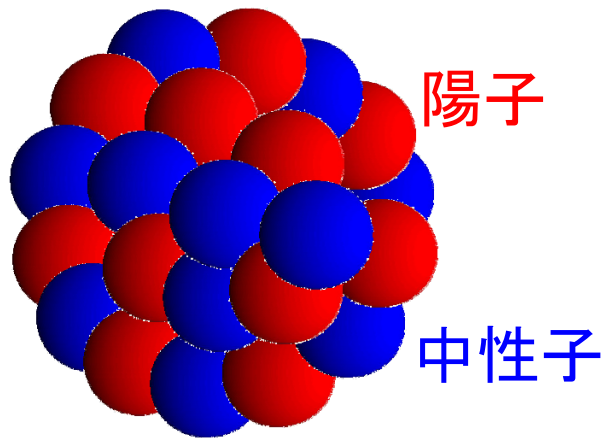


原子核理論研究室(量子基礎物理学講座)

原子核 = 強い相互作用をする粒子(ハドロン)
の集合体



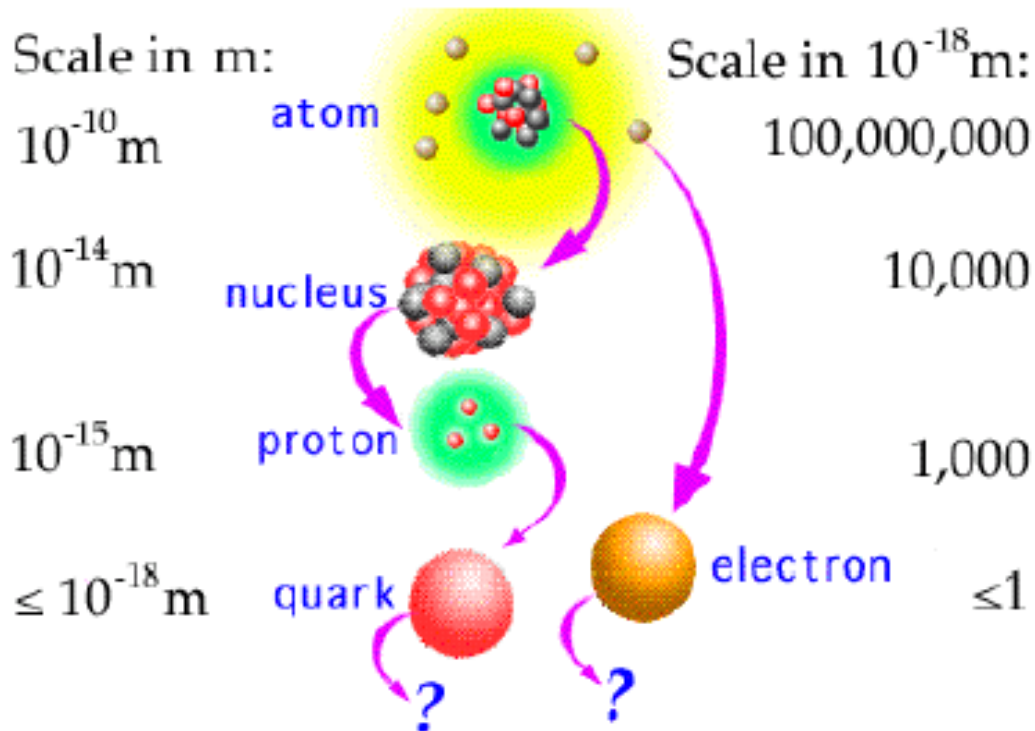
原子核物理学
= ハドロン多体系の物理

粒子が**多体系**をつくることによって初めて現われる豊富で多様な物理現象の解明

「量子多体論」

自然の階層性

原子核 物理



原子核 = 核子の多体系
核子 = クォークの多体系

強い相互作用の物理

強い相互作用の物理

●原子核 = 核子の多体系

原子核の構造と反応

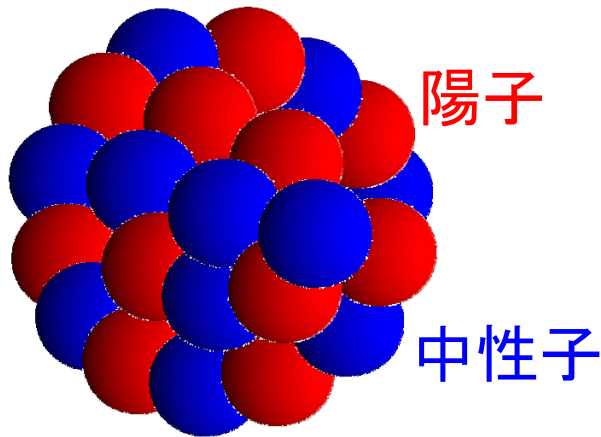
- 密度分布、半径、質量
- 励起構造
