



筑波大学  
University of Tsukuba

平成22年5月6日

計算科学研究センター

# 計算科学拠点の形成

## ～センター設置の頃を回顧して

### 現在・未来を見据える～

岩崎 洋一

# 目次

- CP-PACS プロジェクトとセンター設置
  - CP-PACS プロジェクトからの教訓
- 次世代スパコンとHPCI の拠点形成

1990—1997

# CP-PACS プロジェクトとセンター設置

## ■ CP-PACS プロジェクト

- 1992年度発足 「新プログラム」として5カ年計画

## ■ 計算物理学研究センター

- 1992年4月10日 全国共同利用施設として設置
- CP-PACS プロジェクトの推進母体

## ■ CP-PACS コンピュータ

- 1996年9月完成
- 同年11月 「トップ500」の第一位と認定

## ■ 物理学で世界をリードする結果

# 天の時、地の利、人の和

## ■ 天の時

- 計算機の変革期 ベクトル型から並列型へ
- PAXシリーズ(星野・川合); 5代目 QCDPAX
- 新プロの発足

## ■ 地の利

- 筑波大学の新たなシステム(学系制度)
- 人材の集結;  
並列計算機の先駆者、日本のスパコンの父、日本のコンパイラの前駆者、スパコンの高度利用者、QCDPAXのメンバー

## ■ 人の和

- 個々のメンバーが互いにリスペクトし、能力を発揮
- 理学のゴールと工学のゴールの2つのゴールの設定

# CP-PACS プロジェクトの立ち上げから 採択まで

- 構想立ち上げ
  - 1990年4月6日 QCDPAXの完成式典の日
  - 同日 一本の電話「新プログラム」の情報
- 新プログラムとは
  - 文部省の1990年度からの新制度
  - あらゆる政策方式を駆使する大型プロジェクト
    - 科研費、組織、設備費、特別研究員、外国人特別研究員
- 構想練り上げ： 紆余曲折
- 課題名 専用並列計算機による「場の物理」の研究
- 書類審査 7件 → 2件
- ヒアリング 1件 採択

# センター新設要求

- 新プロ
  - 科研費、**組織**、設備費、特別研究員、外国人特別研究員
- 1991年1月24日 書類審査パス
  - 学術課との打ち合わせ **組織は？**
  - 大学執行部の考え **特別研究プロジェクト組織**で対応
  - 思案に暮れる
- 2月**21**日 新たな情報を得、**センター新設申請**を決断
- 2月**25**日 学術課、研究機関課、研究協力室との打ち合わせ
- 2月**28**日 **ヒアリング**
- 3月～9月 センター概算要求資料作成、説明

# 予算要求

- 科研費(創成的基礎研究費) 開発・製作費
  - 25億円(期待) → 15億円(当初)
  - 600GFLOPS(期待) → 300GFLOPS(当初目標)
- 定員
  - 純増4名、学内振替6名 合計10名
- 建物
  - 当面困難
- 設備費
  - フロント計算機、空調、変電施設、無停電装置
- 運営費
  - 電気代



# 計算科学研究センター設置

- 1992年4月10日 全国共同利用施設として設置
- ただし、建物なし
- 共同研究棟Aの3部屋を間借り
- 計算機の置き場所??
- 開所式 7月 建物必要性 強調
- 研究機関課 → 文教施設部

# 施設

- 計算機棟 1992年補正予算 1993年竣工



- 研究棟 1996年竣工



# 調達手続き

- **日米スパコン摩擦**
- 調達手続きを透明化、公正化
- **通産省**機械情報産業局電子機器課課長と面談
- 文部省 会計課、研究機関課、研究協力室、…
  - 1991年4月 開発協力可能性打診 14社(米国系3社)
  - 1992年2月 全体計画書提出・回答要望書
  - 1992年3月 説明会
  - 1992年5月 官報公告
  - **1992年6月 一般競争入札 日立製作所と契約**
- 全ての資料をファイル綴じ
  - 地球シミュレータ発足時 参考

