

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 5 回 助成期間：平成20年11月1日～平成21年10月31日（期間1年間）

テーマ：間違え考えるシミュレーション教材の開発

氏名：内山哲治

所属：宮城教育大学

登録番号：08223

1. 課題の主旨

本研究では、「考える」ことを主題に教材開発を試みた。特に、考えさせるために、一度「間違える」という工程を入れた。その間違いを見直すことにより、さらに考え、深い理解が得られるからである。また、人間は90%近くの認識を視覚に頼っているため、視覚に訴えやすいシミュレーション教材を選んだ。「シミュレーション＝正しい」という暗黙の了解を逆に利用した。この間違っシミュレーションの結果を見て、いかに自然現象・日常生活と相反するのかわか？を考えさせ、理解させる。この教材を利用すれば、自然感覚を体得することが可能であり、自然現象に対するイメージが作りやすくなると考えられる。また、間違っことはいけないことだという風潮にも対抗し、学習・人生で間違っことから学ぶという逆転の発想をも理解できると考えた。この間違っ教材作成は、実験では難しい。作為以外に自然の法則を破ることができないからである。したがって、この教材開発は、シミュレーションだからこそ可能となる。

2. 準備

プログラム言語は、理工系分野で計測・制御用プログラムとして世界的にシェアの高い National Instruments 社製 LabVIEW を用いた。LabVIEW を用いた理由は、プログラムの作成方法がテキスト入力ではなくグラフィカルなアイコンの配線操作であり、初心者でも短時間で容易にプログラム作成が可能であるからである。

まず初めに、実験で見せにくい波動分野に関する進行波・合成波・定常波、固定端および自由端の反射、縦波、ドップラー効果などを作成した。その後、凸レンズ・凹レンズ、それらを合わせた顕微鏡などを作成した。次に、間違っシミュレーションとして、跳ね返り係数を1以上に出来る衝突運動、大学入試センター試験で出された気柱の共鳴などを作成した。

また、シミュレーションと自然現象の違いを実感させるために、それぞれが体験できる実験機材を用意した。内容は、力学(圧力、モーメント、衝突、運動量保存則、力学的エネルギー保存則)、波動(定常波、屈折・反射、レンズ)、電磁気(オームの法則、電力、電磁誘導、超伝導体による磁石の浮遊)、地学(プレートテクトニクス、地震)等である。

3. 指導方法

LabVIEW で作成した上記のプログラムの有効性を検証するため、宮城県仙台高等学校および福島県安達高等学校において、のべ約100人の生徒に授業実践を行った。また、宮城教育大学の授業でも使用した。なお、仙台高等学校では池口が授業を行い、宮城教育大学では内山が授業を行った。安達高等学校においては、授業上の関係から安達高等学校で物理を教えられている對馬先生に授業をお願いした。

また、助成期間後であるが、2009年12月に仙台市天文台において、「シミュレーションから物理を感じる～間

違いから本質を導こう～」と題して、内山がイベントを行う予定である。

4. 実践内容

宮城県立仙台高等学校において、

1. 生徒が「イメージできる」授業, 2008年6月30日(助成期間前)
2. 生徒が「考える」授業, 2008年10月9日(助成期間前)
3. 生徒が「体感できる」授業, 2008年12月15日

と題して、シミュレーション教材および間違っシミュレーション教材を用いた授業実践を行った。

福島県立安達高等学校において、

1. 間違っシミュレーション, 2009年6月24日
2. 間違っシミュレーション, 2009年7月14日

と題して、間違っシミュレーション教材を用いた授業実践を異なるクラスにおいて行った。

仙台市天文台において、

1. シミュレーションから物理を感じる～間違っから本質を導こう～, 2009年12月19日

と題して、小学校高学年および中学生を対象にイベントを行う。

なお、この企画は助成期間内に行う予定であったが、都合で12月に開催することになった。

5. 成果・効果

宮城県立仙台高等学校において、1, 2回目の授業では、発問の解答にシミュレーションを用いた。結果を即時提示し、明瞭に答えを提示できる、といったシミュレーション教材の利点や、プログラムの実行中にパラメータを変更し、動的な変化を提示するといった LabVIEW の利点により、生徒たちからは、「現象をイメージしやすかった」との回答が多く寄せられた。生徒から自分で操作したいとの意見があり、3回目の授業では、生徒1人に対して1台のパソコンを用いて、シミュレーション教材を操作してもらい、レンズに対する結像の変化のようすを観察してもらった。

