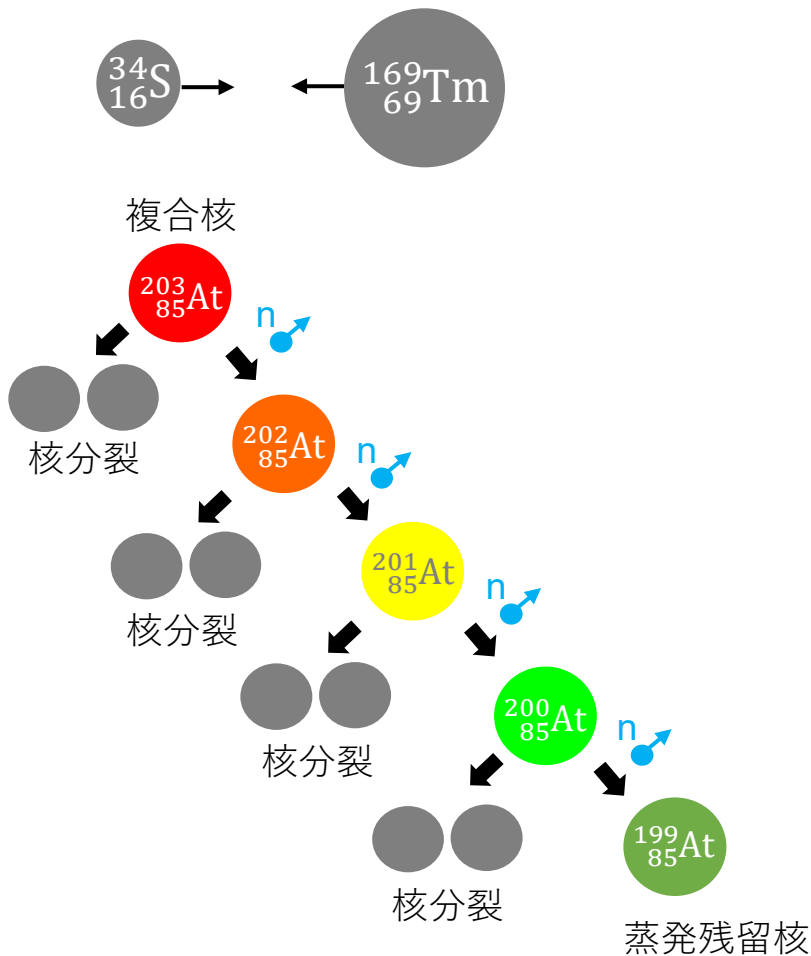
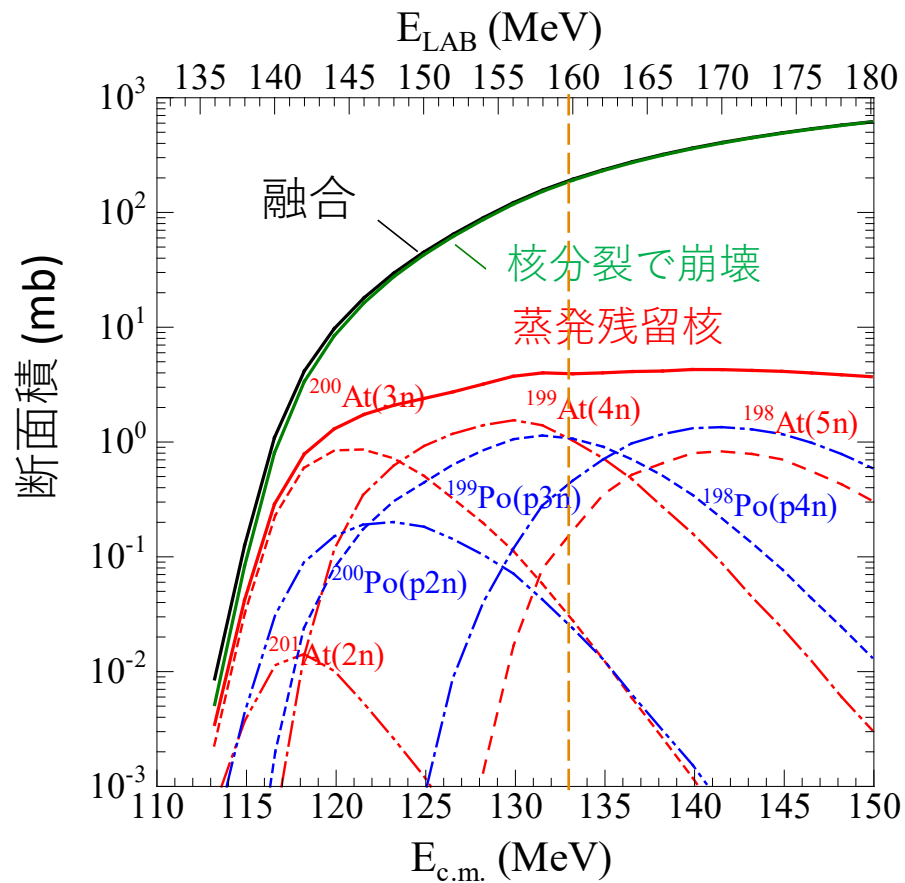


