

# スパコン開発とエビデンス

牧野淳一郎

東京工業大学理工学研究科

理学研究流動機構

第二回ワークショップ（「ファンディングプログラムの運営に資する科学計量学」）

2012/2/18

# 概要

- 日本の過去のスパコン開発国家プロジェクトについて簡単にまとめる
- で、「エビデンス」ってどういう話かを考える

# 話の構成

- 自己紹介
- 国策スパコン
- 「京」の開発プロセス
- もうちょっと色々な科学技術政策
- 何故そうなったのか？
- エビデンス？

# 自己紹介

- 職歴

2011/4- 東工大理学研究流動機構 教授

2006/6- 国立天文台理論研究部 教授

1999/4- 東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 助教授

1994/4- 東京大学教養学部 助教授

1990/4- 東京大学教養学部 助手

天文(天体物理)学者?

- 学歴

1990/3 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻博士課程修了

1987/3 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻修士課程修了

1985/3 東京大学教養学部基礎科学科第二卒業

# 自己紹介(続き)

研究はどんなことをやってきたか

- 主に理論・シミュレーションによる天体形成・進化の研究
  - 宇宙の大規模構造の形成・銀河形成
  - 銀河中心・球状星団の力学進化
  - 惑星形成
- シミュレーションのための計算アルゴリズムの研究
- シミュレーションのための計算機の開発

あんまり普通の天文学者というわけでもない。

# 自己紹介(続き2)

今年度4月から関わってること:

文部科学省 研究振興局 情報課 が作った

HPCI 推進委員会 が作った

今後のハイパフォーマンス・コンピューティング(HPC)技術の研究開発  
の検討ワーキンググループ  
の答申を踏まえてできた

今後のHPC技術の研究開発を検討する作業部会(コンピュータアーキテクチャ、コンパイラ・システムソフトウェア、アプリケーションの3個)  
のうちアプリケーション作業部会の取りまとめ作業を(江守さんの後輩の  
富田さんと一緒に)やっている

なので、まあ、「スパコン開発をエビデンスに基づいて」的なことをやってる

# 国策スパコン

## 国家プロジェクトとしての計算機開発

- 通産省系

- 科学技術用高速計算機システム (1981-89)
- 第五世代 (1982-91)
- RWCP (1992-2001)

- 文部省系

- 数値風洞 (?-1993)
- CP-PACS (1992-96、国家プロジェクトというほどではない?)
- 地球シミュレータ (-2002)
- 「京」 (2006-2012)

通産はこの前に: 「超高性能電子計算機の開発」 (1966-?)

# 成功だったかどうか

---

科学技術用高速計算機システム	×
----------------	---

第五世代	×
------	---

RWCP	×
------	---

---

数値風洞	
------	--

CP-PACS	
---------	--

地球シミュレータ	
----------	--

「京」	?
-----	---

---

数値風洞、CP-PACS はそれぞれ VPP-500、SR-2201 と  
して商品化、競争力のある製品ができた



# 成功(あるいは失敗)したプロジェクトの 共通性？

- 数値風洞、 CP-PACS
  - 基本的に単一のサイエンスゴール
  - リーダーの顔が見える(三好、岩崎)
- それ以外(地球シミュレータはちょっと特殊)
  - 「汎用」
  - リーダーが明確でない
  - 政治家/役人主導

# 「京」の場合

LINPACK 世界一を失敗とかいうのはいかが？みたいな意見もあるかもしれないですが、問題が多いことは間違いないので、、、  
大体の時系列

- 2004年くらいから文科省の下の情報科学技術委員会、計算科学技術推進ワーキンググループで議論
- 2005年の「中間報告」
  - － 8分野からの要求をまとめた(ことになっている)
  - － ベクトル 2PF + スカラー 4PF + 「特定処理計算加速機」20PF
- 2006年度「次世代スーパーコンピュータ：概念構築に関する共同研究」実質的にはデザインコンペ。NFH の他、東大(+天文台)、九大、筑波大等も参加

