

簡易霧箱を用いて、放射線が自然界に存在することを実感します
自分でつくった装置で放射線を観察しよう

「放射線を観察する」とタイトルを付けていますが、放射線を直接肉眼で見る事はできません。しかし、簡単な装置を使えば、放射線が出ていること、つまり「放射線の飛跡」を確認することができます。放射性元素が原子核崩壊を起こすときに、 α 線や β 線を出します。 α 線、 β 線は、原子核から飛び出すと周囲の物質に電離作用を及ぼします。エタノールが蒸発し、ドライアイスで冷やされて過飽和（少しの衝撃で液体に戻る状態）の中を、 α 線や β 線が通ると、電離作用を受けた酸素や窒素分子を核にエタノールが凝縮します。このとき、 α 線や β 線が通った「道筋」に沿って飛行機雲のようなエタノールの雲ができ、放射線源から放射線が出ていることが確認できます。放射線の飛跡を観察することによって、量子論、素粒子論、宇宙論などの物理学の扉が大きく開かれます。

1 準備するもの

アクリルパイプ（120mm×3mm×1000mm） ノコギリ

アクリルパイプはホームセンター等で購入は難しいため、専門業者またはインターネットで購入する。アクリルパイプをノコギリ等で長さ50mmにカットしておく。

発泡スチロール板 発泡スチロールカッター

発泡スチロールカッターなどを用いて、使用するアクリルパイプに合わせて発泡スチロール板を加工する。今回は200mm×200mm×20mmを2つ用意しておく。



アルミ板（910mm×455mm×0.6mm） 金属板加工用多機能ハサミ 黒色つや消しラッカー

アクリルパイプの大きさ120mmに合わせてアルミ板を円形にカットし、カット後黒色つや消しラッカーで塗装しておく。

アクリル板（パイプ上部の観察窓用） または、食品用ラップでも可 1枚
サッシ用隙間テープ

（厚さ10mm×幅15mm×450mm アクリルパイプ基準）

アルミテープ

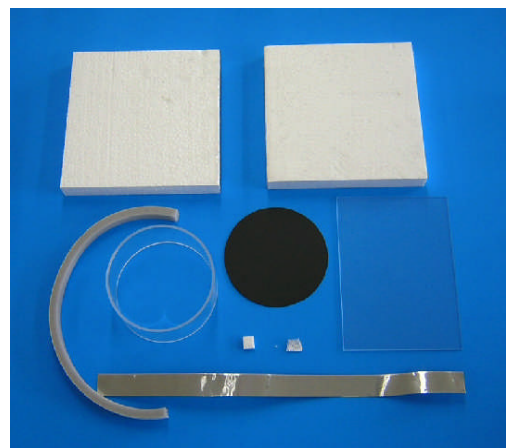
（幅25mm、450mm アクリルパイプ基準）

両面テープ

ランタン用マントル

（放射線源として使用する。加熱すると発光する特殊繊維である。最近のランタン用マントルには放射性物質を含まないものもあるので、購入時には注意が必要である。）

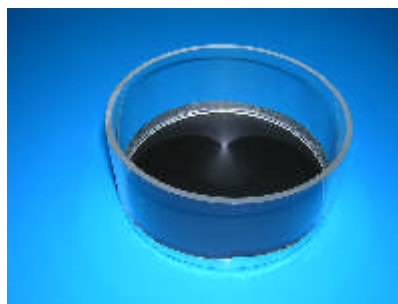
発泡スチロール（10mm×10mm×5mm）



2 簡易霧箱の作製

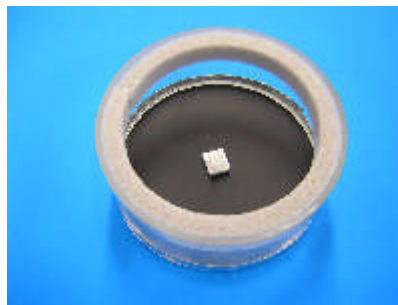
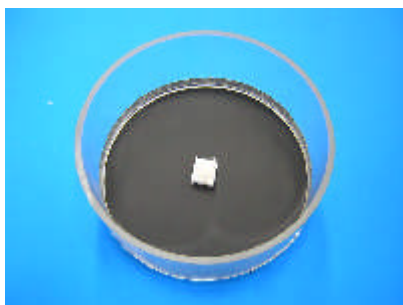
(1) 観察チャンバーの作製

アクリルパイプの一方に、黒く塗ったアルミ板をアルミテープで貼り付ける。



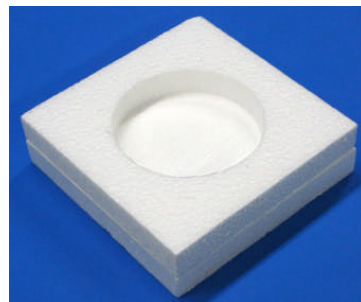
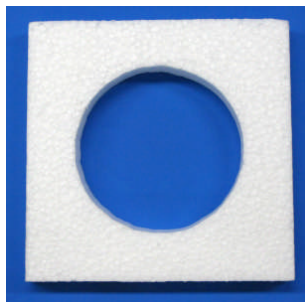
マントルを発泡スチロール(10 mm × 10 mm × 5 mm)の上に固定し、アルミ板の中央に両面テープで固定する。

