

**キャピラリー電気泳動法を用いる  
高純度試薬精製法**

平成27年11月9日(月)

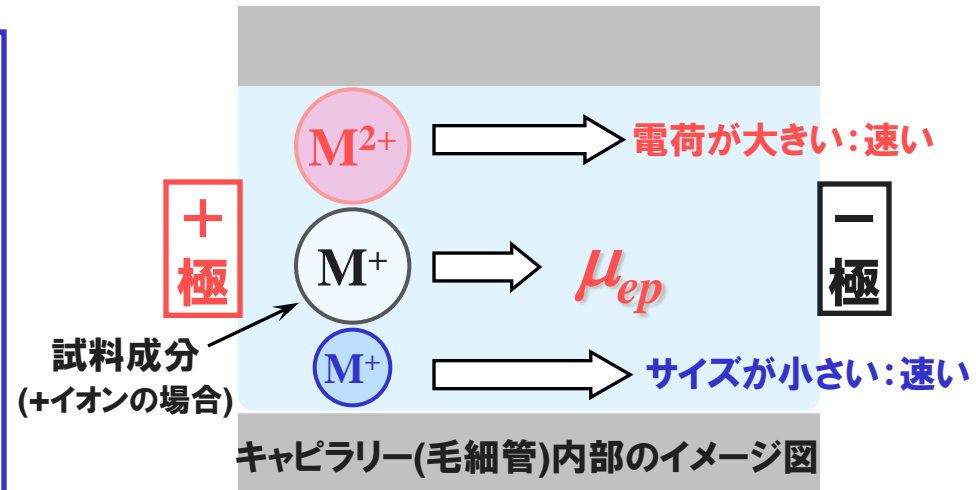
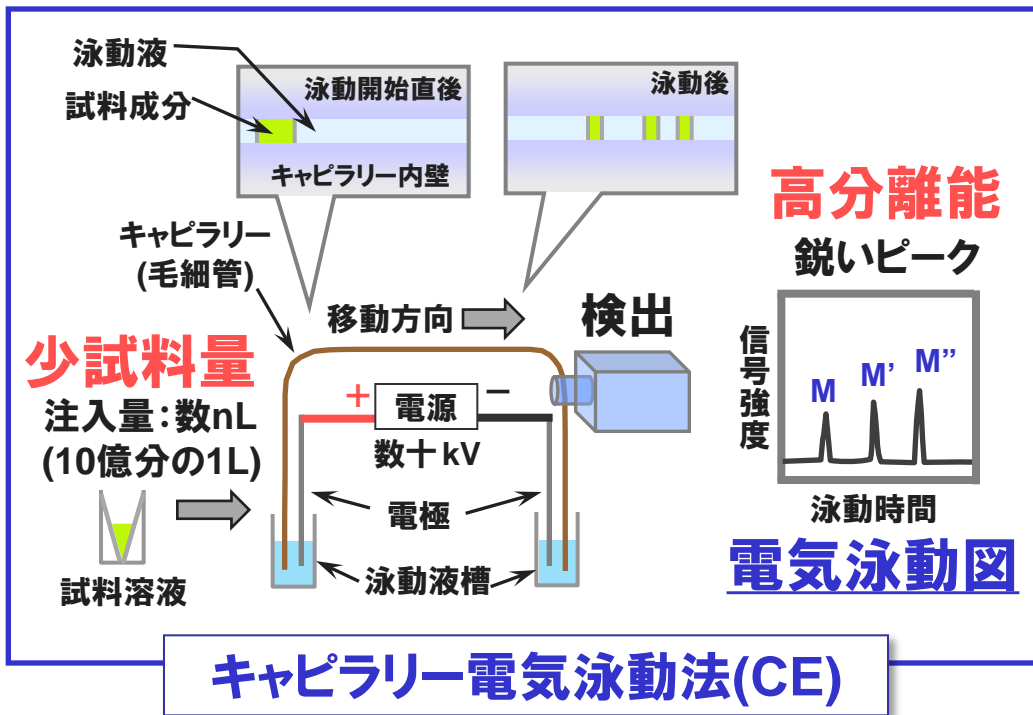
日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所  
バックエンド技術部 放射性廃棄物管理技術課  
原賀 智子

