットワークにおける低遅延接続や基幹網の負荷軽減、カバーエリアの拡大、回線品質の確保、耐災害性などの高機能化を実現するため、特定の基地局等に依存せず、多数の端末類間同士が自律的かつ多元的に接続し、適応的に通信経路を確立する自律分散型のワイヤレスメッシュネットワーク技術の実現を目指すとともに、耐災害 ICT 研究センターワイヤレスメッシュネットワーク研究室と連携し、耐災害ワイヤレスヘッドの整備とその試験評価を進める。(連携PJタイプ1「耐災害性強化のための情報通信技術の研究」)。また、920MHz帯を用いた冗余不要な端末間通信システムの国際標準化、並びに実証評価基盤整備と社会実装評価を実施する。建物内や機器内、人体周辺のショートレンジワイヤレス技術におけるM2Mネットワークの高信頼化と高機能化、及びUWBを活用した室内測位システムについて研究を進める(一部連携PJタイプ1「脳情報通信融合研究プロジェクト」に参画)。さらに、H25年度～H27年度は電波利用料に基づく「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発」を外部機関と連携して実施する。

《想定する主な学術的成果》

ワイヤレスメッシュネットワーク技術の研究開発では、中継ノード間で互いに協調しながら、途中の一部ノードやリンクの障害、バックボーンとの接続切断等の影響を回避・軽減するための災害に強いメッシュ型ワイヤレスネットワークの設計と実証を行う。特に、移動ノードとして迅速な展開が可能な飛行型デバイス(小型無人飛行機)を取り入れた地上ネットワークとの統合設計と高信頼化への取組みは世界でも例がない上に新たな技術課題が多く、学術的な価値が期待できる。ショートレンジワイヤレス技術の研究開発では、建物内や機器内等の伝搬条件の厳しい環境においても、UWBやサブギガ帯の無線が本来もつ特徴を生かし、ネットワークの高信頼化や位置情報の高精度化をめざすことにより、M2M技術の発展に大きな貢献が期待できる。

《想定する主な社会還元の見通し》

耐災害ワイヤレスメッシュネットワークへの応用と実証による災害に強い街づくりへの貢献を目指し、自治体や防災関連の機関への積極的なプロモーション活動を実施し、自治体との具体的な連携を進める。ショートレンジワイヤレス技術は、高齢化社会に対応した健康・福祉への貢献、障がい者等の社会的弱者の生活サポートなどへの貢献が期待できる。また、室内測位システムと端末間通信システムは商業施設や倉庫、公共交通機関等への実装評価を進めており、国民生活の利便性の向上や経済活動の活性化に役立つことが期待される。

《研究開発の競争力》

ワイヤレスメッシュネットワーク技術では、大規模災害の経験を生かし、インターネットへの接続を必ずしも必要としない分散型アーキテクチャに基づくネットワークの実現や完全にネットワークが孤立してしまった地域での小型無人飛行機による迅速な通信確立方式等の実証をめざしており、世界初の成果として国際競争力の意義が大きい。ショートレンジワイヤレス技術は、端末間通信技術や室内測位技術に関して、評価用システムの開発と社会実装実験と並行して世界標準規格(IEEE802)の策定をVice-Chairとしてリードしており、新たな無線技術の応用分野・産業分野の創出による大きな競争力が期待できる。

《マネジメントの概要》

今期中期計画の中盤からは、耐災害性を備えたシステムの実現に貢献する技術(メッシュ、無人機中継等)への重点シフトを行い人員体制を強化した。またそのさらなる強化につながる新たな国家プロジェクトを3つ立ち上げ(室内測位、端末間通信、無人機周波数利用技術)、大学や企業を含む外部機関との連携を主導し研究開発を推進している。

委員からの主なコメント等

《平成26年度の実績(見込み)》

- ・ デイパングブルワイヤという言葉の位置づけについては、一定の進展を見た判断する。
- ・ 今年度実績の中で、デイパングブルワイヤ技術に属する各種技術を災害対応の技術と組み合わせて開発したことは評価に値する。特に無人飛行機や屋内での位置特定技術などの開発は、大変大きな成果を上げていると判断できる。
- ・ またインフラに依存しないワイヤレスネットワーク技術は災害にとって非常に重要な技術となるので、これも大きな成果と判断できる。
- ・ 仙台、北海道、和歌山での耐災害自律分散ワイヤレスネットワークと小型無人機による無線中継技術の公開実験の成功など、成果があがっている。
- ・ また、災害時医療や野生動物調査などのセンシング分野にも適用した基礎実証実験、バスなどの公共機関と連携したインフラに依存しない地域型端末間通信ネットワーク技術のフィールド検証用テストベッド構築、センサー用途 UWB を用いた屋内測位システムのフィールド検証用テストベッド構築など、実用化を目指した研究成果は大いに評価できる。特に、高度なセンシング機能を備える小型無人飛行機と自律分散ネットワークを連携活用した応用分野の研究開発と実証実験もスタートしており、成果が期待できる。
- ・ 衛星を利用したデイパングブルワイヤリティを備えたソーシャル ICT 基盤を強化する取り組みもなされており評価できる。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・ 来年度までに、災害に強いネットワークの実現を大きな目標として挙げている。ただその中身については、単に「災害に強い」というと「切れにくいネットワークの実現」に聞こえてしまう。本研究室の研究は、大規模災害を想定しているが、その場合には、「切れにくい」ネットワークも切れてしまうことを覚悟する必要があり、それを前提に、できるだけ短時間で情報通信ネットワークを復旧させるプロトコルが重視されるべきであろう。この部分の論理の修正があれば、デイパングブルワイヤ研究室の研究については当初目標をしのぐ有益なものになるであろうと予想できる。
- ・ 耐災害に関しては、さまざまな状況に対して時間軸を考慮して、ニーズ・重要課題の優先度を整理して示したうえで、解決策や実現すべき技術を列挙したほうがより明確になると思われる。
- ・ 災害に強く、また迅速な展開が可能かつ維持が容易で伝播状況が劣悪な環境でも利用可能である自律分散型のワイヤレスネットワーク実現を、高いデイパングブルワイヤリティを備えたソーシャル ICT 基盤をワイヤレス技術で構築するという目標に対して、実用上有意義な成果を挙げていることは高く評価できる。
- ・ 特に、デイパングブル自律分散ワイヤレス通信がめざす3本の軸を設定し、その空間内に各個別研究開発をマップして関連付け・整理したことにより、研究計画にまとまりが出てきたと思われる。
- ・ 公開実験やフィールド検証用テストベッド構築などで、成果をあげており、学術的にも大いに評価でき、社会経済活動へのインパクトも大きく、今後の成果が大いに期待できる。

《改善すべき点》

- ・ 先にも述べたように、「切れにくいネットワークの構築」ではなく、「ネットワークが大規模災害で広い範囲にわたって使用不能となった場合にできるだけ速やかに、段階的にネットワークが再構築されるプロトコルをデイパングブルワイヤ技術で実現することを最優先課題に設定するべきであろうと考えられる。そもそも大規模災害で切れにくいネットワークを作っても高い確率でそれは切れてしまうので、「切れにくい」ネットワークの技術だけでは大規模災害対応は不十分であろうと考えられる。
- ・ 高度なセンシング機能を備える小型無人飛行機と自律分散ネットワークを連携活用した応用分野の研究開発と実証実験は、とても有意義であると思われるので、今後の成果を大いに期待する。
- ・ フィールド検証用テストベッドで得た知見を生かして、災害に対する迅速な初期復旧を、どのような優先順位で行うのが最も有効なのか、さまざまな状況や時間軸を考慮した課題・解決策で示したほうが、より明確になると思われる。
- ・ 特に、衛星や無人飛行機によるモニタリングは、ネットワークが広域でかつ面的にダウンした災害発生時の初期段階での情報把握と迅速な復旧対応策の決定に極めて有効であると思われるので、センシング・モニタリング機能をより強化した取り組みを期待する。

《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	S, A, B, C				
B委員	S, A, B, C				

ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 ワイヤレスネットワーク分科会 宇宙通信システム技術 ワイヤレスネットワーク研究所 宇宙通信システム研究室 (室長: 豊嶋 守生) ※ 耐災害 ICT 研究センター ワイヤレスメッシュネットワーク研究室 の一部を含む
---

第3期中期計画期間における研究計画等
<p align="center"><b>＜研究計画の概要＞</b></p> <p>電波や光を用いて、海上や宇宙空間までの広い空間に災害時等にも利用可能なネットワーク環境を展開する(連携PJタイプ1「耐災害性強化のための情報通信技術の研究」に参画)。 電波による広域利用可能な通信システム、光による広帯域伝送・地球規模の情報安全性を実現する通信システムなどに関する研究開発を推進する。</p>
<p align="center"><b>＜想定する主な学術的成果＞</b></p> <p>衛星通信における電波と光の伝搬データのモデル化や衛星系と地上系を統合的に捉えた災害時のネットワーク制御方式、もつれ変換技術を用いた空間量子鍵配送に関して学術的成果が見込まれる。</p>
<p align="center"><b>＜想定する主な社会還元の見通し＞</b></p> <p>宇宙通信分野の研究開発においては、国が新規技術の研究開発を先導していくことが、民間企業の世界的な競争力を確保する上で重要な意味を持っている。今後も引き続き、災害時にも利用可能な次世代の衛星通信サービスに使われる要素技術を開発し、標準化(ITU、APT、CCSDS等)への寄与も行い、国内外で実用化や技術展開を目指し社会還元につなげる。</p>
<p align="center"><b>＜研究開発の競争力＞</b></p> <p>ブロードバンドモバイル衛星通信の研究開発を国内で行っている機関はなく、また、国際的にみても、船舶あるいは航空機など海上から上空まで移動体側からブロードバンド通信を行うための技術をいち早くWINDSを使用して確立しようとするものであり、優位性がある。さらに、国内では唯一、NICTが衛星-地上局間光通信の実績を有しており、また、国際的にみても世界の4つの地上局との国際共同実験をNICTが先導して実施してきており、優位な立場を維持している。</p>
<p align="center"><b>＜マネジメントの概要＞</b></p> <p>ブロードバンド衛星通信システム技術及び超大容量光衛星/光空間通信技術の2つのプロジェクト体制で推進する。また、衛星実験に関してはJAXAと協力して推進するなど、内外の研究機関との連携等を図りながら推進し、次期通信技術試験衛星及び観測衛星等を考慮した搭載光通信機器ミッションの立上げにより、計画が軌道に乗ればリソースを重点配分する予定である。 連携PJタイプ1として、「耐災害性強化のための情報通信技術の研究」において、耐災害ICT研究センター・ワイヤレスメッシュネットワーク研究室等との連携により研究開発を実施している。 連携PJタイプ2として、「WINDS航空機局を用いた観測データ伝送システム」と「静止衛星を利用した日本標準時配信のための高精度実時間軌道決定」に研究代表者として、「量子鍵配送を利用したセキュアネットワークの研究開発」、「NICT独自の光技術を用いた衛星プロジェクト検討」に研究分担者として参画している。</p>

委員からの主なコメント等
<p align="center"><b>＜平成26年度の実績(見込み)＞</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>無線通信を主とするブロードバンド衛星通信と光を用いた光通信技術を二つの柱とした研究を着実に進展させた。前者では、WINDS衛星を用いた高速衛星通信実験、ETS-VIIIを用いた早期津波警報に資する目的で実施した、海上ブイなどで多くの成果を上げることが出来た。</li> <li>光通信技術では鹿島、沖縄局の光フィード局を活用し、量子もつれ鍵配送技術などの研究に進展を見せた。とりわけ、小型衛星用光通信実験ではSOTA(H26.5打上げ)衛星と軌道上光通信実験に成功するなど、光通信機器の小型化、高性能化に著しい成果を上げることができた。</li> <li>ブロードバンド衛星通信システム技術では、通信事業者等とのヒアリング等も実施し、実用システムへの展開を十分に考慮した研究開発が推進されている。また、目標を上回る成果を積極的に挙げる努力も評価される。</li> <li>海上ブイに搭載したGPS津波計に補正情報を流し、精密測定を行うことの出来る静止衛星に最適化された津波検出実験に連携組織で成功した点は大きく評価される。</li> <li>ブロードバンド衛星通信システム技術に関して実データの蓄積が確実に進んでおり、学術面での成果、実用化に際しての蓄積も十分であると評価される。</li> <li>超大容量光衛星/光空間通信技術は非常にチャレンジングで国際競争力を十分に有した研究を推進していると認められる。また、小型衛星に開発機器を搭載、打上げに成功し、衛星実験を開始した点は大きく評価される。</li> </ul>

- ・光ファイダーリンク局のネットワーク化、サイトダイバーシチ技術の適用に関してはテストベッド構築を推進している点が特に評価される。実際の陸上通信ネットワークの特性が正確にシミュレートされ、実用化の際に問題の発生しない成果に期待する。
- ・JAXA との連携は、新たな光通信衛星装置を搭載した衛星計画の立ち上げ、光搭載機器の試作着手等、高く評価される。
- ・空間光通信による量子鍵配送技術に関して、量子もつれ実験での検証、実験システム整備等、着実に研究が推進していると判断する。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・JAXA との良好な関係を維持しつつ、次期技術試験衛星の準備に着手するなど、無線通信のブロードバンド化に伴い、災害時利用、海洋での利用拡大などを着実に進展させることが期待される。また、光通信技術については小型衛星を用いたさらなる光通信技術の開発、移動体を対象とする光通信実験の推進、等次のステップに向けた研究成果が期待される。さらに、これらの技術実証の場として上述の次期 ETS シリーズの計画とりまとめなど、今中期目標期間での数多い研究成果が見込まれる。
- ・当初計画は当時の状況を勘案して適切に計画されたものであり、年度毎に計画も精査、修正されており、妥当であると評価できる。
- ・学術面では競合組織の研究内容を勘案した技術的に高度な内容であり、十分な成果が得られる見込みである。
- ・社会還元に関しては、ブロードバンド衛星通信システムは、民間ニーズを考えた場合、どのような衛星通信システムを、どの程度のコストで要求するかで導入技術が決定されるため、タイミングがあうかどうかの見定めは難しい。他方、国策としての実用化も検討されており、安全保障技術を含めた衛星を含め、高機能な衛星を実現するには実用化が十分に期待される。一方、光関連技術は競合技術が少なく、ニーズが創生された時点で技術が完成していれば実用化のハードルは低いと考えられる。
- ・競争力に関しては、技術面では国際的に高いレベルにある。コスト面では、今後、精査し、改善する余地は認められる。
- ・マネジメントに関しては、組織内運営の在り方を含め、よく検討された上で研究開発が推進されており、十分に評価される。特に、技術的に優れた人材が継続的に最先端研究に従事することも可能な組織であり、人材育成の観点からも内部に優れた技術力を蓄積しうるシステムが構築されていると評価される。

《改善すべき点》

- ・衛星通信はその経済的側面、情報速度当たりの単価を考えた場合、平常時の通信は地上系サービスに対し、決して優位な状況にはない。しかし、災害時、洋上、低高度、での活躍は、ある意味独壇場であり、世の中のニーズを睨んだ研究開発に独創的視点を盛り込んだ目標を掲げて推進して欲しい。
- ・海上ブイに搭載した GPS 津波計関連では、実用化シナリオについて十分な検討、特に、技術面以外での政策面での導入シナリオ等を戦略的に精査し、実施に移されることに期待する。
- ・その他のブロードバンド衛星通信システム技術に関しては、競合システムとの技術面での優位性に関しては精査されているが、実用化に際しては、ニーズとの整合性、コストパフォーマンスで導入技術が決定されるため、技術面で優れたものが必ずしも実用化されるとは限らないことに留意したマネジメントを期待する。
- ・波源推定技術等、いくつかの研究項目は開始段階にある。本中期目標期間で成果が確定する技術は学会、標準化等を通じ広く成果展開を行うと共に、研究継続技術は次期中期目標期間で、どのような位置づけに置くかも含め、精査が望まれる。
- ・ブロードバンド衛星通信システム技術の研究は従来の静止衛星通信技術の発展系を目指したもので、研究としては保守的な面がある。しかし、このような研究は中断すると再開は人的リソースを中心に非常に困難になるため、継続は重要である。一方、中・小型衛星を用いたシステム、衛星搭載システムの標準化によるコスト低減等、他視点からイノベーションに乗り遅れない研究、イノベーションを創生する研究への取り組みにも期待したい。
- ・ワイヤレスメッシュの衛星利用システムに関しては、WINDS 以外の衛星通信システムの利用も視野に、幅広い観点からの研究推進に期待する。

