

理科・環境教育助成 成果報告書

第2回 期間：2004年11月～2005年10月

氏名：山田 達之輔 所属：慶應義塾志木高等学校

課題名：IT技術に基づく物理教育

1. 課題の主旨

これまでの高校物理では、ともすると数式の扱いを中心として天下りの教え込むタイプの授業になりがちであった。物理の原理・法則性を実際の物理現象を通して演示したり、説明することに欠けていたため従来型の物理の授業は大量の物理嫌いを生み出すことになった。一方実験機器の機能という観点から考えると従来型の実験機器は機能が限られているために実験を重視した授業展開を行うことは難しかったのである。またこれまでの授業では、紙や黒板の上で説明を行うために説明の方法も非常に限られていたのである。

ITの活用—具体的にはセンサーやソフトウェアを活用すること—は、従来型の「数式中心の教え込み授業」を「実験重視の対話的な授業」に転換する強力な手段となるものである。

測定可能な物理量の範囲を大きく広げ、発展的な測定や試行錯誤的な測定を可能にする。従来の数式中心の物理教育ではこれが決定的に欠如していたことを可能にするのである。

本研究は、ITをベースにした物理教育法の開発とともに物理の教材内容の見直しと新しい構成を目指したものである。

2. 活動状況

・生徒有志による「減衰振動」の研究の指導 04年12月～05年3月

本校の生徒有志が力センサー、距離センサー、オシロスコープによる各種減衰振動の測定・解析を行ったもので従来型の機器では測定不可能だった物理現象を測定して高度な解析も行った。

この研究結果を、日本物理学会主催の第1回Jrセッションに応募したところ、厳正な審査を通過して05年3月26日にJrセッション本番で発表する機会を与えられた。なお本校の生徒の発表には奨励賞が与えられた。

・2年生の物理の生徒実験で「力センサを用いた実験（静止摩擦係数の測定）」、

「距離センサを用いた実験（一定の力を受ける台車の運動）」を実施 時期は05年5月～6月

この実験はいずれもセンサーを使った生徒実験として開発したものである。

実験の授業実施後には生徒ひとりひとりに実験レポートを提出させた。

またこれらの実験開発および実施については、物理教育学会の年会および物理教育研究会（APEJ）の夏期研究大会で報告を行った。この後に「物理教育通信」に載せた論文は単なる実践報告ではなくセンサーを使った授業の方法、可能性と問題点、物理教材構成、これからの実験機器のあり方にまで

踏み込んだ論文である。

・ソフトウェアの活用 04年11月～05年10月

表計算ソフト Excel によるデータ解析

交流モデル FunctionView によるモデル 3年の授業で利用

リサーチシミュレーター 3年および2年の授業で利用

波動モデル FunctionView によるモデル 2年生の授業で利用

水素原子の波動関数のシミュレーション 3年生の授業で利用

モデルに基づいた物理の考え方の説明にこうした動的なシミュレーションは非常に有効であることがわかった。

・教材構成

減衰振動, サイクロイド振り子, 音のスペクトルなどこれまでにない教材を導入して

従来からの教材体系を拡張することを試みた。従来のように物理の体系に沿って教え込む

だけではなく, 生徒の関心や好奇心にマッチするように関連する教材や現象を取り入れたのである。

また一方的に教え込むのではなくできるだけ現象の様々な面を示すことで理解させるようにした。

3. 結果

生徒有志による「減衰振動」研究と発表, 距離センサーを使った運動の生徒実験などいずれもこれまで行われていない物理教育の実践であったと自負している。物理学会のJrセッションでの発表の指導もセンサーを使った生徒実験指導についても高い評価をいただいた。

このようなITの活用について生徒からの反応も非常に良かった。これは様々な実験や測定を行うことで生徒が自らの関心や好奇心を試すことができるためである。また現象を多面的に学べるようになるからである。結論としてITを活用して教材構成を工夫することは, 生徒の関心・興味を生かしながら生徒の能動的な学習を引き出すことに非常に有効であることがわかった

ただ 授業時間の不足のために 単振り子の実験で距離センサを使う実験を実施することができなかった。またソフトウェアの活用に関して 動的な説明を行うことの効果は大きかったものの授業者の説明が中心で生徒自身に使わせるまでは至っていない。この点は今後の課題である。

4. 今後の課題と発展

- ・実験に関しては更なる実験テーマの開発と実験書およびマニュアルの整備が重要である。
ITに強くない教員でも使いやすい形に整備することが必要。
- ・ソフトウェア利用に関してはどのような観点からどのようなソフトウェアを活用するかについて一貫性が求められるので実践の継続と更なる蓄積が必要である。
- ・ITをベースにした場合の物理教材の見直しと再構成は非常に重要である。
特にITの特性を生かしながら授業展開と生徒の認識獲得の過程とがよりマッチするように物理教材を再構成することが重要になる。更なる研究の深化と実践が必要である。
- ・実験機器の機能の高さとその原理のわかりやすさはトレードオフの関係になる。
高度な機能の利用ばかりに目がいってしまうと測定の仕組み、原理のわからないブラックボックスによる実験になってしまう恐れもある。今後、測定の仕組みまで視野に入れた指導方法を考えることが必要である。

5. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

発表

- ・「減衰振動」(生徒有志による発表) 3月26日 日本物理学会第1回J rセッション

以降は山田による発表

- ・「電圧・電流センサーで交流の位相のずれを示す実験」(口頭発表)
6月4日 物理教育研究会(APEJ)
- ・センサーを使った実験と高校物理の新しい構成
8月7日 第22回物理教育研究大会(物理教育学会年会 ポスターセッションで発表)
- ・センサーを使った実験の設計と実施
8月17日 物理教育研究会夏期大会 口頭発表
- ・センサーを使った実験の設計と実施
物理教育通信 NO122 pp. 83-93 発表論文