蒸発残留核断面積の導出

核融合につづく蒸発過程で生成される原子核



複合核のうち数%程度が蒸発残留核として生き残る



^{34}S ビーム = 10 pA

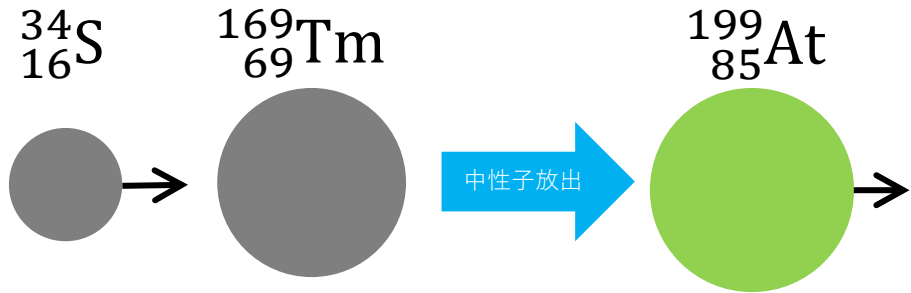
断面積 = 1.0 mb

標的厚 = 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

RMS 輸送効率 = 10%

→ 1 時間で 800 イベント

断面積・・・反応の起こりやすさ

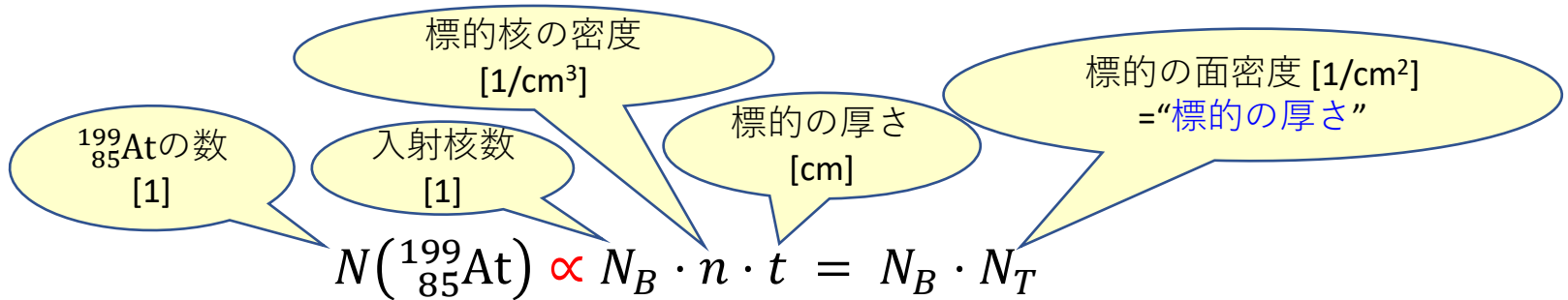


原子核ビーム ${}^{34}\text{S}$ を標的核 ${}^{169}\text{Tm}$ に当て、生成される残留核 ${}^{199}\text{At}$ の数は、

