

**「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」
プロジェクトの実現に向けて
～ 科学技術や産業の発展を牽引するために～**

平成17年9月16日

文部科学省研究振興局

目次

◆ 最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用	P	1
◆ 汎用分野での利活用 - 次世代スパコンが拓く世界 -	P	2
◆ 最先端・高性能汎用スパコンが支える『6つの政策目標』	P	3
◆ 地球シミュレータ計画	P	4
◆ 世界のスパコンTOP500における順位の変遷	P	5
◆ 日米スパコン開発戦略	P	6
◆ 次世代スパコンの実現に向けて	P	7
◆ 汎用京速計算機が目指すグランドチャレンジ（例）	P	8
◆ 研究開発スケジュール（案）	P	9
◆ 汎用京速計算機のソフトウェア開発	P	10
◆ 汎用京速計算機のハードウェア開発	P	11
◆ 汎用京速計算機の利用促進	P	12
◆ （参考1）スパコンの種類と特色	P	14
◆ （参考2）地球シミュレータとBlue Geneの違い	P	15
◆ （参考3）未来のコンピュータ	P	16

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)や高度なデータマイニング等)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

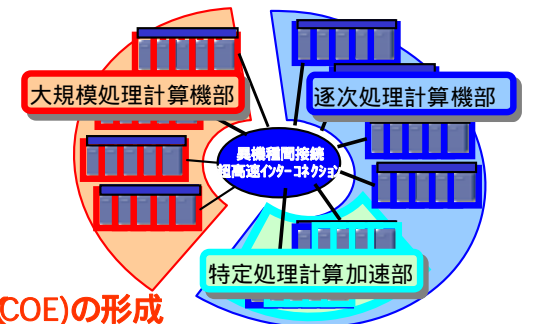
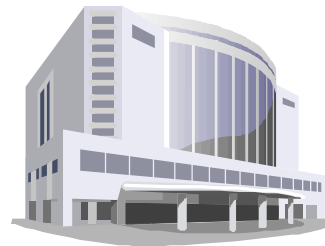
2.ハードウェア(計算機システム及び超高速インターコネクション)の設計 研究開発

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。

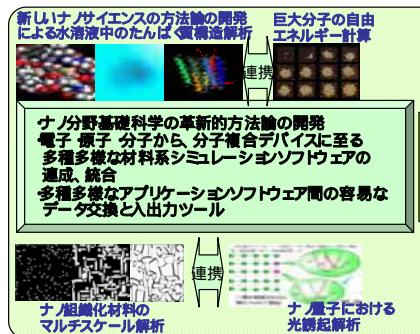
事業期間 :平成 18年度 ~ 24年度

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

次世代生命体統合シミュレーション



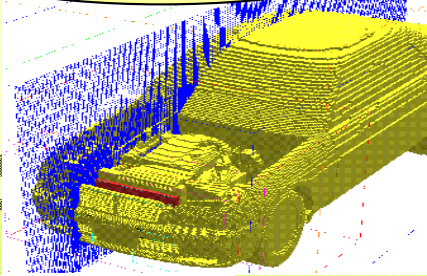
テーラーメイド医療・創薬などを実現するため、人間系を最適に解析できる統合シミュレーションの研究開発を行う。

エンジニアリング、防災等の様々な分野のシミュレーション

広汎な分野での利活用

- 次世代スパコンが拓く世界 -

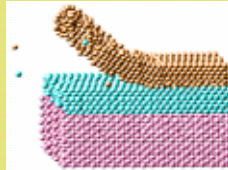
ものづくり



自動車開発 提供:日産自動車(株)

