

# 情報科学技術に関する 研究開発課題の中間・事後評価結果（案）

平成26年8月

情報科学技術委員会

## 目 次

情報科学技術委員会委員名簿	2
<中間評価>	
○社会システム・サービスの最適化のための IT 統合システムの構築の概要	3
○社会システム・サービスの最適化のための IT 統合システムの構築の中間評価票	5
○災害等に強い情報処理・管理システム構築等の 復興に貢献する新技術開発の概要	7
○災害等に強い情報処理・管理システム構築等の 復興に貢献する新技術開発の中間評価票	10
<事後評価>	
○将来の HPCI システムのあり方の調査研究の概要	12
○将来の HPCI システムのあり方の調査研究の事後評価票	17

## 情報科学技術委員会委員名簿

敬称略、50音順

主査	有川 節夫	九州大学総長
	伊藤 公平	慶應義塾大学工学部教授
	岩野 和生	科学技術振興機構研究開発戦略センター上席フェロー
	宇川 彰	理化学研究所計算科学研究機構副機構長
	碓井 照子	奈良大学名誉教授
	押山 淳	東京大学大学院工学系研究科教授
	笠原 博徳	早稲田大学理工学術院教授
主査代理	喜連川 優	国立情報学研究所所長／東京大学生産技術研究所教授
	國井 秀子	芝浦工業大学大学院工学マネジメント研究科教授
	五條堀 孝	国立遺伝学研究所副所長
	辻 ゆかり	西日本電信電話株式会社技術革新部研究開発センター所長
	中小路 久美代	京都大学 学際融合教育研究推進センター特定教授／ 株式会社 SRA 先端技術研究所長
	樋口 知之	統計数理研究所長
	松岡 茂登	大阪大学サイバーメディアセンター教授
	宮内 淑子	メディアステック株式会社代表取締役社長
	宮地 充子	北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科教授
	村岡 裕明	東北大学電気通信研究所教授
	村上 和彰	九州大学大学院システム情報科学研究院教授
	安浦 寛人	九州大学理事・副学長
	矢野 和男	株式会社日立製作所中央研究所主管研究長

(平成26年8月現在)

# 社会システム・サービスの最適化のための IT 統合システムの構築 概要

## 1. 課題実施期間及び評価時期

平成24年度～平成28年度

(中間評価 平成26年度、事後評価 平成29年度を予定)

## 2. 研究開発概要・目的

高効率化・省エネルギーや安全・安心の確保をはじめとした様々な課題達成に資するシステムとして、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行動を導き出し、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)を構築するための研究開発を行う。

具体的には、以下のような情報集約・処理システムのシステム設計とシステムソフトウェアの開発及び実証研究を行う。その結果を集約し、汎用的な技術モデルを構築する。

- i. ネットワークを通じてセンサー情報を集約・活用し、リアルタイムで、人やモノの動き等実社会の情報を把握
- ii. これらのデータをコンピューティング処理し、課題達成のための最適な解や行動を分析し、必要な情報を可視化
- iii. 上記 ii のアウトプットとして得られた情報を、政府や自治体等の機関、民間企業、個人等にフィードバック。

なお、関係府省等による既存のシステムは最大限生かしつつこれらを前提として研究開発を実施することとする。

## 3. 研究開発の必要性等

### 【必要性】

本事業は様々な課題に対応して課題達成型の IT 統合システムを構築するものであり重要と認められる。例えば、高効率化や安全・安心の確保等の課題への対応に貢献するものであり、必要性・緊急性が高い。

省エネルギーという課題に対応して、情報科学的なアプローチにより社会システム・サービス全体の高効率化を促進することの出来る IT 統合システムを構築することは極めて重要である。また、災害が生じた場合でも、被害の低減や災害時のオペレーションの効率化、避難行動等の最適化につながる情報提供の強化が図られるような基盤技術の開発は重要である。

