

将来の我が国における計算科学技術システムの在り方について (検討用資料)

1. これまでの議論

(1) 共通認識となっているもの

I. 我が国における計算科学技術システムの総論について

- ① 我が国の計算科学技術インフラについてグランドデザインを描き、その中で大学、附置研、大学共同利用機関法人及び独立行政法人の有するシステムの役割・位置付けを明確にしつつ、戦略的に整備を進めることが重要である。
- ② グランドデザインとしては、必要な予算にも留意しつつ、世界トップレベルのスパコンやその次のレベルのスパコンを地理的な配置も考慮しつつ複層的に配置し、全体として世界最高水準の計算科学技術インフラを維持・強化するという考え方が重要である。
- ③ トップレベルのシステムについては、基盤というよりもサイエンスやテクノロジーを切りひらく最先端の装置という位置づけもある。
- ④ 整備するシステムの性能目標を設定するに当たり、Linpack による性能評価を完全に無視するわけにはいかないが、より重要なのは、そのシステムで何を達成するのかである。
- ⑤ システムアーキテクチャの選定に当たっては、解決すべきサイエンス目標とアプリケーションの特徴や今後のハードウェアの見通しが重要であり、専用システムと汎用システムの議論は慎重に進める必要がある。

II. リーディングマシンの定義、必要性

- ① リーディングマシンについては、以下の二つの要件を満たし、国の戦略的リーダーシップに基づき我が国の計算機科学及び計算科学全体を牽引するとともに、科学技術の新たな展開を切りひらいていくシステムとして定義される。

(リーディングマシンの要件)

○世界トップレベルの高い性能を持ったシステム

○最先端の技術を利用し、新たに開発されたシステム

- ②リーディングマシンは我が国の計算機科学及び計算科学を発展さ

せ、世界における当該分野の優位性を維持し、それにより我が国の科学技術の発展や産業競争力の強化に貢献できることから、国として整備を進める必要がある。

(2) 検討課題

I. 我が国における計算科学技術システムの総論について

- ① 全国共同利用をしている9大学の情報基盤センターを巡る状況は設立当初と変わってきており、その役割や位置付けについては改めて検討する必要があると思われる。
- ② 近年は状況が改善しつつあるものの、9大学情報基盤センターにおけるスーパーコンピュータの能力が世界に比較して相対的に低くなってきているとの指摘もあるが、これは電力や設置スペースの問題に加えて、戦略の問題でもあると考えられる。今後の我が国の計算科学技術インフラのグランドデザインについては、9大学情報基盤センター等の関係各機関の役割も踏まえつつ、一つ一つのシステムの能力を向上させるため、複数の機関が共同でシステムの導入・運用をすることも視野に入れ、更に具体的な検討が必要と考えられる。

II. リーディングマシンの定義、必要性

- ① リーディングマシンの範囲や性能の考え方については、以下の三つが考えられ、更に検討が必要である。
(リーディングマシンの範囲のイメージ)
 - [イメージ1] 我が国のフラッグシップとなるシステムであり、幅広い分野をカバーするマシン
 - [イメージ2] 我が国のフラッグシップとなるシステムであり、幅広い分野をカバーするマシンと、それを支える特徴的なシステムを持つ複数のマシン
 - [イメージ3] 各分野の課題解決に必要となる特徴的なシステムを持つ複数のマシン
- ② リーディングマシンについては、それを幅広い分野をカバーするマシンとするか、分野ごとの特徴的なマシンとするかについては更なる検討が必要である。

