

「ドライアイス等を使用しない簡易霧箱での遮へい実験」

霧箱の詳細データ

【応募者】 ○山田 雅子、関根 光沙、石井 颯太、水本 成美（東京学芸大学）

【指導教員】 大西 和子（東京学芸大学）

目次

- 1 本教材について
- 2 本教材の構造
- 3 作製方法
 - (1) 冷却装置
 - (2) 観察槽
 - (3) 加熱装置
- 4 本教材の使い方
 - (1) 飛跡の観察
 - (2) 放射線の遮へい実験

I 本教材について

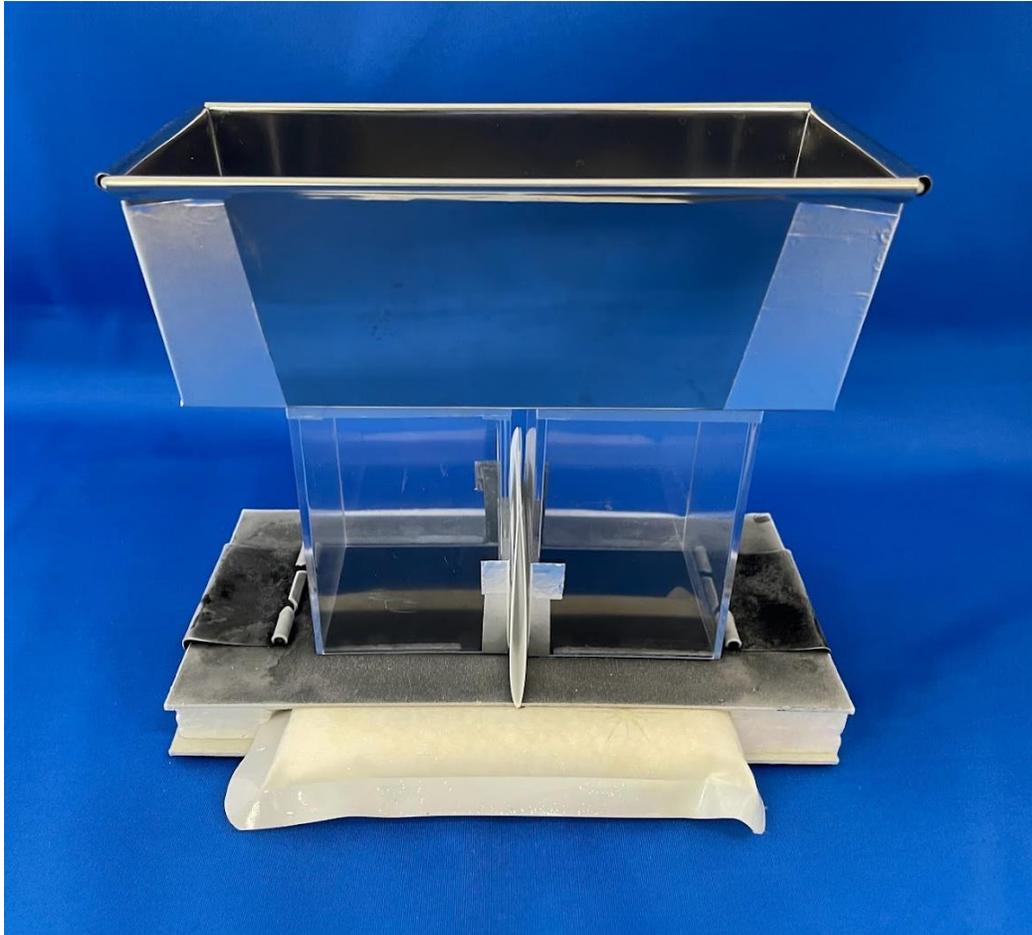


図1 本教材の様子

本教材は、「放射線が遮へいされる様子を手軽に観察したい」という思いで開発したものである(図1)。ドライアイスや液体窒素のように入手や保管が困難なものを使わずに、なるべく身近なものや比較的安価に入手できる材料で作製できるようにした。

特徴：

この霧箱を2つ組み合わせ、中央に線源を挟み込むことで、観察をしながら簡単に線源や遮へい材を交換することができる。また、左右に異なる遮へい材を挟むと、見える飛跡の様子の違いを一目で観察することができる。

