



「富岳」、HPCI関連の最近の取組状況について

令和5年5月31日

研究振興局参事官（情報担当）付計算科学技術推進室

目次

- HPCI計画推進委員会の概要
- 「富岳」、HPCIの概要
- 「富岳」政策対応利用課題、「富岳」成果創出加速プログラムの新規採択課題
- 「富岳」、HPCI関係の令和5年度予算の概要
- 次世代計算基盤に係る調査研究の取組状況
- 「富岳」のシステム開発に関するCSTI事後評価結果
- 国際動向（スパコンランキング、米欧との国際連携）

HPCI計画推進委員会の概要

HPCI計画推進委員会

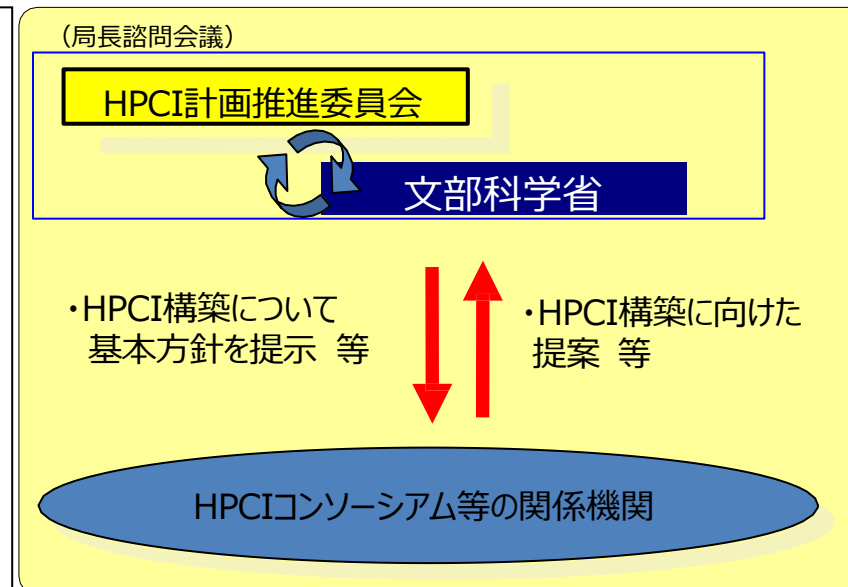
○趣旨

- 次世代スーパーコンピュータを中核とする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（以下、HPCIという）の構築については、ユーザ機関等からなるコンソーシアムの主導で行うこととしている。この、コンソーシアム主導のプロジェクトの推進を有効かつ円滑に行っていくためには国が適切に関与することが必要とされている（HPCIグランドデザイン（平成22年5月文部科学省））。
- HPCI計画について、国として必要な検討等を行うHPCI計画推進委員会を設置する。（平成22年8月10日設置）
【調査検討事項】
 - （1）HPCI計画の推進にあたり国として必要な事項の検討
 - （2）コンソーシアム等の関係機関より提出されたHPCI計画案等の評価
 - （3）HPCI計画に係る進捗状況の評価
 - （4）その他、HPCI計画に関すること

○委員名簿（第7期：R5.4～R7.3）（50音順、◎：主査、○：主査代理）

合田 憲人	（国立情報学研究所アーキテクチャ科学研究系 教授）
伊藤 公平	（慶應義塾 塾長）
伊藤 宏幸	（ダイソン工業株式会社・テクノロジー・イノベーションセンター リサーチ・コーディネーター）
上田 修功	（理化学研究所革新知能統合センター 副センター長/NTTコミュニケーション科学基礎研究所 機械学習・データ科学センター 代表）
梅谷 浩之	（株式会社トヨタシステムズ制御解析本部シミュレーション技術室 MASTER）
○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）
館山 佳尚	（国立研究開発法人物質・材料研究機構IIRセンター・環境材料研究センター センター長）
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プロジェクトマネージャ 兼 研究開発本部技術戦略室チーフデジタルオフィサー）
福澤 薫	（大阪大学大学院薬学研究科 教授）
◎藤井 孝藏	（東京理科大学工学部情報工学科 教授）
朴 泰祐	（筑波大学計算科学研究センター センター長）
棟朝 雅晴	（北海道大学・情報基盤センター センター長・教授）

