

学校教育に適用可能な放射線実験教材の開発 —出張授業や日常の授業，理科クラブ等での活用を 目指して—

早川 一精^{*1}，佐合 穰^{*1}，森 千鶴夫^{*2}
Hayakawa Issei Sagou Yutaka Mori Chizuo

1. はじめに

放射線教育において放射線実験は，放射線の種類，性質や利用について理解する上で重要である。これは放射線が五感でとらえることができないため，なかなかイメージしにくく座学だけでは理解が深まらないためである。その意味で教材には放射線の特性，効果，影響などをいかに可視化するか，あるいは定量化，数値化できるかが求められる。また授業に取り入れるためには，実験が短時間に実施可能で，できるだけ簡単かつ面白いこと，更には安価であることなどが要求される。

現在，霧箱や“はかるくん”などの簡易放射線測定器が代表的な実験教材であるが，これ以外の教材が得られにくく，特に放射線利用に関するものが少ないのが現状である。また教材の一部の部材が入手しにくく，教材が高価なため授業に取り入れにくいなどの問題がある。中部原子力懇談会では，このような現状を考慮し，出張授業や通常の授業に取り入れやすい教材を幾つか開発してきたので，以下にそれらを紹介したい。最後にこれらの教材が，学校の授業で使われるための課題等についても述べる。

2. 開発した実験教材

2.1 モナザイト線源によるシャーレ型簡易霧箱

市販の霧箱は，高価であり， α 線源（鉱物）が入手しにくい，組立て，観察に時間が掛かることなどの問題点があった。これらの問題点を改良した霧箱の開発に当たって，まずできるだけ安価にするために，市販で安く売られている部材を利用した。また問題なく入手可能な α 線源としてモナザイト球（2.5 mm ϕ ）が好適なことを見いだした。さらに短時間かつ十分な頻度で飛跡が出現するように，諸条件（添加アルコール量，ドライアイスサイズ，球間距離，球個数など）を検討，最適化した¹⁾。

例えば使用するドライアイスは，シャーレの底部の出っ張りの内側に納まるサイズでないと，シャーレの底面とドライアイスが密着せず十分冷却されない。そのため飛跡の出現数が少なくなることが分かった（図1）。

開発した霧箱キットの構成を図2に示す。アルコールを添加したシャーレをドライアイス上に載せることにより1分以内に飛跡が出現し，しかもほとんど失敗がなく誰でも飛跡が見られるようになった。これにより組立てから観察まで10分程度時間があれば霧箱実験が可能となり，30分の講義を行っても授業1コマの時間で出張授業が行えることが分かった。

シャーレとドライアイスの大きさ

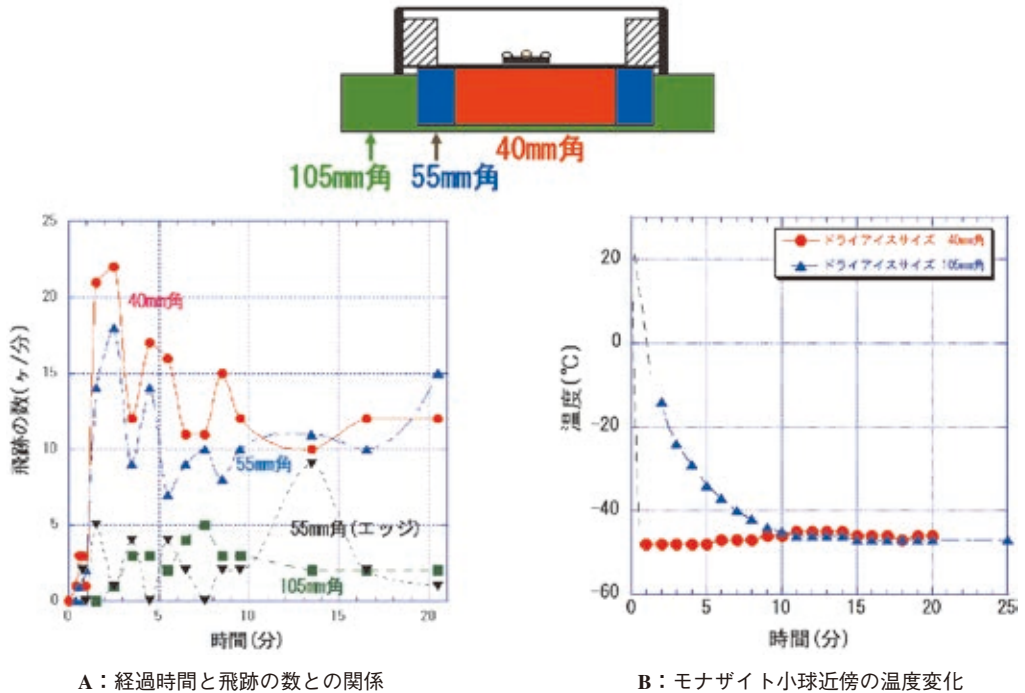


図1 飛跡の出現頻度に及ぼすドライアイスのサイズ効果

図中の“エッジ”はドライアイスがシャーレの底部のエッジの突起にかかって少し浮いている状態を示す



図2 開発した霧箱キットの構成

またアルコール、ドライアイスを除いた霧箱キットの材料単価は百数十円程度で、クラス全員が実施可能な費用レベルであることが分かった。現在この霧箱を用いて多くの出張授業を実施している。

