

打撃シミュレーション教材を利用した 物理の授業実践

山口 智輝¹, 内山 哲治²

¹宮城教育大学大学院 教育学研究科 教科教育専攻 理科教育専修

²宮城教育大学 教育学部 理科教育講座 物理学教室

物理の根幹は自然現象にある。しかしながら、学校の生徒達は物理に対し「計算ばかり」などの印象を抱いており、物理学習の中に自然現象を見出すことができていないことが考えられる。そこでわれわれは生徒達に物理を身近に感じさせることを最優先課題と考えた。「人は日常生活を通して自然現象を無意識的に体験している」という事実から、ことさら物理実験に頼らなくとも日常生活を活用することで物理実験が行えると考えた。そこでわれわれは生徒達にとって身近な活動である「部活動（野球部）」に注目し、「野球」を題材にした授業を考案し、生徒達に日常生活の自然現象への意識付けを行った。またその際に「生徒達のイメージ構成を支援できる教材」として、グラフィック型言語 LabVIEW による打撃シミュレーション教材を作成した。そして実践として、高等学校において「野球部員」及び「一般生徒」をそれぞれ対象にしてシミュレーション教材を用いた授業実践を行った。その結果、本研究での授業は、「野球部員」「一般生徒」を問わず自然現象と物理学習を関連付けることに効果があることがわかった。

キーワード 部活動, 物理教育, LabVIEW, 打撃シミュレーション教材, 授業実践

1. はじめに

物理学は自然科学の一分野であり、物理学の基底部分には自然現象がある。そのため、自然現象を理解できなければ、いくら物理の計算や理論構成を理解していても物理を十分に理解したとは言えない。そこで物理と自然現象を関連付ける非常に有効な役割を担っているのが、物理実験である。また物理実験は無味乾燥な数式の意味を視覚的に再現することが可能である。しかしながら、今日の教育現場では、授業時間や実験設備の制約などもあり、普通の授業で実験まで行うことは難しい。そのため、現実として、自然現象に目を向けながら物理を学習している生徒が非常に少ないことが考えられる。

そこでわれわれは、生徒達に物理を身近に感じさせる必要があると考えた。そのため本研究では、生徒達に

身近な活動を教材化し、生徒達が物理と自然現象を関連づけて学ぶきっかけをつくる学習プロセスの開発を目的とした。

2. 部活動を利用した学習プロセス

学習プロセスを開発していく中で、われわれは「自然現象を身近に体験できる教材」として日常生活に注目した。われわれはことさら実験にこだわらなくとも、日々の生活で多くの自然現象を体験・観察している。したがって、物理と日常生活の自然現象を関連させることができれば、日常生活をそのまま物理実験の場として利用することができると考えた。しかしながら、人は日常生活の中で自然現象を意識していることが多くないと考えられる。つまり、人は日常の自然現象が当たり前すぎるために、自然現象を認識せず、多く

を見逃してしまっていると考えられる。そこでわれわれは、生徒の無意識的な自然現象の経験を、意識させ、知識へと昇華させる授業を行った。

題材とした自然現象として、日常生活の部活動を採用した。その理由は、部活動が生徒達にとって最も身近な活動の一つであり、部活動の中の自然現象は生徒達にとって馴染み深くイメージを構築しやすいと考えたからである。なお今回は部活動の中でも野球部を教材化した。

3. 野球を利用した授業

今回われわれが行った授業は、生徒達の野球の経験を基に自然現象のイメージを構築しながら、「物理的に最も飛距離の出るスイング」を求めていくものである。

まず導入では、教師が2点の事柄を生徒達に示す。1 点目は「物理は自然現象を探究する学問であること」である。2 点目は「自然現象は物理学実験だけでなく日常生活でも経験できること」である。われわれがこの2点の事柄を学習の前提として示すことで、本授業で野球を基に物理を学習していくことを生徒達に意識させる。

展開では、「既に獲得している野球のイメージを基に放物運動を考察していく活動」と「打撃を物理的に考察する活動」の2つの活動を行う。またこの2つの活動を通し「最も飛距離の出るスイング」を求める。なお投手からの投球角度は先行研究より 9.14° [1] に固定した。

