

放射線教育のために霧箱を作製させて

(2009年夏休み自由研究お助け隊「霧箱を作って放射線をみてみよう」を通して)

前川 路子、渡邊 浩、伊藤 達夫

筑波大学アイソトープ総合センター

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

私たちが勤務しているアイソトープ総合センターでは、その名の通り放射線を発生する物質を扱っている。ほとんどの中学生は放射線という言葉は聞いたことがあるが、放射線についての詳細な知識はなく、それを学ぶ機会が少ないのが現状である。今回私達は、霧箱という放射線の飛跡を観察する道具を中学生自身で作製し、放射線の存在を見てもらうことで放射線に対する理解を深めてもらうことにした。

キーワード：霧箱

1. はじめに

霧箱は簡単に作製でき構造も把握できる自作霧箱を使用することにした。中学生にも身近な材料で短時間で簡単に作製できる霧箱を検討した。実際に「夏休み自由研究お助け隊」で中学生自身に作製してもらい、放射線を観察してもらえたのでその報告をする。

2. 霧箱とは

今回の霧箱は、1911年イギリスの物理学者ウィルソンが人工的に霧を発生させる装置を改良したもので拡散型霧箱という。温度勾配のある環境中で蒸気を拡散させることによって、過飽和状態を持続的に作り出すことができ、飛跡を長時間観察できるようにしたものである。

今回は気体としてアルコール蒸気を充満させ、上部を常温(25℃)に保ち、下面をドライアイス(-78℃)で冷却することで温度勾配を作り、アルコール蒸気の過飽和の層を作る。その層を放射線が通過することにより霧の飛跡ができ実際に放射線の存在を見ることができるものである。

3. 霧箱の試作の検討

中学生に簡単に作ることができるもの本体の構造について検討した。

以下に試作した過程を示す。

3.1 タッパーによる霧箱の検討

ガラス製で蓋付きのタッパーによる霧箱を作製した。この霧箱はタッパーにほとんど手を加えずに作製することができる。霧箱の上面にあたるガラスが歪んでいて霧が見づらかった。

