

## 特定標準器の指定及び校正等の実施について 熱中性子フルエンス率

### 1. 背景

中性子は原子力分野を始め、航空宇宙、医療、半導体、非破壊検査、各種分析など、様々な産業活動において登場する。これらの産業における中性子計測及び中性子被ばく管理のために、多くの種類の中性子測定器や中性子線量当量測定器が開発され、使用されている。これらの測定器の出力の信頼性を維持するために、通常エネルギーの低い熱中性子とエネルギーの高い中性子線源（ $^{241}\text{Am-Be}$ 、 $^{252}\text{Cf}$ ）からの中性子に対する感度校正が定期的に行われている（図1）。中性子の感度校正は、中性子フルエンス率あたりの計数率という形で導出される。

また、中性子は放射線の種類でもあり、安全、安心の観点から、或いは、規制強化などにより、放射線管理に用いられる中性子測定器、中性子線量当量測定器の国家標準へのトレーサビリティが強く求められることが多い。特に、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校正への要望が高い。

産業技術総合研究所では、2009年に中性子線源（ $^{241}\text{Am-Be}$ 、 $^{252}\text{Cf}$ ）を利用した中性子フルエンスの特定標準器による校正を開始した。より高い技術を要する熱中性子については、開発に時間を要したが、この度、熱中性子フルエンス率についても、標準供給が可能となった。原子力施設など放射線関連施設にて数多く使用されている各種中性子測定器と、全ての個人線量当量測定器、周辺線量当量測定器の定期校正におけるトレーサビリティ要求に対応するため、熱中性子フルエンス率に関する特定標準器による校正を開始することとしたい。

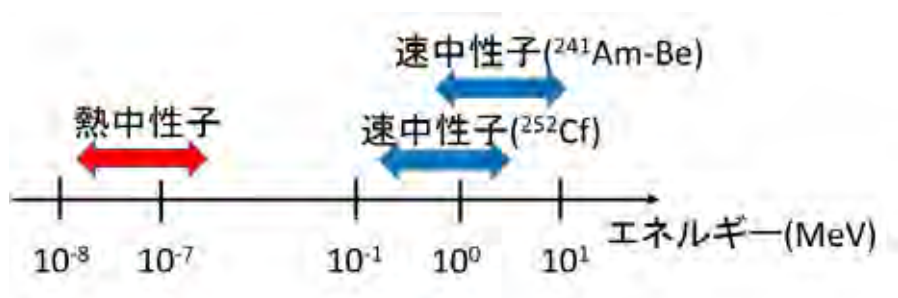


図1 中性子測定器の定期校正の対象エネルギー範囲

### 2. 指定の特定標準器

熱中性子フルエンス率絶対測定装置

### 3. 特定標準器の概要

### (1) 特定標準器の構造

熱中性子フルエンス率絶対測定装置は、標準黒鉛パイル、 $^{241}\text{Am-Be}$  中性子線源、金箔放射能測定装置によって構成される。図 2 は、熱中性子標準場を構成する標準黒鉛パイルの写真である。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。黒鉛パイルの中心に 148 GBq の  $^{241}\text{Am-Be}$  中性子線源を設置することにより、線源から放出される中性子が黒鉛と散乱反応によりエネルギーを失い、熱中性子が得られる。



図 2 標準黒鉛パイル

図 3 に金箔放射能測定装置を示す。黒鉛パイル内で生成される熱中性子は、金箔放射化法によって測定される。金箔放射能測定装置は、ベータ線測定用のメタンガス計数管とガンマ線測定用の NaI(Tl) 検出器によって構成されており、放射化された  $^{198}\text{Au}$  から放出される 412 keV ガンマ線とベータ線を同時計数することにより放射化された金箔の放射能の絶対値が決定される。



図 3 金箔放射能測定装置

( 2 ) 特定標準器による特定二次標準器の校正の方法

黒鉛パイル内の所定の位置に特定二次標準器を設置し、熱中性子を照射したときの出力を記録する。照射時の熱中性子フルエンス率は、金箔放射化及び金箔放射能測定装置によって測定された時点からの経過時間と  $^{241}\text{Am-Be}$  中性子線源の半減期を考慮して計算する。特定二次標準器の出力と半減期補正した熱中性子フルエンス率の比が校正定数となる。

**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 ) 熱中性子測定器 (  $50 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-2} \sim 10000 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  )

( 2 ) 特定二次標準器の具備条件

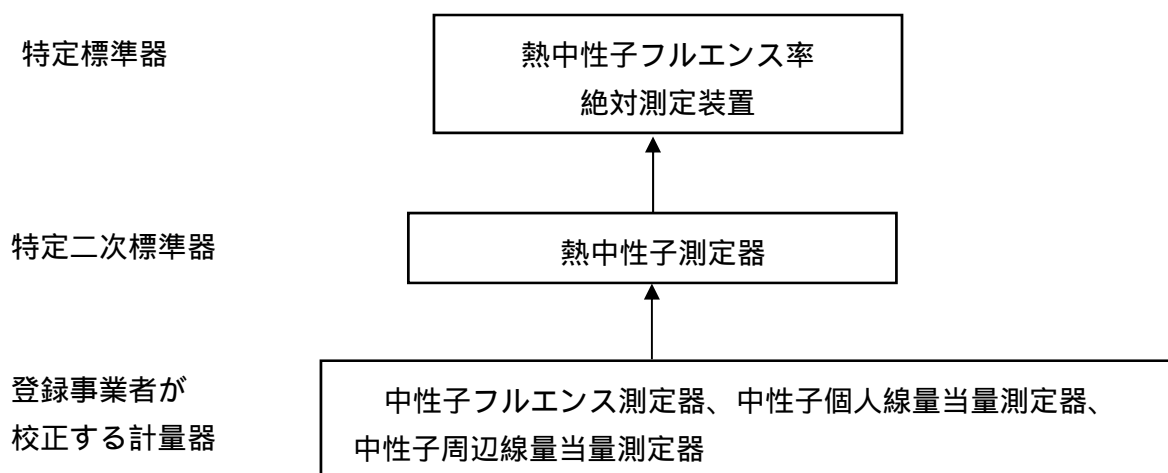
- (a) 測定器に減速材を使用していないこと。
- (b) 熱中性子測定器からの波高出力を直接読み出せること。
- (c) 中性子エネルギー分布の違いによる補正を行うための応答関数計算プログラムが用意されていること。
- (d) 熱中性子測定器のレスポンスの再現性が 0.5 % 以内であること。

( 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、2.8 %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、5.0 % ~ 7.0 %程度を想定している。