



令和4年度
原子力規制庁技術基盤グループ-原子力機構安全研究・防災支援部門
合同研究成果報告会

保障措置分析化学研究グループ紹介

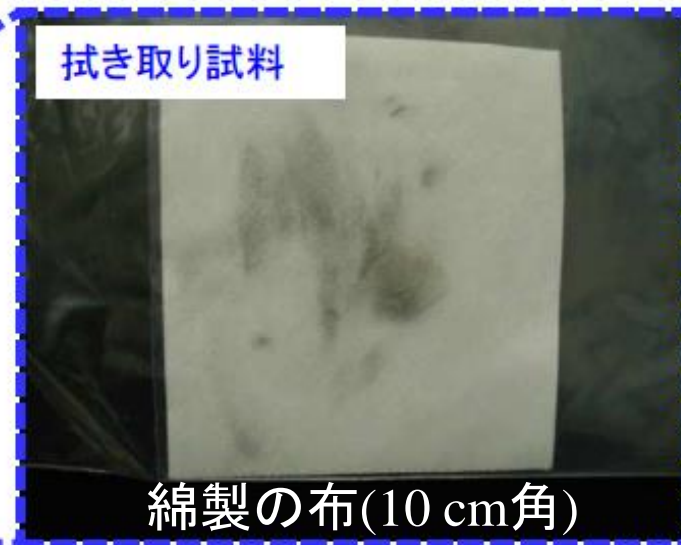
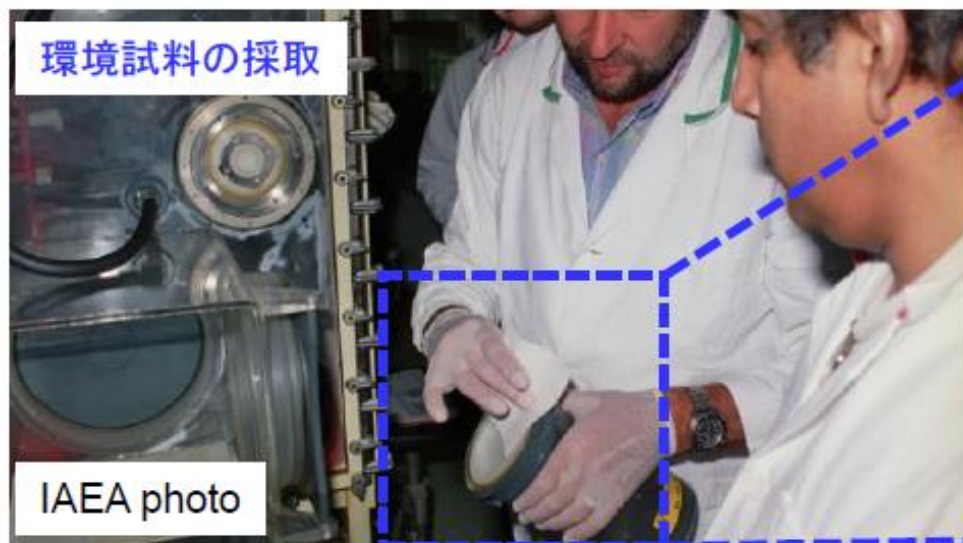
2022年11月22日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
安全研究・防災支援部門 安全研究センター
保障措置分析化学研究グループ

