

# 陽子ノックアウト反応による 炭素同位体の深部陽子空孔状態の研究 II

東北大理 大関和貴 小林俊雄 大津秀暁  
渡辺極之 関陽子 松田洋平  
篠原督和 直井由紀 三木俊也  
高エ研 石元茂 鈴木祥仁  
阪大RCNP 高橋豊  
放医研 高田栄一

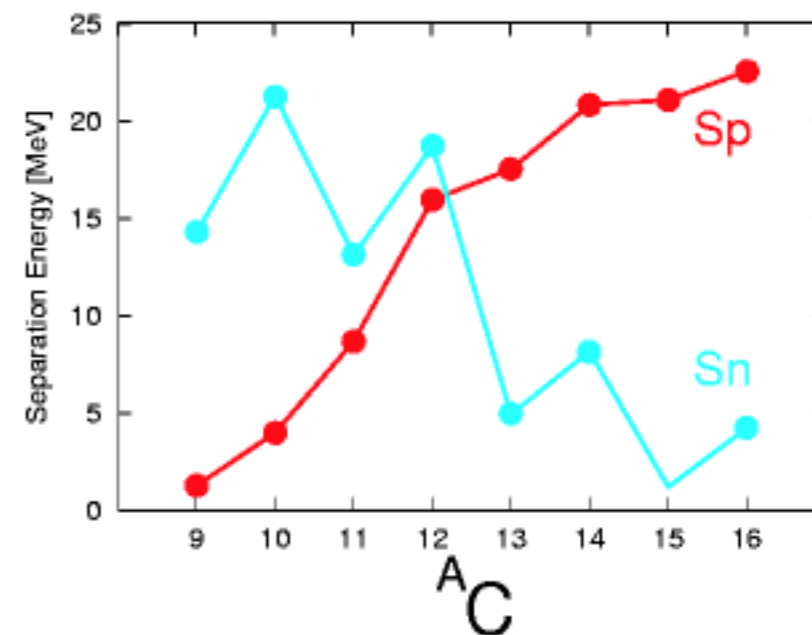
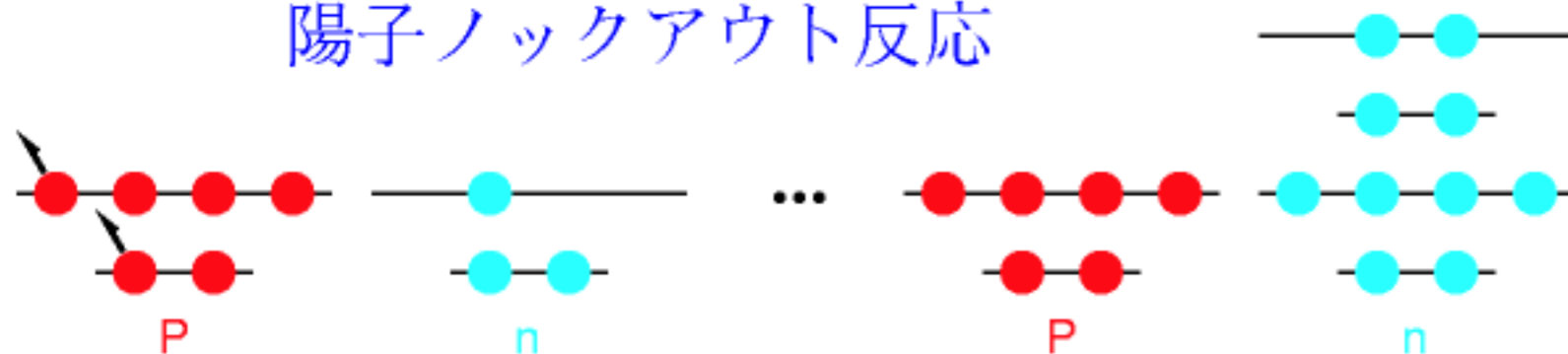
- 解析の改善点
  - 陽子分離エネルギー(offset)
  - 前方粒子の識別
- 内部運動量  $\vec{q}$  の導出



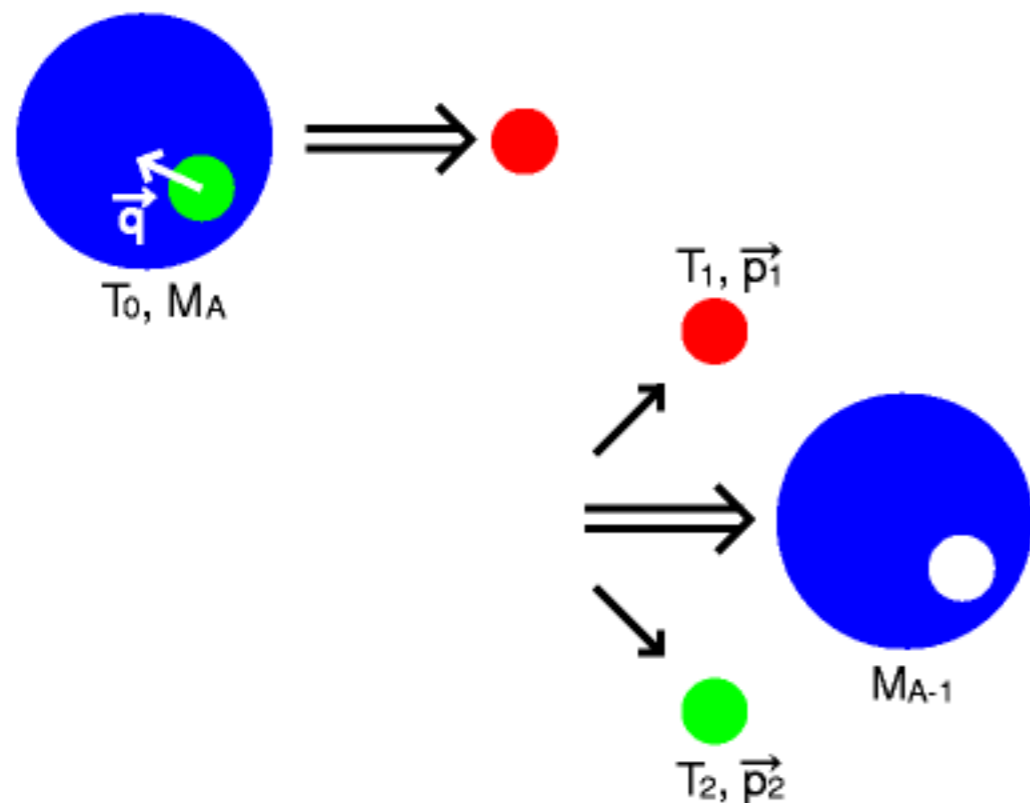
# 目的・原理

- 陽子過剰から中性子過剰にわたる炭素同位体の深部陽子に関する情報の取得

↓  
陽子ノックアウト反応



逆運動学



$$\vec{q}_\perp = (\vec{p}_1 + \vec{p}_2)_\perp$$

$$\vec{q}_\parallel = (\vec{p}_1 + \vec{p}_2)_\parallel / \gamma - \beta(M_A - M_{A-1})$$

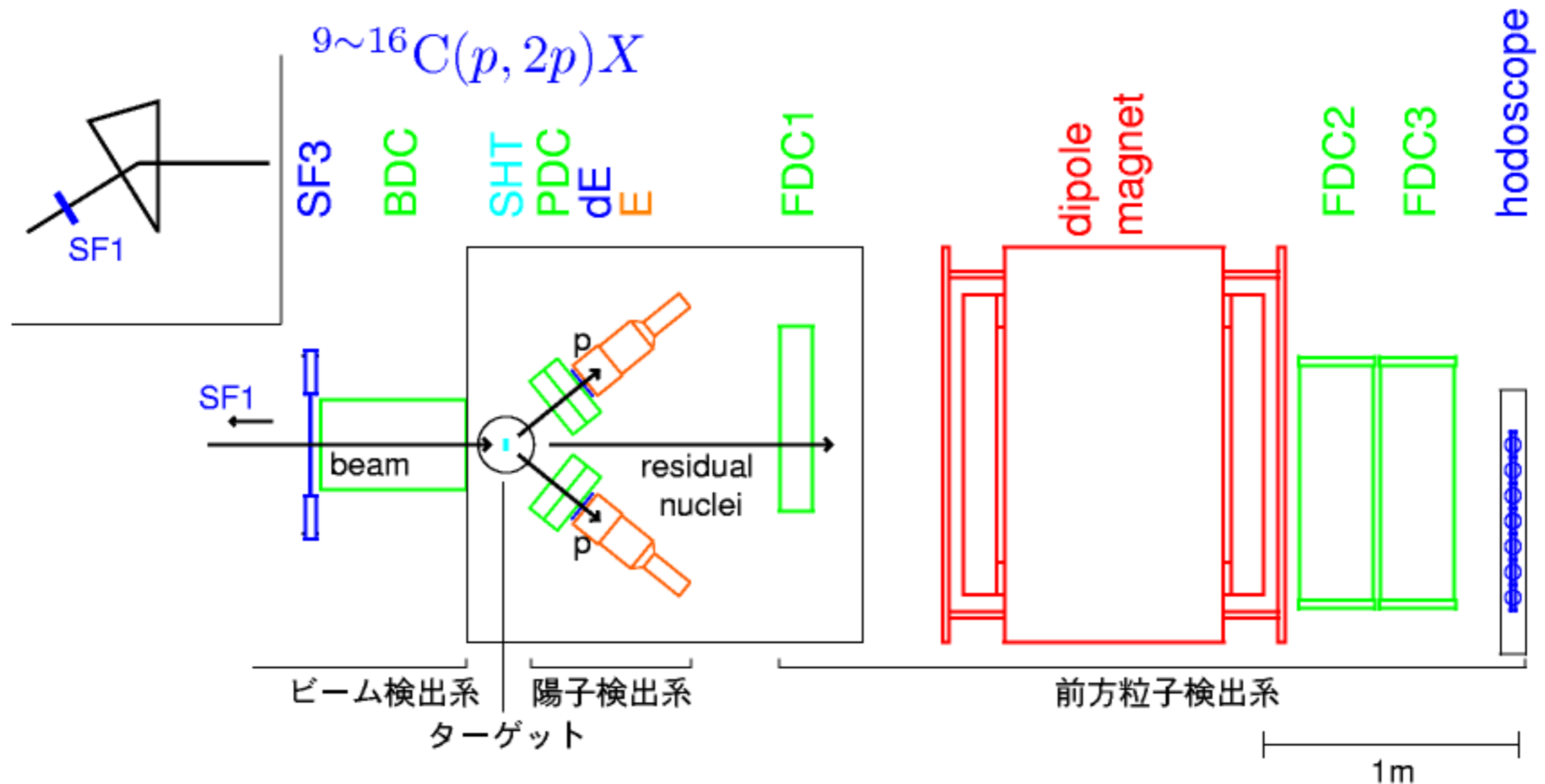
$$E_s = -\gamma(T_1 + T_2) - (\gamma - 1)M_p + \beta\gamma(\vec{p}_1 + \vec{p}_2)_\parallel - q^2/2M_{A-1}$$



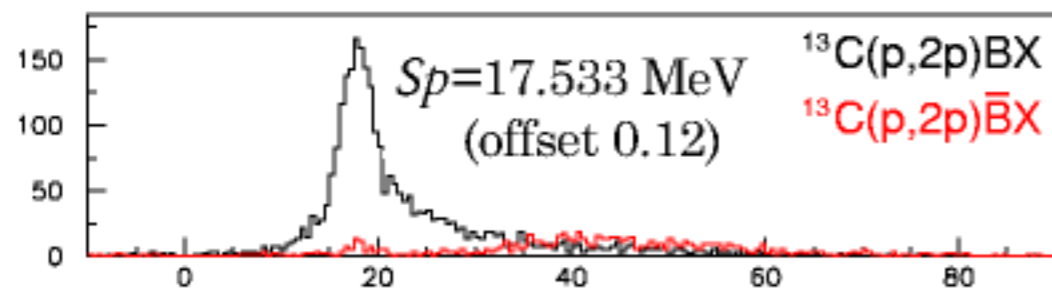
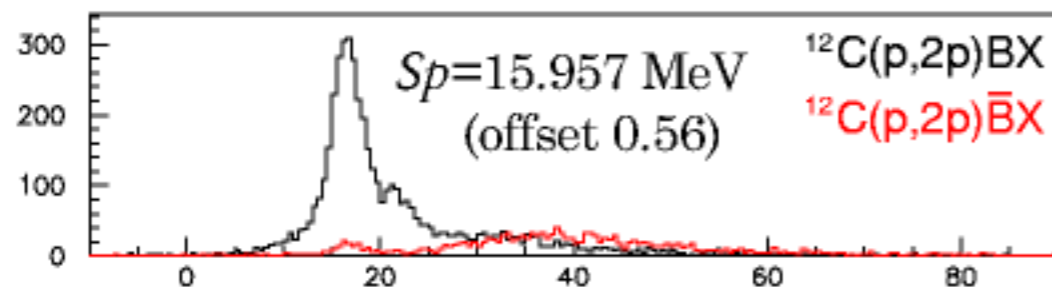
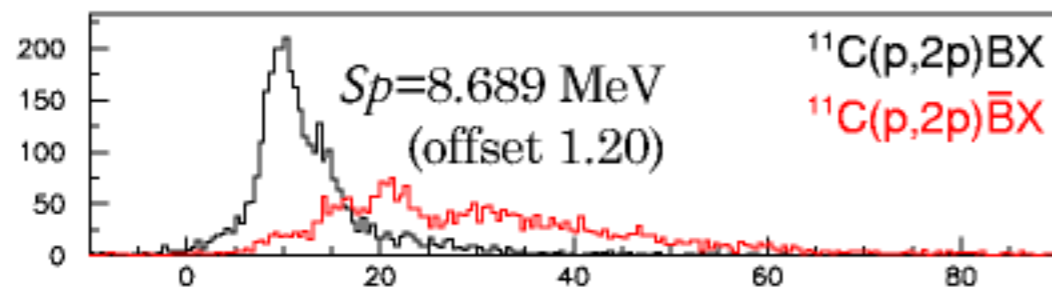
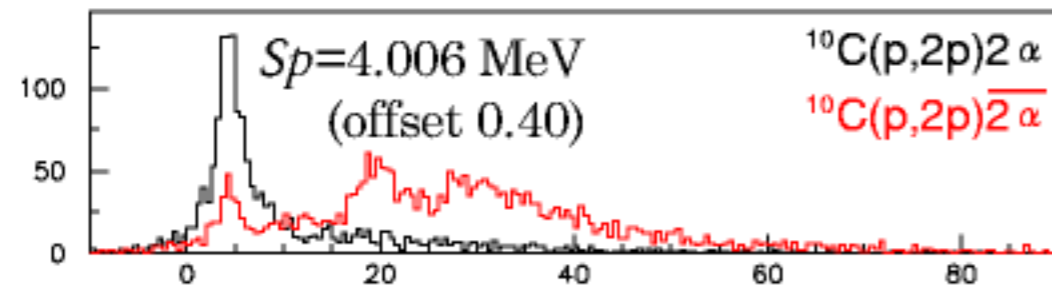
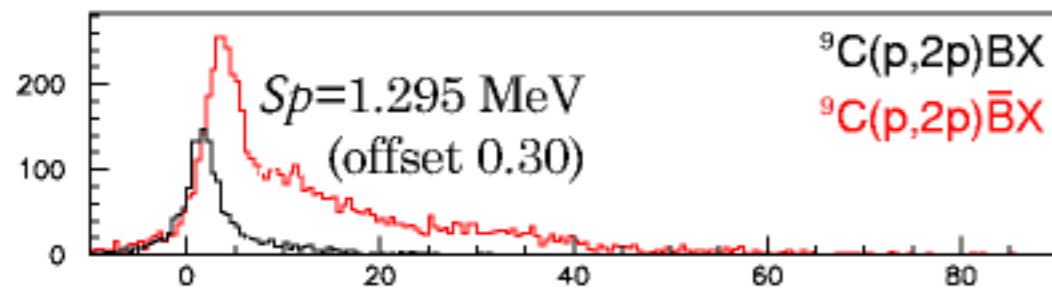
# セットアップ