2 本教材の構造

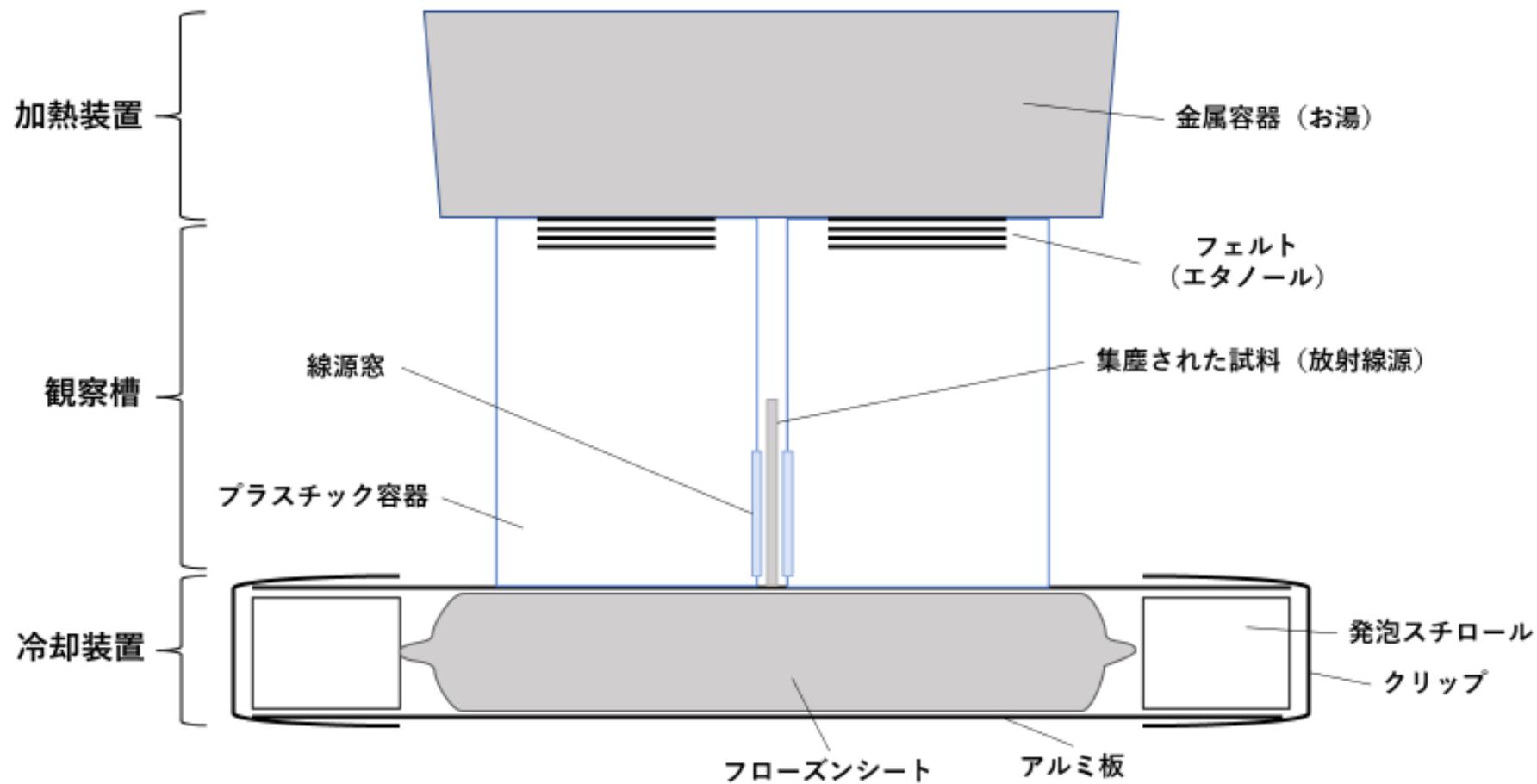


図2 本教材の構造

3 材料と作製方法

(1) 冷却装置 (コールドプレート, 窪田, 2013)



図3 コールドプレートの材料

材料

- 株式会社エコテクノロジーズ, フローズンシート-18℃タイプ, 300g . . . 1個
(<http://ecotech-ondokanri.co.jp/product004/>)
- フリーザーバッグSサイズ, 180mm×20.5mm . . . 1枚
- TAKACHI, K-11 ブラック K型カラーアルミパネル, 200mm×100mm 1.5mm厚 . . . 2枚
(<https://www.takachi-el.co.jp/products/K>)
- 発泡スチロール片, 17mm×100mm×30mm . . . 2片
- ダブルクリップ, 51mm幅 . . . 2個

3 材料と作製方法

(1) 冷却装置 (コールドプレート, 窪田, 2013)

作製手順

- ①アルミ板を一枚、黒色面を下にして置き、その中央にフローズンシートを置く (図4)。
- ②フローズンシートの両側に厚さ17mmの発泡スチロール片を置き、アルミ板をかぶせる。このとき、黒色面が外側を向くようにする。



図4 アルミ板の上にフローズンシートなどを置いた様子

3 材料と作製方法

(1) 冷却装置 (コールドプレート, 窪田, 2013)

作製手順

- ③アルミ板2枚と、その間の発泡スチロールを一度にダブルクリップで挟み込む(図5)。両側を挟むことで、フローズンシートをアルミ板に押し付けることができる。
- ④フローズンシートがすべり出さないことを確認し、ダブルクリップの取っ手をすべて取り外す。
※フローズンシートが滑り出してしまう場合は、両端の発泡スチロール片を薄くするか、フローズンシートの下に隙間を埋められる程度の厚さのものを挟むことで調節する。

