

## 令和5年度 北理研授業研究会（物理）報告書

日時：令和5年10月27日（金）

9:10～9:30 受付

9:35～10:20 授業公開

10:30～11:15 研究協議

会場：市立札幌旭丘高等学校 A108教室

授業者：阿部 香澄 先生

授業内容：物理 原子分野「光電管を用いたプランク定数の測定」

対象：普通科3年物理選択者 32名

### 1. 旭丘高校について

旭丘高校は単位制のため、生徒たちは自分のカバンを持って教室に集まってきます。旭丘高校の教室は複数の教科・科目が共用で使用するため、授業後は原状回復がルールとなっており、無駄なものがなく、どの教室もスッキリとした印象でした。



写真 会場の市立札幌旭丘高等学校

会場となったA108教室（物理実験室）も同様に、実験器具は分野ごとにきちんと整頓されており、器具の出し入れしやすい工夫がされていました。実験器具も充実しており、今回使用したプランク定数測定器（光電管実験器）が10台程度もあることに参加者は大変驚かされました。



写真 プランク定数測定器

### 2. 授業概要

生徒に課された本時の課題は「光電管の実験からプランク定数を求める」でした。光電管実験の基本原理は前時に学習済みで、実験プリントについても前時に配布し、すでに目を通しているとのことでした。

た。

授業開始から始めの5分間だけ、阿部先生による全体指導で測定器の使い方や注意事項の説明がありました。残りの40分間は生徒たちが各グループで実験書を参考に主体的に実験を進めました。プランク定数測定器の使い方を確認・理解するのに5～10分、測定を始めてからデータを取り終わるのに15～25分を要し、ほとんどのグループがグラフ①【光電流 $[\mu\text{A}]$ -逆電圧 $[\text{mV}]$ グラフ】を描いている途中で授業時間終了を迎えました。グラフ①を描き終えたグループは、照射した光の振動数 $\nu$ が大きいくほど、阻止電圧 $V_0$ が大きくなっている実験結果に納得した様子で、予想通りの結果となったことに満足そうな表情でした。



写真 実験の様子



写真 実験データをグラフにまとめる様子

本時の課題を全て終えることはできませんでした。参加された先生方は、旭丘高校の生徒たちの実験中の手際の良さと協働性に驚かされました。

次回の授業では、阻止電圧 $V_0$ を光電子の運動エネルギーの最大値 $K_0$ に変換し、グラフ②【光電子の運動エネルギーの最大値 $K_0$  [J]-光の振動数 $\nu$  [Hz]グラフ】を描き、プランク定数 $h$ 、仕事関数 $W$ 、限界振動数 $\nu_0$ を求め、実験を振り返るそうです。

授業者の阿部先生は採用6年目。今回の参観者の中に高校時代の担任（兼物理教科担）がおり大変緊張されていたとのこと。普段の授業でも実験でも「できるだけ自分が説明しすぎないようにして、生徒自身の力で理解させる時間をできるだけ取る」ということを心掛けていたとのこと。本時もそれらの実践の積み重ねと、生徒にもその効果が浸透している様子を垣間見ることができました。

指導内容、生徒への関わり方、物理の授業を通し

た汎用的な資質・能力の伸長を図る取組、探究的な要素を取り入れた実験の計画などは若手教員ながら堂々としたものであっただけでなく、一人一人の生徒と信頼関係を築きながらこれまで指導にあたってきたことが容易に想像できる授業は参加された先生方に大きな刺激を与えてくださいました。

