

小型核融合中性子源を用いた放射線物質の形成とその特性評価

Formation of radioactive materials by radiation method using a small fusion neutron source and evaluation of their properties

藤田朗人¹, 高原優¹, 山縣宥介¹, 渡邊響¹, 松寄大吾¹, 渡部政行²A.Fujita¹, Y.Takahara¹, Y.Yamagata¹, H.Watanabe¹, D.Matuzaki¹, M.Watanabe²日大¹, 日大量科研²Nihon-Univ¹, IQS-Nihon Univ².

1. 研究背景と目的

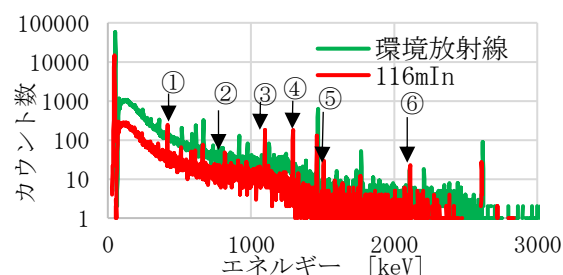
現在, 放射性同位体は医学や工学, また生物科学など様々な分野に利用されている. このような放射性同位体は自然界に存在する割合が低く, 原子炉や大型の加速器を用いて製造されることが一般的である. しかしながら, 原子炉の停止や輸入の不安定性等でそれらの供給事情に現状で問題が生じている. そこで本研究では核融合反応を用いた小型中性子源を用いて放射法による放射線物質の形成およびその評価を検討している.

2. 小型核融合中性子源

本実験で使用する小型核融合中性子源は核融合反応を起こすために, 電極部にリング状の陰極 (以下: リング陰極) を用いている. 実験装置の中心部にリング陰極を設置し, それを挟むように左右に陽極を設置している. リング陰極に高電圧を印加し, リング陰極と陽極間で重水素ガスをプラズマ化する. 重水素原子核はリング陰極の中心部に向かって加速され, リング中心部を通過後, リング陰極の電場により減速され, 再びリング陰極の方向に加速される. リング陰極に印加する電圧が-10kV 以上において重水素ガス同士の核融合反応が生じ始める.

3. 実験結果^{[1][2]}

本実験では, まず放射化に適した物質であるインジウムを用いた中性子線の照射実験を行った. 核融合反応で発生した 2.45 MeV の中性子をポリエチレンブロックで減速し, インジウム板に 4 時間照射した. 中性子線照射後に放射化されたインジウム板から発生する γ 線を Ge 半導体検出器で 2 時間計測した. また, 放射化したインジウム板の計測を行う前に, 密封放射線源から放出される γ 線を用いて Ge 半導体検出器のエネルギー校正を行った. 実験で使った密封線源はコバルト 60 とセシウム 137 である. 校正結果を用いて放射される γ 線のエネルギー分布を計測した. またその結果と環境放射線 γ 線スペクトルを比較した. その結果を図 1 に示す.

Figure1 Energy distribution of γ -rays from ^{116m}In ① : 417 ; ② : 819 ; ③ : 1097 ; ④ : 1294 ;
⑤ : 1507 ; ⑥ : 2112

比較の結果, 環境放射線では放出されていない複数のピークを検出することができた. これは ^{116m}In の γ 線エネルギーの放出割合と一致する. また上記で生成した ^{116m}In の生成放射能 A を求めた.

$$A = \frac{C\lambda}{(e^{-\lambda t_1} - e^{-\lambda t_2})} \cdot \frac{1}{\varepsilon_1 \times \varepsilon_2 \times \varepsilon_3} \quad (1)$$

ただし, 図 1 より 1294keV でのカウント数 C , 崩壊定数 λ , 照射開始時間 t_1 , 照射終了時間 t_2 , 1294keV の γ 線放出割合 ε_1 , 機器効率 ε_2 , エネルギー効率 ε_3 とする. その結果生成放射能は 10.13 Bq であった. この実験値と理論値で比較を行った. 時間に対しての生成された放射能のグラフを図 2 に示す.

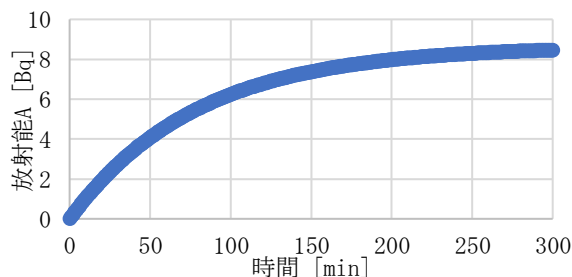
Figure 2 Radioactivity of ^{116m}In

図 2 より 4 時間の照射にて 8.24 Bq の ^{116m}In が生成されることから, 同程度の放射能を生成できた.

4. 参考文献

- [1] R. B. Firestone, V. S. Shirley, et. al.: Table of Isotopes 8th ed, New York: J. Wiley, 1996