

情報通信分野の現状分析と対応方針(案)

(1) 状況分析

(i) 政策目標実現の視点に立った現状認識の再確認

情報通信分野技術に関しては、分野別推進戦略に掲げられているとおり、

- ① 21 世紀の日本が抱える少子高齢化対策、環境問題への対策、安全で安心な社会の実現などの社会問題解決や、我が国産業の国際競争力の維持・強化等、ITの持つ構造改革力を活かした日本社会の改革の完遂、
- ② ITの社会展開によって実現される利用者・生活者重視の視点からの知識や情報の自由な流通・交換等を通じた新たな知的価値、文化的価値の創造、さらに、
- ③ ITを最大限活用した問題解決モデル、構造改革力の提供による国際貢献とその活用を通じた産業の国際競争力の強化、

に貢献することを目指して研究開発に取り組まれてきている。しかしながら、研究開発の進捗管理に当たり技術成果の側面からの評価分析になりがちである反面、社会経済面での我が国を取り巻く環境は大きく変化し、第 3 期計画策定時に求められていた政策課題の重心も大きく変化してきており、技術面で当初計画通りの成果を上げても、政策課題の解決には十分貢献できない、といった状況にもなり得る可能性があることから、情報通信PTでは、平成 20 年度の間中間フォローアップに際して、そもそもの政策課題に遡って、状況分析の再確認を行い、その上で、研究開発の現状を精査し、第3期後半に向けて推進方策等に関する留意点等についてとりまとめた。今回の平成 21 年度のフォローアップでは、情報通信 PT 会合の議論、フォローアップ調査票の内容等を踏まえ、その後の 1 年の主な変更点を反映させた。

(ii) 情報通信技術開発に期待される政策的に重要な貢献目標等の変化

情報通信分野戦略を定める上で当該分野技術に求められる役割は以下の 4 点にまとめられていることから、これら 4 つの役割(以下「貢献軸」という。)ごとに、状況(特に第3期基本計画策定後の状況が変化)についてのとりまとめを行った。その詳細については別紙 1 のとおりである。

- ① 社会 : 社会が直面する多様な課題の解決
- ② 産業 : 産業国際競争力等の維持・強化
- ③ 科学 : 情報通信技術科学・技術の深化、他分野での情報通信技術利活用の加速
- ④ 安全・安心 : 利用者が安全・安心を実感できる情報通信技術基盤

① 「社会」貢献軸から見た状況分析

「社会」貢献軸に関しては、少子高齢化問題、環境問題の一層の深刻化への対応が、特に重要性を増してきている。

少子高齢化問題への対応としては、介護サービスの充実への貢献と、その一方で深刻度

を増してきている要介護者及び介護者の負担軽減への貢献の重要度が「ライフ・イノベーション」として一層高まっている。また、少子高齢化による労働力不足を克服する観点から、要介護者や高齢者・障害者の社会参加等を促進するためのユビキタス技術やロボット技術開発の重要性が高まっている。

環境問題への対応に関しては、「グリーン・イノベーション」としてより環境負荷の少ない産業基盤、社会基盤、生活基盤を作るためのスマートグリッド等の情報通信ネットワーク基盤の早期実現や地球温暖化等環境変動の評価分析予測のためのシミュレーション基盤技術の確立などが重要になってきている。また、昨今の爆発的な情報化の進展に伴いエネルギー使用量が高まる情報通信分野での省エネ化の促進も重要な政策課題となっており、低電圧デバイス、光ネットワーク等の低消費電力化技術が重要となっている。

このほか、情報化社会進展の中で感受性の喪失や情報格差による社会孤立といった問題も急速に深刻になってきている中、より人間性のあるコミュニケーション手段の実現やバーチャルリアリティ等の新しい技術を駆使した文化・芸術・科学の創造への貢献も強く期待されるようになってきている。

世界経済フォーラム(World Economic Forum)が毎年公表している情報通信技術競争力ランキングでは、日本の順位は平成 16 年には 8 位まで上昇したが、平成 20 年には 17 位まで後退している。この順位付けの指標の内訳を分析すると、法制度、社会慣習、高コスト体質等が障害となり情報通信技術の有効な利活用ができていない分野が多いことが低迷の主な要因であることが分かる。そのため、子供の教育や医療現場等での情報通信技術の利活用による生活の質の改善や利便性の向上を全国民が享受するため、光などのブロードバンドサービスの利用の更なる推進が必要である。

②「産業」貢献軸から見た状況分析

「産業」貢献軸に関しては、AV 機器やデジタル家電などの分野を中心に、これまで一定の競争力を維持してきた情報通信分野における我が国の産業競争力も、グローバル化の進展、システム化の拡大、また、特に製造産業分野でのアジア新興国等の台頭などにより、急速に国際競争力を失いつつあることが特に重要なポイントであり、その回復に向けた取組みが一層強く求められるようになってきている。

コスト競争力の高い新興国との競争にも打ち勝つために、これまで我が国の強みであったデバイス開発や組込みソフトウェア開発において、ユーザニーズの多様性に応える従来の高機能化や高性能化といった方向性だけでなく、我が国ならではの信頼性をより高めるといった技術開発などを通じた独自性発揮の重要性が一層高まっている。また、競争力につながる新たな付加価値として、「グリーン・イノベーション」、「ライフ・イノベーション」への貢献面からの競争力向上も今後さらに注力すべきポイントである。

経済発展を牽引する高付加価値型産業の代表格として、世界中で情報通信産業の重要性が年々高まる中で、クラウド・コンピューティングの積極的活用、及び加速度的に膨れあがる多様な情報を迅速かつ的確に、また、安心して流通・利用することを可能とすることが、この分野での国際競争力回復の鍵となるものであり、そのための研究開発の重要性が一層高

まってきた。

産業の効率化に向け民間企業だけでなく公的部門においても情報通信技術の導入が世界中で進められてきている中で、我が国はその導入に遅れが目立ち、産業競争力の低下にもつながっている。この問題の要因の一つに、情報通信技術を産業活動の中で利活用できる人材の不足がある。米国では理工系人材の経営教育プログラムが優れており、米国と日本との国際競争力の大きな差を生んでいる要因の一つとも考えられる。特にシステム構築やセキュリティ関係の人材の払底は深刻であり、実践力を備えた人材の育成・確保が緊急の課題となっている。

平成 20 年情報通信白書によると、米国の情報通信技術産業を牽引するベンダの多くが昭和 35 年以降に継続的に創出されてきたのに対し、日本では同時期以降、世界と競争できる情報通信技術ベンダはほとんど生まれていない。高い法人税率や起業に関するコスト、既得権益との対立等が障害となっている。新たな情報通信技術企業や関連産業、サービスが継続的に創出され、成長するためには、資金・人材・研究開発面での環境整備が重要である。

また、グローバル化の進展の中で、国際競争力確保の上から国際標準化において実質的にも実のある成果を得るためのより多面的かつ戦略的な総合的取組みや、少子高齢化に対応するためのロボット等による代替労働力確保に対する取組みも、一層重要性を増してきている。欧州では、ものの開発過程からユーザを巻き込みその指向を捉えるユーザ指向イノベーションを強力に推進しており、国際競争力向上の観点からも注目に値する。

③「科学」貢献軸から見た状況分析

「科学」貢献軸に関しては、近年、我が国の情報通信技術研究の存在感が低下している。IEEE の論文数ではアジアのトップから中国、韓国等に追従、追い越され、アジアの一国に転落した。文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター調査資料「IEEE 定期刊行物における電気・電子情報通信分野の領域別動向」によると、米国、カナダ、英国が情報・通信の研究を基軸に世界のトレンドをリードしており、イタリア、フランス、ドイツなどの欧州諸国はそれぞれに強い研究領域を持っている。台湾や韓国は電気電子系の研究が特に強い。中国、シンガポール、スペインは比較的新しい研究領域を中心に急激に伸びており、特に中国は伸びが著しく、バランスも良い。一方、日本は超伝導やロボットなど急速に発展している研究領域はあるものの、電子デバイス等、存在感が低下している研究領域が目立つ。

必ずしも近年だけの変化ではないが、新興国の台頭めざましい中、資源の少ない我が国の発展のために他の追従を許さない革新的な技術を切れ目なく創出、向上させていくことの重要性が一層高まっている。加えて、現下の世界的に深刻な経済危機からの脱却の鍵としての科学技術に対する期待も一層高まってきている。米国政権では、多くの先進国が抱える様々な社会問題克服と合わせて自国の産業競争力の向上を目指して、「基礎研究の拡充」、「理数教育の強化」、「21世紀グランドチャレンジ」等への取組みを強化することを明確に打ち出しており、我が国としてもこれに遅れることなく科学技術力の強化に向けて取り組んでいく必要がある。

