

放射線工学部会セッション

放射線標準のトレンド
Trends in Radiation Standard

(3) JAEA における二次標準の現状について

(3) Current Status of Secondary Standards at JAEA

*谷村 嘉彦¹, 吉富 寛¹¹原子力機構

1. はじめに

日本原子力研究開発機構 (JAEA) 原子力科学研究所にある放射線標準施設棟 (Facility of Radiation Standards「FRS」) には、X 線、 γ 線、 β 線、中性子線の標準場があり、利用できる放射線の種類・エネルギー範囲の広さにおいても世界でもトップクラスの校正施設である。これらの標準場は、産業技術総合研究所にある国家標準とのトレーサビリティが確保された二次標準として、国内外の放射線測定器の校正・試験に広く利用されている。JAEA 内部ユーザー及び施設供用制度を通じた外部ユーザーによる放射線測定器の校正や研究開発、並びに公益財団法人 放射線計測協会を通じた放射線測定器の校正サービスでの利用に加えて、2022 年 6 月からは、国内初の放射線分野における JIS 登録試験所として、放射線測定器の JIS 試験のサービスを開始した。本講演では、FRS の各種標準場、JIS 登録試験所、今後の展望について紹介する。

2. FRS に整備されている各種標準場

FRS では、X 線標準場、RI 線源を用いた γ 線標準場、 β 線標準場、RI 線源を用いた中性子標準場、並びに静電加速器を用いた単色中性子標準場及び高エネルギー γ 線校正場等の多種多様な標準場が整備されている。これらの各種標準場の一覧を図 1 に示す。

2-1. X 線・ γ 線標準場

中硬 X 線発生装置 (最大管電圧 300kV、最大管電流 30mA) を用いて JIS Z 4511 に規定される QI シリーズ及び N シリーズの線質の X 線標準場を整備して、実効エネルギーで 20keV~260keV の領域で放射線測定器の校正・試験に利用している。

γ 線標準場については、鉛製コリメータ付照射装置 3 台により ^{137}Cs や ^{60}Co 線源からの γ 線を利用した放射線測定器の校正・試験が実施できる。また、多数の個人線量計などについて、 ^{137}Cs や ^{60}Co 線源からの γ 線を同時に照射できる 2π 照射装置を用いた線量計の校正も可能である。さらに、コリメータ外に設置された ^{241}Am 、 ^{137}Cs 、 ^{60}Co 等の線源からの γ 線を利用した、より低い線量率での放射線測定器の校正・試験も可能である。

その他に、4MV ペレトロン加速器からの陽子ビームと $^{19}\text{F}(p,\alpha\gamma)^{16}\text{O}$ 反応を用いた平均エネルギー 6.2 MeV の高エネルギー γ 線も利用可能である。

これらの標準場では、国家標準で jcss 校正された電離箱検出器を用いて基準線量を評価することにより、トレーサビリティを確保している。

2-2. β 線標準場

ドイツ物理工学研究所 (PTB) で開発され、世界中で広く利用されている BSS2 (Beta Secondary Standard 2) 並びに $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 、 ^{85}Kr 及び ^{147}Pm 線源を用いた JIS Z 4514 のシリーズ A の β 線標準場に加えて、 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 、 ^{204}Tl 及び ^{147}Pm 線源を用いた JAEA 独自のシリーズ B の β 線標準場を整備しており、放射線測定器の β 線による校正・試験が可能となっている。X 線・ γ 線標準場と同様に、国家標準で jcss

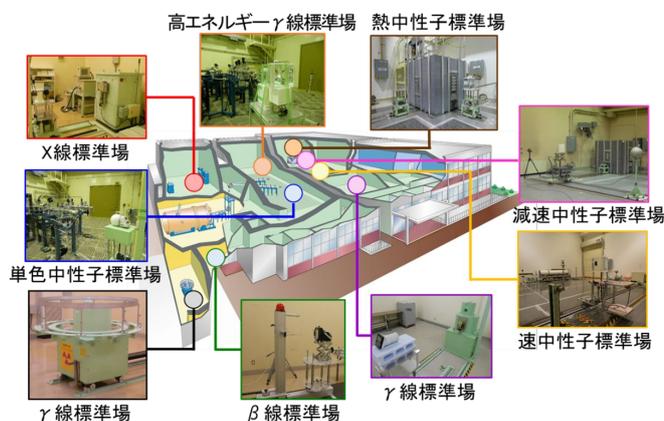


図 1 FRS の施設設備と各標準場

校正された薄壁型電離箱検出器を用いてトレーサビリティを確保している。

2-3. 中性子標準場

FRS では、グレーチング低散乱床構造の二つの 10m×10m×10m 以上の大きな照射室に、RI 中性子線源を用いた連速エネルギースペクトル中性子標準場、及び静電加速器を用いた単色（単一エネルギー）中性子標準場を整備している。

