

1 はじめに

平成 21 年 3 月に告示された学習指導要領の改訂に伴い、理科の科目構成は物理、化学、生物、地学の各領域に基礎を付した 2 単位科目と 4 単位科目に再構成され、科学と人間生活及び理科課題研究を新設している。

物理に関しては、1 年生で物理基礎を履修する教育課程を編成する学校もあるようである。そのため、理系が主に履修してきた物理を文系志望の生徒も学ぶことになる。物理基礎では現行の学習指導要領において、物理Ⅱで学んでいる内容の一部が物理基礎に移行されたものもあるため、今までごく一部の生徒しか学ばなかった内容も含まれている。本研究では新しく物理基礎に移行された内容の一部を取り上げ、実験器具の制作と観察を試みた。

2 目的

現行の物理Ⅱから移行されてきた内容の 1 つに「人類が利用可能な水力、化石燃料、原子力、太陽光などを源とするエネルギーの特性や利用などについて、物理的な視点から理解すること」(学習指導要領より抜粋)とある。本研究では、その中で原子力についての観察・実験を行うことにした。

生徒に原子力について考えさせると、「原子力=危ないもの」という答えが多い。現に大人でもそう感じている人が多いのではないだろうか。しかし、原子力の源となる放射線は身の回りの物質で容易に観察でき、決して危険なものとは限らない。放射線の観察する実験器具として霧箱がある。今回は身近な材料で霧箱を制作し、一般に市販されているものを線源として、放射線を観察する実験を試みた。

この実験をきっかけに、放射線が身近に観察できることを理解し、原子力について安全性や利用価値について考えさせることを目的とする。

3 研究の方法

(1) 霧箱の原理

もともとは人工的に霧を作ることを目的に制作されたが、1911 年に放射線の検出器として実用化されたものである。

一般的な霧箱は密閉された容器内にアルコールをしみ込ませて常温で放置すると、容器内部がアルコールの蒸気で満たされる。容器の底面をドライアイス(約 -78°C)で冷却すると、容器上部は高温、下部は低温となり、急激な温度勾配が保たれるので下部にはアルコールの過飽和の状態ができる。

この中で電荷をもった高速の放射線が通ると、その道筋にある気体分子内の電子が跳ね飛ばされて(電離作用)イオンができる。これが核となってアルコール分子が集まると、液滴となって霧ができる。これに光を当てると白い飛行機雲のように見える放射線の飛跡を観察することができる。つまり、飛行機雲ができるときと同じ原理である。

(2) 研究の流れ

本研究では身近なものを用いて霧箱の試作から行った。実際の生徒実験では 4 名～5 名で 1 班として行うことを想定し、材料は安価で手軽に購入できるものを選んだ。

次に、制作された霧箱の中をアルコールでしみ込ませ、線源を置いた後、ドライアイスの上に置き、放射線を観察した。

最後に、実際に数名の有志(男子3名、女子3名の3年生理系生徒、1年生生徒1名及び国語科教員1名)を募って、生徒実験を行った後、意見や感想を基にまとめた。

4 研究の内容

(1) 霧箱の制作

ア 制作に用いる材料

① 透明なプラスチック製のコップ

容器として用いる。

② 隙間テープ

容器の上面に取り付け、アルコールをしみ込ませるために用いる。

③ アルミ板

コップの断面に合わせて切り、霧箱の底面にする。

④ アルミテープ

アルミ板を固定するときに用いる。

⑤ ゴム栓

プラスチック製のコップの上面に栓をして容器を密閉する。

⑥ その他

金切りはさみ、はさみ、試験管(1本)、ガスバーナー、エタノール(98%)、ドライアイス

イ 製作方法

① 透明なプラスチック製コップの底にゴム栓をするための穴をあける。(写真1)

穴の開け方は試験管の底をガスバーナーで熱してコップの底に軽く押し当てる。ある程度穴があいたら固まる前にゴム栓を差し込んで穴の形状をゴム栓の直径に合わせ、固まるまで放置する。

② コップの底の内側の円周に合わせて隙間テープを張り付ける。(写真2)

