

III.2 (4) i) 国家安全保障・基幹技術の強化

本領域における個別課題

- ◆ ICT-WGが「国家安全保障・基幹技術の強化」においてレビューを進める個別課題は、“ハイパフォーマンスコンピューティング”、“情報セキュリティ”、“事故・トラブルへの対応や人々の安全に資する研究開発”である。

本領域における本WGの個別課題

課題領域	個別課題
)国家安全保障・基幹技術の強化	有用資源の開発や確保に向けた海洋探査および開発技術 国の安全保障や安全な国民生活の実現等にもつながる宇宙輸送や衛星開発及び利用 (宇宙輸送、人工衛星、宇宙(衛星)利用サービス、宇宙システム等の高度かつ複雑なシステムの安全対策(事故及びトラブルを例示) 等) 地震・津波等の調査観測等の充実、強化と防災・減災対策の推進 地震や津波等の早期検知に向けた陸域、海域における稠密観測、監視、災害情報伝達に関する技術 独自のエネルギー源確保のための新たなエネルギー開発 世界最高水準のハイパフォーマンスコンピューティング技術 地理空間情報に関する技術 (電子基準点を活用した位置情報の高精度化、地域の防災力向上を図るため各種災害情報を集約したハザードマップの活用、衛星や航空機による観測データの提供、位置精度向上のための準天頂衛星の開発 等) 能動的で信頼性の高い(ディペンダブルな)情報セキュリティに関する技術 海洋、宇宙、情報(サイバー)、原子力に関する技術等の複雑な技術システムに事故・トラブルが発生した場合の国としての対応や人々の生活の安全に資する研究開発

出所)ICT-WG第1回資料1 - 3

1. 指標の検討（1）社会課題解決の視点

- ◆ 国家安全保障・基幹技術に関する基本計画の「ねらい」は、「国際的な優位性の保持」「安全な国民生活の実現」であると考えられる。
- ◆ 前者については「科学技術における新領域開拓」が例示されており、所掌技術ではハイパフォーマンスコンピューティングの科学技術における応用が考えられる。すなわち、科学技術における諸課題への取組において、国産のHPC技術が利活用され、課題解決に貢献することであると定義した。
- ◆ 後者に関する所掌技術は情報セキュリティであり、セキュリティインシデントと被害の削減が社会的課題になっている。

課題領域

i)国家安全保障・基幹技術

(第4期基本計画より: 下線追記)

(4)国家存立の基盤の保持

我が国が国際的な優位性を保持し、安全な国民生活を実現していくためには、国自らが長期的視点に立って、継続的に、広範囲かつ長期間にわたりて研究開発を推進し、成果を蓄積していくべき研究開発課題がある。このような研究開発課題については、国として、国家存立の基盤に関わる研究開発と位置付けて強力に推進する。なお、その際には、国家存立基盤を広く捉え、安全保障に加え、科学技術における新領域開拓に向けた独自の科学技術基盤構築のための研究開発の推進を含むものとする。

課題領域に関するねらい

・国際的な優位性の保持

ねらいの構成要素

・科学技術における新領域開拓に向けた独自の科学技術基盤構築

・安全な国民生活を実現

・対外的な安全保障
・防災(自然災害)
・防災(火災、化学災害、原子力災害など)
・防犯
・事故防止(交通、製品、食品など)
・情報セキュリティ

社会指標(社会課題解決)(a)

【指標】科学技術分野におけるHPCの利活用状況(生命科学、物質科学、地球科学、ものづくり、基礎物理、社会科学)】

・HPCが発展することで、科学技術における新領域開拓が行いやすくなると考えられるため。

【指標】サイバー攻撃による被害総額】

【指標】重要インフラにおけるセキュリティインシデント件数】

・情報セキュリティ技術の向上により、今まで防げなかった不正アクセス等が防げるようになることで、インシデントを低減することができ、損害額も減少すると考えられるため。

・しかしながら、現在はこれらの指標は把握されていないため、代替となる指標として以下のものを用いる。

【代替指標】個人情報漏洩による想定損害賠償総額】

【代替指標】企業における情報セキュリティインシデント発生率】

●

1. 指標の検討 (2) 評価対象技術と指標

◆ 課題解決のためにICTが貢献可能なこと

- 本領域の個別課題は「世界最高水準のハイパフォーマンスコンピューティング技術」「能動的で信頼性の高い（ディペンドブルな）情報セキュリティに関する技術」および「海洋、宇宙、情報（サイバー）、原子力に関する技術等の複雑な技術システムに事故・トラブルが発生した場合の国としての対応や人々の生活の安全に資する研究開発」の3つである。
- 前者二つはICTの技術そのものである。最後については、情報収集、分析、および情報伝達などにICTが果たすべき役割は大きい。

◆ 個別課題に対応する技術

- 本課題領域「Ⅲ.2 (4) i) 国家安全保障・基幹技術の強化」では、ICT-WGで検討する技術を以下のように設定する。
- 「世界最高水準のハイパフォーマンスコンピューティング技術」については、開発ロードマップなどからこれを構成する以下の技術の開発状況を指標とし、システム全体として処理能力を技術指標とする。また、利活用状況を社会指標として把握する。
 - アーキテクチャー、システムソフトウェア、プログラミング、数値計算ライブラリ
- 情報セキュリティについては、各種ロードマップを元に、以下の技術を評価対象とした。
 - 情報通信システム全体のセキュリティの向上（サイバー攻撃の検知/防御、アクセス制御/認証、スマートフォン/クラウド、次世代ネットワーク）
 - ハードウェアセキュリティの向上（制御システム、セキュリティデバイス、ソフトウェアの安全性確保）
 - 個人情報等の柔軟管理の実現（プライバシー保護/パーソナルデータ利活用、フォレンジック支援技術）
 - 基礎・理論（セキュリティ理論体系化、標準化等、暗号技術）
 - 発展が期待される応用分野におけるセキュリティ研究開発（医療健康、次世代インフラ、ビッグデータ）
- さらに、「事故・トラブルが発生した場合の国としての対応や人々の生活の安全に資する研究開発」は、防災に関しては次世代インフラ協議会で検討がなされるため対象としない。また、その他の情報セキュリティに関しては本課題領域で取り扱うが、「情報セキュリティ」で重複しているため、そちらで合わせて取り扱う。

1. 指標の検討（2）評価対象技術と指標

- ◆ 前ページで示した個別課題に対応する技術の進展を評価するための代表的な指標は以下の通りである。
- 「b. 社会指標（実装）」については、それぞれの技術またはそれを応用した機器・製品の普及状況を指標とする。
 - 本領域においては、すでに普及率が計測・予測されているHPCI利用課題選定件数、HPC利用企業、情報セキュリティの市場規模、セキュリティ対策実施率、マルウェア感染率を社会指標として取り上げる。

個別課題	個別課題に対応する技術	指標			出所
		b.社会指標(実装)	c.技術(システム全体)	d.技術(要素技術)	
世界最高水準のハイパフォーマンスコンピューティング技術	・アーキテクチャ	• HPCI利用課題選定件数 (産業利用を除く) • HPC利用企業	• ピーク性能(FLOPS)	• CPUコア数 • 通信速度 • FLOPS当りの消費電力 • 連続実行時間 • 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> • 大規模並列 • 通信/インタコネクト • 消費電力 • 耐故障/信頼性 	• 高度情報科学技術研究機構 • 経済産業省「技術戦略マップ 2005, 2010」 • HPCI 技術ロードマップ白書 2012年
	・システムソフトウェア			• 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> • OS/ランタイムAPI • システム管理 	
	・プログラミング			• 開発状況	
	・数値計算ライブラリ			• 開発状況	
能動的で信頼性の高い(ディペンダブルな)情報セキュリティに関する技術	・情報通信システム全体のセキュリティの向上	• 情報セキュリティの市場規模 • セキュリティ対策実施率 • マルウェア感染率	• ここでは設定しない	• 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> • サイバー攻撃の検知/防御 • アクセス制御/認証 • スマートフォン/クラウド • 次世代ネットワーク 	• 経済産業省「企業・個人の情報セキュリティ対策促進事業(情報セキュリティの市場調査)」 • 日本インターネットセキュリティ協会「情報セキュリティ市場調査」 • 経済産業省「情報処理実態調査」 • 内閣府情報セキュリティセンター「情報セキュリティ研究開発ロードマップ」(改訂案)
	・ハードウェアセキュリティの向上			• 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> • 制御システム • セキュリティデバイス • ソフトウェアの安全性確保 	
	・個人情報等の柔軟管理の実現			• 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> • プライバシー保護/パーソナルデータ利活用 • フォレンジック支援技術 	
	・基礎・理論			• 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> • セキュリティ理論体系化、標準化等 • 暗号技術 	
	・発展が期待される応用分野におけるセキュリティ研究開発			• 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> • 医療健康 • 次世代インフラ • ビッグデータ 	
海洋、宇宙、情報(サイバー)、原子力に関する技術等の複雑な技術システムに事故・トラブルが発生した場合の国としての対応や人々の生活の安全に資する研究開発	セキュリティ技術	・ -	・ -	・ -	上と同じ
	防災・減災技術	・ -	・ -	・ -	次世代インフラ協議会

2. 指標値の検討 (HPC)

第4期基本計画における課題領域		指標区分	評価指標	指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)	
~2005	2010			2012	2013	2015	2020~					
2 重要課題達成のための施策の推進 (4)国家存立の基盤の保持	(1)国家安全保障・基幹技術の強化	社会指標	科学技術分野におけるHPCの利活用状況 (生命科学、物質科学、地球科学、ものづくり、基礎物理、社会科学)	目標						P266以降に、6分野における利活用ロードマップの詳細を掲載	• 計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月	
			HPCL利用課題選定件数 (産業利用を除く)	目標								
			実績			37						
			HPCL産業利用企業数 (当該年度末時点累計)	目標								
		技術指標	システム全体の性能:ピーク性能 (FLOPS)(注)	目標	367T	4.7P	27P	54P	(100P)	1E	指標値の表には含まれないが、2011年6月・11月のTOP500ランキングでは、「京」が世界1位のピーク性能と評価された。	• 経済産業省 技術戦略マップ 2005, 2010 • HPCL 技術ロードマップ白書 2012年 • TOP500 http://www.top500.org • 海洋研究開発機構
			実績	41T		2.3P	11P	11P				• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年 • 海洋研究開発機構 • TOP500
			大規模並列 (コア)	目標	13万	18万	150万	300万	(千万)	数千万		• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年 • 海洋研究開発機構 • TOP500
			通信 (Gbps)	目標			100	(100)	100	400		• 経済産業省 技術戦略マップ 2005, 2010
			実績	1			12.5					• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年 • Green500
			消費電力 (FLOPS/W)	目標	146M	1.6G	2G	3G	(10G)	50G		• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年 • 東工大 松岡教授 特別講演
		アーキテクチャー(注)	連続実行時間	目標		MTBF=6 時間		(MTBF=10時間)	MTBF=1 日以上		*1各基礎技術の開発 *2各種基礎技術の統合 *3実システム上での実装と評価	• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年 • 東工大 松岡教授 特別講演
			実績			ベスト連続29時間稼働		-	-	• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年 • 東工大 松岡教授 特別講演		
		システムソフトウェア	OS/ランタイム API	目標			*1	*2	*3	*1スケーラブルジョブスケジューラの開発、モニタリング機構開発 *2ジョブスケジューリングによる各要素技術の統合 *3実証実験改良、機能整備	• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年	
			実績				-	-	-		• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年	
			システム管理	目標			*1	*2	*3		• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年	
		プログラミング	実績				-	-	-			
			移行支援	目標			*1	*2	*3	*1方式検討 *2試作&評価、要素技術統合 *3実証実験改良、機能整備	• HPCL 技術ロードマップ白書 2012年	
		実績					-	-	-			

注)システムソフトウェア、プログラミングのロードマップは2018年のエクサスケールHPC実現に向け、2012年に開始された開発ロードマップを記載しているため、それ以前の指標値などは存在しない。
システム全体性能、アーキテクチャについては、2013年までの目標はその当時の世界最先端、実績を日本の最先端のマシンの性能を指標値とした。
指標値の()書きはロードマップで定義されていないもので、事務局で補完推計したもの。

2. 指標値の検討 (HPC)

第4期基本計画における課題領域	指標区分	評価指標	指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)
			-2005	2010	2012	2013	2015	2020~		
④国家存立の基盤の保持 2 重要課題達成のための施策の推進	技術指標	数値計算ライブラリ	ライブラリインターフェイス	目標			演算・通信パタン調査	方式検討		定性的な開発目標を年次展開
								基本部開発	評価・改良	
			非均質プロセッサ対応	目標			アプリ利用調査・設計	マルチコアLib	GPULib	定性的な開発目標を年次展開
								メニューLib	評価・改良	
			通信量およびメモリアクセス回数の削減	目標			方式検討	基本部開発	評価・改良	定性的な開発目標を年次展開
			演算精度	目標			アプリ精度調査	方式検討		定性的な開発目標を年次展開
			低電力化・耐故障性	目標			方式検討	プロト開発		定性的な開発目標を年次展開
								基本部開発	評価・改良	
			フレームワーク	目標			開発計画詳細化	経理用プロト開発	評価・展開	定性的な開発目標を年次展開
								アプリ・ミドル開発	評価・改良・サポート	