FP Work Programme によると、欧州の第 7 次フレームワークプログラム(FP7)においては、

平成22年度予算の6,167百万ユーロのうち、目的志向の研究である「Cooperation」が全体のおよそ2/3(平均64.7%)であり、情報通信分野には「Cooperation」予算の30%前後が割り当てられ最も重視されている。これは全体予算の約20%(1,000百万ユーロ)である。情報通信分野における予算の中では「健康のための情報通信技術」といった融合領域に関する研究開発への割り当てが最も多く、情報通信分野の予算の32.1%(629百万ユーロ)である。融合領域といっても単なる応用ではなく、情報通信技術利活用・課題解決型の先端技術開発であり、情報通信分野の専門家が融合領域に主導的に関わる場合が多い。日本においても医療といった他の領域の問題を情報通信技術領域の中で設定し解いていくことが重要である。

このような状況にあって、特に情報通信技術は、他の科学技術分野も含めた研究開発の基盤でもあり、このため、スーパーコンピュータや次世代ネットワークに代表されるような学術情報基盤や先端研究施設の有効活用を可能とする環境整備と、医学、化学、物性学、金融学等の専門性を持ちつつ、これらの情報通信技術基盤を利活用できる多様な科学技術人材が強く求められており、継続的な育成・蓄積が重要な課題となっている。

④「安全・安心」貢献軸から見た状況分析

「安全・安心」貢献軸に関しては、情報システムやクラウド・コンピューティングの社会経済インフラとしての浸透により、情報セキュリティ及び情報システムやソフトウェアの信頼性問題が、国の安全保障にもかかわる重要性の高い問題となってきている。

あらゆる分野での情報化の進展に伴い、情報システムの安全性を脅かす問題はますます深刻化し、また、その内容も複雑、多様化するなど、一層対応が難しくなっている。このため、情報セキュリティの確保のためには、端末、アプリケーション、ネットワーク等あらゆる階層において、総合的に対応できる信頼性確保技術の開発がより重要になってきている。また、情報システム・ソフトウェアの信頼性を向上させるためのソフトウェアエンジニアリングの高度化も必要である。

情報システムの安全・安心確保のためには、常に新たな脅威にさらされる情報システムをセキュアに維持・管理できる体制構築の遅れも大きな問題となってきている。

また、情報システムが特に災害対策手段としても重要性が定着しつつある中、非常災害時に十分な働きが出来るようにすることも重要な課題である。現在、社会還元加速プロジェクトで取り組まれている「きめ細かい災害情報を国民一人ひとりに届けるとともに災害に役立つ情報通信システムの構築」や「情報通信技術を用いた安全で効率的な道路交通システムの実現」においても、現実の利用環境における適確な情報伝達技術が鍵となっている。特に地震や異常気象による災害が頻発する今日、真に役立つシステムを開発することが喫緊の課題となっている

(2)各領域別における対応方針

情報通信分野は、材料を含めたデバイス開発、ネットワークやユビキタスを含む情報システム開発、アプリケーションなどに代表されるソフトウェア開発、また、共通基盤となるヒューマンインタフェース技術やセキュリティ技術、また、これらの統合技術としてのロボット開発など、非常に幅広い範囲をカバーしている反面、それらを取りまくニーズや開発環境が大きく異なることから、まず領域毎に具体的方策について検討し、それら全体について俯瞰的に議論し提言としてとりまとめていくことが不可欠である。

上記の観点から、情報通信 PT では、平成 20 年度の間中間フォローアップ時に領域ごとに産学官から第一線の専門家を集め、対応方針についてとりまとめを行い、平成 21 年度のフォローアップでは、情報通信 PT 会合の議論、フォローアップ調査票の内容等を踏まえ更新した。これらの対応方針については、関係府省の平成 21 年度以降の概算要求等に反映されており、すでに一部の取組みは進められている。

① ネットワーク領域

(i)総論

情報通信技術の進展は現在までも生活、企業、社会に大きな変化を生じ、過去にはなかった多くの技術活用形態を現実のものとしてきた。今後の長期的技術開発では従来の観念にとらわれない技術の見方が求められる。また、個別の技術開発だけでなく、それらを統合する技術や、有効性の実証、社会に普及させるための制度改革への配慮も重要である。ネットワーク領域は世界的に飛躍的に成長しており、製品開発が進み、研究発表が大幅に増加している中、日本の国際的な地位の低下が見られる。新たな世界的戦略が必要である。

(ii)対応方針(※については別紙 1「貢献目標一覧」の該当箇所を参照)

「環境に配慮した持続的イノベーション」(※社会-2)について、地球環境に関する問題意識が国際的にも高まっているところ、情報通信技術全体がどのように貢献するかについては領域を越えて考えていく必要がある。ネットワーク領域においても、例えば、IT 個別機器の省電力化、ネットワークの高速大容量化によって省エネへ貢献する技術開発は、従来から重要であるとされており、さらに「グリーンイノベーション」を推進している状況である。一方、省エネ化は、性能低下や機能低下を招くこともある。これは、高性能製品の活用によって生産性やサービス品質を高くしようとするカスタマにとって、省エネ化を受け入れない理由になることも多い。このため、今後は性能や機能に対してペナルティが小さな省エネ化技術を総合的に開発する必要がある。具体的には、センサネットワーク技術やユビキタスネットワーク技術、個人の状況等を加味したコンテキストウェア制御技術、プライバシーの確保技術等、他領域で開発された技術も積極的に利活用する必要がある。また、これらの研究開発は、テストベッドネットワークを活用した実証実験と共に一貫して行われるべきである。これらの技術は従来継続的に行われてきた IT の成長を持続するためにも重要である。

「通信の確保」(※安全-1)に関しては、現在取り組まれている非常時対策に加え、国民生

活を守るため、「健全な情報利活用基盤の確保」への貢献を考えて取り組んでいくべきである。本件については、第3期科学技術基本計画策定時には、さほど顕在化していなかったものの、インターネットなどで流通する有害なコンテンツや、書き込みなどによるいじめなどが急激に増え問題となっている現状において、児童・生徒が情報通信技術を安全に活用するスキルを身につけると同時に、高度ネットワーク社会を健全に過ごすことができるようにすることが必須となってきている。このため、例えば有害情報の自動フィルタリングだけでなく、情報の発生源をプライバシーに十分配慮しながらトレースバックするネットワーク技術等の研究にも注力していく必要がある。

さらに、従来から行っている「非常時における通信の確保」についても、災害時等を含むあらゆる状況で通信が確保されることは重要である。この場合に非常時だけに使用される技術は長期の安定性の点で問題を生じやすい。非常時に生き残る通信手段が日常的に活用されるような運用が望ましい。

「電波利用の高度化による世界最先端のワイヤレスブロードバンドサービス」(※社会-3)について、有限な電波を活用し、どのような状況においても高速ネットワークにアクセスできるような利便性の高いユビキタス社会を実現するには、高性能な無線通信方式の開発、電波の有効利用技術などの研究開発が重要である。また、電波の電力制御を適正に行うことにより干渉をおさえ、周波数の利用効率を高める工夫もある。

世界的には電波の利用の条件は多様であり、異なる条件で電波利用の開発が行われている。世界市場への展開に向け日本国内にとらわれない広い視野での研究開発が行われることが重要である。

「情報流通の円滑化」(※産業-1)について、ネットワークのトラヒックの増大の中で、バックボーン技術は重要である。光ファイババックボーンについては日本が伝統的に競争力を持つ分野であり、この分野に努力することは重要。これと共にルータの大容量化、全光ネットワーク化、P2Pをはじめとするバックボーン依存を低減するネットワーク技術、国際的な連携のもとに不適切なフローを制御する技術、ネットワークの仮想化技術やネットワークアーキテクチャの設計等、多様な研究開発が重要である。光ネットワークに関する技術は、省エネ化にも繋がるため、社会-2への貢献も期待される。

「国際標準化のリード」(※産業-4)について、通信技術においては、技術的コストの内ソフトウェアをはじめとする固定費の比重が高まっており、コスト競争のためには同一製品の市場を広げなければならない。このためには日本の標準が国際標準と整合していることが重要であり国際標準化は重要である。しかし標準は世界の協力によって形成するものであることを勘案すると、「標準化策定に貢献すること」が重要であることを認識し、必ずしも「日本発であることを強く示す」ということが目的にならないように気をつける必要がある。すなわち企業が、知財権等において、貢献に対応した利得を得ることは当然であって、その際にも日本の企業の貢献が大きければ大きな利得を得ることになる。このためには、標準化の早い段階からその作業へ人材を送ることが重要であり、標準化の場面等で活躍できる人材をどう育成するかについての施策も必要である。

また、研究の成果を実用化するプロセスでは、多くの成功した標準化において行われているように、多数の国での同時実用化の努力が必要である。日本で実用化し、その後に世界に広げるというプロセスでは、情報通信技術の分野では世界段階に達するときにはすでに陳腐化がはじまっているということになる恐れが高い。標準化のリーダーシップはこのような全体的な産業活動を通して進められるべきである。

