

第4期科学技術基本計画レビュー

(Ⅲ. 2 (5) i) 領域横断的な科学技術の強化)

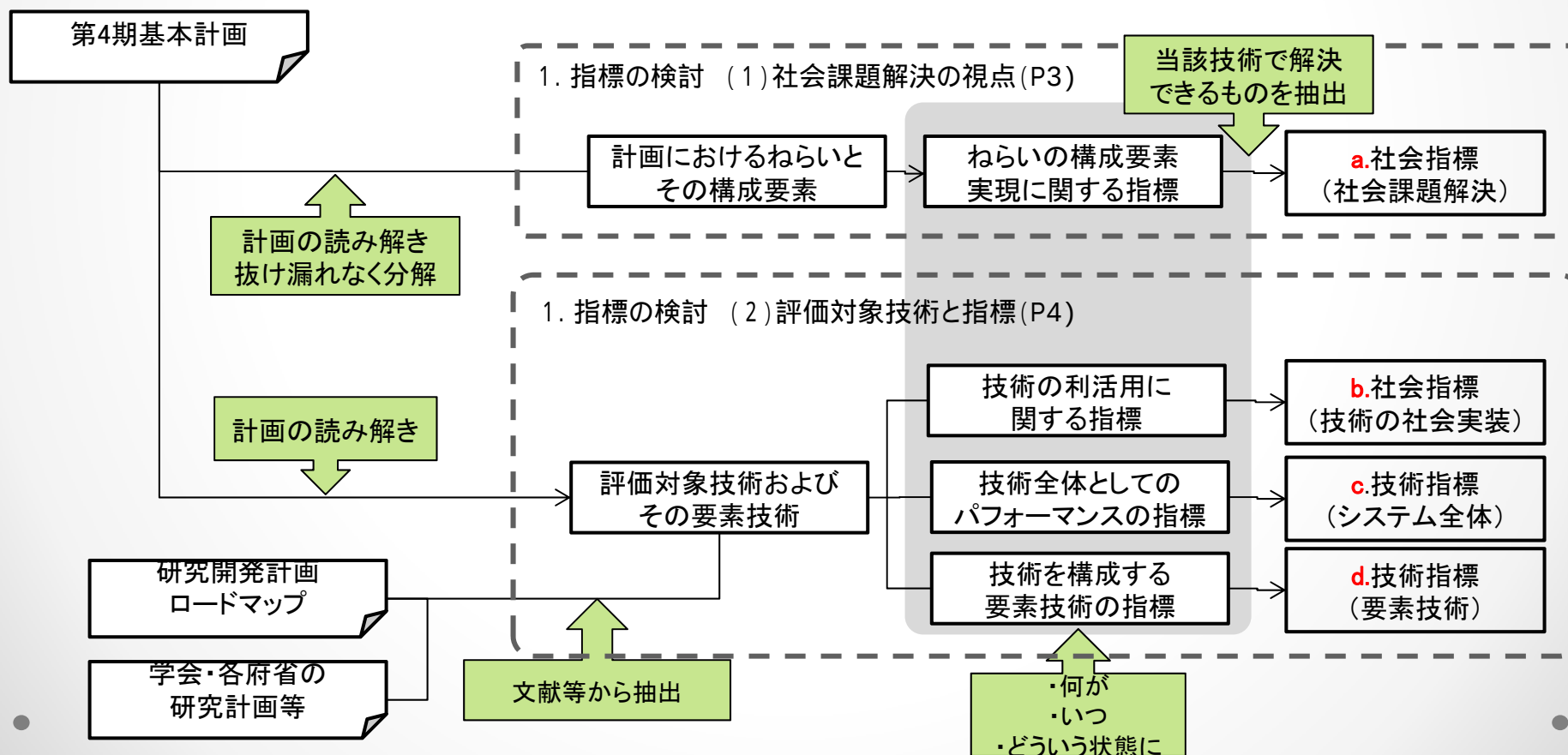
平成 2 6 年 3 月 1 4 日
I C T - W G 事務局

レビューの手順（第2回WG資料より）

- ◆ 第4期基本計画を読み解き、計画のねらいとそれ達成するための構成要素を抜け漏れがないように明らかにするとともに、課題領域に対応した評価対象技術を特定する。
- ◆ ねらいの構成要素を実現する指標や、評価対象技術の利活用や、技術そのもの（全体、要素技術）に関する指標を収集して、評価のための指標とする。
- ◆ 社会指標・技術指標とも指標値（目標）は当該技術において公式なロードマップがあればそれを適用する。
- ◆ ロードマップがない場合は、学会、各府省（とその会議体）における研究計画を収集し、設定する。