- 核分裂、核融合、弾性散乱、、、、

●核子 = クォークの多体系

低エネルギーQCDの物理（ハドロン物理学）

- QCD物性
- カイラル対称性
- 閉じ込め（クォーク・グルーオン・プラズマ）

原子核の特徴



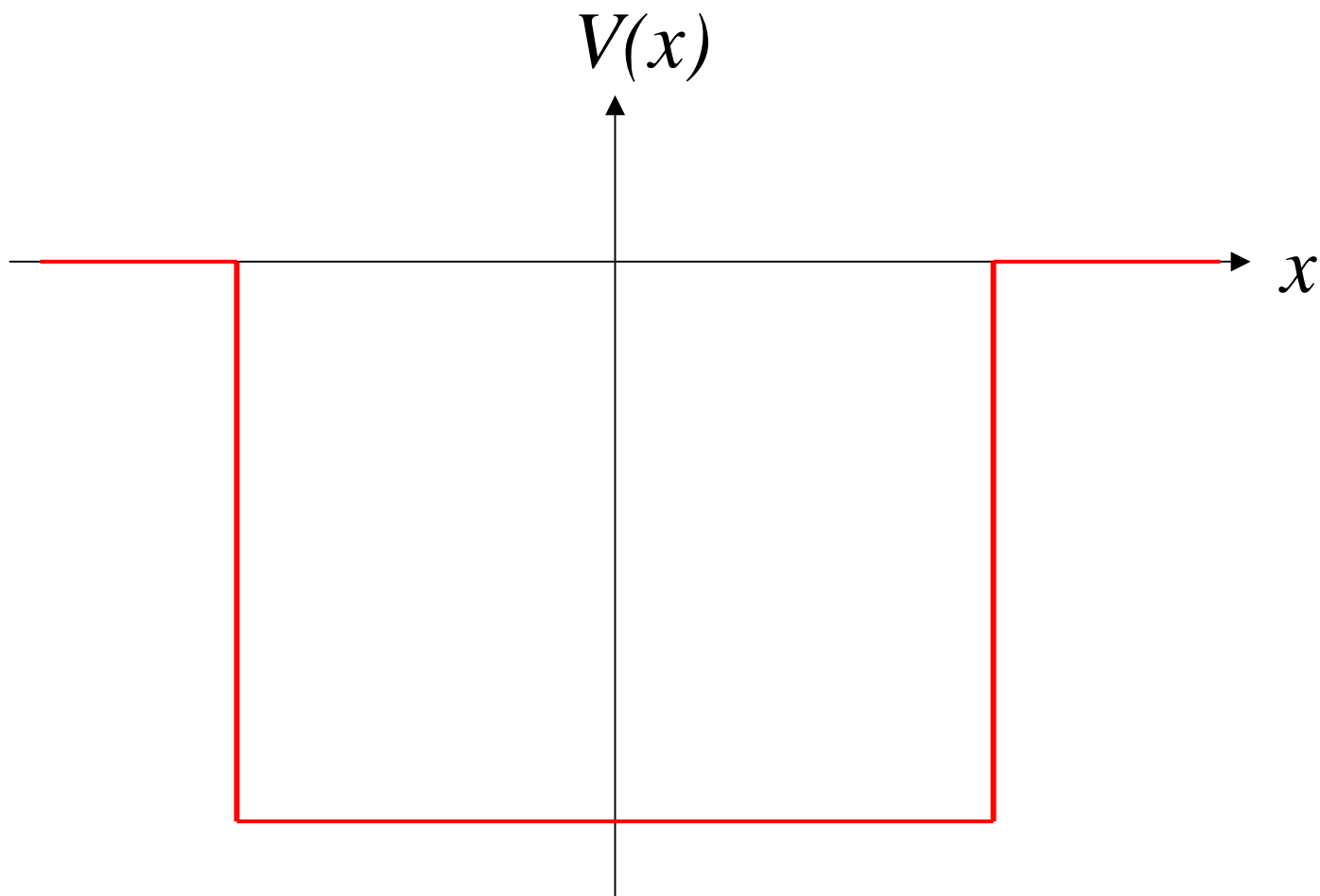
Z個の陽子とN個の中性子

- 有限量子多体系
- 自己束縛系

フェルミオンの多体系

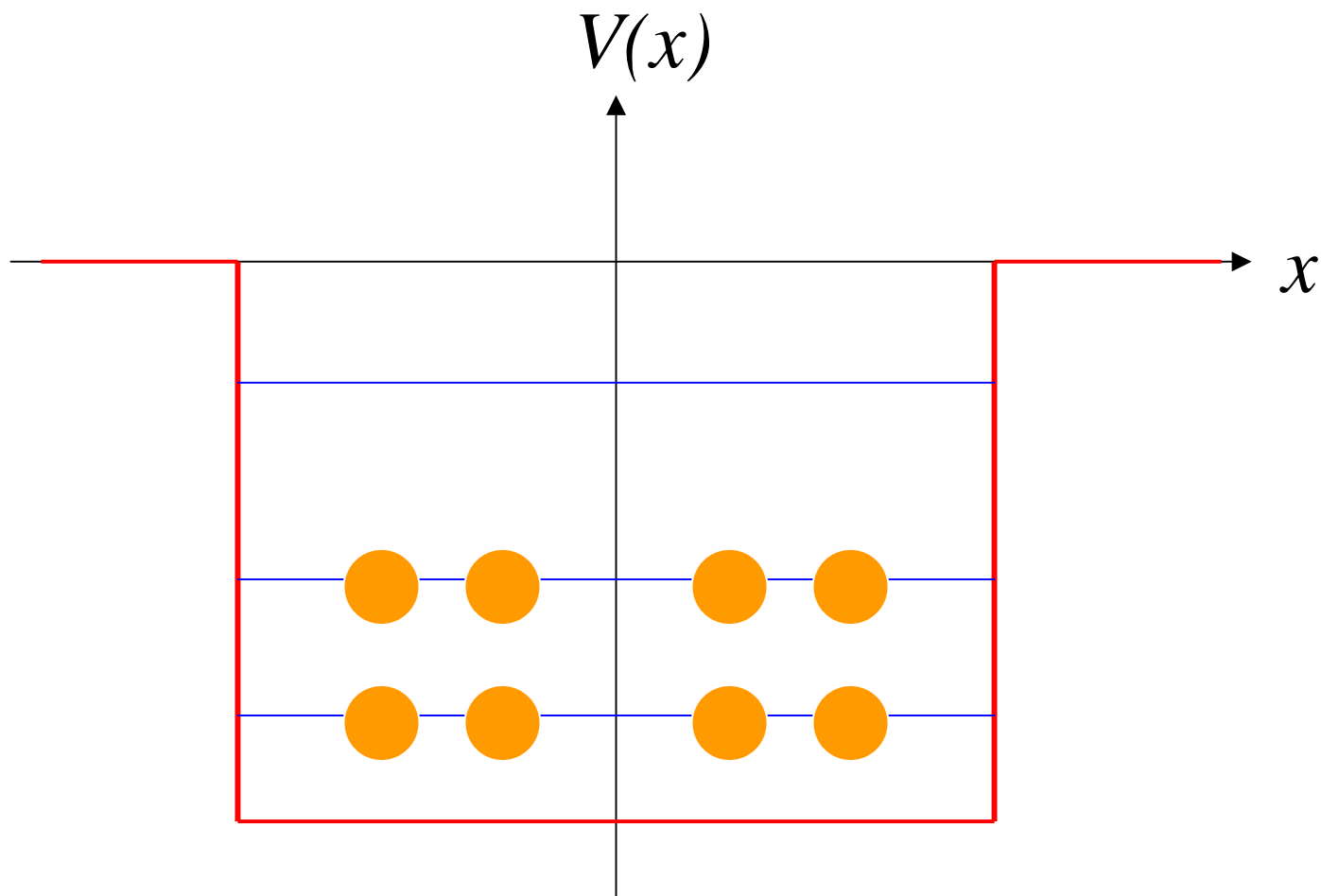
➡ パウリの排他律が本質的な役割り

パウリ原理



$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + V(x) \right) \psi(x) = E\psi(x)$$

