

次世代スーパーコンピュータとは そして、何ができるようになるか

理化学研究所
情報基盤センター
姫野 龍太郎
himeno@riken.jp

次世代スーパーコンピュータ施設 完成イメージ図



正面

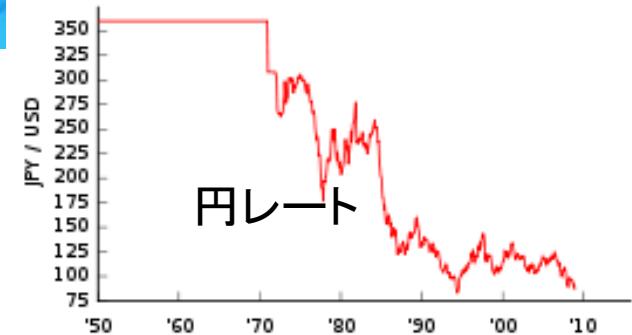


北西から研究棟側を見る

目次

1. スーパーコンピュータとはなにか？
 - ① スーパーコンピュータの歴史
 - ② コンピュータとスーパーコンピュータの違い
 - ③ これまでどの位速くなったのか
 - ④ プロセッサの発展
2. なぜ日本で開発することが必要なのか
 - ① 世界との比較
 - ② コンピュータはどこにでも入っている
3. 次世代スーパーコンピュータとは
4. 次世代スーパーコンピュータで何ができるようになるの？
 - ① 医療への応用
 - ② 生命科学の挑戦
 - ③ スポーツへの応用

スーパーコンピュータとはなにか かつてのアメリカのスーパーコンピュータ



1975年CRAY-1

<http://www.e-ha.info/cgi/nicky/2005/cray1.jpg>



1982年 CRAY X-MP

<http://archive.computerhistory.org/resources/text/Cray/Cray.X-MP.1983.102646267.fc.lq.jpg>



1985年 CRAY-2

<http://www.bergoiata.org/fetch/cray2.jpg>



1988年 CRAY Y-MP

http://www.nscee.edu/Publications/Newsletters/Scene_Mar91/cray2.jpg

スーパーコンピュータは科学技術計算に特化することで、無駄な機構を省き、高速計算に必要な機構を増強する専用のハードと、その仕組みを有効に使えるソフト(OS, コンパイラ、ライブラリなど)を組み合わせで新たに設計されたもの。

その結果、汎用のコンピュータに比べ、数十倍の性能を示した。

日本のスーパーコンピュータ

世界最速に3度輝く



1993年数値風洞(当時の航空宇宙技術研究所、現宇宙航空研究開発機構、富士通製)

<http://museum.ipsj.or.jp/computer/super/index.html>



1996年CP-PACS (筑波大学、日立製作所製)

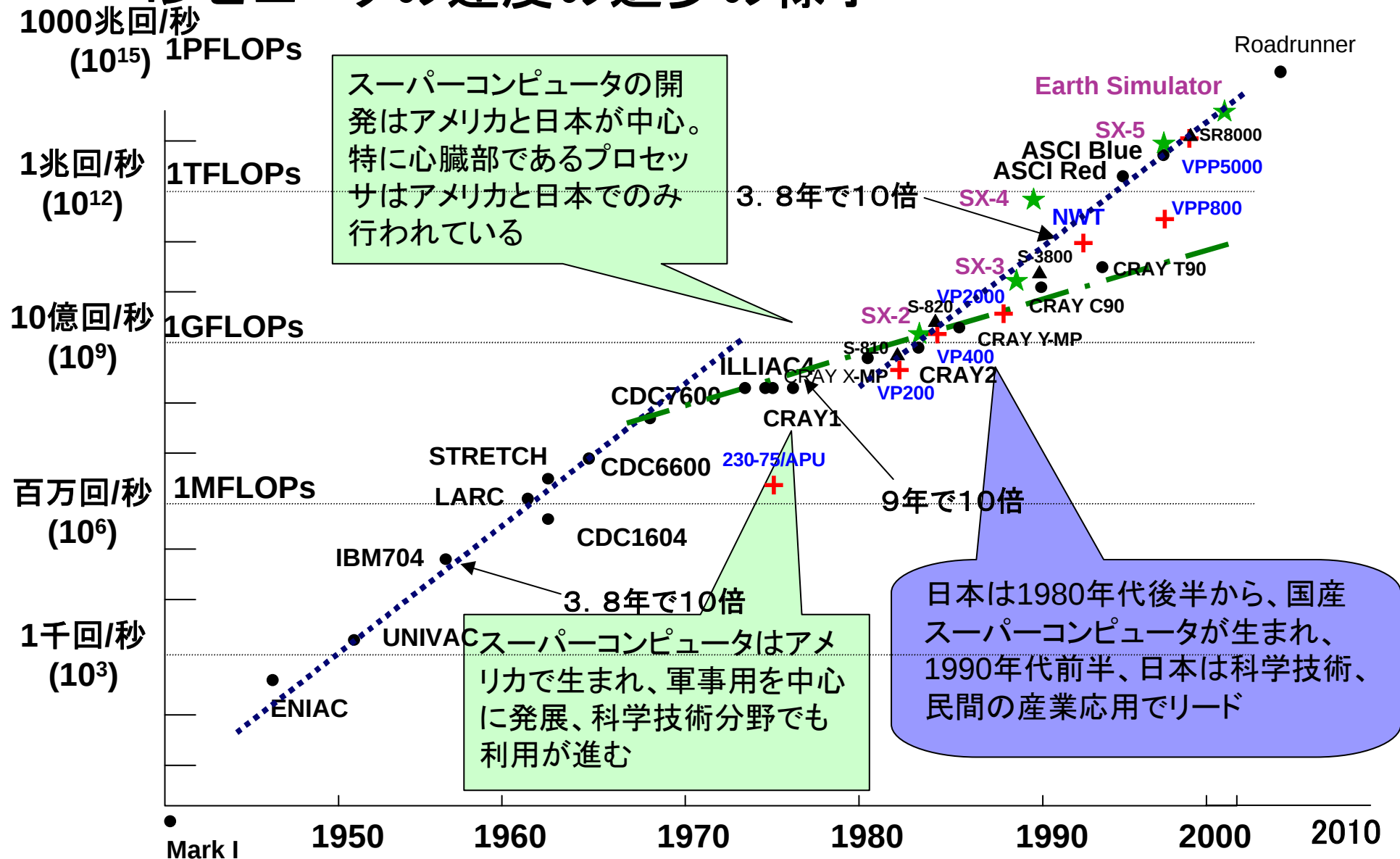


2002年地球シミュレータ
(当時の海洋科学技術センター、現JAMSTEC、NEC製)

<http://www.nec.co.jp/press/ja/0203/images/0801.jpg>

これらは全て科学技術計算用に特別に開発された文字通りの“スーパーコンピュータ”

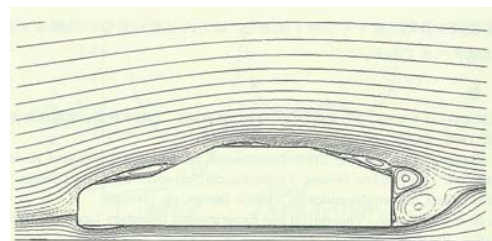
コンピュータの速度の進歩の様子



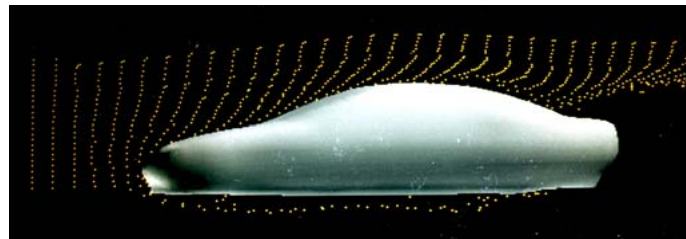
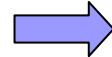
Source: L. Smarr Top500 site

ASCI URL

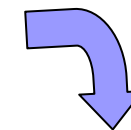
スーパーコンピュータがもたらしたシミュレーションの進歩の例



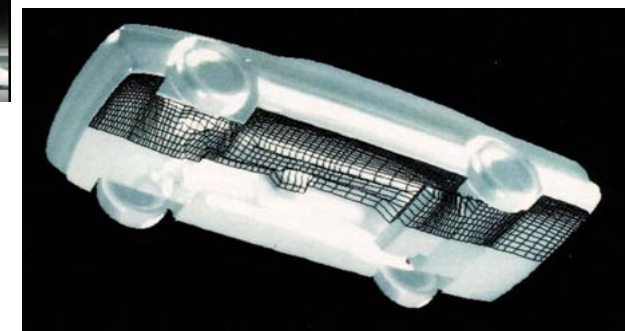
1985



1987

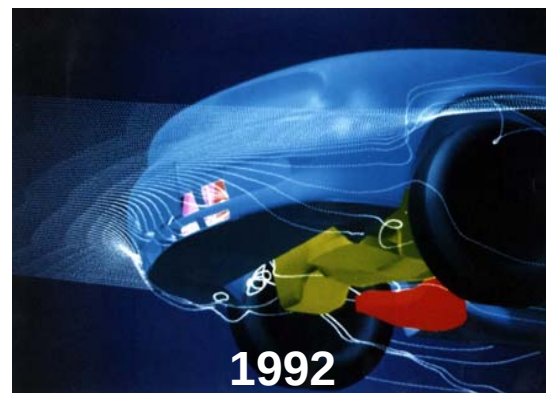
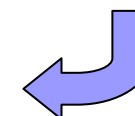


1988

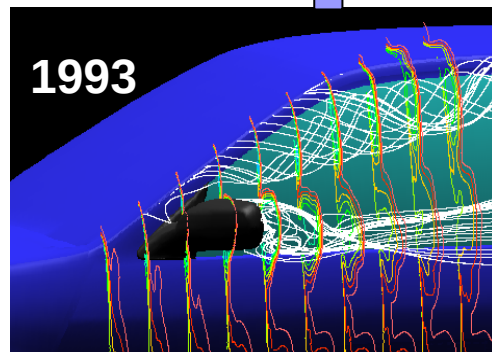


1990

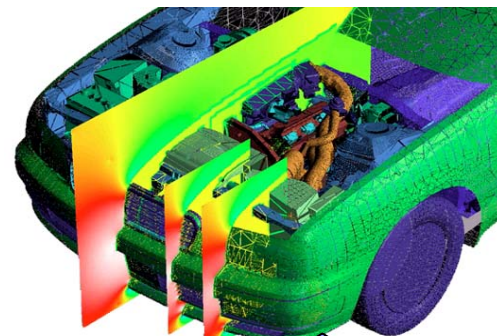
日産自動車提供



1992



1993



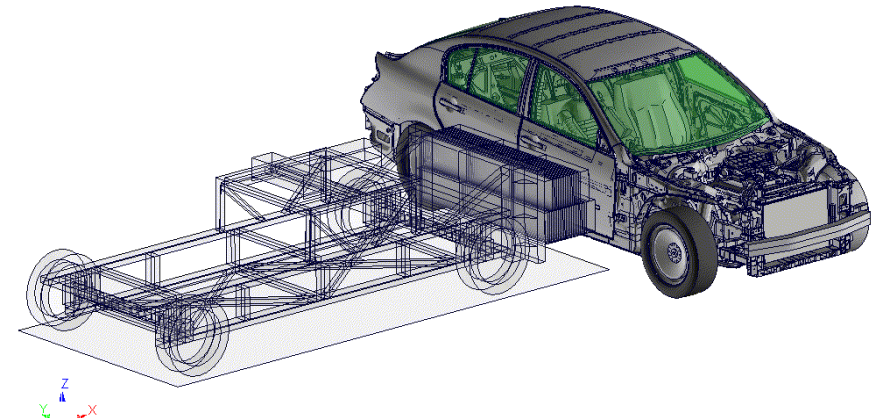
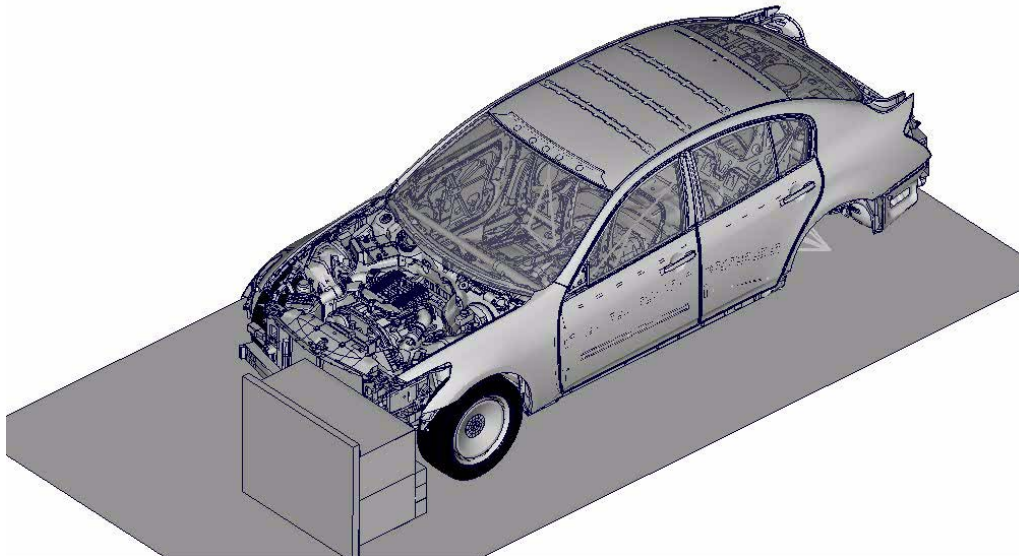
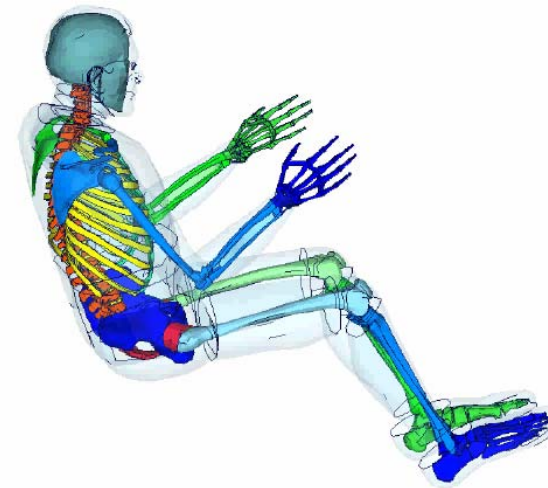
1995



スーパーコンピュータはなぜ必要か

今ではスーパーコンピュータは設計に不可欠

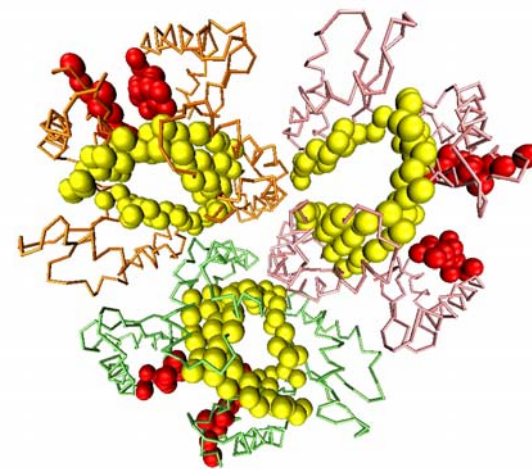
- たとえば自動車の安全性の設計ではシミュレーションを活用
- 開発期間の短縮と安全性の向上を両立
- 日本の自動車産業が世界一になるのに貢献



