

今後のハイパフォーマンス・コンピューティング技術 の研究開発について

2011年7月

文部科学省 計算科学技術推進室

今後のHPC技術の研究開発のあり方を検討するWGについて

- HPCI計画の推進にあたり国として必要な事項等を検討するため、研究振興局長の諮問会議として設置されている「HPCI計画推進委員会」のもとにWGを設置。
- 「京」及びグランドチャレンジアプリケーション開発の成果や海外の状況等を踏まえた上で、今後の研究開発課題や、具体的な研究開発方策の検討を行う。
- 7回の議論を経て今後の取組の方向性について意見をとりまとめたところ。

<WGメンバー(平成23年4月時点)>

浅田 邦博

(東京大学大規模集積システム設計教育研究センター教授)

宇川 彰

(筑波大学副学長・理事)

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)

笠原 博徳 ※

(早稲田大学理工学術院教授)

下條 真司

(大阪大学サイバーメディアセンター教授)

関口 智嗣

(産業技術総合研究所情報技術研究部門長)

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 ※

(お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科教授)

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代表取締役社長)

土居 範久 ※

(主査、慶応義塾大学名誉教授)

土井美和子 ※

(株式会社東芝研究開発センター首席技監)

中島 浩

(京都大学学術情報メディアセンター長)

根元 義章 ※

(東北大学理事)

平尾 公彦

(理化学研究所計算科学研究機構長)

平木 敬

(東京大学大学院情報理工学系研究科情報科学科教授)

松岡 聡

(東京工業大学学術国際情報センター教授)

村上 和彰 ※

(九州大学大学院システム情報科学研究院教授)

矢川 元基 ※

(東洋大学計算力学研究センター長)

米澤 明憲

(理化学研究所計算科学研究機構副機構長)

今後のHPC技術の研究開発のあり方を検討するWG 審議経過

第1回 平成23年4月13日

- 今後のハイパフォーマンス・コンピューティング技術の研究開発の検討ワーキンググループについて
- 今後の研究開発課題について
 - ・「京」の成果及び今後の研究開発課題
(理化学研究所 平尾公彦)
 - ・エクサフロップへ向けた研究開発課題と国際的な現状
(東京工業大学 松岡聡)
- 検討の進め方について

第2回 平成23年4月18日

- 今後の研究開発課題について
 - ・ナノ・物質科学分野の課題と求められるHPC技術
(東京大学 常行真司)
 - ・ライフ分野のHPCと今後
(理化学研究所 姫野龍太郎)
 - ・地震津波災害軽減に向けたHPC技術への期待
(東京大学 古村孝志)

第3回 平成23年5月11日

- 今後の研究開発課題について
 - ・気候変動予測に関する計算機検討会報告
(神戸大学 小柳義夫)
 - ・宇宙シミュレーションの観点から
(東京工業大学 牧野淳一郎)
 - ・次世代超低消費電力スーパーコンピュータの基礎検討
(東京大学 平木敬)
 - ・プロセッサの「設計力」
(東京大学 石井康雄)

第4回 平成23年5月20日

- 今後の研究開発課題について
 - ・戦略的高性能計算システム開発に関するワークショップ
(京都大学 中島浩)
- 検討の進め方について
 - ・今後5～10年後のシミュレーション計算所要

第5回 平成23年5月30日

- 今後の研究開発課題について
 - ・我が国のHPCインフラに関する将来ビジョン、および、それを実現するHPCプロジェクトの在り方
～4つの提言～
(九州大学 村上和彰)
 - ・今後5～10年後のシミュレーション計算所要
(戦略分野1、戦略分野5)

第6回 平成23年6月8日

- 今後の研究開発課題について
 - ・今後5～10年後のシミュレーション計算所要
(戦略分野2、戦略分野3、戦略分野4)

第7回 平成23年6月17日

- これまでの議論のまとめ
 - ・2018年のシステム予測
(東京大学 平木敬)
 - ・今後のハイパフォーマンス・コンピューティング技術の研究開発について

議論のまとめ(ポイント)(1)

