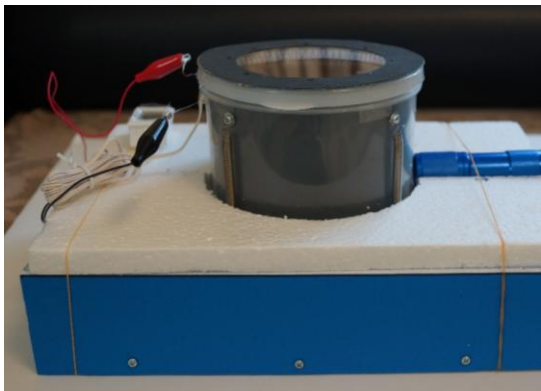


＜NPO ボランティア団体助成金事業：北陸労働金庫＞
「科学映画と実験」放射線を見る”で世代間交流」

映画「自然放射線」 実験「放射線の観察」

(平成26年10月23日～11月24日)



製作したドライアイスを用いる拡散型霧箱



霧箱で観察したアルファ放射線の飛跡

＜主催＞： NPO ふくい科学学園（福井県、福井市）

＜協力＞：春江西小学校（福井県、坂井市）

三国南小学校（福井県、坂井市）

NPO 科学映像館を支える会（埼玉県、川越市）

なまえ
名前

<映画：「自然放射線」>（NPO 科学映像館配信）

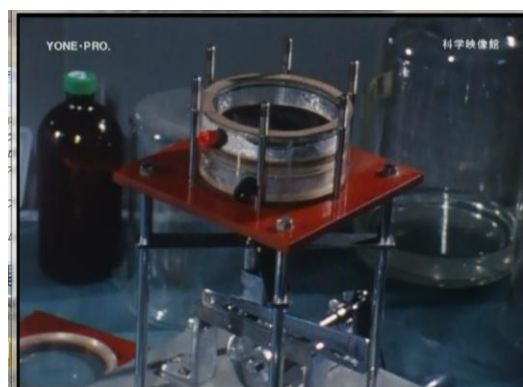
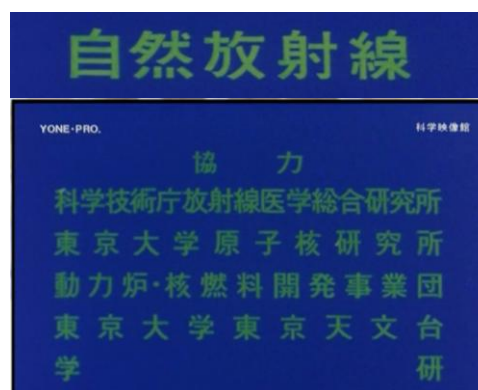
製作：ヨネ・プロダクション

企画：科学技術庁

カラー 25分(内17分使用)

企画協力：日本原子力文化振興財団

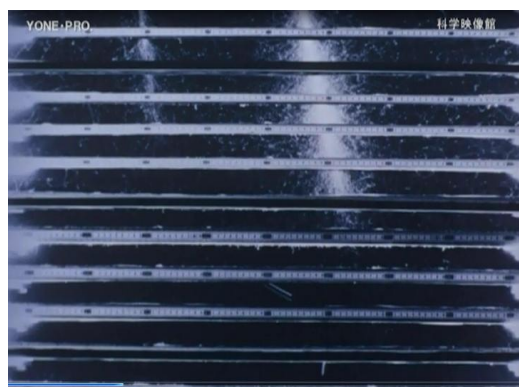
我々の身の回りには、目には見えないが確実に存在し、
我々の生活に密接に関係しているものがあります。引力、
電気力、磁力はその例です。放射線も目に見えませんが、
放射線を理解することはとても重要なことです。



