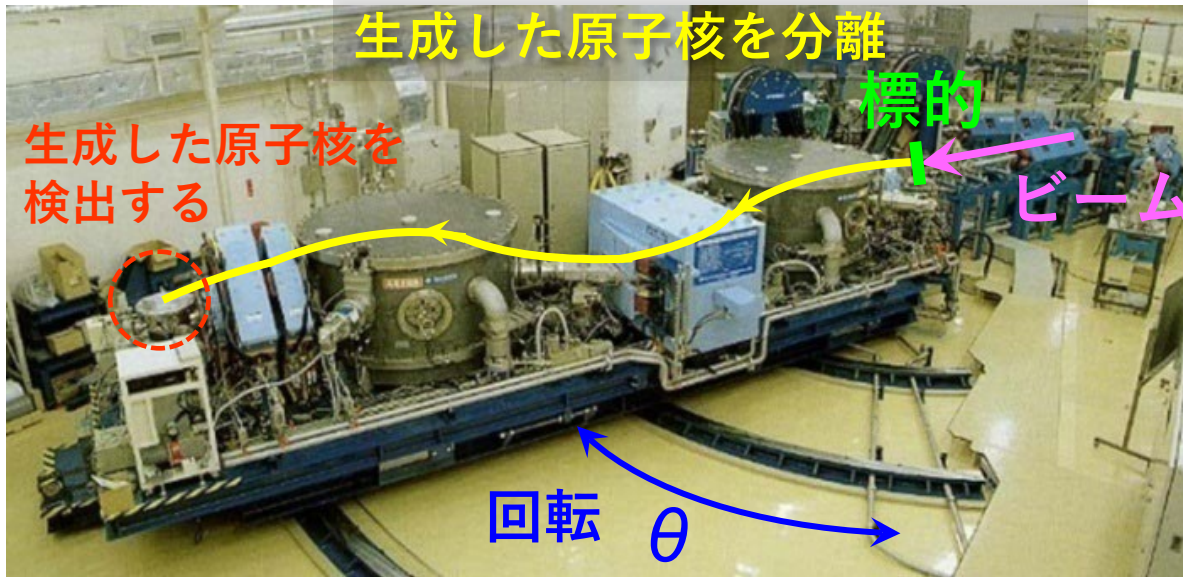


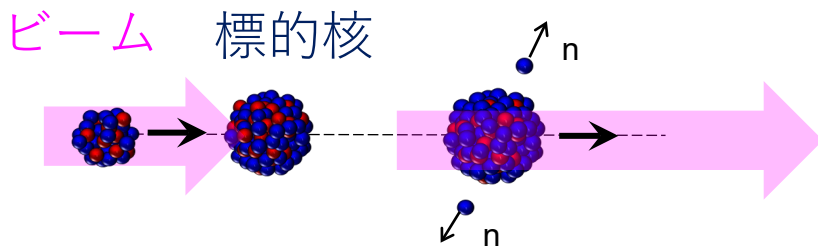
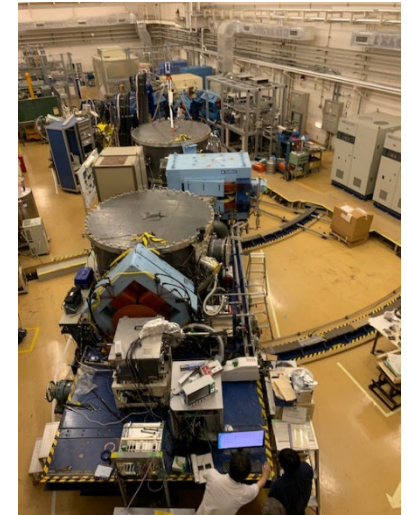
反跳生成核分離装置を用いた実験

日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター
研究フェロー 西尾 勝久

反跳生成核分離装置 (JAEA Recoil Mass Separator)



$\theta = 0^\circ$



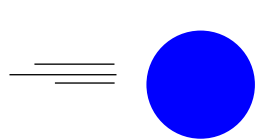
核融合反応で生成された原子核は、反跳を受けてビームと同じ方向に飛び出す（ゼロ度方向にRMSをセット）。

$\theta = 40^\circ$

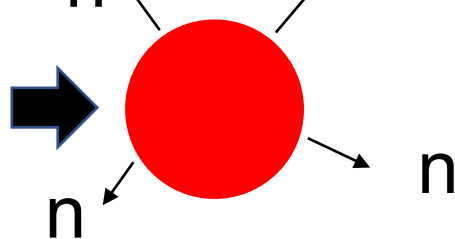
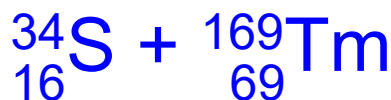