パウリ原理

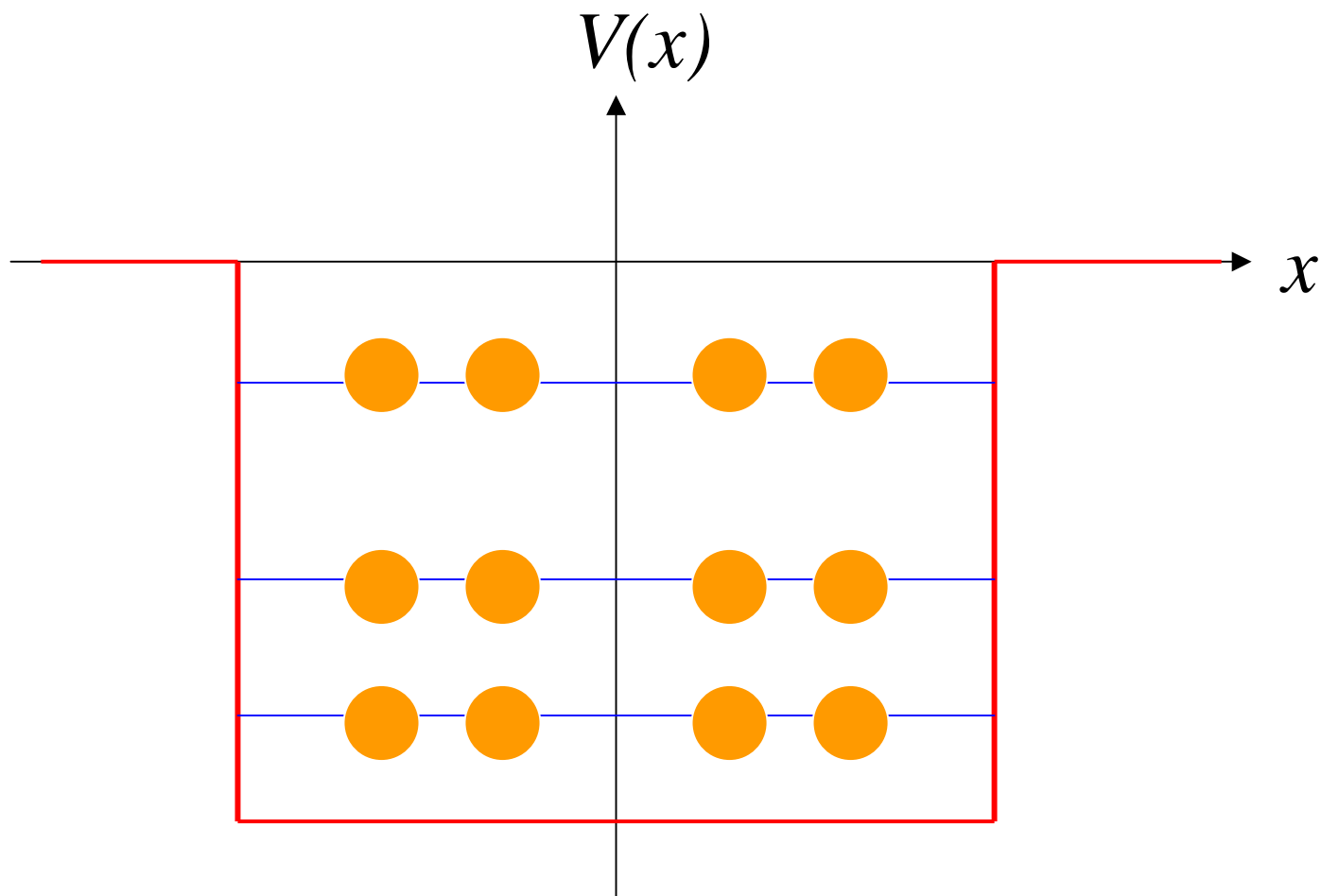


離散化されたエネルギー固有状態

エネルギーの一番低い状態

= 下から粒子をつめていく (パウリ原理)

