

# 次世代計算基盤に係る調査研究の内容・体制

令和4年3月

HPCI計画推進委員会

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

# 1. 次世代計算基盤が果たすべき役割

- ✓ 科学技術・学術の成果創出のみならず、技術・人材の維持・育成や産業競争力の強化等の経済安全保障、国民の安心・安全の確保等の社会的課題の解決に貢献する。
- ✓ ユーザーニーズの多様化や利用分野の拡大・変化に対応するため、「フラッグシップシステム」及び国内の主要な計算基盤、データ基盤、ネットワークが、一体的に運用され、総体として持続的に機能する。
- ✓ 最先端のシミュレーションを実施できる環境に留まらず、AI用学習データの生成や大量データ処理を行うプラットフォームを構築。シミュレーションとAI、データ科学の融合により、デジタルツイン技術の進化を支え、世界をリードする研究成果の創出、Society5.0の推進やSDGsの達成に貢献する。
- ✓ 例えば、オープンなアプリケーションの開発、プログラムのローコード化・ノーコード化等を可能とするなど、実験系の研究者も利用しやすい、オープンかつカジュアルな計算環境を提供。
- ✓ 我が国の科学と産業の競争力の維持・拡大をけん引する。そのため、最先端の研究成果を創出する基盤となるのみならず、その開発で得た技術と人材が、国内の他の基盤（いわゆる第2階層を含む）や、関係する幅広い産業界（半導体開発・製造、システム開発、アプリ開発、情報サービス）への波及効果をもたらす役割を果たす。

## 2. 次世代計算基盤に求められる性能・機能

- ✓ 国内の主要な計算基盤、データ基盤、ネットワーク、実験施設等と一体的に運用され、総体として持続的に機能する基盤となるべく、ジョブと計算資源のアロケーション最適化や、他のシステムとの連携・融合を可能とする機能拡張性など、“一体的な運用”や“総体として機能する基盤”として必要な性能・機能
- ✓ 汎用的でオープンな計算環境を提供する一方、幅広い研究分野でパラダイムシフトを起こし得る、ナンバーワンの性能あるいはオンリーワンの機能
- ✓ 継続性を担保しつつ、オープンなアプリケーション開発を容易に実施可能とするために必要な性能・機能
- ✓ 独自技術を導入・維持しつつ、エッジコンピューティング等のスパコン以外の領域や関係産業等にも普及可能かつ普及すべき価値を持った性能・機能（システムやソフトウェアのエコシステム構築につながる性能・機能）

（必要な要素技術・必要なブレークスルーの例）

- 国産技術で優位性をもつ高性能HPCアーキテクチャ
- ハードウェア・システムの仮想化や利用環境の標準化を支えるシステムソフトウェア
- ジョブを最適に実施するメタスケジューラー
- 様々な利用形態に対応可能なコンパイラやアルゴリズム

### 3. 調査研究の研究対象とすべき要素技術・研究領域

(FSにおける達成目標)

- ✓ サイエンス・産業・社会のニーズを明確化し、それを実現可能なシステムの選択肢を提案する。
- ✓ 実施項目は以下を含める。

最新の計算科学ロードマップを踏まえた、システム評価方法の検討と対象アプリの抽出

対象アプリ等によるシステム評価

次世代計算基盤として想定されるシステムの提案

(FSにおける検討方針)

- ✓ システム（アーキテクチャ、システムソフトウェア・ライブラリ、アプリケーション）、新計算原理、運用技術を対象に調査研究を実施する。
- ✓ 演算性能（実効性能）のほかに、評価指標として考慮すべき項目について検討を行い、達成すべき項目とその優先順位を提案する。評価指標には以下を含めることが望ましい。

演算性能、電力性能比、I/O性能、コスト

運用可能性

生産性（アプリ開発のしやすさ）

コモディティ化（商用展開、技術展開）

カーボンニュートラルへの対応 等

- ✓ 今後想定される新たな研究分野を含め、システム（アーキテクチャ、システムソフトウェア・ライブラリ、アプリケーション）については、少なくとも以下をFSの研究・検討対象に含めることが望ましい。

### システム：

省電力（データセンタ消費電力/CO2排出量削減を含む）

耐故障性、信頼性（寒冷地・高湿度地域への設置、高温化での運用を含む）

データ駆動型・リアルタイム処理

（外部資源・施設との連携、融合ワークフローの実行プラットフォーム、データ管理技術を含む）

仮想化、クラウド環境（外部連携）

セキュリティ

量子技術等の新計算原理 等

### アプリ：

デジタルツイン技術の進化を支え、世界をリードする研究成果の創出や Society 5.0の推進、SDGsの達成に貢献するプラットフォームとして必要なアプリケーション分野 等

