

| | | |
|---------------------|--|---|
| ①事業名 | 【43】最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用 | |
| ②主管課及び関係課（課長名） | （主管課）研究振興局情報課（課長：松川 憲行） | |
| ③施策目標及び達成目標 | <p>施策目標 4-3 達成目標 4-3-5</p> | <p>情報通信分野の研究開発の重点的推進 我が国発のスーパーコンピューティング技術が世界トップであり続けるとともに「いつでも、どこでも」「安全、安心」かつ「快適」なユビキタス社会を世界に先がけて実現するための基盤技術の確立を目指す。</p> |
| ④事業の概要 | <p>理論、実験と並び、現代の科学技術の方法として確固たる地位を築きつつあるスーパーコンピューティング（シミュレーション（数値計算）や高度なデータマイニング、解析等）について、今後とも我が国が世界をリードし、科学技術や産業の発展を牽引し続けるため、</p> <p>（1）スーパーコンピュータを最大限活用するためのソフトウェア（OS、ミドルウェア、アプリケーションソフトウェア）等の開発・普及 （2）世界最先端・最高性能の汎用京速計算機システム（通称は「汎シミュレータ」（仮称）を提案）の開発・整備（注：京速＝10ペタFLOPS） （3）上記（2）を中核とする世界最高水準のスーパーコンピューティング研究教育拠点（COE）「先端計算科学技術センター（仮称）」の形成</p> <p>により研究水準向上と世界をリードする創造的人材の育成を総合的に推進する。</p> <p>なお、これまでの我が国におけるリーダーシップシステム（数値風洞、CP-PACS、地球シミュレータ）の開発は凡そ5カ年間をかけて完成をみていること、及びスーパーコンピュータを巡る状況は短期間で大きく変化することを踏まえ、事業開始から2年度目（平成19年度）に計画本格化を判断＜中間評価＞、5年度目（平成22年度）までを研究開発期＜第一次事業評価＞、7年度目（平成24年度）までをCOE形成・運用期＜第二次事業評価＞、以後は運用・普及期とし、概ね3ヶ年間隔で定期評価を行う。</p> <p>平成18年度は、世界最先端・最高性能の汎用京速計算機システムの開発・整備の前提であるシステム全般の設計・研究開発等に着手する。</p> <p>①ソフトウェア（OS、ミドルウェア、アプリケーションソフトウェア）等の設計・研究開発 ②ハードウェア（計算機システム及び超高速インターコネクション）の設計・研究開発 ③「先端計算科学技術センター（仮称）」の形成に関する調査研究</p> | |
| ⑤予算額及び事業開始年度 | <p>平成18年度概算要求額：4,051百万円 事業開始年度：平成18年度</p> | |
| ⑥事業開始時において得ようとした効果 | 〔拡充事業の場合のみ記入〕 | |
| ⑦得られた効果 | 〔拡充事業の場合のみ記入〕 | |
| ⑧得ようとする効果及び上位目標との関係 | <p>世界最高性能の科学技術計算環境を実現し、複雑で多様な現象の系全体のシミュレーションや高度なデータマイニング、解析等を、ナノサイエンス、バイオサイエンス、デジタルエンジニアリング、防災等の幅広い分野で行い、「知的ものづくり」（例えば、ナノ物質の構造・機能解析に基づく機能設計、個人々の分子レベルから個体レベルまでの統合解析による医薬品の設計、製品の設計から製造工程・製品評価まで一気呵成にシミュレーションする等）や「科学的未来設計」（例えば、津波による火災、漂流物の挙動、危険物質流出等の二次災害までを含めた総合的な被害軽減策の検討等）を実問題で可能とし、先端的スーパーコンピューティングにおける国際的リーダーシップを確立。科学技術・学術や産業の競争力強化、安全・安心な社会の構築に貢献する。</p> <p>また、世界の英知を結集し、世界水準の人材育成を行い、シミュレーションや、高度なデータマイニング、解析等にお</p> | <p>⑨達成年度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成22年度に第一次事業評価（研究開発評価） ・平成24年度に第二次事業評価（COE形成・運用評価） ・以降は、約3ヶ年毎に定期評価（運用・普及評価） |

ける我が国の国際的な地位を確固たるものとする。
本事業の効果をあげるにより、世界最先端・最高性能の研究開発基盤の開発利用が図られ、ひいては施策目標4-3にある「情報通信分野の研究開発の重点的推進」という成果に結びつくと考えられる。