全ての軌道を詰めてしまうと。。。。

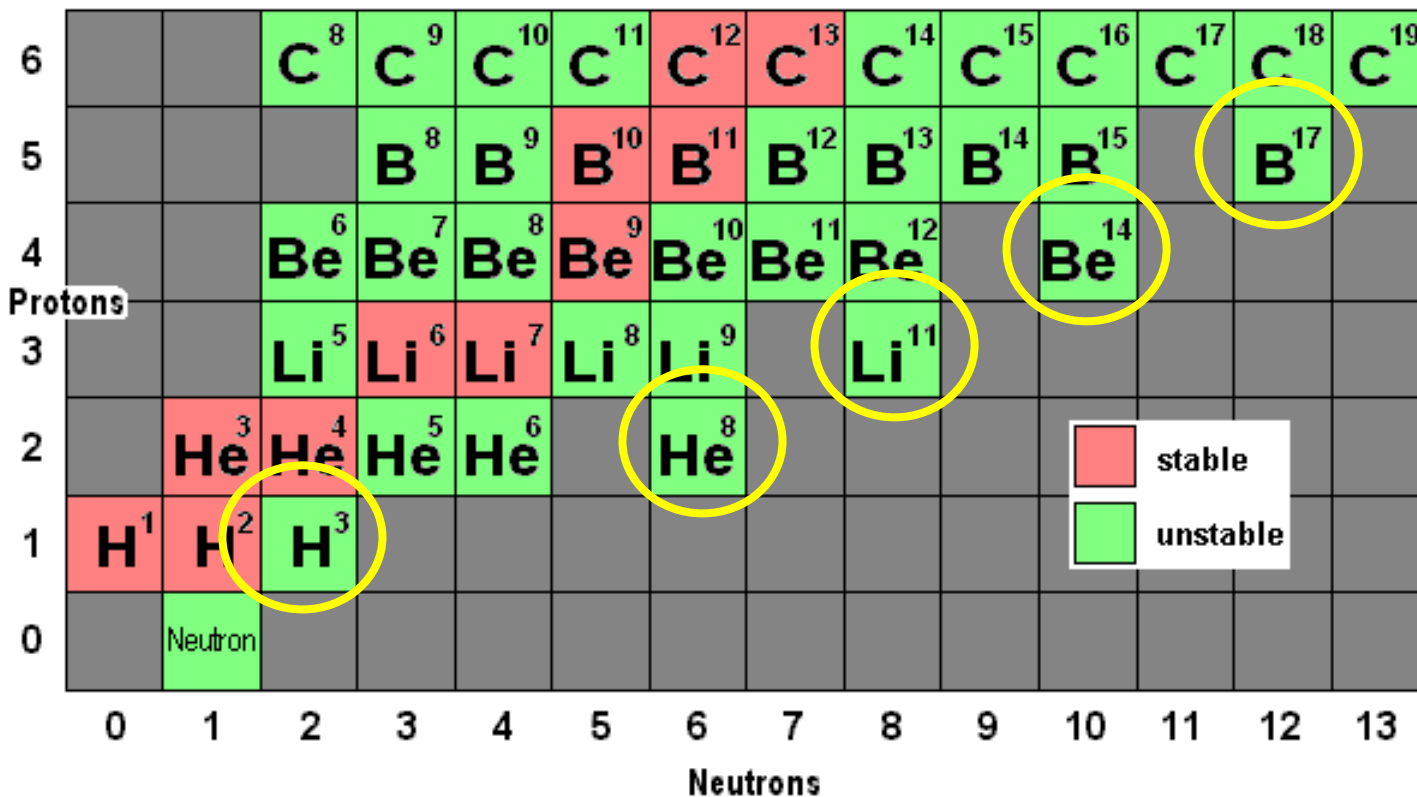


粒子をもう一つ詰めようと思っても詰められない

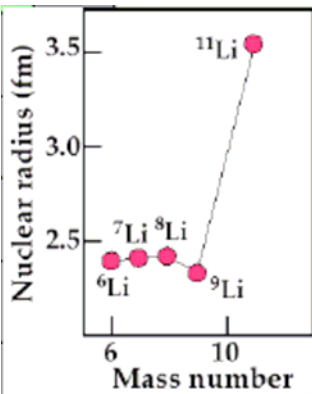


多体系の存在限界

今まさに、存在限界(ドリップ・ライン)領域にある原子核の物理が進行中！



これまで知られていなかった様々な新しい性質が
続々と発見 → 「新物質」の性質

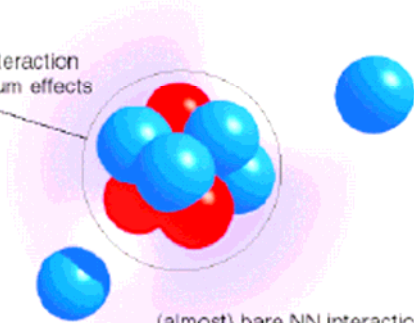


I. Tanihata et al.
Phys. Rev. Lett. 55, 2676 (1985)

Interaction cross section
measurements at Bevalac
(790 MeV/u)

^{11}Li

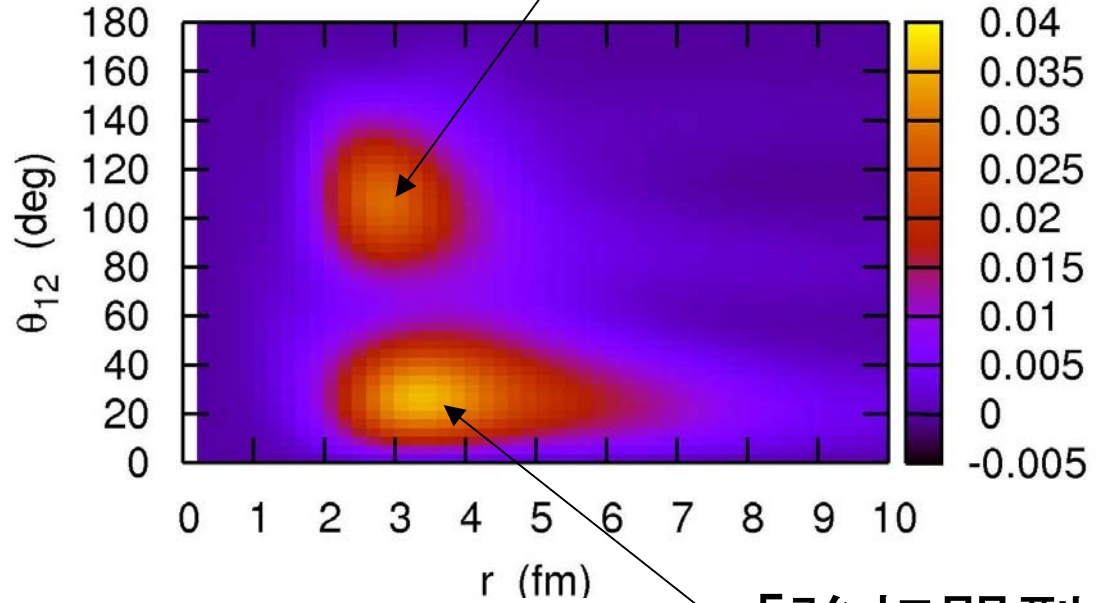
effective NN interaction
strong in-medium effects



