

令和6年度概算要求について

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6年度要求・要望額 193億円
（前年度予算額 181億円）



文部科学省

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2023】(令和5年6月閣議決定)

(研究の質を高める仕組みの構築等)

(前略) 大型研究施設の官民共同の仕組み等による戦略的な整備・活用・高度化の推進、情報インフラ(※)の活用を含む研究DXの推進

※ 学術情報ネットワーク(SINET)やスーパーコンピュータ「富岳」を含む。

【統合イノベーション戦略2023】(令和5年6月閣議決定)

- スパコン等の計算資源については、「富岳」を効率的かつ着実に運用しつつ、学术界・産業界における幅広い活用を促進するとともに、次世代計算資源についてポスト「富岳」を見据えた次世代計算基盤に関する要素技術研究等を産学連携により深化させる。

事業概要

1. 「富岳」の運営等 161億円（152億円）

- 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」について、**安定した運転を継続**するとともに、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

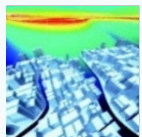
★高速・高精度な創薬シミュレーションの実現による新薬開発加速化



★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

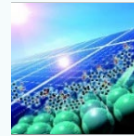
★気象ビッグデータ解析により、線状降水帯のリアルタイム予測等に活用



★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

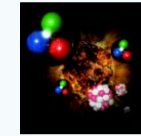
★太陽電池や燃料電池の低コスト・高性能化や人工光合成メタンハイドレートからメタン回収を実現



★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

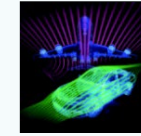
★基礎科学の発展

★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

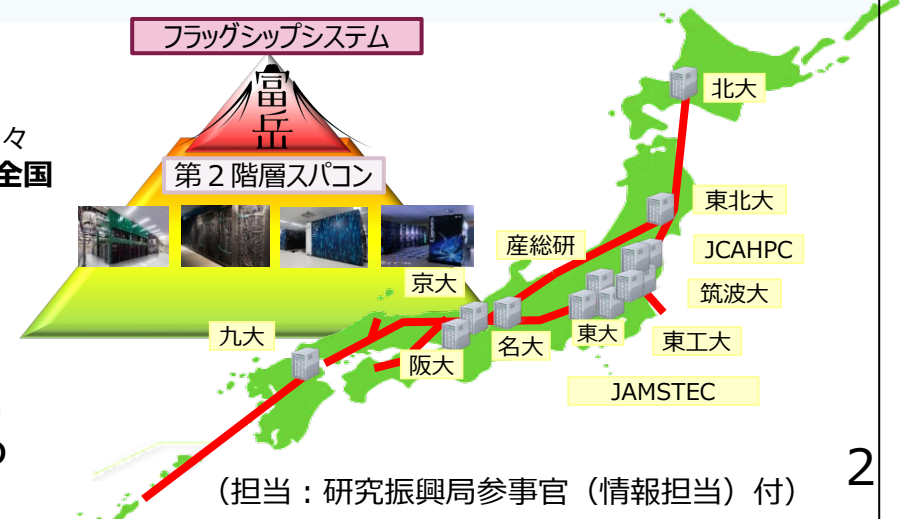
2. HPCIの運営 33億円（29億円）

2-1. HPCIの運営等 23億円（19億円）

- 国内の大学・研究機関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拡大を促進**する。

2-2. 次世代計算基盤に係る調査研究 10億円（10億円）

- 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6年度は、前年度までに実施した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の検証等を踏まえ、社会的なニーズや世界的な潮流、技術動向等も見極めつつ、**次世代計算基盤のシステム構成案の検討及び要素技術の研究開発の深掘り**等を実施する。



(担当：研究振興局参事官（情報担当）付)