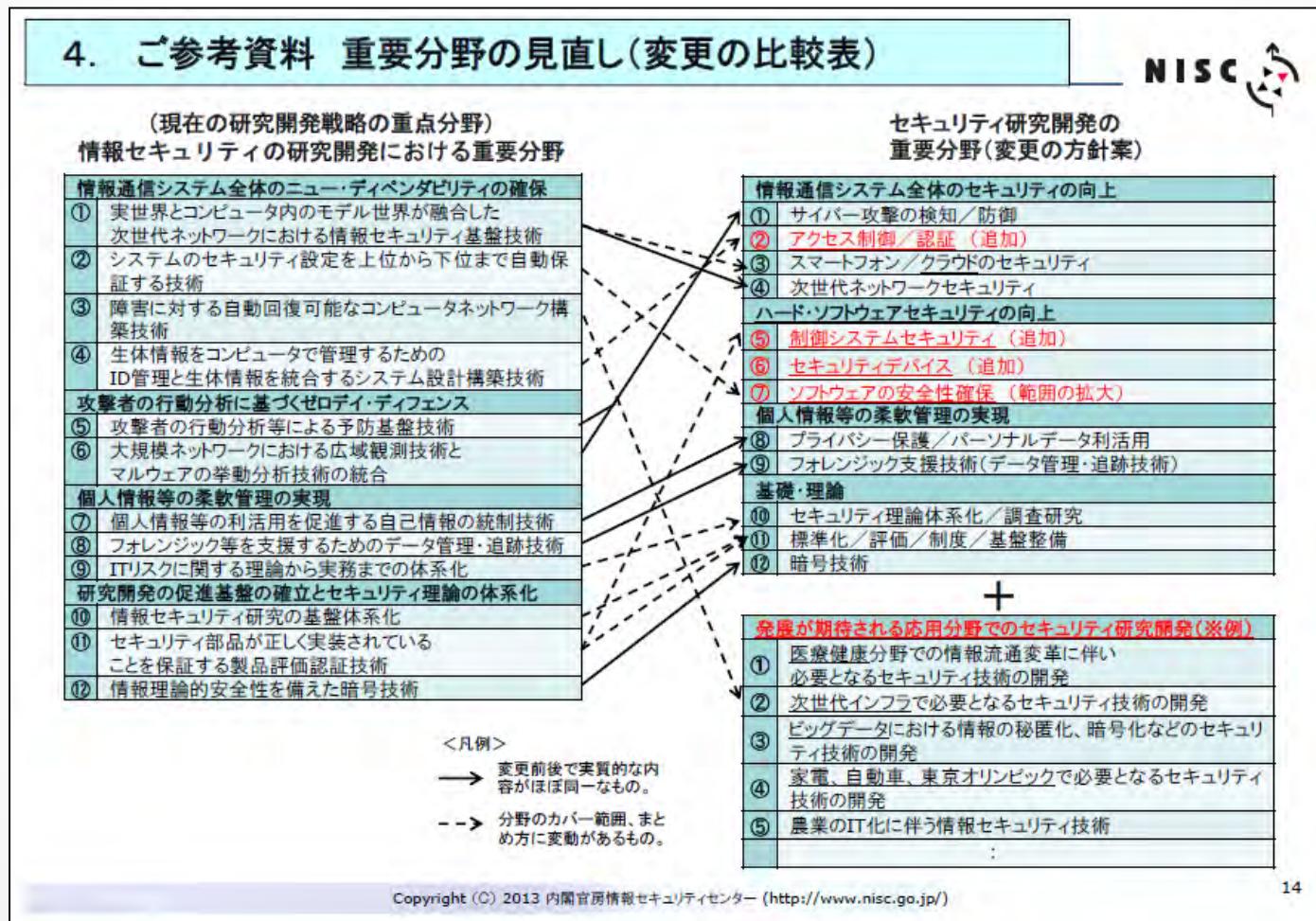
• HPCI 技術ロードマップ白書 2012年

2. 指標値の検討（情報セキュリティ）

第4期基本計画における課題領域		指標区分	評価指標	指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)	
~2005	2010			2012	2013	2015	2020~					
2 重要課題達成のための施策の推進 (4)国家存立の基盤の保持	情報セキュリティ	社会指標	情報セキュリティインシデントによる損害額(億円)	目標						情報セキュリティインシデントにより個人情報が漏洩したケースの想定損害賠償総額	• 日本ネットワークセキュリティ協会「2011年情報セキュリティインシデントに関する調査報告書～個人情報漏えい編～」	
				実績	5,329	1,215						
			情報セキュリティインシデント発生率(%)	目標						情報セキュリティインシデントが発生したと回答した企業の割合	• 経済産業省「情報処理実態調査」	
				実績	35.9	28.2	-					
			マルウェア感染率CCM(暦年末) (MSのマルウェア検出ソフトが1,000回実行されるごとに発見される感染コンピュータ数)	目標						()内はマルウェア遭遇率(%)	• Microsoft “Security Intelligence Report-Regional Threat Assessment”	
				実績		2.1 (11年上半期)	(5.3) 0.7					
			情報セキュリティ市場規模(百万ドル)	目標						2012年以降は推計値	• 経済産業省「平成23年度企業・個人の情報セキュリティ対策促進事業(情報セキュリティの市場調査)」	
				実績		5,853	(6,864)	(7,236)	(8,002)			
			情報セキュリティ対策実施率(%)	目標						情報セキュリティ対策を「既に実施した」と回答した企業の割合	• 経済産業省「情報処理実態調査」	
				実績	-	88.2	88.1					
		技術指標	情報通信システム全体のセキュリティの向上	目標	NISCの改訂版ロードマップ(未公表)に準じる						• NISC「情報セキュリティ研究開発ロードマップ」	
			ハードウェアセキュリティの向上	実績								
			個人情報等の柔軟管理の実現	目標								
			基礎・理論	実績								
			発展が期待される応用分野におけるセキュリティ研究開発	目標								

2. 指標値の検討（情報セキュリティ）

- ◆ NISCの研究開発戦略における重要分野の見直しは、以下のように行われることが予定されている。本レビューにおいてもこの内容に従って評価を行う。



3.総合分析

(1) 世界最高水準のハイパフォーマンスコンピューティング技術

① 技術別の指標に対する貢献度評価

- 技術指標「ピーク時性能」から見ると、「革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築（文部科学省）」によって開発された「京」が2011年に世界最高速を達成した。
- また、社会指標「HPC利用課題選定件数」「HPC産業利用企業数」においても、京の利用が進んでおり、後者は増加している。
- しかしながら、社会課題「科学技術分野におけるHPCの利活用状況」の目標に対しては、定量的に見れば、社会課題「HPCI利用課題選定件数（産業利用を除く）」は37、「HPCI産業利用企業数」は2年間累計で83にとどまっており、幅広い分野で使われているとは言いたい。
- 「京」で開発された技術をもとにした商用機「スーパーコンピュータ PRIMEHPC FX10（富士通）」が上市され、2013年現在で国内外11機関に設置されている。このことから、社会への実装にも貢献している。
- また「京」を活用した研究成果がハイ・パフォーマンス・コンピューティング（高性能計算技術）に関する国際会議SC12において、ゴードン・ベル賞を受賞している。宇宙の初期における大量の量子を用いた重力進化のシミュレーションを「大規模計算を非常に高い実効性能で実現した」ことが受賞理由であった。本研究は基礎物理領域での利用推進に貢献したほか、シミュレーション技術開発にも貢献したと考えられる。

3.総合分析

(1) 世界最高水準のハイパフォーマンスコンピューティング技術

② 今後取り組むべき項目

- HPC技術は、基礎科学における観測ビッグデータ解析、創薬やものづくりにおけるシミュレーション等の分野において、従来とは全く違う次元での研究開発を進めることを可能とするものである。すなわち、技術的先進性を維持しつつ、社会課題「科学技術分野におけるHPCの利活用状況」の目標を達成することにより、現状で把握できている社会的課題の解決に向けた技術開発がより促進されるとともに、新たなデータの組み合わせ分析やシミュレーションにより、従来は発見されなかった新たな機能を持った物質や新たな理論の発見、さらには今後対応すべき新たなニーズの発掘につながると考えられるため、利用する企業の技術力の向上ならびに当該科学技術分野の先進性の強化につながり、本課題領域のねらいである「国際的な優位性の確保」につながると考えられる。
- 社会課題「科学技術分野におけるHPCの利活用状況」の目標は、学術6領域において幅広くHPCを活用していくことである。現状の分野の広がりは把握することが困難だが、定量的に見れば、社会課題「HPCI利用課題選定件数（産業利用を除く）」は37、「HPCI産業利用企業数」は2年間累計で83にとどまっており、幅広い分野で使われているとは言いたい。現状稼働しているHPCI「京」については、利活用が促進されるよう、適用分野に応じたアプリケーションの整備が望まれる。また、産業利用においては中小企業やベンチャー企業でも利用が可能となる技術・制度面の環境を整備することが求められる。また、「京」をベースとしたスーパーコンピュータは、既に内外11機関に設置されており、これらを活用して大学、企業などでの利活用が進んでいくことが期待される。
したがって、数多くの領域で利活用が進むよう社会指標「HPCの利活用状況」の実現、そのための技術指標「数値計算ライブラリ」の充実を図っていく必要がある。
また、各領域においてHPCの利活用を企画立案できる人材の育成が必要となる。
産業利用においては、研究開発型スタートアップ企業や中小企業でも利用できるよう、専門的なアドバイスができる人材の育成、あるいは研究担当者の教育、さらには利用コストの低減に向けた財政面での支援などを行うことが望まれる。
- 技術的先進性については、今後も引き続き維持していく必要がある。HPCの技術進化がめざましく、2012年からは中国、米国のHPCにトップを譲るなど、国際間競争が激化する中、技術指標「ピーク時性能」を世界最先端に維持していくためには、2020年頃にエクサFLOPS級のHPCの実現が望まれる。しかし、それには多大な期間と費用を要することから、第116回科学技術総合会議での議論を踏まえ、対象とするアプリケーションや開発目標の設定、全体事業費の精査と工程表の具体化などを行う必要がある。科学技術総合会議では、2014年秋ごろをめどに再度評価を行い、技術開発の可否を検討することになっており、HPCについても、利活用を意識した技術開発が望まれている。

3.総合分析

(2) 能動的で信頼性の高い(ディペンダブルな)情報セキュリティに関する技術

① 技術別の指標に対する貢献度評価

- 技術指標「情報通信システム全体のセキュリティの向上」の開発状況に対しては、総務省「サイバー攻撃の解析・検知に関する研究開発」でマルウェアの諜報活動を検知するセンサや分析技術の施策を行っており、同指標の技術確立に貢献している。

② 今後取り組むべき項目

- 近年、社会を支える重要な基盤的サービスである、「情報通信」「金融」「航空」「鉄道」「電力」「ガス」「政府・行政サービス（地方公共団体を含む。）」「医療」「水道」及び「物流」分野においても、ICTの利活用、並びにインターネットへの接続、クラウドの利用などが進んできている。さらに、これまでネットワークにつながっていなかつた様々なものがつながれるようになってきている。そのため、外部からの攻撃によるセキュリティインシデントや、事故・トラブルが発生した場合、社会に重大な影響と混乱を引き起こす恐れがある。社会指標「重要インフラにおけるセキュリティインシデント件数」の減少を実現するに当たっては、これらの重要インフラを攻撃から守るための研究開発が重要となるが、さらに成果を重要インフラに実装し、戦略的に防御していくことが必要である（第3回ICT-WG 構成員助言より）。

3.総合分析

(2) 能動的で信頼性の高い(ディペンダブルな)情報セキュリティに関する技術

② 今後取り組むべき項目

- 社会指標である「サイバー攻撃による被害総額」の減少を実現するに当たっては、既存のICT利活用範囲での研究開発に加え、医療健康、ビッグデータ、次世代インフラ等の技術指標「発展が期待される応用分野におけるセキュリティ研究開発」を推進する必要がある。
その一分野であるクラウド利用においては、総務省事業「災害に備えたクラウド移行促進セキュリティ技術の研究開発」から、企業が実用化に向けて独自に研究開発を継続しており、製品化と社会への実装に向けた技術の実用化のための研究開発を継続する必要がある。
その他の国の事業は、2015年を目途に確立する技術を開発しているところであり、着実に目標を達成できるよう、研究開発の着実な進捗管理が求められる。
さらに、NISCがロードマップの改訂を計画しているとおり、多様化するセキュリティ攻撃に対応した柔軟な研究開発課題の設定とともに、諸外国とも連携し、攻撃のパターン収集等を推進することが求められる。
- 社会指標「サイバー攻撃による被害総額」ならびに「重要インフラにおけるセキュリティインシデント件数」両方の低減が求められるが、代理指標は減少してきているとは言え、新たな攻撃手法が常に出現している状況である。そのため、常に変化する攻撃手法への対応を図るため、絶えず技術開発を続けてゆく必要がある。また、開発された技術を元に、高性能だが個人や中小企業でも使いやすい情報セキュリティソフトやサービスの開発・普及を進める必要があるため、一層の実用化開発を進めていくことが望まれる。これはまた、国内で使われているセキュリティソフトがほぼ外国製である現状を打破し、国家の安全保障を強化するという観点からも重要と考えられる。
- また、今回のレビューにおいて設定した2つの指標とも公的な統計では集約されておらず、代理指標において評価した。被害の実態を明らかにするとともに、施策の成果と社会実装の効果を計測する上でも、指標値の継続的な計測が求められる。

