

「将来の HPCI システムのあり方の調査研究」 事後評価結果(案)

平成 26 年 7 月

HPCI 計画推進委員会

HPCI 計画推進委員会

| 氏名 | 所属・職名 |
|----------|------------------------------------|
| 小柳 義夫 | 神戸大学計算科学教育センター特命教授 |
| 笠原 博徳 | 早稲田大学理工学術院教授 |
| 関口 和一 | 株式会社日本経済新聞社産業部編集委員兼論説委員 |
| 鷹野 景子 | お茶の水女子大学副学長兼附属図書館長／学術・情報機構長 |
| 所 眞理雄 | 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所エグゼクティブアドバイザー |
| 主査 土居 範久 | 慶応義塾大学名誉教授 |
| 土井 美和子 | 独立行政法人情報通信研究機構監事 |
| 根元 義章 | 独立行政法人情報通信研究機構耐災害 ICT 研究センターセンター長 |
| 村上 和彰 | 九州大学大学院システム情報科学研究院教授 |
| 矢川 元基 | 東京大学名誉教授／公益財団法人原子力安全研究協会理事長 |

合計 10 名

(50 音順)

「将来の HPCI システムのあり方の調査研究」の概要

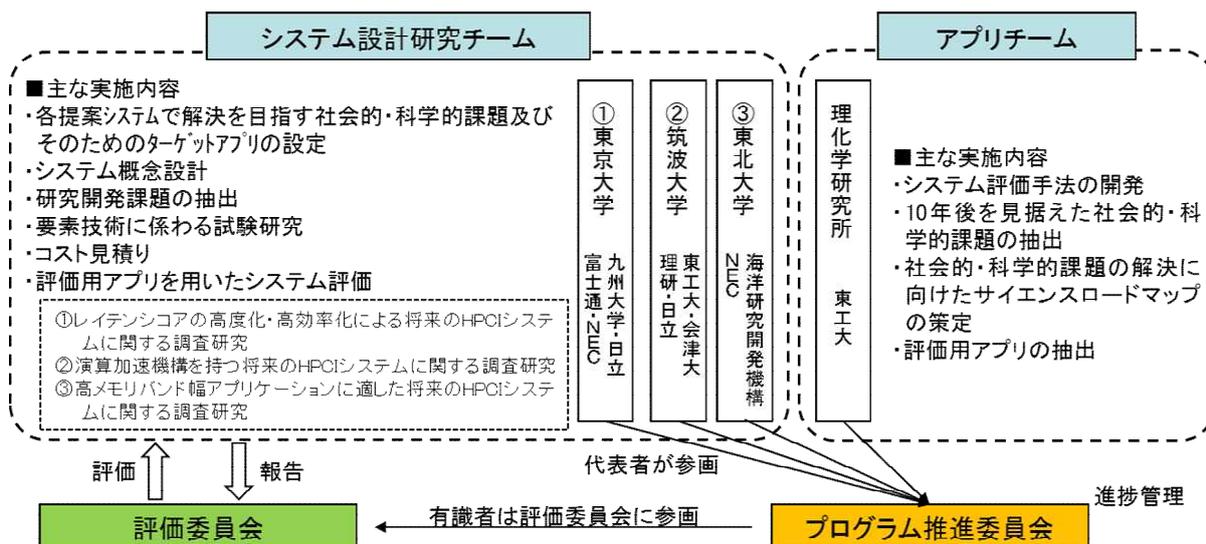
1. 課題実施期間及び評価実施時期

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。



3. 研究開発の必要性等

(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ウェア・ソフトウェア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、ハードウェア・ソフトウェアに関わる 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)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パコンプロジェクトや、研究開発機関・大学の基盤センター等におけるスパコン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する。

○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(案)

(平成26年7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。

(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

ーパソコン(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見た将来の 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。

- 「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見た将来の 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。