

次世代スパコン計画と今後の展開



平成23年1月17日

文部科学省研究振興局情報課計算科学技術推進室

井上諭一



文部科学省

MEXT

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,

SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

本日の内容

- 次世代スパコン計画立ち上げの経緯とねらい
- 戦略プログラムの構想
- HPCI構築計画
- 今後の展開(期待)

我が国の最高性能スパコン開発の歴史

平成
元年

数値風洞

航空宇宙技術研究所
(現宇宙航空研究開発機構)

280ギガFLOPS

TOP500 ^(注) ランキン グ	
世界	日本
1位	1位
1位	1位
1位	1位
2位	2位
3位	2位
15位	3位
35位	7位
64位	15位
106位	21位
240位	31位

★
運用終了
(撤去)

CP-PACS (筑波大学)

614ギガFLOPS

TOP500 ^(注) ランキン グ	
世界	日本
1位	1位
2位	1位
6位	1位
18位	3位
35位	7位
64位	14位
125位	21位
312位	26位
ランク 外	—

★
運用終了(撤去)

(注)スーパーコンピュータのベンチマークテストのひとつである「Linpack(リンパック)」の実行結果をランキングしたTOP500による。毎年6月及び11月に更新される。本ベンチマークテストは、スパコンの総合性能を評価しているわけではない。

地球シミュレータ (海洋科学技術センター
(現海洋研究開発機構))

41テラFLOPS

TOP500 ^(注) ランキン グ	
世界	日本
1位	1位
1位	1位
1位	1位
4位	1位
10位	2位
20位	2位
30位	2位

次世代スパコン



10ペタFLOPS

5

10

15

19



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

最先端のシステムから大学や研究機関のインフラへ

最先端のスーパーコンピュータの開発成果が、コンピュータメーカーの製造技術の革新を促し、大学や研究機関のシステムが更新され、日本のスーパーコンピュータを向上させてきた。

次世代スーパーコンピュータシステム

理論性能

最先端スーパーコンピュータシステム

地球シミュレータ(平成14年2月)
41テラFLOPS

地球シミュレータセンターに設置

(テラ FLOPS)

大学や研究機関へ展開

CP-PACS(平成8年2月)
614ギガFLOPS

筑波大学に設置 (ギガ FLOPS)

数値風洞(平成5年3月)
280ギガFLOPS

航空宇宙技術研究所
に設置 (ギガ FLOPS)

設置機関	設置	理論性能
宇宙科学研究所	H5.12	11
筑波大学・学術情報処理センター	H6.02	48
通信総合研究所	H6.02	8
理化学研究所	H6.03	45
東京大学・物性研究所	H6.12	64
高エネルギー・物理学研究所	H7.01	128
京都大学・大型計算機センター	H7.01	24
日本原子力研究所	H7.02	67
名古屋大学・大型計算機センター	H7.12	67
国立遺伝学研究所	H7.12	64

設置機関	設置	理論性能
東京大学・大型計算機センター	H8.02	307
日本原子力研究所	H8.02	19
北海道大学・大型計算機センター	H8.08	38
筑波大学・計算物理学研究センター	H8.10	38
埼玉大学	H8.10	10
電子技術総合研究所	H9.03	77
横浜国立大学	H9.11	10
東京大学・医科学研究所	H9.12	77
東京大学・大型計算機センター	H10.02	38
東京大学工学部	H11.03	10

設置機関	設置	理論性能
宇宙航空研究開発機構・角田	H14.02	0.5
国立環境研究所	H14.02	0.5
情報通信研究機構	H14.02	0.3
核融合科学研究所	H14.12	1.4
東北大学・情報ナジニセンター	H15.01	2.0
分子科学研究所	H15.01	0.3
統計数理研究所	H15.12	0.1
理化学研究所	H16.01	0.4
気象研究所	H16.01	2.8
宇宙航空研究開発機構・相模原	H16.03	1.2

大学や研究機関のインフラとしてのシステム

平成3年

平成8年

平成13年

平成18年



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

当時のTOP500は...