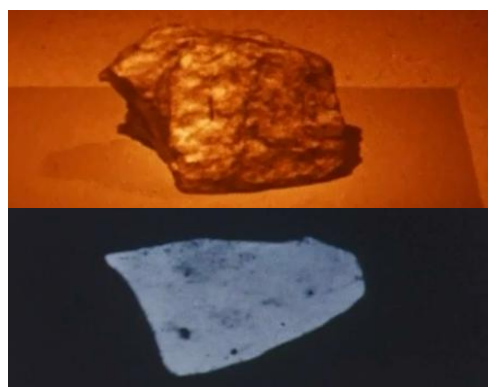
放射線を見るウイルソン霧箱



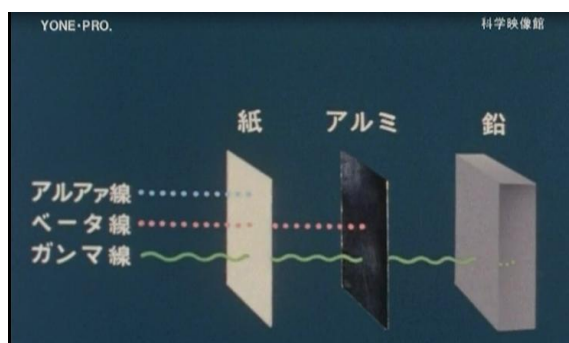
放射線（アルファ線）の飛跡、仕組みは飛行機雲
の発生に似ている



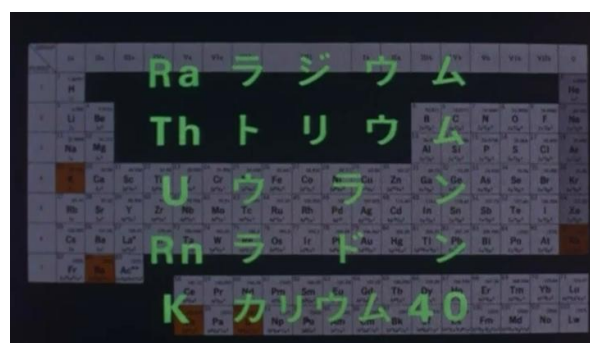
霧箱を重ねて宇宙線（自然放射線）の断面
をとらえる実験



ウラン鉱石の下に写真乾板（フィルム）を
長時間置くと黒くなる



放射線の種類で物体を透過する度合いが異なる



放射線を出す元素



人形峠にはウラン鉱を産出する所があり放射線検出器は大きな信号を示す



地下にある放射性物質が地下水に溶け込み温泉として湧（わ）き出す



日本の各地の土の中の放射線を放射線測定器で調べる



土にわずかに放射性物質があり、牛乳からもわずかに放射線が検出される

世界の建築物内の放射線量率

国名	建築材料	空間線量率 ミリレム/年
日本	コンクリート	48 ~ 68
	木造(東京)	29 ~ 41
	〃(京都)	80 ~ 100
スエーデン	木造	48 ~ 57
	煉瓦	99 ~ 112
	軽量コンクリート	158 ~ 202
イギリス	花崗岩	85 ~ 300
	花崗岩以外	32 ~ 57

建物のコンクリートからも放射線が放出されている



人間は平均1年に約1ミリシーベルト（100ミリレム）の自然放射線を浴びています

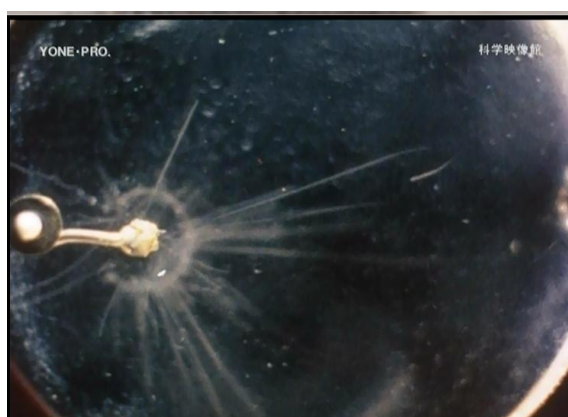
<実験：放射線の観察>

1. 霧箱（きりばこ）

・1897年ウィルソン博士は、電気を持った素粒子が通過すると、そのあとに、小さな液体の粒の集団（霧）ができることを発見しました。ウィルソン博士はこの研究でノーベル賞を受賞しました。この方法で直接見ることのできない放射線が（間接的）に見えるようになったのですから、大変な発見だったのです。

・飛行機雲ができるしくみと、霧箱で放射線のすじができるしくみはよく似ています。

飛行機が飛んでいる高い高度には地上から水蒸気が上昇し、じっさいその温度で含み切れる以上の水蒸気を含んでいます。飛行機の燃料の燃えカスなどの微粒子が放出されると、それを中心に水蒸気が集まり水滴となります。その集まりが雲となって見えます。