# 世界一を目指して プロセッサ数倍増

- **学術課** 15億円 → 22億円 可能性示唆
  - プロセッサ数 1024 → 2048 可能性
- **研究機関課** センター経費
  - 空調、無停電装置 倍増近い
- **メーカー**
- 25億円でも厳しい、22億円では
- **3体問題**
  - 解決に10か月かかった
  - 最後の廊下での談判？
- **2048プロセッサで最高速度614GFLOPSを目標**

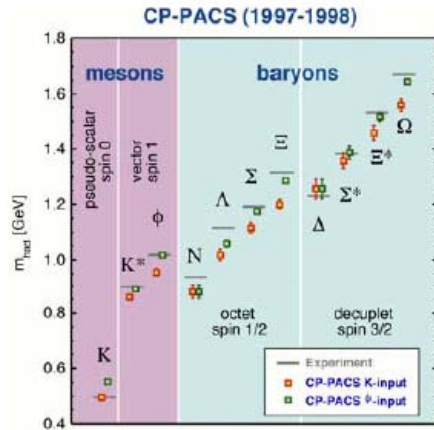
# CP-PACS 開発・製作

- 物理学者・計算工学者・メーカーの共同研究・協力
  - 1回あたり5～6時間、月1, 2回、5年間 述べ数百時間
- 1996年9月 CP-PACS コンピュータ完成
- 同年11月 「トップ500」 第一位 認定

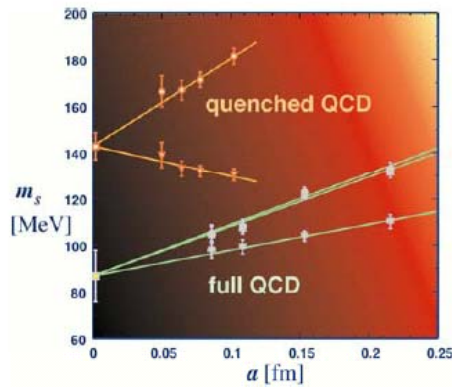


# 物理学の成果

## 素粒子物理学

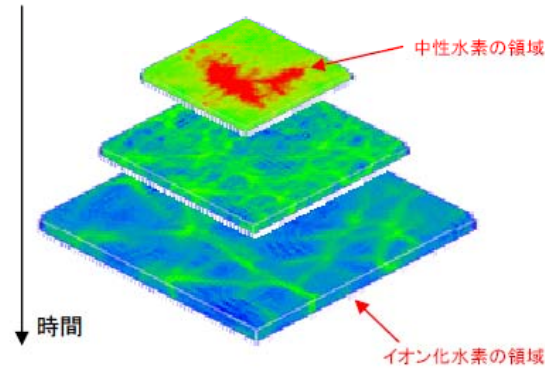


クエンチ近似のハドロン質量スペクトルの  
予言(1980年からの懸案)(1999)



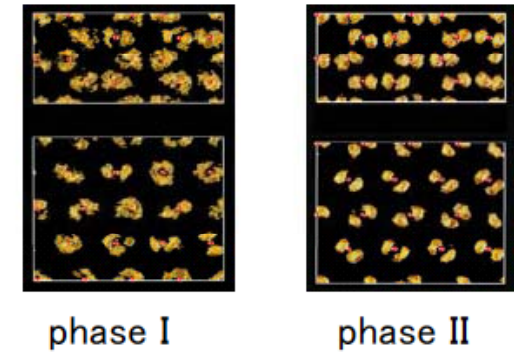
基本粒子クォーク質量の計算(自然界の  
基本定数の一つ)(2000)

