

## 教科の探究型授業

系統的な学習内容がひとつの視点によって体系化されたとき、大きな感動とともに、新たな探究の可能性を見出すことができる。探究活動の過程で困難や停滞に直面したとき、新たな発想を見出す1つの策として、既存の現象との相関を考えることが挙げられる。全く相関が無いように見える現象が、実は同じ手法によって説明できるという体系的な見方を獲得できれば、よりシンプルに汎用性の高い探究活動が可能となる。11月に本校で公開した物理分野の公開授業では、このような「発想の飛躍」を体験できる課題を設定した。「波の重ね合わせ」、「うなり」、「反射や屈折」、「レンズを通る光」のように、教科書では現象ごとに異なる計算方法が求められる単元について、波の振動の様子を表す基本的な見方としての「位相」によって説明する探究活動を行なった。教科書の学習内容では説明できない波の干渉実験の考察を起点とし、ファインマンのアイデアを参考に光の諸現象を捉える横断的視点の獲得を促した。

### ①公開授業の概要

テーマ：「位相」を手がかりとした波動現象の体系的な理解への誘い

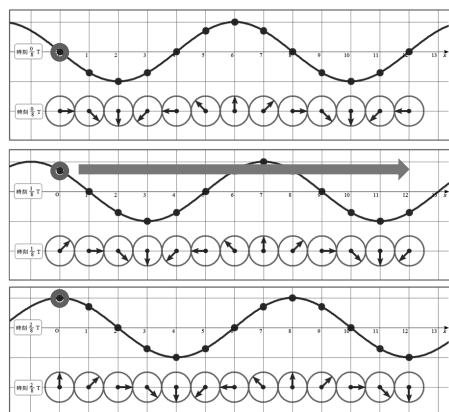
－ 探究的な学びから単元を横断する視点を見出す －

第1時：教科書の概念では説明できない事象の提示と新たな概念への誘い

ヤングの実験について、2スリット、3スリット、5スリット、10スリット等の複スリットを用意し、干渉縞に関する教科書の学習内容では理解できない以下の実験事実を発見させる。

- ① どのスリットの場合も、明線ではなく、明るい帯状の縞になる。
- ② ①の帯は、どのスリットの場合も中心が明るく、周辺に行くほど暗くなる（グラデーション）。
- ③ スリット数を増やすと、明るい帯の幅が狭くなり、明るさは増すが、明るい帯の中心の間隔は一定。

上記の探究活動の困難さを解決する新たな発想として、位相ベクトルを導入する。



① 1つの媒質（図の○部分の変化）に注目

▶ 位相ベクトルは、時間が進むにつれて左回転する。

【単振動】

② 波源から離れた位置の媒質に注目（図の➡方向）

▶ 位相ベクトルは、波源から遠ざかるほど、右回転していく。

▶ 波源から離れた観測点で観測された波の位相は、過去に波源に存在していた位相となる。【波の式の発想と関連】

速さ $v$ で進む波の、位置 $x$ における波の変位

$$y = A \sin \left( \omega t - \frac{x}{v} \right) = A \sin \left( \omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda} \right)$$

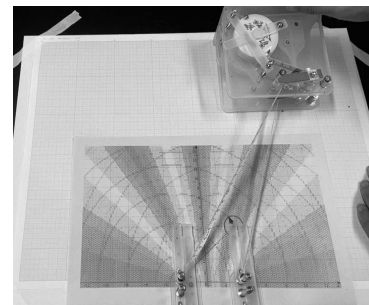
第2時、第3時：位相ベクトル定規を用いた実験内容の考察

右図の位相ベクトル定規（本校オリジナル）を用い、第1時の疑問点について以下の考察を行う。

- ・複数の位相ベクトルが同方向を向いて重なると、合成ベクトルが最大で、最も明るい点になる。
- ・それ以外の明るい場所は、複数の位相ベクトルがややずれた状態で重なるため、輝度は落ちるが、やや明るい場所となる。つまり、明るい帯は中心が最も明るく、グラデーションで明るさが広がる。



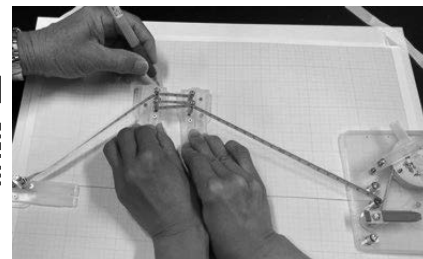
実験の様子



第4時:位相ベクトルの考えを用いたレンズの現象の考察  
豆電球の光がレンズを通過し、明るい像を作る現象を実験で確認すると共に、獲得した位相ベクトルの考え方を用いてこの現象の説明方法を考えさせ、「発想の飛躍」を促す。



実験の様子



#### 【発想の飛躍】を促す発問

「凸レンズの焦点距離の2倍の位置にスクリーンを置くと「明るく、はっきりした像」ができる」ことを「位相ベクトル」を用いて説明できるか？

#### ②運営指導委員による講評

当日の授業を見学いただいた宮林 謙吉 教授(奈良女子大学)より、以下のようなコメントをいただいた。

「今回のような多角的な視点が必要な授業において、事前の各授業で生徒が発見できるような（教師が種をまいていると気づかないような）気づきを与え、生徒自身が自分で発見し、自分で気づいたと認識させることが「飛躍知」に繋がると感じた授業であった。気付かせるためのさりげない種まきの方法が難しいと思うが、確立できれば大きな教育的成果につながるだろう。そのためには、今後も教科の枠を超えた教師同士の協力による授業づくりが必要になると考える。」

上記の指摘からわかるように、本授業で目標としていた飛躍知の育成は概ね達成できたと考える。また、今回用いたベクトルの導入のように、発想の飛躍には数学と理科の連携が必要であり、(3)で述べた理科・数学科の学習時期の再考を含めた、理数新カリキュラムの開発に一層邁進したい。