《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	S, A, B, C				
B委員	S, A, B, C				

ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 ネットワークセキュリティ分科会 ネットワークセキュリティ技術
ネットワークセキュリティ研究所 サイバーセキュリティ研究室 (室長：井上 大介) ※ サイバー攻撃対策総合研究センター サイバー防御戦術研究室 の一部を含む

第3期中期計画期間における研究計画等
<b>＜研究計画の概要＞</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>① 観測範囲を30万アドレス程度に倍加させ、センサの動作モードを可変とした柔軟かつ能動的観測が可能な世界最大規模のサイバー攻撃観測網を構築する。</li> <li>② Web や SNS 等を利用した新たな脅威に対する観測・分析技術の研究開発を行うとともに、各種センサからの多角的入力やデータマイニング手法等を用いたサイバー攻撃分析・予防基盤技術を確立し、数時間前の攻撃予測と予防を実現する。</li> <li>③ IPv6 等の新たなネットワークのセキュリティ確保に向けて、IPv6 環境等のセキュリティ検証と防御技術の研究開発を行い、ガイドライン等として公開する。</li> <li>④ セキュリティ情報の安全な利活用を促進するため、セキュリティ情報の外部漏洩を防止するフィルタリング技術やサニタイジング技術等を研究開発し、それらの技術を組み込んだサイバーセキュリティ研究基盤を構築し、産学との連携の下で実運用を行う。</li> </ul>
<b>＜想定する主な学術的成果＞</b>
<p>能動的サイバー攻撃観測網構築のための基本アーキテクチャを確立するとともに、Web や SNS 等を利用した攻撃の全容把握のための大規模観測・分析技術を確立する。また、収集した多角的データに対してデータマイニングや機械学習理論を応用し、数時間前の攻撃予測を核としたサイバー攻撃分析・予防基盤技術を確立する。また、IPv6 環境における境界防御に代わる新たな防御メカニズムを確立する。更に、セキュリティ情報（マルウェアや攻撃トラフィック）の外部漏洩を防止するリアルタイム動作可能なフィルタリング技術やサニタイジング技術を確立する。</p>
<b>＜想定する主な社会還元の見通し＞</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>① サイバー攻撃観測網を活用したアラートシステム（DAEDALUS）を技術移転し、企業、大学、地方自治体等にセキュリティアラートサービスを提供。</li> <li>② nicter の可視化技術を応用した実ネットワーク可視化システム（NIRVANA）を通信キャリア等の企業に導入し、ネットワーク管理負荷の低減に寄与。</li> <li>③ IPv6 のセキュリティ検証結果をガイドライン等として一般公開し、IPv6 環境のセキュリティ強化に貢献。</li> <li>④ サイバーセキュリティ研究基盤（NONSTOP）を大学等に開放し、当該分野の研究開発を促進。</li> <li>⑤ 第3期中期目標期間終盤にサイバー攻撃の予測結果を試験的に外部公開。</li> </ul>
<b>＜研究開発の競争力＞</b>
<p>日本では既に最大規模であるサイバー攻撃観測網の研究開発と並行してセンサ外部展開を進め、更に世界最大規模を目指す。また、世界に類を見ないチャレンジングな取り組みであるサイバー攻撃分析・予防基盤技術について、nicter で培った各種のリアルタイム分析技術を更に発展させて先行的なサイバー攻撃対策技術の確立を目指す。IPv6 関連の活動は産業界と強い連携体制を構築し、大規模 IPv6 環境での実検証を進める。</p>
<b>＜マネジメントの概要＞</b>
<p>プロジェクト指向の研究体制の強化、インハウスの開発体制の構築、積極的な外部連携の促進、委託研究との密な連携、欧米・アジア諸国との国際連携の推進、機構内連携プロジェクトを活用した効率的な成果展開。</p>

**委員からの主なコメント等**

**《平成 26 年度の実績(見込み)》**

- ・ 中期目標のテーマについては、観測網の拡大や高度化を行うなど、着実に研究を進展させている。
- ・ 平成 26 年度の実績は、十分達成できている。
- ・ 特に世界最大規模のサイバー攻撃観測網の構築に関しては、国際貢献も含めて達成できている点が素晴らしい。
- ・ サイバー攻撃分析・予防基盤技術の確立に関しては、CYREC を立ち上げた点を評価する。
- ・ CYREC における研究も非常に重要な課題として、研究を進展させている。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・ 着実に研究が進展しており、今中期目標期間の実績は達成可能と考える。
- ・ 特に世界最大規模のサイバー観測網の構築に関しては、確実に達成できると思われる。
- ・ CYREC に関しては、サイバー防御戦術とサイバー攻撃検証の研究を、目標以上の成果が期待できそうである。

**《改善すべき点》**

- ・ この分野では大量の観測データに対してさらに高度な認識・識別を行う必要性が高まっていくと思われる。このような高度な認識を行うためには、機械学習などさまざまな人工知能技術を利用することが有効と考えられ、そのような方向に向けた研究を強化することを期待する。
- ・ 東京オリンピックは、ここでの研究成果を活用する絶好の機会と考える。日本政府のセキュリティ対策組織・体制の中で、技術面において中核的な役割を果たすように期待する。
- ・ 開発したシステムの外部への提供などを通じて、セキュリティ技術の人材育成にも役立つような活用法の促進についても期待している。
- ・ 世界最大規模のサイバー観測網の構築に関しては、他国との比較や特徴を示すことで、さらに本研究の良さをアピールしてほしい。
- ・ 特にどこまで観測網を増やしていけばよいのか全体像を示すことが必要である。
- ・ 単にセンサである観測網を増やすだけではない、人等の振る舞いに関する研究要素も加えて、これらを両輪で研究を進めて行ってほしい。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C	S, ◎, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C
B 委員	◎, A, B, C	S, ◎, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C

<p>ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 ネットワークセキュリティ分科会 ネットワークセキュリティ技術</p>
<p>ネットワークセキュリティ研究所 セキュリティアーキテクチャ研究室 (室長: 平 和昌) ※ サイバー攻撃対策総合研究センター サイバー防御戦術研究室 の一部を含む</p>

<b>第3期中期計画期間における研究計画等</b>
<b>《研究計画の概要》</b>
<p>① クラウドやモバイル等の先進的なネットワーク及びネットワークサービスにおいて、適材適所にセキュリティ技術を自動選択し、最適に構成するためのセキュリティアーキテクチャの研究開発、</p> <p>② モバイル機器やクラウドサービスにおいて新たに必要となるセキュリティ要素技術の研究開発を行う。</p> <p>③ 災害時における情報の信頼性、プライバシーの確保等の情報管理や災害時のネットワーク形態のセキュリティ確保を考慮しつつ、新世代ネットワークにおけるセキュリティを確保するためのアーキテクチャ及びプロトコルの設計・評価技術を確立する。</p> <p>④ これらの技術について、我が国の電子政府推奨暗号に対応した、暗号プロトコルの評価、暗号プロトコルの技術ガイドライン策定等に適用する。</p>
<b>《想定する主な学術的成果》</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・セキュリティ知識ベース・分析エンジン REGISTA における、セキュリティ要求からリスク分析までを自動化可能なセキュリティ情報の記述方式と、ネットワークレベルでの脆弱性とリスク評価を行うための、形式化手法を利用したセキュリティ評価手法。</li> <li>・大規模認証／プライバシー保護に必要な劣効などのコストを軽減した暗号・認証理論の確立と、RFID 等の省リソースデバイスにおけるプライバシー保護とセキュリティ確保プロトコル、クラウドにおけるプライバシー保護プロトコル及び省リソースデバイスとクラウドが連携する際のセキュリティ／プライバシーの協調を行うための理論と技術の確立。</li> </ul>
<b>《想定する主な社会還元の見通し》</b>
<p>セキュリティアーキテクチャを実現する技術をネットワークに接続する機器や、ネットワークの通信仕様に実装することを最終目標とし、オープンソースの公開、テストベッドでの実証と公開により、ネットワーク機器ベンダと協力して標準化から実装までをシームレスに行う。また、標準化を通じて、研究成果を国際的に展開することを目指す。更に、研究成果は、CRYPTREC や、暗号プロトコル評価コンソーシアムを通じて社会還元するとともに、新世代ネットワークへの実装を通じて、将来のネットワークのセキュア化にも貢献する。</p>
<b>《研究開発の競争力》</b>
<p>ソフトウェア単体のセキュリティを主眼とする他の独法、学術貢献を主とする国内大学に比べ、ネットワークへの実装及び実用化までを研究領域としている。国際的なトップカンファレンスにコンスタントに採録されるトップレベルの研究能力とともに、ITU-T、ISO 等にエディタ、HoD で貢献しており、国際標準化においても世界をリードしている。</p>
<b>《マネジメントの概要》</b>
<p>① 国内外トップレベル研究者との共同研究を生かすとともに StarBED、JGN-X 等、NICT の開発・実証環境を最大限活用。</p> <p>② 理論系人材、実装系人材、標準化系人材をバランスよく構成するとともに、標準化が成果普及の鍵となるため、標準化人材の重点化、育成を進める。</p> <p>③ 研究成果の展開として、REGISTA のリスク分析システムの公開、認証・プライバシー保護技術を新世代ネットワーク (タイプ I) のセキュリティ機構に反映するとともに、暗号プロトコル評価コンソーシアム CELLOS を立ち上げ、安全なセキュリティ技術利用のための情報提供を行う。</p>

**委員からの主なコメント等**

**《平成 26 年度の実績(見込み)》**

- ・平成 26 年度の実績に関しては、どうにか達成できたと思われる。
- ・REGISTA の研究は、計画を見直すことで従来から軌道を修正して研究を再スタートさせたという理解をしている。
- ・アンドロイドに特化するなど、従来よりも目標が具体的になり、より実質的な研究成果を目指しているという印象を持った。
- ・特に体制の変更等があったとのことで時間的に大変であったとは思いますが、携帯電話のアンドロイドに集中して REGISTA の研究開発をしたことは良かった。
- ・暗号プロトコル評価に関しては、CELLOS の活動を立ち上げて活動が始まったことは良かった。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・修正した計画の中で、目標達成は可能と考える。
- ・今中期目標の実績に関しては、達成できる研究課題と達成が難しい研究課題が出てくると予想するので、メリハリをつけた研究をしてもらいたい。
- ・特に REGISTA をどこまで仕上げれば目標達成であるかを、今一度検討してもらいたい。

**《改善すべき点》**

- ・今回の計画修正で、目標がより具体化されたことはいい方向転換だったと思うが、共通基盤技術、共通フレームワークを提供する方向性もある程度は維持するように期待する。
- ・マルウェア対策技術に関しては、CYREC との技術連携も期待する。
- ・CELLOS の活動や、Protocol zoo の作成のような活動は大変重要であり、そこでの中心的な貢献を期待する。
- ・研究課題のいくつかは、かなり範囲が広いので、絞り込む必要があると考える。
- ・全体像、つまりアーキテクチャをしっかりと纏めて、その中のキーとなる部分を具体的に詳細まで纏めることで、全体像の見通しを立てるように努めてもらいたい。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C	S, A, B, C	◎, A, B, C
B 委員	◎, A, B, C	S, A, B, C	◎, A, B, C	S, A, B, C	◎, A, B, C

ネットワーク基盤技術領域外部評価委員会 ネットワークセキュリティ分科会 ネットワークセキュリティ技術
ネットワークセキュリティ研究所 セキュリティ基盤研究室 (室長：盛合 志帆) ※ サイバー攻撃対策総合研究センター サイバー防御戦術研究室 の一部を含む

<b>第3期中期計画期間における研究計画等</b>
<b>＜研究計画の概要＞</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>① 量子セキュリティ/情報理論的安全性に基づくセキュリティ技術：量子技術と現代暗号技術を融合した情報理論的安全性を持つセキュリティネットワーク構築のための研究。</li> <li>② 長期利用可能暗号技術：現在主流の暗号技術とは異なる安全性原理に基づく、量子計算機が出現しても安全性が維持できる次世代公開鍵暗号アルゴリズムの研究。</li> <li>③ 実用セキュリティ技術：プライバシー情報を含むビッグデータのセキュリティ処理に関する研究や秘密漏洩に対する耐性を備えた暗号技術等の研究。</li> <li>④ 暗号安全性評価技術の高度化：電子政府推奨暗号の継続的な安全性評価を行い、電子政府推奨暗号リスト改訂、将来の暗号技術移行に関して必要な検討や作業等にも適用する。</li> </ul>
<b>＜想定する主な学術的成果＞</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>① 現代暗号技術だけでは実現できない情報理論的安全性を持つプロトコルなどの新規技術を提案する。</li> <li>② 格子理論等新しい原理に基づく次世代暗号技術の安全性評価や設計において世界トップレベルの成果を出す。</li> <li>③ プライバシー情報を含むビッグデータのセキュリティ処理に関する革新的研究開発や秘密漏洩に対する耐性を備えた新しい暗号技術を提案する。</li> <li>④ 暗号の安全性評価において世界初、世界トップレベルの成果を挙げる。</li> </ul>
<b>＜想定する主な社会還元の見通し＞</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>① 量子 ICT 研究室と連携して第3期中期計画中に実証システムを構築し、平成28年以降、国家用途へ適用し社会還元できることを目指す。</li> <li>② 長期利用可能暗号の安全性評価や新方式の提案・実装を行い、実用化に向けた取り組みを進める。</li> <li>③ センサ群とクラウド等をつないだ Cyber Physical System に活用できる暗号技術の実装開発を行い、得られたデータや知見を公開する。</li> <li>④ 電子政府推奨暗号の評価や CRYPTREC 事務局運営を通じて次期電子政府推奨暗号リスト策定に貢献し、外部機関との連携も行う。更に、次世代暗号の安全性評価において解読世界記録を達成し、将来に渡り安全なパラメータ選択に関する指針を示す。</li> </ul>
<b>＜研究開発の競争力＞</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>① 量子セキュリティに関しては、国内連携機関はオールジャパン的な組織であり、海外とは EU や各国研究機関と UQCC (NICT/IPA/ AIST 主催) を通じて連携している。</li> <li>② 長期利用可能暗号技術に関しては、格子暗号の安全性評価等で国内外に対して優位となる技術を確立しつつある。</li> <li>③ NICT が世界に先駆けている要素技術(時刻、位置情報)を応用している実用セキュリティに関しても優位と言える。</li> <li>④ 暗号安全性評価技術については、特に公開鍵暗号について幅広く、世界トップレベルの評価技術を有している。</li> </ul>
<b>＜マネジメントの概要＞</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・量子セキュリティは連携プロジェクト「量子鍵配送を利用したセキュアネットワークの研究開発」に参画し、主にプロトコル設計・安全性評価を担当。</li> <li>・長期利用可能暗号技術は科研費も活用し、方式改良は共同研究も活用している。また連携プロジェクト「命」の情報通信支援システム」で医療システムへの応用も検討。</li> <li>・CRYPTREC 事務局の運営では総務省、経産省、IPA と連携し、暗号技術評価委員会事務局を主担当。CRYPTREC 暗号リスト改定に貢献し、次期小改定に向けて検討開始。</li> </ul>

委員からの主なコメント等					
<b>《平成 26 年度の実績(見込み)》</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実用的な研究と理論的な研究のバランスをうまくとって研究を着実に進展させている。</li> <li>・ 平成 26 年度の実績は、十分達成できたと考える。</li> <li>・ 特に SVP Challenge 世界記録更新は、素晴らしい</li> </ul>					
<b>《今中期目標期間の実績(見込み)》</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 着実に研究が進展しており、今中期目標は十分達成可能と考える。</li> <li>・ 現在志向から未来志向へのステップに関して、4 つに分けて研究開発をしていることは、非常に良い。</li> </ul>					
<b>《改善すべき点》</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ この分野の研究は、研究の進展に伴い目標設定も変動することが多く、短期的な詳細目標を設定することはあまり適切ではないと考える。その意味で、研究を研究者が自主的に進展させるような柔軟な目標設定が望ましいと思う。</li> <li>・ 一方、研究の大きな方向性に対する大局観も重要であると考え。例えば、プライバシーを保護した上でのクラウドコンピューティングやビッグデータの技術を目指すといったような研究の方向性・大局観を共有することが、より意義深い研究を行うための指針になり得ると思う。</li> <li>・ 大学の研究室や企業の研究所等との違いをもっと示してほしい。</li> <li>・ 特に国研として、この分野での研究開発とはどのようなものであるかを一度整理していただきたい。</li> </ul>					
<b>《(参考) 中間評価の結果》</b>					
項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C
B 委員	◎, A, B, C	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C