飛跡を観察するため底面をペンキで黒く塗装したがドライアイスでの冷却とアルコール蒸気により剥離してしまった。



図1. タッパーによる霧箱

3.2 小さな霧箱の検討

塩ビ筒(内径9 cm)を本体とした霧箱である。上面を平ガラスにし、覗きやすくした。

霧箱の大きさが足りず放射線の飛跡の見える範囲が小さかった。

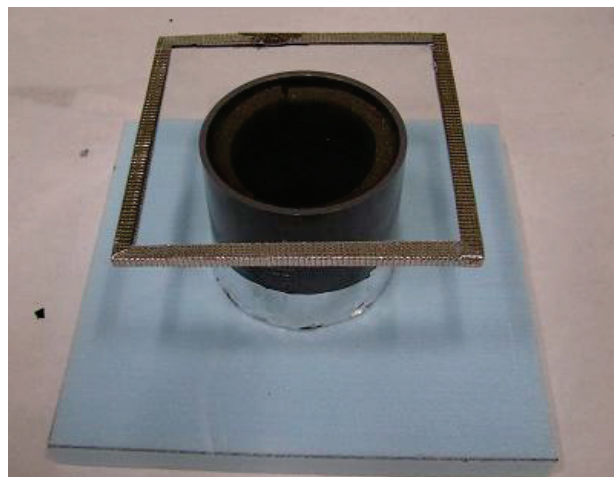


図2. 小さな霧箱

3.3 底板を銅板にした霧箱の検討

本体を一回り大きい塩ビ筒(内径11.5 cm)にし、熱伝導性を良くするため底面を銅板にした。

霧が対流して飛跡がよく見えなかった。

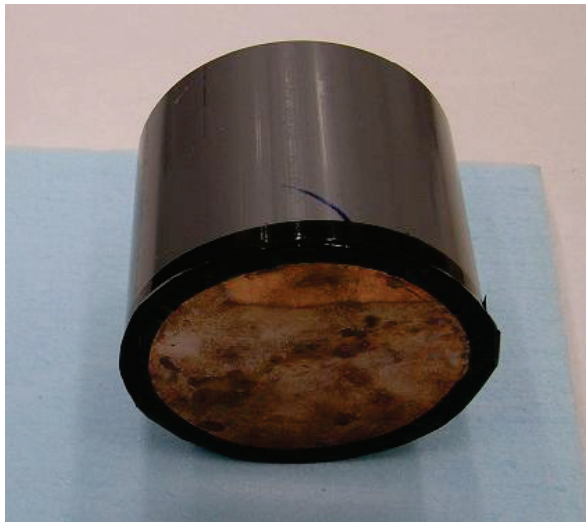


図3. 底面が銅板の霧箱

3.4 底面を黒色アクリル板にした霧箱の検討

底面を黒色アクリル板にした。熱伝導性もほどよく、放射線の飛跡の見える範囲が大きくなった。しかし、アクリル板は硬いため中学生が加工することは難しいと思われた。

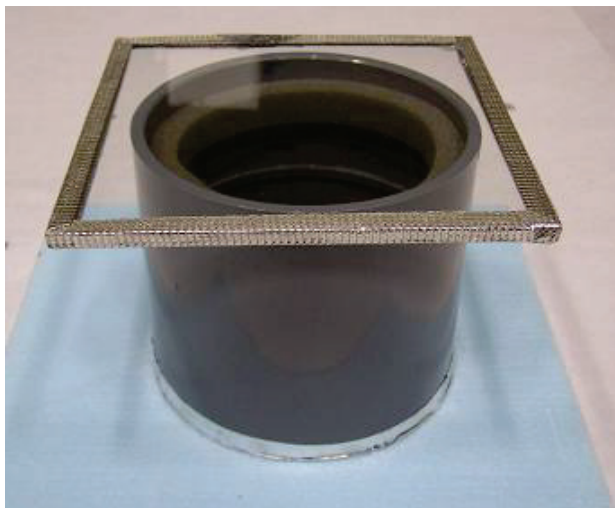


図4. 底面がアクリル板の霧箱

3.5 底面を黒色塩ビ板にした霧箱の検討

底面をアクリル板から塩ビ板に変更した。このことによりハサミで容易に加工することができるようになった。しかし、カメラで撮影しようとしたところ懐中電灯の光が反射し撮影しにくいことが判明した。