② ユビキタス領域

(i) 総論

コンピュータも通信もパーソナルの活用の時代に必要とされた 1 人 1 台の時代から、今後 10 年～20 年で 1 人 100 台の時代に変化する。これがユビキタスネットワークの基本的予測である。このとき使用されるコンピュータとネットワークの姿を確度高く推測することは困難である。しかし地球に許される食料、エネルギー等の制約要因の中で、技術の貢献が期待される領域としてのユビキタス技術には、国際的に広く期待がある。

ユビキタス領域においては、多様なコンピュータの多様な活用が想定される。情報通信技術が生み出すイノベーションを通してサービス産業に貢献する立場から、ユビキタス技術について、広範な研究の推進、成果の発信が重要である。これらの研究では目的ごとにソリューションとして構築するのではなく、オープンなネットワークを形成し、それを安定的、発展的に構築、運用することができるアーキテクチャが必要で、その技術が世界競争の中でアーキテクチャを保持しつつ新たな機能をダイナミックに進展させることにより、他の追随を許さないモデルを確立する一方、日本より低所得水準ながら今後急成長する国々へ展開するためのグローバルな共通プラットフォーム等、最先端を狙うだけでなく展開先の環境適合のための開発も重要になってくる。

社会的貢献をソリューションとして追及するのではなく、貢献のもとになる共通のアーキテクチャの研究が重要である。ユビキタス領域における貢献軸の考え方には、それによって必要な基本が失われないよう、十分に注意することが必要である。

(ii) 対応方針

「要介護者・障害者の社会参加支援」(※社会-1)について、情報通信技術を活用して、従来社会参加が困難であった人達が、自立して参加できるようにする、あるいは介護のコストを低下する可能性は高い。また、情報弱者支援のための開発事例に学ぶことにより、すべての国民にとって真にストレスフリーな利活用のためのノウハウ蓄積につながる。このための技術は多様に展開する可能性があるが、これを通して世界に貢献し、産業化するためには、日本の枠にとらわれない展開を指向する必要がある。このような技術にも、その適用の方法において多くのバリエーションがある。バイオセンサ、ユニバーサルインタフェース、状況識別、測位技術等において、省エネと信頼性を確保しつつ、個々の問題解決ごとにソリューションを求めるのではなく、「幅広く適用可能なアーキテクチャの確立」が重要である。

「物流効率化」(※産業-3)について、電子タグの効率的活用は物流効率化、生産、流通、

保守、廃棄、再利用のループを形成する上で有効である。各企業のシステムとネットワークによって、各企業ごとの利益の追求を越えて、システムに関連する複合体の利益を最大化するように動いている。日本においては電子タグ等の個々の分野においては大きな成果をあげている。問題は各企業のシステムが個々に個別最適化され、共通プラットフォームのコンセプトを欠いて形成されているため、企業間ネットワークの構築が論じられてすでに 20 年以上も経過しているにも関わらず、電子タグを活用したトータルシステムの構築には実現上の制約が多い。電子タグアプリケーションのプラットフォームとソフトウェアモジュールのオープン化については科学技術連携施策群「ユビキタスネットワーク ～電子タグ技術等の展開～」の活動によって広く理解されるようになってきているが、その社会的活用には一層の努力が必要である。日本の特殊事情である個別企業のシステムの接続困難の問題を変化させる傾向として、クラウド・コンピューティング基盤も普及してきており、このような流れを活用したシステム構築を検討すべきである。

「通信確保」(安全-1)について、ネットワークには多様な情報が流れ、その多様性、トラヒックの変動によって通信の確保が困難になる場合がある。当面の対策としてネットワークの利用とその制御の自由度を低下させ、変動を抑えることが提案され、NGN※に取り入れられている。また有害情報のネットワークを通じた伝達が社会問題として注目されており、情報のフィルタリングが求められることもある。技術的に不完全な状況でフィルタリングを実行することは、ネットワークの利用の発展を妨げ、世界競争の中で技術発展を遅らせ、結果として、ネットワークの社会的問題の解決のための技術開発を妨げる恐れもあることに留意すべきである。これらの当面の対策に満足することなく、将来の構想として、最小限の制約で通信の安全性を実現する技術が追求されている。よりオープンなネットワークにおけるネットワークの通信確保の研究は重要である。

※ Next Generation Network の略。固定・移動体通信を統合したマルチメディアサービスを実現する、インターネットプロトコル(IP)技術を利用する次世代通信網を指す。

「多様な端末によるネットワークの活用」(※社会-5)について、利用できるネットワークはネットワークのカバレッジの多様化により利用する場所の制約を受ける。また災害時等にはカバレッジも変化する。これらの状況に応じて機能を適応化することや省エネを確保しつつ、モジュール化、コグニティブ化(マルチバンド・マルチチャネル対応の最適無線資源割当て等)することが重要である。

③ デバイス領域

(i) 総論

デバイス領域では、これまでの日本の先導性の維持・拡大が重要である。国際的には、先進各国が従来の情報通信技術機器の高機能化・高性能化はもとより、情報通信技術による省エネ化に加え、情報通信技術機器自体の省エネ化をねらって強力なプロジェクトの計画・実施を進めている。我が国が得意としてきたデジタル家電技術をもとに、ネットワーク化された情報機器をトータルで省エネ化する技術開発をねらったプロジェクト作りが必要である。また、

材料の多様化により異分野技術融合、そのための緩やかに結合したプロジェクトによる研究開発環境づくり、材料からデバイス・システムまで及びシステムからアプリケーションまで一貫して見ることのできる人材作り、さらに、幅広い「出口」を想定する成果評価手法の確立を配慮したオープン・イノベーションの観点での施策を進める必要がある。

(ii) 対応方針

「環境に配慮した持続的イノベーション」(※社会-2)について、ネットワークで流通するデータ量の爆発的増加に伴い関連機器の消費電力が増大しており、従来の情報通信技術による省エネ化に加え情報通信技術自体の省エネ化、すなわち個々の機器及びネットワーク全体の消費電力量を抑制することが喫緊の課題である。米国では「グリーン・グリッド」、「クライメート・セイバーズ・コンピューティング・イニシアチブ」等の業界団体が立ち上がっているが、我が国でも「グリーン IT 推進協議会」が設立され、米国や韓国の業界団体等とも連携して進めており、さらに「グリーンイノベーション」を推進している状況。研究開発としては、平成 20 年度より「グリーン IT プロジェクト」が開始されているが、個別機器(センサネット機器等)からシステムソフトウェアまで一体化した技術開発により相乗効果を図り、デバイスを高効率化させるとともに、一部成果については 2025 年よりも早い時期に活用すべき。特に、ネットワークにおける取組みは重要で、低電圧 LSI 技術等の高障壁な技術を開発するとともに、ネットワーク・システムの基本構成を変えて全体的な省エネを達成するアプローチも必要である。

「国際市場拡大・新市場創出」(※産業-5)について、半導体集積回路の一層の高機能化・低消費電力化のための先端微細加工プロセス技術の研究開発、半導体アプリケーションに関する独創的アイデアの創出、半導体デバイスの高機能化・高集積化、等の要求に応えることが重要な課題である。欧州では MEDIA+プロジェクト及び ENIAC/CATRENE プログラムとともに IMEC(ベルギー)や Leti(フランス)等の公的機関が大規模試作設備を整えており、米国では MOSIS 等の大規模試作設備、台湾でも NSoC プログラムや SiSoft プロジェクトがある。我が国では「MIRAI プロジェクト」を中核とし、次世代半導体に関する研究開発の成果があがっているが、半導体集積回路の王道であるトランジスタ、配線の更なる微細化において新たに直面する新規課題の解決に際して、新規材料の取り込み、設計とのリンケージ、レジスト材料の新規開発や評価技術といった製造プロセスの確立などに積極的に着手するとともに、産業構造的な体制整備にも心がけ、「MIRAI プロジェクト」の成果が量産現場において十分に利用されるよう、対応が求められる。半導体アプリケーションの独創的アイデア創出に向けては、大学やベンチャーのみでは高障壁な技術(メニーコアなどの超並列アーキテクチャ等)について、プロセス技術のみならず設計技術も含め支援すべきである。

一方、半導体微細化の技術的飽和に対する「More than Moore[※]」のアプローチとして優位性を確保することも継続的な国際競争力の維持には不可欠で、革新的技術である 3 次元半導体について、異種デバイス(センサ等)も含めた集積化に取り組むとともに、低電力化や信頼性向上を図るべきである。

※ 半導体デバイスの高性能化・低消費電力化等を、微細化以外の手段で実現するアプローチ。

「環境貢献による産業競争力向上」(※産業-6)について、ディスプレイの低消費電力化、不揮発性メモリ等のスピントロニクスによる低消費電力化、パワーエレクトロニクスによるデバイス電源の高効率化等が重要な課題である。