Rank	Site	Manufacturer	Computer	Country	RMax	RPeak
1	Center for Computational Science, University of Tsukuba	Hitachi	CP-PACS/2048	Japan	368.2	614.4
2	National Aerospace Laboratory of Japan	Fujitsu	Numerical Wind Tunnel	Japan	229	281.26
3	University of Tokyo	Hitachi	SR2201/1024	Japan	220.4	307.2
4	Sandia National Laboratories	Intel	XP/S140	United States	143.4	184
5	Oak Ridge National Laboratory	Intel	XP/S-MP 150	United States	127.1	154
6	Japan Atomic Energy Research Institute	Intel	XP/S-MP 125	Japan	103.5	125.1
7	Government	Cray Inc.	T3D MC1024-8	United States	100.5	153.6
8	National Lab. for High Energy Physics	Fujitsu	VPP500/80	Japan	98.9	128
9	Kyushu University	Fujitsu	VPP700/56	Japan	94.3	123.2
10	ECMWF	Fujitsu	VPP700/46	United Kingdom	94.3	101.2

TOP500 SUPERCOMPUTER SITESより転載



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN



三好 甫 先生

(「地球シミュレータ開発史」より転載)



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN



岩崎洋一先生とCP-PACS開発を支えた方々
(「筑波大計算科学研究センターCP-PACS記念誌」より転載)



これまでのスパコン開発立ち上げは、、、

- ✓ 強力なリーダーシップを持ったリーダーと、これを支える研究者コミュニティの存在が原動力
- ✓ そこに時宜を得た政府からの予算措置がなされた



スパコン開発のあり様の変化

- ✓ 予算的に、もはや1つの研究機関、大学で賄えるレベルでない
- ✓ より幅広い研究者コミュニティにおける合意形成の必要性
- ✓ 国民的支持、政治的支持の必要性

次世代スパコン計画は、このような環境の中で立ち上がったプロジェクトという意味で、それまでのプロジェクトと質的に異なる。



合意形成の取組

- 計算科学技術推進WG（2004年8月～2005年8月）
 - 10ペタFLOPS超級の汎用スパコンの実現を目指し早急にプロジェクトを開始すべき
 - その他にも今につながる重要な提言
 - 主要分野におけるグランドチャレンジ課題
 - 10ペタコンと大学等スパコンの連携方策
 - 研究と教育の拠点形成
 - 人材育成
- 第3期科学技術基本計画において次世代スーパーコンピューティング技術が国家基幹技術に選定
(2006年3月)



共用法の改正

- プロジェクトの立ち上げには総額1100億円と見込まれた予算の確保が大前提
- 次世代スパコンを我が国に一に限って設置する大規模の施設「特定先端大型研究施設」であり、「基礎研究から産業利用までのあらゆる分野の研究者の共用に供するもの」と法的に位置付け
 - 必要な資金を補助金として手当てする道筋がついた



そして計画の立ち上げへ

計画の3つの柱

1. 10ペタ超汎用スパコンの開発
 - ✓これにより新たな科学技術を切り拓く
 - ✓コアIT技術の獲得
2. グランドチャレンジアプリの開発
 - ✓スパコン利用技術の獲得
3. 研究教育拠点の形成
 - ✓人材育成
 - ✓我が国の計算科学分野の研究能力の結集



戦略プログラムの構想

- ✓ 次世代スパコンの能力を最大限活用するため、重点的な利用形態を設けるべき
 - 「一般利用」に加え「戦略利用」
- ✓ 「戦略利用」を具体化するためのプログラムとして戦略プログラムを構想
- ✓ 戦略利用による研究と我が国の計算科学技術推進体制の整備を一体的に実施



戦略分野の設定(1)

