

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月24日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500829

研究課題名（和文） 新指導要領（中学校理科）のための放射線教育用教材の開発

研究課題名（英文） New teaching materials for radiation education required in Course of Study for junior high school science

研究代表者

鎌田 正裕（KAMATA MASAHIRO）

東京学芸大学・大学院連合学校教育学研究所・教授

研究者番号：20204604

研究成果の概要（和文）：

中学校理科で使える実験教材（天然放射能＋霧箱）の開発に取り組んできた。特に霧箱については、 $-18^{\circ}\text{C}$ で使えるアイスジェルを用いることで、ドライアイスなどを必要としないものが完成した。開発された霧箱では、セッティング数分後から $\alpha$ 線の飛跡が見え始め、この状態が約20分間継続する。これは生徒用の実験教材としては、十分な能力で、またアイスジェルは家庭用の冷凍庫で冷やすことで繰り返し使えるため、学校現場での実用性は高い。

研究成果の概要（英文）：

Teaching materials (e.g. natural radioactive materials and a cloud chamber) for students' experiment in junior high school science have been developed. By using commercial ice gel pack, a cloud chamber which does not need dry ice was realized. The students can observe tracks of alpha ray a few minutes after setting it up, and can keep observation for about 20 minutes. Since the ice gel can be reused by freezing in a commercial refrigerator, the chamber is expected to be useful in school science classes.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：理科教育・放射線教育

科研費の分科・細目：

キーワード：放射線、天然放射能、霧箱、実験教材、学習指導要領、中学校理科

## 1. 研究開始当初の背景

平成24年から完全実施となる中学校の次期学習指導要領（理科）では、エネルギー資源に関連して放射線の性質と利用について触れることが求められており、同指導要領の解説の中には以下のような記載がある。

「日常生活や社会で利用している石油や天然ガス、太陽光など、エネルギー資源の種類

や入手方法、水力、火力、原子力、太陽光などによる発電の仕組みやそれぞれの特徴について理解させる。その際、原子力発電ではウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していること、核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること、放射線は透過性などをもち、医療や製造業などで利用されていることなどにも触れる。」

しかしながら、放射線や放射能については、昔から中学校理科の中では全く扱われておらず、どのような教材を選んでどのように指導して行けばよいのかについての十分な情報が教員に行き渡っていないのが現状である。

## 2. 研究の目的

申請者らは以前より、「天然放射能の教材化」というテーマで放射線教育用の教材開発に長年取り組んでおり、安価で安全な実験方法を数多く報告している。これまでの研究で開発された実験教材や実験法は、大学における学生実験や教員研修などで幅広く活用されてきたが、中学校の理科で扱われることは想定してこなかった。そこで本研究では、当研究室に蓄積された多くのノウハウを活かして、現実的に中学校の理科で用いることのできる実験法の開発およびその活用を目指した。

## 3. 研究の方法

中学校で実際に使用できる、安価で扱いが容易な実験用線源および霧箱の開発に重点を置き、この開発と並行して、指導用のプログラムを検討した。具体的には、

- (1)天然放射能 ( $^{222}\text{Rn}$  など) を用いた簡易な実験法の開発
- (2)ドライアイスなどを使用しない、取り扱いが容易な霧箱の開発
- (3)上記の教材の活用と実習プログラムのまとめ

の3つについて、検討・開発・実践を行うこととした。

## 4. 研究成果

(1)天然放射能 ( $^{222}\text{Rn}$  など) を用いた簡易な実験法の開発

①概要 種々の天然放射能の教材化を検討してきたが、温泉水に含まれ、半減期が数日程度のラドン 222 に着目し、これを経時的に観察できる霧箱の開発を行った。開発された霧箱の外観を写真1に示す。培養フラスコを利用することで、安価かつ製作が容易で、気密性の高い霧箱を作ることができた。気密性が高いことから、この霧箱を用いることで、



写真1 培養フラスコを利用した簡易霧箱

$^{222}\text{Rn}$  が減衰する様子を定量的に観察することができる。また、安価であるため、中学校の理科の授業で一人一個製作し、個別実験が可能になる。

