

周りを飛び交う宇宙線、放射線があなたも見える！

I 高性能！安価！簡単！ 驚きの霧箱をつくる

名古屋大学理学研究科基本粒子研究室客員研究員 林 熙崇

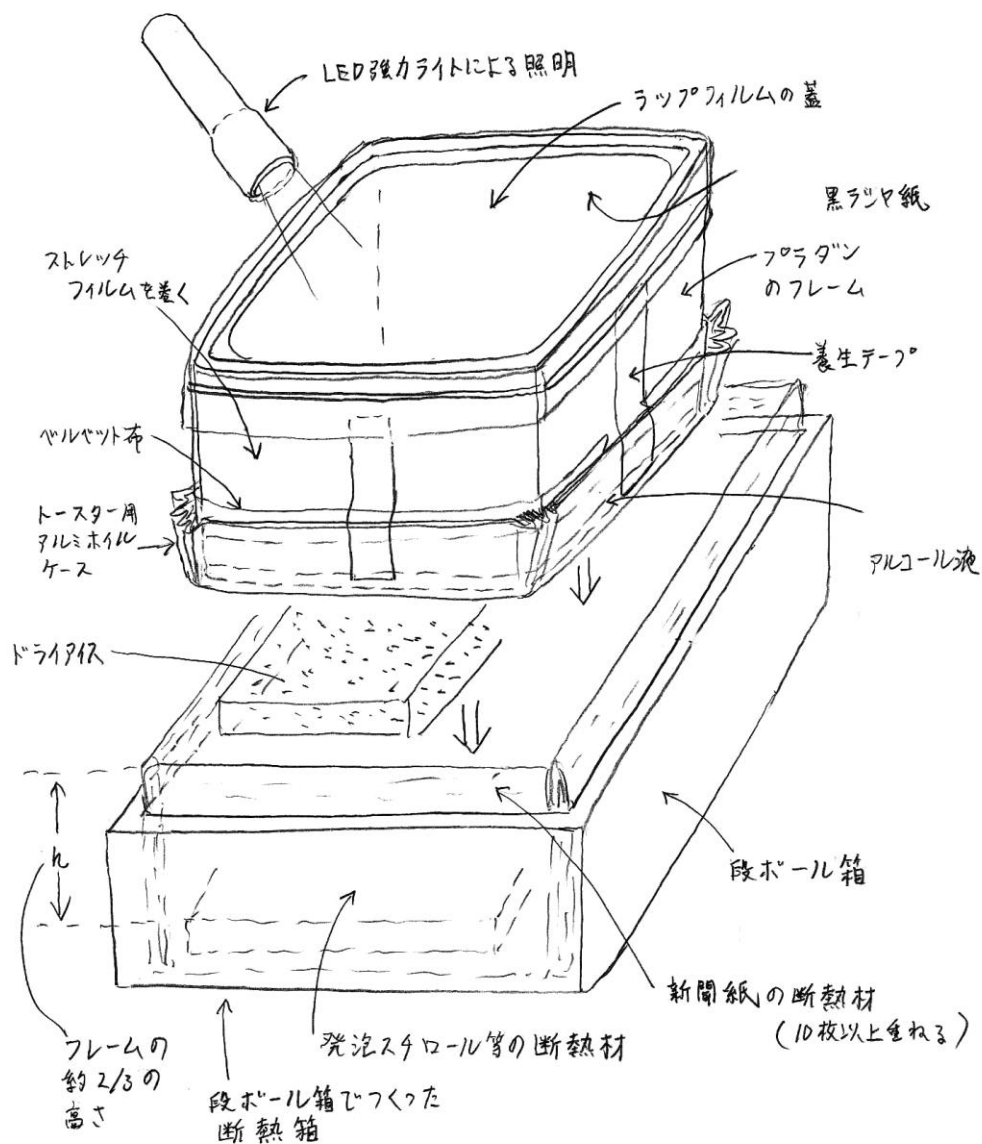


図1

素粒子の飛跡をリアルに見ることが出来る高性能の霧箱を、身近に手に入る材料を使って、より簡単な工作で作ることができるように発展させました。

(1) 霧箱で宇宙線、放射線の飛跡が見えるからくり

- ①霧箱内の空気—上部は室温で温められ、下部はドライアイス（ -78°C ）で冷やされています。
- ②霧箱上部からアルコール蒸気が蒸発して下方に拡散していきます。途中で低温の空気で冷やされて飽和蒸気になり、さらに下方に拡散した蒸気は**過飽和蒸気**になります。
- ③**過飽和蒸気は不安定**で、蒸気の中に核になるものが出来ると周囲のアルコール蒸気が一気に集まり、凝結が起こります。
- ④電荷を持った放射線は通った道筋の空気をイオン化します。**過飽和蒸気**で満ちた下方の層ではそのイオンを核にして凝結が起こります。
- ⑤放射線の通過した道筋に沿って**凝結した液滴が並び**、ライトで照らすと液滴の列で反射した光が**霧の糸**となってくっきりと見えます。これが霧箱で見える**放射線の飛跡**です。

(2) 製作する霧箱の特徴

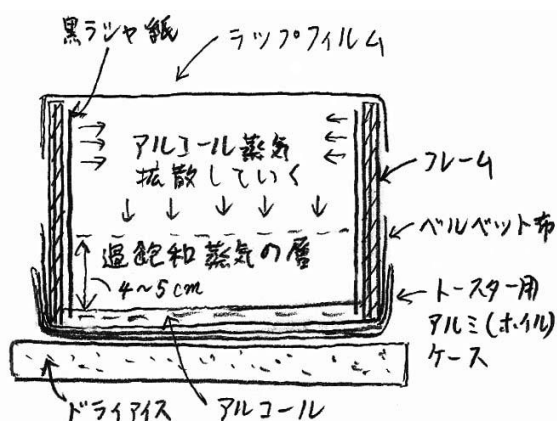


図 2

- ①底にアルコールを 0.5~1cm の深さに入れます。これは安定した深い過飽和層の作成のためですが、霧箱底面と側面フレームとの密閉、液面で照明光を反射させてベルベット布の黒さを浮き立たせる役割も担います。