日産自動車(株)提供

シミュレーションによる科学研究

定量的な科学研究の対象は
近年ますます複雑になってきた
例: 生命



「理論」じゃだめ？

複雑な現象を理解するための一般的な

「理論」の枠組みは少ない

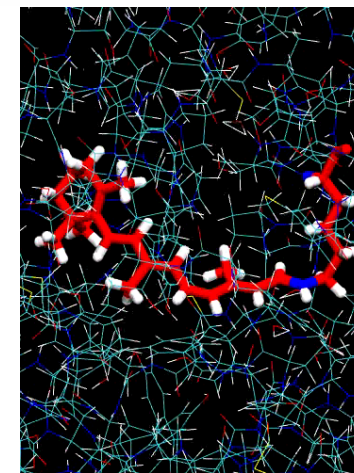
繰り込み群

厳密解

一般的な「理論」の枠組みが適用できない問題がたくさんある

たとえば生物ではほとんど？

物理学でも、現在最先端の問題の多くがそう



分子スケール研究
開発チーム提供

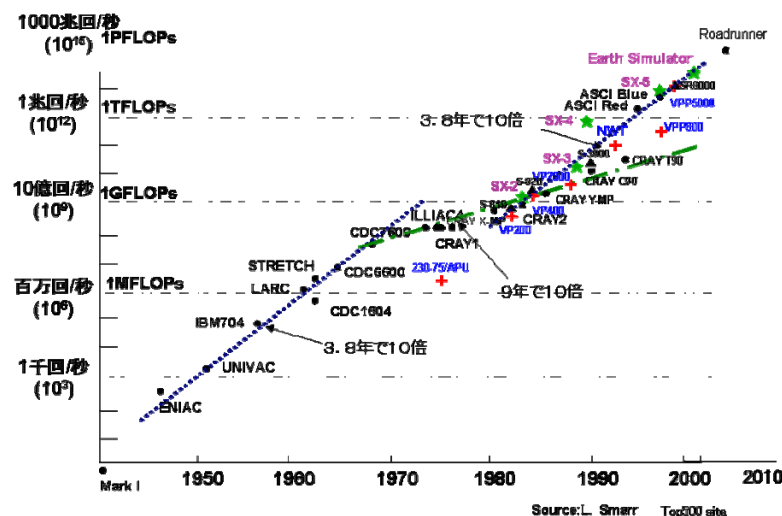
シミュレーションの長所短所

長所

- 条件の設定が自由自在
 - 現実にまだ存在していないものを扱える
- 何を測るかも自由自在
 - 実験では見ることのできないものを見ることができる
- 再現性: かなりある
- 少なくともあと15年ぐらいは、5年で10倍速くなる
- 世界初の電子計算機ENIAC – 毎秒5000回の計算
- 過去60年に2000億倍の高速化
- *コストが下がり続ける少ない例

短所: 遅い

- 近似を入れることが多い
- 系が小さい
- 時間短い



現在のスーパーコンピュータとその問題

現在のスーパーコンピュータの主流は

この2つの共通
点は？



パソコン



理研のスーパーコンピュータ
日本で現在4位の速度



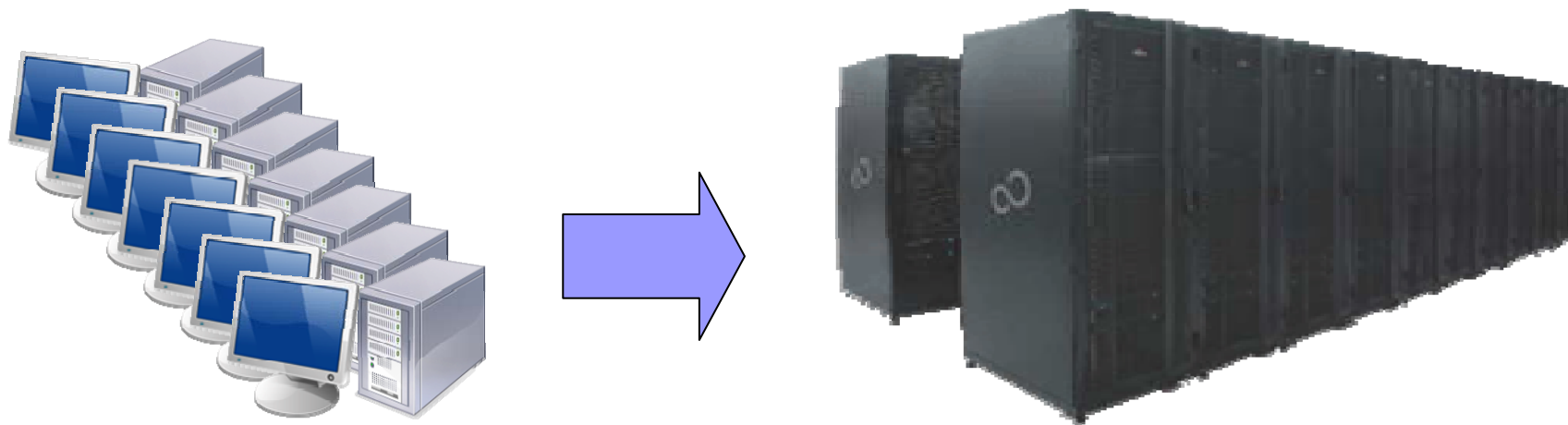
共通していたのはほぼ同じプロセッサを使っていること

- コンピュータの頭脳にインテルのX86プロセッサ・ファミリーを使用

では、違いは？

違いのひとつは数

- パソコンでは1個、理研のスパコンでは2048個のプロセッサ（処理装置、CPU: Central Processing Unit, MPU: Micro Processing Unitともいう）

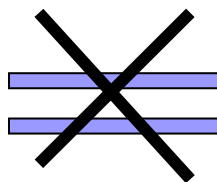


パソコンの4096倍の性能

スーパーコンピュータとは？

同時代のコンピュータから抜きん出た性能を持つコンピュータ

- ① パソコンの1000倍以上
- ② 単純に数だけ集めたのではない
 - PC用より更に高速なプロセッサ(数値計算が高速)
 - 高速で遅延が少ない通信(GBE ethernet:1Gb→InfiniBand:20Gb)
 - 高速なファイル入出力(高速なディスク複数台に並列して入出力)
 - まちがい発見・訂正機構
 - 耐久性が高い(24時間365日稼働。5年に一回/台の故障でも千台では17回/月故障)
 - パソコンで1日かかる計算 ⇒ 1分26秒(1000倍)
 - パソコンで1週間かかる計算 ⇒ 10分5秒(1000倍)



速く計算するのにコンピュータ側で考えること

一つのプロセッサの速度を上げる

一秒間にできる演算周波数を上げる

電力の制約から限界

同時に計算できる演算(積和演算・平方根など)と演算器数を増やす

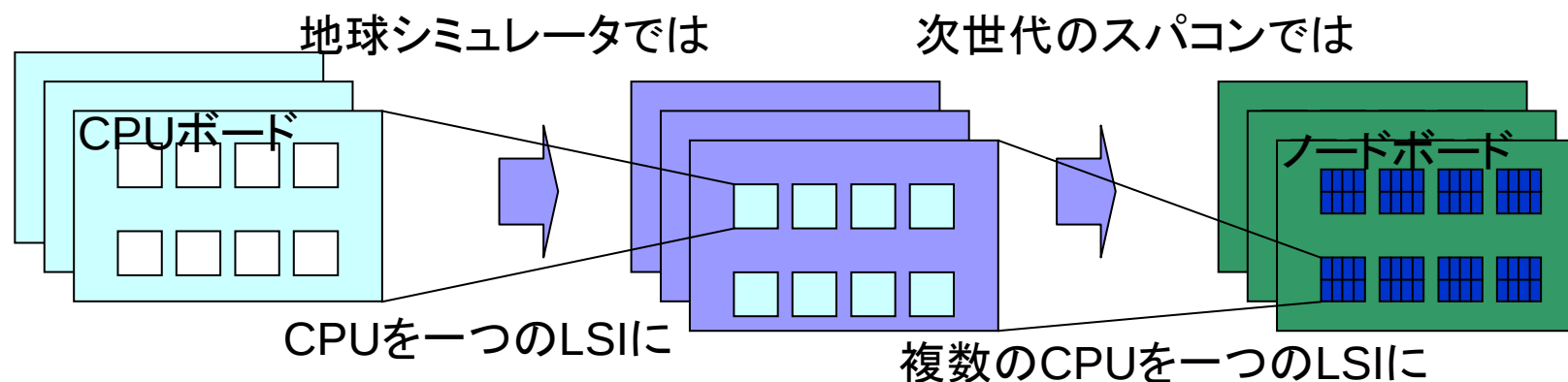
プロセッサの数を増やす: 集積度を上げる

次世代スーパーコンピュータでは

- 周波数を制限、省電力化

残された方法は演算器と
プロセッサを増やす方向

- 1つのCPUのLSIに複数のプロセッサを集積(マルチコアと呼ぶ)



図は概念を表し、コア数やノードを構成するCPU数を表すものではない

過去の開発の実例

富士通

VPP500

製造プロセス: 800nm

動作周波数: 100MHz

ベクトル最大性能: 1.6GFLOPS

VPP700

製造プロセス: 350nm

集積度: 800Tr

動作周波数: 150MHz

ベクトル最大性能: 2.4GFLOPS

NEC SX

SX-5

製造プロセス: 250nm

集積度: 1500万Tr

動作周波数: 250MHz

ベクトル最大性能: 4 GFLOPS

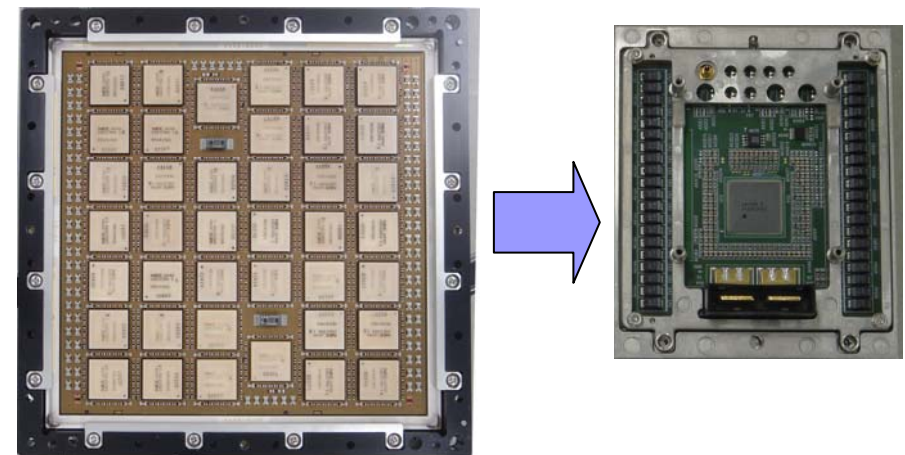
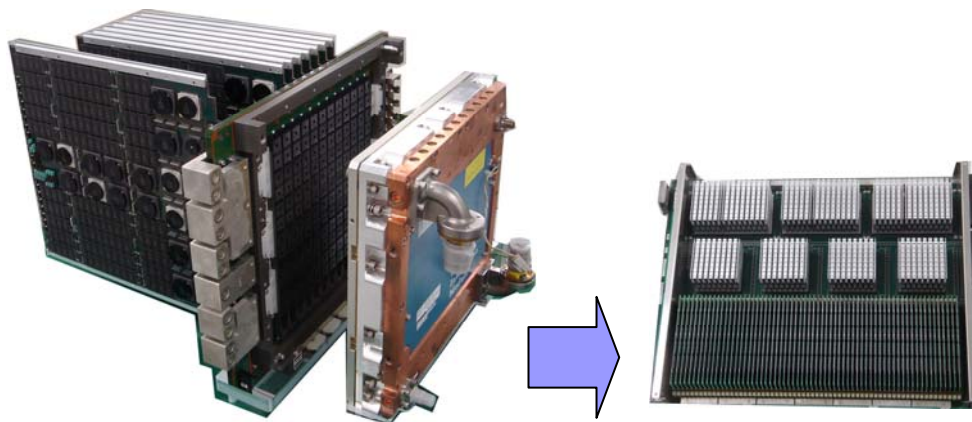
SX-7

製造プロセス: 150nm

集積度: 6000万Tr

動作周波数: 552MHz

ベクトル最大性能: 8.83 GFLOPS

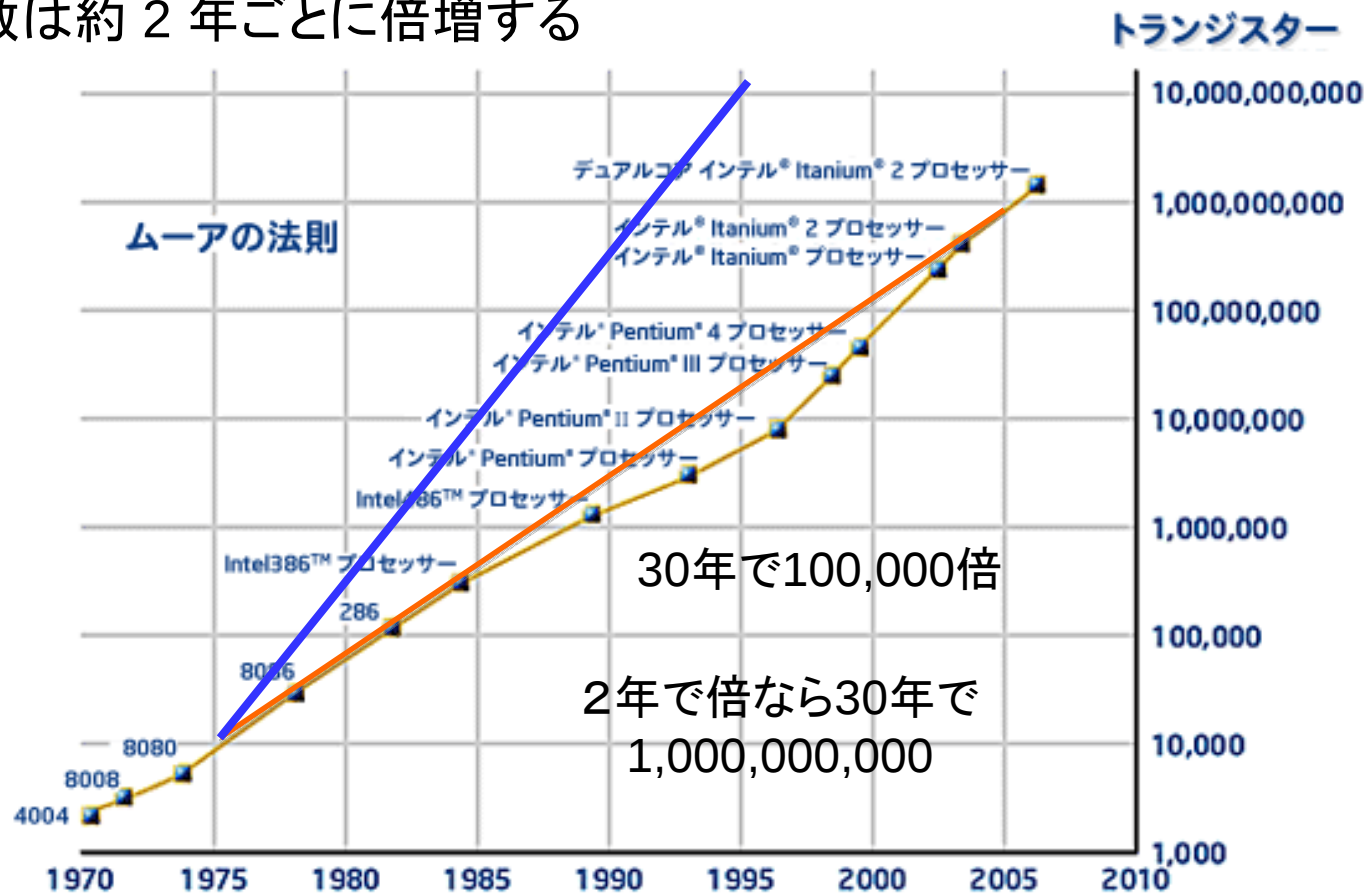


プロセッサの速度向上 LSIの進歩

ムーアの法則(出典:

<http://www.intel.co.jp/jp/technology/mooreslaw/index.htm>)

1965年、Gordon Moore、半導体チップに集積されるトランジスタの数は約2年ごとに倍増する



これまでのプロセッサの速度向上

プロセスルール細線化によるLSIの高密度化

プロセスルール: 90nm, 65nm, 45nm, 32nm

トランジスタが小さくなり、1つのLSIに入れられる数が増える

トランジスタが小型化すると、MOSFETのチャネル長が短くなり、
ON/OFFの閾値の電圧(V_{th})が下がる

電力消費が小さくなり、同時に高速動作が可能

性能の向上のトレンドの変化

線幅を狭くした結果、漏れ電流が増え、消費電力が下がらなくなった

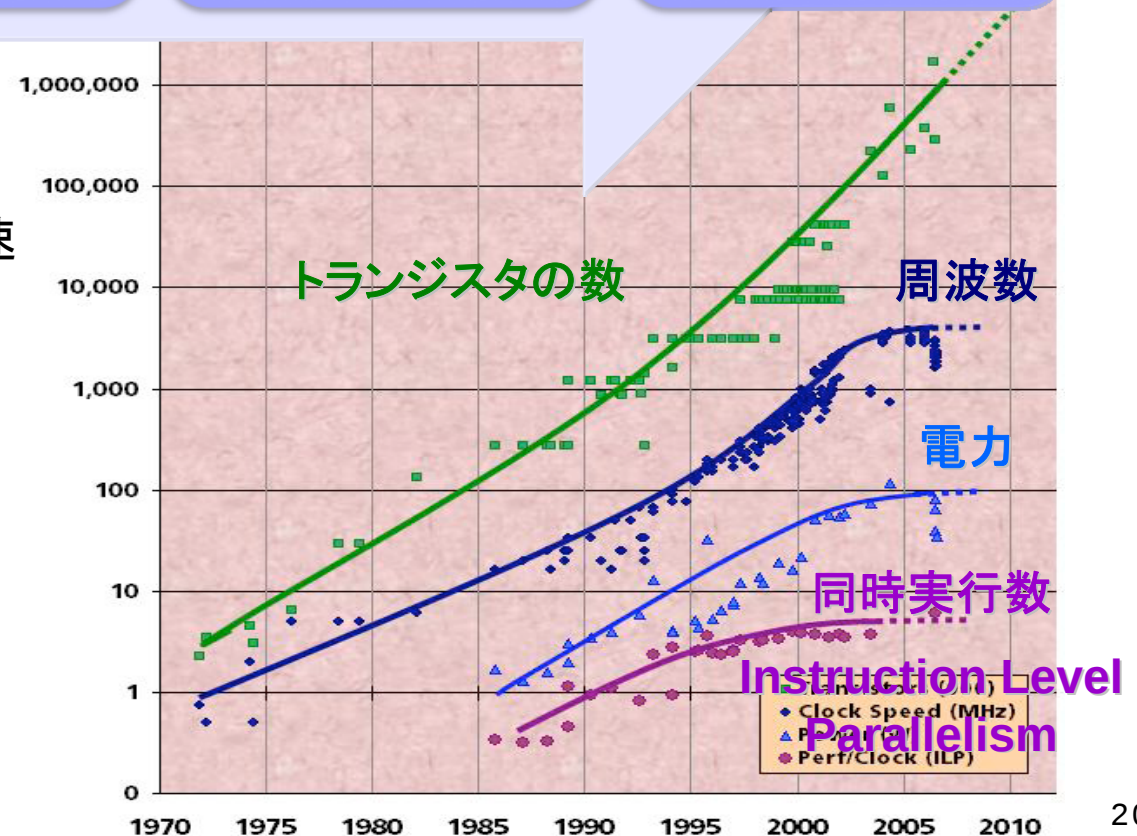
発熱は冷却の限界に

• >100W. 発熱密度はホットプレート並み

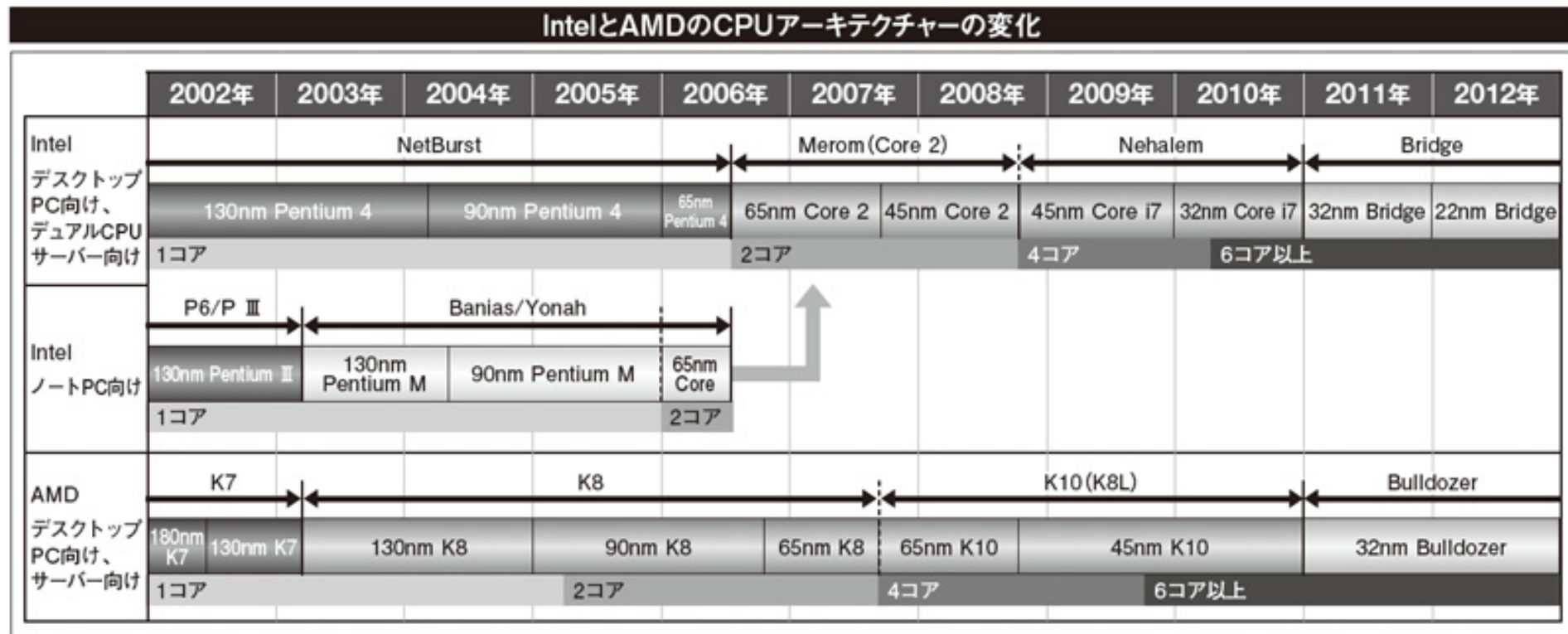
その結果、周波数は増やせなくなっている

性能向上はプロセッサのコア数の増加で対応
1→2→4→8→?

- 並列で処理できないプログラムは速くならない
- 何を速くするかが設計の肝



IntelとAMDのCPUの変化



出典

<http://pc.nikkeibp.co.jp/article/trend/20090416/1014380/?SS=imgview&FD=-19752494>

速く計算するために使う側で考えること

計算を分析

多くの計算を同時にできるように考える

数を増やす

ばらつきをなくす

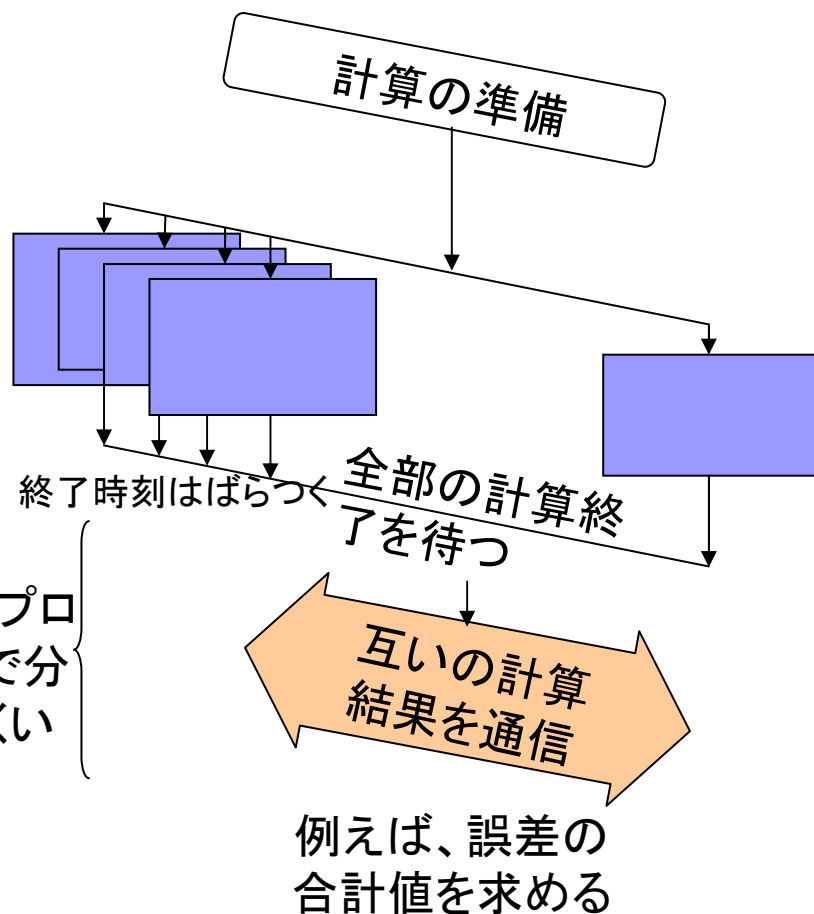
通信を減らす

プロセッサ数に比例して高速化

高速化できない部分

プロセッサ
毎に分担で
きる部分

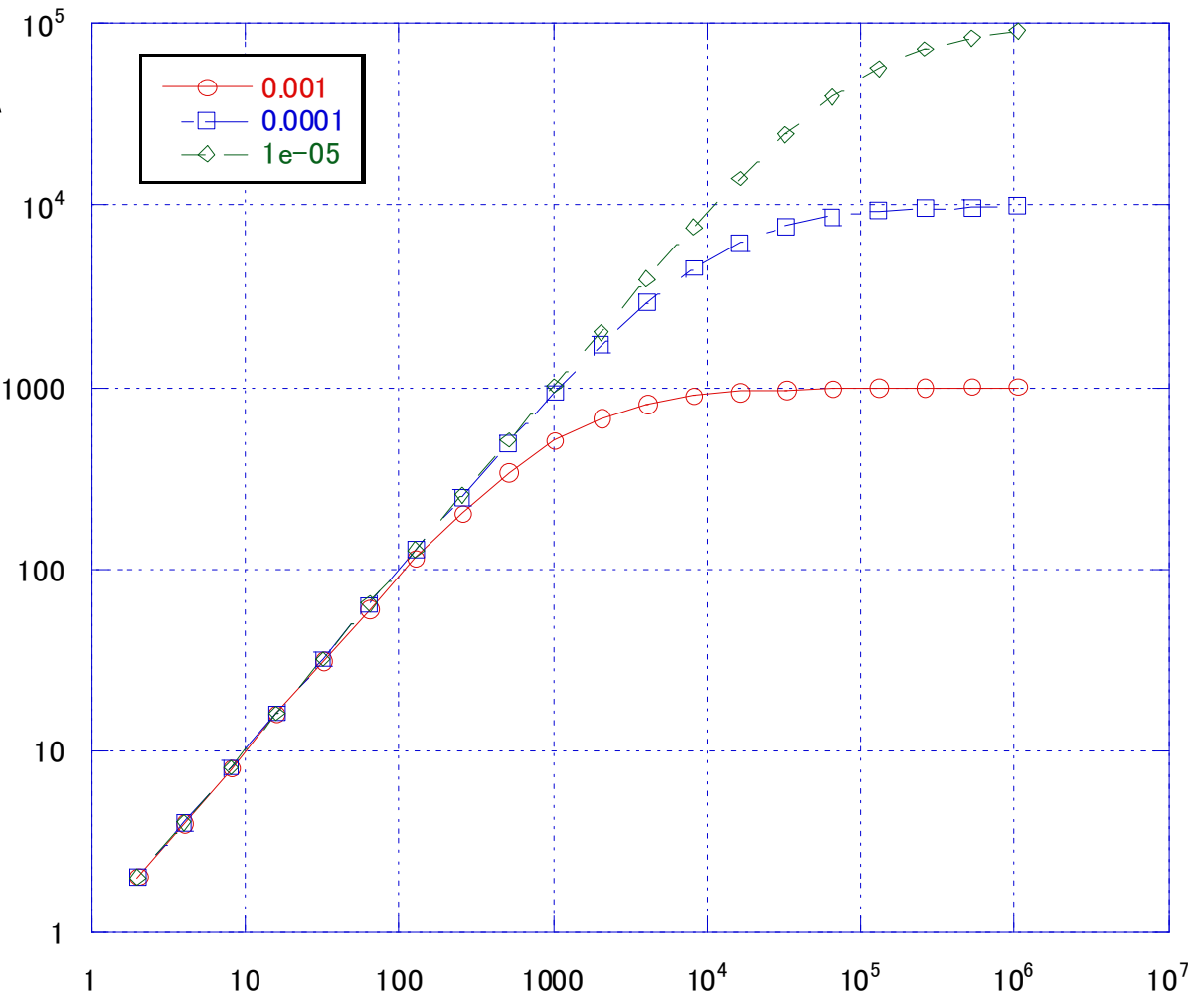
複数のプロ
セッサで分
担しにくい
部分



アムダールの法則

- 並列化できない部分の比を s とすると
- 並列化できる部分は $(1-s)$
- この部分は n 個のプロセッサで $1/n$ の時間で実行可能
- 並列化できない部分はいくつ使おうと同じ時間かかる
- 実行時間は $s + (1-s)/n$
- この逆数が速度向上比