ウィルソン型霧箱は、ピストンを急に引き断熱膨張で気体の温度を急激に下げます。



飛行機雲は通常の雲より高度の高いところで起こる現象です。

・霧箱では、上からエタノールの蒸気を送り、下の部分を、ドライアイスなどを使ってマイナス50度ぐらいに冷やします。エタノールの蒸気は、温度が下がるほど空気中に含まれる量が下がります。そのため霧箱の下の方の空気は、含みきれないほどのエタノール蒸気を含んでいます（過飽和状態）。そこにアルファ線のような放射線（電気を持った高速粒子）が通過し、空気分子から電子をたたき出すと、それをきっかけに小さいエタノールの液滴（液体の小さな粒）ができます。アルファ線は線状に走りますので、できる液滴もすじのように線状になります。

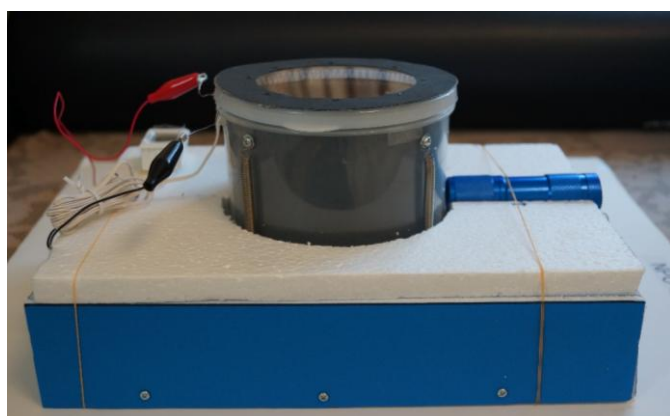
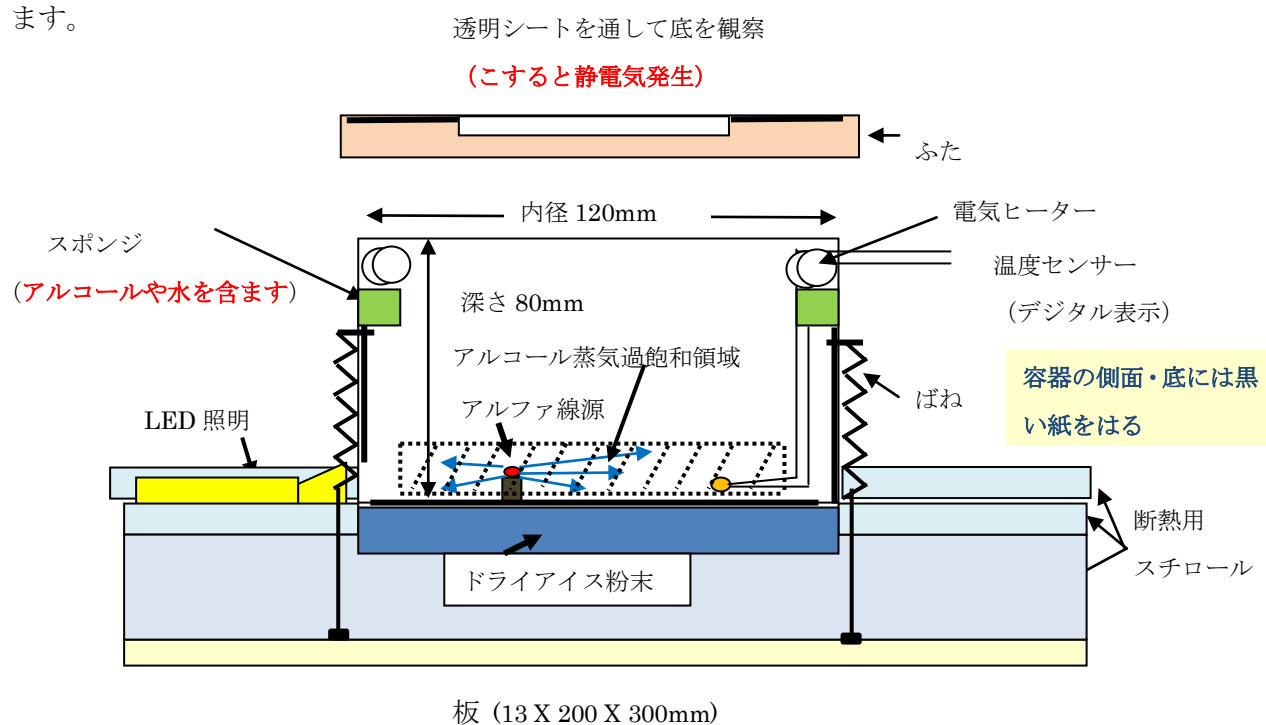
・ごく弱いアルファ線源を使って、暗い部屋で放射線のすじを観察します。液滴のすじはできては消

