

ICPによる廃液中のウラン定量測定

柴田 敏之

工学研究科・工学部技術部 環境安全技術系

はじめに

筆者が勤務する核燃料管理施設は、学内共同研究施設として（１）教育研究上発生する使用済み核燃料物質並びに核燃料物質に汚染された固形物及び廃液の集中管理、（２）使用済み核燃料物質の計量・分析に基づく管理システムの構築、及び再利用等の研究開発、（３）教職員・学生に対する核燃料物質の使用・保管に関する教育訓練を目的に、平成 11 年設置された。

核燃料管理施設には、学内各部局から管理を委託された使用済みの核燃料物質が保管されている。中には、実験終了後数十年も経過した物質もあり、素性の確かでない物もある。こうした素性のはっきりしない廃液の定性・定量分析を行うため、今回は ICP（Inductively Coupled Plasma：誘導結合プラズマ）発光分光分析装置（SII社製 SPS7800）を用いてウランの定性・定量分析のトレーニング（研鑽研修）を行った。

1. 標準試料の作製

定量分析には、あらかじめ量の定まっている標準試料によって定量線を作成しなければならない。しかし、ウランの標準試料は市販では入手できず、自分で作成することから始めなくてはならない。さらに放射性物質であるウランを使用することで、周囲を汚染させないために最新の注意が必要である。

標準試料作製には、硫酸ウラニル ($UO_2SO_4 \cdot 3H_2O$) を用い、総量を 100ml とし、ウラン濃度を 5 ppm、15ppm、25ppm の 3 種類の試料を作製することとした。

硫酸ウラニルに含まれるウラン元素の重量は次の式で求められる。

$$\begin{aligned} \text{ウラン元素重量} &= \text{硫酸ウラニル重量} \times (\text{ウラン原子量} / \text{化学式量}) \\ &= \text{硫酸ウラニル重量} \times (238 / 420) \\ &= \text{硫酸ウラニル重量} \times 0.567 \quad (\leftarrow \text{換算比}) \end{aligned}$$

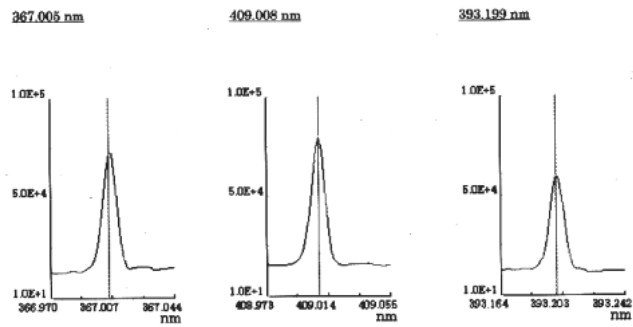
まず電子天秤を用いて次の 3 種類の硫酸ウラニルを秤量して、それらを 100 ml の純水に溶解して次の 3 種類の濃度の「標準」試料を作製することができた。

試料番号	硫酸ウラニル重量	換算比	濃度見込み
1	1.38 mg	× 0.567	7.820 ppm
2	2.89 mg	× 0.567	16.374 ppm
3	4.65 mg	× 0.567	26.346 ppm

2. 定性分析

まず手始めに、ICPの定性分析の機能を使い、試料番号 3（濃度見込み 26.346 ppm）を用いて定性分析を行った。結果を（図 1）に示す。ウランの第 1 波長、第 2 波長、第 3 波長とも際だった

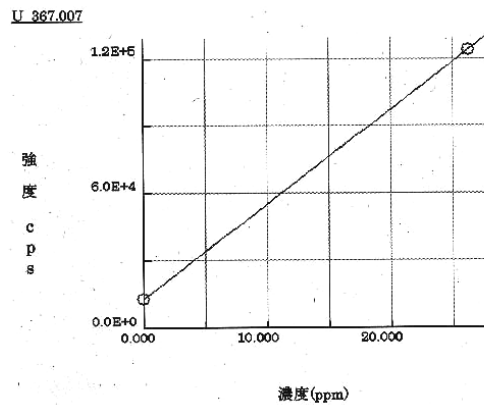
ピークが検出され、ウランの存在が確かめられた。この I C P には、定性分析の場合でもその存在量を推定する機能がある。それによれば、今回の測定結果では、濃度下限は 18.603 ppm、濃度上限は 74.410 ppm と妥当な値を推定している。



(図 1) ウラン溶液の定性分析の結果

3. 定量分析のための検量線作成

次に試料番号 3 (濃度見込み 26.346 ppm) と、超純水 (濃度見込み 0.000 ppm) の 2 点に基づいて検量線 (図 2) を作成した。



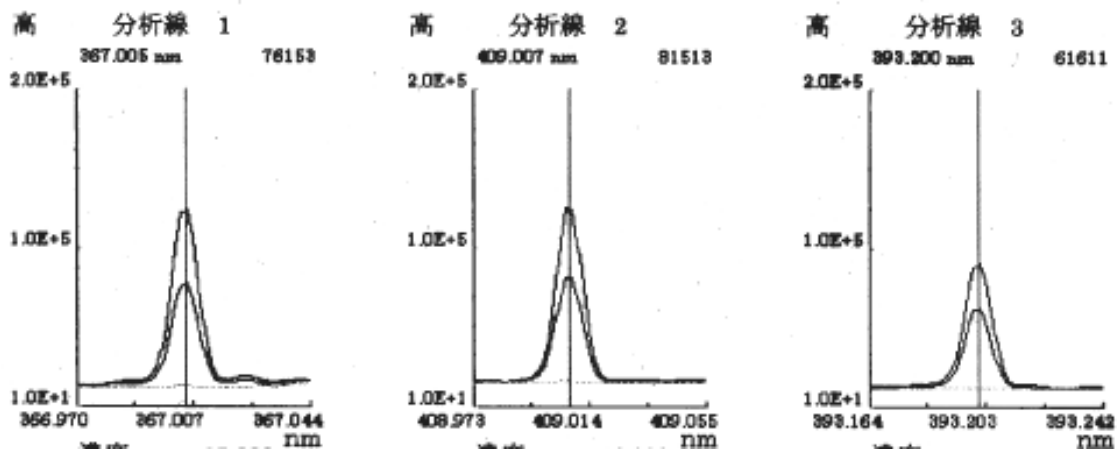
4. ウランの定量分析

作成した検量線に基づき、試料番号 1 (濃度見込み 7.820 ppm)、試料番号 2 (濃度見込み 16.374 ppm) の定量分析を行った。(図 3) は試料番号 3 (いちばん大きなピーク) と試料番号 2 (真ん中のピーク)、そして超純水 (ほぼ水平の細い線) の分析結果を重ねたものである。パソコンによる濃度計算の結果は次の通りであった。

(図 2) 作成した検量線

試料番号 1 (濃度見込み 7.820 ppm) → 6.342 ppm (濃度見込みとの差: -1.478)

試料番号 2 (濃度見込み 16.374 ppm) → 15.623 ppm (濃度見込みとの差: -0.751)



(図 3) ウランの定量分析

5. まとめ

- (1) I C P によるウラン定量測定の基礎が習得できた。
- (2) 放射性物質であるウランの取り扱いについてトレーニングができた。
- (3) 精度の向上、有機物中の元素分析が今後の課題である。