【参考】わが国の主な取組とこれまでの成果

個別課題：世界最高水準のハイパフォーマンスコンピューティング技術

取組	これまでの成果
革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築（文部科学省）	<ul style="list-style-type: none">「京」は平成23年11月にLINPACK性能10ペタフロップスを達成し、同年6月と11月の二期連続で世界スパコン性能ランキング(TOP500)において1位を獲得するとともに、その利用研究が平成23年、24年と2年連続でゴードン・ベル賞（コンピュータシミュレーション分野での最高の賞）を受賞した。「京」及びHPCIについては、平成24年9月末に共用を開始した。「京」の利用については、産業界を含む幅広い利用者から公募で選定した一般利用枠102課題、国が戦略的な見地から選定した戦略プログラム利用枠29課題を実施している。産業界83社を含む1,000人以上が利用し、社会的・科学的課題の解決に資する画期的な研究成果の創出が図られている。また、共用開始以降、論文82本が発表、特許2件が出願されている。（H25.10月時点）
スーパーコンピュータ PRIMEHPC FX10（富士通）	<ul style="list-style-type: none">2011年11月に発表された市販製品。京開発のノウハウを適用した。性能は以下の通り。ラック：96ノードCPU : SPARC64 Ixfx 16コア 1.650GHzまたは1.848GHz 211.2GFLOPSまたは236.544GFLOPSメモリ：1CPUあたり32GBまたは64GBメモリ帯域 85GB/s最大構成時性能：23.2PFLOPS、6PBメモリ

【参考】わが国の主な取組とこれまでの成果

個別課題：能動的で信頼性の高い（ディペンダブルな）情報セキュリティに関する技術

取組	これまでの成果
能動的で信頼性の高い情報セキュリティ技術の研究開発（総務省＋経済産業省）	<ul style="list-style-type: none"> 国際連携によるサイバー攻撃予知・即応技術の研究開発 <ul style="list-style-type: none"> サイバー攻撃を予知し、即応を可能とするシステムのプロトタイプを構築。2015年までに10カ国にセンサー設置の目標に向か、これまで4カ国（H23に2カ国、H24に2カ国）に設置。 マルウェア感染の早期検知技術の研究開発 <ul style="list-style-type: none"> マルウェア感染の早期検知技術について、ネットワーク観測によりネットワークトラヒックをリアルタイムに可視化することで、サイバー攻撃を検知するシステムを構築。 東北復興再生に資する重要インフラＩＴ安全性検証・普及啓発拠点整備・促進事業 <ul style="list-style-type: none"> 制御システムの接続性・脆弱性に関する検証結果の視覚化技術、高セキュア化技術、インシデント分析技術の開発を進めているところ。 その他の施策についても、2015年度までの技術の確立及び民間転用に向けて必要となる技術の開発を当初の計画どおり進めているところ
災害に備えたクラウド移行促進セキュリティ技術の研究開発（総務省）	<p>本施策の結果、以下のとおりの成果が得られ、現在製品化に向けた取組が行われているところ。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) プライバシー保護型処理技術 <ul style="list-style-type: none"> 暗号化してクラウド上に保存しているデータから、暗号化したまま統計値演算や頻度分布計算を行う技術、及びデータに乱数成分を付加することにより秘匿したまま統計値演算を効果的に行う技術を開発。 暗号化された評価値データから、暗号化したままデータ間の類似度に基づき推薦処理をする技術を確立。商用のクラウドサービス上で実装。 属性情報を選択的に開示可能なグループ署名の基本方式を開発。 (2) セキュリティレベル可視化技術 <ul style="list-style-type: none"> クラウド全体のセキュリティレベルを算出する方式の設計を完了。 生体認証を含む認証について、利用者のセキュリティレベルを定量的に分析する技術を確立。 データの重要度を、高精度で判定する技術を開発。 クラウドのセキュリティレベル及びデータの重要度に適したデータ保護ポリシーの動的生成技術及びポリシー適合度の可視化技術を確立。
サイバー攻撃の解析・検知に関する研究開発（総務省）	<ul style="list-style-type: none"> ○利用者の行動特性に基づくサイバー攻撃検知技術の研究開発 <p>利用者の行動ログ抽出及び対策評価環境の基盤整備を行い、マルウェアの諜報活動を検知する小型ネットワークセンサやゲートウェイの試作、リアルタイムでのアノマリ分析技術の試作等を実施中。</p> ○既存のログに依存しない利用者環境の特性を活用したサイバー攻撃の侵入経路及び進行状況を解析する技術の研究開発 <p>ネットワーク構成把握方式の検討や端末・サーバ上で取得する情報の整理を行い、攻撃手法やマルウェア挙動に関するログに依存しない分析手法の検討を実施中。</p> ○サイバー攻撃の封込めと業務継続を可能とする組織内ネットワーク制御技術の研究開発 <p>動的な管理ポリシーの生成技術や管理ポリシーに基づく自動的なネットワーク構成技術等について、要素技術の開発と一定規模の仮想ネットワークにおける試行を実施中。</p>
生体情報を用いた電子署名技術（日立製作所）	<ul style="list-style-type: none"> 電子署名の作成に指の静脈パターンなどの生体情報を用いることのできる、安全性を証明可能な電子署名技術を開発。本技術により、標準的な電子認証の仕組みである公開鍵基盤（PKI）と同様の機能を持つ情報セキュリティ基盤を、ICカードやパスワードを使わずに個人の生体情報で実現できる。 総務省委託研究の「災害に備えたクラウド移行促進セキュリティ技術の研究開発」における研究成果を一部に含む。（2013年2月18日報道発表）
自治体の被災者支援業務をクラウドサービスを用いて迅速かつ安全に行うことを可能とする情報セキュリティ技術（早稲田大学、東海大学、（株）日立製作所、日本電気（株）、（株）KDDI研究所）	<ul style="list-style-type: none"> (1)平常時の認証方式に依存しない、クラウド向けの柔軟で安全な認証を実現する認証基盤技術 <ul style="list-style-type: none"> 災害時などにICカード認証を使用しないで業務を行う際に、平常時と同等の情報セキュリティレベルを確保し、適切な認証によって住民情報へのアクセス制御を実現する情報セキュリティ技術。 (2)クラウドを活用した災害関連情報の自動振り分け技術 <ul style="list-style-type: none"> 自動振り分け技術は、災害時にソーシャルサイトなどに投稿される大量の情報を効率的に収集するため、スマートフォンなどの端末側で投稿内容から自動的にラベル付け（例：災害情報、救急情報）を行い、クラウド上のサーバが、ラベルや位置情報、システムの状態などを勘案して最適なシステムに情報の振り分けを行う技術。 (3)クラウド上でのプライバシー保護型災害対応支援技術 <ul style="list-style-type: none"> プライバシー保護型災害対応支援技術は、データを暗号化したまま処理する技術。 総務省事業で研究開発。

【参考】指標値の検討（HPC）

◆ 社会指標（社会課題解決）

- HPCによる「国際的優位性の保持」は、科学技術における諸課題への取組において、国産のHPC技術が利活用され、課題解決に貢献することであると定義した。
- そのロードマップは、理化学研究所「計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月 将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」」で提示されている。
- 提示されている分野は以下の通り。
 - 生命科学
 - 物質科学
 - 地球科学（気象・気候科学、固体地球科学）
 - ものづくり（熱流体、構造解析、機械材料、プラズマ・核融合、電磁界解析、可視化・データ処理）
 - 基礎物理（宇宙研究、素粒子、原子核物理）
 - 社会科学
- これらの利活用に現在の技術開発や実用化の状況がどのように貢献しているかについて、評価を行う。
- 次ページ以降で、これらのロードマップを記載する。

生命科学

年代 課題	2012 ~	2014 ~	2016 ~	2018 ~	2020 ~	2022 ~
分子創薬	<p>タンパク質、生体膜、DNAなどのダイナミクス</p> <p>MD計算を用いた医薬品候補の探索(数百から数千)</p>		<p>生体超分子複合体や細胞環境など巨大系のダイナミクス</p> <p>膜タンパク質を含めた複雑なターゲットタンパク質への適用</p>			
細胞臓器医療	<p>細胞内シグナル分子混雑等の細伝達反応経路のモデル構築</p> <p>脾う島や血小板による血栓形成</p> <p>血流解析シミュレーションの大規模化と並列化</p> <p>超音波治療シミュレーション</p>		<p>細胞の分化、癌化、増殖等の機構の解明と細胞集団への拡大(1,000秒オーダーの予測性)</p> <p>細胞反応を基とした組織・臓器・器官の生化学血流連成シミュレーション</p> <p>生物の代謝反応のモデリングと、その血流解析シミュレーションへの導入</p> <p>Drug Delivery System (DDS)において超音波制御を用いる</p>		<p>シグナル伝達に加え、代謝系、遺伝子発現系を導入へ(10,000秒オーダーの予測性へ)</p>	
脳神経	<p>視覚野神経回路網モデルシミュレーション</p> <p>カイコガ詳細モデルでの嗅覚=運動系リアルタイムシミュレーション</p>		<p>人間全脳単純モデルシミュレーション</p> <p>カイコガモデルでの全脳詳細モデルリアルタイムシミュレーション</p>		<p>人間の全脳の詳細モデルシミュレーション</p>	
遺伝子ネットワーク解析	<p>現状256サンプル512ネットワークの解析</p>		<p>40倍の規模の解析</p>		<p>100倍～の規模の解析</p>	
ゲノム解析	<p>2,000人規模</p>		<p>第3世代シークエンサー</p>		<p>第4世代シークエンサー200,000人規模による解析</p>	

図 4.1-2 生命科学ロードマップ

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

物質科学

課題	年代	2012～	2014～	2016～	2018～	2020～	2022～
半導体電子デバイス		100万原子系の第一原理計算(O(N)法) ← 1万原子系の第一原理計算(O(N!)法)		1000万原子系 → 10万原子系		1億原子系	
光・電子材料		10数nmのナノ構造体の電子・電磁場ダイナミクス		数10nmの実在系ナノ構造体			
生体分子機能・創薬		1000万原子系の古典分子動力学計算		1億原子系		10億原子系	
分子構造・分子機能		ナノスケール分子系の高精度計算		分光学的精度での分子構造の予測			
ソフト分子		量子化学計算と分子シミュレーションの大規模化 マルチスケール手法の開発 統計力学理論の高度化					

図 4.2-1 物質科学ロードマップ (1)

課題	年代	2012～	2014～	2016～	2018～	2020～	2022～
物質・エネルギー変換		数百原子系のQM/MM-MD		1000原子系		数千原子系	
界面・表面		10nmサイズの気相・固相界面		数十nmサイズ		100nmサイズの気液界面	
構造材料		数百パラメータのマルチスケール計算		数千パラメータ		数万パラメータ	
熱交換デバイス		100億原子系の分子動力学計算		1兆原子系		100兆原子系による気液混相流	
強相関電子系		100万格子点の量子モンテカルロ計算 1000万格子点		1億格子点の量子磁性体 数千格子点		1万格子点の強相関材料	

図 4.2-2 物質科学ロードマップ (2)

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

地球科学

気象・気候科学

課題	年代	2012～	2014～	2016～	2018～	2020～	2022～
地球環境監視 予測システム		中解像度シームレス予測システムの開発 地域スケールの詳細温暖化予測 ・確実的予測手法開発 ・一様格子力学コアの導入 ・領域モデル、GCM改良		高解像度シームレス予測システムの開発 地球環境再解析・再予測システム構築 ・ESM要素モデル開発・結合 ・古気候や惑星大気モデルリングによる ESM検証 ・生物化学過程データ同化			
スケール間 相互作用解明		大气・海洋の乱流と大規模場の相互作用解明 GCMパラメタリゼーション改良 ・LES・雲物理モデル結合 ・海洋遙解像モデル改良		化学-エアロゾル過程相互作用解明 個体動態と群集動態の関係解明 ・エアロゾル-大気化学結合系モデル開発 ・個体ベース生態系モデル(陸域・海洋)開発			
高解像度 気象予報		高解像度アンサンブル予測モデルの開発 1-2km雲解像モデルによる局地的強雨の直前 予測と確実的予測の実証実験 ・ストームスケール、雲解像スケールのデータ 同化手法の開発と統合		超高解像度アンサンブル予測モデルの開発 0.5-1kmモデルによる確率予報の実証と再生 可能エネルギー供給・大気汚染の精密予測 ・氷相を入れたデータ同化技術開発 ・高精度の風系・物質輸送再現モデル開発			

