

20A までの大容量化を実証、MOSFET についてはプロセス及びデバイス構造の高度化によりオン抵抗率 $3.3\text{m}\Omega\text{cm}^2$ (@ $V_{gs}=15\text{V}$)、空冷 All-SiC インバータ 1 次試作を実施（出力：出力電圧 400V、容量 10kW、サイズ：500cc）等の成果があった。

- 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への加速資金の投入や研究開発項目の追加、一部の項目においてステージゲート方式を導入し複数の技術アプローチの優劣を明確化して開発技術内容の絞り込みを行う等、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。

「領域」、「重要な研究開発課題」の成果及び今後の課題

・総括

デバイス・ディスプレイ等領域においては、微細化、スピントロニクス、不揮発素子、3次元化、メニーコア、MEMS、パワーデバイス等の要素技術の開発が進展するとともに、臨場感コミュニケーション等のディスプレイ関連技術やデータセンター等の省エネ化に貢献するデバイス関連技術の進展が見られた。ただし、デバイスのプロセス技術においては、極めて厳しい競争環境にあるため、戦略的な推進を図るべきである。

特に、世界初、あるいは世界から注目される技術成果は、例えば、スピントロニクス、EUV 露光基盤技術、微細 CMOS 技術およびそのバラツキに関する研究、CNT（カーボンナノチューブ）や光を用いた配線技術、マイクロ波アシスト磁気ヘッド技術等に見られる。これらの技術は、必要な時のみ電力を必要とする携帯電話やコンピュータの実現等に 응용され、情報通信機器や情報家電の低消費電力化、バッテリーによる稼働時間の延長、製品の小型化、高機能化に寄与することが期待される。

今後は、グリーンイノベーションとしてエネルギーの効率化に寄与するとともに、国際競争が激化し、特にアジア諸国の追い上げが顕著なこの領域において、我が国の産業競争力の強化を図るため、優位性のある研究開発課題への重点化に加え、産業界との連携を密にした研究開発の拠点化、研究開発の進捗状況、諸外国の情勢等を踏まえた柔軟な研究計画の変更や加速資金の投入等により世界最先端の成果が継続して得られるよう研究マネジメントのより一層の工夫等が課題であると考えられる。なお、研究マネジメントの観点では、MIRAI 等に見られるような産学官による集中研方式は、適切であったと思われる。

・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、以下のとおりである。

- 取り上げられた具体的な研究課題は、全体として時期を得たものであったと考えられる。世界初、あるいは世界からリスペクトされる技術成果は、たとえば、スピントロニクス、EUV リソ基礎技術、微細 CMOS 技術およびそのバラツキに関する研究、CNT や光を用いた配線技術、マイクロ波アシスト磁気ヘッド技術等の技術課題にみられる。
- 研究推進のマネジメント体制として、JST の研究総括（P0）を所長とするバーチャル研究所、MIRAI に見られるような産学官による集中研方式は、共に適切であったと思われる。
- 技術競争力の観点では欧米にほぼ拮抗していると考えられるが、アジア諸国の追い上げが顕著になっている。
- デバイス分野は国際的に見て、レベルは高いが、国際競争力が地盤沈下している状況であることは否めない。その中で、第 3 期で、復活にかけて新しい切り口で重要案件に着手ができ、成果が得られている。着手された領域は、継続的な強化をし、国際競争力の

強化に資する必要がある。

- 低消費電力技術の研究開発が各省で行われた。それぞれに良い成果が得られているので、それらを一度整理して、時間軸上で今後どのように産業化に結びつけていくか、シナリオを描くべきである。
- 第3期基本計画の期間中にデバイス領域での状況は大きく変化した。グローバル競争が激化すると共に、国内民間企業の提携が進み、得意分野に集中することで生き残りを図る動きが加速している。このような状況変化に伴って、国のファンドによる研究開発をどのように考えるかを、再度整理する必要がある。

・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。

- 超臨場感コミュニケーション技術については、究極の立体映像技術である電子ホログラフィで世界最高性能を実現しただけでなく、今までにない全く新しいシステムや人が感じる臨場感の評価技術を開発。今までは主にディスプレイ技術を中心に研究開発を進めており、今後はディスプレイ技術の高度化だけでなく、多視点立体映像等大容量データを効率的に取得・伝送する技術等への取り組みが必要である。
- スピントロニクス技術を用いたストレージ技術については、情報通信機器の高機能・低消費電力化を両立するデバイス・システム実現に向けて、スピントロニクス技術を利用した超高速・低消費電力で動作する新たな集積回路及びそのための材料開発、ならびに、テラビット級次世代垂直記録技術及び新規省電力超高速サブシステムの技術を開発した。今後は、ストレージシステムの記憶容量あたりの消費電力を研究開始時点の20分の1とすることを実現する要素技術の研究開発を引き続き行う。なお、超高速・低消費電力で動作する新たな集積回路及びそのための材料開発については、平成22年度より、内閣府の最先端研究開発支援プログラム「省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発」に移行し、より高度な集積回路の実現に向けた研究開発が推進されている。
- ドリームチップについては、3次元集積化のための要素技術を早期に確立し、2012年以降本格化すると予想される世界的な3次元積層化への動きに遅れないことが課題である。
- MIRAI プロジェクトにおける半導体材料・プロセス基盤技術では、32ナノmレベル以下の微細化に対応したCMOSトランジスタ技術の開発等を完了した。今後は、開発したデバイス技術についての、信頼性・歩留まり・コスト等に関する検証が課題。さらに、マスク技術の実用化に向けては、32ナノmレベルに対応したマスク欠陥検査・修正技術等を確立した。今後は、22ナノmレベルでのマスク無欠陥化の技術開発、光源高信頼化の実用化に向けた高出力時の信頼性向上の技術開発が課題である。
- スピントロニクス不揮発性機能技術開発については、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。今後の課題として、スピンRAMのような不揮発性デバイスの活用技術(アーキテクチャ、制御用ソフトウェア等)の開発が重要。
- グリーンITプロジェクトについては、データセンター等の省エネ化への寄与を視野に入れて、様々な要素技術の開発を行っているところであるが、それぞれの要素技術については、以下のような課題がある。
 - ・ 超高密度ナノビット磁気記録技術について、今後、5Tb/in² 対応可能な高S/N再生ヘッドの開発、マイクロ波アシスト素子の周波数向上、5Tb/in² を実現するHDDシステムとしての検討が課題。
 - ・ データセンター内のサーバ省エネ化技術について、最終目標達成に向けて、モ

- デル実証を含めた各基盤技術や要素技術のレベルアップに取り組むことが課題。
- ・有機 EL ディスプレイ技術開発については、今後、40 インチ及び G6 基板（1500mm×1850）クラスへの大型展開、プロセス適応性の検証が課題。
 - ・省エネデバイス開発について、今後は、ロジックとメモリで、各々従来技術に比べて消費電力 1/10 の実証、0.5V で安定動作する PLL と電源の実証、極低電力 LSI チップ統合最適化技術において、要素回路の統合による消費電力 1/10 の実証、低電力無線／チップ間ワイヤレス技術において、50pJ/bit 以下の低消費電力通信技術が実用レベルであることを示すことが課題。
 - ・高効率パワーデバイス技術について、今後は、JFET については 40A までの大容量化、及び低オン抵抗化が課題。MOSFET については低オン抵抗化構造の試作検証、信頼性の基礎評価が課題。インバータについては、40kW/L までの高パワー密度化が課題。

