

# 次世代スーパーコンピュータの 開発と利用



1993

1996

2002

2012...



# 広範な科学技術分野の 基盤となる国家基幹技術

## スーパーコンピュータとは

様々な分野の大規模科学技術計算を行うための超高速処理が可能なコンピュータを一般に「スーパーコンピュータ」と呼んでいます。

スーパーコンピュータによるシミュレーション(模擬実験)は、実験、理論と並ぶ研究開発の第3の手法として益々重要になっています。なぜなら、調べようとする対象が複雑あるいは巨大すぎて解析的な解が求められなかったり、実験観測にあまりにも多くの時間・費用がかかるので事実上実験できなかったり、実験条件が極限状況ないし危険(放射能・高温など)であるため、あるいは自然、地域、社会などを対象とするため実験不可能な場合などに、スーパーコンピュータを用いたシミュレーションは非常に有効だからです。

スーパーコンピュータは、自動車や飛行機的设计・製作のための構造解析や流体解析、天気予報のための気象シミュレーションなど、私たちの暮らしに直接関係する様々な分野で使われており、今後の科学技術の発展に不可欠です。

スーパーコンピュータの開発には、高性能LSIや低電力化などの半導体技術、光通信技術、ネットワーク技術、品質管理技術など、エレクトロニクスに関する総合的かつ高度な技術力が必要です。我が国はこの分野で世界のトップレベルにありますが、技術力の維持・向上のために継続的な研究開発が必要です。

## 広範な分野での利活用 - 次世代スーパーコンピュータが拓く世界 -

### ものづくり

- 自動車の安全設計等
- 迅速な新製品開発



### ナノテクノロジー

- 新物質設計
- 酵素・触媒反応の解明



### 防災

- 地震動予測
- 津波被害の予測



### 航空・宇宙

- ロケットエンジン設計
- 航空機開発



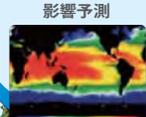
### ライフサイエンス

- 新薬開発
- 治療・診断技術開発



### 地球環境

- 気候変動予測
- エルニーニョ現象の影響予測



### 原子力

- 原子力施設丸ごと解析
- 核融合炉の開発



### 天文・宇宙物理

- 宇宙の創成過程解明
- 銀河や惑星の形成過程解明



## 国家基幹技術

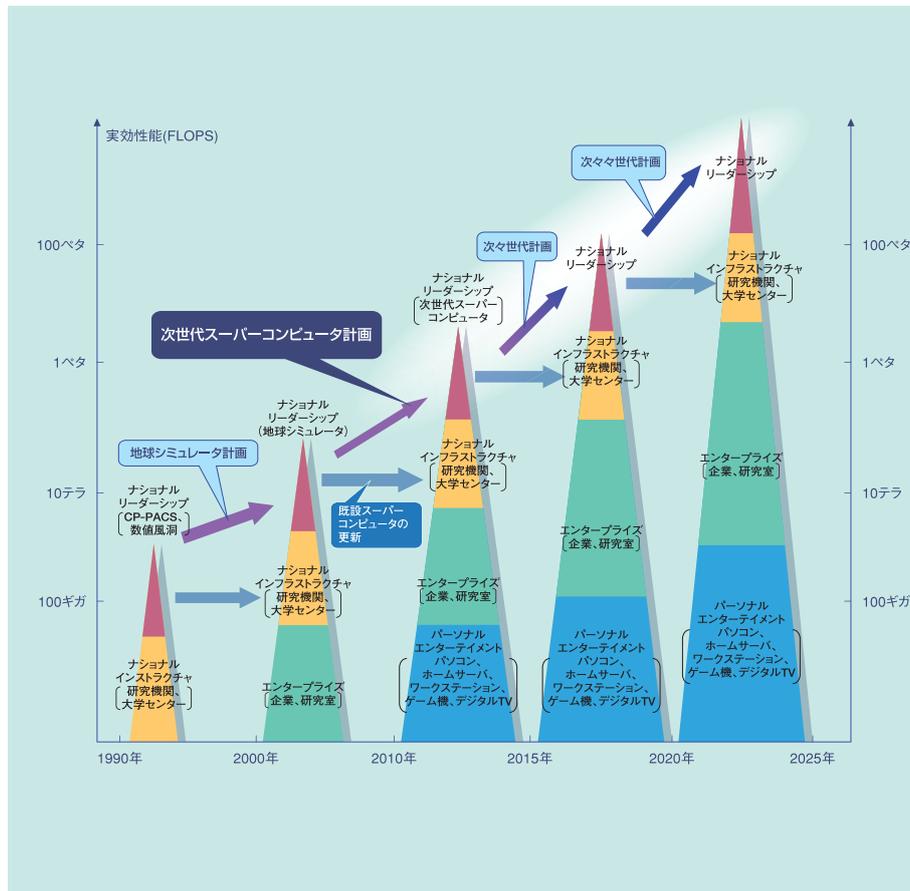
「国家基幹技術」とは、国家の総合的な安全保障の向上や世界最高の研究機能の実現を目指して、国家的な大規模プロジェクトとして集中的に投資する科学技術のことです。