- ②霧箱のフレーム内側にセットする黒ラシャ紙は底面のアルコールを毛細管現象で上部に運ぶポンプ、上部でアルコールを蒸発させる蒸発器、そして遮光と反射光の低減を担います。
- ③上部ラップフィルムは上部の密閉と内部を観察できる透明な窓、熱の流入口の役割を担います。そして重要なのが適度に帯電して霧箱内に適当な電場を与える役割です。
- ④フレームはプラダンを折り曲げたもので、熱伝導度が低く、加工が容易で底の金属製浅容器のサイズに合わせたものが簡単に作れます。

この霧箱は 4~5cm の深さを持つ過飽和蒸気の層をつくります。4~5 cmの深さで宇宙線等の飛跡を立体的に観察できるのが、この霧箱の優れた特徴です。

(3) 放射線源が霧箱内に無いのに放射線が見える不思議

製作した霧箱を観察すると霧箱内に『放射線源が全く入って無いにもかかわらず、放射線の飛跡が見え続けます。この見えている放射線はどこから来たのでしょうか？

私たちの周りには目には見えませんが、空からやってくる宇宙線、地下から湧き上がってきたラドンガス、それが崩壊して出来た娘核の放射性物質が付着した浮遊塵、マンションやビルのコンクリート壁の素材になっている砂や骨材の砕石から放射される放射線が飛び交っています。

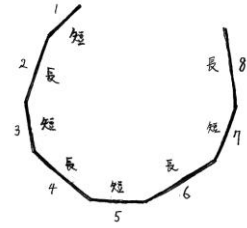
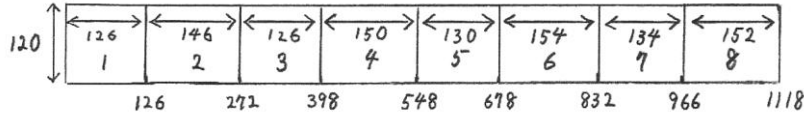
製作した霧箱は高感度なので、私たちの周囲を飛び交っている宇宙線やベータ線等の放射線の飛跡が見えているのです。

