

情報通信分野の第 3 期総括的 フォローアップ取りまとめ (情報通信 P T 報告書)

情報通信 P T

平成 2 3 年 3 月

各領域ごとの記載（凡例）

（○○○○領域）

（1） 第3期の研究開発の成果等

- ・第3期(H18～22)の主要な成果目標とその成果
 - ・成果目標
 - ・対応する主な施策の成果
- ・「領域」、「重要な研究開発課題」の成果及び今後の課題
 - ・総括
 - ・主な委員意見等
 - ・施策の具体的課題等
- ・第4期(H23～27)の取組
 - ・平成23年度の主要予算要求項目

（2） 第4期に向けて:総括的コメント

（情報通信分野全体の総括的意見）

- （1） 第3期の研究開発の成果と課題
- （2） 第4期に向けての総括的コメント

目次

(ネットワーク領域)	4
(ユビキタス領域)	12
(デバイス・ディスプレイ等領域)	16
(セキュリティ領域)	26
(ソフトウェア領域)	32
(ヒューマンインタフェース及びコンテンツ領域)	36
(ロボット領域)	45
(研究開発基盤領域)	52
(情報通信分野全体の総括的意見)	57
(参考)情報通信分野の第3期科学技術政策目標と研究開発課題の関係	60

(ネットワーク領域)

(1) 第3期の研究開発の成果等

第3期(H18~22)の主要な成果目標とその成果

第3期のネットワーク領域における重要な研究開発課題に対する各省の主要な成果目標とそれに係る主要施策の成果は以下の通り。

成果目標：・2010年までに、非常時や災害時においてもネットワークの自律再構成機能により、接続性や品質の確保を可能とする新しいネットワーク制御技術を開発する。【総務省】
・2008年度までに、重要インフラにおけるIT障害の発生を限りなくゼロにする。【総務省】

対応する主な施策の成果：

- 「新世代ネットワーク基盤技術に関する研究開発」(総務省)
 - 新世代ネットワークのアーキテクチャを産官学の幅広い分野の人材からの様々なアイデアを検討し、概念設計書を取りまとめた。
 - 動的にトラフィックや経路を制御するダイナミックネットワーク技術に資する計測技術を開発し、この技術を用いて、ネットワーク品質の変動があってもストリーム品質が保障できる技術等を開発。
 - 10%程度のリンク障害が同時に発生するような状況においても、経路長をさほど変えず、障害発生後のネットワーク到達率を41%から97%に改善できるディペンダビリティ確保技術を開発。
 - 分散的にサービス処理を可能とするネットワーク内の物理資源を研究者等がソフト的に自由に確保し、ネットワークプロトコルの検証を行える環境をPCベースで開発し、ネットワークテストベッド(JGN2plus)を利用して実証実験を実施した。
 - 国際連携の観点からは、欧米との連携体制を整えるとともに、米国NSFとは共同研究プロジェクトを実施している。
 - 研究マネジメントの観点からは、産学官の連携により、(独)情報通信研究機構(NICT)内に新世代ネットワーク研究開発戦略本部を設置(平成19年9月)し、ネットワーク研究開発の社会的効果を明確化し、研究を戦略的に推進した。また、民間組織である新世代ネットワーク推進フォーラムを通じて、情報共有と国際標準化戦略の策定等を実施。

成果目標：・世界に先駆けて、未利用周波数帯の開拓や周波数有効利用技術の高度化を図り、いつでも、どこでもネットにつながるユビキタスネット環境を実現する。【総務省】

対応する主な施策の成果：

- 「移动通信システムにおける周波数の高度利用技術に向けた要素技術の研究開発」(総務省)
 - 第3世代携帯電話やPHS、その他の無線方式から電波利用状況に応じて最適な無線方式を選択することで、地域全体で最適な無線通信によるインターネット接続を実現する広域コグニティブ無線技術を世界で初めて開発。試作機500台を用いた大規模な実証実験を、2010年9月1日~2012年3月31日にかけて藤

沢市において実施。当該実証実験による検証等を経て、本年度内に広域コグニティブ無線ルータを商用化し、ベンチャー企業によるサービスも開始される予定。

- 本研究開発で開発された空間分割多重技術やセル境界のスループット向上技術（従来方式の2倍以上）については、第4世代携帯電話等の今後の移動通信基地局制御技術として採用される見込み。
- 国際標準化の観点からは、コグニティブ無線、第4世代携帯電話の研究成果に関して、国際電気通信連合（ITU）、米国電気電子学会（IEEE）の活動に寄与。

成果目標： ・2010年までに光技術やIP技術を導入すること等によってテラビット級のテストベッドネットワークを構築し、新しい技術を取り入れた新世代のネットワークの運用・管理技術を確立する。【総務省】

対応する主な施策の成果：

○ 「最先端の研究開発テストベッドネットワークの構築」（総務省）

- 国内及び海外（米国・タイ・韓国・中国・シンガポール）の複数の拠点間を接続し、ネットワークの計測・解析技術、運用管理技術等の実証・評価を実施。
- 広域 IPv6 マルチキャストの実証環境が構築され、実証評価を推進し、各社のマルチキャスト実装に貢献。現在は、IPv6 マルチキャストを用いた IP 多チャンネル放送がサービス提供されている。
- 光ファイバーによる高精度・高確度周波数信号の供給システムについて、テストベッドを活用して実証実験を実施。伝送中にうける攪乱を打ち消すための独自手法を確立するとともに発表当時世界最長となる距離 204km の高精度周波数信号伝送に成功。
- 光テストベッド環境を活用した安全性の高い暗号鍵配送技術の研究を実施。都市圏敷設ファイバーで世界最高速の量子暗号鍵配送に成功。（世界最長（97km）かつ最高速（従来比で100倍））。
- 国内機関と海外機関を JGN2plus で接続し、日本・欧州間での協調シミュレーション・データ共有を実現。10G でのデータ伝送速度世界記録（LSR）を10度にわたり更新し他を大きくリード。
- 光テストベッドにおいて、1.28Tbps の伝送実験に成功する等、テラビット級ネットワークの基盤技術を実証。
- 研究マネジメントの観点からは、新世代ネットワーク推進フォーラムテストベッドネットワーク推進ワーキンググループにおいて、新世代ネットワークの研究開発との連携を考慮し、ロードマップを策定する等、産学官連携により実証実験等を充実かつ円滑に推進することができた。

成果目標： ・2015年までにオール光通信を可能とし、ますます増大する通信トラフィックでも超低消費電力な安定したネットワークを実現する。【総務省】

対応する主な施策の成果：

○ 「フォトニックネットワーク技術に関する研究開発」（総務省）

- 100Tbps 級のスループット（処理能力）をもつ超大容量光スイッチノードを小型・低消費電力で実現する要素技術を確立し、それらを組み込んだ世界初の多階層光スイッチノードの実証実験により、スループット 10Tbps の光スイッチングに成功。また成果の一部である 4 値位相変調方式は、40Gbps DWDM 光伝送

