

## 事業目的

- 「富岳」を中核とし、多様な利用者のニーズに応える革新的な計算環境（HPCI：革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ）を構築し、その利用を推進することで、我が国の科学技術の発展、産業競争力の強化、安全・安心な社会の構築に貢献する。

### 【経済財政運営と改革の基本方針2022】

(デジタル化等に対応する文教・科学技術の改革)

(前略) 情報インフラ(※)の活用を含む研究DXの推進、各種研究開発事業における国際共同研究の推進等により、研究の質及び生産性の向上を目指す。  
※スーパーコンピュータ「富岳」を含む。

### 【新しい資本主義実行計画・フォローアップ】

※いずれも令和4年6月閣議決定

(研究のDXの実現)

・「富岳」を最大限活用しつつ、ポスト「富岳」を見据え、2022 年度に量子コンピュータなどの新計算原理との連携を含め具体的な性能・機能に関する調査研究を開始し、2023 年度までに産学で連携して要素技術研究を行う。

## 事業概要

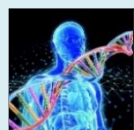
### 1. 「富岳」の運営等 15,426百万円 (15,802百万円)

- 令和3年3月に共用開始した世界最高水準のスパコン「富岳」を用いて、社会的課題等の解決のために**成果創出の取組を加速**する。

#### 【期待される成果例】

##### ★健康長寿社会の実現

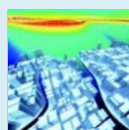
★高速・高精度な創薬シミュレーションの実現による新薬開発加速化



★医療ビッグデータ解析と生体シミュレーションによる病気の早期発見と予防医療の支援実現

##### ★防災・環境問題

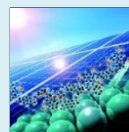
★気象ビッグデータ解析により、線状降水帯のリアルタイム予測等に活用



★地震の揺れ・津波の進入・市民の避難経路をメートル単位でシミュレーション

##### ★エネルギー問題

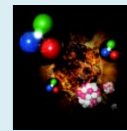
★太陽電池や燃料電池の低コスト・高性能化や人工光合成メタンハイドレートからメタン回収を実現



★電気自動車のモーターや発電機のための永久磁石を省レアメタル化で実現

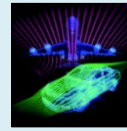
##### ★基礎科学の発展

★宇宙でいつどのように物質が創られたのかなど、科学の根源的な問いへの挑戦



##### ★産業競争力の強化

★次世代産業を支える新デバイスや材料の創成の加速化



★飛行機や自動車の実機試験を一部代替し、開発期間・コストを大幅に削減

### 2. HPCIの運営 5,607百万円 (2,315百万円)

#### 2-1. HPCIの運営等 4,423百万円 (1,886百万円)

- 国内の大学等のスパコンを高速ネットワークでつなぎ、利用者が一つのアカウントにより様々なスパコンやストレージを利用できるようにするなど、多様なユーザーニーズに応える環境を構築し、全国のユーザーの利用に供する。また、高経年化したストレージについて、更新及び研究DXに対応した機能強化などを実施。

#### 2-2. 次世代計算基盤に係る調査研究 1,183百万円 (429百万円)

- ポスト「富岳」時代の次世代計算基盤の開発にあたり、我が国として独自に開発・維持するべき技術を特定しつつ、具体的な性能・機能等について検討を行う。
- 令和5年度は、初年度の取組を踏まえ、**実現可能なシステム等の選択肢を提案するため、技術的課題や制約要因を抽出し**、システム候補の性能評価、新たな計算原理を適用すべき領域・分野の検討、多様な計算基盤の一体的運用、これらにおいて必要な**要素技術の研究開発等を実施**。



## 背景

- ◆ データ駆動型科学が重要視される中で、シミュレーションやAI等が連携した研究の重要性がより一層高まっている。さらに、世界的にも研究活動のデジタルトランスフォーメーション（研究DX）の必要性が高まっている。
- ◆ スーパーコンピュータのみならず、データセンターからエッジコンピューティング、それらを繋ぐネットワーク等、様々な形態の社会情報基盤がますます重要となっており、また、これらの基幹技術を自国で保有することは経済安全保障の観点からも重要である。
- ◆ これらの情勢を踏まえると、ポスト「富岳」時代の次世代計算基盤を、国として戦略的に整備することは必要不可欠である。

## 次世代計算基盤検討部会 中間まとめ（令和3年8月）

### ◆ 次世代計算基盤検討の留意事項

#### 技術動向や周辺状況が急速に進化・変化

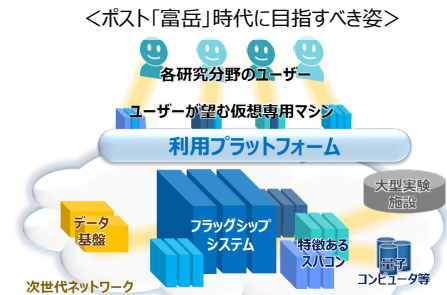
ムーアの法則の終焉等、関連技術が転換期にある、性能の向上に伴い要求される電力量も増大

