

超薄厚プラスチックシンチレータに対する β 線感度の厚さ依存性評価

Determination of thickness dependence of β -ray sensitivity to ultra-thin plastic scintillators

近畿大理工¹, 近畿大院², [○](B)藤野 隼輔¹, (M1)濱上せな², 山田崇裕²

Kindai Univ.¹, Kindai Grad.², [○]Shunsuke Fujino¹, Sena Hamagami², Takahiro Yamada²

E-mail:1710330016j@kindai.ac.jp

1.背景・目的

近年、 α 核種が医用に用いられている。例えばその1つの ^{223}Ra は子孫核種に α/β 核種が混在し、一般的な放射能絶対測定法である同時計数法をそのまま適用するのは困難である。このような α/β 核種混在下で α 核種の放射能を測定する新たな手法として、極めて薄いプラスチックシンチレータ(PS)を用いて α 線のみを選別測定する手法を試みている[1][2]。この手法では、 β 線は散乱しやすいことから、PSの厚さの違いがその感度に大きく影響することが懸念される。そこで本研究では、このような極めて薄いPSの β 線感度について実験及びシミュレーション計算による評価を行った。さらに、PS1枚での 2π 立体角測定による β 線の寄与のさらなる低減化について検討した。

2.方法

本研究では、PHITS[3]を用いて従前の[2]の実験に用いた試料及び本研究で用いた 2π 測定用試料並びに 4π 測定用試料と同じ計算体系を構築しシンチレータの厚さ $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ について $10\mu\text{m}$ 刻みで β 線感度を評価した。また、 2π 測定用として、厚さ $10, 20, 50\mu\text{m}$ の異なるPSの上に放射能濃度が既知の ^{32}P 溶液を秤量滴下し、蒸発乾固後ポリエチレン(PE)製シート($100\mu\text{m}$)で線源をカバーし測定試料とした。試料は光電子増倍管(PMT)と組み合わせ $2\pi\beta$ 検出器とし、出力は主増幅器を通じてMCA入力しスペクトルを得た。

3.結果・考察

Fig.1に実験とPHITSによる計数効率の計算結果を示す。ここで 4π の実験値は文献[2]の値を示した。 4π の両者の結果はPS厚さの規格幅を考慮すると総じて一致した。一方、 2π については今回の測定で得られた結果を計算結果とともに同図に示した。また、Fig.2に厚さ $10\mu\text{m}$ PSを用いた ^{32}P の線源の 2π 測定によって得られたスペクトルを示す。 4π 測定の ^{32}P 及び ^{241}Am の α 線スペクトルを比較のために示した[2]。図に示す通り 2π 測定の結果は 4π と比較し β 線による最大付与エネルギーが低くなっていることが確認できた。ここで、 4π 測定で α 線計数効率が90%以上の検出効率を示した60chを閾レベルとしたときの β 線計数効率は、 4π で約1%であったのに対して、 2π 測定では約0.1%であった。一方、計算による結果は約1%と実験値と大きな差が見られた。 4π と 2π の計算値を比較すると 4π に対して相対的に20%寄与が低減化出来る結果となった。 α 線は散乱しにくいと、一定の定位立体角法による放射能測定が可能である。 2π の測定であってもほぼ幾何効率に等しい計数効率が得られれば放射能評価の不確かさをほぼ増大させることなく、 β 線の寄与を低減出来ることが示唆される結果を得たが、その低減の程度についてはより詳細な検討が必要なが見込まれる。

Reference

[1] T. Yamada et al., Appl. Radiat. Isot. 159 2020/5, 109069

[2] S. Hamagami and T. Yamada, 53th Annual Meeting of JHPS, 29-30 June 2020 (Virtually)

[3] Tatsuhiko Sato, Yosuke Iwamoto, Shintaro Hashimoto, Tatsuhiko Ogawa, Takuya Furuta, Shin-ichiro Abe, Takeshi Kai, Pi-En Tsai, Norihiro Matsuda, Hiroshi Iwase, Nobuhiro Shigyo, Lembit Sihver and Koji Niita Features of Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) version 3.02, J. Nucl. Sci. Technol. 55(5-6), 684-690 (2018) /PHITS ver.3.20

本研究はJSPS 科研費(19H02651)の助成を受けたものです。

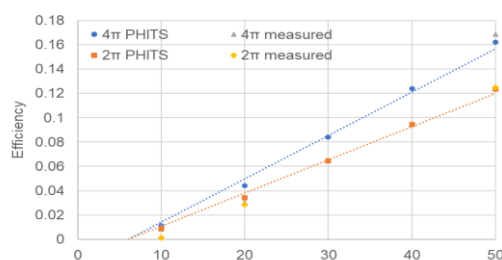


Fig. 1 Thickness dependence of β -particle sensitivity to PS

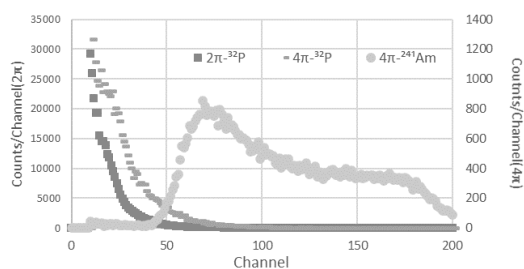


Fig.2 Measured value of $2\pi/4\pi$