(almost) bare NN interaction
weak in-medium effects

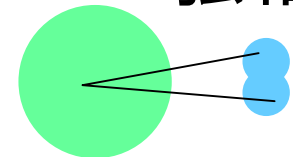
中性子ハロー

**「水分子型」と「強相関型」
の共存**



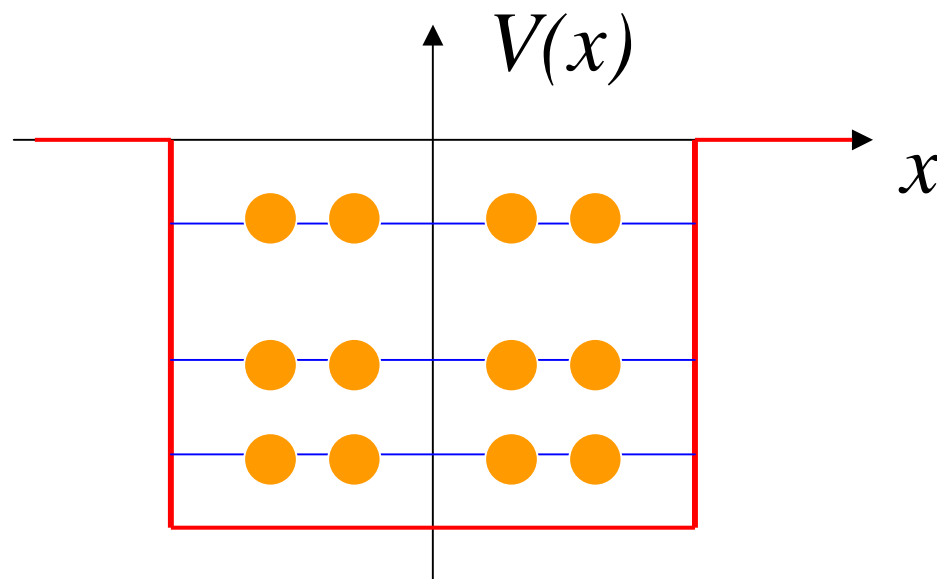
「水分子型」

「強相関型」



「未開の地」がどんどん開拓

→ 新しい現象が次々と発見されている



「不安定な原子核」の性質を探る

弱束縛系の世界をのぞく

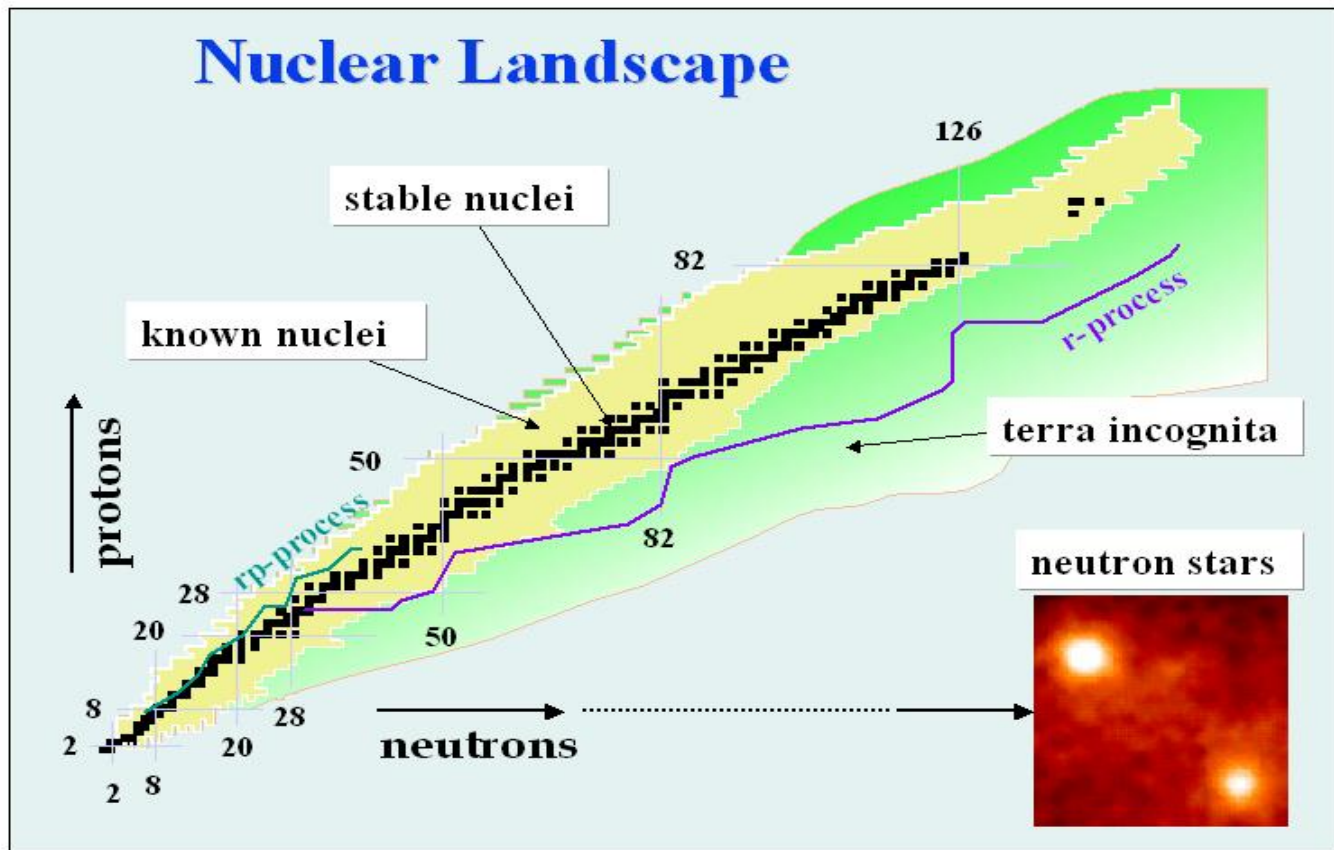
新しい実験設備 (RIBF) の始動で今後更に発展!