実習で学ぶ反応

タンデムで加速



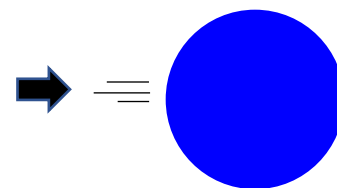
【ビームエネルギー 160MeV】



複合核



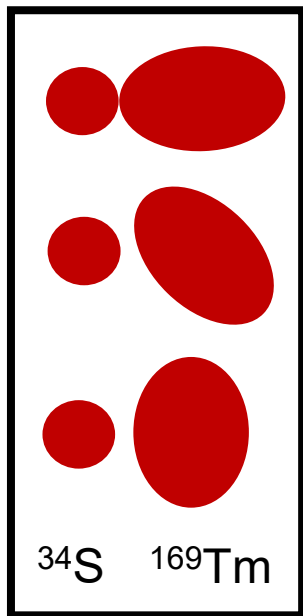
蒸発残留核



複合核

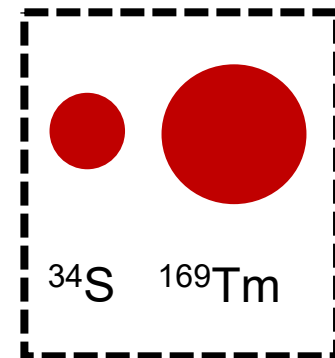
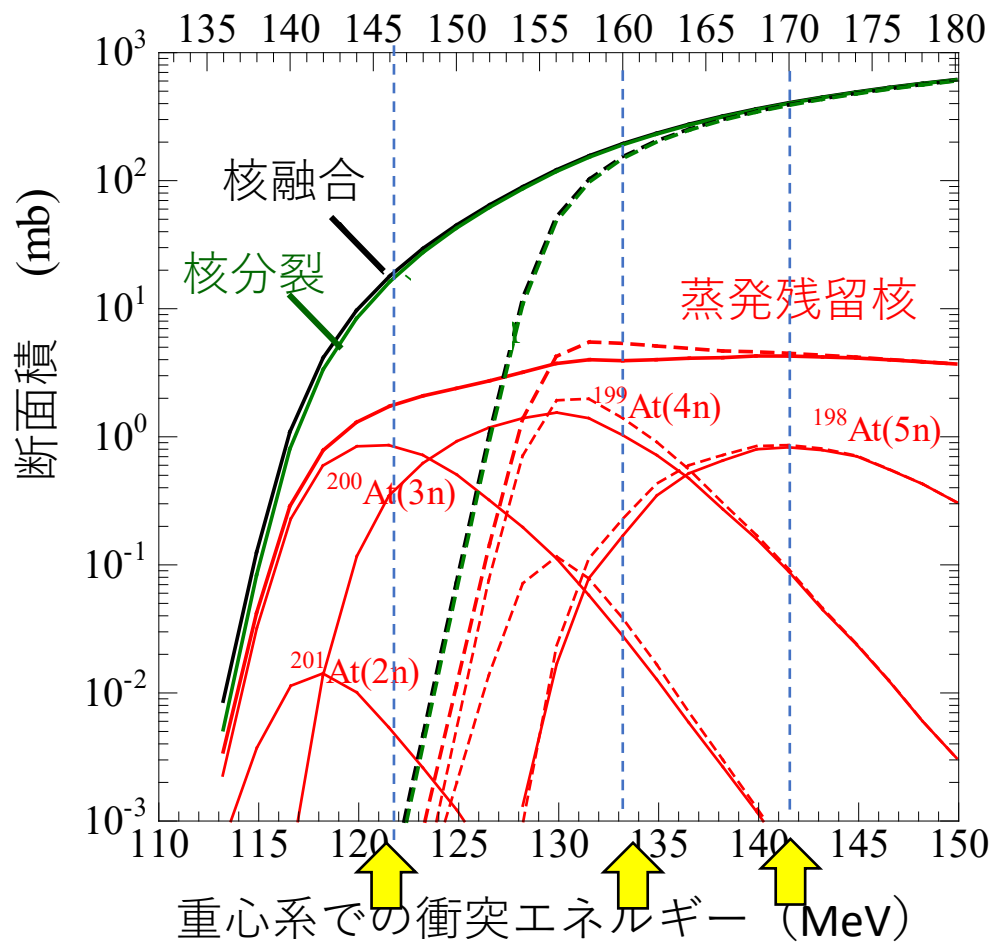
α崩壊

アスタチン蒸発残留核の生成断面積



実線
 (原子核の変形を
 取り入れた計算で、
 正しい描像)

実験室系でのエネルギー (MeV)



破線
 (原子核の変形を
 取り入れない計算)

Velocity Filter (Velocity Selector)

電場でかかる力

$$\vec{F}_E = q \vec{E}$$

磁場でかかる力

$$\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B}$$

磁場を電場と交差するようにかけ、
また力が反対方向に働くようにする。

$$F_E = q E$$

$$F_B = q v B$$

両方の力を釣り合わせて直進させる。 ($F_E = F_B$)