図 4.3-4 気象・気候科学ロードマップ

固体地球科学

課題	年代	2012～	2014～	2016～	2018～	2020～	2022～
被害予測		地震発生・波動伝播・都市震動・ 津波遇上・破壊・漂流等のモデル化					被害予測・ 避難最適化
地殻モデル			様々な規模の破壊現象のモデル化				地殻モデル構築と 大破壊前状態解明
プレート境界 モニタリング & 推移予測		プレート境界固定・すべりモニタ& 予測システム構築					推移予測の実用化 と予測情報発信
全球マントル・ コアダイナミクス		熱輸送・物質循環過程・ 磁場形成メカニズムの解明					大陸形成等の物質分化過程・ コア実粘性計算の実現
				フレート運動とマントル対流・マントルとコアのカップリング			

図 4.3-5 固体地球科学ロードマップ

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

ものづくり

熱流体解析



図 4.4-3 热流体解析ロードマップ

構造解析

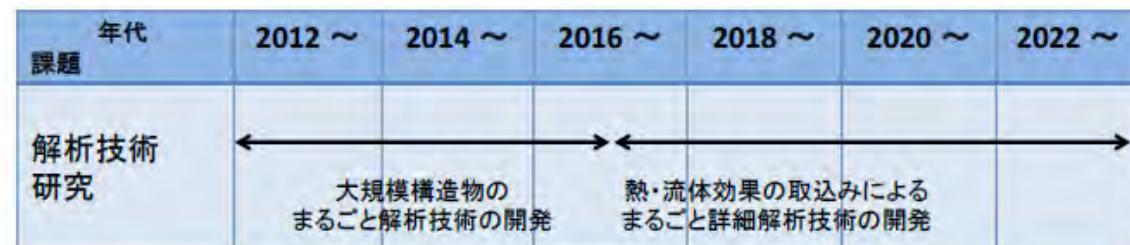


図 4.4-5 構造解析ロードマップ

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

ものづくり

機械材料

年代 課題	2012 ~	2014 ~	2016 ~	2018 ~	2020 ~	2022 ~
短時間(数nsec)の分子動力学法・力場の計算	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	~200 nm規模の原子系の計算。単結晶内の欠陥間相互作用、少数の結晶粒間の相互作用等		~2μm規模の原子系の計算。バルクナノメタルの多結晶セルでの粒間相互作用等			
加速化手法による長時間(数μsec)の分子動力学法	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	~20 nm規模の原子系の計算。単結晶内での拡散、転位。現実的なひずみ速度下における単結晶内の欠陥の運動等		20 ~ 200 nm 規模の原子系の計算。バルクナノメタル多結晶セルにおける低ひずみ速度での粒界破壊等			
化学反応・分極を考慮した分子動力学法	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	~20 nm規模の短時間・長時間シミュレーション		20 ~ 200 nm規模の短時間・長時間シミュレーション。亀裂モデルでの腐食割れ等			
連続体力学に基づく強度評価	↔	↔	↔	↔	↔	↔
	1 mmオーダーの解像度で欠陥をモデル化した強度評価		50μmオーダーの解像度で欠陥をモデル化した強度評価			

図 4.4-9 機械材料ロードマップ

プラズマ・核融合



図 4.4-11 プラズマ・核融合ロードマップ

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

ものづくり

電磁界解析



図 4.4-12 電磁界解析ロードマップ

可視化・データ処理分野

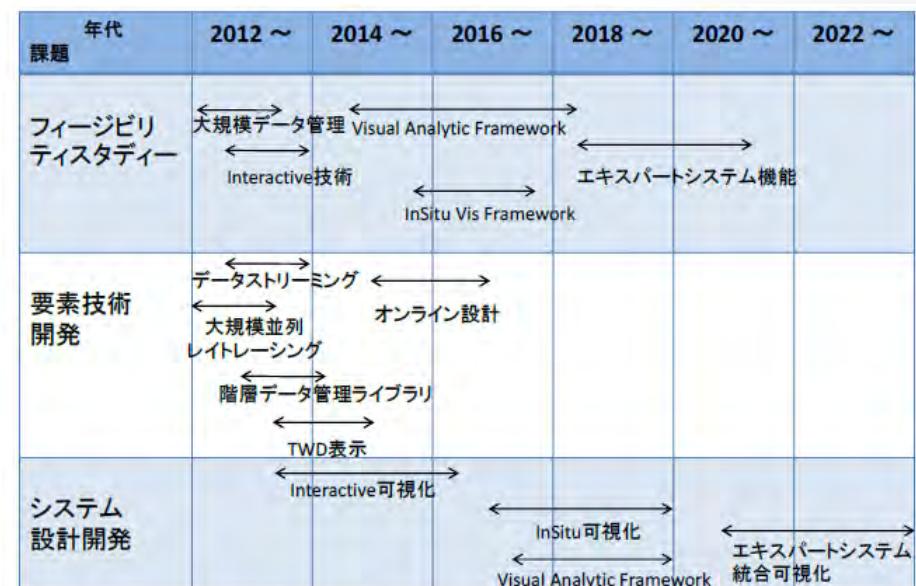


図 4.4-15 可視化・データ処理分野のロードマップ

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
 将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

基礎物理

宇宙研究

宇宙史の探求

年代 課題	2012 ~	2014 ~	2016 ~	2018 ~	2020 ~	2022 ~
自己重力N体／流体シミュレーション	大粒子数・小タイムステップで兆を超える粒子数での計算		惑星形成に必要な長時間積分を高い効率で行いブレーカスルーを目指す			
輻射流体力学による銀河と巨大ブラックホール形成のシミュレーション	5次元に近似した輻射流体力学計算		完全な6次元輻射流体力学計算			
6次元位相空間上のBoltzmann方程式による自己重力系、宇宙プラズマの数値シミュレーション	有限体積法による6次元位相空間での萌芽的計算		有限体積法による6次元位相空間での高精度計算			
宇宙暗黒時代の進化と宇宙性水素の宇宙論的分布の解明	初期天体形成計算、大域的輻射輸送計算、小領域水素分布計算の個別発展的計算		初期天体形成と輻射輸送および水素分布計算を整合的に達成した宇宙進化シミュレーション			
自己重力輻射流体力学シミュレーションによる銀河スケール星間ガスシミュレーション	銀河の小領域や疎分解能での星間ガスシミュレーション		銀河スケールの多相構造を反映した銀河と星間ガスシミュレーション			
天体降着流・噴出流の輻射磁気流体計算	降着円盤の一部での拡散近似3次元輻射流体力学計算の高度化		降着円盤全体を含む6次元輻射輸送+磁気流体力学計算			

図 4.5-2 宇宙史の探求ロードマップ

新たな物理の探求

年代 課題	2012 ~	2014 ~	2016 ~	2018 ~	2020 ~	2022 ~
ブラックホールの形成と強重力現象の解明	4つの基本相互作用を組み込んだ相対論的輻射輸送計算の開発と発展			4つの基本相互作用を組み込んだ相対論的輻射輸送計算(7次元輻射輸送計算が目標)		
超新星爆発のシミュレーション	ニュートリノ輻射輸送を近似的に取り入れた計算			非球対称物質中の完全6次元ニュートリノ輻射輸送を取り込んだ計算		
超高エネルギー現象と粒子加速	相対論的プラズマの粒子加速計算のための輻射減衰を取り込んだ計算の開発と検証			超高エネルギー天体現象や超高強度光子場での相対論的プラズマ領域での研究		
6次元プラソフシミュレーションによるプラズマ非熱的分布形成の解明	空間1~2次元・速度空間3次元近似のプラソフ法による電磁プラズマシミュレーション手法の確立と発展		空間3次元速度空間3次元の6次元プラソフ法による電磁プラズマシミュレーション			

図 4.5-3 新たな物理の探求ロードマップ

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

基礎物理

宇宙研究

惑星形成と宇宙生物学の探求

年代 課題	2012 ~	2014 ~	2016 ~	2018 ~	2020 ~	2022 ~
惑星系形成のシミュレーション	← 円関係領域における複数個の惑星形成計算	→	←	10天文単位にわたる広域を対象とした長時間の惑星形成計算	→	
地球・惑星形成のシミュレーション	← 原始惑星の巨大衝突による月形成や地球内部構造の形成過程の解明計算の進展	→	←	各物理過程の高精度化と複合過程の連成による惑星形成の高精度計算	→	
惑星表層環境の形成と進化シミュレーション	← 地球表層環境シミュレーションの地球外惑星表層環境シミュレーションへの展開	→	←	多様な環境パラメータに対する高サンプル惑星表層環境シミュレーション	→	
宇宙アミノ酸の量子計算	← 円偏光波によるアミノ酸の電子励起状態の量子力学計算	→	←	円偏光波によるアミノ酸、アミノ酸前駆体の陽子・電子量子ダイナミクス計算	→	

図 4.5-4 惑星形成と宇宙生物学の探求ロードマップ

宇宙環境学の推進

年代 課題	2012 ~	2014 ~	2016 ~	2018 ~	2020 ~	2022 ~
太陽恒星ダイナモ	← 疎解像度低レイノルズ数での磁気流体計算による太陽磁気周期活動の理解	→	←	高解像度大レイノルズ数での磁気流体計算による太陽磁気周期活動の解明	→	
無衝突衝撃波：太陽圏から宇宙まで	← 太陽圏における衝撃波に対するプラズマ粒子計算による衝撃波粒子加速の計算	→	←	超新星による衝撃波に対するプラズマ粒子計算による衝撃波粒子加速の計算と衝撃波粒子加速機構の統一的理解	→	
太陽系環境学の推進	← 太陽活動と太陽地球システムダイナミクスのメカニズム探索計算と、予測技術の開発	→	←	太陽面と太陽コロナ精密観測とのデータ駆動シミュレーションによる宇宙天気予報	→	

図 4.5-5 宇宙環境学の推進ロードマップ

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

基礎物理

素粒子



図 4.5-10 素粒子ロードマップ



図 4.5-15 原子核物理ロードマップ

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

社会科学

課題	年代	2012～	2014～	2016～	2018～	2020～	2022～
交通シミュレーション		地域規模のシミュレーション		走行状況のリアルタイムデータ同化の実証研究		交通渋滞緩和への応用研究	
			↔		↔		↔
				↔		↔	
				↔		↔	
経済シミュレーション		1取引所規模のシミュレーション		取引制度設計・監督への応用研究			
			↔	取引引きデータのリアルタイム同化の実証研究	↔		
				↔		↔	
				↔		↔	
人間関係シミュレーション		村規模(数千人)のシミュレーション		人間集団の生成・管理への応用			
			↔	人間関係のリアルタイムデータ同化の実証研究	↔		
				↔		↔	
				↔		↔	
複合シミュレーション実行管理システム		100万並列・100万パラメータ規模のシステムの実現		社会最適化への応用研究			
			↔	↔		↔	
				↔		↔	
				↔		↔	
				↔		↔	

図 4.6.4 社会科学ロードマップ

出所)計算科学ロードマップ 中間報告書 2013年9月
将来のHPCIシステムの在り方に関する調査研究「アプリケーション分野」

III.2 (4) ii) 新フロンティア開拓のための 科学技術基盤の構築

本領域における個別課題

- ◆ ICT-WGが「新フロンティア開拓のための科学技術基盤の構築」においてレビューを進める個別課題は、“物質、生命、海洋、地球、宇宙それぞれに関する統合的な理解、解明など、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発”である。

本領域における本WGの個別課題

課題領域	個別課題
新フロンティア開拓のための科学技術基盤の構築	物質、生命、海洋、地球、宇宙それぞれに関する統合的な理解、解明など、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発

出所)ICT-WG第1回資料1 - 3

1. 指標の検討 (1) 社会課題解決の視点

- ◆ 新フロンティア開拓のための科学技術基盤に関する基本計画の「ねらい」は、「国際的な優位性の保持」であると考えられる。
- ◆ 「優位性」とは国力の優位性であるととらえられ、その要素は、下図「ねらいの構成要素」に挙げた「国力指標」として分解できる。
- ◆ 本課題領域では、“国力指標、中でも技術の指標を高めていくために、とくに新フロンティア領域を開拓する研究開発を行うための科学技術基盤の構築”であると位置付ける。

課題領域

)
新フロンティア開拓のための科学技術基盤の構築

(第4期基本計画より: 下線追記)