次世代の研究DXプラットフォーム構築による「未来の予測制御の科学」の開拓

参考

令和6年度要求・要望額 37億円
 (前年度予算額 22億円)
 ※運営費交付金中の推計額 文部科学省

～ Transformative Research Innovation Platform of RIKEN platforms (TRIP) ～

背景・課題

- ◆ 深刻化する地球規模の課題解決に向け、分野を横断した研究DXの進展・研究DXの基盤の高度化を加速・強化することが必要。
- ◆ 理化学研究所は、我が国最先端の国立研究開発法人として唯一、量子、AI、バイオテクノロジー・医療等の分野の研究開発をトップレベルで牽引。

【経済財政運営と改革の基本方針2023（令和5年6月閣議決定）】

科学技術・イノベーションへの投資を通じ、社会課題を経済成長のエンジンへと転換し、持続的な成長を実現する。このため、**A I、量子技術、健康・医療、フュージョンエネルギー、バイオものづくり分野**において、**官民連携による科学技術投資の抜本拡充**を図り、**科学技術立国を再興**する。

【新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画 2023改訂版（令和5年6月閣議決定）】

2028年度までに、量子コンピュータと古典コンピュータを統合的に運用し、**エネルギー・食料問題や素材開発・創薬等の複雑な計算を要する具体的なユースケースに適用**できるようにするため、基盤ソフトウェアを開発する。

事業概要

- ◆ 理化学研究所の最先端研究プラットフォーム（バイオリソース、放射光施設等）をつなぎ、次世代の研究DXプラットフォームを構築するために、令和5年度より開始した**データ整備と予測アルゴリズム、先端計算科学の連環により「未来の予測制御の科学」を開拓するTRIP事業**を引き続き推進・加速。
- ◆ 令和6年度には、GX加速に向けたニーズを捉え、ポスト石油化学経済の実現に向け、**資源循環型高分子化学に関するユースケースを新規立ち上げ**。
- ◆ 最先端の研究基盤・実験データ・多様な計算資源を持つ**理研の卓越性を社会変革のエンジンとして国内・国際社会へ広く提供し、日本の成長機会を創出**。

【実施内容】

(1) 「未来の予測制御の科学」の開拓（ユースケース創出）

- ・ 新たな価値創成に向け、令和5年度から以下3つのユースケースを開始。
 - ✓ 多電子集団における新機能発現機構の解明
 - ✓ 元素変換の予測と制御
 - ✓ グリーンデジタルトランスフォーメーション
- ・ 令和6年度から、資源循環型高分子化学の確立を目指す新たなユースケース「資源循環型高分子の性能・機能発現の予測と制御」を立ち上げ。

(2) 良質なデータ取得（蓄積・統合）

- ・ 世界トップレベル研究から良質なデータを取得、多様な分野のデータ蓄積・統合を可能とするデータ解析基盤の構築・運用（NIIとの連携）により、研究DXを加速。

(3) AI×数理（予測の科学）

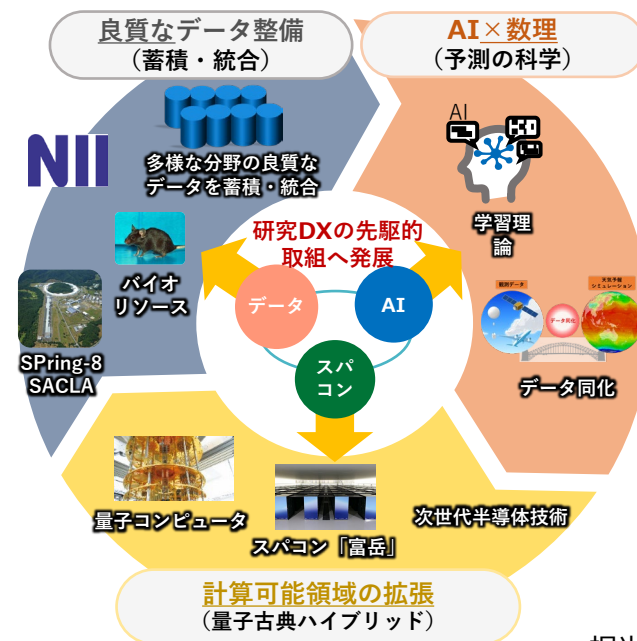
- ・ 数理科学により、スパコン、AI、量子コンピュータをつなぎ、多様な分野における量子古典ハイブリッド計算のアルゴリズム開発を実施。