- ✓ 戦略委員会における激論(2008年12月～2009年7月)
- ✓ 分野設定の軸
 - ①次世代スパコンの能力でなければ出来ない課題があるかどうか
 - ②社会的・国家的見地から見て高い要請があるかどうか
 - ③次世代スパコン稼働後5年間で具体的な成果を出せる見通しがあるかどうか



次世代スーパーコンピュータ戦略分野

- ◎ 次世代スーパーコンピュータで、社会的・学術的に大きなブレークスルーが期待できる分野を「戦略分野」(5分野)とする。
- ◎ 各戦略分野の研究開発、分野振興等を牽引する機関を「戦略機関」とする。

	<戦略分野>	<戦略機関(*)>
分野1	予測する生命科学・医療および創薬基盤 ゲノム・タンパク質から細胞・臓器・全身にわたる生命現象を統合的に理解することにより、疾病メカニズムの解明と予測をおこなう。医療や創薬プロセスの高度化への寄与も期待される。	理化学研究所
分野2	新物質・エネルギー創成 物質を原子・電子レベルから総合的に理解することにより、新機能性分子や電子デバイス、更には各種電池やバイオマスなどの新規エネルギーの開発を目指す。	東大物性研 分子研、東北大金材研
分野3	防災・減災に資する地球変動予測 高精度の気候変動シミュレーションにより地球温暖化に伴う影響予測や集中豪雨の予測を行う。また、地震・津波について、これらが建造物に与える被害をも考慮した予測を行う。	JAMSTEC
分野4	次世代ものづくり 先端的要素技術の創成～組み合わせ最適化～丸ごとあるがまま性能評価・寿命予測というプロセス全体を、シミュレーション主導でシームレスに行う、新しいものづくりプロセスの開発を行う。	東大生産研 JAXA、JAEA
分野5	物質と宇宙の起源と構造 物質の究極的微小構造から星・銀河の誕生と進化の全プロセスの解明まで、極微の素粒子から宇宙全体に至る基礎科学を融合し、物質と宇宙の起源と構造を統合的に理解する。	筑波大 高エネ研、天文台

