

最初は「並列記号処理」と  
リクエストされたんですが  
最近はずいぶん...

「ネガティブになるな」と  
リクエストされたんですが  
なかなか難しくって...

# 非数値並列計算の動向と展望



中島 浩

当たったためしがないので  
展望したくないんですが...

(学術情報メディアセンター／システム科学専攻)



ACCMS

# 目次

- **背景 (としての who am I)**
- **FGCS/PIM/KL1 が目指した世界**
- **FGCS 後の世界**
  - **並列システムの動向**
  - **非数値並列計算の動向**
- **今後の世界**
  - **並列システムの展望**
  - **非数値並列計算の展望**



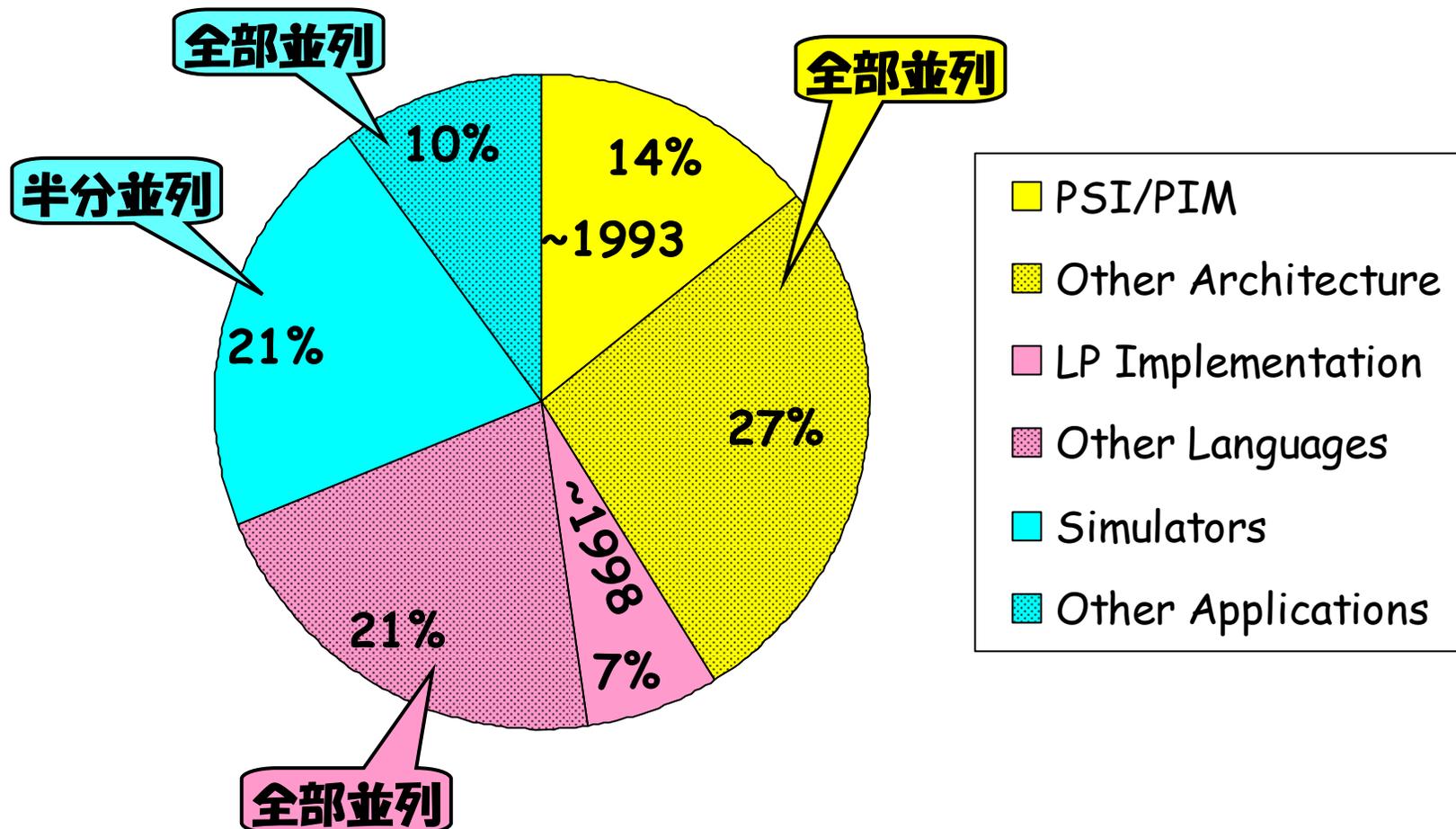
# 背景 (としての who am I) (1/2)

