

# 「スーパーコンピュータ」の推進戦略

平成17年7月

文部科学省研究振興局

# 目次

◆ 高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用 .....	P 1
◆ 次世代スパコンの実現に向けて .....	P 2
◆ 「汎シミュレータ(仮称)」の開発・整備計画 .....	P 3
◆ ナショナル・リーダーシップ・スパコンの開発整備/運用の方向性 .....	P 4
◆ スパコンの種類と特色 .....	P 5
◆ 複合型に適したアプリケーション例 .....	P 7
~ライフサイエンス・人間丸ごとシミュレーション~	
◆ スパコン開発を牽引した利用分野の変遷 .....	P 8
◆ 日米スパコン開発競争 .....	P 9

# 最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用(案)

**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、非数値的計算等)について、今後とも我が国が世界をリードし続けるため、

- (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<sup>(注)</sup>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。

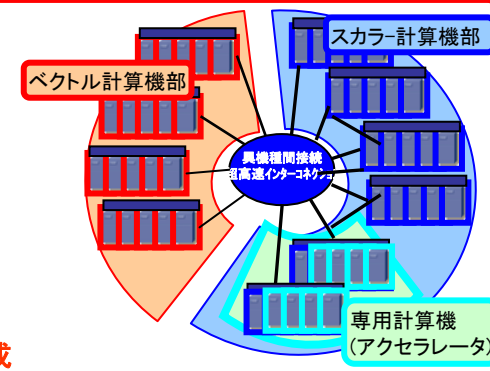
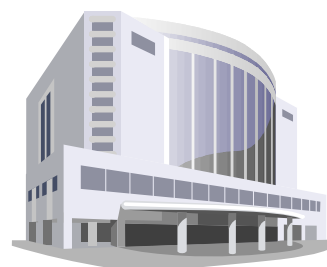
世界最高性能の科学技術計算環境を実現し、複雑で多様な現象の系全体のシミュレーションや高度なデータマイニング、非数値的計算等を、幅広い分野で行い、「知的ものづくり」や「科学的未来設計」を実問題で可能とし、先端的スーパーコンピューティングにおける国際的なリーダーシップを確立。科学技術・学術や産業の競争力強化、安全・安心な社会の構築に貢献。また、世界の英知を結集し、シミュレーションにおける我が国の国際的な地位を確固たるものとする。

**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)」の最適立地・運用に関する調査研究

**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)



研究教育拠点(COE)の形成

科学技術・学術の発展と産業競争力強化に貢献  
(以下を例に、様々な科学技術・学術・産業分野を対象)