- HPC技術を如何に活用するのかという検討を出発点とすべき
- アプリケーション、アーキテクチャ、システムソフトウェアの開発を一体として行うべき
- 今後のHPCシステムは、目的別に特徴のある複数のシステムを検討していくことが望ましい
- エクサフロップスを当面の目標としつつも途中段階の数10～100超ペタフロップスでの検証が必要

議論のまとめ(ポイント)(2)

- 国家基幹技術として、どの部分を日本で開発していくべきかを定めることが必要
- コンピュータアーキテクチャやシステムソフトウェアのみならず、モデル化の再検討や新しいアルゴリズムの開発も重要
- オンラインでセンサーデータをリアルタイムに集めながらシミュレーションを行うといった利用など、今までにない観点をあわせて考えることが必要

戦略分野からの意見(1)

- 分野1: 予測する生命科学・医療および創薬基盤
 - 大量の患者データを保存する大規模サーバ、可視化システムが必要
 - 2017年頃に1サンプル当たり10～100テラバイトと見込まれる次世代シーケンサーから出てくるデータを処理できるシステムが必要

戦略分野からの意見(2)

□分野2:新物質・エネルギー創成

- 第1原理電子状態計算については系のサイズはそのままに計算を高速化したい
- 量子多体問題の計算において、大量のメモリと高並列計算が必要
- 多くの研究者が京と同程度の問題サイズで100倍から1000倍の性能を発揮することを期待
- ある程度の領域をカバーできる汎用性を有するマシンを求める

戦略分野からの意見(3)

□分野3:防災・減災に資する地球変動予測

- 気象関係課題は従来のメッシュを細かくしていく課題に加え、地球観測データ等を計算に入れる必要があり、多プロセス、高並列計算の重要度が増している
- レーダ等の観測データをアンサンブル同化で初期値に取り入れたく、京速機の100~1000倍の速度が必要
- 地震・津波シミュレーションにおいて、リアルタイムでのデータ同化、データ計算ができないか
- 連続体方程式計算の専用ハードウェアが必要

戦略分野からの意見(4)

□分野4:次世代ものづくり

- 最大のHPC利用者のボリュームゾーンと言える産業界の利用促進が課題
- 100ペタFLOPS程度のトップエンドマシンと2億円程度の1ペタFLOPSマシン、そしてこれらをシームレスに利用できる環境が必要
- アクセラレータ導入の場合においてもソフトウェア開発者が利用しやすいことを望む

戦略分野からの意見(5)

□分野5:物質と宇宙の起源と構造

- QCDとN体問題では最適な計算機アーキテクチャは全く異なる。複数のアーキテクチャの計算機開発を同時に推進することが不可欠
- 代表的なアプリの特性解析及び高速化アプローチを徹底的に追求し、計算機アーキテクチャのイノベーションを目指すべき

今後の取組(1)

①取組の基本的な考え方

- まず、社会的・科学的課題を如何に解決するのかという視点に立ち、どのようなHPC技術が必要かを考えるというアプローチを取る
- 社会や研究開発への適用を考え、コンピュータアーキテクチャ、ネットワーク、ソフトウェア等の技術開発に総合的に取り組み、全体として最適化する

今後の取組(2)

②検討の方向性

- 課題に応じた計算手法等の特徴を踏まえ、複数のHPCシステムを追求するというスタンスに立つ
- スーパーコンピュータのみならず、センサーやネットワーク技術、データ処理技術などについてもあわせて検討する

今後の取組(3)

③具体的な取組

- 今後の開発を担う若手を中心に、幅広い産学官の関係者による検討を開始する
- 「アプリケーション」、「コンピュータアーキテクチャ」、「コンパイラ・システムソフトウェア」の3つの作業部会が緊密に連携しながら検討を進めていく体制を立ち上げ
- 本年中に複数の追求すべきHPCシステムとこれを開発していく体制案をとりまとめ

今後のHPC技術の研究開発の検討について (1)体制

- 文部科学省及び関係機関の主催で、アプリケーション作業部会及びコンピュータアーキテクチャ・コンパイラ・システムソフトウェア作業部会を開催。
- 両作業部会が共同で今後追求すべきHPCシステム案(複数)とこれを開発していく体制案をとりまとめ、HPCI計画推進委員会に報告。最終的な国としての推進方策をHPCI計画推進委員会で決定。
- 両作業部会は幅広く関係者の意見を集約するため参加はオープンとする。また、取りまとめ役やアドバイザーは今後の状況に応じ変更・拡大する
- HPCI計画推進委員会委員はアドバイザーとして参加。

