

エキゾティック核物理グループ

(原子核物理2)

メンバー

教授	小林俊雄
准教授	岩佐直仁 関口仁子
助教	炭竈聡之
大学院生	博士課程(前期) 7 名
4年生	2 名

興味のある方は、いつでもいらして下さい。

理学研究科合同棟(旧 理学総合棟) 6階が居室です。

小林：理学研究科合同A棟 612 号室

岩佐：理学研究科合同A棟 611 号室

関口：理学研究科合同B棟 622 号室

炭竈：理学研究科合同A棟 604B 号室

<http://lambda.phys.tohoku.ac.jp/nucphys2/research.html>

原子核物理学

20 世紀初頭に生まれた”古くて新しい物理学”

・1911 年 原子核の発見（ラザフォード）

📍原子の中心に存在

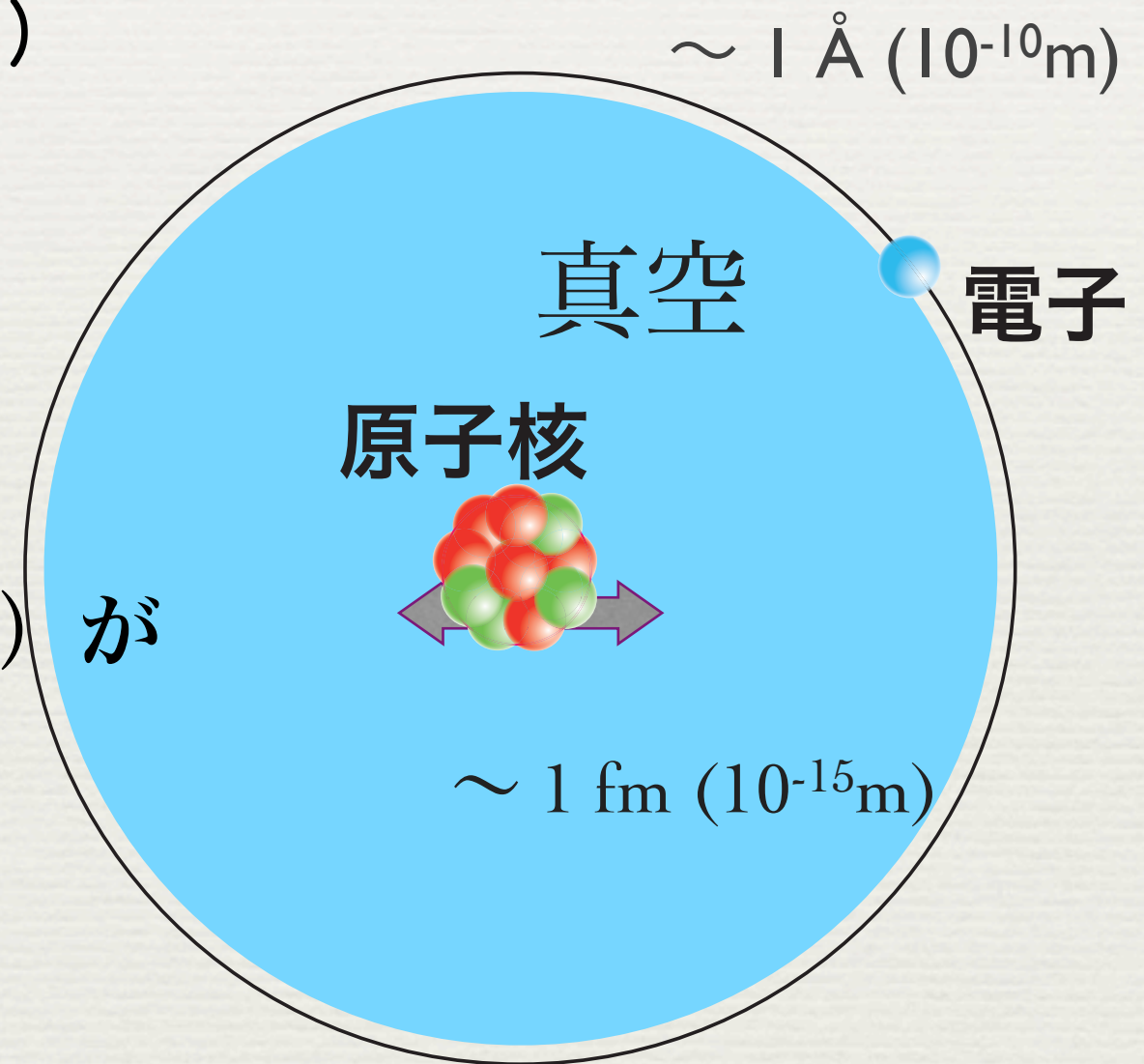
📍原子に比べてはるかに小さい半径

📍原子の重さの99%を占める

真空中に陽子(+)と中性子（電荷無し）が

密集している特異な環境

” 有限量子多体系 ”

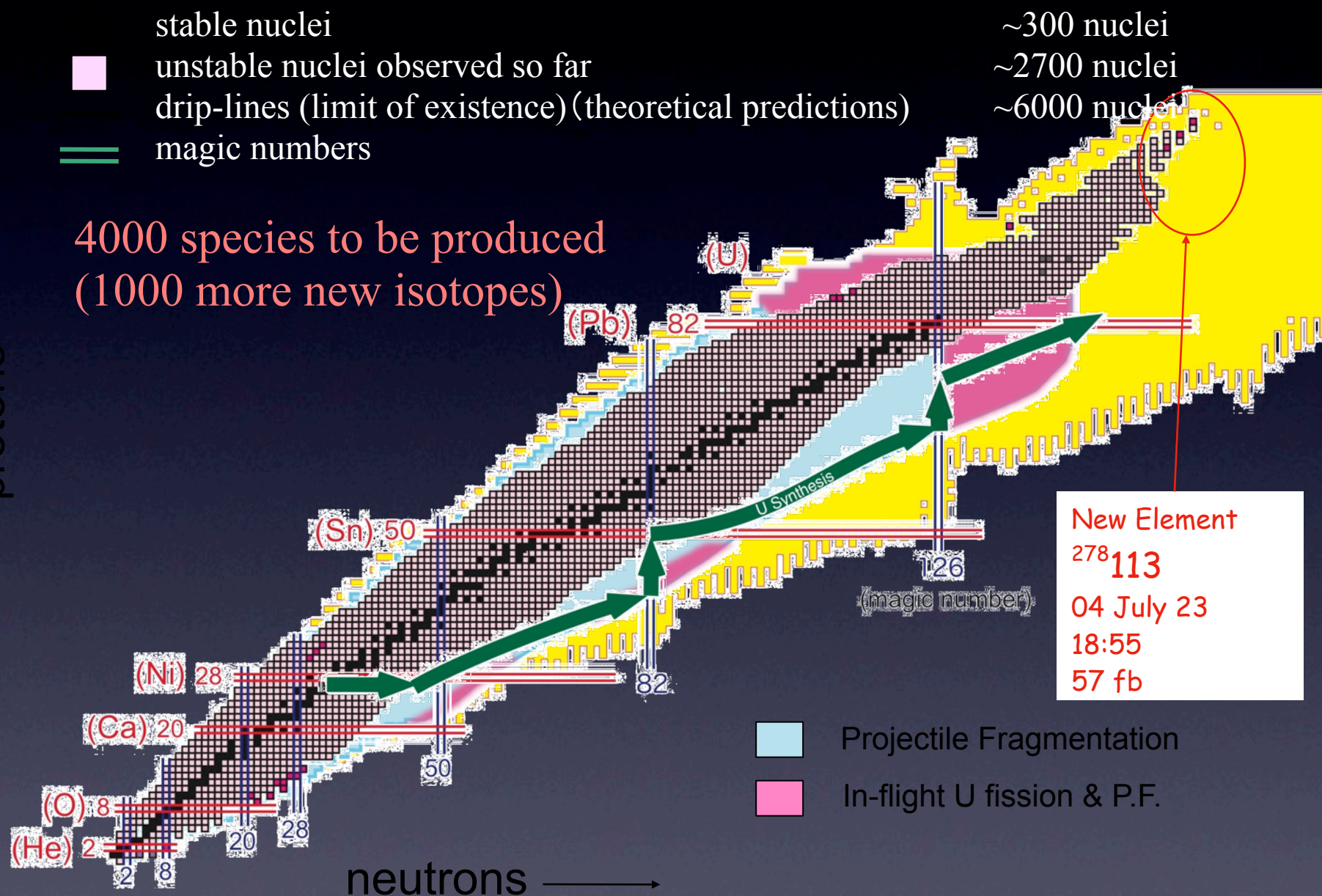


原子核の地図

核図表 (原子核の周期律表)