### 【有効性】

平成23年度のフィージビリティ・スタディを踏まえ、最も有効性の高い分野への応用に重点を置いた研究開発への取組を行っている。

民間企業や自治体等から必要なデータの提供を受ける等、関係機関と連携しつつ、研究開発の成果の実用化に向けた研究開発を行っている。

【効率性】

複数の民間企業や自治体等から目的に応じたデータを供与してもらうことができる体制を構築し、研究開発に迅速に取り組むことができる点で効率性が高い。

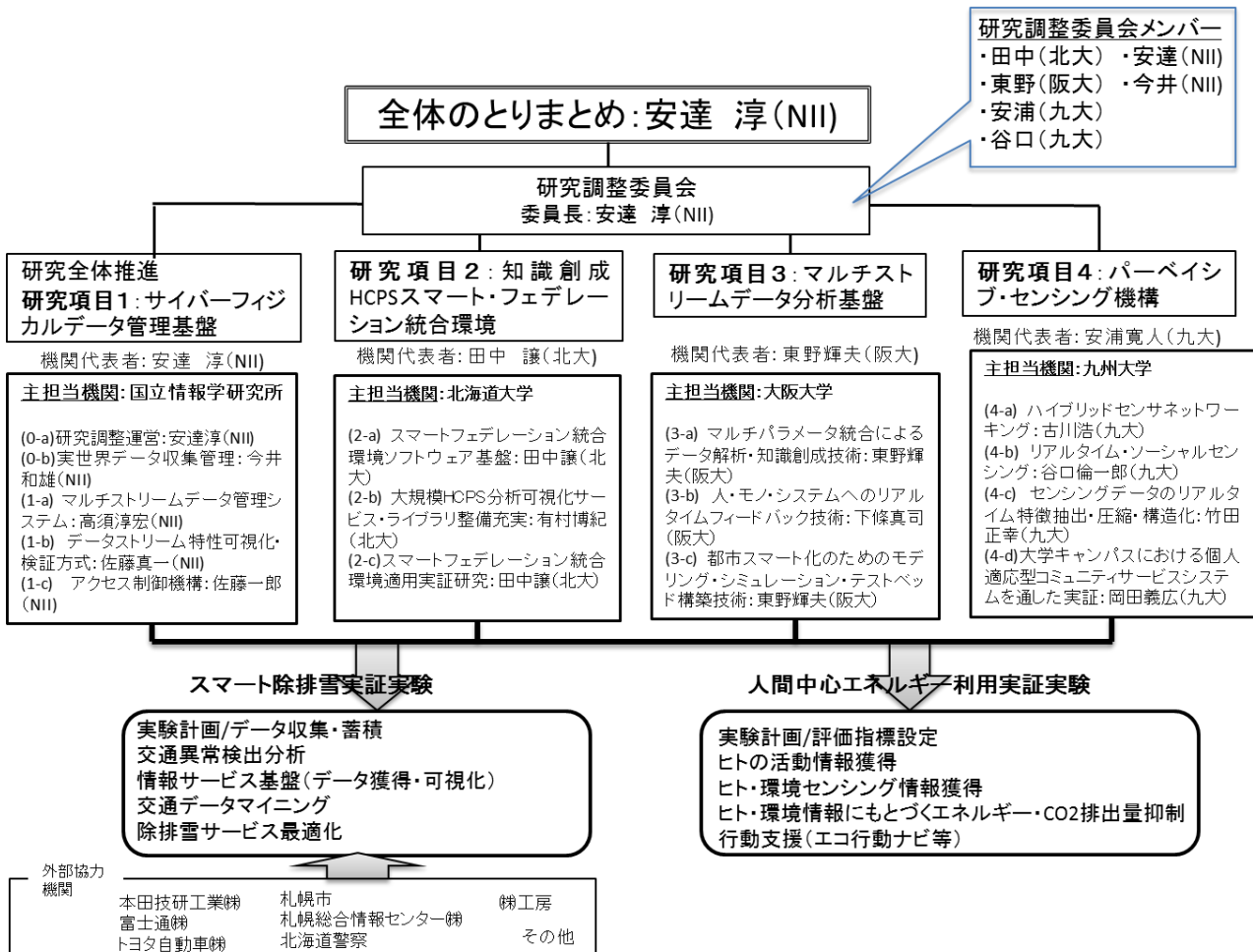
本システムの構成に必要な要素技術について、参加4機関のそれぞれの優位性を活用し効率的な研究開発が行われている。

4. 予算（執行額）の変遷

(単位：百万円)

年度	H24	H25	H26	H27	H28	総額
執行額 (間接経費含)	235	182	140	調整中	調整中	調整中

5. 課題実施機関・体制



# 中間評価票

(平成26年8月現在)

1. 課題名 社会システム・サービスの最適化のための IT 統合システムの構築

## 2. 評価結果

### (1) 課題の進捗状況

本事業では、実世界（フィジカル）から得られる様々なデータを情報空間（サイバー）に集約して分析し、その結果を実世界に適切にフィードバックするサイバーフィジカルシステム（CPS）に関する研究を行う。特に、環境、防災、安心安全等に関わる様々な社会システムを IT との密な連携によって高度化し、課題解決に貢献する CPS を、ソーシャル・サイバーフィジカルシステムと位置付け、実社会の効率化や新たな価値創造に資する IT 統合基盤の研究開発に取り組んでいる。

進捗状況に関する評価は以下のとおり。

CPS に関する研究開発に向け、事業期間（5年間）の前半に各要素技術の研究開発を行い、後半に実証実験を中心とするシステム統合化開発を行う計画は効果的であり、平成24・25年度までに計画していた研究開発項目は順調に進展している。特に、北海道大学が担当している研究開発については、要素技術の開発に留まらず、技術の高度化等に当初計画を前倒しして着手している。また、平成26年度末に予定している札幌市での除排雪に関する実証実験に向けた研究等についても、当初計画よりも前倒しで進捗している。

各々の研究開発の成果については、国際学会や国際学術雑誌への論文発表等が着実に行われている。

### (2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

CPS の研究開発は今後の環境、防災等に関わる課題への対応に重要な研究である。当初の計画に沿って順調に進捗しており、一部水準以上の成果を上げていると評価できる。一方、本事業は、具体的な分野での活用だけでなく、汎用化できる技術の確立が求められているため、今後は、札幌市での除排雪や大阪市での人間中心エネルギー利用（市街地における歩行者への効率的な移動経路支援や都市における省エネルギー化支援に関する実験）の実証実験という具体的な分野で汎用的な技術の効果を上げるとともに、4機関が密に連携強化する研究体制への見直しやソフトウェアのオープンソース化を含め、汎用化へ向けた戦略的な事業運営を行うことが肝要である。