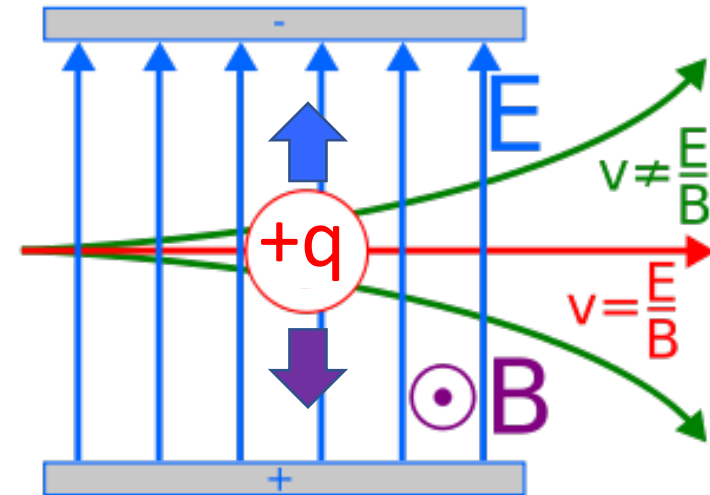
$$\frac{E}{B} = v$$

蒸発残留核(residue)を通す場合と、ビーム(beam)を通す場合は、それぞれ

$$\frac{E_{\text{residue}}}{B_{\text{residue}}} = v_{\text{residue}}$$

$$\frac{E_{\text{beam}}}{B_{\text{beam}}} = v_{\text{beam}}$$

$v_{\text{residue}} \neq v_{\text{beam}}$ なので両者は分離できる。



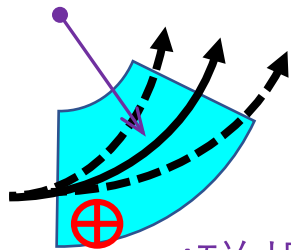
$$v_{\text{residue}} (^{199}\text{At}) = 0.50 \text{ cm/ns}$$

$$v_{\text{beam}} (^{34}\text{S}) = 3.01 \text{ cm/ns}$$

イオンの磁場 B と電場 E での曲がりにくさ ($B\rho$ と $E\rho$)

$B\rho$ と $E\rho$ はイオン（質量数 A , 運動エネルギー ε , 電荷 $+q$ ）固有の値であり、それぞれ磁場と電場の中での曲がりにくさを表す。

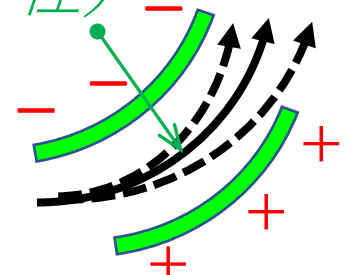
P (曲率半径)



$$B\rho \propto \frac{\sqrt{A \cdot \varepsilon}}{q}$$

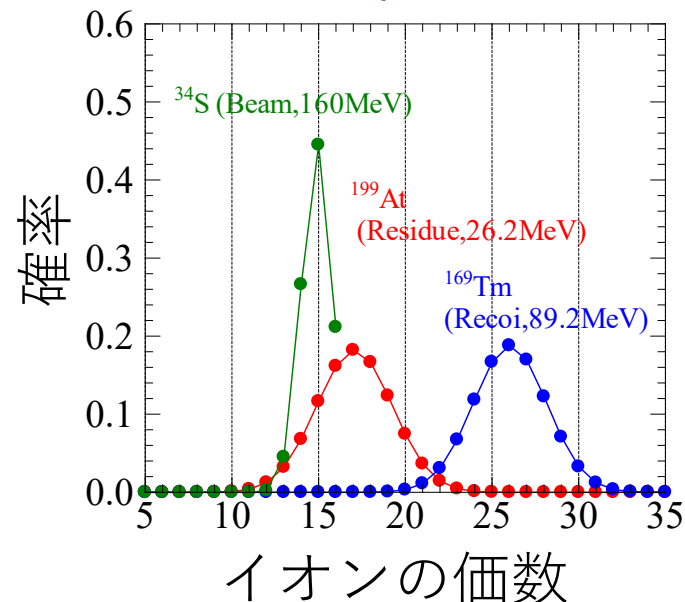
B (磁場の強さ)

ρ (曲率半径)