まず「普段の経験を通して得られる野球のイメージを基に放物運動を考察していく活動」について述べる。この活動では生徒達に4つの課題(図1)を与え、普段の経験を基に課題について考えさせ、「最も飛距離の出る打球軌道」を選択させた。

次に「打撃を物理的に考察する活動」では、野球の打撃において「バットスイングの角度」と「ボールと

バットの衝突位置」が「打球の軌道」にどのような影響を及ぼすかを考えさせる。この活動の際には、生徒達の思考活動を支援すること意図して打撃シミュレーション教材(4章で詳述)を使用した。生徒達にはこの活動を通して先に選択した「最も飛距離の出る打球軌道」を実現するためにはどのようなスイングを行えば良いかを考えさせる。

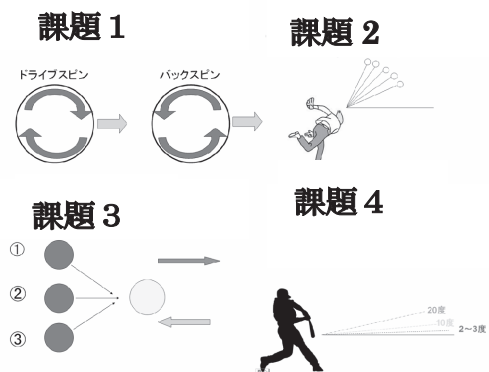


図1 生徒に考えさせた4つの課題

- 課題1: 飛距離の出る打球の回転の種類
- 課題2: 最も飛距離の出る打球の角度
- 課題3: 最も速くボールを跳ね返す衝突
- 課題4: 投球が打者に到達する時の角度

以上、展開部分ではこの2つの活動を通して、「物理的に最も飛距離の出るスイング」を求めていく。

終末の部分では、本時で行った「普段の野球の経験を基に自然現象を考える活動」を振り返る。このことにより物理を学習する際に、野球の経験を基に自然現象を考察することができることを生徒に実感させる。

4. 打撃シミュレーション教材

本研究では、ナショナルインスツルメンツ社が開発したプログラミング言語LabVIEWを使用してシミュレーション教材を開発した。このプログラミング言語LabVIEWはプログラム実行中にパラメータの制御が行えるため、プログラムを逐一再起動する必要がない。そのため生徒達が動的に現象を観察できるメリットがある[2, 3]。

次に、われわれが開発したシミュレーション教材のフロントパネルを図2、バットとボールの衝突位置に関する図を図3に示す。

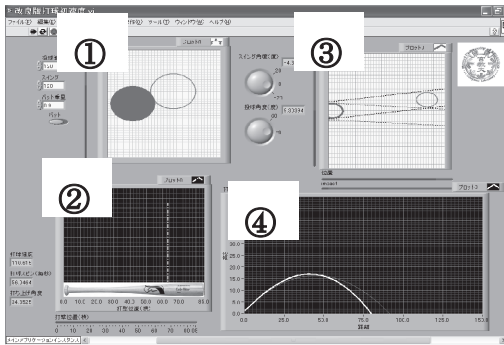


図 2 開発したシミュレーションのフロントパネルの図

- ①バットとボールの衝突位置(縦)
- ②バットとボールの衝突位置(横)
- ③スイング角度と投球の角度
- ④打球軌道

フロントパネルの①バットとボールの衝突位置(縦)は、図 3(a)のようにバットヘッドからバットを見た時、ボールがバットのどこに衝突したかを表している。また②バットとボールの衝突位置(横)は、図 3(b)のように地面に水平に振られたバットを投手側から見た時、ボールがバットのどこに衝突したかを示している。

