

# 自作GM管の製作

物理班

## 放射線とは？

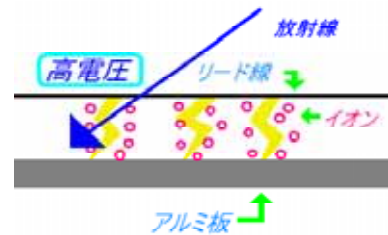
原子核が不安定な状態から安定な状態になるときに出す粒子や、電磁波のことで、有名なものとして、エックス線、ガンマ線、ベータ線、アルファ線がある。

## 放電箱とは？

原理はリード線とアルミ板のせまい間隔に高電圧をかけておき、放射線が通ったときにイオン化された酸素、窒素分子が発生し、部分的に電気の通りやすい状態になって、そこで放電が起きる。つまり、間接的に放電を観察するもの。放電で、放射線が通ったことを確認できる。私たちは線源としてアメリカシウムを使い、実際に放電させてみる実験を行った。アメリカシウムは、アルファ線を放出しており、放電箱に近づけるとパチパチという音がした。



放電箱



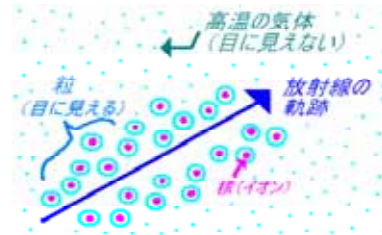
放電箱の原理

## 霧箱とは？

原理は目に見えない沸点より低い過飽和状態のジエチルグリコールの高温の気体に放射線が通ると、周囲の空気が電離してイオン化され、これを核としてジエチルグリコールの雲ができる。



霧箱



霧箱の原理

## 簡易測定器による放射線測定

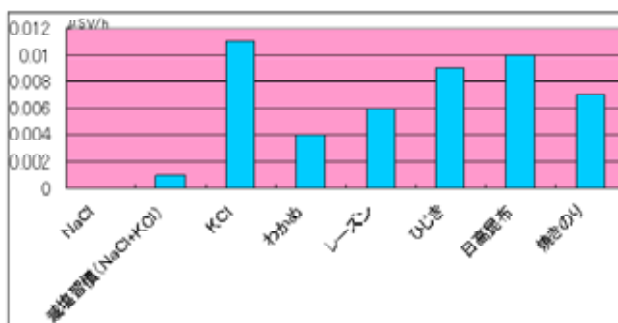
放射線は、目で観察もできたが、放射線量を測定する簡易測定器があり、放射線簡易測定器には「はかるくん」やガイガーカウンターというものがある。私たちは、「はかるくん」で身近な放射線の測定を行った。身近な放射性元素として<sup>40</sup>Kに注目して、Kを含むと思われる食品を調べた。放射線源として高血圧の人の塩化カリウム入り塩（比較のため純粋なNaCl、KClも測定）わかめ、レーズン、ひじき、昆布を使った。



はかるくん



ガイガーカウンター



グラフ1

この結果(グラフ1)から私たちの身の回りの食品から放射線が検出されたことが分かった。また、昆布から最も多くの放射線が検出された。NaCl、NaCl+KCl、KClの順に放射線が多く検出されたことが<sup>40</sup>Kの放射線を測定したものである。

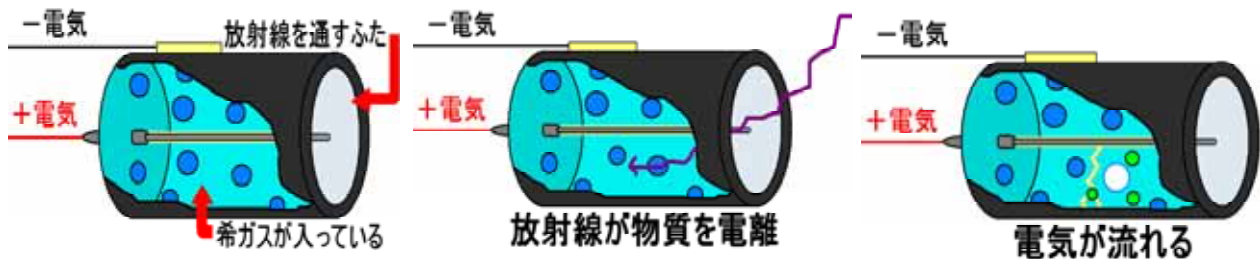
## GM管とは何か？

ガイガー・ミュラー計数管という放射線の量を数値として検出する計測器の、検知部分(センサー部分)の名称。

GM管は希ガスが入った筒にガラス版のふたがしてあり筒の中心には芯が通っている。芯と筒の間には高電圧がかけられている。この中に放射線が通り、物質が電離されると電子とイオンが発生し電気が流れる。その電気を本体のガイガー・ミュラー計数管がコードを通して感知・測定。



