

# 元素の話と放射線測定

## 1. 研究のきっかけ

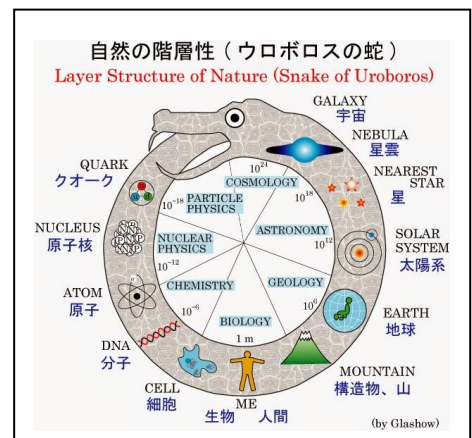
一日大学生の講義リストの中で、この実験が面白そうだから参加した。

## 2. 講義

### ① 元素と原子

～私たちは何からできている？～

この宇宙にあるすべての物は、「物質」という。物質を細かくしていくと、原子になり、さらに細かくしていくと、原子核になる。原子核は、陽子と中性子でできていて、さらに細かくするとクォークになる。クォークは、これ以上細かくすることができない、素粒子のグループの一つ。

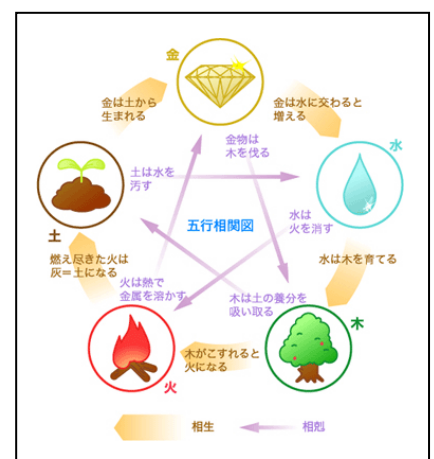


原子の種類を**元素**と呼ぶ

古代中国では、すべてのものは、木、火、水、土、金、の5つで成り立っていると考えられていた。  
(五行相関図)

紀元前400年ころの古代ギリシャの哲学者デモクリトスは物質を分割し、最終的には「これ以上は分割することができない究極の粒になる」という「**原子論**」を作り出した。

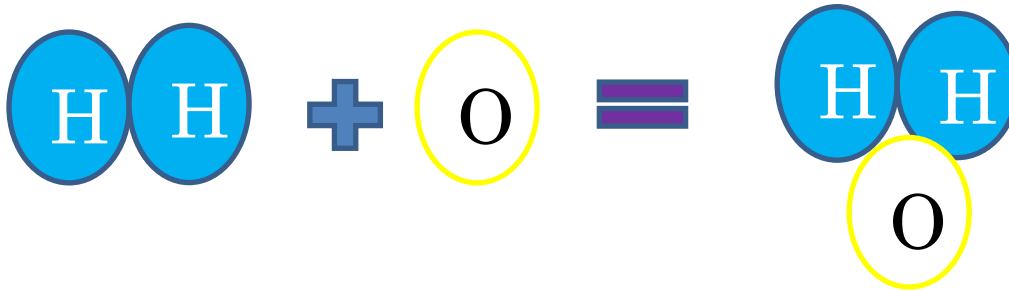
デモクリトスは、**決して変化せず、消滅しない存在**として、**原子 (アトモス)** という粒子を考えた。



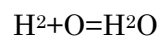
## ② 物質の階層

物質の階層は、原子→分子のかたまり→破片→物質という構成になっている。

例えば、水は、



水素二つ+酸素=水



という構成になっている。

### コラム 真空中に水を入れるとどうなるの？

手順1 コップに水をいれ、箱の中に置く。

手順2 箱のふたを閉める。

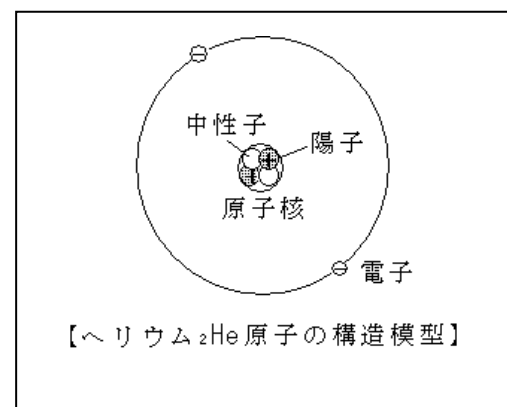
手順3 箱の中の空気を抜く。

すると...