＜HPCI計画推進スキーム＞



HPCI計画推進委員会の体制について

HPCI計画推進委員会 (H22.8～)

【次世代計算基盤（ポスト「富岳」）の検討】

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 (R3.7～)

➡ **「次世代計算基盤に係る調査研究」評価委員会
において具体化**

【「富岳」の利活用】

「富岳」課題推進ワーキンググループ (R3.3～)

➡ **継続**

HPCI計画について、国として必要な検討等を実施

- HPCI計画の推進にあたり国として必要な事項の検討
- コンソーシアム等の関係機関より提出されたHPCI計画案等の評価
- HPCI計画に係る進捗状況の評価 等

システム構成の詳細等を検討を実施

- 要求されるシステム性能
- 基本的なシステム構成及びその詳細
- 研究開発の工程表
- 開発・製造のコスト等

文部科学省が主導して「富岳」上で実施する課題の評価等を実施

- 政策的に重要又は緊急と認められる課題
 - Society 5.0の実現に資すると認められる課題
 - 「富岳」成果創出加速プログラム
- について研究開発課題の審査・評価、実施計画等の改善提言、進捗状況の把握 等

第7期HPCI計画推進委員会において検討する事項（案）

➤ 現行の「富岳」・HPCIの運用・利用拡大

- 「富岳」のクラウド利用（実証研究後の展開、R-CCS/AWSとの協力などを含む）
- HPCと量子コンピューティングとの連携（理研TRIPとの関係などを含む）
- 「富岳」・HPCIの利用制度の更なる改善（適時）
- HPCI利用の裾野拡大と人材育成、産業利用の拡大 など

➤ 次世代計算基盤の検討状況に対応した事項

- ポスト「富岳」時代のHPCIの在り方（次世代計算基盤調査研究（文科省）や、HPCIシステムの今後の在り方に関する調査検討WG（HPCIコンソーシアム）における検討状況とも連動）
 - ・ 次世代計算基盤の具体化のフェーズで、HPCI計画推進委員会と「次世代計算基盤に係る調査研究」評価委員会との合同開催も検討【R5年度後半以降】
- 次世代アプリケーション開発に向けた支援の在り方 など

➤ その他

- 「富岳」政策対応課題、Society 5.0推進利用課題の新規承認手続き（メール対応を含む）
- 政策課題、S5課題、「富岳」成果創出加速プログラム等の実施状況確認
- 「富岳」成果創出加速プログラムの事業中間評価（R5年度中）
- 「富岳」・HPCIの運用に関する光熱費高騰に伴う対応
- 「富岳」を中核とした米欧等との国際連携 など

「富岳」、HPCIの概要

スーパーコンピュータ「富岳」の概要



2012年9月
本格稼働

2019年8月
シャットダウン

～

実効性能 最大100倍
(電力効率 約20倍)



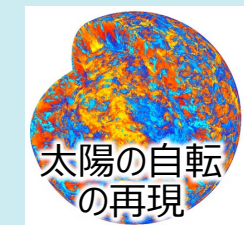
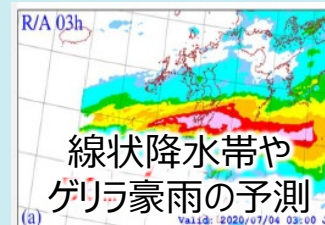
ポスト
「富岳」

2022年度～
調査研究を開始

これまでの主な動き

- 2020年4月～
コロナ対策研究のために緊急的に利用
- 2020年6月、11月
スパコンランキング4部門で1位
- 2021年3月
本格稼働（共用開始）
- 2021年6月、11月
スパコンランキング4部門で1位（四期連続）
- 2022年5月、11月、2023年5月
スパコンランキング2部門で1位（七期連続）

富岳における研究事例



上記のほか産業利用や政策利用も多数

民間企業・・ 航空機、タイヤ、工作機械等

気象庁・・ 豪雨防災、台風防災、線状降水帯予測

内閣府(防災担当)・・ 相模トラフ地震の被害予測 等

HPCIとは

High Performance Computing Infrastructure
(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)の略