え、できては消えていきます。とても神秘的な感じがします。このすじは発生してから約0.5秒ぐらいの間存在します。

2. 助成金で試作した新しいタイプの霧箱

・ドライアイスを用いる霧箱は“拡散型霧箱”と言います。これに対して、ウイルソンが発明したものは“ウイルソン型霧箱”と言います。拡散型霧箱の特徴は装置が比較的簡単に製作できることと、放射線が連続して観察できることです。

・教材会社から拡散型霧箱が販売されています。しかし、あるものはごく簡単なもので再現性が悪く放射線を観察するには問題があります。また性能の良いものは80万円以上と大変高価です。今回、北陸労働金庫からの助成金を受け、安価で性能のよいものを試作しました。各グループに1台用意してあります。

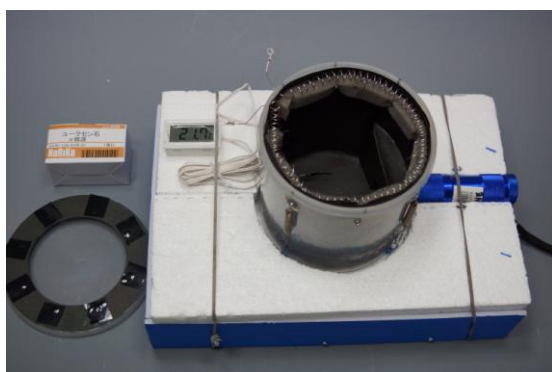


製作したドライアイスを用いる拡散型霧箱
：グループ実験用

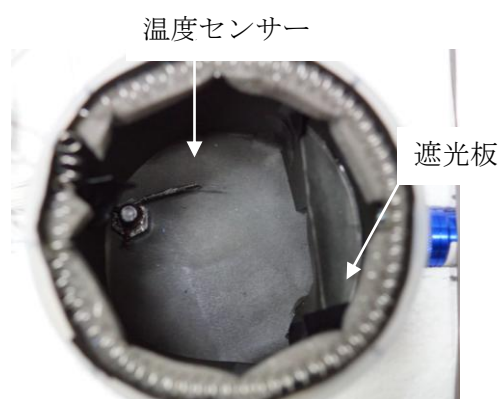
<霧箱の使い方>

1. 装置の点検

- ・放射線を観察するために、**霧箱、実験用放射線源などを机の上にならべて点検します。**
- ・霧箱容器の中をのぞくと、容器の内面は全て黒い紙でおおわれているのが分かります。放射線が作る飛跡（ひせき）はごく弱い光のすじとして観察されるので、まわりはできるだけ暗くする必要があるからです。底の金属ナットに結び付けてあるのは温度測定のためのセンサー（マイナス40度からプラス90度の範囲で使用）が固定されています。センサー先端の底から高さをおよそ測定しておきます。
- ・右側の黒い紙で作られた仕切りは照明用光源のまぶしい光が観察者の目に入らないようにするための遮光板（しゃこうばん）です。容器の上部にあるのは、エタノールを吸収させるスポンジです。これはすき間テープを使用しました。その上に羅線（らせん）状に巻いたヒーター[ニクロム線]が置かれています。



霧箱装置と教材として購入した放射線源



霧箱内部を上側から見た

2. 容器内にアルコール（エタノール）や水を入れる

- ①エタノールを入れたスプレーで霧箱の内部全体を湿（しめ）させます。
- ②針のない注射器を使って、底の部分にエタノールを、約5ccをまんべんなくまきます・



エタノールを内部にスプレーする



6 エタノール20ccをスポンジに吸わせる

③上のスポンジの部分に、4回に分け20cc（1回5cc）をまんべんなく吸収させます。

④最後に、スポイドで水1～2ccを上のスポイドに加えます。

3. 実験用放射線源を容器の底に入れる

・今回の実験には、理科教材会社から販売されているごく弱いアルファ線源を使用します。1つはユークセン石、もう1つは、モナザイトです。これらはグリスで固定して黒い厚紙の上にのせてあります。