システムに組み込まれ大容量商用基幹網へ実展開（北米の光 NW 機器部門別シェア第一位）。

- End-to-end 100Gbps 級の大容量通信実現に向け、1,000 ノード規模（従来の 10 倍）の光ネットワーク規模拡張性を持つ光パスの自動経路制御技術、世界初の偏波多重 4 値位相変調方式の集積化変調器、世界最速（従来の 3 倍）の軟判定 FEC（誤り訂正）技術、光網に 100Gbps（現在の 100 倍）で高速アクセスする技術等を開発し、広域 LAN 環境を試験的に実現。成果のうち、自動経路制御技術の障害回復機能は製品化され、学術情報ネットワーク SINET3 にも採用。また、得られた研究開発成果の国際標準化にも成功（自動経路制御技術 IETF RFC6007、光位相変調技術 ITU-T G. 696.1）。
- フォトニック結晶メモリを用いた 4 ビット光 RAM サブシステムを実現。さらに 40Gbps 級光パルス信号の光メモリへの書き込み、任意時間保持、読み出し動作を実現し、世界初の光 RAM サブシステムを実証。
- 光の多重性を利用した光ラベル処理技術と、その光通信システムへの応用研究に関して、処理可能なラベル数を最大で 2 の 50 乗にできる可能性を、世界に先駆け実験実証。
- 光符号処理技術を応用し、10Gbps イーサネットを複数ユーザ収容可能な世界初の光符号分割多重アクセス (OCDMA) システムプロトタイプを開発し、動態展示、フィールド伝送に成功。同システムは、ほぼ全ての面で世界最高性能を達成。
- 世界最速インタフェース速度（最速電気ルータの 32 倍）の、光バッファを有する 1.28Tbps/port 光パケットスイッチの試作に成功。
- 研究マネジメントの観点からは、プログラムコーディネータの指導等により、NICT 委託研究と NICT 自主研究との有機的な連携を図り、委託プロジェクト間、委託-自主研究間等で産学官連携を積極的に推進し、役割分担による開発の効率化や相互接続したシステム検証による成果の統合化等を行った。
- 関連する研究開発成果についても戦略的に国際標準化を実施。（10/40/100Gbps イーサネットの広域光転送に関して、符号変換・品質モニタ方式を日本提案で国際標準化（ITU-T G. 709 OTN 光転送網、40G は本研究成果）。本成果の一部を活用した国産の通信用 LSI は世界的にも普及。）

成果目標： ・企業が利用するに足る信頼性等を満たす新形態の IT 資源に関する、ソフトウェア部分の技術開発・実証を行う。【経済産業省】

対応する主な施策の成果：

- 「次世代高信頼・省エネ型 IT 基盤技術開発・実証事業」（経済産業省）
 - 平成 22 年度から開始した事業であり、現在成果をとりまとめているところ。
 - 研究マネジメントの観点からは、ソフトウェアベンダ、大学、公的研究機関、民間の基礎研究所等が密に連携して、研究開発を実施している。また、総務省がネットワークを通じた複数クラウド間での連携技術やネットワークのセキュア化技術の研究開発であるのに対し、当省の事業はデータセンター内を中心としたソフトウェア基盤の信頼性・相互運用性・エネルギー効率を高めるための技術開発・実証であるが、情報交換、連携等を適切に図っている。

成果目標： ・我が国が強みを有する光技術を活用し、爆発的に増大するネットワーク上の情報を省エネルギーかつ安定的に処理する光ネットワークを目指し、電子・光技術を活用した高効率なネットワーク機器・デバイス・機能部材を実現し、省

エネルギーな IT 利活用環境を実現する。【経済産業省】

対応する主な施策の成果：

- 「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」（経済産業省）
 - 25Gb/s × 4ch の、16mm 角小型光受信器を開発。
 - 20Gbps 直接変調 1.3 μm 帯量子ドットレーザ室温動作等、世界初技術を実現。
 - 40Gbps シリアル、100Gbps イーサネットの標準化提案および国際標準化採用。
 - 大規模エッジルータの 40Gbps, 4M フロー/秒に対応するトラフィック計測・分析技術を実現。
 - 非圧縮のスーパーハイビジョン信号 (Dual-Green 方式、24Gb/s) を 160Gbps-LAN にて伝送することに成功。
 - 標準化提案のタイミングに合わせた加速資金投入により、デモシステムを構築し、標準化採用を効果的にサポート。
 - 研究マネジメントの観点からは、標準化提案のタイミングに合わせて加速資金投入し、支援した。

「領域」、「重要な研究開発課題」の成果及び今後の課題

・総括

ネットワーク領域においては、ディペンダブル、省エネ、ユーザの要求に応じたサービスの柔軟な提供等が可能な新世代ネットワーク環境の実現を目指して、要素技術の開発が進展した。特に、新世代ネットワークについては、欧米との連携を図りつつ、動的に経路等を制御可能なダイナミックネットワークやディペンダビリティ確保等の要素技術、フォトニックネットワークについては、超高速光バックボーン伝送技術、100 Gbps およびそれを超える LAN/MAN 技術等の要素技術に成果があった。

今後は、新世代ネットワークのアーキテクチャ・プロトコル技術、フォトニック技術、ワイヤレス技術、実装等のデバイス技術等の要素技術のシステム化を視野に入れて、第3期の成果のうち有望な方式のプロトタイプを実装し、実証基盤であるネットワークテストベッドとの連携を密にして推進することが課題であると考えている。新世代ネットワーク等、一定の成果が得られたが、同ネットワークを使用することで初めて得られるサービス提示等、具体的にどのような利点があるかを説明する必要がある。

・主な委員意見等

第3期の成果及び今後の課題に関する情報通信 PT の委員の主な意見は、以下の通りである。

- 新世代ネットワーク等、ある程度の成果が得られたが、最終的に国民にわかりやすい報告書を書くにあたり、具体的にどのような利点があるかわかりやすい例があれば良いと思う。
- ネットワークに関係する無線技術、IP 技術の高度化等の個々の成果は世界的にみて誇るべきものと考えられるが、列記項目数が多いこともあって、総花的な記載となっている（そのため返って成果のインパクトが小さい）印象を受ける。
- NICT における NWGN 戦略推進室が発足し、本格的な研究推進体制が固まったことは評価したい。「新世代ネットワーク推進フォーラム」の活動とあわせ、世界をリードする研究推進を期待する。
- 国際的な標準化活動の中でイニシアティブが取れることが重要。
- ネットワーク領域の新世代ネットワークについては、この5年間、米国 NSF ファンドの Future Internet 関連プロジェクト群および EU FP7 の Future Network 領域の関連

