# 研究紹介 (進学ガイダンス)

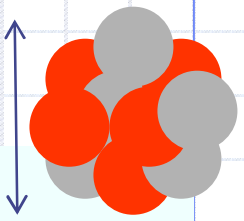

## 原子核科学研究センター

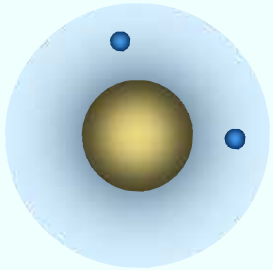
### 極限原子核構造グループ (NUSPEQ group)

**下浦　享**

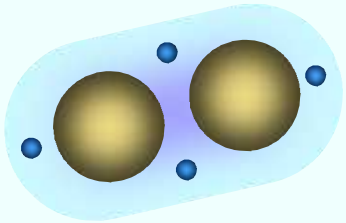
shimoura@cns.s.u-tokyo.ac.jp
http://www.cns.s.u-tokyo.ac.jp/~shimoura/

# 多様な原子核の様相

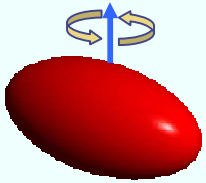


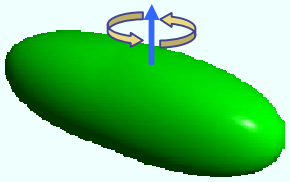
中性子ハロー



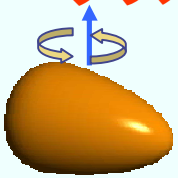
クラスター構造



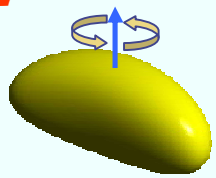
超変形



ハイパー変形



洋ナシ変形



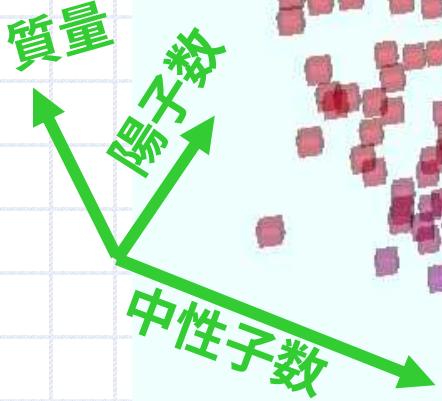
バナナ変形

陽子崩壊

アイソスピン対称性

魔法数の消失・発現

陽子と中性子の運動の分離

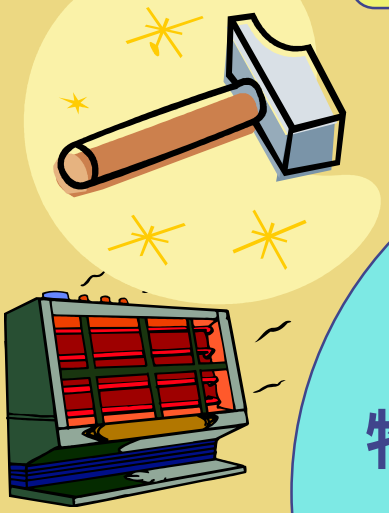


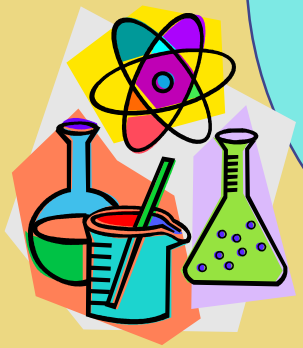
# 安定線から離れた原子核の研究

- 原子核物理学：強い相互作用をする有限量子多体系の物理
  自然界に存在する安定な原子核(最小エネルギー：極低温)；
  - 陽子、中性子のフェルミ面が同じ
  - Self Consistency (自己無撞着)
  - 量子状態の不均一性が同期
    - 陽子が魔法数近傍なら中性子も魔法数の近傍)
  - …
- 陽子数と中性子数がアンバランスなエキゾチックな原子核の性質は？
  - 陽子、中性子それぞれの分布の拡がり、形は？
  - 硬さは？応答は？
  - 魔法数は？一粒子波動関数は？相関は？
  - 対称性は？
  - …

