

様式 2-2-1 国立研究開発法人 中長期目標期間評価（見込評価、期間実績評価） 評価の概要様式

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	
評価対象中長期	見込評価	平成26年度（第3期）
目標期間	中長期目標期間	平成23～27年度

2. 評価の実施者に関する事項			
主務大臣	総務大臣（I-3のうち2（2）ア（イ）情報通信ベンチャーへの出資及び2（2）イ情報インフラの普及支援については財務大臣と共同して実施）		
情報通信国際戦略局	情報通信国際戦略局	担当課、責任者	技術政策課 課長 野崎 雅稔
大臣官房	大臣官房	担当課、責任者	政策評価広報課 課長 加瀬 徳幸
主務大臣	財務大臣（I-3のうち2（2）ア（イ）情報通信ベンチャーへの出資及び2（2）イ情報インフラの普及支援については総務大臣と共同して実施）		
	大臣官房	担当課、責任者	政策金融課 課長 大津 俊哉
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 升平 弘美

3. 評価の実施に関する事項	
（実地調査、理事長・監事ヒアリング、研究開発に関する審議会からの意見聴取など、評価のために実施した手続等を記載）	
平成27年4月23日	総務省国立研究開発法人審議会（会長の選任、部会の設置）
5月29日	総務省国立研究開発法人審議会情報通信機構部会（総務省の評価方針の説明） 理事長ヒアリング
6月23日	総務省国立研究開発法人審議会情報通信機構部会 監事ヒアリング
7月16日、22日、27日	総務省国立研究開発法人審議会情報通信機構部会（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	
（目標・計画の変更、評価対象法人に係る重要な変化、評価体制の変更に関する事項などを記載）	
平成23年12月8日	中長期計画変更
平成26年2月27日	中長期計画変更

1. 全体の評価		
評価 (S、A、B、C、D)	A	(参考：見込評価)
評価に至った理由	(上記評価に至った理由を記載) 研究開発業務に係る項目別評価では16項目中S：3、A：7、B：6、それ以外の業務の評価は全てBであり、第3期中長期目標期間については、「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見込まれる。また、適正、効果的かつ効率的な業務運営がなされているものと見込まれる。	

2. 法人全体に対する評価		
<p>(各項目別評価、法人全体としての業務運営状況等を踏まえ、国立研究開発法人の「研究開発成果の最大化」に向けた法人全体の評価を記述。その際、法人全体の信用を失墜させる事象や外部要因など、法人全体の評価に特に大きな影響を与える事項その他法人全体の単位で評価すべき事項、災害対応など、目標、計画になく項目別評価に反映されていない事項などについても適切に記載)</p> <p>研究開発業務に関する評価は、S：3、A：7、B：6であり、それ以外の業務に関する評価は全てBであり、顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待、適正、効果的かつ効率的な業務運営がなされているものと見込まれる。</p> <p>業務運営に関しては、一般管理費及び事業費の効率化の目標を達成する見込みであり、全ての勘定において単年度利益を計上した。また、閣議決定に従い、助成金の終了、不要財産の国庫納付、通信・放送承継勘定の廃止を行った。また、自己収入の拡大について、第3期中長期目標期間の平均年間許諾収入が約7,400万円（前中長期目標期間：3,413万円）となり、大幅な増加を達成している。</p> <p>中長期目標期間における研究開発業務のうち特に顕著な成果等が見込まれるものとしては以下のようなものが考えられる。</p> <p>(1) ネットワーク基盤技術では、新世代ネットワーク技術及びテストベッド技術に関しては、ネットワーク仮想化等の研究開発成果を実装し、オープンフロー機能をユーザに開放する世界でも実用化の進んだSDNテストベッド(RISE)を構築し、産業界からもその規模及び機能性の高さから広く活用されている。また、光パケット・光パス統合ネットワーク開発では、先進性と安定性で世界をリードするポジションにあるとともに、機構の高い研究開発力に期待されている。光ファイバ通信技術、光波制御技術、量子ドット作成技術等でも世界の研究をリードしている。</p> <p>ワイヤレスネットワーク技術では、Wi-SUNについて、IEEEで国際標準化した技術を基盤として、スマートメータ、ガス等の分野で無線機を開発するとともに、国際標準化・認証の流れをリードし、プラットフォームの構築のみならず、さらに開発成果の技術移転、社会実装につなげている。</p> <p>ネットワークセキュリティ技術では、世界最大規模のサイバー攻撃観測網を構築し、最先端の観測・分析・可視化技術を開発するとともに、研究開発成果(DAEDALUS、NIRVANA等)を積極的に技術移転し、DAEDALUSについては多くの自治体にアラーム提供を行っている。</p> <p>(2) ユニバーサルコミュニケーション基盤技術では、多言語コミュニケーション技術に関しては、学会での論文賞受賞、高いレベルでの国際会議での論文採択、評価型国際ワークショップでの成績、国際会議での主催等、研究レベルは国際的に高く、また、国際コンソーシアムで26ヶ国、31機関と連携して、国際共同研究等により学術的にも大きな成果を生み出している。</p> <p>コンテンツ・サービス基盤技術では、情報分析技術に関して、WISDOM XとDISAANAの2つの大規模なWeb情報分析システムをネット上で一般に公開し、言語処理分野での世界トップの会議での論文発表、各種の著名な受賞等、学術的にも高い評価を得ており、世界最先端の研究成果を生み出している。</p> <p>(3) 未来ICT基盤技術では、脳・バイオICTに関して、脳情報通信融合センターを大阪大学に設置し、7T-MRI等の世界有数の大型脳機能計測設備を整備し、脳内部の高分解能な機能画像の取得に成功し、世界トップレベルの脳機能計測を実現するとともに、小型ワイヤレス脳波計を開発し、企業への技術移転を推進している。量子ICTに関しては、量子暗号技術の研究開発は欧州やカナダも産学官で取り組んでいるが、機構は産学官で連携し、都市圏ネットワークで世界最高速の量子暗号ネットワークを運用し、新しいアプリケーションの実証的研究を行っており、研究環境面で大きな競争優位にあり、学術面でも世界記録を更新する等、高い研究レベルを維持している。</p> <p>(4) 電磁波センシング基盤技術では、時空標準の研究開発に関して、Sr光格子時計の絶対周波数確度の目標を達成見込みであり、他機関の光格子時計との周波数同一性を高精度に検証した。</p>		

3. 項目別評価の主な課題、改善事項等	
<p>(項目別評価で指摘した主な課題、改善事項等で、事務事業の見直し、新中長期目標の策定において特に考慮すべき事項があれば記載。今後の対応の必要性を検討すべき事項、政策・施策の変更への対応、目標策定の妥当性なども含めて改善が求められる事項があれば記載。項目別評価で示された主な助言、警告等があれば記載)</p>	
<p>平成 23 年 12 月の中長期計画の変更により、「災害に強い ICT インフラ構築技術や被災した ICT インフラを補完する技術、被災状況を速やかに把握し被災地域の支援・復旧に多面的な貢献を行うための技術の研究開発を推進する。」とされたところであり、これらの耐災害 ICT 研究プロジェクトは東北大学に設置された耐災害 ICT 研究センターを中心に行われているが、今後の研究開発成果の迅速な社会展開を図るべくマネジメント機能を含む体制強化を検討することが重要である。</p> <p>JGN-X 上に構築する新世代ネットワークのプロトタイプ実現のうちネットワーク仮想化による仮想ネットワーク基盤を完成させ、実証実験へと有効につなげたが、新中長期目標期間に向けて、これまでの新世代ネットワーク技術の研究開発に関する総括を行い、今後の研究開発に活かしていくことが重要である。</p> <p>また、テストベッドについては、最先端の研究開発成果の実証を図るほか、実社会の課題の解決を目指して異業種とも多様な連携を図り、社会的受容性等の検証を含めた社会実証が可能な環境についても検討する必要がある。</p> <p>サイバーセキュリティ技術、セキュリティアーキテクチャ技術については社会的要請も非常に強く、人材育成も重要であり、機構の研究開発活動の先導的・主導的成果を広く社会に還元することで、2020 年開催のオリンピック・パラリンピックの安全な実施、今後の IoT 機器の莫大な利用増に対する安心・安全対策など、研究成果の展開により社会全体のネットワークセキュリティの耐性を高めることに貢献していくことが重要である。</p> <p>多言語コミュニケーションについては、音声翻訳技術、自動翻訳技術とも、2020 年のオリンピック・パラリンピック開催時のみならず、世界で唯一日本語を使用する我が国にとって必要不可欠な技術であり、今後も取組を強化する必要がある。</p> <p>情報分析技術については、将来的には分析結果の信頼性を付加したり、分析結果を基に計算機と利用者が協調して問題解決を行う仕組みを検討したり、更に独創的な研究に発展していくことを期待している。</p> <p>超臨場コミュニケーション技術では、電子ホログラフィの研究開発、多視点・多感覚・臨場感技術に関する研究開発があるが、前者については国内でも取り組んでいる研究機関があまりないという意味でも重要であるが、社会実装の方向性に関する出口戦略も踏まえて、今後の研究開発を推進すべきである。</p>	

4. その他事項	
研究開発に関する審議会の主な意見	<p>(研究開発に関する審議会の主な意見などについて記載)</p> <p>機構は、ICT 分野を専門とする我が国唯一の公的研究機関であり、民間では実施が困難な基礎的・基盤的な研究開発又は測定や較正等の業務、国の安全・安心の確保に関するセキュリティ等の研究開発は、国立研究開発法人として今後も取り組んでもらいたい。</p> <p>テストベッドについては、多様な先進的通信アプリケーションに関連した実証テストベッドの構築など、社会の具体的なニーズについて活用する現場に踏み込んで取り込むことも必要かつ重要であることに鑑み、こうした実証的なネットワーク研究開発は、民間企業ではリスクが高く困難なことから、国策として積極的に推進、実施すべきである。</p> <p>Wi-SUN については、機構主導による Wi-SUN アライアンスでの標準化が契機になり、国内で 8000 万台のスマートメータとして実装されることになり、広範な経済波及効果が期待され、国民生活に大きく貢献する研究開発成果である。</p> <p>爆発的に増大する情報量に対して情報処理能力が追いつかない現状を打破するためには、脳情報や生体機能の理解と活用が極めて重要であり、国家戦略として研究拠点を形成・発展させる必要があり、その中核機関・中核テーマとして、機構の脳情報通信融合センターの研究は極めて重要である。</p> <p>超伝導技術は電波天文や度量衡標準をはじめとして必要不可欠の技術であり、超伝導単一光子検出器の安定動作を実現しているのは機構のみであり、今後も研究開発の中心を担う必要がある。</p> <p>基盤技術研究促進勘定における、追跡調査、広報等の結果として事業化による売上が計上された課題数は増えていること等から、案件管理業務は有効である。出資勘定についても着実な資金回収に努める必要がある。</p>
監事の主な意見	<p>(監事の意見で特に記載が必要な事項があれば記載)</p> <p>機構の業務は、法令等に従いおおむね適正に実施され、また、中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。</p>

中長期目標（中長期計画）	年度評価					中長期目標 期間評価		項目 別調 書No.	備 考 欄
	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	見込 評価	期間 実績 評価		
<b>I. 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</b>									
我が国の活力強化に貢献する研究開発の重点化	B	A	A	B		B		2	
ニーズを適切に踏まえた研究支援業務・事業振興業務の実施、その他	A	A	A	B		B		3	
新世代ネットワーク技術	A	AA	A	A		A		6	
光ネットワーク技術	AA	AA	AA	S		S		7	
テストベッド技術	AA	A	A	A		A		8	
ワイヤレスネットワーク技術	AA	A	AA	A		S		9	
宇宙通信システム技術	A	A	A	B		B		10	
ネットワークセキュリティ技術	A	AA	AA	A		A		11	
多言語コミュニケーション技術	AA	AA	AA	S		S		12	
コンテンツ・サービス基盤技術	A	A	A	A		A		13	
超臨場感コミュニケーション技術	A	A	A	B		B		14	
脳・バイオ ICT	A	A	A	A		A		15	
ナノ ICT	A	A	A	B		B		16	
量子 ICT	AA	AA	AA	A		A		17	
超高周波 ICT	A	A	A	B		B		18	
電磁波センシング・可視化技術	A	A	A	B		B		19	
時空標準技術	AA	AA	AA	B		A		20	
電磁環境技術	A	A	A	B		B		21	

中長期目標（中長期計画）	年度評価					中長期目標 期間評価		項目 別調 書No.	備 考 欄
	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	見込 評価	期間 実績 評価		
<b>II. 業務運営の効率化に関する事項</b>									
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	B	A	A	B		B		1	
<b>III. 財務内容の改善に関する事項</b>									
予算（人件費の見積りを含む）、収支計画及び資金計画等	A	A	A	B		B		4	
<b>IV. その他の事項</b>									
その他主務省令で定める業務運営に関する事項	A	A	A	B		B		5	

※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。

難易度を「高」と設定している項目については各評語に下線を引く。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 1

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	I 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		
当該項目の重要度、難易度		関連する政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビュー0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

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 (前中長期目標期間最終年度値等)	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	(参考情報) 当該年度末までの累積値等、必要な情報
一般管理費	年度平均3%以上削減を達成		3.1% (0.7)	3.0% (1.3)	3.3% (0.7)	3.0% (0.6)		括弧内は削減額（億円）
事業費	年度平均1%以上削減を達成		1.9% (5.5)	1.9% (7.8)	2.3% (6.3)	2.0% (5.4)		括弧内は削減額（億円）

3. 中長期目標、中長期計画、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価指標		
<主な定量的指標> ・一般管理費の年度平均3%以上削減 ・事業費の年度平均1%以上削減 <評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度		
中長期目標	中長期計画	法人の業務実績等
II 業務運営の効率化に関する事項	I 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	<主要な業務実績>

## 1 効率化目標の設定等

(1) 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、一般管理費は毎年度平均で3%以上、事業費は毎年度平均で1%以上の効率化を達成する。

(2) 人件費については、「経済財政運営と構造改革に関する基本方針 2006」（平成18年7月7日閣議決定）に基づき、人件費改革の取り組みを平成23年度まで継続するとともに、政府における総人件費削減の取り組みを踏まえ、適切に対応する。

## 1 業務運営の一層の効率化

### (1) 一般管理費及び事業費の効率化

運営費交付金事業のうち新規に追加されるもの、拡充分等を除き、一般管理費について、毎年度平均で3%以上の削減を行う。また、事業費について、毎年度平均で1%以上の効率化を達成する。

（管理部門の職員が占める割合を抑制することで、非管理部門の人的リソースの重点配分を行うことは重要である。）

（業務運営の効率化が研究活動や国際連携に支障を生じないか適宜チェックを行っているか。）

（より柔軟な財政マネジメントの構築に向けた検討がなされているか。）

### (2) 人件費に係る指標

「経済財政運営と構造改革に関する基本方針 2006」（平成18年7月7日閣議決定）に基づき、国家公務員の人件費改革を踏まえた取り組みを平成23年度においても継続するとともに、各年度において国家公務員の給与改定を踏まえ、適切に対応する。

・一般管理費及び事業費の効率化については、一般管理費及び事業費を圧縮して配賦するとともに、予算執行状況の詳細を会計システムにより把握するよう指導したことや、費用認識と節約意識の向上を図る等の取り組みを行った。この結果、平成26年度では平成22年度決算に比して、一般管理費14.7%（3.3億円）の、また、事業費では8.7%（25.0億円）の削減を達成する見込みであり、平成27年度においても対平成26年度比で一般管理費については3%以上、事業費については1%以上の削減達成を見込んでいる。

・管理部門業務のアウトソーシング等を進め、人的リソースの重点化配分に努めている。

・研究者の意見集約の仕組みを設け、問題点の早期発見・早期解決を図っている。

・効率的・効果的予算とするため、経費の徹底した見直しを行うとともに、研究プロジェクトの評価を反映させた実施計画を策定。また、適時、執行状況を精査し、配分調整を実施。

・前中期目標期間に引き続き、国家公務員の人件費改革を踏まえた取り組みを継続し、平成24年度において平成17年度人件費の決算額比△6%の目標を達成した。

・平成24年度以降においても厳格な人件費管理を行い、目標達成時の水準を維持している。

・各年度において、人事院勧告に基づく国家公務員の給与改定を踏まえた給与制度の改正を行い、国家公務員の給与に準拠した制度を維持している。

(3) 給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、その適正化に計画的に取り組む。

給与水準については、国家公務員の給与水準を考慮しつつ、研究機構全体の給与水準の検証を行った上で適正化に取り組むとともに、検証結果や取り組み状況を公表する。

(人件費については、平成 23 年度においては目標が達成されておらず、引き続き削減努力を行ったか。)

(給与水準について、国家公務員と比べて高い理由及び講ずる措置について説明されているか。)

(福利厚生費について必要な見直しが行われているか。)

(国と異なる諸手当及び法人独自の諸手当を支給する理由やその適切性について検証したか。)

・平成 26 年度における機構の給与の対国家公務員指数（ラスパイレス指数）は、事務・技術職員が 104.2(104 人)、研究職員が 92.9 (249 人) であり、法人全体としては 96.3 と国家公務員の給与水準を下回るものとなっている。  
・給与水準（対国家公務員指数）について検証を行い、その適切性を機構のホームページにおいて公表している（後述）。

・人件費の削減目標については、平成 24 年度に達成。その後も厳格な人件費管理を継続し、目標を達成した平成 24 年度と同水準を維持している。なお、平成 26 年度における人件費の対平成 17 年度決算額比は△6.7%である（人事院勧告を踏まえた給与改定分を除いた補正後の値）。

・事務・技術職員の指数が 100 を超えていることについては、大部分の職員が都市部（東京都小金井市）を勤務地としているため、地域手当の平均支給率が国家公務員全体の平均と比較して高くなることによると考えられ、その旨を給与水準の適切性の検証結果として公表している。

・前中期目標期間中に、その支出が国民の理解を得られるかという観点でその適切性についての検証を行い、必要な見直し（個人旅行の補助、職員の家族の葬儀の際の生花の贈与、永年勤続表彰の副賞品の見直し、食堂の委託の廃止・契約方法の変更）を実施してきたところであり、引き続き国民の理解が得られない可能性のある法定外福利費の支出は厳にこれを行わないこととしている。

・前中期目標期間中において、国と異なる諸手当及び法人独自の諸手当について、給与水準の適正化の観点から支給理由やその適切性の検証を行い、職責手当の上限額の引下げ、出向手当の廃止に取り組んできたところであり、今中期目標期間中においても各年度において国の給与改定に準拠した給与制度の改正を実施し、引き続き国に準拠した給与制度を維持している。

## 2 地域連携・国際連携の重点化

(1) 地方拠点（リサーチセンター）については、研究開発における地域連携の重要性も踏まえ、ネットワークからアプリケーションまでを統合的に実証していくた

## 2 地域連携・国際連携の重点化

地域連携や国際連携に係る活動については、効率的かつ効果的な業務の推進に配慮し、必要となる機能について重点化を図る。

### (1) 地方拠点の重点化

第 2 期中期目標期間中において、所期の目的を達成したと認められる地方拠点を大幅に整理し、廃止したところであるが、本中期目標期間において

・情報通信実証基盤としての機能に重点化を図り、4 地方拠点（テストベッド研究開発推進センター（東京都千代田区）、北陸 StarBED 技術センター（石川県能美市）、つくば連携実験施設（茨城県つくば市）、白山ネットワーク実験施設（東京都文京区））において、以下の通り、地域連携等を図りより一層効率的かつ効果的に業務を推進した。

・新世代ネットワークの実現に向け、テストベッド研究開発推進センターにおいては、大規模な試験ネ

めの情報通信実証基盤として真に必要な機能に重点化した推進を行う。

も、研究開発における地域連携の重要性を踏まえ、ネットワークからアプリケーションまでを総合的に実証していくための情報通信基盤として真に必要な機能に重点化して業務を推進する。

ットワーク(JGN-X)を、また、北陸 StarBED 技術センターにおいては、大規模エミュレーション環境を構築・運用・高度化し、地域、産学官、テストベッド間の有機的連携を図って研究開発及び実証実験を実施している。各センターにおいては、ネットワーク関連の研究開発を実施している大学等との共同研究や、研究機構内での連携プロジェクトを推進し、効率化を図りながら研究開発力を強化してきた。近隣地域の大学等から、高度な知識や経験を有する研究者を招へいし、研究の高度化・効率化に関しての助言、支援及び研究開発活動を行っていただく等、地域リソースを有効に活用している。

- ・つくば連携実験施設では、JGN-X を活用し、地震、火災等の災害時に自治体の行政情報システムが損傷した場合にも、クラウド技術を用いて、行政情報の消滅を防ぎ、住民への迅速な災害関連情報の提供を可能にする研究開発を近隣の自治体、大学との共同研究により推進した。白山ネットワーク実験施設では、JGN-X を活用し、近隣の大学、企業とネットワーク仮想化に関する研究を連携して実施したほか、平成24年度から日米連携（平成26年度には欧州も参加）によるネットワーク仮想化統合実験の日本側拠点として機能した。平成27年度には、無線を含むネットワーク仮想化実証実験の日本側拠点となる見込み。

(2) 海外拠点については、研究開発における国際連携の重要性がますます高まっていることを踏まえつつ、アジア研究連携センター、ワシントン事務所及びパリ事務所については、事務所スペースの縮減、他法人等の事務所との共用化を検討するなど、経費の削減を図る。

## (2) 海外拠点の運営の効率化

海外拠点について、研究機構が行う国際連携及び研究開発の海外活動展開に対する支援機能の重点化を図るとともに、他法人等の事務所との共用化を行うなどにより経費の削減を図るものとする。

(海外拠点について、勧告の方向性や見直しの基本方針における廃止、共用化等の、またはそれに向けた検討の必要性についての指摘に沿った取組が適時適切に実施されているか)

- ・各海外連携センター(北米連携センター、欧州連携センター、アジア連携センター)では、各地域の政府機関、研究機関、大学等との関係の構築、NICTのプレゼンス向上に係る情報発信、NICTと各地域の研究機関との連携の推進、国際標準化のための業務、共同研究の推進、NICTが保有する研究成果の国際展開等に係る調整業務を実施。また、現地情報の随時収集の他、研究機構内の要望に基づき、最新の研究開発情報をグローバルな視点から収集・分析し、これらをいち早く研究機構内関係者に対し情報提供を行っている。

- ・欧州連携センター(パリ)は、平成23年4月から、パリに事務所を置く日本原子力研究開発機構と事務所の共用を開始した。その後、日本原子力研究開発機構、科学技術振興機構及び宇宙航空研究開発機構とさらなる共用について合意し、平成25年7月に、同市内の別の場所にて4法人での事務所の共用を開始した。これら共用化により経費を削減した。また、アジア連携センターについては、平成27年1月にバンコク市内のチュラロンコン大学に移転した際、事務所スペースの縮減等により経費を削減した。

(3) タイ自然言語ラボ、シンガポール無線通信ラボについては、現在実施中のプロジェクトが終了するとき



廃止する。

### 3 契約の点検・見直し

「随意契約等見直し計画」に基づき、競争性のない随意契約や一者応札・応募に関する点検・検証を継続的にを行い、契約の一層の適正化を図る。

### 3 契約の点検・見直し

「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」(平成21年11月17日閣議決定)を踏まえて策定した「随意契約等見直し計画」に基づき、競争性のない随意契約や一者応札・応募に関する点検・検証を継続的にを行い、契約の一層の適正化を図る。

(契約方式、契約事務手続き、公表事項等、契約にかかる規程類について、必要な改正を行ったか。また、その整備内容の適切性について検討を行ったか。)

(契約事務に係る執行体制について、下記事項の検証を行ったか。)

- ・ 執行体制の適切性。

・ 内部審査体制や第三者による審査体制の整備方針(整備していない場合は整備しないこととした方針)。

- ・ 「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」(平成21年11月17日閣議決定)を踏まえて策定した「随意契約等見直し計画」に基づき、仕様内容の点検・見直しや公告期間の延長措置を講じて応札(応募)者の拡大に努めるとともに契約の適正化に取り組んだ。また、契約監視委員会の意見「外部の目を入れることで、仕様内容の公正性・公平性を確保する。」を踏まえ、民間での調達経験者を有期雇用職員として採用し、調達仕様の内容確認作業等にあたらせ競争性・公平性・透明性を確保した。
- ・ 応札者の利便性向上を目的として平成25年10月から電子入札システムを導入した。

- ・ 「随意契約等見直し計画」に基づき、契約方式、契約事務手続き、公表事項等に関する規程類(契約事務細則等)について業務運営の適正性・透明性を確保し、国と同様の基準とするために必要な改正を平成21年度に実施している。これにより規程類は、独立行政法人における契約の適正化により講ずる措置を満たすものとなっている。
- ・ 上限付概算契約については、平成25年3月に原価監査等の専任職員を配置するとともに、平成25年6月に原価監査実施要領を整備し、原価監査・制度調査を実施した。
- ・ 「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)」を受け、総務省から「独立行政法人の随意契約に係る事務について(総官査284号平成26年10月1日)」により、研究開発型法人への随意契約によることができる具体的ケースが例示されたことに伴い、当該例示を踏まえ、情報通信研究機構契約事務細則の改正について契約監視委員会の審議を経て、随意契約によることができる規定を整備した。

- ・ 随意契約の見直しによる競争契約への移行に伴い、事務手続量が増加したため、平成19年10月に組織を見直し、再編を行った。
- ・ 平成21年度から毎年、契約における一者応札の改善、仕様内容の明確化を目的とした仕様書作成に関する説明を含む調達説明会(春秋2回)を効果的に実施している。
- ・ 平成23年4月の組織改正にあわせて調達契約の執行管理、契約の適正性及び合理性確保に係る指導・調整に関することを所掌とする「契約管理グループ」を立ち上げた。

- ・ 「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」(平成21年11月17日閣議決定)に基づき、平成21年12月18日に監事及び外部有識者により構成される「契約監視委員会」を設置した。
- ・ 平成24年度における契約監視委員会の意見「外部の目を入れることで、仕様内容の公正性・公平性を確保する。」を踏まえ、民間での調達経験者を有期雇用職員として採用し、調達仕様の内容確認作業等にあたらせ競争性・公平性・透明性を確保している。
- ・ 平成26年度においても契約監視委員会による点検・見直しを実施するとともに、監査室・監事による

・ 契約事務の一連のプロセス。・ 執行

・ 審査の担当者（機関）の相互けん制。

・ 審査機関から法人の長に対する報告書等整備された体制の実効性確保の考え方。

・ 監事による監査は、これらの体制の整備状況を踏まえた上で行ったか。）

（「随意契約見直し計画」の実施・進捗状況等について、計画の実施・進捗状況や目標達成に向けた具体的取り組み状況について把握した上で検証を行ったか。また、計画通りに進んでいない場合、その原因を把握・分析したか。）

（随意契約の金額、件数及びこれらの割合の対前年比の増減。増加している場合は要因分析を行ったか。）

（契約の第三者委託の必要性について、契約の競争性・透明性の確保の観点から検証を行ったか。）

チェックを実施した。

・ 一般競争入札における一者応札の改善のため、仕様要件が過度の制約とならないよう、仕様書作成に関する説明を含めた調達説明会を定期的（年2回）に実施し、仕様内容の適正化を図っている。  
 ・ また、平成21年度から入札公告の期間を10日間以上から15日間以上（総合評価落札方式にあっては20日間以上）に延長したほか、平成22年10月から入札公告のメール配信サービスを開始している。  
 ・ 平成24年度から、公募公告の期間についても従来の10日間以上から15日間以上に延長し、参入業者の拡大に努めている。  
 ・ 平成25年度は、10月から電子入札システムを用いた電子入札を導入し、応札者の利便性向上を図った。

・ 審査機関としては、契約手続きの決裁過程において財務部及び契約担当理事が入札・契約条件の適正性の審査を行い、事後においては監査室及び監事が監査を行うことにより、執行機関に対してけん制している。

・ 監事には、求めに応じて上記体制の整備状況を説明した。

・ 平成21年度の契約監視委員会において、随意契約事由の妥当性を検証し、競争性のある契約への移行について点検・見直しを行い「随意契約等見直し計画」を策定した。平成26年度においては、「随意契約等見直し計画」に基づき取り組みを進めるとともに、平成25年度の契約監視委員会の点検結果を踏まえ改善に取り組んだ。

・ 継続的な建物の賃貸借契約や当該建物に付随する光熱水料、信書に係る郵便料金の後納及び安全の確保等を除き、競争性のない随意契約案件は、一般競争入札等に移行している。

・ 平成26年度における競争性のない随意契約は44件で、件数としては前年同時期実績から6件減少している。新規土地購入、新規建物賃貸借、新規建物付随の役務や光熱水料などに基づくものであり、真にやむを得ないものとして必要最小限となっている。

・ 第三者に再委託された例はない。

(一般競争入札における一者応札について、その原因を検証するとともに、改善策の検討を行ったか。)

(関連公益法人との間で随意契約、落札率が高いもの、応札者が1者のみであるものなどについて、契約における競争性・透明性の確保の観点から、監事によるこの契約の合規性等に係るチェックプロセスが適切に実施されているか。)

(公益法人等に対する会費の支出について、「独立行政法人が支出する会費の見直しについて」(平成24年3月23日行政改革実行本部決定)で示された観点を踏まえた見直しを促しているか)

#### 4 保有資産の見直し

「IV 財務内容の改善に関する事項」に示すとおり、民間基盤技術研究促進業務、出資業務及び通信・放送承継業務に係る保有資産の評価を行い、不要資産を国庫返納する。

#### 4 保有財産の見直し

V 記載のとおり。

(保有資産について利用実態を把握するとともに、その必要性や規模の適切性等についての検証が適切に実施されているか)

(実物資産の活用状況が不十分な場合は原因が明らかにされているか。)  
(資産管理の効率化に係る取組がなされているか。)

(以下の観点到に沿い、保有の必要性に

- ・平成26年度の契約監視委員会においても、一般競争入札における一者応札の原因について、契約方式、仕様書、応募資格要件、公告期間等の適切性・妥当性を検証するとともに、改善策について点検・見直しを実施した。
- ・契約監視委員会による点検・見直し結果を反映した「随意契約等見直し計画」(平成22年4月30日)として、外部向けWebサイトに掲載して公表している。
- ・競争契約の適正化に向けた取り組みを機構内に周知のうえ、仕様内容の適正化、一般競争入札における質の確保、調達情報の充実、契約事務の適正化を実施している。

・関連公益法人との契約実績はない。

・個々の会費支出について、行政改革実行本部決定の見直し方針の趣旨を踏まえ、監事に対し、事前精査を依頼している。

- ・定期的な資産の現物確認及び減損の兆候調査を実施することにより保有資産の利用状況を把握し、必要性や規模の適正等について確認をしている。
- ・保有資産については、減損兆候調査により、業務実績、使用範囲、業務環境の変化を確認している。なお、現状において実物資産の活用状況が不十分な事例はない。
- ・効率的な現物確認を実施するためにQRコード付きの資産管理ラベルをハンディターミナルで読み込む方法で現物確認を実施している。
- ・有用性、資産規模の適切性、立地の妥当性、利用度等の観点から、今中期計画全体にわたる維持・更新計画を策定し、当該計画に基づき維持・更新を行った。

・保有資産について上記のとおり検証している。

ついて検証したか

- i) 法人の任務・設置目的との整合性、任務を遂行する手段としての有用性・有効性等、
- ii) 事務・事業の目的及び内容に照らした資産規模の適切性
- iii) 現在の場所に立地する業務上の必要性等
- iv) 資産の利用度等
- v) 経済合理性

また、上記検証結果を踏まえ、有効活用可能性や効果的な処分について検討し、取組を行ったか。）

（基本方針において既に個別に措置を講ずべきとされた施設等以外の建物、土地等における、以下の事項について検証を行ったか。

- i) 利用実態の把握状況
- ii) 利用実態を踏まえた保有の必要性等)

（利用率が低調な施設等について、勧告の方向性や見直しの基本方針で示された廃止、国庫納付、共用化等の方針に沿った取組を行ったか。）

（「独立行政法人の職員宿舎の見直しに関する実施計画」（平成24年12月14日行政改革担当大臣決定。以下「見直し実施計画」という。）を踏まえた見直しを促しているか）

・ 該当なし

・ 該当なし。

## 5 自己収入の拡大

保有する知的財産について、保有コストの削減を図る

## 5 自己収入の拡大

研究機構の知的財産等の研究開発成果について、社会で活用される可能性や研究機構のミッションにおける

・ 平成 23 年度、知的財産ポリシーを改定し、知的財産を権利化する目的を明確化した。  
 ・ 知的財産ポリシーの基本的考え方に基づいた特許取得・維持の判断をより適切に行い、保有コストの削減を図るため、特許検討会を設置し、発明から権利維持までのすべての段階で、一貫した要否判断を

とともに、技術移転活動の活性化により、更なる実施許諾収入の増加を図る。

重要性を勘案して特許取得・維持に関する判断をより適切に行い、保有コストの削減を図るとともに、技術移転活動をより効果的に実施することにより、実施許諾収入の増加を図る。

(知財戦略について、支出超過改善の観点から不断の見直しを行っているか。)

(自己収入の拡大について、引き続き産業界への技術移転を通じ、イノベーションの実現に貢献しているか。)

## 6 内部統制の強化

(1)平成20年7月に設置された「リスク管理委員会」において、引き続き、機構の業務に係るリスクを組織横断的に管理し、年度計画である「コンプライアンス推進行動計画」を策定して職員のコンプライアンス意識醸成のための取り組み(講習会等)を進めるとともに、公益通報制度を活用したリスクの早期発見及び早期対

## 6 内部統制の強化

### (1) 内部統制の充実・強化

中期計画を有効かつ効率的に達成するため、職員に研究機構のミッションの重要性と自らの役割を再認識させ、中期計画の達成を阻害するリスクを組織全体で管理し、対応していく。また、コンプライアンス推進のための体制を整備するほか、年度計画である「コンプライアンス推進行動計画」を策定し、研修や講演会等の役職員の意識向上を図る取り組みを通じて内部統制の強化を図る。

可能とする審議体制を整えた。これによって、特許のすべての段階で、知的財産の活用を意識した適切な判断が可能となった。

- ・平成23年度、技術移転(TLO)機能を内製化するとともに、知的財産業務に係る組織改編を行い、技術移転業務の効率化を図った。また、研究所毎に担当技術移転コーディネーターを配置し、研究所と一体となった技術移転推進体制を整えた。
- ・展示会や交流会等の効果的なイベントに参加して、研究開発成果アピールや、実用化に近い技術の戦略的支援、個々の研究活動を通して引き合いのあった企業に対する研究者と連携した売り込み等を進め、研究開発成果の技術移転活動をより効果的に実施し、実施契約の増加を図った。

- ・これらの取り組みを通じて実施許諾収入の増加を図った結果、第3期中期計画の平均年間実施許諾収入は、約7,400万円となり、第2期中期計画における平均額(3,413万円)の2倍以上を達成している。
- ・特許検討会の審議対象の段階的拡大等による支出の抑制と、戦略的な技術移転活動の推進等による収入の増加により、支出超過改善に向けた取り組みを進めている。

- ・あと一歩で実用化が見込まれる技術に対し、重点的・組織的に支援することで実用化促進を図り、研究者と密に連携して技術移転を進めている。

- ・全職員に対し、中期計画、年度計画の周知徹底を行い、研究機構のミッションの認識を図るとともに、職員個人が業務達成に向け策定する目標を、個人の業績評価のみならず組織のミッションの重要性や自らの役割を再認識させるものとして位置づけ、職員の意識の向上を図っている。

- ・機構幹部が評価する内部評価を通じて、毎年度、業務運営の実施状況の把握、課題の洗い出し等を行い評価し、必要な事項について指示を徹底するとともに、評価結果等を翌年度の計画や予算配分に反映させることにより、組織全体のミッションの達成を図っている。

- ・監事監査で、改善を要する事項と指摘されたこと(例えば、安全衛生診断の実施及び診断結果の取扱い等の明確化)について改善を図ることで、内部統制の向上を図っている。

- ・機構の適正な業務の実施を阻害するリスクを管理・対応しつつ、コンプライアンスを推進するため、平成23年度に専担の組織として総務部内に「コンプライアンス推進室」を設置し、効果的な施策を検討・実施することにより、内部統制の充実・強化を図った。

- ・各年度において、研究機構のミッション達成を阻害するリスクのうち、重点的に取り組むべき事項を「コンプライアンス推進行動計画」として理事長を長とするリスク管理委員会で定め、研修や講演会等の役職員の意識向上を図る取り組み等を通じて内部統制の強化を図った。

○各年度におけるコンプライアンス推進行動計画の実施状況(平成27年度は計画)  
(平成23年度)

①コンプライアンス意識の向上(「コンプライアンスガイドブック」の追補版の作成及び英文化、全

応に取り組む。

(2) 内部評価を実施し、業務上の問題点を把握するとともに、職員の問題意識を把握できる機会を継続的に確保する。

職員対象の e-learning 研修の実施、講演会の開催)

②安全衛生管理体制の強化（衛生管理者による職場巡視の実施など安全衛生管理体制の構築、外部安全衛生診断の実施等）

③メンタルヘルス対策の着実な実施（外部相談窓口の常設、メンタルヘルスカウンセラーによる相談の毎月の実施、メンタルヘルス及びハラスメント防止講演会の実施）

（平成 24 年度）

①コンプライアンス意識の浸透（全職員対象の e-learning 研修の実施、外部有識者（弁護士）による講演会の開催）

②適正な会計処理の確保（コンプライアンス推進室による契約事務、委託・助成事業に関する監査の支援、適正な派遣・請負契約のための講演会の開催、契約事務に関する説明会の開催）

③メンタルヘルス対策の着実な実施（外部相談窓口の常設、メンタルヘルスカウンセラーによる相談の毎月の実施、メンタルヘルス及びハラスメント防止講演会の実施、ハラスメント相談員向け研修の実施）

（平成 25 年度）

①適正な会計処理の確保（各部署調達担当者向けの説明会の実施、公的研究費の適正な使用に関する講習会の実施、研究助成金・受託研究等に関する e-learning 研修の実施、適正な派遣/請負契約のための講演会の開催）

②情報セキュリティレベルの向上（情報セキュリティセミナーの実施、e-learning による情報セキュリティ研修の実施、標的型メール攻撃対策訓練の実施、情報システムの調達等における契約の仕様書に記載する情報セキュリティ対策要件のひな形の整備）

③安全衛生対策の充実・強化（職場巡視により把握した実験室の状況や研究者との意見交換を踏まえた「化学薬品取扱いマニュアル」、「高圧ガス取扱いマニュアル」の作成）

④メンタルヘルス対策の着実な実施（外部相談窓口の常設、メンタルヘルスカウンセラーによる相談の毎月の実施、メンタルヘルス及びハラスメント防止講演会の実施、ハラスメント相談員向け研修の実施）

⑤コンプライアンスに関する研修等の見直し（新規採用者・転入者を受講必須対象者とした e-learning 研修の実施、「コンプライアンスガイドブック」の改訂、顧問弁護士による講演会の実施）

（平成 26 年度）

①適正な会計処理の確保（講習会の実施、現場購買の点検等）

②情報セキュリティレベルの向上（情報セキュリティセミナーの実施、e-learning による情報セキュリティ研修の実施、標的型メール攻撃対策訓練の実施、インシデントに対する新基準の導入）

③安全衛生対策の充実・強化（外部安全衛生診断の活用及びフォローアップの着実な推進、平成 25 年度に作成・公開したマニュアルの周知及びマニュアルに基づく助言、化学薬品・高圧ガス等の取扱いに関する講習会の開催）

④メンタルヘルス対策の着実な実施（外部相談窓口の常設、メンタルヘルスカウンセラーによる相談の毎月の実施、メンタルヘルス及びハラスメント防止講演会の実施、ハラスメント相談員向け研修の実施）

⑤コンプライアンス意識の浸透（全役職員対象の e-learning 研修の実施、外部有識者（弁護士による講演会の実施、「コンプライアンスガイドブック」の周知等活用促進）

（平成 27 年度）

- ①適正な会計処理の確保（講習会の実施、現場購買のチェック体制等の確立）
- ②情報セキュリティレベルの向上（情報セキュリティセミナーの実施、e-learning による情報セキュリティ研修の実施、標的型メール攻撃対策訓練の実施、可搬型記録媒体の管理等の強化）
- ③研究不正に対するガイドラインの作成等（研究不正防止、不正発生時の対応等について、機構内ガイドラインの在り方を検討し、必要な規定、ガイドライン等を整備）
- ④パーソナルデータを取扱う研究開発の環境整備（研究の計画・実施の過程でパーソナルデータが適切に取り扱われているか確認するためのマニュアル及び管理体制の在り方を検討・作成する。）
- ⑤安全保障輸出管理の着実な実施（必要な手続きの着実な実施の推進。審査会を開催し慎重な判断を有する案件に関し講ずべき措置等を審査・検討。職員の意識向上のため、説明会の開催、e-learning 研修の実施）
- ⑥コンプライアンス意識の浸透（全職員対象の e-learning 研修の実施、外部有識者（弁護士による講演会の実施、「コンプライアンスガイドブック」の周知等活用促進）

（法人の長のマネジメント  
法人の長がリーダーシップを発揮できる環境は整備されているか。

- ・理事長がリーダーシップを発揮できる環境として、業務運営に関する重要な事項については理事会を、理事会での決定事項を含め職員が共有すべき情報については推進会議を定期開催している。
- ・内部評価においても理事長自らが研究所長等のヒアリングを実施し、状況の把握や必要な指示を行うとともに、評価結果を次年度の予算や年度計画等に反映させている。

内部統制の充実・強化に向け、法人の長はどのような取組を行っているか。

- ・第三期中期計画の作成とともに、理事長主導のもとに NICT 憲章を新たに制定し、法人の長のビジョンについて全職員に周知・徹底を図っている。
- ・内部評価において、理事長自らが研究所長等から業務の実施状況についてヒアリングを行い、中期計画・年度計画の達成状況、課題、リスクを把握した上で評価をするとともに必要な事項を指示し、評価結果を次年度の予算、計画等に反映させている。
- ・リスク管理委員会において、「コンプライアンス推進行動計画」を定め、法人として重点的に取り組むべき事項を明らかにした上で、コンプライアンスの推進に向けた取り組みを進め、その実施状況についてフォローアップを行っている。

法人のミッションを役職員に対し、具体的に周知徹底しているか。

- ・中期計画及び年度計画のほか、NICT 憲章及び NICT 行動規範を定め、研究機構のミッションを理事長から役職員へ周知徹底している。

法人のミッション達成を阻害する課題（リスク）のうち、組織全体として取り組むべき重要なものについて把握し、対応しているか。また、それを

- ・各年度において、理事長を長とするリスク管理委員会で策定した年度計画「コンプライアンス推進行動計画」により、組織全体として優先的に取り組むべき事項を明らかにした上で各種リスクの排除に向けた取り組みを実施した。
- ・災害等の緊急事態へのリスク対応として、平成 23 年度に電子メールや Web を活用した安否確認シス

可能とするための仕組みを適切に構築しているか。

法人の長は、内部統制の現状を適切に把握しているか。また、内部統制の充実・強化に関する課題がある場合には、当該課題に対応するための計画が適切に作成されているか。

（内部統制：法人の長のマネジメントに係る推奨的な取組  
マネジメントの単位ごとのアクションプランを設定しているか（評価指標の設定を含む）。

アクションプランの実施に係るプロセス及び結果について、適切にモニタリングを行い、その結果を次のアクションプランや予算等に反映させているか。）

内部統制：監事の活動  
監事監査において、前述の法人の長のマネジメントについて留意したか。

監事監査において把握した改善点等については、必要に応じ、法人の長、関係役員に対し報告しているか。（報告のみならず、対応状況まで）

（内部統制の充実・強化に向けた法人・監事・評価委員会の積極的な取組状況）

テムを導入、毎年度当該システムを活用した訓練を実施しているほか、平成 24 年度に業務継続計画（BCP）を策定した。その後も人事異動に対応して、BCP 発動の際の初動対応・重要業務対応要員の体制を見直しており、実効性を担保している。

- ・「コンプライアンス推進行動計画」の策定やフォローアップ、内部通報に係る調査の実施を含め、研究機構のリスク管理に関する基本方針や重要事項を審議する「リスク管理委員会」の構成を理事長を長とすることで内部統制の現状や課題を適切に把握する仕組みが構築されている。
- ・内部評価において理事長自らが内部統制を含めた業務運営上の問題を把握して、職員の問題意識を吸い上げる機会を設けている。判明した問題点に関しては迅速に対処を行っている。

- ・研究所・部門・研究室等ごとに、次年度の計画を策定し、内部評価で評価を受けるとともに、研究機構としての年度計画にも反映している。評価に当たっては、研究を重点化・継続・縮減したり、予算を増減させる等の判断を行うための評価指標を設定している。

- ・業務の実施状況について、秋から冬頃に外部評価委員会を開催し、研究の実施計画・進捗状況・成果を、外部の専門家・有識者によるヒアリングの実施を通じてモニタリングしている。また、年度末（2～3 月）に内部評価を実施し、次年度の予算配分や組織見直し等に反映させている。
- ・重要案件については、幹部が直接該当部署と意見交換する場を随時設けている。

- ・監事監査においては、法人の長によるマネジメントについても説明した。また、各種会議については監事にも開催案内を行うとともに、発言の機会を設けた。

- ・監事監査の結果について、監事から指摘された要改善点は、役職員で共有した。また、監事の指摘への対応状況についても役職員で共有した。

- ・改正独立行政法人通則法への対応のため、内部統制システムの整備に関する事項について検討を行い、業務方法書の変更認可を受けるとともに、内部統制に係る責任者等や内部統制委員会の設置など、内部統制を推進するために必要な規程の整備を行った。

- ・内部統制における改善を要する事項についての監事からの指摘への対応状況について監事に報告を行った。



(業務改善のための具体的なイニシアティブが効果的に行われているか。)

## (2) リスク管理の向上

各種の啓発活動を通じて職員のリスク管理に関する意識向上を図る。また、公益通報制度や研究機構内に設置されたリスク管理委員会を活用し、リスクの早期発見・排除に向けた施策を推進する。

- ・ 研究所長、部門長等は担当理事と密接に情報共有を図り、業務の問題点の洗い出しと改善に常に努めた。
- ・ 年度末に、役員が参加する内部評価・予算実施計画ヒアリングを行い、その結果を次年度予算の配算、業務体制などに反映し、効果的な研究開発に努めた。

- ・ 各年度において、職員の意識向上を図るため、研修会等を開催した。主なものは以下のとおり。  
(平成 23 年度) +

①コンプライアンス意識の向上 (、コンプライアンス研修 (e-learning) 実施、外部有識者 (弁護士) によるコンプライアンス講演会の開催)

②安全衛生管理体制の強化 (採用時の労働安全衛生教育講習会開催)

③メンタルヘルス対策の着実な実施 (メンタルヘルス及びハラスメント防止講演会の実施)

(平成 24 年度)

①コンプライアンス意識の浸透 (コンプライアンス研修 (e-learning) 実施、外部有識者 (弁護士) によるコンプライアンス講演会の開催)

②適正な会計処理の確保 (調達説明会の実施、公的研究費の適正な使用に関する講習会の開催、競争的資金に関する e-learning 研修の実施、適正な派遣・請負契約のための講演会の開催)

③メンタルヘルス対策の着実な実施 (メンタルヘルス及びハラスメント防止講演会の実施、ハラスメント相談員向け研修の実施)

(平成 25 年度)

①適正な会計処理の確保 (調達説明会の実施、公的研究費の適正な使用に関する講習会の実施、研究助成金・受託研究等に関する e-learning 研修の実施、適正な派遣・請負契約のための講演会の開催)

②情報セキュリティレベルの向上 (情報セキュリティセミナーの実施、e-learning による情報セキュリティ研修の実施、標的型メール攻撃対策訓練の実施)

③安全衛生対策の充実・強化 (化学薬品・高圧ガス等の取扱いの講習会の検討)

④メンタルヘルス対策の着実な実施 (メンタルヘルス及びハラスメント防止講演会の実施、ハラスメント相談員向け研修の実施)

⑤コンプライアンスに関する研修等の見直し (新規採用者・転入者を受講必須対象者としたコンプライアンス研修 (e-learning) の実施、顧問弁護士によるコンプライアンス講演会の実施)

(平成 26 年度)

①適正な会計処理の確保 (調達説明会の実施、公的研究費の適正な執行に関する講習会の実施、競争的資金等に関するコンプライアンス研修 (e-learning) の実施)

②情報セキュリティレベルの向上 (情報セキュリティセミナーの実施、e-learning による情報セキュリティ研修の実施、標的型メール攻撃対策訓練の実施)

③安全衛生対策の充実・強化 (化学薬品・高圧ガス等の取扱いに関する講習会の開催)

④メンタルヘルス対策の着実な実施 (メンタルヘルス及びハラスメント防止講演会の実施、ハラスメント相談員向け研修の実施)

⑤コンプライアンス意識の浸透（全役職員を受講必須対象者としたコンプライアンス研修（e-learning）の実施、外部有識者（弁護士）によるコンプライアンス講演会の実施）

- ・公益通報制度に基づく窓口を常設し、リスクの早期発見・早期対応に努めるとともに、各年度において、機構のミッション達成を阻害するリスクのうち、重点的に取り組むべき事項を理事長を長とするリスク管理委員会で定めた年度計画「コンプライアンス推進行動計画」において明確にし、計画的・効率的に施策を推進した。

（自然災害等に関係するリスクへの対応について、法令や国等からの指示・要請に基づくもののほか、法人独自でどのような取組を行っているか）

- ・大規模災害時における情報伝達手段として、メールや Web を活用した安否確認システムを平成 23 年度に導入、その後も毎年春と秋の年 2 回、当該システムを用いた訓練を実施している。
- ・自然災害やサイバーテロ等により研究機構の業務遂行能力が低下した場合に、必要な業務資源を速やかに確保し、重要な業務の継続・実施、システムの復旧をするための業務継続計画（BCP）を平成 24 年度に策定した。その後も人事異動に対応して、BCP 発動の際の初動対応・重要業務対応要員の体制を見直しており、実効性を担保している。
- ・非常時用の備蓄品の見直し整備を行った（平成 24 年度及び平成 25 年度）。
- ・勤務時間中に大規模震災等に襲われた際の被害軽減に資するため、救助工具等を備えたベンチを各号館の全フロアに配備。また、保護帽子等を含むデスクサイド防災セットを本部に勤務する全職員分用意することとしている（平成 27 年度完了予定）。

**(3) 研究費の不正使用防止**

研究費の不正使用防止の観点から、職員の意識の向上を図る取り組みを実施する。

- ・「情報通信研究機構における研究費不正防止計画」（平成 21 年 10 月 30 日）、「情報通信研究機構における研究費の運営・管理に関する規程」等を踏まえて、競争的資金等に関する e ラーニング研修（平成 24 年度から毎年度）、研究費の適正使用に関する説明会（平成 23 年度から毎年度）を実施し、研究機構職員の研究費の不正防止に対する意識向上に努めた。また、文科省「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン」改正への対応作業を実施した。さらに、研究費の使用ルールに関する相談窓口の設置、事務処理手続き情報のホームページでの公開など研究費の不正使用防止に努めた。
- ・文部科学省による「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）（平成 19 年 2 月 15 日文部科学大臣決定、平成 26 年 2 月 18 日改正）」及び「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン（平成 26 年 8 月 26 日文部科学大臣決定）」を受け、機構としての対応を明確化し、「外部機関からの競争的資金等に係る対応について（平成 27 年 3 月 31 日（経営企画部・産学連携部門通知））を策定し、周知した。
- ・運営費交付金等による業務に関しても、総務省による「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）」が平成 27 年 4 月に出されることを前提とした対応策の検討を進めた。

自己評価		主務大臣による評価	
評定	A	評定	B

## 【評価結果の説明】

第3期中期計画に沿って以下のように業務を着実に実施し、十分に目標を達成できる見込みである。

- ・ 国家公務員の人件費改革を踏まえた取り組みを継続し、人件費の削減目標を達成した。
- ・ 国家公務員に準拠した給与制度を維持するとともに、法人の給与水準の検証を行い、その適切性について公表するという計画を着実に実施した。
- ・ 内部統制の強化、リスク管理に関する施策を推進するため、「コンプライアンス推進行動計画」を毎年度定め、計画的・効率的に施策を推進した。
- ・ 業務運営の効率化については、各年度予算実施計画において、一般管理費及び事業費を圧縮して配賦するとともに、予算執行状況の詳細を会計システムにより把握するよう指導したことや、費用認識と節約意識の向上を図る等の取り組みを行った結果、一般管理費及び事業費の効率化目標を達成する見込みである。
- ・ 契約については、「随意契約等見直し計画」に基づき、仕様内容の点検・見直しや公告期間の延長措置を講じて応札（応募）者の拡大に努めるとともに契約の適正化に取り組んだ。応札者の利便性向上を目的として電子入札システムを導入した。
- ・ 自己収入の拡大については、第3期中期計画の平均年間実施許諾収入が約7,400万円（前中期計画実績：3,413万円）となり、大幅な増加を達成している。
- ・ テストベッド研究開発推進センター（東京都大手町）を核とした大規模な試験ネットワーク（JGN-X）及び北陸 StarBED 技術センター（石川県能美市）の大規模エミュレーション環境を構築・運用・高度化・統合し、地域、産学官、テストベッド間の有機的連携を図って研究開発及び実証実験を実施し、新世代ネットワークの実現に向けての地方拠点として十分に機能している。
- ・ 競争的資金等に関するeラーニング研修（平成24年度から毎年）、研究費の適正使用に関する説明会（平成23年度から毎年）を実施し、研究機構職員の研究費の不正防止に対する意識向上に努めた。また、文科省「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン」改正への対応作業を実施した。さらに、研究費の使用ルールに関する相談窓口の設置、事務処理手続き情報のホームページでの公開など研究費の不正使用防止に努めた。
- ・ 中期計画では海外拠点について、研究機構が行う国際連携及び研究開発の海外活動展開に対する支援機能の重点化を図るとともに、他法人等の事務所との共用化を行うなどにより経費の削減を図ることを目標としていたが、実績として各海外連携センター（北米連携センター、欧州連携センター、アジア連携センター）では、現地情報の随時収集の他、研究機構内の要望に基づき、最新の研究開発情報をグローバルな視点から収集・分析し、これらをいち早く研究機構内関係者に対し情報提供を行い、また、欧州連携センター（パリ）は、平成23年4月から独立行政法人日本原子力研究開発機構との事務所の共用化を実施した後、平成25年7月から独立行政法人日本原子力研究開発機構、独立行政法人科学技術振興機構及び独立行政法人宇宙航空研

## ＜評定に至った理由＞

第3期中長期目標期間における所期の目標を達成する見込みであるため、Bとする。主な状況は以下のとおり。

- ・ 業務の効率化については、一般管理費について15%以上、事業費について5%以上の効率化を達成する見込みである。
- ・ 国家公務員に準拠した給与制度を維持するとともに、法人の給与水準の検証を行い、その適切性について公表した。国家公務員の人件費改革を踏まえた取り組みを継続し、人件費の削減目標を達成した。
- ・ 競争的資金等に関するeラーニング研修（平成24年度から毎年）、研究費の適正使用に関する説明会（平成23年度から毎年）を実施し、機構職員の研究費の不正防止に対する意識向上に努めた。

究開発機構との事務所の共用化を実施し、経費を削減、またアジア連携センター（バンコク）は、今後の NICT の研究開発の方向性、アジアの拠点としての利便性等から、平成 27 年 1 月にバンコク市内のチュラロンコン大学に移転させることで経費を削減することが達成でき目標に向けて大きな成果をあげた。

#### 「必要性」

- ・ 政府の方針に基づき、国家公務員の人件費改革を踏まえた取り組みを実施することは、独立行政法人として必要な対応である。
- ・ 給与水準の適切性について検証し、公表することは、研究機構が社会に対して説明責任を果たしていくうえで必要である。
- ・ 内部統制を強化し、リスクを低減させることは法人の健全な運営に必要な事項である。
- ・ 一般管理費、事業費の効率化目標の達成は、節約意識の醸成等のため、今後も継続していく必要がある。
- ・ また、「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」（平成 21 年 11 月 17 日閣議決定）に基づき、競争性のない随意契約の見直し等を継続していく必要がある。
- ・ 国の財政事情等も鑑み、自己収入を拡大することは必要であり、このためには各研究所/研究センターと連携して、技術シーズの発掘・成果展開を促進し、研究成果の社会還元に結び付けることが重要である。
- ・ テストベッド研究開発推進センター（大手町）及び北陸 StarBED 技術センター（石川県能美市）では、大学等との共同研究や近隣大学等から研究者を招へいするなど、地域リソースを有効に活用して研究開発や実証実験を進めており、地方拠点の研究開発は地域連携に必要である。
- ・ 公的研究費、特に外部資金では、制度により様々なルールが設けられていることから、当該ルールを正しく理解し適正に使用するためには、定期的に制度の変更に対応した講習会の実施等による不正使用防止に対する意識や知識向上の施策展開が必要である。
- ・ 現地でなければ対応が困難な、政策、研究開発関連情報の収集・調査を実施、研究開発における拠点主導型の国際連携機能を強化、現地の利を活かした情報を発信、人材を発掘、国際共同研究を支援する等、NICT がグローバルな競争、協調等、国際戦略に基づく研究開発を行う上で、海外連携センターは必要である。

#### 「効率性」

- ・ 法人の給与水準を国家公務員の給与を踏まえた適切なものとすることや、厳格な人件費管理を行っていくことは、予算執行、人事管理の両面の効率化に資するものである。
- ・ 各年度においてリスク管理委員会で策定した「コンプライアンス推進行動計画」に基づき、各種施策を効率的に推進した。

- ・一般管理費及び事業費の効率化目標の達成、契約の点検・見直し及び保有資産の見直しにより、業務運営の一層の効率化が図られる。
- ・自己収入の効率的獲得のため、あと一步で実用化が見込める技術の発掘により一層注力し、重点的・組織的に支援・連携することで実用化の促進を図り、技術移転を効率的に進めた。
- ・テストベッド研究開発推進センターは、国内外の研究ネットワークが集積する大手町を核に、それらと相互に接続し、JGN-Xを含む国内外の研究ネットワークを柔軟に活用可能な環境にあることで、国内外及び地域の研究機関との研究連携が促進され、新世代に向けたネットワーク運用技術等の研究が、効率的かつ効果的に進展する。また、北陸 StarBED 技術センターが地方拠点として北陸地区に位置していることで、北陸先端科学技術大学院大学（JAIST）との連携研究が促進されるとともに、北陸地区の ICT 企業等による協議会との連携やこれによる StarBED 利用が効果的に促進されており、研究の進展や、研究機構と北陸地域との連携が極めて効率的かつ効果的に実現できる。
- ・講習会方式や e ラーニング研修は、一度で多くの職員に対し公的研究費の不正使用防止に対する意識向上が図られ効率的であった。
- ・欧州連携センター(パリ)は、平成 23 年 4 月から独立行政法人日本原子力研究開発機構との事務所の共用化を実施した後、平成 25 年 7 月から独立行政法人日本原子力研究開発機構、独立行政法人科学技術振興機構及び独立行政法人宇宙航空研究開発機構との事務所の共用化を実施し、経費を削減、アジア連携センターについては、研究開発の方向性、アジアの拠点としての利便性等から平成 27 年 1 月にバンコク市内のチュラロンコン大学に移転し、経費を削減した。

#### 「有効性」

- ・適切な人件費の管理は、研究機構の予算管理、人事管理の両面に有効であるほか、国家公務員の人件費改革を踏まえた取り組みの実施や給与水準の適切性を検証し公表していくことは、社会からの理解を得る上で有効である。
- ・内部統制の強化・リスク管理の推進は、役職員が組織及び自らのミッションを自覚しつつ適正に業務を遂行していく上で有効である。
- ・コンプライアンスの推進に関する各種の取り組みを着実に実施していくことは、健全な組織運営のほか、研究機構の社会的地位の維持・向上に有効である。
- ・業務運営の効率化目標を達成することは、独立行政法人としての評価に有効である。
- ・また、競争性のない随意契約や一者応札・応募に関する点検・検証を継続的に行うことは、契約の一層の適正化に有効である。
- ・自己収入の拡大は予算負担の軽減の観点からも有効である。展示会や交流会等の主要なイベントの機会や WEB サイトの活用

- 等、社会還元が期待される研究開発成果を研究者と連携してアピールするとともに、成果の社会還元活動をより効果的に実施し、実施許諾契約件数・実施許諾収入の増加を図った。
- ・北陸先端科学技術大学院大学（JAIST）との間で、ネットワーク検証技術、サイバーフィジカルシステムの検証技術等の共同研究を推進中であり、研究連携の具体化が進んでいる。
  - ・白山ネットワーク実験施設では、国内の連携だけでなく、日米欧連携によるネットワーク仮想化統合実験の日本側拠点として機能するなど顕著な成果が得られている。平成27年度には無線を含むネットワーク仮想化実証実験の日本側拠点となる計画もあり、中期目標を十二分に達成する見込みである。
  - ・多くの職員に一定レベルの知識を得てもらうには、一堂に会して受講する講習会形式や各自の空いた時間に同じ教材で学べるeラーニング研修が有効であった。また、eラーニング研修では、理解度の低い設問の抽出が容易で、これにより効率的な研修実施に活用できる。
  - ・現在有する北米（ワシントン）、欧州（パリ）、アジア（バンコク）の各海外連携センターを維持し、国際連携支援機能及び研究開発の海外展開支援拠点として位置付ける。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No.2

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	II 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置 1 我が国の活力強化に貢献する研究開発の重点化		
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）	独立行政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		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0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ												
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度
論文数	年間論文総数 1000 以上の掲載を目指す	1,423	1,454	1,418	1,637		事業費用（億円）※内数	44.8	57.2	81	74	
報道関係	中期目標期間中 200 回以上を目指す	70	58	68	61							
保有している知的財産の件数に対する、実施契約された知的財産ののべ件数の割合	中期目標期間終了時点で 10%以上を目指す	11.9%	17.4%	21.5%	25.6%							
共同研究数	中期目標期間中に 250 件以上の外部研究機関との実施を目指す	282 件	328 件	363 件	433 件							
外部研究者受入数	年間平均 250 名程度受け入れる	236 名	267 名	357 名	387 名							

3. 中長期目標、中長期計画、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点>		
・ 中長期計画に定められた各項目の達成度		
中長期目標	中長期計画	法人の業務実績等

<p>III 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項</p> <p>1 研究開発業務</p> <p>研究開発業務については、研究成果の社会還元促進、我が国の国際競争力の強化、他の研究機関との連携・協力による相乗効果や無駄な重複排除の観点を踏まえ、機構が持つ強みを活かすことで、社会的課題解決やイノベーションの創出への貢献が期待されるテーマに重点化を図る。</p> <p>また、委託研究については、自主研究との一体的な実施により効率化を図られる場合に限定し、テーマの一層の重点化を図り実施する。</p> <p>(1) 効率的・効果的な研究開発の推進</p> <p>ア 研究開発の重点化</p> <p>平成27年度までの第3期中期目標期間においては、「グリーン」「ライフ」「未来革新技術」の3分野に重点化し、以下のような重点プロジェクト（概要は別添のとおり）を推進する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 脳活動の統合的活用による情報通信技術、脳の仕組みを活かしたイノベーション創成型研究開発</li> <li>・ 新世代ネットワーク基盤技術</li> <li>・ いつでもどこでも接続可能なブロードバンドワイヤレス技術</li> </ul>	<p>1 我が国の活力強化に貢献する研究開発の重点化</p> <p>(1) 社会ニーズに応え、イノベーション創出を図る研究推進</p> <p>ア 研究開発の重点化と効果の最大化</p> <p>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及び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、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、解決に貢献することを基本とした研究開発を推進する。研究課題の設定においては、中期目標で示された「グリーン」、「ライフ」及び「未来革新技術」の重点3分野における重点プロジェクトの考え方を反映し、現在のネットワークやコミュニケーションに顕在化している諸課題の解決に確実な貢献をしていくための戦略的視点、研究機構が長年培ってきた基盤的研究開発を着実に成長させていく視点及び未来の情報通信の糧を創出する革新的視点を重視する。</p> <p>また、東日本大震災が明らかにしたICTにおける種々の課題を克服し、震災からの復興、再生を遂げ、将来にわたる持続的な成長と社会の発展を実現するため、災害に強いICTインフラ構築技術や被災したICTインフラを補完する技術、被災状況を速やかに把握し被災地域の支援・復旧に多面的な貢献を行うための技術の研究開発を推進する。</p> <p>以上の考え方をもとに、研究機構が持</p>	<p>&lt;主要な業務実績&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研究課題を中期計画において4つの技術領域に集約し、それぞれ計画を進め、成果を創出した。（詳細は後述）</li> <li>・ 個別研究課題を社会的課題に応じて最適に組み合わせて成果創出を行っていくものでは、戦略的観点からトップダウンに課題を設定し研究を実施する案件（タイプⅠ連携プロジェクト）と自発的にボトムアップで提案され幹部審査を経て採択された案件（タイプⅡ連携プロジェクト）を連携プロジェクトとして実施。タイプⅠについては、「新世代ネットワーク戦略プロジェクト」、「脳情報通信融合研究プロジェクト」、「耐災害ICT研究プロジェクト」、「テラヘルツプロジェクト」、「サイバーセキュリティ総合対策研究プロジェクト」、「ソーシャルICT研究プロジェクト」、「先進的音声翻訳研究開発推進プロジェクト」の7課題が成立し、戦略的に推進し、成果を挙げてきた。</li> <li>・ また、総務大臣によって設定された「グローバルコミュニケーション計画」をオープンイノベーション的に推し進めるための体制として「先進的音声翻訳研究開発推進センター」を設置し、活動を開始した。</li> <li>・ ネットワーク基盤技術、ユニバーサルコミュニケーション基盤技術、未来ICT基盤技術、電磁波センシング基盤技術の4分野を俯瞰する視点による評価を行い、横断連携による効果創出を意識した重点化の方向を打ち出した。「ソーシャルICT」の理念のもとで社会貢献型のICTを意識した課題設定とその実施を進めた。</li> <li>・ NICT自らの活動（研究開発や外部との様々な連携）を通じて、災害に強いICTの研究開発を推進するとともに、震災からの復興や再生に積極的に貢献していくことを基本的な考え方とし、平成23年度に変更した中期計画のもと、災害時のネットワークの信頼性向上や被害状況の迅速な把握への貢献などの研究開発課題を明確化し、推進してきた。具体的には、</li> <li>・ 連携プロジェクトの活用により、防災・減災や災害からの復興に役立つ研究開発を実施した。</li> <li>・ 平成24年度に発足した耐災害ICT研究センターを中心とした耐災害ICT研究を推進した。</li> <li>・ 上記のとおり、東日本大震災を受けて明確化された震災に対応するNICTのミッションを踏まえた体制の強化に努めるとともに研究開発等を実施した。</li> </ul>
---	---	--



<ul style="list-style-type: none"> <li>・ フォトニックネットワーク技術</li> <li>・ 革新的な3次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術</li> <li>・ 最先端ネットワークセキュリティ技術</li> <li>・ 防災・減災対策に貢献する衛星通信技術・革新機能創成技術・ユニバーサル音声・言語コミュニケーション技術</li> </ul> <p><b>イ 研究開発業務の効果の最大化</b></p> <p>機構の強みを生かした研究開発推進のため、技術的親和性の高さを重視した研究開発体制に見直すとともに、特定の課題に対して組織横断的かつ機動的に取り組む仕組み（連携プロジェクト）を活用することで分野横断的な成果創出の促進を図る。</p> <p>共同研究等による相乗効果を期待し、外部の研究機関との積極的な連携によるリソースの有効利用を図る。</p>	<p>つ強みや、第2期中期目標期間までに達成した研究成果及び技術の蓄積、今後さらに向上が求められる技術レベルなどを考慮し、本中期目標期間におけるチャレンジとして、別添に示す個別研究課題を設定する。</p> <p>これらの個別研究課題の推進に当たっては、各研究開発において世界水準を確保していく研究開発力強化のため、技術的親和性の高い課題をまとめた効率的な研究マネジメントとそれによる体系的な成果創出を重視した体制を構築するとともに、社会の高度化に伴って複雑化する諸課題に適時かつ適切に対応するため、個別研究課題を社会的課題に応じて最適に組み合わせた成果創出を行っていくための組織横断連携を促進する仕組みを構築する。</p> <p>このような考え方から、別添の個別研究課題を、以下の4つの領域に集約の上、効率的・効果的に研究開発を推進する。</p> <p>（被災者支援及び復旧・復興対応について、法人のミッションに沿って取り組んでいるか）</p> <p>（効率性、生産性等の向上による業績の推進や国民に対するサービスの質の向上を目指し、適切な取り組みを行っているか。）</p> <p><b>(ア)ネットワーク基盤技術</b></p> <p>現在のネットワークに顕在化し始めている諸課題の改善、解決に貢献するとともに将来に亘ってネットワークの基盤を支えていくために、研究機構が推</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ さらに、より一般的な災害対応のための ICT を強化していく観点により、センサデータの収集から流通、分析・利活用までを総合的に取り扱う横断的アプローチの在り方を検証し、風水害への対応なども含めた総合的観点による研究開発を「ソーシャル ICT」の理念のもとで実践していくための課題設定を行い、推進を開始した。</li> </ul> <p>・ NICT が実施する業務については、目標を定め、効率化を実施したうえで、国民に対するサービスの質の向上につながる取り組みを行ってきた。</p> <p>ネットワーク基盤技術分野においては、具体的に、以下の成果を達成した。</p> <p><b>【新世代ネットワーク】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2020年の社会に必要なネットワーク要件を考慮したネットワークアーキテクチャの検討</li> </ul>
---	---	--

進してきた新世代ネットワークの戦略を踏まえて、光ネットワーク、ワイヤレスネットワーク、宇宙通信システム、ネットワークセキュリティの個別研究課題を集結するとともに、それらを融合した新世代ネットワーク技術に関する研究開発を推進する。また、その検証手段としてテストベッドを整備し、その上に実装されていく新技術で構成されるシステムによる実証を進める。これにより、環境負荷低減に向けた高効率性や、高度な信頼性・安全性・耐災害性など、真に社会から求められる要素を具備し、様々なアプリケーションを収容しつつ、平時・災害時を問わず社会を支える重要なインフラとなる新世代ネットワークの実現を目指す。

を実施(済、ホワイトペーパーとして公開かつ、要素技術へインプット)。開発した要素技術の国際標準化、および、商用化に向けた取組を実施。

- ・産学連携で研究開発した新型 NW 仮想化システムを JGN-X 上に展開し、IP ネットワークのアーキテクチャと異なる NW アーキテクチャによるコンテンツ配信等の実証実験を実施。日米欧の三極での世界レベルのネットワーク仮想化システムの構築を実証した。WiFi 仮想化システムと組み合わせ、E2E 仮想化システムを実現した。NW 仮想化のフレームワーク、要求条件を整理し、ITU-T Y. 3011、Y. 3012 として国際勧告化。さらにアーキテクチャ文書の勧告化。NW 仮想化テストベッド上での実証実験として、現在のインターネットでは実現できない新しい識別子に基づくコンテンツ配信を中心として、実証実験を4件実施。仮想ネットワークの基盤技術を確立した。
- ・P2P ベースで動作するユビキタスコンピューティングプラットフォームと分散クラウドおよび SDN を組み合わせた情報処理基盤を補正予算で整備済み。さらに、アプリケーションやサービスからネットワークを動的に制御する SCN を組み合わせデモンストレーションを実施。補正予算テストベッドおよび他 25 件の実証実験が完了し、その基盤技術が確立した。

#### 【テストベッド】

- ・研究開発テストベッドネットワークの構築  
インフラの管理運用を仮想化対応し、インフラ API を整備、JGN-X 基幹ネットワーク、SDN/NFV 基盤 (RISE)、IoT/M2M 基盤 (JOSE) らの間の連携を実現。
- ・大規模エミュレーション技術の研究開発  
有線・無線が混在し、様々なアプリケーションが動作するエミュレーション基盤として NERVF をはじめいくつかの災害時の ICT 環境を模倣するケーススタディ実験を実施。  
リソースマネージャの拡張や JGN-X や DETER との連携実験を実施、仮想リソースの管理を可能とすることにより数倍から十数倍の実験環境の構築を可能に。  
ユーザインタフェースを一新するとともに、いくつかの GUI を提供することにより様々なレベルのユーザの受け入れを実現、最新のネットワークファイルシステムに対応することによる大幅な環境構築時間の削減。

#### 【光ネットワーク】

- ・光パケット・光パス統合ノードの実用化に向け、光バッファ、光パケットヘッダ処理装置等の要素技術を開発し、ネットワークテストベッドの実運用を達成する見込み。
- ・マルチコア・マルチモード伝送技術の世界初の実装を続け、産学連携により世界を常に牽引し、光ファイバ通信の新たな分野を開拓した。
- ・要素技術の成果の一部を総務省直轄委託研究で進めている 400 ギガデジタル信号処理回路 (DSP) 統合基盤技術の開発に反映させ、世界最高水準 400Gbps 伝送フィールドトライアルに成功。

## 【ワイヤレスネットワーク】

- ・アプリケーションに応じた SUN 無線機の認証用プロファイル策定。
  - ・ SUN-RAN 結合を考慮したシステムの総合実証。
  - ・ 海外におけるホワイトスペース通信フィールドトライアルへの参加・寄与、および小型ホワイトスペース無線機の開発。
  - ・ 拡張帯域におけるアンテナ仕様策定、および 10Gbps 伝送に有益な伝送制御仕様策定。
- 
- ・ WINDS 基本実験において、様々なアプリケーション実験を実施し、計画以上に新規に 3 種類の衛星地球局を開発し、世界初の深海探査機の遠隔操作実験等を実施し、計画を上回って実施。
  - ・ ETS-VIII 後期利用実験において、軌道上各種実験結果について、後期利用実験報告書としてとりまとめ着実に推進。海上ブイに小型地球局を設置し、津波の早期検出が可能なことを実証し、計画を上回って実施。
  - ・ 次期技術試験衛星検討会の新規立ち上げに尽力し、次世代の大容量衛星通信システムの概念検討を実施。広帯域チャネライザ・DBF の部分試作を実施し、基本機能・性能を確認見込み。
  - ・ SOTA の搭載モデルの開発を完了し、小型衛星が打ち上げに成功、軌道上で機器の健全性を確認し、50kg 級小型衛星で世界初の地上-衛星間光通信実験に成功。国際共同実験に着手。
  - ・ ネットワーク化された 1 m 望遠鏡の光地上局を小金井・沖縄・鹿島に設置し、気象センサーデータ等を活用する世界初となるサイトダイバーシチを技術実証するテストベッド構築を推進。
  - ・ NICT が衛星搭載超高速光通信コンポーネントの開発を行う衛星計画が JAXA と連携して立ち上げに成功、衛星搭載超高速光通信コンポーネントの概念設計と部分試作を実施見込み。

## 【ネットワークセキュリティ】

- ・ ダークネット観測規模 30 万アドレス達成、能動的サイバー攻撃観測網 Ghost Sensor 本格稼働。
- ・ 暗号プロトコルの安全性評価およびコンソーシアムにおける技術評価活動への貢献。CELLOS コンソーシアムにおける暗号プロトコル評価へ貢献。暗号プロトコルにおける安全性評価の可視化ツールの試作。本年度に発見された脆弱性の技術的正しさと実システムへの影響について CELLOS で行われた評価と報告書作成の貢献。
- ・ 離散対数問題ベースの公開鍵暗号の安全性評価で世界記録を達成、電子政府システムの安全性向上。

	<p>(イ)ユニバーサルコミュニケーション基盤技術</p> <p>真に人との親和性の高いコミュニケーション技術を創造し、国民生活の利便性の向上や豊かで安心な社会の構築等に貢献することを目指して研究機構が培ってきた音声・言語・知識に係る研究成果や映像・音響に係る研究成果を踏まえて、多言語コミュニケーション、コンテンツ・サービス基盤、超臨場感コミュニケーションの個別研究課題を集結し、それらを融合的にとらえたユニバーサルコミュニケーション技術の研究開発を推進する。</p> <p>これにより、ネットワーク上に構築される膨大な情報資源や高度な臨場感を伴う遠隔医療などを平時・災害時を問わず利活用可能な、人と社会にやさしいコミュニケーションの実現を目指す。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クラウドコンピューティング等でのプライバシー保護機能が期待されている次世代暗号「ペアリング暗号」の安全性を評価。</li> <li>・923 ビットの離散対数問題を解くことに世界で初めて成功（九州大学、富士通研究所との共同成果）、各賞受賞。</li> <li>・その後の解読進展状況を CRYPTREG に報告、電子政府システムの安全性向上に貢献。</li> </ul> <p>ユニバーサルコミュニケーション基盤技術分野においては、具体的に、以下の成果を達成した。</p> <p>【多言語コミュニケーション】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・英・中・韓を中心に計 6490 時間の模擬会話音声コーパスを収集。DNN に基づく音響モデルによる性能改善。WFST ベースの高速な音声認識エンジン SprinTra を開発。</li> <li>・英語講演音声の認識に関して IWSLT で 3 年連続 1 位を獲得。</li> <li>・U-STAR を 26 ヶ国、31 機関(見込) に成長させ、標準化推進の国際連携強化。</li> <li>・長文を高精度に翻訳するアルゴリズムと多言語化を提案、実装。</li> <li>・災害、医療を含む生活をはじめ日本語に関する大規模対訳データを構築。</li> <li>・観光分野に加え特許分野で実用レベルの翻訳システムを実現し民間に技術移転。</li> </ul> <p>【コンテンツ・サービス基盤】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1000 万個の語、フレーズからなる辞書(言語資源)を構築し、Web 4 0 億ページ(見込み、現在は 1 0 億ページ)を分析対象として、様々な質問に回答し、情報の価値ある組み合わせ、仮設、分類を発見できる大規模 Web 情報分析システム WISDOM X を開発、公開済み。</li> <li>・Twitter 上の災害関連情報をリアルタイムに分析する対災害 SNS 情報分析システム DISAANA を開発、公開済み。</li> <li>・150 種類・180 万件のオープンデータを登録した情報資産リポジトリを構築し、分野横断相関検索、可視化相関分析、異分野センシングデータ統合基盤などの情報資産利活用技術を開発。</li> <li>・情報サービスによるネットワークの動的構成技術 SCN を開発し、情報サービス連携テストベッド知識・言語グリッドを JGN-X 上に実装。</li> </ul> <p>【超臨場感コミュニケーション】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・表示サイズ対角 5 インチ、視域角 20 度の表示技術を確立。その撮像技術を確立。</li> <li>・単純に各映像を並送した場合に比べて圧縮効率 2 倍を実現する技術を確立。また、処理時間半減を実現する技術を確立。</li> <li>・高精細立体(4K3D)映像の伝送による遠隔作業の操作効率の向上効果を実証。</li> <li>・心理物理計測に基づくデジタル式の嗅覚検査手法を確立。</li> </ul>
--	---	--

**(ウ)未来 ICT 基盤技術領域**

未来の情報通信の基礎となる新概念を創出し、情報通信技術の新たな道筋を開拓していくため、脳活動の統合的活用や生体機能の活用により情報通信パラダイムの創出を目指す脳・バイオ ICT 及び革新的機能や原理を応用して情報通信の性能と機能の向上を目指すナノ ICT、量子 ICT、超高周波 ICT の個別研究課題を設定、それらの革新的機能の実現・実証を通じて、ネットワーク全体のエネルギー効率の改善など、未来の情報通信にイノベーションをもたらす情報通信基盤技術の研究開発を進める。

(定量的評価のできる課題、有名な学術論文誌に採録された課題が比較的高い評価となる傾向がある。「ソーシャル ICT」等のように課題解決型でこれら評価と必ずしも適合しない課題について、研究開発を進めると同時に、評価基準についても明確にできるよう努められたい。)

未来 ICT 基盤技術分野においては、具体的に、以下の成果を達成した。

**【脳・バイオ ICT】**

- ・ 7T-MRI で世界トップレベルの計測：扁桃体の高空間分解能 EPI 撮像。
- ・ 小型モバイルワイヤレスドライ脳波計の開発・販売。
- ・ 劣化画像のわかりのメカニズムをゆらぎモデルで解明。
- ・ 生体材料の認識能と機械学習による情報抽出能を融合したセンサシステムを提案。生細胞への外来物質導入技術、遺伝子改変技術による細胞機能調整技術の基盤を構築。
- ・ DNA 構造体によって足場を構築し、生体機能分子の機能を保持したままナノメートル精度で配置する技術を構築。
- ・ 化学刺激検出能を備えたバクテリア細胞の、応答としての回転運動状態を計測・評価する細胞応答顕微計測システムを構築。
- ・ バクテリア細胞からの出力データから、機械学習アルゴリズムによって検出対象を同定するプロトタイプを構築。

**【ナノ ICT】**

- ・ 従来材料比性能 2.6 倍の有機 E0 ポリマーを開発、超高速光変調器を試作し 100GHz での動作確認の見込。
- ・ タンデム構造や導波路構造で bR 微分応答光センサセルの高効率化を実現。8 x 8 アレイで 2 次元のオプティカルフロー検出を実証見込。
- ・ 光キャビティ構造で検出効率 80% の実現し、目標の 50% 以上を達成。ローフィリングファクタ化、4 ピクセルアレイ化により、従来比最大で 10 倍以上の高速化を実現。
- ・ 小型化により応答時間 0.3ns の高速動作（従来比 47 倍）、半導体フォトダイオードよりも 1 桁以上低い 70 $\mu$ W で動作することを確認。

**【量子 ICT】**

- ・ 世界最高性能の QKD 装置と鍵管理・ネットワーク管理アーキテクチャを実装した実用的 QKD ネットワークを構築し、都市圏フィールドネットワーク上での実証実験に成功。実運用システムの安全性評価技術を開発し、技術報告書を発刊。さらに、防衛・警察・金融分野のユーザによる見学会、および民生用途に向けた企業との連携を推進。
- ・ 量子増幅転送という新プロトコルを提案、実証 Nature Photonics (H25) 伝送効率と安全性を同時に最適化する新理論を発表 IEEE Information Theory (H26)
- ・ 量子もつれ中継のコア技術を開発（委託研究も活用） Nature (H24), Nature Communications (H25)

**【超高周波 ICT】**

- ・ 500 GHz までのアクティブ/パッシブデバイスの S パラメータを評価するため、導波管

- 接続やオンウェハ・プロービング、更にはアンテナ特性評価などの基盤技術を確立。
- ・ THz QCL の THz コム参照信号への位相ロックを行い、計測装置の分解能 (1Hz) 程度の線幅となるよう安定化を実現。
  - ・ 世界初の Ga203 トランジスタの実現、実用に近い構造を有する Ga203 MOSFET の試作・優れたデバイス特性の実証、高耐圧縦型 Ga203 ショットキーバリアダイオードの実現。
  - ・ 世界に先駆けて THz 分光ユーザーガイドを作成・公開するとともに、再生医療材料の評価、生体組織評価への応用の可能性を実証。また、超高周波帯での誘電特性の連続性を、原理の異なる 2 種の計測法で世界で初めて実証。

電磁波センシング基盤技術分野においては、具体的に、以下の成果を達成した。

#### 【電磁波センシング・可視化】

- ・ 2  $\mu\text{m}$  帯レーザのライダーモバイルシステムによる風・CO<sub>2</sub> 観測を通して光領域における光波制御と安定化を実証し、3THz 帯の位相ロック技術実証により発振器技術、受信機構成技術を確立した。
- ・ 高度解析技術の開発 (画像処理技術を用いた 3 次元計測、インターフェログラムからの垂直構造物の自動抽出、移動体検出技術等) 機上での高速処理技術開発 (観測後 10 分で画像提供)。
- ・ 高速 3 次元観測技術の確立 (複数台レーダシステム) および短時間予測技術開発。
- ・ 放射線帯電離環境の経験モデルの開発および、極端現象を含む宇宙天気 of 諸現象が再現可能なシミュレーションコードの開発を行った。静止軌道、中軌道衛星の保全に寄与する予報情報を提供している。