プロジェクトと激しい競争と、いくつかの連携活動が進んできた。その中で日本勢が対等以上に研究を進めているプロジェクトもいくつか見られ、現時点ではほぼ対等に研究開発が進捗していると考えられる。第4期では第1フェーズが終わり、有望な方式のプロトタイプを実装し、ネットワークテストベッドでの実証実験、標準化を推進する第2フェーズに突入する。これまでの成果を実証するためのNICT、企業、大学の連携プロジェクトへの予算獲得がより重要になると考えられる。

- フォトニックネットワークについては、NICTの自主研究と委託研究プロジェクトの推進によって、超高速光バックボーン伝送技術、100Gbpsおよびそれを超えるLAN/MAN技術、超高速スループットフォトニックルータ技術において世界トップ乃至トップレベルの成果をあげている。第4期では次世代高効率ネットワークデバイス領域での成果も活用し、企業における実用化に向けた開発につなげることが重要である。一方、100Tbps以上の光コヒーレント伝送技術、Pbpsスループットの全光パス・パケット統合ノードの研究を重点的に推進し、世界を先導することが重要である。
- 最先端の研究開発テストベッドについては、いくつかの世界初の先端の実験がJGN2plusと欧米、アジアのネットワークを接続して行われる等、ネットワーク領域は勿論、ユビキタス、セキュリティ、ヒューマンインターフェース・コンテンツ領域の研究推進に貢献してきており、その役割は大きいと考えられる。

・施策の具体的課題等

主要な施策に関する具体的な成果及び今後の課題は以下のとおりである。

- 新世代ネットワークのアーキテクチャに関して、設計目標と設計原理を取りまとめることで、概念設計を完了。利用者ニーズや通信環境に対応してダイナミックに最適なネットワークサービスを提供することを目標とした、「ダイナミックネットワークの構造設計・構築・制御に関わる課題」に関する研究開発や、障害や輻輳の検出やそれらを検出した場合にでも回線の持続性を確保することを目標とした、「ディペンダビリティ確保に関わる課題」に関する研究開発を終え、世界に先駆けてダイナミックネットワークの要素技術を確立。今後は、プロトコル実装も含めたアーキテクチャの具体化及び実証実験等を通じた当該アーキテクチャ及び各要素技術の統合化等が課題。
- 将来の移動通信システムに対する大容量化・高速化のニーズに対応するため、次世代移動通信を含めた移動通信システム全体の周波数利用効率を大幅に増大させる技術の研究開発を推進し、世界的な優位を確保する成果が得られた。さらなるトラヒックの急増に対応するためには、移動通信用の新たな周波数を確保する一方で、さらなる周波数有効利用技術の研究開発を続けていく必要がある。
- テストベッドネットワークについては、マルチキャリア・マルチベンダ環境のもとでコアネットワーク等の技術実証・評価を推進したことにより、ネットワーク機器の実用化・高度化や通信ネットワークの高度化をタイムリーに実現。今後は、2015年度末までに、セキュリティ、エネルギー消費等の現在のネットワークが抱える問題を抜本的に解決する新世代ネットワークのシステム技術を確立することに寄与することが課題。
- フォトニックネットワークに関しては、超大容量光スイッチングや広域光ネットワークキングに世界で初めて成功し、また、光メモリ技術、光ラベル処理技術、光パケットスイッチ技術等の原理、要素技術を世界に先駆けて実証した。今後は、伝送容量のさらなる超大容量化を目指すとともに、光ネットワーク全体の超低消費電力化に向けた研究開発が課題。また、残された難易度の高い要素技術の研究開発と、それら新しい要素技術のシステム化に向けた研究も進める必要がある。
- 高信頼クラウドサービス制御基盤技術及び環境対応型ネットワーク構成シグナリング技術に関しては、クラウドシステム間におけるリソース再構成等の基本機能のプロト

タイプ開発等を進めるとともに、クラウド連携のための高信頼・省電力なネットワーク自律最適制御技術等に係るアーキテクチャ設計等を行っている。今後、プロトタイプの機能拡張の検討、開発や技術検証環境の構築、検証実施のほか、各要素技術等を連携させる実証実験、総合評価等を行う必要がある。

- デバイス技術に関しては、高速低電力のデバイス開発と、それらデバイスを用いたシステム化技術を開発。今後は、デバイス・システムを完成させ当初目標である低電力化の実現が課題。

第4期（H23～27）の取組

・平成23年度の主要予算要求項目

第3期の課題を踏まえた、平成23年度における各府省の主な予算要求項目は以下の通り。

- 「新世代ネットワーク基盤技術に関する研究開発」（総務省）
 - サービス品質・セキュリティ及び信頼性の飛躍的向上を目指して、新世代ネットワークの基本構造を構成する要素技術等をさらに発展させ、将来の利活用を想定した実証実験を通じて、仮想ネットワーク基盤技術や多種多様なネットワークサービスを収容する技術等の新世代ネットワーク基盤技術を確立することを目標とする。
 - 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。
 - 伝送速度や信頼性、端末の接続数等、要求条件の異なるネットワークサービスを同時に提供可能とするため、新しい通信機能やサービスを複数同時に収容するための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ス・パケット統合ネットワーク上で新たに実現する。
 - 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、個々の利用者が要求するネットワークサービスを複合的に収容し運用管理を可能とするため、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。
 - 「次世代移動通信システムにおける周波数高度利用技術の研究開発、超高速移動通信システムの実現に向けた要素技術の研究開発、次世代移動通信システムにおけるスマート基地局に関する研究開発」（総務省）
 - 携帯電話等の通信量の急増に対応するため、移動通信システムに適した6GHz以下の周波数帯において、伝送速度や周波数利用効率の向上等、移動通信システムにおけるさらなる周波数高度利用技術を確立することを目標とする。
 - 超高速移動通信システムについては高周波数広帯域MIMO伝送技術、準見通し伝搬路を確保するための反射板の設計・開発等を実施し、研究開発の最終年度である2012年度までに、超高速移動通信システムについて10Gbpsの移動通信を可能とする要素技術を確立する。
 - 次世代移動通信システムにおいては、異なる大きさのセルが混在する環境下における複数基地局間協調制御技術、異種無線システム動的利用による信頼性向上技術、同一周波数帯における複数無線システム間無線リソース制御技術、異種無線システム協調制御による周波数有効利用技術、異種無線システム対応端末技術の研究開発を実施し、周波数利用効率を2倍に向上させる基地局の伝送技術及びエリア全体の自律制御技術を確立する。
- 2013年度以降についても、伝送速度や周波数利用効率の向上等、移動通信システ

