

「次世代スーパーコンピュータの開発・利用」プロジェクトの概要

平成 19 年 12 月 20 日

研究振興局情報課

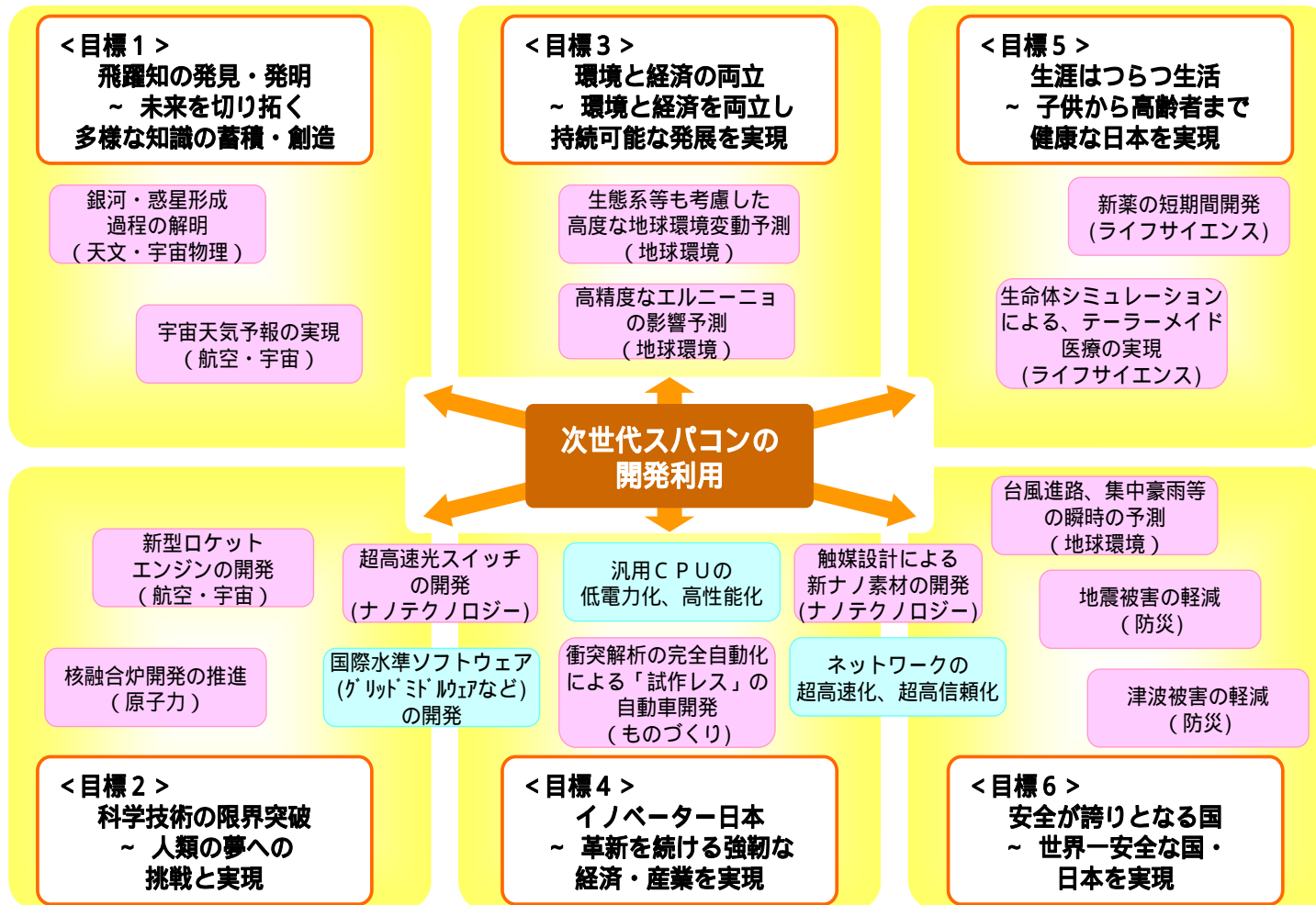
スーパーコンピュータ整備推進室

1 . プロジェクトの背景

2 . プロジェクトの概要

次世代スーパーコンピュータの開発による 我が国の社会の広範な分野への貢献

1. 「第3期科学技術基本計画」における6つの政策目標実現への貢献



2. 我が国の「科学技術創造立国」としての国際的評価の確立

スパコンは科学技術創造立国実現のために極めて重要なツール

➡ **世界最高性能スパコンの開発・利用により、「科学技術創造立国」としての国際的評価を確立**

国家基幹技術の着実な推進

国家の総合的な安全保障の向上、世界最高の研究機能の実現を目指す国家基幹技術について、国家的目標と長期戦略を明確にして研究開発を推進する。

宇宙輸送システム

我が国が必要な時に宇宙空間に人工衛星等を打ち上げる能力を確保・維持



基幹ロケット「H-A」

海洋地球観測探査システム

衛星や海洋探査技術による全球的な観測・監視技術の開発を行うとともに、これらの観測データを統合してユーザーに提供



地球深部探査船「ちきゅう」

高速増殖炉サイクル技術

ウラン・プルトニウム等の核燃料の再利用による長期的なエネルギーの安定供給を確保



高速増殖原型炉「もんじゅ」

次世代スーパーコンピュータ

最先端・高性能汎用の次世代スーパーコンピュータ(1秒間に1京回の計算性能)を平成22年度の稼働、平成24年の完成を目指して開発するとともに、利用のためのソフトウェアの開発を推進



次世代スーパーコンピュータ施設のイメージ

X線自由電子レーザー

原子レベルの超微細構造や化学反応の超高速動態・変化を瞬時に計測・分析が可能な世界最高性能の研究施設を整備し、欧米に先んじる成果を創出



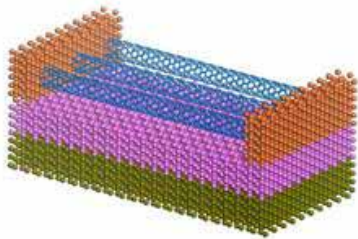
X線自由電子レーザーの一部

次世代スーパーコンピュータで初めて可能になる応用分野例

ナノテクノロジー

新しい半導体材料の開発