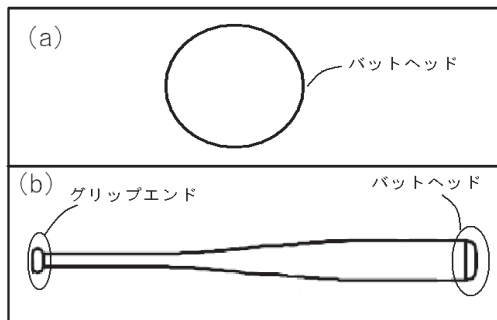


図 3 ボールとバットの衝突位置
(a) バットをバットヘッドから見た図
(b) 水平に振られたバットを投手側から見た図

③のスイング角度と投球の角度については、地面を基準としている。つまり、「スイング角度」は地面とスイング軌道のなす角度であり、「投球の角度」は地面と投球軌道のなす角度である。

④の打球軌道について、x 軸は原点をホームベースの中心に取り、そこからピッチャープレートの中心を通り、センターのフェンスの向きを正とした。そのた

め打球の x 座標は飛距離を表す。また y 軸はホームベースの中心の原点から鉛直上向きを正とした。そのため打球の y 座標は打球の地面からの高さを表す。

またこの打撃シミュレーションでは、打球軌道を決定するパラメータを①-③で制御する。そして④で、打撃の結果である打球軌道を表す。したがってわれわれが開発した打撃シミュレーション教材は、打撃のパラメータ制御や、打撃の結果である打球軌道をグラフで表すことによって、打撃における衝突や放物運動の要素を視覚的に観察することができる。

なお、打撃シミュレーションで使用した理論については文献[4]に詳述している。

5. 野球を題材とした授業の実践とその評価

われわれは 3 章で紹介した「シミュレーション教材を使った授業」を宮城県の高등학교((i)東北学院榴ヶ岡高校野球部、(ii)白石高校看護科、(iii)仙台第三高校普通科)に御協力をいただき実践した(校名に添えた数字は実践した順番を示している)。

また授業終了後に生徒達に行った「授業後アンケート」から、今回の実践授業の評価を行った。

5.1 高校での実践と授業での生徒の様子

われわれは今回「野球部員」と「一般生徒」を対象に実践を行った。

「野球部員」を対象とした実践は(i)東北学院榴ヶ岡高校野球部(以下榴ヶ岡野球部)の生徒達に行った。榴ヶ岡野球部は日頃の部活動を通して野球を行っている。そのため野球に関する自然現象を十分認識していると考えられる。授業中の生徒達の様子は、普段行っている野球が授業の題材であるためか、非常に意欲をもって授業を受けていたように感じられた。

次に「一般生徒」を対象とした実践は(ii)白石高校看護科(以下白石高校)と(iii)仙台第三高校普通

科(以下仙台三高)の生徒に行った。

(ii) 白石高校の生徒は一般生徒であるため、日常的には実際に野球を行っていない。しかしながら、生徒達はこれまでの生活の中で、野球の観戦やキャッチボールなど野球の経験をしているとわれわれは考えた。そのため白石高校では、一般生徒であっても野球の経験を持っていると考え、榴ヶ岡野球部と同様に授業を行った。授業中の生徒達の様子は、野球のイメージを構築するのに苦戦している様子が多く見受けられた。そのため上手く思考する活動まで生徒達はたどり着くことができず、悪い雰囲気ですべての授業が進んでいった。また、打撃シミュレーション教材についても、有効に機能していないように感じられた。その理由は、フロントパネルにおいて図やグラフの説明が不足していると考えられた。この結果から、野球部員に使用したシミュレーション教材を一般生徒に対して使用した場合、視覚的に理解を促進させるという効果が低いと考えられる。

次に、(iii) 仙台三高では白石高校での生徒達の様子を基に、2点を改善して授業を行った。改善点の1点目は授業を行う前に、「野球を経験する授業」を行ったことである。白石高校の実践で生徒達は野球のイメージを構築することに苦戦している様子であった。われわれはその原因を「生徒の野球の経験不足」と考えた。そのため仙台三高ではあらかじめ生徒達に野球を経験させた。この「野球を経験する授業」は、生徒達に打撃(トスバッティング)を行わせる実践授業である。