## ②製作方法

15×40mmに切ったろ紙2枚を縦半分に折る。

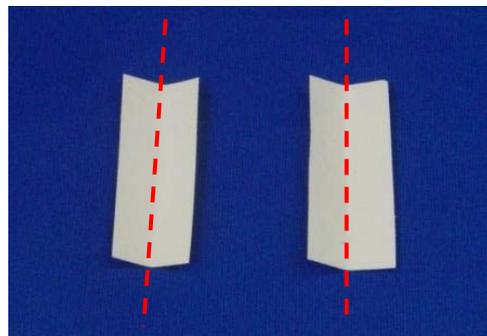


写真2 縦半分に折ったろ紙

写真3に示したように、OHPシートを切り取る。また、培養フラスコに入れた後、クリップに引っかけて外に取り出せるようにするために、シートの角にクリップ用の穴をパンチであけておく。

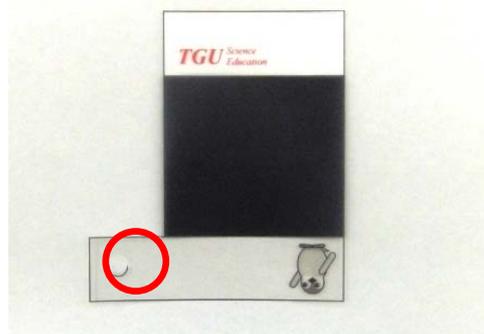


写真3 切り取ったOHPシート

写真4のように、OHPシートの線にそって折り目をつける。

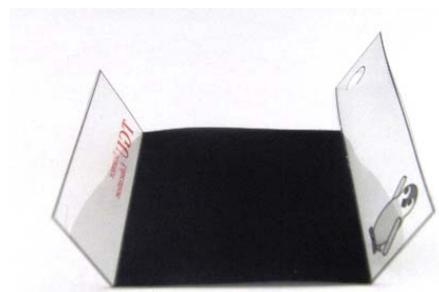


写真4 折り目をつけたOHPシート

写真5のように、折り目をつけたOHPシートの両端に①で半分にしたろ紙をかぶせ、ステープラーで固定する。



写真5 ステープラーでとめる様子

OHP シートを丸め、組織培養用フラスコの中に入れる (写真6)。



写真6 OHP シートを丸めて入れる様子

ろ紙が上になるよう注意しながら、割りばし等を使って OHP シートを広げる (写真7)。



写真7 OHP シートの広げ方

### ③使用方法

簡易霧箱の中に、エタノールを約 1mL と、霧箱用線源を入れる (霧箱用線源については④参照)。エタノールは、簡易霧箱を上下逆さに持ち、ろ紙にしみ込ませるように入れる (写真8)。



写真8 エタノールを入れる様子

簡易霧箱の両側面に LED ライトバーを輪ゴムで固定し、アルミニウム板を置いたドライアイス上に簡易霧箱を載せる。その後、中の空気が冷えるまで約 5 分待ち、LED を点灯させて観察する。



写真9 簡易霧箱を冷やしている様子

### ④実験用線源

図1のように、アルミニウム箔で作った皿に約 4g の粒状活性炭を重ならないように入れ、過リン酸石灰 (または人形峠の土) が入った密閉容器 (またはデシケーター) の中に入れる。約一週間後に活性炭を取り出し、アルミニウム板 (35mm×10mm×1.0mm) に両面テープで固定し、これを図2に示したように切り込みを入れたゴム栓に差し込む。このように線源を取り付けたゴム栓は、霧箱の口に強く押し込み、一連の観察が終了するまで外さない。

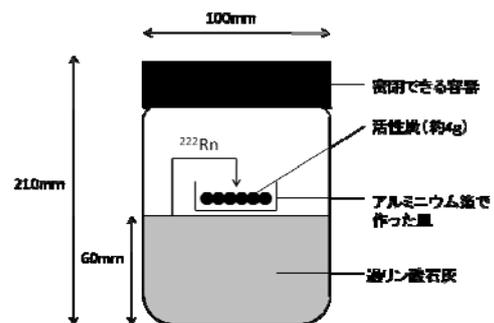


図1 密閉容器の中に入れた活性炭

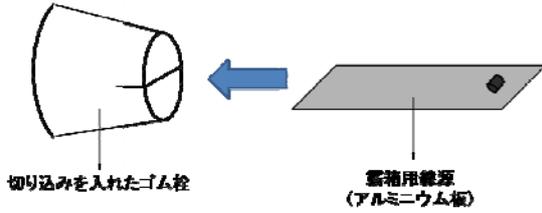


図2 ゴム栓の切り込みに差し込む様子

⑤  $^{222}\text{Rn}$  の減衰の様子

$^{222}\text{Rn}$  の半減期は3.8日であり、約4日と見なせる。過リン酸石灰から集めた  $^{222}\text{Rn}$  を霧箱に入れて、5日間にわたって観察できた飛跡の画像を写真10に示す。同写真から、1半減期以上が経過後も、 $\alpha$ 線の飛跡がはっきり確認できる様子がわかる。