常温なのに、水が沸騰し、水を作っていた水分子が飛び出してくる。

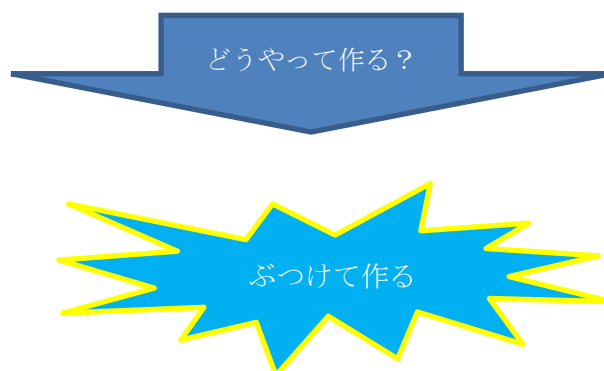
## ③ 原子と原子核

原子の中に原子核（コア）があり、それをつくっているのは、陽子と中性子だ。水素原子をピンポン玉ぐらいまで大きくすると、そのピンポン玉は、地球とを同じくらいの大きさになる。



#### ④ 日本発アジア初の元素発見！！

日本で初めて新元素が和光の理化学研究所で発見された。その元素は、113番元素の「ニホニウム Nh」その元素は、人工的に作る。



#### ～ニホニウムの作り方～

亜鉛 Zn (原子番号 30 番) とビスマス Bi (原子番号 83 番) をぶつける ( $30+83=113$ )



#### ⑤ どうやってニホニウムを検出したの？

ニホニウムは、できると、まず励起状態の元素 (高温の複合核)  $279 \{113\}$  ができる。そして、中性子を放出し、冷却すると基板状態の核 (目的核種)  $278 \{113\}$  になる。これが 113 番元素である。

それを確認するには、元素の陽子が 113 個あることを証明すればよいがとても数え切れない。そこで、 $\alpha$  崩壊することを利用する。113 番元素からは、三秒間のうちに次々と 4 個の  $\alpha$  粒子が放出され、約 40 秒後には、核分裂を起こした。この 4 個目の  $\alpha$  粒子のエネルギーがすでに当時知られていたボーリウム 266 (Bh 原子番号 107、中性子数 159) が出す  $\alpha$  粒子の 4 エネルギーとほとんど同じだった。つまり、

$107+2+2+2=113$  番元素に違いないということを意味する。こうやって検出された。

#### $\alpha$ 崩壊とは

ある原子核がアルファ粒子 (陽子 2 つ、中性子 2 つの、ヘリウム 4 の原子核) を放出し、原子番号と中性子数が 2 減る (すなわち、質量数が 4 減る) ことをいう。

### ⑥ ニホニウムから放出された $\alpha$ 線を見てみよう！！

ニホニウムなど原子が $\alpha$ 崩壊をするときに放出する $\alpha$ 線は霧箱という装置を使うと、肉眼で見ることが出来る。そんな $\alpha$ 線を実験で見てみよう！

### ⑦ 霧箱とは？

霧箱とは、普段は見えない放射線の飛跡を霧を利用して見えるようにする測定器（ $\alpha$ 線もその一種）。その霧箱を使って、普段は目に見えない $\alpha$ 線の飛跡を見てみよう。

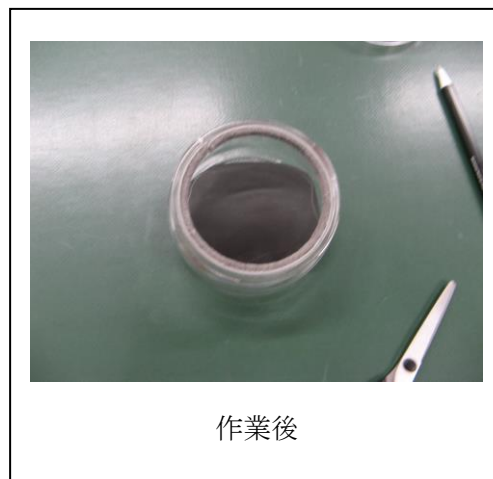
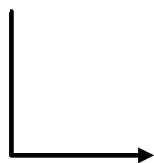
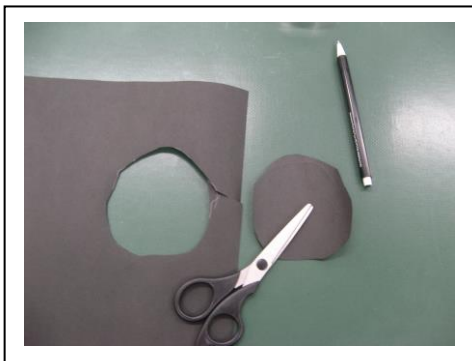
## 3. 実験

### I. 用意するもの

- 透明なふたつきのびん
- 毛足の長いフェルト（裏に両面テープをつけて、幅は、1 cm くらいで、長さは、1 週回るくらい。びんの中ふちに貼る。）
- 黒画用紙、はさみ、紙コップ、スポイト、軍手、ドライアイス（約 500 グラム）、無水エタノール、ビニール袋、ハンマー（ドライアイス割る）、深さのある紙皿、懐中電灯（LED などの明るいもの）、静電気を起こしやすい布、ドライヤー（あるとよい）