10万原子



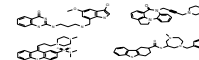
デバイス全体

原子一つ一つをシミュレーションすることにより、試行錯誤で行っていた材料開発が画期的に進歩する。

ライフサイエンス

新薬の開発

様々な薬剤候補物質



新薬設計



タンパク質の活性部位

高精度な新薬候補物質の絞込みにより、新薬の開発期間を短縮し、新薬開発の国際競争力の強化に資する。

ものづくり

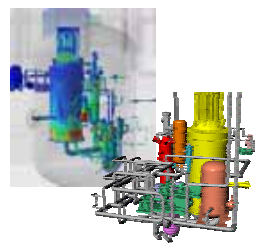
自動車の衝突の解析



人手で数ヵ月かかるモデル作成等が1~2時間で自動化でき、安全性の向上や産業競争力強化に繋がる。

原子力

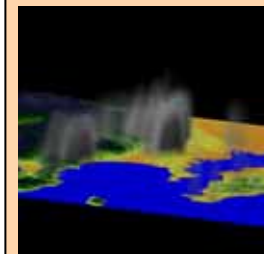
原子力施設の耐震解析



原子力施設の全容シミュレーションによる、プラントの各種設計や危険予知に関する総合的な解析・評価が可能になる。

地球環境

台風の進路や集中豪雨の予測



1Km四方以下でのシミュレーションにより、集中豪雨や台風進路の精度の高い予測が可能になる。

TOP500におけるトップ10ランキングの変遷

平成18年11月

順位	システム名称	サイト	ベンダ	国名	Linpack 演算性能 (テラ FLOPS)
1	BlueGene/L	ローレンスリバモア研	IBM	米	280.6
2	Red Storm	サンディア研	Cray	米	101.4
3	BlueGene/W	IBM	IBM	米	91.2
4	ASC Purple	ローレンスリバモア研	IBM	米	75.7
5	MareNostrum	バルセロナスパコンセンター	IBM	スペイン	62.6
6	Thunderbird	サンディア研	Dell	米	53.0
7	Tera-10	原子力エネルギー委員会	Bull	仏	52.8
8	Columbia	NASA	SGI	米	51.8
9	TSUBAME	東工大学術国際情報センター	NEC/SUN	日	47.3
10	Jaguar	オークリッジ研	Cray	米	43.4
14	地球シミュレータ	地球シミュレータセンター	NEC	日	35.8