当てるビーム核 ${}^{34}\text{S}$ の個数

当てられる標的核 ${}^{169}\text{Tm}$ の個数

に比例する。



$$N({}^{199}_{85}\text{At}) = \sigma \cdot N_B \cdot N_T$$

比例定数を σ とおく。

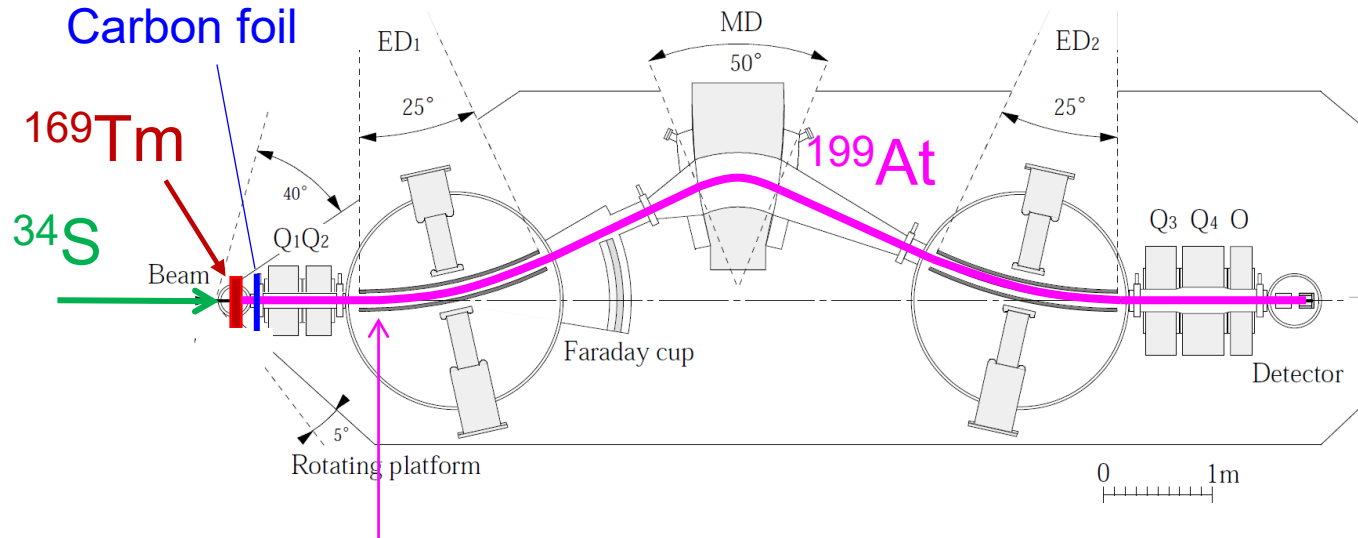
$$\frac{N({}^{199}_{85}\text{At}) [1]}{N_B [1] \cdot N_T [1/\text{cm}^2]} = \sigma [\text{cm}^2]$$

σ は面積の次元。
反応に固有の値。

(*) $1[\text{cm}^2]$ は単位として大きすぎるので
 $10^{-28}[\text{m}^2] = 1[\text{b}]$ (b:barn、バーン)を使う。

^{199}At の数 $N(^{199}_{85}\text{At})$ を数える (1/2)

$$\sigma = \frac{N(^{199}_{85}\text{At})}{N_B \cdot N_T}$$



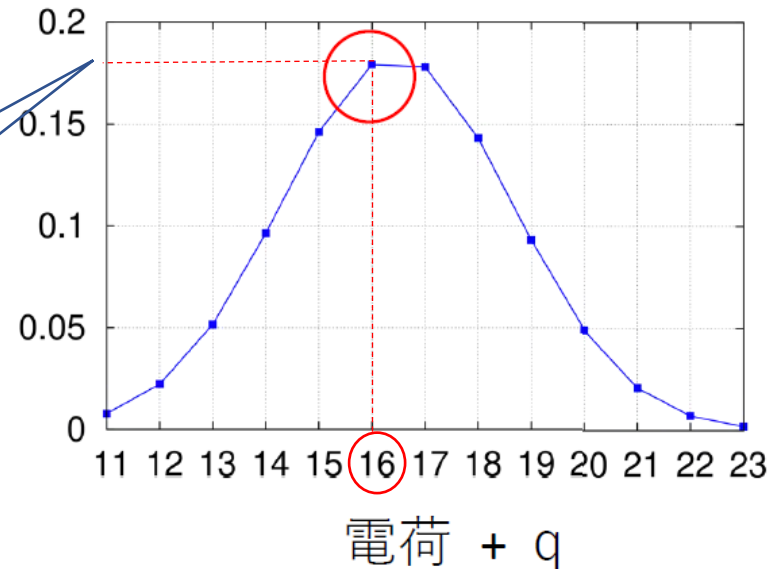
$^{199}\text{At}^{q+}$ (charge state q の軌道)