これを長いピンセットでつまんで霧箱の底の、遮光板の近くに（写真参考）置いて下さい。

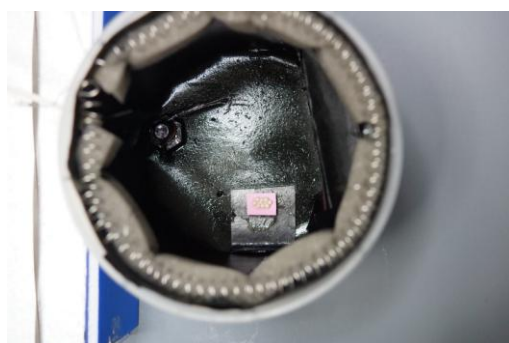
放射線源は絶対に指でさわらないこと；ピンセットでつまみます。



教材の放射線源：ユークセン石

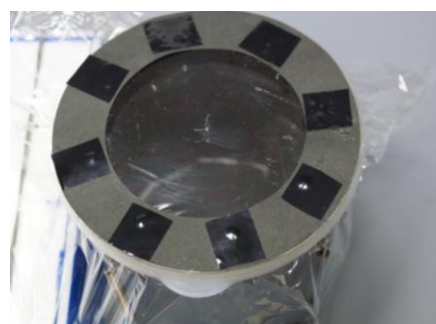


教材の放射線源：モナザイト



放射線源を容器の底に置く

(最後に入れること！)



容器のふたをする

4. ドライアイスをくだいて入れる

・ドライアイスをくだいて霧箱の底に入れ霧箱を冷却します。右の写真はこれに使用する道具です。ドライアイスを砕（くだ）いて粉末にするのは熱接触を良くするためです。



ドライアイス粉末を作る道具

・各グループは、保冷ボックスの中から約150グラムのかたまりを布の袋に入れて、ハンマーを使って板の上に置いてたたきます。十分たたくと粉状になります。袋の中身を金網に移し、おろして粉状になっていない固まりは除きます。



袋の中のドライアイスに粉状にする



金網に移して粉だけを選びます

・ドライアイスの粉の部分**約130グラム**をはかり、それをスチロールの丸い穴に、スプーンでならしながら入れます。



はかりにのせて約150グラムを測る



スチロールの浅い丸い穴にスプーンで入れる

5. 霧箱をドライアイスの上に置く

・ドライアイスの上に霧箱容器を置き、手で押しつけます。そのあと、バネをのばして針金の輪にひっかけます。このバネの作用で霧箱は常にドライアイス側に一定の力でおされることになります。

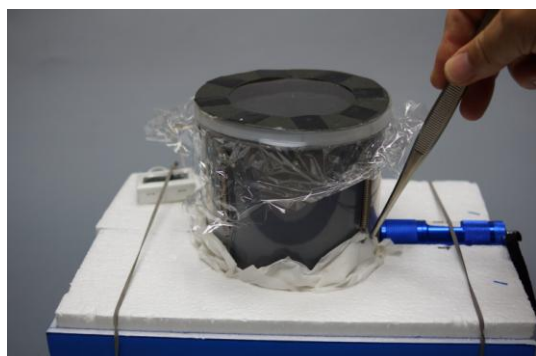


容器を強くおさえて接触をよくする

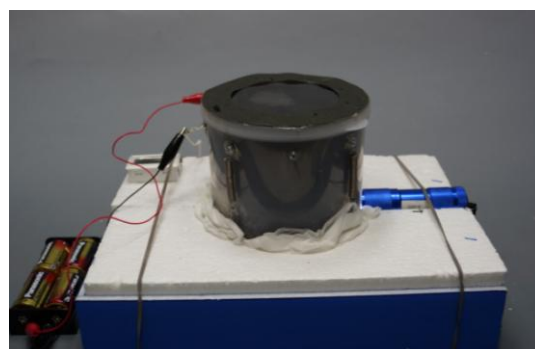
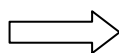


