

システムサイドから見たこれまでの経験と将来像

計算物理学計算機CP-PACSと三好甫先生の思い出

河辺 峻

(元(株)日立製作所 現明星大学)



講演者紹介

名前：河辺 峻（かわべ しゅん）

現職：明星大学情報学部 教授

略歴：1946年 北海道生まれ

1969年 東京大学工学部計数工学科卒業

1971年 東京大学工学系研究科修士課程修了

1971年 (株)日立製作所中央研究所

(株)日立製作所にてスーパーコンピュータの研究開発設計に従事

2003年 明星大学情報学部 教授

(この間2007年～2011年 明星大学情報学部 学部長)

現在に至る

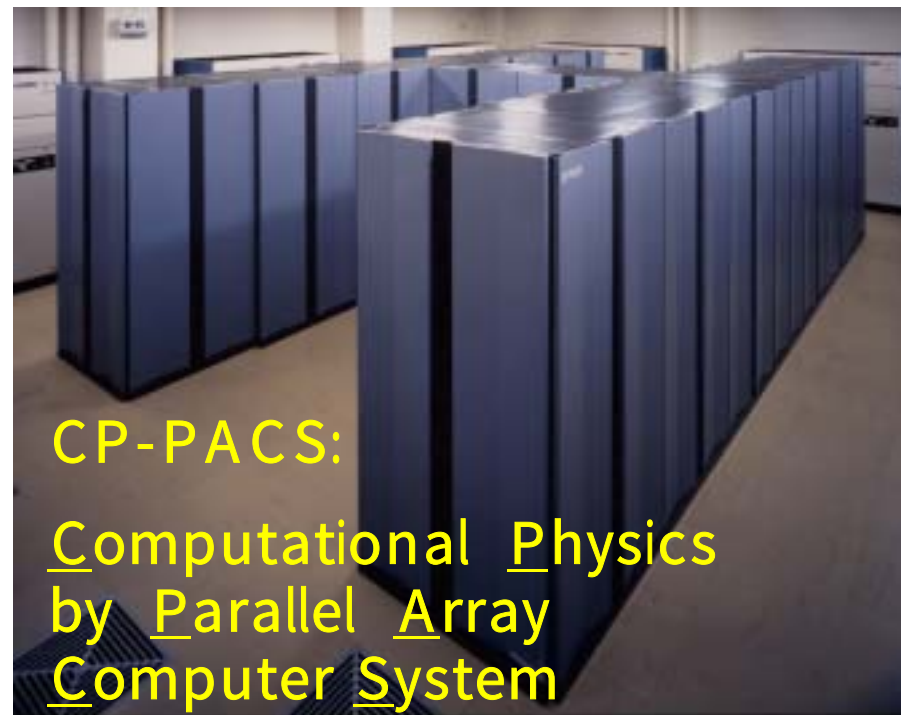
情報処理学会、IEEE 学会所属

計算物理学計算機CP-PACSと 三好甫先生の思い出