## 宇宙物理学

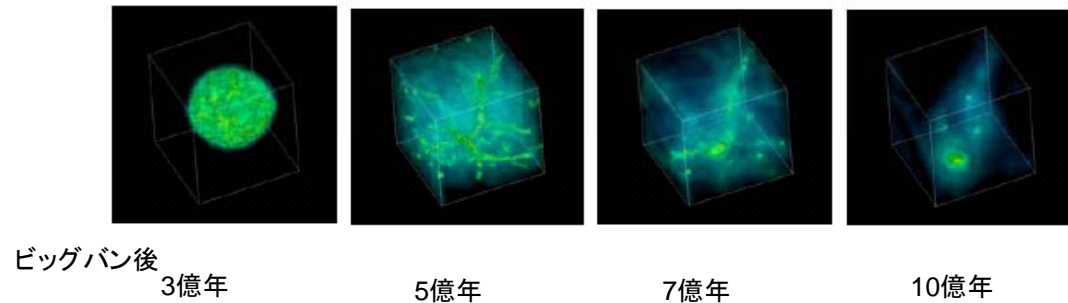


宇宙をみたく水素の再電離過程の3  
次元輻射輸送計算(世界初の試み)  
(2000)

## 物性物理学




高圧下の固体水素の結晶構造  
(1930年代からの懸案)(2000)



HMCS(CP-PACS+GRAPE)による銀河形成  
の3次元輻射流体シミュレーション(2003)

# CP-PACS プロジェクトからの教訓

- 大目標(グランドチャレンジ)の設定が重要
  - 物理学者と計算工学者の密接な共同研究と  
メーカーの協力が不可避
  - 直に顔を合わせながら、議論できる「場」が必要
  - 「場」= 計算物理学研究センター
  - この環境のもと、計算工学者とメーカーは新機軸を考案し、技術的な困難さを克服する強い動機を持つ
- 
- 結果として、2つのゴールを達成.

## 2つのゴールの達成

- 世界一高速で、幅広い分野のユーザに使い勝手のよいコンピュータを開発・製作する
- そのコンピュータを用いて、物理の分野で世界最先端の成果をあげる



## センターのさらなる発展

- 宇川彰センター長 1998－2006
- 1997－2001 HMCS(CP-PACS+GRAPE)
- 2004 計算科学研究センターへ拡充・強化
- PACS-CS の開発・製作
- 佐藤三久センター長 2007－
- 2010 先端学際計算科学共同研究拠点の認定
- 拠点のさらなる発展へ

# CP-PACS 稼働終了 2005年9月



2000—2010

## 次世代スパコンとの関わり

- 2000年～ 必要性 文科省へ口頭説明
- 2004年1月5日 必要性 文部省へ**文書**提出
- 2005年7月下旬 文科省から**電話**(依頼)
- 2005年9月 シンポジウム 基調講演
- 2005年9月--11月 CSTP **事前評価**
- 2005年12月6日 **財務省主計局次長**と面談
- 2006年4月～ アドバイザリ委員会座長
- 2007年10月 シンポジウム 基調講演
- 2010年3月 革新的HPC Iシンポジウム 基調講演
- 2010年3月～ 計算科学研究機構準備アドバイザリ座長

# スパコン開発に対する基本的な考え方

「2004年1月5日の文書」に基づく、2005年シンポジウムの講演から

- **ロードマップ**に基づく持続的な開発の必要性
- 高い目標(**グランドチャレンジ**)を目指すことの重要性
- **計算科学者・計算機工学者・メーカーの協力**
- **スパコンの重層的配備と**  
**重点分野・成長分野の棲み分けの必要性**
- **高速ネットワークによる計算環境整備の重要**
- **マイクロプロセッサの開発の重要性**

# 我が国としてのプロセッサ開発の重要性

(2005年9月26日講演より)