（従来分野に加え、AI・データ科学、デジタルツイン、社会科学等を含む。

また、オープンな計算環境や商用展開を想定した適切な評価アプリを検討対象に含む）

✓ 運用技術については、以下の検討が必要である。

- 「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を提案し、そのために必要な要素技術は何かを特定する。
- 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を特定する。
- 運用技術調査研究チームの研究対象として以下を含めることが望ましい。

新しい利用形態とシナリオの検討：デジタルツイン技術の進化を支え、  
世界をリードする研究成果の創出やSociety 5.0の  
推進、SDGsの達成に貢献するプラットフォーム

ユーザの利用：高可用性、耐故障性、リアルタイム処理、仮想化と資源管理 など

データ利活用：流通・（クラウドとの）連携、セキュリティ、保全、アーカイブ

施設・設備・運用技術：冷凍設備、省電力、運用コスト、カーボンニュートラル化

運用継続性：「富岳」からの移行期の問題、データ移行

等

✓ 新計算原理技術については、以下の検討が必要である。

- ポスト「富岳」のさらに先の時代において、特定用途では量子コンピュータが従来型スパコンの性能を上回る可能性を考慮して、今回のFSでフラッグシップと量子コンピュータの連携について実現可能性を検討する。
- 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する。
- 新計算原理のシステムと従来型のシステムをハイブリッドで運用することが想定されるため、新計算原理調査研究チームの研究対象に以下分野を含めることが望ましい。

アプリケーションやライブラリ（固有値計算・特異値分解の量子コンピュータ向けアルゴリズム等）の検討

新たな計算原理を適用すべき領域・分野の検討

通信プロトコル・APIの定義、セキュリティ、認証、通信オーバーヘッド 等

## 4. 技術的課題・制約要因

(FSにおける検討方針)

- ✓ 技術的な課題や制約要因を列挙し、半導体等技術等の原理的境界によるものと、条件により技術的に突破できるものとを精査する。
- ✓ 原理的境界については諸外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・機能向上の観点から検討を行う。
- ✓ 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検討を行う。
- ✓ 技術的課題以外でも、次世代計算基盤の構築にあたって想定される課題・制約要因を考慮して検討を進める。

- ・ アカデミア・産業界双方における人材不足
- ・ ハードウェアとソフトウェアの両方を開発できる技術とコミュニティの維持
- ・ 利用制度（利用料金、成果公開方法等）

等



## 5. 日本が独自に保有すべき技術と国際協調する技術

(FSにおける検討方針)

- ✓ アーキテクチャ、システムソフトウェア、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、国内外の情報を調査し、国内の開発対象とすべき範囲を提示する。
- ✓ 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を特定する。以下領域で我が国の強みを見出せる可能性があることから、他の事業との連携も考慮しつつ検討を行う。

消費電力性能

プロセッサ設計・製造技術 (半導体技術を含む)

パッケージング技術

インターコネクト技術 (光技術 等)

コンパイラ、システム構築技術、ライブラリ (高速フーリエ変換、固有値計算、精度保証 等)

各分野のアプリケーション

大型実験施設や大型計測器と連携したデータ同化・CPS連携技術

等

## <委員>

- 岡田 眞里子 大阪大学蛋白質研究所細胞システム研究室 教授  
小野 謙二 九州大学情報基盤研究開発センター センター長  
◎ 小林 広明 東北大学大学院情報科学研究科 教授／  
東北大学サイバーサイエンスセンター センター長特別補佐／  
東北大学総長特別補佐 (ICT革新担当)  
佐藤 三久 理化学研究所計算科学研究センター 副センター長  
田浦 健次郎 東京大学情報基盤センター センター長  
高木 亮治 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 准教授  
高橋 桂子 早稲田大学 総合研究機構 グローバル科学知融合研究所  
上級研究員・研究院教授  
常行 真司 東京大学大学院理学系研究科 教授  
藤堂 眞治 東京大学大学院理学系研究科 教授  
富澤 将人 NTTデバイスイノベーションセンタ 所長  
富田 浩文 理化学研究所計算科学研究センター複合系気候科学  
研究チーム チームリーダー  
中川 八穂子 株式会社日立製作所研究開発グループ  
デジタルPFイノベーションセンタシニアプロジェクトマネージャ  
兼技術戦略室 チーフデジタルオフィサー  
肥山 詠美子 東北大学理学研究科 教授  
朴 泰祐 筑波大学計算科学研究センター センター長  
吉田 亮 統計数理研究所データ科学研究系 教授

(◎ : 主査、50音順)

## <開催実績>

### 第1回 2021年7月13日 (火)

- 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)

- 「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)

- 「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)

- ヒアリング (システム技術の見通し等について)

### 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
- ヒアリング (企業の視点から)

### 第6回2022年2月2日 (水)

- ヒアリング (計算科学ロードマップの検討状況)
- FSで検討すべき内容及び実施体制の検討

### 第7回2月22日 (火)

- ヒアリング (企業の視点から)
- FSで検討すべき内容及び実施体制の決定