陽子数↑

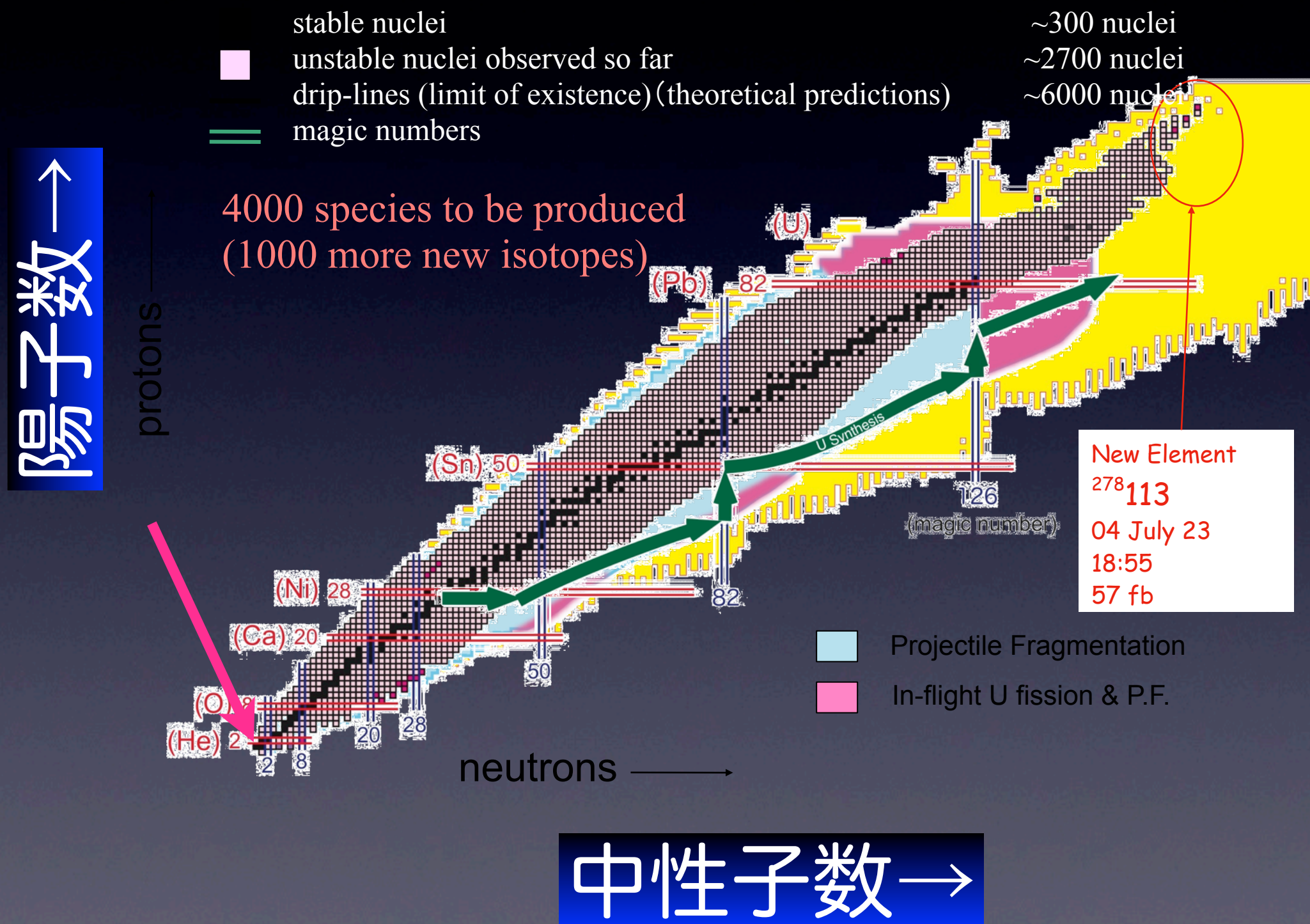
protons



中性子数→

原子核の地図

核図表 (原子核の周期律表)



原子核的イノベーション6

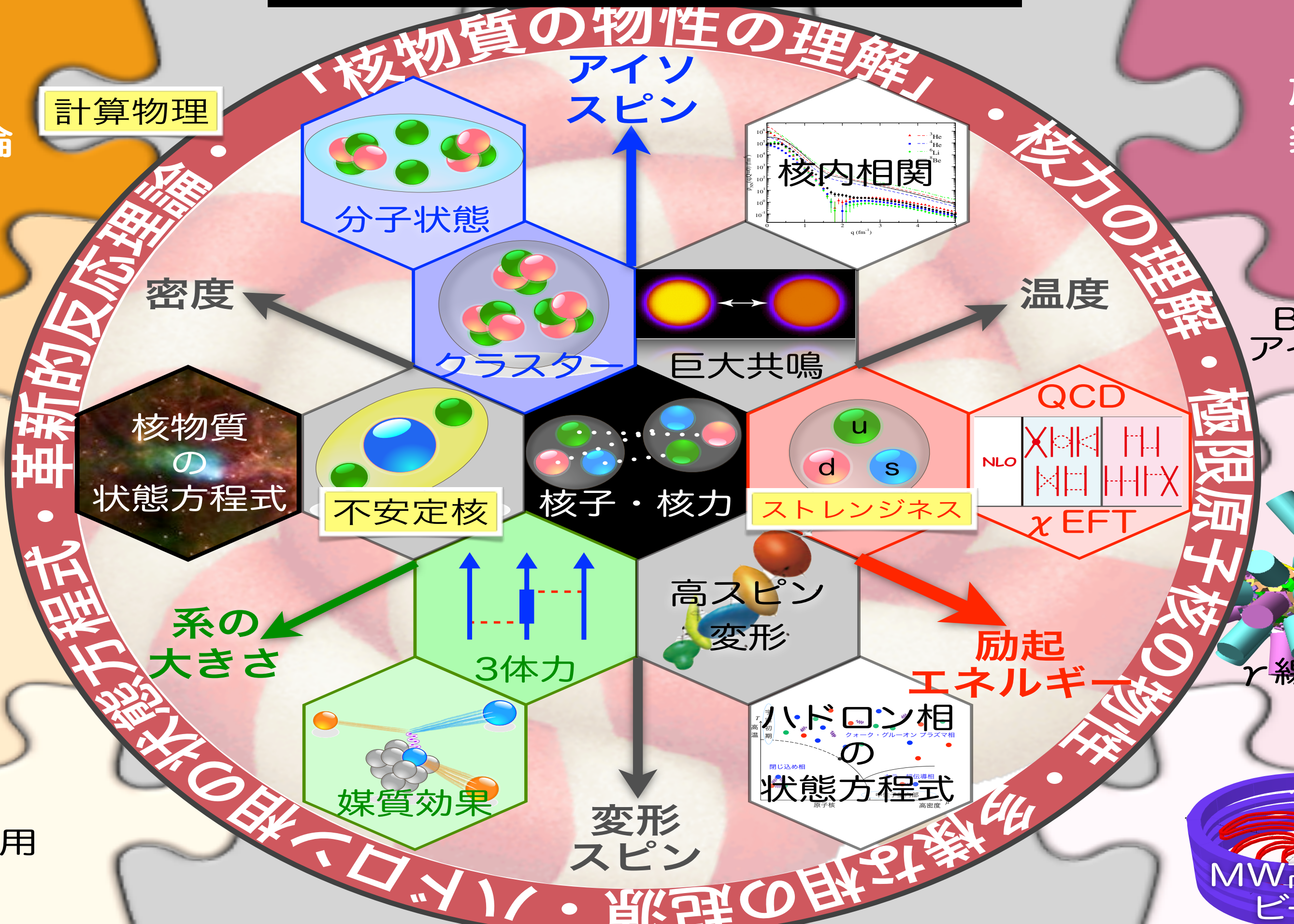
理論

計算物理

造

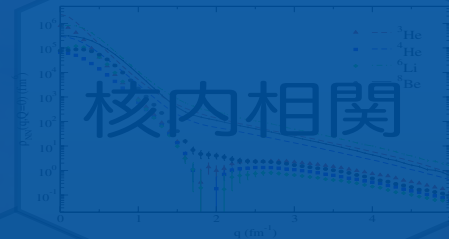
に

作用



エキゾテック核の研究

- 6つの軸を極める事で、
特異な環境下にある**原子核**という
”有限量子多体系”を完全に理解する
- 現在進めている研究課題
 - 元素合成の仕組みの解明
 - 原子核のチカラ：三体核力 の解明