ディスプレイについては、激しい国際市場においては高精細、大画面、コスト等が競争力となり消費電力量の低減への配慮は劣後しがちなため、液晶ディスプレイではバックライトの高性能化等、PDP ディスプレイでは放電制御技術の向上等、有機 EL ディスプレイでは作製プロセス構築に加えて材料科学・デバイス物理解明を通じた低消費電力化のための基盤技術開発が必要。ロール化可能なディスプレイ技術、ガラス基板上の薄膜トランジスタ作製で生れた技術の薄膜エレクトロニクスへの応用も期待。環境貢献デバイスとしては、有機 EL の照明利用も重要。

スピントロニクスについては、フラッシュメモリの問題(書き込み速度や書き換え回数)を解決するとともに低消費電力化を図る、「高速・書き換え回数無制限の汎用メモリ」、「ロジックインメモリ」などの技術確立が重要。基盤コア技術(スピン注入磁化反転等)の確立、現存の CMOS 論理回路と整合するデバイス・システムの開発が必要であるとともに、基礎データ取得の充実も必要。

パワーエレクトロニクスについては、今後のハイブリッド自動車や電気自動車の普及、高度情報通信技術機器数の増大へ向け、電力変換容量拡大、変換損失低減と小型化の必要性が高まっており、モーター制御応用のみならず高度情報通信技術機器等の電源の革新的低消費電力化も狙ったウェハ作製技術や品質評価技術等が重要。

「革新的技術の創出による我が国の科学技術力の強化」(※科学-5)について、メモリ・ストレージ等の不揮発性記憶デバイスに用いられる「スピントロニクス」が我が国の得意とする技術であるため、今後も重点投資による我が国の科学技術力の強化が重要。米国や韓国等でもスピントロニクスプロジェクトが開始されており、その中で我が国の科学技術力の優位を保つためには、まずその基本となる材料開発や原理的理解などの分野において確固たる基礎を固め、その上で、幅広い応用のための高機能化や低消費電力化に向け、微細加工、回路集積化、評価解析まで包含したシステムの開発へ繋げることが必要である。

④ セキュリティ領域

(i) 総論

セキュリティ領域については、ウイルス、ボットに代表されるマルウェアの高度化が急速に進みつつある。情報セキュリティはわが国のIT社会の根幹を支える基盤技術である。長期的視野に立ち、抜本的な技術革新等の実現を目指し、より多くの研究成果を社会実装する施策を進める必要がある。

(ii) 対応方針

「情報セキュリティ」(※安全-3)に関しては、情報セキュリティ問題は、解決困難な問題が数多くある。ソフト開発プロセスの抜本的な見直し、OS やプログラム言語等の主要構成要素

の再開発等が必要となることが、その一因になっている。わが国が問題解決に資する技術を生み出した場合、グローバルに展開する高度情報通信ネットワーク社会の持続的発展に貢献できるだけでなく、新たなマーケット創出とわが国の国際競争力強化が期待できる。長期的視野に立ち、良く設計された研究技術開発施策、いわゆる「グランドチャレンジ型」施策を実施することが必要である。

地球温暖化対策では、積極的にネットワーク利用して、不要な人間の移動を抑制し、二酸化炭素排出を抑制しようという考え方がある。情報セキュリティは、安全なネットワーク利用を支える基礎である。安全なネットワークサービスは、Eコマースやビデオ会議、テレコミュニケーションを促進させる。地球温暖化対策と情報セキュリティの関係も忘れてはならない。

情報セキュリティ領域では、国際標準化を手段として技術の国際展開を進める動きが広がりつつある。セキュリティ対策製品の試験手順標準化を目指す団体(AMTSO)や、米国 FISMA に関連して、情報システムの脆弱性対策状況確認の自動化を推進するプロジェクト(SCAP)の動向にも留意する必要がある。国際標準化される情報セキュリティ技術において、我が国が主導権を持つことが、国際競争力を強化する。

平成 16 年の個人情報保護法施行以来、国民のプライバシー意識は着実に高まっている。情報セキュリティ技術は、プライバシー保護に広く応用されている。プライバシー保護に資する情報セキュリティ技術の高度化は、持続的に取り組まなければならない。

平成 18 年度より政府は、第一次及び第二次情報セキュリティ基本計画に基づいて多種多様な施策を実施しているが、「国民を守る情報セキュリティ戦略」も踏まえるとともに、下記の方方向性についても留意する必要がある。

- ・情報セキュリティ対策の実施状況のベンチマークができる技術・手法の開発
- ・不正アクセス行為、特にボット(Bot)による攻撃等の解析技術高度化への対応
- ・世界中のネットワークと情報処理資源の浪費を引き起こしている SPAM メールへの対応

情報システムが有する脆弱性対策の自動化、簡単化、システム化における技術的な障壁として下記の課題があり、これらに取組む必要がある。

- ・脅威の「見えない化」、脅威そのものの多様化に加え、攻撃手法の複雑化・高度化への対応
- ・ボットネットによるサイバー攻撃に対して迅速かつ効果的に対処するための総合的な枠組みの構築

一方、情報セキュリティ領域の個々の技術では、下記の留意点に基づき、より高度化することが求められる。

- ・ボットの隠蔽化、高度化に対する、解析手法のさらなる高度化を目的とした、ソフトウェア技術の強化
- ・システムの安全性を確認するための「見える化」技術の高度化
- ・情報履歴管理、操作ログの一元管理を含む、いわゆるデジタルフォレンジック(digital forensics)の高度化
- ・様々なマルウェアに対して、情報システムが自己防衛を実現する技術の高度化と体系化。特に、単純な対処療法的な解決方法ではなく、より持続的に対応できるフレームワーク開発

- ・仮想化技術の広がりへの対応
- ・高信頼性ソフトウェアの構築技術の積極的な活用
- ・運用中システムにおける、プログラム改変への対抗方法。特に運用技術の開発。

また、下記の技術的な障壁についても留意する必要がある。

- ・セキュリティの試験評価技術の確立
- ・ユーティリティコンピューティング（utility computing）等新たなアプリケーションに対応できるセキュリティ対策の開発
- ・暗号利用の広がりを考慮し、鍵紛失等に対応する適切な暗号鍵管理技術及び手法の開発と、適切な社会適応
- ・暗号用システムの継続的利用方式の確立

さらに、技術障壁ではないが、下記の点にも留意する必要がある。

- ・情報システムそのものに対する専門知識と、情報システムを適用する事業領域における高度な専門知識を有する人材の育成
- ・情報セキュリティ投資に対する、経済的側面からの評価手法の確立や、経営学的見地からのコスト論の検討
- ・認証技術の高度化と、社会適応への方策。特にバイオメトリックス認証と電子認証の高度な連携によるセキュリティ基盤の構築
- ・心理学、社会学的見地からの研究。特に、人的リスク、組織運営管理面でのリスクに対応し得る研究
- ・ネットワーク上を流通する様々な違法情報を発見し、迅速に対応するために必要となる技術の実現には、社会要請が強い。一方、各国の違法性定義が異なることから、単純な情報の削除だけでは対応することはできない。このような状況に対応するための高度な技術が必要になる。
- ・セキュリティの観点から、技術のオープン化、及び、クローズ化のメリット、デメリットについての継続的検討が必要である。特に、ソフトウェアが適用される領域の社会重要性の違いにも配慮した検討でなければならない。
- ・ソフトウェアのライフサイクルマネジメント手法に合致した情報セキュリティ対策の設計と実装

⑤ ソフトウェア領域

(i) 総論

この領域については、産業・学術の多くの分野の国際競争力の要として、ソフトウェア競争力が重要であることから、国際標準などで果たす役割を明確化するとともにそれを牽引しリーダーシップを示すべきである。また、国際分業化が進む中でどのような立ち位置を確保すべきかを明確化し、施策を進める必要がある。技術変化が激しい分野であり国際動向に注意するとともに、重要分野で長期戦略・視野も必要とされる。

(ii)対応方針

「品質・機能向上による産業競争力向上」(※産業-7)に関して、高信頼組込みソフトウェア開発法確立に向けた施策について、英国の MISRA ドイツの AUTOSAR など産学、産官学連携を参考に、

- ・信頼性向上技術の開発とそのデファクト化活動
 - ・ミドルウェア、フレームワーク、ツールなどの開発・標準化
 - ・影響度(災害、人身危害、生活)に応じた品質要求レベルの規格化
- 等が求められる。

基幹系ソフトウェア開発の効率化では、米国 CMU、欧州 IESE 等での先端の見積もり手法に関する開発、オープンソフトウェア開発スタイルの進展、utility computing の勃興などの動向を踏まえ、

- ・ソフトウェアの共有化、部品化、相互利用性の向上に必要なデータ形式の標準化
 - ・ライフサイクルマネジメント手法の確立
 - ・非機能要求の明確化、検証確認手法の開発
- 等が求められる。

技術的課題以外の施策として以下の検討が必要である。

- ・国の調達システムで、ユーザとベンダが連携した開発モデルの範を示し、広く展開
- ・流通ソフトウェアの機能保証や品質保証を実現する枠組
- ・産学の人的交流の促進
- ・戦略的組込みソフトウェアの定義
- ・海外研究機関との連携スキームの構築