国の総合科学技術会議は、我が国の科学技術及び産業の競争力の基盤となる「次世代スーパーコンピュータ」プロジェクトを「国家基幹技術」と位置づけ、国家的目標と長期戦略を明確にして取り組むこととしています。



## 継続的な最先端・高性能スーパーコンピュータの開発ビジョン

これまで、国家プロジェクトで開発された最先端のスーパーコンピュータシステム(ナショナルリーダーシップシステム)の技術は、全国の計算機システムに展開されてきました。更に、スーパーコンピュータを将来に亘って継続的に開発することにより、我が国の研究開発基盤の強化と技術力の維持・向上に大きく貢献することが期待されています。



# 科学技術の ブレイクスルーに挑む

## 次世代スーパーコンピュータで期待される成果

極微細な量子の世界から膨大な数の銀河を内包する宇宙まで、広大なスケールの中に存在する様々な自然現象を解明し社会に貢献するための汎用スーパーコンピュータとして、次世代スーパーコンピュータは開発されています。

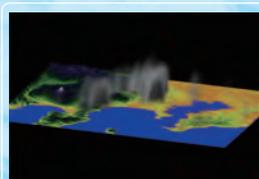
例えば小さいスケールでは、溶液中のウイルスのシミュレーションやリポソーム(数十万原子)の長時間シミュレーションによる医療分野への貢献、またセルロース分解酵素シミュレーションにより安価なバイオ燃料の提供等、エネ

ギー分野への貢献等が期待されています。もう少し大きなスケールでは、次世代半導体ナノデバイス全体のシミュレーションや非シリコン系物質等新機能物質の探索により、次世代エレクトロニクステクノロジーの加速が期待されています。もっと大きなスケールでは、地震波動伝播シミュレーションと構造物の耐震シミュレーションを組み合わせた防災への貢献、正確な台風の進路・強度シミュレーションによる気象予測への貢献等が期待されています。

