

2019年 12月 6日 @ 東北大学  
日本放射線安全管理学会 - 日本保健物理学会 合同大会  
ポスターセッション P-64

# 観察面積を拡大した 新型ペルチエ霧箱の開発

○秋吉 優史  
大阪府立大学・放射線研究センター

秋吉 優史: [akiyoshi@riast.osakafu-u.ac.jp](mailto:akiyoshi@riast.osakafu-u.ac.jp)

<http://bigbird.riast.osakafu-u.ac.jp/~akiyoshi/Works/index.htm>



# ペルチェ冷却式高性能霧箱

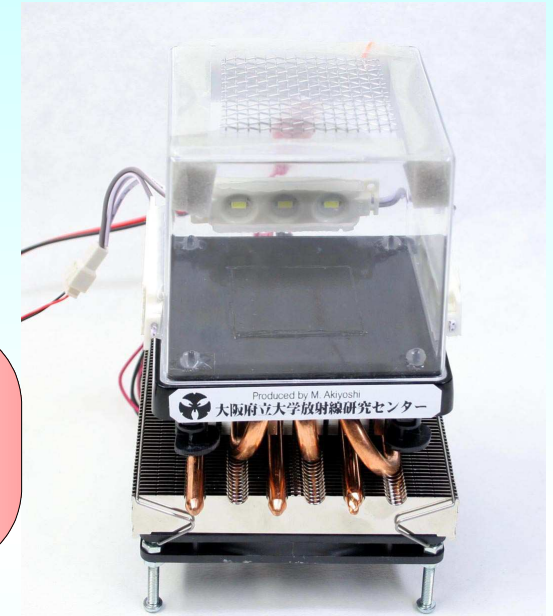
## 従来型の霧箱の問題点

- ドライアイスの準備、補給が必要で、長時間の連続展示が困難
- アルコールの補給などでチャンバーを開けると復帰まで数分かかる
- 高温型の霧箱は起動に時間がかかり、子供向けにはヤケドの危険
- 市販のペルチェ冷却型は非常に高価
- 天候などにより飛跡が観察できないことも
- $\alpha$  線の飛跡が見えた、だけに留まっていた

## 本製品の特徴

- ドライアイス不要で長時間安定してクリアな飛跡の観察が可能
- $\alpha$  線の飛跡の観察に加えて、 $\beta$  線の飛跡の観察も可能で、さらには  $\gamma$  線により弾き出された光電子なども観察可能
- 放射線の種類による物質との相互作用の違いを直感的に学習出来る
- 市販品を使用して安価に押さえており、複数ユニット購入が容易

台風の日でも、ストーブを使っても確実に観察が可能です。



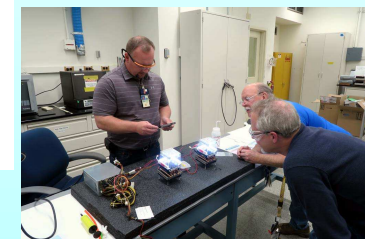
SD型の本体ユニット

これまでに全国の大学、高校、中学、放射線関係の研究所、病院などに、累計 230台 以上を出荷しています。

入手方法など、より詳しく知りたい方は以下のウェブサイトをご覧ください。  
<http://bigbird.riast.osakafu-u.ac.jp/~akiyoshi/Works/CloudChamber.htm>



ウェブサイト QRコード



Oak Ridge National Labo. での RCT(放射管員)への実演会。2台を寄贈し教育に役立てています。

# 次世代型の観察面積拡大版ペルチェ霧箱 EX型

## 従来型のペルチェ霧箱の欠点

- ・観察面積が小さく、 $\alpha$ 線の最大飛程が分かりづらかった
- ・チャンバーが小さく大人数での観察が大変
- ・自然放射線の観察頻度が少なく分かりにくい
- ・LEDの配線などが煩雑

これまで使用していたペルチェ素子は40mm×40mmで、より大型の60×60mmの素子も市販されているが、背面冷却用の高性能クーラーはCPUサイズ対応のものしか市販されていないため実装できなかった。

## 観察面を大型化した EX型

- ・大型のCPUクーラーを使用する事で冷却能力に余裕を持たせ、塗装済のアルミ板を使用して観察面積を拡大
- ・大容量のチャンバーによるアルコール蒸気供給量の増大
- ・側面照射LEDを使用した過飽和層への確実な照明
- ・ベースユニットにLEDをマウントしているため配線不要
- ・円形の大型チャンバーにより大人数での同時観察が可能