2011年9月10日

元(株)日立製作所

明星大学 河辺 峻

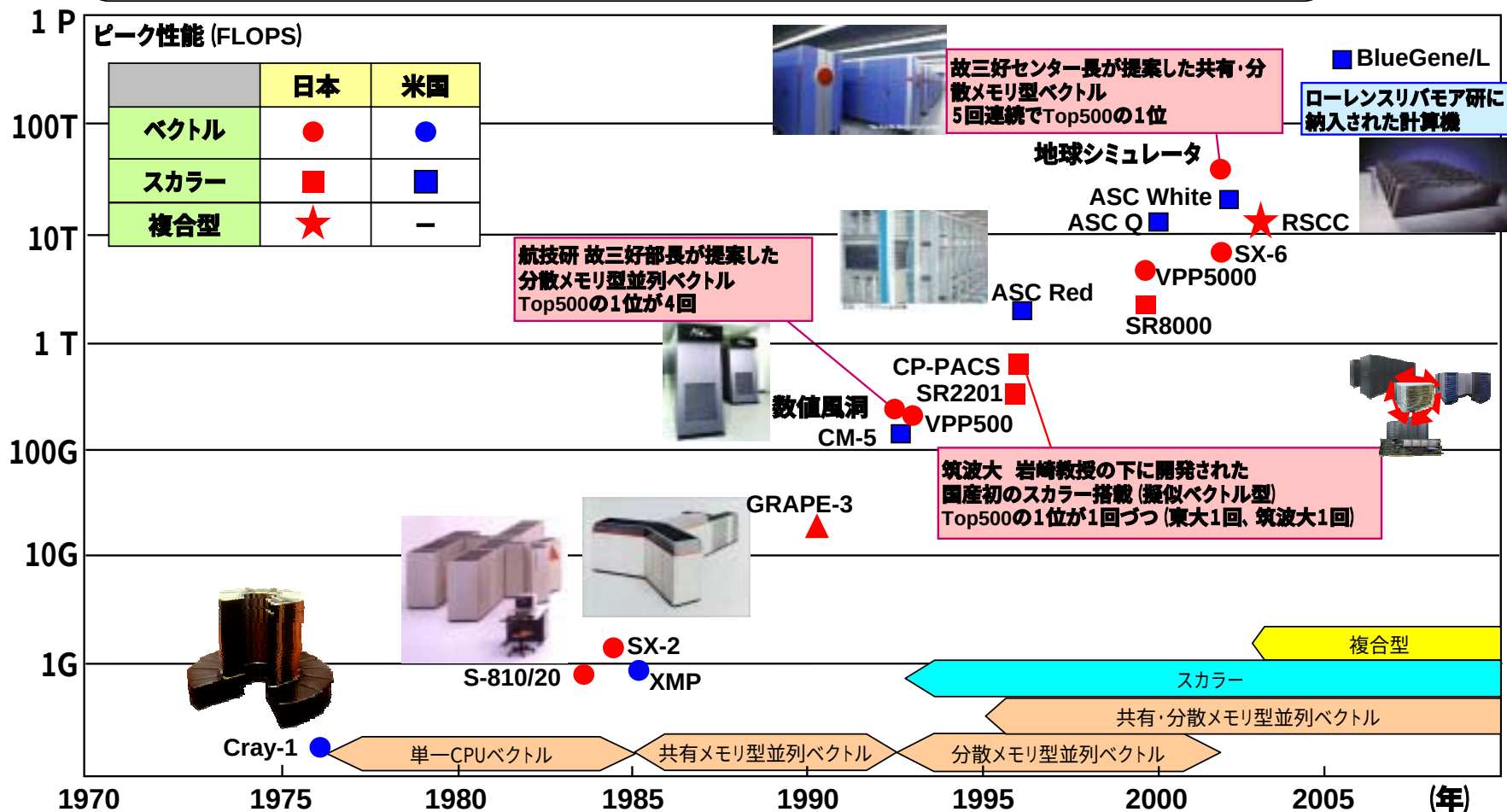


CP-PACS:

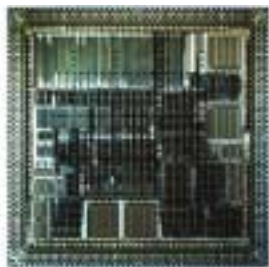
Computational Physics
by Parallel Array
Computer System

スパコン開発の歴史とCP-PACS

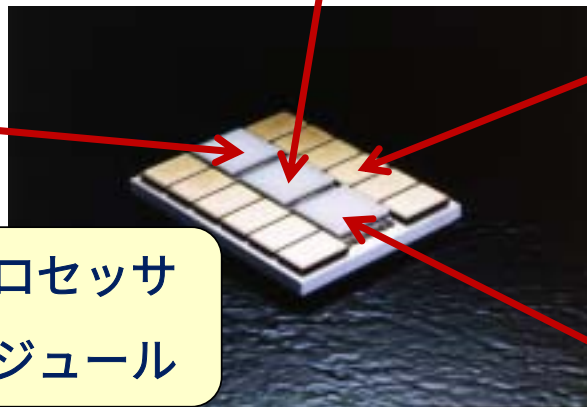
- ・日米が競い合ってスパコンの性能を向上させてきた。その裏には、新しい設計思想のスパコンの実現を通じた利用分野の開拓競争があった。
- ・スパコンは、ベクトルからはじまり、その後、スカラー、複合型が登場した。



CP-PACSの構造(1)



プロセッサチップ
(擬似ベクトル)