国内の大学や研究機関の最先端のスパコンやストレージを
高速ネットワークSINET6で接続し 一体的な利用を可能し
産業界や学術界の方に広く提供

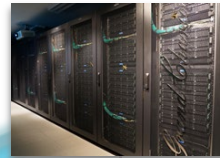
第2階層計算機システム

11機関+2機関(2023.10~)
Arm(「富岳」と同じ)、x86、GPU、ベクトルで
多様なニーズに応える

産業技術総合研究所
ABCI 2.0 (GPU)



北海道大学
Grand Chariot(CPU:x86)
Polaire (CPU:x86)



フラグシップシステム

理化学研究所
「富岳」
(CPU: Arm)



東北大学
AOBA-A (ベクトル)
AOBA-B (CPU:x86)
AOBA-S (ベクトル) 2023/8~



筑波大学
Cygnus (GPU)
Pegasus (GPU)



最先端共同HPC基盤施設
(JCAHPC)・東京大学
Wisteria/Odyssey (CPU:Arm)



統計数理研究所
データ同化
スーパーコンピュータ
(CPU:x86)

2023.10~

東京大学
Oakbridge-CX (CPU:x86)
Wisteria/Aquarius (GPU)
/ 共用ストレージ東拠点



京都大学
Camphor3
(CPU:x86)

2023.10~



東京工業大学
TSUBAME3.0 (GPU)



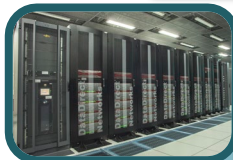
海洋研究開発機構
地球シミュレータ (ES4)
(ベクトル/CPU:x86)

大阪大学

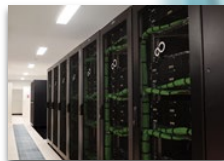
OCTOPUS (CPU:x86/GPU)
SQUID (CPU:x86/GPU/ベクトル)



理化学研究所
共用ストレージ西拠点



九州大学
ITO-A (CPU:x86)
ITO-B (GPU)



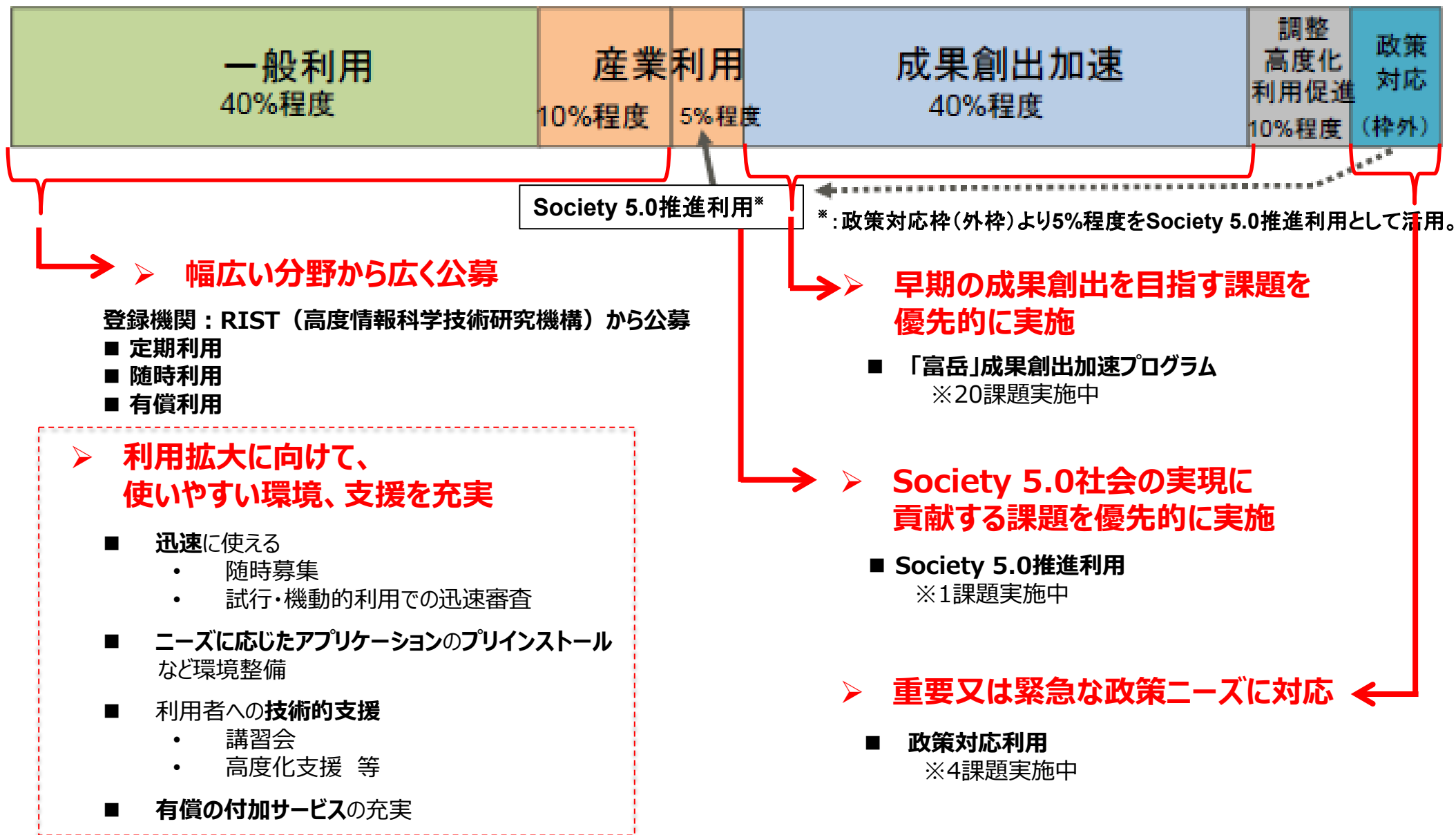
名古屋大学
スーパーコンピュータ「不老」
Type I (CPU:Arm)
Type II (GPU)