於:放射線医学総合研究所 HIMAC

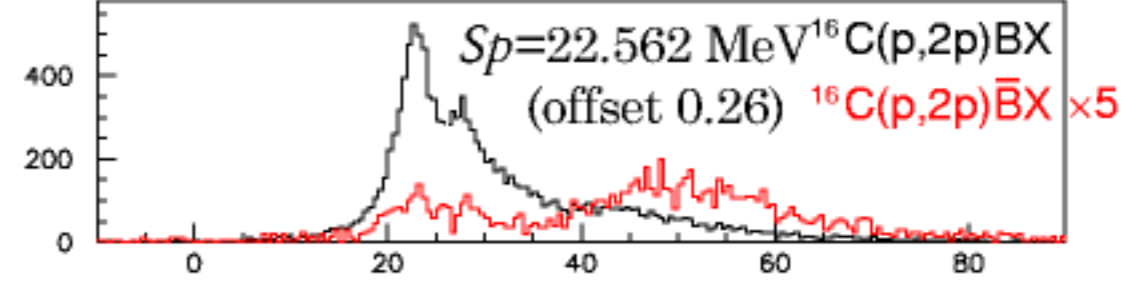
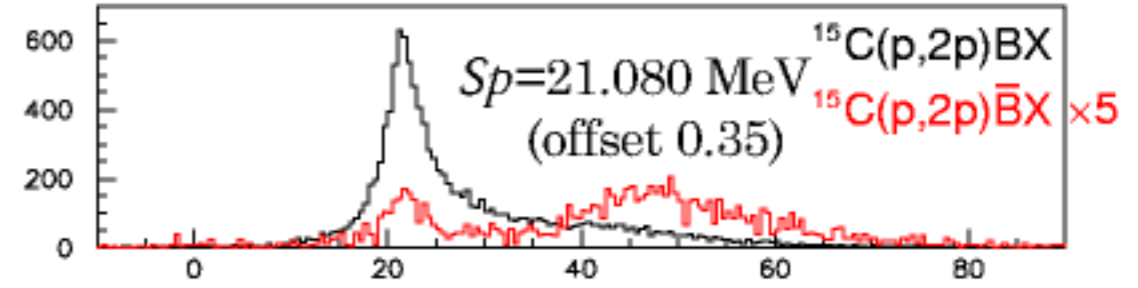
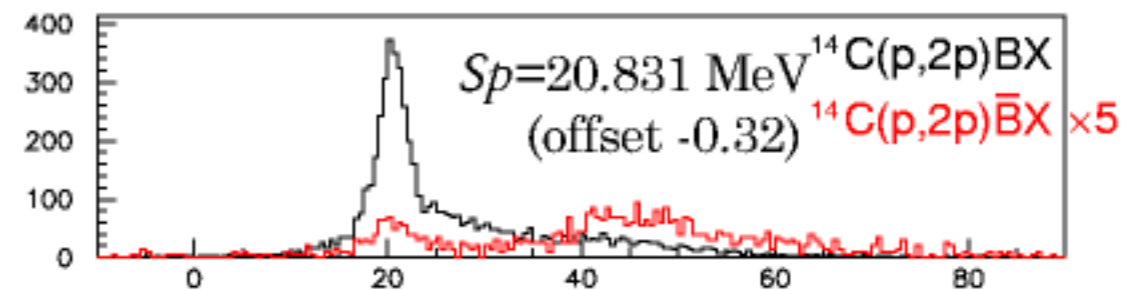
- 2003/02  $^{15,16}\text{C}$  (1次ビーム:  $^{18}\text{O}$  350 AMeV)
- 2003/07  $^{13,14}\text{C}$  (1次ビーム:  $^{18}\text{O}$  350 AMeV)
- 2003/10  $^{9,10,11,12}\text{C}$  (1次ビーム:  $^{12}\text{C}$  400 AMeV)  
2次ビーム:  $\sim 250$  AMeV



# エネルギースペクトル



proton separation energy [MeV]



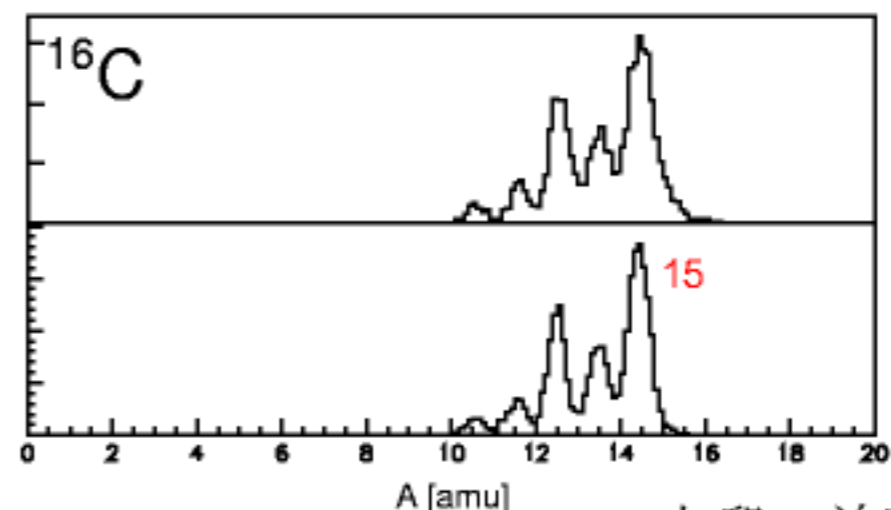
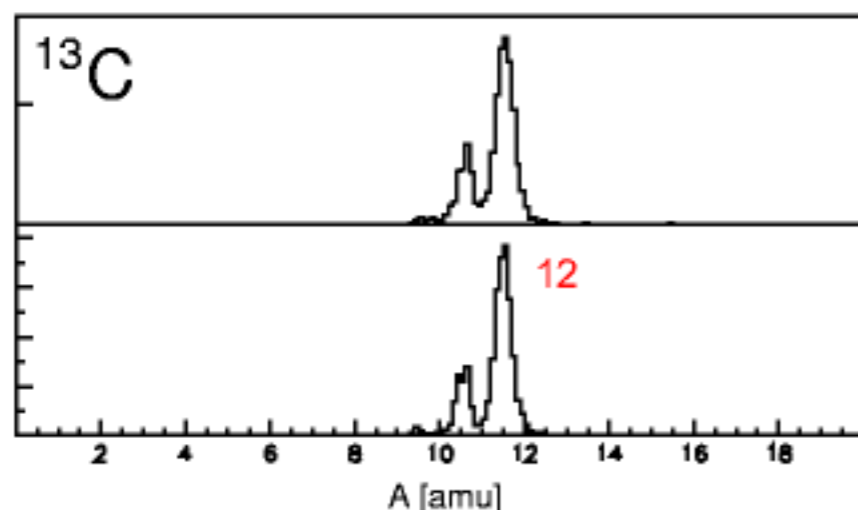
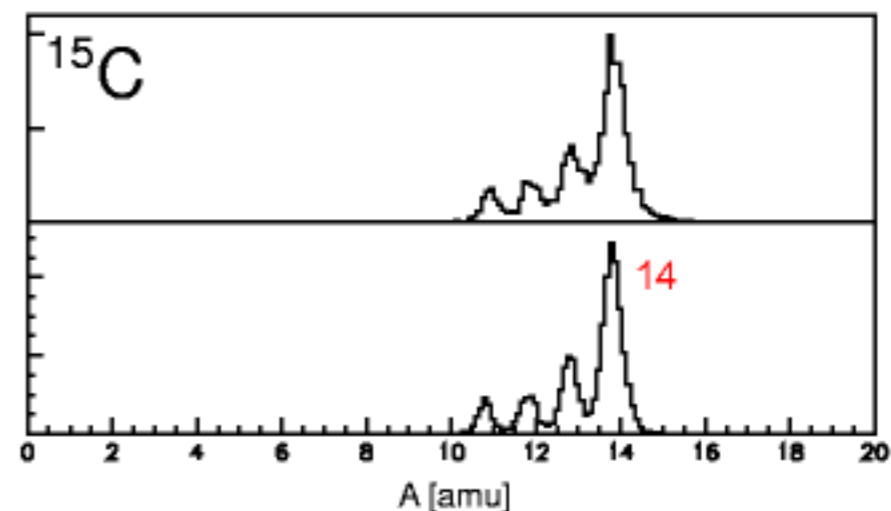
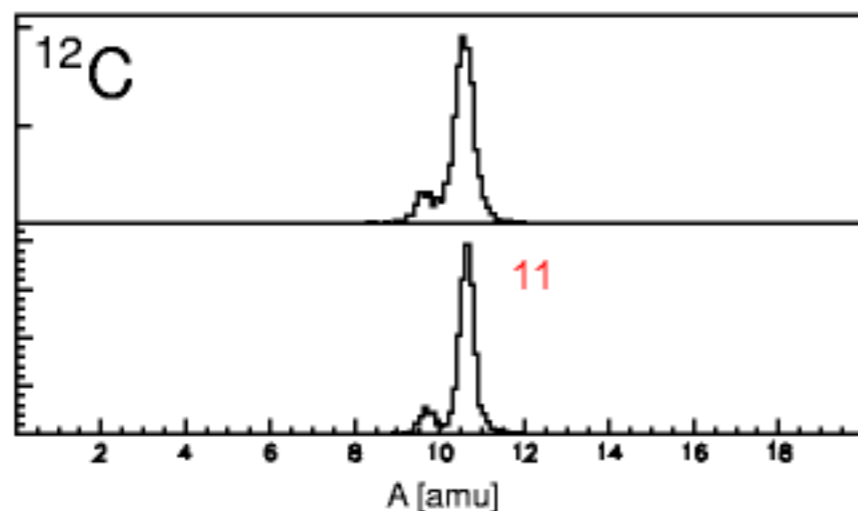
proton separation energy [MeV]

offset [MeV]	前回	今回
${}^9\text{C}$	3.95	0.30
${}^{10}\text{C}$	3.77	0.40
${}^{11}\text{C}$	4.17	1.20
${}^{12}\text{C}$	3.53	0.56
${}^{13}\text{C}$	3.60	0.12
${}^{14}\text{C}$	3.13	-0.32
${}^{15}\text{C}$	3.01	0.35
${}^{16}\text{C}$	3.10	0.26

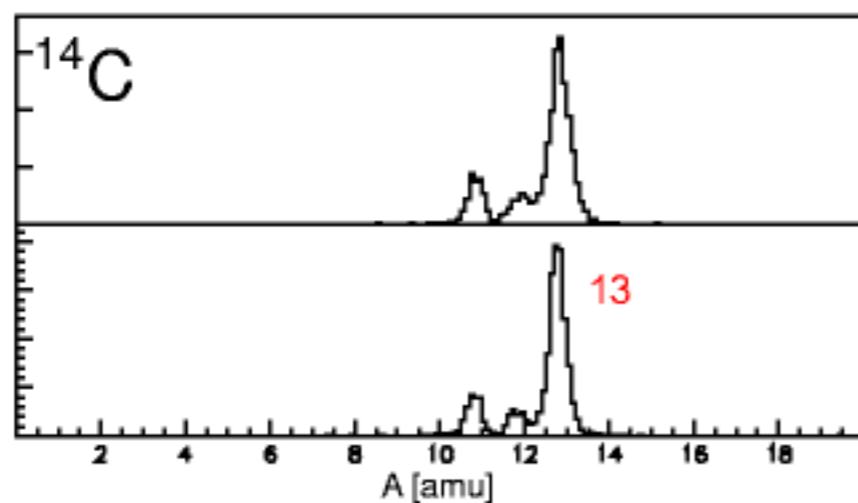
検出器設置角度のわずかなずれ  
 →陽子分離エネルギーの大きなずれ

# 前方粒子の識別

## Z=5におけるAの識別

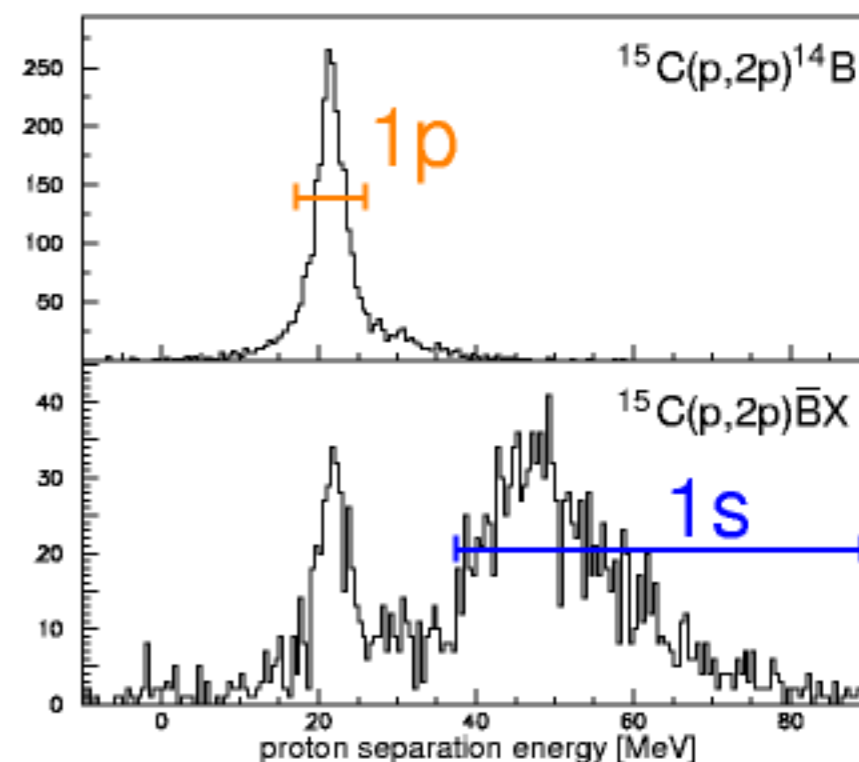
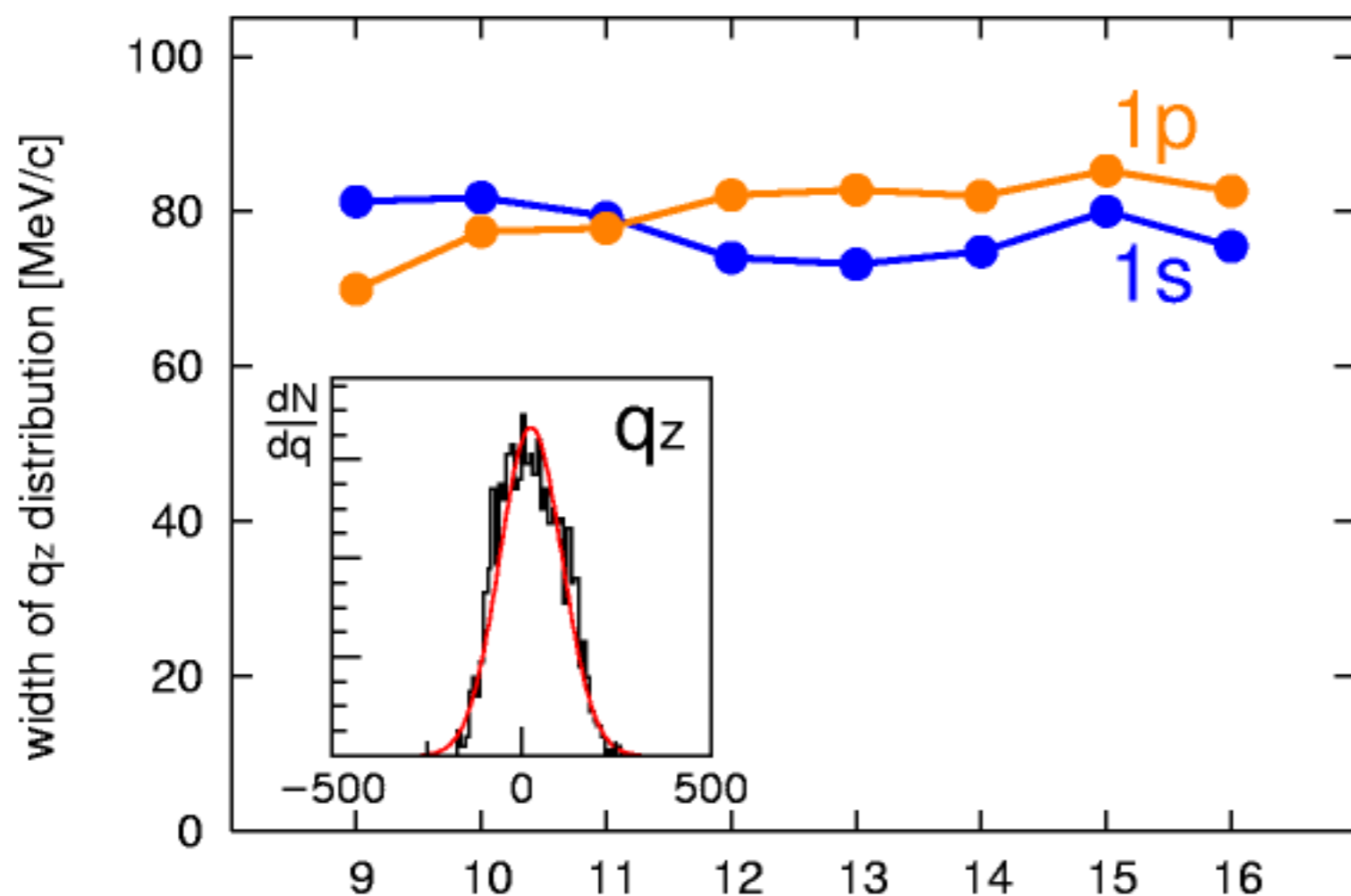