以下、今後の方向性について、いくつか提言しておく。

札幌市での除排雪や人間中心エネルギー利用の実証実験において、人・モノ等に関連す

るデータを分析評価した結果を実世界にどのようにフィードバックするか明確にするとともに、社会システムやサービスの効率化にかかる数値目標を設定し、実証実験の効果を数値で表すことで、本研究開発の有効性を検証する必要がある。

産業界との連携について、現在はデータの提供が中心であるため、本研究開発による技術の実用化に向け、これに限らず産業界とのより一層の連携を進めるべきである。

また、本研究開発の成果について、論文発表はもとよりシンポジウムやセミナー等により、これまで以上に国民に分かりやすく広く発信・公開する取組が必要である。

---

### (3) その他

本研究開発の成果は、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会における活用も期待される所であり、汎用的な技術の確立に向け着実に取組を進める必要がある。

# 災害等に強い情報処理・管理システム構築等の 復興に貢献する新技術開発 概要

## 1. 課題実施期間及び評価時期

平成24年度～平成28年度

(中間評価 平成26年度、事後評価 平成29年度を予定)

## 2. 研究開発概要・目的

本事業は、地震・津波の発生時においても、システムの途絶や情報の喪失等が生じないよう、機器・システムの耐災害性を強化するとともに障害が起こっても柔軟な運用の切り換え等が行える機能を有した、信頼性の高い情報処理・管理システムの実現に必要な新技術の開発をするものである。

具体的には、例えば、主要な情報処理・管理コンポーネント(CPU、ストレージ、ソフトウェア基盤、アプリケーション等)について、耐災害性の強化やしなやかな自己修復を目指すための要素技術開発を行うとともに、システムの要求水準(100%、70%、40%等)を達成するためのアーキテクチャやシステム構成技術を研究する。

## 3. 研究開発の必要性等

### 【必要性】

地震等の災害が生じた場合でも、社会の重要なライフラインである情報通信システムの各要素およびシステム全体が最低限の機能を維持することにより、地震等の災害時に必要かつ適切な情報伝達、社会システムの機能が確保されることは、防災・減災の観点から必要性が認められる。

### 【有効性】

民間企業においても障害からの自動回復に焦点を絞った研究開発がなされているが、こうした研究成果と、セルフモニタリング、バックアップ系システム、仮想化、データベース、設定の自動化等の要素技術を組み合わせることにより、環境変化・攻撃対応・構成変更等様々な変化に対応できる自己修復型システムの効果的な実現が期待される。

本研究開発は、様々な情報処理・管理システムに応用可能性であり、平時においては高速性や新機能に特徴を持つ次世代情報システムの構築に寄与することが期待でき、開発された技術の民間企業への受け渡しが行われれば、新産業の育成等にも寄与する。

### 【効率性】

民間企業や研究機関等と連携し、研究開発の成果の実用化に向けた体制を構築している。他の事業で得られた成果を活かしつつ、研究開発を効率的に行っている。本研究開発の関係者が集まる会議を開催し、情報の共有化を図り、研究開発に反映している。



