

原子力機構における加速器中性子利用 によるMo-99生成研究」

初川雄一

日本原子力機構・原子エネルギー基盤センター
加速器中性子利用RI生成技術開発特別グループ

Mo-99に関する動向

IAEA : Dr.Bhonsle

(*Radioisotope Productions and Radiation Technology Section*)

Non-HEUの核分裂によるMo-99の製造

IPEN@ブラジル

Dr.Carneiro



近いうちに新しい原子炉
の建設;LEUの核分裂



オーストラリア:Dr.J.Bennet,OPAL炉 (ANSTO)
でのLEUによるMo-99本格的製造

LEUの核分裂もPu-239生成の懸念



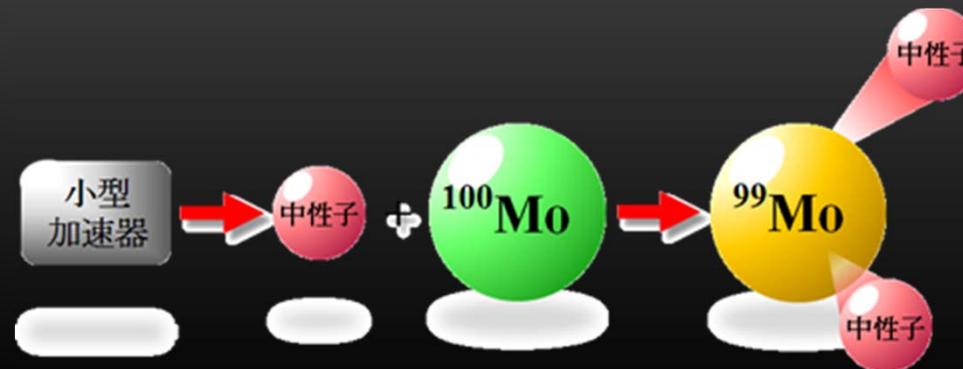
Short Term and Long Term Solutions

- Short Term Solution (mid-2012)
 - Missouri University Research Reactor - (n,γ)反応
 - Contract in place effective March 2011
 - It is expected that this solution will eventually be able to produce 50% of the US requirement

- Long Term Solution (2014)
 - NorthStar's LINAC methodology for the production of Molybdenum-99 (γ,n)反応

- ▶ Once up and running both solutions will be used to supply not only the US market but also overseas.

- ▶ These two approaches require NorthStar's TechneGen™ technology in order to guarantee success



"Production of ^{99}Mo for Nuclear Medicine
by $^{100}\text{Mo}(n, 2n)^{99}\text{Mo}$ "

Y.Nagai and Y. Hatsukwa,

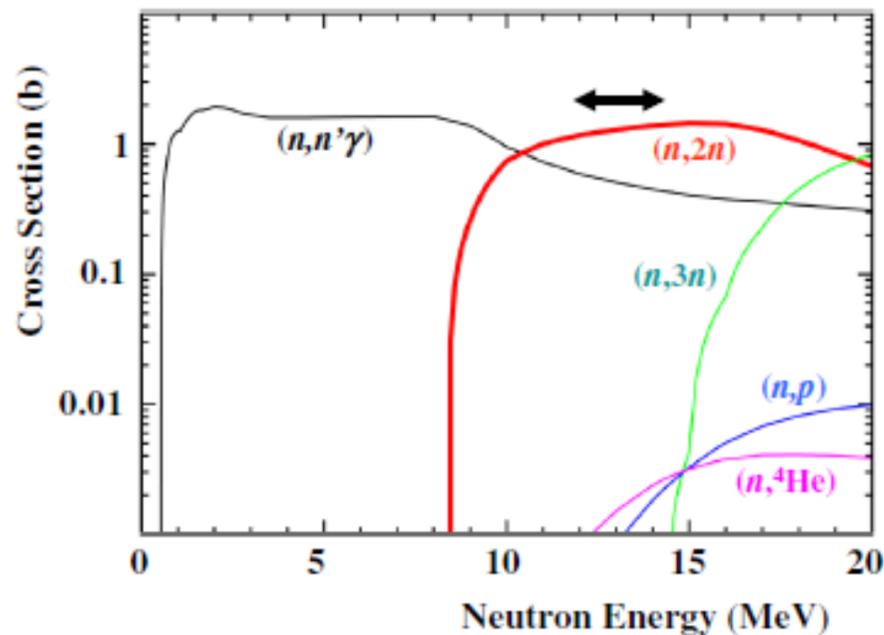
J.Phys. Soc. Jpn, 78,033201,(2009)