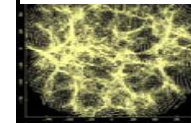
材料～製品丸ごと設計 生命現象シミュレーション 銀河形成の解明 自然災害予測



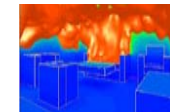
ナノ分野



バイオ分野



未到科学分野



防災分野 等

# 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

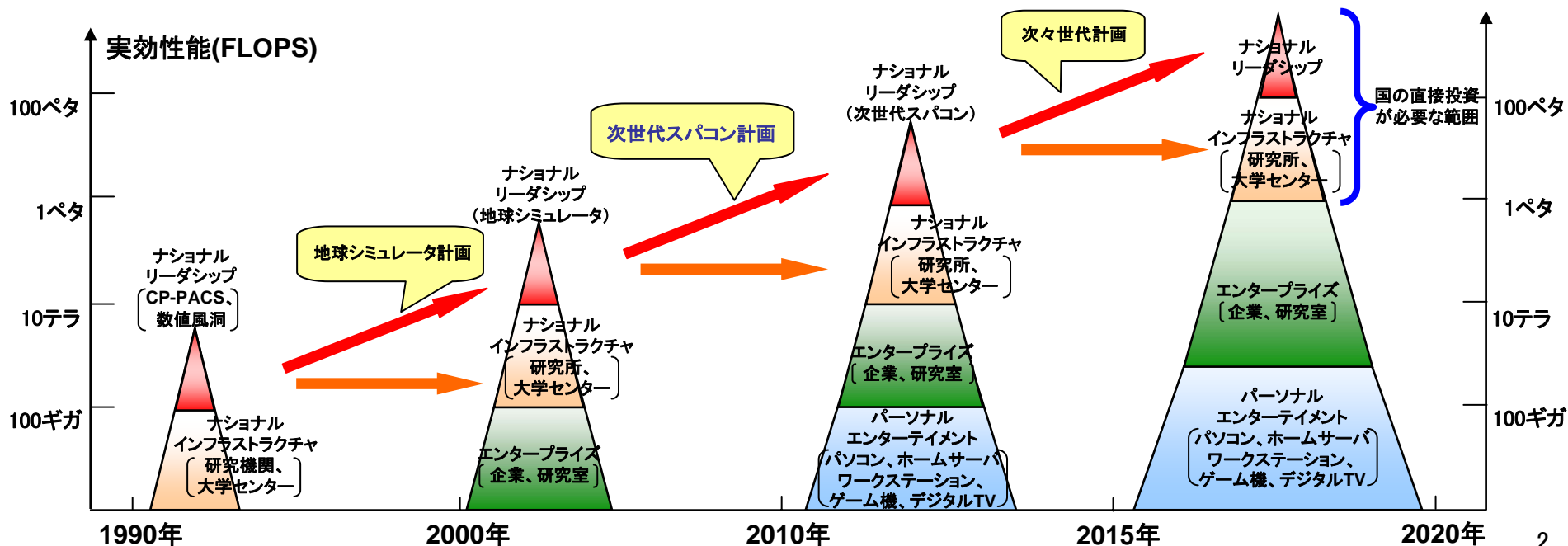
## ◆取り組み状況と今後の挑戦

「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



# 「汎シミュレータ(仮称)」開発・整備計画

	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
	★ 評価		★ 評価				★ 評価	評価 ★
ハードウェア								
要素技術	設計							
設計・実装技術		設計						
製作					システム強化			
システム ソフトウェア開発		設計						
建屋・付帯設備等								
検討・設計		設計						
建設・機器整備				設計				
アプリケーション ソフトウェア開発	設計							
運用・保守						設計		

# ナショナル・リーダーシップ・スパコンの 開発整備／運用の方向性

年度	1990年代									2000年代									2010年代									2020年代																										
	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29													
数値風洞(富士通)	開発			運用																																																		
CP-PACS(日立)				開発			運用																																															
地球シミュレータ(日本電気)										開発			運用																																									
汎シミュレータ(複合)																			開発			運用																																
汎シミュレータ-II(複合)																												開発			運用																							
汎シミュレータ-III (ポストシリコン?)																																					開発			運用														

## [ポイント]

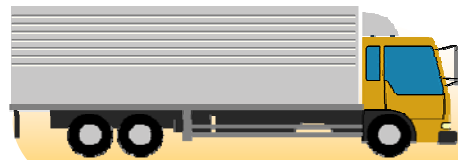
- ・切れ目なく汎用スパコンをシリーズで開発
- ・アップグレード可能な開発手法

# スパコンの種類と特色

## ◆ベクトル (1976年～)

- 多くのデータをまとめて計算するので、大規模な計算に向く
- 高価だが利用分野は広く、性能向上の余地がある  
例) 大気や海洋の大循環、津波シミュレーション

地球シミュレータ(海洋機構)



荷物(データ)の積みこみ方が重要

## ◆スカラー (1993年～)

- データを細かく分けて逐次的に処理する計算に向く
- 安価で、並列台数により性能を向上させてきた  
例) 遺伝子の相同性検索、新材料・触媒の設計

Columbia(NASA)



荷物(データ)の分け方、車を多く並べることが重要

## ◆専用計算機 (アクセラレータ) (1990年代～)

- 処理は限定されるが、特定分野では低電力で極めて高い性能が得られる
- 処理の方法が異なるとそれに対応したハードの開発が必要

例)

- 分子動力学専用(細胞内の高分子の振る舞いの解析等)→MD-GRAPe(理研)
- 量子化学計算専用(化学反応の精密解析等)→EHPC(九大)