#### 【時空標準】

- ・ (THz 標準技術): 周波数可変な THz-CW 光源と高精度 THz 周波数計測システムを開発し、0.1~1THz で 9 桁以上の計測精度を実証、THz 周波数標準の基礎技術を確立。さらに THz 基準周波数伝送技術も新たに創出。
- ・ (標準時分散化・標準電波): 神戸に標準時副局を立上げ、試験時系の連続発生を開始し数 ns 程度の精度で日本標準時同期を達成。また標準電波送信所において監視・制御系の冗長化及び遠隔制御システムを含む設備更新を行い、信頼性強化を果たした。
- ・ (光標準): Sr 光格子時計において平均時間 1 日で確度 16 乗台を達成の見込み。比較実験で他機関 Sr 光格子時計との周波数同一性を高精度に検証 (東大光ファイバリンク: 精度 16 乗で一致、日独衛星リンク: 精度 15 乗で一致) し、標準器技術において不可欠な再現性・普遍性を実証。
- ・ (衛星仲介比較): 位相情報を用いた双方向比較技術 (TWSTFT-CP) を開発。ドイツとの世界最長基線で平均時間 1 秒でピコ秒を切る計測精度を達成 (大陸間比較で世界最高精度)。平均時間 1 日でも大陸間比較で世界最高の 16 乗台の計測精度を実現。この技術に

#### (エ) 電磁波センシング基盤技術領域

研究機構が通信省電気試験所、郵政省電波研究所時代から長年にわたり蓄積し、発展させてきた電磁波計測の技術と知見を活かして、時空標準、電磁環境、電磁波センシングの個別研究課題における革新機能創成を目指すとともに、社会を支える基盤技術としての高度化・高信頼化及び災害対応の強化を図っていく。

これにより、高度なネットワーク技術やコミュニケーション技術の進展とともに成長し、複雑化していく社会を未来に亘って高精度に支えていくとともに、安心して安全な社会の構築に不可欠な、電磁波を安全に利用するための計測技術及び災害や気候変動要因等を高精度にセンシングする技術等を創出し、利用促進を図っていく。

	<p>また、社会的課題への対応のために組織横断連携が必要な研究開発の推進においては、社会的課題に応じて、必要な研究開発領域の個別研究課題を連携させて効果的かつ効率的な研究開発を推進する連携プロジェクトによる柔軟な研究開発を行うことにより、実用技術の創出を加速し、成果の社会還元を促進する。特に、防災・減災技術の発展や災害復旧・復興に貢献することが期待される研究開発課題については、連携プロジェクトの仕組みをも活用して実用化プロセスを加速する。さらに、外部機関が持つ実績や知見を活用し、研究機構自らの研究と一体的な実施を行うことで効率化が図られる場合には、委託研究や共同研究の促進によって外部の研究能力等のリソースを有効活用する等、効果的かつ効率的な研究開発を推進する。</p> <p>(電源喪失なども含む震災時に発生し</p>	<p>より世界初となる光標準の大陸間比較実験に成功 (Sr 光格子時計の日独比較実験参照)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ (VLBI による比較) : 可搬型アンテナを含む超広帯域 VLBI システムを世界に先駆けて開発、世界初の国際 VLBI 観測 (日米) および世界初の 8GHz 広帯域観測とデータ処理 (バンド幅合成) に成功。</li> </ul> <p>【電磁環境】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ LED 照明の妨害波モデル構築及び雑音統計量による TV 受信への影響解明, TEM セル型広帯域伝導妨害波測定装置の開発、地デジ信号を用いた精密伝搬測定法を開発と水蒸気遅延量推定への応用。</li> <li>・ 様々な妊娠周期を模擬した数値人体モデルや 10kHz~100GHz の生体電気定数データベースの構築及び LTE/MIMO 無線システム・WPT 等の電波防護指針への適合性評価手法の確立。</li> <li>・ 新方式固体素子レーダに対応した測定手法の確立。110 ~170 GHz の電力標準開発と世界初の較正業務実施、500GHz までのアンテナ較正装置の構築、30MHz 以下のアンテナ較正法の開発と国際標準化への寄与と較正業務への反映。</li> <li>・ 戦略的観点からトップダウンに課題を設定し研究を実施する案件として、平成 23 年度に新世代ネットワーク戦略プロジェクト、脳情報通信融合研究プロジェクトの 2 つのプロジェクトを開始し、その後、平成 26 年度までに、テラヘルツプロジェクト、耐災害 ICT プロジェクト、サイバー攻撃総合対策プロジェクト、ソーシャル ICT 研究プロジェクト、先進的音声翻訳研究開発推進プロジェクトが加わり、7 件のプロジェクトを強化推進した。</li> <li>・ 自発性を重んじボトムアップで提案された案件を年度毎に精査し、中期目標期間全体で 26 件の課題を実施し、社会的に意義の高い成果の創出に努めた。</li> <li>・ 防災・減災技術の発展や災害復旧・復興に貢献することが期待される研究開発課題について、連携プロジェクトにおいてトップダウンに課題を設定し研究を実施する案件として耐災害 ICT 研究プロジェクトを実施。</li> <li>・ 東北大学との包括協定 (平成 24 年 1 月 19 日締結) に基づき、東北大学を拠点として構築した東北テストベッドにおける研究を推進するとともに、大学や企業とも連携し耐災害 ICT 研究を推進している。</li> <li>・ この他、欧州委員会、米国国立科学財団、フランス国立宇宙研究センター、ドイツ航空宇宙センター、タイ国チェンマイ大学、タイ国チュラロンコン大学等との連携を推進している。</li> <li>・ 災害に強い情報通信技術の実現と被災地域の地域経済活動の再生を目指す耐災害 ICT 研</li> </ul>
--	---	---

た様々な事象や体験を十分に踏まえ、研究開発を進めているか。)

### ウ 客観的・定量的な目標の設定

機構が取り組む研究開発の実施に当たり、客観的・定量的指標による管理を推進するため、その研究内容を踏まえた適切な指標を設定する。また、アウトプットを中心とした目標に加え、国民に分かりやすい成果を上げるという観点から、費用対効果や実現されるべき成果といった視点による目標を設定する。

### エ 効率的・効果的な評価システムの運営

内部評価及び外部評価（部外の専門家及び有識者による評価）の実施に当たっては、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 20 年 10 月 31 日内閣総理大臣決定）に準じ、評価が戦略的な意思決定を助ける重要な手段であることを念頭に置きつつ、活用され変革を促す評価となるよう、だれがどのように評価結果を活用するかについてあらかじめ明確にした上で、当

### イ 客観的・定量的な目標の設定

研究開発の実施に当たっては、客観的・定量的指標による管理を推進するため、その研究内容を踏まえた適切な指標を設定する。また、アウトプットを中心とした目標に加え、国民に分かりやすい成果を上げるという観点から、費用対効果や実現されるべき成果といった視点による目標を設定する。

### ウ 効果的な研究評価の実施

評価が戦略的な意思決定を助ける重要な手段であることを念頭に置きつつ、活用され変革を促す評価となるよう、誰がどのように評価結果を活用するかについてあらかじめ明確にした上で、当該研究開発に係る政策目標を踏まえた評価項目・評価基準の明確かつ具体的な設定に努めるとともに、成果の社会還元を意識を高め、優れた成果創出に繋ぐことに主眼を置いて、内部評価システム及び外部評価システムの活用を図る。

また、評価の結果については、個々

研究プロジェクトでは、機構内では複数研究所との連携体制で、さらに震災時の知見を最大限に活用するために東北大学との連携の下で、同大学片平キャンパス内に研究棟を建設（平成 25 年 12 月竣工）し、耐災害 ICT 研究のテストベッド機器を整備し、産学官連携による共同研究を進めた。早期実用化を目指して、自治体、防災関連機関が行う各種防災訓練・演習に参加し技術の有効性を実証した。平成 26 年度より開始した SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」では、府省連携により災害情報をリアルタイムに共有・利活用する仕組みを構築することを目標に、産学官連携の体制で推進した。

- ・ネットワーク基盤技術、ユニバーサルコミュニケーション基盤技術、未来 ICT 基盤技術、電磁波センシング基盤技術の 4 分野を俯瞰する視点による評価を行い、横断連携による効果創出を意識した重点化の方向を打ち出した。
- ・平成 25 年度より掲げている「ソーシャル ICT」という理念のもと、センシングから通信、情報利活用までを総合的に扱う活動を強化するなど、社会貢献型の目標意識を強化した研究開発を推進した。
- ・多言語翻訳技術を 2020 年の東京オリンピックに向けて実用化することを目的とした総務省の「グローバルコミュニケーション計画」に呼応し、「先進的音声翻訳研究開発推進プロジェクト」を構築、その推進体制として「先進的音声翻訳研究開発推進センター」を設置し、産学官連携強化による推進を開始した。

- ・研究活動の基本単位である研究室ごとを基本に外部評価（外部の有識者 32 名による評価委員会を NICT 自らが開催し研究の進捗・成果等を評価）及び内部評価（NICT 役員・幹部による研究の進捗・成果等を評価）を毎年度実施し、これらの結果等を踏まえ、研究開発活動の適切な推進や効果的・効率的な予算配分等を実施した。
- ・外部評価の実施に際しては、中期目標期間の初年度は研究実施計画の適切性等について期首評価を、3 年度目においては達成状況確認しその後の計画に資する中間評価を、また、2 年度目と 4 年度目はその間の状況について進捗ヒヤリングを行い、最終年度に行う期末評価に向けて、研究開発が効果的・効率的、かつ適切に進んでいるか等について、研究開発の現場への負担を減らしながら外部評価の実施が効果的・効率的な研究開発の評価を実施した。

なお、外部評価の結果は、毎年報告書として取りまとめを行い、研究機構 Web サイト上に公表した。

- ・内部評価では、外部評価の結果や研究室等が自ら行った自己評価などをもとに、各年度の研究等の実施状況及び次年度の研究計画の評価を実施し、これらに基づく効果的・効



該研究開発に係る政策目標を踏まえた評価項目・評価基準の明確かつ具体的な設定に努めるとともに、成果の社会還元を意識を高め、優れた成果創出に繋ぐことに主眼を置いた効果的な研究評価の実施を図る。

また、評価の結果については、個々の研究開発課題の取組及び成果に対する評価に加え、その成果の普及及び実用化の状況、他の研究機関における取組の状況等を把握・分析し、研究開発の見直しに活用する。

あわせて、評価制度を活用することにより、研究開発期間中においても、重点化を図る分野との関連が明確ではない研究開発課題、所期の目標を達成できる見込みである研究開発課題、又は、社会環境の変化等から必要性がなくなったと認められる研究開発課題については、廃止又は縮小する方向で不断の見直しを行う。

## (2) 国民のニーズを意識した成果の発信・展開

我が国が強みを持つ技術を持続的に創出し、着実にその社会還元や国際展開を図っていくため、社会的ニーズを踏まえて、研究成果の利活用や社会還元の意識を強くもって研究開発を進めるとともに、研究環境のグローバル化を進め、研究開発の早い段階から、

の研究開発課題の取組及び成果に対する評価に加え、その成果の普及及び実用化の状況、他の研究機関における取組の状況等を把握・分析し、研究開発の見直しに活用する。

これらの評価結果を有効に活用しつつ、社会的課題の変化等に柔軟に対応した研究開発課題の見直しを行い、毎年度効果的・効率的な研究資源配分を実施することを通じて、より優れた研究開発を行うための環境作りに努めるとともに、研究開発期間中においても、4つの領域との関連が明確ではない研究開発課題、所期の目標を達成できる見込みである研究開発課題、又は、社会環境の変化等から必要性がなくなったと認められる研究開発課題については、廃止又は縮小する方向で不断の見直しを行う。

## (1) 社会的ニーズを踏まえた研究開発成果の社会還元の強化

研究機構の研究開発成果を着実に社会へ還元し、国際的にも展開していくため、研究開発成果の利活用や社会還元の意識を強くもって研究開発を進めるとともに、研究環境のグローバル化を進め、研究開発の早い段階から産学官連携、海外の研究機関等との連携・協力を推進する。

率的な資源配分(予算配分等)を行ったところである。予算配分に当たっては、研究の継続性に留意しつつも、優れた評価結果を得た研究室については、重点的に予算配分を行う等のメリハリを付けるなど、内部評価の実施が効果的・効率的な研究開発の実施に寄与している。

・なお、各評価においては、研究開発課題ごとに、投入したリソースや、論文・特許・標準化寄与数等の成果に関するファクトデータ及び想定する主な社会還元の見通し等を整理することで、研究成果の創出状況や普及・実用化の状況等について効果的・効率的な評価を実施している。

また、評価においては、各評価で用いる資料の利活用化、タブレット端末の利用等を行うことで、作業負担を軽減等し、機動的で効率的な評価を実施している。

産学官連携、海外の研究機関等との連携・協力を推進するなど、技術マネジメントの面にも注力する。

#### ア 成果の積極的な発信

個々の研究成果について、その科学的・技術的知見や意義などを知的財産権の実施許諾、民間企業等への技術移転、学術論文の公表、広報活動などの方法により、広く社会に公表することや情報通信政策に反映させることなどによって、社会経済のニーズに対応した成果を意識した分かりやすい情報の積極的な発信に努めるため、広報戦略の策定を検討し、研究開発成果のみならず、機構の活動全体が効果的に社会に認知される仕組みの強化を図る。

また、研究開発で得られた各種データ等の研究成果については、機構の重要な財産であるとの認識の下、これまでの研究成果の蓄積による知的財産や知的共通基盤を産学官で有効活用するための機能強化を図る。

#### ア 成果の積極的な発信

##### (ア) 学術的成果の社会への発信

I C Tにおける世界トップレベルの研究開発機関を目指すべく、研究開発成果を質の高い論文としてまとめ、年間論文総数1000報以上の掲載を目指す

##### (イ) 広報活動の強化

国民に対する説明責任をこれまで以上に果たし、研究機構の活動実態や成果に対する関心や理解を促進するとともに、研究機構の活動全体が社会的に認知されるようにするために、広報活動を戦略的に見直し、強化する。

- ・ 社会・国民に理解されるようにわかりやすく情報発信し、最新の研究開発成果等に関する報道発表については第3期中期目標期間中200回以上行うことを目指す。
- ・ 研究機構の活動を深く認知してもら

- ・ 研究開発成果をとりまとめ、著名な論文誌をはじめとする各種学術誌等に積極的に投稿するよう促した。その結果、中期計画期間の各年度で、平成23年度からの4年間は、掲載論文1,000報以上の目標を達成した。平成27年度も目標達成に向け努力する。各年度の機構の総合的な論文報告数は、次のとおりである。

		平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
論文報告数		1,423	1,454	1,418	1,637
内訳	研究論文	376	384	383	466
	小論文	186	42	25	28
	収録論文	848	1,012	996	1,119
	外部機関誌論文	13	16	14	24

- ・ また、各年度のインパクトファクタ5.0以上の学術雑誌への論文掲載数は、平成23年度が14報(10誌)、平成24年度が22報(18誌)、平成25年度が24報(17誌)、平成26年度が58報(26誌)である。
- ・ 機構の研究開発成果を迅速に外部発信するため、平成22年度から外部向けWebサイトで研究成果管理公開システムを継続運用している。

(数値は平成23年度～26年度としています)

- ・ 最新の研究開発成果等に関する報道発表を257件実施しており、第3期中期計画における目標の200件を大きく上回る見込み。
- ・ 専門家ではない一般の方に研究機構の活動に対する理解を深めてもらうよう、報道発表資料や月刊広報誌「NICT ニュース」掲載の個々の研究開発成果について、可能な限りわかりやすい表現となるよう努めるとともに、研究機構の研究開発成果が国民生活や経済社会活動にどのように役立っているのか、役立つ可能性があるのかについて理解が促進される内容となるように努めた。また、記者への訴求力を高めるため、報道発表について3つのポイントで概要を示すようにするとともに、発表案件に応じて記者向け説明会を開催した。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行った。
- ・ 様々な媒体への発信に取り組んだことにより、報道メディアからの取材件数は、平成23年度144件、24年度217件、25年度234件、26年度334件と増加している。
- ・ 平成25年度から新たな施策として、理事長が報道機関との対話を通して、研究機構の研

うため、動画配信サイト等の国民が身近に利用する双方向性、即時性に優れたメディアの活用や、研究発表会の開催により、情報提供機会を充実する。

・次世代を担う研究開発の人材育成に寄与するよう、講演会、出張講座、施設一般公開等、情報通信分野への興味を喚起する機会を積極的に提供する。

(「研究成果を国民により分かり易く説明する」点について、個々の研究開発成果の専門的知見を、一般社会向けに如何に表現するのかについての工夫をはじめ、経済社会にどのようなイノベーションを起こし、その結果、どのような国造りに貢献しようとしているのかについて、NICT憲章の内容をより分かり易く、具体化した表現への取組を行ったか。)

(平成26年度予算執行調査において、「一般公開イベントの開催コストについて」、「1人あたりの開催コストが高額なイベントがあった」との指摘がなされているが、取組を行ったか。)

研究成果が社会経済に与えるイノベーションや経済発展への貢献などについて、研究成果を基に説明する理事長記者説明会を開始し、8回実施した。

- ・上記の各取組の結果。新聞紙上に平成23年度610件、24年度641件、25年度649件、26年度689件の記事が掲載され、TV/ラジオ放送等では、平成23年度58件、24年度105件、25年度82件、平成26年度94件の報道がなされた。Webニュースについては、平成23年度3,626件、24年度4,859件、25年度7,243件、26年度5,211件の掲載があった。雑誌掲載についても、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があった。
- ・「NICTオープンハウス」を平成24年度から毎年本部において開催し、地方研究拠点や委託研究の成果を含めて研究機構の最新の研究成果を一堂に会し、講演、デモ・展示、見学ツアーにより紹介する研究成果を広く一般向けにアピールした。
- ・平成26年度予算執行調査での指摘に基づき、オープンハウスの来場者一人あたりの費用対効果を向上させるため、平成26年度については予算の大幅削減を行い開催した。
- ・ネットワーク系の最新技術の展示会である Interop Tokyo において、新世代ネットワーク技術やネットワークセキュリティ技術、テストベッド高度化技術など幅広い展示を行った。その他、ワイヤレス、テクノロジー・パーク、国際ナノテクノロジー総合展・技術会議、震災対策技術展など研究内容に適した展示会に効果的に出展し、研究機構の研究成果をアピールした。
- ・研究機構の活動状況をタイムリーに広く外部に周知するため、研究機構 Web サイトに研究成果やイベント開催情報などの最新情報を掲載し、研究機構の活動状況を広く周知した。
- ・動画配信サイト (YouTube) を活用し、動画で紹介するにふさわしい研究成果を積極的に発信した。YouTube の NICT チャンネルに、動画を随時追加して充実を図り 251 本が視聴可能となっている。
- ・新たなメディアの一つである twitter を活用して、報道発表、イベント情報、トピックスに掲載した情報などの発信を行った。
- ・定期刊行物について、研究機構の活動をタイムリーで紹介する広報誌「NICT ニュース」を毎月発行するとともに、研究成果を研究分野ごとに取りまとめた「研究報告」及び「JOURNAL OF NICT」を発行した。また、研究機構の年間活動報告を取りまとめた年報を発行した。
- ・NICT 設立 10 周年を機に、「情報通信研究機構 10 年のあゆみ」を編集し、発行の予定。
- ・NICT ニュースについては、研究活動だけでなく、技術移転業務、国際標準化業務、情報バリアフリー推進業務、校正検定業務など、研究機構全体の活動を紹介するよう内容充実に努めた。
- ・本部の「夏休み特別企画」を含め、5カ所の研究拠点で施設一般公開を開催し、研究機構の活動に対する理解を深めてもらえるように努めた。
- ・次世代を担う研究開発の人材育成に寄与する観点から、「子ども霞が関見学デー」、「青少

年のための科学の祭典」に参加するとともに、科学技術系高校での特別講義などのアウトリーチ活動を行った。

- ・上記活動のほか、一般の方を対象に、毎週水曜日に本部定期見学ツアーを実施するなど、本部を含めた各研究拠点において、学生、社会人の見学者を積極的に受け入れた。
- ・本部展示室について、平成 24 年度にリニューアルを行い、最新の研究成果による展示、体験型の展示など内容の充実を図るとともに、視察・見学先として有効活用に向けた。また、英語表記・音声ガイダンスシステムを導入し、外国人来訪者への対応を図った。

#### (ウ) 中立的・公共的立場による知的共通基盤の整備・提供

過去からの知的・技術的蓄積及び研究機構の中立的・公共性を活かし、国民の社会・経済活動を支える業務を着実に実施するとともに、知的共通基盤の整備・提供及びそれらを構築・高度化するための研究開発を引き続き推進する。具体的には、周波数標準値の設定・標準時通報・標準電波発射業務、電波の人体への影響分析モデルの整備・提供、多言語翻訳用辞書データベースの整備・提供、電磁波計測関連データベースの整備・提供及びそれらの構築・高度化を進めるための研究開発を行う。

- ・日本標準時の供給関連では、各種供給で安定に運用を実施した。テレホン JJY では H24 年度より月間 14 万アクセスを超える状況が続き、公開 NTP サービスは 1 日あたり 3 億アクセスを突破した (H27 年 3 月現在)。
- ・標準電波送信に関しては、おたかどや山標準電波送信所において福島第一原発事故の影響により要員退避を余儀なくされ運用を一時停止したが、緊急立入条件を迅速に確立し、H23 年 4 月末に送信再開を果たした。その後も落雷による停波等が繰返されたが、都度一時立入を繰り返す体制を確立し、可能な限りの連続運用を行った。並行して無人運用対応のためのシステム緊急改修を行い送信装置の遠隔操作化改修を完了した。加えてバックアップ通信回線の追加もを行い監視・制御系の冗長化も実現した。これらの対応を経て H23 年 9 月から本部での 24 時間監視体制を確立することで、半年弱の短期間で無人状態での運用再開を実現し、以後安定に運用を継続している。
- ・送信所の老朽化対策としての設備更新工事を開始し (おたかどや山送信所は H24 年度、はがね山送信所は H25 年度から)、遠隔制御等を含むシステムの整備を進めた。両局とも平成 27 年度中に設備更新を完了見込みである。
- ・電離圏定常観測の機器更新を計画的に推進。国内 4 か所の観測点のうち国分寺局以外の 3 局について新機種「VIPIR」の導入を進めた。
- ・過去の電離圏観測データのデータベース構築として、国内外イオノグラムのフィルムデータのデジタル化を完了した。
- ・国際科学会議 (ICSU: International Council for Science) の知的共通基盤構築の取組である「世界科学データシステム (WDS: World Data System)」の国際プログラムオフィスを機構内に設置し、地球観測の政府間取り組み (GEO) 全体会合・閣僚級会合や、国連関係機関会議、国際研究資金配分機関会議などに参加して、国際的な科学技術データ基盤構築の準備をすすめた。また G8 首脳会合、同科学大臣会合でのオープンデータ推進を受けて内閣府・CSTI 他国内関係機関と協調しながら G8 国データ基盤部会などに参加、これら国際動向を調査、内閣府における国内のオープンデータ基本方針検討に寄与して同方針の成立につなげた。また WDS 科学委員会のもとに 2 つの部会 (WG; データパブケーション WG、メタデータカタログ WG) を推進して、大手出版事業者等とともにビジネスモデル

の検討等を行った。G8 国データ基盤部会が関与して設立された国際コンソーシアム「RDA(Research Data Alliance)」と共同で国際活動を推進した。世界各国の 190 機関から参加意思表明を受領、NASA や国連海洋データ交換機構など 90 機関以上が加盟し、国内外の共通データ基盤構築組織を整備した。

- ・環境計測データベースについて、データポータル Web サイト構築や国内関係機関とのメタデータ共有を推進するとともに、またオープンデータ推進に資する国内のデータセットへの DOI 付与システムの試験システム開発と要素機能実証試験を京都大学・国立極地研等と共同で実施、またデータサイテーション利活用検索技術などの研究開発を行い、CODATA 国際会議等で高い評価を得た。
  - ・電磁波計測技術を中心とする地球科学・宇宙科学研究基盤として NICT サイエンスクラウドを新たに構築し、100 を超える査読付き論文・国際学会発表の成果を得た。とくにサイエンスクラウドを活用した社会還元システムとして、大阪大学設置の 3 次元降雨レーダのリアルタイム処理システムを構築し、観測から 1 分程度で遠隔地(小金井)から地域降雨状況を 3 次元可視化することが可能となった。
- ビッグデータ科学研究基盤としてクラウド技術開発を推進し、基盤となる通信技術として高遅延広帯域ネットワークで 100G 超のワイヤレート達成する実用性の高いデータ通信プロトコルを開発した。
- ・セキュリティ対応を含めたクラウド安定運用のために、セキュア Web アプリケーション開発手順を確立し、機構の Web で利活用した。また、広域分散ファイルシステムでデータファイルのライフサイクルイベントを追跡できるトレーサブルシステムの開発を行った。
  - ・世界規模(アラスカ・赤道域・南極)の 17 観測拠点とサイエンスクラウドサーバ・通信機器 100 台を一元的に監視・データ収集するシステムを開発し、けいはんなコンテナストレージを活用して観測データの管理・保存・公開するシステムの運用を開始した。
  - ・第 3 期中期計画の電波の人体への影響分析モデルのデータ提供は、年間平均で 15.8 件(無償含む) 2,913 千円(第 2 期中期計画の平均は 18.6 件 2,782 千円)になると見込まれる。
  - ・第 3 期中期計画の多言語翻訳用辞書データベースの提供は、年間平均で、14.5 件 9,677 千円(第 2 期中期計画の平均は 24.4 件 9,469 千円)になると見込まれる。

#### (エ) 研究開発施設・機器等の外部への共用

我が国における科学技術の水準の向上及びイノベーションの創出、産学との研究連携を促進するため、施設・機器等の外部に対する共用を推進する。

- ・研究機構の保有する研究開発施設・機器等を研究機構の研究開発に支障のない範囲内で外部研究者に有償供与する制度(施設等供用制度)の運用を平成 24 年 1 月より開始し、平成 23 年度 1 件、平成 24 年度 4 件、平成 25 年度 5 件、平成 26 年度 6 件の申請に対して遅滞なく対応した。
- ・供用対象施設は当初 V/UHF 帯 6 面電波暗室、温湿度制御機能付電波暗室及び RFID ワークベンチの 3 施設であったが、平成 25 年 7 月よりフォトニックデバイスラボクリーンルー

## イ 国際標準化への寄与

我が国発の情報通信関係の国際標準を積極的に獲得するため、技術的優位にある分野における国際標準化活動について主導性を発揮するとともに、標準化活動に的確に対応できる人材の育成を行う。

## イ 標準への反映

- (ア) 標準への反映を念頭においた研究開発を推進し、その成果を国際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。
- (イ) 専門的な知見を有する中立的な立場という観点から、標準化に係る各種委員会への委員の派遣等を積極的に行うとともに、標準化活動をより効果的に推進するために必要な人材の育成を行う。
- (ウ) 研究開発成果の国際標準への反映を通じた我が国の国際競争力の強化に向け、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。

ムを追加した。なお、電波暗室2施設は平成26年度末で廃棄となったため、平成27年度の利用は2件程度（今中期で計18件程度）になると見込まれる。

- ・ (1) 新世代ネットワークの推進に貢献する「将来網に関するビジョン (ITU-T Y. 3001)」、「将来網の網仮想化の仕組み (ITU-T Y. 3011)」、「将来網におけるデータ指向ネットワークの枠組み (ITU-T Y. 3033)」、(2) 無線通信の利用に貢献する「スマートメータに関する標準 (IEEE 802. 15. 4g/e)」、「ボディアエリアネットワークに関する標準 (IEEE 802. 15. 6)」、「コグニティブ無線ネットワークの詳細インターフェース仕様 (IEEE 1900. 4. 1)」、「TV ホワイトスペース共存方法 (IEEE 802. 19. 1)」、(3) 高度なセキュリティの実現に貢献する「サイバーセキュリティに関する情報交換の仕組み (ITU-T X. 1500)」、「IPv6のセキュリティに関するガイドライン (ITU-T X. 1037)」、「インシデント情報交換のスキーム拡張インターフェース (RFC7203)」、(4) 電波の適切な利用に貢献する「携帯電話基地局からの電磁界ばく露量の評価 (IEC 62232)」、「電磁界の人体ばく露に対するモニタリング及び評価の手引き (ITU-T K. 91)」、「側頭部で用いられる無線機器からの電磁波ばく露評価方法 (IEEE 1528-2013)」等、研究機構の研究開発成果が反映された多数の国際標準が成立した。
- ・ 標準化に関する各種委員会、ITU、APT、ISO/IEC、IEEE等の国際標準化機関の標準化会議等に研究機構職員を派遣し、研究開発成果の標準への反映、議長等の役職を務める（これまでに今中期計画期間240名、国内委員会等213名）ことなどにより、標準化活動を積極的に推進した。あわせて、標準化動向等について、情報収集・意見交換を実施し、結果を内部Webに掲載等して研究機構内における情報共有を実施した。
- ・ 無線分野における調査研究、標準化等に関する研究機構職員の活動を一層強化するため、平成24年度に一般社団法人電波産業会との間で連携・協力の推進に関する協定を締結、これに基づき、毎年連絡会を開催し、無線分野の標準化等について協議した。
- ・ 研究機構職員の標準化活動への参加・貢献に対して、ITU協会賞、TTC会長賞等を受賞した（計13名）。
- ・ 日本ITU協会等の主催する標準化人材育成セミナーに、研究機構の職員を毎年派遣した（計10名）。
- ・ 研究機構職員が国際標準化に関する最新の動向を入手するとともに標準化の専門家との情報交換・意見交換を行うため、NICT標準化勉強会を毎年4回開催した。
- ・ 標準化に関するフォーラム活動（新世代ネットワーク、次世代IPネットワーク）への支援、国際標準に関連するシンポジウム等（量子情報通信、音声翻訳）の開催支援を行った。
- ・ ITU-T FG-Driver Distraction（平成23年8月）、ITU-T 災害対応FG（平成24年2月）、ITUカレイドスコープ（平成25年4月）、ITU-T SG16（平成26年7月）、APT AWG-18（平成27年3月）等の日本における開催を支援するとともに、あわせて研究成果に関する展示や講演、研究機構の耐災害ICT研究センター、通信網の被災状況等に関する視察等を企画・実施した。

## ウ 知的財産の活用促進

知的財産権の適切な確保と、確保した知的財産権の有効活用により、機構の研究開発成果の社会への移転を推進する。

特に、技術移転事務については、関係する部署間の連携強化を図り、より効果的な技術移転を推進する。

## ウ 知的財産の活用促進

研究開発成果が確実に社会で役立つよう、知的財産等の研究開発成果の技術移転活動をより効果的に実施して、成果の民間での実利用の促進等を通じた社会への還元を推進・強化する。

- ・社会で活用される可能性や研究機構のミッションにおける重要性を検討して特許取得・維持を適切に行う。
- ・保有している知的財産の件数に対する、実施契約された知的財産ののべ件数の割合が、第3期中期目標期間終了時点で10%以上となることを目指し、成果の社会への還元の強化を図る。

(特許権等の知的財産について、出願・活用の実績及びそれに向けた次の取組を行っているか。

- i) 出願に関する方針の策定
- ii) 出願の是非を審査する体制の整備
- iii) 知的財産の活用に関する方針の策定・組織的な活動
- iv) 知的財産の活用目標の設定
- v) 知的財産の活用・管理のための組織体制の整備 等)

(知的財産を有効かつ効率的に活用する観点から、特許等の保有の必要性についての検討状況や、検討の結果、知

・ITU世界テレコム2011(平成23年10月)、光ネットワークワークショップ(平成24年12月)、ITU世界テレコム2013(平成25年11月)、APT ASTAP(平成25年9月、平成26年8月、平成27年3月)等、多数のイベントや会合に参加し、展示やワークショップ等での講演を通じて、研究機構の研究開発成果の紹介を行った。

- ・平成23年度、知的財産ポリシーを改定し、知的財産を権利化する目的を明確化した。
- ・知的財産ポリシーの基本的考え方に基づいた特許取得・維持の判断をより適切に行い、保有コストの削減を図るため、特許検討会を設置し、発明から権利維持までのすべての段階で、一貫した要否判断を可能とする審議体制を整えた。これによって、特許のすべての段階で、知的財産の活用を意識した適切な判断が可能となった。
- ・平成23年度、技術移転(TLO)機能を内製化するとともに、知的財産業務に係る組織改編を行い、技術移転業務の効率化を図った。また、研究所毎に担当技術移転コーディネーターを配置し、研究所と一体となった技術移転推進体制を整えた。
- ・展示会や交流会等の効果的なイベントに参加して、研究開発成果アピールや、実用化に近い技術の戦略的支援、個々の研究活動を通して引き合いのあった企業に対する研究者と連携した売り込み等を進め、研究開発成果の技術移転活動をより効果的に実施し、実施契約の増加を図った。
- ・これらの取り組みを通じて知的財産の実施化率向上を図った結果、平成26年度終了時点の知的財産の実施化率は25.6%となり、目標を達成することが確実な状況となった。

i)～iv)平成24年3月に改訂した知的財産ポリシーにおいて特許を保有する目的を明確化するとともに、同ポリシーを実務に反映させるべく、同年7月に知的財産権取扱規程を改正した。

v)知的財産の活用・管理の業務を効率的に行えるよう、平成24年4月1日付で旧成果知財展開室と旧技術移転推進室を統合し、知的財産推進室を発足させた。

・知的財産戦略を明確にする目的で、研究機構の知的財産ポリシーを平成24年3月に改訂して公表するとともに、同ポリシーを実務に反映させるべく、同年7月に知的財産権取扱規程を改正した。

的財産の整理を行うこととなった場合の取組状況や進捗状況等を踏まえた法人における特許権等に関する見直しをしているか。)

(特許については数を追及することなく、国に必要な特許及び収入の期待できる特許の選定を進めて頂きたい。)

## エ 産学官連携強化及び研究環境のグローバル化

将来の社会を支える情報通信基盤のグランドデザインを提示するとともに、その具現化を図る研究開発を、産学官でビジョンを共有して推進する機能の強化を図る。

機構が有するテストベッド等の実証プラットフォームのより一層の有効活用を図る。

国際展開の促進のために、国際的な人材交流、共同研究等の強化を図る。

## エ 産学官連携における中核的役割の強化及び研究環境のグローバル展開

産業界、大学等の研究ポテンシャルを結集する核となり、委託研究、共同研究等の多面的な研究開発スキームにより戦略的に研究開発を促進するとともに、国際共同研究や海外との人材交流を通じて研究開発環境のグローバル化、国際市場を見据えた標準化戦略等を推進する。また、東日本大震災の被災地域等を中心として官民の関連研究機関が集積し形成される研究開発イノベーション拠点においては、産学と連携し、ICT領域における研究開発イノベーションの推進を通じて、被災地域の復興、再生や新たな産業の創生に貢献する。

・知的財産ポリシーにおいて示される特許保有の目的に照らし合わせ、特許の要否判断を進めた結果、近年は、特許保有コストが減少傾向にある一方、特許等の実施許諾収入が増加傾向にあり、知的財産の実施化率を向上させることに成功した。

・産業界、大学等の研究ポテンシャルを結集する核となり、共同研究を平成23年度283課題、平成24年度328課題、平成25年度363課題、平成26年度433課題、平成27年度462課題(見込み)、委託研究を平成23年度25課題、平成24年度27課題、平成25年度28課題、平成26年度29課題、平成27年度26課題(見込み)、受託研究を平成23年度35課題、平成24年度40課題、平成25年度40課題、平成26年度49課題、平成27年度41課題(見込み)等多面的な研究開発スキームにより戦略的に研究開発を促進した。

共同研究の内、委託付共同研究(平成23年度創設)は、平成23年度8課題、平成24年度12課題、平成25年度11課題、平成26年度8課題、平成27年度8課題(見込み)、資金受入型共同研究は、平成23年度8課題、平成24年度8課題、平成25年度9課題、平成26年度13課題、平成27年度10課題(見込み)となっている。

・国際市場を見据えた標準化活動については、「1 我が国の活力強化に貢献する研究開発の重点化」の「(2)社会的ニーズを踏まえた研究開発成果の社会還元の強化」の「イ 標準への反映」に記載。

・災害に強い情報通信技術の実現と被災地域の地域経済活動の再生を目指す耐災害 ICT 研究プロジェクトでは、震災時に発生した様々な事象や体験を十分に踏まえて、産学官連携体制の下でテストベッド利用による共同研究を実施するとともに、ICT による地域課題解決に貢献するための実践的活動として、自治体、防災機関、民間等と連携した実証実験を実施し、研究成果の情報発信に積極的に取り組んだ。早期実用化を目指して、各種防災訓練・演習に参加し技術の有効性を実証した。H26年度よりSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「レジリエントな防災・減災機能の強化」を産学官連携の体制にて開始した。①最新科学技術の最大限の活用:「予防力の向上」と「対応力の強化」、②官民あげて災害情報のリアルタイム共有、③社会と国民の防災リテラシーの向上による的確な災害時対応を目指す。また、アジア太平洋地域への災害対策の技術支援として、カンボジアへのワイヤレスメッシュネットワークの展開を行った。



(国際標準化活動、諸外国との連携などの活動については、ICT 分野を専門とする我が国唯一の公的研究機関として、リーダーシップを発揮して頂きたい。)

**(ア) 統合的テストベッドの活用による横断的成果創出機能の強化**

- ・研究機構の各研究領域における研究開発及び産学官連携による研究開発に共通的な基盤として、エミュレーションから実装による実験までを統合的に実施するテストベッドを構築する。これにより、組織横断的実証実験を推進し、研究開発へのフィードバックによる技術の高度化のサイクルを強化するとともに、実証された研究開発成果を導入し、テストベッドを更に高度化・機能強化していくことで、新世代ネットワークのプロトタイプとしての機能・構造を確立する。
- ・テストベッド等を効果的に構築・活用する体制を構築し、新規技術開発やアプリケーション検証等を通じて研究成果の展開を加速化するとともに、国際連携の強化を図る。

・標準化については、スマートメータ等で活用されている Wi-SUN について、IEEE における国際標準化を主導してきたことに加えて、国内外の企業と連携してアライアンスを設置し、相互接続の確保を図る等、産業界と連携し、国際市場を見据えた標準化活動を推進。

- ・国内外の研究ネットワークと相互接続した大規模かつ先端機能を実装する試験ネットワーク (JGN-X) の構築・運用を継続しつつ機能の高度化を図り、NICT 内の研究所間、国内外の研究機関、産学官との連携を図って、新世代に向けたネットワーク技術の研究開発及び実証実験を効率的かつ効果的に実施した。
- ・平成 27 年 3 月末時点で、JGN-X を活用したプロジェクトは 131 (106) 件、参加機関 284 (220) 機関、参加研究者 1080 (855) 人に達しており、JGN-X を核とした、国内外の研究者・研究機関との協同体制や、研究機構の研究所間の連携体制を構築し、新世代ネットワークに向けた関連研究開発・実証実験を促進した。
- ・また、大規模エミュレーション基盤である StarBED3 を活用し、ネットワークエミュレーション分野の研究も推進しており、平成 27 年 3 月末時点で、実施プロジェクト 139 (95) 件、参加機関 314 (208) 機関、参加研究者 725 (473) 人に達し、エミュレーション基盤の運用・高度化を図りつつ、エミュレーションによる新世代のネットワーク技術のスケラビリティの検証に貢献する等、同基盤の利活用を促進した。
- ・以上のように、JGN-X 及び StarBED3 を構築・運用・高度化し、エミュレーションから実ネットワークでの検証まで行える新世代に向けたネットワーク技術の統合的なテストベッド環境として、NICT 内の研究所間、国内外の研究機関、産学官が連携した利用を促進した。
- ・インフラの管理運用を仮想化対応し、インフラ API を整備、JGN-X 基幹ネットワーク、SDN/NFV 基盤 (RISE)、IoT/M2M 基盤 (JOSE) らの間の連携を実現した。
- ・JGN-X の機能として、物理回線では 100Gbps を提供し、仮想ネットワークとして OpenFlow/SDN (Software Defined Network)、仮想化ノード、DCN (Dynamic Circuit Network)、PIAX テストベッドを提供し、運用においても多種多様な論理および物理リソースを統合的に扱い、かつテストベッドの運用者や利用者といったロールに応じたシステム構築ができる管理システムを開発し、運用を開始した。
- ・StarBED3 については、有線の特性に加え最近の無線規格である LTE や WiMAX モデルを導入し様々な無線環境のエミュレーションを可能とした。ユーザインタフェースとして、SpringOS のコアとなるリソースマネージャの再設計を行い、より詳細な物理リソースの管理と仮想リソースの管理を可能とした。これにより従来よりも適切な実験リソースの割り当てと、仮想リソースの管理による実際に存在する物理リソースの数倍から数十倍

	<p>(イ)産学官連携の推進</p> <p>産業界、大学等の研究ポテンシャルを結集する核となって研究開発を戦略的に実施し、あわせて研究開発人材を育成するため、産学官連携の推進に積極的に取り組む。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・将来の社会を支える情報通信基盤のグランドデザインの具現化を図るため、産学官でビジョンを共有し、連携して研究開発を実施する。</li> <li>・外部の研究リソースの有効利用による効率的・効果的な研究開発を推進するため、第3期中期目標期間中に250件以上の外部研究機関との共同研究の実施を目指す。</li> <li>・連携大学院制度に基づく大学との連携協定を活用することにより、大学</li> </ul>	<p>の実験環境の構築を可能としたまた、StarBED3を人材育成するための仮想的な場として活用し、産業界や大学、総務省委託研究と連携し、官民のセキュリティ専門家などの育成に寄与した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・これら JGN-X 及び StarBED3 の利活用に向けては、「テストベッドネットワーク推進 WG」を核とし、地域の ICT 関連団体や総合通信局とも連携した活動を通じて、産学官の利活用ニーズの発掘と促進を行った。</li> <li>・開発技術の成果展開の加速化に向けては、SC※1, Interop 東京, さっぽろ雪祭りイベント等での各種アプリケーションと連携したデモ等、各種システムの適用性を国内外の様々な場面で実検証し、課題の抽出と開発へのフィードバックを行った。特に札幌雪まつりでは、100Gbps 回線上で世界で初めて、8K 映像伝送並びに 4K 映像の非圧縮マルチキャスト伝送に成功、また東大研究では TCP 転送実験で 92Gbps を達成した。</li> <li>・国際連携強化に向けては、上記の各種デモにおける協同に加え、RISE テストベッドの新機能(トポロジ仮想化)の香港、韓国、タイ、シンガポールへの展開、APAN※2での FIT※3 Workshop の開催、海外からの研修生の受け入れ等を通じ、我が国主導による 研究連携・テストベッド連携を推進した。</li> </ul> <p>※1 SC : Supercomputing(The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis)</p> <p>※2 APAN : Asia-Pacific Advanced Network</p> <p>※3 FIT : Future Internet Testbed</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・産業界、大学等の研究ポテンシャルを結集する核となって研究開発を戦略的に実施し、あわせて研究開発人材を育成するため、以下のとおり、産学官連携の推進に積極的に取り組んだ。</li> <li>・将来の社会を支える情報基盤のグランドデザインを具現化を図ることを目的として、機構自らの研究と外部の研究リソースとの密接な連携により、委託研究を推進。また、日欧・日米の共同研究開発プロジェクトにより、研究環境のグローバル展開を行った。研究成果については、論文発表、報道発表などを通じ、広くその成果を発信。</li> <li>・外部の研究リソースの有効利用による効率的・効果的な研究開発を推進するため、外部研究機関との共同研究を実施し、中期計画250件に対し大幅に上回る540件(平成27年度見込み108件を含む)の契約を締結した。</li> <li>・連携大学院制度に基づき、今中期に新たに2つの大学を加え全部で18の大学院と連携協定を締結し、大学院生等が研究経験を得る機会を確保するとともに、研究機構の研究</li> </ul>
--	---	--

院生等が研究経験を得る機会を確保するとともに、研究機構の研究者を大学へ派遣することにより、学界との研究交流を促進させる。

- ・外部研究者や大学院生等を年間平均250名程度受け入れ、研究機構の研究開発への参画を通じて経験を積ませることで、研究開発のリーダーとして育成する。
- ・研究機構が実施する研究開発に関する情報や各種の産学連携制度に関する情報を外部に対してわかりやすく周知することを目的に、ホームページや各種情報媒体を通じた情報発信を行う。

#### (ウ) 研究開発環境のグローバル化の推進

海外の研究機関等との連携を一層推進することにより情報通信分野における我が国の国際競争力を強化していくため、海外にある拠点を活用しつつ研究開発環境のグローバル化を積極的に推進する。

- ・国際的な研究協力体制を構築するため、海外の研究機関との研究協力覚書等のもとでの国際共同研究を実施する。

者を大学へ派遣して、学界との研究交流を促進した。

- ・外部研究機関との人員交流や大学院生等を研究開発のリーダーとして育成するため、協力研究員と研修員を1年間に平均総数250名以上受け入れた。
- ・産学との連携により実施中の課題の概要・研究計画、委託研究成果や新規課題の公募情報等、研究機構が実施する研究開発に関する情報や委託研究等各種の産学連携制度に関する情報を外部に対してわかりやすく周知することを目的に、研究機構のホームページで紹介するとともに、当部門の業務概要をまとめたパネル等を作成しNICTオープンハウスで紹介した。また、オープンハウスでは、委託研究への社会・国民の理解及び産学連携による更なる研究開発の促進を目的として、終了課題を中心に研究開発成果についても、研究開発成果の発表、機器展示及びパネル展示を実施し、毎年200名～400名が産学連携部門の展示に来場した。
- ・外部研究者との連携により、受託研究等による研究を405件（平成23年度76件、平成24年度75件、平成25年度80件、平成26年度93件、平成27年度81件（見込み））を実施し、外部研究機関との連携を促進した。
- ・トップダウン型とボトムアップ型の研究協力覚書の締結を両面から推進・支援した結果、研究協力覚書締結機関は50機関から87機関へ拡大し、国際共同研究が活発化した。
- ・グローバル標準化と産学官連携とにより、多言語音声翻訳技術、Wi-SUN（超省電力マルチホップ通信）の国際コンソーシアムをそれぞれ立ち上げ、着実な社会実装に向けた成果展開が進展した。
- ・政府間の政策対話や研究協力覚書のもとで、海外の主要なファンディング機関や研究機関との確固とした連携関係を構築。その結果、日欧共同公募（欧州委員会）と日米共同研究プロジェクト（米NSF）によって欧米との連携が着実な成果を挙げた。さらに、平成26年度にはASEAN地域の研究機関からなる研究連携体制を構築し、次期中長期計画へとつながる日欧、日米、日ASEANの多面的な連携体制が整った。

<p>(3) 職員の能力発揮のための環境整備 ア 戦略的な人材獲得等による業務運営の高度化</p> <p>(ア) 戦略的な人材獲得 国家公務員法等にとらわれない採用制度により、研究開発戦略に即した機動的な人材獲得を行う。また、若手、女性、外国人研究者の採用を積極的に進める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海外の研究機関から専門的な研究者やインターンシップ研修生を受け入れるなど、海外との研究交流及び研究活動の連携を促進させる。</li> <li>・ 研究機構の研究者を海外の研究機関等に長期的に派遣することにより、グローバルな視点を有する研究人材の育成を図る。</li> <li>・ 研究機構の国際的な認知度の向上及び研究開発成果の理解の促進のため、効果的・効率的な運営に配慮しつつ、国際広報活動に積極的に取り組む。</li> <li>・ 海外拠点において海外の研究開発に関する情報を収集・分析し、研究機構の研究開発の推進に資する。</li> </ul> <p>(3) 職員の能力発揮のための環境整備 ア 人材の確保と職務遂行能力の向上 研究機構が達成すべきミッションの遂行に必要なとなる人材の確保及び研究マネジメント能力などの職務遂行能力の向上に努める。</p> <p>(ア) 戦略的な人材獲得</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 将来の研究機構を牽引する人材を確保するため、若手、女性、外国人の優秀な研究者の採用に努める。</li> <li>・ 研究者の採用において、公募により幅広く候補者を求め、競争的な選考を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ インターンシップ研修生の奨励と強力な支援を図った結果、インターンシップ研修生数が年々拡大し、平成 22 年度の 9 名に比較して平成 26 年度には 25 名と大幅に増加。その結果、帰国したインターンシップ研修生を核として海外との研究連携が促進された。</li> <li>・ ITU 世界テレコムなど規模の大きな展示会で積極的に展示を行い、NICT の認知度が着実に浸透した。総務省主催による 2 国間の官民合同 ICT 国際セミナー等において研究機構の研究成果を効果的に発信した。</li> <li>・ 北米、欧州、アジアのそれぞれ海外連携センターにおいて、テーマを定めた動向調査を実施して、今中期計画期間中これまでに 20 編の報告書をまとめるなど、研究機構の研究開発の推進に寄与した。</li> <li>・ 人件費が制約される環境下において、厳格な人件費管理を行い中期目標期間中にパーマナント職員 55 名（研究職 49 名、総合職 6 名を採用した（平成 27 年 5 月 1 日付け採用者分まで。以下同じ）。</li> <li>・ 有期雇用職員（研究員等）については、研究プロジェクトの進捗等に応じ公募により毎月採用が行える制度としているほか、民間企業等に在籍する高い専門性を有する人材を「専門研究員」、「専門調査員」として受け入れており、中期目標期間中の採用（受入）者数は、有期研究員等 545 名、専門研究員 41 名、専門調査員 48 名である（平成 27 年 3 月末現在の在籍者は、有期研究員等 492 名、専門研究員 39 名、専門調査員 38 名）。</li> <li>・ 職員の職務遂行能力向上のため、前中期目標期間に構築した研修制度の枠組みに基づき、研修を実施。</li> <li>・ 具体的には階層別研修として、新規採用者研修、管理監督者研修及び中堅リーダー研修を実施、能力開発研修として英語プレゼンテーション研修を実施した。なお、英語プレ</li> </ul>
---	--	---

	<p>(管理職に占める女性の比率の改善に努めているか。)</p>	<p>ゼンテーション研修については、受講者の声や実務上のニーズを反映する形で、平成 25 年度からは英語ネゴシエーション研修として実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 公的研究開発機関の将来の幹部研究職員育成の観点から、行政実務に従事させることによる能力開発として、出向制度（研修出向）を活用し、内閣府等へ職員を継続的に派遣した（中期目標期間中、延べ 8 人を派遣）。</li> <li>・ 若手、女性、外国人を含めた優秀な研究者の確保のため、公募に際しては多様な媒体を利用した。パーマネント職員、有期雇用職員ともに研究機構の Web サイトに加え、科学技術振興機構が提供する「研究者人材データベース」の活用や学会誌（電子情報通信学会、情報処理学会）への掲載を行う等、競争的な選考に努めた。</li> <li>・ 若手、女性、外国人の優秀な研究者の確保に努めた。平成 26 年度末現在、若手研究者 137 名（研究者全体の 24.7%。パーマネント 25 名、有期雇用 112 名）、女性研究者 49 名（研究者全体の 8.8%。パーマネント 28 名、有期雇用 21 名）、外国人研究者 81 名（研究者全体の 14.6%。パーマネント 12 名、有期雇用 69 名）の研究者が在籍している</li> <li>・ 平成 26 年度末現在の女性の管理職は 8 名（中期目標期間開始時点（平成 23 年度首）4 名）である。今後も女性の登用に努めていく。</li> <li>・ 裁量労働制、フレックスタイム制、在宅勤務制度などの弾力的な勤務形態や育児や介護を行う職員を支援する各種休暇等の制度の利活用の周知、「一般事業主行動計画」に基づく休暇の取得促進や超過勤務の縮減対策などの次世代育成支援対策の推進により、女性職員がその能力を発揮しつつ活躍できるよう、ワークライフバランスに配慮した職場環境の形成に努めている。</li> <li>・ 将来の管理職への登用を含め、女性職員の一層の活用に向け、行政機関（総務省）への出向、経営企画部や研究所の企画室への配置等、研究マネジメント等の業務に関する OJT を通じた女性のマネジメント人材の育成にも取り組んでいる。</li> <li>・ 他機関の業務経験を通じた人材育成の観点から、出向制度及び海外派遣制度を積極的に活用した（中期目標期間中、企業等への出向 26 名、海外機関への派遣 8 名）。</li> <li>・ 階層別研修、能力開発研修を計画に沿って着実に実施した。能力開発研修について、従前、仮想の内容で行っていた英語プレゼンテーション研修を研修生の実際の研究成果発表とする改善を平成 23 年度に、新たな業務ニーズに対応すべく英語によるネゴシエーション研修にリニューアルする改善を平成 25 年度に実施し、研修の質の向上にも努めている。</li> <li>・ 職員に対する職務遂行上必要又は有益である資格の取得促進として、「資格取得奨励規程」に基づき奨励・支援を行っている。中期目標期間開始時からのべ 69 人が各種資格（知的</li> </ul>
<p>(イ)人材の交流と育成</p> <p>柔軟な人事制度を活用し、職員の能力向上を目的に、産業界や海外の有力研究機関等との間で優れた人材の派遣や招へいなどの人事交流を積極的に行う。</p>	<p>(イ)人材の育成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ イノベーションを創出し、成果を確実に社会に還元していくため、研究マネジメントや知財・産学連携業務において、OJTなどの活用により継続的な人材の育成に努める。また、若手研究員がグローバルに活躍できるよう、育成に努める。さらに、大学等への長期派遣等を活用し、研究人材の育成に務める。</li> </ul>	

<p>(ウ) 弾力的な兼業制度の活用 民間企業等への技術移転などに積極的に取り組むため、弾力的な兼業制度の活用を推進する。</p> <p>(エ) 弾力的な勤務形態の利用促進 多様な職務とライフスタイルに応じたより弾力的な勤務形態の利用を促進し、より自主性・自律性の高い業務・組織運営を図る。</p> <p>イ 職員の養成、資質の向上</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研修制度を効果的に運用するとともに、より一層効果的なものとするための改善や充実について検討する。また、職務を遂行する上で必要な資格の取得や知識・技能の向上を奨励・支援する。</li> </ul> <p>(ウ) 多様な人材が活躍できるようにするための環境整備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・男女・国籍の別なく職員の能力を發揮できる環境を実現するため、共同参画を推進する。</li> <li>・外国人研究者が働きやすい生活環境を整備するための方策を検討し、実施する。</li> <li>・より効果的に研究成果の社会還元活動に取り組めるようにするため、弾力的に兼業制度を活用する。</li> <li>・多様な職務とライフスタイルに応じ、より弾力的に勤務形態の利用を促進する。</li> </ul> <p>イ 職員の能力發揮に資する人事制度</p>	<p>財産管理技能士、無線従事者、衛生管理者、エネルギー管理員等) を取得した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・男女共同参画に資する各種制度の利活用を促進するため、部内 Web を通じた周知を行うとともに、次世代育成支援対策として定めた、「一般事業主行動計画」に基づき、休暇の取得促進や超過勤務の縮減、職場の環境改善等の施策を推進している。</li> <li>・「一般事業主行動計画」については、平成 26 年度に実施結果の検証及び職員への意見照会を行い、新たな計画を策定し、平成 27 年度から実施することとしている。なお、新たな計画においては、雇用形態にかかわらず全ての職員が取り組みの対象に含まれることを明確にしつつ、計画の実施状況の点検に当たっては PDCA サイクルを確立することとしている。</li> <li>・高度人材ポイント制による出入国管理上の優遇制度を周知し、中期目標期間中に 13 名の外国人研究者が当該制度を利用し、在留資格を変更した。</li> <li>・外国人研究者の受け入れを円滑に進めるための施策として、来日する際の事務手続きに必要な情報を充実させるとともに、有期研究員の雇用条件を分かりやすくまとめた概要集を日本語・英語で整備し、Web 上に掲載している。</li> <li>・平成 25 年度からは外国人研究者が研究機構で生活する上で必要な諸手続き等のうち、解説の要望が多いものを中心に英語によるガイダンスを実施している。また、その資料や質疑応答については Web 上に掲載し、常時閲覧できるようにしている。</li> <li>・研究機構の研究成果や職員が職務上得た知見を社会に還元することを目的として設けている「成果普及型兼業」の制度を積極的に活用している。中期目標期間開始時から延べ 271 人が研究機構の業務の成果普及に資する兼業等に従事した（企業等の役員兼業者 12 名、企業等の業務（役員除く）の兼業者 34 名、公共機関、学校等の業務の兼業者 225 名）。</li> <li>・弾力的な勤務形態の下、独創的な研究活動の促進に資するため、パーマナント研究職員には裁量労働制を、有期研究員にはフレックスタイム制を適用している。</li> <li>・職員のライフスタイルに応じた弾力的な勤務をより一層推進するため、平成 23 年度に在宅勤務の制度を導入、平成 24 年度には総合職（パーマナント職員）及び有期技術員もフレックスタイム制による勤務が選択できるよう制度改正を行った。</li> </ul>
--	---	---

<p>(ア) 能力主義に基づく公正で透明性の高い人事制度の確立      創意工夫により新たな価値を生み出すためには、人事における健全な競争の促進と公正さの担保が必要であり、能力主義に基づく公正で透明性の高い人事システムを確立する。また、研究者の採用において、公募等の開かれた形で幅広く候補者を求め、性別、年齢、国籍等を問わない競争的な選考を行う。さらに、職員の処遇において、能力や業績を的確にかつ多面的に評価し、優れた業績に対して積極的に報いる。</p> <p>(イ) 人材の効果的な活用      職員の適性と能力に合わせ</p>	<p><b>の構築</b>      イノベーションの創出を指向する研究活動、研究成果の社会還元加速につながる研究活動、研究マネジメント活動等に対する職員の能力発揮を目的とした能力主義に基づく公正で透明性の高い人事制度を構築する。</p> <p><b>(ア) 業績評価の実施</b>      業務の更なる実績向上に向けて職員の意欲を高め、優れた業績を生み出すことを目的として、個人業績評価を実施する。その際、能力や業績を的確にかつ多面的に評価するとともに、各職員に対する目標達成へのフォローアップ等を通じて、当該評価の効果的な活用を図る。</p> <p><b>(イ) 評価結果の適切な反映</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>直接的な研究活動のみならず、研究成果の社会還元活動など研究機構が達成すべきミッションへの貢献や、研究マネジメント業務や知的財産関連業務など専門的な業務に対する貢献をより適切に評価する。</li> <li>職員が携わる業務の性格等を勘案した上で、個人業績評価を勤勉手当、昇格等へより適切に反映させるよう、人事制度の見直しを行うとともに、職員の能力や実績をこれまで以上に給与に適切に反映するよう検討する。</li> </ul> <p><b>(ウ) 人材の効果的な活用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>意欲と能力のある職員の活用に積極的に取り組む。</li> <li>研究活動の活性化を維持するため、</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>個人業績評価において、直接的な研究開発のみならず、研究成果の社会還元活動や研究マネジメント、知的財産関連業務など専門的な業務に対する貢献を適切に評価するよう、評価者にこれらの観点の評価を加味することについて周知を行っている。</li> <li>優れた研究者が特に顕著な成果をあげ、更にその成果の発展・応用が期待されるケースについて、イノベーションの創出や研究成果の社会還元等を効率的かつ加速的に推進するための研究プロジェクトの設置を行っている。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>職員の個人業績評価を年2回着実に実施している。</li> <li>管理監督者研修等の機会を通じて、評価を職員の能力開発や成果向上のための検証活動と捉えるよう、評価者の意識向上を図っている。</li> <li>業務成果の評価において、評価者と被評価者との間で評価結果や翌年度の取組の方向性などについて面談を通じてフィードバックすることにより、さらに意欲を高められるようなフォローアップを実施している。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>直接的な研究活動のみならず、研究所が達成すべきミッションへの貢献や専門的な業務に対する貢献等もより適切に評価し、勤勉手当や期末手当等に適切に反映している。</li> <li>被評価者の一層の力量向上につながるよう、評価結果を適切に被評価者にフィードバックした。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>意欲と能力のある職員を重点化した研究プロジェクトのリーダーに登用するなど、職員の積極的な活用に努めている。</li> <li>優れた資質を持つ有期研究員を研究リーダーに登用するなど有期雇用職員の積極的な活</li> </ul>
---	--	--

た多様なキャリアパスを設定し、様々な能力を有する人材の効果的な活用を図る。また、男女共同参画に配慮した職場環境の整備を進めていくとともに、意欲と能力のある女性職員の活用に積極的に取り組む。

また、研究活動の活性化を維持するため、有期雇用の積極的な活用に努めるとともに、更新可能な有期雇用を行うことなどにより人材の流動性を高める。

さらに、知的財産を戦略的に活用できる人材や研究開発を効果的に市場価値に結実させることができる人材など、我が国のイノベーション創出を支える人材、プログラムオフィサー等研究開発のマネジメントを効率的・効果的に実施する人材、研究者・技術者と社会との間のコミュニケーションを促進する役割を担う人材等の育成を行う。

#### ウ 総合的な人材育成戦略の検討

人材の獲得・育成や、多方面で活躍できるキャリアの構築等を含めた総合的な人材育成戦略を検討する。

有期雇用職員の積極的な活用に努める。

#### ウ 総合的な人材育成戦略の検討

職員が自らの能力を最大に発揮できるよう、人材の獲得・育成や多方面で活躍できるキャリアの構築等を含めた総合的な人材育成戦略を検討する。

(総人件費の抑制等が研究者のモチベーション低下に繋がらないように努力する。)

(一般管理費等は目標以上の効率化、人件費は目標を達成した前年度と同様な水準を維持していることは高く評価で

用を行っている。

- ・ 職員の志向や適性を確認しつつ人事的な判断を行うため所属長や経営企画部長が個別に面談を行うことなど、職員のキャリア構築を含む総合的な人材育成に向けた検討を進めている。
- ・ 研究支援業務などを行う専門的なスタッフに対して、処遇の改善を行うなどキャリアアップの形成に努めている。

- ・ 特に能力の高い研究者については、上位の職責（主管研究員、上席研究員、総括主任研究員など）として処遇するなど、適正な処遇に努めている。
- ・ 有期雇用職員については、業績が特に優秀な 15 名について所内表彰を行うと共に特別



	きるが、能力の高い研究者の処遇をより適正にできるよう努力いただきたい。同様に特別昇給も含め、優秀な有期雇用職員のモチベーションが上がるような努力を続けて欲しい。）	昇給を実施した。	
自己評価		主務大臣による評価	
評価	A	評価	B
<p>【評価結果の説明】</p> <p>第3期中期計画に沿って以下のように業務を着実に実施し、十分に目標を達成できる見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・人件費が制約される中で、限られた採用枠を最大限生かすため、多方面からの応募を誘引すべく多様な媒体を活用する等、工夫された公募により優秀な職員の確保に努めている。また、若手、女性、外国人研究者の積極的な確保にも努めている。</li> <li>・研修計画に基づく研修の着実な実施のほか、出向制度や派遣制度を活用し、職員の能力開発に取り組んでいる。</li> <li>・独創的な研究開発活動や男女共同参画に資する、弾力的な勤務形態の整備、利用促進施策を講じている。</li> <li>・環境整備を通じ、外国人研究者が能力を発揮できるよう各種施策を推進している。</li> <li>・広報活動では、最新の研究成果等の報道発表は、257件実施しており、第3期中期計画における目標の200件を大きく上回る見込み。報道メディアからの取材も増加している。研究機構の活動を認知してもらうため、動画配信サイト（Youtube）を活用した研究成果の発信等によるWebサイトのコンテンツの充実や、イベントの開催、展示会への出展等による情報提供機会の充実を行った。次世代の人材育成に寄与するため、イベント、一般施設公開、学生・社会人の見学の受け入れ、出張講座などを実施した。</li> <li>・知的財産権の活用については、特許取得・維持の判断を適切に行うため特許検討会において発明から権利維持まで一貫した要否判断の審議体制を整えた。平成26年度の特許等の実施許諾収入は、8,448万円となった（前年度実績：7,740万円）。知的財産権の実施化率は、25.6%となった（第3期中期目標期間終了時点の目標値10%）。また、イベント・展示会等を活用し技術移転のアピール及び促進を積極的に行った。</li> <li>・委託研究を135課題（総額約280億円）、受託研究を205課題（総額約139億円）共同研究を1,869課題を実施。（平成27年度見込み含む）</li> <li>・産業界、大学等の研究ポテンシャルを結集する核となって研究開発を戦略的に実施し、あわせて研究開発人材を育成するため、以下のとおり、産学官連携の推進に積極的に取り組んだ。</li> <li>・将来の社会を支える情報通信基盤のグランドデザインの具現化を図るため、関係省庁、有識者及び委託研究の受託者と</li> </ul>		<p>&lt;評価に至った理由&gt;</p> <p>第3期中長期目標期間において、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で、成果の創出と実用化に向けた将来的な成果の期待等が認められるためBとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ネットワーク基盤技術、ユニバーサルコミュニケーション基盤技術、未来ICT基盤技術、電磁波センシング基盤技術の4つの領域に重点化し、社会的課題に合わせてトップダウン的な成果創出を図るため、25年度からは「ソーシャルICT」理念に基づく社会貢献型のICTを意識した課題設定とその実施に努めた。</li> <li>・ネットワーク基盤技術では、JGN-X、StarBED<sup>3</sup>が先端機能を実装したテストベッドとして構築運用されており、新世代に向けたネットワーク技術の研究開発、実証実験を推進するだけでなく、JGN-Xの広域性を活かした新技術の全国展開、全国からのシ</li> </ul>	

会合を持ち、我が国の情報通信基盤構築における研究開発の位置付け、重要性など、ビジョンの共有を促進した。

- ・外部の研究リソースの有効利用による効率的・効果的な研究開発を推進するため、1,869件の共同研究を実施見込みである。このうち、新たに開始した共同研究は540件の見込みで、中期計画の250件を大幅に上回って達成する見込みである。
- ・連携大学院制度に基づく大学との連携協定数は18件（平成26年度末時点）。協定を締結している大学院から260名（平成27年度見込み含む）の大学院生を受け入れ、研究経験を得る機会を確保するとともに、研究機構の研究者203名（平成27年度見込み含む）を講師として大学院へ派遣することにより、学界との研究交流を促進させた。
- ・研究機構の研究開発への参画を通じて経験を積ませることで、研究開発のリーダーとして育成するため、外部研究者や大学院生等を平均311名受け入れ、中期計画の平均250名程度を大幅に上回って達成する見込みである。
- ・外部研究者との連携により、受託研究等による研究を405件（平成23年度76件、平成24年度75件、平成25年度80件、平成26年度93件、平成27年度81件（見込み））を実施し、外部研究機関との連携を促進した。
- ・各種の産学連携制度に関する情報を研究機構のホームページに掲載するとともに、当部門の概要をまとめたパネル等を作成し、オープンハウスで紹介した。
- ・中期計画では、国際的な標準化活動の動向把握、標準化活動を推進することを計画していたが、ITU、APT、IEEE等の標準化に関する会議に参加して動向把握や標準化推進を行った。標準化に関する各種委員会等への専門家の派遣、人材育成を行う計画については、標準化に関連する国の審議会や標準化機関の専門委員会等への専門家の派遣、専門家による標準化に関する勉強会等を実施した。標準化に関するフォーラム活動、国際会議等の我が国での開催支援への支援等の計画については、新世代ネットワーク、次世代IPネットワーク等のフォーラム活動の支援のほか、量子情報通信等の国際標準化に関連するシンポジウム等の開催支援を行った。ITU-T 災害対応FG、ITU カレイドスコープ、ITU-T SG16 会合、APT AWG 会合の日本開催を支援するとともに、NICT 研究成果に関する展示や講演を実施した。またITU 世界テレコム、APT ASTAP 会合等において、展示やワークショップでの講演により研究開発成果を紹介し、NICTの国際的なプレゼンスの向上を図った。これらの活動により、今年度の研究開発成果を標準へ反映するという目標に向けて大きな成果をあげた。
- ・研究開発環境のグローバル化を強力に推進し、その成果として、研究協力覚書の締結による研究協力体制の構築、国際共同研究の実施、海外との研究交流がそれぞれ大きく促進された。また、国際広報活動による研究機構の国際的な認知度を向上させるとともに、海外の研究開発動向を研究者にタイムリーに伝えることで研究開発活動に大きく寄与した。
- ・JGN-X 及び StarBED3 は、我が国の競争力強化に貢献可能な先端機能を実装したテストベッド環境として構築・運用さ

ーズの発掘、国内外における産学官による研究連携等の大規模シミュレーション環境として我が国の活力強化に貢献している。

- ・Wi-SUN については、当該構造を活用することが想定されるアプリケーションに応じた技術仕様について策定し、機構が主導的に寄与する Wi-SUN アライアンスが認証規格を策定している。
- ・ユニバーサルコミュニケーション基盤技術では、多言語翻訳技術を2020年のオリンピックに向けて実用化することを目的とした総務省のグローバルコミュニケーション計画に呼応し先端的音声研究開発推進プロジェクトを構築し、先進的音声翻訳研究開発センターを設置し産学官連携強化により研究開発を推進した。
- ・未来 ICT 基盤技術では、平成25年4月大阪大学に脳情報通信融合研究センターを開設し、fMRI 計測において心拍によるノイズを除去し計測精度向上を図る手法の提案等、大学との共同研究により効果的な研究開発を推進している。

<今後の課題>

れており、新世代に向けたネットワーク技術の研究開発及び実証実験を加速・促進するだけでなく、JGN-X の広域性を生かした、新技術の全国展開、全国からのシーズの発掘、国内外における産学官による研究連携、StarBED 施設の地域性を生かした近隣大学等の地域リソースの有効活用、世界に類のない大規模ネットワークエミュレーション環境であること等、多様な観点から、我が国の活力強化に大きく貢献している。

#### 「必要性」

- ・研究機構が社会のニーズに対応する研究成果を創出し続けるためには、優秀な人材の確保、継続的な能力開発及びそれに資する環境整備が不可欠である。
- ・男女共同参画の推進、外国人研究者に対する各種支援は、職員が働きやすい職場の形成し、組織の健全性を維持する上で必要である。
- ・研究成果や機構全体の活動の社会への発信や還元を促進し、ステークホルダーの理解を得るために、様々な手段・機会を活用して広報活動を行うことが必要である。
- ・知的財産等の権利及び維持の可否を適切に判断しながら有効活用を促進し、実施化率を上げることは必要である。
- ・機構自らの研究と一体的な実施を行うことで効率化が図られるように、外部機関が持つ実績や知見を活用して研究開発を推進することが必要である。
- ・産学官連携の推進は産業界、大学等の研究ポテンシャルを結集する核となって戦略的な研究開発を実施し、併せて研究開発人材を育成するために必要である。また、機構が実施する研究開発に関する情報や各種の産学連携制度に関する情報を外部にわかりやすく、積極的に発信することが必要である。
- ・NICT の研究開発成果の社会・国民への還元を一層推進する観点から、引き続き標準化活動促進・支援業務の実施が必要不可欠である。
- ・イノベーション創出等によって情報通信分野における我が国の国際競争力強化を図るとともに、機構の研究開発成果のグローバル展開を果たすためには、現地のニーズや課題を把握すること、海外の研究機関等との連携を一層推進すること及び研究開発環境のグローバル化を積極的に推進することが必要である。
- ・JGN-X 及び StarBED 3 は、新世代に向けたネットワーク技術の研究を加速・促進するだけでなく、JGN-X の広域性を生かした、新技術の全国展開、全国からのシーズの発掘、国内外における産学官による研究連携、StarBED 施設の地域性を生かした近隣大学等の地域リソースの有効活用、エミュレーションによる開発コストの効率化等、我が国の活力強化に必要不可欠である。

平成 23 年 12 月の中長期計画の変更により、「災害に強い ICT インフラ構築技術や被災した ICT インフラを補完する技術、被災状況を速やかに把握し被災地域の支援・復旧に多面的な貢献を行うための技術の研究開発を推進する。」とされたところであり、平成 24 年 4 月東北大学に設置された耐災害 ICT 研究センターを中心に行われている耐災害 ICT 研究プロジェクトの研究開発成果の迅速な社会展開を図るべくマネジメント機能を含む体制強化を検討することが重要である。

＜総務省国立研究開発法人審議会の意見＞

機構は、ICT 分野を専門とする我が国唯一の公的研究機関であり、民間では実施が困難な基礎的な研究開発又は測定や較正等の業務、国の安全・安心の確保に関係するセキュリティ等の研究開発は、国立研究開発法人として今後も取り組んでもらいたい。

## 「効率性」

- ・優秀な人材の確保、職員の能力開発及び各種環境整備に関する諸施策は、研究機構の業務の効率化に寄与するものである。
  - ・弾力的な勤務形態の利用の促進は、職務とライフスタイルに応じた働き方を通じ、効率的な業務の実施が期待できるものである。
  - ・特許検討会を運営し特許の権利化及び維持の要否を適切に判断するとともに、より効率的な活用を促進した。
  - ・外部の研究リソースの利用を図ることで効率的に研究開発を推進することができる。
  - ・産学官連携の推進は外部リソースの活用等により効率的な研究開発や研究開発人材育成に資することができる。
- また、ホームページへの掲載や各種展示会等で効率的に研究開発に関する情報や産学連携制度を紹介できる。
- ・標準化活動の動向等を部内 Web に分野別に整理して掲載することによる組織内での情報共有、ITU や APT の標準化関連会議の日本開催支援等、NICT 内の横断的な活動を一元的に実施することにより、効率性を考慮しつつ実施した。
  - ・研究協力関係を構築した主要な研究機関と協力して国際研究集会を開催することで、必要な費用の効率的な運営を図った。大規模な国際展示会の機会を利用した機構の研究成果の広報において、海外連携センターからの支援を提供し、機構全体としての費用低減に寄与した。
  - ・JGN-X を含む国内外の研究ネットワークを柔軟に活用可能な環境にあることで、国内外及び地域の研究機関との研究連携が促進され、新世代に向けたネットワーク運用技術等の研究が、効率的かつ効果的に進展する。また、北陸 StarBED 技術センターが地方拠点として北陸地区に位置していることで、北陸先端科学技術大学院大学（JAIST）との連携研究が促進されるとともに、北陸地区の ICT 企業等による協議会との連携やこれによる StarBED 利用が効果的に促進されており、研究の進展や、NICT と北陸地域との連携が極めて効率的かつ効果的に実現できる。

## 「有効性」

- ・優秀な人材の確保は、研究機構の研究開発力を強化するとともにプレゼンス向上に有効である。
  - ・出向や派遣を含め、研修を充実させ、実効あるものにしていくことは、職員の能力開発に有効である。
  - ・展示会交流等のイベントに参加し、社会還元が期待される研究成果をアピールするとともに、成果の社会還元活動をより効果的に実施したことにより、実施許諾収入が増加した。
  - ・外部の研究リソースの有効利用を図ることで効率的・効果的な研究開発を推進することが有効である。
  - ・産学官連携の推進による多面的な研究開発は、戦略的な研究開発や研究開発人材育成に有効である。
- また、わかりやすく、積極的に情報の提供や産学連携制度の周知を行うことにより、効果的に研究開発の推進を行って

いる。

- ・外部の研究リソースの有効利用を図ることで効率的・効果的な研究開発を推進することが有効である。
- ・産学官連携の推進による多面的な研究開発は、戦略的な研究開発や研究開発人材育成に有効である。また、わかりやすく、積極的に情報の提供や産学連携制度の周知を行うことにより、効果的に研究開発の推進を行っている。
- ・標準化動向の内部 Web による情報共有、NICT 標準化勉強会の実施、標準化に関する各種委員会や ITU 等の国際標準化機関の標準化会議への参加は、機構内外の標準化活動の一層の推進、及び標準化人材の育成に寄与している。
- ・海外の連携センターを活用して機構の研究に関連の深い情報通信分野における研究開発動向を調査し、その結果を踏まえて各国における主要な研究機関を選定して研究協力覚書の効果的な締結を図った。また、国際研究集会のテーマ選定において、研究機関において国際展開に直結するテーマを選定し、海外の研究者とのスムーズな研究連携を促進した。調査研究においては、研究所と連携して意見交換を行うことで、意識の向上や課題の抽出がスムーズに行われた。
- ・JGN-X を核として、国内外の研究者・研究機関との協働体制や、NICT 内の研究所間の連携体制を構築し、新世代ネットワークに向けた関連研究開発・実証実験の推進や海外機関とのテストベッド連携・研究連携の取組みにつなげることができ、また、StarBED 3 上でのワイヤレスのエミュレーション基盤の研究も行える等、研究の推進、産学官・国際連携、人材育成等、多様な観点から有効である。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別自己評価書 No. 3

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	II 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置 2 ニーズを適切に踏まえた研究支援業務・事業振興業務の実施 3 その他		
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）	独立行政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			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0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ												
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度
ベンチャー支援							事業費用（億円）※内数	9.7	6.3	5.7	5.6	
イベント	毎年20件以上開催を目指す	22件	24件	27件	32件		職員数※内数	104	84	81	80	
実施後1年以内に商談に至った割合	50%以上となることを目指す	—	75.0%	87.5%	58.3%							
有益度の評価（上位2段階の得る割合）	7割以上を得ることを目指す	96.1%	96.6%	91.2%	92.0%							

3. 中長期目標、中長期計画、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価	
主な評価軸（評価の視点）、指標等	
<評価の視点>	

・中長期計画に定められた各項目の達成度		
中長期目標	中長期計画	法人の業務実績等
<p><b>2 研究支援業務・事業振興業務</b></p> <p>研究支援業務・事業振興業務については、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。</p> <p>また、「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）を踏まえた各業務の必要性、業務内容、実施主体等に関する検討結果に適切に対応する。</p> <p>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など適切な方法により評価を行い、透明性の確保に努める。</p> <p>(1)高度通信・放送研究開発を行う者に対する支援</p> <p><b>ア 高度通信・放送研究開発に対する助成</b></p> <p>高度通信・放送研究開発に対する支援として、当面の間、「国際共同研究助成金」及び「高齢者・チャレンジド向け通信・放送サービス充実研究開発助成金」の交付を行う。</p> <p>国際共同研究助成金については、助成による研究交流又は共同研究の進展の具体的内容</p>	<p><b>2 ニーズを適切に踏まえた研究支援業務・事業振興業務の実施</b></p> <p>研究支援業務・事業振興業務については、国の政策目的達成のために必要なものに限定しつつ、ニーズを適切に踏まえて効率的かつ効果的に実施する。</p> <p>その際、複数の候補からの選択を要する支援業務の実施に当たっては、第三者委員会の設置など適切な方法により評価を行い、透明性の確保に努める。</p> <p>また、「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）を踏まえた業務の必要性、業務内容、実施主体等に関する検証結果に適切に対応する。</p> <p>(1)高度通信・放送研究開発を行う者に対する支援</p> <p><b>ア 高度通信・放送研究開発に対する助成</b></p> <p>先進的な情報通信技術の研究開発を支援するため、当面の間、「国際共同研究助成金」及び「高齢者・チャレンジド向け通信・放送サービス充実研究開発助成金」の交付を行う。</p> <p>(ア) 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。</p>	<p>&lt;主要な業務実績&gt;</p> <p>・「国際共同研究助成金」については、平成 23 年度に助成率の見直し、概算払制度の導入、応募資格の見直しを行った結果、応募件数が大幅に増加した。17 件の申請のうちから、6 件の採択を行った。（参考 21 年度：申請 6 件、採択 3 件、22 年度：申請 4 件、採択 2 件）</p> <p>・「高齢者・チャレンジド向け通信・放送サービス充実研究開発助成金」については、基本方針を踏まえ、平成 24 年度から実施していない。</p> <p>・「国際共同研究助成金」については、平成 23 年度の採択案件の選定に関し、申請者へのヒアリングを含む、外部有識者からなる評価委員会での厳正な審査を行い、申請 17 件のうちから 6 件（いずれも平成 23・24 年度の複数年）の採択を行った。また、採択した案件の助成先に</p>

などを定量的な指標として定めるものとする。

高齢者・チャレンジド向け通信・放送サービス充実研究開発助成金については、助成終了後3年以上経過した案件の通算の事業化率 25%以上を目標として、助成先に研究開発成果の事業化に努めるよう働きかけを行う。

また、採択した助成先について公表する

（「国際共同研究助成金」及び「高齢者・チャレンジド向け通信・放送サービス充実研究開発助成金」の2事業については、国の判断・責任の下で実施する事業として整理・検討しているか。）

（本制度の必要性について、我が国の情報通信施策との整合性、国際的な発展などを考慮した特段の議論を行うなど、必要性について検討を行っているか）

(イ) 助成した研究開発の実績について、知的資産（論文、知的財産等）形成等の観点から評価を行い、結果をその後の業務運営の改善に反映させるとともに、助成対象事業終了時の成果の評価（事後評価）を公表する。

(ウ) 研究開発成果については、ホームページによる公表や成果発表会を開催するなど、その周知に努めるとともに、「国際共同研究助成金」は、各助成対象事業における国際共著論文の執筆・投稿を、また、「高齢者・チャレンジド向

について、報道発表及び研究機構 Web サイトを通じて公表した。

・「高齢者・チャレンジド向け通信・放送サービス充実研究開発助成金」については、平成 23 年度の採択案件の選定に関し、外部有識者からなる評価委員会での厳正な審査を行い、申請 19 件のうちから 7 件の採択を行った。また、採択した案件の助成先について、報道発表及び研究機構 Web サイトを通じて公表した。なお、平成 23 年度に助成した案件については、平成 24 年度に事後評価を行った。

・「国際共同研究助成金」については、「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）の指摘を踏まえ、平成 24 年度の公募を中止し、平成 24 年度を以って事業を終了した。

・「高齢者・チャレンジド向け通信・放送サービス充実研究開発助成金」については、「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）における指摘等を踏まえて検討を行い、平成 23 年度をもって交付業務を終了し、平成 24 年度以降の交付業務は、国の判断・責任の下で実施することとなった。

・「国際共同研究助成金」については、基本方針を踏まえ、平成 25 年度から実施していない。

・「国際共同研究助成金」については、評価委員会での事後評価結果の概要を、平成 20 年度からホームページで公表した。

・「国際共同研究助成金」については、平成 24 年度の事業終了後も論文執筆状況等の追跡調査（助成後 5 年間）を継続。平成 26 年度の追跡調査は、過去 5 年間（平成 20 年度から平成 24 年度）に助成を行った案件 (29 件) を対象に、平成 25 年度中の論文執筆状況等について調査を行った。その結果、論文（口頭発表を含む）176 件の成果が確認された。

