

情報科学技術に関する推進方策
(中間報告) より
グリーンイノベーション領域関連箇所を抜粋

1. 情報科学技術に今後求められる「革新」の基本的な方向性

環境・エネルギー問題や医療・健康問題への対応、災害等に強い安全・安心な社会の構築などの課題に対応するために科学技術イノベーションの力が必要とされている。情報科学技術は今後の様々な社会的課題の達成に向けて科学技術が貢献していく上で重要な鍵を握る共通基盤的な技術である。

様々な課題達成のため、情報科学技術に共通に求められる方向性

- A) 課題達成のために必要な情報を得るための情報科学技術を活用した効果的かつ効率的な情報収集・情報集約・情報統合・情報管理・情報分析・情報流通・情報共有システムの高度化
- B) 情報科学技術を活用した的確な科学的分析・解明・予測の高度化
- C) 課題達成に役立つ方向でのITシステム及びITを組み込んだ技術の高機能化
- D) 変化する状況に対応して課題達成のために最適化できるITシステムのリアルタイム性、機動性と柔軟性の向上
- E) 課題達成型IT統合システム（実社会情報を集約し、課題達成に最適な解や方向性を導き出し実社会にフィードバックする高度に連携、統合されたITシステム）の構築
- F) ITシステムの超低消費電力化（グリーン化）
- G) ITシステムのディペンダビリティ（災害等に強いシステム）の向上

2. 具体的課題の達成に向けた各課題ごとの推進方策

(1) 環境・エネルギー問題への対応

- ①太陽光発電や燃料電池の性能向上等に資するシミュレーションの高度化
- ②社会システムの高効率化のためのIT統合システムの構築
- ③実社会のライフラインであるITシステムの超低消費電力化

(2) 医療・健康問題等への対応

- ①ライフイノベーションに貢献する情報収集・情報集約・情報管理・情報分析の高度化
- ②医療、創薬、臓器やウイルス等の解析等に資するシミュレーションの高度化
- ③高度先端医療機器の性能向上

(3) 災害等に強い安全安心な社会の実現

- ①災害に強いITシステム及び社会基盤の構築
- ②地震・津波の被害軽減、高度な気象予測、全地球的な長期気候変動予測等のシミュレーションの高度化
- ③防災オペレーションに応用するIT統合システムの構築
- ④人とコンテンツの対話を促す次世代型情報インターフェイス技術
- ⑤風評被害等を避けるためのリアルタイムメディア解析技術の構築

(4) 豊かで質の高い国民生活の実現、文化的価値の向上

- ①伝統文化・文化遺産保存のためのアーカイブ化技術や、文化・芸術の創造を支援する情報科学技術の高度化
- ②高次感性情報システムの構築
- ③豊かな地域社会創成のための社会活動支援情報システム

(5) 科学技術基盤の高度化

- ①クラウドの高度化
- ②未来を予測する高度な科学技術基盤であるハイパフォーマンス・コンピューティング技術の高度化
- ③Web社会分析基盤ソフトウェアの研究開発
- ④課題達成型IT統合システム構築のための統合基盤技術の高度化
- ⑤知識フェデレーション型の統合的分析・知識創成技術の構築
- ⑥高度な科学技術基盤の構築の大前提となるITシステムの超低消費電力化
- ⑦国際競争力の強化につながるソフトウェア開発プロセスの抜本的見直し

(6) 国際競争力の強化

- ①クラウド等の新しい情報サービス領域における国際競争力のある技術の育成・強化
- ②ハイパフォーマンス・コンピューティング技術を用いた国内産業等の技術開発力の向上等

(7) 情報化社会の進展への対応

- ①ITシステムにおけるプライバシー保護の問題の解決のための技術開発
- ②人とコンテンツの対話を促す次世代型情報インターフェイス技術
- ③ITメディアのアーカイブ技術の確立
- ④法制度上生ずる問題への対応

はじめに

本委員会においては、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会の問題提起を受けて、第4期科学技術基本計画を踏まえた情報科学技術分野の研究開発推進方策について議論を行い、そこでの委員の意見を中間報告として取りまとめることとした。