GRAND project

(Generation of Radioisotopes with
Accelerator Neutrons by Deuterons)

Nagai et al.,

J.Phys. Soc. Jpn 82(2013) 064201



40MeV重陽子ビームによる中性子生成

C (d,n) 反応を利用

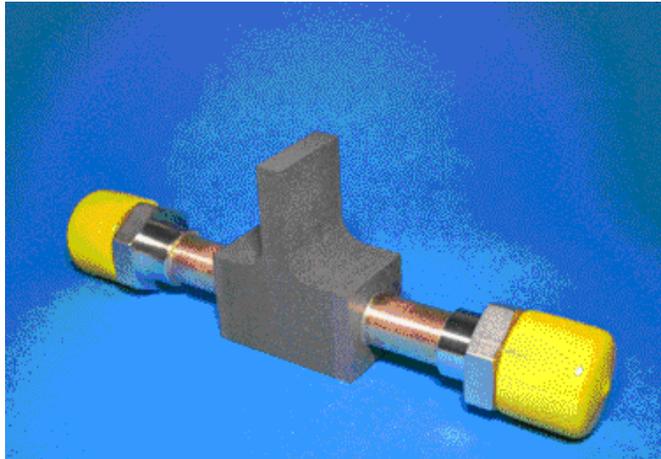
- ・ 中性子発生量 $1.7e+14$ neutrons/s/mA
- ・ 重陽子 40MeV 5mA の場合

→発生中性子量 $8.5e+14$ neutrons/sec

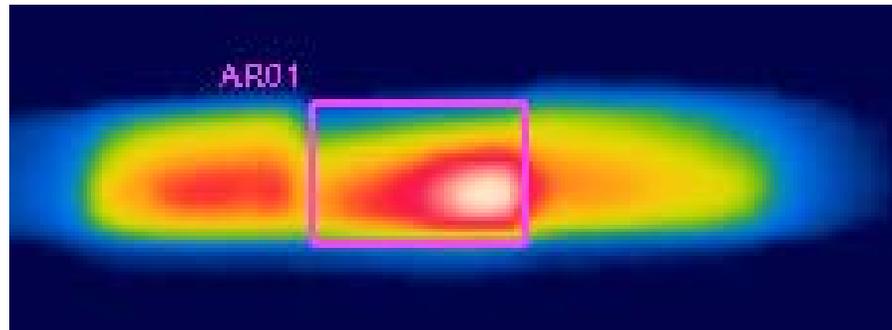
生成量予測: 25 TBq/week (EOI)
251gの ^{100}Mo を利用

参考: Minato et al Journal of the Physical Society of Japan
Vol. 79, No. 9, September, 2010, 093201

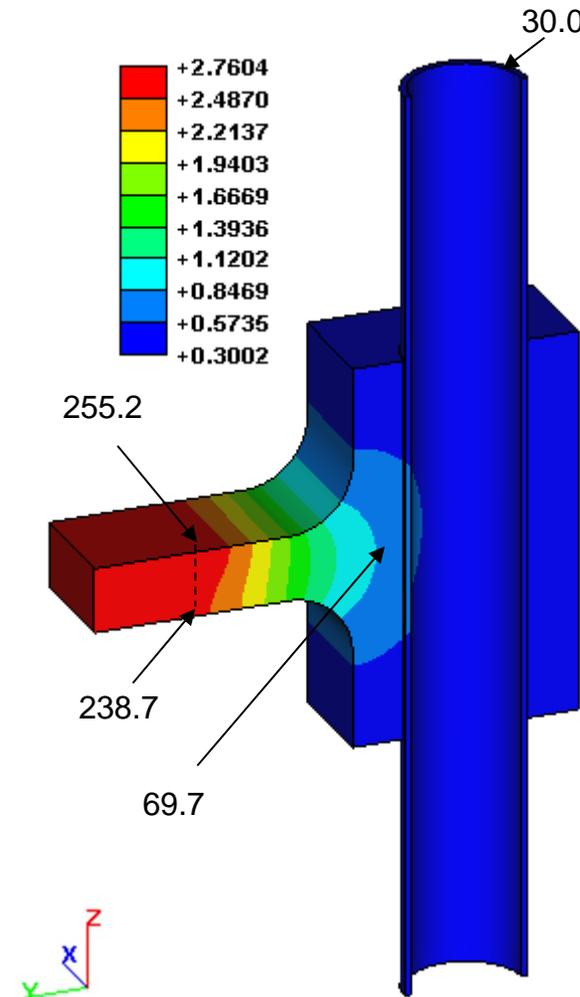
(A-STEP開発課題)