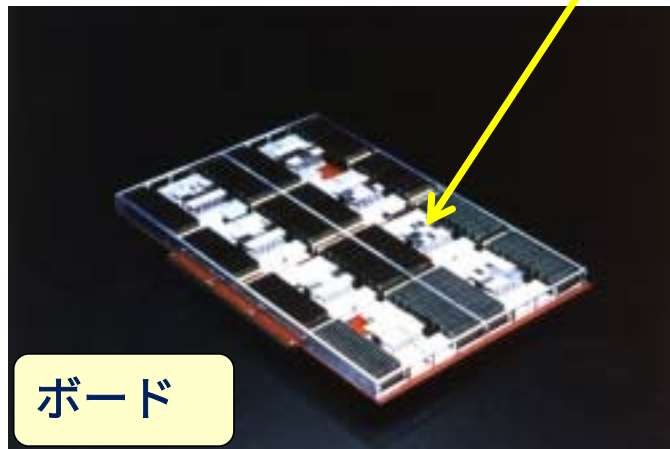


メモリ制御チップ

L2 cache

プロセッサ
モジュール

ネットワーク制御チップ



ボード

1枚のボードに8ケのプロセッサ
モジュールを搭載。

X軸の完全クロスバスイッチ

CP-PACSの構造(2)

X軸 × Y軸 × Z軸 = $8 \times 16 \times 16 = 2048$ 台
3次元クロスバー

16枚のプラットフォームからZ軸ボードへケーブル接続。

Z軸の完全クロスバースイッチ

1枚のプラットフォームに16枚のボードを搭載。

Y軸の完全クロスバースイッチ



CP-PACSの構造(3)

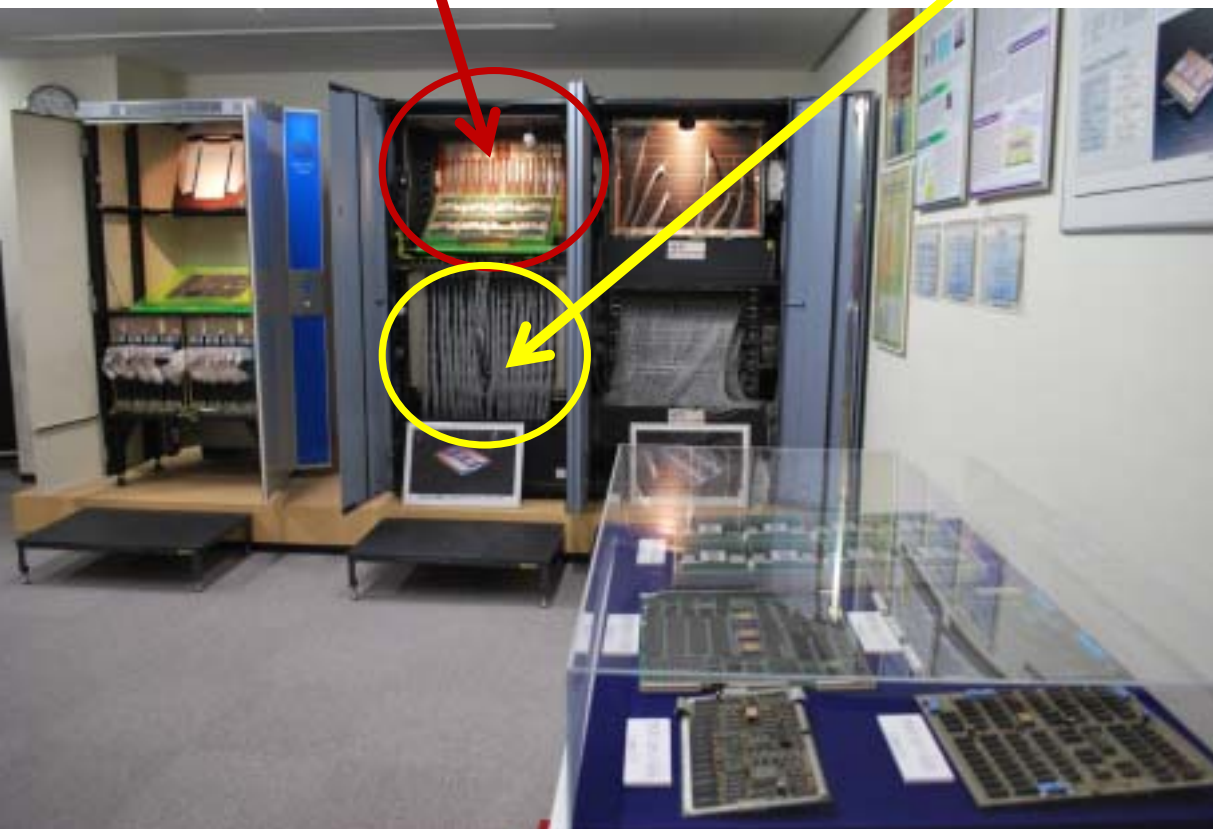
1枚のプラッタボードに16枚の
ボードを搭載。

Y軸の完全クロスバースイッチ

$X軸 \times Y軸 \times Z軸 = 8 \times 16 \times 16 = 2048$ 台
3次元クロスバー

16枚のプラッタボードからZ
軸ボードへケーブル接続。

Z軸の完全クロスバースイッチ



$X軸 \times Y軸 = 128$ 台ま
でのユーザはケーブ
ル接続なし！

大規模ユーザのみ
ケーブル接続を用い
る。

Z軸の調整が大変！

CP-PACSの特長と三好甫先生のコメント

(1) プロセッサ(RISCで擬似ベクトルの2048台並列)

