

H21.04.14 「H20年度HIMAC共同利用研究成果発表会」

19P178

入射核破砕片の  
生成メカニズムの研究

高知工科大学 百田佐多生, 野尻洋一,  
柏原正樹, 大井一喜

放医研 金澤光隆, 北川敦志, 佐藤真二

# 研究の目的

## 入射核破断片の

- 1) 運動量分布
- 2) 生成断面積

# 研究の目的

## 入射核破砕片の

- 1) 運動量分布
- 2) 生成断面積

## データの解析

- 運動量分布の中心や広がり
- 生成率の偶奇性等



## 反応のメカニズム

- 関与する相互作用
- 核構造の影響
- クラスタ相関

# 研究の目的

## 入射核破砕片の

- 1) 運動量分布
- 2) 生成断面積

### データの解析

- 運動量分布の中心や広がり
- 生成率の偶奇性等

### 反応のメカニズム

- 関与する相互作用
- 核構造の影響
- クラスタ関連

### 系統的なデータ

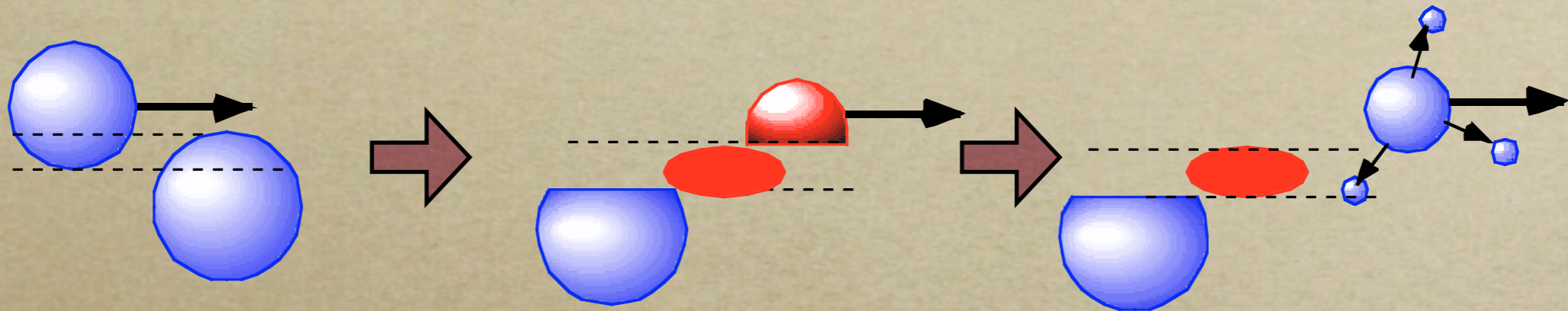
- 系統性 → 半経験的公式
- 核データ

### 重イオンビームの利用

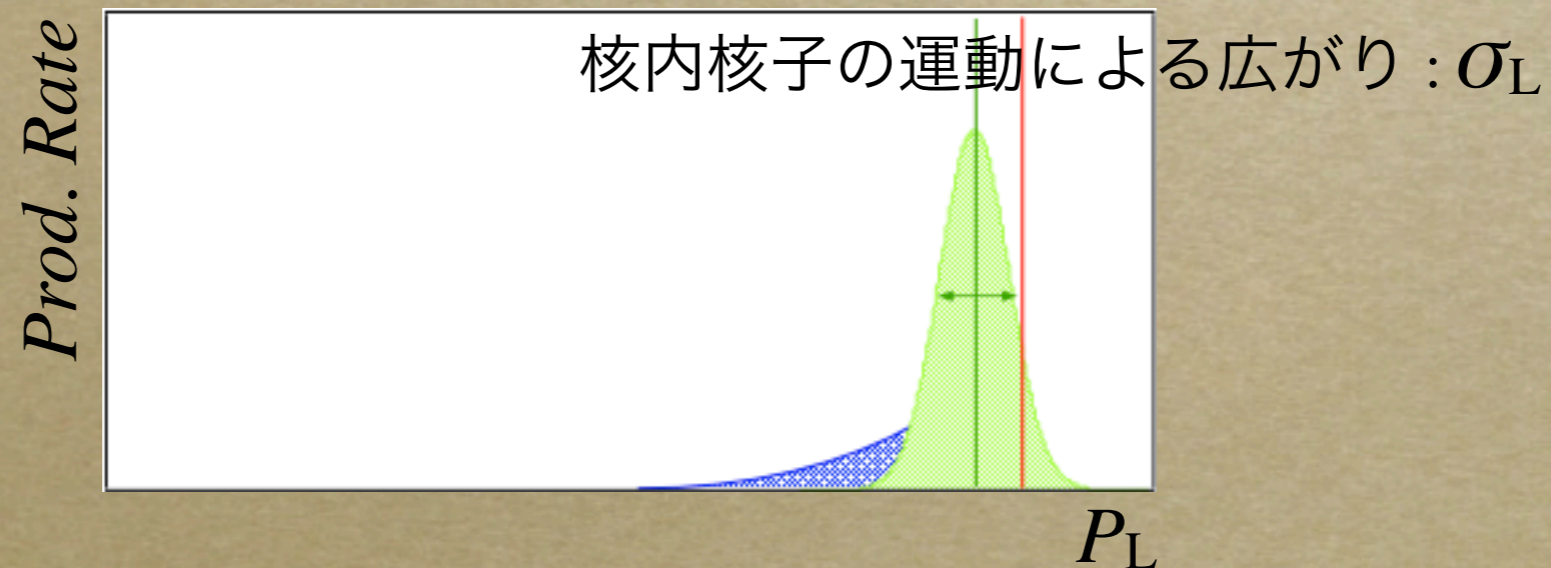
- 二次ビーム強度の予測
- 照射効果の評価  
(Ex. がん治療)

