

令和 7 年度

「HPCI 整備計画調査研究」(運用体制調査研究)

委託業務成果報告書

令和 8 年 3 月

国立大学法人 東京大学

本報告書は、文部科学省の科学技術試験研究委託事業による委託業務として、東京大学が実施した令和7年度「HPCI整備計画調査研究」（運用体制調査研究）の成果を取りまとめたものです。

次期 HPCI が持つべき機能・業務の定義及びそれらを実施するための体制の検討を行い、期間中に得られた結果を、次期 HPCI の運営体制に係る提言（今期の案）として以下のように取りまとめた。HPCI は大きく National Flagship System (NFS) と National Infrastructure Systems (NIS) に分かれるが、以下では NIS にかかわる部分、すなわち「HPCI の運営」に関する部分について取りまとめた。NFS も含めた HPCI 全体の運用体制に係る提言については次期以降の作業とした。

取りまとめに当たり、「富岳」の共用及び HPCI の運営体制に関する現状の情報共有及び現状の問題点を踏まえた将来の運営体制についての具体的な提案を、国立研究開発法人 理化学研究所が行った。「富岳」の運用機関及び次世代計算基盤（富岳 NEXT）の開発主体として、「富岳」の共用及び HPCI の運営の体制に関する現状について本取組に有用と思われる情報を取りまとめた。

また、次期 HPCI でさらに重要となる、認証基盤、データ連携、クラウドサービス、セキュリティ等の技術的課題を推進する立場から、大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所が、それらの技術に関する現状について情報を取りまとめた。併せて現状の問題点を踏まえつつ、将来の運営体制案を具体的に検討し、次期 HPCI の運営体制に対する提言に盛り込めるように分析を行った。

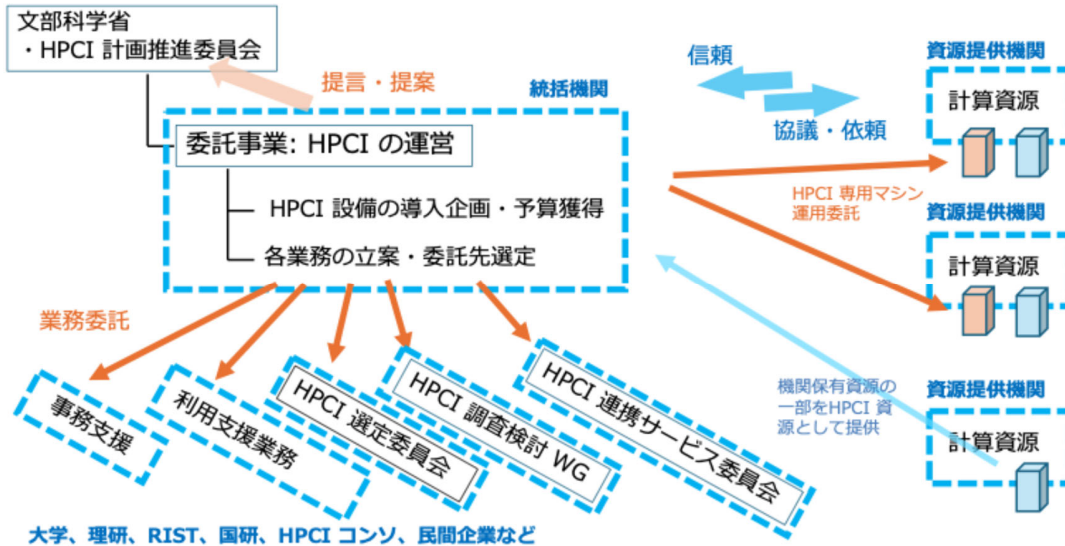
加えて、国立大学法人東京大学が、欧米の HPC の状況分析に専門性を有する調査機関を利用しつつ、諸外国における HPC 資源の戦略的整備や利活用に関する先行した取組の調査を開始した。初期調査で得られた結果から、我が国において同様の取組を促進するために必要な施策等について分析を行い、次期 HPCI の運営体制全体に係る提言案に活かせるように取りまとめた。

提言案：次期「HPCI の運営」の実施体制

文部科学省事業「HPCI の運営」の委託先として、統括機関を新たに設置する案を提案する。現状の HPCI の体制では、一般財団法人 高度情報科学技術研究機構（RIST）がこの統括機関に相当する役目を担っていると見なせるが、RIST は HPCI の運営の委託先の役割を果たすと同時に、共用法上の NFS の登録機関の役割も同時に果たしている。提案する統括機関が、同様に共用法上の NFS の登録機関の役割を兼ねるべきか否かは、現状では未検討である。