ユニバーサルコミュニケーション基盤技術領域  
外部評価委員会 評価

## 第3期中期計画期間における研究計画等

## 《研究計画の概要》

音声翻訳システム・音声対話システムの高度化推進のため、大規模な音声コーパスを構築（現状の5倍）、対応可能な入力発話の自由度を広げるため、日本語、英語、中国語及び韓国語の間で音声認識の高速化・高精度化を推進、音声認識と言語翻訳の処理を統合した統計的処理手法を開発。これら研究成果の社会展開として、旅行会話から医療支援会話などへ対象の拡張を行い、ビジネス会話を対象とした音声翻訳システムを試作し、ある程度の語学力を有する者の支援を行う。音声対話システムは、多言語化を進めるとともに、利用可能なセンサ情報との統合、文脈処理の研究開発を推進する。

## 《想定する主な学術的成果》

- ① オープンドメインの長文（1文10単語以上）を対象とした高速かつ高精度な音声認識技術
- ② 実環境の多言語音声を対象とした高精度な実時間音声インデキシング技術
- ③ 認識・翻訳デコーダの統合による同時通訳技術
- ④ 様々な環境音の下で聞き手に合わせた聞き取りやすい高精度音声合成技術
- ⑤ 拡張性、移植性に優れた多言語音声対話システム構築技術
- ⑥ 医療交流支援への音声翻訳システムの拡張。

## 《想定する主な社会還元の見通し》

- ① 声翻訳・対話・索引システムの要素技術および統合化技術を産業界へ技術移転
- ② 実証実験等によるシステムの提供と収集データの研究開発機関への公開
- ③ コーパス、モデル、ツール類をフォーラム（高度言語情報融合フォーラム）等を介して公開。

## 《研究開発の競争力》

音声翻訳技術の世界トップクラスの研究グループが集う国際ワークショップ IWSLT において、英語講演音声 TED を対象とした音声認識性能競争で3年連続首位を獲得し、NICTの音声認識技術が世界トップレベルであることを証明。研究開発された音声認識システムがNTT Docomo、KDDI、Panasonicなどの商用システムに導入。海外研究機関との協力関係も強固で、25の国と地域の30研究機関が加盟する国際研究コンソーシアム U-STAR を主導して、多言語の認識・合成の研究開発を U-STAR メンバーと共同で推進している。NICTが主導したITU-T標準の音声翻訳通信プロトコルに基づく音声翻訳ネットワークを世界規模で展開。音声対話システムと統合する事により多言語音声コミュニケーションシステムに拡張。さらに、U-STAR から音声翻訳・対話制御サーバを一般に公開することにより U-STAR サーバの世界的な利用を拡大し、実データの収集を加速させる。移植性の高い音声対話制御技術で開発された京都観光案内音声対話システムを日本語・英語版東京観光案内対話システムに拡張。今後、U-STAR の多言語音声コミュニケーションシステムに接続することで多言語観光案内システムへの拡張が容易。HONDA のヒューマノイドロボット ASIMO と共同研究を行い、多言語音声対話システムを搭載し NICT の技術力を国内外にアピール予定。

## 《マネジメントの概要》

音声言語処理分野の研究で最先端技術を創出するため、国内外のトップクラスの研究グループが競う評価型ワークショップに参加し、研究開発を加速すると共に世界レベルで分野における NICT のプレゼンスを高めている。研究開発された技術が企業等にライセンスされ実用化されている。さらに産学と共同研究を行い、研究員、学生の受け入れを通して人材育成に貢献している（ミャンマー3名、ロシア1名、ベトナム1名、イギリス1名、ポーランド1名）。多言語音声言語処理技術の研究開発を行うため、国際研究コンソーシアム U-STAR を主導して研究開発を推進し、世界規模で人と技術の交流を行っている。高度言語情報融合（ALAGIN）フォーラムを介して、実証実験などで収集した学習データや研究開発したツールを公開する事により、産官学の研究開発に貢献している。

**委員からの主なコメント等**

**《平成 26 年度の実績(見込み)》**

- ・多言語、多場面への取り組みが可能となった状況的条件として、それらの言語、場面に特化したデータ蓄積の機が熟したことが大きな要因と考えられるので、長期的視点に立ってそのような周辺状況の総括と分析・一覧化を期待したい。
- ・言語数と分野数の拡大に向けて、着実に成果をあげている。
- ・前年度までと比較して、多言語、多場面への展開に取り組み、着実に成果が挙がる見込みを得ている点が評価できる。
- ・国際的な競争型のワークショップで、2年、連続首位、3年目の今年度も好成績が期待でき、世界の中におけるプレゼンスを高めている。
- ・高い水準で研究開発を進めており、平成 26 年度の進捗は極めて良好である。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・多言語、多場面に展開して認識技術の確立に取り組み、一定の成果が挙がるのが確実である点が優れた実績見込である。
- ・スマートフォン等の実環境における長文の認識性能改善について計画的な取り組みを求めていたが、データ収集・認識性能評価の点における取り組みを行い、成果を挙げていることが評価できる。さらに長文という点での突っ込んだ取り組み、分析が可能であれば、引き続いての取り組みを期待したい。
- ・音声合成について、高齢者向けの性能改善への取り組みが課題であり、取り組みを進めているということであったが、今後の成果を期待したい。
- ・着実に、多言語のコーパス構築を進めており、目標達成が見込まれる。
- ・現場音声認識、音声対話・合成技術においても、目標達成が見込まれる。
- ・今中期目標期間の実施見込みは、極めて良好であり、高い水準での目標達成が見込まれる。

**《改善すべき点》**

- ・次期中期計画においても、多言語・多場面への展開を多様に進めなければいけないことが予想されるが、そのような複雑な課題をどのように整合させながら進めていくのかについて、理論的に見通しのよい体制・体系をどう構築していくのかという課題を克服してほしい。
- ・中長期的視点から、困難な研究課題に挑戦することも、国立の研究機関の重要な役割として考慮していただきたい。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	◎, A, B, C				
B委員	◎, A, B, C				

**第3期中期計画期間における研究計画等****《研究計画の概要》**

対訳コーパス・対訳辞書の効率的収集法を確立し、各国・地域向けデータを期初の5倍程度収集する。話し言葉は10語程度の文、書き言葉は20語程度の文の高精度翻訳が可能となるよう長文翻訳のアルゴリズムを確立する。また、多言語処理技術、英語を仲介とする翻訳技術、多分野対応が容易となるよう翻訳知識の他分野への適応技術を開発するとともに、翻訳対象となる文だけでなく周辺の文や段落も考慮して翻訳する技術の研究開発に着手する。

**《想定する主な学術的成果》**

- ① 訳辞書構築を効率的に実行するための手法。
- ② 長文を翻訳するための技術。
- ③ 翻訳の関連技術（多言語処理技術、英語を仲介とする翻訳技術、翻訳知識の他分野への適応技術など）。
- ④ 文脈も考慮して翻訳するための基礎技術の確立。

**《想定する主な社会還元の見通し》****【音声翻訳】**

- ① 行用音声翻訳技術の事業者へのライセンス提供。
- ② 外部機関と連携して音声翻訳の他分野への展開。

**【テキスト翻訳】**

- ① 子通販専用の高精度翻訳技術の事業者へのライセンス提供。
- ② 特許翻訳に係わる技術の段階的な開発と事業者へのライセンス提供。

**【翻訳支援】**

ボランティアからプロまで様々な翻訳者を支援するため、総合的技術として展開。

**《研究開発の競争力》**

- ① 国際会議 Workshop on Future Directions in Translation Research (WFDTR)
- ② コンペ型国際会議 NTCIR/PatentMT
- ③ International Workshop on Spoken Language Translation (IWSLT)
- ④ The Workshop on Asian Translation (WAT)

の開催によって多言語翻訳分野の発展への貢献。

- ・国内の研究機関とは共同研究などで連携し研究を推進。
- ・国外で、Google、MS、IBM、中国科学院、等が類似の研究を行っているが、日本語に機軸を据えたものはない。一方、NICTは日本語に関する言語資源とツールによって、確固たる研究基盤を備えている。

**《マネジメントの概要》**

技術的課題・社会還元可能性・国民のニーズを考慮して、対象分野を選択しリソースを集中。外部リソースの活用によるレバレッジ効果で研究開発を加速。

- (1) 産学の外部機関と連携
- (2) 音声翻訳については、音声コミュニケーション研究室、情報分析研究室、情報利活用基盤研究所の所内3室と連携して推進。
- (3) 所内FUNDの利活用で研究を拡充
  - ① 連携プロジェクト(タイプI I)の「世界を結ぶ音声翻訳U-STAR」を音声コミュニケーション研究室と共同で実施。
  - ② 国際連携ファンドによる国際会議WFDTRの開催。
- (4) 社会還元予算で、「医療」向け音声翻訳の研究開発を実施。
- (5) ハルビン工科大学、上海交通大学、北京交通大学、京大、九大、東工大、NAIST、長岡技科大、同志社大等の大学からのインターンやNEC、NHK、富士通、ATR-TREK、PANASONIC、の研究員出向。

**委員からの主なコメント等**

**《平成 26 年度の実績(見込み)》**

- ・学会向けに BLEU での改善幅がどれくらいかを示すことは、適切かと思われるが、一般向けには、推定値でもよいので他のわかりやすい改善幅を併記した方がアピールしやすいと思われる。しかるべきイベント等の際には、総評時にも挙がっていたように TOEIC スコア換算を行っていただくことが効果的と思われる。
- ・対訳コーパスの構築は、補正予算によってさらに加速されている。
- ・難関国際会議への採択が多く、高い水準で研究開発を進めている。
- ・これまでから引き続き、理論面、実用面、双方の成果が挙がっている点が評価できる。
- ・研究員の増員もあって、幅広い研究開発が見込まれる。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・今中期目標期間の実施見込みは、極めて良好であり、高い水準での目標達成が見込まれる。
- ・DNN への乗り換えが順調である点が評価できる。
- ・翻訳モデルを新しいものに変えることによって、本質的な性能改善が期待できるのかについて、確固たる見通しが必要であると思われる。
- ・分野の拡大についても、防災・減災分野、医療分野を中心に着実に研究開発を進めており目標達成が見込まれる。
- ・日英での性能改善を平成 27 年度に向けて多言語展開するという計画とのことなので、その成果を期待したい。

**《改善すべき点》**

- ・長文を対象とした技術開発のロードマップ開発への取り組みを期待したい。
- ・対象分野・対象言語別の翻訳性能を一覧で把握できるようにして、どの分野・言語を重点的に取り組むべきかを明示することが望ましい。
- ・研究員の体制が倍増したとのことなので、理論専門・実用化専門といった体制の切り分けを明確にして、理論寄りの研究だけでなく実用化寄りの研究に対しても、重点的な取り組みを期待したい。短期的な精度実績にとらわれず、冒険的な課題への挑戦を期待したい。
- ・中長期的観点から、困難な研究課題に挑戦することも考慮していただきたい。
- ・研究成果を一般の市民にわかりやすい尺度で示すことについて、予算を含めて検討していただきたい。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	◎, A, B, C	S, ◐, B, C	◎, A, B, C	S, ◐, B, C	◎, A, B, C
B委員	S, ◐, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C	S, ◐, B, C

ユニバーサルコミュニケーション基盤技術領域外部評価委員会	コンテンツ・サービス技術
ユニバーサルコミュニケーション研究所 情報分析研究室	(室長：鳥澤 健太郎)
※ 耐災害 ICT 研究センター 情報配信基盤研究室 の一部を含む	

第3期中期計画期間における研究計画等	
<b>《研究計画の概要》</b>	
<p>テキスト、音声、画像を対象とした情報分析技術（意味的言語情報分析技術、分析仮説生成技術、異種メディアリンクージ技術）について開発を行う。これにより、例えば災害時であっても、災害関連の膨大な情報・風説の分析や、生活支援に資する情報の利活用を可能とする。また、そのためのメディア解析基盤技術（構文解析技術等）、更に情報分析で必要な 1000 万個の語、フレーズからなる言語資源を含めた基盤的情報資源の開発を行う。</p>	
<b>《想定する主な学術的成果》</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>① レーズの分類技術、それらの間の意味的關係認識の技術。</li> <li>② 複数の文、フレーズに書かれた情報を組み合わせて仮説を生成する技術。</li> <li>③ これら情報分析のフロントエンドとしての質問応答システム・技術。</li> <li>④ 音声画像と以上の成果をリンクージする異種メディアリンクージ技術。</li> </ol>	
<b>《想定する主な社会還元の見通し》</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 情報分析システム WISDOM X（従来、WISDOM 2015 と称していたが改称）を遅くとも 2015 年に一般公開。</li> <li>・ 情報分析システムを開発する過程で構築した言語資源等、基盤的情報資源並びにツール群を高度言語情報融合フォーラム（ALAGIN）等で一般公開。</li> </ul>	
<b>《研究開発の競争力》</b>	
<p>米国においては Machine Reading の研究に注目が集まっており、その目標は想定する主な学術的成果と重なるが、NICT は、これまで情報分析、言語の意味処理で実績を積んでいること、一般公開、ALAGIN を介して社会展開を図ってきていること、競合研究機関は情報分析システム WISDOM や、音声質問応答システム「一休」に相当するシステムを保有してはおらず、これらシステムを既に一般公開し、デモ等で活用していることは強みとなる。</p> <p>更に、多言語を考慮しつつも日本語を中心に考慮する事で、我が国における情報分析技術の底上げ、情報安全保障、一般国民の柔軟な情報アクセスの担保と行った意味において、非常に重要な研究開発となる。また、国内において、NICT の規模で研究を行っている組織はない。</p>	
<b>《マネジメントの概要》</b>	
<p>ALAGIN を介して、他研究機関等と連携する他、京都大学、東北大学とは招へい研究員制度を活用して連携する。これまで蓄積してきた技術、リソースをこれらの研究機関等で普及させてフィードバックを得て、効率的な研究を行う。</p>	

委員からの主なコメント等

《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・実世界への適用を念頭に置いた優れた研究開発が継続して実施されている点は大きく評価できる。システムに新しい興味深い機能が追加されていることは特に評価できる。
- ・質問サジェスト機能は、WISDOM X の有用性を向上する上で役立つものと考えられる。また、耐災害 SNS 情報分析システムへの取り組みは、従来の汎用情報分析の流れとは異なり、新たな観点を生み出している。
- ・実システムの開発を行う一方で、学会等への研究発表を盛んに行っている点も評価できる。自然言語処理におけるトップカンファレンスである ACL 国際会議への採録など、研究の面でも最先端の技術が生み出されていることは高く評価すべきである。
- ・国際会議発表、受賞、大型グラント獲得などの学術的成果を中心に、全ての項目において目標を達成できていると考える。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・これまで順調に推移しており、特に新規機能の開発については予想を超えた進展が見られている。そのような状況を踏まえると、この中期計画目標期間における研究開発面での目標がクリアできるものと十分期待できる。
- ・今までの実績より、学術的成果を中心に当初の目標を達成できると考える。
- ・計画のうち大きいものとして「平成 27 年度に WISDOM X を公開」というものがある。WISDOM X のようなシステムが一般に公開されるということは大変意義があるものであり、完成したシステムの公開をもって本プロジェクトが成功したということになるであろう。WISDOM X が予定どおり公開されるという前提のもとであるが、高い目標が成功裏に達成されたといえるであろう。

《改善すべき点》

- ・評価委員会の際に、高度な分析・予測機能が実現されていることから、実社会における適用においては、倫理的または法的な問題が発生するのではないかという質問を行った。すでにこれらの点については検討されているということであるが、適用分野・シナリオに応じた具体的な検討がさらに必要となるであろう。

《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	S, A, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C	S, A, B, C	◎, A, B, C
B委員	◎, A, B, C	◎, A, B, C	S, A, B, C	S, A, B, C	S, A, B, C

ユニバーサルコミュニケーション基盤技術領域外部評価委員会 コンテンツ・サービス技術  
 ユニバーサルコミュニケーション研究所 情報利活用基盤研究室 (室長：是津 耕司)  
 ※ 耐災害 ICT 研究センター 情報配信基盤研究室 の一部を含む

