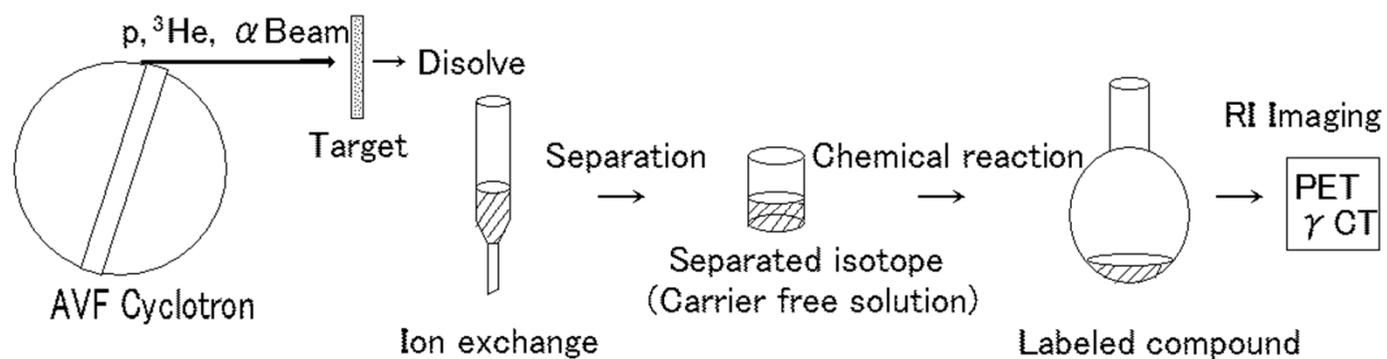


目的: 核医学用 ^{99m}Tc の供給

- ^{99}Mo - ^{99m}Tc ジェネレーターの製造
- Spallation neutron(High energy及びThermal neutron)の利用
- 安価なNatural Molybdenumの利用
- $^{100}\text{Mo}(n,2n)^{99}\text{Mo}$, $^{98}\text{Mo}(n,\gamma)^{99}\text{Mo}$ 反応
- ターゲットの化学形と ^{99m}Tc の分離方法



核医学イメージング用RIの製造、薬剤調整



PET装置

Table 1. Produced radionuclide and related data

| Nuclide | Half life | Nuclear reaction | Q value(MeV) | Decay mode | Majour gamma(keV) |
|-------------------|-----------|--|------------------|-------------------------------------|---|
| ⁵² Mn | 5.59 d | ⁵⁰ Cr(α ,pn) ⁵² Mn | -12.95 | EC(70.3%) β ⁺ (29.7%) | 1434(98.3%) 511(β ⁺) |
| ⁵² Fe | 8.275 h | ⁵² Cr(³ He,3n) ⁵² Fe ⁵⁰ Cr(α ,2n) ⁵² Fe | -16.37 -15.64 | EC(44.5%) β ⁺ (55.5%) | 168.7(99.2%) 511(β ⁺) |
| ⁶¹ Cu | 3.33 h | ⁵⁸ Ni(α ,p) ⁶¹ Cu | -3.1 | EC(38.6%) β ⁺ (61.4%) | 283(12.2%),656(10.8%) 511(β ⁺) |
| ⁶² Zn | 9.26 h | ⁶³ Cu(p,2n) ⁶² Zn ⁶⁰ Ni(α ,2n) ⁶² Zn | -13.26 -16.77 | EC(91.6%) β ⁺ (8.4%) | 507.6(14.6%),548.4(15.2%) 596.7(25.7%) 511(β ⁺) |
| ⁶⁵ Zn | 244.1 d | ⁶⁵ Cu(p,n) ⁶⁵ Zn | -2.13 | EC(98.6%) β ⁺ (1.4%) | 1115.5(50.8%) 511(β ⁺) |
| ¹²⁴ I | 4.18 d | ¹²⁴ Te(p,n) ¹²⁴ I | -3.94 | EC(75%) β ⁺ (25%) | 602.7(61.0%),1691.0(10.4%) 511(β ⁺) |
| ²¹⁰ At | 8.1 h | ²⁰⁹ Bi(α ,3n) ²¹⁰ At | -28.08 | EC(99.8%) α (0.2%) | 245.3(79%),1181.4(99.3%) 511(β ⁺) |
| ²¹¹ At | 7.21 h | ²⁰⁹ Bi(α ,2n) ²¹¹ At | -20.33 | EC(58.3%) α (41.7%) | 687(0.24%) 511(β ⁺) |