平成19年6月

順位	システム名称	サイト	ベンダ	国名	Linpack 演算性能 (テラ FLOPS)
1	BlueGene/L	ローレンスリバモア研	IBM	米	280.6
2	Jaguar	オークリッジ研	Cray	米	101.7
3	Red Storm	サンディア研	Cray	米	101.4
4	BlueGene/W	IBM	IBM	米	91.2
5	New York Blue	ストーニーブルック大学計算機センター	IBM	米	82.1
6	ASC Purple	ローレンスリバモア研	IBM	米	75.7
7	eServer Blue Gene Solution	レンセラーポリテクニク研	IBM	米	73.0
8	Abe	国立スーパーコンピュータ応用研究所	Dell	米	62.6
9	MareNostrum	バルセロナスパコンセンター	IBM	スペイン	62.6
10	HLRB-II	ライプニッツ研究センター	SGI	独	56.5
14	TSUBAME	東工大学術国際情報センター	NEC/SUN	日	48.8
20	地球シミュレータ	地球シミュレータセンター	NEC	日	35.8

平成19年11月

順位	システム名称	サイト	ベンダ	国名	Linpack 演算性能 (テラ FLOPS)
1	BlueGene/L	ローレンスリバモア研	IBM	米	478.2
2	BlueGene/P	ユーリヒ総合研究機構	IBM	独	167.3
3	Altix ICE 8200	ニューメキシコ計算応用センター	SGI	米	126.9
4	BL460c	タタ計算研究所	HP	インド	117.9
5	BL460c	政府機関	HP	スウェーデン	102.8
6	Red Storm	サンディア研	Cray	米	102.2
7	Jaguar	オークリッジ研	Cray	米	101.7
8	BlueGene/W	IBM	IBM	米	91.2
9	XT4	ローレンスバークレー研	Cray	米	85.3
10	New York Blue	ストーニーブルック大学計算機センター	IBM	米	82.1
16	TSUBAME	東工大学術国際情報センター	NEC/SUN	日	56.4
30	地球シミュレータ	地球シミュレータセンター	NEC	日	35.8

(注)「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。

但し、総合的にスパコンの評価を行うには、「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、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を用いて評価する必要がある。

日米のスパコン開発競争と米国の戦略

米国は、軍事利用を中心に産業、科学技術・学術研究での利用のため、複数の大規模プロジェクトを並行して推進。

日本は、地球シミュレータ計画(平成9(97)~14(02)年)の後、平成16(04)年11月以降、米国の後塵を拝していることから、次世代スーパーコンピュータプロジェクトで巻き返しを図る。

エネルギー省(DOE)

- ASC 計画(旧ASCI計画) -
ターゲットを絞って世界最速を目指す
(BlueGene)
- NLCF¹ 計画 -
ライフサイエンスや核融合分野といった幅広い分野での利用を目指す

国防省(DOD)