(*): 戦略機関は、H22年7月決定。

戦略機関の()内は、戦略機関をネットワーク型で構成する際の機関。



文部科学省

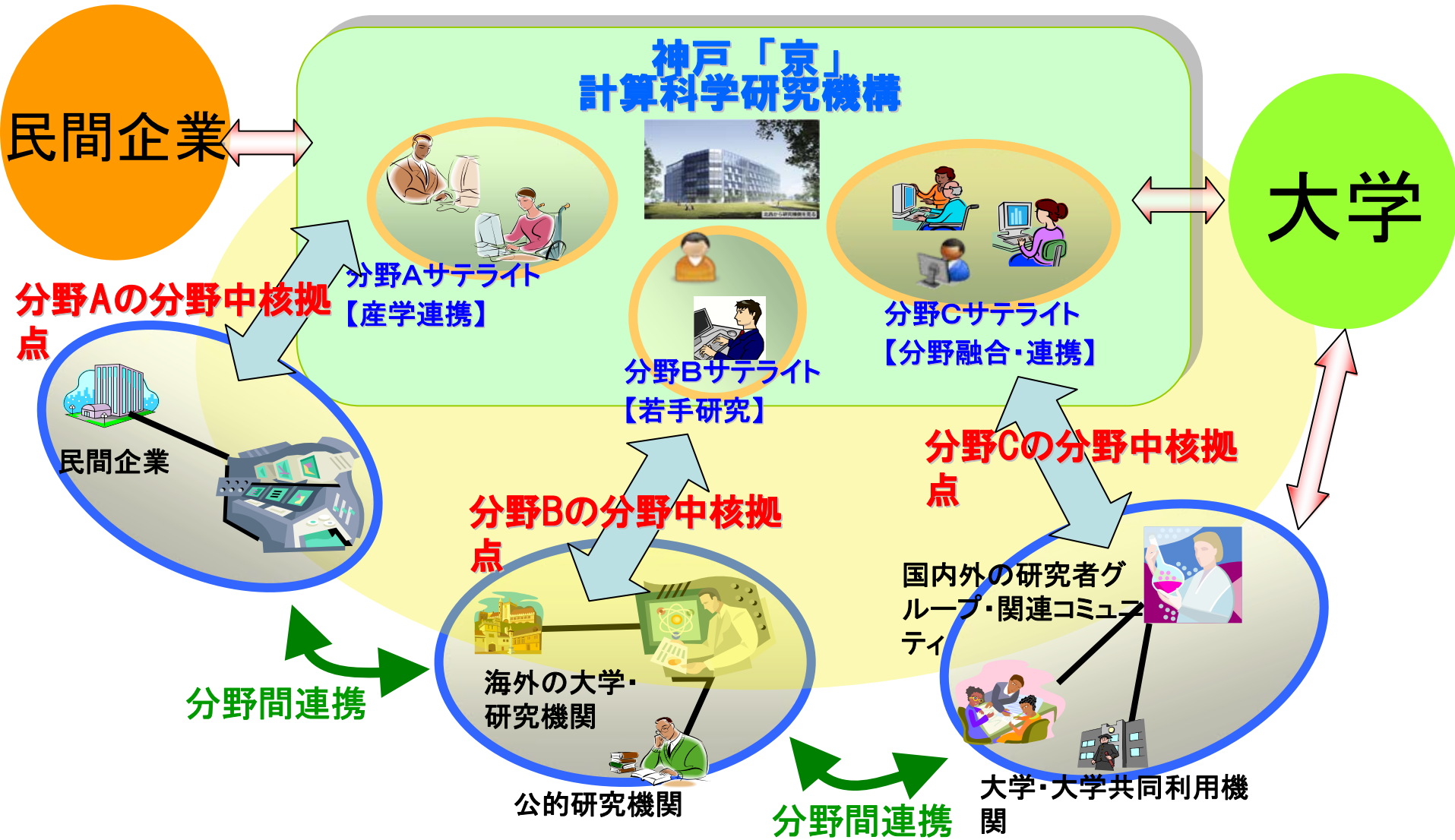
MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

戦略分野の設定(2)

