

授業で使える β 線の吸収実験 — はかるくん II と身近な材料を用いて —

草間 経二, 須藤 幸雄, 須貝 理央, 建部 真也, 高田 稔
Kusama Keiji Sudo Yukio Sugai Rio Tatebe Shinya Takada Minoru

中学校・高等学校の生徒が放射線の性質を理解するには、座学ばかりではなく、放射線特有の性質を体験を通して実感できる実習・実験が有効であろう。これまでも様々な実験例が提案されてきた¹⁾。

しかし、はかるくん²⁾を利用する実験例は、 γ 線の測定に関するものが多く、 β 線を計測できるはかるくん II の特徴を生かした利用例は、比較的少ないようである。

数少ない例の1つとして、本誌の2012年8月号 No.700 の「放射線 RJ 塾」³⁾ に塩化カリウムを β 線源とし、はかるくん II を使用して計測する実験例が報告されている。

本稿ではその知見を応用して、実験用の試薬として入手できる塩化カリウム試薬 (KCl 試薬) に含まれる ^{40}K を β 線源とし、はかるくん II を使用した β 線吸収の実験例を紹介する。

はかるくん II と ^{40}K の性質を表 1, 2 に示す。 ^{40}K は天然の放射性同位体で、存在度は 0.0117% であり、エネルギーの強い γ 線と β 線を放出する点が特徴的である。

1. 塩化カリウム試薬の必要量

β 線の自己吸収があるため、一定量以上の KCl 試薬を用いても計数率は増加しない。よって、事前に実験に必要な KCl 試薬の量を求めることが重要である。はかるくん II の β 線検出

表 1 はかるくん II の特徴

| | はかるくん II β 機能 |
|---------|---|
| 検出器の種類 | Si 半導体 |
| 検出窓の大きさ | 30 mm×30 mm |
| 感度・計数効率 | U_3O_8 (標準試料) の β 線に対して 10%以上 |

表 2 ^{40}K の性質

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| 天然同位体存在度 | 0.0117% |
| 半減期 | 1.251×10^9 年 |
| 主な β 線のエネルギーと放出割合 | 1.311 (MeV) 89.1% |
| 主な光子のエネルギーと放出割合 | 1.461 (MeV) 10.7% |

(アイソトープ手帳 11 版による)

部は 30 mm×30 mm である。それより十分大きな面積となるよう内径 89 mm のプラスチック製シャーレを容器とし規格化した。この容器になるべく均一に KCl 試薬を入れ、シャーレ底面から 14 mm 離れた地点で、はかるくん II を β 線測定モードにして計数した。KCl 試薬の量と計数率の関係のグラフを図 1 に示す。計数率は設置後 1 分経過してから 30 秒間隔で 5 回読み取り、平均値を求めている。

図 1 より KCl 試薬の量は 15 g 以上、すなわ

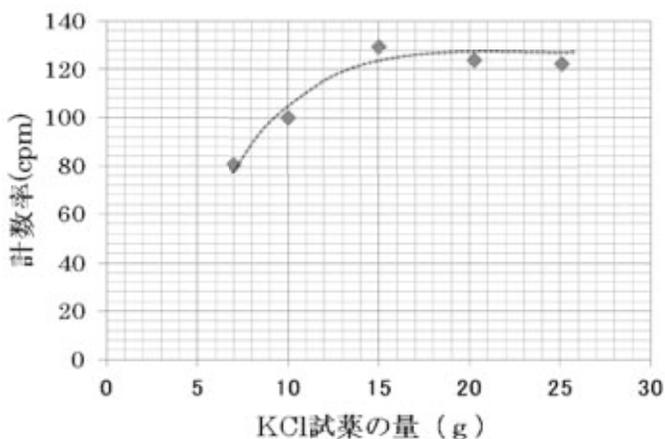


図1 KCl 試薬の量と計数率

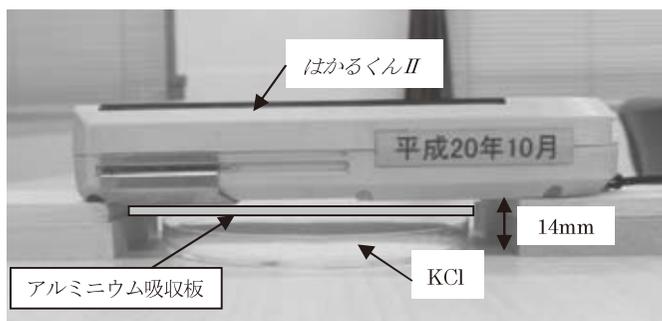
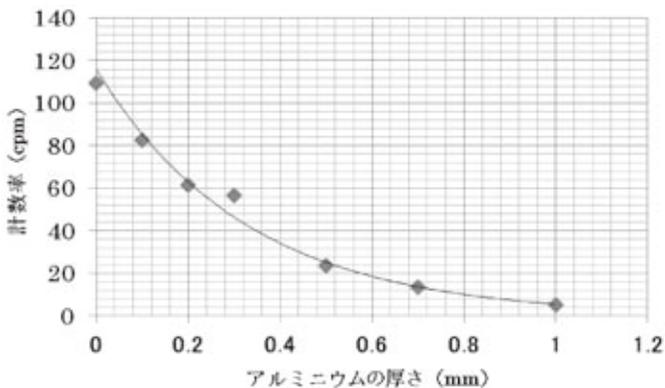


図2 配置図



(BG 6 cpm を含む。)

