

REHSE「高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業」

## 平成27年度 研究活動報告書（本文）

「 遮蔽物の防護による放射線の防護 」

2年 武居 迅太 小泉 彩芽 1年 新藤 恒樹 中島 柚季 吉田 奈由

東京都立戸山高等学校 SSH物理

〒162-0052 東京都 新宿区 戸山 3-19-1

### 1. 背景

私たちは宇宙というものにとっても興味を持っていて、宇宙に行ってみたいと思っている。しかし、宇宙に行くにはいろいろな障害がある。例えば、空気がない、重力がないなどといったものだ。その中で宇宙線というものが妨げになっているという所に着目をした。放射線というものはDNAを壊し、人に有害なものである。少しSF的な話にはなるが、もし地球に住むことが出来なくなってしまっていて、宇宙に長期的に逃げる場合の事を考えると、もちろん食料の問題も出ると思うが、宇宙線による被曝のことも問題になると思った。これは例えだが、現在宇宙で働いている宇宙飛行士や毎日のように飛行機に乗る乗務員などの被曝というものは軽視されがちであると思う。そこで、そのようなことを少しでも改革したいと思った。

以前、東京大学宇宙線研究所 所長の梶田隆章先生にお電話をした。そこで”宇宙線とは？”ということ、失礼ながら直接お尋ねした。聞いた結果としては宇宙線というものは、地球上にもある電離放射線の中でβ線に性質が似ていると教えていただいた。そこでβ線を宇宙線に見立てて実験をしようと考えた。

本研究では、人体に有害な電離放射線から身を守るために、効率よく防ぐための仮説を立て、検証した。

検証の結果から得られたことをもとに考察を行った。今回は宇宙開発を目的とした宇宙線の遮蔽について研究を行うために、何種類かある放射線のうち、β線の性質に注目し、β線源を使って遮蔽の実験を行った。私たちは遮蔽物の材質ではなく、形状の違いによるβ線の遮蔽効果の変化に着目し、3Dプリンターを用い同じ物質で形の異なる3種類の遮蔽物を作成した。そして、その遮蔽物を使って実験を行い、どの形がよりβ線を防ぐことができるかを調べた。

### 2. 目的

常に、宇宙にはたくさんの宇宙線がある。この宇宙線は非常に透過力が強いので、宇宙空間に長期滞在する宇宙飛行士、または毎日のように飛行機に乗る乗務員などの人達はその健康への影響が懸念される。現在、宇宙飛行士が乗る宇宙船は、宇宙線を防ぐのではなく、あえて遮蔽せずに宇宙線を通過させてその影響を減らそうとしている。それは、放射線が物質（遮蔽物）に当たったことによって、二次放射線を減らすためである。しかし、私たちは少しでも宇宙線の影響を無くしたいと考えたため、地球上にある放射線の中で宇宙線に性質に近いものを調べ、効果的な遮蔽方法を探したいと考えた。そうしたところ、β線が宇宙線に比較的性質に近いことがわかったため、β線を多く遮蔽する方法を探そうと考えた。

### 3. 活動内容

#### 3.1 出前講義

- 9月12日 放射線について考えよう
- 10月24日 量子力学講演会
- 10月31日 放射線セミナー

#### 3.2 見学

- 8月20日 高エネ研
- 11月11日 原子力オープンスクール
- 10月22日 早稲田大学 早稲田キャンパス
- 10月27日 千葉大学 西千葉キャンパス
- 11月16日 東京工業大学 大岡山キャンパス
- 11月19日 理化学研究所
- 1月 6日 コンピューター歴史博物館
- 1月 7日 スタンフォード大学

#### 3.3 その他の活動

- 6月19日 放射線管理学会 オーラル発表
- 7月22日 富久小学校 小学生との実験教室
- 11月 1日 リケジョ ポスター発表
- 11月15日 サイエンスアゴラ ポスター発表
- 12月 8日 建築学会 取材
- 12月19日 理系大学フェア ポスター発表
- 12月23日 東京都内SSH合同発表会 ポスター発表
- 1月 5日 LACESとの交流会 英語ポスター発表
- 1月23日 姉妹校麻浦高校との交流会 英語、韓国語オーラル発表

### 4. 研究の成果

#### 実験方法

3Dプリンターを用い、3種類の遮蔽物を作成した。まっすぐで平らな板状のものと、その板がジグザグに折れ曲がっているもの、曲線にうねっているものの3つである。(以下ではそれぞれ平型、角型、波型とする。) この3つの遮蔽物をそれぞれ $\beta$ 線源に対して水平に配置し、 $\beta$ 線源から出てそれを通過した後の $\beta$ 線の量を測定した。遮蔽物は以下の寸法で作成(図1)、それぞれの種類で3枚と6枚の場合で実験を行った。測定器は1分間に何カウント $\beta$ 線がそこに入ってくるかを測定する。単位はCPM(カウントパーミニッツ)である。測定は一つにつき5分で、5回ずつ行い、平均を求める。今回、遮蔽材に使った3DプリンターのフィラメントはPLAであり、測定器にGM管(ガイガーミュラーカウ