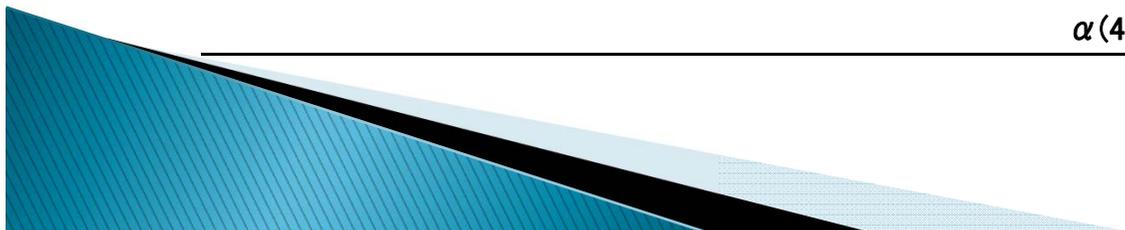


Fig. 1 Target form

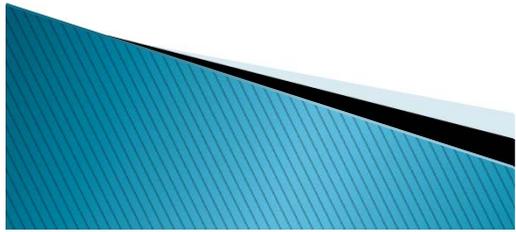
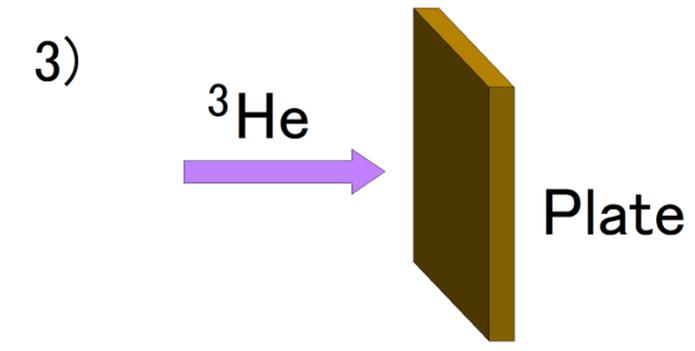
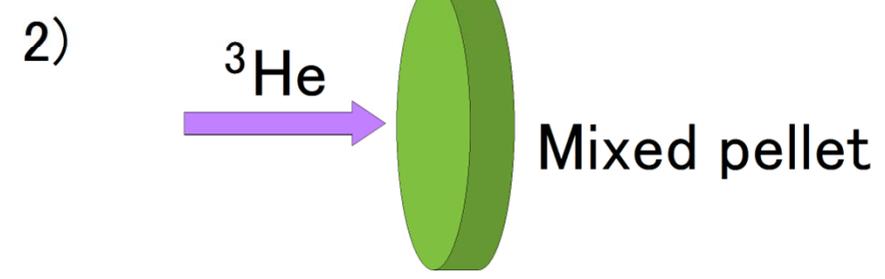
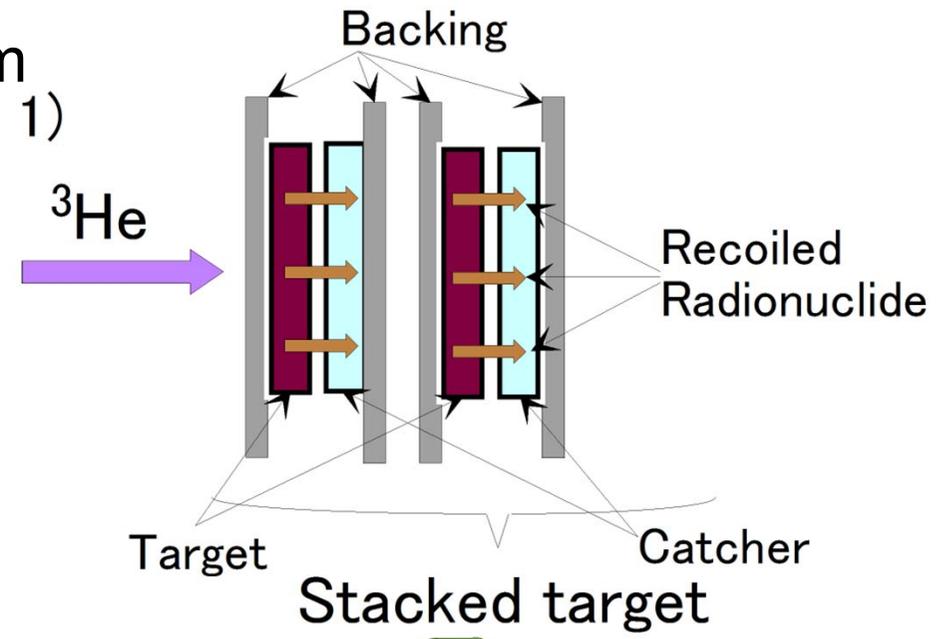