「産業人材育成」(※産業-8)に関して、必要なソフトウェア技術者の育成に際しては、人件費が安価な諸国へのアウトソーシングの増加している点に鑑み、下記の点に留意すべきである。

- ・人材育成システム
- ・産学連携による先導的 IT 人材育成の教育カリキュラムの整備と普及展開
- ・必要な人材像、有すべき能力に関し産学での認識の共有
- ・産学教育連携のポジティブなフィードバックループを促進
- ・ソフトウェア産業従事者が評価される環境整備

その他、以下の点にも留意点が必要である。

- ・人口の点から世界のソフトウェア産業の中心となるアジア各国の IT 人材育成施策への日本の貢献
- ・大学の改革、産業界競争力強化の両面で文部科学省、経済産業省、総務省がタイアップした政策の実施
- ・各拠点の人材(産業界、大学)の交流と技術者コミュニティ形成

「先端研究施設の有効活用」(※科学-2)に関して下記の点に留意すべきである。

- ・計算サービスの連続性の確保

- ・アプリケーションプログラムの変更なしに、様々なコンピュータに対応できる、使いやすい並列化言語の開発やグリッド技術の開発
- ・アプリケーションにターゲットを置き、効果的なシステムの具現化
- ・ライブラリの蓄積、検索・再利用プラットフォーム／コミュニティの作成
- ・ストレージとスパコンを連携した先端研究施設の構築

「機器・システムの信頼性」(※安全-5)に関し欧米を中心とする以下の多様なアプローチにも注意を払う必要がある。

- ・実証的ソフトウェア工学
- ・数学的基礎理論に基づいた形式的システム開発法の実用化
継続的研究開発の必要性も認識すべきである。
- ・高信頼ソフトウェア効率的構築技術・手法及びソフトウェア構築プロセス透明化技術・手法などのソフトウェアエンジニアリングは長期的な観点から推進すべき
技術的課題としては次のものがあげられる。
- ・プログラムの誤りを開発初期段階で検出する技術
- ・ソフトウェアが適正な手順で構築された安全なものかを判定する技術
- ・セキュアコンピューティングのための脆弱性対策が保証される開発法
- ・仮想化技術などの広がりへの対応
- ・過去の不具合情報をベースとするシステム検証手法

オープンソース開発に代表される開発スタイルの変化、セキュアコンピューティングの要請、クラウド・コンピューティングの台頭等の状況を正確に把握し、基盤に関する開発を行う必要がある。情報化は標準化と差別化ということから、課題整理も必要であると考えられる。すなわち、世界の標準を先導するとともに、日本の作り込み能力を生かした得意分野の確保が必要である。また、国際標準化を目指すには全世界の標準を目指すことは当然であるが、文化的共通性を有するアジア文化圏の特徴を生かす標準化という国際戦略方針も必要である。

⑥ ヒューマンインタフェース及びコンテンツ領域

(i) 総論

ヒューマンインタフェース(HI)及びコンテンツ領域において、我が国の国際競争力を強化していくために、関連省庁は連携して、超臨場メディア・コンテンツ技術確立する必要がある。超臨場メディア・コンテンツ技術は、人、実世界、サイバースペースをつなぐコミュニケーション技術であり、リアル・バーチャル/時間・空間の制約を越えた活動を可能にする。さらに、我々のライフスタイル、ワークスタイルをも変え、創造社会、創造産業へ大きく貢献することを目指している。人、実世界、サイバースペースをつなぎ、超臨場メディア・コンテンツを創生・通信/アーカイブ/流通/検索・体験可能とする技術確立することで、関連省庁は連携して、安心安全はもとより、「心の豊かな文化」を築くとともに、「環境へ配慮したライフスタイル」への変化を促進すべきである。

超臨場メディア・コンテンツ利活用に不可欠な流通/アーカイブ/検索に関しては、爆発的に増大かつ多様化する情報コンテンツを、如何に信頼のおける使いやすいものとするかに懸かっており、この技術の実現により、巨大かつ複雑な実世界・サイバースペースの事象を表現し全貌の把握も可能となる。

また、超臨場メディア・コンテンツ技術を広く実社会の中に浸透させていくためには、技術の確立と並行して、技術のみならず表現も重視し、先端技術とデザインの双方を実践できる人材育成も急務である。

(ii) 対応方針

「五感情報やバーチャルリアリティを駆使した情報の質の向上及びメディア科学・芸術・文化等の創造」(※社会-6)に関して、

- ・国際動向としては、米国では立体視技術に関わるコンソーシアムが今春作られ、欧州では、立体映像取得・伝送・表示技術や臨場感通信について、19の研究機関が連携して研究を進めるなど、動きが活発化しており、日本においても、国際的に開かれた五感コミュニケーション、バーチャルリアリティ等の超臨場メディアを実現するための連携研究体制を強化する必要がある。
- ・広く国民に受け入れられ、ライフスタイル・ワークスタイルを変えるような波及効果の大きな超臨場メディア・コンテンツ技術の確立が望まれる。例えば、雰囲気をも伝える“超臨場会議”ができれば、テレワークや遠隔会議が促進され、ワークスタイルへの変化を与えるとともに、環境問題への寄与も大きい。
- ・サイバースペースの構造俯瞰、無形・有形の文化財アーカイブ、実世界行動ログの創生・利活用・体験に向けた技術を確認することで、リアル・バーチャル/時間・空間の制約を越えた情報の利活用を促進することができる。
- ・超臨場メディア・コンテンツの創生・利活用技術の確立のためには、人に感動を与える表現やインタフェースの観点からの取組み、さらには、人に心理的・生理的・意味論的にインパクトを与えることの評価を含む文理融合的アプローチが重要である。このため、研究開発は、本分野の研究者に加えて、認知科学者・心理学者・クリエイターなど多様な分野のエキスパートが連携して、定量的な評価尺度も含めた研究を進めることが重要である。
- ・さらに、先端技術とデザインの双方を実践できる人材育成も重要である。このため、特に若年層の創造性や表現力を強く触発するような教育の強化が求められる。
- ・超臨場メディア・コンテンツ等も活用して、鑑賞者が文化を五感でインタラクティブ(対話的)に体験できるデジタル・ミュージアムを実現することで、情報・科学技術そのものを分かりやすく表現し体験可能なものとして提示することも期待される。

「情報流通の円滑化」(※産業-1)に関して、

- ・国際動向としては、民族差・地域差などを考慮して、画一的でなく、個々の文化的背景を考慮することが流れであり、超臨場メディア・コンテンツ技術の確立においても、今後はこの配慮が重要である。

- ・現在の情報流通では、データフォーマットや入出力仕様が部分的にしか標準化されていないことから、統一的に扱えないことが最大の障壁となっている。超臨場メディア・コンテンツの円滑な流通のためには、メタデータのフォーマット等の相互変換の枠組み作りや、標準化を念頭におく必要がある。
 - ・今後の国際競争力強化・産業創生のためには、従来のメディア・コンテンツ技術を飛躍させ、時空間を制御して新しい形の創生・利活用・体験を可能とする超臨場メディア・コンテンツ技術の研究開発を加速する必要がある。そのためには、並行して、誰でも容易に利用できる環境を構築するために、デジタルアーカイブ技術の確立も急ぐ必要がある。さらには、技術的障壁以外の留意事項である、著作物に対する情報リテラシー教育を小中学校から行うことも必要である。
 - ・また、情報の爆発的増大と多様化は、人々の情報活用を阻害する要因ともなっており、信頼のおける適正な情報を必要な形で迅速に適切に抽出し活用できる環境づくりが急務である。この技術分野での失地は、情報産業全体をも左右しかねない問題であり、米国に圧倒的優位を許してきている現状にあっては、情報流通の円滑化のみならず、産業競争力強化の観点からも、従来の延長ではない画期的な技術による独自性を発揮できるよう、我が国の総力を結集した取り組みが不可欠である。
- 「情報新産業の創出」(※産業-2)に関しては、
- ・国際的に五感情報処理技術や大量情報検索技術に関する研究機運が高まっている点にも留意して、超臨場メディア・コンテンツの創生・利活用・体験を実現する技術についてハードウェア、ソフトウェアの両面から早期に取り組む必要がある。ハードウェアに関していえば、五感情報を表現するデバイスは重要な要素である。
 - ・ゲームコンテンツ作りで、日本は国際的に競争力があり、身体の動きを利用する五感や立体といった超臨場メディアをプラットフォームとしたコンテンツを作るビジネスへの拡大が望まれる。
 - ・ユビキタスネットワーク社会の進展に伴いビジネスチャンスは多方面に広がっている。実世界・サイバースペースを円滑につなぐ超臨場メディア・コンテンツのために、実世界情報をセンシングし、多様かつ大規模なセンサネットワークからの情報を活用する研究開発が必要である。なお、プライバシーには、十分に配慮して進める必要がある。
 - ・多様化したさまざまなデータを扱えるデータベースの設計法の確立が求められる。また、生データの蓄積とそれを加工したデータの蓄積など、データが階層構造となることから、それらを高速に検索する技術や様々なデータフォーマットの相互変換の枠組み作りや標準化も重要である。
 - ・情報の爆発的増大と環境問題に対応するために、超臨場メディア・コンテンツを生かした新しいライフスタイルへの取り組みや超臨場メディア・コンテンツの創生・通信、蓄積、流通、検索・体験といったあらゆる技術領域に関わる機器の省電力化努力も強く求められている。
 - ・これまでの日本の教育、産業政策等には国民の大多数が所属するロングテール層の情報リテラシー向上の観点が欠けていた。超臨場メディア・コンテンツの普及により、情報技術を

