

100万人をこき使う ための工夫

理研 AICS

システムソフトウェア研究室

堀 敦史



100万人をこき使うための工夫

- 「システムソフトウェア」の研究
 - コンピュータ
 - 並列コンピュータ
 - システムソフトウェア
 - ゲームによる簡単な実験

いろいろなコンピュータ

- スパコン (スーパーコンピュータ)

⇒ 速い!



- パソコン (パーソナルコンピュータ)

⇒ 便利!

- スマートフォン

⇒ 使い易い!

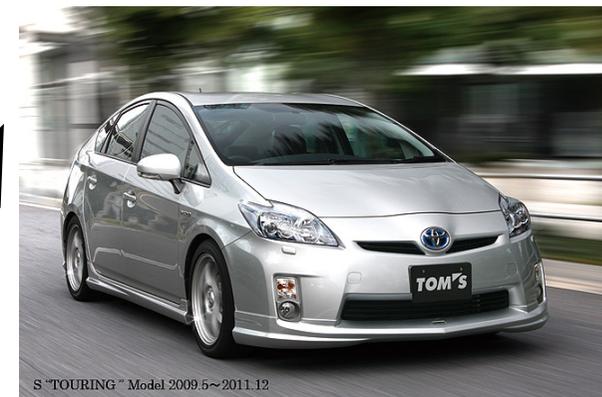
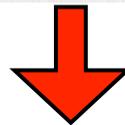
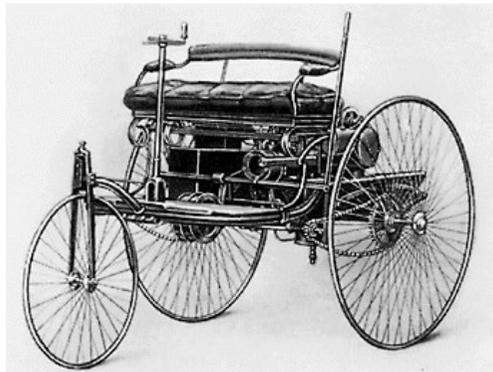


- 組み込みコンピュータ (例えば自動車など)

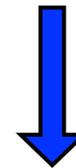
⇒ 故障しない!



