

将来のスーパーコンピューティングのあり方についての提言
－最終報告－

平成26年1月28日

一般社団法人HPCIコンソーシアム

目次

はじめに	1
1. 計算科学技術振興のための計算資源のあり方	3
2. システムを開発、設置、運用する拠点のあり方	5
3. 将来のHPCIの体制	7
4. 頂点に立つ次期システムについての考え方	9
5. 頂点に立つ次期システムのシステム構成と拠点機能の内容確認	13
6. 第二階層システムについての考え方	14
7. アプリケーション開発・利用支援のあり方	16
8. 産業利用の振興	19
9. 人材育成	21
10. 情報発信	24
11. さらなる将来に向けて	25
参考資料	26
○文部科学省委託業務「HPCIの運営」の「今後の運営の在り方に関する調査検討」を行うためのWGの検討項目と構成員について(理化学研究所計算科学研究機構)	
○審議経過	

はじめに

「将来のスーパーコンピューティングのあり方」に関する基本方針の策定は、今後の計算科学・計算機科学の振興に大きな影響を与えるものであり、その議論に計算科学技術関連コミュニティの幅広い意見を反映させることの重要性は言うまでもない。

このため、文部科学省においては、有識者による検討の場である「HPCI計画の推進のあり方についての調査検討ワーキンググループ」を設置し、また、関係機関によるフィードバックスタディである「将来のHPCIシステムのあり方の調査研究」による検討を進めている。

我が国の計算科学技術分野における主要なコミュニティである一般社団法人HPCIコンソーシアムにおいても、HPCIシステムの構築、運用に資する将来のスーパーコンピューティングのあり方について、計算科学技術関連コミュニティの意見の収集・集約を平成24年7月から開始した。

意見の収集・集約に当たっては、理化学研究所計算科学研究機構が文部科学省からの委託を受けて実施している、HPCIシステムの運営に必要な「今後の運営の在り方に関する調査検討」業務において設置された、HPCIコンソーシアムの会員や計算資源の利用に携わっている専門家を構成員とするワーキンググループ(※)(以下「AICS WG」という。)と連携し、国におけるHPCI計画の推進のあり方についての調査検討や将来のHPCIシステムのあり方の調査研究等の状況も視野に入れつつ、多くのコミュニティ関係者との意見交換などを行った。

これらを通じて、HPCIコンソーシアムは、今後の10年間程度を見据えた計算科学技術推進体制に関する考え方や我が国の計算科学技術を先導する頂点に立つ次期システム(文部科学省の「今後のHPCI計画推進のあり方に関する検討WG」ではフラグシップシステムと呼ばれる)のあり方などについて、中間報告をとりまとめ、平成25年6月17日付で、文部科学省に「将来のスーパーコンピューティングのあり方について—中間報告—」として提言をしたところである。

さらに平成25年7月以降、HPCIコンソーシアムにおいては、上記ワーキンググループとの連携の下に、将来のHPCIの体制について一層の議論を行うと共に、第二階層システムについての考え方、アプリケーション開発・利用支援の在り方、産業利用の振興、人材育成等についても検討を深めた。

本提言は、以上の経緯の下に、我が国の将来のスーパーコンピューティングのあり方について、HPCIコンソーシアムにおける検討と意見集約の結果を、最終報告として取りまとめたものである。

※ 平成24年度

「将来のスーパーコンピューティングの在り方に関する調査検討ワーキンググループ」、
「将来のスーパーコンピューティングの体制の在り方に関する調査検討ワーキンググループ」

平成25年度

「将来のスーパーコンピューティングに関する調査検討ワーキンググループ」

1. 計算科学技術振興のための計算資源のあり方

我が国における計算資源の利用環境は、特定高速電子計算機施設(共用施設)による共用促進やHPCI計画の推進により、より多様なユーザーニーズに応える計算科学技術推進体制への転換が行われた。このような変化に対応し、計算科学技術をさらに発展させていくためには、計算科学技術関連コミュニティを中心としたオールジャパン体制による自律的な取組みによって今後の推進体制の構築をしていくことが一層重要となる。

我が国の計算科学技術の振興には、計算資源の維持・拡充によって様々なユーザーニーズに応える必要があり、計算資源利用を支えるネットワーク環境のもと、①多様な計算資源の提供、②計算資源間の連携利用、③先進的な計算資源へのゲートウェイ機能の実現などを図ることが重要と考える。

このためには、我が国の計算科学技術を先導し世界トップレベルの性能(※1)を有するシステムを頂点に、大学の情報基盤センターや附置研究所・大学共同利用機関、独立行政法人の計算センターといった大学や公的研究機関が整備するスーパーコンピュータを第二階層とし、さらに研究室レベルのシステムが裾野を支えるピラミッド型の計算資源構造による利用環境を実現すべきである。また、頂点に位置するシステムを一定頻度で継続的に導入し、かつこのシステムを孤立させることなく、裾野のシステムもあわせた総体として幅広く計算科学技術関連コミュニティに提供することが最大のHPCI成果に結びつく。

その中で、頂点に立つシステムは世界トップレベルの演算能力を有するものであり、これによってのみ実現可能な利用によって本来の目的である世界に誇れる成果を挙げていくことが求められる。

また、ピラミッド構造の第二階層は、頂点に位置するシステムと同相なアーキテクチャを持つなど最先端研究の基盤として計算科学技術の研究全般への資源提供を志向するシステムに加え、トップに位置するシステムとは異なるアーキテクチャを有するが一定規模以上の研究コミュニティを支えるシステムや、将来の計算科学技術の振興につながるチャレンジングなシステムなど、それぞれの特徴をもつシステム群から構成される。

特に第二階層においては、頂点に立つシステムや既存のシステムでは賄いきれない多様なユーザーニーズに応えるシステムの開発と将来の計算科学技術の振興に向けたチャレンジングなシステムの開発(※2)がともに重要である。頂点のシステムに併せてこ

これらのシステムを整備するとともに、頂点のシステムと第二階層のシステムとの連携によって、現在開発が進められているソフトウェア資産を継続して活用することが重要である。そのためには、各機関において継続的に計算資源を充実させるとともに複数機関の連携などによって、資源提供や利用体制をさらに強化していくことも必要となる。

計算科学技術分野への予算投入規模等の諸般の情勢を考慮すると、ここで述べたようなピラミッド構造におけるHPCIシステムによる計算資源提供環境強化が当面の最善の方法と考える。

※1 世界トップレベルの性能のシステム

最先端の研究開発装置として、圧倒的な演算性能により様々な最先端の成果創出を可能とする総合性能を有するシステムであり、利用者コミュニティや開発者コミュニティの要望等を踏まえ、国が戦略的に定めるもの