温度

QCD



ストレンジネス

励起

エネルギー

状態方程式

変形
スピン

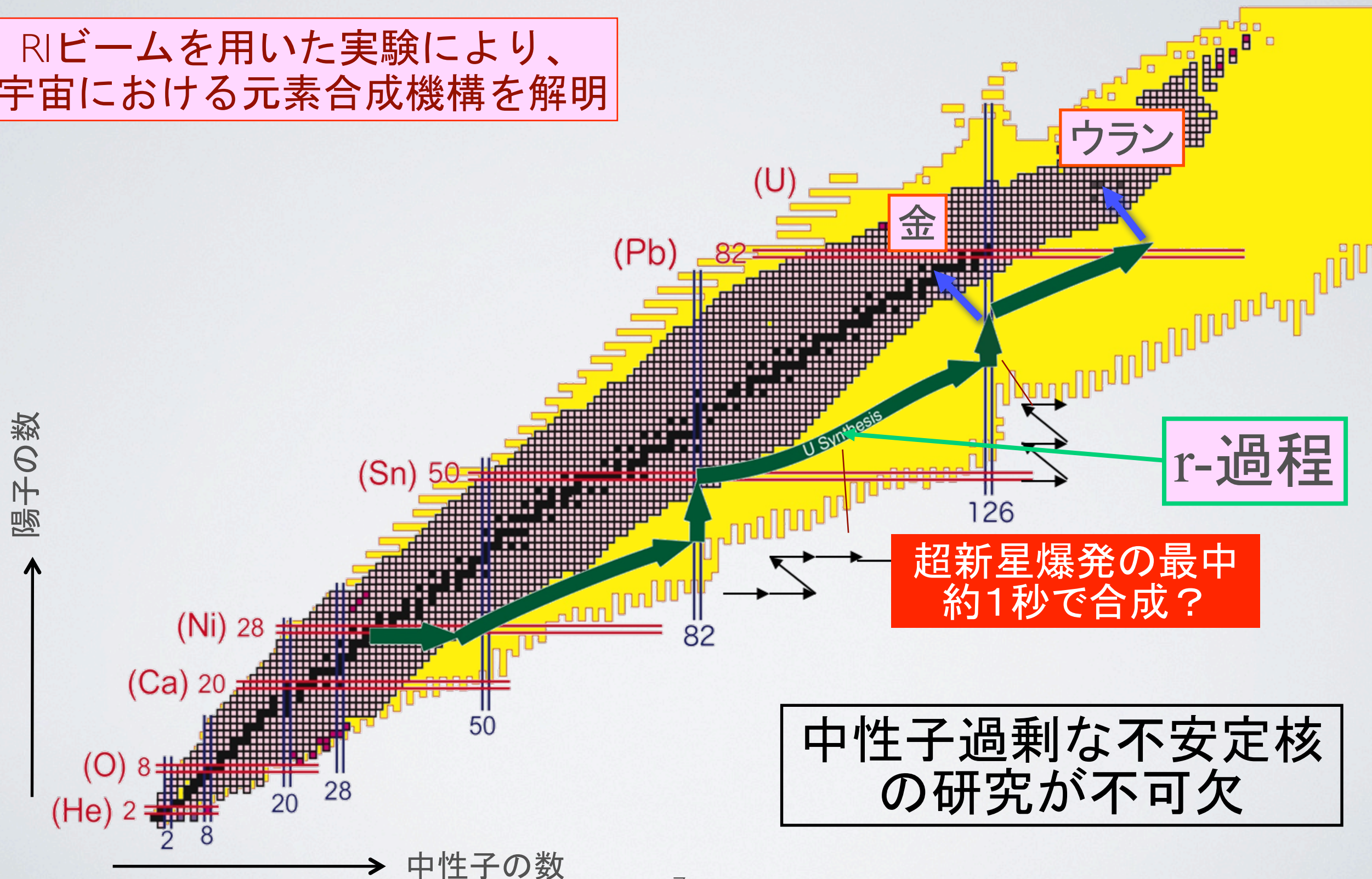
媒質効果



研究課題

元素合成の仕組みの解明

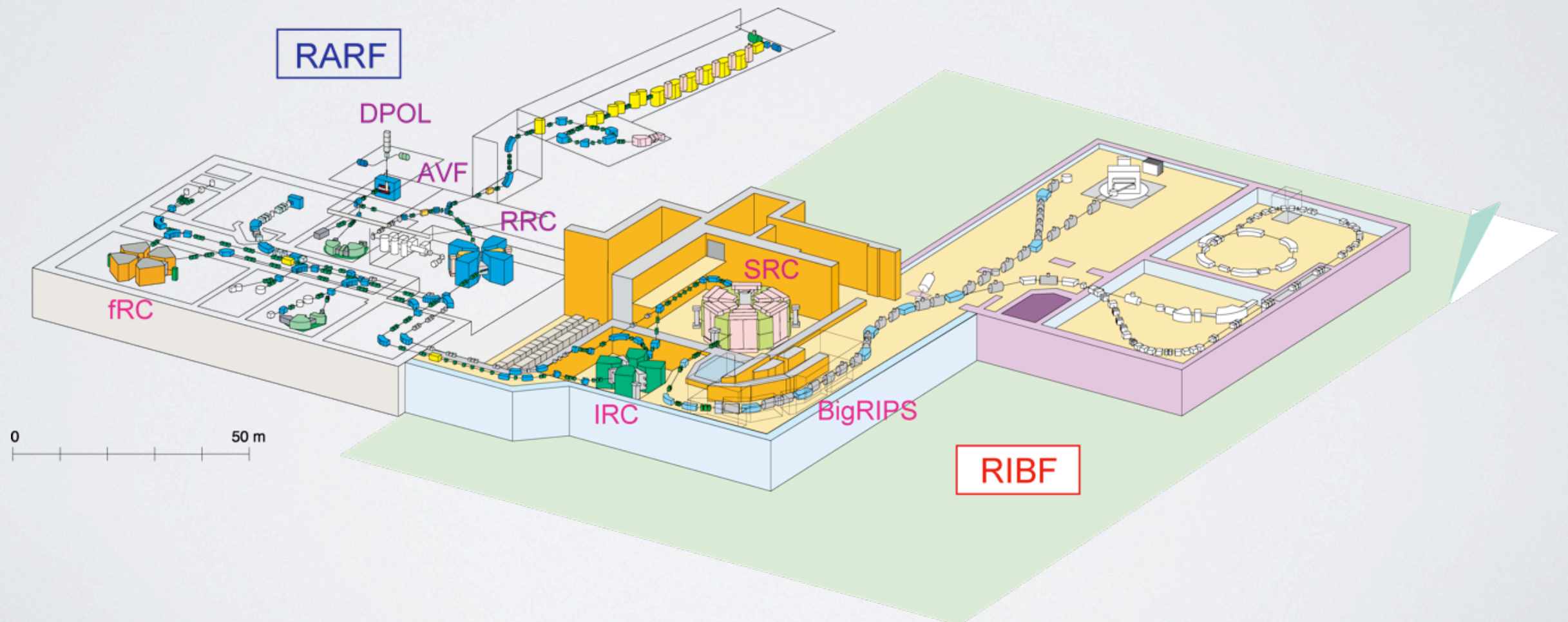
RIビームを用いた実験により、
宇宙における元素合成機構を解明



理研 不安定核ビームファクトリー (RIBF)

高速70%の重イオンビーム(ウランなど)を使い、
未知の原子核の生成(原子核の存在限界)に挑む原子核工場。

→不安定原子核ビーム(単寿命の稀有な原子核)を人工的に作る。



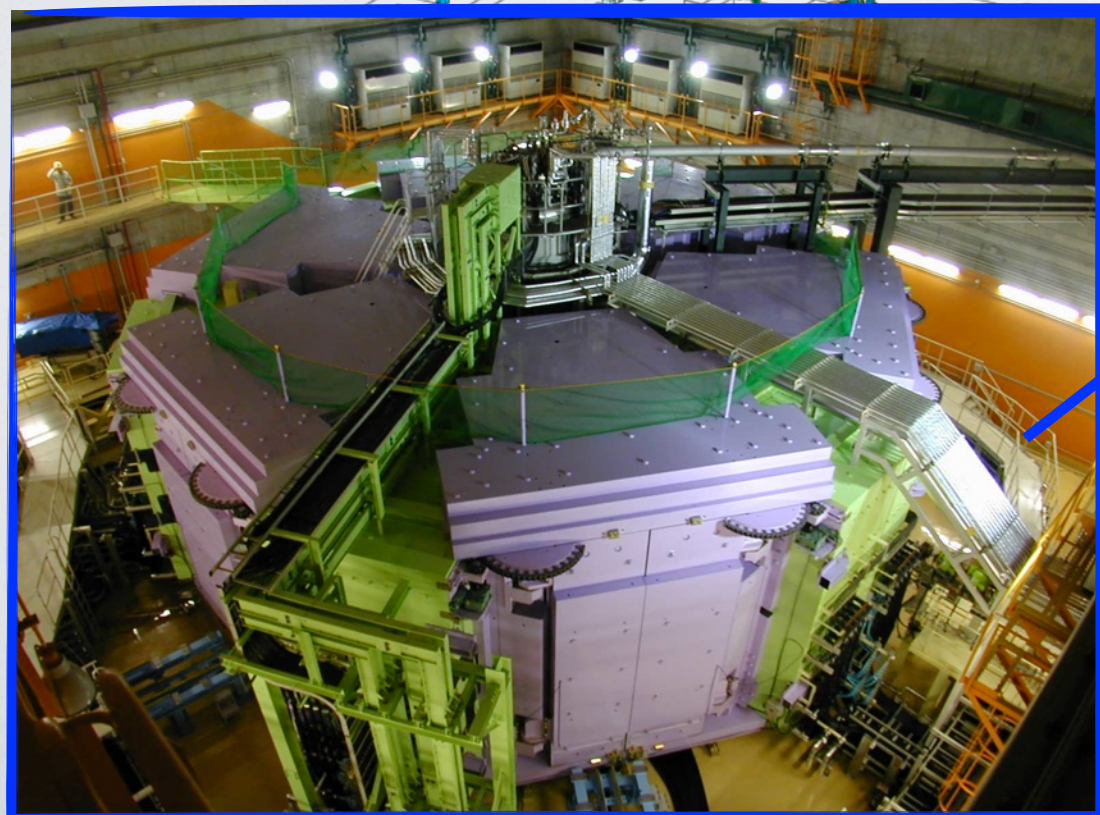
理研 不安定核ビームファクトリー (RIBF)

高速70%の重イオンビーム(ウランなど)を使い、
未知の原子核の生成(原子核の存在限界)に挑む原子核工場。

→不安定原子核ビーム(単寿命の稀有な原子核)を人工的に作る。

SRC

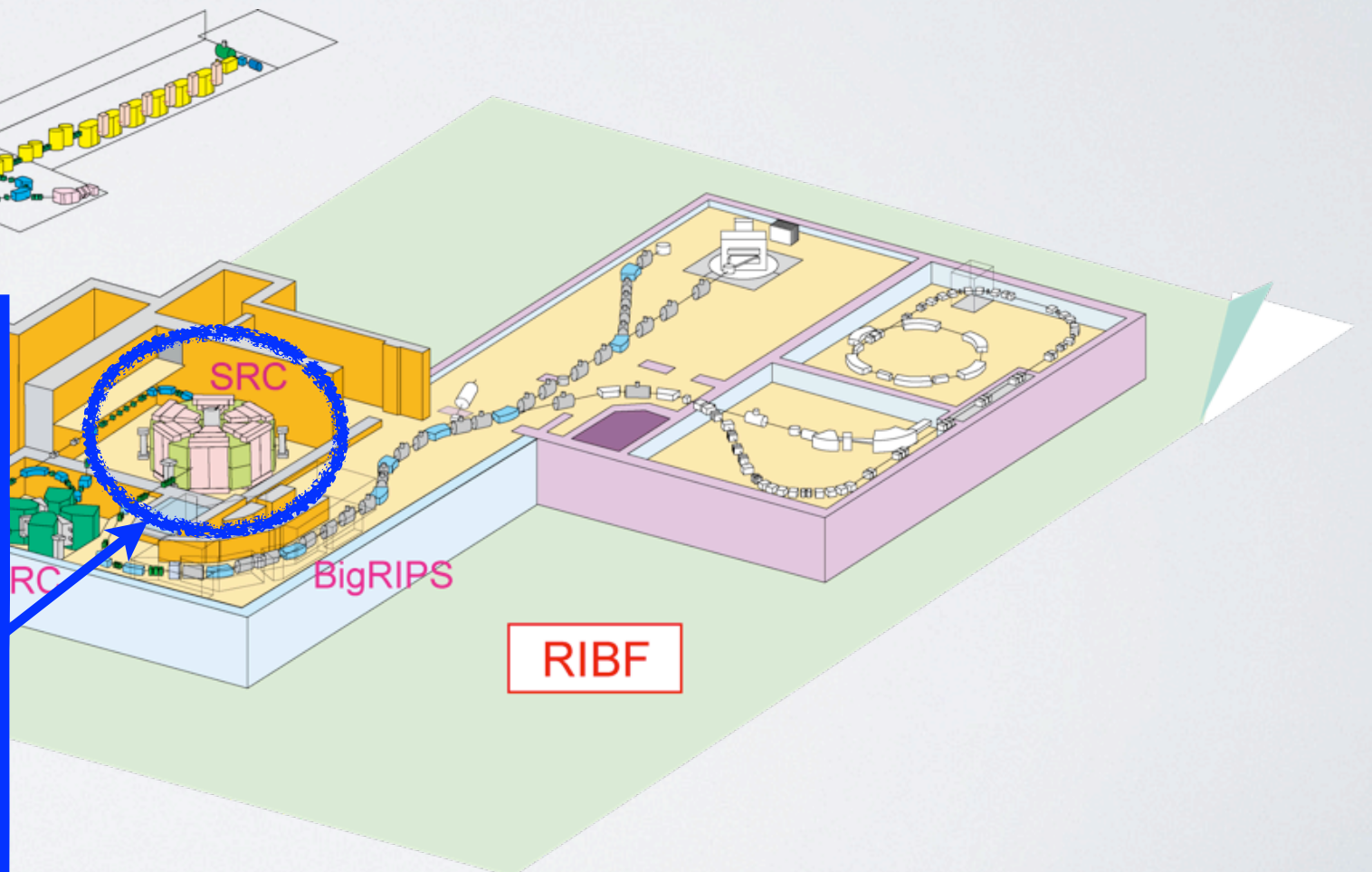
世界最重量(8300トン)
のサイクロトロン



RARF

DPOL

AVF



理研 不安定核ビームファクトリー (RIBF)