クルマの進化



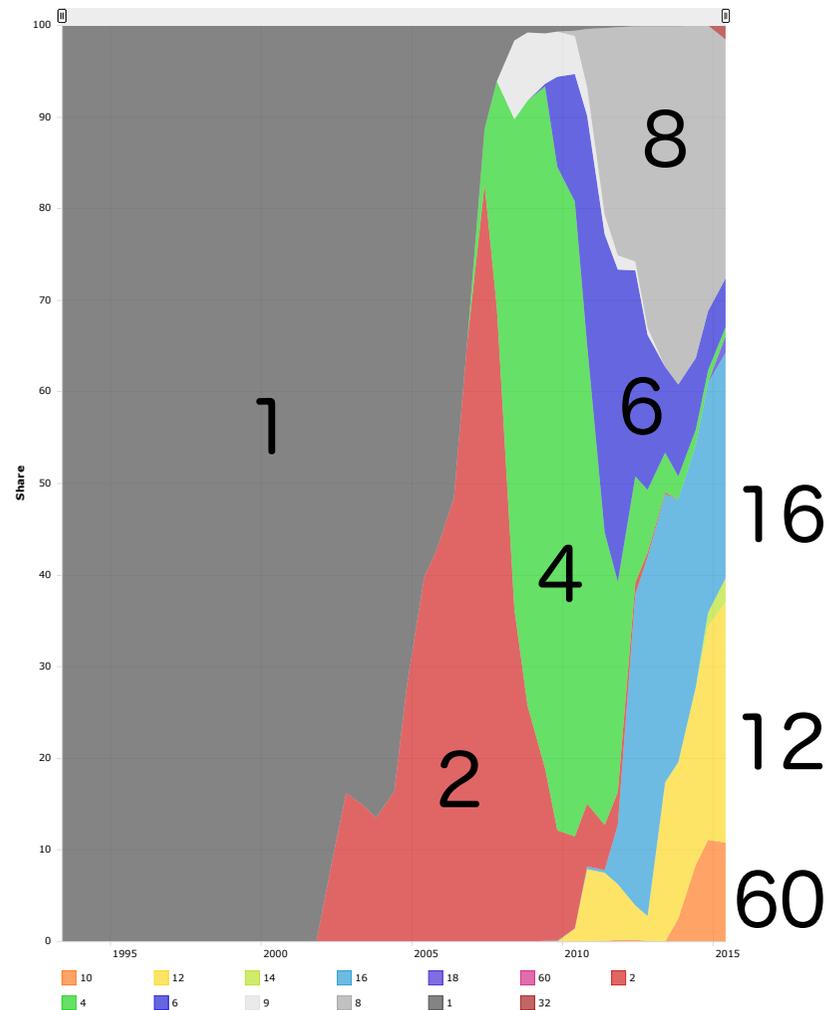
コンピュータの進歩



クルマとコンピュータの違い

- クルマは用途に応じて大型化
- コンピュータは小型になる程
 - 速い
 - 安い
 - 省エネ
- 1990 年頃から複数のコンピュータをネットワークでつなぐ方式
- 2005 年頃からコンピュータの内部に複数の**計算コア**

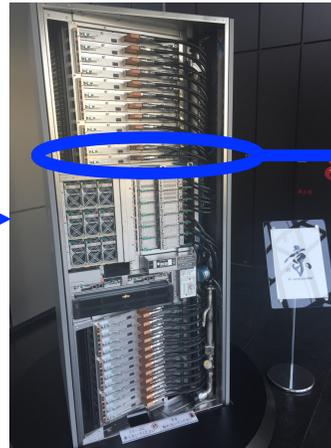
Top500 における CPU のコア数
(性能に占める割合)