製作した試験体ブロック



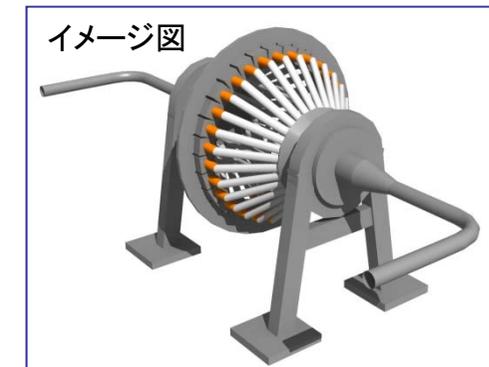
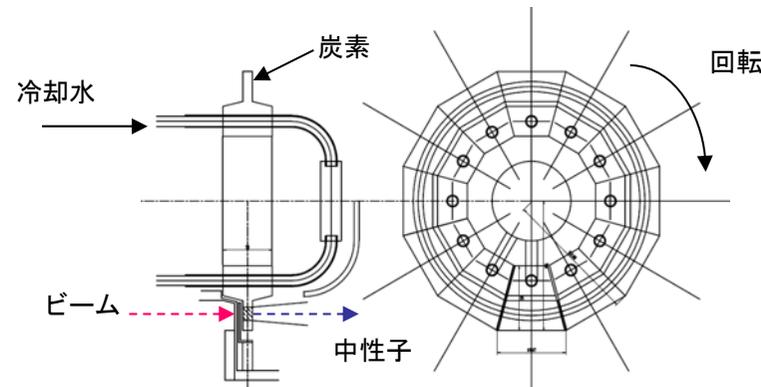
赤外線カメラでの画像
(白部=2000°C超)



熱解析計算の結果

- 中性子発生用ターゲット

- 40kWの入熱に耐えられる炭素標的系を設計・製作する。
 - 回転させ照射面積を増やすとともに、核融合炉用ダイバータの構造を参考に検討



- 試験

- 試験体を製作して耐熱・除熱性能を確認するとともに、熱解析計算を実施してその結果を反映し、以後の設計検討に活用する

試験の流れと概要

試料 $^{nat}/^{100}\text{MoO}_3$ ペレットの作成

FNS施設: 14MeV中性子照射 $T(d,n)^4\text{He}$

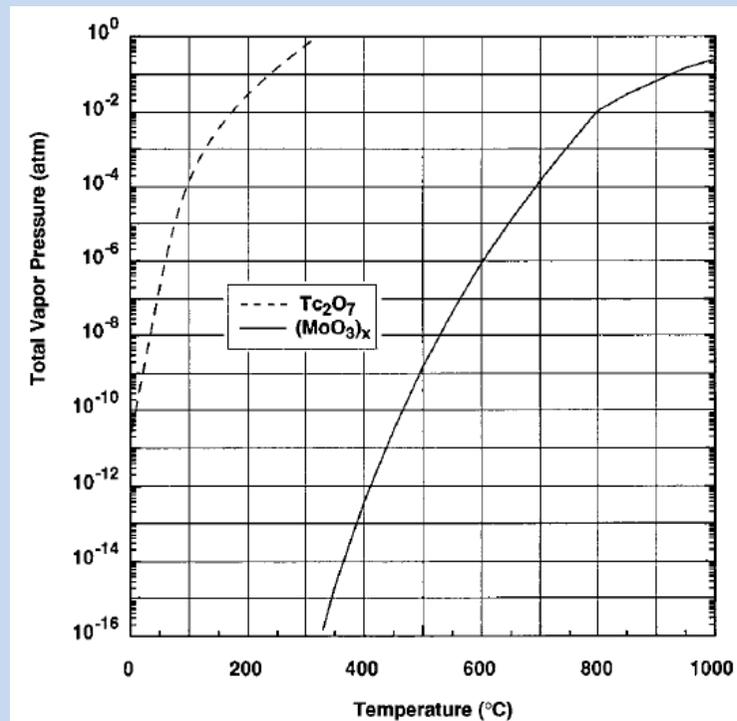
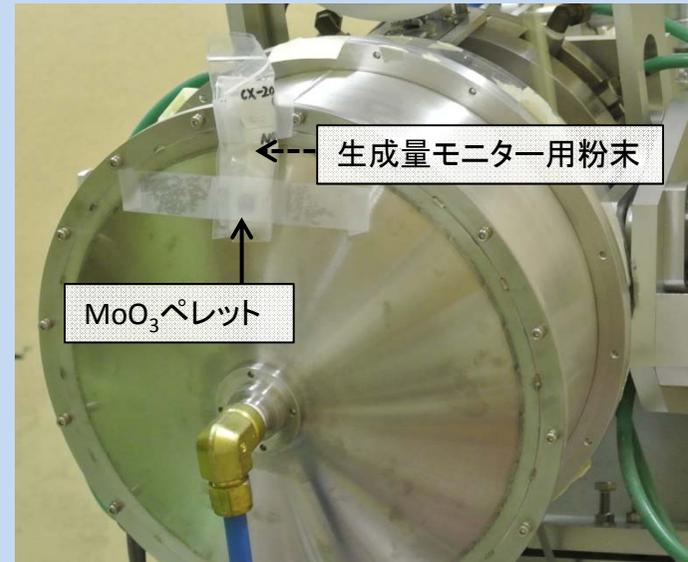
^{99}Mo 生成 $^{100}\text{Mo}(n,2n)^{99}\text{Mo}$