第3回の授業後のアンケート結果を表1に示す。質問内容は、1:授業が分かりやすかったか、2:シミュレーションにより理解は深まったか、3:凸レンズでの光の進み方は理解できたか、4:凹レンズでの光の進み方は理解できたか、である。これを見ると、不慣れた凹レンズのところでは若干理解度が落ちるが、全体にわたって理解度1, 2の人がゼロであり、非常に理解できていると考えられる。また、アンケートの自由記述欄には、「自分で操作・体験して学べた」というような、実現が困難な実験を、シミュレーションを通して体験し理解できたという意見が多く、積極的に受講している様子が伺えた。

福島県立安達高等学校で行った間違っシミュレーションの例を図1に示す。詳細は発表論文1に譲るが、図1のような波は現実的に出来ない。これを表示できるところが、シミュレーションの強みである。

アンケート結果を表2に示す。質問内容は、1:板書だけの座学よりも、シミュレーションがあった方が分かりや

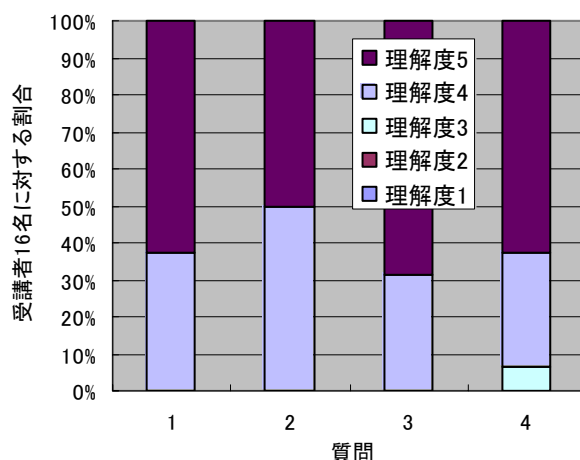


表1 仙台高等学校 アンケート結果

すかったか、2:定常波が理解できたか、3:波の反射(固定端・自由端)が理解できたか、4:気柱の共鳴が理解できたか、5:跳ね返り係数の意味と必要性が理解できたか、である(質問2,3は、復習として授業の始めに行ったものである)。これを見ると、質問1より、シミュレーション導入の意義が高いと言える。また、質問5より、跳ね返り係数の理解が促進されたと思われる。しかしながら、質問2-4の波に関する項目では、理解度1,2の人はゼロであったが、消化不良で終わった感がある。また、自由記述のところでも、「問題の選択肢がなぜダメなのか何となく分かって良かったです」とあり、深い理解を得るには至らなかった感がある。これは、シミュレーションを用いたと言っても、やはり授業者の技術に拠るところが非常に大きく、指導手順を見直す必要があると思われる。最後に、全体を通して、理解度1,2の人がゼロであったのは、受講者全員がおおむね理解できたと判断してよいと思われる。

