

# 究極の技術への挑戦

—— スーパーコンピュータ ——

平成14年6月10日

**NEC / NEC** ソリューションズ

渡辺 貞

# スーパーコンピュータって何？

---

“その世代で最も速く、構成上も最大のコンピュータシステム”

“最も高価なコンピュータシステム”

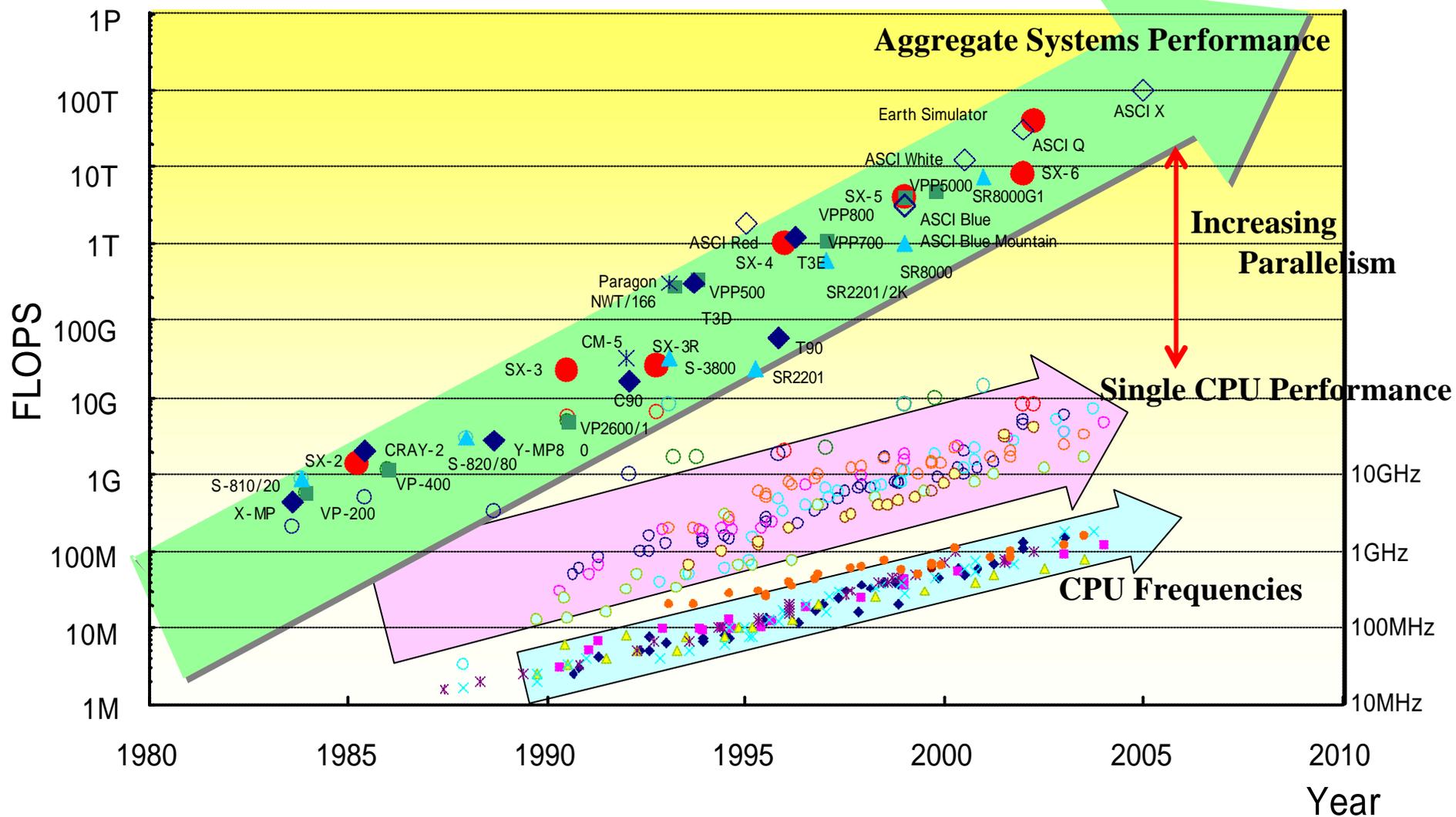
注)性能 (速度) の単位 :FLOPS

1FLOPS=1演算/秒

1GF(Giga Flops)=10億演算/秒

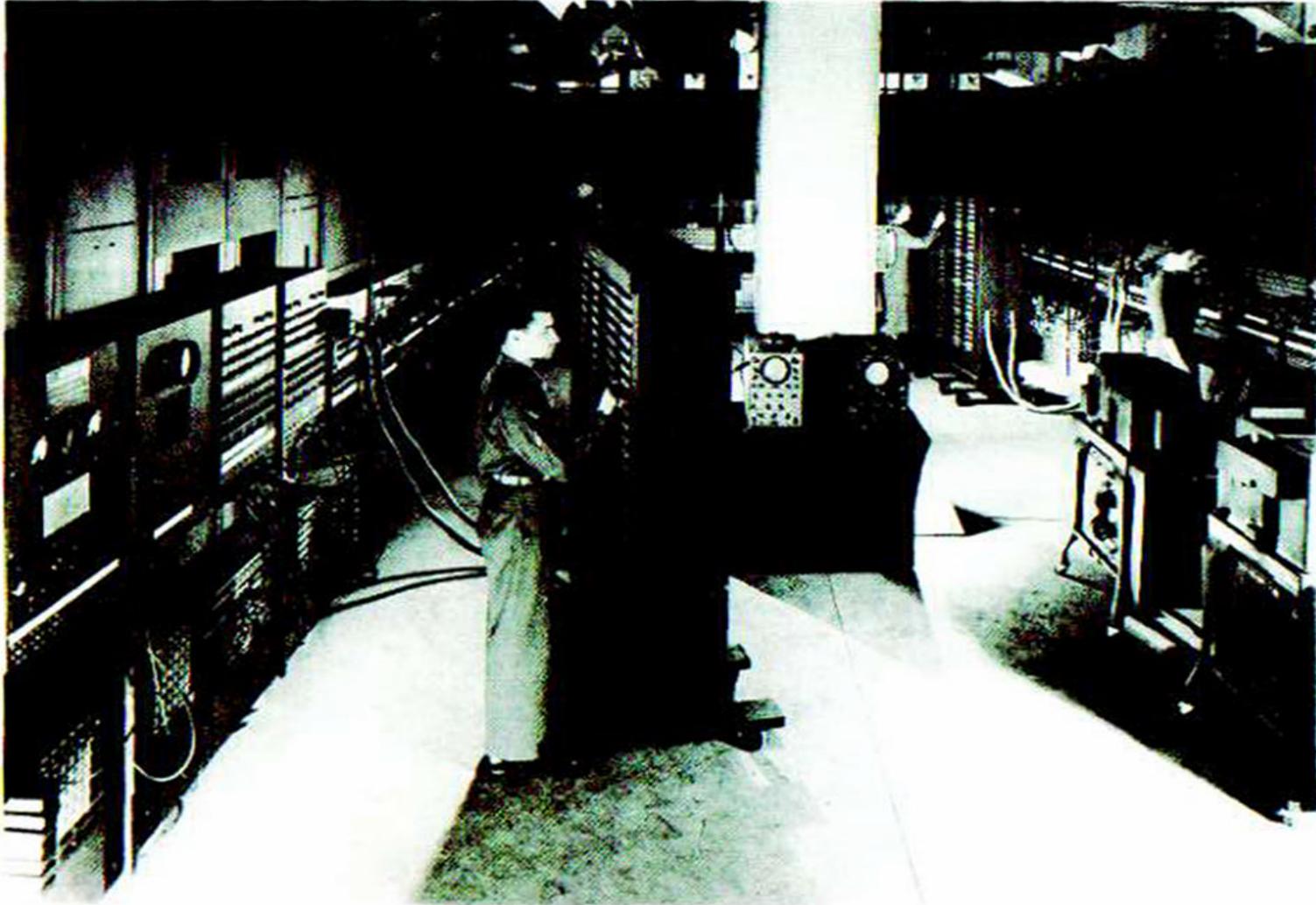
1TF(Tera Flops)=1兆演算/秒

# スーパーコンピュータの歴史



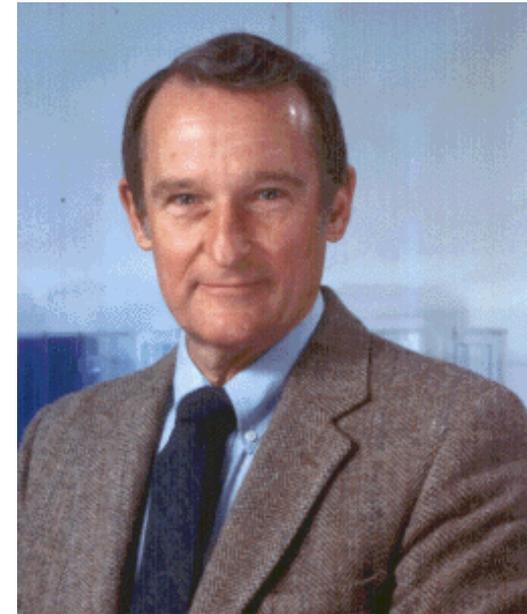
# ENIAC

---



*Operators instructed the ENIAC by plugging in wires and setting switches; in effect, they had to reconfigure the computer's wiring every time the ENIAC had a new problem to solve. Reprogramming thus went at the slow speed of human hands.*

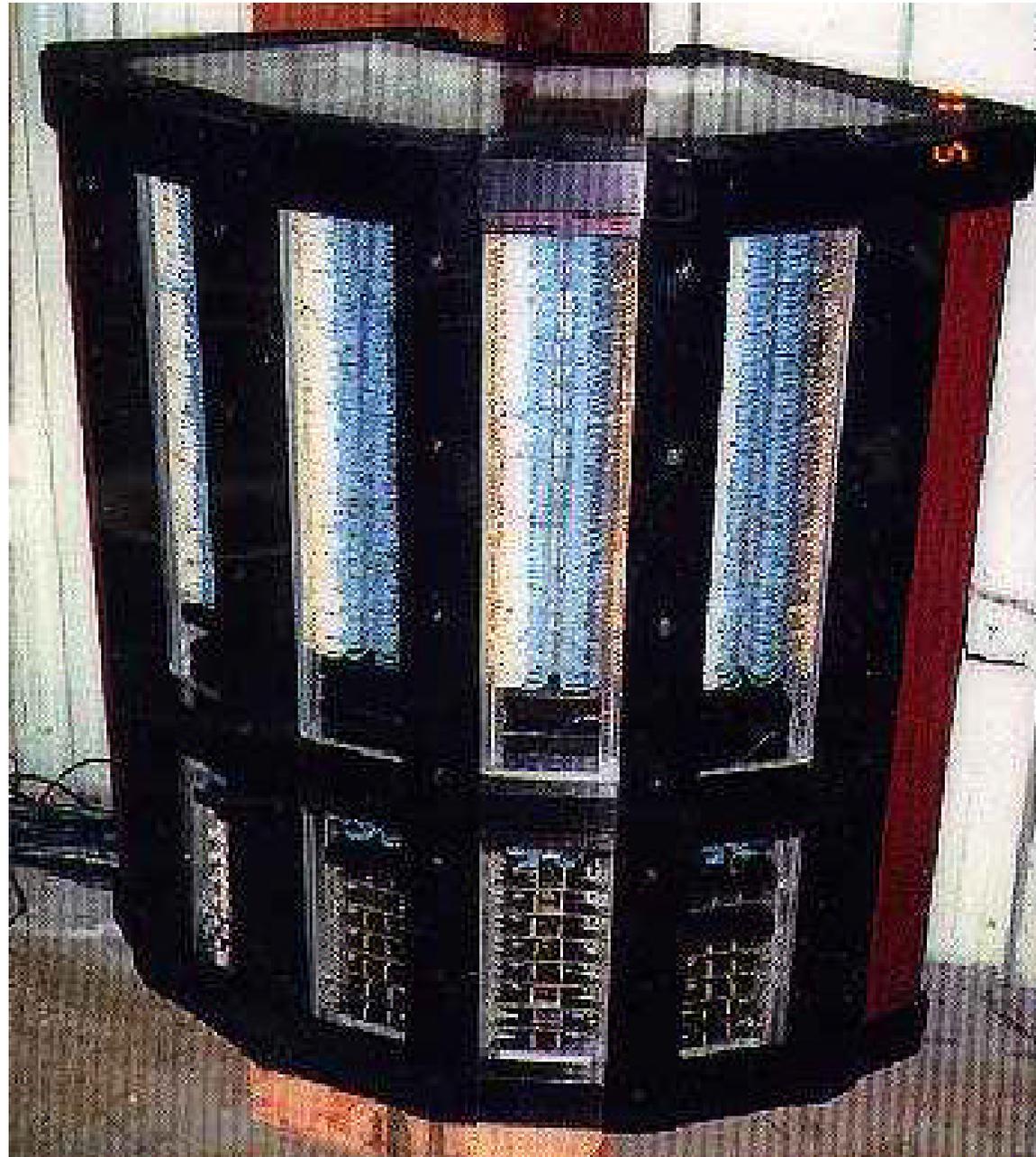
# Cray-1



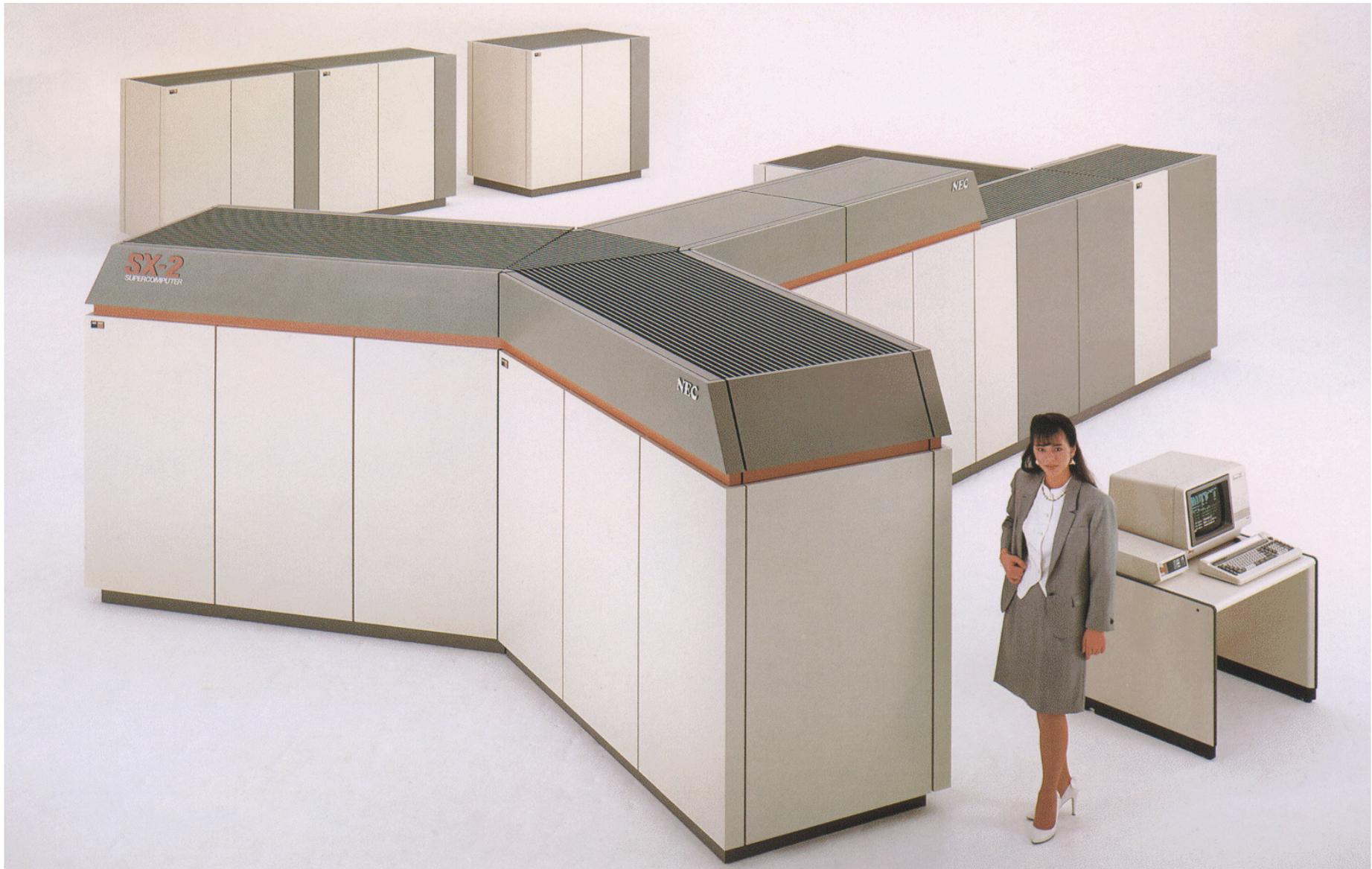
Seymour Cray

# Cray-2

---



# SX-2



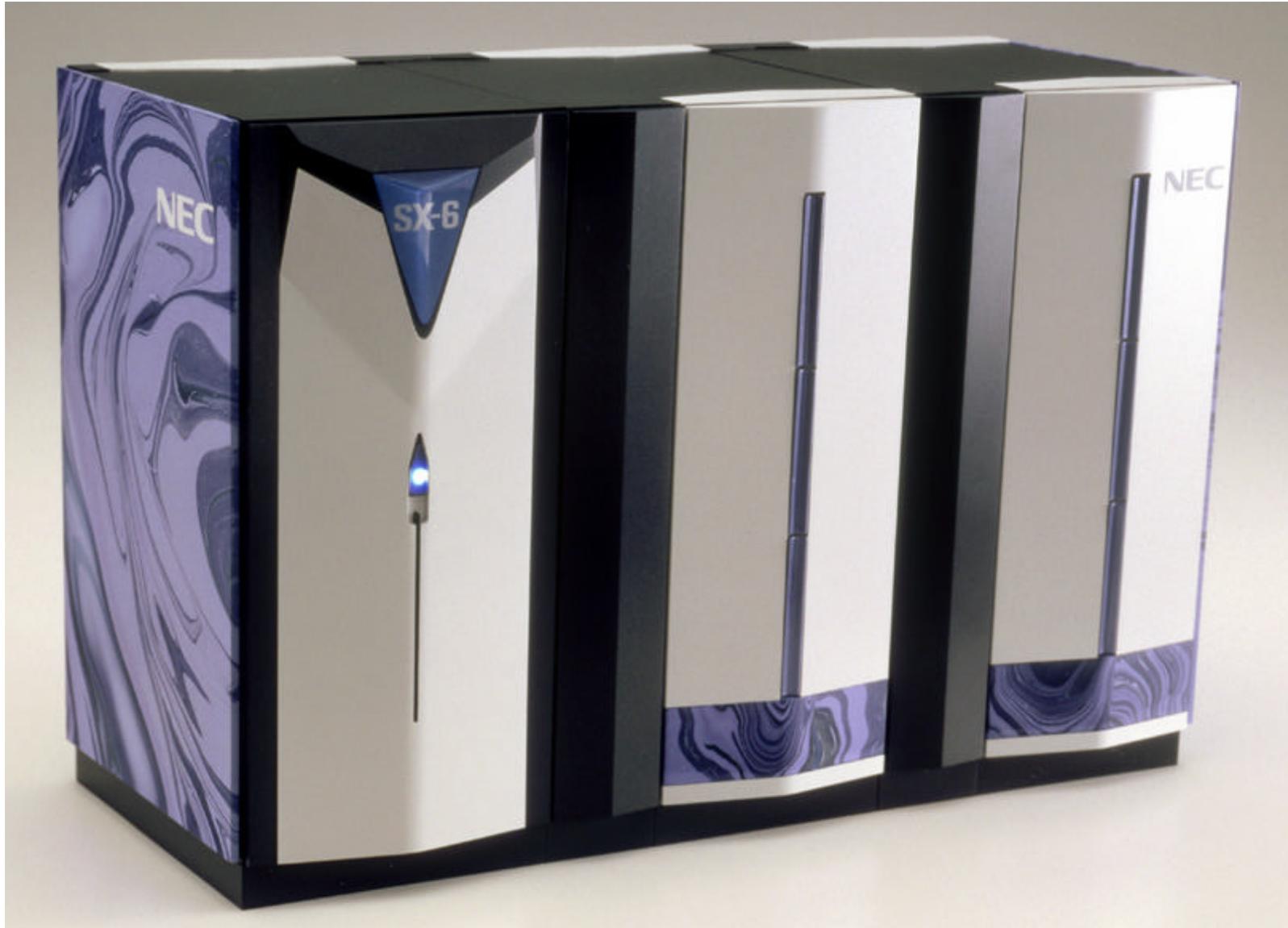
# SX-4

---



# SX-6

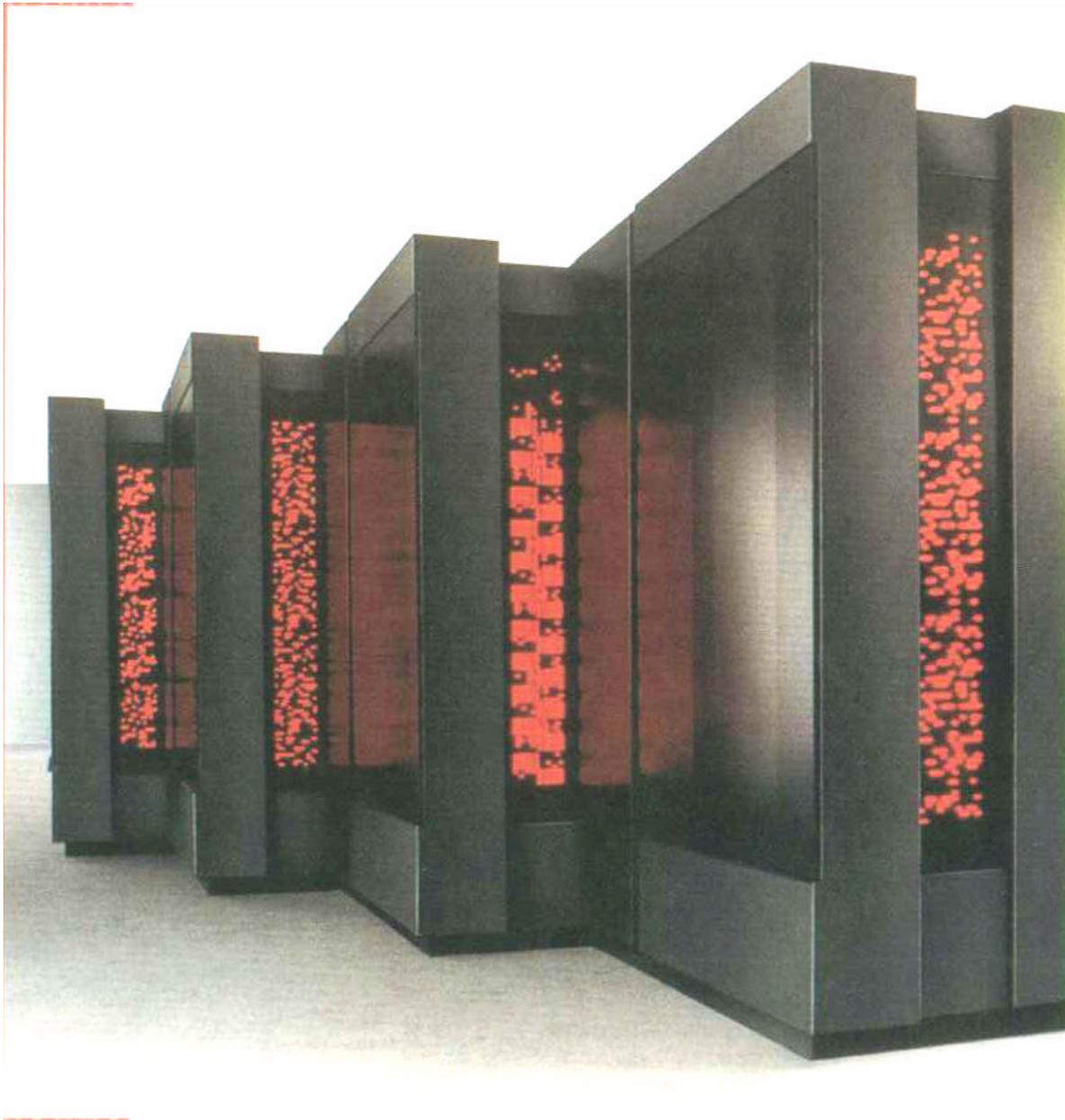
---



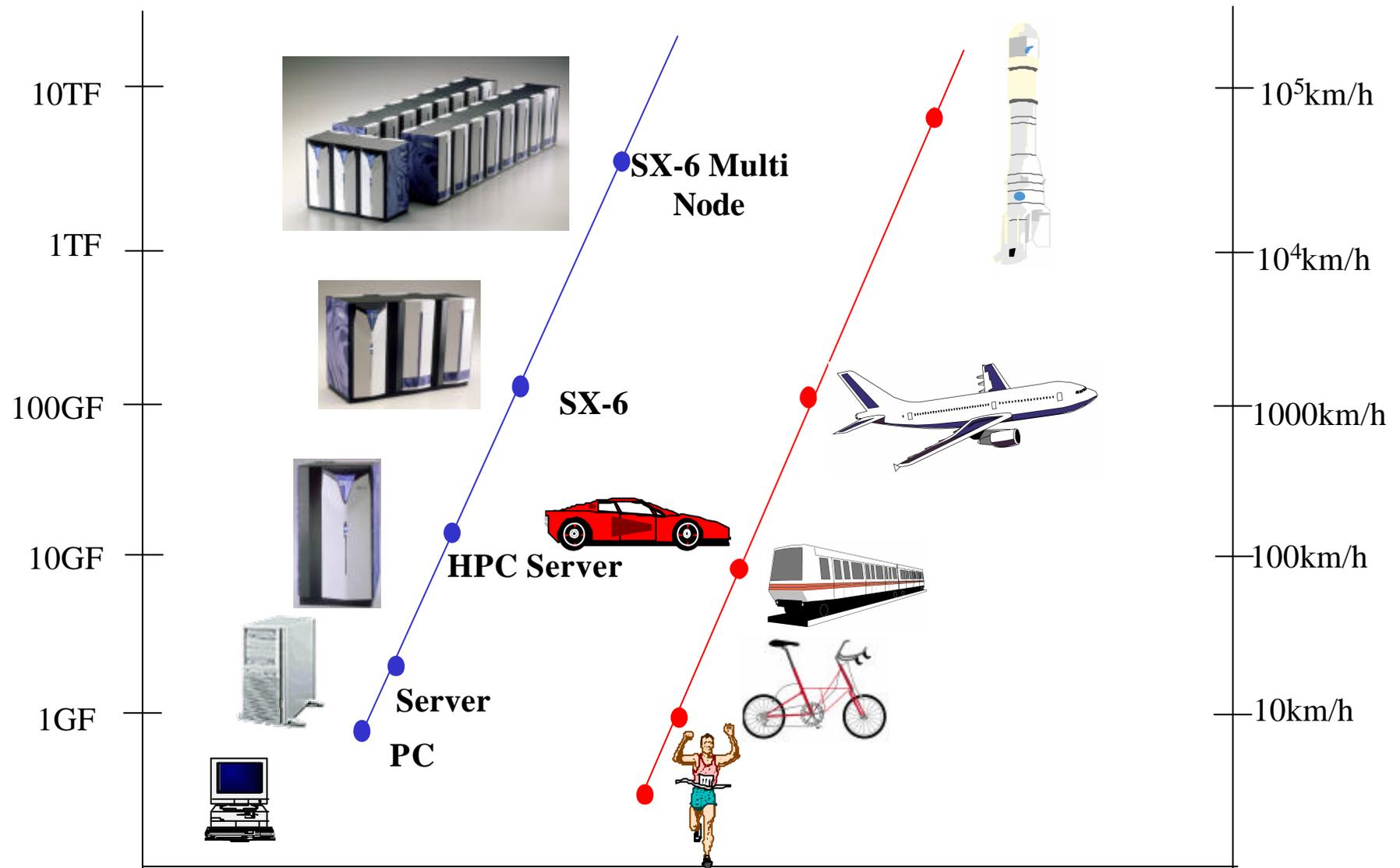
**NEC**

# CM5

---



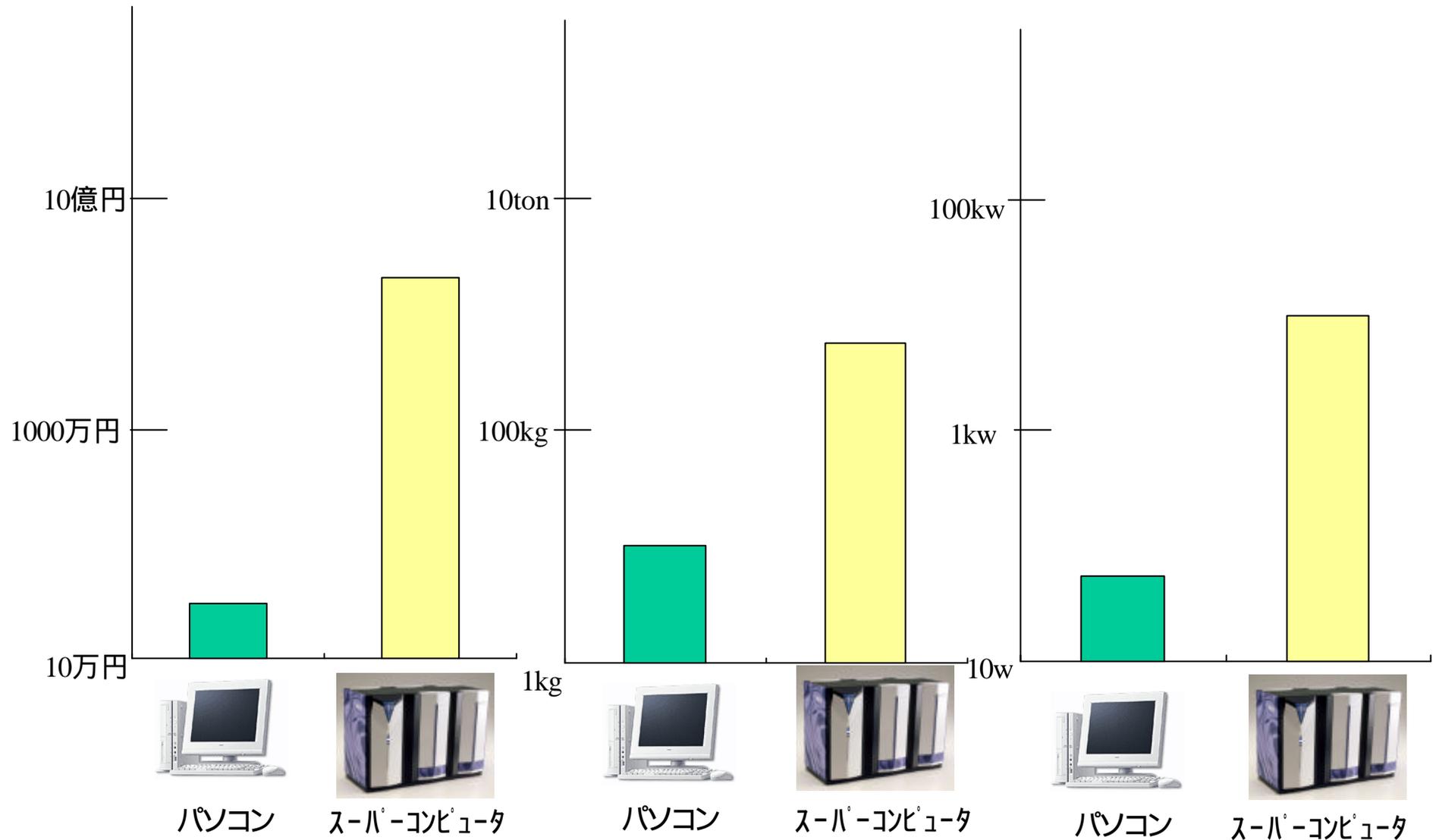
# どのくらい速いか？



1GF(Giga Flops)= $10^9$ Floating Point Operations per Sec.(10億演算/秒)