**新しい原子核像**

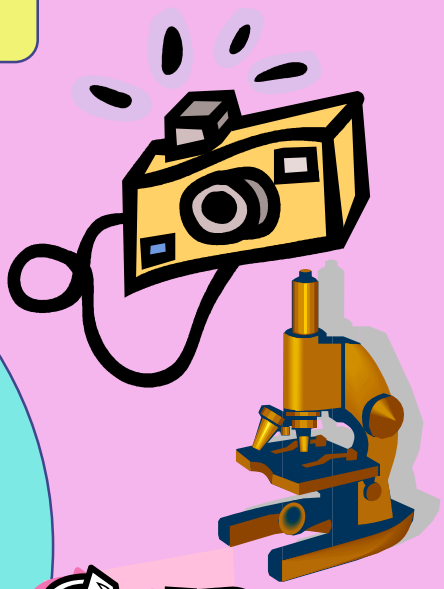
# 原子核の研究

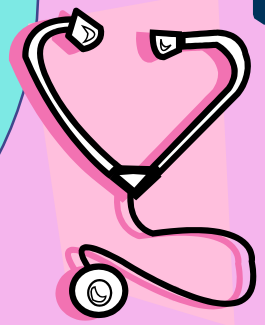




## 原子核

物質質量の大半を担う
核力が支配
量子複合系
**自然界では
凍りついている**





## 加速器

**さまざまなプローブ
新物質の生成**

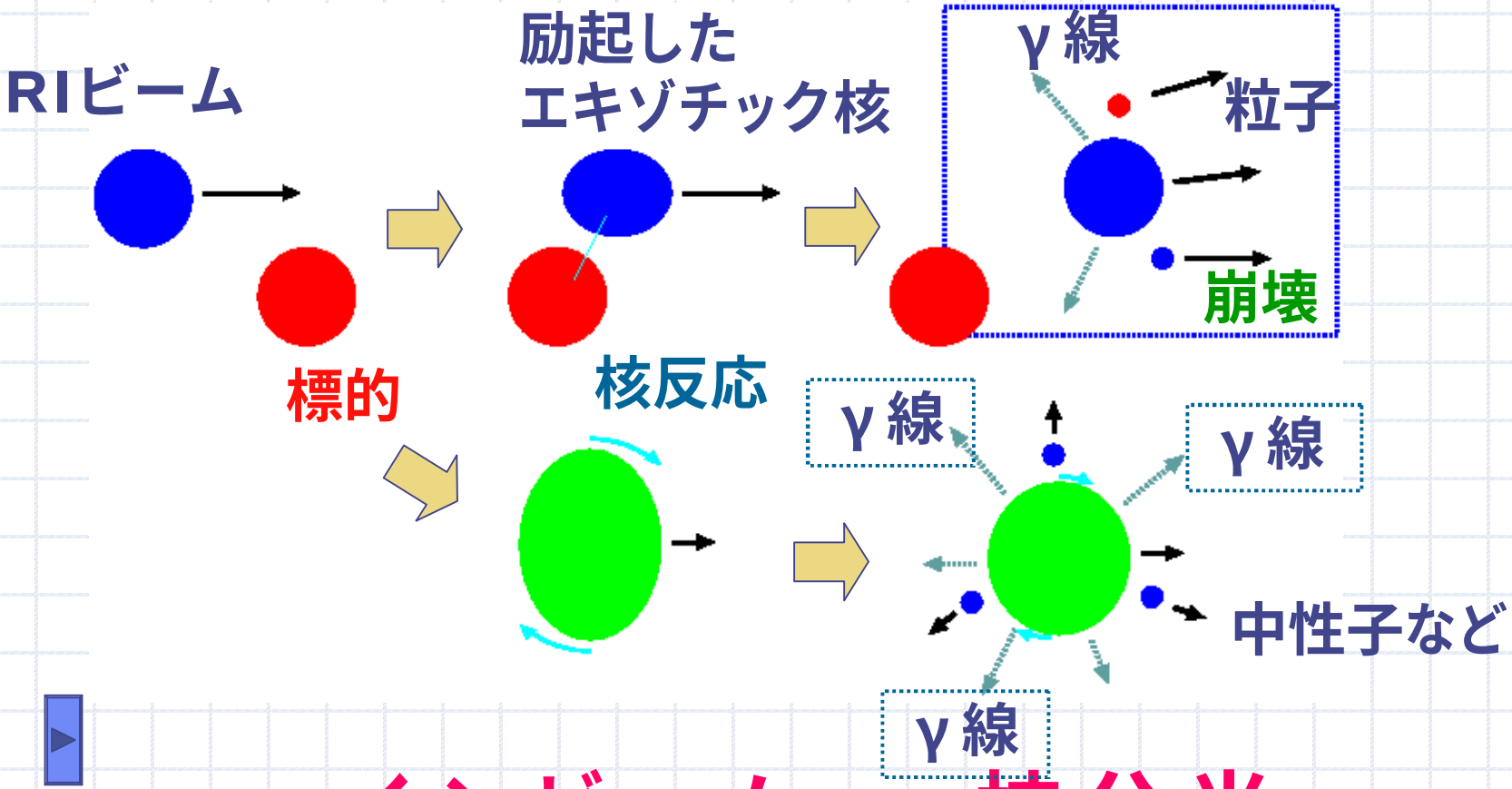
## 測定器

**粒子、光の
エネルギー、種類**

# 実験手法:インビーム核分光

- インビーム
  - (量子数の選択性が強い) 原子核反応を用いて原子核の励起状態を生成
    - 中間エネルギーの直接反応
    - 低エネルギーの融合反応、多重クーロン励起
- 核分光
  - 崩壊で放出されるγ線、粒子のエネルギーと強度を測定 (分光) し、励起状態の量子数 (励起エネルギー、スピン・パリティなど) の情報をえる
    - 殻構造の進化、集団性の消長、アイソスピン依存性…
    - 高スピン状態と新しい変形、外場に対する応答関数…
- SHARAQプロジェクト
  - 不安定核ビームの核反応の高分解能測定