- ・ 計算物理学ではそれでも良いかもしれないが、N-S方程式を高速に解くためには1プロセッサの能力がもっと必要。

航空と気象は同じN-S方程式を解くのだが、

レイノルズ数の桁が違うので同じにはいかない。

- ・ それよりキャッシュはストアスルー方式なの？
やっぱりね。そうだろうと思った。

CP-PACSの特長と三好甫先生のコメント

(2)ネットワーク (自慢の3次元クロスバーに対して)

- やっぱり完全クロスバーがいい！

それに“Worm hole”は虫が好かぬ。[オヤジギャグ]

- 今の技術で完全クロスバーは何台まで可能なの？

私：「数百台が限度でしょう」 そうだろうな。

- 1プロセッサの性能を出来る限り高めて、
完全クロスバーでやりたい！(ESのコンセプト)

三好甫先生との最後の思い出

- ・ 最後のご挨拶に伺った時

目黒の金材研の3Fに事務所があった(1998年)

1Fの入口まで一緒に降りてこられて、“元気でな！”とおっしゃって、私が門を出るまで見送って下さった。

- ・ まわりから多少「無鉄砲」だと思われるでも、損得をあまり考えずに率先垂範して壁を突破していくという生き方だったように思います。

CP-PACSを含む超並列コンピュータの難しさ
膨大なデータがケーブルで転送される！ (光:30cm/ns)
回路のドライブ能力、等ケーブル長、クロック位相調整
CP-PACSも多分ESもそしてKも！



List for November 1996

R_{max} and R_{peak} values are in GFlops. For more details about other fields, please click on the button "Explanation of the Fields"