### 第3期中期計画期間における研究計画等

#### 《研究計画の概要》

大量かつ多様なテキストやセンシングデータから構築された大規模情報資産を横断的に検索したり集約したりする技術を開発する。更に、大規模情報資産を適切に組み合わせて情報サービスを迅速に開発する方式や、情報サービス利用に関する情報を収集・分析し、サービスの品質を制御できるようにする技術を開発する。

また、これら情報利活用基盤技術を実装した情報サービス開発のためのテストベッドを JGN-X 基盤上に開発する。

#### 《想定する主な学術的成果》

情報資産に含まれるデータやツールを使って迅速に情報サービスを開発できるようにする情報サービス連携基盤技術を実現する。また、利活用品質に基づく情報サービス制御技術を実現する。

異種・異分野にまたがる情報資産をメタレベルで集約し、様々な相関関係に基づく横断検索を可能にする大規模情報資産管理基盤技術を実現する。

#### 《想定する主な社会還元の見通し》

開発する情報利活用基盤技術を新世代ネットワーク基盤上に実装し、高度情報資産を使った情報サービスの開発のためのテストベッドを産学官に広く提供する。これを核として、環境情報や社会情報を集約するクラウド技術の標準化と実用化を目指し、環境問題等に対する情報サービスに応用することで、幅広い社会還元を目指す。

#### 《研究開発の競争力》

電子政府データや科学データ等でオープンデータの取り組みが国内外で活発化しつつある中、情報利活用基盤はこれらを情報資産としてメタレベルで統合し、分野や種類の違いを超えて相関のあるデータを検索したり可視化する技術を実現することにより、単にデータの保存公開を目的としてきた従来のオープンデータ基盤を横断的に利活用できるようにしている点に優位性がある。また、これら利活用サービスの要求に連動して基盤ネットワークの再構成まで一貫して行いスケラビリティを向上させる技術は、NICT の強みを生かしたもので他に例を見ない。科学技術データの横断的利活用については WDS や JST と連携し、サイバーフィジカルシステムを対象としたセンサーデータの横断利活用では米国 NIST と連携するなど、国際的な研究協力体制の中で競争力のある研究開発を行っている。

#### 《マネジメントの概要》

新世代ネットワーク基盤や JGN-X ネットワークテストベッドを最大限活用するなど、研究開発の独自性を保ちながら必要な資源を極力抑える努力をし、効果的な研究体制を構築している。

連携プロジェクトや共同研究などにより、NICT 内外と協力して効率的に効果的に大規模情報資産を構築し実証実験できる研究協力体制を構築している。

**委員からの主なコメント等**

**《平成 26 年度の実績(見込み)》**

- ・ 実世界の多様な情報を統合するサイバー・フィジカル・ソーシャルシステムを具体的な実世界情報源を対象にシステム構築しているが、このような取り組みは他にあまり見られないものである。個々の要素技術に関しては既存の研究開発などが存在するものもあるが、それらを統合して一つのシステムとすることは多くの困難が伴うと考えられ、重要かつユニークな取り組みとして評価できる。
- ・ 今年度の開発内容であるメタデータのリポジトリ、Event Data Warehouse、Cross-DB Search の応用展開などは、それぞれ重要な研究開発であり、有効性・有用性も高いと考える。
- ・ 全ての項目において満遍なく目標を達成できていると考える。気象とヘルスケアのような分野横断の実証実験を通して、新しい学術領域の開拓を進めている点も学術的貢献としてアピールされると良いと考える。
- ・ 総じて本年度の研究開発は順調であると評価できる。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・ この中期目標期においては、平成 27 年度においてはテストベッド上の実証実験を行うとされている。最終的な評価はその実証実験の内容と結果を踏まえて行うべきものであるが、現状のテストベッド構築に関する進展の状況（要素技術やサブシステムの開発等）を考えるとテストベッドに基づく実証実験が実施できることは現時点でも十分予測できる。実証実験で何を示すか、何を評価するかという点がポイントであるが他に類似したシステムがなく、きちんとした評価軸がない状況を考えるとテストベッドの構築・実証を行ったこと自体が大きな成果になると考える。テストベッド構築・実証実験の結果が分析・報告された時点で今中期目標期間の目標が達成されたといえる。
- ・ 平成 27 年度の予定がほとんど「テストベッド上での実証実験」なので、今までの実績から期待とおりの成果が得られることの勝算をある程度持っているのか、予想通りに進まない場合の対策等を持っているのかについて懸念が残った。

**《改善すべき点》**

- ・ 研究・開発の成果の一つとしての論文・学会発表についてはさらに活発な活動を期待したい。ただし、本プロジェクトが対象としている分野は、情報科学・工学と e-サイエンスなどにまたがる学際的・総合的な領域であり、適切な学会・国際会議・ジャーナルなどが存在しないということも事実である。関連する研究者・開発者と連携するためのワークショップ等の実施や、コミュニティを育成するための取り組みなどが今後必要になって可能性がある。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	① 的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	◎, A, B, C	S, ◐, B, C	S, ◐, B, C	◎, A, B, C	S, ◐, B, C
B委員	S, ◐, B, C	S, ◐, B, C	◎, A, B, C	S, ◐, B, C	S, ◐, B, C

**第3期中期計画期間における研究計画等****《研究計画の概要》**

究極の立体映像方式である電子ホログラフィでは、超高精細表示デバイスと表示光合成光学システム技術等を開発し、表示サイズ対角5インチ、視域角 20 度の表示を実現する。このような表示に対応できる電子ホログラフィ用撮像技術を開発する。多視点立体映像方式について2倍の圧縮効率を持つ情報源符号化方式、符号化・復号化に要する処理時間を半減する情報源符号化方式を開発する。また、多数の視点から撮影した映像を基に立体的な空間情報を構築する技術を開発する。

**《想定する主な学術的成果》**

- ① 画素ピッチ 3.5 $\mu$ m の超高精細表示デバイスと高密度実装技術の実現
- ② 複数の表示デバイスの表示光を合成する光学技術等の開発による表示サイズ拡大の基本的手法の確立
- ③ 大きな被写体や視域角 20 度の表示に対応でき、深い奥行きでも鮮明な立体像情報を取得できる撮像技術の実現
- ④ 視差間の類似性や奥行き情報に着目した圧縮符号化技術の開発による2倍の圧縮効率の実現
- ⑤ 符号化・復号化の処理時間を半減する多視点立体映像の圧縮符号化技術の実現
- ⑥ 多数のカメラの撮影映像から空間情報を取得・伝送し、受信側で立体的な空間モデルを構築できる技術の実現

**《想定する主な社会還元の見通し》**

電子ホログラフィ要素技術を更に改良・発展させ、2030年までに最低でもA6サイズ(対角7インチ)据え置き型ホロディスプレイの実現を目指し、将来の電子ホログラフィの実用化につなげる。開発デバイスは超高精細映像など幅広い社会応用が見込める。多視点立体映像情報の迅速かつ効率的な取得・伝送技術をパブリックビューイング・教育等に応用し、立体映像技術の幅広い社会貢献を目指す。

**《研究開発の競争力》**

世界初の視域角15度の電子ホログラフィ表示実現や世界最大の200インチ裸眼ディスプレイ開発など世界トップレベルの技術力を有する。

**《マネジメントの概要》**

- ・電子ホログラフィ用表示デバイス開発を委託研究として実施することで、電子ホログラフィ技術の進展に最適なデバイスを開発できるとともに、開発メーカーと密接に連携して自主研究を進められるなど、効果的な研究協力体制を構築している。
- ・連携プロジェクト「うめきた導入に向けた超臨場感実証実験システムの開発」「うめきた実証実験」「超大容量の非圧縮伝送技術の研究開発」により、多視点立体映像技術の効果的な実証実験を実施できる体制を構築している。

**委員からの主なコメント等**

**《平成 26 年度の実績(見込み)》**

- ・電子ホログラフィについては、表示サイズ対角 5 インチ、視域角 20 度の表示を実現するためのデバイスのメドが立ってきている。
- ・電子ホログラフィについては、8K のパネルを 4 素子用いて対角 2.5 インチ・視域角 10° を実現し、光学系における課題抽出まで実施しており、適切な進捗といえる。また連携して委託研究において超高精細表示デバイスを開発し、特にスピン SLM の 2 次元素子など将来の超多画素化に向けた革新的技術の開発も進んでいる。
- ・多視点映像に関しては 200 インチ裸眼立体ディスプレイを用い、外部連携などを通じて画質改善・コンテンツ制作・リアルタイム表示などの取り組みを行っており、超臨場感映像の普及に貢献する重要な活動といえる。
- ・多視点映像については、新たな情報低減方法 (SECOND-MVD 方式) の評価実験実施段階に至っている。
- ・CG データからのフォトリアリスティックな像再生は、世界的に見ても電子ホログラフィの表示像として他に例のない高い品質を実現しているといえる。
- ・多数の論文発表・受賞等、国際的に存在感を示している点は高く評価できる
- ・その他の状況も含めて、平成 26 年度の実績について順調に目標を達成できると考えられる。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・電子ホログラフィの表示技術に関しては、パネルを 16 枚化する準備を進めており、これによって画面サイズ 2 倍かつ視域角 2 倍とすることで中期目標のスペックを達成できると見込まれる。
- ・具体的には、次年度の改良を経て表示サイズ対角 5 インチ・視域角 20 度の表示を実現可能と考えられる。
- ・また、撮像技術に加えて RS 法の導入により、コンテンツ制作においては、目標を超えての高度化が期待される。
- ・電子ホログラフィのための撮像技術として、3 台の距離カメラを用いた方式で大きな被写体の撮像も可能にした。CG データからのホログラム生成技術も併用し、ホログラム表示に適した映像収集技術の実現が期待できる。
- ・多視点映像については、SECOND-MVD 方式により、2 倍の圧縮効率と処理時間の半減を達成可能と考えられる。
- ・超多眼映像のための符号化方式について、主観評価実験により目標とする圧縮効率のメドを確認しており、中期目標を十分に達成できると見込まれる。
- ・前年度までの状況も含めて、今中期の実績について、目標を十分に達成できると考えられた。

**《改善すべき点》**

- ・現在までの進捗は適切である。今後、200 インチ裸眼立体ディスプレイなどインパクトのある成果物をさらに活用して超臨場感映像の認知度向上・応用領域開拓といった成果展開の活動が望まれる。
- ・200 インチの裸眼立体ディスプレイを用いた実証実験では、多感覚・評価研究室との連携や、結果のフィードバックが望まれる。
- ・電子ホログラフィ技術は腰を据えた開発を要する分野であり、更なる超多画素化など、今中期目標期間に得られた成果を次ステップにつなげる計画が必要である。撮像技術についても、奥行き深い像や垂直方向の視差画像情報の取得などの課題に引き続き取り組むことが必要となる。これらは次世代ディスプレイ技術の基盤向上にも重要なものであり、アウトカム目標の資料にも記された通り、継続的な研究開発・社会還元のための活動推進が望まれる。
- ・電子ホログラフィと多視点映像の技術的な連携についての検討が望まれる。
- ・多視点映像については、没入型ディスプレイに代表される最近の超臨場感技術の動向から、情報源の符号化方式の多様なフォーマットへの対応が求められる。
- ・今中期目標期間の終了に向けて、電子ホログラフィの特性を生かす立体映像コンテンツのデモンストレーションを行えるよう検討を深めて頂けるとよい。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C	S, ⊕, B, C	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C
B 委員	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C	S, ⊕, B, C	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C

## 第3期中期計画期間における研究計画等

## 《研究計画の概要》

立体映像、音響、触覚、嗅覚により、人が臨場感を感じる仕組みの解明を目指し、心理物理的実験及び脳活動計測実験を行い、臨場感を定量的・客観的に評価するための技術開発を行う。特に、眼鏡あり立体映像による疲労・違和感や裸眼立体映像による臨場感向上の定量評価を実施し、立体映像の安全規格確立に必要なデータを収集する。また、音像定位の知覚精度、感触と立体映像の時空間的不一致・相乗効果、香りと映像の相乗効果等の知覚認知メカニズムを明らかにするための定量的・客観的な評価実験を実施し、人にとって快適な多感覚情報の再現・通信を実現するための技術要件を策定する。

## 《想定する主な学術的成果》

- ① 鏡あり立体映像の生体影響に関する定量的・客観的な評価技術確立し、信頼性の高いデータを取得する
- ② 立体映像による質感、運動視差による立体感、包囲感等の知覚認知メカニズムを心理物理・脳活動計測で明らかにする
- ③ 立体音響の知覚認知メカニズムを明らかにするとともに、立体音響と立体映像の実験システムを構築し、音像定位の知覚精度等の知見を得る
- ④ 感触と立体映像の空間的・時間的不一致の許容度、両者の相乗効果に関する人の知覚認知メカニズムを明らかにする
- ⑤ 香りと映像等の相乗効果に関する知覚認知メカニズムを明らかにし香りの最適提示条件を明らかにする

## 《想定する主な社会還元の見通し》

眼鏡あり立体映像の生体影響に関する信頼性の高い心理・生理データを収集し、立体映像の安全ガイドラインや安全規格の国際標準化に寄与する。また、立体映像と立体音響・感触・香りの統合による相乗効果等の知覚認知メカニズムに基づき、人に臨場感を与える技術要件を策定し、フォーラム活動や民間等との連携を通じて、自然な操作感を実現する遠隔操作システム等の設計指針を提供し、最適な超臨場感技術の確立・普及に貢献する。

## 《研究開発の競争力》

臨場感の知覚認知メカニズムの解明や心理物理・脳活動計測による新しい評価技術の開発、四感覚（視覚・聴覚・触覚・嗅覚）を統合した多感覚技術の開発など、世界に類をみない独創的な研究を進めており、世界トップレベルの研究開発力を有する。

## 《マネジメントの概要》

- ・世界トップレベルの学術的成果を目指すとともに、立体映像の安全規格化や多感覚技術の設計指針策定等、社会還元を意識した研究を推進する
- ・眼鏡あり立体映像の生体影響評価実験や成果の展開は、産学官フォーラム（URCF）と連携して進める。また、（独）土木研究所、（独）産総研、NHK 技研等との共同研究を通じて、外部機関と積極的に連携して研究を進める
- ・脳情報通信融合研究プロジェクト、うめきた連携プロジェクトに参画し、多感覚認知メカニズムの研究、臨場感評価の社会実証実験を進める

委員からの主なコメント等

《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・映像の評価技術については、立体映像の観視に伴う不快感の個人差要因の評価データの収集・解析が進められている。
- ・立体映像観察時の眼の輻輳・調節の不一致、不快・疲労などについて評価実験による定量的データを取得し、報告書の公開、ITU-R への寄与文書提出など実用面で価値の高い成果を挙げている。
- ・高精細立体映像の伝達・提示が遠隔作業に与える効果について、民間企業との連携により建設機械を対象とした定量的評価を実施している。ニーズの高い分野であり、極めて有意義な成果といえる。
- ・音響の評価技術については、音源定位の大規模実証実験が行われている。
- ・映像の定位効果を実証するとともに、社会実験において 200 インチ裸眼立体ディスプレイを用いて 2700 名という膨大な数の一般人のデータを取得し、立体映像と立体音響の効果的な統合を実証した点には高い説得力がある。
- ・触感の評価技術については、4K 立体映像を用いたパフォーマンスの変化が検証されている。
- ・香りの評価技術については、デジタル嗅覚検査システムへの応用という、ユニークな着想による開発・検証が進められている。
- ・その他の状況も含めて平成 26 年度の実績について、順調に目標を達成できると考えられた。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・映像の評価技術については、成人・未成年・個人といった形で年度毎に立体映像の評価データが蓄積されており、国際標準化などへの寄与が期待される。
- ・立体映像による疲労や不快感について個人差も考慮した研究が進んでおり、また主観評価方法の標準化に向けた実験も実施予定である。着実に研究を推進しており、卓越した実績が見込まれる。
- ・光沢感・包囲感に関して定量的な評価を脳活動計測とともに実施し、立体映像の仕様と人間の知覚との関係を明らかにしている。さらに視差情報の提示が操作性の向上に与える効果について社会実験による検証が計画されており、今中期目標期間の目標を十分に達成できると確信できる。
- ・研究計画中の映像定位の知覚精度、立体音響技術に対する技術要件については、上記の大規模実験データなどから十分な成果が得られると期待される。
- ・音響の評価技術については立体音響の技術要件の策定として成果のとりまとめが行われ、香りの評価技術についてはベンチャー企業や検査システムなど、多様なアウトプットが可能と考えられる。
- ・触感の評価技術については、クロスモダリティとパフォーマンスへの影響という重要な知見の取得可能と考えられる。
- ・前年度までの状況から、多様かつ膨大なエビデンスの取得を通して、今中期の実績について、十分に目標を達成できると考えられた。
- ・脳研究という基礎領域を扱いながら、産業界に直結する視点で研究に取り組み、成果を挙げている点为本研究の優れた特徴と言える。

