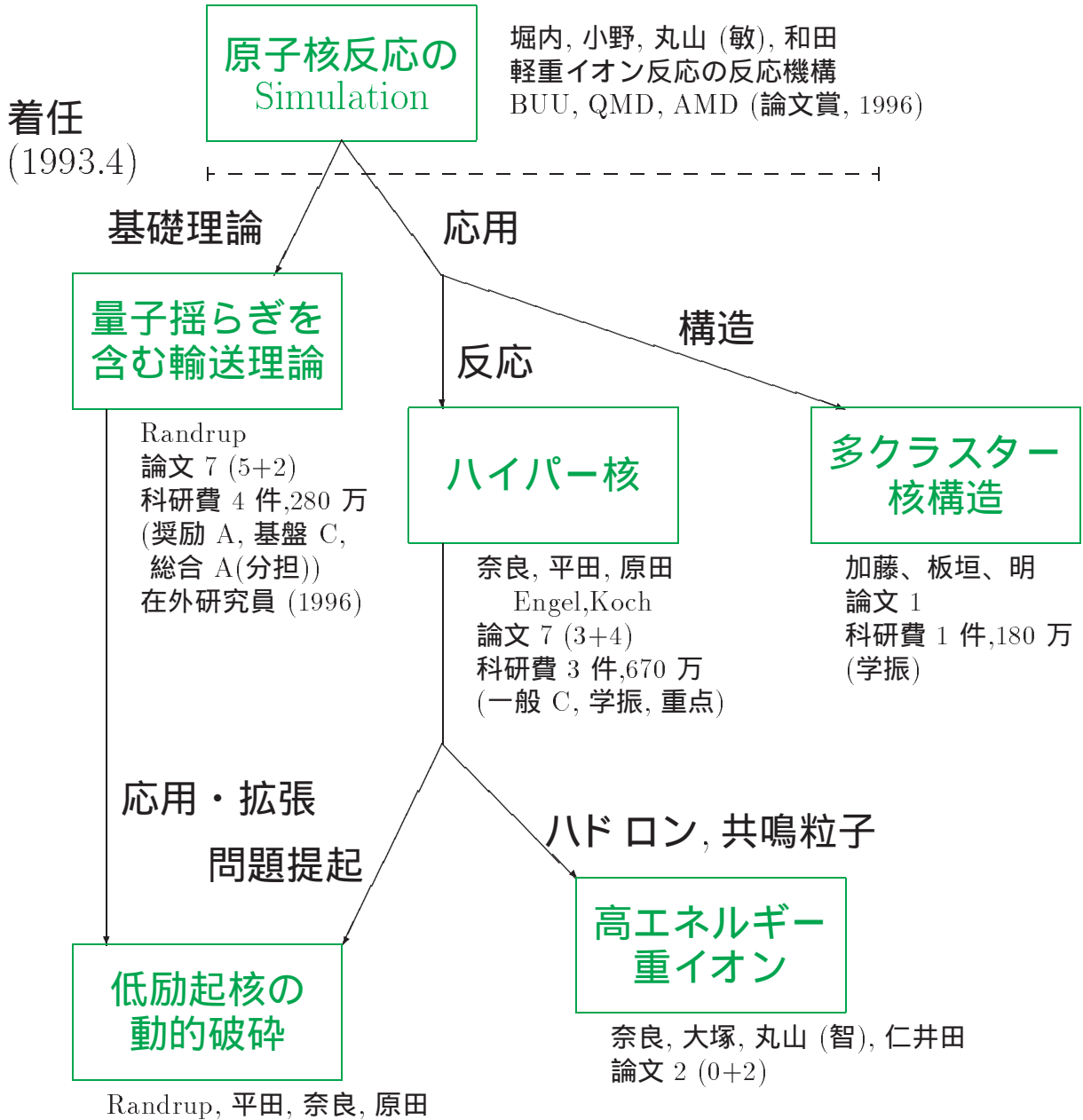


# 微視的シミュレーションによる原子核の動的性質の研究

原子核理論グループ

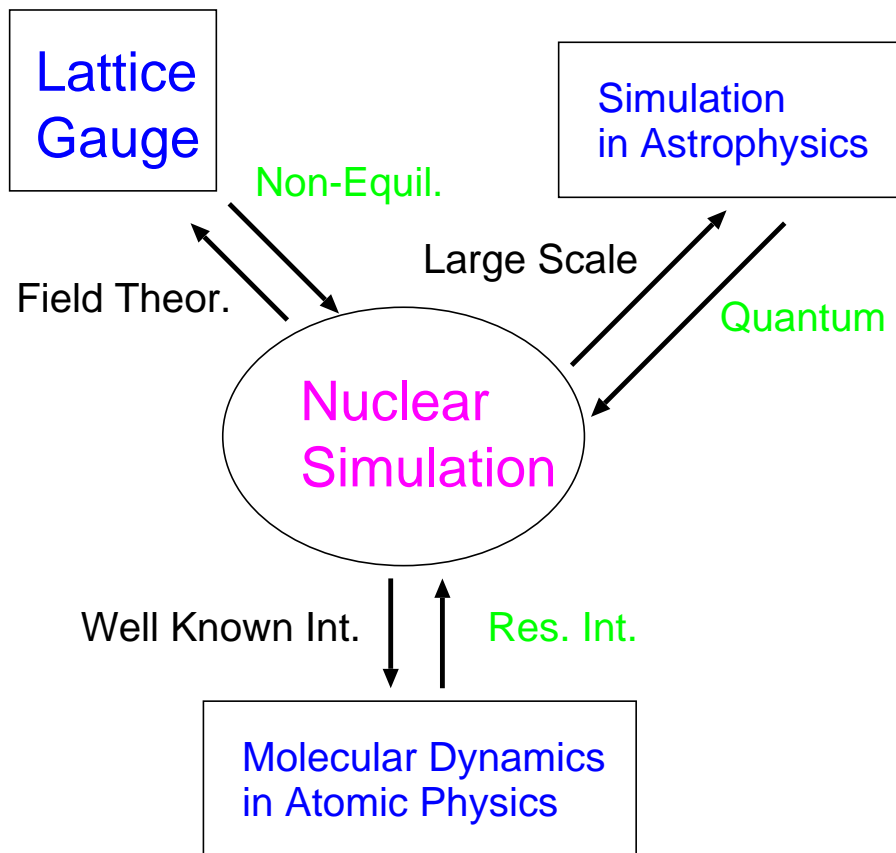
大西 明

## 研究テーマ



## 研究の手法

= 必要な量子効果を取り入れた粒子 Simulation



### 原子核反応の Simulation

- 粒子描像にもとづく波動関数:

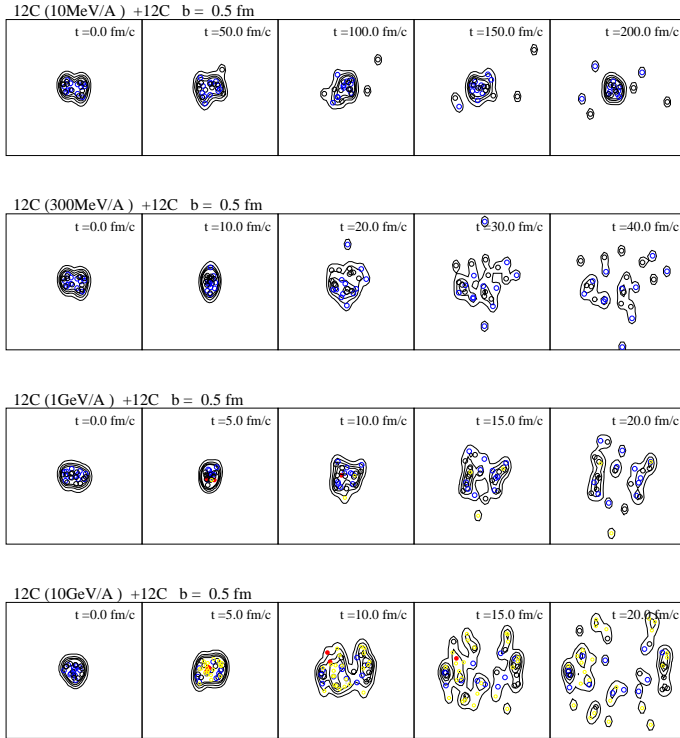
$$|\Psi\rangle = (\mathcal{A}) \prod_i |\phi(r_i, p_i(\text{ガウス波束}))\rangle$$

反応の特徴	理論で必要な要素
非平衡・非一様 (動的な破砕)	時間依存平均場, ...
粒子衝突, 粒子生成, 粒子崩壊, ..	素過程衝突断面積, ...
大きな量子効果	反对称化, 量子論的揺らぎ, ...