(2023年4月時点)

「富岳」の利用

■ 「富岳」の計算資源配分の考え方（R.2.7.17通知「スーパーコンピュータ「富岳」利活用促進の基本方針」より）



「富岳」政策対応利用課題、「富岳」成果創出加速プログラムの新規採択課題

「富岳」政策対応課題の採択実績

「富岳」政策対応課題（令和5年度）

府省庁名	提案課題名	政策的背景（申請書よりまとめ）	利用開始時期
文部科学省研究振興局 参事官（情報担当）付	「富岳」を活用した大規模言語モデル分散並列学習手法の開発	○<u>大規模深層学習モデル（基盤モデル）は、社会全体の在り方を変える革新的な技術</u>であるが、高性能計算資源の活用がAIそのものの性能を大きく左右することから、我が国としても<u>基盤モデルに関する研究のための計算環境を整備することが喫緊の課題</u>。 ○大規模言語モデルの学習を行い、「富岳」における<u>超並列学習の有用性の検証</u>を行う。	R5.5下旬～
気象庁情報基盤部数値予報課	豪雨防災、台風防災に資する数値予報モデル開発	○<u>線状降水帯や台風による被害</u>は、近年拡大しており、その<u>予測精度の向上は喫緊の課題</u>。 ○特に、<u>線状降水帯については、住民の事前の避難行動</u>につなげることが重要。予測技術の開発等を早急に進めるため、「富岳」を活用。	R3.8～ （R4.6～はリアルタイムシミュレーションの実施などにより拡張）
内閣府政策統括官（防災担当）付参事官（調査・企画担当）	日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震に伴う長周期地震動による影響の評価	○<u>日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震</u>は、3-4百年単位の周期性を持って発生しており、その<u>防災・減災対策が進められている</u>。 ○長周期地震動対策については、高層建築物等への被害等が懸念されることから、その<u>影響の評価と対策の検討</u>が喫緊の課題。	R3.8～
内閣官房 新型コロナウイルス等感染症対策推進室	経済活動と感染拡大防止の両立の実現のための「飛沫シミュレーション」の実施	○これまでも政府の新型コロナウイルス感染症対策分科会等に対するインプットを行っており、イベント開催制限、<u>換気等の基本的感染対策の呼びかけを行う上での科学的知見として活用</u>。 ○<u>今後のポストコロナ社会の構築</u>に当たって、経済活動と感染拡大防止の両立を検討する上で、引き続き重要。	R3.7～

スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム

概要

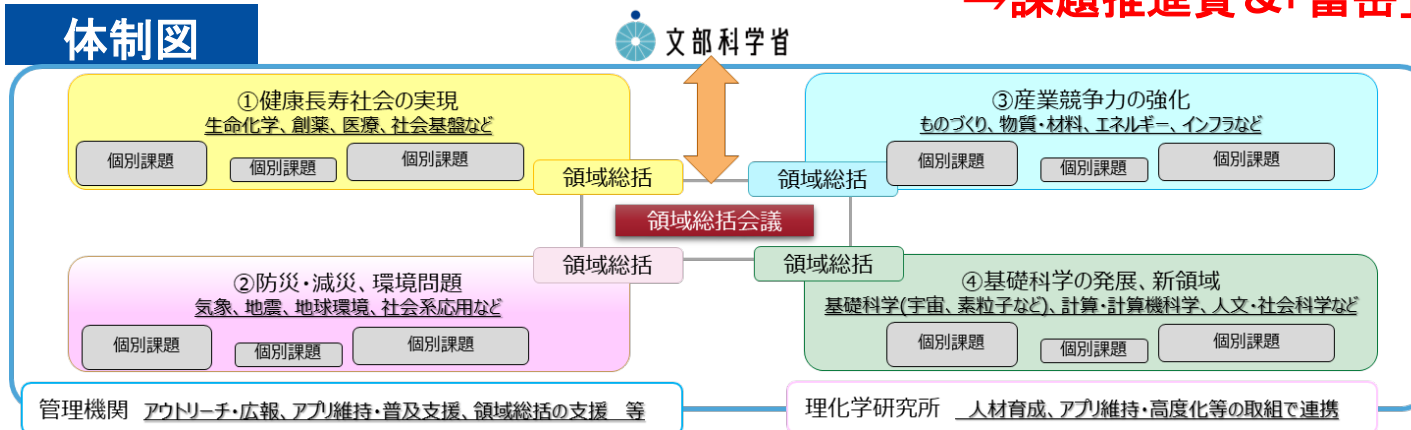
- 近年、大規模シミュレーションとAI・データ科学の融合・連携による成果が国内外で注目されており、計算科学技術を活用した各分野でのブレイクスルーが今後のDXを牽引するためには必要不可欠。
- 世界最高水準の性能を有するスーパーコンピュータ「富岳」の**一部の計算資源をトップダウン型で利活用する本事業**を通じて、我が国の計算科学技術の発展とともに、**成果創出の早期化・最大化に貢献**。
- 本事業を通じて開発されたアプリケーションにより、**社会的・経済的な重要課題に対して富岳を最大限に活用**。**社会実装や産業界での利用につながる事例も複数創出**されており、**AI・データ科学との融合・連携も積極的に推進**することで、さらに多様な重要課題に取り組んでいく。

スーパーコンピュータ「富岳」利活用促進の基本方針(R2.7決定) 「富岳」計算資源の配分割合



⇒課題推進費 & 「富岳」計算資源の両輪で支援

体制図



⇒様々な分野での世界トップレベルの成果創出・社会実装を促進

採択課題数

R5採択(～R7) : 17課題【新規】

R3採択(～R7) : 3課題

令和5年度「富岳」成果創出加速プログラムの採択状況

- 令和5年1月5日～2月6日の期間に新規課題の公募を実施し、計29課題から応募
- 「富岳」課題推進ワーキンググループにて書面審査、ヒアリング審査を実施し、17課題の採択を決定、令和5年3月24日に採択課題を公表
 - (内訳) 大規模連携課題 : 4件
 - 標準課題 : 6件
 - 標準課題 (計算資源のみ) : 7件
- 令和5年5月より事業を開始
- 令和3年度から実施している3課題とあわせて、事業全体で20課題を実施中

【参考】課題種類

「富岳」活用に関する裾野拡大のための新規利用者（若手・中堅研究者）の参画促進や、新たな基軸での成果創出もしくは他の競争的研究費との連動等による成果創出、分野連携による新たな展開を促進するため、以下の3種類の課題を設定した

(1) 大規模連携課題

分野内や分野間の連携によりシナジー効果を生み出し、新たな成果の展開や創出を目指す課題

(2) 標準課題

若手・中堅研究者を中心とした新たな基軸による成果創出を目指す課題

(3) 標準課題 (計算資源のみ)

