

自然界からの放射線について学んでみよう

宇宙地球環境研究所

1 事業概要

地球の空気や大地、食べ物や飲み物など、様々なものの中には放射性物質が含まれている。また、宇宙からも常に放射線が降り注いでいる。したがって、私たち人類を含め生き物は常に自然放射線を受けながら生活している。このように、放射線は身近な存在であるにもかかわらず、危険なイメージだけが先行し、氾濫する不正確な情報により恐怖心だけがあおられることすらある。日本学術会議の「東京電力福島第一原子力発電所事故による環境汚染の調査研究の進展と課題」にも「放射線教育の重要性」という項目が盛り込まれており、子供も含めた放射線に関するアウトリーチ活動の重要性が指摘されている。そこで、本プロジェクトでは、講義に加えて屋外も含めた体験を通じ、放射線に対する正しい知識を身に着け、自ら考察して判断し、放射線を正しく怖がる力を養うことを目的とした。

当初は大型バスを利用し屋外で実習を行い、また、室内実験では鉍物などの地質学的試料を用いる予定であった。しかし、新型コロナウイルス感染症の状況が常に変化し、バスの事前予約、対面実施を前提にした実習計画や募集、実施の判断を行うタイミングを合わせる事が極めて困難であった。そこで、新型コロナウイルス感染症の状況がどのようになっても体験に基づく学習を行えるようにするため、オンライン参加形式で行うことにした。そこで、屋外実習は参加者が各自で行い、安全面などの理由で家庭では行いにくい実験をオンライン中継することにした。これにあわせて後述のように実習内容を作成した。

2 事業担当者

加藤丈典（宇宙地球環境研究所附属統合データサイエンスセンター・准教授）
企画の総括、テキスト作成、放射線計測企画、地質学の講義



図1 本事業の募集ポスター

南 雅代（宇宙地球環境研究所年代測定研究部・教授）

実習内容の企画、自然放射線の講義

伊藤好孝（宇宙地球環境研究所宇宙線研究部・教授）

霧箱実験の助言

奥村 暁（宇宙地球環境研究所宇宙線研究部・講師）

霧箱実験の企画・実演

隈 隆盛（宇宙地球環境研究所年代測定研究部・研究機関研究員）

配信総監督

北川浩之（宇宙地球環境研究所年代測定研究部・教授）

映像総監督

3 放射線計測

当初は屋外実習により地質と自然放射線の関係を体験し、屋内実験でウランやトリウムを含む鉱物を用いた実習を行う予定であった。しかし、オンライン実施としたため、簡易放射線測定器と練習用の放射線源を送付し、オンラインで使用方法を説明した。そして、各自で屋内外の身の回りの放射線量を測定し、結果を電子メールで送ってもらった。

簡易放射線測定器は、本学職員の監督が行き届かない状況で使用されること、および、参加者全員に送付するため調達しやすさを考慮して機種選定した。まず、破損のリスクを考慮し、安価なものから選定することにした。そして、オンラインでの説明となることから、操作が簡単なものを選択した。さらに、実際と異なる値が出て誤解を生じさせることが無いよう、放射線業務で使用しているエネルギー補償シンチレーションサーベイメーターの値と大きな差が生じないことも考慮した。その結果、エステー製エアカウンターSとテンマース製 TM-91 を候補とした。両者を比較すると、エアカウンターS は日本語説明書や放射線についての解説書が付属しているものの、取扱説明書には「空間線量を測定する器具である」と明示されている。そのため、表面線量の測定など他の用途に用いると説明書に従わない使用となるため、参加者に配布する機器としては好ましくないと考えた。以上のことから、配布する簡易放射線測定器としてテンマース製 TM-91（図2）



図2 実習に用いた簡易放射線測定器（テンマース製 TM-91）

を選定した。

練習用の放射線源として、ウランやトリウムを含む鉱物を送ることは断念した。鉱物であれば計測が楽に行える利点があるものの、参加する児童だけでなく家族にも正確な知識を持ってもらわないと誤解を生じさせる恐れがあると判断したためである。そこで、一般家庭向けに販売されている商品の中から扱いやすい放射線源を探すことにした。まず、温泉で形成される湯の花に着目した。湯の花は、温泉の不溶性成分が析出、沈殿したものである。湯の花は入浴剤として販売されている。入手可能なものの線量を測定したところ、図3上の別府温泉の湯の花を二箱並べ、中心に測定器を置くことでバックグラウンドよりも有意に高い値を得ることができるとわかった。また、天然の海藻塩（図3下）を二袋並べたものも測定できるとわかった。海藻塩は食卓塩と異なり塩化カリウムを多量に含んでいる。そのため、カリウム40が崩壊した時に生じるガンマ線を測定することができる。いずれも家庭向けの入浴剤と食品であるため危険なものとの誤解は生じないと考え、この2種類を練習用の放射線源として配布することにした。

2月27日に、放射線一般、および、地球内部構造や地質と放射性物質の関係の講義を行った。そして、あらかじめ配布しておいた簡易放射線計測器と練習用放射線源を用いて使用法を説明した。そして、各自屋内外でさまざまなものを測定し、結果を3月9日までにメールまたは郵送で送ってもらうことにした。この時、具体的に何を測定すると良いかは明確に示さず、各自のアイデアで測定対象を見つけてもらった。