社会に訴求しうる形で展開し、この分野の底辺拡大を推し進めることが期待される。

- ・若年層の理系離れは、情報力思考の弱体化を意味し、ひいては国際競争力・産業創生力の低下につながる。若年層における情報力思考を強化するためにも、超臨場メディア・コンテンツの創生・利活用・体験技術を駆使して、創造性を強化する教育施策が望まれる。
- ・コンテンツ分野は、単なる産業界からの提供ではなく、ユーザ自体がコンテンツの制作・発信の母体となる傾向が強くなってきており、研究開発もまた、そのような動向を睨んだものであることが要求される。

⑦ ロボット領域

(i) 総論

ロボットは、それ自体独立した技術領域ではなく、幅広い情報通信技術による成果を人間にとって最大限に利便性を高めると同時にその基礎をロボティクスサイエンスとして提供する、言わば、情報通信技術の総合システムであり、全ての関係領域と融合した取組みが一層重要になっている。

また、この領域は、米国での軍事産業や医療分野への取組みや、欧州での基礎科学を含むロボティクスに関する大規模プロジェクトによる積極的推進、最近のアジア諸国の台頭などの動きの著しい中で、我が国の国際的優位性を確保するためには、より戦略的に取り組まねばならなくなっている。

産業分野に引き続き、国民からの期待の高まっている生活支援・サービス分野での研究を加速・強化するためには、早急な日本独自の産業モデルの構築(例えば、RT(ロボット技術)製品の産業化や RT の実証・導入による高度サービス産業展開を促進する仕組など)に向けた政策の展開も必要である。特に我が国の RT 研究主体の多くが中小の新規事業者となってきたことから、民間の資金導入を容易にするための目利き組織や評価・実証・安全のためのフィールドテストベッド整備などの支援が重要である。

RT 製品の産業化に向けては、基盤(共通)化とシステム統合化は不可欠であり、他の領域とも連携して標準化活動を進めることが重要である。

一方、サービス産業における RT の活用促進に向けては、そのサービスの体系化(サービスコンテンツの構築)が重要である。

特に国としては、医療・介護・福祉分野や製造業分野における生産性向上や省エネなど、環境や少子高齢化など日本が抱える問題の解決に重点を置き、一般の人たちの心を大切に社会システムの中の普段のパートナーとして幅広く活用できるロボットの実現を目指すべきである。このためには、人とロボットが共生する社会像(ビジョン)を明示しつつ、利用者やサービス提供者と連携した開発の推進が重要である。

(ii) 対応方針

「高齢化社会に対応した介護サービスの充実」(※社会-8)について、世界に類を見ない速度で進行する少子高齢化に対応するため、福祉・介護等サービス分野へのロボット開発が喫

緊の課題である。このためには、これまでに以上に利用者サイドからの開発コンセプトの確立や広い意味での生活の質（QOL）向上にフォーカスしたシステムとして、ロボットのみならずその環境の構造化を含む体系的な開発が不可欠である。また、研究成果の早期還元観点から、見守りロボットや知能化空間により人の健康状態を検知し変化を知らせることにより、その人の健康管理にも資するといった生活支援システムに焦点を当てた取組みも重要性が高い。

また、介護、生活支援等の分野は、特に社会的重要性は高いものの市場規模が小さく単に機器製造事業だけでは産業化されにくい分野であることから、すでに動き始めている介護・生活支援サービス事業と一体的に研究開発が推進できる業界連携づくりなど、産業化に向けた日本モデルの構築とそれを実践する仕組み（支援体制）の整備、具体的成功事例の発信強化などが重要である。

「産業労働力の確保」（※産業-9）に関しては、少子高齢化、労働人口減少に対応して、労働力を確保することは、あらゆる分野で差し迫った問題となっている。このため、ロボット技術等を用いて、人手の足りない職場の自動化を図るだけでなく、ユビキタスネットワークと連携した遠隔操作・監視・制御等による在宅労働（テレワーク）の拡大など、女性や高齢者の社会進出を促すより働きやすい職場環境の整備等が強く期待される。また、ロボットに期待される労働力の質としては、特に近年、単純作業のような分野では生産性においてアジア諸国の台頭は無視できない状況となっており、我が国としては、より付加価値の高い産業労働力の充足を目的とした研究開発に傾注していく必要がある。また、昨今では、単純作業でない作業のロボット支援だけでなく、省エネの達成や環境保全問題などの生産性に代わる付加価値創出も求められる。このほか、特に建設、農業などに代表されるようなフィールドワーク分野でのロボット活用に関しては、作業員の高齢化等に対して安全性と生産性の向上の観点から施工の効率化・自動化を図るためには、従来の工法にとらわれず、ロボットが得意とする工法や作業環境の確立とともに、ロボットや建設機械の運用を含むサービスコンテンツの構築が成功の重要な鍵となる。

「進化・上達、行動・認知などの生物、社会メカニズムの解明」（※科学-4）について、科学技術の発展は、人間そのものに対する科学や探求によってもたらされたものも多い。人間の行動原理の技術的再現を重要な規範として進められてきた RT 研究はこの分野に大きく貢献してきており、我が国が将来の発展に向け、新しい革新技術を創造し続けるためには、この研究を一層強化する必要がある。また、人とロボットとの共生（及び関わり合い）というこれまでになかった状況（及び新たな科学的方法論）によって生まれてくる課題を総合的に科学する「ロボティック・サイエンス」の確立なども重要になってくる。この学問分野では、生物学、脳科学、心理学、社会学、言語学、複雑系科学、創発システム論など、社会・人間と生命に関わるあらゆる学問に、ロボットを活用した実験、及び構成論的科学の方法論による新たな理解のあり方を提供すると同時に、これらのパラダイムの焦点として、人間と生命に関する多面的、統合的、システムの理解を構築する学問の確立を目指すことが重要である。そして、それによって初めて可能となる斬新な研究課題を発見し提起して行く必要がある。言わば人間の

壮大な能力に挑戦するロボットとそれを受け入れる人間社会の健全な発展のためには、ロボットそのものの機能向上と言った短期的な研究開発だけでなく、このような長期的展望に立った基本的研究との重層的取組みが重要である。

「災害対策」(※安全-4)や「生活の安全(労働の安全)」(※安全-2)について、人命、財産の保護は何者にも優先されるべき貢献課題であり、特に大規模災害への関心が高まってきている今日では、災害に対する安心・安全のための対策としてのロボット研究開発の重要性、緊急性が一層増してきていると言える。また、人間にとって非常に危険の大きい環境下にあつて、人間の仕事を代替するロボットの開発に対する期待も大きい。このような用途は、特に業務遂行の確実性と安全性が求められるとともに、特殊な利用現場での活用とそのフィードバックによる実用化を経た早期社会還元が不可欠ことから、自治体などの利用者を巻き込んで、全体の運用システムに配慮しつつ開発目標を絞り込んだ研究開発が求められる。また、長期的には、作業時における安全の確保の観点から、作業に伴う危険性解消のための人間協調型ロボットが必要である。今後のロボット高度化に対してはその基礎を作るプロジェクト、例えば「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」と連携して戦略的に推進すべきである。

(iii) 新たな視点等

上記のような貢献以外にも、ロボットは一般の人々の関心も高く、動きを見て理解し易いことから、科学教育、ものづくり教育、ロボットを題材としたコンテストや芸術はじめ様々な文化活動など、教育、文化の振興にも大きな効果を持つ。数学、物理、機械、電子、情報、さらには芸術コンテンツ創造まで多岐にわたる分野を総合的に身につけることにも役立ち、人材育成の観点からも非常に有効性が高い点にも鑑み、より多くの人々が若いころからこのような研究開発に触れることのできる環境を作ることが望まれる。また、人材育成に関しては日本国内のみならず、ロボット研究通じた教育によるとアジア諸国等との関係強化など、国際貢献においても役立ってきている。

これまでロボット開発は、非常に特殊なニーズに応えるための必需品として開発に偏ってきたが、今後、人々の新たな購買意欲によりビジネス化を目指すいわゆる必欲品としても認知されるよう、ユニバーサルデザイン等にも配慮した研究開発アプローチも重要となってくる。