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。

- 「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）
 - あたかも同じ場所を共有しているがごとく距離と時間を超えて遠隔地の人と容易に意思疎通を図ることのできる新たなテレコミュニケーションを実現すべく、近年、表示技術が急速に発展を遂げている立体映像について、効率的な送受信を可能とするとともに、人が臨場感を感じる仕組みの解明を図り、臨場感を定量的・客観的に評価することを可能とする。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、取得・提示技術の実現に向け、研究開発を行う。
 - 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、視差間の類似性等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も取り組む。
- 「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）
 - 情報システムの低消費電力化は、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の実現の基盤となる技術であり、将来の大幅な低消費電力化に結びつく基礎研究を引き続き重点化して推進する。
- 「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）
 - 情報システムの低消費電力化は、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の実現の基盤となる技術であり、将来の大幅な低消費電力化に結びつく基礎研究を引き続き重点化して推進する。

- 「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、研究開発を重点的に推進していく。
- 「低炭素社会を実現する超低電力デバイスプロジェクト」（経済産業省）
 - EUV 露光システムに必要な評価基盤技術を構築し、最先端の 10nm 台の半導体製造技術を確認する。また、新構造・新材料からなるデバイス技術を確認し、超低電圧化（動作電圧 0.4V 以下）を通じた低電力化を実現する。
- 「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発」（経済産業省）
 - 今後更なる増大が予測される情報機器のエネルギー消費量を格段に低く抑えることを可能とするため、不揮発性素子を前提とした抜本的な新方式である「ノーマリーオフコンピューティング」の基盤となる技術を確認することを目的とする。
- 「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）
 - 低電圧化・低消費電力化への寄与度が大きい TSV、積層接合周りの要素技術等の三次元集積化技術のプロセス要素技術の開発を重点化して実施する。これにより、異なる分野のキーデバイス（あるいは要素技術）を有機的に集積化することを可能とし、その効果として新たな機能の発揮と飛躍的な性能向上を実現しうる立体構造新機能集積回路技術を確認することを目標とする。
- 「グリーン IT プロジェクト」（経済産業省）
 - 超高密度ナノビット磁気記録技術については、媒体技術の完成。エネルギーアシスト記録ヘッド、再生ヘッドの開発。システム化技術の開発。5Tb/in² への適用検討。
 - データセンター内のサーバ省エネ化技術については、平成 22 年度までの研究成果をベースに研究を継続推進し、省電力特性と実用性を実証しつつ、年間消費電力量を 30%以上削減する基盤技術や要素技術を確認する。
 - 有機 EL ディスプレイ技術開発については、実用化を加速、促進させるために大型基板での試作検証の強化、高生産性の検証（タクトタイム向上）を実施。
 - 省エネデバイス開発については、極低電圧要素回路技術：ロジックとメモリで、各々従来技術に比べて消費電力 1/10 を実証。0.5V で安定動作する PLL と電源を実証。極低電力 LSI チップ統合最適化技術：要素回路を統合して消費電力 1/10 を実証。低電力無線／チップ間ワイアレス技術：50pJ/bit 以下の低消費電力通信技術が実用レベルであることを示す。メニーコア用アーキテクチャとコンパイラ技術：低消費電力メニーコア用アーキテクチャのあるべき姿を提案し、開発するコンパイラ技術を用いて既存技術と比べて処理性能 2 倍を達成。かつ、メニーコア・プロセッサ上で組込み向けアプリケーションプログラム実行時の電力消費量を 1/10 以下にする。
 - 高効率パワーデバイス技術については、太陽光発電用パワーコンディショナ・サーバー電源の小型化・高効率化を実証して事業化フェーズに移行。40kW/L とさらなる小型化の可能性を示し新たな用途を拓く。

（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。

EUV 技術による微細化、スピントロニクス、不揮発素子等の先端半導体デバイスの研究開発は、グリーンイノベーションの実現だけでなく、我が国の産業競争力の強化を図るために必須の技術であり、これまでの成果の実用化への展開を促進し、顕在化する課題解決に向けた取り組みを行うことで第4期においても引き続き強化を図る必要がある。

特に、本来機能に加えて抜本的な省電力化技術は、国際競争を踏まえ戦略的展開が重要である。また、国の研究開発成果については、迅速かつ円滑に我が国の産業で活かすことが必要である。

なおこの分野での技術は、情報通信分野のみでの展開に留まらず、社会の様々な課題解決に結びつく基盤技術としての役割も大きいことから技術の適用先を広角に捉えておくことが重要である。

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、以下のとおり。

- エネルギー負荷の少ない、高効率なデバイス開発の推進が必要と考える。例としては、高性能ではあるが低消費電力であるモバイル端末等向け各種デバイス、利用形態に合わせてアダプティブに消費電力を変えられる無線デバイス、性能は必要最小限であるが超低消費電力な各種センシングデバイス、社会インフラ向けの高電圧・大電流を制御する高効率パワーデバイス等の開発が重要である。
- 最近の3次元TVの勃興に見られるように、将来技術と目されていたものが、何時産業化で必要とされるか判断しにくくなっている。また、最先端のCMOS技術や高密度不揮発メモリにみられるように、現在の動作原理では物理限界が見え始めているものも多い。そのため、国策レベルでは、長期的な、より基礎的でリスクな研究開発の比率を上げる必要性を感じる。
- 基礎的な研究が重要になる一方で、企業における最先端デバイス技術の研究開発費は重荷になっており、国際的なコンソーシアム化、アライアンス化が進んでいる。国益を優先することは必要であるが、全てを抱え込む研究開発はガラパゴス化する危険性もある。国内に残すべき技術を明確にした上での、戦略的な国際協調を実行するプロジェクトマネジメント体制が必要と考える。
- デバイス研究者だけで具体的な課題設定をすると、理想のデバイスのみを追求しがちになる。しかし、それが、研究開発しようとするデバイスの価値につながるとは限らない。デバイスを利用する立場のアプリケーションやシステム側の研究者・技術者と、緊密な連携・議論を行い、具体的な研究課題のブレークダウンが不可欠と考える。とくに、産学連携を行う場合に不足しているように思われる。
- 研究マネジメントに関しては、関連企業等の成果に対するアンケートを実施する等、より具体的に産業競争力に資するよう研究の方向性に、定期的に配慮し、軌道修正するメカニズムを導入することが望まれる。また、国外や国内の他のプロジェクトと連携することにより、将来の標準化等の際に力を発揮できるような全体を見た指導も必要となる。
- 産学連携に関しては、大学等が主導であっても、産業界が方向性や出口を明確化させる等、産学が連携で提案し遂行するような要素技術確立を目指すプロジェクトの制度設計が望まれる。
- センサや素材、アクチュエータ等、異分野融合で我が国の強みを生かして国際競争力を高められる集積デバイス分野を強化することが望ましい。また、通信情報をより効率的に、どこでも利用することが可能にするために、自然エネルギーの利活用や無線

