

ZnS(Ag) シンチレータシートを用いた $4\pi/2\pi\alpha$ 測定における 計数効率の実験的評価

Experimental determination of counting efficiencies in $4\pi/2\pi\alpha$ measurements using ZnS(Ag) scintillator

近畿大学大学院¹, 近畿大学原子力研究所² ○濱上 せな¹, 山田 崇裕^{1,2}

Grad. Sch. of Kindai Univ.¹, AERI of Kindai Univ.², ○Sena Hamagami¹, Takahiro Yamada^{1,2}

E-mail: 2033340426n@kindai.ac.jp

1. 背景・目的

近年、 ^{223}Ra など短半減期 α 核種を用いた α 線内用療法が注目されている。このような医療応用が期待される α 核種の多くは、子孫核種に多数の α/β 核種が混在する。このような α/β 核種が混在下で、 α 線のみを選別測定する手法として極めて薄いプラスチックシンチレータを用いた方法を試みている[1][2]。本研究では、同様の α 線選別測定を目的に α 線感度が極めて高く β 線感度が極めて少ない ZnS(Ag)シンチレータシートを用い 4π 及び 2π 立体角での α 線計数効率評価と β 線の寄与の評価を行った。

2. 方法

ZnS(Ag)シンチレータに対する α 線感度と β 線感度をそれぞれ個別に評価するため、 α 線源として ^{241}Am (E_α : 5.48 MeV)、 β 線源として ^{32}P ($E_{\beta\text{max}}$: 1.71 MeV) を用いた。Fig.1 のように 2π 測定用試料の場合、直径 20 mm の円形 PE シートに 100 Bq 程度の ^{241}Am 又は ^{32}P 溶液を直接秤量滴下し、試料を蒸発乾固させた後、ZnS(Ag)シンチレータシート (EJ-440 ELJEN TECHNOLOGY 製) でサンドイッチ状に挟んで密閉し、測定試料とした。 4π 試料は、ZnS(Ag)シンチレータに ^{241}Am 溶液又は ^{32}P 溶液直接秤量滴下し、試料を蒸発乾固させた後同じ ZnS(Ag)シンチレータで線源を挟んで密閉し測定試料とした。また、同様の手順で ^{32}P 溶液を滴下した上に ^{241}Am 溶液を滴下した混合線源(Mix)を作製した。試料の放射能は、液体シンチレーションカウンタで測定した放射能濃度と溶液の滴下量により決定した。各試料は光電子増倍管 (PMT) と組み合わせ α/β 検出器としスペクトル測定を行い、測定で得られた計数率と試料の放射能を用いて、計数効率を評価した。

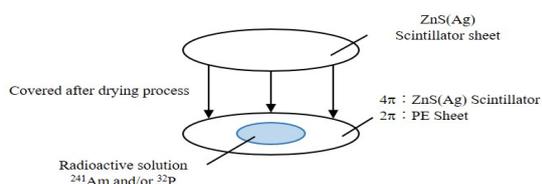


Fig. 1 Sample preparation procedure

3. 結果・考察

Fig.2 に 2π 及び 4π の α 線スペクトルを示す。 ^{241}Am 線源と MIX 線源で 2π 、 4π それぞれでスペクトル形状にほぼ差がなかったものの、 2π の方が波高値の最大値が 4π よりやや高い結果となった。計数効率は $2\pi\alpha$ 、 $4\pi\alpha$ それぞれについて 49 %、92 % の計数効率が得られ、同じ測定条件で ^{32}P 試料の測定では β 線の計数はいずれも検出されなかった。MIX 線源の測定では、 $2\pi\alpha$ 、 $4\pi\alpha$ それぞれについて 49 %、82 % の計数効率が得られいずれも β 線は計数されていないことが確認できた。 $2\pi\alpha$ ではほぼ幾何効率に等しい計数効率が得られているのに対し、 4π は低下傾向が見られた。これは、 ^{241}Am 溶液は 1N-HCl 溶液で 4π 測定試料の場合 ZnS (Ag) シンチレータに直接溶液を滴下したことから、化学的にシンチレータの性能劣化に影響した可能性があるかと推察した。

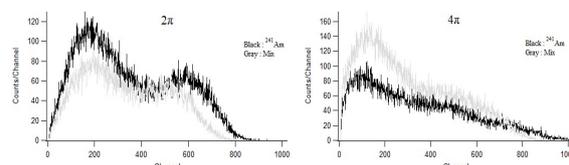


Fig.2 Alpha spectra of ^{241}Am obtained from 2π and 4π measurements.

4. 結論

ZnS(Ag)シンチレータシートを用いて 4π 及び 2π 立体角での α 線及び β 線の計数効率を実験的に求め、 $2\pi\alpha$ 測定ではほぼ幾何効率に等しい高い計数効率が β 線の寄与なく得られることが分かった。 $4\pi\alpha$ 測定では同様に β 線の寄与は認められなかったものの 10~20% 程度の α 計数効率の低下傾向がみられた。この要因の 1 つには滴下溶液による化学変化が考えられるが、原因解明にはさらなる検討が必要であると考えられる。

Referrece:

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

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

本研究は JSPS 科研費(19H02651)の助成を受けた。