# 旧型、SD型、EX型の比較

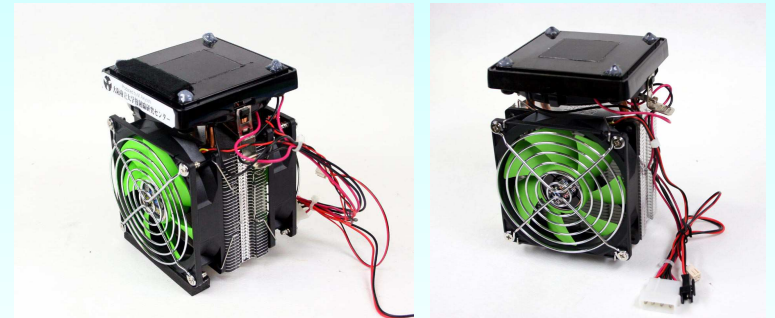


新型の EX型、SD型、旧型の大きさの比較

観察面積の拡大と、アルコール蒸気供給量増大に伴う感度の向上により、自然放射線も十分な頻度で観察することが可能となりました。



動画をご覧下さい



新型の SD型 システム

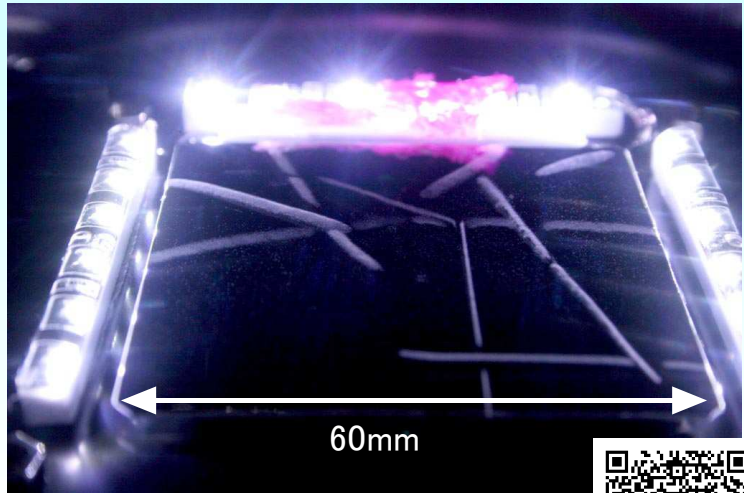
従来型と同じ素子面積のSD型も、サイドフロー方式のCPUクーラーを採用し、リテンションがより確実となったため最低温度が $-50^{\circ}\text{C}$ にも達しています。最新の2期型は、デュアルファンクーラー使用により、さらに高性能となっています。



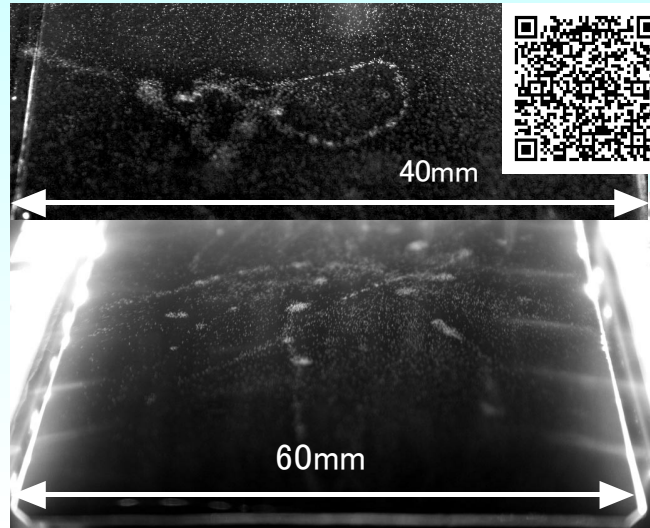
観察面積を従来と同じSD型の4cm角から6cm角にまで拡大した、ペルチェ霧箱-EX型を開発しました。大型円筒形チャンバーとベースユニットに配置した側面照射LEDの使用によって大勢での観察が可能となりました。従来型やSD型よりも圧倒的に高性能な、次世代型上位機種となります。