給電等、通信情報システムへのエネルギー供給インフラを整備するデバイスや、今後の人口減少社会で通信情報インフラを支えられるよう、安全で信頼性が高いデバイス、一気にすべてのシステムを更新せずとも一部分だけでも変更できるような代謝型のハードウェアの基礎技術等の構築が望まれる。

- 超臨場感コミュニケーション技術のライフィノベーションへの利用については、医療用には小型化、3D、ハイビジョン等の課題解決が必要だが、プロトタイプ1号機試作を目指す計画を確実に進めるべきである。また、「リアルタイム性」が臨床的に重要である。また、経済産業省の「がん超早期診断・治療機器総合研究開発プロジェクト」との連携がまだ十分とは言えない。他府省、病院との連携が必須である。
- 文部科学省が進めている高機能・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については、経済産業省のグリーンITプロジェクト（超高密度ナノビット磁気記録技術）と連携し、推進すると共に、目的基礎研究としてブレークスルーする課題を明確にすべきである。
- グリーンITプロジェクトにおいては、革新的省エネデバイス開発、次世代パワーデバイス開発及び高密度ストレージ開発については、関連施策間の棲み分けに基づいて、必要に応じて連携や成果の利用を行い、相互補完的に推進し、統合システムとしての研究開発を行うことが重要である。また、省エネの進んだデータセンターを国内に設置した場合に、ナショナルセキュリティおよび産業振興の観点から政策での後押しも重要である。
- 国のファンドによるデバイス研究は、産業界の現状を見ると、どこを狙うのかのターゲット設定が難しい。IMEC、CNSE等に研究開発リソースが集中している現状で、日本としてどう対応していくか、問題意識として捉えるべきである。
- 研究の成果は企業における製品に活かされるのはもちろんであるが、100%産業化に直結しない場合でも、新技術や人材の育成の意味も大きい。
- 今後、半導体を作れる国は限られてくる。スマートフォンに入っている集積回路とセンサーの組み合わせや、非常に薄い包装紙を加えることによって他にない技術ができる。ファブは台湾でも日本の付加価値で差別化できるのではないか。

（セキュリティ領域）

（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期のセキュリティ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：①2008年度までに、「IT利用に不安を感じる」とする個人を限りなくゼロにする。【総務省・経済産業省 連名】
②2008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・経済産業省（連名）】

対応する主な施策の成果：

- 「スパムメールやフィッシング等サイバー攻撃の停止に向けた試行」（総務省：①）
 - 国内のポットウイルス感染率を、5年間で世界最高水準まで下げることができた。（約2.5%から0.6%）
 - 本施策の取り組みは、海外でも高い評価を受けており、在日米国商工会議所（ACCJ）が、「インターネット・エコノミー白書2009年」の中で、本施策の実

施に際して組織したサイバークリーンセンター(CCC)の取り組みにより日本のコンピュータによるサイバー攻撃が激減していることを掲載、また、マイクロソフト社が「Microsoft Security Intelligence Report Volume7(2009年)」の中で、日本のウイルス感染率が他国に比べ低い理由に、CCCの取り組みがあることを掲載している。

- 同施策の一環として、経済産業省と連携して、サイバークリーンセンター(CCC)を立ち上げた。同センターでは、ボットウイルス感染PCを検出し、ISP76社の協力を得て感染PC所有者へ注意喚起及びボットウイルス削除ツールの提供を行う活動を実施し、国際的にも高い評価を得ている。
 - 研究マネジメントの観点からは、経済産業省と連携してサイバークリーンセンター(CCC)を立ち上げ、両省の研究成果を基にサイバー攻撃対策の具体的活動を実施し、多大の効果があつた。
- 「情報漏えい対策技術の研究開発」(総務省：①)
- 情報の流通経路を把握可能とし、情報漏えい行為の抑止および適切な情報流通の促進を図るため、高度な来歴管理機能(誰が、いつ、どこで、どの情報に何をしたかを管理する機能)を有した基盤技術を確立した。
 - すべてのトラヒックの中から、ファイル共有ソフトのトラヒックのみを検出し、分散環境にある通信機器の設定を適切に変更して特定の通信経路を経由する等のトラヒック制御を行う技術を確立した。
 - ファイル共有ソフトにより交換される情報のトラヒックの中から、特定のファイル及びそれに関連するファイルのみを検出、削除する技術を確立した。
 - 研究マネジメントの観点からは、安心・安全インターネット推進協議会に本研究開発に係るWGを設立し、有識者や関連する事業者等の意見を取り入れながら研究開発を実施した。
- 「大規模仮想化サーバ環境における情報セキュリティ対策技術の研究開発」(総務省：①)
- 大規模仮想化環境(クラウド等)で実行される主要アプリケーション(データベース等)での「検索」、「推薦処理」、「統計演算」、「頻度分布計算」において、利用者の情報を暗号化したまま処理を行うため、これら利用シーンに応じ、高処理性共通鍵暗号、準同型性公開鍵暗号、摂動、ミックスネット等を応用する技術及び利用者端末処理技術の基本設計を実施。
 - セキュリティレベル可視化技術として、セキュリティ対策状況の可視化技術、認証に関するセキュリティ対策状況可視化技術、データ重要度可視化技術、仮想化サーバ選択・データ保護に関する制御技術の基本設計を実施。
 - 研究マネジメントの観点からは、安心・安全インターネット推進協議会に本研究開発に係るWGを設立し、有識者や関連する事業者等の意見を取り入れながら研究開発を実施した。
- 「コンピュータセキュリティ早期警戒体制の整備事業」(経済産業省：①②)
- 感染するとPCを外部から操作し、サイバー攻撃の踏み台として感染PCを利用することができるボットプログラムについて、4年間(平成18年度-平成21年度)で23,964件の未知のボット検体を駆除ツールに反映させ、サイバー攻撃の未然防止に貢献した。
 - サイバー攻撃の被害拡大・未然防止を図るため、サイバー攻撃の発信元やサイ

バー攻撃に利用するツールを配布するウェブサイトの停止等、4年間(平成18年度-平成21年度)で7,539件の対応を行った。

- インターネット定点観測システムを開発し、センサ設置場所をアジア太平洋地域(17カ国・地域)に拡大するとともに参加国間で脅威情報の共有交換を可能にすることにより国境を越えて発生するインシデントの動向分析やインシデント対応支援、脅威情報の発信活動に活用した。
- 研究マネジメントの観点からは、ポットプログラム対策の一環として、総務省と連携して、サイバークリーンセンター(CCC)を立ち上げた。同センターでは、ポットプログラム感染PCを検出し、ISPの協力を得て感染PC所有者へ注意喚起及びポットウイルス駆除ツールの提供、独立行政法人情報処理推進機構を通じたウイルス対策ベンダへのポットプログラム検体の提供を実施し、国際的にも高い評価を得ている。

成果目標： ①2008年度までに、企業における情報セキュリティ対策の実施状況を世界トップクラスの水準にする。【総務省・経済産業省(連名)】
②2008年度までに、全ての政府機関において、「政府機関統一基準」が求める水準の対策を実施する。