ムにおけるさらなる周波数高度利用技術の研究開発を着実に進めていく。

- 「新世代通信網テストベッド（JGN-X）構築事業」（総務省）
 - セキュリティ、エネルギー消費等の現在のネットワークが抱える問題を抜本的に解決する「新世代ネットワーク」の実現に不可欠な要素技術を統合した大規模な試験ネットワークを構築し、実証・評価を通じ、新世代ネットワーク基盤技術を確立する。
 - 試験ネットワークを技術評価環境（テストベッド）として広く産学官に開放し、新しいアプリケーションのタイムリーな開発を促進。海外の研究機関との接続により、戦略的な国際共同研究・連携を推進する。
 - ICTの国際競争力を左右する中核技術を確立し、研究開発・標準化競争で主導権を確保し、経済成長を実現する。
- 「フォトニックネットワーク技術に関する研究開発」（総務省）
 - 様々なサービスニーズに応えつつ通信量の飛躍的増加に伴う消費エネルギーの増大を抑えるとともに、高信頼性も確保する光ネットワークの実現を目指し、基幹回線からアクセス回線にまたがる光ネットワーク全体にわたってのアーキテクチャを確立する。また、光ネットワークの物理層における機能・容量・効率の各限界を打ち破る技術を確立する。さらに、将来に向けて持続発展可能な光ネットワークを実現するため、光の波動性や高速電子・光デバイスを積極利用した基盤技術を開発する。
- 次世代高信頼・省エネ型IT基盤技術開発・実証事業」（経済産業省）
 - クラウドコンピューティングを利活用した、新サービスの創出、産業の高次化を実現する実証事業を実施するとともに、必要となる信頼性向上技術等の基盤的技術開発を実施する。また、得られる制度運用、技術の成果等について、中小企業のコミュニティ構築等による普及を行うことで、中小企業事業者におけるクラウドコンピューティング利活用を促進する。
- 「超低消費電力型光電子ハイブリッド回路技術開発事業」（経済産業省）
 - 情報量の飛躍的な増加に伴う消費電力の増大を抑制し、かつ高速大容量の情報処理能力に優れる情報通信ネットワーク機器を構成する光情報処理デバイス・回路の基盤技術を開発する。

（２）第４期に向けて：総括的コメント

第３期主要施策の成果及び今後の課題を踏まえ、情報通信PTの委員の意見及び平成23年度の優先度判定での理由等を参考にし、第４期に向けての総括的コメントは以下のとおり。

新世代ネットワーク、フォトニックネットワーク技術、ワイヤレスネットワーク技術等のネットワーク基盤技術は、グリーンイノベーションの実現、我が国の産業競争力の強化、国家存立の基盤の保持のために必須の技術であり、第４期においても第３期の研究成果で有望となるものを絞り込み、それにリソースを集中し、引き続き強化を図る必要がある。

特に、ネットワーク基盤技術の研究開発における欧米との連携を一層強化し、仮想化ノードや光パス・パケット統合ノード等の我が国の強みのある技術を欧米のプロジェクトでも採用するよう働きかけるとともに、逆に欧米の良い方式を我が国でも利用する等、相互利用の関係を推進する体制を整えることが今後の我が国の国際標準化戦略の展開において

有効であると考え。更に、我が国の産業の国際競争力向上の観点から、光デバイス等の我が国の強みのあるデバイスの開発・普及の取り組みを推進することも重要である。

また、ネットワークテストベッドは、新世代ネットワークの開発とその利活用推進に必要な不可欠な研究開発プラットフォームとして極めて重要であり、第4期においても科学技術の共通的、基盤的な施設及び設備として、引き続き、広く利用しやすいものになるように推進すべきである。特に、有線・無線統合のネットワーク環境、仮想化されたネットワーク環境、さらに大規模なネットワークでの実証を可能にする高性能のシミュレータ・エミュレータ機能を組み合わせた先進的なテストベッド構築が必要である。

さらに、第4期においては、新世代ネットワークの研究開発とともに、今後、利用が拡大するクラウドシステムの高信頼化、省エネ化に資する研究開発が必要である。これらの研究開発の推進においては、ネットワーク領域のみならず、セキュリティ、ユビキタス、デバイス、ソフトウェア等の領域を統合した検討が重要である。総務省と経済産業省との具体的な連携の下、実用化に向けての全体構想を明確化し、かつ、これを共有して、具体的な研究連携体制を早急に構築すべきである。

ネットワーク技術の大容量・高速・省電力化に向けた技術開発は今後も必要であるが、得られた技術成果を国内外で活用しサービス事業の展開、イノベーション創出につなげる施策展開も並行して進めることが極めて重要である。

主な情報通信 PT の委員の意見及び平成 23 年度の優先度判定での理由等は、以下の通りである。

- 通信ネットワークの拡大・拡充は必要であるが、今後、少子高齢者化が進み全体的に人口が減ると、現在のニーズの挙動が変化する可能性がある。産学連携では、利用者の立場の人を積極的に活用して行なえば良いと思う。
- 科学技術イノベーション戦略協議会（仮称）において、ネットワーク領域の将来ビジョン、戦略ロードマップを策定し、重要課題達成のための戦略を策定することが期待される。
- 新世代ネットワークの研究開発は、平成 23 年度新規プロジェクトである新世代通信網テストベッド（JGN-X）との連携を密にして実施することが重要である。
- 新世代通信網テストベッド（JGN-X）の開発・研究については、新世代ネットワークを将来完成させるために不可欠なステップであり、来たるべき情報ネットワークのパラダイムシフトに対応するための研究開発プラットフォームとして極めて重要であることを踏まえ、国際共同研究・連携・標準化を戦略的に推進するとともに、ネットワーク利用がオープンで使いやすいものになるよう努力すべきである。
- フォトニックネットワーク技術は、次世代のオール光ネットワークのコアになる研究開発であり、総務省の新世代ネットワーク研究開発等の関連プロジェクトとの連携を強化すると共に、実用化に向けた全体構想を明確にした上で、経済産業省のネットワーク関係のデバイス関連施策との連携による製品化を視野に入れて、研究を推進すべきである。
- 第4期においては、各省のこれらの研究開発の成果の全体像を整理し、国民にわかりやすく、具体的にどのような利点があるかを説明することが必要である。
- ネットワークのイノベーションには、デバイスレベルでの研究と上位レイヤーとの研究を並行、一体的に進める必要がある。
- 今後のネットワークは消費電力削減が大きな競争力要因になると思われる。我が国の技術は世界トップレベルであると思うが、さらにレベルアップを図る必要がある。
- とくに、今後の発展が予想される BOP 市場では、低消費電力で動作する情報通信システム・端末機器が必要であり、その観点からもこの分野の技術を進めることが重要で