上段：前回  
下段：今回

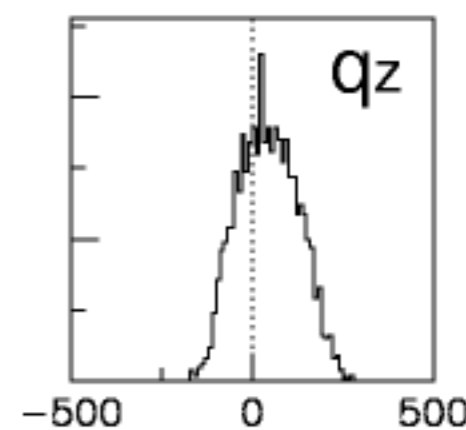
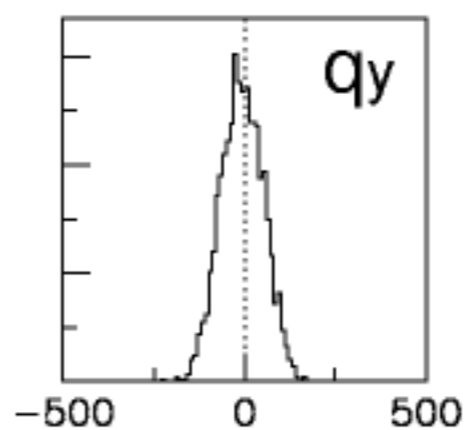
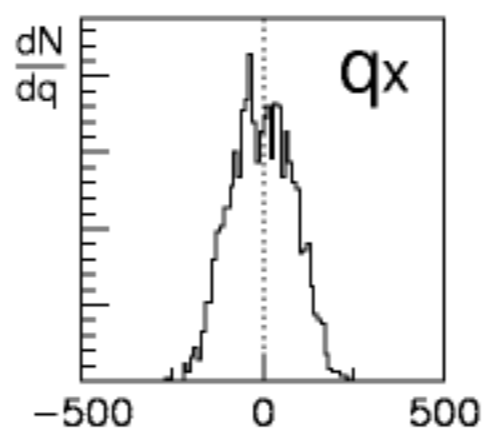


4 $\sigma$ で質量数分離

# 内部運動量分布



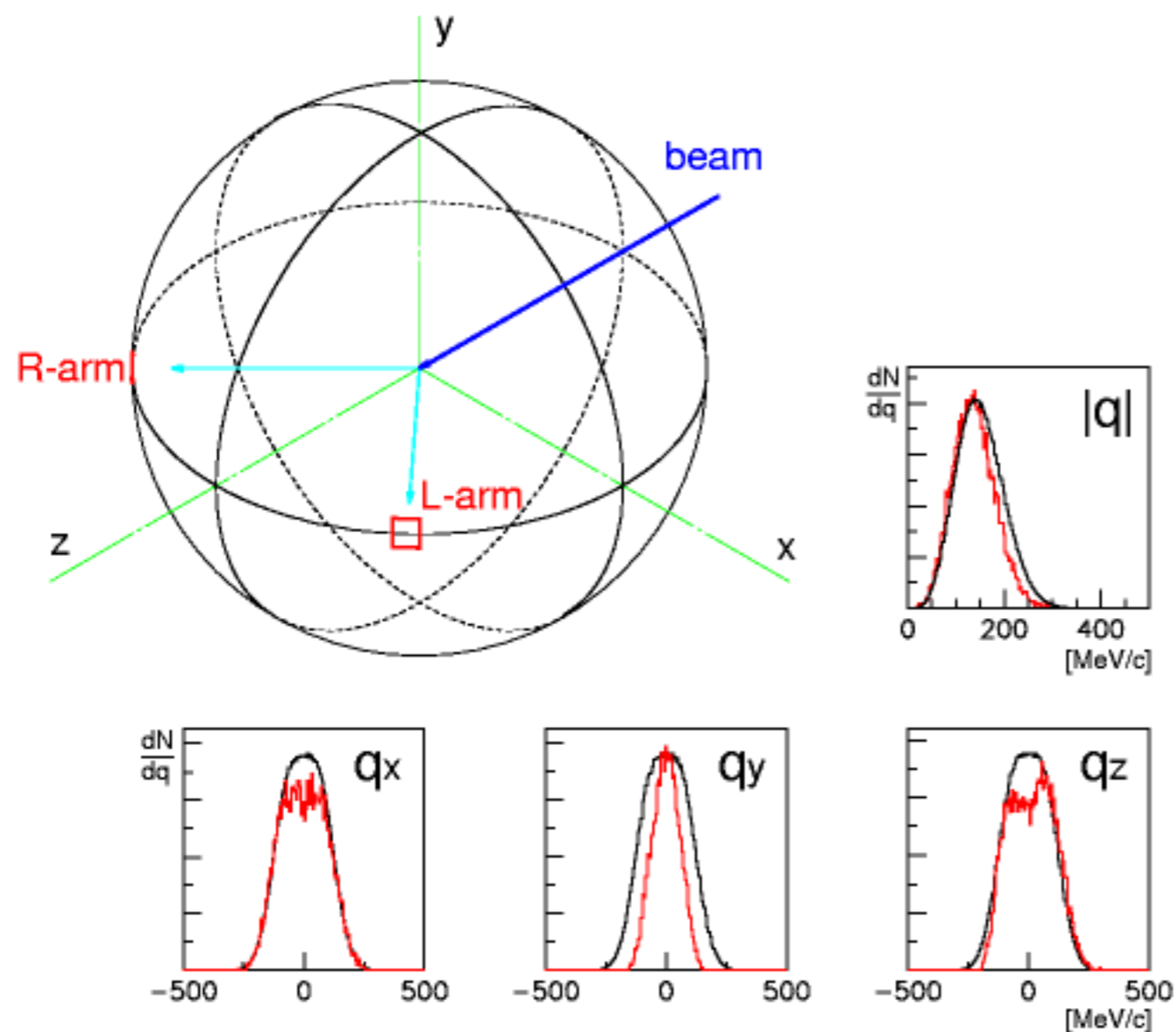
A



アクセプタンス  
の補正が必要

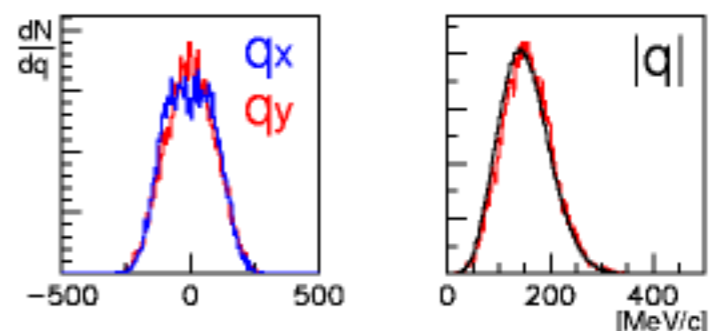
[MeV/c]

# アクセプタンスの補正 (シミュレーション)

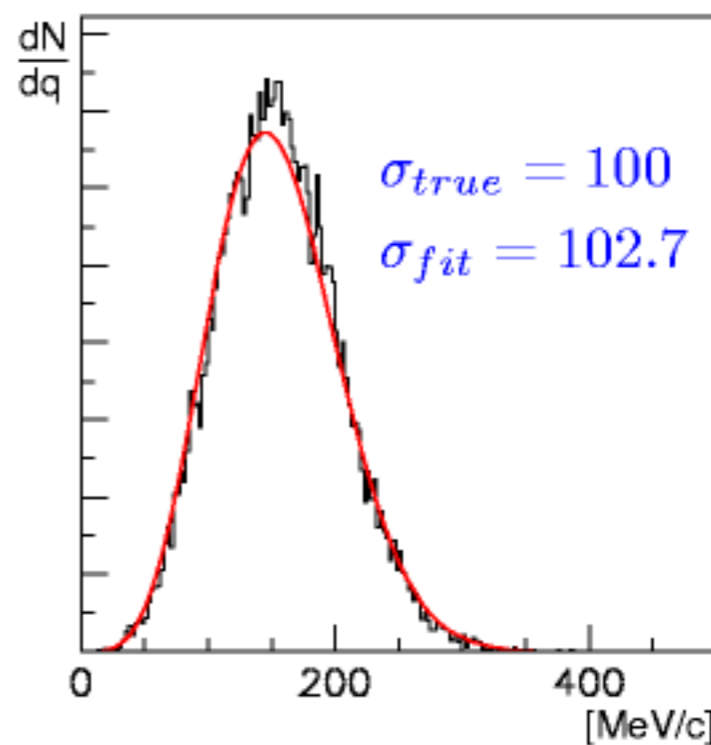


——— 調和振動子による運動量分布(1p)  
 $dN/dq = q^4 \exp\{-(q/\sigma)^2\}$   
 ——— アクセプタンスによる制限