保障措置分析化学研究グループの立ち位置



保障措置環境試料分析とは



原子力施設内の壁、床などを拭き取り、
布に付着した極微量のウラン(U)、プルトニウム(Pu)の同位体比を分析

**拭き取り試料に含まれる極微量の核燃料物質は
施設内で取り扱われている同位体比を反映**

分析手法について-化学分析と粒子分析-

査察官による
保障措置環境試料の採取

拭き取り試料

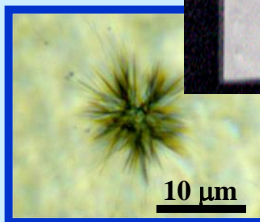
IAEA: 分析手法を指定
国: 全ての分析手法で対応

FT-TIMS分析法

粒子分析法

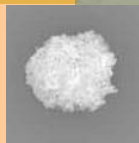
SIMS分析法

化学分析法



TIMS

ウラン、プルトニウム粒子を対象



SIMS

ウラン粒子を対象



ICP-MS

試料全体に含まれる
ウラン、プルトニウムを対象

分析手法について-それぞれの特徴-

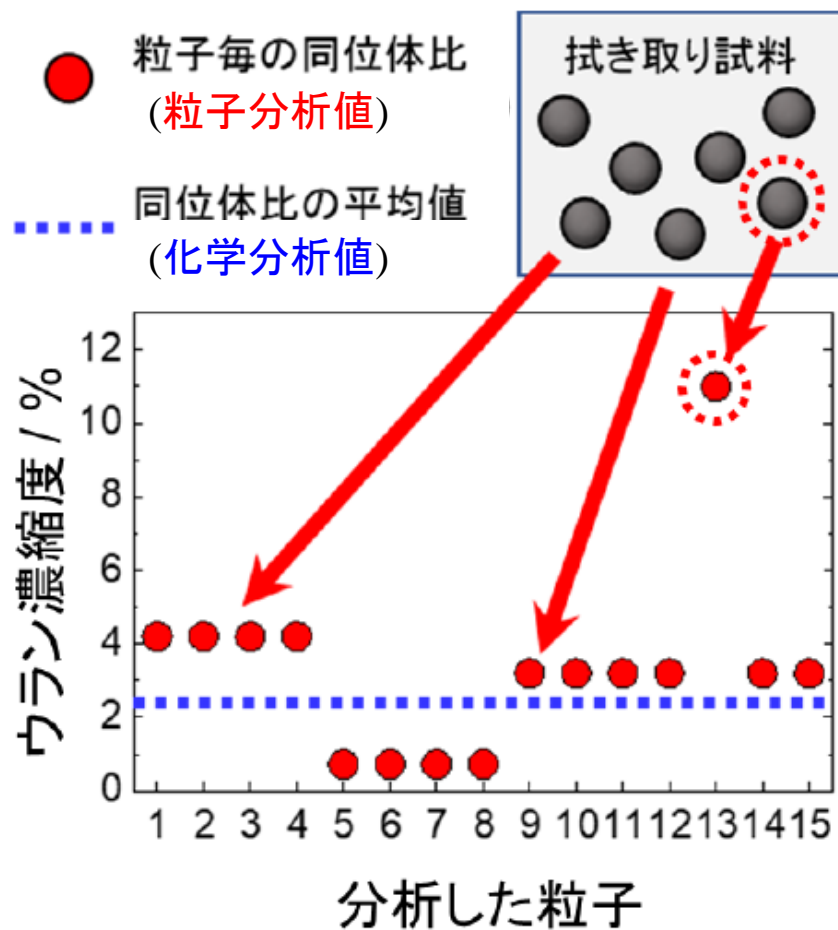
保障措置環境試料分析における極微量分析の手法

①化学分析

- ・拭き取りを行った布1枚を丸ごと化学処理
- ・核物質の種類、量、同位体比を測定
- ・試料に付着した全体の量、同位体比を得る
- ・超極微量(10^{-15} g)のU-233,U-236も測定可能
- ・Puを高感度に測定可能