⑩必要性

大学や公的研究機関では、ナノサイエンス・材料、ライフサイエンス、環境・防災、原子力、航空・宇宙等の幅広い研究活動において、実効性能でペタFLOPS超級（理論性能で京速（10ペタFLOPS）級）の計算環境におけるシミュレーションや高度なデータマイニング、解析等のニーズが顕在化している。

民間企業においても、国際的な産業競争力の維持・強化の観点から、設計から製品化までの開発期間や開発コストの大幅な縮小や生産性を飛躍的に向上させる製造プロセス一貫シミュレーションや、個人差に応じた合理的な医薬品の開発など、最先端の「知的ものづくり」を実現可能とする計算環境のメリットが認識されつつある。

さらに、国や地方行政に対しても、台風や豪雨、地震・津波等の自然災害の正確な予測やその都市・地域スケールでの影響評価を踏まえたきめ細かな対策の提案等により、より安全・安心な社会の構築に向けた施策の検討材料を提供することが可能となる。

これまでの我が国におけるスーパーコンピュータの開発は、リーダーシップシステムの開発プロジェクト（数値風洞<1989～93年>、CP-PACS<1992～96年>、地球シミュレータ<1997～2002年>）が牽引してきた。プロジェクトの終了直後から、これらのシステムがテクノロジードライバとなって製造された商用機が、研究や教育のインフラストラクチャ（以下「インフラシステム」）として大学や研究機関へと垂直展開してきた歴史がある。しかしながら、地球シミュレータ以降はリーダーシップシステムの開発プロジェクトが無く、我が国における商用機の性能向上ペースが落ち、国全体のスーパーコンピュータ資源量の拡大ペースについても鈍化が見られる。このため、科学技術・学術研究の現場からの性能要求に十分に答えられない上、計算資源量の逼迫による待ち時間の増大が問題となっている。このためリーダーシップシステムがドライバとなって、インフラシステムまで含めた計算性能・計算資源量の飛躍的拡大が待望されている。

ニーズとして、広汎な分野において複雑で多様な現象の系全体シミュレーションや高度なデータマイニング、解析等により優れたコストパフォーマンスで対応することが要求されている。このため、分散処理に優れた計算機及び特定のアプリケーションの処理効率を加速する各種のアクセラレータ、大規模数値データ処理に優れた計算機等を、柔軟かつ効率的に利用できる計算機システムを開発することが、最小限の費用で最大の効果を発揮する観点から合目的である。なお、高度情報通信時代の今日、スーパーコンピュータの整備にあたっては、学術情報ネットワーク（サイバーサイエンスインフラストラクチャ構想）上に位置づけ、場所や時間の制約を越えコンピュータ上で世界中の研究者・技術者やそのエージェントが協同して大きな相乗効果を生み出すことが必須である。よって、これまでの実績（ITBL、NAREGI）を活かし、ネットワーク時代に対応した国際標準のソフトウェアの開発・普及促進を強化する必要がある。

さらに、スーパーコンピュータの開発のみにとどめず、国際的COEとして、たゆまず世界の英知を結集し、最高の英知による最上の教育研究を通じた世界最高水準の人材育成を継続することが重要である。これにより、我が国からトップレベルの人材が途切れることなく輩出され、広く世界で活躍し、理論・実験と並ぶ科学技術の「第3の方法」であるシミュレーションや高度なデータマイニング、解析等で、世界のリーダーとしての地位が確立する。この「第3の方法」を通じた科学技術ヘゲモニーを掌握することで、国是である科学技術創造立国としての基盤を盤石なものとするのが可能となる。また、スーパーコンピュータの世代交代ともいべきアーキテクチャの革新は、アプリケーション側の要求を実現するために図られてきた。COEの形成は、シミュレーションの革新のみならず、新世代スーパーコンピュータへの萌芽を生み出す所でもあり、スーパーコンピューティングの総合力を涵養する場として重要である。

このように、大学から民間企業、行政までの幅広い方面での利活用を促進するとともに、国際的COEであり続けるため、世界最高性能のスーパーコンピュータの開発・整備はもとより、これを最大限有効に使いこなすための利用技術（ソフトウェア等）と併せ、研究開発・整備・運用・普及を総合的かつ一体的に推進することが必要不可欠である。このため、知的基盤（成果を体系化、組織化することで更なる研究開発等の促進のベースとして活用できるよう成形した集合体）を整備するという目標の下、COE形成段階及び運用段階で優れた成果を挙げることを主眼として推進することが肝要である。

