

2年生特別研究

78 物理分野 「宇宙放射線を捉える」

(1) 研究開発の概要

本特別研究は、平成 16 年度より、名古屋大学大学院基本粒子研究室（以下 F 研）の協力を得て実施しているもので、「見えないものを見る」をテーマに、研究の最前線で使用されている実験器具や実験方法を用い、宇宙放射線に関する実験を行っている。宇宙放射線を含む放射線はごく身近な存在であり、医療をはじめとする様々な分野において利用されているが、小、中、高等学校を通して、生徒は放射線に関する学習をする機会はほとんどなく、「放射線は危険であり、決して近づいてはならない」といった漠然とした、かつ誤った知識しかないのが現状である。

本実験は、目に見えない宇宙線を工夫して捉えるという試行錯誤を通して、実験の醍醐味を味わうとともに、放射線に関する正しい知識を得ることを目的としたものである。

(2) 研究開発の経緯

一昨年度、昨年度に引き続き、F 研の丹羽公雄教授の研究室の協力を得て教材の開発、改良を行い、実験を行った。昨年度までの結果をもとに、実験内容や実施方法の改良を行った。実施にあたっては従来通り、同時に 3 テーマを実施し、同研究室の方々に T A として御協力いただいた。

(3) 仮説（ねらい、目標）

生徒が放射線に関する正しい理解を持っていない理由のひとつに、それが目に見えないことが挙げられる。よって、それを実感できる実験を行うことで、正しい理解が定着する手助けになるのではないかと考えられる。また「見えないものを見る」という困難の解決法を探る過程で、実験における醍醐味を味わい、科学的な探究心を深めるきっかけになるのではないかと期待した。

(4) 研究の方法および内容

ア 対象生徒 2 学年理系物理選択者 164 名
イ 実施日程 本実験 平成 18 年 11 月 6 日、7 日、8 日、9 日
ウ 実施内容

(ア) 各実験の概要

各実験の概要は以下の通りである。

(a) 「光速度の測定」

オシロスコープや光電子増倍管を用いて、BNC ケーブル中を伝搬する電磁波の速さや、光ファイバー中を伝搬する光の速さを求める。また、電磁波や光の波としての振る舞いを観察する。

(b) 「霧箱」

目に見えない放射線の飛跡を観察することのできる霧箱を作成し、実際に宇宙線等を観察する。また、場所による放射線の飛来数の違いを観察する。

(c) 「原子核乾板」

F 研が保有する、放射線の飛跡を蓄積することのできる原子核乾板と呼ばれる特殊なフィルムを用いて、放射線を観察する。身の回りの物質に数週間付着させたフィルムを用いて、様々な物体から出る放射線を顕微鏡で観察し、その傾向や数の違い、放射線の違い等を観察する。

(イ) 事前指導

実験に先立ち、1 時間または 2 時間の事前指導を実施した。

(a) 「電磁波と光の伝搬速度の測定」(2 時間)

光速度測定に用いるオシロスコープの操作を学習した。1 時間目は、パソコンソフト Excel を用いた講義および実習を行い、波に対する理解を深めた。2 時間目は、オシロスコープの簡単な仕組みの説明と電圧測定等を行い、実習としてモーターの回転数を測定させた。昨年度は各班で測定方法を考えた上で独自の測定を行わせたが、今年度は時間の都合から測定方法を指定し、操作の内容に重点を置いて測定を行わせた。また、最後に音の到着時間によるずれを観察し、どのような現象でも、その変化を電圧変化に変換する事により測定できることを体験させた。

(b) 「霧箱」(1時間)

名古屋大学の教養授業における実験として実施されている簡易的な霧箱の作成を行った。線源による線を観察させ、霧箱を用いると、放射線の飛跡が飛行機雲のように観察できることを体験させた。

(c) 「原子核乾板」(2時間)

放射線が出ているかどうか観察したい物質にフィルムを数週間密着させる必要があるため、1時間目はフィルムの扱い方に関する注意点をTAの方から講義をしていただくとともに、放射線が出ていると思われる物質の、ある程度の知識を与えた。2時間目は、観察に向けて、顕微鏡の操作に関する実習を行った。

(7) 本実験

実験は本校物理実験室および物理講義室において2時間連続で1クラスずつ行った。各クラスを10班程度に分け、それぞれのテーマにおいて数班を編成し実験を実施した。

また、実験に際しては、F研のスタッフ、大学院生の方々に各実験に2、3名ずつTAとしてついでいただき、実験機器の説明や生徒の質問の対応をしていただいた。それぞれの実験の概要は以下の通りである。

(a) 「電磁波と光の伝搬速度の測定」

電磁波の伝搬速度は、ファンクションジェネレータによって発生した周期的な信号を、長さの異なる2本のBNCケーブルの一端に同時に入力し、他端までの到達時間の差をオシロスコープで観測することによって測定する。また、抵抗を用いた電磁波の反射についても観測を行った。光の伝搬速度は、ファンクションジェネレータにより周期的に発光させた発光ダイオードの光を長さの異なる光ファイバーの一端に入れ、他端から出る光を光電子増倍管で捉え、電磁波の際と同様にオシロスコープで観測した。その他、シンチレーションブロックと光電子増倍管を用いた宇宙線の観測についても学習した。