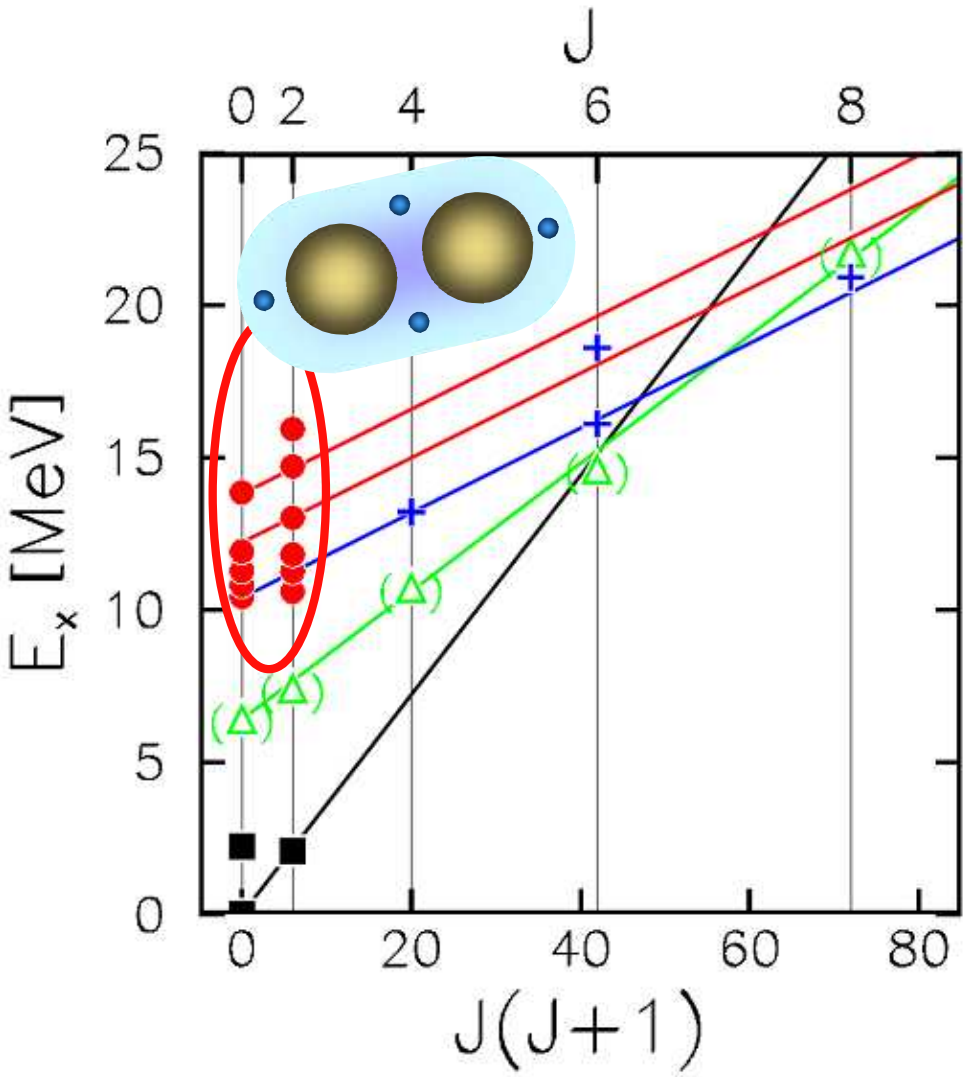
# 不安定核の二次核反応測定

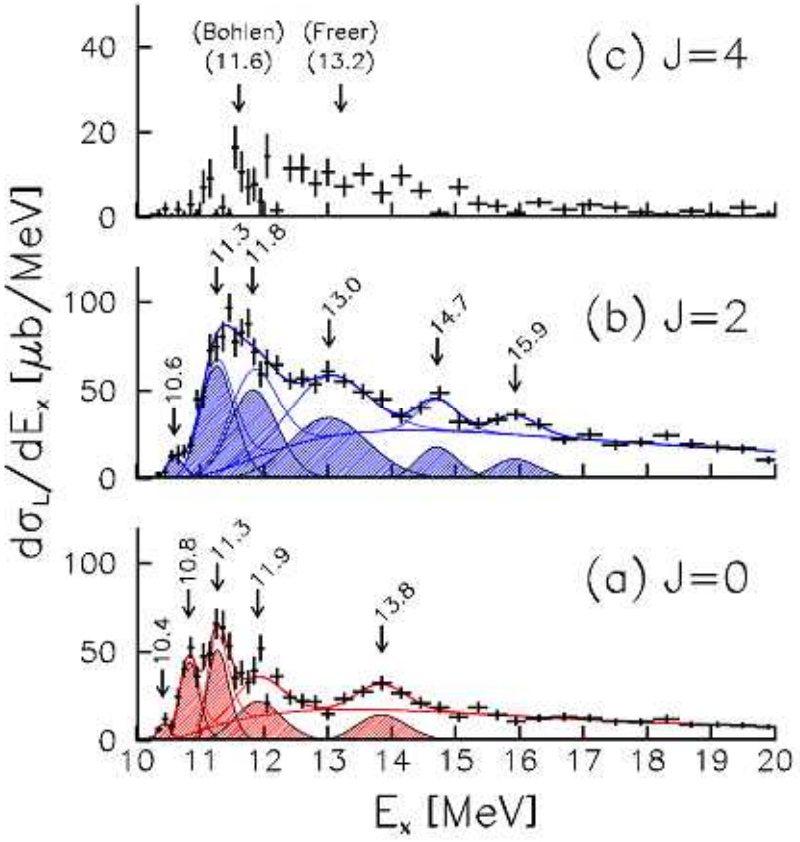



インビーム　核分光

# 最近の研究例

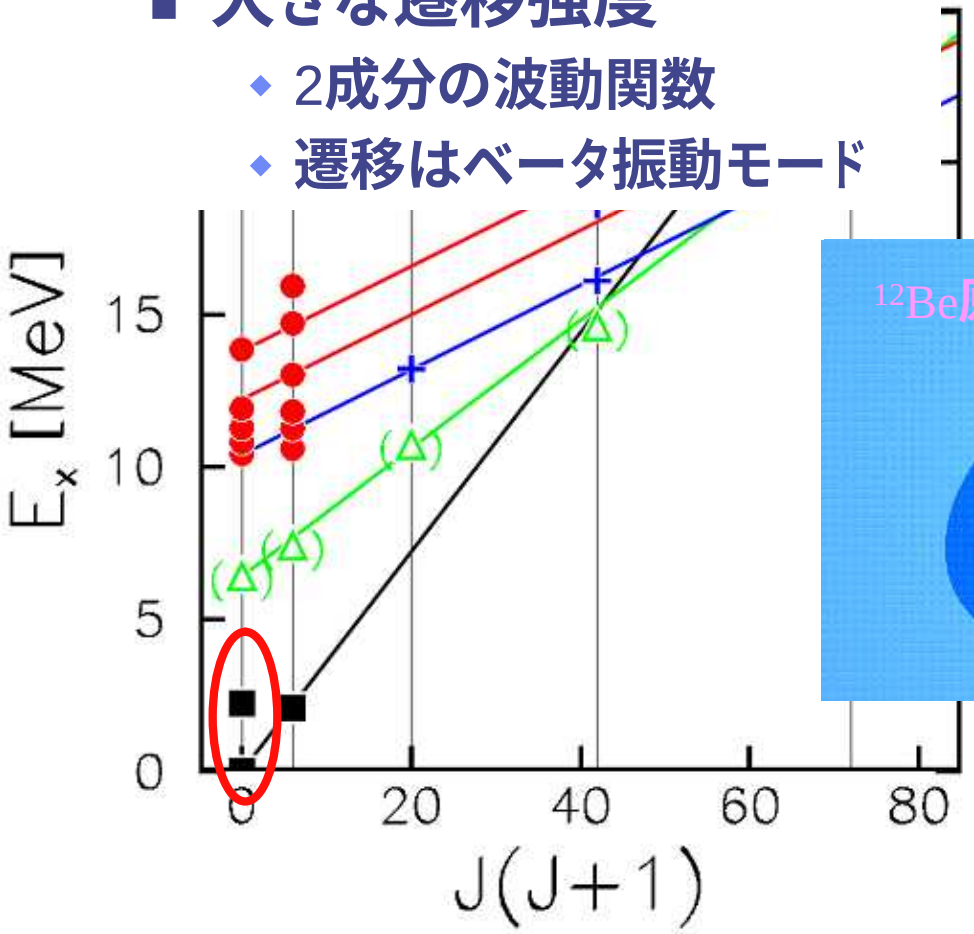