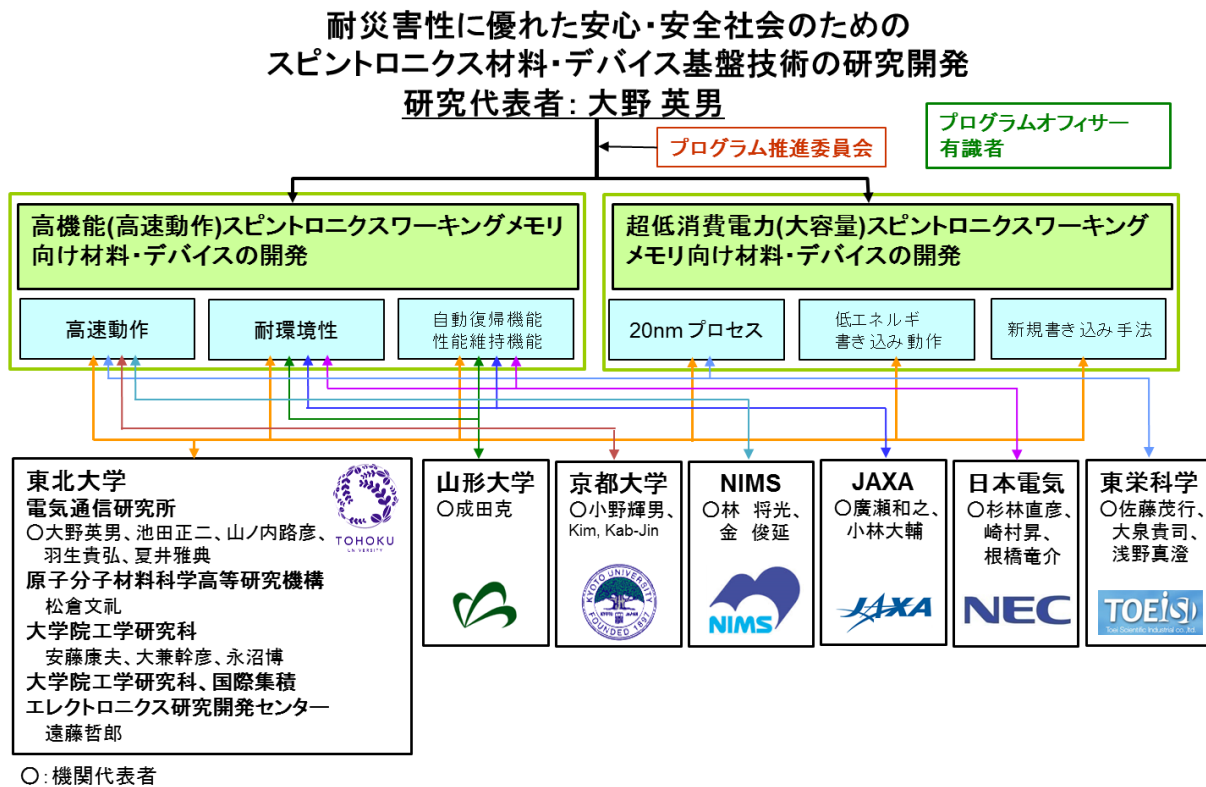
#### 4. 予算（執行額）の変遷

（単位：百万円）

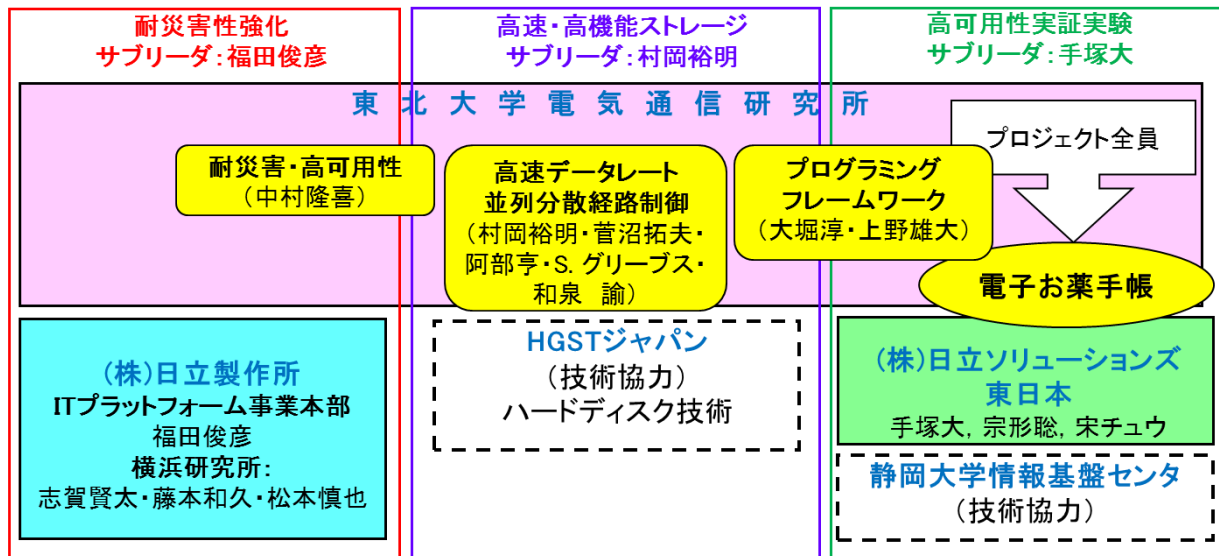
年度	H24	H25	H26	H27	H28	総額
執行額 (間接経費含)	318	241	241	調整中	調整中	調整中

#### 5. 課題実施機関・体制

本事業では、公募により選ばれた「耐災害性に優れた安心・安全社会のためのスピントロニクス材料・デバイス基盤技術の研究開発」（代表機関：東北大学）及び「高機能高可用性情報ストレージ基盤技術の開発」（代表機関：東北大学）の合計2課題が実施されている。



高機能高可用性情報ストレージ基盤技術の開発（研究代表者：村岡裕明）



# 中間評価票

(平成26年8月現在)

1. 課題名 災害等に強い情報処理・管理システム構築等の復興に貢献する新技術開発

## 2. 評価結果

### (1) 課題の進捗状況

本事業では、地震・津波の発生時においても、システムの途絶や情報の喪失等が生じないよう、機器・システムの耐災害性を強化するとともに障害が起こっても柔軟な運用の切り換え等が行える機能を有した、信頼性の高い情報処理・管理システムの実現に必要な新技術の開発をすることを目的としている。

公募により選ばれた「耐災害性に優れた安心・安全社会のためのスピントロニクス材料・デバイス基盤技術の研究開発」(代表機関：東北大学)及び「高機能高可用性情報ストレージ基盤技術の開発」(代表機関：東北大学)の合計2課題が実施されている。