③ ①で切り抜いた側と反対側にアルミ板をあててコップの断面に合わせて切る。

切り取ったアルミ板の真ん中に線源を置く土台を作る。(写真3)

④ アルミ板をコップにアルミテープで固定し、ゴム栓をつけて完成(写真4)

写真1(切り抜いた断面)



写真2(隙間テープを張り付けた状態)



写真3 (線源を置く土台)

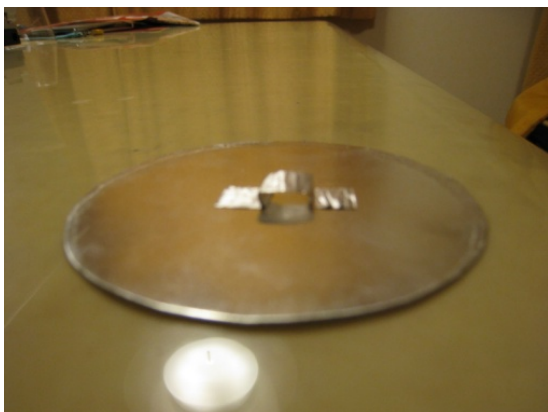


写真4 (完成した霧箱)



写真5 (実験に用いたマントル)



(2) 放射線の観察

ア 線源に用いる物質

本研究では、線源としてガスランタンの芯となるマントル(写真5)を用いた。アウトドア用品を扱う店舗で購入できる。ただし、会社によっては放射線が観察できないものがあるので注意しなければならない。「はかるくん」などの放射線測定器を用意して実際に測定してから購入した方がよい。

マントルは発光効率向上のために、ごく微量のトリウムを含ませている。トリウムは壊変してロロンガスを発生するので、このガスを放射線源として観察する。

イ 観察の準備

エタノールと板状のドライアイスを用意する。ドライアイスは1kgあたり300円程度で購入できる。最初に隙間テープにアルコールを多量にしみ込ませる。コップの内側にも塗るとよい。

次に、マントルを小さく切って、ピンセットで土台に置き、ゴム栓をして密閉する。

その状態で常温のまましばらく放置してアルコールの蒸気を容器内に充満させる。その後、霧箱をドライアイスの上にアルミ板が接触するように直接のせて、さらに放置する。十分に時間が経過した後、部屋を暗くしてライトを線源に当てて観察する。

ウ 観察のポイント

放射線の飛跡は瞬間的に発生して消えてしまうので注意深くマントルを観察していなければならない。また、夏場など気温が高いと容器に曇りが生じるので曇りをふき取りながら観察する。

エ 生徒実験の実践

3人で1班の2グループで行った。事前に放射線、霧箱の説明を行った後に制作から行った。プラ

スチック製のコップを切り抜くときに割ってしまう生徒がいた。(特に男子)

実際に観察する時に放射線が出ているのは確認できたが、何を観察したらよいのか分からないと言っていた生徒がいたので、あらかじめ写真やビデオなどを用いて観察するものを確認させておいた方がよい。

観察できなかった生徒もいたが、実験器具を自分で制作しながら観察できたので理解しやすかったようである。また、こんなに簡単なもので放射線が観察できるとは思わなかった、危険なものだと思っていたけれど必ずしもそうではない、という感想を聞くことができた。

完成した霧箱は各自で持ち帰って再び実験を行った生徒もいた。

5 研究のまとめと今後の課題

今回の研究では実験器具の制作から観察までを行ったが、説明も含めて2時間から3時間程度要するので、少なくとも2時間以内で行えるようにしたい。また、知識や経験がない生徒に対して行う場合が多いと思われるので、あらかじめ観察する霧を見せておくとよい。口頭の説明だけでは理解しにくいようだった。

今まで放射線については物理Ⅱの最後に扱う内容で、熱力学との選択分野であった。入試でも出題される大学が限られ、この内容を扱わない場合が多かったと思われる。第2次世界大戦で原子爆弾が投下されてから放射線＝危険なものという認識が広まり、なかなか受け入れがたいものとして扱われてきた。しかし、安全で発電効率のよい原子力発電をはじめ、人間生活を向上させるために必要なものとして認識されるきっかけとなることを期待する。