# 入射核破碎過程

## 。破碎片の生成



## 。破碎片の運動量分布

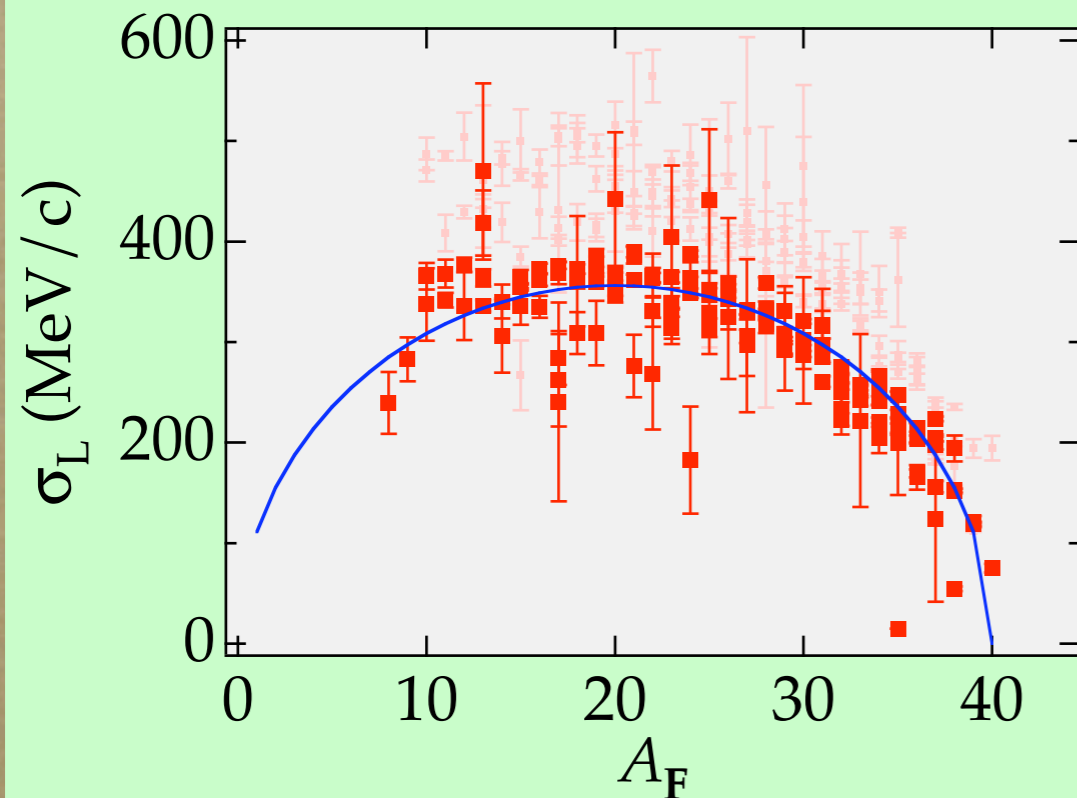


# 今までの成果 1

## ● 破碎片の運動量分布

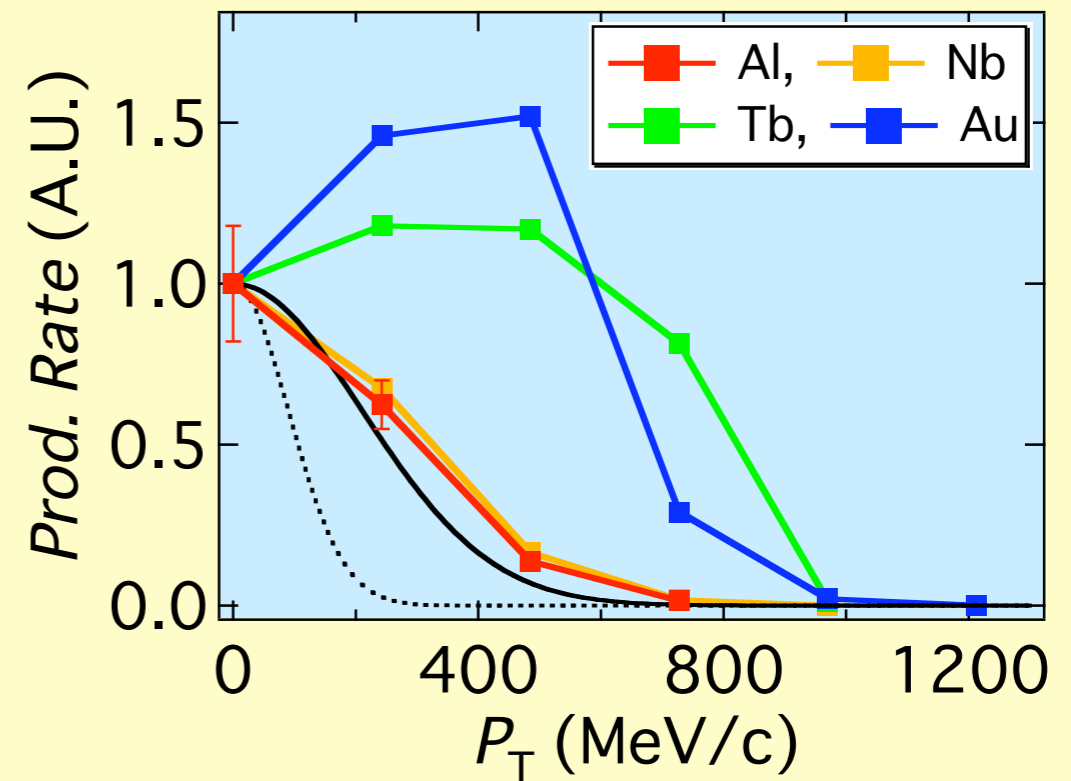
### ● $P_L$ 分布の広がり

$^{40}\text{Ar}$  (290 MeV/u) +  $^{93}\text{Nb}$



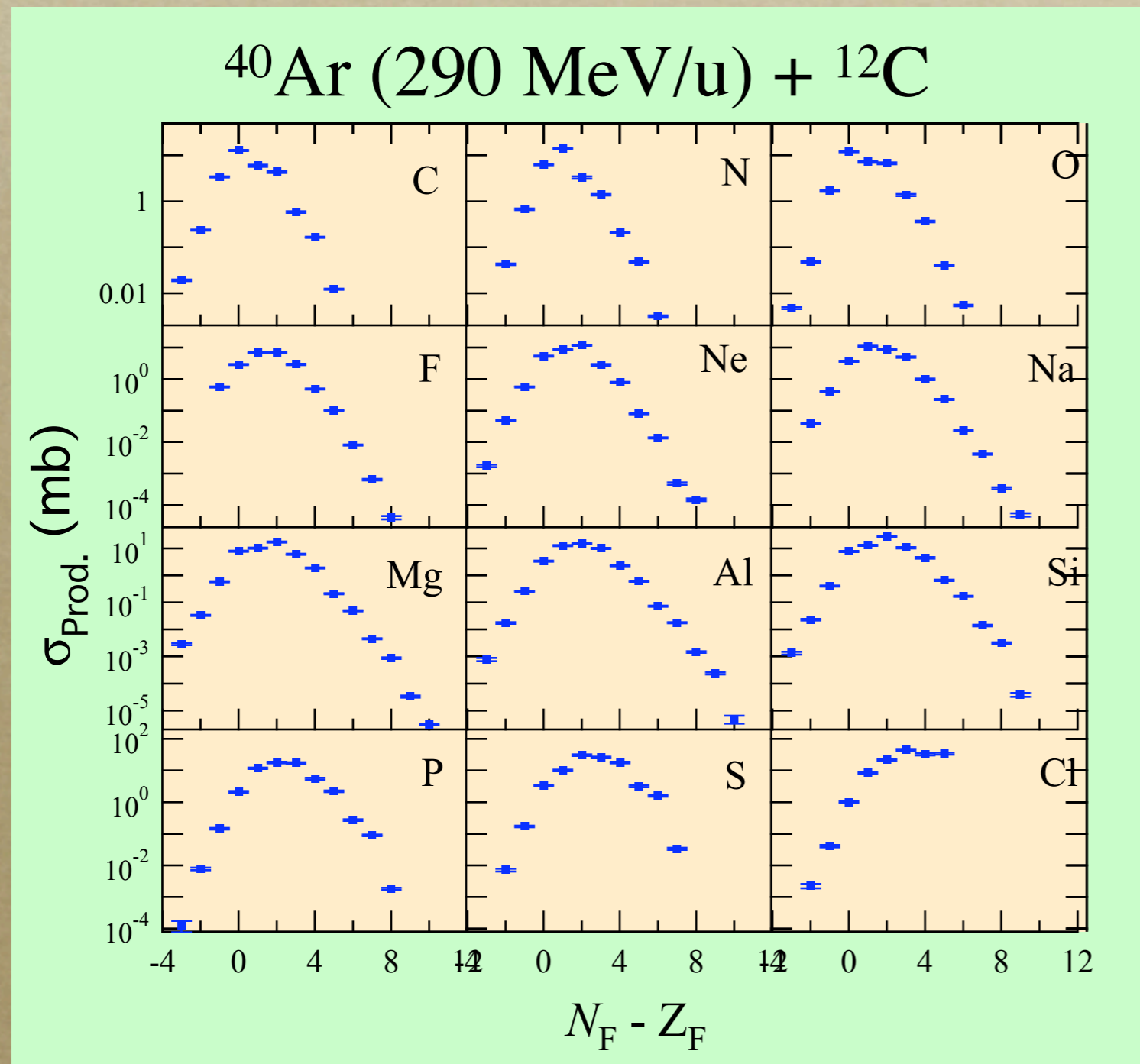
### ● $P_T$ 分布の広がり

$^{40}\text{Ar}$  (290 MeV/u) +  $^Z\text{A} \rightarrow ^{39}\text{Cl} + \text{X}$