## 原子核反応の特徴

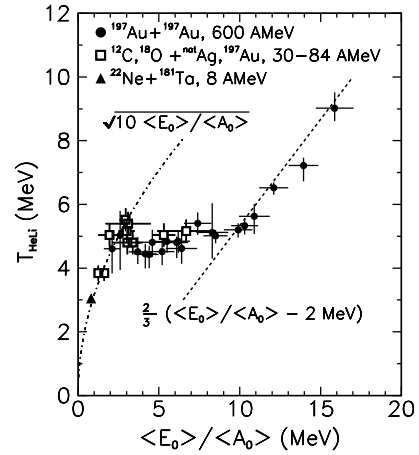
### ● 原子核反応のエネルギー依存性

Y.Nara, Ph. D., March 1996.



### ● 核物質のカロリー曲線

J.Pochadzalla et al., PRL75('95),1040.



(低温:  $E^* / A = aT^2$ )

→ 高温:  $E^* = 1.5T + c$ )

## 目指す物理

1. 様々なハドロンの”相”の研究 = ”ハドロ物性物理学”
2. 相転移とその動的過程への影響

# 量子揺らぎを含む輸送理論

= Simulation in the Next Generation

目的 ... 核物質の液相・気相相転移 ( $\simeq$  破砕過程) の記述

従来の分子動力学の統計的性質

運動方程式:  $\dot{R} = \frac{\partial \langle \hat{H} \rangle}{\partial P}, \quad \dot{P} = -\frac{\partial \langle \hat{H} \rangle}{\partial R}$

分配関数:  $Z(T) = \int d\Gamma \exp(-\langle \hat{H} \rangle / T)$

量子ランジュバン法

量子統計力学  $\rightarrow$  微視的なダイナミクスへの制限

分配関数:  $Z(T) = \int d\Gamma \langle \exp(-\hat{H}/T) \rangle$

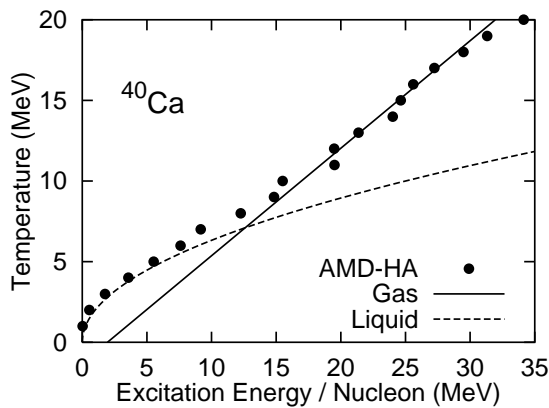
運動方程式:  $\dot{P} = -\frac{\partial \langle \hat{H} \rangle}{\partial R}$

+量子論的摩擦項 (Dissipation)

+量子論的揺動項 (Fluctuation)

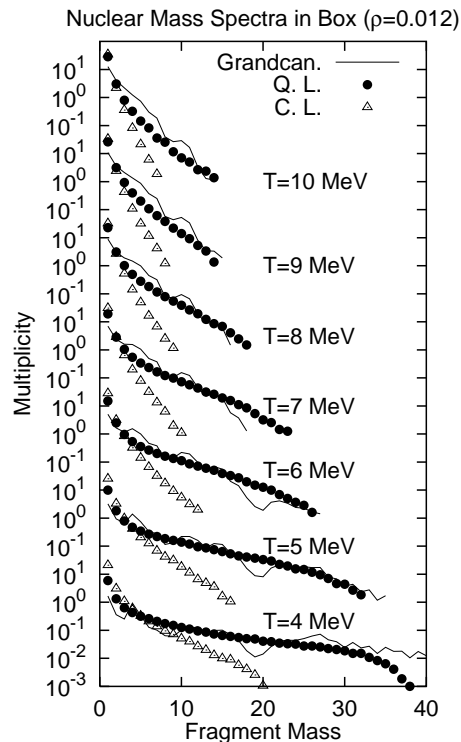
## ● 原子核のカロリーー曲線

(Ohnishi et al., NPA, in press.)



## ● 原子核の熱破砕

(Ohnishi and Randrup, PLB394('97),260.)