いずれの課題も、大学・研究機関・民間企業間のネットワークを着実に構築しつつ研究開発が行われており、当初の目的と計画に沿って、順調に進捗している。

各課題の進捗状況に関する評価は以下のとおり。

#### 【耐災害性に優れた安心・安全社会のためのスピントロニクス材料・デバイス基盤技術の研究開発】

20nm以下の不揮発性スピントロニクスワーキングメモリの材料・デバイス基盤技術の構築に向け、平成24・25年度に計画していた研究開発項目は順調に進展している。特に、高速動作化及び20nm以下の素子開発については、要素技術の開発に留まらず、技術の高度化等に当初計画を一部前倒しして着手しており、予想以上の進展が見られる。

世界最小の11nm径の素子における特性確認等の研究成果が得られており、また、多数の特許を出願していることは、申し分のない成果である。

#### 【高機能高可用性情報ストレージ基盤技術の開発】

高機能高可用性情報ストレージ基盤技術の開発に向け、平成24・25年度に計画していた研究開発項目は概ね予定通り進んでいる。また、分散ファイルシステムの実験には前倒しで着手しており、当初予定よりも進展している。

特に、分散ストレージシステムにおける電子データ複製の最適化アルゴリズムの高速化、ストレージ間のデータ転送高速化の技術開発に関しては、順調に成果が得られている。

特許の出願もなされており、今後、実用化に向けたより活発な活動が期待されるが、学術論文の投稿等による成果発信についても一層注力する必要がある。

## (2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

両課題の研究開発は、停電発生時のシステム維持時間の長期化や広域ネットワーク障害下におけるデータへのアクセス向上等、耐災害性に優れたシステムの構築のために重要である。いずれの課題も、当初の計画に沿って順調に進捗しており、一部水準以上の成果を上げている。今後は、本事業終了後の成果展開を描きつつ、研究成果の実用化に向けた産業界、自治体、病院等の関係機関や他の事業との連携等をより強化し、戦略的な事業運営をすることが肝要である。

以下、今後の方向性について、いくつか提言しておく。

### 【耐災害性に優れた安心・安全社会のためのスピントロニクス材料・デバイス基盤技術の研究開発】

性能(高機能、超低消費電力等)の向上と併せて、従来のワーキングメモリ(DRAMやSRAM)からスピントロニクスデバイスを用いた不揮発性ワーキングメモリに置き換える上での課題を明確化し、その解決策を検討すべきである。また、本研究開発の成果の産業界における利活用についても今後の課題である。

### 【高機能高可用性情報ストレージ基盤技術の開発】

本課題では、複数拠点にストレージを分散配置する手法により情報喪失確率の最小化を実現しようとしているが、ネットワーク稼働率の低下に伴うアクセス率の低下等、実際に起こりうる様々な災害状況を設定した上でより詳細な比較を行い、当該手法の有効性を検証しつつ、実用化を見据えた取組を行う必要がある。

本課題の実証実験に向けて「電子お薬手帳アプリ」を設計・試作しているが、時々刻々と変化するデータへの対応やプライバシーの問題等を踏まえた更なる検討が必要である。

## (3) その他

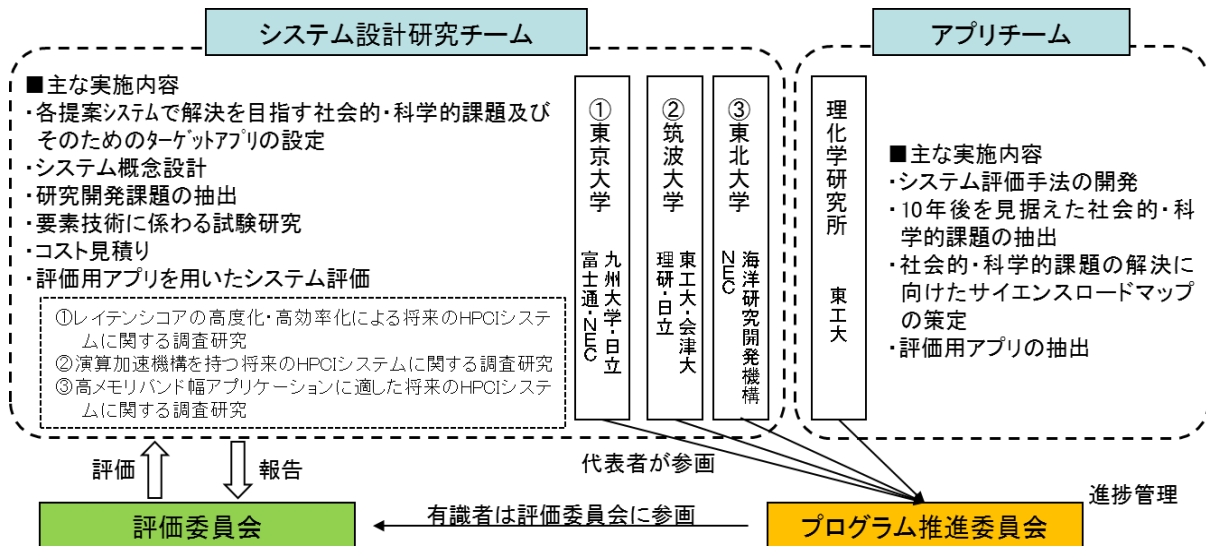
# 将来の HPCI システムのあり方の調査研究 概要

## 1. 課題実施期間及び評価実施時期

平成 24 年度～平成 25 年度  
(事後評価 平成 26 年 7 月)