# 今までの成果 2

●  $P_L, P_T$ 分布 → 生成断面積



● 経験的公式の検証

● EPAX2

● 核構造の効果

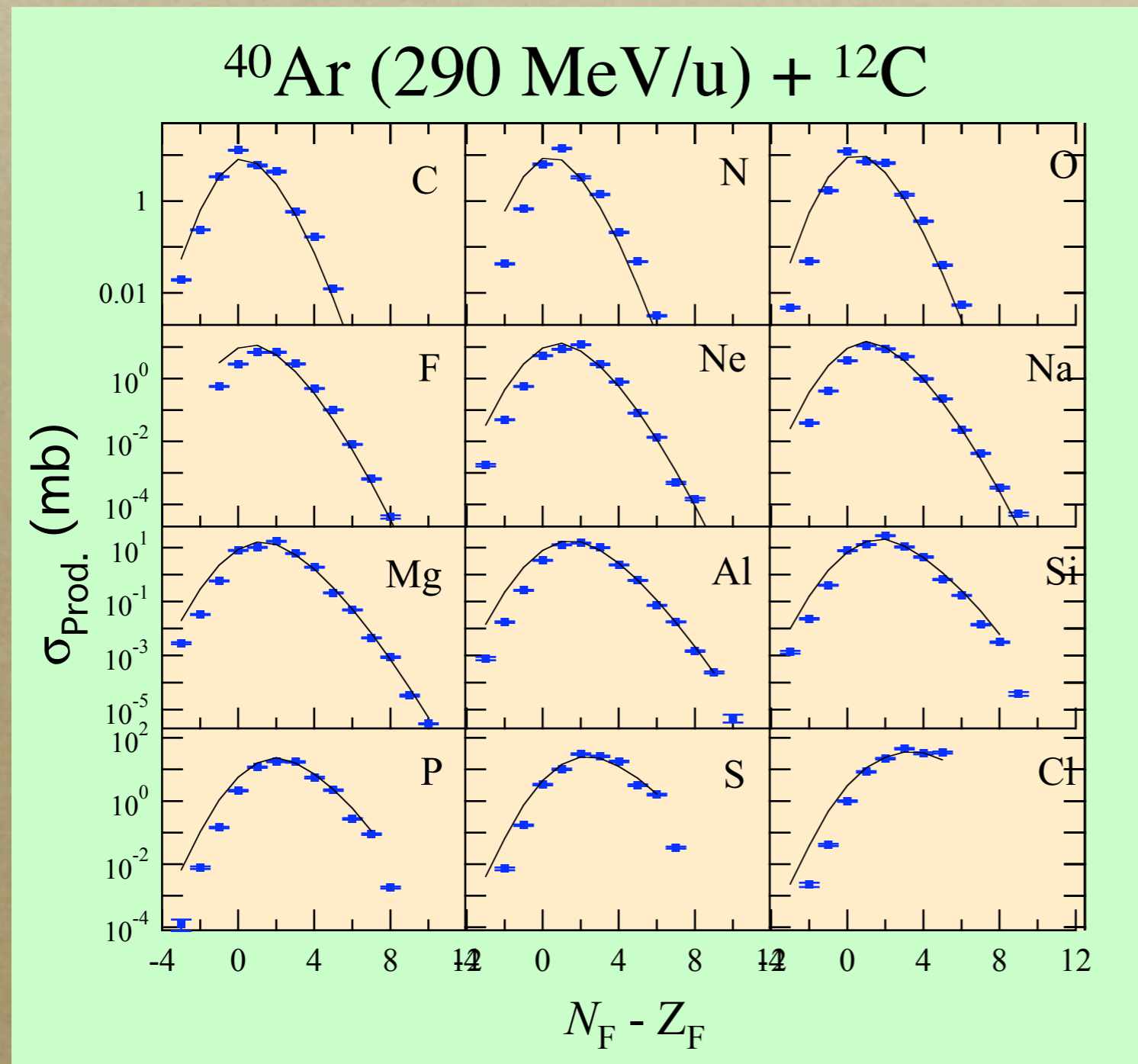
*Isotopic/Isotonic*分布

● *Shell effect*

● *Pairing effect*

# 今までの成果 2

●  $P_L, P_T$ 分布 → 生成断面積



● 経験的公式の検証

● EPAX2

● 核構造の効果

*Isotopic/Isotonic*分布

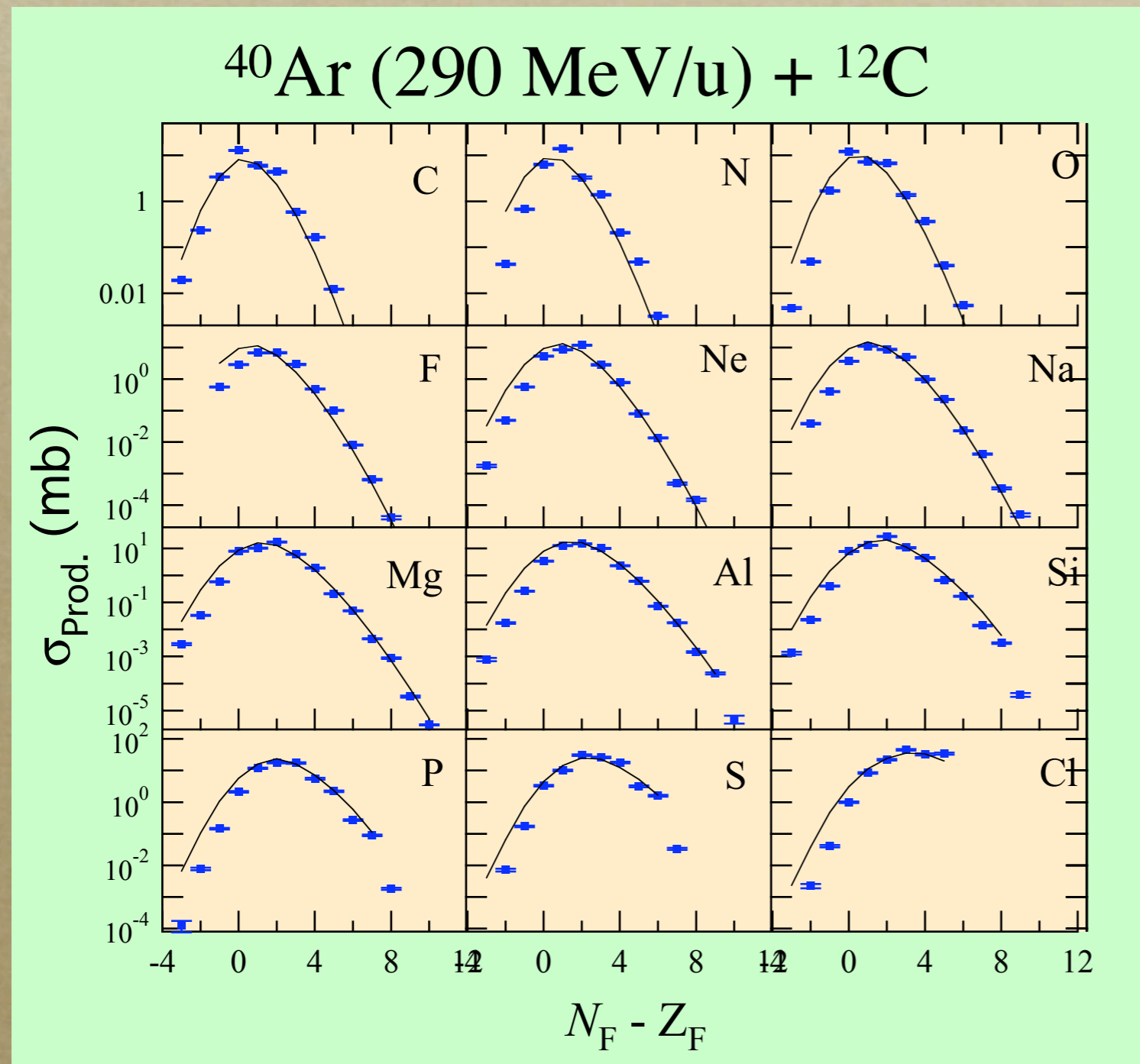
● *Shell effect*

● *Paring effect*



# 今までの成果 2

●  $P_L, P_T$ 分布 → 生成断面積



● 経験的公式の検証

● EPAX2

● 核構造の効果

*Isotopic/Isotonic*分布

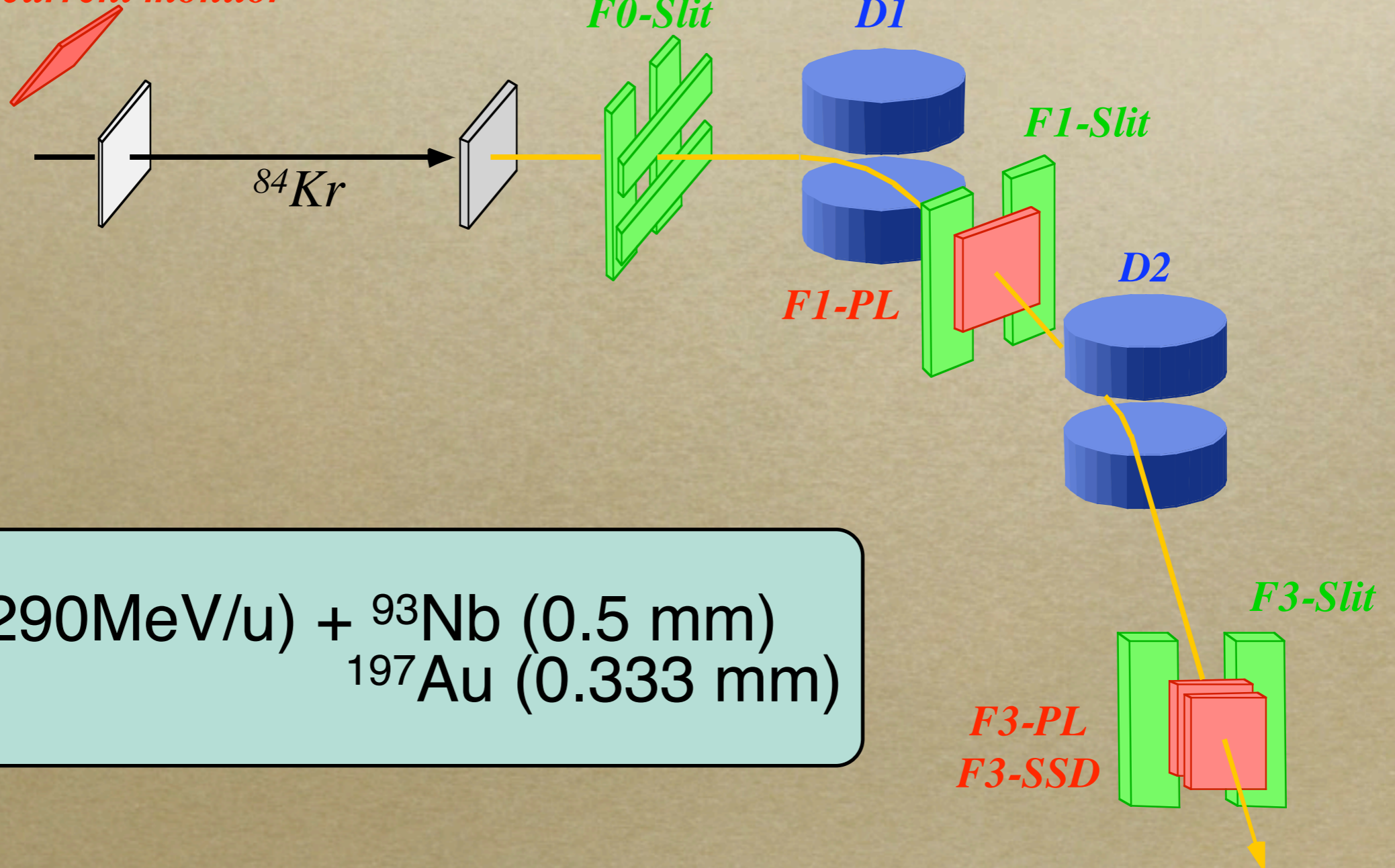
● *Shell effect*

● *Paring effect*

# H20年度に行った測定

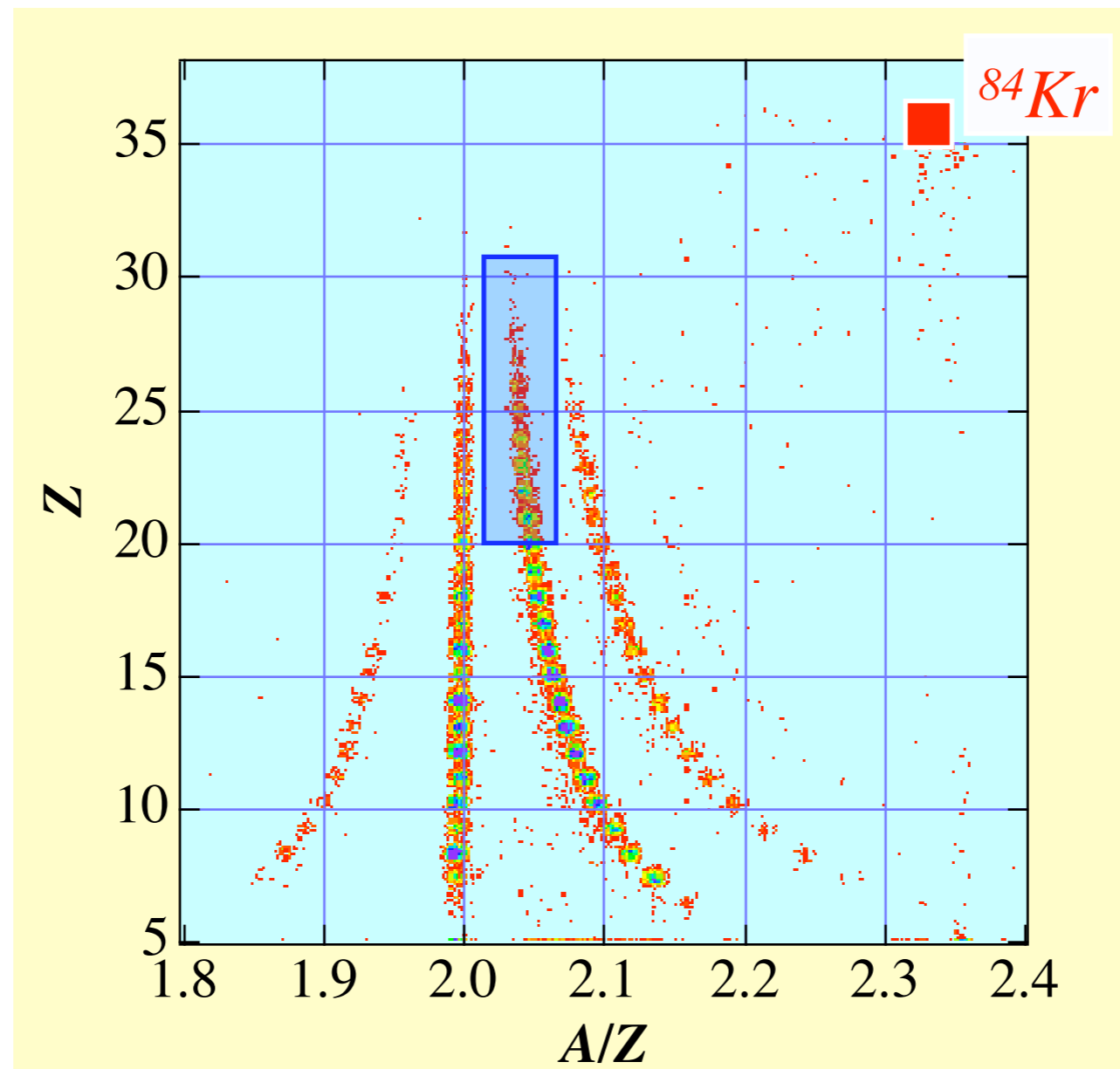
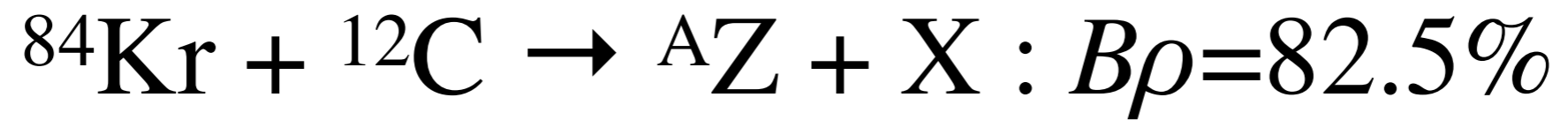
## ● Krビームから生成される破碎片

*Beam current monitor*

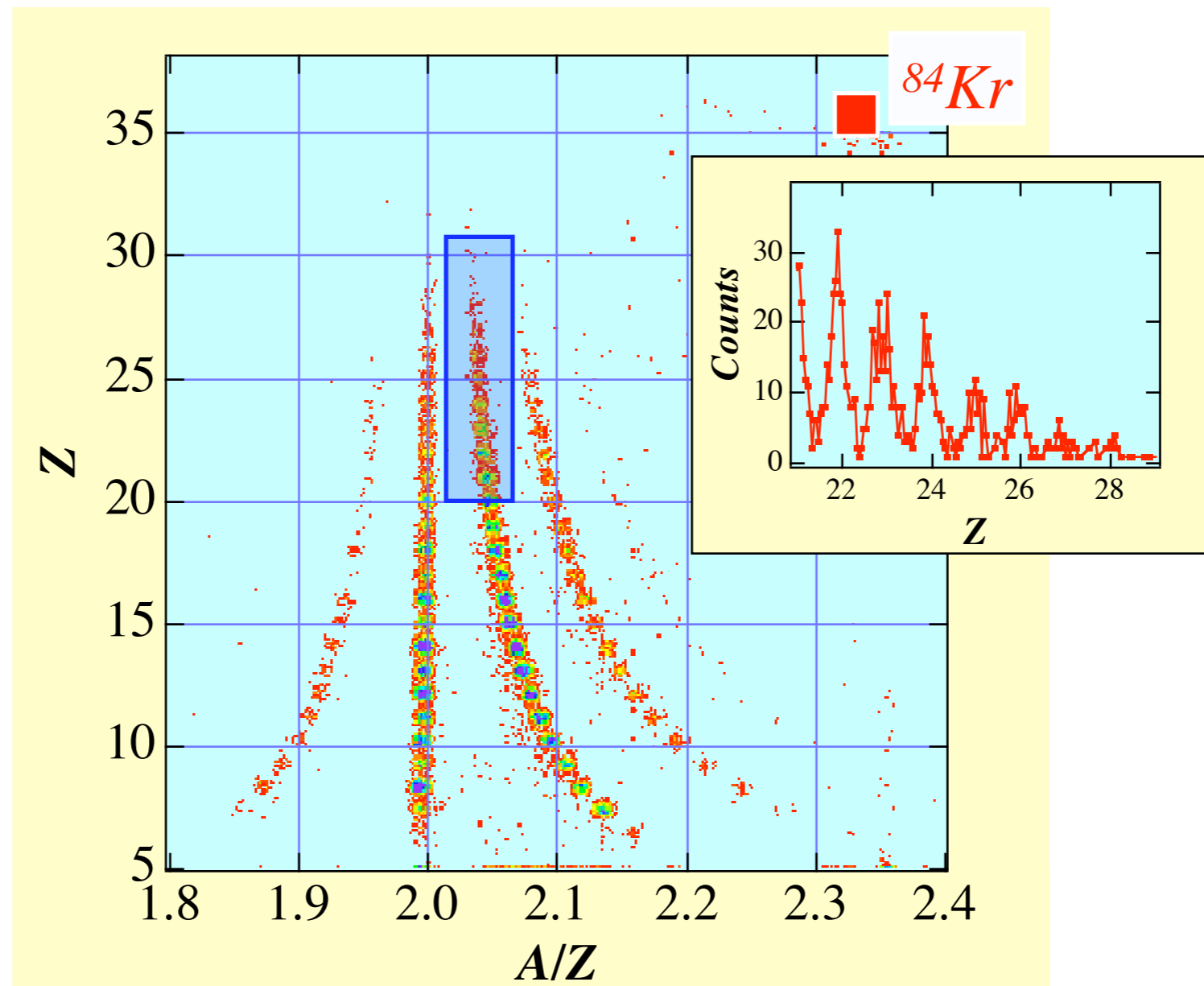
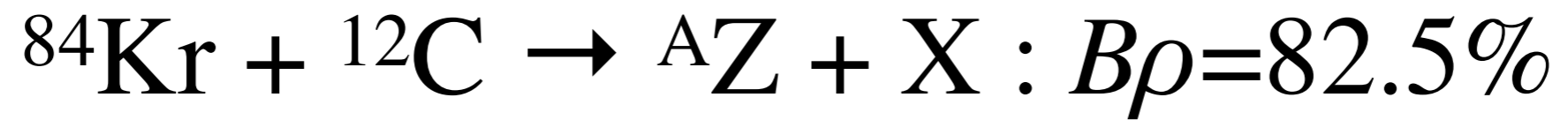


$^{84}\text{Kr}$  (290MeV/u) +  $^{93}\text{Nb}$  (0.5 mm)  
 $^{197}\text{Au}$  (0.333 mm)

