

放射性廃棄物の性状把握に向けた 分析技術の開発

田中 康之

大熊分析・研究センター
分析部分析計画課

放射性廃棄物分析

- 大熊分析・研究センター 第1棟 完成式及び内覧会 (2022年9月25日)



- 大熊分析・研究センター 第1棟 運用開始 (2022年6月24日)



- 大熊分析・研究センター 施設管理棟 運用開始 (2018年2月28日)



2018

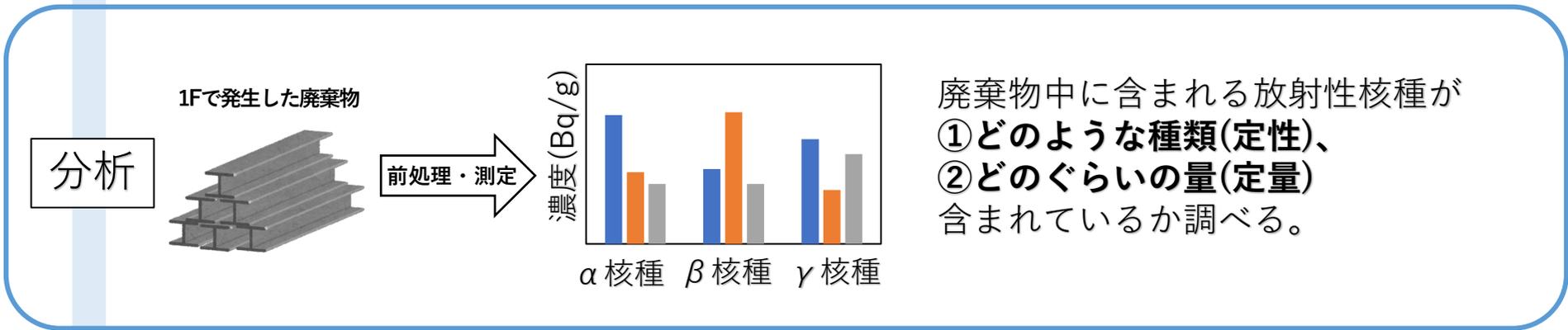
処理水分析

- 2021 関係閣僚等会議にて JAEAによるALPS処理水の第三者分析の決定 (2021年8月24日)
- 2022 管理区域設定完了、分析作業開始 (2022年10月1日)

- 2023 1Fからガレキ試料及び焼却灰試料の受入れ (第1回目：2023年2月8日)
- ガレキ分析のホット作業開始 (2023年3月～)
- 1Fからガレキ試料、金属ガラ、焼却灰、土壌試料、スラリーの受入れ (第3回目：2023年10月16日)
- 1Fからガレキ試料及び金属ガラの受入れ (第2回目：2023年5月30日)
- 2024 ALPS処理水受入れ・分析 (第4回：2023年12月27日～)
- 海洋放出前の立抗水分析 (第2回：2023年10月3日) (第3回：2023年10月31日)
- 海洋放出前の立抗水分析結果公表 (第2回：2023年10月4日) (第3回：2023年11月1日)
- 海洋放出前の立抗水分析 (第1回：2023年8月22日)
- 海洋放出前の立抗水分析結果公表 (第1回：2023年8月23日)
- ALPS処理水受入れ・分析 (第2回：2023年6月26日～) (第3回：2023年7月10日～)
- ALPS処理水分析結果を公表 (第2回：2023年9月21日) (第3回：2023年10月19日)
- ALPS処理水受入れ・分析 (第1回：2023年3月27日～)
- ALPS処理水の分析結果を公表 (第1回：2023年6月22日)



