

小型核融合中性子源を用いた放射法による放射線物質の形成
Formation of radiation materials
by radiation method using a small fusion neutron source

藤田朗人¹, 高原優¹, 山縣宥介¹, 加藤雅之¹, 渡部政行² et al.

Akito Fujita¹, Yutaka Takahara¹, Yusuke Yamagata¹, Masayuki Kato¹, Masayuki Watanabe²

日大¹, 日大量科研²

Nihon-Univ¹, IQS-Nihon Univ².

1. 研究背景と目的

現在, 放射性同位体は医療用放射線源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, 一般的に原子炉や大型の加速器で製造されている. しかしながら, 原子炉の停止や輸入の不安定性等でその供給事情に問題が生じている. 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, 放射化に適したインジウムを用いた予備実験を行った. 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. 中性子線の放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実験を行った. 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. Ge 半導体検出器を用いた計測では, それぞれ計測時間を 900 秒間とし, マルチチャンネルアナライザを用いて計測を行った. 続いて, インジウムの放射化実験を行い, 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.

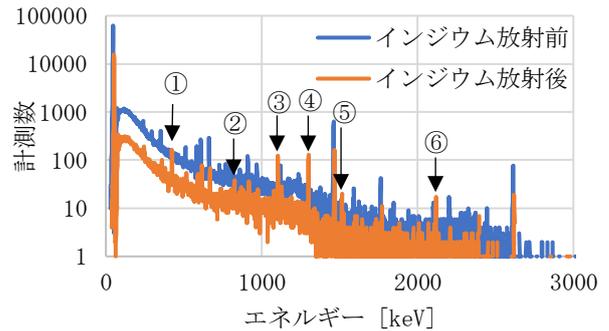


Figure 1 Energy distribution of γ -rays from ^{116m}In
 ① : 417 ; ② : 819 ; ③ : 1097 ; ④ : 1294 ;
 ⑤ : 1507 ; ⑥ : 2112

比較の結果, 環境放射線では放出されていなかった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. 以上の結果から, インジウムは放射化されていることが確認できた. また, 上記で生成された ^{116m}In の半減期を見積もった. 15 分毎 2 時間のスペクトルの測定を行った結果を図 2 に示す. その結果, 半減期が 52.06 分となり, ^{116m}In の半減期 54.29 分とほぼ一致した.

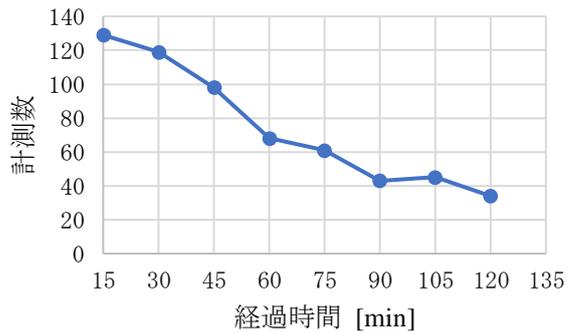


Figure 2 Estimate the half-life of ^{116m}In

4. 参考文献

[1] R. B. Firestone, V. S. Shirley, et. al.: Table of Isotopes 8th ed, New York: J. Wiley, 1996
 [2] 日本アイソトープ協会 : 机上版アイソトープ手帳 12 版, 丸善出版, 2020 年