# 粒子識別



# 粒子識別

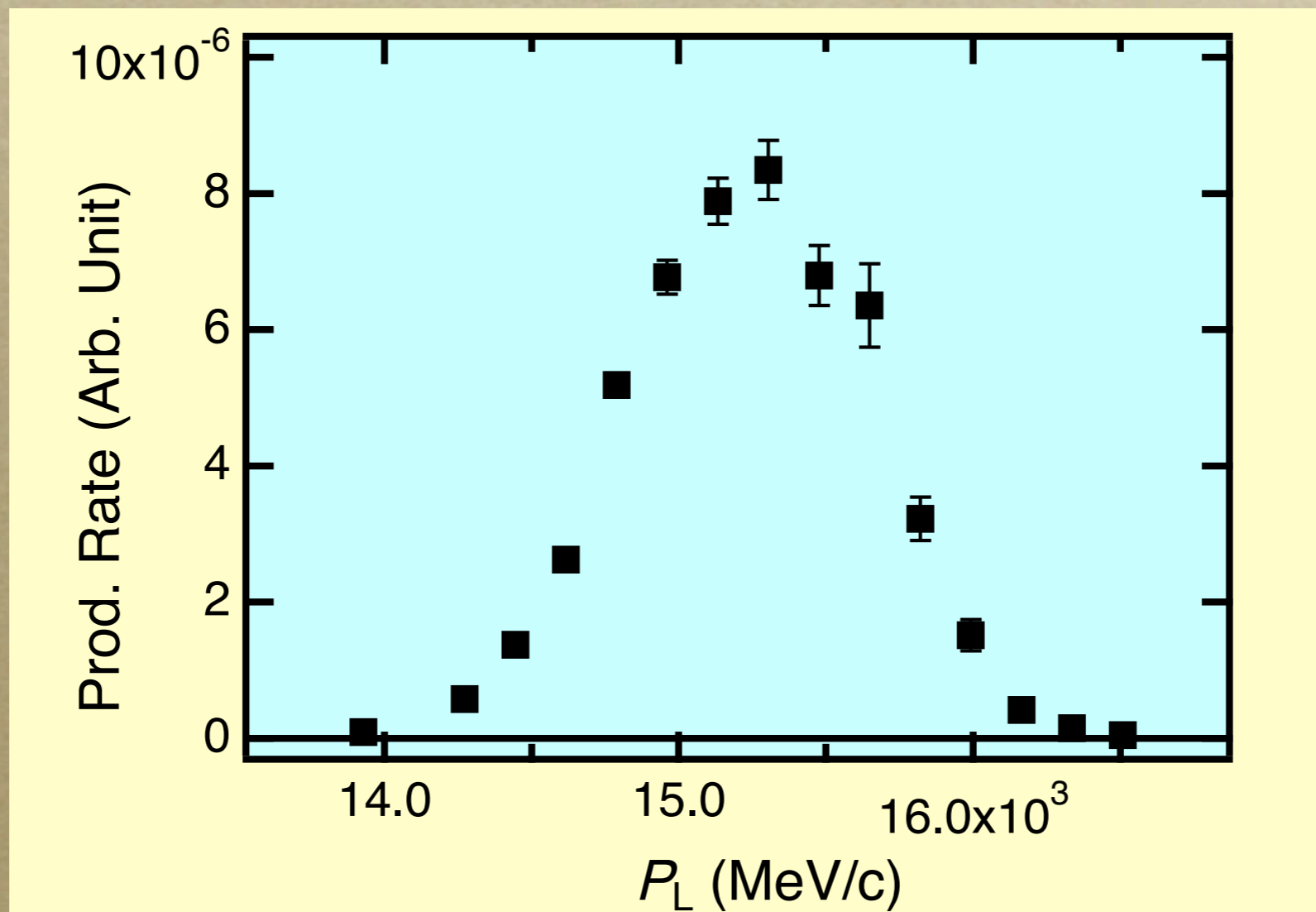
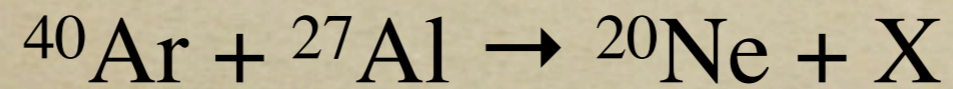


# 20年度の成果

---

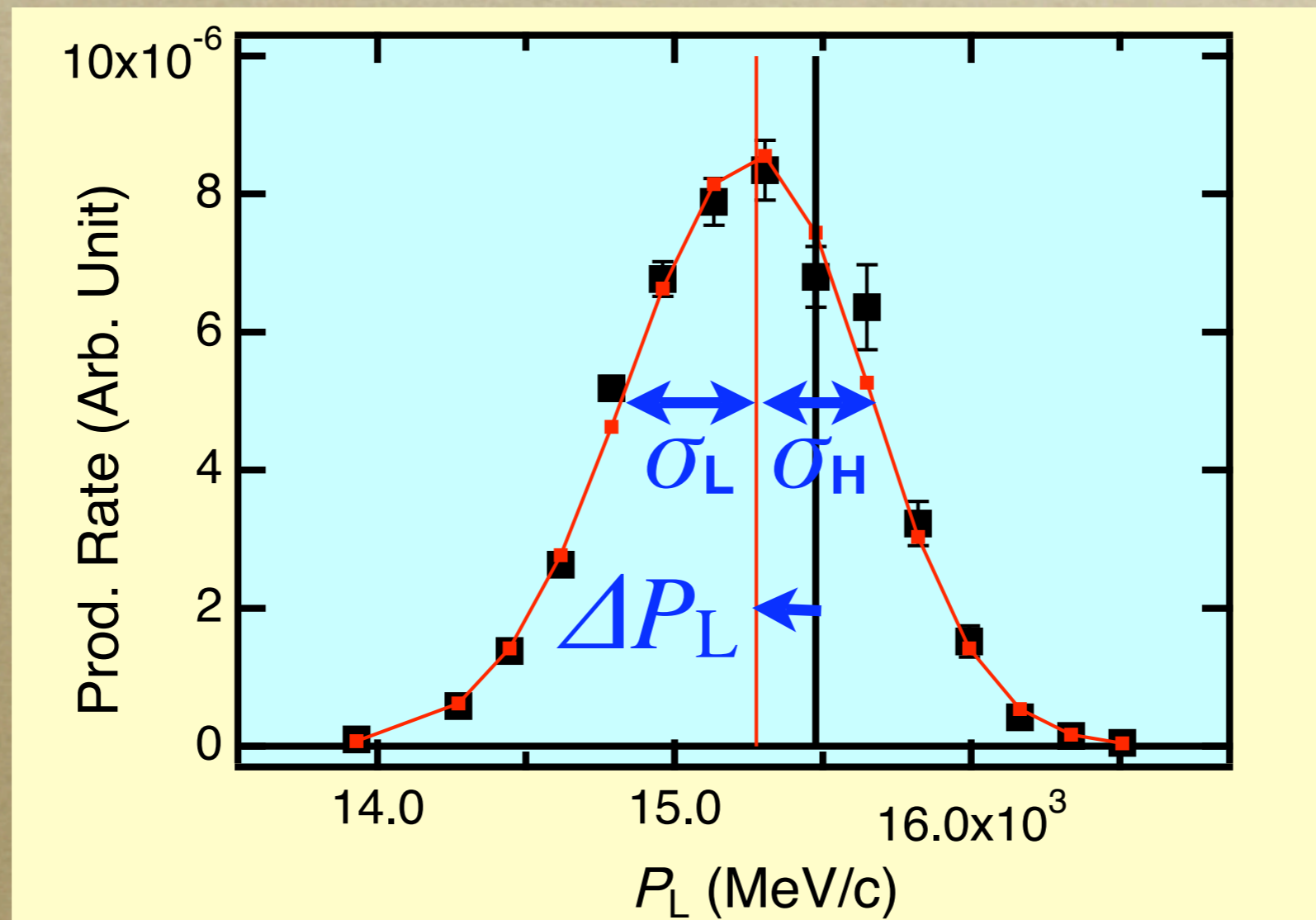
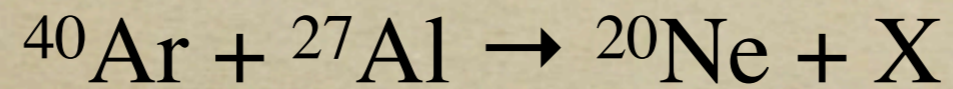
# $P_L$ 分布

- 非対称な *Gauss* 分布関数による解析

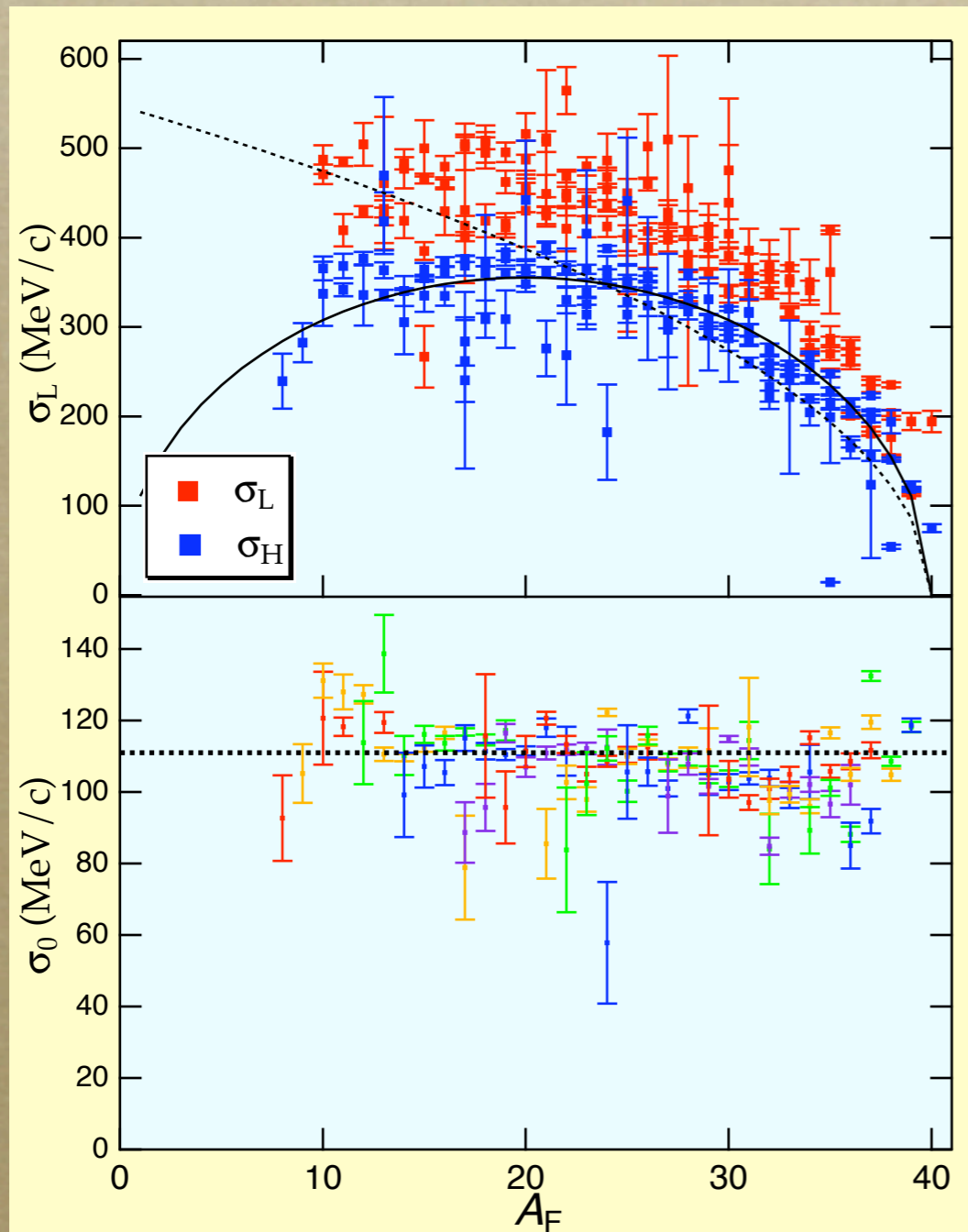
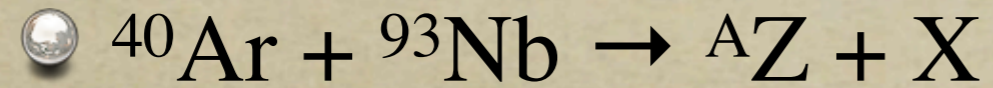