(4) 国家存立の基盤の保持

我が国が国際的な優位性を保持し、安全な国民生活を実現していくためには、国自らが長期的視点に立って、継続的に、広範囲かつ長期間にわたって研究開発を推進し、成果を蓄積していくべき研究開発課題がある。このような研究開発課題については、国として、国家存立の基盤に関わる研究開発と位置付けて強力に推進する。なお、その際には、国家存立基盤を広く捉え、安全保障に加え、科学技術における新領域開拓に向けた独自の科学技術基盤構築のための研究開発の推進を含むものとする。

課題領域に関するねらい

国際的な優位性の保持

「国際的な優位性」を「国力」ととらえ、NIRA型総合国力指標*の基本分野に分解した

ねらいの構成要素

- 人的資源
- 自然・環境
- 技術
- 経済・産業
- 政府
- 防衛
- 文化
- 社会

社会指標(社会課題解決) (a)

- 【指標: 新フロンティア領域における論文数・特許数】
- 科学技術基盤を整備し利活用することによって、当該フロンティア領域における研究が進展すると考えられるため。(データ出所: 科学技術要覧等)

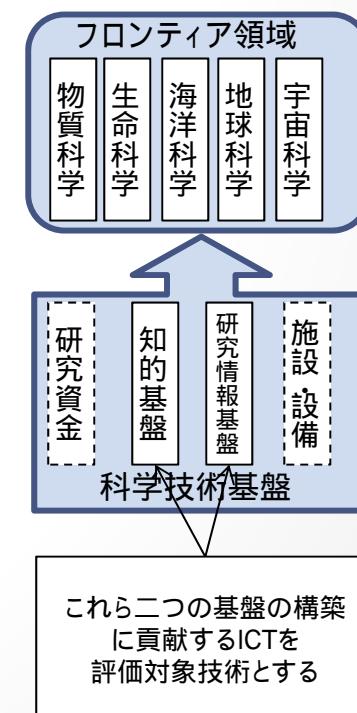
本領域は、中でも技術における優位性を保持するため、新領域を開拓するに当たって必要となる技術開発を支える科学技術の基盤を構築する活動であると解釈した

* 平成17年に総合研究開発機構が提唱した現代国家にふさわしい国力測定指標。市民生活向上力、経済価値創造力、国際社会対応力の3つの評価側面と、上記ねらいの構成要素に引用した8分野の指標がある。

1. 指標の検討 (2) 評価対象技術と指標

◆ 課題解決のためにICTが貢献可能なこと

- 基本計画においては、研究開発の領域として「物質、生命、海洋、地球、宇宙」が例示されている。
- また、「科学技術基盤」とは、科学技術政策研究所「科学技術の状況に係る総合的意識調査（定点調査2008）」によれば、「研究資金」「知的基盤」「研究情報基盤」「施設・設備」の4要素に分解できる。
- これら4つのうち、ICTによって発展が期待されるのは、「研究資金」を除いた、「知的基盤」と「研究情報基盤」の二つであると考えられ、それぞれ前期の第3期科学技術基本計画で以下のように定義されている。
 - 知的基盤
 - 計量標準、計測・分析・試験・評価方法及びそれに係る先端的機器、生物遺伝資源等の研究用材料、関連するデータベース等
 - 研究情報基盤
 - 大型コンピュータ、高速ネットワーク、ハードウェアやその有機的連携を強化する基盤的ソフトウェア、論文等の書誌情報検索システム、特許情報の統合検索システム、大学図書館、国立国会図書館等
- ここで掲げられている個別の構成要素のうち、ICTが直接関係するものは、以下のものである。
 - データベース
 - 大型コンピュータ
 - 高速ネットワーク
 - ハードウェアやその有機的連携を強化する基盤的ソフトウェア
 - 論文・特許等の検索システム



1. 指標の検討 (2) 評価対象技術と指標

◆ 個別課題に対応する技術

- 従って、本課題領域において評価の対象とする技術は、以下の5つととらえる。
 - データベース：ビッグデータ関連のDB技術であり、ストレージ等のハードウェア、DBMS等の基礎的なソフトウェアに加え、プライバシーやビッグデータ等を対象とした解析技術も含めて考える。
 - 大型コンピュータ：ハイパフォーマンスコンピュータ（「大型コンピュータ」は第3期計画で定義された研究情報基盤の名称であるが、現在ではHPCと考える）
 - 高速ネットワーク：次世代ネットワーク等
 - 有機的連携を強化する基盤的ソフトウェア：グリッドコンピューティング等
 - 論文・特許などの検索システム：上記データベースの一部として取り上げる。
- このうち、いくつかの技術は、他の領域と重なるが指標としては再掲する。
 - 大型コンピュータ：「Ⅲ.2 (4) i) 国家安全保障・基幹技術の強化」におけるハイパフォーマンスコンピュータ
 - 高速ネットワーク：「Ⅲ.2 (2) ii) わが国の強みを活かした新たな産業基盤の創出」における次世代ネットワーク
 - 論文・特許などの検索システム：「Ⅲ.2 (5) i) 領域横断的な科学技術の強化」
- 上記の対象技術のうち、「論文・特許などの検索システム」については、「Ⅲ.2 (5) i) 領域横断的な科学技術の強化」での検討において、データベース技術が中心となるため、本領域のデータベースに含めて検討・評価を行う。
- また、「基盤的ソフトウェア」は第3期基本計画ではグリッドコンピューティングが例示されていたが、その後のICT環境の変化で高性能コンピュータ開発の方向性が変わってクラウドコンピューティングやHPC等に移行しているため、評価対象としない。

◆ 具体的には、以下の技術を対象として評価を行う。

- データベース
- 解析技術
- ハイパフォーマンスコンピューティング
- 次世代ネットワーク技術

1. 指標の検討 (2) 評価対象技術と指標

- ◆ 前ページで示した個別課題に対応する技術の進展を評価するための代表的な指標は以下の通りである。

計画に例示された 個別課題	個別課題に 対応する技術	指標			出所
		b.社会指標(実装)	c.技術(システム全体)	d.技術(要素技術)	
物質、生命、海洋、地球、宇宙それぞれに関する統合的な理解、解明など、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発	データベース	• -	• -	• 開発状況 <ul style="list-style-type: none">環境情報管理	• NEDO技術戦略マップ
	解析技術	• -	• -	• 可視化・データ分析技術の開発状況	計算科学ロードマップ白書
	ハイパフォーマンスコンピューティング	• 利用課題選定数(産業利用を除く)	• ピーク性能(FLOPS)	• アーキテクチャの開発状況 <ul style="list-style-type: none">CPUコア数通信速度FLOPS当りの消費電力連続実行時間 • システムソフトウェアの開発状況 <ul style="list-style-type: none">OS/ランタイムAPIシステム管理 • プログラミングの開発状況 • 数値計算ライブラリの開発状況	• 高度情報科学技術研究機構 • 経済産業省 技術戦略マップ 2005, 2010 • HPCI 技術ロードマップ白書 2012年
	次世代ネットワーク技術	• -	• 伝送速度	• 開発状況 <ul style="list-style-type: none">ネットワークアーキテクチャ技術ネットワークプラットフォーム技術ネットワーク仮想化技術網状態予測検知・解析技術超大規模情報流通技術動的リソース制御技術	情報通信審議会

2. 指標値の検討

第4期基本計画における課題領域		指標区分	評価指標	指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)	
				~2005	2010	2012	2013	2015	2020~			
④国家存立の基盤の保持 （新）フロンティア開拓のための科学技術基盤の構築 物質、生命、海洋、地球、宇宙それぞれに関する統合的な理解、解明など、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発	2 重要課題達成のための施策の推進	社会指標	フロンティア領域における論文・特許件数	目標							• NSFデータから、「地球科学」「天文学」「生物学」「物理学」の合計	
				実績		22,036.5						
			HPCI利用課題選定件数 (産業利用を除く)	目標							• 高度情報科学技術研究機構「第14回HPCI計画推進委員会及び第18回検討WG」	
				実績			37					
				目標	センサーストリーム	ストリーム処理	環境異常検知	異種センサー	データストリーム	環境情報予測	• 定性的な開発目標を年次展開	• NEDO技術戦略マップ • 計算科学ロードマップ白書
		技術指標	環境情報管理	実績								
				目標	領域ごとの可視化・データ処理について、対象やデータ構造と規模、手法について調査	可視化フレームワーク開発と基本機能提供	In situ可視化方法研究	GPUクラスタへの対応	プロセスカンニング機能統合	エクサスケールでの評価	定性的な開発目標を年次展開	
			可視化・データ分析技術	実績	大規模データ可視化的フレームワークを設計	データ分析機能をフレームワークに統合	データベース機能との連携	継続的機能開発・サポート				
				目標								
				実績								

2. 指標値の検討

第4期基本計画における課題領域	指標区分	評価指標	指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)	
			~2005	2010	2012	2013	2015	2020~			
2 重要課題達成のための施策の推進 (4) 国家存立の基盤の保持 （新）フロンティア開拓のための科学技術基盤の構築	技術指標	システム全体の性能: ピーク性能 (FLOPS)(注)	目標	367T	4.7P	27P	54P	(100P)	1E	指標値の表には含まれないが、2011年6月・11月のTOP500ランキングでは、「京」が世界1位のピーク性能と評価された。	• 経済産業省 技術戦略マップ 2005, 2010 • HPCI 技術ロードマップ白書 2012年 • TOP500 http://www.top500.org • 海洋研究開発機構
			実績	41T	2.3P	11P	11P				
		アーキテクチャ(注)	大規模並列(コア)	目標	13万	18万	150万	300万	(千万)	数千万	• HPCI 技術ロードマップ白書 2012年 • 海洋研究開発機構 • TOP500
			実績	5千	7万	70万	70万				
			通信(Gbps)	目標			100	(100)	100	400	
			実績	1			12.5				
			消費電力(FLOPS/W)	目標	146M	1.6G	2G	3G	(10G)	50G	
		連続実行時間	実績	3.4M	1.4G	1.6G	1.6G				• HPCI 技術ロードマップ白書 2012年 • Green500
			目標			MTBF=6時間		(MTBF=10時間)	MTBF=1日以上		
		システムソフトウェア	実績				ベスト連続29時間稼働	-	-		• HPCI 技術ロードマップ白書 2012年 • 東工大 松岡教授 特別講演
			OS/ランタイムAPI	目標			*1	*2	*3	*1各基礎技術の開発 *2各種基礎技術の統合 *3実システム上での実装と評価	
			実績				-	-	-		
			システム管理	目標			*1	*2	*3	*1スケーラブルジョブスケジューラの開発、モニタリング機構開発 *3ジョブスケジューリングによる各要素技術の統合	
		プログラミング	移行支援	実績			-	-	-		• HPCI 技術ロードマップ白書 2012年
				目標			*1	*2	*3	*1方式検討 *2 試作 & 評価、要素技術統合 *3 実証実験改良、機能整備	
				実績			-	-	-		

注)システムソフトウェア、プログラミングのロードマップは2018年のエクサスケールHPC実現に向け、2012年に開始された開発ロードマップを記載しているため、それ以前の指標値などは存在しない。
 システム全体性能、アーキテクチャについては、2013年までの目標はその当時の世界最先端、実績を日本の最先端のマシンの性能を指標値とした。
 指標値の()書きはロードマップで定義されていないもので、事務局で補完推計したもの。

2. 指標値の検討

第4期基本計画における課題領域		指標区分	評価指標	指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)				
				~2005	2010	2012	2013	2015	2020~						
2 重要課題達成のための施策の推進	(4) 国家存立の基盤の保持 新フロンティア開拓のための科学技術基盤の構築	技術指標	ネットワークアーキテクチャ技術 ネットワークプラットフォーム技術 ネットワーク仮想化技術	目標	基盤技術の研究開発						定性的な開発目標を年次展開				
				実績											
				網状態予測検知・解析技術 超大規模情報流通技術 動的リソース制御技術	目標	基盤技術の研究開発						定性的な開発目標を年次展開			
						テストベッド等を用いた実証・評価									
						標準化の推進									
			有線・無線、実・仮想ネットワーク 統合管理運用技術 大規模エミュレーション技術	実績							定性的な開発目標を年次展開				
				目標	基盤技術の研究開発										
					実証・評価										
					製品開発・市場展開										

- 情報通信審議会
情報通信政策部会

3.総合分析

物質、生命、海洋、地球、宇宙それぞれに関する統合的な理解、解明など、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発

① 技術別の指標に対する貢献度評価

○ データベース

- 技術指標「環境情報管理」の開発プロセスにおいて、NEDO「グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト」の成果を活かしたNEC「ビッグデータのリアルタイム分析を低消費電力で実現する処理基盤技術」は、約5分前などの直前のデータの分析を、しかも低消費電力で処理する技術を開発し、ロードマップのストリーミング処理の実現に貢献している。

○ 解析技術

- 技術指標「可視化・データ分析技術」の開発状況については、総務省「情報分析技術及び情報利活用基盤技術の研究開発」で、開発したプロトタイプをテストベッドJGN-Xに実装しており、学術分野において利用可能な環境が提供されている。また、NTTや楽天などの民間企業の研究開発により、分散処理技術も開発が進められている。

