

明星大学所蔵キュリー夫人実験ノートにおける放射線測定

合田一夫¹ 鈴木 昇²

Radiation detection for Marie Curie's laboratory notebook

Kazuo GODA¹, Noboru SUZUKI²

Marie Curie is known as a researcher who discovered polonium and radium and was awarded the Nobel Prize. Meisei University preserves one of her laboratory notebooks and the notebook was reported still radioactive by some researchers. We have recently detected radiations from the notebook with a specially devised scintillation counter.

キーワード：マリー・キュリー，放射線計測，実験ノート

Keywords：Marie Curie, radiation detection, laboratory notebook

1. はじめに

明星大学は、稀覯書として 1919 年から 1933 年の間に記されたキュリー夫人実験ノートを所蔵している。このノートには放射性物質が付着していると報告されている⁽¹⁾。マリー・キュリーは、夫のピエール・キュリーとともにウラン鉱からの放射性物質の分離、ラジウムおよびポロニウムの発見で知られている。特にノートには Ra (ラジウム) - 226 が検出されている。

Ra-226 は系列崩壊における放射平衡により α 、 β 、 γ 線が放出されている。放射平衡とは親核が娘核に、娘核が孫核というように次々に崩壊する場合、途中のそれぞれの核は生成と崩壊がつり合い放射線強度が一定量となる。とくに、半減期の非常に長い核種が半減期の短い核に崩壊する場合、ある短い期間を見たとき両者の放射線強度が時間的に一定でほぼ等しくなることを永続平衡という。

Ra-226 の系列崩壊では γ 線はこの系列崩壊による一部の核から生じている。代表的な放射線検出器であるシンチレーション検出器は通常放射線のうちの γ 線の測定に用いられるが、本研究では γ 線のほかに α 、 β 測定が可能となるように改造したシンチレーション検出器を用いて放射線エネルギースペクトルを測定し、その結果について報告する。

2. 測定方法

実験ノートからの放射線を明星大学資料図書館にて 2016

放射線検出装置モジュール

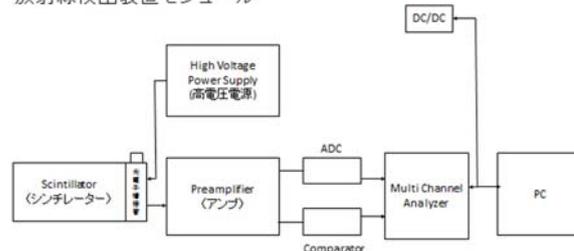


図 1 放射線測定概念図

年 11 月 11 日に測定した。 α 、 β 線が吸収され透過するのを妨げる検出器カバーを設けないシンチレーターを検出器として用いて、図 1 のようにシステムを構築した。検出部に用いたシンチレーターは TI 添加 CsI 結晶、光電子増倍管は R392(浜松ホトニクス)である。これと波高分析器からなる。

ノートの表紙からの放射線エネルギースペクトルとバックグラウンドを測定した。測定器のゲイン 1.5、光電子増倍管印過電圧 900V、ノートと検出器の距離は約 1.5cm、測定時間は 4 時間とした。

また、Ra-226 標準線源の測定をした。この測定には、さらに、MPPC (Multi-pixel photon counter)内蔵 CsI (TI)シンチレーター γ 線検出モジュール C12137 (浜松ホトニクス)も用いた。

1 明星大学理工学部総合理工学部物理学系 教授 固体分子物性, 放射線物理学

2 明星大学理工学部総合理工学部物理学系 准教授 宇宙線 (平成 29 年 3 月定年退職)