Fig.3 Photograph of the irradiation system

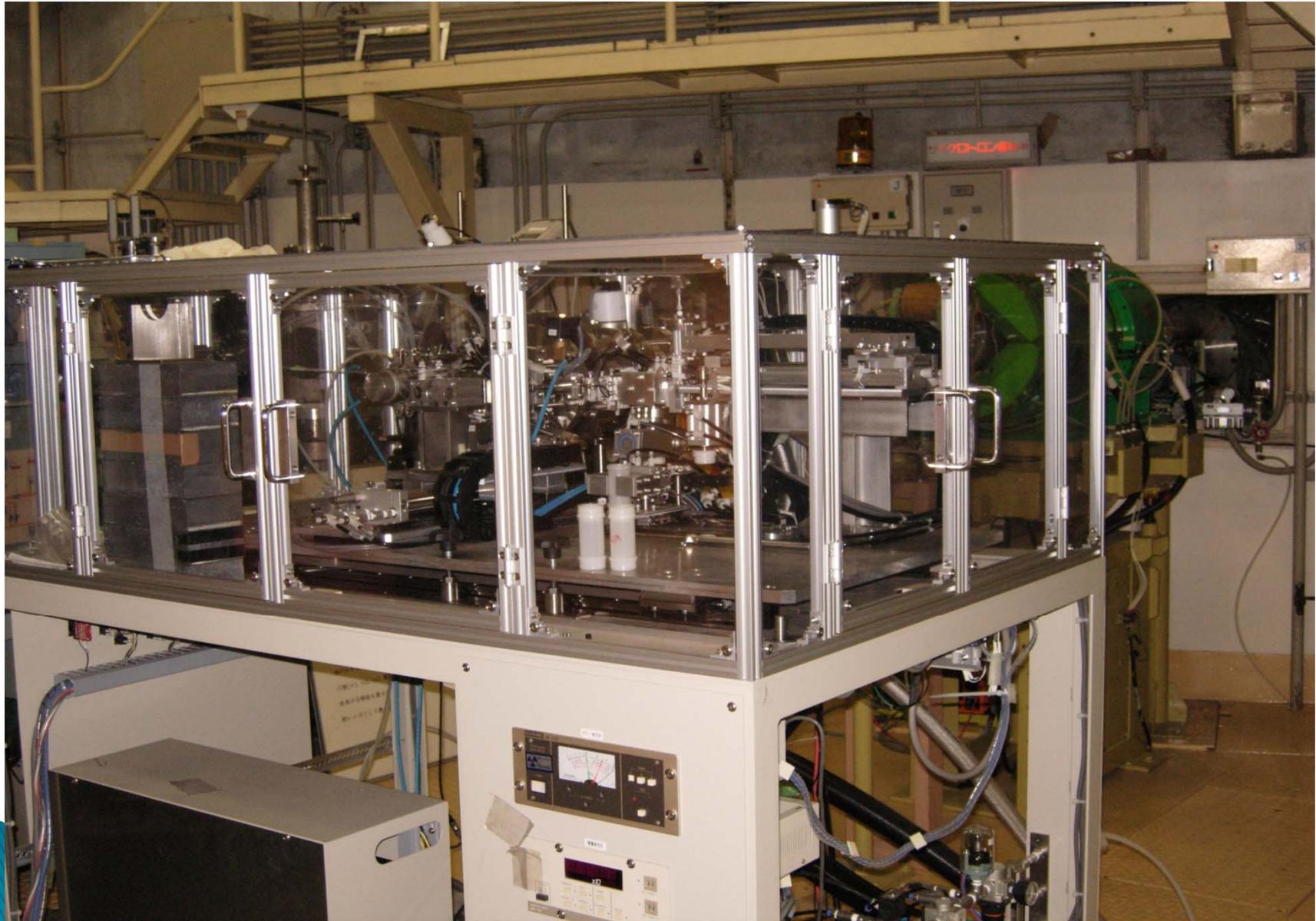
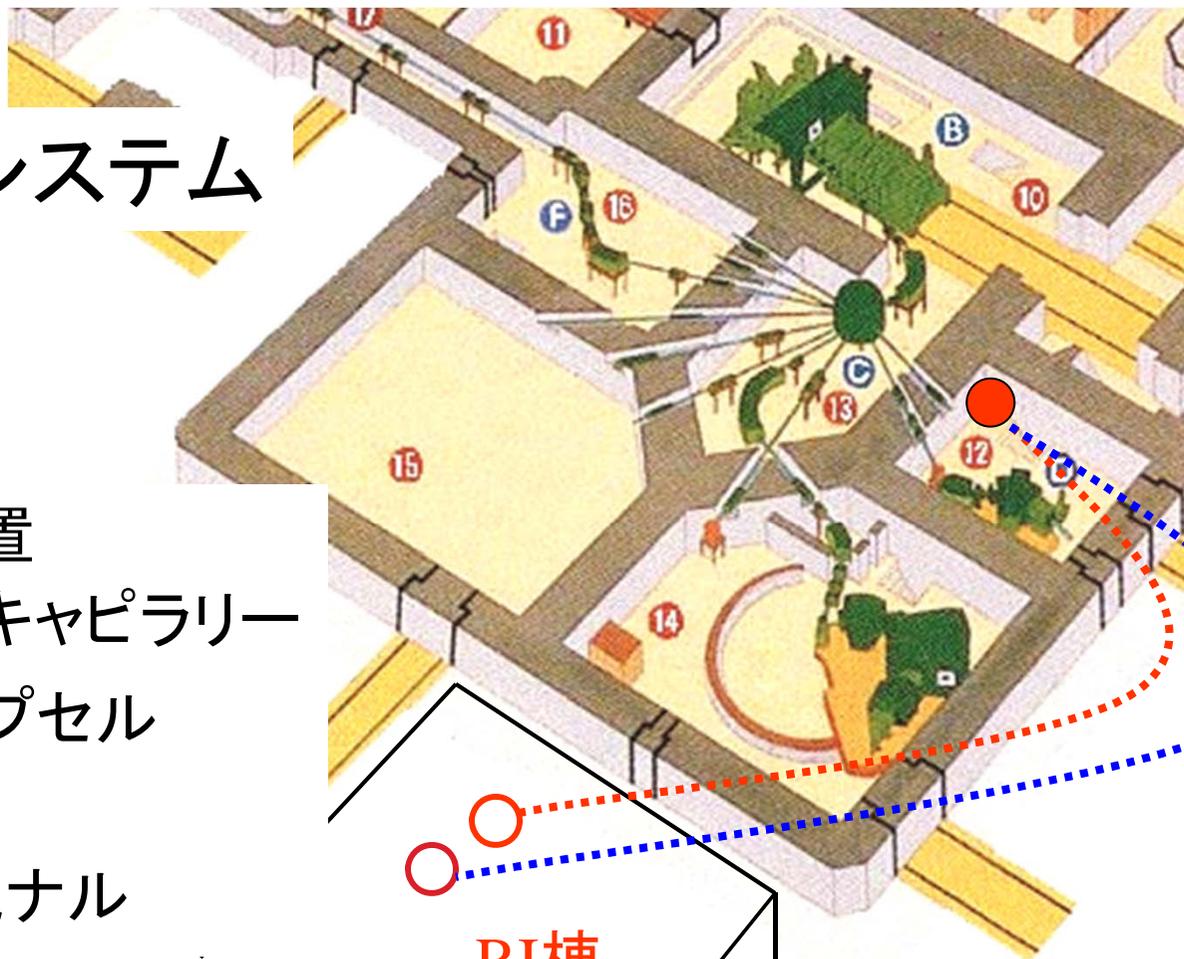


図2. RI製造システム



- K-コース照射装置
- 搬送パイプ、----キャピラリー
- 圧気輸送管のカプセル受取装置
- ガスジェットターミナル

RI棟

RI棟 (化学用2室):
非密封RI取り扱いのための設備

^{99m}Tc または $^{99}\text{Mo}-^{99m}\text{Tc}$ の入手方法

1) 核分裂生成物より分離 (carrier-free の $^{99}\text{Mo}-^{99m}\text{Tc}$ ジェネレーター)

- ①高濃縮 ^{235}U を用いた原子炉
- ②低濃縮 ^{235}U を用いた原子炉
- ③加速器ビーム(p、e、 γ)を用いた核分裂反応

2) 加速ビームを用いた核反応による製造

- ①核医学用陽子サイクロトロンを利用した $^{100}\text{Mo}(p,2n)^{99m}\text{Tc}$ あるいは $^{100}\text{Mo}(p,pn)^{99}\text{Mo}$ 反応で製造
- ②エネルギーが10MeV以上の速中性子を用いた $^{100}\text{Mo}(n,2n)^{99}\text{Mo}$ 反応で製造
 - ・低エネルギー加速器での核反応による中性子利用
 - ・100MeVを超える陽子反応によるSpallation neutronの利用