ガイガー・ミュラー計数管



## GM管への回路

GM管には高い電圧が必要である。

私たちはインスタントカメラのフラッシュを出す回路とコッククロフト回路を利用して高電圧発生装置をつくった。本来のGM管は電離作用による微弱な電流を検知し測定するものである。しかし、自作GM管は微弱な電流から発生する電波を利用してラジオで検知する。(図1)

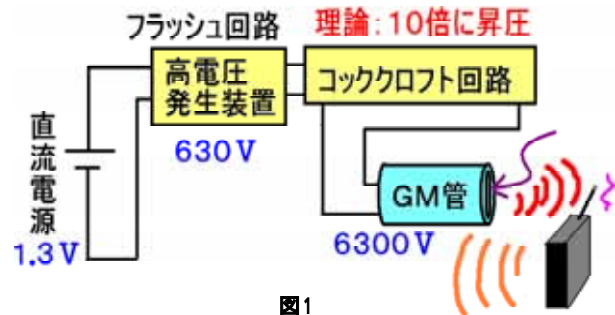


図1

## 高発生装置電圧

インスタントカメラを分解、高圧交流電源部を取り出し、利用できるようにした。私たちはコンデンサーとダイオードを接続しコック・クロフト回路を製作。このとき10個のコンデンサーを使用したの、理論では10倍の電圧が出るはずである。

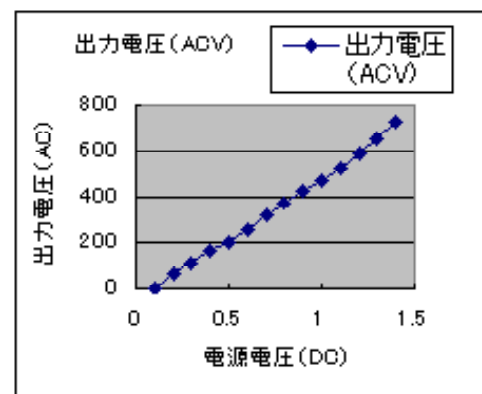
### 昇圧確認実験

・フラッシュ回路(写真1)

電源の電圧が大きくなればなるほど、出力される電圧の大きくなる倍率も高くなった。はじめの0.2Vでは約300倍の60Vが出たが、最後の1.4Vでは約500倍の730Vが出た。(グラフ2)



写真1



グラフ2

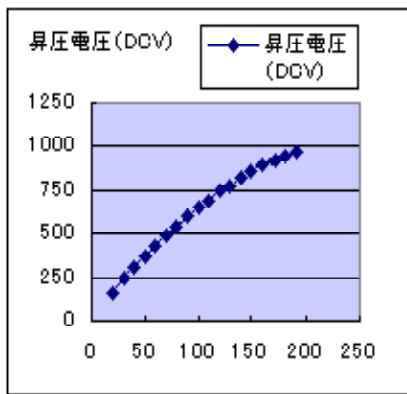
・コック・クロフト回路(写真2)

フラッシュ回路から加わる1次電圧が大きくなればなるほど2次電圧の昇圧倍率は低下し、放物線のようなグラフができた。はじめ、1次電圧20Vで約8倍の165V、190Vでは約5倍の969Vが出た。(グラフ3)