ある。

- 第3期基本計画期間中に、ネットワーク領域での日本の状況は大きく変化した。あらゆる機会をとらえて研究成果等をアピールしていくことが必要で、第4期に向けてそのような問題意識と努力目標を明確にすべきである。
- 第4期は新世代ネットワークの研究開発がまさに第2フェーズの正念場を迎える時期であり、インターネットやNGNの現行IPネットワークを超える新世代ネットワークの具体的な方式とそれによる新しいサービスのプロトタイプを実装し、第4期のネットワークテストベッドにより実証し、海外のテストベッドに接続してその有効性をアピールすることによって、日本発の新技术を海外でも使用できる環境を整備し、標準化も先導する開発体制とその予算整備が重要である。特に第3期の研究で提案されたアイデアの中で有望となるものを絞り込み、それにリソースを集中することが必要である。海外連携も従来行ってきた、米国NSFプロジェクト、EU FP7プロジェクトとの連携を一層強化し、日本発の例えば仮想化ノードや光パス・パケット統合ノード等のシステムをそれらのプロジェクトでも採用するよう働きかけるとともに、Open Flow Systemのような米国発の良い方式を日本側で利用する等、相互利用の関係を推進する体制を整えることが重要である。
- 第3期の最後でスタートしたクラウドの研究開発は第4期では中心課題の一つであり、様々なクラウドをネットワークで接続するインタークラウドの実現が我が国のクラウド研究開発戦略の一つの柱となる。インタークラウドでは、データセンタの設置されるサーバー、ストレージのリソースとネットワークのリソースを統合的に運用・制御する必要があり、新世代ネットワークの重要なアプリケーションとして一体的な体制で研究開発を推進する必要がある。
- 第4期ではネットワークテストベッドの重要性がますます重要であり、第3期の成果や第4期での試作システムを取り入れた、有線・無線統合のネットワーク環境、仮想化されたネットワーク環境、さらに大規模なネットワークでの実証を可能にするシミュレータ・エミュレータである高性能StarBEDを組み合わせた世界で最も先進的なテストベッド構築が必要である。そのテストベッド上で、インタークラウド、超高精細・3D映像配信、ネットワークロボット等のアプリケーションの実証実験を推進できるリソースの確保と体制整備が必要である。

(ユビキタス領域)

(1) 第3期の研究開発の成果等

第3期(H18~22)の主要な成果目標とその成果

第3期のユビキタス領域における重要な研究開発課題に対する各省の主要な成果目標とそれに係る主要施策の成果は以下の通り。

成果目標：・2010年までに、100億個以上の端末（電子タグ、センサー、情報家電等）の協調制御を実現し、モノとモノを情報でつなぎ便利に安心して利用する。【総務省】

対応する主な施策の成果：

- 「ユビキタスネットワーク技術の研究開発」（総務省）
 - 2007年度までに、100億個のモノにかかる属性情報、移動情報等の膨大な情報を分散して保管するとともに、モノに貼付された超小型ICチップに埋め込まれたIDを用いることで、どこからであっても当該モノにかかる情報を1秒以内に収集し、提示可能とする技術を確立。

- 研究マネジメントの観点からは、他のユビキタスネットワーク関連の研究機関を含めた民間フォーラムの場を活用して、産業界等からの意見を取り入れながら研究開発を進めた。

○ 「ユビキタス・プラットフォーム技術の研究開発」（総務省）

- 成果目標は、「ユビキタスネットワーク技術の研究開発」により達成済み。本研究開発では、電子タグシステムの利用拡大等を目的として、身近な端末である携帯電話端末に電子タグ読み書きモジュールを搭載するユビキタス端末技術等を確立。

成果目標：・自然環境モニタリング・人工環境モニタリング、情報セキュリティ、知的交通システム、食品流のトレーサビリティ、健康・医療システム等の安全・安心な社会に役立つサービスを実現する上で不可欠なセンシング基盤技術を創出する。
【文部科学省】

対応する主な施策の成果：

○ 「JST 戦略的創造研究推進事業：先進的統合センシング技術」（文部科学省）

- マルチモーダルセンサデバイス・ユビキタスマイクロノードを開発。また無線電源回路機能の集積化技術及びオンチップアンテナ技術を構築。さらに、プローブ型の局所・多点・圧力センサアレイや刺入型マイクロチューブ電極を作成。これら研究成果を基に、豊橋技術科学大学内に新たな研究センター（EIIRIS）が設立された。
- 屋内自立型測位システムを開発し、商業施設で実証実験を行い高性能化に取り組み、測位精度 1～数 m、信頼性向上、携帯電話処理能力での動作を達成。さらに人の運動状態を携帯型センサにてリアルタイムに計測し、遠隔地の家族や医療関係者が対象者の運動状態を把握できる「運動見守りシステム」を開発。
- センサ類を設置した実験居室において生活異常検知アルゴリズムを開発し、実証実験で有効性を確認。さらに、高齢者の安心な生活支援サービスコア、特に見守りサービスに焦点を絞り、異常検知法の複数並列化による頑健化、センサネットミドルウェアのセンサ最適配置機能を有する統括システム化、簡易センサデータの異常検知法の高齢者独居生活支援サービスデータへの適用等、社会実装を推進。
- 爆発物（トリニトロトルエン：TNT、ジニトロトルエン：DNT、シクロトリメチレントリニトラミンまたはヘキソーゲン：RDX）の匂いセンサについて、抜き取り式サンプリング方法により ppt レベルの目標とする感度の性能を有する表面プラズモン共鳴計測法によるコンパクトな計測装置システムを開発し、関税中央分析所にて実証実験に成功。社会実装が可能な見通しが得られた。
- 乳幼児の日常行動のセンシング、モデリング、事故予防について統合的に研究開発を実施。特に室内転倒、転落事故に焦点をあて、行動分析し。身体地図を含む事故情報 Web サービスを開始し、サービスの高度化を図った。またこれらのデータを事故予防に展開。
- 現場での迅速・簡便検知が可能な生物剤（天然痘ウイルス、炭疽菌、ペスト菌等）センシングシステムについて 19 種類の生物剤への新規検出法を開発し、全自動装置を開発。平成 20 年 9 月末には研究を終了したが、平成 21 年には研究グループの民間企業により製品化に成功。
- 研究マネジメントの観点からは、研究総括（P0）を所長として、様々な研究機

関に所属する研究者を公募し、バーチャル研究所として研究を実施。実施段階においては、領域会議やサイトビジット等を通じて進捗状況を把握し、アドバイス、研究費の増減等の対応を実施した。

成果目標：・耐久性を有した国際標準に準拠した電子タグの普及を通じ、産業競争力の強化及びユビキタス社会の実現を図る。【経済産業省】

対応する主な施策の成果：

- 「UHF帯電子タグの製造技術及び実装技術の開発」（経済産業省）
 - 電子タグの価格低減に関しては、本事業が置かれた環境が大きく変動するなかで、ユーザ企業の要求を受け入れながら開発を推進。
 - 電子タグの実用可能性を広く国内外に示すとともに、産業界における電子タグ技術や利用の基盤の整備、電子タグの導入検討の促進、さらには、新たな関連新規事業の創造等、多くの派生効果を生み出した。

成果目標：・位置情報、地理情報、移動経路、交通手段、目的地等、安全かつ快適な暮らしに必要な情報を、いつでも、どこでも、だれでもが利用できる社会基盤としての「ユビキタス場所情報システム」の10年以内の普及を図る。【国土交通省】

対応する主な施策の成果：

- 「自律移動支援プロジェクトの推進」（国土交通省）
 - 自律移動支援プロジェクトで実施してきた検討や実証実験の結果を踏まえ、自律移動支援サービスを行うための基本的なルールを取りまとめた「自律移動支援システムに関する技術仕様」を策定。