## 2. 研究開発概要・目的

国家存立の基盤であ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を発展させ、我が国の国際競争力の強化、社会の安全・安心の確保等をはかるため、5～10 年後を見据えた社会的・科学的課題の解決という視点から選定した HPC システムについて、ハードウェアの技術動向調査、システム設計研究、システムソフトウェアの検討等を行い、必要となる技術的知見を獲得することを目的とする。



※レイテンシコア: コア当たりの性能を高めることを指向して設計された演算コア。これに対して、多数用いることによりプロセッサ全体の性能を高めることを指向して設計された演算コアを、スループットコアという。

## 3. 研究開発の必要性等 (事前評価 (平成 23 年 9 月 27 日 研究計画・評価分科会 決定) より抜粋)

### (1) 必要性

#### ○ 国費による研究開発の必要性

ハイパフォーマンス・コンピューティング (HPC) 技術は、科学技術の発展、産業競争力の強化、安全・安心の確保などに必要不可欠な国家存立の基盤であり、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研究開発を推進することが必要である。

## ○科学的・技術的意義

本調査研究は、将来必要となる HPC 技術を見据え、特徴を有する複数の最先端のシステムについて調査研究し、そのシステムに必要なハード・ソフトの技術的知見を得るものであり、これ自体が先導性を持つのみならず、産業界も含めた日本全体の HPC 技術力の向上に向けた発展性を持つものである。また、本調査研究をもとに実現した HPC 技術の利用により、新たな科学技術イノベーションにも貢献することが期待され、本調査研究を行う科学的・技術的な意義は大きい。

## ○社会的・経済的意義

HPC 技術は東日本大震災を踏まえた地震・津波による被害軽減対策、新成長戦略に掲げるグリーン・ライフイノベーションの実現など、我が国が直面する社会的・経済的課題を解決する有力な手段の一つであり、その高度化は国や社会のニーズに適合しているものである。

また、スーパーコンピュータの性能はこれまで 10 年で約 1000 倍のペースで進展し、今後も同様の傾向が続くと予想されており、世界各国が現状激しい開発競争を展開している。欧米ではエクサフロップス級(1 エкса=1000 ペタ)の HPC 技術の開発に向けた研究に既に着手しており、我が国としてもこうした動きに遅れることなく、ハード・ソフトに関わる HPC 技術の研究開発を総合的かつ戦略的に推進していくための先導的役割を果たす本研究を新たに実施することが、日本の国際競争力の維持・向上を図る上で重要である。

以上のように本調査研究の社会的・経済的意義は極めて高い。

## (2)有効性

### ○研究開発の実用化、行政施策への貢献、効果やその波及等

本調査研究は、我が国の社会的・科学的課題の解決という視点から複数の HPC システムを厳選し、各システムについて、ハードウェアの技術動向調査、システム設計研究・システムソフトウェアの検討等を行い、5～10 年後の日本の HPC システムに必要な技術的かつ具体的な知見を獲得し、その後の HPC 技術の展開や施策の推進に大きく貢献するものである。

また、開発(ハードウェア、システムソフトウェア)側の視点のみならず、得られた技術をいかに利用するのかという利用者(アプリケーション)側の視点に立ち、システムを選定して検討を行うこととしており、利用の視点からの今後の HPC の展開に貢献するものである。

さらに、産学官がオールジャパンで研究に参画することとしており、これにより HPC 知的基盤の向上が期待され、今後国が実施するスーパーコンピュータプロジェクトや、研究開発機関・大学の基盤センター等におけるスーパーコンピュータの整備等の取組が円滑に進められることが期待され、波及効果が大きいものと考えられる。

## (3)効率性

### ○計画・実施体制及び目標・達成管理の妥当性

本調査研究は、公募を前提として、産学官が参画し、システム調査研究を行うチームを構成し、実施することから、その後の成果の引継ぎや転用を行うに際し効率性の高いものとなると考えられる。また、全体を調整し随時技術的な評価を行うことにより、効率的な目標・達成管理が図られるものと考えられる。

また、本課題の実施にあたっては、今後の HPC 技術の重要課題が消費電力の削減であることを踏まえ、その点についても適切に評価することが求められる。

#### ○研究の手段やアプローチの妥当性

本調査研究の立ち上げに当たっては、研究振興局長の諮問会議として設置している HPCI 計画推進委員会のワーキンググループにおいて、今後の HPC 技術の研究開発の在り方について検討し、さらに、大学や企業の研究者等関係者の幅広い意見を集約しながら、今後の取組の在り方についてとりまとめており、本調査研究の内容はそれを踏まえたものとなっている。

#### ○費用対効果の妥当性

また、産学官でチームを編成し複数システムの調査研究を実施することにより、本研究成果に基づき今後の HPC 技術開発が効率的に行われることが期待でき、HPC 全体の費用対効果の向上にも資するものである。

### 4. 予算額の変遷

(単位:百万円)