RI製造棟: ^{99m}Tc 熱分離 ミルキング

^{99}Mo ($T_{1/2}=66\text{h}$) $\xrightarrow{\beta^-}$ ^{99m}Tc ($T_{1/2}=6\text{h}$)

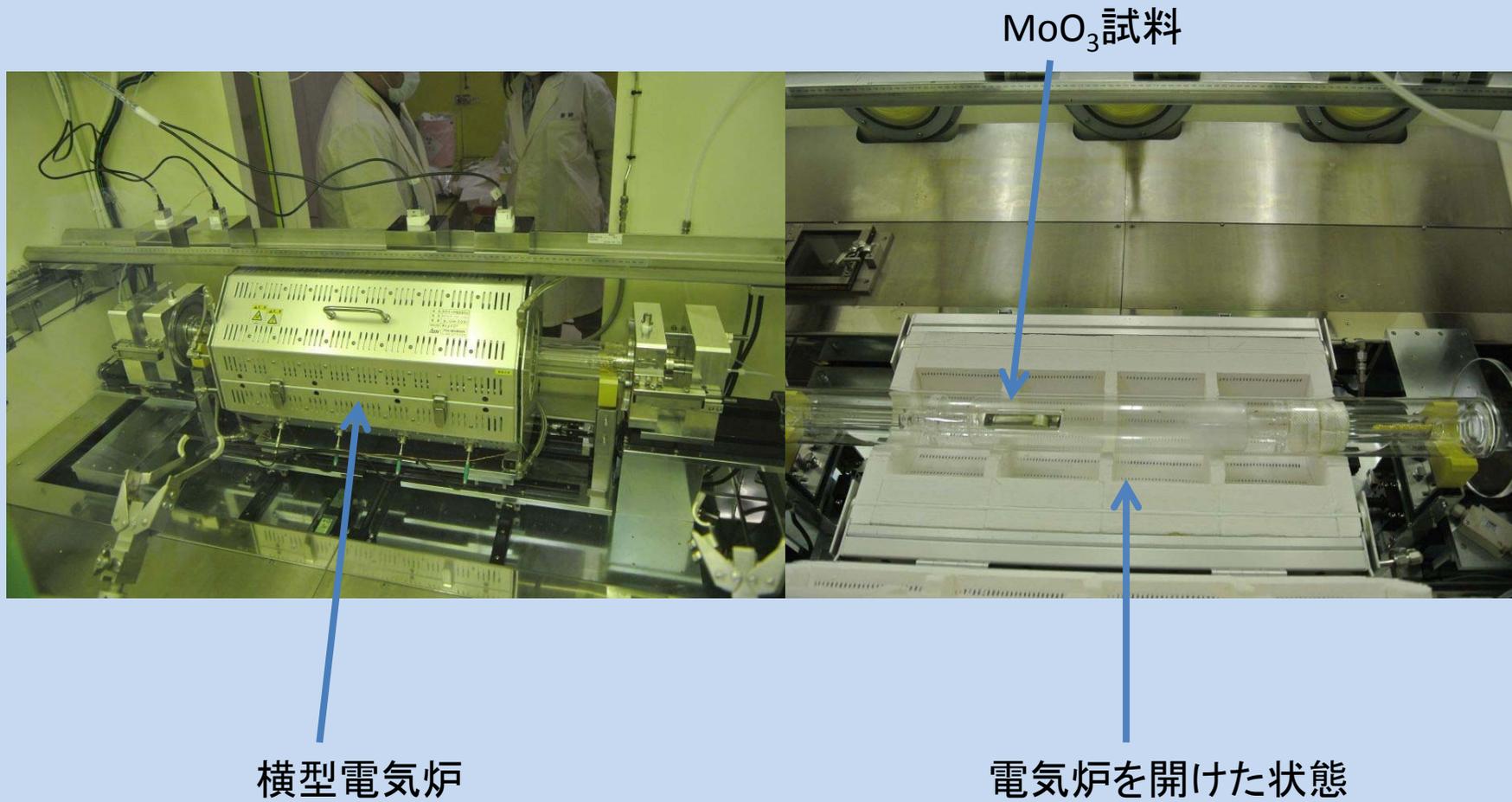
^{99m}Tc 回収、標識

Tc-99m分離