- プロセッサなくして計算機はない
  - ベクトルプロセッサ:  
確固とした伝統があるが、将来的展望を如何に考えるか
  - マイクロプロセッサ:  
高性能汎用プロセッサは米国製がdominant
- 科学技術計算に向けた我が国独自のマイクロプロセッサ開発路線を設定できないか
  - スパコン技術の根幹
  - 困難であっても、オールジャパンで追求する価値あり
- **組み込みプロセッサとの連携の可能性**
  - 我が国の強み
  - BlueGene/Lのプロセッサは組み込みプロセッサの改良版

# CSTP事前評価

- 本プロジェクトは実施することが適当である  
なお、投資規模に見合った成果を着実に上げ、国民に還元するために、以下の指摘事項を適切に対応していくことが必要である。フォローアップを行う
- ターゲットを明確にした開発の推進について  
グランドチャレンジの絞り込みが充分でなく、成果目標、実現のために計算機システムに要求される機能・性能など明瞭でない

# CSTP 事前評価(続)

## ■ システム構成の最適化について

### ■ 当初案:

- ベクトル部 0.5PFLOPS
  - スカラー部 1.0PFLOPS
  - 特定処理計算加算部 10PFLOPS
- 密結合

計算機システム構成を基本に戻って練り直す必要  
ベクトル部の開発に着手する必要性が明確でない

## ■ マネジメント体制の構築について

統括グループのプロジェクトリーダー、ハードウェア  
開発リーダー、ソフトウェア開発リーダーの選定方  
法の明確化、推進責任体制の速やかな構築が必要



# 事前評価の(私的)フォローアップ

- ターゲットを明確にした開発の推進について
- システム構成の最適化について
- 2つの順序が逆転した
  - 紆余曲折があったが、
  - システムは順調に2012年完成の予定
- これからは、世界をリードする結果が得られるよう、グランドチャレンジ構想のさらなるグランド化が求められる
  - 異分野の研究者の共同研究が重要
- マネジメント体制の構築
- 当初から確固たる推進責任体制の構築が必要

# 次世代スパコンの現状・課題

- 投資規模に見合った成果を着実に上げ、国民に還元とは？
- 研究成果により、科学・技術と産業の飛躍的な進展に寄与する
- そのために
  - スパコンを重層的（最高性能システム、中規模システム、小規模システム）に配備し、
  - 高速ネットワークで結合： HPCI
  - それぞれの階層に適したアプリで成果を上げる

# 次世代スパコンの現状・課題(続)

- 各階層に適したアプリとは
  - 次世代スパコンによって初めて可能となる応用で、準備ができている計算
  - 中規模システムで数年間準備することにより、次世代スパコンを使うことが必要なアプリ
  - 中規模のシステムで十分なアプリ
- アプリ側が研究しやすいHPCIが重要
- HPCIの極めて重要な任務: 若い人材を育成