ンター)、 $\beta$ 線源にSr-90を用いた。

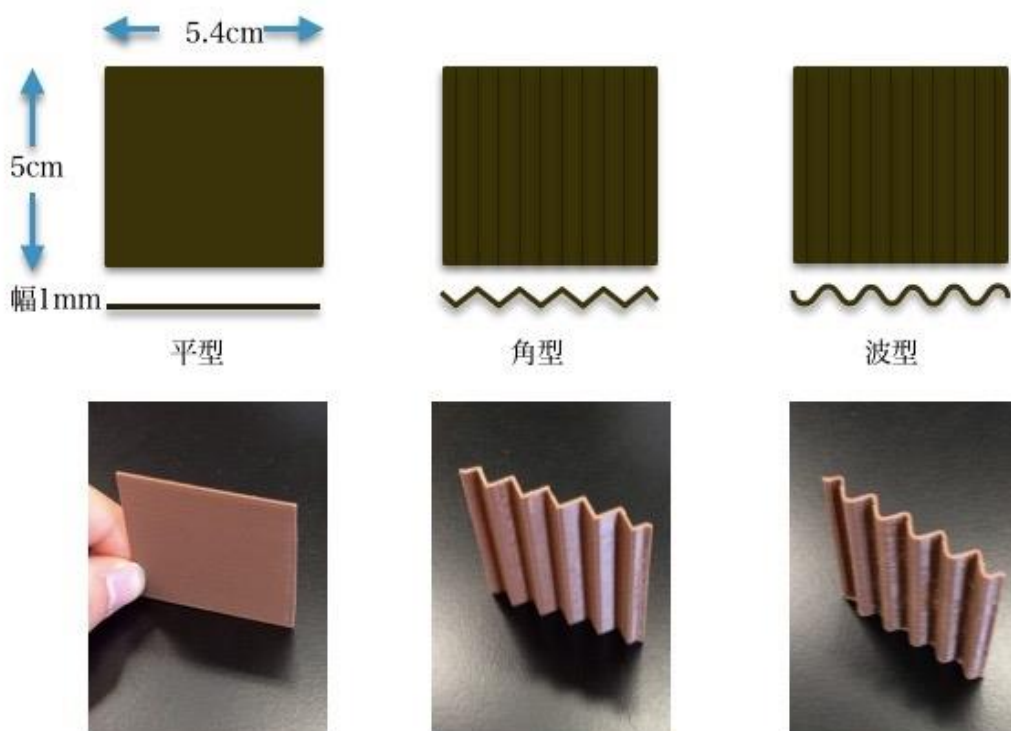
### 1 実験装置 模式図 (上から見た図)



図1

実験の様子

使用した $\beta$ 線源



### 結果

私たちは上記の方法で $\beta$ 線を遮蔽することを試みた。表1はその結果の一覧である。その下に図2として表1をグラフにしたものを載せる。図2は横軸に遮蔽物の枚数を、縦軸に遮蔽物通過後の $\beta$ 線の量をとって表している。

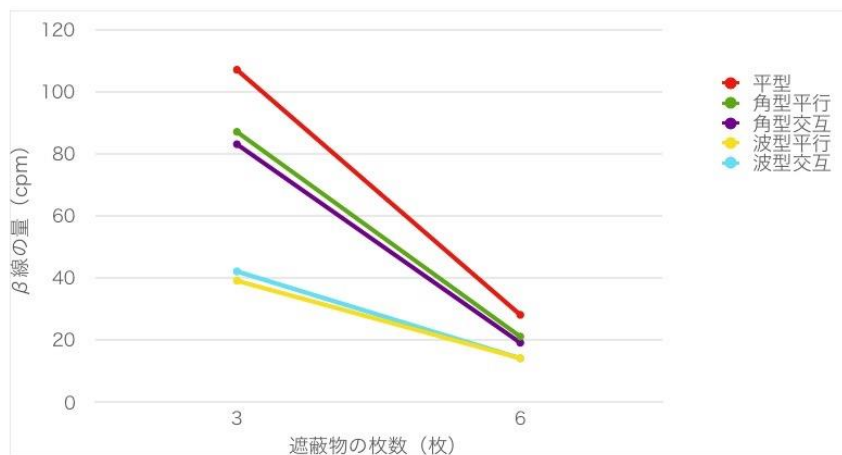
このグラフから、3種類の遮蔽物のうち波型のものとき、最も多くの $\beta$ 線を遮蔽できたことが分かった。また、3枚と6枚では6枚の方がより多くの $\beta$ 線をとめることができた。角型の組み合わせ方に注目すると、交互つまり凹同士、凸同士が向かい合っている場合の方が、角の場合は平行つまりジグザグの凹凸が重なり合っている場合より遮蔽効果が高くなった。逆に波型は交互より平行の方が遮蔽効果が高くなった。

また、平型より他の二つのものの方が遮蔽効果が高くなった。

表1 遮蔽物通過後の $\beta$ 線の量 (表)