1TF(Tera Flops)= $10^{12}$ Floating Point Operations per Sec.(1兆演算/秒)

# 価格・重量・消費電力



# スーパーコンピュータで何ができるか？

---

- ・スーパーコンピュータを使った数値シミュレーションで対象物を**拡大/縮小**あるいは**時間を延長/短縮**することにより、目に見えないもの、予測できないもの、実験不可能なものを**目で見、予測し、実験**を行うことができる。

# 第3の科学：計算科学

理論

実験

計算  
(数値シミュレーション)

超長時間の現象：宇宙, 気候, 環境

超短時間の現象：核融合, 衝突, 燃焼

実験不可能：結晶/分子構造,  
安全解析, 気象

↓  
計算機実験=数値シミュレーション

↓  
膨大な計算量

↓  
超高速コンピュータ(スーパーコンピュータ)

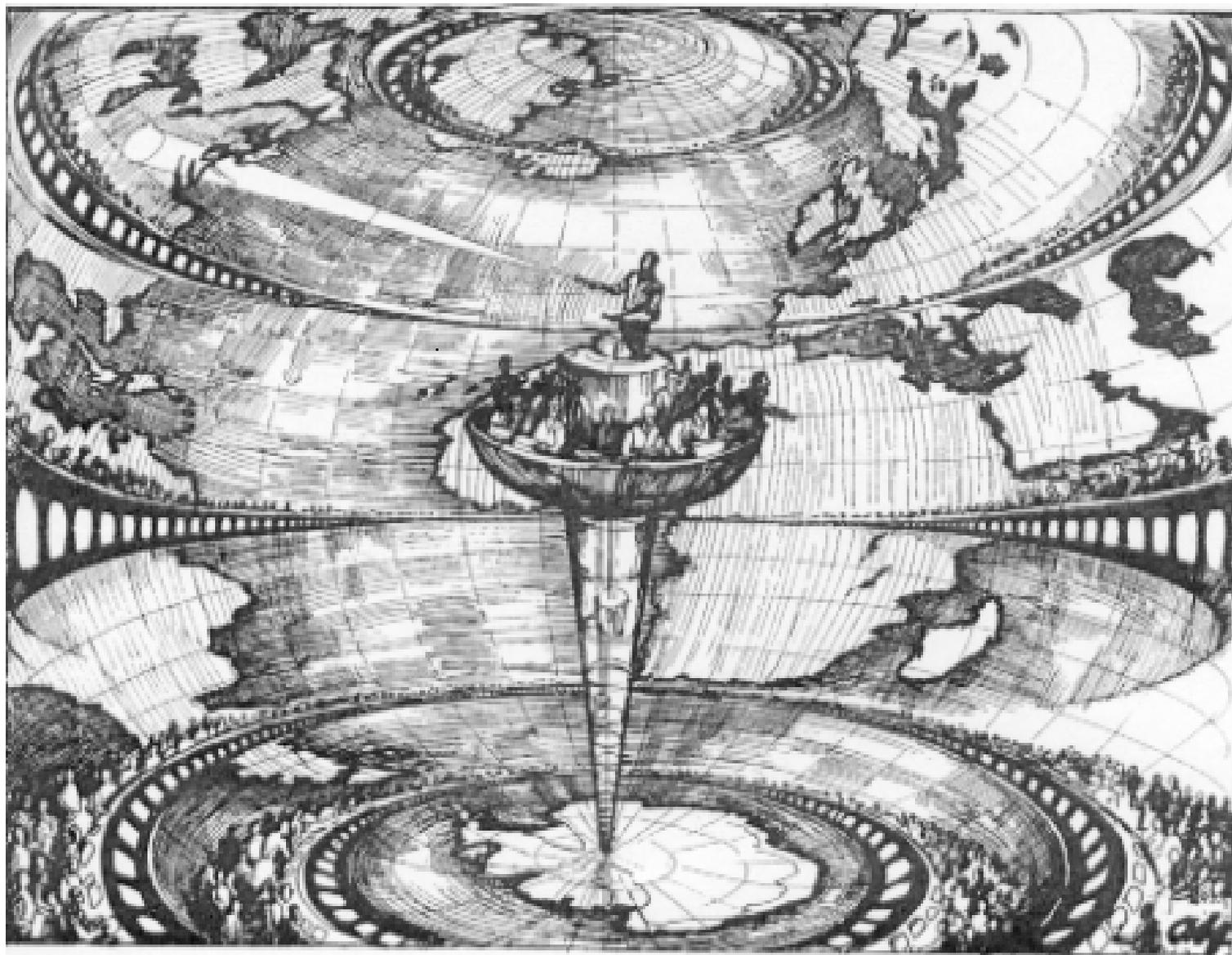
# 私達の地球

---



# リチャードソンの夢

---



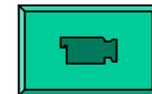
# 気象予測 (地球温暖化)

---

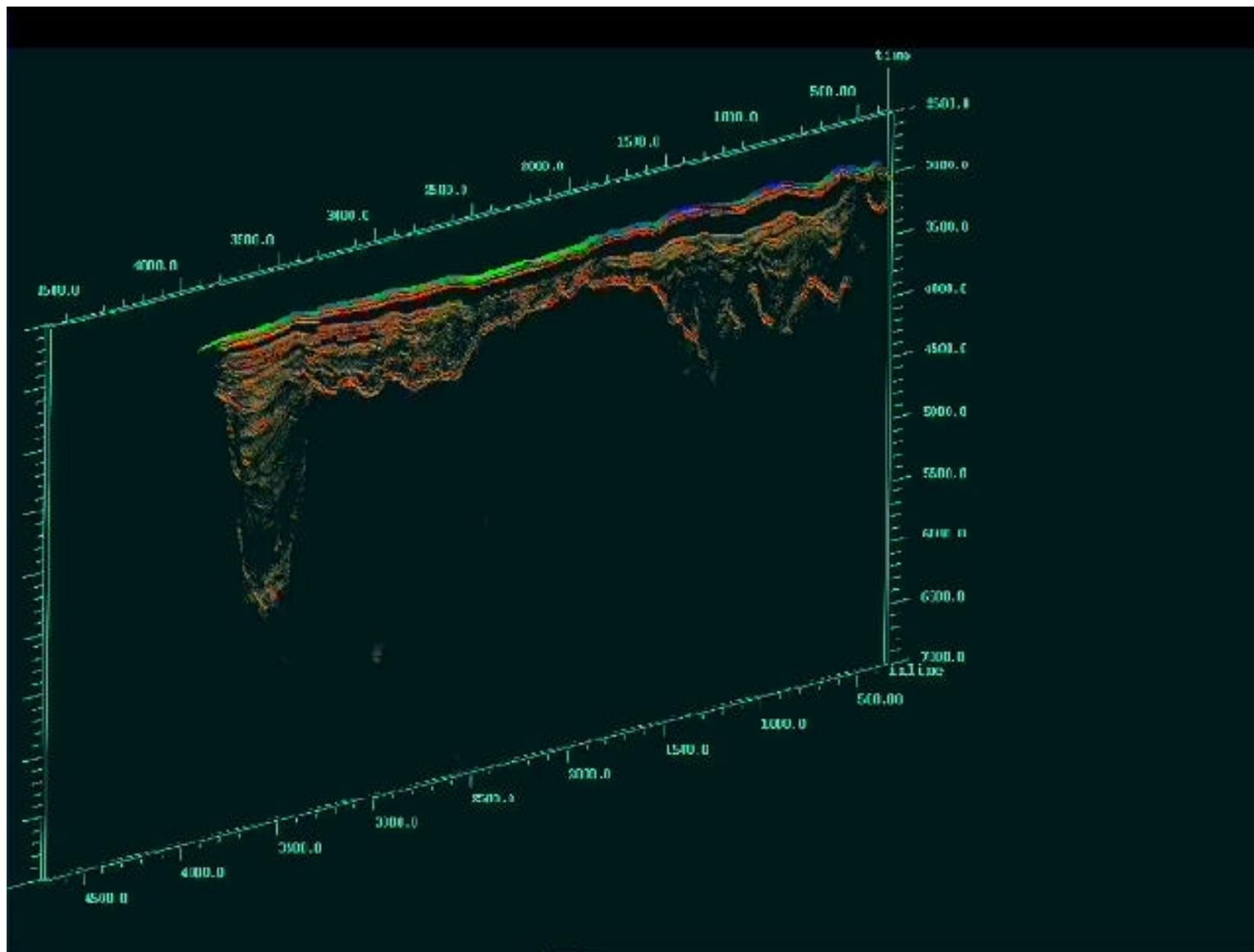
*Next animation*

*Change of surface temperature  
due to increase of CO<sub>2</sub>*

- difference from 1991 level temperatures.*
- every 5years animation*

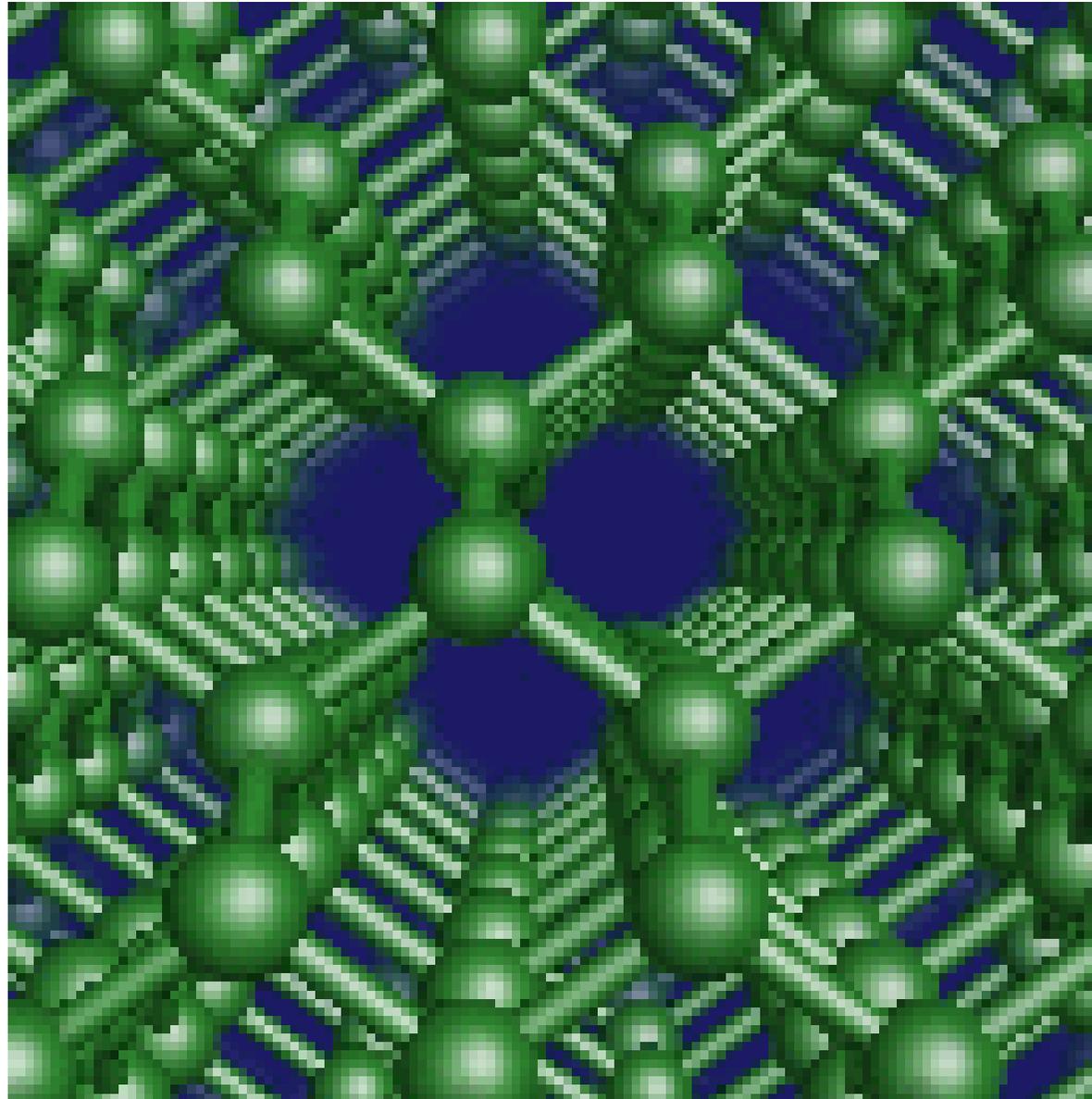


# 石油探查



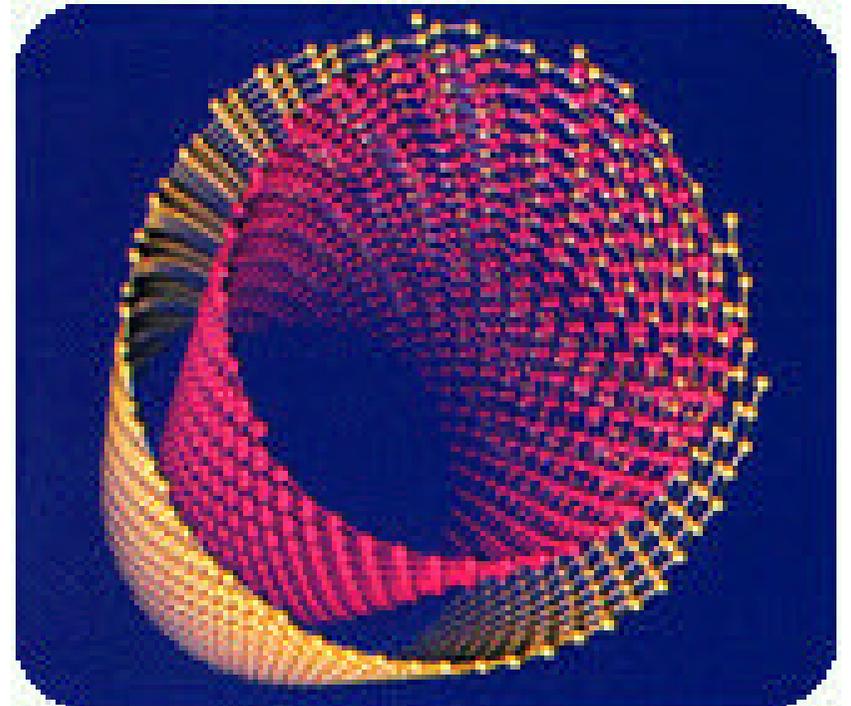
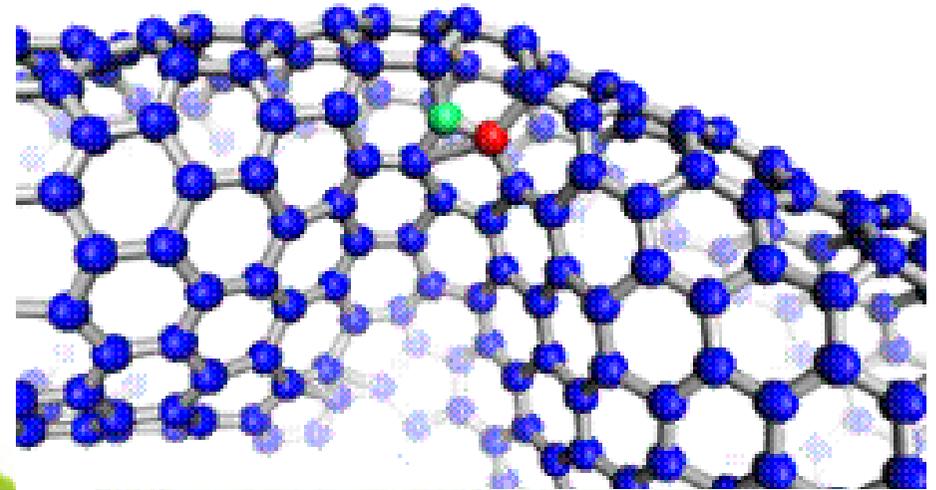
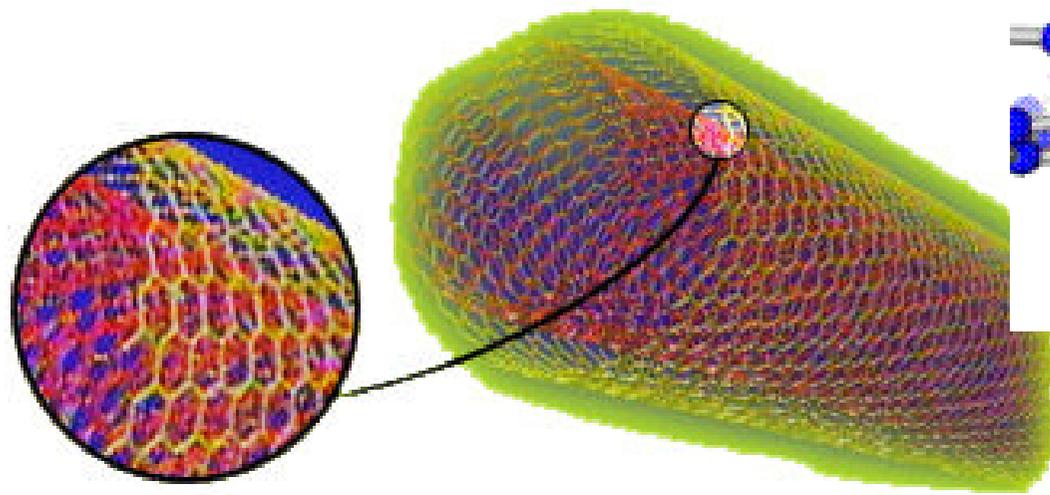
# 原子と分子の世界

---



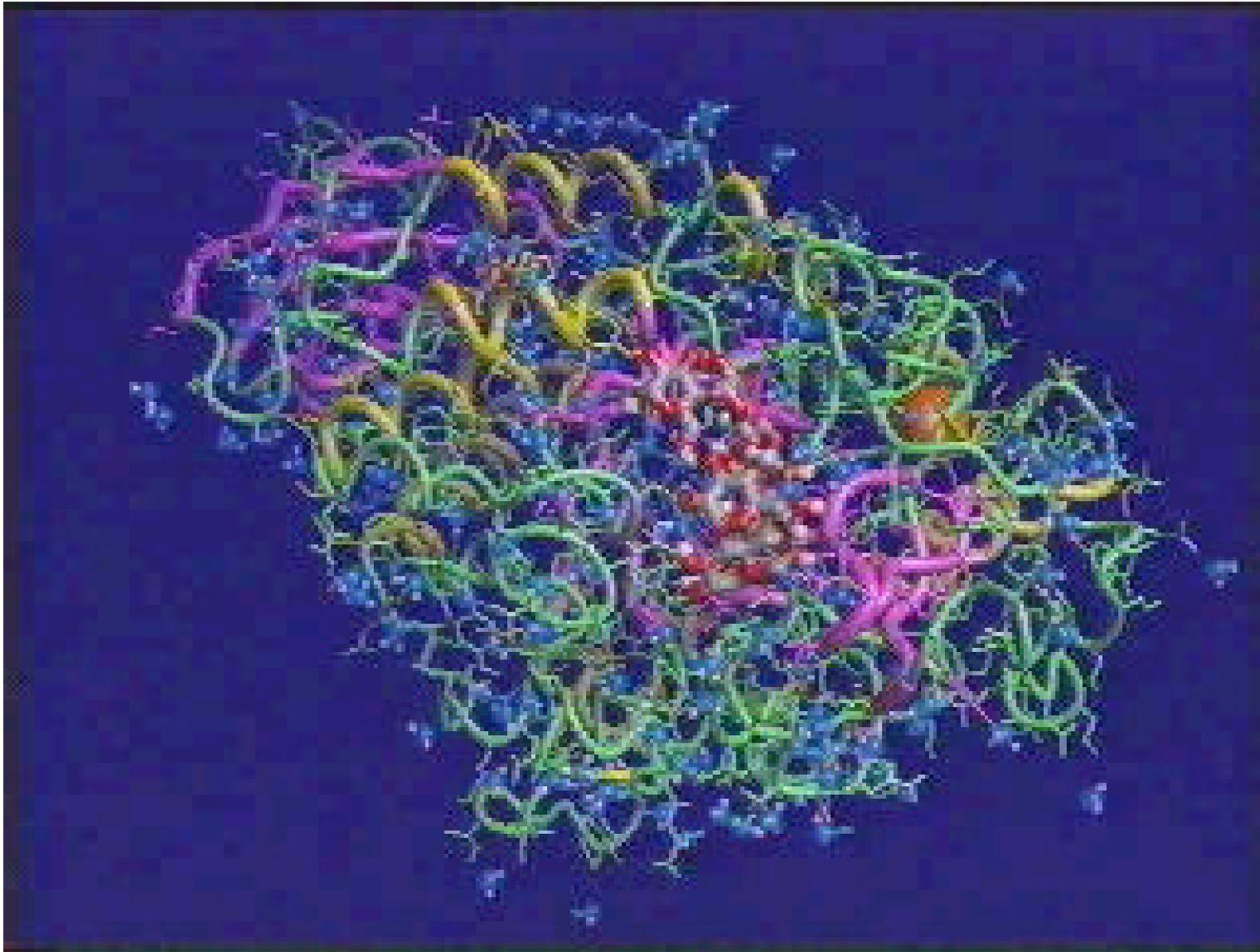
# カーボンナノチューブ

---



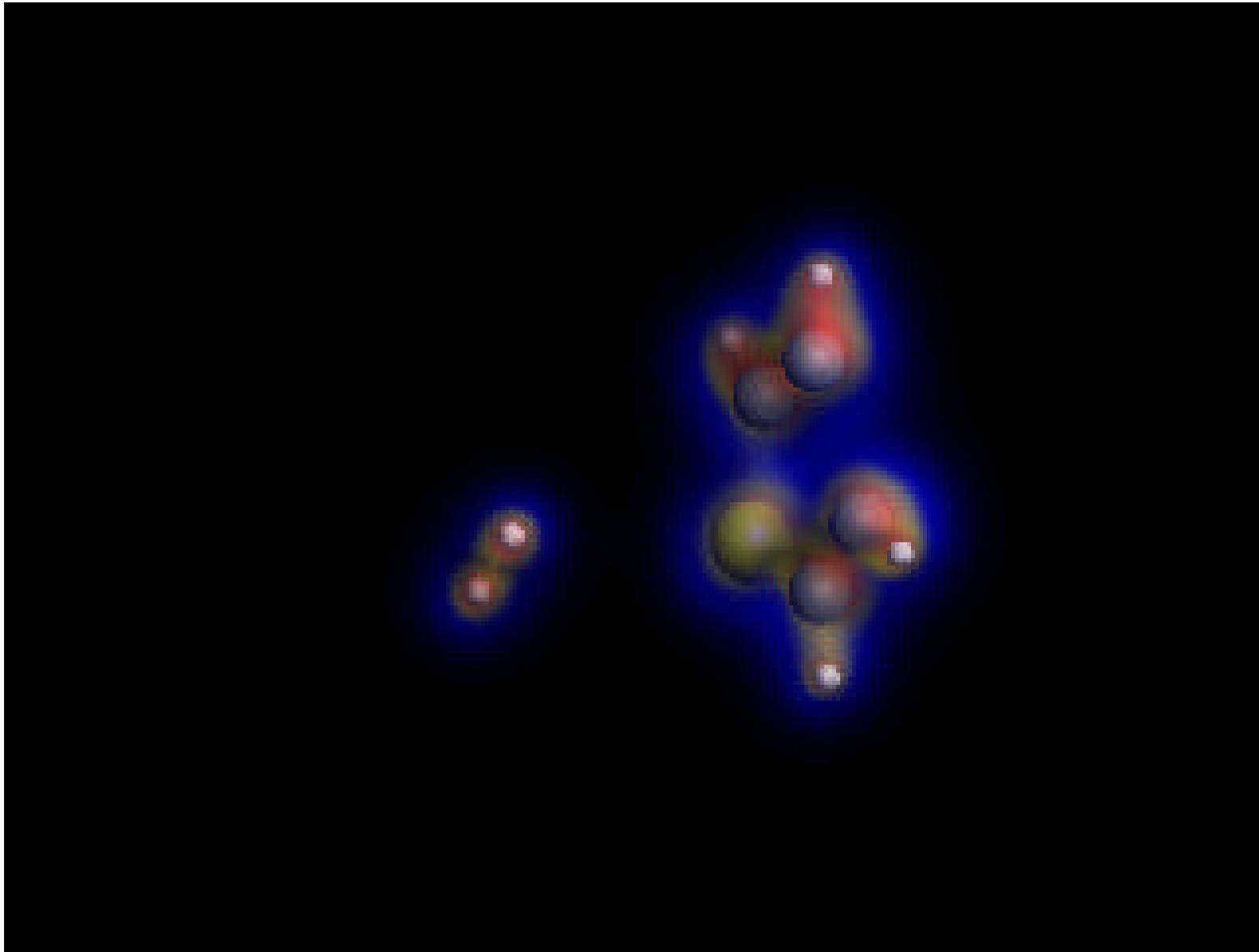
# アミノ酸

---

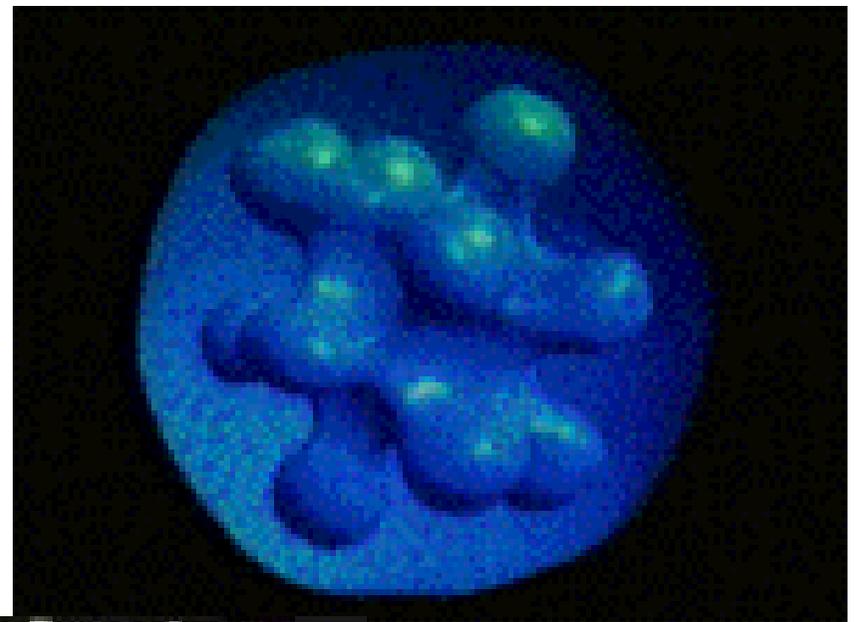
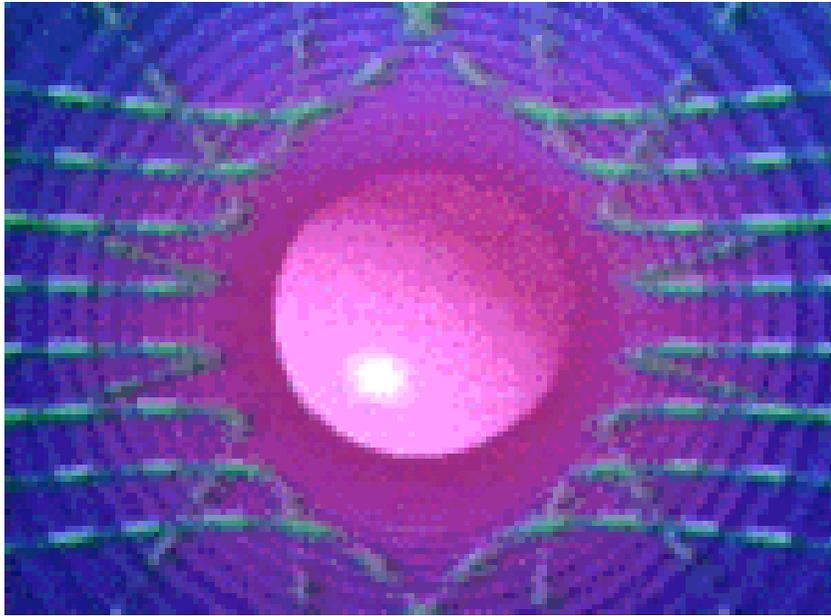