「領域」、「重要な研究開発課題」の成果及び今後の課題

・総括

ユビキタスネットワーク領域においては、ユビキタスネットワーク基盤となる要素技術の開発は個別の目標は概ね達成した。特に、ユビキタスネットワークについては、平成17年度～平成20年度にかけて総合科学技術会議の科学技術連携施策群の対象テーマとして選定し、府省間の連携活動を促進し、対象施策の成果から生み出された技術要素を他の施策等でも使える技術要素とするためにモジュール化するとともに、モジュールの活用実績等を紹介したモジュール・カタログを作成し、情報通信技術関連の学会等に配布した。

今後は、これまで開発されてきた要素技術をベースに、実用化のニーズを把握している民間企業の取り組みを通じて社会的課題に対応した応用実証のための開発等、その適用範囲の拡大を支援していくとともに、センサやRFID等のデバイス技術を積極的に活用したユビキタスアプリケーションの実用化については阻害している課題を明らかにし官民の適切な役割分担により、推進することが課題である。

・主な委員意見等

第3期の成果及び今後の課題に関する情報通信PTの委員の主な意見は、以下の通りである。

- 第3期のユビキタス領域における委託研究群により、センサやRFIDをネットワークで接続して利用する基盤技術の研究開発や、それらを利用してセンサやRFIDのデータを収集し、それらのデータを活用する多くのアプリケーションの研究開発が推進され、物流、交通、医療、環境、農業等の様々な分野で応用が始まっている、あるいは始ま

る直前の段階に来ていると考えられる。世界ではユビキタスという概念的な名称から IOT(Internet Of Things)や M2M(Machine to Machine)等の名称で大きなプロジェクトが推進されている。例えば中国では IOT が国家の重要な研究目標として掲げられ、研究開発が加速しつつある。一方我が国では「ユビキタス」という名称が当たり前になり、かつての興味や熱意が薄れてきつつあることが懸念される。

- 第3期で多くのユビキタス系の助成プロジェクトは終了するので、この傾向が一層強まる恐れがある。本分野は第3期まで国が関与し、今後は民間に任せればよいと考えるのは誤りである。日本はセンサやRFID等のデバイス技術は高いレベルにあり、それを積極的に活用したユビキタスアプリケーションの実用化が第4期の課題と考えられる。

・施策の具体的課題等

主要な施策に関する具体的な成果及び今後の課題は以下のとおりである。

- ユビキタスネットワーク技術に関しては、第3期の取り組みを通じて、いつでも・どこでも・誰でも、身近な端末で容易に又は意識せずに、状況に応じて最適な情報通信サービスが利用できる「ユビキタスネットワーク社会」を実現するための中核となる技術を確立。今後は、民間企業等の取り組みにより、確立された技術が実社会により広く展開されていくことを期待。
- 先進的統合センシング技術では、化学物質、生物剤、人間や動物の健康や行動に関する情報をセンシングする高度なセンサ技術や情報処理技術を開発し、実証実験により有効性を示した。いくつかの成果については、研究期間終了後に民間企業による製品化、拠点大学等における高度化・実用化研究に結びついた。なお、本施策において現在進行中の人の健康状態や行動をセンシングして健康維持や様々な活動を支援する技術の研究開発は継続して実施。
- 電子タグの製造技術及び実装技術では以下の成果及び課題が挙げられている。
 - 電子タグの価格低減に関しては、本事業が置かれた環境が大きく変動するなかで、ユーザ企業の要求を受け入れながら開発を推進し、 μ -chip等で実用化された。
 - 電子タグの実用可能性を広く国内外に示すとともに、産業界における電子タグ技術や利用の基盤の整備、電子タグの導入検討の促進、さらには、新たな関連新規事業の創造等、多くの派生効果を生み出した。
 - 各業界における実証実験等の成果をもとにした企業・業界間の情報連携のツールの整備、消費者レベルでのツールとしての電子タグの利活用等、実証活動を通して実利用空間における電子タグの適用範囲を拡大していくことが望まれる。
 - 化学物質管理や製品安全等の社会的課題への対応等に適用分野を拡大し、企業内のみではなく企業、消費者間での相互運用を実現することが望まれる。
 - 海外の消費者、ユーザ企業等が常に見学することが可能な電子タグの大規模実運用空間を設営。
 - ISO等の国際標準規格に対応した技術開発は、国際協調の中で同時に競争が推進されるという周辺環境の変動が大きな条件下における開発事業であり、受託事業者のマネジメントのみではなく、周辺環境の変動に対応した柔軟性ある持続的な政策支援が必要。
- 自律移動支援プロジェクトでは、自律移動支援システムの普及展開を図る。

第4期(H23~27)の取組

・平成23年度の主要予算要求項目

第3期の課題を踏まえた、平成23年度における各府省の主な予算要求項目は以下の通り。

- 「JST 戦略的創造研究推進事業：先進的統合センシング技術」（文部科学省）
 - 高度なセンサ技術や情報処理技術等、これまでの研究開発の実績と成果を適切に活用しつつ、安心・安全で豊かな社会、インフラが最適制御され効率的な社会を実現する基盤となる要素技術について、研究開発を推進。

（２）第４期に向けて：総括的コメント

第３期主要施策の成果及び今後の課題を踏まえ、情報通信 PT の委員の意見等を参考にし、第４期に向けての総括的コメントは以下の通り。

ユビキタスネットワーク基盤となる要素技術は概ね確立されていることから、特定利用分野の利用技術開発・実証実験の必要性はあるものの、今後は、技術の利活用をサービス振興施策とともに進めることが肝心であり、その後普及展開の促進を図っていくことが重要である。信頼性確保や低コスト化に加えて社会の規制緩和、国際展開等、広い視野での実用化、普及に向けた推進が必要である。

なお、ユビキタスネットワークは、新世代ネットワーク、クラウドネットワーク等の重要な機能の一つとして考慮することが必要不可欠であるとともに、そのアプリケーションとして、例えば、スマートグリッドや見守りサービス等への応用が期待される。これらの研究開発の推進に際しては、クラウドを含めた共通プラットフォームを横串で構築する部分とそれらを各分野の応用に適用する部分とを明確にし、共通部分の開発促進と各分野での利活用の開発推進を並行して行う必要がある。