## ■ 研究歴

- 1979-1982: Proc. Arch. @ 京大 / 三菱電機
- 1983-1992: FGCS @ 三菱電機 (≠ ICOT)
  - PSI × 3 + PIM × 2 + KLO/1-impl
- 1992-1997: 並列Arch+α @ 京大
  - KL1 の解析とかもやってた
- 1997-2006: 並列Software+α @ 豊橋技科大
  - 1998.9: 最後の論理型論文
  - 2001.1: 最初の -lm 体験
- 2006-: 並列いろいろ @ 京大
  - 2007.8: 最初の -qsub 体験
  - 2007.12: 最初の数値並列論文

# 背景 (としての who am I) (2/2)

## ■ 発表論文の分類





# FGCS が目指した世界 (1/2)

- **とにかく論理型しかない**
  - 深遠な「知識情報処理」には論理型がベスト
  - 言語としての「美」(esp. 並行論理型)
  - implementer としても「やりがい」
- **とにかく並列しかない(確信的夢想)**
  - 深遠な「知識情報処理」は並列加速が不可欠
  - 1P 性能の限界がきっと来る
  - 沢山並べて適当に繋げば何とかなる



# FGCS が目指した世界 (2/2)

- **超カッコイイ並列処理**
  - **汎用的な並列記号 (&非数値) 処理**  
(i.e. parallelization-paradigm free)
  - **並行&並列の美的な融合**  
(i.e. parallel = special case of concurrent)
  - **intra/inter-node の seamless な展開**  
(e.g. global name space)
  - **scalability へのこだわり**  
(e.g. inter-node GC & goal management)



ACCMS

# FGCS 後の世界 (1/6)

KLIC@京速=143TLIPS

KLIC@TACC

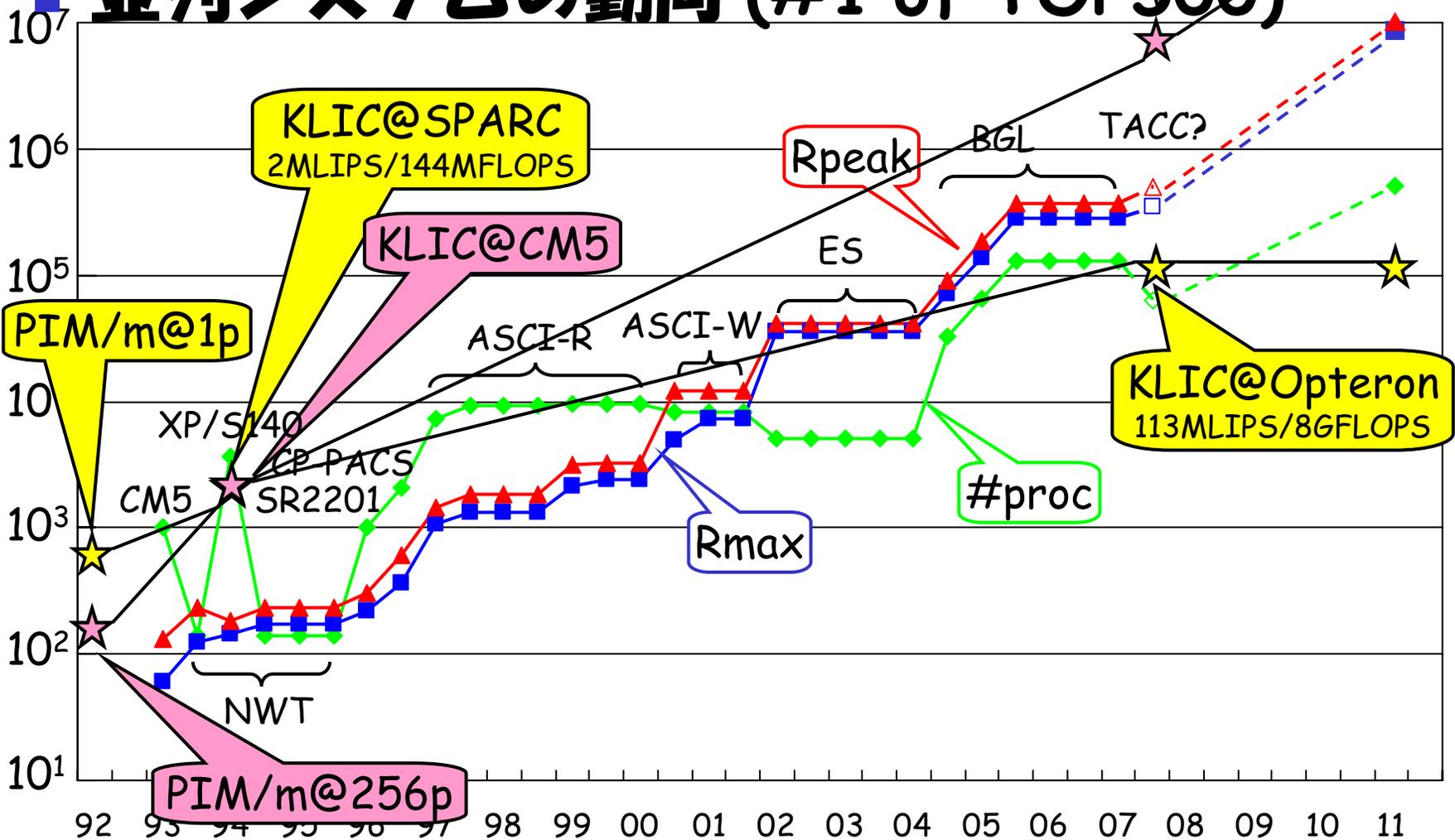
## 並列システムの動向 (#1 of TOP500)