まず、「**1. 情報科学技術分野において今後求められる「革新」の基本的な方向性**」の(1)において、近年の世界情勢と我が国の置かれた状況を概観した。

その上で、(2)において、情報科学技術分野に今後求められる方向性を明確にした。

※情報科学技術に今後求められる方向性

- A) 課題達成のために必要な情報を得るための情報科学技術を活用した効果的かつ効率的な情報収集・情報集約・情報統合・情報管理・情報分析・情報流通・情報共有システムの高度化
- B) 情報科学技術を活用した的確な科学的分析・解明・予測の高度化
- C) 課題達成に役立つ方向での IT システム及び IT を組み込んだ技術の高機能化
- D) 変化する状況に対応して課題達成のために最適化できる IT システムのリアルタイム性、機動性と柔軟性の向上
- E) 課題達成型 IT 統合システム（実社会情報を集約し、課題達成に最適な解や方向性を導き出し実社会にフィードバックする高度に連携、統合された IT システム）の構築
- F) IT システムの超低消費電力化（グリーン化）
- G) IT システムのディペンダビリティ（災害等に強いシステム）の向上

さらに、「**2. 具体的課題の達成に向けて**」において、各課題ごとの研究開発推進方策を記述した。課題の項目立てについては、研究計画・評価分科会の示した課題を基に、情報科学技術分野のイノベーションを考える上で必須の課題として下記に⑥⑦を加えることとした。

※具体的課題

- ① 環境・エネルギー問題への対応
- ② 医療・健康問題等への対応
- ③ 災害等に強い安全安心な社会の実現
- ④ 豊かで質の高い国民生活の実現、文化的価値の向上
- ⑤ 科学技術基盤の高度化
- ⑥ 国際競争力の強化
- ⑦ 情報化社会の進展への対応

1. 情報科学技術分野において今後求められる「革新」の基本的な方向性

(2)情報科学技術に今後求められる方向性

(※グリーンイノベーション領域に関連する箇所を抜粋)

F) IT システムの超低消費電力化（グリーン化）

課題達成のために IT システムが有効性を発揮するにはシステムを動かすエネルギーが必要となる。しかしながら、低炭素社会の実現のためには省エネルギーが必要不可欠であり、さらに東日本大震災後のエネルギー不足等の状況下においては、消費できるエネルギー量が大きく制限される状況にある。にもかかわらず、今日、先進国のみならず新興国でも IT 機器やデータセンターが急速に普及しており、情報通信・処理機器の電力効率は今後の IT 機器等の高機能化のボトルネックになると考えられる。このため、IT システムの超低消費電力化（グリーン化）が必要不可欠である。

2. 具体的課題の達成に向けて

(※グリーンイノベーション領域に関連する箇所を抜粋)

(1) 環境・エネルギー問題への対応

全世界的な人類共通の課題である「環境・エネルギー問題」への対応のため、再生可能エネルギーに関する技術革新や省エネルギーが極めて重要である。

情報科学技術においても高度なシミュレーションによる太陽光発電や燃料電池の性能向上により、再生可能エネルギーに関する技術開発に貢献することが期待される。また、社会システムの効率化のための IT 統合システムの構築や IT システムの超低消費電力化により、省エネルギーに貢献することが期待される。

このため、これらに関する技術革新のための研究開発に取り組む必要がある。

①太陽光発電や燃料電池の性能向上等に資するシミュレーションの高度化

(グリーンイノベーションに貢献するハイパフォーマンスコンピューティングの高度化)

(方向性 B：科学的分析・解明・予測の高度化)

太陽光発電や燃料電池の性能向上等に資するシミュレーションを高度化するため、エクサスケールに向けてのハイパフォーマンス・コンピューティング技術の高度化や、データ同化による実社会情報の取り込みの強化等

②社会システムの高効率化のための IT 統合システムの構築（方向性 E：課題達成型 IT 統合システム）

様々な社会活動を、これまで以上により一層高効率な状態に最適化していくためには、分散配置された多数の各種センシングデバイスによりリアルタイムに実世界の情報を集約し、コンピューティング技術等を用いてリアルタイムの解析を行い、社会システムを高効率化するための最適な解を導き出し、実社会にフィードバックする IT 統合システムが必要である。こうしたシステムを支える情報統合基盤技術を高度化することで、