### 次世代スーパーコンピュータを用いたシミュレーションの例 ～ナノから宇宙まで～



ポスト32nm世代のデバイス全体のシミュレーションによるエレクトロニクスへの貢献



難しい大気現象の解明、また正確な台風の進路・強度の予測による気象への貢献



$10^{21}m$

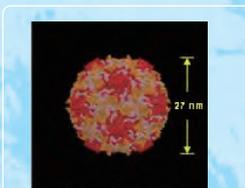


$10^7m$

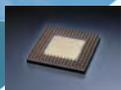
$10^2m$



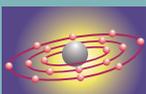
$10^0m$



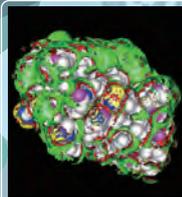
水中のウイルスの丸ごとシミュレーションによる医療への貢献



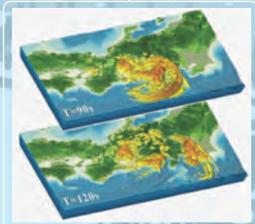
$10^{-8}m$



$10^{-10}m$



セルロース分解酵素のシミュレーションによる安価なバイオ燃料の提供等エネルギーへの貢献



地震波動伝播シミュレーションと構造物の耐震シミュレーションを組み合わせた防災への貢献

## グランドチャレンジ・アプリケーションの研究開発

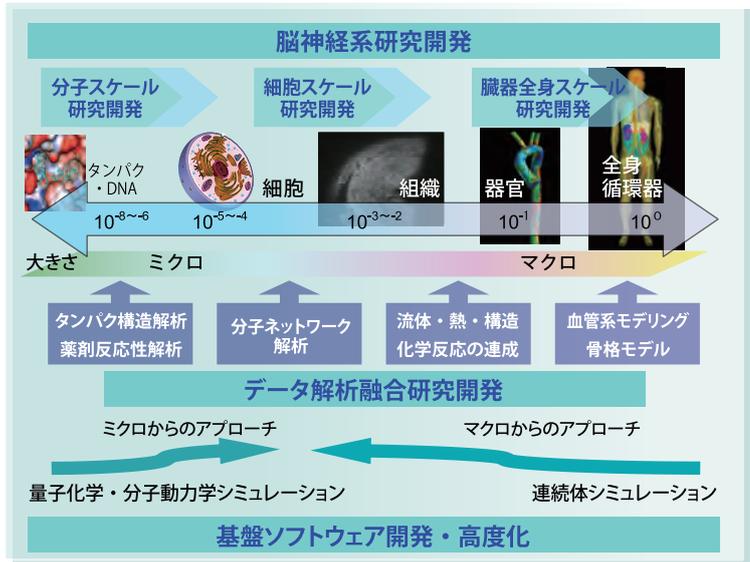
次世代スーパーコンピュータを最大限に活用するためのソフトウェア(ライフサイエンス分野及びナノテクノロジー分野のグランドチャレンジ・アプリケーション)を開発し、普及させることは、次世代スーパーコンピュータ・プロジェクトの目標の一つです。

### 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

理化学研究所は、次世代スーパーコンピュータの性能を十分に発揮させ、分子から全身まで生体内で起こる種々の現象を統合的に理解するためのシミュレーションソフトウェアの研究開発を進めています。

基礎原理(方程式・モデル)に基づいて現象に迫る「解析的アプローチ」と大量の実験データから未知の経路と法則に迫る「データ駆動型アプローチ」により、マイクロからマクロまで、異なるスケールの研究と実験データを統合的かつ有機的に結びつけ、次世代スーパーコンピュータの性能を最大限に発揮するペタフロップス・スケールのシミュレーションソフトウェアの開発に挑戦しています。

また、得られた研究成果を、医療診断・創薬・ヘルスサイエンスなどの分野へ応用するため、実社会での活用を目指して、産業界との連携を積極的に進めています。

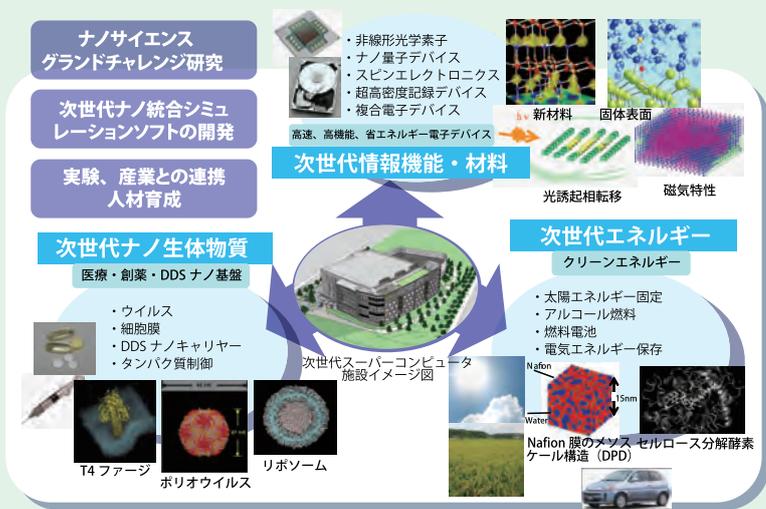


### 次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発

分子科学研究所は、次世代スーパーコンピュータを分子・物質の計算科学のシミュレーションで最大限に活用できるよう、計算科学理論・方法論の確立と、それらに基づくソフトウェアの開発を行う拠点です。

電子・原子・分子レベルからの精緻な大規模計算に基づいて、ナノスケールの物質で発現する特有の現象・特性を解明し、予測することを目標としています。具体的には、「次世代ナノ情報機能・材料」「次世代ナノ生体物質」「次世代エネルギー」の3つのグランドチャレンジ課題を設定して、それぞれの分野の解明にブレイクスルーをもたらす計算科学の飛躍知の発見・発明に繋がります。

また、研究開発拠点到産学連携体制を構築し、研究成果の産業界への展開を図っています。



# 世界に誇る 研究教育拠点を目指して

## 次世代スーパーコンピュータ施設の概要

- ・建設地：兵庫県神戸市中央区港島南町7丁目1-26（ポートアイランド第2期内）
- ・工事期間：平成20年3月建設開始、平成22年5月完工予定
- ・進捗状況：平成22年2月現在、概ね9割完成

### 整備の基本方針

- (1) 次世代スーパーコンピュータの性能を最大限引き出す設備・能力の確保
- (2) 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）として相応しい研究・教育環境の整備
- (3) ランニングコストと環境負荷の低減化