・「高齢者・チャレンジド向け通信・放送サービス充実研究開発助成金」の助成終了後 3 年以上経過した案件の今中期の事業化率は平均 3 割強であった。



<p><b>イ 海外研究者の招へい等による研究開発の支援</b></p> <p>高度通信・放送研究開発を促進するとともに、我が国の情報通信技術の研究レベルの向上を図るため、「海外研究者の招へい」及び「国際研究集会の助成」を行う。</p> <p>本業務の実施に当たっては、Ⅲ 1 (1)に示す分野を対象とするものとする。</p> <p>助成による研究交流又は共同研究の進展の具体的内容などを定量的な指標として定めるものとする。</p> <p>海外研究者の招へいについては、ウ(イ)の「国際研究協力ジャパントラスト事業」との運用面での一体的実施を図る。</p>	<p>け通信・放送サービス充実研究開発助成金」は、事業終了後3年間以上経過した案件の通算の事業化率25%以上を目標として、助成先に研究開発の成果達成に努めるよう働きかけを行う。</p> <p><b>イ 海外研究者の招へい等による研究開発の支援</b></p> <p>高度情報通信・放送研究開発を促進するとともに、我が国の情報通信技術の研究開発レベルの向上やアジア諸国等の研究者との人的なネットワークの強化を図るため、海外の研究者の招へい及び研究集会に対して助成を行う。海外研究者の招へいについては、第三者委員会の設置など適切な方法による評価により支援対象を選定するに際して、当該招へいによる研究交流又は共同研究の進展の具体的内容などを定量的な指標として定め、さらに基盤技術研究者の海外からの招へい業務と運用面で一体的に実施する。</p> <p>(「国際研究協力ジャパントラスト事業」と運用面での一体的な実施を図り、効率化を図っているか)</p> <p>(海外研究者の招へいについては、海外から参加し易い内容となっているかどうかの再検討が行われているか。)</p> <p>(外国人の研究者に対して情報通信研究機構(NICT)の認知度をアッ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国際交流プログラム海外個別招へい制度により、今中期計画期間においては、38名の海外研究者の招へいを行い、研究者の国際交流を促進した。</li> <li>・そのうち、アジア諸国からの招へいは21名であり、アジア諸国との人的なネットワークの強化を行った。</li> <li>・国際交流プログラム及び国際研究協力ジャパントラスト事業による海外研究者の招へいについては、「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)を踏まえ、平成23年度から実施部門の統一、両審査委員会の統合並びに合同での公募周知を行うなど、効率的な運営を開始した。</li> <li>・平成23年度から、共著論文、研究発表、共同研究の締結等の研究交流の成果が各招へい毎に1件以上得られることを、内容面を表す指標として定めた。今中期計画中(平成27年3月末現在)の招へいでは、17件の共著論文の執筆及び35件の研究発表が実施された。</li> <li>・国際交流プログラム国際研究集会により、今中期計画期間においては、43件を支援し、その円滑な運営に寄与した。</li> </ul> <p>・上記のとおり、一体的な実施・効率化を図っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海外研究者招へいについては、平成23年度の総務省独法評価委員会の指摘を踏まえ、平成24年度から、①航空券現物支給を選択可能、②年度またがりの招へいを可能にすると共に、平成26年度からは、博士課程在学中の学生の招へいを可能にし、これにより、海外から参加しやすい制度に変更された。</li> <li>・海外の研究機関に対して募集案内を送付すると合わせて、研究機関を訪問して説明した。また、関係学会及びフォーラム等への周知依頼や、機構内の研究所からの周知、メールによ</li> </ul>
--	--	--

<p>ウ 民間における通信・放送基盤技術に関する研究の促進 (ア) 基盤技術研究の民間への委託に関する業務 民間のみでは取り組むことが困難なリスクの高い技術テーマについて、民間の能力を活用して機構が資金負担を行うことによりその研究開発を推進するため、財政投融资特別会</p>	<p>プするための周知方法について、格段の工夫を行っているか。)</p> <p>(海外研究者の招へいに対して、積極的な広報内容の充実や広報体制の早急な見直しを行っているか。)</p> <p>(我が国が戦略上重要視するアジア太平洋地域のニーズを踏まえた国際共同研究・海外研究者招へいなどへの支援、産業の活性化に直接結び付く国際標準化活動への支援など、日本の将来像から生じるニーズに応えるため、既存事業の見直し等の検討をしているか)</p> <p>(国際共同研究の実施、海外研究者の招へいなどは、米・英・フランスなどの同様な制度に比較してどのような水準にあるかの精査したか。 アジア太平洋諸国の人材に対して、より積極的にそれらの地域で必要になる技術の共同研究や研究者の招へいの水準をあげてもよいのではないか。)</p> <p>ウ 民間における通信・放送基盤技術に関する研究の促進 (ア) 基盤技術研究の民間への委託に関する業務 民間のみでは取り組むことが困難なリスクの高い技術テーマにつき、民間の能力を活用して研究機構が資金負担を行うことにより継続案件に係る研究開発を推進するとともに、終了案件に係る業務を着実</p>	<p>る送信先の拡大等周知を強化した</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ これまでに国際交流プログラムを利用したことのある国内の研究機関に対し、制度の改善点や要望についての調査を行い、渡航費の立替払の負担をなくすため航空券現物支給を選択可能とする等の既存事業の見直しに努めており、アジア地域からの招へい研究者が増加している。</li> <li>・ ICT分野における国際競争力の強化に向け、海外研究機関等との研究協力や国際交流等の国際連携を通じて、機構の国際的な認知度の向上や研究成果の国際展開を図るとともに、我が国産業界・大学等の研究開発のグローバル化を支援。</li> <li>・ 標準化に関する各種委員会、IEEEやITU、APT等の国際標準化機関の標準化会議等に研究機構職員を派遣し、研究開発成果の国際標準規格への反映、議長等の役職を務めることなどにより、標準化活動を積極的に推進した。また、国際会議日本招致支援や展示等を通じて、研究成果や我が国技術の国際展開を支援した。</li> <li>・ 海外からの研究者招へいについては、平成24年度にフランス及びイギリスにおける研究者の招へい制度について調査を行ったところ、フランス(情報通信科学技術分野における研究協力プログラム：外務欧州省、フランス国立科学技術研究センター等が主催)では年間2万ユーロ(約250万円)、イギリス(ニュートン国際フェローシップ計画：英国王立アカデミー及び王立協会による共同運営)では年間3.4万ポンド(約500万円)が1研究者に対する支援額の上限であり、国際交流プログラムにおいては年間約700万円である。</li> <li>・ アジア地域からの招へい拡大のため、アジア連携センターから直接タイ国内の研究機関を訪問し説明するなど、周知活動を強化したことにより、前中期計画期間に比べアジアからの招へいは大幅に拡大している。</li> </ul>
---	---	---

計からの出資金を原資として実施してきた「民間基盤技術研究促進業務」については、委託研究の継続案件に限り、着実に実施する。

当該業務に係る繰越欠損金の解消に向け、事後評価終了後も定期的に追跡調査を行うとともに、事後評価の結果を踏まえ、事業化の促進を図ることなど、売上（収益）納付に係る業務の着実な実施に努める。

#### (イ) 基盤技術研究者の海外からの招へい業務

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「国際研究協力ジャパントラスト事業」を着実に実施する。

助成による研究交流又は共同研究の進展の具体的内容などを定量的な指標として定めるものとする。

また、実施に当たっては、イの「海外研究者の招へい」との運用面での一体的実施を図る。

#### (ウ) 通信・放送承継業務

かつ効率的に推進する。

- ・委託研究開発課題の終了後に、外部の有識者によって構成された評価委員会により、数値化された指標に基づく客観的な評価を実施し、その評価結果を公表する。また、事後評価が終了した案件について、事業化により売上が計上される率を100%とすることを目標とし、事後評価終了後も定期的に追跡調査を行うとともに、事後評価の結果を踏まえ、収益性を最大限確保するため事業化の促進を図る。
- ・研究開発の成果の普及状況、実用化状況等を継続的に把握・分析して、適宜公表する。

#### (イ) 基盤技術研究者の海外からの招へい業務

民間が実施する通信・放送基盤技術の研究を支援するため、海外の通信・放送基盤技術に関する博士相当の研究能力を有する研究者を招へいする。第三者委員会の設置など適切な方法による評価により支援対象を選定するに際して、当該招へいによる研究交流又は共同研究の進展の具体的内容などを定量的な指標として定め、海外研究者の招へいによる研究開発の支援業務と運用面で一体的に実施する。

#### (ウ) 通信・放送承継業務

- ・委託研究開発課題の終了後に、研究開発の全期間における成果に関し、評価委員会による評価（事後評価）を速やかに実施。評価委員会による評価結果はホームページで公表。

なお、平成22年度で新規公募を停止しており、評価委員会による評価は平成23年度で終了。

- ・全59案件について、事業化動向に精通したコンサルタントを活用しつつ実地ヒアリング（追跡調査）等のフォローアップを実施し、調査の結果を踏まえ事業化に向けたアドバイス等を行い、事業化の促進を図った。
- ・事業化により売上が計上された研究開発課題については、平成22年度末現在26課題（44.1%）が平成25年度末現在には36課題（61.0%）に上昇した。

- ・研究開発課題の成果及び成果を活用した製品化事例の全案件について最新情報をとりまとめた成果集（冊子）を作成し、GEATEC JAPAN 等において配布し研究開発成果のPRに努めた。また、研究機構のホームページにも掲載し積極的な公表に努めた。

- ・国際研究協力ジャパントラスト事業により、今中期計画期間においては、博士号を有する外国人研究者10名の招へいを行った。
- ・国際交流プログラム及び国際研究協力ジャパントラスト事業による海外研究者の招へいについては、「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）を踏まえ、平成23年度から実施部門の統一、両審査委員会の統合並びに合同での公募周知を行うなど、効率的な運営を開始した。
- ・平成23年度から、共著論文、研究発表、共同研究の締結等の研究交流の成果が各招へい毎に1件以上得られることを、内容面を表す指標として定めた。今中期計画中の招へいでは、平成27年3月末において3件の国際共著論文の執筆及び4件の研究発表が実施された。

財政投融资特別会計からの出資金等を原資として実施している通信・放送承継業務について、貸付金の適切な管理及び効率的な回収を行い、平成 24 年度末までの業務の完了に努め、業務が完了したときは、通信・放送承継勘定を廃止する。

## (2) 利便性の高い情報通信サービスの浸透支援

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、民間電気通信事業者等による投資が困難な地域におけるブロードバンドサービス、チャレンジド向けの情報通信サービスの普及に対する支援等を行う。

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、着実に進めることとする。

## ア 情報通信ベンチャー企業支援

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、資金調達が困難な情報通信ベンチャー企業に対

通信・放送承継業務について、貸付金の適切な管理及び効率的な回収を行い、平成 24 年度末までの業務の完了に努め、業務が完了したときは、通信・放送承継勘定を廃止する。

## (2) 利便性の高い情報通信サービスの浸透支援

## ア 情報通信ベンチャー企業支援

情報通信分野における我が国の中長期的な産業競争力強化を図る政策的観点から、情報通信ベンチャーの起業努力を支援するため、次の事業を実施する。

・貸付金の適切な管理及び効率的な回収を行い、平成 24 年度末をもって通信・放送承継業務を終了し、平成 25 年 4 月 1 日付けで通信・放送承継勘定を廃止した。

し、情報提供及び交流事業、出資、債務保証等の支援を行う。

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を明らかにする客観的かつ定量的な指標により成果を把握しつつ行い、この成果を踏まえて廃止を含めて事業の在り方を検討する。

財政投融资特別会計からの出資金を原資として実施してきた出資業務のうち、投資事業組合を通じた出資業務については、平成24年末をもって終了する。また、当該業務に係る繰越欠損金の解消に向け、配当金又は分配金の着実な受取に努める。

信用基金の運用益によって実施している債務保証業務については、現在保証中の既往案件を適切に管理するとともに、ニーズ等を踏まえつつ適切に実施する。

#### (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などを促進する。その際、次の点に留意する。

- ・有識者やサポーター企業による情報の提供、助言・相談の場を提供するとともに、情報通信ベンチャーによるビジネスプランの発表会や商品・サービス紹介などのイベントを通じたマッチングの機会を提供する。

また、全国の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。

- ・これらの取り組みにより、イベントを毎年20件以上開催し、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段階の評価を得る割合を7割以上得ることを目指すと同時に、得ら

- ・ベンチャー・キャピタル、インキュベーター及び事業会社等、ICTベンチャー業界のプロフェッショナルにより構成している「ICTメンタープラットフォーム」のメンター(以下、「メンター」という。)を増員(H23:14名、H24:16名、H25:17名、H26:20名、H27:20名(見込み))し、ICTベンチャーへの助言等の体制を強化した。

- ・地域の有望なICTベンチャーの発掘・育成を目的として、大学、地方公共団体及び地域のベンチャー支援組織・団体等との連携を全国的に拡大(空白ブロックの解消)し、地域におけるICTベンチャー発掘イベントを充実した。これらのイベントには、メンターも参画し、発掘したICTベンチャーに対するメンタリング等も実施した。

- ・地域から発掘したICTベンチャー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」の毎年度開催、当該ベンチャーに対する「スマートフォン&モバイルEXPO」、「CEATEC JAPAN」等への出展機会(H23:無、H24:1回、H25:2回、H26:3回、H27:2回(見込み))の提供等、ビジネスマッチングの機会を提供するイベントを充実した。

将来のICTベンチャーの担い手となる高専学生、大学生等の若手人材の発掘・育成を目的として、メンターも参画の上、各地の大学等と連携してビジネスプランコンテスト等の若手人材の発掘イベントを全国各地で実施するとともに、選抜学生による全国コンテストとして「起業家甲子園」を毎年度開催した。さらに、大学で学生のビジネスコンテストの主催団体を集めた「学生起業サミット(平成26年9月)」を開催し、若手人材の発掘の土壌の活性化を図った。

- ・「起業家万博」、「起業家甲子園」、地域連携イベント等を含め、講演会・セミナー等、目標(年間20件以上)を上回るイベントを開催(H23:22件、H24:24件、H25:27件、H26:32件、H27:20件(見込み))した。

- ・平成23年度から平成26年度までに実施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における実施後1年以内の具体的なマッチング等商談に至る状況について、6か月後、1年後に実施したアンケートの結果により、目標(50%以上)を上回る社(H23:-、H24:75%、H25:87.5%、H26:58.3%、H27:50%(見込み))が新規取引先の開拓等につながったことを確認している。

- ・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(7割以上)を大きく上回る回答者(H23:96.1%、H24:96.6%、H25:91.2%、H26:92.0%、H27:70%(見込み))から4段階評価において上位2段階の評価を得た。アンケートから得られた意見要望に対しては、地域のベンチャー支援組織・ベンチャー団体等と役割分担等を調整し、業務に反映させた。

れた意見要望等をその後の業務運営に反映させる。

- ・インターネット上に開設したウェブページ「情報通信ベンチャー支援センター」について、情報内容を含め、そのあり方を検討する。

(情報通信ベンチャーに対する情報提供及び交流に関して、取り組みとその成果の把握を行い、調査結果を踏まえ今後の事業の在り方について検討しているか。)

#### (イ) 情報通信ベンチャーへの出資

民間と共同出資して設立した投資事業組合を通じた出資について、配当金又は分配金の着実な受取りに努めつつ、組合契約の期限である平成24年末をもって終了する。

また、透明性を高める観点から、研究機構のウェブページにおいて、契約期間中の投資事業組合の財務内容(貸借対照表、損益計算書)を毎事業年度公表する。

さらに、過去に旧通信・放送機構が直接出資した会社について、出資目的に沿った事業の状況や経営状況を把握するなど適切に管理して資金回収の最大化に努めることとし、経営改善の見込まれない場合などは、出資会社の経営状況を踏まえ、関係者とも協議しつつ、可能な限り早期の株式処分を図る。

・「情報通信ベンチャー支援センター」では、ICTベンチャーに有益な情報提供の充実を図るべく、全国各地で開催した地域連携イベントの状況を速やかに配信したほか、Facebookページと連動したタイムリーな情報発信(平成23年度から)、起業家万博発表ベンチャーの紹介「注目のベンチャー紹介」(平成24年度から)、メンターの寄稿による「Mentor's Eye」(平成25年度から)、の継続掲載、起業家甲子園、起業家万博のビデオライブラリ公表(平成26年度から)等を開始し、情報内容の充実を図った。

・メンターの増員による助言体制の強化、大学、地方公共団体及び地域のベンチャー支援組織・団体等との連携拡大・強化、「起業家万博」、「起業家甲子園」、地域連携イベント等を含め、講演会・セミナー等のイベントの開催、ビジネスマッチングの機会を提供するイベントの充実、起業家甲子園、起業家万博のビデオライブラリ公表等の取り組みを通じ各年度の目標を達成した。今後もこれまで蓄積したノウハウを活用しつつ効率的に事業を実施する。

- ・テレコム・ベンチャー投資事業組合を通じて、ベンチャー企業の発掘・支援育成に関する状況(出資金額及び既投資先企業の事業状況等)の把握を行うとともに、投資事業組合の業務執行組合員に対し、これまで収益可能性等のある出資を要請してきた結果、平成23年度までに計4社が上場を果たしている。一方で、「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)を踏まえ、新規出資は行わず、平成24年末の組合契約終了に向け、最大限の回収努力を求めるとともに出資金以外の保有資産の早期分配を要請した結果、平成23年度72百万円及び平成24年度29百万円の分配が実施された。なお、本組合契約は平成24年12月に終了した。
- ・旧通信・放送機構が直接出資し当研究機構が承継した法人の内、株式保有中の2社については、「中期経営計画、累積解消計画、年度事業計画、長期資金計画及び保守修繕計画」の策定等の指導を行い、また、年度決算、中間決算、月次決算等の報告等を通じて、各出資先法人の経営内容の把握に努めた。加えて、出資契約に基づく実地監査を行い、内部管理全般に亘る監督を強化した。
- ・今中期計画期間を通して2社とも黒字を計上し、着実に累積損失額が縮小し、内1社については、平成26年度に累積損失が解消した。
- ・テレコム・ベンチャー投資事業組合の貸借対照表及び損益計算書については、機構ホームページで公表し、透明性の確保に努めた。

## イ 情報通信インフラ普及支援

ICTを国民生活や経済活動の全般に組み込むことにより、経済社会システムの抜本的効率化やイノベーションを生み出す基盤の構築及び当該基盤の利活用の促進並びに情報格差（デジタル・ディバイド）の是正等に向けて、以下の政策目標の達成に資するため、地域通信・放送開発事業に対する利子補給、情報通信インフラストラクチャーの高度化のための債務保証等の支援を行う。

(ア)2011年（平成23年）7月24日の地上アナログテレビ放送終了後は、採算の取れない山間辺地を中心とする難視地域に中継局を整備し、全国どこでも地上デジタルテレビ放送の受信ができるような環境を整備

(イ)2015年（平成27年）頃を目途に超高速ブロードバンドの全ての世帯での利用を実現信用基金の運用益によって実施している地域通信・放送開発事業に対する支援（利子補給）業務については、適用利率の適正化を図るとともに、ニーズ等を踏まえつつ適切に実施する。

信用基金の運用益によって実施している情報通信イ

## (ウ) 通信・放送新規事業に対する債務保証

現在債務保証中の案件を適切に管理するとともに、ニーズを踏まえつつ、効率的かつ適切に実施する。（予算規模の縮減や事業の在り方の見直しを行なっているか）

## イ 情報通信インフラ普及支援

世界最先端のICT国家を目指して我が国における情報通信インフラストラクチャーの充実及び高度化を支援するため、次の事業を実施する。

### (ア)電気通信基盤充実のための施設整備事業に対する助成

過去に助成の決定を行った既往案件について、利子助成期間終了の2018年（平成30年）まで助成金の支払を適切に行う。

### (イ)地域通信・放送開発事業に対する支援

総務大臣の定める実施方針に照らして、地域的なレベルにおける通信・放送開発事業に対して、適用利率を含め適時適切な利子補給を行う。

### (ウ)情報通信インフラストラクチャーの高度化のための債務保証

ウェブページ等を通じて、制度の周知を図るほか、利用者にとってわ

- ・債務保証業務の適正な管理の確保のため、「実地調査、保証料率の見直し、債務保証業務規程の改訂、貸付機関に対する管理強化の通知、資産査定マニュアルの制定、引当金管理の明確化」等を行った。
- ・債務保証先2件の内1社については、金融機関との調停を経て、平成25年7月末に代位弁済（122.6百万円）を実施した。
- ・また、代位弁済後の債務者等に対する求償権については、平成25年8月の債権者破産申立手続、差押等を実施し、債権回収手続を進めている。
- ・他の1社については、経営及び財務状況等の実地調査等の管理強化に努め、事業が順調に推移し、平成26年6月に繰上返済し終了した。

- ・事業仕分けを踏まえ、平成21年度秋以降は、新規利子助成は中止したことから、平成23～27年度は、既往分について、通信事業者16件、CATV事業者13件の計29件（13社）の光ファイバ等ブロードバンド整備事業に対して、利子助成を実施した。

- ・これにより、ブロードバンド整備を促進した。

- ・平成23～27年度は新規貸付8社、既往分も含めて318件（29社）に対して、総額71,384千円の利子補給（ケーブルテレビの光化、広帯域化、エリア拡大等の整備事業に192件（17社）、地上デジタル放送中継局整備事業に126件（12社））を実施しており、これにより、地方におけるブロードバンドの整備やケーブルテレビの普及に貢献するとともに、ケーブルテレビの地上デジタル対応を含め、地上デジタル放送のカバーエリアの拡大に貢献した。

- ・研究機構 Web サイトにおいて、制度の概要・Q&A等を掲載し、利用者にとってわかりやすい説明に努める等、効率的に実施した。

ンフラストラクチャーの高度化のための債務保証業務については、ニーズ等を踏まえつつ適切に実施する。

高度電気通信施設整備基金により実施してきた電気通信基盤充実のための施設整備事業に対する助成(利子助成)業務については、既往案件の助成期間終了まで着実に実施する。

#### 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、次の事業を実施する。

(ア)国が定める「視聴覚障害者向け放送普及行政の指針」(平成19年10月策定)に規定する普及目標(平成29年度までに、字幕放送については対象の放送番組のすべてに字幕付与、解説放送については対象の放送番組の10%に解説付与する等)を実現すること等により、視聴覚チャレンジドの放送を通じた情報アクセス機会の均等化の実現を図るため、国庫補助金を原資として、字幕番組等の制作を行う放送事業者等に対する助成を実施する。

なお、助成については、普及状況を踏まえて番組制作の助成対象を必要最小限とする

かりやすい説明に努めるとともに、ニーズを踏まえつつ、効率的かつ適切に実施する。

#### 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等を踏まえつつ、次の事業を実施する。

##### (ア)字幕・手話・解説番組制作の促進

チャレンジドがテレビジョン放送を視聴するための字幕や手話が付いた放送番組、チャレンジドがテレビジョン放送を視聴するための解説が付いた放送番組の制作を助成することにより、字幕放送番組等の放映時間数拡充に貢献する。

また、助成に当たっては、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、適切に実施する。

##### (イ)手話翻訳映像提供の促進

チャレンジド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

次の(ア)～(エ)の業務は、「身体障害者の利便の増進に資する通信・放送身体障害者利用円滑化事業の推進に関する法律」に基づき、総務省からの「情報通信利用促進支援事業費補助金」を財源に、執行機関として機構が行っているもの(但し、(エ)の成果発表会に係る経費については、運営費交付金により実施)。

- ・今中期は、毎年100社を超える放送事業者等に対して、合計約22万番組、総額19億円を超える助成を行い、字幕番組等が付与された番組の拡充に貢献した。
- ・普及が遅れている解説番組、手話番組に対して、重点的に予算配分を行うと共に、26年度からは生字幕放送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。
- ・字幕番組の普及状況等を踏まえ、在京キー局の字幕番組(生放送番組を除く)に対する助成を段階的に廃止した他、在阪準キー局に対する助成上限の引き下げを実施した。

- ・今中期は、延べ5件に総額47百万円の助成を行い、計8百本を超える番組制作を支援した。
- ・採択に当たっては、有識者により厳正な審査・評価を行い決定し、採択した助成先は公表した。



ともに、放送事業者の規模や財務状況等を踏まえて助成率を必要最小限とするなど助成率の適正化を図るものとする。

(イ) チャレンジドの通信・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、チャレンジド向け通信・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。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標とする。

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、制度周知を行い、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) チャレンジド向け通信・放送役務の提供及び開発の促進

チャレンジド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する事業に助成金を交付することとし、その際、次の点に留意する。

- ・チャレンジド向け通信・放送役務提供・開発推進助成金について、ウェブページ等を通じて制度周知を行い、利用の促進を図る。
- ・採択案件の選定に当たっては、外部の専門家・有識者による厳正な審査・評価を行う。また、採択した助成先について公表する。
- ・毎年度、採択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

・公募に当たっては報道発表を行うとともに、ウェブページにおいても、制度の紹介、公募の周知を行った。

- ・公募に当たっては、公募説明会等での説明、「情報バリアフリーのための情報提供サイト」の登録者へのメールによるお知らせや報道発表等により、制度の周知に努めた。
- ・今中期は、計53件の申請があり、平成26年度までに28案件の採択を行った。
- ・評価委員会では、申請者による申請内容のプレゼンテーションや質疑応答を実施し、採択案件の選定に当たっては、有益性や波及性の観点から厳正な審査・評価を行った。
- ・応募状況及び採択結果についてはウェブサイトで公表した。
- ・助成終了2年後の今中期の継続実施率は平均9割弱であった。

上となることを目指す。

### (エ) 情報バリアフリー関係情報の提供

チャレンジドや高齢者を含む誰もがインターネットを利用しやすい情報バリアフリーの実現に資するための情報を提供することとし、その際、次の点に留意する。

- ・インターネット上に開設したウェブページ「情報バリアフリーのための情報提供サイト」について、チャレンジドや高齢者のウェブ・アクセシビリティに配慮しつつ、チャレンジドや高齢者に直接役立つ情報その他の情報バリアフリーに関する実践的な情報、用語集等の適時適切な掲載・定期更新を行うほか、研究機構の情報バリアフリーの助成金の制度の概要やその成果事例を広く情報提供する。
- ・研究機構の情報バリアフリーの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、成果を広く公表するとともに、チャレンジド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」及び成果発表会について、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段階の評価を得る割合を7割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

- ・「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定期的にウェブ・アクセシビリティに配慮した上で提供することにより、本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。
- ・更新情報については登録者にメールにより周知を行った。
- ・「情報提供サイト」に、助成事業者に対する相談窓口を整備したほか、助成事業者の成果を分かり易く提供するために動画を導入するなど、サイトを通じた有益な情報提供に努めた。
- ・今中期、毎年開催される国際福祉機器展に出展し、助成事業者による成果発表やデモ展示を実施、その模様を「情報提供サイト」でも紹介し成果を広くアピールした。
- ・成果発表会についてのアンケートを行い、毎回、回答者の9割以上から4段階評価において上位2段階の評価を得た。
- ・「情報提供サイト」の利用者アンケートでは、毎回9割以上の回答者から肯定的評価を得た。

<p>(ウ) 散在化・狭域化しているNHKの地上テレビジョン放送の難視聴地域を減少させるための業務について、国から受託した場合には、適切に実施する。</p> <p><b>3 その他</b> 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。</p>	<p>せる。</p> <p>(オ) NHKの地上波テレビジョン放送が良好に受信できない地域の難視聴解消の促進 NHKの地上波テレビジョン放送が良好に受信できない地域において、衛星放送の受信設備を設置する者に対して、その経費の一部を助成する事業について、国から受託した場合には、関係機関と協力しつつ、効率的かつ適切に実施する。</p> <p><b>3 その他</b> 電波利用料財源による業務、型式検定に係る試験事務等の業務を国から受託した場合及び情報収集衛星に関する開発等を国から受託した場合には、電波利用技術等の研究開発能力を活用して効率的かつ確実に実施する。</p> <p>(無線設備の機器の試験に係る事業について、総務省が実施する一般競争入札において民間事業者が応札した場合には、当該民間事業者の継続的な受託能力の状況等を踏まえ、次年度以降の入札を取りやめることをしているか。)</p> <p>(無線設備の機器の較正に係る事業について、引き続き民間参入を促進し、指定校正機関の校正用機器を除き、民間実施を図っているか。)</p> <p>(無線設備の機器の試験・較正に係る事業について、民間委託等、業務</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成23年度は、国からの受託により実施。関係機関と協力して実施した結果、計2世帯4万円の助成を行った。なお、平成24年度以降は、国の制度廃止に伴い、受託はなかった。</li> <li>・電波利用料財源による業務として、電波資源拡大のための研究開発など50件（平成23年度10件、平成24年度10件、平成25年度9件、平成26年度11件、平成27年度10件（見込み））を受託し、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した。</li> <li>・無線機器の型式検定に係る試験について、平成23年度13件、平成24年度21件、平成25年度3件、平成26年度21件を、それぞれ効率的かつ確実に実施した。</li> <li>・国等から受託した情報収集衛星のミッション系に関する研究開発業務を、これまで蓄積した電波利用技術等の研究開発能力を活用して適切に実施した。</li> <li>・平成23年度～26年度分について総務省の行った公募に対し、NICT以外の応募は無かったためNICTが受託した。次年度以降、民間事業者等の応募があった場合には、総務省において、当該民間事業者の継続的な受託能力の状況等を踏まえ、NICTは翌年度以降の入札への参加を取りやめることにしている。</li> <li>・民間事業者で実施可能な較正依頼に対しては受理をせずNICT以外でも可能の旨を回答して民間実施の促進を図った。NICTにおいては指定校正機関の較正用機器、指定校正機関や民間事業者では取り扱わない機器、極めて高精度な較正を要求する機器の場合に限って較正を実施した。</li> <li>・無線設備の機器の試験は、電波法等に基づき実施している。また、機器の較正については、電波法、計量法等に基づき実施している。船舶搭載レーダーや航行用無線機器など、人命の</li> </ul>
--	---	---

	<p>の効率化に向けた取り組みを行っているか。）  （無線設備の機器の試験・較正に係る事業について、標準処理期間の設定、処理日数の縮減、手続きの電子化等、利用者の利便性向上に向けた取り組みを行っているか。）</p> <p>（無線設備の機器の試験・較正に係る事業について、受益者負担の水準やコストに占める割合等を明らかにしているか。）</p> <p>前中期目標期間中に終了した事業のうち、そのフォローアップや管理業務等を行う必要があるものについて、適切にそれらの業務を実施する。</p>	<p>安全等のために極めて高信頼度が要求されるものは、主管庁にて型式検定を行う（NICT は総務省からの請負で試験を実施）。無線機器の点検に用いる法令で定められた測定器の較正は、電波法に基づき NICT が行うほか指定較正機関（平成 27 年 4 月現在 3 社）が実施する。指定較正機関が用いる測定器は NICT が較正を実施する。また、計量法に基づく周波数標準器の校正、計量法に基づく登録、及び ISO17025 に基づく認定による校正も実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・手数料は電波法関係手数料令で規定等している。</li> <li>・これら業務の事務フローや手数料については、処理日数の短縮のための作業手順の見直しを行っており、また手続きや手数料を WEB により公表するなど利用者の利便の向上を図っている。</li> <li>・毎年実施している「通信・放送融合技術開発助成金」（平成 21 年度終了）及び「先進技術型研究開発助成金（テレコム・インキュベーション）」（平成 22 年度終了）のフォローアップについては、本中期計画期間中、毎年企業化状況について助成対象事業者からの報告を取りまとめた結果、「通信・放送融合技術開発助成金」の事業化率は 56.0%（28 事業／50 テーマ）を達成した。また、「先進技術型研究開発助成金（テレコム・インキュベーション）」の事業化率も 37.9%（72 事業／190 テーマ）を達成した。</li> <li>・通信・放送新規事業助成金（平成 21 年度終了）について、本中期計画期間中に係る助成金交付後 5 年以内の助成対象事業者に対し企業化状況報告を求めたところ、15 事業（14 事業者）のうち 13 事業（12 事業者）が企業化を達成。</li> </ul>
--	--	--

自己評価		主務大臣による評価	
評価	A	評価	B
<p>【評価結果の説明】</p> <p>第 3 期中期計画に沿って以下のように業務を着実に実施し、十分に目標を達成できる見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電波利用料財源による業務として、電波資源拡大のための研究開発など 50 件（平成 23 年度 10 件、平成 24 年度 10 件、平成 25 年度 9 件、平成 26 年度 11 件、平成 27 年度 10 件（見込み））を受託し、効率的かつ確実に実施した。</li> <li>・「通信・放送融合技術開発助成金」（平成 21 年度終了）の企業化状況について助成対象事業者からの報告を取りまとめた結果、通算の事業化率は 56.0%（28 事業／50 テーマ）を達成した。</li> <li>・「先進技術型研究開発助成金（テレコムインキュベーション）」（平成 22 年度終了）の企業化状況について、助成対象事業者からの報告を取りまとめた結果、通算の事業化率は 37.9%（72 事業／190 テーマ）を達成した。</li> <li>・中期計画では、①アジア諸国等の研究者との人的なネットワークの強化に寄与するとともに、研究開発の推進及び国際協力に</li> </ul>		<p>&lt;評価に至った理由&gt;</p> <p>第 3 期中長期目標期間における所期の目標を達成する見込みであるため、B とする。主な状況は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高度通信・放送研究開発に対する助成、情報通信ベンチャー企業支援、情報弱者への支援等いずれも中長期計画を</li> </ul>	

貢献することを目的として、海外の研究者の招へい及び国際研究集会開催に対する支援を行う②海外研究者の招へいについては、基盤技術研究者の海外からの招へい業務と運用面で一体的に実施する③招へいによる研究交流又は共同研究に関する共著論文の執筆・投稿や外部研究発表等を目標として、具体的な成果の創出に努めるよう招へい者受入先に働きかけを行う、こと等を予定していたが、①今中期計画期間中、海外研究者招へいについては38件招へいし、そのうちアジア諸国から21名招へいしたことで、アジア諸国との人的なネットワークの強化を行うとともに国際研究集会については43件を支援②基盤技術研究者の海外からの招へい業務と運用面で一体的に実施③共著論文、研究発表、共同研究の締結等の研究交流の成果が各招へい毎に1件以上得られることを、内容面を表す指標として定め、招へい期間中及び終了後の共著論文の執筆・投稿や外部研究発表等について働きかけを行った、ことから目標に向けて顕著な成果をあげた。

- ・情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供については、ICTベンチャーへの助言体制強化、地域支援組織・団体や大学等との連携の全国的な拡大（空白ブロックの解消）・強化、若手人材育成のためのイベントの開催、ビジネスマッチング機会の充実などに取り組み、年度計画の目標を上回る成果を達成した。さらにビデオライブラリの活用等の情報提供の充実も図った。
- ・出資業務、債務保証業務、利子補給業務及び利子助成業務とも、中期計画の目標を達成できている。
- ・出資業務については、平成24年12月末に終了したテレコム・ベンチャー投資事業組合の清算金等約3千万円を平成25年8月末に国庫納付した。
- ・情報弱者への支援について、助成事業、情報提供事業とも、すべての年度で計画目標を達成しており、それぞれの事業が、情報弱者に対する利便性の高い通信・放送サービスを楽しむ情報バリアフリー社会の実現に寄与した。
- ・基盤技術研究促進業務については、外部コンサルタントを活用して追跡調査を実施し、平成25年度末現在で事業化により売上が計上された課題は36課題（61.0%）に上昇した。
- ・通信・放送承継業務については、貸付金の適切な管理及び効率的な回収を行い、平成24年度末をもって通信・放送承継業務を終了し、平成25年4月1日付けで通信・放送承継勘定を廃止した。

#### 「必要性」

- ・研究機構の研究ポテンシャルを有効活用し、国の政策課題解決に貢献し、社会へ還元することが求められている。
- ・助成事業が初期の目的どおり達成されているか判断するため、助成対象期間における研究開発成果の適切な評価、及びその成果を活用した企業化状況の把握が必要である。
- ・国際交流プログラムについて、平成24年度以降海外研究者招へいについては、航空券の現物支給等、海外から応募しやすい制度に変更等したことで、今中期計画期間において海外研究者招へいについては61件、国際研究集会については67件の応募が

着実に実施した。

- ・民間における通信・放送基盤技術に関する研究の促進のうち、基盤技術研究の民間への委託に関する業務は、新たに3課題について事業化され、売上が計上される率が61.0%で前年度末（55.9%）より改善した。

<総務省国立研究開発法人審議会の意見>

基盤技術研究促進勘定における、追跡調査、広報等の結果として事業化による売上が計上された課題数は増えていること等から、案件管理業務は有効である。出資勘定についても着実な資金回収に努める必要がある。

あり、社会的ニーズも高いことから、引き続き当該制度は維持する必要がある。

- ・中期計画では、①博士相当の研究能力を有する外国人研究者を企業に招へいする②海外研究者の招へい業務と運用面で一体的に実施する③招へいによる研究交流又は共同研究に関する共著論文の執筆・投稿や外部研究発表等を目標として、具体的な成果の創出に努める、こと等を予定していたが、①今中期計画期間中、博士号を有する外国人研究者 10 名を招へい②海外研究者の招へい業務と運用面で一体的に実施③共著論文、研究発表、共同研究の締結等の研究交流の成果が各招へい毎に 1 件以上得られることを、内容面を表す指標として定め、招へい期間中及び終了後の共著論文の執筆・投稿や外部研究発表等について働きかけを行った、ことから目標に向けて顕著な成果をあげた。
- ・中期計画では、①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②助成した研究開発の実績について、知的資産（論文、知的財産等）形成等の観点から評価を行い、結果をその後の業務運営の改善に反映させるとともに、助成対象事業終了時の成果の評価（事後評価）を公表する③「国際共同研究助成金」は、各助成対象事業における国際共著論文の執筆・投稿を求める、こと等を予定していたが、①「国際共同研究助成金」については、平成 23 年度採択案件に対し、申請者からのヒアリングを踏まえた外部有識者による評価委員会での厳正な審査結果を踏まえ採択を行った。また採択した助成先について報道発表及び研究機構 Web サイトを通じて公表した②③評価委員会での事後評価結果の概要をホームページで公表した。また共同研究者との共著論文の執筆・投稿を募集要項等において要請、また事業終了後も論文執筆状況等の追跡調査（助成後 5 か年）を継続している、ことから目標に向けて顕著な成果をあげた。
- ・情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供については、公的機関である当機構が実施することにより、幅広い各層からの協力、評価も得られている。特に、各地域のベンチャー支援組織・団体等との連携することにより、地域における ICT ベンチャーのマッチング機会が広がるなど社会的、経済的な意義も大きい。さらに、政府の「起業家精神を創発する IT 関連施策パッケージ」にも記載され、その必要性が認められているところである。
- ・出資業務については、本勘定に係る繰越欠損金の解消に向け着実な資金回収に努める必要がある。また、情報通信インフラストラクチャーの高度化及び情報格差（デジタル・ディバイド）の是正等に向けて引き続き利子補給業務、債務保証業務等は必要である。
- ・情報弱者への支援について、助成事業では、公募の周知を適切に行うことにより、予算規模を上回る申請が寄せられている。情報提供事業は、安定したアクセス数を維持しており、情報通信分野に係るバリアフリー情報を提供している組織・団体が少ない中、社会的なニーズ・必要性は高い。これらを通じ情報弱者の情報保障に貢献するものであり、社会的意義は大きい。
- ・基盤技術研究促進業務については、売上（収益）納付の適正を確保し、受託者における事業化の努力を継続させるため、追跡調査等の案件管理業務は必要である。

## 「効率性」

- ・ 研究機構が保有する電波利用に関する研究ポテンシャル、研究設備等を活用することにより、電波利用料財源による業務を効率的に実施することができる。
- ・ 事業終了後における事業化等の状況を把握するため、定められた様式等に基づき報告を求めており、現在の方法は効率的なものである。
- ・ 国際交流プログラム及び基盤技術研究者の海外からの招へい業務については、委員会の統合を図るとともに合同での周知活動を図るなど、効率的な運営に努めている。
- ・ 国際交流プログラム及び基盤技術研究者の海外からの招へい業務については、委員会の統合を図るとともに合同での周知活動を図るなど、効率的な運営に努めている。
- ・ 情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供については、地域のベンチャー支援組織・団体等との連携の拡大等によって、コストを抑えつつ集客力や魅力度を高めた上で目標値のイベント数を達成するなど、効率的に事業を実施している。
- ・ 出資業務、債務保証業務、利子補給業務及び利子助成業務とも、各種関係法規等に基づき、適切に業務を執行した。
- ・ 情報弱者の支援について、助成事業は、助成申請数が予算規模を上回る中、毎年度、外部有識者による評価委員会での評価結果等に基づき、予算の範囲内で優先度の高い応募案件を適切かつ効率的に採択した。また、成果発表会の請負事業者（会場設営・発表会運営）の選定に当たっては、プロポーザル方式により決定することにより、効果的に成果公表会の質を保ちつつ、効率的な執行を確保した。また、助成事業者に対する会計監査の一部を監査法人に委託することにより、適切な予算執行を効率的に実施する体制を確保した。
- ・ 基盤技術研究促進業務については、平成 24 年度に不要財産の国庫返納（50 億円）を行った際の業務見直しに沿って効率的に業務を実施した。

## 「有効性」

- ・ 研究機構が保有する電波利用に関する研究ポテンシャル、研究設備等を適切・有効に活用することができる。
- ・ 事業終了後における事業化等の状況を把握するため、①事業化状況、②事業化時期、③特許件数・論文数などについて報告を求めることは有効である。
- ・ 国際交流プログラムについて、制度改正と併せて、学会への周知、機構内各研究所の協力も得た周知広報活動の強化の結果、海外研究者招へい 17 件（平成 27 年度分）及び国際研究集会開催支援 26 件（平成 27 年度・28 年度分）の応募をいただくなど、社会的ニーズも高く有効に運営されていると考えられる。
- ・ 情報通信ベンチャーに対する情報及び交流機会の提供については、イベントに対するアンケート調査及びマッチング率とも目

標値を達成しており、着実な成果が得られている。また、イベントの開催や総務大臣賞の授与等を通じて NICT におけるベンチャー支援についての認知度も定着しつつあり、有効性は高い。

- ・ 出資業務については、地域情報化に寄与している。また、利子補給等業務については、地域のケーブルテレビの光化・広帯域化に貢献した。
- ・ 情報弱者の支援について、助成事業は、情報弱者のニーズに合致したサービスの開発や多様化、新たな技術によるサービスの提供など、情報バリアフリー社会の実現に貢献しており有効である。国際福祉機器展における成果発表に対するアンケート調査では、同展に来場した福祉関係者等の多くから毎回「有益」と肯定的な評価を受けている。過去の助成案件の事業化率、継続実施率でも、毎年度目標値を上回る成果が出ており、目標に対する達成度の点でも有効性は高い。
- ・ 基盤技術研究促進業務については、追跡調査、広報等の結果として事業化による売上が計上された課題数は増えていること等から、案件管理業務は有効である。



## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 4

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	III 予算（人件費の見積りを含む）、収支計画及び資金計画 IV 短期借入金の限度額 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 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 VII 剰余金の使途		
当該項目の重要度、難易度		関連する政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビュー0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

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 (前中長期 目標期間最 終年度値等)	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	(参考情報) 当該年度末までの累積値 等、必要な情報	

3. 中長期目標、中長期計画、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価指標		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度		
中長期目標	中長期計画	法人の業務実績等
IV 財務内容の改善に関する事項	III 予算（人件費の見積りを含む）、収支計画及び資金計画 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画については、次のとおり。 予算の見積りは、運営費交付金の算定ルール等に基づき中期	<主要な業務実績> ・運営費交付金を充当して行う事業については、特許料収入等の適正な自己収入を見込んで年度の予算及び収支計画を作成し運営した。

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定されるため、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。

予算計画

収支計画

委託研究の受託、内外の競争的資金の獲得、特許実施料の収納等により、自己収入の増加に努める。

資金計画

(当期総利益又は当期総損失の発生要因が明らかにされているか。また、その要因分析を行い、当該要因が法人の業務運営に問題等があることによるものかを検証したか。)

(繰越欠損金が計上されている場合、妥当な解消計画が策定されているか。また、計画に基づいて解消が進められているか。策定されていない場合、その妥当な理由が述べられているか。)

(いわゆる溜まり金の精査における、下記のような運営費交付金債

・受託研究等による外部資金の獲得額は、平成 23 年度：3,084 百万円、平成 24 年度：2,733 百万円、平成 25 年度：2,493 百万円、平成 26 年度：3,476 百万円、平成 27 年度：2,946 百万円（見込み）であった。

・当中期計画期間総利益（平成 23 年度から 26 年度までの 4 力年間）は一般勘定（1,365 百万円）、債務保証勘定（296 百万円）、出資勘定（52 百万円）、通信・放送承継勘定（154 百万円）の 4 勘定において計上している。主な要因は、一般勘定において環境整備引当金戻入益及び自己収入で取得した固定資産の残存簿価額を計上したこと、債務保証勘定において業務費が信用基金の運用収入及び保証債務損失引当金の戻入による収入を下回ったこと、出資勘定において業務費が投資事業組合出資益及び運用収入を下回ったこと、通信・放送承継勘定では業務費が勘定の収益を下回ったことである。

・当中期計画期間総損失（平成 23 年度から 26 年度までの 4 力年間）は基盤技術研究促進勘定（61 百万円）の 1 勘定において計上している。主な要因は、研究開発委託による業務費が、事業収入及び運用収入を上回ったことである。

・繰越欠損金は基盤技術研究促進勘定（57,389 百万円）、出資勘定（2,811 百万円）の 2 勘定において計上している。主な要因は、基盤技術研究促進勘定において基盤技術円滑化法第 7 条第 1 項に掲げる業務に使用した政府出資金と、これまでに収益として納付のあったものとの差額、出資勘定において特定通信・放送開発事業円滑化法第 6 条第 2 号に掲げる業務に必要な資金に充てるため、旧通信・放送機構から承継した政府出資金のうち、回収不可能なものがあること等である。

・該当なし。

<p>1 一般勘定</p> <p>運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅲ 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、特許料収入等の適正な自己収入を見込んだ上で、中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。</p> <p>また、競争的資金等の外部資金の増加に努める。</p>	<p>務と欠損金等との相殺状況に着目した洗い出し状況</p> <p>i) 運営費交付金以外の財源で手当てすべき欠損金と運営費交付金債務が相殺されているもの</p> <p>ii) 当期総利益が資産評価損等キャッシュ・フローを伴わない費用と相殺されているもの)</p> <p>(年金、基金、共済等の事業運営のための資金運用について、法人における運用委託先の選定・管理・監督に関し、下記事項の取組状況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業用金融資金の管理・運用に関する基本方針の策定状況及び委託先の選定・評価に関する規定状況</li> <li>・ 運用委託先の評価の実施状況及び定期的見直しの状況</li> <li>・ 資金管理機関への委託業務に関する管理・監督状況)</li> </ul> <p>1 一般勘定</p> <p>運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅰ 業務運営の効率化に関する目標を達成するためとるべき措置」で示した事項に配慮し、特許料収入等の適正な自己収入を見込んで中期計画の予算及び収支計画を作成し、運営を行う。また、競争的資金等の外部資金の増加に努める。</p> <p>その他、保有資産について、</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 該当なし。</li> <li>・ 該当なし。</li> <li>・ 該当なし。</li> <li>・ 運営費交付金を充当して行う事業については、特許料収入等の適正な自己収入を見込んで年度の予算及び収支計画を作成し運営してきている。</li> <li>・ 外部資金に関する説明会、有識者による実践的講習会の開催及び「外部資金獲得推進制度」の実施など、外部資金増加のための取り組みを行っている</li> <li>・ 機構内申請書類の見直し及び手続きの簡略化により、外部資金の公募等に、より応募しやすくなるようにしてきている。</li> <li>・ 減損の兆候調査により、業務実績、使用範囲、業務環境の変化について確認している。なお、現状において実物資産の活用状況が不十分な事例はない。</li> <li>・ 保有資産について、不断の見直しを行っている。</li> </ul>
---	--	--

その他、保有資産について、不断の見直しを行う。

## 2 基盤技術研究促進勘定

本勘定に係る繰越欠損金の解消に向け、委託対象事業の事業化計画等に関する進捗状況や売上状況等の把握、把握したデータ等に基づく売上納付・収益納付に係る業務を着実に実施する。

また、保有国債などの資産のうち、既往案件の管理業務等の経費に掛かる必要最小限の資産を除き、不要資産は国庫納付する。

## 3 債務保証勘定

各業務の実績を踏まえるとともに今後のニーズを十分に把握し、基金の規模や運用の適正化を図る。

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

不断の見直しを行う。

## 2 基盤技術研究促進勘定

本勘定に係る繰越欠損金の解消に向け、委託対象事業の事業化計画等に関する進捗状況や売上状況等について、外部リソース等を活用しつつ適切に把握するとともに、把握したデータ等を分析し、適切にフィードバックすること等により、売上納付・収益納付に係る業務を着実に実施する。

また、既往案件の管理業務等の経費に掛かる必要最小限の資産を除いた資産について、為替レート等市況の状況等を踏まえつつ、不要資産を国庫納付する。

(繰越欠損金に関して、更なる効率化を図るための検討がなされているか。)

## 3 債務保証勘定

債務保証業務及び利子補給業務の実績及び申請状況等を踏まえつつ、基金の規模や運用の適正化を図る。

債務保証業務については、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、保証料率等について、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及び利子補給金の額については同

・全 59 案件について、事業化動向に精通したコンサルタントを活用しつつ実地ヒアリング(追跡調査)等のフォローアップを実施し、調査の結果を踏まえ事業化に向けたアドバイス等を行い、事業化の促進を図った。

・事業化により売上が計上された研究開発課題については、平成 25 年度までの間に新たに 10 課題増え 36 課題となり、事業化により売上が計上される率は平成 25 年度末現在 61.0% (平成 22 年度末 44.1%) に上昇した。

・既往案件の管理業務等の経費に掛かる必要最小限の資産を除き、平成 24 年度に不要財産 50 億円を国庫納付した。

・平成 22 年度より新規採択は行っておらず、継続案件については平成 23 年度で終了した。  
・追跡調査を拡充し、受託者の状況を把握して適切なアドバイス等を行い、事業化の促進を図るなど、売上(収益)納付に係る業務の着実な実施に努めた。

・今中期計画期間中の債務保証業務については、新規案件はなし。  
・債務保証先 2 件の内 1 社について、金融機関との調停を経て、平成 25 年 7 月末に代位弁済(122.6 百万円)を実施した。  
・また、代位弁済後の債務者等に対する求償権については、平成 25 年 8 月に債権者破産申立を行う等、債権の回収手続を進めている。  
・他の 1 社については、経営及び財務状況等の実地調査等の管理強化に努め、事業が順調に推移し、平成 26 年 6 月に繰上返済し終了した。  
・その結果、利子補給業務に係る補給金の額とあわせ、基金の運用益及び剰余金の範囲内に抑制した。

切な水準とする。

また、業務の継続的实施のために信用基金を維持する観点から、保証債務の代位弁済及び利子補給金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。

なお、これらに併せて、信用基金の運用益の最大化を図る

#### 4 出資勘定

本勘定に係る繰越欠損金の解消に向け、配当金又は分配金の着実な受取に努める。

##### (1) 投資事業組合の財産管理

投資事業組合を通じた出資については、平成 24 年末の組合解散時まで、繰越欠損金の解消に向けて可能な限り財産の最大化を図るべく、株式新規公開の実現や、組合保有株式の適時適切な売却や着実な配当の受け取りを行うよう、業務執行組合員に要請する。

なお、透明性を高める観点から、投資事業組合の財務内容を毎事業年度公表する。

##### (2) その他の出資先法人

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、信用基金の運用益の最大化を図る。

#### 4 出資勘定

本勘定に係る繰越欠損金の解消に向け、配当金又は分配金の着実な資金回収に努める。

##### (1) 投資事業組合の財産管理

投資事業組合を通じた出資について、平成 24 年組合解散時まで、株式新規公開の実現、組合保有株式の適時適切な売却や着実な配当の受取りを行うよう、業務執行組合員に要請する。

なお、透明性を高める観点から、投資事業組合の財務内容を毎事業年度公表する。

##### (2) その他の出資先法人の財産

・平成 24 年末の組合契約終了に向け、同組合からの決算報告等において業務執行組合員に対し組合保有株式の適宜適切な売却や、最大限の回収努力を求めるとともに、出資金以外の保有資産の早期分配についても要請した結果、平成 23 年度は 72 百万円、平成 24 年度は 29 百万円の分配が実施された。

・また、テレコム・ベンチャー投資事業組合の貸借対照表及び損益計算書については、研究機構ウェブサイトで公表し、透明性の確保に努めた。

## の財産管理

ア 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の把握に努め、経営状況に応じて、毎月の収支状況、資金の推移を求めるなどよりの確に経営状況の把握を行い、経営健全化計画を提出させる等、事業運営の改善を求める。

イ 事業運営の改善が見られず、経営状況の一層の悪化が見込まれる法人については、関係府省及び他の出資者とも協議しつつ、可能な限り早期の株式処分を図る。

また、保有国債などの資産のうち、既往案件の管理業務等の経費に掛かる必要最小限の資産を除き、不要財産を国庫納付する。

### 5 通信・放送承継勘定

保有国債などの資産のうち、不要な資産を業務の終了予定年度より前倒しして国庫納付する。

## 管理

ア 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の把握に努める。

また、経営状況に応じて、毎月の収支状況、資金の推移を求めるなど、よりの確に経営状況の把握を行い、経営健全化計画を提出させる等、事業運営の改善を求める。

イ 事業運営の改善が見られず、経営状況の一層の悪化が見込まれる法人については、関係者とも協議しつつ、可能な限り早期の株式処分を図る。

また、保有国債などの資産のうち、既往案件の管理業務等の経費に掛かる必要最小限の資産を除き、不要財産を国庫納付する。

### 5 通信・放送承継勘定

保有国債などの資産のうち、既往案件の管理業務等の経費に掛かる必要最小限の資産を除き、不要資産を業務の終了予定年度より前倒しして国庫納付する。

### IV 短期借入金の限度額

年度当初における国からの運

・旧通信・放送機構が直接出資し当研究機構が承継した法人の内、株式保有中の2社については、「中期経営計画、累損解消計画、年度事業計画、長期資金計画及び保守修繕計画」の策定等の指導を行ったほか、取締役会議案等事業経営に重要な影響がある事項の事前協議等を求めるとともに、議事録の提出を要請する等監督強化を行った。また、年度決算、中間決算、月次決算等の報告等を通じて、各出資先法人の経営内容の把握に努めた。

・加えて、出資契約に基づく実地監査を行い、内部管理全般に亘る監督を強化した。  
・今中期計画期間中を通して2社とも黒字を計上し、うち1社は累積損失を解消している。

平成24年3月に約1,979百万円、平成25年8月に29百万円を不要財産として国庫納付し、減資した。

・業務終了年度（平成24年度末）より前倒しして、平成23年度末に既往案件の管理業務等の経費に掛かる必要最小限の資産を除き、150.6億円を国庫納付するとともに民間払戻し（0.4億円）を行った。

・短期借入金の借り入れはなかった。

営費交付金の受け入れが最大限3カ月遅延した場合における研究機構職員への人件費の遅配及び研究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17億円とする。

**V 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産がある場合には、当該財産の処分に関する計画**

民間基盤技術研究促進業務、出資業務及び通信・放送承継業務に係る保有財産の評価を行い、国庫納付できる不要財産を算定し、国庫納付を行う。また、稚内電波観測施設跡地等の不要財産を国庫納付する。

(固定資産等の活用状況等について、検証を行ったか

- ・ 独立行政法人整理合理化計画で処分等することとされた資産について処分等の取組み状況が明らかにされているか
- ・ 保有財産の見直し状況について、主要な固定資産についての固定資産一覧表等を活用した監事による監査などにより適切にチェックされているか
- ・ 減損会計の情報等について適切な説明が行われたか
- ・ 減損またはその兆候に至っ

・ 一般勘定は、平成25年度に国より承継した旧稚内電波観測施設の土地及び工作物を現物納付した。また、平成27年度に与那国遠距離海洋レーダ観測施設の建物等を現物納付する予定。基盤技術研究促進勘定は、平成24年度に旧通信・放送機構から承継した資産の現金及び預金50億円を国庫納付した。

出資勘定は、平成23年度に旧通信・放送機構から承継した資産の有価証券の譲渡収入を含む現金及び預金19.8億円を国庫納付した。また、平成25年度に旧通信・放送機構から承継した資産の現金及び預金0.3億円を国庫納付した。

通信・放送承継勘定は、平成23年度に旧通信・放送機構から承継した資産の有価証券の譲渡収入を含む現金及び預金150.6億円を国庫納付した。

・ 整理合理化計画で処分することとされた資産はない。

・ 保有資産の見直しの状況については、監事に減損兆候調査の結果等を提出し、チェックを受けている。

・ 毎期、独立行政法人会計基準等に基づき減損状況を調査し、固定資産にかかる減損状況を把握し、財務諸表において減損処理の概要を公表してきている。

・ 毎期、今後使用が見込まれなくなった研究用機器について減損処理を行ってきている（なお、

	<p>た固定資産について、減損等の要因と法人の業務運営の関連の分析)</p> <p>VI 前号に規定する財産以外の重要な財産を譲渡し、又は担保に供しようとするときは、その計画なし。</p> <p>VII 剰余金の使途</p> <p>1 重点的に実施すべき研究開発に係る経費</p> <p>2 広報や成果発表、成果展開等に係る経費</p> <p>3 知的財産管理、技術移転促進等に係る経費</p> <p>4 職場環境改善等に係る経費</p> <p>5 施設の新営、増改築及び改修等に係る経費 等</p>	<p>研究活動の進展に伴うものであり、研究機構の業務運営に特に影響を及ぼさない)。</p> <p>・該当なし</p> <p>・該当なし</p>		
自己評価		主務大臣による評価		
評価	A	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1684 1070 1937 1123">評価</td> <td data-bbox="1937 1070 2157 1123">B</td> </tr> </table>	評価	B
評価	B			
<p>【評価結果の説明】</p> <p>第3期中期計画に沿って以下のように業務を着実に実施し、十分に目標を達成できる見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ほぼ前年度並みの当期利益又は損失が見込まれ、資金運用についても健全に行われており、平成27年度も大幅な変動は無く適正な財務内容となることを見込まれる。</li> <li>・不要財産については適切に国庫納付してきている。</li> <li>・基盤技術研究促進勘定は、新たな研究委託は終了しているため、研究開発委託先への事業化に向けたアドバイス等を通じ売上拡大を促し、繰越欠損金の縮小に努めた。また、外部コンサルタントを活用して追跡調査を実施し、平成25年度まで</li> </ul>		<p>&lt;評価に至った理由&gt;</p> <p>第3期中長期目標期間における所期の目標について、以下のとおり達成する見込みであるため、Bとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全勘定において当期総利益を計上し、資金運用についても健全に行われている。</li> </ul>		



の間に新たに事業化により売上が計上された課題数が10課題増え36課題となり、売上が計上される率は61.0%に上昇した。

- ・債務保証勘定については各種関係法規等に基づき、適切に業務を執行している。
- ・出資勘定については中期計画の目標を達成できている。独法の事務・事業の見直し基本方針（22.12.7閣議決定）に基づき、平成24年3月に1,979百万円及び平成25年8月に29百万円の国庫納付を行った。また、出資勘定での出資先2社は、今中期計画期間を通して黒字決算を継続し、内1社は平成26年度決算で累積損失を解消した。
- ・通信・放送承継勘定については、業務終了年度（平成24年度末）より前倒しして、平成23年度末に既往案件の管理業務等の経費に掛かる必要最小限の資産を除き、150.6億円を国庫納付するとともに民間払戻し（0.4億円）を行った。

#### 「必要性」

- ・各勘定及び法人単位の財務諸表等は、独立行政法人会計基準に準拠して財政状態、運営状況、キャッシュフローの状況及び行政サービス実施コストの状況、各勘定の損益状態等を適正に表示するものであり、ホームページ等で公開し、情報をディスクローズすることは必要である。
- ・基盤技術研究促進勘定における売上（収益）納付の適正を確保するためには、案件管理業務は必要である。
- ・債務保証勘定については情報通信インフラクターの高度化及び情報格差（デジタル・デバイド）の是正等に向けて引き続き利子補給業務、債務保証業務は必要である。
- ・出資勘定については本勘定に係る繰越欠損金の解消に向け、着実な資金回収に努める必要がある。

#### 「効率性」

- ・平成26年度決算が今後確定することとなるが、ほぼ前年度並みの当期利益又は損失が見込まれ、資金運用についても健全に行われており、平成27年度も大幅な変動は無く適正な財務内容となることが見込まれる。
- ・基盤技術研究促進勘定においては、平成24年度に不要財産の国庫返納（50億円）を行った際の業務見直しに沿って効率的に業務を実施した。
- ・債務保証勘定については各種関係法規等に基づき、適切に業務を執行している。
- ・出資勘定については各種関係法規等に基づき、適切に業務を執行している。

#### 「有効性」

- ・各勘定の損益状態を正確に財務諸表に計上し、ホームページ等で公開し、財政状態、運営状況等を国民に開示し、研究開

- ・不要財産については適切に国庫納付してきている。
- ・一般勘定は、特許料収入等の適正な自己収入を予算化し収支計画を作成し、外部資金に関する説明会の開催及び外部資金獲得推進制度の実施を行い、外部資金増加のための取組みを行った。
- ・通信・放送承継勘定については、業務終了年度（平成24年度末）より前倒しして、平成23年度末に既往案件の管理業務等の経費に掛かる必要最小限の資産を除き、150.6億円を国庫納付するとともに民間払戻し（0.4億円）を行った。

発機関としての事業内容について国民の理解を得ることは有効である。

- ・ 基盤技術研究促進勘定における、追跡調査、広報等の結果として事業化による売上が計上された課題数は増えていること等から、案件管理業務は有効である。
- ・ 債務保証勘定については利子補給等業務については、ケーブルテレビの光化・広帯域化に貢献した。
- ・ 出資勘定については出資業務については、地域情報化に寄与している。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 5

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	VIII その他主務省令で定める業務運営に関する事項		
当該項目の重要度、難易度		関連する政策評価・行政事業レビュー	行政事業レビュー0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

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 (前中長期目標期間最終年度値等)	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	(参考情報) 当該年度末までの累積値等、必要な情報

3. 中長期目標、中長期計画、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価指標		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度		
中長期目標	中長期計画	法人の業務実績等
<b>V その他業務運営に関する重要事項</b>  <b>1 施設及び設備に関する計画</b> 安全で良好な研究環境を提供するため、長期的な展望に基づき、アウトソーシングなどを活用しつつ、適切に自主営繕事業を推進し、業務の実施に必要な施設及び設備	<b>VIII その他主務省令で定める業務運営に関する事項</b>  <b>1 施設及び設備に関する計画</b> 中期目標を達成するために必要な別表5に掲げる施設・設備の更新・更改を適切に実施する。  <b>2 人事に関する計画</b> ・業務の質の向上のため、能力主義に基づく公正かつ透明性の高い	(評価と関連が深い主な業務実績及び将来の成果の創出の期待等について具体的かつ明確に記載)  ・本中期計画期間中に、資本金見合いの施設整備を完了する予定。また、その他の施設・設備についても、中長期修繕計画に沿った更新・更改を実施予定。  ・優れた業績を上げた有期雇用職員に対する特別昇給の制度を平成24年度に整備。平成26年度末までに15名の有期雇用職員が特別昇給している。

<p>の計画的かつ効率的な整備に努める。</p>	<p>人事制度を構築する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究者の適性に合わせたキャリアパスを設定し、適切な配置、処遇を行う。</li> <li>・機動的な研究開発プロジェクトの推進や効率的・効果的な業務の遂行のため、人員配置の重点化に努める。</li> </ul> <p>(人件費の制約の中で、研究・開発力が劣化することのないよう、引き続き努力しているか。)</p> <p>(有期雇用職員の適切な登用と、成果に応じた昇給等のインセンティブ向上につながる制度の検討をしているか。)</p> <p><b>3 積立金の使途</b></p> <p>(1) 中期計画の剰余金の使途に規定されている重点的に実施すべき研究開発に係る経費、広報や成果発表、成果展示等に係る経費、知的財産管理、技術移転促進等に係る経費、職場環境改善等に係る経費、施設の新営、増改築及び改修等に係る経費等に充当する。</p> <p>(2) 第2期中期目標期間終了までに自己収入財源で取得し、第3期中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等に充当する。</p> <p>(3) 第3期中期目標期間において債務保証業務における代位弁済費</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・専門性の高い業務に従事する職員の処遇を見直すなどのキャリアアップの形成に努めた。</li> <li>・「技術系パーマネント職員」を明確に定義し、公募・採用した。</li> <li>・新たな研究開発課題に対して、機動的、効率的かつ効果的に研究開発を実施するため、兼務発令や有期雇用職員の活用、産学との人事交流などを含め、効果的・効率的な業務運営に留意した人事配置を行った。</li> <li>・連携することによりプロジェクトのさらなる推進が期待できる研究室間で兼務発令を行うなど、機構全体の運営を通じて研究プロジェクトが効果的・効率的に推進できる運営に努めた。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・組織全体の人件費総額を抑制しつつ、新たな研究センター立ち上げに伴う人的リソースの割り当て等にも柔軟に対応できるよう、有期雇用職員の活用を進めている。</li> <li>・外部資金による有期雇用を活用することで、運営費交付金によらない研究開発への人的リソースの確保を行っている。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有期雇用職員のインセンティブ向上に資するため、平成24年度に創設した、優れた業績を上げた者に対する特別昇給の制度に基づき、平成26年度末までに15名の有期雇用職員を特別昇給させた。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・該当なし。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第2期中期目標期間中までに自己収入財源で取得した固定資産については、その残存簿価を前中期目標期間積立金として今中期目標期間に繰り越しているものであるところ、今中期に発生した当該固定資産の減価償却等に要する費用は、同積立金から取り崩しを行った。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・該当なし。</li> </ul>
--------------------------	--	---

## 2 業務・システムの最適化の推進等

機構の電子処理システムを高度化すること等により、業務・システムの最適化を進める。

また、政府の情報セキュリティ対策における方針を踏まえ、適切な情報セキュリティ対策を推進するとともに、利用者の利便性の向上を図る。

用が生じた場合に必要となる金額に充当する。

## 4 業務・システム最適化の推進

研究機構の情報システム全体を統括する体制の整備を行い、業務の電子化、調達等の事務の効率化、手続きの迅速化等、情報の効率的な利用を推進するとともに、集約された情報を経営戦略立案及び意思決定に活用する。

(機構全体の視点から事務業務間の連携を図り、効率化を推進しているか。)

### (1) 情報基盤の高度化の推進

研究機構の情報システムの一層の高度化を行い、利用者の利便性の向上を図るとともに、先進的な研究を支える情報基盤を整備し、最適化を図る。

### (2) 情報セキュリティの確保

政府の情報セキュリティ対策における方針を踏まえ、適切な情報セキュリティ対策を推進する。また、セキュリティに関する訓練などを通じてセキュリティに関する啓発を行い、組織全体としての情報セキュリティ意識を一層向上させる。

- ・研究機構の情報システム全体を統括する体制を整備し、経営企画部企画戦略室と社会還元促進部門情報システム室で、研究機構全体の業務に係る情報システムを統括し、業務の電子化、調達等の事務の効率化、手続きの迅速化等、情報の効率的な利用を推進した。

- ・従来各部署で契約していた「情報システムの運用」を小金井で一括契約し、契約の効率化等に加えて、研究機構全体の情報システムを統括する体制強化を行った。

- ・機構内で共通的に使用するソフトウェアを小金井で一括契約することにより、効率化に寄与しつつ、最新のソフトウェアの利用を推進することによりセキュリティ確保に努めた。

- ・機構内の事務部門職員が使用するPCのリプレースを行い、性能向上とセキュリティの維持を両立させ、職員の作業効率向上を実現する予定。

- ・業務の効率化、運用コスト削減を実現するため業務系システムの統合設計を進め（仮想環境を活用）、業務系システムのプライベートクラウド化を完了した。

- ・本部において共用無線LANの整備を完了し、全建物においてペーパーレス会議等を可能にした。

- ・重要なデータのバックアップをデータセンターに保存するシステムの運用を開始し、大規模災害等発生時の業務継続性を高めた。

- ・様々な研究成果発信が可能なウェブサーバーの整備を行い、高度なセキュリティレベルを実現しつつ、高度な研究成果公開を可能とした。

- ・研究機構内に設置したセキュリティチェック装置及びファイアウォールからの情報を常時監視し、365日24時間監視体制を維持運用することにより、不正アクセスによる障害発生を防ぎ、また、被害の拡大を食い止めた。

- ・平成25年4月から発足した機構内のセキュリティ対応専門部隊CSIRT(Computer Security Incident Response Team)により、インシデント発生時に、ネットワーク切断やその対応策などを迅速に実施し、事故の拡大を防ぎ適切な対策を行うとともに、再発防止の対策をとることができた。

- ・全職員等を対象としたセキュリティセミナー、セキュリティ自己点検、セキュリティ研修を毎年継続的に実施し、新しい項目を追加するなどして、個々のセキュリティ意識の向上を図った。

- ・職員を対象として標的型メール攻撃訓練を実施し、標的型メール攻撃に対する職員の意識向

### 3 業務運営上の安心・安全の確保

(1) 事故及び災害の未然防止等の安全確保策を推進する。

(2) 職員の健康増進、女性・外国人研究者にも配慮した適切な職場環境の確保に引き続き努める。

(3) メンタルヘルス、人権等の労務問題への効果的な対応を図る。

### 5 その他研究機構の業務の運営に関し必要な事項

#### (1) 職場安全の確保

事故や災害を未然に防止するため、職場の安全点検を実施するほか、安全衛生委員会を活用して計画的に安全対策を推進する。

#### (2) 職員の健康増進等、適切な職場環境の確保

長時間労働者の健康障害防止のためのケア等、必要な対策を講ずるとともに、超過勤務の縮減に努める。

また、女性・外国人にも配慮した安全衛生教育を通じて職員の安全衛生に対する意識の向上を図り、適切な職場環境の確保に努める。

#### (3) メンタルヘルス・人権等の労務問題への対応

メンタルヘルスカウンセリングの活用等、産業医等の協力のもとに健康管理を実施する。

また、各種ハラスメントを未然に防止するため、啓発活動を通じて職員の意識向上に努める。

上や実際それが起きたときに対処方法の確認などができ、セキュリティ向上に資した。

- ・衛生管理者の資格取得を進め、有資格者による職場巡視を毎週実施し、職場安全の確保に努めた。
- ・安全点検を毎年2回実施したほか、外部専門家による安全衛生診断も毎年実施した。
- ・外部専門家による安全衛生診断における指摘事項に対応するため、平成24年度に対応マニュアルを整備。それ以降はマニュアルに沿った対応を行い、効率的に安全衛生対策の強化を図った。
- ・化学物質及び高圧ガス等の危険物に対する管理体制を強化するため、平成25年度に「化学薬品等取扱いマニュアル」及び「高圧ガス取扱いマニュアル」を整備。平成26年度には講習会も開催した。
- ・安全衛生委員会を各年度とも毎月開催し、職場の安全対策について討議し、職場安全の確保等に努めた。

- ・長時間労働対策として、長時間にわたる労働実績がある職員が所属する部署の管理監督者あてに注意喚起を実施するとともに、必要に応じて当該労働者に産業医の面談勧奨を行ったほか、定時退社日の実施を含めた超過勤務の縮減対策を実施した。
- ・採用者及び転入者を対象とした外部専門家による安全衛生教育を各年度とも2回実施した。
- ・平成24年度から、部内Web上に英語版の「新入者のための安全衛生」を掲載し、外国人に対する安全衛生に関する理解増進を図っている。
- ・女性に対する健康上の配慮として、平成24年度から希望者に対してマンモグラフィー検査が受けられるようにしている。

- ・「外部メンタルヘルス相談窓口」を設置、職員等が相談しやすい方法（電話、対面又はWebいずれでも可）でカウンセリングが受けられるようにするとともに、メンタルヘルスカウンセラーによる相談を毎月実施している。
- ・職員の心の健康保持のため、各年度において講演会を開催した。
- ・各年度において、産業医による「健康相談」を毎月開催し、健康診断における有所見者等との面談を実施した。
- ・各種ハラスメントを防止するため、研究機構内に「NICT セクシュアル・ハラスメント相談員」を配置するとともに、「外部セクハラ・パワハラ相談窓口」を設置しているほか、ハラスメント

(4) 庁舎のセキュリティの確保に引き続き努める。

(5) 災害や緊急事態に即応可能な危機管理体制を構築する。

#### 4 省エネルギーの推進と環境への配慮

研究活動に伴う環境影響に配慮するとともに、環境負荷低減に向けたエネルギーの有効利用促進に引き続き積極的に取り組む。

#### 5 情報の公開・保護

公正で民主的な法人運営を実現し、法人に対する国民

#### (4) 施設のセキュリティの確保

セキュリティ設備の機能を保持し、施設におけるセキュリティの確保に努める。

#### (5) 危機管理体制の構築

災害や緊急事態において迅速かつ適切に対処するため、緊急連絡網を用いた情報伝達訓練の実施等を通じて実効ある危機管理体制を構築する。

#### 6 省エネルギーの推進と環境への配慮

研究機構全体としてのエネルギー使用量及び温室効果ガス排出量の把握、分析を行う。

また、分析結果を活用し、エネルギー使用設備等の高効率機器への置き換えや、同機器の導入を行い、省エネルギー化の推進及び温室効果ガス排出量の抑制を図る。

#### 7 情報の公開・保護

社会への説明責任を果たし、研究機構に対する国民の信頼を向上さ

の防止に関する講演会を毎年開催した。

・平成 24 年度以降は毎年、「NICT セクシュアル・ハラスメント相談員」に対する研修を実施している。なお、これまでに相談事例はあったものの、特段問題となる事例はなかった。

・施設におけるセキュリティ確保のため、監視カメラ等必要な設備の更新を実施し、機構としてのセキュリティレベルの向上を行った。

・東日本大震災において、携帯電話等がつながりにくかった経験を踏まえ、平成 23 年度に電子メールや Web を活用した「安否確認システム」を導入。これを利用した情報伝達訓練を毎年春と秋の 2 回実施している。

・東日本大震災の発生を契機とした危機管理体制の見直しとして、災害発生時における業務の継続的な運営又は被害の拡散防止のため、初動対応、優先的に取り組むべき重要な業務及び業務の継続に必要な資源の方法について業務継続計画（BCP）を平成 24 年度に策定した。平成 25 年度以降は、初動対応要員等の体制を職員の異動に対応したものとなるよう見直しを行い、実効性を確保している。

・平成 24 年度及び平成 25 年度においては、災害用の備蓄品の見直しを実施した。

・平成 26 年度には、勤務時間中に大規模震災等に襲われた際の被害軽減に資するため、救助工具等を備えたベンチを本部の各号館の全フロアに配備。また、保護帽子等を含むデスクサイド防災セットを本部に勤務する全職員分用意し、配備（平成 27 年度完了予定）。

・省エネ法に準拠した規程やマニュアルを整備し、管理体制の強化及び省エネ機種への更新ルールの統一を図った。

・電力使用量の把握について、機構発の技術も利用しながら「電力の見える化」システム構築のための準備を行った。

・東京都の特定温室効果ガス排出量削減義務については、都との調整を進め適正化を図った。

・中期目標期間中の法人文書の開示請求（平成 23 年度：2 件、平成 24 年度：0 件、平成 25 年度：7 件、平成 26 年度：7 件）に対しては、独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法

<p>の信頼を確保するという観点から、情報の公開及び個人情報保護に適正に対処する。</p>	<p>せるために必要な情報を適時、適切に公開するとともに、情報の開示請求に対し、適正かつ迅速に対応する。</p> <p>また、研究機構の保有する個人情報について、適切な取り扱いを徹底する。</p>	<p>律に基づき、適切に対応した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究機構の保有する個人情報の適切な取扱いを徹底するため、各年度において実施したコンプライアンス研修において個人情報保護に関する出題を行い、正答の解説を行うことで職員の理解増進を図った。また、新規採用研修においても個人情報保護、情報管理等に関する講義を実施した。</li> <li>・すべての請負契約に個人情報の秘密保持条項を盛り込んでいるほか、全ての労働者派遣契約においては個人情報の秘密保持条項と共に、違反した場合の契約解除及び損害賠償条項を盛り込んでいる。</li> </ul>
---	--	---

自己評価		主務大臣による評価	
評定	A	評定	B
<p>【評価結果の説明】</p> <p>第3期中期計画に沿って以下のように業務を着実に実施し、十分に目標を達成できる見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・優れた業績を上げた有期雇用職員の特別昇給の制度等、職員の能力発揮に向けた施策に取り組んでいる。</li> <li>・職場の安全確保やメンタルヘルス対策をはじめとする職員の健康安全管理に関する諸施策を、中期計画に基づき着実に実施した。</li> <li>・業務継続計画（BCP）の策定等、災害発生に備えた実効ある危機管理体制の構築に努めている。</li> <li>・施設及び設備に関する計画は中期計画に基づき、建物・設備の老朽化対策等が必要な工事、設計等を予定どおり実施した。</li> <li>・積立金の用途は、固定資産の減価償却に対応する費用を取り崩した他に充当等はなく、特段の問題はなかった。</li> <li>・省エネルギーの推進については、規程やマニュアルを整備し、管理体制の強化及び高効率型への更新ルール統一が図られた。</li> <li>・機構全体の電力使用量の増加を抑制する対策として、関係部署とも調整を行い「電力の見える化」システム構築に向けての取り組みを行った。</li> <li>・東京都の条例に基づく温室効果ガスの削減に向けた取り組みにあたり、東京都と必要な調整を行い排出義務水準値の適正化を図った。</li> <li>・研究機構の情報システム全体を統括する体制によって、従来各部署で契約していた「情報システムの運用」を小金井で一括契約し、契約の効率化等に加えて、研究機構全体の情報システムを統括する体制強化を行った。また、集約された情報に基づき、機構内で共通的に使用するソフトウェアを一括購入することにより、経費の効率的な運用を行うとともに、最新のソフトウェアの利用を推進することによりセキュリティ確保に努めた。</li> <li>・研究機構内に設置したセキュリティチェック装置及びファイアウォールからの情報を常時監視し、365日24時間監視体制</li> </ul>		<p>&lt;評定に至った理由&gt;</p> <p>第3期中長期目標期間における所期の目標について、以下のとおり達成する見込みであると認められるため、Bとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・施設及び設備に関する計画、人事に関する計画、業務・システム最適化に向けてシステム全体を統括する体制の強化、職場の安全確保、職員の健康増進、適切な職場環境の確保、メンタルヘルスへの対応等中長期計画に基づいて適正に実施している。危機管理体制の構築、省エネルギーの推進、情報の適切な公開と個人情報保護の取り扱いの徹底化を図っている。</li> </ul>	



を維持運用することにより、不正アクセスによる障害発生を防ぎ、また、被害の拡大を食い止めた。

- ・平成 25 年 4 月に機構内のセキュリティ対応専門部隊 CSIRT (Computer Security Incident Response Team) を発足させ、インシデント発生時に、ネットワーク切断やその対応策などを迅速に実施し、事故の拡大を防ぎ適切な対策を行うとともに、再発防止の対策をとることができた。
- ・業務の効率化、運用コスト削減を実現するため業務系システムの統合設計を進め（仮想環境を活用）、業務系システムのプライベートクラウド化を完了した。
- ・重要なデータのバックアップをデータセンターに保存するシステムの運用を開始し、大規模災害等発生時の業務継続性を高めた。

#### 「必要性」

- ・人事政策の推進、職場安全の確保や健康増進に関する業務は、法令又は組織運営上、当然に必要な事項である。
- ・危機管理体制の向上や適切な情報の公開・保護は組織の健全な運営のために不可欠である。
- ・施設及び設備の適切な維持は研究開発の円滑な継続と効率化に必要である。
- ・情報システムの運用、構築等については研究機構全体としての効率化を推進することが求められる。また、日々巧妙化するサイバー攻撃を防ぎつつ、研究機構内から外部に向けて研究成果を発信することが求められている。

#### 「効率性」

- ・職員が健康かつ安全に働ける県境を構築することは、組織の効率的運営の基盤となるものである。
- ・危機管理体制の向上は、機構の安定的な業務運営の効率化に資するものである。
- ・コンプライアンス研修において、個人情報保護に関連する出題を行うなど、効率的な理解増進に関する施策を講じている。
- ・施設及び設備に関する事項は計画どおりであり、施設及び設備の適切な維持は、研究開発の円滑な継続実施と効率化に必要である。
- ・情報システムの性能およびセキュリティを改善することによって、業務効率が向上する。また、共通性の高いシステムを情報システム室による一元管理とすることにより、機構全体としての効率が向上する。
- ・事務作業の業務効率化により、機構職員全体の作業負担が軽減できる。また、業務システム更改時に業務設計や業務間連携の見直しを行うことにより、業務改善効果を最大限発揮できるとともに業務システム投資の効率化が行える。

- ・情報システムおよび情報セキュリティ維持に対する需要は急速に増大しているが、その中で、効率性にも留意し、経費等の増加を必要最小限に抑えている。

「有効性」

- ・職員が健康かつ安全に働くことができ、その能力を発揮できる環境を整備することは、最大のリソースである人材の維持において有効である。
- ・実効ある危機管理体制の構築は、機構の安定的業務遂行の面から、情報の公開・保護を適切に実施していくことは研究機構が法令を遵守しつつ社会からの要請に的確に応えるという面から、研究機構の社会的地位の維持・向上に有効である。
- ・施設・設備の適切な維持は、研究開発の円滑な継続と効率化に有効である。
- ・機構内の情報システムの性能を改善することによって、業務効率が向上する。
- ・機構内の情報化推進による業務運用の効率化を図ることにより、ユーザにとっては便利で迅速な、業務担当者にとっては効率的で信頼性の高い業務が実現できる。また、情報の有効活用を図ることにより、機構の研究成果を効果的に外部に発信し、アピールにも寄与することができる。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 6

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添1-(1) 新世代ネットワーク技術		
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）	独立行政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		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0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	118	190	93	176		事業費用（億円）	17.7	16.8	15.8	13.1		
特許出願数	—	14	31	25	24		職員数 ※内数	40	43	42	41		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
● 新世代ネットワーク基盤技術に関する研究開発 信頼性やセキュリティ	別添1-(1) 新世代ネットワーク技術  新世代ネットワークの実現に向	

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を2020年頃に実現することを目指し、産学官の力を結集して基盤技術の研究開発を推進する

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し、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、災害発生時等の情報トラヒックの変化や情報通信インフラの一部機能不全に対してネットワーク構成を柔軟に再構築できるロバスト性をも有する新世代ネットワーク基盤技術を確立する。

#### ア 新世代ネットワークの基本構造の構成技術に関する研究開発

新世代ネットワークの実現に向け、将来の社会インフラとして求められるセキュリティ要件や耐災害性等を考慮し、アプリケーションレイヤを含めた新世代ネットワークの基本構造を構成する基盤技術を確立する。

- ・新世代ネットワークの基本構造については、平成23年に主要通信事業者2社、主要通信機器製造事業者2社、1大学機関にNICTを加えた計6機関による産学官連携アーキテクチャ設計プロジェクトを編成し、遍在する移動情報源(端末等)が送出する、時々刻々と変化する情報の流通に資するネットワークの設計目標は、次の4点であることを明確化した。
  - ①センサ&ライブデータへの効率的なアクセス
  - ②コンテンツ作成に適したネットワーク内処理
  - ③移動制御の簡素化
  - ④データ流通の効率化
- ・さらに、ネットワークの機能アーキテクチャに関しての詳細設計を実施するとともに、ユースケースを明確にした。これら明確化した設計目標、詳細設計、ユースケースはホワイトペーパーとして平成24年に公開した。一部を英語化して平成25年に公開した。
- ・上記アーキテクチャを支える基盤技術としてセキュリティ要件や耐災害性等を考慮し、ノードIDとロケータを分離し、端末の移動通信等を円滑に行なう機構 HIMALIS(Heterogeneity Inclusion and Mobility Adaptation through Locator ID Separation)と階層型自動アドレス割当機構 HANA(Hierarchical Automatic Number Allocation)を開発した。
- ・HIMALISの主要なアイデアをITU-T Y.3032として勧告化した。この勧告に適合するHIMALISのID通信を実装し、安全で通信が切れにくい移動型無線センサネットワークを構築した。センサは通信オーバーヘッドの少ない6LowPAN対応で、ネットワークには、IPv4、またはIPv6通信機能のみを有するセンサデータ保存サーバ(シンクサーバ)にセンサのデータを転送できる機構、および、センサが異なるセンサネットワークへ移動しても通信ができ、遠隔地からセンサの設定を変更できる機