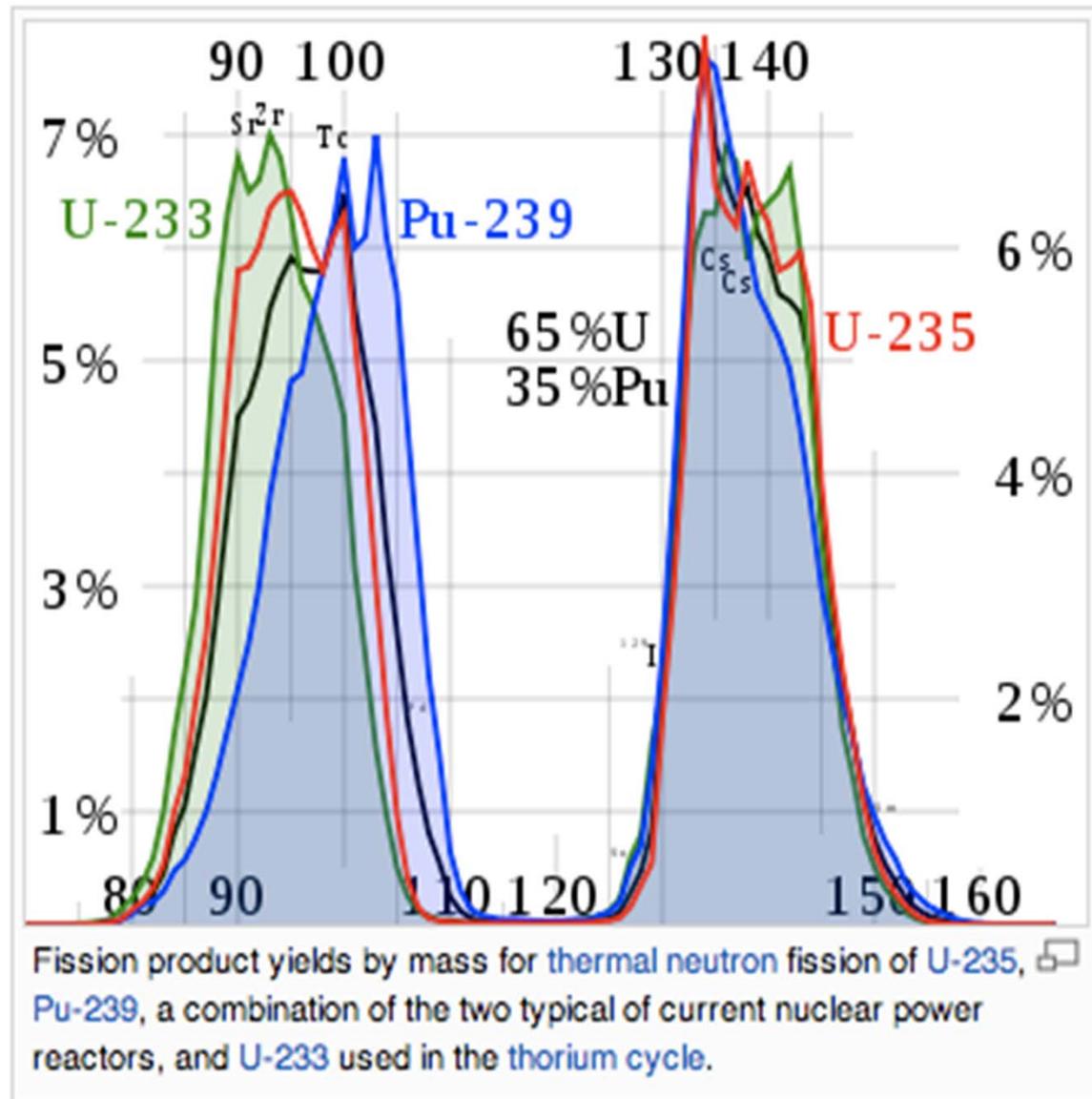
^{235}U の核分裂収率

^{90}Sr ; 5.8%

^{99}Mo ; 6.1%

^{131}I ; 2.8%

^{137}Cs の収率; 6.1%