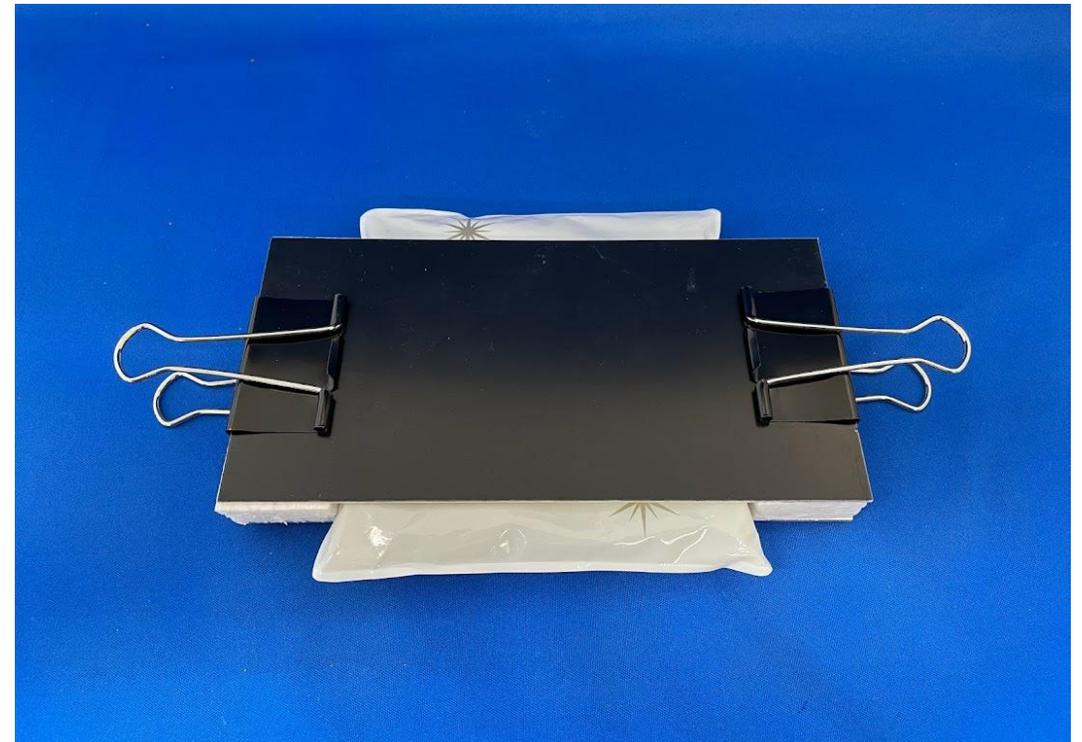


図5 ダブルクリップで挟んだ様子

3 材料と作製方法

(1) 冷却装置 (コールドプレート, 窪田, 2013)

作製手順

⑤冷凍庫に24時間以上入れ、凍結させる (図6)。

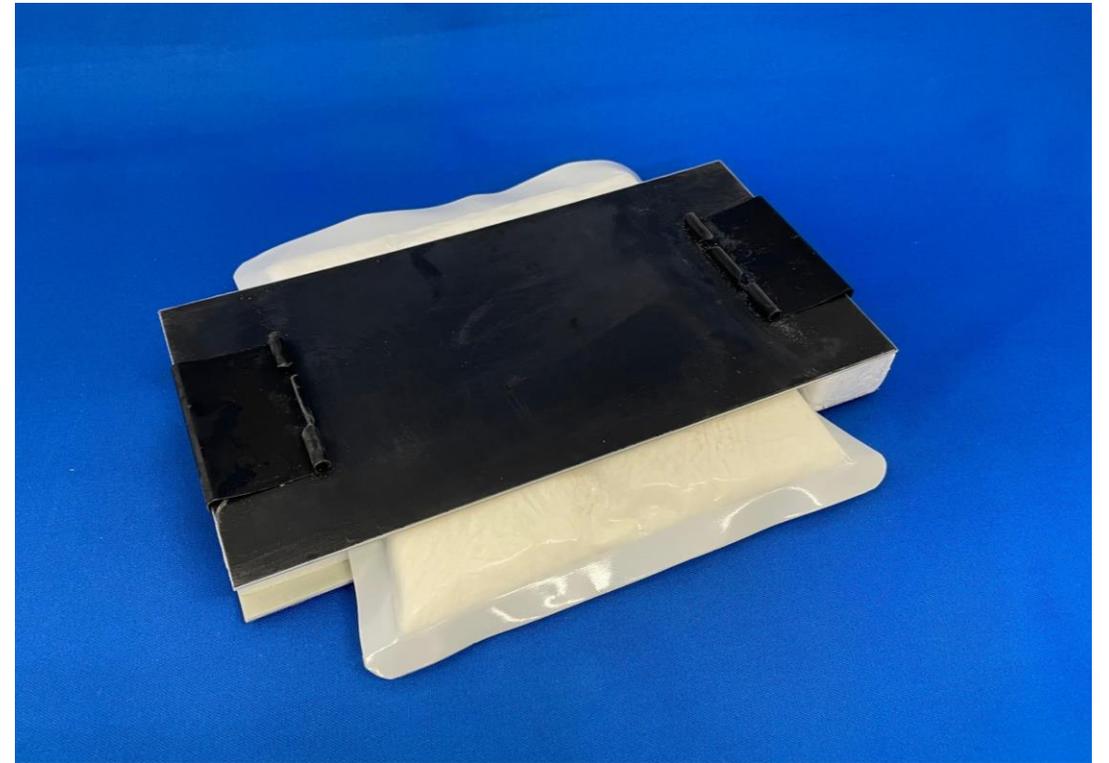


図6 24時間凍結させたコールドプレート

3 材料と作製方法

(2) 観察槽



図7 観察槽の材料

材料

- 和泉化成株式会社, 1トールトレイ (100円ショップで入手可能なプラスチック容器), 60mm×60mm×91mm . . . 2個
- 寺岡製作所, 気密・防水用ブチル両面テープ No,718
- アルミテープ
- 黒フェルト, 40mm×40mm . . . 4枚を2組
- ポリエチレンフィルム (スーパーマーケットなどの薄いポリ袋) . . . 1枚