$$\frac{1}{s + \frac{1-s}{n}}$$



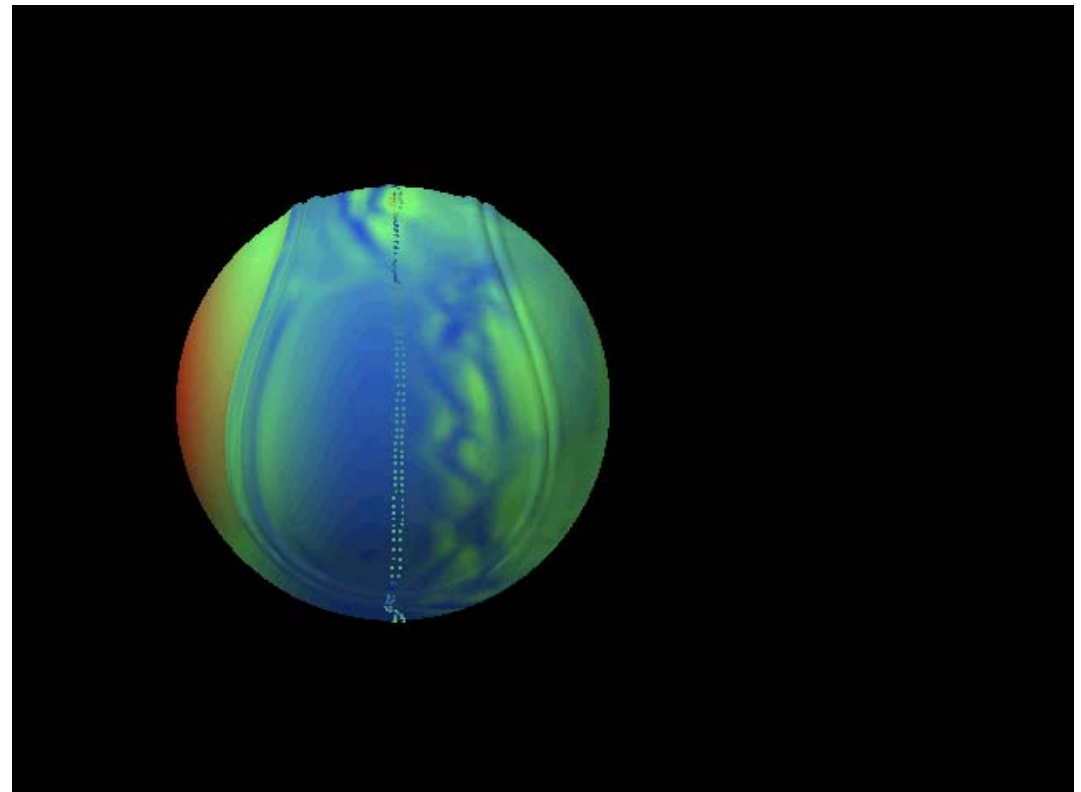
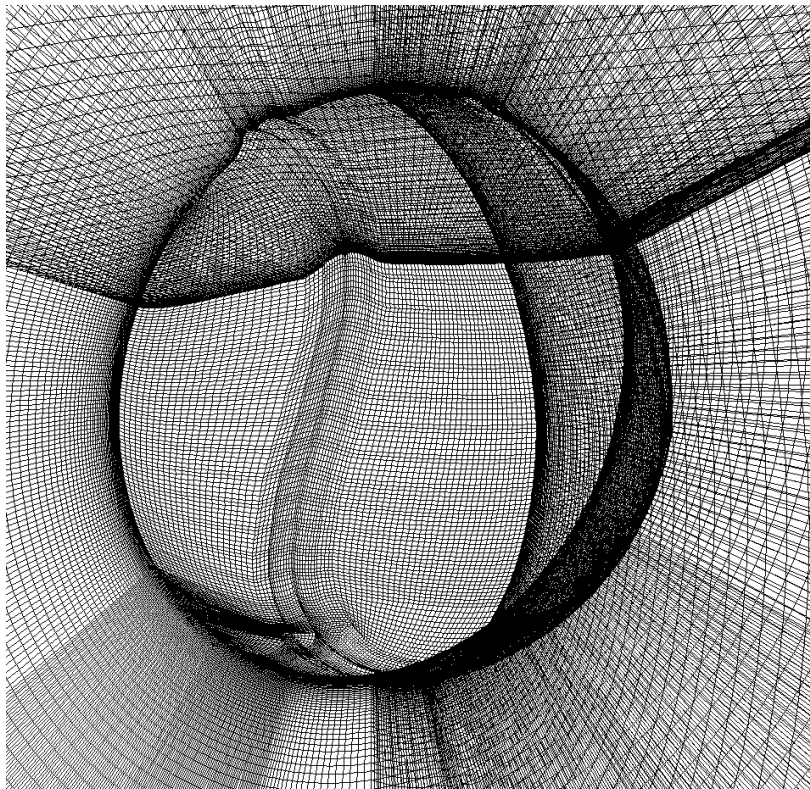
実際にどんな計算をするか(流体計算の例)

流れの計算の例

非圧縮性のNavier-Stokes方程式を解く(流体シミュレーション)

計算方法: 物体適合格子を使った差分法(物体の周りの表面から外側の空間
に向かって点を置いていって、その点で流速と圧力を計算する)

連立方程式はSOR法を使う



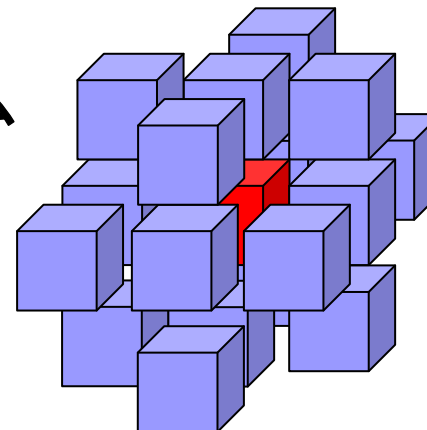
一番計算時間のかかる部分のプログラム

```

for (i=1; i<imax-1; i++)
for (j=1; j<jmax-1; j++)
for (k=1; k<kmax-1; k++) {
  s0 = a0[i][j][k] * p[i+1][j][k]
    + a1[i][j][k] * p[i][j+1][k]
    + a2[i][j][k] * p[i][j][k+1]
    + b0[i][j][k] * (p[i+1][j+1][k] - p[i+1][j-1][k] - p[i-1][j+1][k] + p[i-1][j-1][k])
    + b1[i][j][k] * (p[i][j+1][k+1] - p[i][j+1][k-1] - p[i][j-1][k+1] + p[i][j-1][k-1])
    + b2[i][j][k] * (p[i+1][j][k+1] - p[i+1][j][k-1] - p[i-1][j][k+1] + p[i-1][j][k-1])
    + c0[i][j][k] * p[i-1][j][k]
    + c1[i][j][k] * p[i][j-1][k]
    + c2[i][j][k] * p[i][j][k-1]
    + wrk1[i][j][k];
  ss = (s0 * a3[i][j][k] - p[i][j][k]) * bnd[i][j][k]; → 収束すると 0
  wrk2[i][j][k] = p[i][j][k] + omega * ss;
  qosa=qosa+ss*ss; → 誤差の合計
}
for (i=1; i<imax-1; i++)
for (j=1; j<jmax-1; j++)
for (k=1; k<kmax-1; k++) {
  p[i][j][k] = wrk2[i][j][k];
}

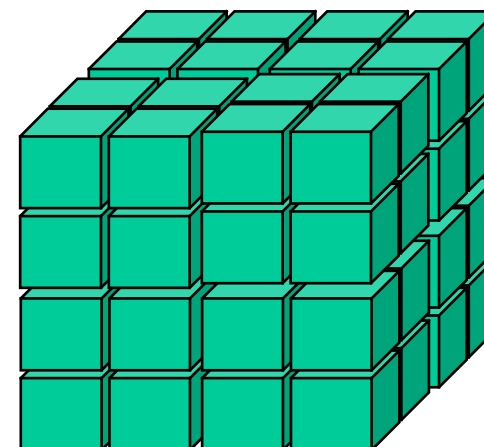
```

求める変数: 圧力の p



計算点の全てで同じ計算を行う
それぞれ独立に計算が可能

通信が必要なのは
1) 誤差の合計値を求めるところ
2) 境界面では隣の値が必要



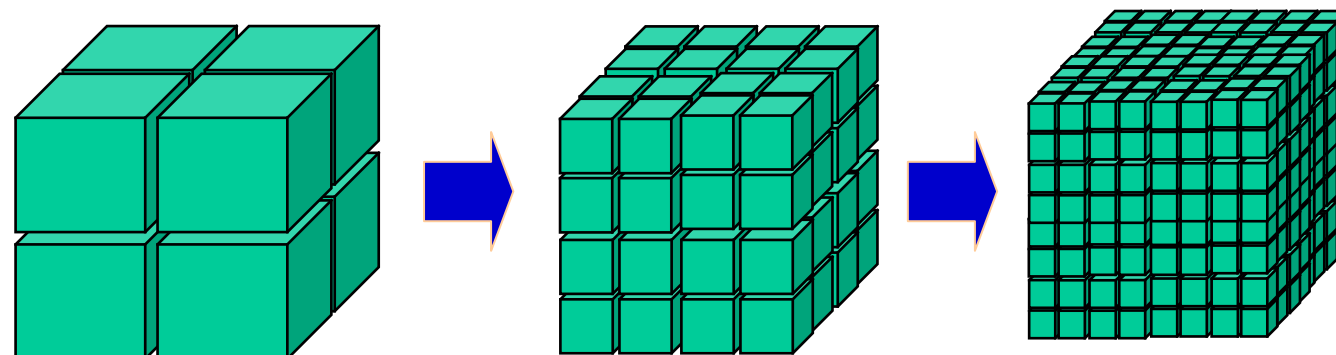
並列化の方法

空間分割

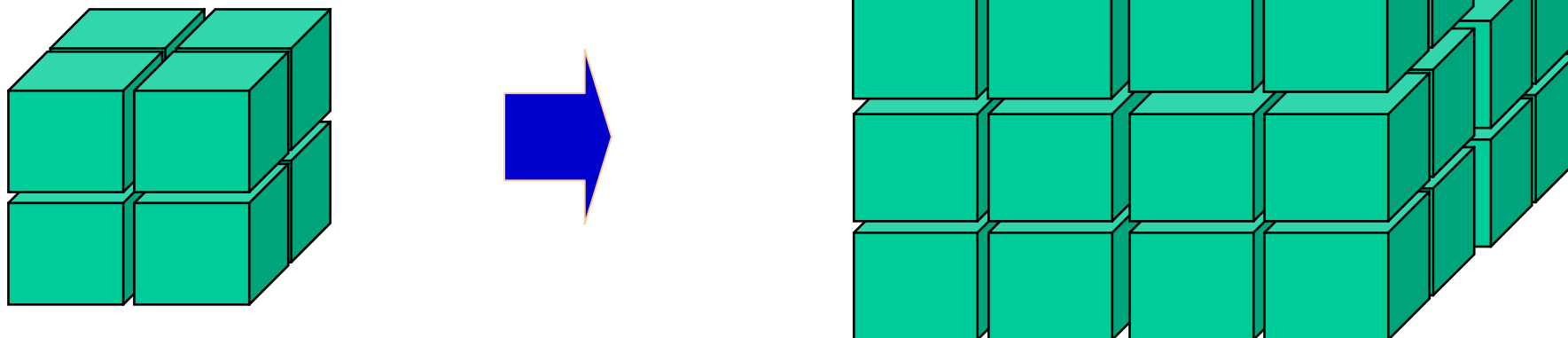
計算量は体積に比例

通信は表面積に比例

問題規模一定で分割を増やすと、一つあたりの通信が相対的に増える



CPU数に比例して計算規模を大きくすると、
同じ比率を維持



なぜ日本でスーパーコンピュータを開発するのか ～家電製品とスーパーコンピュータの関係～

CELLチップ

1) ソニー・PS3



セル・チップ x 1個

使われるのはパソコンのプロセッサだけではない

希望小売価格 29,980 円(税込) 好評発売中
<http://www.jp.playstation.com/hardware/ps3/>

セル・チップ x 1個

2) 東芝セル・レグザ
CELL REGZA
55X1

画質も、音質も、録画も、ネットワークも、
その全てが圧倒的。
テレビの概念に全く新しい価値を刻み込む存在へ。

CELL レグザ体験スペシャルサイト

http://www.toshiba.co.jp/regza/lineup/x1/index_j.htm

3) ドイツ・ユーリッヒ研究所

世界で最もエネルギー効率の良いスーパー
コンピュータQPACE



[http://www.fz-](http://www.fz-juelich.de/ia/ia-749/index-103)