※2 多様なユーザーニーズに応えるシステムやチャレンジングなシステム

計算資源の多様性確保等の観点から、頂点に立つシステムとは異なる特徴を有するものとして、利用者コミュニティや開発者コミュニティの要望等を踏まえ、国の戦略に基づいて厳選される、頂点に立つシステムがカバーできないアプリケーション領域を実行できるシステム、もしくは頂点に立つシステムに比べ特定の分野のアプリケーションの実行効率が格段によいシステム、新たに開発される将来の計算科学技術の振興に向けたチャレンジングな最先端システム等。

本報告では、今後の10年間程度を見据えた今後の計算科学技術推進体制に関する考え方として、継続的なHPCIシステムの充実によってピラミッド型の計算資源構造の維持、拡充を図り、産業利用も含めた計算科学技術振興の裾野を拡げるべきであることを改めて強調したい。また、その頂点に圧倒的な性能を有する最先端システムを置くことによって、より多くの利用者に先進的な高度シミュレーション環境を提供し、計算科学技術における様々な成果を先導するべきと考える。

当然のことながら、ピラミッド型の計算資源構造を利用の観点から維持・発展させるためには、各階層の計算資源を維持・管理する機関の不断の努力と全体としての継続的なHPCIシステムの充実がともに重要であり、国は、HPCIシステムの構築とその運営について利用者視点からの取組みを継続していくべきである。

2. システムを開発、設置、運用する拠点のあり方

(1) 頂点に立つシステムを担う拠点

拠点には、①世界トップレベルの性能を有するシステム開発のために、計算科学と計算機科学の密接な連携のもと、必要な計算機技術開発を着実に進める能力と人的体制、②設置・運用のために、電力確保や設置スペースといった外的要件の提供、高い信頼性に基づく高度なシステムの安定的な維持・運用能力の保持、③運用拠点として、スーパーコンピューティングに関する研究機能や分野連携、人材育成や人材交流への取組、アプリケーション開発支援といった環境構築の提供といった要件を満たすことが求められる。

開発は設置・運用の拠点と同一の機関が担当し、我が国の計算科学技術の中核としての機能を担っていくことが望ましいと考えるが、効率性などを考慮し、必要に応じて、設置・運用拠点を中核とし、関係機関の協力を得る体制の構築も選択肢として考えられる。

開発・設置・運用主体が限られることから、このような拠点は国が戦略に基づいて決定し、システムの開発・設置・運用や必要に応じて拠点機能の充実のため、相当規模の国費投入を行うべきである。また、我が国の計算科学技術に関するコミュニティであるHPCIコンソーシアムは、国の決定にあたり、拠点が示すシステム構成や想定する拠点機能の内容を確認する。

(2) 第二階層において、システムを開発、設置、運用する拠点

頂点に立つシステムと併せて整備すべき第二階層のシステムを担う拠点には、頂点に立つシステムの拠点との相互補完関係を意識し、かつ、開発するシステムのアーキテクチャや利用環境に様々な形態や機能が期待される現状を踏まえ、開発とその設置・運用の双方の機能を備えることが必要と考える。

頂点に立つシステムや第二階層として整備されるシステムとの相互補完の観点から、これらの拠点には自律的かつ特徴的な存在意義を持つことが期待されており、その範囲内において、頂点に立つシステムの拠点に類する能力と体制を有する機関がこれらの拠点を担当するものとする。

これらの拠点とそのシステムについては、国は、頂点に立つシステムの基本設計(システムソフトウェア等を含むハードウェア仕様の詳細検討)にあわせて速やかに検討を開始する必要がある。頂点に立つシステムの基本設計が確定した後、国は、我が国の計

算科学技術に関するコミュニティであるHPCIコンソーシアムの意見を踏まえて戦略的に定めたシステム要件等を基に、競争原理を働かせることによって開発・設置・運用主体を選定し、適切な規模の国費投入を行うべきである。

なお、これらの拠点を運営する機関や法人は、法人本来の活動を基本とした機能を有していることが想定されることから、拠点構築にあたっては、その自由度や独自性への配慮が必要である。

(3) 既存機関の連携等による拠点

大学の情報基盤センター等の積極的な連携などにより、稼働期間中の頂点に立つシステムの性能を凌駕するシステムが整備され、これが広く利用に供される形態となる可能性もある。このようなケースにおいては、国は、システム運用に関する必要な支援を講じることが重要である。

(4) 合意形成

拠点としての責務を果たす機関は、計算科学技術推進における重要な役割を担っていくことになる。従って、その活動に関して広範な計算科学技術分野のコミュニティからの理解を得ることが必要であり、例えば、HPCIコンソーシアムにおける合意形成を得ることに積極的に取り組むことが求められる。

3. 将来のHPCIの体制

我が国の主要な計算資源をネットワークで結び、多様なユーザーニーズに応える計算科学技術の振興基盤として構築されたHPCIシステムは、平成24年9月末から運用が開始され、現在、様々な社会的・科学的成果が生み出されつつある。

今後、我が国のHPCIがさらなる成果を挙げていくためには、これまでに得られた知見を活かし、さらに多様な計算資源の提供や、計算資源提供機関間の連携、計算科学技術推進体制の構築などが大切である。あわせて、計算資源の利用体制のあり方や、一括課題選定のあり方等の議論を進め、より多様なユーザーニーズに応える体制の構築を進める必要がある。

(1) 多様な計算資源の提供

計算資源提供機関が、ユーザーニーズ及び技術の進歩に合わせて、計算資源量や計算資源(ネットワークや大規模ストレージ、大容量データのプリポスト処理を担う計算資源などを含む)の多様性を継続的に拡充していくことが我が国の計算科学技術の一層の振興に不可欠である。そのため、頂点に立つシステムを一定の間隔で導入することが必要であるとともに、頂点に立つシステムの導入に至る期間についても、我が国のHPCI資源総体が継続的に整備されるよう注意を払っていく必要がある。これによって、様々な社会的・科学的課題につながる成果創出が期待できるだけでなく、利用分野や利用者のさらなる拡大も可能になる。

(2) 計算資源提供機関の連携

既存の計算資源提供機関の枠組みにとらわれないシステムの設置・運用体制の構築によって、多くの利用者に潤沢かつ多様な計算資源を持続的に提供可能な環境を整備できる。その意味で、長期的な視野で機関連携を積極的に進めることが重要であり、国を交えて制度面での検討を進めることが求められる。その際、各計算資源提供機関固有のミッションや自由度、独自性への配慮が必要であり、各計算資源提供機関が属する組織と密なコミュニケーションをとりつつ議論を進めることが重要である。