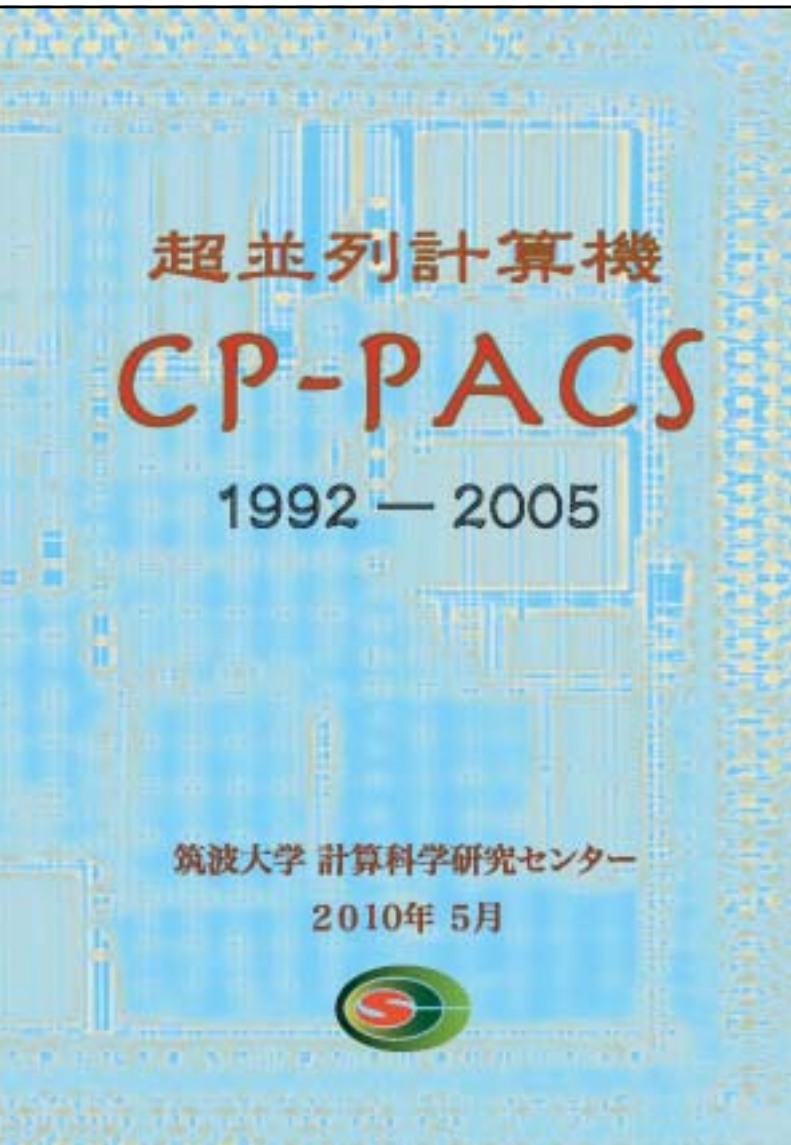
EXPLANATION OF THE FIELDS

Rank	Manufacturer Computer/Procs	R _{max} R _{peak}	Installation Site Country/Year	Inst. type Installation Area	Nmax Nhalf	Computer Family Computer Type
1	Hitachi CP-PACS/2048/ 2048	368.20 368.20	Center for Computational Physics, Univ of Tsukuba Japan/1996	Academic	103680 30720	Hitachi SR2xxx CP-PACS
2	Fujitsu Numerical Wind Tunnel/ 167	229.70 281.00	NAL Japan/1996	Research Aerospace	66132 18018	Fujitsu VPP VPP500
3	Hitachi SR2201/1024/ 1024	220.40 307.00	University of Tokyo Japan/1996	Academic	138240 34560	Hitachi SR2xxx SR2201
4	Intel XP/S140/ 3680	143.40 184.00	Sandia National Lab USA/1993	Research	55720	Intel Pentium
5	Intel XP/S-MP 150/ 3072	127.10 154.00	Oak Ridge Nation USA/1995	Research		
6	Intel XP/S-MP 125/ 2502	103.50 125.10	Japan Atomic Energy Japan/1996	Research		
7	Cray/SGI T3D MC1024-8/ 1024	100.50 152.00	Government USA/1994	Research		
8	Fujitsu VPP500/80/ 80	98.90 128.00	National Lab. for Physics Japan/1994	Research		
9	Fujitsu VPP700/56/ 56	94.30 123.20	Kyushu University Japan/1996	Research		
10	Fujitsu VPP700/46/ 46	94.30 101.20	ECMWF UK/1996	Research		