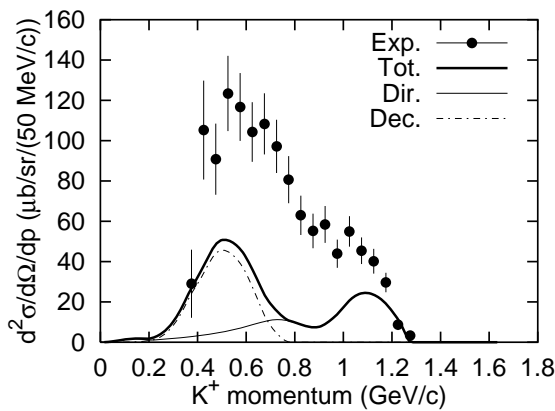
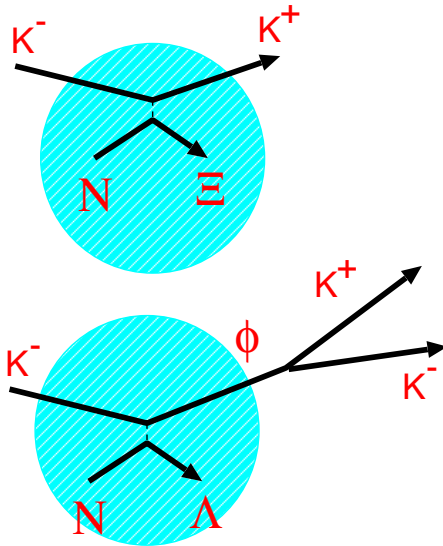


# ハイパー核 (I) — $(K^-, K^+)$ Reaction

## =Doorway to Multi-Strangeness System

### 我々の研究以前

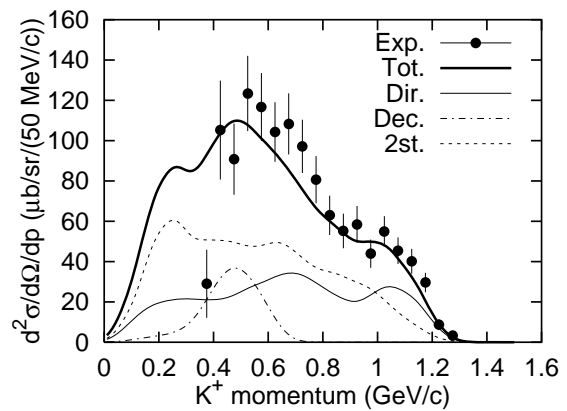
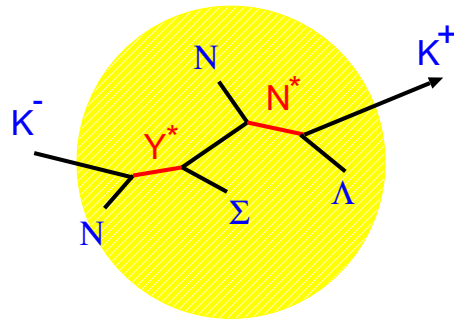
(Iijima et al. NPA546('92)588)



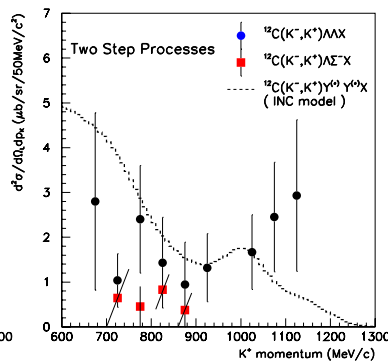
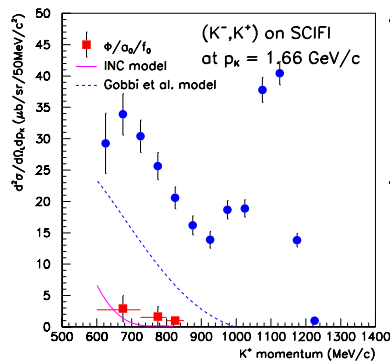
### 我々の研究

(Nara, Ohnishi, Harada, Engel, NPA614('97)433)

模型: ”未知の素過程 = 共鳴バリオン励起”