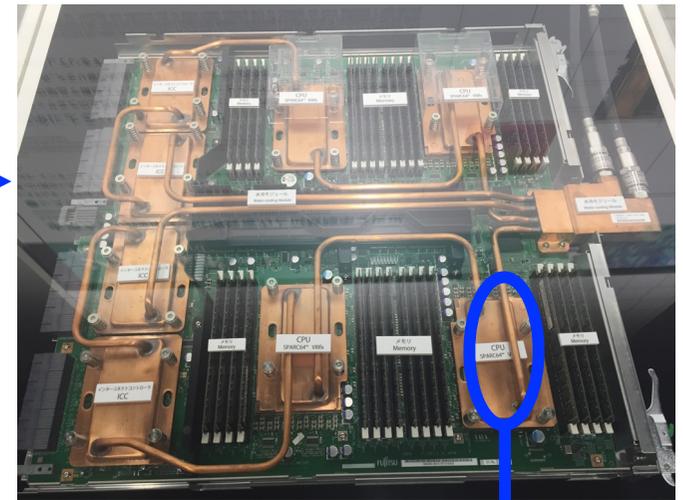
京は複数のコンピュータの集まり



京コンピュータ



ラック 864



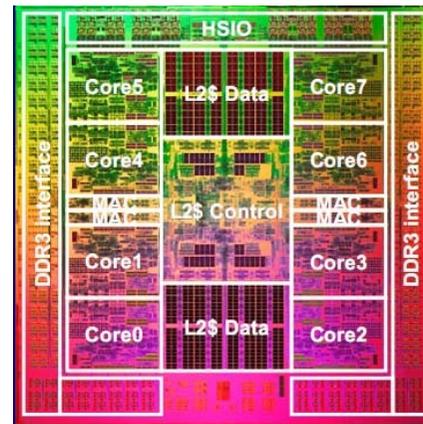
システムボード

CPUの拡大写真

20,736

コア総数
663,552

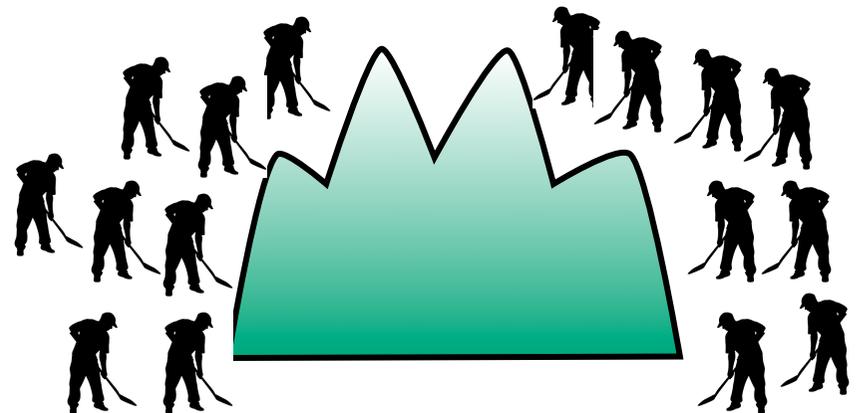
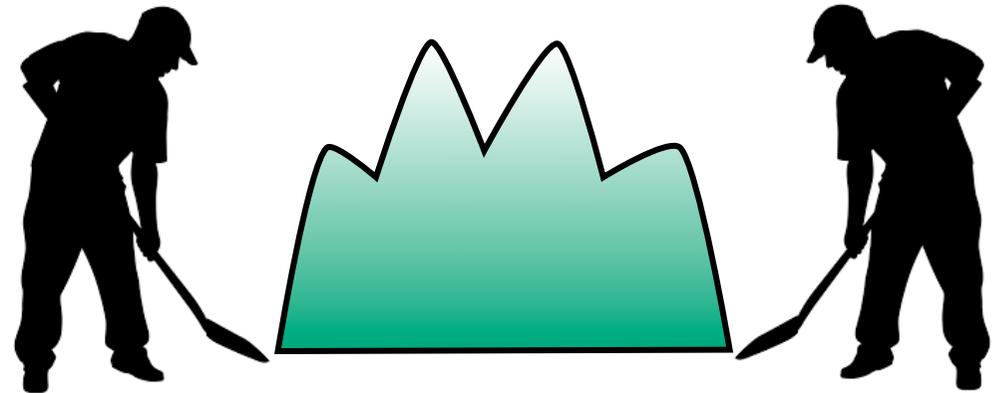
コア = 自動車のエンジン