② 今後取り組むべき項目

- フロンティア領域においては、量が多くったり、画像や動画等の非構造化データを含んだり、あるいは時系列データをリアルタイム処理など、いわゆる「ビッグデータ分析」を行うことで新たな発見やイノベーションが生まれる可能性がある。
ビッグデータを処理、分析し、さらにはそれを人間が直感的に理解できるように可視化する技術に代表される解析技術の進展によって、地球科学や宇宙科学など、大量のデータを扱う科学技術の発展に貢献できると考えられる。
しかしながら、ビッグデータの一種である、ストリーミングデータのリアルタイム処理技術については米国アマゾンウェブサービス社、可視化・分析技術に関しては、米国のGoogle社などが先行しており、社会での利用も進められている。単一の技術に依存せずに、多様な技術が競争することで、さらに技術が発達していくことを考えると、日本発の大規模情報分析技術についても引き続き研究開発をしていくことが望まれる。

3.総合分析

物質、生命、海洋、地球、宇宙それぞれに関する統合的な理解、解明など、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発

① 技術別の指標に対する貢献度評価

○ ハイパフォーマンスコンピューティング

- 技術指標「ハイパフォーマンスコンピューティングのピーク時性能」から見ると、「革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築（文部科学省）」によって開発された「京」が2011年に世界最高速を達成した。
- また「京」を活用した研究成果がハイ・パフォーマンス・コンピューティング（高性能計算技術）に関する国際会議SC12において、ゴールド・ベル賞を受賞している。宇宙の初期における大量の量子を用いた重力進化のシミュレーションを「大規模計算を非常に高い実効性能で実現した」ことが受賞理由であった。本研究は社会指標「科学技術分野におけるHPCの利活用状況」における基礎物理領域での利用推進に貢献したほか、シミュレーション技術開発にも貢献したと考えられる。

② 今後取り組むべき項目

- これらの分析を支える基幹的なシステムとしてのハイパフォーマンスコンピューティングに関しては、社会課題「科学技術分野におけるHPCの利活用状況」の目標は、学術6領域において幅広くHPCを活用していくことである。現状の分野の広がりは把握することが困難だが、定量的に見れば、社会課題「HPCI利用課題選定件数（産業利用を除く）」は37、HPCI産業利用企業数は2年間累計で83にとどまっており、幅広い分野で使われているとは言いがたい。

現状稼働しているHPCI「京」については、利活用が促進されるよう、適用分野に応じたアプリケーションの整備が望まれる。また、産業利用においては中小企業やベンチャー企業でも利用が可能となる技術・制度面の環境を整備することが求められる。また、「京」をベースとしたスーパーコンピュータは、既に内外11機関に設置されており、これらを活用して大学、企業などの利活用が進んでいくことが期待される。

したがって、数多くの領域で利活用が進むよう社会指標「HPCIの利活用状況」の実現、そのための技術指標「数値計算ライブラリ」の充実を図っていく必要がある。

また、各領域においてHPCの利活用を企画立案できる人材の育成が必要となる。

産業利用においては、研究開発型スタートアップ企業や中小企業でも利用できるよう、専門的なアドバイスができる人材の育成、あるいは研究担当者の教育、さらには利用コストの低減に向けた財政面での支援などを行うことが望まれる。

社会課題「科学技術分野におけるHPCの利活用状況」の目標を達成することにより、現状で把握できている社会的課題の解決に向けた技術開発がより促進されるとともに、新たなデータの組み合わせ分析やシミュレーションにより、従来は発見されなかった新たな機能を持った物質や新たな理論の発見、さらには今後対応すべき新たなニーズの発掘につながると考えられるため、利用する企業の技術力の向上ならびに当該科学技術分野の先進性の強化につながり、本課題領域のねらいである「国際的な優位性の確保」につながると考えられる。

- HPCの技術進化はめざましく、2012年からは中国、米国のHPCにトップを譲るなど、国際間競争が激化する中、今後も現在の技術的先進性を維持する必要がある。技術指標「ピーク時性能」を世界最先端に維持していくためには、2020年頃にエクサFLOPS級のHPCの実現が望まれるが、第116回総合科学技術会議での議論を踏まえ、対象とするアプリケーションや開発目標の設定、全体事業費の精査と行程表の具体化などを行う必要がある。そのうえで2014年秋ごろをめどに再度総合科学技術会議で評価を行い、技術開発の可否を検討することになっており、HPCについても、利活用を意識した技術開発が望まれている。

3.総合分析

物質、生命、海洋、地球、宇宙それぞれに関する統合的な理解、解明など、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発

① 技術別の指標に対する貢献度評価

○ 次世代ネットワーク技術

- ・ 技術指標「次世代情報通信ネットワークの伝送速度」に対しては、NTT等の研究によりフォトニックネットワークでは1ペタbpsの伝送にも成功しており、大きく貢献している。
- ・ 総務省の光空間通信技術の研究開発においては、40Gbpsの通信速度を達成しており、上記のような指標すべてにあわせて、ビッグデータ流通量の指標に大きく貢献している。一部の技術では2020年に設定された通信速度目標を達成しているものもある。

② 今後取り組むべき項目

○ 次世代ネットワークについては、フォトニックネットワーク、光空間通信、ワイヤレスブロードバンド等については、世界初の取組や世界最高速の実現はなされており、すでに、我が国の強みとなっている。これらの技術を学術ネットワークに実装し、高速の通信ネットワークをフロンティア領域の研究機関・研究者が活用できる環境を整備することが、本領域における研究情報基盤の強化につながり、ひいては本領域の研究が進展するものと考えられる。

次世代ネットワークの実現に向けては、ユーザの用途を踏まえた性能要件を設定し、それに見合う技術開発課題を設定することで、実用化、製品化が早期に実現できるほか、実用化後の普及の促進に役立つと考えられる。

また、近年のエレクトロニクスメーカーの国境を越えた合従連衡の進展が進む現状を踏まえ、実用化に向けた開発等の役割分担は従来の枠組みにとらわれず、研究開発型のスタートアップ企業や海外企業などの連携を柔軟に検討していくことが望ましい。

3. 総合分析（全体）

物質、生命、海洋、地球、宇宙それぞれに関する統合的な理解、解明など、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発

今後取り組むべき項目

- 技術開発以外に、本課題領域で取り上げた個別の技術に横断的に取り組むべき事項は、フロンティア領域における利用環境の整備である。
具体的には、HPCや次世代ネットワークの利用コストの軽減方策や、フロンティア領域とHPC・次世代ネットワークの双方に詳しい人材を育成し、フロンティア領域でどのようにこれらのICTを利活用すれば良いのかを考えられるようにする必要がある。このことで的確にICTを研究に運用することができ、研究の効率化・効果向上に貢献するとともに、今までのツールでは把握しきれなかった事象も明らかにできることから、結果として社会指標「フロンティア領域における論文数」の向上に貢献するだけではなく、研究の質や精度を高めることも期待される。

【参考】我が国の主な取組とこれまでの成果

個別課題：物質、生命、海洋、地球、宇宙それぞれに関する統合的な理解、解明など、理論研究や実験研究、調査観測、解析等の研究開発

取組	これまでの成果
ビッグデータのリアルタイム分析を低消費電力で実現する処理基盤技術（日本電気）2011年	<p>NEDO「グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト」の成果を活かし、データのリアルタイム分析を可能にする技術を開発。M2Mソリューションに組み込む。</p> <p>①リアルタイムの分析が容易な分散システムアーキテクチャを開発 収集したビッグデータを、分析を行うアプリケーションに適したデータ形式へ高速に変換し、変換とともにシステム再構築が不要な分散システムアーキテクチャを開発。これにより、データの蓄積と分析を同時に実現し、従来は前日の蓄積データを分析していたのに対して、約5分前などの直前のデータの分析を実現。ユーザへ、よりリアルタイムな分析情報の提供が可能。 また、他の分析処理を追加で拡張できるため、安価で小規模な基盤システムから構築可能。</p> <p>②処理性能を落とさずに省電力化を実現する分散ストレージ技術を開発 一定時間アクセスのないストレージを、処理性能を低下せずに稼働停止する分散ストレージ技術を開発。本技術は、ストレージノードを停止する前に必要なデータを稼働中ノードに移行するデータ配置制御と、停止したノードへの書き込み・読み込み要求を、他の稼働中ノードに転送するリクエスト転送制御する技術で構成。これらにより、本技術を利用しない従来の分散ストレージと比較して消費電力を約2/3に省電力化。</p>
情報分析技術及び情報利活用基盤技術の研究開発（総務省）	<p>大規模情報分析システムWISDOM 2013稼働開始 約5億ページを対象とする各種の高度な質問応答が稼働開始。Webに書かれている情報だけでなく、Webに書かれていない仮説もユーザに提示。</p> <p>対災害情報分析システムの開発 救援等に必要な情報を取得する質問応答システムに関しては、東日本大震災時のTwitter情報を対象として、約300個の想定質問とその回答リスト（キーワード検索で得られた1,000件のtweetから人手で作成）に対し再現率76%、適合率56%を達成。新聞一般紙1面等で報道。</p> <p>センサーデータ、科学データ(WDS)、SNSデータ、Webアーカイブ等から成る71種類・114万データセット、2.5PB超の大規模情報資産を構築。また、これらを対象とした分野横断相関検索・可視化システムを開発</p> <p>情報資産利活用サービスの開発プラットフォーム（知識・言語グリッド）をJGN-X上にプロトタイプ実装。また、情報サービス要求に連動してネットワーク制御を行うService-Controlled Networking (SCN) 技術を開発。</p>
大規模データ可視化システム（理化学研究所）	大規模なデータの解析結果をビジュアルに可視化する技術をHPCI等のインフラを元に開発中。
大規模分散処理技術（NTT）	システムの実装
大規模分散処理技術（楽天）	ROMA, Fairyキー・バリュー・ストレージ（KVS）と呼ばれる実装の1つで、Rubyの拡張ライブラリとして開発した。複数のサーバを仮想的に1つのデータストアのように扱い、従来のデータベースでは実現することが難しかった処理を可能にした

【参考】我が国の主な取組とこれまでの成果

取組	これまでの成果
革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築（文部科学省）	<ul style="list-style-type: none"> 「京」は平成23年11月にLINPACK性能10ペタフロップスを達成し、同年6月と11月の二期連続で世界スパコン性能ランキング(TOP500)において1位を獲得するとともに、その利用研究が平成23年,24年と2年連続でゴールド・ベル賞（コンピュータシミュレーション分野での最高の賞）を受賞した。 「京」及びHPCIについては、平成24年9月末に共用を開始した。 「京」の利用については、産業界を含む幅広い利用者から公募で選定した一般利用枠102課題、国が戦略的な見地から選定した戦略プログラム利用枠29課題を実施している。産業界83社を含む1,000人以上が利用し、社会的・科学的課題の解決に資する画期的な研究成果の創出が図られている。また、共用開始以降、論文82本が発表、特許2件が出願されている。（H25.10月時点）
スーパーコンピュータ PRIMEHPC FX10（富士通）	<ul style="list-style-type: none"> 2011年11月に発表された市販製品。京開発のノウハウを適用した。性能は以下の通り。 ラック：96ノード CPU : SPARC64 Ix fx 16コア 1.650GHzまたは1.848GHz 211.2GFLOPSまたは236.544GFLOPS メモリ：1CPUあたり32GBまたは64GB メモリ帯域 85GB/s 最大構成時性能：23.2PFLOPS、6PBメモリ
ICT国際連携推進研究開発プログラム (H24重点施策PKG、H25重点施策PKG) (総務省+NICT)	<ul style="list-style-type: none"> 新世代通信網テストベッドJGN-X（総務省+NICT） <ul style="list-style-type: none"> 新たなネットワーク技術の実証・評価を可能とする大規模な試験ネットワーク（JGN-X）を構築・運用し、実証・評価を通じ、2015年頃までに新たなネットワーク技術の基本技術に目途をつける 24年度実施プロジェクトは、81件（参加機関181機関、参加研究者723人）に達した
ビッグデータによる新産業・イノベーションの創出に向けた基盤整備（H25重点施策PKG） (総務省+経産省+文科省)	<p><u>○平成24年度</u></p> <ul style="list-style-type: none"> △400Gbps伝送の実現に向け、適応変復調伝送技術、線形適応等化技術、適応誤り訂正・適応非線形信号補償技術、低消費電力信号処理回路技術等の要素技術について、アルゴリズム検討及び動作検証を完了。 △リアルタイム解析性能開発基盤のプロトタイプ設計を行い、1,000qps（200qps×5台）の処理性能を実現。 <p><u>○平成25年度（見込み）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> △適応変復調伝送技術、線形適応等化技術、適応誤り訂正・適応非線形信号補償技術、低消費電力信号処理回路技術等の400Gbps伝送の要素技術を確立。また、それらの要素技術を統合した400Gbps伝送用デジタル信号処理回路を設計。 △電気通信事業者の1,000台規模のノードで構成されるネットワーク網における、ネットワーク資源管理、設定及び運用技術、迅速なネットワーク制御技術、パケットトランスポート、光伝送への適用及び連携を可能としたネットワーク仮想化プラットフォーム技術等を開発。 △リアルタイム解析性能開発基盤の高速化及び評価実験を行い、10,000qps（1,000qps×10台）の処理性能を実現。 △データセンター事業者と連携し、データセンターの電源、冷却等のファシリティをデータセンター外部から監視し制御する機構を実現。 △異なる目的で収集されたデータから意味ある情報を抽出する必要不可欠な技術（データベース連携技術、アルゴリズム、異分野データのマイニング技術、安全性保証・検証技術等）及び人材育成のフィージビリティスタディを実施。

