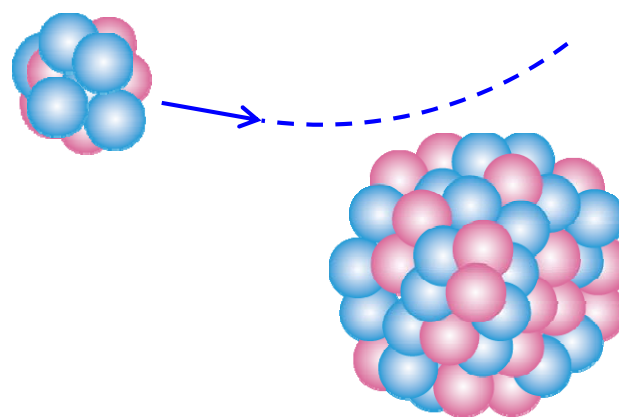


# 1. 核反応研究と模型空間(導入)

# 原子核反応研究とは？

原子核に(同種または別種の)原子核を入射したときに起きる現象を記述・理解することを目指すもの。反応に関与する原子核の構造を理解することはその目的のひとつ。

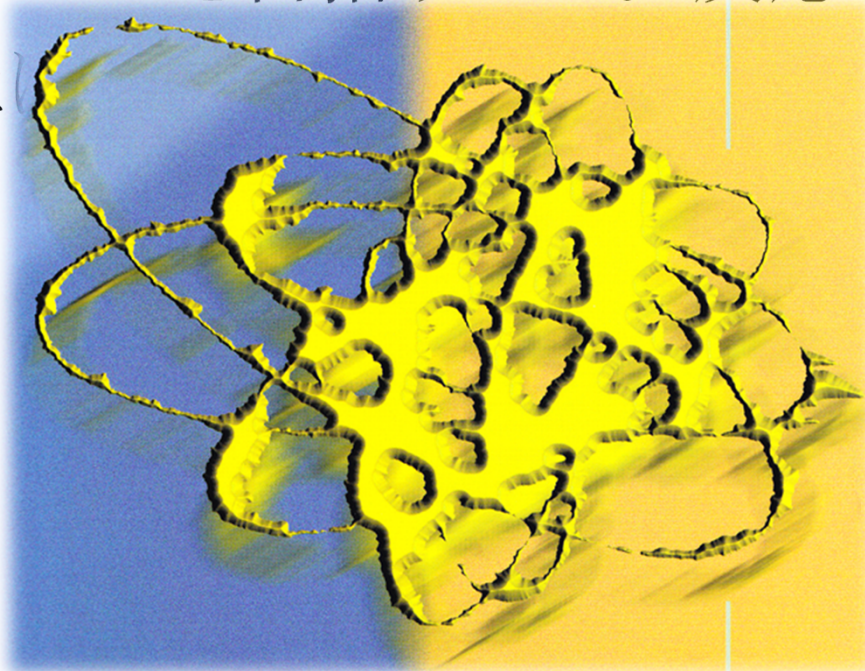


← 注: 原子核はこんな“形”はしていません。

核反応は核構造を調べる道具であるが、それだけではない。

# 原子核反応研究とは？

原子核に(同種または別種の)原子核を入射したときに起きる現象を記述・理解することを目指すもの。反応に関与する原子核の構造を理解すること



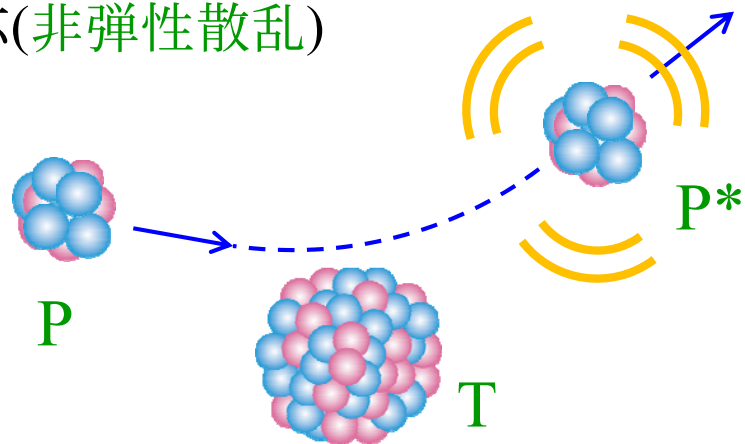
← 注: 原子核はこんな“形”はしていません。

ボーア・モッテルソンの教科書の表紙  
(参考: 松柳氏の講義)