CPUの総数 : 82,944

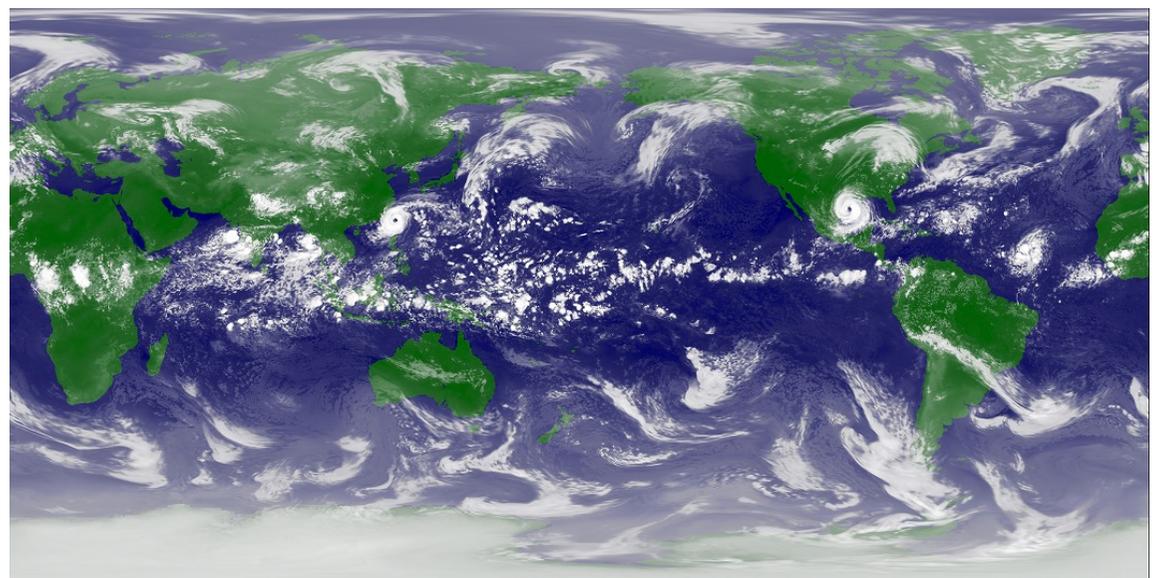
分担して処理する = 並列化

- 人の大きさには限りがあり、できることも限られている
- 一人できること以上のことをするには、多くの人で共同すれば良い



気象シミュレーションの場合

- 地球を▲で区切る
- いくつかの▲を一台のコアで計算する
- 「局地的」な豪雨の予報 ⇒ ▲が十分に小さくなくてはならない
- 地球は丸い ⇒ 長期予報には地球全体での計算が必要
- ▲が数百億という数が必要 ⇒ たくさんのコアが必要



京の次のスーパーコンピュータ

- 2015年度より
設計開始
- 京の100倍
- コア性能を10倍と
仮定すると、
コア数も10倍必要
- 京は 663,552 コア
⇒ 約 700 万コア!!

1秒間に100京（京は1兆の1万倍）回の計算ができる「エクサ（数の大きさを表す単位で100京のこと）級」のスパコンは、欧米や中国が20年前後の稼働を目指して開発を進めている。文科省は巨額の開発費が必要なスパコンで再び世界一を目指すべきか議論してきた。

最速機は先進国の研究インフラとして欠かせないとの判断から8日の会合では「稼働時期の前倒しも含めて開発を推進すべきだ」と結論づけた。－日経新聞 2013

システムソフトウェアとは？

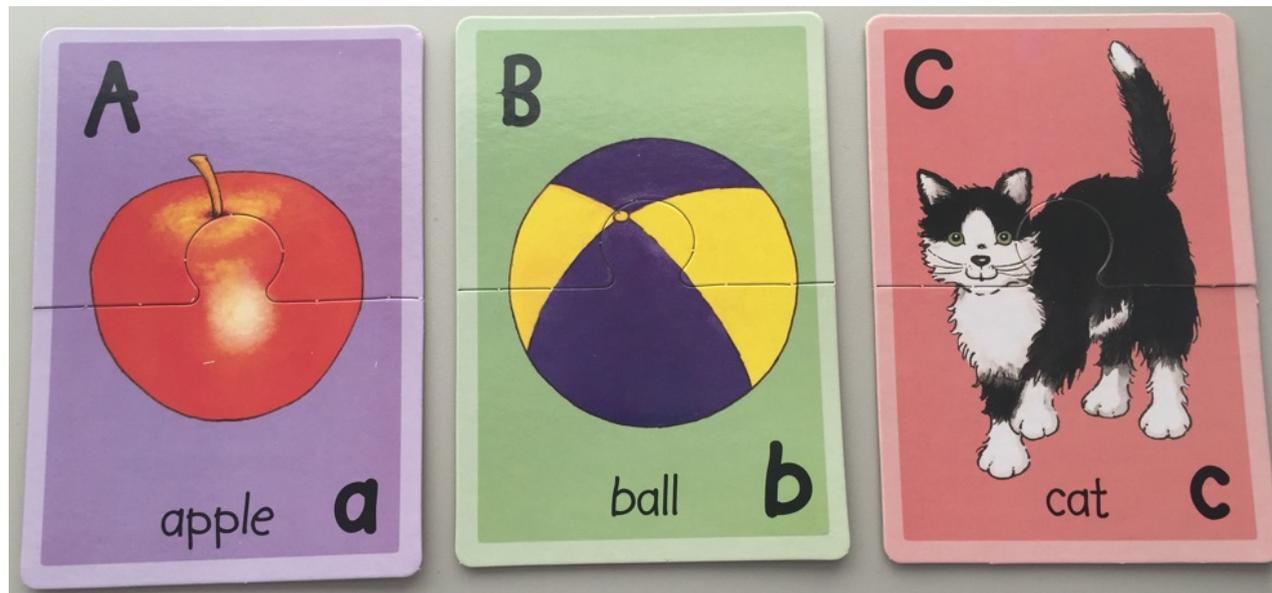
- 昨今の自動車にはコンピュータで動いている
 - エンジンやブレーキを制御
 - 性能を引き出す
 - できるだけ省エネに
 - 事故が起きないように
- 京の場合
 - たくさんのコアを協調させて性能を引き出す
 - 多くのユーザが快適に，無駄を生じないように
 - 省エネ， など