$q=16$ がRMSを通過するように設定した場合、 $q=15,17$ などは末端の検出器まで届かない。

$q=16$ の ^{199}At 割合は**18%**

収率

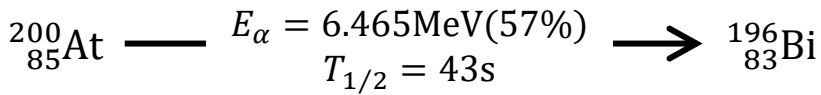
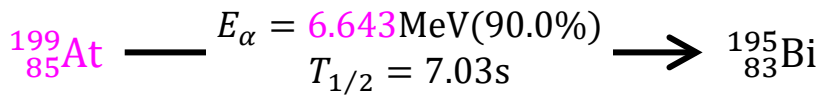
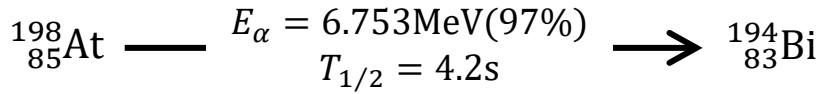
^{199}At (23.6012 MeV) Shima Calculation



生成した ^{199}At の18%が末端の検出器に届く

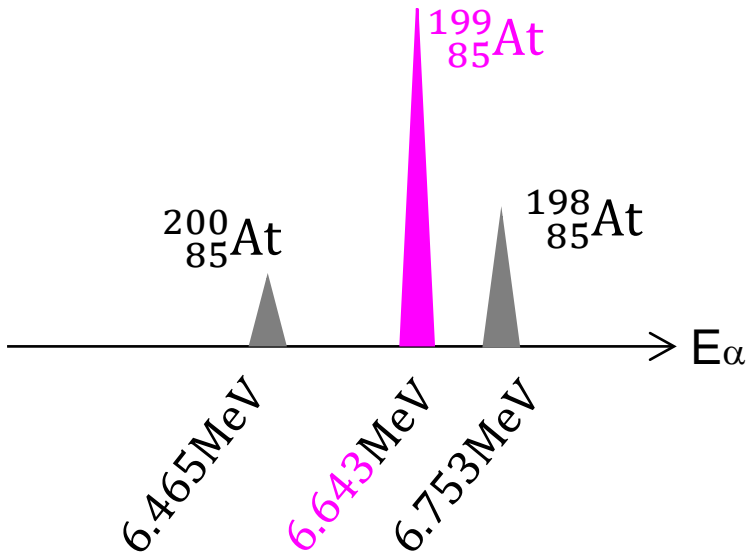
^{199}At の数 $N(^{199}_{85}\text{At})$ を数える (2/2)

$$\sigma = \frac{N(^{199}_{85}\text{At})}{N_B \cdot N_T}$$



	charge state		
	16	17	18
^{198}At	12.38	11.65	11.00
^{199}At	12.44	11.71	11.06
^{200}At	12.50	11.76	11.11