図3 アルミニウムによるβ線の吸収

ち 240 mg/cm^2 以上であれば計数率が一定となることが分かった。

2. アルミニウム (Al) によるβ線の吸収⁴⁾

図2の配置図に示すとおり、KCl 試薬約 20 g をシャーレに均一に入れ、シャーレの底面とはかるくんII の測定窓との距離を 14 mm で固定した。KCl 試薬とはかるくんII との間に、アルミニウム板 (≒ $9 \text{ cm} \times 9 \text{ cm}$ 以上) の厚さを変えて挿入する。今回の実験では、アルミニウム板の厚さを 0 mm (挿入しない状態)、0.1 mm (0.1×1)、0.2 mm (0.2×1)、0.3 mm (0.1+0.2)、0.5 mm (0.1+0.2×2)、0.7 mm (0.1+0.3×2)、10 mm (0.1+0.3×3) の7例とした。

それぞれの厚さにおける計数率の平均値をグラフにプロットした結果が図3である。

図3から計数率が指数関数的に減弱していくことが推定できた。

KCl 試薬を線源とし、0.1~0.3 mm 程度のアルミニウム板を吸収材とするのであれば、バックグラウンド (BG) に比べて十分な計数率が得られる上に、アルミニウムの厚さによる計数率の変化がはっきりと読みとれるので、β線の吸収実験ができることが分かった。

3. まとめ

はかるくんIIを用いるβ線吸収実験では、内径 89 mm のシャーレに、少なくとも 15 g (240 mg/cm^2) の KCl 試薬を均等に入れば、必要十分な計数率が得られ、本実験用の線源として利用できることが分かった。

また、0.1~0.3 mm 厚のアルミニ

ウム板を吸収材として使用すると、枚数を変え
ることで厚さを簡単に変化させることができ、
 β 線の計数率の変化を一目で確認することが
できた。このことから、透過型の β 線厚さ計⁵⁾
の原理を簡単に理解させることができると思
われる。

なお、KCl 試薬はやや苦味があるが、この実
験に使用するような量であれば、間違っ
て口に入れたとしても、人体に悪影響を
与えるとは考えにくく、また、アルミニ
ウム板は、金属材料店で0.1, 0.2, 0.3
mm厚のものが安価に入手できるので、
教材として手軽に使用することができる。

ひとつ注意すべき点は、アルミニウム板を
実験に適した大きさに切ったとき、切り口
が鋭利になることである。実験中に怪我
をしないように、注意する必要がある。

参考文献

- 1) 河野孝央, *RADIOISOTOPES*, **57**, 703-708 (2008)
- 2) はかるくん Web, <http://hakarukun.go.jp/>
- 3) 工藤博幸, *Isotope News*, **700**, 20-25 (2012)
- 4) 日本アイソトープ協会, 放射線・アイソト
ープ講義と実習 (1992)
- 5) 日本アイソトープ協会, 改訂版 放射線の ABC
(2011)

(日本アイソトープ協会)

ICRP Publ.111

原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に 居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用

監修 甲斐 倫明

翻訳 本間俊充・木村仁宣・高原省五

編集 ICRP 勧告翻訳検討委員会

発行 日本アイソトープ協会

B5判・47頁 定価 3,780円 会員割引価格 3,360円 (消費税込) 【2012年3月発行】

本書は、長期汚染地域に住む人達を防護しつつ、復旧・復興への対応を進めるための専門的助言です。世界の歴史が示すように、事故後の状況は複雑で、放射線防護も日常生活のあらゆる側面を考慮しながら進める必要があります。このような現存被ばく状況下での防護戦略について、その正当化と最適化、国と地域当局が果たすべき責任を検討。さらに過去の事例から、行政・専門家・被災した住民・一般市民などがどのように関われば有効で復興につながる防護を実現できるのかを考え、放射線モニタリング、健康サーベイランス、汚染された食品や他の物品の管理について具体的に説明しています。付属書には、ピキニ、チェルノブイリなどの歴史的経験による教訓を多数収載。



公益社団法人

日本アイソトープ協会

Japan Radioisotope Association

〒113-8941 東京都文京区本駒込 2-28-45
TEL (03) 5395-8082 FAX (03) 5395-8053

◆ご注文はインターネットまたはFAXにてお願いいたします。

JRIA Book Shop : <http://www.bookpark.ne.jp/jria>

BookPark サービス : FAX (03) 5227-2060

◆書店でご注文の際は「発売所 丸善出版」とお申し付け下さい。

ICRP Publ.96

放射線攻撃時の被ばくに対する公衆の防護

翻訳・発行 日本アイソトープ協会

【2011年4月発行】

B5判・98頁 定価 4,725円 会員割引価格 4,200円 (消費税込)

放射線攻撃後に予想される緊急時シナリオは、放射線事故から生じるものと多くの面で似ています。本書は、放射線緊急事態における被ばく防護措置に関する専門的助言であり、様々な人々——災害初期対応の作業者と救助者、妊婦と乳児、子供、公衆——を被ばくから守る基本的な考え方、被ばく回避の段階的対策と判断規準、被ばく後の健康影響、飲料水・食品・日用品の汚染管理、被害者の治療などを含む総合的な内容となっています。各種規制のガイダンスレベルも多数掲載。放射線災害対応の全体像がわかる1冊です。



公益社団法人

日本アイソトープ協会

Japan Radioisotope Association

〒113-8941 東京都文京区本駒込 2-28-45
TEL (03) 5395-8082 FAX (03) 5395-8053

◆ご注文はインターネットまたはFAXにてお願いいたします。

JRIA Book Shop : <http://www.bookpark.ne.jp/jria>

BookPark サービス : FAX (03) 5227-2060

◆書店でご注文の際は「発売所 丸善出版」とお申し付け下さい。