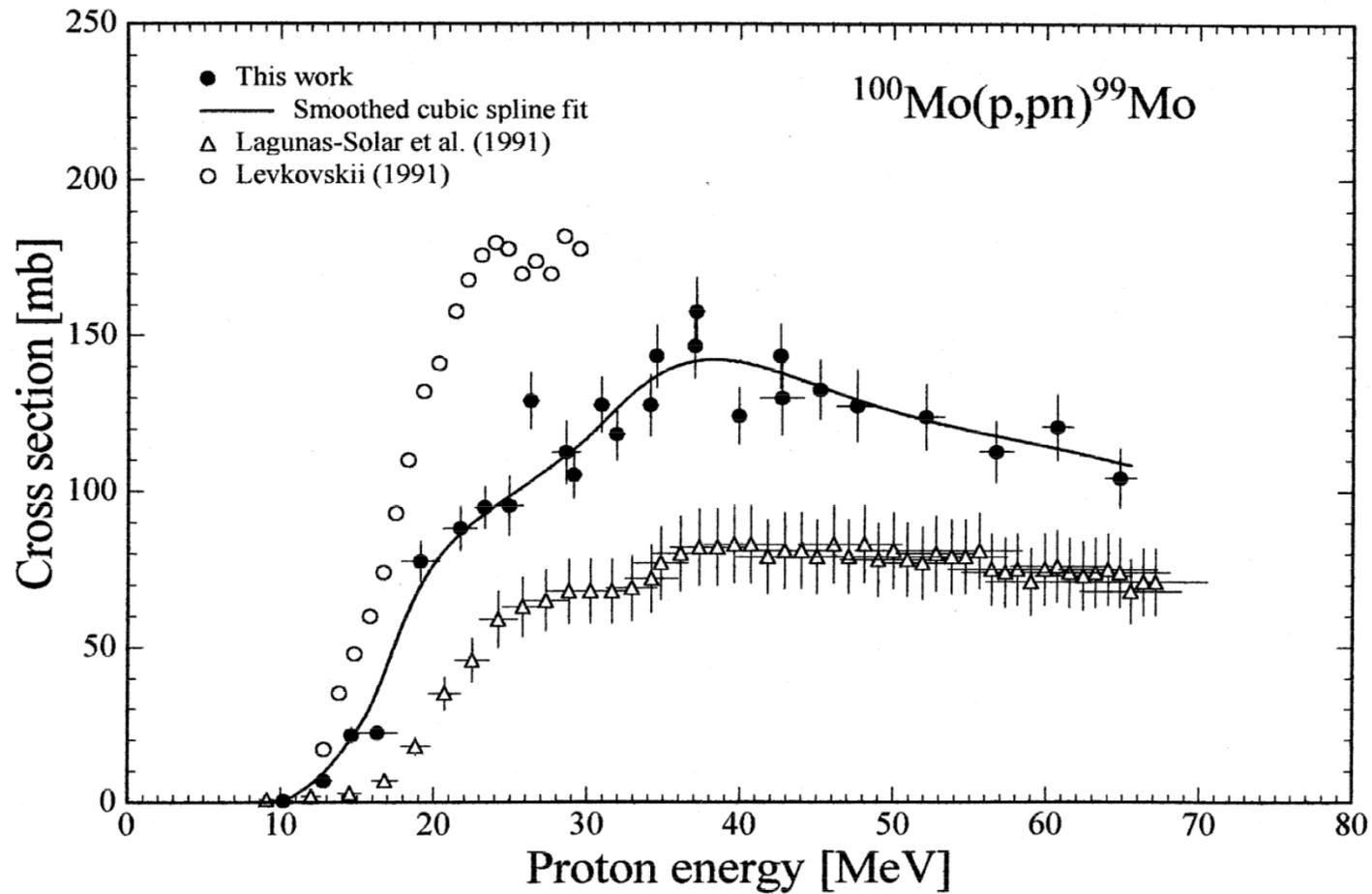


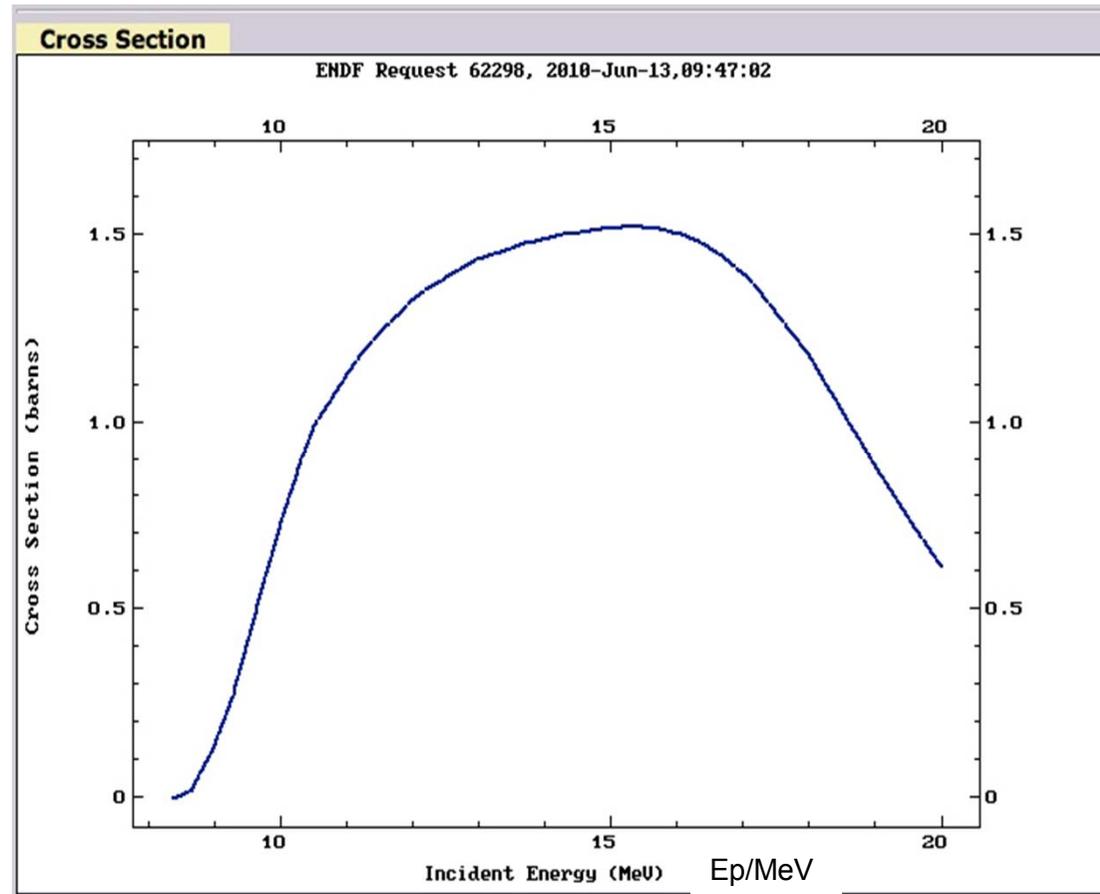
Fig. 1. Excitation function of the $^{100}\text{Mo}(p,pn)^{99}\text{Mo}$ process.