# 本報告内容

1. キャピラリー電気泳動法とは
2. 技術① 高純度試薬精製法
3. 技術② ウランに対する高感度迅速分析法
4. まとめ

# キャピラリー電気泳動法(CE)

- 内径0.05mm、長さ50cm程度の毛細管(キャピラリー)を用いる電気泳動法
- 比較的簡易な装置、極少量の試料で高い分離能を有する
- 様々な分野でイオン性物質の分析に利用(ライフサイエンス分野など)



$$\text{移動度}(\mu_{ep}) = \frac{q}{6\pi r \eta}$$

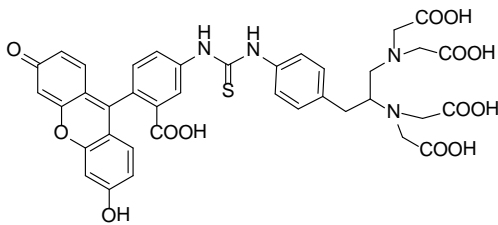
$q$ : 電荷  
 $r$ : イオン半径  
 $\eta$ : 溶液の粘度

イオンの電荷やサイズに起因する移動速度の差を利用した分離法

# 技術① 高純度試薬精製法

## 背景・ニーズ

精密な化学分析では  
高純度試薬が必要



試薬の例

(金属イオン分析用有機化合物等)

## 従来技術

😞 高速液体クロマトグラフィー(HPLC)などでは**分離能力不足**



理論段数:  $10^3 \sim 10^4$  段/m 程度

↑ 分離能力の指標: 数値が大きいほど分離能力が高い

## キャピラリー電気泳動法

😊 分離能力が非常に高い

理論段数:  $10^5 \sim 10^6$  段/m 程度

😞 **注入量少ない**(nL程度=10億分の1L程度)

↑ 試薬を**回収して利用するにはデメリット**

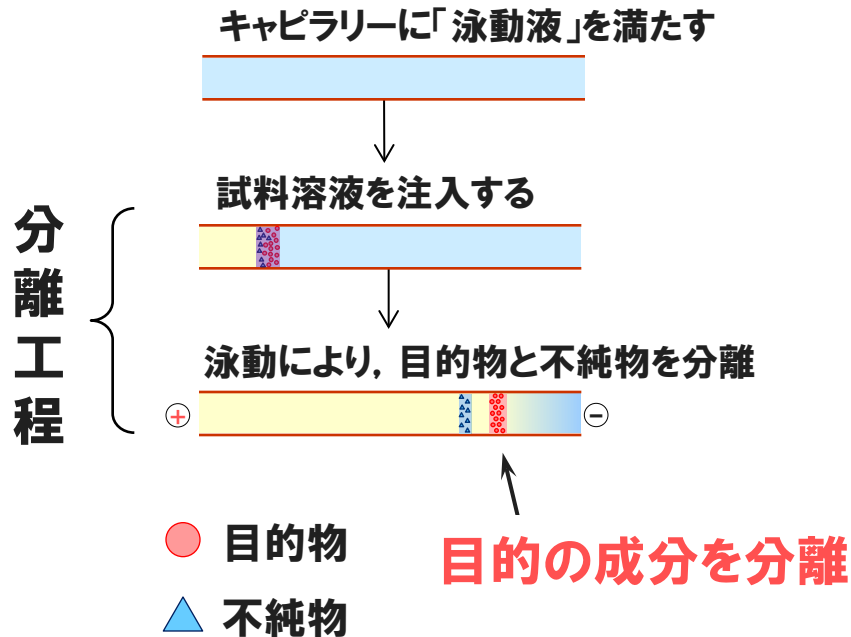
課題: キャピラリー電気泳動法において、注入量の増量が必要

# 技術① 高純度試薬精製法

本技術では、キャピラリー電気泳動法の**高い分離能力**を維持しながら、従来技術では困難な**注入量の増量**(nL→ $\mu$ L:1,000倍改善)を可能にする泳動方法を新しく開発した。