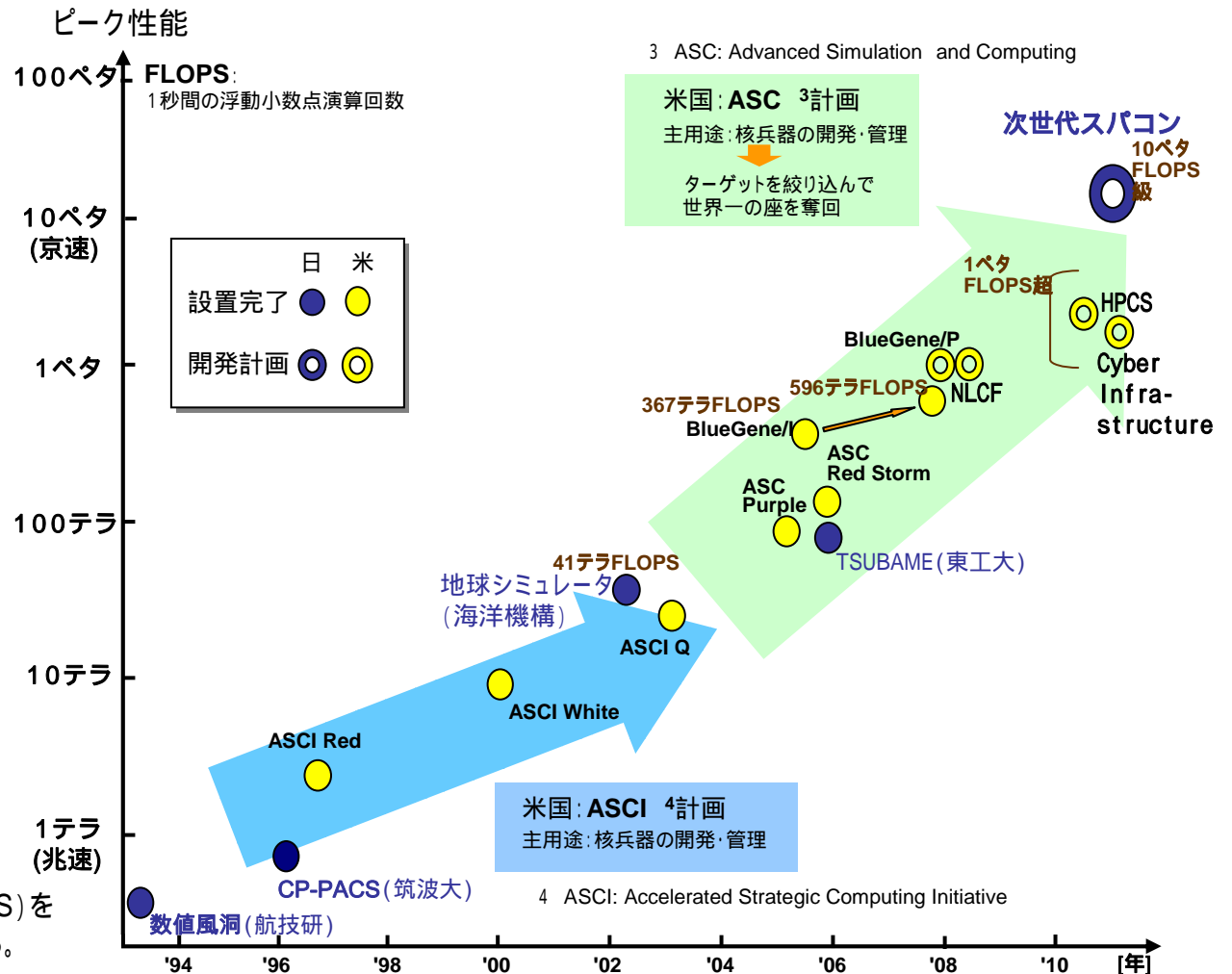
- HPCS² 計画 -
既存技術の延長線上にない新世代スパコンの開発を目指す

米国科学財団(NSF)の活動

- Cyber Infrastructure 計画 -
2011年に1ペタFLOPS超を目指す

1 NLCF: National Leadership Computing Facility
2 HPCS: High Productivity Computing System

注)IBMはBlue Gene/Q(ピーク性能10ペタFLOPS)を2010~2012年頃を目指し開発としている。



1 . プロジェクトの背景

2 . プロジェクトの概要

「次世代スーパーコンピュータ」プロジェクト

平成20年度予算案(当初内示)	: 14,500百万円
平成19年度補正予算案	: 4,214百万円
(平成19年度予算額	: 7,736百万円)
総事業費	115,447百万円(平成18~24年度)

1 . 目的 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・整備及び利用技術の開発・普及

2 . 概要

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計算科学技術をさらに発展させるため、長期的な国家戦略を持って取り組むべき重要技術（国家基幹技術）である「次世代スーパーコンピュータ」を平成22年度の稼働（平成24年の完成）を目指して開発する。

今後とも我が国が科学技術・学術研究、産業、医・薬など広汎な分野で世界をリードし続けるべく、

（1）世界最先端・最高性能の「次世代スーパーコンピュータ（注）」の開発・整備

（注）10ペタFLOPS級

（1ペタFLOPS：1秒間に1千兆回の計算）

（2）次世代スーパーコンピュータを最大限利活用するためのソフトウェアの開発・普及

（3）上記（1）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）の形成を文部科学省のイニシアティブにより、開発主体（理化学研究所）を中心に産学官の密接な連携の下、一体的に推進する。

3 . 体制

（1）開発主体である独立行政法人理化学研究所を中心とした産学連携体制を構築。

（2）特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律を整備し（平成18年7月施行）、産学官の研究者等に幅広く開かれた共用施設として位置付け。