2.2 レントゲン撮影模擬実験

新たにX線の代わりに紫外線を用いるレントゲン撮影模擬実験を開発した²⁾。これはブラックライトから紫外線を乾式の感光紙(富士フィルム(株)コピアート)上に置かれたテンプレートに照射し、携帯用のアイロンを用いて現像を行うものである。

透過(吸収)性を理解させるために、3種類の透過性(アルミ、紙、なし)を有するテンプレート(サンプルA)を用いる。感光紙の上にこのテンプレートを置き、紫外線を照射し、アイロンで現像するとそれぞれ青、薄い青、白の色が表れるので、この色の違いは透過性に基づくものであ

り、実際のレントゲン撮影ではこの色の違い(コントラスト)、形から体内の様子を確認していることを説明する(図3)。

またティッシュペーパーに、日焼け止めクリームを塗ったドラえもんを押し当て、全体を青いセロファンシートで覆ったサンプルBは、目で見ても全く何が押されているか分からないが、現像後は明瞭に凶形を確認できる。(図4)生徒に対しては、照射前には何も見えないのに、なぜ現像後には見えるのか、その理由を考えさせることが効果的である。その場合ヒントとして、サンプルは日常使うある物を印に塗ってティッシュに押ししたものを用いていることを告げる。また、サンプルAの結果を参考に考えることを伝える。すなわち、①青い凶形は、紫外線が透過しなかったことを意味しており、②紫外線が透過しない(吸収される)物質が印に塗られたこと、③紫外線を吸収する日

常使う物質は何か、④日焼け止めクリームのように推理させると面白い。実際の実験ではこのように誘導し、日焼け止めクリームが使われたことを言い当てさせることができた。

この場合、模擬実験であることの有効性を理解できるように、紫外線とX線が波長的に隣同士で性質が似ていること、フィルム内に分散した臭化銀粒子と感光紙内のマイクロカプセルがいずれも光によって化学作用を起こして画素として機能することなどアナロジーが成り立つことを説明している。

2.3 手作り簡易GM管を用いる放射線測定実験

前の2つの教材はいずれも視覚的、定性的に放射線の性質を理解するものであるが、定量的に放射線が測定可能な実験教材を開発した。この背景には、“はかるくん”が各県に分散配布され利用しにくくなっている状況がある。



図3 サンプルAの現像結果

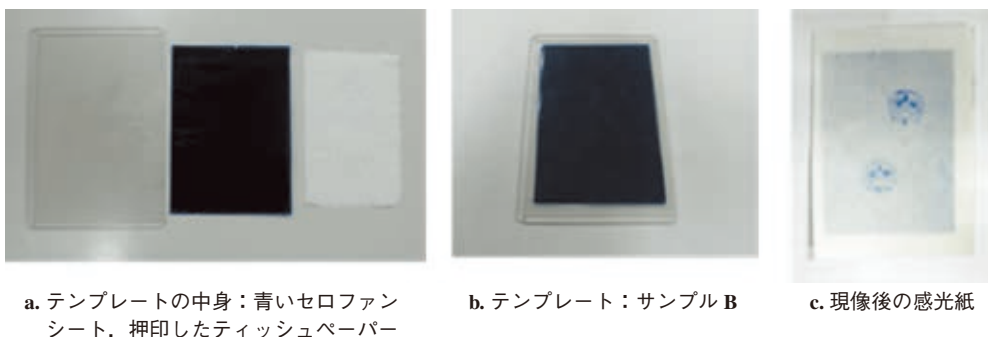


図4 サンプルBの現像結果

図5のように透明プラスチックの試飲カップ、導電紙、導電テープ、ポリエチレンシート、陰極線、陽極線などから簡易GM管を10分ほどで組み立ててもらい、放射線ウォッチングのイベント用に開発した、測定回路、高压電源などを含む透明ケースのユニット³⁾につないで放射線を定量的に計測する教材である(図6)。

元々このカップ型のGM管、陽極⁴⁾は三門正吾氏が開発されたものであるが、前述のユニットに適用できるようにいろいろな改良を加えている。この教材の利点は、GM管がシンプルなため放射線の検出原理が理解しやすいこと、 β 線の検出感度が高いため⁴⁰Kを含む身の周りの自然放射線を感度良く計測できることなどである。

この教材を用いて身の周りの自然の物を測定した結果を表1に示す。微量の放射性物質を含む自然の物の放射線計数率がバックグラウンドよりも大きいこと、含まれる放射性物質の種類、量などにより、計数率が大きく変化することが分かる。

