

シンチレーション検出器を用いた モンテカルロ式 Bayes 推定法の収束特性の実験的検証

Experimental test of Monte-Carlo based Bayesian inference method with scintillation detector

*玉置 真悟¹, 佐藤 文信¹, 村田 勲¹

¹大阪大学

本研究は、ベイズの定理に基づいたアンフォールディング法（ベイズ推定法）について、NaI(Tl)及びBGOを用いた実験的検証を行い、ベイズ推定法とモンテカルロ法を組み合わせることによる検出器の応答関数や測定データの統計精度の違いによる解の一位性や収束性を明らかにすることを目的とした。

キーワード：アンフォールディング, ベイズ推定, シンチレーション検出器, ガンマ線スペクトル測定

1. 緒言

Bayes 推定法とは、Bayes の定理に基づいて畳み込み積分の逆問題を解くアンフォールディング解析法であり、原子核の二重微分断面積の解析や中性子スペクトルの解析などに用いられている。しかしながら Bayes 推定法の劣問題条件下における解析の是非や推定値の誤差評価手法など、未解決の問題が存在する。

本研究では、シンチレータによって得られる波高スペクトルに対してベイズ推定法を施し、測定データの統計精度の違いによるガンマ線スペクトル解析解の収束性や得られる解の妥当性について考察した。

2. 実験

NaI(Tl) 及び BGO を用いて ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{22}Na , ^{152}Eu からの放出ガンマ線を測定し、Bayes 推定法によって解析を行った。解析結果は理論値と比較し、Bayes 推定の結果の収束性や、応答関数の違いによる影響を評価した。この実験を、測定時間を 50 秒、100 秒、200 秒、500 秒、1000 秒と変えながら実施することにより、実験結果の統計精度による影響を評価した。

図 1 に ^{137}Cs を NaI(Tl) で測定した時の波高スペクトル及び Bayes 推定による解析スペクトルを示す。この結果より、今回検証した測定時間の範囲ではすべて Bayes 推定によって ^{137}Cs から放出される 662 keV の γ 線の線スペクトルを求められた。また、このピーク値と理論値の比を求めると、測定時間毎にそれぞれ 0.934, 0.927, 0.934, 0.938, 0.938 となり、統計精度の違いによる解析結果の優位な差異は見られなかった。また、解析スペクトルの半値幅はそれぞれ 15.5 keV, 14.1 keV, 15.4 keV, 14.8 keV, 15.8 keV となり、エネルギー分解能についても統計精度による有意な差は認められなかった。もっとも統計精度が良くない 50 秒測定の波高スペクトルの全吸収ピーク計数が 4814 ± 72 であった。したがって、統計誤差が 1.5% 以下の場合についてベイズ推定による解析結果に再現性を確認することができた。

3. 結論

本研究の結果、今回検証した統計精度の範囲では、統計精度が異なっても Bayes 推定法によりガンマ線のエネルギースペクトルが解析可能であることを確認した。

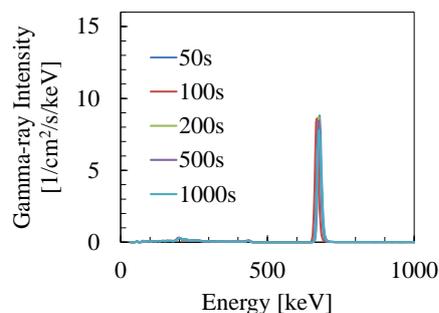


図 1 測定時間別の ^{137}Cs 測定結果
に対する Bayes 推定結果

* Shingo Tamaki¹, Fuminobu Sato¹, Isao Murata¹

¹Osaka University