能を具備し、高い利便性、操作性がある。これをまとめた「Dynamic Mobile Sensor Network Platform for ID-based Communication」が、ITU-Tが主催しIEEEが技術協力する国際会議 第5回 Kaleidoscope Academic Conference（平成26年6月）にて Best Paper Award を受賞した。さらに、ここで開発した、HIMALIS プロトコルソフトウェア群をパッケージ化した。本パッケージは成果普及のため、プロトコルの詳しい知識が無くても GUI 操作で簡単にインストールができ、かつ、ID 通信の中継ノードをインターネットに繋ぐだけでアクセスネットワークを構築できるようになっている。普及の促進のため、NICT 内に名前解決サーバ等を整備し、NICT 外の研究開発者が自身のネットワークにパッケージをインストールすることにより、インターネット経由で HIMALIS 技術を利用できるテストベッドを構築し、公開した。平成26年度末現在、7組織に HIMALIS ソフトウェアパッケージを利用して、HIMALIS において、ID とロケータの対応付けをセキュアに端末管理サーバに登録し、かつ、端末のネットワークアクセス時の登録をセキュアする仕様「HIMALIS Architecture Security Specification」をまとめ、通信の信頼性を確保するため、階層型信頼認証構造を用いて、機器情報の登録・削除や、通信相手情報取得を安全にする方式をソフトウェア実装した。これにより、端末が接続するネットワークを頻繁に変更するネットワーク環境における通信の信頼性確保を可能にした。

- ・災害時等ネットワーク管理者が不在でも、自動でアドレス割当を実施するための機構として、階層型自動アドレス割当機構 HANA を開発した。広域災害に対応するために、広域ネットワークに HANA を適用し、BGP が動作し、かつ、100Gbps のラインカードを接続することができる商用ルータに HANA を移植し、DNS へのホスト情報を自動的に登録削除する機能も併せて機能検証した。これにより、広域災害においても、自動でアドレス割当が可能なることを実証した。さらに、HANA と HANA に特化した経路制御を組み合わせることにより、災害時に被災地とバックボーンネットワークのノードとの間での回線の断絶や、ノードの機能不全、および、別のノードへの回線の再接続を実施した場合、回線復旧後、概ね 60 秒で新しい IP アドレスを再配布し、かつ通信が復旧できることを、NICT の耐災害 ICT 研究テストベッドで実証した。
- ・HANA を用いたネットワークにおいて、一部の通信路や機器が機能不全に陥っても別経路で通信ができるネットワークを構築した。さらに、ネットワーク可視化システムを開発し本ネットワークへ適用し、通信サービスを提供するために不可欠の故障発見を容易にした。将来的な課題として、HANA と SDN を組み合わせることにより、LAN スイッチと端末のアドレス割当を一元管理し、自動アドレス割当に加え、ネットワーク保守者が必須としているネットワーク保全用シートを自動生成する機構を開発した。これにより保守者の人為ミスをなくし、作業時間を大幅に短縮しつつ、従来の保全管理も可能な LAN の構築が可能となった。さらに、データセンターの SDN との連携を実施し、自動的にデータセンターのサーバ間ネットワークを構築する技術を開発する見込みである。実証対象として、NICT が運用している大規模スマート ICT サービス基盤テストベッド上の分散データセンターにあるサーバ群のネットワークを用いる予定である。
- ・ネットワーク上に分散されたルータやノードが自律分散的にコンテンツをキャッシュし、そこからコンテンツの取得を可能とする「情報（コンテンツ）指向ネットワーク (Information Centric Networking/Content Centric Networking 以下 ICN/CCN) 技術」の研究において、(1) ネットワーク

内キャッシュ機能, (2) 広帯域リアルタイムストリーミング機構, (3) 効率的な多対多のグループ通信, (4) ICN テストベッド、の研究開発を行った。ネットワーク内キャッシュ機能に関しては、ノードとコンテンツの近傍性を考慮してキャッシュ探索する Potential Based Routing (PBR) を設計し論文発表 (Elsevier Com. Net., 平成 25 年 11 月) した。

- ・広帯域リアルタイムストリーミングを実現する「Named Real-Time Streaming (NRTS)」では米国 CCNx を用いたストリーミング帯域の上限に対し (条件によっては) 2 倍以上引き上げることが可能となった。ICN の概念を用いた効率的な多対多のグループ通信の実現例として、コミュニティ名やサービス名を識別子とした「Community-Oriented Route Coordination on ICN (CORIN)」システムを設計し国際学会 (IEEE LCN, 平成 25 年年 10 月) にて発表した。
- ・ICN 技術実装の評価環境として、Linux コンテナ (LXC) ベースの ICN テストベッドを設計し、プロトタイプ実装 (VM) を完了した。平成 26 年 2 月末時点で、NICT と AsiaFI 参加組織を含めた合計 8 組織との接続を完了した。この世界初の ICN オープンテストベッドの実現は IEEE Network (Nov. 2014) (IF: 3.72) に掲載された。更に、ICN の性能解析手法を設計/開発し、IEEE ComMag (Mar. 2015) (IF: 4.460) に掲載された。
- ・国際標準化として、IETF RFC 1 勧告 (RFC 7244 “RTP Control Protocol (RTCP) Extended Report (XR) Blocks for Synchronization Delay and Offset Metrics Reporting”) と IRTF RFC 1 勧告 (RFC7476 “Information-Centric Networking: Baseline Scenarios”) を発行した。
- ・災害時における情報共有を実現するために、ネットワーク基盤ならびに端末がスケーラブルかつ省電力に通信する GreenICN 技術の研究開発を開始した。大規模ビデオ配信と情報共有の 2 つの応用例を元に GreenICN に対する要求条件を導き出し、災害時のフラッディングベース通信方式の特性の明確化や、ICN のキャッシュ機能を活用した動画配信技術の提案などを行った。低消費電力な ICN を構築するために、ICN ルータにおける電力モデルを構築した。ここでは HW ベース/SW ベース双方の ICN ルータの消費電力量を詳細に実測し、それぞれの機能で消費する電力量をモデル化した。その成果は ACM ICN2014 で採録された。
- ・さらにアプリケーションに焦点を当てた GreenICN 研究活動と平行して、大規模数の情報・コンテンツを低エネルギーで流通する経路構成技術として、Energy Efficient and Enhanced-type Data Centric Network (E3-DCN) と呼ばれる消費エネルギー最適化コンテンツ配信システムのプロトタイプ開発を行い、仮想化テストベッド上で、37 台の DCN 中継ノード、320 台の端末、400 種類のデータ ID を用いた検証を実施し、単純な木構造の配信と比較し、データ取得の遅延および DCN 中継ノード負荷をそれぞれ 30% と 75% 低減できることを確認した。
- ・大容量コンテンツの流通において、コンテンツ発見手法の設計として、ネットワーク誘導を利用した “Breadcrumbs” と呼ばれる技術をベースとした階層モデルによるコンテンツ分散配置技術、配信プラットフォーム構築技術等を開発し、上記方式を実現するプラットフォームへの実装 (仮想化テストベッド上で 7 ノードによる動作検証) を完了した。また、より効率的なコンテンツ発見を実現するため、Resource Breadcrumbs (RBC) と呼ばれる方式と En-Route RBC (ERBC) と呼ばれる方式を設計した。シミュレーションの結果では、インターネット上でのコンテンツ配信に比べ、提案するサーバロケーション解決時にキャッシュ予想ロケーション情報も応答する MSRC 方式を用いることによ

また、伝送速度や信頼性、接続端末の規模など要求条件の異なるネットワークサービスを同時に可能とするため、多様な通信サービスを一つのネットワークで提供可能な仮想ネットワークノードについて、ネットワークリソース（帯域等）分離を容易に実現できるパケット・パス統合ネットワーク上で新たに実現するとともに、仮想ネットワークを無線アクセス回線に拡張する無線アクセス仮想ネットワーク構築技術を研究開発し、災害救援時を含め、必要となる様々な情報を共用できるシステムを情報に応じて適切な伝送方式により仮想ネットワーク上で構築可能とする仮想ネットワーク基盤技術を確立する。

リトラヒック量削減効果（約 15%）が見込まれる。実証実験では実際のノードが 7 台しかないため大規模な実証実験は困難ではあるが、50 台程度のユーザ端末を全国に配置して実験した結果、14%程度のホップカウントの削減が可能であった。

- ・仮想ネットワークの概念設計を実施し、ネットワーク仮想化の技術要件が以下の 5 点であること明確化した。
  - ①資源の抽象化
  - ②資源の独立分離性
  - ③資源の柔軟性
  - ④プログラム可能性
  - ⑤認証
- ・前中期計画で開発したパケットベースのネットワーク仮想化に対し、今中長期では、技術要件の②資源の独立分離をより強固とするため、パケット・パス統合ネットワークを転送基盤とし、より厳密に資源分離を可能とし、テストベッドレベルでのユーザ間分離を保証するための管理制御機構を開発した。これは仮想化ノードとトランスポートネットワークの管理モデルの検討を行い、トランスポートネットワーク制御管理システムを開発し、仮想化ノード管理システムと VLAN および光パスを対象としたトランスポートネットワーク制御管理システムとの連携動作をすることにより、実現した。さらに仮想化ノードにおける資源分離を適切に行うために、階層化資源管理方式の実装および評価を実施するとともに、プログラマ-リダイレクタ間を連携したリソースアイソレーション方式とトランスポートパスの優先度制御方式とを実装し、プログラマ・リダイレクタ・トランスポートネットワークの全体でリソースアイソレーションおよび動的な仮想リンク（リンクスリバ）の帯域変更を実現し、ネットワーク帯域に対する時間的な要求変動に追従するよう実装した。これにより、災害時等で通信要求に大きな変動があった場合でも適切に仮想リンク帯域を増減することが可能である。さらに、運用性および利便性向上として、異常状態スリバー削除、部分メンテナンスモード、スライス操作履歴機能、エラー表示高度化機能等を実装し、テストベッド品質の運用管理性を実現した。ネットワーク仮想化コアノードについて、プログラマ内部の 10GbE 化などネットワーク I/O 性能向上のための検討を行い、試作および検証を完了した。ハードウェアオフロード機構を適用することにより、IA サーバ内の仮想マシンを利用する Slow Path にて 10Gbps ワイヤレートのネットワーク I/O を実現した。インターネットを介して仮想ネットワークに接続するためのゲートウェイ機能について、これまでの UNI インタフェースに以外に、NNI インタフェースを実装し、複数ユーザを同時に仮想ネットワークに接続する機能を実装し、さらにマルチコア CPU によって、フロー分散/連携処理技術を実装することで、従来モデルより 183%~340%高速化した新型ゲートウェイ装置を 20 台試作した。ネットワーク仮想化エッジノードについて、プログラム性とパフォーマンス性を両立するために、メニーコアプロセッサに仮想化技術を適用した小型・省電力のエッジノードを開発し、JGN-X 上のネットワーク仮想化テストベッドを用いて広域ネットワーク実験を実施した。
- ・上記に加え、テストベッド上での実験および国際展開を加速するために、さっぽろ雪祭りにて複数

種類の SDN 切替えによる放送配信・運用実験を実施し、アプリケーション実証を行ったほか、仮想化ノードを米国ユタ大学に設置し、米国テストベッドの ProtoGENI プロジェクトとの相互接続に成功し、日米をまたぐ大きな仮想ネットワークが実用レベルで構築できることをデモンストレーションした。これにより、今回開発したネットワーク仮想化技術の上で実現できるアプリケーションをそのまま海外で利用することができるため、ユーザの取り込みが容易となる。さらに、欧州の仮想化基 Fed4FIRE との接続を実施し、日米欧の三仮想化基盤間を日本の技術を用いて統合し、グローバルスケールな仮想ネットワークを構築できることを実証し、報道発表を実施した(平成 27 年 3 月)。

- ・仮想ネットワークを用いた実験を容易にするために、仮想ネットワーク上に展開するサービスを簡単に配置できる技術を開発した。平成 23 年度に検討したトイブロックアーキテクチャに基づく GUI インタフェースの設計ツールを開発、サービスに必要なブロックを多数のノードから成るスライス上に展開し、サービスを実行するためのサービス配置・実行ツールを開発・検証した。また、サービスを利用する端末のスライス利用状況によって、スライス内でサービスを構成する機能ブロックや仮想サーバを切り替える方式を実装、評価した。JGN-X 上の仮想化基盤だけでなく、ProtoGENI・ORCA・PlanetLab など、制御手法の異なる他の仮想化基盤との間での仮想インフラ資源の流通(フェデレーション)を実現し、高度でプログラマブルなサービス流通の範囲を拡大した。
- ・仮想ネットワークを無線アクセス回線に拡張する無線アクセス仮想ネットワーク構築技術について、データリンク層仮想化の実現手法として、無線アクセスシステムにおける MAC パラメータの動的制御を行うことで無線アクセス仮想ネットワークを構築する方法を提案・検討した。これを実現するための要求条件の整理に基づいたプロトタイプの試作を行い、動作実証を行った。実証実験の結果、提案したデータリンク層仮想化の方法によって、無線ネットワーク資源を任意の配分比率に分割することが可能となり、これを各仮想ネットワークに割り当てることが可能になることを実証した。また無線ネットワーク資源の分割制御に関わる高度な計算資源をネットワーク内にプールする方式(資源プール)の基礎検討を進めた。続いて、複数の物理的な無線インタフェースを用い、サービスの種類に応じたスライスを動的に構成する仮想無線インタフェース技術、および当該技術を実装した仮想化対応 WiFi 基地局を開発した。また、空間的な無線リソース制御として、仮想化対応 WiFi 基地局内にある異なるサービス用のスライス間でハンドオーバーを行う、仮想無線インタフェース間ハンドオーバー技術を開発し、リアルタイム性を有するサービスにおいてもサービス無停止で、無線アクセス資源の切り替え動作が可能であることを実証した。更に、有線ネットワークの仮想化を行うネットワーク仮想化制御サーバとの連動により、移動通信環境においても、特定のサービス専用のスライスを利用者の近傍に動的かつシームレスに構成し、関連サービスに関わる通信フローの疎通率及び遅延特性を改善できることを明らかにした。また仮想化対応 WiFi 基地局と Information-Centric Networking (ICN) 技術を連携し、特定のサービス専用のスライス上に配置されたコンテンツを利用者の近傍性に基づいて取得する技術を開発した。さらに、特定サービスに専用化された仮想的な基地局を構成する技術と、特定サービストラフィックを仮想基地局にシームレスにハンドオーバーさせる仮想基地局間ハンドオーバー技術の開発に成功した。これにより、無線 LAN が混雑している場合でも、低遅延が要求される VoIP 通信などを優先的につながりやすくする WiFi ネットワーク、「仮想化対応 WiFi ネットワーク」の開発に成功した。混雑時における VoIP の呼接続確



立時間が所定の時間（600ms）を超える確率を 19.7%から 4.6%に低減できることを実証し、報道発表（平成 25 年 6 月 11 日）および国際会議 CCNC2014 における研究発表（平成 26 年 1 月）を実施した。サービスに応じた EPC・IMS の仮想化制御によるシグナリング削減手法を開発し、特許出願（2 件）と研究会（2 件、平成 25 年 9 月、11 月）での発表し、国際会議（2 件、平成 26 年 1 月、2 月）にて発表した。さらに平成 27 年度実施 JGN-X 上でのプロトタイプ実証に向けた基盤構築の一部前倒しとして、WiFi 基地局の稠密配置環境下でサービスに適した“つながりやすさ”を実現する無線ネットワーク仮想化技術の有効性を実証するための「仮想化対応無線ネットワーク設備」の詳細設計と開発を完了した（平成 26 年 2 月）。上述の上クセス、コアネットワークの全経路が仮想化できるネットワーク仮想化基盤を JGN-X 上のネットワーク仮想化テストベッドと仮想化 WiFi システムを統合することにより実現した。構築したネットワーク仮想化実証基盤を、米国 NSF が主導する大規模テストベッド GENI/MobilityFirst と相互接続して国際共同実験を実施した。

- ・ネットワークの仮想化について、ITU-T にて Y. 3011（網仮想化の枠組み）、Y. 3012（網仮想化の要求条件）、Y. 3014（網仮想化のアーキテクチャ（予定））および Y. 3300（SDN の枠組み）を日本主導あるいは強力で推進することにより、国際標準化を実施した。
- ・これらにより、ネットワーク仮想化基盤技術は確立した。
- ・さらに、より高速な光パケット・光パス統合ネットワークとネットワーク仮想化技術の一つである OpenFlow 技術を組み合わせた、光パケット・光パス統合 SDN 基盤技術を開発した。高速で安価なサービスと低遅延で低データ損失なサービスの提供を可能とする光パケット・光パス統合ネットワークについて、大手町と小金井の間の JGN-X 光ファイバを用いてテストベッドネットワークを構築した。10 ギガイーサネット 12 ポートと世界初の 100 ギガ光パケットインタフェースを持ち、かつ、SDN に対応できるインタフェースを有するレイヤ 3 スイッチを開発し、光パケット・光パス統合ノード装置に組み込み、アクセスネットワークからの大量データを容易に処理できるようにした。また、32 ビット最長一致検索できる 100 ギガビット光パケットスイッチをテストベッドに組み込み、大数のエンド端末からのパケットを転送できるようにしたり、JGN-X の OpenFlow テストベッド RISE と連動できる仕組みを構築したりし、さまざまなパケット・パス連携実験をできる実証基盤を構築した。サービスの QoS 要求に対し、ネットワークの負荷から提供品質を計算し、適切な経路を求める経路計算エンジンを用い、かつ、光パス ID/光パケット ID と OpenFlow のフロー ID の間での適切なマッピングを行うことにより要求にあった経路を提供することができる、OpenFlow によって制御されるエッジネットワークと光パケット・パス統合ネットワークで構成される基幹ネットワークの連携制御のためのアーキテクチャを設計した。そのうち VLAN ID や宛先 IP アドレスを OpenFlow のフロー ID として光パスや光パケットの回線にデータを流すための連携制御のための機構を実装した。光パケット・光パス統合ネットワーク技術を光メトロネットワークに適用し、産学 5 者（通信事業者、装置事業者、大学、検証装置事業者 2 者）連携により、光コア・光メトロ・光アクセスの異なるネットワークを SDN コントローラにより統合管理し、コア・メトロ・アクセスに跨がる光ネットワーク内に仮想ネットワークを構築する世界初の光 SDN システムの相互接続実験に成功し、報道発表、および、国際会議での動態デモを実施した。さらに、産学官連携を、産学 7 者（通信事業者 2 者、装置事業者 2 者、大学、検証装置事業者 2 者）に拡張し、3 箇所の SDN 制御ドメインを跨って沖縄と

東京を繋ぐ複数 SDN コントローラの相互接続による仮想ネットワーク構築を成功し、国際会議で動態デモを実施する見込みである。大規模光ネットワーク構築のための拡張として、32 ビットの光アドレスを付与できる光パケットを構成する光パケットエッジシステムを開発し、光パケット・光パス統合システムに組み込んだ。光パケット・光パス統合システムのインターネット接続試行や、仮想化、SDN 制御などを紹介する招待論文が 2013 年インパクトファクタ (IF) 2.862 の IEEE/OSA JLT 誌に掲載された。("Optical Packet and Circuit Integrated Networks and Software Defined Networking Extension," IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology, Vol. 32, No. 16, pp. 2751-2759, Aug. 15, 2014 (invited)) (平成 26 年 8 月)。また、光パケット・光パス統合ネットワークの SDN 化に関し、光通信に関する欧州のフラッグシップ国際会議 ECOC2013 (平成 25 年 9 月) アジアのフラッグシップ国際会議 OECC2015 (平成 27 年 7 月) 等で招待講演した。

### イ 複合サービス収容ネットワーク 基盤技術の研究開発

利用者ごとに異なる必要なリソース (ネットワーク帯域、ストレージ、演算能力等) をネットワーク上で動的に確保し、個々の利用者がそれぞれ求めるネットワークサービスを柔軟に実現可能とするため、リソースの追加割当等の調整機能を有する複合サービス収容ネットワーク基盤について、将来の新世代ネットワークの利活用シーンを想定した実証実験を行いつつその基盤技術の確立を図る。

- ・ 将来の新世代ネットワークの利活用シーンを検討するにあたり、2030 年ごろのネットワークの利活用方法を前提とすると、地理的に広域に散在する超大数かつ様々な種類の情報・コンテンツ等のオブジェクトを用い、リアルな世界をサイバー空間でリアルタイムに処理できる、計算およびネットワーク環境融合型基盤システムが必要となる。その基盤の要求条件を検討した結果、兆単位のオブジェクトに対する拡張性確保のためには自律分散ネットワーク構成技術が必要であること、また様々なデバイス・アクセスネットワークを通じた情報取得と配信を実現するための異種ネットワークアクセス技術の確立が必要であることを明確化した。規模拡張性を持つ分散型のアーキテクチャに基づくサービス基盤の設計を実施した。
- ・ 自律分散ネットワーク構成技術については、ネットワーク仮想化基盤上でリソース制御とオーバーレイネットワークの構成を行うためのプラットフォームの基礎設計を完了した。また、異種ネットワークアクセス技術については、異種のデバイスを統一的に扱うことが出来るインタフェースの基礎設計を行なった。これら基礎設計に基づいて、広域センサネットワークのプロトタイプシステムを試作し、異なる複数のセンサネットワークのデータを統合したセンサ情報サービス提供が可能となることを JGN-X テストベッド上で確認した。
- ・ 新世代ネットワーク基盤技術の大規模分散環境におけるプロトタイプ実証、ならびに、将来の利活用シーンを想定した実証実験を支えるテストベッドとして、大規模スマート ICT サービス基盤テストベッド「JOSE」を開発した。JOSE は、全国 5 つの分散拠点に、合計 1,200 台の計算機サーバ、50 台のストレージサーバを有する国内最大規模の ICT テストベッドであり、利用者ごとに異なるリソース要求 (ネットワーク帯域、ストレージ、演算能力等) を動的に確保し、利用者専用の実験環境として提供する仮想ネットワーク・仮想マシン管理機能をもつサービス基盤を有する。同サービス基盤は、P2P ベースで動作するユビキタスコンピューティングプラットフォームと複数の SDN ドメインを統合利用し、多数のセンサおよび仮想マシンを収容するネットワークの構成や、外部の連携ネットワークの構成に対する変更要求へ迅速に対応可能なシステムとして構築した。当該テストベッド上で、延べ 30 以上の実証実験が実施され (見込み)、細粒度の気象予測、大規模複合施設におけ

		<p>る人流情報取得、広域エネルギーマネジメント等の新たなアプリケーションが新世代ネットワーク技術を活用した実証実験として実施された。複合サービス収容ネットワーク基盤として、モバイルワイヤレステストベッドの異分野センサデータ収集解析サービスを公開しており、中期目標は達成見込である。情報サービスによるネットワークの制御技術の研究開発については、異分野センシングデータ収集解析の要求に連動してノード発見やパス生成、網内データ処理等を自動的に行う Service-Controlled Networking (SCN) の実証システムを JOSE (Japan-wide Orchestrated Smart/Sensor Environment) 上に実装し API を公開するとともに、SCN をオープンソース化し公開する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・セキュリティの向上については、新世代ネットワークにおいて解決すべきセキュリティ課題を「ID/ロケータ分離の特徴を活用した既存のセキュリティ問題の解決」、「仮想ネットワークの特徴を活用した脆弱性に対する速やかな修復」、「10 兆レベルの端末・デバイスに対応する認証・プライバシー保護基盤」と定め、それぞれの課題についてネットワークセキュリティ研究所で研究している「セキュリティ知識ベースや分析エンジン」、「階層型の大規模認証技術」と新世代ネットワークの特長の組み合わせによる実現方法を定めた。中でも、新世代ネットワークにおける膨大な機器数を考慮した場合、使わなくなった機器に関する認証情報の無効化のスケラビリティ向上を達成する必要があり、この要求を達成する認証技術「Revocable IBE/IBS(identity-based encryption/identity-based Signature)」を開発し、これを新世代ネットワークに接続する機器へ容易に組み込むためのライブラリ実装を行った。</li> <li>・欧州 6 機関と日本 5 機関による国際連携プロジェクトにより、インターネットに接続する人・モノ・サービスについてクラウドコンピューティングを基盤として融合する効率的な協調プラットフォームに関して、平成 28 年 3 月までに構築する見込みである。構築した協調プラットフォームを使い、日欧のパイロット 4 都市(藤沢、三鷹、サンタンデル、ジェノバ)でのアプリケーション実証を行った。</li> </ul>
--	--	---

自己評価		主務大臣による評価	
<p>評価</p>	<p>A</p>	<p>評価</p>	<p>A</p>
<p>【評価結果の説明】</p> <p>以下のように目標を十分に達成し、顕著な成果を挙げたことから自己評価を A とした。</p> <p>○ 新世代ネットワーク基盤技術の確立に向け、国内産学官連携および国際連携を実施しながら、基盤技術の研究開発を進め、その開発成果を実際に使用できる新世代ネットワークのプロトタイプを JGN-X 上に実現することにより、新世代ネットワーク基盤技術を確立した。新世代ネットワークの基本構造の構成技術に関する研究開発については、新世代ネットワークの基本構造の明確化とその実現に必要な様々な技術を研究開発するとともに ITU や IETF 等で国際標準化を行った (ITU-T Y. 3000 シリーズとして、16 件 (平成 26 年度時点)、RFC 2 件)。その中核をなす技術として、ネットワーク仮想化とパケット・パス統合ネットワーク技術があり、ネットワーク仮想</p>		<p>&lt;評価に至った理由&gt;</p> <p>新世代ネットワーク技術は、第 3 期中長期計画において、新世代ネットワークの基本構造を構成する基盤技術の確立、仮想ネットワークの基盤技術の確立、複合サービス収容ネットワーク基盤技術の確立を図ることとしており、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</p>	

化については、電気パケット・光パス統合ネットワークを下層にもつ有線ネットワーク上だけでなく、無線ネットワークの仮想化を実現し、双方組み合わせてエンドトゥエンドのネットワーク仮想化を実現した。これらの研究開発成果は ITU-T にて、Y. 3011, 3012, 3014(見込み), Y. 3300 の 4 標準化勧告としてまとめた。確立したネットワーク仮想化技術を JGN-X 上に展開し、現在の IP ネットワークでは実現できない新しいアーキテクチャによるコンテンツ配信実験を実施し、15%のトラフィック量の削減等の成果を実証した。さらにより高速なネットワーク仮想化を目指し、光パケット・光パス統合ネットワーク技術と Openflow 技術を組み合わせたネットワーク仮想化技術の開発を実施し、産学官連携で実証実験を実施した。複合サービス収容ネットワーク基盤については、P2P ベースで動作するユビキタスコンピューティングプラットフォームと分散クラウドおよび SDN (Software Defined Networking) を組み合わせた情報処理基盤を整備した。さらに、アプリケーションやサービスからネットワークを動的に制御する SCN(Service-Controlled Networking)を組み合わせたデモンストレーションを実施。複合サービス収容ネットワーク基盤のプロトタイプ JOSE の整備および国内海外を含めた 27 件の実証実験が完了し、その基盤技術が確立した。

#### 「必要性」

○ インターネットは現代社会に欠かせないインフラとなっているが、一方でその将来性、安全性、効率性等に大きな問題を抱えている。新世代ネットワークは持続的発展を可能とするネットワーク仮想化技術を用い、その上でコンテンツ配信サービス等の将来の重要サービスを消費エネルギー観点から効率的に提供可能とするアーキテクチャを実現するものである。従って、新世代ネットワーク技術は重要な社会インフラの研究開発という点で国策として行うべきと考える。本中長期では学術的成果として、平成 23 年度から 26 年度までにおいて、論文数として 579 件の発表を実施した。代表的な成果として、“Design and implementation of ICN-enabled IEEE 802.11 Access Points as Nano Data Centers” Journal of Network and Computer applications [Elsevier] (IF 1.77) や “Container-Based Unified Testbed for Information-Centric Networking” IEEE Network Magazine (IF 3.72) がある。また SIGCOM ACM ICN 2014 (採択率 17.5%) や IEEE COMPSAC2014 (採択率 21.5%) 等をきわめて難易度の高い国際会議での発表を実施した。このように、学術的に極めて高い評価を得ており、科学的・技術的意義、社会的・経済的意義は高く、研究開発の必要性は高いと考えられる。また、新世代ネットワーク基盤技術の実証手段として、それぞれの要素技術を統合し、機構が運営する JGN-X 上に新世代ネットワーク技術を検証できるテストベッドを構築した。構築にあったっては、新しいネットワーク技術を検証するためのネットワーク仮想化テストベッド、新しい識別子にもとづくコンテンツ配信検証のためのテストベッド、複合サ

将来的な成果の創出の期待等が認められるため、A とする。主な成果は以下のとおり。

- ・国内産学官連携及び国際連携しながら、新世代ネットワーク基盤技術の研究開発を進め、その開発成果を JGN-X 上に構築した新世代ネットワークのプロトタイプで実証した。また、実証実験で得られた技術的知見に基づき、ITU や IETF 等で 16 件（平成 26 年度末時点）の国際標準化を行った。
- ・ネットワーク仮想化については、電気パケット・光パス統合ネットワークを下層に持つ優先ネットワーク上だけでなく、無線ネットワークの仮想化を実現し、双方組み合わせてエンド・トゥ・エンドのネットワーク仮想化を実現した。
- ・複合サービス収容ネットワーク基盤のプロトタイプ (JOSE) の整備及び国内外を含めた 27 件の実証実験が完了し、その基盤技術が確立した。
- ・研究開発成果を内外に向けて着実に発信するとともに、国際標準化活動を推進しており、国際競争力の強化と研究成果のグローバル展開に貢献し、我が国発の技術の世界市場への波及効果が見込まれる。

#### <今後の課題>

JGN-X 上に構築する新世代ネットワークのプロトタイプとして仮想ネットワーク基盤技術

ービス収容ネットワーク基盤技術の検証のためのテストベッドの、3種類のテストベッドを構築し、実証実験を実施した。

#### 「効率性」

- 新世代ネットワークの実現に不可欠なネットワークサービス関連の要素技術をネットワークシステム総合研究室で実施し、各研究所で行われている要素技術を生かした、新世代ネットワーク実現のためのシステム実装・実証は戦略プロジェクトとして実施することで、重複を排除した研究開発投資を実現している。また、推進手段として、NICT 自ら研究と産学官による研究を有機的に統合するため、産学の自主研究、NICT の委託研究、NICT との共同研究を推進した。共同研究に関しては、10 研究テーマ、国内 14 機関との共同研究をまた海外とは 3 研究テーマ、海外 3 機関との国際共同研究を推進した。委託研究に関しては、4 課題 15 研究テーマに関し実施し、NICT 単独で実施するよりも、産学の英知を結集させ、より実用に近い研究テーマに関しても積極的に推進し、効率化を図った。

#### 「有効性」

- 国際競争力の強化と研究成果のグローバル展開を推進するために、国際標準化活動を推進した。新世代ネットワークの研究開発の成果を平成 21 年より継続的に ITU-T に提案し、審議に積極的に貢献した。これにより、将来ネットワークの目的と設計目標に関するフレームワーク ITU-T Y. 3001、将来ネットワークのためのネットワーク仮想化のフレームワーク ITU-T Y. 3011 および将来ネットワークのための低エネルギー消費のフレームワーク ITU-T Y. 3021、識別子に関するフレームワーク ITU-T Y. 3031（平成 24 年 5 月）の 4 つの勧告が中長期計画の初期に成立し、その後の活動により、将来網に関する国際標準化 Y. 3000 シリーズとして、前述の 4 勧告を含め計 16 勧告が成立し、うち 7 件の勧告について、日本人がエディタを務めた。またデファクト標準である IETF/IRTF においても積極的に研究成果に基づく提案を実施し、IETF および IRTF で RFC それぞれ 2 勧告を発行した。国際標準化の推進により、高い国際水準の達成を実現するとともに、国際標準の獲得により我が国発の技術の世界市場への波及が見込まれ、高い有効性があると考えられる。

#### 「国際水準」

- 前中期計画中に研究開発を行ってきた光パケット・光パス統合ネットワークとネットワーク仮想化に関しては国際的に優位な状況にあり、この優位性を生かして、上位のサービス関連研究開発を組み合わせることにより、

を確立し、実証実験へと有効につなげることができた。今後は、新中長期目標期間に向けて、これまでの新世代ネットワーク技術の研究開発成果の達成度合い等について総括を行い、今後の研究開発に活かしていくことが重要である。

上位のレイヤまで優位性を発揮できると考えている。光パケット・光パス統合ネットワークに関しては、コアネットワークだけでなく、アクセス、メトロの技術も合わせて運用できる技術を開発し、今後もトータルシステムとして、国際的に優位な状況となるよう研究開発を実施している。またネットワーク仮想化に関しては、わが国主導で、日米欧の仮想化基盤を統合するフレームワークを構築している。また、ITU-T にて標準化された要求条件についても、NICT のネットワーク仮想化の研究開発成果を盛り込んだ勧告となっており、引き続き研究開発だけでなく、産業的な点でも優位性を保てるよう活動している。情報指向ネットワークングについても、RFC の発行や、インパクトファクタの高い IEEE Magazine への掲載、難易度の高い国際会議 (ACM ICN2014) での発表等高い国際水準を有していると考えられる。また、国際競争力の強化と研究成果のグローバル展開を推進するための手段として、欧州、および米国と連携して研究開発するプログラムの枠組みを整備した。欧州との連携については、欧州委員会通信総局と連携し、平成 25 年からは、日欧双方でそれぞれの共同研究開発チームに資金提供し、双方の強みを生かした研究開発を実施するスキーム、日欧共同公募を確立し、今中長期中に 2 回の共同公募を実施した。第一弾の共同公募においては、日欧コンソーシアム作りのためのミニワークショップを 2 回開催し、3 件の採択枠数に対して 3 テーマ合計 13 件の応募を得、平成 25 年 4 月 1 日より研究開発を開始した。第二弾の共同公募については、平成 26 年度に公募を実施し、2 件の採択枠数に対して 14 件の応募を得、平成 26 年 10 月 1 日より研究開発が開始された。日米に関しては、全米科学財団 (NSF) と連携し、平成 25 年に第 3 回日米将来ネットワークワークショップを主催し、日米共同研究第一弾 (7 プロジェクト) を完了し、その後平成 25 年 5 月末に NSF と共同公募に関する MOU を締結し、“Beyond Trillions” をテーマとした共同研究に対する共同公募を実施した。21 件の応募があり 7 件を採択した。欧州委員会との連携については、日欧の産学官が連携する共同研究開発、NSF との連携は日米の大学と NICT が連携することによる共同研究とそれぞれの連携相手の特質に合わせた、スキームと研究フェーズを導入することにより、効率的な研究開発を推進した。この国際間共同研究開発スキームにより、日本の研究者と海外の研究者の連携が促進され、国際間共著論文の著作 (平成 26 年度末時点で 7 件) が実施された。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 7

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添1-(2) 光ネットワーク技術		
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）	独立行政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		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0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ												
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度
論文数	—	274	377	370	425		事業費用（億円）	31.7	32.9	36.6	33.1	
特許出願数	—	114	193	196	148		職員数 ※内数	69	75	72	77	

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等

● フォトニックネットワーク技術の研究開発

各家庭に光通信を低エネルギーで提供する光ネットワーク制御技術、光ファイバの容量を飛躍的に向上させる革新的光多重技術、オール光ルータを実現するための技術、量子情報通信技術などの研究開発を実施する。

別添 1- (2) 光ネットワーク技術

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。

また、光ネットワークの物理層における限界を打ち破るフォトニックネットワークシステムの基盤技術を確立するため、物理層の制約を取り払い、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や、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、光信号のまま伝送や交換を行うことができる領域をさらに拡大するための技術を確立する。

さらに、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。



### ア 光ネットワークアーキテクチャの研究開発

光パケット・光パス統合ネットワークの基本アーキテクチャ構成技術について、研究開発テストベッドを用いた実証等を行いつつ、その確立を図る。また、この統合ネットワークにおいてアプリケーションからの要求を満たしつつ大幅な省エネルギー化等を実現するため、光電気変換を行う場合に比べエネルギー消費を1/10～1/100程度まで効率化可能な光パケット交換機能を実現するとともに、ネットワークの一部における通信状態等からの推計によりネットワーク資源全体の逼迫回避や災害時の緊急的な通信需要を確保するための資源調整等の制御が可能なネットワーク資源調整技術を確立する。

### ○光パケット・光パス統合ネットワークの基本アーキテクチャ構成技術について

- ・光パケット・光パス統合ノードを拡張し10Tbpsのスループットを得るよう最適に構成した場合、既存の電気処理ノードと比べて推定消費電力がルータの1/10になることを確認した。光パケット交換機能自体の1ビットあたりの消費電力については、1端子あたり10Tbps以上において、1/100以下となる見通しを1年前倒しで得た。また、宛先検索機能の消費電力に関して、従来の1/20以下を達成し、階層的自動アドレス構成機構（HANA：Hierarchical Automatic Number Allocation）と組み合わせることにより従来比1/200の消費電力削減の見通しを得た。
- ・100Gbps光パケット7個分の光バッファを光パケット・光パス統合ノードに実装し、パケット長の異なる様々なトラフィックパターンに対してパケット損失率が規格で定められている $10^{-4}$ 以下の良好な光バッファリング動作を世界で初めて実証した。
- ・光パケット交換システムの実用化に向けて、インターネットルータの宛先検索と同じ仕組み、同じビット長での検索を実装した光パケットヘッダ処理装置を開発し、光パケット・光パス統合ノードへの組み込みに成功した。すなわち、世界で初めてインターネットのアドレス検索と同じ仕組みでIPパケットのアドレス長と同じ長さのアドレスを含む光パケットを処理する光ノードシステムの実装に成功した。この装置には、産学連携で開発した従来技術LSI（TCAM：Ternary Content Addressable Memory）と同一条件で比較した場合、わずか5%の消費電力で動作する16ビット宛先検索エンジンLSIを実装している。
- ・光パケットバッファに加え、電子パケットバッファを補助的に用いる光・電子混合バッファの研究を進め、提案設計方式により、電子バッファのみと比較し消費電力を最大約30%削減できることを

さらに、通信データの集中による過負荷や機器故障等によるネットワークの通信障害等に備え、信頼性向上のために複数の通信経路を設けるマルチホーム型接続環境を実現するため、経路制御情報を大幅に集約できる構造を持つアドレス体系を構築するとともに、自律的にアドレス割り当てを行う自動アドレス構成技術やマルチホーム対応のためのネットワークの管理制御技術を確立する。

確認し、国際会議 IEEE Globecom 2014 (Global Communications Conference) で発表した。さらに、最適性能を得られるパラメータを簡易に導出できる数値解析モデルを用いた機構を構築した。

- ・ 5 台の光パケット・光パス統合ノードを 50km の光ファイバで接続し、各ノードを通過する際の光パケットを評価し、10 ホップ 450km 伝送後の符号誤り率は  $10^{-9}$  以下で、安定した伝送を実現した。
- ・ 光パスの使用状況に適応して光パケットと光パスの波長資源量を動的に調整する自律分散型境界制御ソフトウェアを開発し、光パケット・光パス統合ノードで光ハードウェアの再構成も含めた各リンクの自動境界制御を 5 分以内に実施し、波長資源の変更が行われることを実証した。
- ・ 産学連携で開発した管理システムを活用し、任意データの経路やトラヒックの流量、リンク故障の可視化など、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した。
- ・ 平成 23 年度にはテストベッドへの接続の第一歩として、光パケット・光パス統合ノードを NICT のテストベッド JGN-X に接続し、4K 非圧縮映像をストレスなく光パケット交換で転送できること、リングネットワークにおいて、光パケット輻輳回避機能無しでも光パケット回線を数 100 ユーザが同一波長帯域をシェア可能で、品質劣化時には光パスに伝達経路を切替えてアプリケーションの品質を保てることを実証した。平成 24 年度以降には、ノード装置を NICT 機構内のインターネットにアクセスできる実験網内に設置して、ノード装置を介してもネットワーク利用できることを確認するなど安定性の向上を図った。
- ・ 平成 27 年度は、光パケット・光パス統合ノードシステムの実用化に向けて、ネットワーク実運用導入を達成する見込みである。

#### ○ネットワークの信頼性向上のための技術について

- ・ ID・ロケータ分離機構 (HIMALIS : Heterogeneity Inclusion and Mobility Adaptation through Locator ID Separation) の研究を進め、IPv4、IPv6、6LoWPAN の異種ネットワーク間通信とリンク故障・端末が移動時の通信継続を実現した。また、マルチホーム接続時にデータ損失なく、4 秒程度でアクセス先を切替えることに成功し、端末同士が安全に通信するための認証機能も実装した。
- ・ 認証機能を応用し、ユーザ端末、ネットワーク機器の組合せの認証を、ID ベース暗号・ID ベース署名の仕組みを用いて鍵サーバを介さず安全に相互認証する分散認証フレームワークを Linux 上と Android 上に実装し、各モジュールの処理性能が 1 秒以内に収まることを確認した。
- ・ HIMALIS のマルチホーム接続環境において、トラヒックの変動や送受信端末の環境変化に影響されない複数経路同時利用通信制御システムを開発した
- ・ 当機構がエディタを務めるなどで主導した ID・ロケータ分離技術に関する ITU-T 勧告 Y. 3032 が平成 26 年 1 月に成立した。既存の TCP/IP アプリケーションで Y. 3032 準拠の ID 通信対応を可能とするミドルウェアを開発した。ミドルウェアを介しても通信性能は良好で、Y. 3032 対応が簡単に実施できる事を示した。ITU-T において将来ネットワークにおけるデータアクセスネットワーク領域のレポート、エディタ、寄書入力等、関連分野の標準化活動に貢献した。

- ・HANA の研究を進め、平成 24 年度には JGN-X 上の汎用 IP ルータで HANA 機能を動作させマルチホームの実証に成功し、全国規模の HANA テストベッドとして大学等の外部組織がネットワークやサービスの研究開発で利用できるようにした。また、大規模エミュレーション環境 StarBED<sup>3</sup>においては、平成 24 年に当時のインターネット規模である 36,000 ネットワークで、平成 26 年度には現在のインターネット規模である 46,000 ネットワークで HANA エミュレーションを行い、インターネット全体に適応できる技術であることを実証した。
- ・サーバ 1,000 台規模のネットワークでアドレス設定の手間を 1/100 に削減することができる HANA 対応の省スペースレイヤ 3 スイッチを開発し、NICT 内の構内網および実験網に設置して運用試験を開始しつつ通常利用における不具合に対してソフトウェアを改修し管理制御の安定化を図った。
- ・名前解決システム DNS/DNR の設置場所変更に伴い IP アドレスのリナンバリング時のキャッシュ効率化手法を提案し DNS に実装した。柔軟なネットワーク設計ができ、DNS の管理トラフィックを 20%削減でき、インターネットトップドメイン (.com や .jp 等) への管理トラフィックが削減される。インターネット全体の安定化に寄与するとともに、単純計算で装置コストも 20%削減できる。
- ・HANA、HIMALIS の国際展開を目指し、新世代ネットワーク日米連携プロジェクト JUNO プログラムにおいて米国の大学と共同研究を実施中である。この研究成果が、採択率 19%のフラグシップ国際会議 IEEE INFOCOM 2015 に採択された。
- ・平成 27 年度は、HANA 対応レイヤ 3 スイッチによる NICT 構内網と実験網の高度化を行う。さらに、内部連携で HANA ソフトウェアの SDN (Software Defined Network) 機能の拡張を行い、当機構の大規模スマート ICT サービス基盤テストベッド (JOSE) での技術検証や、日米連携プロジェクト JUNO プログラム等への技術展開を推進する。
- ・可搬型無線基地局とそれを用いたネットワーク技術の研究開発を進め、当機構の耐災害 ICT 研究センターが敷設する無線テストベッドの構築技術として採用された。

## イ フォトニックネットワークシステムの研究開発

物理信号フォーマットがシステム毎に固定されず、サービスに応じて最適なネットワーク物理層資源を選択し、柔軟かつ効率的に機能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の実現に向け、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確立し、システムアーキテクチャを確立する。

## イ フォトニックネットワークシステムの研究開発

### ○物理フォーマット無依存ネットワークシステムについて

- ・光パケットスイッチにおいて、偏波無依存かつ、ほぼ一様な PDL および SN 特性を有した高速光スイッチを開発し、偏波・フォーマット無依存の光スイッチサブシステムを実現、さらに非同期かつ可変長光スイッチングと光バッファリングも実現した。平成 26 年度には、光パケットスイッチ技術において、世界最速の 1 端子当たり光パケット交換容量 12.8Tbps を、光バッファ、100km のファイバ伝送を含めた形で成功した。光パケット交換機能の 1 ビットあたりの消費電力が、1 端子当たり 10Tbps 以上において、1/10~1/100 以下程度になる見通しを 1 年前倒しで得た。
- ・変調方式無依存とデータレート無依存の原理実証として、16QAM の多値光変調信号と光パイロットキャリアを一括生成可能にする集積型 LN 変調器を開発し、従来困難であると言われていた多値光パケット信号の生成とバースト受信に世界で初めて成功した。さらに、変調方式・データレート・偏波無依存光スイッチと、バースト信号のみならず動的トラフィック変動でも適切な増幅を行う新型オールバンド光増幅器を開発し、世界初の多値 (16QAM) 光パケットスイッチング実験に成功した。これ

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確立する。さらに、コア間干渉雑音耐性向上技術等、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確立する。

により、電気パケットスイッチングでは不可能な、変調方式とデータレート無依存の光パケットスイッチングを実証した。

- ・多層化シートファイバ遅延線を導入した世界初可変長対応 31 パケット光バッファの開発に成功し、位相変調パケットを用いて実験実証した。
- ・100Gbps (8×12.5Gbps)全光 OFDM 技術に関して、同方式の大きな問題である分散の計測と補償技術を全光 OFDM 用に開発し、実験実証に成功した。また、平成 24 年 10 月から 3 年間の EU FP7 ASTRON(Adaptive Software Defined Terabit Transceiver for Flexible Optical Networks)プロジェクトに参画し、OFDM 技術を用いたテラビットクラスのフレキシブルトランシーバーの研究を引き続き実施中である。
- ・局舎が損壊するような災害時に、ノードカットスルーで光ネットワークを復旧させる可搬型バーストモードアンプを試作した。堅牢な筐体の実装し、バッテリー駆動、無給電動作で、非定期的なトラヒックについても伝送品質を維持する事が可能である。

#### ○マルチコアファイバ伝送システムの研究開発

- ・マルチコア・マルチモード伝送技術の世界初の実装を続け、産学連携により世界を常に牽引し、光ファイバ通信の新たな分野を開拓した。
- ・平成 23 年度：19 コアファイバ、レンズ結合型マルチコア結合器を開発し、世界初の 19 コアファイバによるファイバ 1 本あたり 305Tbps 超大容量光ファイバ伝送を実現した。著名な国際会議 OFC(Optical Fiber Communication Conference) 2012 のポストデッドライン論文(最優秀論文コンペセッション)に採択された。
- ・平成 24 年度：12 コアファイバによる伝送容量世界記録 1 ペタ bps 超、7 コアファイバによる 6,160km 長距離伝送も成功した。これらの成果は、著名な国際会議 ECOC (European Conference on Optical Communication) 2012 のポストデッドライン論文に採択された。
- ・世界初のマルチコアファイバを用いた空間・時・波長多重光ネットワークを構成し、スイッチング実証実験を行った。ECOC2012 のポストデッドライン論文に採択された。
- ・平成 25 年度：世界で初めてマルチコアファイバネットワーク上で SDN 技術による柔軟な帯域リソース制御を実証し、ECOC2013 のポストデッドライン論文に採択された。また、世界で初めて、19 コア全コア同時励起 EDFA(光ファイバアンプ)を開発し、同時に空間光学素子を用いた 19 コア一括アイソレータも実現し、1,200km 長距離伝送に成功した。
- ・平成 25 年度：7 コアファイバと 7 コア EDFA により構成されたマルチコアファイバ伝送路を用いて、光ファイバ 1 本で 140.7Tbps、7,326km 伝送に成功、さらに 12 コアファイバ 1 本で 2×344Tbps、1,500km 伝送に成功し、世界初となる 1EXAbps×km の容量距離積を達成し、ECOC2013 のポストデッドライン論文に 2 件採択された。
- ・平成 26 度：世界最高の総空間多重数(36 コア×3 モード=108、19 コア×6 モード=114)での伝送を実現し、8 コアファイバを 12 本束ねた世界最高密度のマルチコアファイバ(3mm 径内に 96 コア、長さ 1.1km)で伝送容量 9.6Tbps を実現した。これらの研究成果は、OFC2015 でポストデッドライン論文に 3 件採択された。

光信号を電気信号に変換することなく伝送可能となる領域を従来技術の10倍以上に拡大するための光伝送技術を確立する。また、多様化・流動化するトラヒックに柔軟かつ動的に適応できる光ネットワーク技術を確立し、突発的なトラヒックパターンの変動への対応やネットワーク障害などによる生活情報の寸断の回避が可能な、可用性の高い光通信ネットワークを実現する。

#### ウ 光通信基盤の研究開発

データ伝送における400Gbps級の光変復調と低消費電力化、データ交換におけるテラビット級多重信号切り替え、高速ICT計測精度の1桁向上、新規波長帯域(1 $\mu$ 帯)の開拓などを実現するための基盤要素技

・平成27年度は、光ファイバ1本で10ペタビット級伝送システムに向けた基盤技術の開発を推進する。

○光信号のまま(光トランスペアレント)伝送可能な領域を10倍以上にする技術、可用性の高い光通信ネットワーク実現技術

- ・産学との連携により、周波数利用効率とトランスペアレント領域の拡大、消費電力の削減を目指し、適応変復調伝送技術と非線形補償信号処理技術、バースト適応収容技術、誤り訂正適応等化技術、適応線形等化技術、スケーラブルノード技術等の要素技術の開発と装置の試作を完了した。これらの要素技術成果の一部を総務省直轄委託研究で進めている400ギガデジタル信号処理回路(DSP)統合基盤技術の開発に反映させ、当機構の光伝送技術施設にて400Gbps級伝送実証に成功し、さらに敷設光ファイバを用いた世界最高水準400Gbps伝送のフィールドトライアルの成功に貢献した。平成27年度にはこれらの要素技術を連携した実証実験を行い、伝送容量とリンク長の積において4ペタbps×kmのトランスペアレント領域の最終目標を達成できる見込みである。
- ・産学との連携により、ネットワーク統合設計技術、柔軟性向上技術、高信頼化技術、光リンク構成技術、光ノード構成・制御技術、光エッジシステム構成・制御技術など、エラスティックNWの要素技術の開発を進めている。平成27年度は翌年度に行う実証実験に向けた試作や機能拡張による成果が見込まれる。
- ・産学との連携により、(A)超高速光スイッチサブシステムの開発に向けた、スポットサイズ変換器(SSC)集積などデバイス技術の確立、4×4分配選択型光スイッチの作製と光バースト伝送実証テストベッドへの実装、OSNRモニタ方式の提案と動作原理検証、光ノード機能ブロックの明確化を実施した。また、(B)柔軟な高速可変性を活用する大規模フラットネットワークの検討のため、グループルーティングエンティティ、波長群パス実装のためのノード機能配備の確立、トンネル化ダイナミック波長ルーティング技術による光ファイバの周波数利用効率の向上(20~40%程度)の実証、仮予約の概念に基づくプロアクティブ型経路設定・変更制御技術、光パス・パケットを各交換網に割り当てる専用周波数資源帯域の制御方式の設計、トラヒックバランスと対地間公平性を実現する複数経路事前設定法の開発などを実施した。平成27年度は、前記(A)については、モニタ精度検討(個別部品での検証、検出アルゴリズム等)、個別部品実験(伝送特性、多段接続等)により研究開発を進展させる見通しである。また、前記(B)では、前年度までに考案・試作した制御方式や機能等に対する検証や評価による成果が見込まれる。

#### ウ 光通信基盤の研究開発

○400Gbps級光変復調、テラビット級多重信号切り替え、高速ICT計測、新規波長帯域の要素技術

- ・400Gbps級光変復調に必要な100Gbaud級の高速動作と多値変調の研究を進め、高速高効率な変復調を実現する光信号合成技術を確立し、さらなる高速化に対応可能な光・電気ハイブリッド等化技術の開発に成功した。平成27年度は多値変調・偏波等の多重化技術により、1波長あたり400Gbps超級光変調技術を実証する見込みであり、さらに伝送品質改善のための光等化技術の高度化を目指す。また、超低消費電力なデジタル位相ロックループ(PLL)技術を開発し、それを用いた多値信号判定信

術を確立する。

光波、高周波数領域の併用・両用技術を取り入れた、災害発生時等のファイバ敷設が困難な様々な環境下でも 10Gbps 以上のブロードバンド接続を確保するための技術、持続発展可能なネットワーク実現のための低消費電力・低環境負荷 ICT ハードウェア技術、高速伝送技術と高速スイッチング技術の融合技術を確立する。

号処理等の機能集積を行い、4 値以上の多値信号復調を達成する見込みである。

- ・マルチモード伝送や新規光帯域への適用を目指して、平成 25 年度には、1.5 $\mu$ m 帯量子ドット光アンブ作製に成功、増幅器やスイッチとしての基本性能を評価、従来の光半導体アンブに比べ低歪の良好な高速光信号増幅特性を実証した。
- ・高速 ICT 計測技術として、高消光比変調を用いた 2 トーン基準光源による ICT 計測技術の研究を進め、核となる変調技術では 16 値/36 値/64 値 QAM に対応した可変変調技術開発に成功した。平成 26 年度には、技術移転により高精度光基準信号発生技術を利用した 110-140GHz 帯のワイドレンジ括スペクトラムアナライザの製品化を行った。平成 27 年度には、光変調・検出デバイス評価技術で、従来技術に比べ 10 倍の精度を実証する見込みである。また、NICT 知財を活用した IEC (International Electric Commission) 標準が制定される見込みである。
- ・新規周波帯域開拓技術において、平成 23 年度には、量子ドットによる超広帯域・高安定可変光源を試作し、1 $\mu$ m 帯(Tバンド)、1.3 $\mu$ m 帯(Oバンド)における伝送実験に成功、新バンドでの高密度伝送の可能性を世界に先駆け示し、技術移転により O バンド 60nm 幅の波長帯域に対応する光源の製品化も行った。平成 26 年度には、T バンドに加えて O バンドも含めた 300nm の波長帯域をカバーする量子ドット波長可変光源の構築に必要な基盤技術を確立し、その製品化に向けた目処を立てた。さらに、新規光帯域 T バンド、O バンドを含む広帯域信号に対応したスイッチングデバイス、送受信デバイスの要素技術開発を行い、テラ bps 級信号に対応可能であることを実証する見込みである。
- ・産学との連携により大波長空間 (T バンド、O バンド) を用いた波長ルーティングシステムの構成・運用方法を検討中である。次期中期に、省エネルギーでスケラビリティの高いシステム構成を提案する見込みである。

○様々な環境下で 10Gbps 以上のブロードバンド接続技術、低環境負荷 ICT ハードウェア技術、高速伝送技術と高速スイッチング技術の融合

- ・様々な環境下でのブロードバンド接続実現に向けて、高速有無線両用伝送技術の研究を進め、平成 24 年度には原理実証として当時世界記録である 90GHz 帯 80Gbps 級ミリ波伝送に成功した。平成 27 年度には、目標を 1 桁上回る原理検証として 100Gbps 級無線データ伝送を高安定に実現する見込みである。さらに有無線両用時の高機能化・ネットワークトランスパレンシ向上の要となる技術として、マイクロ波帯無線をミリ波に重畳する RoR (Radio-on-radio) 技術とファイバ無線技術との融合研究を進め、デジタル信号処理、周波数変換技術等の要素技術を確立する見込みである。当機構がこれまでに開発した高速高精度光変調技術、ファイバ無線によるミリ波伝送技術、量子ドット等の高性能結晶による光デバイス技術を、数 cm 以下の分解能の異物検出用レーダーシステムに適用する見込みである。
- ・産学との連携により、災害発生時のファイバ途絶に備えて、平成 25 年度には、可搬で防水かつ設置が容易 (位置・方位モニター付き) なミリ波 (75-110GHz) 送受信機などの有無線両用通信システムのための (100Gbps の光ファイバ回線と 10Gbps の無線回線を切替る) 要素技術を個別に検証した。平成 27 年度には見通し距離 100m 以上で、100Gbps 有線と 10Gbps 無線を 5 秒以内に切り換えることが

できる、可搬型の有無線両用通信システムを構築できる見通しである。

- ・カーボンナノチューブ等のユビキタス材料による ICT デバイスの研究を進め、高効率カーボンナノチューブ生成技術の確立と、高温安定性を確保したカーボンナノチューブ光変調デバイス構造の開発を実施し、ユビキタス材料による光通信デバイスの基本特性を明確化する見込みである。
- ・産学との連携により、E0 ポリマー技術を基盤として、超高速・低消費電力の光スイッチングデバイスを開発し、スイッチング速度 100 ピコ秒以下の応答が可能なデバイス設計と作製を進行中で、E0 ポリマー材料性能の向上により、高信頼性かつ低消費電力駆動を実現するための技術を構築できる見通しである。

自己評価		主務大臣による評価	
評価	S	評価	S
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>本研究開発は、下記の世界初あるいは世界トップに位置づけられる特に顕著な成果の創出など、目標を大幅に上回っていることを評価し、Sとした。</p> <p>○ 中期計画「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」に対して、産学との連携により、マルチコア・マルチモード光ファイバ通信技術の最先端を走り、1 ペタ bps 伝送実証などで数度にわたって世界記録を更新し目標を達成した。さらに、1 本の光ファイバの空間多重数 100 超チャネルを達成して 10 ペタ bps 伝送への可能性を拓くなど、たゆまぬ研究開発の成果発信を通して、世界を常に牽引し光ファイバ通信インフラ研究の新たな分野を開拓した。</p> <p>○中期計画「光パケット・光パス統合ネットワークの基本アーキテクチャ構成技術について、研究開発テストベッドを用いた実証等を行いつつ、その確立を図る」に対して、世界最速の 1 端子当たり光パケット交換容量の記録を今中期期間で継続的に更新し、光パケット交換機能の 1 ビットあたりの消費電力が、1 端子当たり 10 テラ bps 以上において 1/10~1/100 程度になる見通しを 1 年前倒しで達成した。また、光バッファ、光パケットヘッダ処理装置等の開発、実証に成功し目標を達成した。さらに光パケット・光パス統合ノードシステムの実用化に向けて、ネットワークテストベッドへの実運用を達成する見込みである。</p> <p>○中期計画「光信号のまま伝送や交換を行うことができる領域をさらに拡大するための技術を確立する」に対して、光トランスペアレント伝送を実現するための要素技術の研究開発に成功し目標を達成する見込みである。さらに成果の一部を商用展開されている 100 ギガ DSP の次世代技術として総務省直轄委託研究で進めている 400 ギガデジタル信号処理回路 (DSP) 統合基盤技術の開発に引き続き反映させている。</p> <p>○中期計画「チャ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」に対して、NICT</p>		<p>&lt;評価に至った理由&gt;</p> <p>光ネットワーク技術は、第 3 期中長期計画において、光ネットワークアーキテクチャ、フォトリックネットワークシステム、光通信基盤の研究開発等を行うこととしており、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ため、S とする。主な成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・産学との連携により、世界で初めてマルチコアファイバを用いた 1 ペタ bps に達する光伝送を実証し、さらに空間多重数 100 チャネル超 (36 コア × 3 モード=108) のマルチコア・マルチモード光ファイバ</li> </ul>	

特許技術で開発された基準 2 トーン光源技術及び世界有数の高密度量子ドット技術等の要素技術の研究開発を達成して目標を達成した。さらに光・ミリ波帯測定器の技術移転と国際標準化を進め製品化し、世界最速・最高分解能の空港監視レーダへの適用に向けて空港での部分実証に成功している。

#### 「必要性」

- 情報通信ネットワークは必要不可欠な社会インフラであり、通信容量の増加に対応しつつ、利用者の利便性向上、消費エネルギーの抑制、高信頼性の確保、災害時の可用性確保など多様な課題に対応可能なネットワークが期待されている。特に、このような社会的な期待に応える高速大容量のネットワーク基盤技術である最先端の光ネットワーク技術の研究開発は、民間企業ではリスクが高く困難なことから、国策として積極的に推進、実施すべきである。

#### 「効率性」

- 極めて限られた人員および年々厳しくなる予算環境下で、JGN-X、StarBED<sup>3</sup>などを活用して実インターネット環境を模した実証や産学連携、海外研究機関との連携による効率化を図っている。
- 伝送容量世界記録のような限界に挑む実験では、研究開発推進ファインドを有効に活用することで、非常に効率的な予算使用の下、アウトソーシングなどでマンパワーを補いつつ、実質的に短期間で達成していること、また先鋭的かつ困難な原理実証実験を当機構が先導し、要素技術のアウトソースや産学連携による研究成果の相互利用で、世界記録を複数実現し大変効果的な研究を行っている。

#### 「有効性」

- 開発成果をネットワークテストベッドとして他ユーザが利用できる方向で成果の還元を進めている。JGN-X テストベッドを用いて構築した全国規模の HANA テストベッドを用意して大学などの外部組織がネットワークやサービスの研究開発に利用できるようにしている。
- 研究成果の実用展開に向けて HANA レイヤ 3 スイッチを小型化・パッケージ化に成功し、さらに商用ネットワーク技術トレンドを見極めて SDN 対応化も進めている。
- 光パケットスイッチ技術では最先端の交換容量世界記録達成に留まらず、光パケット・光パス統合ノード装置の要素技術として今中期計画中に JGN-X ネットワークテストベッドへの実運用導入を目指して開発を進めている。
- 可搬型無線基地局技術とそれを用いたネットワーク技術は、当機構の耐災害 ICT 研究センターが敷設する無線テストベッドの構築技術として採用された。

通信技術を世界で初めて開発し、その結果ファイバ 1 本当たり 10 ペタ bps 級の超高速な伝送速度の可能性を拓いた。

- ・ 光パケット・光パス統合ネットワークでは、世界最速の 1 端子当たり光パケット交換容量の世界記録を今中長期期間で継続的に更新し、光パケット交換機能の 1 ビット当たりの消費電力を従来比の 1/10～1/100 程度に削減できる見通しを 1 年前倒しで達成した。また、光パケット・光パス統合ネットワークシステムの実用化に向けて、テストベッドにおける実運用を開始予定である。
- ・ 伝送速度及び交換容量の世界記録を幾度も更新し、世界トップクラスの研究機関として、光ファイバ通信インフラ研究の新たな分野を開拓した。
- ・ 光通信基盤では、機構の特許技術を活用した基準 2 トーン光源技術及び世界有数の高密度量子ドット等の要素技術を



- 光トランスペアレント伝送を実現するための要素技術の研究開発に成功し、さらに成果の一部を総務省直轄委託研究で進めている 400 ギガデジタル信号処理回路 (DSP) 統合基盤技術の開発に反映させており、すでに同様なスキームで商用展開されている 100 ギガ DSP の次世代技術の開発を推進している。
- マルチコアファイバとそのネットワーク応用に関して、大洋横断級の長距離大容量伝送の世界記録更新の成功に加え、19 コア全コア同時励起 EDFA 開発や SDN によるネットワーク制御等世界的に未着手の研究分野で先駆的な実証に成功している。
- NICT 特許技術で開発された基準 2 トーン光源技術及び世界有数の高密度量子ドット技術に関して、光・ミリ波帯測定器の製品化を技術移転と国際標準化を進めて達成し、さらに世界最速・最高分解能の空港監視レーダへの適用に向けて空港での部分実証に成功している。

#### 「国際水準」

- 光パケット・光パス統合ネットワーク開発では、その先進性と安定性で世界をリードしている。これまで注目度が高い国際会議での招待講演、IEEE/OSA JLT への招待論文執筆等、客観的な評価も得られており、組織と研究成果の注目度が高くなっている。
- ID・ロケータ分離機構 (HIMALIS) はデジュール標準をリードし、かつ、その中に自らの成果を反映している。
- 競争の激しい光通信分野で主要国際会議の招待講演や多数のポストデッドライン論文採択など当該分野で国際的に極めて高い評価を得ている。また欧米の国家プロジェクトへの参加要請なども非常に多く、高い研究開発力に期待されていると考えられる。特に EU FP7 の大型プロジェクトである ASTRON PJ に唯一 EU 外機関から参画できたことや、日米連携プロジェクトにおいても研究成果がフラッグシップ会議 IEEE Infocom (採択率 19%) に採択されるなど、当該分野における世界有数の高い国際水準の研究をしている機関であると認められた証左である。
- 伝送容量世界記録のような限界に挑む実験では、今回も世界で初めて 100 チャンネル超級の空間多重伝送技術の実証に成功するなどブレークスルーとなる先鋭的かつ困難な原理実証実験を産学連携により当機構が先導し、欧米のアルカテル・ルーセント ベル研究所等の世界トップクラスの研究機関と競いながら光ファイバ通信技術分野の最先端を牽引し続けている。
- 光波制御技術においては圧倒的世界最高水準の成果を輩出している。量子ドット作製技術は世界トップであり、これをテコに国内外研究機関との連携を積極的に行っている。送受信器における量子ドットの空間密度の重要性といった新規概念の提案も著名学会での招待講演の機会を生かして行っており、他機関の追従の例もある。

確立し、技術移転と国際標準化を進めつつ製品化し、世界最速・最高分解能の空港監視レーダへの適用に向けて空港での部分実証に成功した。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 8

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添1-(3) テストベッド技術		
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）	独立行政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			行政事業レビュー0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	14	17	27	14		事業費用（億円）	35.0	37.6	34.2	30.2		
特許出願数	—	1	0	0	0		職員数 ※内数	26	25	25	26		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
1 研究開発業務 (2) 国民のニーズを意識した成果の発信・展開	別添1-(3) テストベッド技術 情報通信分野における基礎研究から応用・実用への円滑な展開を図るため、研究機構において研究開発し	

## エ 産学官連携強化及び研究環境のグローバル化

将来の社会を支える情報通信基盤のグランドデザインを提示するとともに、その具現化を図る研究開発を、産学官でビジョンを共有して推進する機能の強化を図る。

機構が有するテストベッド等の実証プラットフォームのより一層の有効活用を図る。

国際展開の促進のために、国際的な人材交流、共同研究等の強化を図る。

た各種要素技術を統合する大規模なテストベッドを、研究開発テストベッドネットワークや大規模計算機エミュレータ等を用いて構築するとともに、新たなネットワークの運用管理技術やテストベッドの効率的な管理・運用を行うための管理運用技術確立する。また、テストベッドを広く産学官に開放し、新しいアプリケーションのタイムリーな開発を促進する。さらに、海外の研究機関等との相互接続により、戦略的国際共同研究・連携を推進する。

## ア 研究開発テストベッドネットワークの構築

ネットワーク技術を持続進化させるイノベーションを促進するため、最先端の光ネットワークや災害に強く平時にきめの細かいサービスを実現できる無線ネットワークを取り入れた物理ネットワークと、その上位層に仮想化技術等を用いて構成される多様な仮想ネットワーク群からなる論理ネットワークを一体的に稼働できる大規模な研究開発テストベッドネットワークを構築する。さらに、

- ・インフラの管理運用を仮想化対応し、インフラ API を整備、JGN-X 基幹ネットワーク、SDN/NFV 基盤 (RISE)、IoT/M2M 基盤 (JOSE) らの間の連携を実現した。
- ・新世代ネットワーク技術を収容可能なテストベッドを実現するため、JGN-X のバックボーンとして、従来の L2 VLAN による仮想ネットワークに加え、より柔軟な設定が可能な MPLS (VPLS) が動作する仮想化ルータによるネットワークも動作させ、多様なネットワーク構成を実現可能にした。
- ・JGN-X の超高速化として、40Gbps、100Gbps 回線を導入し、その上で様々な帯域要求のあるネットワーク利用の共存させる仕組みを開発した。
- ・直接的に全てのトラフィックをモニタリングすることが困難な超高速ネットワーク上で、光スイッチ、高速ネットワークフィルタリング、SDN、高精度通信解析システム等の連携により、選択的に対象トラフィックを抽出することでモニタリングを可能にした。さらに、100G に対応したモニタリングを開発する見込みである。また、100G スイッチと連携可能なプログラマブル基盤のアーキテクチャを検討

多種多様なネットワークや計算資源が相互接続され、有線・無線、実・仮想が混在したネットワーク環境全体の管理運用の省力化、エネルギー効率の改善、大規模災害時の可用性向上等を実現するため、個別のネットワークの管理運用機能を仮想化・連結し、統合的に管理運用するためのメタオペレーション技術を確認する。

する見込みである。

- ・広域ネットワーク環境への OpenFlow 技術の展開モデルを確立するため、OpenFlow/SDN テストベッド RISE を構築し、ユーザ受け入れを実施し、SDN 技術に関する研究開発を推進した。
- ・OpenFlow ネットワーク環境のマルチテナント化技術や、メタオペレーションによる下位物理ネットワークとの共存、ユーザネットワーク構成の仮想化、インフラの管理運用を自動化するオーケストレーションシステム、ソフトウェアスイッチの活用によるスケラビリティの向上技術を開発し、多様なネットワークサービスを担うことができる大規模 SDN/NFV インフラの構築を可能にした。さらに、ソフトウェアスイッチとハードウェアを連携しユーザ収容数の向上を実現する見込みである。
- ・ネットワーク仮想化基盤について JGN-X 上での管理運用を確立し、最新版のシステムのインストールを完了、利活用推進のためにテストベッドサービスを開始し、新世代ネットワーク基盤を具体化した（当機構のネットワークシステム総合研究室と共同）。さらに、その上での基盤技術検証、アプリケーション実証のユーザサポートを行う見込みである。
- ・光・パケット統合アーキテクチャの検証として、光スイッチとイーサスイッチの統合アーキテクチャの実検証に成功した。
- ・大規模ネットワークにおけるトラフィックエンジニアリングの外部化として、グローバルな仮想回線サービスを実現する DCN (Dynamic Circuit Network) アーキテクチャにおいて、トラフィックエンジニアリングの外部化の仕組みを検討、複数のサービスを収容可能な仮想化の仕組みや、QoS 管理機能の拡張を実現した。
- ・OGF 標準の NSI (Network Service Interface) の相互接続実証実験に協力すると共に、NSI のマルチポイント回線サービスの拡張を検討する見込みである。
- ・OpenFlow ネットワークのコントロールプレーンに加えてデータプレーンの双方に変換系を用いることでマルチテナント OpenFlow インフラの規模拡張性を大きく向上する OpenFlow 完全論理仮想化技術を確認し、マルチドメイン環境への適用方式を開発した。また、その応用としてインフラから独立した仮想サービスプロバイダのアーキテクチャを提案すると共に、エンドサービスが SDN 制御する API を開発・提供する見込みである。
- ・JGN-X の運用において、JGN-X ユーザ、JGN-X 事務局、NW 運用、その他インフラ運用の間で連携し、多種多様な論理および物理リソースを統合的に扱い、それぞれのロールに応じたシステム構築ができる管理システムである Testman を開発し、試験的運用を開始すると共に、NICT 外の組織へ本システムの技術の移転を図った。さらに、JGN-X と StarBED<sup>3</sup>との連携フレームワークを確立する見込みである。
- ・SDN を活用し複数のアクセス回線を活用することのできる耐災害ネットワーク技術を実展開し、災害対応シナリオに合わせた遠野市でのフィールド検証を実施し、その実用化モデルを検討した。
- ・光パス・パケット統合ノードによるコア網と L2 ベースの OpenFlow 網の SDN 連携の仕組みを開発し、実証実験に成功した（当機構のネットワークアーキテクチャ研究室と共同）。さらに、ID-Locator 分離技術 (HIMALIS)、アドレス管理機構 (HANA) を実ルータ上で開発し、JGN-X への展開を検討する見込みである（当機構のネットワークアーキテクチャ研究室と共同）。
- ・総務省委託研究 03 プロジェクトと連携し、その成果である ODENOS や Lagopus 等のシステムを JGN-X/RISE 上で動作させ、ユーザが試用、検証可能な環境を構築する見込みである。

## イ 大規模エミュレーション技術の研究開発

災害に強く、低消費エネルギーで環境にも優しい新たなネットワーク関連技術のエミュレーションや機能・性能評価に資するため、有線・無線が混在し、データリンク層からアプリケーション層までのネットワーク環境をエミュレーションする技術の研究開発を実施し、災害時を含めてネットワークの実現可能な構成を検討可能とするエミュレーションを実現するとともに、エミュレーション資源の割り当ての高効率化や他のテストベッドとの連携を実現することにより、現状の3倍程度に匹敵するエミュレーションの規模や複雑さを実現することを目指す。

また、様々なネットワーク関連技術の各開発段階における検証を柔軟かつ簡易に受け入れ可能とするため、大規模エミュレーション管理運用技術の研究開発を行い、現状で数

- ・ OpenFlow/SDN 技術の HPC (High-Performance Computing) 領域での応用として、ネットワークの状況も考慮して SDN によりネットワーク構成を含めて最適化するクラスタ向けジョブ管理システム、大規模情報可視化のための TDW (Tiled Display Wall) システムにおいてネットワークの状況やユーザの振る舞いに応じて SDN によりネットワーク構成を最適化するシステムを開発し、大学内、大学間連携プログラム等におけるサービス化を実現する見込みである。
- ・ 総務省の「戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)」の先進的通信アプリケーション開発型研究開発と密に連携し、JGN-X が先進的な通信アプリケーションの開発環境を提供し、基礎研究からアプリケーション開発までを一体的に推進し、新世代ネットワークの展開や国際標準化を加速し、これらを通じてイノベーションや新市場の創出、国際競争力強化等を図った。
- ・ 国内では InteropTokyo やさっぽろ雪まつりでの実証実験、海外では SC (Supercomputing Conference) や APAN (Asia-Pacific Advanced Network) 会合等の機会を活用し、積極的にデモを実施し、海外からの研修生の受け入れ等を通じ、我が国主導による海外機関とのテストベッド連携・研究連携に取り組んだ。
- ・ StarBED<sup>3</sup>がそもそも持っている有線の特性に加え、前中期から開発を進めている QOMET に対して、最近の無線規格である LTE や WiMAX モデルを導入し様々な無線環境のエミュレーションを可能とした。
- ・ QOMET による無線区間のリンク特性エミュレーションを動的に行うことを可能とし、より柔軟な実験シナリオの実行を可能とした
- ・ SpringOS のコアとなるリソースマネージャの再設計を行い、より詳細な物理リソースの管理と仮想リソースの管理を可能とした。これにより従来よりも適切な実験リソースの割り当てと、仮想リソースの管理による実際に存在する物理リソースの数倍から数十倍の実験環境の構築を可能とした。
- ・ 米国のテストベッドである DETER LAB との国際的なテストベッド連携実験を実施。・ JGN-X をはじめとする StarBED<sup>3</sup>以外のテストベッドとの連携を可能とするための Testman フレームワークを開発し、SpringOS に組み込むことで性質の異なるテストベッドとの連携実験を可能にした。従来の StarBED<sup>3</sup>が持っていない機能の利用、実験環境の大規模化を実現した。
- ・ 開発技術の統合実験としてのいくつかのケーススタディを実施した。地形情報に基づいた災害時の ICT 環境への影響とその復旧技術を確認するためのインタラクティブな実験実行フレームワーク NERFV を開発し、車車間通信を補助するための物理的インフラの設置影響をインタラクティブに確認できるケーススタディを実施した (Interop 2014 ShowNet Award 審査員特別賞受賞)。HEMS 環境のエミュレーションを StarBED<sup>3</sup>上で実施した。
- ・ 実験住宅やホームシミュレータなどと StarBED<sup>3</sup>の連携を容易に実現するための統合管理ソフトウェアを開発した。
- ・ 宅内の動作をシミュレートするホームシミュレータと、StarBED<sup>3</sup>を用いて構成した各家庭が接続するアクセスネットワークおよび ISP 環境を接続できる実プロトコル I/F ライブラリを実装し、ホームシミュレータを構成する各要素をより容易に実環境と接続可能とした。

十分から数時間程度かかる検証受け入れ処理を、検証受け入れユーザインタフェースの強化と検証環境の半自動割り当てを実現することで、数分のオーダーまで簡易化することを目指す。さらに、この技術を応用し、サーバやネットワークを別の環境に移動する技術を研究開発し、被災したICTシステムを受け入れ可能な基盤としてもテストベッドを利活用可能とすることを目指す。

- ・ ICT 環境に任意の障害を入れた際の影響を確認するためのフレームワークを実装した。
- ・ インターネット上で実際に利用されているソフトウェアを多数実行することによるトラフィックジェネレータを開発。現実的な背景トラフィックの作成を可能にした。
- ・ 実環境の無線特性をシミュレーション環境と接続し、現実世界の無線状況を実験環境にリアルタイムに反映させるための空間伝搬エミュレータを実現した。
- ・ 人間の活動状況を模倣するエミュレータを実現し、エミュレーション環境内に複数人間が存在するような実験を可能にした。
- ・ ユーザインタフェースを一新するとともに、いくつかの GUI を提供することにより様々なレベルのユーザの受け入れを実現、iSCSI 対応することによる大幅な環境構築時間の削減。
- ・ ディスクイメージをマルチキャストで配布する機構を実装し、ノード設定に必要な時間を大幅に短縮した。
- ・ 従来の SpringOS の機能を統一された CLI から利用できる blanketsh を開発し、容易な操作を可能にした。
- ・ SpringOS の機能を C、C++、perl などから呼び出せるライブラリ eggroll を開発した。
- ・ 実験シナリオを perl、ruby などの言語で実施できるような機能を開発した。
- ・ 人体の挙動をエミュレートする HOBITS を実装した。
- ・ 過去の実験情報を保存するデータベースシステムの開発を実施する見込みである。
- ・ エミュレータと一部のシミュレータを連携させるためのフレームワークの開発を行う見込みである。
- ・ SpringOS のアーキテクチャおよび提供機能を見直し次世代の SpringOS の検討、一部実装を行う見込みである。
- ・ SpringOS のユーザインタフェースについてもアーキテクチャにあわせて更新を検討し、随時ユーザからのフィードバックを導入することで実験実施のさらなる自動化を行う見込みである。
- ・ 今期中の実績として、外部組織が主催するサイバー人材育成 (ITKeys、Hardening、CYDER) に当機構の CYREC (サイバー攻撃対策総合研究センター: Cybersecurity Research Center) と連携して協力。StarBED<sup>3</sup>環境にリモートから参加者が接続するような環境も構築。社会的なセキュリティ人材不足問題解消に貢献した。

自己評価		主務大臣による評価	
評価	A	評価	A
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>以下に示す通り、中期目標・中期計画を上回って達成している。</p> <p>○ JGN-X において、ネットワーク仮想化基盤技術、SDN 技術、グローバル仮想回線サービス等に代表される新世代ネットワーク技術を収容可能なテストベッドとして 100Gbps の超高速化を実現しており、SDN/OpenFlow テストベッド RISE では、ハードウェアベースのマルチテナント SDN テストベッド環境を実現しており、これらの点は世界の他のテストベッドにはないものであり、目標を上回った成果を実現したと評価できる。</p>		<p>&lt; 評価に至った理由 &gt;</p> <p>テストベッド技術は、第 3 期中長期計画において、研究開発テストベッドネットワークの構築等を行うこととしており、適正、効果的かつ能率的な業務運営の下で、「研究開発成果の最大</p>	

- RISE では、光統合ネットワーク技術との統合的な制御技術を開発し実証実験に成功し、また災害に強いネットワーク技術として、複数の回線とその障害状況に応じて SDN により再構成する技術を開発し実証実験に成功しており、目標を上回った成果を実現したと評価できる。
- メタオペレーション技術としては、各種インフラ技術の管理運用を統合するシステムを開発し、インフラの特性に合わせたマルチレイヤでのネットワーク構築モデルを実現し、従来は 2 週間程度要していたサービス開始時間が 2 日程度にまで大きく短縮され、目標を上回った成果を実現したと評価出来る。
- 国内では、InteropTokyo、雪まつり、海外では、SC、APAN 会合等の機会を活用しつつ、積極的にデモや研究発表を実施し、我が国主導による海外機関とのテストベッド連携・研究連携の取り組みにつなげ、ネットワーク研究成果の実証・アピールの場を提供し、かつ、これら研究の牽引を行った点も目標を上回る成果を創出したと評価できる。
- 新たなユーザインタフェースの開発と SpringOS の機能改善により利用者提供を行い利用者のレベルに従い柔軟な実験実行を可能とし、管理対象となる実験環境の数倍から数十倍への大規模化、さらにその構築と実験実行に必要な時間の削減を実現したことは評価に値する。
- LTE や WiMAX などそれぞれのタイミングで重要な新たな技術に柔軟に対応し基盤技術として提供することで、新たなインフラを対象とした実験を促進し、さらに災害時の ICT 環境の障害状況やその対策技術の検証のための多くのケーススタディを実施したことが評価に値する。
- さらに、StarBED<sup>3</sup>を利用した教育イベントとして IT-Keys、Hardening、CYDER などにリソースおよび技術提供を行い、セキュリティ人材不足を解消する一要素として NICT のリソースを提供できたことが大きく評価できる。

#### 「必要性」

- 新世代のネットワーク技術の研究開発においてテストベッドの活用は不可欠であり、特に近年、ネットワーク、計算機といった水平的な展開と物理レイヤからアプリケーションレイヤまでの垂直統合による効率化の検討が重要となっており、JGN-X、StarBED<sup>3</sup>として提供されるテストベッドは我が国の ICT 研究開発にとって重要な実証環境であり、テストベッドが最先端の環境として進化する研究開発の意義は非常に大きい。
- 今後のネットワークでは、ICT プラットフォームとしての機能提供と、それをを用いてサービス・アプリケーション構築を行いやすくするための運用方法が重要となる。運用技術については具体的な環境が必須であり、本テストベッドの存在と、高度運用技術の研究開発は必須である。
- 新たな技術は日々提案され実用化されているがそれぞれの基盤技術に柔軟に対応した実験を遂行するためのプラットフォームは社会的に見て非常に重要である。このような環境を常時開発し常に新たな技術を利用した検証を行うため

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ため、Aとする。

- ・ JGN-X において、ネットワーク仮想化基盤技術、SDN 技術、グローバル仮想回線サービス等に代表される新世代ネットワーク技術を収容可能なテストベッドとして 100Gbps の超高速化を実現しており、SDN/Open Flow テストベッド RISE では、ハードウェアベースのマルチテナント SDN テストベッド環境を実現しており、これらの点は世界の他のテストベッドには無いものである。
- ・ 本テストベッド環境は、新世代ネットワークに関連した様々な研究開発活動を支えてきており、国内外の他機関との共同実証実験を多数実施することで日本発の研究開発成果をアピールし、標準化をリードするための検証環境として非常に有効である。これにより、JGN-X は、先進的な通信アプリケーションの開発に貢献し、新世代ネットワークの展開や国際標準化を加速し、イノベーションや新市場の創出、国際競争力向