$^{100}\text{Mo}(n,2n)^{99}\text{Mo}$ 反応

$10\text{MeV} < E_p < 17\text{MeV}$

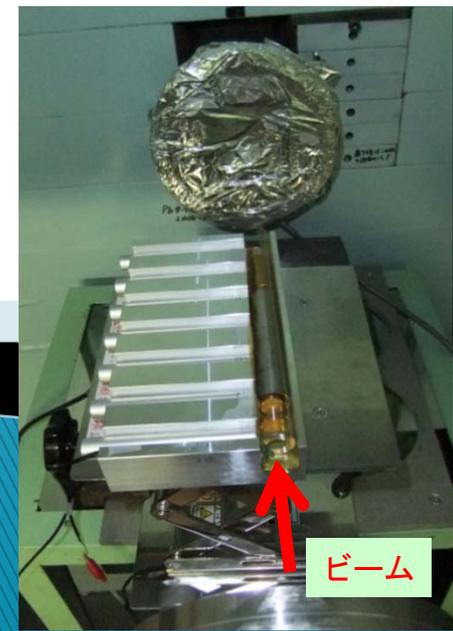
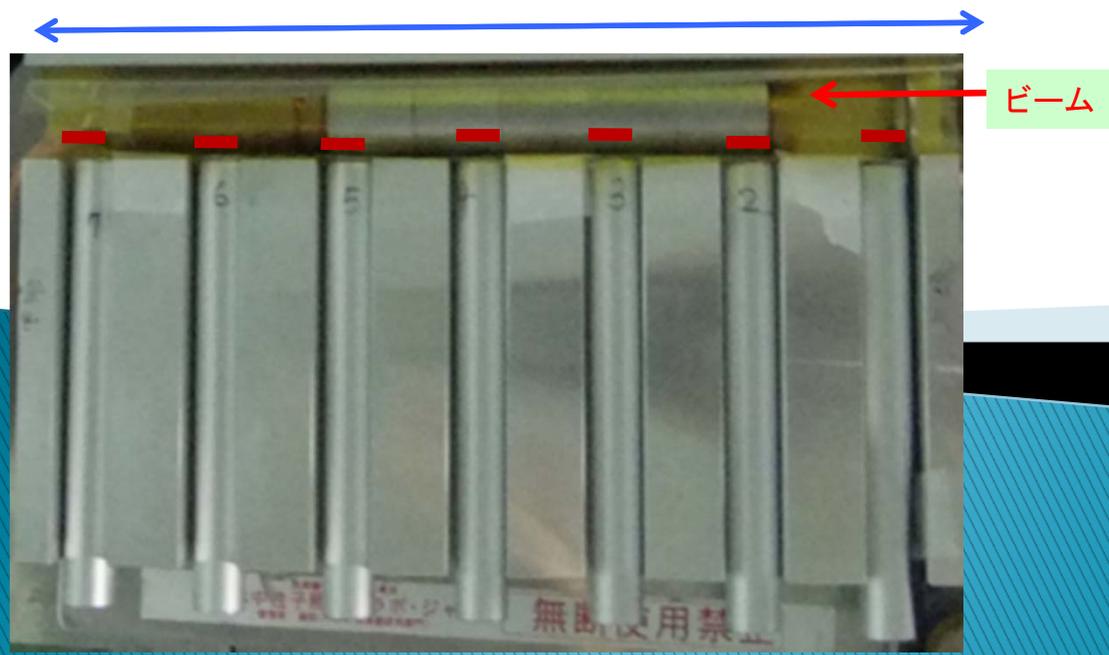
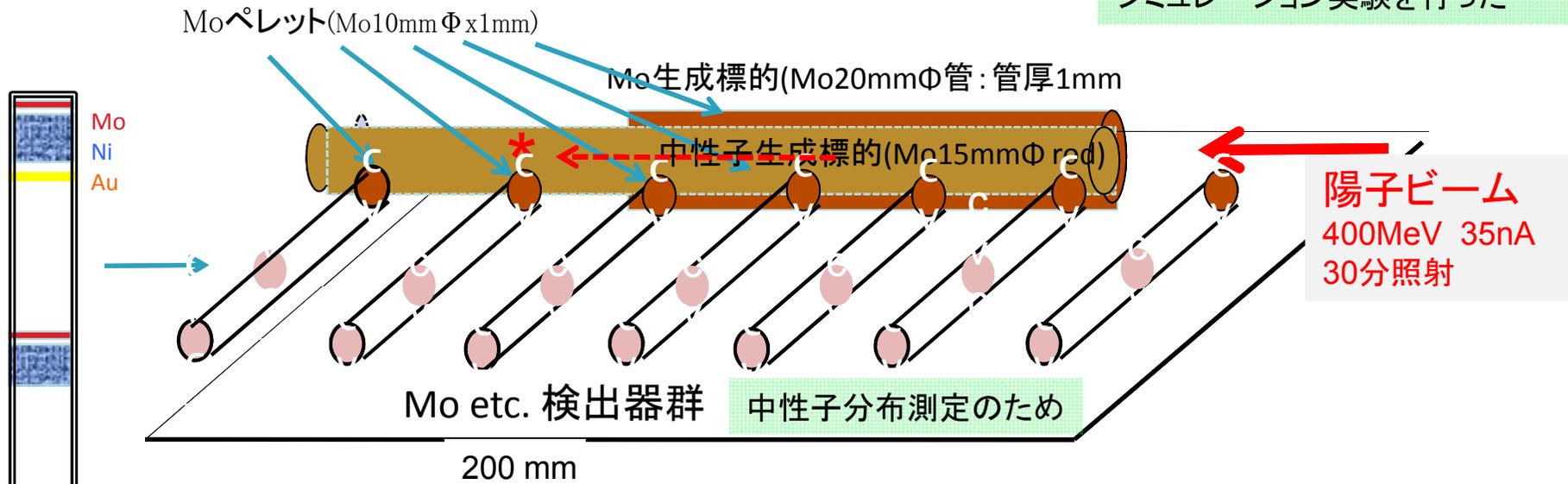
$\sigma > 1.0 \text{ b}$