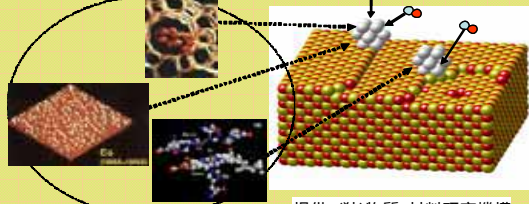
ナノテクノロジー

物質設計



提供:(独)物質材料研究機構

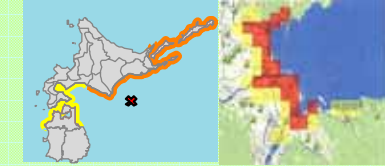
触媒設計



提供:(独)物質材料研究機構

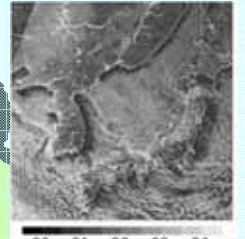
防災

津波被害予測



提供:東北大学

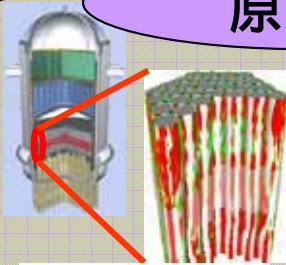
雲の解析



提供:気象研究所

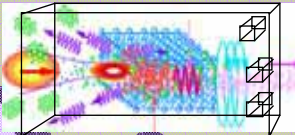
原子力

原子炉丸ごと解析



提供:日本原子力研究所

レーザー反応解析



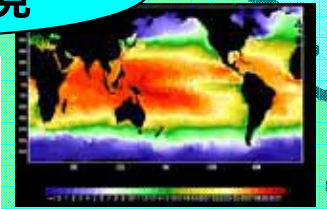
提供:日本原子力研究所

ライフサイエンス



地球環境

エルニーニョ現象の影響予測



提供:(独)海洋研究開発機構

天文・宇宙物理

銀河形成解明



提供:(独)理化学研究所

惑星形成解明



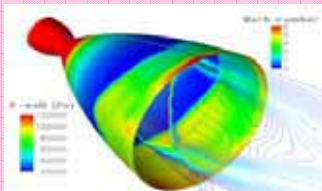
提供:国立天文台

オーロラ発生解明



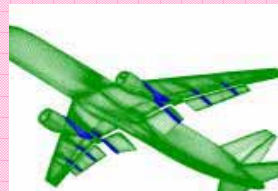
提供:(独)海洋研究開発機構

ロケットエンジン設計



提供:(独)宇宙航空研究開発機構

航空機開発



提供:(独)宇宙航空研究開発機構

先端計算科学
技術センター
(仮称)

最先端 高性能汎用スパコンが支える『6つの政策目標』

<目標 1>

飛躍知の発見・発明
～ 未来を切り拓く
多様な知識の蓄積・創造

銀河・惑星形成
過程の解明
(天文・宇宙物理)

宇宙天気予報の実現
(航空・宇宙)

<目標 3>

環境と経済の両立
～ 環境と経済を両立し
持続可能な発展を実現

生態系等も考慮した
高度な地球環境変動予測
(地球環境)

高精度なエルニーニョ
の影響予測
(地球環境)

<目標 5>

生涯はつらつ生活
～ 子供から高齢者まで
健康な日本を実現

新薬の短期間開発
(ライフサイエンス)

生命体シミュレーション
による、テーラーメイド
医療の実現
(ライフサイエンス)

最先端・高性能汎用
スパコンの開発利用

新型ロケット
エンジンの開発
(航空・宇宙)

超高速光スイッチ
の開発
(ナノテクノロジー)

汎用CPUの
低電力化、高性能化

触媒設計による
新ナノ素材の開発
(ナノテクノロジー)

台風進路、集中豪雨等
の瞬時の予測
(地球環境)

地震被害の軽減
(防災)

核融合炉開発の推進
(原子力)

国際水準ソフトウェア
(グリッドソフトウェアなど)
の開発

衝突解析の完全自動化
による「試作レス」の
自動車開発
(ものづくり)

ネットワークの
超高速化、超高信頼化

津波被害の軽減
(防災)