他の競争的研究費との連動等により新たな成果創出を目指す課題

令和5年度新規採択課題一覧（1/2）

	領域	課題名	研究開発課題責任者（所属）
大規模連携課題	①	「富岳」で目指すシミュレーション・AI駆動型次世代医療・創薬	奥野 恭史（京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻ビッグデータ医科学分野）
	③	AIの活用によるHPCの産業応用の飛躍的な拡大と次世代計算基盤の構築	加藤 千幸（東京大学生産技術研究所革新的シミュレーション研究センター）
	③	物理-化学連携による持続的成長に向けた高機能・長寿命材料の探索・制御	館山 佳尚（物質・材料研究機構 エネルギー・環境材料研究センター）
	④	シミュレーションでせまる基礎科学：量子新時代へのアプローチ	橋本 省二（高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所・理論センター）
標準課題	①	「富岳」で実現するヒト脳循環デジタルツイン	伊井 仁志（東京都立大学大学院システムデザイン研究科）
	①	生体分子シミュレータを基にした大規模推論システムの開発と応用	松永 康佑（埼玉大学情報メディア基盤センター）
	③	燃料電池触媒層の物質輸送機構解明に向けた、マルチスケール計算技術構築とその活用	藤本 和士（関西大学化学生命工学部）
	③	航空機デジタルフライトが拓く機体開発DXに向けた実証研究	河合 宗司（東北大学大学院工学研究科）
	④	シミュレーションとAIの融合で解明する宇宙の構造と進化	大須賀 健（筑波大学計算科学研究センター）
	④	超大規模格子QCDによる新物理探索と次世代計算に向けたAI技術開発	山崎 剛（筑波大学数理物質系）

領域①：健康長寿社会の実現

領域②：防災・減災、環境問題

領域③：産業競争力の強化

領域④：基礎科学の発展、新領域

令和5年度新規採択課題一覧（2/2）

	領域	課題名	研究開発課題責任者（所属）
標準課題 （計算資源のみ）	②	「富岳」による地震の大規模シミュレーションの基礎拡充と社会実装へ向けた展開	市村 強（東京大学地震研究所 計算地球科学研究センター）
	②	「富岳」が拓く次世代航空宇宙モビリティとその社会システムへの展開	伊藤 恵理（東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻）
	③	計算材料科学が主導するデータ駆動型研究手法の開発とマテリアル革新	久保 百司（東北大学金属材料研究所）
	④	次世代宇宙論サーベイ群のための多波長宇宙論的シミュレーション	LIU Jia（東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構）
	④	量子凝縮系のためのAI数値分光学で挑む量子纏れ構造の解明	山地 洋平（物質・材料研究機構 エネルギー・環境材料研究拠点）
	①,④	包括的計測情報による多種全脳データ同化と特異的振動活動の探求	五十嵐 潤（理化学研究所計算科学研究センター）
	④,②	シミュレーションとAIで解き明かす太陽地球環境変動	堀田 英之（名古屋大学宇宙地球環境研究所）

【課題種類】

- 大規模連携課題：分野内や分野間の連携によりシナジー効果を生み出し、新たな成果の展開や創出を目指す課題
- 標準課題：若手・中堅研究者を中心とした新たな基軸による成果創出を目指す課題
- 標準課題（計算資源のみ）：他の競争的研究費との連動等により新たな成果創出を目指す課題

領域①：健康長寿社会の実現 領域②：防災・減災、環境問題
 領域③：産業競争力の強化 領域④：基礎科学の発展、新領域

(参考) 令和3年度採択課題一覧

	領域	課題名	研究開発課題責任者（所属）
	③	データ駆動型高分子材料研究を変革するデータ基盤創出	吉田 亮（情報・システム研究機構 統計数理研究所）
	③	「富岳」が拓くSociety 5.0時代のスマートデザイン	坪倉 誠（理化学研究所 計算科学研究センター）
	③	「富岳」を活用した革新的光エネルギー変換材料の実現	中嶋 隆人（理化学研究所 計算科学研究センター）

領域①：健康長寿社会の実現

領域②：防災・減災、環境問題

領域③：産業競争力の強化

領域④：基礎科学の発展、新領域

「富岳」、HPCI関係の令和5年度予算の概要

スーパーコンピュータ「富岳」及び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（HPCI）の運営

令和5年度予算額
(前年度予算額)