高速70%の重イオンビーム(ウランなど)を使い、
未知の原子核の生成(原子核の存在限界)に挑む原子核工場。

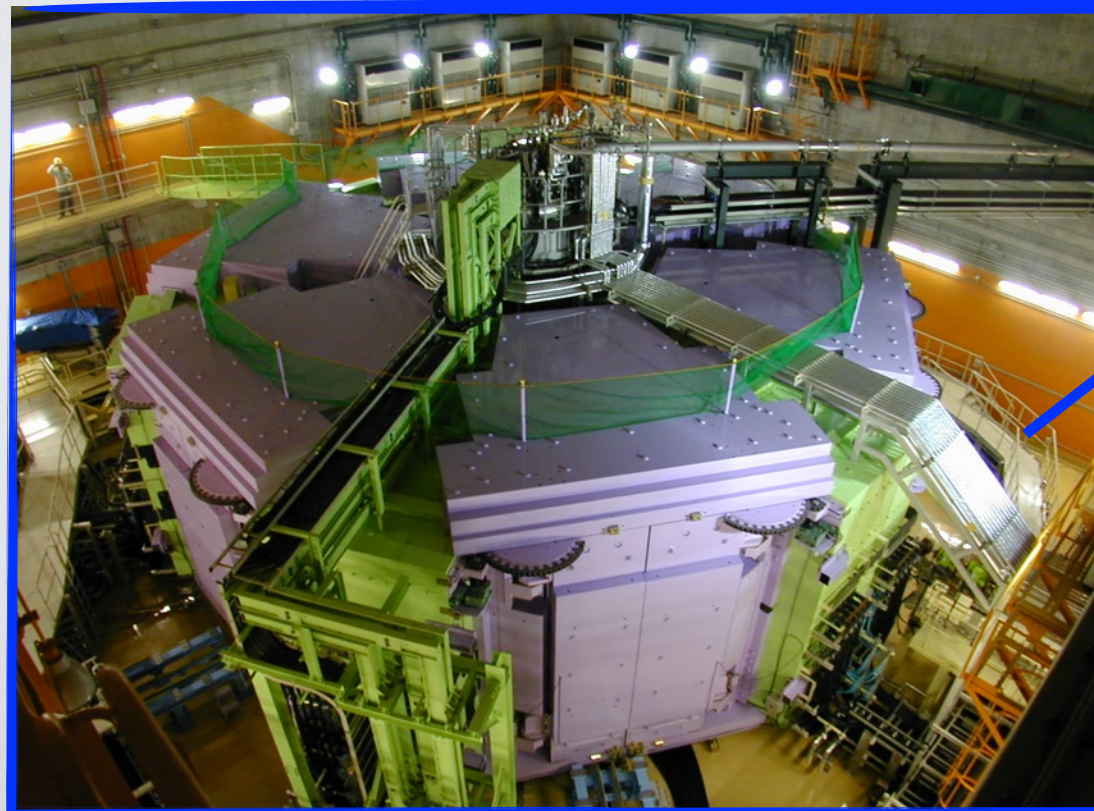
→不安定原子核ビーム(単寿命の稀有な原子核)を人工的に作る。

実験装置

- SAMURAI
- Zero Degree
- SHARAQ
- etc...

SRC

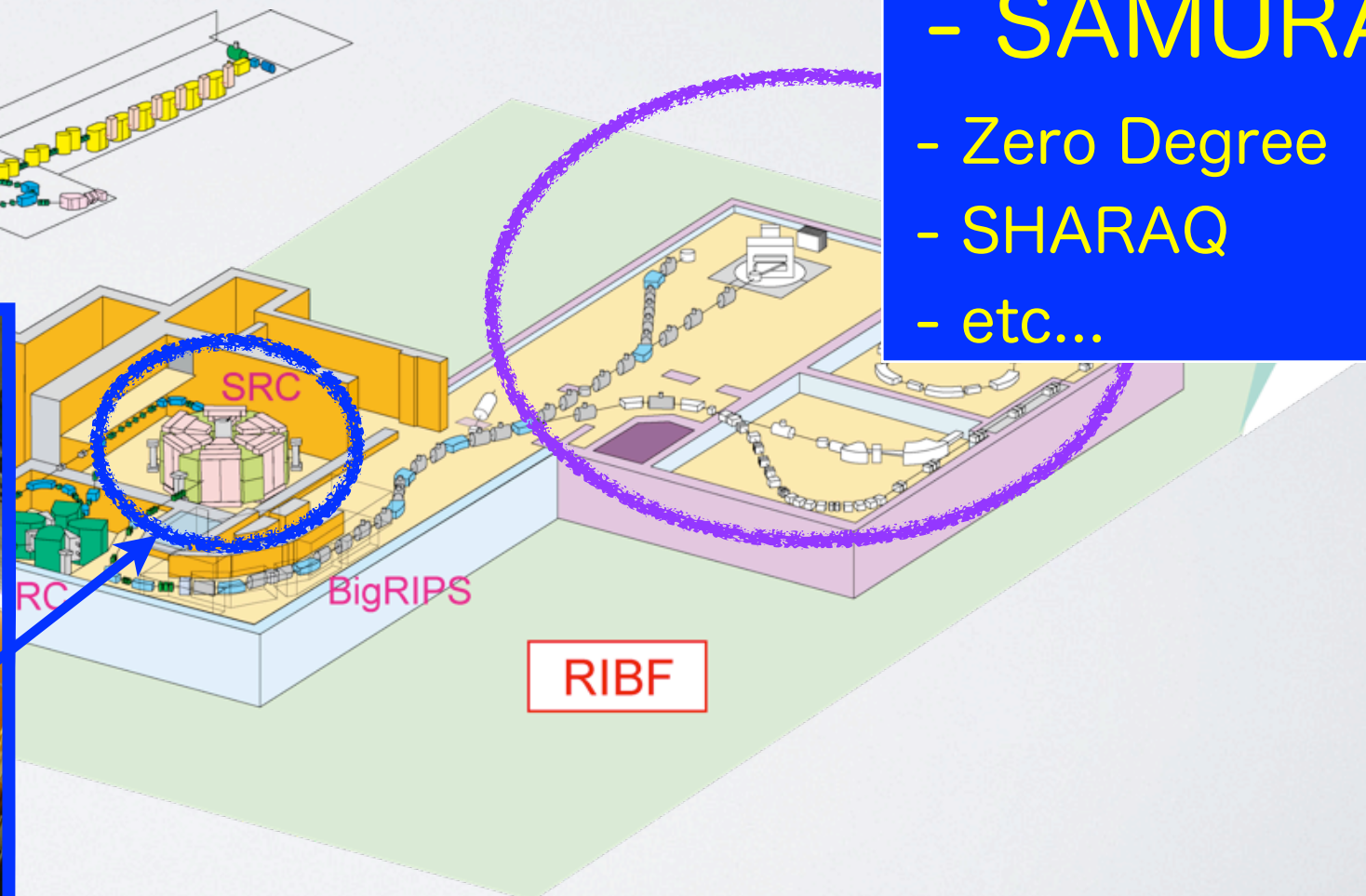
世界最重量(8300トン)
のサイクロトロン



RARF

DPOL

AVF



SAMURAI @RIビームファクトリー

RIビーム用超伝導多粒子磁気分析器

- 📌 磁場 3テスラ (7 Tm),
- 📌 重量 約600トンの大型超伝導電磁石
- 📌 DAY ONE 実験 : 2012年3月 成功 !

SAMURAI 実験代表者

(SPOKESPERSON) : 小林俊雄

電磁石建設・検出器開発 :

東北大学のメンバーが担当。

理研、東工大のメンバー

と協力して行っています。

SAMURAI @RIビームファクトリー

RIビーム用超伝導多粒子磁気分析器

- 📌 磁場 3テスラ (7 TM),
- 📌 重量 約600トンの大型超伝導電磁石
- 📌 DAY ONE 実験：2012年3月 成功！

SAMURAI 実験代表者

(SPOKESPERSON)：小林俊雄

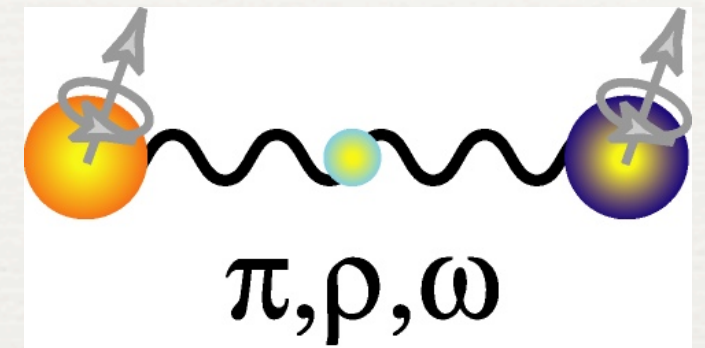
電磁石建設・検出器開発：

東北大学のメンバーが担当。
理研、東工大のメンバー
と協力して行っています。



核 力 研究の拡がり

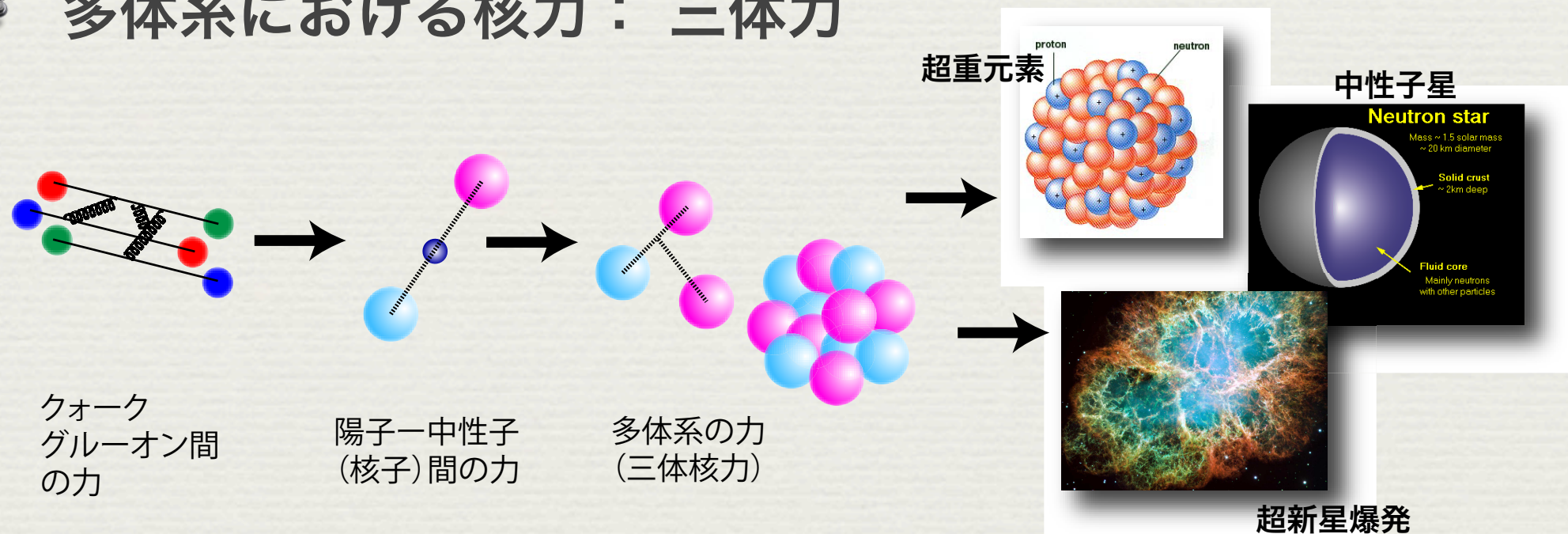
📌 湯川秀樹の中間子交換理論（1935年）



📌 核力研究のフロンティア (21世紀)