(3) 計算科学技術推進体制の構築

我が国の計算科学技術の振興には、「京」プロジェクトにおいてHPCI戦略プログラムが担ったような計算科学技術推進体制の構築が不可欠である。

今後もその経験を活かし、さらなる成果創出、社会への成果普及促進、人材育成等につながる計算科学技術推進体制の構築を図る必要がある。

(4) 計算資源の利用体制

計算資源の有効利用には、多様な計算資源の提供だけでなく、その利用環境の維持・発展も大切である。HPCI全体及び各資源提供機関は、計算資源の継続的な設置、運用を担うだけでなく、大学等アカデミアや産業界における利用など広い視点で計算資源の利用支援を進めるなど、総体としてのHPCIシステムの構築と運営に積極的に取り組む必要がある。特に大学の情報基盤センターは、HPCI一括選定課題を遂行するための重要な資源提供機関であり、各組織がこれまで行ってきた連携活動や独自の取り組みを尊重しつつも、産業界を含む幅広い利用者層への支援を更に充実させるなど、HPCIシステム全体として運用・利用支援の質の向上を図り、その発展に寄与するといった役割意識がこれまで以上に重要である。

さらに、国及びHPCI運用関連機関は、それぞれの役割と責任体制を明確にすることで、ユーザーの負担を増やさないような利用環境を提供すべきである。

(5)HPCI一括課題選定のあり方

利用研究課題の選定に関しては、幅広い視点に基づき基本的な方針を策定する選定委員会と、その下に利用研究課題審査委員会が設置され、ピアレビューを基本としつつ、産業利用には個別のWGを設置するなどの配慮を行いつつ、利用研究課題の審査が行われている。

今後、HPCI一括課題選定の仕組みや関連するHPCIシステムの運用体制の改善を図っていく必要がある。HPCIの運用事務局には、HPCI資源提供機関及び資源利用者側から寄せられる、課題募集の回数、時期、申請方法、募集枠の要項、審査、選定等に関する意見に十分配慮し、検討を重ねることで課題選定や関連運用体制を遅れなく改善していくことが求められる。

国は、実際の利用状況を十分に把握した上で、コミュニティの協力を得つつ、引き続きHPCI体制構築に向けた取組を進めるべきであり、長期的な視点に立ったHPCI機関間連携なども含め、上記5項目に関する必要な施策を講じていく必要がある。

4. 頂点に立つ次期システムについての考え方

(1) 開発の必要性、意義

「京」の利用によりさまざまな科学技術的ブレークスルーが成されつつあること、またサイエンスロードマップなどからエクサフロップス級の計算能力による多数の飛躍的な科学技術成果が期待されていることから、「京」の性能を大幅に上回るシステムが、世界をリードする科学技術成果を創出する最先端の研究開発装置として必要となることは明らかである。またこれに加えて、今後10年程度の期間にわたって我が国の計算科学技術を先導し、さらに将来の計算科学技術関連分野を牽引するために、以下に示すような高性能計算の先駆的なハードウェア・ソフトウェアの技術を具現化するプラットフォームとして、このような超高性能システムを我が国において開発することが不可欠である。

すなわち大規模化・複雑化するアーキテクチャに対応するアプリケーションソフトウェアの開発技術とそれを支援するシステムソフトウェア技術、CPUを含む計算機システムのハードウェアやOSなどの基盤的システムソフトウェアの要素技術、システムの信頼性を担保・強化する運用技術は、将来の計算科学技術の発展の牽引、利用者の利便性の一層の向上、また新たなシミュレーション分野の確立といった裾野拡充の観点から、我が国において自立的・継続的に保有すべき技術である。またこれらの技術、特にソフトウェア技術の多くは、我が国での保有・利用に留まってはならず、海外との連携開発も適宜実施しつつ、国際的な標準利用・標準形成に向けてイニシアチブを発揮することが重要である。

また、計算科学技術による成果の社会還元については、次期システム利用による直接的な成果創出だけに捉われず、計算科学の先端的な技術・知識・経験を広く普及させることが将来的な産業競争力向上に繋がることを認識すべきであり、そのような観点から産業利用や産学官連携プロジェクトの推進を考えるべきである。

(2) システムの規模、性能

平成24年に本格稼働を開始した「京」の優位性が相対的に低下すること、また更新間隔をなるべく短くすることが望ましいため、頂点に立つ次期システムをできるだけ早期に開発・稼働させるべきであり、遅くとも平成32年度(2020年度)のシステム全系の稼働開始を目指すべきである。

システムの規模と性能については、国が我が国の計算科学の発展・振興に関する長期的なグランドデザインの議論を深めていく中で、すでに提示されている2種類の中長期的ロードマップ、すなわちシステム開発の第一目的である科学技術成果に関するものと、

システム開発を支えるハードウェア・ソフトウェア技術に関するものの双方をより精緻なものとしながら、次期システム開発・稼働後の展開も視野に入れて設定すべきである。さらに、システムを開発する側では、ランドデザインとロードマップの精緻化の議論を踏まえつつシステムの達成目標とその評価指標を示し、システムの規模・性能を具体化すべきである。

基本的なシステム性能指標となる浮動小数点演算速度については、今後の技術トレンドを勘案すると平成32年の時点での達成は容易ではないものの、エクサフロップスを目指すべきである。ただしこれは単にピーク性能の追求を意味するものではなく、科学技術成果に関する中長期的ロードマップから導かれるものでなければならない。

システム構成とアーキテクチャの選定、特に広い範囲のアプリケーションをカバーする単一のシステムとするか、それぞれ一定の範囲のアプリに適合する複数のシステムとするかについて、コミュニティの意見は必ずしも一致していない。しかし世界トップレベルのシステムを同時期に複数開発することは困難であるため、単一システムを選択することはほぼ必然であり、そのシステムが広範囲のアプリケーションに対して高い性能を発揮することを求めることも当然である。頂点に立つ次期システムは、社会的・科学的な課題解決に向けたアプリケーションの成果を最大にする構成とする必要がある。その上で、このようなシステムへの適合性が低いアプリケーションに対しては、それらに強く適合する第二階層システムを重点的に開発・整備するなど、全体として多様なアプリケーションに対応する方策を検討すべきである。

また次期システムのアーキテクチャや上記のような多様なアプリケーションへの対応策は、中長期的ロードマップに沿った総合的な判断基準に基づき慎重に検討すべきである。具体的には、特性が異なるさまざまなアプリケーションの電力あたりの実効性能を基本としつつ、稼働初期に得られる科学技術成果とその実現コスト、開発および利用によって得られるハードウェア・ソフトウェア技術の継続性や波及効果、世界的な HPC の技術トレンド、1/10 スケールレベルへの技術展開、次期システムに続く高性能計算資源の開発・整備計画の観点などからの、総合的な判断が求められる。

なお、コモディティベースのシステム調達により、「京」と同等以上の性能を有するシステムの設置・整備計画が国内外で今後2～3年の内に進展するものと予想される。これらのシステム、特に国内のシステム向けに開発・改良されるアプリケーションには、頂点に立つ次期システムをもターゲットとするものが多いと予想されるため、どのようなシステムが設置・整備されるかの動向にも注意を払うべきである。