3 材料と作製方法

(2) 観察槽

作製手順 ※霧箱1つにつき、観察槽は2つ作製する。

①プラスチック容器を逆さに置き、底面と側面に穴をあける（図8，9）。
底面は40mm×40mmの大きさに、側面は下方から3ミリ程度の幅を空けたところに20mm×50mmの大きさとする（以降、側面の穴は線源窓とする）。

②切断面にやすり掛けをして、凹凸や尖っている部分を取り除く。後にポリエチレンフィルムに穴をあけてしまわないために、滑らかにしておく。

③図8の○の部分、やすり掛けをして取り除く。

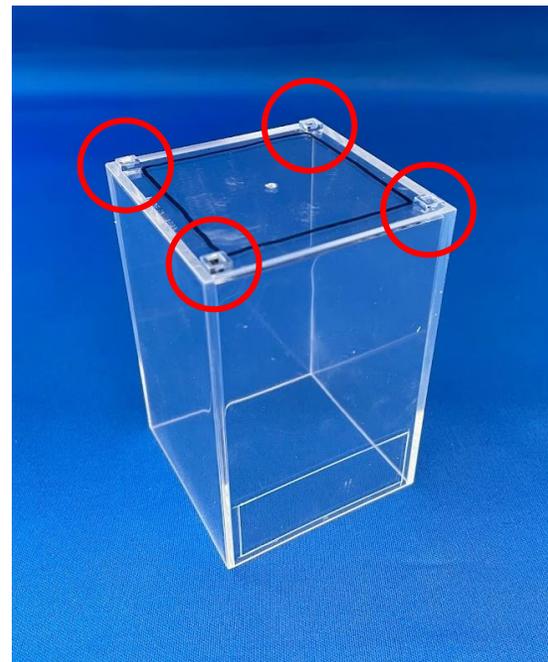


図8 目印をつけた容器の様子



図9 穴をあけた容器の様子

3 材料と作製方法

(2) 観察槽

作製手順

- ④くり抜いた底面に、外側から穴を塞ぐようにアルミテープを貼る。アルミテープとプラスチック容器の間に隙間がないように、しっかりと接着させる（図10）。
- ⑤黒フェルトを40mm×40mmに切り、4枚重ねてホチキスで留める。容器の内側から、④で貼ったアルミテープの粘着面にこのフェルトを貼りつけ、しっかりと固定する（図11）。

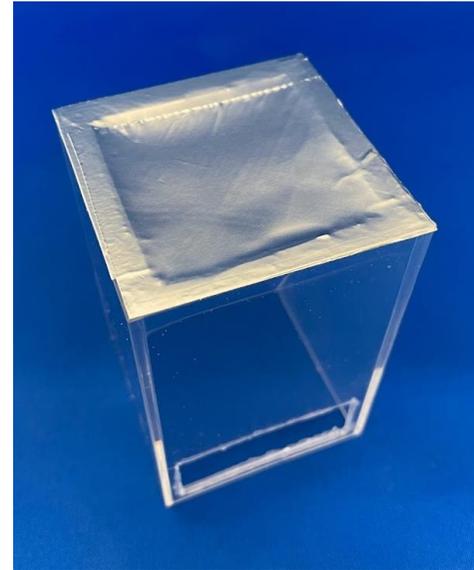


図10 アルミテープを貼った観察槽

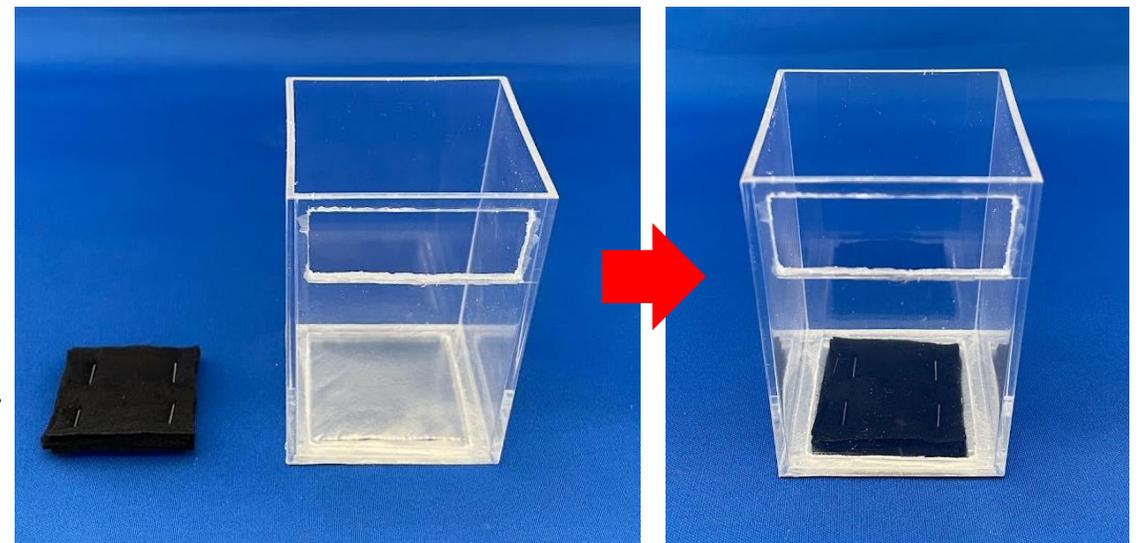


図11 黒フェルトを貼る様子

3 材料と作製方法

(2) 観察槽

作製手順

- ⑥線源窓のふちに、3mm幅に切った両面テープを貼りつける（図12）。両面テープは、寺岡製作所の「気密・防水用ブチル両面テープ No,718」を使用する。
- ⑦線源窓にポリエチレンフィルムを貼る。フィルムを引っ張り、しわを伸ばした状態で両面テープに接着させるときれいに貼ることができる（図13）。