原子核

安定な(自然界に存在する)原子核: 287種類

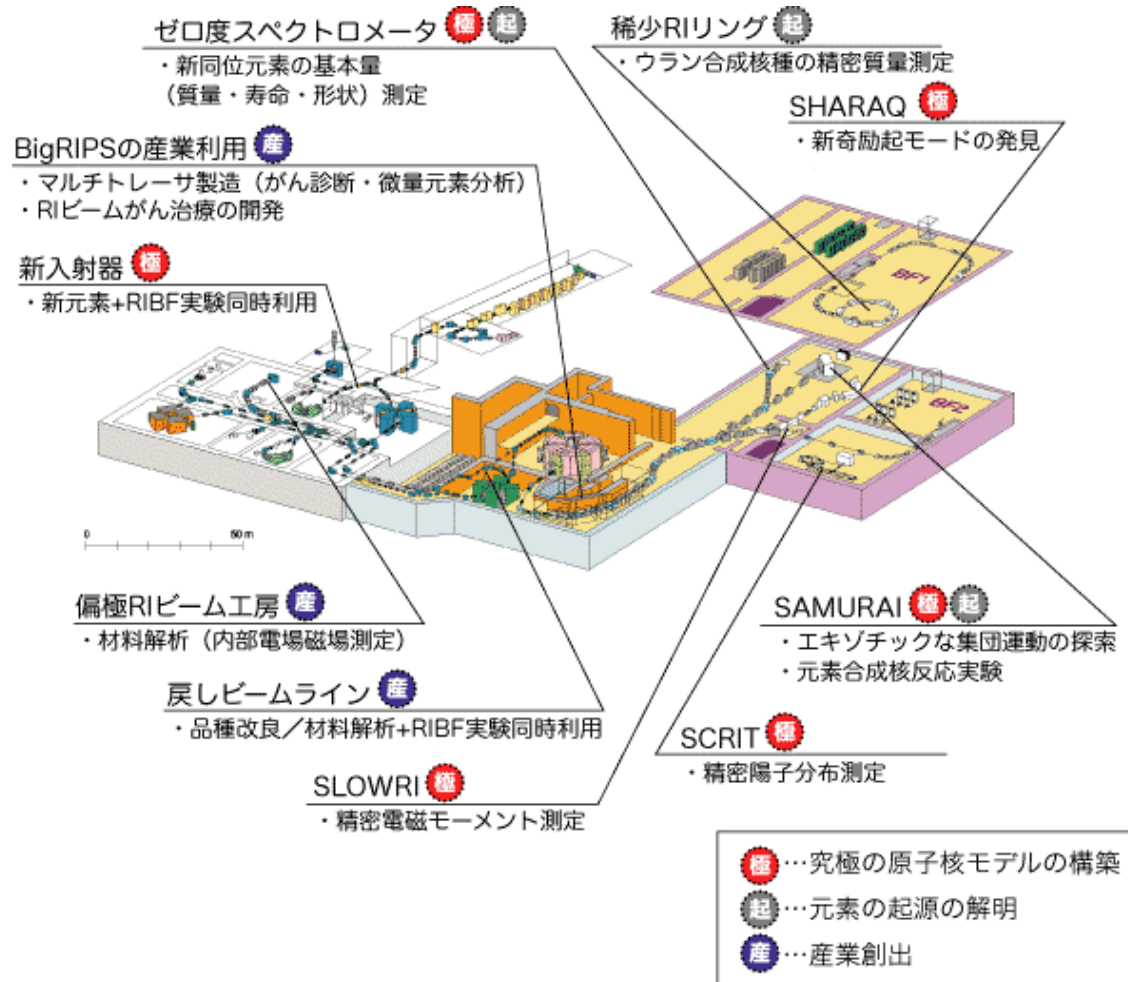
現在までに確認された原子核: 約2,500種類

存在が予想されている原子核: 約6,000種類



原子核はそれぞれ個性的

理研RIBF: 2007年本格的に始動

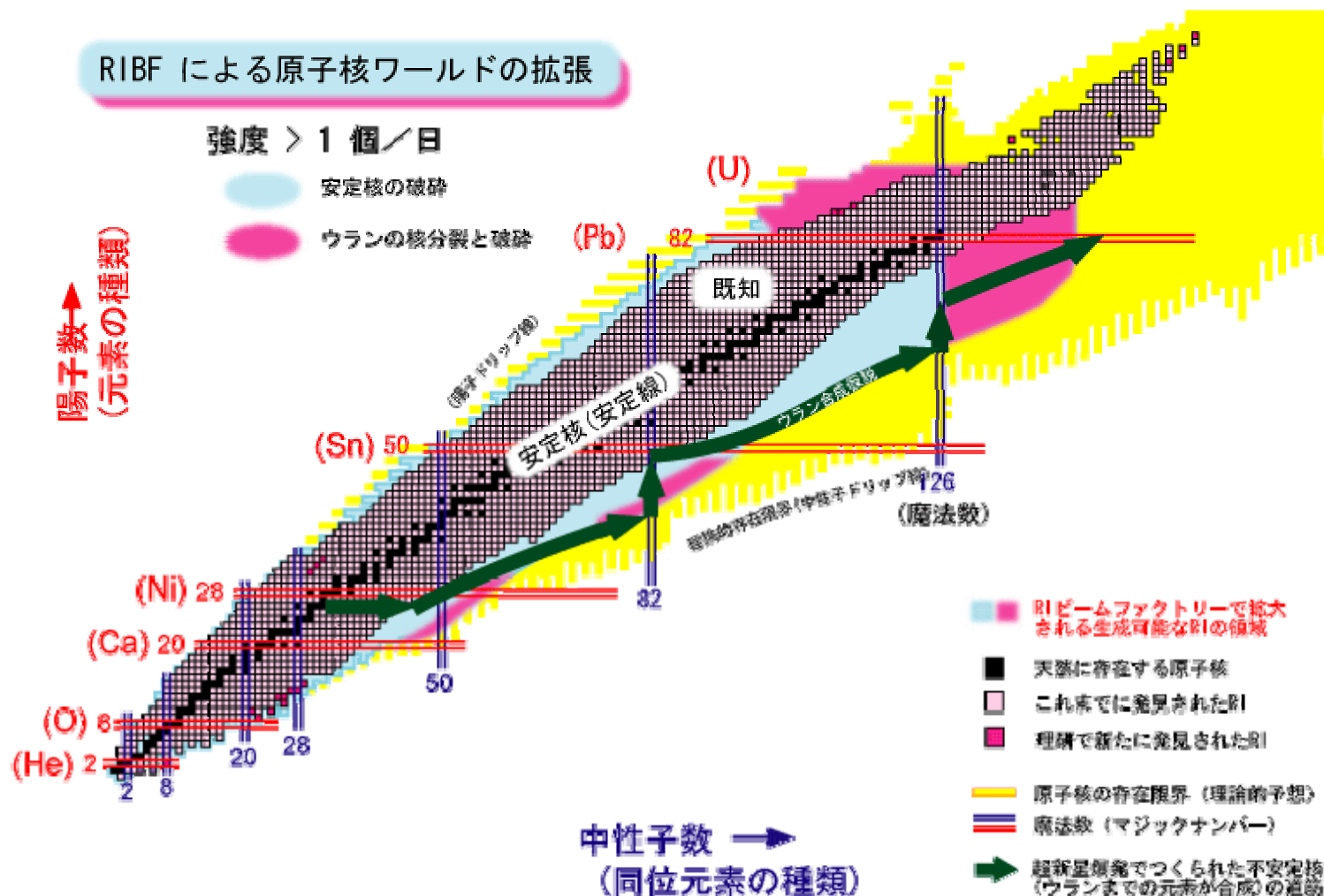


これまで作ることの難しかった原子核を生成できるようになる



理論の大きな進展が求められている

理研RIBFで作られる原子核



比較的重い不安定核の物理が今後飛躍的に進展

重い中性子過剰核はまだよく分かっていないことがたくさんある。

• N や Z を変えると原子核の形状はどのように変わるのか？

→ 原子核の基底状態の性質

• 原子核に光をあてるとどのように振舞うのか？