MLIPS

KLIPS

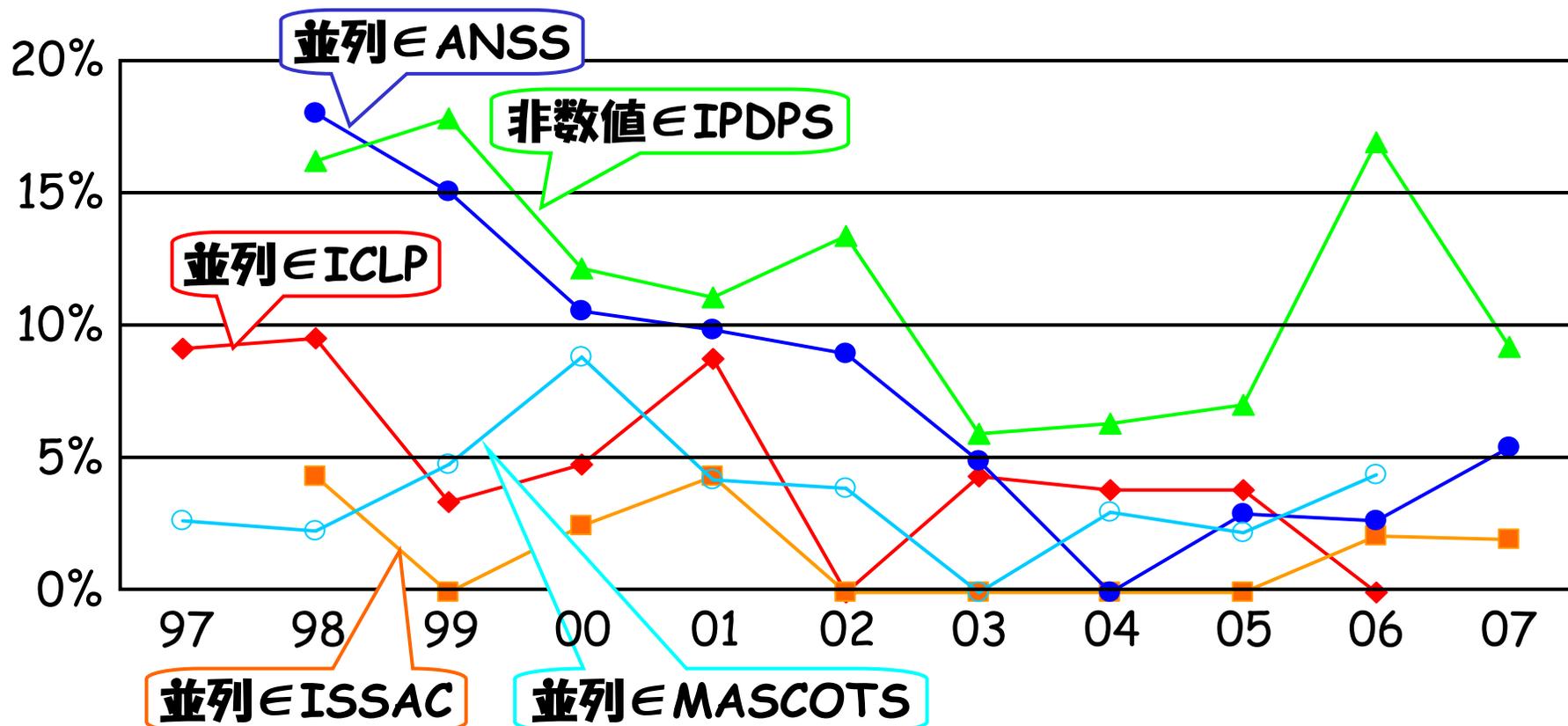
GFLOPS

#proc



# FGCS 後の世界 (2/6)

## ■ 非数値並列計算の動向：国際会議占有率

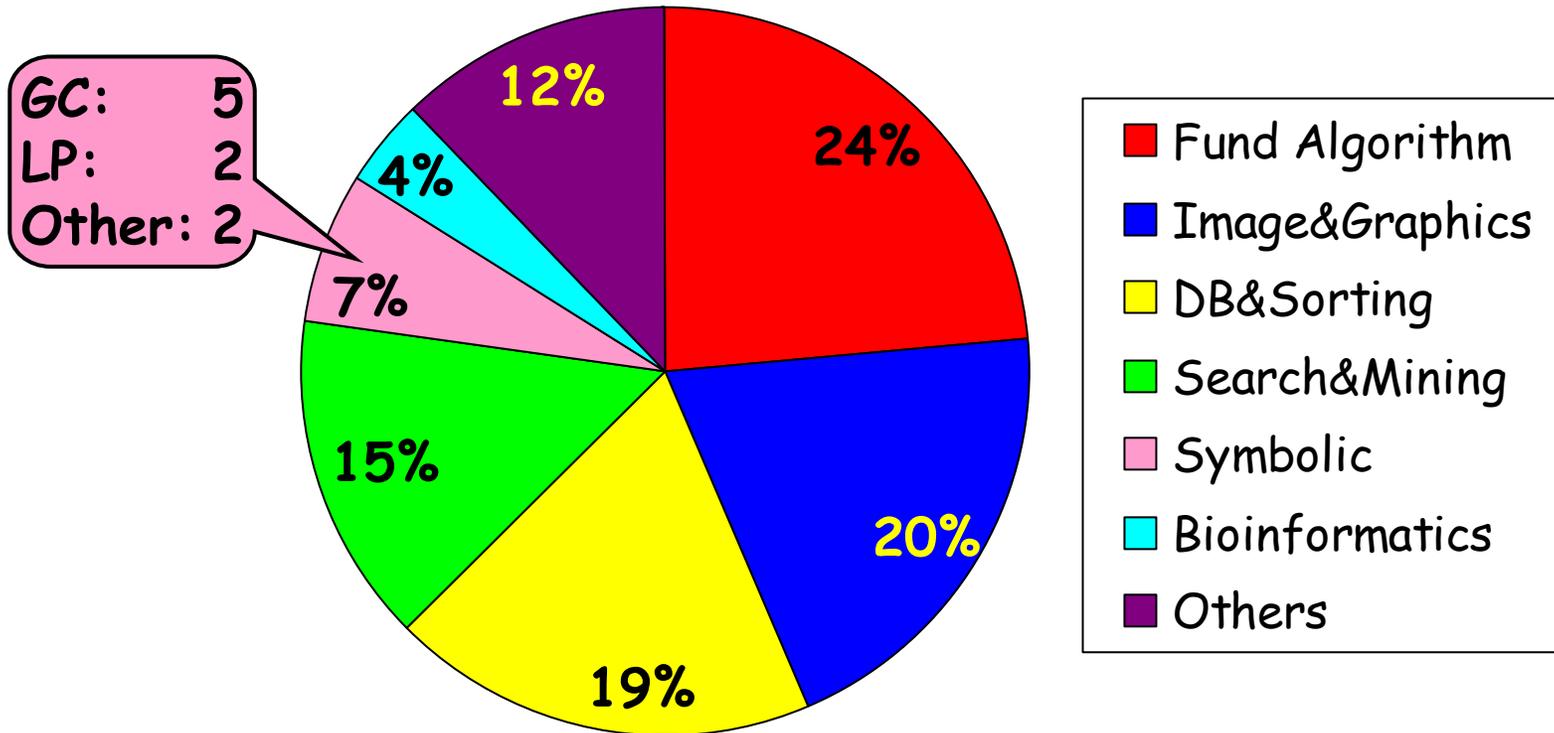




ACCMS

# FGCS 後の世界 (3/6)

## ■ 非数値並列計算の動向：IPDPS 分野比



# FGCS 後の世界 (4/6)

## ■ 非数値並列計算の動向：数値 vs 非数値

性格	数値	非数値
応用の実用性	自明 (構造, 材料, 電磁界, 生命) or 不要 (宇宙, 素粒子)	必要 or なし
community	非 CS	CS
単純並列処理	受ける	受けない
大規模並列処理	やりやすい	やりにくい



ACCMS

# FGCS 後の世界 (5/6)

- **とにかく論理型しかない**
  - 深遠な「知識情報処理」には論理型がベスト
  - 言語としての「美」(esp. 並行論理型)
  - implementer としても「やりがい」
  - 今日はイチャモンつけにくいですよ
  - ただ深遠な「知識情報処理」はいずこへ?
- **とにかく並列しかない(確信的夢想)**