1996.11

Best10に
日本のコン
ピュータが
6台も入っ
ている！





CP-PACSの記念冊子

プロジェクトに参加したメンバーによる記念冊子。下記URLよりpdfをダウンロードできます。



<http://www.ccs.tsukuba.ac.jp/cppacs/kinenshi/>

21世紀は科学技術で解決すべき課題が多く、最先端の科学技術にはスーパーコンピューティングが不可欠

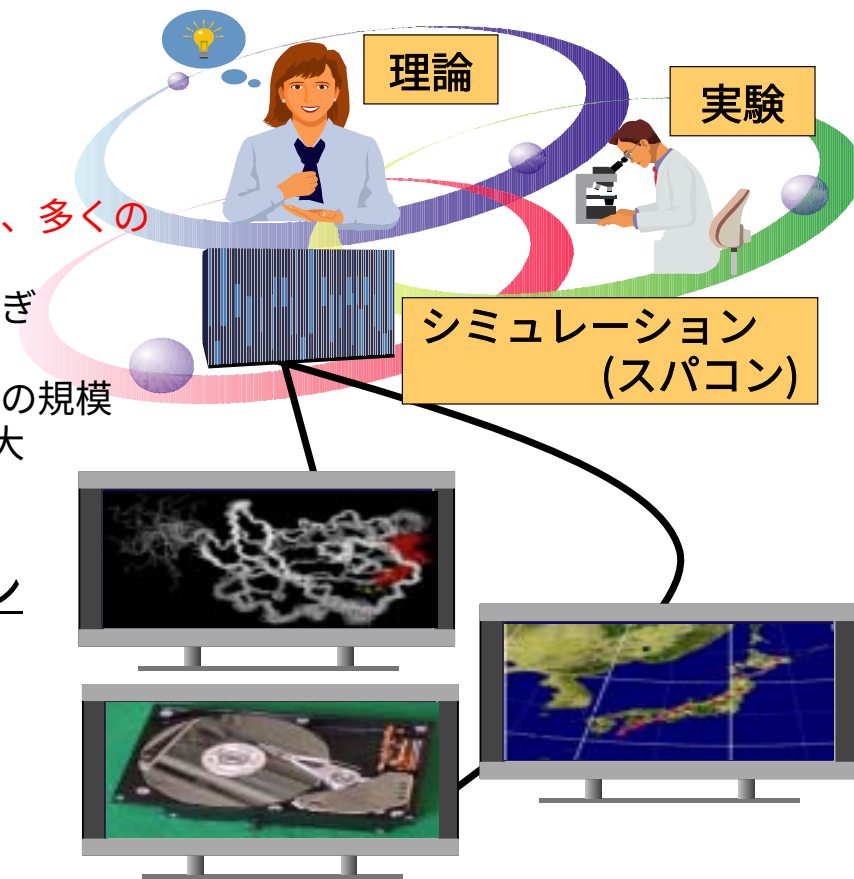
◆科学技術の3つの方法

理論、実験、そして、シミュレーション

- ・スーパーコンピュータによるシミュレーションは、多くの分野で理論、実験と並ぶ重要な方法
- ・実験が困難な現象の解明や実験に時間がかかりすぎる場合、コンピュータを用いて仮想的に実験
- ・スーパーコンピュータを用いたシミュレーションの規模及び対象分野は、研究開発の進展と共に絶えず拡大

◆高性能計算機(スパコン)とシミュレーション

先端科学技術の実験に高度な実験装置が必要であるのと同様、より高精度なシミュレーションにより、世界に先駆けて、結果を出すためには、世界最高性能のスパコンが必要



スーパーコンピュータは広範な科学技術分野にブレークスルーをもたらす

ナノテクノロジー

新しい半導体材料の開発

1万原子

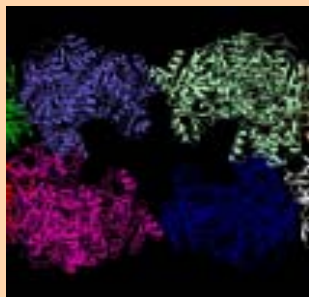


トランジスタ全体

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



巨大分子のシミュレーションが可能となり、薬剤候補物質の選定を短時間に大量に行なうことができる。

ものづくり

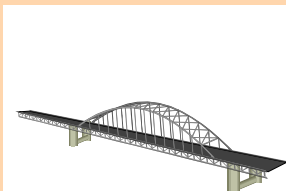
自動車の衝突の解析



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。

防災

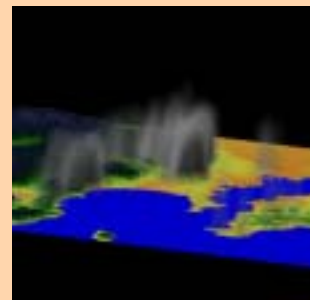
橋梁などの耐震解析



精度の高い構造物の倒壊予測が可能になり、地震災害などの軽減に大きく貢献する。

防災

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。

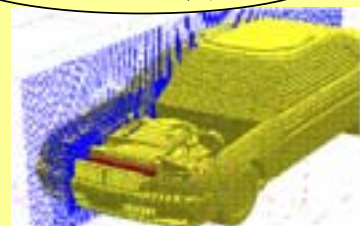
結果を出して納税者（国民）に納得してもらう！

資料提供：富士通、防災科学技術研究所、理化学研究所

広汎な分野でのスパコンの利活用 - 次世代スパコンが拓く世界 -

ナノテクノロジー

ものづくり

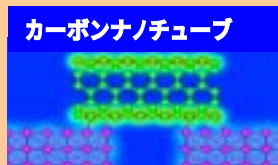


自動車開発

提供: 日産自動車(株)