$q_y$  の幅を広げる

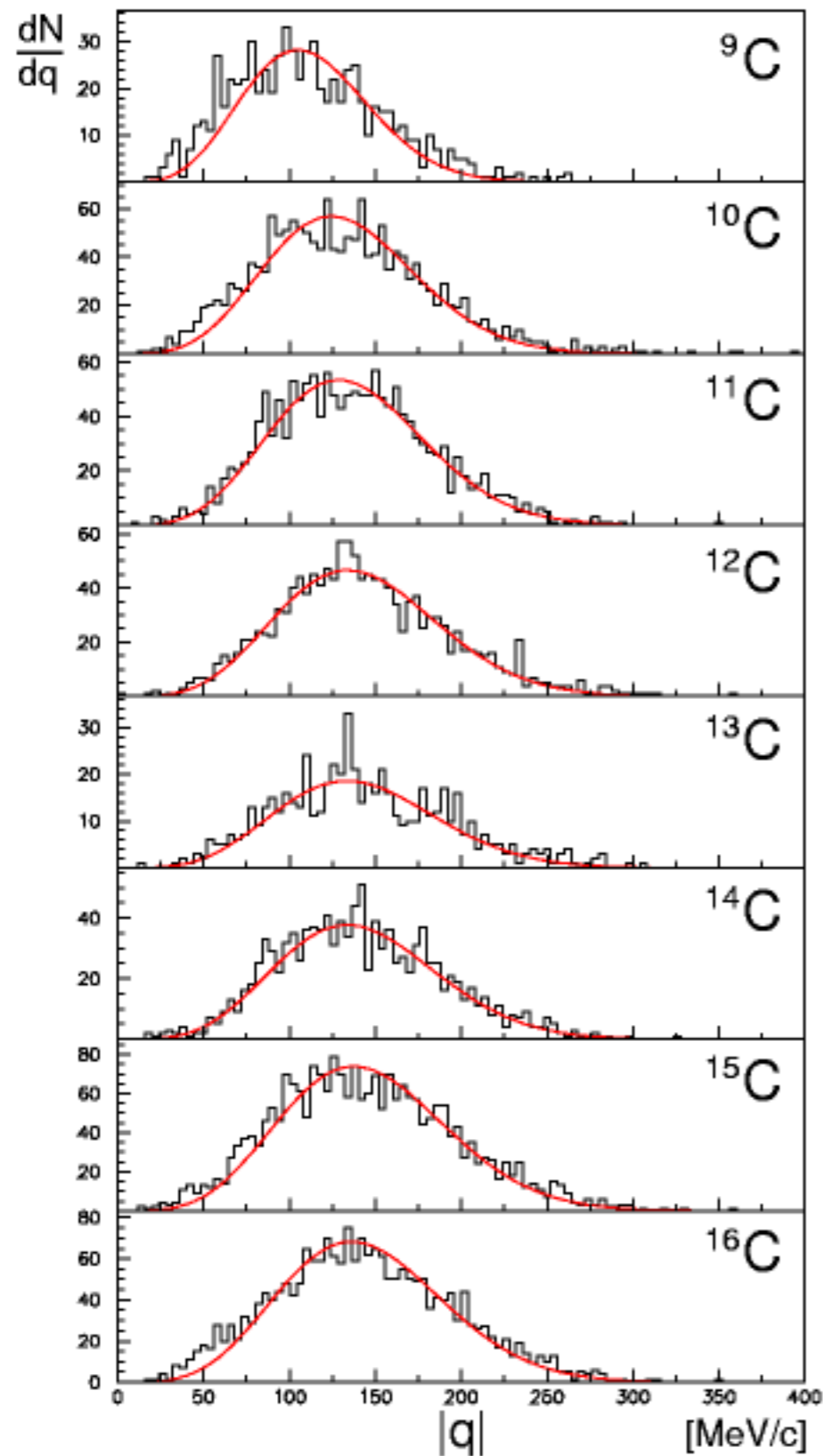


$|q|$  の分布をフィット



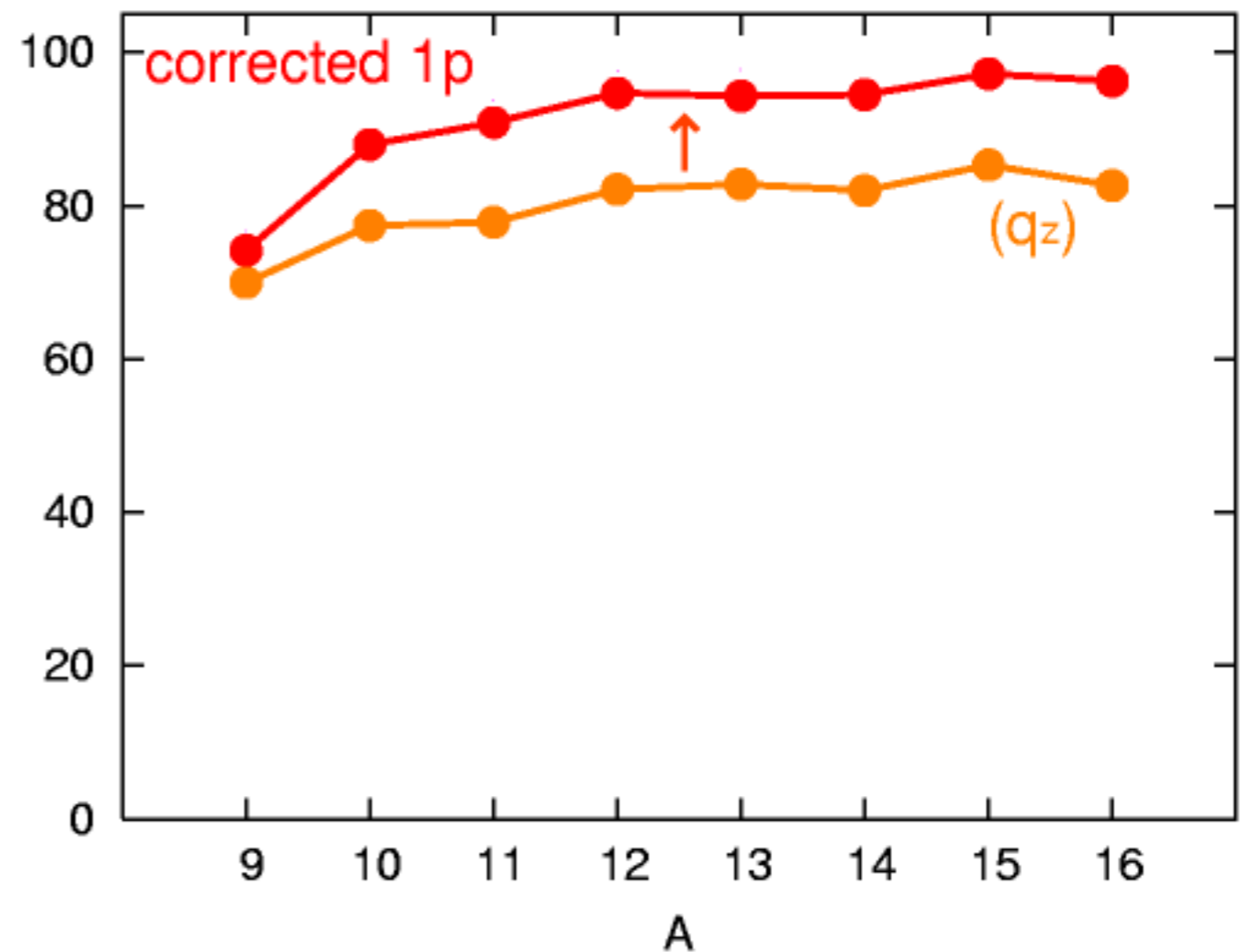
→  $|q|$  の分布を再現

# 1p軌道陽子の内部運動量分布 (アクセプタンス補正後)



$$dN/dq = q^4 \exp\{-(q/\sigma)^2\}$$

width of q distribution [MeV/c]





# まとめ

---

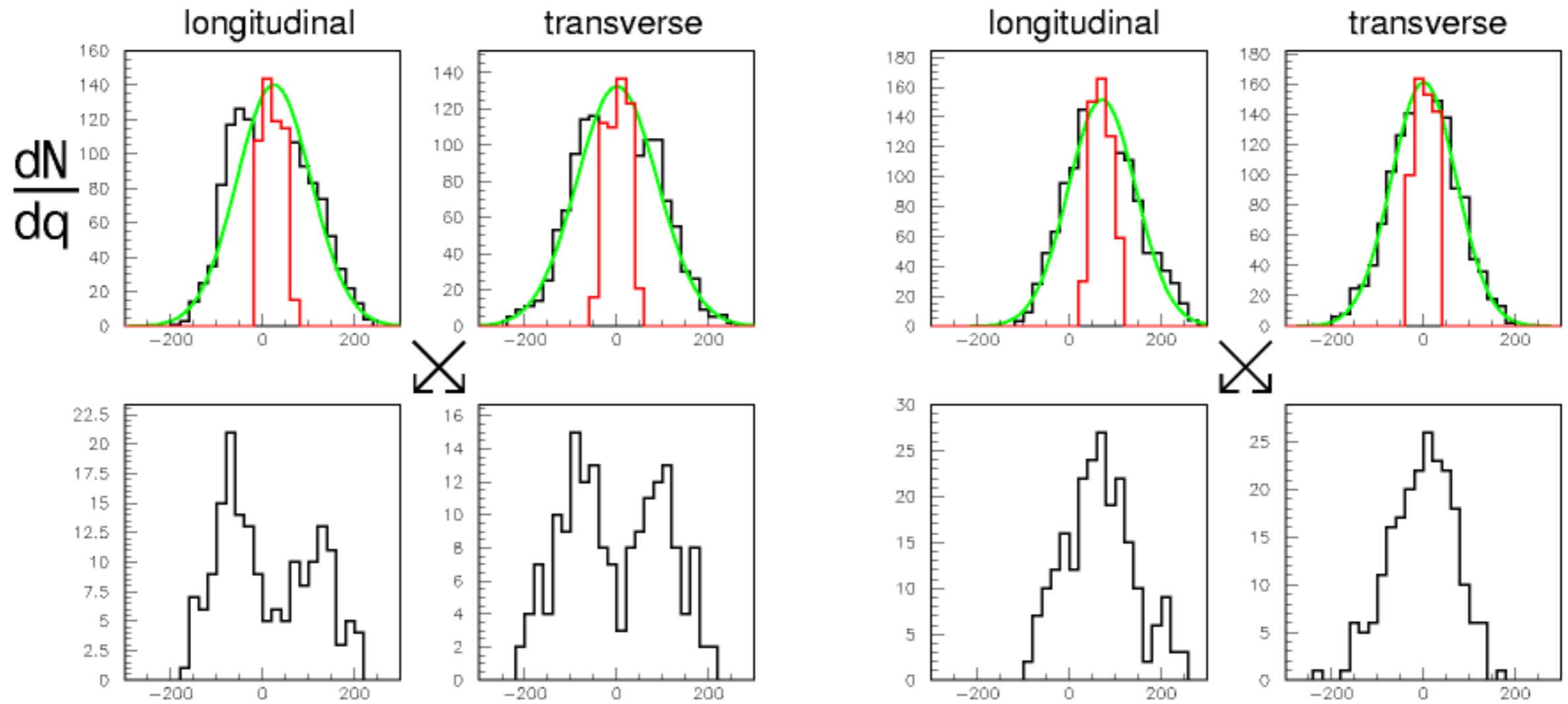
- 炭素同位体中の陽子の状態を知ることがを目的として、 $^9\text{C}\sim^{16}\text{C}$ について陽子分離エネルギー、内部運動量、崩壊様式の測定を行った。
- 前回報告時の問題点として、
  - 解析の持つ陽子分離エネルギーのオフセットがかなり大きかった
  - 前方粒子の質量数による分離があまりよくなかったことがあげられる。  
これらの点が改善した。
- 1p軌道の陽子の内部運動量についてアクセプタンスの補正を行い、運動量幅の質量依存性を求めた。  
→ 1s軌道についても補正法を確立し、運動量幅の質量依存性を求める。
- 各測定量の系統性について今後論じていく予定。