(b) 「霧箱」

ピーカーを用いて宇宙線を観測可能な霧箱を作成し、宇宙線の観測を行った。大容量のピーカーの内部をエタノールで満たし、底部をドライアイスで冷却することにより過飽和層を作り、宇宙線がそこを通過する際の電離現象を霧として観測する。ノウハウを持ったTAの方の指導のもと、各班で霧箱を作成し、完成したものを様々な場所に持参し、宇宙線の観察やカウントを行った。

(c) 顕微鏡で放射線を観察

現像された各々の原子核乾板を顕微鏡で観察した。また実際に素粒子の実験で用いた乾板のサンプルも提供していただき、線や線など様々な放射線が入射されたフィルムを順番に観察し、スケッチを行った。



本実験の様子1



本実験の様子2



本実験の様子3

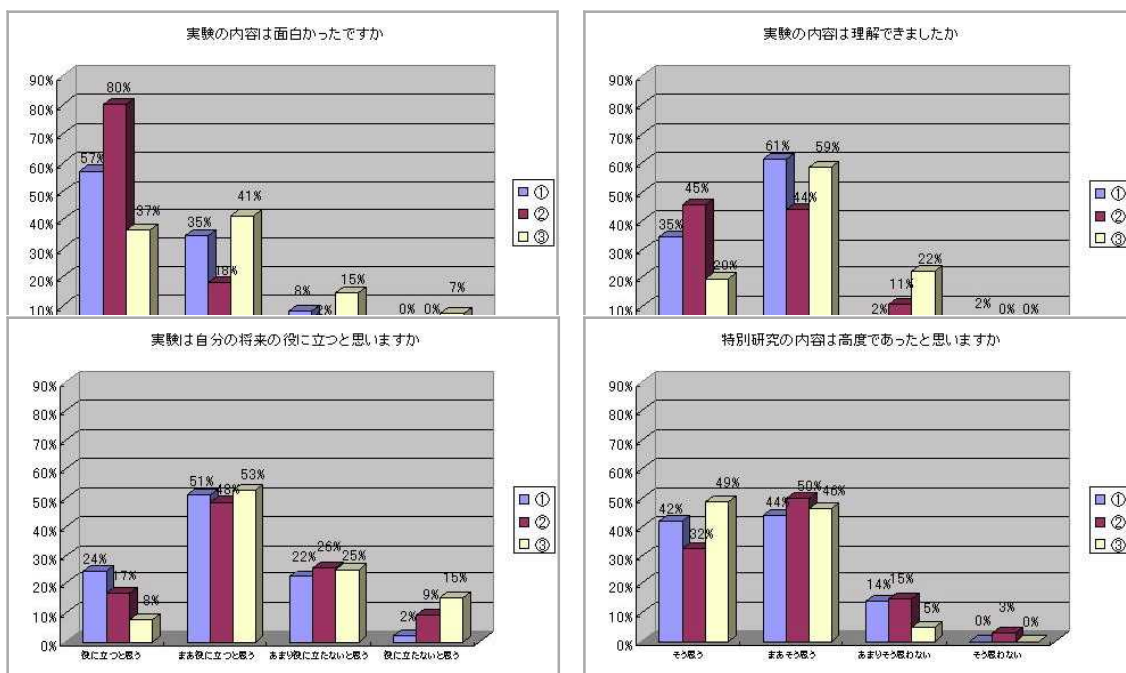
(5) 検証（成果と反省）

ア 事前講義について

「事前講義の内容は面白かったですか」という質問には、「電磁波と光の伝搬速度の測定」と「霧箱」については、「面白かった」と「まあ面白かった」で90%を超えていた。一方、「原子核乾板」では、それは80%程度となっており、分布も異なっていた。この実験では、放射線が何から出ているか想像することを期待しているが、生徒にあまり情報がなく、その部分がストレスになっていた可能性がある。ただ、こちらからあまりにも物質を特定すると、かえって約束的な作業となってしまう。説明方法など、昨年度からの改良を行ったが、更に改良を重ねる必要がある。

イ 実験について

本実験についての実験別のアンケート結果は以下の通りである。



、 、 はそれぞれ実験(a)、(b)、(c)に対応

絶対的な数で考えると、ほとんどの生徒が実験が面白く、理解できたと考えているため、生徒への影響を与えることができたように思われる。ただ昨年度のアンケート結果と個別に比較していくと、「霧箱」の実験以外は、芳しくない方へシフトしたようである。事前授業や実験内容の改良、T Aの人数など、昨年度の方が適当と思われるものに関しては、次回実施時には検討したい。

昨年度は事前実験の中で実施していたフィルムの現像を本年度はF研にすべて依頼することとなった。大量の枚数の現像を快諾してくださり、また長時間に渡り実験の開発および進行を行っていただいたF研のみなさんに感謝したい。