従来の廃止措置と異なり、
 ・爆発事故によって放出された放射性核種を含む。
 ・大量の多種多様な廃棄物が発生している。

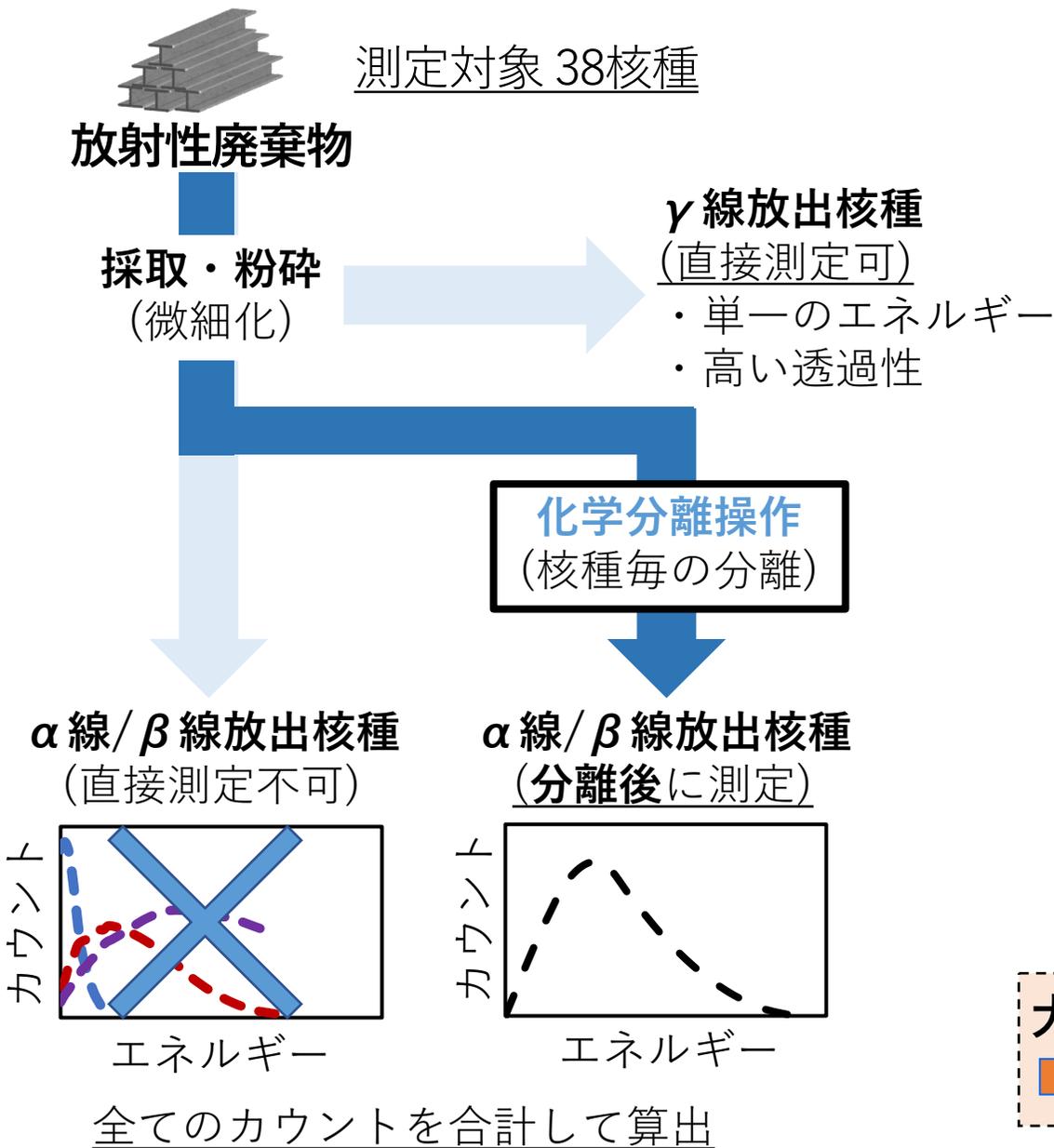


分析の結果から長期にわたる安全性を評価して、
 処理・処分を行う。

