

電荷捕集型ラドン検出器によるマントル線源由来の ^{220}Rn の測定

防衛大学校 本科66期 応用物理学科 吉田 和磨

1 目的

1 学年必修科目である基礎科学実験では、霧箱と放射性トリウムを含むランタン用マントル線源を利用した α 線の観察実験を行っている。放射性トリウムが崩壊する過程で生成する ^{220}Rn (半減期 55.6 秒) は、 α 崩壊によって ^{216}Po に変化し、さらに半減期 0.145 秒で ^{212}Pb に変化する。 ^{216}Po が崩壊するとき放出される α 線を測定することで間接的に ^{220}Rn を測定することができる。

今回の研究では、図 1 に示す教育教材用の小型ラドン検出器[1]をプリント基板と回路素子から製作し、マントル線源の注入ガスに含まれる ^{220}Rn を計測した。また、Ge 半導体検出器によるガンマ線の測定から得られる ^{212}Pb の放射能測定の結果と比較し、ラドン検出器の検出効率を算定した。

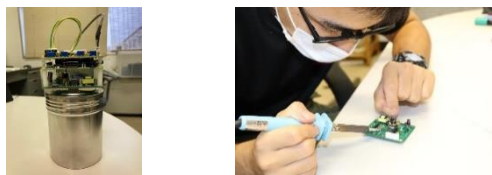


図 1 (左)ラドン検出器 (右)製作の様子

2 実験

図 2 に静電捕集法によるラドン検出器の原理を示す。浜松ホトニクス社製の未封止 PIN フォトダイオード (S14605、空乏層厚 500 μm) に -150V の逆電圧をかけると、接地されたステンレス缶 (直径 7.2 cm、高さ 9.4 cm) の内部に静電場が形成される。この缶内にマントルを封入した注射器からガスを注入すると ^{220}Rn の α 崩壊によって陽イオンになっている $^{216}\text{Po}^+$ が PIN フォトダイオード表面に吸着される。Si 内の α 線の飛程は 39 μm であるから、 α 線の全てのエネルギーが Si 内に付与される。

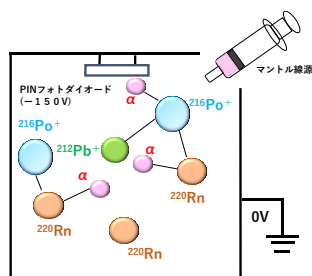


図 2 静電捕集法

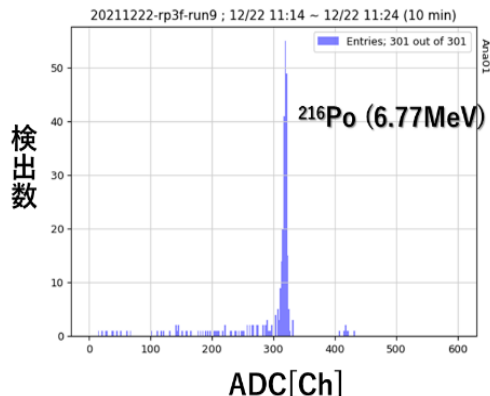


図 3 ラドンガス注入後 10 分間の ADC 分布

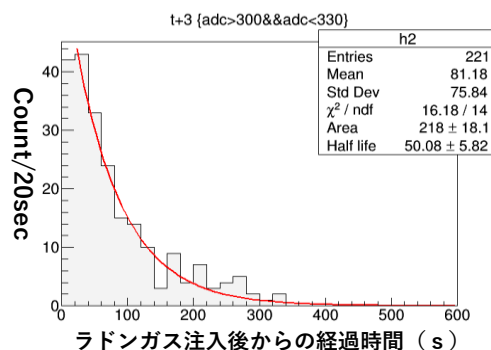


図 4 20 秒間の検出数の変化

3 結果

検出器の中にマントル線源から 5ml のラドンガスを注入したのち蓋を閉め測定した結果を図 3 に示す。図のピークは ^{216}Po が崩壊するとき放出される α 線のエネルギー(6.77MeV) に対応する。

ガス注入直後からの ^{216}Po の検出数の変化を図 4 に示す。図 4 からラドン検出器で検出された総数は 218 ± 18 カウント、半減期は 50.1 ± 5.8 秒であることが分かった。またガス注入直後の計数率は、独立した 5 回測定の加重平均で 3.48 ± 0.21 cps と求められた。

別の実験として Ge 半導体検出器によるマントル線源の放射能測定を行った結果、注射器中の ^{220}Rn の放射能は 1.93 kBq と求められた。よって、ガス注入の結果すべてのラドンが缶内に入ったとすると、ラドン検出器の検出効率は 0.18% ($=3.48/1930$) であることが明らかになった。

参考文献

[1] 三明康郎, 極低放射能技術研究会発表資料(2020)

研究指導教官 准教授 松村 徹