《改善すべき点》

- ・研究は適切に実施され、計画通りもしくは計画以上の成果を期待できる。
- ・映像、音響、触感、香りの評価技術の成果を統合し、臨場感のメカニズムとしてどこまでが解明され、何が課題として残されているのか、明確化することが求められる。
- ・香りの提示技術に関してベンチャー会社を設立し実用化を図っていることは高く評価できる。一方で新技術の事業化は容易ならざる面もあるので、民間企業とはいえ継続的に技術面等での支援を行うことが望ましいのではないかと。
- ・本研究では、産業界にてニーズの高い分野で定量的データを提示し、ものづくりの指標になり得る実績を上げている。今後も URCF を含め幅広く産業界と協力して成果の活用・新たなニーズの把握を行うことが期待される。また、このような成果の社会還元の一部は、製品設計に内部的に使われるなど表に出ない場合もあるので、成果の意義の社会的認知度を高めるための工夫も必要かもしれない。産業界から成果の有用性に関してフィードバックを得るなど、成果の活用実績を可視化できるとなおよいのではないかと思われる。
- ・各技術の成果が、社会還元という観点からも利活用が促進される形で発表されることが望ましい。

《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C	S, ◎, B, C	S, ◎, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C
B 委員	S, ◎, B, C	◎, A, B, C	S, ◎, B, C	S, ◎, B, C	S, ◎, B, C



未来 ICT 基盤技術領域  
外部評価委員会 評価

### 第3期中期計画期間における研究計画等

#### 《研究計画の概要》

生体の感覚に則したセンシング技術の構築を目指し、生体材料を用いて目的とする情報を的確に検出するため以下の基盤技術の研究開発を行う。

- (1) 生体分子・細胞を用いた情報検出技術の構築：生体分子や細胞の改変・微細構造作成・基板上配置法の研究により情報検出部を構築するための要素技術を開発。
- (2) 生体分子・細胞を用いた情報検出システムの計測・評価技術の構築：生体分子・細胞の発生する信号を検出・評価するための基盤技術の構築。
- (3) 生体機能を用いた信号処理部構築技術：生体分子・細胞システムの解析から検出信号処理部構成の基盤となるバイオ型の信号処理モデルを構築。

#### 《想定する主な学術的成果》

生体分子システムの機能解析や再構成技術の高度化を通じ、分子をシステム化して機能を持たせるための基本的知見を得る。細胞機能の解析や改変技術の開発により、細胞情報のモニタリングや細胞に新機能を付与する手段を提案する。生体分子・細胞にアクセスするために、生体材料と非生体材料とのインターフェース手法の研究開発を行う。生体分子・細胞システムから得た信号を生体にならって適切に処理するための、バイオ型の信号処理モデルを構築する。生物の情報機能に関する成果を積み上げると共に、基礎生物学分野におけるインパクトの高い論文を発表することにより、最先端の学術的知見を蓄積し、我が国の研究水準と国際的なプレゼンスの向上に貢献する。

#### 《想定する主な社会還元の見通し》

生体材料を用いたセンサシステムの研究開発により、多様な刺激に対して生体と同様に応答するバイオ型センサシステムの実現へとつなげ、人間の自然なコミュニケーションを成立させる情報通信技術の構築に貢献する。生体材料を利用するための基盤技術の研究開発を通じ、材料科学分野などでのバイオ素材の工学利用への道を拓く。また、生命科学と工学の両者に通じた人材の育成や、インパクトの高い論文の発表、データベースの構築等、最先端の学術的な知見の発信を通じ、科学技術の発展に貢献する。

#### 《研究開発の競争力》

基礎生物学分野において培ってきた高い研究能力と研究材料に関する知見に強みを持っており、最先端の測定システムを構築・改良・活用することで、特徴ある研究の展開が可能である。分子通信研究では先導的役割を果たしており、これを基盤とした生体材料を用いた情報検出技術の研究開発に優位性を持つことが期待できる。細胞や生体分子の機能を情報検出に直接利用するための基盤研究は、近年、国内外の研究グループで始められているが、ICT への応用を指向する NICT は、この分野において高い競争力を持つ。

#### 《マネジメントの概要》

バイオ ICT 研究室は、生体分子から細胞システムまでを扱い、脳情報通信研究室との連携も含めて生物の階層性を意識した研究体制を保有しており、国内外の先導的な研究機関との幅広い連携を維持している。研究を強力に推進するハブの役割を担うと共に、ICT の切り口で成果を発信する役割を果たすことが可能である。また、連携大学院等を通じた人材交流も活発に実施している。NICT においては、未来 ICT 研究所内のナノテクノロジーや光技術、情報科学の研究開発部門と密接な領域横断的協力関係を保持しており、ナノバイオの取り組みやテラヘルツ連携研究、バイオ・医療分野での応用を目指した可視波長帯 SSPD システムの開発等の融合領域研究を推進している。

委員からの主なコメント等

《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・中期目標に向けて、生体分子の分子内通信による自己調整能解明、細胞応答信号からの分子情報抽出、細胞情報の抽出・操作に、着実な成果をあげている。
- ・ICT 技術としての実現を指向するため、構成的アプローチを取り入れて、細胞の持つ機能をそのまま用いて実体システムの構成を目指すという新たな視点による研究を推進している。
- ・さらに、遺伝情報の複製と利用のしくみ、イメージング技術開発にも成果をあげており、評価される。
- ・その成果も含め次のように引き続き高水準の基礎研究成果を達成している。
  - 細胞応答信号からの分子情報抽出においてタイムコースを考慮することにより、生体材料特有の分子識別・検出の性能を向上
  - 輸送を司るタンパク質（ダイニン）の自己制御（活性・不活性スイッチング）機序を発見
  - 細胞内から取り出した DNA のその場解析技術の開発

- ・国際誌に質の高い報告を行い、優れた国際的な成果をあげている。
- ・分子通信の書籍の洋書を共著で上梓<sup>じょうし</sup>しており、情報通信研究機構ならではのバイオ ICT 研究の成果として評価される。
- ・細胞ネットワークの研究グループを立ち上げるなど、脳 ICT 研究との連携に向けた取り組みを行っている。
- ・構成的アプローチの一環として、CiNet 等とも連携し、昆虫神経系の記憶を中心に細胞ネットワーク研究に取り組むことも評価できる。近未来に、味覚、嗅覚等の感覚系の神経細胞ネットワークも対象にできれば素晴らしい。
- ・ナノ ICT の独創的成果を共同研究で発展させ、新しい SSPD 画像センサーを開発し、成果をあげ社会還元に向けて期待される。
- ・若手育成イメージング講習会の長期継続開催や、国際技術講習会開催など若手育成のアウトリーチ活動を行っている。国際会議開催、データベース公開・試料提供、書籍出版、知的財産権の技術移転など、アウトリーチ活動に成果をあげている。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・今期を通して、極めて優れた基礎研究成果をあげている。
- ・中期目標である、生体分子・細胞と生体機能を利用したセンシング技術開発に向けて、着実に成果をあげており、目標達成が期待される。
- ・還元的アプローチから構成的アプローチも併用する形への研究推進基本方針の展開も奏功し、中期目標期間内に高い水準で計画が達成されると期待できる。たとえば「分子・細胞センシングメカニズムの構築」では、20 年程度後に味覚・嗅覚などの化学物質情報の定量化・符号化を目指すとして、信号検出法の構築と高度化を着実に進めプロトタイプシステムが見通せるまでに達している。
- ・国内外の多くの学術機関と活発な連携を進めている。
- ・細胞生物学 WS の継続的開催、生物資料の供給、DB の提供等を通じて研究者コミュニティへの高い貢献を継続しており、利用も次第に拡大している。

《改善すべき点》

- ・昨年度報告時から改善が進められており、継続して進め発展させることを期待する。
- ・極めて優れた基礎研究成果発表群と将来の ICT 技術の間を埋める研究モデルを「分子・細胞センシングメカニズムの構築」以外の課題についても提示することが望まれる。これは、遠い将来の ICT への直接貢献を目指し、高水準基礎研究を研究者の自由な発想の下で推進できるようにするために重要であると感ずる。
- ・味覚・嗅覚などの化学物質情報の定量化・符号化を目指す次期中期計画において、多自由度データを最適な自由度に落とし込む生体機序の抽出を行う際には、なるべく早期に何らかの形で人間の感覚・知覚特性を考慮することが望まれる。
- ・技術・技能の世代間伝承が可能となる人事制度の構築になお務められることを期待したい。

《（参考）中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	S, A, B, C				
B 委員	S, A, B, C				

未来 ICT 基盤技術領域外部評価委員会 ナノ ICT 未来 ICT 研究所 ナノ ICT 研究室 (室長: 大友 明) ※ テラヘルツ研究センター テラヘルツ連携研究室 の一部を含む
--

第 3 期中期計画期間における研究計画等
<b>《研究計画の概要》</b>
<p>環境負荷を抑制しつつ情報通信の高速高効率化を可能とするため、有機電気光学 (E0) 材料や超伝導材料等の高い光・電子機能性を有する新規材料を用い、ナノ構造構築技術を応用することで、光・電子機能を効果的に発現させる有機ナノ・超伝導 ICT 基盤技術の研究開発を行う。</p> <p>そして情報通信ハードウェアの性能を既存技術では到達困難なレベルへ低消費電力で向上させる基盤技術を確立する。</p>
<b>《想定する主な学術的成果》</b>
<p>有機ナノ ICT 基盤技術の研究においては、有機 E0 デバイスの実用化に向けた、有機 E0 ポリマー材料の高機能化や超高速光変調の実現、フォトニックナノ構造やバイオナノ構造の利用による、革新的 ICT 基盤技術の構築等の成果を創出する。超伝導 ICT 基盤技術の研究においては、超伝導単一光子検出器 (SSPD) の単一光子検出効率の高効率化や応答速度の高速化、超伝導単一磁束量子 (SFQ) 回路による光・超伝導インターフェースの高速動作評価技術の確立等の成果を創出する。</p> <p>テラヘルツ連携研究においては、有機・バイオ分子の高感度 THz 計測、THz 技術とバイオ標準技術との融合、ナノ技術による THz 検出デバイスの高性能化等の成果を創出する。</p>
<b>《想定する主な社会還元の見通し》</b>
<p>技術移転により、高機能有機 E0 材料の大量合成技術を確立し、他の研究機関への材料供給元となり、産業育成等を図る。また、有機 E0 光スイッチや光変調器の実用化、プロトタイプの供給により、ネットワークの高速化・低消費電力化の実現に寄与する。開発した冷凍機実装型マルチチャンネル SSPD システムを更に小型化し、内外の研究機関にシステム供給し普及を図り、技術移転による製品化を進め、完全秘匿の量子暗号通信による効率的で安全快適な ICT 環境の実現に貢献する。</p>
<b>《研究開発の競争力》</b>
<p>有機ナノ ICT 基盤技術の研究は材料開発からデバイス・システムまで統合的に進めており、有機 E0 デバイスの研究開発は国内で唯一高機能の独自材料開発に成功しており、産学官連携体制の構築で、国外の研究機関に対して優位である。超伝導 ICT 基盤技術の研究においては、独自の高品質超伝導薄膜・デバイス作製技術を有し、デバイスからシステムまでの研究開発は世界最先端レベルであり、小型冷凍機を用いたマルチチャンネル SSPD システムは世界最高性能を達成している。</p>
<b>《マネジメントの概要》</b>
<p>有機 E0 光変調器や SSPD など実用化の近い課題にリソースを重点的に配分するとともに、技術移転や委託研究により実用化、製品化に向けて企業との連携を積極的に推進する。実用的課題と並行して有機無機ハイブリッドナノデバイスや SFQ 等の萌芽期の課題及びナノバイオなどの探索的研究課題の研究も推進する。国内外との研究競争力を更に高めるため、クリーンルームを新設し最先端ナノ加工設備を集約、ナノ加工技術基盤を強化する。最先端ナノ加工技術や有機分子分析技術を基盤に、テラヘルツ連携研究を推進する。また、空間・モード多重スイッチング技術の研究開発と量子鍵配送を活用したセキュアネットワーク研究開発、バイオ・医療分野での応用を目指した可視波長帯 SSPD システムの開発の連携プロジェクトにも参画する。中期計画の促進や発展的展開のため、共同研究や外部資金獲得を積極的に行うとともに、社会還元部門と協力し実用化を意識した外部企業、研究機関との連携を開拓する。</p>

委員からの主なコメント等

《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・有機電気光学 (EO) 材料を用いた光変調器では、材料自体の進化と 67GHz の動作を確認しており、着実に目標に向かって進展している。
- ・有機ナノハイブリッドによる基盤技術では、オプティカルアレイセンサの試作とその基本動作を確認できている。
- ・超伝導単一光子検出器 (SSPD) に関しては、検出効率や応答速度の大幅な改善が達成されており、世界的にもトップレベルの成果が得られている。
- ・また、SSPD の更なる高性能化に向けて、SSPD を多ピクセル化するとともに超伝導回路 (SFQ) を用いて読み出す新しい検出システムを開発し、その高速性を実証している。
- ・さらに、SFQ 集積回路を高性能化するとともに、SFQ 回路との光入力インターフェースを開発しその高速エラーフリー動作を実証している。
- ・これらは、SFQ 回路による信号処理に向けての大きな成果である。
- ・平成 26 年度の目標は達成できつつあると判断できる。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・ネットワークの高速光変調に寄与するための 100GHz のオンチップ導波路実現への見通しが得られている。
- ・また、バクテリオロドプシンとナノ構造を活用したオプティカルフローセンサを試作・実証することでその基盤技術の構築の見通しが得られている。
- ・その他に、学術論文や学会表彰での実績も特記すべき成果であり、この両研究テーマに関しては概ね目標を達成できる見込みと判断できる。
- ・中期計画に挙げている、SSPD と光・超伝導インターフェースの開発テーマに関しては、目標を上回る性能を達成するとともに、世界的に見ても多くの優れた成果を挙げており、技術的な優位性は非常に高い。
- ・また、外部機関との共同研究により、SSPD を量子暗号通信や蛍光相関分光の応用に展開しており、SSPD の実用化に向けた取り組みも精力的に行われている。

《改善すべき点》

- ・今後、研究成果が実証および実用化の段階になってくるとと思われる。企業との連携を強化するとともに、スムーズな技術の移転が行われることを期待する。そのための施策を企画側と一緒に立ててもらいたい。
- ・技術の優位性を示すために、本開発デバイスと既存デバイス（既存技術）を比較できるデータ（表等）を作成してもらえると分かり易い。
- ・改善点ではないが、この主の基礎研究が国内で衰退する傾向があるので、ぜひ今後も実用化を意識しながらも世界トップの研究を目指してもらいたい。
- ・少ない人的リソースで大きな成果をあげており、改善すべき点は特にないが、以下の点を要望したい。
  1. SSPD は非常に高性能な検出器であり、先端計測の分野で多くの応用があると期待される。量子暗号通信以外の種々の応用分野を見出して、SSPD の製品化を実現してほしい。
  2. SSPD に関しては技術的には完成度がかなり高いと思われる。SSPD の次のテーマとなる萌芽的な研究も推進してほしい。

《（参考）中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C	S, ◐, B, C			
B 委員	S, ◐, B, C	◎, A, B, C	S, ◐, B, C	◎, A, B, C	S, ◐, B, C

未来 ICT 基盤技術領域外部評価委員会 量子 ICT
未来 ICT 研究所 量子 ICT 研究室 (室長：佐々木 雅英)