対応する主な施策の成果：

- 「企業・個人のセキュリティ対策促進事業」(経済産業省：①②)
 - 適正な情報セキュリティガバナンスを確立するために、経営陣が行うべき役割と効果について提示した「情報セキュリティガバナンス導入ガイダンス」等を策定し、国際標準化へ向けた取組を行った。
 - 暗号をモジュールに組込んだ際、セキュリティ性能を評価するための評価ツール「SASEB0」を開発し、国内外の約100の機関等で利用されている。
 - 研究開発マネジメントの観点からは、同施策の一環として、策定した「情報セキュリティガバナンス導入ガイダンス」については、有識者から構成される「情報セキュリティガバナンス研究会」において素案を策定した。その上で、産業構造審議会情報経済分科会情報セキュリティ基本問題委員会において、審議を図り、取りまとめた。

「領域」、「重要な研究開発課題」の成果及び今後の課題

・総括

セキュリティ領域においては、ポットウイルス、コンピュータウイルス、情報漏えい等に対する対策技術が進展した他、被害の抑制・未然防止を図る早期警戒体制が整備された。セキュリティ領域の研究開発対象は、通信ネットワーク、情報システム、産業システムに関わる複合システムであり、その研究開発の実施には必然的に省庁横断の取組が必要となる。第3期においては、総務省、経済産業省が協働して取り組むテーマが設定され、成果が創出されたことは高く評価することができる。

今後はクラウド等の新しい情報通信技術に対応した対策技術や海外からのサイバー攻撃に備えた国際連携が課題であると考えられる。欧米各国が情報セキュリティ分野を国家安全保障のための重要な政策課題と位置づけていることを踏まえると、国際連携の観点からも、我が国の研究開発投資を拡大し、内閣官房情報セキュリティセンター(NISC)の調整の下で、総務省、文部科学省、経済産業省等が連携を一層密にして取り組むことが必要である。

・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、以下のとおりである。

- 欧米各国における情報セキュリティ関連研究への投資は、より大規模、広範囲に行われるようになってきている。これは、インターネット基盤環境、情報システムが社会の中核機能を担うようになり、従来のマルウェア対策を中心にしたセキュリティ技術への投資だけでなく、いわゆる信頼性確保、事業継続性に資する技術開発、産業制御システムの高度化、マルウェア解析技術、暗号技術の高度化等への研究投資を広げつつある。さらには、人材育成にも積極的投資をしている状況にある。そのような状況と日本における取組を比較すると、政府による研究投資不足は明らかと言える。
- 経営論、組織論等の非技術領域における取り組みの拡大も期待された。第3期においては、標準化活動において取り組みがあったものの、より実証的な組織解析や事例解析に基づいた研究活動の広がりには少なかったことは残念である。
- 研究開発成果の政府による積極的活用については、制度面からの見直しと取組が必要である。情報セキュリティ技術の多くは、公的部門が第一義的なユーザと考えられることが多く、その意味でも研究開発実施後の成果利用について、制度面も含めた検討と実施が必須であった。第3期においては、成果利用の拡大についての検討が必要であるとの意見付与が何度も行われたが、政府における検討が進まなかったことは残念としか言いようがない。
- 攻撃技術研究については、今後の cyber warfare のリスク増大に応じた取組が必要となるのは明らかである。しかしながら、政府として取り組むスキームが明確化されていないことから、攻撃技術研究への着手について消極的にならざるを得なかったは残念である。
- 今後10年を俯瞰した時に、社会変化、技術変化を考慮したシナリオ開発を行い、その中で必要な研究開発を検討するというような手法も必要となる。実際に、米国、欧州では、このような取組が行われており、着実な成果を出してきている。各省庁に研究開発を任せただけでなく、政府として、将来予想を含めた研究ロードマップの検討を行うことが求められる。
- セキュリティ領域は、個別のセキュリティ技術も重要であるが、社会の中での法制度、運用と重なる部分が非常に重要である。

・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。

- スパムメールやフィッシング等サイバー攻撃の停止に向けた試行については、ボットウイルス検体収集・解析に関する基盤技術等の確立により、国内のボットウイルス感染率を、5年間で世界最高水準まで下げるといった一定の成果を出して終了するが、海外からのサイバー攻撃への対処等の課題が残っている。次期の施策で、国際連携して、海外からのサイバー攻撃を予知・即応する研究開発を行っていく。その際に、本施策での開発技術や組織の枠組みを有効活用して行く。
- 情報漏えい対策技術については、情報漏えいの検知技術、及び当該漏えい情報の自動流通停止技術および情報の流通経路を正確かつ容易に把握可能とする技術を確立した。今後においては、要素技術の国際標準化により信頼性を向上させる必要があるとともに、セキュリティモジュールとしてあるいは総合セキュリティソリューションとしての事業展開に注視する必要がある。加えて、新たな課題として、クラウド環境に対応するための新たな対策の実現が必要である。

- 大規模仮想化サーバ環境における情報セキュリティ対策技術については、平成 22 年度から実施しており、今期は要素技術の基本設計を実施中。また、今後は次期に向けた着実な実施を行う必要がある。
- 経済産業省の施策については、第 2 次情報セキュリティ基本計画（平成 21 年 2 月情報セキュリティ政策会議決定）における、「『IT を安心して利用可能な環境』の構築」を目標とし、①コンピュータウイルス等による被害の抑制・未然防止を図る早期警戒体制の整備、②普及啓発、③企業等の情報セキュリティ対策に関する組織的対策、④新たな脅威等に対応するための技術的対策を実施。昨今のサイバー攻撃・情報漏えいでは、知的財産や産業用制御システムを狙った事案や企業等の機密情報の漏えいが多発している。このため、経済成長・経済安全保障の観点から、必要な情報セキュリティ政策についてまとめることを目的として、「サイバーセキュリティと経済 研究会」を開催（第 1 回は平成 22 年 12 月開催）している。今後は、この研究会での議論を踏まえ、上記①～④を引き続き実施する。

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。

- 「国際連携によるサイバー攻撃予知・即応技術の研究開発」（総務省）
「クラウド対応型セキュリティ技術の研究開発」（総務省）
 - 日本におけるサイバー攻撃等のリスクを最小限に抑え、クラウド等のネットワークサービスの安心・安全な利用が可能な環境を実現すると共に、クラウドの実用化に関する課題を整理し、実用化の目途を付ける。
 - 第 3 期の取り組みである「情報漏えい対策技術の研究開発」で課題に挙げられたクラウド環境に関する技術を開発すると共に、有識者 WG 等を積極活用し、様々な観点から課題抽出し、その対策を検討する。
- 「企業・個人のセキュリティ対策促進事業」（経済産業省）
「コンピュータセキュリティ早期警戒体制の整備事業」（経済産業省）
 - 国民を守る情報セキュリティ戦略（平成 22 年 5 月情報セキュリティ政策会議決定）における「世界最先端の『情報セキュリティ先進国』」の実現を目指す。
 - これを実現する一環として、経済成長・経済安全保障の観点から、必要な情報セキュリティ政策についてまとめることを目的に、「サイバーセキュリティと経済 研究会」を開催（第 1 回は平成 22 年 12 月開催）している。具体的には、①標的型サイバー攻撃への対応、②制御システムの安全性確保、③企業等の機密情報漏えい対策、④サイバーセキュリティ産業の強化等について、検討を予定。この検討を踏まえ、目標達成に向けた対応を実施していく。