<目標 2>

科学技術の限界突破
～ 人類の夢への
挑戦と実現

<目標 4>

イノベーター日本
～ 革新を続ける強靱な
経済・産業を実現

<目標 6>

安全が誇りとなる国
～ 世界一安全な国・
日本を実現

地球シミュレータ計画

平成14年3月から運用開始。

地球規模の複雑な諸現象をスパコンで忠実に再現

➡ **地球科学技術等の飛躍的发展に寄与**

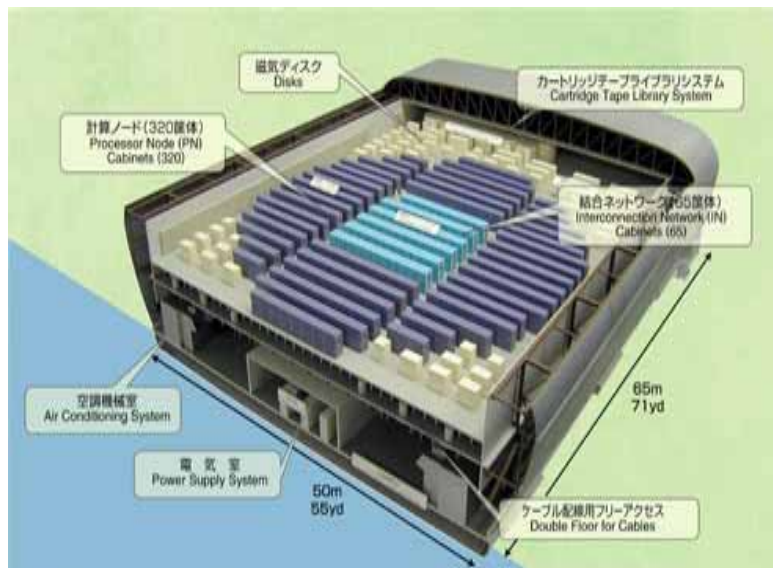
地球温暖化のメカニズムの解明
気象災害・エルニーニョ等の
発生予測が可能

地球温暖化対策の
有効性の向上に寄与

その他、幅広い先進分野で世界最高水準のシミュレーションが可能

➡ **科学技術のブレークスルーに寄与**

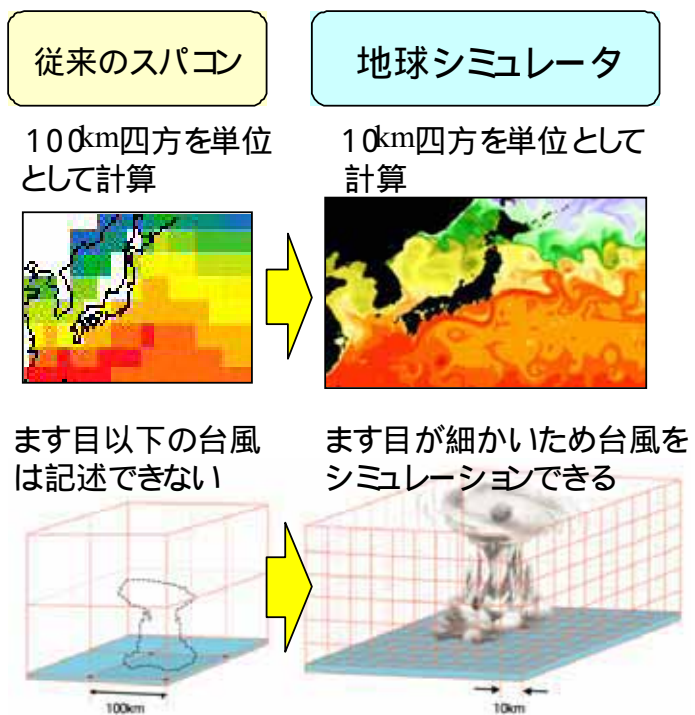
平成17年6月のスパコン「TOP500」ランキング第4位（平成14年6月～平成16年6月までの間、5回連続で第1位）