Tc₂O₇と(MoO₃)_xの蒸気圧曲線

RI棟310セルに設置された装置



加熱



MoO_3 ^{99}Mo と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ が存在



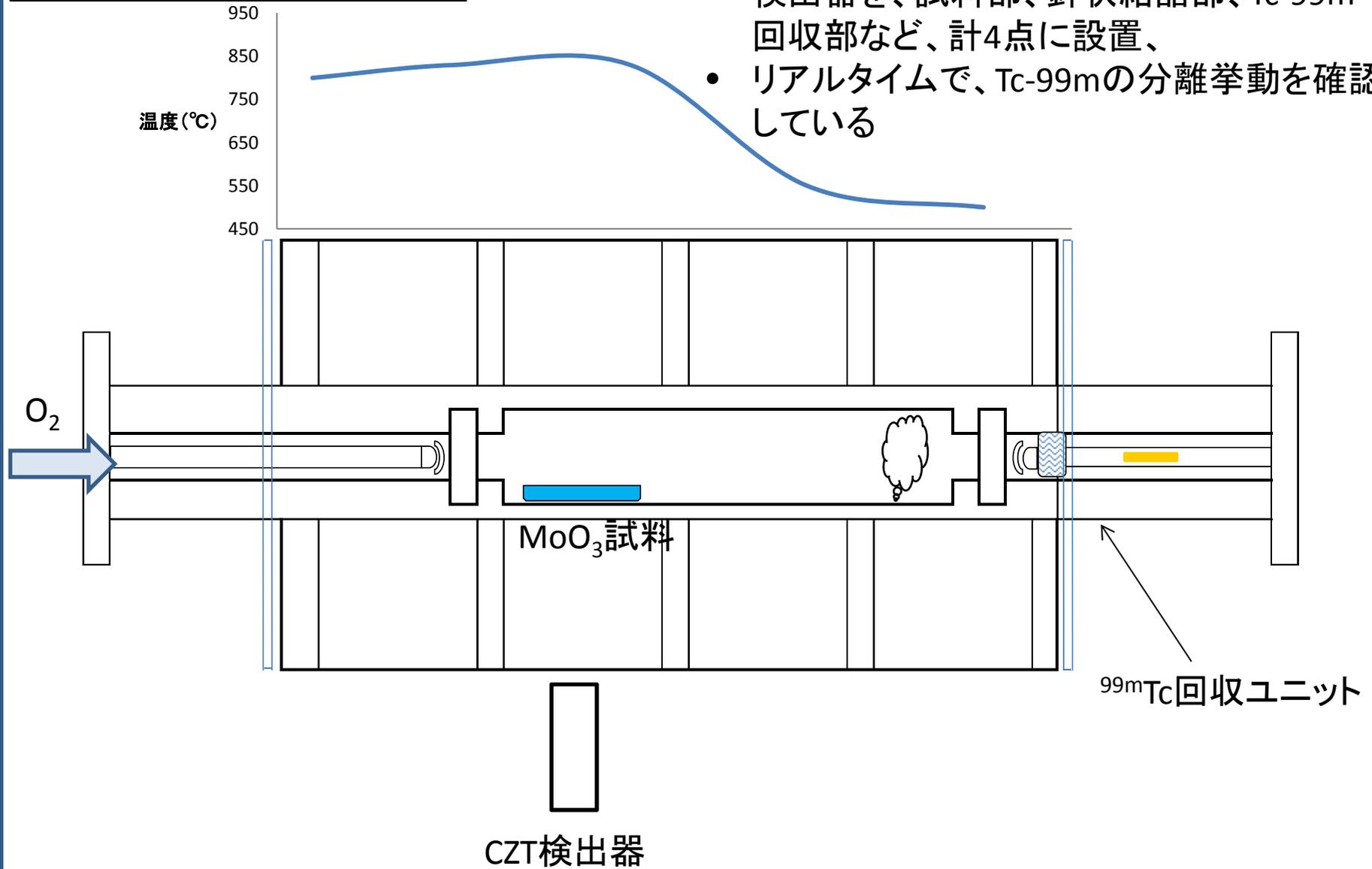
針状結晶
(試料のロスにつながるので少ない方がよい)