（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。

最近の情報セキュリティを巡る環境変化に的確に対応するため、第 4 期における国家安全保障・基幹技術の強化の一環として、情報セキュリティに関する重要な研究開発課題については積極的かつ継続的な推進が必要である。同時に成果の活用状況についてわかり易

く国民へ提示し、当該技術の意義について国民理解を促進すべきである。

今後はクラウド等の新しい情報通信技術に対応した対策技術や海外からのサイバー攻撃に備えた国際連携が課題であると考えられる。欧米各国が情報セキュリティ分野を国家安全保障のための重要な政策課題と位置づけていることを踏まえ、国際連携の観点からも、我が国の研究開発投資を拡大し、総務省、文部科学省、経済産業省等が連携を一層密にしてサイバー攻撃から国民を守るという観点から、統合的かつ継続的な取り組みが必要である。その際、官と民の役割分担を明確化し、民の育成が促進されるような施策を推進すべきである。

なお、情報セキュリティ分野の研究開発の実施に際しては、情報セキュリティ政策会議で策定中である「情報セキュリティ研究開発戦略」を踏まえ、内閣官房情報セキュリティセンター（NISC）の調整の下で関係府省が適切な役割分担の下で連携することが不可欠である。

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、以下のとおり。

- 今後 10 年間の社会変化、技術変化についてのシナリオ開発を行い、そこで必要となる研究開発を特定して研究開発を進める方法を実施すべきである。これは米国、EU でも行われている方法であり、継続的にシナリオの点検をすることで、必要な技術開発をタイムリーに行うことが可能になる。
- 国際連携によるサイバー攻撃予知・即応技術については、国際連携の下で情報収集ネットワークを構築し、それに対抗するための研究開発を行うもので、極めて重要である。実施体制については、NISC（内閣官房情報セキュリティセンター）との連携の下で総務省と経済産業省との役割分担を具体的目標とともに明確にして実施すべきである。
- クラウド対応型セキュリティ技術の研究開発については、最終年度（平成 24 年度）に向けて、各要素技術開発の成果を踏まえ、統合システムのプロトタイプ試作段階になるが、成果を国際市場へ円滑に展開するため、諸外国における研究開発動向を定常的に調査し、研究開発に反映していくことが望ましい。
- クラウド利用、IPV6 や新世代ネットワークのセキュリティ技術等の課題が多いセキュリティ技術の研究は、リスク軽減により我が国の IT 利活用が促進されるようにするところまでをスコープとすることが望ましい。
- マルチクラウドコンピューティングの時代に入り、あらゆる情報がネットワークで接続されるようになるとともに、セキュリティのリスクは逆に増加しているため、国民の安心・安全の実現のためのセキュリティ技術の重要性は一層高くなっている。また、国家の安全保障の観点でも、他国からのサイバー攻撃に対応する自前の技術の強化が求められている。
- 省庁横断的な取組に対して、より積極的に研究開発投資をすべきである。情報セキュリティは、そもそも複合領域であり、技術、制度、経済システム等に大きく左右される。したがって、より広範な取組を推奨すべきである。
- 政府による成果利用方策を明確にすることが必須。第 3 期において制度的な課題解決を試みたが、その解決には至っていない。今後、インフラ防衛、サプライチェーン防護等を考えていくと、公的部門における成果の広範な活用が必要となることは明らか。しかし、現状では、先端的な研究成果を活用する方法が無い状況にある。欧米諸国では、開発された技術の短期間での展開を加速する方策を明確化しており、わが国においても、そのような制度を創設すべきである。
- 情報セキュリティ領域の研究開発に関わる人材育成についても、積極的に取り組むべ

- きである。このためには、産業界、大学、行政が協働して取り組むことが必要となる。
- 第4期では、セキュリティ領域での科学技術イノベーション戦略協議会（仮称）において、セキュリティ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。
 - 最近、機密情報の流出、Wikileaks 問題、サイバーアタック等、情報セキュリティ問題は深刻化している。「サイバーセキュリティと経済 研究会」での広範囲な検討に期待したい。
 - セキュリティと類似の概念としてディペンダビリティがある。従来は研究者コミュニティが異なって必ずしも連携がスムーズではないが、第4期では両者を併せた取組を期待する。

（ソフトウェア領域）

（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期のソフトウェア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：・2007年度までに、ソフトウェア開発に関する諸データを収集・蓄積するデータ収集システムの構築を行い、さらに、収集したデータを解析・評価するデータ分析システムを構築する。【文部科学省】

対応する主な施策の成果：

- 「高信頼ソフトウェア構築状況の可視化技術の開発普及」（文部科学省）
 - ソフトウェア取引の透明化や利用者による安全・安心なソフトウェア製品の選択につながるソフトウェア開発に関する実証的なデータの収集・可視化を実現するシステムやソフトウェアの構築状況を把握する技術の開発等に向けて、ソフトウェアタグ規格の開発やソフトウェアタグを容易に扱えるツールの開発、ソフトウェアタグを用いたソフトウェア開発の利用シナリオの作成等、研究開発は着実に進捗。ソフトウェア開発ベンダ・ユーザ等の多くの企業や業界団体等と密に連携した研究開発体制を構築し、成果を企業によるソフトウェア開発への実利用につなげるべく、関係者間のネットワークを構築するとともに国際標準化を目指した研究開発を実施した。
 - 研究マネジメントの観点からは、ソフトウェア開発ベンダ・ユーザ等の多くの企業や業界団体等と密に連携した研究開発体制を構築し研究開発を実施した。これにより、実際のソフトウェア開発におけるニーズを適切に本研究開発に反映した。

成果目標：・産学官が連携することにより、実践を通じて産み出された様々なソフトウェアエンジニアリングに関する知識を体系化及び普及・展開することにより、ソフトウェアに対するユーザ満足度の向上を目指す。【経済産業省】

対応する主な施策の成果：

- 「産学連携ソフトウェア工学の実践」（経済産業省）
 - 車載電子制御システムに適用できる共通基盤ソフトウェア（BSW）を開発。ベ

ンチマーク調査を実施し、ROM/RAM 消費量、CPU 負荷率等の観点で欧州規格（AUTOSAR）の BSW に対する優位性を確認した。また、その国際標準化に向けて、平成 22 年に AUTOSAR に対して標準化提案を行った結果、高い評価を受け、規格化する方向で現在調整中である。