主な情報通信 PT の委員の意見及び平成 23 年度の優先度判定での理由等は、以下のとおり。

- 特に、電子タグの省電力化や、環境問題へ適用（二酸化炭素の濃度測定等）、地震等、災害への対応、人体に装着する場合の快適性の検証等を行なう必要がある。
- アンビエントな情報環境が実現されると、人々の生活が便利になったり、安全安心が得られたりと、プラスの影響が得られることはもちろんであるが、一方では必ずしも人々が求めているサービスの押し売りになったり、プライバシーの侵害が起きたりと、マイナスの影響も同時に考えられる。したがって、技術の社会受容性、倫理問題等、情報の社会的側面も併せて検討することが重要である。
- 第４期では第３期の成果である色々な要素技術を組み合わせた応用技術の開発が中心となる。ユビキタスあるいは IoT、M2M では多数のセンサ、RFID、あるいはそれらを搭載した携帯、スマートフォン、ロボット、自動車等をネットワークで接続したプラットフォームとそれらから収集したデータを格納し、処理するクラウド、そしてそれらの共通基盤の上に物流、交通、医療、環境、農業等の分野で利活用するアプリケーションという構造が考えられる。現在では各分野での応用が個別に研究されており、またそれらを活用する場合の制度、規制、法律等の構築・改変が必須である。したがって、クラウドを含めた共通プラットフォームを横串で構築する部分とそれらを各分野の応用に適用する部分とを明確にし、共通部分の開発促進と各分野での利活用の開発推進を平行して行う必要がある。それらを推進するための新しい分野名称も考案する必要があると考えられる。

（デバイス・ディスプレイ等領域）

（１）第３期の研究開発の成果等

第３期（H18～22）の主要な成果目標とその成果

第３期のデバイス・ディスプレイ等領域における重要な研究開発課題に対する各省の主

要な成果目標とそれに係る主要施策の成果は以下の通り。

成果目標：・2020年頃までに、バーチャルとリアルの境目のない超臨場感システムを開発し、立体映像コミュニケーションを実現する。【総務省】

対応する主な施策の成果：

- 「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の研究開発」（総務省）
 - 究極の立体映像である電子ホログラフィの研究開発に取り組み、画面サイズ対角4cm、視域角15度の世界最高性能を実現した。
 - 多視差方式に基づく裸眼立体映像技術の研究開発に取り組み、視差数70を達成するとともに、大画面（200インチ）、テーブルトップ型、手持ち箱型等、今までにない新しいディスプレイを実現した。
 - 立体映像、立体音響、触覚、香りの4つの感覚情報の統合提示技術の研究開発に取り組み、ユーザの種々の操作にもリアルタイムに反応できる多感覚インタラクションシステムを実現した。
 - 人間が感じる臨場感の計測評価技術の研究開発に取り組み、立体映像の提示効果（例えば、光沢感の向上等）等について定量的に示した。
 - 研究マネジメントの観点からは、100社程度の企業が参加する超臨場感コミュニケーションフォーラム（URCF）設立し、産業界からの意見を取り入れながら研究開発を進めた。

成果目標：・超低消費電力化技術を開発することにより、携帯情報端末やスーパーコンピュータ等の幅広い情報通信機器の高性能化・高機能化が実現するとともに、新しい情報通信機器の応用分野を切り開く。【文部科学省】

対応する主な施策の成果：

- 「高機能・超低消費電力コンピューティングのためのデバイス・システム基盤技術の研究開発」（文部科学省）
 - スピントロニクス技術を基に、ストレージシステムの大容量化・低消費電力化に向けた次世代垂直記録ヘッド・媒体の要素技術として世界初のL1₁型新材料による媒体用ドットアレイの試作に成功する等、研究は着実に進捗。
 - 研究マネジメントの観点からは、東北大学電気通信研究所において、大手企業が参画した集中研方式を採用し、製造技術も視野に入れ、量産設備を用いた試作等が行える共同研究体制を構築した。
- 「JST 戦略的創造研究推進事業：情報システムの超低消費電力化を目指した技術革新と統合化技術」（文部科学省）
 - 極限ゲート構造TFTシステムディスプレイについては、硝酸酸化法を用いてTFT素子の低電圧化により低消費電力化（1/144）を達成した。さらにシステム・アーキテクチャ技術開発との組み合わせにより最終目標を大幅に上回る低消費電力化（1/250）を達成できる目処をつけた。
 - 単一磁束回路による低消費電力プロセッサについては、算術演算ユニットの乗算器の25GHz動作を確認し、論理回路設計では高速動作を実証した。さらに、プロセッサの面積を最適化するRDP構成を決定し、算術演算ユニットおよび回路コンポーネントを設計した。論理回路設計技術およびSFQ回路プロセスに関

しては、8層から変更した9層デバイス構造に基づいて接合寸法 $1\mu\text{m}$ 多層配線プロセスを改善するとともに、論理セルライブラリのフルセットをほぼ完成した。また、本プロセス向け自動概略配置ツールを開発した。

- 組込システムの超低消費電力化については、ハード、ソフト、コンパイラの各要素を統合/協調することにより、消費エネルギーを最適化することに主眼をおいて取り組んだ。マルチパフォーマンスプロセッサ、超低消費電力ソフトウェア開発環境、総合評価システムを開発した。
- 磁気結合チャネルを用い、超低消費電力デバイスを開発した。ワイヤレスネットワーク接続による短距離データ無線通信を従来の $1/1000$ の電力で実現。チップ間通信の場合は $10\text{Tbps}/100\text{mW}$ 、至近距離の端末間通信の場合は $10\text{Gbps}/10\text{mW}$ で、短距離の場合は $100\text{Mbps}/1\text{mW}$ を達成した。
- 研究マネジメントの観点からは、研究総括(P0)を所長として、様々な研究機関に所属する研究者を公募し、バーチャル研究所として研究を実施。実施段階においては、領域会議やサイトビジット等を通じて進捗状況を把握し、アドバイス、研究費の増減等の対応を実施した。

成果目標：・自然環境モニタリング・人工環境モニタリング、情報セキュリティ、知的交通システム、食品流のトレーサビリティ、健康・医療システム等の安全・安心な社会に役立つサービスを実現する上で不可欠なセンシング基盤技術を創出する。【文部科学省】

対応する主な施策の成果：

- 「JST 戦略的創造研究推進事業：先進的統合センシング技術」（文部科学省）
 - マルチモーダルセンサデバイス・ユビキタスマイクロノードを開発した。また無線電源回路機能の集積化技術及びオンチップアンテナ技術を構築した。さらに、プローブ型の局所・多点・圧力センサアレイや刺入型マイクロチューブ電極を作成した。これらの研究成果を基に、豊橋技術科学大学内に新たな研究センター(EIIRIS)が設立された。
 - 屋内自立型測位システムを開発し、商業施設で実証実験を行い高性能化に取り組む、測位精度 $1\sim$ 数m、信頼性向上、携帯電話処理能力での動作を達成した。さらに人の運動状態を携帯型センサにてリアルタイムに計測し、遠隔地の家族や医療関係者が対象者の運動状態を把握できる「運動見守りシステム」を開発した。
 - センサ類を設置した実験居室において生活異常検知アルゴリズムを開発し、実証実験で有効性を確認した。
 - 爆発物の匂いセンサについて、抜き取り式サンプリング方法によりpptレベルの目標とする感度の性能を有する表面プラズモン共鳴計測法によるコンパクトな計測装置システムを開発し、関税中央分析所にて実証実験に成功し、社会実装が可能な見通しが得られた。
 - 現場での迅速・簡便検知が可能な生物剤センシングシステムについて19種類の生物剤への新規検出法を開発し、全自動装置を開発した。平成20年9月末には研究を終了したが、平成21年には研究グループの民間企業により製品化に成功した。
 - 研究マネジメントの観点からは、研究総括(P0)を所長として、様々な研究機関に所属する研究者を公募し、バーチャル研究所として研究を実施。実施段階においては、領域会議やサイトビジット等を通じて進捗状況を把握し、アドバ