(4) 材料を用意する

1. プラダン 4mm 厚、黒 (ホームセンター)
2. トースター用アルミケース (100 均ショップ)
3. ガムテープ (黒) (ホームセンター、通販)
4. 25~40 mm幅の養生テープ (100 均ショップ、ホームセンター、通販)
5. ベルベット黒布 (30cm×30cm 程度の大きさ 普通の黒布でも飛跡は見えるがベルベットの布の方が格段に見やすい)
6. 10mm 幅ソフトゴムテープ (100 均ショップ)
7. 黒ラシャ紙 (395mm×545mm)、黒画用紙でも可 (ホームセンター、東急ハンズ)
8. 100mm 幅ストレッチフィルム (ホームセンター、通販等)
9. 30cm 幅ラップフィルム——「ポリメチルペンテン材ラップフィルム」が最良。
その入手が困難な場合は **new** クレラップフィルム (塩化ビニリデン材) でも良い (生協、ホームセンター)
9. 99%のエタノールが良いがそうとう高価、燃料用アルコール (ネンアル) もしくはイソプロピルアルコール (IPA) で良い。しかし消毒用アルコールは不可。(通販、薬局等)
10. ドライアイス (各都市の葬儀屋関係、ドライアイス卸店でも小売をしてくれる)
11. 断熱箱には霧箱が入るサイズの発泡スチロール等の断熱材の箱が最適。
適当な断熱箱が無いときは発泡スチロール等の断熱材 (厚さ約 2 cm) と新聞紙の束と適当な段ボール箱で作ったものでも観察出来る (図 1)。
12. 10cm×20cm×1mm くらいの塩ビ板 (帯電させて雑イオン除去に使用) (ホームセンター、通販)

(5) 霧箱の製作

ダイソーのトースター用アルミホイルケースに入るダンボール
プラスチック（ダンプラ 厚さ4mm）の寸法（単位 mm）

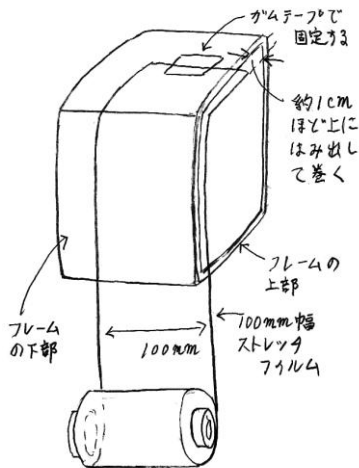


ダンプラを上図の寸法で折り曲げてフレームをつくる

右図の1の外側と5の内側を重ねてダンプラ2重のフレームにする。フレームの端をガムテープで固定する。（フレームの上下2cmの範囲はガムテープを貼らない。（アルコール液につからないようにするため）

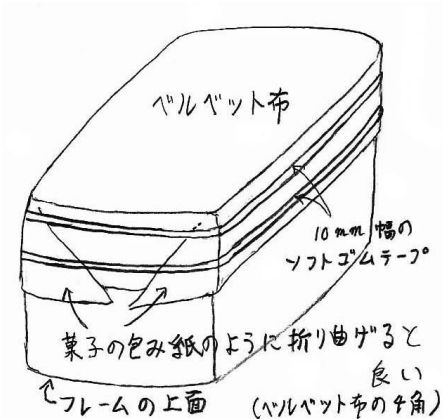
（剛性を保つため、折り曲げるときは切れ目等を入れないで折り曲げること——重要）

2. フレームの上部に1~2cm はみ出す形でストレッチフィルムを強く3~4回巻き付ける。



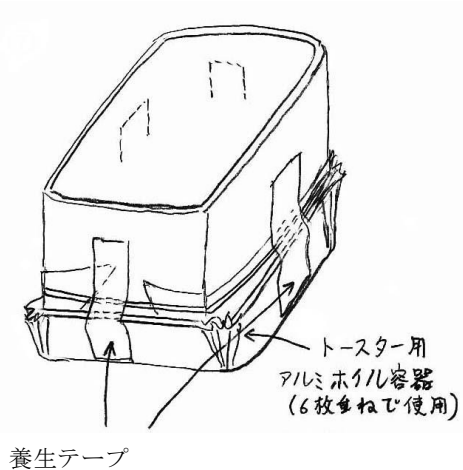
3. フレームの下面になる方（ストレッチフィルムの無い方）を上にして、ベルベット布をビロード面が内側になるように置いてソフトゴムテープ2本で図のように固定する。