年度	H24(初年度)	H25	総額
予算額	436	901	1,337

### 5. 課題実施機関・体制

課題実施機関として、システム設計分野3チームとアプリケーションソフトウェア分野1チームを、公募により選定した。また、文部科学省において「プログラム推進委員会」及び「評価委員会」を設置し、研究課題の横断的な進捗管理及びシステム設計分野のシステムの評価を実施した。

#### (1)課題実施機関

##### システム設計分野

##### ①「レイテンシコアの高度化・高効率化による将来の HPCI システムに関する調査研究」

国立大学法人東京大学情報基盤センター	石川 裕
国立大学法人東京大学情報理工学系研究科	平木 敬
国立大学法人九州大学情報基盤研究開発センター	青柳 睦
富士通株式会社	新庄 直樹
株式会社日立製作所	飯田 恒雄
日本電気株式会社	中村 祐一

##### ②「演算加速機構を持つ将来の HPCI システムに関する調査研究」

国立大学法人筑波大学計算科学研究センター	佐藤 三久
国立大学法人東京工業大学大学院理工学研究科理学研究流動機構	牧野 淳一郎
独立行政法人理化学研究所生命システム研究センター	泰地 真弘人
公立大学法人会津大学コンピュータ理工学部	中里 直人
株式会社日立製作所情報・通信システム社 IT プラットフォーム事業本部	五百木 伸洋

##### ③「高メモリバンド幅アプリケーションに適した将来の HPCI システムのあり方の調査研究」

国立大学法人東北大学サイバーサイエンスセンター	小林 広明
-------------------------	-------

独立行政法人海洋研究開発機構地震津波・防災研究プロジェクト  
日本電気株式会社 IT プラットフォーム事業部

金田 義行  
橋本 ユキ子

**アプリケーションソフトウェア分野**

○「アプリケーション分野からみた将来の HPCI システムのあり方の調査研究」

独立行政法人理化学研究所 計算科学研究機構  
東京工業大学学術国際情報センター

富田 浩文  
松岡 聡

(2) 文部科学省が設置するもの

**プログラム推進委員会**

○役割

- ・有識者に加え、各チーム代表が参画することにより、効率的な調査研究の実施のための連絡・調整
- ・システム又は要素技術の展開を含め、随時技術的事項についての連携・調整

○委員名簿

天野英晴	慶應義塾大学理工学部情報工学科教授
関口智嗣	産業技術総合研究所副研究統括
中村春木	大阪大学理事補佐／大阪大学蛋白質研究所筆頭副所長
主査 藤井孝藏	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授
石川 裕	東京大学情報基盤センター長
佐藤三久	筑波大学計算科学研究センター長
小林広明	東北大学サイバーサイエンスセンター長
富田浩文	理化学研究所計算科学研究機構複合系気候科学研究チームリーダー

平成 26 年 3 月現在

○経緯

第 1 回(平成 24 年 8 月 10 日 13 時 30 分～15 時 30 分)

- ・将来の HPCI システムのあり方の調査研究について
- ・各チームの検討状況

第 2 回(平成 24 年 12 月 20 日 10 時～12 時 15 分)

- ・アプリチームの検討状況
- ・システム設計チームの検討状況

第 3 回(平成 25 年 6 月 6 日 17 時 15 分～19 時 15 分)

- ・アプリチームの検討状況
- ・システム設計チームの検討状況

第 4 回(平成 25 年 10 月 16 日 14 時 30 分～17 時)

- ・ポスト「京」と FS の整理について
- ・アプリチームの検討状況
- ・システム設計チームの検討状況



## 評価委員会

### ○役割

システム設計研究チームで調査研究を行っているシステムに関する評価を行う。

### ○評価項目

- ・システム評価アプリによる性能評価(ただし中間評価時はターゲットアプリによる評価)
- ・社会的・科学的課題の達成可能性
- ・システム開発に必要な要素技術の実現可能性, その開発に必要な期間, 展開可能性
- ・システムの消費電力, 耐故障性, 信頼性
- ・システム製造経費, 設置面積, 運用経費

### ○委員名簿

天野英晴	慶應義塾大学理工学部情報工学科教授
大島まり	東京大学大学院情報学環／東京大学生産技術研究所教授
小柳義夫	神戸大学大学院システム情報学研究科特命教授
関口智嗣	産業技術総合研究所副研究統括
近山隆	東京大学工学系研究科教授
主査 土居範久	慶應義塾大学名誉教授
中村春木	大阪大学理事補佐／大阪大学蛋白質研究所筆頭副所長
藤井孝藏	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授

平成 26 年 3 月現在

### ○経緯

#### 第 1 回(平成 25 年 3 月 15 日 16 時～19 時)

- ・HPCI 計画推進委員会「将来の HPCI システムのあり方の調査研究」評価委員会の設置について
- ・評価の進め方について
- ・中間評価について

#### 第 2 回(平成 26 年 3 月 3 日 10 時～13 時)

- ・評価の進め方について
- ・最終評価について

# 事後評価票

(平成26年8月現在)