# 仮想顕微鏡 (バーチャルマイクロスコープ) $C_4H_4S + H_2$

---

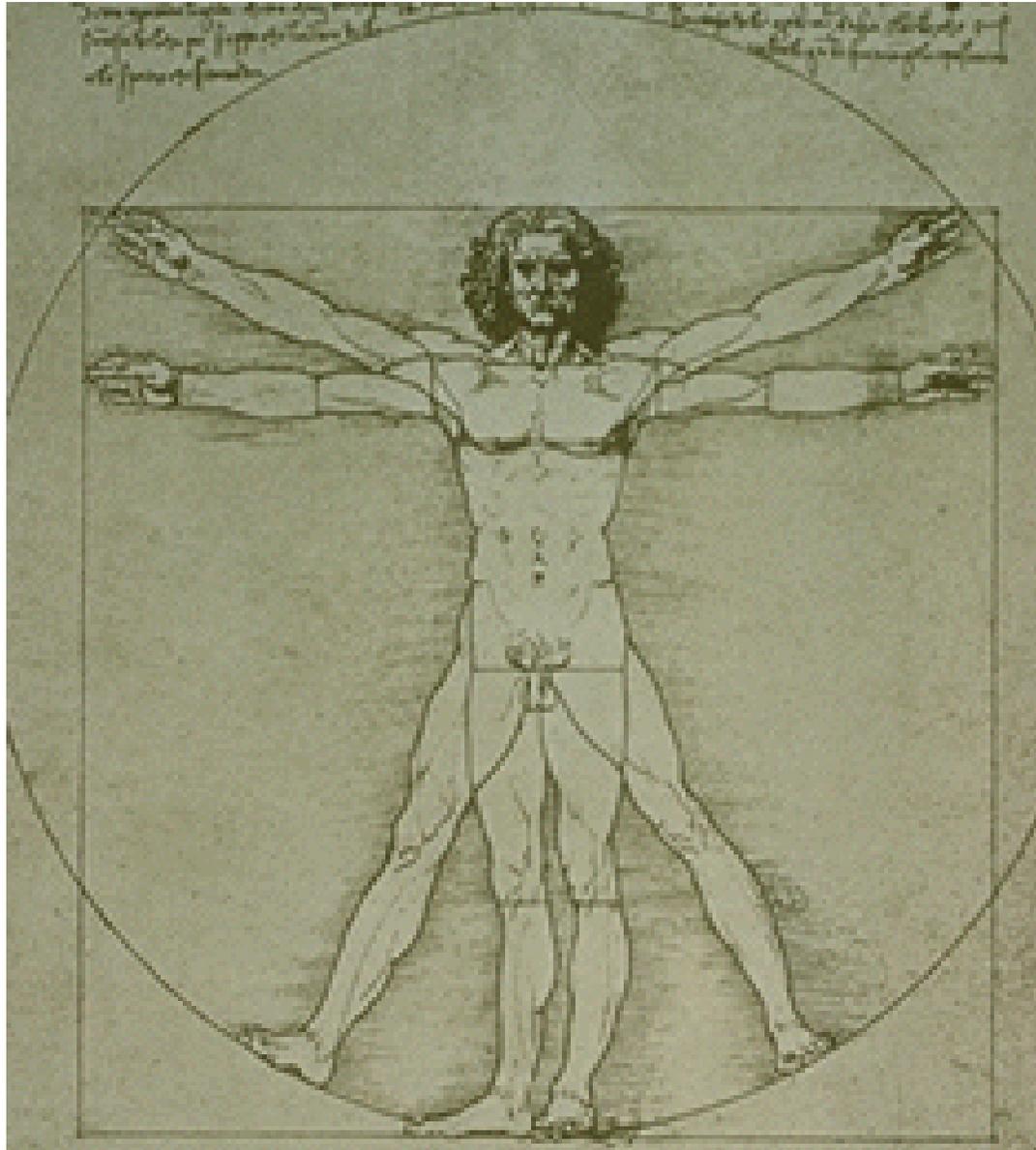


# 核融合

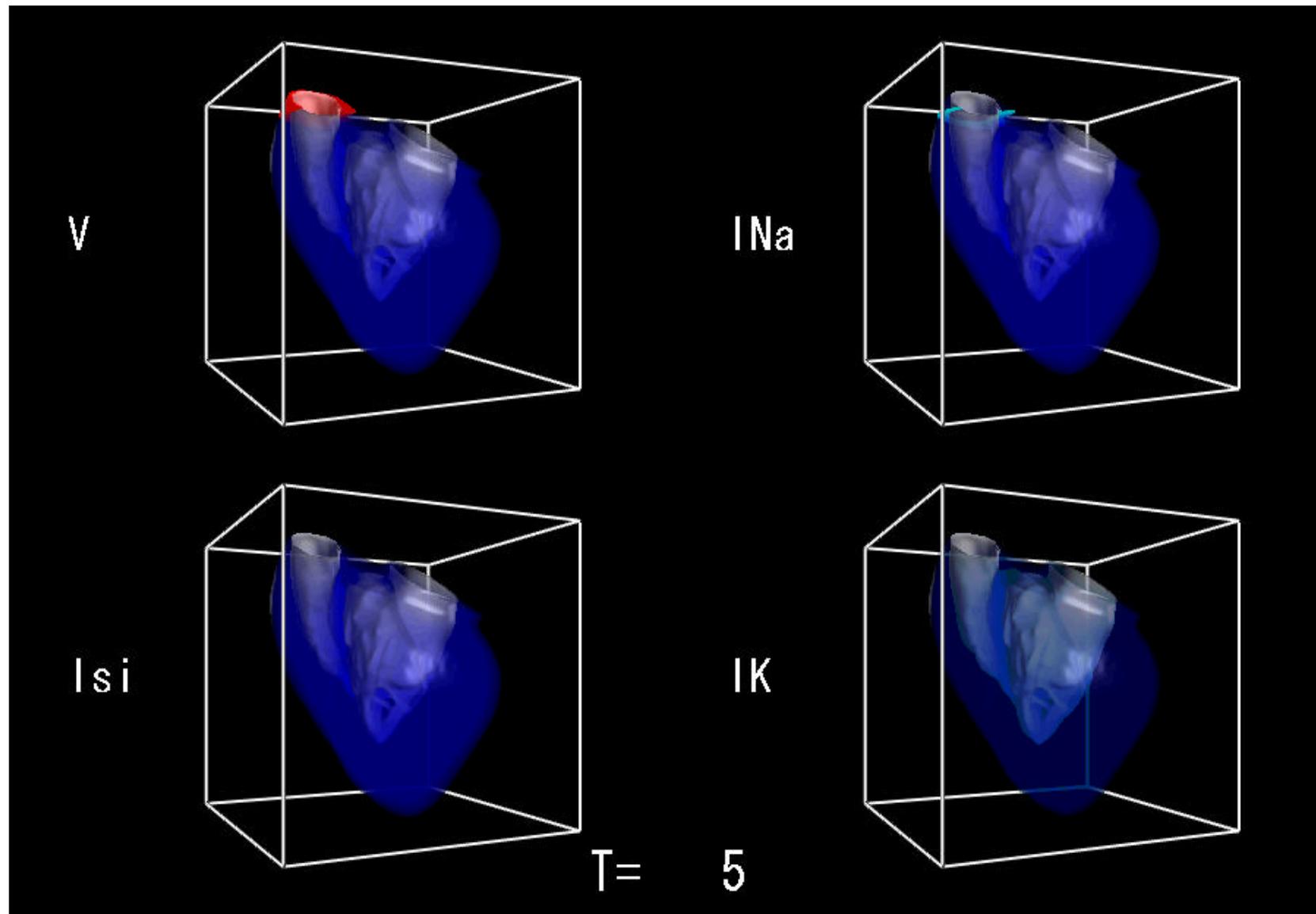


# 人間の身体 (医療/遺伝子)

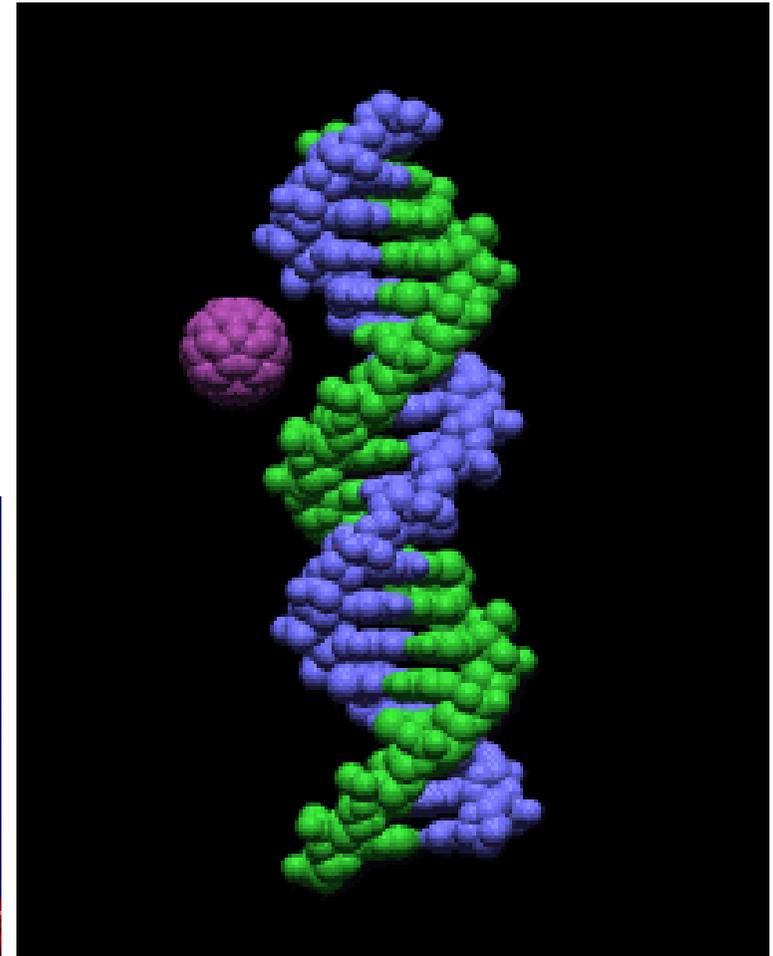
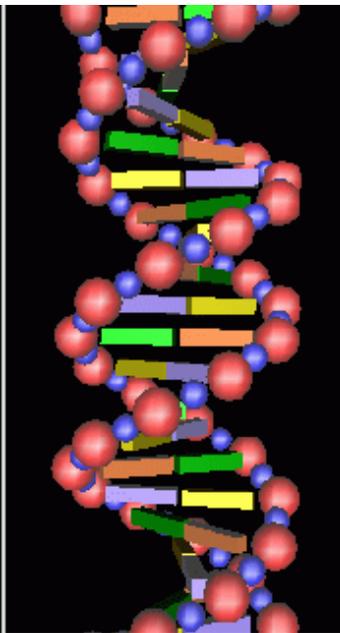
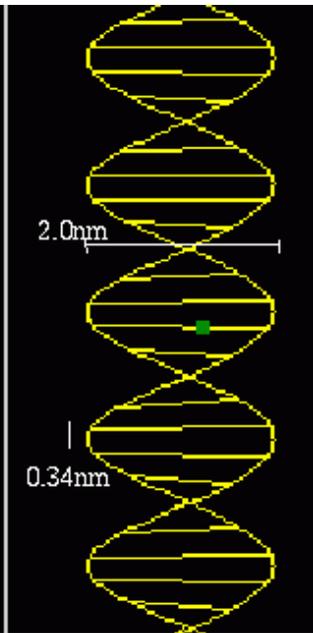
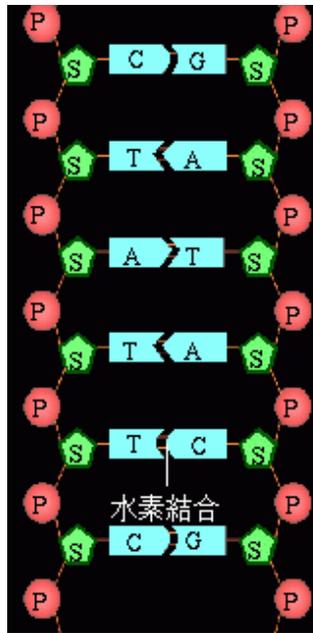
---



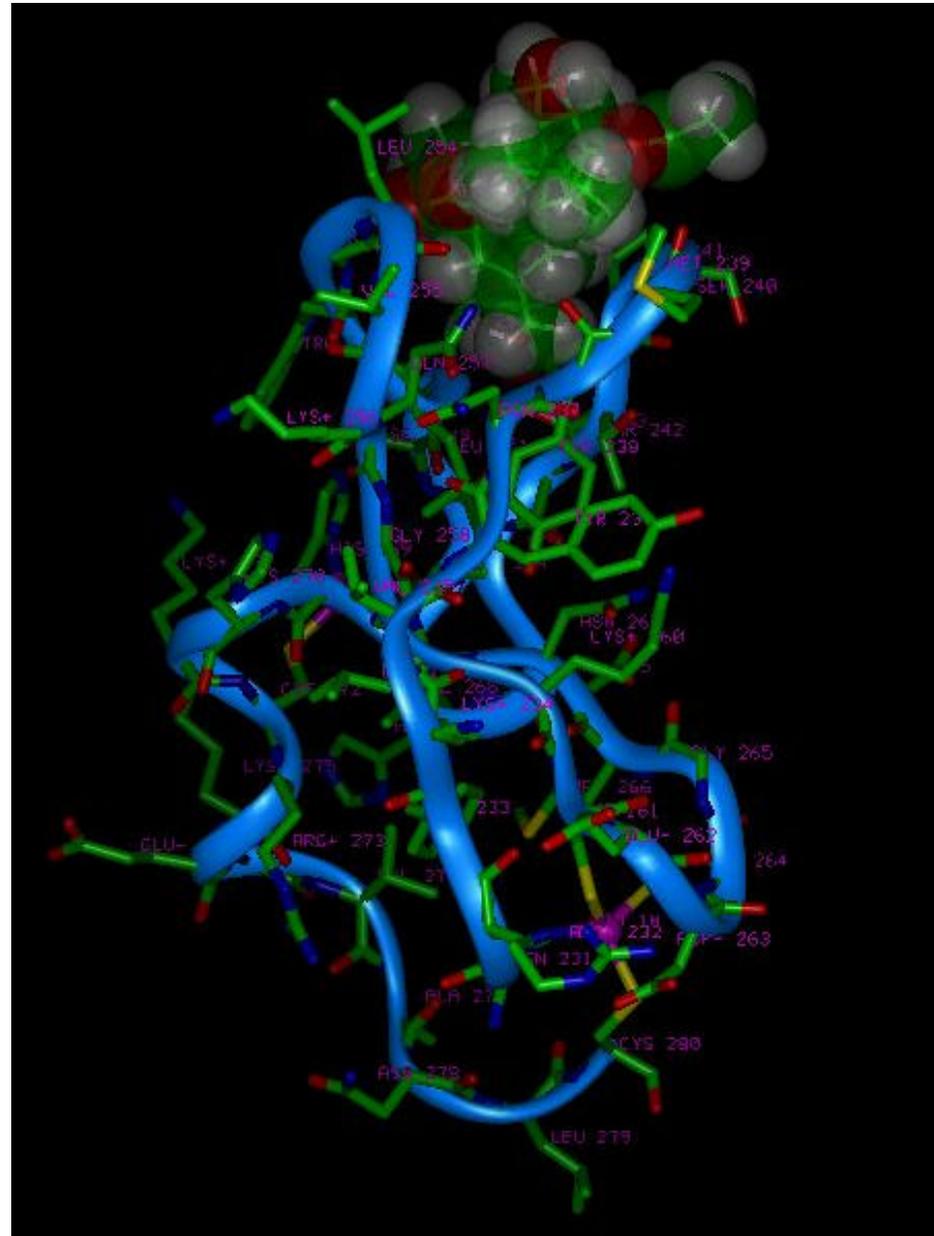
# 血管と血流



# DNA (遺伝子解析)



# 生体シグナル分子 (環境ホルモン)

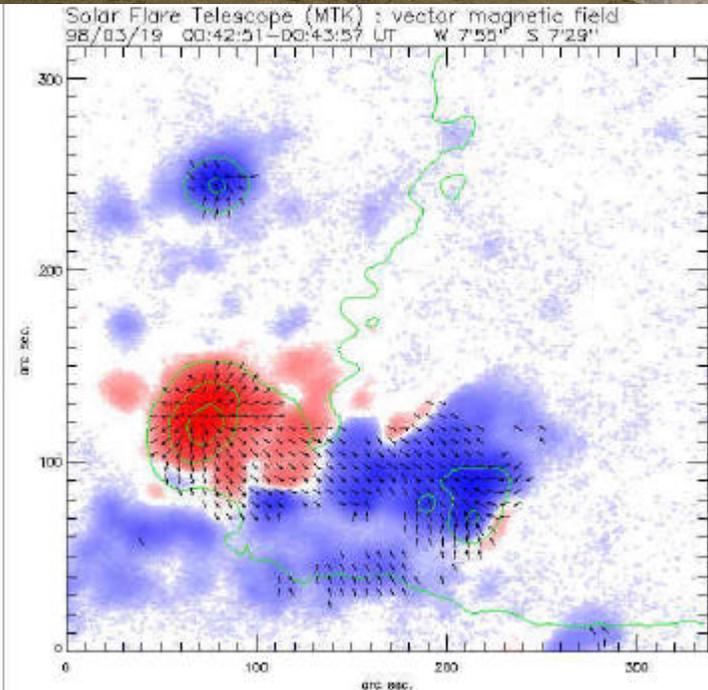
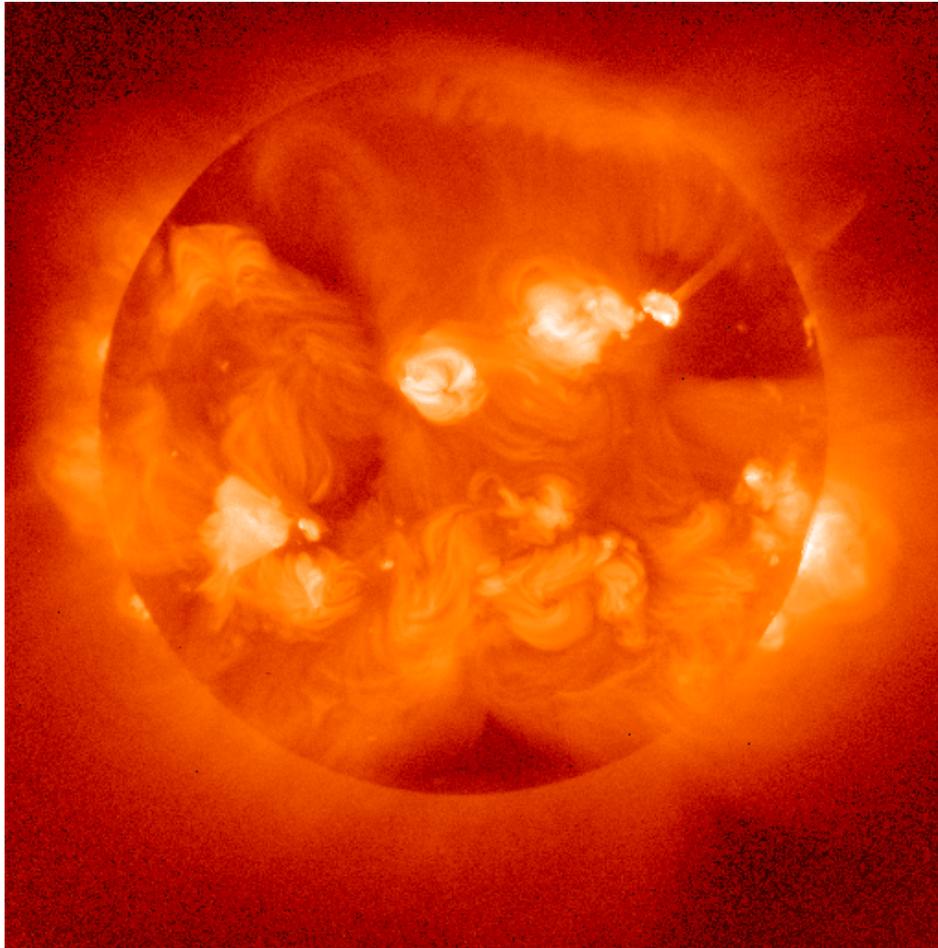