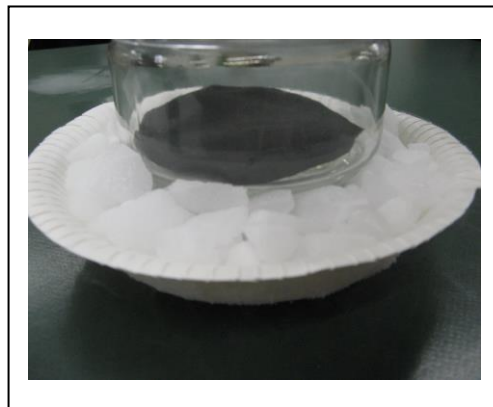
### II. 霧箱の作り方

1. 霧箱容器を準備、底に黒画用紙を円形に切って入れる。中ふちにフェルトをぐるっと一周貼り付ける。



2. 容器をドライアイスの上に乗せる。

紙皿にハンマーで小さく砕いたドライアイスを半分乗せて  
ならしたあと、容器を置いて、容器の周りもドライアイス  
を入れる。

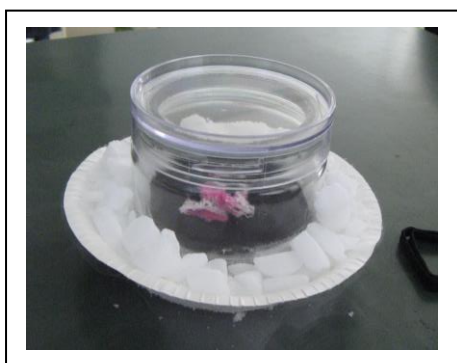


3. 容器内にフェルトをつけ、エタノールでたっぷり湿らせる。



(2と3は、本当は、逆に行うが、事情があり、逆になった。)

4. マントル片をいれ、ふたをする。(マントル片は素手では触らず、軍手を使って触る)



完成！

### 3. 実験方法

1. 部屋の電気を消す。
2. 懐中電灯で、霧箱を照らす。
3. 静電気が起きやすい布で霧箱のふたをこすり、中に静電気を起こす。ドライヤーを当ててエタノールが蒸発しやすくする。
4.  $\alpha$ 線が白い線状になって見える。

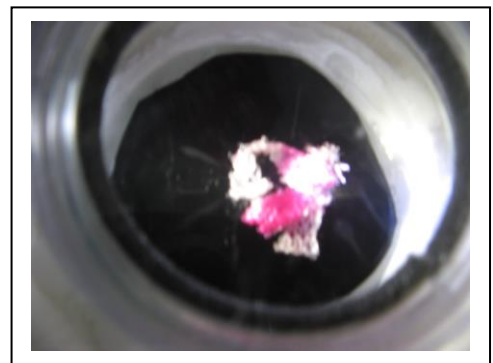


### 4. 実験結果

はじめは、軍手でふたをこすったが、あまり線は、出来なかった。ドライヤーの温風を当ててみたところ、たくさん線ができた。ふと思い立って、僕がその時着ていた T シャツでふたをこすったらたくさん線ができた。

より多くの静電気を起こすことが出来たようだ。

静電気が多く発生するほど、飛跡もまるで流星のようにたくさん飛んだ。



### 4. 霧箱の仕組み

箱の上部にアルコールを含ませたフェルトを貼り、箱の中を $-80$ 度まで冷やすと箱内が過飽和状態になる。底を $\alpha$ 線が通ると空気が電離され、イオンができ、このイオンを中心にしてアルコールが液体になり、それが線に見える。温風を当てるのは、アルコールの蒸発を促すためである。静電気を使うわけは、霧箱の中は、宇宙からくる放射線(=宇宙線)などによって、目に見えないイオンが常に発生している。これらいわゆる「残留イオン」が雲を形成してしまうと、本来見たい放射線による飛跡が見えにくくなってしまう。曇りの日に飛行機雲が見えないのと似ている。そこで、ふたをこすって発生させた静電気によって、霧箱中の雑イオンを除去しておく。こうして霧箱の中を青空と同じ状態にすると、見たい放射線の美しい飛跡が見えてくる。

### 5. 感想

講義のタイトルから見て、難しそうだったけど実験も大成功して、飛跡がよく見えたので楽しかったです。今度は、もっと霧箱の仕組みを調べてみたり、放射線の種類も調べてみたりしたいです。

## 6. 引用

- ・ 113 ニホニウム発見に挑み続けた研究者たち  
発行者：国立研究開発法人理化学研究所

- ・ 子供の科学（2017年2月号 第80巻2号）  
誠文堂新光社

- ・ アルファ崩壊 – Wikipedia

<https://ja.wikipedia.org/wiki/アルファ崩壊>

- ・ 子供といっしょに水の科学館へ行こう

<http://www.waterworks.co.jp/vol9/page3.html>

- ・ 宇宙の元素存在比

<http://kkyamasita.hatenadiary.jp/entry/20060816/1155681856>

- ・ サイエンスの森

II. 霧箱（アルファ線）の作り方——液体窒素の場合

[http://sciwood.com/kiribako\\_science/how-to-make-a-cloud-chamber/](http://sciwood.com/kiribako_science/how-to-make-a-cloud-chamber/)