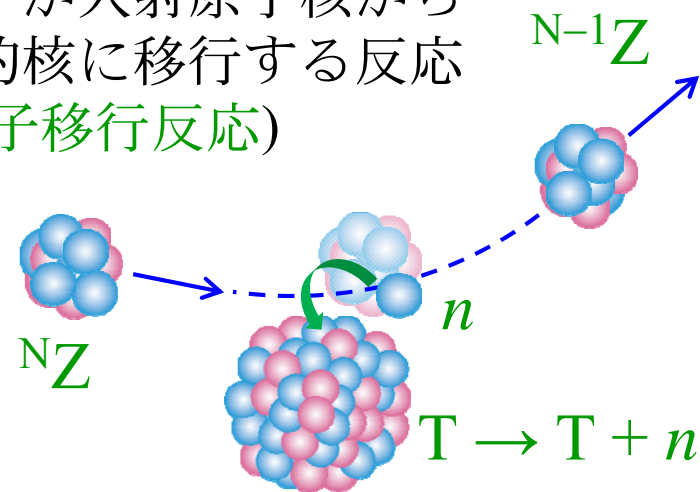
核反応は核構造を調べる道具であるが、それだけではない。

# 多彩な核反応

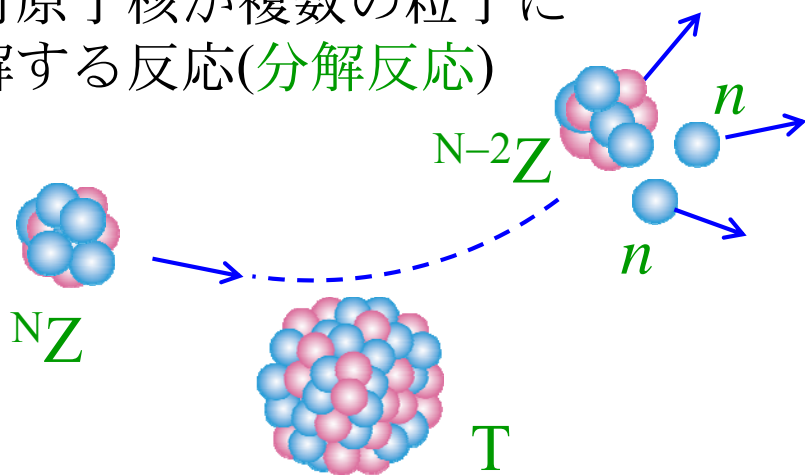
- 入射原子核が励起する反応(非弾性散乱)



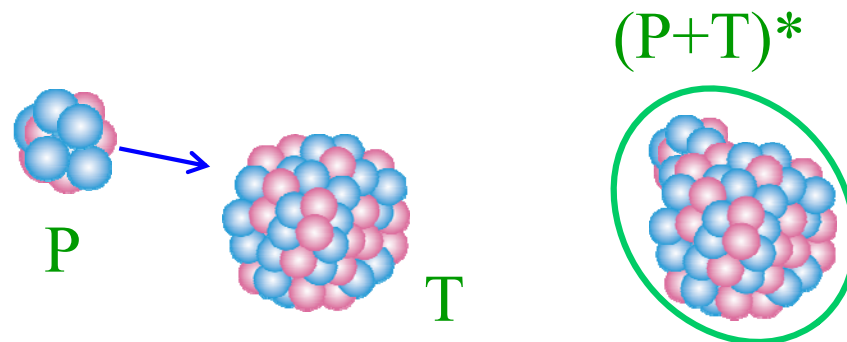
- 核子が入射原子核から標的核に移行する反応(核子移行反応)