情報源

指標の設定



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
i) 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ため、ナノテクノロジーWGにおいて取り扱う。

指標の構成と評価の視点

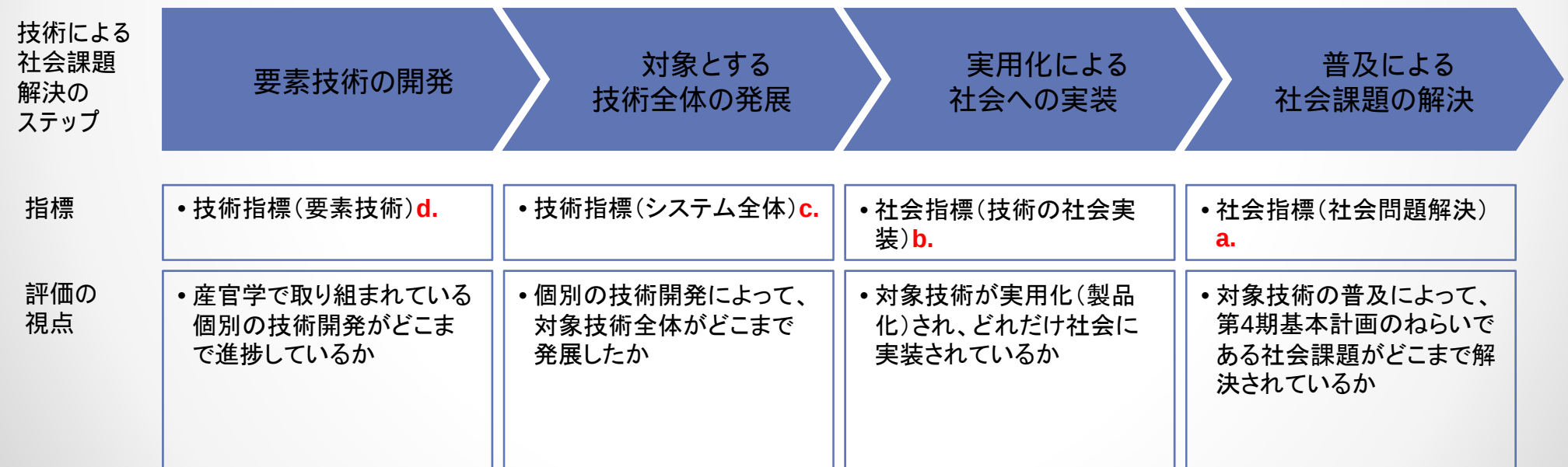
◆ 指標の構成

- 指標の種類と、導出の考え方については1ページに示した通りであるが、技術による社会課題解決のステップに沿って再度整理すると下図の通りとなる。

◆ 評価の視点

- 要素技術の進捗のみならず、要素技術がシステム全体の発展にどこまで貢献できているのか、システム全体が社会にどこまで普及しているのか、さらにはシステム全体の普及によって社会課題がどれだけ解決できているのかという視点で評価を行う。

指標の構成



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

領域横断的な科学技術の強化

(第4期基本計画より:下線追記)

(5) 科学技術の共通基盤の充実、強化

我が国及び世界が直面する様々な課題への対応に向けて、科学技術に関する研究開発を効果的、効率的に推進していくためには、**複数の領域に横断的に用いられる科学技術の研究開発を推進**する必要がある。また、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について、より一層の充実、強化を図るとともに、相互のネットワーク化を促進していく必要がある。