<b>第3期中期計画期間における研究計画等</b>
<b>《研究計画の概要》</b>
量子暗号技術については、量子暗号ネットワークの安全性評価技術、マルチユーザー化技術、及び種々の通信アプリケーションとの統合に関する研究開発を進め、実用に耐え得る安定化を図る。量子ノード技術については、従来理論の容量限界を打破する量子デコーダ（量子受信機）と長距離化に向けた量子中継の研究開発を行う。
<b>《想定する主な学術的成果》</b>
従来にはないネットワークセキュリティの概念創生や安全性と伝送効率に優れた革新的なネットワーク技術の開拓が期待される。また、これらの基礎となる光や原子の量子制御技術や超高感度量子受信技術は量子光学にとどまらず、様々な科学技術の進展に貢献するものと期待される。
<b>《想定する主な社会還元の見通し》</b>
量子暗号ネットワークは、今中期目標期間中に実際の用途で試験利用を開始し、平成28年以降、国家用途へ適用できるよう進める予定である。量子デコーダ技術は、小型化・高感度化を進め減衰率の大きい光通信路で実証試験を行い、平成28年以降、衛星-地上間光リンクへの適用を目指し、長期的には光ファイバネットワークの低電力・大容量化に貢献する量子デコーダの要素技術である光子検出技術は順次製品化を進め、光や原子の量子制御技術は、新しい計測標準技術へ展開する。
<b>《研究開発の競争力》</b>
世界トップレベルにある光子検出システム、セキュアネットワークアーキテクチャ技術と、強固な産学官連携によって平成22年度構築した世界最高性能の量子暗号ネットワークを継続・発展させ、社会還元を加速してゆく。量子ノード技術に関しては、量子デコーダの実証的研究で世界をリードしており、量子中継では委託研究を核に基盤技術を開発してきており、これらの技術をネットワークへ統合するための取り組みを先導し、学術、社会還元両面へ貢献する体制を有している。
<b>《マネジメントの概要》</b>
国際的産学官連携を効果的に推進するために、当研究室の強いリーダーシップと実施責任を明確にした体制「プロジェクトUQCC（先進量子暗号・量子通信プロジェクト）」を発足させる。ネットワーク化、システム化に必要な分野間連携のために、機構内の研究室横断の連携プロジェクト（「量子鍵配送を利用したセキュアネットワーク」、「秒の再定義に向けた光周波数標準高精度化の新技術創出」）を立ち上げ運営する。実用化に向けては委託研究を核にした国内の産学官連携を強化し、海外主要機関との国際連携も推進する。国際会議を運営し、成果の普及や国際コミュニティでの我が国のプレゼンス向上に努める。

委員からの主なコメント等

《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・「量子暗号技術の研究開発」に関しては、安全性評価、標準化を含めユーザサイドからの要望を取り込んだシステム構築が進められており、本年度の目標は十分に達成できている。
- ・「量子ノード技術の研究開発」に関しては、26 年度に大きな進展が見られ、要素技術が着実に進展している。とくに、量子通信限界を理論的に求めた成果は特筆に値する。完成された検出技術に加え、超広帯域量子光源技術、導波路技術が立ち上がっている点は昨年からの進捗著しい点である。一方、項目(1)の「基本回路動作実験」のハードルが高いのが事実である。最終年度に向けたタスクを絞り込む必要がある。
- ・量子暗号鍵配信量において、一日当たり世界最高値を達成したこと、有無線統合リンクでは、世界最長の量子鍵配送原理実証に成功したこと、Si リング共振器では世界初の量子もつれ光源を実現したこと、超広帯域スクィーズド光の偶数光子統計と超多モード分布の直接観測に世界で始めて成功したことなど、それぞれに高く評価できる実績である。
- ・これら以外にも平成 26 年度は、今中期計画の 26 年度分の主要な部分を達成あるいは達成見込みで、これらの結果も高く評価できる。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・「量子暗号技術の研究開発」に関しては、安全性評価、標準化を含めユーザサイドからの要望を取り込んだシステム構築が進められており、ビジネスモデルをも考えられる最終形が期待できる。中期目標は十分に達成でき、世界トップのシステムと技術力構築できると確信する。
- ・「量子ノード技術の研究開発」に関しては、完成された検出技術に加え、超広帯域量子光源技術、導波路技術が立ち上がっている。委託研究の成果を有機的にまとめて、「量子メモリと小規模な量子プロセッサを開発する」という目標へのアプローチを具現化するよう期待したい。量子もつれ中継のためのシナリオと今後の開発目標を明確に掲げて、そこに量子メモリが不可欠であればそのかじ取りを担い、あるいは脱量子メモリ法に勝算があるならば積極的に開発スキームを打ち出していきたい。
- ・中期計画における量子暗号技術の研究開発においては、平成 26 年度は、25 年度の実績を基に、安定動作試験やリルーティング機構・機器校正機構の試作など、4 項目がすべて完了見込みで、この実績が 27 年度の実用的量子鍵配送ネットワークの構築・実証実験の完了予定などへとつながっていく。
- ・量子ノード技術の研究開発についても同様で、本中期計画が、順調に推移していることを、強く示している。従って、見込みを含めて本中期計画の実績は予定通りに成功していることを実証している。

《改善すべき点》

- ・特筆すべき改善点は見られないが、ImPACT との連携が始まって、現状の研究マンパワーで対応せざるを得ないのであろうか。若手研究者を育成し、アカデミアでこの分野の教育研究に当たることができる人材を輩出することも当該分野発展のためには重要である。
- ・量子デコーダ技術では、NICT が先行してきたものの、アメリカとの競争が激化してきたとのこと。量子信号処理に関しても競争激化の状況にある。このような状況下にあって、これらの分野における NICT の優位性を維持するための競争戦略をより明確なものとすべき。

《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C	S, ⊕, B, C	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C
B 委員	S, ⊕, B, C	◎, A, B, C	S, ⊕, B, C	S, ⊕, B, C	S, ⊕, B, C

未来 ICT 基盤技術領域外部評価委員会 超高周波 ICT

未来 ICT 研究所 超高周波 ICT 研究室 (室長: 笠松 章史)

※ テラヘルツ研究センター テラヘルツ連携研究室 の一部を含む

第3期中期計画期間における研究計画等

《研究計画の概要》

光通信帯における高度な信号発生・処理技術と高効率光-テラヘルツ波変換技術により、高度に制御可能なテラヘルツ帯周波数コムを発生させる技術を開発する。また、テラヘルツ帯における高輝度高安定狭線幅の光源技術を実現し、様々な応用へ適用可能な基準光源としての基盤技術を確立する。更に、超高周波化合物電子デバイス技術を高度化しつつ応用し、アンテナや受動回路などの 500GHz までの特性を実測で評価できる技術を開発する。

《想定する主な学術的成果》

周波数オフセットがないテラヘルツ帯周波数コムにより、テラヘルツ帯量子カスケードレーザをロックした高輝度高安定狭線幅のテラヘルツ帯光源技術の確立とその各種応用を実現する。500GHz までの電子デバイス特性を実測で評価できる技術が開発され、100Gbps 級ワイヤレス通信や高感度センサのための基盤技術を評価できる体制が構築される。

《想定する主な社会還元の見通し》

- ・ 超高速無線や非破壊非接触計測等の各分野における実利用が進むことで、テラヘルツ帯の周波数開拓に大きく貢献する。
- ・ 特に 300 GHz 帯を用いたシステムに対しては、その倍波までの周波数領域の計測が十分に行えることになり、電波法上要求される計測を実現できる環境が整い、J-バンド (300GHz 帯) までの周波数資源開発への大きな貢献につながる。

《研究開発の競争力》

光通信帯における高度な信号発生・処理技術と高効率光-テラヘルツ波変換技術に基づくテラヘルツ帯周波数コム発生技術は、NICT の技術によってのみ実現可能なものである。類似の研究開発の実施例は平成 23 年度中においては国内外において無かったが、平成 24 年度中盤からは EU-FP7 において有力な研究機関が類似の研究プロジェクトを開始した。今後競争が始まるものと思われるが、先行している分、競争力は維持できている。特定のシステム (650GHz 帯の地球観測のためのラジオメータ等) に対する評価技術は、主に天文関連の機関での開発実績がある。無線通信や汎用センサを応用上の目標とし、小型・堅牢かつトレーサブルなシステム技術の研究開発事例は、国内外共に無い。

《マネジメントの概要》

テラヘルツ技術に関連した連携プロジェクト (テラヘルツ研究センターテラヘルツ連携研究室) において、4 研究所・8 研究室と連携を図る。超高速エレクトロニクスのコア-アライアンスとなるよう企業との協力関係を形成し、300GHz 帯までの開発を積極的に推進する体制を構築する。大学との連携では、NICT 保有のフォトニックデバイスラボ等の設備を利用した超高周波サブシステム開発を実施し、超高周波技術を蓄積する。酸化ガリウムデバイスの研究開発では、産学官 5 者のオールジャパン連携チームにより一致協力して取り組む。

委員からの主なコメント等

《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・全ての項目において着実な進展が見られる。
- ・GaN、InP、酸化ガリウム高周波電子デバイスの開発において、日本の中核拠点の一つと言える。ただし、欧米との競争優位性は今一步。予算、人員の差は否めない。
- ・3THz 帯域に渡って平坦なスペクトルの光コム発生に成功し、そしてまたパルス幅が 110fs 程度の高出力短パルス光源発生にも成功している。
- ・さらに高効率な光-テラヘルツ波変換技術により制御可能なテラヘルツ帯周波数コムを発生する技術を開発している。この技術はテラヘルツ帯の計測技術にとって重要と考えられる。
- ・そしてテラヘルツ波発生部と検出部の集積化を実現し、小型なテラヘルツ帯分光装置への展開に道筋をつけた。
- ・特にテラヘルツ帯の安定した発振源を得るという目標にとって、量子カスケードレーザの位相同期に成功し発振スペクトル純度を高めたことは高く評価されるであろう。
- ・また 300GHz 程度までの回路/アンテナ計測技術に関しては地道な努力を積み重ねて成果をあげている。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・期首目標をおおむね達成できるものと見込まれる。
- ・数百 GHz～数十 THz の技術開発は、周波数資源拡大の意味からも、国民から NICT に付託された主要なミッションであり、その主戦場で健闘しているといえる。国内企業が十分カバーできない領域でもあり、中期目標期間後も引き続き、国研として責任を果たして欲しい。この分野にリソースをもう少し配分してもよいのではないか。
- ・500GHz までの計測環境の構築しデバイス/回路の正確な測定/評価技術を確立し、また酸化ガリウムという高バンドギャップの新デバイスの開発を先導し、エレクトロニクス新たな可能性を拓こうとし、テラヘルツ帯という未開拓な周波数領域における基盤技術で成果をあげ、超高速通信や非破壊非接触センサ技術の実用化に目処をつけたことは評価に値する。
- ・また THz コム自身を用いたテラヘルツ帯量子カスケードレーザの安定化技術に関しては NICT 内の複数研究室間のシナジー効果が発揮されたと考えられる。
- ・さらに電波利用料による R&D など外部資金獲得や IEEE を中心としたテラヘルツ帯の標準化活動にも積極的であることが伺える。

《改善すべき点》

- ・新たな発見や、当初目標にはない萌芽的テーマをいかにシステムティックに拾い上げていけるか、仕組みが必要ではないか。
- ・高速電子デバイスと量子カスケードレーザは中核デバイスである。欧米との比較から、これらの取り組みを強化した方がよい。
- ・課題に対し、人的リソースが不足気味ではないか。若手博士研究者の採用・育成の仕組みを大学と協力してインプリメントして欲しい。
- ・成果の実用化は重要だが、基礎研究とのバランスが必要。
- ・未開拓周波数帯としてのテラヘルツ帯の実用イメージとして超高速通信や高感度な非破壊非接触計測の意義は十分理解できるが、半導体および光デバイスの開発だけでなく、例えば 100Gbps 級の超高速無線通信実現のためには超高速直交変復調技術、符号化技術やビーム走査のような機能アンテナ技術も不可欠であり、それらの研究課題に対しても、今後十分な取り組みがなされることが望まれる。

《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	S, A, B, C				
B委員	S, A, B, C				

### 第3期中期計画期間における研究計画等

#### 《研究計画の概要》

- ① 個々人に最適なテーラーメイド情報提示の実現に向けて脳活動データベースを構築し、
- ② 脳情報インターフェース技術汎用化の開発を進め、
- ③ 脳機能ネットワークの高次機能創発のメカニズムを理解し新しい通信ネットワークの動作原理の提案を行う。
- ④ また、上記3つのテーマを支える高時空間分解能を持った脳活動計測解析技術の開発に取り組む。

#### 《想定する主な学術的成果》

- ① 個々人の心的な概念地図を脳活動計測データに基づいて構築し、テーラーメイド情報提示の基礎とする。
- ② 脳活動信号から脳情報をデコードする脳情報インターフェイス (BMI) の高度化を達成する。
- ③ 脳機能ネットワークを情報ネットワークの特徴の観点から特徴付け、通信ネットワークの低エネルギー性と頑強性への効果を明らかにする。
- ④ 神経線維結合とその活動のイメージング技術開発、リアルタイム性等、これまで困難だった特性を備えた脳情報信号解析の新規手法開発を行う。

#### 《想定する主な社会還元の見通し》

- ① 臨場感をもたらす情報提示や個人の理解・注意を促進するテーラーメイド情報提示や、高齢者・障がい者等の意図を脳情報から読取り行動を支援する BMI の実現への道を拓く。
- ② 脳機能の適切な補完・促進に基づくリハビリテーションシステムの開発を行う。
- ③ 脳型ネットワークのアーキテクチャ・アルゴリズムを構築し、通信応用への基礎を築く。
- ④ 他研究機関に対しても、7テスラ MRI などの融合研究で新たに導入する大型計測装置を用いた研究の機会を提供する。

#### 《研究開発の競争力》

国内外の脳研究は、脳・神経医学研究分野と脳工学研究分野に大別されるが、情報通信分野との融合を打ち出した試みは少ない。産学との連携を通じて、人間の感覚・運動関連研究のトップレベルの研究者が参加し、脳情報通信研究分野として、脳機能や情報理解に基づいたコミュニケーション技術の開発などを目指す点に世界的視点からの特色がある。

#### 《マネジメントの概要》

NICT を中心とした近隣大学との連携を軸とし、産業界を巻き込んだ連携により取り組む。境界横断的融合研究へのリソースの重点配分、産官学連携での人材育成等により、企業への成果展開ルートが確保され、社会還元の加速化を図る。最新の計測装置と総合大学の利点を活かした融合研究により、脳科学と情報科学を融合する新分野を拓き、世界をリードする。

### 委員からの主なコメント等

#### 《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・ 創設後の短期間で、“ヒトらしさ” “脳らしさ” に関する新しい脳科学・ICT 技術開拓という国際的にもユニークな目標に対し、成果をあげ始めている。
- ・ 脳機能イメージング、脳機能解明、応用研究・社会実装に、中期計画達成に向けて着実な成果をあげている。
- ・ 脳科学と情報科学、情報通信工学の融合により世界的に見てユニークかつ高度な研究が急速に立ち上がり、成果をあげつつある。下記の成果を特に高く評価する。
  - 非侵しゅう脳計測による情報の脳内神経表象の解析： 自然言語アノテーションを介して脳活動予測モデルを構築し、見ている画像の概念抽出(知覚意味内容)に関する脳活動解読が行えることを実証
  - 高次脳情報の利用技術のためのデータベース構築： 脳活動の意味距離依存性に関するデータを蓄積し、脳内意味空間の少数次元表現の可視可を通じ、探索中の語彙周辺の意味空間拡大を世界に先駆けて確認
  - 脳内情報処理ネットワークに関するモデル構築： ボクセル単位のモジュール抽出にダイナミクスを考慮し脳内ネットワークの高度な解析を実現

- ・高分解能 7T-fMRI の国際的競争の中、技術開発により予算環境が恵まれない点を克服し、国際的にも優位な成果をあげている。
- ・高分解能 fMRI 技術で次の成果を達成している。
  - 7T 計測において、心拍同期などの技術適用により、再現性が世界水準を超えつつあり、世界最先端研究の基盤を築きつつある
  - 局所イメージングを実現するためのフェーズアレイ用 RF コイルを NICT 内連携により独自に開発中であり、他組織に先駆けた 7T 機の高度な計測の実現が期待できる
- ・小型モバイルワイヤレス脳波計を開発し、技術移転により販売実績をあげている。
- ・身体性の脳科学に関する応用研究成果が NHK スペシャルで紹介され、優れた成果の社会還元としてインパクトがある。