②粒子分析

- ・試料中の粒子毎に同位体比を得る
- ・拭き取り試料の同位体比分布を得る
- ・特徴的な同位体組成を持つ粒子も検知

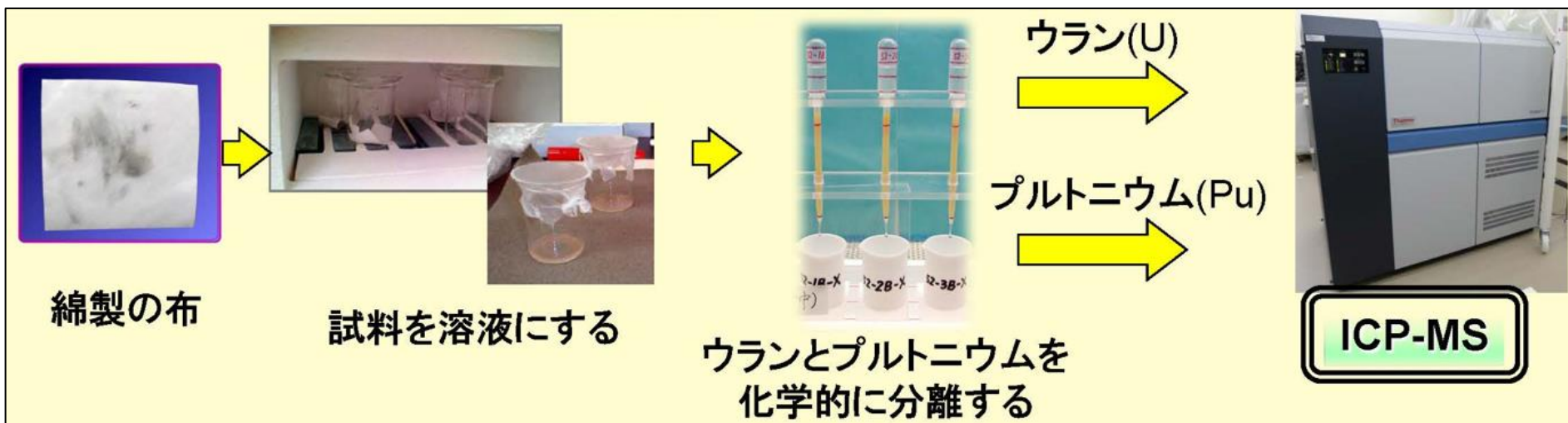


分析手法について-化学分析と粒子分析-

保障措置環境試料分析における極微量分析の手法

①化学分析 化学分離を行い、ICP-MSで分析

- ・拭き取りを行った布1枚を丸ごと化学処理
- ・核物質の種類、量、同位体比を測定
- ・試料に付着した全体の量、同位体比を得る
- ・超極微量(10^{-15} g)のU-233,U-236も測定可能
- ・Puを高感度に測定可能