# 時系列続き

- 2005 年から 2006 年にかけて CSTP 評価委員会からボロクソに言われる。目標、アーキテクチャを文句がでないように色々変更。
- 2006 年初め (だったと思う) 開発実施本部設置、ヘッド:渡辺 (NEC OB)
- 2007 年夏: ベクトル (?PF) + スカラー (?PF) 合計 10PF 以上、と決定
- 2009 年春: ベクトル担当の N が撤退
- 2009 年 11 月 13 日 (金) 仕分け。「2 位じゃいけないんですか？」
- 2010 年 10 月。プロトタイプ機が Green500 4 位にランクイン
- 2011 年 6 月。8 割完成で Top500 1 位
- 2011 年 11 月。全ノード動作で Top500 1 位。

# 「京」の進み方の問題点と思われるもの

- 何をするために作るのかを「ワーキンググループで議論」
- 結局、「何のため」かははっきりしないままスタート
- 計画スタートまでに目標性能が二転三転した。
- アーキテクチャも二転三転した。
- 開始してからメーカーが降りるといふ前代未聞の事態にいたった。

# どうしてそんなことになったのか？(1)

何をするために作るのかを「ワーキンググループで議論」

- 「スパコン開発は重要」が先にある議論＝「何故重要か」を説明するための議論。
- 成功したプロジェクトではこんなステップはない
- 色々沢山の分野の人に話をきいて全部入れる、という感じのレポートになる

# どうしてそんなことになったのか？ (2)

計画スタートまでに目標性能が二転三転した。

- 要するに、初期の目標が予算の割に低過ぎて国際競争力がないものだったため (今でも低い)
- そうなった直接の理由 (ここは推測): メーカーの見積りをそのままあげたから
- メーカー見積りが高い理由: アーキテクチャ・開発モデルが時代遅れになっていたから

つまり:

開発することにしたものも、開発のしかたも間違っていた

結局、開発自体が無理、ということでメーカー撤退。

# 何故開発するものを間違えたのか

- 結構大きな理由: 70-80 年代の「成功」が頭にあった？
  - － ハイエンド計算機開発は半導体開発のテクノロジードライバ
  - － アーキテクチャはアメリカのコピーでも優れた製造技術で競争力を
- 現実
  - － テクノロジードライバはパソコンから携帯電話に
  - － 日本には製造技術以前に半導体製造メーカーがなくなりつつあった時期

注意: 目的が明確でないのに手段について「間違い」といえるのか？

計算機はちょっと特殊

# 何故間違いといえるか？

- 建前として「汎用」なので、価格当りの性能で比較できるはず
- 実際問題として演算性能、メモリバンド幅、ノード間通信バンド幅くらいで大体実際の性能が決まるので、価格当りの性能は違う計算機同士で比べられる
- 2005年くらいの計画は色々論外ではあった
- 2007年くらいの計画でも価格当りでは相当駄目だが、想定されていたアーキテクチャでは実現困難な目標だった



# 「京」まとめ

- プロジェクトとしてみると
  - 数値目標が低すぎる
  - アプローチが時代遅れなため低い目標も実現困難という問題がある。
- そうなった理由は、「国産スパコンを作るプロジェクトをやる」という目標ありきで、作ったものに意味があるかどうかをきちんと検討してなかったから

# 国策スパコンは特殊か？という話

話を計算機ハードウェア開発に限っても、「×」なものはいくらでもある  
先にあげた例:

- 科学技術用高速計算機システム
- 第五世代
- RWCP

# もうちょっと違うところの例

旧科技庁系で目立つもの

- 原子力

- 高速増殖炉、新型転換炉
- 再処理工場
- というか、成功した大規模計画がない気がする

- 航空・宇宙開発

- J-1 ロケット
- JAXA(特に旧NASDA)の色々、ISASではLunar-A, Astro-G とか
- 航空関係で成功した大規模計画がある気がしない

# 何故上手くいかないのか？

もう一度「京」の場合:

- 目標が適切でない
- アプローチも適切でない

まあ、そんなに細かく分析するまでもなく、この2つは大きな問題を起こしたプロジェクトに共通な特徴。

何故そうなるのか、もおそらくあまり変わらない

# 目標が適切でないのは何故か？

- 「京」の場合：要するに時代遅れ。30年前ならよかったかもしれない
- 原子力、宇宙、航空、、、

時代遅れな目標が設定される理由：多分2つ

- プロジェクトの時間スケールが長すぎる
- 実質上のプロジェクト立案者の知識が古い

# 日本におけるプロジェクト立案

- 官僚+「専門家」の委員会、が基本的構造
- 但し、「専門家」を選ぶのは官僚
- どのような専門家を選べがどのような結論がでるか、は選ぶ側にはわかっている

つまり、「専門家」にはあまり意味はなくて官僚が決める。但し、官僚はそんなに中身に詳しくない(ひとつの部門に2-3年しかいない)

このため、知識の不足に基づく判断をする。そうすると、ほぼ自動的に時代遅れな判断になる。

# アプローチの決定

これも目標自体と同じ。知識が不足すれば時代遅れになる。

# もうちょっとましな方法はあるか？(1)

「専門家」に任せれば上手くいくか？

これはまあ、学会議は日本に科学政策についてなにかまともな提案ができるか？というような話。各関係学会の希望を集めているようでは×なのはさっきの話と同じ。

政治主導なら？

素人では官僚と同じかもっと悪い。



# もうちょっとましな方法はあるか？(2)

「エビデンス」に基づく？

# もうちょっとましな方法はあるか？(2)

「エビデンス」に基づく？

エビデンスってなに？それおいしいの？みたいな。

# What I learned from Steve Jobs

— Guy Kawasaki

1. **Experts are clueless**
2. **Customers cannot tell you what they need**
3. Jump to the next curve
4. The biggest challenges beget best work
5. Design counts
6. Changing your mind is a sign of intelligence
7. "Value" is different from "price"
8. A players hire A+ players

(いくつか省略)

# つまり

- エビデンスといっても具体的には何か
- 「エビデンスに基づく進め方」なるものだと上手くいく、という「エビデンス」はあるのか
- 実際に上手くいった例ではエビデンスとか関係あったのか

# 上手くいった例とそうでもないもの(再掲)

---

科学技術用高速計算機システム	×
----------------	---

第五世代	×
------	---

RWCP	×
------	---

---

数値風洞	
------	--

CP-PACS	
---------	--

地球シミュレータ	
----------	--

「京」	?
-----	---

---

数値風洞、CP-PACS はそれぞれ VPP-500、SR-2201 と  
して商品化、競争力のある製品ができた

# 成功(あるいは失敗)したプロジェクトの 共通性？(再掲)

- 数値風洞、 CP-PACS
  - 基本的に単一のサイエンスゴール
  - リーダーの顔が見える(三好、岩崎)
- それ以外(地球シミュレータはちょっと特殊)
  - 「汎用」
  - リーダーが明確でない
  - 政治家/役人主導

# 成功したプロジェクトと「エビデンス」

- もちろん、実際のプロジェクトの進め方は「エビデンス」に基づいている
  - 技術的に可能であり、国際的に優位に立てる目標設定
  - それを実現するためのプロジェクト管理
- 一方、成功したプロジェクトを「エビデンスがない推測に基づく」と批判することはできる。例えば、並列計算機の構成として従来と違うので
  - アプリケーションの性能がでるかどうかが
  - それ以前にアプリケーション書けるかどうかは未知だった。

# まとめ

- 日本のスパコン開発、特に大規模なものは、あまり合理的な根拠に基づいているようには見えない
- 特に技術開発については、そもそも何が「合理的な根拠」といえるのかが理解されていないように思われる。
- 成功したプロジェクトとそうでもなかったものを比較すると、色々な違いはある。その辺が「合理的な根拠」ではないか？