図12 両面テープを貼った様子

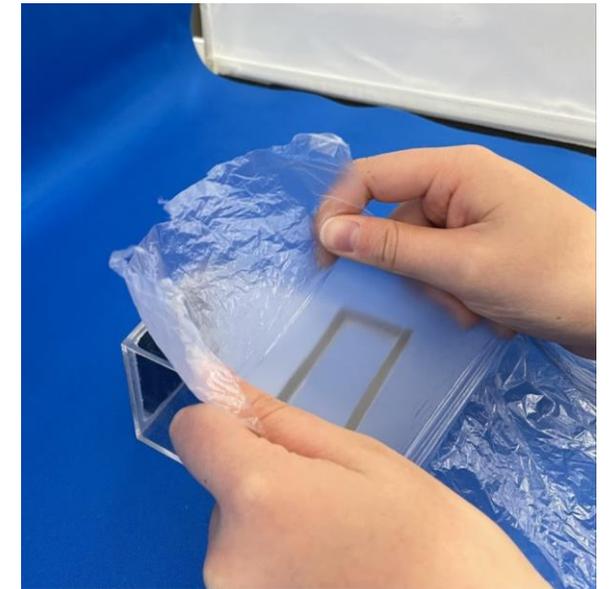


図13 ポリエチレンフィルムを貼る様子

3 材料と作製方法

(2) 観察槽

作製手順

- ⑧両面テープからはみ出た部分のポリエチレンフィルムを切り取る（図14）。
- ⑨貼りつけたポリエチレンフィルムの上から、線源窓のふちを10mm幅に切ったアルミテープで固定する（図15）。テープとプラスチック容器をしっかりと密着させる。

※構造上、下側の1辺はアルミテープを貼ることができないため、その他3辺を固定する。

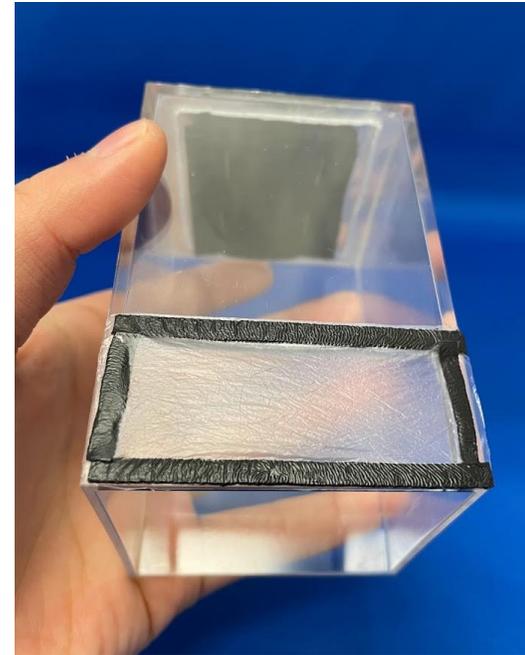


図14 フィルムを切った後の様子



図15 完成した観察槽

3 材料と作製方法

(3) 加熱装置

材料

- ケーキ型などの金属容器，86mm×180mm×63mm程度
(例：パウンドケーキ型) . . . 1個
- アルミテープ (必要に応じて)

作製手順

①用意した金属容器に継ぎ目がある場合は、お湯が漏れないようにアルミテープで補強する (図16)。

※継ぎ目の無い金属容器を使用する場合は、手順①は必要なく、そのまま用いることができる。



図16 アルミテープで補強した金属容器(左)と継ぎ目の無い金属容器(右)

4 本教材の使い方

(1) 飛跡の観察

〈霧箱を組み立てる〉

- ①コールドプレートを安定した水平な場所に設置する
(図17)。表面に霜が付いている場合は、布などで擦って取り除く。
- ②観察槽を2つ用意し、それぞれのフェルトにエタノールを6 mL程度ずつ染み込ませる(図18)。
※フェルトからエタノールが染み出している場合は、余分なエタノールを、ティッシュペーパーなどでフェルトを叩くようにして拭き取る。