### 施設の特徴

- (1) 計算機の性能を常時保証できる床耐荷重及び免震構造とするとともに、安定運用に必要な電源設備及び冷却設備を整備
- (2) 共用施設としての運用上の利便性を高めるとともに、研究交流や多様な知識の融合を促進するため、計算機棟と研究棟を整備
- (3) 排熱利用の推進や排水処理への配慮などによりランニングコストと環境負荷の低減を実現



#### 【計算機棟】

- 延床面積 約 10,500 m<sup>2</sup>
- 建築面積 約 4,300 m<sup>2</sup>
- 構造 鉄骨造り地上3階地下1階（免震構造）

#### 【研究棟】

- 延床面積 約 9,000 m<sup>2</sup>
- 建築面積 約 1,800 m<sup>2</sup>
- 構造 鉄骨造り地上6階地下1階（免震構造）

その他、電源を供給する特高受変電設備、計算機の冷却のための冷水を供給する冷却設備、及び環境負荷低減のためのCGS(自家発電)設備等を設置

写真（計算機棟）



写真（研究棟）





理化学研究所 理事長  
次世代スーパーコンピュータ開発実施本部 本部長  
**野依 良治**

スーパーコンピュータによるシミュレーションは、様々な分野で実験、理論と並ぶ重要な研究手法であり、今後の科学技術の発展になくてはならないものです。また、産業界においても、様々な製品の設計、開発に大きく寄与するものです。我が国が将来にわたって科学技術の国際競争力を維持・向上していくためには、ハードウェアとソフトウェアの両面からスーパーコンピューティングに関する最先端の研究開発を行っていくことが極めて重要です。

このため、国は第3期科学技術基本計画の中で次世代スーパーコンピュータの開発と利用を「国家基幹技術」として位置づけ、その整備と利用を集中的に投資して推進することとしています。このための法律も整備され、理化学研究所はこれに基づき次世代スーパーコンピュータの開発と運用を担うこととなっています。

我が国全体の科学技術の高度化に不可欠な研究開発施設の開発・整備を行い、その利活用を先導することは、理研の重要な任務の一つです。理研は、その総力を挙げ、名実ともに世界一と認められる次世代スーパーコンピュータの開発を行い、全国の研究者、技術者に優れた利用環境を提供するとともに、次世代の人材育成を行う研究開発拠点の整備を進めていきます。



理化学研究所 次世代スーパーコンピュータ開発実施本部 副本部長(開発総括)  
**平尾 公彦**

計算科学は、理論や実験とは異なるコンピュータによる数値シミュレーションという新しい研究手法により、科学技術のあらゆる分野の今後の発展と、わが国の国際競争力の向上に不可欠な知識基盤技術となっています。

現在、理化学研究所が整備を進める次世代スパコンが実現するペタスケール・コンピューティングは、非常に多くの分野でシステム全体のシミュレーション(まるごとシミュレーション)を可能とし、質的な変化をもたらします。複雑な挙動を理解・把握することが可能となり、確固とした科学的信頼度に基づく「予測の科学」を実現することが大きなテーマです。このためには、計算科学と計算機科学の両分野の研究者を集集し、両分野が融合するような形で研究が進められ、従来にはない手法で、基礎研究から応用、産業利用に至るまで優れた成果の創出に結びつけることが必要です。一刻も早く、ものづくりや気候変動予測をはじめ波及効果が大きいテーマで、世界を先導する成果を生み出すことも重要です。理化学研究所では、オールジャパンの視点に立って、この次世代スパコンを幅広いユーザーにとって使いやすい施設にし、国内外の研究者が集まる研究拠点を構築するとともに、スーパーコンピューティング技術の将来に向けた更なる発展につながるように、関係機関やコミュニティとの密接な連携の下で、研究開発や人材育成を推進していきます。



理化学研究所 次世代スーパーコンピュータ開発実施本部 プロジェクトリーダー兼副本部長(システム開発)  
**渡辺 貞**

世界最高水準の次世代スーパーコンピュータは我が国の科学技術を牽引するものであり、最先端の研究開発を行うために不可欠な研究開発基盤でもあります。その適用分野は、物理・化学・生物学等の自然科学からナノテクノロジー、ライフサイエンス、ものづくり、環境・災害予測などあらゆる分野に広がるものです。加えて、スーパーコンピュータの開発には、半導体からシステムソフトウェアまで、コンピュータ技術を先導する技術開発が必要であり、継続的に発展していくためには、我が国にこの開発技術力を保持することが必要です。これらの技術が広く展開され、我が国の情報技術全体が発展することへの貢献も期待されています。このために、我が国が持つ技術を結集し、世界最先端・最高性能の次世代スーパーコンピュータの開発・整備を全力で推進していきます。