分析手法について-化学分析と粒子分析-

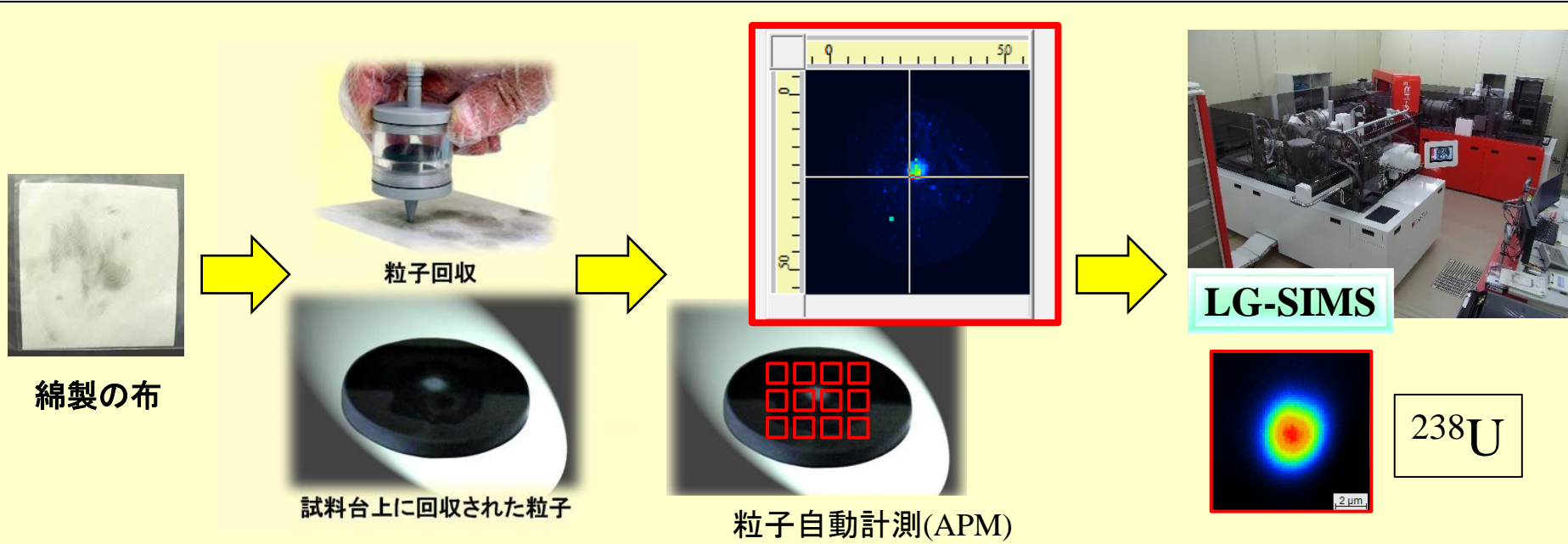
保障措置環境試料分析における極微量分析の手法

②粒子分析

SIMSで粒子を特定(APM)、個々の粒子を分析