- 入射原子核が複数の粒子に分解する反応(分解反応)



- 入射原子核が標的核に吸収される反応(融合反応)



# 原子核反応の描述

ある反応が起きる確率は、次の遷移行列が得られれば、その絶対値自乗(の定数倍)によって与えられる。

$$T_{\beta\alpha} = \langle \Phi_{\beta}^{\text{free}} | V_{\beta} | \Psi_{\alpha} \rangle$$

$\Phi_{\beta}^{\text{free}}$  : 終状態の構成粒子の波動関数と、それらの間の自由波の積

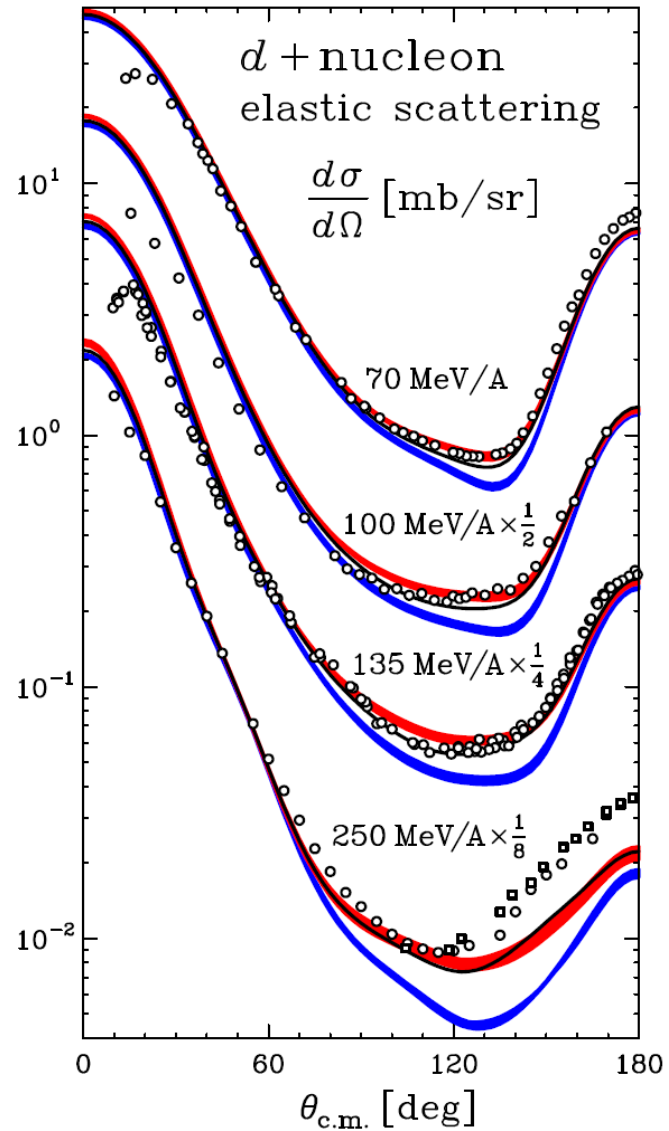
$V_{\beta}$  : 終状態の構成粒子間の相互作用