- $^{12}$Be 核のクラスター状態の研究
  - 高い励起状態をスピンで分類
  - 原子核分子状態



# 最近の研究例

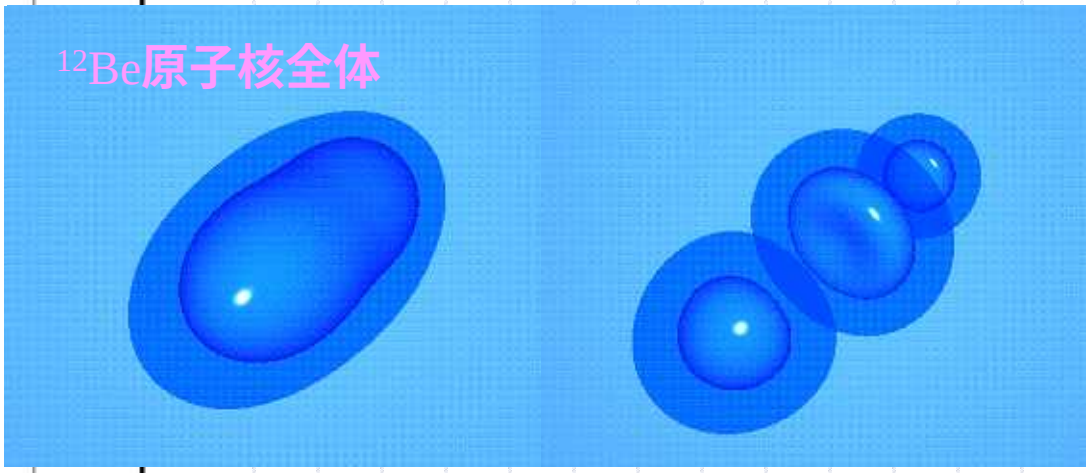
- $^{12}$Be 双子の $0^+$ 状態
  - 魔法数なのに大きな変形
  - 大きな遷移強度
    - 2成分の波動関数
    - 遷移はベータ振動モード




2中性子波動関数

$$\Phi(1) = \alpha \left| \quad \right\rangle + \beta \left| \quad \right\rangle$$