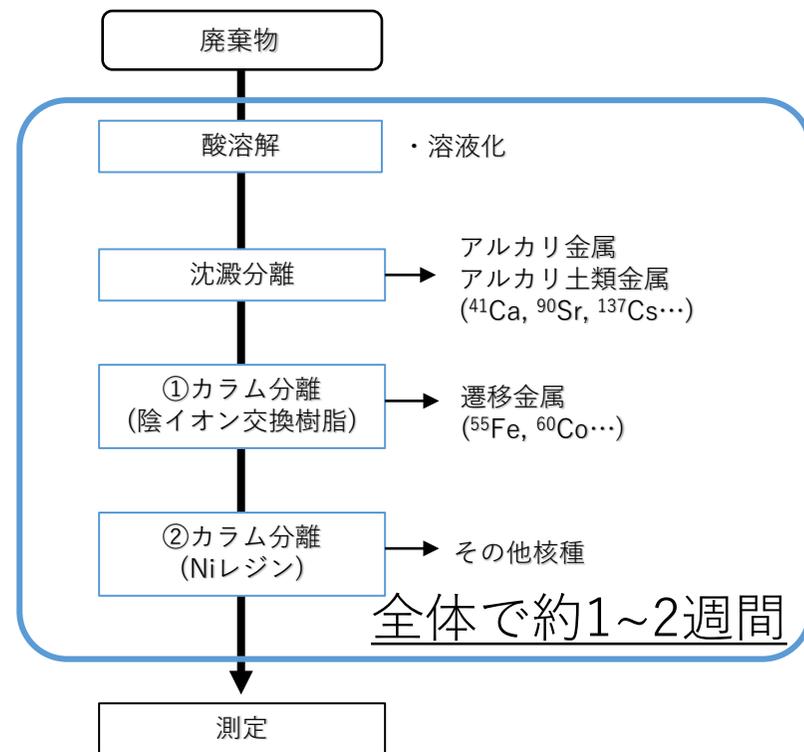
大量の廃棄物中の放射性核種を調べるには、
短時間で分析する手段が必要になる。



- ① 従来の分離手法の合理化
- ② 新しい分析手法の開発



化学分離操作 (従来の方法)