の窓口として提供することが重要である。本テストベッドではこのような社会的貢献を本中期まで常に提供しており、今後もこのような研究開発と環境の提供は必須である。

#### 「効率性」

- 人的資源の限られた中で、共同研究や委託研究を実施し、連携して研究遂行を行っている点など、効率的な研究開発に努めている。
- JGN-Xの海外接続を活用し、複数の他のテストベッドと連携して、より大規模かつ様々なネットワーク条件下での実証実験が効率的に行える環境を提供している。また、StarBED<sup>3</sup>も海外のテストベッドとも連携し、効率的に研究を遂行している。
- 様々なリソースが不足する中で共同研究や機構内の連携により効率的に研究を推し進めている。また、特にセキュリティ分野の人材育成イベントには積極的に関わり、外部の有識者の意見を取り入れながら参加者への環境提供と我々の研究開発へのフィードバックを効率的に行った。

#### 「有効性」

- ネットワーク仮想化、光パス・光パケット、セキュリティ検証、ネットワークシステム開発など、新世代ネットワークに関わる多くの研究開発において、技術を実証解析するプラットフォームとして、本テストベッド環境は大きな役割を果たしている。
- テストベッド研究開発活動自身も、各研究開発活動のシナジー効果を生み出す統合的な実証実験を企画しており、個々の研究成果を統合して研究成果の付加価値を高めるプラットフォームとしての機能を果たしている点もテストベッドが有効に機能していると評価できる。
- 総務省のSCOPEの「先進的通信アプリケーション開発推進事業」では、JGN-Xがこの先進的な通信アプリケーションの開発環境を提供し、基礎研究からアプリケーション開発までを一体的に推進し、新世代ネットワークの展開や国際標準化を加速し、これらを通じてイノベーションや新市場の創出、国際競争力強化等を図っていることは評価できる。
- 多くの技術が大規模なネットワーク環境をその適用分野とする状況であるが、大規模なネットワーク実験環境を構築できるプラットフォームは依然不足している状況である。JGN-X、StarBED<sup>3</sup>ともにこのような要求を受け入れられるための研究開発および施設運用を行っており、多くの成果がNICTのリソースを基盤として社会的に発表されている。

#### 「国際水準」

上等の大きな推進力となっている。

#### ＜今後の課題＞

- ・テストベッドについて、最先端の研究開発成果の実証を図るほか、実社会の課題の解決を目指して異業種とも多様な連携を図り、社会的受容性等の検証を含めた社会実証が可能な環境を実現することについても検討する必要がある。

#### ＜総務省国立研究開発法人審議会の意見＞

- ・テストベッドについては、多様な先進的通信アプリケーションに関連した実証テストベッドの構築など、社会の具体的なニーズについて活用する現場に踏み込んで取り込むことも必要かつ重要であるが、こうした実証的なネットワーク研究開発は、民間企業ではリスクが高く困難なことから、国策として積極的に推進、実施すべきである。



- 欧州、米国ともに新世代のネットワークのプロトタイプを目指した大規模なネットワークテストベッドを構築しているが、これまでネットワーク層とサービス層、アプリケーション層の技術への適用に限定されていた。これに対し、NICTは100Gbpsの超高速ネットワーク技術、ネットワーク仮想化基盤技術としてハードウェアベースでネットワークとサービスを融合させる技術、マルチテナントSDN技術などを有し、かつそれらを融合し実展開している点で優れていると同時に、集中型の大規模なエミュレーション環境としては、世界一の規模を誇っている。
- OpenFlow機能をハードウェアベースで完全にユーザに開放したテストベッドとしてRISEを構築、運用しており、RISEは、その規模性、機能性の高さから、日本のキャリアやサービスプロバイダ企業など産業界からも広く活用され、SDNを用いた新世代ネットワークサービスの創出を大きく推進しており、世界で最も実用化の進んだSDNテストベッド環境である。
- 日本の研究者によるGEC/SC等国際会議でのデモ展示をJGN-Xでの接続により支援することで、日本の研究の国際競争力向上に大きく貢献している。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 9

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添1-(4) ワイヤレスネットワーク技術		
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）	独立行政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		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-0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	97	83	89	100		事業費用（億円）	7.8	7.2	6.7	7.9		
特許出願数	—	54	62	34	59		職員数 ※内数	65	64	72	75		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・ 中長期計画に定められた各項目の達成度 ・ 「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
● いつでもどこでも接続可能なブロードバンドワイヤレス技術の研究開発	別添1-(4) ワイヤレスネットワーク技術  飛躍的に増加する端末を収容し、	

屋内外を問わず超高速・大容量接続が可能な光ファイバ級の移動通信システム、コードの要らないワイヤレスブロードバンド家電の実現に向けた超高速移動通信システム技術、超高速近距離無線伝送技術等の基盤技術の研究開発を行うと共に、ホワイトスペース等の更なる電波の有効利用技術の研究開発等を実施し、その早期導入を図る。

クラウド系のネットワークと協調しながら、平時・災害時における様々な利用シーンに合わせて無線リソースの制御を行い、無線ネットワークを柔軟に構成可能とするスケラブルワイヤレスネットワーク技術を確立する。

また、ブロードバンドから低速まで柔軟なワイヤレス伝送を実現するため、利用状況や利用条件等に応じて適切に無線パラメータを変更させ、再構築可能な無線機間ネットワークを確立するブロードバンドワイヤレスネットワーク技術を確立する。

さらに、劣悪な伝搬条件下における干渉、遮蔽やマルチパス等の制約、山間部、海上等従来の無線インフラでカバーできない地理的な制約を克服し、環境の変化に対してフレキシブルに対応可能な、インフラに依存しない自律分散ワイヤレスネットワーク技術を確立する。

#### ア スケラブルワイヤレスネットワーク技術の研究開発

環境負荷を低減する社会を実現するための環境の監視や制御をワイヤレスネットワークにより実現するに当たり、数百万オーダの多数の環境モニターから生じるそれぞれ数100kbps から数 Mbps オーダの速度の膨大な情報を輻輳や遅延がなく伝送するスケラブル無線機構成技術に関する研究開発を行う。この無線機は、VHF や UHF 帯からマイクロ波帯程度までに対応し、かつ利用状況

・スマートメータシステム、エネルギー管理システム、農業用センサネットワーク、工業用無線通信ネットワーク、防災無線システム等に有効な狭域メッシュ構造を超省電力で実現可能な SUN システムについて需要に応じた無線機台数、通信エリアに対する無線技術仕様の策定および総合実証を実施するとともに、アプリケーションに応じた技術仕様について策定し、NICT が主導的に寄与する Wi-SUN アライアンスが策定する認証規格に反映させた。具体的には、省電力動作モードに対応した HAN (Home Area Network; 宅内ネットワーク) アプリケーションや、輻輳や遅延を低減させる効率的な中継・経路選択技術を可能とする RLMM (Resource Limited Monitoring & Management; リソース制限型監視&管理) アプリケーションのための Wi-SUN 認証規格、すなわち認証用プロファイルへの反映を成功裏に行った。本技術は、IEEE 802.15.4g 規格において想定される UHF 帯から 2.4GHz 帯程度まで適用可能であるほか、IEEE 802.15.4m 規格への寄与に示されるとおり、ホワイトスペース等における運用も想定されたものである。さらに、利用状況、すなわち想定アプリケーションに応じた Wi-SUN 認証用技術仕様である Wi-SUN

に合わせて拡張可能な構成である無線機ハードウェアと汎用 OS 上で動作する無線機構築に特化したソフトウェアコンポーネントにより構築する。

また、広域に存在する多数の環境モニター等に取り付けられた小型スケラブル無線機からの情報を効率よく收容することを可能とする広域スケラブル無線アクセス技術の研究開発を行う。この無線アクセス技術では、半径 5km 以上の範囲内に存在する各種環境モニターからの情報を数 Mbps から数 10Mbps の範囲内で速度を変化させながら、消費電力等に応じて、通信方式や通信プロトコルを適応的に変化させた無線ネットワークを介してサーバに集約、あるいはサーバから制御可能とすることを旨とする。

#### イ 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

最大数 100m 程度の中域以内に存在する無線機器間において、VHF 帯以上の周波数を利用し数 10Mbps から最大 10Gbps までの伝送速度を達成する無線技術を用い、様々な利用状況や利用条件等に合わせて適応的に無線ネットワークを構築する無線機器間再構築可能ブロードバンド通信ネットワーク技術を確立するとともに、高周波領域のアンテナや各種デバイスの開発を行い、実証システムを構築する。

プロファイルに合わせて、拡張可能な構成である無線機ハードウェアと汎用 OS 上で動作する無線機構築に特化したソフトウェアコンポーネントによる無線機実装について成功した。

一方で、VHF 帯や、ホワイトスペース帯の適用を想定しながら、画像等までの大容量通信を可能とする中広域メッシュ構造の構築を可能とする MAN/RAN システムの技術仕様について策定したほか、ダイバーシティ技術等に関する実証を含む総合評価フィールド試験を適切に行った。さらに、前述した SUN システムとの結合動作について検討した。想定アプリケーションとして、山間地等の隔離された狭域エリアにおける無線端末の多数配置による状況モニタリングや制御を実施しながら、当該エリアへの遠隔エリアにおけるサーバ機器等からの中広域アクセスについてひとつのシステムとして構築する SUN-RAN 結合システムの総合実証を行うことに成功した。当該システムにおいて、IoT (Internet of Thing) アプリへの応用も考慮した上で、想定エリア規模に応じた適切な通信容量について検討した。

・周波数資源の利用状況を管理するデータベース構造を適切に参照しながら、ホワイトスペース帯を動的に活用するブロードバンド通信ネットワークの構築に成功した。通信仕様として、NICT 提案が収録された国際標準規格である IEEE 802.11af や、LTE システムを適用し、効率的な社会展開について考慮した上で、商用化を目指した国際的フィールドトライアルに参加しホワイトスペース LTE 無線機とデータベースを組み合わせた総合評価実証を行うことで寄与を行った。また、実運用状況を想定し、IEEE 802.11af 方式に準拠した無線端末の適切な小型化・省電力化について技術検討を行った結果、開発に成功を収めた。さらに、第 5 世代携帯電話方式での周波数共有やリソース共有の実現を目指し、ホワイトスペース通信技術や周波数データベース技術の拡張、及びアーキテクチャ、要素技術の研究開発を実施した。

・さらに、60GHz 帯や、それ以上の高い拡張帯域を用いるミリ波帯を適用する高速無線アクセスについて検討し、NICT が寄与する IEEE 802.11ad 標準規格等に準ずる技術仕様に基づき非圧縮動画伝送に十分な通信レート 3Gbps 以上の高速伝送の実現に成功した。また、300GHz 帯広帯域平面アンテナを開発した。さらに、10Gbps 伝送に有益な複数パスの結合技術等の高速化技術についても伝送制御仕様を検討・策定し実証を行った。

## ウ 自律分散ワイヤレスネットワーク技術の研究開発

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、アクセスポイントに依存せず、多数の端末類間同士が自律的かつ多角的に接続し、適応的に通信経路を確立する自律分散ワイヤレスネットワーク技術を確立する。そのために必要なアンテナや各種デバイス、回路の開発、及び実証システムの構築やそれを用いた検証を行い、高効率な通信制御や協調機能を有し、数 10m～数 100km の広域に分布する 10～数 100 の移動端末類（航空機、車両、携帯端末等）間でパケット当たりの通信成功率 90%以上を達成する。また、数 cm～10m 程度の範囲に分布する小型端末類（回路デバイス、センサデバイス等）間でパケット当たりの通信成功率 80%以上を達成する。

・災害対応をテーマの中心に据えたディペンダブルワイヤレスネットワークの実現を目指した自律分散ネットワークに関する研究課題の 1 つとして、基幹網がダメージを受けた場合にも、その基地局やアクセスポイントに依存せずに通信回線の確保とカバーエリアの拡大を図るため、多数の端末類間同士が自律的かつ多角的に接続できる小型無人飛行機を活用した災害時無線中継システム及び分散型の耐災害ワイヤレスメッシュネットワークを開発した。これらのシステムは、東北大学キャンパス内（仙台）において計 30 局近くのメッシュノード局で構成されるテストベッドとして設置し、平成 25 年 3 月に始めて大規模災害を想定した統合実証実験により、ネットワークの一部が被災しても全体機能を維持する高効率な通信制御や 2 機の無人飛行機を空中でリレーさせて 40 km 以上離れた地上の 2 地点間での通信を可能とするための協調機能を実証した。これらは大震災を教訓とした NICT の取組みとして広く注目を集めた。無人飛行機を活用した災害時無線中継システムについては、平成 27 年 3 月までの間、北海道から四国までの全国 9 か所において 130 回以上、飛行時間にして延べ 80 時間以上の飛行実験を実施し、無人飛行機運用のノウハウ蓄積を図るとともに、各地の自治体と連携し、地元消防、警察、災害時医療関係者（DMAT）、地方行政、中央官庁等への成果普及を行った。それらの中では、無人機による中継回線と耐災害ワイヤレスメッシュネットワーク及び超高速インターネット衛星（WINDS）による衛星回線と効果的に組み合わせた実験も多く実施され、大規模災害で既存の通信インフラが壊滅的な被害を被った事態を想定し、迅速に通信回線を確保し安否確認や音声通話などを提供することに成功した。これらの成果については今後追加実験と解析を進め、通信成功率 90%以上が達成される見込みである。以上の取り組みは、メディアにも大きく取り上げられ、NHK やテレビ東京（BS）の全国向けニュースや特集のほか、一般紙を含む多数の新聞や雑誌にも掲載された。また災害時だけでなく平常時での活用に向けた取り組みとして、野生動物の行動モニタリングや広域農場での農地観測やセンサデータ中継などの実験を福島県や農研機構、大学等の協力を得て実施し、その有用性を確認した。さらに、ITU や ICAO で検討が進められている無人航空機向けの周波数分配とその標準化の動きに合わせ、実測した伝搬データや災害時活用に向けた取り組みなどの情報を寄与文書として入力しその審議に貢献した。これらの成果は今後予想される「空の産業革命」ともいわれるドローン（無人航空機の別称）の普及と応用、並びに安全運用に向けた技術の進展に大きく貢献できるものと期待される。

・分散型のアーキテクチャを強化して耐災害性を強化したワイヤレスメッシュネットワークについては、上記平成 25 年 3 月の統合実証実験のあと、平成 26 年 3 月、和歌山県白浜町において地元自治体首長および関係者、消防、警察、商工会等を対象とした公開実証実験を実施し、その後、設備一式を耐災害 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に移管し、社会展開活動を続けた結果、白浜町と覚書を交わして実証設備を設置することとなり、平成 27 年度において実証実験を実施することとなった。白浜町では観光と防災への同ネットワーク技術の応用を目指しており、今後の検証に大きな期待が寄せられている。またネットワークインフラが乏しいカンボジアの一部への試験設備設置が決まっており、今後設置作業と主に教育への応用を中心とした実証実験が予定されている。

・耐災害ワイヤレスメッシュネットワークの自律分散の考え方をさらに進め、まったく新しい概念に基づいて通信インフラ（基地局設備等）に依存せずに固定型や移動型の通信端末間だけで大きな遅延時間を許容してネットワークを形成する技術「端末間通信 (Peer-Aware Communication) ネットワーク」を開発し、東京港区お台場や京都精華町けいはんな地区に地元の自治体（港区と精華町）及びコミュニティバス（レインボーバスとくるりんバス）や周辺施設と連携したテストベッド（それぞれの地区で各 20 台前後の端末で構成、920MHz 帯使用）を設置して実証評価実験を実施し、課題の抽出と稼働率やカバーエリア等のシステム改修を実施した。その成果は地元の放送や一般紙を含む新聞等に報道された。さらに、自治体から要望の強い携帯電話に頼らないバスロケーションシステムの一部実装を年度末までに実現する。またこの技術については、IEEE802. 15. 8 として国際標準化を目指した活動を TG の Vice Chair として主導的な立場で進めるとともに計数 10 本以上にわたる寄与文書入力を行い、平成 27 年度末ごろの規格承認を目指している。この技術は、既存の携帯電話ネットワークやインターネットとは異なり、リッチコンテンツの流通には適さないが、地域に根差したコミュニティ内での位置情報やグループメンバー情報に紐づいた行政情報、広告情報、交通情報、災害情報、フィールドセンサ情報等のコストをかけないやりとりに適しており、地域社会のまちづくりと安心安全に貢献する技術として期待されている。

・衛星電波の伝搬が困難であることにより GPS 信号の届かない屋内や地下等において、天井等に設置した複数の小型固定局から 30m 程度以内の距離にあるユーザ端末に対してインパルス UWB 技術に基づいて高精度測位を可能とする技術を開発し、ショッピングモールや物流倉庫への実装（1フロア当たり 50～100 台の固定局と 10 台程度のユーザ端末で構成）と評価実験を実施し、専用チップ（約 8mm×8mm）を開発した。その結果、測位精度 30 cm～1m が達成できることを確認した。この位置データを活用することにより、ショッピングモールでは、買い物客のナビゲーション、動線分析、及び位置に連動した広告誘導による約 1.3 倍近くの売り上げ増への効果が認められ、物流倉庫では、作業員の動線分析とその作業効率が定量的に示されるとともに最大約 1.5 倍の効率改善の効果が認められた。今後さらにサンプルを増やして評価を重ね、並行して通信成功率の評価とシステム改善を実施することにより、通信成功率 80%以上が達成される見込みである。

・2次元のシート内に電磁波を閉じ込めて伝送し、所定のカプラによってシートの近接場（1 cm以内）において情報信号と電力を入出力するシート媒体通信技術について、高効率なカプラやシート構造（両面メッシュ構造）の技術開発を行い、1m 四方程度のシート媒体を介して最大 5W 程度までの給電が可能なレベルを達成した。さらに布状シートに適用可能なカプラの開発も行い、将来のウェアラブルセンサへの応用の道を開いた。その1つの応用事例として、脳情報通信研究室と連携した非侵襲多点脳波計測システムへの応用を目指した開発を進めた。またその派生技術として、シート上に置くだけでデータ通信と給電を同時に行う 2.5 インチワイヤレスディスプレイの試作を行い、電子情報通信学会の「ワイヤレス給電とんでもない応用コンテスト」に出展したところ、「プレグレ賞 1 位」を獲得した。この技術はまだ電力や効率の面で課題があるが、軽量な面接触型の給電・通信方式として期待されており、商店レジの POS 端末に応用してケーブルを排除したシステムの実用化に向けた開発を年度末までに行う予定である。

		<p>・以上の研究開発に関し、今期中期計画が開始された平成23年4月から平成26年10月までの間、研究論文（査読付き）39本、小論文（査読付き）4本、収録論文（国際会議、研究会等）122本、国際会議寄与文書（IEEE802、AWG、ICAO、COST-IC）64本、一般口頭発表93本、一般記事9本の発表を実施しており（外部機関との共著を含む）、平成27年度末までに、さらに発表本数が増える予定である。</p>	
自己評価		主務大臣による評価	
評定	S	評定	S
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>以下に示す通りに中期計画の目標を大幅に上回って極めて顕著な成果をあげることが見込まれる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ スケーラブルワイヤレスネットワーク技術では、狭域・中広域メッシュ構造、およびそれらの融合を用いる新規無線通信システムの開拓について、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で中期計画の目標を大幅に上回る特に顕著な成果を収めている。</li> <li>○ スマートユーティリティネットワークに代表される狭域メッシュでは、当該構造を活用することが想定されるアプリケーションの多様化に即し、Wi-SUN 認証プロファイルの策定を通じながら、需要に応じた無線機台数、通信エリアに対する無線技術仕様の策定および総合実証を実施した。</li> <li>○ 公共ブロードバンドシステム等に代表される中広域メッシュでは、VHF 帯公共ブロードバンドシステムの総合的な評価を行う目的で、IEEE802.22b 準拠無線装置を開発し、それを用いた総合評価フィールド試験を実施した。さらに、IoT (Internet of Thing) 等の実現にも有効な狭域システムと、中広域システムの連携 (SUN-MAN/RAN 連携) についても考慮し、必要な技術仕様の検討および最適化の後にこれを評価装置として実装し、総合的な接続動作評価試験を成功裏に実施した。</li> <li>○ ブロードバンドワイヤレスネットワーク技術では、アンテナ高度化や端末装置小型化を考慮した上でのホワイトスペース帯やミリ波帯等の周波数有効利用による既存無線システムの高度化について、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で中期計画の目標を大幅に上回る特に顕著な成果を収めている。</li> <li>○ ホワイトスペース帯を効果的に活用する無線 LAN システムとして、NICT の寄与を含めた上で標準規格として策定された IEEE 802.11af 方式に準拠した無線機の小型化及び省電力化を成功裏に実施した。</li> <li>○ 海外における商用化を目指したフィールドトライアルに参加し、NICT が開発したホワイトスペース LTE 無線機、およびホワイトスペースデータベースを組み合わせた総合評価を実施した。</li> <li>○ 第5世代携帯電話方式での周波数共有やリソース共有の実現を目指し、ホワイトスペース通信技術や周波数データベース技術の拡張、及びアーキテクチャ、要素技術の研究開発を実施した。</li> <li>○ NICT の寄与を含め、60GHz ミリ波帯を利用する高速無線アクセスシステムとして策定された IEEE 802.11ad 方式に準拠する</li> </ul>		<p>&lt;評定に至った理由&gt;</p> <p>ワイヤレスネットワーク技術は、第3期中長期計画において、スケーラブルワイヤレスネットワーク技術の研究開発等を行うこととしており、適正、効果的かつ能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ため、Sとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・スケーラブルワイヤレスネットワーク研究開発として、IEEE において標準化した技術を基盤に、ガス、電気メータ、放射線量計等の多機能な Wi-SUN 仕様の無線機を開発し、国際標準化・認証の流れをリードした。さらに、機構が主導する Wi-SUN アライアンスにより多くの企業が参加してその技術の利活用の検討が</li> </ul>	

高速無線アクセス方式の詳細技術仕様について検討することで、通信レートが3 Gbps 以上のミリ波高速無線通信システムの実現に成功した。

- 300GHz 帯広帯域平面アンテナの開発に成功した。
- 災害対応をテーマの中心に据えたディペンダブルワイヤレスネットワークの実現を目指した自律分散ネットワークに関する研究課題の1つとして開発した、小型無人飛行機を活用した災害時無線中継システムの実証実験を前年度に引き続いて自治体などと連携して精力的に実施することにより、災害時には手軽にかついち早く上空から災害状況を把握するとともに通信を迅速に確保する手段として極めて有効であることを実証し、これを効果的に地元自治体関係者、消防関係者、災害時医療関係者（DMAT）等にアピールすることができ、目標を大幅に上回って技術実証を達成した。また人が容易に立ち入れない放射線警戒地域等での野生動物の調査などの分野でも本無線中継技術は極めて有効であることを地元自治体関係者にアピールすることができた。これらは世界的に見ても先進的な取り組みであることが評価され、全国紙、全国放送を含む新聞（産経新聞や高知新聞、自衛隊向け新聞等）、TV局（NHK ニュースウォッチ9やテレビ東京ワールドビジネスサテライト）において多数報道された。さらに加えて、政府によるロボット新戦略の発表などのロボット開発の機運の高まりを背景に活発になってきているロボット（ドローン含む）のための新たな技術基準や周波数の議論等に対し、本研究開発の経験と実績を生かした寄与が可能になっていることも、大きな成果である。
- 耐災害ワイヤレスメッシュネットワークの自律分散の考え方をさらに進めたインフラを全く必要としない端末間通信ネットワークについて、東京港区・お台場地区や京都精華町・けいはんな地区に設置したテストベッドでの実証実験とシステム改修が実施され、各地元自治体が希望するシステム（港区は災害情報配信や広告・ニュース配信、精華町はバスロケーション）が実現でき、各地元住民に対し公開できる見込みである。また実証実験と並行して進められている IEEE802 における標準化活動でも、グループのメンバーが Vice Chair、Ad Hoc リーダ、Secretary 等の役職を務めて活動を主導し、中期計画当初から通算 60 本以上の技術提案を寄与文書としてインプットしており、平成27年度末ごろの NICT 提案技術を含む標準規格承認が達成できる見込みであり、実証実験の成功と合わせて、極めて顕著な成果となる予定である。
- GPS 信号の届かない（すなわち伝搬環境の非常に厳しい）屋内等での UWB 技術による高精度な測位技術について、高精度でなければ把握できない詳細な買い物客や作業員の動線把握と分析が可能になり、かつそれが業務効率の改善と売り上げ増・コスト削減に直結することが実証でき、最終年度（H27 年度）ではデータのさらなる蓄積と高精度測位に基づく動線分析の効果検証を図ることにより、目標を大きく上回って技術実証を達成する見込みである。
- シート状の媒体によるワイヤレスデータ伝送及び給電技術について、データ通信と給電を同時に行うワイヤレスディスプレイで電子情報通信学会の賞を受賞するなど、目標を上回る成果が得られた。さらに最終年度（H27 年度）では、店舗における POS システムの業界大手と連携した端末の給電システムへの応用開発と実装の成果が得られる見込みである。また国内・

多角的に進められ、開発成果の技術移転、社会実装につながった。

<総務省国立研究開発法人審議会の意見>

Wi-SUN については、機構主導による Wi-SUN アライアンスでの標準化が契機になり、国内で 8000 万台のスマートメータに実装されることになり、広範な経済波及効果が期待され、国民生活に大きく貢献する研究開発成果である。



国際での標準化活動（ブロードバンドワイヤレスフォーラムや ITU-R）でも、数あるワイヤレス給電技術の中でも実用に近い技術の1つとして、共用条件を含む技術レポート等への入力となされ、ワイヤレス給電の標準技術の1つとしての地位が確立できる見込みである。

#### 「必要性」

- スケーラブルワイヤレスネットワーク技術研究開発の成果である狭域・中広域メッシュ構造は、中心制御局を介さない動作形態を前提とし、近年需要が高まるスマートメータシステムや、防災行政無線システムにそれぞれ必要とされる技術である。狭域メッシュシステムについては、従来のスマートメータへの適用、あるいはスマートホームへの適用にとどまらず、スマート農業・漁業、スマート工場等、さらに多様化するアプリケーションへの適用が予想されていて、それぞれのアプリケーションを想定した技術仕様ならびに認証規範の策定に必要性は高い。さらに中広域メッシュシステムについては、画像等の伝送までも可能とする大容量伝送を可能としながら、10km以上の広域無線リンクを併せて必要とするアプリケーションが公共業務を中心として挙げられているため、当該中広域システムの実運用状況を考慮した実証が必要とされている。一方で、山間地における特定の地域に狭域メッシュシステムを構築しながら、取得データ等を中広域システムを介して別地域におけるインフラ等に接続する動作についても需要の増加が見込まれているため、当該狭域システムと中広域システムを融合動作させるための制御技術も必要だと考えられる。
- ブロードバンドワイヤレスネットワーク技術研究開発の成果は、ホワイトスペース技術等による空き周波数の動的利用と、ミリ波帯等の新たな周波数帯域の拡張利用を示すものであり、現状のように無線周波数資源が逼迫する状況において必須の技術といえる。本成果に含まれる 300GHz 帯アンテナ構成技術の検討も、確保された周波数帯域に対しさらに通信の大容量化を可能とする意味でも有意義である。
- 自律分散ワイヤレスネットワーク技術として、無人飛行機を活用した無線中継システムに関しては、既存の通信システムが災害により深刻なダメージを受けて使用不能に陥った場合に、迅速に被災状況を上空から把握し、臨時の通信手段を確保するための選択肢の1つであり、そうした状況下での迅速な救助活動の立ち上げや住民の安否確認等を可能にし、犠牲者の数を最小限にするためにも極めて必要性の高い技術である。分散型の耐災害ワイヤレスメッシュネットワークは、ネットワークの一部が被災することにより全体が機能停止してしまうという既存の通信システムで起こりうる事態を回避し、生き残った部分だけでも最低限必要な通信機能を維持するために極めて必要性の高い技術である。端末間通信ネットワークについては、上記に加えて、携帯型から自動車搭載型、さらに屋内・屋上設置型まで様々な端末が自律的にネットワークを形成できるため、あらかじめ構築された通信インフラに依存せず、災害に対して強いという特性をもつ。またインターネットが苦手とする位置情報やコミュニティ情報に紐づいた地域密着型の情報流通や時間遅れを許容する非実時間

型の通信を実現する手段としての必要性が高い。

- ショートレンジにおける無線通信技術として、インパルス UWB 技術に基づく屋内測位システムについては、GPS 測位ができない屋内や地下等において、高い精度での測位を可能とするため、そうした場所での人の動線分析やナビゲーションには必要不可欠なもので、他の屋内測位方式（ビーコン方式、IMES 方式、Wi-Fi 測位方式等）で提供される精度では、動線分析やナビゲーションへの応用は難しい。

#### 「効率性」

- スケーラブルワイヤレスネットワーク技術、およびブロードバンドワイヤレスネットワーク技術のいずれの研究開発についても、得られた成果の標準規格への反映を早期に検討することにより、実運用環境、すなわち当該技術の社会展開を想定したシステム詳細仕様の最適化を行っている。当該詳細仕様については、標準化、認証化の過程において、当該仕様を利用するアプリケーションを明確にした上で、物理層、MAC 層等の各制御層で分割された所用仕様をそれぞれ規定することで現実的に検討期間を短縮し、効率化に成功した。
- 規格等の認証仕様については、さらに想定されるアプリケーションの多様化に応じて認証仕様のスタックをそれぞれ規定し進める方針を選択した。これにより、必要度ならびに緊急性の高いアプリケーションに特化した認証仕様がいち早く策定されることになり、研究開発における効率性を非常に高めた。
- 実用化を想定した国際的トライアル等の実証にあたっては、実験計画から要整備機材、さらには出張計画等について慎重に吟味した上で実施している。
- 自律分散ワイヤレスネットワーク技術として、無人飛行機を活用した無線中継システムに関しては、特に滑走路等は不要で手持ちできる機器のみで簡単にセットアップし、山間部の耕作地から手投げで離陸させて迅速に離れた 2 地点間で無線中継を確立でき、極めて効率的なシステムである。分散型の耐災害ワイヤレスメッシュネットワークについては、同様に、簡易な装置と太陽電池電源を設置していくことにより、簡単に安定なマルチホップ・メッシュネットワークを構築することができ、効率性は極めて高い。端末間通信ネットワークについても、大きな送信電力を使わずに広域のエリアを屋内に設置された固定局やバスに載せた移動局により実時間・非実時間の混在でカバーでき、高価なインフラ設備は不要のため、効率性が高い。
- ショートレンジにおける無線通信技術として、インパルス UWB 技術に基づく屋内測位システムについては、比較的小型の固定局やユーザ端末で 30 cm オーダの屋内での測位精度が得られ、また、シート媒体による通信・給電技術は、原理的に多数のセンサを給電線なしに配置し、通信と給電を同時に行うことが可能であるため、両者とも効率性が高い。

## 「有効性」

- スケーラブルワイヤレスネットワーク技術研究開発の成果である狭域・中広域メッシュ構造は、端末同士による中継等を適用しながら、中心制御局の介在を減じながらデータの収集や、端末の制御を実現するため、中心制御局におけるデータパケット、あるいは制御パケットの衝突を減少させることにより、システム性能を向上させることから、多大なる有効性を呈する。スマートユーティリティネットワークに代表される狭域メッシュ構造では、スマートメータへの適用だけでなく、各種センサへの適用等、アプリケーションが多様化する傾向にあるため、本研究開発では、複数の想定アプリケーションに対して、サービスエリア確保のためのマルチホップ通信技術とそれに伴う高効率中継経路選択技術や、スリープ状態を有効に活用する超省電力動作技術等、それぞれ有効性を呈する技術仕様策定を成功裏に行った。さらに、中広域メッシュ構造では、実運用環境をさらに厳密に想定した実証等に成功した。さらに、山間地域等における狭域メッシュ構造の敷設等に有効と考えられる、狭域システムと中広域システムを結合した動作についても検討し、技術仕様を策定した。
- ブロードバンドワイヤレスネットワーク技術研究開発では、ホワイトスペース帯等の空き周波数帯や、ミリ波帯等の新規周波数帯を拡張利用することによりシステムの加入者容量を増大させることを実証できた。さらに、確保された周波数帯域に対し、通信容量をさらに向上させるためのアンテナ構築技術についても成果を収めた。いずれも、無線アクセスシステムにおいて深刻な問題となっている周波数資源の逼迫問題の解消技術として極めて有効性の高い成果だといえる。
- 自律分散ワイヤレスネットワーク技術として、無人飛行機を活用した無線中継システムに関しては、災害等により携帯電話やインターネット等の通信インフラが使用不能になる場合において迅速にシステム展開することで臨時の通信回線を使用可能にすることができ、安否確認や現場の状況把握に極めて有効性の高いシステムである。分散型の耐災害ワイヤレスメッシュネットワークについては、同様に、ネットワークの一部が被災して使用不能になってもネットワーク全体としては機能を維持するとともに、インターネットとの接続が失われても基本的な通信アプリケーションが分散型で動作し、安否確認や音声通話等を可能にするという点で、災害時での有効性は極めて高い。またこのネットワークは無線 LAN のバックボーンとして動作するため、平常時でも地域の経済活動に活用することができる。端末間通信ネットワークについても、地域に限定した行政情報や広告の配信、バスの接近通知、フィールドセンサ情報の収集などに活用でき、地域に根差した低コストなネットワークとして、またインフラに依存しないことからくる耐災害性などの面でも有効性が高い。
- ショートレンジにおける無線通信技術として、インパルス UWB 技術に基づく屋内測位システムに関しては、30 cm オーダの屋内での測位精度を提供可能なため、ショッピングモールや倉庫内において、端末を所持した人の動線を詳細に見える化することができ、消費行動の分析や経済効率の評価に極めて有効性が高い。シート媒体による通信・給電技術では、オフィスや自宅等での有線ケーブルの排除に向けて有効性が高く、また電波によって空間に信号が拡散せずにシート内に閉じ込めるため、セキュリティの面でも有効性が高い。さらに布状シート媒体は、身体周りのセンサ情報の収集をケーブルレ

スで行うことを可能とするため、普段の生活で動きながら多数のバイタルデータを収集する用途にも有効になると期待される。

#### 「国際水準」

- スケーラブルワイヤレスネットワーク技術研究開発の成果である狭域・中広域メッシュ構造は、それぞれ IEEE 802. 15. 4g、および IEEE 802. 22b 等の国際標準規格に収録されている。また、さらに、IEEE 802. 15. 4g 規格準拠の無線機に関しては、NICT が主導的に寄与する Wi-SUN アライアンスによって HAN (Home Area Network; 宅内ネットワーク) や、RLMM (Resource Limited Monitoring & Management; リソース制限型監視&管理) 等の複数のアプリを想定した認証体制がそれぞれ敷かれる等、国際的に活発な社会展開が実施されている。さらに中広域システムについては、IEEE 802. 22b 方式に準拠する世界初の無線機ならびに評価装置を整備し、総合評価を行った。さらに、狭域・中広域システム結合動作についても、これらの国際標準規格、ならびに認証規格に対し適切に準拠しながら実証を行った。
- ブロードバンドワイヤレスネットワーク技術研究開発においては、ホワイトスペースの活用に関して、実用化を想定した国際トライアル実験に参加し、本研究開発の成果であるホワイトスペースデータベースに対し正式なデータベース認証を取得した。また、ミリ波帯高速無線アクセス技術に関して、国際標準規格に準拠する方式を活用した超高速無線アクセスの実証に成功した。
- 自律分散ワイヤレスネットワーク技術として、無人飛行機を活用した無線中継システム及び分散型の耐災害ワイヤレスメッシュネットワークに関しては、大規模災害等を想定したシステム構築と両技術を連携させたシステムとして、また衛星回線やフェムトセル技術とも組み合わせたシステムが実証されており、ここまでの実現例は世界的にみてもまだない。また ITU で分配された新しい周波数帯である 5GHz 帯の試験機器をすでに開発し伝搬データを取得するとともに機体の制御まで成功しており、この面でも世界の先陣を切っている。端末間通信ネットワークについても、現在 IEEE802. 15. 8 において国際標準化に向けた審議が行われており、NICT はこの活動を主導するメンバーの 1 つとなっている。この中でこの技術も標準規格の 1 つとして盛り込む活動を実施しており、実証実験まで実施している NICT は世界でも先端を走っている。
- ショートレンジにおける無線通信技術として、インパルス UWB 技術に基づく屋内測位システムに関しては、規制緩和の面では欧米が日本より先行しているが、日本の法規制に合致した技術は海外にはない。また工場での利用は欧米が先行しているが、大型店舗や倉庫での利用技術は NICT が先行している。シート媒体による通信・給電技術は、布状媒体も含めて海外には開発例がなく、日本の独壇場となっている

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 10

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添1-(5) 宇宙通信システム技術		
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）	独立行政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		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-0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	68	46	49	41		事業費用（億円）	8.6	11.5	9.4	10.4		
特許出願数	—	6	3	4	1		職員数 ※内数	31	28	24	25		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
● 防災・減災対策に貢献する衛星通信技術の研究開発	別添1-(5) 宇宙通信システム技術  (5) 宇宙通信システム技術 海上や宇宙空間までの広い空間に	

被災地でもブロードバンド通信を利用可能とする災害時等の通信需要の変化に対応できる衛星通信技術、観測画像等の災害情報を迅速に収集、提供する光ワイヤレス技術等の研究開発を行う。

災害時等にも利用可能なネットワーク環境を展開するため、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。

これらの研究に必要なマイクロ波～光領域のアンテナや各種デバイス、回路の開発、及び実証システムの構築やそれを用いた検証を行う。

### ア ブロードバンド衛星通信システム技術の研究開発

地上・海洋・上空・宇宙を含む 3 次元空間のどこにいても 1 ユーザあたり数 10Mbps 以上の伝送容量を実現するネットワークを構築するため、衛星あたりの通信容量 Tbps クラスの実現に必要なブロードバンドモバイル衛星通信技術に関する研究開発を行う。これに必要な高速ファイダリンク技術の開発、災害時の被害状況の把握や観測データ伝送のために高速移動体や洋上船舶等との間の過酷な環境においてもブロードバンド通信を可能にするモバイル地球局技術の開発、オンボードプロセッシングの研究、衛星軌道光学観測精度の向上などを行う。

また、日本国内及び排他的経済水域を対象とする通信を確保するための、大型展開アンテナの高機能化技術や干渉軽減技術、通信を阻害する電波の波源推定技術などの研究開発を行う。さらに、同技術を活用して、地上ネットワークや衛星ネットワークの区別を意識することなく災害時

- ・次期通信衛星について、「これからの衛星通信の在り方に関するワーキンググループ」を設置し検討し、産学官を交え意見交換を行い、災害時に役立ち、事業者が使えるミッションを検討した。
- ・次期技術試験衛星の有識者検討会の新規立ち上げに尽力し、次世代の大容量衛星通信システムの概念検討を実施した。
- ・将来の通信衛星のユーザーニーズの把握を行っていくため、ユーザコンソーシアムを立ち上げた。
- ・次期通信衛星の実現に必要なチャネライザやデジタルビームフォーミング (DBF) 等のキーデバイスの試作を含む航空機・海洋ブロードバンドモバイル衛星通信技術に関する研究開発を実施見込み。
- ・Ka 帯衛星通信の状況については、SIP の「次世代海洋資源調査技術」で予算化され府省庁間連携のプロジェクト化。海洋ブロードバンド実現に向けて、WINDS で 10Mbps の通信速度を達成するための研究開発に着手し、次期通信衛星では 100Mbps の通信速度を達成する技術を研究開発する方向性となっている。
- ・WINDS 基本実験において、ブロードバンドモバイル衛星通信を実現するため、様々なアプリケーション実験を実施した。例えば、東日本大震災では現地で衛星通信の提供を行い災害対応に活躍することを示し、防衛省、東京消防庁から感謝状が授与された。またこれまで、多くの防災訓練等に参加すると共に、医療分野ともトリアージシステム等で連携を行うなど、衛星通信の非常時への有効性を示した。
- ・当初の計画以上に、新規に 3 種類の衛星地球局（大型車載局、小型車載局、フルオート可搬局）を開発し、計画を上回って実施した。
- ・海洋域からのブロードバンド衛星通信の実証を目指して、JAMSTEC 所有海洋調査船「かいよう」に地球局を設置し相模湾にて洋上衛星通信実験を実施すると共に、世界初となる衛星回線経由で陸上からの深海探査機「おとひめ」の遠隔操作実験を実施し有効性を示した。
- ・航空機用地球局を完成させ、航空機用地球局と同時搭載した Pi-SAR2 観測データ伝送実験を実施見込みで、WINDS 基本実験を取りまとめる予定。

等にシームレスに利用可能な小型携帯端末システムを実現するための要素技術の研究開発を行う。

- ・地上系のメッシュ型ワイヤレスネットワークとの連携実験のため、車車間通信を有するシステムを開発した。
  - ・WINDS 衛星を用いた超広帯域伝送の実現を目的として、750Mbps16APSK 方式をさらに周波数多重した16APSK-OFDM 3.2Gbps の多値変調周波数多重による RF 信号ダイレクト変復調装置を開発し、WINDS 衛星回線に通すことに成功し、計画を上回って実施した。また10GbE インタフェースを介して非圧縮4K 超高精細映像を通す WINDS 衛星通信実験に成功した。
  - ・再構成通信機技術では、電子情報通信学会衛星通信研究賞を2回受賞した。
  - ・地上 TT&C 系の検討として光・ミリ波のハイブリッドフィードリンク技術について概念検討を実施した。
  - ・光学観測による軌道決定に関しては、架台及び制御システムを交換した35cm 望遠鏡と CCD カメラを用い、低軌道衛星及び静止衛星を対象として、1秒角の位置検出精度を目標とする衛星撮像～画像解析試験を実施した。
  - ・波長1.55 $\mu\text{m}$  のレーザによる低軌道衛星との光通信及び軌道決定の実験に向けて望遠鏡光学系を改造した。
  - ・SLR 技術、キャリア信号を用いた受動測距による軌道決定技術を開発した。
  - ・国際宇宙電波監視会合における今後の静止衛星の軌道情報の取り扱いに関する議論で技術的な面からサポートした。
  - ・光通信衛星からのレーザ光を用いた衛星の光学観測～軌道決定手法を確立する見込み。
  - ・低軌道～静止軌道までの人工衛星の高精度軌道決定～軌道データのデータベース構築を効率よく行う手法を開発する見込み。
  - ・ETS-VIII後期利用実験において、大型展開アンテナの軌道上における特性変動測定技術の実証実験、衛星搭載機器の定期性能試験、航空移動衛星通信実験等の各種実験結果について、後期利用実験報告書としてとりまとめるとともに、NICT 機関誌の「研究報告 (ETS-VIII実験特集号)」を発行し着実に推進した。
  - ・海上ブイに搭載した GPS 津波計に補正情報を伝送し、ブイ上で精密測位を行うことで、津波の検出が可能なシステムを構築し、ETS-VIIIを用いて基地局に伝送した測位結果から、津波の早期検出に有効であることを実証実験で確認し、計画を上回って実施した。本実験は平成25年度宇宙科学技術推進調整委託費に採択され、共同研究の枠組みで実施された。
  - ・IWCMC2013 及び GLOBECOM2013 で発表した論文が Best Paper Award を受賞。
  - ・DTN プロトコルによる陸上移動データ通信実験を航空自衛隊と共同で実施した。
  - ・大型展開アンテナの軌道上特性変動測定技術の実証実験を ETS-VIIIを用いて実施し、低サイドローブ制御法が実際の軌道上において有効であることを実証した。
- 
- ・大型展開アンテナのビーム指向制御に関して、シミュレーションを実施し、鏡面の熱変形を模擬し、サイドローブの上昇を評価し、給電部を構成する DBF のパラメータの適切な制御により、サイドローブを抑え、鏡面変形制御や干渉波除去に有効であることを確認した。また、給電部を構成する DBF のデジタル誤差に関する評価を行い、A/D 変換器のビット数の制限によりビーム形成能力が低下する事を確認した。上記を含む大型展開アンテナの電気性能評価技術の評価結果をもとに、総合的な

- 評価を行い、将来の大型アンテナの設計・評価に資する電気性能評価技術を確立する見込み。
- ・衛星アンテナによる波源推定技術に関して、周波数差と時間差を併用する方式の開発・評価を行い、有効性を示す見込み。
  - ・シームレス小型端末通信システムについては、災害時に端末主導での通信機会の公平性を重視したコールアドミッション規制制御法(CAC)を提案(特許化)し、シミュレーションで有効性を実証した。災害時に衛星のチャンネル使用効率を高い状態で重要通信を確保する重要通信優先チャンネル枠設定法を確立した。
  - ・小型の衛星携帯端末アンテナ方式について、端末製造技術を有する台湾工業技術研究院(ITRI)との共同研究契約を締結し、方式を検討。利用シーンに応じて指向性を可変できる小型高利得の衛星携帯端末アンテナ方式を開発し、有効性を確認する見込み。
  - ・S帯衛星通信の状況については、情報通信審議会で「2GHz帯等を用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」について諮問され一部答申がなされるなどの動きがあり、興味を持っている通信事業者もあり、電波利用料案件として受託した地上衛星共用携帯電話システム(STICS)の研究開発結果を技術移転することで、将来の通信衛星に活用されるよう民間事業者の技術的サポートを行う方向である。
  - ・国際標準化について、国際電気通信連合無線通信部門(IUT-R)及びアジア・太平洋電気通信共同体(APT)におけるAPT Wireless Group(AWG)に寄与文書を提出し標準化に貢献した。(寄与文書9件、ITU-Rレポート1件、APTレポート2件)

### イ 超大容量光衛星/光空間通信技術の研究開発

災害時の被災状況の把握にも極めて有効な高精細・大容量の観測衛星のデータを衛星-地上間、及び衛星間で伝送するために、光通信装置の小型化、数10Gbps級の大容量化、及び多元接続に関する技術を研究開発する。

また、地球規模の情報安全性を確保するための空間量子鍵配送基礎技術の研究開発を行い、ファイバと連携した空間伝送距離1kmの量子もつれ鍵配送を達成する。

- ・NICTが衛星搭載超高速光通信コンポーネントの開発を行う衛星計画を、JAXAと連携して新規衛星搭載ミッション(ひかり)として立ち上げに成功し、計画を大きく上回って実施見込み。衛星搭載超高速光通信コンポーネントの概念設計を完了し試作モデルを開発見込み。
- ・小型光トランスポンダ(SOTA)の開発において、小型衛星搭載用のSOTAのEFM(Engineering Flight Model)の開発を進め、機能性能試験および宇宙環境試験を実施し開発を完了した。
- ・H-IIA相乗りでSOTAを搭載した小型衛星が打ち上げに成功、軌道上で機器の健全性を確認し、50kg級小型衛星で世界初の地上-衛星間光通信実験を成功裏に実施見込みである。
- ・国際共同実験に着手し、SOTA実験の結果をとりまとめ見込み。
- ・電子情報通信学会の総合大会及びソサエティ大会両方から学術奨励賞を受賞。
- ・電子情報通信学会の衛星通信研究会から、衛星通信研究賞を受賞。
- ・小型光コンポーネント実証ミッション(VSOTA)の開発において、東北大学開発のRISER衛星(ほどよし2号機)搭載用にNICT独自のVSOTA(レーザーコリメータと駆動回路)を開発し完成させ、大学ユーザとの連携を推進した。
- ・衛星のフライトモデルにVSOTAを組み込んで電気及び機械噛み合わせ試験を実施するとともに、衛星本体と光送信機間の制御システムの構築を実施した。
- ・VSOTAの完成と引き渡しを行い、衛星レーザ測距(SLR)局との連携による衛星姿勢決定の準備や、地上局設備整備に着手見込み。



		<ul style="list-style-type: none"> <li>・次期光通信技術の光受信機能の一つとして重要と考えられる低ノイズ光増幅器を用いた自動レベル制御装置を試作し、大気ゆらぎを補償する自動レベル制御装置として理論的実験的な評価を推進。</li> <li>・AIAA JFSC Excellent Paper AwardとAIAA ICSSC Best Student Paper Awardを受賞。</li> <li>・ネットワーク化された1m望遠鏡の光地上局を小金井・沖繩・鹿島に設置し、気象センサデータ等を活用する世界初となるサイトダイバーシティを技術実証するテストベッド構築を推進し、計画を大きく上回って実施した。</li> <li>・数10Gbpsの高速データ伝送を行う光通信装置を車両に搭載できるよう改造し、走行する車両と地上固定局との間で行う光通信実験を実施した。</li> <li>・空間光通信による量子鍵配送については送受信装置を駆動架台に搭載し、建物間での光リンク形成試験を実施した。取得データを解析し、量子鍵配送を行う光送受信システムへの要求や考慮すべき項目の抽出と整理を実施した。</li> <li>・量子もつれ光源を空間光通信と組みあわせる光学系の構築し、ビル間を想定した空間伝送用の量子鍵配送用空間伝送システムを整備した。</li> <li>・実験室においてファイバ20km伝送後の空間—ファイバ量子もつれを確認し、変形Ekert 91プロトコルを実装し、鍵生成の原理実証に成功した。</li> <li>・地球規模の情報安全性を確保するための空間鍵配送基礎技術の研究開発を行い、鍵配送に向けた実験と安全性検証を行い、8km空間光通信に成功し中期計画目標を達成見込み。</li> <li>・宇宙データシステム諮問委員会(CCSDS)において、宇宙光通信の標準化に関して従来のObserverからContributorの立場に就任し、整備される文書の一つ“Real-Time Weather and Atmospheric Characterization Data”を、NICTがEditorとなり標準化寄与文書としてドラフト版を作成した。今後、標準化寄与文書として制定される見込み。</li> </ul>
--	--	--

自己評価		主務大臣による評価	
評価	A	評価	B
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>以下に示す通り、中期計画を十二分に達成しており、目標に向けて顕著な成果を上げる見込みであり、総合的にAと評価する。主要な説明を以下に示す。</p> <p>○ 次期技術試験衛星について、有識者検討会の新規立ち上げに尽力し、次世代の大容量衛星通信システムの概念検討を実施し、ニーズを踏まえた衛星システムの概念検討及び高速化のための技術課題を策定すると共に、次期通信衛星の実現に必要なチャネライザやデジタルビームフォーミング(DBF)等のキーデバイスの試作を含むブロードバンドモバイル衛星通信技術に関する研究開発を実施見込み。将来の通信衛星のユーザニーズの把握を行っていくため、ユーザコンソーシアムを立ち上げるなど顕著な成果を上げており、目標を十二分に達成している。</p> <p>○ 海上ブイを用いた衛星センサネットワーク実験については、25年度に引き続きETS-VIIIを用いた実験を実施し、将来</p>		<p>＜評価に至った理由＞</p> <p>宇宙通信システム技術は、第3期中長期計画において、ブロードバンド衛星通信システム技術、超大容量光衛星／光空間通信技術の研究開発に取り組むこととしており、「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と認められるため、Bとする。</p>	

の津波早期検出に利用可能なことを示すとともに、みちびき衛星を用いて GPS 補正情報をブイに伝送することで津波検出に必要な精密測位を行い、その結果を伝送する基礎データ取得を実施し顕著な成果を上げており、目標を十分に達成している。

- WINDS においては、衛星通信実験としてフルオート可搬局、大型車載地球局、小型車載地球局を開発し、世界最高性能の 26Mbps で車両や船舶等の移動体とのブロードバンドモバイル衛星通信実験を実施しており、特に海洋域からのブロードバンド衛星通信の実証を目指した、海洋調査船「かいよう」からの洋上衛星通信実験を実施し、世界初となる衛星回線経由で陸上からの無人探査機「おとひめ」の遠隔操作実験を実施し、さらに、WINDS 衛星回線において 16APSK-OFDM 方式で世界最速の 3.2Gbps の通信に成功し特に顕著な成果が得られており、目標を大幅に上回って達成している。
- シームレス小型端末通信システムについては、災害時に端末主導での通信機会の公平性を重視したコールアドミッション規制制御法(CAC)や衛星のチャネル使用効率を高い状態で重要通信を確保する重要通信優先チャネル枠設定法を確立するとともに、利用シーンに応じて指向性を可変できる小型高利得の衛星携帯端末アンテナ方式を開発し有効性を確認したが、まだ、実際の衛星計画とはなっていない。国際標準化についてアジア・太平洋電気通信共同体(APT)における APT Wireless Group(AWG)に寄与文書(寄与文書 9 件、ITU-R レポート 1 件、APT レポート 2 件)を提出し顕著な成果を上げ、目標を十二分に達成している。
- 宇宙光通信については、NICT が衛星搭載超高速光通信コンポーネントの開発を行う衛星計画を、JAXA と連携して新規衛星搭載ミッション(ひかり)として立ち上げに成功した。小型衛星搭載用の小型光トランスポンダ(SOTA)の開発を進め、エンジニアリングフライトモデル(EFM)の開発を完了し衛星バス側へ引き渡しを実施し、H-IIA 相乗りで SOTA を搭載した小型衛星が打ち上げに成功、軌道上で機器の健全性を確認し、50kg 級小型衛星で世界初の地上-衛星間光通信実験を成功裏に実施見込みである。また、ネットワーク化された光地上局を小金井・沖縄・鹿島に設置し、気象センサデータ等を活用するサイトダイバーシティを技術実証するテストベッド構築を推進し、光学観測による軌道決定についても、光通信衛星からのレーザ光を用いた衛星の光学観測~軌道決定手法及び低軌道~静止軌道までの人工衛星の高精度軌道決定~軌道データのデータベース構築を効率よく行う手法を開発する見込みである。宇宙光通信の標準化では、宇宙データシステム諮問委員会(CCSDS)において、宇宙光通信の標準化に関して従来の Observer から Contributor の立場に就任し、整備される文書の一つ“Real-Time Weather and Atmospheric Characterization Data”を、NICT が Editor となり標準化寄与文書としてドラフト版を作成し、今後、標準化寄与文書として制定される見込みで特に顕著な成果が得られており、目標を大幅に上回って達成している。

主な成果は以下のとおり。

- ・ WINDS 基本実験において、様々なアプリケーション実験を実施し、多くの防災訓練等に参加すると共に医療分野ともトリアージシステム等で連携を行うなど、衛星通信の非常時への有効性を示した。
- ・ WINDS 衛星回線において 16APSK-OFDM 方式で世界最速の 3.2Gbps の通信に成功し、非圧縮 4K 高精細映像を通す超高速 WINDS 衛星ブロードバンド通信実験を成功させた。
- ・ 宇宙光衛星通信については、JAXA と連携して新規衛星搭載用の超高速光通信コンポーネントの開発に着手し、また、光トランスポンダの小型化に成功し、衛星に実装して 50kg 級小型衛星で世界初の地上-衛星間光通信実験を成功裏に実施見込みである。

**「必要性」**

- 衛星通信は広域性があり災害に強く、固定局のみならず、陸上・海上・上空を移動しながら通信できることは耐災害活動支援の重要な通信手段となる。大災害時には衛星通信の需要は大きく、必要とされるデータ量も大きくなり、通信のブロードバンド化が必要であり、その役割は大きい。
- 衛星センサネットワークシステムは、通信手段や電力の供給の無い場所からでも必要なデータを長期間に渡り伝送することを目指すシステムであり、取得したデータから災害等を早期に検出することで災害の被害を軽減することが可能となり、国民の命と国益を守るために必要な技術である。
- 災害時に直接通信が可能な衛星を用いた携帯電話技術は、災害時に重要な手段である。大型衛星アンテナを利用した携帯型通信技術に必要な技術的課題を解決し、災害時に真に有効な小型端末システムを提案することは、国民を守る技術として必要である。情報通信審議会においても同様のシステムが審議され一部答申がなされ必要性は高い。
- 観測衛星等の高分解能・高性能化に伴い取得されるデータの大容量化に対して、ダウンリンク回線等の大容量化が要求され、数十 Gbps の伝送速度が実現できる光空間通信の必要性はますます増大している。災害時の状況の把握、通信インフラの迅速な復旧、安全保障や保全のためにも、高速大容量の光・ミリ波無線通信技術や精密軌道決定技術は必要不可欠であり、例えば、光データ中継衛星については、観測衛星の大容量通信手段確保に直接的に貢献し、社会的課題解決への必要性は高く、社会に大きく貢献する。
- 宇宙光通信は、小型の機器で高速なデータ通信が行えるため、搭載機器リソース（サイズ、質量、電力等）の制約が大きい小型観測衛星にとって、不可欠といっても過言ではない通信システムであり小型衛星分野での必要性は高い。

**「効率性」**

- WINDS の宇宙実証実験に対し耐災害 ICT センターと連携して柔軟に人員を配置するとともに、自らの基本実験と他機関の利用実験の実施をオーバーラップさせ効率的に実験を進めている。また、外部機関と連携し実態に即した実証実験を推進するなど、効率的に行う体制をとっている。また、新たな衛星実証ミッションについては、リエゾンのプロジェクトチームを組むなど効率的に進めている。
- 衛星センサネットワーク実験とシームレス小型端末通信システムという2つの研究テーマに対し柔軟に人員を配置している。衛星センサネットワーク実験では外部機関と連携し ETS-VIII を用いた実証実験を効率的に推進している。また、外部予算を獲得し人材を確保しつつ研究と国際標準化活動を効率的に進める体制をとっている。
- 宇宙光通信については、現在の議論では、地上の光通信で用いる波長帯を宇宙においても採用する方向である。NICT は以前よりこの波長帯に着目した研究開発を継続しており、これまでに培った知見を継承して研究開発を進めてい

る。これにより、地上の光ファイバ通信網とのシームレスな接続が可能であり、部品や評価システム等を共通化することにより効率的な技術開発を行っている。また、宇宙光通信システムを構築している多岐に渡る技術項目の中から、従来の成果および国内外の動向を踏まえた抽出を行い効率化を図っている。

- 小型衛星による宇宙実証の頻度の向上は、大型衛星の信頼性向上や最新技術の実用化を早めることができ、効率的な研究開発成果の実用化を企図するものである。特に、50kg 級の小型衛星バスを用いた小型副衛星相乗り打上による宇宙実証を可能にすることで、小型衛星搭載の光通信端末は、従来大きな制約となっていた小型衛星の通信手段を 100 倍のオーダーで改善する技術であり、衛星周波数利用効率を飛躍的に拡大する。
- 光通信衛星の軌道を光学観測により精密に決定できれば、一般的な軌道決定手法の校正も行うことが可能となり、また、地上及び衛星からの光信号を正確かつ迅速に目標に向ける初期捕捉追尾を効率的に行うことができる。

#### 「有効性」

- 衛星通信は広域をカバーできる特徴があり、急速な情報通信ネットワークの拡大や臨時の情報通信ネットワークの構築にも対応可能であり、他の手段では代替できない特徴を有している。災害が発生した場合には、地上が通信不能時にも衛星は通信が可能であり、開発した衛星地球局は耐災害性の観点から非常に有効であるため、南海トラフ地域で災害緊急対応機関との連携を通して当該地域と連携構築を推進しており、衛星通信のアプリケーションとして非常に有効であり、今後の利用展開が期待される。
- 衛星実験では、センサ局の設置環境として過酷な海上のブイからデータ伝送実験を実施し、データ伝送が行えることを実証した。特に海上からのデータは津波の早期に発見に役立ち、人的被害を大きく軽減するために極めて有効であり、その波及効果は大きい。
- 衛星通信は大規模災害時の唯一の通信手段であり、携帯型からの通信については非常に重要である。衛星に関する技術と共に、端末数の増大に関わる問題の解決が重要であり、優先端末の設定など、今後の技術政策へ波及すると考えられる。
- 宇宙光通信の分野で今後の利用中心となる波長帯を用いた衛星-地上局間光通信を実施することは、大気の影響を把握する基礎データとして重要である。この成果に基づき国際的な標準化へ貢献することは、NICT の存在意義や日本の技術力を主張し、国内外における研究開発を促進する効果も期待できる。
- 衛星をはじめ、航空機、船舶、車両等の移動体に対して 10Gbps 以上の高速大容量通信を提供するために光通信は、電波の有効利用の観点からも期待される通信手段である。
- 地上からの光学観測による軌道決定は、衛星に搭載する軌道決定用機器を削減することが可能となるため、特に搭載

可能な機器リソースに制限がある超小型衛星にとって有効な手法である。

#### 「国際水準」

- 移動体衛星通信ではインマルサットがサービスに向け衛星を打ち上げたが、サービスは 5Mbps である。高速インターネット衛星通信では、世界最速の通信性能を実現している点、また、マルチビームによるメッシュネットワークを世界で初めて実証した点など、世界をリードする技術水準にある。現在検討が始まった次期技術試験衛星では、100Mbps 級のユーザリンクの速度を目指しており、世界トップレベルの課題設定である。
- 衛星センサネットワークは、国内では気象庁が津波検出ブイを陸から 300~400km の地点に設置し、周回衛星（イリジウム）を用いてデータを取得し、平成 24 年 12 月 25 日より津波警報への活用を開始した。NICT では静止衛星を用いたシステムの開発を目指しており、リアルタイム性が強く要求されるデータの収集に対応できる。
- シームレス小型端末通信システムは、NICT では同一周波数帯を利用する地上衛星共用携帯電話サービス方式について電波利用料案件を受託し研究開発を進めた実績があり、アジア諸国に先行するとともに欧米諸国と競合関係にある。
- 米国や欧州においても宇宙光通信装置の研究開発が進んでいる。一方、技術標準化の議論では、地上光通信の波長帯を採用する方向であり、この波長帯の大気伝搬特性の取得が求められている。NICT はこの波長帯の光源を搭載した衛星搭載用の光通信装置の開発を進めており、他機関に先駆けて宇宙での動作実証を実施予定である。宇宙機関間会合で始まった技術標準化の議論において、NICT はこれまで世界初の成果を示した実績から、国際的にも認められている存在であり、小型光トランスポンダに関するプロジェクトも技術実証の先駆的な事例として国際的に高い注目を集めており、この立場を維持するためにも研究開発を維持する意義は大きい。新規衛星搭載ミッションである「ひかり」プロジェクトも、光通信で 10Gbps 級の宇宙実証を目指しており、世界トップレベルの課題設定である。また、光通信のための低軌道衛星への精密軌道決定技術を提案している機関は NICT 以外に未だ無く独自の技術である。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 11

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中期計画の当該項目	別添1-(6) ネットワークセキュリティ技術		
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）	独立行政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		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0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	82	119	105	130		事業費用（億円）	8.6	8.5	8.3	8.0		
特許出願数	—	7	11	3	9		職員数 ※内数	58	60	58	67		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・ 中長期計画に定められた各項目の達成度 ・ 「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
● 最先端ネットワークセキュリティ技術に関する研究開発	別添1-(6) ネットワークセキュリティ技術	

世界最先端のサイバー攻撃観測・分析・対策・予防技術、セキュアネットワークの設計・評価と最適構成技術、次世代暗号基盤技術等、理論と実践を高度に融合させたネットワークセキュリティ技術の研究開発を行う。

**(6) ネットワークセキュリティ技術**

情報通信ネットワークを誰もが安心・安全に利用でき、かつそれを支えるセキュリティ技術の存在を利用者に意識させない世の中の実現を目指し、現在志向の研究と未来志向の研究を両輪で推進する。

現在志向の研究では、日々高度化・巧妙化を続けるサイバー攻撃を日本全国レベルの大局的な視点で捉え対抗するための研究開発に取り組み、即効性のある成果展開を行う。

未来志向の研究では、中長期的な視点に立ち、ネットワーク自身のセキュリティを高め、攻撃に強いネットワークの実現を目指して、セキュリティ設計を根本から見直し、あらゆる人やネットワーク機器に最適なセキュリティ機能を自動選択・自動配備する等のセキュリティアーキテクチャの研究開発や、計算機能力の向上や解読手法の進歩による暗号アルゴリズムの危殆化から脱却し、長期に渡り高度な安全性を担保可能な次世代の暗号・認証技術の研究開発を行う。

また、大規模災害等の社会的危機に際しても迅速な情報収集や情報の信頼性の確保、柔軟かつ簡便な個人認証等を実現するセキュリティ技術の研究開発を行う。

なお、研究開発課題の設定に際しては、中期計画の策定時点で可能な限り普遍的な課題設定を行うとともに、中期目標期間中に新たに生じる世の中の状況変化（例えば、新たなサイバー攻撃手法の出現等）に対し

ても、柔軟に研究開発課題に取り込む。

### ア サイバーセキュリティ技術の研究開発

進化を続けるサイバー攻撃やマルウェアに能動的・先行的に対抗するため、観測範囲を 30 万アドレス程度に倍加させた世界最大規模のサイバー攻撃観測網を構築するとともに、災害時には当該観測網によって得られた観測情報をネットワーク障害の迅速な把握等に活用するための研究開発を行う。Web や SNS 等を利用した新たな脅威に対する観測技術及び分析技術の研究開発を行い、サイバー攻撃を観測する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する。

また、IPv6 等の新たなネットワークインフラ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及び防御技術の研究開発を行う。

さらに、研究機構の中立性・公共性を活かして収集した攻撃トラフィックやマルウェア検体等のセキュリティ情報の安全な利活用を促進し、我が国のネットワークセキュリティ研究の向上に資するため、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するとともに、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。

- ・国内外の組織にサイバー攻撃観測用センサの設置を進め、H26 年度中に約 28 万アドレスまで拡大させたダークネット（未使用の IP アドレス）の観測規模を 30 万アドレスに拡大する（見込）。ダークネット観測・分析結果については、Telecom-ISAC Japan、JPCERT/CC、IPA 等のセキュリティ関連組織と適宜共有するとともに、総務省 ACTIVE（国民のマルウェア対策支援プロジェクト）に提供し、国民への注意喚起等に活用された。
- ・ブラックホールセンサ（無応答型センサ）やハニーポット（低対話型/高対話型センサ）等、異種センサの柔軟かつ動的な配置を実現する能動的サイバー攻撃観測技術 Ghost（Global, Heterogeneous, and Optimized Sensing Technology）を開発した。本システムを試験運用から実稼働に移行する（見込）。
- ・ダークネット観測結果を用いて、被災地周辺のネットワークの死活状況推定を行うシステム ACTIVATE（Active Connection Tracer for Internet Vitality AuTo-Estimation）を提案し、東日本大震災時の観測データを用いて有効性の検証を行った。
- ・Web を利用したドライブ・バイ・ダウンロード（以下、DBD）攻撃に対する対策技術を確立するため、Web ブラウザにプラグインする形式のセンサをユーザに大規模展開し、ユーザ群の巨視的な挙動をサーバ側で観測・分析することで、不正サイトを検出するとともに、ユーザの不正サイトへの Web アクセスの先行的なブロックを可能にする DBD 攻撃対策フレームワークを開発し、ユーザ参加型の実証実験を実施した。なお、実証実験に先立ち、外部有識者を含めた実証実験実施内容検討会を開催し、個人情報適切な管理等についての法的・技術的な検討を行った。
- ・SNS におけるなりすまし等の不正ユーザ対策として、SNS ユーザ同士が連携協力する不正ユーザ検出手法を提案し、Facebook に対応したプロトタイプ実装を行い、実証実験を実施した。
- ・ブラックホールセンサや各種ハニーポット、Web クローラ、スパムメール、マルウェアの動的解析結果等からの多角的入力情報を用いて各種のサイバー攻撃間の相関性を明らかにするためのマルチモーダル分析技術を提案し、各種の分析・評価を行った。
- ・新たに台頭した DNS amp 攻撃（DNS クエリの反射を用いた DDoS 攻撃）に関してダークネットと DNS ハニーポットのマルチモーダル分析を実施した。その結果、DNS amp 攻撃が始まる数日前から、その前兆である DNS オープンリゾルバ探索のスキャンがダークネットで観測されていることを明らかにし、攻撃予測として有用であることを示した。
- ・マルウェア解析の高度化に向けて機械学習によるマルウェア難読化ツール（パッカー）の高精度な自動判別手法および、統一的な難読化解除技術（ジェネリックアンパッカー）を開発した。
- ・NICT と OS ベンダ、通信事業者、ネットワーク機器ベンダ等とで IPv6 技術検証協議会を設立し、IPv6 セキュリティ検証環境下で実施した 40 通りの攻撃シナリオと、それらの攻撃シナリオに対する 100 通りの防御策について、IPv6 セキュリティに関するガイドラインとして公開した。また、このガイドラインを基に、ITU-T において国際勧告化（X.1037）を実施した。さらに、40 種類の攻撃シナリオの



うち、24種類はNDP（近隣探索プロトコル）に起因した攻撃であることから、NDPの不正使用に対する防御技術（NDP Guard）を開発した。

- ・フィルタリング技術やサニタイジング技術によって、攻撃トラフィックやマルウェア検体等の外部漏洩を防止しつつ、それらセキュリティ情報の安全な利活用を実現するサイバーセキュリティ研究基盤NONSTOP（NICTER Open Network Security Test-Out Platform）を開発し、産学連携の下で実運用を行った。また、国内最大のマルウェア対策研究専門のワークショップであるマルウェア対策研究人材育成ワークショップのデータセットとして、NONSTOP経由でダークネットトラフィックを提供し、国内の複数の組織が研究利用した。
- ・ダークネット観測網に基づく対サイバー攻撃アラートシステムDAEDALUS（Direct Alert Environment for Darknet And Livenet Unified Security）の外部展開を進め、地方公共団体情報システム機構との連携の下、地方自治体へのアラート提供を開始した（200を超える自治体が参画）。また、総務省のASEAN向けサイバーセキュリティ技術協力プロジェクトJASPER（Japan-ASEAN Security Partnership）の一環として、ASEAN諸国向けのDAEDALUSアラートの提供を開始した。さらに、国内セキュリティ企業にDAEDALUSを技術移転し、商用のアラートサービスが開始された。
- ・ネットワークリアルタイム可視化システムNIRVANA（NICTER Real-network Visual ANALyzer）を国内複数社に技術移転し、商用ライセンス販売が開始された。
- ・標的型攻撃対策技術として、ライブネット（使用中のIPアドレス）トラフィックのリアルタイム分析を可能にするライブネット分析プラットフォームを開発した。また、国産アンチウイルスソフトとライブネット観測を連動させるNIDS-HIDS連携システムを開発した。さらに、自動防御機構やアラート集約・相関分析機構の開発を行った。これらの技術群を融合したサイバー攻撃統合分析プラットフォームNIRVANA改を開発し、技術移転を実施する（見込）。

## イ セキュリティアーキテクチャ技術の研究開発

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、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。

また、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におけるセキュリティ確保をも考慮しつ

- ・セキュリティ分析エンジンが実施する技術的な分析に対してICTシステムの利用者が要求するセキュリティ要件を明示し合意させるため、セキュリティSLA（Service Level Agreement サービスレベル合意書）を定義するが、当該セキュリティ要件の記述方法や、システム利用者とサービス提供者の間でセキュリティレベルを合意するためのプロトコルを構築した。
- ・スマートフォン向けのリスク評価技術について、昨年度に構築したAndroidアプリケーション（以下、Androidアプリ）のリスク分析フレームワークにおける「脅威」の評価に対して、独自の手法を提案・実装した。本手法では、あるAndroidアプリがマルウェアである可能性を統計及び機械学習に基づき定量化するが、その際、Webから取得したAndroidアプリのコンテキストに応じて判定を実施している点で特徴がある。
- ・Androidアプリのリスク分析に資するため、約10万件のAndroidアプリの分析結果およびメタ情報を知識ベースとして格納した。格納における情報構造についても定義・評価した。今後、蓄積する分析結果およびメタ情報を約20万件に増やすとともに、蓄積されているAndroidアプリの分析結果の社会での利用を促進し、セキュリティベンダがより精緻なリスク分析を実現するのに必要なデータを提

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・評価技術確立する。

これらの技術については、我が国の電子政府推奨暗号に対応した、認証プロトコルを始めとする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も適用する。

供できる仕組みを確立する。

- ・インシデント情報の交換に必要なスキーマ技術について、従来より IETF (The Internet Engineering Task Force) において国際標準化を先導し RFC 7203 として発行された。本技術を用いたエンタープライズネットワークの脆弱性アラートの自動交換ツールについて、プロトタイプの構築を完了した。
- ・今中期計画において開発してきたセキュリティアーキテクチャの要素技術を集大成させ、今後、組織内の脆弱性管理・初動対応の自動化プロトタイプを構築する。
- ・IoT 時代を迎えるにあたり、大規模ネットワーク上で多数の利用が想定される RFID タグに対して、セキュリティ・プライバシー要件の理論的な枠組みを構築した。証明可能安全性を有する RFID 認証プロトコルを構築するとともに、安全に所有権の譲渡を行うことが可能なプロトコルを開発した。
- ・RFID タグ利用における認証・プライバシー保護技術において、高速に複数のタグへの読込が行なわれたことに対して証拠を残すプロトコルの研究開発を行い、中間者攻撃に対する高い安全性を証明可能とするプロトコルを提案した。
- ・PUF (Physical Unclonable Function : 物理的複製困難関数) を利用することにより物理的な安全性が確保されている RFID 認証プロトコルを構築した。さらに 100 台の FPGA を用いて SRAM PUF の挙動を分析し、構築した認証プロトコルの回路規模および演算時間を実装により得た。
- ・暗号プロトコルと PUF を融合することにより、省リソース端末における物理的な安全性を確保する仕組みを確立するため、安全性証明を行う上で必要な PUF に対する様々な安全性要件を定義した。
- ・今後、IoT における暗号利用のための鍵生成や乱数生成に対して PUF を利用する際に必要な要件を整理する。
- ・プライバシー保護型の RFID 認証プロトコルを実際の RFID タグの製造プロセスに載せることにより、回路規模や動作性能、通信可能距離等、実用面での性能評価を行った。
- ・委託研究の成果を活用し、無線通信のための暗号評価ボードを試作開発し、国内の様々なハードウェア実装研究者から利用した際のフィードバックを受けることにより、無線通信環境下での暗号プロトコル開発に有益な評価ボードを構築する。
- ・Twitter や Dropbox 等、既存の Android 端末向けのサービスに対して、ユーザを主体としてセキュリティの向上が図れる方式を検討し、Android OS 付随の暗号技術を用いた暗号プロトコルを考案した。また、当該プロトコルを Android 端末上で実行した際の性能低下について、実システムを用いて実証した。今後、当該暗号プロトコルを利用する際の鍵の管理について安全な方式を確立し、プロトタイプ実装を行う。
- ・大規模プラットフォームにおける異なるアプリケーション・異なるサービスに求められる異なるセキュリティ要件・異なるプライバシー要件に対し、要件ごとに柔軟な実現を可能とする暗号基盤技術を創出した。これまでにないフレームワークや概念を提唱し、それらを実現する具体的な基盤技術を提案してきた。また、デモシステムを構築し、具体的な利用例を具現化することができた。NICT からの技術提案のみならず、世界各国の主要研究機関から、近年、実際にそれらの基盤技術を用いた暗号アプリケーションやプロトコルの提案等が高いレベルの国際会議で多数提案されるようになってきており、暗号基盤技術としての一つのカテゴリを構築しつつある。フレームワークを提唱したオリジナルの論文は世界最高峰の Journal と称される Journal of Cryptology に採録・掲載された。より現実

- 的な仮定に基づく効率的な提案方式は Journal of Cryptology に招待採録・掲載された。
- ・暗号技術（ID ベース暗号/グループ署名）と通信技術（Tor）を組み合わせることで、サービスプロバイダがユーザを匿名で認証しつつサービス内容を暗号化することが可能なシステムを提案した。本研究成果は IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing に採録された。
  - ・プライバシー保護と情報利活用との両立に向けて、購入履歴等のログの漏洩時には一切の個人情報漏れることなく、一方で万が一の事態が起こった場合におけるユーザの追跡時には当該ユーザを特定することが可能なシステムを提案した。
  - ・中間者と呼ばれるエンティティを導入することで、既存方式と比較して非常に効率的な匿名データ収集方式を提案した。本方式により、中間者には暗号化されたデータがある範囲に入っていることのみを検証を許すため、復号することなしに暗号化データの整理が可能となる。
  - ・暗号をシステムに組み込んで長期間使用する際に必要となる機能であるシステム離脱時・鍵紛失時等に対応するための鍵失効機能の研究開発において、これまで考慮されていない安全性を達成する鍵失効可能 ID ベース暗号を提案し、その成果が IEEE TIFS に採録された。また、暗号文長が階層の深さに依存せず、かつ内部攻撃者を考慮した階層的鍵失効可能 ID ベース暗号を提案した。さらに、ユーザ削除時に公開するトークンサイズが削除ユーザ数に非依存なグループ署名方式を提案し、本成果が The Computer Journal に採録された。
  - ・検証可能暗号化署名に準同型性を持たせた検証可能暗号化準同型署名を提案し、決済時の通信・計算コストが取引回数に依存しない楽観的公平交換方式を構成した。
  - ・利便性を失うことなく強い安全性を持つ暗号システムの構築を目指して、時間に依存した匿名性を利用した路車間通信システムを今後提案する。その際、廃車にする場合や鍵漏洩なども想定して署名鍵の失効も実現する。また、トークンの漏洩対策としてトークンを削除可能な検索機能暗号を提案する。
  - ・ISO/IEC 11770-2, 3 において規定されている「鍵管理プロトコル」におけるプロトコル上の脆弱性と修正方法を発見し、ISO/IEC に対して修正提案を行った。その結果、ISO/IEC で規定する鍵管理プロトコルにおける安全性定義の修正を行う議論を開始した。
  - ・暗号プロトコルに対する理論的に網羅性をもった安全性評価手法として、あらゆる実行環境における安全性評価が可能な形式手法を確立した。当該手法を用いて、国際会議 Eurocrypt や ACNS で他者が提案した新規の暗号プロトコルを評価したところ、国際会議への提案時には発見できていなかった攻撃を検出できた。
  - ・形式手法による暗号プロトコルの安全性評価の過程を可視化するシステムを試作し、安全性評価における理論的な網羅性および攻撃の詳細、脆弱性の直観的理解を可能とした。
  - ・暗号プロトコルの安全性評価について、国際的に議論を行い評価結果を社会還元するための「暗号プロトコル評価技術コンソーシアム（CELLOS）」を設立し、活動を開始した。
  - ・複数の暗号プロトコル評価ツールを使い、多角的な暗号プロトコル評価を行う「暗号プロトコル評価ポータルシステム」を開発し、CELLOS に提供した。
  - ・SSL/TLS において新たに発見された脆弱性の技術的正しさと実システムへの影響を評価し CELLOS に評価結果を入力することで、CELLOS が行う安全性情報の迅速な発信および通信システムにおける暗号の安全な利用の促進に貢献した。

- ・我が国の電子政府推奨暗号に対応した認証プロトコルを始めとする暗号プロトコルおよびトップ国際会議で提案された最先端の暗号プロトコルに対して、本機構で確立した安全性評価技術を適用し、その適用結果（安全性の評価結果と評価過程の可視化結果）を集約したポータルサイトを今後公開する。さらに、暗号プロトコルの技術ガイドラインに不可欠となる基盤情報である、安全性状況を集約するリスト「Protocol zoo」（脆弱性の有無、実装についてはパッチの有無、技術的に信頼性のある情報の参照）を暗号プロトコル評価技術コンソーシアム（CELLOS）と共に作成し、公開する。
- ・組織間の通信における秘匿性確保において、送信先組織での復号権限を必要に応じて柔軟に変更できる「組織暗号」について、具体的な利用シーンを想定して運用面等も含めた実利用に向けた構成方法の検討を進め、複数の方法を提案した。また、組織暗号を利用したシステムを地方自治体等で運用する際の課題を抽出するため、複数の自治体で説明会やシステムの技術紹介等を行った。さらに、そのうちのいくつかの自治体において実際に実証実験を実施することにより、技術面での課題のみならず、ユーザインターフェースや操作性、マニュアルの記述等、運用面を含め実導入に向けた課題の抽出を行った。

以上の通り中期目標を達成予定。

#### ウ セキュリティ基盤技術の研究開発

量子技術と現代暗号技術を融合させ実用可能な量子認証技術及び量子プロトコルを開発し、より汎用的で柔軟な量子セキュリティネットワーク構築のための研究開発を行う。

また、長期に渡り強固な安全性を保証するため、長期利用可能な暗号アルゴリズム技術の研究開発を行う。

さらに、現代暗号理論の高度化と攻撃手法など実用的暗号技術の確立等、暗号技術の安全性評価に関する研究開発を行う。

これらの技術については、我が国の電子政府推奨暗号の暗号アルゴリズムの評価及び電子政府推奨暗号リスト改訂、暗号技術の移行に関して必要な検討や作業等にも適用する。

- ・量子技術と現代暗号技術を融合させ、より汎用的で柔軟な量子セキュリティネットワークの構築に向けた研究開発を行った。クラウド上の複数サーバにデータを分散して保存する際に、パスワードを持たないユーザが複数のサーバ管理者と結託しても、結託者数が決められた閾値以下であれば秘密情報の漏えいがなく、プライバシー保護が実現できることが情報理論的に証明できる認証機能付き秘密分散プロトコルを提案し、量子ネットワーク上で認証機能付き秘密分散機能を備えたセキュアストレージシステムの実装を行った。本システムは量子 ICT 研究室等と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の研究開発」にて実装したもので、秘匿と認証の両方の観点で情報理論的安全性が保証されたシステムの世界初の実装である。また、本認証機能付き秘密分散プロトコルについて、ISO/IEC JTC 1/SC27 での国際標準化に向けた活動を行った。
- ・長期に渡り強固な安全性を保証するための長期利用暗号技術については、世界的に最も有望視されている格子理論に基づく方式に重点を置いて、新方式の設計と安全性評価に関する研究開発を行った。格子理論に基づく新方式の設計については、暗号化したままセキュリティレベルを変更でき、かつ暗号化したまま加算と乗算が可能な準同型暗号を世界で初めて実現した。これにより、例えば 100 年以上の長期間の保護が求められる遺伝子データ等を暗号化したまま統計処理を行うなど、プライバシーを保護したデータマイニングが可能になる。具体例としては、暗号化したデータに対する線形回帰計算で従来比 100 倍の高速化を達成した。本方式の一連の権利化も進めた。安全性評価については、格子暗号の安全性の根拠である最短ベクトル問題の難しさを評価するアルゴリズムの高速化を達成し、ダルムシュタット工科大主催の安全性評価コンテスト“Lattice Challenge”において複数の世界記録を更新した。本研究を進めるに当たって、フランス INRIA や九州大学、東京大学、NEC、日本銀行等の外部研究機関と連携を行った。
- ・実用的暗号技術の確立については、多様な利用環境に合わせた安全性を提供する実用的な暗号技術を