18,114百万円
18,117百万円



文部科学省

令和4年度第2次補正予算額

5,416百万円

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

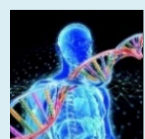
1. 「富岳」の運営等 15,175百万円(15,802百万円)

- 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

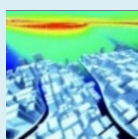
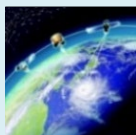
★高速・高精度な創薬シミュレーションの実現による新薬開発加速化



★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

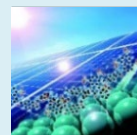
★気象ビッグデータ解析により、線状降水帯のリアルタイム予測等に活用



★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

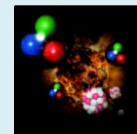
★太陽電池や燃料電池の低コスト・高性能化や人工光合成メタンハイドレートからメタン回収を実現



★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 2,940百万円(2,315百万円)

2-1. HPCIの運営等 1,924百万円(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。

2-2. 次世代計算基盤に係る調査研究 1,016百万円(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**。



次世代計算基盤に係る調査研究の取組状況

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

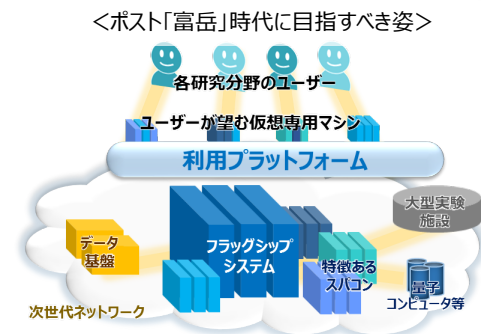
ムーアの法則の終焉等、関連技術が転換期にある、性能の向上に伴い要求される電力量も増大

⇒ 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。

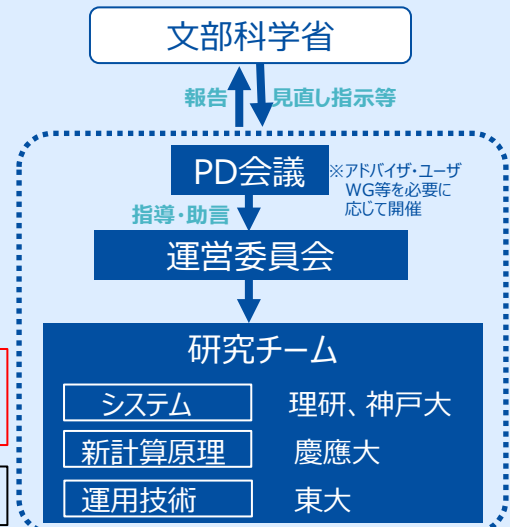
- ・要素技術の研究開発（併せて、我が国として独自に開発・維持すべき技術を特定）
- ・評価指標の検討（例：演算性能、電力性能比、I/O性能、コスト、運用可能性、生産性（アプリケーションのしやすさ）、商用展開・技術展開、カーボンニュートラルへの対応 等）
- ・技術的課題や制約要因の抽出 等

◆ 実施期間：令和4年度～令和6年度

令和5年度以降の取組：システム候補の性能評価、アプリケーションのコードデザイン、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年度の取組：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／チーム別検討会議

アドバイザー・ユーザWG

令和5年4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

筑波大学

理化学研究所

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、宇宙航空研究開発機構、気象庁気象研究所

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

産業技術総合研究所

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、インテル株式会社、日本オラクル株式会社、日本マイクロソフト株式会社、アルテアエンジニアリング株式会社

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

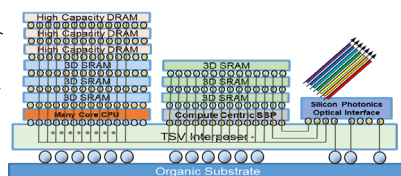
次世代計算基盤として想定されるアーキテクチャ（プロセッサ、メモリ、ストレージ等）、システムソフトウェア、アプリケーションを提案

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（塙 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

「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 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名簿