宇宙開発事業団（当時）、日本原子力研究所、海洋科学技術センター（当時）等が共同開発（平成9年度～平成13年度）

総開発費（国費）：約600億円

年間運営費（国費）：約50億円



世界のスパコンTOP500における順位の変遷

「スーパーコンピュータサイトTOP 500」とは

1. スパコンのベンチマークテストのひとつである「Linpack(リンパック)」(注1)による結果をランキングしたもの。毎年6月及び11月に更新される。今回は、6月22日に発表された。

2. 本ベンチマークテストは、あくまで演算装置部分の性能を評価するものであり、スパコンの総合性能(注2)を評価しているわけではない。

前回 (平成16年11月)

順位	スパコン	Linpack 演算回数 (テラFLOPS)
1	IBM BlueGene (米国・ローレンスリバモア国立研究所)	70.7
2	SGI Altix (米国・NASA)	51.9
3	NEC 地球シミュレータ (日本 海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター)	35.9
4	IBM JS20クラスタ (スペイン・バルセロナスーパーコンピュータセンター)	20.5
5	カリフォルニアデジタルコーポレーション Intel Itanium2 Tiger4 (米国・ローレンスリバモア国立研究所)	19.9
6	HP AlphaServer SC45 (米国・ロスアラモス国立研究所)	13.9
7	バージニア工科大学 自作 Apple Xserve (米国・バージニア工科大学)	12.3
8	IBM BlueGene (米国・IBM)	11.7
9	IBM eServer pSeries 655 (米国・海軍海洋局)	10.3
10	DELL PowerEdge 1750 (米国・国立スーパーコンピュータ応用研究所)	9.8

今回 (平成17年6月)

順位	スパコン	Linpack 演算回数 (テラFLOPS)
1	IBM BlueGene (米国・ローレンスリバモア国立研究所)	136.9
2	IBM BlueGene (米国IBMトーマスワトソン研究所)	91.3
3	SGI Altix (米国・NASA)	51.9
4	NEC 地球シミュレータ (日本 海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター)	35.9
5	IBM JS20クラスタ (スペイン・バルセロナスーパーコンピュータセンター)	27.9
6	IBM BlueGene (オランダ・グロンニンゲン大学)	27.5
7	カリフォルニアデジタルコーポレーション Intel Itanium2 Tiger4 (米国・ローレンスリバモア国立研究所)	19.9
8	IBM BlueGene (日本・産業技術総合研究所)	18.2
9	IBM BlueGene (スイス・ローザンヌ連邦工科大学)	18.2
10	Cray RedStorm (米国・サンディア国立研究所)	15.3



(注1)「Linpack(リンパック)」

主に中央演算処理装置(CPU)の計算性能を比較する目的で作られたベンチマークのうち、最も広く用いられているもの。大規模な線形方程式(連立一次方程式)の演算の回数を計測する。ジャック・ドンガラ博士(テネシー大学)が提唱した。

(注2)総合性能

例えば、台風の進路や集中豪雨の予測、自動車の衝突解析といった複雑な現象のシミュレーションでは、「Linpack」での連立一次方程式におけるCPUの性能だけでなく、扱えるデータの規模、データの転送速度等についても評価する必要がある。

日米スパコン開発戦略

米国は、利用分野を特定して、性能向上を加速。しかし、スパコン開発の真の目的(軍事利用、幅広い産業や科学技術研究での利用)を果たすためには、利用分野の拡大が大きな課題となっている。