- 研究マネジメントの観点からは、自動車メーカー、部品メーカー、組み込みソフトウェアメーカー、半導体メーカー、ツールメーカーが、業界横断的にソフトウェアを共同開発する体制を構築。（独）情報処理推進機構からソフトウェア工学の活用等に関する支援を受けるとともに、大学とも連携を図った。（国は本事業に参加した中小企業に対して支援を実施した）これにより、中小の組み込みソフトウェアメーカーに対して、大手の自動車メーカー、部品メーカーとコンソーシアムを組んで、大規模かつソフトウェア工学を活用した開発を実施する機会を提供することにより、事業を通じた組み込みソフトウェアメーカーの技術力を向上させることができた。
- 「中小企業システム基盤開発環境整備事業」（経済産業省）
 - 平成 22 年度から開始した事業であり、平成 23 年度からは、組み込みシステム基盤開発事業として実施予定である。
 - 研究マネジメントの観点からは、自動車メーカー、部品メーカー、組み込みソフトウェアメーカー、半導体メーカー、ツールメーカーが、業界横断的にソフトウェアを共同開発する体制を構築。（独）情報処理推進機構からソフトウェア工学の活用等に関する支援を受けるとともに、大学とも連携を図っている。（国は本事業に参加する中小企業に対して支援を実施している）
- 「システムエンジニアリング実践拠点」（経済産業省）
 - 中立的な機関として、企業秘密に関わる情報（トラブル事例や開発プロジェクトの進捗管理・品質管理等に関するデータ：約 2,700 件）を収集・分析し、標準的な信頼性向上対策集やガイドラインを策定。東京証券取引所等、重要インフラを運用する事業者が成果を導入。ガイドライン等は中小企業でも活用できるよう簡素化して提供。
 - 電力・交通等の重要インフラについて、「国民生活の安全の確保」の観点から政府機関が障害対策指針を提示する必要があるとあり、業界横断的な標準となる対策ガイドラインを策定。
 - 研究マネジメントの観点からは、欧米の世界トップレベルの政府研究機関等と連携協定を締結し、共同事業を実施。タイ、韓国といったアジア諸国とも連携協定を結び、成果を提供。

「領域」、「重要な研究開発課題」の成果及び今後の課題

・総括

ソフトウェア領域については、安全・安心なソフトウェア製品の選択につながるソフトウェア開発に関する諸データを収集・蓄積し、可視化をするシステムの試作を行う等の進展があった。また、車載電子制御システムに適用できる組み込みソフトである共通基盤ソフトウェアを開発し、国際標準化についても進展があった。

今後は、ソフトウェアの多様性への対応や我が国の企業の国際競争力向上等に留意して研究開発を行うことが重要であり、特に、自動車業界における組み込みソフトの開発・標準化は、我が国の産業への波及効果は大きく、また、安全性の向上にも寄与することから重要な研究課題であると考え。同時にこれらのソフトウェア開発を支える高等人

材の教育および育成が重要である。

・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、以下のとおりである。

- ソフトウェア開発に関する諸データを収集・蓄積し、可視化をするシステムに関しては、ソフトウェアの多様性に鑑み、その開発対象、開発プロセスモデル毎に十分な量のデータを収集する必要がある。その継続性を担保するフォローアップが必要である。また、開発プロセスの変化も大きく、データ自身が時々刻々変化することもあり、意味のあるデータ収集のためにはそれなりの体制が必要とされる。
- 自動車業界における非競争領域に置ける基盤的ソフトウェアの提供は、各社の競争力の強化になるとともに、国際標準化を目指すことで裾野産業にもその影響は大きく、有意義な研究開発である。この成果の普及に関して継続的なフォローアップが必要となる。また、このソフトウェアが機能安全の観点からどのような評価になっているのかも留意しておく必要がある。自動車産業以外の産業分野における基盤ソフトウェアにも同様なサポートが必要かは議論の余地がある。
- 国際競争における、ソフトウェア全体の問題点の大きさに比べ、テーマが細かすぎる。研究者の希望するシズ優先で、テーマ選択を行ったように見える。これほど、テーマを絞ったのであれば、世界的成果が出て、企業の国際競争に顕著な貢献が出て欲しい。

・施策の具体的な課題等

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。

- 高信頼ソフトウェア構築状況の可視化技術については、ソフトウェア開発に関する諸データを収集・蓄積し、可視化をするシステムの試作研究開発を行った。実際の利活用に向けて、システムの再評価と高度化・詳細化を行うとともに利用する局面に応じた利用パターンの定型化等、円滑な普及につなげる対策を行っていくことが重要である。
- 産学連携によるソフトウェア工学実践については、車載電子制御システムに適用できる共通基盤ソフトウェア（BSW）を開発。ベンチマーク調査を実施し、ROM/RAM 消費量、CPU 負荷率等の観点で欧州規格（AUTOSAR）の BSW に対する優位性を確認した。また、その国際標準化に向けて、平成 22 年に AUTOSAR に対して標準化提案を行った結果、高い評価を受け、規格化する方向で現在調整中である。また、ソフトウェアの構造設計から単体テストまでを対象とするツールチェーンを開発。AUTOSAR 版と比較して、パラメータ設定項目を 75%削減し、開發生産性・信頼性を向上させた。さらに、各社共通領域となる基盤ソフトウェアを開発し、ソフトウェア開発の生産性向上を図るとともに、競争領域への効率的資源配分を可能とすることで、自動車関連産業及び組込みシステム産業等の競争力を強化した。今後は、我が国発の共通基盤ソフトウェアについて、AUTOSAR との協調により、規格化することを目指す。また、本事業を通じて、大手の自動車メーカー及び部品メーカーと中小組込みソフトウェアメーカーをマッチングさせることにより、車載制御ソフトウェア開発の技術力を向上させた。

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。

- 「次世代 IT 基盤構築のための研究開発のうち「高信頼ソフトウェア構築状況の開発普

及」(文部科学省)

- 社会システムの全体最適化等のために要素となる情報通信技術の統合化技術の重要性が増しつつあり、その中心的役割を担うソフトウェア技術の研究開発は、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の実現の基盤として重要である。ソフトウェアに関するこれまでの研究開発の実績と成果を適切に活用しつつ、具体的な研究開発要素を整理したうえで、重点化を図って推進していく。

○ 「組込みシステム基盤開発事業」(経済産業省)

- 機能安全規格に対応した開発に係るガイドラインの策定、高信頼制御基盤ソフトウェア(共通領域)の開発・評価、高度検証ツールの開発・評価等を実施する。

(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。

基幹系業務向け及び組込み系を含むソフトウェア技術は、産業競争力の国際競争力強化に必須であると同時に社会システムの先進化に向けた共通基盤技術であり、第4期においても引き続き強化を図る必要がある。クラウドサービス・スマートフォンの急速な進展や、ソフトウェア開発のオフショア化等、ソフトウェアを作り、かつ利用するソフトウェア産業を取り巻く環境は大きく変化して来ており、従来型のモデルではソフトウェア産業自体が成り立たなくなる可能性も示唆されている。環境変化に上手く対応し、ソフトウェア製品における人件費比率を大幅に低下させる技術・ビジネスモデルの導入が不可欠である。特に、機器に組み込まれる組込みシステム用ソフトウェアの研究開発は、我が国が競争力を有する可能性があり、複雑化する組み込みソフトの機能安全を認証する仕組みを構築する取り組みは極めて重要である。

今後の研究の推進においては、ベンチャー企業等中小企業の支援や信頼性の評価等、品質を保証できる仕組みの整備等にも留意することが重要である。

情報の利活用による産業や社会の生産性向上にソフトウェア開発は重要な役割を担っており、官民の役割を明確にした上で研究開発の推進を図ることが重要である。そのためにもネットワーク、セキュリティ分野と共同で情報の安全確保を図る方策の確立を進めるとともにその適用を積極的に実行していく必要がある。