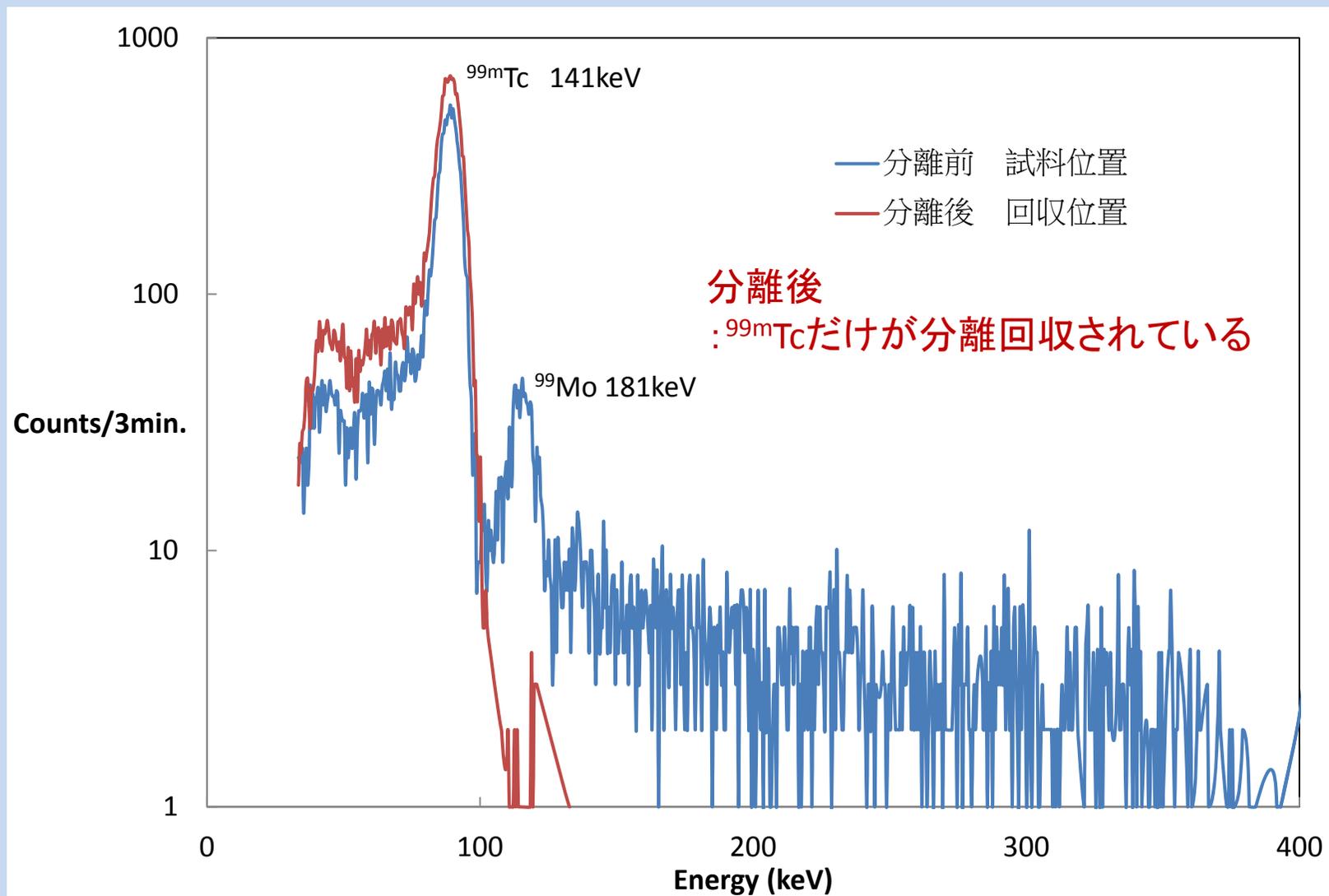
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分離済

