

β-γリストモード同時スペクトロスコピ法と⁴¹Ar 放射能測定への応用

β-γ list mode coincidence spectroscopy and its application to activity measurement of ⁴¹Ar
近畿大院¹, 近畿大理工², 近畿大原研³, 京大複合研⁴ ○(M1)森 健一¹, (B)山田竜也², 山田崇裕^{1,3}, 八島浩⁴
Kindai Grad.¹, Kindai Univ.², AERI Kindai Univ.³, KURNS⁴
○Ken-ichi Mori¹, Tatsuya Yamada² and Takahiro Yamada^{1,3}, Hiroshi Yashima⁴
E-mail: tyamada@kindai.ac.jp

1. 序論

β-γ同時測定法は、多くの放射性核種の放射能絶対測定に用いられる有力な手法である。実際にこの手法で線源の放射能を決定する場合、β効率を変えた複数条件で測定する必要がある。従って、断続的に連続測定を強いられることから手間と時間を要し、特に短半減期の放射性核種の測定では事実上の制約がある他、不確かさ増大の要因になりかねない。これらの困難を避けるため、本研究では、2ch リストモジュール式のマルチチャンネルアナライザ (MCA) によりβ検出器及びγ検出器からの信号をタイムスタンプ付きの波高情報として取得し、オフラインで解析条件を変え放射能を算出する手法を試みた。

2. 実験方法

本研究で用いたシステムを図1に示す。プラスチックシンチレータ (PS) をβ検出器とし、これを Ge 検出器直上に配置、各検出器からの出力信号を、波形成形増幅器を通じてリストモードでのデータ取得が可能なマルチチャンネルアナライザ (MCA) に入力し、各検出器信号の波高値と検出時間のタイムスタンプからなるリストデータを得るシステムを構築した。取得したリストデータから β-γ 同時スペクトルを取得するための独自のデータ処理プログラムを Python で構築した。この時の γ-ch 信号の検出時間から経過時間 4.5 μs 以内に検出された β-ch 信号を同時検出とし、同時計数スペクトルを得た。また、比較のために従来手法のシステムとして、Ge 検出器の信号をデジタル MCA の信号入力に、β-ch 信号はディスクリミネータを経て MCA の Gate に入力するこ

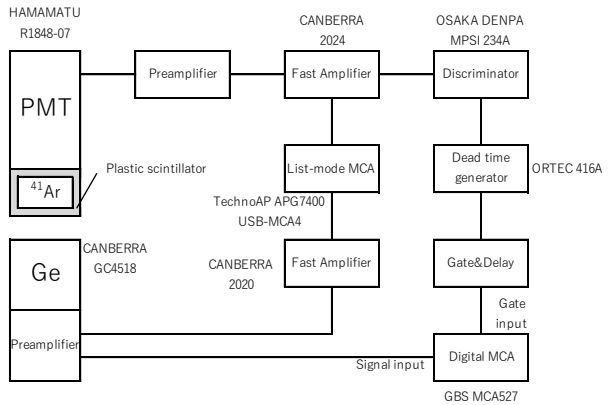


図1 β-γ同時測定システム

で Gate 信号と反同時に観測された γ 線のスペクトルの取得を可能とした[1]。本研究ではこのシステムで短半減期核種である ⁴¹Ar の放射能測定を試みた。⁴¹Ar ガスは、1mmt のプラスチックシンチレータを前面に内張したガス容器に詰め、PMT を組み合わせβ検出器とした。

3. 結果および考察

図2にリストモード同時スペクトロスコピ法において得た同時及びγ線スペクトルを示す。これらのスペクトル中の 1293 keV ピーク部の正味計数率 n_c と n_g の比 n_c/n_g でβ線計数効率 ϵ_β は 0.872 ± 0.005 の結果を得た。一方、従来手法のデジタル MCA による同時及びγ線スペクトルから得られた計数率 n_c と n_g の比 n_c/n_g より得られたβ線計数効率 ϵ_β は 0.885 ± 0.001 であり、リストデータによる結果の従来法との差は-1.5 %とほぼ一致した結果が得られた。

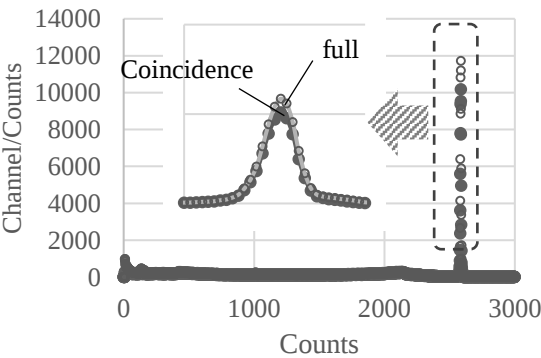


図2 ⁴¹Ar による同時及びγ線スペクトル

4. 結論

短半減期核種⁴¹Arでリストモードを用い測定を行い、Pythonを用いたオフラインでの解析を行い、同時スペクトルを得た。その結果、リストデータによる結果の従来法との差は-1.5 %とほぼ一致した結果が得られた。この手法によって放射能を得るにはさらに不感時間など必要な補正、不確かさの評価を行う必要がある。従来法でアナログ回路に依存していた補正も本システムではオフラインで行うことが可能となる。引き続き各種の補正を含めた解析プログラムの検討を進める。

Reference

[1] 森健一 他 超薄厚プラスチックシンチレータを用いた 4π-γ 反同時スペクトロスコピ手法による α 核種放射能測定の検討 応用物理学会春季学術講演会 (2021)