2. 国内システムの現状

	超高速電子計算機 (スーパーコンピュータ「京」)	9大学 ^(注) 情報基盤センターの システム	附置研において 共同利用しているシステム	大学共同利用機関法人の システム	独立行政法人のシステム (超高速電子計算機を除く)
位置付け	特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律(共用法)に基づき理化学研究所に設置	学校教育法及び同施行規則に基づき、全国共同利用を目的として大学に設置された施設に置かれるシステム	学校教育法及び同施行規則に基づき、全国共同利用を目的として大学に設置された施設に置かれるシステム	国立大学法人法に基づき設置された大学共同利用機関に置かれるシステム	独立行政法人の設置目的の研究を実施するために設置
役割	産業界も含めた幅広い分野の研究者等に共用	学術利用を中心に幅広い分野の研究者に共同利用	特定分野の研究者を対象に共同利用	特定分野の研究者を対象に共同利用	主として設置法人の研究者に計算資源を提供。ただし、機関の研究開発業務の遂行に支障がない範囲で外部にも提供している例がある
能力	極めて高度な演算処理を行う能力を有する電子計算機(浮動小数点演算を毎秒10ペタ回以上実行する能力) ※「京」の理論演算性能は11.28PF、TOP500(H24年11月)において3位(10.5PF)	H24年10月現在、全体で24システム、総理論演算性能:6,315TF(平均性能:約700TF)。各センターのシステムの総演算性能は31.2TF~2,400TF TOP500(H24年11月)内に10システム;東工大(1,192TF)、東大(1,043TF/102TF)、九大(460TF/167TF)、筑波大(422TF/77TF)、京大(252TF/135TF)、北大(122TF)	TOP500(H24年11月)内に3システム ・東北大 金属材料研究所(244TF) ・東大 物性研究所(162TF) ・東大 医科学研究所(101TF)	TOP500(H24年11月)内に5システム ・高エネルギー加速器研究機構(518TF×2システム) ・核融合科学研究所(253TF) ・分子科学研究所(117TF) ・国立遺伝学研究所(83TF)	TOP500(H24年11月)内に4システム ・日本原子力研究開発機構(191TF) ・海洋研究開発機構(地球シミュレータ:122TF) ・宇宙航空研究開発機構(111TF) ・理化学研究所情報基盤センター(98TF)
運用	・共用法に基づき、理化学研究所が維持管理等、登録施設利用促進機関(登録機関)が中立・公正の立場から利用者選定・利用者支援を行う ・計算機資源の約85%を共用に供し、うち約50%分を戦略プログラムが利用し、約35%分を一般公募利用に割り当て	・各センターにおいて学内外の研究者等を対象に利用者の公募・選定を実施 ・資源の一部をHPCIに提供し、国の委託により高度情報科学技術研究機構が9大学共通の公募・課題選定を実施	・各機関において学内外の特定分野の研究者等を対象に利用者の公募・選定を実施	・各機関において機関内外の特定分野の研究者等を対象に利用者の公募・選定を実施	・主として設置機関の研究者に対し、所定の手続に沿って計算資源を提供 ・地球シミュレータは計算資源の40%を一般公募枠、30%を特定プロジェクト枠、30%を機構戦略枠とし、機構戦略枠の中で有償利用を実施
その他		・人材育成、学内の支援等の役割にも留意 ・7大学と東工大の情報基盤センターは学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点(JHPCN)として認定 ・筑波大は単独で共同利用・共同研究拠点として認定			

(注) 北海道大学, 東北大学, 筑波大学, 東京大学, 東京工業大学, 名古屋大学, 京都大学, 大阪大学, 九州大学

※上記の他, 大学等に設置された様々なシステムがある(理論性能合計: 国立大学 199.02TF, 公立大学 60.40TF, 私立大学 33.02TF (平成23年5月調べ))

空白ページ

3. 論点とそれに対する考え方（案）

（1）各機関の役割・位置づけ

a. 超高速電子計算機（共用法に基づき設置される極めて高度な演算処理を行う能力を有する電子計算機）

- ① 共用法に基づき、引き続き世界トップレベルの演算処理能力を有する我が国のフラッグシップマシンとして、産業界も含め幅広くその計算資源を共用に供していくことが適当ではないか。
- ② このため、計算機技術の発展に応じ、その能力を適切に更新していくとともに、幅広い分野で利用できるシステムとすることが必要ではないか。

b. 9大学情報基盤センターのシステム

- ① 今後とも、HPCの分野において、適切な規模の利用者支援機能・研究開発機能を維持しつつ、我が国のトップレベルの演算処理能力（例えば世界トップレベルのシステムの数分の1から数十分の1程度）を、先端又は大規模な計算を行う幅広い分野の研究者に提供する役割を果たしていくことが適当ではないか。
- ② また、その計算資源の一定割合はHPCI一括課題選定の対象とする計算資源として、大規模な計算や多様なユーザーニーズに応えるための我が国全体の計算インフラとして運用を行うことが必要ではないか。
- ③ このため、各情報基盤センターのシステムについても、HPCI一括課題選定の主要な計算資源として、大学の自主・自立性に配慮し、国全体として整合性をとりつつ戦略的に更新・整備していくことが必要ではないか。
- ④ また、今後の計算機技術の発展を踏まえ、適切な規模のシステムを導入するため、必要に応じ複数機関での共同導入・運用、また、大学内におけるシステムの集約などについても検討をすべきではないか。
- ⑤ こうした計算資源提供や研究開発実施の役割を十分に担える体制・システムが整備されていることを前提に、各情報基盤センターがそれぞれの得意分野を強化しつつ、これらのセンターが協力し学際的なグランドチャレンジ的な課題を解決するための共同研究・拠点事業の推進や、計算科学技術全体の発展に資する人材育成の役割も果たしていくことが重要ではないか。