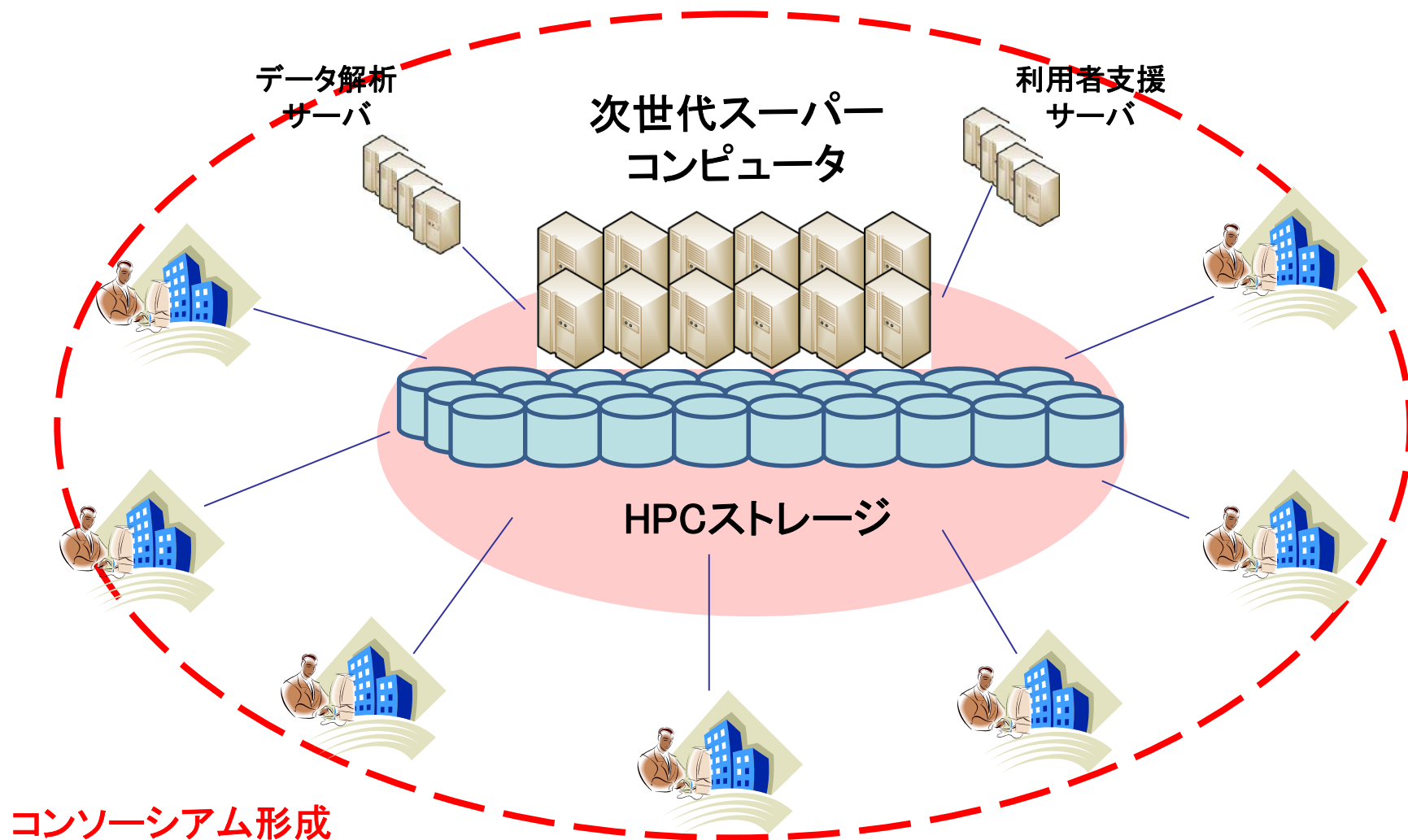
- 何れも分野横断的なものとなっている
- 分野の壁を越えることにより、従来の延長線上にとどまらない新たな地平を「京」の能力で切り拓いてもらいたい！



「京」を中核とした拠点イメージ



HPCIの構築



日本を巡る状況の変化

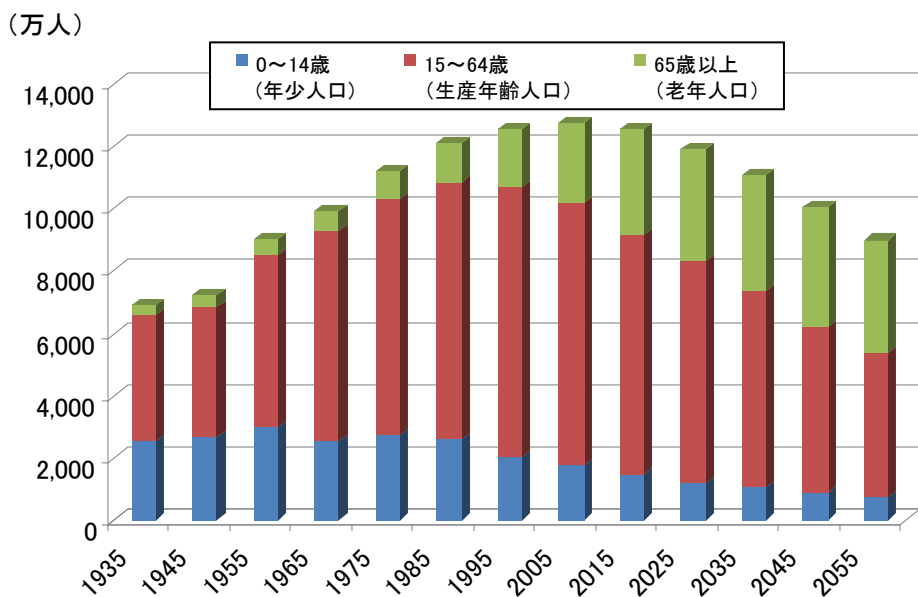
- 世界的には人口増加、我が国は超少子高齢化で人口減少
- GDPに見る中国、BRICSの台頭
- 人の流れの停滞
- 日本の国際競争力の相対的低下
- 高度成長社会からの転換期