#### 《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・創設後の短期間で成果をあげ始めており、中期目標達成に向けて着実な成果をあげている。
- ・脳情報通信融合研究センターの立ち上げ後、研究体制が順調に立ち上がり、高い成果をあげつつある。今期の目標の高水準達成が強く期待される状態にあると判断する。
- ・その背景には、脳科学に情報科学と情報通信工学を融合した世界的に見てユニークな研究構想とそれを実践しうる研究者、支援者の配置があると思量する。
- ・非侵しゅう脳計測の結果に基づいて脳内意味空間を少数次元で表現・可視可し、観測者が見ている画像の概念抽出（知覚意味内容）に関する脳活動解読が行えることを実証するなど、独創的な高い成果をあげつつある。
- ・更に今後は、情報の理解が成立するときの脳内処理メカニズム解明により、送り手の意図した情報のみを送る技術の科学的基礎構築などの実現が期待される。
- ・ドライ電極を利用可能な小型モバイルワイヤレス脳波計を開発し市販までを実現しつつあることは、研究成果の実用化、社会実装の良好事例(GP)として高く評価する。
- ・来期以降、研究成果を実世界の情報通信技術として展開していく予備段階の検討が開始されることが期待できる。その際には次のような配慮が必要と思量する。
  - 「心を見られる」ことに関する市民感情への配慮と懸念払拭のための匿名化技術等の研究やおためぐかし感のない本質的広報活動
  - たとえテラーメード化されたとしても残る揺らぎ・残差等の適切な考慮
  - テラーメードではない情報処理における、ロングテールを特徴とする個性の適切な取り扱い

#### 《改善すべき点》

- ・ヒトの脳でしか出来ずコンピュータで代替できない研究、情報科学と脳科学を結びつける研究に特化した研究所は、国際的にも他にない。この特長をさらに生かすべく、一層の支援が望まれる。
- ・脳情報科学と情報学の融合によって培われた高度かつユニークな成果や、研究資源を、直接の共同研究者だけではなく、関連の研究者コミュニティに恩恵が及ぶような活動の拡大を望みたい。(たとえばバイオ研究室の活動も参考になろう)。
- ・技術・技能の高度化と共に、その世代継承が可能となる人事制度の構築に務めていただきたい。
- ・大阪と明石に設置された MRI 群のさらなる有機的連携を望みたい。また、上に記した関連研究者コミュニティへの貢献についても可能性の検討を望みたい。

#### 《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	◎, A, B, C	S, A, B, C			
B委員	◎, A, B, C	◎, A, B, C	S, A, B, C	◎, A, B, C	S, A, B, C



電磁波センシング基盤技術領域  
外部評価委員会 評価

**第3期中期計画期間における研究計画等**

**《研究計画の概要》**

大気中の化学組成の生成、変遷、分布に関わる情報抽出、都市上空及び都市内の物質拡散の状態や突発的な集中豪雨をもたらす気流の変化などのリアルタイム視覚化等を実現するためのリモートセンシング技術を確立する。将来の宇宙ミッションに耐えうる基本性能を達成するとともに、高速大容量情報伝送技術との親和性の高い技術の確立を目標とする。また、テラヘルツ領域を用いた同位体解析等、新たなリモートセンシング技術の開拓を進める。これらにより、地球温暖化、大気汚染、豪雨等に関する空間情報が有効かつタイムリーに利用される安心・安全な社会の実現に資する。

**《想定する主な学術的成果》**

- ① SMILES や GOSAT 等の衛星観測で得られたデータの解析技術開発により、大気組成解析を進め、大気化学プロセス解明に寄与する。
- ② 高精度ドップラーライダーと気象解析・モデリングとの連携により、都市上空における微量物質輸送メカニズムの解明に寄与する。
- ③ 高精度ライダーのモバイルオペレーションシステムと気象レーダとの連携により、豪雨発生メカニズム解明に寄与する。
- ④ 3 THz 帯の周波数利用開拓につながるデバイス技術及び受信機技術の確立により、テラヘルツ分野の学術的基礎の構築に寄与する。
- ⑤ 電界分布解析等、電磁波の特性解析に関する学術的基礎を創出する。

**《想定する主な社会還元の見通し》**

- ① SMILES 解析データの公開により、地球環境診断に関する従来にない超高精度データを利用できるようになる。
- ② テラヘルツ大気伝搬モデルの計算をオンラインで行うシステムにより、ユーザーが容易に伝搬解析を行うことができるようになる。
- ③ 宇宙用レーザ技術を国内の関連機関に提供し、日本初の宇宙からのライダー観測の実現に寄与する。
- ④ 風及び CO2 の計測技術の展開を促進し、各種環境解析に利用できるようになる。

**《研究開発の競争力》**

- ① テラヘルツヘテロダイン受信機によるスペクトル分光解析は国内では NICT 独自。量子カスケードレーザ技術では、3THz 付近を実現できる性能において NICT が国内優位。受信機性能においては、オランダ、中国と競争中。
- ② サブミリ波によるセンサ技術及びその解析技術は国際的に最高水準であり、国際的評価が高く、米国 NASA やスウェーデン等との国際連携による次世代衛星搭載センサ技術への発展を検討中。
- ③ 風及び CO2 を計測するライダー技術において、NASA のラングレー研究所と最高水準を競争中。
- ④ 宇宙用伝導冷却レーザ技術では NICT が成功したものが国内唯一。

**《マネジメントの概要》**

- ① 光アクティブセンシング、環境スペクトロスコーピー、非破壊センシングの3つの軸を設けて基盤技術の研究開発を進める。光アクティブセンシング及び環境スペクトロスコーピーでは、次世代の宇宙用センサ実現に向けた内外の連携を強化するための活動を強化する。また、非破壊センシングでは、震災で被災した建造物の劣化状況を診断できる技術への応用を進めるため、「テラヘルツプロジェクト」への参加及び委託研究課題「電磁波を用いた建造物非破壊センシング技術の研究開発」との密接な連携による推進を行う。
- ② 連携プロジェクト（「災害時におけるリモートセンシングデータの利用技術の研究開発」）への参加を通じ、データユーザーと連携した技術実証を進めることにより、ユーザーニーズを技術開発に常にフィードバックするスタイルを構築し、より確実な社会還元を目指す。
- ③ テラヘルツ受信機開発においては、NICT 内の関連技術分野と連携し、テラヘルツ周波数コムによる高度な制御を行う等、NICT ならではの他の追随を許さない技術の確立を目指す（テラヘルツプロジェクト）。また、光通信やデータ可視化関連技術との連携プロジェクト（「光技術を用いた衛星プロジェクト」、「情報通信・地球環境モニターの高度化に向けた光周波数標準技術の応用研究」）により、ハードウェアから情報提示までを最先端の ICT で構築することを目指す。

**委員からの主なコメント等**

**《平成 26 年度の実績(見込み)》**

- ・搭載型モバイルライダーの開発において、地上での風観測や CO<sub>2</sub> 計測の実証試験まで開発が進んでいることは、評価できる。
- ・搭載型ライダーモバイルシステムおよび高繰り返しレーザのいずれについても開発、評価が順調に進展しており、今年度の目標を十分に達成できると考えられる。
- ・JEM/SMILES での観測データの解析の成果が引き続き得られており、これまで他の測器で測定が不可能であった高高度成層圏における風速の全球分布の測定に成功したことは、地球環境のモニタリング技術全体に対する大きな貢献であり、高く評価できる。
- ・テラヘルツ領域の計測応用について、光源部分において高出力化・安定化がなされ、受信機部分については低雑音化が進んで、要素技術の確立がなされようとしており、今後の実測応用が期待できる。
- ・電磁波を用いた非破壊非接触センシングは、社会的に重要な技術であるが、種々の実証試験が進んでおり、今後の応用が期待できる。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・上記の通り、当初の目標を上回る成果を挙げており、今中期期間の目標は十分達成できると考えられる。
- ・モバイルライダーシステムの安定化レーザおよび高繰り返しレーザの高出力化や波長安定化が進んでおり、ライダーシステムとしての地上での実証がなされており、将来的な衛星搭載機器としての見通しが確立しつつあるのは、高く評価できる。
- ・テラヘルツの周波数応用において、光源部分と受信機部分で実用化に向けた着実な開発がなされており、実際の分子スペクトルの検出まで可能に出来る段階まで来ていることは、今後のテラヘルツリモート計測の実現性に大きな期待が持てる。
- ・JEM/SMILES で沢山の新規な学術的成果が出ており、高く評価する。
- ・電磁波非破壊計測で種々の周波数領域での実用化のための実証試験が進んでおり、新しい電磁波応用として評価できる。

**《改善すべき点》**

- ・特に改善を要する点はない。
- ・衛星搭載ライダー、テラヘルツ技術など、実際の計測応用を念頭に置いて、今後も機器開発を進めて欲しい。
- ・次期中期目標期間においては、将来の地球観測インフラの整備に向けて、要素技術にとどまらず、システム開発やサイエンスへの積極的貢献も視野に入れて研究開発の方針を設定されることを期待したい。
- ・非破壊診断の分野については、委託研究との連携をさらに強化すると共に、独自技術の位置づけを明確にし、資源を集中投下することで当該分野での貢献を深化させることが望まれる。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	S, A, B, C				
B委員	S, A, B, C				

## 第3期中期計画期間における研究計画等

## 《研究計画の概要》

電波を使ったりリモートセンシング技術により、地球全体の降水・雲の高精度な計測及び 10km-100km 規模の局地的現象の詳細、かつリアルタイムな計測の技術開発を目指して EarthCARE (雲エアロゾル放射ミッション)、GPM (全球降水観測計画) 等の衛星観測のアルゴリズムと検証方法の研究開発、次世代ドップラーレーダ等の地上レーダの信号処理技術の研究開発、航空機 SAR (合成開口レーダ) の高分解能性を利用した応用の検証と災害時に有効な迅速性のための研究開発を行う。

## 《想定する主な学術的成果》

レーダ技術として、世界的に先端的な技術を実証することのほか、この成果による全球気候モデルの精度向上、変化の速い局地気象の把握と予測モデル、火山、地殻変動、水門等の地表面の詳細な把握を通して、地球科学に関する飛躍的な学術的成果が期待される。

## 《想定する主な社会還元の見通し》

EarthCARE や GPM 及び地上の気象レーダは地球科学的成果による長期的に人類の生存にかかわる情報を提供することになる。一方、地上レーダの航空管制等への応用や航空機 SAR は、安心安全な社会の構築に直接的に寄与する成果が期待される。

## 《研究開発の競争力》

GPM や EarthCARE といった宇宙プログラムは、国際的な協力体制が形成されてきており、センサ開発とアルゴリズム開発においては、TRMM (熱帯降雨観測衛星) などのレーダ・アルゴリズム開発能力が評価され NICT が中心的な役割を担っている。Pi-SAR2 の性能は世界的にトップの性能で実用的なレーダシステムであり、NICT が国内の SAR 開発研究の中心となっている。SAR 技術は国際競争と安全保障上の優位性の確保の二面性があり国内の開発機関としての役割を持つ。

## 《マネジメントの概要》

近年のレーダ技術の核心は信号処理である。これまで NICT 内で個別に研究開発していたレーダ技術を集約したことで、共通の基盤での研究者の相互啓発やリソースの有効活用を目指している。これにより W バンドレーダ、改良型バイスタティックレーダ、パッシブレーダなどの新規レーダ開発が促進されている。対外的な協力関係は、各分野の研究開発において必須であり、積極的に推進する。機構内連携プロジェクト4件に参画する。うち一件は当研究室が中心となる。

## 委員からの主なコメント等

## 《平成26年度の実績(見込み)》

- ・グローバルセンシング技術では、本年打ち上げられた GPM 衛星の検証活動により、搭載降水レーダの優れた機能の実証が進み、高く評価される。
- ・衛星機器開発は長期間にわたり、単年度の評価はなじまないが、これまでの長年の努力が結実したという意味で大きな節目を超えた。
- ・EarthCARE 衛星については、打ち上げが延期されたが、雲プロファイリングレーダを完成しつつあり、また検証用レーダの開発が進んで開発は順調に進捗しており、衛星搭載用レーダにおける当研究室の先進性が非常に高く評価できる。
- ・リージョナルセンシング技術のうち、航空機搭載レーダ Pi-SAR2 については、SAR 技術を発展させ、地上の3次元計測や移動体の検出など、観測手法の開発が進み、データ利用が活発化し、データの有効利用が進んでいることが特に評価され、さらなる応用が期待される。
- ・地上設置レーダに関しては、バイスタティックレーダ、パッシブレーダ技術のいずれについても順調に進捗している。フェーズドアレイレーダとライダーの融合システムの実証試験で丹波豪雨の様子が詳細にわかり、その有用性が実証されており、非常に高く評価する。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・当初に予定された開発についてはいずれも順調に進捗しており、目標達成は十分可能と考えられる。
- ・パッシブレーダの分野で地デジ放送電波を用いた水蒸気推定の技術の開発は、比較的ローコストで多地点展開できる可能性を示しており、その技術利用に見通しを得たことは、新しい原理の測器につながる可能性があり、幅広い応用が期待され、高く評価する。
- ・Pi-SAR2 の公募実験に多くの成果を出しており、また、解析作業の短縮化を実現しており、災害時およびその予測でその有用性を実証していると評価できる。
- ・EarthCARE の雲プロファイリングレーダのハードとソフトウェアの開発に大幅な進展があり、打ち上げに向けて準備が進んでいると評価できる。

**《改善すべき点》**

- ・特に改善を要する点はない。
- ・レーダ・ライダー統合システムは、現在のレーダアメダス合成画像にも匹敵する新技術であり、晴天大気と降雨大気を連続的に観測する手段を提供することで集中豪雨の機構解明や予測に大きく貢献することが期待される。次期中期期間における進展が期待される。
- ・パッシブレーダに関しては、見通し範囲の水蒸気計測に加えて、後方散乱波を用いた観測領域拡大の可能性についても検討されることを期待する。
- ・これまでのレーダの開発の成果を生かして、戦略イノベーションプログラム(SIP)など、豪雨などの災害予測の実用化で中心的な役割を果たすことを期待している。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	S, A, B, C	A, B, C	S, A, B, C	A, B, C	A, B, C
B委員	S, A, B, C	S, A, B, C	A, B, C	S, A, B, C	S, A, B, C

## 第3期中期計画期間における研究計画等

## 《研究計画の概要》

人類活動の対象となる地球圏宇宙空間（電離圏・磁気圏）の電磁環境予測（宇宙天気予報）を実現するための宇宙環境研究及び予報技術開発を行う。電離圏環境予測については、プラズマバブル到来予測（1時間先）システム開発と日本・アジア域・全球の2次元電離圏全電子数（TEC）マップ作成により、高精度電離圏予測モデルを構築する。また、大気圏モデルを結合した世界初の高解像度電離圏シミュレーションモデルによりプラズマバブルを含む電離圏擾乱生成予測を実現する。磁気圏環境予測については、地磁気脈動による放射線粒子加熱・消失モデルと全球磁気流体モデル（Global MHD）の融合により、放射線帯変動予測モデルを構築する。また、将来の高精度リアルタイムシミュレーションのための磁気圏シミュレーションコードの開発を進める。これらを実現するために、アジア・オセアニア域を中心に国際的で多種多様な宇宙・地球環境の観測及びデータ収集・管理・解析・配信を統合的に行う体制を構築する。更に、観測・センシング技術及び数値計算技術を高度化し、大規模データを処理するためのインフォマティクス技術を確立する。

## 《想定する主な学術的成果》

アジア・オセアニア域での準リアルタイムプラズマバブル生成・伝搬モデル、及び下層大気・磁気圏の影響を含む高精度大気圏・電離圏結合モデルを確立し、1時間先の電離圏擾乱予報を実現する。磁気圏の高エネルギー粒子モデル及び高精度 Global MHD モデルを確立し、keV～MeV 粒子による衛星軌道上の電磁環境の数値予測を実現する。

## 《想定する主な社会還元の見通し》

通信・放送・測位の3大電波インフラの安定的運用のための情報を提供する。特に現在検討が進められている国際民間航空機関（ICAO）の宇宙天気情報利用へ寄与する。極端現象の際の電力網や衛星の保全を可能にする影響の想定を行い、過不足のない対応を可能にする。

## 《研究開発の競争力》

NICT が有する東南アジア域電離圏・地磁気観測網は世界に類を見ない規模の観測システムである。また、極端現象を表現しうるロバストな磁気圏モデル、下層大気の影響を含んだ電離圏モデルなど、最先端の数値予測シミュレーションモデルの研究開発を進めている。更に、NICT の有する情報通信技術を活用し、観測網や数値シミュレーションによって得られる多様で大規模なデータの解析を実現するための科学研究用クラウドは世界最大規模である。