他方、本プロジェクトは研究開発基盤の整備という観点のみならず、IT分野の中でも我が国が優位にあるデバイス、メモリー、ストレージ、光通信等の実装・シ

| | |
|------------------|--|
| | <p>システム統合技術のより一層の向上に寄与する。また、ソフトウェア開発と一体的に進めることで、スーパーコンピューティング分野における技術のブラックボックスを無くすとともに、大規模ITシステムを作り上げる総合的な技術力の維持・強化についても期待できる。</p> |
| ⑪効率性 | <p>桁違いの性能を発揮するリーダーシップシステム1サイトの開発は、その規模がインフラシステム10サイト以上のシステムの開発に相当する。特に、コンピュータの製造は設備依存性が高いことから「規模のメリット」が大きく作用するため、開発投資効率を極大化できる。我が国のスーパーコンピュータの大半（9割以上）が、大学や公的研究機関において整備するものであり、その開発投資については、予算執行組織の違いはあれ、結果的に、国費に負うところが極めて大きい。したがって、リーダーシップシステムに開発投資を集中することで、インフラシステムに係る開発投資を軽減することが可能となり、大学や公的研究機関において、より費用対効果の高いスーパーコンピュータの整備を可能ならしめることとなる。リーダーシップシステムの開発は、その直接の利用者に留まらず、インフラシステムを利用する幅広い分野の研究者・技術者に、より高度な計算環境を提供する契機となる。</p> <p>また、国際的なシミュレーションCOEは、世界最高性能のスーパーコンピュータを擁する世界最高水準の研究環境があつてこそ、世界中の英知が結集して形成されるものである。特に、世界最高性能のシステムから生み出される世界に先がけた成果や発信力の高い国際的なリーダーの存在により、優秀な若手研究者や青少年に夢やロマンを与え、学術・科学技術に対する関心と理解を高める効果が期待できる。</p> <p>つまり、リーダーシップシステムの開発こそが、最高の投資効率でCOEの形成とシミュレーション科学技術力の全体的なレベルアップを実現する最善の方法である。</p> |
| ⑫想定できる代替手段との比較考量 | <p>京速（10ペタFLOPS）級の計算環境を実現する方法としてグリッド技術（注）も考えられるが、CPU能力の限界まで要求される超大規模数値データを頻繁に通信するシミュレーションでは、データ転送時の処理の遅れやネットワークの帯域幅（通信速度）の制限で、CPUの処理速度に見合ったデータの供給が困難となり、処理効率が低下することもある。したがって、京速（10ペタFLOPS）級の計算環境は、一拠点にリーダーシップシステムを開発する方が、グリッド技術で遠隔地に分散する地球シミュレータ級（数十テラFLOPS）の計算機システムを数百サイトも繋ぐより、より短期間に安価で安定性の高いシミュレーション環境を実現できる。（注：グリッド技術は、計算機の処理速度を加速するものではなく、散在する計算機やデータベースの利用効率と利便性を高め、国内外の研究者等の協業を支えるもので、通信性能の制約を受けにくいシミュレーションやデータベースの効率的利用に有効。）</p> |
| ⑬有効性 | <p>指標・参考指標</p> <p>特に研究開発段階（平成22年度まで）の成果については、1）HPCチャレンジ（注）での検証、2）Linpack（注）で10ペタFLOPSを達成しランキングで世界第1位を奪取。更に、平成23年度以降の成果については、1）「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発プロジェクト」等で開発されるナノサイエンス、ライフサイエンス、環境・防災、原子力、航空・宇宙等の実問題のアプリケーションでの評価、2）アルゴリズムを限定しない多様性を持つシステムの比較に適したベンチマークテストでの検証。また、平成24年度以降のCOE形成・運用評価に当っては、本プロジェクトに参加した人数と参加者の評価も指標とする。（注：ベンチマークテスト）</p> |
| | <p>効果の把握の仕方</p> <p>「国の研究開発評価に関する大綱的指針について」（平成13年11月）等に基づき、外部専門家・有識者等により、上記指標に基づき、国際動向を勘案した評価を実施する。</p> |
| | <p>得ようとする効果の達成見込みの判断根拠</p> <p>現在公表されている米国の開発戦略（平成22～23年頃に理論性能で3～4ペタFLOPSを達成）を見る限り、平成23年6月にLinpackベンチマークテストで10ペタFLOPSを達成すれば、スーパーコンピュータTOP500ランキングの世界順位第1位を奪還可能。なお、今年度から開始した「将来のスーパーコンピューティングのための要素技術の研究開発プロジェクト」では、ペタFLOPS超級スーパーコンピュータの実現に不可欠なハードウェアの技術項目が押さえられており、このプロジェクトと相補的な関係にあるGRAPE-DRプロジェクト（科学技術振興調整費）では平成21年までに理論性能でペタFLOPS超を実現する予定。これらの成果に基づき、規模のメリットを活かせる次世代リーダーシップシステムの大規模開発プロジェクトとして、平成22年度末に理論性能で京速（10ペタFLOPS）級のシステムを実現することが可能と判断。</p> <p>実問題のシミュレーションソフトウェアを用いた評価に関しては、「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発プロジェクト」や科学技術振興機構・戦略的</p> |

