

## 放射線の理解 物理を超えて

本校は 2017 年より生徒人 1 台の iPad の配付を行なっている。また、本校は自作の林式高感度霧箱を 15 台所有している。名古屋大学の林熙崇先生が開発し、ドライアイス冷却で自然放射線 ( $\alpha$  線、 $\beta$  線、 $\mu$  粒子) の軌跡が観察できるものである (図 1)。8 号バットの面積 (11 cm×16 cm) で過飽和層の厚さは 7~8cm である。これらの教育資源を活用して 2022 年 7 月に高校 3 年生特進コース選択物理クラスで、放射線とそのリスクの科学的理解を目的として実施した 1 時間の授業を紹介する。生徒は 1・2 年時にも霧箱と放射線計測器を扱っている。



図 1 霧箱と鉄板

### 1. 授業の目的

1. 透過性・電離作用のメカニズムと発がんリスク (DNA 損傷) のメカニズムの統一的理解
2.  $\mu$  粒子の弁別を通しての科学の方法の理解

### 2. 授業の詳細

#### 2-1 霧箱での観察

最初に 2 人 1 組で、霧箱で自然放射線の軌跡観察を行った。まず 5 分程度、見て楽しませた。次に何枚か写真を撮って軌跡を赤色に塗り、それらの類型分けをしたものをメタモジ (授業支援アプリ) に貼るように指示した (図 2)。メタモジにより、生徒が記入したものを即時に確認できる。その後、各生徒の分類を紹介し、それぞれの特徴を確認した。

#### 2-2 動画カタログでの解説

自作の放射線の動画カタログをワイファイで配布して解説を行った。

肉眼や写真ではわからない生成・消滅の過程を含め、見え方の比較が動画では簡単になる。例えば過飽和度が大きい条件での  $\beta$  線のできた瞬間の軌跡と過飽和度が小さい条件での  $\alpha$  線の軌跡は写真での区別はむずかしい。しかし、動画だと過程の比較で弁別は簡単である。何よりも、動画は生徒の好奇心を強く喚起する。

#### 2-3 軌跡の長い $\beta$ 粒子と $\mu$ 粒子の弁別

$\mu$  粒子を正確に弁別することは困難である。長い軌跡であれば  $\mu$  粒子の可能性は高いが、 $\beta$  線の可能性は残る。最大のエネルギーを持つ  $\beta$  線は、1 mm 程度の厚さの鉄板を透過し、空気中での飛程は自然放射線でも 5 m 程度のものがある。

ここまでの情報でどうやって  $\mu$  粒子を検出するかを考えさせたのち、封筒に入れたハサミの可視光での透視像を見せ、さらに脚の X 線写真の例、昭和新山の透視の例を見せ (図 3)、透過は一般的な性質で光源によりその程度が違うこと、もし X 線で昭和