(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

「富岳」のシステム開発に関するCSTI事後評価結果

「フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）」の事後評価結果

- ポスト「京」（「富岳」）の開発について、総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）が実施する「国家的に重要な研究開発」の評価対象とされており、令和5年2月～3月にかけて、事後評価を実施。
- HPCI計画推進委員会・情報委員会での自己評価結果を踏まえ、CSTIの大規模研究開発評価ワーキンググループ、評価専門調査会での議論を経て、令和5年3月10日に事業は妥当とする評価結果が決定。

評価項目	評価結果案概要
(1)実施府省等における評価の状況	適切な体制で評価が実施されており妥当。
(2)実施府省等の行っている評価方法	適切に評価が行われているが、評価委員会における評価に当たっては、実態の分析をする等更なる工夫が求められる。
(3)評価項目の設定方法及びその設定根拠	成否の判断やその要因の分析に必要な効果や影響についての効果測定の方法についてはより一層の検討が望まれる。
(4)評価項目を踏まえた評価の実施状況	評価は適切に実施されているが、科学技術・イノベーション基本計画との関係については、単に対応する記載の有無を確認するだけでなく、基本計画が目指しているアウトカムとも関連づけるような分析が望まれる。
(5)総合科学技術・イノベーション会議が実施した事前評価時の指摘事項への対応状況や情勢変化への対応状況	中間評価における指摘事項については適切に対応がなされている。また、コロナ禍における即時的な対応（ウイルス飛沫の拡散シミュレーション）など、情勢変化に対して適確に対応できている。
(6)評価結果を踏まえた研究開発の成果の活用	スパコンの研究開発の成果活用に向けて適切な対応がとられているが、ポスト「富岳」については、スパコンという領域に限定せず、量子コンピュータとの連携も視野に入れる等より幅広い視点を持って検討を行うことが望まれる。
(7)その他	国際連携への貢献といった観点の追加等、有効性の評価基準については更なる工夫が望まれる。

国際動向（スパコンランキング、米欧との国際連携）

スパコンランキングの結果（令和5年5月）

発表日（日本時間）

TOP500, HPCG,
HPL-MxP, Green500
Graph500

→ 令和5年5月22日（月）16:00(オンラインにて発表)

各ランキングの概要

○TOP500（1993年～）

スパコンの**単純な数値計算性能**を表すランキング

○HPCG（High Performance Conjugate Gradient）（2014年～）

スパコンの**実際のアプリケーションに近い計算性能**を表すランキング

○HPL-MxP（2019年～）

スパコンの**AIに関する計算性能**を表すランキング

○Graph500（2013年～）

スパコンの**ビッグデータを処理する性能**を表すランキング

「富岳」順位

今回 (R5年5月)	前回 (R4年11月)
2位	2位
1位	1位
3位	3位
1位	1位

<参考>

- ・前回同様、TOP500では、1位はFrontier（フロンティア）・アメリカ（オークリッジ国立研究所）。
- ・前回同様、HPL-MxPでは、1位はFrontier、2位はLUMI（ルミ）・フィンランド。
- ・登場することが予想されていた、Frontierに続く世界で2台目・3台目のエクサスケールスパコンについては、結果的には登場せず、ランキング上位は前回からほぼ変動なし。

【米国】

- ◆ 2014年：日米科学技術協力協定に基づき、MEXT（文科省）とDoE（エネルギー省）の間でハイパフォーマンスコンピューティング（HPC）に関する協力取極を締結
（実施主体：理研、アルゴンヌ国立研究所、システムソフトウェア分野の協力、合同委員会を過去7回開催）
- ◆ 2023年2月：第7回MEXT－DoEワークショップを開催し、次世代計算基盤や将来的な協力分野の拡大に向けた意見交換を実施

【欧州】

- ◆ 2022年5月：理研・富岳（日）とCSC・Lumi（EU）との間でスパコン協力の覚書を締結
- ◆ 2022年5月：日EUデジタルパートナーシップを首脳間で締結（富岳とEUスパコン間での連携、アプリケーション分野での協力を明記）
- ◆ 2023年1月：文科省と欧州委員会との共催によるHPCに関するワークショップを開催
- ◆ 2023年2～4月：日EUデジタルパートナーシップの協力を具体化するため、HPCアプリケーション分野での共同公募を開始（※材料・医療・気象分野、1課題、総額5百万ユーロ、3年間）