(3)技術開発要素

開発すべきハードウェア要素技術(プロセッサ、メモリ階層、ネットワーク、ストレージなど)については、技術的優位性(絶対性能、性能電力比)や開発・製造コストのみならず、システムソフトウェアやアプリケーションソフトウェアの開発量・コストと開発着手が可能な時期、さらには国産技術の推進や将来的な発展性なども判断基準としつつ、それぞれについて明確な目標を定め、選択と集中の意識を強く持って開発対象を設定することが重要である。特に、コミュニティからは国産プロセッサ開発を期待する声が数多く寄せられているが、その多くは同時に開発・製造コストに見合う性能を求めていることに留意すべきである。また国産開発の重要なメリットとして、詳細な技術情報やソフトウェア開発・評価環境が早期に得られることが挙げられるが、このメリットが真に生かされるような開発管理体制が求められることにも留意すべきである。

さらに、ハードウェア要素技術が次期システムにのみ使われるのではなく、利用目的や規模が異なる他のシステムにも展開可能となり、技術投資をいろいろな角度から回収できるように、開発項目の設定とともに展開方法についても併せて検討することが必要である。また開発においてアプリケーションを理解することは当然であるが、単に特定のコードの性能決定要因や実行過程を調べるだけでなく、解くべき問題やその解法・アルゴリズムの本質、さらにはソフトウェア生産性などコードを形成しているさまざまな要因に至るまで、深い理解をもって設計・実装を行うことが必要である。

ハードウェアとシステムソフトウェア、アプリケーションソフトウェアが三位一体で取り組むべき技術項目としては、Byte/FLOP 値(メモリバンド幅と演算性能の比)の低下、ハードウェア故障率の増加、および性能電力比の相対的な低下(向上率が性能価格比の向上を下回る傾向)に対応する技術が特に重要である。

Byte/FLOP 値の低下は、チップ内の CPU・演算器の高並列化に伴い避けがたいものであり、低下を抑えるためのアーキテクチャ新技術の導入とともに、コンパイラ等のシステムソフトウェアでの補償や、アプリケーションレベルでの要求メモリバンド幅を抑えたアルゴリズム開発など、ソフトウェア側からのアプローチが今後の重要なテーマである。耐故障および省電力については、ハードウェアとOSなどのシステムソフトウェアが協調して取り組む必要があることはもちろん、アプリケーションレベルでの対応を可能とするためにコンパイラやライブラリを含むソフトウェアスタック全体で問題解決にあたる必要がある。

アプリケーションプログラミングについては、既存のアプリケーションに対するアーキテクチャの進化・変遷の影響を最小限に留めるコンパイラ技術とともに、進化・変遷に対して頑健なアプリケーションの開発技術やその支援技術、ハードウェアの飛躍的な並列性増

加に対応するアルゴリズムレベルでの並列度拡張とその実装技術が重要である。特に、アーキテクチャに応じて最適化された数値計算や並列化のためのライブラリは重要であり、アプリケーション中の性能に直結する部分をライブラリに委ねたコーディングを容易化するためのライブラリ拡充やアプリ開発フレームワークの構築が必要である。

またこれらのシステムソフトウェアの開発は、システム開発の一環として行うべきであり、開発テーマや開発主体の設定を早期に実施すべきである。さらにハードウェア要素技術と同様あるいはそれ以上に、アプリケーションに関する深い理解・洞察に基づいて開発を実施すべきである。

5. 頂点に立つ次期システムのシステム構成と拠点機能の内容確認

HPCIコンソーシアムは、5月9日の第11回理事会において「頂点に立つシステム拠点候補の適格性確認WG」(主査藤井孝藏理事)を立ち上げ、その主導の下に、6月10日に「次期システムに係る拠点候補の計画案の確認に関する意見交換会」を開催した。同意見交換会においては、独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構より、頂点に立つ次期システムの開発の意義や必要性、現段階で想定している開発項目と開発・設置・運用体制に係る計画案の説明を受け、意見交換を行った。その結果、HPCIコンソーシアムは以下の事項を確認した。

- ① 理化学研究所計算科学研究機構が、頂点に立つ次期システムの開発主体候補として、その実現を目指して検討を進めて行くこと。
- ② 頂点に立つ次期システム開発の大きな成果目標は、社会的・科学的課題の解決にある。そのためには、計算科学・計算機科学が飛躍的に進展することが必須である。これらに十分な配慮をした上で、システム設計がなされること。
- ③ 現時点ではシステム構成の詳細などに不確定部分があることから、計画実現に至る適切な段階で計算科学技術関連コミュニティへの報告会もしくは意見交換会を実施すること。

今後、社会的・科学的課題の解決に必要なシステム構成の詳細を国が決定するにあたり、HPCIコンソーシアムはその内容を確認する。

なお、平成25年11月、理化学研究所は、国の要請を受けて「頂点に立つ次期システム」の開発主体となることを受諾し、「次世代スーパーコンピュータ(ポスト「京」)の開発」が平成26年度政府案に盛り込まれた。

6. 第二階層のシステムについての考え方

第1章に記載したように、第二階層の中で一定の条件を満たすシステムに関しては、競争的に選定した上で、頂点に立つシステムに併せて適切な規模の国費投入を行い、戦略的・計画的にその開発を進めることが必要である。その際、開発を担う機関が既に別途の国費投入を受けている点も考慮する必要がある。

本報告で国費の投入対象としている厳選された第二階層のシステムは、以下を前提とする。

- ・重要な社会的・科学的課題の解決を目的としたシステム
- ・産業界も含めた開かれたHPCI資源を提供するシステム

その上で、頂点に立つシステムとは異なる以下のいずれかの特徴を有していることが求められる。

- ①頂点に立つシステムがカバーできない一定規模以上の研究コミュニティ領域の中核的アプリケーションを実行できるシステム、もしくは特定の分野のアプリケーションの実行効率が頂点に立つシステムに比べて格段によいシステム
- ②新たに開発される将来の計算科学技術の振興に向けたチャレンジングな最先端システム

これら国費の投入対象の第二階層のシステム要件は、頂点に立つシステムの仕様に大きく影響を受ける。従って、国は、頂点に立つシステムの基本設計(システムソフトウェア等を含むハードウェア仕様の詳細設計検討)にあわせて速やかに、その詳細について本格的に議論を開始する必要がある。

また議論に際しては、他の階層のシステムもあわせた総体として幅広く計算科学技術での成果を創出するためにも、国がHPCIシステム構成機関全体に対して頂点に立つシステムの情報提供を適切に行う必要がある。