# $P_L$ 分布

- 非対称な *Gauss* 分布関数による解析

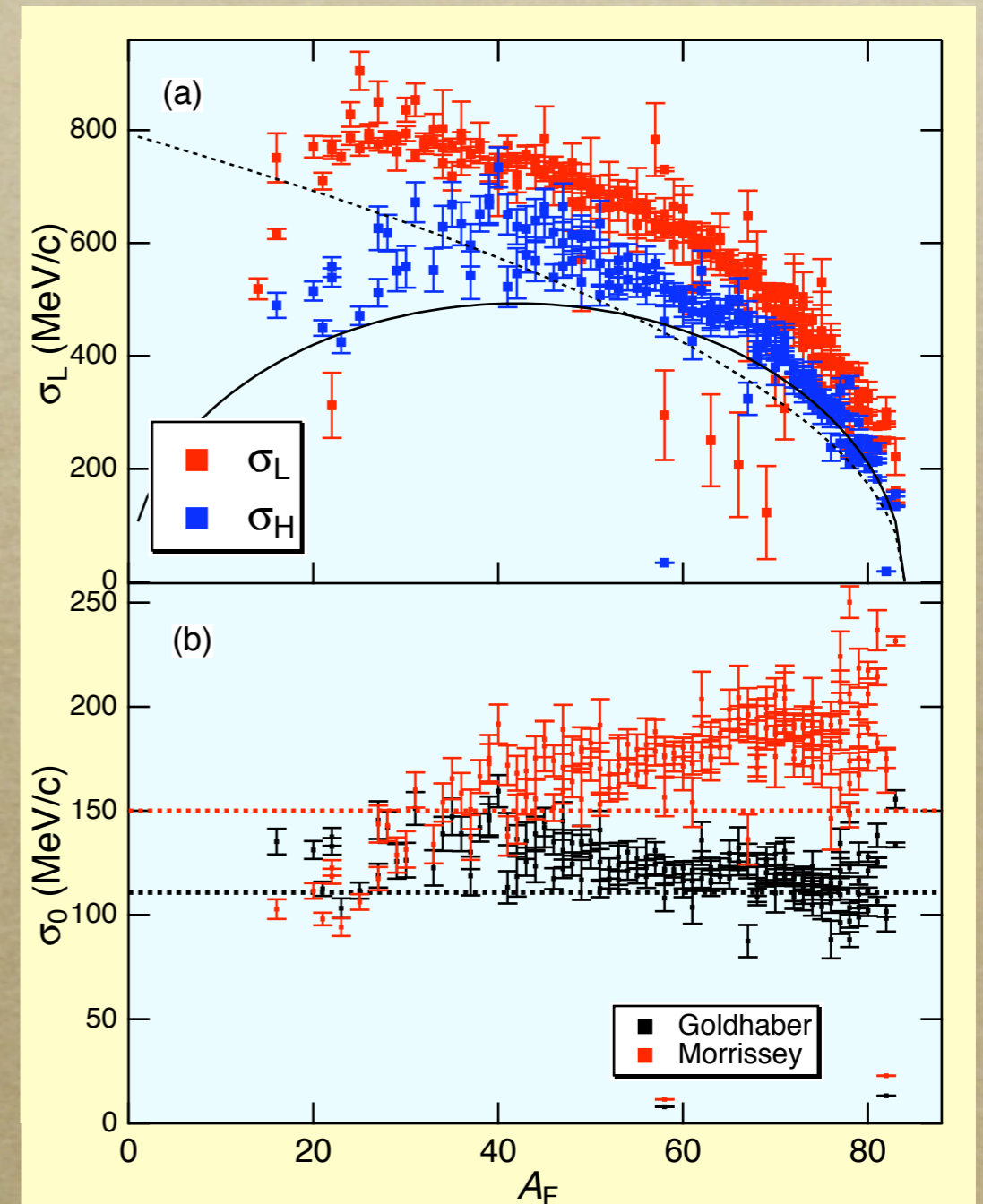
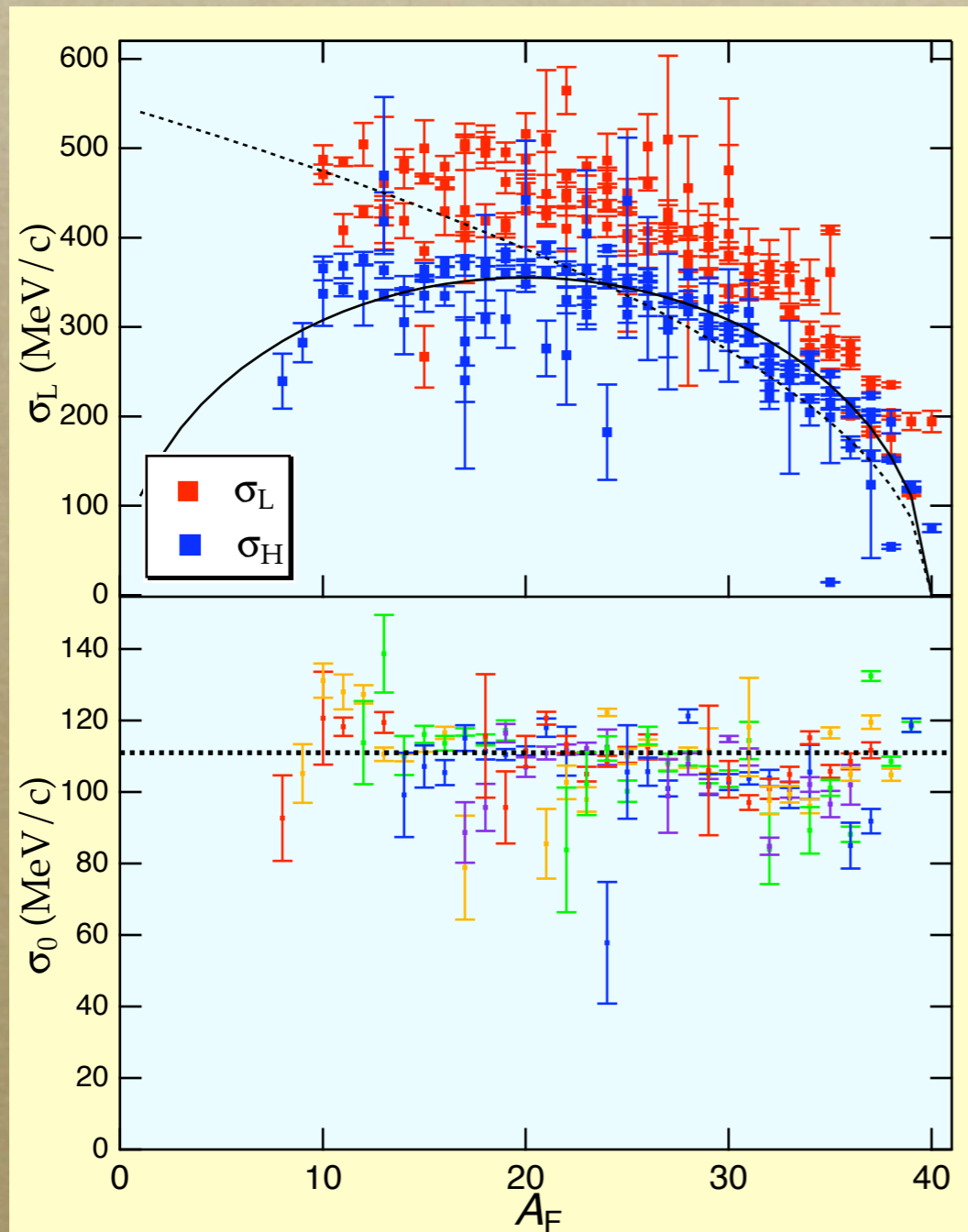