III.2(5)i) 領域横断的な科学技術の強化

本領域における個別課題

- ◆ ICT-WGが「領域横断的な科学技術の強化」においてレビューを進める個別課題は、“光・量子科学技術、高度情報通信技術、数理科学、システム科学等”である。

本領域におけるWGの所掌技術

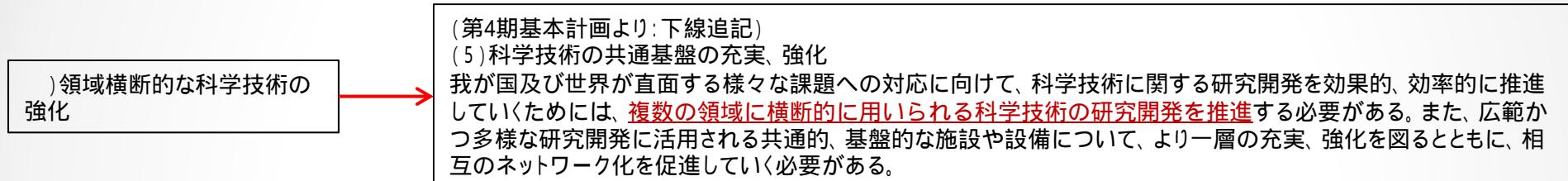
課題領域	個別課題
) 領域横断的な科学技術の 強化	ナノテクノロジー 光・量子科学技術、高度情報通信技術、数理科学、システム科学等

光・量子科学技術については、ナノテクノロジーとの共通部分が多いいため、ナノテクノロジーWGにおいて取り扱う。

3. 指標の検討 (1) 社会課題解決の視点

- ◆ 領域横断的な科学技術の強化において扱う課題は、「複数の領域に横断的に用いられる科学技術の研究開発の推進」がねらいであると考えられる。

課題領域



課題領域に関するねらい

- 複数の領域に横断的に用いられる科学技術の研究開発の推進

ねらいの構成要素

- 領域横断な科学技術の研究開発の推進には、以下の要素がある。
- ・研究開発に必要な基盤の整備
 - ・研究開発に必要な基盤の利活用

社会指標(社会課題解決)

- 【指標:領域横断的な科学領域における論文数】
- 広範かつ多様な研究開発に活用される共通的、基盤的な施設や設備を整備し利活用することによって、領域横断的な科学技術の研究が進展すると考えられるため。

1. 指標の検討 (2) 評価対象技術と指標

◆ 課題解決のためにICTが貢献可能なこと

- 領域横断的な科学技術の強化では、分野にまたがる情報の共有や、観察、実験、数値解析等を統合して研究を進めていくことが求められる。
- これらの活用に当たっては、情報通信の活用が不可欠となる。下図に示すように、コンピュータや通信ネットワークを基盤とし、その上で知的基盤や研究情報基盤などの科学技術基盤が形成される。それらの基盤を活用して、情報共有やさまざまな情報を統合して研究を進めていくことになる。

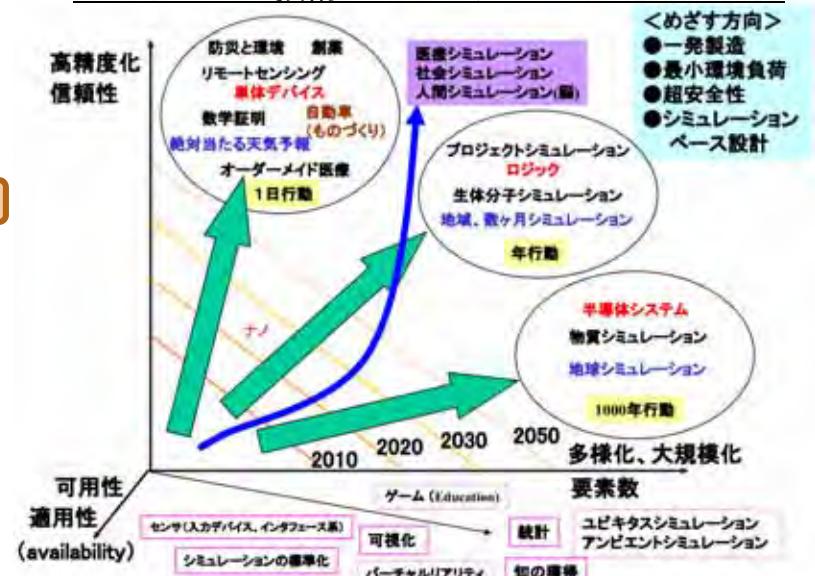
◆ 個別課題に対応する技術

- シミュレーションに関する技術要素は、「高精度化・信頼性」、「多様化、大規模化」、「可用性・適用性」の軸で評価されている。「高精度化・信頼性」、「多様化、大規模化」は、特にビッグデータ分析の基盤技術に関連し、「可用性・適用性」はシミュレーションプラットフォームの使いやすさに関連している。「高精度化・信頼性」、「多様化、大規模化」は、後述のe-サイエンスの技術と密接に関わるため、シミュレーションでは、「可用性・適用性」におけるシミュレーションプラットフォームに関する技術を評価対象とする。
- 「日本におけるE-サイエンスの推進に関する諸課題」（日本学術会議情報学委員会E-サイエンス分科会）によれば、e-サイエンスの具体的形態として、「①研究用グリッド基盤（高速ネットワーク上での計算・データなどの大規模連携）」、「②特殊な実験リソースの高速ネットワーク上での共用」、「③観測データのリアルタイム連携（センサネットワーク型）」、「④サイエンスデータベース、学術コンテンツなどのデータ共用」があげられている。具体的な技術要素としては、データベース（①および④に該当）、グリッド・クラウドコンピューティング（①および③に該当）、センサネットワーク（②および③に該当）に関する技術を評価対象とする。

領域横断的な科学技術の研究進展にICTが貢献可能なこと



シミュレーション技術アカデミックロードマップのイメージ



出所)アカデミックロードマップ「シミュレーション技術が先導する未来社会」

1. 指標の検討 (2) 評価対象技術と指標

◆ 前ページで示した個別課題に対応する技術の進展を評価するための代表的な指標は以下の通りである

- 「b. 社会指標（実装）」については、それぞれの技術の学術・産業分野における普及状況を指標とする。
- 本領域では、シミュレーションプラットフォームでは学術分野における普及、センサーネットワークでは産業分野における普及、グリッド・クラウドコンピューティングでは標準化状況を社会指標として取り上げる。

計画に例示された 個別課題	個別課題に対応する技術 要素技術	指標			出所
		b.社会指標(実装)	c.技術(システム全 体)	d.技術(要素技術)	
シミュレーション	シミュレーションプラットフォーム	• 普及状況	• -	• -	横断型基幹科学 技術研究団体連 合「分野横断型 科学技術アカデ ミック・ロードマッ プ報告書」
e-サイエンス	データベース	• -	• -	• 開発状況 情報流通機構 環境情報管理	NEDO「コン ピュータ技術分 野のロードマッ プ」
	グリッド・クラウドコンピューティング	• 標準化状況 グリッド・クラウド標 準化	• -	• 開発状況 グリッド・クラウド基盤 グリッド基盤ミドルウェ アおよびその技術	NEDO「コン ピュータ技術分 野のロードマッ プ」
	センサーネットワーク	• システム適用の範 囲	• -	• 開発状況 システム規模 システム機能 システム性能 セキュリティ	NEDO「ネット ワーク分野の ロードマップ」

2. 指標値の検討

第4期基本計画における課題領域			指標区分	評価指標	指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)
~2005	2010	2012	2013	2015	2020~							
2 重要課題達成のための施策の推進 (5)科学技術の共通基盤の充実、強化 領域横断的な科学技術の強化	光・量子科学技術、高度情報通信技術、数理科学、システム科学等	社会指標	領域横断的な科学技術分野における論文数	目標								
				実績	3.7% (2003年 ~ 2007年 の国内論 文におけ るシェア)	3.7% (2007年 ~ 2011年 の国内論 文におけ るシェア)						文部科学省「科学技術要 覧」
			領域横断的な科学技術分野における論文の相対被引用度	目標								
				実績	1.32% (2003年 ~ 2007年 の相対被 引用度)	1.36% (2007年 ~ 2011年 の相対被 引用度)						文部科学省「科学技術要 覧」
			シミュレーションプラットフォームの普及状況	目標		文系も含むモデル構築・情報分析の 普及					• 定性的な開発目標 を年次展開	横断型基幹科学技術研究 団体連合「分野横断型科 学技術アカデミック・ロー ドマップ報告書」
				実績								
			グリッド・クラウド標準化状況	目標	デジュール標準・ 上位企業によるデ ファクト化						• 定性的な開発目標 を年次展開	NEDO「コンピュータ技術分 野のロードマップ」
				実績								
			ナノセンサー：普及状況(普及分野の広がり)	目標	医療・産業分 野	ユビキタス化					• 定性的な開発目標 を年次展開	NEDO「ネットワーク分野の ロードマップ」
				実績								
			センサーネットワーク：システム適用の範 囲	目標	エリア 限定	広範囲 で応用	ユビキタス化				• 定性的な開発目標 を年次展開	
				実績								

2. 指標値の検討

第4期基本計画における課題領域		指標区分	評価指標		指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)
					~2005	2010	2012	2013	2015	2020~		
2 重要課題達成のための施策の推進 (5)科学技術の共通基盤の充実、強化	光・量子科学技術、高度情報通信技術、数理科学、システム科学等	技術指標	データベース	情報流通機構	目標	アノマリティ検出	プライバシー保護	認証付データ	認証情報流通		• 定性的な開発目標を年次展開	NEDO「コンピュータ技術分野のロードマップ」
					実績							
				環境情報管理	目標	センサーストリーム	ストリーム処理	環境異常検知	異種センサー	データストリーム	環境情報予測	• 定性的な開発目標を年次展開
					実績							
			グリッド・クラウド基盤	グリッド・クラウド基盤	目標	サイエンスグリッドでのクラウド資源展開	セマンティックグリッド	エクサスケールの国際基盤			• 定性的な開発目標を年次展開	NEDO「コンピュータ技術分野のロードマップ」
					実績							
				グリッド・クラウドコンピューティング	目標	NAREGIMIDOL v2.0	グリッドサービススマーケット基盤	セマンティックグリッド	基盤ミドル		• 定性的な開発目標を年次展開	
					実績	QoS/SLA、自律グリッド	光グリッド	トラスト管理・分散SLA	アドホックなクラウド形成			
						クラウドのユビキタス機器連携						

2. 指標値の検討

第4期基本計画における課題領域			指標区分	評価指標		指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)	
						~2005	2010	2012	2013	2015	2020-			
2 重要課題達成のための施策の推進 (5)科学技術の共通基盤の充実、強化 領域横断的な科学技術の強化	光・量子科学技術、高度情報通信技術、数理科学、システム科学等	センサーネットワーク	技術指標	システム規模	システム機能	システム性能	セキュリティ	ノード数/ゾーン	1000ノード/ゾーン	10000ノード/ゾーン	1km四方/ゾーン	100ゾーン数/システム	• 定性的な開発目標を年次展開	NEDO「ネットワーク分野のロードマップ」
								256ノード/ゾーン	1000ノード/ゾーン	10000ノード/ゾーン	1km四方/ゾーン	100ゾーン数/システム	• 定性的な開発目標を年次展開	
								100m四方/ゾーン	300m四方/ゾーン	1km四方/ゾーン	100m四方/ゾーン	100m四方/ゾーン	• 定性的な開発目標を年次展開	
								16ゾーン数/システム	64ゾーン数/システム	100ゾーン数/システム	100m四方/ゾーン	100m四方/ゾーン	• 定性的な開発目標を年次展開	
								実績					• 定性的な開発目標を年次展開	
								参入・離脱時間	数秒/4ホップ	1秒/6ホップ	0.5秒/32ホップ	10cm	• 定性的な開発目標を年次展開	
								目標	数m	1m以下	10cm	数百ms	• 定性的な開発目標を年次展開	
								位置特定精度	数m	1m以下	10cm	数百ms	• 定性的な開発目標を年次展開	
								時刻同期精度	数秒	1秒以下	数百ms	数百ms	• 定性的な開発目標を年次展開	
								実績					• 定性的な開発目標を年次展開	
								QoS	ベストエフォート	TDMA等	QoS対応専用周波数の割当を期待	IEEE802.15.4a	• 定性的な開発目標を年次展開	
								目標	データ転送レート	数100kb/s	数Mb/s	IEEE802.15.4a	• 定性的な開発目標を年次展開	
								物理層	微弱無線				• 定性的な開発目標を年次展開	
								実績					• 定性的な開発目標を年次展開	
								暗号化認証	ID+パスワード認証	128等の標準暗号	プライバシー保護の仕組み		• 定性的な開発目標を年次展開	
								実績						