国費が投入される第二階層システムの選定に際して、HPCIコンソーシアムは、その拠点が示す開発・設置・運用するシステムの構成や拠点機能の内容確認を実施する。

これら拠点の内容確認については、国が戦略的に定めたシステム要件や関係機関がまとめる今後10年間のシステム設置計画や頂点に立つ次期システムの開発状況を踏まえ、以下の項目をもとになされる必要がある。

- ① システムの開発の意義と必要性
- ② システムの開発項目
- ③ システムを活用するための拠点としての体制

④ 他機関との連携体制

さらに、以上に述べて来たハードウェアとしてのシステム開発に加えて、ユーザー視点の革新的な運用の仕組みが提供されるシステム等、HPCI総体としての成果創出に多大な影響を与えるシステムに対する国費の投入も議論されるべきである。

7. アプリケーション開発・利用支援のあり方

(1) HPCI総体でのアプリケーション開発の必要性

次世代ナノ・次世代生命体統合シミュレーションソフトウェアの研究開発(以下、グランドチャレンジ)、HPCI戦略プログラム等におけるアプリケーション開発の推進によって、「京」を中核とするHPCIを最大限活用した画期的な社会的・科学的成果の創出に加え、高度な計算科学技術環境を使いこなせる人材の育成、最先端のコンピューティングによる研究開発体制の形成が推進されている。

これらのプロジェクトの内、グランドチャレンジは平成24年度までで終了、またHPCI戦略プログラムは平成27年度で終了する予定である。今後も、HPCIを活用して、最新の研究成果を創出するため、頂点に立つ次期システム及び第二階層のシステムを含むHPCI総体で、アプリケーション開発を継続的に実施していく必要がある。また、これらのアプリケーション開発プロジェクトは、最新のシステムを最大限に活かした成果を創出するため、頂点に立つ次期システムの開発プロジェクトと並行して実施することが求められる。

(2) HPCI総体でのアプリケーション開発のあり方

① アプリケーション開発プロジェクトの基本的条件

プロジェクトとして開発されるアプリケーションの成果は、計算科学コミュニティからだけでなく、関係分野の研究者、ひいては国民全体から支持されるものでなければならない。同時に、アプリケーション開発の過程でもたらされる革新的なアルゴリズム等の高性能計算技術が、国際競争力の観点で高い優位性を示せることも大切である。

今後のアプリケーション開発プロジェクトは、これまでのプロジェクトでの経験・反省を踏まえる必要がある。例えば、システム開発側へのアプリケーション開発側の関与、柔軟な利用が可能なプロジェクト研究費の設定、パラメータ並列計算等の capacity computing の位置づけの明確化などの課題が挙げられている。

② アプリケーション開発プロジェクトの進め方

頂点に立つ次期システムを始めとした次期HPCIのシステムのいくつかは、「京」を上回る多数のコア、コア内SIMD幅の数倍増、新たな加速機構の搭載等の大幅な進化・変遷等が予想されるため、アプリケーション開発においてはシステム開発に適合するアルゴリズム設計やプログラミング等が必要と考えられる。そのため、早期の成果創出のためには、これらの技術的作業に早期に取り組むことが不可欠である。その際に、「京」等での高並列・高性能実装の実績・経験や将来のHPCIシステムのあり方の調査研究(アプリケーションソフトウェア分野)(以下、アプリFS)の成果等を考慮し、自由な発想に基づくアプリケーション開発へチャレンジする課題等を含めた幅広い枠組みを設けて、社会的・科学的課題の解決に資するアプリケーション開発を目指すべきである。

アプリケーション開発プロジェクトは、原則として公募により課題を募集し、先に述べた基本条件等を十分に考慮して、精選されることが望ましい。その際、産業応用への早期展開を実現するために、産業界の意見を踏まえて、いくつかの課題設定を行うことも考えられる。

アプリケーション開発プロジェクトについては、「京」プロジェクトにおいて、HPCI戦略プログラムがアプリケーション開発に重要な役割を果たし、ひいては計算科学各分野の振興に大きく繋がったことに鑑み、計算科学の進展に伴う分野の再編成や新分野の設定等の検討を行った上で、戦略プログラムを参考にした体制を取ることを検討する必要がある。また、グランドチャレンジやHPCI戦略プログラムで行われてきた高度なアプリケーション開発人材の育成も引き続き重点的に実施されるべきである。

③開発したアプリケーションの利用支援・維持発展

開発したアプリケーションがプロジェクト完了後も継続的に利用され、社会的・科学的課題を創出していくために、個人ではなく、関係する研究コミュニティあるいは関係する産業界との連携を含めた体制で、開発したアプリケーションの利用支援・維持発展を実施していく必要がある。

開発されるアプリケーションは継続利用・改良の観点からオープンソースであることが望ましく、効果的な開発を実現するためにソフトウェア工学等の知見・技術を取り入れることも考えられる。その際、利用インターフェースの整備やプログラムの仕様を含めたドキュメントの整備が求められる。

(3)頂点に立つ次期システムにおけるアプリケーション開発プロジェクトについて

前述した通り、頂点に立つ次期システムはその革新的な性能のため、システムに適合したアプリケーションの開発プロジェクトを並行して実施することが求められる。

頂点に立つ次期システムのアプリケーション開発プロジェクトでは、目的に合わせて、①社会的・科学的課題の解決を目指し、頂点に立つ次期システムでの早期成果創出を目指すトップダウン型、②自由な発想に基づき、頂点に立つ次期システムでのアプリ開発へのチャレンジを目的とするボトムアップ型、③計算科学における新分野形成や既分野の一層の振興を目指す分野形成・振興型、といった開発プロジェクトの類型が考えられる。トップダウン型においては、技術的には「京」における開発アプリの発展を活かしつつも、早期に創出される成果の意義が国民全体から支持されるような社会的・科学的課題解決に資するものでなければならない。分野形成・振興型においては、分野形成・分野振興に軸足を置きつつも、エクサスケールだけでなく第二階層以下のHPC利用も視野に入れてアプリケーション開発とその普及を担うことが求められる。ま

た、これまで計算科学を十分に活用できなかった社会科学分野等の形成・振興を目的とする新分野の形成・振興への配慮が必要である。

これらのアプリケーション開発プロジェクトは、頂点に立つシステムの大幅な進化・変遷のため、システム開発とアプリケーション開発の co-design で取り組むことが不可欠である。当然、システム開発主体によるシステムとの適合可能性についての詳細な技術評価がされるべきであり、同時にその結果はシステム構成、システムの運用ポリシーや運用計画等にも反映されるべきである。