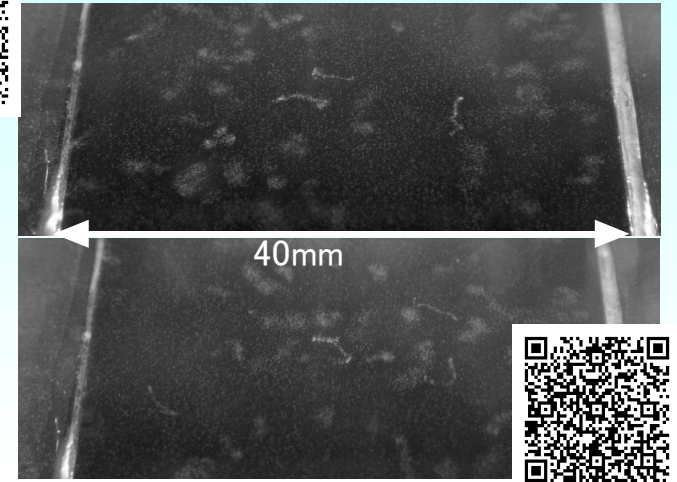
# 放射線の種類による相互作用の違い



$\alpha$ 線による力強く直線的な飛跡



$\beta$ 線及び、 $\gamma$ 線からの光電子/コンプトン電子のうっすらして曲がりくねった飛跡



クルックス管からの20keV程度の低エネルギーX線による、飛跡が数mm程度の光電子

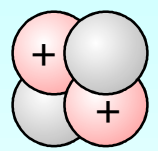
SD型はチャンバーが小さいため、チャンバーを開けて線源を入れ替えても10秒程度で再び観察可能となります。掃除機で空気中の埃をガーゼに捕集し、ラドン娘核種からの $\alpha$ 線の観察を行う事も容易に可能です。

種類の異なる放射線の飛跡を観察して比較することにより、相互作用の違いを理解することが出来る、放射線の「標本箱」として御使用頂けます。

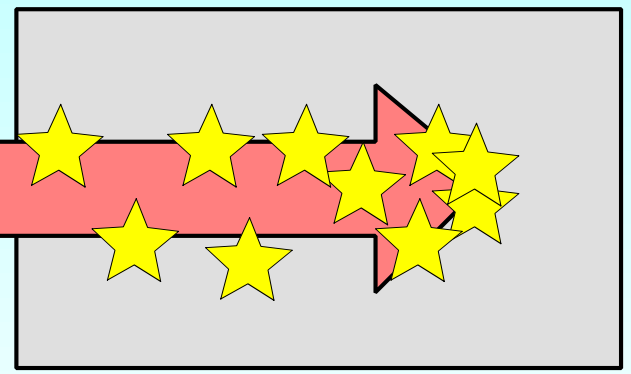
EX型はチャンバーを開けると復帰に1分程度を要しますが、チャンバーの上に線源を載せての $\beta$ 線の観察と、5mm程度のアルミ板を入れて $\gamma$ 線のみを入射した際の比較などがSD型よりも観察しやすくなります。

遮蔽体を透過する $\gamma$ 線の観察は、外部被ばくへの理解に繋がります。

アルファ  
**α線**



ヘリウムの  
原子核



狭い範囲に一気に  
エネルギーを放出します

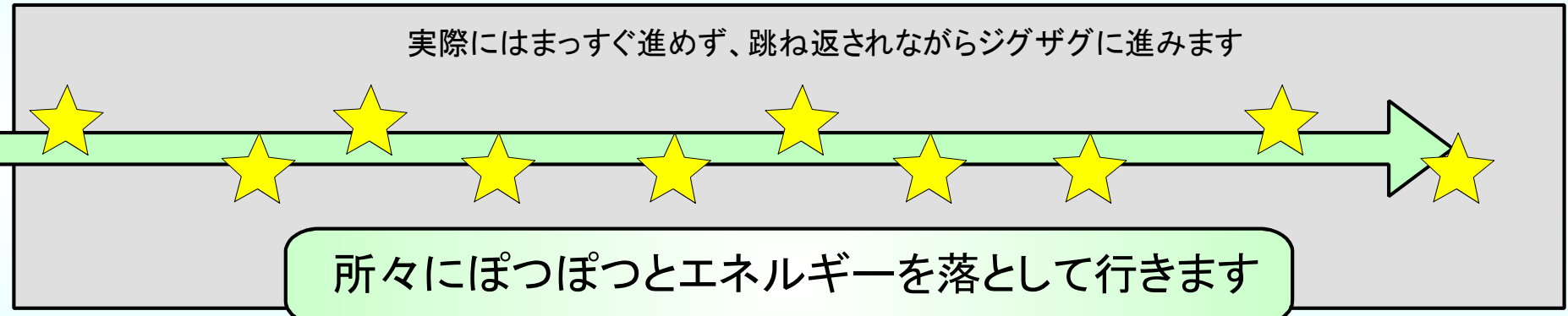
★  
放射線がエネルギーを  
物質に与えたところ  
(電離、励起など)