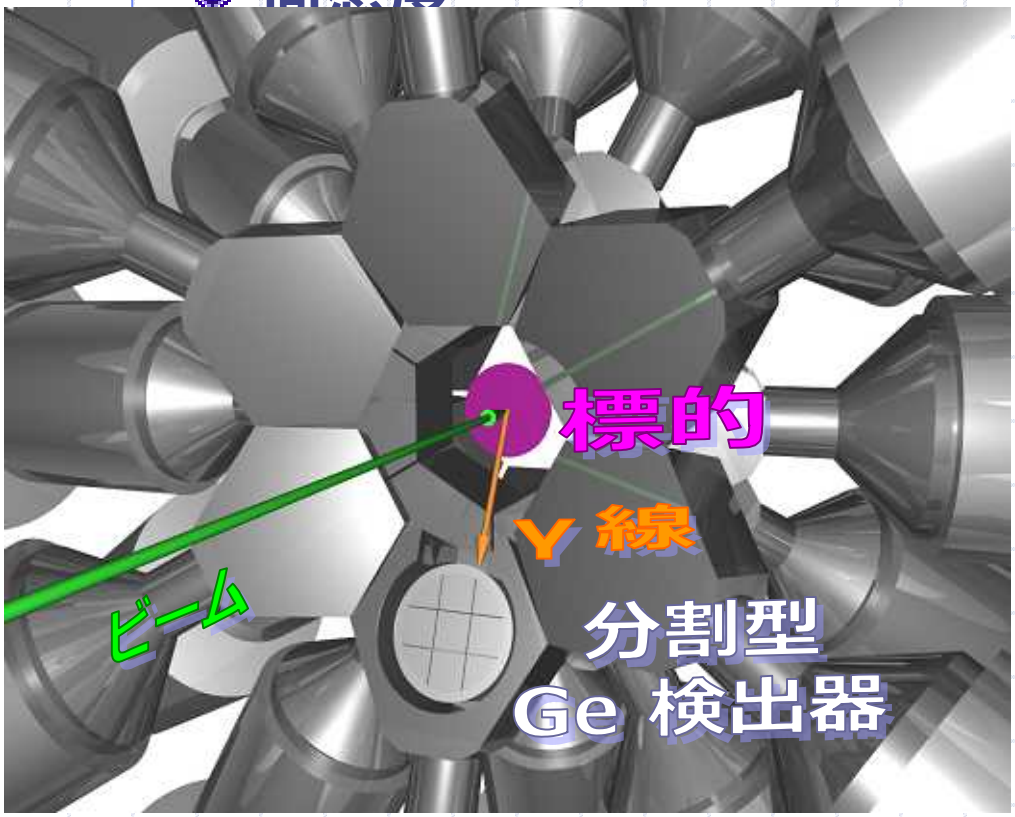
$$\Phi(2) = -\beta \left| \quad \right\rangle + \alpha \left| \quad \right\rangle$$