また、成果責任を明らかにするためにも、アプリケーション開発プロジェクトでは、開発主体を明確に定義することが望ましい。アプリケーション開発主体は、予算的な統括を含め、業務として担うだけでなく、システム開発とアプリケーション開発の co-design のコーディネイトや、アプリケーション開発プロジェクト間のライブラリ等の共通課題の設定や技術交流等の連携をコーディネイトすることが望ましい。これらの役割を考慮すると、例えば、特にトップダウン型のプロジェクトなどについては、頂点に立つ次期システム開発主体がアプリケーション開発主体を担うことも有力な選択肢と考えられる。その場合、頂点に立つ次期システム開発主体には、他のシステム構成機関やアプリケーションに関連する研究者コミュニティとの強い連携が要求される。

(4) 第二階層におけるアプリケーション開発体制について

前述のように、今後もHPCIを活用して最新の研究成果を創出するには、頂点に立つ次期システムだけでなく、第二階層も含めたHPCI総体で継続的にアプリケーション開発を実施していく必要がある。

同時に、第二階層におけるアプリケーション開発は、開発する機関において自律的に実施していく必要があり、その際、今後開発される第二階層システムとの co-design を意識して行われることが望ましい。

また、第二階層でのアプリケーション開発や開発後の利用支援・維持発展は、開発する機関自らが、関係する研究コミュニティあるいは関係する産業界との連携を含めた体制を構築し、その上で進めていく必要がある。

8. 産業利用の振興

(1) 産業利用の現状

「京」を中心とするHPCIの構築により計算科学技術インフラの整備・運用が進むとともに、計算科学技術の成果の社会還元の流れが構築された。その中において産業利用が果たす役割の重要性は言うまでもない。今後も我が国の科学技術の一層の発展や産業競争力の強化を図るためにも、産業利用の促進を図ることが重要である。

こうした産業利用による成果の社会還元への国民の期待は更に高まると予想されるため、将来のスーパーコンピューティングにおいては、産業利用のあり方を再整理するとともに、産業利用を促進するための制度面・利用支援のさらなる充実を図る必要がある。

(2) 産業利用のあり方

HPC技術の産業利用によって得られる我が国の国際産業競争力の向上やHPC技術そのものの競争力強化をはじめ、計算科学技術を広く国民生活レベルに還元するため、産業利用のさらなる推進を図る必要がある。

将来のスーパーコンピューティングにおける産業利用のあり方は、現行制度と同様に様々な利用形態を踏まえて、高並列HPC技術の効果を産業界の課題で実証する実証利用、すなわち「高並列HPCのテストベッド」の位置づけを基本とすべきである。

加えて産業利用による成果創出をさらに加速させるため、実証利用の位置づけを基本としつつも、コミュニティにおける共通的課題の標準データ・手法を開発・蓄積し、計算科学技術関連コミュニティに広く提供する取組みも利用形態として検討すべきである。

(3) 求められる利用支援

産業利用の促進には、第二階層や頂点に立つシステムに関し、継ぎ目なく利用者支援する体制が求められる。そのため、頂点に立つシステムに対しては当然として、第二階層での利用支援に関してもさらに充実させるとともに、利用支援に繋がる新たな運用の仕組みを提供する第二階層に対して、第6章のおわりに述べたように別途国費を投入することも検討されるべきである。

多様なHPC利用がなされる産業利用においては、ニーズに対応したソフトウェア整備の充実が求められる。現在、産業界で最も利用されているアプリケーションは市販ソフトウェアであり、今後も利用されることが予想されるが、その移植については費用対効果の観点からソフトウェアベンダーが単独で実施するのは困難であるため、移植を促すための環境を準備する必要がある。

また大規模並列計算で産業利用されるオープンソースソフトウェアや国のプロジェクトで開発されたアプリケーションについては、高度化のためのコード改良が可能であり、人

材育成にも寄与するため、次期システムでも活用が図られるよう維持・改良・普及のための支援が求められる。

(4) 早期の成果創出

頂点に立つ次期システムの圧倒的な能力を使いこなし、産業利用面で早期にブレークスルー成果を創出するには、戦略的な投資が必要である。

ソフトウェアについて産業界ニーズの観点からベンチマーキングを実施し、成果創出のために求められるソフトウェア機能を整理のうえで、ソフトウェア開発を進める必要がある。

また、広く計算科学技術関連コミュニティが利用できる標準データ・手法を蓄積する取組みを加速させるための新たな枠の創設など、早期の成果創出を図るための仕組みの検討が必要である。

9. 人材育成

(1) 現状の計算科学業界の人材育成に関する課題

「京」の開発やHPCIの整備運用、さらにはHPCIコンソーシアムの構築により、多様なユーザーニーズに応える計算科学技術の推進体制が整備されるとともに、計算科学を支える人材の育成も推進されてきた。しかしながら、産業界で活躍できる人材を含めた長期的視野に立った人材育成システムは十分とは言えないのが現状である。

将来のスーパーコンピューティングにおいて、これまでの技術の継承を的確に進めるとともに国際競争力を確保するためには、さらに系統だった人材育成システムを構築する必要がある。

(2) 人材育成の視点

エクサスケールによる社会的・科学的課題への取組みが可能となる将来においては、多様な人材が互いの技術を活かしながら協働することでプロジェクトを遂行する仕組みであるエコシステム体制が求められる。

こうした多様な人材を育成していくためには、それぞれに求められる教育が階層的に提供され、教育効果の品質管理も適宜実施のうえ、各人が実践を通じ経験を重ねながらスパイラルアップ的に能力向上が図れる環境や適切に評価される環境を整備する必要がある。

さらにより一層の成果創出のためには、計算科学の基礎を学んだ者がその経験をもとに他分野の課題にも飛び込んで連携を進めるなど、他分野との交流を促進することが求められる。

(3) 望まれる人材育成方策

効果的な人材育成を進めスパイラルアップ的に能力向上を図るには、教育効果の品質管理の観点が必要である。そのためには人材育成プログラムにおいて習得できる項目・内容・程度を具体的に整理して示したスキル標準を構築し、それを指標とした教育が進められるべきである。このスキル標準は教育側にも教育の目標や内容を見定める上で有益である。

将来の多様な人材が協働してプロジェクトを遂行するエコシステム体制では、それぞれの役割を担った人材を確実に育成していく必要がある。育成すべき人材の機能の一例を以下に挙げる。実施の検討に際しては、さらに計算科学の特異性を考慮した人材の機能も考慮する必要がある。

「作る」:大規模並列アプリケーションを開発できる
先端的研究者、技術者

- 「使う」:既存の大規模並列アプリケーションを適切に利用できる
HPCを利用した研究開発や製品設計を行う技術者
- 「支える」:既存の大規模並列アプリケーションを最適化等研究支援できる
HPCのSE/CE(アプリケーション、ソフト、ハード、運用)
- 「繋ぐ」:産業界とアカデミアを繋ぐ、また社会的・科学的課題の解決や創造的開発のために、計算科学以外の他分野も含めたシーズとニーズを繋いでコンサルティングできる
ソリューションの提供、システム評価、デザインを行う人材、HPCプロデューサー
- 「教える」:教育機関における教職員等
人材・教育産業の教師役、指導者等
- 「纏める」:教育機関や研究機関、産業界において、プロジェクトを戦略的にマネジメントできる