## 通常の泳動方法

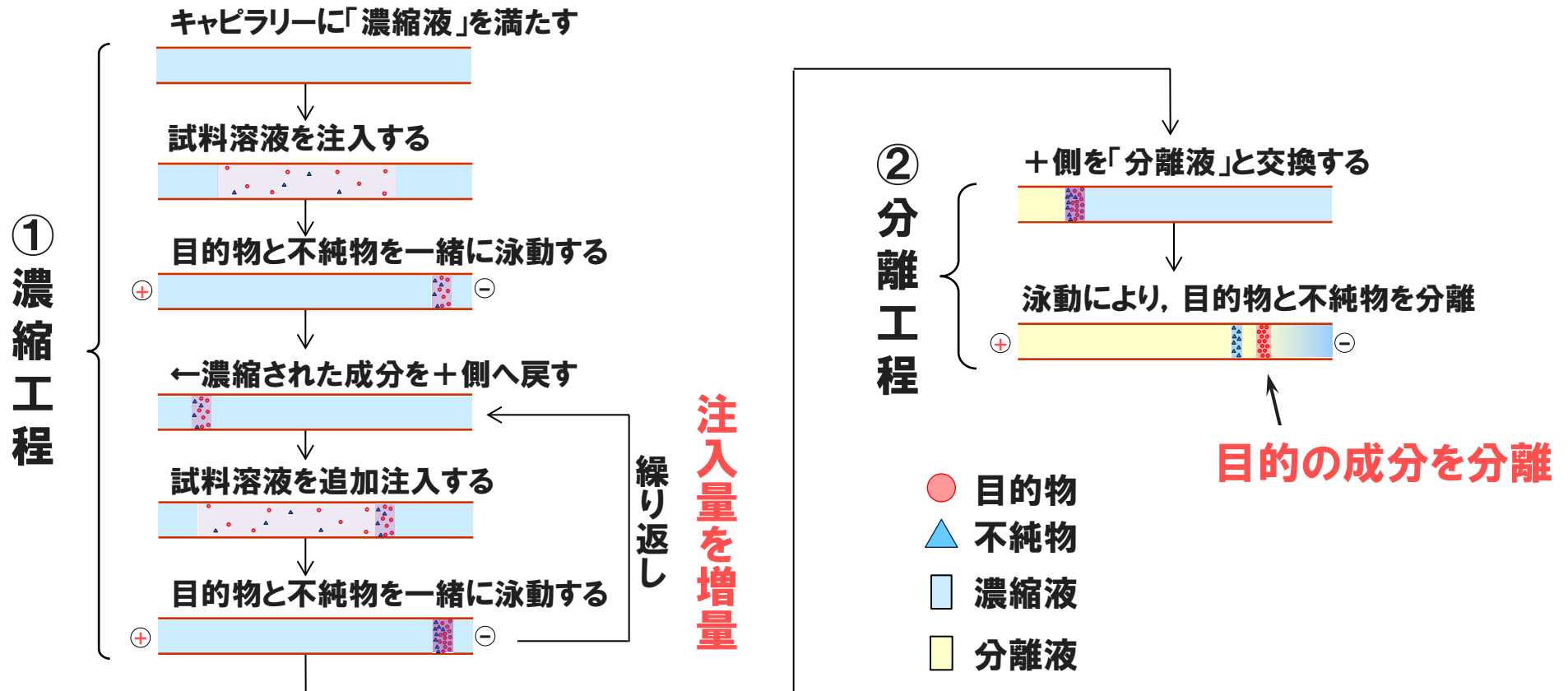
### <キャピラリー内部のイメージ>



# 技術① 高純度試薬精製法

本技術では、キャピラリー電気泳動法の**高い分離能力**を維持しながら、従来技術では困難な**注入量の増量**(nL→ $\mu$ L:1,000倍改善)を可能にする泳動方法を新しく開発した。