上記の通り、ロボット領域の研究は、日本が抱える多くの社会的問題の解決方策としての期待と重要性の高さ、技術範囲の広さと困難性の高さなどにも鑑みて、国をあげてのプロジェクトとして実施していくことが必要である。ロボットプロジェクトは、将来の我々の生活の望ましいあり方を提示し、それを具体的に推進してゆくフロントランナーとしての日本の国際貢献上のドメインとして最適であり、ユーザーの視点からの開発コンセプトの確立及びコンセプト実現に向けチーム間競争のできる研究体制を構築して、マイルストーンを明示しつつ、長期的に取り組むことが求められる。

⑧ 研究開発基盤領域

(i) 総論

研究開発基盤領域については、国際的にスーパーコンピュータ開発利用の国際競争が激化している。米国は軍事利用を中心に産業・学術利用のため、欧州は利用技術を中心に、他、中国・インドでも認識が高まっており、複数の大規模プロジェクトが並行して推進されている状況である。このような国際動向を注視しつつ、我が国のスーパーコンピュータについてハードウェア及びソフトウェアの統合的・継続的な開発とともに、その進展に密接な係わり合いを有する計算機科学・計算科学全体が発展するような研究開発基盤に資する政策を戦略的に進めるべきである。

また、高度な技術を持った情報系の人々は世界的に求められており、スパコンはその一例である。産業界の多様な要望に沿ってスパコンを活用できる高度なIT人材育成を長期的視点に立って振興する制度設計が必要である。

(ii) 対応方針

「学術情報基盤の整備」(※科学-1)について、学術研究はもとより産業や安全・安心な社会の実現に幅広く貢献するためにも国際競争力の強化に資する基盤技術として、その重要性は益々高まっている。アジアにおいても中国や韓国、インドなども高性能スパコンの開発・整備を進めており、スーパーコンピュータ開発の国際競争は激化している。しかし、日本の次世代スーパーコンピュータ開発・利用プロジェクトにおいては、超並列をうまく使いこなすためのコンパイラ・チューニングツール等の技術や、各種のシミュレーション技術(新しいシミュレーションモデルの構築、数値計算の新しいアルゴリズムの創出など)、具体的な応用技術の研究開発については未だ十分とはいえない。更に、全国的な計算資源との融合による利活用をシームレスに実現するためのグリッド技術の開発や、SINET3 等を用いた全国からの利用を容易化すること等が必要である。

「国際市場拡大・新市場創出」(※産業-5)について、我が国の優位性を維持し、市場シェアを確保していくためには、高機能、高性能、高付加価値な製品の開発が重要不可欠である。ナノテクノロジー、ライフサイエンスを始めとして、ものづくり、環境・災害予測などあらゆる分野において、シミュレーション分析・予測の精度向上が勝敗の鍵となっており、イノベーションを具現化するための科学技術の研究開発基盤として、世界最高水準のスーパーコンピュータは必須である。一方で、スーパーコンピュータを産業につなげるためには、国際市場の大きさを考慮しスーパーコンピュータの主要構成要素となる低消費電力プロセッサ技術の情報家電市場への展開などを検討する必要があると共に、スーパーコンピュータを活用する人材の安定的輩出が必須であり、大学の各情報基盤センターの連携による教育体制の整備やスーパーコンピュータの研究教育拠点形成とともに、SINET3 等を通じた全国からの利用を実現することが必要である。

「環境貢献による産業競争力向上」(※産業-6)に関して、地球温暖化対策が最重要課題として世界中で協力して取り組まれてきている中、特に情報通信先進国として世界をリードし

ている我が国としては、半導体集積回路や情報通信技術の省エネ化に貢献していくことが求められている。「国際市場拡大・新市場創出」(※産業-5)への貢献とも併せ、低消費電力化につながる半導体アプリケーションチップ技術は将来のスーパーコンピュータにも必要な技術である。特に将来は、汎用マイクロプロセッサからの発展形だけでなく、組込み型マルチコアの発展形としてのスーパーコンピュータ開発という経路もあるが、それらの広い実用化には未だ多くの解決すべき課題があるため、我が国の低消費電力技術が他国に比べ優位である現時点で、それを着実に解決する施策を速やかに立てることが必要である。

「情報新産業の創出」(※産業-2)については、情報化の進展による情報資源の多様化と爆発的拡大に対し、それを有効に活用する方策が必要である。例えば、拡大する情報資源を活用しやすくする技術として、スーパーコンピュータを活用して膨大で多様な情報の検索と分析をおこなう技術は、社会問題等の背景の把握・分析や、企業による市場調査を実施する上で重要であり、その研究開発の推進が望まれる。

「災害対策」(※安全-4)や「大規模シミュレーションによる環境・エネルギー問題等への貢献」(※社会-10)については、環境問題、エネルギー問題、防災等をはじめとする広範な社会問題等に対する安心・安全のための対策として、大規模地震等の自然災害等に対する予測や、防災・減災技術等の研究開発基盤として、世界最高水準のスーパーコンピュータは欠かせない。最近の地球規模の気候変動に伴う自然災害の拡大や新型インフルエンザの発生など、人類未経験の事態に対抗することは待ったなしの状況である。これらへの活用に向け、現在進められている次世代スーパーコンピュータプロジェクトと平行して多くの具体的な対策研究の計画を、他省庁においても進めることが肝要である。特に今後の予測と災害対応等には、衛星データ利用や実時間計算などの技術開発が必要である。また、災害対策に関しては、最近特に国民にその必要性が認識されている地震・水害・台風などの事前対策・被災推定・救援計画などへのスーパーコンピュータの活用を検討するとともに、その有効性を広く国民に伝える努力を行うことが望まれる。

(iii)新たな視点等

このような認識の他、今後の情報通信産業を牽引するためには、研究開発の選択と集中を深めて成果の国際競争力を高める取組みとともに、その技術成果を様々な展開にするための具体的方策や、そのために、計算機科学者、応用数学者、利用者、計算科学者などの連携できる仕組みと継続的予算の配分を通じて、世界的な競合力をもつアプリケーションソフトウェアの開発と利用を促進することが重要である。

また、産業界におけるスーパーコンピュータの利活用を広めるには、システム開発のみならず機密保持や知財保護といった企業固有の事情に配慮した運用のための制度設計が必要である。

さらに、スーパーコンピューティングのインパクトを効果有らしめるためには、その研究開発を継続的にすすめることが重要で、この時期は次々世代スパコンの検討に直ぐに着手すべき時期である。その際には、環境配慮型(省エネ・省スペース)システムに配慮し、技術開発

項目（例えば、デバイス、方式、ソフトウェア、利用技術、ターゲット等）とマイルストーンを明確にし、長期を見据えて早期に立ち上げる必要のあるプロジェクトを明らかにして準備することが重要である。このような視点から、産業化の責務をもつ経済産業省と科学研究の推進に責務をもつ文部科学省をはじめ関係府省の連携による検討準備が必要である。

情報通信分野の技術開発をとりまく状況分析

別紙1

貢献軸: 社会

番号	貢献内容	状況分析(共通)	主に関係する領域
社会-1	要介護者・障害者の社会参加支援	・少子高齢化が進む中、要介護者、障害者の社会参加等を促すことが喫緊の社会課題になっている。	ユビキタス
社会-2	環境に配慮した持続的イノベーション	・環境・資源・エネルギー等の世界的制約となる課題の解決に貢献し、技術開発や環境整備を通じて持続可能な産業体系・社会基盤・生活を実現する必要がある。	ネットワーク デバイス
社会-3	電波利用の高度化による世界最先端のワイヤレスブロードバンドサービス	・我が国の電波利用は、携帯電話などを中心に量・質ともに拡大する一方、電波は深刻な逼迫状況にあり、将来の広帯域移動通信システムに対応する必要がある。	ネットワーク
社会-4	「いつでも・どこでも」利用可能なユビキタスアクセスネットワーク社会の実現	・通常時のみならず、ITS利用時、災害時や山間部・海上等、「いつでも・どこでも」ブロードバンドを利用可能な社会を構築する必要がある。	
社会-5	多様な端末によるネットワークの活用	・ユビキタスネットワーク社会では、情報家電など端末毎に処理能力が大きく異り、多種多様な大量の情報がネットワークに流れるため、多様性へのネットワーク側の効率的な対応が必要	ユビキタス
社会-6	五感情報やバーチャルリアリティを駆使した情報の質の向上およびメディア科学・芸術・文化等の創造	・五感情報処理やバーチャルリアリティを駆使して情報の質の向上することにより、奥行き感や立体感が体感できる等新しいメディアを創造したり、文化財や芸術作品、学術資料等の文化資源を誰もが観賞できる環境等を実現する環境を整える要求が高まっている。	HI&コンテンツ
社会-7	少子高齢化に伴う生産年齢人口減少への対応	・人口減少・高齢化が進展することで生産年齢人口が減少するため新しい雇用の確保や生産性の向上が望まれる。	
社会-8	高齢化社会に対応した介護サービスの充実	・世界に類を見ない速度で進行する少子高齢化に対応するため、福祉・介護等のサービスにおいて介護者の負担軽減が喫緊の課題である。	ロボット
社会-9	情報通信技術を用いた交通環境の改善	・自動車交通の増加にともない、移動の利便性が飛躍的に向上する一方、交通事故の多発、交通渋滞や排気ガス、騒音などによる環境悪化などの負の遺産を生み出す結果となっており対応策が緊喫の課題である。	
社会-10	大規模シミュレーションによる環境・エネルギー問題等への貢献	・地球温暖化などの深刻な環境問題における気候変動影響評価とそれに対する適応策の科学的な検討を進めるための正確な気候変動予測が可能となるシミュレーションの基盤技術や、エネルギー問題におけるバイオマスの低コスト燃料変換・ガスの燃料電池等への活用などの技術開発における基盤技術として、世界最高性能水準のスーパーコンピュータの重要性が高まっている。	研究開発基盤
社会-11	医療の高度化	・技術的に高度な手術になるほど個々の外科医の経験や技術に頼らざるを得ず、技術の標準化は進みにくいため、手術の安全性と効果の両立を図るのは困難となる。	