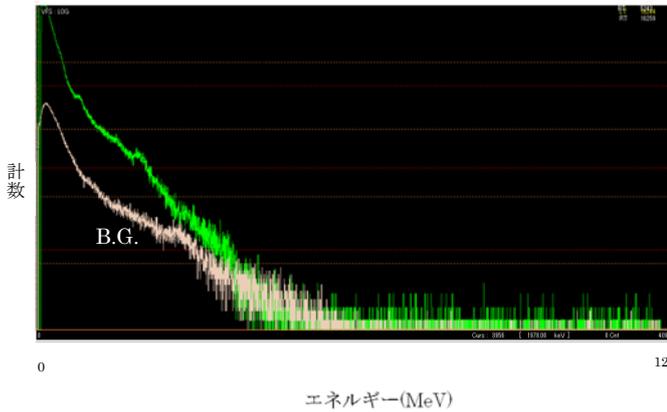


図 2. キュリー夫人の実験ノートからの放射線エネルギースペクトル

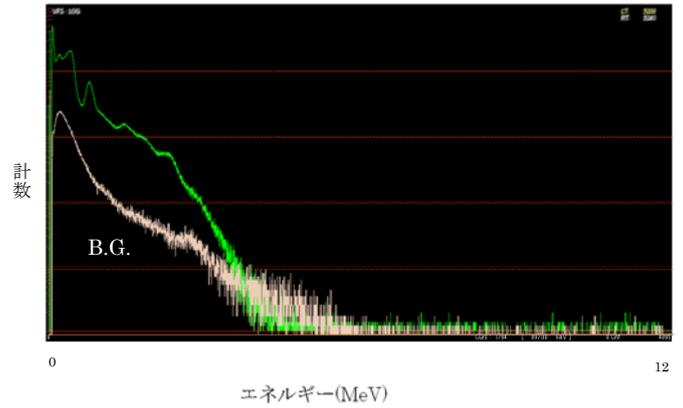


図 4 Ra-226 標準線源の放射線エネルギースペクトル

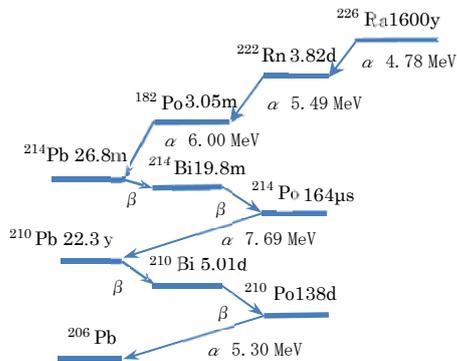


図 3 Ra-226 の崩壊図と半減期

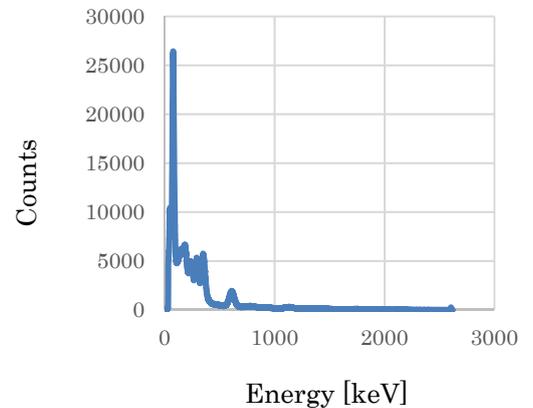


図 5 Ra-226 標準線源の γ 線エネルギースペクトル

3. 結果と検討

測定により得られたノートからの放射線エネルギースペクトルとバックグラウンドを図 2 に示す。縦軸が相対強度 (対数目盛), 横軸がエネルギーである。Ra-226 を親核種とする放射平衡による β 線の連続スペクトルと γ 線スペクトルが観測されている。 α 線のピークも小さくはっきりしないが観測されている。

図 3 に Ra-226 の崩壊図と半減期を示す⁽²⁾。安定な Pb-206 になるまで崩壊を続け, この系列から 4.78MeV, 5.30 MeV, 5.49 MeV, 6.00 MeV, 7.69 MeV の α 線, 0.672 MeV, 0.729 MeV, 1.02 MeV (^{214}Pb), 3.27 MeV (^{214}Bi) の β 線が放出されている。 β 線はこの値を上限とする連続エネルギー分布で放射される。

永続平衡の場合, 半減期 T が

$$T_1 \gg T_2, T_3, T_4 \dots$$

で,

$$N_1\lambda_1 = N_2\lambda_2 = N_3\lambda_3 = N_4\lambda_4 \dots$$

となり, 各核種の放射線強度はある期間内では時間的に一定で等しくなる。 N は原子数 λ は崩壊定数である。 Ra-226 の半減期は 1600 年である。

また, 我々の研究室にある比較的強度の小さい Ra-226 の標準線源を 4 時間測定したエネルギースペクトルを図 4 に示す。

さらに, この標準線源のエネルギースペクトルを γ 線測定用のシンチレーション検出器で 3 時間測定した (HAMAMATSU C12137)。バックグラウンドを引いた結果を図 5 に示す。得られたピークは, Ra-226 の崩壊系列で生じた Bi-214 と Pb-214 による γ 線の光電ピークによるものと考えられる。

ノート測定に用いられた検出器の場合は, α , β , γ が検出されているが, その検出効率は α 線, β 線のほうが γ

線(光子)より高い。しかし、図 4 において同じ検出器で測定した標準線源の低エネルギー部に表れているピークは、線源が密封された構造のため保護膜があり透過力の強い γ 線がより多く放射されているためと考えられる。また、 α 線は非常に透過力が小さく標準線源では保護膜による吸収のため検出されていない。

図 2 と図 4 の結果からキュリー夫人の実験ノートには微量の Ra-226 が付着しているが示される。

4. まとめ

キュリー夫人の実験ノートには微量の Ra-226 が付着していることが確認された。1999 年の愛知工業大学森千鶴夫氏らの本ノート測定データ⁽¹⁾に比べると、ノートの測定部位、検出器の種類、幾何学的条件、測定時間等の相違により単純には比較できないが、ノートの主な付着物である放射性物質 Ra-226 の量が減少していると思われる。

Ra-226 の半減期は 1600 年と非常に長いので、これは物理的にノートに付着していた放射性物質 Ra-226 が落ちていつているためと考えられる。また過去に、NHK 番組サイエンスアイで、本学において実験ノートの β 線が測定された様子が放映され、表紙からの線量はバックグラウンドの 300 倍とされた。

森らの報告によると、ノートからの放射線は放射線障害防止法の定める放射性同位元素の表面密度限度よりも若干少ないとされている。いずれにしても、 α 線、 β 線を放出する Ra-226 の付着が確認されるため取り扱いには素手で直接触らないこと、付着物が落ちないようにすること等の注意が必要である。

今回測定時間を 4 時間としたが、ノートからの放射線強度が弱く正確な放射性物質の同定、定量にはさらに長時間にわたる測定が必要と思われる。

測定にご協力をいただいた、明星大学図書館半澤博太課長、石井美樹課長、平成 28 年度卒業研究生豊田優樹さん、藤井優也さん、西出竜馬さん、平成 29 年度卒業研究生山田涼太さん、西山瞬さん、高島輝樹さんに感謝いたします。

参考文献

- (1) 森千鶴夫他：RADIOISOTOPES, 54, 437-448 (2005)
- (2) 村上悠紀雄他：放射線デブック (地人書館)