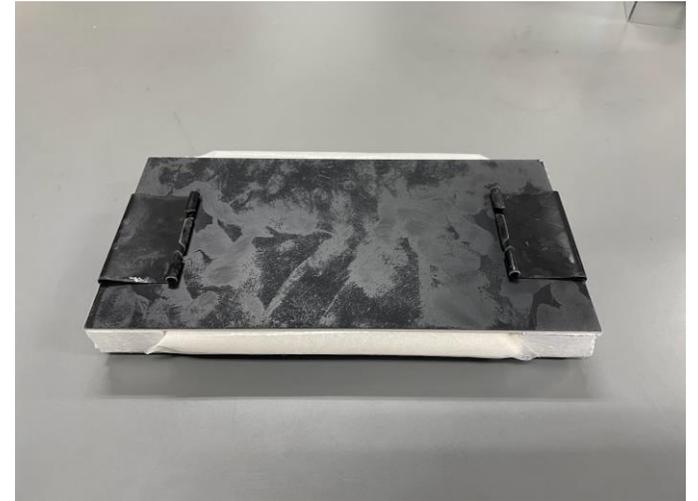


図17 コールドプレート

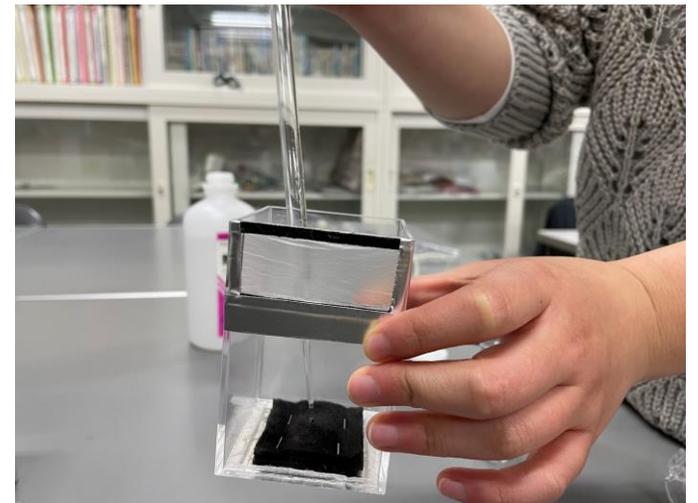


図18 エタノールを染み込ませる様子

4 本教材の使い方

(1) 飛跡の観察

〈霧箱を組み立てる〉

③2つの観察槽を線源窓が互いに向き合う向きで、コールドプレートの上に並べて設置する(図19)。2つの観察槽の間は、線源や遮へい材を挟めるように少し間を空けておく。