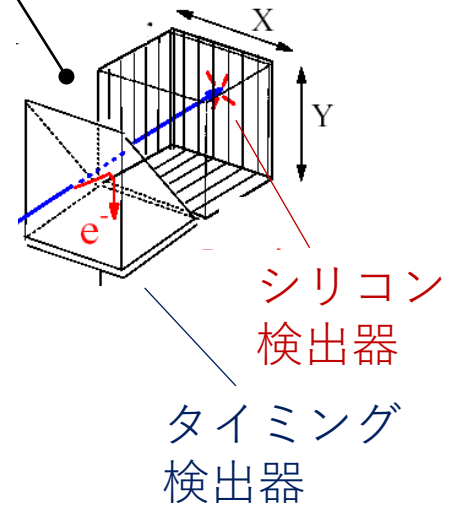
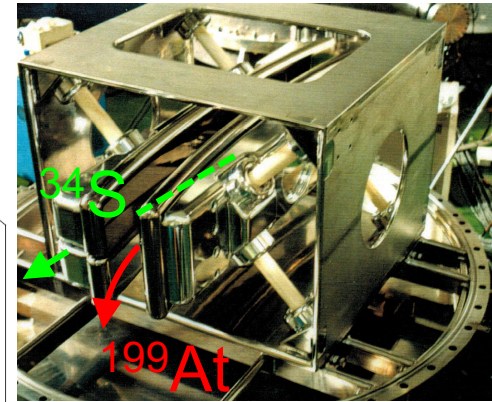
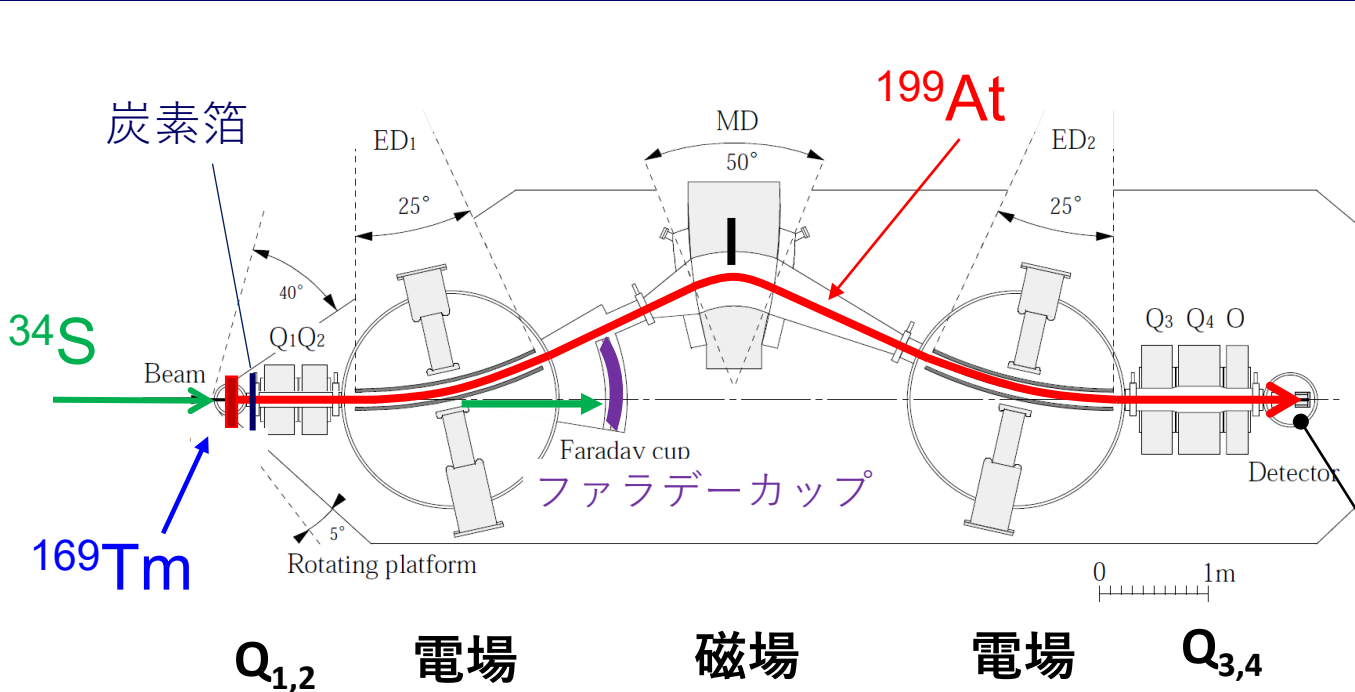
$$E\rho \propto \frac{2\varepsilon}{q}$$

E (電場の強さ)



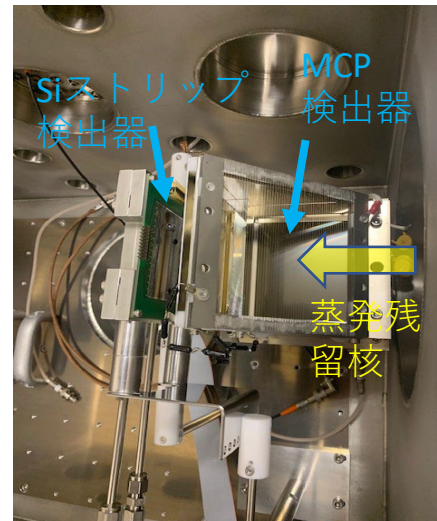
	$B\rho$ (Tm)	$E\rho$ (MV)	$E\rho/B\rho$ (任意)
S-34 (15^+ , 160MeV)	0.7088	21.33	30.09
At-199 (17^+ , 26.2MeV)	0.6110	3.08	5.04
Tm-169 (26^+ , 89.2MeV)	0.6800	6.86	10.09

反跳生成核分離装置 (JAEA-RMS)