目指し、さまざまな研究開発を行った。

- ・多様なセンサ群で収集したビッグデータをクラウド等で解析するようなシステムにおけるセキュリティの確保に貢献する目的から、軽量暗号の性能評価を行い、既存暗号技術に対する優位性を検証した。また、つながる車や ITS、IoT におけるセキュリティ確保のための軽量暗号技術の活用に向けて、関連企業との共同検討を開始した。また、軽量暗号に関する国際規格 ISO/IEC 29192-1, 29192-2, 29192-5 の標準化にエディタとして貢献した。
- ・車の各種センサ情報や位置情報に関する（ビッグ）データを活用した新たな高度交通システム・サービスの実用化に向け、自動車ビッグデータのセキュリティ・プライバシー確保が急務となっている。機密レベルに応じた処理が可能なプロキシ再暗号化技術を開発し、この技術を活用したセキュアストレージシステム PRINCESS を応用してクラウドを介したセキュアな自動車情報共有システムを試作、ITS ビッグデータの利活用を促進させる基盤技術開発を行った。
- ・総務省で実証実験を進めている 700MHz 帯を使った車車間/路車間通信及び、315MHz 帯を使ったタイヤ空気圧センサーシステムによる車両特定可能情報等のプライバシー漏洩の可能性を検討するため、電波伝播シミュレーションによる解析を行った。
- ・国際暗号標準 ISO/IEC 18033-2 に採用されている方式よりも安全性、性能ともに優れている新しい公開鍵暗号方式 (Key Encapsulation Mechanism, KEM) を提案し、ISO/IEC JTC 1/SC27 にて国際標準化に向けた活動を開始した。
- ・パーソナルデータ利活用におけるプライバシー問題の解決に関する研究を立ち上げ、ワークショップを開催してさまざまな分野の有識者から知見を得るとともに、事例収集を行った。これを発展させてプライバシー検討 WG を発足し、次期中期計画に向けて連携する体制を整えた。NICT プライバシポリシー（仮称）の策定およびプライバシー対策支援ツールの試作を行った。
- ・暗号安全性評価の高度化では、クラウドコンピューティング等でのプライバシー保護機能が可能なペアリング暗号の安全性評価を行うために、この暗号の安全性の根拠となっている離散対数問題の困難性を評価した。この結果、九州大学、富士通研究所と共同で 923 ビットの離散対数問題を解くことに世界で初めて成功、秘匿データを利活用できる次世代暗号技術の実用化への道を拓く先駆的研究として、ドコモ・モバイル・サイエンス賞 先端技術部門 優秀賞他 3 つの賞を受賞した。また、これを皮切りに進展した離散対数問題の解読動向について調査を行い、電子政府推奨暗号への影響を盛り込んで CRYPTREC (Cryptography Research and Evaluation Committees) Report として発行、電子政府システムの安全性・信頼性向上に貢献した。
- ・インターネット上の公開鍵証明書を収集した SSL Observatory のデータをもとに、RSA 暗号の秘密鍵が複数で共有され、脆弱な状態になっている実態を把握するためのツールを開発、(財)日本情報経済社会推進協会 (JIPDEC) に技術移転し、電子入札、電子申請や電子契約等を支える認定認証業務（主務省：総務・法務省・経済産業省）の安全性検証に貢献した。
- ・上述のように公的研究機関として世界最先端の暗号安全性評価技術を維持し、我が国の電子政府推奨暗号の評価結果を技術的根拠として提示するなど、総務省・経済産業省・IPA と連携して平成 25 年 3 月に行われた 10 年ぶりの電子政府推奨暗号リスト改定に学術面・事務局運営面双方から多大な貢献を行った。

以上の通り中期目標を達成予定。

自己評価		主務大臣による評価	
評価	A	評価	A
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>《サイバーセキュリティ技術》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 30 万 IP アドレスを超える世界最大規模のサイバー攻撃観測網を構築するとともに、大規模拡散型マルウェアと標的型攻撃という全く性質の異なるサイバー攻撃それぞれに対して、最先端の観測技術、分析技術、可視化技術群を開発する。</li> <li>○ 収集した観測データやその分析結果について、政府系プロジェクトやセキュリティ関連組織、学術機関等への提供を適宜行い、一般ユーザのセキュリティ向上や、我が国のセキュリティ研究開発能力の向上に貢献する。</li> <li>○ 研究開発成果（DAEDALUS、NIRVANA、NIRVANA 改）を積極的に技術移転し、実社会で実用化・活用された。</li> </ul> <p>以上の通り目標を達成する見込である。</p> <p>《セキュリティアーキテクチャ研技術》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ネットワークシステムに潜むセキュリティリスクを分析し、適切な対処方法を提示（可視化）する研究開発では、社会的に喫緊の課題であるスマートフォンアプリケーションのリスク分析・提示技術に焦点を絞って実施し、独自の手法を提案・実装した。また、インシデント情報の交換に必要なスキーマ技術について IETF において国際標準化を先導し、RFC 7203 として発行された。</li> <li>○ IoT 時代を迎えるにあたり、大規模ネットワーク上で多数の利用が想定される RFID タグを対象として、証明可能安全性を有する RFID 認証プロトコルを構築するとともに、安全に所有権の譲渡を行うことが可能なプロトコルを開発した。また、PUF を利用することにより物理的な安全性が確保されている RFID 認証プロトコルを構築し、100 台の FPGA を用いて SRAM PUF の挙動を検証した。</li> <li>○ 大規模プラットフォームにおいて求められる異なるセキュリティ要件・異なるプライバシー要件に対し、要件ごとに柔軟な実現を可能とするこれまでにないフレームワークや概念を提唱し、具体的な基盤技術の提案およびデモシステムを構築して具体的な利用例を具現化した。フレームワークを提唱したオリジナルの論文は世界最高峰のジャーナルに採録された。</li> <li>○ 暗号をシステムに組み込んで長期間使用する際に必要となる機能であるシステム離脱時・鍵紛失時等に対応するため、これまで考慮されていない安全性を達成する鍵失効可能 ID ベース暗号を提案し、さらに、ユーザ削除時に公開するトークンサイズが削除ユーザ数に非依存なグループ署名方式を提案し、それぞれの論文が国際的なジ</li> </ul>		<p>＜評価に至った理由＞</p> <p>ネットワークセキュリティ技術は、第 3 期中長期計画において、サイバー攻撃分析・予防基盤技術の確立等のサイバーセキュリティ技術等の研究開発を行うこととしており、適正、効果的かつ能率的な業務運営の下、「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ため、A とする。主な成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 30 万 IP アドレスを超える世界最大規模のサイバー攻撃観測網を構築するとともに、大規模拡散型マルウェアと標的型攻撃という全く異なるサイバー攻撃それぞれに対して、最先端の観測／分析／可視化技術を開発し、収集した観測データやその分析結果に基づき、一般ユーザをはじめ、我が国のセキュリティ向上に貢献した。</li> <li>・ 研究開発成果（DAEDALUS、NIRVANA 等）を積極的に技術移転し、DAEDALUS に関しては全国 223（平成 27 年 3 月末現在）自治体へ提供するなど、我が国のセキュリティ向上に寄与した。</li> </ul>	

ジャーナルに採録された。

- 暗号プロトコルの評価技術に関する国際的なコンソーシアム「暗号プロトコル評価技術コンソーシアム (CELLOS)」を設立して活動の中心的な役割 (事務局運営を含む) を果たし、国際的な連携体制を主導した。

以上の通り目標を達成する見込である。

#### 《セキュリティ基盤技術》

- 量子セキュリティ技術では、量子技術と現代暗号技術を融合させ、量子ネットワーク上で認証機能付き秘密分散機能を備えたセキュアなストレージシステムの実装を行った。これは秘匿・認証ともに情報理論的安全性が保証された世界初の実装である。認証機能付き秘密分散プロトコルについては、ISO/IEC JTC 1/SC27 での国際標準化に向けた活動を行った。
- 長期利用暗号技術では、格子理論に基づく新方式の設計を行い、暗号化したままセキュリティレベルが変更できる準同型暗号を世界で初めて実現し、権利化を行った。本技術は線形回帰計算で従来比 100 倍の高速化を達成し、長期間の保護が求められるデータに対するプライバシーを保護したデータマイニングに活用できる。また、格子暗号の安全性評価では、格子暗号の安全性の根拠である最短ベクトル問題の難しさを評価するアルゴリズムの高速化を達成し、より広い範囲の安全性評価を行えるようになった。国際的なコンテストにおいても複数の世界記録を更新した。
- 実用セキュリティ技術では、サイバーフィジカルシステムの一例として、自動車/ITS システムで利用されるデータのセキュリティ・プライバシー保護を目的として軽量暗号の性能評価やプロキシ再暗号化技術 (特許取得済) を活用したセキュアな自動車情報共有システムを試作、ITS ビッグデータの利活用を促進させる基盤技術開発を行った。また、総務省で実証実験を進めている 700MHz 帯を使った車車間/路車間通信等におけるプライバシー漏洩の可能性を検討するため、電波伝播シミュレーションによる解析を行った。さらに、国際暗号標準 ISO/IEC 18033-2 に採用されている方式よりも安全性、性能ともに優れている新しい公開鍵暗号方式を提案し、ISO/IEC JTC 1/SC27 にて国際標準化に向けた活動を開始した。また、パーソナルデータ利活用におけるプライバシー問題の解決に関する研究を立ち上げ、外部有識者によるプライバシー検討 WG を発足するなど、次期中期計画に向けて連携する体制を整えた。
- 暗号安全性評価の高度化については、クラウドコンピューティング等でのプライバシー保護機能が可能なペアリング暗号の安全性の根拠となっている離散対数問題の困難性を評価した。この結果、九州大学、富士通研究所と共同で 923 ビットの離散対数問題を解くことに世界で初めて成功、ドコモ・モバイル・サイエンス賞 先端技術部門 優秀賞他 3 つの賞を受賞した。このような研究成果や最新技術動向を継続的に CRYPTREC に報告し、電子政府

#### ＜今後の課題＞

サイバーセキュリティ技術、セキュリティアーキテクチャ技術については社会的要請も非常に強く、人材育成も重要であり、機構の研究開発活動の先導的・主導的成果を広く社会に還元することで、2020 年開催のオリンピック・パラリンピックの安全な実施、今後の IoT 機器の莫大な利用増に対する安心・安全対策など、研究成果の展開により社会全体のネットワークセキュリティの耐性を高めることに貢献していくことが重要である。

推奨暗号の安全性・信頼性確保に努めた。また、公開鍵検証システム XPIA を技術移転し、電子入札、電子申請や電子契約等を支える認定認証業務の安全性検証に貢献した。

- 以上のように公的研究機関として世界最先端の暗号安全性評価技術を維持し、総務省・経済産業省・IPA と連携して平成 25 年 3 月に行われた 10 年ぶりの電子政府推奨暗号リスト改定に学術面・事務局運営面双方から多大な貢献を行うなどなど、中期目標を大幅に上回って達成した。

## 「必要性」

### 《サイバーセキュリティ技術》

- サイバー攻撃は年々、高度化・巧妙化を続けており、今や全世界的な社会問題となっている。したがって、実践的なサイバーセキュリティ技術の必要性も年々高まってきている。さらに、2020 年にオリンピック・パラリンピックが東京で開催されることが決定し、(ロンドンオリンピック等での経験を踏まえて) 大規模なサイバー攻撃が予想されることから、当該技術の必要性は一段と高まっている。

### 《セキュリティアーキテクチャ技術》

- ネットワークシステムに潜むセキュリティリスクを分析し、適切な対処方法を提示(可視化)する仕組みは、システムの脆弱性をついたサイバー攻撃が深刻化する中、企業のエンタープライズシステムや政府システムなどで求められている。当該分析を行う際には既知の脆弱性情報や分析結果を集約した「セキュリティ知識ベース」を活用することが必須であり、その早急な構築および世界的な情報共有の仕組みが求められている。近年、スマートフォンのアプリケーションを安心安全に利用するために、アプリケーションに潜むリスクをユーザに提示する仕組みの構築が社会的に急務であり、我々が構築を進めている上述のシステムはそのニーズに的確に 대응することができる。
- 昨今の IoT の進展により RFID タグ等の省リソースデバイスの利用がさらに加速する一方、ハードウェア的なリソースが限られていることから、これらのデバイスの利用においてはセキュリティやプライバシー保護に対応できず、今後の IoT 機器の莫大な利用増において安心・安全に利用するための仕組みの導入が求められている。我々が検討を進めている RFID タグ利用における認証・プライバシー保護技術は、このようなニーズに的確に 대응することができる。
- 通信の秘匿を目的に暗号を利用して情報のやりとりを行う暗号プロトコルでは、昨年、SSL/TLS を中心として数多くの脆弱性が発見された。これらの脆弱性は、社会ですでに利用されている暗号プロトコルの中に潜んでいたものであり、実社会への影響は大きい。これらの脆弱性を確実に発見し、情報を社会全体で迅速に共有すること



は世界的にも必要とされている仕組みである。我々が研究開発している暗号プロトコルの安全性評価技術は脆弱性を確実に発見することを目指すものであり、また、国内外の多くの組織とともに活動している「暗号プロトコル評価技術コンソーシアム (CELLOS)」は、暗号プロトコルにおける脆弱性情報を世界全体で迅速に共有するものである。

#### 《セキュリティ基盤技術》

- 公的研究機関として世界最先端の暗号安全性評価技術を維持し、電子政府等で使われる暗号技術及び次世代暗号の安全性評価を中立公平な立場から継続的に実施することは、技術的・社会的意義の観点から極めて必要性が高い。

#### 「効率性」

##### 《サイバーセキュリティ技術》

- 限られた研究リソースの中、実践的なサイバーセキュリティ技術の研究開発に取り組み、国内外での学術成果はもちろん、産学官全方位に向けた成果展開を行っており、非常に高い効率性を有している。

##### 《セキュリティアーキテクチャ技術》

- セキュリティリスクの分析・提示に活用するために既知の脆弱性情報や分析結果を集約した「セキュリティ知識ベース」の構築には、他組織との連携および情報交換の標準を定めて効率的に実施することが必須である。我々は、セキュリティ情報交換フレームワーク CYBEX の標準化を主導するとともに、その仕組みを活用して、米国 NIST や欧州の研究機関（タンペレ工科大学、エストニア Cybernitica）と連携して研究を進めている。また、NIST との MoU に基づき、連携して知識ベースの構築をおこなっている。
- 暗号プロトコルにおける脆弱性を正しく評価してその情報を社会全体で迅速に共有するために「暗号プロトコル評価技術コンソーシアム (CELLOS)」を設立し、国際的な連携体制のもとで効率的に情報収集を行う体制を構築している。
- 社会において様々な体制が考えられる「組織」の中で確実に情報交換の機密性を担保するためのセキュリティ技術の研究開発について、委託研究を活用して研究成果および社会展開を実施している（委託研究 No. 172）。

##### 《セキュリティ基盤技術》

- 限られたリソースで大学や企業との共同研究を積極的に進め、学術的にも高い価値があり、社会ニーズにも応える研究成果を数多く出している。

- 研究成果を、CRYPTREC 活動等を通じて電子政府システムや公共性の高いシステムの安全性向上に役立てており、研究成果の展開という点で高い効率性を上げている。

## 「有効性」

### 《サイバーセキュリティ技術》

- ダークネット観測結果やマルウェア解析結果など、研究開発の結果得られたデータのほとんどは、セキュリティ関連機関や政府系プロジェクト、学術機関等に適宜提供され、有効に活用されている。
- DAEDALUS や NIRVANA、NIRVANA 改など、開発したセキュリティ技術の多くが、産業界からの要請を受けて技術移転・実用化に至っており、非常に高い有効性を示している。

### 《セキュリティアーキテクチャ技術》

- セキュリティリスクの分析・提示技術について、Android アプリケーションのリスク分析フレームワークにおける「脅威」の評価に対して導入した統計及び機械学習に基づく独自の手法は、実装後に約 10 万件の Android アプリに対して実施した分析結果において、「脅威」の評価の確実性を大幅に改善できる有効な手法である結果を得た。
- プライバシ保護型の RFID 認証プロトコルを実際の RFID タグの製造プロセスに載せることにより、回路規模や動作性能、通信可能距離等、実用面での性能評価を行った。特に動作性能に関しては、各構成要素への消費電力の差のために確率的に不揮発性メモリへの書き込みミスが見られることが分かり、今後の RFID 認証プロトコルの実装面で有効な結果を得た（委託研究 No. 162）。

### 《セキュリティ基盤技術》

- セキュリティ基盤研究室で行ってきた安全性評価が、近年民間での活用の萌芽期に入ってきた「ペアリング暗号」や「格子暗号」に対する信頼性醸成につながっており、社会的有効性が高い。
- 公開鍵検証システム XPiA を JIPDEC に技術移転し、我が国の電子入札、電子申請や電子契約等を支える認定認証業務の安全性検証に活用されるなど、研究成果が社会に還元されている。

## 「国際水準」

### 《サイバーセキュリティ技術》

- ダークネット観測網は、分散型のサイバー攻撃観測網として世界最大規模を達成し、また観測期間も 10 年という長期に達しており、世界的に見ても希有な存在となっている。そのため、国際研究協力の要請も多く、海外複

数の大学と MoU を締結するなど、国際的な知名度も高まっている。

- 開発した各種の観測・分析技術の中でも特に、リアルタイムの可視化技術群に関しては、世界に類を見ない研究成果を上げており、日本オリジナルなサイバーセキュリティ技術として世界的にも認知されている。

#### 《セキュリティアーキテクチャ技術》

- インシデント情報の交換に必要なスキーマ技術について、従来より IETF において我々が国際標準化を先導してきたが、本年度、RFC 7203 として発行された。
- モジュール的な構成を可能とする暗号基盤技術の研究開発では、提案技術が暗号分野の世界トップ3 国際会議の一つである CRYPTO 2014 に採録されたことから、当該技術では高い国際水準を有しているといえる。
- 双線形写像を前提とした暗号方式群に対して、安全性を確保するために提案した技術の成果が暗号分野の世界トップ3 国際会議の一つである CRYPTO 2014 に採録されたことから、当該技術では高い国際水準を有しているといえる。
- システム離脱時・鍵紛失時等に対応するための鍵失効機能の研究開発では、提案技術が The Computer Journal に採録されたことから、当該技術では高い国際水準を有しているといえる。
- 暗号プロトコルの評価技術に関する国際的なコンソーシアムの活動の中心的な役割（事務局運営を含む）を果たし、国際的な連携体制を主導した。

#### 《セキュリティ基盤技術》

- 量子セキュリティ技術、長期利用暗号技術から実際に利用されている暗号技術まで、理論から実用まで幅広くカバーして取り組んでいる情報セキュリティ基盤技術の研究拠点として国際的に高い競争力を有している。
- 継続的にトップカンファレンスでの論文採録や世界記録、世界初の新概念を創出できるポテンシャルを有し、国際的に極めて高い水準にある。
- 学術的国際会議の議長やプログラム委員長、プログラム委員、実行委員、国際標準化活動でのエディタなどの役割を務め、暗号技術分野での多大な国際貢献を行っている。

国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 12

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添 2- (1) 多言語コミュニケーション技術		
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）	独立行政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	/		行政事業レビュー0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ												
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度
論文数	—	80	59	49	40		事業費用（億円）	9.3	9.4	8.6	20.2	
特許出願数	—	19	14	18	18		職員数 ※内数	67	65	59	76	

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<p>&lt;評価の視点&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中長期計画に定められた各項目の達成度</li> <li>・ 「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価</li> </ul>		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
● ユニバーサル音声・言語コミュニケーション技術の研究開発 コミュニケーションの	別添 2- (1) 多言語コミュニケーション技術	

グローバル化が進む中、言語・文化にかかわらず、また、システムの介在を意識することなく、いつでも、どこでも、だれもが必要な情報に容易にアクセスして、その内容を分析し、互いの円滑なコミュニケーションを可能とするため、音声・言語コミュニケーション技術の研究開発及び実証実験を行うとともに、研究開発成果のデモンストレーション（PR）を実施することにより、アジア諸国における成果の活用促進及び言語基盤の強化に貢献する。

### (1) 多言語コミュニケーション技術

日本語と複数の他の言語との間で、話し言葉を自動的に翻訳する「自動音声翻訳技術」の高精度化を行うべく、まずは観光分野において実利用に供することを可能とすることを目標に、音声認識のための音声コーパス、テキスト翻訳のための対訳コーパスの充実・高度化、構文解析技術利用翻訳の高度化及び中間言語を挟んだ翻訳技術の開発などを行うとともに、複数分野での実利用を可能とするための多分野適用技術の高度化と、「文」だけでなく「段落」も考慮した翻訳技術の研究開発に着手する。併せて、文化的背景を踏まえた補足情報を自動的に追加提示するための基本技術開発を行う。

具体的には、インターネット上の情報などを活用しコーパスを自律的に成長させる技術、構文解析技術を利用した翻訳の高品質化、長文への対応技術、英語を仲介とした翻訳技術、翻訳知識の多分野への適応技術、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、観光分野における案内システムの設計自動化技術などの基本技術の研究開発を行う。

### ア 音声コミュニケーション技術の研究開発

音声コーパスの自律成長的収集技術の高度化を図ることにより、現在 1000 時間レベルの音声コーパスを 5 倍に大規模化する。

日本語とアジアを中心とした 3 つ程度の言語との間で、10 語程度の文について逐語通訳を実現する「自動音声翻訳技術」の研究開

### 【音声コーパス大規模化】

- ・WEB 上の音声 7,172 時間（英語）、819 時間（中国語）収集を達成した。これとは別に 430 時間（英語）、200 時間（中国語）の音声について自動インデキシング学習データを構築した。
- ・同時通訳的音声翻訳のための対訳コーパスを約 16 万文（約 110 時間分）整備した。
- ・VoiceTra 及び VoiceTra4U を用いた音声翻訳実証実験で会話音声約 200 万文（約 1700 時

発を行い、観光分野における利用については実用可能となるよう高精度化を図るとともに、大規模災害時の復旧・復興のための国際的な協調やビジネス上の会議の場においてもある程度の語学力を有する者の支援に活用可能なレベルへの到達を図る。

また、「同時通訳技術」の基礎として、文化的な背景を踏まえて補足情報を自動的に追加提示するための基本技術の確立を図るべく、観光分野における音声案内システムの設計自動化技術などの基本技術を確立する。

間)を収集・整備した。

- ・音声認識辞書の語彙数を大幅に拡大した(日本語 60 万語、英中韓 15 万語)。

#### 【現場音声の認識技術】

- ・大量の音声コーパスから自律的に音響モデルを学習する方法を開発し、WEB 上の英語ニュースに対する音声認識精度で単語誤り率(WER)を 30%から 20%に改善し、自律成長的収集技術の目途を得た。
- ・世界トップレベルの参加者を集めた評価型国際ワークショップ IWSLT において英語講演 TED(Technology Entertainment Design)の音声認識タスクで 2012 年から 3 年連続 1 位を獲得した。
- ・耐雑音性の高い特定話者発話区間検出法を開発し、検出精度を大幅に改善した。スペクトログラム断片に基づく音響イベントモデル化方式を開発し、検出精度を従来法に対して 6%(75%→81%)改善した。
- ・日本語と中国語の講話やニュース番組のような雑音の少ない動画コンテンツ中の音声を単語誤り率 10%程度の精度でリアルタイムに認識して字幕を付与するシステムを開発し、公開した。

#### 【音声合成・音声対話技術の研究】

- ・緊急放送向けに雑音下でも聞き取り易い音声を合成するため、フォルマントピークを基準にしたスペクトル変形に基づく音声明瞭化手法を開発し、提案法の明瞭性が既存のどの手法よりも優れていることを客観評価実験により確認した。
- ・災害時に発話意図が伝わりやすいメリハリのある音声を合成するため、焦点を置かずに中立的なイントネーションで発話した音声コーパスの F0(声帯振動の基本周波数)パターンを変形した上で音響モデルを作成する方法を開発した。主観評価実験の結果、自然性に基づく選好スコアが従来法と比べて 15.2%から 62.5%へ大幅に改善されることを確認した。
- ・対話制御システムの研究開発を推進し、京都の観光案内を行う音声対話システム“AssisTra”および英語版“Kyo-no Hanna”を試作し、実証実験のためスマートフォンアプリを無料で一般公開した。
- ・I2R(シンガポール)との共同研究を実施し、日英シンガポール観光案内システムおよび日英中の多言語・多ドメイン統合対話システムを試作し、WFSTDM(Weighted Finite State Transducer-based Dialogue Manager)によるドメインと言語の拡張性、汎用性の高さ実証した。
- ・音声対話システムの設計を支援するツールとして WFSTDM ビルダーを開発し、対応言語数を 1(日本語)から 3(日英中)に拡大した。
- ・言語の異なる複数の話者と同時に対話を行うクロスリンガル音声対話システムの研究開発を行ない、日英中 3ヶ国語の自動判別、話者間・言語間での対話状態の共有、入

力言語と同じ言語での応答生成および他言語話者への状況解説などの基本技術を確立した。この音声対話システムを共同研究先の人型ロボットに実装し、デモを行った。

#### 【国際連携・標準化推進】

- ・ユニバーサル音声翻訳先端研究コンソーシアム(U-STAR)を主導し、全体会議を欧州およびアジアで計5回開催して加盟機関相互の国際共同研究を強化するとともに、新規加盟を促進して当初23ヶ国、26研究機関であった組織を26ヶ国、31機関(見込み)に成長させた。
- ・また、U-STARの音声翻訳国際共同実験システムとしてVoiceTra4Uを開発し、iOS版およびAndroid版のアプリを無料公開した。
- ・ITU-Tにおいて機構の提案により標準化されたネットワーク型音声翻訳通信プロトコルMCMLをソフトウェアとして実装したものをオープンソース化するとともに、ASTAP(Asia-Pacific Telecommunity Standardization Program)の音声言語処理専門家会議の議長を担当し、機構発の技術の国際的な普及に貢献した。

#### 【社会還元】

- ・音声翻訳アプリVoiceTra(iOS版は前中期に公開済み)のAndroid版および音声翻訳SDKを公開した。音声翻訳アプリのダウンロード数は、公開終了時点のH24年度末に81万を記録した。
- ・音声翻訳システムで収集した音声から日英中韓4言語の音声認識モデルを開発し、ALAGINフォーラムより公開した。
- ・外国人患者と日本人医療関係者のコミュニケーションをサポートするシステムを産学連携により構築するため、医療交流用多言語コーパス約12,000文により医療会話を強化した音声翻訳システムを試作し、実証実験を行った。
- ・音声認識技術を利用して聴覚障害者と健聴者のコミュニケーションを支援するアプリ『こえとら』を無料公開した。
- ・音声認識システムがNTTドコモの『しゃべってコンシェル』、成田空港会社の“NariTra”、KDDIの『お話アシスタント』に採用された(いずれも商用サービス)。
- ・音声対話システム構築ツールのライセンスを2社(HIMS、ATR-Trek)に供与した。

#### 【グローバルコミュニケーション(GC)計画に向けた音声技術の強化】

- ・グローバルコミュニケーション(GC)計画において多言語音声認識システムの性能向上を図るため、英語1,900時間、中国語1,750時間、韓国語770時間、ベトナム語550時間、インドネシア語・タイ語各360時間、スペイン語・フランス語各300時間、ミャンマー語200時間、合計6,490時間の模擬会話音声を収集した。
- ・高速な大語彙音声認識エンジンSprinTraを開発し、10言語のDNN(Deep Neural Networks)音響モデルを構築し、主要4言語で単語誤り率を30%程度改善した。

- ・U-STAR の音声翻訳国際共同実験システム VoiceTra4U から得られたログデータにより、ベトナム語およびタイ語の音声認識における WER をそれぞれ 35%(46%→30%) および 38%(48%→30%) 改善した。
- ・U-STAR の連携先研究機関より研究員等を受け入れ、ロシア語、ミャンマー語、ネパール語の初期的な音声認識システムを試作し、クリーン音声に対して WER 30%を達成した。
- ・日英+アジア 5 言語の音声合成システムを開発するとともに、U-STAR 機関と連携して世界初となるミャンマー語の HMM 音声合成システムを試作した。
- ・東大病院における音声翻訳システムの臨床試験のために、医療会話向けの単語辞書や言語モデルを構築し、音声認識精度を WER 30%から 10% に改善した。

### イ 多言語コンテンツ処理技術の研究開発

対訳コーパスの自律成長的学習技術の高度化を図ることにより、特定分野の翻訳を高精度化するための対訳コーパスを短期間に収集する方法を確立し、特に観光分野については、現在の 5 倍の特定地域用対訳コーパスを収集し実用レベルの翻訳を実現する。なお、平成 25 年度補正予算(第 1 号)によって追加的に措置された運営費交付金により、災害関連情報(防災・減災)分野、医療分野についても、実用レベルの翻訳を実現することを目指し、対訳コーパスを追加整備する。

また、話し言葉について 10 語程度、正しい文法に基づいて記述された書き言葉については 20 語程度の文であれば逐語訳が可能となるよう、翻訳アルゴリズムの高度化を図る。

また、多言語化・多分野対応化が容易となるよう、多言語処理技術、英語を仲介とする翻訳技術、翻訳知識の多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。

中期計画に対して、以下の通り目標を達成した。

- ・観光の対訳構築については、固有名詞対訳は計画数 20 万(期首の 1 万語×4 言語の 5 倍)の 2 倍、すなわち、40 万(10 万語×4 言語)達成した。また、文の対訳についても、計画数 200 万(期首の 10 万文×4 言語の 5 倍)の 2 倍、すなわち、400 万(40 万文×10 言語)達成した。さらに、成田空港、ドコモ、au などで採用されるなど音声翻訳を実用化し、前島密賞、第 11 回産学官連携功労者表彰・総務大臣賞を受賞した。(平成 25 年度補正予算(第 1 号)によって追加的に措置された運営費交付金によって)(災害、医療を含む)生活 115 万文(日本⇄英語)の対訳を構築した。

- ・また、話し言葉について 10 語程度(生活コーパス)、正しい文法に基づいて記述された書き言葉については 20 語程度の文であれば逐語訳が可能となるよう、翻訳アルゴリズムの高度化を実現した。長文を構文解析を利用して高精度に翻訳するアルゴリズムと文法を自動獲得して多言語化(Pre-ordering Using a Target Language Parser via Cross-Language Syntactic Projection for Statistical Machine Translation, ACM TALIP (forthcoming))を提案、実装した(難関国際会議に毎年 6~9 本の論文が採択された)。

- ・また、グローバルコミュニケーション計画([http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000285578.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000285578.pdf))の 10 言語の高精度翻訳を



実現するために多言語処理技術を研究し、特許や論文などの長文を高精度に翻訳するために、英語を仲介とする翻訳技術や翻訳知識の多分野への適応技術を開発し、さらに、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に着手した。

中期計画を越えて、中期目標を大幅に上回る成果をあげた。

- ・書き言葉について 20 語程度の文を対象とした中期計画を越えて、平均 35 単語と文が長い特許文を対象として長文翻訳技術の実用性を証明し、実証実験にとどまらず英日翻訳システムを日本発明資料に中日翻訳システムを JAPIO に技術移転した。これらの実用化が評価されて、第 9 回 AAMT 長尾賞を受賞した。
- ・書き言葉のコーパスとして、汎用の日英 1500 万文、特許の日韓 8000 万文、日中 1 億文、日英 3 億文のコーパスを構築した。
- ・ミャンマー語と日本語・英語の旅行会話用の自動翻訳システムを構築し、約 9 割の翻訳率を達成した。さらにミャンマー語の音声処理に不可欠な「ミャンマー語の書記素から音素への変換手法の提案」で 13th International Conference on Computer Applications 2015 で論文賞を受賞した。このように、平成 26 年 4 月に開始した国のグローバルコミュニケーション計画に沿った音声翻訳の研究開発も効率的に進めた。

自己評価		主務大臣による評価	
評定	S	評定	S
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>《音声コミュニケーション技術》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 中期計画の重点課題である音声コーパス大規模化、現場音声の認識技術、音声対話・音声合成の研究に関して着実に成果を上げた。</li> <li>その上で、以下の特に顕著な成果を上げた。</li> <li>○ 評価型国際ワークショップ IWSLT における英語講演 TED の音声認識タスクで 3 年連続の一位を獲得し、機構の技術力の高さを示した。</li> <li>○ 音声認識システムが NTT ドコモの『しゃべってコンシェル』、成田空港会社の“NariTra”、KDDI の『お話アシスタント』に採用された(いずれも商用サービス)。</li> <li>○ 前中期計画において、機構の提案により ITU-T で標準化されたネットワーク型多言語音声翻訳システムの通信規約 MCML の普及促進およびアジア諸国の音声翻訳技術の基盤強化ならびに連携推進を目的として機構が中心となって設立したユ</li> </ul>		<p>＜評定に至った理由＞</p> <p>多言語コミュニケーション技術は、第 3 期中長期計画において、音声コミュニケーション技術、多言語コンテンツ処理技術の研究開発に取り組むこととしており、適正、効果的かつ能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ため、S とする。評価型国際ワークショップ</p>	

ニバーサル音声翻訳先端研究コンソーシアム(U-STAR)において、全体会議の開催等活発に活動を主導することにより、新規加盟を促進して当初 23 ヶ国、26 研究機関であった組織を 26 ヶ国、31 機関に成長させた。

- U-STAR の音声翻訳国際共同実験システム VoiceTra4U に関して、その機能のユニークさと性能の高さが各所で高く評価され、グローバルコミュニケーション計画の始動に貢献した。
- グローバルコミュニケーション計画が本格的に始動したことを受けて、大規模音声コーパスの収集方法を確立し、着実に調達を進めた。また、IWSLT の成果を応用し、基本 4 言語(日英中韓)の認識誤りを 30%程度改善した。

#### 《多言語コンテンツ処理技術》

中期計画に対して、以下の通り目標を達成した。

- 観光の対訳構築については、計画数の 2 倍達成した。成田空港、ドコモ、au などで採用されるなど音声翻訳を実用化し、前島密賞、第 11 回産学官連携功労者表彰・総務大臣賞を受賞した。
- (平成 25 年度補正予算(第 1 号))によって追加的に措置された運営費交付金によって(災害、医療を含む)生活 115 万文(日本⇄英語)の対訳を構築した。
- また、話し言葉について 10 語程度(生活コーパス)、正しい文法に基づいて記述された書き言葉については 20 語程度の文であれば逐語訳が可能となるよう、翻訳アルゴリズムの高度化を実現した。長文を構文解析を利用して高精度に翻訳するアルゴリズムと文法を自動獲得して多言語化を提案、実装した。
- また、グローバルコミュニケーション計画([http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000285578.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000285578.pdf))の 10 言語の高精度翻訳を実現するために多言語処理技術を研究し、特許や論文などの長文を高精度に翻訳するために、英語を仲介とする翻訳技術や翻訳知識の多分野への適応技術を開発し、さらに、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に着手した。

中期計画を越えて、中期目標を大幅に上回る成果をあげた。

- 書き言葉について 20 語程度の文を対象とした中期計画を越えて、平均 35 単語と文が長い特許文を対象として長文翻訳技術の実用性を証明し、実証実験にとどまらず英日翻訳システムを日本発明資料に中日翻訳システムを JAPIO に技術移転した。これらの実用化が評価されて、第 9 回 AAMT 長尾賞を受賞した。
- 書き言葉のコーパスとして、汎用の日英 1500 万文、特許の日韓 8,000 万文、日中 1 億文、日英 3 億文のコーパスを構築した。
- 中期計画策定後の平成 26 年 4 月に開始した国のグローバルコミュニケーション計画に沿った音声翻訳の研究開発も効率的に進めた。

#### 「必要性」

##### 《音声コミュニケーション技術》

- 言語障壁の解消は、多くの課題を解決する研究課題として波及性も高く、日本国として必要性が高い。2014 年に 1300

プでの成績、観光・特許分野での利活用、多言語展開等では以下のとおり大きな成果を創出している。

- ・評価型国際ワークショップ IWSLT における英語講演 TED の音声認識タスクで 3 年連続の一位を獲得し、基本 4 言語(日英中韓)の認識誤りを 30%程度改善した。
- ・多言語音声翻訳システムが成田空港の“NariTra”、KDDI の『おはなしアシスタント』に、音声認識技術が NTT ドコモの『しゃべってコンシェル』に採用された。
- ・書き言葉 20 語程度の文を対象とした中長期計画を越えて、平均 35 単語と長い特許文を対象として長文翻訳技術の実用性を証明し、英日翻訳システム、中日翻訳システムを技術移転・実用化した。
- ・機構が中心となって設立したユニバーサル音声翻訳先端研究コンソーシアム(U-STAR)において、全体会議の開催等の活動を主導することで新規加盟を促進し、26 ヶ国、31 機関に成長させ、多言語翻訳を各国に展開してい

万人を超えた訪日観光客数を東京オリンピック・パラリンピックが開催される 2020 年に 2000 万人とする目標を達成するためには、観光産業のすそ野における外国語対応能力を高めることは必須であり、多言語音声翻訳技術を実用化する意義は大きい。また、日本企業が東南アジア等に新たな生産拠点・市場を求めて進出する際に、日本人社員やその家族の日常生活を支援する手段としても多言語音声翻訳技術への期待は大きい。

- 音声コーパスおよびテキストコーパスは、民間企業の製品間の差別化要素を生むものではなく、音声技術の研究開発基盤となる共通のリソースであるが、それらの構築には多大な費用を要するため、国費を用いて整備する意義は大きい。
- 音声認識技術は、国民の生活を支える様々な基本サービスの効率化に有用である。音声認識技術を応用したサービスを利用した際のログデータは、音声認識精度をさらに改善するための有用であり、国民共有の資産と言える。したがって、音声認識技術に関する国内企業の競争力を強化することの意義は大きい。
- 音声は、人間にとって自然な情報伝達手段であるため、音声を用いて機械と対話をすることが可能になれば、サービス品質の向上につながるばかりでなく、デジタルデバイドの解消にも有効である。
- 音声認識・音声合成技術は、聴覚や視覚に障害のある人と健常者との間のコミュニケーションの壁を解消する上で有効であるが、そのようなサービスは商業化が困難であるため、国が技術開発を担うことに意義がある。
- 大量の動画・音声データから高速に情報検索を行うため、音声認識を用いた音声インデキシングは必須である。
- 医療交流支援に向けた研究開発は、多数の在日外国人に対する医療機関の課題解消、社会的インパクトの大きい医療観光の実現、および言語コミュニケーションに関わる医療通訳者の負担軽減のために必要である。

#### 《多言語コンテンツ処理技術》

- 日本語と英語は翻訳が難しい言語対であり、この言語対を対象とした技術開発は、より翻訳が容易な言語対も含んだ多言語翻訳にも適用できることから、科学的・技術的意義が大きい。
- 専門分野向け高精度自動翻訳システムを実現できる技術は、社会経済的に日本国にとって不可欠である。例えば、特許の自動翻訳の必要性については、産業構造審議会平成 24 年 6 月 25 日配布資料『知財立国に向けた新たな課題と対応』の P. 36「急増する外国語文献への対応」において、特許専用の自動翻訳システムの必要性が明記されている ([http://www.jpo.go.jp/shiryuu/toushin/shingikai/pdf/tizai\\_bukai\\_18\\_paper/siryuu\\_01.pdf](http://www.jpo.go.jp/shiryuu/toushin/shingikai/pdf/tizai_bukai_18_paper/siryuu_01.pdf))。
- 2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会の開催に向け、多言語対応の強化のため、国の関係行政機関、関係地方公共団体、関係機関、民間団体及び企業等が相互に連携・協働して取り組むことを目的として協議会が設置されたという状況 (<http://www.sporttokyo.metro.tokyo.jp/multilingual/index.html>)。
- 研究の基盤となる対訳コーパスの開発は民間企業ではコスト的に進めがたいことから、国費を用いて整備すべきである。

#### 「効率性」

#### 《音声コミュニケーション技術》

る。

#### ＜今後の課題＞

多言語コミュニケーションについては、音声翻訳技術、自動翻訳技術とも、2020 年のオリンピック・パラリンピック開催時のみならず、世界で唯一日本語を使用する我が国にとって必要不可欠な技術であり、今後も取組みを強化する必要がある。

- 音声翻訳アプリ VoiceTra および VoiceTra4U のログデータを活用して会話音声約 200 万文(約 1,700 時間)の音声コーパスを収集・整備した。
- VoiceTra4U のログデータを用いてベトナム語音声認識の精度を大幅に改善できた。音声認識を応用した実サービスのログデータは、金銭で買えるものではないため、音声翻訳国際共同実験は、研究手段として非常に有効であった。
- U-STAR の枠組みで招聘した研究員等の働きにより、ベトナム、ロシア、ネパール、ミャンマー各言語の音声認識システムを改良・構築することができた。これらの言語は、ネイティブの音声技術専門家が希少であることから、U-STAR は効率的な研究手段であった。
- 民間企業から出向者を複数名同時に受け入れて体制を強化したことにより、グローバルコミュニケーション計画の実現に向けた音声認識および音声対話の研究開発が大きく加速された。

#### 《多言語コンテンツ処理技術》

- 基盤となる対訳データの構築コストの削減の要に、翻訳費用の削減がある。このために、翻訳支援技術を開発し、これを翻訳会社にライセンスし、社会全体の翻訳コストの削減、自らの調達コストの削減を実現している。NICT の自動翻訳エンジンのライセンスも同様に効率化に貢献している。
- 東工大、九大、筑波大、NAIST、同志社大、上海交通大等の大学院生をインターンとして受け入れたり、NICT への出向者が NICT 在籍中の成果を基に博士号を取得したりしていることから、人材育成への貢献も大きいと考える。

#### 《音声コミュニケーション技術・多言語コンテンツ処理技術》

- 外部機関連携のシナジー効果（すなわち、外部機関との予算・リソースの相互利活用効果）によって、NICT 単独の予算・リソースでは達成できない高いゴールを実現してきており、効率性は極めて高い。
- 音声翻訳の実用化を目指してパナソニック社と共同研究を開始するなど、技術移転を停滞することなく進めることができている。
- 音声翻訳の要素技術の活用による聴覚障害者のためのコミュニケーション支援のプロジェクトや分野適用技術による病院向け音声翻訳の共同開発プロジェクトも着実に進んでいることに例示されるように、NICT の音声翻訳技術の社会還元の活発さは比類がない。
- コンペ型ワークショップ NTCIR/PatentMT や IWSLT を主催し、世界の技術を評価・比較し、常に必要な技術を取りこみ世界最高の性能を維持できている（多数の手法を一度に並行して実験し比較出来るので、単独機関ではできない研究加速が可能になっている）。当機構のこれらの活動は、各国政府機関からも注目されている。

「有効性」

## 《音声コミュニケーション技術》

- 評価型国際ワークショップ IWSLT において 3 年間連続で音声認識精度 1 位を達成する過程により、機構の音声認識技術を飛躍的に高めることができた。
- VoiceTra4U を共同で構築・運用する傍らワークショップを頻繁に開催した結果、U-STAR の国際認知度が上がり、25 ヶ国、30 機関という非常に大きな組織に成長した。U-STAR により多言語音声翻訳技術の国際的な進展が加速されるとともに、機構が提案した音声翻訳のための通信規約 MCML の普及促進が期待できる。
- DNN の導入により音声認識精度が大幅に向上したこと、模擬会話音声コーパスの収集が順調に進捗していること、ベトナム語の音声認識精度が向上したこと、ミャンマー語の初期的な音声認識・音声合成システムの試作に成功したことから、グローバルコミュニケーション計画の達成に向けて研究開発が着実に進捗している。

## 《多言語コンテンツ処理技術》

- 外国語は日本人の外国との社会・経済活動の大きな障害であり、本グループの成果たる専門分野向け自動翻訳システムがその克服に有効である。
- 本グループの成果たる専門分野向け自動翻訳システムは民間事業者に技術移転され、商用化され、実社会で利用されている。また、副産物の聴覚障害者のためのコミュニケーション支援のアプリが公開され、強い支持を得ている。
- 最難関国際会議での採録、各種論文賞の受賞など、学術進展へのインパクトも大きいことが証明されている。

## 「国際水準」

## 《音声コミュニケーション技術》

- 評価型ワークショップ IWSLT には、Google に多くの研究者を輩出している Ney 教授の率いるドイツの RWTH、米国の DARPA でプロジェクトリーダーの常連であり、Facebook の音声翻訳システムを研究開発した Waibel 教授の率いる CMU/KIT が参加している。そのような参加者の中で、機構が 3 年連続首位であったことから、機構の英語音声認識技術が世界水準であることが示された。

## 《多言語コンテンツ処理技術》

- 【論文発表】 トップの国際会議（採択率 25%前後）に年 6 本～9 本採択された（自動翻訳研究の「最高峰」のグループの一つ）。
- 【音声翻訳】 NICT は、平成 22 年にスマホ用の音声翻訳を世界で初めて公開した。NICT の音声翻訳システムは、旅行専用・高品質であり、Google のそれは汎用・低品質である。旅行で翻訳品質を比較した場合、言語を問わず、NICT は大幅に高性能である。他方、対応言語数では、Google が優っている。（Microsoft は SKYPE に音声翻訳を組み込んだが、翻訳が容易な英語とスペイン語間に限定している。）

- 【テキスト翻訳】 Google は、汎用性・言語数最大化を指向。一方、NICT は、日本の需要に合わせて（特許等の）分野や言語を選択しリソースを集中して、専門分野向けの高精度自動翻訳システムを構築。また、NICT 単独での成功に加えて、フォーラムを基盤にして他機関と連携しオールジャパンで複数分野・複数言語の翻訳システムを開発していくことを指向。NICT は、次にあげる優位性を誇る。
- 選択した分野について、世界最大規模の日英対訳を構築。
  - 選択した分野について、Google の日英翻訳より高品質を実現。
  - 選択した分野について、API を公開するにとどまる Google と異なり、外部（例えば、特許庁、JST、株式会社、日本特許情報機構、(株)ATR-TREK、U-STAR メンバー機関、熊本県立聾学校など）連携によって、必要なリソースの補完や利用者のニーズの反映を実施。
- 【国際会議主催】 ① 米国 NIST の MT ワークショップ、② 当機構の IWSLT ワークショップ、③当機構の NTCIR/PatentMT（後継の WAT）の 3 つは、自動翻訳に関する世界的活動であり、①はニュースや WEB の TEXT 翻訳、②は対話や講演等の音声翻訳、③は特許や技術文を中心としたアジア言語の TEXT 翻訳と棲み分けながら、分野の発展へ貢献している。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 13

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添2-(2) コンテンツ・サービス基盤技術		
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）	独立行政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		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0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ												
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度
論文数	—	50	35	66	95		事業費用（億円）	8.7	7.0	7.5	12.3	
特許出願数	—	18	29	14	19		職員数 ※内数	64	64	59	57	

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
●ユニバーサル音声・言語コミュニケーション技術の研究開発	別添2-(2) コンテンツ・サービス基盤技術	

コミュニケーションのグローバル化が進む中、言語・文化にかかわらず、また、システムの介在を意識することなく、いつでも、どこでも、だれもが必要な情報に容易にアクセスして、その内容を分析し、互いの円滑なコミュニケーションを可能とするため、音声・言語コミュニケーション技術の研究開発及び実証実験を行うとともに、研究開発成果のデモンストラーション (PR) を実施することにより、アジア諸国における成果の活用促進及び言語基盤の強化に貢献する。

(2) コンテンツ・サービス基盤技術  
インターネット上でアクセス可能な膨大なテキスト、音声、画像、センサデータなどの情報コンテンツや、情報コンテンツの一種と見なす事ができる情報サービスを 1000 万個の言語表現、すなわち語、フレーズからなる辞書で扱える範囲において深く意味的に分析し、それらの価値ある組み合わせや分類を発見する情報分析技術を開発する。また、実際に分析対象として、40 億ページ相当の Web サイトを含む情報コンテンツを収集し、それらを管理する技術を開発した上で情報分析技術を活用し、様々な情報サービスも含めた情報コンテンツを組み合わせ、ユーザの要求に対して、広い観点に立った、効率の良い意思決定を支援する情報利活用基盤を開発する。

#### ア 情報分析技術の研究開発

テキスト、音声、画像を対象とした情報分析技術、すなわち、テキスト中の文、フレーズを意味的に分類してそれらの間の意味的關係を認識する意味的言語情報分析技術、多数のコンテンツに分散して書かれた複数の文、フレーズを組み合わせる価値ある仮説を生成する分析仮説生成技術、音声、画像をテキスト中の語、フレーズ、文とリンクする異種メディアリンケージ技術について開発を

・ 1,000 万個の語、フレーズをカバーする辞書、知識ベース等の言語資源を実際に構築し、さらに各種のメディア解析基盤技術これを用いて 40 億ページ(見込み、評価書記載時点では 10 億ページ、ただし、すでに 50 億ページ以上の Web ページを収集し、データベースに格納済みである。)の Web ページを用いて様々なタイプの質問に回答する大規模 Web 情報分析システム WISDOM X を開発し、平成 27 年 3 月 31 日に一般に公開した。また、SNS の一つである Twitter の投稿、すなわち Tweet にある災害関連情報をリアルタイムに、意味的に深く分析する対災害 SNS 情報分析システム DISAANA も開発し、平成 27 年 4 月 8 日に一般公開した(ただし、東日本大震災時の Tweet を分析する試用版は平成 26 年 11 月 5 日に公開。)。特に、DISAANA (DISAster information ANAlyzer) に関しては、開発中から産経新聞(大阪版)の 1 面トップ等で報道され、公開時には朝日新聞、読売新聞等の一般紙や、テレビ報道、インターネット上の報道がのべ 100 件以上広く行われ、大きな注目を集めた。なお、DISAANA に関してはスマートフォン向けのバージョンも公開されている。



行う。これにより、災害時においては、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）、さらに情報分析に必要な 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。

・詳しくは後述するが、これらのシステムでは、中長期計画に記載のあるように、テキスト情報の意味的な分析に基づき、情報間の意味的關係、価値ある組み合わせや分類、さらには WISDOM X の場合には仮説をも発見することができる。これらのシステムの開発にあたっては、既存の並列分散処理の枠組みがシステム開発のニーズに合致しない、もしくは安定稼働が実現できないなどの理由により、プロセス間的高速な通信や分散並列実行の管理を実現するミドルウェア RaSC (Rapid Service Connector) を自ら開発し、これを用いて、様々なテキスト解析モジュールや質問応答モジュールさらには、各種データベースへのアクセスを複数のクラスタ上で分散並列実行させており、WISDOM X の場合、400 台ほどの計算機クラスタを用いて、常時 10,000 個以上のプロセス／スレッドが実行され、1 日あたり 1 億件の Web 文書の意味解析を実行し、また、毎秒 20 問程度の質問に回答が可能となっている。DISAANA は最小構成が 30 台の計算機からなるが、一般公開用にはこのセットを 5 セット並列に稼働させており、これによってリアルタイムに流入してくる Twitter データを処理しつつ、毎秒 400 質問程度に回答することができる。なお、現在は予算の制約から、Twitter データの 10% サンプルを分析しているが、上述のミドルウェア RaSC 等の導入により、100% データを利用した場合でもプリプロセスに 15 台程度のサーバーを割り当てることで十分にリアルタイムの分析が可能である。こうした速度性能は中長期目標、計画には記載はないが、当初の想定を大幅に上回った。また、計算機の故障に備えた処理の冗長化やデータのバックアップも自動的に行われ、また、一部の計算機でデータの更新を行い高負荷な状態が続いている間、他の計算機でユーザとのやりとりをする冗長化機能なども備えている。これにより、安定したサービス提供が可能になっている他、ミドルウェア RaSC もすでにフリーソフトウェアとして一般公開されている。なお、WISDOM X および DISAANA のソースコードの総量は 30 万行を超えたが、国内の研究機関がこうした巨大ソフトウェアに、後述するようなトップカンファレンスで採択された最新の研究成果を多数組み込んで安定稼働させ、サービスとして一般国民に向け、例は我々の知る限り存在しない。この点も中期計画には直接記載のない顕著な成果である。

以下では、WISDOM X 及び、DISAANA についてより詳細に述べる。

#### 【大規模 Web 情報分析システム WISDOM X】

・ WISDOM X は、単語で回答可能な質問（例：「地球温暖化を防ぐのは何か？」）に答える「なに？」型質問応答機能、（複数の）文で表現される理由や原因を問う質問（例：「なぜ日本はデフレに陥ったか？」）に回答する「なぜ？」型質問応答機能（、文あるいは文の連鎖で表現される未来シナリオを問う質問（例：「人工知能が進化するとどうなる？」）に回答する「どうなる？」型質問応答機能、ものごとの定義を尋ねる「それなに？」型質問応答機能等、複数の質問応答機能から構成されている。なお、近年、質問応答システムが一般市民からも高い注目を浴びているが、WISDOM X のように「なぜ？」「どうなる？」といった質問に回答する質問応答システムで 10 億件以上の Web ページといった大量の文書をもとに回答を与えるシステムは世界的に見ても前例がなく、また、「どうなる」型質問応答機能は世界初の機能である。また、後述するが、「なに？」型質問応答に関しても最大で 1,000 件程度の回答を瞬時に与えるが、やはり、10 億件以上の Web ページといった膨大なテキストをもとにそうした動作が可能で一般公開されているものは我々の知る限り存在しない。

さらに、後述するように WISDOM X は自ら回答できる質問をユーザに提案することが可能であるが、これも世界初の機能であると考えている。

- ・ユーザはこれらの機能を用いることで、情報の価値ある組み合わせを得ることができる。例えば、「地球温暖化が進行するとどうなる？」という質問の回答には、「海水温が高い」といった情報が現れるが、2回クリックを行うだけでさらに「海水温が高いとどうなる？」という質問をすることができる。こうした質問を繰り返すことで「風が吹けば桶屋が儲かる」式に「地球温暖化の帰結」を得ることができ、そのなかには「地球温暖化が進行して、海水温が上昇し、腸炎ビブリオが増加して、食中毒が増える」というものが実際に含まれていた。この「シナリオ」は異なる Web ページに含まれる断片的な情報の組み合わせによって得られた仮説であるが、実際にシナリオ全体が記載された Web ページは（このシナリオ発見時点では）WISDOM X の処理対象には入っていなかった。ところが、その後、専門誌において「近年、人為的理由によってバルト海の海水温が上昇しており、腸炎ビブリオによる食中毒が実際に増加している」ことが報告された。これはつまり、WISDOM X で発見された情報の組み合わせである仮説、シナリオが（部分的に）事実として認定されたことになる。これはつまり、WISDOM X で価値ある情報の組み合わせ、さらには仮説が発見された一例であると言えるが、他にも例えば、「ビッグデータ」といったキーワードを入力すると、「ビッグデータで何を創る？」といった質問をシステムが提案し、それをクリックして、「映画」といった意外な回答が得られた場合に、その理由、根拠となる情報、例えば「映画製作は巨額な投資であること」「キャストなどの情報から収益を予測する手法がすでに存在すること」などを「なぜ？」型質問応答機能によってワンクリックで得ることなどができ、通常の検索エンジンでは得難い情報の組み合わせをえることが容易に可能になっている。
- ・また、特に「なに？」型質問応答機能では、「A が B を引きおこす」と「A が B の原因である」といったパターン間の同義性も考慮しつつ、大量の回答を分析対象の文書から発見し、最大で 1,000 件程度の回答を瞬時に得ることができる。これによって例えば、特定の IT 企業が開発している技術や、デフレのもたらしている帰結等を単語レベルで最大で 1,000 件程度、瞬時に取得することができるが、これは「IT 企業が開発している技術」といった詳細なレベルにおける単語の意味的分類を得ているとみなすこともできる。すなわち、WISDOM X では質問応答機能によって、情報の意味的分類も可能になっている。
- ・また、WISDOM X はシステム自らユーザに対して、尋ねるべき質問を提案する質問サジェスト機能も備える。ユーザの検索要求、あるいは抱えている疑問がユーザ自身にとっても常にクリアではないことに考慮して、単語を入力すると、その単語に関してシステムが回答可能な質問を列挙する「質問サジェスト機能」も備える。例えば「AIIB」という言葉を最近よく聞かすが、それがそもそも何なのか、それに関して何を質問すべきなのかわからない、といったユーザは多いと考えられ、そうしたことが、研究開発の歴史が比較的長いにも関わらず、質問応答システムが一般に広く普及してこなかった大きな原因の一つである。そこで、質問サジェスト機能を新規に開発して WISDOM X に実装した。この機能は、例えば「AIIB」のような単語が入力されると、それに関して WISDOM X が回答可能な一連の質問（例：「AIIB とは何ですか？」、「AIIB に〇〇が加入する（「AIIB に加入するのは何あるいは誰」という質問に相当)」、「AIIB は〇〇を支援する（「AIIB が支援するのは何？」という質

問に相当))「AIIBが発足するとどうなる」といった質問をユーザに提示するものである。通常の検索エンジンにおいても、入力されたキーワードに関連の深い検索キーワードをサジェストする機能を備えているものが存在するが、「回答可能な質問」を提案できる機能を備える質問応答システムは我々の知る限り存在せず、また、本中長期目標策定時にはまったく想定されておらず、上述したミドルウェア RaSC 等による高速化の結果初めて実現された機能である。この機能は上述したようにシステムのユーザビリティを向上させると同時に、システムが自らの持つ情報、知識を認識する機能と考えることもでき、今後より高度な知的なシステムを開発する上での出発点となる。

- ・さらに、WISDOM X では、各種の質問応答機能間の連携機能を持つ。これは、ある質問への回答をもとに、そこからユーザがさらに尋ねたくなるとされる別の質問を自動生成し、その質問に回答可能な WISDOM X の質問応答機能にワンクリックでユーザを誘導する機能である。上で挙げた、地球温暖化の帰結として、食中毒が増加することを導き出したり、あるいは、ビッグデータで映画を作る理由、根拠に関する情報を得るといった操作はまさにこの連携機能によって実現されたものであり、価値ある情報の組み合わせを実現したものである。

#### 【対災害 SNS 情報分析システム DISAANA】

- ・本システムは SNS の一種である Twitter に対して一般市民、行政等から投稿された災害関連情報等を分析するシステムであり、PC、スマートフォンから利用可能である。WISDOM X の「なに？」型質問応答機能とほぼ同等の処理を行い、名詞で回答できる質問に回答する他、指定されたエリアにおいて生じていると思われる各種の災害関連被害やトラブルを列挙する機能を持つ。また、質問が「東京のどこに帰宅難民がいるか？」といったように場所、位置を訪ねるものである場合には、その回答を地図上に表示する他、場所、地図以外の回答や、指定されたエリアにおける各種のトラブルに関しては、それらに関連の深い地名を特定し、やはり地図上に表示する。例えば、「宮城県で何が発生していますか？」という質問に対して「火災」という回答が得られたとすると、その火災が発生していると思われる地点を、回答が抽出された Twitter の投稿、いわゆる Tweet 中で特定し、火災という回答を地図上のその地点にプロットする。なお、本来、Tweet には投稿した地点を示す GPS 情報を付与することができるが、プライバシーへの懸念等もあり、東日本大震災時の Tweet で GPS 情報が付与されているものは 1%以下であった。また、東日本大震災時には、被災地の被害状況を被災地以外の市民が投稿するケースも多く、この場合、GPS 情報と実際に被害が発生している地点とは対応関係がない。このような点に鑑み、DISAANA においては、小学校等のランドマークも含めた大規模な地名辞書を構築し、これを用いて Tweet の日本語テキストを解析することで被災地点等を特定している。また、この辞書によって例えば、「名取市」や「気仙沼中学校」が「宮城県」の一部であることを認識し、「気仙沼中学校で飲料水が足りません」といった Tweet から、「宮城県」という文字列が含まれていないにもかかわらず、「宮城県で何が不足しているか？」という質問の回答として「飲料水」を抽出、提示することが可能である。なお、Twitter 情報をリアルタイムに分析して、質問に回答するシステムは我々の知る限り世界的にも前例がない。
- ・また、「宮城県で何が不足しているか？」といった質問への回答は非常に膨大な数になるが、DISAANA では、被災状況の見落としがないよう、そうした回答をロングテールまで含めて提示する。この際、

災害、食品、燃料といった災害時に重要になる単語を中心に、437万語をカバーする意味的分類辞書（災害オントロジと呼ぶ）を半自動で構築し、それに従って回答を分類、優先順位をつけて表示する。

- また、東日本大震災時にはTwitter上のデマが非常に大きな問題となった。DISAANAにおいては、出力した質問の回答や、トラブルに関して、それらがデマであると指摘していたり、矛盾していたりする情報がある場合には、それらもあわせて提示する。例えば、東日本大震災時のデータで「千葉の石油コンビナートで何が発生したか？」といった質問を入力すると「有害物質」「酸性雨」といった回答が表示されるが、同時に「幕張の石油コンビナートで有害物質が出ているというのはデマです。」「千葉の石油コンビナートで酸性雨は降っていません」等のTweetで矛盾する情報が書かれていることを検知し、デマの可能性のあるアラートを回答に付与する。また、同様に検出された災害関連トラブルに関して、それらに対して対策が施されていることが報告されているTweet（例：「ガソリンを\*町に送りました」）や、トラブルが解決したことが報告されたTweet（「\*町でガスが復旧しました」）が見つかった場合、それらもあわせて提示することで、救援活動の効率化を図る機能を備える。これらは、中長期計画に記載のある、情報の価値ある組み合わせや分類を得る技術の一種であると考えられる。つまり、これらの技術は、「デマ」「解決済みのトラブル」をそれ以外の情報から分けるといった意味での情報の分類を得る技術、あるいは「デマ」と「そのデマを否定する情報」、「トラブル」と「トラブルの解決策／解決」等の情報の価値ある組み合わせを発見する技術とみなすことができる。こうした機能をリアルタイムで実現した例は世界的にも前例がなく、また、そもそもトラブルの解決策／解決とトラブルを紐づける機能はDISAANAの開発グループが世界に先駆けて提案した機能である。
- また、中長期計画にある異種メディアリンクージュ技術の一環として、スマートフォンでDISAANAを利用した場合、そのスマートフォン周辺の自治体名を特定する技術を開発しており、それを利用することで、ユーザはワンタッチで自分の周辺で生じている災害、災害関連のトラブルを表示させることもできる。
- なお、DISAANAは最大で4日分のTweet（ただし、データ取得費用の制約により、全Tweetの10%サンプル）を保存し、それらを用いて質問に回答する。Tweetが投稿されてから、DISAANAの回答にはんえいされるまでのタイムラグは長くても高々一分程度である、このようなリアルタイムで流入する大量のテキストに対して、パターン間の同義性を考慮した質問応答や、前述のデマ検出機能等の高度な意味的処理を適用し、また、実用的な速度で多数のユーザからのリクエスト（毎秒400質問程度までは可能）を処理するシステムは世界的に見ても前例がない。
- また、宮崎県、延岡市、宮崎市の防災訓練時にそれら自治体と連携してのDISAANAの実証実験を合計3回実施し、自治体での利用についての知見も蓄積している。実験後のアンケート結果からは、参加した市役所担当者の全員から、災害対応に役立つと感じるもしくは強く感じるという評価を受けた。これら実証実験は、宮崎日日新聞、NHK宮崎放送局による報道があり、宮崎県を中心に、NICTの災害対策関連の情報分析技術の高さを大きくアピールできたと考えている。

最後に、学術的成果としてトップカンファレンスでの論文発表、受賞歴、また、関連技術の社会展開

を行っている ALAGIN フォーラムでの活動、今後の研究開発について述べる。

#### 【学術的成果】

- ・本中期計画期間内で、言語処理分野における世界最高峰の会議である ACL、2 番目に位置する EMNLP において各 5 本ずつ、合計 10 本のフルペーパーを発表している他、AAAI、NAACL、COLING 等においてもフルペーパーの発表を行っている。これらの論文で発表された技術のほとんどは実際に現在一般公開されている WISDOM X、DISAANA に組み込まれている。また、研究員が文部科学大臣表彰若手科学者賞、情報処理学会論文書を受賞した他、DISAANA の開発に際して、Twitter Data Grants を米国 Twitter 社より授与され、東日本大震災直後一月分の Tweet6.5 億件を研究目的で無償提供された。この Twitter Data Grants には全世界から 1,300 件の応募があったが、際託されたのは 6 件のみであり、日本からの採択は NICT のみであった。

#### 【ALAGIN フォーラムにおける技術の社会展開】

- ・これまでに NICT で開発してきた言語資源および情報分析技術は高度言語情報融合 (ALAGIN) フォーラムなどにおいて民間にも配布されており、民間での活用が開始されている。情報分析関連の言語資源、技術の利用許諾件数は 892 件に達した。会員も正会員 110 社、特別会員 196 名に達し、順調にその数を増やしつつある。

#### 【今後の研究開発】

- ・今中長期目標期間を終えるにあたっては、WISDOM X の分析対象を 40 億ページまで増加させ、また、上述した WISDOM X、DISAANA で取り扱っているテキスト情報と、音声、画像とをリンクする異種メディアリンケージ技術を最終年度に WISDOM X、DISAANA に統合し、中長期計画を達成する見込みである。

### イ 情報利活用基盤技術の研究開発

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の管理技術を開発する。さらに、大規模情報資産を利用する情報サービスの検索や管理を行い、適切な連携をすることでユーザの要求を満たす複数のサービスを発見し、それらのサービスを適切に組み合わせる効果的に実行させる情報利活用基盤技術を開発する

- ・オープンデータの世界的な潮流の中で、センシングデータ、科学データ、ソーシャルメディアのテキストデータなど、150 種類・180 万件にのぼる大量かつ多様なオープンデータを情報資産として登録し、これら異分野にまたがる情報資産を統一的に管理するための情報資産リポジトリを構築するとともに、オープンデータ標準 (CKAN) に準拠した API を公開した。これだけ大規模に異種・異分野のオープンデータを登録したリポジトリは、世界的にも他に類を見ない。この情報資産の種類や分野の違いを超えて横断的に利活用できるようにするために、分野横断検索技術 Cross-DB Search を開発した。オープンデータの横断的利活用への期待が大きい環境問題に関するオープンサイエンスへの応用に向け、Cross-DB Search は、特に実世界の事象・現象について観測・収集された様々な分野のデータを対象に、時間的、空間 (位置) 的、オントロジ (概念) 的に相関性の高いデータ集合を発見する検索技術である。Cross-DB Search により、例えば “森林破壊” とクエリに対し、南米地域では “乾燥化”、アフリカ地域では “土壌劣化” や “砂漠化”、東南アジア地域では “汚染”

など地域ごとの特性を協調した相関データを発見することが可能になる。こうした相関検索を実現すべく、キーワードクエリから時空間的に相関の高いデータを発見できるようにする時空間・テキスト疑似適合性フィードバック手法 STT-PRF や、時間・空間・オントロジの複合相関クラスタリングなどの基盤技術を開発し、環境問題に関するクエリを対象に、従来のオープンデータアーカイブで主流であるカタログ検索を上回る検索精度を達成した。Cross-DB Search は、データ工学系の国際会議 (IMMM2012) で最優秀論文賞を受賞するなど、学術的にも高い評価を得ている。一方、分野横断的な相関分析を行う上で情報可視化は有効な手段であり、本研究開発でもセンサデータからソーシャルデータまで実世界を反映した異種・異分野のオープンデータの時空間的な相関関係インタラクティブな操作で視覚的に分析する技術 STICKER を開発した。STICKER により、例えば、大気汚染の一種である PM2.5 の観測データと渋滞に関するキーワードを含む SNS データが、気温 34 度以上なる地域・期間で時空間的に重なっており相関が高くなることが視覚的に分かる。このように、STICKER を用いることで、様々な分野の情報資産の中から相関がありそうなデータの組合せを見つけ出し、かつ相関が見られる時空間範囲や各データの閾値等を調整しながら相関データを絞り込む可視化相関分析が可能になる。このようなセンサデータからソーシャルデータまで幅広いデータを統合し時空間相関を可視化分析する技術は他に類を見ず、地理情報システム系のトップカンファレンスである ACM GIS 2011 において優秀賞を受賞した。さらに、こうした相関分析をより効率的かつ効果的にを行い、環境変化と社会の反応の相関を幅広く分析できるようにすることを目指し、異分野センシングデータの統合分析基盤 Event Data Warehouse の開発に取り組んだ。Event Data Warehouse における複合イベント解析では、様々な社会的影響を及ぼす異常気象の発生など分野横断的なイベントを検出できるようにすべく、異分野センシングデータの変化パターンを記号化し分野をまたがった相関ルールマイニングが行えるようにする技術を開発した。例えば、降雨センサの値が急に変化した地域・時間帯で同じく変化したソーシャルセンサ（トピックごとの SNS 出現頻度を計測）を特定し、様々な豪雨被害を表す複合イベントをスケラビリティ高く発見することができる。他のセンサを使って SNS のノイズを削減できることから、評価実験では、SNS のみを用いる場合に比べ約 30% の検出精度の改善を達成した。また、DRNN に基づく深層学習により様々な時系列データの相関性を学習し未知のセンシングデータを予測する相関データ予測技術を開発し、様々な分野のセンシングデータの間の相関を学習し、科学モデルを作らなくてもデータ予測を可能にした。例えば、大気汚染を示す指標である PM2.5 の予測では、過去の PM2.5 データと気象データ（気温、湿度、風速、降雨など）やソーシャルデータ（SNS キーワードの出現頻度）などを入力として、それらの地域ごとの時系列的な相関を学習しその後の PM2.5 データを予測することを行う。評価実験では、従来の科学モデルベースの予測方式を上回る性能を確認した。これらの成果により、大規模情報資産管理技術の研究開発は所期の目標を上回る成果を達成した。

- ・大規模情報資産の利活用サービス基盤として、JGN-X ネットワーク基盤上に知識・言語グリッドシステムを構築し、上記で開発した Cross-DB Search と STICKER のサービスを実装・公開するとともに、ユーザ独自のサービスを開発できるようにするためのユーザ定義サービス開発基盤を実装した。共通機能をライブラリ化した SDK を提供することで、ユーザによるデータ収集解析サービスの開発コストを約 9 割削減（プログラミングが必要なコード量に基づく）することに成功し、情報資産の作

成効率を大幅に向上させた。また、情報サービスを効果的に実行させるための Service-Controlled Networking (SCN) の研究では、異分野センシングデータを収集解析するサービスが要求する処理性能でデータを収集・転送したり網内データ処理を行うオーバーレイネットワークを動的構成するミドルウェアを実装した。評価実験では、SCN を使わない従来のベストエフォート方式で数多くのサービスを実行した際、ネットワークが輻輳しデータ収集に遅延が生じるような場合でも、SCN を使うことで網内データ処理と自動パス選択により無駄なデータの転送や輻輳を回避し、サービスが要求したスループットを維持し安定的にデータ収集が行えるととともに、ネットワーク資源を有効活用することで同時実行可能なサービス数を増加させられることを確認し、サービス連携の効果的な実行に対する有効性を示した。さらに、どの情報サービスがどの情報資産を利用しているのかといった情報資産利活用の provenance (典拠情報) を用いて、情報資産提供者・利用者間での使用権限の違反、データの不整合、不完全な組合せなど、情報資産利用に関する 7 種類・100 項目以上に渡るセキュリティルールに基づき、情報資産利用のセキュリティ違反を自動検出する利活用リスク診断技術を開発した。これにより、情報資産利用におけるセキュリティリスクの“見える化”を可能にし、従来は事前のライセンス契約に頼っていたセキュリティ管理に対し、情報サービスの開発時や実行時にセキュリティリスクを動的に診断できるようにすることで、情報資産を安心・安全に利活用することができる。この技術は、情報処理学会コンピュータセキュリティシンポジウム 2014 で論文賞を受賞するなど、学術的にも高く評価されている。これらの成果により、情報利活用のためのサービス基盤技術の研究開発は、所期の目標を上回る成果を達成した。

- ・上記で開発した情報利活用基盤技術の応用実証として、当機構のソーシャル ICT 推進研究センターにおける地域防災対策支援を対象に、ゲリラ豪雨対策支援のための実証システム (ソーシャル×PANDA) を開発し実証実験を実施している。異分野の実空間データを横断的に収集・分析する情報利活用基盤技術をゲリラ豪雨の被害情報収集解析に適用し、降雨レーダ (PANDA) からのゲリラ豪雨早期探知データとソーシャルメディアを通じた市民からの被害情報を横断的に収集・分類し、市民参加による集団的・集中的な被害パトロールを実現する。また、人々の集散動静に応じたアクティブなハザードマップ作成すべく、動的な人口密度推定による影響度合いの推定や、豪雨被害を避けた動的な経路の発見や推薦を行うアプリケーションを開発している。これらを用いた自治体での実証実験を行い、豪雨被害に対する迅速な対応と行政の負担軽減への有効性を評価する。また、気象データとヘルスケアデータを活用したリアルタイムデータ解析 (日本気象協会との共同研究) では、気象変化 (気温、湿度、気圧、日照等) が及ぼす人間の心理状態への影響を示す生気象学指数の開発を目的とし、様々な気象データとヘルスケアデータを収集しリアルタイムに相関分析する応用システムを開発し、被験者実験及び指数予報 Web サービスの公開実験を通じ有用性を評価している。さらに、科学技術データアーカイブ利活用 (JST, WDS との共同研究) では、環境問題のオープンサイエンス支援を目的に、ある気象現象の周辺で観測・調査された幅広い分野の科学データを芋づる式に検索するデータ発見アプリを作成・公開し、JST や WDS 利用者を対象に実証実験を実施している。これらによる情報利活用基盤の応用実証により、所期の目標を大幅に上回る成果を達成する見込みである。
- ・情報利活用基盤を通じ NICT 内外の各プロジェクトとの連携を行う核として、幅広い研究協力を実施

し NICT 重要案件に貢献した。NICT が国際プログラムオフィスを務める世界最大規模の科学データアーカイブ World Data System (WDS) との連携プロジェクトを実施し、Cross-DB Search の応用システムにより 100 万件にのぼる WDS データを対象とした分野横断検索やデータサイテーション相関分析を可能にし、WDS が掲げる科学データの分野横断利活用を技術面からいち早く具現化した。また、WDS と同じ国際科学会議 (ICSU) に所属する科学データ利活用標準化団体 CODATA の Data Citation Task Group (CODATA-ICSTI Task Group on Data Citation Standards and Practices) に参画し、これらの研究成果と実践例をデータサイテーションの基盤技術の国際標準化に寄与し、標準化報告書の共同作成などを行った。さらに、国内最大の科学技術データ事業者である科学技術振興機構 (JST) との包括的研究協力協定 (MOU) に基づき、Cross-DB Search を用いて JST 科学技術情報アーカイブの 3,000 万件の分野横断検索を可能にし、JST 内外での研究動向分析などに応用した。これらの成果を、知的財産推進計画 (首相官邸 知的財産戦略本部) の施策項目「アーカイブの利活用促進に向けた整備の加速化」への取組みとして登録した。一方、米国標準技術院 (NIST) との包括的研究協力協定に基づき、Cyber-Physical Cloud Computing (CPCG) の共同研究を行った。知識・言語グリッドをベースに、クラウドコンピューティングに基づくセンサ、処理、制御、データの各種サービスから構成される拡張可能なサイバーフィジカルシステムを提案し、CPCG のアーキテクチャ設計とイベント情報管理システムなどの基盤技術開発を行った。また、合同ワークショップを定期的実施し、CPCG の技術白書を共同で出版するとともに、研究成果を日米インターネットエコノミー政策協力対話で報告し日米政府間で CPCG の共同研究開発協力を合意した。さらに、NICT の研究所間連携プロジェクトを実施し、当機構のソーシャル ICT 研究推進センターにおける実証システム (ソーシャル×PANDA) への応用展開や、新世代ネットワークにおけるセンサネットワークテストベッド (JOSE) 上に研究成果を展開し異分野センシングデータ収集解析基盤を構築するなど、NICT の重要課題の推進に大きく貢献し、中期目標を大幅に上回る成果を達成した。

自己評価		主務大臣による評価	
評価	S	評価	A
<b>【評価結果の説明】</b> 《情報分析技術》 ○ 世界的に見ても前例のない規模の Web 文書を用いて、世界で初めて回答可能になったタイプの質問を含め、多様なタイプ質問に高速に回答するシステムである大規模 Web 情報分析システム WISDOM X を開発、安定的に稼働させて一般公開した他、Twitter 情報をリアルタイムで分析し、質問に回答するという点やデマ等の検出といった機能を備えるなど、世界的にも前例のないシステムである対災害 SNS 情報分析システム DISAANA を公開、一般紙からネット上まで、のべ 100 件以上の報道がなされ、Twitter 等の SNS も含め一般にも大きな注目を集めた。今後、WISDOM X の分析対象を 40 億ページまで増大させ、画像の提供、音声データを分析対象に含めることで本中期計画の目標は達成される見込みである。なお、これら今後の作業に関する基本的技術はすでに完成しており、残りは比較的作業的側面がほとんどで、確実に達成されると考えている。また、これらのシステムでは、中期計画に記載の総計 1000 万個以上の語、フレーズをカバーする言語資源 (辞書) を活用し、様々な質問に回答することで情報間の意味的關係、価値ある組み合わせ、仮設、		< 評価に至った理由 > コンテンツ・サービス基盤技術は、第 3 期中長期計画において、情報分析技術、情報利活用基盤技術の研究開発を行うこととしており、適正、効果的かつ能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ため、A とする。主な成果は以下のと	



分類を発見できる。また、中期計画に記載はないが、既存の並列分散処理の枠組みが特殊なファイルシステムや既存ソフトウェアの大幅な書き換えを要求するなど使い勝手が悪い、あるいは、安定稼働が実現できないなどの理由により自前の並列分散処理ミドルウェア RaSC を開発し、これら導入によって処理の効率化、高速化を図り、WISDOM X は毎秒 20 質問程度、DISAANA は毎秒 400 質問程度を継続的に処理し、また、分析対象の Web ページを毎日一億ページ以上処理でき、また、Twitter 全データのリアルタイム分析も高々15 台程度のサーバーで実現可能な高い速度を達成した他、自治体の防災訓練と連携した実証実験も複数回実施済みである、また、前述の RaSC の活用によって、今後、WISDOM X や DISAANA へのより高度な機能の付与や頑健性、安定性の担保、今後現れる様々なニーズに合わせたシステムのチューニング等のコストも低下させられる目処がついていることから、本中長期目標をはるかに越えて成果が創出されたと考える。なお、WISDOM X および DISAANA のソースコードの総量は 30 万行を超えたが、国内の研究機関がこうした巨大ソフトウェアにトップカンファレンスで採択されるような最新の研究成果、あるいは世界初の機能を多数組み込んで安定稼働させ、サービスとして一般国民に向け、公開した例は我々の知る限り存在しない。この点も中期計画には直接記載のない顕著な成果である。以上に鑑みて、自己評価を S とした。

#### 《情報利活用基盤技術》

- 世界的なオープンデータの潮流の中で、様々な情報源から公開される異種・異分野のデータを横断的に収集・検索・統合・分析するための基盤技術を世界に先駆けて開発した。センシングデータ、科学データ、ソーシャルメディアのテキストデータなど、150 種類・180 万件にのぼるオープンデータを登録した前例のないほど大規模な異種・異分野情報資産リポジトリを構築するとともに、分野の違いを超えて関連性のあるデータを発見し横断的に利活用するための相関検索システム Cross-DB Search や可視化分析システム STICKER、異分野センシングデータ統合分析基盤 Event Data Warehouse といった他に類を見ないシステムを開発し、数多くの論文賞を受賞するなど学術的にも高い評価を得た。また、これらの基盤技術を JGN-X 上に構築した情報サービス連携基盤（知識・言語グリッド）から公開し、国内外の大学等がこれらを使った異分野データ収集解析やアプリケーション開発を実施できるようにした。これらにより、中期目標を十分に上回る成果を達成した。さらに、分野横断的な課題解決を指向した応用実証に取り組み、世界最大規模の科学データアーカイブ World Data System (WDS) の横断検索、ソーシャル ICT における地域災害対策支援、気象サービス事業者による生気象学分析・応用システムの開発等を通じ社会還元を実施（見込）するとともに、新世代ネットワークと連携した情報サービスによるネットワーク制御技術 SCN の開発とモバイルワイヤレステストベッドへの展開や、NICT が国際プログラムオフィスを務める WDS と連携したデータサイテーション利活用技術の開発と標準化活動、米国標準技術院(NIST)との Cyber-Physical Cloud Computing (CPCC) の日米共同研究など、NICT 重要案件に対しても戦略的な貢献を十分に果たした。また、これらの成果を、知的財産推進計画（首相官邸 知的財産戦略本部）の「アーカイブの利活用促進に向けた整備の加速化」施策への取組みに反映し

おり。

- ・情報分析技術に係る研究開発においては、Web ページ 10 億ページを分析対象とした大規模 Web 情報分析システム WISDOM X、Twitter の Tweet にある災害関連情報をリアルタイムで分析、質問応答等を行う対災害 SNS 情報分析システム DISAANA を開発、一般公開した。
- ・言語処理分野での世界トップの会議である ACL、EMNLP において合計 10 本のフルペーパーを発表している他、Twitter Data Grants を日本から唯一受賞するなど、国際的にも高いレベルの研究成果を出している。

#### ＜今後の課題＞

情報分析技術については、将来的には分析結果の信頼性を付加したり、分析結果を基に計算機と利用者が協調して問題解決を行う仕組みを検討したり、更に独創的な研究に発展していくことを期待している。

たり、日米インターネットエコノミー政策協力対話を通じた日米政府間での共同研究開発協力の合意に発展させるなど、我が国の技術政策の推進にも大いに貢献した。以上のことにより、中期目標を大きく超える成果を達成した。

## 「必要性」

### 《情報分析技術》

- 国民が適切な意思決定を行うため、あるいは与えられた情報の質を判断するためには、まず、その判断材料となる情報を可能な限り偏る事なく取得し、多角的な観点から情報を見る必要があるが、そのためには、例えば、ある情報と矛盾する情報、同義の情報、あるいはそうした情報の帰結、原因として検討すべき情報等を人間の処理能力を越える大量の情報の中から自動的に見つけ出す必要がある。こうした技術の開発には、情報の根幹をなすテキスト中の語、フレーズを含む日本語、英語等に関する大規模言語資源とその言語資源を使いこなす情報分析技術が必要となる。少数者の利益に左右される事なく国民の適切な意思決定を支援するためにこうした資源の構築、技術の研究開発を公的機関が実施し、また、民間等に対してそうした研究開発の成果を還元する事は非常に重要である。また、システムの開発においては分析の根拠となるテキストは常にユーザに提示可能にしており、分析の透明性に関しては留意をしている。

### 《情報利活用基盤技術》

- 実世界を反映した様々なセンサデータや科学データ、ソーシャルデータのオープンデータ化が進む中、これらを情報資産としてメタレベルで集約し異分野のデータを横断的に相関検索したり可視化したりする情報利活用基盤技術の研究開発は、近年のビッグデータ研究の中でも特にデータの多様性を生かし分野を超えたコネクションメリットを生み出すための技術を提供し、環境と社会の複雑な相関性を分析する科学研究やその対応策を推薦するサービス開発の促進につながる。利害に中立な立場の NICT がこうした研究開発をリードする意義は極めて大きい。また、JGN-X や WDS 連携など NICT の強みを生かし、情報資産利活用のためのテストベッド（知識・言語グリッド）を実際に構築し産学官に広く提供していくことは、学術的にも社会的にも大いにインパクトがあり、必要性が高い。

## 「効率性」

### 《情報分析技術》

- 情報分析研究では、情報分析技術の新規開発や改良を担う研究者と、システム開発を担うプログラマとが緊密に連携するための環境を整えており、それが非常に高い効率性の原動力となっている。具体的には、数十億スケールの

Web ページを効率的に扱える計算機環境を整備しているため、研究者は日々の研究の試行錯誤や実装、実験等をそうしたスケールのデータを用いて行うことができ、自分たちの開発した技術が実用システムでの使用に耐えうるものか即座に評価できる。その効果として、WISDOM X や DISAANA といった大規模実用システムへの研究成果のスムーズな反映が可能で、研究段階とシステム開発段階とのギャップを非常に小さなものにすることに成功している。往々にして、トップカンファレンスで発表される論文は、論文を書くためだけに行われる実験を最終目標として開発された技術、システムをもとに書かれることが多いが、情報分析研究では、それらの技術、システムを WISDOM X や DISAANA のような大規模システムにスピーディに展開するスキームを確立している。これには、上述したミドルウェア RaSC 等が大きく貢献している。また、これは、システム開発時のプログラマの負担を軽減するのに非常に効果的である。その結果プログラマ陣はシステムの基盤的側面のタスクに集中できるため、日々収集されている大規模データや大規模計算環境の利用可能性を常に高いレベルで維持することができる。それにより、研究者サイドはそうした研究以外のタスクに割く時間を大幅に軽減できている。以上の通り、研究者サイドとプログラマーサイドの緊密な連携が、情報分析研究の学術面、社会展開面の両面における高い生産性の原動力となっている。