創造研究推進事業（CRESTタイプ）の「マルチスケール・マルチフィジックス現象の統合シミュレーション」等で開発されるアプリケーションソフトウェアが、次世代のリーダーシップシステムに搭載されることを念頭に、現世代のリーダーシップシステムである地球シミュレータを用いて実効性能評価を行っていることから、京速計算機システム用アプリケーションの適用準備は着実に進められると判断。

⑭ 公平性、優先性

スーパーコンピュータ及びその利用技術は、理論、実験と並ぶ科学技術の方法であるシミュレーションに必要不可欠であり、これらの国際的な優位性が保たれなければ、我が国は幅広い分野の科学技術・学術研究のフロンティアにおいて、フロントランナーとしての地位を保つことができなくなる。つまり、我が国の科学技術力の源泉として、スーパーコンピュータ及びその利用技術の研究開発の推進を図ることは国の責務である。

これまでの我が国におけるスーパーコンピュータ開発史を振り返ると、リーダーシップシステムの研究開発プロジェクトが牽引して、それに続く商用システムがインフラシステムとして大学や公的研究機関へと垂直展開している。このようにリーダーシップシステムの開発・整備を行うことは、そのシステムの直接の利用者だけではなく、インフラシステムへの垂直展開を通じて、シミュレーションを必要とする幅広い分野において多数の研究者・技術者が恩恵を受けるものとなっている。

さらに「先端計算科学技術センター（仮称）」の運用にあたっては、共同利用施設と位置づけ、世界に広く門戸を開き、機会均等に広範な分野から世界の英知を結集することで、利用者の公平性は厳正に保たれるものとなる。

我が国の競争相手である米国では、政府（DOE、DOD）主導で複数のプロジェクトにより官民一体のスーパーコンピュータ開発が進められている。米国を凌駕する実力を示さなければ、これまで我が国が築き上げてきたスーパーコンピュータ開発力の威信を保ち得ない。その結果、国際的な地位の低下を招くばかりか、我が国のハイレベルのシミュレーション研究者の人材流出、研究者の空洞化を招く恐れがある。現状のままでは、5年後には、我が国のスーパーコンピュータでTOP500ランキングのベスト5に入るものが皆無となるばかりか、同ランキングでこれまで後塵を拝したことのない中国の最高性能のスーパーコンピュータをすら下回る可能性が高く、緊急を要する。

（参考：中国は、最優先の国家プロジェクトとして、グリッドコンピュータシステムとその中枢スーパーコンピュータ「曙光」シリーズの開発を進めている。昨年TOP500ランキングで第10位となった「曙光4000A」は、ナノ、バイオ、天文等の科学分野のみならず、システムシミュレーションや金融工学等の産業分野でも利用されている。）

⑮ 評価に用いたデータ・情報・外部評価等

科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会の下部組織である国として戦略的に推進すべき基幹技術に関する委員会の「基幹技術について」（平成16年12月）では、「ペタフロップス超級スーパーコンピュータの開発」と「スーパーコンピュータ活用のためのソフトウェア開発」が各種の要素技術の統合化・システム化技術のプロジェクトとして明示されている。また、科学技術・学術審議会基本計画特別委員会「第3期科学技術基本計画の重要政策（中間とりまとめ）」（平成17年4月）では、世界最高水準の次世代スーパーコンピューティング技術について、科学技術の発展を強力に牽引し、先端的成果が得られる世界最高性能の研究設備を実現する国家基幹技術として取り上げられている。

さらに、「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」（平成17年6月 総合科学技術会議）においても、国の発展の基幹としての科学技術の一つとして、次世代スーパーコンピューティングが例示されている。

自民党文部科学部会の「科学技術創造立国の実現に向けて取り組むべき重要政策について（中間報告）」（平成17年5月）や自民党科学技術創造立国推進調査会がとりまとめた「科学技術駆動型の国際競争力強化について－フロントランナー時代に対応する新たな科学技術システムの構築－」（平成17年6月）においても、次世代スーパーコンピューティングが、国が責任を持って推進すべき国家重要技術に位置付けられている。