■ アプリケーション作業部会

- ・ 戦略5分野、理研計算科学研究機構(AICS)、企業等からの推薦により、プログラムを書いている現役世代(30~40歳台)を中心に構成。
- ・ 取りまとめ: 富田浩文(理研AICS)、杉田有治(理研AICS)、池口満徳(横浜市大)、玉田嘉紀(東大)、野田茂穂(理研)、藤堂眞治(東大)、信定克幸(分子研)、西松 毅(東北大)、堀 高峯(海洋機構)、高木亮治(JAXA)、志賀基之(JAEA)、牧野淳一郎(東工大)、石川健一(広島大)、山崎隆浩(富士通)、中田一人(NEC)、高山 恒一(日立)
- ・ アドバイザ: 平尾公彦(理研AICS)、宇川彰(筑波大)、奥田基(富士通)、高原浩志(NEC)、撫佐昭裕(NEC)、高橋桂子(海洋機構)、古村孝志(東大)、矢川元基(東洋大)*、鷹野景子(お茶の水女子大)*、小柳義夫(神戸大)*、各戦略機関統括責任者等
- ・ 主催: 文科省、理研AICS、HPCIコンソーシアム、戦略機関

* : HPCI計画推進委員会委員

今後のHPC技術の研究開発の検討について (1)体制

■ コンピュータアーキテクチャ・コンパイラ・システムソフトウェア作業部会

- ・ 作業部会は戦略的高性能計算システム開発に関するワークショップの中核メンバーを包含し、同ワークショップの議論を反映しながら検討を進める。企業の強いコミットメントを求めるとともにより幅広い組織からの参加を呼びかける
- ・ 部会取りまとめ: 石川裕(東大)
- ・ 4つの検討グループでの検討を中心に作業を進める。

◆ アプリケーション／数値計算ライブラリ／アルゴリズム／自動チューニング

- －取りまとめ: 須田礼仁(東大)、片桐孝洋(東大)、高橋大介(筑波大)、岩下武史(京大)、小野謙二(東大)
- －アドバイザー: 中島研吾(東大)、姫野龍太郎(理研)、関口智嗣(産総研)、平尾公彦、宇川彰、高橋 桂子(海洋機構)

◆ プログラミング言語／モデル

- －取りまとめ: 丸山直也(東工大)、滝沢寛之(東北大)、中尾昌広(筑波大)、千葉滋(東工大)、上原均(海洋機構)、田浦健次郎(東大)、八杉昌宏(京大)、岩下 英俊(富士通)
- －アドバイザー: 中島浩(京大)、佐藤三久(筑波大)、米澤明憲(理研AICS)

◆ システムソフトウェア

- －取りまとめ: 實本英之(東大)、建部修見(筑波大)、山本啓二(理研AICS)、大野善之(理研AICS)、鴨志田良和(東大)、安井隆(日立)、遠藤敏夫(東工大)、滝澤真一郎(東工大)、野村哲弘(東工大)、佐藤仁(東工大)、板倉憲一(海洋機構)、長坂真路(NEC)
- －アドバイザー: 朴泰祐(筑波大)、石川裕、堀敦史(理研)、並木美太郎(農工大)、住元真司(富士通)、中田登志之(NEC)

◆ アーキテクチャ／コンパイラ

- －取りまとめ: 近藤正章(電通大)、佐野健太郎(東北大)、石井康雄(NEC)、埴敏博(筑波大)
- －アドバイザー: 松岡聡(東工大)、中村宏(東大)、平木敬(東大)、西川岳(NEC)、青木孝(富士通)

- * 部会アドバイザー(HPCI計画推進委員会委員): 所眞理雄(ソニーCSL)、村上和彰(九大)、笠原博徳(早大)
- ・ 主催: 文科省、筑波大、東大、東工大、京大、産総研、理研情報基盤センター、理研AICS、HPCIコンソーシアム

今後のHPC技術の研究開発の検討について (2)進め方

