

# 「HPCIシステムの今後の在り方」に関する調査検討（中間報告）

## 令和4年度報告書の骨子

「HPCIシステムの今後の在り方」に関する調査検討WG

主査 堀 高峰

## 一般社団法人HPCIコンソーシアムの概要

一般社団法人HPCIコンソーシアムの理念は次のとおりです。

計算科学技術に関わる全ての者（計算科学技術関連コミュニティ）に開かれたものであること。

我が国の計算科学技術振興の中心となり、世界最高水準の成果創出と成果の社会還元を目指して協力して活動すること。

一般社団法人HPCIコンソーシアムは、法人の形態を取ることによって、責任ある体制を確立することを目指している。会員は、正会員とアソシエイト会員の二種類からなり、前者からの会費により法人を運営します。

会員の定義は次のとおりです。

	定義	備考
【正会員】 ユーザコミュニティ 代表機関	HPCIを利用するユーザが一定程度所属するコミュニティの中心としてその活動を支える機関（但し、法人の社員は機関を代表する者としての個人により構成）	計算科学以外にも、計算機科学、産業利用、人材育成等のコミュニティも対象。学協会も、コンソーシアムの趣旨に賛同し責任を持ってコンソーシアムの活動を担うものは対象。
【正会員】 システム構成機関	HPCIシステムを構成する計算資源を提供する機関（但し、法人の社員は機関を代表する者としての個人により構成）	計算資源は、計算機資源、共用ストレージ、ネットワーク以外にも、可視化装置、ソフトウェア、チューニング情報等も対象。特定の分野やコミュニティに対して計算資源を提供している機関も対象。
【アソシエイト会員】	コンソーシアムの趣旨に賛同する組織及びグループの代表者及び個人	同一の分野やコミュニティに属するユーザコミュニティ代表機関以外の機関の参加（単体の企業を含む）が可能

**2023年4月1日現在、HPCIコンソーシアムは社員40名（うちユーザコミュニティ代表21名、システム構成機関代表19名）及びアソシエイト会員15名の合計55名**

# HPCIシステムの今後の運営の在り方に関する 調査検討ワーキンググループ

## ・ 設置趣旨

- ・ **HPCIによる成果を最大化**するためのシステム構成や制度のあり方などについて、一般財団法人高度情報科学技術研究機構の運営企画・調整などと協力して、調査・検討を進める。
- ・ **計算科学・計算機科学コミュニティから寄せられた意見**をもとに、今後の国内におけるスーパーコンピューティングシステムのあり方について継続的な議論を行い、HPCI体制を柔軟で利用しやすいものに改善していく。
- ・ 令和4年度には「富岳」に続く次期フラッグシップマシンを見据えた**フィージビリティスタディが開始**されることに伴い、その知見を共用しつつ今後のスーパーコンピュータのあり方について検討する。
- ・ 令和5年度には、「富岳」に続く次期フラッグシップマシンを見据えたフィージビリティスタディでの**システム開発や運用技術の知見**を共用しつつ、HPCIによる成果を最大化するための今後のスーパーコンピュータのあり方について検討し、**提言書**を取り纏める。

# HPCIシステムの今後の運営の在り方に関する 調査検討ワーキンググループ

HPCI システムの今後の運営の在り方に関する調査検討ワーキンググループ委員リスト

主査	堀 高峰	国立研究開発法人海洋研究開発機構 海域地震火山部門 地震津波予測研究開発センター
副主査	小林 広明	東北大学大学院情報科学研究科
副主査	藤堂 眞治	東京大学大学院理学系研究科
委員	合田 憲人	国立情報学研究所
委員	青木 尊之	東京工業大学 学術国際情報センター
委員	伊藤 聡	公益財団法人 計算科学振興財団
委員	上田 修功	理化学研究所 革新知能統合研究センター
委員	田浦 健次郎	東京大学 情報基盤センター
委員	高木 亮治	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 学際科学研究系
委員	野澤 剛二郎	清水建設株式会社 技術研究所
委員	森 雅博	一般財団法人 高度情報科学技術研究機構