2点目は、打撃シミュレーション教材を一般生徒向けに改良したことである。白石高校での実践を通して一般生徒に対しては、パラメータ制御の様子について詳しい説明が必要であると考え、今回は「制御器を授業の本筋で使うものだけに減らす」「グラフの説明を入れる」という方針で打撃シミュレーション教材のフロントパネルを改良した。改良後のシミュレーション教材のフロントパネルを図5に示す。

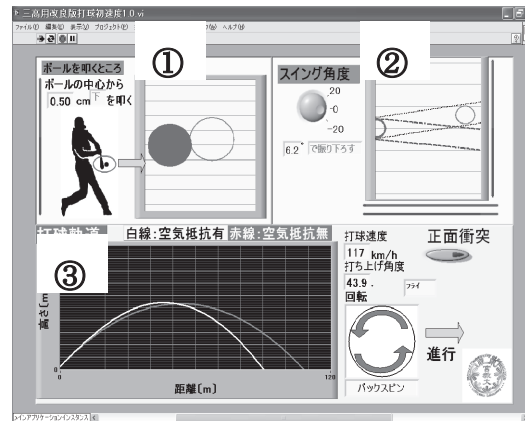


図5 改良後の打撃シミュレーション教材のフロントパネル

- ①バットとボールの衝突位置(縦)
- ②スイング角度
- ③打球軌道

図5では、図2で示した②「バットとボールの衝突位置(横)」を削除し、バットのスイートスポット(芯)に固定した。また図2の③からも「投球の角度」を削除し、 9.14° [1]に固定した。さらに図5には、文や図を使い説明を入れた。

以上、仙台三高では2点の改善を行い3章で紹介した授業に臨んだ。授業中の生徒達の様子は、特にイメージ構築に苦戦している様子もなく課題について十分に思考できているように見受けられた。

5.2 評価の内容と方法

本研究では授業後アンケートを通し、授業の評価を行った。3校に行った評価の項目は2点ある。

1点目は、質問A「授業を受けて物理のイメージは変わったか？またどのように変わったか？」を通して「生徒達に物理と自然現象を関連させて学習させることができたか？」を評価した。

2点目は質問B-1「物理実験と野球ではどちらがイメージを構築しやすいか？」を通して「物理実験の場として部活動は有効か？」ということを評価した。

また一般生徒を対象にした白石高校と仙台三高の2校には、さらに質問B-2「飛距離の出る打ち方をイメージできましたか？」を行い、一般生徒であっても本授業で野球の打ち方のイメージが構築できるかを評価した。

図6は、質問A「授業を受けて物理のイメージは変わったか？」についての結果である。

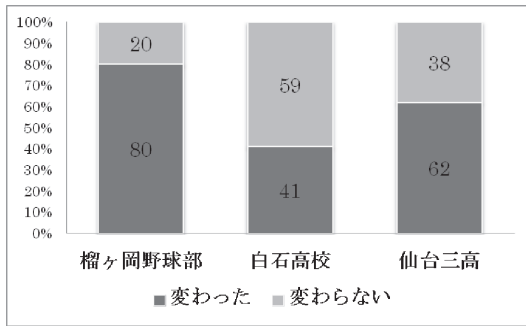


図6 物理のイメージが変わった生徒の割合

図6から「物理のイメージが変わった」生徒は榴ヶ岡野球部では80%、白石高校では41%、仙台三高では62%であった。なお仙台三高では一連の授業を行う前に「物理が得意・不得意」の事前調査を行っている。そして質問「授業を受けて物理のイメージは変わったか？」において「変わらない」と答えた生徒の内15%は、この事前調査で「物理が得意」と答えている。そのため仙台三高では、一連の授業を通して「物理に対するイメージが変わった」62%の生徒と「元々物理が得意だった生徒」15%をあわせ、最終的に77%の生徒が物理に対して苦手意識を持たない状況になったことが考えられる。また「どのように変わったか？」という点においては、3校とも共通して「物理は身近である」「イメージすることが大切である」ことに新たに気付いている回答が多かった。このことから、実際に野球を経験した高校では過半数の生徒が物理を身近に感じることができ、自然現象のイメージの大切さに気付いたと言える。