バネの先を針金の輪にひっかける

・スチロールと霧箱容器の間にすきまがありますので、ティシュペーパーをピンセットでつまんでそのすき間をつめて下さい。さらに乾電池電源（6 V）からのリード線についているワニグチクリップをヒーターの線につなぎ、ヒーターに電流を流してエタノールの蒸発を高めるようにします。



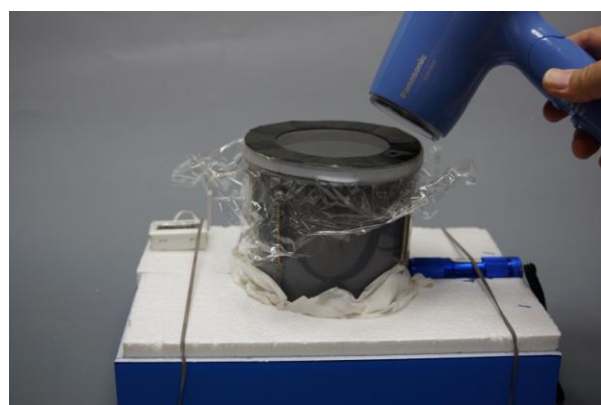
容器とスチロールの間をティシュでうめる



準備完了、温度はどんどん下がる

6. 観察窓の曇（くも）りをのぞく

・霧箱をドライアイスの上に乗せてしばらくすると上の窓に小さな液滴がつき、霧箱内部に発生する放射線の飛跡がぼけて見えにくくなります。そのようなときは、ドライヤーを使って窓の部分を温めて下さい。液滴は蒸発して消えていきます。



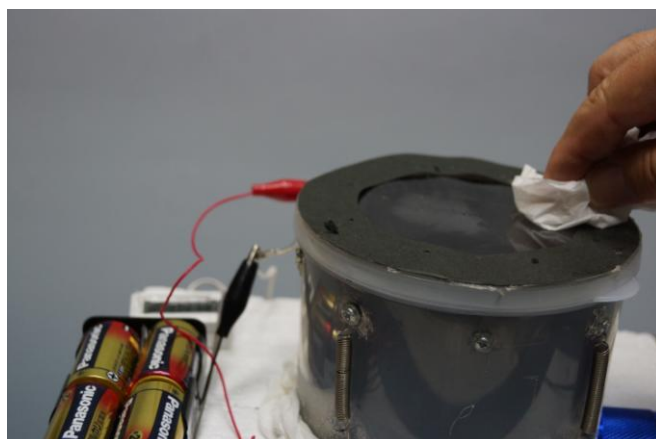
窓についた液滴をあたためて飛ばす

温度表示がマイナス15ぐらいになったらLEDを点灯し観察を始めます。虫めがねで見ると雨が降るように、細かい霧が下に向かって動いています。ときどきスーと白い細いすじが見え、すぐに消えます。温度が下がり-18度~-20になるとさらに良く見えます。

7. 静電気を与えてイオンを除く

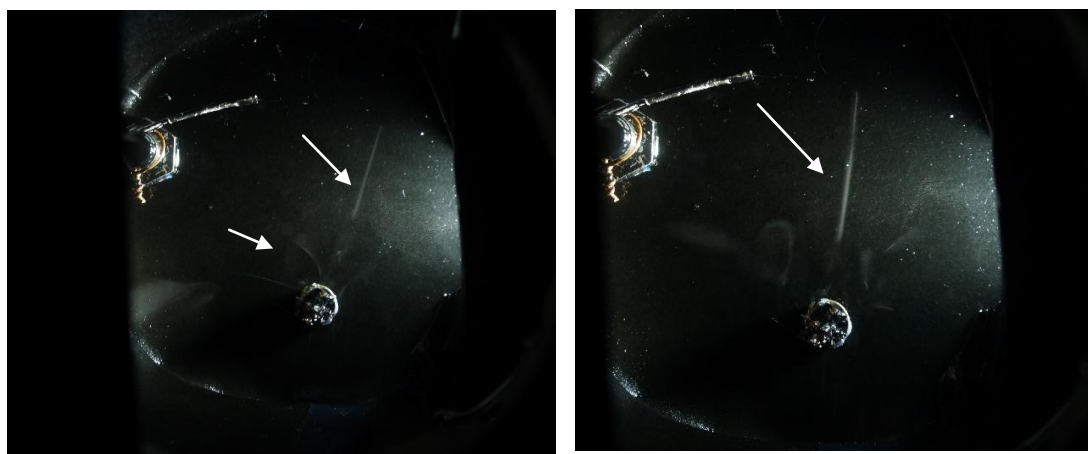
・空気中にイオンや電子が残っていると、アルファ線が入ってもそれを種として霧が発生しません。したがってアルファ線の飛跡を見ることができません。それを解決するために、静電気を与えて、残