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

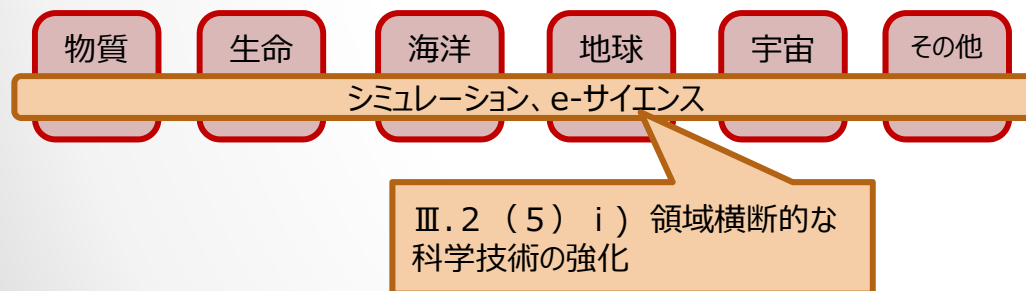
◆ 課題解決のためにICTが貢献可能なこと

- 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。
- これらの活用にあたっては、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。

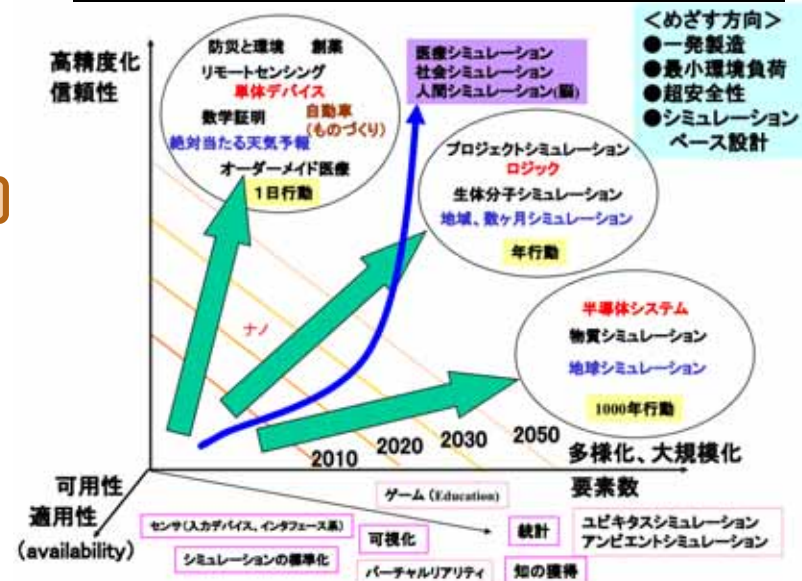
◆ 個別課題に対応する技術

- 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）、センサーネットワーク（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



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~			
目 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	(一) 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~			
目 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	二 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	技術指標	データベース	情報流通機構	目標	アノマリ ディ検出	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・クラウドコンピューティング	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								
						グリッド基盤ミドルウェアおよびその技術	目標	NAREGI ミドル v2.0	グリッドサービ スマーケット基 盤	QoS/SLA、 自律グリッド	光グ リッド		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								

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~				
目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	一 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	技術指標	センサーネットワーク	システム規模	ノード数/ゾーン	256ノード/ゾーン	1000ノード/ゾーン	10000ノード/ゾーン			• 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」	
							目標	m四方/ゾーン	100m四方/ゾーン	300m四方/ゾーン	1km四方/ゾーン				
							ゾーン数/システム	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					
							実績								
						システム機能	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			• 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					
							時刻同期精度	数秒	1秒以下	数百ms					
							実績								
						システム性能	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			• 定性的な開発目標を年次展開		
							データ転送レート	数100kb/s		数Mb/s					
							物理層	微弱無線		IEEE802.15.4a					
							実績								
						セキュリティ	暗号化	ID+パスワード認証	AES-128等の標準暗号				• 定性的な開発目標を年次展開		
							認証		プライバシー保護の仕組み						
							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

o 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

- o 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。
- o 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、国産の技術はそれら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「産学連携による先端シミュレーション・ソフトウェ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

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、デジュ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連する国際動向」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

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（特に研究開発型企业）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り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サービスの実証・評価（東京大学・国立情報学研究所）	- 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って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的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的応用の実現を推進。 - 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）	- 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進めていた。 - 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で開催して内外に情報発信を活発に行なった。
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）	- 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）	- 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）	- 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やり取りする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。