$\Psi_{\alpha}$  : 始状態( $\neq$ 入射状態)の正確な波動関数

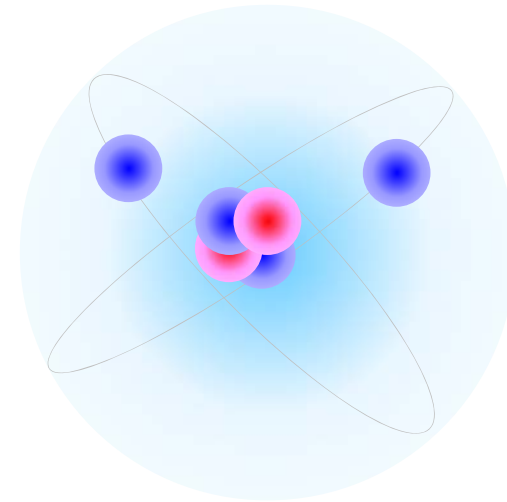
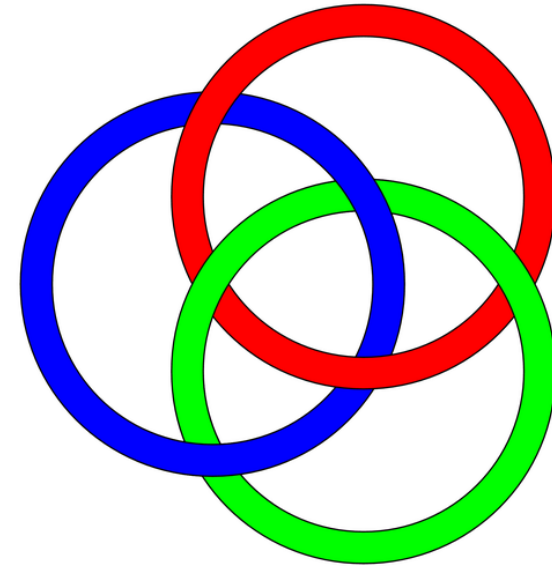
系の基本構成要素(核子)の間の相互作用はよくわかっているのに、何が難しいのか?

A. 多体系(多自由度)だから。

# 3粒子系の豊かさ



*K. Sekiguchi et al., Phys. Rev. C 65, 034003 (2002).*

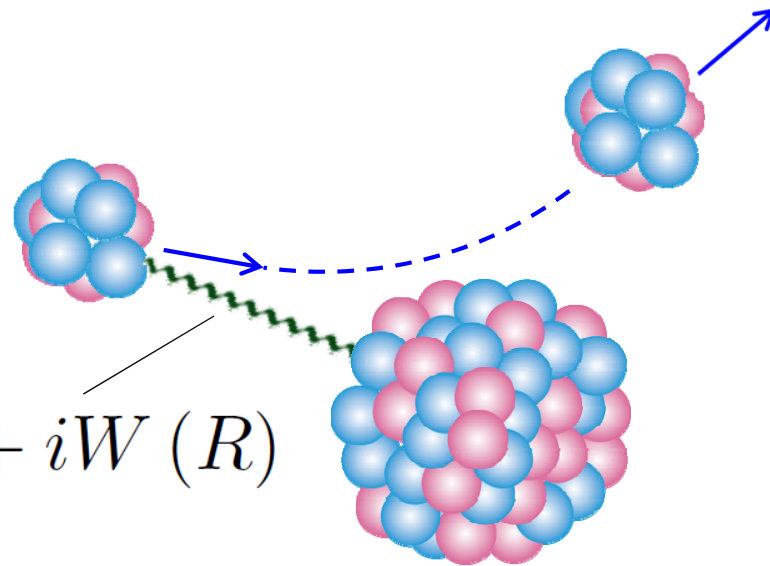


基礎相互作用がわかってても...

ボロミアン核( ${}^6\text{He}$ )