大量の廃棄物中の38核種を分析
➡ 1核種毎の化学分離操作時間を短縮

主な化学分離操作の原理

① 化学的性質の違い

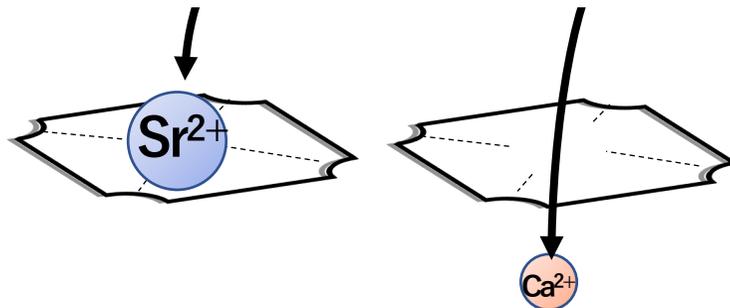
縦同士の性質が類似

Ca, Srはアルカリ性で沈殿しない

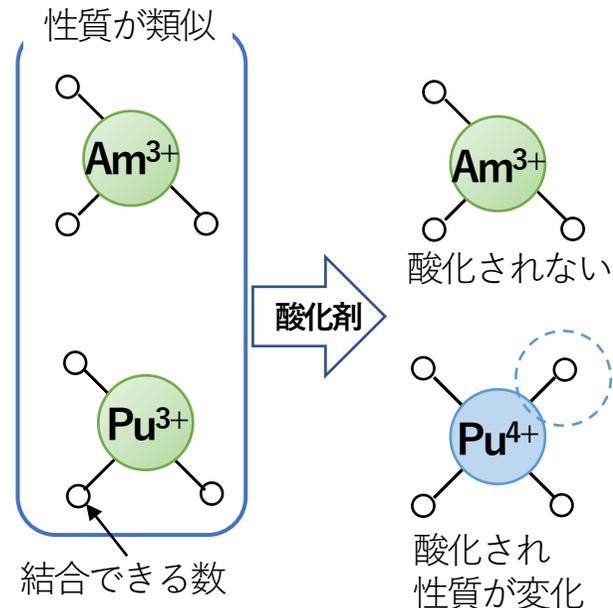
Niはアルカリ性で沈殿

② 大きさの違い

Sr²⁺ 半径 0.132 nm Ca²⁺ 半径 0.114 nm

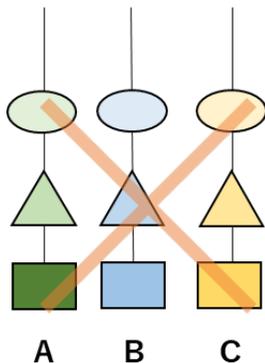


③ 酸化・還元反応による酸化数のコントロール



化学分離操作の合理化

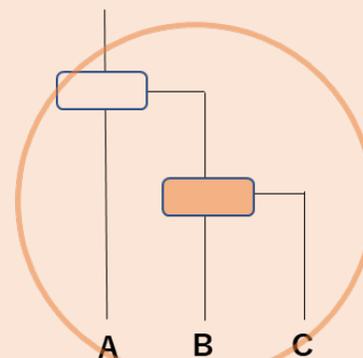
試料3つ



従来の分離方法

1核種のための精製

試料1つ



原理を利用した
化学分離操作の再設計

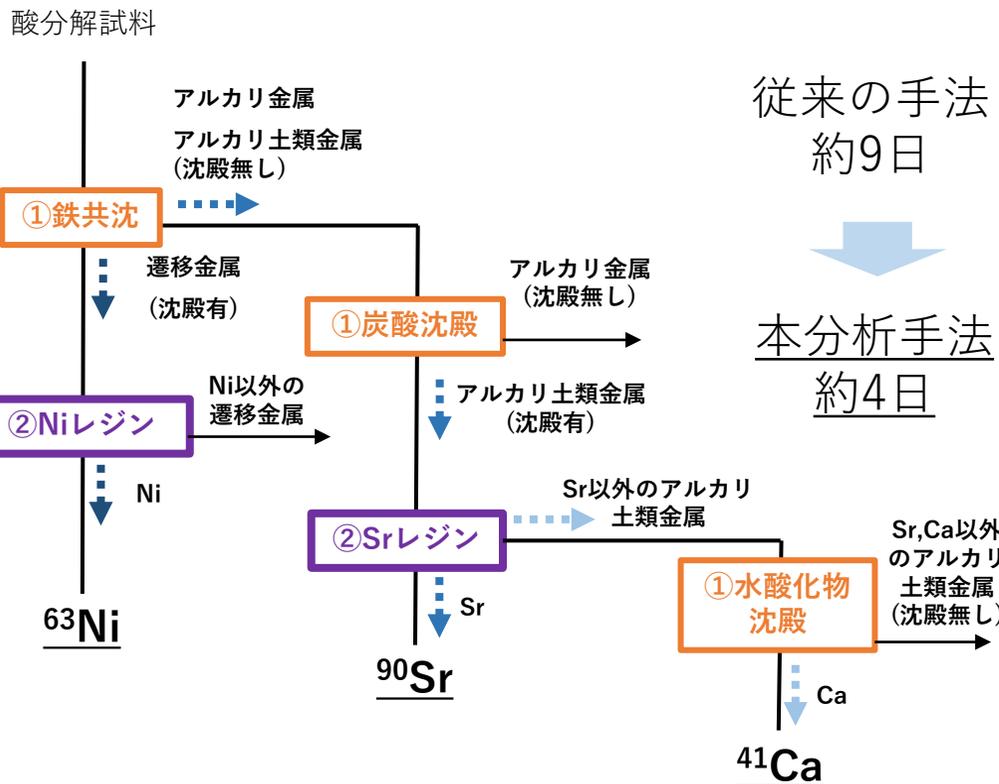


1回の操作で複数の核種を
逐次的に分離・精製

1核種のみを分離する前提のフローを**複数の核種を分離**するフローに拡張
腐食性の高い**ハロゲン** (塩酸やフッ酸) の**使用を低減**し、長期事業に安定な分離法