c. 附置研・大学共同利用機関法人の共同利用システム

- ① 本システムは、特定研究領域の研究の実施のために整備しているものであることから、基本的にその目的に沿った能力の計算機を整備し、運用を行うことが適当ではないか。
- ② ただし、リーディングマシン（Ⅱ. ① [イメージ2] [イメージ3] の場合）として国の戦略に沿って整備する場合や、対象としている研究分野が横割りの分野（例えば統計数理学など）の場合は、自らの研究の遂行に支障のない範囲で、HPCI 一括課題選定の対象とする計算資源として、我が国全体の観点から HPCI への資源提供も検討すべきではないか。(*)

※附置研・大学共同利用機関法人の場合は、当該研究施設の目的たる研究と同一の分野の研究を目的とすることが求められ、運用上ある程度の制限がある可能性を考慮する必要があるのではないか。

d. 独立行政法人のシステム

- ① 本システムは、基本的に設置者の自らの目的に使用するものであるため、それぞれの必要性和予算に応じて必要な能力のシステムを整備し、それぞれ運用を行うことが適当ではないか。
- ② 一方、自らの研究開発業務の遂行に支障がない範囲で、積極的に外部の利用に供することが求められており、その際には利用者の利便性も考え、HPCI 共通計算資源（シングルサインオンの対象）として提供することも検討すべきではないか。
- ③ また、リーディングマシン（Ⅱ. ① [イメージ2] [イメージ3] の場合）として国の戦略に沿って整備する場合は、HPCI 一括課題選定の対象とする計算資源として、我が国全体の観点から HPCI への資源提供を検討することが適当ではないか。(*)

※独立行政法人の場合は、設置法で定められた業務の範囲での利用となるため、運用上ある程度の制限がある可能性を考慮する必要があるのではないか。

e. 大学等のシステム（b・cを除く）

- ① 本システムは、基本的に設置者の自らの目的に使用するものであるため、それぞれの必要性和予算に応じて必要な能力のシステムを整

備し、それぞれ運用を行うことが適当ではないか。

- ② また、大学等においては、我が国の計算科学技術の発展に向け、それぞれのシステムを活用し、多様な計算機科学及び計算科学を進展させるとともに、人材育成やユーザの裾野拡大等の役割を果たすことも期待すべきではないか。
- ③ そうした中で、これらの大学等において、リーディングマシンの開発や比較的大規模なシステムの整備・運用が行われる可能性も視野に入れておくことが適当ではないか。

(2) 地理的な配置について

- ① システムの配置については、リスク分散の観点からある程度の地理的な分散も必要であるが、ネットワーク経由で利用できることから、むしろ電力や設置スペースなどの設置条件が整備されていることがより重要ではないか。
- ② 一方、ユーザの窓口や研究拠点となる組織については、地理的な分散が重要ではないか。そのため、特定高速電子計算機施設及び9大学情報基盤センターについては現状も踏まえつつ、その体制・機能の在り方について検討が必要ではないか。

(3) リーディングマシンの考え方

上記(1)における各機関の役割分担を踏まえ、リーディングマシンについて、以下のような考え方でどうか。

[イメージ1]の場合

- ① リーディングマシンは、我が国のフラッグシップとなるシステムであり、幅広い分野をカバーするマシンであることを踏まえ、超高速電子計算機をリーディングマシンとして開発・運用することが適当ではないか。

[イメージ2]の場合

- ② リーディングマシンのうち、フラッグシップとして幅広い分野の利用をカバーするシステムは、超高速電子計算機とすることが適当ではないか。
- ③ また、同システムを支える特徴的システムについては、超高速電子計算機の特徴を踏まえ、どの分野のアプリケーションをターゲットとするか等のスペックやスケジュール等を国で定めた上で、HPCI 一括課題選定の対象となる計算資源を提供している機関、若

しくは提供する意思のある機関の中から公募に基づき指定することが適当ではないか。

[イメージ3] の場合

- ④ 複数のリーディングマシンのうち、1システムは超高速電子計算機とするとともに、その他のシステムについては、超高速電子計算機の特徴を踏まえ、どの分野のアプリケーションをターゲットとするか等のスペックやスケジュール等を国で定めた上で、HPCI 一括課題選定の対象となる計算資源を提供している機関、若しくは提供する意思のある機関の中から公募に基づき指定することが適当ではないか。