統括機関は企画・運営を担当する小規模組織とし、実務はそれに適した関連組織を統括機関が選定し、それぞれ委託すべきである。委託先の組織としては、大学、理化学研究所のような国立研究開発法人、RIST や一般社団法人 HPCI コンソーシアムのような民間組織、あるいは民間の営利

企業が考えられる。委託すべき業務の内容は HPCI 課題選定業務や利用支援業務、HPCI 調査検討ワーキンググループや HPCI 連携サービス委員会の運営、一般的な事務業務など多岐にわたる。



統括機関の主要な業務は、「HPCI の運営」の委託を受け、HPCI の設備の導入企画や予算獲得のための様々な活動を行うことである。また文部科学省の HPCI 計画推進委員会等に対して、提言や提案を行い、HPCI が国際的な競争力を維持し、我が国の科学技術の発展に貢献することである。

HPCI は、今後、独自の計算資源を有し、運用することを提案する。これまで HPCI の計算資源は、大学等の既存組織が資源提供機関となって運用する計算資源の一部を HPCI に提供したものであった。このような計算資源の提供は、我が国の計算資源の効率的な提供という観点からは残すべきものだが、一方で予算措置が利用負担金の補助にとどまり小規模であるため、HPCI で統一的なサービスや機能を機動的に導入することには予算上の制限等が大きく困難であった。そこで、HPCI として収入を確保した上で、それにより導入する計算資源を、既存の資源提供機関等に運用委託する体制をとることを提案する。それにより、HPCI の計算資源の設計や資源の提供方法に対して統括機関が積極的に関与できる体制とし、HPCI の計算資源が常に最先端の計算環境が維持されること狙う。

一方で、統括機関が資源提供機関に対して、計算資源の設計や運用方法に対して一方的に指示をする体制になるのは避けなければならない。統括機関は、資源提供機関や HPCI 利用者から信頼・支持される組織でなければならず、資源提供機関との調整に際しては、各機関の自律性を尊重し、一方的な指示ではなく、双方向の協議と合意に基づく協力依頼をするものでなければならない。

資源提供機関からの拠出に頼らない HPCI 独自の資源の獲得という施策は、文部科学省の令和 7 年度「AI for Science に不可欠な計算資源の戦略的増強」で、本調査研究の提言に先行する形ですでに実施されているともいえる。統括機関は、今後の社会情勢・技術動向に応じて同様の施策を文部科学省や HPCI 計画推進委員会に対して提言・提案し、必要な種類の HPCI の独自計算資源の増強を図っていくべきである。

新たな実施体制を提言する背景

次期「HPCI の運営」の実施体制として新たなものを提案するに至った背景は、次のようなものである。現状の HPCI の運営の体制は、課題選定など着実に実施されている面が評価できるものの、新しい取組や企画、予算獲得の提言などの機能は弱く、AI for Science など変化の速い世界情勢に対応できているとは言い難い。司令塔となる統括機関が必要だが、現行の体制を支える主要組織は現状のままでは、どれも統括機関としての役割を果たしている、果たす可能性を秘めているとは言い難い。

まず、現在「HPCI の運営」を委託されているのは RIST であるが、課題選定などを安定的かつ着実に実施している点は高く評価できるものの、企画立案など提言・提案業務を担う人材は必ずしも十分ではなく、統括機関の役割を果たすためには新たな人材の雇用が必要など、困難が大きい。一方、現在の HPCI に関して提言・提案業務を担っている組織といえるのは HPCI コンソーシアムである。企画立案能力は高く、HPC コミュニティの信頼も高いといえる。しかし常勤職員がおらず、予算規模も小さいため、業務の実施能力は高いとはいえない。また収入が会員組織からの年会費だけであり、会員組織減少に対して財務基盤が非常に脆弱である。このような状況であるため、例えば民間の営利企業を誘致して統括機関とすれば良いという意見もあるが、民間企業から見ると HPCI の活動の実態が知られているとは言い難く、参入障壁が非常に高く、統括機関に誘致される民間企業を探すのも困難であると思われる。民間企業は、一部の業務の委託先として HPCI の運営に関与させる、あるいは出向などの形で統括機関に人員を派遣することで関与させるのが現実的である。

統括機関の考え方

どのような組織を統括機関とするのが HPCI にとって望ましいかは難しい問題である。一案として考えられるのは、HPCI コンソーシアムのような資源提供機関や利用者コミュニティの代表からなる社団法人を用意し、これを統括機関とし、RIST のような業務遂行能力のある法人組織を大半の HPCI の運営のための業務の委託先として位置付ける体制である。統括機関とする社団法人には、HPCI コンソーシアムの非常勤理事のような関係者を代表する非常勤の幹部職員に加え、常勤