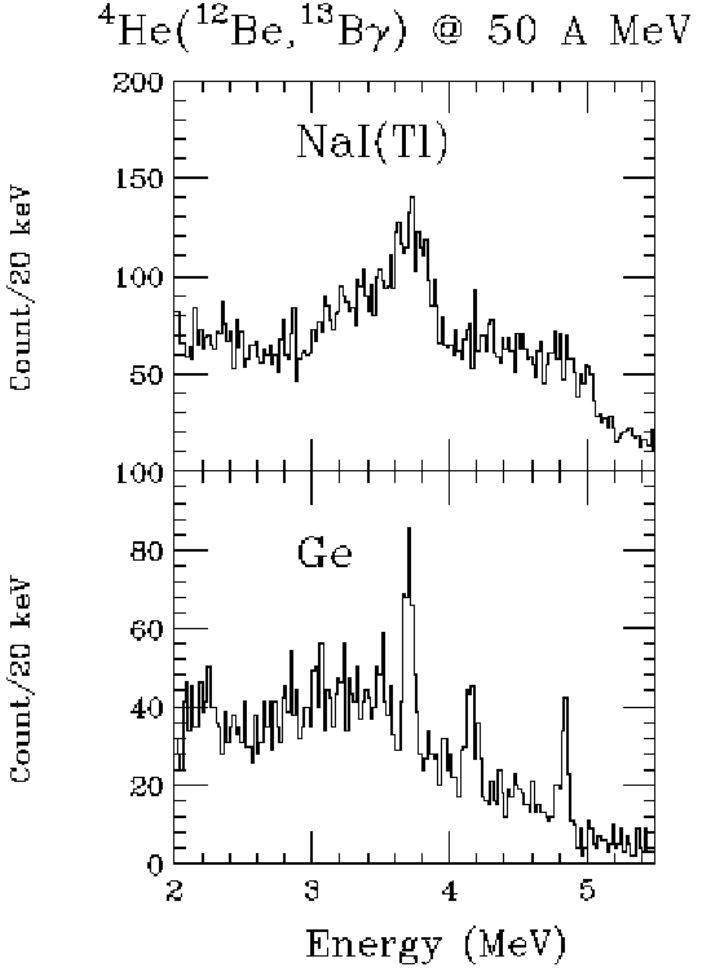



$\Phi(1) \Leftrightarrow \Phi(2)$ ベータ振動

# 検出器開発
# CNS-GRAPE （γ線測定装置）

- 高分解能
- 高感度




ドップラー効果の補正精度は世界最高性能

# SHARAQ プロジェクト

## - RIBF施設に高分解能核分光を導入 -

核反応前後でやりとりされるエネルギー･運動量を高分解能で測定

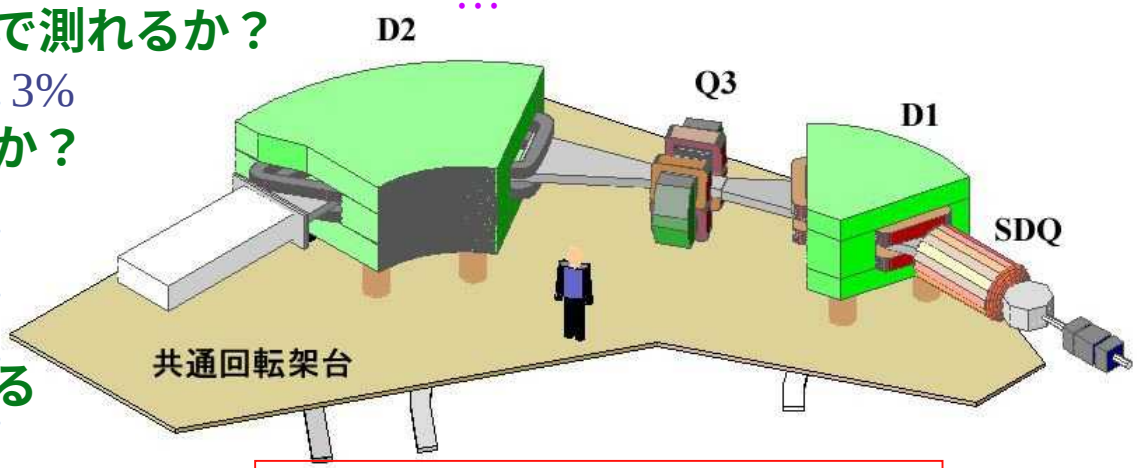
SHARAQスペクトロメータの仕様

- 運動量分解能　$\Delta p/p < 1/15000$
  どれだけ音程が区別できるか？
- 最大磁気剛性　$B\rho = 6.8\mathrm{Tm}$ ($\rho$=4.8m)
  どれだけ高い音まで測れるか？
- 立体角　$\Delta\Omega$ =12 msr
  どれだけ小さな音まで測れるか？
- 運動量範囲　+/- 3%
  どれだけ音域が広いか？