(4) 計算可能領域の拡張（量子古典ハイブリッドコンピューティング）

- ・ 量子コンピュータとスパコンのハイブリッドコンピューティングの基盤を開発。

(5) 国家的・社会的に重要な先端技術を集中的に研究できる運営体制の整備

- ・ 技術安全保障や研究インテグリティの管理体制強化の体制を引き続き充実。



【目指すべき姿】

- ◆ 「未来の予測制御の科学」を分野の枠を超えて開拓
- ◆ 社会や地球規模の課題の予測と介入による制御を実現

科学研究向け生成AIモデルの開発・共用

令和6年度要求・要望額 85億円（新規）
※運営費交付金中の推計額

参考

文部科学省

～ Artificial General Intelligence for Science of Transformative Research Innovation Platform (TRIP-AGIS) ～

- **特定科学分野（ドメイン）に強みを有する研究機関と連携体制を構築し、基盤モデルを活用して、科学研究データを追加学習（マルチモーダル化）等することで、ドメイン指向の科学研究向け生成AIモデル（科学基盤モデル）を開発**
- **開発した科学研究向け生成AIモデルの利用を産学に広く開放することで、多様な分野における科学研究の革新（科学研究サイクルの飛躍的加速、科学研究の探索空間の拡大）をねらう。**

AIに関する暫定的な論点整理
（2023年5月26日、AI戦略会議）

【AI開発力】

- AIの研究成果がAI以外の分野の研究開発の加速に寄与することもほぼ確実である。
- 生成AIによって世界の変革がもたらされようとしている中、可及的速やかに生成AIに関する基盤的な研究力・開発力を国内に醸成することが重要である。
- 世界からトップ人材が集まり切磋琢磨できる研究・人材育成環境の構築や産学官の基盤開発力の強化を進めていくことが期待される。

良質なデータ

- トレーニングやファインチューニング、インストラクションなどに必要なデータを良質な形で整備
- データを蓄積する関係研究機関と連携・共同開発
- 特定科学分野：まずは、
 - 生命・医科学分野（例：薬物等による動的変化・遺伝子変異による差異予測向け）
 - 材料・物性科学分野（例：新奇材料の物性予測向け）など