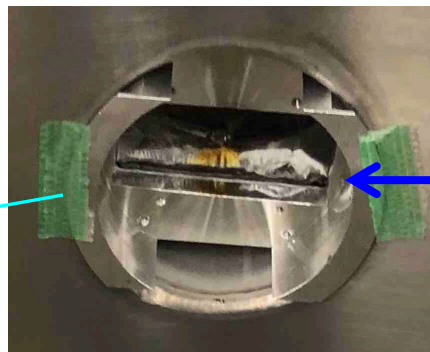
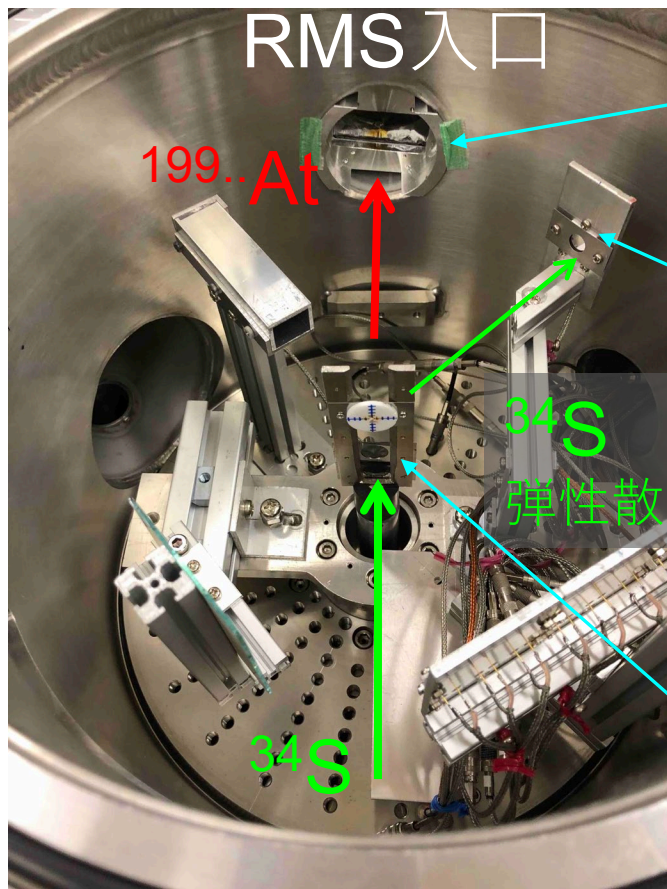


運動エネルギーのアクセプタンス
= 設定値の ± 1.2 %

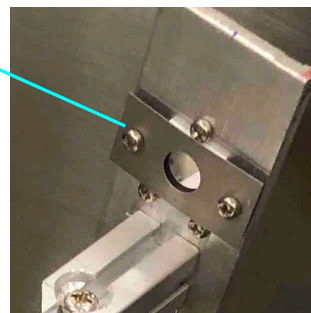
質量数のアクセプタンス
= 設定値の ± 4 %



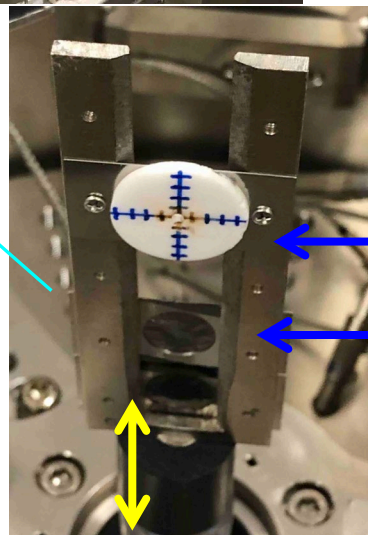
標的散乱槽 (^{169}Tm 薄膜標的など)