# 宇宙を探る

---

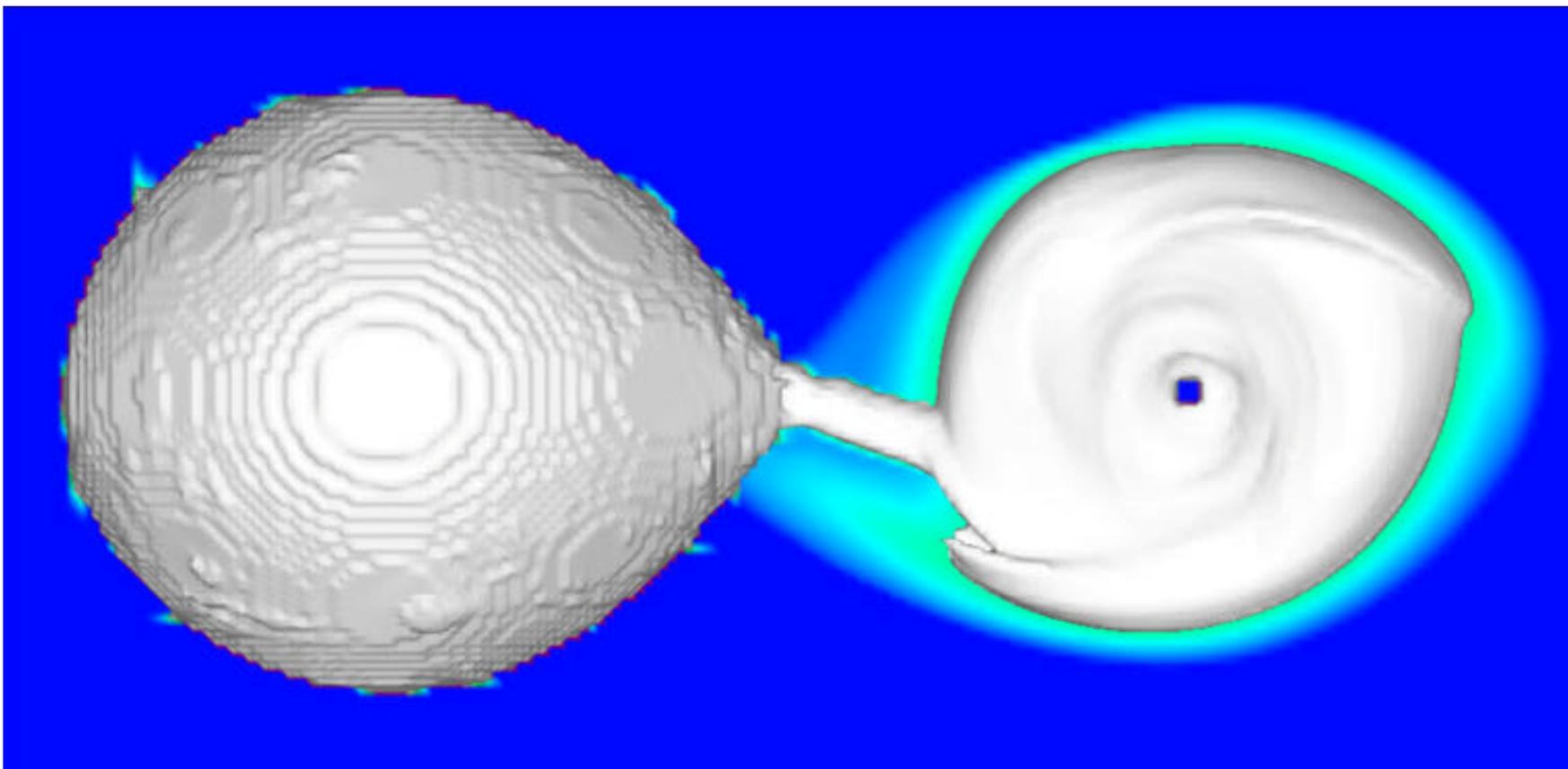


# 太陽黒点の爆発



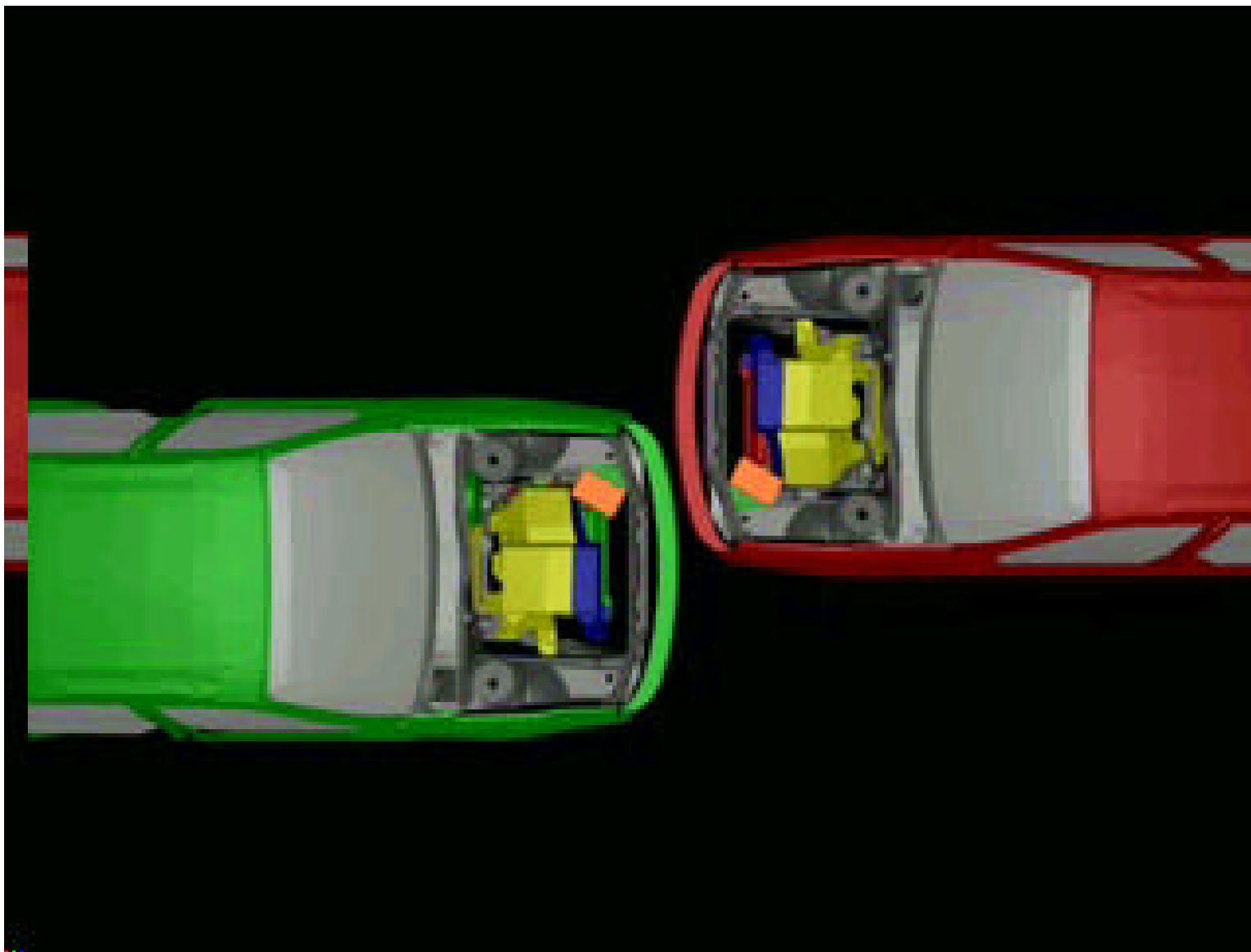
# 連星

---



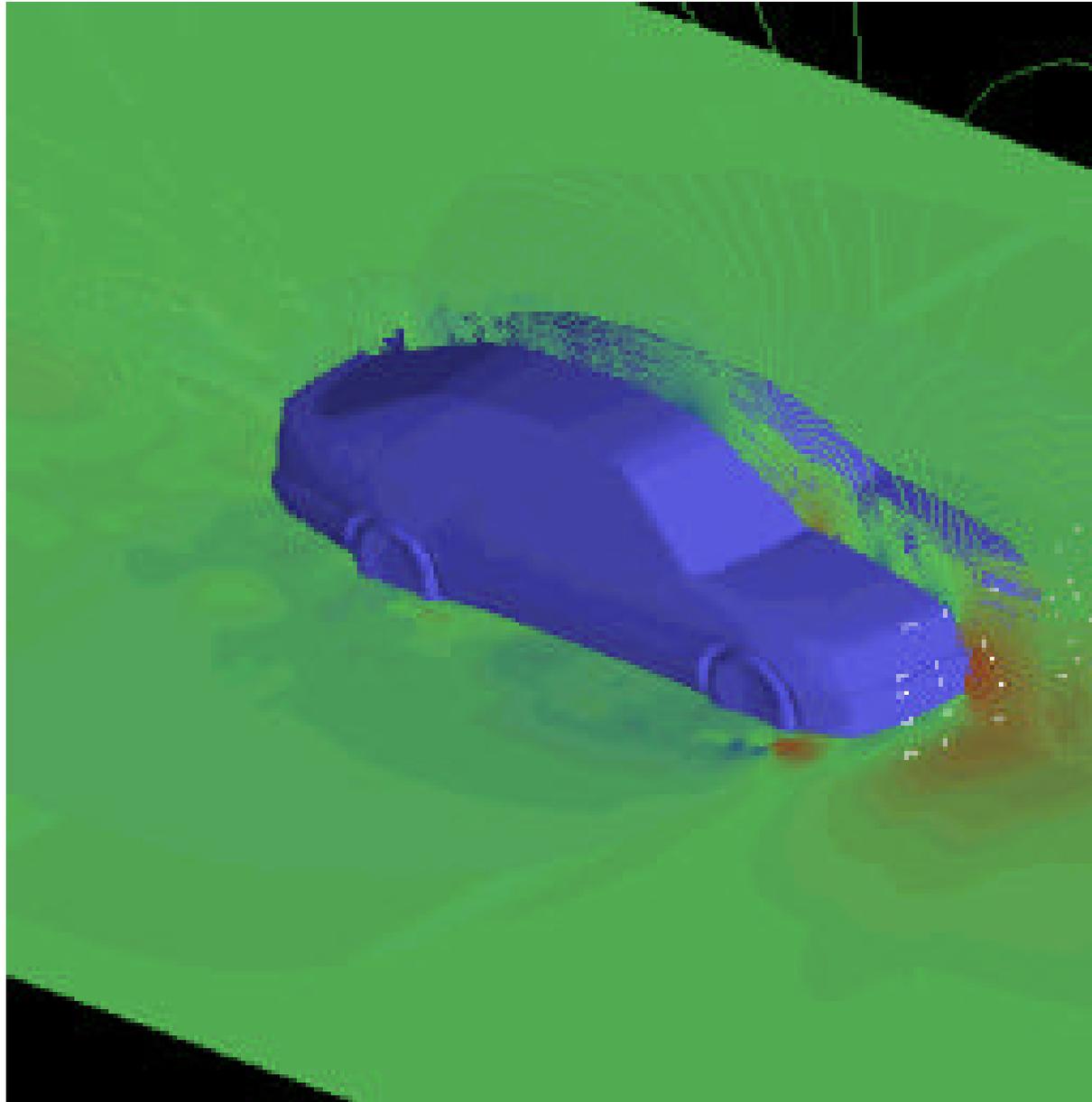
# 工学への応用（製品開発）

---

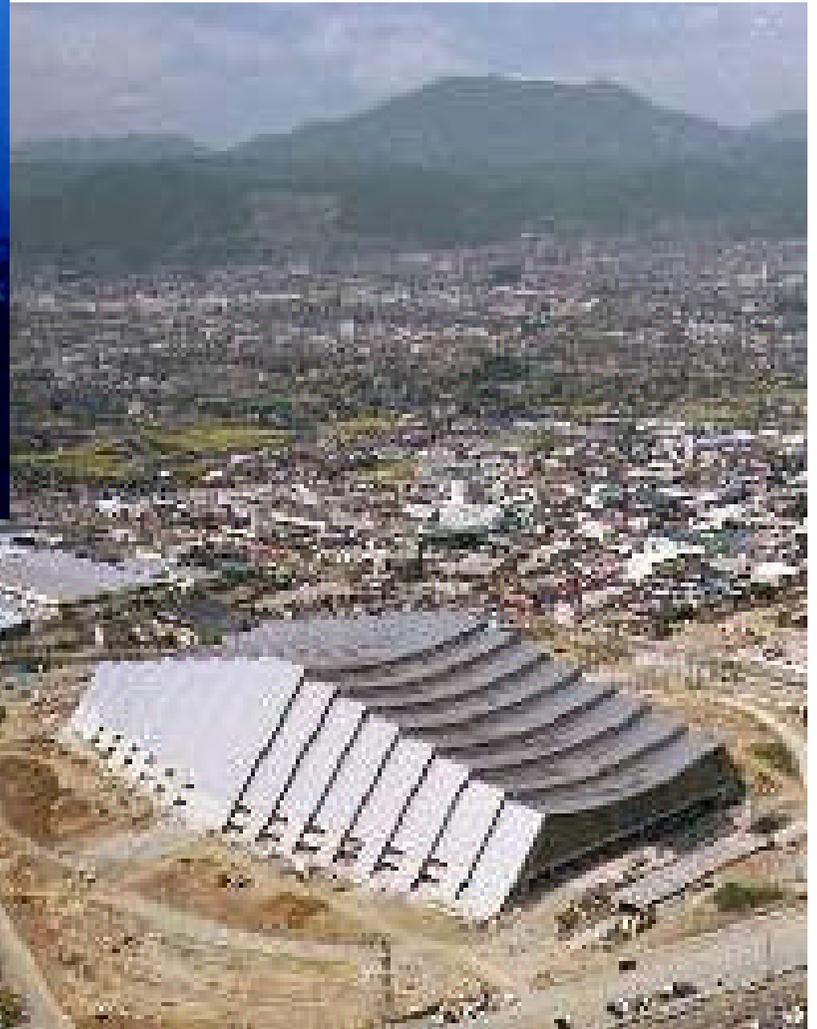


# 流れの解析

---

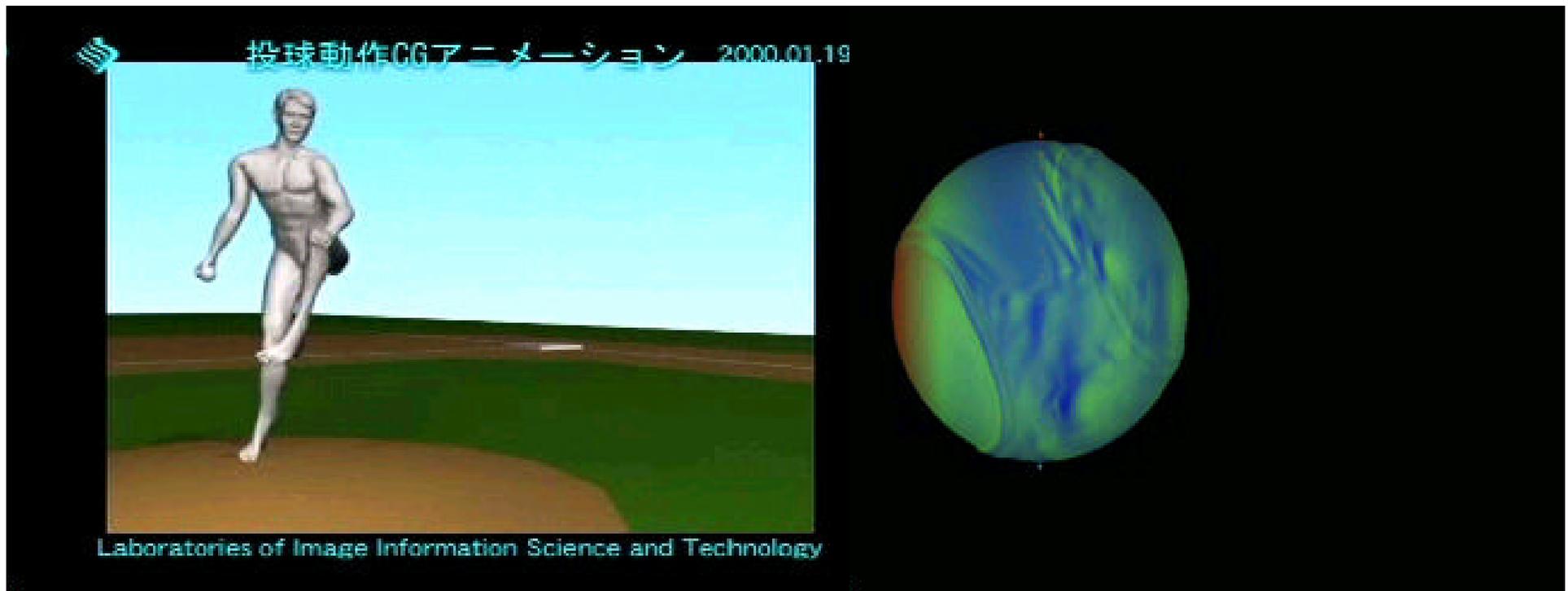


# ドームの設計

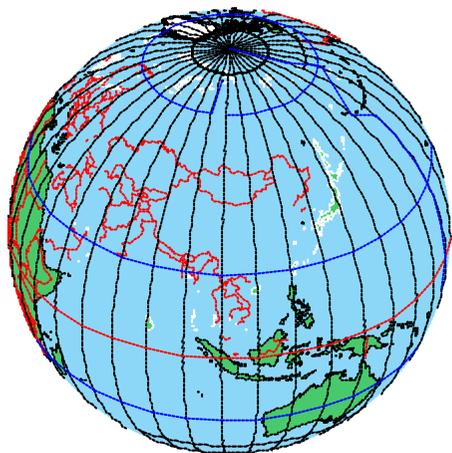


# スポーツ (野球)

---



# 膨大な計算の例 - 地球温暖化シミュレーション (125年間) -



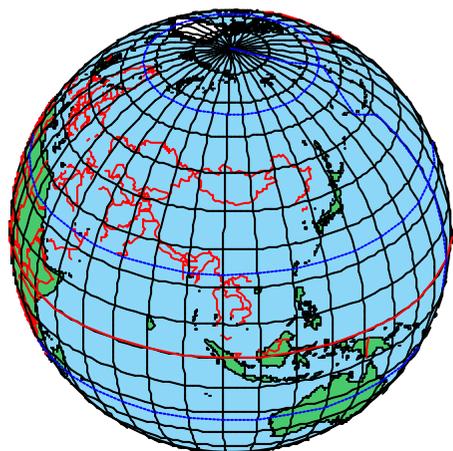
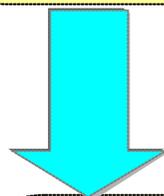
計算メッシュ : 300Km × 300Km × 18 レベル (高さ)  
1.5 × 10<sup>5</sup> 格子点

演算数 約 1.5 × 10<sup>16</sup>

スーパーコンピュータ (100GFLOPS) 約 5日

パソコン

約 4年!



計算メッシュ : 50Km × 50Km × 50 レベル (高さ)  
1.5 × 10<sup>7</sup> 格子点

演算数 約 1.5 × 10<sup>18</sup>

スーパーコンピュータ (100GFLOPS) 約 1.4年

(1TFLOPS) 約 50日

(10TFLOPS) 約 5日

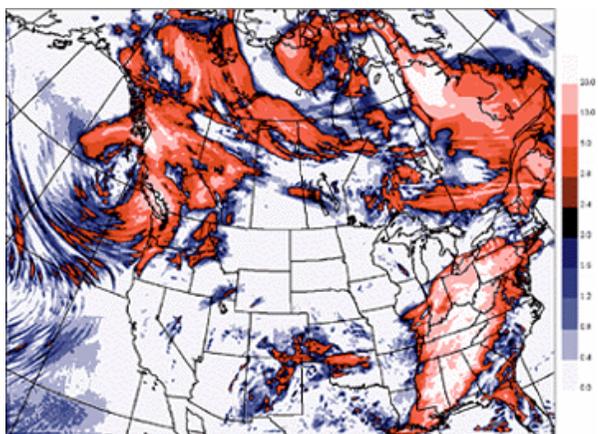
パソコン

約 400年!

# 地球シミュレータ計画 (文部科学省)

スーパーコンピュータによるシミュレーションは:

- 見えないものを見る
- 出来ない実験を代替
- 未来を予測する

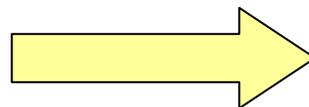


(North American 24hours Precipitation)

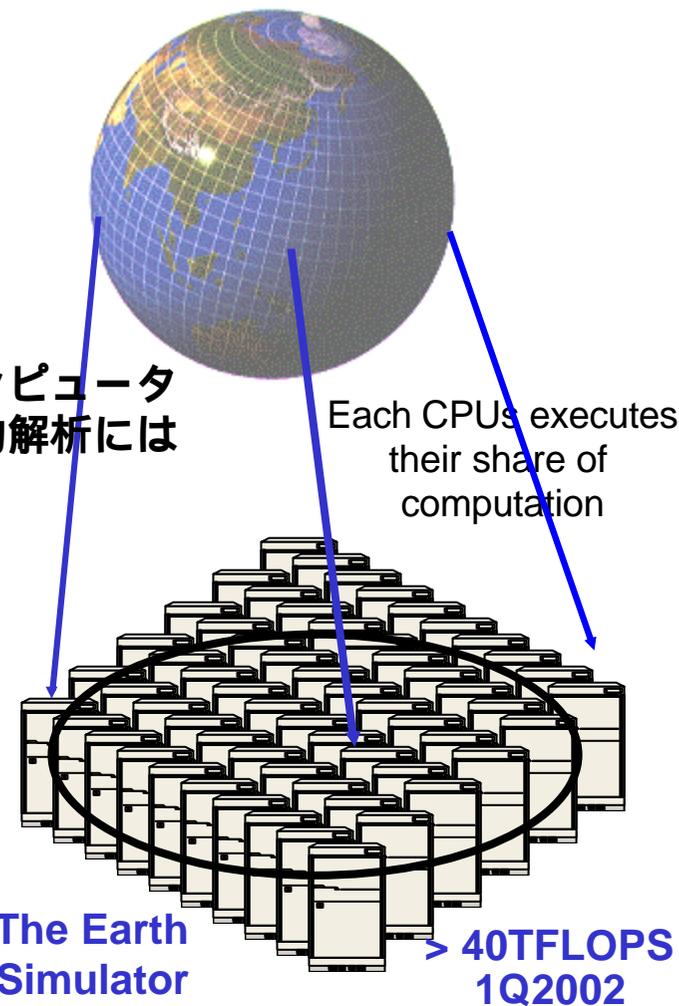
しかし、通常のスーパーコンピュータでは、地球環境問題の本格的解析には性能不足



NEC SX-6/8A



Power  
x 640



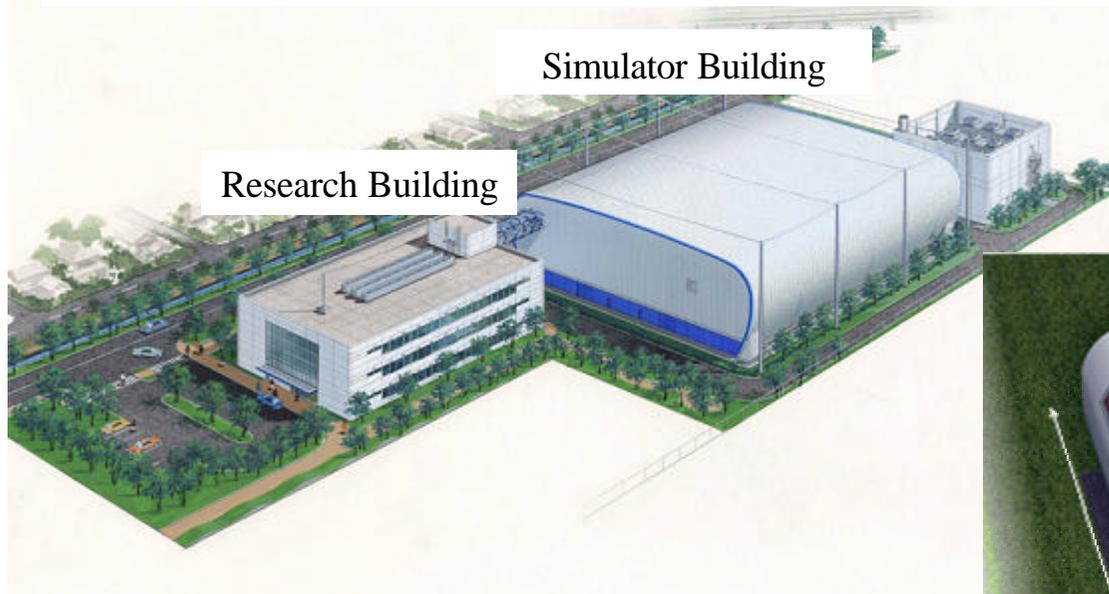
文部科学省、原研、宇宙開発事業団、  
海洋科学センターのプロジェクト

# 地球シミュレータ完成、稼働開始-2002年3月

- ・ **世界最速** (これまでの最速 = 米国パ'EA研究所のIBM機の × 5倍の性能)  
場所 横浜市

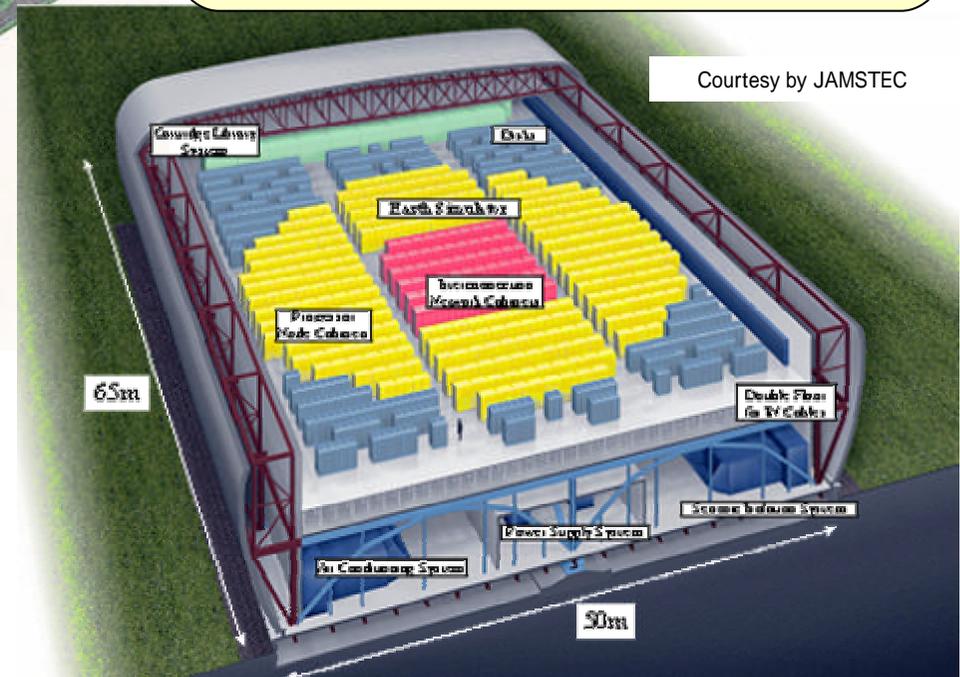
Co

## Earth Simulator Facilities



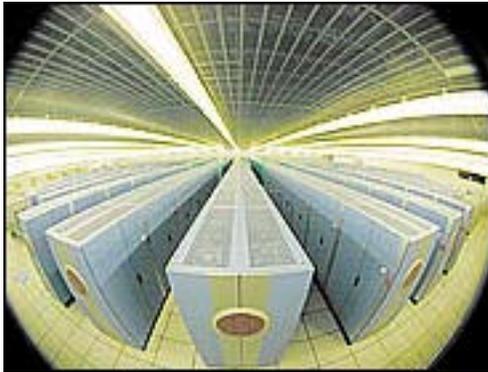
**New Linpack Record -  
35.8TFLOPS (5 X previous  
#1 ASCI White = 7.2TF)**

- 5120 プロセッサ
- 640 ノード
- 40 TFLOPS ピーク性能



## Japanese Computer Is World's Fastest, as U.S. Falls Back

By JOHN MARKOFF



AN FRANCISCO, April 19 • A Japanese laboratory has built the world's fastest computer, a machine so powerful that it matches the raw processing power of the 20 fastest American computers combined and far

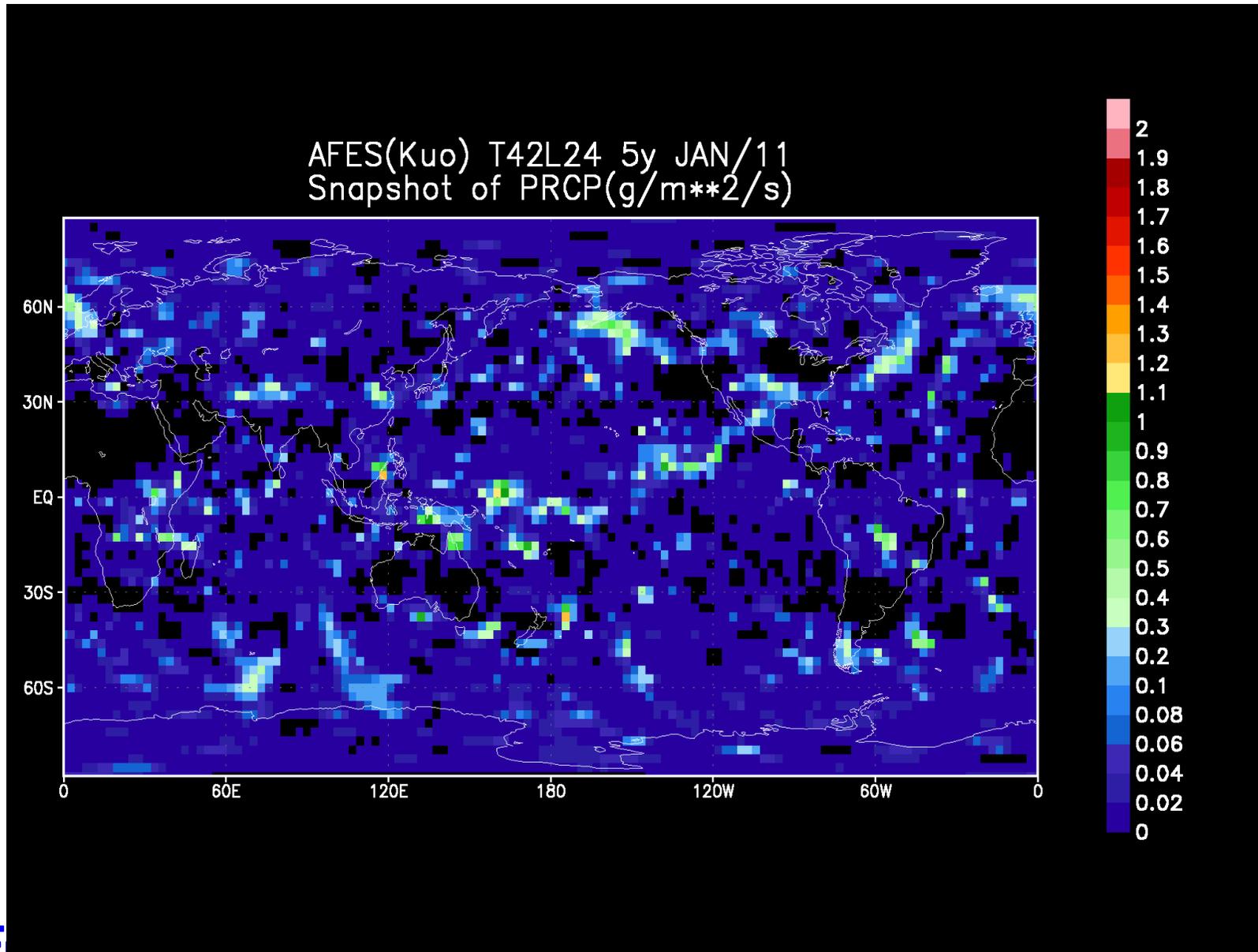
outstrips the previous leader, an IBM-built machine.

The achievement, which was reported today by an American scientist who tracks the performance of the world's most powerful computers, is evidence that a technology race that most American engineers thought they were winning handily is far from over. American companies have built the fastest computers for most of the last decade.

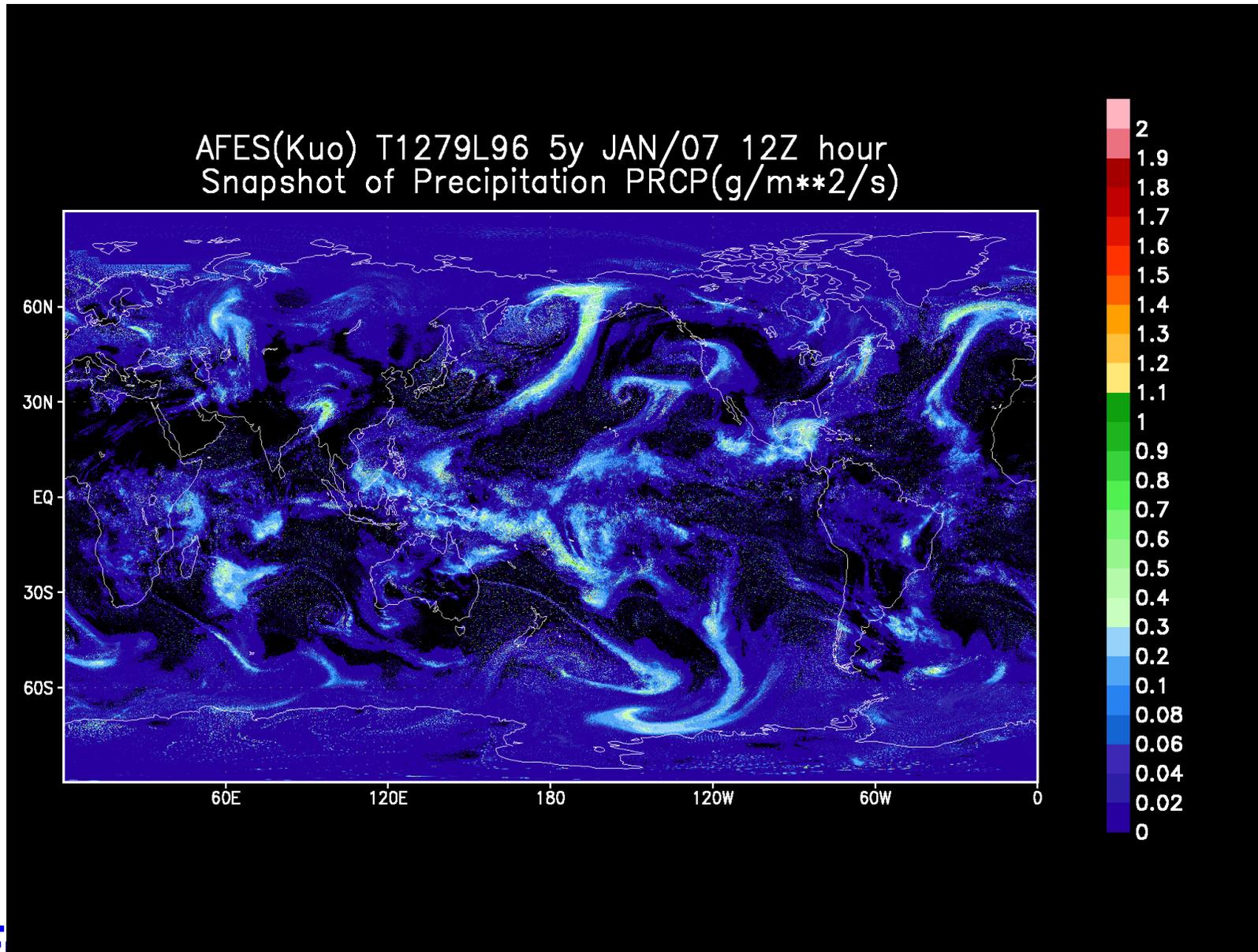
The accomplishment is also a vivid statement of contrasting scientific and technology priorities in the United States and Japan. The Japanese machine was built to analyze climate change, including global warming, as well as weather and earthquake patterns. By contrast, the United States has predominantly focused its efforts on building powerful computers for simulating weapons, while its efforts have lagged in scientific areas like climate modeling.