新しい魔法数
様々な変形・振動状態
中性子物質
高温原子核の反応
…

高機能 RI ビームライン

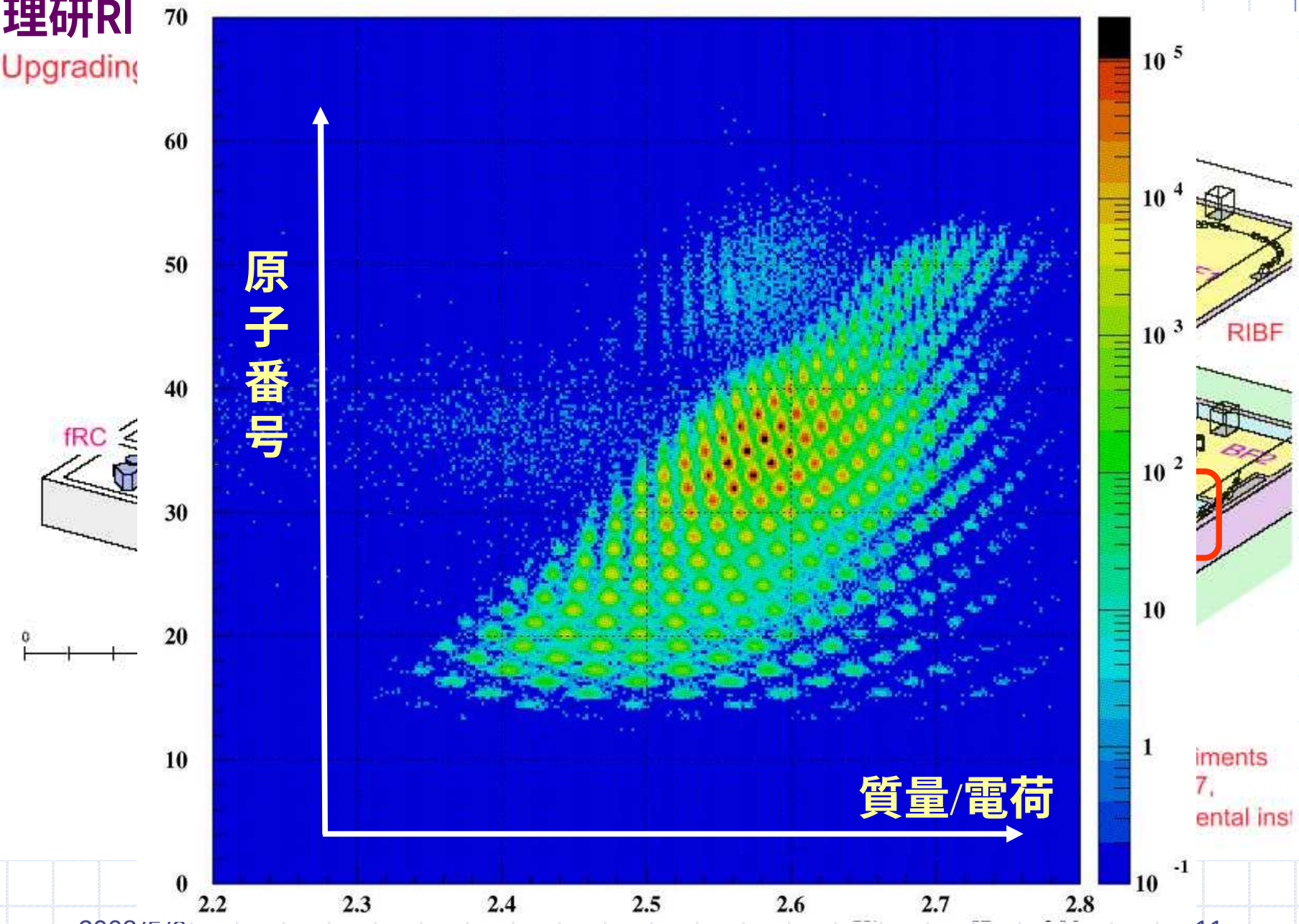
- 分散測定
  始めの音の音程を測る
- 分散整合
  始めと終わりの音程差を測る




2008年始めに完成予定

# 理研RI

Upgradin



# 次世代検出器・計測システムのR&D

- 分散型高速データ収集システム
- パルス波形デジタル処理
  - FADC によるデータ収集
    - デジタルオシロ付検出器
    - → “ユビキタス検出器”
- 新しい半導体検出器開発
  - 厚い CdTe 半導体検出器(3次元位置検知型)

# グループメンバー

極限原子核構造グループ
- 下浦享
- 井手口栄治
- 大田晋輔
- 新倉潤　(D3)
- 宮裕之 (M1)

道正新一郎

(共同研究)
- 馬場秀忠 (理研重イオン核物理)
- 栗田和好 (立教大)
- 森岡徹 (立教大B4)
- 吉田知紘 (立教大B4)

SHARAQプロジェクト
- 下浦享
- 上坂友洋
- 中西康介

(共同研究)
- 酒井研究室 (物理学教室)
- 斉藤明登 (物理学教室)

# 第3回日米合同核物理分科会

日程： ２００９年１０月１３日ー１７日

開催場所：ハワイ島 (Big Island)

Hilton Waikoloa Village ホテル

参加者：約900名

| | Morning | Afternoon | Evening |
|---|---|---|---|
| Oct 13 Tue | workshops | workshops | reception |
| Oct 14 Wed | Plenary | - | parallel |
| Oct 15 Thu | parallel | - | parallel |
| Oct 16 Fri | parallel | CEU poster/ Town meetings | Luau |
| Oct 17 Sat | parallel | parallel | - |