⇒ 半導体やネットワーク等国内外の周辺技術動向や利用側のニーズの調査、要素技術の研究開発等必要な調査研究を行い、多角的な検討が必要。

### ◆ 次世代計算基盤の在り方

次期「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基盤

⇒ 調査研究（FS）を通じ、技術的課題や制約要因を抽出しつつ、実現可能なシステム等の選択肢を提案



## 次世代計算基盤に係る調査研究

### ◆ 具体的には以下の取組を実施。

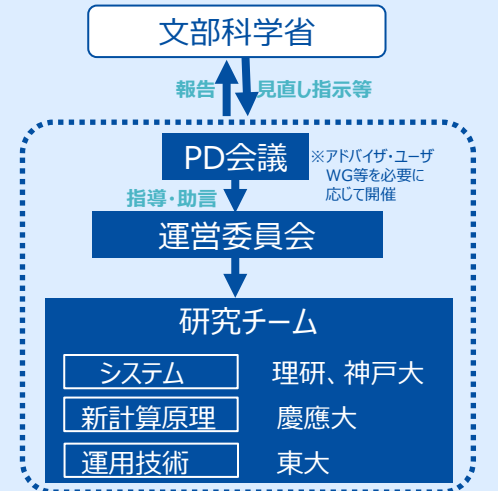
- ・ **要素技術の研究開発**（併せて、我が国として独自に開発・維持すべき技術を特定）
- ・ **評価指標**の検討（例：演算性能、電力性能比、I/O性能、コスト、運用可能性、生産性（アプリ開発のしやすさ）、商用展開・技術展開、カーボンニュートラルへの対応 等）
- ・ **技術的課題や制約要因**の抽出 等

### ◆ 実施期間：令和4年度～令和5年度 ※令和6年度以降の取組は、調査研究の進捗を踏まえ検討

令和5年度取組：システム候補の性能評価、アプリケーションのコデザイン、新たな計算原理を適用すべき領域・分野の検討、多様な計算基盤の一体的運用、これらにおいて必要な要素技術の研究開発 等

令和4年度取組：技術や利用分野の動向調査、評価項目・手法の検討 等

### <FS実施体制（概略）>



# 「次世代計算基盤に係る調査研究」実施体制

文部科学省（「次世代計算基盤に係る調査研究」評価委員会）

PD会議

運営委員会

アドバイザ・ユーザWG

令和4年7月時点

## システム調査研究チーム（代表機関：理化学研究所）

アーキテクチャ  
調査研究

理化学研究所

富士通株式会社

日本AMD株式会社

インテル株式会社

システムソフトウェア  
・ライブラリ調査研究

理化学研究所

東北大学

筑波大学

大阪大学

九州大学

アプリケーション  
調査研究

北海道大学

横浜市立大学

物質・材料研究機構

海洋研究開発機構

東京大学

理化学研究所

筑波大学

東京工業大学

その他協力機関：株式会社データダイレクト・ネットワークス・ジャパン、  
国立情報学研究所、名古屋大学、NVIDIA Corporation、  
Hewlett Packard Enterprise、京都大学、国立天文台、  
日本原子力研究開発機構

## システム調査研究チーム（代表機関：神戸大学）

アーキテクチャ  
調査研究

株式会社  
Preferred Networks

東京大学

国立情報学研究所

神戸大学

システムソフトウェア  
・ライブラリ調査研究

会津大学

松江高専

株式会社  
Preferred Networks

神戸大学

アプリケーション  
調査研究

順天堂大学

株式会社  
Preferred Networks

海洋研究開発機構

国立環境研究所

東洋大学

名古屋大学

広島大学

東京大学

神戸大学

## 新計算原理調査研究チーム（代表機関：慶應義塾大学）

慶應義塾大学

理化学研究所

九州大学

東北大学

日本電気  
株式会社

その他協力機関  
：富士通株式会社

## 運用技術調査研究チーム（代表機関：東京大学）

東京大学

理化学研究所

東京工業大学

国立情報学研究所

その他協力機関：名古屋大  
学、大阪大学、九州大学、  
産業技術総合研究所

# 次世代計算基盤に係る調査研究 各チーム研究概要

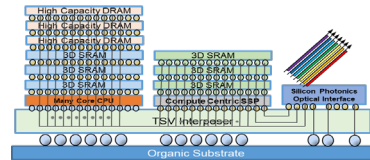
- ポスト「富岳」時代の次世代計算基盤の開発にあたり、我が国として独自に開発・維持すべき技術を特定しつつ、要素技術の研究開発等を実施し、具体的な性能・機能等について検討を行う。
- システム、新計算原理、運用技術を対象に調査研究を実施。サイエンス・産業・社会のニーズを明確化し、それを実現可能なシステム等の選択肢を提案する。