（社）日本経済団体連合会による「科学技術をベースにした産業競争力の強化に向けて－第3期科学技術基本計画への期待－」（平成16年11月）では、将来の経済・社会の姿の実現に向けて持続的発展の基盤となる不可欠な重要技術のうち、科学技術の発展への大きなインパクトが期待できる技術として、スーパーコンピューティングが例示されている。

平成17年8月24日に開催された科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会情報科学技術委員会（第28回）において外部専門家・有識者による事前評価を実施。本委員会での評価を踏まえた調整を行った上で、平成17年8月29日に開催される科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会において、事前評価の結果を報

告する予定。なお、本事前評価は研究計画・評価分科会にて終了後、下記のホームページに掲載する予定。
(アドレス <http://www.mext.go.jp/>)

⑩備考

最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用

平成18年度概算要求額 4,051百万円(新規)

平成18年度～平成24年度

目的: 世界最先端・最高性能の汎用京速計算機システムの開発・整備及び利用技術の開発・普及

趣旨及び効果: 理論、実験と並び、現代の科学技術の方法として確固たる地位を築きつつあるスーパーコンピューティング(シミュレーション(数値計算)やデータマイニング、解析等)について、今後とも我が国が世界をリードし科学技術や産業の発展を牽引し続けるため、

(1)スーパーコンピュータを最大限活用するためのソフトウェア等の開発・普及

(2)世界最先端・最高性能の汎用京速^(注)計算機システムの開発・整備 (注)京速 = 10ペタFLOPS

(3)上記(2)を中核とする世界最高水準のスーパーコンピューティング研究教育拠点(COE)「先端計算科学技術センター(仮称)」の形成により研究水準向上と世界をリードする創造的人材の育成を総合的に推進する。

世界最高性能の科学技術計算環境を実現し、複雑で多様な現象の系全体のシミュレーションや高度なデータマイニング、解析等を、幅広い分野で行い、「知的ものづくり」や「科学的未来設計」を実問題で可能とし、先端的スーパーコンピューティングにおける国際的なリーダーシップを確立。科学技術・学術や産業の競争力強化、安全・安心な社会の構築に貢献。

また、世界の英知を結集し、世界水準の人材育成を行い、シミュレーションにおける我が国の国際的な地位を確立。

概要: 平成18年度は、世界最先端・最高性能の汎用京速計算機システムの開発・整備の前提であるシステム全般の設計・研究開発等に着手する。

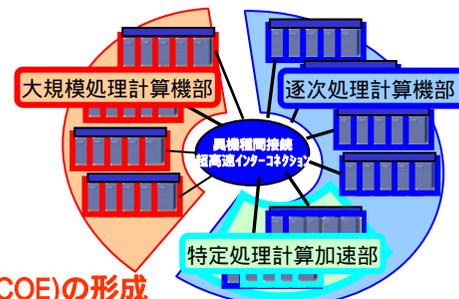
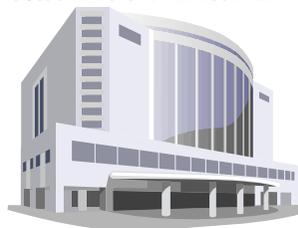
1. ソフトウェア(OS、ミドルウェア、アプリケーションソフトウェア)等の設計・研究開発

2. ハードウェア(計算機システム及び超高速インターコネクション)の設計・研究開発

3. 「先端計算科学技術センター(仮称)」の形成に関する調査研究

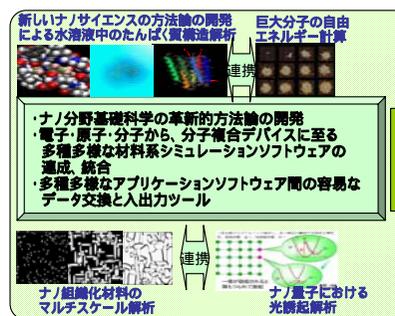
体制: 国の責任で設備の整備から運用まで一体的に推進する。また設備の整備・運用を行うに当り、産学官の様々な組織から最も適したところを選択し、そのポテンシャルを活用する。

先端計算科学技術センター(仮称)



スーパーコンピューティング研究教育拠点(COE)の形成

次世代ナノ統合シミュレーション



化学材料
医薬品
化粧品
磁気ナノデバイス
光ナノデバイス

エンジニアリング、防災分野等のシミュレーション

次世代生命体統合シミュレーション



テーラーメイド医療・創薬などを
実現するため、人間系を最適に
解析できる統合シミュレーション
の研究開発を行う。