# P<sub>L</sub>分布の広がり




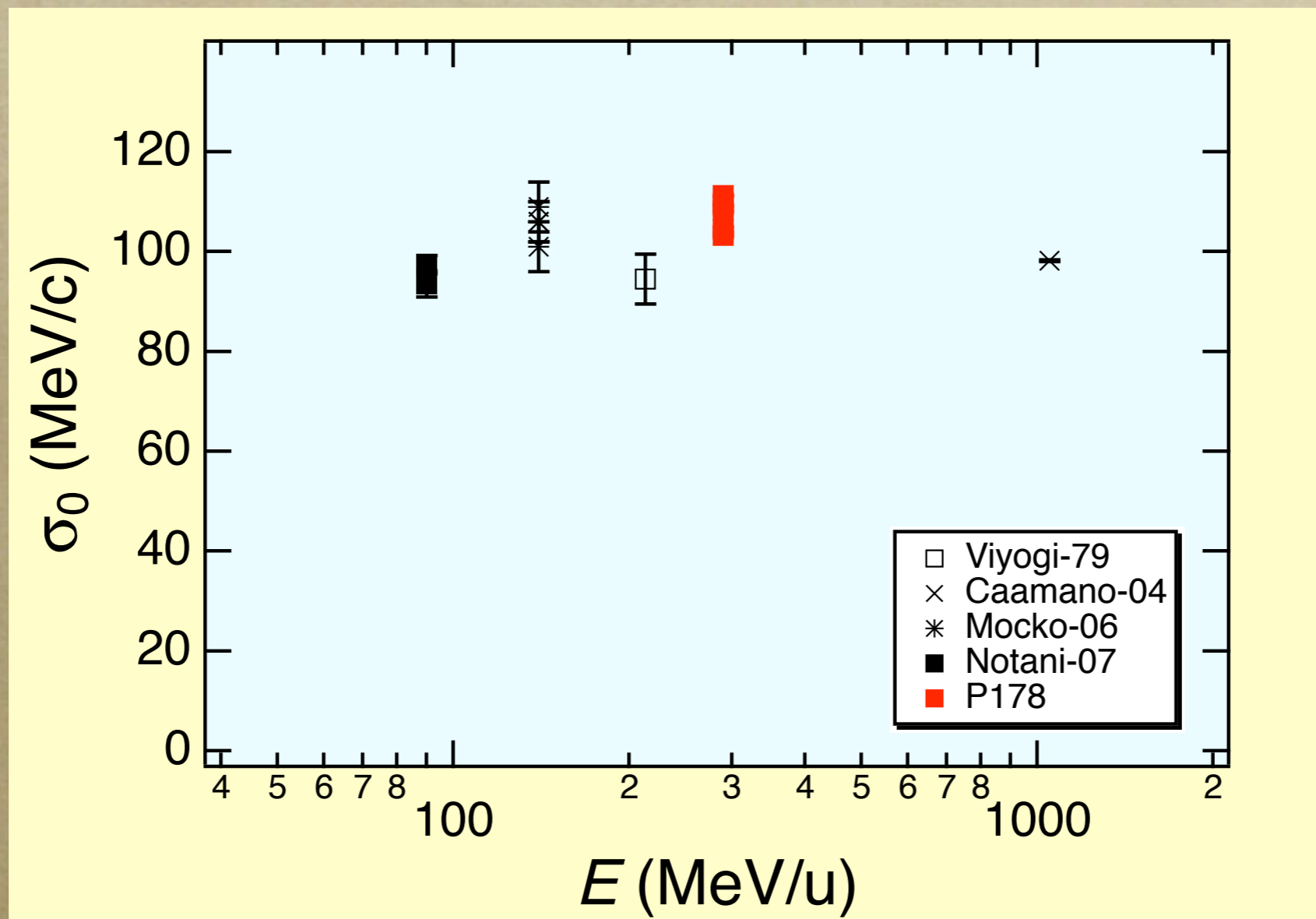


# PL分布の広がり

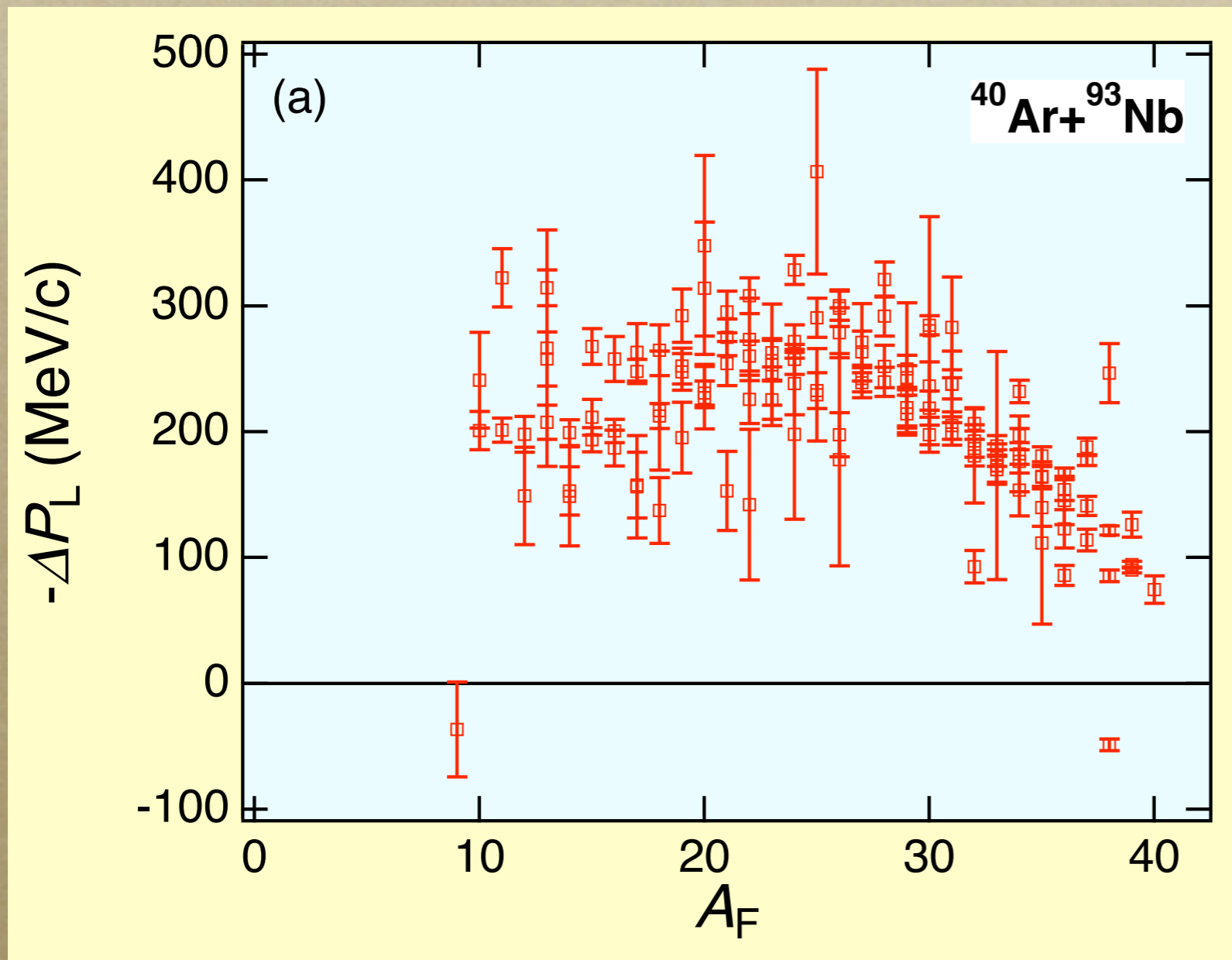


# $\sigma_0$ のエネルギー依存性

  $^{40}\text{Ar}$ ビームの場合

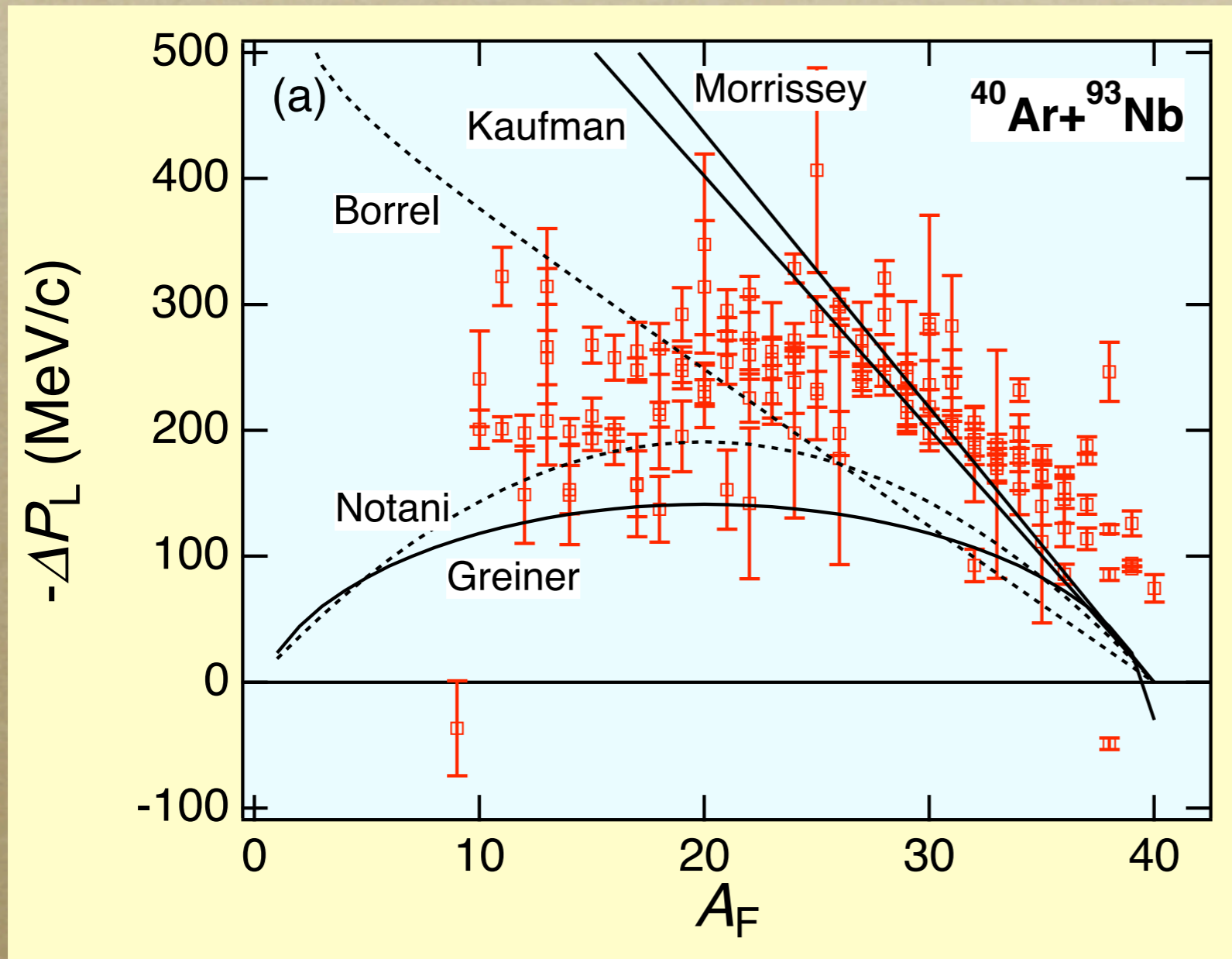


# 破碎片の減速 1



標的内でのエネルギー損失の効果を補正

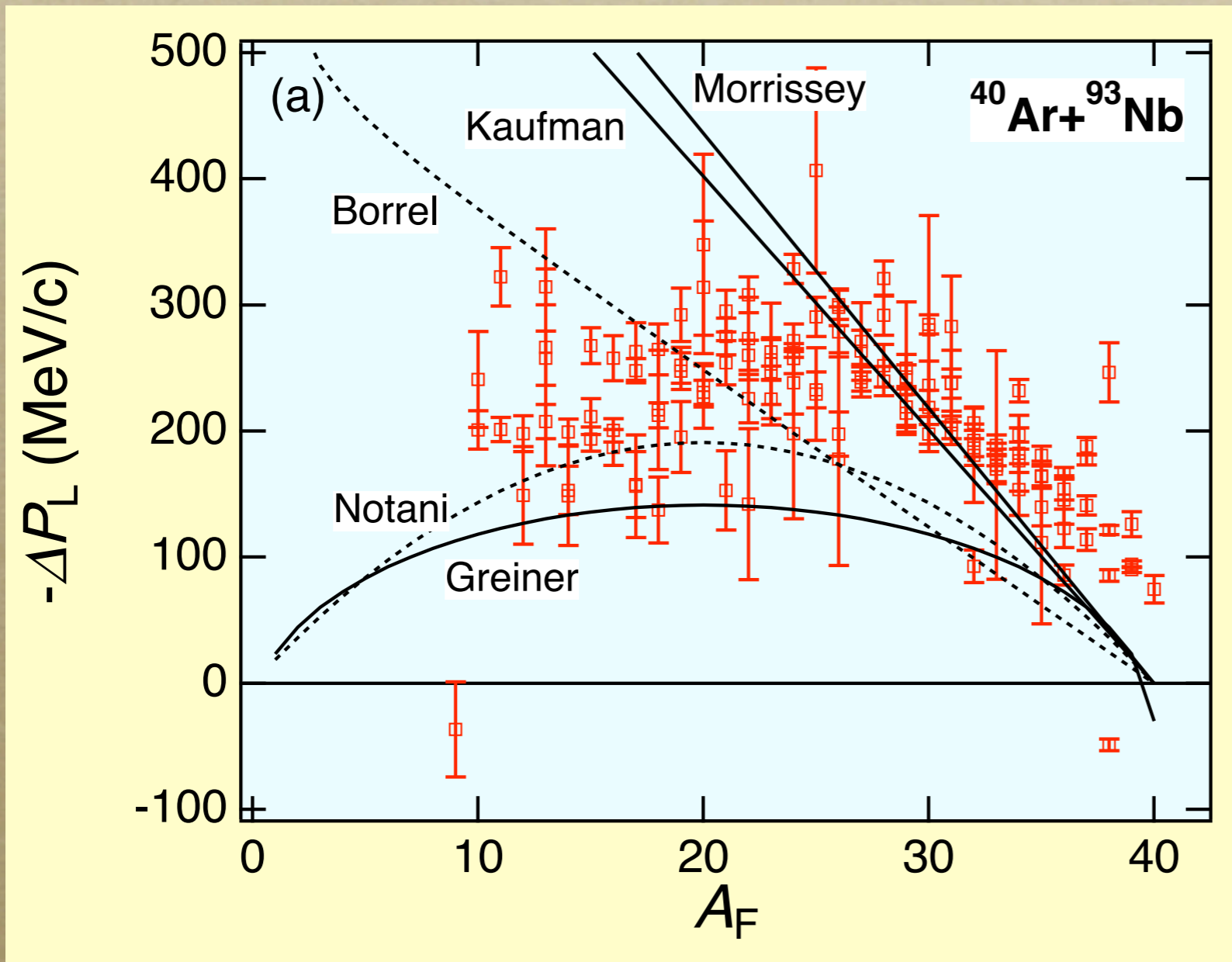
# 破碎片の減速 1



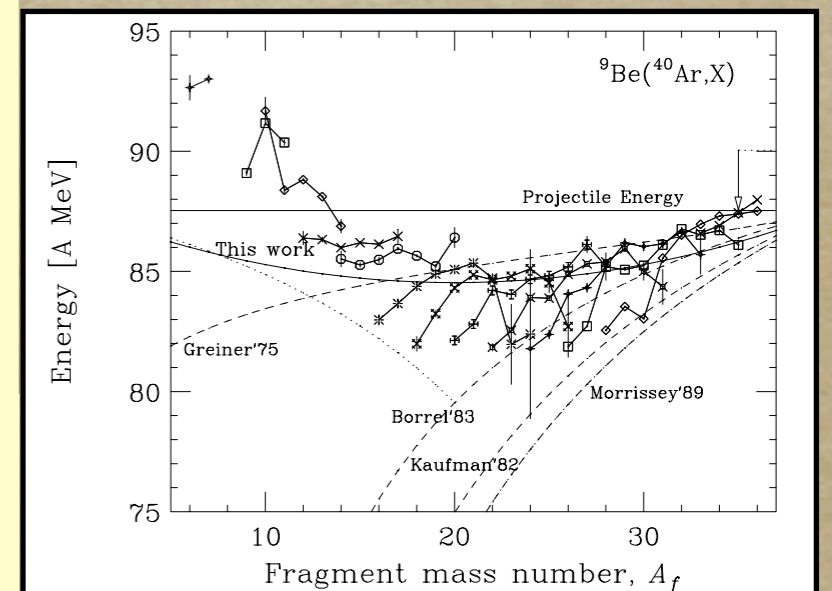
標的内でのエネルギー損失の効果を補正

# 破碎片の減速

1