特定のコース(計算方法)でのみ動けるのでコースに合わせた開発が重要(多様化)

GRAPe(東大)

EHPC(九大)

MD-GRAPe(理研)

BlueGene(DOE/IBM)

## ◆複合型（目指すべき姿）

- 超高速インターコネクで、ベクトル（大規模計算）、スカラー（逐次処理）、専用計算機（特定処理に高性能なアクセラレータ）を結合して、幅広い分野で高い性能が得られる
- 高価なベクトル<sup>(注)</sup>と安価なスカラー・専用計算機（アクセラレータ）を組み合わせることで、優れた価格性能比（コストパフォーマンス）を実現

注：地球シミュレータ（ベクトル、約40テラFLOPS）の開発（1997～2002年）には、ハード約400億円、建屋・付帯設備約100億円、関連ソフト約100億円、総額600億円以上を要した。

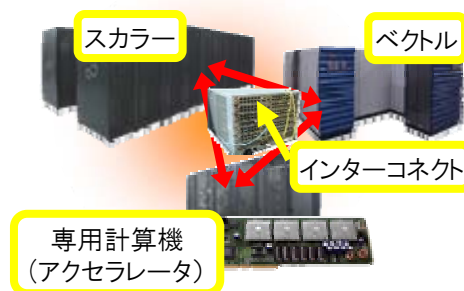
### 【課題】複合型を実現するために必要なブレークスルー

- プロセッサの高性能化：高速化と低消費電力化の両立  
(既存技術で高速化すると電力消費の増加を招くためブレークスルーが必要)
- 新たな処理方法の専用計算機（アクセラレータ）：  
ハード（LSI等）の多様化、複数の処理に対応できるハードの開発
- 超高速インターコネク：複合型スパコン内で大規模データを超高速伝送するための光通信技術の革新
- 複合型システムソフトウェア：  
ベクトル・スカラー・専用計算機（アクセラレータ）を一体的に制御する新技術の研究開発

(参考1) 理研スーパー・コンバインド・クラスター(RSCC) (2004年～)  
複合型スパコンの先駆け

#### 特長

- 優れたコストパフォーマンス  
約13テラFLOPS、約41億円<sup>(注)</sup>
- 使いやすい(ユーザフレンドリー)
- 簡単な操作で最適なスパコンを選択



-2005年3月「第34回日本産業技術大賞」の文部科学大臣賞を受賞  
次世代の大型計算機センターのモデルとして、世界の研究所・大学・民間企業等から注目を集めている

・注：ハード総額の計算式：(8億円／年リース×5年)＋専用計算機(アクセラレータ)1億円＝41億円

(参考2) ある政府系研究機関

利用者のニーズに応じて、多様なスパコンを個別に調達

#### 先端情報計算センター(つくば)

多種多様なスパコンで幅広い利用分野をカバー

- SR11000(日立) 0.9テラFLOPS(2004年～)
- AISTスーパークラスター P-32(IBM) 8.6テラFLOPS(2004年～)
- AISTスーパークラスター M-64(IBM) 2.7テラFLOPS(2004年～)
- AISTスーパークラスター F-32(SGI) 3.3テラFLOPS(2004年～)等

#### 生命情報科学研究センター(お台場)

専用計算機(アクセラレータ)でバイオ分野に特化

- BlueGene/L(IBM) 22テラFLOPS(2005年～)

・注：約9億円で2004年に購入  
・(ウェブサイトの情報を基に作成)

