

平成30年度
ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI
(研究成果の社会還元・普及事業)
実施報告書

HT30067 プログラム名 君も新粒子を発見!? 小型素粒子実験にチャレンジ



開催日: 平成30年8月2日(木)
平成30年8月3日(金)
実施機関: 東京工業大学
(実施場所) (大岡山キャンパス本館)
実施代表者: 陣内 修
(所属・職名) (理学院物理学系・准教授)
受講生: 高校生 19名
関連URL: <http://www-hep.phys.titech.ac.jp/jlab/hiratoki2018.html>

【実施内容】

本プログラムは三部門から構成されています。第一、第二部門では参加者各人が作った簡単な放射線検出器を使い素粒子検出を体感してもらいます。その実感を持った状態で、第三部門では応用となる加速器実験のデータに触れてもらい、新粒子発見の醍醐味を味わってもらいました。各部門は講義と実習のセットとなっていて、講義では実習の背後にある物理原理の理解を促すとともに、高エネルギー素粒子実験の基本的背景の紹介もしました。本プログラムの実習では、ラズベリー・パイと呼ばれる、教育用に開発された小型のボードコンピュータを用いました。検出器の操作から加速器実験の解析まで、参加者の高校生それぞれが、1台のラズベリー・パイを用いて様々な実習に取り組みました。講義では資料ノートを配布して、それをプロジェクターで解説しました。以下、当日のスケジュールに沿って報告します。

9:40 集合・受付

10:00 オリエンテーション (当日の進め方、注意点などの説明、科研費の説明を行なった後に(8/2は事業推進委員の幸田雅治先生がご訪問されていたので、科研費の説明を幸田先生にお願いしました)、参加者同士の自己紹介などを行いました。)

10:15 講義(1)「素粒子の物質の相互作用」素粒子の基礎知識と、素粒子の検出に必要な物質との相互作用について解説しました。

10:45 実習(1)の解説。検出器や電子回路、ラズベリー・パイの使用方法について解説をしました。

11:00-11:30 実習(1)開始。いよいよ実習開始です。検出器からの微弱信号を電子回路上のアンプで増幅し、その振幅の大きさをデジタル信号に変換します。実習では、このアンプの部分、デジタル信号への変更部分を、ブレッドボードと呼ばれる電子回路板を用いて作ります。ブレッドボードを用いると、半田付けをしなくても、抵抗やコンデンサーなどの回路素子の脚(ピン)を刺す



実習1の様子
回路設計図を見ながら
検出器を完成させます

だけで結線ができます。デジタル信号をラズベリー・パイで読み込んで画面に表示すると、即席のオシロ・スコープの完成です。放射線源を近づけてみて、信号が実際に見える、小気味よい歓声が上がっていました。ここでは γ 線と呼ばれる光の仲間を検出しましたが、宇宙から降り注ぐ宇宙線 (μ 粒子)の観測もできます。エネルギーの分布などについて考察してもらいました。

11:30-12:30 実習(1)の最中ですが、大学の食堂が混まない時間帯にお昼ごはん休憩をとりました。

12:30-13:00 実習(1)を再開 全員が自分の検出器で信号を確認できたところで次のテーマに移りました。

13:00-13:30 講義(2)「衝突実験で用いる検出器群」加速器実験で用いている検出器の種類や原理について解説しました。実習(1)(2)で用いる検出方法が、最先端の実験とどのように繋がっているかを解説します。

13:30-13:45 実習(2)の解説。実習では電磁石で作った磁場を用いて、荷電粒子(本実験では電子)の飛跡を曲げます。その手法の原理や電磁石の作成方法、課題問題について説明しました。

13:45-15:00 実習(2)開始。二つのチームに分かれて、電磁石作成に取り掛かります。コイル巻きを一人当たり 50 巻ずつ担当して地道に行います。きれいに均一に巻くとより強い磁場を作れます。巻き終わった後に、磁場を測ってみて、より磁場の強かったチームを勝ちとする競争をしました。 β 線(電子線)を用いた実習は、この勝利した班の磁石を用います。荷電粒子が本当に磁場で曲げられていることを、実習(1)で製作した検出器を用いて確認し、その曲がり具合が、粒子の運動量に依存することなどを検証しました。



実習 2 の様子
ローテーションを組み、全員参加
でコイルを巻きます

15:00-15:30 お茶休憩

15:30-16:00 講義(3)「新粒子の事象例」最後の实習では、最先端のアトラス実験で実際に収集された、衝突実験データを用いて、事象選別を行います。この講義では、衝突実験で観測される事象の物理的な背景について解説しました。

16:00-16:15 実習(3)の解説。実習(3)では、アトラス実験で公認されている事象表示ソフト ATLANTIS を用います。各高校生は自分のラズベリー・パイを使って ATLANTIS を操作します。まずはスクリーンに映し出した説明用の ATLANTIS を使って、操作方法を解説しました。



実習 3 の様子
各自ラズベリーパイの画面と
にらめっこです

16:15-17:00 実習(3)。各自のラズベリー・パイに保存してある 10 個の事象から、ある特徴を持った事象を選び出してもらうというゲームを通じて素粒子実験の実際の解析に近いことを行いました。エネルギーの大きな粒子だけを表示する、ある部分を拡大して

特徴を調べるなど、その特徴を見つけるには少し工夫が必要です。正解を当てたと人も、答えに似ている不正解事象を選んできました人も最後に解説を聞いて納得していました。

17:00-17:30 アンケートの記入、未来博士号の授与式。回路作成、コイル巻き、そして事象探索をたった1日の中で一気に取り組み、素粒子についての知識・経験を得た皆さん一人一人に未来博士号を授与しました。



17:30 解散

未来博士号授与式後
集合写真撮影

安全配慮： 当日の安全に万全を期すため、リスクアセスメントを行い、東工大理学院の安全衛生委員会に付議し、事前に承認を得ました。特に、非常に暑い時期のプログラムでしたので、暑さ対策にも十分に配慮して実施しました。また、参加者（東工大スタッフ、参加高校生、保護者の方々）人数分傷害保険にも加入し、不測の事態にも備えました。

事務体制： 本プログラムを進めるにあたって、準備から当日の実施まで、様々な形で東工大研究資金助成グループの方々のご支援をいただいております。講義・実習以外の運営に関するものはほぼ全てお世話になりました。本当にありがとうございました。

広報に関して： 学振のHPでプログラム内容を掲示し、参加者の応募受付をweb上で行いましたので。特に広報を行わなくても参加者が確保されることから、それ以外の場所では行ってはいません。定員は20名ですので、問題はありませんでした。

今後の発展性、課題： 採択から当日の実施に向けて、一番の問題であったのは、そのような簡易な検出器が想定どおり動き、実際に信号が見えるのかどうかという技術的なものでした。大学業務が非常に多忙を極める中、十分な時間をかけることができず、技術的な障害を取り除くことができたのは正に直前でした。また、その機材を10人分用意するには、1-2人分を用意するのとは別の次元で問題が生じ、当日まで気が休まることはありませんでした（一つでも動かない機材があれば、悲しい思いをする参加高校生が出てしまうので）。しかし、一度機材ができてしまうと、繰り返すことは容易です。次回は更なる工夫を凝らし、機材の不調などにも即座に対応できるような体制を整えて臨みたいと思います。

【実施分担者】

久世 正弘 理学院物理学系 教授
山口 洋平 理学院物理学系 助教

【実施協力者】 3 名

【事務担当者】 和田 雄進・荻原 明子・林 洋平・荻野 正恵 研究推進部研究資金支援課・事務職員