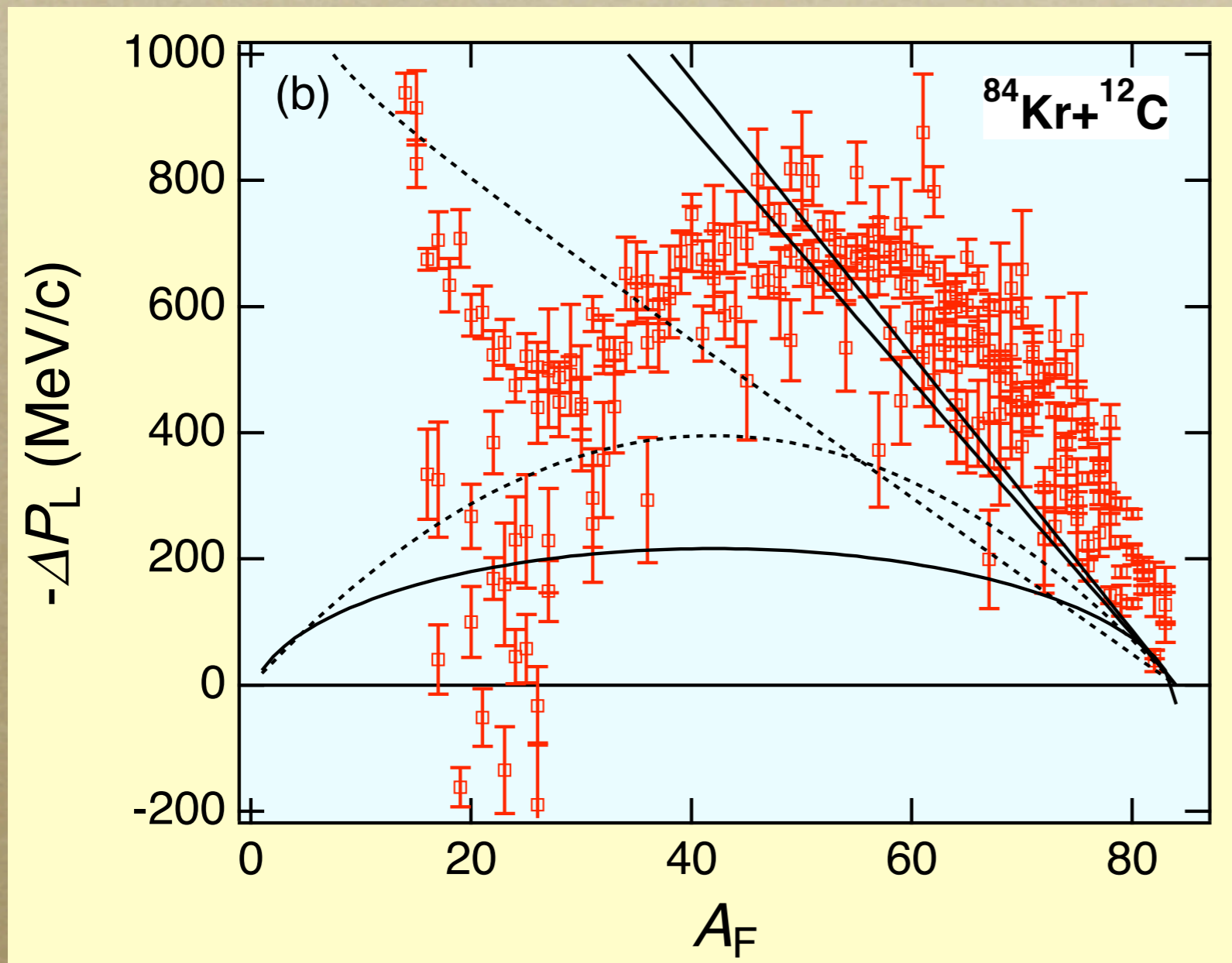
$^{40}\text{Ar}$  (90 MeV/u) +  $^9\text{Be}$



標的内でのエネルギー損失の効果を補正

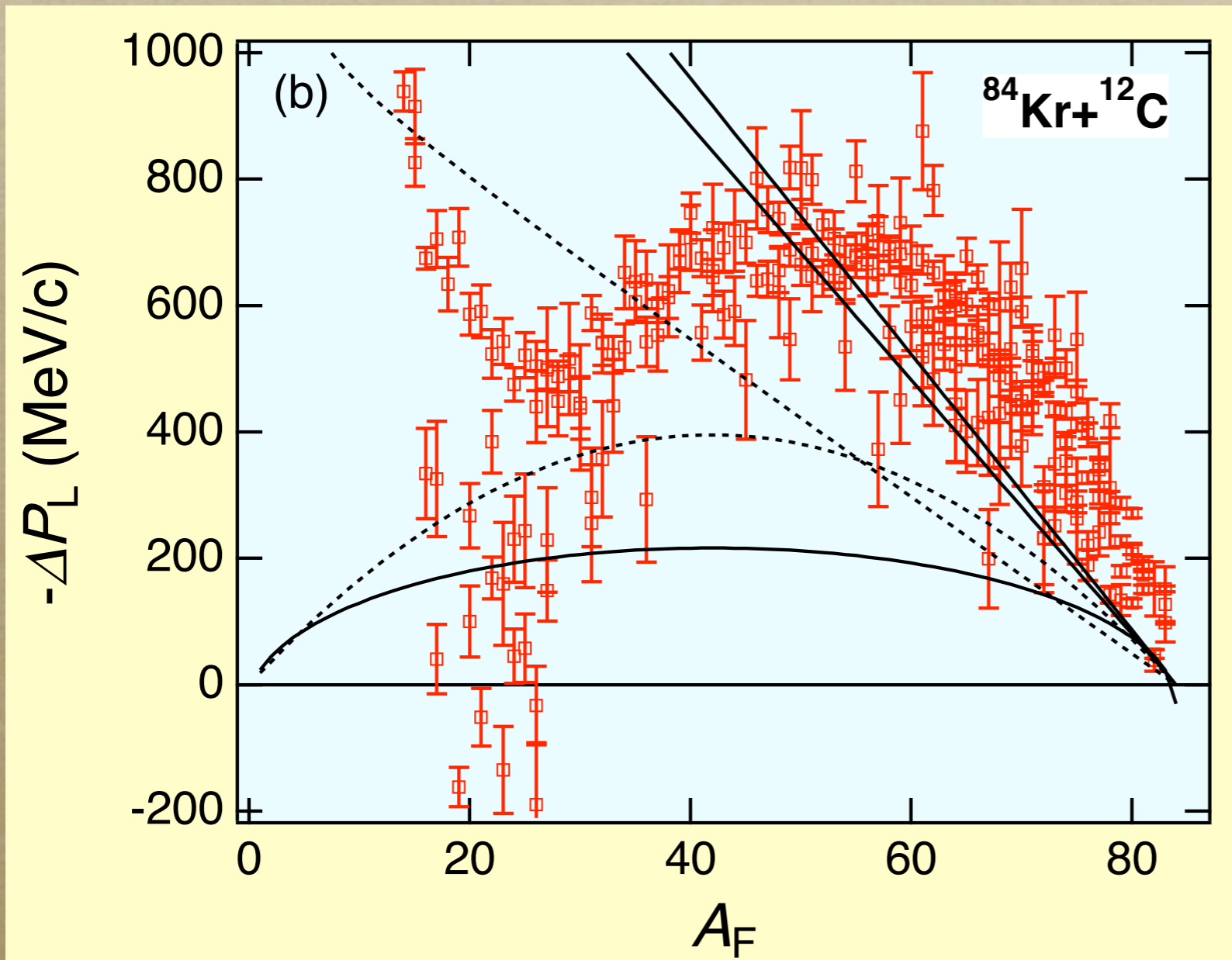
M. Notani et al.,  
Phys. Rev. C76, (2007)044605.

# 破碎片の減速 2

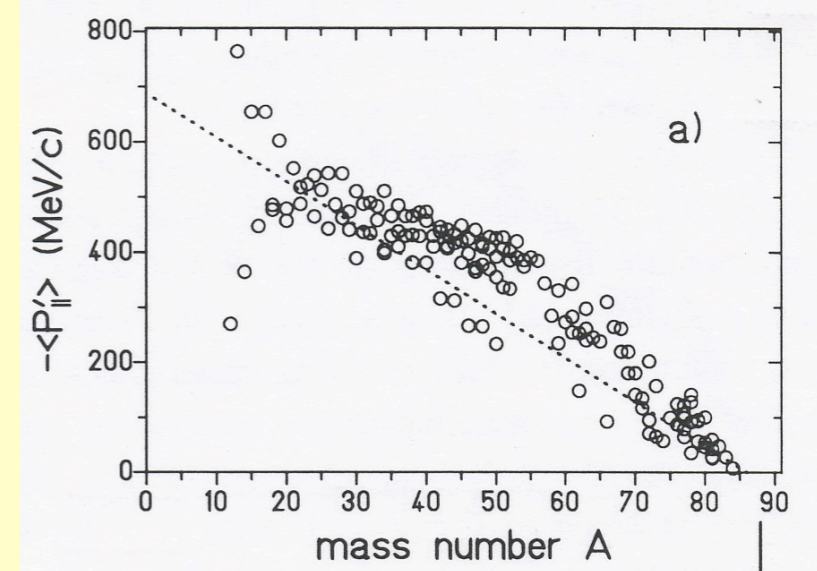


標的内でのエネルギー損失の効果を補正

# 破碎片の減速 2



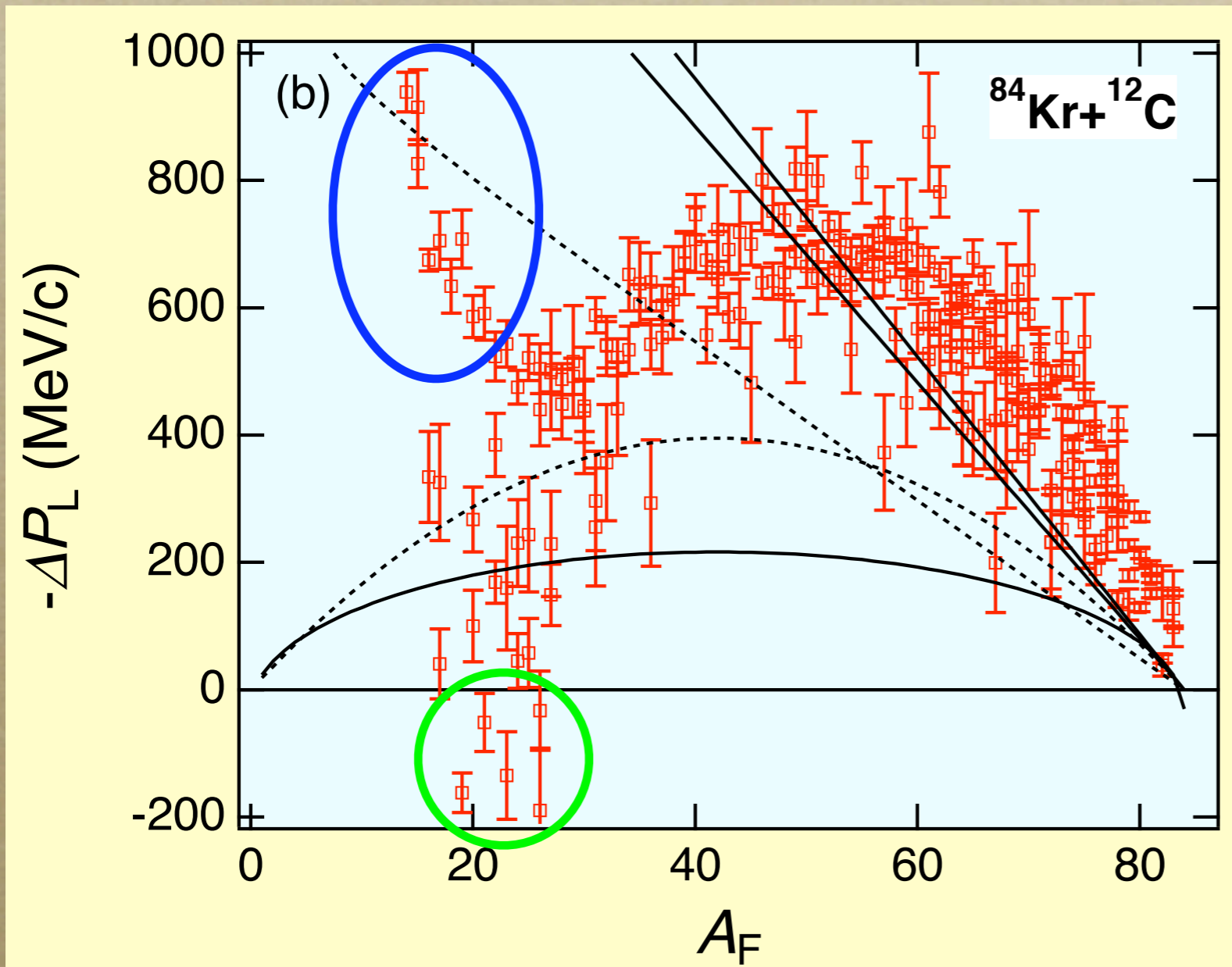
$^{86}\text{Kr}$  (500 MeV/u) +  $^9\text{Be}$