# 1s-1p

A=12

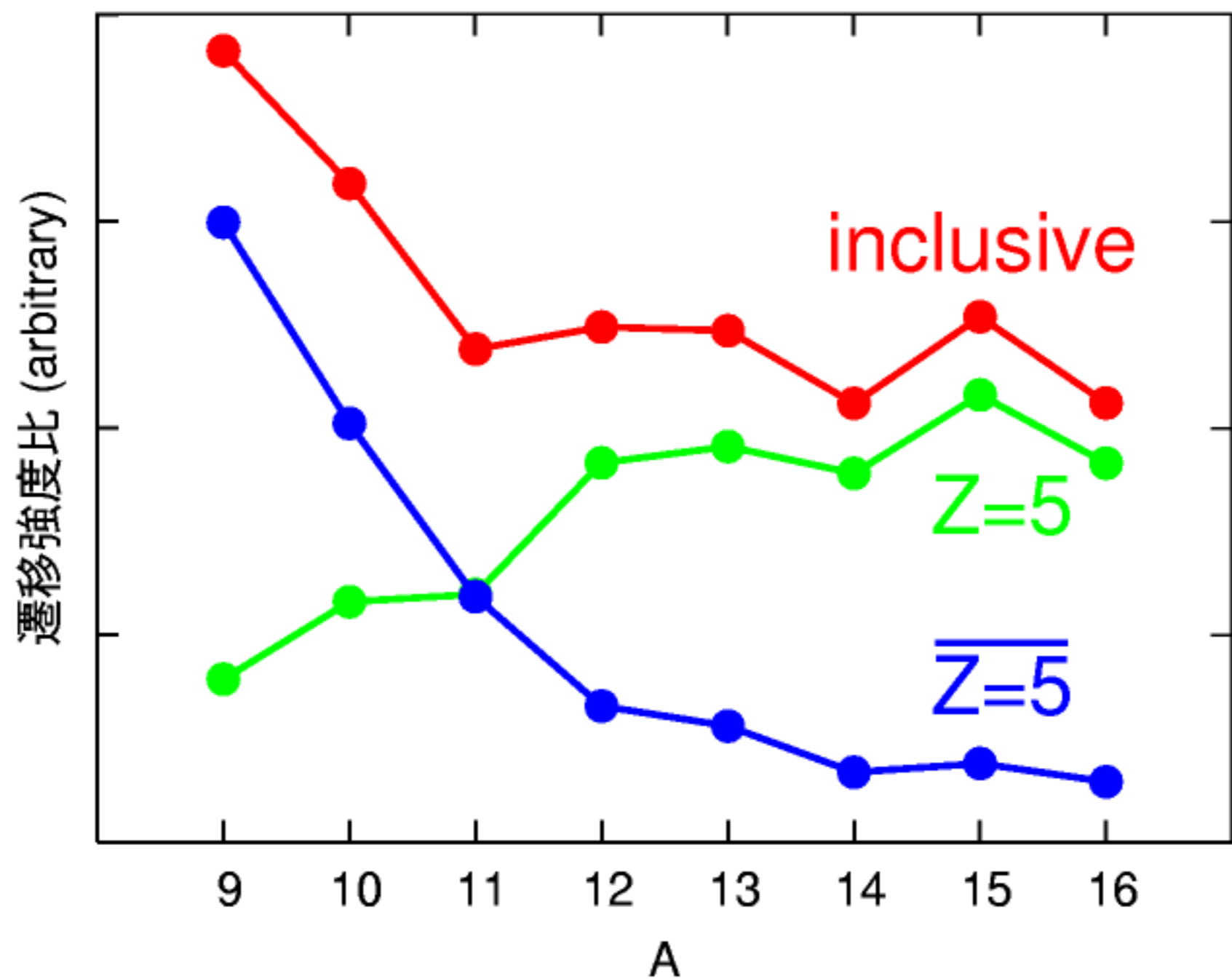
1p

1s

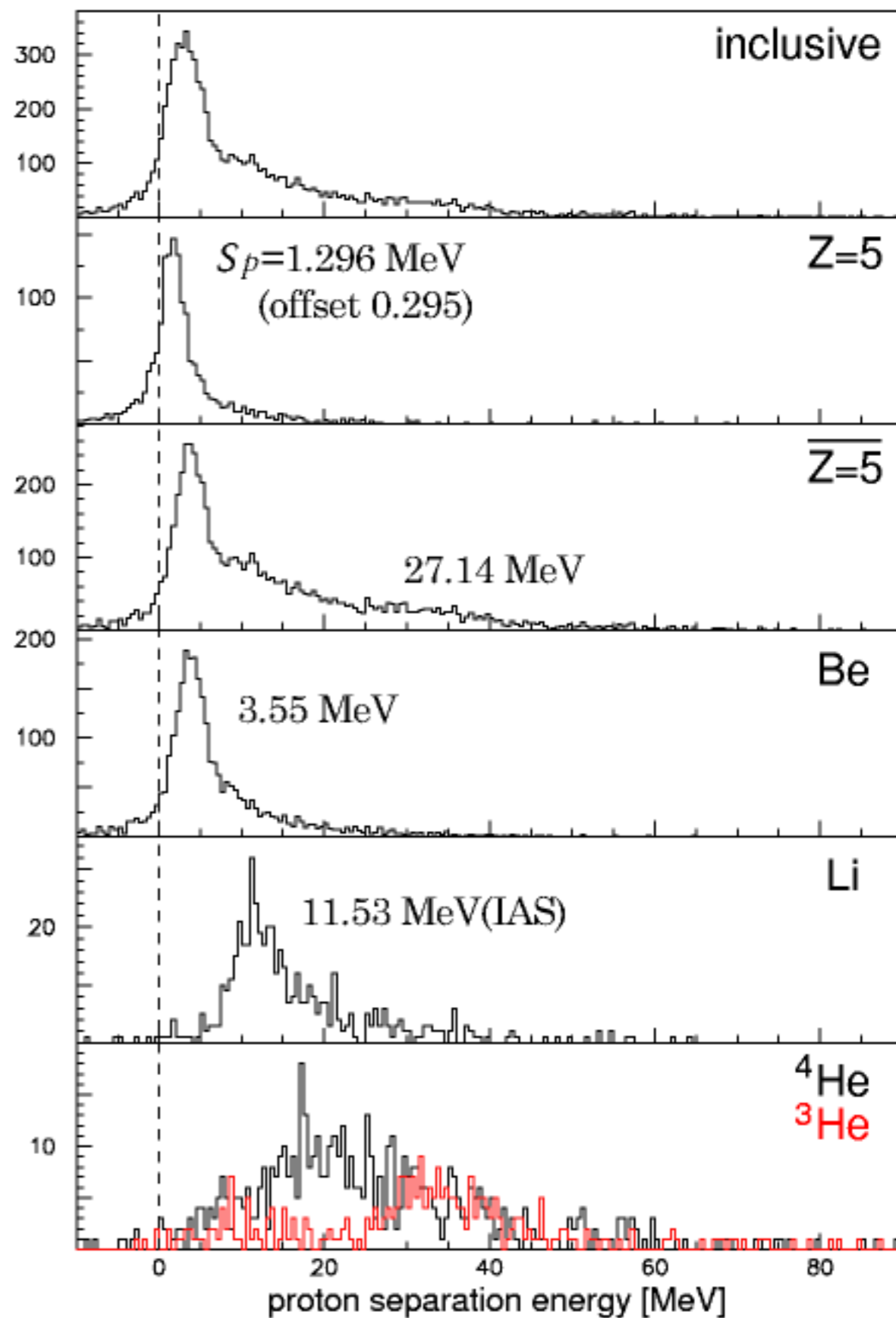
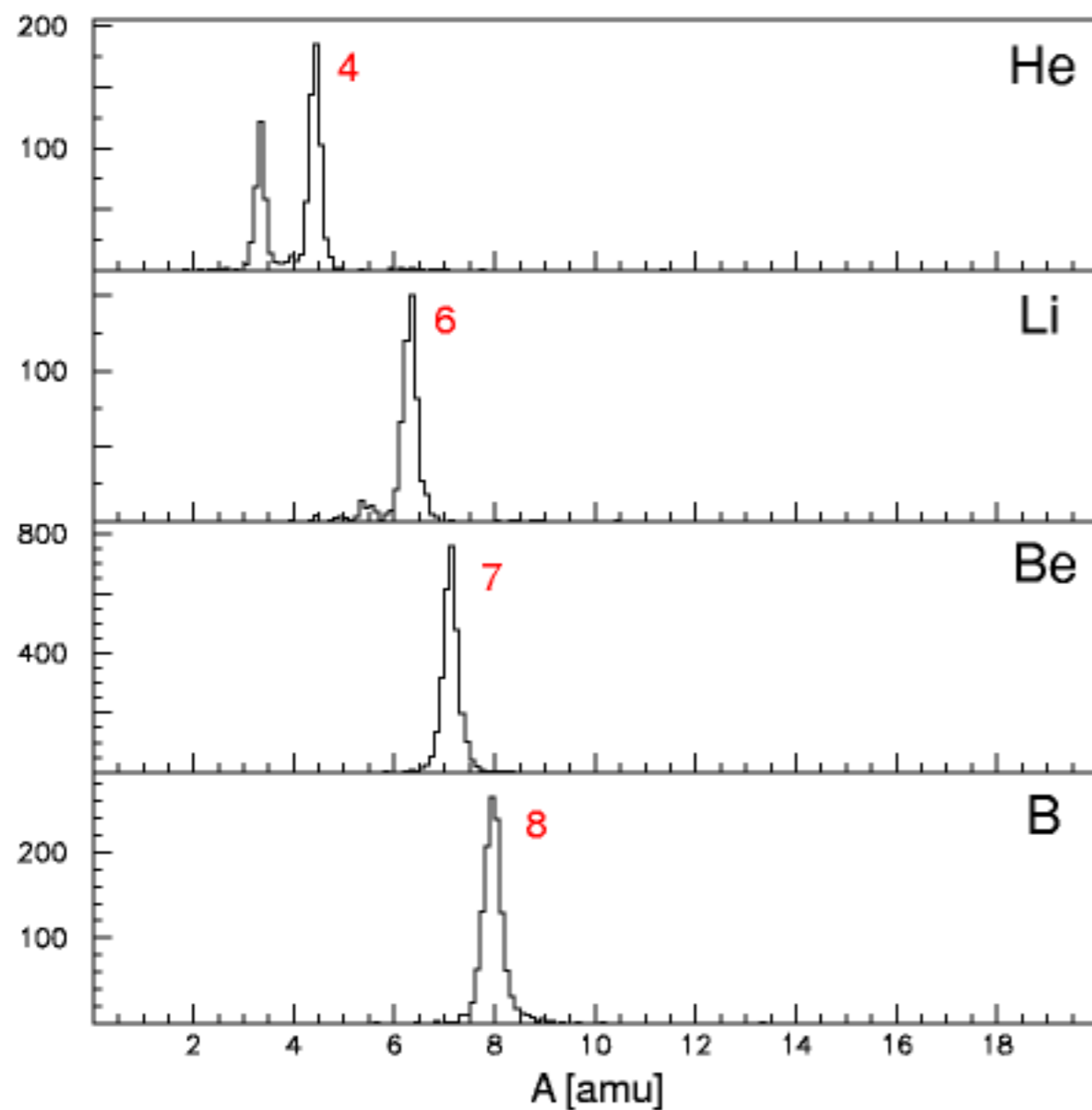
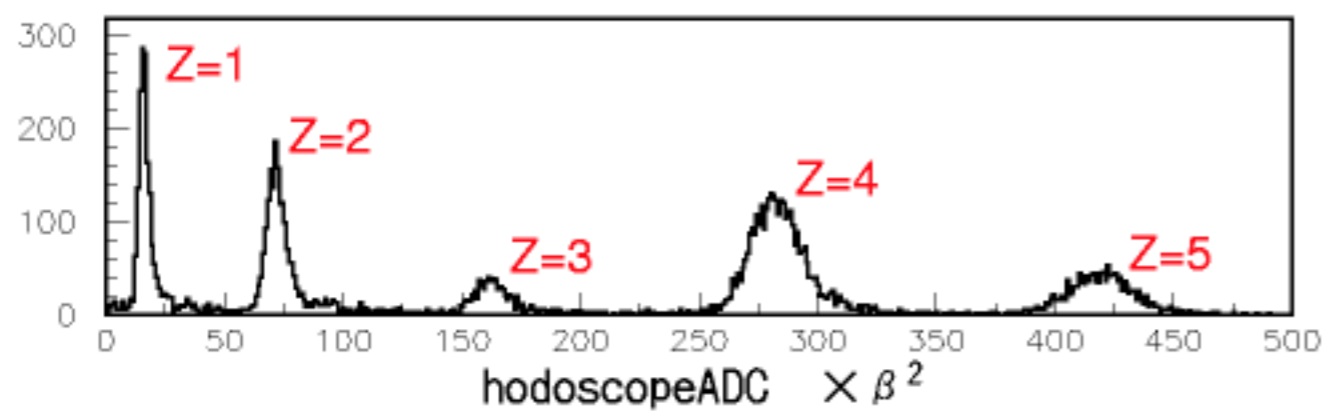


# 遷移強度比

ビーム量、検出器の検出効率で規格化



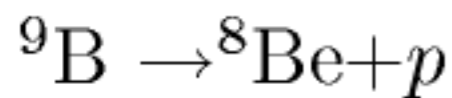
# $p(^9\text{C}, 2p)^8\text{B}$



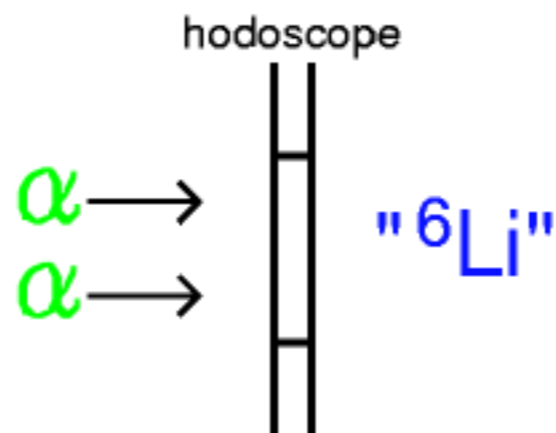
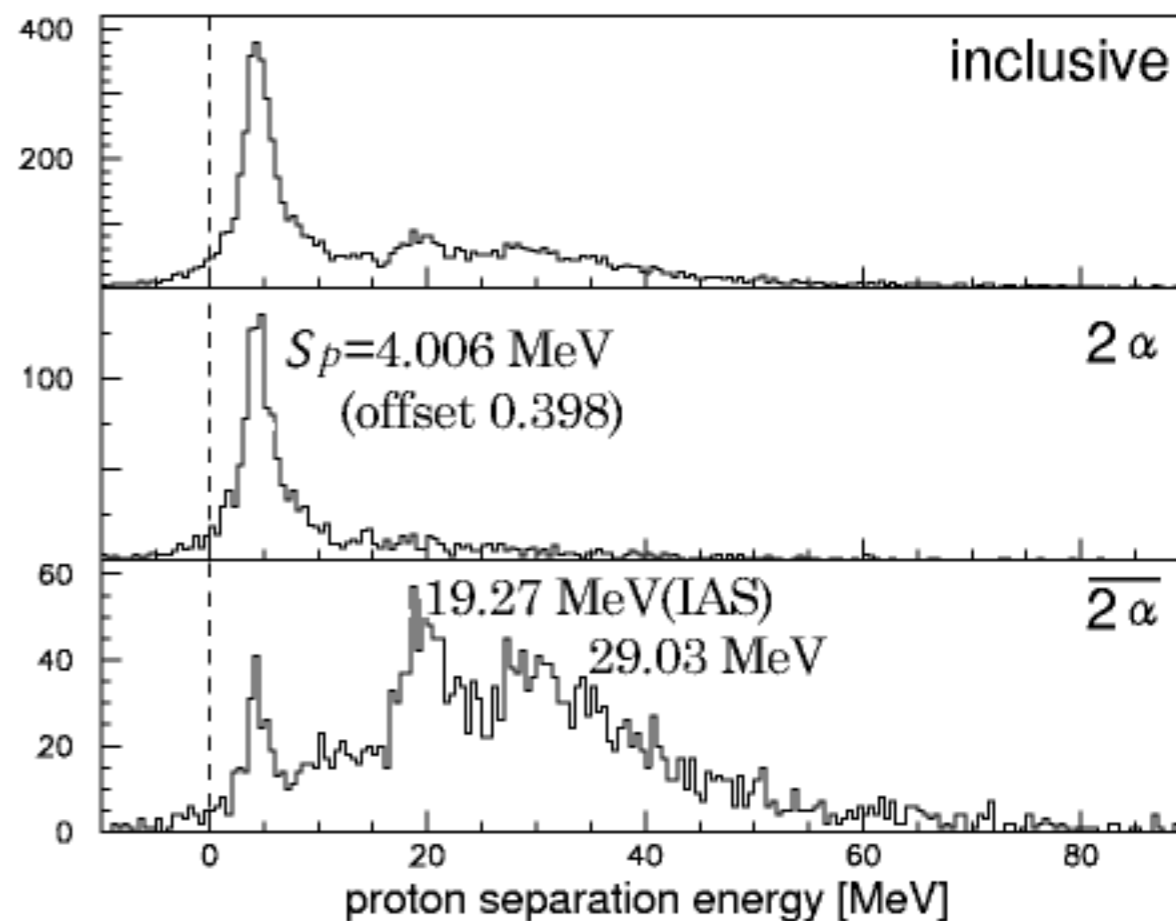
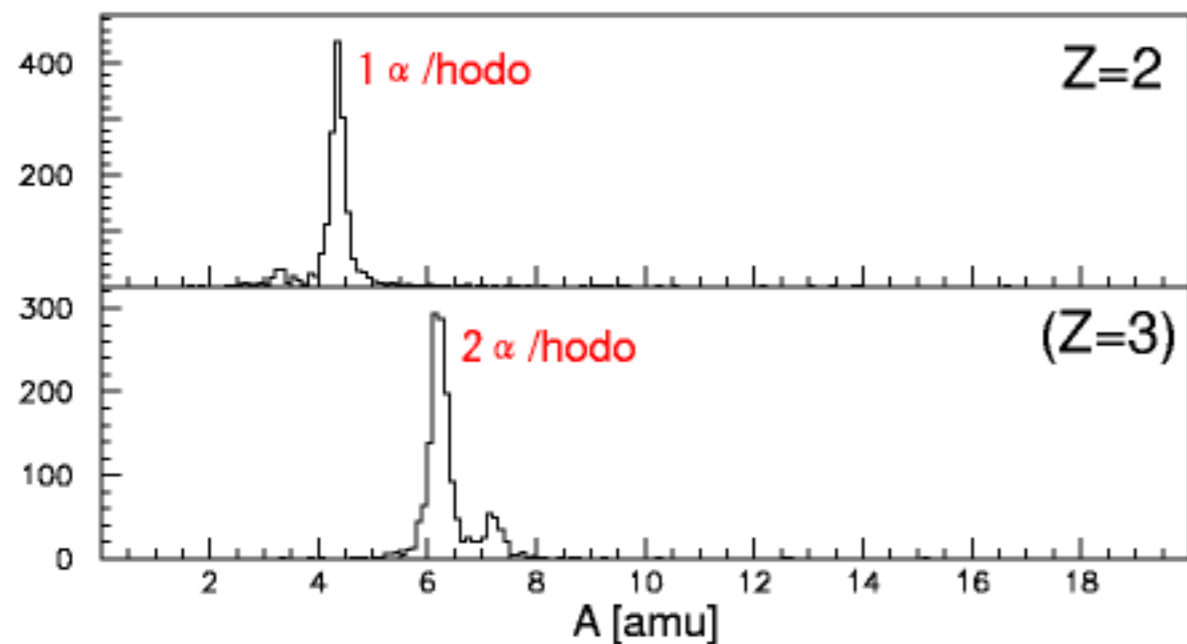
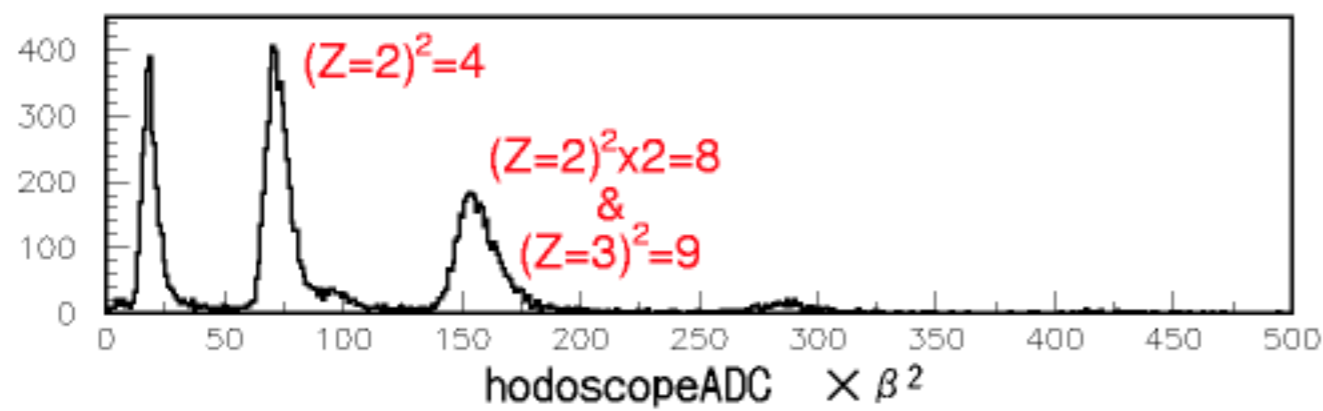
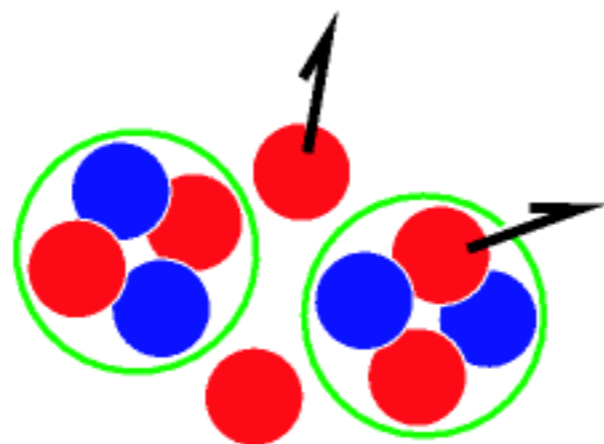