電荷リセット
フォイル (炭素の膜)
電荷分布を平衡にする



弾性散乱を測る
シリコン検出器
蒸発残留核断面積を
決めるのに必要

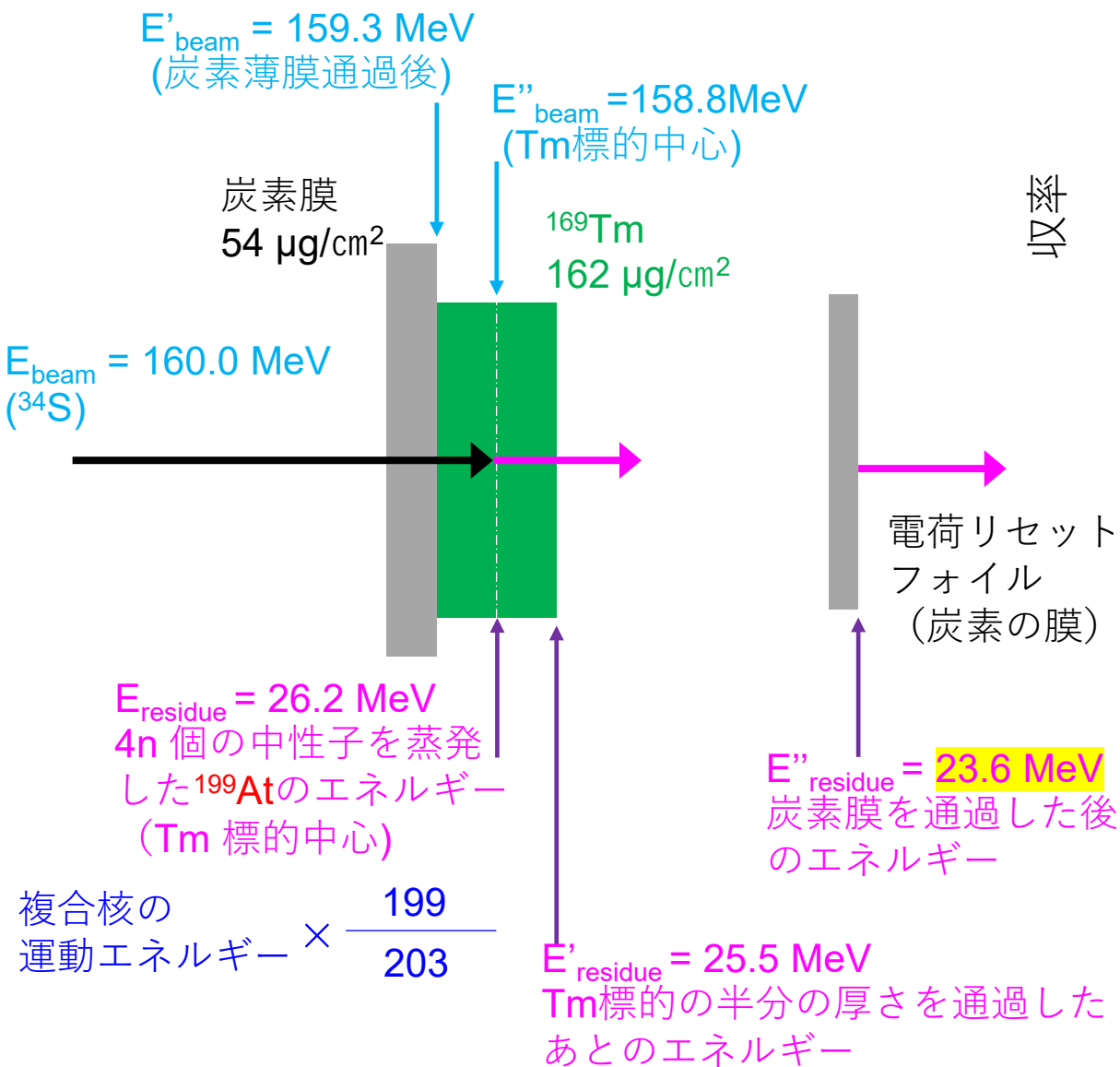


ビームを光らせる

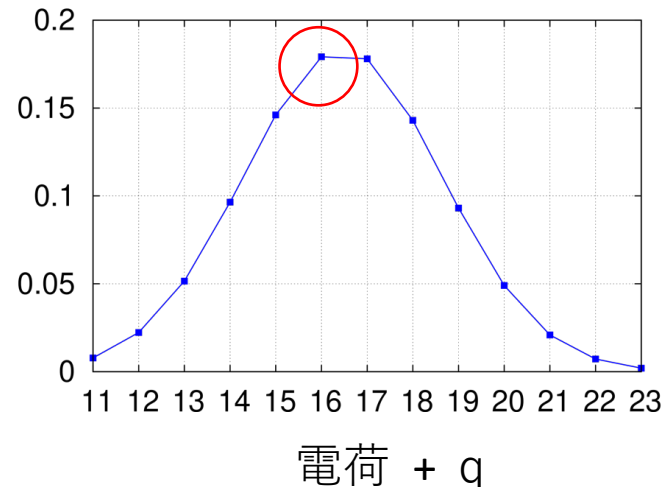
^{169}Tm 薄膜標的

RMSの電場・磁場のセッティング

蒸発残留核の質量数 A, 運動エネルギー E, 電荷+q を決める



^{199}At (23.6012 MeV) Shima Calculation

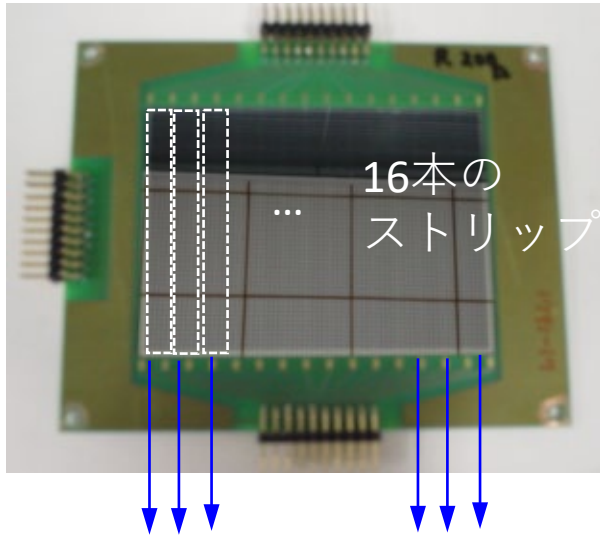