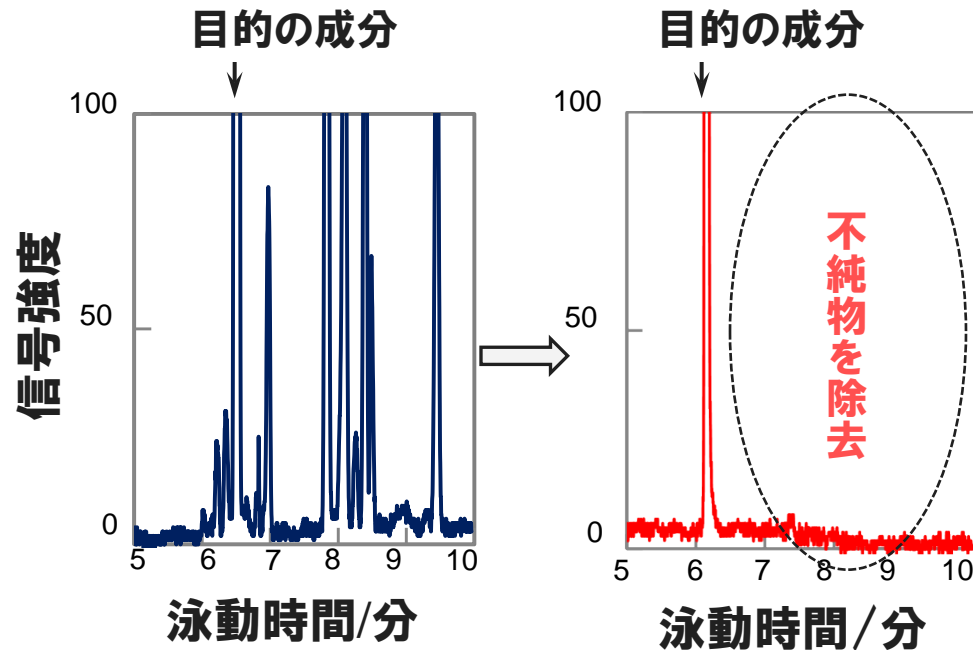
## 開発した泳動方法



泳動液(濃縮液, 分離液)の種類, 組成などの条件を最適化

# 技術① 高純度試薬精製法

## 適用例



従来技術(HPLC精製後)  
純度:82%

本技術  
純度:99%

従来技術では分離できない不純物の除去に成功。

## 従来技術との比較

- 1 試料の高純度化(99%)が可能
- 2 短時間(10分程度)で精製可能
- 3 試料量(1 $\mu$ L)で精製可能
- 4 有機溶剤を使用せず環境負荷が低い

## 利用分野

- 1 環境分野での貴重な試料の精製
- 2 医学分野での生体試料の精製
- 3 研究機関等での試薬精製

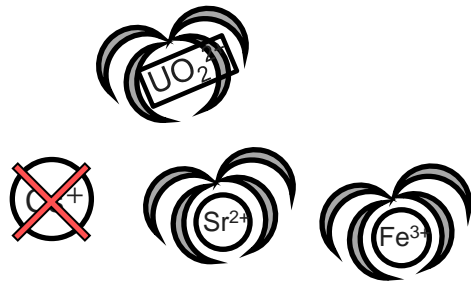
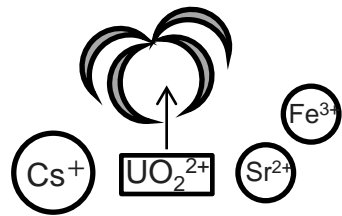
適用先:環境試料や生体試料などの貴重なサンプルの精製法としても有効

# 技術② ウランに対する高感度迅速分析法

本技術では、**ウランを高感度に分析するための新しい試薬**を開発した。

## 従来の試薬

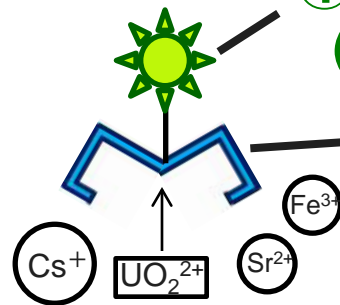
- ①低感度(ppmレベル)
- ②ウランに対する選択性無い



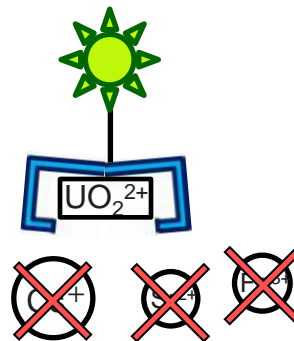
他の金属イオンとも結合

## 開発した試薬

- ①蛍光部位導入による高感度検出  
(pptレベル, 10万倍以上の高感度化)



- ②ウランと選択的に結合する構造  
(共存物質の影響を受けにくい)