こうした多様な人材の機能それぞれに求められる教育は、スキル標準を指標に各人の能力状況に応じて、以下のように拠点となるコミュニティが主体的役割を担い、教育系事業者との連携も視野にいれ、適切に提供されるべきである。

1)ベーシックエリア

大学機関を主体として、計算科学の幅広い基礎学習・実習(数十並列級)を行い、現場で必要とされるとともに、より高度なレベルの教育の前提知識となる基礎的能力の形成を図る。

2)アドバンストエリア

情報基盤センター、戦略機関、産業界が主体的にHPCI資源を利用して課題解決型実習(数百から千並列級)を行い、品質工学の観点から課題解決に必要な思想の理解向上を図る。

3)エキスパートエリア

数千超の大規模並列級による高度の課題解決型実習を行い、課題解決に必要な新たな視点の養成等を図る。

計算科学技術を支える多様な人材の育成を進めるため、またスパイラルアップで能力向上を図る過程のためにも、将来のスーパーコンピューティングにおいては第二階層はもちろん、頂点に立つシステムでも人材育成が可能な制度が提供されるべきである。

このようなスキル標準を指標とした系統的な人材育成システムを国、HPCIコンソーシアム、大学機関、情報基盤センター等、戦略機関、産業界、教育系事業者の連携のもとでエコシステムの形で実施し、長期的視野で人材育成を推進することが求められる。

以上、計算科学という観点での人材育成について述べたが、同時に基盤となる計算機科学、ハードウェア開発やその応用技術を支える人材の育成も同様に重要であることを付記しておきたい。

10. 情報発信

スーパーコンピューティングのプロジェクト等の成果として得られる社会的・科学的な知識・情報を国民へ還元するため、またスーパーコンピュータの利用の裾野を拡大し、我が国の科学技術を振興するため、適切な情報発信は必須である。

特に、期待が高まっている将来のスーパーコンピューティングに関する研究成果については、その内容をより一層国民に浸透させていくことが重要である。このため、研究成果の情報発信については、適時、的確に、わかりやすく、個々のプロジェクト主体が責任を持って行う必要がある。また、昨今の国際的なHPC技術の展開を考慮し、海外に向けた情報発信は欧米のみならず、アジア・オセアニア圏等にも力を注ぐべきである。

11. さらなる将来に向けて

本報告では、頂点に立つ次期システムを中心に、今後の10年間程度を見据えた将来のスーパーコンピューティングの推進体制のあり方を述べた。具体的には、ピラミッド型の計算資源構造の維持、拡充を図り、産業利用も含めた計算科学技術振興の裾野を拡げると同時にエクサスケールでなければ実現できない社会的・科学的課題の解決を進めることの重要性と、それを実現する具体的な頂点に立つ次期システム、第二階層のシステム、成果を最大化するアプリケーション、利用支援など、国が投資すべき対象と開発の進め方をとりまとめた。さらに将来この分野を牽引する人材育成のあり方についても言及した。

さらなる将来においても、我が国の科学技術の一層の発展や産業競争力の強化のためにはスーパーコンピューティングを利用した計算科学の発展は不可欠である。そのためには、常にその頂点に圧倒的な性能を有する最先端システムを置き、より多くの利用者に利便性に優れ、堅牢な高度シミュレーション環境を提供して、計算科学技術における様々な成果を創出する体制を継続的に確保することが必要である。そのためには我が国の産官学のポテンシャルを生かし切る仕組みとするべきである。

HPCの世界は、今後計算機システム開発とアプリケーション開発の co-design が一層求められると予測される。その意味で、早期にさらにその先のシステム開発の議論を行うとともに、これまで以上に早い段階から成果を最大にするアプリケーションに関する議論を開始する必要がある。また、これまでの我が国のHPC開発・活用の経験を踏まえ、運用のあり方についても早期に検討するべきである。

計算科学・計算機科学は、極めて進化が速い分野である。現在の共用施設としての位置づけや、HPCIシステムとしての枠組みを超えた革新的・飛躍的な対応を求められることも想定される。さらなる将来に向けては、HPCI施策に関し、個々の科学技術分野の枠を超えて俯瞰的に検討する機能強化も図るべきである。

参考資料

○文部科学省委託業務「HPCIの運営」の「今後の運営の在り方に関する調査検討」を行うためのWGの検討項目と構成員について(計算科学研究機構)

① 将来のスーパーコンピューティングの在り方に関する調査検討WG(平成24年8月24日設置)

➤ 検討項目:NFS の必要性、整備すべきシステム像、開発すべき要素技術、アプリケーション開発等

➤ 委員構成

主査	中島 浩	京都大学学術情報メディアセンター長
	大西 慶治	独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構 複雑現象統一的解法研究チーム リサーチアソシエイト ※平成24年11月より北海道大学大学院工学研究院機械 宇宙工学部門から所属が変更となりました。
	川島 直輝	東京大学物性研究所 教授
	高木 亮治	独立行政法人宇宙航空開発機構宇宙科学研究所 准教授
	朴 泰祐	筑波大学大学院システム情報工学研究科 教授
	堀 宗朗	東京大学地震研究所災害科学系研究部門 教授
	南 一生	独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構 運用技術部門ソフトウェア技術チーム チームヘッド
	米澤 明憲	独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構 副機構長

② 将来のスーパーコンピューティングの体制の在り方に関する調査検討WG(平成24年10月16日設置)

➤ 検討項目:計算科学技術推進体制について、我が国の計算科学技術推進体制の全体像、HPCIシステム構築におけるコミュニティの合意形成の在り方、NFSの開発・設置・運用主体等

➤ 委員構成

主査	藤井 孝藏	独立行政法人宇宙航空開発機構宇宙科学研究所 宇宙飛翔工学研究系 教授
	青柳 睦	九州大学情報基盤研究開発センター長 教授

石川 裕 東京大学情報基盤センター長 情報理工学研究科 教授
 木寺 詔紀 横浜市立大学生命医科学研究科 教授
 沢田 龍作 トヨタ自動車(株) 第2技術開発本部 エンジン設計部
 開発基盤改革室 シニアスタッフエンジニア
 常行 真司 東京大学大学院理学系研究科 教授
 米澤 明憲 独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構
 副機構長

③ 将来のスーパーコンピューティングに関する調査検討 WG(平成25年3月18日設置)

- 検討項目:システムの設置・運用体制構築の在り方、システムの構成や拠点機能の内容確認、アプリケーションの開発・利用支援、産業利用・振興策に関する取組みの在り方、人材の育成方策等