セル・チップ x 122,400個

4) ロスアラモス研究所

世界第二位のスーパーコンピュータ
ロードランナー



スーパーコンピュータに使われる技術
は、家電製品やゲーム機とも同じ

<http://www.lanl.gov/roadrunner/index.shtml>

コンピュータが使われている製品の例

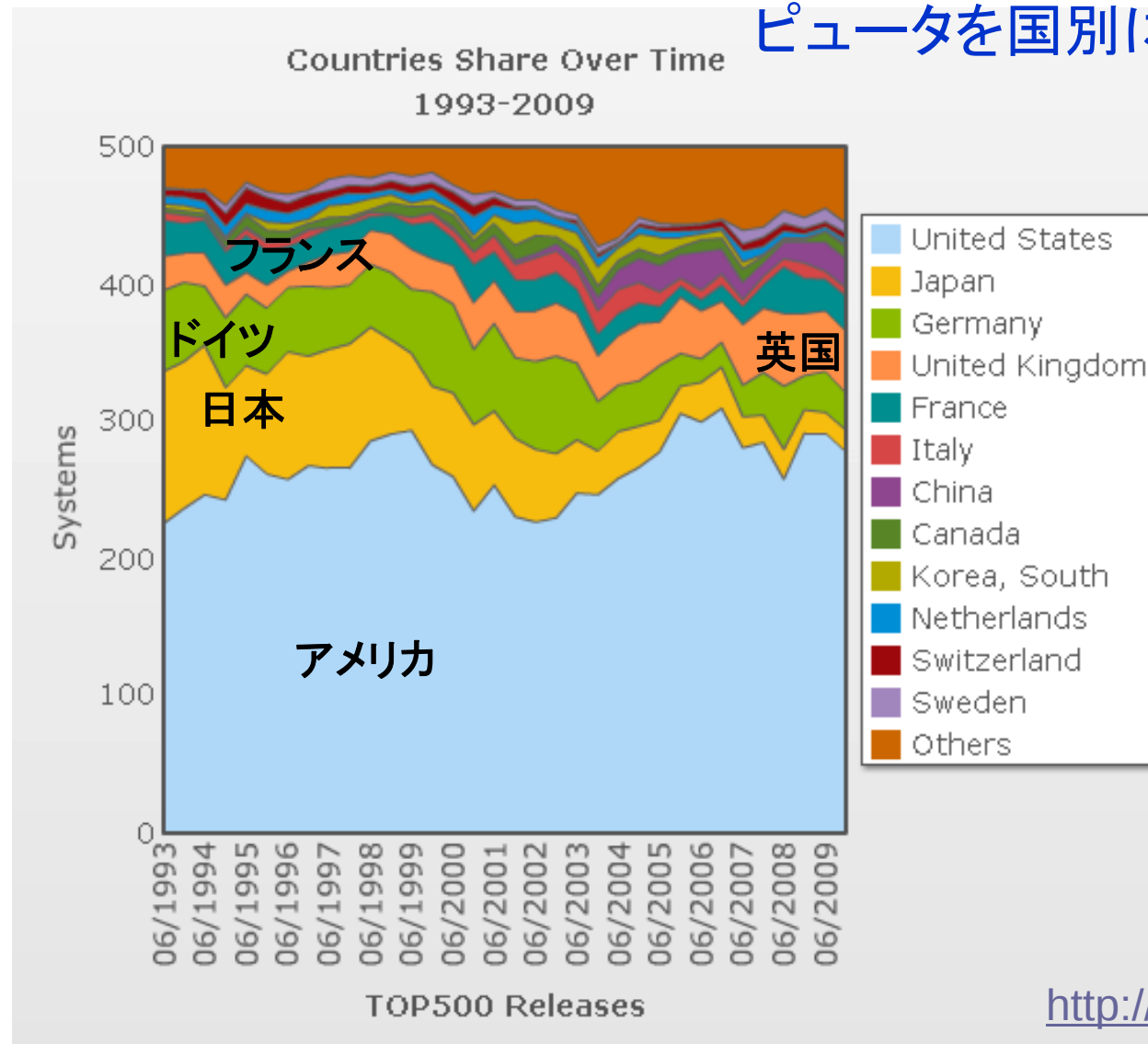
コンピュータはどこにでもある？

スーパーコンピュータで開発した技術は、携帯電話やデジカメや種々の家電製品、ゲーム機にも使われていく



日本と世界の比較

世界トップ500台のスーパーコンピュータを国別に見たときの数の変化



アメリカは約半数を持ち、増えている

日本は減り続けている

アジアでは今は中国・インドが頑張っている

<http://www.top500.org/>

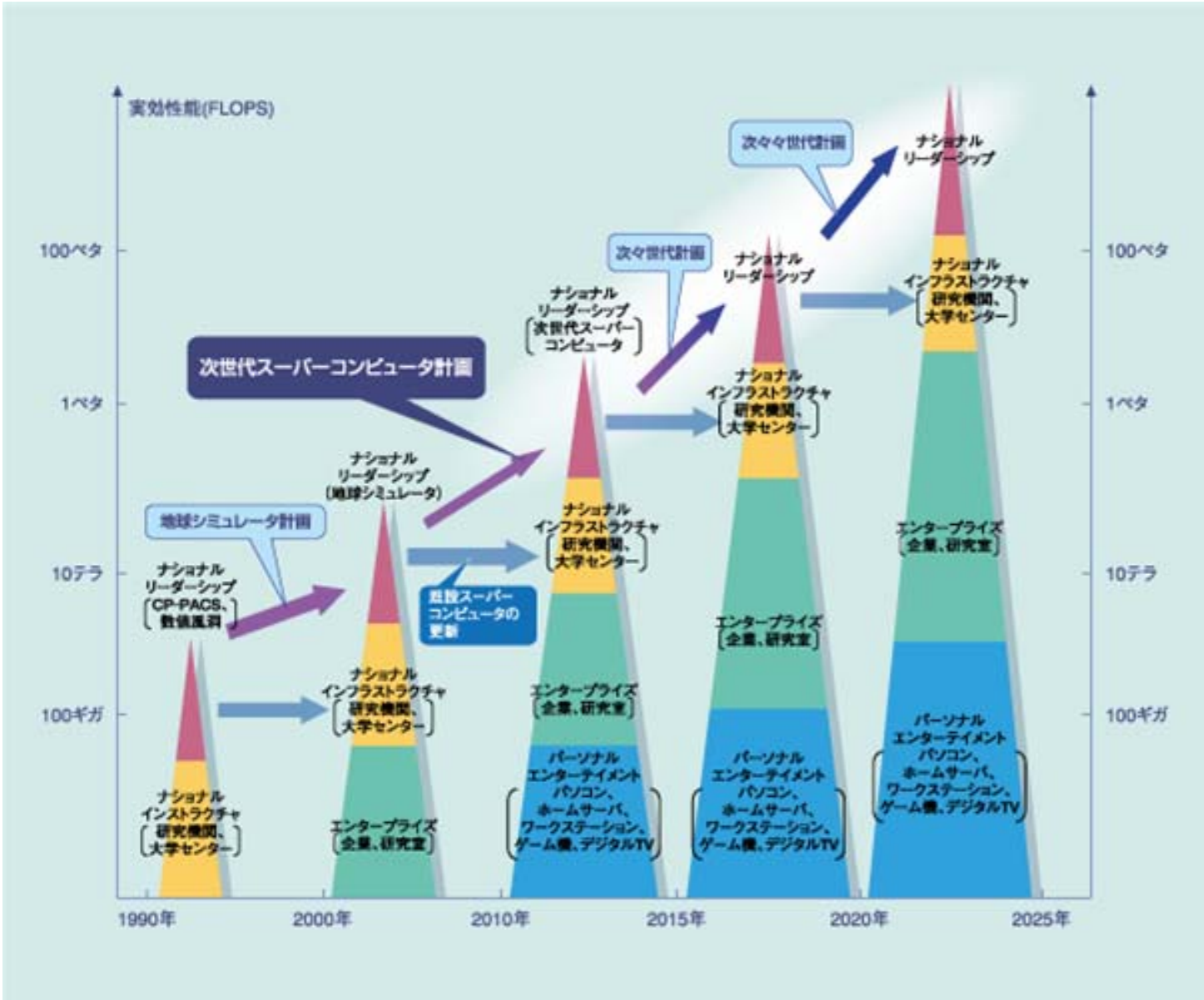
次世代スーパーコンピュータプロジェクト

次世代スーパーコンピュータ開発プロジェクト

基本的な方針

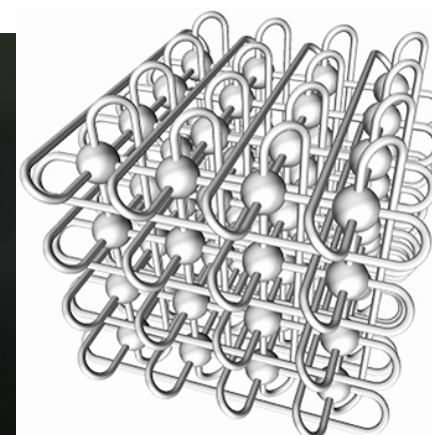
- 日本の科学技術やいろいろな製品が他の国のものに比べて優れたものとなるよう、スーパーコンピュータを使ったシミュレーションで、手助けする
- スパコンを国内で開発できる力を持ち続け、今後も開発を続けられるようにする
- できあがった時に世界最速レベルの性能を出す

継続的に開発し、開発力を維持

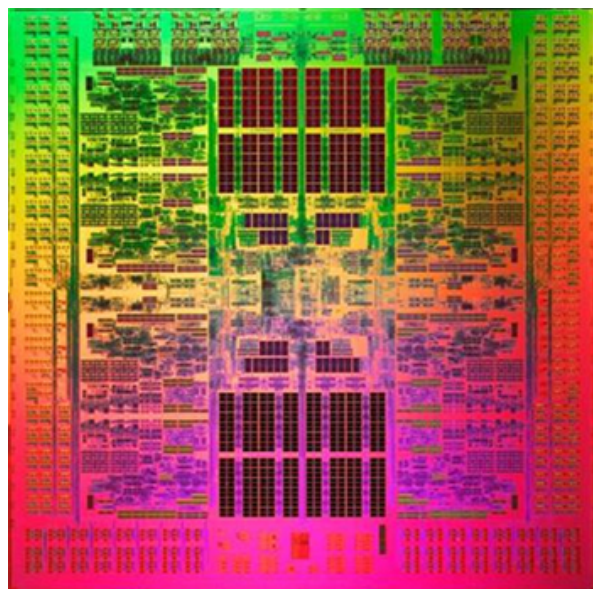


次世代スーパーコンピュータの中身

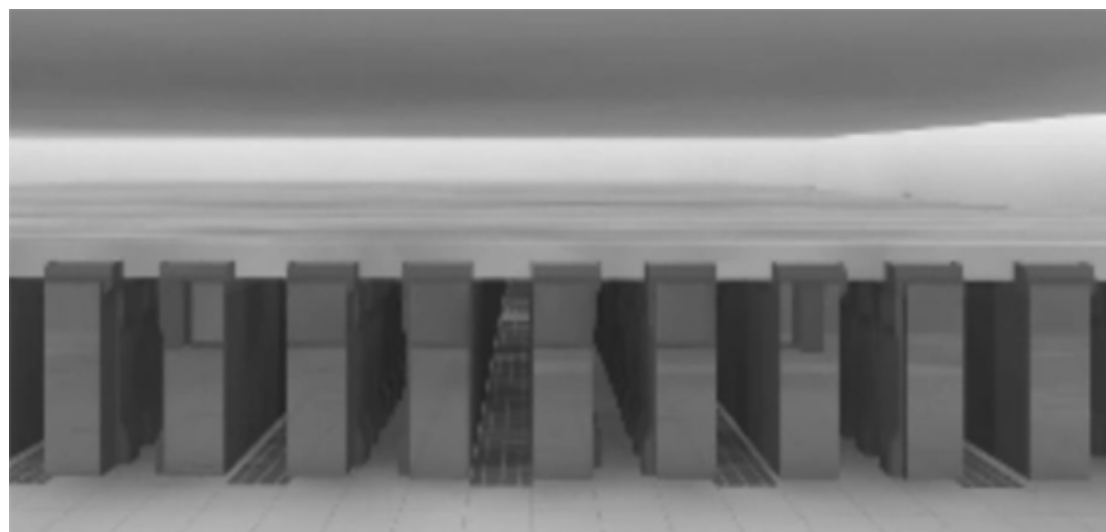
- 新しく開発したプロセッサ
CPU128GFLOPS
昨年試作、世界最速
- 8万個以上集めて10PetaFLOPSを目指す
一秒で一京回(一兆の一万倍)の計算ができる
- 現在日本最速のスパコンの82倍の速度
- 1ヶ月の消費電力(最大で):約2000万
KWh(約7.2万所帯分)



通信用ネットワーク
(イラスト)



「SPARC64TM VIIIfx」
富士通提供



計算機室に設置される次世代スーパーコンピュータ(イメージ図)

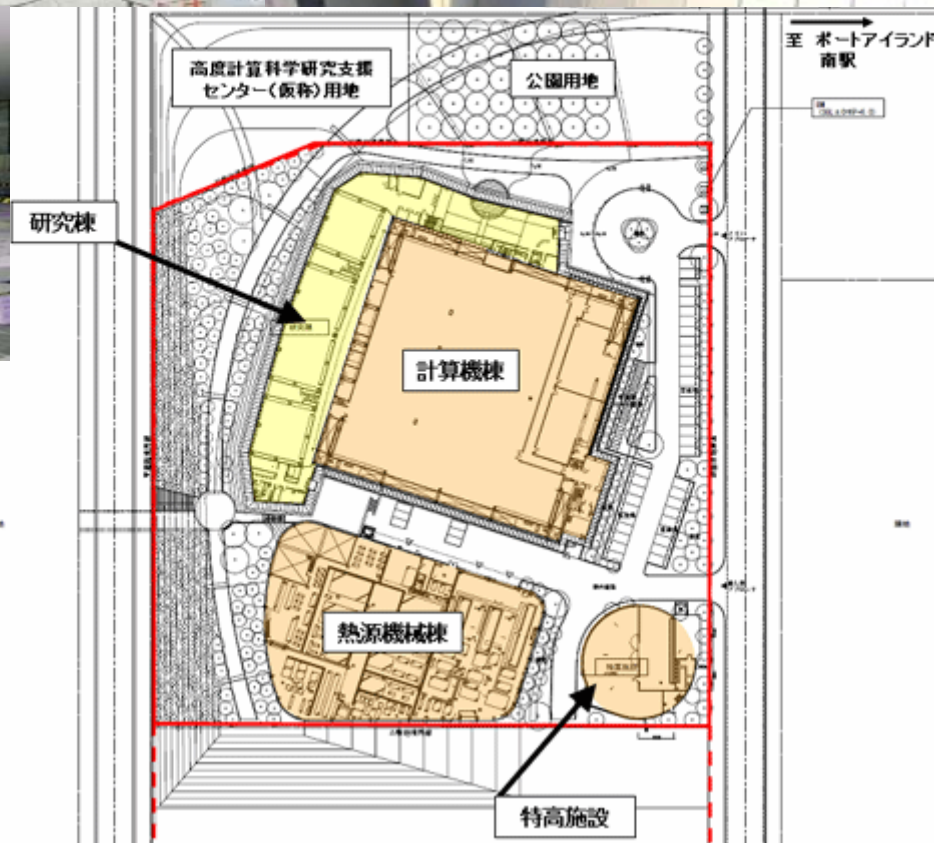
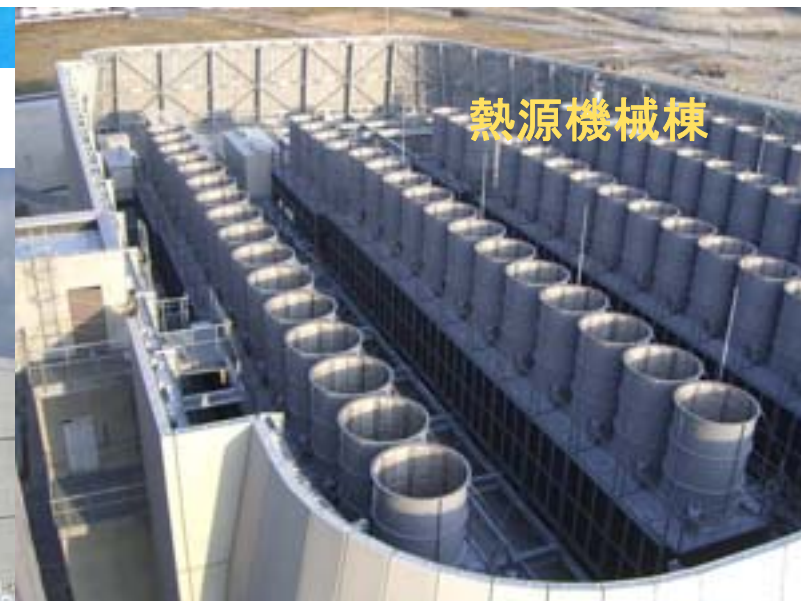
どこにできる？ どんな建物？



次世代スーパーコンピュータ施設 完成イメージ図

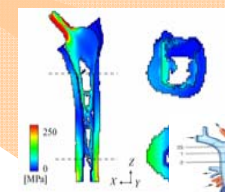
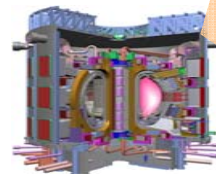
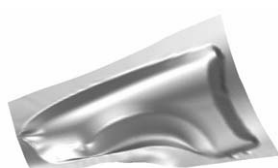
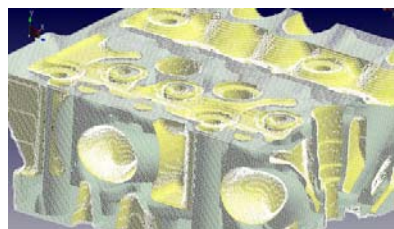


建物 2010年5月、建物施設完成予定



次世代スーパーコンピュータで
なにができるようになるか

ペタフロップス超級SuperComputingが待たれている世界



デジタルエンジニアリング

核融合

生体分子ネットワーク

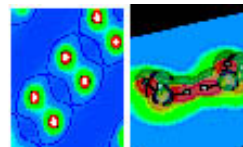
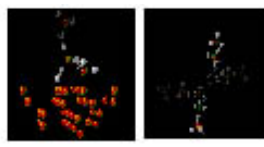
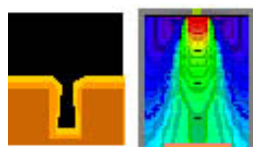
人間系全体解析