（10mm幅のソフトゴムテープで輪ゴムを2個をあらかじめ作っておく）



4

(a)トースター用アルミ（ホイル）ケース（6枚重ねのまま使用する）にベルベット布面が下になるようにフレームを入れて、養生テープでフレームとトースター用アルミケースを固定する（4か所）



(b)アルコールを 300～350ml 入れて、1分ほど布にアルコールをしみ込ませてから、布の上端を引っ張ってしわを取る（布はアルコールを含むと伸びるのでしみ込むのを待つ）。

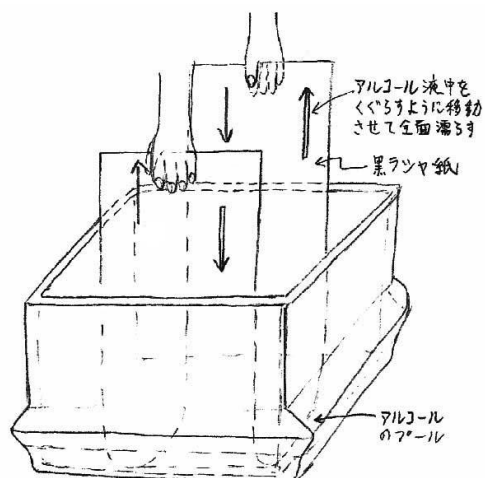
5 黒ラシャ紙（395mm×545mm）を幅 12cm に切った帯（長さは 545mm）を作る。

*これで霧箱本体の製作は完了です。

（6）霧箱を動作させる

1

(a)12cm 幅の黒ラシャ紙を、図のようにアルコールプールに浸す。紙の端まで浸して完全に全面にアルコール液を含ませる。



(b)黒ラシャ紙を)霧箱のフレーム内側に貼る (4角は曲がった状態で良い)

2

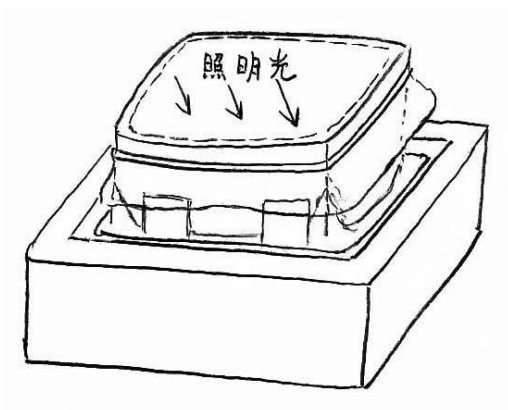
(a)断熱箱にドライアイスを入れ、その上に霧箱を乗せる。

(b)ベルベット布が弛んでアルコール液面上に出ているときは、布の端を上方に引っ張ってベルベット布の弛みを取る

(c)霧箱上面にラップフィルムをピシッと張る

3

(a) 10分ほど放置してから観察方向や側面上方から強力LED懐中電灯で霧箱内を照らす



(b)飛跡が見えてくる



(c)紙との摩擦で帯電させた塩ビ板(マイナスに帯電)をラップフィルム上部に1cmくらいまで近づけると雑イオンの霧が落下して飛跡がくっきりする(時々実施する)

II 身近なものでアルファ線、ベータ線の線源を作る

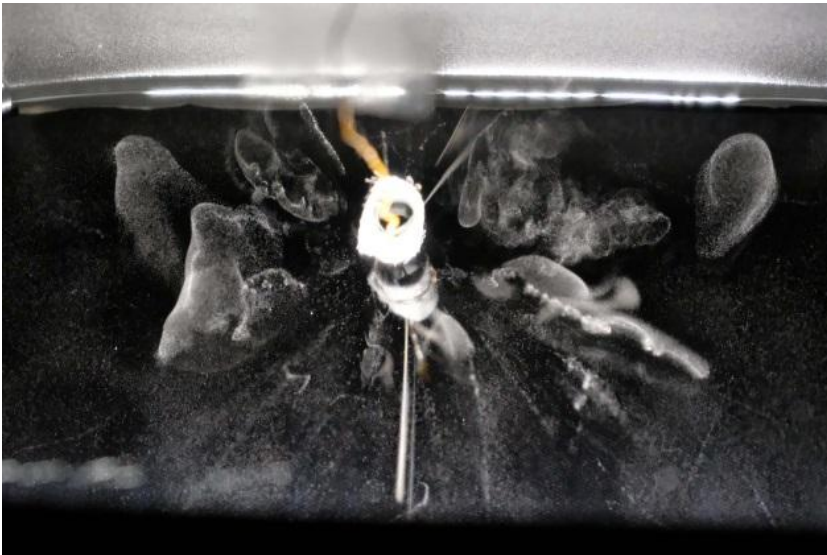
高感度霧箱は霧箱がそこにあるだけで私たちの周りを飛び交っている目に見えない放射線の飛跡が見えました。