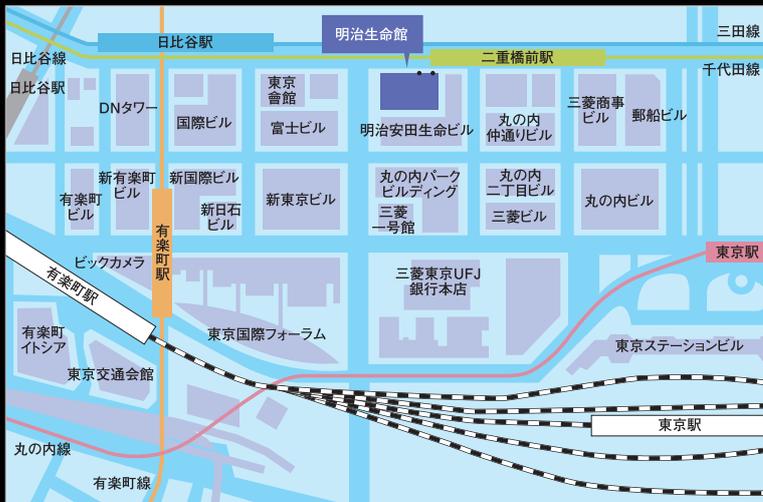
理化学研究所 次世代スーパーコンピュータ開発実施本部 開発グループディレクター  
**横川 三津夫**

高性能スーパーコンピュータの開発では、最先端の半導体技術などの要素技術開発とそれらを統合するシステム化技術が重要です。特に次世代スーパーコンピュータは世界に類を見ない規模のシステムになると考えており、日本が最も得意とする統合化技術が本開発プロジェクト成功の鍵となります。またその強大な計算性能により、多くの科学技術分野の飛躍的発展が期待できるでしょう。次世代スーパーコンピュータ完成を目指して全力を尽くします。



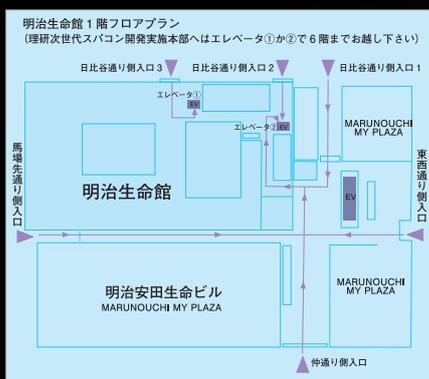
単位の接頭語			
K (キロ)	1,000	(10 <sup>3</sup> )	千
(10K)	10,000	(10 <sup>4</sup> )	万
M (メガ)	1,000,000	(10 <sup>6</sup> )	(百万)
(100M)	100,000,000	(10 <sup>8</sup> )	億
G (ギガ)	1,000,000,000	(10 <sup>9</sup> )	(十億)
T (テラ)	1,000,000,000,000	(10 <sup>12</sup> )	兆
P (ペタ)	1,000,000,000,000,000	(10 <sup>15</sup> )	(千兆)
(10P)	10,000,000,000,000,000	(10 <sup>16</sup> )	京
E (エクサ)	1,000,000,000,000,000,000	(10 <sup>18</sup> )	(百京)
(100E)	100,000,000,000,000,000,000	(10 <sup>20</sup> )	垓(ガイ)
Z (ゼタ)	1,000,000,000,000,000,000,000,000	(10 <sup>21</sup> )	(十垓)
Y (ヨタ)	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000	(10 <sup>24</sup> )	穰(ジョ)

●このパンフレット作成に当たっては、下記の機関のご協力をいただきました。  
宇宙航空研究開発機構、海洋研究開発機構、神戸市、国立情報学研究所、国立天文台、スーパーコンピューティング技術産業応用協議会、筑波大学、東京大学、東北大学、日産自動車、日本原子力研究開発機構、富士通、分子科学研究所、防災科学技術研究所、文部科学省(五十音順)



JR利用 東京駅丸の内南口 徒歩5分  
有楽町駅東京国際フォーラム口 徒歩5分

地下鉄利用 千代田線二重橋前駅 3番出口直結  
有楽町線有楽町駅、三田線日比谷駅、B2出口 徒歩3分  
※上記地下鉄駅は地下道で繋がっています。



## 独立行政法人 理化学研究所

次世代スーパーコンピュータ開発実施本部 (丸の内拠点)  
〒100-0005 東京都千代田区丸の内2-1-1 明治生命館 6F  
TEL: 048-467-9265 FAX: 03-3216-1883 <http://www.nsc.riken.jp/>