OS とかカーネル
と呼ぶこともある

使っている人からは
分からないことが多い

実験1 (工夫なし)

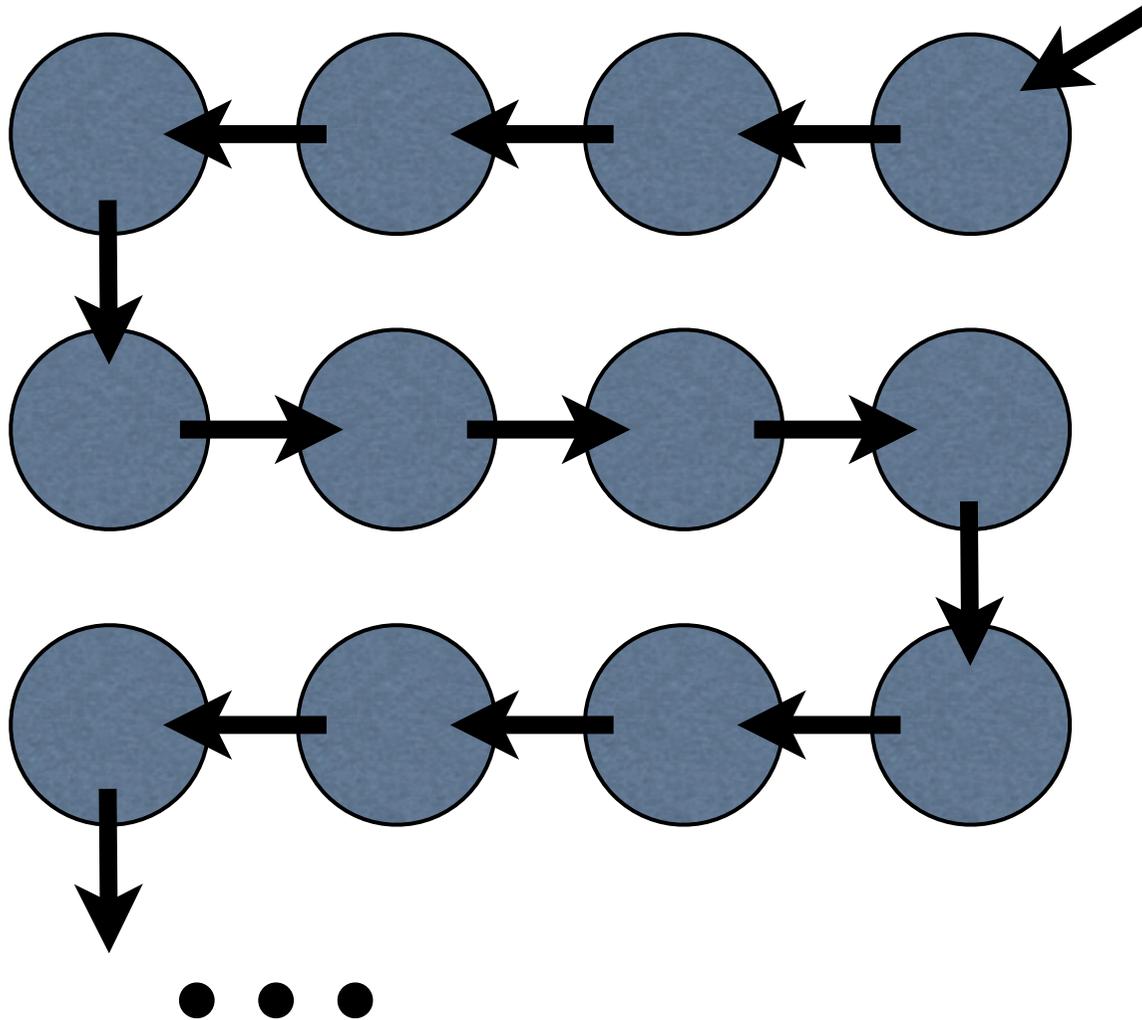
- カードを同じ絵柄で揃えたい
 1. 写真のカードを上下ばらばらにして配ります
 2. 隣 (前後左右) の人と比べて違う絵柄を交換する
 3. 制限時間 5 分