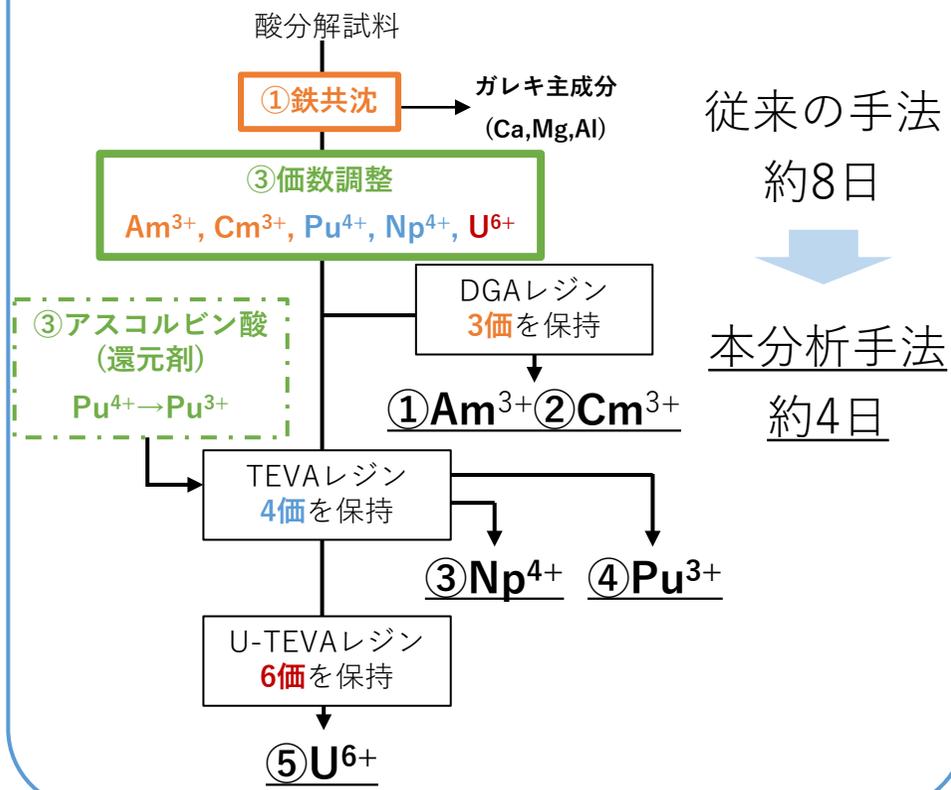
β線核種を逐次的に分離

①化学的性質の違い ②大きさの違い



α線核種を一度に分離

①化学的性質の違い ③酸化数のコントロール

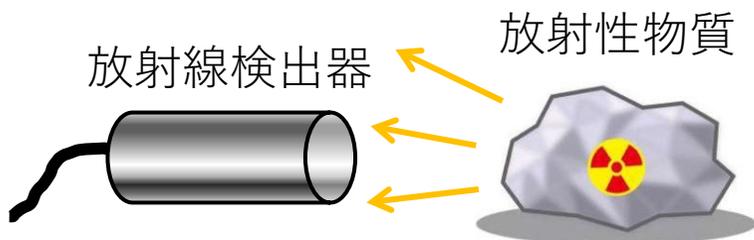


従来法と比べて短時間で分離可能 → 分析に必要な時間の短縮

放射線を出しやすく (短半減期)、

存在量が多い

(^{90}Sr , ^{63}Ni , ^{41}Ca など)

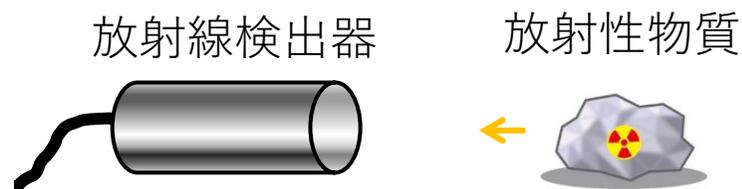


測定時間：短時間

放射線を出しにくく (長半減期)、

存在量が少ない

(^{93}Zr , ^{93}Mo など)