3. 総合分析（1）シミュレーション

① 技術別の評価指標に対する貢献度評価

- シミュレーション
 - 社会指標「シミュレーションプラットフォームの普及状況（普及分野の広がり）」から見ると、2009年時点で、既に経済学や政治学など社会科学の多様な分野において適用されている。また、東京工業大学「エージェントベース社会システム科学の創出」では、特に社会科学関連分野におけるモデリング＆シミュレーションプラットフォームが開発されており、政治学・経済学・社会学・意思決定論など多様な分野におけるシミュレーションの普及に貢献したと考えられる。
 - アカデミックロードマップ「シミュレーション技術アカデミックロードマップ」では、シミュレーションの標準化の目標が掲げられているが、各種のシミュレーションプラットフォームが存在しており、標準化には至っていない。

② 今後取り組むべき項目

- 技術指標で目標とされている普及分野の広がりは実現されているが、今後、さらなるシミュレーションプラットフォームの普及に向け、シミュレーションプラットフォームの標準化や、利用者の利便性の向上（たとえば、大量データの可視化の研究開発など）が期待される。
- シミュレーションプラットフォームは、完成度の高さやユーザー数の多さから、パラメータやモデルを参考にできるため、海外事業者の製品が普及している。例えば、文部科学省「イノベーション基盤ソフトシミュレーションソフトウェアの研究開発」の説明資料においては、汎用構造解析ではNASTRAN、半導体CADではTCADシステムなどが代表例として取り上げられており、国産の技術はそれよりも性能に劣るとされている。また、先端的な領域におけるシミュレーション技術を我が国で保有しなければ、今後の国際競争力の保持にも問題が生じる可能性を指摘している。今後は、シミュレーション性能等の製品競争力向上に加え、サポートや個別の拡張対応などが求められる（参考「产学研連携による先端シミュレーション・ソフトウエア人材育成のための環境整備に関する調査」）。

3. 総合分析（2）e-サイエンス

① 技術別の評価指標に対する貢献度評価

- データベース
 - データベースの技術指標「環境情報管理」によれば、2013年時点に異種センサーの実現が目標とされている。東京大学・国立情報学研究所は「超巨大データベース時代に向けた超高速データベースエンジンの開発と当該エンジンを核とする戦略的社会サービスの実証・評価」の「大規模サイバーフィジカル応用実証」において、共通基盤技術の開発に取り組み、基本設計・基礎実験を完了しただけでなく、当該技術を土台とする戦略的社会応用基盤の構築における基本設計・詳細設計が完了しており、保健医療、農業、経済等の先進的分野を中心とした実用化の基盤はできたと考えられる。
 - 東京大学・国立情報学研究所の取組では、実世界において多様なセンサーを活用した次世代戦略的社会サービス（サイバーフィジカルサービス）の実証システムを構築している。一方、その適用分野については、保健医療、農業、経済等の先進的分野における戦略的社会応用の実現を推進している。
 - 東京大学・国立情報学研究所の取組では、論文発表、特許出願などの成果も多く、本分野における社会指標の数値向上に貢献していると考えられる。
- グリッド・クラウドコンピューティング
 - 社会指標「グリッド・クラウド標準化：標準化状況」では、グリッド・クラウドコンピューティングのロードマップにおいて、2011年時点において、デジユール標準が目標とされている。総務省「最先端のグリーンクラウド基盤構築に向けた研究開発」では、技術実証まで完了しているとともに、国際標準化にも取り組んでいる。また、既にインターフェイス仕様として一般に公開されており、実用化の基盤はできたと考えられる。国際標準化はISO/IECにおける貢献が見られている（IPA「クラウドコンピューティングのセキュリティに関する国際動向」レポート2013年6月による）。
- センサーネットワーク
 - 社会指標「ナノセンサー：普及状況（普及分野の広がり）」によれば、2012年時点において社会で一般化すると記載されているものの、現状では、エネルギー管理や社会インフラ維持・監視、ヘルスケア・健康管理といった分野での取り組みや、スマートメーターを基盤としたスマートグリッド／スマートシティの取り組みが緒についたところであると思われる。竹中工務店「環境振動を発電に利用したセンサーネットワークシステムの開発」では、実証試験を実施し、半年間にわたって電源自立型のシステムが稼働することが確認できている。パナソニック「多様なセンサーネットワーク用無線に対応したマルチバンド統合無線技術の開発」では、従来のシングルバンド用無線部について、30%の省電力化を実現している。センサーネットワークのさらなる普及に向けて、貢献すると考えられる。

3. 総合分析（2）e-サイエンス

②今後取り組むべき項目

- データベースについては、東京大学・国立情報学研究所の取組によって、多様な環境情報取得や、保健医療等の先進的分野におけるデータ活用の実証実験が進められているが、一般化に向けて、より広い産業分野の企業による実用化に向けた取組みを加速させる必要がある。
- 次世代クラウドを実現する技術開発について、クラウド標準化に取り組んでいるものの、技術進歩に加えて、多様なプレイヤーの関与もあり、動向は流動的である。ITU-T、IEC/ISOを中心とした標準化活動を推進するとともに、欧米の推進する標準化活動との連携強化が期待される。また、クラウド分野の国際競争力向上のために、その基盤としてのデータセンターの強化が必要である。総務省「ICT国際競争力強化・国際展開に関する懇談会」によれば、データセンター市場における日本の年間平均成長率は1.2%と、諸外国と比べても低い。これは、クラウドの利用が米国の半分に留まっているなど、クラウドそのものの普及が遅れていることが要因であると考えられる（総務省「平成24年版情報通信白書」）。その理由はセキュリティへの不安、従来のシステムからの移行・改修コストなどが主なものである（同白書）ため、クラウドにおけるセキュリティ技術の開発を加速する必要があると考えられる。米国におけるクラウド標準化活動においても、クラウドのアーキテクチャ定義（NIST SP500-292）やロードマップ（NIST SP500-293）策定に加え、セキュリティとプライバシーに関するガイドライン（NIST SP800-144）が策定されており、クラウド普及のための重要な要素であると認識されていることが分かる。
- ワイヤレスセンサーネットワークシステムの開発やセンサーの省電力化は、センサーネットワークの普及に貢献すると思われるが、一般化に向けて、企業によるセンサーネットワークの実用化に向けた取組みを加速させる必要がある。

3. 総合分析（3）全体

① 今後取り組むべき項目

- 社会指標「領域横断的な科学技術分野における論文数」は、分野別のシェアでは3.7%（2007年～2011年）で19分野のうち最下位である。一方、「領域横断的な科学技術分野における論文の相対被引用度」は、1.36（2007年～2011年）で19分野中1位であった。領域横断的な科学領域は、論文数におけるシェアは低いが引用率は高い分野であり、わが国の科学領域の強みと言える。それをより強化するために科学技術基盤の整備およびその利活用が求められる。
- そのための技術開発として必要なのは、先に記したとおり、シミュレーションプラットフォーム、データベース、グリッド・クラウドコンピューティング、センサーネットワークである。データベースやセンサーネットワークで開発された技術は、実証実験等を通して、保健医療、農業などの特定の産業や、個別システムに適用されている。今後は、個別技術の革新に加えて、一般化に向けて、より広い産業分野の企業による技術の実用化に向けた取組みを加速させる必要がある。
- 一方、わが国の強みを伸ばすため、個別の技術開発のみならず共通で取り組むべき項目として、利用環境の整備があげられる。クラウドで触れたように、社会指標「クラウドの標準化」については一定の貢献が見られるものの、普及に関しては米国の約半分となっている現状をふまえ、政府、学術研究機関、企業（特に研究開発型企業）がクラウドを活用し、ICT利用のコストパフォーマンスを向上させていくことが望まれる。そのために、米国のように政府が先導してクラウドを調達するなどの取組を行うことが必要であると考えられる。
- また、技術開発の担い手の育成も求められる。シミュレーションやe-サイエンスに関する領域は、新しい分野であるため、他分野と比較して博士等の人材が乏しい。シミュレーションやe-サイエンスの各分野において、開発された技術を用いて、領域横断的な科学領域における研究活動に取組める博士等の人材育成とそのキャリアパスの整備が必要である。

【参考】わが国の主な取組とこれまでの成果

取組	これまでの成果
超巨大データベース時代に向けた超高速データベースエンジンの開発と当該エンジンを核とする戦略的社会サービスの実証・評価（東京大学・国立情報学研究所）	<ul style="list-style-type: none"> サブテーマ1である「最高速データベースエンジン開発」においては、主要な問合せ処理に焦点を絞りつつ現行システムと比較して800倍程度の解析処理高速化を目指す「本格版超高速並列度OoODE（非順序型データベースエンジン）」のマルチスレッド化カーネルの基本設計・基礎実験を完了。また、当該OoODEに係るOS高効率化機構、問合せ最適化機構、挙動モニタリング・可視化機構について基本設計・基礎実験を完了したほか、OoODEにおける更新・リカバリ機構の基礎実験・詳細設計を完了。平成24年5月には協力企業が研究成果に基づくデータベース製品を発表し、我が国発の戦略ソフトウェアとして報道等で大きな反響を得た。 サブテーマ2「大規模サイバーフィジカル応用実証」では、情報創発コアコンポーネントを統合した共通基盤技術の開発に取り組み、基本設計・基礎実験を完了したほか、当該技術を土台とする戦略的社会応用基盤の構築における基本設計・詳細設計を完了。メタ学習なる新手法により従来30%程度であった看護師行動識別精度を実用に耐えうる約60%にまで飛躍的に向上させる等着々と成果を得つつある。また、保健医療、農業、経済等の先進的分野における戦略的社会応用の実現を推進。 平成24年度における雑誌論文数は27件、学会発表は80件、受賞実績は12件。産業財産権の出願はPCT出願7件・国内1件である。
エージェントベース社会システム科学の創出（東京工業大学）	<ul style="list-style-type: none"> 研究面では、事業推進者間の有機的連携を構築し、理論・シミュレーション・実証による研究のスパイラルアプローチを進めた。 革新的なシミュレーション言語SOARSを開発する一方、複数主体の意思決定理論および社会システム理論の新たなアプローチを提唱し、実社会問題解決に向けた研究を着実に行っていた。 教育面では、COE特別講義や海外研究者によるセミナー・ワークショップ等を行うとともに、博士課程学生のRA雇用や海外国際会議への派遣等、研究活動を支援する様々な施策を実施した。 2回の大規模国際会議をはじめ、公開シンポジウム等を高頻度に開催して内外に情報発信を活発に行つた。
最先端のグリーンクラウド基盤構築に向けた研究開発（H24AP）（総務省）	<ul style="list-style-type: none"> 当初の予定どおり、高信頼クラウドサービス制御基盤技術、環境対応型ネットワーク構成シグナリング技術及び省電力アクセスネットワーク制御技術の要素技術を確立し、小規模の実証環境を構築して開発した要素技術の基本動作を確認した。 次世代クラウドを実現する技術開発について、総務省がネットワーク関連技術、経済産業省がデータセンタ関連技術を担当し、知的財産戦略本部における特定戦略分野として、クラウドに関する国際標準化戦略を策定した。 本事業の成果は受託者を中心とした民間団体を通してインターフェース仕様として一般に公開されている。
環境振動を発電に利用したセンサーネットワークシステムの開発（竹中工務店）	<ul style="list-style-type: none"> 人の歩行や設備機器などによって建物内で日常的に発生している環境振動のエネルギーを電力変換し、センサー電源として活用して建物内の環境をオートモニタリングするワイヤレスセンサーネットワークシステムを開発した。 本システムの利用法の一例として、空調ダクトの微振動を利用したオフィス空間の温湿度モニタリング実証試験を竹中工務店の技術研究所で行い、半年間にわたって電源自立型のシステムが稼働することを確認した。
多様なセンサーネットワーク用無線に対応したマルチバンド統合無線技術の開発（パナソニック）	<ul style="list-style-type: none"> 異なる通信規格の機器とも簡単にワイヤレス接続し、省電力でより安定した通信を実現するマルチバンド統合無線技術を開発した。 この技術を搭載することで、センサーネットワーク用無線の全ての周波数帯域に対応し、従来のシングルバンド用無線部の30%の省電力化を実現した。 これにより、人を介さずにデータを取り扱うクラウドに対応した「M2M（Machine to Machine）センサーネットワーク」の普及が加速する。