プロジェクトの全体スケジュール

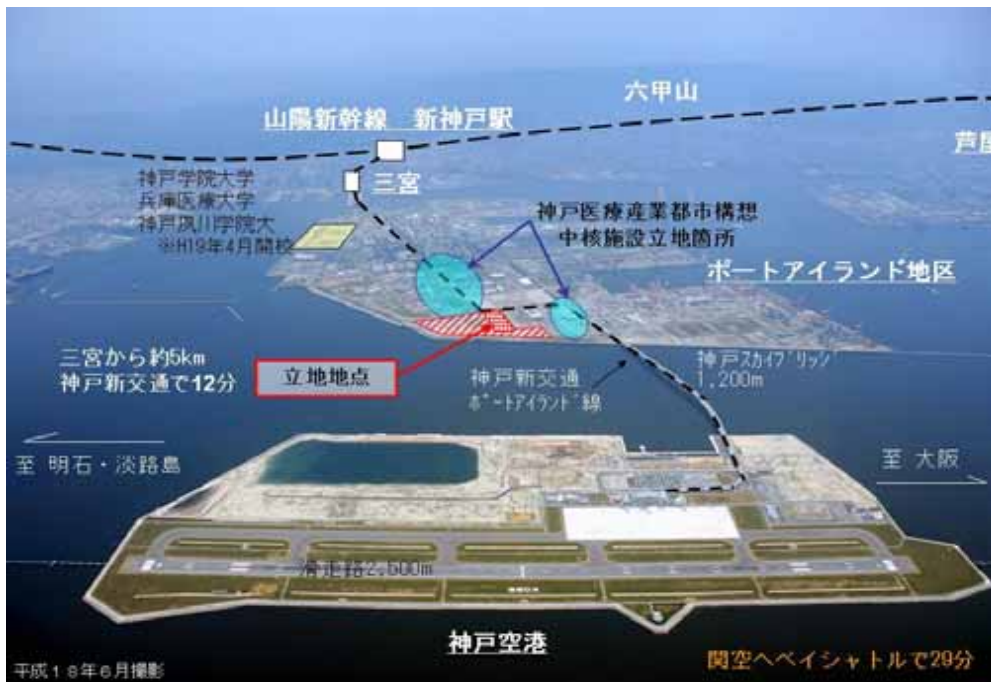
		平成18年度 (2006)	平成19年度 (2007)	平成20年度 (2008)	平成21年度 (2009)	平成22年度 (2010)	平成23年度 (2011)	平成24年度 (2012)
						稼動	完成	
システム	演算部 (スカラ部、ベクトル部)	概念設計		詳細設計		試作・評価	製造・据付調整	
	制御フロントエンド (トータルシステム ソフトウェア)		基本設計	詳細設計	製作・評価		性能チューニング・高度化	
	共有ファイル		基本設計	詳細設計	製造・据付調整			
ソフトウェア	次世代ナノ統合 シミュレーション	開発・製作・評価					実証	
	次世代生命体統合 シミュレーション	開発・製作・評価					実証	
施設	計算機棟		設計	建設				
	研究棟		設計	建設				
運用		方針・体制の検討				準備活動	運用	

立地地点の選定

理化学研究所において、次世代スーパーコンピュータ施設の立地地点を客観的・科学的な観点から検討するため、外部有識者からなる立地検討部会(部会長：黒川 清 内閣特別顧問)を設置し、平成18年7月より、15の候補地について評価を実施。

理化学研究所は立地検討部会の評価報告書に基づき、有力とされた神戸及び仙台について総合的に評価・検討を行い、平成19年3月に、神戸(ポートアイランド第2期内)を立地地点とすることを決定。

所在地	兵庫県神戸市中央区港島7丁目(ポートアイランド第2期内) ・ポートアイランド南駅より徒歩約1分(JR新神戸駅から25分)
-----	---



土地所有者：神戸市

ポートアイランド第2期



システム構成の決定(概念設計の実施)

【世界最速のシステム】	1秒間に1京(ケイ = 10の16乗)回の計算性能 (現最速計算機の約36倍)
【汎用システム】	科学技術・産業で用いられる多様なアプリケーションやこれまで不可能だった複雑かつ大規模なシミュレーションが実行可能
【革新的なシステム】	先端技術の積極的導入により、画期的な省電力、省スペースを実現 理化学研究所とメーカー3社(NEC、日立、富士通)による共同開発・共同負担により、日本の技術力の総力を結集して開発

[検討経緯および今後の予定]