そのことは私たちの周りにおいて放射線を出しているものを集めれば、それだけで α 線や β 線の放射線源になるということです。

* 空気中の浮遊塵から α 線、 β 線の放射線源をつくる

(α 線、 β 線がともに出てきます)

写真(a) 浮遊塵から出る α 線(濃い飛跡が α 線です) (細い飛跡の β 線もでている)



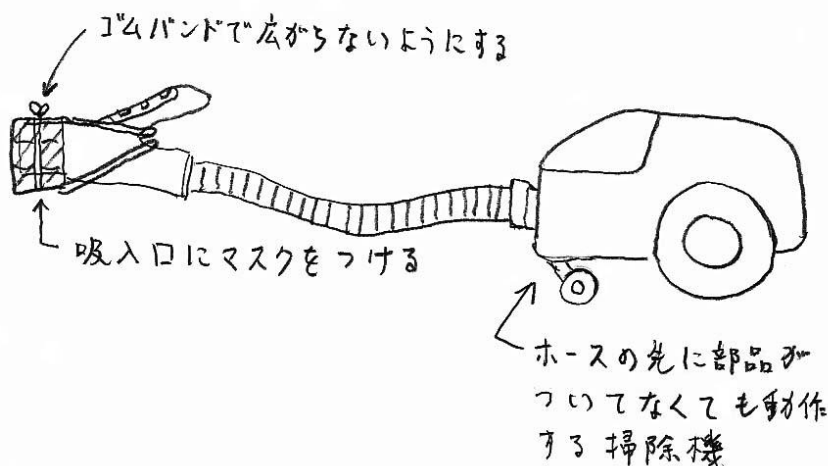
写真(b) 浮遊塵から出る β 線 (細い飛跡が β 線です) (濃い飛跡の α 線も出ている)



