

## 特定標準器の指定及び校正等の実施について 中性子放出率

### 1. 背景

放射性同位元素を利用した  $^{252}\text{Cf}$  や  $^{241}\text{Am-Be}$  といった中性子線源は、原子力分野における測定器校正に加え、橋梁等の構造物やコンクリート内の空洞などの非破壊検査、中性子ラジオグラフィーなどのイメージング、各種液体のレベル測定、中性子水分計による配管やタンクなどの腐食評価など、その産業利用は広がっている。中性子線源については、放射能(Bq)とは別に中性子放出率(単位  $\text{s}^{-1}$ )が、国内外において広く使われ、さまざまな利用において必要とされる定量性、品質管理、放射線安全管理の観点からトレーサビリティが要求されている。中性子線源の強度管理は、放射線障害防止法等の法令の観点でも重要であり、中性子放出率の校正等による適正な管理が必要とされている。また原子力規制庁の検査等においては、JCSS 校正による管理は、適正な管理と認められるため、JCSS 校正の要望が高い。

中性子線源の校正は、従来線源そのものを輸送し、産業技術総合研究所に持ち込まれ、行われていた。しかしながら、線源の輸送には、多くの作業とコストが伴う。産業技術総合研究所では、ポリエチレン減速材と  $^3\text{He}$  比例計数管によって構成される中性子放出率測定器の開発を行った。中性子放出率測定器を使用してトランスファーを行うことにより、線源の輸送を伴わない校正が可能になった。これにより、品質管理等に利用される放射性同位元素中性子源 ( $^{252}\text{Cf}$  および  $^{241}\text{Am-Be}$ ) の中性子放出率に対してのトレーサビリティ要求に応えるため特定標準器による校正を開始することとしたい。

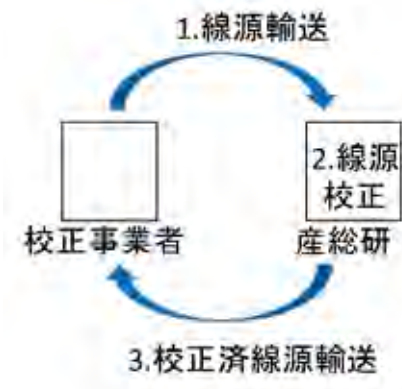


図1 線源輸送による校正



図2 中性子放出率測定器による校正



図 3 中性子放出率測定器の一例

## 2. 指定予定の特定標準器

中性子放出率基準測定装置

## 3. 特定標準器の概要

### (1) 特定標準器の構造

中性子放出率基準測定装置は、 $^{241}\text{Am}$ -Be 標準中性子線源（既存）と標準黒鉛パイルによって構成されている。 $^{241}\text{Am}$ -Be 標準中性子線源は、現在特定標準器「速中性子フルエンス絶対測定装置群」の一部としても使用されている。 $^{241}\text{Am}$ (アメリシウム)と Be(ベリリウム)を混ぜペレット状にして、ステンレス鋼材(外径 22.4 mm、高さ 48.5 mm)に密封した構造となっている。 $^{241}\text{Am}$  は放射性同位元素であり、半減期は 432.2 年で、5.4 MeV の  $\alpha$  線を放出する核種である。 $^{241}\text{Am}$  から発生する  $\alpha$  線と Be が反応して  $^9\text{Be}(\alpha, n)^{12}\text{C}$  反応により 1 MeV ~ 10 MeV の広いエネルギー範囲の中性子が生成される。標準黒鉛パイルは、今回同時に申請を行う特定標準器（予定）「熱中性子フルエンス率絶対測定装置」の一部としても使用されている。標準黒鉛パイルは、縦 1.9 m 横 2.3 m 奥行 1.9 m の大きさであり、高純度黒鉛を積み重ねたものである(図 4)。



図 4 標準黒鉛パイル

( 2 ) 特定標準器による特定二次標準器の校正の方法

特定二次標準器の中心に  $^{241}\text{Am}\text{-Be}$  標準中性子線源、または標準黒鉛パイルを用いて  $^{241}\text{Am}\text{-Be}$  標準中性子線源との相対校正により中性子放出率が決定している  $^{241}\text{Am}\text{-Be}$  中性子線源を設置し、出力を記録する。測定時の  $^{241}\text{Am}\text{-Be}$  標準中性子線源の中性子放出率は、中性子放出率決定からの経過時間と  $^{241}\text{Am}$  の半減期を考慮して計算する。中性子放出率測定器の出力と中性子放出率の比が校正定数となる。

$^{252}\text{Cf}$  線源に対する校正定数を決定する際には、最初に標準黒鉛パイルを用いて、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$  標準中性子線源と産総研が所有する  $^{252}\text{Cf}$  中性子線源の異種線源間相対校正法により  $^{252}\text{Cf}$  中性子線源の中性子放出率を決定する。その後、特定二次標準器の中心の  $^{252}\text{Cf}$  中性子線源を設置し、校正定数を求める。

**4. 計量法第 135 条第 1 項に基づく校正実施機関**

国立研究開発法人産業技術総合研究所

**5. 特定二次標準器**

( 1 ) 中性子放出率測定器 (  $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ ,  $^{252}\text{Cf}$  :  $1000\text{ s}^{-1} \sim 10000000\text{ s}^{-1}$  )

( 2 ) 特定二次標準器の具備条件

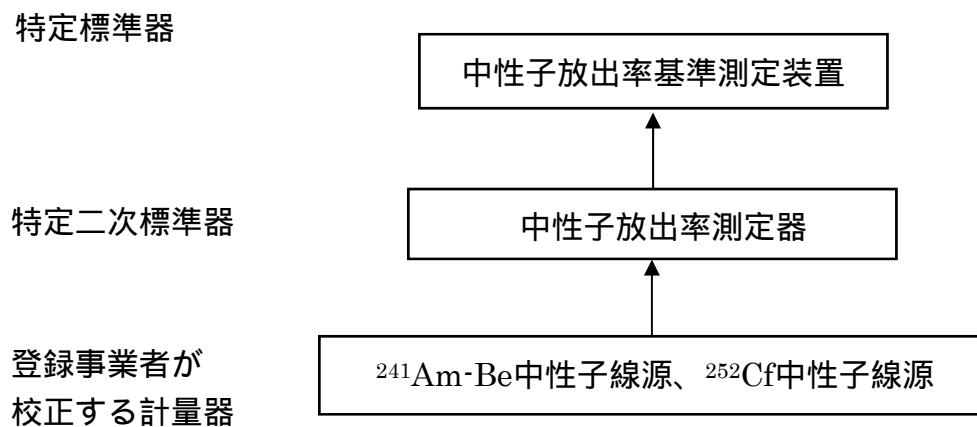
- (a) 対象とする中性子放出率校正範囲において、中性子放出率と測定器出力の計数率の線形性が 0.5 %以内であること。
- (b) 測定器からの出力が、波高出力として読み出せること。
- (c) 測定器のレスポンスの再現性が 0.5 %以内であること。
- (d) 測定器の測定における中性子漏えい量等補正係数計算用の計算プログラムを備えていること。

( 3 ) 特定標準器による校正等の期間 ( 校正等の周期 )

2 年

## 6. トレーサビリティの体系図及び測定の不確かさ

### (1) トレーサビリティの体系図



### (2) 測定の不確かさ

特定標準器による校正等における測定の相対拡張不確かさ ( $k=2$ ) は、3.0 % ~ 3.2 % 程度を予定している。

登録事業者が行う校正における測定の相対拡張不確かさ ( $k=2$ ) は、9.0 % 程度を想定している。