実験2（工夫あり）

- カードを同じ絵柄で揃えたい
- 最初にカードの上の部分を配ります
- 次に、順番に下の部分を順番に渡します
 - 受け取った下のカードと自分のカードが違ったら、下のカードをそのまま隣の人に渡します
 - 同じだったら、そのままそのカードを持っていき、後は受け取ったカードをそのまま隣の人に渡します

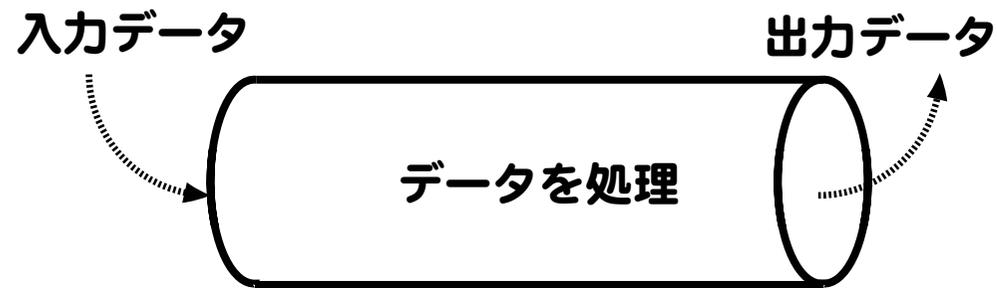
実験2 - 補足



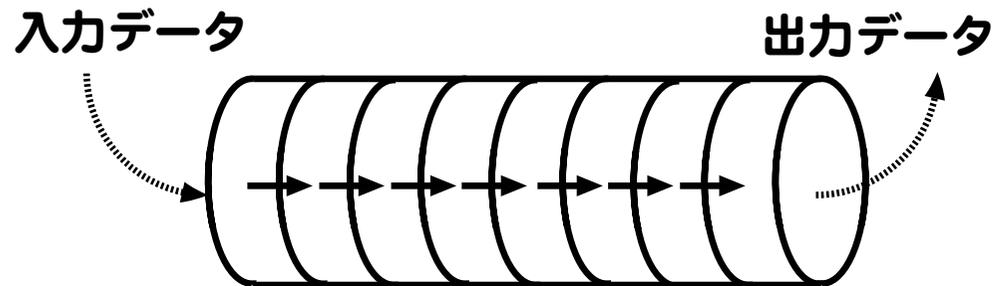
1. 最初にカード上を配布
2. 先頭から1枚ずつカード下を配布
3. 同じ絵柄のカードはそのまま持っておく
4. 違う絵柄のカードは隣の人に順に送る

実験2の手法

- 普通のやり方（一度に1つのデータを処理）



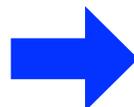
- パイプライン方式（段数だけ同時に処理）



- 他にも、いろいろな方法がある

まとめ

- たくさんのコアを無駄なく使うには「工夫」が必要
 - 工夫次第で無駄がなくなり，速くなる
 - 逆に言えば，工夫しないととんでもなく遅くなる
- 京や「京の次」で，コアの数はどんどん増えるため，少しでも無駄をなくす工夫が重要

 システムソフトウェアの研究