理事のような常勤の幹部職員や常勤の一般職員を一定数配置し、最低限必要な業務遂行能力を確保する。常勤の幹部職員や一般職員は、委託先からの出向者とし、統括機関の人事管理業務のコストを抑えることも考えられる。常勤の幹部職員の選定は、HPCI コンソーシアムにおける選挙のような方法ではなく、文部科学省 HPCI 計画推進委員会の委員のような有識者からなる法人の評議会による指名とする方法も考えられる。

この案は企画や提案・提言の機能だけをもった比較的軽量の組織を統括機関とし、実際の業務を遂行する人員を擁する大きな組織を委託先とするものである。別の案として、そもそも統括機関に企画や提案・提言の機能を持たせるのではなく、逆に具体的な業務遂行の能力を持たせ、企画や提案・提言の機能の方を HPCI コンソーシアムのような法人に委託すればよい、という考えもありうる。しかしそのような体制では、委託先の企画や提案・提言を実施するか否かの判断が業務遂行を担当する統括機関の手に委ねられてしまう。一般に、業務遂行を担当する組織は堅実で保守的な判断になる傾向があり、新しい企画や提案・提言を意識せずに握りつぶしてしまいかねない。このため、小さな統括機関に企画や提案・提言の機能を持たせ、具体的な業務の遂行は委託先に任せる体制が望ましいと考える。

HPC 技術者の雇用の安定化

資源提供機関等で HPC システムの設計開発や運用に当たる優れた HPC 技術者の雇いを安定化させ、人材育成をはかることは重要である。統括機関には将来性ある HPC 技術者を、たとえば research engineer として雇用し、長期的視野に立って育成をはかる役目も持たせるべきである。

統括機関で雇用する技術者の仕事としては、HPCI が主導して導入し、資源提供機関等に運用を委託する計算資源の設計や実際の運用にあたる保守チームの管理・監督が考えられる。このため統括機関で雇用する技術者は、その計算資源が設置されている資源提供機関等に派遣される。また RIST の次世代 HPC・AI 研究開発支援センター (HAIRDESC) のような HPCI の関連事業を実施する組織に派遣することもある。その場合、派遣されている期間については、その人件費を派遣先の資源提供機関等が負担することも考えられる。それにより、統括機関が負担する人件費を低減することができる。このような雇用の方法は英国の research (software) engineers の雇用に見られる。なお派遣されても技術者は統括機関の幹部職員の指揮下にあり、専門性が低い単なる補助要員として派遣先で扱われるようではいけない。統括機関の幹部職員が派遣先の資源提供機関と定期的に会合を設定し、そのような状況にならないように努めなければならないのは言うまでもない。

自前の HPCI 資源の整備

HPCI では、これまで資源提供機関から計算資源の拠出を集めて NIS を構成していた。資源提供の対価としては、計算資源の利用負担金が HPCI から資源提供機関に支払われてきた。しかし、計算資源の設置・運用コスト全体からみると、利用負担金でまかなわれているのは電気代等相当分程度であり、コスト全体に占める割合は小さい。HPCI から支払われるのは、全利用負担金のさらに一部分だけであるので、資源提供機関からみると HPCI に計算資源の一部をほぼ無償に近い額で拠出していることになる。また、そもそも利用負担金は HPCI が支払わなければ、計算資源の利用者が直接払うものであり、HPCI に資源提供したことで利用者が増えるのでなければ、HPCI に資源提供したからといって資源提供機関の利用負担金収入が増えるわけではない。

このままでは統括機関が HPCI の計算資源を最先端のものに保とうと、様々な施策を提案しても、資金的な制約が大きく、各資源提供機関は提案を実施することが難しい。とくにユーザポータル刷新など、計算機システム全体を停止しての改修が必要な提案の場合、資金的な制約もさることながら、一部の HPCI 利用者のために全利用者の利用を休止するわけにはいかないという判断も働くことがある。結局、提案を実施するのは各資源提供機関がシステムを入れ替える時期に合わせて、ということになり、たとえ最終的に全 NIS がその提案を実施したとしても、実施時期は資源提供機関によってまちまちで、統一性がなくなる結果に陥りかねない。

この問題を避けるためには、HPCI が自前の予算で計算資源を導入し、その設置と運用を既存の資源提供機関に委託する形が望ましい。それであれば導入のタイミングは統括機関の判断で決められ、システム稼働途中での改修も、資金面の目処がたったところで時期も含めて統括機関の判断で決められる。