開口側にサッシ用隙間テープを貼る。



(2) 冷却用トレーの作製

200 mm × 200 mm × 20 mmの一方の発泡スチロール板に、アクリルパイプの直径よりも少し大きい穴を、発泡スチロールカッター(なければ大きめのカッター)を用いてあける。このとき、冷却効率を下げないために穴の大きさがあまり大きくならないようにする。



穴を開けた発泡スチロールをもう1枚に重ねて両面テープで貼り付ける。

(3) 簡易霧箱のセッティング

観察チャンバーを冷却用トレーに乗せ、チャンバーの開口部を透明アクリル板やラップフィルムなどでフタをする。



3 放射線の飛跡観察

(1) 準備するもの

作製した観察チャンバー，冷却用トレー
ペンライト，塩ビ棒，ティッシュペーパー
エタノール（適量）
ドライアイス（適量）

（ドライアイスを用いる場合は，手袋を用意すること。実験を行う日にドライアイスが用意できない場合は，1～2 kg 購入し，新聞紙に包んで発泡スチロール製の容器に入れておけばよい。このとき，発泡スチロール製の容器はガスを逃がすために，密閉状態にはしない。）

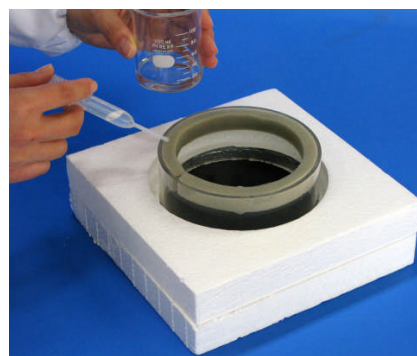
(2) 実験

アクリルパイプに貼り付けたスポンジに，エタノールを十分しみ込ませる。

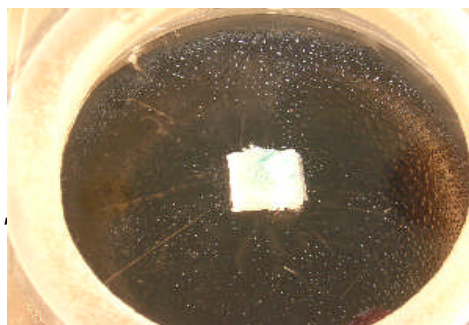
アルミ板上にエタノールが溜まっていないことを確認して，ふたをする。

発泡スチロールで作った冷却用トレーに，細かく砕いたドライアイスを敷き詰める。

ドライアイスの上にアルミ板を押しつけるように観察チャンバーを置き，開口部にフタをする。（このとき，ドライアイスで冷却されたアルミ板と，フタとの間に温度勾配があるとよいので，フタを手で温めるとよい。）チャンバー内が冷やされてから，ペンライトをチャンバーの側面から当てると，飛跡が観察できる。ただし，空の飛行機雲のように長時間は残らず，1秒程度で消えてしまう。放射線は四方八方に飛び出すが，よく冷やされているアルミ板付近に飛跡がよく見える。



参考 しばらくすると飛跡が観察できないことがあるが，そのときは，ティッシュペーパーでこすった塩ビパイプを，観察チャンバー上で動かすと余分な曇りがとれて見やすくなる。また，エタノールが凝縮して，アルミ板が濡れてくるが，問題はない。ただ，冷却効率が下がるようで，やや見づらくなる。



(3) 考察

飛跡の長さが何 cm くらいのもので多く放射しているか。

飛跡が途中で消えるのは，どうしてか？

飛跡ははじめと停止線近くとでは，どちらが太く濃いか。

(4) 実験上の注意

放射線源は必要最小限にとり出し，通常は，放射線保管箱に入れておく。

放射線について

(1) 放射能や放射線の単位

単位	説明	例 放射線を雨と仮定すると
ベクレル Bq	放射性物質が放射線を出す能力を表す単位	空から降ってくる水の量
グレイ Gy	放射線のエネルギーがどれだけ物質に吸収されたかを表す単位	人に当たる水の量
シーベルト Sv	受けた放射線の量を表す単位 身体への影響の度合いを測る物差しとして用いる 放射線の種類(α線, β線, γ線, X線, 中性子線)や受けた人の身体の部位によって異なる	人の体に水があたった影響

(資源エネルギー庁 資料より)

(2) 放射線の種類

種類	α線	β線	γ線	中性子線
本体	エネルギーの大きなHeの原子核	エネルギーの大きな電子	波長の短い電磁波	エネルギーの大きな中性子
質量 m_p (陽子の質量)	$4m_p$	$m_p/1840$	0	m_p
電荷	$+2e$	$-e$	0	0
蛍光・電離 写真作用	大(電荷が大きい)	中	小	小
電場による偏り	$\vec{F} = q\vec{E}$	$\vec{F} = -q\vec{E}$	偏らない	偏らない
磁場による偏り	$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$	$\vec{F} = -q\vec{v} \times \vec{B}$	偏らない	偏らない
崩壊	原子番号が2, 質量数が4, 減少	原子番号が1増加	変化なし	