イス、研究費の増減等の対応を実施した。

成果目標：・2011年頃までに、パワーデバイス・高周波デバイス・超電導デバイス・高性能プロセッサチップ等の高効率機能性デバイス及び設計技術を実現し、様々な局面において省エネルギーなIT利活用を実現する。【経済産業省】

対応する主な施策の成果：

- 「立体構造新機能集積回路(ドリームチップ)技術開発」(経済産業省)
 - 次世代三次元集積化設計技術として、最終目標となる市販ツールの1000倍を実現する電気系シミュレーション技術を前倒して開発完了。
 - 次世代三次元集積化のための評価解析技術として、最終目標となる30万端子を有し、高速デジタル信号テスト端子において15Gbps以上の信号に対応可能な300mmウェハー括プローブ方式の基盤技術を前倒して開発完了。
 - 複数周波数対応通信三次元デバイス技術として、700MHz～6GHzに含まれる周波数帯域において、MEMSデバイスを組み合わせた可変アンテナ等の動作を実証。
 - 三次元回路再構成可能デバイス技術として、二次元構成に比較して、消費電力当たりの性能が1.25倍以上となるハイブリッドアーキテクチャの設計を完了。
 - 研究マネジメントの観点からは、中間評価の結果等を踏まえた優先度見直しによる開発効率化・加速資金の投入により研究開発の拡充を行った。

成果目標：・2010年までに、45ナノmレベル以細の微細化を可能とする半導体プロセス・材料技術を確立するとともに、その後の更なる微細化技術の進展も見据えつつ、世界最先端の省エネルギーなIT利活用社会の基盤となる高速度・低消費電力デバイスを実現する。【文部科学省・経済産業省(連名)】

対応する主な施策の成果：

- 「次世代半導体材料・プロセス基盤プロジェクト(MIRAI)」(経済産業省)
 - 新構造極限CMOSトランジスタ技術として、32ナノmレベル以細の微細化に対応し、目標の20%を大きく上回る39%の消費電力低減が可能なトランジスタ技術の開発に成功。
 - Cu配線に代わるカーボン配線技術として、目標の電流密度1E7A/cm²以上となる4E7A/cm²で1000時間耐えうる高い電流破壊耐性を有するカーボンナノチューブ配線を実現。
 - 光配線技術として、目標とする低消費電力LSIチップ光配線に必要な10GHz動作が可能な小型電気光変調器を実現。
 - 耐外部擾乱デバイス技術として、LSIの正常な動作を妨げる中性子線入射によるソフトエラー発生率を目標値の1～10FITに低減するパルスフィルタリング技術を開発。
 - 研究マネジメントの観点からは、中間評価の結果等を踏まえ、加速資金の投入により研究開発の拡充を行った。

- 「次世代低消費電力半導体基盤技術開発(MIRAI)」(経済産業省)
 - マスク技術については、EUV露光による32ナノmレベルに対応したマスク欠陥検査・修正技術、及びマスクハンドリング技術を確立。
 - 今後の微細化技術の進展も見据え、22ナノmレベルでの課題を抽出した。
 - 光源高信頼化については、露光機へ流出する汚染物質の計測技術を確立し、汚

染防止用シールド装置の開発により、出力 100W という高出力光源下において、集光光学系の寿命を 1 年程度まで伸ばす技術に目処をつけた。

- 研究マネジメントの観点からは、中間評価の結果等を踏まえ、目覚ましい成果が得られているテーマに加速資金を投入するとともに、研究項目の追加をする等、研究開発の進捗状況に応じた柔軟な研究計画の変更と開発資金の集中化を進めた。

成果目標：①2012 年頃までに、大容量・高速・低消費電力のギガビット級メモリ・テラビット級ストレージを実現し、種々の環境において増大する情報量に対応した高効率な情報の蓄積を実現する。【経済産業省】

②我が国が強みを有する光技術を活用し、爆発的に増大するネットワーク上の情報を省エネルギーかつ安定的に処理する光ネットワークを目指し、電子・光技術を活用した高効率なネットワーク機器・デバイス・機能部材を実現し、省エネルギーな IT 利活用環境を実現する。【経済産業省】

③2011 年頃までに、高効率機能性デバイス及び設計技術を実現し、省エネルギーな IT 利活用を実現する。【経済産業省】

④2011 年までに、革新的材料等による高効率な表示・発光デバイスを用いた次世代ディスプレイを実現し、大画面・高精細なコンテンツ視聴を可能とする等省エネルギーで豊かな社会を実現する。【経済産業省】

対応する主な施策の成果：

○ 「スピントロニクス不揮発性機能技術開発」（経済産業省：①）

- 垂直磁化材料を利用したトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子を開発することにより、ギガビット級スピン RAM の実現可能性を世界に広く認識させた。
- 研究マネジメントの観点からは、総合科学技術会議が革新的技術推進費によりスピンを用いたメモリ開発を加速するための資金投入を行い、その成果をスピンの論理回路への適用に関する研究との連携が図れるようにした。

○ 「グリーン IT プロジェクト」（経済産業省：①②③④）

- データセンター内のサーバ省エネ化技術については、空調・冷却効率を 50%以上改善可能な高効率冷却システム、IT 機器全体の消費電力を 20%以上削減可能な電源システムの基本技術の確立、転送性能を 1ms 以下で 4 段階に変化させて省電力化を図るルータ性能制御の基本技術の確立等の成果があった。
- 超高密度ナノビット磁気記録技術については、2.5Tb/in² の密度の HDD を実現に必要な媒体のサブナノメートルレベルの微細加工技術の位置精度、HDD 媒体表面凹凸精度を達成する等の成果があった。
- 大型有機 EL ディスプレイ技術については、電極形成技術（10 型基板での膜厚均一性を確保。ダメージ評価方法確立）、封止技術（10 型基板において、可視光透過率および膜厚均一性の設定目標値をクリア）、有機層製膜技術（G4 基板サイズまで面内均一性の目標値（±3%以内）をクリア）についての成果があった。
- 省エネデバイス開発については、ロジックとメモリ技術において、従来技術に比べて消費電力 3/10 を達成、電源回路は、入力電圧 0.5V でのレギュレータ動作に成功、低電力無線／チップ間ワイアレス技術において、120GHz CMOS 送信機を実現する等の成果があった。
- 高効率パワーデバイス技術については、JFET については最終目標 40A に対して、