(4) 戦略的推進の在り方

- ① 我が国全体の計算科学技術インフラの整備を戦略的に行うため、今後10年程度を視野に、
- ◇リーディングマシンの計画について、ハードウェア技術の動向やアプリケーション分野のニーズ、我が国全体の計算資源の状況等を踏まえ、どのようなスペックのシステムをどのようなスケジュールで整備・運用するか
 - ◇9大学情報基盤センターも含めたHPCI 一括課題選定に計算資源を提供しているシステムの更新計画（各大学等のシステム更新計画をベースにした全体の整合性を見る観点から、ユーザコミュニティの意見を聴きつつ、必要に応じて調整）
- などの内容を盛り込んだ計画を策定し、定期的に見直しを図ることが必要ではないか。
- ② また、我が国の計算科学技術インフラの整備を計画に基づき着実に進めていくために、各機関の取り組みについて定期的に評価する枠組みを含め、国として必要な関与の在り方について検討が必要ではないか。
- ③ なお、継続的にこれらの計画を進めていくために、適切な使用料を徴収していくことも検討していくことや、リーディングマシンの開発については、「京」に要した経費に留意し、コスト縮減を目指し費用の精査をしていくことも必要ではないか。

関係法令（参考）

特定高速電子計算機関係

○特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（抄）

第一条 この法律は、科学技術（人文科学のみに係るものを除く。以下同じ。）に関する試験，研究及び開発（以下「研究等」という。）を行う者（以下「研究者等」という。）による先端大型研究施設の共用を促進するための措置を講ずることにより，研究等の基盤の強化を図るとともに，研究等に係る機関及び研究者等の相互の間の交流による研究者等の多様な知識の融合等を図り，もって科学技術の振興に寄与することを目的とする。

第二条 この法律において「先端大型研究施設」とは，国の試験研究機関又は研究等を行う独立行政法人（独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号）第二条第一項に規定する独立行政法人をいう。）に重複して設置することが多額の経費を要するため適当でないと認められる大規模な研究施設であって，先端的な科学技術の分野において比類のない性能を有し，科学技術の広範な分野における多様な研究等に活用されることにより，その価値が最大限に発揮されるものをいう。

2 この法律において「特定先端大型研究施設」とは，先端大型研究施設のうち，次に掲げるものをいう。

- 一 特定放射光施設
- 二 特定高速電子計算機施設
- 三 特定中性子線施設

3 略

4 この法律において「特定高速電子計算機施設」とは，理化学研究所により設置される，極めて高度な演算処理を行う能力を有する電子計算機（以下「超高速電子計算機」という。）を使用して研究等を行うための施設であって，文部科学省令で定めるものをいう。

5～9 略

○特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律施行規則（抄）

第二条 略

2 法第二条第四項の文部科学省令で定める施設は，浮動小数点演算を毎秒十ペタ回以上実行する能力を有する超高速電子計算機が設置されて

いる施設とする。

3, 4 略

附置研関係

○学校教育法

第九十六条 大学には、研究所その他の研究施設を附置することができる。

○学校教育法施行規則

第四百三条の三 大学には、学校教育法第九十六条の規定により大学に附置される研究施設として、大学の教員その他の者で当該研究施設の目的たる研究と同一の分野の研究に従事する者に利用させるものを置くことができる。

2 前項の研究施設のうち学術研究の発展に特に資するものは、共同利用・共同研究拠点として文部科学大臣の認定を受けることができる。

大学共同利用機関法人関係

○国立大学法人法

第二十九条 大学共同利用機関法人は、次の業務を行う。

一 大学共同利用機関を設置し、これを運営すること。

二 大学共同利用機関の施設及び設備等を大学の教員その他の者で当該大学共同利用機関の行う研究と同一の研究に従事するものの利用に供すること。

三 大学の要請に応じ、大学院における教育その他その大学における教育に協力すること。

四 当該大学共同利用機関における研究の成果（第二号の規定による大学共同利用機関の施設及び設備等の利用に係る研究の成果を含む。次号において同じ。）を普及し、及びその活用を促進すること。

五 当該大学共同利用機関における技術に関する研究の成果の活用を促進する事業であって政令で定めるものを実施する者に出資すること。

六 前各号の業務に附帯する業務を行うこと。

2～3 略