→ 原子核の励起構造

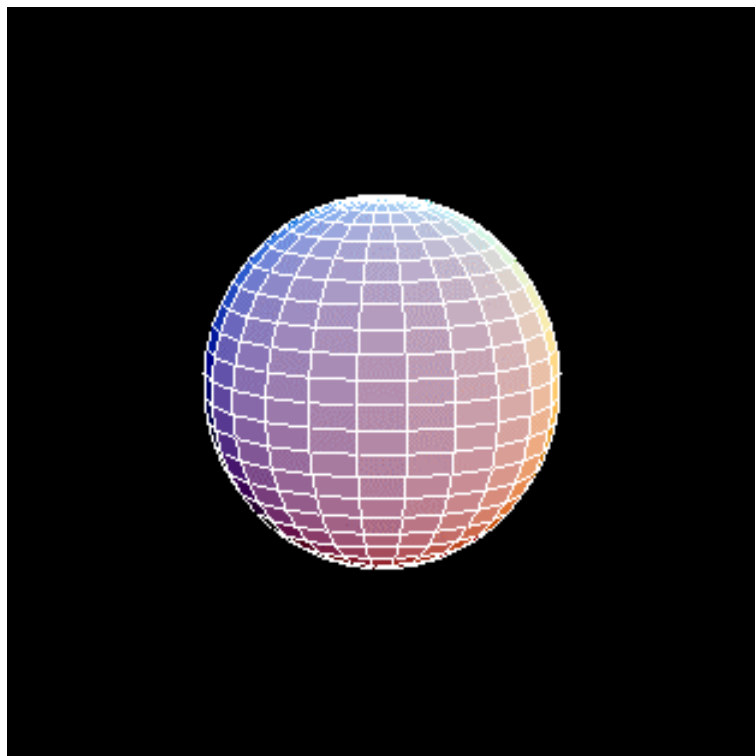
• 原子核と原子核をぶつけるとどのように反応するのか？

→ 原子核の動的振る舞い、核分裂

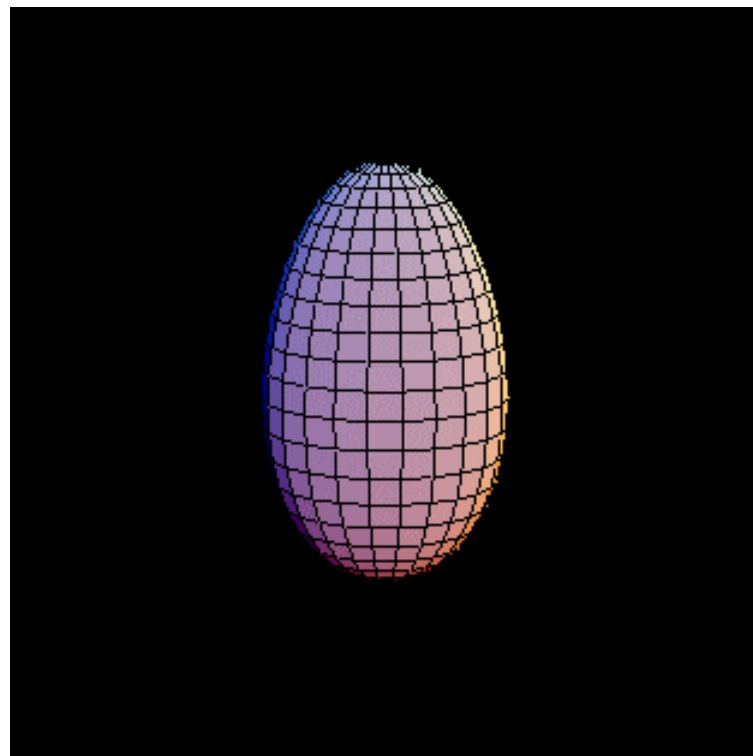
cf. 天体核反応

原子核の振動励起

外から刺激を与えると原子核の振動状態が誘起される



四重極型振動

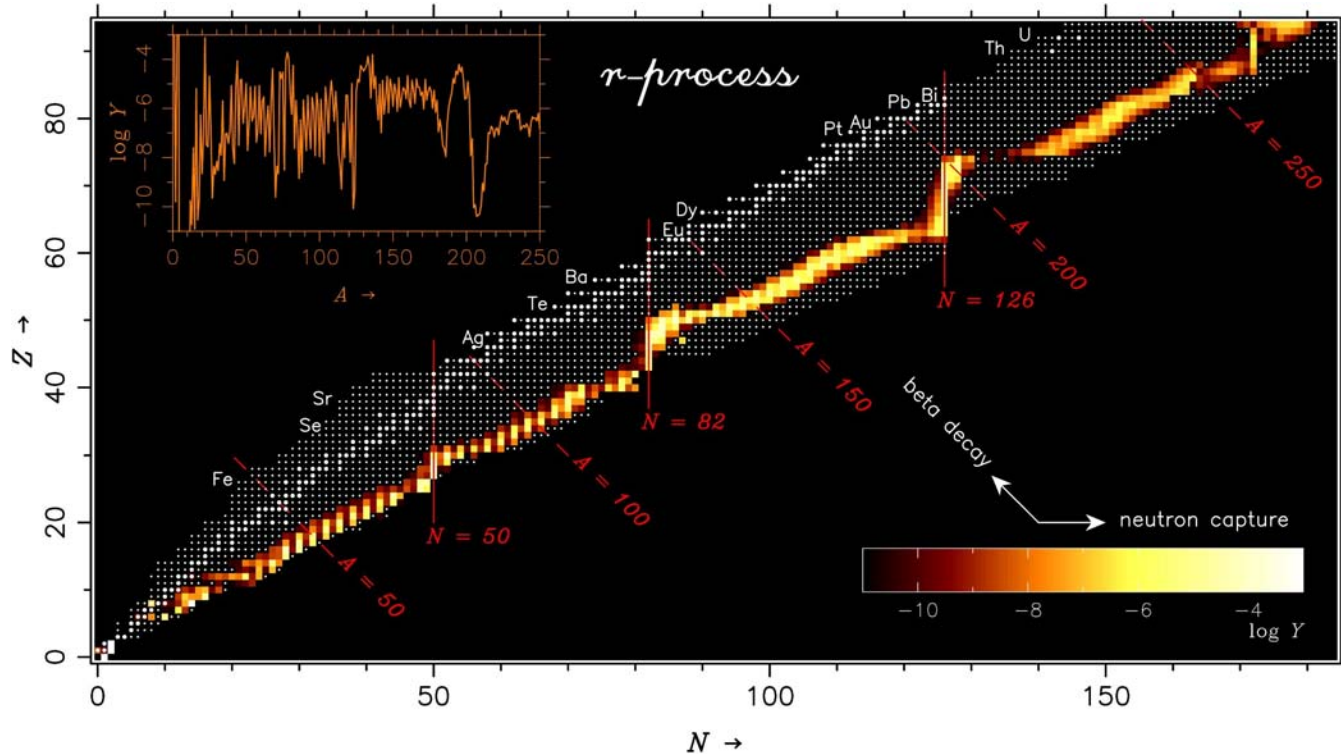


八重極型振動

弱束縛系における振動励起の特徴は何？
また、それを理論的にどう記述する？

天体核反応

r プロセス



鉄より重い元素は超新星爆発の際、r プロセスにより生成されたとされている

→ 重い不安定核を経由する核融合反応

核理論研究室の紹介

構成員(総勢15名)