**システムチーム** 次世代計算基盤として想定されるアーキテクチャ（プロセッサ、メモリ、ストレージ等）、システムソフトウェア、アプリケーションを提案

**代表機関：理化学研究所（近藤 正章）**

オールジャパンかつ国外ベンダーも含めた体制のもと、高度なデジタルツイン実現の基盤として、電力制約の下でデータ移動と計算を高度化・効率化し、幅広いアプリ分野に適用可能なシステム構築を目指す。

- (例)
- ・システム全体や構成要素について技術的可能性や総合性能の調査（3D積層メモリ、チップ間光通信等）
  - ・エコシステムも考慮して国内で開発すべき要素技術を明らかにしつつ、開発ロードマップを策定
  - ・アプリ分野において、ポスト富岳時代に必要とされる計算機資源の調査、ベンチマーク構築 等



**代表機関：神戸大学（牧野 淳一郎）**

世界最高の電力当たり性能を実現している国産アクセラレータ技術、AI応用技術を活用し、従来分野の計算性能とAI利用の両方において高い実行効率を実現できるシステム構築を目指す。

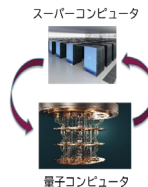
- (例)
- ・神戸大学・PFNが開発するMN-Core Xとそれに適合したCPUによる省電力化、効率改善
  - ・ソフトウェア制御による実行効率の高度化、高効率コードの自動生成の実現
  - ・商用を含めたアプリ性能の調査 等



**新計算原理チーム** 代表機関：慶應義塾大学（天野 英晴）

量子コンピューティング（量子ゲート型、アニーラ型）とスーパーコンピューティングの融合計算を行うための「量子スーパーコンピューティング」の実現可能性を評価する。

- (例)
- ・量子コンピュータの現状調査
  - ・スパコンを用いた量子コンピュータのシミュレーション
  - ・量子アルゴリズムとスパコンとの融合
  - ・量子/疑似量子アニーリングマシンと高性能計算との連携に関する調査 等



**運用技術チーム** 代表機関：東京大学（埴 敏博）

大学情報基盤センターが多数参画した体制のもと、フラッグシップ、HPCI第二階層システム群や、mdxなどの多様なシステムが有機的に結合し、持続可能な次世代計算基盤の実現に向け、運用関連技術を調査する。

- (例)
- ・複数のスパコン間のデータ連携、クラウド連携、セキュリティ等の連携技術検討
  - ・省電力運用、再エネ活用、蓄電技術等のカーボンニュートラル実現に資する技術検討
  - ・大規模データを効果的・効率的に活用するための仕組みの検討
  - ・異なるシステムの相互利用を可能にする運用に向けた環境整備のための調査検討 等

	2022年度	2023年度
理化学研究所	テクノロジ・アーキテクチャの調査・検討 既存ツールや利用動向調査、ベンチマーク設計 等	ベンチマーク性能解析/予測、新規開発ソフト項目検討・定量的評価、 ベンチマーク評価に基づく性能分析、要素技術開発 等
神戸大学	独自アーキテクチャ暫定版、フレームワーク仕様検討、アプリ調査 等	グループ共同の性能評価・改良、要素技術開発 等
慶應義塾大学	量子コン、量子アルゴリズム、アニーリング関係の調査 等	スーパーコンピュータとの融合に関する技術実証 等
東京大学	技術調査、要件・課題抽出、ポリシー調査 等	プロトタイプ試作検討、技術要件の詳細化、要素技術の実現可能性検討 等



## 「次世代計算基盤に係る調査研究」 評価委員会 メンバー (◎：主査、○：主査代理) (50音順)

相澤 清晴	東京大学大学院情報理工学系研究科 教授
井上 弘士	九州大学大学院システム情報科学研究院 教授
上田 修功	理化学研究所革新知能統合研究センター 副センター長
奥野 恭史	京都大学大学院医学研究科ビッグデータ医科学分野 教授
後藤 厚宏	情報セキュリティ大学院大学 学長
高野 了成	産業技術総合研究所 デジタルアーキテクチャ研究センター
常行 真司	東京大学大学院理学系研究科 教授
中川 八穂子	日立製作所研究開発グループデジタルサービス研究統括本部デジタルプラットフォームイノベーションセンター シニアプロジェクトマネージャ / 研究開発本部技術戦略室 Chief Digital Officer
中野 美由紀	津田塾大学学芸学部情報科学科 教授
藤井 啓祐	大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻 教授
○ 藤井 孝藏	東京理科大学工学部情報工学科 教授
◎ 安浦 寛人	国立情報学研究所 副所長 学術基盤チーフディレクター / 特任教授 (公財) 福岡アジア都市研究所 理事長

## 「次世代計算基盤に係る調査研究」 PD会議 メンバー

(50音順)

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)
田浦 健次郎	東京大学情報基盤センター センター長
朴 泰祐	筑波大学計算科学研究センター センター長