#### 《情報利活用基盤技術》

- 多種多様なデータを横断的に統合し利活用するサービス基盤として、NICT 内外の各プロジェクトとの連携を行う核となることが期待される中、新世代ネットワーク、WDS、ネットワークセキュリティなど NICT 重要案件での研究所を越えた連携を行い、新世代ネットワークのセンサ情報収集解析基盤の開発や国際科学会議 CODATA におけるデータサイテーション標準化などへの成果展開を行った。また、外部のトップレベルの研究機関とも幅広い研究協力体制を構築し、NIST や UCI と Cyber-Physical Cloud Computing に関する共同研究を実施し、インターネットエコノミーに関する日米政策協力対話（第 5 回局長級会合）を通じ同分野の研究開発の日米協力を推進したり、JST など実際に科学技術情報サービス事業を行っている組織と MOU を締結し相関検索技術の応用展開に着手した。こうした連携活動を通じ、研究開発を効率的に実施した。

#### 「有効性」

##### 《情報分析技術》

- これまでに NICT で開発してきた言語資源および情報分析技術は高度言語情報融合 (ALAGIN) フォーラムなどにおいて民間にも配布されており、民間での活用が開始されている。情報分析関連の言語資源、技術の利用許諾件数は 892 件に達した。会員も正会員 110 社、特別会員 196 名に達し、順調にその数を増やしつつある。さらには、WISDOM X と

DISAANA の一般公開により、情報分析研究で開発した最先端の情報分析技術が広く一般国民に利用可能となり、多数の報道がなされたが、ビッグデータの高度な利活用を身近なものにすることができたという点でこの意義は非常に大きく、この点においても当研究の活動の有効性の高さが明らかである。

#### 《情報利活用基盤技術》

- これまでに開発した相関検索と可視化分析技術は、ネットに溢れるセンサデータや科学データ、ソーシャルデータなど実世界を反映した様々な分野のデータから時空間的・概念的に相関の高いデータを発見し横断的に組合せる機能を提供し、これらを用いて環境と社会の様々な相関を示すデータを網羅性高く発見できる可能性を実際に示した。こうした利活用では、相関分析のテーマ（気候変動や大気汚染など）に応じて幅広い分野のデータを網羅的に収集し情報資産化することが重要であるが、ユーザ参加型の知識・言語グリッドはテーマを共有するユーザが協調してデータ収集を行い情報資産を効果的に拡充するのに役立つ。こうした特徴を兼ね備えた情報利活用基盤は、国際的な環境問題研究やサイバーフィジカルシステム(CPS)への応用が期待されている。

#### 「国際水準」

##### 《情報分析技術》

- 規模、速度、対応する質問、分析のタイプの多様性などで世界的に見ても前例のないシステムである WISDOM X、DISAANA を開発、一般公開した他、言語処理分野における世界 1、2 の会議である ACL、EMNLP において合計 10 本のフルペーパーを発表している他、全世界から 1,300 件の応募があり、そのうち 6 件のみが採択された Twitter Data Grants を日本から唯一受賞するなど、世界最先端の研究成果を出していると言える。

##### 《情報利活用基盤技術》

- WDS や DIAS などの科学データアーカイブは、科学者によるデータ共有を目的に専門分野に閉じたデータのカタログ化や専門検索を提供しているが、情報利活用基盤では、専門家以外にも科学データの利活用機会を広げるべく、大気汚染や地球気候変動といった分野横断的な課題解決に対し、時空間やオントロジに基づく相関を組み合わせ、様々な分野から相関の高いデータを分野横断的に発見できるようにしている点で優位性がある。また Data.gov などのオープンデータサイトでは、50 万件規模の公共データをカタログ化しデータアクセス用の API を提供しているが、情報利活用基盤は、100 万件を超えるセンサデータや科学データ、ソーシャルデータなどのオープンデータを索引付けし、相関検索や可視化分析を使ってそれらを組合せ、環境の変化と社会の動きの相関性を分析したり対応

策を推薦するサービスを開発したりできる点で優位性がある。こうした他に類を見ないオープンデータの横断的利活用技術は、データ工学分野における国際会議で最優秀を含む複数の論文賞を受賞し、学術的にも高い評価を得ている。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 14

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添2-(3) 超臨場感コミュニケーション技術		
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）	独立行政法人情報通信研究機構法第14条第1項第1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0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	212	117	124	109		事業費用（億円）	18.1	14.0	12.0	7.4		
特許出願数	—	60	50	37	40		職員数 ※内数	65	66	66	61		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
●革新的な3次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術	別添2-(3) 超臨場感コミュニケーション技術	

医療等の応用を実現するために必要となる多感覚の情報を統合した応用システム化技術の研究開発、電子ホログラフィ視域角拡大のための狭ピッチなデバイスの開発及びそのデバイスを使用した電子ホログラフィシステム構成技術等の開発を行う。

視差を利用した立体映像技術については、同時に提示する視差数に比例して伝送すべき情報量が増加することから、視差間の類似性などに着目した圧縮方式を開発するとともに、多様な提示方式が存在することを念頭に置いた効率的な伝送方式の開発を行う。

また、人が臨場感を感じる仕組みの解明を目指し、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。

これに併せ、上記研究開発に必要な情報取得・提示用装置のうち、市販品が存在しないものについては当該装置の製作も行う。

また、究極の立体映像表示方式である「電子ホログラフィ」については、その実現に向け、表示サイズ及び視野角の拡大を図るとともに、撮像技術の研究開発に取り組む。

#### ア 超臨場感立体映像の研究開発

立体映像について、視差間の類似性や奥行き情報に着目した圧縮を行うことで、単純に各映像を並送した場合に比べ、2 倍の圧縮効率を持つ情報源符号化方式を開発する。

また、リアルタイムの立体映像通信の実現を念頭に、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の開発も行う。

- ・ 2 倍の圧縮効率を持つ符号化方式や、処理時間を半減する符号化方式として、視差間の類似性や奥行き情報に着目して開発した圧縮符号化方式（SECOND-MVD 方式）を考案した。この方式は、奥行情報を符号化しているので、様々な映像提示装置に表示できる映像を創り出せるという特徴もつ。この方式により、圧縮効率 2 倍を実現可能であることを確認した。この評価においては、グランフロント大阪に設置した 200 インチの壁型裸眼立体ディスプレイまたは 100 インチの壁型裸眼立体ディスプレイを用いた主観評価法による実証実験を通じて、専門家だけでなく一般利用者からの評価も受けた。さらに、SECOND-MVD 方式の主要なパラメータを変化させて、パラメータによる符号化特性を主観評価法で確認した。また、超多視点映像をそのまま符号化する場合に対して、符号化・復号化に必要な処理時間を半減可能であることを、処理量が半減可能であることで確認した。
- ・ 従来の AVC 圧縮方式の 2 倍以上の圧縮効率を持つとされる HEVC 方式を立体映像に適用した多視点映像符号化方式である、MV-HEVC 方式に準拠したリアルタイムコーデックを開発し、三次元映像 End-to-End リアルタイム通信・放送システムのプロトタイプを構築した。HDTV 解像度、60FPS のカメラを 3 台用いたシステムで、符号化レート 20Mbps 以内で、End-to-End の遅延時間 0.7 秒を実現した。

また、多様な立体映像の提示方式が併存していることから、様々な提示装置が、送付された多様なデータを適切に変換し、最適な提示を行うことを可能とするための伝送方式の開発を行う。

さらに、災害時の状況把握等にも活用可能な、遠隔地において多数の視点から撮影した映像を基に立体的に空間を構築する技術の開発を行う。

なお、これらの開発に当たっては、プロトタイプの提示装置を用いた実証実験を通じて、専門家だけでなく、一般利用者からの評価も受けるものとする。

また、究極の立体映像表示方式である「電子ホログラフィ」については、2030年までに A6 サイズ（対角 7 インチ）据え置き型のホロディスプレイを実現することを目標に、2015 年までに表示サイズ対角 5 インチ、視域角 20 度の表示の実現を目指すとともに、その撮像技術を開発する。

- ・ 200 視点クラスの超多視点立体映像圧縮技術の国際標準化をめざし、動画像の国際標準を決める MPEG 会合において標準化活動を継続した。NICT からは多くの寄与文書を提出するだけでなく、各研究機関が共通で使える超多視点立体映像のテスト映像も提供した。その結果、MPEG 会合において平成 32 年頃に国際標準を作成するスケジュールが合意できた。
- ・ 多様な立体映像の提示方式に対応する伝送方式として、SECOND-MVD 方式は利用できる。そのことを実証するため、壁型裸眼立体ディスプレイだけでなく NICT が開発したテーブル型裸眼立体ディスプレイにも適用して、SECOND-MVD 方式が利用可能であることを確認した。
- ・ 災害時の状況把握等にも活用可能な、遠隔地において多数の視点から撮影した映像を基に立体的に空間を構築する技術の開発を行った。具体的には、ランダム配置（規則的で密な配置に対して比較的自由的な配置）でカメラ撮影して、撮影した映像をもとにしてカメラ撮影毎に被写体の奥行情報を作成した。これにより、複数位置でのカメラ映像と奥行情報という空間情報を構築した。この空間情報から超多視点映像を生成して、200 インチ壁型裸眼立体ディスプレイおよびテーブル型裸眼立体ディスプレイ fvision で表示して有効性を確認した。
- ・ デプスカメラや放送用のカメラ、全方位カメラ、観客のスマートフォンカメラ、レンジセンサなどの多種多様な映像データを統合処理して、ビルボード方式等の三次元モデルを生成して立体的に空間の構築を行い、OpenMV フォーマットに変換してユーザ側のサーバに配信、タブレット端末やヘッドマウントディスプレイにてユーザ視点自由視点映像の表示が可能なプロトタイプシステムを構築、実証実験を行った。
- ・ 電子ホログラフィについては、大画面と広視域角を同時に実現するのが困難で課題である。NICT では、複数の表示デバイスを用いることで表示サイズ対角 5 インチ、視域角 20 度の実現を目指した。複数の表示デバイスを使う際には、表示デバイス（表示面積）と表示デバイスの間の隙間（非表示面積）を如何に分らないようにするかが課題である。例えば NICT が利用した素子の場合、表示面積が 1 に対して非表示面積が 15 程度もあり、この 15 程度を隠す技術とも言える。この技術として、拡大光学系と縮小光学系を組み合わせた独自の手法を考案した。また、この光学系と併用できる視域拡大手法を考案した。これらを併用することで、画素間隔が  $4\mu\text{m}$  以下で 3200 万画素クラスの表示デバイスを 16 素子使う装置により、表示サイズ対角 5 インチ、視域角 20 度の表示が原理的に可能であることを確認した。
- ・ 素子の製造や組み付けの際に発生するバラつきに起因して、素子毎に輝度差が発生してしまう。この輝度差を極力小さくするようにハードウェアの組み替えはするものの、バラつきを無くすことはできない。そこで、ホログラムデータの計算で補正する技術を考案し、その有効性を開発した装置で検証した。
- ・ 電子ホログラフィ用撮像技術として、水平方向に並置した 3 視点程度の距離画像カメラ情報を統合的に処理する手法を開発した。この手法を使えば、オクルージョン問題とファントム像といった、撮影時に物体の陰になって見えない領域による画質劣化を回避できる。この有効性を実験で確認した。
- ・ 画素ピッチ  $1\mu\text{m}$  以下を実現する将来のホログラフィ用の素子として、超多画素・狭画素ピッチの A



クティブマトリクス動方式のスピン注入型空間光変調器（スピン SLM）の開発を進め、当面の最終モデルとなる超高精細スピン SLM（画素数：10K×10K、画素ピッチ：1μm、表示サイズ：1cm 角）を実現した。さらに、このスピン SLM を用いて、動的ホログラフィ表示実験を実施した。

## イ 多感覚技術・臨場感評価技術の研究開発

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、それぞれ単独及び複数の提示により、人がどのような反応を示すのかについて、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。

立体映像については、メガネあり 2 眼式立体映像が人に及ぼす疲労感・違和感の定量評価、裸眼立体映像における運動視差の細やかさによる臨場感向上の定量評価、広視野立体映像が及ぼす没入感に対する定量評価などを行い、人が臨場感を感じるメカニズムの解明を図るとともに、立体映像にかかる安全規格確立に必要なデータを収集する。

音響については、映像上認識される音源位置と、立体音響により再現される音像位置のズレがどの程度許

- ・多感覚技術・臨場感評価技術の研究開発においては、立体映像・音響・感触・香り等の多感覚情報を厳密に制御・統合・提示し、臨場感を生起させるための技術を開発するとともに、人がこれらの多感覚情報から感じる臨場感を定量的・客観的に評価するための技術として、心理物理実験・脳活動計測実験に基づく各種手法を開発し、多感覚情報が人に与えるポジティブ・ネガティブ効果を定量的に実証してきた。また、立体映像、立体音響の公共空間で効果を検証する社会実証実験、臨場感情報の伝達による遠隔作業の効率化を検証する実験等を実施してきた。
- ・音について、また音と映像などで構成されるマルチモーダル感覚情報環境において、超臨場感とはどのような感覚かを明らかにした。更に、それを踏まえ、超臨場感コミュニケーションで共有すべき臨場感や、それに伴う感動などを解明し、超臨場感の度合いを数値的に示す「聴覚的な超臨場感メータ」を開発した。
- ・「離れていても一緒に仕事をしている感覚のもてるテレワークシステム」の実現を目的に、複数のカメラ・マイク・センサを空間位置に基づいて扱う技術、利用者の状況に応じてマルチメディア情報を加工・強調する技術、大画面ディスプレイで同じ作業オブジェクトを共有しながら会話する技術などを開発した。これら技術が搭載された超臨場感テレワークシステムを実現し、実際のテレワークをコンテンツにした実証実験によって有用性を評価した。
- ・立体映像の知覚認知・評価技術に関しては、メガネあり 2 眼式立体映像が人に及ぼす疲労を評価するために、成人 500 名、未成年者 131 名を対象に大規模な評価実験を実施、実験結果の報告書を公開するとともに、国際標準化を進める ITU-R に寄与文書を提出、その内容が採択されレポートに反映された。また、疲労要因といわれる眼の輻輳・調節の不一致を詳細に評価し、平成 27 年度末までに、3D 映像による不快・疲労の個人差要因を明らかにする実験結果を取りまとめる。また、立体映像による臨場感向上効果の検証実験を進め、多視点立体映像による光沢感の向上を心理物理実験により実証するとともに、光沢知覚、および広視野立体映像が引き起こす自己運動感覚に関わる脳部位を fMRI 実験により特定した。最終年度までに、多視点立体映像に関する社会実証実験等を進め、立体映像のかかる安全性や質感再現の技術要件等を取りまとめる。
- ・立体音響の知覚認知・評価技術に関しては、多視点立体映像のための MVP (Multiple-Vertical-Panning) 方式による立体音響技術を提案し、視聴位置によらない音源定位効果を心理物理実験により実証するとともに、公共空間における社会実証実験を実施し、本方式による立体音響効果を実証した。また、立体音（バイノーラル音）の頭外定位効果を fMRI 実験により実証した。さらに、個人によって異なる

	<p>容可能であるかの評価を通じ、人が知覚できる音像精度を評価するとともに、立体音響技術に求められる技術的要件の定義を行う。</p> <p>触覚については、触覚提示デバイスが示す位置と立体映像が示す位置にズレが生じるなど、空間的・時間的な不一致が生じた際の許容範囲を評価し、触覚情報と他の感覚情報を統合提示することによる相乗効果について定量評価を行うとともに、遠隔教育・診断・訓練・共同作業等において快適な触覚通信を実現するための技術的要件の定義を行う。</p> <p>嗅覚については、香りの強さや種類を変えつつ、立体映像・音響・触覚と組み合わせ提示することで、香り提示が他の感覚に与える相乗効果について定量評価を行い、香りの提示が他の感覚を補完できる可能性について分析を行う。</p>	<p>る音響特性（頭部伝達関数）を耳介形状から推定する個人適応化技術を開発し、平成 27 年度末までに立体音響技術に求められる技術要件を取りまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 触覚の知覚認知・評価技術に関しては、感触提示デバイスを用いた心理物理実験により、視覚情報と体性感覚情報との間に空間的不一致が生じる際の最適な映像提示条件の特定、異なる接触音が表面の硬さ知覚に与える効果の定量的実証、感触フィードバックの最小遅延時間の特定等、感触知覚に関わる重要な知見を得た。また、災害復興時に人が入れない場所で、臨場感情報の伝達により建設機械の遠隔作業の操作性を向上させることを目的に、高精細立体（4K3D）映像の伝送による遠隔作業の作業効率の向上効果を検証するための視認性実験を実施した。平成 27 年度末までに、高精細立体映像と従来の低解像度 2D 映像による作業効率を比較する実験を実施するとともに、高精細立体映像・伝送遅延等の影響を明らかにする評価実験を実環境で実施し、遠隔操作の快適性に求められる技術要件を取りまとめる。</li> <li>・ 香りの知覚認知・評価技術に関しては、6 種類の香りを瞬時に切替え可能な機能、かつ香りの濃度調整機能を持つ香り噴射装置を世界で初めて開発した。また、香りが感触（表面の硬さ・ざらつき感）に与える効果を心理物理実験により実証するとともに、嗅覚情報と視覚情報の相乗効果を定量的に実証した。さらに、従来のアナログ手法と比較して、より簡便で信頼性の高いデジタル式の嗅覚検査手法を開発し、平成 27 年度末までに、多様な人々の嗅覚感知機能を評価し、本手法の有効性を検証する。</li> </ul>	
自己評価	主務大臣による評価		
評価	A	評価	B
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>以下に示すとおり、顕著な成果を挙げており、中継目標を十分に達成する見込である。</p> <p>《超臨場感立体映像》</p> <p>○ 電子ホログラフィについては、大画面と広視域角を同時に実現するのが困難で課題である。NICT では複数の表示素子を用いる方針をとり、その際に課題となる表示素子間の隙間による立体像の欠如を解決するため、独自の光学系を考案した。この技術により大画面と広視域角の両立という課題に大きな解決策をもたらした。また、素子の製造や組み付けの際に発生するバラつきに起因して、素子毎に輝度差が発生してしまう問題に対して、ホログラムデータの計算で補正する技術について考案し、立体像の画質改善も行った。多視点映像の圧縮符号化においては、単純に各映像を並送した場合に比べて 2 倍の圧縮効率を実現できる SECOND-MVD 方式を考案した。多数の視点から撮影した映像を基に立体的に空</p>		<p>＜評価に至った理由＞</p> <p>超臨場感コミュニケーション技術は、第 3 期中長期計画において、超臨場感立体映像、多感覚・臨場感評価技術の研究開発を行うこととしており、「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と認められるため、B とする。</p>	

間を構築する技術については、ランダム配置（規則的で密な配置に対して比較的自由的な配置）で撮影したカメラ映像から空間情報を構築する技術を開発し、200 インチ壁型裸眼立体ディスプレイで表示して有効性を確認した。以上のことから、顕著な成果の創出が認められる。

#### 《多感覚技術・臨場感評価技術》

- 立体映像に関しては、立体映像が人に与える疲労に関する大規模な評価実験を実施し、寄与文書が国際標準化団体 ITU-R のレポートに反映された。また、疲労要因といわれる眼の輻輳・調節の不一致を実証するとともに、質感・自己運動感覚に関わる脳部位を特定した。音響に関しては、MVP 方式による立体音響技術を提案し、視聴位置によらない音源定位効果を心理物理実験・社会実証実験により実証した。感触に関しては、感触提示デバイスを用いた心理物理実験により、感触と映像の最適な提示条件、接触音が感触に与える効果を実証するとともに、臨場感伝達による遠隔操作の作業効率向上の検証を進めている。香りに関しては、香りの瞬時切替え・濃度調整機能を持つ香り噴射装置を世界で初めて開発し、香りと感触・映像との相互作用を定量的に実証した。以上のことから、顕著な成果の創出が認められる。

#### 「必要性」

##### 《超臨場感立体映像》

- 究極の映像技術である電子ホログラフィ表示装置を実用化するためには、大画面化と視域拡大化が必要不可欠である。この課題に対する研究開発を行い、有効な手法を確立した意義は大きい。また、屋外の被写体を疎なカメラ配列で撮影し、そこから空間情報を構築する技術は様々な映像方式で利用できる有用な技術であり、実用性が高いため、社会においても様々なニーズがあり、研究開発の必要性が高い。

##### 《多感覚技術・臨場感評価技術》

- 3D 映像の安全性（疲労・不快感）ガイドライン・国際標準化に向けて定量的な評価データを取得する必要がある。多感覚情報（立体映像・立体音響・感触・香り）を統合して、人に快適に提示するために、臨場感の客観的・定量的な評価手法の開発が求められている。また、遠隔操作・遠隔コミュニケーション等への応用に向け、人の知覚認知メカニズムをベースに、人にとって最適な超臨場感システムの設計指針の策定を行う必要がある。

#### 「効率性」

##### 《超臨場感立体映像》

- 圧縮符号化においては、著名な研究機関と共同研究で連携しながら進めた。また、比較的難易度の低い研究開発については、大学から協力研究員を受け入れて指導しながら進めることで効率的に研究開発を進めた。

主な成果は以下のとおり。

- ・電子ホログラフィ表示及びそのための撮像技術については表示サイズ対角5インチ、視域角 20 度の表示技術、その撮影技術を確立する目標を達成する目途をつけた。
- ・多感覚技術・臨場感評価技術に係る研究開発においては、立体映像に関して、両眼立体映像が人に与える疲労に関する大規模な評価実験を実施し、寄与文書が国際標準化団体 ITU-R のレポートに反映された。

#### <今後の課題>

超臨場コミュニケーション技術については、電子ホログラフィの研究開発、多視点・多感覚・臨場感技術に関する研究開発があるが、いずれも社会実装の方向性に関する出口戦略を踏まえて、今後の研究開発を推進すべきである。

## 《多感覚技術・臨場感評価技術》

- 心理・生理評価に取り組む科学者と実験システムの開発に取り組む工学者が協力することで効率的に研究開発を推進してきている。3D映像評価に関しては、産学官フォーラムと連携し、大規模な評価実験や国際標準化に向けた取り組みを実施している。また、大学や国の研究機関など、外部の研究機関とも連携して共同研究を進めており、遠隔操作における操作性の評価研究など、多感覚技術の社会貢献に向けて、効率的に研究を推進してきている。

## 「有効性」

## 《超臨場感立体映像》

- 電子ホログラフィの研究開発においては大画面化・視域拡大化が大きな課題であり、その解決手法として表示デバイスの並列化は有効なアプローチである。開発した装置により有効性が確認された。多視点映像においては、ランダムなカメラ配置による空間情報取得・再生技術を屋外に適用した。規則的なカメラ配置からの空間情報構築に比べて簡便で実用的なため有用性は極めて高い。

## 《多感覚技術・臨場感評価技術》

- 人間の知覚特性に基づいて、人に負担を与えず、人に最適な臨場感を伝達する技術の開発は、通信・放送・医療・介護・災害対策・教育・サイネージ・製造業など、さまざまな分野から強い要請を受けており、将来の波及効果も極めて大きい。特に、臨場感の定量的・客観的な評価技術の開発は、人に疲労・不快感を与えない3D映像の安全性ガイドラインや立体音響・感触等を自然かつリアルに伝える技術の設計指針を策定するのに極めて有効である。

## 「国際水準」

## 《超臨場感立体映像》

- 中期計画終了時の目標としている表示サイズ対角5インチ、視域角20度は画面サイズや品質において世界最大、最高峰である。また、多視点映像に関する技術は200インチ裸眼立体ディスプレイだけでなく、撮影から伝送、各種裸眼立体ディスプレイでの表示まで一貫した技術を有しており、世界最高峰である。

## 《多感覚技術・臨場感評価技術》

- 未成年者を含む631人を対象とした大規模な3D映像評価実験は世界初であり、社会的インパクトが大きい。超広視野3D映像が人に与える効果を定量的・客観的に評価するための脳活動計測装置を世界で初めて開発し、3D映像評価技術において世界をリードしている。立体映像・音響・感触・香りの四感覚を統合提示可能な多感覚の実験システムは世界に類を見ないものであり、心理物理手法・脳活動計測などを用いた多感覚情報の評価・解析技術も世界最高水準にある。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 15

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添3-(1) 脳・バイオ ICT		
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）	独立行政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		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-0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	83	87	100	147		事業費用（億円）	11.9	12.6	14.9	15.1		
特許出願数	—	6	6	2	7		職員数 ※内数	90	103	120	135		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
● 脳活動の統合的活用による情報通信技術、脳の仕組みを活かしたイノベ	別添3-(1) 脳・バイオ ICT  (1) 脳・バイオ ICT 脳内での情報処理の手法を解明す	

### ーション創成型研究開発

NIRS-EEG オンライン脳活動推定アルゴリズムの開発・高度化、高齢者・障がい者（チャレンジド）の社会参加に際して考えられる利用シーン（例：車いすの動作の制御、タイピングによるコミュニケーション、お手伝いロボットへの指示）等状況に応じたきめ細やかなBMI サービスを実現するため、基盤技術の研究開発を行う。また、脳や生体における情報処理の特徴を解明し、人間の意味理解に関係する脳内プロセスを理解する研究や前提として必要とされる基盤技術の研究開発を行う。

### ● 革新機能創成技術の研究開発

超伝導、機能分子やバイオ材料など新規材料の優れた特性や最先端物理計測手法をいかすことで、新たな原理・概念に基づく革新的な情報通信技術を創出し、新世代の

べく、高次脳情報の利用技術のためのデータベースを構築するとともに、人が「理解」する際の脳内メカニズムの解明に取り組む。

また、脳活動信号を十分な時間分解能をもって計測する技術の開発を行う。極めて複雑な人間の感覚を遠隔地で再現するために必要な入力インターフェイスとして、「生体材料を用いたセンサシステム」の研究開発を行い、そのプロトタイプシステムを提示する。これにより、予期しない状況下においても生体に作用する物質や刺激を検出するための基盤構築を図る。

### ア 脳情報通信技術の研究開発

将来のテラーメード情報提示技術や脳情報インターフェイス技術の実現に向けて、モノや文字に対する視覚理解や言語理解の基礎となる情報の脳内神経表象の解析を fMRI、MEG 等を用いて行い、情報要素間の主観的距離の行動学的調査データと合わせて、将来的な高次脳情報の利用技術のためのデータベース（10 程度のカテゴリーとそこに含まれる概念群で構築され、脳活動データ等の周辺情報とのクロスリファレンスができるもの）を構築する。

また、情報の理解（わかり）が成立するときの脳内処理メカニズム解明に取り組み、理解の成否において意識化される情報と無意識にとどまる情報に関連した神経表象とその活動パターンについて解析を進め、将来の脳情報インターフェイス技術の

- ・ 将来のテラーメード情報提示技術や脳情報インターフェイス技術の実現に向け、自然動画を視聴している際の脳内表象の解析を進めた。具体的には、fMRI 計測による自然動画を視聴中の脳活動から、視聴内容（名詞表現）を推定するだけでなく、人が感じる“かわいい”、“美しい”など情動に関わる認識（形容詞表現、動詞表現）も推定する基盤技術を提案し、CM などの動画の印象評定基盤技術として、企業数社と共同研究を進めている。
- ・ 言語概念は素性の集合で構成されると予想し、哺乳類、鳥類、魚類の3カテゴリーに含まれる動物種名の単語について、素性の有無を判断させる行動実験データを用いて、多次元尺度法等の統計解析により言語概念に関する脳内の情報表象を低次元空間で可視化させる手法を構築し、単語間の意味距離を定量化させた。また、脳活動の fMRI 計測を利用した脳内における概念間の距離を可視化し、タスクにより意味距離が歪むことを確認した。これにより、テラーメード情報提示に有効な概念距離体系を構築できる。
- ・ 情報の理解（わかり）が成立する時の脳内処理メカニズムを解明するために、劣化画像の認識実験を行い、識別までの時間、劣化画像の識別難度、個人の識別能力の関係が、化学反応における、反応速度、活性化エネルギー、温度の関係に相当し、同様に定式化できた。また、個人の識別能力が意識下の自発ゆらぎの活性度として、情報の理解過程を、ゆらぎ制御による確率過程メカニズムとして提案した。
- ・ 脳内処理メカニズムの解析をより深めるために、脳内情報処理ネットワークに関する基礎的なモデルのひとつとして、痛みに関する脳内ネットワークを推定し、健常者と慢性疼痛患者の間で推定される脳内ネットワークを比較し、慢性疼痛のバイオマーカーを発見した。resting state fMRI を用いた慢性疼痛患者の識別精度は、90%を達成している。

高度情報通信ネットワークの構築に必要な要素技術を確立する。また、テラヘルツ波無線通信によって、超高速・大容量無線を実現し、大容量情報へのアクセス利便性を格段に向上させるとともに、超高速特性を活かした瞬時接続による低消費電力化を実現する。また、広帯域電磁波による実時間センシングおよび分光分析の実現とバイオ・医療・工業分野等への応用展開により、生活を脅かす災害・犯罪・事故の防止と対処を可能とする。

汎用化に求められる送り手の意図した情報のみを送る技術の科学的基礎を築く。さらに、脳内処理メカニズムの解析をより深めるために、脳内情報処理ネットワークに関する基礎的なモデル構築を進める。高次脳情報と関係する脳活動信号を十分な時間分解能で計測するために、異なる計測法を統合的に活用する技術や、信号処理・解析手法を開発することにより既存技術と同等の空間分解能を維持しつつリアルタイム（認識機能については数 100msec、運動機能については数 10msec の時間分解能）で脳情報を抽出できる技術を確認する。

#### イ バイオ ICT の研究開発

化学物質や力学刺激など多種多様な情報を検出するセンサシステムのグランドデザインを検討し、それを基に検出対象である化学物質や力学的刺激に反応するように、細胞ないし生体機能分子を操作・調整する技術を創る。さらにこれらの機能を保持したまま微小空間に配置するために、基板上にナノメートルサイズの微小空間を作るナノ加工技術や、ナノメートルの周期で細胞や生体機能分子を配向させて数マイクロメートルに及ぶ規則構造を作るためのナノ構造構築技術を確認する。これにより、細胞や生体機能分子を多数配向させた刺激検出部の構築に必要な要素技術を確立する。

微小空間に配置された細胞ないし生体機能分子の、刺激に対する構造

- ・ 高精細の 7T-fMRI の計測においては、微少な動きがノイズとなる。心拍による脳の動きも大きなノイズの一因となっており、心拍動と計測タイミングを同期させ、ノイズ推定を実施することにより、計測時のノイズを除去する計測手法を提案した。本提案は、第 107 回日本医学物理学会で発表し、学術大会長賞を受賞した。また、7T-fMRI により、脳内部(扁桃体)の高空間分解能 EPI 撮像を実現した。さらに、小型モバイルワイヤレスドライ脳波計を開発し、企業への技術移転を行い、同脳波計の販売を行っている。
- ・ リアルタイムでの脳情報の抽出にむけて、既存のオフラインでの脳活動データからの運動機能再構成の 80%程度の空間分解能を維持しながら、時間分解能 30msec で指の運動をオンラインで再構成した。
- ・ 脳機能ネットワークに着想を得た多様性を持った光パストロジー候補の選出アルゴリズムにより、80%以上の確率での解発見を実現した。さらに、解発見に要する時間が、最悪値と比較した場合でも従来手法の 1/10 以下であり、環境変化に対する適応性に加えて即応性の大幅な向上を果たした。

・ 多種多様な情報を検出するセンサシステムのグランドデザインとして、生体材料の外部刺激認識能とそこから情報を抽出するための機械学習的手法を組み合わせたセンサシステムを提案した。また、刺激検出を担う細胞を操作・調整するための生細胞への外来物質導入技術、所望のセンシング能を獲得するための遺伝子工学を用いた細胞機能調整技術の基盤を構築した。

・ 生体材料の機能を保持したまま微小空間に配置する技術として、DNA 構造体を足場として用いて生体機能分子の機能を保持したままナノメートル精度で配置する技術を確認した。これにより、生体分子が配置されたナノメートルサイズの空間を基板上に構成するナノ加工技術を構築した。また、ナノメートルサイズの DNA 構造体にお互いをつなぎ合わせる結合手を導入することで、数マイクロメートルに及ぶ規則構造を形成する技術を構築し、マイクロメートルスケールに及ぶ規則構造を作成する基盤を構築した。これにより、刺激検出部の構築に必要な要素技術を確立した。

・ 微小空間に配置された、刺激に対する細胞の応答を計測・評価する技術として、化学刺激検出能を備えたバクテリア細胞をマイクロメートルスケールの微小流路に配置し、入力刺激に対する応答信号と

	<p>変化や機能変化の計測・評価に必要な技術を検討し、生体材料を用いたセンサシステムにおける、検出信号の増幅及び処理、解析に関する基盤技術の開発を行う。</p> <p>複数の刺激検出部からの信号を処理することで検出対象を同定する信号処理アルゴリズムを生体機能から学び取り、このアルゴリズムを用いた信号処理部を構築する。</p>	<p>して、その回転運動状態を計測・評価する細胞応答顕微検出システムを設計した。これに基づいてシステムを構築し、細胞応答信号を高効率で獲得することを可能とした。これにより、生体材料を用いたセンサシステムにおける、検出信号の増幅及び処理、解析に関する基盤技術を開発した。</p> <p>・化学刺激検出能を備えた複数のバクテリア細胞からの出力信号を処理し、そのアンサンブル平均値の時間発展データを獲得。このデータを、生体の分子認識機能を活かす機械学習アルゴリズムで処理し、検出対象を同定するプロトタイプシステムを構築した。これにより、検出対象である入力刺激の情報を、生体機能の特性を活かして同定することが可能であることを示し、信号処理部の構築を行った。</p>	
自己評価		主務大臣による評価	
評定	A	評定	A
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 中期計画に記載した課題を効率的に実施するため、脳情報通信融合研究センターを、大阪大学吹田キャンパス内に、研究者を集約し、脳科学と情報通信とを融合する研究体制を整え、7T-MRI 等世界有数の大型脳機能計測設備を整備した。</li> <li>○ 脳内表象に関する研究において、脳内意味空間の可視化、および、タスクによってその意味空間が歪むことを示すと共に、自然動画を視聴時に fMRI により計測された脳活動から、視聴内容(名詞表現)から情動(形容詞、動詞表現)まで推定する基礎技術を提案した。さらに、情動の推定を利用した CM 等の印象評定技術について、企業数社と共同で研究開発を進めており、提案した基礎技術の社会展開が進んでおり、目標を十分に達成している。</li> <li>○ 脳内表象から情報の距離を定式化するために、言語概念を素性の集合として、その素性の有無を判断させる行動実験データを用いて多次元尺度法等の統計解析により言語概念に関する脳内の情報表象を低次元空間で可視化させる手法を構築した。脳活動から定式化した脳内意味空間の可視化と行動実験データに基づく情報表象の可視化を比較、統合することで、大規模な情報表象に対して、高次脳情報の利活用に有効な情報の可視化が可能となり、目標を十分に達成している。情報の理解(わかり)が成立する時の脳内処理メカニズムを、化学反応速度になぞらえて定式化し、被験者実験によりその検証を進め、ゆらぎ制御による確率過程メカニズムとして提案し、その目標を十分に達成している。</li> <li>○ 脳内ネットワークの推定により、慢性疼痛患に対するバイオマーカーを発見すると共に、脳内ネットワークのモデルを応用した光ネットワークの通信制御においても、効率的な光パストポロジー候補の選出アルゴリズムを提案し、80%以上の確率で解を発見し、解発見時間も従来の 10 分の 1 以下で実現している。脳ネットワークを実</li> </ul>		<p>&lt;評定に至った理由&gt;</p> <p>脳・バイオ ICT は、第 3 期中長期計画において、脳情報通信技術、バイオ ICT の研究開発に取り組むこととしており、適正、効果的かつ能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ため、A とする。主な成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・脳情報通信技術の研究開発では、7T-MRI で世界トップレベルの脳機能計測を実現し中長期計画の目標を達成し、扁桃体の高空間分解能や機能画像の取得に成功した。また、小型モバイルワイヤレスドライ脳波計の開発・販売を実施した。</li> <li>・また、視覚・言語に関する脳内表象の分析において、視覚刺激による脳活動から“かわいい”、“美しい”などの情動に関わる形容詞的な認識を推定する基礎技</li> </ul>	



ネットワークに応用する目的を十分に達成した。

- これらの研究開発を支える脳活動計測においても、高精細の7T-MRIにおいて、課題となる自己の心拍に基づくノイズを除去する手法を提案し、十分な改善結果を得ており、目標を十分に達成している。
- バイオ ICT の研究開発では、中期計画において、多種多様な情報を検出するセンサシステムのグランドデザインの検討と、刺激検出のための生体材料操作・調整技術の創出を予定していた。これに関しては、生体材料の刺激検出能と情報抽出のための機械学習的手法の組合せによるセンサシステムデザインを提案するとともに、生細胞のセンシング能を操作するための細胞改変技術の基盤を創出するに至り、目標を十分に達成した。また、生体材料の機能を保持したまま微小空間に配置する技術に関して、DNA 構造体を足場として活用し、生体機能分子の機能を保持したままをナノメートル精度で配置する技術を確立。さらに、DNA 構造体同志をつなぎ合わせてナノメートルスケールの規則構造を持つマイクロメートルスケールの構造を作成可能であることを確認するに至り、目標を十分に達成した。
- 微小空間に配置された生体材料の、刺激に対する応答を計測・評価する技術の検討に関し、微小流路に配置したバクテリア細胞の化学刺激に対する応答を、その回転運動状態を応答のプローブとして活用し、高スループットで計測・評価することを可能とした。これにより、目標を十分に達成した。また、複数の刺激検出部からの信号を処理して検出対象を同定する信号処理部の構築に関し、化学刺激検出能を備えた複数のバクテリアの示す出力信号のアンサンブル平均値の時間発展データから、生体の分子認識機能を活かす機械学習アルゴリズムを用いて検出対象を同定する情報検出プロトタイプを構築するに至り、目標を十分に達成した。

#### 「必要性」

- 現在の情報通信技術が抱える課題の一つに、ICT の進展による膨大な情報量の処理が上げられる。人が情報を効果的・効率的に理解することのできる技術を確立させることによって生活の質を向上させる社会を実点させることは重要な施策である。情報を処理するヒトは、脳活動により、情報を送り出し、脳において情報を受け取っているため、脳科学で情報通信の研究開発を推し進めることができる研究装置等の研究資源及び広範囲な分野の国内外産学の研究人材を集約した戦略的研究拠点を構築し維持することが必要である。
- 情報通信の目的である、あらゆる人を包摂する社会の構築や生産性の向上を目指すには、人が情報を容易に理解できるようにする技術、やりとりできる情報の種類を多様化し、臨場感を増す技術の開発が必要とされている。生体が分子情報をセンシングするメカニズムを抽出し、再構築して利活用する技術の創成は、ここに貢献するものであり、本中期計画におけるバイオ ICT の研究開発はそのための基盤を築くものである。

術を構築した。

- ・ バイオ ICT の研究開発では、DNA 構造体による足場構築技術の開発を実施、生体分子の機能を保持したままナノメートル精度で配置し、規則構造を形成する目標を達成した。

＜総務省国立研究開発法人審議会の意見＞  
爆発的に増大する情報量に対して情報処理能力が追いつかない現状を打破するためには、脳情報や生体機能の理解と活用が極めて重要であり、国家戦略として研究拠点を形成・発展させる必要があり、その中核機関・中核テーマとして、機構の脳情報通信融合センターの研究は極めて重要である。

**「効率性」**

- 大阪大学のキャンパス内で研究活動を推し進めることにより、大学の研究室との融合した研究課題への取り組みが進み、大学院生などの活発な研究活動も活用できており、効率的な研究開発の推進につながっている。実環境で利用可能な脳波計の製品化や一流のスポーツ選手とアマチュア選手の運動制御における意思決定、行動制御などについて、多数のメディア（NHK スペシャル、各種新聞記事）に取り上げられる研究成果があり、密接な共同研究を推進したことが結実している。
- 研究成果が全世界の研究機関、研究者に引用・活用される複数の高インパクト誌（平成 26 年度まで実績：Nature (IF 42.3):2 報, Science (IF 31):2 報, Nature Cell Biol. (IF 20):1 報他、インパクトファクター6 以上の論文誌掲載 18 件）に掲載され、研究論文や研究プロダクトが全世界の研究機関・研究者に引用・活用されるなど、研究活動の効率は高いことが認められる。

**「有効性」**

- 脳情報通信融合センターは、他の国内外の脳科学の研究に比べ、脳科学と情報通信分野との融合を特徴とした研究センターであり、基礎研究と情報通信への応用を目指した実用指向研究を推し進めており、年度計画を着実に達成している。また、脳活動計測技術について、平成 25 年度に導入した 7T-fMRI は世界的にもトップレベルの測定能力を発揮している。
- バイオ ICT 研究室で取り組んでいる、生体材料と機能を活用したセンサシステムの構築原理設計や、生体の情報理解プロセスの解明は、生物である人間を中心とした情報通信技術の構築へとつながり、ユーザーフレンドリーな情報通信技術の実現にとって有効なアプローチである。
- 非常に息の長い基礎的研究ではあるが、還元的な視点に加えて構成的な視点での研究の展開も行っており、目標を達成すれば、幅広い応用が考えられる。

**「国際水準」**

- 脳活動の Non-BOLD 計測と神経軸索の活動計測において、信号ノイズ比測定法や多スライス同時撮像による時間分解能の向上などで最先端の研究水準にある。
- MEG, fMRI 統合解析や MEG 活動解析手法の開発、言語に関わる脳活動計測応用において、世界トップレベルの成果を出している。

- 非侵襲による脳情報の抽出技術は、世界的なレベルから見ても抜き出ており、未来型情報通信技術を視野に入れた BMI 研究には独自性がある。
- 医学的観点に立った侵襲型 BMI に取り組む研究機関が多い中で、NICT は低侵襲 BMI の開発にも注力している。超多点無線入出力、液性系情報入出力、生体親和型神経電極、スパイク・位相同期入出力による人工神経接続などを統合したシステム構築を目指し、NICT が蓄積してきた高度なワイヤレス通信技術と脳情報通信研究を融合させることで、他の研究機関にはない優位性を確保しつつ、脳科学研究と臨床応用実現を同時に目指す独自の研究体制となっている。
- 脳情報抽出技術と新しい計測装置を同時に開発している機関は他になく、新しい脳情報抽出技術を開発しつつ、新しい脳波システムの開発をしている点に大きな優位性がある。現在開発中のワイヤレスポータブル脳波計は多電極ドライ脳波システムとしては世界最小、最軽量であり、想定される実環境での利用において大きな優位性があり、脳情報通信融合研究成果の社会還元として期待されている。
- 独自に開発してきた生体機能解析技術は世界各国から共同研究の引き合いを受けるなど高い評価を受けている。
- 遺伝子、タンパク質の細胞内局在情報のデータベース公開、国内外の研究機関への生物試料の供給を通じ、研究のハブとして大きく貢献している。
- 主催国際会議には当該分野の著名な研究者が世界各国から多数集結することから、研究グループが国際的に認められていることを示している。
- 高インパクトな国際科学誌に研究論文が掲載され、国際的に高い評価を得ており、NICT の特色を出したユニークな研究の推進が世界的に競争優位な状況にあることを証明している。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 16

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添3-(2) ナノ ICT		
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）	独立行政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			行政事業レビュー0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	34	42	56	46		事業費用（億円）	3.5	4.0	3.5	4.5		
特許出願数	—	6	7	4	9		職員数 ※内数	23	28	27	32		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
<b>● 革新機能創成技術の研究開発</b> 超伝導、機能分子やバイオ材料など新規材	別添3-(2) ナノ ICT (2) ナノ ICT 低消費エネルギー化、低コスト化、	

料の優れた特性や最先端物理計測手法をいかすことで、新たな原理・概念に基づく革新的な情報通信技術を創出し、新世代の高度情報通信ネットワークの構築に必要な要素技術を確認する。また、テラヘルツ波無線通信によって、超高速・大容量無線を実現し、大容量情報へのアクセス利便性を格段に向上させるとともに、超高速特性を活かした瞬時接続による低消費電力化を実現する。また、広帯域電磁波による実時間センシングおよび分光分析の実現とバイオ・医療・工業分野等への応用展開により、生活を脅かす災害・犯罪・事故の防止と対処を可能とする。

循環利用可能な汎用資源活用等により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に、高い光・電子機能性を有する有機分子材料や超伝導材料などの新規材料を用い、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研究開発を行い、堅牢で低消費エネルギーのネットワークの構築の基盤となる超高速光変調技術や高効率な単一光子検出技術などの確立を図る。

また、光・電子制御機能をさらに高める新材料の開発やナノスケールの光・電子機能複合化技術、高次ナノ構造作製・応用技術の研究開発により、通信の要素技術である、光検出、光変調/スイッチング、電磁界センシング等に革新をもたらす基礎技術の研究開発を総合的に推進する。

#### ア 有機ナノ ICT 基盤技術の研究開発

環境負荷を抑制しかつネットワークの革新的な高速化を可能にするため、有機化合物の高効率な電気光学機能を利用した光変調技術を開発し、既存技術では達成し得ない100GHz以上の高速光変調を実現し実用化に目処をつけるとともに、耐久性向上やオンチップ化など実利用を目指した研究開発に取り組む。

また、既存技術を超える超小型光変調器や光スイッチ、高機能電磁界センサなどを実現するために、有機化合物の多様な光・電子機能の高効率化と、ナノ構造や分子配列による

- ・有機電気光学 (E0) ポリマーの性能向上に向けた材料開発を行い、従来比 1.5 倍の超分極率を示す新規有機 E0 分子構造の開発に成功、E0 定数で 85pm/V (従来材料の 2.6 倍) を実現した。また、85°Cでの長期保存において 80%に特性が低下するまでの時間が 2.9 万時間 (3.3 年) と高温で長期使用可能な高ガラス転移温度 (184°C) の実用材料の開発に成功した。さらに、酸化膜被覆により耐候性の向上も実現し、過酷条件化での適用性を実証する見込である。
- ・高速光変調技術の実現に向けて、有機 E0 ポリマーをコアとする光位相変調器を光変調器メーカーと共同で試作し、すでに既存材料を用いたデバイスでは困難な 67GHz の位相変調動作を確認しており、100GHz での動作を実証する見込である。
- ・革新的機能を有する光制御素子技術として、有機 E0 ポリマーと Si-1 次元 PC 導波路のハイブリッドにより従来比 1/100 の E0 変調器を試作し、スローライト効果による高効率光変調動作を確認した。
- ・光機能性生体分子膜バクテリオロドプシン (bR) 微分応答光センサセルの電極に、テクスチャー構造 FT0 電極を用いて光電変換効率 3.5 倍の高効率化に成功した。タンデム構造や導波路構造を用いた光吸収面積増加により、bR 微分応答光センサセルのさらなる高効率化を実現する見込みである。

	<p>電磁場制御機能の高精度化を図ることで、ナノ構造デバイスにおける光制御機能の高効率化効果を実証し、革新的 ICT 基盤技術を構築する。</p> <p><b>イ 超伝導 ICT 基盤技術の研究開発</b></p> <p>安心・安全で低消費エネルギーのネットワークを実現するために、巨視的量子現象である超伝導を利用した高効率な単一光子検出システムや光・超伝導インターフェイスを開発し、半導体技術では達成できない高速・高感度光検出技術と低消費エネルギー情報通信システムの基盤技術を確立する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・また、遺伝子操作により光応答時定数を大きくした変異体と野生体を組み合わせたバイポーラセルの 8x8 アレイの bR バイポーラセルを作製し、2次元のオプティカルフロー検出を実証する見込である。</li> <li>・超伝導単一光子検出器 (SSPD) の検出効率向上を目指して、NbN ナノワイアの両側に光反射層を持つダブルサイドキャビティ構造を作製し、暗計数率 40 cps におけるシステム検出効率として、約 67ps の低ジッタを両立しながら、80%の検出効率を達成した。</li> <li>・超伝導単一光子検出器 (SSPD) の高速化を目指して、有限要素法による SSPD 素子の光吸収率のシミュレーション手法を確立し、ダブルサイドキャビティ付 SSPD において高光吸収率を維持しつつ高速応答可能な構造を見出す事に成功した。試作した素子において、75%の高い検出効率と同時に、従来に比べて約 2.5 倍の最大計数率の向上を確認した。</li> <li>・また、0.1 W GM 冷凍機に実装した 4 ピクセル SSPD アレイおよび SFQ 回路による信号処理回路の動作実証に成功し、従来比 10 倍以上の高速応答を達成する見込みである。</li> <li>・光/磁束量子インターフェイスへの応用を目指して、高周波 (~65GHz) プローブ 16 本+4CH ファイバ導入ポートを配備した 1 W GM 冷凍機システムを試作し、到達温度 4.5K、温度振動 1mK 以下を達成した。また、ジョセフソン接合 30 個を含む小規模 SFQ 回路の正常動作を確認した。</li> <li>・SFQ 変換回路のタイミングジッタを評価し、30ps 以下のタイミングジッタを確認、10GHz を超えるクロックでの動作が可能であることを実証した。超伝導光検出器について、受光部サイズの小型化により応答時間が 14ns から 0.3ns へ約 47 倍の大幅な高速化を確認した。この受光領域でエラーレートが <math>10^{-12}</math> 以下となるための光入力パワーは、従来の半導体フォトダイオードよりも 1 桁以上低い 70μW で動作することを確認した。この成果は、IEICE 論文誌に掲載予定である。</li> <li>・NbN 集積回路技術を用いて、SFQ パルス発生回路、OR 回路、TFF 等の SFQ 基本ゲートを含む回路を設計・評価し完全動作に成功した。また、冷凍機に実装した SFQ 回路への 4 チャンネル高速光信号入力と SFQ 回路による信号処理 (4 チャンネル信号の MUX 動作) を実証する見込である。</li> </ul>
自己評価		主務大臣による評価
評定	A	評定 B
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>以下に示す通り、顕著な成果をあげており、中期目標を十分に達成する見込みである。</p> <p>○ 超伝導単一光子検出器 (SSPD) の検出効率向上において、ナノワイアの両側に光反射層を持つダブルサイドキャビティを実現し、システム検出効率として目標の 50%を上回る 80%を達成した。また、ナノワイアのフィリングファクタを通常の 50%から 16%に低減しても 70%のシステム検出効率を得られることを確認し、従来の 2.8 倍の 70MHz への計数率の向上と高検出効率を両立する新技術指針を見出した。以上は、中期目標を上回る顕著な成果</p>		<p>&lt;評定に至った理由&gt;</p> <p>ナノ ICT は、第 3 期中長期計画において、有機ナノ ICT 基盤技術、超伝導 ICT 基盤技術の研究開発に取り組むこととしており、「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</p>

である。

- 世界に唯一の技術である SFQ 回路による信号処理を用いた 4 ピクセル SSPD アレイの動作に成功した。これにより、シングルピクセルに比べて 10 倍以上の計数率向上を実現し、中期計画目標を達成する見込みである。
- 光・超伝導インターフェイスの高速動作評価が可能な冷凍機システムを構築することに成功し、SFQ 回路の正常動作を確認している。また、超伝導ナノワイアを用いた光インターフェイスの開発に取り組み、従来比 47 倍の高速化、半導体フォトダイオードよりも 1 桁以上低いパワーで動作することに成功した。これらの成果は中期目標計画を十分に達成している。
- 従来材料よりも 2.6 倍の高機能化を実現した有機電気光学 (E0) ポリマーの開発に成功し、これをコアとする光位相変調器において既存技術では達成し得ない高速位相変調動作を確認しており、中期目標である 100GHz 以上の変調を達成する見込みである。また、光通信コンポーネントの試験項目である 85°Cでの長期保存試験において、実用化に十分な特性を示す高ガラス転移温度の有機 E0 ポリマーの開発に成功するとともに、酸化膜被覆による耐候性の向上も実現し、実利用に向けて大きく前進する顕著な成果をあげた。
- 革新的機能を有する光制御素子技術の研究においては、有機 E0 ポリマーとシリコンナノ構造とのハイブリッド素子を作製し、現在の商用光変調器の 1/100 のサイズで光変調動作を実証した。また、微分応答光センサセルの光電変換効率を 3.5 倍高効率化することに成功するとともに、8×1 アレイによるオプティカルフローセンサ基本動作に実証に成功しており、中期目標を十分に達成する見込みである。

#### 「必要性」

- 光通信システムの省エネルギー化と高速・大容量化、低コスト化の同時実現のため、有機分子フォトンクス材料の開発が激化している中、NICT は国内で唯一高機能有機電気光学材料開発に成功しており、NICT の有する技術は、長距離から短距離まで高速・大容量光通信ネットワークの実現に向けて必要不可欠のものである。
- 超伝導技術は低温環境を必要とするため、汎用的な製品としての開発が難しく公的機関主導の研究開発が必要である。また、超伝導単一光子検出器の安定動作を達成しているのは NICT のみであり、NICT 中心の研究開発が必要である。
- 超伝導エレクトロニクスの応用展開として、量子情報通信応用、深宇宙光通信応用、超高速・低消費電力論理回路の実現などが期待されており、産学官連携、国際的な連携を主導できる立場を確立している。また、通信分野のみでなく、可視光領域へ検出可能範囲を広げることで生物顕微鏡など、バイオ、医療分野への展開も望まれている。

業務運営がなされていると認められるため、Bとする。主な成果は以下のとおり。

- ・有機ナノ ICT 基盤技術として、従来材料よりも電気光学効果が 2.6 倍となる高機能化を実現した有機電気光学 (E0) ポリマーの開発に成功し、これをコアとする光位相変調器において既存技術では達成し得ない高速位相変調動作を確認し、中長期計画の目標である 100GHz 以上の変調を達成する見込みである。
- ・超伝導 ICT 基盤技術として、超伝導単一光子検出器 (SSPD) の検出効率向上において、ナノワイアの両側に光反射層を持つダブルサイドキャビティを実現し、システム検出効率として目標の 50%を上回る 80%を達成した。

#### <総務省国立研究開発法人審議会の意見>

超伝導技術は電波天文や度量衡標準をはじめとして必要不可欠の技術であり、超伝導単一光子検出器の安定動作を実現しているのは機構のみであり、今後も研究開発の中心を担う必要がある。

**「効率性」**

- 情報通信技術の中長期的な技術課題を解決するための基盤技術であるため、ハイリスクを伴い民間主導では効率的・効果的に進めることは困難である。このため、基礎から応用に至る広域の専門技術を要し、これまでも学術的成果の特許化、技術移転などを行ってきた実績を持つNICTが基礎的な研究を行い、産・学と連携して研究開発を進めることが効率的であると考えられる。
- 開発された超伝導単一光子検出器は、量子暗号通信、量子光学、深宇宙光通信、LIDAR、時空標準やバイオ観察など多岐にわたる応用分野が存在し、実際にすでにいくつかの応用展開がなされている。
- NICT内の時空標準研究室と連携し、SSPD、可搬型真空ポンプ、有機E0変調器などの活用により、時空標準の分野における測定の高精度化を図っている。
- 論文発表（178報）・特許（26件）など成果が出ており効率性は高いと言える。

**「有効性」**

- 有機電気光学材料とそれを用いた光制御デバイスは、高速性及び省エネルギー性に優れており、継続的に増加する情報通信トラフィックに対応する大容量化と消費電力削減に有効である。高温保存試験において実用性能を示す有機電気光学ポリマーの開発に成功したことは大きな進展であるとともに、無機デバイスでは困難な高速応答を実証し有効性を示した。
- バイオ材料を利用したデバイスについては、素子レベルの演算処理機能を有するオプティカルフロー検出の基本動作を確認しており、バイオデバイスという新しい分野を創出する本研究の意義は大きい。
- 超伝導光子検出器は、深紫外から中赤外に感度を持ち、量子情報通信システムに有効な検出器と考えられる。高検出効率で高速な検出器は他に類を見ず、通信以外の分野への波及効果も大きい。
- 関連研究成果の学術分野での受賞や招待講演など高い研究水準を維持している。

**「国際水準」**

- 有機電気光学（E0）ポリマー材料やそれを用いた光制御デバイスの研究開発は、近年活性化してきており、新たに参入した機関からの材料開発の成果報告が相次いでいる。しかし、いずれも材料研究の成果であり、実用的なデバイスについてはいずれの研究機関も開発途上である。NICTでは、デバイスメーカーやシステムコンポーネントメーカーとの産学官連携により、材料からデバイスまで統合的な研究開発体制を構築しており、材料の優位性



を基盤にデバイス化を進めている。小型化集積化においては、シリコンフォトリソグラフィの急速な発展に伴い世界的に競争が激化している。サーバーラック間、ラック内などの中短距離通信における競合グループの主な開発対象はシリコンによるモノリシックデバイスであり、特に光変調器はキャリアプラズマ効果を利用するため最大でも数十 GHz 以下の変調速度に制限され、消費電力も大きい。NICT の有機・シリコンハイブリッド光変調器は、有機 E0 材料の超高速応答性を活用し、100GHz 以上の超高速光変調と一桁以上の小型化が可能である。生体素材を用いた光機能素子の研究においても、生体分子の培養精製、遺伝子組換えによる材料生成と機能最適化、薄膜作製、デバイス応用の一連の研究を同一グループで行っているのは、NICT のみである。このように NICT では、材料からデバイスまでの研究を統合的に進めるとともに、国内の競合機関を取り纏め、国外の競合機関に対して競争優位の体制を構築している。

- 現在、世界的に SSPD の高性能化を目指した研究開発が活発に行われているが、NICT の SSPD は通信波長帯で暗計数率 40c/s において 80%の検出効率を達成しており、米国 NIST や MIT リンカーン研究所と並んで世界トップレベルにある。すでに、量子鍵配送システムや量子光学実験等でも広く使用されており、さらにバイオ・医療応用や、宇宙通信、環境計測、光周波数標準への応用を目指した研究連携を進めており、今後も幅広い分野の発展に貢献し得る高いポテンシャルを有している。光・磁束量子インターフェイスの研究では、世界的に Nb 素子を用いた研究開発が主流となっているが、NICT では長年技術を培ってきた NbN 素子を用いている点に特色がある。NbN を用いることで、4K 動作に比べて冷却損失を大きく低減可能な 10K 動作が可能となるため、NICT の大きな優位性となっている。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 17

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添3-(3) 量子ICT		
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）	独立行政法人情報通信研究機構法第14条第1項第1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0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	42	70	74	90		事業費用（億円）	6.5	7.6	7.1	5.8		
特許出願数	—	5	10	10	9		職員数 ※内数	37	44	40	48		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
<b>● 革新機能創成技術の研究開発</b> 超伝導、機能分子やバイオ材料など新規	別添3-(3) 量子ICT (3) 量子ICT 究極の物理法則“量子力学”に基	

材料の優れた特性や最先端物理計測手法をいかすことで、新たな原理・概念に基づく革新的な情報通信技術を創出し、新世代の高度情報通信ネットワークの構築に必要な要素技術を確立する。また、テラヘルツ波無線通信によって、超高速・大容量無線を実現し、大容量情報へのアクセス利便性を格段に向上させるとともに、超高速特性を活かした瞬時接続による低消費電力化を実現する。また、広帯域電磁波による実時間センシングおよび分光分析の実現とバイオ・医療・工業分野等への応用展開により、生活を脅かす災害・犯罪・事故の防止と対処を可能とする。

#### ● フォトニックネットワーク技術の研究開発

各家庭に光通信を低エネルギーで提供する光ネットワーク制御技術、光ファイバの容量を飛躍的に向

づいて、絶対安全な量子暗号通信や従来理論の容量限界を打破する量子情報通信の開発を推進する。

#### ア 量子暗号技術の研究開発

将来技術でも破れない、いわゆる情報理論的に安全な通信を実現する量子鍵配送ネットワーク技術に関して、将来のユーザ数の増加に伴う暗号鍵の需要増大に対応するために、量子リンクの鍵生成速度を従来比10倍に向上させるとともに（損失10分の1の通信路において1Mbps程度）、効率的な鍵リレーやルーティング機能を搭載した量子鍵配送ネットワークを構築する。さらに、量子ビット誤り率を3%以下に保って安定に鍵生成を行うためのアクティブ制御技術を開発するとともに、都市圏敷設ファイバ環境での暗号化性能の定量的評価技術を開発し、実運用に必要な安定動作及び安全性評価試験を行う。

既存の光ファイバ通信技術と親和性の高い量子暗号ネットワークを低コストで構築する技術として、コヒーレント状態とホモダイン検波を用いた実装技術の研究開発を進め、フィールド環境での動作試験を行う。

これらの量子暗号技術をフォトニックネットワークに組み込んで効率的な鍵管理を行うためのアーキテクチャの研究開発を進め、プロトタイプのフィールド実証試験を行う。

#### ア 量子暗号技術の研究開発

量子鍵配送装置開発においては世界的にも例がない都市圏敷設ファイバを使用した高速量子鍵配送システムを実現、伝送損失10dBにおいて1Mbps、14.5dBにおいて300kbps超の鍵生成に成功し、従来比10倍の性能向上に成功した。さらに長期運用実績も蓄積し、1ヶ月以上のメンテナンスフリー動作と、その間の一日あたりの鍵配量の世界最高値を実現した。また鍵生成の安定性の向上のためアクティブ制御の開発に成功し、長期間（1ヶ月超）において量子ビット誤り率3%を下回るシステムの開発に成功した。さらに都市圏敷設ファイバでの量子鍵配送安定性評価を進め、実運用時に予想される様々な外乱による性能揺らぎを評価し、それらシステムが有する不完全性を相殺する新たな理論を構築、安全性評価基準の選定を進め、それらの基準を用いることにより世界で最も厳しい評価をあてはめても安全な鍵の生成を可能とするシステムの開発に成功した。また、安全性評価基準をまとめた技術報告書を作成した。

量子鍵配送システムのネットワーク化に関してはTokyo QKD Networkテストベッドを構築し、異なるベンダで開発された量子鍵配送装置間で鍵リレーを可能とし、ユーザの利便性を飛躍的に向上させることを目的に、鍵生成時からエンドユーザに鍵を供給するまで安全かつ効率的な鍵管理アーキテクチャの開発とネットワーク化に伴う装置のステータス（量子ビット誤り率、鍵生成レート等）監視システムの開発に成功した。この管理技術を用いることによりネットワーク上の2点間のノードでの鍵共有を行う際、誰にどのアプリケーションに何時生成された鍵を渡したかを記録することが可能となり、量子鍵配送からアプリケーションへの鍵の受け渡しまでトータルに情報理論的安全性を保証する実用的鍵管理システムの開発に世界に先駆けて成功した。また量子鍵配送システムへのサービス停止（Denial of service: DoS）攻撃に対して量子鍵配送用経路を複数本用意することにより対応する方法を開発、経路上の異常検知とルート切り替え機能を従来のネットワーク管理機能に追加し、量子鍵配送通信路への攻撃検知の中央監視技術を確立、さらにリレー経路制御技術を開発した。加えて量子鍵配送システムの冗長性を付加する際に、それを利用したシステムの自己診断機能アーキテクチャを確立し、実用化に向けたシステムの完成度の向上、フィールド実証試験に成功した。

量子鍵配送システムを用いたアプリケーション開発においては、量子鍵配送からの安全な鍵を利用し、ユーザが意識することなく様々なアプリケーションにおいて安全な通信を可能とするネットワークレイヤスイッチの開発に成功した。さらにスマートフォンへ鍵を供給し、高秘匿通話システムの完成と電子カルテなどに応用できる個人認証・データ保存システムの開発に成功した。また、市場展開されているデータレイヤ暗号装置へ量子鍵配送システムからの鍵を供給し、高頻度で鍵を更新するとうシステムを開発し、現在の通信インフラをより安全にするシステムを開発し、現在開発を進めているシステムの現ネットワークへの親和性の向上に成功した。

コヒーレント状態とホモダイン検波を用いた連続量子暗号装置開発においては量子鍵配送システ

上させる革新的光多重技術、オール光ルータを実現するための技術、量子情報通信技術などの研究開発を実施する。

### イ 量子ノード技術の研究開発

与えられた光送信電力の下で最大容量の通信を実現する技術として、光信号をノード内で量子的に処理し最大情報量を復号する量子デコーダの設計理論と基本回路技術の研究開発を行う。特に、高純度量子光源と、毎秒 100 個以下の暗計数で高感度かつ高速性に優れた光子検出器を組み込んだ光量子回路を開発する。さらに、回路の集積化に向けて、固体素子と光量子状態のインターフェイスやメディア変換技術の研究開発を行う。これらの研究開発で必要となる光子や原子の極限的測定技術も合わせて開発し、計測応用への実証を進める。

量子もつれ相関をネットワーク上で利活用することで、従来の ICT では不可能だった安全で公正な情報通信の新プロトコルと、その実現に必要な基盤技術を開発する。特に、有無線統合の量子リンク上で量子もつれ相関を直接的に使った次世代の量子鍵配送システムと、その実現に必要な光源及び光子検出器の開発を行う。

さらに、量子もつれ相関を壊すことなく中継し、広域ネットワークで

ムを低コストでの実現を可能とするプロトコルの実装に開発に成功し、敷設ファイバを用いての鍵生成に成功した。さらに本システムにおいて通信路に障害が発生した際でも自動的に復帰を可能とする機能を実装し、フィールド環境での動作試験に成功した。

これらの成果により、量子鍵を配送する物理レイヤからサービスレイヤまで総合的に安全性を管理し、実際のネットワークに本格導入可能な量子鍵配送システムの開発と安全性基準の確立に、世界に先駆けて成功した。今後はこのシステムと安全性基準を元に、産学官連携による実際のサービス運用試験、及び標準化に向けた取り組みの加速が期待される。

### イ 量子ノード技術の研究開発

量子デコーダの設計理論及び基本回路技術の開発を進めた。基本回路技術である量子受信機の原理実証を行い、従来の光通信理論におけるビット誤り率限界を打破することに世界で初めて成功した。また、量子ノードだけでなく量子暗号の長距離化にも応用可能な「量子増幅転送」回路技術を独自に考案、その原理実証に成功した。さらに当初計画を前倒し、光空間通信へのフィールド実装を目指したテストベッドの構築、基本動作試験を完了した。また、高純度量子光源、及び毎秒 10 個以下の暗計数で感度 70%以上の高速光子検出器をそれぞれ開発し、これらを組み込んだ光量子回路を構築した。また、当初計画を大きく超える取り組みとして、高純度量子光源の動作速度を従来の世界最高速度から 30 倍以上高速化する技術を実現、さらに光量子回路の改良と量子通信プロトコルへの応用に取り組み、「量子もつれ交換」プロトコルについて従来の世界記録の 1000 倍以上の高速動作を実現することに成功した。一方、光量子回路の広帯域化にも当初計画を超えて取り組み、110nm 以上の波長幅を持つ超広帯域量子スキューズド光源の開発とその特性検出に世界で初めて成功した。これらの成果により、今後は量子デコーダ技術の本格的なフィールド試験への展開が期待される。

量子回路の集積化に向けて、Si リング共振器中での四光波混合を用い、より実用性を重視した評価のため量子鍵配送システムに使用されているものと同じ光学回路を用いての量子もつれ光子対の生成に世界で初めて成功した。Si リング共振器は半径 7 ミクロンを有し、15 ミリ角の基板上に微細加工技術で作製可能であるため将来の量子光学回路集積化への可能性を示すことに成功した。固体素子と光量子状態のインターフェイス、メディア変換技術の実現に向けては、超伝導量子回路とマイクロ波光子の量子状態を一度の反射で交換する手法を提案し、世界で初めて実証した。また、強磁性絶縁体イットリウム鉄ガーネット単結晶を用いたマイクロ波と通信波長帯の光のコヒーレントな双方向変換を実証した。さらに、超伝導量子ビットとダイヤモンドの電子スピンの強結合したハイブリッド量子系における長寿命量子状態（ダーク状態）の存在の観測に世界で初めて成功。超伝導回路、及びダイヤモンドデバイスが量子インターフェイス、メディア変換技術に極めて有望な量子デバイスであることを明らかにした。将来の超伝導素子の量子回路応用を見据え、無冷媒冷凍機の小型化を進め、従来比 40%の低尺化に成功した。

極限計測技術について、インジウムイオンの波長 230nm の遷移を用いた独自の量子論理分光法を開発し、機構内での光周波数標準開発に技術移転を完了。さらに当初計画を超えた高精度化を目指し波長 159nm の遷移を用いた次世代周波数測定手法（真空紫外射影測定法）を提案し、その基盤要素技

	<p>利用するための量子もつれ中継技術の研究開発を行う。特に、量子メモリと小規模量子プロセッサを開発して、損失で劣化した複数の量子もつれ状態から理想的な量子もつれ状態を純粋化する操作を実証する。</p>	<p>術である真空紫外光源の開発に成功し、次世代手法の開発を大幅に加速化した。          実装および複数端末の整備が容易な空間伝送と、長距離伝送を得意とするファイバ伝送を融合した空間—ファイバ統合型量子もつれ鍵配送システムを開発し、世界最長となる 20km の量子もつれの伝送に成功した。さらに、従来の量子鍵配送方式よりもサイドチャネル攻撃耐性が高い次世代方式（変形 E91 プロトコル）を実装し原理実証に成功した。          量子もつれ中継技術の実現に向けて、ダイヤモンド量子デバイスを用いたアーキテクチャ設計理論を構築した。また、光とダイヤモンド電子スピンの間の量子もつれの生成・検出技術等を確立し、量子もつれ状態純粋化の基本要素技術となるシングルショット完全ベル測定技術を確立した。</p>
--	---	--

自己評価	主務大臣による評価
------	-----------

<table border="1"> <tr> <td>評価</td> <td>S</td> </tr> </table>	評価	S		<table border="1"> <tr> <td>評価</td> <td>A</td> </tr> </table>	評価	A	
評価	S						
評価	A						

【評価結果の説明】

- 量子暗号技術については、中期目標を全て達成し、量子鍵配送装置だけでなく、配送した鍵を安全に管理しアプリケーションに受け渡し鍵管理アーキテクチャや実環境のネットワークで運用するためのアクティブ制御・ルーティング機能等を総合的に開発し、都市圏ネットワークにおいて実運用可能な量子暗号ネットワークシステムを開発、フィールド実証に成功した。このような総合的な量子暗号システムの開発は、本計画が世界でも初の試みであり、計画を達成することで、量子暗号ネットワークの実用化について世界を大きくリードする顕著な成果を挙げた。また、鍵生成速度、量子鍵配送長期運用試験等の個々の技術開発においても、世界最高性能を達成する顕著な成果を得た。
- 量子ノード技術については、中期目標を全て達成し、さらに量子デコーダでは計画を前倒して光空間テストベッド構築を完了、光量子回路技術では計画を大幅に上回る世界最高性能を実証、極限計測技術では計画を前倒して次期周波数標準方式の設計と開発に着手、量子回路集積化技術、有無線統合リンク技術、超伝導回路技術、ダイヤモンド量子デバイス技術等でも計画を着実に達成し世界最高性能を実現するなど、全体として計画を大幅に上回る顕著な成果を挙げている。また、これらの成果は、国際的に最も著名な科学技術論文誌である Nature 誌, Nature Communications 誌, Scientific Reports 誌、また光学分野、物理学分野でそれぞれ最も著名な Nature Photonics 誌, Physical Review Letters 誌などを始めとした国際的論文誌に多数発表され、学術面からも当該分野を牽引する顕著なものである。

＜評価に至った理由＞  
 量子 ICT は、第 3 期中長期計画において、量子暗号技術、量子ノード技術の研究開発に取り組むこととしており、適正、効果的かつ能率的な業務運営の下、「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ため、A とする。主な成果は以下のとおり。

- ・量子暗号技術に係る研究開発においては、世界的にも例がない都市圏敷設ファイバを使用した高速量子鍵配送（QKD）システムを実現し、伝送損失 14.5dB において 300kbps 超の従来比 10 倍の高速鍵生成に成功し、一日あたりの鍵配送量の世界最高値を実現した。また、QKD システムと鍵管理・ネットワーク管理アーキテクチャを実装した実用的 QKD ネットワークを構築

「必要性」

- 19世紀に確立された物理法則に基づく現在の情報通信技術は、システムの電力密度限界や暗号解読の危機など、今後次々と物理的限界を迎えてゆく。量子情報通信は究極の物理法則に基づいて、無条件安全な暗号や従来の容量限界を打破する究極の方法であり、その研究開発は時代の必然である。
- 量子暗号技術の研究開発は開発リスクが大きく、専用回線等を用いたテストベッドが必要である等から、産学官での連携を取りながら戦略的に推進することが必要な研究開発として国立研究機関が主導的に推進するべきものである。従って、実証システム Tokyo QKD Network テストベッドを推進してきた NICT で行うべき研究である。

### 「効率性」

- 本中長期計画において、All Japan の研究開発体制を整備し、NICT が有する Tokyo QKD Network テストベッドを中核として、産学官連携での研究開発を強力かつ効率的に推進。特に、主要課題ごとに作業部会を開催し、技術ノウハウや問題点に関する情報交換を行うとともに、自ら研究、委託研究、総務省 SCOPE プロジェクトの参加チームが一堂に会する量子 ICT フォーラムを開催し、最新の研究成果発表、今後の推進戦略の検討を行い、研究資源の効率運用を実現している。本フォーラムを核に、さらに国際連携を推進するためのプロジェクト「Project Updating Quantum Cryptography and Communications: 先進量子暗号・量子通信プロジェクト」を組織し、相互接続実験や共同研究を効率的に運用したほか、成果発信の枠組みとしても活用している (<http://www.uqcc.org/>)。
- NICT 自ら研究が有する量子信号処理や光子検出技術、量子受信器を軸として、低電力・大容量化に向けた量子ノード技術などの基礎研究を推進するとともに、実利用を目指した量子暗号技術では、産学との連携により外部機関の得意技術を活かした量子鍵配送装置の開発や集積化に向けた量子メモリや量子プロセッサの開発などを効率よく推進し、世界的にもトップクラスの成果を挙げている。

### 「有効性」

- 量子暗号技術は、盗聴を確実に検知することで安全な情報通信を実現する、現在人類が知りうる唯一の技術である。現在の技術レベルは都市圏（約 50km 圏）でのミッションクリティカル用途で動画の秘匿伝送が可能な段階にある。実利用への課題は、鍵生成速度の向上、実際の敷設環境での安定動作化、そして汎用性確保のための上位レイヤでの活用技術の研究開発である。本中長期計画において、産学官連携を強く推進することにより、これらの性能・機能を全て備え、アプリケーションを含めた実際のサービス運用の面において、最も有効と考えられる量子暗号システムを実現した。
- 量子ノード技術は、ネットワークのノード内で光信号を量子的に処理することで、量子通信の長距離化や、シャ

し、フィールド実証実験に成功した。

- ・量子もつれ交換プロトコルを従来技術の 1000 倍以上に高速化し、光量子回路を使った量子通信プロトコルを実証した。Si リング共振器では、世界初の量子もつれ光源を実現し、量子光源集積化に向けた成果を上げた。
- ・量子ノード技術については、量子デコーダ、光量子回路技術、極限計測技術等で着実に国際的な成果をあげている。

ノン限界を超える通信の実現に資する技術である。本中期計画での成果は、Nature 誌を始めとする国際的著名論文誌に多数掲載され、学术界で高く評価されると同時に、極限計測技術では量子 ICT 技術を応用した光周波数標準技術を開発し技術移転、量子デコーダ技術では原理実証を超えてテストベッドへの展開を計画前倒しで進めるなど、取り組みの有効性を示している。

#### 「国際水準」

- 量子暗号技術の研究開発は、欧州ではスイス・ジュネーブ大やオーストリア工学研究所が、カナダではウォータールー大学を核とする産学官コンソーシアムが中心となって進められているが、45km~90km をカバーする都市圏ネットワーク上で世界最高速の量子暗号ネットワークを運用し、新しいアプリケーションの実証的研究まで行っているのは NICT の産学官連携プロジェクトのみであり、施設面で大きな競争優位にある。さらに学術面でも世界記録を次々と更新する等、高い研究レベルを維持している。ただ、近年、中国では、量子暗号技術が金融分野で実際に利用され始め、アメリカではバテレ社が北米初の商用量子鍵配送ネットワークをスイスの ID Quantique 社から導入するなど実用化が加速しており、競争が激化している。
- 量子ノード技術の研究開発では、BBN テクノロジー（アメリカ）、マサチューセッツ工科大学、NIST（アメリカ）が優れた成果を上げており、競争関係にある。特にアメリカ国防高等研究計画局が光子あたりの伝送効率を改善するプロジェクト（Information in a Photon：平成 22-25 年、研究費総額非公表）及び、次世代の量子暗号技術を目指すプロジェクト（Macroscopic Quantum Communication：平成 24-27 年、研究費総額非公表）を推進しているほか、量子中継に関しては世界各国で基礎研究が活発に行われている。また、イギリスでは、量子技術全般を含んだ大型プロジェクト（Quantum Technology Hubs：平成 26 年から 5 年間、総額 480 億円程度を予定）がスタートしており、量子暗号・量子通信も大きな研究課題の 1 つとなっており、今後の強力な研究開発推進が予想される。ただし、これらの取り組みのほとんどは、光の粒子性（光子）の制御に重点が置かれているのに対して、NICT における取り組みは、粒子性の他、光の波動性も同時に制御する点で独創性がある。その設計指針は、光回線の究極の容量限界を明らかにする最新の量子通信理論から導かれており、このような普遍的かつ長期的なビジョンに立ったネットワークノード技術の戦略を推進している機関は NICT をおいてほかにはない。このようなビジョンの下で、基礎研究開発を推進すると同時に、その成果を実証フェーズへ移すための光空間ターミナルの整備にもいち早く着手しており、競争力は本中長期計画以降も高い水準で維持できると期待される。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 18

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添3-(4) 超高周波 ICT		
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）	独立行政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	—		行政事業レビュー0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	73	29	75	35		事業費用（億円）	5.2	4.9	4.0	6.3		
特許出願数	—	32	12	24	18		職員数 ※内数	65	83	79	83		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
● 革新機能創成技術の研究開発	別添3-(4) 超高周波 ICT	
超伝導、機能分子や	(4) 超高周波 ICT	



バイオ材料など新規材料の優れた特性や最先端物理計測手法をいかすことで、新たな原理・概念に基づく革新的な情報通信技術を創出し、新世代の高度情報通信ネットワークの構築に必要な要素技術を確立する。また、テラヘルツ波無線通信によって、超高速・大容量無線を実現し、大容量情報へのアクセス利便性を格段に向上させるとともに、超高速特性を活かした瞬時接続による低消費電力化を実現する。また、広帯域電磁波による実時間センシングおよび分光分析の実現とバイオ・医療・工業分野等への応用展開により、生活を脅かす災害・犯罪・事故の防止と対処を可能とする。

超高速無線通信や非破壊非接触計測に重要な未開拓電磁波領域のテラヘルツ・ミリ波等の超高周波領域に関して、欧米との開発競争が始まっている中、その利用技術を確立するため、技術基盤となる光源、検出器、増幅器、変復調器、光電変換器、アンテナなどの制御機器も視野に入れ、2015年頃までに超高周波領域の基盤技術の研究開発を進める。また、災害時を含む幅広い使用に耐える計測センサシステム、非破壊検査システム、無線通信システム、標準信号源システム等の要素技術、各種システムを統合した超高速無線、超高速信号計測、知的基盤技術（計測に必要な標準（周波数、パワー）、物質の分光特性にかかるデータベース、測定手法の標準化）等の研究開発及び標準化を推進する。

#### ア 超高周波基盤技術の研究開発

100Gbps 級の超高速無線通信やテラヘルツ波を用いた高精度な（現状より 1 桁高い周波数分解能を持つ）非破壊非接触計測を 2020 年頃までに可能にするために、超高周波領域での光源、検出器、増幅器、変復調器、光電変換器、アンテナなどの各要素技術を開発し基盤技術を確立する。

・窒化ガリウム系、インジウム・リン系、インジウム・アンチモン系、シリコン・ゲルマニウム系、シリコン CMOS 等のトランジスタの作製・設計手法を確立、特性向上を図り、超高速無線通信やテラヘルツ帯の利用に寄与する電子デバイスを創出した。ネットワークアナライザと周波数エクステンダにより 500GHz までの計測環境の構築を完了、化合物半導体およびシリコン CMOS などのデバイスおよびサブシステムのテラヘルツ帯での正確な測定・評価技術を確立した。

・酸化ガリウム ( $Ga_2O_3$ ) という新しい半導体材料に世界に先駆けて着目し、前例の無いそのデバイス応用に関する研究開発をスタートし、これまで産学外部機関と緊密な連携を取りながら推し進めてきた。実際の研究開発においても、本中期計画当初にスタートし、これまで 4 年足らずの短い期間に、世界初の  $Ga_2O_3$  トランジスタの実現、実用に近い構造を有する  $Ga_2O_3$  MOSFET の試作・優れたデバイス特性の実証、高耐圧縦型  $Ga_2O_3$  ショットキーバリアダイオードの実現など、重要なマイルストーンとなる成果を順調にあげてきた。H23-26 年度の成果として、学術誌論文（16 編）、国際会議招待講演（24 件）、海外大学、企業・公的研究所招待セミナー（6 件）、国内学会招待講演（34 件）、国内大学、企業・公的研究所招待セミナー（5 件）、特許出願（20 件）、著書（分担執筆 4 編）、雑誌記事（8 編）、受賞 2 件（フジサンケイ先端技術大賞特別賞、日本学術振興会賞）などを達成した。近い将来、低電力損失が可能となるパワーデバイスへの応用や、その他無線通信、耐環境デバイス等その優れた材料特性

を生かした様々な応用が期待され、社会に向けて環境・産業の両面での大きな波及効果が見込まれる。

### イ 超高速無線計測技術の研究開発

超高速無線通信や超高速信号計測を 2020 年頃までに実現するシステム開発に資するため、100Gbps 級無線通信、リアルタイム計測による非破壊非接触センサ技術、及び超高周波帯での計測に必要な標準（周波数、パワー等）を定めるための技術確立する。

### ウ 超高周波応用センシング技術の研究開発

有害物質の分析、社会インフラ・建造物等の経年劣化や災害によるダメージ診断等に利用可能であり、被災状況の迅速な把握や救助者の二次被害防止も可能とするテラヘルツ帯近傍の周波数帯によるセンシング技術確立するとともに、従来からのセンシング技術と併せたセンシングシステムを開発し、従来技術のみでは困難な実時間非破壊非接触センシング応用技術の研究開発を進める。第3期中期目標期間の半ばまでに、様々な非破壊検査用途に応用するためのベースとなる可搬型イメージングシステムを試作し、2020 年頃からの産業応用を目指して、材料・物質の周波数特性にかかるデータベースを 2015 年までに実利用に目処がつくレベルまで整備するとともに、測定手法の標準化を進めるための技術を 2015 年までに確立する。

・超高速無線通信や超高速信号計測の開発の際に必要な標準を定めるための技術開発を行った。本研究開発では、特にテラヘルツ周波数コムに着目し、光周波数コム光源およびテラヘルツ波変換技術について研究開発を行った。通信波長帯半導体レーザを用いた変調器ベースパルス光源については、これとテラヘルツ変換素子により生成したテラヘルツ帯周波数コムを用いて、テラヘルツ帯量子カスケードレーザの安定化を行うことにより、テラヘルツ帯における無線通信や分光計測の源信に適用可能な高安定・狭線幅テラヘルツ光源技術を確立できることを示した。一方、1 $\mu$ m 帯ファイバーベースパルスレーザ光源については、開発した高強度 1 $\mu$ m 帯パルスと非線形光学結晶によるテラヘルツ波発生を行い、3THz 超のスペクトル帯域でも十分な強度を持つことを示すことにより、テラヘルツ帯における広帯域分光計測へ適用可能なテラヘルツ光源技術を確立できることを示した。