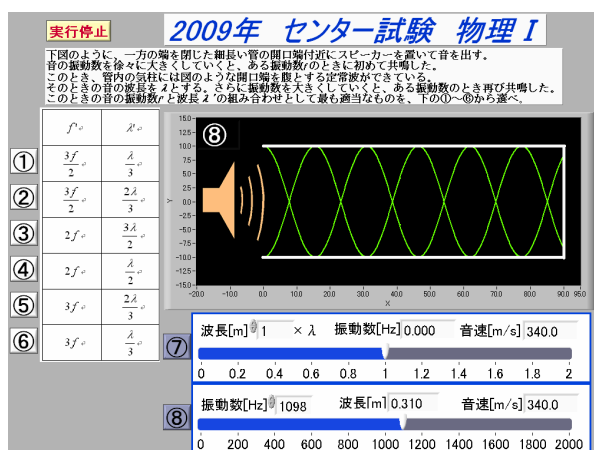


図1 大学入試センター試験を題材にした間違っシミュレーション

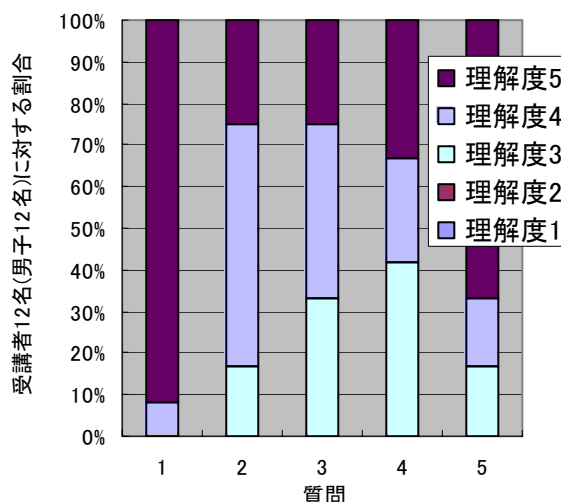


表2 安達高等学校 アンケート結果

6. 所感

世間では、理科離れ・物理離れが叫ばれて久しいが、私自身が理系で育ってきた環境から、これまで子供たちの理科離れ・物理離れを実感したことはなかった。大学で小学校教員志望の文系学生等を教えていて、「物理は自然科学ではなく、数学の応用問題である」と間違っ認識されていることに気づいた。そして、この助成により構築したシミュレーションを用いて、日常生活にある自然現象を扱い何故これだとダメなのか?という理由を説明することによって、物理の誤解を解くには非常に有効であることが確認できた。これは、子供達に「ゆっくり自分の頭で考える癖をつける」という試みとして利用できると思う。

しかしながら、一番の問題は、授業者の教授方法であることも分かった。つまり、授業者が如何に考えさせるように授業を運ぶかである。これは、教材の範疇ではなく、指導法の技術になると思われる。これは、授業者自身のオリジナリティーが発揮される分野であるので、画一的な授業にならないためにも、授業者が大いに戸惑うべきだと思う。

7. 今後の課題や発展性について

今回は、物理分野を中心にプログラム作成を行ったが、化学・生物・地学など他の理系分野にも拡張したいと考えている。さらには、歴史に関連して事件や人間関係の時系列や、地理における農工業生産品の効率、百人一首の記憶など、文系分野にまでも展開することは可能である。そのためには、授業者の授業方法に工夫が必要である。

また、今回、2つの高等学校および科学イベントで実践させていただき、分かりやすいとの評価を得た。しかし、比較授業(プログラムを使用した授業と使用していない授業)を行わなかったため、今後は、比較授業を行い、その差を検討し、プログラムおよび授業の改善を行いたいと思う。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

論文(査読あり)

1. 内山哲治: シミュレーションから物理を感じる, 日本物理教育学会誌, vol.57, no.3, pp. 258-260 (2009)
2. 内山哲治・池口良太: グラフィック型言語によるレンズのシミュレーション教材開発, 東北物理教育(日本物理教育学会東北支部会誌), vol.18, pp. 23-26 (2008)

口頭発表

1. 池口良太・内山哲治: 波動分野におけるシミュレーション教材の開発と実践, 第23回 日本物理教育学会東北支部研究発表会, 宮城県仙台第二高等学校, 2008年11月

【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1~2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

実施内容は教材開発であるが、シミュレーション教材のため、プログラミング言語に依存するところが多く、記載することが難しい。しかし、作成したプログラムは、研究室ホームページ(<http://supercond.miyakyo-u.ac.jp/FeeSoft.html>)で一般に公開しているので、そちらを御参照願いたい。