っているイオンや電子を取り除きます。



プラスチックの窓をこするとまさつ電気が発生し、
容器の中のイオンを除去する。その結果、飛跡は発生しやすくなる。

そのために霧箱の上のプラスチック板をかわいたティッシュでこすります。放射線の飛跡が見えないときは、この操作を行ってください！！



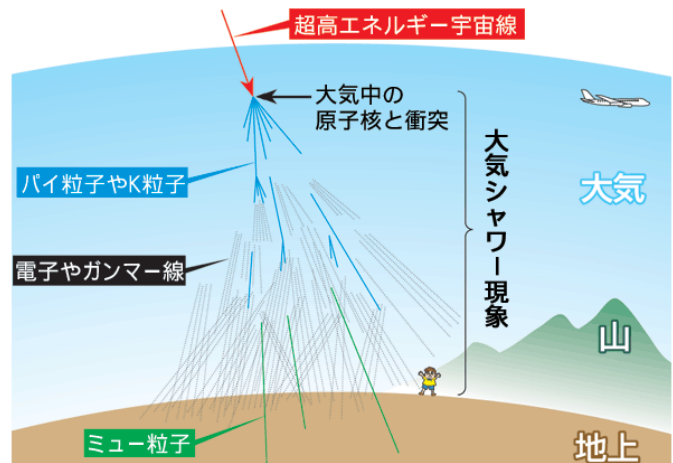
ごく弱い放射線源から出るアルファ線（ α 線）の飛跡、
放射線源はユークセン石（鉱物）。

<霧箱による宇宙線の観察実験>

・宇宙線によってたえず、空気中や、ガラス容器のガスの中に電子が生まれており、この電子がきっかけとなって放電がおこると考えられています。宇宙線が実際にふりそそいでいることを、“霧箱”装置を使って観察しましょう。

・宇宙線

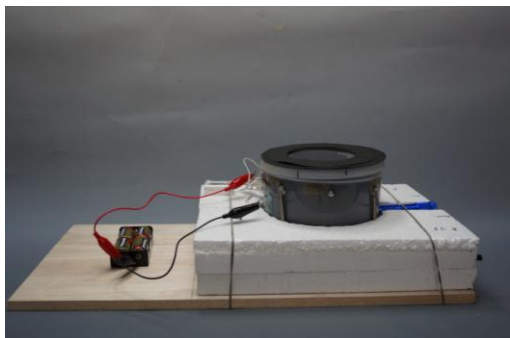
宇宙では、超新星などの爆発で発生したもののすごく高いエネルギーの粒子（陽子などの素粒子）が飛び回っており、それが地球の大気中の酸素や窒素の原子核と衝突して、これらの原子核をこわします。そのときたくさんの素粒子が発生します。それらが、地球表面に向かってふってきます。これが宇宙線です。これらの素粒子は非常に小さいので、物質内を簡単に通過してしまいます。電気を持った素粒子が物質内を通過すると物質を構成している原子から電子をはぎとりながら進みます。したがって、その電子のできた筋をみれば、素粒子が通過した筋を知ることができます。これを可能にした装置の1つが“霧箱”です。



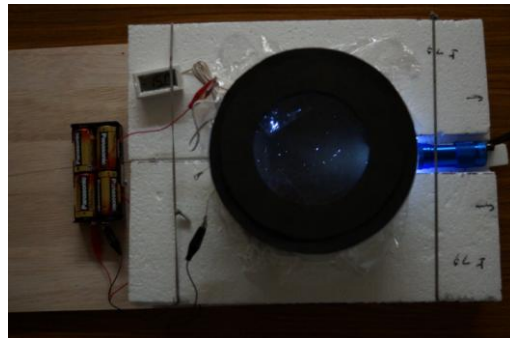
http://ksc.kek.jp/2nd_2008/gaiyou/sc08/

＜試作した宇宙線観察用中型霧箱＞

・自然放射線（宇宙線や建物、地中からの放射線）を観察するための霧箱を、当助成金で試作しました。基本的な構造はグループ実験で使用したものと同じですが容器を大きくして、直径17.5cm、高さ11cmの容器を使用しました。この容器は台所用品としてスーパーで販売しています。