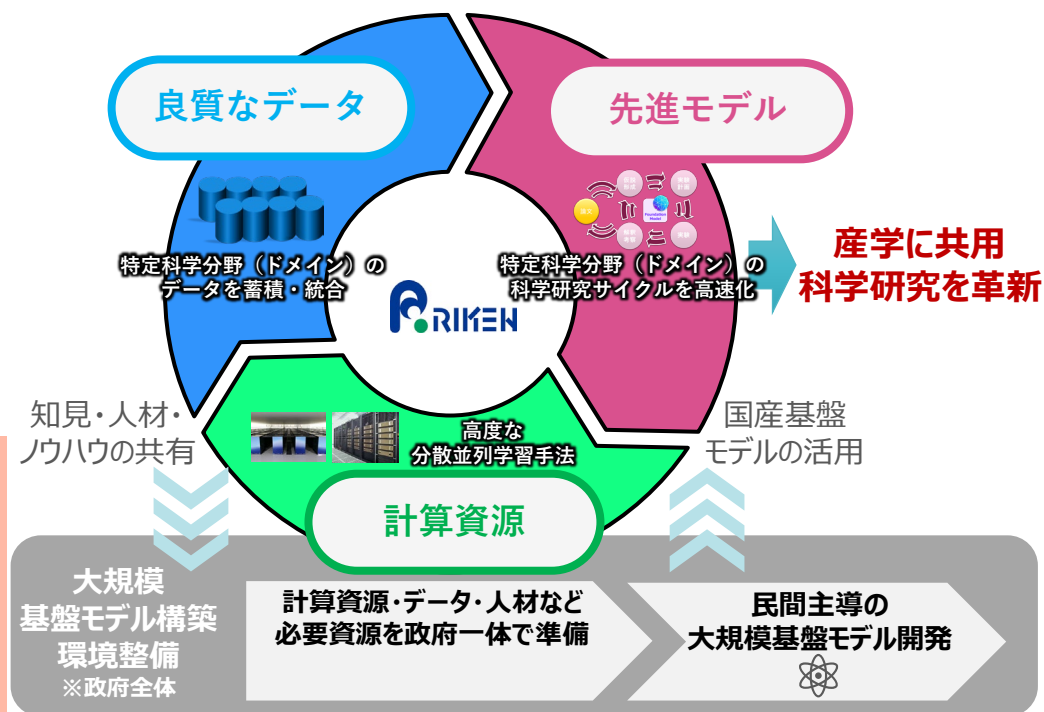
先進モデル

- 基盤モデルを活用し、特定科学分野（ドメイン）指向の科学基盤モデルを開発・運用・共用
- 並行して、マルチモーダルデータを読み・学習・生成するために必要な研究開発

計算資源

- スパコン「富岳」の大規模言語モデル分散並列学習手法の開発（実施中）、成果の活用
- 試行錯誤を繰り返して、小規模モデルから徐々に大規模化し、大規模計算時は政府全体として整備する計算資源を活用
- 並行して、「高速」、「セキュア」、「エコ」を実現する革新的な計算資源の研究開発

“科学研究向け生成AIモデル”による研究革新



※科学基盤モデル： 基盤モデル（言語・画像等）に科学研究データ（論文、リアルタイムな実験・シミュレーションデータ等）を追加学習、推論等させ、特定の科学研究分野（ドメイン）向けに調整した基盤モデルのこと

次世代計算基盤の検討の進め方について

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

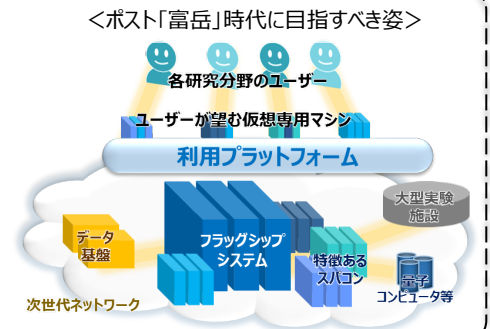
⇒ 半導体やネットワーク等国内外の周辺技術動向や利用側のニーズの調査、要素技術の研究開発等必要な調査研究を行い、**多角的な検討**が必要。



◆ 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。

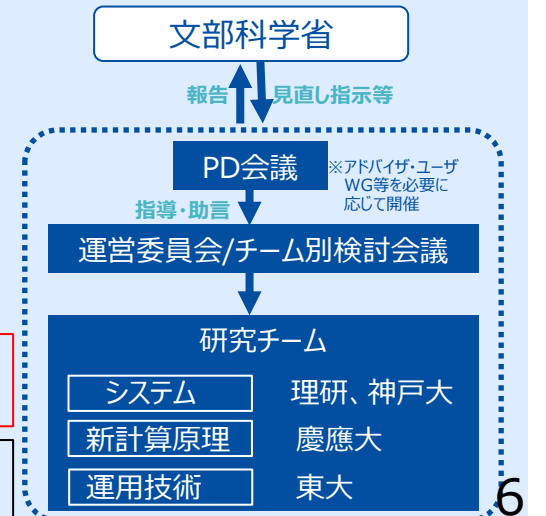
- ・ **要素技術の研究開発**（併せて、我が国として独自に開発・維持すべき技術を特定）
- ・ **評価指標**の検討（例：演算性能、電力性能比、I/O性能、コスト、運用可能性、生産性（アプリ開発のしやすさ）、商用展開・技術展開、カーボンニュートラルへの対応 等）
- ・ **技術的課題や制約要因**の抽出 等