^{99}Mo の製造方法- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分離

- 電気炉内4ゾーンの温度勾配をつける
- 検出器を、試料部、針状結晶部、Tc- $^{99\text{m}}$ 回収部など、計4点に設置、
- リアルタイムで、Tc- $^{99\text{m}}$ の分離挙動を確認している

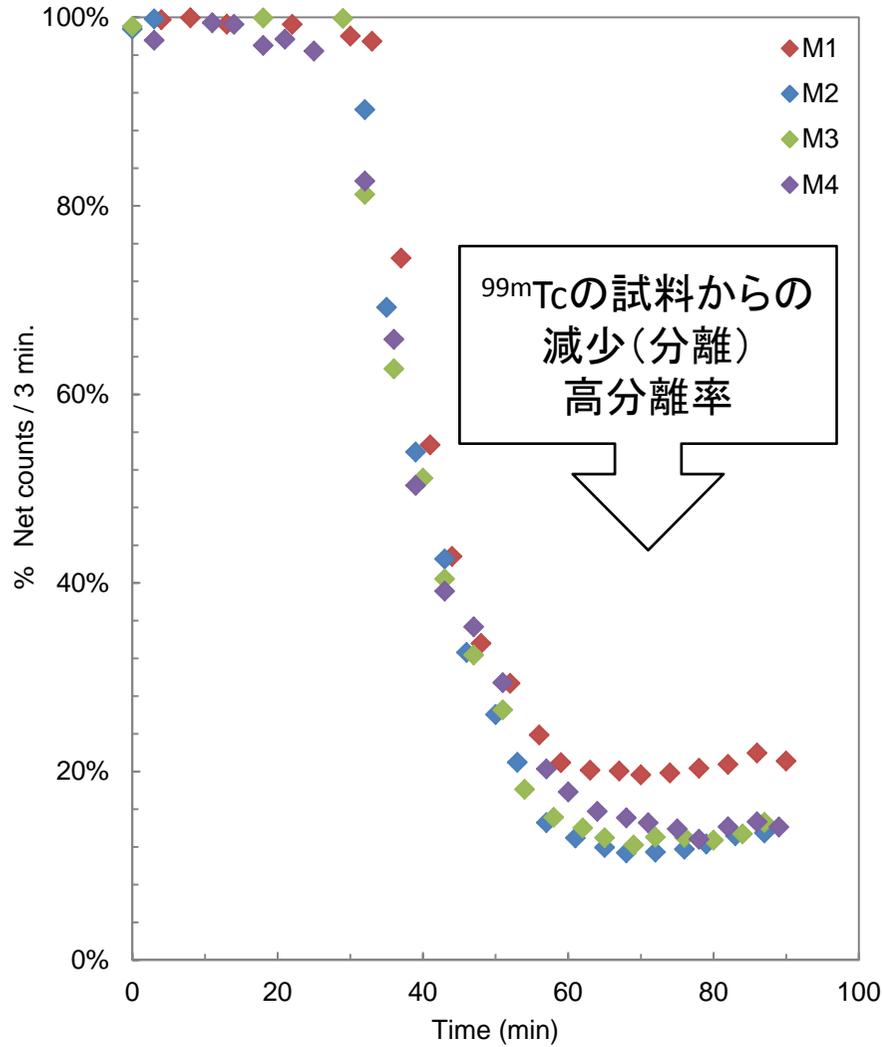


^{99m}Tc 分離- 分離前後のガンマ線スペクトル

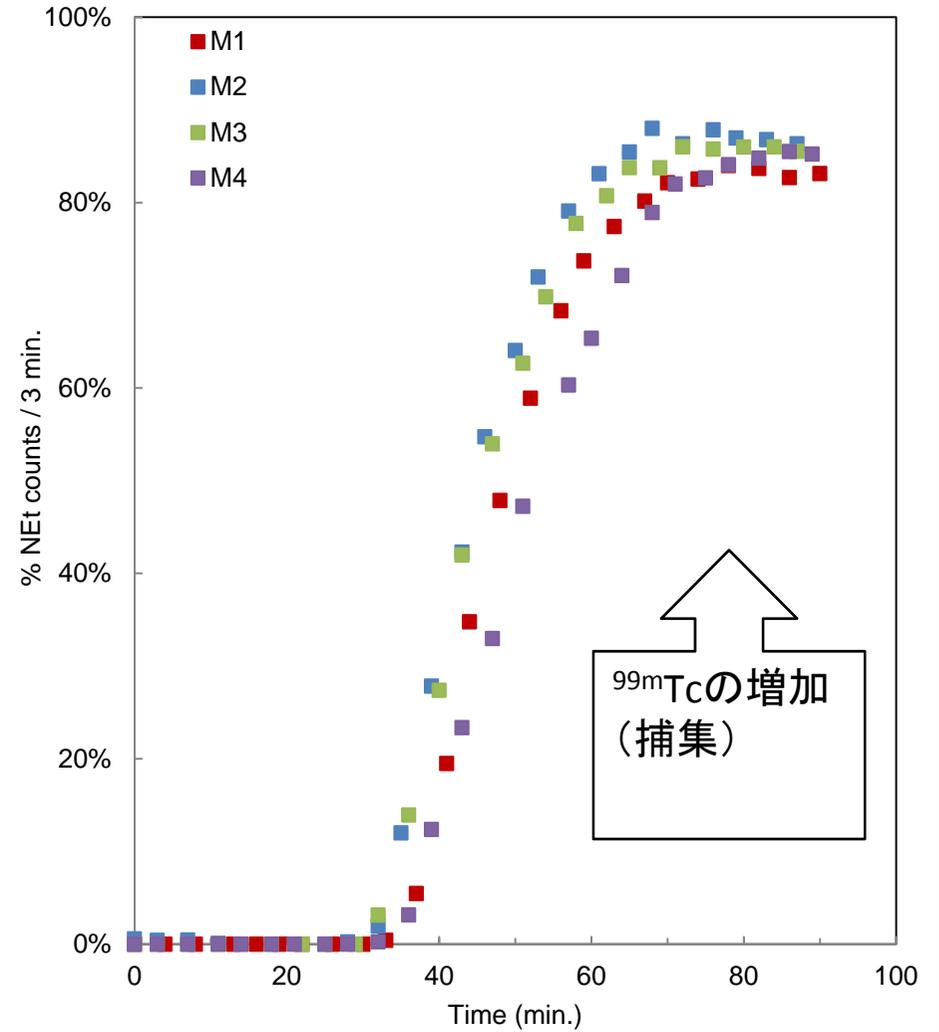


99mTc リアルタイムで分離状況(放射能値)を確認

試料部での99mTc観測



捕集部での99mTc観測



その他のRI研究

加速器中性子による
Mo-99/Tc-99m

```
graph TD; A[加速器中性子による Mo-99/Tc-99m] --> B[Tc-95m、Tc-96  
京都大学]; A --> C[Cu-64,67,Y-90  
群馬大、鈴鹿医療大学];
```

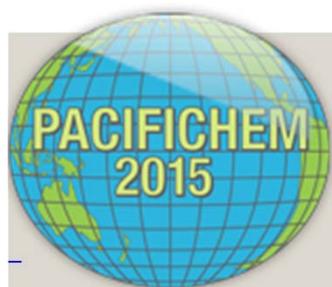
Tc-95m、Tc-96

京都大学

Cu-64,67,Y-90

群馬大、鈴鹿医療大
学

来年12月にハワイで開催される環太平洋国際科学会議にて採択シンポ
2015年3月1日講演申込締切



THE INTERNATIONAL CHEMICAL CONGRESS OF **PACIFIC BASIN SOCIETIES**

Honolulu, Hawaii, USA DECEMBER 15 - 20, 2015

Isotope Production –
Providing Important Materials for Research and Applications