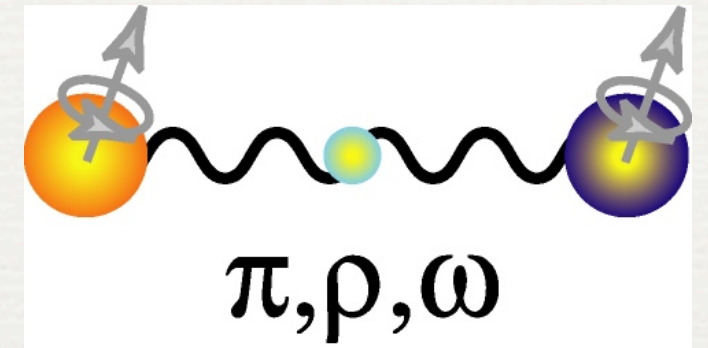
📌 クォーク（素粒子）から核力を理解する

📌 多体系における核力： 三体力



核 力 研究の拡がり

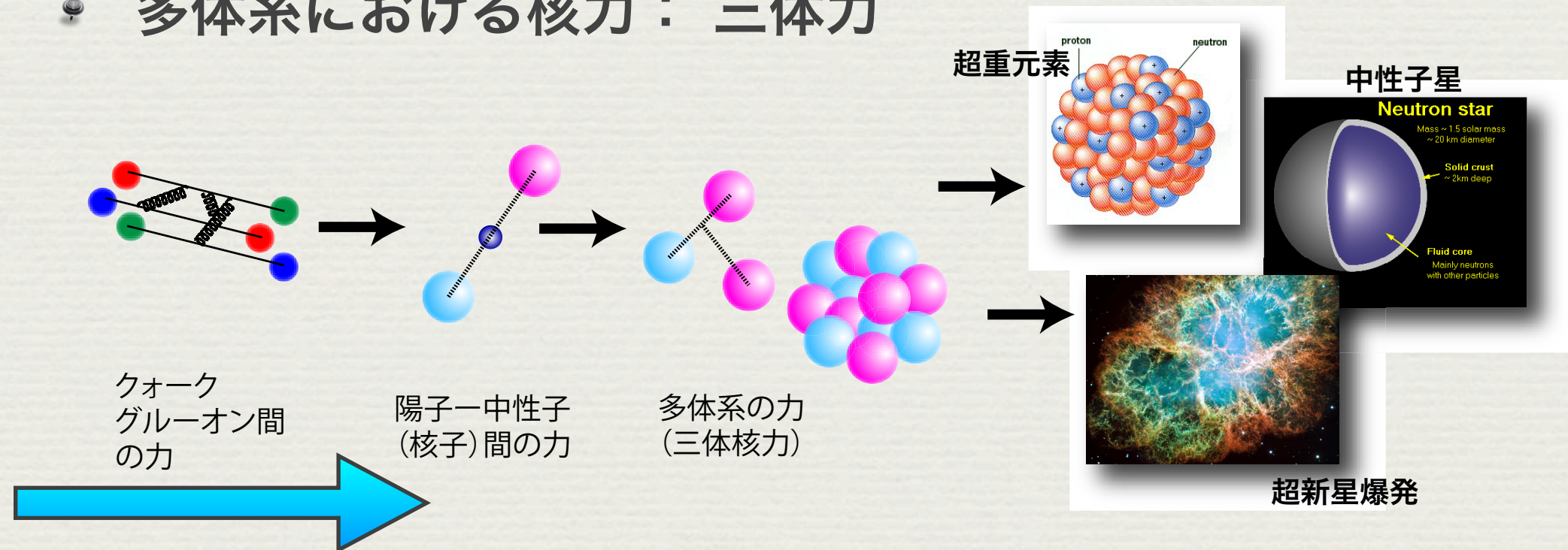
📌 湯川秀樹の中間子交換理論（1935年）



📌 核力研究のフロンティア (21世紀)

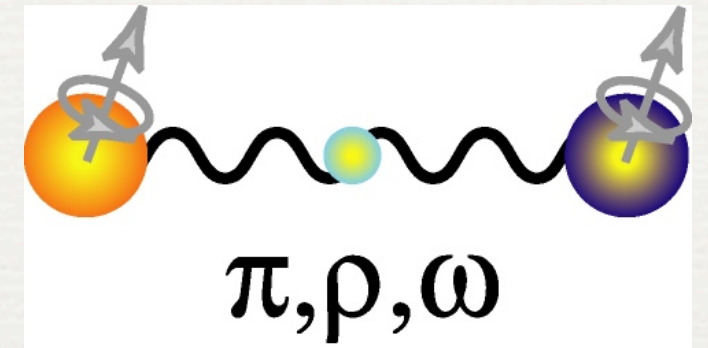
📌 クォーク（素粒子）から核力を理解する

📌 多体系における核力：三体力



核 力 研究の拡がり

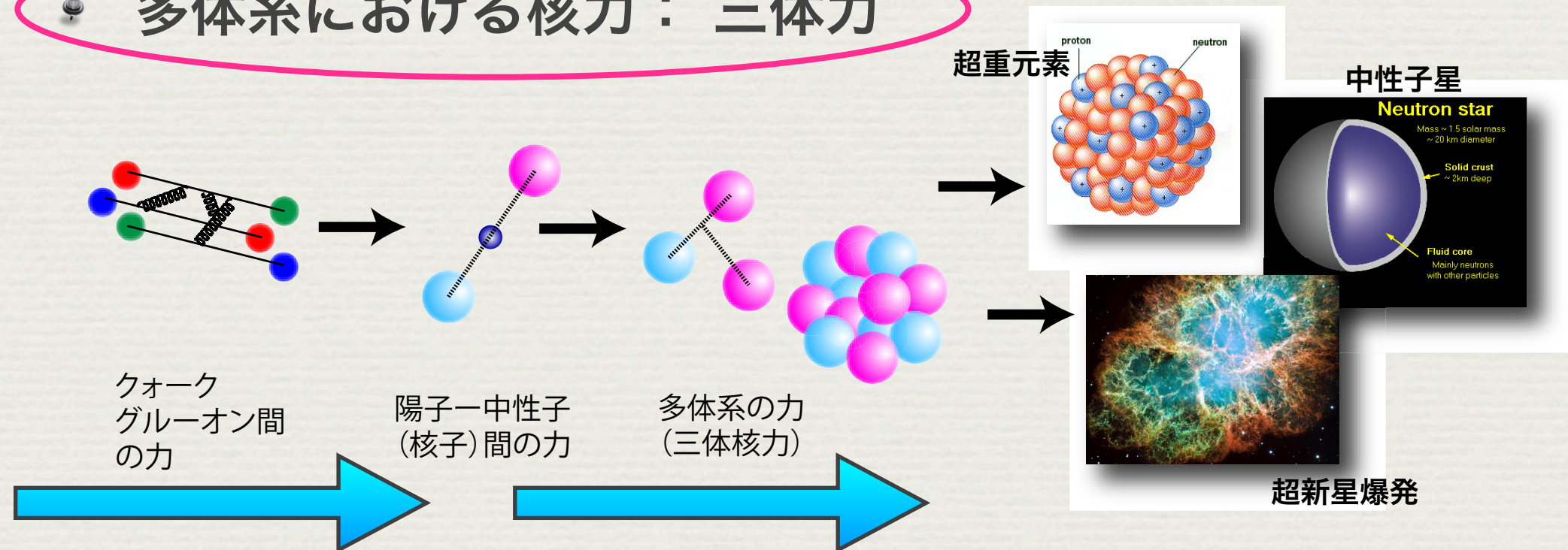
📌 湯川秀樹の中間子交換理論（1935年）



📌 核力研究のフロンティア (21世紀)

