

NaI(Tl)および BGO を用いた Bayes 推定法における モンテカルロ式収束判定法についての検証

Validation of Monte-Carlo based convergence judgment method for Bayesian inference
with NaI(Tl) and BGO scintillators

*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解の一意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 [1, 2]。しかしながら Bayes 推定法の劣問題条件下における解析の可否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モンテカルロ式ベイズ推定法を施し、結晶の種類の違いに起因する応答関数の差異によって現れる解析結果の影響について検証を行った。

2. 実験

NaI(Tl) 及び BGO を用いて ^{137}Cs 等から放出されるガンマ線を 100 回繰り返し測定し、Bayes 推定法による解析を行って理論値と比較し、モンテカルロ Bayes 推定の収束性や応答関数の影響を評価した。図 1 に NaI(Tl) 及び BGO で測定した ^{137}Cs の波高分布及び Bayes 推定による解析結果を示す。662 keV に着目すると入射ガンマ線強度の理論値が 702 個/秒、NaI による 100 回測定の正味の計数率の平均が 86.2 cps、固有検出効率 12.2 %、Bayes 推定による推定入射 γ 線数が 646 個/秒で理論値の 92.2 %となった。また BGO では計数率が 338 cps、固有検出効率 48.2%、推定入射 γ 線数 686 個/秒で理論値の 97.6 %となった。結果としては、結晶の種類に関わらずモンテカルロ Bayes 推定法により高い確度で γ 線のスペクトル解析可能であった。

3. 結論

本研究の結果、モンテカルロ Bayes 推定法によりガンマ線エネルギースペクトルが一意に収束することを確認した。また応答関数についてはその違いに関わらず解析可能であるが、検出効率の高い BGO の方が推定した強度の確度が高く、推定値のエネルギー分解能は実験値の分解能が高い NaI の方が優れた傾向にあると分かった。

参考文献

- [1] K. Kondo et al., Nucl. Instr. Meth. A, 568, 2, (2006) 723-733.
- [2] S. Tamaki et al., Nucl. Instr. Meth. A, 940, (2019) 435-440.

* Shingo Tamaki¹, Fuminobu Sato¹, Isao Murata¹

¹Osaka University

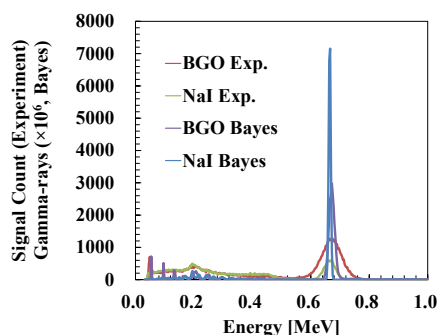


図 1 ^{137}Cs の測定結果と Bayes 推定結果