次に質問B-1「野球と物理実験でどちらがイメージを構築しやすいか？」についての結果を図7に示す。

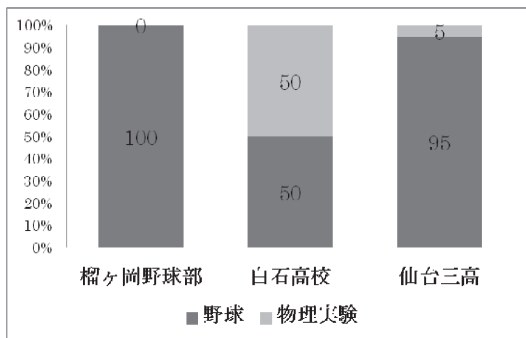


図7 野球と物理実験で野球の方がイメージしやすい生徒の割合

図7から、「野球がイメージしやすい」と答えた生徒は、榴ヶ岡野球部では100%、白石高校では50%、仙台三高では95%であった。こちらも野球を実際に経験している高校では95%以上の効果があった。このことから実際に野球を経験していれば、野球は物理を感じる教材として非常に有効であることがわかる。

次に一般生徒を対象に行った。質問B-2「飛距離の出る打ち方をイメージできましたか？」についての結果を図8に示す。

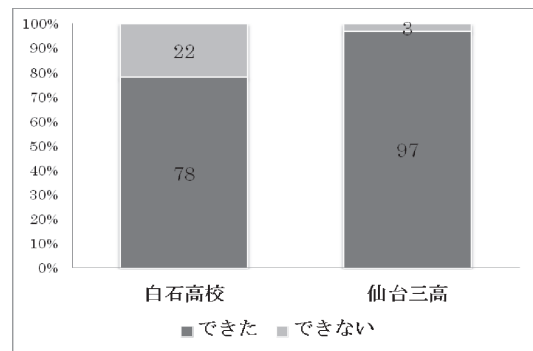


図8 飛距離の出る打ち方をイメージ出来た生徒の割合

図8から、「イメージできた」と答えた生徒は白石高校で78%、仙台三高では97%であった。そのため仙台三高で行った「シミュレーションの改良」「野球を実際に経験する」との二つの改善点が、一般生徒に対して野球の授業を行う際に重要であるということがわかる。

以上のことから、本研究で考案した「野球」を題材にした学習プロセスは生徒達に「物理のイメージを構築させやすい」「物理が身近であることを感じさせることができる」効果があると考えられる。そのためこの学習プロセスは、物理と自然現象を関連させながら学習できるために有効であることが考えられる。

6. まとめ

今回われわれは「野球」を題材にした学習プロセスを考案した。この学習プロセスは「野球部員」「一般生徒」を問わず生徒達にとって、「物理と自然現象を関連させながら学習できる」であることがわかった。この理由は2点考えられる。1点目は「野球」という生徒達にとって身近な活動を題材としたことである。2点目は、イメージ構築の手助けとしてシミュレーション教材を

用いたことである。さらに今回開発した打撃シミュレーション教材に関しては、生徒達の野球経験の質や量にあわせ、フロントパネルを構成する必要があることがわかった。

今回は力学教材として野球部を教材化したが、今後の展望として野球部以外の部活動を教材化したいと考えている。

7. 引用文献

- [1] 榊良輔: 投球術向上のための変化球シミュレーションの開発, 宮城教育大学, 卒業論文(2010)
- [2] 池口良太: グラフィック型言語を用いた波動シミュレーションの教材開発と授業展開の研究, 宮城教育大学, 修士論文, (2008)
- [3] 池口良太, 内山哲治: LabVIEW を用いた波動シミュレーションの教材開発と授業実践, 宮城教育大学 情報処理センター年報, 第 16 号, pp. C-1-C-6, (2009)
- [4] 山口智輝: シミュレーションによる最も飛距離の出るスイングの追求, 宮城教育大学, 卒業論文(2010)