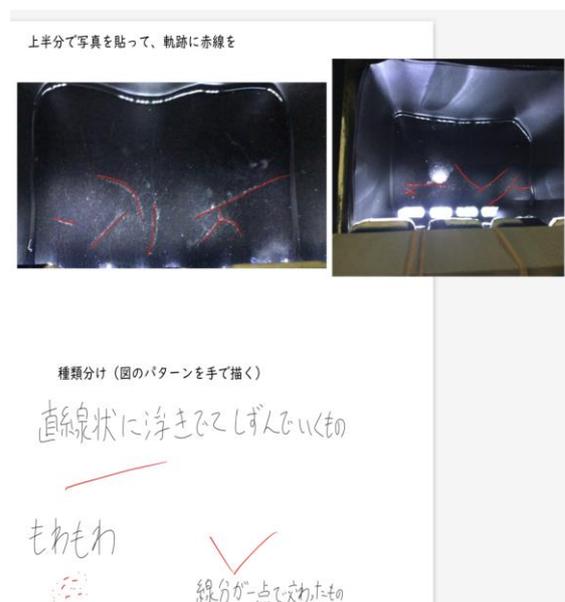


図 2 生徒の放射線の分類例

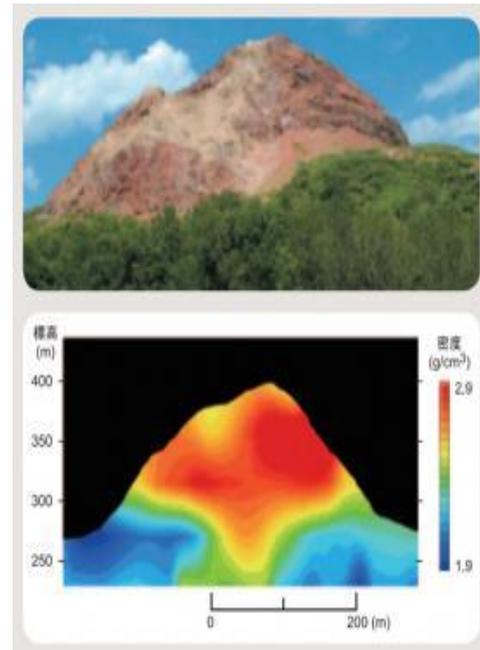
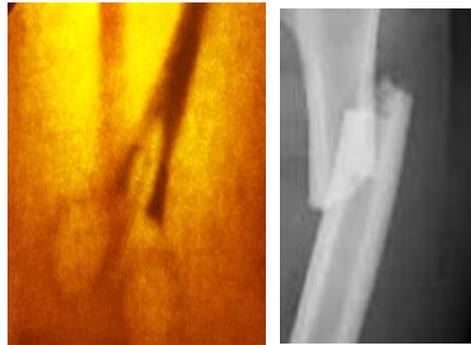
新山を撮影したら、もし $\mu$ 粒子で人体を撮影したら、を考えさせ、透過性を持つ線源であっても対象によっては透過しない、あるいは明暗を作らないほど透過してしまうことに気付かせた。再度、動画カタログの $\mu$ 粒子を見て、霧箱の中に立てた鉄板（図1）と、それを貫通する軌跡の解釈を考えさせた（図4）。

$\mu$ 粒子は宇宙線なので鉛直に近い軌跡（上空からくるもの）は多いが、鉄板を通過する軌跡は水平に近いので多くない。確実に判定できるものは5分に1個ぐらいの出現で授業時間内での同定はむずかしいが、実際の霧箱観察とワンセットの動画視聴で生徒はリアルに感じていた。

#### 2-4 透過性・電離作用・リスクの統一的理解

原子核は原子大きさの1から10万分の1の大きさしかないこと、放射線を粒子または光子として考えたとき、原子の大きさに対して十分小さいということ、一方で化学結合を切ることができるほど大きいエネルギーを持っていることを説明し、衝突（透過しないこと）は少ないが、衝突した場合には局所的に大きなエネルギーを与えて電離させて化学結合を切りうること、DNAは化学結合した塩基の組み合わせで情報を保持しているので、その結合が変わることが生物にリスクを与えること、自然放射線が存在する以上そのリスクは不可避なこと、その環境で進化してきたのでヒトを含む生物は一般に修復機能を獲得していることを解説した。こうして、透過性、電離作用、リスクのメカニズムを統一的に示した。化学・生物でそれらの関連事項を学んだあとであるがゆえに理解できるレベルである。もちろん、被ばく量が大きければDNA損傷にとどまらず、熱エネルギーによるたんぱく質の変性が生じ、さらには死に至ることは当然との説明も行った（注：変性は数万Svの被ばくで起こるが7Svの被ばくで致死する）。

参考文献 大津浩一 高感度霧箱 × ICT 単純な知識のその先へ 東海圏エネルギー環境教育ネットワーク エネルギー環境教育のフロンティア Vol.3 2023 P31



はさみは著者撮影

レントゲンは骨折した知人の好意による  
昭和新山・ $\mu$ 粒子透視像は東京大学・地震  
研究所ニュースレター「CHEERnews 第2号」  
(2012年12月)より引用

図3 封筒・脚・火山の透視



図4 鉄板を透過する $\mu$ 粒子：動画でははっきり認識できる（著者撮影）