※50 音順

※オブザーバ：文部科学省研究振興局参事官（情報担当）付、富田浩文（HPCI コンソーシアム理事長）、西一成（HPCI コンソーシアム・事務スーパーバイザー）、その他 HPCI コンソーシアムメンバで希望するもの

# HPCIシステムの今後の運営の在り方に関する 調査検討ワーキンググループ

令和4年(2022年)5月10日(火) HPCIコンソーシアム第72回理事会

- ・HPCIコンソーシアム新理事体制の確定
- ・「将来のスーパーコンピュータの在り方の検討」業務体制の継続、およびHPCIシステムの今後の運営の在り方に関する調査検討ワーキンググループ(以下、「調査検討WG」)の設置を決定

令和4年(2022年)7月14日(木) HPCIコンソーシアム第74回理事会

- ・令和4年度HPCIコンソーシアム理事の業務分担の決定

令和4年(2022年)10月5日(水) HPCIコンソーシアム第75回理事会

- ・調査検討WGの実施方針(テーマ、検討期間、検討委員)を確認

令和4年(2022年)11月9日(水) 第1回調査検討WG

- ・次世代計算基盤に係る検討状況について文科省からヒアリング
- ・過去の検討の成果(HPCIコンソーシアムの提言)の確認
- ・調査検討項目およびスケジュールを決定

令和4年(2022年)12月22日(木) 第2回調査検討WG

- ・計算科学ロードマップについてのヒアリング
- ・「富岳」コデザインの経験について～システムの視点からのヒアリング
- ・「富岳」コデザインの経験について～アプリの視点からのヒアリング

令和5年(2021年)1月12日(水) HPCIコンソーシアム第76回理事会

- ・調査検討WGの進捗を確認

令和5年(2023年)1月25日(水) 第3回調査検討WG

- ・次世代計算基盤に係る調査研究(近藤チームリーダー)の検討状況のヒアリング
- ・次世代計算基盤に係る調査研究(牧野チームリーダー)の検討状況のヒアリング
- ・現在のHPCIの課題の洗い出し

令和5年(2023年)2月17日(金) 第4回調査検討WG

- ・意見交換会の計画について
- ・中間取りまとめ案について

令和4年(2023年)3月6日(月) 意見交換会

- ・中間取りまとめについての意見聴取

令和5年(2023年)3月15日(水) 第5回調査検討WG

- ・中間取りまとめの確認について

令和5年(2023年)4月24日(月) HPCIコンソーシアム第77回理事会

- ・令和4年度WG報告書(提言に向けた中間取りまとめ)として提出することの承認

令和5年(2023年)5月19日(金)(予定) HPCIコンソーシアム総会

- ・令和4年度WG報告書(提言に向けた中間取りまとめ)の報告

# HPCIシステムの今後の在り方」に関する調査検討について令和4年度報告書

「HPCI システムの今後の在り方」に関する調査検討として令和4年度に実施された検討にもとづき

(1)文部科学省「次世代計算基盤に係る調査研究」のシステム調査検討への要望

(2)HPCI の成果最大化に向けて来年度の調査検討 WG で検討すべき課題

について、令和5年度の提言書にむけた中間報告として取りまとめたもの

# HPCIシステムの今後の在り方」に関する調査検討について令和4年度報告書

## 1. はじめに

## 2. 文部科学省「次世代計算基盤に係る調査研究」のシステム調査検討への要望

- ・ 2.1 協調設計ならびにアプリケーション・ソフトウェアと計算機の適合性
- ・ 2.2 AI・データサイエンスへの活用や産業利用
- ・ 2.3 目指すべき方向性の実現に向けて(開発の継続性、人材育成を含む)

## 3. HPCI の成果最大化に向けて来年度の調査検討 WG で検討すべき課題

- ・ 3.1 HPCI システムの定義
- ・ 3.2 HPCI のシームレス化
- ・ 3.3 HPCI の優位性・独自性
- ・ 3.4 人材育成・分野振興・ユーザー層の拡大