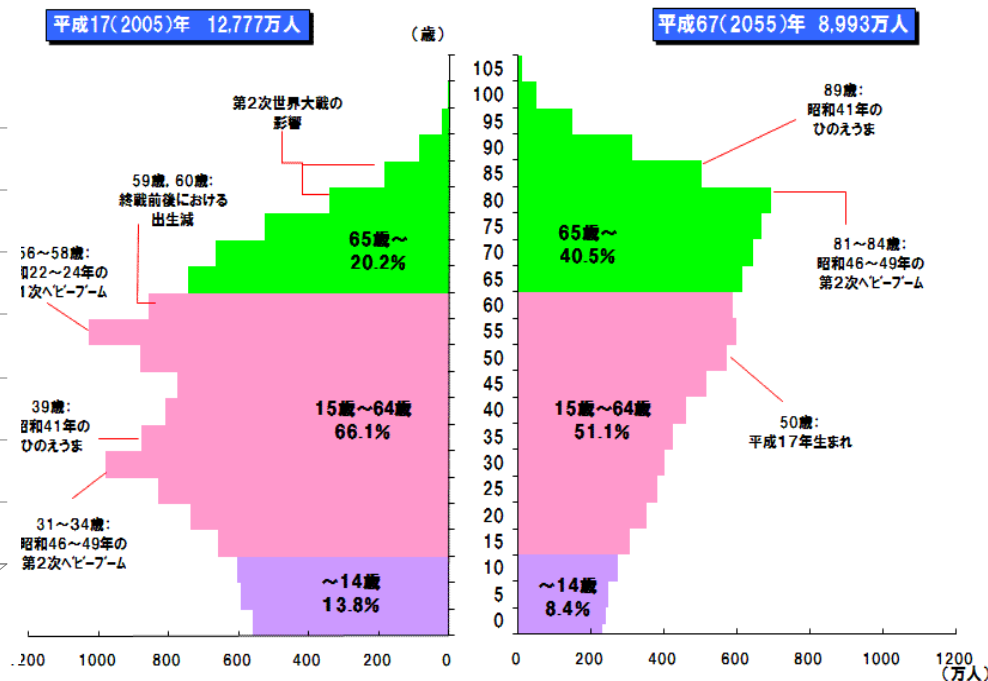
我が国の人口動態

我が国の人口動態

50年後の日本の人口(年齢構成比較)