我が国は、幅広い利用分野に対応した汎用スパコンの開発で米国よりも優位。新しい利用分野(バイオ、ナノ等)を開拓しつつ、今後もこの方向性を一層強化すべき。

米国の戦略

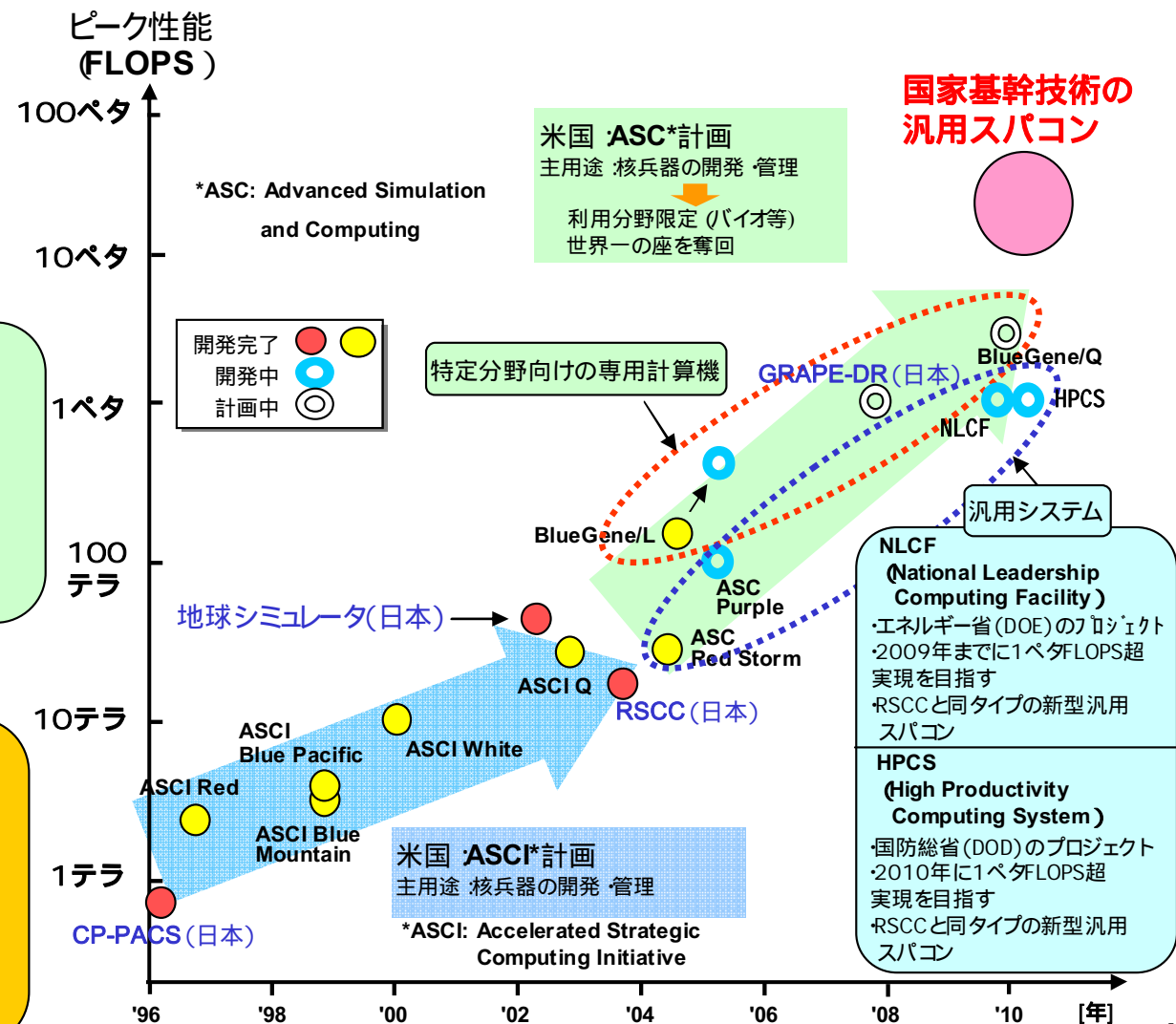
- 地球シミュレータによる「コンピュータック」ショックを背景に、政府(特にDOE)主導でスパコン開発を強化(世界一の座の奪回)
- 2003年に「HECRTF(高性能コンピューティング再生タスクフォース)」を設置
- 約900億円/年の政府資金を投入

