

# 日本の核物理の将来 計算核物理WG 報告

ドラフト原稿の進捗状況

2011/7/29 タウンミーティング @RCNP

根村英克（東北大学）

# メンバ構成

- |                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| ★ 江尻 信司 (新潟大)        | 高温高密度格子 QCD            |
| ★ 佐々木 勝一 (東大理)       | 格子 QCD によるハドロン物理       |
| ★ 根村 英克 (東北大理、代表)    | 少数系・核力                 |
| ★ 堀内 渉 (理研)          | 少数系物理                  |
| ★ 阿部 喬 (東大理)         | 殻模型、格子 EFT             |
| ★ 板垣 直之 (京大基研)       | クラスター模型                |
| ★ 古本 猛憲 (京大基研)       | 核反応                    |
| ★ 清水 則孝 (東大理、副代表)    | 殻模型計算                  |
| ★ 中務 孝 (理研)          | 原子核密度汎関数理論             |
| ★ 住吉 光介 (沼津高専)       | 宇宙核物理                  |
| ★ 藏増 嘉伸 (筑波大、オブザーバー) | 格子 QCD による原子核の<br>直接構成 |
| ★ 大西明 (京大基研、世話人)     |                        |

# 現在の **WORK** の状況 (i)

- ★ 2010/11/3 「日本の核物理の将来」  
kickoff meeting @ 理研
- ★ 2011/12/28 計算核物理 WG kickoff meeting
  - 顔合わせ + ブレインストーミング

中村さんの設問をもとに各自で原稿作成

- ★ 2011/2/10 ドラフト原稿検討ミーティング
  - 原稿の前半部分 (イントロ) を中心に議論
- ★ 2011/3/11 地震
- ★ 2011/7/29 タウンミーティング @RCNP

# 中村さんからの宿題

★ (Q1) あなたの 5 年後の研究テーマは何か？

★ 次に 10 年後を想定して、

- (Q2) あなたが現在拠点としている研究施設について、どのようなアップグレードを行いたいのか、行うべきか？
- (Q3) そのアップグレードによりどのような物理が展開できるか？
- (Q4) あなたの 10 年後の研究テーマは何か？
- (Q5) あなたの分野について 10 年後に鍵となっている Question とは何か？
- (Q6-Q9) 次に 20 年後を想定して、Q2-Q5 に答える。

# 現在の **WORK** の状況 (ii)

## ★ インTRODakション・現状分析構成

- 現状分析
- 計算機を軸として分野で切り分けず、横断的に
- 大まかなくくりとしては、
  - – QCD
  - – 核子多体系 (核構造、核反応)
  - – 宇宙核物理
- 共通項は？
  - 計算機の高性能化、アルゴリズムの進化
- より詳細に知りたい人向けに、重要トピックについて  
(教科書的な) 参考文献を挙げる

# 現在の WORK の状況 (iii)

★ ドラフト原稿の前半部分（イントロダクション・現状分析構成）は60%くらいはできている？

## 1 はじめに

原子核は、強い相互作用によって核子が互いに結合した有限量子多体系である。低エネルギー領域の原子核物理は、核子を基本的な自由度として記述する枠組みが伝統的に取られており、大きな成功をおさめている。一方で、重イオン衝突など高エネルギー領域の実験の解析から、量子色力学 (QCD) が強い相互作用の基礎理論であることは疑いのないものとなっている。原子核物理の理論的研究は、クォーク・グルーオンの力学を直接扱うものから少数核子多体系、安定核での魔法数の出現、クラスター物理、中性子・陽子過剰核 (不安定核) の存在、高密度核物質 (中性子星)、ストレンジネスなど、強い相互作用にまつわる多様な現象を、各階層に応じて多様な手法を駆使して進められている。

近年コンピューターの急速な発展と新しい計算アルゴリズムの開拓などに伴い、各分野の研究は、精密化の方向に進むとともに、各分野をまたいだ研究も活発に行われつつある。ここでは、とりわけ日本で活躍する研究者を中心とした最近の原子核物理の理論的研究の現状分析を行う。

# 現在の **WORK** の状況 (iii)

★ ドラフト原稿の前半部分（イントロダクション・現状分析構成）は60%くらいはできている？

## 2 現状分析

2-1. QCD

2-2. 核子多体系（核構造・核反応）

2-3. 宇宙核物理

# 現在の **WORK** の状況 (iii)

★ ドラフト原稿の前半部分（イントロダクション・現状分析構成）は60%くらいはできている？

## 2 現状分析

6割程度のでき

2-1. QCD

2-2. 核子多体系

2-3. 天体核物理

## 3 5～10年後の展望

これから  
(各自で書いてもらったものはある)

## 4 今後の研究に必要な計算機資源の見積り

## 5 まとめ

# Key questions, key words

- ★ （まだ全体で議論していないので個人的意見）  
クォーク・グルーオンの力学に基づく原子核物理の構築
- ポイントは QCD と原子核をつなぐところ
- 格子 QCD から核力ポテンシャルを決めるという方法がうまくいくなら、京計算機以降この流れで研究が進むことを期待。
- テンソル力、魔法数。
- 通常核で成功を納めた後、エキゾチックな系へ。
  - 中性子過剰核
  - ストレンジネス
    - パラメータフリーのハイペロン力。
    - エキゾチックハドロン探索。

# Key questions, key words

## ★ 少数粒子系（精密計算）

- 多体相関（ $\leftrightarrow$ 結合チャネル（ $\Delta$ 自由度））
- 連続状態の記述

## ★ クラスター模型

- テンソル力とクラスター描像をつなぐ模型

## ★ 殻模型

- No-core shell model
- 安定核から離れた原子核
- クラスターの状態の記述
- 質量数 100 前後の原子核（核廃棄物処理？）

## ★ 微視的核反応模型の改良

- 不安定核特有の反応現象？
- エネルギー依存性と三体力

# Key questions, key words

## ★ 天体核物理

- 高密度核物質への三体力の影響
- クォーク物質への相転移
- 超新星爆発メカニズム
- R-process
- 大質量星の重力崩壊

# Key questions, key words

☆ (物理ではないところ)

☆ HPCI の体制整備、維持、強化

- 素粒子・原子核・宇宙でひとつの枠（分野5）

☆ 説得力のある物理のテーマ

- 我々は自ら大型計算機を建設する体制にはなっていない
- 使える計算機を使い続けられる体制を維持（人材確保）

# 原稿の章立て（案）

☆ はじめに

☆ 現状分析

6 割程度のでき

- QCD
- 核子多体系（核構造・核反応）
- 天体核物理

☆ 5～10年後の展望

☆ 今後の研究に必要な計算機資源の見積り

☆ まとめ

☆

これから

（各自で書いてもらったものはある）

# 想定される **facility** の **upgrade/construction**

- ★ BG/L @ KEK (57.3TFlops)
- ★ t2k @ Tsukuba (95.4TFlops)
- ★ 京 (Kei) @ AICS (8.2PFlops) (2011)
  - 10 ~ 20PFlops(?) (2012?)
- ★ ×100 倍の性能向上? (202X?)

# Resource の算定