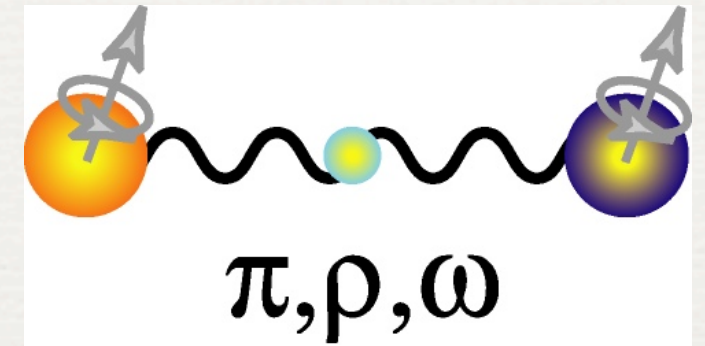
📌 クォーク（素粒子）から核力を理解する

📌 多体系における核力：三体力



核 力 研究の拡がり

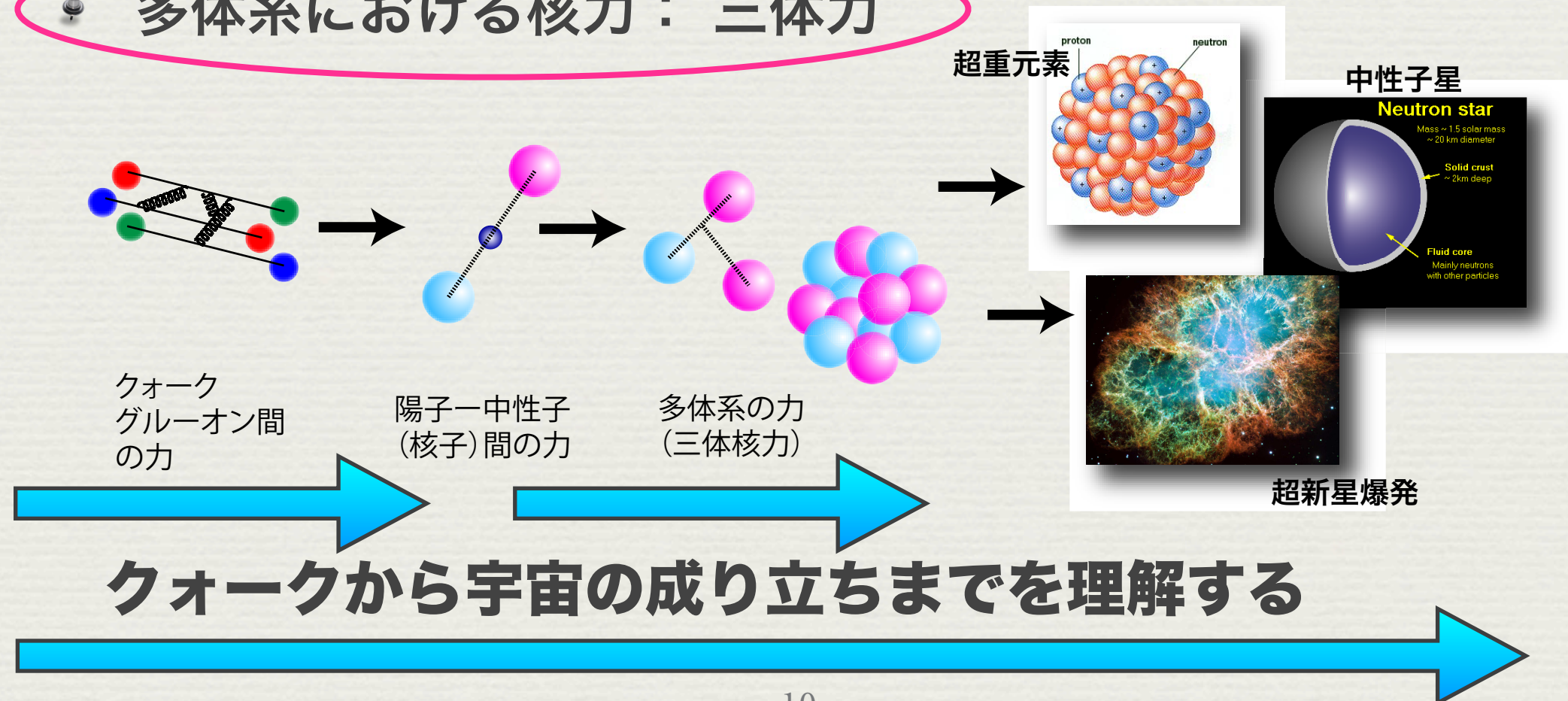
📌 湯川秀樹の中間子交換理論 (1935年)



📌 核力研究のフロンティア (21世紀)

📌 クォーク (素粒子) から核力を理解する

📌 多体系における核力： 三体力



研究課題



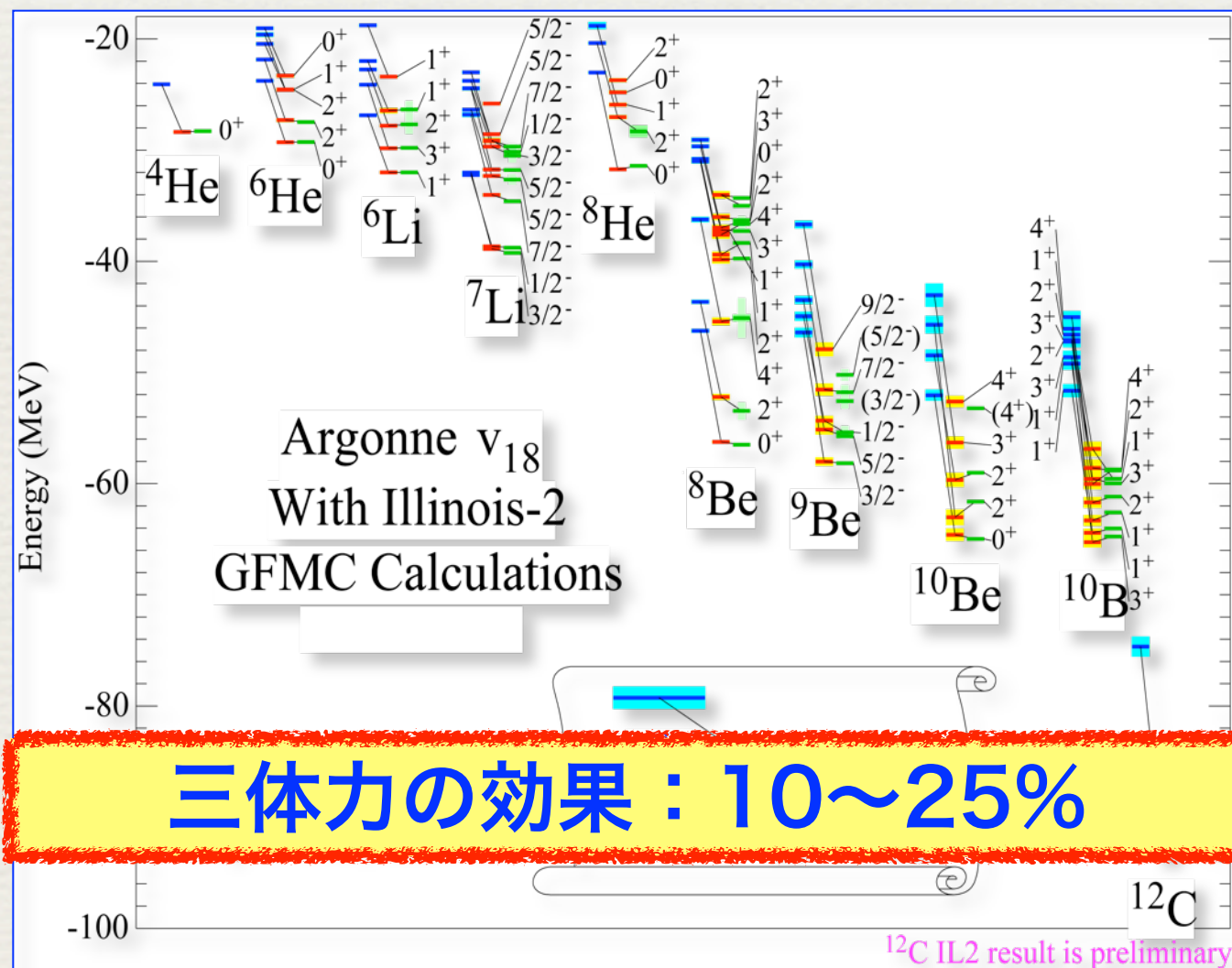
三体力（三体核力）の解明

三体力：

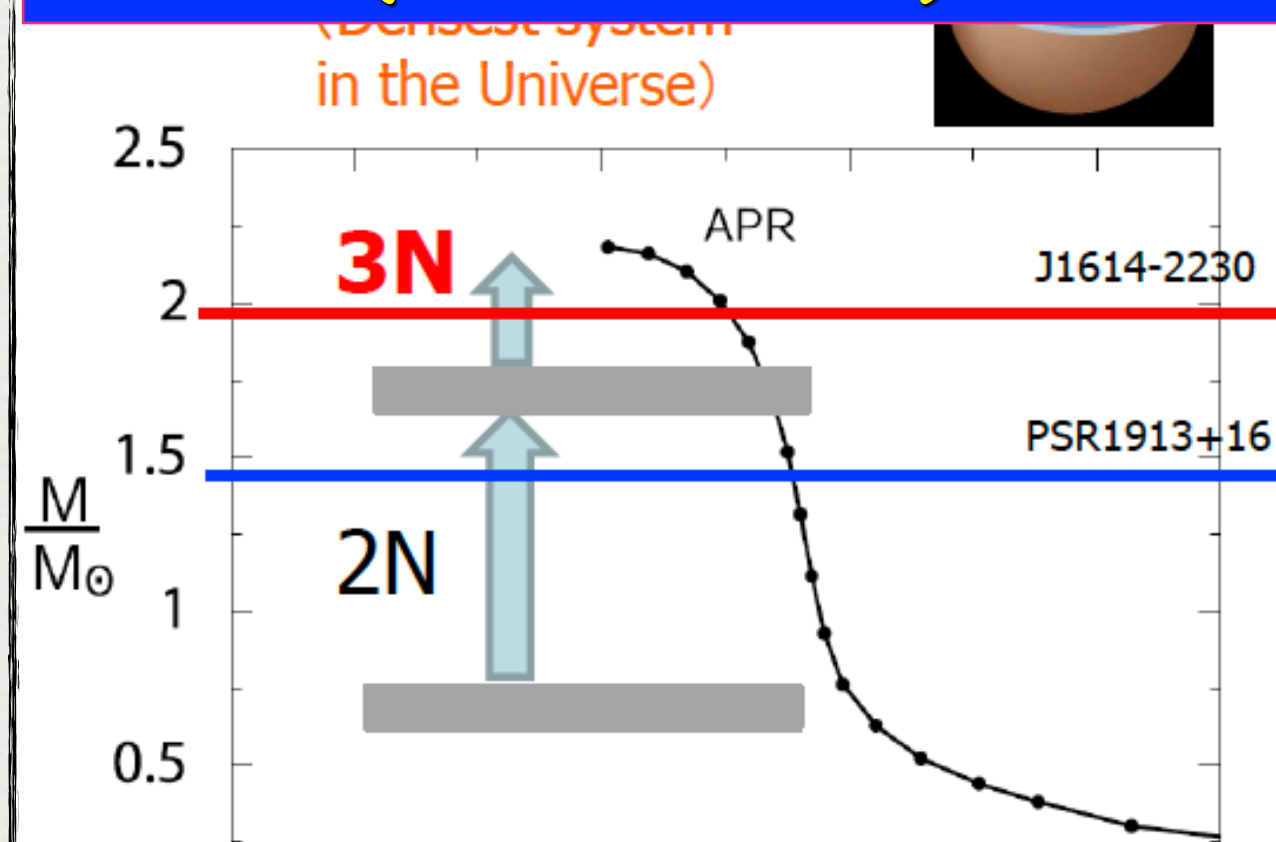
- ・三つの核子が同時に相互作用する力は二体力の和で表す事は出来ない。
その様な力を三体力（三体核力）と呼ぶ。
- ・三体力は原子核の結合エネルギーや中性子星の性質などを説明には欠かせない