HPCI の自前の計算資源は特定の一機関に整備するのではなく、既存の資源提供機関の中から委託先を公募するのが望ましい。HPCI を主導する研究者や技術者を育成する上で、国内に複数の HPC 資源を運用する機関があり、多様な組織の評価軸が存在することで、研究者や技術者が多角的に評価される機会が得られ、広い視野と柔軟な発想を持つ次世代の人材育成が期待できるからである。単一の小規模組織、単一ヒエラルキーの中にあっては、評価や昇進が上司との属人的な相性や・主観的判断で左右されやすく、適切な人材育成に好ましくない影響を与える恐れすらある。また HPCI の利用促進の観点からも、全国に散らばる利用者のなるべく顔の見える距離に HPCI の専門家がおり、相談や協働が気軽にできることが大切である。遠隔会議の技術は進歩しているが、対面の人間関係形成の必要性・重要性もまた知られているところである。相談や共同研究ができる身近な HPCI の専門家の数が一定規模以上であることも、利用の促進上、重要である。AI for Science が普及すると、大型実験装置や大小の測定器やセンサーが生み出すデータを、迅速に HPC システ

ムに送り込み、AI で処理する流れが加速すると予想される。HPCI の計算資源を国内の複数の機関に分散配置すると、データを生み出す装置と計算資源を物理的・地理的に近くなるように配置でき、データの高速転送にもつながる。

HPCI が自前の計算資源を資源提供機関に委託して設置・運用する場合、経費負担については次の2方式が考えられる。

- 一つ目の方式は EuroHPC JU 方式とでも言えるもので、設置・運用する計算資源の経費を HPCI と委託先の資源提供機関とで例えば折半する方式である。計算資源の半分は HPCI が所有し、残りの半分は資源提供機関が所有し、それぞれ HPCI の計算資源、資源提供機関の計算資源として運用することになる。利用負担金もそれぞれの組織のものとなる。この方式で、資源提供機関が委託先を引き受ける動機は、規模を拡大することで資源提供機関単独で独自の計算資源を設置・運用するよりも全体として安価になる可能性が見込めることである。
- 二つ目の方式は設置費用の全額を HPCI が負担し、運用経費の全額を資源提供機関が負担する方式である。この場合、設置した計算資源の大半は HPCI のものとして利用者に提供し、一方で、利用負担金収入は資源提供機関に帰するものとして、委託先を引き受ける動機とする。資源提供機関は受け取った利用負担金収入を設置した HPCI の計算資源の運用経費に充てる他、その計算資源の拡張や、資源提供機関独自の計算資源の整備に充てる。

利用負担金の柔軟化（引き上げ）

HPCI を通じた計算資源の提供は実運用 (product run) が主であり、利用負担金は適正な費用負担となるように引き上げが望ましい。HPC を活用した研究の促進のため、既存の「HPCI システム利用研究課題」のように無償あるいは低料金で計算資源を利用できる施策も一定程度必要ではあるが、適正な費用負担による有償利用の割合を増やすべきである。具体的な利用負担額は、利用負担金収入により運用経費をまかなえる以上の金額が考えられる。

利用負担金を引き上げると同時に、国費支援の研究プロジェクトについては、研究経費の中に計算資源利用料の枠を明示的にもうけて優遇し、プロジェクトごとに小規模な計算機ハードウェアを購入するのではなく、HPCI の計算資源のような大規模共用設備を利用するように促していくべきである。備品として購入できる計算機ハードウェアの金額に上限をもうけ、それ以上は共用の計算資源の利用費用とするなどの施策が考えられる。このような施策は、HPCI の計算資源を設置・運用する予算を、資源提供機関に直接措置するのではなく、研究費（直接経費）として各研究プロジェクトにまず措置し、そこから資源提供機関に支払われる形に変えることになる。これはどの研究

分野による HPCI の利用を重点的に支援するかを、政策的に直接制御することを意味する点に留意が必要である。

さらに、このような施策を実施する場合は特に、採択された国費支援の研究プロジェクトは、最低限必要な利用資格審査だけで HPCI の計算資源を利用できるようにすべきである。課題審査は不要とし、迅速な利用を可能にしなければならない。同時に、課題審査不要で迅速な利用が可能になるように、十分な量の計算資源を HPCI に整備しなければならない。従来、課題審査が必要であったのは、計算資源が限られるため、優れた研究計画を優先して計算資源を割り当てなければならなかったからである。