➤ 委員構成

主査 藤井 孝藏 独立行政法人宇宙航空開発機構宇宙科学研究所
 宇宙飛翔工学研究系 教授
 青柳 睦 九州大学情報基盤研究開発センター長 教授
 石川 裕 東京大学情報基盤センター長 情報理工学研究科 教授
 伊藤 聡 独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構 コーディネーター
 木寺 詔紀 横浜市立大学生命医科学研究科 教授
 沢田 龍作 トヨタ自動車(株) ユニットセンター エンジン設計部
 開発基盤改革室 シニアスタッフエンジニア
 関口 智嗣 独立行政法人産業技術総合研究所 副研究統括
 常行 真司 東京大学大学院理学系研究科 教授
 中島 浩 京都大学学術情報メディアセンター長
 堀 宗朗 東京大学地震研究所巨大地震津波災害予測研究センター 教授
 南 一生 独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構運用技術部門
 ソフトウェア技術チーム チームヘッド
 米澤 明憲 独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構 副機構長

○審議経過

【将来のスーパーコンピューティングの在り方に関する調査検討WG】

第1回：平成24年8月28日(火)

- (1) 今後の進め方について
- (2) その他

第2回：平成24年10月15日(月)

- (1) 今後の進め方について
- (2) その他

第3回：平成24年11月20日(火)

- (1) 意見交換会(第1ラウンド)の報告について
- (2) 今後の進め方について
- (3) その他

第4回：平成25年1月17日(木)

- (1) 将来のスーパーコンピューティングに関する調査検討についての中間報告案について
- (2) その他

【将来のスーパーコンピューティングの在り方に関する調査検討WG・意見交換会】

(第1ラウンド)

将来のスーパーコンピュータの技術開発、利用、運用等について、アンケート調査に基づき、様々なコミュニティとの意見交換を実施

平成24年9月14日(金) 戦略分野4を中心とした自動車空力コンソーシアムとの意見交換

平成24年9月18日(火) 戦略分野2を中心とした日本物理学会参加者との意見交換

平成24年9月18日(火) HPCIシステムへの計算資源提供機関との意見交換:

平成24年9月19日(水) 「将来のHPCIシステムのあり方の調査研究」におけるアプリケーション分野担当機関との意見交換会

平成24年10月1日(月) 戦略分野3を中心とした都市・構造グループとの意見交換会

平成24年10月22日(月) 戦略分野5運営委員会との意見交換会

平成24年10月25日(木) 戦略分野1運営委員会との意見交換

(第2ラウンド)

ナショナルフラッグシップシステムの必要性等について、パネルディスカッションなどにより、様々なコミュニティとの意見交換を実施

平成24年11月29日(木) 戦略分野1全体ワークショップ参加者との意見交換会

平成24年12月3日(月) 戦略分野2を中心とした CMSI 研究会参加者との意見交換会

平成24年12月7日(金) 戦略分野4を中心とした次世代ものづくりシンポジウム参加者との意見交換会

平成24年12月15日(土) 戦略分野5を中心とした QUCS 参加者との意見交換会

平成24年12月23日(日) 戦略分野5を中心とした理論天文学宇宙物理学懇談会シンポジウム参加者との意見交換会

平成24年12月27日(木) 「将来のHPCIシステムのあり方の調査研究」におけるシステム担当機関との意見交換会

【将来のスーパーコンピューティングの体制の在り方に関する調査検討WG】

第1回:平成24年10月26日(金)

- (1) ワーキンググループの設置・運営について
- (2) 今後の進め方について
- (3) その他

第2回:平成24年11月28日(水)

- (1) 検討課題及び調査検討の進め方について
- (2) 将来のスーパーコンピューティングの体制の在り方について
- (3) その他

第3回:平成25年1月15日(火)

- (1) 我が国の計算科学技術推進体制等の検討に関するアンケート結果について
- (2) 将来のスーパーコンピューティングに関する中間報告案について
- (3) その他

【将来のスーパーコンピューティングの在り方に関する調査検討WG及び将来のスーパーコンピューティングの体制の在り方に関する調査検討WG合同WG】

平成25年2月4日(月)

- (1) 将来のスーパーコンピューティングに関する中間報告案について
- (2) 両WGの今後の活動について
- (3) その他

【将来のスーパーコンピューティングに関する調査検討WG】

第1回:平成25年3月28日(木)

- (1) ワーキンググループの設置・運営について
- (2) 今後の進め方について
- (3) その他

第2回:平成25年5月27日(月)

- (1) 将来のスーパーコンピューティングに関する中間報告について
- (2) その他

第3回:平成25年8月9日(金)

- (1) 各 SubWG の検討状況について
- (2) フラグシップシステム、第二階層について
- (3) その他

第4回:平成25年10月1日(火)

- (1) 第二階層について
- (2) 情報発信の在り方について
- (3) その他

第5回:平成25年11月11日(月)

- (1) 将来のスーパーコンピューティングに関する最終報告について
- (2) その他

第6回:平成25年12月5日(木)

- (1) 将来のスーパーコンピューティングに関する最終報告について
- (2) その他

【将来のスーパーコンピューティングに関する調査検討SubWG】

平成25年5月9日(木) 産業利用に関するSubWG(第1回)

平成25年5月10日(金) アプリケーションに関するSubWG(第1回)

平成25年5月24日(金) 産業利用に関するSubWG(第2回)

平成25年7月8日(月) アプリケーションに関するSubWG(第2回)

平成25年7月10日(水) 産業利用に関するSubWG(第3回)

平成25年7月19日(金) 産業利用に関するSubWG(第4回)

平成25年7月22日(月) 人材育成に関するSubWG(第1回)

平成25年7月23日(火) 体制構築に関するSubWG(第1回)

平成25年8月1日(木) 産業利用に関するSubWG(第5回)

平成25年8月9日(金) アプリケーションに関するSubWG(第3回)

平成25年9月5日(木) 人材育成に関するSubWG(第2回)

平成25年9月25日(水) アプリケーションに関するSubWG意見交換会(第1回)

平成25年9月30日(月) 人材育成に関するSubWG(第3回)

平成25年10月7日(月) 産業利用に関するSubWG(第6回)

平成25年11月6日(水) アプリケーションに関するSubWG意見交換会(第2回)

平成25年11月12日(火) 産業利用に関するSubWG(第7回)

【AICS WG及びHPCIコンソーシアム主催:意見交換会】

平成25年2月7日(木)

- (1) 将来のスーパーコンピューティングに関する中間報告案について
- (2) その他

平成25年12月24日(火)

- (1) 将来のスーパーコンピューティングのあり方に関する最終報告について
- (2) その他

【HPCIコンソーシアム主催:意見交換会】

平成25年6月10日(月)

- (1) 次期システムに係る拠点候補の計画案の確認について
- (2) その他

以 上