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。

- 組込みシステム基盤開発事業については、組込みソフトウェアの大規模化・複雑化が進み、信頼性・安全性等の品質の確保が社会的課題となっている中、組込みシステムの第三者検証枠組みの重要性が高まっている。特に、機能安全規格が ISO が進められていることもあり、本施策を推進することにより、ISO 規格策定への寄与およびガイドラインの国内展開を着実に図ることが重要である。また、国際標準等のスケジュールにタイムリーに成果を創出するように、要員を含めた実施体制を最適に整え、実施すべきである。
- ソフトウェア産業の基盤的ソフトウェアは米国等の後塵を拝しているが、日本の得意とする作り込みを必要とするアプリケーション、特に機器に組み込まれる組込みシステム用ソフトウェアは競争力を持ちうる可能性がある。そのためには信頼性の評価等、品質を保証できる仕組みの整備が必要である。

- サイバー世界と現実世界の連続的な融合した世界が身近になると考えられ、制度面整備も含めて、ソフトウェア開発、サービス開発が必要になる。新しいソフトウェア、サービスは計画された機能とは異なる予想もされない使い方をされることも多く、その開発支援は難しい。研究開発を直接支援するよりも市場開発支援が重要である。
- 産学連携に関しては、日本経団連および日本経団連の支援の基に設立されたNPO（高度情報通信人材育成支援センター：CeFIL）との意見交換を進めて、ニーズを見極めた上での施策を推進することが望ましい。
- 新規上場企業、ベンチャー企業の多くが情報系産業であることから、産学連携でベンチャー育成を図る必要がある。博士課程学生が大学での研究成果を基にベンチャーを起業する仕組みの整備が、学生の問題意識の認識、大学での研究と社会との関わり合い等を良くすることにつながり、日本の競争力強化に資することができる。
- 人材育成のための予算が、学生、院生の能力向上に生かされるよう、大学改革のインセンティブとなるような工夫をすることが望ましい。
- 情報化社会の先導国であるためには、高度人材育成が必須である。学々連携、産学連携等、国を挙げての人材育成の新しい仕組みが求められる。

（ヒューマンインタフェース及びコンテンツ領域）

（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期のヒューマンインタフェース及びコンテンツ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：・2015年頃までに、多言語音声認識等のユーザーフレンドリーなヒューマンインタフェースを開発する。【総務省】
 ・2015年までに、一般会話レベルの多言語翻訳を実現する。【総務省】

対応する主な施策の成果：

- 「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」（総務省）
 - 音声技術については、小学校低学年の子供と 60 歳以上の高齢者に対する音声認識誤り率をそれぞれ 17%削減した。また、スマートフォン音声翻訳の利用ログ 30 万件を利用して、自動学習により音声認識誤りを 15%削減できることを確認した。
 - 翻訳技術については、WEB からの翻訳知識学習手法、WEB2.0 的対訳登録についてのプロトタイプを開発し、1500 人のユーザを獲得し、日々対訳を増産する基礎を確立した。また、翻訳技術の基盤として 250 万語の概念辞書を構築し、2800 万文対の対訳コーパスと対応する対訳辞書を構築した。
 - 実証実験に関しては、平成 20 年度に北京五輪において、平成 21 年度には国内 5 つの地域にて、ネットワーク音声翻訳の実証実験を実施した。平成 21 年度の実証実験では 370 の観光施設に 1700 台の端末を設置し、20 万件の利用ログを収集した。さらに、平成 22 年度にスマートフォンの音声翻訳アプリ VoiceTra を公開し、5 ヶ月間で 34 万ダウンロード、360 万アクセスという驚異的利用者を得た。これらの取り組みを通じて、国民への音声翻訳の認知度を高めるとともに、個人利用の意見を取り込み、技術を効率よく改善することが可能となった。
 - 国際標準化の観点からは、国際電気通信連合（ITU-T SG16）において、ネットワーク音声翻訳の要件（F. 745）とアーキテクチャに関する仕様（H. 625）の標準化を世界で初めて達成した。
 - 研究マネジメントの観点からは、高度言語情報フォーラム（企業会員 76、大学会員 123）を通じて、NICT が開発した辞書、対訳コーパス、各国語音声データ、解析エンジン、音声認識エンジン等各種ソフトウェアツールを配布し、音声翻訳をはじめとする各種音声言語処理の応用プログラムの開発が誰でも容易に出来る状況を実現することにより利用研究者のコミュニティを拡大し、利用研究者からの課題を NICT の研究にフィードバックできる効果があった。

成果目標： ・平成 22 年までに玉石混淆の Web データから信頼性・信憑性の高い情報を容易に得る環境を実現する。【総務省】

対応する主な施策の成果：

- 「電気通信サービスにおける情報信憑性・信頼性検証技術に関する研究開発」（総務省）
 - Web 検索エンジン等で取得された検索結果にどれくらい信憑性があるかについて、コンテンツ自身の分析、コンテンツに対する社会的支持情報の分析、さらに更新度等の著者情報の分析に基づいて行う機能を開発した。一部機能は 2000 人規模で実証実験を行った。
 - Web 上の情報を論理的関係に基づいて整理する「言論マップ生成」という世界初の技術を開発。
 - Web 上の様々な情報から、重要な意見間の関係の読み解き方を整理・要約する「調停要約」の概念を世界で初めて提案し、その実現方法を開発した。
 - Web 上の意見の変化傾向や変化要因を分析する「時系列分析技術」を開発し、その成果を特許出願(11 件)。また、上述の「言論マップ生成」「調停要約」「時系列分析」の開発技術成果を統合した情報信頼性判断支援 Web システムを試作し、100 人以上の一般ユーザによる評価実験で、従来の検索エンジンと比較し、

信頼性判断支援での有効性を確認した。

- NICT の研究成果である大規模日本語コーパス（Web から収集した大量の文書データ）を本委託研究で活用するとともに、情報信頼性判断支援 Web システムでも、信頼性を判断するための技術として「時系列分析技術」を利用している。
- 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、本プロジェクトを実施している NICT 委託研究と NICT 自主研究との有機的な連携を図るとともに、NICT 自主研究の情報信憑性分析システム（WISDOM）の相互補完や大規模日本語コーパスを利用する等、効率的な研究環境を構築した。

成果目標：・独創的なメディア芸術を創造するためにメディア芸術制作者に先進的な表現手法等を提供するとともに、国民全般が自己実現に活かすために容易にメディア芸術を制作し楽しむことを可能とするための先進的科学技术を創出する。
【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：デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」（文部科学省）
 - 「映画制作」において研究開発された MR-PreViz（スタジオ内セット、オープンセット、ロケ現場等で自在に演技と実背景を合成するツール）を用い、プロの監督、役者が参加して技術実証実験として製作した映画『カクレ鬼』が「ショートフィルムフェスティバル&アジア 2009」の観客賞、「ACTION/CUT 2009 SHORT FILM COMPETITION」の「BEST FOREIGN AWARDS」を受賞。
 - 個別研究課題ごとの活動以外に、領域として、成果と取り組みを広く社会に知ってもらうために予感研究所（日本科学未来館、隔年）、先端科学技術の可能性を芸術分野の若手クリエイターにアピールするために文化庁メディア芸術祭協賛展先端技術ショーケース（国立新美術館、毎年）を行った。
 - 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：・2007 年度までに、インターネット情報の統計活用や、実社会の射影であるサイバー社会の構造と変化の分析により、実社会の動きをタイムリーに読み取ることで、企業や行政等における施策立案及びその効果の検証を高い効率で実施することを可能とする。【文部科学省】