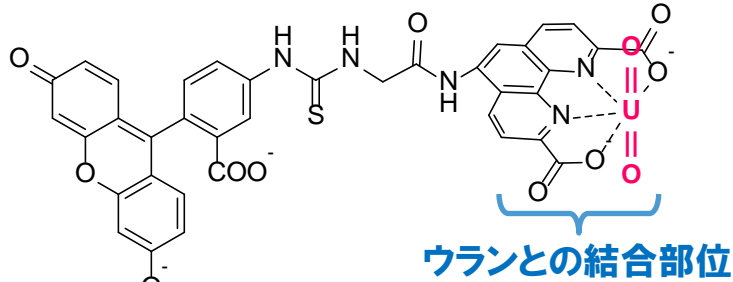
ウラン(ウラニルイオン)と  
選択的に結合

環境試料や放射性試料中のウランに対する高感度な分析が可能

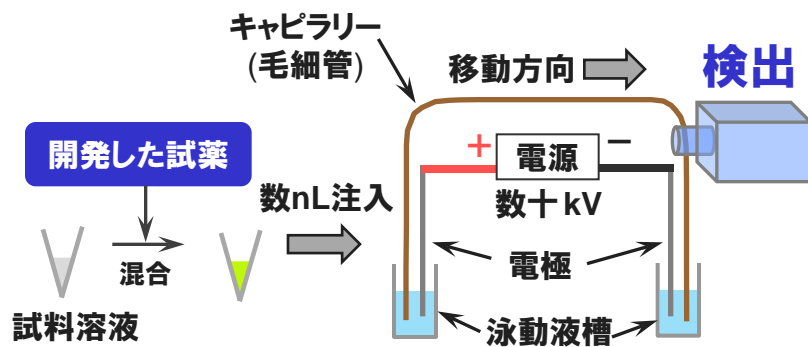


# 技術② ウランに対する高感度迅速分析法

## 開発した試薬の化学構造



高感度検出のための  
蛍光部位



## キャピラリー電気泳動法を適用

### (1)安全・環境負荷低減



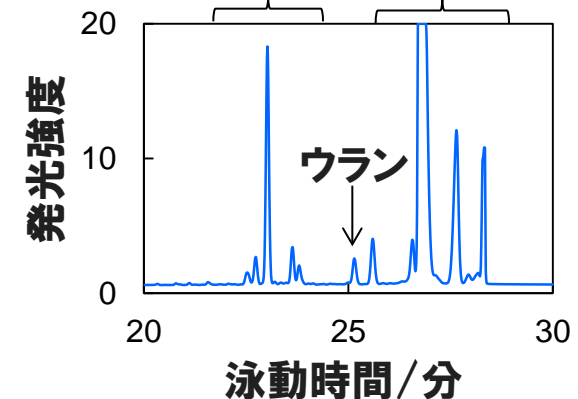
10 mL → 0.05 mL



1 L → 0.01 L

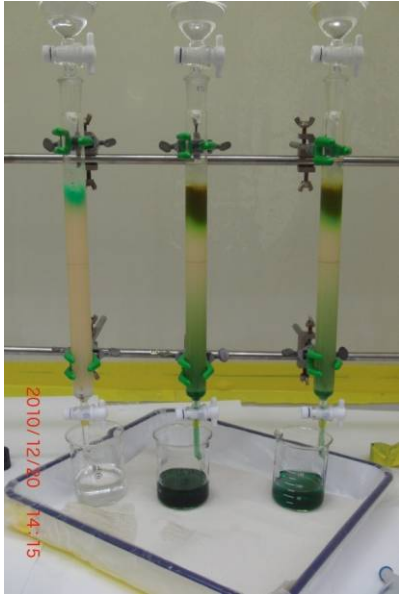


分析時に扱う廃液量を1/100以下に削減

### (2)分析時間短縮 共存妨害物質



環境試料や放射性試料中のウランに対する高感度な分析が可能

# 分析法の比較

	カラム(例:イオン交換)	液体クロマトグラフィー	キャピラリー電気泳動
装置・器具の外観			
消耗品(放射性試料と接する部分)	<p>イオン交換樹脂カラム            外径2cm×長さ10~20cm            (約2,000円/1本分)</p>	<p>分離カラム            外径2cm×長さ5~50cm            (5~25万円/本)</p>	<p>キャピラリー(ガラス製)            外径0.3mm×長さ50cm            (2,000円/50cm)</p>
主な特徴	<p>○消耗品費用(安価)            ×自動化            ×二次廃棄物(発生量多い)</p>	<p>×消耗品費用(高価)            ○自動化            ×二次廃棄物(発生量多い)</p>	<p>○消耗品費用(安価)            ○自動化            ○二次廃棄物(発生量少ない)</p>

分析コスト、二次廃棄物発生量の低減が期待できる

## まとめ

### 技術① 高純度試薬精製法

発明の名称 :キャピラリー等速電気泳動法を用いる複数回大容量  
注入－濃縮－分離－分取精製法

特開2014-048252

出願人 :日本原子力研究開発機構, 埼玉大学

### 技術② ウランに対する高感度迅速分析法

発明の名称 :蛍光性ウラン錯体を形成する化合物、その合成方法、  
ウラン測定用蛍光プローブ及びウランの測定方法

特開2013-170141

出願人 :日本原子力研究開発機構, 埼玉大学

お問い合わせ先 独立行政法人日本原子力研究開発機構  
研究連携成果展開部

phone:029-282-6934

e-mail:[sangaku.riyou@jaea.go.jp](mailto:sangaku.riyou@jaea.go.jp)