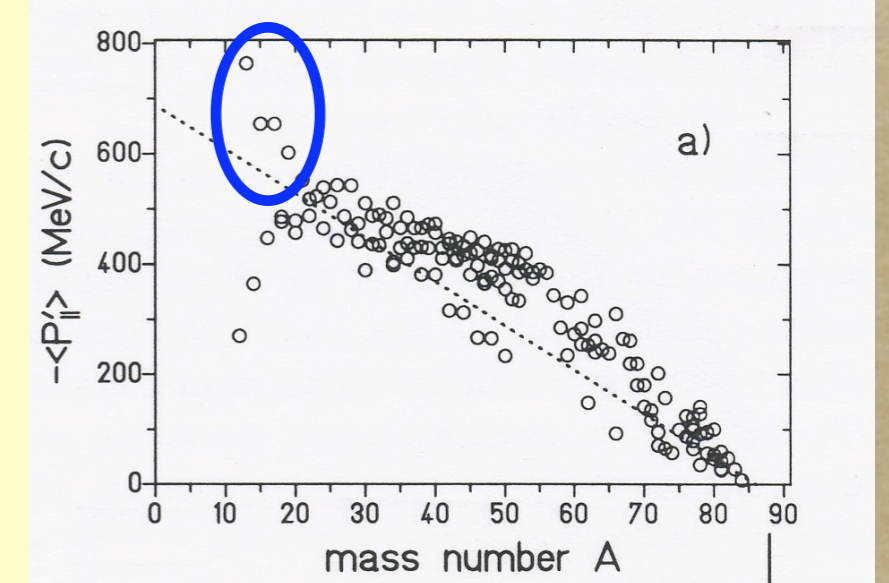
標的内でのエネルギー損失の効果を補正

M. Weber et al.,  
Nucl. Phys. A578, (1994)659.

# 破碎片の減速 2



$^{86}\text{Kr}$  (500 MeV/u) +  $^9\text{Be}$



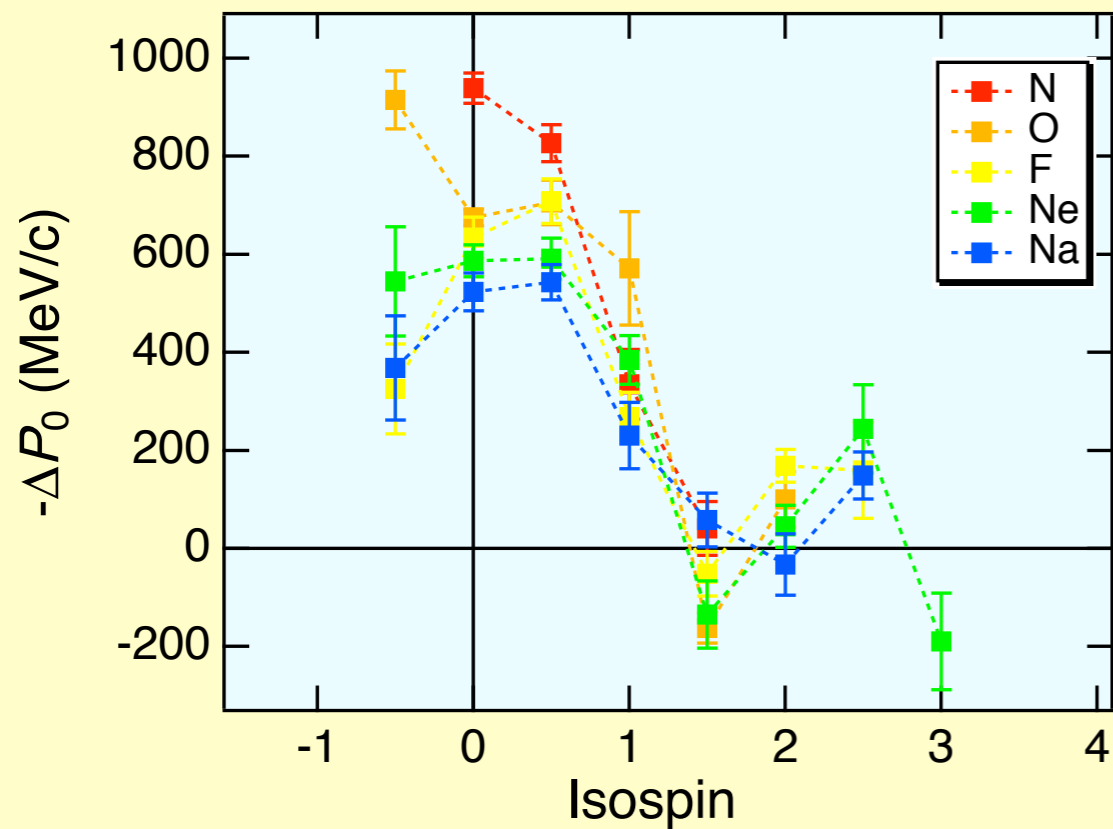
標的内でのエネルギー損失の効果を補正

M. Weber et al.,  
Nucl. Phys. A578, (1994)659.



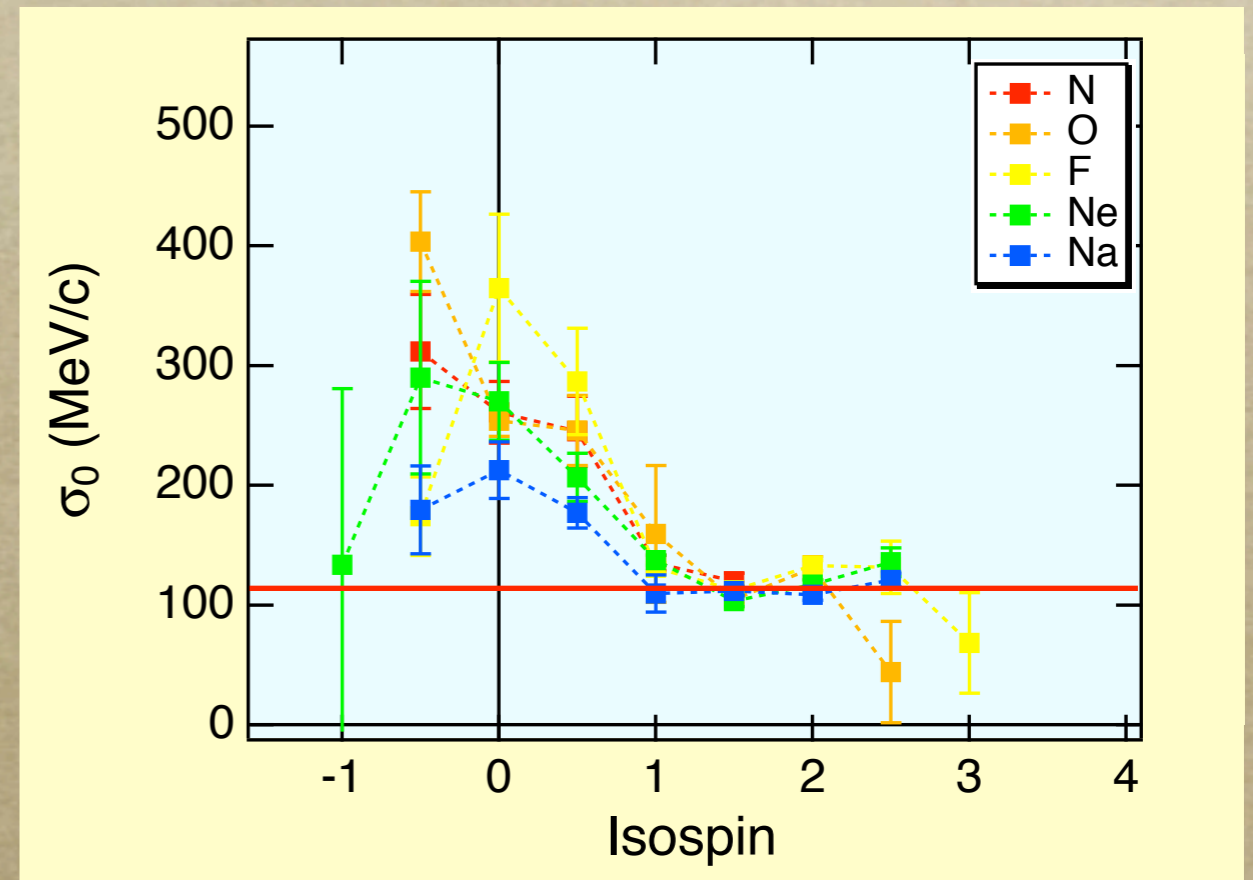
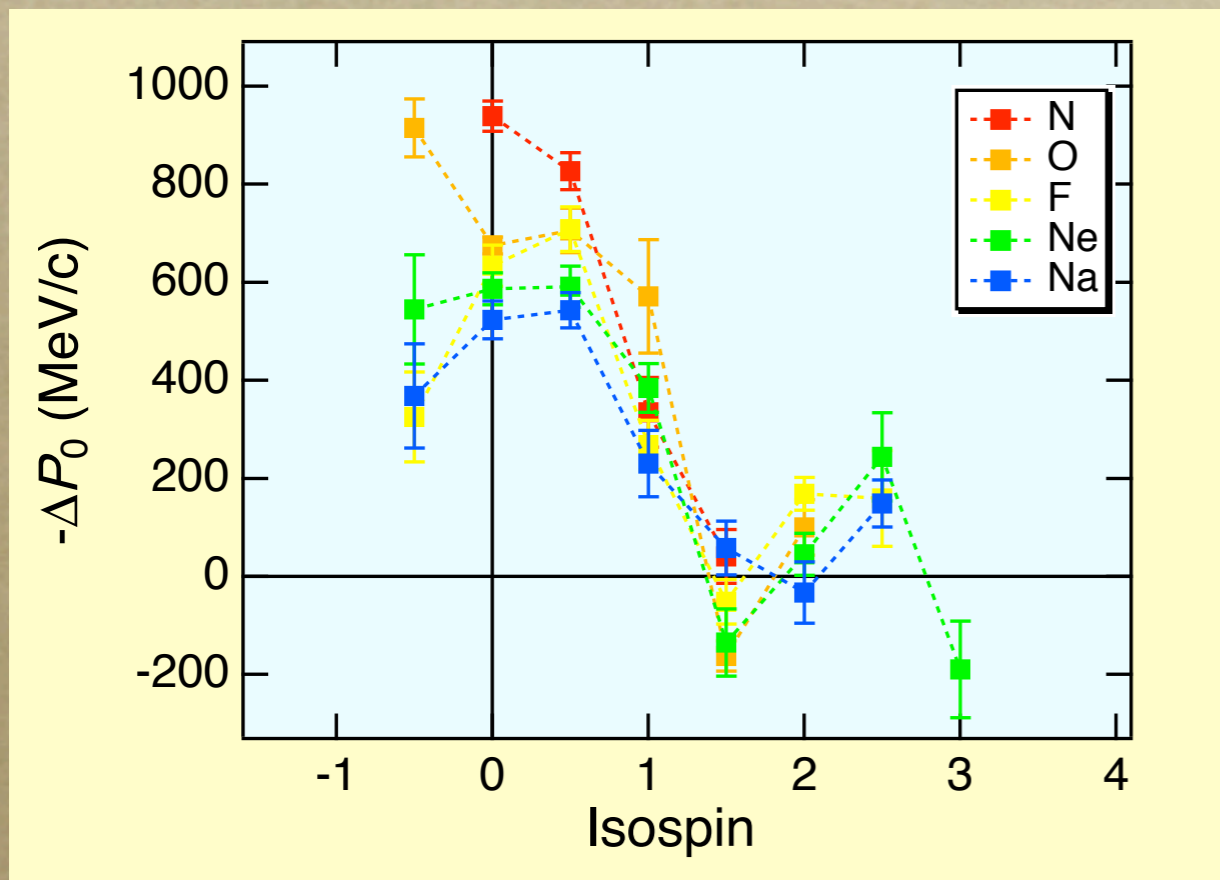
# 破碎片の減速 3

● 軽い破碎片 ( $Z_F < 11$ ) に注目



# 破碎片の減速 3

● 軽い破碎片 ( $Z_F < 11$ ) に注目



安定線付近で減速・広がりが大

→ 多段階過程の寄与?

# H21年度の予定

## ● Krビームから生成される破砕片のP分布

### 測定

- C, Au標的から生成される破砕片の $P_T$ 分布

### 解析

- Krビームの場合の運動量分布の系統性
- 生成断面積の導出

# 成果発表

- “Momentum Distribution of Projectile-like Fragments at  $E = 290 \text{ MeV/u}$ ”  
*S. Momota, M. Kanazawa, A. Kitagawa, S. Sato, Y. Nojiri*  
The 5th International Conference on Exotic Nuclei and Atomic Masses  
(ENAM2008) 2008.09.08-12, Ryn, Poland