Automated Particle Measurement

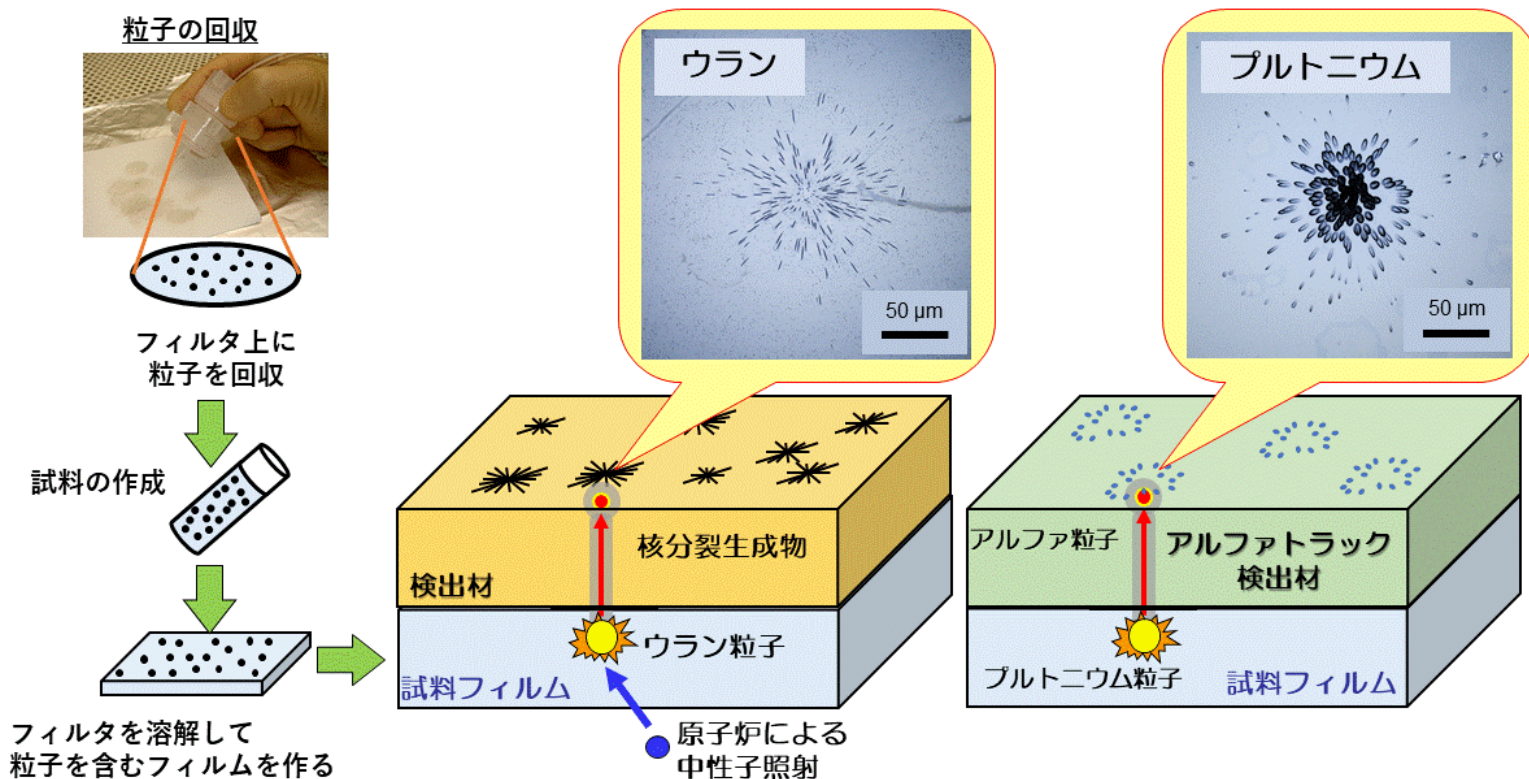
- ・試料中の**粒子毎に同位体比を得る**
- ・拭き取り試料の**同位体比分布を得る**
- ・特徴的な同位体組成を持つ粒子も検知