エネルギー省(DOE)のイニシアティブ

- ASC計画(旧ASCI計画) -
- ・2004年「DOE高性能コンピューティング再生法」制定
- ・2010年に数ペタFLOPSを目指す(BlueGene)
- ・実効性能の向上と応用分野の拡大が課題(NLCF)(BlueGeneは特定分野(バイオ等)でしか使えない)

日本としてとるべき戦略

- ・米国よりも優位にある技術で対抗
 - 高性能プロセッサ技術
 - 超高速ネットワーク技術
 - 専用計算機技術
 「汎用スパコン」の実現に有利
- ・理研の新型汎用スパコン(RSCC)の実績(優れた費用対効果で高い実効性能)
- ・ソフトウェアの開発が課題



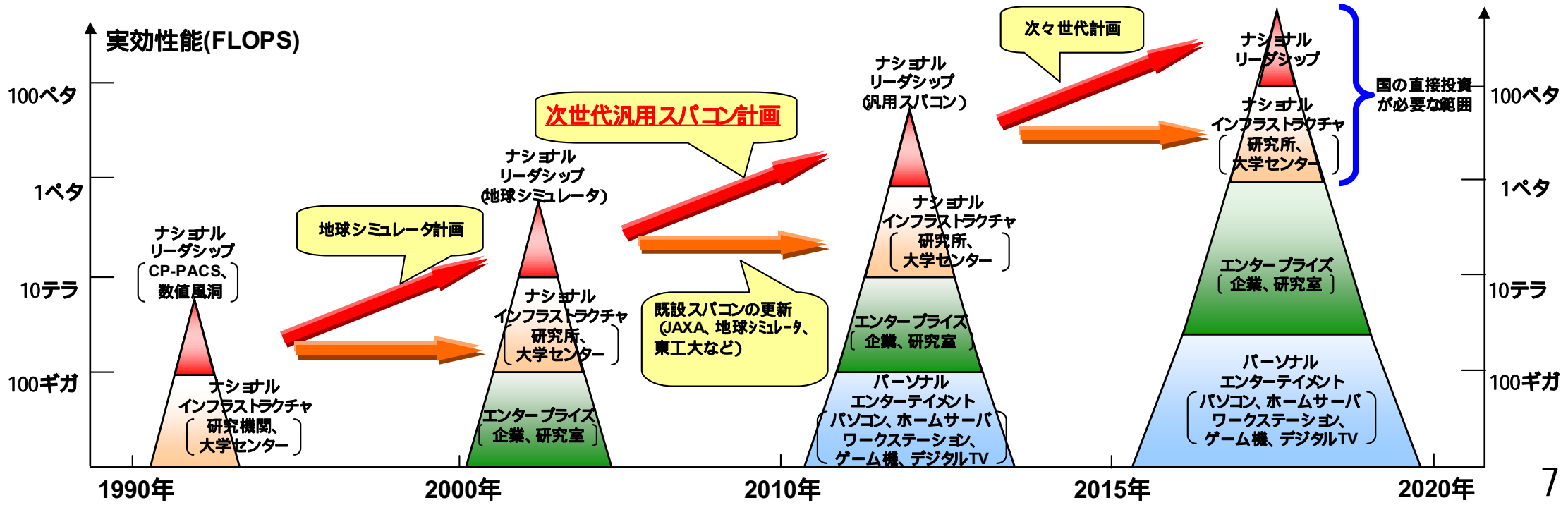
次世代スパコンの実現に向けて

◆課題

- スパコンの性能向上に不可欠な、超高性能プロセッサ、超高速ネットワーク技術、超高速専用計算機(アクセラレータ)の開発
- 複数の現象の解析や、シミュレーションを統合するためのアプリケーション・ソフトウェア、及びシステム・ソフトウェアの開発
- 多種多様な利用者の誰もが使いやすいユーザフレンドリーなシステムの実現