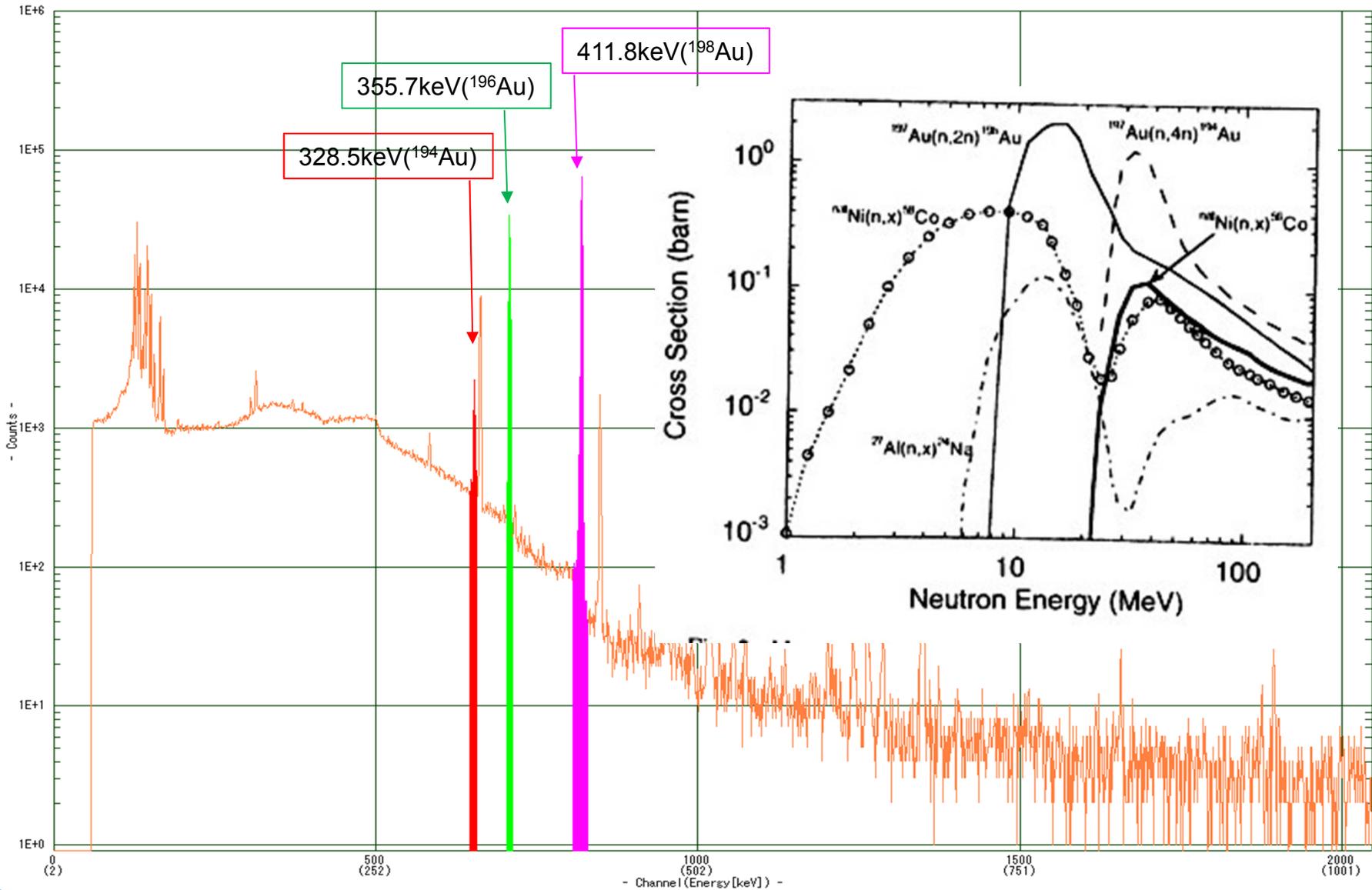
$\sigma_{\text{MAX}} = 1.5 \text{ b}$



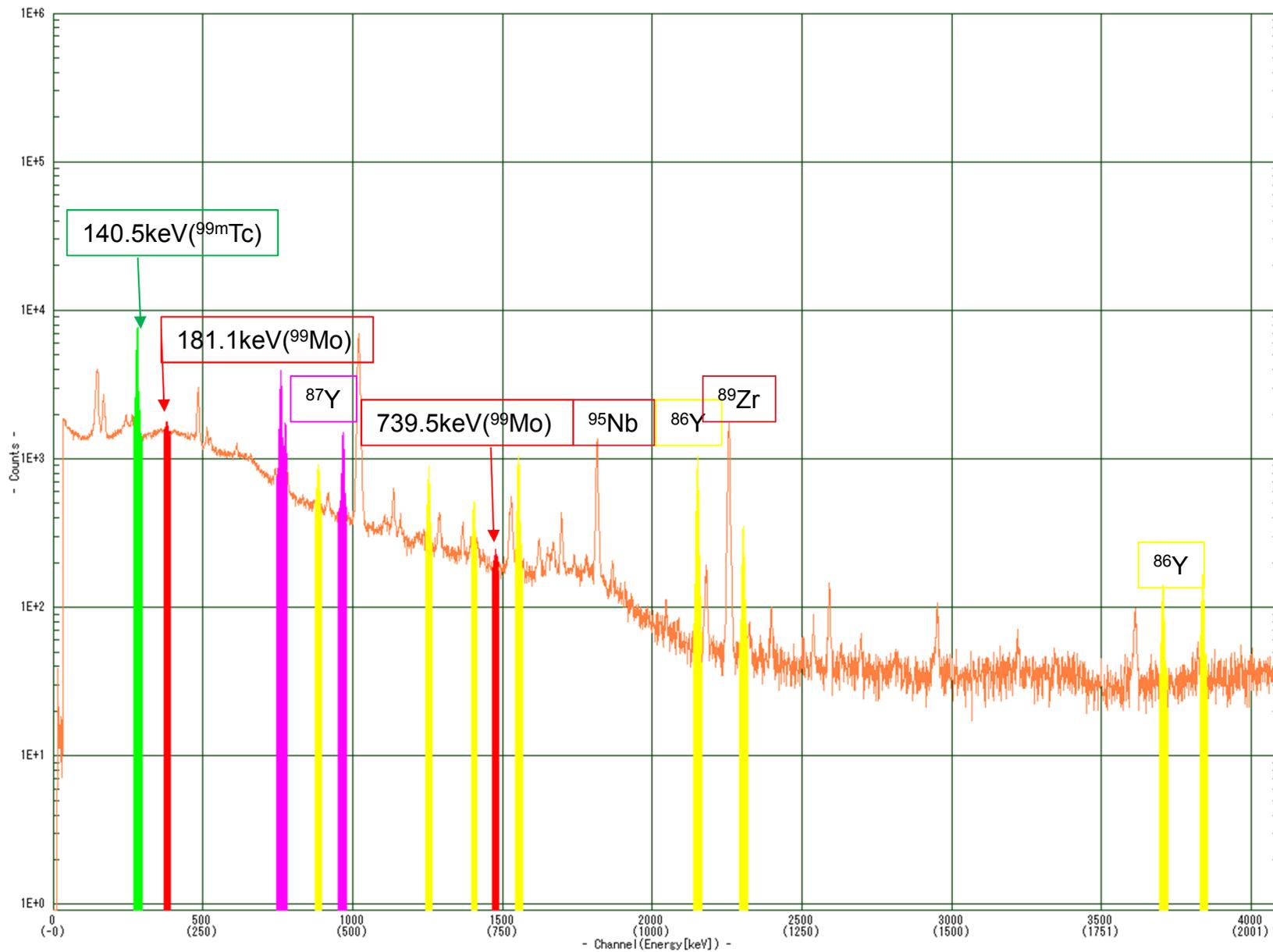
400MeV Proton Beam によるSpallation neutronの発生 (RCNP WNコース)