  - 深遠な「知識情報処理」は並列加速が不可欠
  - 基本的に正しかった
  - 1P 性能の限界がきっと来る →来た!!
  - 沢山並べて適当に繋げば何とかなる →なった!!



# FGCS 後の世界 (6/6)

- **超カッコイイ並列処理 → 未だ前途遼遠**
  - **汎用的な並列記号 (&非数値) 処理**  
お客さんがねえ
  - **並行&並列の美的な融合**  
これが最難関だったように思います
  - **intra/inter-node の seamless な展開**  
これも魔法はないような (e.g. DSM)
  - **scalability へのこだわり**  
定性的には真だが (e.g.  $O(N+p^2)$ ,  $N \gg p$ )

# これからの世界 (1/3)

## ■ 並列システムの展望

当たったためしがないので  
展望したくないんですが...

- 100万並列の世界はそこまで来ている
  - 「しめしめ」? 「おたおた」?
  - >1000万の世界も視野に入れないと
- 1P 性能向上は本当に止まる→並列しかない
  - 「しめしめ」? 「おたおた」?
  - とりあえず  $10^1 \sim 10^2$  chip を制するものが勝ちそう
  - 1/2 efficiency ぐらいで許してもらえそう

# これからの世界 (2/3)

## ■ 非数値並列処理の展望

当たったためしがないので  
展望したくないんですが...

### ■ 100万並列の世界はそこまで来ている

- 王道：超カッコイイの原点復帰
- 霸道：単純&有用&大規模な応用発掘
- 邪道：数値屋の弱点につけこむ

(e.g. 「こっちにはこんな方法がありますよ」)

### ■ 1P 性能向上は本当に止まる→並列しかない

- 王道：超カッコイイの原点復帰
- 霸道：1/2 efficiency レベルの過去の蓄積で勝負
- 邪道：なにかもっと楽な方法ありませんか？



# これからの世界 (3/3)

- **これから {も|は} 生きる FGCS 精神**
  - **非決定性に怯まない強い心**
    - 処理過程の非決定性から結果の非決定性へ
    - 数値屋は既に秘かに受け入れている
  - **無駄を恐れない強い心**
    - 逐次性の打破は投機にあり
    - power-aware できるともっと良いかも
  - **$10^6$  にたじろがない強い心**
    - 難しいってことは昔から知ってます
  - **The only thing we have to fear is fear itself (FDR)**