"新しい"核力

原子核の結合エネルギー



中性子星（高密度の原子核）

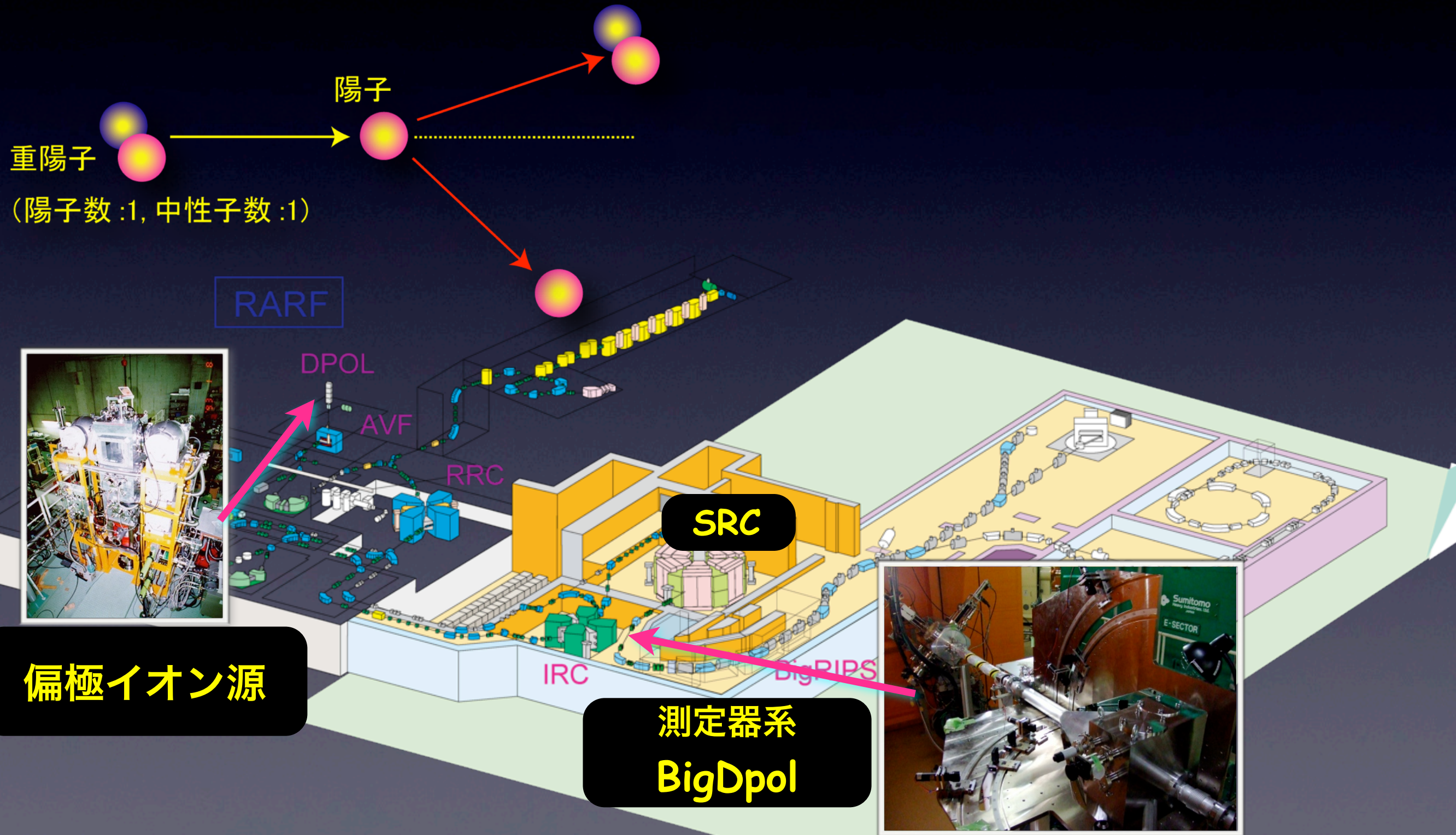


中性子星の形成に三体力は
欠かせない

偏極重陽子—陽子散乱による三体力の研究@RIBF

2000年代：三体力の発見に成功

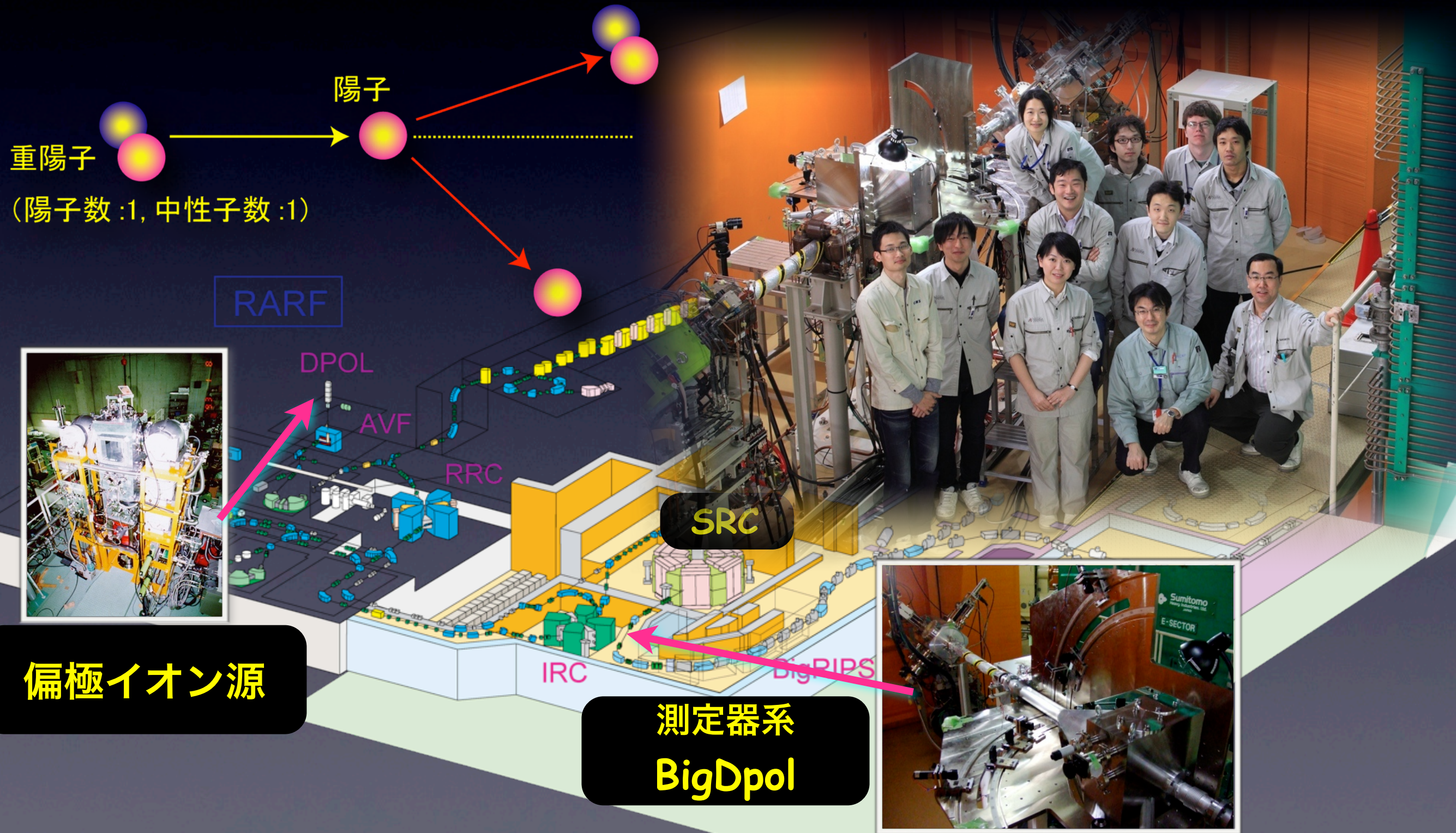
2009年～：未解明の三体力(特に短距離)を探索



偏極重陽子—陽子散乱による三体力の研究@RIBF

2000年代：三体力の発見に成功

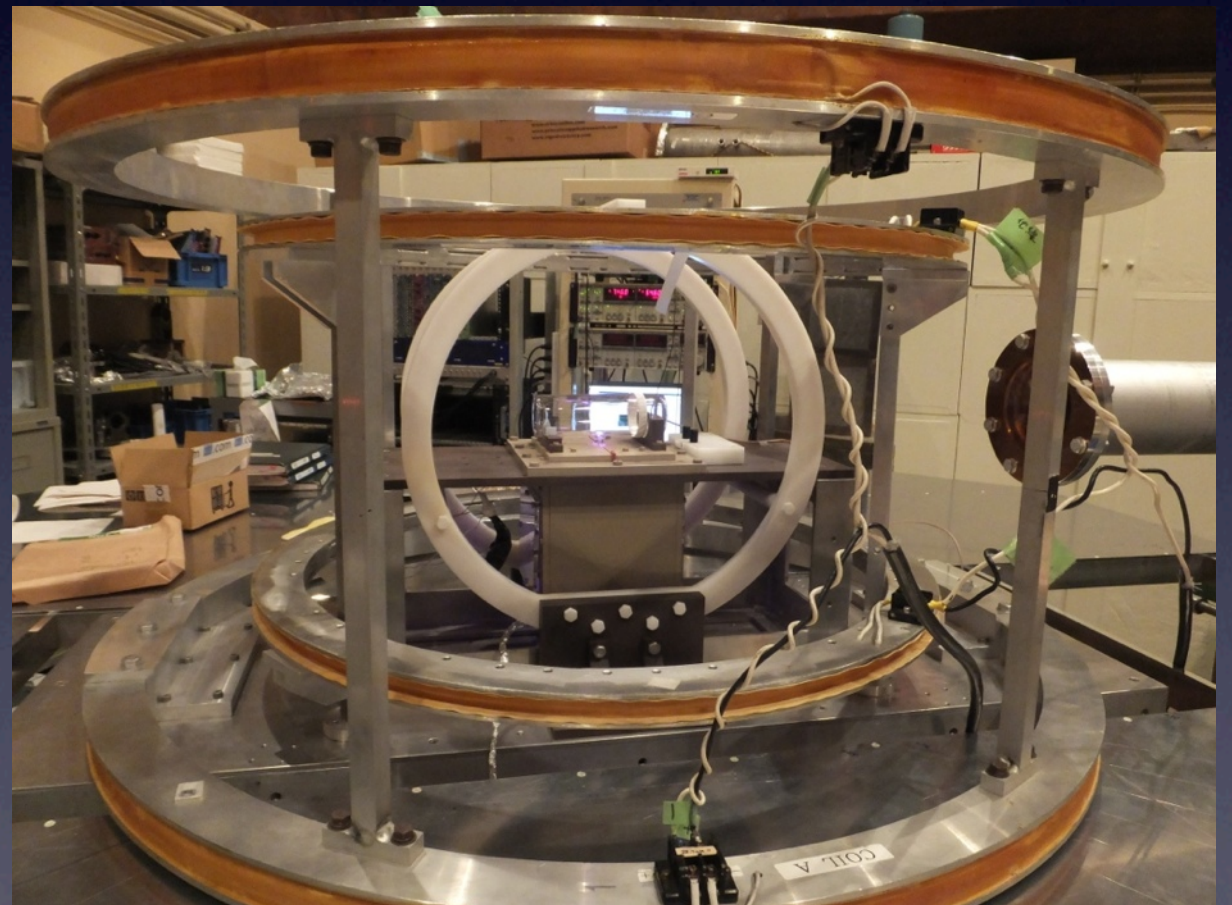
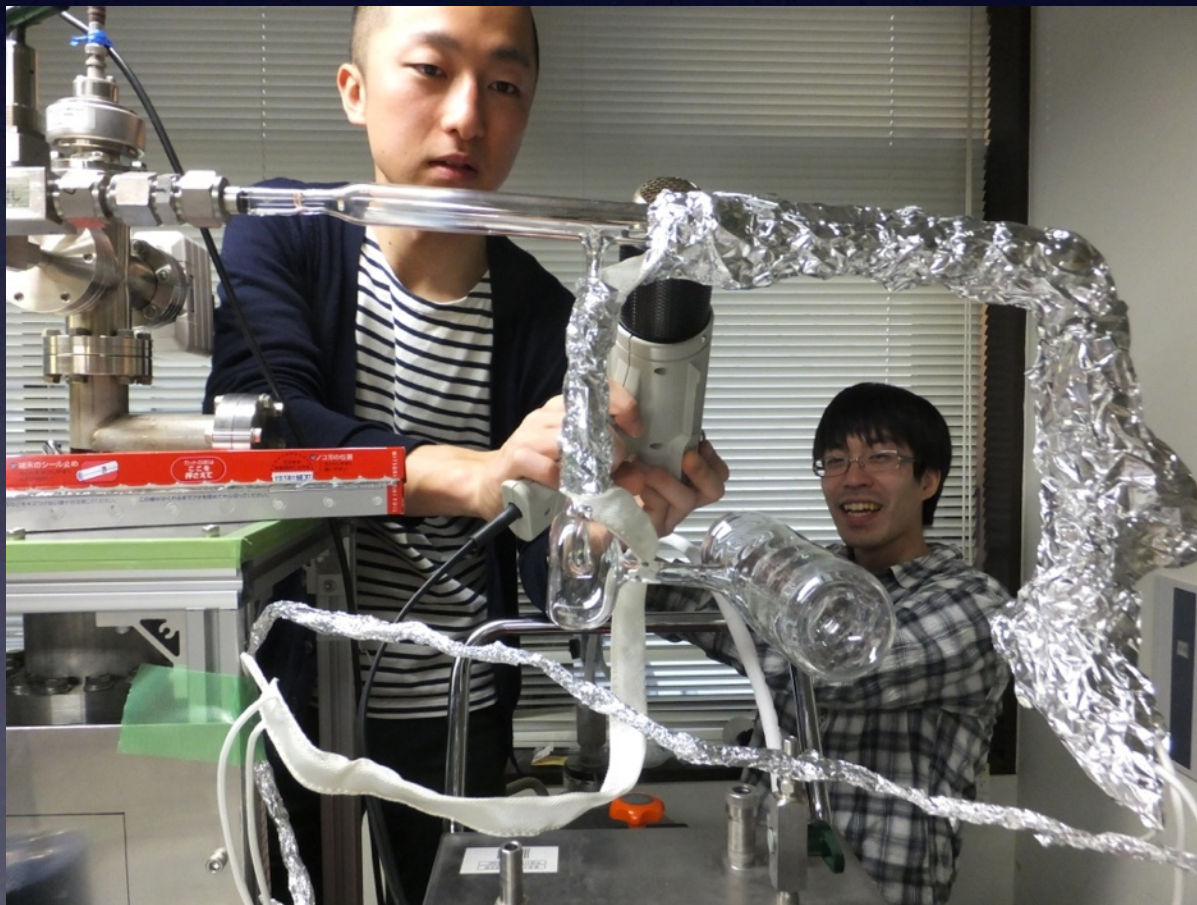
2009年～：未解明の三体力(特に短距離)を探索