また、霧箱をビデオカメラで撮影し、その映像から1分間に見える飛跡数をカウントした。得られたカウント数を実験開始後の経過日数に対しプロットしたものが図3である。同図から、時間と共に飛跡数が減少すること、その現象の割合が、 $^{222}\text{Rn}$  の半減期にほぼ一致することがわかる。

なお、飛跡の観察（撮影）をしていないときは、霧箱はドライアイスからはずし常温で保管した。

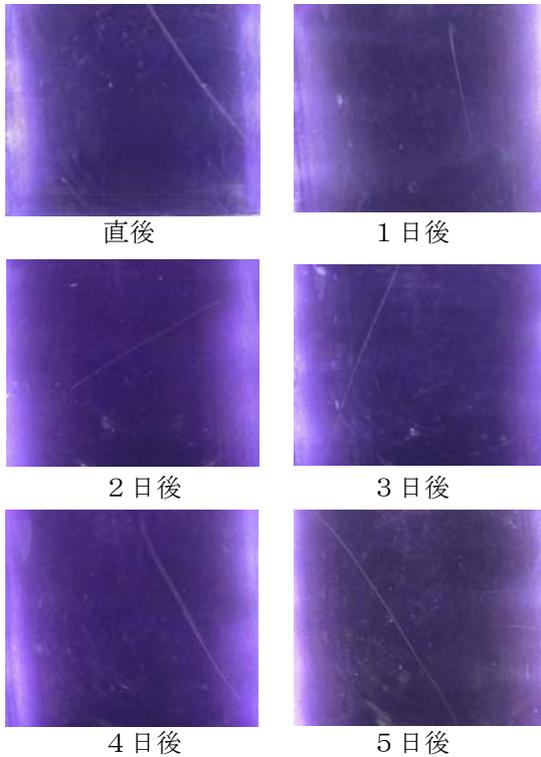


写真10  $^{222}\text{Rn}$  の減衰の様子（過リン酸石灰）

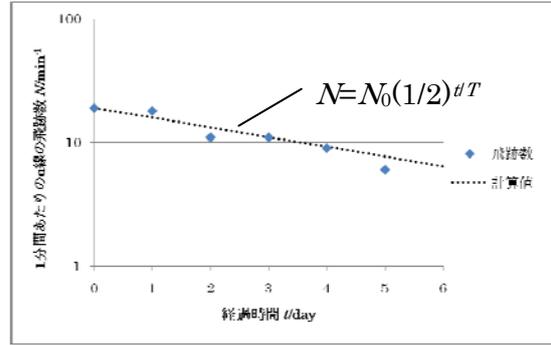


図3  $^{222}\text{Rn}$  の減衰の様子（過リン酸石灰）

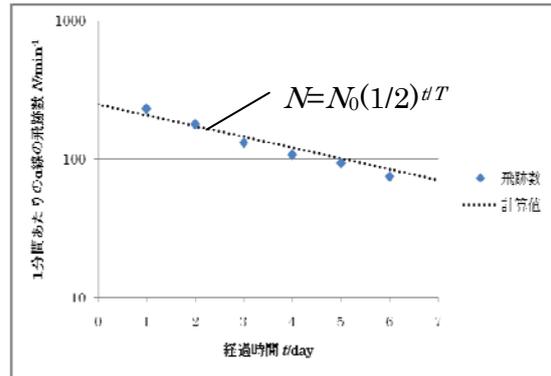


図4  $^{222}\text{Rn}$  の減衰の様子（人形峠の土）

また、同様な実験を、過リン酸石灰の代わりに人形峠の土を用いて行った。実験の結果を、図4に示す。

いずれも、生徒実験としては十分な精度をもつものであった。

(2) ドライアイスなどを使用しない、取り扱いが容易な霧箱の開発

家庭用の冷凍庫で冷やすことのできる、食品保冷用のアイスジェルと放熱フィンを用いて冷却装置（コールドプレート）を作製し、霧箱内部を直接冷却する方法の霧箱を作製した。図5に示すコールドプレートは、放熱フィンの周りにアルミニウムテープを巻き、フィンの中に保冷剤を流し込みアルミニウムテープで密閉したものである。家庭用冷凍庫で冷凍でき、 $-18^{\circ}\text{C}$ を保つことができる。