## 《マネジメントの概要》

当研究室のコア技術をシミュレーションコード開発とし、観測をその検証および入力情報提供と位置付け両者の関係を明確にするとともに、観測・シミュレーションの個別技術開発をインフォマティクスによりサポートする。科学研究や実用技術開発については国内外大学・研究機関及び民間企業と協力し、高度な物理メカニズムに基づいた宇宙天気予報の実現を目指す。インフォマティクスについては、連携プロジェクトなどを通じて統合データシステム研究開発室をはじめ NICT 所内の情報通信系研究所・研究室との協力により進める。

## 委員からの主なコメント等

## 《平成26年度の実績（見込み）》

- ・ 太陽電波、太陽風ならびに電離圏の観測設備については、いずれも整備が順調に進捗している。これらは極めて長期にわたる国際的に重要な貢献であり、維持の努力に敬意を表する。
- ・ 次世代のイオノゾンデである VIPIR2 のシステムの配備や、ACE の後継機である DSCOVR 衛星の受信システムの機器開発など、宇宙天気の基礎となる観測データの取得への適切なバージョンアップがなされている。
- ・ 電離圏局所モデルによるプラズマバブルの再現、および、太陽風シミュレーションコードの応用による地球軌道までの太陽風予測の開発は、数値実験の段階から再現実験の成功にステップアップし、衛星電波障害などの宇宙天気予報にとって重要な進歩であると考えられ、高く評価される。これらの可視化・データベース化に関しても順調に開発、整備が進んでいる。
- ・ 宇宙天気の利用者に対する研修は、ユーザーの立場に合った評価すべき重要な活動である。

**《今中期目標期間の実績(見込み)》**

- ・観測、シミュレーション、可視化のいずれの分野についても順調に研究・開発が進捗しており、十分に目標が達成できると考えられる。
- ・太陽電波観測設備・VIPIR2などの機器の整備、地上から電離圏までを統一したモデルシミュレーションコードの開発、ユーザーニーズに合った宇宙天気予報の実務など、数多くの研究・業務成果を上げており、また学術論文等の研究成果も多くあり、高く評価できる。
- ・宇宙天気において学術的な研究と予報の実利用をつなぐ役割をきちんと位置づけた活動をしており、その橋渡しの部分は非常に重要で難しい部分であるが、そこでの努力と成果は非常に大きいと考える。

**《改善すべき点》**

- ・特に改善を要する点はない。
- ・今まで同様に、引き続き、宇宙天気の学術的なプロセス研究と、ニーズに合った宇宙天気の実務、およびその2つをつなぐ実用化に向けた研究にバランス良く取り組んでほしい。
- ・次期中期目標期間においては、気象分野における数値予報と同様に、高解像度かつ実時間のモデル整備を進め、宇宙天気予報を格段に高精度化・高分解能化されることが期待される。

**《(参考) 中間評価の結果》**

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	S, A, B, C				
B委員	S, A, B, C				

### 第3期中期計画期間における研究計画等

#### 《研究計画の概要》

周波数標準の高精度化、高信頼化のため、

- ① 領域 (THz 帯など) の周波数標準及び日本標準時の高度利用技術
- ② 光領域の周波数標準の開発
- ③ その評価のための時空計測技術の高度化

等の研究開発を実施する。

具体的には、5桁程度の精度をもつ1THz前後の周波数標準の実現、日本標準時システムの高度化と分散管理技術の開発、新しい原子種の光標準開発による16桁精度の実現、その国際評価に必須となる高精度時空計測技術の開発を実施する。

#### 《想定する主な学術的成果》

- ① 究極の確度を持つ光標準の開発においては、国際委員会で承認されるトップレベルの計測データを示すことにより、秒の再定義の議論を国際的に牽引する。
- ② THz帯における周波数標準の確立と絶対周波数計測システムの構築により、THz帯精密周波数計測技術が大きく向上する。
- ③ 衛星仲介時刻比較の向上に加え、それとは独立なVLBI時刻比較技術の確立により、光標準の国際リンクに必要な大陸間超高精度時刻比較技術の信頼性を向上する。

#### 《想定する主な社会還元の見通し》

- ① 標準時の高周波化で、時刻と周波数国家標準の品質が向上する。また、分散管理により、時系多重化による信頼性向上と拠点拡張を実現する。
- ② THzワンストップラボの重要機能としてTHz周波数標準を提供し、未開拓領域であるTHzの実用技術開発を促進する。
- ③ 最先端の超精密計測技術が結集し蓄積する技術拠点として国内外の技術開発を牽引する。

#### 《研究開発の競争力》

- ① 時間・周波数・空間の基準構築において、総合的な研究開発実績を持ち、かつ、各分野において国際的な高評価を維持(例：世界トップレベルの光標準、高品質な日本標準時、国際技術開発センターを担うVLBI技術など)。
- ② 1機関内にこれらの技術が結集する機関は世界的にも稀であり、同業機関と比べても強い競争力を持つ。

#### 《マネジメントの概要》

- ① 先端研究から定常業務まで広範な活動を効率的に進めるため、複数の研究マネージャーがテーマ毎に統括担当。
- ② 標準電波送信業務は主に電波利用料にて実施する。
- ③ 外部資金を積極的に獲得する(CRESTやFIRST等大型外部資金にも参加)。
- ④ 国際標準構築活動のため海外の主要標準機関と密接に連携する。国内では国立研究機関や大学との共同研究なども実施する。要素技術の応用展開のため、他分野との連携も活発に行う予定である。所内連携の一環として今期4件の連携プロジェクトに参加する。

### 委員からの主なコメント等

#### 《平成26年度の実績(見込み)》

- ・時空標準に関わる研究開発について、当初計画を上回る成果を上げている。すでに中期目標を達成している分野もある。
- ・光時計の研究はIn<sup>+</sup>も立ちあがり、順調に推移している。
- ・高度利用技術の研究については、THz領域の標準や計測精度において、当初目標(1THz前後、精度5桁)を大幅に上回る確かさで実現されていて、周波数領域も着実に拡大し、計測精度を達成している。高精度の産業界応用は、さらなる発展が待たれるが、「計測標準は科学の生みの親」とも言われ、今後の応用拡大の基礎となるであろう。時空標準を社会に提供する定常業務の遂行は、その永年の実績から社会からの信頼が極めて高い。標準電波の提供に係る運用管理システムの高信頼化や分散化について、遠隔運用体制を確立することにより、非常事態への対応力を高めた点も、高く評価できる。

- ・時空標準とその計測技術の研究では、実運用に利用されるセシウム標準を校正・制御するための次世代の標準の研究開発とその比較について、成果を連携させながら、順調に研究を進めている点が高く評価できる。大陸間遠隔比較技術で、現実的な平均時間の中で、従来方法を2桁上回る世界先端レベルの精度を達成しており、本年度内ですでに中期目標を達成している。
- ・衛星双方向周波数比較を用いて、ドイツPTBと世界で初めて大陸間光周波数比較を行ったことは、培ってきた周波数比較技術の成果として、また衛星ミッションとのリンクがよいNICTの特長を生かした点からも、きわめて高く評価する。
- ・周波数比較技術はVLBI方式も着実な進展が見られる。
- ・日本標準時の分散管理について、着実に進展している。

#### 《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・今年度まで、中期目標に対して順調に研究が進んでおり、進捗状況に懸念を生じる大きな問題は見当たらない。
- ・光時計に関して、Ca<sup>+</sup>、Srの周波数値がCCTFに採択され、中期目標である不確かさ10<sup>-16</sup>台を達成したことを高く評価する。中期目標を超える10<sup>-17</sup>台に是非挑戦していただきたい。
- ・衛星双方向による光時計の10<sup>-16</sup>台での国際比較は、上記のように素晴らしい成果である。秒の再定義に本質的な貢献を果たせる不確かさでの比較が実現できるかどうか、さらに限界に挑戦していただきたい。
- ・Cs原子泉1次標準器は2号機の完成により世界トップレベルの不確かさが見込まれる。
- ・標準電波送信システムは緊急の震災対応を達成し、老朽化対策を確実に進めている。

#### 《改善すべき点》

- ・当初計画に沿った成果が順調に出されていることから、改善すべき点は特に見当たらない。
- ・最先端研究から標準供給まで、幅広い分野から構成されていて、それぞれの分野で常に技術向上を目指すマネジメント方針が有効に働いていると感じる。今後もこの姿勢を維持し、どの分野もやりがいを持って仕事に取り組める環境づくりを継続されることを期待する。
- ・開発された素晴らしい精度のTHz技術が今後どのように活用されていくのか、楽しみに見ていきたい。
- ・以下は、改善の可能性として、必要なリソースと効果について検討を希望する事項である。
- ・ntpによる時刻標準提供については、アクセス数が国際的に著名なサーバに近づきつつある。高性能な専用ハードの開発・運用で技術的優位性を持ち、社会の信頼が厚く、期待も高い。現状、NICTが行っている多様な提供手段のひとつとして、適切な運用がなされている。ただ、我が国でもっとも権威あるサーバとして、重要分野のITシステムで実際に時刻基準として利用されていることなどを考慮すると、ユーザからみた精度やロスなどの品質に関する連続的な監視や運用実績の把握などについて、今後検討する余地がある。(たとえば、通信システムでは、ベストエフォートサービスのグレードでも、多くの場合、連続的監視が行われている。品質についても、たとえば、ピーク負荷時を除いた97%の時間について、ある品質目標を達成する、などの統計的な方法を使った管理を行うことも考えられる。)
- ・時空標準の提供については、透明性の向上について希望がある。時空標準の短期・長期の確度や精度の維持について、多様な標準機器が利用される。時空標準の生成のワークフローと標準機器に求められる機能や信頼性などの要件には深い関係があるが、実際の要件把握には高度な専門性が必要で、外部からわかりにくい点がある。社会から求められる標準への要件を起点にして、ワークフローに基づき各種機器への要件を分析・文書化すると、透明性が向上し、研究・開発を円滑に実施・評価する上で役立つ可能性がある。

#### 《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A委員	◎, A, B, C				
B委員	◎, A, B, C	◎, A, B, C	◎, A, B, C	S, ◎, B, C	◎, A, B, C

## 第3期中期計画期間における研究計画等

## 《研究計画の概要》

電子機器、省エネルギー機器等からの電磁波が情報通信機器・システムに与える影響や、電磁波が人体や他の電子機器等に与える影響を正確に測定・評価する技術、ミリ波・テラヘルツ波等の超高周波数の電磁波を精密測定する技術、無線機器の試験・校正技術の研究開発を行い、安心・安全に電磁波を利用できる環境の確保に資する。具体的には、①通信システム EMC 技術、②生体 EMC 技術、③試験・校正技術、④超高周波計測技術の各項目について研究開発を行う。

## 《想定する主な学術的成果》

- ① 通信システム EMC：電磁干渉発生メカニズムの解析手法、雑音モデルと通信への影響評価法、電波伝搬特性計測法など。
- ② 生体 EMC：数値人体モデルの構築手法、電磁界大規模数値計算手法（ソフト・ハード）、電波利用機器近傍の電磁界高精度評価技術。
- ③ 試験・校正：高周波信号の精密測定、高精度アンテナ較正法、不確かさ評価法及び低減技術。
- ④ 超高周波計測：ミリ波・テラヘルツ電磁波の精密測定、テラヘルツ分光・イメージング装置の性能評価技術、テラヘルツ帯材料における標準的評価方法。

## 《想定する主な社会還元の見通し》

- ① 国際・国内技術基準への反映（雑音測定技術、アンテナ較正技術、電磁干渉評価、新電波利用に対する電波防護指針適合性評価技術）。
- ② WHO の健康リスク評価や国際ガイドライン策定への寄与。
- ③ 較正業務、試験業務を通じた研究成果の実用化と社会還元。
- ④ 機器間・機器内電磁干渉の低減による周波数有効利用効果。
- ⑤ ミリ波・テラヘルツ波帯の通信利用の促進、ミリ波・テラヘルツを用いた材料測定・特定、医療材料評価、非破壊検査技術への寄与。

## 《研究開発の競争力》

- ① 通信システム EMC：原理から応用まで一貫した干渉測定・評価技術で優位。
- ② 生体 EMC：電波ばく露評価技術において世界トップレベルを維持。
- ③ 試験・校正：世界最高水準の電波暗室、測定設備を整備。
- ④ 超高周波計測：NICT の持つテラヘルツ関連の総合技術力で世界を牽引可能。

## 《マネジメントの概要》

- ① 今中期発足の超高周波計測を重点的に推進。
- ② 新棟への研究室・実験室の集約化に伴う効率化。
- ③ テラヘルツ連携PJ、高精度 E0/OE（電気/光学・光学/電気変換）計測基盤技術連携PJ、「うめきた」導入に向けた超臨場感実証実験システムの開発連携PJ、「うめきた」実証実験に参画。
- ④ 総務省電波利用料受託、競争的外部資金への積極的応募を行う。
- ⑤ 外部資金と NICT 交付金のバランスの改善に努力する。

委員からの主なコメント等

《平成 26 年度の実績(見込み)》

- ・研究スケジュールに沿って、4 つの研究課題はいずれも順調に進行し、研究項目によっては計画を先取りする成果が得られている。
- ・各研究課題の成果には、国際的にも注目される最先端の学術的な成果、あるいは国際標準化等を先導する成果、実績が多く含まれ、平成 26 年度の計画は十分に達成されることが見込まれる。
- ・各分野で得た学術的成果は国内外で高く評価され学会等の受賞等も多数あることを高く評価できる。たとえば、通信 EMC の分野における電磁環境関連行政や国際標準化活動への貢献は、社会還元および国際競争力に関して十分な実績である。LED 雑音の影響の解明や 1 GHz までの伝導妨害測定など新技術の研究開発でも成果をあげている。
- ・試験・較正法の分野でも、30MHz 以下の妨害の評価法、170GHz までの電力計較正で実用実施などの拡大とともに、MF、HF 帯仲介用ループアンテナの較正について NICT に期待される社会的役割以上の実績がある。
- ・ミリ波、THz について、電力測定法の確立等に加え、応用計測技術にも取り組んで先進的な学術的成果をあげている。

《今中期目標期間の実績(見込み)》

- ・学術的に高いレベルの成果をあげていて、電磁環境技術分野での NICT の国際競争力は高く、それは国内外の学会等からの受賞実績などにも現れている。また、国際標準化機関等からの受賞もあり、NICT の活動に対する社会からの評価も高い。
- ・通信 EMC の分野で、太陽電池パネルを含む省エネ機器からの放射雑音とその影響評価など、電磁環境分野への貢献の展開は確実と期待できる。これにより国際標準化に有効な知見を提供できるものと評価できる。
- ・新開発した試験・較正法の国際規格へ向けた取り組みについて、新しい業務における実施への反映や技術基準や試験技術の構築により、国内だけでなく国際競争環境においても先導的な役割が期待できる。
- ・THz 応用計測技術についても、非破壊センシング技術に特徴的で先導的な成果の展開を推進して、所内・外部との連携による展開に学術面と社会還元の多面的な成果が期待される。
- ・限られたリソースなどの条件の中でいろいろと工夫をし、先端技術の研究開発と実務的活動の両方で高い成果あるいは着実な実績をあげてきている。
- ・中期目標通りの成果あるいはそれを超える成果が得られることが期待できる。

《改善すべき点》

- ・通信 EMC や試験較正は、制約の厳しい情勢にある人数・予算条件下で取り組んで公的な役割を果たしていると理解するが、今後も効果的な取り組みと役割を持続的に果たすことが可能になるようなマネジメントを考慮されるなかで NICT でなければ達成できない社会的役割を選択的に設定して、例えば、リソース配分に優先順位を考慮していただく、あるいは他機関や民間等の所外への役割移転も含めてはいかがであろうか。
- ・研究所・研究室も十分に認識されていることではあるが、限られたリソースなどの条件の中で、期待される成果、実績が得られるように、今後もさらなる工夫をお願いしたい。特に、他機関との協力、連携を今まで以上に深め、NICT の強さを活かすように選択と集中を行い、我が国全体で効果的な研究活動、試験・較正・標準化等の活動が行えるように、またその成果がさらに高まるように工夫をしていただきたい。
- ・すでに民間、他研究機関および所内との連携により高度な取り組みを推進されているが、今後さらに外部連携等による有効な連携を推進していただき、先導的な研究開発として技術や成果の展開を図っていただくところに期待する。
- ・これまでもこの技術分野では高い国際競争力をもつが、国際的なリーダーを今まで以上に輩出できるように組織として取り組んでいただくことを期待したい。

《(参考) 中間評価の結果》

項目	①目的・目標	②学術的成果	③社会還元	④国際競争力	⑤マネジメント
A 委員	S, A, B, C				
B 委員	S, A, B, C				