

トランクケース内蔵「演示実験セット」の製作 －「霧箱」を例に－

化学・材料系技術班 本郷 友哉

1. はじめに

筆者は、出張講義などで演示実験ができるような、持ち運び等しやすいトランクケース内蔵演示実験セットを、平成22年度および平成24年度の科学研究費補助金（奨励研究）にて製作した。本報告では、取り入れたいくつかの実験テーマの中から「霧箱」を例に挙げながら、製作した演示実験セットについて説明する。

2. 製作するに至ったきっかけ

筆者がこの演示実験セットを製作するに至ったきっかけは教員からの相談に始まる。本学教員が行う出張講義や高校訪問は時間的・設備的な制約から単なるスライドだけを使った講義や研究紹介になることが多く、実験がしたくてもなかなかできないそうで、持ち運べて、現場ですぐに演示実験ができるようなものを製作できないかと相談を受けた。相談を受けた当初は、自身の技術面や費用面から難色を示していたが、科学研究費補助金（奨励研究）が採用され、製作することになった。

3. 演示実験セットの製作上のコンセプト

トランクケース（アルミケース）に入れる演示実験のテーマの選定や、実際に製作するにあたっては、持ち運びしやすくするため、極力コンパクトになるようにし、また、ケースを開けて最小限の準備で実験演示が開始できるようにすることを心がけた。必要なテーマのものを必要な時に貸し出せるよう、1テーマにつき1つのケースに内蔵されたものとした。利用イメージ図を図-1に示す。



図-1 演示実験セット利用のイメージ図

4. 霧箱とは

霧箱とは、蒸気の凝結作用を利用して放射線（主に α 線）の軌跡を可視化する装置である。具体的には、密閉容器の中にエタノール等蒸気の過飽和状態を作っておき、そこに放射線が通ると、放射線の電離作用によって生じた空気（酸素・窒素）のイオンが核となってエタノール等蒸気の凝結が起こり飛行機雲のように放射線の軌跡を観ることが出来る。子どもたちに科学体験させるイベントなどの現場では、ガラス製のボウルなど、身近にある器具類などを使って製作させ、ドライアイスでエタノール等蒸気の過飽和状態を作って観察させている。筆者も、過去に受講した技術職員研修で作製した経験があり、この演示実験セットで取り入れることを検討した。

5. トランクケース（アルミケース）内蔵「霧箱」の製作

イベント等で演示されている霧箱の多くは、エタノール等蒸気の過飽和状態を作るのに、ドライアイスを用いている。ただ、極力持ち運びしやすく、かつ扱いやすい物で冷却する方法はないかと調べたところ、市販の霧箱装置ではペルチェ素子を使っていることが分かり、ペルチェ素子を使った霧箱を製作し紹介してい

る Web サイト (<http://kogarashi.net/PeltierCloudChamber.html> など) 等を参考に、アルミケースに内蔵できるように製作した。

5.1 エタノール蒸気の冷却

エタノール蒸気の冷却には上述のようにペルチェ素子 (Hebei I.T. 社 TEC1-12706) を用いた。ペルチェ素子を 2 枚重ね (写真-1)、上のペルチェ素子にはパソコン用 ATX 電源から 5 V, 下のペルチェ素子には 12 V を印加して、上のペルチェ素子の発熱面を下の素子の冷却面で冷やすようにし、さらに下の素子の発熱面は、使用しなくなった CPU 用クーラーを利用し冷却している。

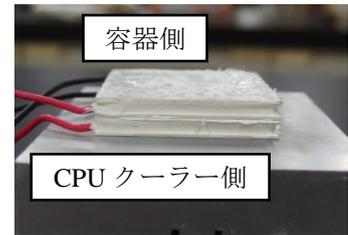


写真-1 ペルチェ素子

5.2 霧箱の容器

霧箱の容器に関しては、ドライアイスを使う場合、一般的にはガラス製容器が使われ、筆者も当初ガラス製の容器で試したが、ペルチェ素子では冷却性が悪く、放射線の軌跡を観察するまでに至らなかったため、より薄い、直方体型透明プラスチック容器 (ポリスチレン容器) に変えたところ、容器の底面の中心の温度は、放射温度計による計測ではあるが、マイナス 10°C にまでなった。

5.3 線源 (試料)

線源については、ウランやトリウムを含んだ放射性鉱物であるサマルスキー石を使用した。なお、この石は理科教材として販売されている岩石セットの中の一部であり、使用上および管理上問題は無い。線源が液体で濡れると α 線が遮蔽されてしまうため、エタノールで極力濡れないよう、蓋 (ガラス板) に釣り糸で吊るすようにした。

5.4 ケースへの収納

霧箱の製作で使用したトランクケース (アルミケース) は写真-2 のものである。当初は、ケースの蓋を開け、そのままケース内部で観察できるように製作していたが、ケース内に電源やペルチェ素子の熱がこもり、結果的に霧箱容器への冷却性能が落ちてしまったため、「容器+ペルチェ素子+CPU ファン」のユニットをケース外に出して動作させられるよう工夫した。具体的には、当該ユニットを一枚の板 (アルミ・プラスチック複合板) を取り付け、ケースに固定した平行 2 本のスライドレールにも別の板を取り付けた上で、それら 2 枚の板を、蝶番によってユニットが上下 180 度回転可能となるようにとりつけた。こうすることで、使用する際はユニットを起こして、スライドレールでケース外に出すことができ、前述の問題を解消することができた (写真-3, [動画-1](#))。



写真-2 使用したアルミケース



(a) 収納時

(b) 使用時 (観察時)

写真-3 スライドレールへのユニットの取り付け

5.5 放射線の軌跡の観察

容器上部内側に貼ったスポンジテープにエタノールを染み込ませ、電源のスイッチを入れ、容器の蓋をして数分経つと、サマルスキー石から発せられた放射線の軌跡を観察することができた (写真-4, [動画-2](#))。



写真-4 放射線の軌跡の観察

6. その他のトランクケース内蔵演示実験セット

霧箱以外の実験テーマとして、超電導（写真－5(a)）、圧電素子、真空①（写真－5(b)）、真空②（写真－5(c)）、チタンの陽極酸化、などを製作した。



(a) 超電導



(b) 真空①



(c) 真空②

写真－5 その他のトランクケース内蔵演示実験セット（一部）

7. まとめ

当初は、筆者の技術の面やケースへの収納の面で製作が難しいと思われた演示実験セットも、工夫次第で製作することができた。製作していくつかの課題点は出てきたが、限られた予算の中からできるだけ多くのテーマの演示実験セットを製作したことや、演示実験にすぐに取り掛かれるよう考慮しながら、小さなスペースに器具等の収納を工夫したことは、ものを作る上でのアイデアを出す経験も積むことができたように思う。

謝辞：本報告の研究は、JSPS 科研費 24920020, 24922012 の助成を受けたものです。