広く様々な社会システムやサービスへの応用を促進することが必要である。

③実社会のライフラインである IT システムの超低消費電力化（方向性 C：IT システム及び IT を組み込んだ技術の高機能化、方向性 F：IT システムのグリーン化）

IT システムの超低消費電力化のため以下の様な技術を確立する必要がある。

- ア) IT システムの超低消費電力化をさらに一層進めるためのデバイス、回路、アーキテクチャ技術の創出
 - i) デバイス技術で言えば、CMOS の微細化、高速化や Si ナノ CMOS と非シリコンデバイスの融合化を、より一層進めるとともに、シリコンデバイスを凌駕する新概念、新構造、新材料を用いた Beyond CMOS 等のナノエレクトロニクスの集積化を進める。
 - ii) IT システムの稼働に伴う電力効率を向上させる方向での技術開発が必要である。具体的には例えば、不揮発性、高速スイッチ機能性などのスピントロニクス素子の多機能性を最大限に活用した新概念非ノイマン型回路技術の開発をはじめ、スピントロニクス素子により記憶機能と演算機能を融合し、徹底的な省エネルギー性と極めて高い耐故障性を有するオペレーションインメモリーLSI の開発などが挙げられる。また、単一磁束量子（SFQ）回路技術により演算回路やメモリシステム、オンチップ・オフチップ配線の消費エネルギーを従来の 10 万分の 1 に低減することが可能であるとも言われている。
 - iii) 情報処理デバイスが動作していない時の静的電力の肥大化を解消する方向での技術開発も必要であり、例えば、スピントロニクス不揮発メモリと情報処理回路と一体化した新しいシステムにより静的電力を大幅に減少することができる。スピントロニクス素子を用いた不揮発素子の開発に関しては、我が国が世界を牽引しており、世界最高水準の研究レベルにある。一方で、米国においてもスピントロニクス不揮発素子開発やスピントロニクスを用いた情報処理デバイスへの国家的な研究投資が開始されたほか、メモリ素子の世界最大の生産国である韓国でも国家的な研究投資が開始されている。今後も日本の優位を維持、発展させるための戦略的投資が必要である。
- イ) 超低消費電力メニーコアプロセッサとそれを複数接続したサーバアーキテクチャ技術、それらのプロセッサ用の並列プログラムを逐次プログラムから自動生成するコンパイラ技術の研究開発（高性能サーバの開発では冷却システムを含めた消費電力が最重要課題となっており、我が国の組込技術で培った低消費電力プロセッサをベースとしたメニーコアプロセッサとそのメニーコアプロセッサ用の並列プログラムを自動生成するとともに、各プロセッサの周波数・電圧制御、電源遮断制御を行うことができるコンパイラを用いることにより、現在世界最高の電力当たりの処理性能を 100 倍以上向上させるメニーコアプロセッサ及びコンパイラ技術の確立が期待できる。これにより、災害・病気から命を救うための技術が確立できるとともに、携帯端末、情報家電、電気自動

車等への応用により、我が国の産業基軸である情報家電・自動車産業などの競争力を持続的に強化できる。)

- ウ) その他、ネットワーク技術、システムソフトウェア技術の各技術分野における技術開発や、それらを統合した技術開発による情報システムの電力あたり処理性能の飛躍的向上(特に、今後強化させるべきポイントとして、例えば、LSI等の部品だけではなく、システムレベルの低電力化や、複数のレイヤや装置間を跨ったクロスレイヤの低電力化技術の開発が重要。その際、システムを利用するサービスの在り方やその性質まで考慮する必要がある。)
- エ) 災害時において、昼間は太陽電力で動作・充電でき、計画停電時あるいは電力事情が悪い場所でも、信頼性の低下なく安心してコンピュータシステムを動作させるシステムの開発(例えば、太陽電池で動作可能な超低消費電力メニーコアプロセッサの研究開発。サーバをはじめ、情報家電、自動車などに組み込む。)こうした個別的なデバイス等に加えて、システムとしての自律性を確保することが重要である。