# $p(^{10}\text{C}, 2p)^9\text{B}$

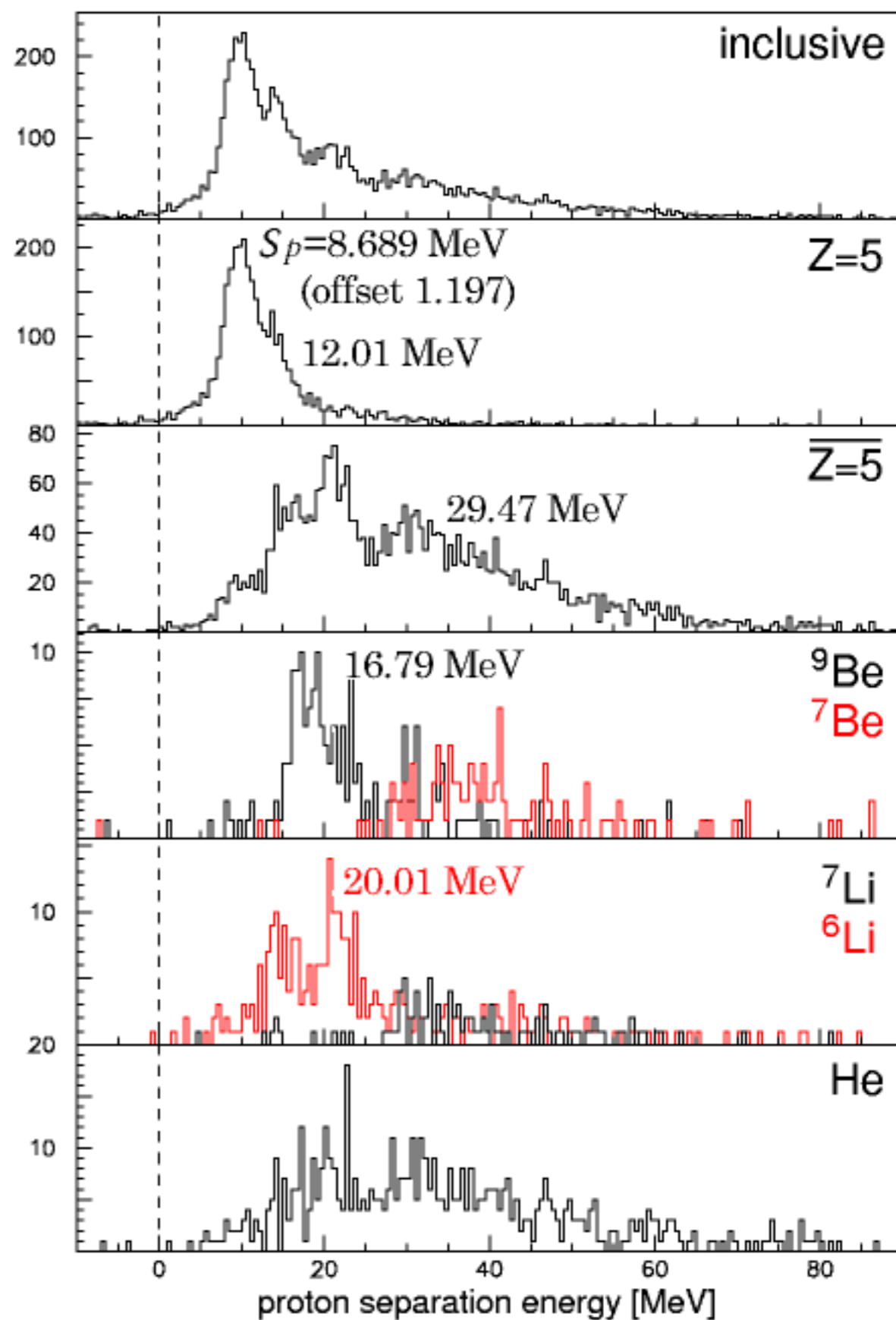
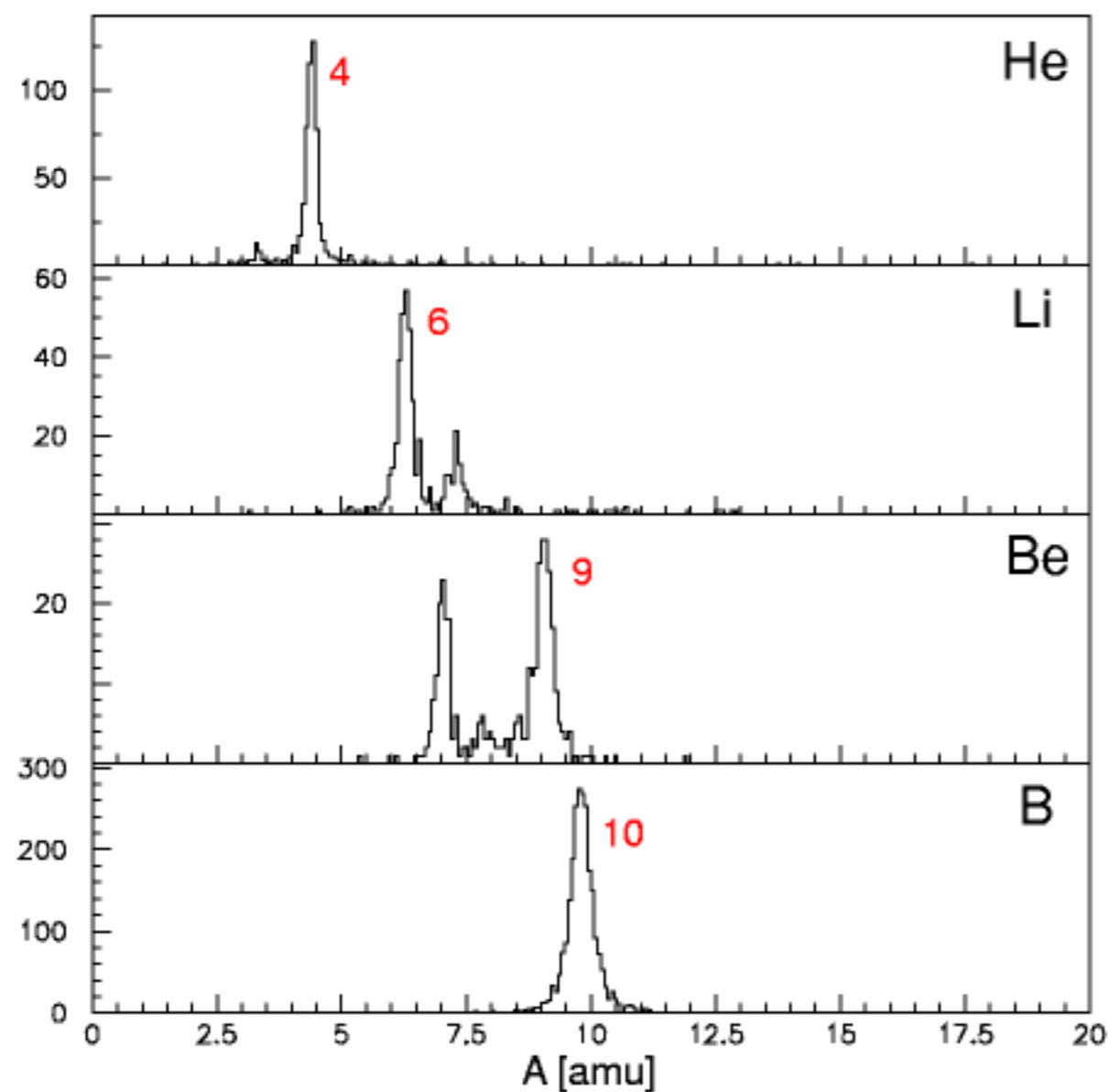
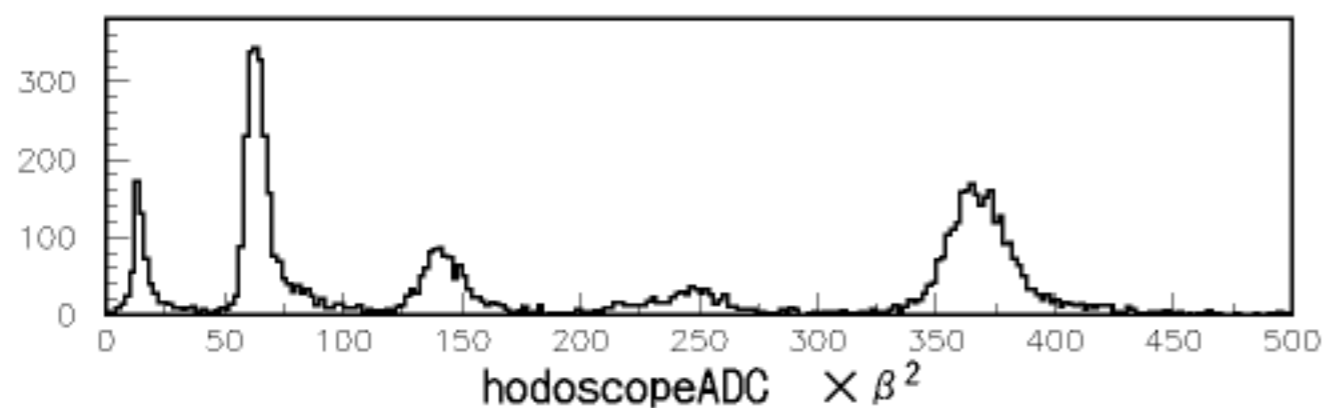
$^9\text{B}$ は非束縛



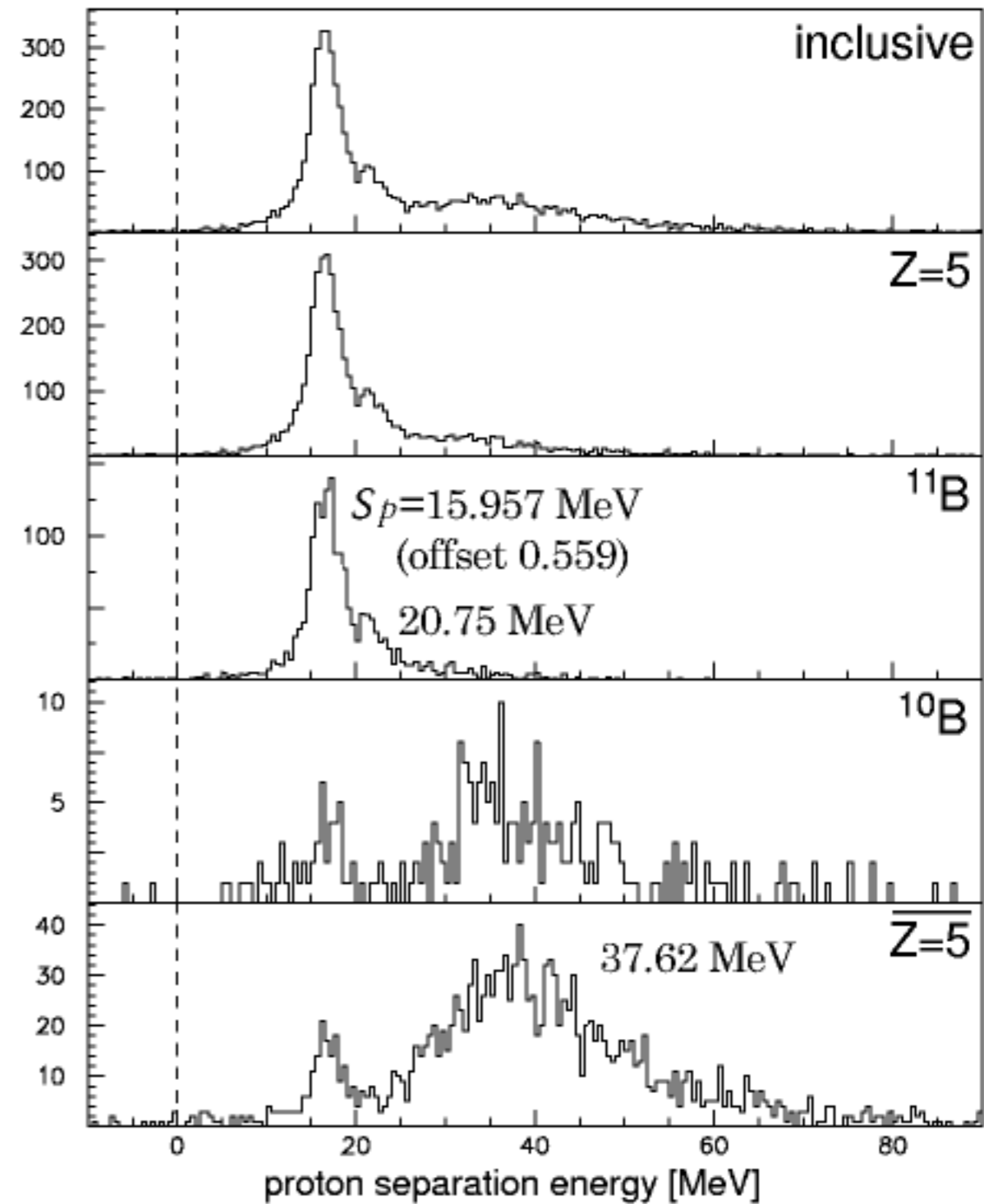
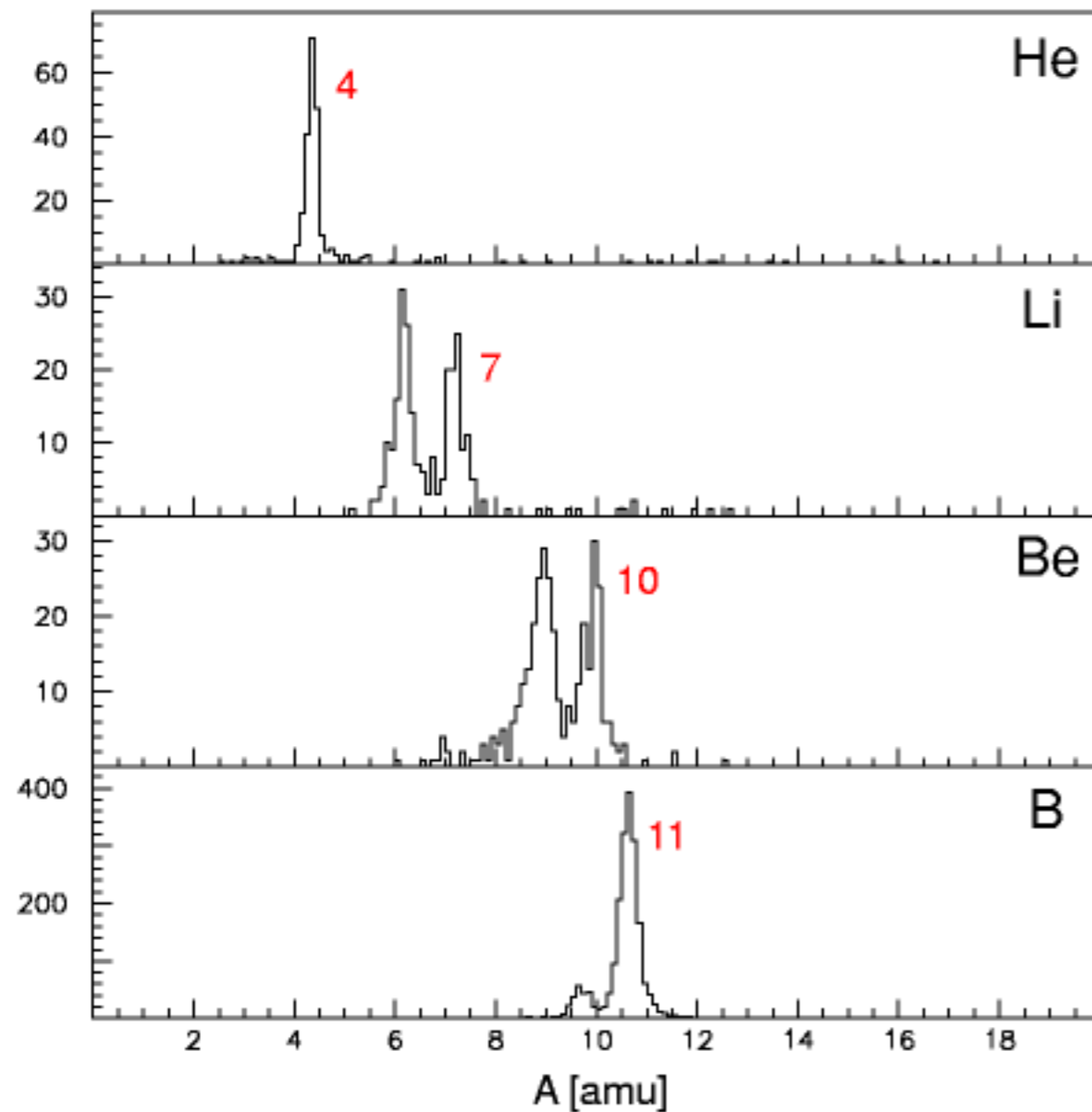
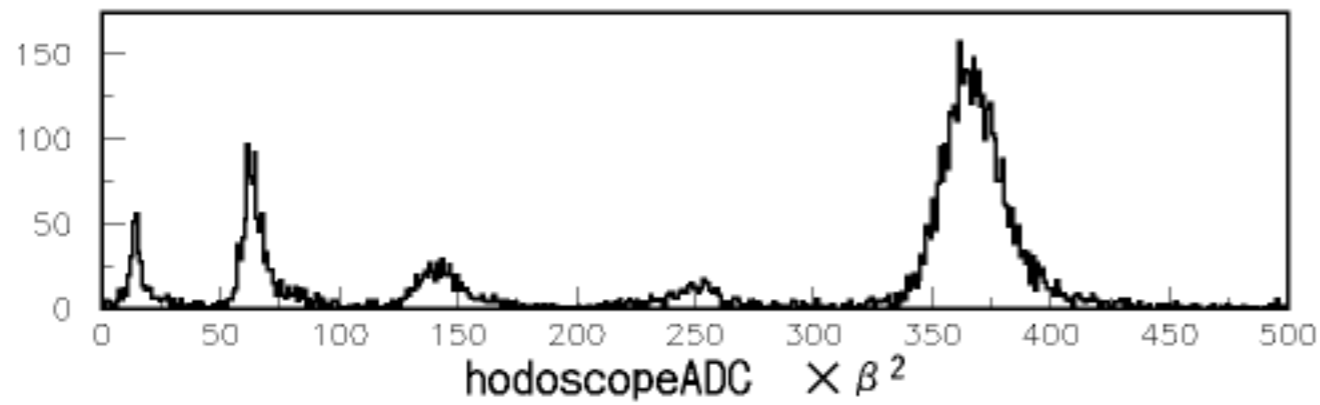
$2\alpha$