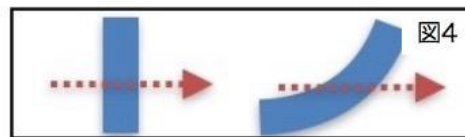
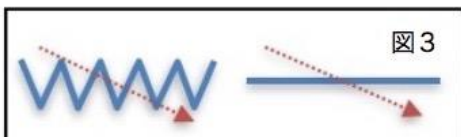
	平型	角型並行	角型交互	波型並行	波型交互	
3枚	107	87	83	39	42	(cpm)
6枚	28	21	19	14	14	

図2 遮蔽物通過後のβ線の量 (グラフ)



考察

結果から、波型の形状のものと角型の形状のものは、平型のものより遮蔽効果が高いことがわかった。これは斜めに飛んでくるβ線に対して、より多くの遮蔽物が当たるからだと考えられる。(図3) また、波型と角型のものでは、波型のものの方が多くのβ線を遮蔽した。これは、角型の直線より波型の曲線の方がβ線の当たる面積が多くなるからだと考えられる。(図4) 交互のものと並行のものでは、違いが出ると考えていたが著しい違いは出なかった。それは、β線が当たる遮蔽物の面積が最終的には変わらないからであると私たちは考えた。



— 遮蔽物  
 ..... β線

結論

波形の遮蔽物がβ線を遮蔽することがわかった。平行と交互の差は波型では平行、角型では交互の方が遮蔽できた。

謝辞

本研究を行うにあたり、日本アイソトープ協会の藤島かおり先生、東京大学大学院工学系研究科教授高橋浩之先生、東京工業大学原子炉工学研究所准教授 松本義久先生、東京都立戸山高等学校物理科教員の小林一人先生を始め、多くの方々に指導を受けました。

また、本研究は特定非営利活動法人 研究実験施設・環境安全教育委員会 (REHSE) 「高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業」からの支援を受けて行われました。

## 参考文献

1. 公益社団法人日本アイソトープ協会編集『アイソトープ手帳』（丸善出版、2015年）

## 感想

全国の中でも数の少ない放射線の研究をしている高校生と交流を図ることができ、仲間ができたような気持ちになったり、共同研究の機会が増えたりしてとても良い機会になりました。これから先参加校、参加生徒の人数が増えて、新たなコミュニティができれば、今後の高校生たちも喜ぶと思いました。

また、私たちにとっては初めてのメンターでした。色々と研究のサポートをしてもらえて、本当に感謝の気持ちでいっぱいです。メンターの制度は是非続けて欲しいと思いました。

## 5. 研究成果の発表

- 1 1月 15日 サイエンスアゴラ 中高生の研究ポスター展示・発表  
はじまりはいつもなぜ？ ～疑問から始まる科学研究～  
「遮蔽物の形状による効果的な放射線防護」
- 1 2月 23日 SSH東京都内指定校合同発表会  
「遮蔽物の形状による効果的な放射線防護」
- 1月 7日 LACES (Los Angeles Center for Enriched Studies)  
“ Radiation ”

## 6. 「環境安全とリスク」に関する意見と感想

今年度は研究のために放射線の勉強を続けてきました。それまでは、東日本大震災の原子力発電所の事故の影響から、漠然とただ危険なものであり、自分からは遠い存在のものとして捉えていませんでした。しかし、放射線について知るにつれ、その正体が電子や陽子、中性子や電磁波であることがわかり身の周りに放射性の物質はたくさんあることがわかりました。また、放射線の医療や工業分野における利用方法などを知ったことで、勝手なイメージで遠ざけてしまっていた放射線への考え方が改まりました。放射線を利用するということには危険が伴いますが、安全に気をつけて使用することで私たちにとって非常に多大な利益をもたらすものでもあるので、これからの日本を担う私たちがその方法についてしっかりと考えていく必要があると感じました。

## 7. 今後の課題

今回は $\beta$ 線というものに注目しましたが、最初に述べたように宇宙線を $\beta$ 線に見立てたので、完全に宇宙線の遮蔽のことについて考察されているわけではありません。だから今後は実際の宇宙線の遮蔽をする実験ができればいいと思いました。

私たちの班では、 $\beta$ 線の研究と並行して、X線の研究もしました。よって、今後は宇宙線というものの性質を理解し、たくさん種類のある宇宙放射線の中から1種類ずつでも、遮蔽の仕方について完成させていきたいと考えております。将来はどんな放射線でも守りことができる遮蔽物について研究していきたいと思っています。

さらに日本だけではなく世界中に放射線について発信していければいいと思いました。

## 8. まとめ

今年度は初めての体験ばかりでした。毎日のように講演会に参加し、海外研修にも行きました。とても忙しかったですが、身になることばかりでした。メンターさんがこの事業以外にももう一人ついたり、発表会であった子と親しくなって交流したりと、REHSEさんのおかげで、進展したことばかりでした。この場を借りてお礼を申し上げたいと思います。

これからも研究に励んでいきたいと思いました。