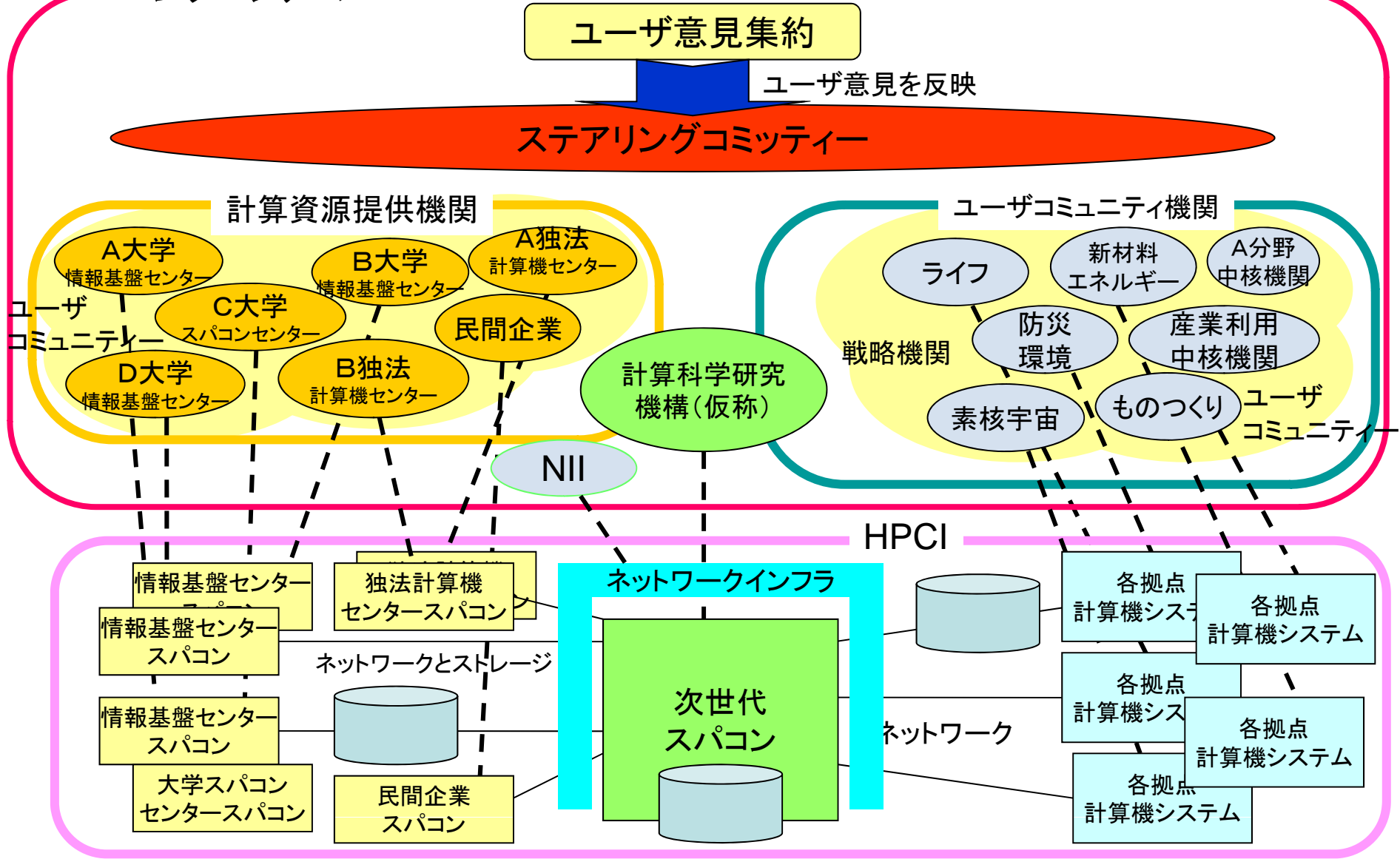
# HPCIとコンソーシアムの形成

## HPCI検討 WGの報告: 文科省ホームページ

- グランドデザイン(5月1日～18日パブコメ)
- 重要ないくつかの点は将来の検討事項
  - 権限と責任体制を明確化すべき
    - 計算科学研究機構(仮称)の位置付け
    - ステアリングコミッティー
    - ユーザ意見集約
    - 登録機関
  - 人材育成の観点をさらに強調すべき
  - 全体の組織が複雑すぎるのではないか
    - 重層的要素を入れられないか

# コンソーシアムとHPCIのイメージ

コンソーシアム



# 将来へ向けて

- 研究者は常に基本に戻り、
- 世界をリードする研究成果を創出
- 人材育成
- 上記2点の視点から、コンソーシアムの組織構成に関して提案・発信し、行政、政府、産業界と協力し合い、**実効性と効率性のある組織・運営**を構築する
- さらに、**HPCIのロードマップ(戦略)**を策定することが急務である

## 最後に

- 筑波大学計算科学研究センターが
- 計算機工学者と計算科学者との緊密な共同研究により、計算科学を進展してきた実績を基に、
- HPCI の拠点として、さらに、大きく飛躍することを期待する