試作した宇宙線観察用の中型霧箱



中型霧箱を上から見る

・霧箱の容器が大きいと、小さい場合に比べて、底近くでは過飽和状態ができやすく、放射線の飛跡は太くなる傾向があります。特に、内部に水蒸気が存在すると、飛跡のすじはかなり太く現れ、発生から消滅までの時間が長くなります。大きな白いすじが流れながら消えていきます。

・また、大きな霧箱では殆ど静電気を与える必要がありません。生じた残留イオンは大きな容器内にすばやく拡散するためと考えられます。

・小中学生のための演じ実験には、飛跡のすじの太い方がわかりやすく良いです。目的に応じて霧箱内部の水蒸気の量をコントロールする必要があるそうです。

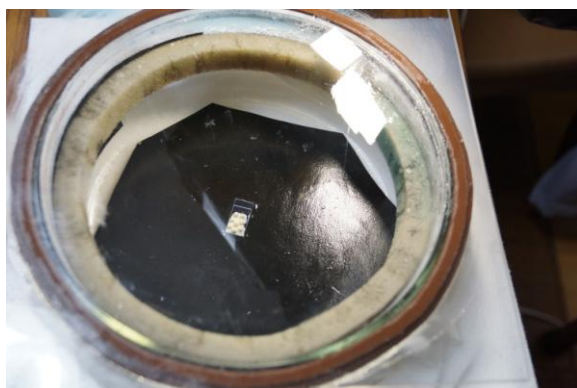


太いすじで宇宙線の飛跡が観察できます。この容器の中には放射線源は入れていません。

- ・この霧箱は、ごく少量のドライアイス（約150g）で、長時間（約2時間）宇宙線が安定に見えるのが特徴です。

[参考]

・理科教材会社から販売されているガラス製霧箱と試作した大型霧箱を使って宇宙線の見え方を比較してみましょう。この市販の物は1万円以上します。



市販のガラス製霧箱の構造



静電気はエボナイトを毛皮でこすって発生させます。

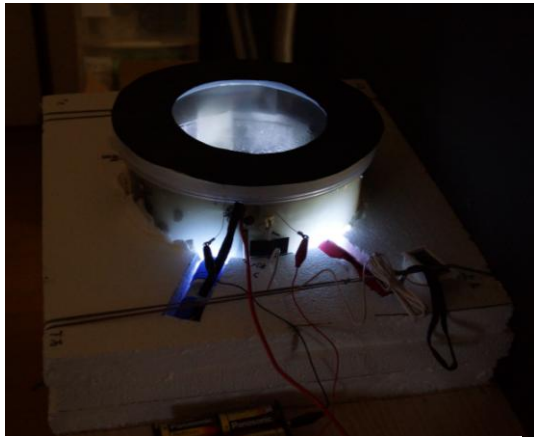
<試作した宇宙線観察用大型霧箱>

- ・大勢の児童が一斉に宇宙線などの放射線を観察できるように、より大型の霧箱も製作しました。

容器は、お漬物など保存する大きな蓋つきタッパー（直径26CM、高さ13cm）を利用していま

す。上部のヒーターは感電池 12 ボルトに接続してわずかに加熱させます。

- ・ドライアイスは約 500 グラムを使用します。これで約 3 時間近く自然放射線が観察できます。



自然放射線観察用の大型霧箱。照明は市販の LED を 2 個使用。



展示会に出品した大型霧箱。簡易暗箱の中で自然放射線観察の演示を行う。

<今回開発した霧箱の特徴をまとめておきます>

- 1) 少量のドライアイスで長時間（2－3 時間）安定に放射線の飛跡が観察できる。
- 2) より広い範囲（深さ方向）で放射線の飛跡が現れ、ダイナミックに放射線が観察できる。
- 3) 飛跡のすじが太く鮮明であり、教育効果が大である。
- 4) 高電圧を使用していないので、安全性に優れている。
- 5) 市販の装置に比較して格段に安価に製作できる。