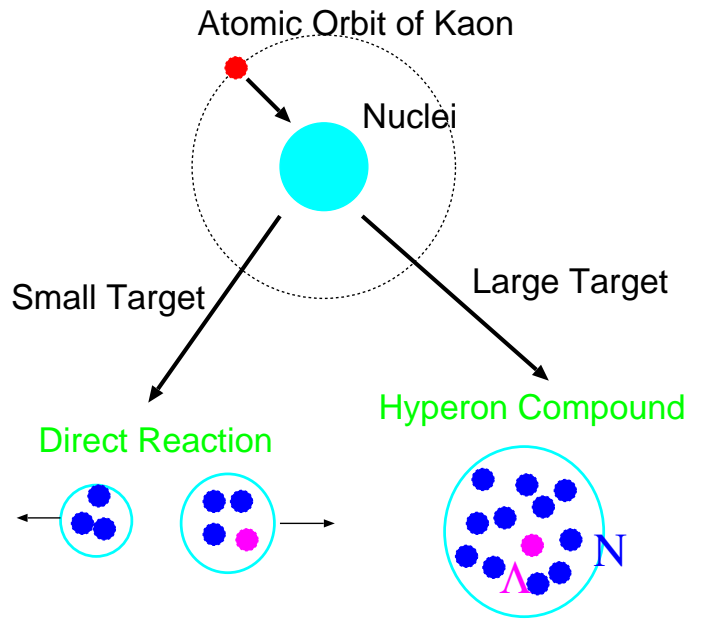
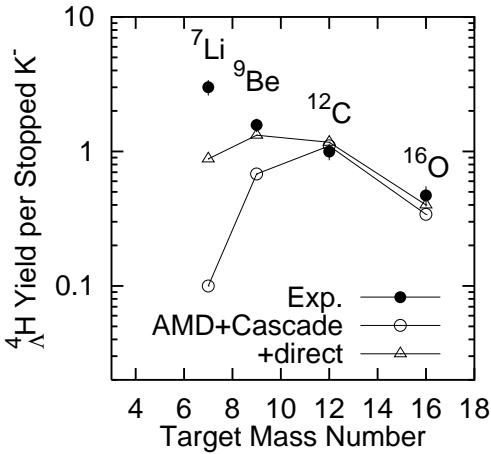


### 我々の研究後 (Ahn et al., NPA, in press.)



# ハイパー核 (II) — ハイパー破片生成

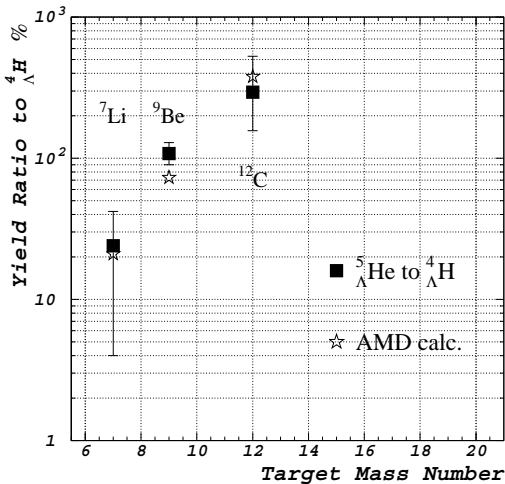
我々の研究 (Nara, Ohnishi, Harada, PLB346('95)217)



標的核の質量: 小 → 大  
 ${}^4_{\Lambda}\text{H}$  生成機構: 直接的 → 統計的

我々の研究後 (Kawachi, Ph. D., U-Tokyo, 1997)

...  ${}^4_{\Lambda}\text{H}$  以外の Hyperfragment 生成率の測定



Note: 計算値は実験のプロローガル以前のもの

- 反応機構の描像の実証
- Coherent Process を取り入れる事の重要性

# Summary

## ● 着任後の研究の展開

### 1. 量子揺らぎを含む輸送理論の構築

- 量子統計力学による輸送理論への制限

### 2. ハイパー核反応への適用

- $(K^-, K^+)$  反応: 様々な素過程を取り入れた多段階反応
- ハイパー破片生成: 反応機構の解明とコヒーレント過程導入

## ● 現在の原子核物理学の現状・目指す方向

### 1. ”仮説” と ”実験による検証”

- 不安定核、ストレンジネスを含む原子核 etc.

### 2. 様々なハドロン”相”の研究= ”ハドロン物性物理学”

- 重イオン反応で作られる高温・高密度ハドロン物質
- 中性子星内のストレンジ物質

### 3. 相転移とその動的過程への影響

- 核物質の液相・気相相転移 (量子力学)
- QCD 相転移 (場の理論)