分析手法について-化学分析と粒子分析-

②粒子分析

α トラック、フィッシュントラックにより、粒子を特定
TIMSで個々の粒子を分析



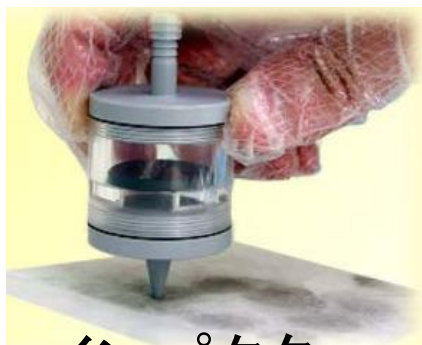
検出材を換えることでウランとプルトニウム両方について粒子位置が特定できる

分析技術開発-粒子回収法-

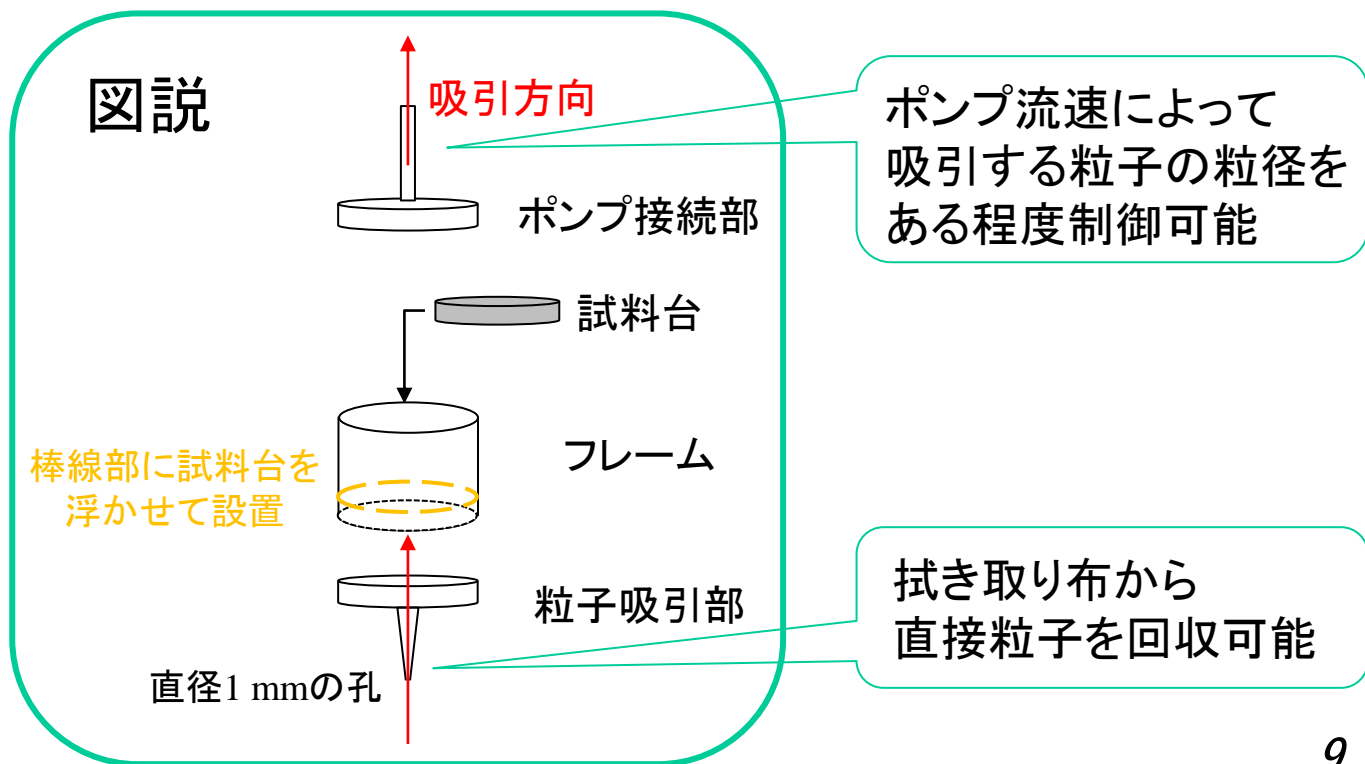
問題解決のために必要な要素

- ①試料台上に粒子が分散する
- ②ある程度粒径を制御して粒子を回収する

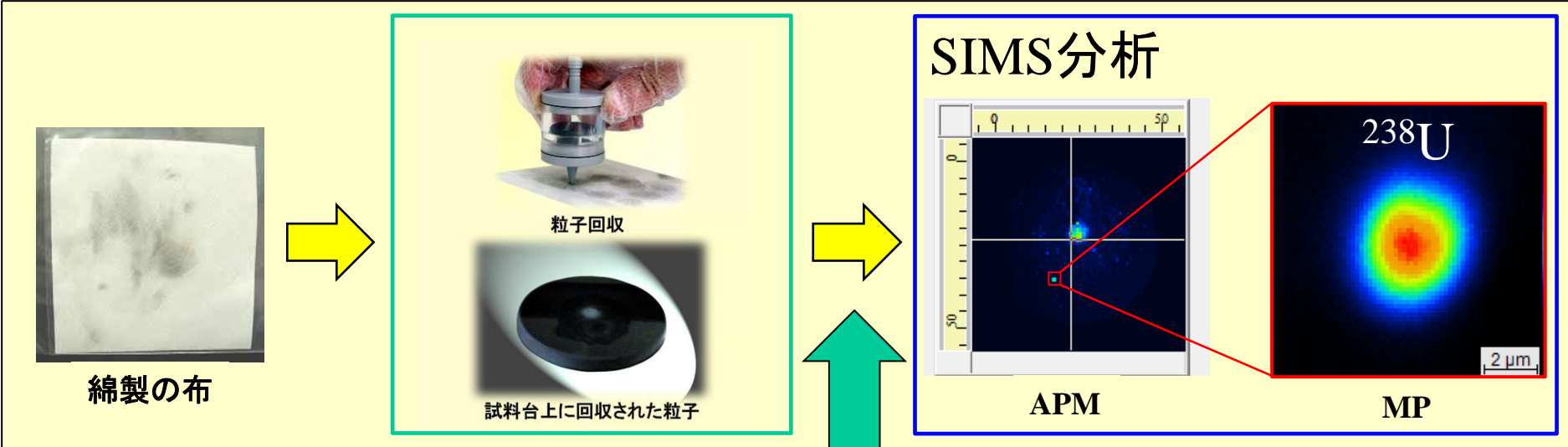
粒子回収器具(インパクター)の開発



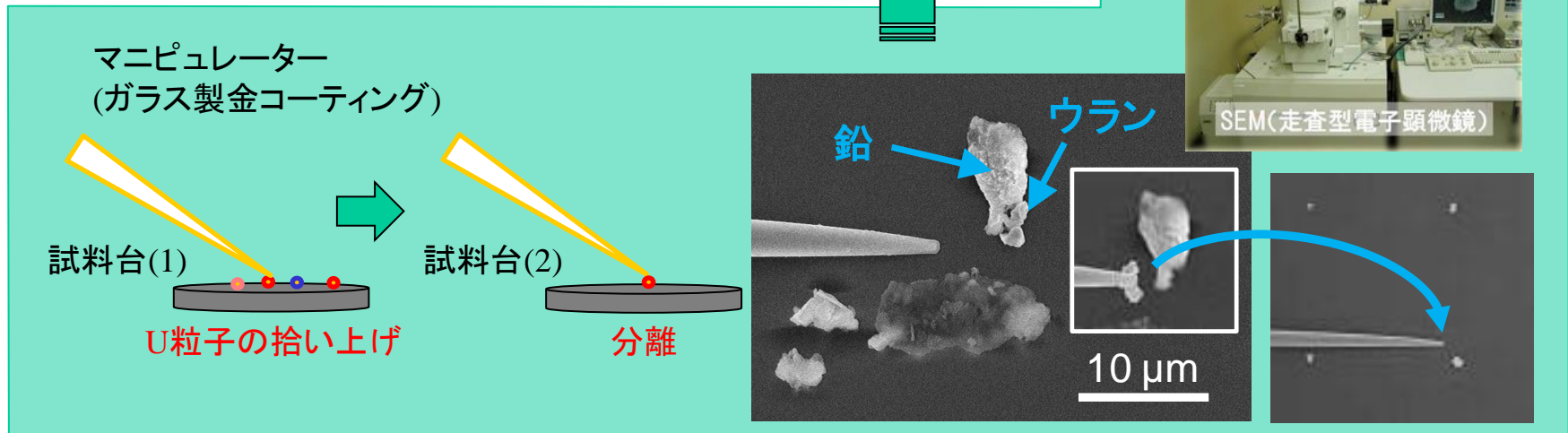
インパクター



分析技術開発-マニピュレーション法-



マイクロマニピュレーション



まとめ

保障措置分析化学研究グループは

- ・保障措置環境試料中の極微量核燃料物質に対する分析技術開発を進めている。
- ・核燃料物質を含む微粒子に対する同位体組成分析を正確かつ高精度に行うことが可能になる前処理技術を開発し、IAEAの依頼試料に対する分析能力の向上に貢献した。

【参考文献】

- D. L. Donohue, J. Alloys Compd., 271-273, 11-18(1998).
- G. Tamborini., et al., Spectrochim. Acta, Part B., 53, 1289-1302(1998)
- F. Esaka., et al., Mass Spectrometry Letters., 7(2), 41-44(2016)
- Y. Ranabo., et al., J. Anal. At. Spectrom., 24, 277-287(2009)
- F. Esaka., et al., Talanta., 71, 1011-1015(2007)