水の中では数十μm程度、空気の中でも数cmしか飛ばず、紙一枚で止まってしまいますが、その範囲に一気にエネルギーを放出します。

ベータ  
**β線**



電子  
ヘリウムの原子核の7000分の1の重さしか有りません



実際にはまっすぐ進めず、跳ね返されながらジグザグに進みます

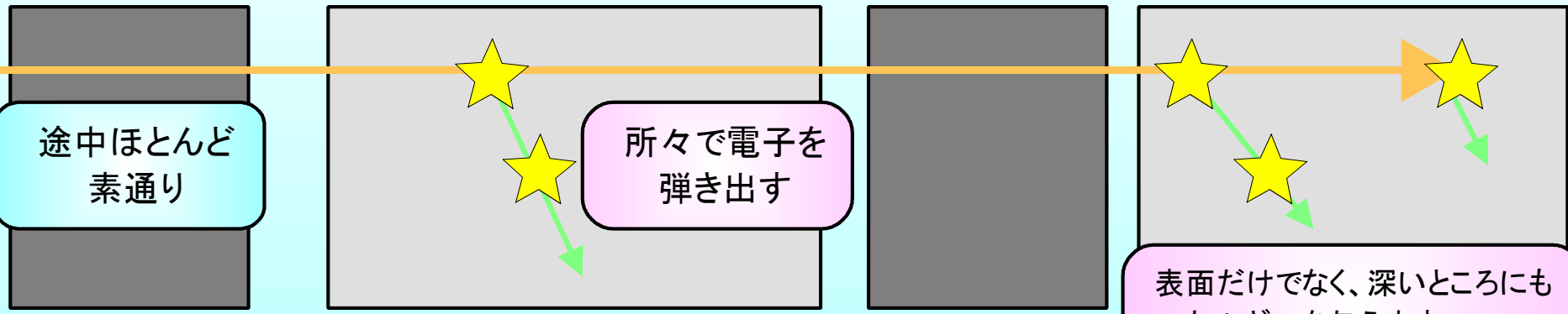
所々にぽつぽつとエネルギーを落として行きます

水の中でも1cm程度、空気の中では数m飛んでいき、少しずつしかエネルギーを落としません。

ガンマ  
**γ線**

波長の短い  
光の仲間

プラスやマイナスの電気を  
持っていないため、ほとんど  
素通りしていきます



途中ほとんど  
素通り

所々で電子を  
弾き出す

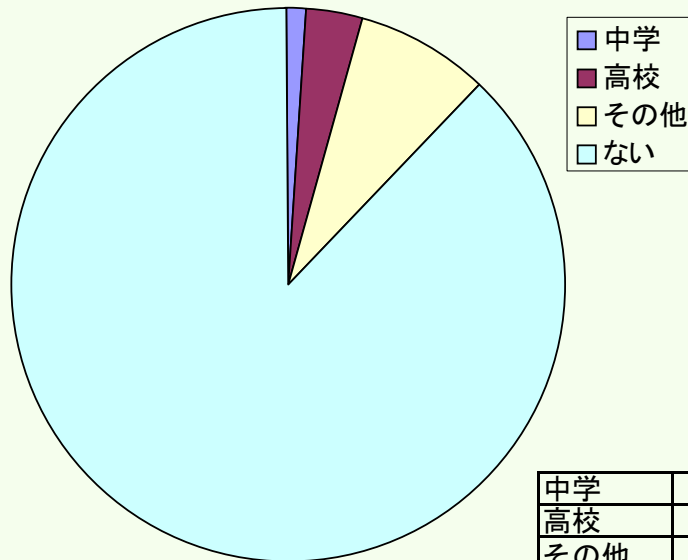
表面だけでなく、深いところにも  
エネルギーを与えます。

弾き出された電子は、β線と同じように振る舞います

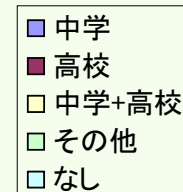
# 教育現場への霧箱の普及率

2019年11月に行った大阪府立大学の1回生向け授業でのアンケート。  
工学だけでなく、看護や獣医などの学生がまんべんなく受講。回答数 90。

あなたは今までに霧箱を見たことがありますか？



あなたは今までにクルックス管の実演を見たことがありますか？



中学	16
高校	17
中学+高校	3
その他	2
なし	52

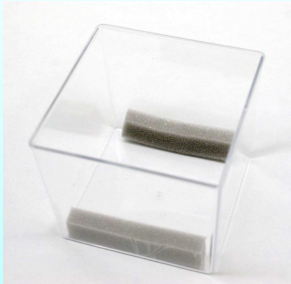
放射線教育を行う上で最もポピュラーで王道と思っていた霧箱であるが、実際の普及率は極めて低い。ドライアイス不要で、教員の負担無く実施できるペルチェ霧箱による放射線教育の普及に向けて、今後更なる PR を行っていく。

ダイソーのコレクションケースを使った