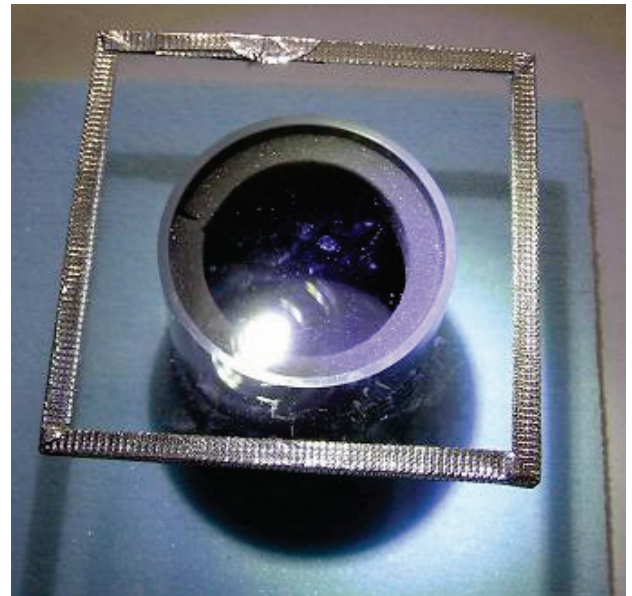


図5. 底面が塩ビ板の霧箱

3.6 窓を付けた霧箱の検討

底面を黒色塩ビ板にした霧箱の側面に照明用の窓をつけた。このことにより側面から照明をあてることができ上面の反射を気にせず観察、写真を撮ることができた。

なお、窓用の穴は事前に当方で加工しておくことにした。

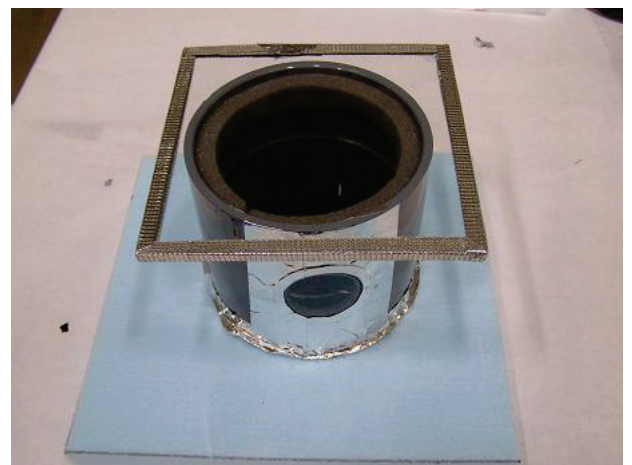


図6. 窓のある霧箱

4. 完成した霧箱

霧箱の試作の結果完成したものを次に写真と構造図で示す。

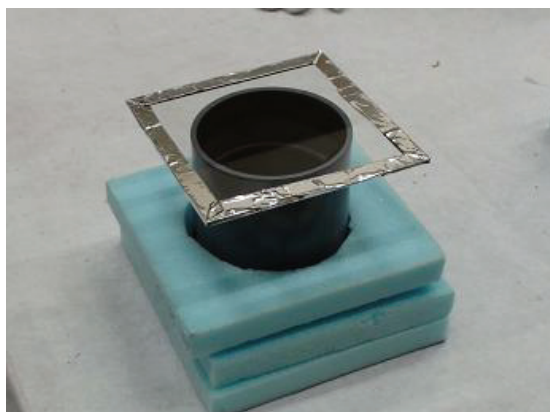


図 7. 自作霧箱の完成品

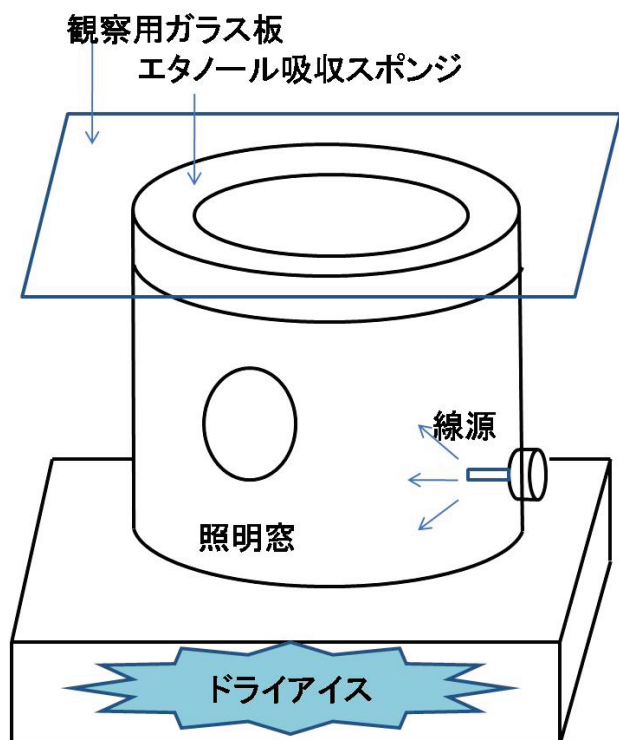


図 8. 自作霧箱の構造

5. 作製手順

市販されている部品を使って、霧箱を短時間で簡単につくる手順を以下に示す。

材料

側面に $\phi 3 \text{ cm}$ の穴及び線源固定用 $\phi 1 \text{ cm}$ の穴をあけた市販の排水管ジョイント(塩ビ管、内径 11.5 cm)

黒色塩ビ板(厚さ 1 mm)

アルミテープ

透明アクリル板(厚さ 0.5 mm)

スポンジ製隙間パッド

板ガラス(15 cm)

粉末状ドライアイス

キャンプ用ランタンのマンテル

ダストサンプラーでダストを集めたダストろ紙

エタノール

発泡スチロール(厚さ 1.5 cm)

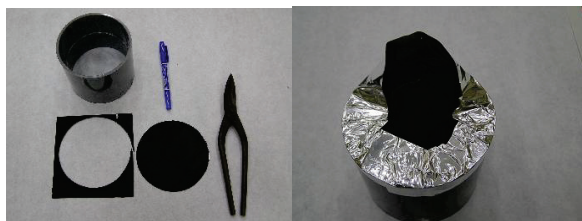
使用器具

ハサミ

定規

懐中電灯

- 市販排水管ジョイント(塩ビ管)に円形に切り抜いた塩ビ板をアルミテープで接着し底板とする。
- 塩ビ管側面に $\phi 3 \text{ cm}$ の穴を開け、透明アクリル板で塞ぎ照明用窓とする。
- スポンジ製隙間パッドを塩ビ管上部に取り付けエタノール保水用とする。
- 上蓋用板ガラスの周りをアルミテープでカバーする。
- ドライアイス収納容器を発泡スチロールで作製する。
- キャンプ用ランタンのマンテルと空気中のダストを集めたダストろ紙を線源とする。
- 線源、粉末状ドライアイスを設定し、隙間パッドにエタノールをしみこませ、照明用窓より懐中電灯で照らし観察する。



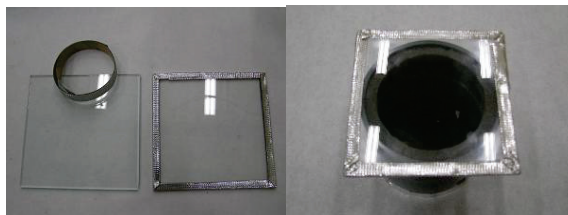
(a)