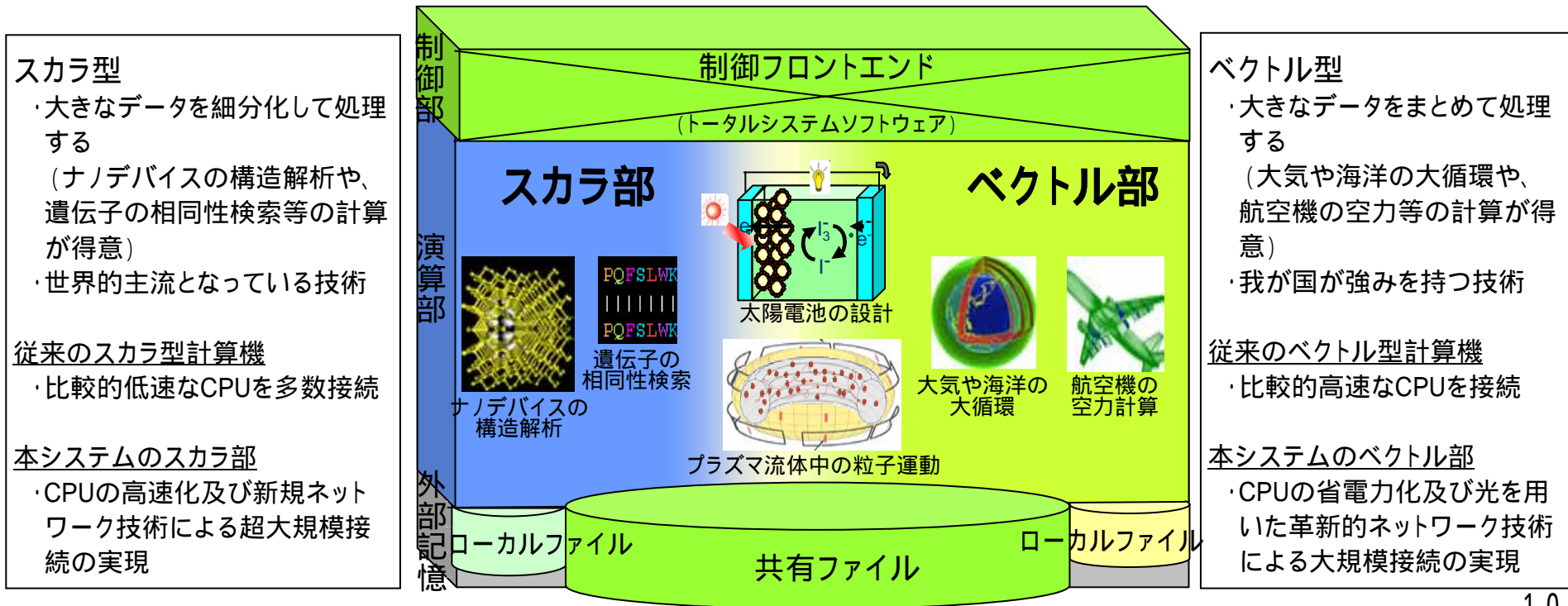
平成18年4月	理化学研究所において、システム構成案の検討を開始
平成19年4月	NEC・日立及び富士通の提案を基礎に、理化学研究所においてシステム構成案を作成。
平成19年3～6月	文部科学省において、概念設計評価作業部会を設置し、理化学研究所のシステム構成案について評価を実施
平成19年6～9月	総合科学技術会議において評価を実施
平成19年9月	文部科学省及び総合科学技術会議の評価を踏まえ、理化学研究所においてシステム構成を正式決定
平成19～20年度	詳細設計

システムの基本的な構成

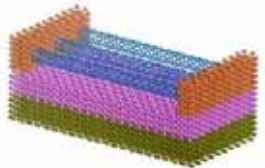
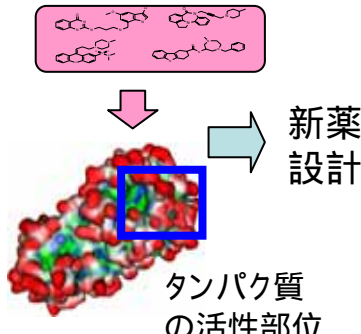
[システムの特徴]