### 3. 参加者の感想（授業後の研究協議にて）

- ・実験用プリントの裏面に「参考グラフ」として、この実験がうまくいった場合にどのような形状のグラフが得られるかが記載されていたのが非常に良かった。生徒たちはこれを参考にグラフの作成に取り組んでいて、これがなければ1つ目のグラフ①も書けずに授業が終わっていたのではないだろうか。
- ・これまで原子分野の実験を見る機会がなかったので、大変参考になった。生徒が非常に主体的で、実験の原理を理解ができずに困っている様子の生徒もいたが、生徒が教え合って最終的にきちんとデータを取ることができていて驚かされた。
- ・生徒たちが互いに壁を作ることなくコミュニケーションを取ったり、教え合ったりしている雰囲気から、阿部先生がそのようにクラスを作り上げてきたことを感じる事ができた。阿部先生が細かい指示をしなくても生徒たちで実験をうまく進めることができていた。
- ・本時の実験を授業者として自分がやるとなったとき、どこに重点を置くのがよいか考えさせられた。光電管の実験装置自体が珍しいので体験をさせるといところで重点を置くのか、今回のようにプランク定数を精度良く求めさせるといところで重点を置くのがいいのか、考えさせられた。光源の位置を変えた時の光電流の変化の仕方など実験のバリエーションがたくさん考えられるので、とても面白い題材でいろいろ考えながら参観していた。
- ・生徒たちが主体的に動いている姿が印象的で、普段からこのような活動を続けているのが伝わってきた。実験の始めの方でうまくいかない班もあったが、阿部先生が周りを見渡して適切な助言を加えていたので、きちんと全体が導かれていると感じた。
- ・光電管実験器が本校にも一台だけあるのだが、自身の状態がどうなっているのか分からず使えずにいた。今日の実験が大変参考になったので学校に帰ったら早速やってみよう。
- ・普段から一人一人の生徒と真摯に向き合って授業をされているのが伝わるような授業だった。この実験は、どこに重点を置くかによって様々なバリエーションが考えられるが、振動数 $\nu$ と光電子の運動エネルギー $K_0$ の関係が定性的に理解できるくらいでも十分かなあと参観しながら考えていた。

### 4. 授業に関する質問

- ・佐々木先生（室蘭栄高校）より  
光電流[ $\mu$ A]-逆電圧[mV]グラフを用いて阻止電

圧を予想する部分で、グラフが横軸に交わる部分は傾きが小さくなるので、グラフの記入の仕方によっては阻止電圧の値が変わってくるが、何か事前に指導をしていたのでしょうか？

（阿部先生の回答）

教科書にも同じグラフの記載があるので、実験で同様のグラフを書くことは事前に言っていました。今回はご指摘の部分の具体的な指導はしていませんが、生徒の様子を観察していると概ね傾きを予想して書いていたと思います。プロットした各点の傾きの変化から予想した上でグラフを書くように、今後の指導の参考にします。

・杉浦先生（有朋高校）より

実験の始めの生徒の動き出しがすごく早かったり、実験開始とともに全員が立ち上がって動き出したり、デジタルマルチメーターを使い慣れている様子から実験慣れしている印象を感じ取りました。どの程度生徒実験をされているのでしょうか？

（阿部先生の回答）

できるだけ1分野1実験以上は実施できるようにしています。デジタルマルチメーターについてはコンデンサーの放電実験を行った時に使用したので、そのときに使い方を身に付けたのだと思います。

・伊藤先生（岩内高校）より

グループの構成は予め決まっていたのでしょうか？それとも毎回自由に座らせているのでしょうか？

（阿部先生の回答）

普通教室で行っている普段の授業の席順のまま、実験室でも座らせています。実験の当日に欠席があった場合には、グループの中心になりそうな生徒を移動させるなどして、全体のバランスを取ることがあります。分からないことがあった時にはグループを越えて質問に行かせたり、取組の様子を見に行かせたりもしています。

・伊藤先生（岩内高校）より

今回の実験を通して、阿部先生がこれだけは理解してもらいたいと考えていた部分というのはどの辺りだったのかを教えてください。

（阿部先生の回答）

今回はプランク定数を求めさせたいというのは最終的な目標としてはあるのですが、教科書に載っていたグラフと同じ形のグラフが描けるだとか、授業で習った法則にしたがった結果になっていることに気が付けるといった部分が、毎回の実験で大事にしていることです。

・藤林先生（札幌東高校）より

グラフを描かせる際に、スマホの電卓機能を使っていいよとおっしゃっていましたが、タブレットなどのICT機器は活用されていないのでしょうか。

（阿部先生の回答）

1・2年生はChromeBookを購入しているのですが、3年生の生徒は個人所有のスマホを使わせるしかありません。