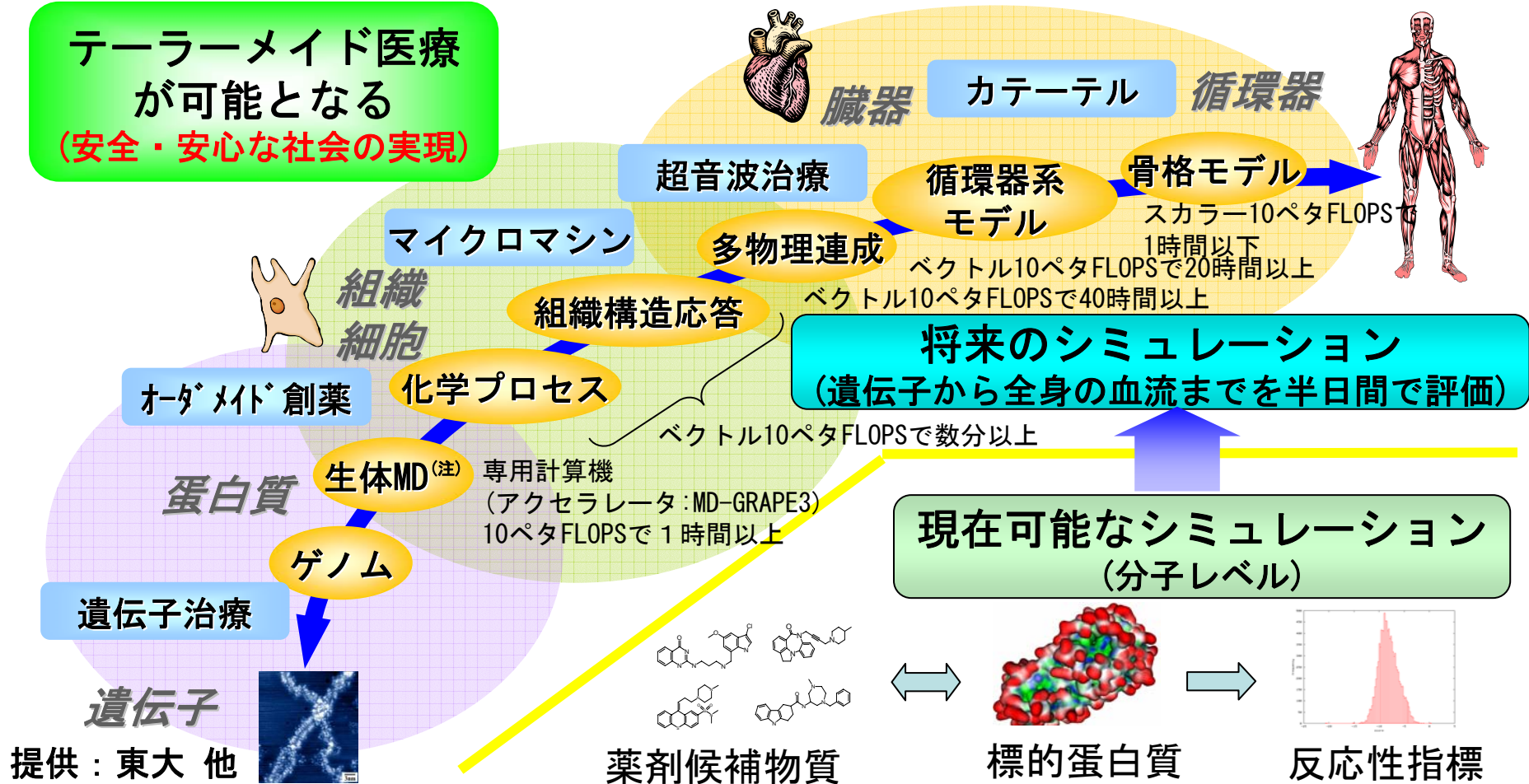


# 複合型に適したアプリケーション例

～ライフサイエンス・人間丸ごとシミュレーション～

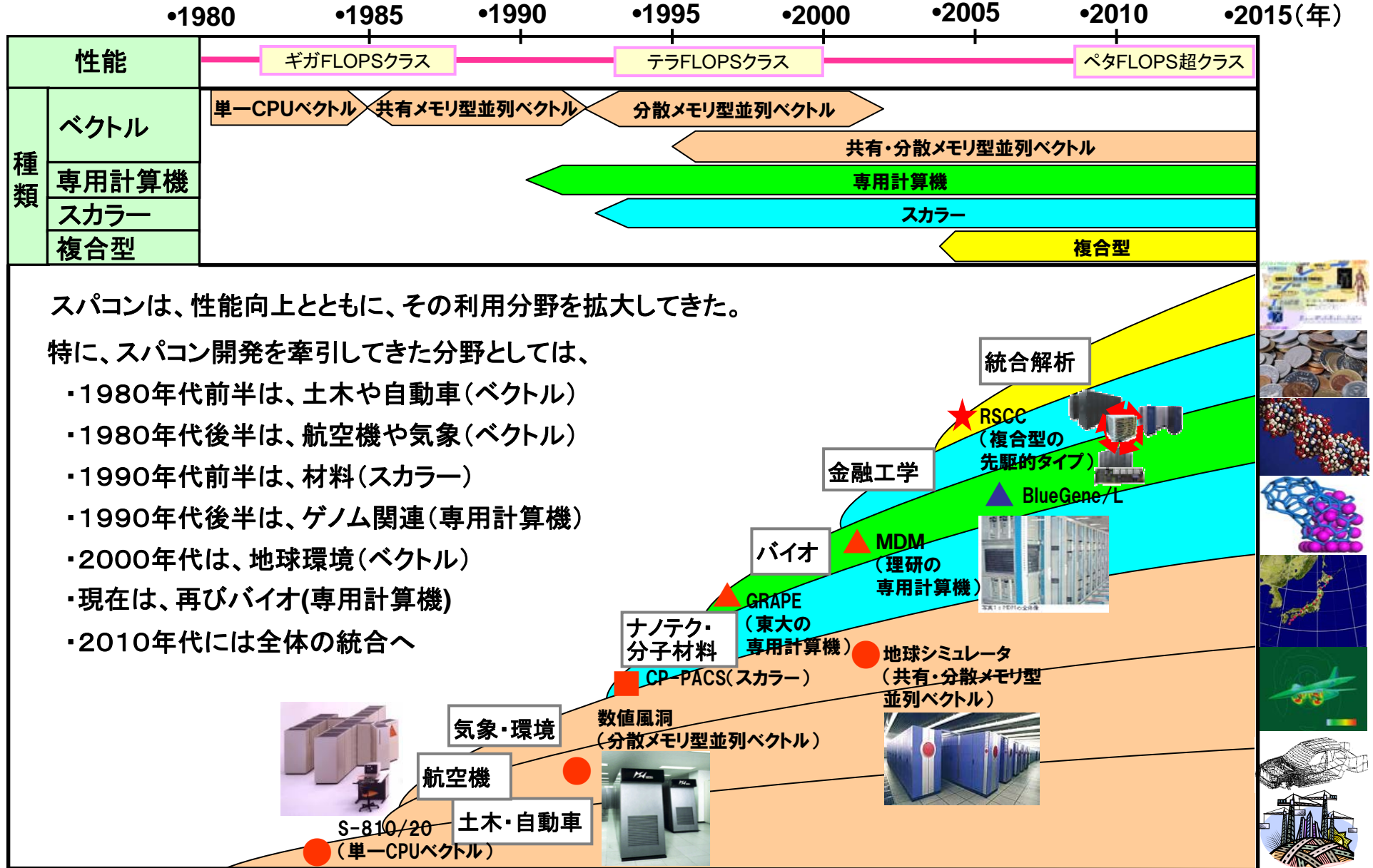
分子レベルシミュレーションから生体シミュレーションへ  
新薬設計／薬剤効果の解析、診療補助などが実用レベルへ

テーラーメイド医療  
が可能となる  
(安全・安心な社会の実現)



注: 分子動力学。原子間ポテンシャルの下に、古典力学におけるニュートン方程式を解いて、系の静的、動的安定構造や、ダイナミクスを解析する手法。

# スパコン開発を牽引した利用分野の変遷



# 日米スパコン開発競争

ーピーク性能を基準にした場合ー

・日米が競い合ってスパコンの性能を向上させてきた。その裏には、新しい設計思想のスパコンの実現を通じた利用分野の開拓競争があった。(次ページ参照)  
 ・スパコンは、ベクトルからはじまり、その後、専用計算機やスカラーが登場した。これから複合型の時代へ。