スカラ部とベクトル部から構成される複合汎用システム

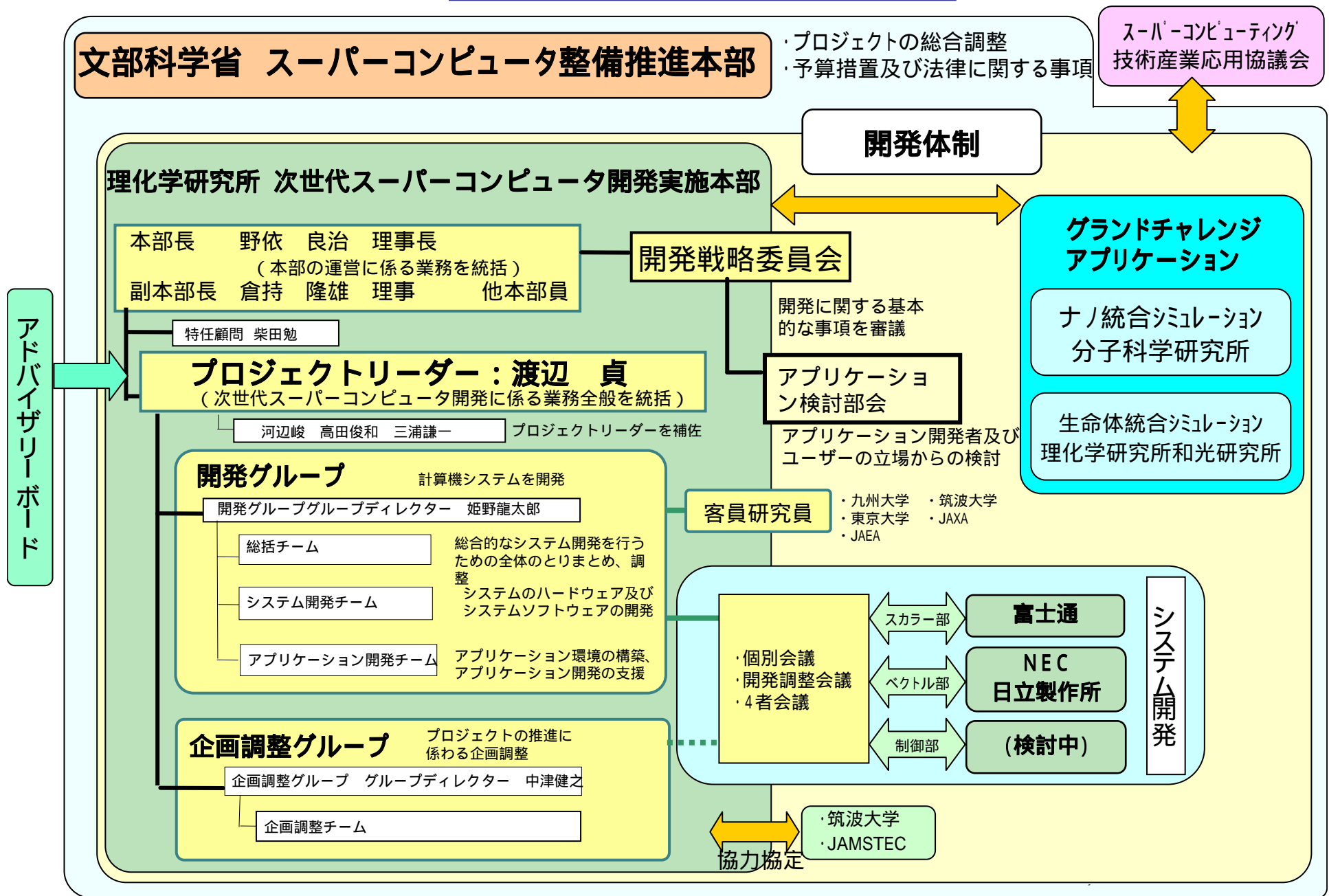
- ・異なる2つの演算部の特性を活かし、あらゆるシミュレーションに対応可能な高い汎用性
- ・計算能力に関する高い拡張性
- ・大学や研究機関向けの高性能な計算機への展開性
- ・スカラ及びベクトルの両技術の確保による、我が国の技術力の強化と、国際競争力の向上



次世代スーパーコンピュータを最大限利活用するための ソフトウェアの研究開発(グランドチャレンジアプリケーション)

	ナノテクノロジー分野 〔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〕	ライフサイエンス分野 〔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〕
概要	ナノ電子デバイスの設計やバイオ燃料生成用の酵素設計等に役立つシミュレーションソフトウェアを研究開発	タンパク質分子の反応や、細胞・臓器の働きの詳細な解析により、製薬・医療に役立つシミュレーションソフトウェアを研究開発
応用例	<p>10万原子</p>  <p>ナノ電子デバイス</p> <p>現状 2千原子程度(デバイスの一部)の計算が可能</p> <p>↓</p> <p>次世代スパコン 10万原子(デバイス全体)の計算が可能</p> <p>↓</p> <p>アウトカム 高速、低消費電力のナノ電子デバイスの実現を加速</p>	<p>様々な薬剤候補物質</p>  <p>新薬設計</p> <p>タンパク質の活性部位</p> <p>現状 150年の計算時間</p> <p>↓</p> <p>次世代スパコン 6ヶ月(更なる短縮を検討)</p> <p>↓</p> <p>アウトカム 新薬候補物質の最適化を効率化し、新薬開発の期間短縮及びコスト削減を実現</p>
体制	分子科学研究所を中核に、東京大学物性研究所、東北大学金属材料研究所、産業技術総合研究所等と連携した研究開発体制を構築	理化学研究所を中核に、東京大学医科学研究所、慶應義塾大学等、13機関と連携した研究開発体制を構築