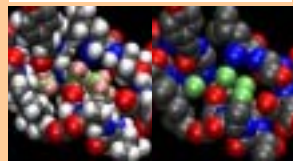
物質設計

カーボンナノチューブ



提供: 分子科学研究所

酵素・触媒反応



ライフサイエンス



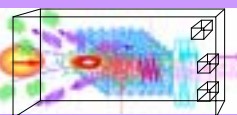
原子力

原子炉丸ごと解析



提供: (独) 日本原子力研究開発機構

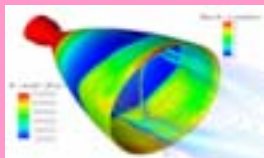
レーザー反応解析



提供: (独) 日本原子力研究開発機構

航空・宇宙

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

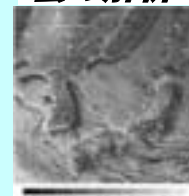
防災

津波被害予測



提供: 東北大学

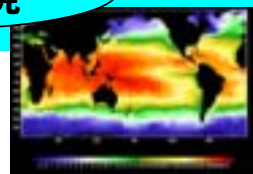
雲の解析



提供: 気象研究所

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

銀河形成説明 惑星形成説明



提供: (独) 理化学研究所



提供: 国立天文台

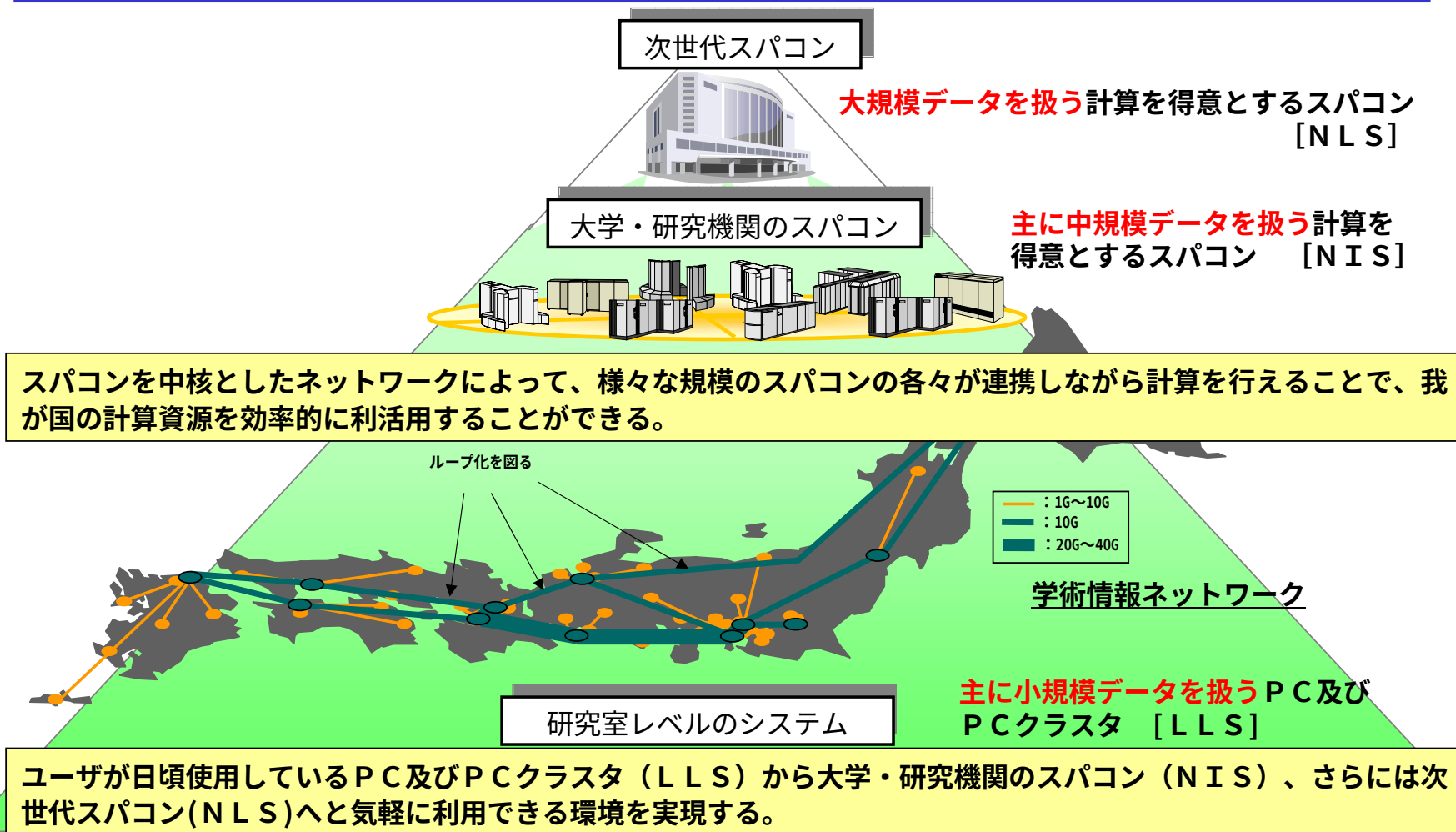
オーロラ発生説明



提供: (独) 海洋研究開発機構

次世代スーパーコンピュータ

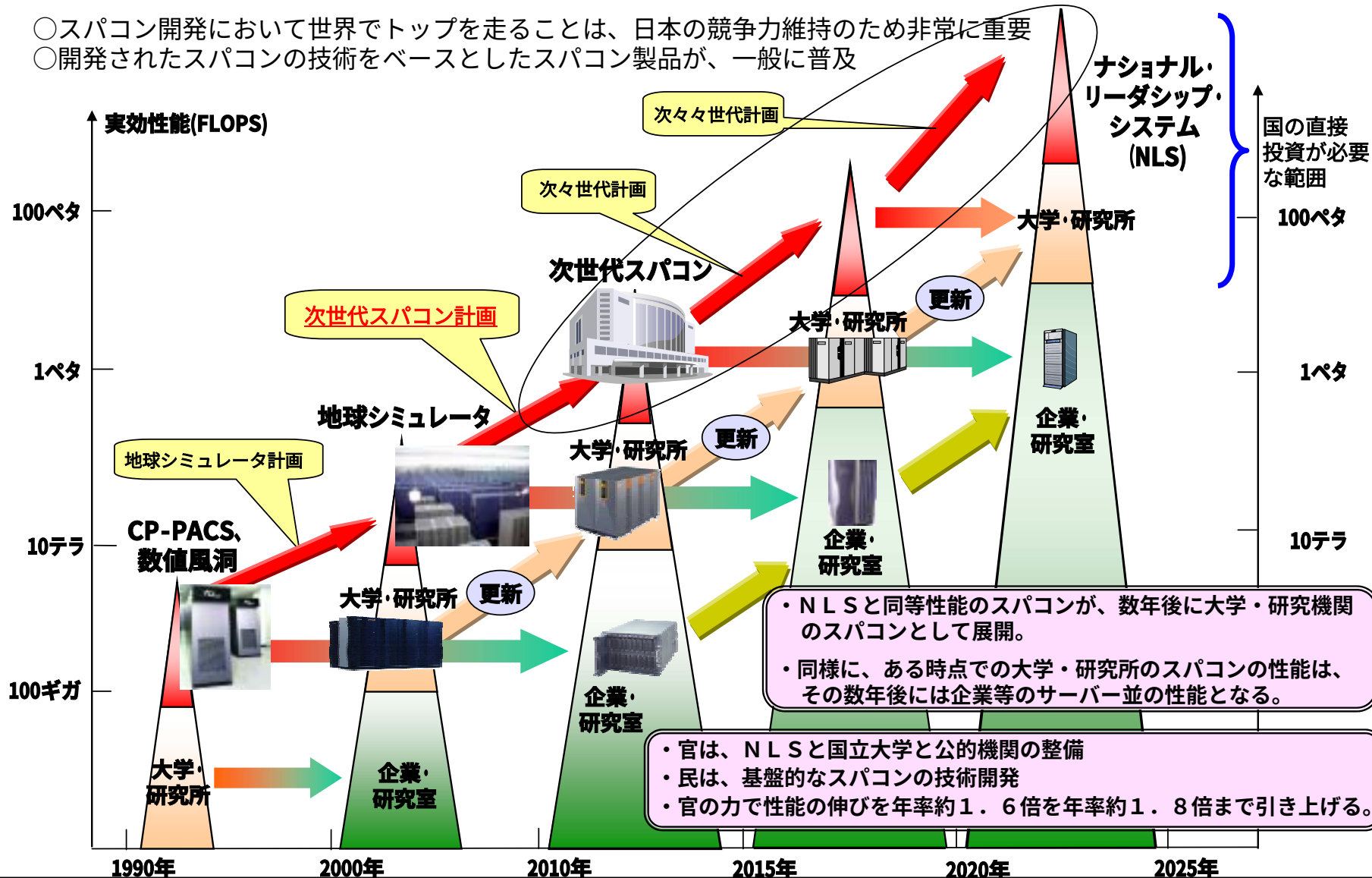
科学技術・学術研究の基盤となるスパコンネットワークの構築



安心して研究教育に専念できるシームレスな研究環境の完成

継続的な最高性能スパコンの追求と垂直展開

- スパコン開発において世界でトップを走ることは、日本の競争力維持のため非常に重要
- 開発されたスパコンの技術をベースとしたスパコン製品が、一般に普及



まとめ

- ・ 21世紀の日本は先端科学技術を維持すべき
若者の雇用、ものづくり、活気ある社会
- ・ そのためには最先端のスーパーコンが必要！
- ・ しかしそれは国の直接投資が必要

⇒それには納税者（国民）が納得する結果を！

[20世紀に確立したスーパーコンによる技術]

- ・ 気象予報
- ・ 自動車の衝突解析
- ・ 半導体解析

[21世紀]

- ・ 地球温暖化
- ・ 新しい材料開発
- ・ 新薬開発

がんばろう！日本