Feature scale

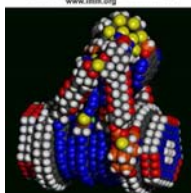
Reactor scale

Atom, Molecule

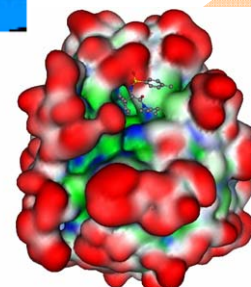
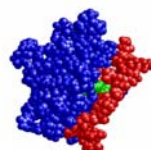
Electron, Nucleus



ナノマシン設計



タンパク質



結合能解析(創薬)

発病メカニズム解析



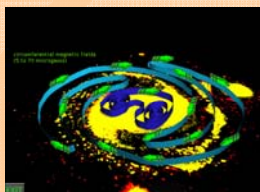
都市環境設計/地域防災



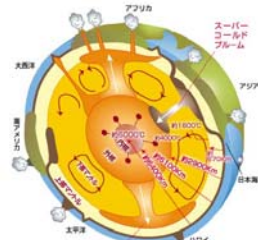
地球の誕生



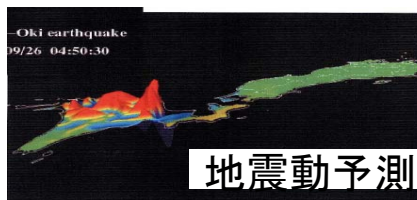
分子構造



銀河の形成



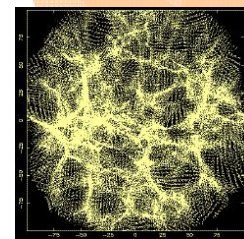
マントル対流



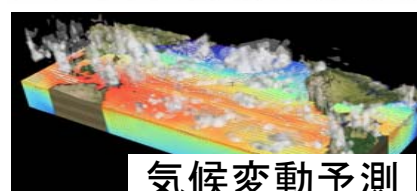
地震動予測



噴火予測



宇宙の誕生



気候変動予測



溶岩流シミュレーション

マルチスケール・マルチフィジックスな系全体の統合シミュレーション

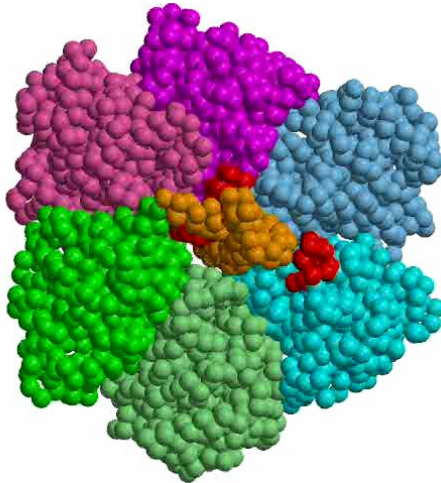
生命科学への挑戦と医療への

1. 生命と物理

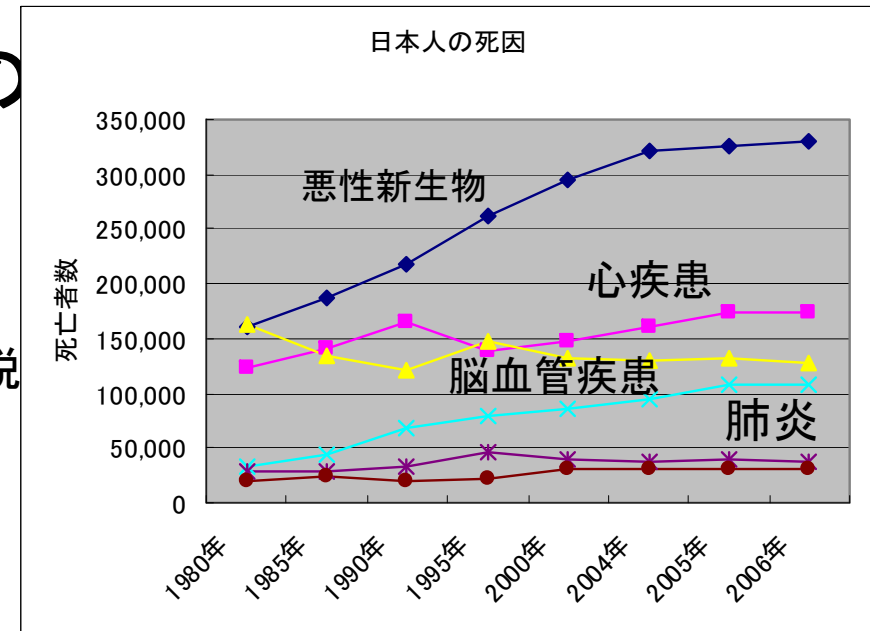
- ① 原子分子は物理の法則に従う
- ② 細胞での振る舞いはどこまで物理で説明できるか？

2. 医療への応用

- ① 薬の開発
- ② 重イオン粒子を使ったガンの治療
- ③ 超音波を使ったガンの治療

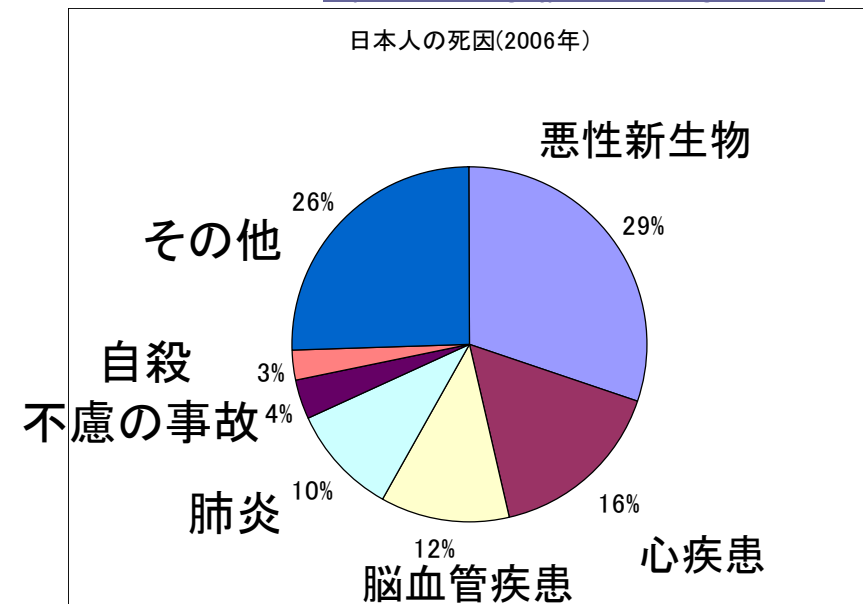


分子モータ(京大・高田教授)



総務省統計局

<http://www.stat.go.jp/data/nihon/q4821.htm>



多剤排出トランスポーターにおける薬剤排出シミュレーション(MARBLE/Platypus/CafeMol)

研究代表者: 木寺 詔紀(理化学研究所)

抗生物質が効かなくなる メカニズムの理論的解明を目指す

ソフトウェアの特徴

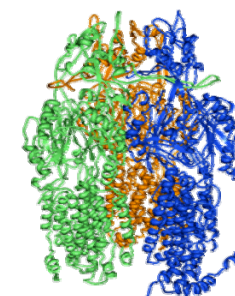
○電子スケール～原子・分子スケール～タンパク質全体スケールの多階層(量子化学・分子動力学・粗視化モデル)の連成計算によって巨大タンパク質の動作機序を明らかにする。

○計算対象: 細胞膜にある多剤排出トランスポーター
3つのタンパク質が結合した巨大タンパク質。

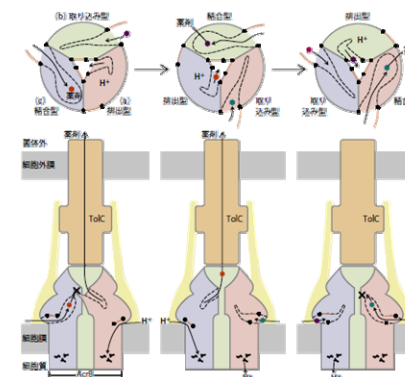
各々、取り込み型 → 結合型 → 排出型

と順繰りに構造を変えながら、薬剤化合物を排出すると考えられている。そのメカニズムを探る

○細菌やがん細胞の薬剤耐性化の主要な原因の1つであるメカニズムの解明につながり、薬剤耐性化しにくい抗生物質や、排出を妨げる新薬の設計等への波及が期待できる。



多剤排出トランスポーターAcrB



ハプロタイプ関連解析に於ける統計検定ソフトウェア (ParaHaplo)

開発責任者: 鎌谷 直之 (理化学研究所)

47疾患の原因遺伝子を一気に発見することを目指す

— 個人の遺伝情報と疾病、薬物反応性の関連を明らかに —

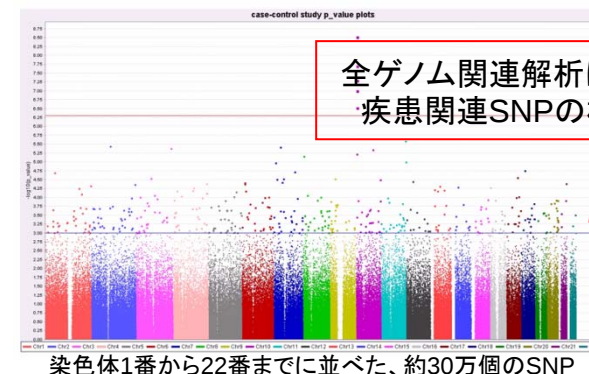
ソフトウェアの特徴

- 複数の遺伝子や環境要因(身長、体重、喫煙、飲酒など)の組み合わせによって決まる疾病や薬物の効き方、副作用などの関連を網羅的に解析
- 全ゲノム(30億塩基)の個人ごとの遺伝情報の違いの中から、疾病に関連する遺伝情報を、網羅的に精度よく探し出すことが可能に
- バイオバンクジャパンに登録されている約20万人、47疾患を対象に解析

47疾患

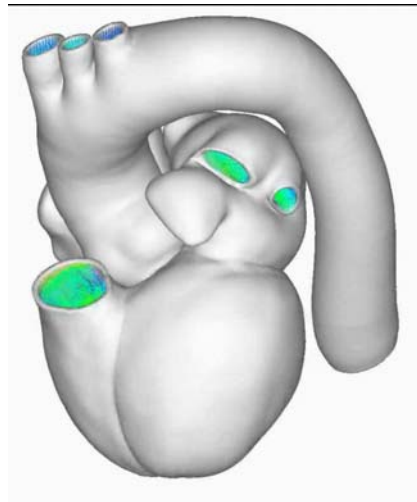
●悪性腫瘍(肺がん、食道がん、胃がん、大腸がん、肝がん、膵がん、胆嚢・胆管がん、前立腺がん、乳がん、子宮がん、卵巣がん、造血器腫瘍)、●バセドウ病、●高脂血症、●糖尿病、●関節リウマチ、●骨粗しょう症、●閉塞性動脈硬化症(ASO)、●狭心症、●心筋梗塞、●心筋症、●心不全、●不整脈、●脳血管障害(脳梗塞、脳動脈瘤)、●慢性肝疾患(B型・C型慢性肝炎、肝硬変)、●子宮筋腫、●子宮内膜症、●尿路結石、●ネフローゼ症候群、●過敏性症候群(薬疹)、●ケロイド、●アトピー性皮膚炎、●花粉症、●ぜんそく、●結核、●間質性肺炎・肺線維症、●肺気腫(COPD)、●白内障、●緑内障、●熱性けいれん、●てんかん、●歯周病、●筋萎縮性側索硬化症(ALS)

SNP遺伝子型と疾患との関連を示すアミテージ検定のP値の $-\log P$ 値



染色体1番から22番までに並べた、約30万個のSNP

予定している治療シミュレーション

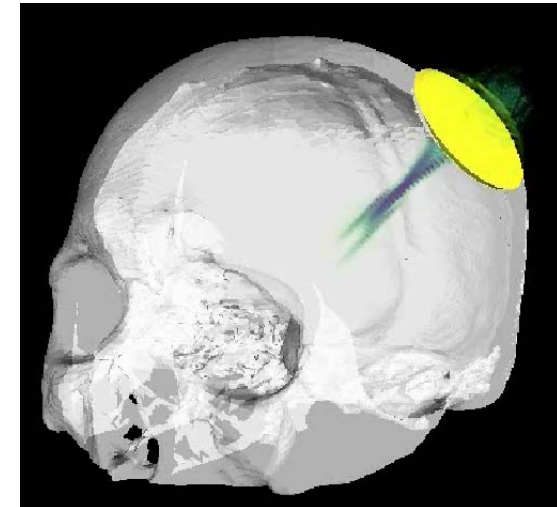


心臓シミュレーション
(東大・久田教授)