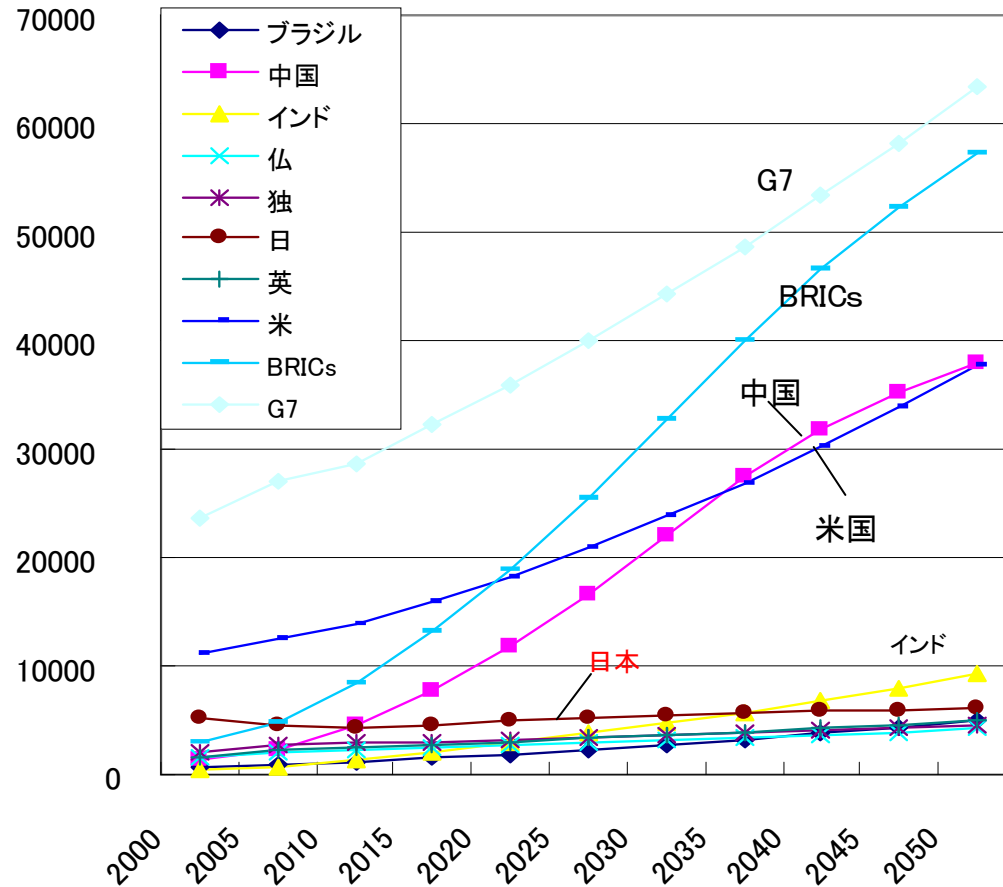
出典: 統計局データより文部科学省作成



出典: 国立社会保障・人口問題研究所「人口統計資料 2009」

各国のGDPの推移

単位: 10億ドル



出典: 文部科学省「平成20年版科学技術白書」



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

ポスト高度成長期にある日本の在り方は？

- 一層のグローバル化
- デザイン力、構想力、科学技術力を駆使した日本的付加価値を創造



世界の多様なニーズに応える、あるいは先取りする力が必要！

- 科学技術が鍵であることに疑いはない
- 特に近年新たな手法として定着してきたシミュレーション技術の導入は、大きな可能性を秘める



日本が計算科学で世界をリード していくためには？

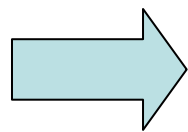
- 十分な計算資源を活用できる環境の構築
- 人材育成
- 利用の裾野の拡大

HPCIの構築を最大限に活かしたい！



計算資源利用環境の構築

- 大規模計算資源を可能な限り共有する日本型HPCインフラ整備が出来ないか？



- ✓ HPCIで必要な時に最適な計算資源にアクセス
- ✓ 各個別機関においてはHPCIを前提として計算資源の整備
- ✓ 主要計算機施設に研究支援者を配置

- * 主要計算機センターのアプリケーションサポートスタッフ数
 - ーオークリッジ国立研究所: 90名
 - ーユーリッヒスーパーコンピュータセンター: 23名
 - ーバルセロナスーパーコンピュータセンター: 90名



- ✓ 世の中を変革するという意味で、スーパーコンピューティングの可能性はとてつもなく大きい
- ✓ スパコン開発はもはや巨大科学技術
- ✓ 最先端を走っていくには研究者コミュニティ、そして社会のコンセンサスと国家的な意志決定が不可欠

スーパーコンピューティングの発展のため、
一丸となって頑張っていきましょう！！！！