- 日本のコンピュータが世界最高速、米国は後塵
- 米国の技術が追い抜かれた証左
- 旧ソ連のスプートニク以来の驚き
- 世界の気象研究に非常に大きな貢献

# 降水量分布(312km,T42L24)



# 降水量分布 (10.4km,T1279L24)



**どんなプログラムを作るのか？**

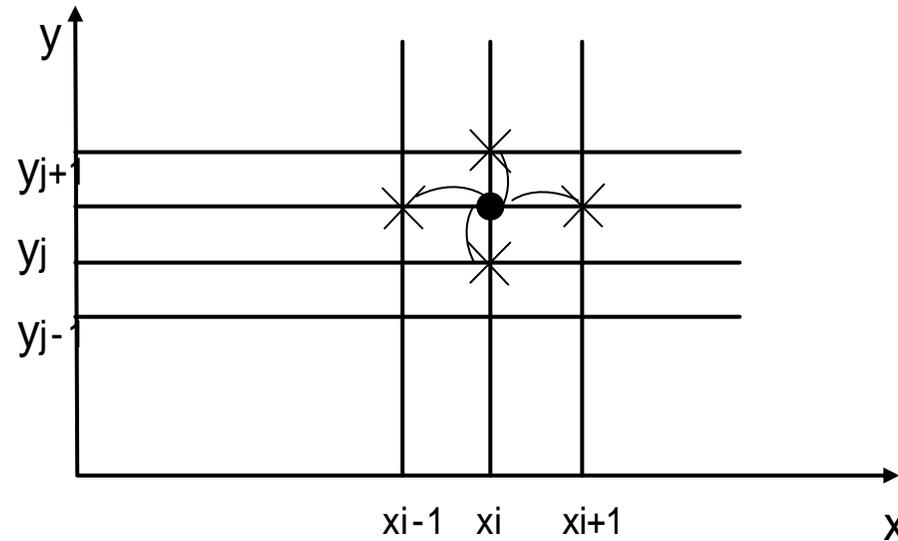
- スーパーコンピュータのプログラム -

# 科学技術計算の典型例 (偏微分方程式)

・ラプラス方程式： $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$       応用例 流体解析

有限差分法 (逐次近似法)

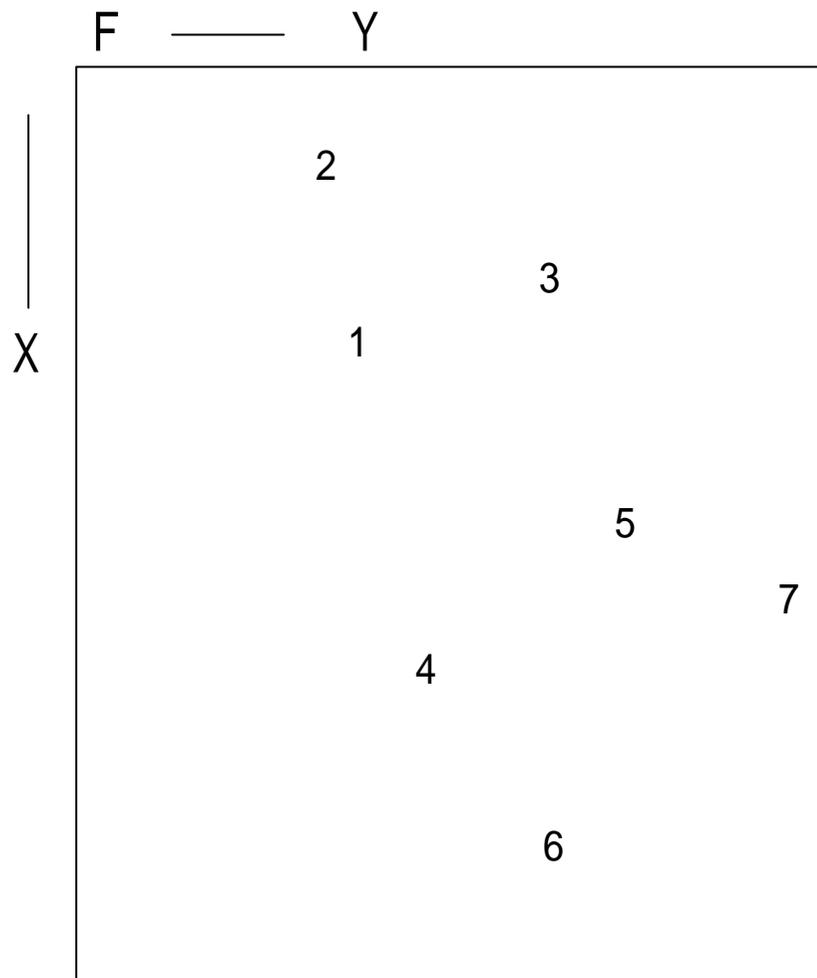
$$u_{i,j}^{(k+1)} = (u_{i+1,j}^{(k)} + u_{i-1,j}^{(k)} + u_{i,j+1}^{(k)} + u_{i,j-1}^{(k)}) / 4$$



## ・プログラム例

```
DO J = 2,N
  DO I = 2,N
    V (I,J) = 0.25 * ( U (I+1,J) + U (I-1,J) + U (I,J+1) + U (I,J-1) )
  ENDDO
ENDDO
```

# 粒子シミュレーション(モンテカルロシミュレーション)

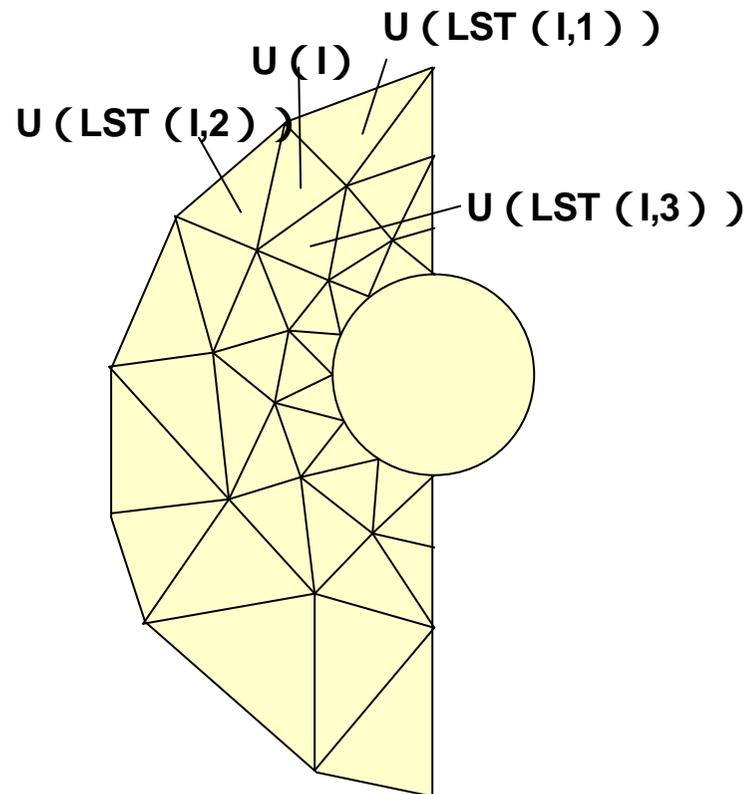


応用例 : プラズマ物理 ・ 天体

$$P(I) = F(IX(I), IY(I)) + B(I)$$

# 非構造格子

## 応用例 構造解析・衝突解析

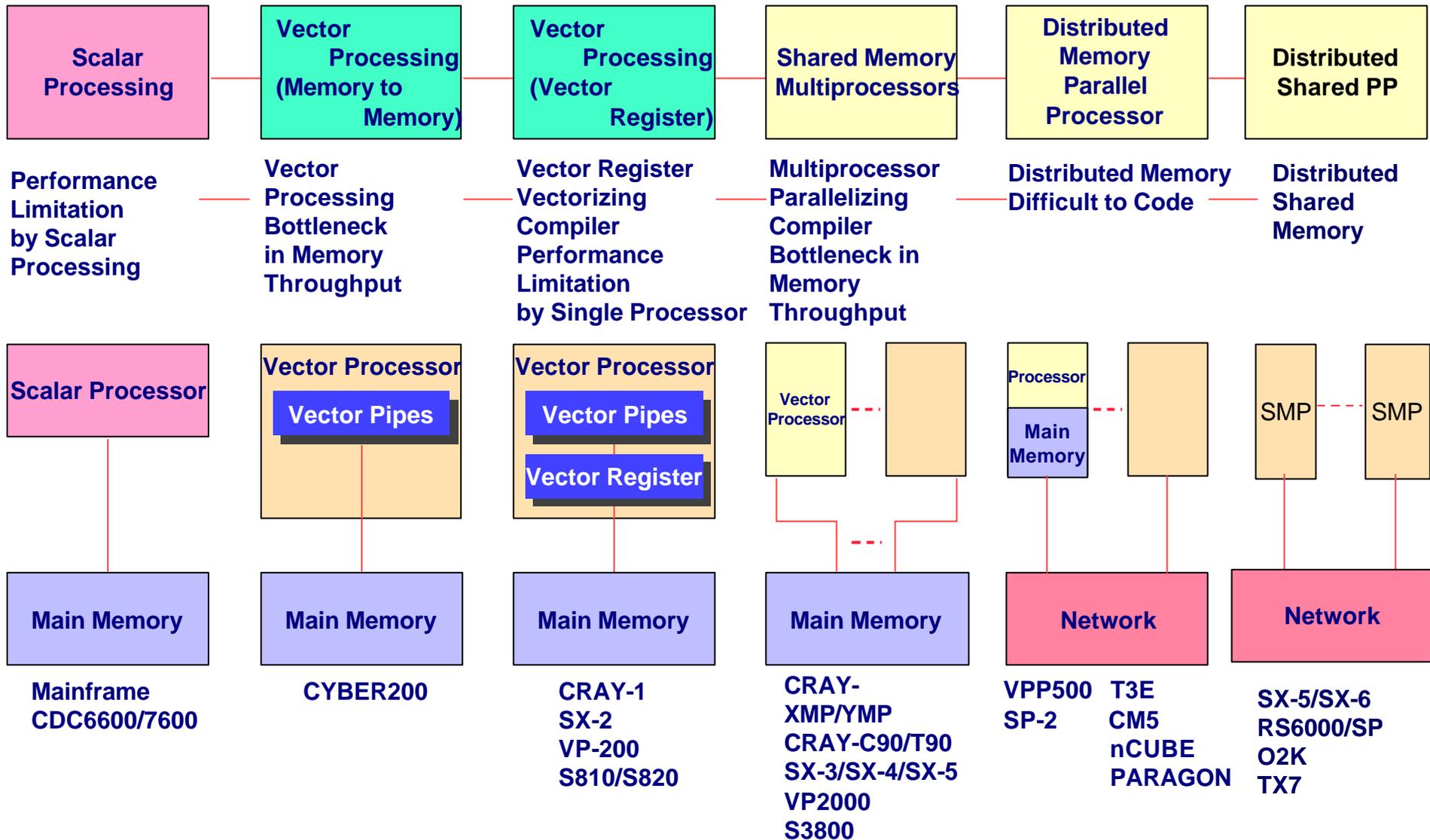


$$\begin{aligned} UU(1) = & COEF(1,1) * U(1) \\ & + COEF(1,2) * U(LST(1,1)) \\ & + COEF(1,3) * U(LST(1,2)) \\ & + COEF(1,4) * U(LST(1,3)) \end{aligned}$$

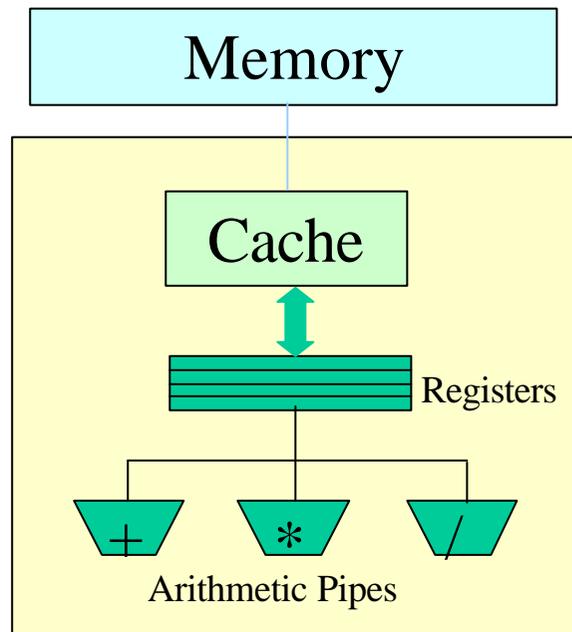
**どうすれば速く計算できるか？**

- スーパーコンピュータの仕組み -

# スーパーコンピュータの構成

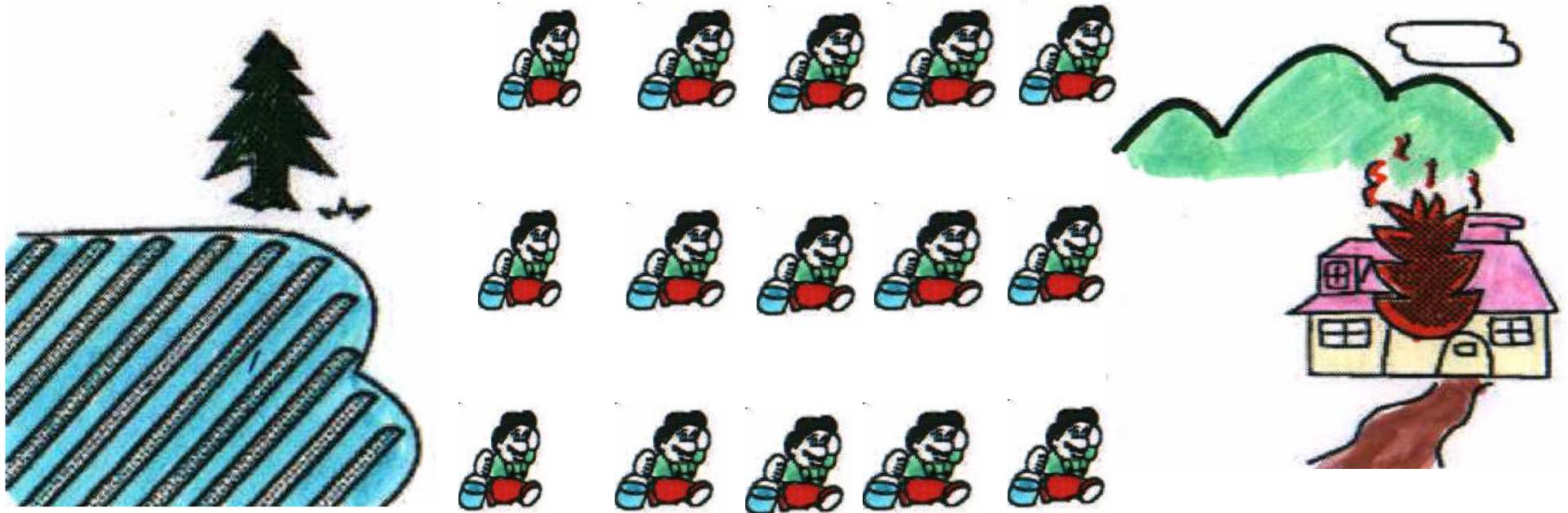


# スカラー処理

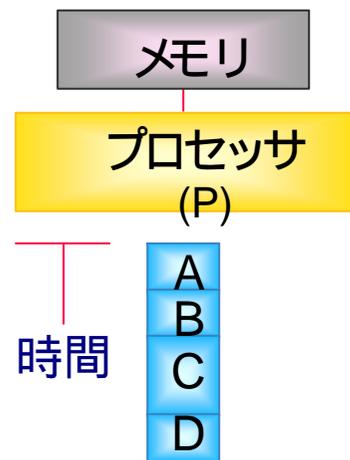


$\mu$ -Processor

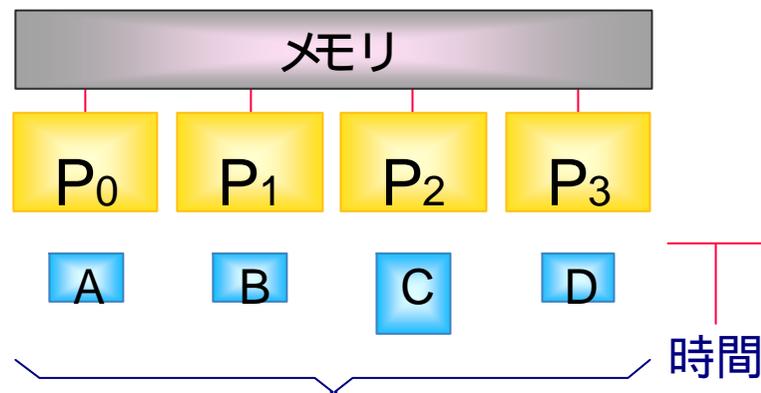
# 並列処理



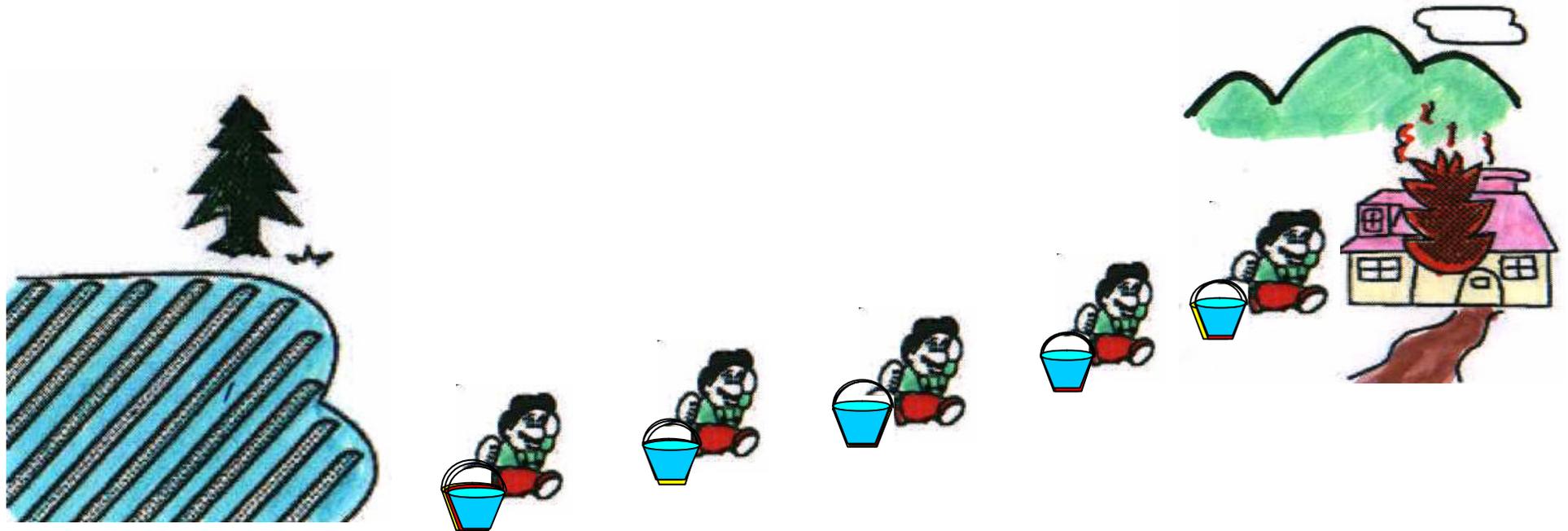
一台のプロセッサ(CPU)



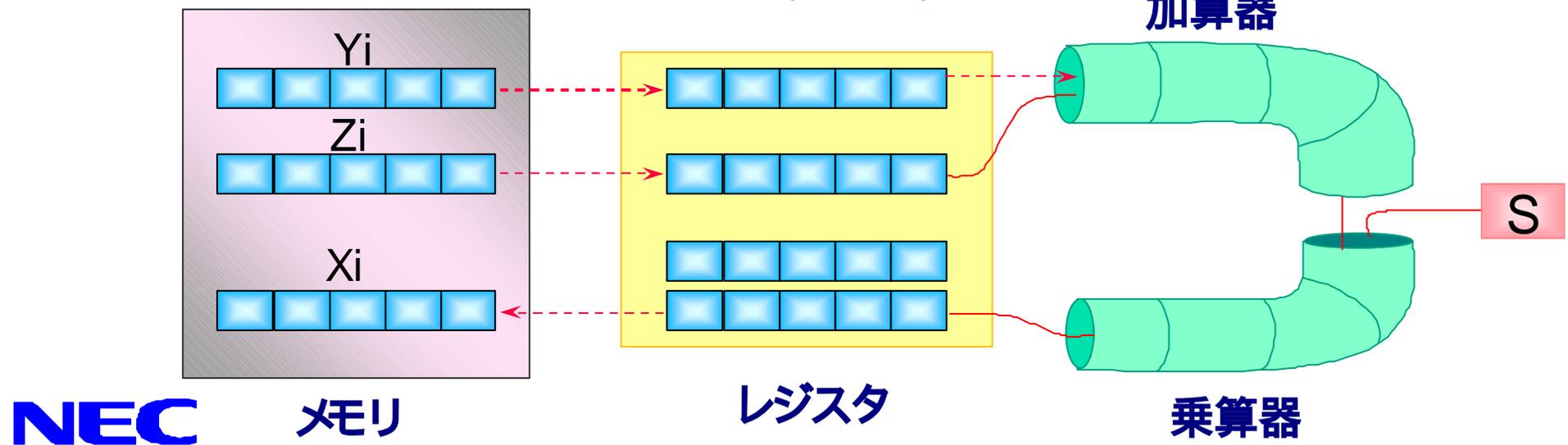
複数のプロセッサ



# パイプライン処理



$$X_i = (Y_i + Z_i) * S$$



# 高速化には何が重要か？

## ・各CPUの計算速度

- ➡ 演算の高速化 : クロック周波数の高速化
- ➡ 回路の高速化 : 高集積化 ・ 高密度実装

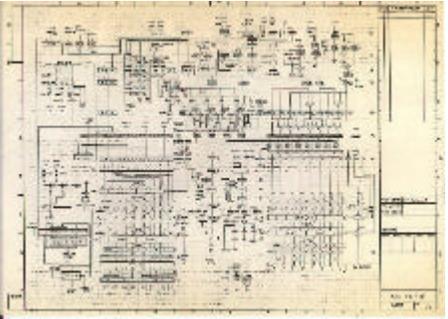
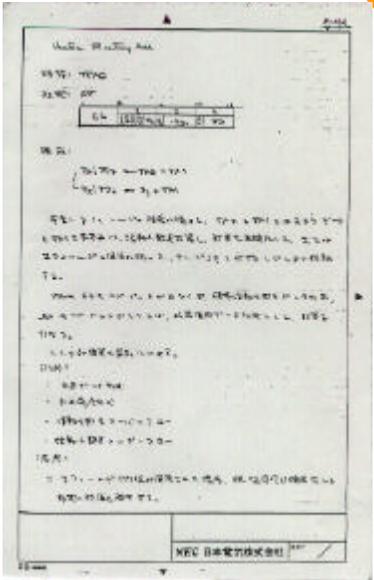
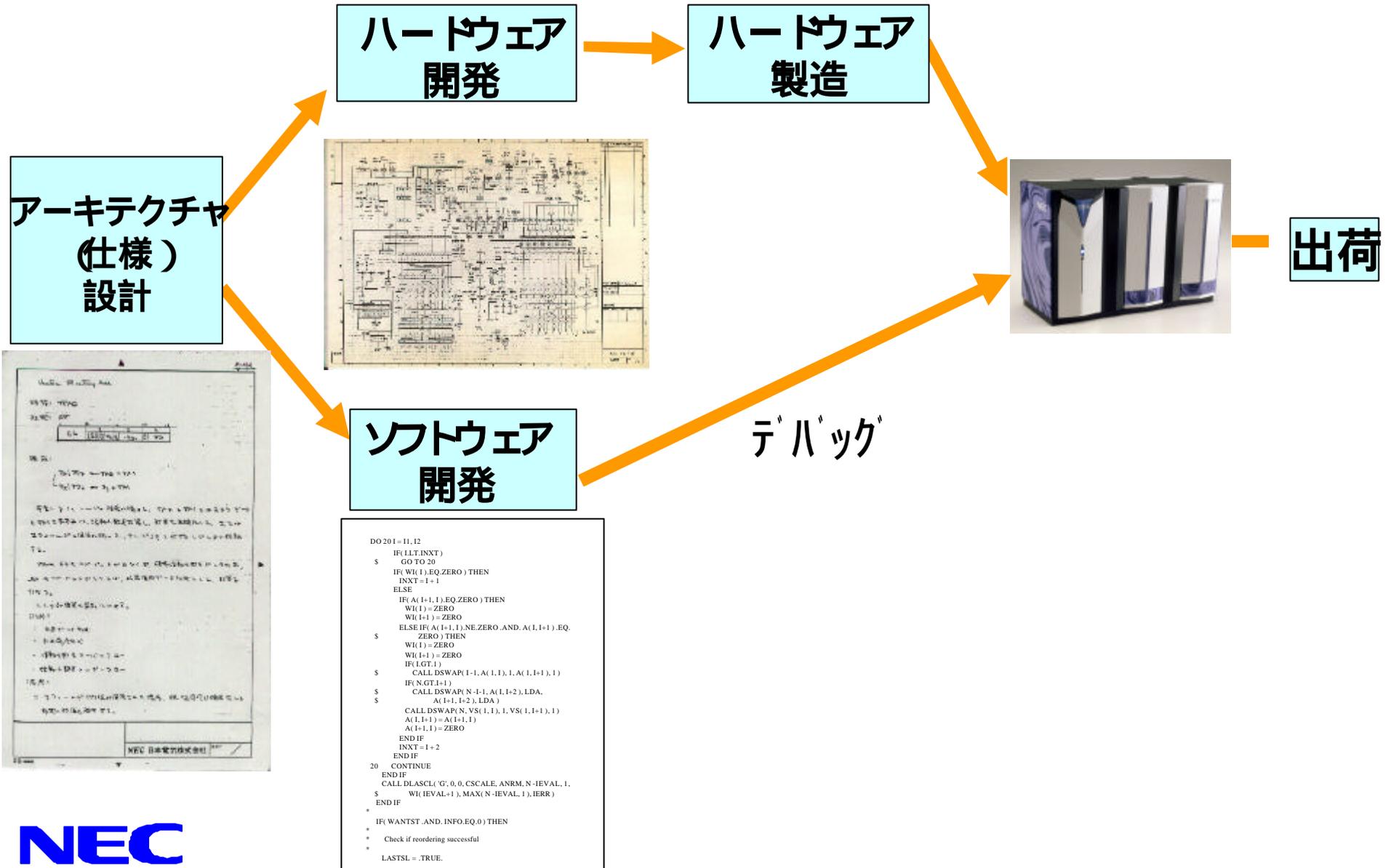
## ・各CPUがすべて同じ速度で計算 (怠け者を作らない)

- ➡ 同期と負荷の均等化

## ・データの取り出し・格納

- ➡ メモリとCPUのデータ転送速度 (バンド幅)
- ➡ データ幅の増大 ・ アクセス時間の短縮

# スーパーコンピュータの開発



```
DO 201=11,12
  IF(LLT,INXT)
    GO TO 20
  IF(WI(1).EQ.ZERO) THEN
    INXT=I+1
  ELSE
    IF(A(I+1,1).EQ.ZERO) THEN
      WI(1)=ZERO
      WI(I+1)=ZERO
    ELSE IF(A(I+1,1).NE.ZERO .AND. A(I+1,1).EQ.
      ZERO) THEN
      WI(1)=ZERO
      WI(I+1)=ZERO
    IF(LGT,I)
      CALL DSWAP(I-1,A(I,1),1,A(I,1+1),1)
    IF(N.GT,I+1)
      CALL DSWAP(N-I-1,A(I,1+2),LDA,
        A(I+1,1+2),LDA)
    CALL DSWAP(N,VS(I,1),1,VS(I,1+1),1)
    A(I,1+1)=A(I+1,1)
    A(I+1,1)=ZERO
  END IF
  INXT=I+2
END IF
20 CONTINUE
END IF
CALL DLASCL('G',0,0,CSCALE,ANRM,N-IEVAL,1,
  S,WH(IEVAL+1),MAX(N-IEVAL,1),IERR)
END IF
*
IF(WANTST .AND. INFO.EQ.0) THEN
*
  Check if reordering successful
*
  LASTSL = .TRUE.
```

# **Nine Lessons Learned in the Design of CDC6600 (N.R.Lincoln)**

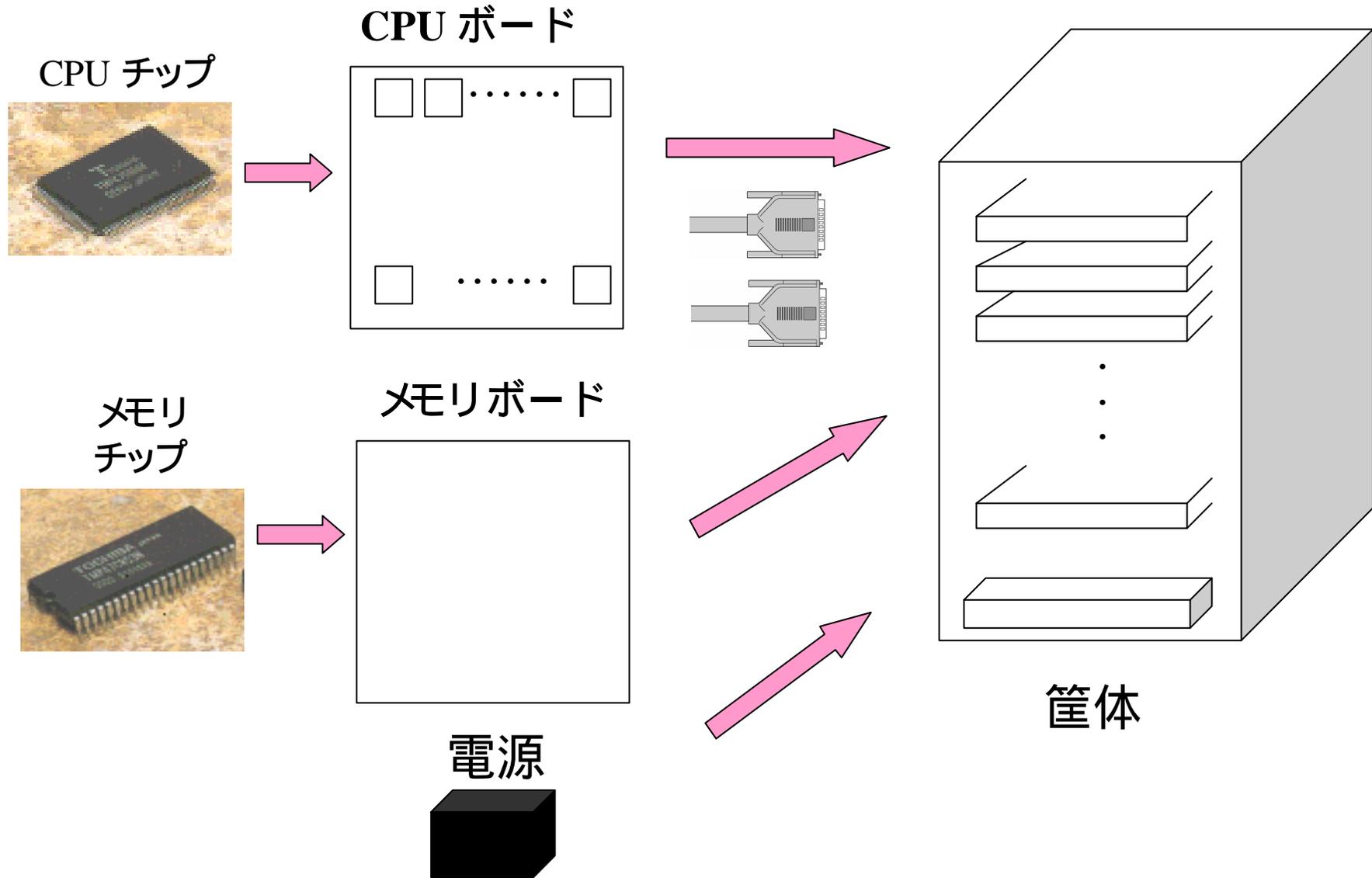
---

**It's Really not as much Fun Building a Supercomputer as it is  
Simply inventing one  
(High Speed Computer and Algorithm Organization ,1977)**