偏極ヘリウム3 標的実験@東北大 CYRIC

核子-ヘリウム3散乱による三体力の研究 (2012~)

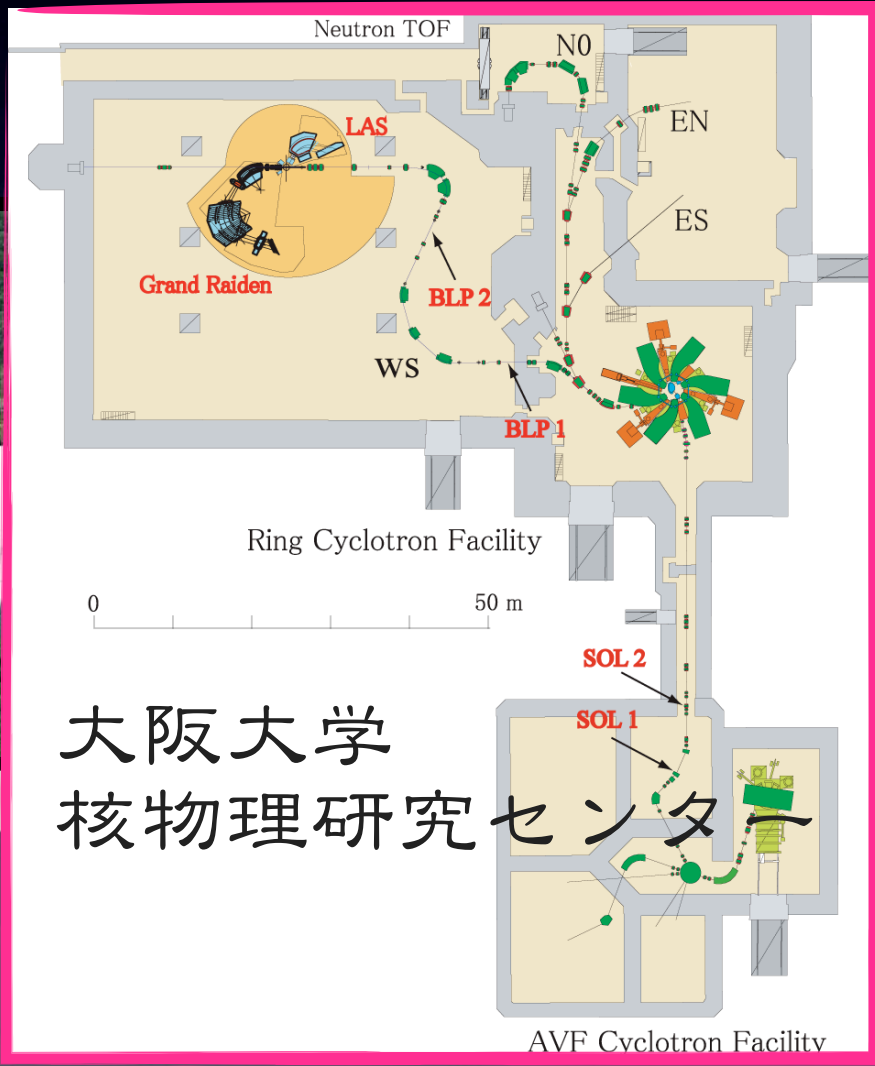
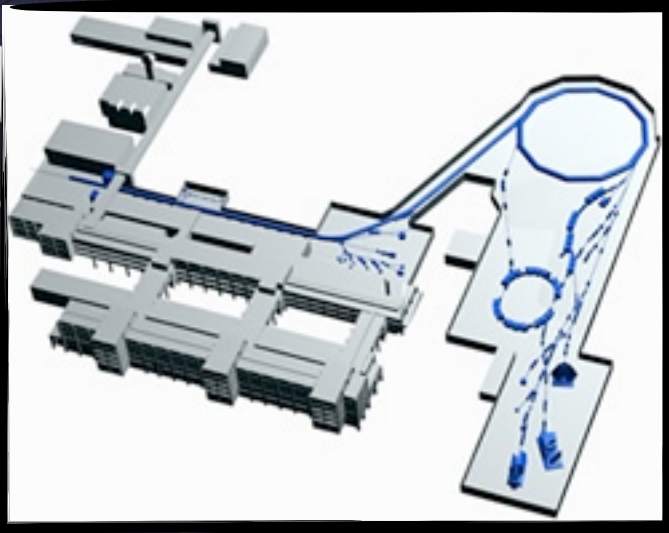
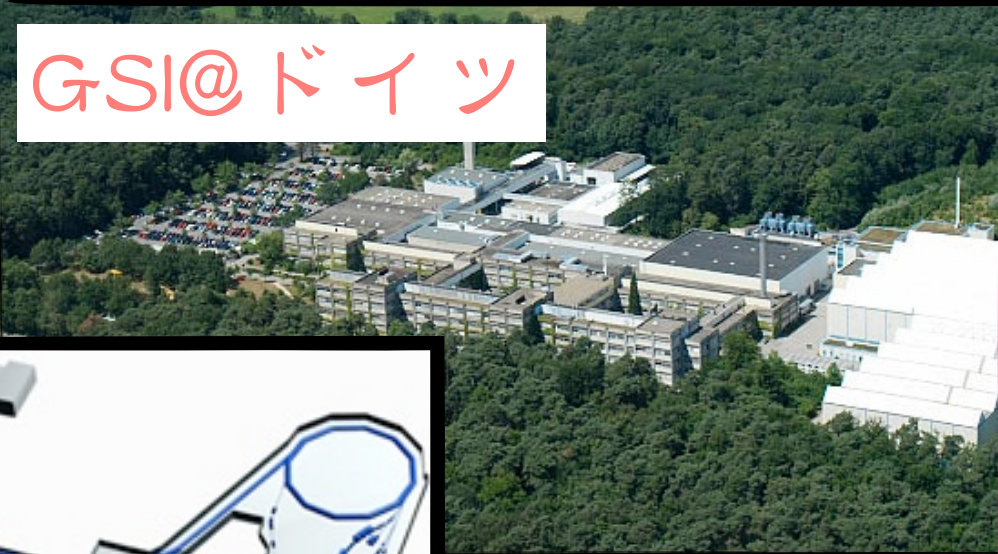
- ・ 未解明の三体力 (特に荷電スピン) を探索する
- ・ 多核子系での三体力の役割を解明する



その他、以下の施設でも実験を行っています



GSI@ドイツ



4年生に対する教育

輪講：原子核の基本的な知識を身につけるため、
英語（場合によっては日本語）の教材を読む。
ストレンジネスグループと一緒に。

グループ内の勉強会：

研究に必要と考えられる歴史的に重要な論文、
専門的な論文を読む。
また、大学院学生と一緒に
興味ある研究テーマの発表や自主ゼミも実施中。

実験・検出器開発：

各自ごとのテーマで行う。
現在は、我々が行っている実験で用いる検出器の開発、
その試験実験がメインとなっている。

興味のある方は、いつでもいらして下さい。

理学研究科合同棟(旧 理学総合棟) 6階が居室です。

小林：理学研究科合同A棟 612 号室

岩佐：理学研究科合同A棟 611 号室

関口：理学研究科合同B棟 622 号室

炭竈：理学研究科合同A棟 604B 号室

<http://lambda.phys.tohoku.ac.jp/nucphys2/research.html>