$$B\rho \propto \frac{\sqrt{A \cdot E}}{q}$$

$$E\rho \propto \frac{2E}{q}$$

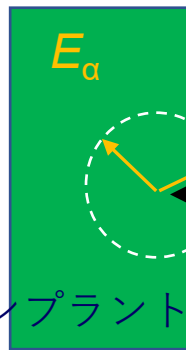
α崩壊を観測する検出器

シリコン (Si) ストリップ検出器



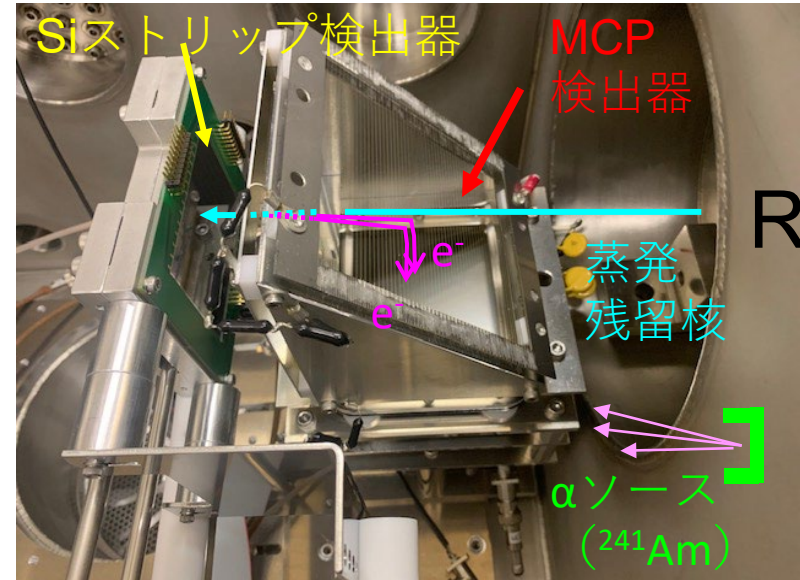
16本のストリップからそれぞれ信号を出す。

Si断面図



③ α崩壊の観測
(寿命 τ ののち)
~60%が全エネルギー吸収

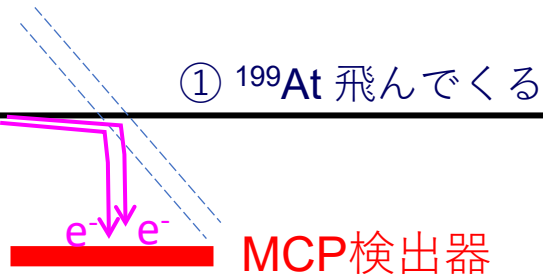
②インプラント



RMS

薄膜
0.5 μm マイラー箔