## 4. あとがき

# 文部科学省「次世代計算基盤に係る調査研究」の システム調査検討への要望

- **2.1 協調設計ならびにアプリケーション・ソフトウェアと計算機の適合性**
  - (1)システム開発
  - (2)アプリケーション・ソフトウェア開発
  - (3)アプリケーション・ソフトウェアと計算機の適合性
- **2.2 AI・データサイエンスへの活用や産業利用**
  - (1)AI・データサイエンスへの活用
  - (2)産業利用
- **2.3 目指すべき方向性の実現に向けて(開発の継続性、人材育成を含む)**
  - (1)どのような次期フラッグシップ計算機を開発するのか
  - (2)開発の継続性や人材育成



# 2.1 協調設計ならびにアプリケーション・ソフトウェアと計算機の適合性

## ・ 協調設計

### ・ 良かった点

- ・ ターゲットとなったアプリケーション開発者と開発メーカーや理研のソフトウェア開発チーム等とのハード・システムに関するかなり**密接な連携**

### ・ 課題→改善に向けて

#### ・ (1)システム開発

- ・ 協調設計段階で**設計上の自由度がある程度限られていた**

→**FSの段階から**アプリケーション性能向上のために満たすべき項目の整理、ハードウェア的に実現可能なものかの検討、実際の設計の方向性への反映が望まれる

#### ・ (2)アプリケーション・ソフトウェア開発

- ・ 協調設計段階の密接な連携はターゲットアプリのみ、性能向上の知見が普及せず

→FSの段階から**幅広いアプリ**を対象にした緊密な連携が必要

アーキテクチャの特性に合わせた**アプリの性能向上指針**が必要

#### ・ (3)アプリケーション・ソフトウェアと計算機の適合性

- ・ アプリ側から見るとハードウェアの**検討範囲が限定**されている

→FSの段階では**幅広いトレードオフ**で、様々なアプリとの適合性の検討が必要

## 2.2 AI・データサイエンスへの活用や産業利用

### • (1)AI・データサイエンスへの活用

- Society5.0 社会実現や社会的課題解決のために **AI やデータサイエンス**をどう活かすか、そこに次世代計算基盤がどう貢献できるかは、協調設計の議論と並んで**大きな柱**となるべき課題
- AI やデータサイエンスを活用している人たちが現在享受している**クラウドでの使い勝手の良さ**(ユーザビリティ)をいかに次世代計算基盤で実現するか
  - **ユーザーが本当に求めている使い勝手の良さ**は何なのか、次世代計算基盤に望むユーザーインターフェイスやプログラミング環境がどのようなものか、といったことを整理して、その早期実現可能性を議論することが必要
- ユーザビリティを確保した上で**HPCとしての差別化**をすることも不可欠
  - **他では扱えない規模のデータ**を使って一度に学習できる機能やより複雑な問題を扱うことができるといったことなど

### • (2)産業利用

- 次世代計算基盤は、Society5.0 社会実現の担い手である**産業界の国際競争力強化**に貢献することが**重要**
  - 「京」、「富岳」、第二階層システムなどの計算基盤を活用してきた分野での**さらなる活用施策**の推進
  - **AI・データサイエンスの急速な展開**は産業構造そのものを変革しつつあり、**この産業化に対応**できる技術・制度・仕組みとすること