# 原子核反応の多自由度性の象徴

光学ポテンシャル = 弾性散乱を記述する複素一体ポテンシャル



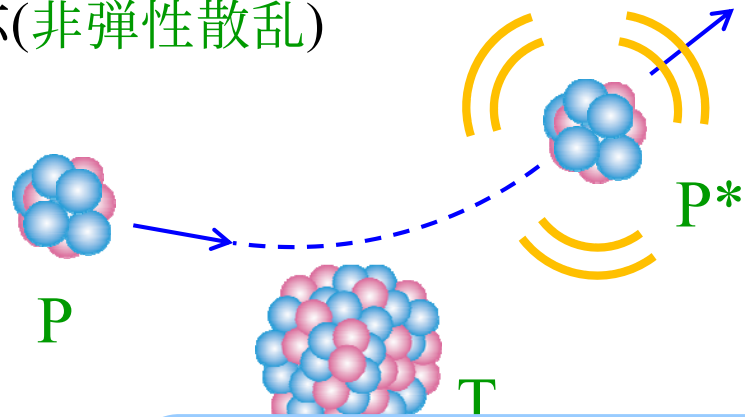
エネルギー・粒子の  
移行なし

$$U(R) = V(R) + iW(R)$$

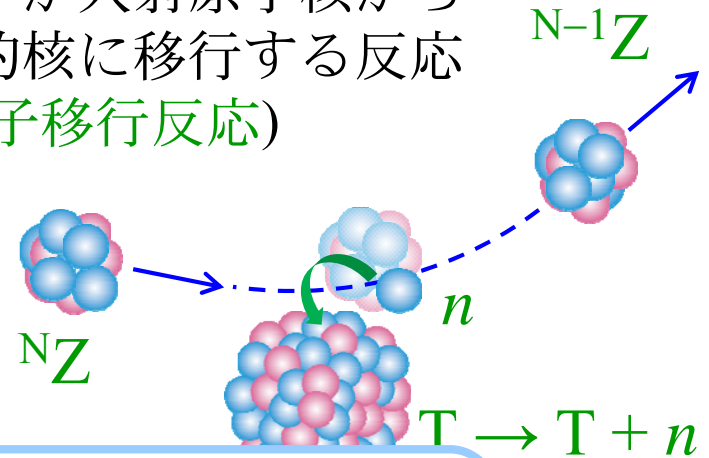
- 弾性散乱のような簡単な反応の記述に、どうしてそのような得体の知れないものが必要なのか?
- $W(R)$  は入射流束の吸収をもたらす。この吸収とは何か?

# 多彩な核反応

- 入射原子核が励起する反応(非弾性散乱)

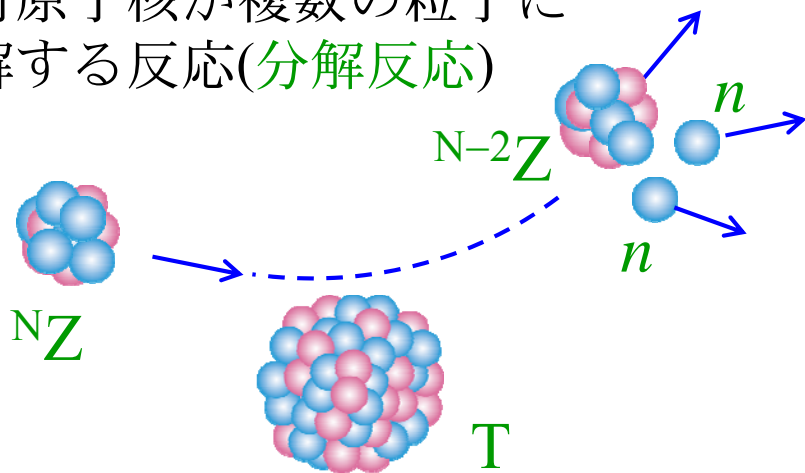


- 核子が入射原子核から標的核に移行する反応(核子移行反応)

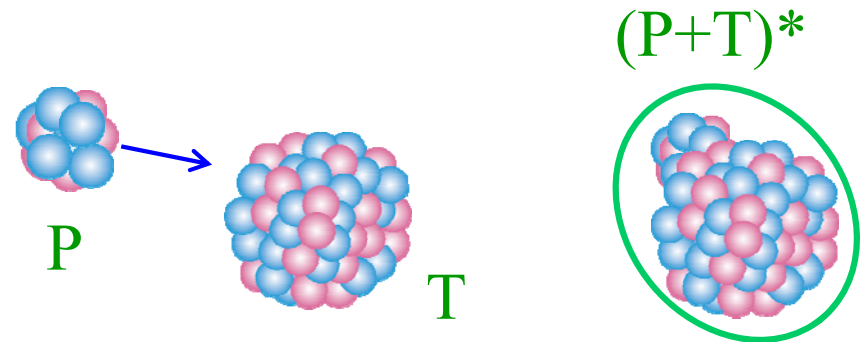


全ての反応が“吸収”として扱われる(吸収  $\neq$  融合)