測定時間：長時間

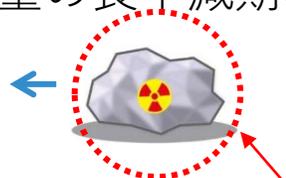


長半減期核種は化学分離操作だけでなく、長時間の放射線計測が必要

➡ 極微量の原子の数を直接計測する手法(ICP-MS法)を用いた新規分析手法の開発



放射性物質
(微量の長半減期核種)



放射線ではなく、
放射性物質の原子の数を直接計測

誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS : Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer)

- **質量数(大きさ)毎に分離可能**
→装置に分離機能を保有
放射線測定のような精度の高い分離が不要
- **測定対象核種を数で計測**
- **短い測定時間(約5分/1サンプル)**



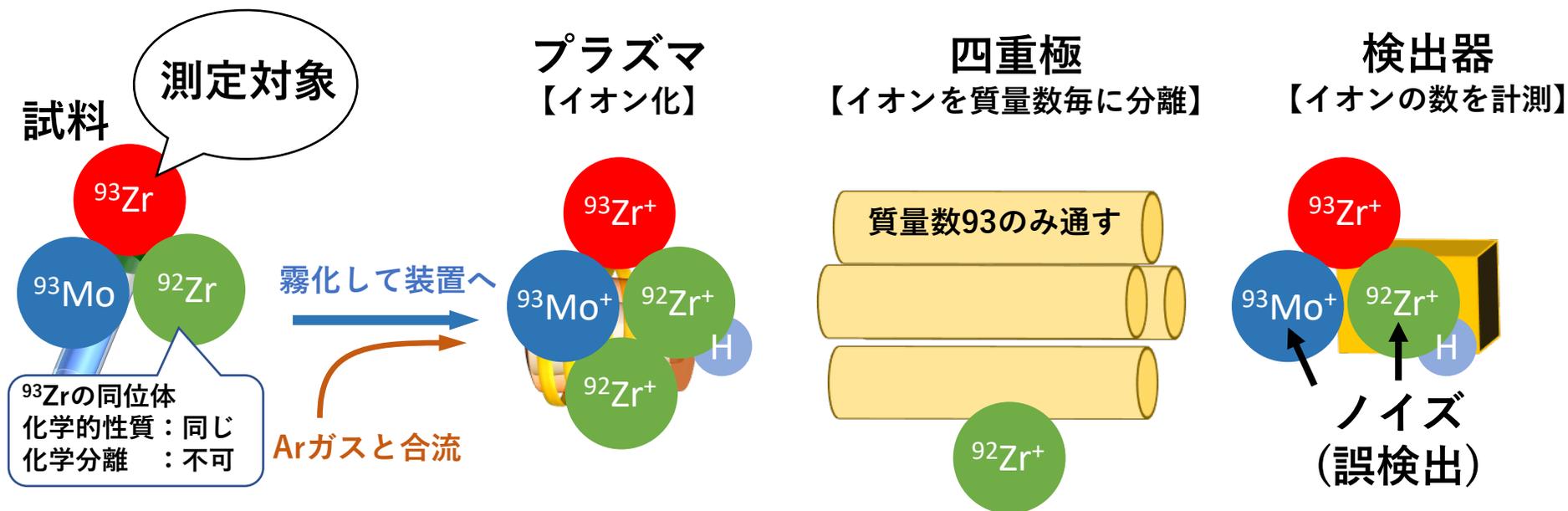
誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS : Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer)