・テラヘルツ波帯を用いた分光装置のバリデーション法（測定結果の妥当性確認法）を確立するための国内比較試験のための標準サンプルを作製し比較試験、および試験後の誤差要因解析を理化学研究所、産業技術総合研究所の協力を得て実施し、その結果をもとに、テラヘルツ波帯分光器のユーザーガイドを作成し、広く一般への配布を開始した。またミリ波帯からの誘電特性の連続性を原理の異なる2種類の測定法で実証した。さらに、ガイドに沿った測定法で得られたスペクトルを用いて、理化学研究所と共同で開発したスペクトルデータベースを拡充し、ユーザーインターフェースを改良して国内外の研究機関から参加できる環境を整備した。国際化に関しては、THz Metrology のセッションを国際会議に設立し、EU プロジェクトから外部協力機関として招待されるなど、誘電体計測分野で世界をリードした。

・産学との連携により、被災建造物の内部構造劣化診断のための、高周波電磁波(10~20 GHz)センサの開発を実施した。予備実験により、石膏ボードの壁面から 6 cm 奥にある木製柱の間隙 1 mm の破断をも検出可能なことを確認した。実地試験に用いるセンサとして 3次元画像を短時間で得られる 32 素子で検査幅約 500mm のリニアアレイ型レーダの試作機を完成させ画像化性能を確認した。赤外線を使用した非破壊診断システムを開発し、壁の表面からは見えないクラックを検出する性能を実証した。

・産学との連携により、低周波数での高感度化のため、新規画素構造を有する 640×480 および 320×240 の THz アレイセンサの試作を行い、0.5-0.6THz 付近での感度が従来のものと比べて約 10 倍向上した。また 640×480 や 320×240 の THz アレイセンサの感度を評価するにあたり、外部トリガ機能、Lock-in イメージング機能、画質改善機能を有するカメラを開発した。THz 技術の用途に関するユーザーニーズ調査および実証実験に関するシミュレーションを行い、実証実験環境として模擬セキュリティ現場を選定し、被写体の透過画像と反射画像を同時に取得できる実証実験機を開発した。

自己評価		主務大臣による評価	
評価	A	評価	B
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 中期計画での超高周波領域での各要素技術開発の目標に対し、様々な材料でのトランジスタの作製・設計手法を確立、特性向上を図り、超高速無線通信やテラヘルツ帯の利用に寄与する電子デバイスを創出することができ、顕著な成果を挙げられる見込み。また、酸化ガリウムという新しい半導体材料に世界に先駆けて着目し、前例の無いそのデバイス応用に関する研究開発をスタートし、短期間で重要なマイルストーンとなる画期的な成果を順調にあげている。さらに、超高速信号計測等に資する標準を確立する計画に対し、テラヘルツ帯における無線通信や分光計測の源信に適用可能な高安定・狭線幅テラヘルツ光源技術を確立できることを示すなど、中期目標を十二分に達成する見込みである。</li> <li>○ テラヘルツ波帯分光器のユーザーガイドを作成し、広く一般への配布を開始した。またミリ波帯からの誘電特性の連続性を原理の異なる2種類の測定法で実証、スペクトルデータベースを拡充、THz Metrology のセッションを国際会議に設立するなど、誘電体計測分野で世界をリードし、中期計画を十二分に達成する見込みである。</li> <li>○ 被災建造物の診断や、耐震診断において、これまで非破壊に検査することのできなかつた壁内部の状況を3次元画像化することのできる高周波電磁波センサの開発に成功し、今後の実用化が期待できるレベルに達するなど、中期計画を十二分に達成する見込みである。</li> </ul> <p><b>「必要性」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 超高速無線技術・非破壊検査・ケミカル／バイオセンシング等への応用が期待できる有望な分野であるが、計測技術や個別要素技術が発展途上にあるため、公的研究機関が主体となって開発する必要がある。本分野は欧米においても国家主体で進められており、我が国においても国際標準化・知財も含め、公的研究機関の先導により戦略的に推進することが国際競争力の点からも必要である。テラヘルツ技術を一体的・包括的に研究開発できる組織として、NICTが率先して研究開発を進めるべきである。特にテラヘルツ帯を用いた無線通信は欧米で研究開発が活発化しており、ISSCC、MTT IMS など著名な国際会議で多数の発表があるほか、DARPA、FP7 等で大規模な研究プロジェクトが始まっているため、我が国でも一層研究開発を活発化し競争力を</li> </ul>		<p>＜評価に至った理由＞</p> <p>超高周波 ICT は、第3期中長期計画において、超高周波基盤技術、超高周波無線計測技術、超高周波応用センシング技術の研究開発に取り組むこととしており、「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と認められるため、Bとする。主な成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 超高周波基盤技術では、ネットワークアナライザの測定帯域を独自技術で500GHzまで拡大し、化合物半導体及びシリコン CMOS などのデバイス・サブシステムのテラヘルツ帯での正確な測定・評価技術を確立した。また、酸化ガリウム (Ga203) という新しい半導体材料に世界に先駆けて着目し、世界初の Ga203 トランジスタを実現した。</li> <li>・ 超高周波無線計測技術では、世界に先駆けて THz 分光ユーザーガイドを作成し公開するとともに、液体を含む様々な材料の評価への応用の可能性を実証した。超高周波帯での誘電特性の連続性を異なる2種の計測法で世界で初めて実証するなどの成果を上げた。</li> <li>・ 超高周波応用センシング技術では、被災建造物の診断や、耐震診断において、これまで非破壊に検査することのできなかつた壁内部の状況を3次元画像化することのできる高周波電磁波センサの開発に成功し、今後の実用化が期待できるレベルに達する見込みである。</li> </ul>	

維持強化する必要がある。

- テラヘルツ分光測定における測定システム間の比較検証や、標準試料・測定プロトコルの確立・公開は、計測結果に対する測定系依存性を解消し、テラヘルツ分光法の応用拡大と標準化を行う上で必要性が高い。
- 被災時の効率よい建造物の診断、また、既存建築物の耐震性を壁などをはがすことなく診断する手法に対して建築物診断関係者からの要望がある。

#### 「効率性」

- 高精度・高制御性テラヘルツ技術の確立を目指し、機構内の研究者の連携体制を強化すべく、平成 24 年度にテラヘルツ研究センターが発足した。この体制が有効に活動しており、多数の成果が出せた。産学官との連携も積極的に推進し、論文発表、特許出願、技術移転が活発になされており効率性は高いと言える。超高周波 ICT 技術を中核とし、テラヘルツ波の発生技術・検出技術・計測技術・無線通信技術までを一括・包括的に研究開発できる体制を整え、テラヘルツの要素技術から応用技術まで効率的に研究開発を推進している。
- 国内外の大学・研究機関との共同研究や産学連携を積極的・効果的に進めた。多くの論文発表、特許出願・技術移転がなされ、効率性は高い。
- 建造物非破壊センサの開発においては、センサ技術や土木建築分野の診断技術を有する大学、レーダ開発技術を有する企業との連携により、効率的に推進することができている。

#### 「有効性」

- 高電子移動度トランジスタ (HEMT) の高速化、高性能化により、ミリ波からテラヘルツ波の利用が電子デバイスによって可能になれば、安価で小型な装置によりこれらの周波数帯を利用することが可能となり、未利用の周波数帯による超高速の情報通信や高精度センシング等の目的で利活用することが可能となるとともに、既に利用が飽和状態にある周波数資源のひっ迫対策ともなる。テラヘルツ周波数コムによる高精度な周波数標準の確立により、同帯域における無線装置の正確な校正、評価が可能となる。200GHz 超の特性計測技術により様々な計測手法の標準化やパワー標準等への波及効果が見込まれる。テラヘルツミリ波周波数帯における非破壊検査は、構造物、食品パッケージ、文化財などの非破壊検査に活用できる。

- 標準化された試料やプロトコルを用いたテラヘルツ分光装置の検証や、複数機関による巡回試験により得られた誤差要因を解析結果は、成果の社会還元と技術移転促進の観点から有効性が高い。
- 高周波センサによる建造物診断の有効性を建築関係の専門家と協議して進めている。

#### 「国際水準」

- ネットワークアナライザと周波数エクステンダによる 200GHz 超の特性計測技術はこれまで国内外で確立したものはなく、いち早く環境を整備している NICT の優位性は明らかであり、研究を先導すべき立場にある。光通信波長帯におけるテラヘルツ帯周波数コムの実現しているのは、現在のところ NICT の技術のみであり、類似の例は国内外においてない。
- 可搬型テラヘルツカメラは、性能的に世界トップレベルを有しており、パワー計測の標準機器としての可能性も秘めている。
- 国際会議における THz Metrology セッション設立や、EU プロジェクトからの招待など、テラヘルツ帯の計測技術および標準化に関して世界をリードしている。ミリ波帯からテラヘルツ帯に至る複素誘電率を完全に連続して計測できる機関は世界で唯一である。また、この周波数領域における材料特性のデータベース構築と、様々な非破壊計測への応用技術の開発・実証に関しては世界トップレベルである。特に電力設備への応用（ガスタービン耐熱コーティングの劣化調査、鉄塔塗装下の錆検出等）は世界に先駆けて実用化段階に達している。
- 建造物診断を目的としたレーダは未開拓分野であり、10 GHz を超えるレーダで画像化は世界で唯一の技術である。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 19

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添4-(1) 電磁波センシング・可視化技術		
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）	独立行政法人情報通信研究機構法第14条第1項第一号、第四号
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0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	74	87	53	59		事業費用（億円）	9.4	11.9	10.4	10.5		
特許出願数	—	0	1	2	2		職員数 ※内数	70	72	70	73		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
● 革新機能創成技術の研究開発  超伝導、機能分子や	別添4-(1) 電磁波センシング・可視化  (1) 電磁波センシング・可視化技術	

バイオ材料など新規材料の優れた特性や最先端物理計測手法をいかすことで、新たな原理・概念に基づく革新的な情報通信技術を創出し、新世代の高度情報通信ネットワークの構築に必要な要素技術を確立する。また、テラヘルツ波無線通信によって、超高速・大容量無線を実現し、大容量情報へのアクセス利便性を格段に向上させるとともに、超高速特性を活かした瞬時接続による低消費電力化を実現する。また、広帯域電磁波による実時間センシングおよび分光分析の実現とバイオ・医療・工業分野等への応用展開により、生活を脅かす災害・犯罪・事故の防止と対処を可能とする。

地球温暖化等のグローバルな気候変動問題、風水害や地震等の自然災害、航路上の物体や状況等、様々な空間・時間スケールにおける人間活動を脅かす諸課題に関し、安心と安全の確保をより確実なものにしていくため、太陽や地球近傍の宇宙空間から生活圏までの様々な現象や物質、物体等の状態を高精度に実時間計測するリモートセンシング技術及びデータ伝送、利用等に関する基盤技術の確立を目指す。計測対象の特性や計測装置の運用形態等に応じた柔軟かつ高安定な運用を可能にするため、周波数帯域の開拓及び計測系と情報伝送系の安定融合等のための基盤技術を研究開発するとともに、電離層から大気環境までの様々な観測データを統合的に管理、利用する大規模データベース統合技術や科学情報可視化技術等に基づくセンシング情報利用高度化のための基盤技術を研究開発する。

#### ア 高周波電磁波センシング技術の研究開発

将来の地球観測光学衛星等の限られた衛星リソース上において、高精度アクティブセンシングと情報伝送を同一機器で行うことで、衛星軌道上などにおける通信断絶や障害に対応する複数通信手段の確保等が可能な情報通信を実現するための要素技術として、特に近年の地球観測において利用が進みつつある光領域において、計測と通信の品質確保を同一

- ・ 光領域における光波制御および出力安定化等の基盤技術として、2 ミクロン帯のレーザ技術とレーザを使用したセンシング技術の高度化を実施した。
- ・ 2 ミクロン帯のレーザによる搭載型ライダーモバイルシステムを開発した。
- ・ フィールドにおける風観測・CO<sub>2</sub> 観測を通したライダーシステムの性能評価により高安定性を実証する予定である。
- ・ 2 ミクロン帯の高繰り返しレーザにおいては、平均出力が従来レーザより 2 倍以上高い、波長制御されたレーザとして完成する見込みである。
- ・ 高周波を用いた微量物質や各種パラメータのリモート計測に必要とする技術として、3 THz 帯の発振技術及び受信機構成技術、また、ミリ波サブミリ波帯の解析技術及び信号処理技術の開発を実施した。

機器で行うための基礎となる光波制御及び出力安定化等の基盤技術を確立する。

また、高周波を用いた  $^{13}\text{C}$ O、CO、HDO、 $\text{H}_2\text{O}$  の同位体比検出等、微量物質や各種パラメータのリモート計測に適した周波数のシステム構成を可能にするとともに、将来の種々の目的に応じた情報伝送に必要な周波数の利用を可能にするため、その両面に応用可能な高周波発振技術、媒質中伝播の解析技術、信号検出技術及び信号処理技術の研究開発を行う。受信機構成技術において量子限界の 10 倍以内の受信機雑音温度を実現する等、ヘテロダイン検波等における高精度化を実現する要素技術を確立する。

### イ リージョナル電波センシング技術の研究開発

同一空間内に存在する豪雨等の現象や航空機等の物体等の超高速 3 次元観測を可能にする技術を確立し、空間内における事故防止等の安心・安全確保の向上に資するため、10km 程度の空間内の物体や大気の状態等を 10 秒以内で 3 次元スキャンする次世代ドップラーレーダ等の先端的レーダシステム構築技術を確立するとともに、その検証等を踏まえたさらに高速なデータ取得・処理基盤技術を確立する。

また、広範囲の地上の状況を上空から瞬時に把握し、災害時等における建物や車等の状態の精密分析を可能にすることで、災害復旧作業の最

- ・ 3 THz 帯の発振技術では、テラヘルツ量子カスケードレーザ (THz-QCL) を高出力、高温動作化するとともに、THz-QCL の位相ロックによりテラヘルツ帯の高出力の標準周波数源供給の技術を確立した。
- ・ 受信機雑音温度の十分低いテラヘルツ受信機を用いて、ガスセル内  $\text{H}_2\text{O}$  等の分子スペクトル検出を実証し、テラヘルツリモート計測システムの信号検出技術を確立する見込みである。
- ・ JEM/SMILES によるサブミリ波の観測データを使用して解析技術の高度化を行い、大気中の同位体比、成層圏の風の分布等を導出した。
- ・ 3 THz 帯の受信機構成技術では、ホットエレクトロンボロメータの技術により受信機雑音温度として量子限界の約 9 倍である 1,390 K のヘテロダイン受信機を開発した。
- ・ ミリ波サブミリ波の受信機構成技術として、軽量高精度アンテナの製作技術の開発、周波数分離技術の開発を実施した。

- ・ 10 秒で半径 30km の範囲、30 秒で半径 60km の範囲の降水の 3 次元構造を観測が可能となるフェーズドアレイ気象レーダを委託研究（平成 20-24 年度）により開発し、その性能評価・実証実験を行い良好な結果を得た。フェーズドアレイ気象レーダを大阪・神戸・沖縄に整備したほか、神戸と沖縄においてはドップラーライダーやマイクロ波放射計等と組み合わせた融合システムとして構築している。フェーズドアレイ気象レーダは従来のレーダよりも約 100 倍程度のデータ量となることから、JGN-X を用いた高速データ伝送・処理・配信システムも合わせて開発したほか、高速 3 次元データの利点を活かした可視化を行うことによりレーダの専門家でない人でも直観的に気象現象を理解できるようにした。さらに、ソーシャル ICT 研究としてフェーズドアレイレーダ・ライダー融合システム (PANDA: Phased Array weather radar and Doppler Lidar Network fusion DATA system) のデータ等を用いた局地的大雨の早期探知の自治体との連携による実証（神戸市）に取り組んだ。
- ・ 航空機搭載高分解能 SAR (Pi-SAR2) を用いた応用研究として研究公募 (RA) を実施し、30cm の分解能をもつ Pi-SAR2 の性能を十分に引き出す研究を実施した。研究範囲は、土地被覆分類、農業関係、流水研究等に及ぶ。
- ・ Pi-SAR2 のアンテナを改良し、地上や海上の移動体の速度計測技術の開発を行ったほか、インターフェロメトリによる地形図作成の自動化や先導的な解析手法として垂直構造物の自動検出アルゴリズムの開発、可視化ツールの開発等を行い、実際の地形データや光学画像への照合を容易に行う手法



適化等に資するため、航空機搭載高分解能 SAR（合成開口レーダ）における 30cm 分解能による応用検証を行うとともに、発展的な観測手法の開発を目指して地上や海上の移動体の速度計測技術等の先導的な研究開発を行う。さらに、観測データと実際の地形画像とを迅速に照合し、判読するため、現在数日要している解析作業を半日程度に短縮する技術を確立する。

これらの先進的なレーダ送受信方式及び信号処理技術等の研究開発を行うことにより、100km 程度までのリージョナルスケールにおける空間情報や災害情報等のデータのきめ細かさ（時間・空間分解能等）を飛躍的に向上させ、安全で安心な社会のための的確で迅速な対応に結びつく実用化に向けた基盤技術を確立する。

（SAR などの優れた技術は、災害時にすぐに利用できる体制がとられているか。）

#### ウ グローバル電波センシング技術の研究開発

衛星搭載レーダの確実な開発とドップラー観測などの新しい観測に対応したアルゴリズム開発及び検証活動によって、EarthCARE 衛星の実現による雲情報の新たな知見を取得し、GPM 衛星のレーダによる 0.2mm/h 程度の降水検出性能を確保するための基盤技術の確立及び降水粒子推定手法の研究開発を行う。

を開発した。

- ・ Pi-SAR2 のデータを災害時において有効に利用するために、機上での高速処理システムを開発し、観測後約 10 分で必要となる領域の画像データの商用衛星等を通じた配信を可能とした。さらに、災害発生に対して迅速な対応ができるように SAR 機器を名古屋空港に保管する体制をしいている。
- ・ 先進的なレーダ方式の研究の 1 つとしてパッシブレーダの開発に取り組み、その初期的な応用研究としてバイスタティックレーダの開発を行い、遠距離海洋レーダに応用し対馬・相島（山口県萩市）にレーダを設置して観測実験を行っているほか、C バンド気象レーダにおいても信号処理に Digital beam forming (DBF) 技術を適用し高度化したバイスタティックシステムを開発見込みである。
- ・ 信号処理技術としては、気象庁の WINDAS への応用を念頭に置いて、1.3GHz のウインドプロファイラに周波数ホッピング、オーバーサンプリングによるイメージング技術およびアダプティブクラッタ除去技術を適用した。また、ゲリラ豪雨等の発生に大きな役割を果たす水蒸気の計測手法として地上デジタル放送波を用いた水蒸気推定手法の開発に取り組んでおり、地デジ波の精密受信システムを開発し受信システム間の同期を取る手法を確立して水蒸気量推定を実現する見込みである。

- ・ 日欧共同ミッションである EarthCARE 衛星に搭載されている雲プロファイリングレーダ（GPR：JAXA-NICT 共同開発）は、世界初のドップラー速度計測機能をもつレーダであり、プロトフライトモデルが完成、ESA（欧州宇宙機関）へ引き渡される見込みである。アルゴリズムの開発も実施し、レーダの開発に合わせて維持・改訂を行っている。また、EarthCARE の検証用のレーダの開発として EarthCARE/GPR より充分高感度なレーダを開発したほか、GPR のフットプリント内の雲の非一様性を検証する電子走査レーダの開発も完了見込みである。なお、EarthCARE 衛星の打上げ予定時期は、平成 29 年度となっている。
- ・ 日米共同ミッションである GPM の主衛星は平成 26 年 2 月 28 日に打ち上げられ、同衛星搭載二周波降水レーダ（DPR：JAXA-NICT 共同開発）については、地上観測実験の結果にもとづく降水量推定精度

これらの先進的な人工衛星搭載の電波センサと検証手法の研究開発によって、地球規模の環境情報を高精度に取得可能とし、地球温暖化や水循環の問題等の国際社会における我が国のイニシアティブの確保に貢献する。

(衛星による地球観測の研究開発は、他機関との相補的協力関係の発展に留意して進めているか。)

## エ 宇宙・環境インフォマティクス技術の研究開発

人類活動の対象となる地球圏宇宙空間の電磁環境、電波利用等の宇宙・地球環境に関する研究開発を行う。特に、アジア・オセアニア域を中心に構築する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整備し、宇宙環境のみならず地上での災害等対応も視野に入れた広領域・大規模データをリアルタイム収集・処理するためのインフォマティクス技術を確立する。

これらの技術と宇宙・地球環境の基礎的知見を組み合わせることで、①衛星測位等に影響を与える電離圏擾乱を緯度・経度で 0.5 度以下の空間分解能で予測、②静止軌道衛星等の障害原因となる電磁環境及び高エネルギー粒子到来を 1 度以下の空間分解能で予測などの宇宙・地球環境の現況把握と予報の高精度化を達成し、大規模可視化を含むサービス

向上に寄与するモデルパラメータの提案を行ない、沖縄 C バンド偏波レーダ (COBRA) 等の地上レーダを用いた打ち上げ後の評価・検証実験を実施した。これらにより、DPR で目標としている 0.2 mm/h よりも高感度な降水推定を担保できる見込みである。また、初期の降水強度推定アルゴリズムは確定しており、平成 26 年 9 月から観測データの一般公開 (JAXA, NASA 双方から) が開始されている。

- これらの衛星による地球環境計測計画の実施については、国内および海外の関係機関との協力体制のもと、NICT の強みである電磁波計測技術で世界トップレベルの開発を続けている。例えば GPM 衛星搭載二周波降水レーダは、JAXA・NASA と共同で衛星搭載に向けた開発を進めてきたほか、EarthCARE では JAXA・ESA (欧州宇宙機関) との協力体制で実施している。

- 太陽・太陽風観測においては、平成 24 年度補正予算により、老朽化していた太陽電波観測設備及び太陽風観測機 ACE のデータ受信設備の整備を完了し、野辺山ヘリオグラフ等国内装置との連携により国内の太陽電波観測設備による太陽早期警戒体制を構築。
- 電離圏観測のためのイオノゾンデについては、現行の 10C 型の後継機に VIP1R2 を選定、国内 4 拠点の配備を進め、新たな観測情報を活用する基盤を整備した。
- 東南アジアでのプラズマバブル等の電離圏観測体制を継続し、太陽活動極大期のデータ取得を進めた。
- 北極域では、放射線帯粒子の加速・消失に寄与するグローバルな ELF・VLF 波動観測ネットワークの構築を名大等他機関との連携のもとに進めた。
- 広域観測ネットワーク監視システム (Wide-area Observation Network Monitoring system: WONM) を開発し、リモートサイトの監視に活用している。
- 地上から電離圏高度までを統一的に計算するシミュレーションコード“GAIA”を開発、気象客観解析データを入力し、成層圏突然昇温等の実際の現象を再現することに成功。次期中期計画期間のリアルタイム化を視野に入れた高速化のためのチューンアップを進めた。
- 経験モデルによる日本近傍の TEC 予測モデルを開発、24 時間先までを 1 時間ごとに計算し試験的に Web で公開している。また、静止軌道上の衛星のデータを用い、放射線帯粒子の振る舞いを経験的に予測するモデルを開発。Web 上で予測結果を公開している。GAIA との結合を進め、観測との比較によるプラズマバブルの発生に関する知見を高めるとともに、発生予測の可能性を追求。
- 電離圏局所モデルを開発し、赤道域における衛星測位の誤差要因となるプラズマバブルの発生を再現することに成功。今後 GAIA への実装を検討。観測との比較によるプラズマバブルの発生に関する知見を高めた。
- 我が国及び東南アジアでの観測およびシミュレーション・モデルの結果を統合的に表示するコンテ

	プラットフォームより情報発信を行う。	<p>ンツを開発し、緯度・経度 0.5 度以下の空間分解能で予測可能なシステムを構築する見込み。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ これまで開発してきた磁気圏シミュレーションコードの高精度化・ロバスト化を推進。1000 年に 1 度の“極端現象”の計算も可能なコード開発を進めた。</li> <li>・ 経験的放射線帯粒子予測モデルを開発し試験運用を開始、Web を用いて公開した。平成 28 年度に衛星観測データを増強し、1 度以下の空間分解能で予測するシステムを構築する見込み。</li> <li>・ 三次元詳細変動モデルとして、現状静止軌道上のみの適用範囲を放射線帯領域全体に広げた。また“バーチャルオーロラ”と呼ぶ可視化ソフトウェアを開発し、太陽風観応実験データベースを構築した。</li> <li>・ ICAO 等国際情勢における宇宙天気へのニーズ調査を継続し、新たな計測技術の検討を行った。</li> <li>・ 国内外での宇宙天気情報の利用の実用への展開および認知度向上に寄与した。</li> </ul>	
自己評価		主務大臣による評価	
評定	A	評定	B
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 中期計画では光領域における光波制御および出力安定化等の基盤技術を確立することを目指し、波長 2 ミクロン帯のレーザによる、搭載型ライダーモバイルシステムの開発、実証観測による安定化技術の確立、高繰り返しレーザの高出力化、及び波長制御技術の確立を実現しており、中期目標を達成する見込みである。</li> <li>○ 中期計画では微量物質や各種パラメータのリモート計測に適した周波数における高周波発振技術、伝播解析技術、信号検出技術、信号処理技術の研究開発を行い、受信機高精度化を実現する要素技術を確立することを目指しており、テラヘルツ帯の中でも大気分子の吸収線強度の強いことから上空の観測に適していながらも技術的難易度が高く開拓途上にあった 3 THz 帯において、THz-QCL の位相ロック技術の確立や、量子限界の約 9 倍の受信機雑音温度を持つ高感度受信機の開発に成功。中期目標を十二分に達成する見込みである。</li> <li>○ リージョナルセンシングのうち、高分解能航空機搭載合成開口レーダ (Pi-SAR2) では、災害時の即応性を向上させるために機上での高速処理技術を開発し、観測後 10 分以内に対象領域の画像提供を実現。中期計画における半日程度の処理時間目標を大幅に上回る性能を達成した。また Pi-SAR2 の性能を最大限に活かすための解析技術の高度化として研究公募を実施し、中期計画を着実に達成しているほか、新たな可視化手法の開発を行った。また次世代ドップラーレーダ (フェーズドアレイレーダ) 開発では、半径 30km 以内三次元観測を 10 秒以内で、半径 60km 以内の三次元観測を 30 秒以内で実施できるシステムを開発し、中期計画での目標を十分に達成したほか、データ配信システム・可視化技術の開発も行い、実用性の高いシステムを実現した。</li> <li>○ グローバルセンシングのうち、GPM については、JAXA と共同開発した二周波降水レーダのアルゴリズム開発・打上げ前検証を実施したほか、平成 26 年 2 月の打上げ後も校正・検証・アルゴリズム改良を通じて中期計画の降水観測性能目</li> </ul>		<p>&lt;評定に至った理由&gt;</p> <p>電磁波センシング・可視化技術は、第 3 期中長期計画において、高周波電磁波センシング技術、リージョナル電波センシング技術、宇宙インフォマティクス技術の研究開発に取り組むこととしており、「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と認められるため、B とする。主な成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高周波電磁波センシング技術では、2<math>\mu</math>m 帯レーザのライダーシステムの開発を終え、風・CO<sub>2</sub> 観測を通して光領域における光波制御と安定化を中長期目標期間内に実証の見込みである。3THz 帯の位相ロック技術実証により発振器技術、受信機</li> </ul>	

標を達成する見込みである。また、EarthCARE に関しては JAXA と共同開発している雲プロファイリングレーダのフライトモデル開発を実施したほか、アルゴリズム開発を行い、中期計画での達成目標を着実に達成している。さらに、検証用のレーダとして高感度レーダおよび電子走査型レーダを開発し、この周波数帯（95 GHz）での雲レーダ技術を発展させるといった顕著な成果をあげており、中期計画を十二分に達成している。

- 中期計画におけるアジア・オセアニア域を中心とした観測体制の整備を目指し、太陽・太陽風・磁気圏および電離圏の各領域を監視する観測装置の整備を達成。目標に向けて顕著な実績を上げた。
- 中期計画では広領域・大規模データをリアルタイム収集・処理するためのインフォマティクス技術を確立するとしており、広域観測ネットワーク監視システム（Wide-area Observation Network Monitoring system: WONM）を開発するほか、リモートサイトの監視を実現し、目標に向けて顕著な実績を上げた。
- 中期計画では衛星測位等に影響を与える電離圏擾乱を緯度・経度 0.5 度以下の空間分解能で予測としているところで、地上から電離圏までを統一的に計算するシミュレーションコード“GAIA”の構築、電離圏 TEC および磁気圏放射線帯における経験モデルの構築、電離圏局所モデルの開発を行い、目標に向けて顕著な実績を上げた。
- 中期計画では静止軌道衛星等の障害原因となる電磁環境及び高エネルギー粒子到来を1度以下の空間分解能で予測しているところで、磁気圏シミュレーションコードの精緻化・ロバスト化の推進および経験的放射線帯モデルの開発を行い、目標に向けて顕著な実績を上げた。

#### 「必要性」

- 気象予測に大きなインパクトを持つ衛星からの全球立体的な風観測は未だ実現しておらず、関連技術の開発は国際競争となっているが、その中でも NICT が保有する波長 2 ミクロン帯のコヒーレントドップラーライダー技術は高精度観測を実現する有望な技術であるため、レーザの高出力化、波長制御、安定動作化の研究開発を進め、衛星搭載実現へと推進することが必要である。
- テラヘルツ帯では多くの大気中分子の回転遷移吸収線強度が最大になるため、テラヘルツ帯の利用は成層圏やさらに上空の分子等の観測に適しており、上空の大気パラメータ計測による気象予測や宇宙・地球環境把握に必要とされている。テラヘルツ帯でも観測に重要な吸収線が存在しているがこれまで高精度ヘテロダイン受信機の開発の進んでいなかった 1-3 THz 帯において、目的に応じた周波数の観測システム構成を可能にする技術を開発することが必要である。
- 高分解能 SAR、フェーズドアレイレーダ、衛星搭載センサ等は昨今の災害情報の高度化に対する社会的要請に応えるべく開発されてきたものである。また、ゲリラ豪雨等の早期予測に有効な地デジ波を利用した水蒸気量観測技術や、周波数の有効利用に資するパッシブレーダの基礎研究など、利用将来のニーズを見据えた技術開発にも取り組んでいる。

構成技術を確立した。

- ・リージョナル電波センシング技術では、航空機搭載高分解能合成開口レーダ SAR 解析について、高度解析技術の開発（画像処理技術を用いた 3 次元計測、インターフェログラムからの垂直構造物の自動抽出、移動体検出技術等）、機上での高速処理技術開発（観測後 10 分で画像提供）を行った。
- ・フェーズドアレイ気象レーダを開発し、大阪、神戸、沖縄に整備し、実証実験により高速 3 次元観測技術を確立した。

- 今後必ず起こる激甚宇宙天気災害に対して、我が国の ICT 基盤がどのような影響を受けるかを把握し必要な対処を取るためには、当機構の宇宙天気研究が必要。
- 現在 ICAO において検討されている、宇宙天気情報の航空運用への利用の義務化の検討において、日本および東南アジアでの電離圏観測の実績を有する当機構の観測ノウハウは必須となる。

#### 「効率性」

- 波長 2 ミクロンのレーザ開発やライダー観測の実用化については、NICT が総合的に世界最先端の技術を保有している。衛星搭載型システムでは技術の一部を企業へ移転しながらコンパクトで安定なシステムを開発しており、将来の衛星搭載品実現に向けて体制を整えている。衛星搭載性の検討や衛星観測による気象予測へのインパクト評価は、JAXA や気象研究所等と連携して実施している。また、地上からのライダーによる風観測では、次世代ドップラーレーダ等の観測と協調しつつデータの有効利用に向けた研究を実施している。
- 3 THz 帯技術に関する、HEB ミキサ、QCL、周波数コムデバイスは、いずれも NICT 内の未来 ICT 研究所(神戸)や先端 ICT デバイスラボで開発・製作している。研究室の保有する受信機構成技術等と併せて、最先端技術を全て NICT 内で賄うことができ、効率よく研究開発を進めることができている。
- 航空機搭載合成開口レーダやフェーズドアレイレーダ等、今後の災害監視において中心的な役割を担う技術の開発を行った。また、機器開発のみならず解析技術高度化や可視化技術に取り組むことにより、ユーザの利便性を高めるための技術開発も行っている。
- 太陽から地表に至る広大な領域の観測を必要とする宇宙天気研究では、国内外の関係機関と密な連携を取り観測を分担する体制を構築、効率的な観測を実現している。
- 実利用に近いアプリケーション開発については、JAXA 等利用機関と共同研究の枠組みを構築し効率的に実施している。

#### 「有効性」

- 波長 2 ミクロンのレーザによるライダーは、広範囲・高精度の 3 次元的な風測定を可能とする他、衛星搭載ライダーシステムにも応用できる技術である。また将来的には、CO<sub>2</sub> 等の温室効果ガス監視ライダーに発展させることも可能である。
- テラヘルツ帯の高感度受信機技術は、成層圏・中間圏・下部熱圏の温度・風・物質濃度等の大気パラメータを高精度に観測する衛星センサの開発に応用可能である。また、テラヘルツ帯の発振技術、信号検出技術は THz 無線通信等に有用である。さらに、ミリ波・サブミリ波の受信機構成技術は衛星観測センサの小型化を可能とする技術である。

- 航空機搭載合成開口レーダやフェーズドアレイレーダ等、今後の災害監視において中心的な役割を担う技術の開発を行った。また、機器開発のみならず解析技術高度化や可視化技術に取り組むことにより、ユーザの利便性を高めるための技術開発も行っている。
- 電離圏局所シミュレーションコードにおいてプラズマバブルの再現に成功したこと、磁気圏シミュレーションコードにおいて極端現象が再現できたことで、それぞれの現象における電波インフラや電力網への影響衛星への影響等が定量的に検討できる基盤が構築された。
- GEONET による日本上空の TEC の現況把握が可能になったことから、我が国における衛星測位利用状況の空間分布の把握が可能になった。
- 宇宙天気情報の利用者ニーズ調査により、潜在的に宇宙天気情報を必要とする事業者が多数存在することが確認された。

#### 「国際水準」

- 波長 2 ミクロンの伝導冷却技術を用いたパルスレーザの高出力化は、世界最先端の技術である。コヒーレントドップラー風ライダーの衛星搭載化は国外においても検討されているものの、その実現に目処の立てられる技術はまだ確立していない。
- テラヘルツ受信機の低雑音化技術では世界一線レベルにある。受信機構成に必要となる主要な最先端素子を NICT 内で開発・製作できることが極めて有利である。
- 長期継続運用しているフェーズドアレイレーダは世界に類を見ない。また、Pi-SAR2 は世界的にもユニークなレーダシステムであり、米国 JPL、ドイツ DLR 等と肩を並べている。衛星搭載レーダ技術についても世界をリードしており、他国では米国 JPL が W 帯雲レーダを実現しているのみである。
- 基本的に当該研究について同様の研究を進める機関とは良好な協力関係をもち、広範な領域を分担して観測している。NICT は電離層定常観測を行っている国内唯一の機関であることから、全体の核として中心的な位置にある。
- 当プロジェクトで進めている東南アジア電離圏観測ネットワークの枠組みは NICT のイニシアティブのもとにあり、国内及びアジア・オセアニア地域の組織による観測拠点・観測装置の強化が進められており、NICT が大きな存在意義を果たしている。
- 当研究室は北極域電離圏観測レーダ SuperDARN の一局を担当し、国際協力のもと宇宙天気に必要な観測を続けている。
- NICT は定常宇宙天気発信機関の国際コンソーシアム“ISES”の設立当初からのメンバーとして活動に貢献している。また、WMO や ICAO、UN/COPUOS、CGMS、ITU-R などの関係国際機関において積極的な寄与を果たしている。

- |   |  |
|---|--|
| ○ 当研究室の開発する GAIA や磁気圏シミュレーションコードは世界トップクラスの性能を有するものとして各国からの注目を集めている。 |  |
|---|--|

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 20

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添4-(2) 時空標準技術		
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）	独立行政法人情報通信研究機構法第14条第1項第一号、第三号、第六号
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-0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	48	21	39	29		事業費（億円）	2.4	3.9	3.4	*15.0		
特許出願数	—	0	0	2	3		職員数 ※内数	35	32	35	38		

\*標準電波局整備に係る費用を含む。

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
● 革新機能創成技術の研究開発  超伝導、機能分子	別添4-(2) 時空標準技術  (2) 時空標準技術	



やバイオ材料など新規材料の優れた特性や最先端物理計測手法をいかすことで、新たな原理・概念に基づく革新的な情報通信技術を創出し、新世代の高度情報通信ネットワークの構築に必要な要素技術を確認する。また、テラヘルツ波無線通信によって、超高速・大容量無線を実現し、大容量情報へのアクセス利便性を格段に向上させるとともに、超高速特性を活かした瞬時接続による低消費電力化を実現する。また、広帯域電磁波による実時間センシングおよび分光分析の実現とバイオ・医療・工業分野等への応用展開により、生活を脅かす災害・犯罪・事故の防止と対処を可能とする。

無線通信における利用周波数帯の拡大や、光通信技術の開発と導入による超大容量化等が進む情報通信システムの維持・発展を支えるとともに、時刻の定義や広範な精密物理計測の基盤となっている周波数標準の一層の高精度化、高信頼化等を図り、この分野における国際競争力を一層強化することを目的として、テラヘルツ帯など現在実現されていない新たな領域の周波数標準を確立することなどの高度利用技術、従前のマイクロ波領域に代わる光領域の周波数標準の開発及び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行う。

#### ア 時空標準の高度利用技術の研究開発

テラヘルツ帯の通信システムやセンサの開発の進展を踏まえ、当該周波数帯の測定機器等の較正のために必要とされるものの、現在は実現されていない 1THz 前後の較正用周波数標準について、利用者ニーズを踏まえ  $10^{-5}$  程度の精度で実現するための基礎技術を開発する。

- ・ THz 標準技術開発に関しては、これまでマイクロ波及び光周波数標準開発で培ってきた高精度周波数計測技術、及び周波数安定化技術を拡大応用することで、未開拓な THz 領域に周波数標準を構築するための基礎技術（安定光源および高精度計測システム）を開発した。
- ・ まず光源開発においては、独立した 2 方法（マイクロ波逡倍と光差周波発生）で 0.7THz 光源の信号発生を実現し、この結果をもとに光差周波技術により 0.1~3THz における周波数可変な光源を実現した。
- ・ さらに高精度周波数計測システムの開発においては、光伝導アンテナとフェムト秒ファイバーレーザーを用いて開発した THz コムをメインとする高精度周波数計測システムを構築し、0.3THz で  $10^{-17}$  位の周波数計測精度を達成した。この結果は H25 年度に速報論文誌に掲載されるとともに Nature Photonics の research highlight として紹介された。
- ・ これらの THz 光源と THz コム周波数計測システムを組み合わせた総合システムの評価結果として、0.1~1THz 帯で  $1 \times 10^{-9}$  を超える計測精度を実証し、中期計画目標を大いに上回る成果を達成した。
- ・ バイプロダクトとしては、THz コムの応用開発として世界初の THz 周波数分周器を開発し、速報論文誌 Opt. Lett 誌に掲載された。また光源開発技術を応用することにより新たな THz 基準周波数伝送手法を開発し、所内ファイバを経由した 3THz 基準信号伝送実験において、離れた実験棟における 3THz 量子カスケードレーザーの絶対周波数測定に成功した。
- ・ また理論系論文としては、分子イオンの遷移周波数を基とする新たな THz 周波数標準の提案に関して、主要論文誌に 4 本の論文が採録された。特に J. Phys. B に H24 年度に掲載された論文は同

誌の H24 年度ハイライト論文に選出される高評価を得た。

また、研究機構が運用する日本標準時システムの精度と信頼性・耐災害性の向上のため、時系構築技術の高度化により安定度と確度を改善するとともに、信頼性向上のため、現在小金井で集中管理している時系の分散管理・供給手法の研究開発を行う。さらに、安定的かつ継続的な標準電波の発射及び標準時の通報のため、標準電波送信システムについて、監視・制御系を冗長化するとともに、システムの遠隔操作を可能とする。

- ・ 日本標準時の発生に関しては、期間中一度のダウンタイムもなく安定に定常運用を行った。H25年度には、日本標準時システムと Cs 一次周波数標準器開発および運用実績が評価され、文部科学大臣技術賞（開発部門）を受賞した。H24 年度の閏秒挿入を供給系含めて着実に実施し、H27 年度の閏秒挿入（7 月 1 日）に向けた準備中である。国際貢献としては、国際度量衡局（BIPM）に対して、UTC および Rapid UTC 構築に必要な時計データ及び時刻比較データの提供を定常的に行った。標準時に関連する取材及び見学対応など多数を、所内関係各部と協力連携して実施した。
- ・ 日本標準時の供給関連では、各種供給で安定に運用を実施した。テレホン JJY では H24 年度より月間 14 万アクセスを超える状況が続き、公開 NTP サービスは 1 日あたり 3 億アクセスを突破した（H27 年 3 月現在）。
- ・ タイムスタンプに関しては、次世代ネットワーク共有ファイルシステム（Gfarm）においてクラウド上のファイルの信頼性をより高めるため、高速・大容量を対象としたタイムスタンプシステムについて、実用化の目途をつけ管理用データベースの構築を行った。標準化の成果としては、日本のタイムスタンプ認定制度における時刻配信・監査方法が日本工業規格 JIS X 5094 として H23 年 5 月に認可された。さらに国際標準化機構（ISO）においても、H26 年 10 月の委員会で ISO/IEC 18014 part4 として国際規格となり発行されることとなった。
- ・ 国際活動としては、ITU-R の WP7A 日本代表として ITU-R 総会等に参加した。特に、閏秒対応議論が H27 年世界無線通信会議（WRC-15）議題になったことに伴い、WP7A に年 2 回及びアジア・オセアニア地域無線通信連合 WRC 準備委員会（APG-15）にも 4 回参加する等、日本代表としての対応を強化し、日本の立場の主張及び各国への働きかけを行った。
- ・ また、アジア太平洋計量計画/技術委員会（APMP/TCTF）における活動として、標準校正の国際相互承認に関するプロセスを整理し標準化ドキュメントを初めて作成した。これをもとに H23 年度に国際ワークショップを主催して内容を討議し初版を作成、この結果が TCTF 技術委員会にて採択された。
- ・ 分散管理・供給に関しては、分散局第一号であり本部代替局の機能も担う標準時副局を神戸（NICT 未来 ICT 研究所）に整備し、計測システム系の動作性能を確認した。データ処理系においては分散システム用データベースを構築し実証試験を開始した。また供給系として NTP サーバを準備した。分散局での時系構築に関しては、本部と神戸の時刻リンクを完了。神戸にて日本標準時に同期する試験時系の連続生成を開始し、数 ns 程度の優れた同期精度を確認した。残る監視・制御系の整備を H27 年度に行い、副局の基本機能整備を完了の見込み。
- ・ 時系構築技術の高度化に関しては、新型 Cs 一次周波数標準器の開発、時系アルゴリズム研究、計測システムの高度化、標準電波を用いた遠隔周波数校正システムの開発を行った。
- ・ Cs 一次標準器に関しては従来  $10^{-15}$  台の確度であったが、改良を組込んだ新方式の 2 号機の開発を進め、各種周波数シフト要因の追込みに関して最後の 1 つ（衝突シフト）を残し  $10^{-16}$  台の確度ま

で達成。H27 年度に確度評価を完了し国際委員会に報告の見込み。

- ・ 時系アルゴリズム研究に関しては、水素メーザ原子時計を用いた時系構築シミュレーション、また分散化において必要となる原子時計の効率的リンクプロトコルの開発等を行った。さらに時系の同期制御技術の改良により安定度・確度向上を実現する見込み。
- ・ 計測システムの高度化に関しては、計測精度向上と光標準との橋渡しも視野に入れたシステムの高周波数化を進めた。具体的には現在の 5MHz 系システムを 1GHz 対応可能にするための改良である。まず高周波数時系の核となりうる冷却サファイア共振器 (CSO) の改良により位相トビのない連続運転を可能とした。また、この CSO 等を基に生成する高純度な 1GHz 信号を劣化なく従来の 5MHz 系システムにリンクするためダウンコンバータ等の計測システムを開発した。更なる成果として、所内連携 PJ で開発した光通信帯 (1.5 $\mu$ m) での狭線幅光源を活用したマイクロ波生成に成功し、従来のマイクロ波リファレンスである水素メーザを二桁上回る短期安定度を実現した。
- ・ 標準電波を用いた周波数遠隔校正システムに関しては、普及性を考慮した受信システムを開発してサロベツ、沖縄、金沢大に設置し、受信結果を見ながら改良を重ねた。具体的には、長波 2 周波の遠隔切替え対応、日変や気絶変動に伴う受信状況の変化に対応するためのソフトウェア改良およびアンテナなど受信系ハードウェアの改良を行い、各地での受信結果を確認したところ、校正の基準信号についてサロベツ、沖縄とも全時間帯で  $2 \times 10^{-10}$  以下の安定度を達成、小金井では全時間帯で  $1 \times 10^{-10}$  以下の安定度を達成した。
- ・ 標準電波送信に関しては、おおたかどや山標準電波送信所において福島第一原発事故の影響により要員退避を余儀なくされ運用を一時停止したが、緊急立入条件を迅速に確立し、H23 年 4 月末に送信再開を果たした。その後も落雷による停波等が繰返されたが、都度一時立入を繰り返す体制を確立し、可能な限りの連続運用を行った。並行して無人運用対応のためのシステム緊急改修を行い送信装置の遠隔操作化改修を完了した。加えてバックアップ通信回線の追加も行い監視・制御系の冗長化も実現した。これらの対応を経て H23 年 9 月から本部での 24 時間監視体制を確立することで、半年弱の短期間で無人状態での運用再開を実現し、以後安定に運用を継続している。
- ・ 送信所の老朽化対策としての設備更新工事を開始し（おおたかどや山送信所は H24 年度、はがね山送信所は H25 年度から）、遠隔制御等を含むシステムの整備を進めた。両局とも平成 27 年度中に設備更新を完了予定である。
- ・ Cs 原子時計を上回る精度を目指す光周波数標準器の開発においては、In<sup>+</sup>によるイオントラップ方式および Sr による光格子時計方式を両輪で開発を進めた。イオントラップでは高い確度・光格子時計は高い安定度が期待され、国際的に優劣を競ってきた 2 大方式である。
- ・ In<sup>+</sup>イオントラップ光時計では、サブシステムの開発から開始した。イオン冷却系においては、前中期に開発した Ca<sup>+</sup>イオントラップ技術を活用した In<sup>+</sup>/Ca<sup>+</sup>共同冷却法の開発によりイオンの安定

### イ 次世代光・時空標準技術の研究開発

現在広く利用されているセシウム原子時計に代わり、新しい原子種と高安定光源による光領域の周波数標準器を開発することにより、従来の限界を 1 桁上回る  $10^{-16}$  台の高精度化と、1 日程度への平均化時間の短

縮を実現する。

かつ効率的な冷却に成功し、結果を論文化した。また、時計レーザーに関しては、高い技術を要する二段階第二高調波方式において世界最高水準の変換効率を達成し、十分な狭線化と強度を有するレーザーの実現に成功した。時計遷移検出系においては、長時間安定に稼働する検出レーザーを開発、検出遷移周波数の絶対計測に成功した。詳細な検証により、深紫外領域にある検出レーザーが引き起こすトラップ不安定化が判明したためトラップを再設計しシステムを再構築、時計遷移の確認を行っている（H27年4月現在）。H27年度中に周波数標準器としての評価を完了の見込み。また、フェムト秒 Ti:S レーザの真空紫外域での効率的な高次高調波発生を実現し、In<sup>+</sup>において新たな検出遷移 ( $^1S_0$ - $^1P_1$ , 159nm) の利用可能性を実証し論文化するとともに、単一イオン光時計の量子射影雑音限界を打破する複数イオン光時計への発展性を示した。

- ・ Sr 光格子時計では、前中期までに基本システムを開発した1号機のさらなる精度向上と国内外での生成周波数同一性の検証、及び冷却型新型2号機の開発を進めた。
- ・ 1号機に関しては、東大 Sr 光格子時計との光ファイバリンク直接比較実験（H23年2月）において、2機間の標高差に基づく一般相対論効果のリアルタイム検出に成功すると共に、光格子時計の普遍性（独立な装置が高い周波数一致を示すこと）を  $10^{-16}$  台の精度で証明した。この成果は高く評価され、H24年度に応用物理学会論文賞、さらにH26年度には市村賞貢献賞を受賞した。
- ・ 海外との比較では光ファイバリンクが使えないが、衛星を仲介とする高精度周波数比較技術で開発してきた双方向キャリアフェーズ（TWSTFT-CP）方式にて世界最高の計測精度が実現したことから、TWSTFT-CP を用いて、PTB（独の標準機関）との間で世界初の Sr 光格子時計の国際比較実験を行い、不確かさ  $1.6 \times 10^{-15}$  での周波数一致を実証した。本実験における Sr 光格子時計の成果は、NICT が主著となる国際共著論文として速報論文誌（Optics Letters）に発表した。
- ・ 現在1号機のさらなる精度追及を実施しており、1日程度の平均化時間で  $10^{-16}$  台の精度を十分に実証できる見込み。
- ・ 2方式それぞれの実機における評価としては、Ca<sup>+</sup>イオントラップ型・Sr 光格子時計双方で、絶対周波数および国際的レベルである  $10^{-15}$  台の周波数確度を確定した。加えて超高精度な独立異種の光標準を持つ強みを活かし、この2機を光領域で直接比較することで Ca<sup>+</sup>/Sr の周波数比を高い信頼度で確定した。これらの結果は主要論文誌に掲載されるとともに、H24年度には国際度量衡総会下の国際技術諮問委員会 CCTF2012 で評価・承認され、Ca<sup>+</sup>、Sr 双方において CCTF の推奨する原子周波数の更新に反映された。光周波数標準間の周波数比については、国際委員会でも今後勧告がなされる方向であり、NICT の実験はこの流れのさきがけとなった。
- ・ イオントラップの高確度と光格子時計の高安定度を活かすハイブリッド光周波数標準に関しては、所内連携プロジェクト（H23～H25）の一環として研究を進めた。Sr 光格子時計で安定化した時計レーザーでイオントラップ標準器を動作させるハイブリッド方式の動作実証実験を行い、計測制御系の信頼性を確認した。その後、光格子時計単独でも高確度が実現可能との論文が出たためハイブリッド化に関しては注力せず動作実証までで終了とした。

### ウ 次世代光・時空計測技術の研究開発

光領域の周波数標準器の高精度評価を実現するため、従来用いられてきた衛星双方向時刻比較技術や VLBI 時刻比較技術などの更なる高度化により、時空間の標準を一体として高精度に計測することを実現し、大陸間規模の周波数標準の相互比較において、1 日程度の平均化時間でこれまでの精度を 1 桁上回る  $10P^{-16}P$  台の精度で評価する技術を確認する。

- ・ 高安定光源（レーザ）開発における成果として、 $Ca^{+}$ イオントラップ用 729nm 時計レーザと光コムでリンクすることで安定度を上げた Sr 光格子時計の時計レーザで時計動作を実現（Applied Physics Express）。この結果は、H23 年度に Nature Photonics 誌の Research Highlight として取り上げられた。
- ・ 次世代技術の開発においては、冷却型 2 号機の開発において冷却真空チャンバの新方式を考案・設計し開発を行った。真空槽内の原子を取り囲む恒温槽をパルスチューブ冷凍機で冷却する機構を組み込み、90K 迄冷却し、 $10^{-17}$ 台の精度を達成可能な温度環境を確立した。また次世代型の超高安定光源の開発に関しては、新型の極低温型冷却共振器を考案・設計し 2 件の特許を出願した。
- ・ 衛星双方向比較（TWSTFT）技術においては、受信の効率化を諮る復疑似雑音時刻比較（DPN）方式、および計測精度を追及する搬送波位相（CP）方式の研究を進めた。
- ・ DPN 方式は、受信帯域両端の 2 つの狭帯域信号の効率的な合成により、狭い帯域の受信だけでも精度向上が図れる、NICT 発案の方式である。研究においては、まず信号処理・解析システムを開発し、小金井-台湾間での実証実験として短期（数秒）・長期（数日）で 100 ps を切る精度を達成した。さらに狭帯域信号で問題となる送信波間の干渉軽減を計り、国内で最長基線である沖縄との間で精度検証を行った結果、短期で GPS 搬送波方式の 2.5 倍の精度が得られる事を確認し、方式の実用性を実証した。
- ・ CP 方式は、衛星通信の搬送波位相情報を利用することで、従来のコード信号のみによる周波数比較精度を画期的に向上させる方式である。NICT が開発した装置及び解析手法により原理実証に成功し世界トップの成果を達成した。
- ・ 具体的には、世界でも最長基線（約 10,000km）となる NICT-PTB 間にて実証実験を実施し短基線と変わらない測定精度（平均時間 1 秒で 0.2ps）を得た。これは搬送波位相を用いない従来方式での精度を二桁以上上回る精度であり大陸間比較で現状最高の計測精度である。さらに同時観測した GPS 計測結果と比較することにより共通信号源である原子時計の変動を差し引いた結果、平均時間 1 日における計測精度として  $5 \times 10^{-16}$  を実証し、中期目標の達成を確認した。
- ・ 本基線を用いてはさらに、TWSTFT-CP 方式による Sr 光格子時計の国際比較実験を行い、不確かさ  $1.6 \times 10^{-15}$  での周波数一致を実証した。これは世界初の大陸間の光標準直接比較実験であり、TWSTFT-CP 方式が光標準の国際リンクに有用であることを示した成果である。本実験における TWSTFT-CP 方式の成果は、主担当者が国際学会での招待講演を行うと共に、NICT が主著となる国際共著論文として主要論文誌（Metrologia）に発表した。
- ・ H26 年には、使用する通信衛星トラブルにより国際実験が凍結となったため、ラボ内で可能なシステム誤差要因の調査と装置改良を行い、システム自体の計測精度を一桁向上し  $10^{-17}$  台を確認した。
- ・ 萌芽的応用実験としては、光標準から発生したマイクロ波を評価する比較実験を実施し、マイク

口波基準周波数源として普遍的な水素メーザ無しでも、同等の高い計測精度を短時間で達成できることを実証した。

- 外部連携としては、ニュートリノ速度検証に関して、関連研究機関と衛星時刻比較に関する技術協力を行った。特に高エネルギー加速器研究機構(KEK)とは H24 年度に共同研究を締結し、ニュートリノ振動検証を目的とする T2K 実験(東海-神岡間長基線ニュートリノ振動実験)に関連して、神岡、及び東海において衛星双方向による周波数・時刻比較実験、及び GPS による校正実験を H25 年度に実施した。
- 宇宙通信システム研究室との連携プロジェクトによる「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」では、独自に構築した廉価な受動測距システムを使用し、小金井、神戸、沖縄で観測した VLBI (Very Long Baseline Interferometry) 観測量を用いて放送衛星の軌道決定を行った。得られた決定精度として、解析区間のオーバーラップ比較で数 10 m の一致を得た。従来 100 m 以下の軌道決定には、専用の測距信号を用いた衛星運用が必要なため送信設備が不可欠であり、送信設備不要の簡易な受信システムのみで 100 m 以下の軌道決定が可能となる本方式は画期的である。
- 欧州宇宙機関 ESA が推進する国際宇宙ステーションを用いた高精度周波数比較実験 ACES 計画に関して、国内関係機関(東大・産総研)の意見を束ねて参画し、H25 年度には地上局を配備する世界 7 機関の一つとして世界中の候補の中から NICT が選出され、日本代表機関として地上局の運用管理を行う予定となった。H29 年初頭の衛星打上げに向け、地上局用プラットフォーム建設およびライセンス取得の準備を進めた。
- もう一つの研究課題である VLBI 周波数比較に関しては、高精度化のための広帯域システムと多地点展開のための可搬型アンテナシステムの開発を進めた。
- 広帯域受信システムの開発としては、まず電波干渉等を考慮して最適な観測周波数配列を確定し、これに適合する広帯域受信フィードを数値シミュレーションを重ねて設計・開発した。大型カセグレンアンテナ(直径 34m)の細いビーム幅にも対応可能な超広帯域(6-14GHz)フィードの実現は世界初である。小型アンテナに関しても 3-14GHz の広帯域化への改良を行った。データ処理・解析処理ソフトウェアでの広帯域化としては、データ記録ソフトの整備や鹿島-小金井間の 10Gbps ネットワーク回線の整備による分散処理システムの基盤整備等を行った。統合解析ソフトウェアに関しては、VLBI+SLR(衛星レーザ測距)+GNSS データ、及び地上測量データを統合解析するソフトウェアを開発した。
- 開発してきた各システムの評価試験を、H26 年より本格的に開始した。まず広帯域フィードを鹿島 34m アンテナに搭載し、実観測で十分な性能を確認した。また同じく広帯域化を進めつつある国土地理院・石岡局との VLBI 実験において、世界初となる 8GHz 幅の広帯域観測と、そのデータを用いた広帯域バンド幅合成に成功した。さらに米国との間で、広帯域フィードを用いた世界初の国際 VLBI 実験に成功した。また小型 VLBI システムを産業技術総合研究所(つくば)と鹿島に設置し、34m アンテナと組合せた初期実験を実施した結果、従来の帯域幅(1GHz)であっても GPS

		<p>と同程度の周波数比較精度が得られることを実証できた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ H27 年度内に、これら開発した広帯域システムと小型アンテナを組み込んだ総合評価実験を実施し、周波数比較精度の評価を行う見込み。</li> </ul>	
自己評価		主務大臣による評価	
評定	S	評定	A
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>以下に示す通り、中期計画目標を大幅に上回る成果を達成する見込みである。</p> <p><b>【時空標準の高度利用技術の研究開発】</b>では、THz 標準技術の開発において、1THz 前後の較正用周波数標準について <math>10^{-5}</math> 程度の精度で実現するための基礎技術開発が中期目標であったが、0.1~1THz までの帯域で目標を超える <math>10^{-9}</math>以上の計測精度を達成（関連論文がH25年度のNature Photonicsのresearch highlightに選出）しただけではなく、さらなる成果として、THz コム原理を応用した世界初の THz 周波数分周器開発の成功（速報論文誌 Opt. Lett 誌に掲載）、光源開発技術の応用による新たな THz 基準周波数伝送手法の創出、理論論文が H24 年度の J. Phys. B 誌ハイライト論文に選出されるなど、特に顕著な成果が得られており、中期目標を大幅に上回って達成した。</p> <p><b>【次世代光・時空標準技術の研究開発】</b>では、光周波数標準器の開発により <math>10^{-16}</math> 台の高精度化と 1 日程度への平均化時間の短縮を実現することが中期目標であったが、Sr 光格子時計において、目標である平均時間 1 日で <math>10^{-16}</math>台の精度を十二分に達成する見込みを得るだけでなく、実証実験において下記に示す種々の顕著な成果を挙げた。まず東大 Sr 光格子時計との光ファイバリンク実験（実験実施は H23 年 3 月）により <math>10^{-16}</math>の精度で周波数一致を実証し、Sr 光格子時計の普遍性を世界に証明した。この成果により応用物理学論文賞（H24）、市村賞貢献賞（H26）を受賞した。さらに衛星双方向搬送波位相比較（TWSTFT-CP）技術と連携して実施した日独 Sr 光格子時計の直接比較実験（下記 TWSTFT-CP 参照）により、NICT および独標準機関 PTB 双方の Sr 光格子時計が不確かさ <math>1.6 \times 10^{-15}</math>で一致することを実証した。これは世界初の大陸間光標準直接比較実験として顕著な成果である。また国際標準構築への貢献としては、度量衡総会下の技術諮問委員会 CCTF2012 において、Ca+イオントラップ標準および Sr 光格子時計の周波数絶対値を入力しそれぞれ採択された。CCTF2015 には In+イオントラップ標準および改良した Sr 光格子時計の周波数絶対値を入力予定である。このように、光周波数標準器の開発において特に顕著な成果を挙げており、中期目標を大幅に上回って達成の見込みである。</p> <p><b>【次世代光・時空計測技術の研究開発】</b>では、衛星双方向時刻比較（TWSTFT）技術や VLBI 時刻比較技術の高度化により、大陸間規模の周波数標準の相互比較において、1 日程度の平均化時間で <math>10^{-16}</math> 台の精度で評価する技術</p>		<p>&lt;評定に至った理由&gt;</p> <p>時空標準技術は、第 3 期中長期計画において、時空標準の高度利用技術、次世代時空標準技術、次世代時空計測技術の研究開発に取り組むこととしており、適正、効果的かつ能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ため、Aとする。主な成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 時空標準の高度利用技術の研究開発では、周波数可変な THz-CW 光源と高精度 THz 周波数計測システムを開発し、0.1~1THz で中長期計画の目標値 <math>1 \times 10^{-5}</math>に対し、<math>1 \times 10^{-9}</math>以上の計測精度を実施し目標を達成、THz 基準周波数伝送技術の基礎技術を確立した。</li> <li>・ 次世代時空標準技術の研究開発では、Sr 光格子時計において目標である平均時間 1 日で絶対周波数確度 <math>10^{-16}</math>台を達成見込みであり、比較実験で他機関 Sr 光格子時計との周波数同一性を高精度に検証するなど、標準器技術において不可欠な再現性・普遍性を実証した。</li> <li>・ 次世代時空計測技術において、衛星双方向</li> </ul>	

を確立することが中期目標であったが、とくに衛星双方向搬送波位相比較 (TWSTFT-CP) 技術を用いて実施した日独 Sr 光格子時計の直接比較実験の結果、目標である 1 日程度の平均化時間で  $10^{-16}$  位の精度を達成しただけではなく、以下に挙げる顕著な成果を挙げた。まず世界最長レベルとなる約 10000km の日独基線において 1 秒平均でピコ秒を切る計測精度を達成した。これは搬送波位相を用いない従来方式での精度を二桁以上上回る精度であるとともに、大陸間での高精度周波数比較技術において、現状世界最高の計測精度である。また NICT および独標準機関 PTB 双方の Sr 光格子時計が不確かさ  $1.6 \times 10^{-15}$  で一致することを実証したが、これは TWSTFT-CP 方式が光標準の国際周波数比較に有用であることを示した顕著な成果である。本実験の結果については、主担当者が国際学会での招待講演を行うと共に、TWSTFT-CP の評価論文および Sr 光格子時計の国際周波数比較論文を、それぞれ NICT 主著の国際共著論文として各分野の主要論文誌に発表した。このように、衛星双方向時刻比較技術の開発において特に顕著な成果を挙げており、中期目標を大幅に上回って達成した。

搬送波位相比較 (TWSTFT-CP) 技術と連携して世界最長レベルとなる約 10,000km の基線で実施した日独 Sr 光格子時計の直接比較実験で従来精度を 2 桁以上上回る 1 秒平均でピコ秒を切る現状世界最高の計測精度を達成した。

#### 「必要性」

- 正確な時間・周波数と空間位置を定め供給することは、社会生活から先端の学術研究に至るまで様々な用途を支える極めて重要な基盤である。重さや温度など 7 つの基本計量単位の中でも時間 (秒) は最も高精度な定義が可能であり、光周波数標準などの最先端技術によってその確度と精度を追及することは、あらゆる精密技術の品質向上および計測限界の突破に不可欠である。

#### 「効率性」

- 最先端の研究開発と定常業務とが分離せず活動することで、実用を見据えた最先端標準の実機開発、および最先端技術に乗り遅れない標準時業務、の双方を効率的に実現している。また技術分野的にも、周波数標準技術と時刻周波数伝送技術が同一研究室内で連動することで、効果的・効率的に各技術の評価が可能となった。ドイツと実施した世界初の大陸間光標準比較実験の成功は、この効果が現れた結果である。

#### 「有効性」

- 標準時供給サービスは広く社会に普及し活用されている。電話回線による時刻供給サービス (TelJY) では月 14 万、NTP サービスでは日に 3 億のアクセス実績があり、利用数は増加の一途である。高精度周波数標準や時刻比較技術の開発も、国際的な標準時の構築や IT 社会を支える計測制御技術の基盤として、有効に活用されている。



**「国際水準」**

- 各技術に関して世界一線級の実力を有する。周波数標準開発においてはトップクラスの周波数確度を実現しており、標準時においても世界有数の安定度と信頼性で運用を継続している。また VLBI 技術開発センターとして国際的に活動している。アジア・太平洋地域の中核機関としてリーダーシップを発揮するとともに、国際機関や国際学会などで重要な責任を担う研究者を輩出し、その活動は国際的に高く評価されている。

## 国立研究開発法人情報通信研究機構 第3期中長期目標期間終了時見込評価 項目別評価調書 No. 21

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
中長期計画の当該項目	別添4-(3) 電磁環境技術		
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）	独立行政法人情報通信研究機構法第14条第1項第一号、第五号、第六号
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-0060（平成23年度）、0065（平成24年度）、0178（平成25年度）、0169（平成26年度）

2. 主要な経年データ													
① 主な参考指標情報							② 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	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	
論文数	—	71	70	45	101		事業費用（億円）	1.5	1.8	2.1	1.7		
特許出願数	—	2	2	1	2		職員数 ※内数	24	25	25	26		

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中長期目標期間評価に係る自己評価		
主な評価軸（評価の視点）、指標等		
<評価の視点> ・中長期計画に定められた各項目の達成度 ・「必要性」、「効率性」、「有効性」、「国際水準」の観点から評価		
中長期目標	中長期計画	法人の主な業務実績等
<b>● 革新機能創成技術の研究開発</b> 超伝導、機能分子やバイオ材料など新規	別添4-(3) 電磁環境技術 (3) 電磁環境技術 電子機器、再生可能エネルギー機	

材料の優れた特性や最先端物理計測手法をいかすことで、新たな原理・概念に基づく革新的な情報通信技術を創出し、新世代の高度情報通信ネットワークの構築に必要な要素技術を確立する。また、テラヘルツ波無線通信によって、超高速・大容量無線を実現し、大容量情報へのアクセス利便性を格段に向上させるとともに、超高速特性を活かした瞬時接続による低消費電力化を実現する。また、広帯域電磁波による実時間センシングおよび分光分析の実現とバイオ・医療・工業分野等への応用展開により、生活を脅かす災害・犯罪・事故の防止と対処を可能とする。

器、省エネルギー機器等から漏えいする電磁波が情報通信機器・システムに与える影響や、情報通信機器等から発する電磁波が人体や他の電子機器等に与える影響をより正確に測定・評価する技術、ミリ波・テラヘルツ波等の極めて高い周波数の電磁波をより正確に測定する技術、無線機器の試験・較正に関する技術の研究開発を行い、国内外における電磁環境保護に係る規格制定に寄与することにより、国民が継続的に安心・安全に電磁波を利用できる環境の確保に資する。

#### ア 通信システムEMC技術の研究開発

省エネルギー機器や高周波利用設備、無線機器等により引き起こされる電磁干渉障害の発生機構を解明し、干渉の原因となる電磁波の伝搬特性を 50MHz 以上の帯域幅で評価する手法や、複数かつ同時に存在する干渉要因にも対応できる統計的識別評価法を確立する。また、これらに関連した国内技術基準、国際標準の策定に寄与する。

- ・ 省エネ機器による放射雑音機構やその特徴をモデル化するとともに、雑音統計量を用いてデジタル放送受信に与える影響を定量評価可能であることを示した。また、太陽電池パネルに対する配線が雑音放射特性に与える影響を理論的・実験的に検討し雑音抑制の方向性を示した。さらに太陽光発電等に用いられるパワーコンディショナからの伝導・放射雑音の測定・解析を行う予定である（平成 27 年度）。
- ・ 複数の干渉源の識別分離法について、統計分析の手法を用いて複数 LED 照明からの放射雑音に対する有効性を実証した。また、異なる手法として LED の点滅パターンと雑音発生との相関性を利用した雑音識別手法を開発・実証した。
- ・ 電波伝搬遅延の高精度測定法についてパッシブレーダ（水蒸気遅延推定）への応用を検討し、到来波の遅延量を単一チャンネルにてリアルタイムに推定することに成功し、さらに異地点間の同期方法を検討中である。また時間分解能向上のための 50MHz 以上にわたる複数チャンネルの連結方式を開発し、その成果は映像情報メディア学会丹羽高柳賞を受賞した（平成 26 年度）。
- ・ 従来の汎用測定器では不可能であった、1GHz までの広帯域伝導妨害波測定を可能とする、TEM セル（Transverse Electromagnetic Mode Cell: 内部に均一な電磁的横波を発生する装置）を用いた測定装置を開発した、今後測定精度向上や他方式（VHF-LISN, CDNE 等）との比較、有効性実証を行う（平成 27 年度予定）。
- ・ IEC TC77 国際標準化会議に国際エキスパートとして参画し、妨害波測定の不確かさに関する基本規格作成に大きく貢献し、IEC1906 賞（平成 25 年）を受賞した。また CISPR 国際標準化会議において雑音振幅確率分布 (APD) 測定法を製品規格へ導入するプロジェクト主導し、平成 27 年度中には国際規格化が決定予定である。NICT が主導した APD 測定に関する国際規格に準拠した妨害波測定

器が、大手測定器メーカーであるローデ・シュワルツ社に続いてアジレント（現キーサイトテクノロジー）社からも市販開始された。

- ・電磁界プローブ校正法の規格 IEEE Std. 1309:2013（平成 25 年度版）策定に大きく寄与したほか、CISPR A, B, H 各小委員会や IEC/TC77 委員会へ、国際エキスパートや国内委員会等を通じ貢献した。

### イ 生体 EMC 技術の研究開発

ミリ波帯までの電波曝露評価のための数値人体モデルの開発及び長波からミリ波までの周波数帯における生体組織の電気定数データベースの構築等を行い、電波利用システムに対する電波の安全性評価技術を確立する。また、電波防護指針への適合性を評価する手法等の検討を行い、IEC（国際電気標準会議）等の国際標準化活動への寄与文書提案を通じて、国内技術基準及び国際標準の策定に寄与する。

- ・長波からミリ波までの周波数における生体組織の電気定数測定技術の開発のための理論検討を行い、生体組織の電気定数データベースの構築を行った。
- ・様々な姿勢・体型を考慮した数値人体モデルの開発のための理論検討および人体ばく露特性の検討を行った
- ・日仏国際共同研究プロジェクトを主導し、各妊娠周期（20～32 週）を網羅した妊娠女性モデルを数 10 体開発し、世界的にも最大規模の数値人体モデルデータベースを構築した。（平成 25 年度までに達成）
- ・小児の携帯電話利用と脳腫瘍発がんについての国際疫学調査、THz 波帯非熱作用影響評価等の医学・生物研究（計 6 件）に参画し、複数周波数同時ばく露を可能とする反射箱型ばく露装置等の開発を行った。これらは、総務省・WHO 等における健康リスク評価、我が国の電波防護指針や国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）の国際ガイドライン等の根拠の強化に資するものである。
- ・LTE/MIMO 等の最新無線システムの適合性評価手法の不確かさ評価等に関する理論検討を行った。また、IEC や ITU、IEEE 等の国際標準化活動に対して、国内審議団委員長・幹事および国際エキスパートやプロジェクトリーダーとして積極的に参画し、関連国際標準規格の策定に貢献した。
- ・比吸収率校正業務について、国際相互比較試験や不確かさ評価等の信頼性確認作業を実施し、また拡張した周波数帯（700MHz 帯および 3.5GHz 帯）の校正不確かさ等に関する理論検討を行うことにより、国内電波利用状況の変化に即して、着実に業務を推進した。
- ・ワイヤレス電力伝送（WPT: Wireless Power Transmission）システムの電波防護指針適合性評価法についての議論を主導し、数値解析や実測検討に基づき世界に先駆けて結合係数を導入した手法を提案するなど、国内技術基準策定に大きく貢献する（平成 25～26 年度実績、27 年度継続予定）

### ウ EMC 計測技術の研究開発

スプリアス測定の高速度化や簡便化等に向けて、無線機器の新たな試験法を確立する。また、テラヘルツ帯までの電磁波の精密測定技術を確立し、特に 300 GHz までについては、校正の基盤技術を確立する。さらに、18GHz までの EMC 測定用アンテナの校正に対して国際規格に適合した校正業務を実施する。

- ・固体素子レーダーに対応した新たな試験方法を確立するため、スプリアス測定系の改修を行い、実際のチャプレーダーにより有効性を実証した。また船上からの海上物標の探知能力試験法の検討、海上試験用ブイの反射特性の改良、外国試験機関におけるレーダー試験設備に関する調査および試験設備への反映等を行った。
- ・省エネ機器等の普及により必要性が生じた 30MHz 以下の周波数帯における放射妨害波測定に関し、測定に使用するループアンテナの較正法を開発した。SI 基本単位（国家標準）とトレーサビリティを有する高精度な較正法であり、国際規格に適合することを示す ISO/IEC17025 認定を取得するために申請を行った。（平成 27 年度取得予定）。またこれに関連して、仲介用ループアンテナを開発、製品化した。また、妨害波測定法を考案し、国際規格（CISPR）に提案、国際規格化を主導している。

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・無線 LAN の普及、無線利用周波数の高周波化に併せて、10W, 9GHz までの電力計較正装置の開発を行い、国際規格に適合することを示す ISO/IEC17025 認定を取得した。また、75Ω系の電力計の較正装置を開発した。</li> <li>・18GHz までのアンテナ較正に必要な測定器の線形性を担保するために用いる減衰器について、10MHz～18GHz の間の任意の周波数で SI 基本単位（国家標準）とトレーサビリティを有した状態で較正が行える手法を開発し、ISO/IEC17025 認定を取得した。</li> <li>・110～170GHz の電力標準を開発し、電力計較正装置を開発、世界に先がけて較正サービスを開始、民間企業に対し較正結果を提供した。また、電力の絶対値を測定する方法として、ミキサの周波数変換損失を決定する方法を提案し、その妥当性・有効性を実験により証明した。</li> <li>・500GHz までのアンテナ較正装置を構築し、標準ゲインホーンアンテナの較正を実現した。</li> <li>・各種材料の誘電率測定について、レンズアンテナを用いた自由空間法を 330GHz まで可能にし、TDS を用いた測定法による結果と比較、原理が異なる 2 つの測定法による結果が一致することを示した。</li> <li>・較正業務を着実に実施した。（指定較正機関は 3 社に増え、較正件数が増加）</li> </ul>	
自己評価		主務大臣による評価	
評価	A	評価	B
<p><b>【評価結果の説明】</b></p> <p>以下に示す通り、各項目について中期目標を上回る顕著な成果が着実に得られる見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネルギー機器である LED 照明器具からの広帯域妨害波の発生機構や、雑音統計量によって放送受信への影響を直接予測可能であることを明らかにした。さらに複数の LED による重畳雑音から雑音源を識別する手法を開発・実証し目標を十分に達成した。LED からの電磁雑音は、スイッチング電源を持つ省エネルギー機器に共通の性質を持つことから、上記検討結果は将来のスマートコミュニティの EMC 問題に広く適用可能な重要な成果である。また地上デジタル放送波を用いた高精度伝搬遅延のリアルタイム推定に成功したことは計画を上回る成果と言え、さらにパッシブレーダへの応用に大きく前進したことは極めて画期的な成果である。IEC TC77 国際標準化会議における基本規格作成への貢献や、CISPR 国際標準化会議における電磁雑音の妨害波統計量（APD）測定法を用いた製品規格導入プロジェクトの主導（国際規格最終原案（FDIS）が発行）など、研究成果の社会還元が着実に行われた。</li> <li>・低周波数帯（100Hz 以下）および高周波数帯（10GHz 以上）における生体組織電気定数測定手法の改良のための理論的検討を行うとともに、各妊娠周期を網羅した世界最大規模の妊娠女性数値人体モデルデータベースを構築すること等、長波からミリ波帯における電波の安全性評価技術の確立に向けた研究を推進した。電波の安全性に関する医学・生物研究（6 件）に参画し、曝露評価や曝露装置開発に貢献した。LTE/MIMO 等の最新無線システムの適合性評価手法を開発するための理論的検討を実施し、当該手法を IEC 国際規格改訂案に反映させるとともに、IEC や ITU 等の国際標準化活動に対して、</li> </ul>		<p>&lt; 評価に至った理由 &gt;</p> <p>電磁環境技術は、第 3 期中長期計画において、通信システム EMC 技術、生体 EMC 技術、EMC 計測技術の研究開発に取り組むこととしており、「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と認められるため、B とする。主な成果は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信システム EMC 技術では、LED 照明の妨害波モデル構築及び雑音統計量による TV 受信への影響解明、TEM セル型広帯域伝導妨害波測定装置の開発、地上デジタルテレビジョン放送信号を用いた</li> </ul>	

国内審議団体委員長・幹事および国際エキスパート等として積極的に参画し、関連国際標準規格の策定に貢献した。比吸収率較正業務について、国際相互比較試験や不確かさ評価を実施し、また国内電波利用状況の変化に即して、対応周波数拡張等（700MHz 帯および 3.5GHz 帯）を着実にを行ったことは重要な成果である。

### 「必要性」

- ・複雑化・高密度化する電波利用環境においては、情報通信機器・システム同士が電磁的相互干渉なく、かつ安全な情報伝達ができる調和のとれた環境の実現を目指す研究開発は世界的に極めて重要である。妨害波測定技術や電波利用システム内・システム間相互の電磁干渉の評価技術の研究開発の必要性は高い。
- ・通信やエネルギー伝送など、電波利用の多様化と周波数拡大が急速に進む中で、電波の人体への影響の評価や規制導入のためのばく露量計測技術に関する研究開発や国際標準化に取り組むことは、電波利用の安全・安心を確保する上で極めて重要であり、継続的な研究開発を必要とする。
- ・無線機器の試験・較正業務と関連する技術開発は、我が国における無線システム運用と電磁環境維持の基盤となるものである。
- ・上記の電磁環境に関連する研究課題は、国内外の電磁波利用技術動向と標準化動向を考慮しつつ国が先導的・継続的に研究を進めるべき分野であり、また NICT として、これまで得られた研究成果を内外の技術基準等に反映するとともに、新たな課題に対する研究開発を行う責務・必要性は高い。

### 「効率性」

- ・国内外の電磁波利用の技術動向や国際標準化動向を踏まえた適切な研究テーマ、重点化項目、スケジュールが設定されており、計画された研究項目については年次計画に従い、効率よく研究開発が実施されている。成果として、多くの論文発表、特許出願・技術移転がなされ、各種技術策定等の社会還元が行われており、効率性は高い。
- ・EMC 分野における NICT 独自の研究成果が関連国際標準化会議で採用されるケースも少なくない（例：CISPR における妨害波測定法やアンテナ校正法、IEC/TC77 における妨害波測定法（TEM デバイス試験法等）、IEEE における電磁界プローブ校正法、NICT 開発の数値人体モデル等を用いた研究成果に基づく国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）の国際ガイドライン、IEC や IEEE における比吸収率（SAR）測定法や較正法など）。これらの技術基準が世界中で利用されていることは、高く評価されるべきであり、研究成果の社会還元の観点からは非常に効果的と考えられる。
- ・また、大学等研究機関との共同研究や産学連携を積極的に推進し、我が国の中核的研究所としての役割を十分に果たしている。さらに、我が国の EMC 関連技術の向上に役立てることを目的として、研究成果の社会還元・普及に努めている。

精密伝搬測定法を開発した。この技術は水蒸気遅延量推定への応用などの成果が出ている。

- ・生体 EMC 技術では、様々な妊娠周期を模擬した数値人体モデルや 10KHz～100GHz の生体電気定数データベースの構築及び LTE/MIMO 無線システム・ワイヤレス電力伝送（WPT）等の電波防護指針への適合性評価法を確立した。
- ・EMC 計測技術では、新方式固体素子レーダに対応した測定手法を確立した。110～170GHz の電力標準開発と世界初の較正業務の実施、500GHz までのアンテナ較正装置の構築、30MHz 以下のアンテナ較正法の開発と国際標準化への寄与と較正業務への反映を行った。

<総務省国立研究開発法人審議会の意見>

電磁環境分野についての国内研究機関としては、機構と同等の成果を期待できる機関は他に無く、機構においては当該分野の人材確保等について検討することが必要である。

**「有効性」**

- ・以下に記載する有効な成果があげられる。
- ・LED 照明等の省エネルギー家電製品からの電磁雑音放射特性、雑音波形や統計量、通信への影響について有効な知見を得た。電磁雑音の統計量 (APD) 測定法や無線通信影響評価技術に関する研究開発を世界に先駆けて行い、CISPR 国際標準化会議において製品規格への導入プロジェクトを主導したことは顕著な成果として評価できる。また地上デジタル放送信号の高精度伝搬特性測定法のリアルタイム実証に成功し、気象予測を目指したパッシブレーダへの応用の可能性も明らかになったことは重要な成果である。
- ・電波による人体への影響評価技術に関しては、数値人体モデルの改良・高精度化のためのアルゴリズム開発や電気定数測定システム開発のための基礎検討を行い、これらの成果に基づき、総務省委託研究により 100GHz 超の生体組織電気定数データベースを構築する等、世界的にもトップクラスの画期的な成果をあげている。また、国際非電離放射線防護委員会メンバー (14 名) の一員として、国際ガイドラインの策定に貢献する等、電波に対する人体の安全性確保のための国際的に重要な責務を果していることは高く評価される。さらに、新たな電波利用システムであるワイヤレス電力伝送に対してもばく露評価技術の研究開発を通じて、世界で初めて結合係数を用いた国内規制導入を実現する等、顕著な成果をあげている。
- ・無線機器の較正について、110GHz までの減衰器及びホーンアンテナの利得の較正の不確かさを半減させる改良を達成しており、世界トップレベルの 110GHz までの較正システムを構築し業務を行っている他、無線機器の試験法についても国際基準に対応するための試験環境・試験法の技術開発を積極的に進めていることは評価できる。さらに、今後のミリ波等の超高周波帯の利用拡大に対応するために 170GHz までの国家標準トレーサブルな電力較正の実現を世界で初めて可能としたことは極めて高く評価すべきである。

**「国際水準」**

- ・妨害波測定法の開発から電磁干渉機構解明・無線システムへの影響評価、さらには国際標準化まで一貫した研究開発を実施している点で国際的に優位性を持つ。電磁干渉評価技術では近年の IEEE EMC 最優秀論文賞受賞 (平成 23 年度) や国際シンポジウムへの招待/依頼講演実績 (中期計画期間中 4 件) が示すように世界トップレベルである。また IEC/CISPR 等への国際標準化会議への参加・寄与実績も豊富であり、産業界の技術動向や問題の把握、最新研究成果の国際規格へ寄与を行っている。
- ・電波の人体ばく露量評価のための数値人体モデルや SAR 測定装置等の要素技術の研究開発において世界トップレベルを維持している。数値人体モデルの構築法や電磁界数値計算手法については国際シンポジウムにおける論文賞や招待講演の

実績を有する。国際標準化活動においてはスイス連邦工科大学（ETH）研究所と競合するものの、当該研究所は中立性に問題（産業界助成）があるために、医学・生物研究および健康リスク評価等の国際活動においてはNICTが優位性を維持しており、国際非電離放射線防護委員会のMain Commissionメンバー（定員14名）にも選出されている。

・我が国の基準試験機関として、60年以上にわたる無線機の試験・較正業務の実績とノウハウを蓄積しており、110GHzまでの較正が可能な世界で数少ない機関の1つである。さらに超高周波帯の電力較正技術についても独自の手法も含め世界に先駆けて研究開発を行い、世界で初めて170GHzまでの国家標準準拠の電力較正サービスが可能な体制を構築した。アンテナ較正技術に関しては世界6較正機関による巡回比較試験を実施した。世界最高水準の電波暗室等の設備を整備し、基準測定場（サイト）として国際標準を満足する能力を証明している。