1. 課題名 将来の HPCI システムのあり方の調査研究

2. 評価結果

(1) 課題の達成状況

○研究開発目標

本調査研究により、“5～10 年後を見据えた社会的・科学的課題の解決”という視点から選定した HPC システムについて、必要な技術的知見を獲得できたと評価できる。(研究開発成果等については後述。)

○研究開発体制

本調査研究においては、我が国の HPC 知的基盤の向上のため、産学がオールジャパン体制で参画し、調査研究や成果の移転を効率よく行える連携協力体制が構築されたと評価できる。

- 「レイテンシコアの高度化・高効率化による将来の HPCI システムに関する調査研究」
  - ・東京大学が中核となり、九州大学、富士通株式会社、株式会社日立製作所、日本電気株式会社が参画した体制が構築された。
- 「演算加速機構を持つ将来の HPCI システムに関する調査研究」
  - ・筑波大学が中核となり、東京工業大学、独立行政法人理化学研究所、会津大学、株式会社日立製作所が参画した体制が構築された。
- 「高メモリバンド幅アプリケーションに適した将来の HPCI システムのあり方の調査研究」
  - ・東北大学が中核となり、独立行政法人海洋開発研究機構、日本電気株式会社が参画した体制が構築された。
- 「アプリケーション分野からみた将来の HPCI システムのあり方の調査研究」
  - ・独立行政法人理化学研究所が中核となり、東京工業大学をはじめとし、産学の幅広い分野の研究者が連携した体制が構築された。

※レイテンシコア: コア当たりの性能を高めることを指向して設計された演算コア。これに対して、多数用いることによりプロセッサ全体の性能を高めることを指向して設計された演算コアを、スループットコアという。

## (2) 成果

### ○研究開発成果

本調査研究においては、各システムについて、技術動向調査、システム設計研究・システムソフトウェア等の検討を行うとともに、利用者側の視点からシステムの要求性能の検討を行うことで、我が国の HPC システムに必要な技術的かつ具体的知見が獲得できたと評価できる。

### ○研究開発成果の利活用

本調査研究の結果は、HPC 技術の研究開発を先導する役割を果たすとともに、今後国が実施するスーパーコンピュータ(スパコン)プロジェクトや、研究機関・大学におけるスパコンの整備等において利活用されることが期待できる。

- 「レイテンシコアの高度化・高効率化による将来の HPCI システムに関する調査研究」
  - ・「京」の基本的なアーキテクチャを継承・発展させることで、「京」のアプリケーション(アプリ)をスムーズに移行させ、より精密・詳細な解析を可能とするシステムが提案された。
  - ・フラッグシップシステムとしての活用が期待できる。
- 「演算加速機構を持つ将来の HPCI システムに関する調査研究」
  - ・省電力化と強スケーリング問題(※)の高速化を実現するシステムが提案された。
  - ・フラッグシップシステムを支える複数の特徴あるシステムの一つとしての活用が期待できる。
- 「高メモリバンド幅アプリケーションに適した将来の HPCI システムのあり方の調査研究」
  - ・防災・減災、ものづくり分野における活用を前提に、海外商用品と比較して高いメモリバンド幅と低消費電力のシステムが提案された。
  - ・フラッグシップシステムを支える複数の特徴あるシステムの一つとしての活用が期待できる。
- 「アプリケーション分野からみた将来の HPCI システムのあり方の調査研究」
  - ・今後 5～10 年において計算科学が解決に貢献できる社会的・科学的課題が抽出されるとともに、その実現に向けて必要なアプリが整理され、また主要アプリのミニアプリ群が整備された。
  - ・上記の取組を通じてアプリのコミュニティが育ちつつある。
  - ・ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題の検討への活用が期待できる。

※計算の大きさを保ってプロセッサ数を増やしたとき、実行時間がプロセッサ数にスケールする問題。

## (3) 今後の展望

本調査研究は、将来必要となる HPC 技術を見据え、特徴を有する複数の最先端システムに必要なハードウェア・ソフトウェアの技術的知見を得るものであり、その結果は、産業界も含めた我が国全体の HPC 技術力の向上に貢献することが期待できる。なお、下記の課題等については、今後も引き続き検討することが求められる。

さらに、我が国を取り巻く社会的・科学的課題は変化していくこと、またスパコンの技術も発展していくことを踏まえ、このような調査研究を今後も適時実施していくことが求められる。その際には、調査研究するシステムが社会的・経済的にどのようなインパクトを与えるのか、という観点も意識する必要がある。

- 「レイテンシコアの高度化・高効率化による将来の HPCI システムに関する調査研究」
  - ・性能予測の精度の向上。
  - ・耐故障性及び信頼性の精査や省電力化。
- 「演算加速機構を持つ将来の HPCI システムに関する調査研究」
  - ・広範なアプリケーションへの対応。
  - ・コスト削減。
- 「高メモリバンド幅アプリケーションに適した将来の HPCI システムのあり方の調査研究」
  - ・高帯域メモリモジュールの利用可能性の精査。
  - ・コスト削減や省電力化。
- 「アプリケーション分野からみた将来の HPCI システムのあり方の調査研究」
  - ・利用者視点からの社会的・科学的課題の優先順位付け。
  - ・アーキテクチャの専門家が参画した調査研究体制の構築。