産業利用に対しては学術利用よりも利用負担金額を高額にし、利用負担金収入を拡大することも検討すべきである。計算資源の整備前から民間企業の利用予約を受け付け、利用負担金収入の安定化をはかり、整備する計算資源を大規模化し、全体の導入・設置費用の低減につなげられるのが望ましい。一方で、産業育成の観点から、スタートアップ企業やベンチャー企業に対しては低廉な利用負担額を提示する視点も大切であろう。

利用負担金は、商用クラウドのように利用した分の計算資源だけ支払う従量料金制が望ましいとの意見もあるが、HPCI 及び資源提供機関には、事前にトークンないしはポイントを購入して、計算資源を利用するとその分だけトークンが減少し、0 になるまで利用できる、という方式を採用している機関も少なくない。この方式では、未使用のトークンは年度末には無効になるので無駄が生じる。一方、利用者が購入できるトークン量の総和に上限を設けることで、利用者数を一定の範囲内に抑え、利用者が利用する計算資源量を購入時にある程度予約できる利点がある。

従量料金制の場合、そのままでは利用者数が極端に増えることを防ぐ仕組みがないので、年度末などに混雑しすぎて、使いたくても使えなくなることがありうる。またそのままでは、利用者が自分もつ予算以上に計算資源を使ってしまうことを防ぐ仕組みもない。資源提供機関にとっても、最終的な利用料金収入額が年度末までなかなか予想できないという欠点もある。

トークン方式の場合、各利用者に最大でどのくらいのトークン量の購入を許すかは、公平性の観点から難しい問題である。提供される計算資源の量に限りがあり、利用者が購入できるトークン量の総和、すなわち利用者に売りに出されるトークン量の総和に上限があるからである。利用者の自由に任せると、多額の研究資金をもつ利用者や利用分野が限りある計算資源を独占してしまい、それ以外の研究者や研究分野が計算資源を利用できないという弊害がある。トークンの購入時に利用目的や利用計画を利用者から提出してもらい、審査の上、他の利用者との間で順位付けをするなどして、承認されたトークン量の購入だけを認めるという方法もある。しかし、この方法では、審査

期間が長くなり、すぐに計算資源を利用できない、当初の利用計画通りに計算資源を利用しないなどの問題がある。この問題については、各資源提供機関や JHPCN（学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点）などで様々な工夫をしているので、HPCI にも取り入れるべきである。たとえば年度の途中で、購入済みだが使用する見込みのないトークンは利用者に返却させる、などの工夫である。一方で、細かな工夫をこらしてトークン購入方式がもつ欠点を緩和しても、本質的な改善にはならない。例えば細かな工夫が多数あると、初めての利用者には利用方法の全容がつかみにくくなり、利用の障害になる。異なる資源提供機関のトークンを共通化して全体の提供資源量の規模を大きくするなど、より本質的と思われる工夫の検討も必要であろう。

令和 7 年度の活動記録

令和 7 年度の本調査研究の活動状況は次のとおりである。

- 第 1 回打ち合わせ 11 月 27 日 24 名
本調査の目的・進め方について、次期 HPCI がもつべき機能について
- 事前打ち合わせ 12 月 8 日
代表機関と分担機関担当者による準備会合
- 第 2 回打ち合わせ 12 月 12 日 19 名
「HPCI の運営」の担当機関の目的、機能、体制について
- 事前打ち合わせ 1 月 9 日
代表機関と分担機関担当者による準備会合
- 第 3 回打ち合わせ 1 月 16 日 26 名
HPCI コンソーシアムと RIST に対するインタビュー
- 事前打ち合わせ 2 月 17 日
代表機関と分担機関担当者による準備会合
- 第 4 回打ち合わせ 2 月 20 日 18 名
登録機関業務及び HPCI の運営業務への民間の参入の可能性に関する調査報告
- 事前打ち合わせ 3 月 13 日
代表機関と分担機関担当者による準備会合
- 第 5 回打ち合わせ 3 月 23 日 21 名
HPCI の資源整備・提供及び利用負担金の在り方について

以上に加えて、様々な関係者に非公式にインタビューを行った。

様式第 2 1

学 会 等 発 表 実 績

委託業務題目「HPCI整備計画調査研究」（運用体制調査研究）

機関名 国立大学法人 東京大学

1. 学会等における口頭・ポスター発表

発表した成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表した場所（学会等名）	発表した時期	国内・外の別
該当なし				

2. 学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載した論文（発表題目）	発表者氏名	発表した場所（学会誌・雑誌等名）	発表した時期	国内・外の別
該当なし				

（注）発表者氏名は、連名による発表の場合には、筆頭者を先頭にして全員を記載すること。