RI 中性子線源として、 ^{252}Cf 及び $^{241}\text{Am-Be}$ 線源を保有しており、これらを用いて速中性子標準場、熱中性子標準場、重水減速中性子標準場、黒鉛減速中性子標準場の 4 種類の標準場を整備している。速中性子標準場では、照射室の中央に ^{252}Cf 又は $^{241}\text{Am-Be}$ 線源を配置して高速中性子で放射線測定器の校正・試験を行う。熱中性子標準場では、1.5m×1.64m×1.5m の黒鉛パイルの中央に ^{252}Cf 線源を装荷してパイル外に漏えいする熱中性子を利用する。重水、黒鉛の 2 種類の減速中性子標準場では、球形の重水減速材又は黒鉛パイルに ^{252}Cf 線源又は $^{241}\text{Am-Be}$ 線源を装荷して、作業場のスペクトルに近づけた減速中性子を利用する。これらの線源については、校正事業者で JCSS 校正された減速型中性子測定器（可搬型ロングカウンタ）で中性子放出率を評価されており、これによりトレーサビリティを確保している。

単色中性子標準場では、4MV ペレトロン加速器を用いて加速された陽子又は重陽子ビームを中性子発生用ターゲットに入射させることにより、JIS Z4521 に規定されている 8keV～19MeV の単色中性子を発生させて、放射線測定器の校正・試験に利用している。国家標準で jcss 校正された球形減速型中性子測定器を用いて FRS の単色中性子標準場の基準フルエンスを評価することにより、トレーサビリティを確保している。

一般に中性子測定器は、エネルギーによってその応答（感度）が大きく変化するため、測定器の性能を正確に把握するためには、単色中性子を利用したエネルギー特性試験が重要となる。

3. 産業標準化法試験事業者登録制度に基づく JIS 登録試験所

放射線測定器に係る日本産業規格（JIS）では、エネルギー特性、方向特性、直線性、温度特性等の要求される性能を確かめるための試験方法が記載されている。これらの試験が、公正かつ確かな信頼性をもって行われていることを保証する制度として、産業標準化法試験事業者登録制度（Japan National Accreditation system 「JNLA」）が独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）の認定センター（IAJapan）により運営されている。JIS に準拠した放射線測定器であることを証明するためには、JIS 試験の実施が必須となるが、これまで放射線測定器の JIS 登録試験所がなく、この結果を明確に示すことができなかった。

FRS では幅広い放射線種とエネルギーに対して放射線測定器の試験を実施できる世界でも有数の設備を整備しており、放射線測定器の JIS 試験を実施できる希少な施設である。そこで、JNLA に基づき JIS 試験所として登録されることを目指して、JIS に準拠したエネルギー特性試験手順の整備、トレーサビリティ確保と不確かさ評価手法の確立、ISO/IEC17025 に基づく品質保証体制の構築を行った。IAJapan による審査を経て、2022 年 6 月 23 日に放射線分野では初となる JIS 試験所として登録され、放射線測定器のエネルギー特性試験（JIS Z 4345, JIS Z 4416, JIS Z 4333 及び JIS Z 4341）のサービスを開始した。これにより、国内で放射線測定器のエネルギー特性に係る試験を JIS に準拠して高い信頼性で実施するための基盤が整備された。

4. 今後の展望

FRS では、X 線・ γ 線で試験が可能なエネルギー範囲を広げることを目的として、原子力災害等で ^{131}I の大量放出があった場合に必要となる 350keV 付近の γ 線及び医療現場の被ばく管理で重要となる 30keV 以下の X 線領域での放射線測定器の試験を可能とするために、 ^{133}Ba 線源を用いた γ 線標準場及び蛍光 X 線標準場の開発を行っている。

また、エネルギー特性試験の範囲を拡大し、方向特性や直線性など、他の試験項目でのサービスを開始できるように JIS 登録試験所を拡充するとともに、海外でも試験成績書をそのまま通用させるために必要な国際 MRA 対応とすることにより、国内外の放射線測定器の信頼性確保に貢献してゆく。

*Yoshihiko Tanimura¹ and Hiroshi Yoshitomi¹

¹Japan Atomic Energy Agency