

次世代計算基盤に係る システム検討ワーキンググループにおける 検討状況

令和3年12月1日

次世代計算基盤に係るフュージビリティスタディの実施に向けた論点整理

○ 次世代計算基盤部会中間取りまとめを踏まえた論点

1. どのような観点で「圧倒的性能・機能」を実現するか（サイエンスロードマップの作成）
2. その際、技術的課題や制約要因をどう乗り越えるか（技術開発ロードマップの作成）
3. 日本が独自に保有すべき技術と国際協調する技術の特定
4. Co-designをどのように進めるか（FS実施体制）
5. スパコン技術・人材の維持をどのように担保するか（FS実施体制、長期計画）
6. 他システムとの一体的運用の具体的方法（クラウド技術、セキュリティ技術）
7. 新たな計算原理との連携可能性（量子コンピュータ、ニューロコンピュータ等）

○ ポスト「京」時代と異なる観点

- ・ 従来技術の限界（ムーアの法則の終焉）
- ・ 計算科学の広がり（AI・データ科学、融合分野）
- ・ 産業構造、日本の強みの変化（半導体産業の構造変化等）

○ 必要な情報

- ・ 計算科学の二ーズ深掘り（サイエンスロードマップ）
- ・ 計算機科学の技術動向（要素技術の技術開発ロードマップ）
- ・ 日本における計算機科学の強み・ポテンシャルマップ
- ・ 計算科学・計算機科学の人材の現状
- ・ 計算科学・計算機科学分野に係る論文の国際動向 等

1 どのような観点で「圧倒的性能・機能」を実現するか（サイエンスロードマップの作成）

（ポスト「京」時代の考え方）

- 5つの重点領域や分野横断的課題について、10年後にどのようなブレークスルーを起こしたいかを検討し、そのためにどの程度の性能が必要か推定。
- 過去10年でどのように進歩してきて、それを踏まえてどのようなブレークスルーが狙えるかという観点も重要。
- 上記を踏まえ、計算機科学における技術動向も併せて、アプリ側からの要求性能を検討。

（時代の変化）

- 新たな研究分野（AI・データ科学、融合分野）の発展。
- 半導体技術の限界等により、今後10年の性能向上は数倍～数十倍程度と予想。更なる性能向上には、従来の技術の延長ではなく、飛躍的な技術の開発が必要。

（検討の方向性（案））

- ✓ AI・データ科学や今後想定される新たな研究分野を含め、どういった研究分野を考慮すべきか。
- ✓ 演算性能（実効性能）のほかに、評価指標として考慮すべき事項があるか。
- ✓ 制約条件を前提とした現実的なものを検討すべきか、制約条件を一旦無視した理想的なものを検討すべきか。（サイエンスドリブンかアーキテクチャドリブンか）
- ✓ アプリ側からの要求性能を把握するため、各分野の研究者等へのアンケートを実施

2 技術的課題や制約要因をどのように乗り越えるか。（技術開発ロードマップの作成）

（ポスト「京」時代の考え方）

- スーパーコンピュータの性能は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。欧米ではエクサフロップス級（1エクサ＝1000ペタ）のHPC技術の開発に向けた研究に既に着手。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する必要。
- 多様なアプリケーションの要件を満たすアーキテクチャ、システムソフトウェア、プログラミングモデル・言語・フレームワーク、数値ライブラリ等を検討。

（時代の変化）

- 半導体技術の限界等により、今後10年の性能向上は数倍～数十倍程度と予想。更なる性能向上には、従来の技術の延長ではなく、飛躍的な技術の開発が必要。（再掲）

（検討の方向性（案））

- ✓ 技術的な課題や制約要因を列挙し、半導体等技術の原理的限界によるものと、条件により技術的に突破できるものとを精査する。
- ✓ 原理的限界については他国も同じ状況であるから、今後世界各国で性能は高止まりすると予想される。その部分でのわずかな性能向上のために限りある資源を投入するのではなく、それ以外のあるべき性能・機能向上の観点を検討し、性能の目標設定を行う。
- ✓ 技術的に突破できるものについては、解決策の実現可能性を評価しつつ、野心的な目標設定を行う。

3 日本が独自に保有すべき技術と国際協調する技術の特定 (技術的観点のみならず産業展開の観点からの検討が必要)

(ポスト「京」時代の考え方)

- 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。
- 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。

(時代の変化)

- 半導体産業の構造変化。(海外依存の加速)
- 社会のデジタル化が進む中、新型コロナウイルス感染症の拡大等、国際情勢の変化により自国で社会情報基盤を開発・製造・運用できるという経済安全保障の観点が顕在化。

(検討の方向性(案))

- ✓ ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク、クラウド技術、アプリケーション等について、どこまでを開発対象とするべきか。
- ✓ これまで培った技術の継承とともに、我が国として新たに強みを持つことができる領域はあるか。