プロジェクト推進体制



産業界との協力体制

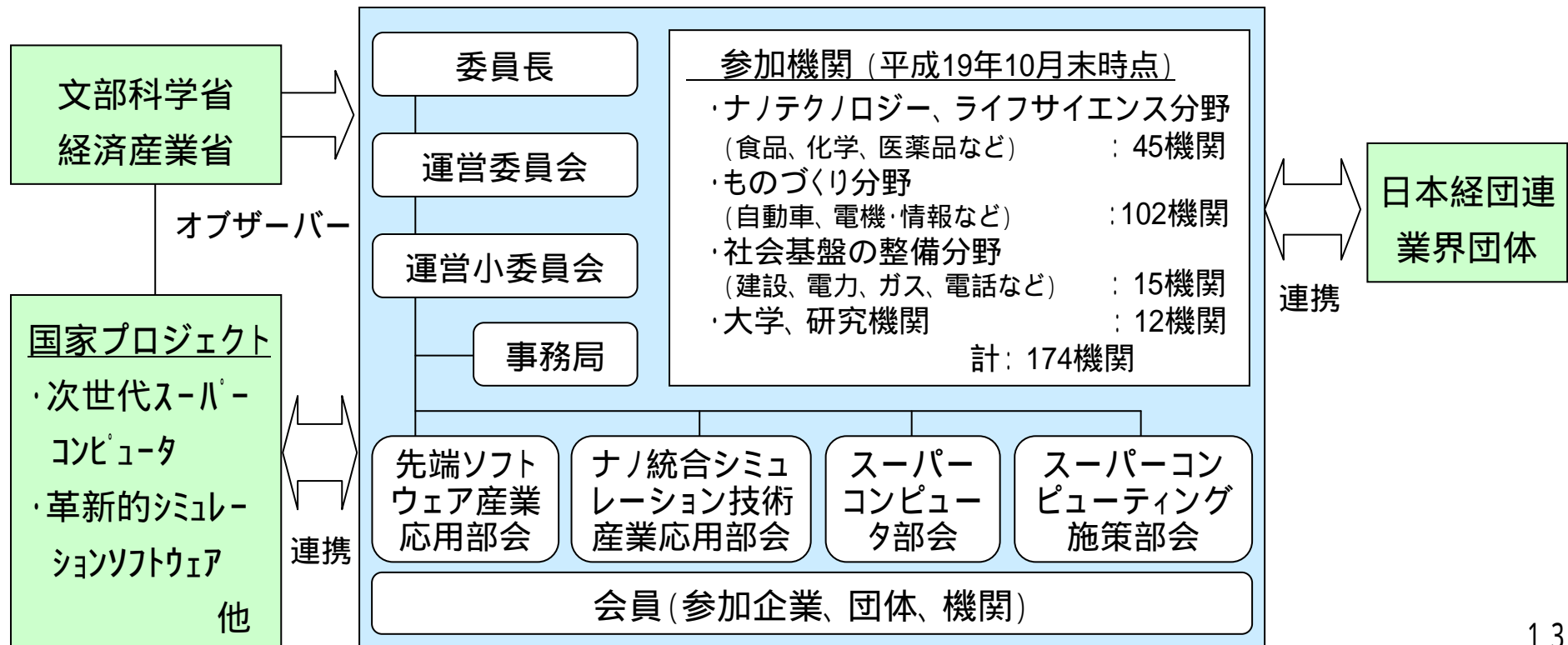
スーパーコンピューティング技術産業応用協議会

[設立趣旨]

産業界におけるスーパーコンピューティングの産業活用を推進するため、スーパーコンピュータ用の先進的応用ソフトウェアの評価、利用技術の開発、普及や超高速コンピュータ網を活用したスーパーコンピュータ利用技術の開発、普及などを推進する目的で設立

[活動内容]

4つの部会を設置し、スーパーコンピュータを活用したシミュレーションソフトウェアの産業界での利用技術の普及、次世代スーパーコンピュータ開発に関する産業界からの要望事項の検討・取りまとめなどを実施



「次世代スーパーコンピュータ作業部会」の設置

平成19年11月、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
の下に、プロジェクトの今後の推進方策や評価の在り方等について総合的に調査・審議
するため、標記作業部会を設置。

[具体的な検討課題]

次世代スーパーコンピュータを中核とした教育研究のグランドデザイン

共用施設としての運営の在り方

登録機関の果たすべき機能

大学のスパコンセンターとの連携 等

当面、上記 の「次世代スーパーコンピュータを中核とした教育研究のグランドデザイン」
について、基本的な考え方や求められる機能、関係機関の役割分担等について検討を
行う(平成20年6月頃にとりまとめの予定)。