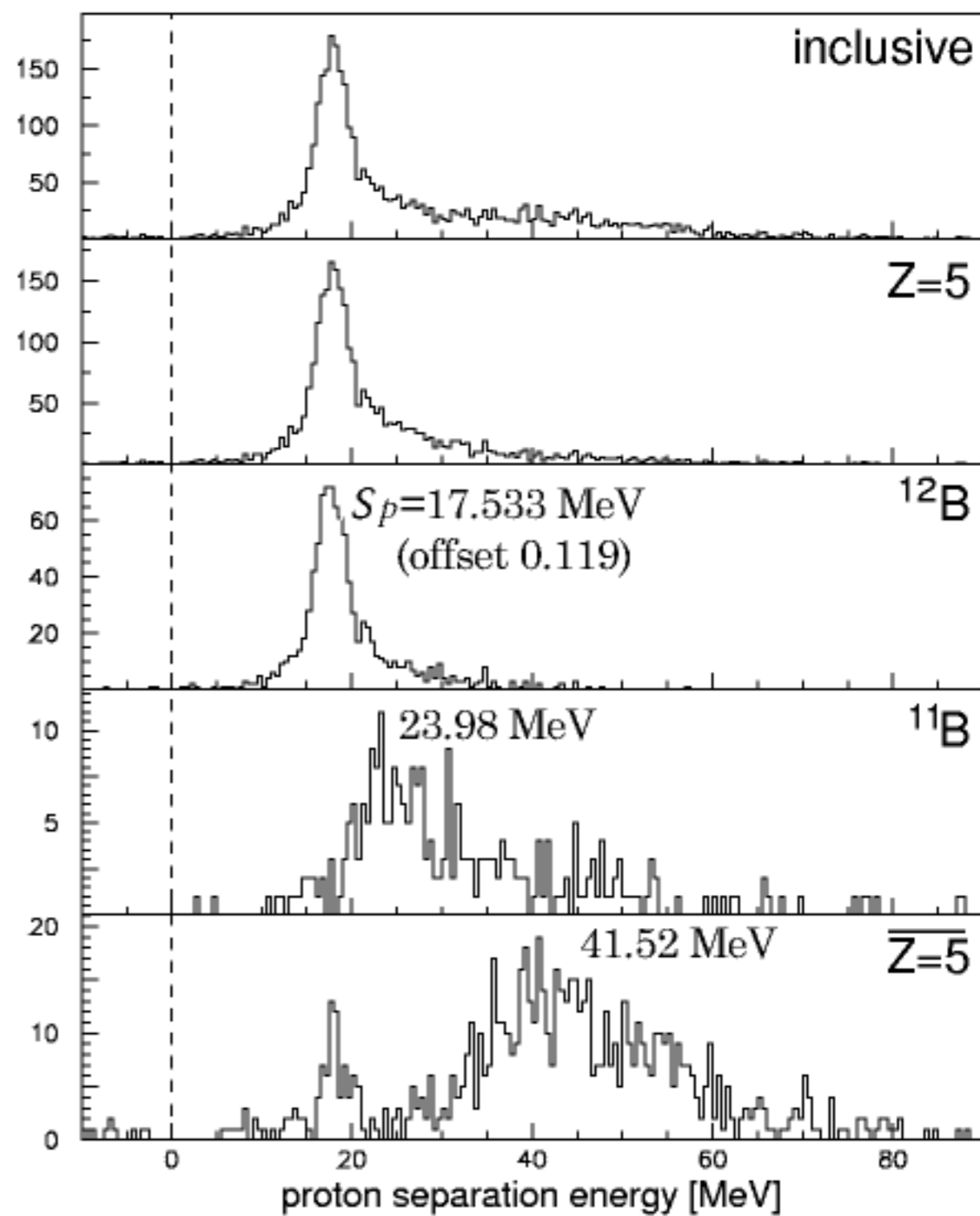
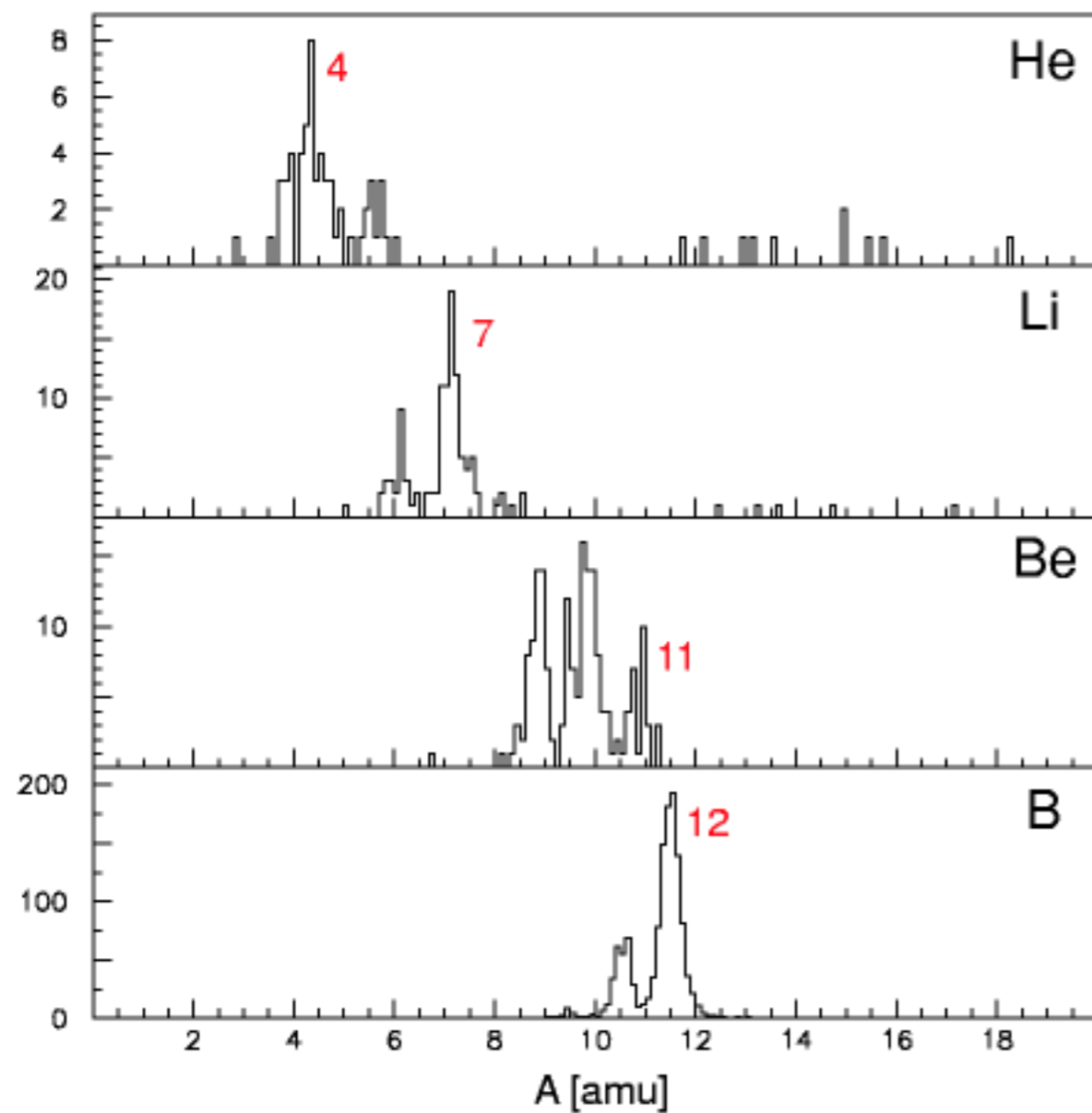
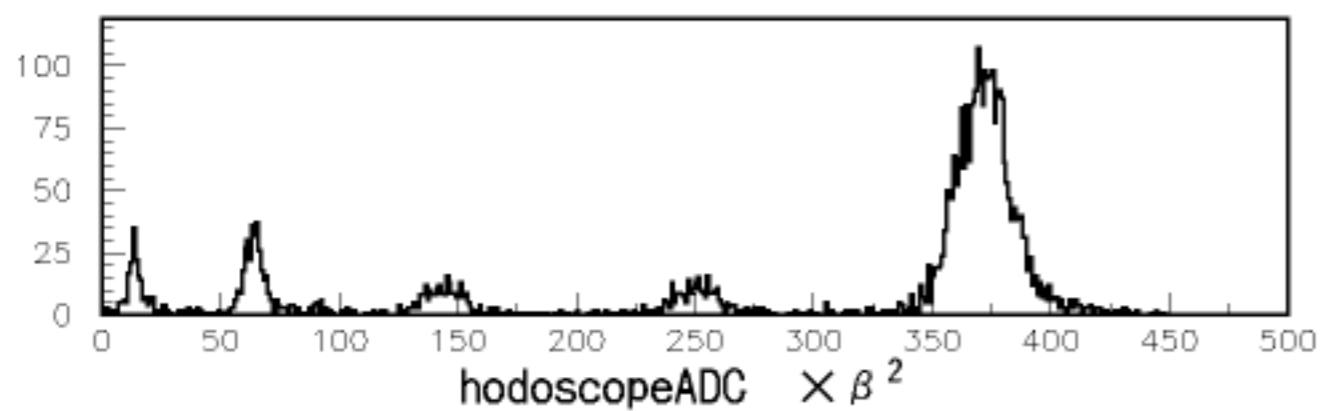
# $p(^{11}\text{C}, 2p)^{10}\text{B}$