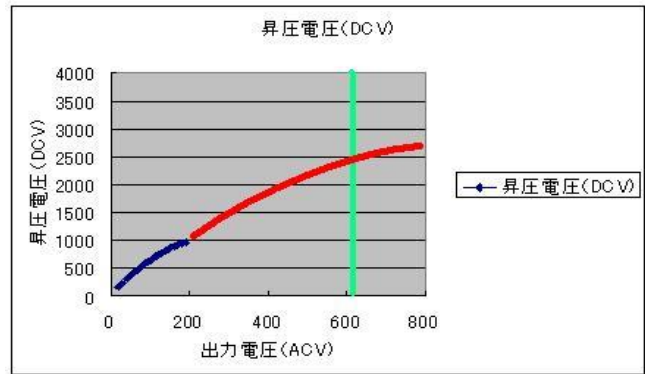
この結果からこの先どれだけの電圧を上げられるか推測し(グラフ4)使っているコンデンサの耐電圧を考慮して実験で実際に使う電圧を決定した。理論的には6,300Vの電圧が得られるはずだったが、グラフ4より実際は1次電圧1.3Vで2次電圧2,500Vの電圧で実験を行うことに決めた。



写真2



グラフ3



グラフ4

### GM管の製作

材料はフィルムケース、リード線、紙、アルミホイル、食品用ラップ、ガスライター、セロハンテープ、スティックのり、エポキシ樹脂系接着剤。

完成した GM 管 (写真3)

自作 GM 管と一般の GM 管の比較 (表1)

一般のガイガー・ミュラー係数管は中に入れるガスとして希ガスを利用。

自作 GM 管では空気(窒素)を利用。ガラス板のかわりに食品用ラップを利用した。

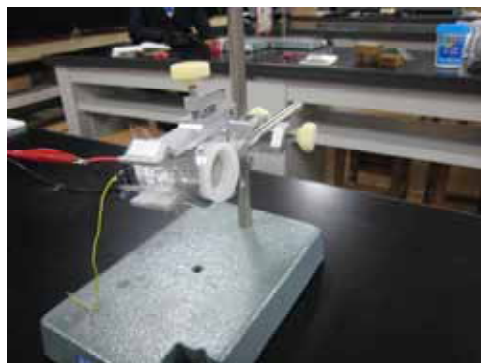


写真3

	一般的なガイ ガー・ミュラー計 数管	自作ガイガー・ ミュラー計数管
不活性ガス	Ar(アルゴン)、 He(ヘリウム)	N(窒素)
連続放電阻 止ガス	ハロゲン・ガス	ブタン・ガス
内圧	0.1気圧	1気圧
印加電圧	500~700V	3000~5000V
入射窓	雲母(マイカ)	食品用ラップ材

表1

### GM管の性能の比較

一般の GM 管と自作 GM 管でこれまで調べた食品について1分間あたり検知する放射線の数で比較した。

結果、カウント数にはちがいがあがあるものの、ほぼ同じような傾向での変化が見られた。よって自作 GM 管は正確に作動していると判断できる。

	一般の GM管	自作 GM管
BG	18	33
塩(K)	28	61
ジルコニウ ム	37	54
電球	29	36
レーズン	21	26
昆布	22	25
焼き海苔	19	23
ひじき	24	25
わかめ	26	13

### 考察

- ・自作 GM 管の反応放射線が実験ごとに少なくなっている。
- ・実験をしていくうちに、検出される放射線の数にばらつきが出てきた。これは GM 管の中の連続放電阻止ガスがもれて少なくなったからと考えた。
- ・ラジオで検知できたので、放射線によってパルス電流が流れて電波が生じることがわかることが今回の実験で実感した。

## まとめ

これらの実験を通して、放射線は物質を電離させる性質があり、私たちの身の回りにたくさんあるということや、放射線を検出する装置は放射線の電離作用を利用しているものが多いということが分かりました。また、使い捨てカメラのフラッシュ回路とコック・クロフト回路を利用して、実際に自分たちで高圧発生装置を作ることができ、その装置を使って放電箱の観察や GM 管を作ることができました。

## 感想

コック・クロフト回路を作ったときに失敗もあったけれど、放射線測定から GM 管の製作までさまざまな実験を通して、自分たちの知りたいことを研究できたので、とてもいい経験になったと思います。また、放射線は危ないものという印象が強かったので、身の回りにたくさんあることを知って驚きました。目に見えない放射線を今回の課題研究のテーマとして扱うことにしたときは、目に見えないものを相手にするので、どうなることかと思っていましたが、1つ1つの科学知識を基に予想し、実験が成功したときは本当にうれしかったです。

## 参考

CUP s Laboratory

<http://www5e.biglobe.ne.jp/~cup/index.htm>

PC メモ

<http://www.hamusuta.net/openbbs/pc/index.html>

フリー百科事典 Wikipedia

<http://ja.wikipedia.org/wiki/Wiki>