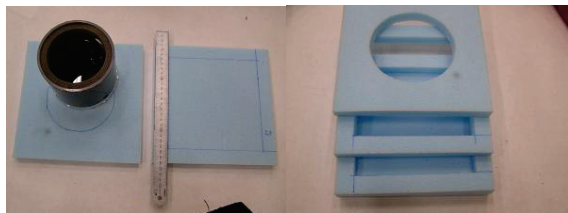
(b)



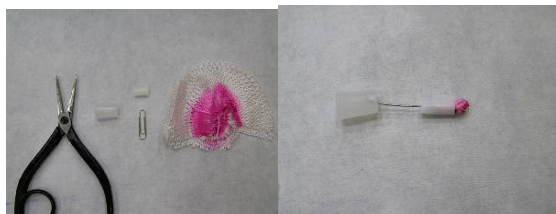
(c)



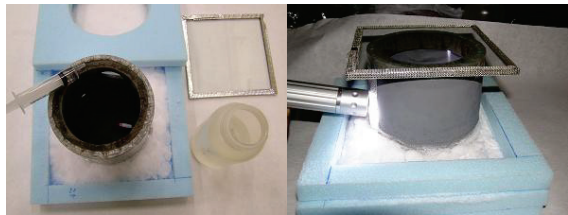
(d)



(e)



(f)



(g)

図 9. 作製手順

6. 異なる冷媒による冷却度合いの違い

ドライアイスと液体窒素の二種類の冷媒を用い、冷却状況と過飽和の層のでき方の違いを調べた。

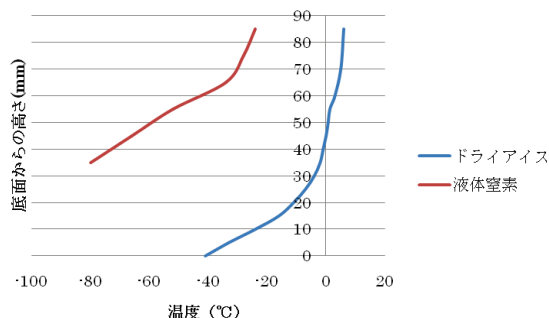


図 10. 霧箱内部の温度分布

液体窒素、ドライアイス共に底面に近いほど温度が低いことが分かる。液体窒素では底面からの高さ 50 mm、 $-60\sim-50^{\circ}\text{C}$ の位置で、ドライアイスでは底面からの高さ 5~15 mm、 $-30\sim-15^{\circ}\text{C}$ の位置で放射線の飛跡が観察された。

液体窒素ではまず上部に霧が見え始め、霧箱内の温度上昇と共に霧の位置が下がっていった。霧の発生位置の温度はどの位置でも約 -50°C であった。液体窒素では霧箱内の温度を一定に保つことが難しく、また温度が低すぎるため中学生が扱う今回の霧箱用には向かないことが分かった。

ドライアイスでは霧箱内の温度変化が少なく継続的に放射線を観察することができ、また簡単に手に入れることができるため、今回の霧箱用冷却材として採用した。

7. 自作霧箱の観察結果

使用した線源（マントル、ダストろ紙）について市販品の低温拡散型霧箱（島津 WH-50）を使用した場合と同様に放射線を観察することができた。



図 11. 放射線の飛跡

8. 考察

実際に「夏休み自由研究お助け隊」で中学生自身に作製してもらった霧箱でもすべての人が実際に放射線の飛跡を観察することができた。

9. 謝辞

本報告を作成するにあたり、筑波大学アイソトープ総合センター末木啓介先生に指導と助言をいただき深く感謝いたします。

また、今回の霧箱作製のために元日本原子力研究所の油井多丸氏、北海道大学大学院工学研究科量子理工学専攻松本裕氏の資料を参考にさせていただきました、深く感謝いたします。

Preparation of a cloud chamber to teach radioactivity

(Let's Create a Cloud Chamber to See Radiation, part of the 2009 Summer Workshop for junior high school students)

Michiko Maekawa, Hiroshi Watanabe, Tatsuo Ito

Radioisotope Center, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577 Japan

As the name suggests, personnel at the Radioisotope Center handle substances that produce radiation. Most junior high school students are familiar with the term “radiation” but lack a detailed understanding and have few opportunities to learn about radiation. In the current work, junior high school students themselves prepared a device to observe radiation tracks known as a cloud chamber, and the task of observing the existence of radiation succeeded in heightening their understanding of radiation.

Keywords: cloud chamber