- 入射原子核が複数の粒子に分解する反応(分解反応)



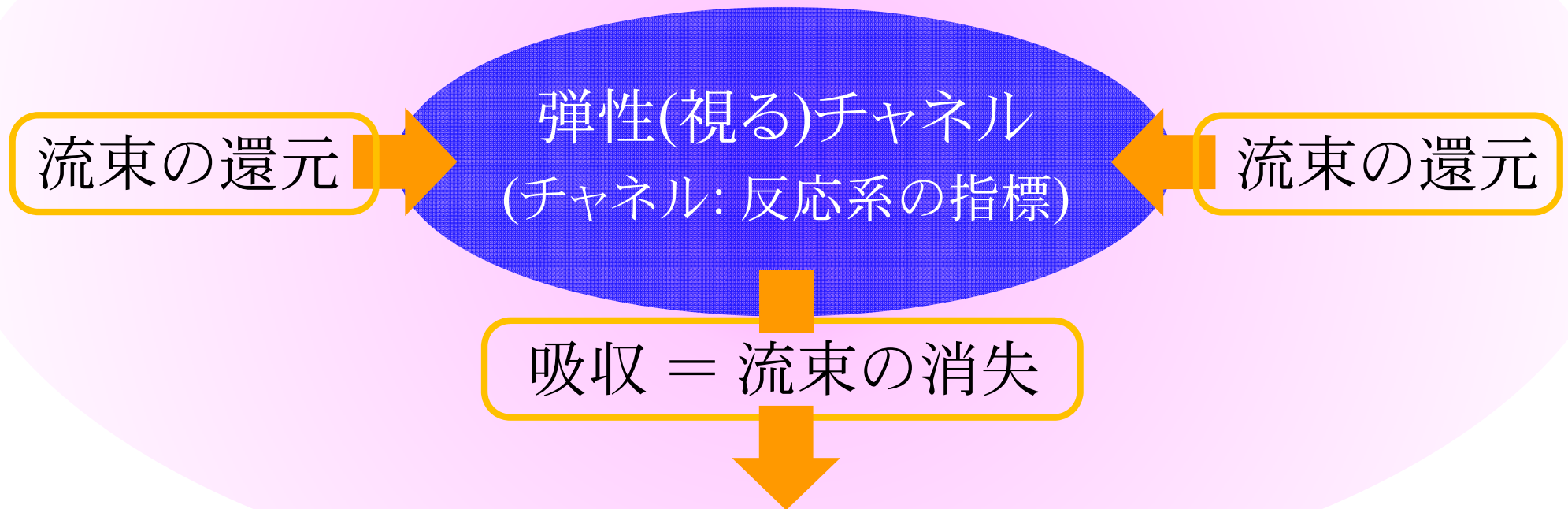
- 入射原子核が標的核に吸収される反応(融合反応)





# 模型空間の設定(核反応論の“神髄”)

弾性チャンネル以外の(視ない)チャンネル  
(追跡不可能)



cf. 全反応断面積

注意: 弾性(視る)チャンネル以外に逃げる流束の総量は記述可能。

# 核反応研究と模型空間のまとめ

- 核反応研究の目的は、核子多体系の動的な振る舞いを理解することである。
- 核反応は極めて多彩な現象であり、入射・標的核(反応系)の組み合わせ、入射エネルギーによって様々な反応が起きる。
- 弾性散乱を記述する複素ポテンシャルは、弾性散乱の背後で関与しているプロセス(自由度)の多さを端的に示している。
- 直接反応研究の(ある見方をしたときの)神髄は、模型空間の設定(視るチャンネルの規定)にある。
- 近年では核反応の第一原理計算も発達しており、非常に重要(ただしその価値観はこの講義の思想とは異なる)。