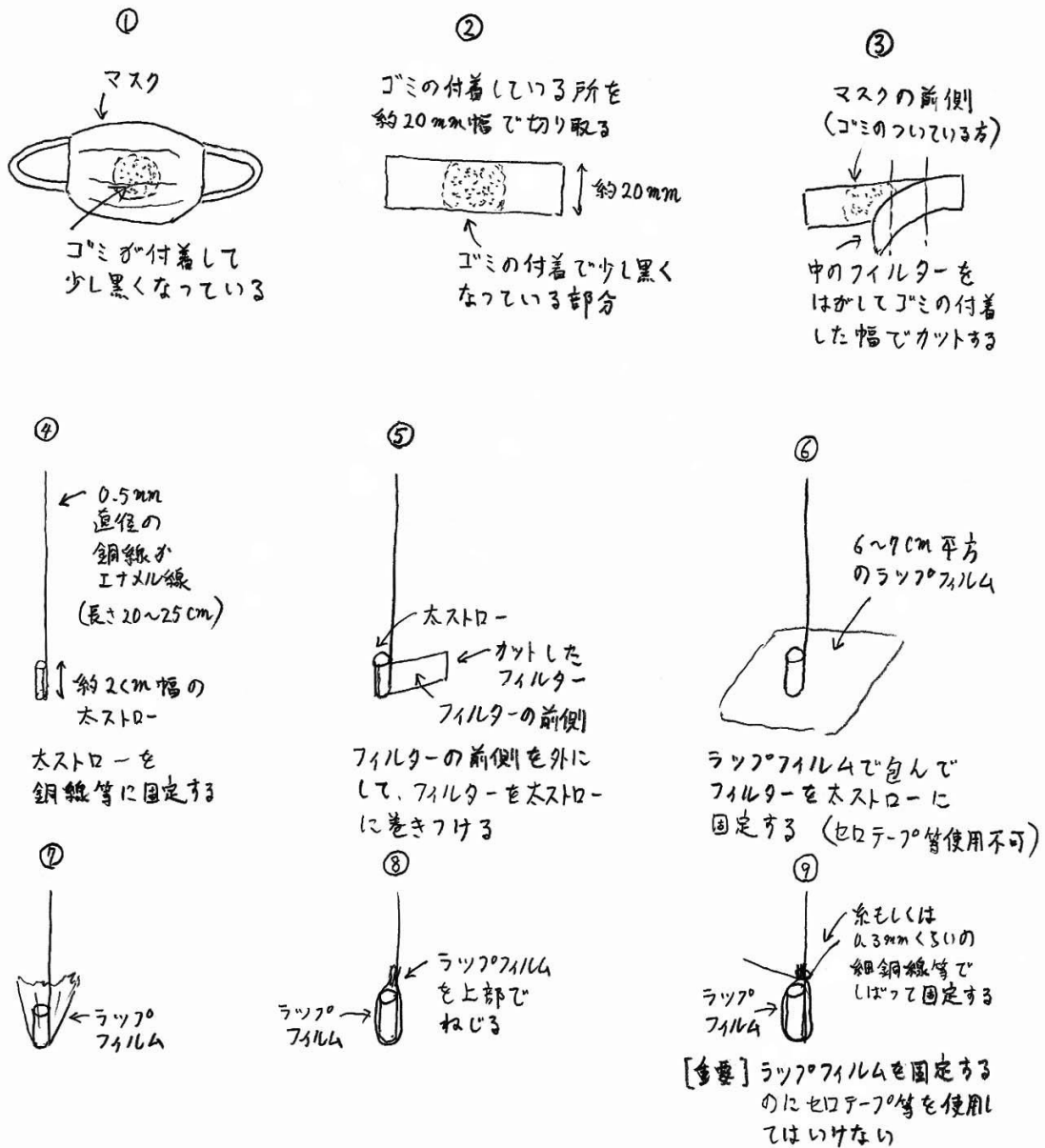
地下からはウラン元素が崩壊して出来た放射性元素のラドンガスが少しずつでています。ラドンガスは半減期が3.8日で崩壊してポロニウムに変わります。それがまた崩壊して鉛に、それがさらに崩壊してビスマスに-----というふうに、大気中にはラドンが崩壊して出来た種々の放射性元素が存在します。

それらが空気中に漂っているチリなどに付着して漂っています。その塵を集めると写真(a),(b)のようにそれなりの α 線や β 線の放射線源になります。

塵を集める方法は掃除機のホースの吸い込み口にマスクをセットして20～30分ほど吸引するだけで十分な量が集まります。



- ① 吸引してゴミが付着したマスクを外します
- ② ゴミが付着している場所を20mmくらいの幅で切り取ります
- ③ ゴミが付着している幅に左右を切り落としてから、中のフィルターを取り出します（この時どちらが前だったかを記録しておきます）
- ④ 直径0.5mmで20～25cmの銅線かエナメル線を用意する。銅線の先を折り曲げてずり落ちないようにして、20mmほどに切った太ストローを固定する
- ⑤ 太ストローに③のフィルターをゴミが付いた方を外側にして巻き付ける
- ⑥ 6～7cm平方のラップフィルムを作り、フィルターを巻き付けた太ストローを包む
(セロテープ等の粘着テープでフィルターを固定するとテープが厚いので α 線が止められてしまう)
- ⑦ ラップフィルムが2重にならないように包む
- ⑧ ラップフィルムを太ストローの上部でねじる様に束ねる
- ⑨ 直径0.3mmくらいの細銅線か糸で束ねた所を固定する



⑩ 写真(a),(b)のように放射線源が霧箱の壁から 3~4cm 離れるように銅線を折り曲げて霧箱のフレームに引っ掛ける。その上からラップフィルムを張る。

⑪ 線源はアルコール液面から 3cm くらい離す。
(線源がアルコール液につからないようにする)

*浮遊塵から作った放射線源は半減期が短い。1 時間もすると α 線も β 線もほとんど出なくなる。

*半減期が短いので α 線の出る量が 1/2 になる時間を簡単に計測できる。
半減期が求まると、理科年表でその半減期に近い放射性物質を探索し、浮遊塵に付着している放射性物質が何か?を探求することが出来ます。