また γ 線源を用いて、線源とGM管との距離が計数率に及ぼす影響を図7に示す。両対数プロットではほぼ傾き-2の勾配の直線が得られることが分かる。

これらはいずれも授業での測定を考えると各測定点は1分間の計測の結果であるが、十分良好な結果を示している。

3. 課題、まとめ

教材開発のほかの狙いは、学校の先生方にこれらの教材を体験、理解してもらい、授業や理科クラブの教材として活用していただくことである。そのためには、理科研究会の会合や教育

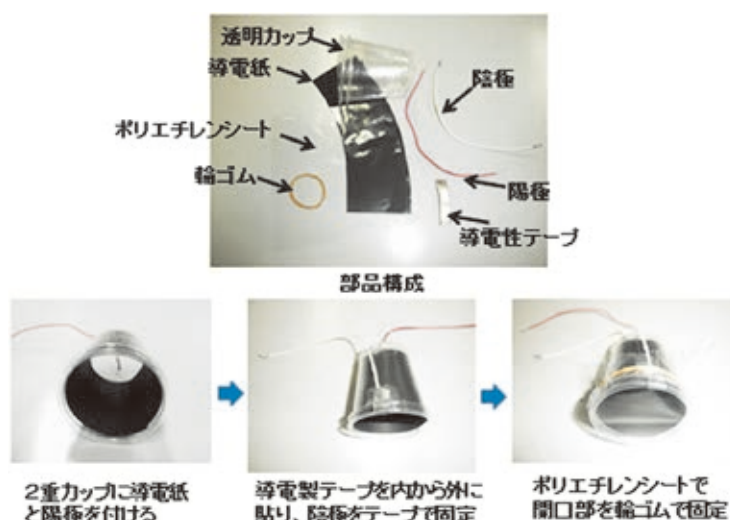


図5 手作り簡易GM管の作製方法

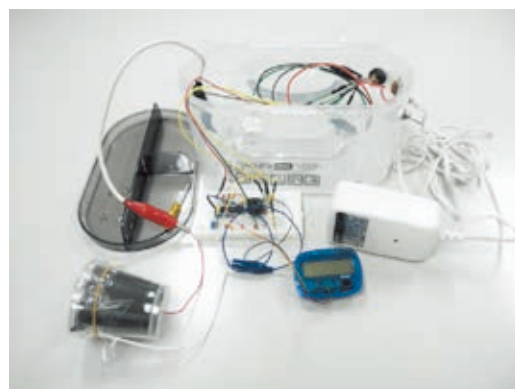


図6 簡易GM管と電源、計測部を含むユニットとの接続状態

表1 身の周りの自然物の測定結果

材料名	平均計数率 (cpm, 1分計数)
バックグラウンド(自然放射線)	22
コンブ	29
御影石	46
湯の花	110
カリ肥料	172
マントル(トリウム含有)	676

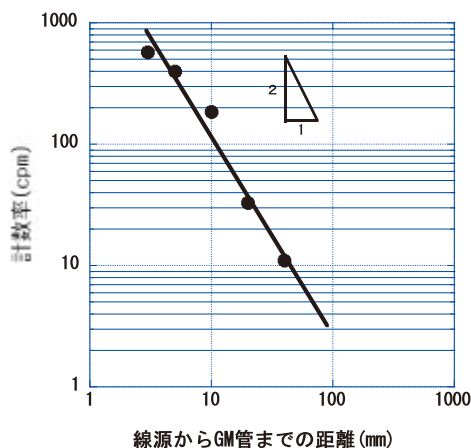


図7 γ 線源とGM管との距離が計数率に及ぼす影響

センターの研修等先生の集まりで体験していただくことやこれらの教材について十分な情報開示を行うこと、一部入手困難な教材材料の無償提供などが重要と考えられる。また、新規の教

材開発に当たっては学校の先生方と一緒に開発を行うことが望まれる。

参考文献

- 1) 早川一精, 佐合穰, 森千鶴夫, シャーレ型霧箱におけるモノザイト線源の使用と飛跡の出現に及ぼす影響等の検討, *RADIOISOTOPES*, **61** (6), 297-305 (2012)
- 2) 早川一精, 紫外線を用いたレントゲン撮影模擬実験について, *放射線教育*, **14** (1), 27-35 (2010)
- 3) 早川一精, 佐合穰, 青山隆彦, 飯田孝夫, 五井忍, 森千鶴夫, 携帯型手作りGM管放射線測定器, *Isotope News*, No.720, 46-50 (2014)
- 4) 三門正吾, 紙筒で高感度ガイガー計数管を作ろう!, *Isotope News*, No.628, 15-18 (2000), 他, 私信

【連絡先: kamiya.hitoshi@chugenkon.org または ihaya@xj.commuja.jp】

(*¹ 中部原子力懇談会, *² 愛知工業大学)