## **Lesson 2**

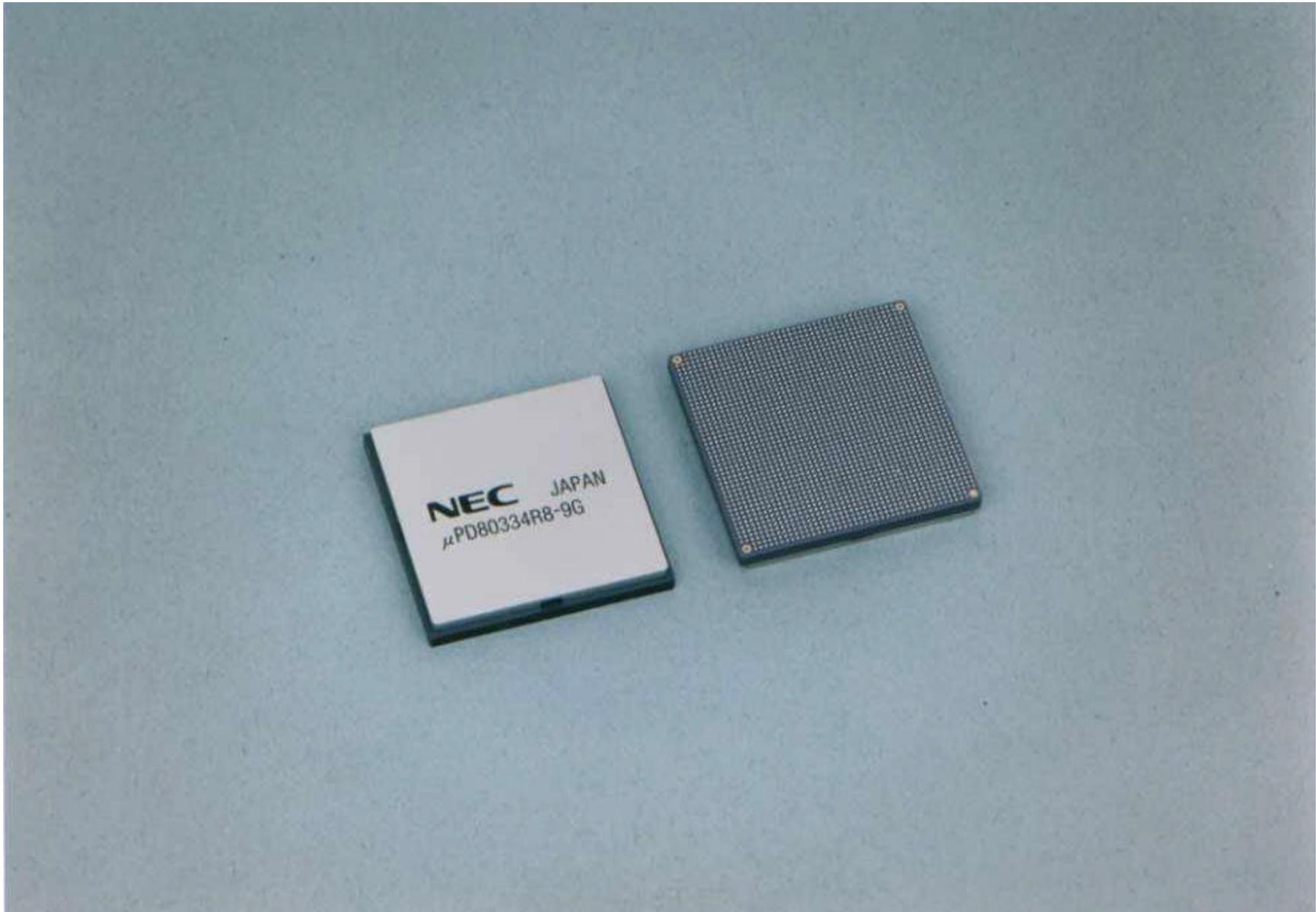
- Circuit design and system architecture are only pieces in a large puzzle called “supercomputer CPU.” A major limitation on the feasibility of a given supercomputer project could well be the mechanical, power, packaging and cooling requirements of the overall electronic design.**

# スーパーコンピュータを作る



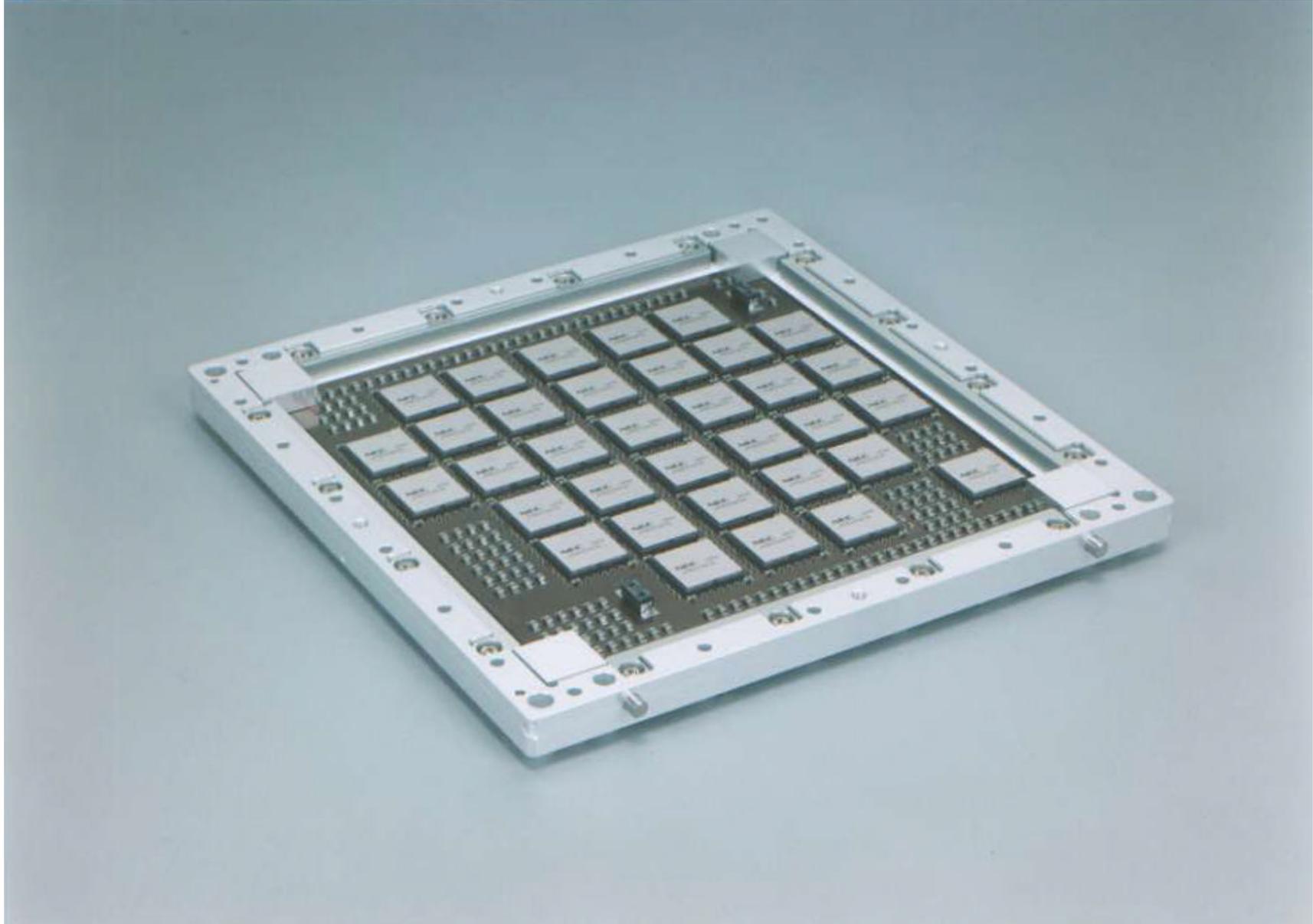
# CPU チップ

---



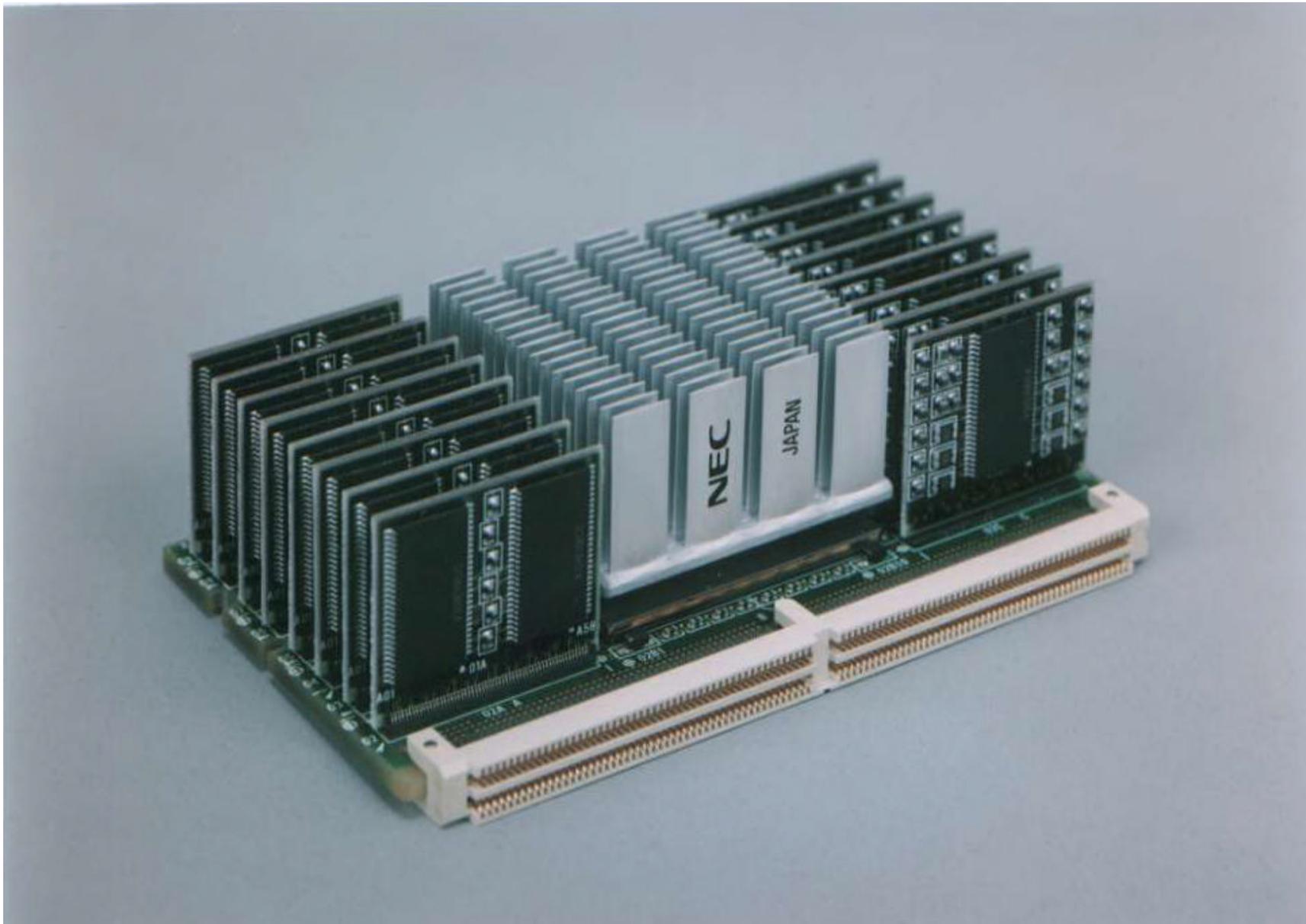
# CPU ボード

---

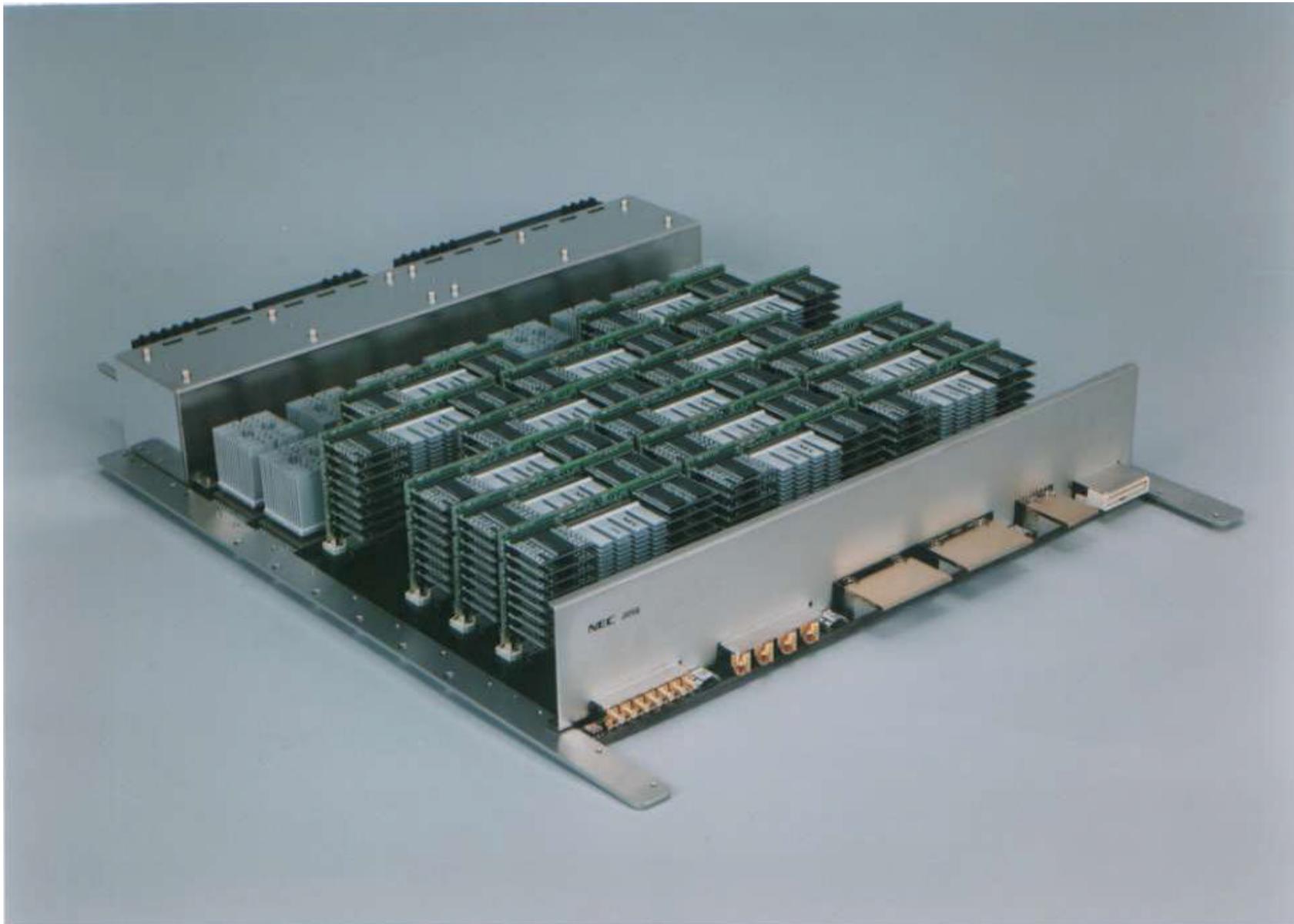


# メモリモジュール

---



# メモリボード



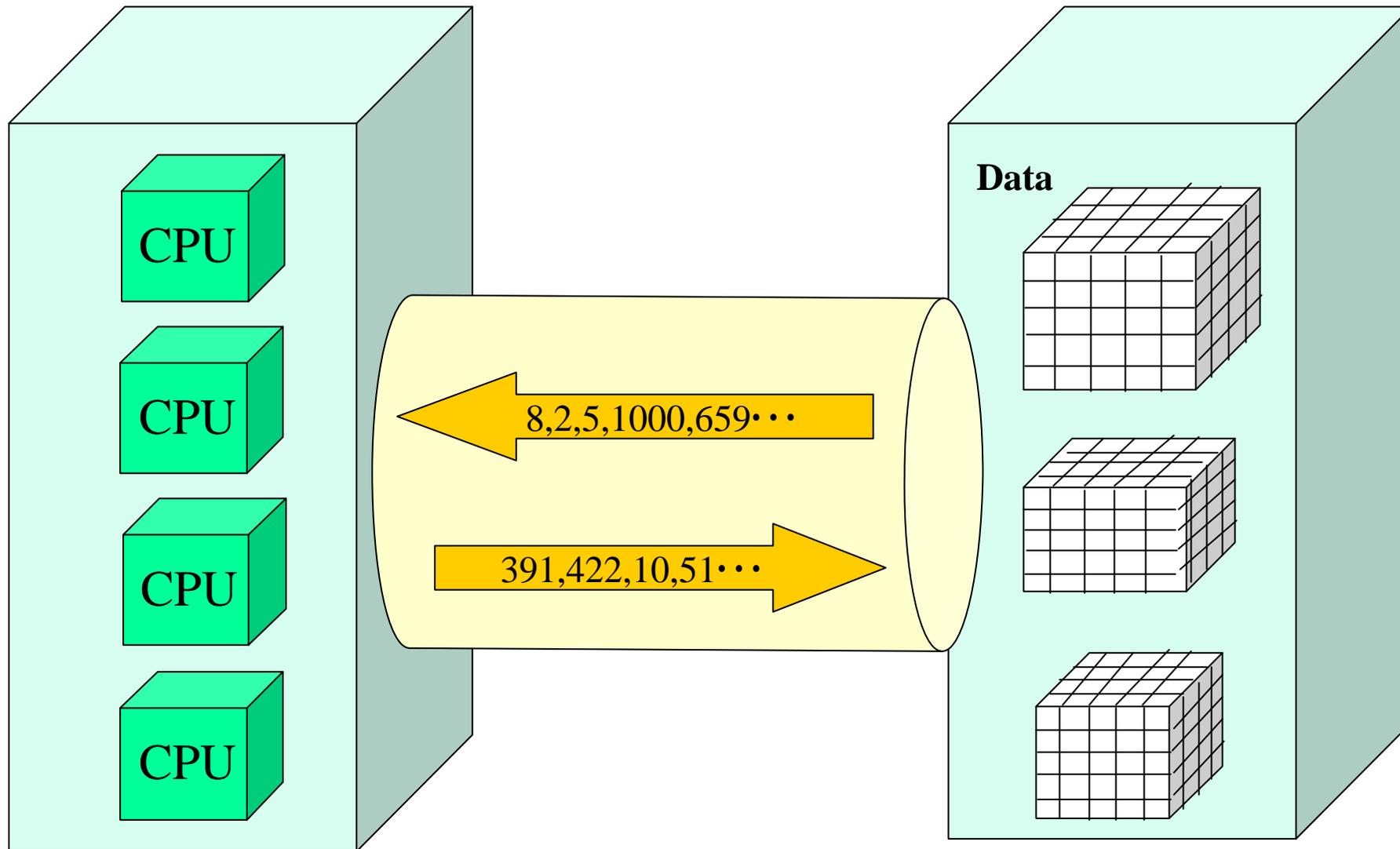
# 筐体



# 筐体内部

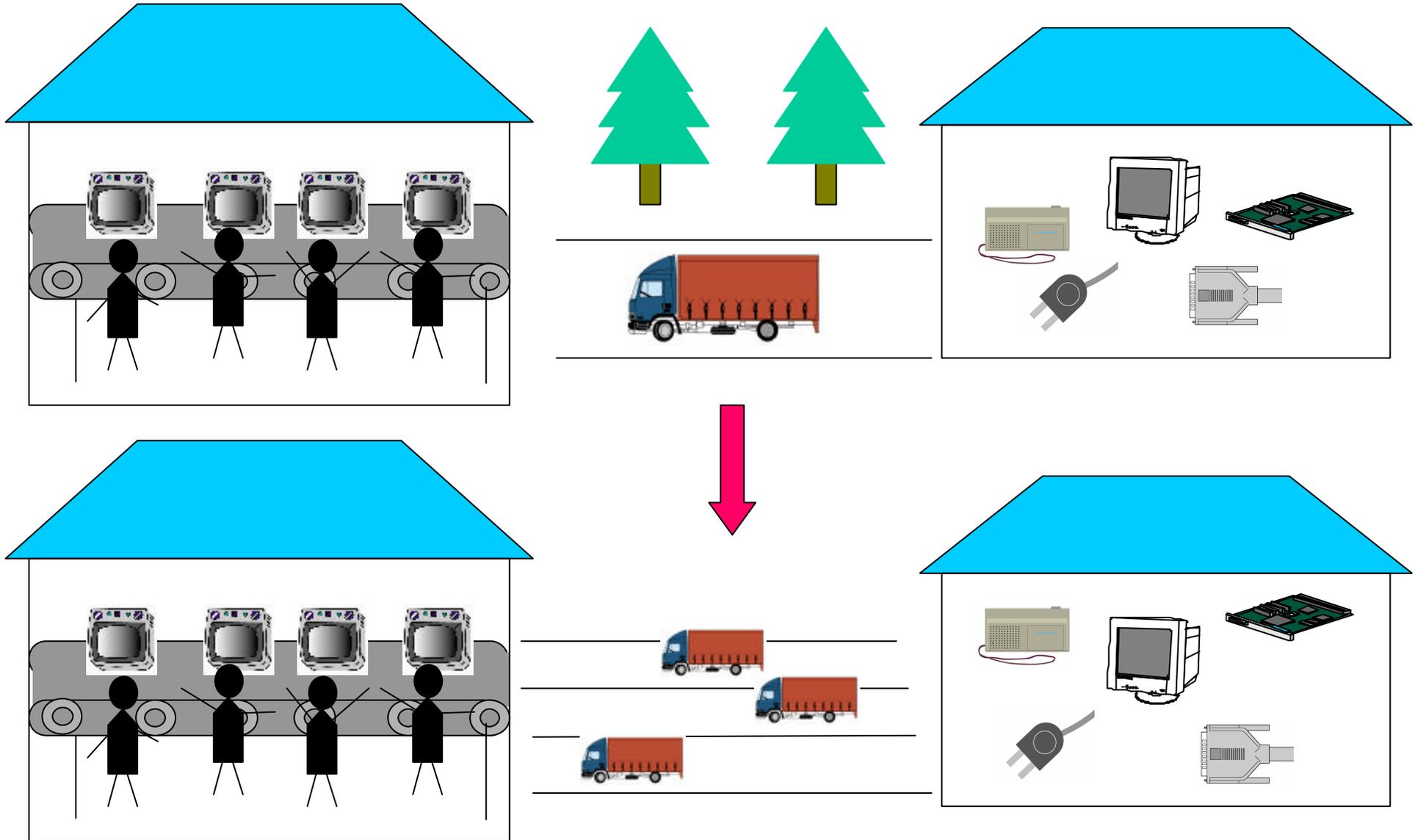


# メモリのバンド幅



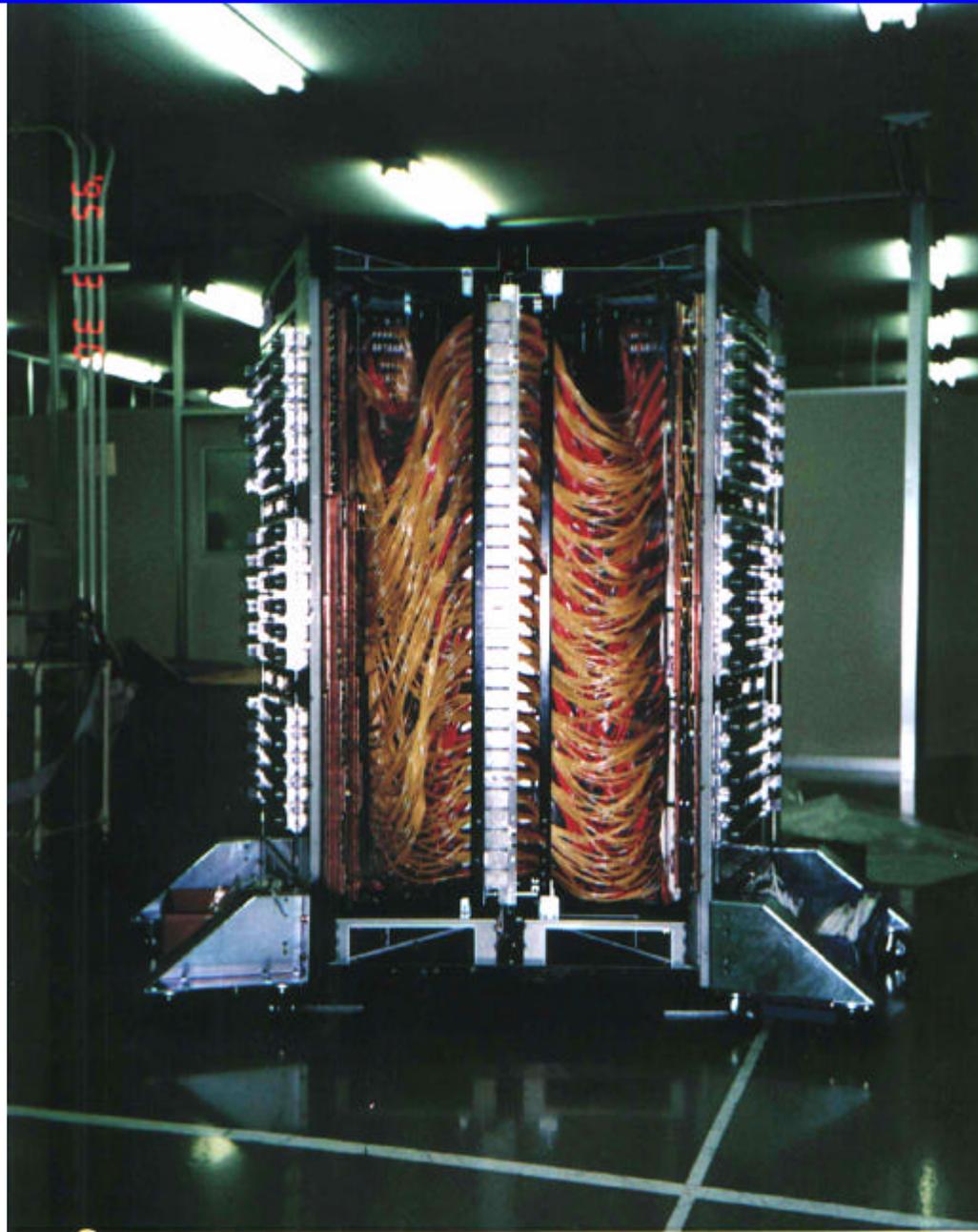
メモリ

# 組立工程と部品供給

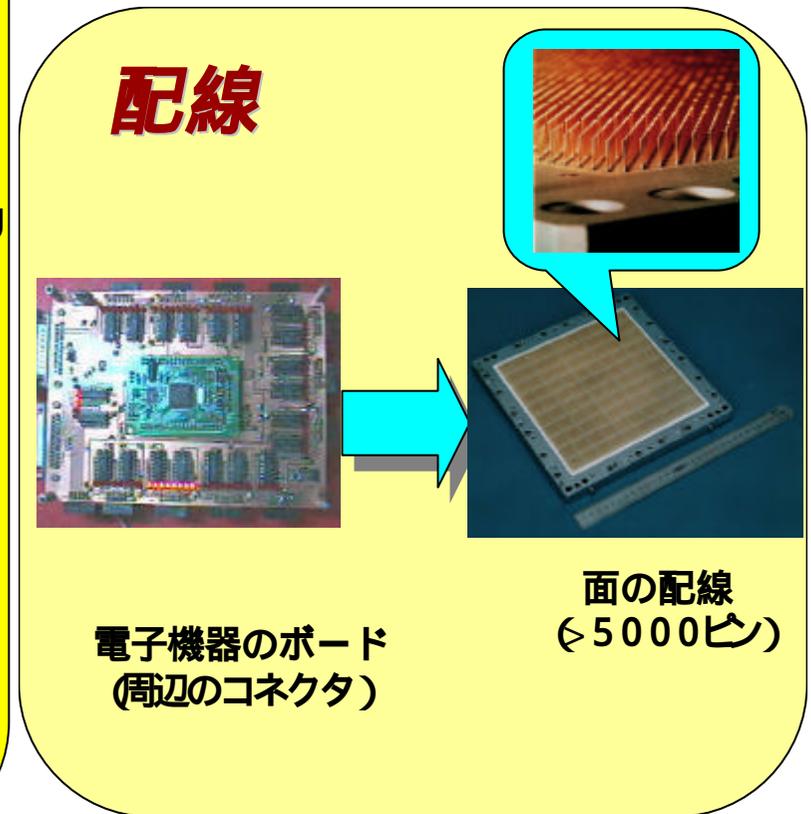
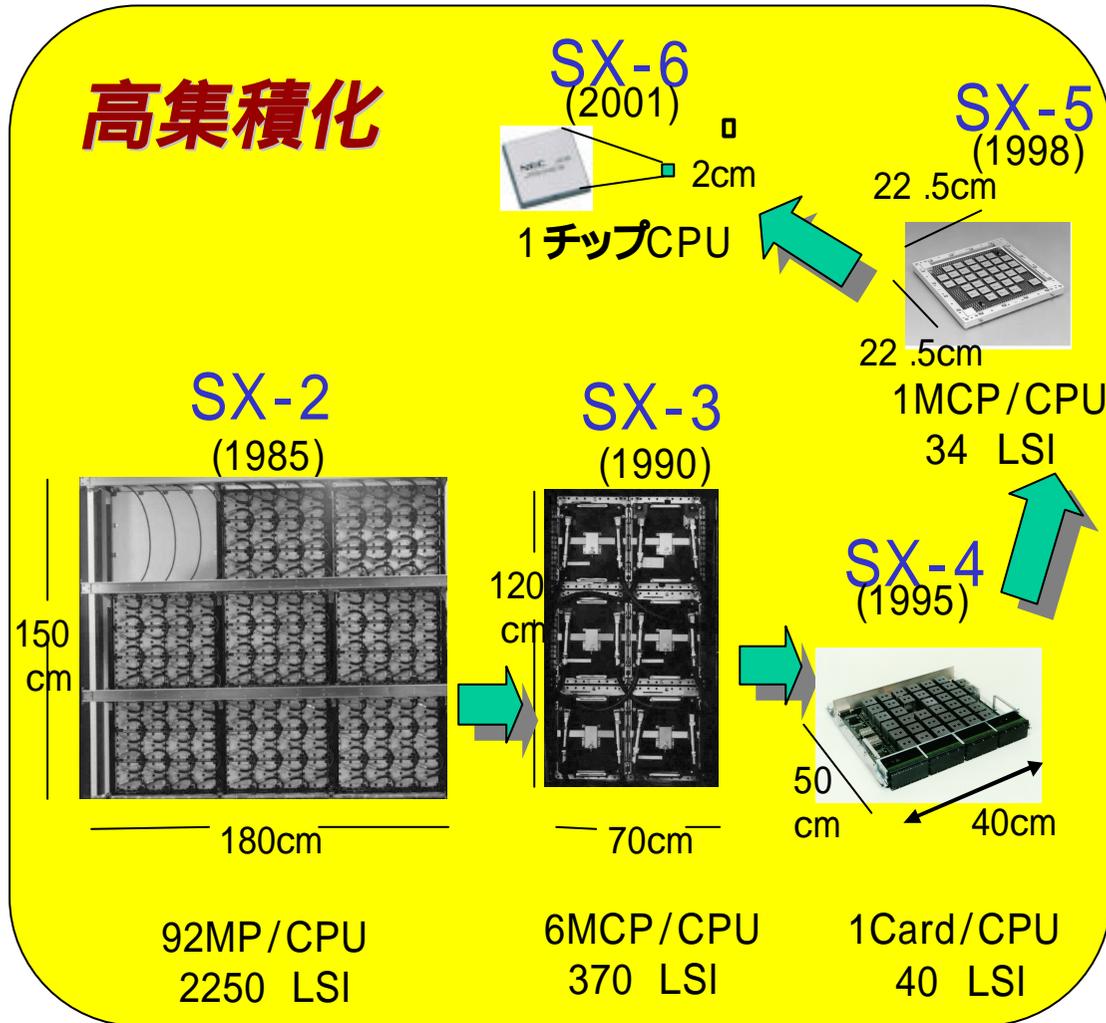