教授 滝川昇(重イオン反応、天体核)
助教授 萩野浩一(重イオン反応、不安定核の物理、天体核)
助手 小野章(重イオン反応の数値シミュレーション)
助手 丸山政弘(ハドロン物理)

D3 武樋、古田、加藤、ニェイン、鷺山

D2 ザムルン

D1 湊

M2 須田、渡邊

M1 高橋、マイン

その他:外国人のゲスト
もよく来る

詳しくは研究室ホームページや東北大学研究者
紹介を見てください。

4年生の活動

素核理論配属として、週2回のセミナー(輪読)

素粒子1回、原子核1回

頭で理解するだけでなく他人に説明する
他人の説明に対し、質問をしながら理解を深める

卒業研究はナシ。

今年度の例(原子核担当分)

前期(萩野)

原子核物理に関する基礎的な教科書

後期(滝川)

相対論的量子力学に関する教科書

卒業生の進路

93年D: 中退 一人人事務所開設(計算機・ネットワーク関係)

94年D: ポスドク 青森大学ソフトウェア情報学部講師

95年D: ポスドク 秋田高専自然科学系助教授

96年D: 法政大学助教授

96年D: ポスドク 武蔵工大講師

97年D: ポスドク 東北大学理学部助教授

97年D: 郡山女子大講師

97年D: 富士総研

98年D: ポスドク

99年D: 中退 日立東日本ソリューションズ 東大生産技術研・産学官連携研究員

99年D: ポスドク

99年D: 園田女子短大講師

00年D: 日立東北ソフトウェア

01年D: D1で中退 日本IBM

01年D: NEC

02年D: ポスドク

02年D: D2で中退 公務員

04年D: D1で中退 新日鉄ソリューションズ

91年M: 三菱総研(核データ)

92年M: JR東日本

95年M: 日本IBM

00年M: 横河メディカル

02年M: 株式会社SRA

質問等は歓迎します。いつでも気楽
にどうぞ。

滝川居室 1048

萩野居室 1047

小野、丸山居室 944

大学院生 1031, 1032

萩野 e-mail: hagino@nucl.phys.tohoku.ac.jp

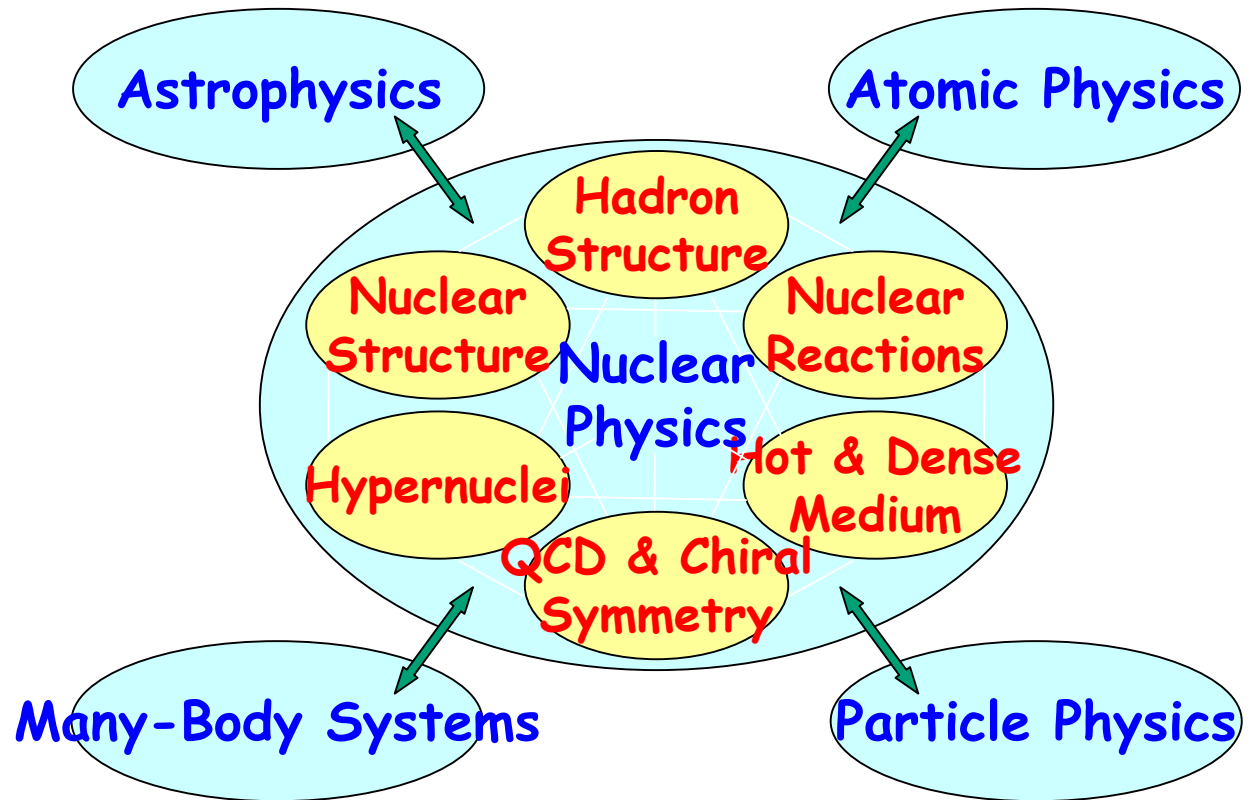
研究室ホーム・ページ

<http://www.nucl.phys.tohoku.ac.jp/jindex.html>

原子核物理学 : 核子多体系・クォーク多体系に見られる豊富な現象を取り扱う

強相関フェルミオン系の多体問題

→ 物性物理とよく似た側面を持つ



- 希薄原子のBEC
- マイクロ・クラスター
- 量子ドット
- 金属粒の超伝導性