貢献軸：産業

番号	貢献内容	状況分析（共通）	主に関係する領域
産業-1	情報流通の円滑化	・情報化は、情報通信産業のみならず、全ての社会・産業の発展に不可欠であり、世界各国でその円滑な進展のための戦略的取組みが進められている。 ・しかしながら、情報化の進展に伴い、利用分野やコンテンツの高度化・多様化し、情報流通量も爆発的に増大しているが、これらに対しては従来技術の延長線によるシステム整備だけでは到底対応不可能であり、今後我が国が情報通信最先端国家であり続けるためには、ネットワークインフラから情報利活用に至るまで幅広い技術分野において技術ブレークスルーの実現が喫緊の課題となっている。	ネットワーク HI&コンテンツ
産業-2	情報新産業の創出	・情報化の進展による情報資源の多様化と爆発的拡大に対し、その急速さにより、それら情報資源を有効に活用できていない。 ・一般の国民にとって、拡大する情報資源を活用しやすくなる技術がなければ、生活向上や産業発展といった情報化の真の目的は達成できない。	HI&コンテンツ 研究開発基盤
産業-3	物流効率化	・市場拡大、グローバル化に対し、産業競争力の強化するためには、製品開発・製造力以上に物流の効率化が重要になってきている。 ・このため、その切り札として期待される情報化に向けた取組みが世界的に進められているところ。 ・このような状況にあって、中国、東南アジア等新興産業国の製造販売事業が急速に台頭する中で、我が国が引き続き産業競争力を確保していくためには、革新的・先進的技術の導入により、物流効率化を一層強化していくことが欠かせない。	ユビキタス
産業-4	国際標準化のリード	・情報通信産業は、我が国を牽引する産業分野であるものの、世界市場シェアで見れば、日本企業が劣勢に立ってきている。 ・その原因の一つが、日本初技術が国際標準として受け入れられきてきていないことが原因になっていることが多く、今後、我が国の情報通信産業の国際競争力を確保するためには、技術そのものの高度化以上に国際標準化を成果目標とした戦略的な研究開発による技術実現が喫緊の課題となっている。	ネットワーク
産業-5	国際市場拡大・新市場創出	・情報通信関連の製造産業は、これまで我が国の強みを生かしてきた分野であるが、欧米諸国との厳しい競争に加え、韓国、台湾、中国、東南アジア等の台頭により、その優位性は薄れつつある。 ・しかしながら、これらの分野は、引き続き我が国経済産業の重要な柱であり、特にコスト面で熾烈を極める国際競争下において、我が国の優位性を維持し、市場シェアを確保していくためには、高機能、高性能、高付加価値な製品につながる開発が重要不可欠であり、そのためには、個々の企業レベルでは対応できないような技術ブレークスルーに挑んでいくことが急務となっている。	デバイス 研究開発基盤
産業-6	環境貢献による産業競争力向上	・地球温暖化対策が最重要課題として世界中で協力して取り組まれてきている中、特に情報通信先進国として世界をリードしている我が国としては、情報通信分野そのものの低消費電力化等の技術の開発に貢献していくことが求められており、その成否が、我が国の情報通信産業の継続的発展の可否を左右する状況になっている。	デバイス 研究開発基盤
産業-7	品質・機能向上による産業競争力向上	・ソフトウェア分野で我が国が数少ない国際競争力を維持し、これにより我が国の幅広い機器産業の発展を牽引してきた組込みソフトウェアの開発についても、技術の急速な進展と新興産業国の進出に押されつつある。 ・生活・産業の基盤の品質・性能の向上には、ハードウェアのみならず組込みソフトウェアの開発の効率化が不可欠であり、引き続き我が国が、この分野における国際競争力を維持していくためには、ソフトウェア開発の効率化、及びそのための人材育成・環境整備が喫緊の課題となっている。	ソフトウェア
産業-8	産業人材育成	・産業界で活躍できる情報通信人材不足が、我が国社会産業構造の変革を遅らすなど大きな社会問題になっているだけでなく、我が国を牽引してきた情報通信産業の発展、国際競争力維持確保の観点で、最大の懸念材料となっている。 ・情報通信利用は全ての産業分野に関係するものの、特に今後の人材を必要とするソフトウェア関係、セキュリティ関係の人材が払底してきており、これらの領域において即戦力となる人材の輩出が、日本の産業界からも強く求められている。	ソフトウェア
産業-9	産業労働力の確保	・少子高齢化、人口減少に対応して、労働力を確保することが必要である。 ・具体的には、ロボット技術等を用いて、人手の足りない職場の自動化、高齢者が働きやすい職場環境の整備等を図り、我が国産業の国際競争力を強化する。	ロボット

貢献軸: 科学

番号	貢献内容	状況分析(共通)	主に関係する領域
科学-1	学術情報基盤の整備	・科学技術の発展には、①計算機開発技術、②シミュレーション技術、③ネットワーク技術の高度化が不可欠である。従来の理論・実験とは異なる新しい研究手法を実現し、科学技術のブレークスルー、国際競争力の強化に資する基盤技術として、その重要性は益々高まっている。	研究開発基盤
科学-2	先端研究施設の有効活用	・科学技術の発展には、①計算機資源の提供体制だけでなく、②実験施設と計算資源の融合が重要であり、その重要性は益々高まっている。	ソフトウェア
科学-3	大学におけるソフトウェアの技術力・人材の蓄積	・信頼性を向上させるためには、大学のポテンシャルを活用して産学連携による研究開発を進めるとともに、大学におけるソフトウェア工学分野の技術力及び人材を継続的に蓄積していく必要がある。	
科学-4	進化・上達、行動・認知などの生物、社会メカニズムの解明	・ロボットは様々な要素技術の集合体であるため、その性能は、1番弱い要素技術で制限される。全てが人間レベルになるのは難しいため、局所的に人間の能力を超えたロボットの開発が重要。	ロボット
科学-5	革新的技術の創出による我が国の科学技術力の強化	・日本が得意とする、世界的にリードしている技術には今後も重点投資を行い、我が国の科学技術力を強化していくことが重要である。	デバイス

貢献軸: 安全・安心

番号	貢献内容	状況分析(共通)	主に関係する領域
安全-1	通信確保	・ネットワークを安全・安心に使うためには、ネットワーク負荷の変動・ワイヤレス環境の変化等に対するロバスト性の確保や、ネットワーク上の様々なサービスにおける、サービスのプラットフォーム化・サービス統合化が課題である。	ネットワーク ユビキタス
安全-2	生活の安全(災害時等の安全)	・災害時・緊急時における安全・安心確保や、犯罪・テロ等の脅威に対応するために、利用可能なユビキタスネットやセンサネットワークおよびセンシング技術が必要であり、そのための技術開発が課題である。	
	生活の安全(労働の安全)	・建設業等においては、作業時における安全の確保が必要であり、危険性解消のための、人間協調型ロボットが必要である。	ロボット
安全-3	情報セキュリティ	・国民が情報ネットワーク、システム等を、安全かつ安心に利用できるようにすることが必要である。	セキュリティ
安全-4	災害対策	・災害に対する安心・安全のための対策として、①災害時における通信路の確保 ②災害予測・災害復旧支援のための時空間基盤技術の整備 ③災害救助等における作業支援システム等の構築 ④自然災害等の災害予測等の構築が課題である。	ロボット 研究開発基盤
安全-5	機器・システムの信頼性	・インターネット・情報システム等を安心して利用するため、コンテンツ・ソフトウェア・機器・情報システム等における信頼性の確保が喫緊の課題である。	ソフトウェア
安全-6	セキュリティのための人材確保	・近年、情報セキュリティに関する問題が増加しており、この問題を解決するため、国民が安心・安全に情報通信を活用できる環境を構築するための高度セキュリティ人材育成が喫緊の課題	