対応する主な施策の成果：

- 「革新的実行原理に基づく超高機能データベース基盤ソフトウェアの開発」（文部科学省）
 - 非順序型データベースエンジンの開発については、マルチコア環境への対応等の飛躍的な性能向上に向けた萌芽的諸課題への取り組みに注力して開発を実施。ベンチマークの一部問い合わせにおいて、現行の順序型データベースエンジンと比べて 30 倍を超える高速化を達成した。また、商用データベース管理システムをベースとする非順序型データベースエンジンについては、業界標準ベンチマークにおける複雑度の高い問い合わせにおいて、約 20 倍の高速化を達成。

- 内閣府の科学技術連携施策群タスクフォースの下で他省プロジェクトとの効果的な協力関係を構築して研究を実施した。
- 「Web 社会分析基盤ソフトウェアの研究開発」（文部科学省）
 - テキスト、画像、動画等の多メディア情報のアーカイブ（Web 情報：140 億 URL、放送映像：6 万時間）を構築するとともに、様々な解析処理を分散環境で効率よく行う基盤として分散処理フレームワーク QueueLinker（標準的なクラウドソフト Hadoop の 3.6 倍の性能向上）の開発を行った。また、次のような高速・高性能解析技術を開発した。
 - ◇ 画像・映像キーワード抽出（事物やシーンの自動ラベル付けを行う。映像解析ワークショップ TRECVID で世界トップクラスの認識性能を達成。）
 - ◇ 画像・映像リンケージ（映像中の同一の事物を検出。TRECVID で世界最高速を達成。）
 - ◇ 高速な類似検索 Resizable-LSH（一般的 LSH の 1000 倍の高速化）
 - ◇ Web リンク構造の高速解析 LittleWeb（PageRank 計算を 3 倍の高速化）
 - ◇ テキストデータの系列ラベリング（品詞タグ付与や固有表現認識を行う。最大 300 倍の高速化。）と機械学習（係り受け解析等を行う。20-250 倍の高速化。）
 - 研究マネジメントの観点からは、協力企業（NHK 放送技術研究所等）との検討を行い、社会的要請を適切に踏まえた上で、実現すべき社会分析ソフトウェアを選定し、実サービス実現を念頭に置いた実証実験を行っている。また、社会的要請、法制度的問題点に関する助言を得るために、産業、法曹、各学術分野の有識者を迎えた Web サービス構築活動助言委員会を設置し、プロジェクトの推進を図っている。

成果目標： ・2015 年頃までに、多言語音声認識や使用意図・環境理解等のユーザーフレンドリーなヒューマンインタフェースを実現する情報家電ミドルウェア技術を開発し、すべての国民が情報技術の恩恵を受けることのできる豊かな IT 社会を実現する。【経済産業省】

対応する主な施策の成果：

- 「情報家電センサー・ヒューマンインターフェイスデバイス活用技術の開発」（経済産業省）
 - 情報家電インタフェースの利便性向上に資する音声認識システムの実用化を支える基盤技術を確立し、事業実施前には 80%程度であった音声認識率について、実証システムにおいて、95%以上の被験者で 95%以上の音声操作タスク（住所検索、楽曲検索等）成功という当初予定した研究開発目標を達成した。
 - 研究マネジメントの観点からは、各研究開発分野に対し経験ある国内有力企業・大学を結集し、考える最適な実施体制を取った。実施に当たっては、委員会を設置し、テーマごとに密接な会合を持つとともに、進捗や方向性について外部有識者を招く等、広く意見をいただいた。

成果目標： ・2010 年頃までに、Web 及び非 Web 上にある、テキスト、画像、音声、映像等のあらゆる情報（コンテンツ）を、個人が簡便、的確、かつ、安心して収集、分析することができる情報検索・解析技術を強化し、個人が IT の恩恵を実感できるライフソリューションサービスや人工知能系関連ビジネスの拡大を目

指すとともに、個人の安全安心な生活を実現する。【経済産業省】

対応する主な施策の成果：

○ 「情報大航海プロジェクト」 （経済産業省）

- 59 の次世代知的情報アクセス技術を共通技術として開発し、これにより Web 及び非 Web の大量の情報を利活用する先進的なモデルサービスをパーソナルサービス、健康サービス、安全安心及びリッチコンテンツの 4 分野でのべ 22 件実証を行った。例えば、パーソナルサービス分野については、個人情報匿名化し安全に利活用する基盤技術を開発し、匿名化した位置情報履歴を元に情報提供を行うサービスを実証したほか、制度面では匿名情報の利活用のあり方を整理したところ、その成果に基づき次世代パーソナルサービス推進コンソーシアムが業界自主基準を策定することとなった。これらの技術開発や制度検討について ISO や OECD に働きかける等した。また、共通技術についてはのべ 120 件以上の商用化事例が生まれたほか、特許は出願予定及び海外出願を含め 43 件、論文は投稿中及び投稿予定含め 77 件に上る。（平成 21 年末時点）
- 研究マネジメントの観点からは、技術開発、実証事業及び制度・環境整備を一体で行うため、実証事業者とは別に実証事業を束ねるプロジェクトマネージャーを置いた。プロジェクトマネージャーは民間ノウハウを活用するため民間コンサルティング会社がこれを担い、プロジェクト管理、共通性の高い技術開発、制度検討等を行った。実証事業については、実サービス化を前提に実施できるよう、技術開発担当事業者ではなく、サービス実施事業者を主体とする体制を組んだ。

「領域」、「重要な研究開発課題」の成果及び今後の課題

・総括

ヒューマンインタフェース及びコンテンツ領域においては、情報の巨大集積化と利活用基盤技術開発について、平成 19 年度～平成 21 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として、「情報大航海プロジェクト」（経済産業省）、「電気通信サービスにおける情報信憑性・信頼性検証技術に関する研究開発」（総務省）、「革新的実行原理に基づく超高機能データベース基盤ソフトウェアの開発」（文部科学省）、「Web 社会分析基盤ソフトウェアの研究開発」（文部科学省）を選定し、連携マップにより各省施策間の連携シナリオを想定しながら開発を進め、新たな技術として 120 以上のサービスを創出した。

音声の壁を乗り越える音声コミュニケーション技術については、平成 20 年度～平成 24 年度の計画で、総合科学技術会議の社会還元加速プロジェクトとの対象として、現在、実証実験、技術の改善等を進め、旅行会話レベル技術の民間への移転を主管省庁で検討しているところである。

超臨場感コミュニケーション技術については、究極の立体映像技術である電子ホログラフィで世界最高性能を実現しただけでなく、今までにない全く新しいシステムや人が感じる臨場感評価技術の開発を行っているところである。

今後は、これまでの顕著な開発成果についてはその実用化を図るとともに、実用化を念頭に置いて研究開発を推進することが課題であると考えられる。

・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、以下のとおりである。