きりばこ

# 簡単・確実・霧箱工作教室

**1** まず①のケースをつつんでいるビニールを外して中身を取り出しましょう。次に透明なふたを開けて、ふたの内側に、②のスポンジをくっつけましょう。



こんな感じでケースをセットしたときに上に来るように、両面テープの紙を上手くはがしてくっつけましょう。

はがしたビニールと両面テープの紙は、ゴミ袋に捨ててくださいね。

**2** ③のボトルに入っているアルコールを、1.でくっつけたスポンジテープにしみこませてあげましょう。たっぷり注いで下さいね。

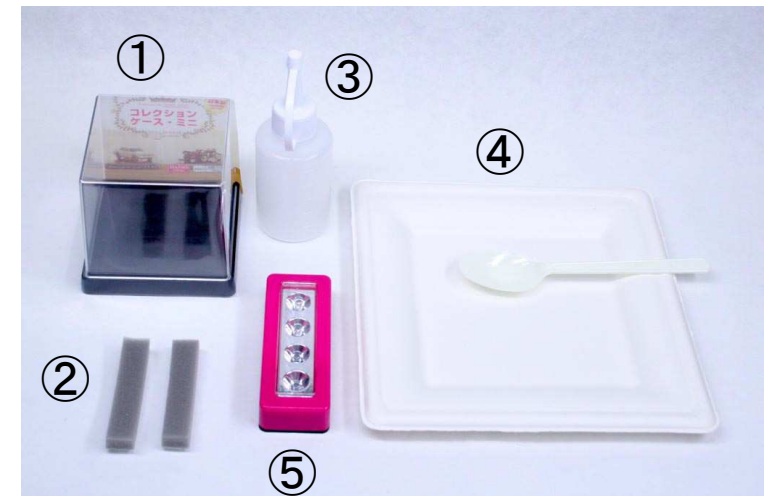
その間に、空気中のほこりを集めたガーゼを小さく切った物を、スタッフが配ります。①のケースの黒い底板の真ん中に置いて下さい。

アルコールとガーゼの準備が出来たら、黒い底板の上に透明なふたをかぶせましょう。

③のボトルを強くにぎって、アルコールを飛ばしたりしないように注意しましょう!

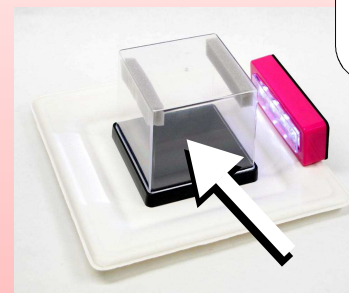
**3** ④の紙皿の上に、ドライアイスのかき氷を配ります。①のケースがちょうど乗るぐらいの大きさになるように、スプーンで真ん中に集めましょう。

ドライアイスは-70℃以下のとっても冷たい物なので、絶対に手でさわったり、スプーンで飛ばしたりしないように注意しましょう!



**4** ドライアイスを集めた④の紙皿の上に、①のケースを上下一緒にのせて、上からぎゅっと押ししてしっかり冷えるようにしてあげましょう。しばらくすると、細かい霧(きり)のような物が見えてきますので、⑤のライトで横から照らしてじっと見てみると・・・?!

こんな感じでななめ上から見ると見やすいよ!



ライトは透明なカバーの部分がスイッチになっています。カチッとまで押してみましょう。

放射線が作る小さな飛行機雲、  
見えたかな?!