# $p(^{12}\text{C}, 2p)^{11}\text{B}$

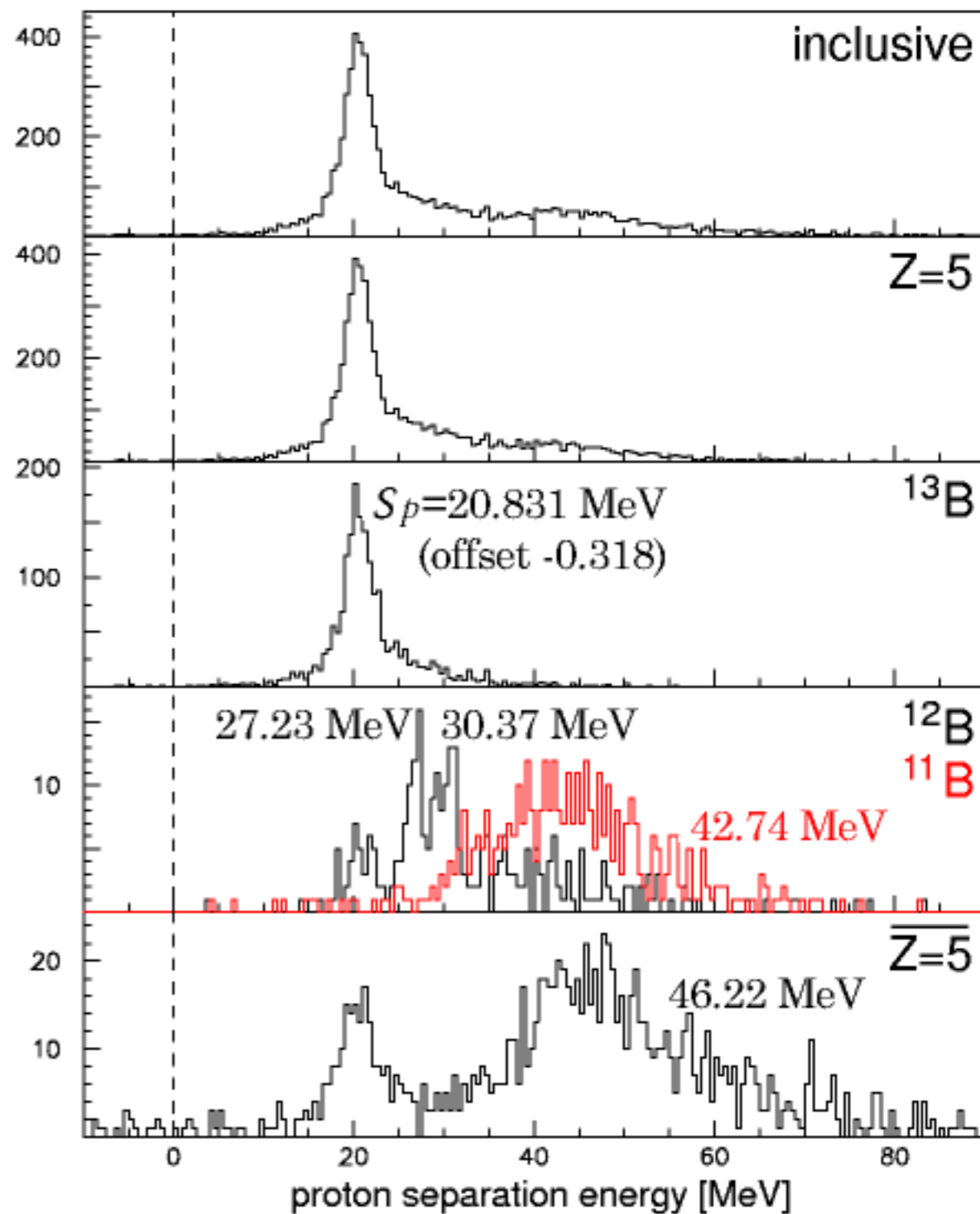
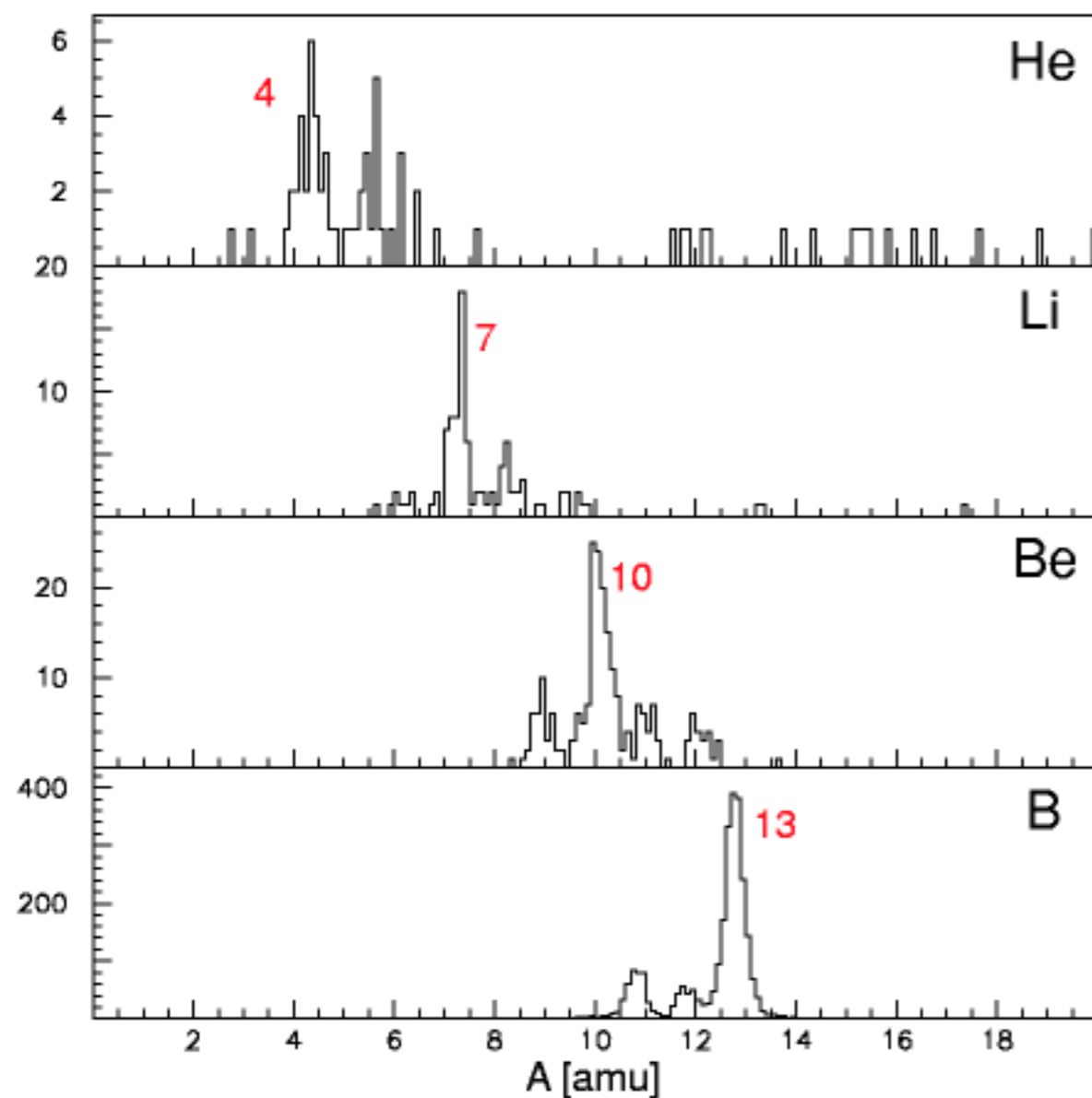
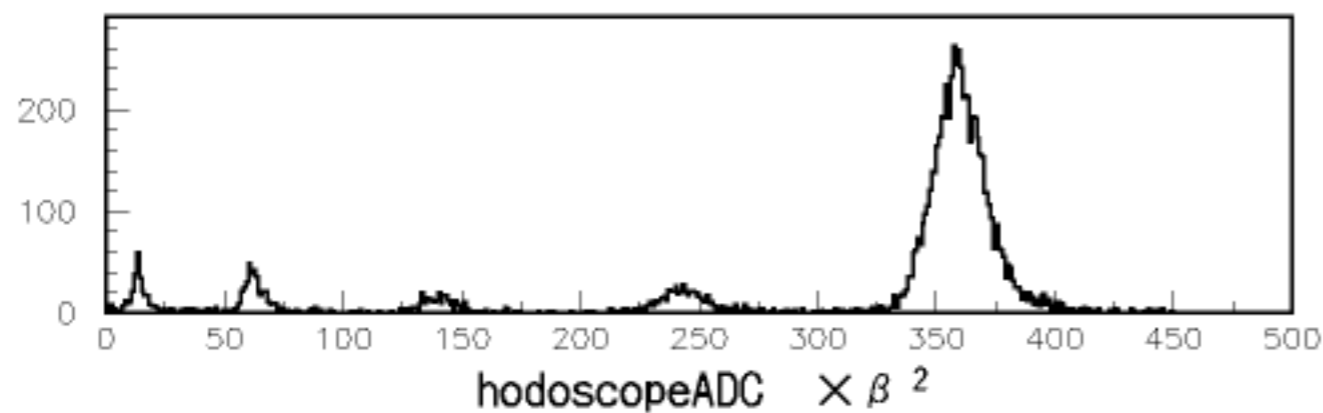


# $p(^{13}\text{C}, 2p)^{12}\text{B}$

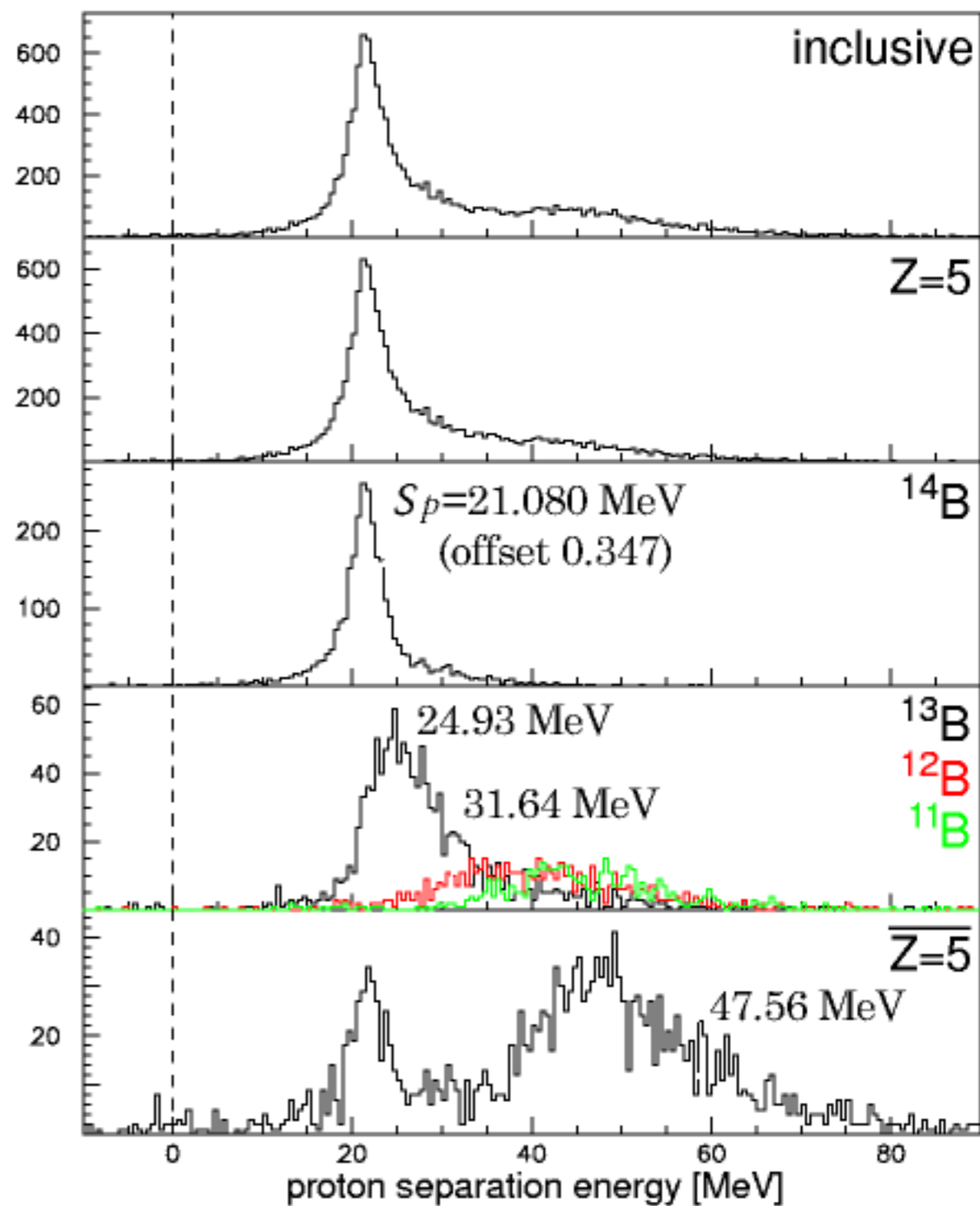
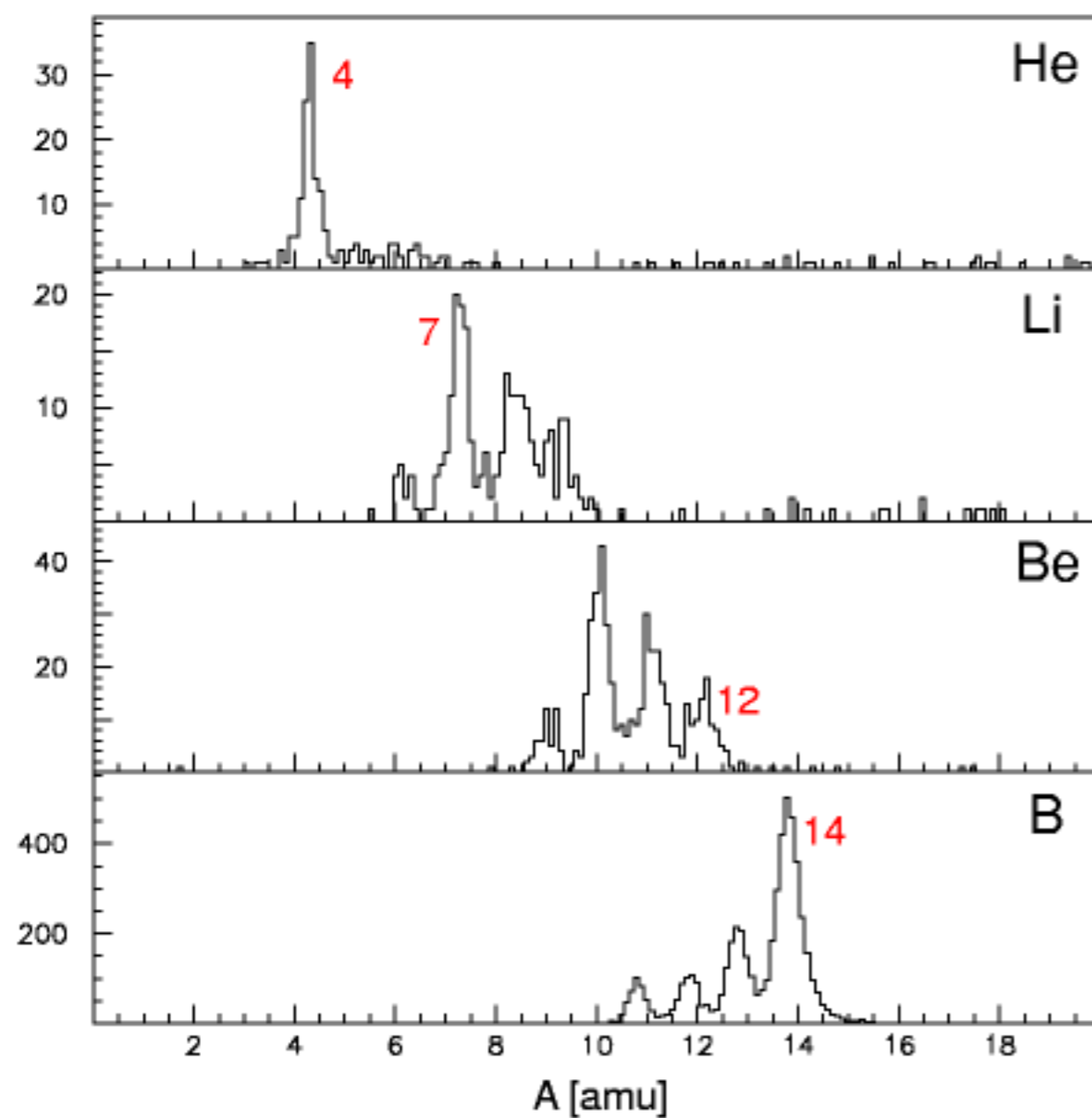
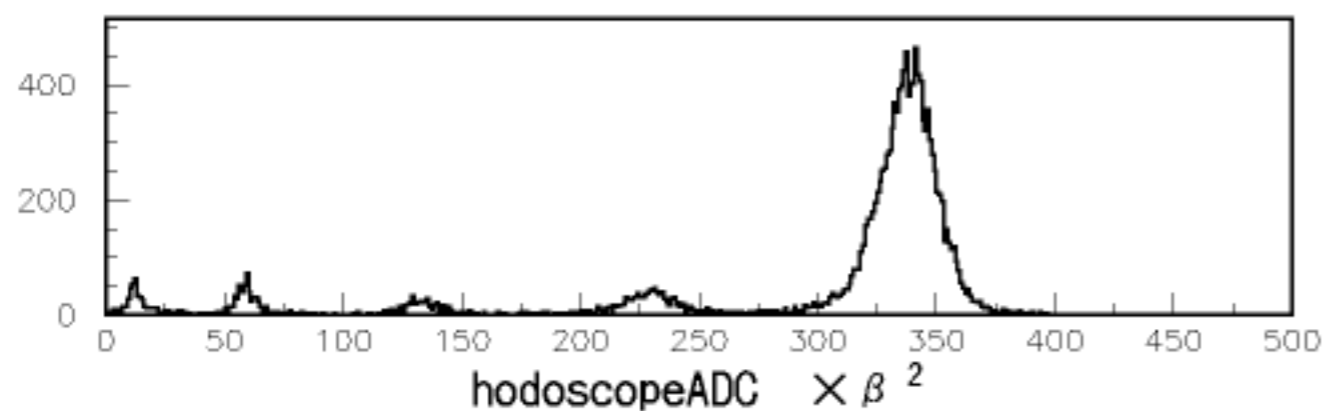




# $p(^{14}\text{C}, 2p)^{13}\text{B}$



# $p(^{15}\text{C}, 2p)^{14}\text{B}$



# $p(^{16}\text{C}, 2p)^{15}\text{B}$