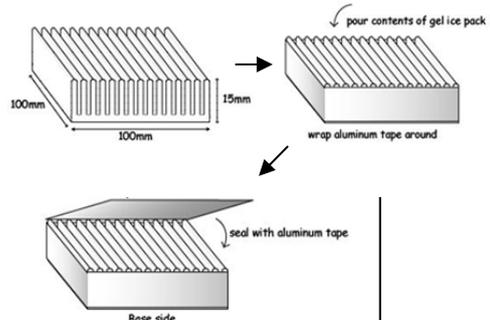


図5 コールドプレートの作り方

霧箱の本体には図6のように2つのプラスチックカップの底同士をつなぎ合わせたものを使用した。下部が霧箱の観察槽である。上部にお湯を入れることで、観察槽の上端にあるフェルトにしみこませたエタノールが蒸発し、霧箱底部付近に過飽和状態をつくりだすことができる。この霧箱を用いて最大で28分間、写真11のような $\alpha$ 線の飛跡を確認することができた。

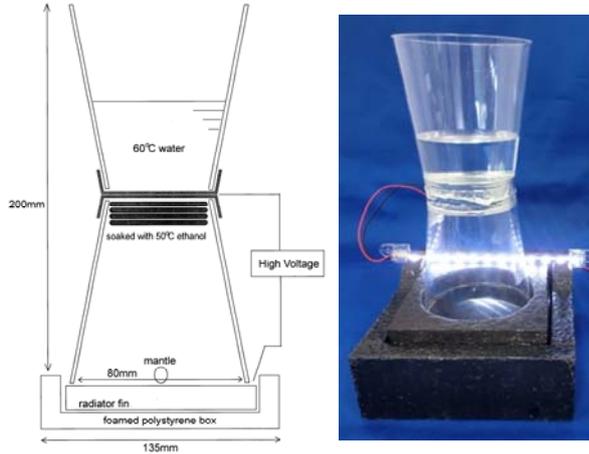


図6 アイスジェルを用いた霧箱



写真11 霧箱で観察できた $\alpha$ 線の飛跡

開発した霧箱は、 $\alpha$ 線だけではなく $\beta$ 線の観察にも使用することができ、また、コールドプレートを繰り返し使用できることから、学校現場において、実用的な教材と言える。

なお、霧箱内の雑イオンの除去には、帯電した塩ビチューブを近づける方法が有効であるが、これ以外に、写真12で示したように、静電ゼネコンを使用する方法も、有効であった。



### (3) 開発教材の活用と実習プログラム

開発された霧箱（培養フラスコを使用した霧箱）は、教員研修（東京学芸大学理科教員高度支援センター2010年11月18日実施分）などで、試験的に使用し、参加教員からは一定の評価を得た。

コールドプレートを利用した霧箱については、2012年度の教員研修などで、積極的に活用するとともに、この研修内容をもとに実習プログラムの完成（データベース化）を図る予定である。

### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計2件）

① Masahiro Kamata and Miki Kubota, PHYSICS EDUCATION, 査読あり 2012, 印刷中

② 鈴木麗・鎌田正裕、東京学芸大学紀要自然科学系、査読なし、63巻、2011、13-19  
<http://hdl.handle.net/2309/112009>

〔学会発表〕（計2件）

① Rei Suzuki and Masahiro Kamata  
Educational experiments using natural radioactive materials, PACIFICHEM  
December 15-20, 2010, Hawaii  
Convention Center (Honolulu)

② 鎌田正裕、新学習指導要領の概要  
中学校理科における放射線教育、放射線安全管理学会学術大会、2010年12月2日、広島大学（広島）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鎌田 正裕 (KAMATA MASAHIRO)  
東京学芸大学・大学院連合学校教育学研究  
科・教授  
研究者番号：20204604

(2) 研究分担者

(無し)

(3) 連携研究者

(無し)