④線源を挟み、観察槽同士を近づけて位置を調節する。遮へい材を挟み込む余裕があるくらいの隙間を空けておくようにする。

※遮へい材を挟む予定の無い場合は、隙間をつくらずに観察槽同士をぴったりとくっつけてもよい。

 線源を触った後は、必ず手をよく洗うこと。

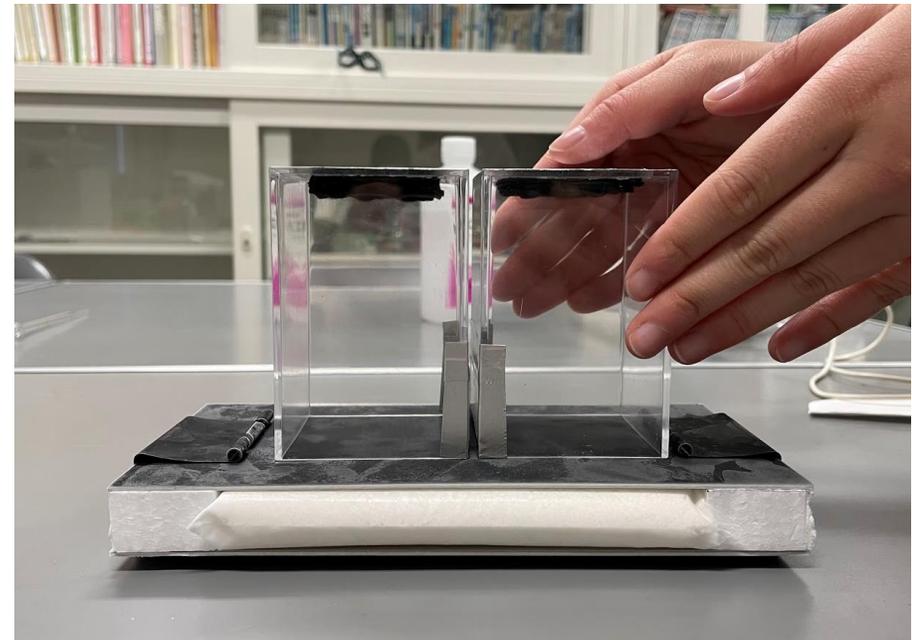


図19 観察槽を設置する様子

4 本教材の使い方

(1) 飛跡の観察

〈霧箱を組み立てる〉

⑤加熱用の金属容器に80℃程度のお湯を入れ、2つの観察槽の上にのせる（図20）。

⚠️ お湯の量が少なすぎると実験が上手くいかないことがある。目安としては、容器の高さの6～7分目程度入っていればよい。

⚠️ お湯の入った金属容器を触る際は、火傷をしないようにゴム手袋などをはいて作業を行うようにすること。

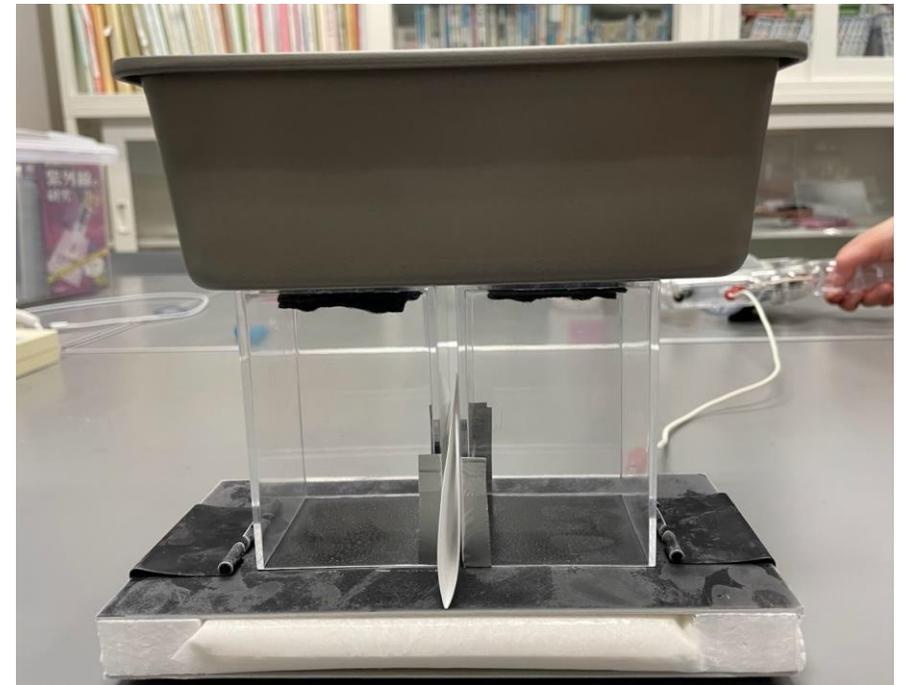


図20 金属容器をのせた様子

4 本教材の使い方

(1) 飛跡の観察

〈観察する〉

部屋を暗くして、コールドプレートの表面をLEDライトなどで照らしながら飛跡を観察する（図21）。

⚠ 観察槽内全体をライトで照らしてしまうと、飛跡が見えにくい場合がある。なるべく低い位置から、コールドプレートの表面のみを照らすようにするとよい。

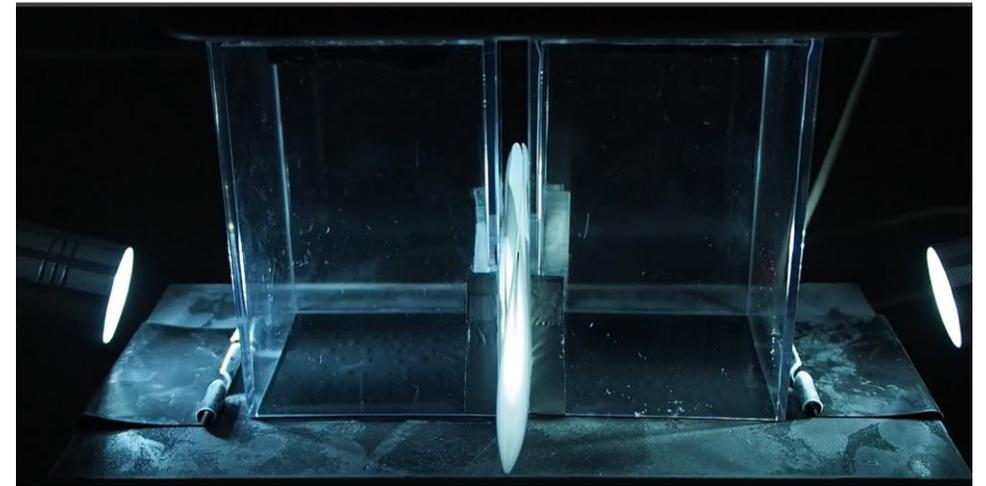


図21 飛跡観察の様子

4 本教材の使い方

(1) 飛跡の観察

〈雑イオンを除去する〉

観察槽内に雑イオンがあると、放射線の飛跡がはっきりと見えにくくなってしまいます。高電圧をかけることで、雑イオンを取り除くことができる。

①静電高圧ゼネコン (NaRiKa) の一端を加熱用の金属容器に、もう一端をコールドプレートのアルミ板につなぐ (図22, 23)。

②ハンドルをゆっくり半周ほど回し、高圧をかける。

※観察中、飛跡が見えづらくなってきたと感じたら本操作を行うとよい。

! 何度もハンドルを回すと、必要以上に帯電して観察槽内の状態が不安定になるので注意が必要。

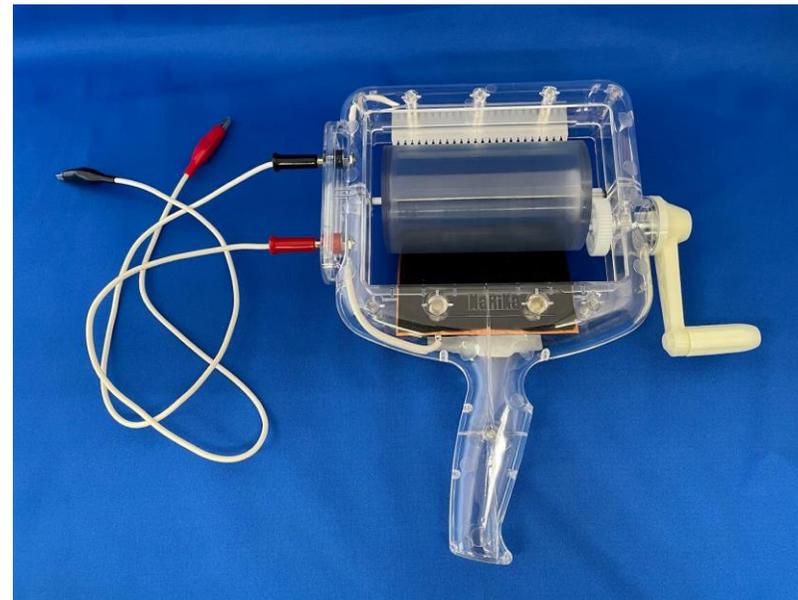


図22 静電高圧ゼネコン (NaRiKa)