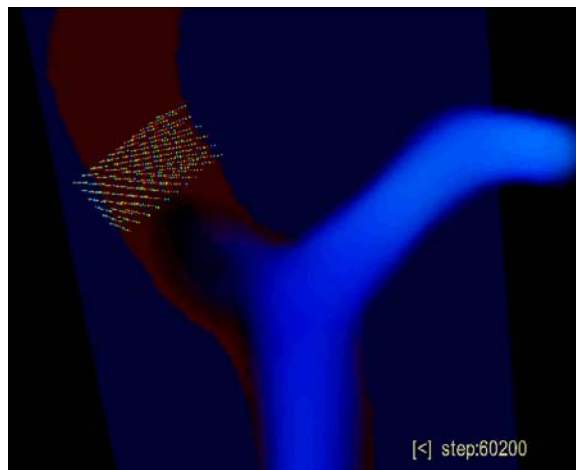
CT/MRIによる患者モデル



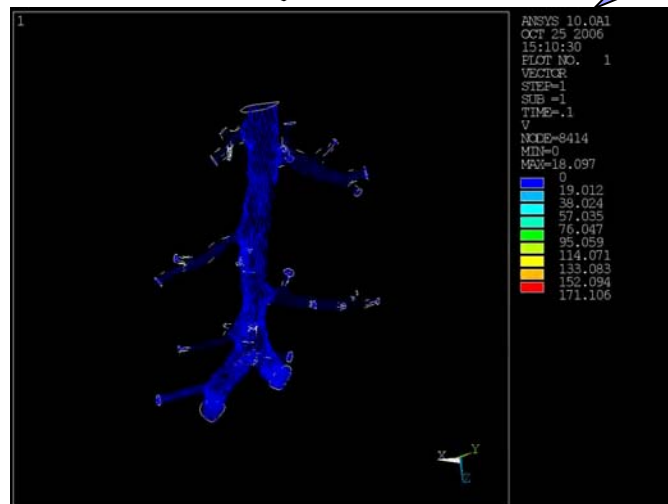
全身モデル



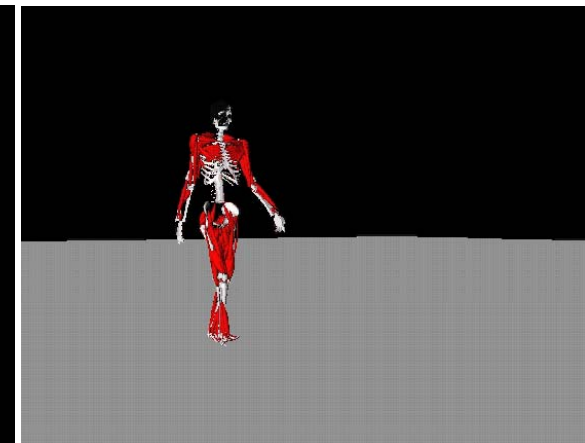
超音波による脳腫瘍治療
シミュレーション



血管内手術計画検討



肺呼吸シミュレーション

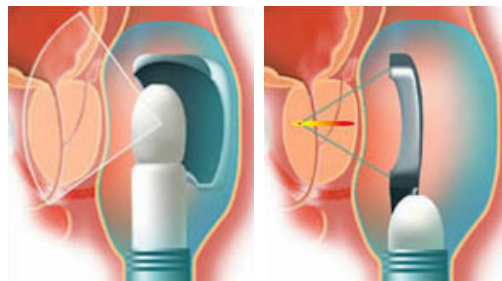


リハビリ検討

強力集束超音波(HIFU)による腫瘍焼灼

HIFU療法

- 前立腺がん
- 乳がん

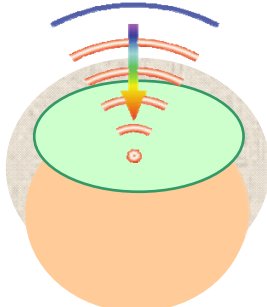


<http://www.prostatecancercentre.co.uk/treatments/hifu.html>

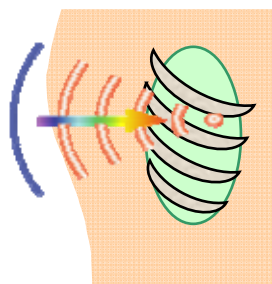


HIFU療法を深部の腫瘍治療に応用

脳腫瘍



肝腫瘍



超音波の反射・屈折による
焦点位置のずれが問題

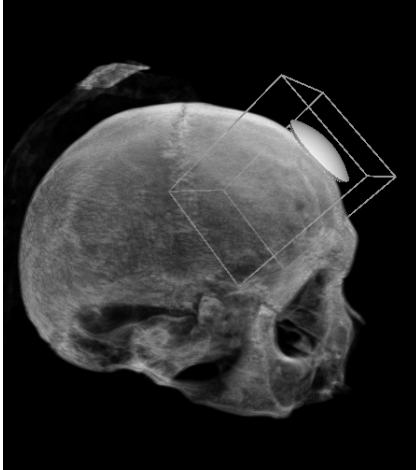


<http://www.imasonic.com/>

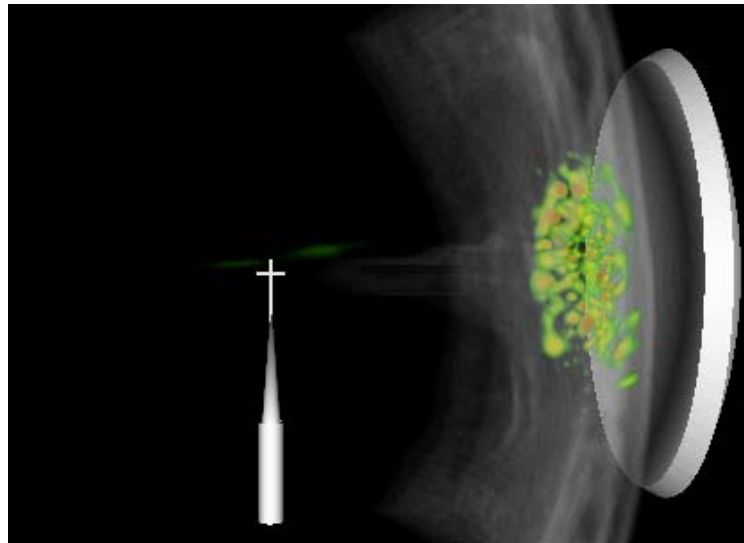
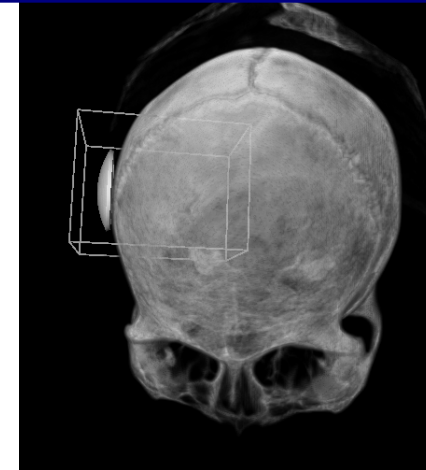
アレイ型超音波発生装置
による焦点の制御

脳腫瘍を超音波で治療する

頭部正面から照射



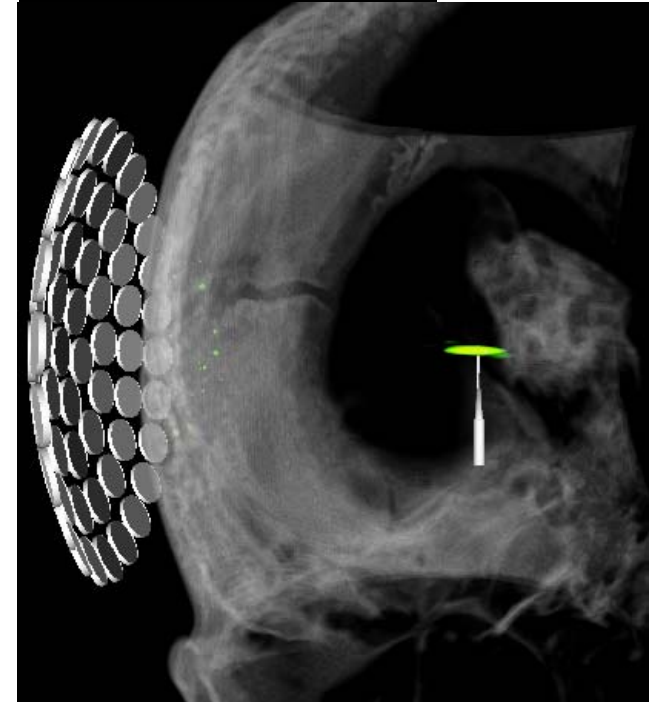
頭部側面から照射



圧力振幅の分布



0 2
Pressure [MPa]



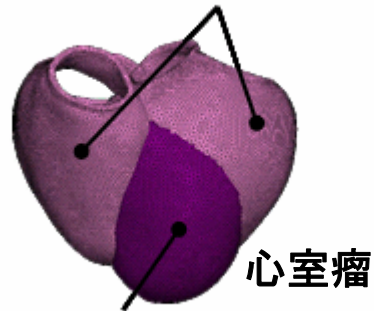
頭蓋骨が厚くて十分な治療ができない

発信器も改良、頭蓋骨越しでも十分な強度を確保

外科領域における応用:

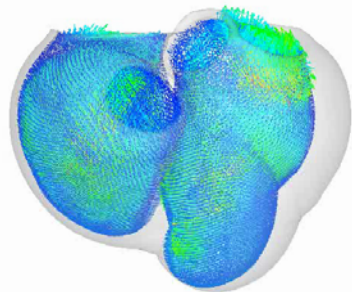
梗塞心の切除領域に関するBatista手術の事前評価

発生収縮力:100%を維持

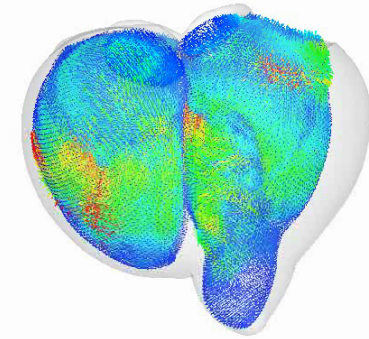
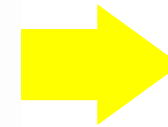
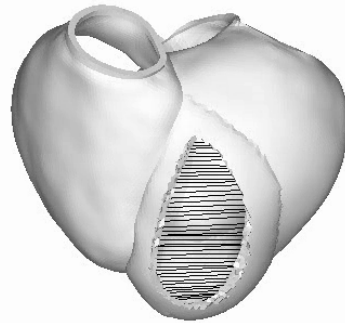


発生収縮力:30%に低下

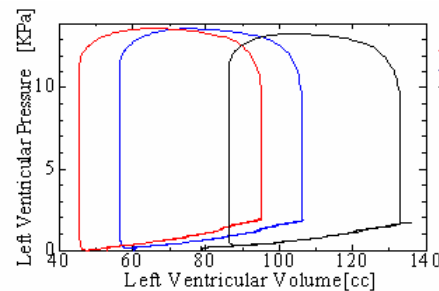
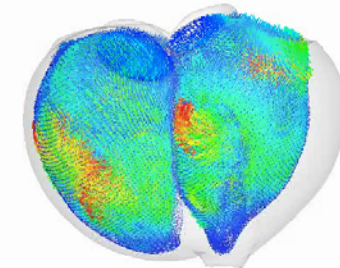
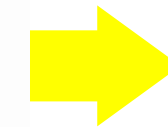
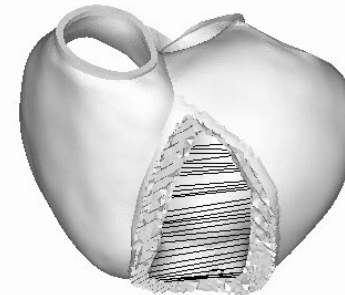
術前



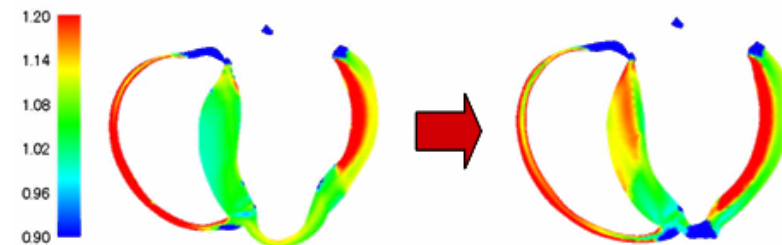
術式1



術式2



圧容積関係の定量的予測



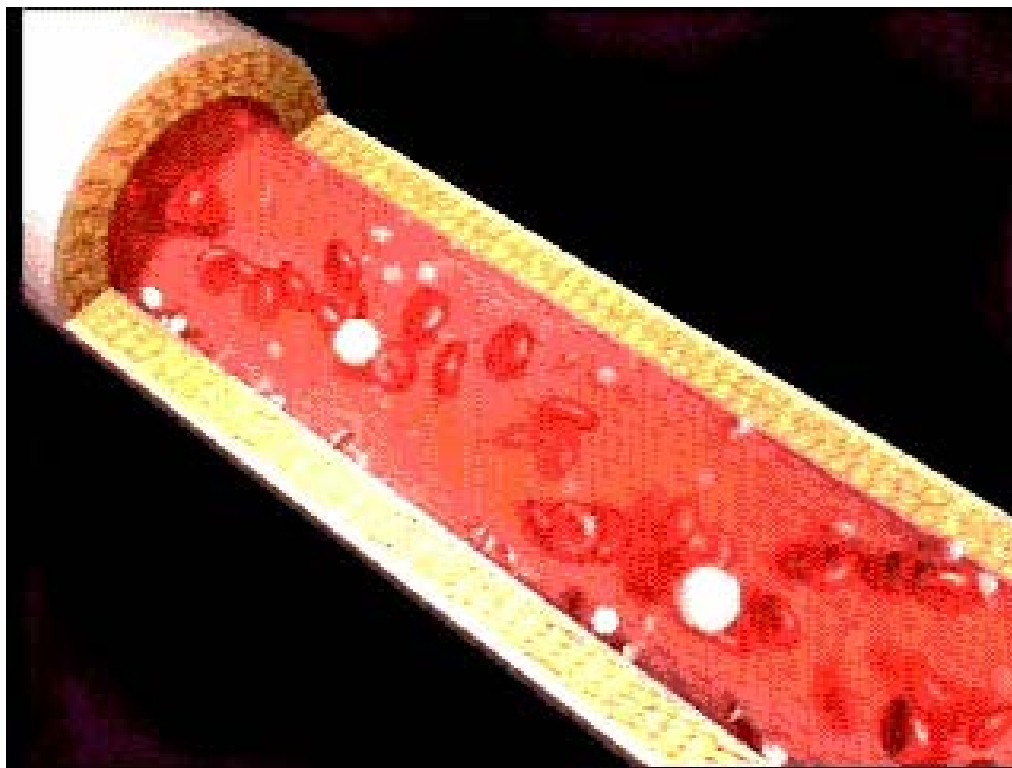
応力歪分布の定量的予測

東大・久田
教授提供₅

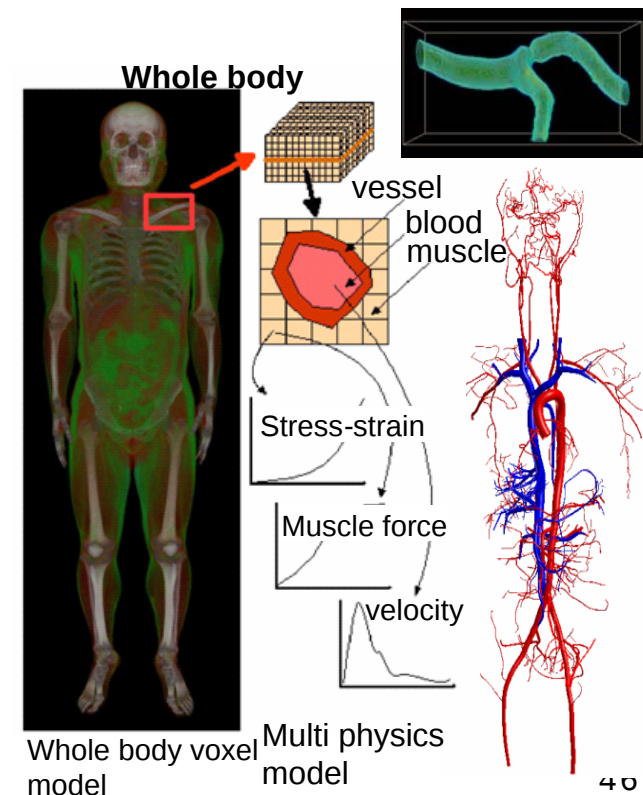
心筋梗塞・脳梗塞の原因に迫り、予防と治療法を研究開発

世界最大規模の 血栓の形成、輸送、梗塞の同時シミュレーションを目指す

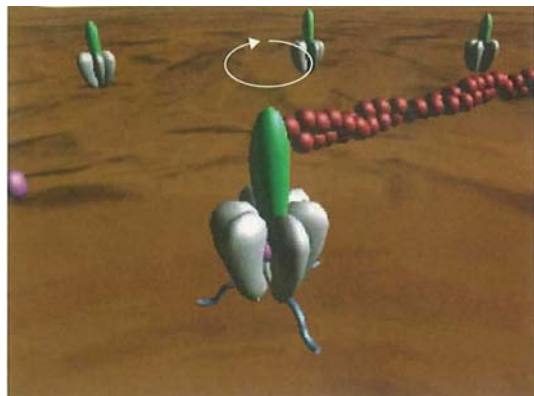
— 医療応用に向け、やわらかな人体の解析・予測に適した計算科学技術 —



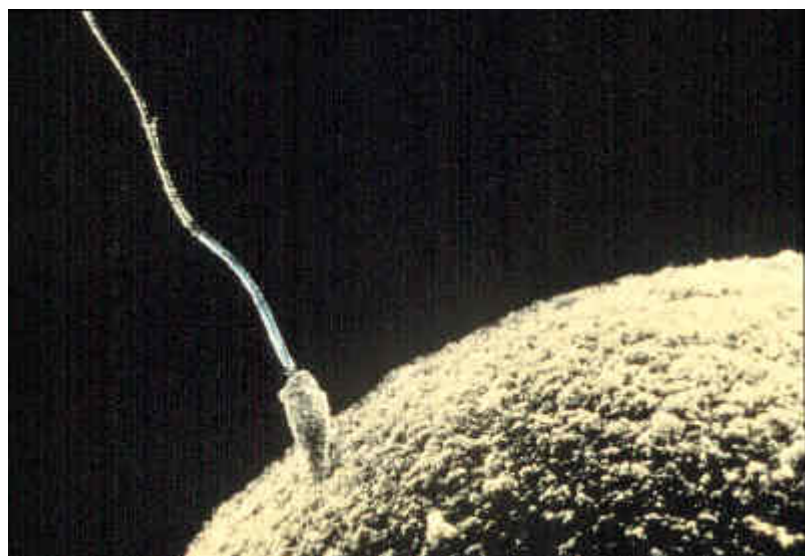
血栓のできるようすのCG映像(東海大・後藤教授提供)



