

ウラン標準試料測定による核鑑識のためのウラン年代測定手法の検証

Validation of Uranium Age-dating Method for Nuclear Forensics with Uranium Standards

松井 芳樹¹, 海野 勇次^{1}, 篠原 伸夫¹, 木村 祥紀¹

¹ 日本原子力研究開発機構(JAEA)

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security (ISCN) of JAEA has been conducting uranium age-dating for nuclear forensics. In this paper, we report the results of uranium age-dating on uranium standards to verify the applicability of the age-dating method.

キーワード：核セキュリティ、核鑑識、ウラン年代測定、 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 比

1. 緒言

原子力機構の核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)では、核物質及び放射性物質の産地や使用目的等の特定を行うための核鑑識の技術開発を行っており、その一環としてウラン年代測定を実施している。ISCN で実施しているウラン年代測定は、ウランの精製時に ^{234}U の壊変生成物である ^{230}Th が完全に分離されたと仮定して、その後に新たに生成した娘核種 ^{230}Th と親核種 ^{234}U との比 ($^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$) を求め、その分析値から当該ウランがいつ精製されたものであるかを推定するものである。本稿では、ウラン標準試料についてウラン年代測定を行い、測定結果の有用性を検証した結果を報告する。

2. ウラン年代測定手法の有用性検証

ウラン年代測定では、表面電離型質量分析計(TIMMS)を用いた測定を行う。今回の検証では、ウラン標準試料である U-125A[1]を使用した。分析手順として、まず、U-125A を 8M 硝酸で溶解した。溶解後、超純水を添加し、これを母液とした。母液を二つに分け、 ^{230}Th 分析用試料には ^{229}Th 溶液を、 ^{234}U 分析用試料には ^{233}U 溶液をスパイクとして添加した。イオン交換樹脂を用いてスパイク添加試料を分離精製したのち、それぞれの試料について TIMMS による測定を行い、 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 比を求めた。得られた $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 比から U-125A の精製年代を推定し、U-125A の実際の精製日と比較した。また、同様の手順でウラン年代測定を複数回(2018 年及び 2020 年)実施することで、本手法による年代測定結果の再現性に関しても確認を行った。

3. 測定結果

U-125A の実際の精製日は 1994 年 8 月 18 日であり[1]、2018 年の測定結果(2018 年)からは精製日は 1994 年 7 月 30 日(± 121 日, $k=2$)と推定され、実際の精製日と非常に近い値が得られた。一方、2020 年の再測定では同じ推定値に差異が認められた。核鑑識分析におけるウラン精製年代は核鑑識上の重要な情報(エビデンス)となるため、この再現性が失われた原因を究明して分析手順等の再評価を行い、本ウラン年代測定手法の有用性の確認と分析値の信頼性の向上を目指して検討している。

参考文献

[1] New Brunswick Laboratory, "Certificate of Analysis CRM 125-A Uranium (UO₂) Pellet Assay, Isotopic, and Radiochronometric Standard," (2013)

*Yoshiki Matsui¹, Yuji Umino¹, Nobuo Shinohara¹ and Yoshiki Kimura¹

¹Japan Atomic Energy Agency (JAEA) ※海野は検査開発株式会社からの派遣職員である。