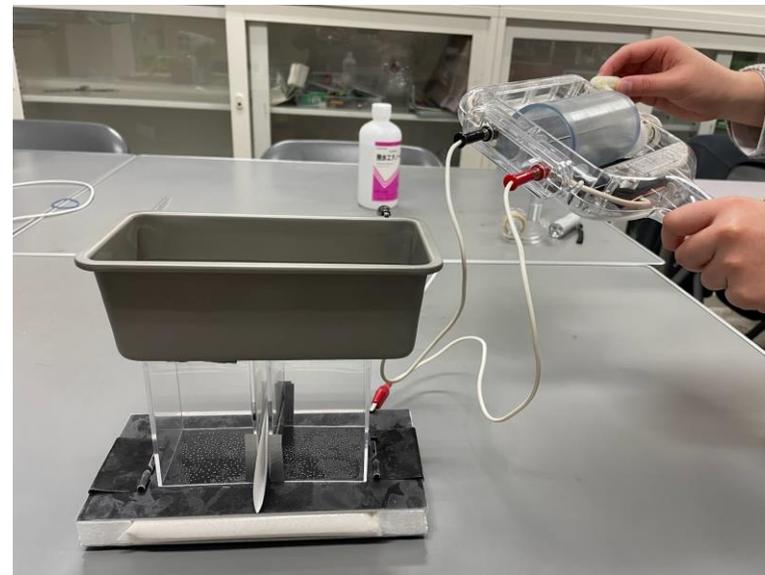


図23 静電高圧ゼネコンをつないだ霧箱

4 本教材の使い方

(2) 放射線の遮へい実験

〈飛跡観察の準備〉

「(1) 飛跡の観察」の手順に従い、飛跡観察の準備をする。

〈遮へい実験〉

放射線の飛跡が左右の観察槽内に見えることが確認出来たら、観察槽と線源の間に遮へい材を挟んで観察をする(図24、25)。

例)

パターン① 左：遮へい材なし 右：厚紙

パターン② 左：遮へい材なし 右：アルミ板 (1mm)

パターン③ 左：アルミホイル 右：アルミ板 (1mm)

※その他、様々な遮へい材を組み合わせて実験・観察を行うことができる。

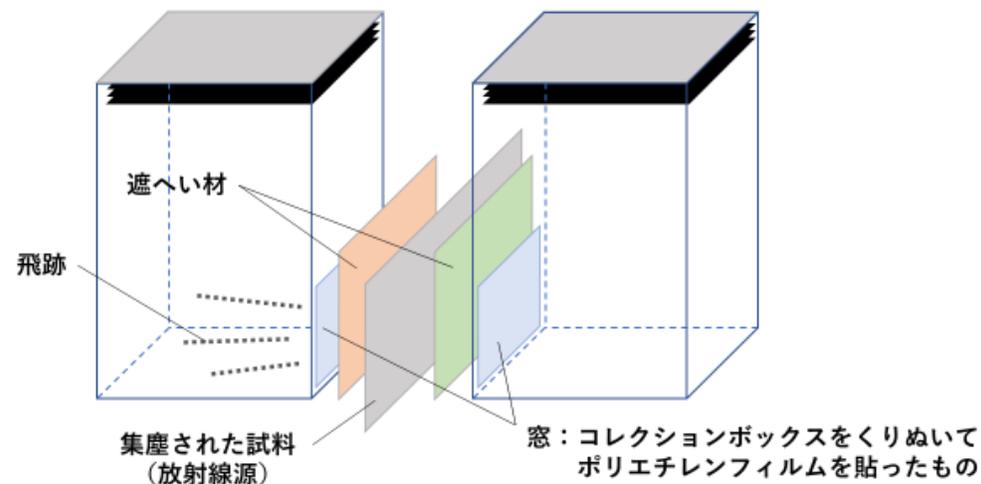


図24 遮へい材の挟み方

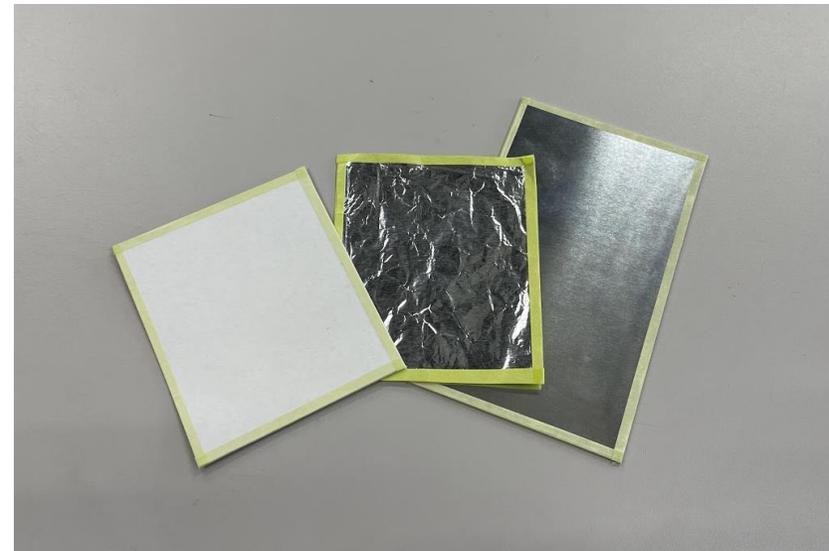


図25 様々な遮へい材