金50 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ を蒸着

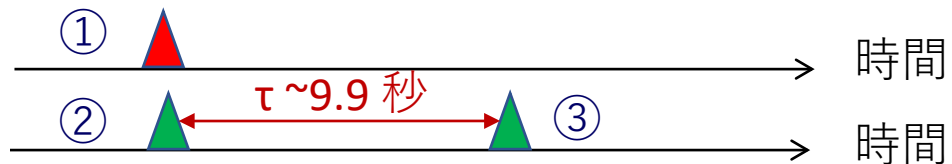
① ^{199}At 飛んでくる



MCP検出器

MCP検出器

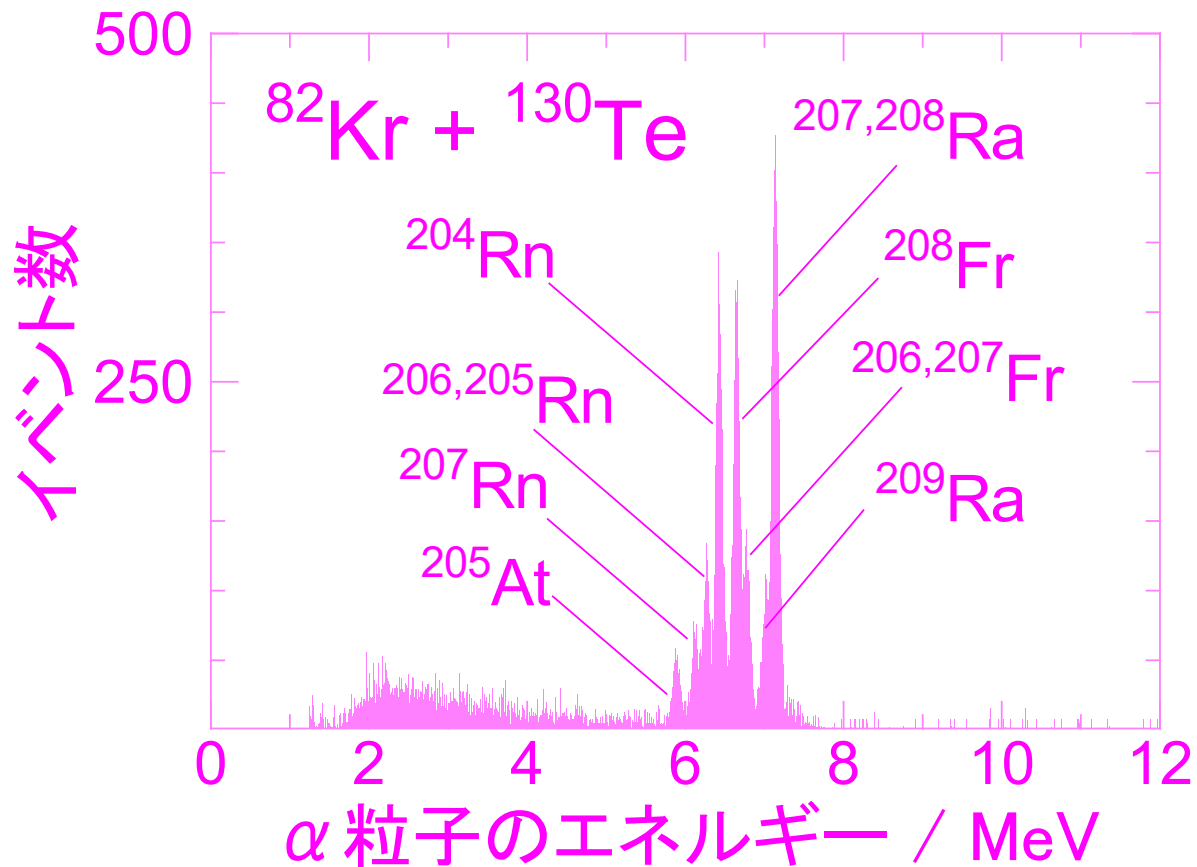
Siストリップ検出器



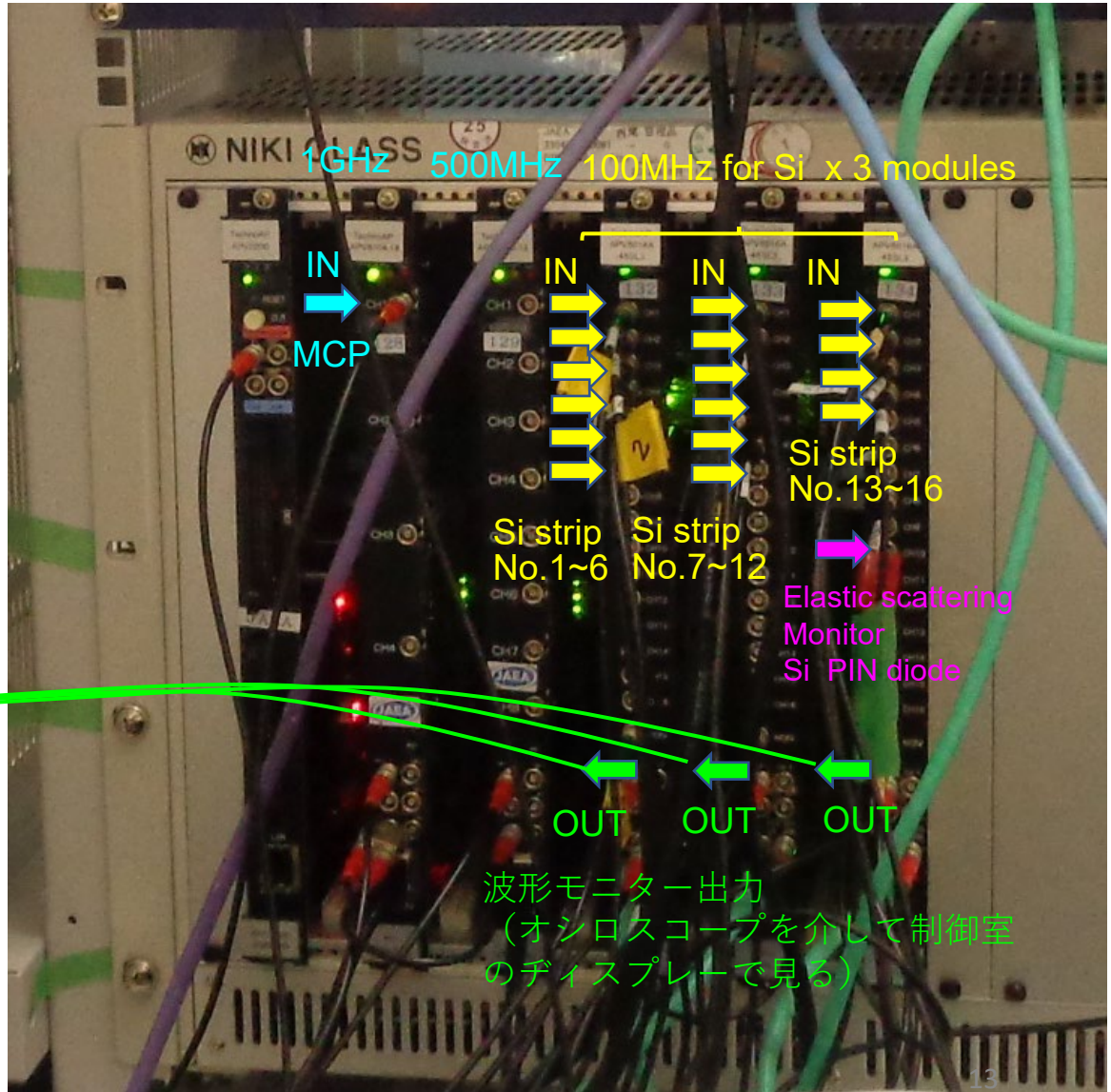
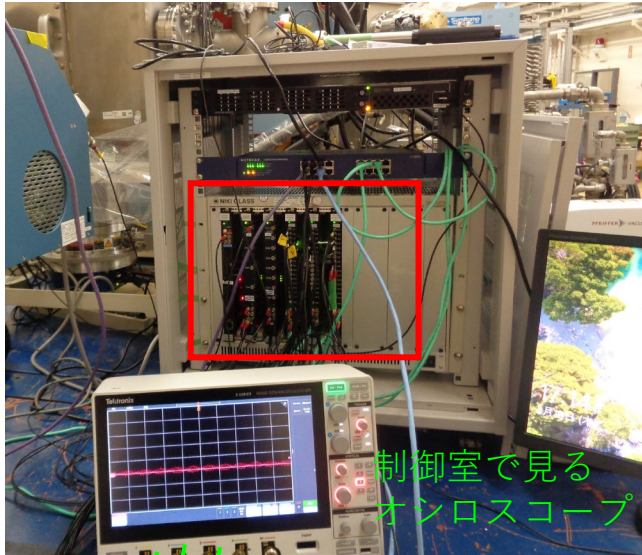
時間

時間

α 線のエネルギースペクトル (測定例)



デジタルデータ処理



蒸発過程で陽子が出ることがある

