

アンフォールディングを適用した CeBr₃ シンチレータ式放射能測定法の検討

A Study of unfolding technique to CeBr₃ scintillator for radioactivity measurement

*東 哲史¹, 林 真照¹, 西沢 博志¹, 中西 正一¹, 鹿井 正博¹

¹三菱電機

原子力発電所の事故時には、飛来する核種の放射能測定が必要となる。特に I-131 等のように半減期が比較的短く、かつ、近接エネルギーの γ 線を複数放出する核種の場合、Ge 検出器等の高いエネルギー分解能を有する検出器を採用する他にないが、事故直後等の高線量下での使用は困難であった。そこで、我々は緊急時等でも対応可能な測定手段として、応答速度の早い CeBr₃ シンチレータに着目し、エネルギー分析性能を高めるため、検出器の応答関数を用いるアンフォールディングの適用を検討した。

キーワード：放射能測定, CeBr₃ シンチレータ, アンフォールディング, 応答関数, EGS5 コード

1. 緒言

通常、放射能測定には、検出器固有のエネルギー分解能が反映された波高分布を用いた γ 線スペクトロメトリーが採用される。しかし、近接エネルギーの γ 線を複数放出する核種や複数の核種が混在する場合は、分析が困難であった。我々は、NaI シンチレータ式放射能測定法として、検出器の応答関数を用いたアンフォールディングを適用し、波高分布から線源のエネルギースペクトルを導出することで、分析性能を向上させた[1]。今回、緊急時モニタリングに対応する放射能測定法について検討するため、NaI シンチレータよりも応答速度が速く、エネルギー分解能が良好な CeBr₃ シンチレータにアンフォールディングを適用した。

2. 応答関数

アンフォールディングに用いる応答関数については、事故後に検出される I-131、Cs-137 の他、半減期の短い Te-132、I-132 等の数 keV 間隔で γ 線を放出する核種の分析を想定し、エネルギー領域 50 keV ~ 3 MeV、メッシュ幅 2 keV の応答関数行列(1500×1500)を EGS5 コードで作成した。なお、検出器の前方 15 cm 位置に線源が存在するモデルとし、CeBr₃ シンチレータのエネルギー分解能を計算結果に反映させた。一例として、Cs-137 測定値と対応する応答関数(比較のため線源強度で規格化)を図 1 に示す。

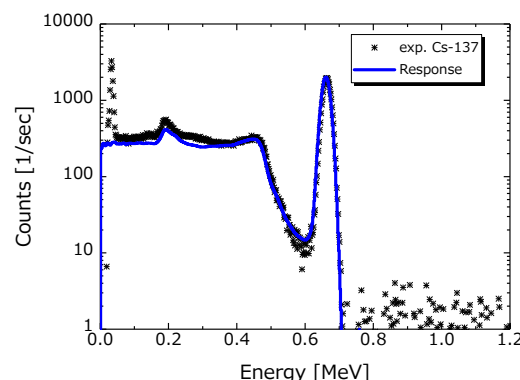


図 1 Cs-137 測定値と応答関数の比較

3. アンフォールディング結果

応答関数モデルと一致するよう検出器の前方 15 cm に設置した点線源 (Na-22, Co-57, Co-60, Ba-133, Cs-137, Am-241) をそれぞれ測定し、作成した応答関数を用いてアンフォールディングを行った。核種毎の放出する γ 線エネルギーから各々の放射能を算出した結果を表 1 に示す。Am-241 を除いた核種の放射能は概ね線源強度と一致しており、Ba-133 のように近接エネルギーの γ 線を放出核種についても定量できることを確認した。Am-241 を過大評価した原因としては、応答関数の再現性(波高分布との差異)が考えられる。今後、低エネルギー領域の測定精度を改善するとともに、混合線源等を用いた性能評価を実施する。

参考文献

[1]東 哲史, 林 真照, 西沢 博志, 他, 「アンフォールディング手法を用いた NaI(Tl)シンチレーション式放射能分析装置の開発と性能評価」, KEK Proceedings 2015-4, p.15-22, (2015).

*Tetsushi Azuma¹, Masateru Hayashi¹, Hiroshi Nishizawa¹, Masakazu Nakanishi¹ and Masahiro Shikai¹

¹ Mitsubishi Electric Corporation

表 1 核種毎の分析結果

Isotope	Source energy	Measured value / Source Activity
Am-241	59.5 keV	1.67 ± 0.07
Ba-133	81.0 keV	1.06 ± 0.05
Co-57	122.1 keV	1.05 ± 0.02
Ba-133	276.0 keV	0.97 ± 0.05
Ba-133	303.0 keV	0.96 ± 0.05
Ba-133	356.0 keV	0.97 ± 0.05
Ba-133	384.0 keV	0.95 ± 0.05
Na-22	511.0 keV	0.86 ± 0.01
Cs-137	661.7 keV	1.01 ± 0.04
Co-60	1173.2 keV	0.99 ± 0.04
Na-22	1274.5 keV	0.97 ± 0.02
Co-60	1332.5 keV	0.97 ± 0.04