◆ 実施期間：令和4年度～令和6年度

令和6年度の取組：前年度までの結果を踏まえ、社会的なニーズや世界的な潮流、技術動向等も見極めつつ、**次世代計算基盤のシステム構成案の検討及び要素技術の研究開発の深掘り**等を実施

令和5年度までの取組：必要な要素技術の開発、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の検証 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8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、Arm Ltd.

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

名古屋工業大学

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。

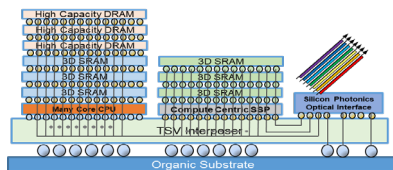
システムチーム 次世代計算基盤として想定されるアーキテクチャ（プロセッサ、メモリ、ストレージ等）、システムソフトウェア、アプリケーションを提案

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

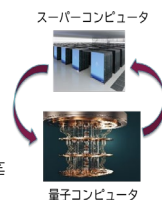


新計算原理チーム 代表機関：慶應義塾大学（天野 英晴）

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（埴 敏博）

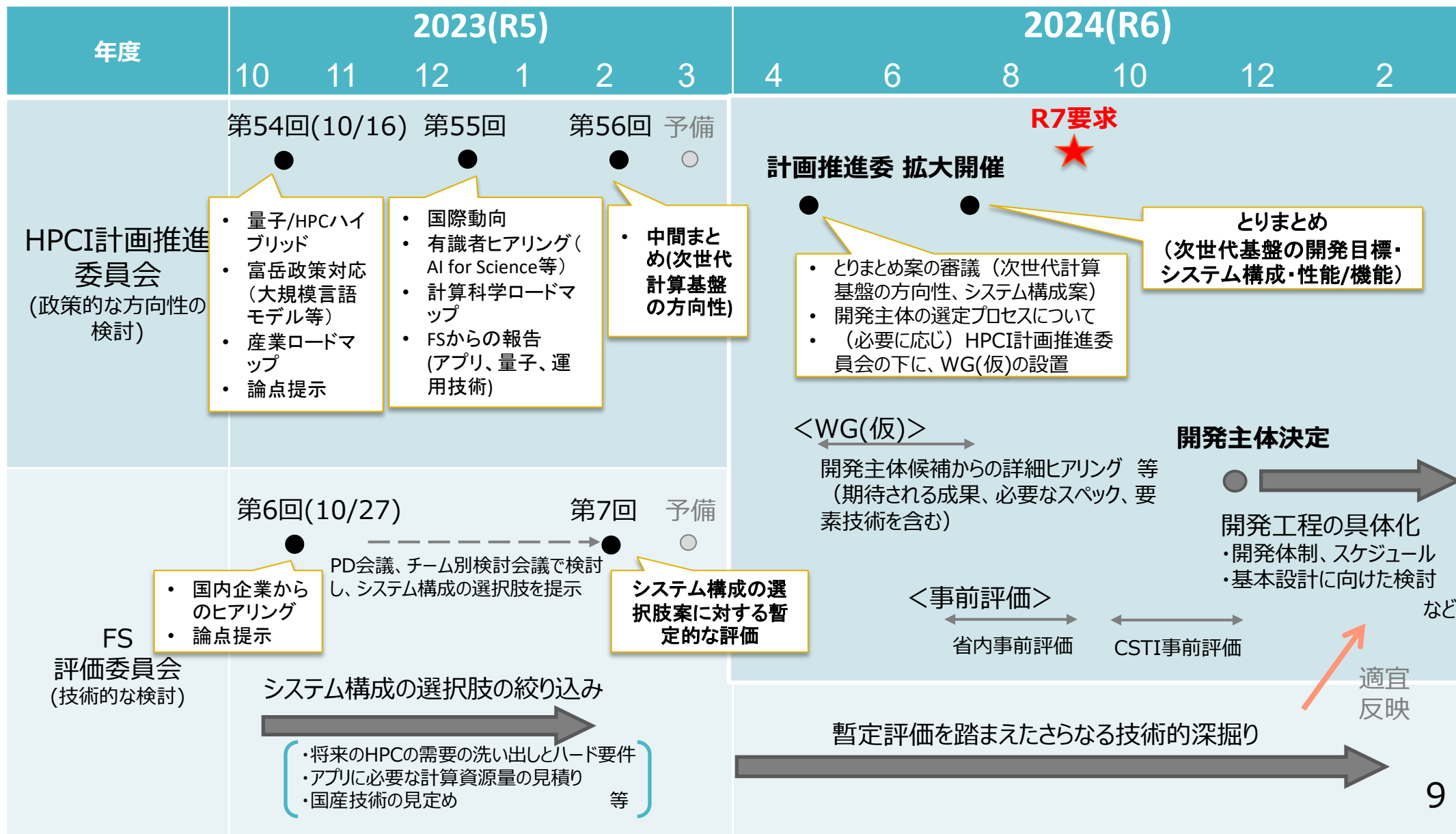
大学情報基盤センターが多数参画した体制のもと、フラッグシップ、HPCI第二階層システム群や、mdxなどの多様なシステムが有機的に結合し、持続可能な次世代計算基盤の実現に向け、運用関連技術を調査する。