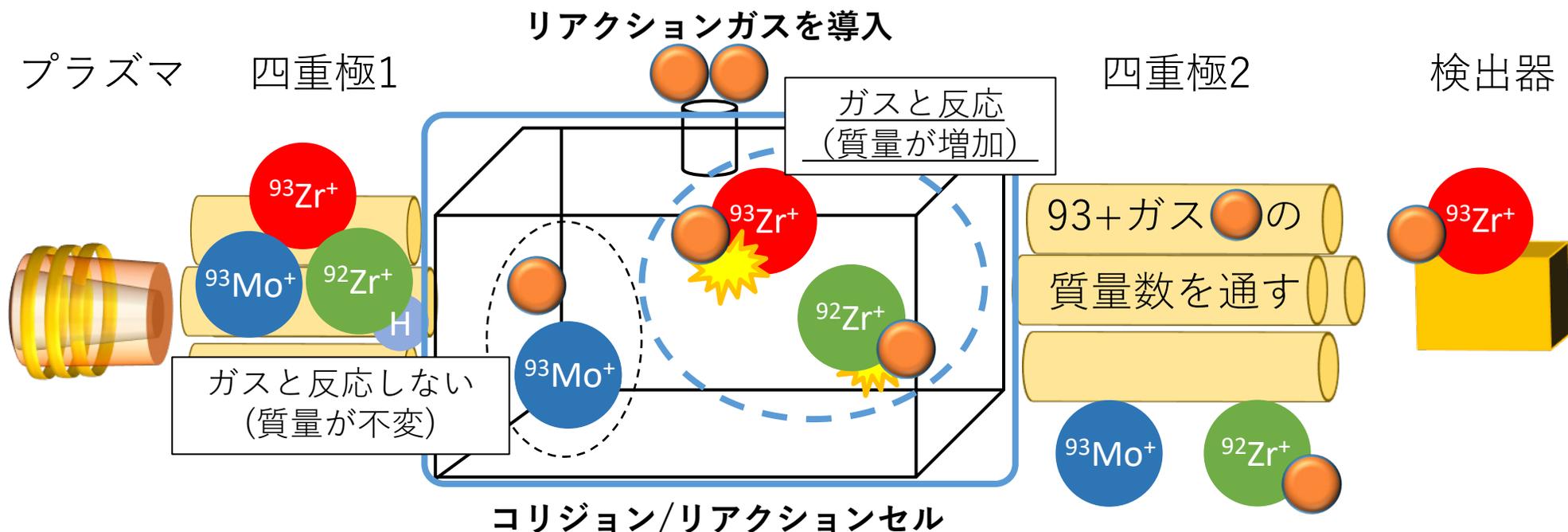
- **質量数(大きさ)毎に分離可能**
→装置に分離機能を保有
放射線測定のような精度の高い分離が不要
- **測定対象核種を数で計測**
- **短い測定時間(約5分/1サンプル)**

ICP-MSの問題点

対象の微量分析を妨害するイオンの存在

- 同じ質量数のイオン(同重体イオン)
例) $^{93}\text{Zr} \rightarrow ^{93}\text{Mo}, ^{93}\text{Nb}$
- 結合して同じ質量数となった分子イオン
例) $^{93}\text{Zr} \rightarrow ^{92}\text{Zr} \cdot ^1\text{H}$ (合計93)





ICP-MS/MSの特長

- 2つの四重極(分離機能)を保有
- ガスと反応させ、質量数をコントロール可能

反応するガスと最適な反応条件により
同じ質量数の原子、分子イオンの
ノイズを大幅に低減



簡単に、素早く長半減期核種の微量分析が可能

【成果・貢献】

- 腐食性をもつ塩酸を使用しない簡易・迅速な分離方法の開発
- 質量分析法を用いた長半減期核種の新規分析手法の開発
- 放射性廃棄物の性状把握を通して1F廃炉に貢献

【今後の目標】

- 開発した分析手法を用いた放射性廃棄物分析による1F廃炉の全体像(発生する廃棄物の性状)を把握

【魅力/やりがい】

- 国内外で報告数が少ない新規の塩酸フリーな分析手法の技術開発にチャレンジしている。
- 開発した分析手法によって、放射性廃棄物の性状把握に役立ち、1F廃炉に貢献できる。

ご清聴ありがとうございました。