m/qに差がない=軌道が近い
 →検出器に届くのは ^{199}At だけではない



^{199}At は90%の確率で6.643MeVの α 線を放出する。
 検出器で測定したスペクトルからの数を数える。

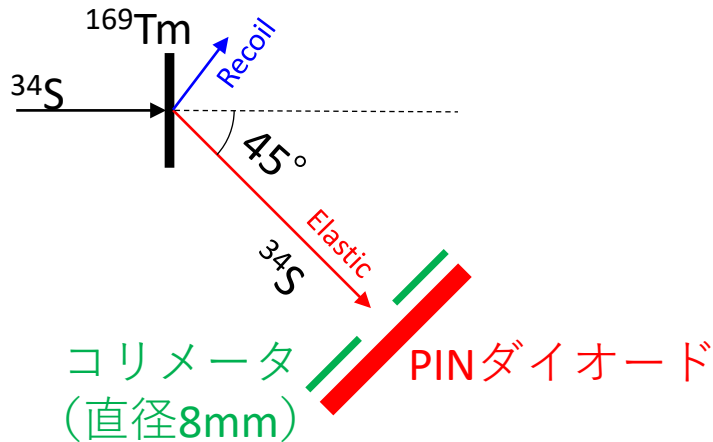
$$N(6.643\text{MeV}) = N(^{199}_{85}\text{At}) \times 0.18 \times 0.90$$

検出器に届く確率

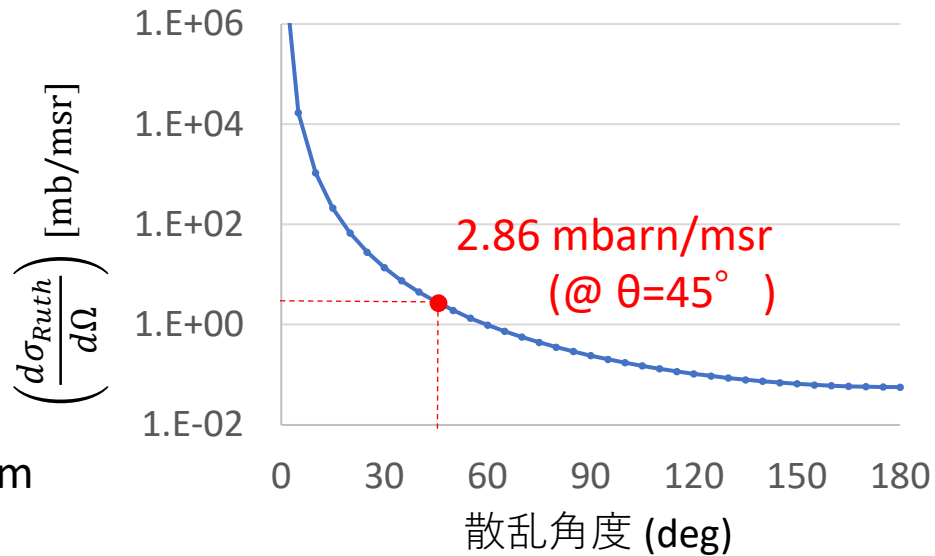
6.643MeVの α 線を放出する確率

(入射ビーム数 N_B)×(標的数 N_T)を数える

$$\sigma = \frac{N(^{199}_{85}\text{At})}{N_B \cdot N_T}$$



距離120mm、直径8mm
→ $\Delta\Omega = 3.49$ msr



$$N_{ela} = \left(\frac{d\sigma_{Ruth}}{d\Omega} \right) \cdot \Delta\Omega \cdot N_B \cdot N_T$$

$$\frac{1}{N_B \cdot N_T} = \left(\frac{d\sigma_{Ruth}}{d\Omega} \right) \frac{\Delta\Omega}{N_{ela}} = \frac{9.98}{N_{ela}} \text{ [mbarn]}$$

変数 N_B と N_T を消せる。
ビームをどれだけ当てたかを
直接知らなくても良い！
照射による N_T の変動を知らなくても良い！
さらには、これらの誤差は結果に反映されない！

$$\sigma = \frac{N(^{199}_{85}\text{At})}{N_B \cdot N_T} = \left(\frac{d\sigma_{Ruth}}{d\Omega} \right) \frac{\Delta\Omega \cdot N(^{199}_{85}\text{At})}{N_{ela}} = \frac{9.98}{0.18 \times 0.90} \frac{N(6.643\text{MeV})}{N_{ela}} \text{ [mbarn]}$$

(*) Si検出器で測定した6.643MeVのピーク、PINダイオードで測定した弾性散乱ピークの計数を数えるだけで断面積を導出できる。