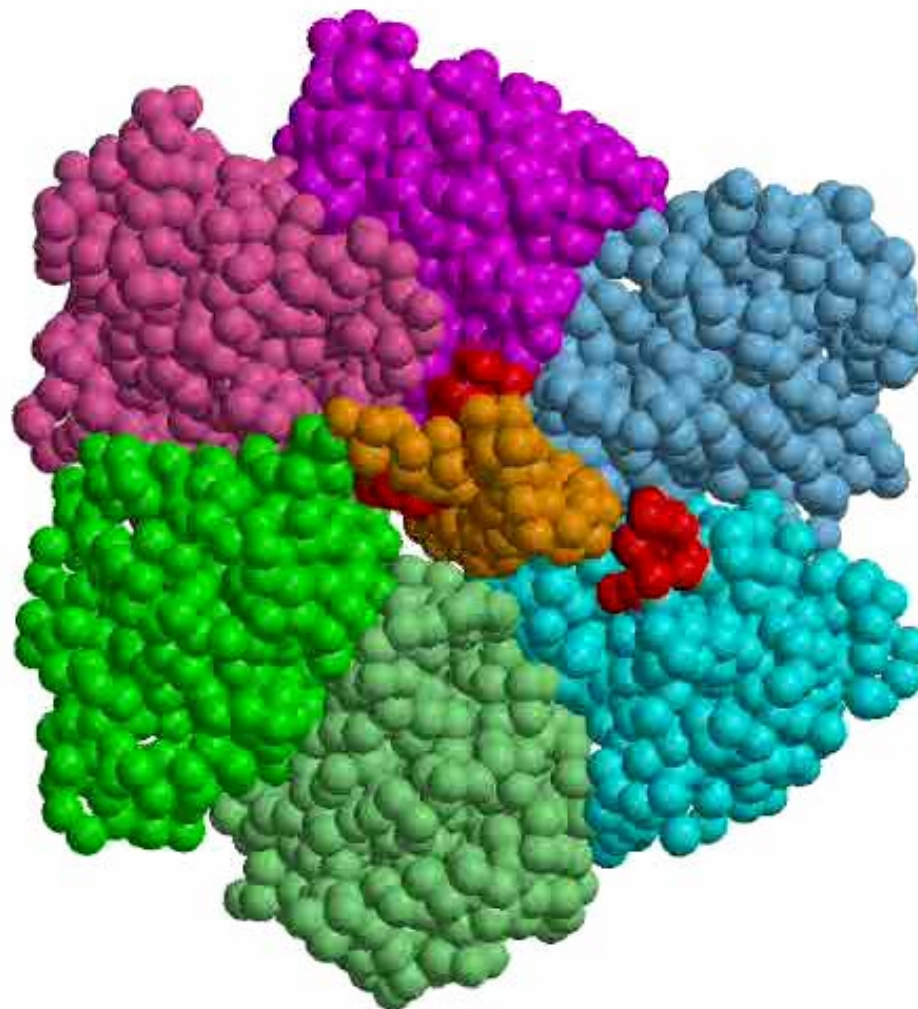
分子のシミュレーションでは



鞭毛を回転させる分子モーター



出展: バイオニクス2006年8月号



F1-ATPase : 回転モーター

高田彰二 (京都大学)

膨大な長さのDNAが核の中に収納され、 必要なときに読み出せる謎に挑む

— 細胞核内でのDNAのヒストンへの巻き付きと、ほどくメカニズムの解明 —

ソフトウェアの特徴

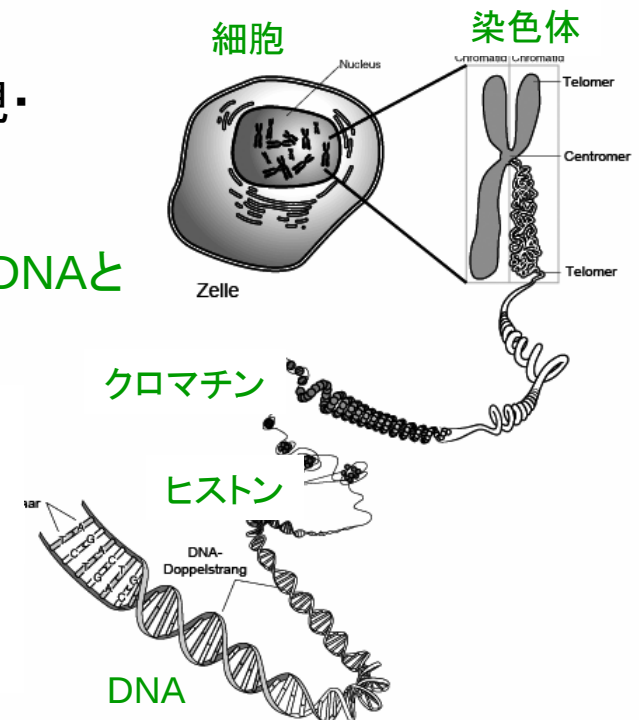
○規模・時間的に巨大な生体分子の現象をシミュレーションするための粗視化モデル計算

○世界最大1千万原子規模・世界最長のミリ秒の現象を再現・予測を目指す

○学術的なインパクトを与える、遺伝情報が転写される際のDNAとヒストンのダイナミックスを再現

遺伝子の発現では、適切な場所のDNAをヒストンからほどこき、遺伝情報を転写。

iPS細胞の機能は、クロマチン構造による転写制御機構を初期化することによって達成と想像。そのなぞに挑戦





WIKIPEDIA
The Free Encyclopedia

navigation

- [Main page](#)
- [Contents](#)
- [Featured content](#)
- [Current events](#)
- [Random article](#)

interaction

- [About Wikipedia](#)
- [Community portal](#)
- [Recent changes](#)
- [File upload wizard](#)
- [Contact Wikipedia](#)
- [Make a donation](#)
- [Help](#)

search

[Go](#) [Search](#)

toolbox

- [What links here](#)
- [Related changes](#)
- [Upload file](#)
- [Special pages](#)
- [Printable version](#)

[article](#) [discuss](#)

Gyroball

From Wikipedia, the free encyclopedia

For the gyroscopic toy Powerball, see [Powerball](#).

A **gyroball** is a kind of [fastball](#) or the physical phenomenon itself. The name is given to a unique [baseball pitch](#) used primarily by players in Japan.

Contents [\[show\]](#)

Overview

[\[edit\]](#)

The gyroball was developed by a Japanese scientist, [Ryutaro Himeno](#)([姫野竜太郎](#)), and a baseball instructor, Jonathan Paruk([手塚 一志](#)), who used computer simulations to create a new style of delivery intended to reduce stress on the pitcher. They published their work in a book, currently available only in Japan, whose title is roughly translated as, *The Secret of the Miracle Pitch*.

Tezuka got the idea in 1995, when he found an American toy in a Japan. The gyroscopic effect allows it to fly more than 500 feet when thrown.^[1]

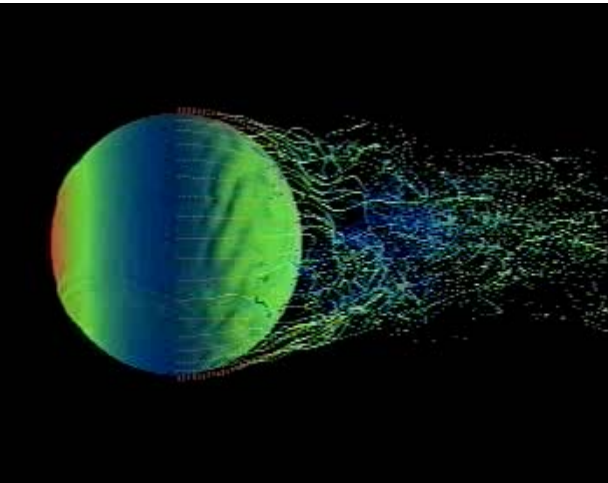
Amid many conflicting claims, Tezuka says the gyroball has been misu



According to Himeno and Tezuka, the pitcher's arm move inwards to the pitcher rotates his arm so that it moves toward first base for a left-hand

However, the technique to throwing the gyroball is not clear. Kazushi Tezuka is an instructor at the Tezuka Baseball School. He says Tezuka, as he grabs his thigh, does something with the hands.^[3]

The unusual method of delivery creates a unique direction of the throw, similar to the

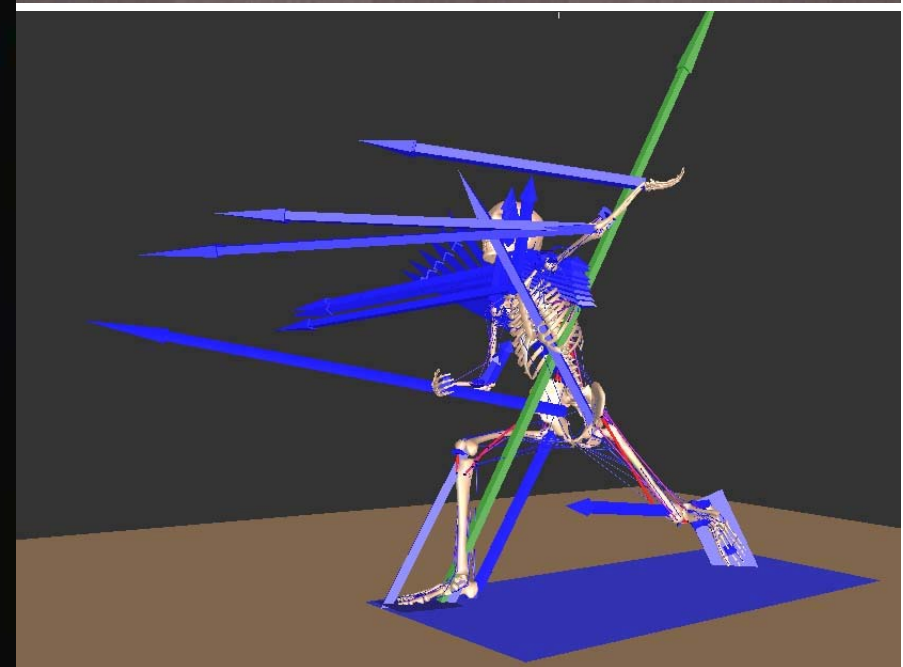






野球もスパコンで進化できる

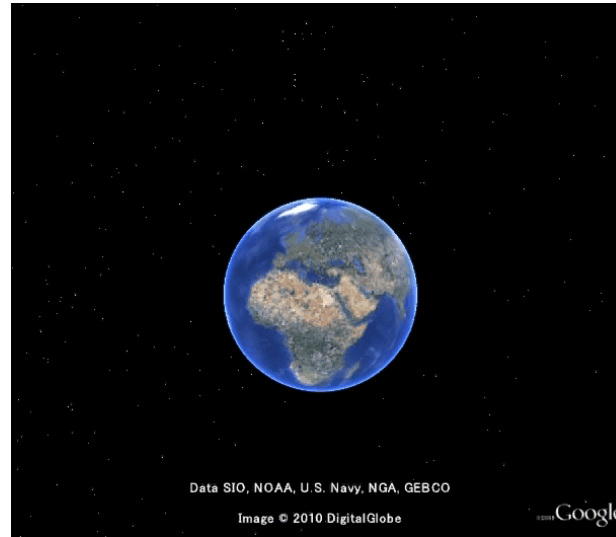
- 投球フォームのスーパーコンピュータによる最適化で速い球が投げられる
- 魔球が創り出せる!?



サイエンスとして挑むこと

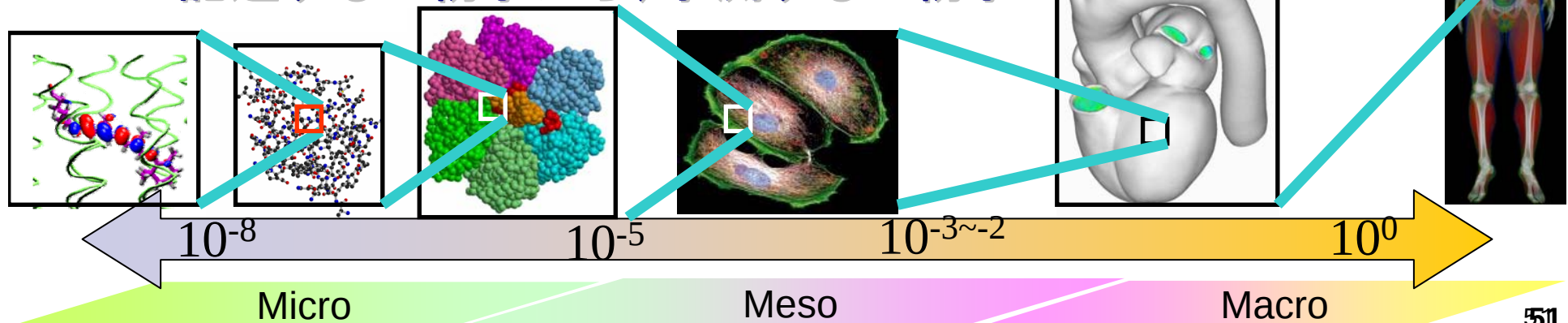
生命現象は最も複雑で難しい問題

複雑で美しい振舞いを示す**超**多体系多階層問題



スーパーコンピュータを使って、この複雑な生命現象を解析

記述する生物学から、予測する生物学へ



スーパーコンピュータの開発の重要性と今後

- 次世代スーパーコンピュータは国家基幹技術
 - ・ スーパーコンピュータで科学技術の競争力が決まる
 - ・ アメリカは最高性能のものは輸出しない
 - ・ 開発力は一旦失われると、回復は困難
 - ・ スーパーコンピュータの開発は家電製品などの開発にも波及
- スーパーコンピュータの応用は科学技術の競争力、工業製品の設計開発の期間短縮、競争力強化に寄与

- 完成時に世界一となるかどうかは重要ではない
- 開発段階では世界一を目指すことが重要
- 理研では科学上の挑戦と共に、実際の医療で役立つことも開発中
- 新しい夢の実現に挑戦