# CPUとメモリの配線

---

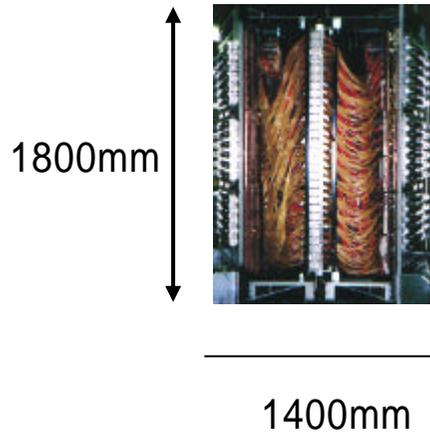


# 高集積化と配線 (線から面へ)



# SXにおける布線筐体の変遷

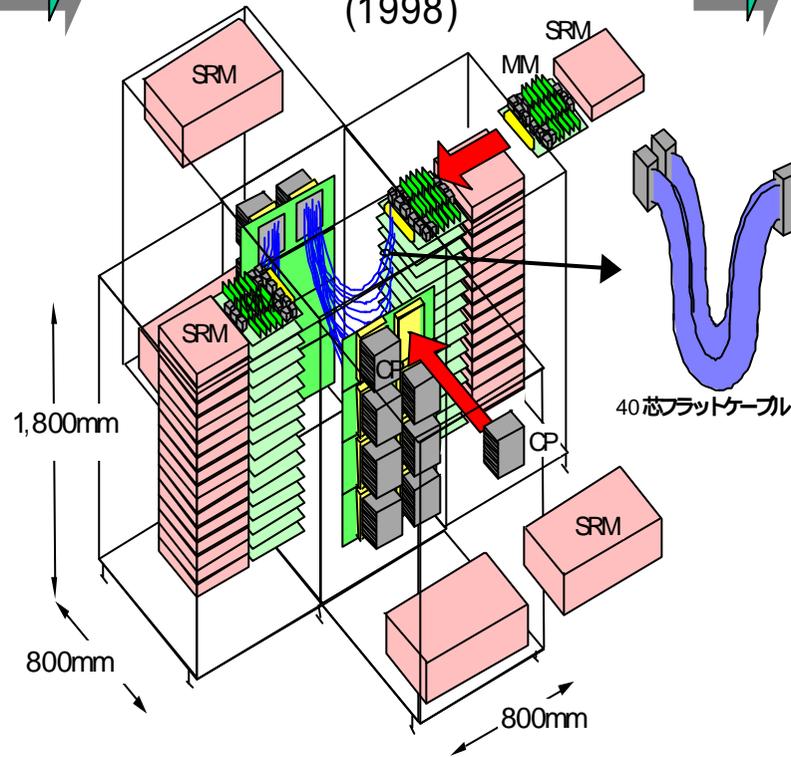
SX-4  
(1995)



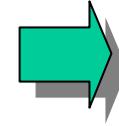
65



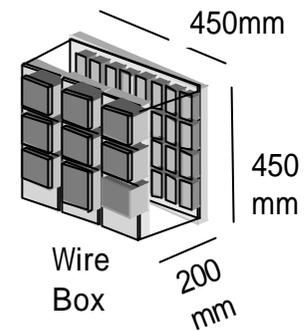
SX-5  
(1998)



25

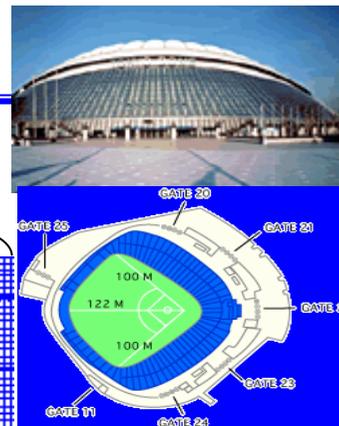


SX-6  
(2001)

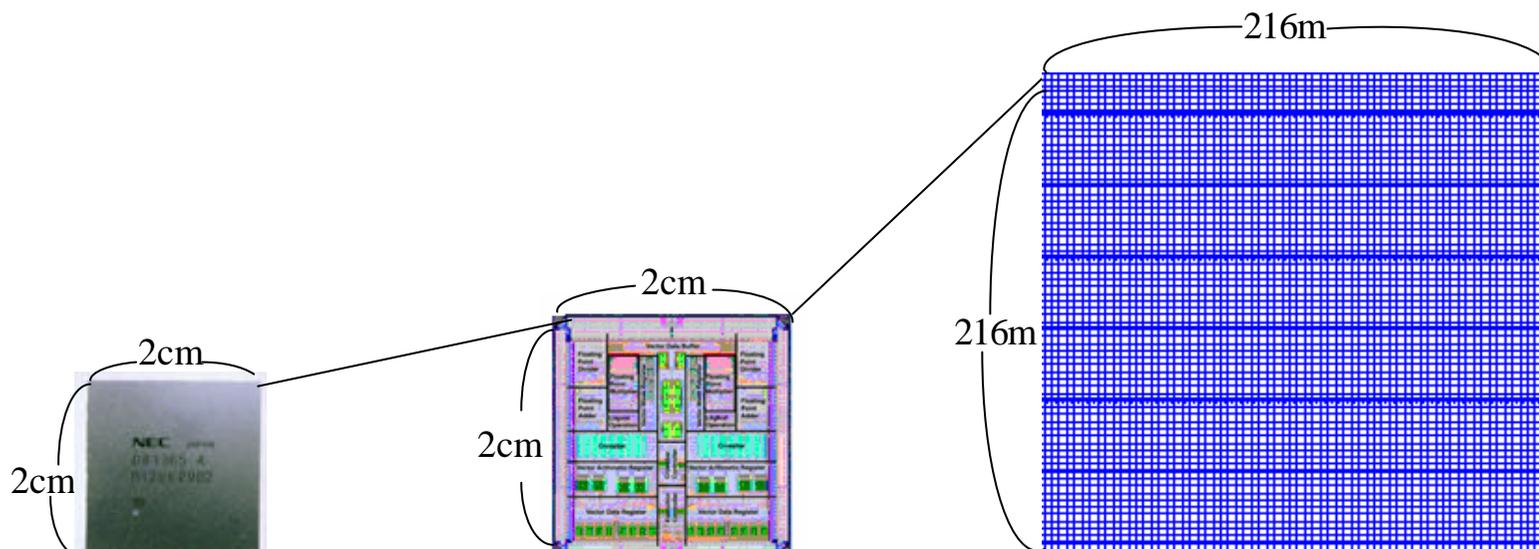


1

# 超LSIと実装の技術



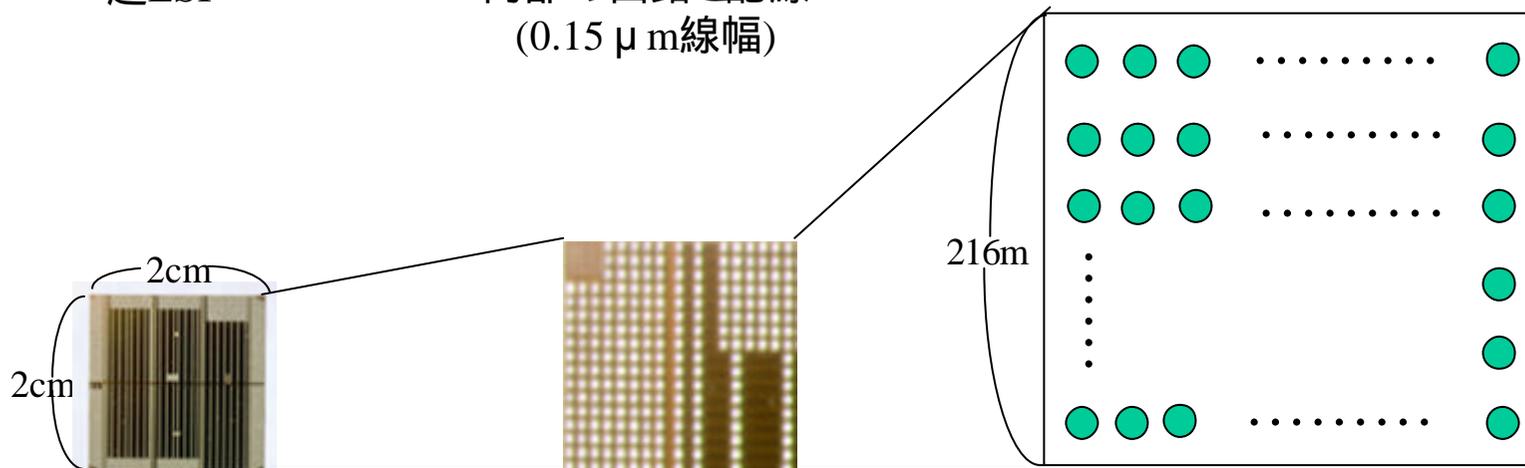
東京ドーム



超LSI

内部の回路と配線  
(0.15 μ m線幅)

1.5mmの線を描くことに相当



超LSI

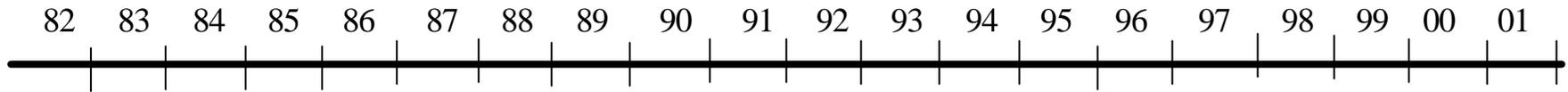
外部接続用のパッド  
(直径0.1mm,約5,200個)

2mおきに直径1mのベースをしきつめることに相当

# NECのスーパーコンピュータ

- 歴史・激しい性能競争・主なユーザ・仲間 -

# NEC/スーパーコンピュータの歴史



**開発史**

プロジェクト開始

SX-1/2発表 (1GFLOPS超) 富士通・日立発表

SX-2出荷

SX-3発表 (UNIX) SX-3出荷

SX-4発表 (CMOS) SX-4出荷

SX-5発表 SX-5出荷

SX-6発表 (1Chip)

**国内市場と市場開放**

PC9801出荷

の計算 (キネブック)

日本IBMと提携

スーパー-301条問題 (不公正貿易)

S/C導入手続き (MITI通達)

S/C導入手続き改定 (クレイが苦情申立) (透明・無差別・公開)

核融合研調達

大阪大/東北大  
海洋科学研究センター  
核融合科学研究所  
物質・材料研究機構  
トヨタ中央研究所  
日産自動車

**日米貿易摩擦(車,半導体)**

**グローバル展開**

HNSX(米国) 設立

ESS(欧州)設立

NCARダビング問題

ダビング決定

最高裁却下

Cray社と提携 (SXを北米で販売)

米政府圧力(MIT/LLNL/LANL/NASA/EPA等)

HARC (米国初)

蘭NLR (欧州初)

シンガポール NSRC

独ケルン大

カナダ 気象庁

スイスCSCS

独DLR

ブラジル 気象庁

VW GTRI

米 デンマーク 豪・気象庁/CSIRO

Volvo

Daimler/Chrysler

仏 IDRIS

伊 INGV

韓国気象庁 (KMA)

Renault

# オランダ国立航空宇宙研究所 (NLR)



納入機器 : SX - 5 / 8A (1999年7月)

用途 流体力学、航空シミュレーション



URL: <http://www.nlr.nl>

# スイス科学技術計算センター (CSCS)

納入機器 : SX - 5 / 10A (2000年1月)

用途 : 気象、計算化学、流体力学  
プラズマ物理、材料科学

URL: <http://www.cscs.ch/>



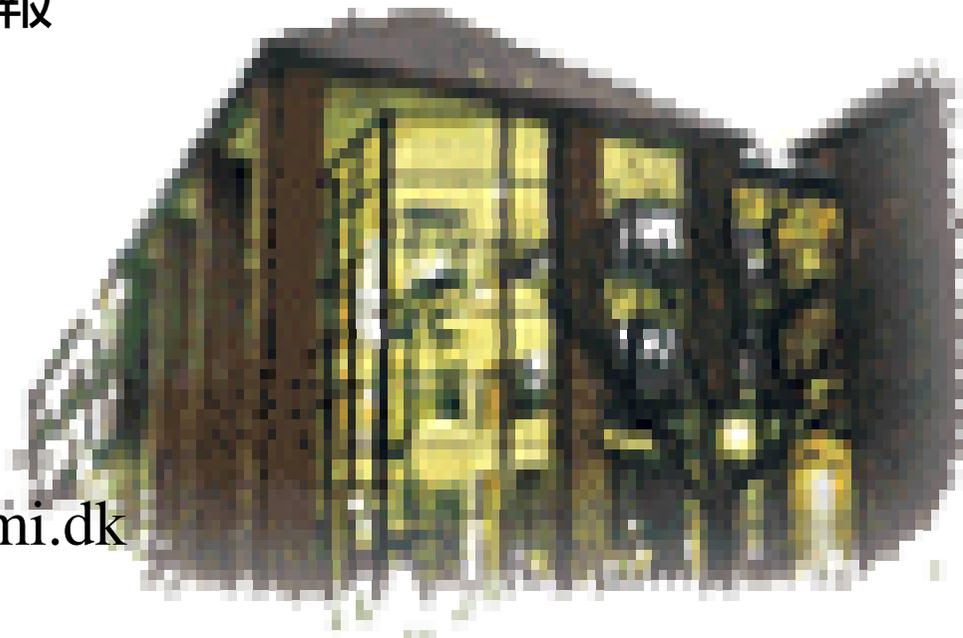
# デンマーク気象庁 (DMI)



納入機器 :SX - 4 / 16 (1996年6月)

用途 :気象予報

URL:<http://www.dmi.dk>



# フランス国立科学技術計算センター (IDRIS)

納入機器 : SX - 5 / 16A 2システム (1999年10月、2000年3月)

SX - 5 / 8B 1システム (2000年3月)

用途      科学技術計算

ULR : <http://www.idris.fr>



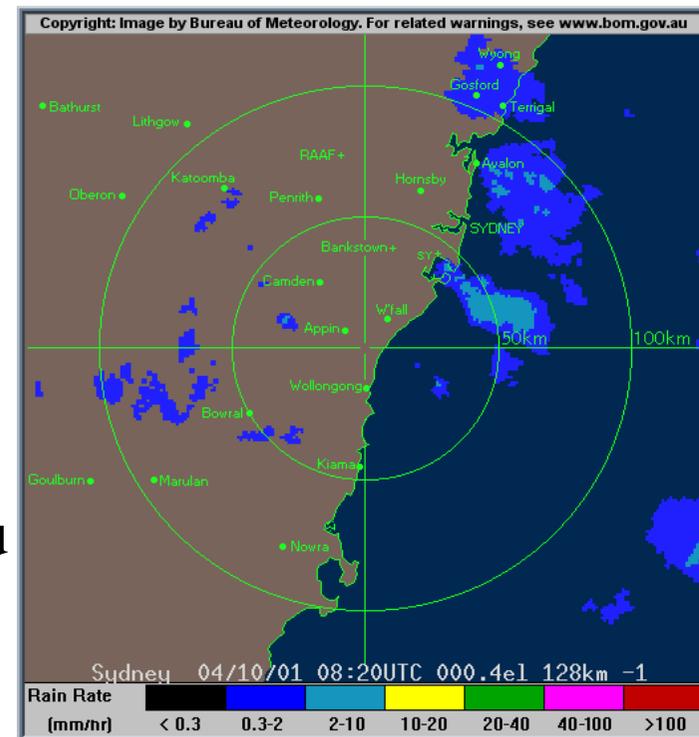
# オーストラリア気象庁 (BOM )

納入機器 :SX - 5 / 16A (1999年12月、2000年3月)

SX - 5 / 16A (2000年3月、2000年7月)

用途 :気象予報

URL: <http://www.bom.gov.au>





# 韓国気象庁 (KMA)

納入機器 :SX - 5 / 16A (1999年5月)

SX - 5 / 12A (2000年5月)

用途 :気象予報

<http://www.kma.go.kr>



## Chuk-u-gi

The world's oldest rain gauge, Chuk-u-gi, was invented for accurate measurement of precipitation in 1441, early Joseon-Dynasty (1392-1910). Such rain gauges were installed all over the country and used until 1907. The rainfall data measured in Seoul with the prototypes of this rain gauge for the period of 1770 to 1907 have been

preserved which are very rare in the world.



# カナダ気象庁 (MSC)

Canada

納入機器 : SX - 5 / 32M2 (1999年11月、2000年4月)

用途 : 気象予報



URL : <http://www.msc-smc.ec.gc.ca>

# フォルクスワーゲン (VW)



納入機器 : SX - 5S / 4 6システム (2000年3月 ~ 2001年2月)

用途 : 構造解析、衝突解析





# ドイツ国立宇宙研究所 (DLR)

納入機器 : SX - 4 / 8 (1996年 8月)

SX - 4 / 4A (1997年 5月)

SX - 4B / 4A (1998年 10月)

用途      計算流体力学

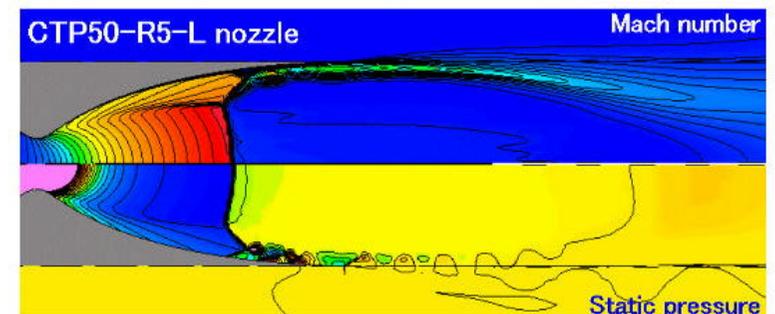
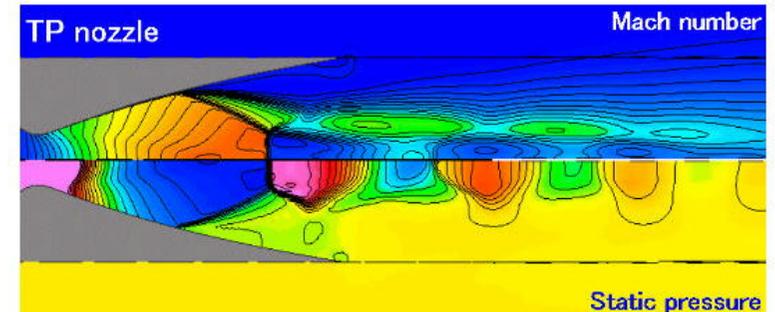
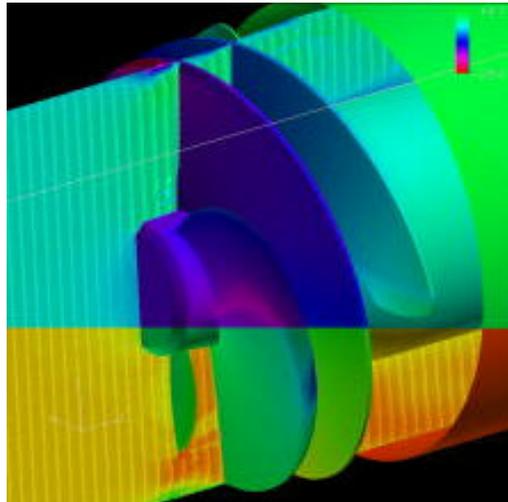
URL: <http://www.dlr.de>





独立行政法人航空宇宙技術研究所  
National Aerospace Laboratory of Japan

納入機器 : SX - 6 / 64M8 (2002年2月)  
用途 : 宇宙開発 (ロケットエンジン)





大阪大学  
Osaka University

# Cybermedia Center Osaka University

National computation center for supporting  
academic organization

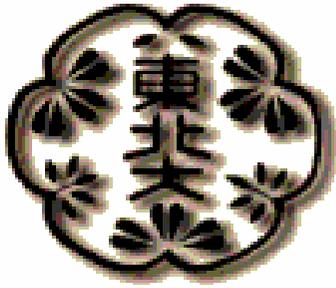
Osaka, Japan



## SX-5/128M8

URL: <http://www.osaka-u.ac.jp>



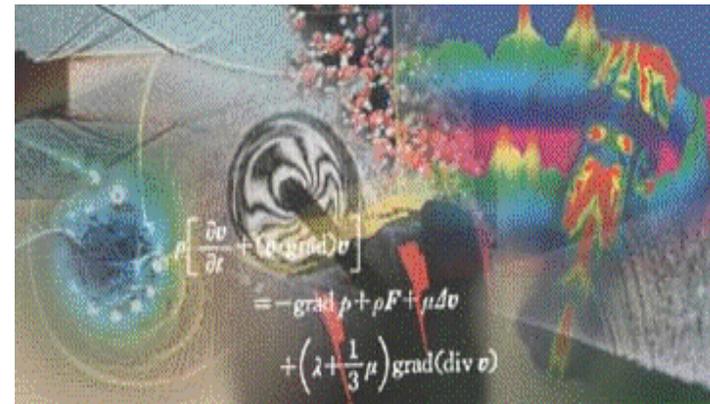
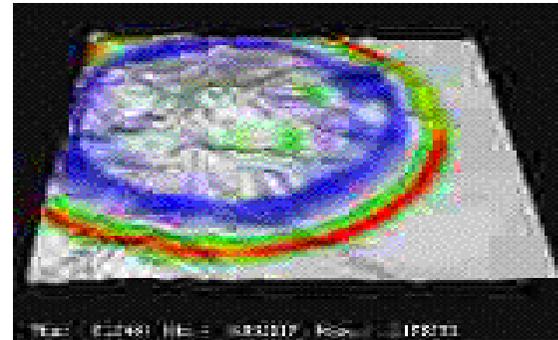


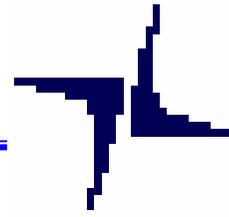
東北大学

TOHOKU UNIVERSITY



- Institute of Fluid Science
- Sendai, Japan
- Fundamental and Applied Research Related to Fluids (non-continuum flows, multi-layered complex flows, behavior of solids, electromagnetic waves and information flows...)
- Current System: SX-4/4M128
- <http://www.ifs.tohoku.ac.jp/>





株式会社 豊田中央研究所

## TOYOTA Central R&D Labs.,Inc.

Department of basic research development in Toyota group

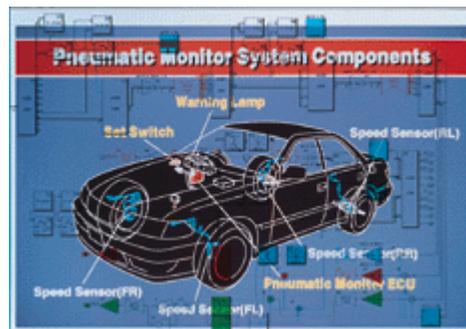
Toyota, Japan

used for fluid analysis, combustion analysis, new materials

design and many others

Current System:

### SX-5/10A



URL: <http://www.tytlabs.co.jp>

# 世界の仲間と共に (開発)





# 世界の仲間と共に (販売)

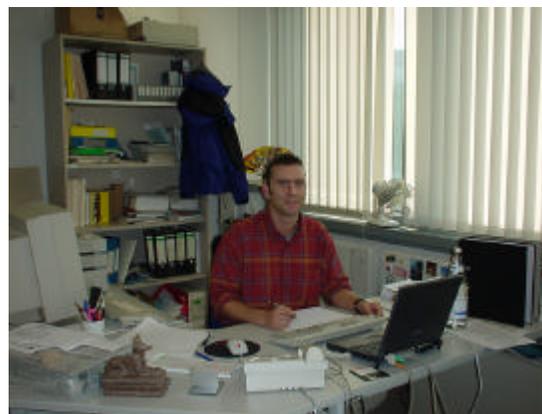


**NEC**

# 世界の仲間と共に (アメリカ)



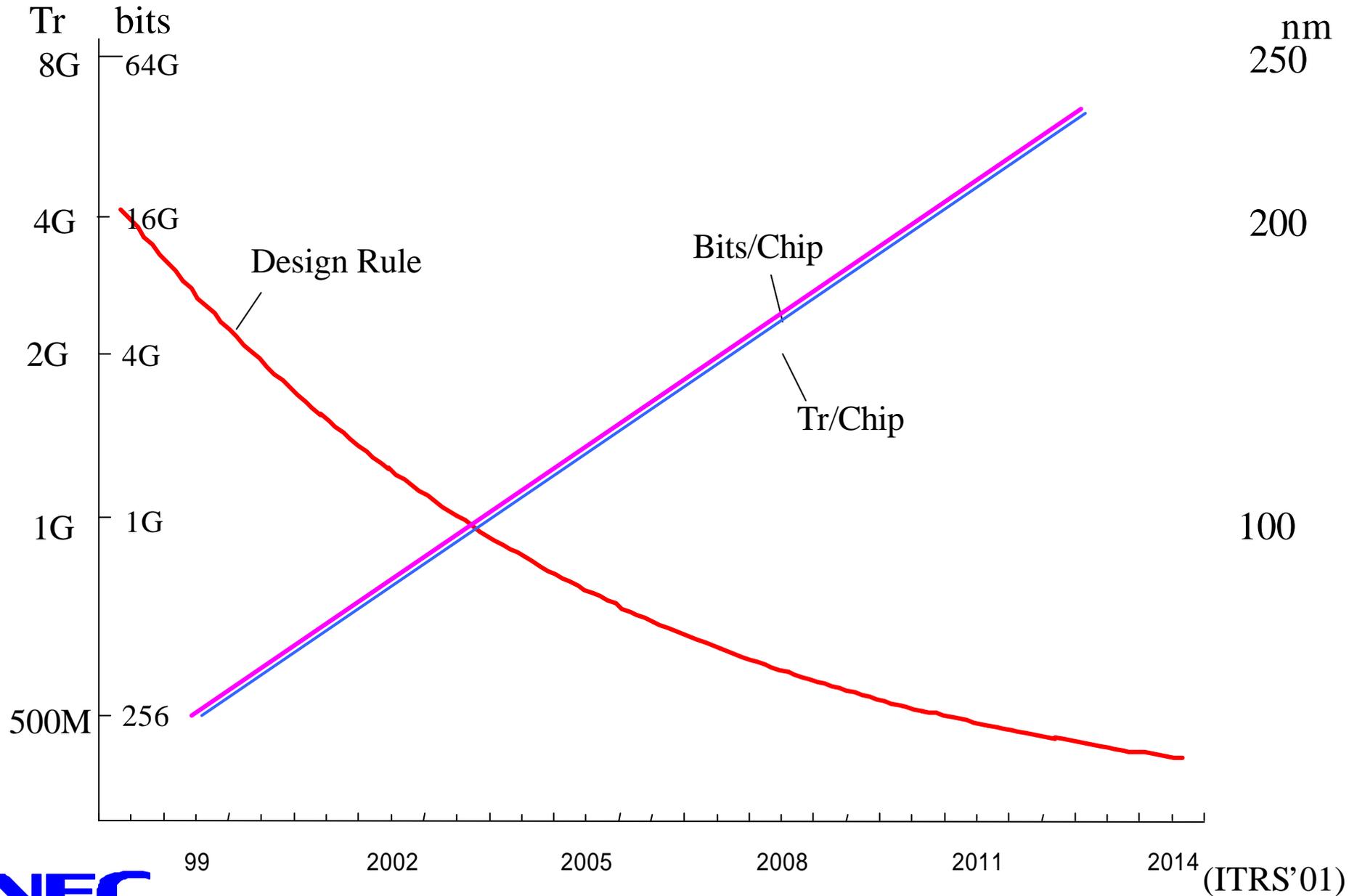
# 世界の仲間と共に (欧州)