◆取り組み状況と今後の挑戦

- 「ハードウェア要素技術の研究開発」(2005年度～)を文科省が開始。<日本の強みをより強く>
- 「革新的シミュレーションの研究開発」(2005年度～)を文科省が開始。<日本の課題を克服>
- 【2007年問題】スパコン開発のベテラン技術者が大量引退し、技術伝承が困難に
- プロジェクトを通じ、中堅・若手技術者の育成を強化し、円滑な技術伝承を進めることが不可欠



汎用京速計算機が目指すグランドチャレンジ（例）

世界最高水準の科学技術創造立国を実現するため、国際競争力を支える新産業創造等の政策目標の実現をも視野に入れ、ナノテクノロジー / ライフサイエンス分野を革新する汎用京速計算機のグランドチャレンジを明示して戦略的に研究開発を進める。

< ナノテクノロジー分野アプリケーション >

次世代ナノ統合シミュレーション

電子・原子・分子から、ナノスケールの分子複合デバイスに至るまで、ナノ材料を丸ごと解析することにより、次世代ナノ材料（新半導体材料等）の創出などの実現を目指す。

< ライフサイエンス分野アプリケーション >

次世代生命体統合シミュレーション

遺伝子から全身の血流まで、人体を丸ごと解析することにより、テーラーメイド医療や創薬などの実現を目指す。

研究開発スケジュール(案)

年度		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	費用計
開発項目	評価等	研究開発チーム発足	計画本格化判断 (設計仕様、開発体制、立地 運用方針、 採用する半導体プロセスの決定等)			研究開発状況評価 (システム性能・機能等)		COE形成、運用評価 (利用状況、研究成果、 人材育成状況等)		
		ソフトウェア	システムソフトウェア	NAREGI ⁽⁴⁾ (平成15年度より)	異機種統合ソフトウェア設計・製作			異機種統合ソフトウェア評価		
グラントチャレンジアプリケーション	(4)		グリッドミドルウェア設計・製作			グリッドミドルウェア評価				
革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発			次世代ナノ統合シミュレーション設計・製作			次世代ナノ統合シミュレーション評価				
次世代高精度・高分解能シミュレーション技術の開発 ⁽³⁾			次世代生命体統合シミュレーション設計・製作					次世代生命体統合シミュレーション評価		
費用小計			23	26	30	33	33	3	3	151
ハードウェア	要素技術開発	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 ⁽¹⁾								
	要素技術開発	通信・演算情報量の爆発的増大に備える超低消費電力技術の創出 ⁽²⁾								
	大規模処理計算機部		設計		実装技術設計・評価		製作		システム強化	
	逐次処理計算機部		設計		実装技術設計・評価		製作		システム強化	
	特定処理計算加速部		設計		実装技術設計・評価		製作			
異機種間接続超高速インターコネクション		設計		実装技術設計・評価		製作				
遠隔可視化装置					実装設計・評価		製作			
費用小計		13	23	71	107	179	180	40	613	
その他	ファイルシステム等				設計		製作		システム強化	
	立地調査、建屋建設、付帯設備整備		検討	設計		建設				
	研究統括					付帯設備整備				
費用小計		4	21	44	132	80	94	14	389	
費用総計		41	70	145	272	292	277	57	1,154	

■:「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」以外のプロジェクトを示す。

■:プロジェクト部分に該当。

- 1: 次世代 II 基盤構築のための研究開発」の研究開発領域の一つ。
- 2 科学技術振興機構「戦略的創造研究推進事業」の一戦略目標下の研究領域として、「情報システムの超低消費電力化を目指した技術革新と統合化技術」を設定。
- 3 科学技術振興機構「戦略的創造研究推進事業」の一戦略目標下の研究領域として、「マルチスケール・マルチフィジクス現象の統合シミュレーション」を設定。
- 4: 超高速コンピュータ網形成プロジェクト(National Research Grid Initiative)」。平成15年度よりグリッドミドルウェアとナノシミュレーションソフトウェアの開発を進めている。