

計算センターの現在の課題と将来への期待

国立天文台
理論研究部/天文シミュレーションプロジェクト (CfCA)
牧野淳一郎



今日の話の構成

- 計算機アーキテクチャの進化
- 計算センターの役割の変化
- 今後の方向

計算機アーキテクチャの進化

歴史

- 1960 年代 単に、 高くて速い計算機
 - － 代表例: CDC 6(7)600 (Cray 設計)
- 1970 年代 ベクトル プロセッサ
 - － 代表例: Cray-1, CDC-Star
- 1980 年代 いろいろあった
 - － 日本のベクトル
 - － クレイの並列
 - － いろんな並列計算機



From Computer Desktop Encyclopedia
Reproduced with permission.
© 1996 Cray Research, Inc.



歴史のつづき

- 1990年代
 - ベクトル 衰退
 - 並列計算機 会社倒産
 - PC クラスタ 生き残る

何故そうなったか？

- ベクトルは高くなった
- 並列計算機 やっぱり高くなった

何に比べて？

- PC クラスタ



どれくらい高いか？

1975:	Cray-1	100MF	10M\$	Cray	50倍お得
	PDP-11/70	10kF?	50K\$?		
1985:	Cray XMP	1GF	10M\$	XMP	20倍お得
	PC-AT	30kF?	5K\$		
1995:	VPP-500	100GF	30M\$?	VPP	3倍損
	Dec Alpha	300MF	30K\$		
2005:	SX-8	10TF	50M\$?	SX-8	60倍損
	Intel PD	12 GF	1K\$		

30年間で 3000倍スパコンは割高になった

何故か？

ベクトルプロセッサとマイクロプロセッサ

- Cray-1、その後の普通のベクトルプロセッサ: 主記憶のバンド幅と演算速度が大体つりあう。つまり、メモリが 100GB/s なら 数十 Gflops。
- マイクロプロセッサ: そういうことはあまり考えないで演算速度あげた。10GB/s で 50Gflops とか。
- それでも演算器は少ない
- システムの価格は演算速度ではなくチップ間転送バンド幅で決まっている。

マイクロプロセッサが HPC の将来か？

x86 マイクロプロセッサの進歩はスーパーコンピュータの進歩を 10-20 年遅れで追いかけている

フルデコード乗算器	CDC 7600 (1971)	i80860(1989)
密結合並列	Cray XMP (1982)	Pen D (2005)
分散メモリ並列	数値風洞 (1993)	???
衰退	1995-	2015-?

計算機センターの役割の変化

- 1970年代まで

計算機はそもそも計算機センターにしかなかった

- 1980年代まで

数値計算に使える大きな計算機は計算機センターにしかなかった

- 1990年代以降

- CPU 課金・ディスク課金を払うなら PC 買うほうが、、
- ただで使えるセンターなら

例: T2K システム

- レンタル総額 1TF 5000万円くらい
- CPU 課金: 大体レンタルコストの 10% くらいに設定 (何故?)
- 1TF 年 100万くらいになる

問題の本質はなにか？

- 1980年代まで

- 高い計算機のほうが値段当り性能良かった
- トランジスタ利用効率の違い

- 1990年代以降

- 高い計算機のほうが値段当り性能悪くなった
- アーキテクチャの違い
- 並列化のための無駄
- その他色々

計算機センターの現状

- 大規模並列計算専用
- お金払って使う意味は？
- 1024 コアを1年に3週間 = 64 コアのクラスタを1年間
- 1024 コアの並列化は大変だが、64 コアならそうでもない

今後の方向

- 計算速度単価を安くする (小規模 PC クラスタ並まで下げる)
 - 安価・高速なネットワークを構築できれば可能
 - GRAPE-DR, GPGPU, FPGA といったものも考慮すべき(?)
- ディスクも安くする
- 価格が普通の PC クラスタの 2-3 倍程度までなら集中化のメリットあり

電力コスト

ハードウェアコストがさがったとすると電力コストが無視できなくなる。

- 現状の典型的な計算機センター：電気代はレンタルコストの 10-15%
- もしもハードウェアコストが 1/10 になると電気代のほうが大きくなる
- 現在のところ電気代は 1MW・年で 1-2 億、200W5 年なら 10-20 万 (原油価格次第かも、、、)
- PC 1 台は 10 万で買える。200W 近く電力消費する、、、

つまり

- 高い機械を買いつづける
 - － 税金の無駄使い
 - － ユーザーいなくなる
- 安く買う
 - － 電気代で破綻する

電気代も安く上げる方法を考えないと計算機センターの将来はない

もうひとつの問題：コード開発は？

- 並列コードの開発はとても大変
- 並列でなくてもコード開発は大変
- アーキテクチャが変わると移行は容易ではない
 - － ベクトル/並列
 - － 共有メモリ/分散メモリ

並列化が大変なのは何故か

- 低レベルな開発環境への退化 (CMF, HPF → MPI)
- アダプティブな方法は単純には並列化できない

現在の方向: 少数のグループによる大規模コード開発
サイエンスとしては停滞する (新しい実験が困難)

「なにか」考える必要あり