(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

次世代計算基盤 とりまとめに向けたスケジュールのイメージ

□ 令和7年度の開発プロジェクトの開始を念頭に、令和6年夏の予算要求に向けて、次世代計算基盤に係る調査研究（FS）における技術的検討と、HPCI計画推進委員会での政策的方向性の検討を並行して実施。



次世代計算基盤の検討のポイントについて

1. 検討状況、スケジュール

- ・令和4年夏より、次世代計算基盤に関する調査研究（FS）を実施（令和6年度まで）。
- ・FSと並行して、HPCI計画推進委員会にて政策的な方向性を検討。
- ・両者の検討を踏まえ、今年度末にかけてシステム構成案を絞り込んでいく。

2. 現状認識

- ・「富岳」は、汎用型マシンとして世界最高水準の性能を達成し、自然災害などの社会課題への対応、ゴードン・ベル賞の受賞など、運用開始当初から多くの成果を上げている。
- ・米国では、エクサスケール級のフラッグシップマシンが複数導入。欧州においても、プレエクサスケール級のスパコンを整備しているほか、独自開発する技術を活用したエクサスケール級のスパコンを整備する動き。一方、米欧において2030年以降を見通したスパコンの導入はまだ計画されていない。
- ・GPUの性能向上とその導入が広がるとともに、生成AIの動きもあり、計算資源量の需要が増大・多様化。
- ・量子コンピュータの研究開発が急速に進展、HPCとのハイブリッド利用の実証も今後具体化。

3. 検討のポイント

- ・国の研究インフラとして必要な計算資源量はどの程度か（将来の計算需要をどの程度見込むか）。
- ・我が国が独自に確保すべき技術をどこに設定するか（我が国の強みと国際協調を図る部分の見極め）。
- ・シミュレーションでの活用に加え、生成AIをはじめとするAIとの融合利用とのバランスをどうするか。
- ・量子コンピュータとの融合利用をどのように位置づけるか（次々世代も見据えた技術として）。
- ・利用形態、アプリケーション開発支援、人材育成支援の在り方。
- ・次のフラッグシップマシンの目標をどこに設定するか（どの観点を重視した整備を目指すか）。