## 2.3 目指すべき方向性の実現に向けて

- (1) どのような次期フラッグシップ計算機を開発するのか
  - WG では一昨年度以前からサブマシンやサブシステムの必要性についての議論があり、また意見交換会においても、一つの方式ですべてに対応するのは無理があるのではないか、応用の用途や傾向に応じた複数のアーキテクチャを開発せざるを得ないのではといった意見も。
  - 目指す方向性を実現するために、「次期フラッグシップ計算機」が1台でどこまでカバーできるか、サブマシンが必要になるか、第二階層まで含めてどのように役割分担することが必要になるかといった議論をしていくことが、フラッグシップ計算機を中心としたHPCI全体のシステムとしての次世代計算基盤を検討する上で重要
- (2) 開発の継続性や人材育成
  - 国内での継続的なチップ開発の必要性、コンパイラ開発の継続性、研究者によるスパコンアプリケーション開発の継続性、産業利用されているアプリケーションの開発の継続性、継続的なプロジェクトを通しての民間のアプリケーションエンジニアの技術継承、計算科学ロードマップ検討を含めた計算科学全体での世代交代による継続性など、様々な観点での継続性とそのための人材育成の必要性
    - 開発メーカー、OS・コンパイラ開発を行う研究グループ、スパコンアプリケーションを開発する研究グループ等への継続的な投資を可能とする事業実施が不可欠
    - FS やその後の設計段階のプロジェクトが、これらの役割を担えるように予算化するとともに、こうした役割を主体的に担える実施機関・体制にすることが望まれる

# HPCI の成果最大化に向けて来年度の調査検討 WG で検討すべき課題

## • 3.1 HPCI システムの定義

- HPCI は「世界トップクラスのスーパーコンピュータであるフラッグシップ計算機を頂点とし、大学情報基盤センター等が運用するスーパーコンピュータ(第二階層計算機)や大規模共用ストレージ等を高速ネットワークで接続したインフラ」
- **クラウドをはじめとするネットワークを基盤とした状況がさらに進む**と考えられる次世代の社会において、**HPCI がどのような役割を担えるか**が主な課題

## • 3.2 HPCI のシームレス化

- 次世代計算基盤を AI・データサイエンス・産業利用を加速する上での**クラウド化**や**HPCI内外の大容量データのシームレスなやり取り**をどう実現するか
  - **運用技術調査研究FS**等での検討を踏まえた議論

## • 3.3 HPCI の優位性・独自性

- **圧倒的な計算能力**をもつフラッグシップ計算機と**多様なアーキテクチャ**を備えた第二階層計算機との組み合わせによって科学的・社会的課題を解決するという観点に**加えるべきこと**の検討
- **新計算原理調査研究FS**等での検討を踏まえた議論

## • 3.4 人材育成・分野振興・ユーザー層の拡大

- 人材育成は、ハードウェア開発、ソフトウェア開発、アプリケーション開発、アプリケーション活用など、あらゆる面で必要となるが、特に、**計算科学の各分野でのキャリアパス**が**人材育成**での課題として大きい (**HPCIソフトウェア賞**への期待)
- 計算科学の**分野振興**については、「京」時代の HPCI 戦略プログラムやその後のポスト「京」 研究開発枠重点課題後は**分野振興**を含むプロジェクトがなく、分野別のコミュニティ活動が停滞している現状
- **HPC ユーザー層の拡大**については、AI・データサイエンスへの活用や産業利用に向けた取り組み (**ユーザビリティと差別化**) が、大きな方向性

# R5年度提言書取りまとめに向けて

- 「富岳」に続く次期フラッグシップマシンを見据えたフイージビリティスタディでのシステム開発や運用技術の知見を共用しつつ、HPCIによる成果を最大化するための今後のスーパーコンピュータのあり方について検討し、提言書を取り纏める。
- 今後の予定
  - R5年度
    - 6・7月：次世代HPCIシステムの検討（FSからのヒアリング）
    - 8・9月：AI・データサイエンス、産業利用の検討、システムFSのアプリ代表ヒアリング
    - 10月：システムFSの代表をまじえた方向性やコデザイン等の議論
    - 11～1月：提言まとめ ハードとアプリのバランス、分野振興、予算のバランスなど
    - **1月：HPCIコンソーシアム意見交換会**
    - 2～3月：見直し、最終確認 システムFSにおけるアーキテクチャの絞り込みへの対応
  - R6年度
    - 5月：理事会、総会承認
    - 6月：文科省提出