RCNP-RINGサイクロトロンで
400 MeV 陽子ビームによる
シミュレーション実験を行った

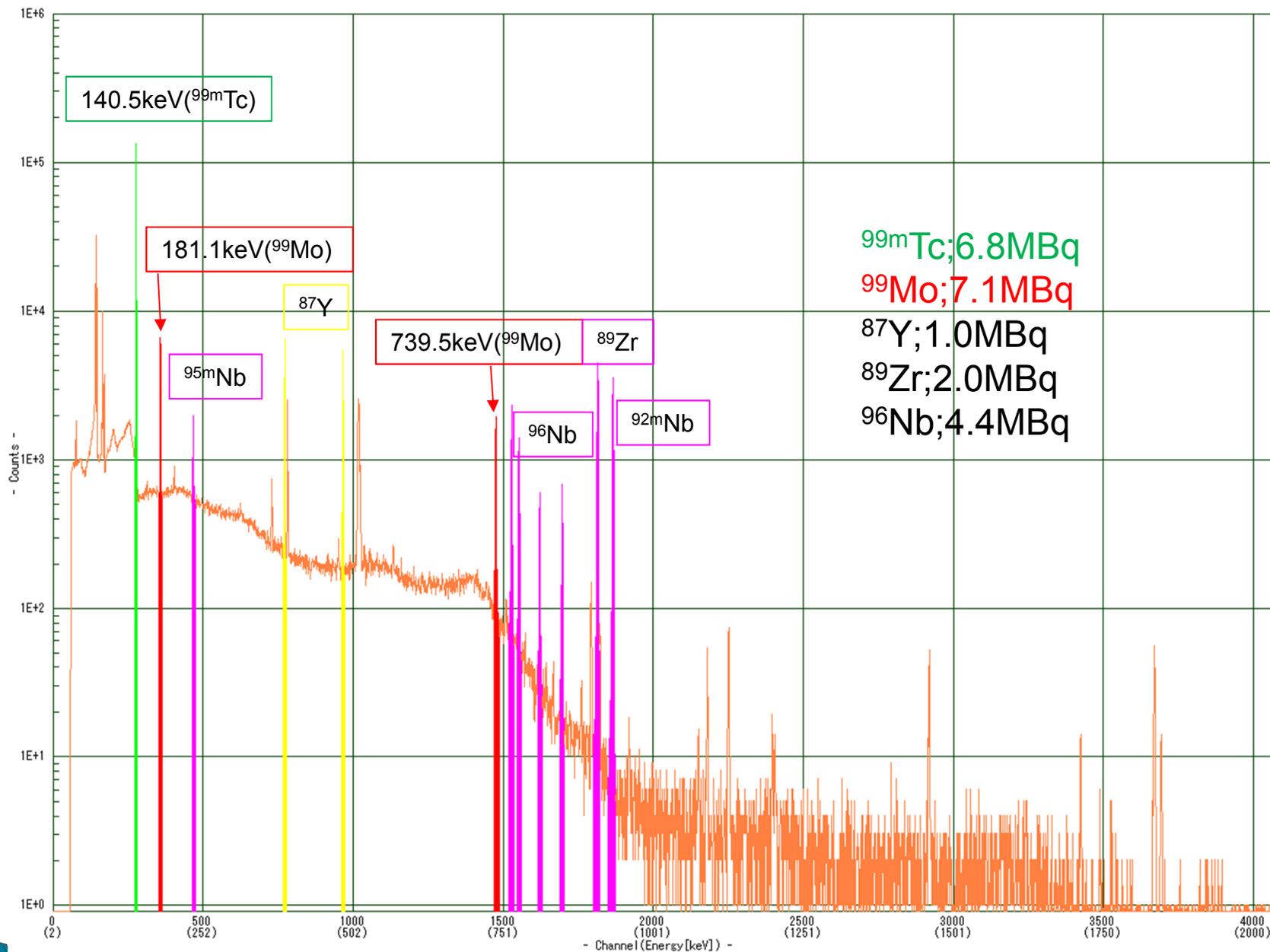




中性子照射Auの γ 線スペクトル



中性子照射Mo(金属)の γ 線スペクトル(照射後1日経過)



中性子照射Mo(粉末モリブデン化合物)の γ 線スペクトル(照射後9日経過)

natMo + ⁹⁹Mo と ^{99m}Tc の分離

照射Mo化合物
natMo + ⁹⁹Mo、^{99m}Tc

NaOHに溶解
HClで中和

沈殿
natMo + ⁹⁹Mo

遠心分離
or ろ過

口液
^{99m}Tc

アルミナカラム

口液
^{99m}Tc



Spallation neutronによる ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製造のまとめ

- 1) $^{\text{nat}}\text{Mo}(\text{metal})$ 1gにつき ^{99}Mo : 3 MBq/ $\mu\text{A}\cdot\text{h}$ 生成
- 2) $^{\text{nat}}\text{Mo}$ (りんモリブデン酸アンモニウム 1g) につき ^{99}Mo : 0.2 MBq/ $\mu\text{A}\cdot\text{h}$ 生成

↓ J-PARCにてp(400MeV)
300 μA 、10h照射

- 1) 1gにつき ^{99}Mo : 9 GBq 生成
- 2) 10gにつき ^{99}Mo : 6 GBq 生成

沈殿法とアルミナカラムを組合せ
 ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレーターを構成