4 Co-designをどのように進めるか（FS実施体制の具体イメージはどのようなものか）

（ポスト「京」時代の考え方）

- ポスト「京」のFSでは、複数のシステム設計研究チームと、一つのアプリチームを編成。

（検討の方向性（案））

- ✓ アプリや運用技術を取り扱うチームがFS全体を俯瞰できるような体制にすべきではないか。
- ✓ **FS全体を統括する体制をどのように確保すべきか。**
- ✓ **どのようなチーム編成とすべきか。**

（システムソフトウェアやライブラリ等の技術要素ごとに分ける、アーキテクチャ関係は1つのチームにまとめる 等）

<例> 以下の要素技術に係る調査研究を実施するチームを編成。

- アーキテクチャ
- システムソフトウェア
- ライブラリ・アルゴリズム
- アプリケーション
- 運用技術
- 新計算原理

5 スパコン技術・人材の維持をどのように担保するか（FS実施体制、長期計画）

（ポスト「京」時代の考え方）

- プログラム開発の分業化・専門化により、モデル・アルゴリズムの開発が滞り、新しい科学が生まれにくくなる恐れ。分業化・専門化した時のそれぞれのキャリアパス確保が必要。
- 一方で、モデル構築～プログラム開発～成果の発信までをカバーし全体を見渡せる人材を継続的に生み出す教育システムの整備が急務。
- 2018年前後の運用開始実現性を有する体制（製造技術の裏付け等）が求められる。

（時代の変化）

- 半導体産業の構造変化。（海外依存の加速）

（検討の方向性（案））

- ✓ 民間企業と協働できる開発体制はどのようなものか。
- ✓ 技術・人材に維持には、開発した技術の商用展開や海外輸出、スピントアウトの拡大等が求められるが、何がボトルネックになるか。どうすれば解決できるか。
- ✓ フラッグシップのみならずHPCI全体における人材育成をどう進めるべきか。

6 システムとの一体的運用の具体的方法（クラウド技術、セキュリティ技術）

（時代の変化）

- クラウド技術の台頭。
- サイバー空間と実空間の一体化により、サイバー攻撃や情報漏洩による被害は一層深刻化。

（検討の方向性（案））

- ✓ 「フラッグシップシステム」及び第2階層をはじめとする国内主要スパコン、データ基盤、ネットワークが一体的に運用される基盤として、どのようなプラットフォームが考えられるか。そのために必要な要素技術は何か。
- ✓ 一体的運用に伴うセキュリティリスクや、機密性の高いデータを安全に処理するためにどのようなセキュリティ対策を施す必要があるか。

7 新たな計算原理との連携可能性（量子コンピュータ、ニューロコンピュータ等）

（時代の変化）

- 量子コンピュータ研究開発の急速な発展。

（検討の方向性（案））

- ✓ ポスト「富岳」のさらに先の時代において、国内主要スパコンの1つとして量子コンピュータが登場する可能性を考慮しつつ、今回のFSでフラッグシップと量子コンの連携について実現可能性を調査する。
- ✓ 量子コンピュータ以外の新たな計算原理（ニューロコンピュータ等）についても同様に検討が必要。

システム検討WG 検討スケジュール（これまでの実績）

第1回

7月13日(火)
10:00～12:00

○議事運営等について

●「富岳」開発 事後評価に関する追加説明

第2回

9月24日(金)
17:00～19:00

●「富岳」開発 事後評価に関する追加説明

○次世代計算基盤検討部会中間とりまとめ

○論点整理

○ヒアリング(計算科学ロードマップの検討状況)

第3回

10月25日(月)
15:30～17:30

●「富岳」開発 事後評価票(案)について

○ヒアリング(システム技術の見通し等について)

第4回

11月15日(月)
15:30～17:30

○ヒアリング(システム技術の見通し等について)

システム検討WG 検討スケジュール（今後の予定）

第5回

12月1日（水）

●「富岳」開発 事後評価票（案）の決定

○（HPCI計画推進委員会へ）検討状況の共有

HPCI計画推進
委員会合同会議

15:30～17:00

↑ここまで合同会議 / ↓以降はシステム検討WG

システム検討WG

17:00～18:30

○ヒアリング（企業の視点から）

第6回

（2022年1月頃）

○FSで検討すべき内容及び実施体制の検討

○ヒアリング（残余および追加の論点について）

第7回

（2022年1～2月頃、

HPCI計画推進
委員会合同会議）

○FSで検討すべき内容及び実施体制の決定

「将来のHPCIシステムのあり方の調査研究」の概要

参考

平成24年度予算額 436百万円
平成25年度予算額 901百万円

1. 事業目的・概要

国家存立の基礎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、厳選された複数のHPCI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、将来のHPCIシステムの開発に必要な技術的知見を獲得する。

2. 調査研究の実施内容及び実施体制