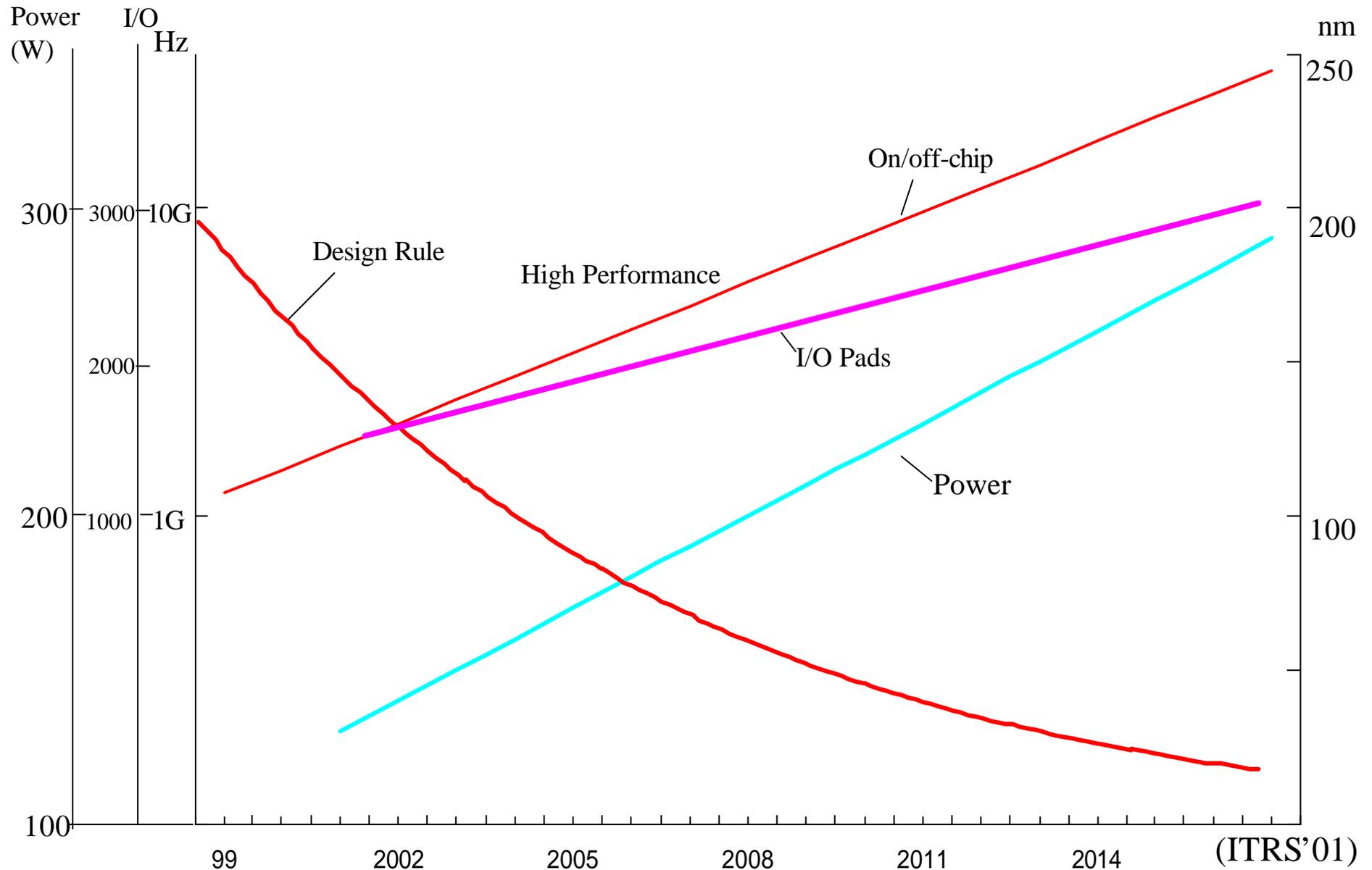
**これからどうなるか？**

**- 将来のスーパーコンピュータ -**

# Memory Chip and Tr in $\mu$ -Processor



# Clock Frequencies · I/O Pads · Power Dissipation



# Logic Technology Roadmap

## ITRS '99

## ITRS '01

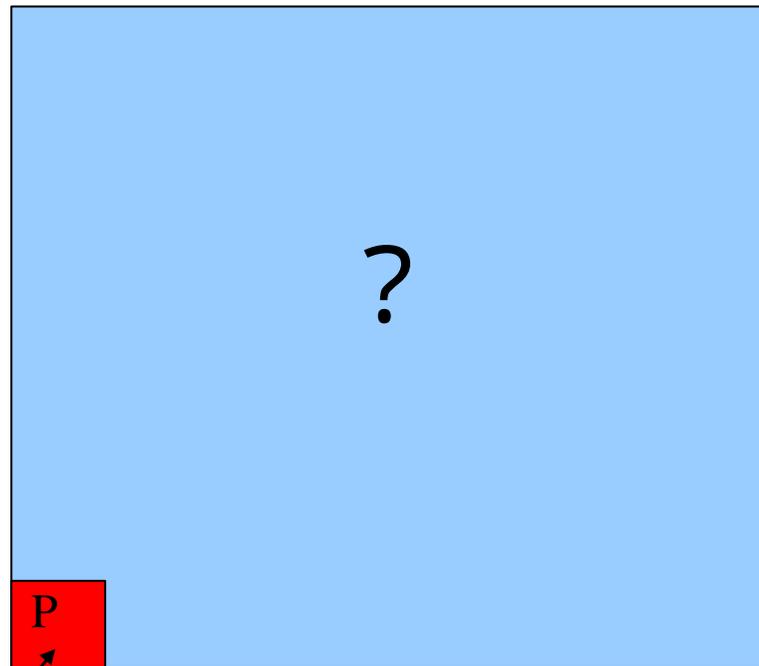
YEAR	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2011	2014
MPU Gate Length (nm)	140	120	100	85	80	70	65	45	32	22
ASIC Gate Length (nm)	180	165	150	130	120	110	100	70	50	35
Nominal $L_{eff}$ at 25 °C (μA/μm)	750/350	750/350	750/350	750/350	750/350	750/350	750/350	750/350	750/350	750/350
(NMOS/PMOS) high-performance										
Maximum $I_{eff}$ at 25 °C (pA/μm)	5	7	8	10	13	16	20	40	80	160
(For minimum $L_{device}$ ) low power										
Equivalent physical oxide thickness	1.9-2.5	1.9-2.5	1.5-1.9	1.5-1.9	1.5-1.9	1.2-1.5	1.0-1.5	0.8-1.2	0.6-0.8	0.5-0.6
Tox (nm)										
$L_{gate}$ 3σ variation (nm)	14	12	10	8.5	8	7	6.5	5	3.2	2.2
(dense and isolated lines)										
Gate electrode sheet $R_s$ ( $\Omega/\square$ )	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6
Silicide thickness (nm)	55	45	40	34	32	28	25	20	15	12
Contact silicide sheet $R_s$ ( $\Omega/\square$ )	2.7	3.3	3.8	4.4	4.7	5.4	6.0	7.5	10.0	12.5
Drain extension $X_d$ (nm)	42-70	36-60	30-50	25-43	24-40	20-35	20-33	16-26	11-19	8-13
Number of metal levels	6-7	6-7	7	7-8	8	8	8-9	9	9-10	10
Local wiring pitch (nm)	500	450	405	365	330	295	265	185	130	95
Intermediate wiring pitch (nm)	640	575	520	465	420	375	340	240	165	115
Minimum global wiring pitch (nm)	1050	945	850	765	690	620	560	390	275	190
Conductor effective resistivity	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.8	<1.8	<1.8
Cu wiring ( $\mu\Omega\text{-cm}$ )										
Barrier/cladding thickness (for Cu wiring) (nm)	17	16	14	13	12	11	10	0	0	0
Interlevel metal insulator	3.5-4.0	3.5-4.0	2.7-3.5	2.7-3.5	2.2-2.7	2.2-2.7	1.6-2.2	1.5	<1.5	<1.5
effective dielectric constant (k)										

YEAR OF PRODUCTION	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2010	2013	2016
DRAM 1/2 PITCH(nm)	130	115	100	90	80	70	65	45	32	22
MPU/ASIC1/2PITCH(nm)	150	130	107	90	80	70	65	50	35	25
MPU PRINTED GATE LENGTH(nm)	90	75	65	53	45	40	35	25	18	13
MPU PHYSICAL GATE LENGTH(nm)	65	53	45	37	32	28	25	18	13	9
Physical gate length high-performance(HP)(nm)[1]	65	53	45	37	32	28	25	18	13	9
Equivalent physical oxide thickness for high-performance $T_{ox}(EOT)(nm)$ [2]	1.3-1.6	1.2-1.5	1.1-1.6	0.9-1.4	0.8-1.3	0.7-1.2	0.6-1.1	0.5-0.8	0.4-0.6	0.4-0.5
Gate depletion and quantum effects electrical thickness adjustment facctor(nm)[3]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5
$T_{ox}$ electrical equivalent(nm)[4]	2.3	2.1	2	2	1.9	1.9	1.4	1.2	1	0.9
Nominal power supply voltage( $V_{dd}$ )(V)[5]	1.2	1.1	1	1	0.9	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4
Nominal high-performance NMOS sub-threshold leakage current, $I_{sd,leak}$ (at 25 °C) ( $\mu\text{A}-\mu\text{m}$ )[6]	0.01	0.03	0.07	0.1	0.3	0.7	1	3	7	10
Nominal high-performance NMOS saturation drive current, $I_{dd}$ (at $V_{dd}$ , at 25 °C) ( $\text{mA}-\mu\text{m}$ )[7]	900	900	900	900	900	900	900	1200	1500	1500
Required percent current-drive "mobility/transconductance improvement"[8]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	70%	100%
Parasitic source/drain resistance( $R_{sd}$ )(ohm- $\mu\text{m}$ )[9]	190	180	180	180	180	170	140	110	90	80
Parasitic source/drain resistance( $R_{sd}$ )percent of ideal channel resistance( $V_{dd}/I_{dd}$ )[10]	16%	16%	17%	18%	19%	19%	20%	25%	30%	35%
Parasitic capacitance percent of ideal gate capacitance[11]	19%	22%	24%	27%	29%	32%	27%	31%	36%	42%
High-performance NMOS device $t(C_{gate} * V_{dd} / I_{dd} - \text{NMOS})(ps)$ [12]	1.6	1.3	1.1	0.99	0.83	0.76	0.68	0.39	0.22	0.15
Relative device performance[13]	1	1.2	1.5	1.6	2	2.1	2.5	4.3	7.2	10.7
Energy per( $W/L_{gate}=3$ )device switching transition $(C_{gate} * (3 * L_{gate}) * V^2) / (fJ/Device)$ [14]	0.347	0.212	0.137	0.099	0.065	0.052	0.032	0.015	0.007	0.002
Static power dissipation per( $W/L_{gate}=3$ )device (Watts/Device)[15]	0.5E-09	6.7E-09	1.0E-08	1.1E-08	2.6E-08	5.3E-08	5.3E-08	9.7E-08	1.4E-07	1.1E-07

# How to Utilize Chip Area?( ~ 2010)

---

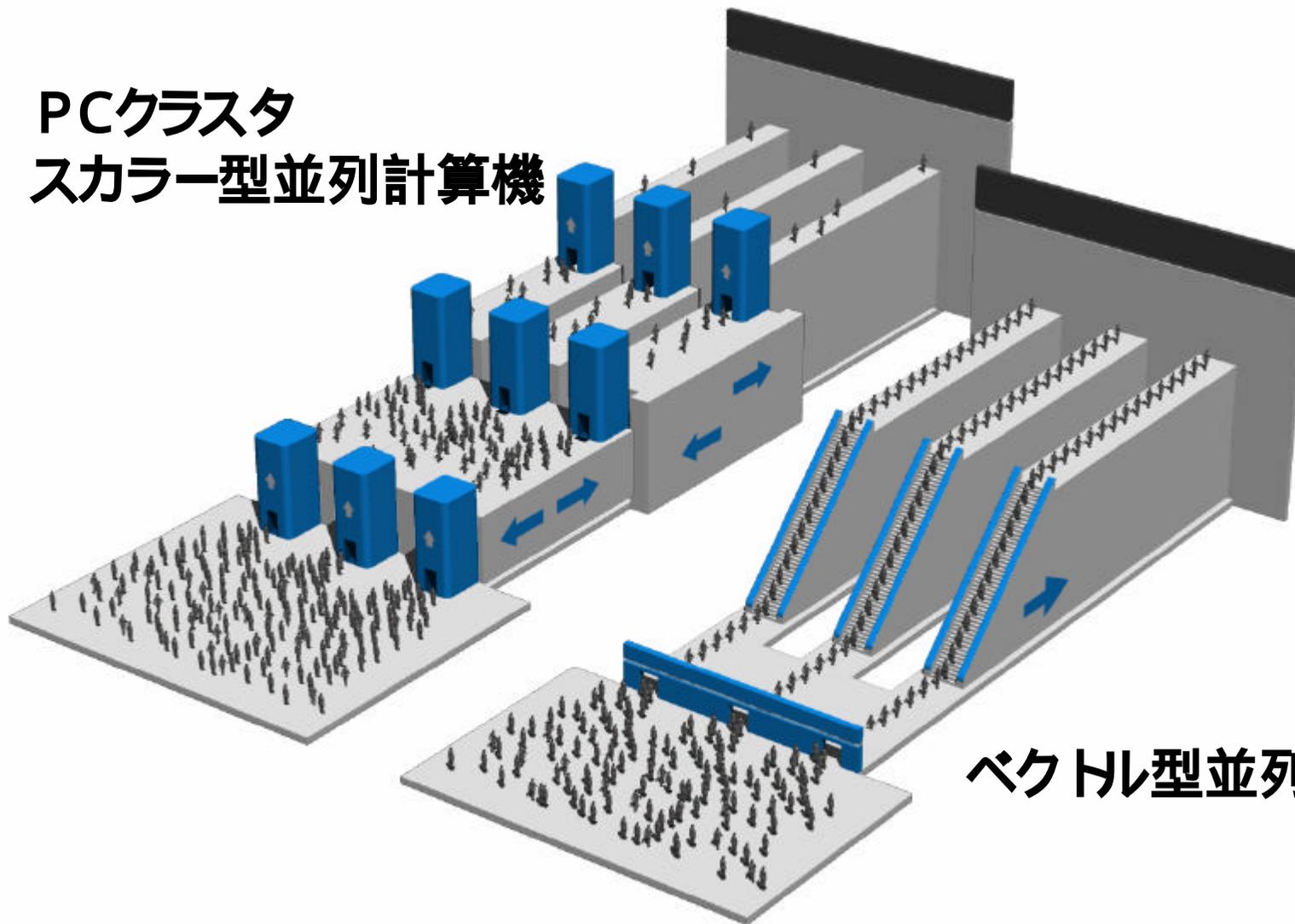
Chip Size:  $6.2\text{cm}^2$   
( $0.07\ \mu\text{m}$  Rule)



$\mu$ -P Core:  $0.1\text{cm}^2$   
(5MTr)

# 専用設計か、汎用チップの並列化か？

PCクラスタ  
スカラー型並列計算機



ベクトル型並列計算機

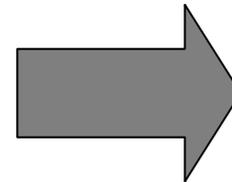
# 10年後のパソコン

---

現在のスーパーコンピュータ

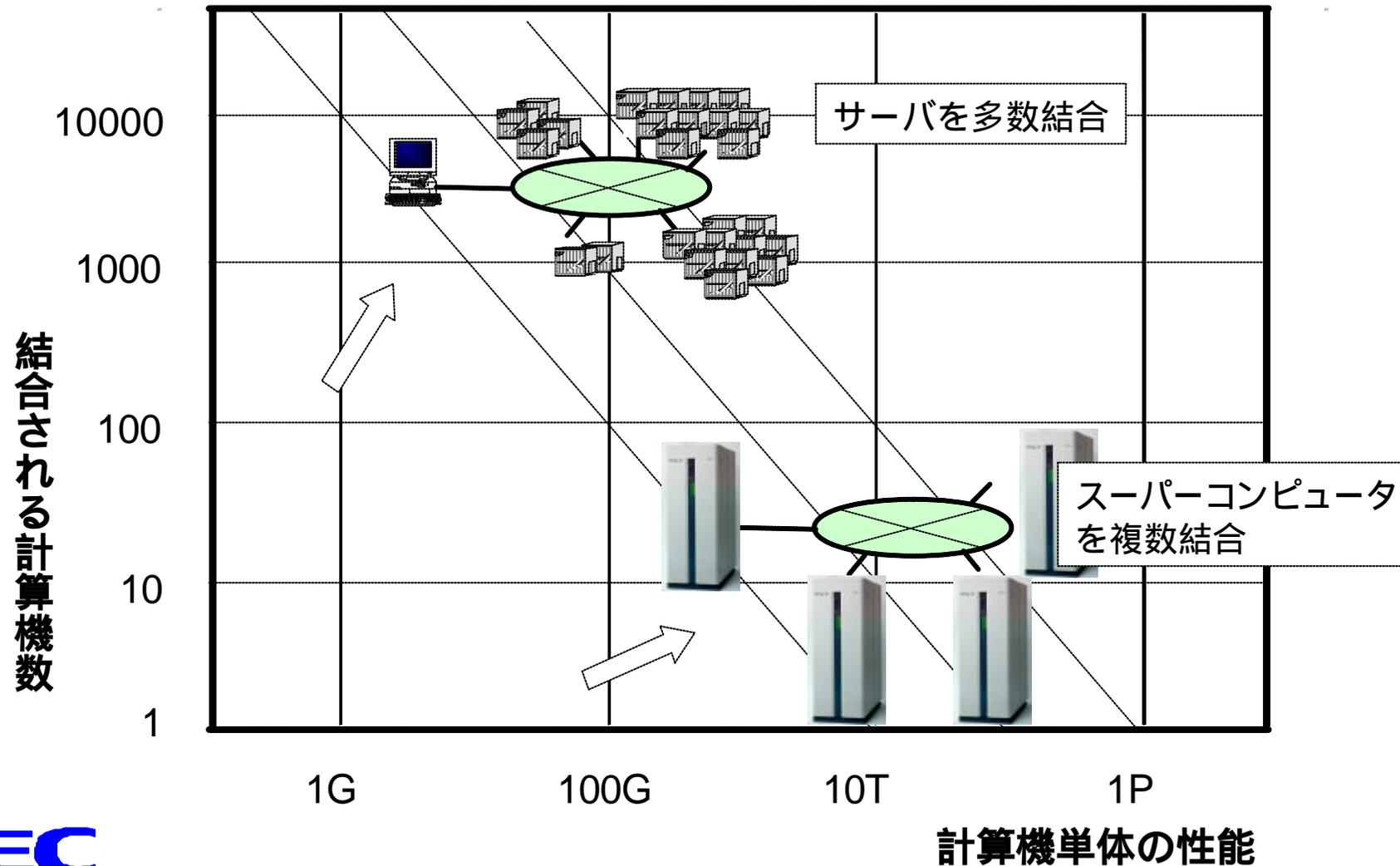


10年後のパソコン



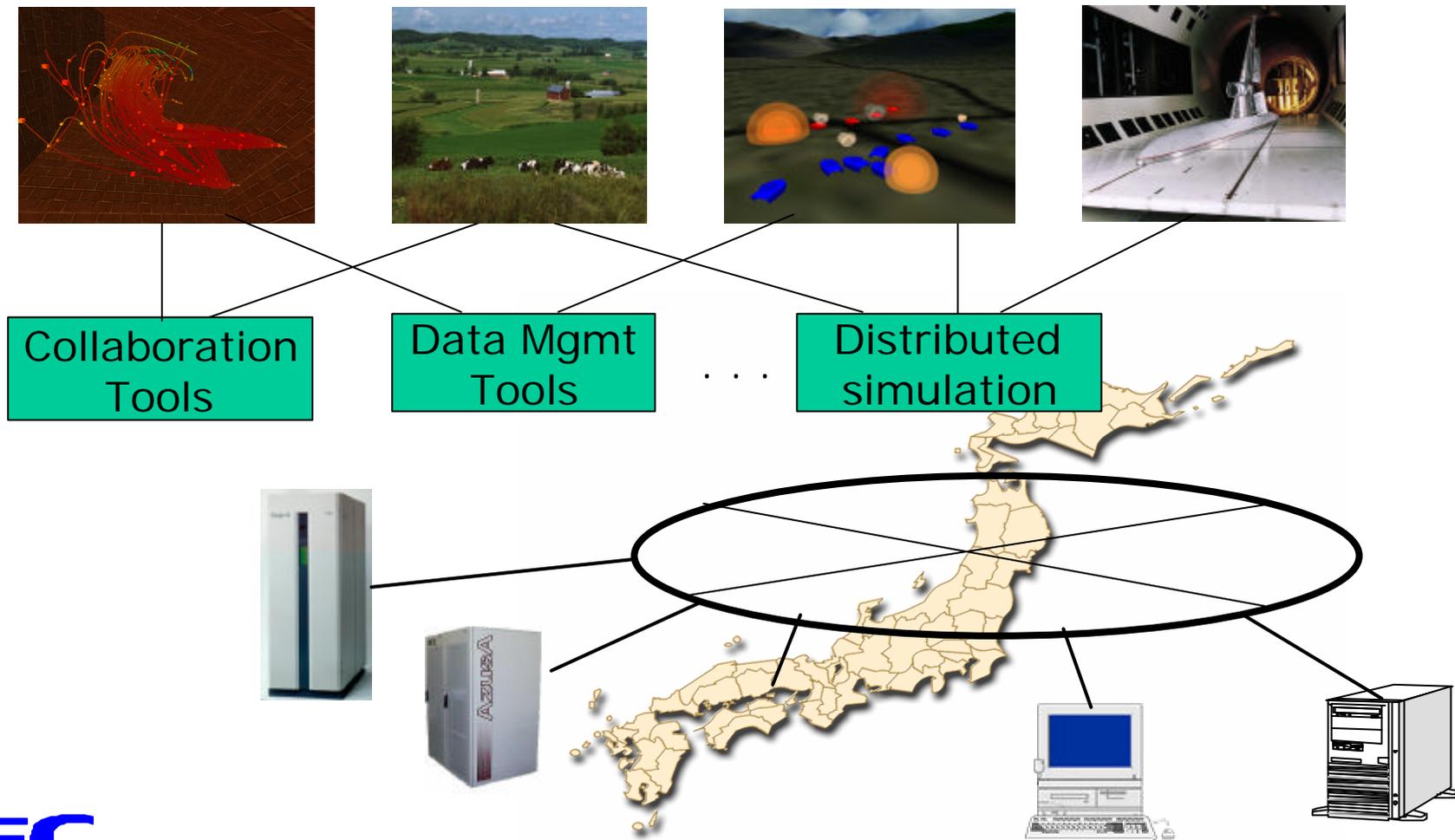
# 今後のスーパーコンピュータ

さらなる高速化をめざすために  
・ 計算機単体の性能向上  
・ 結合計算機数の拡張



# グリッド・コンピューティング

- ・ 高速ネットワークで計算機資源を接続
  - 計算機資源の場所を意識せず
  - 必要なときに必要なサービスを得られる



---

**END**

**NEC**

# 激しい性能競争

日電のスーパー  
コン「SX-3」  
世界最速を達成  
5キガFLOPS以上実測

The New York Times May 21, '91

## Supercomputing's Speed Quest

Trillion Calculations  
A Second Is the Goal

By JOHN MARKOFF

**Speeding Toward the 'Teraflop'**

The speed of assorted computers, in megaflops, or millions of mathematical calculations per second. Several companies expect to produce teraflop machines, capable of a trillion calculations, before 1995.

Intel Touchstone Delta	0.600
Thinking Machines CM-2	5.200
NEC SX-3/12	4.231

The Companies

22 G FLOPS 実現  
国内6月、海外9月に出荷  
日電がスーパーコン開発

最高速スパコンは日立製

3.84キガFLOPS実現  
日電の世界最高速に

スーパーコンで世界最高速  
富士通

### Supercomputing's Quest for Speed

Continued From First Business Page

... a reliable supercomputer and to add a phenomenal amount of memory. A single teraflop supercomputer will need a staggering number of memory chips — more than what is currently found in a million personal computers.

The biggest challenge in designing such a machine may not be raw speed, but getting the information needed to solve each problem into and out of the computer — a task that may take days or weeks without supercomputing advances, computer designers said.

Intel's machine is scheduled for Spring 8.8 billion mathematical calculations in speed every three years, although users to tackle problems they could only dream about before. In the last 15 years, faster computers, for instance, have allowed aircraft designers to progress from being able to compute the flow of air over a two-dimensional model of an airplane wing to a three-dimensional design of the entire surface of a wing. Today's supercomputers are on the verge of enabling entire airplane bodies to be modeled in three dimensions.

The same machine could also be used to simulate the flow of air over a two-dimensional model of an airplane wing to a three-dimensional design of the entire surface of a wing. Today's supercomputers are on the verge of enabling entire airplane bodies to be modeled in three dimensions.

The imposing technical challenges that will need to be solved to reach a teraflop have led some industry executives to argue that the race is being fueled as much by marketing hype and the billions of dollars being pumped into United States Government financing.

“Everybody is talking about teraflops, but the proof is in the pudding,” said Chris Serles, who watches the supercomputer industry at Intel here, Los Altos, Calif.

The Government money is likely to help. The Defense Advanced Research Projects Agency signed a...

スーパーコン 過熱する最高速競争

# スパコン10台を調達

## 日米貿易委 日本側が計画提示

日米貿易委員会（日米貿易委）は、日米貿易協定の第11条に基づき、日本側がスパコン10台を調達する計画を提示した。この計画は、日米貿易協定の第11条に基づき、日本側がスパコン10台を調達する計画を提示した。この計画は、日米貿易協定の第11条に基づき、日本側がスパコン10台を調達する計画を提示した。

## 公的機関のスパコン購入 「予算増額を検討」

日米貿易委

# 日本市場に不正障壁

代又通商  
云云 スパコンなど改善要求

外相と会談

## スーパー301条の「不正障壁」

# 日本スパコンなる項目

米政府  
図める 国名の特記

## スパコン2台を購入

相明  
通表



米入/カ一長務相長 新野との会談に際  
日三家通商相（左日、海防相長務相）

## 米に予算化（来年度）公約

45 月内、通信新政策提示も

日米貿易協定の第11条に基づき、日本側がスパコン10台を調達する計画を提示した。この計画は、日米貿易協定の第11条に基づき、日本側がスパコン10台を調達する計画を提示した。

日米貿易協定の第11条に基づき、日本側がスパコン10台を調達する計画を提示した。この計画は、日米貿易協定の第11条に基づき、日本側がスパコン10台を調達する計画を提示した。

核融合研のスパコン調達

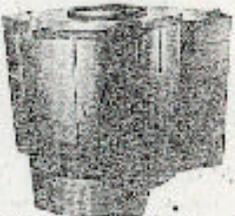
# 米クレイ社の苦情架

対抗 日米摩擦の火が燃え

【ワシントン11日路透電】米政府は、核融合研究にスパコンを調達する際、米産のスパコンを優先的に採用するよう、日本政府に要求している。日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用する意向を示しているが、米産のスパコンは、性能が劣るとして、日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用しない意向を示している。

## 一触即発の日米

### 摩擦



スパコン

この製品は、高性能、高信頼性、高セキュリティを実現しています。

お問い合わせ先  
TEL: 03-3555-1111  
FAX: 03-3555-2222  
E-MAIL: info@spacomp.com

＜日米スパコン4社の性能比較＞

社名	CPU	メモリ	ディスク	価格
IBM	3090	16MB	500MB	150万円
DEC	VAX-11/780	16MB	500MB	180万円
NEC	PC-9801	1MB	100MB	50万円
富士通	FM-7	1MB	100MB	40万円

## クレイ社の申し立て却下

【ワシントン11日路透電】米政府は、核融合研究にスパコンを調達する際、米産のスパコンを優先的に採用するよう、日本政府に要求している。日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用する意向を示しているが、米産のスパコンは、性能が劣るとして、日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用しない意向を示している。



## 技術、性 「人札手

核融合研究にスパコンを調達する際、米産のスパコンを優先的に採用するよう、日本政府に要求している。日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用する意向を示しているが、米産のスパコンは、性能が劣るとして、日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用しない意向を示している。

# 日米摩擦 スパコンで再燃も

## 米社苦情を

対抗 日米摩擦の火が燃え

【ワシントン11日路透電】米政府は、核融合研究にスパコンを調達する際、米産のスパコンを優先的に採用するよう、日本政府に要求している。日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用する意向を示しているが、米産のスパコンは、性能が劣るとして、日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用しない意向を示している。

核融合研究にスパコンを調達する際、米産のスパコンを優先的に採用するよう、日本政府に要求している。日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用する意向を示しているが、米産のスパコンは、性能が劣るとして、日本政府は、米産のスパコンを優先的に採用しない意向を示している。

NECは昨年八月、東京地方裁判所に、原告NECと被告クレイ・クリエイト・コンピュータ社との間で、スーパーコンの輸入販売権をめぐる訴訟を提起した。原告NECは、被告クレイ・クリエイト・コンピュータ社が、スーパーコンの輸入販売権をめぐって、原告NECと被告クレイ・クリエイト・コンピュータ社との間で、スーパーコンの輸入販売権をめぐる訴訟を提起した。

### スパコン訴訟 因縁の相手同士

## 米政府、高率課税解除へ

米政府は、日本製スーパーコンの輸入税率を、従来の15%から5%に引き下げ、高率課税を解除する方針を固めた。米通関手協会の調査によると、日本製スーパーコンの輸入税率は、従来の15%から5%に引き下げ、高率課税を解除する方針を固めた。米通関手協会の調査によると、日本製スーパーコンの輸入税率は、従来の15%から5%に引き下げ、高率課税を解除する方針を固めた。

## NECの米クレイ社と提携

### スーパーコン 対米輸出に道

NECのスーパーコン、昨日の敵と和解。NECは、クレイ・クリエイト・コンピュータ社と、スーパーコンの輸入販売権をめぐる訴訟を提起した。NECは、クレイ・クリエイト・コンピュータ社と、スーパーコンの輸入販売権をめぐる訴訟を提起した。

### クレイ、制裁課税取消要請へ

クレイ・クリエイト・コンピュータ社は、米政府に高率課税の取消を要請した。クレイ・クリエイト・コンピュータ社は、米政府に高率課税の取消を要請した。

## NECのスーパーコン 米クレイにOEM

# 執念の米国再参入

### 日本製スーパーコンをめぐるダンピング問題の経緯

- 95.12 NECがS1会社を通じて全米科学財団傘下の米国立大気研究センターにシステム提案
- 96.5 両務省が全米科学財団にダンピングの疑いを通告
- 7 グレイが商務省にダンピング提訴
- 9 米国際貿易委員会がクロの決定
- 10 NECが商務省の決定の即時中止を求めて米国際貿易委員会に提訴
- 97.8 米国際貿易裁判所がNECの提訴を却下
- 9 米国際貿易委員会が日本製スーパーコンのダンピングを認める決定
- 11 NECが米国際貿易裁判所に米国際貿易委員会を提訴
- 98.8 連邦控訴裁判所が商務省に対するNECの控訴を棄却
- 11 NECが連邦最高院に控訴
- 99.2 連邦最高院がNECの控訴を却下
- 00.3 NECの敗訴が確定

### 7%出資クレイに独占販売権

## NEC、一強時代に

【面参照】

NECはクレイに対し、最新スーパーコン「S1」の米国市場への独占販売権を認め、7%の出資を認めた。NECはクレイに対し、最新スーパーコン「S1」の米国市場への独占販売権を認め、7%の出資を認めた。

### 解説

NECは、クレイ・クリエイト・コンピュータ社と、スーパーコンの輸入販売権をめぐる訴訟を提起した。NECは、クレイ・クリエイト・コンピュータ社と、スーパーコンの輸入販売権をめぐる訴訟を提起した。