4 放射線計測結果のまとめと考察

食品を含む身の回りの物のほか、さまざまな場所での空間線量や表面線量の測定結果が送られてきた。また、完全なオンライン参加としたことで、名古屋地区に加えて神戸市からの参加もあった。まず、参加者が自分の測定結果と考察を発表した。そして、全員の結果を一覧表にしたものを見ながら参加者全員で考察した。全体として、しいたけ



図3 配布した放射線源。上は湯の花（家庭用入浴剤）で、下は海藻塩（食品）である。

のようにカリウムを多く含む食品や、酸性の岩石の放射線量が高い傾向がみられ、カリウムが放射性物質であることや、地質学的に酸性の岩石に放射性元素が多く含まれることと整合的な結果であることを理解した。

また、神戸市での測定した放射線量が名古屋地区の結果に比べて有意に高いことが示された。神戸市の参加者は表面線量を測定した試料を送付してきたので、名古屋大学で再測定した。その結果、同じ試料が神戸市での測定結果よりも低い放射線量を示した。参加者全員でこの理由が何であるか予測した。次に、20 万分の 1 日本シームレス地質図を用いて神戸市と名古屋市の地質について説明し、そこに原因があるかどうか考えさせた。これは、オンラインで遠方からの参加が可能になり、地質の違いに起因する自然放射線量の違いについて実測値をもとに考察することができる例と言える。

5 霧箱の観察

放射線が飛んでいる様子を視覚的に観察するために、拡散霧箱による実験を行った。拡散霧箱では温度勾配を作って過飽和状態を作り出す。高温側を室温にし、何らかの方法で温度を下げて低温側を作る。また、蒸発しやすく、人体への害の少ないエタノールがよく用いられる。まず、霧箱のキットを参加者に配布して直接観察してもらうことができないか検討した。低温側の冷却方法としては、ドライアイスを用いるもの、約マイナス 20℃に冷却したコールドプレートを用いるもの、および、ペルティエ素子を用いるものについて検討した。まず、ペルティエ素子を用いるものは高額で参加者全員の数をそろえるのが困難であった。ドライアイスを用いるものを評価したところ、ほぼ確実に観察できる状態にすることができることがわかった。しかし、数百グラムのドライアイスが必要になり参加者全員が入手できるかどうか事前に把握できないことと、および、その取扱いに注意が必要であり安全教育をどのように行うかが課題となった。コールドプレートを用いるものを評価したところ、コールドプレートの冷却が家庭用冷蔵庫の冷凍室の能力に大きく依存し、冷却能力が不十分な場合は観察できないことが問題となることが判明した。また、無水エタノールはドラッグストア等で入手可能ではあるが全員が入手できるか把握できないことと、および、取扱いについて安全教育が必要である。さらに、配布して参加者が取り扱える大きさの霧箱では、ミュオン¹の飛跡をはっきり観察するのが困難である。以上のことから霧箱を事前に配布して各自で実験・観察してもらうことは断念し、オンライン中継とすることにした。生



図4 霧箱実験の中継。参加者の反応を確認しながら、大気中のラドンや鉍物から出る放射線と宇宙線の飛跡を観察した。

中継では飛跡の発生するタイミングと説明のタイミングを合わせるのが難しく、参加者の様子をモニターで確認しながらすすめた（図4）。

霧箱の実験は比較的大型のもの（図5）と小型のものを用意した。まず、大型の霧箱に何も入れずに観察した。これにより、数センチメートル程度の飛跡と30センチメートルほどの長い飛跡を観察することができた。前者は大気に含まれるラドンの崩壊による α 線、後者は二次宇宙線のミュオン粒子である（図6）。このようにして、何も無いように見えても身の回りから放射線を受けていることを学習した。次に、モナズ石、閃ウラン鉱や方トリウム鉱などの鉱物を小型の霧箱に入れて、鉱物から出る放射線の飛跡を観察した（図7）。

6 まとめ

コロナ禍での体験学習として、教材配布とオンライン参加の形式を試みた。このような形式は最近様々な機関で実施されている。本プロジェクトでは、教材を工夫することにより、このような形式で放射線といった機微なテーマの体験学習も行えることを示すことができた。また、体験するという部分についてもテーマを工夫することにより各自が考えて学習することが可能であることが示された。また、オンラインであることから全国から参加が可能になり、本プロジェクトでは地質の違いと自然放射線の違いを示すのに有用であった。

実施したのがちょうど春のお彼岸に近いということもあり、本プロジェクト実施直後に墓石の種類と表面線量の関係について調べた参加者もいた。このことは、対面実施と比べるとかなり制限があったとは言え、十分な学習効果があり、参加者の興味を引き出すことができたことを示していると考えられる。

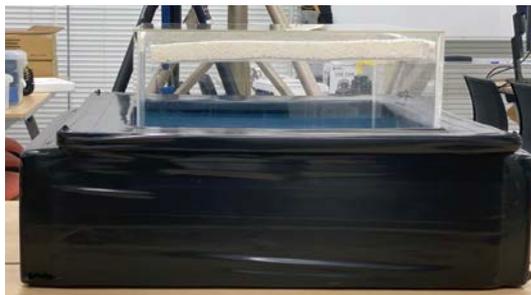


図5 大型霧箱。長さ30センチメートル程度のミュオンの飛跡を観察可能である。



図6 大型霧箱で観察されたミュオンの飛跡（赤の矢印）



図7 方トリウム鉱からでた α 線の飛跡（赤の矢印）