

シチュエーションごとの MIF 誤概念解消を目的とした物理映像授業の検討

A Study of Physics Video Content Intending to Resolve MIF-Misconception in Various Situations

石井 稜悟^{*1}, 仲林 清^{*2}Ryogo ISHII^{*1}, Kiyoshi NAKABAYASHI^{*2}^{*1} 千葉工業大学大学院^{*1} Graduate School of Chiba Institute of Technology^{*2} 千葉工業大学^{*2} Chiba Institute of Technology

Email: s1532017fs@s.chibakoudai.jp

「物体が運動をするとき、進行方向には力が働いている」と考える Motion Implies a Force (MIF) 誤概念を所持している大学生が多い。MIF 誤概念はあるひとつのシチュエーションだけでなく、複数のシチュエーションでみることができる。そこで、シチュエーションごとにおける MIF 誤概念の解消を目的とした物理映像授業を検討する。

キーワード：映像授業、物理学学習、MIF 誤概念

1. はじめに

高校物理学を勉強する際、学習者が経験則に基づく誤概念を所持している可能性に留意する必要がある。経験則に基づく誤概念の具体例として、Clement (1982) が提唱した「運動をする物体には運動の向きに常に力が働いている」と考える Motion Implies a Force (MIF) 誤概念⁽¹⁾や、質量の異なる二つの物体が互いに力を及ぼし合うとき、質量の小さい物体が他の物体に及ぼす力よりも、質量の大きい物体が他の物体に及ぼす力の方が大きいという考えなどがある⁽²⁾。学習者が経験則に基づく誤概念を所持していると運動方程式の立式が困難となるという報告も存在する⁽³⁾。誤概念の保持が学習のつまずきにつながるため、誤概念の払拭に適宜対応のできる授業教材が必要であると考えた。

そこで、本研究では MIF 誤概念の解消を目的とした映像授業の検討を行う。

2. 前回の研究

前回の研究⁽⁴⁾では物理学映像授業において、教師の有無で学習者の理解に違いが生じるか調査をした。この調査は予備校などの教育の場で主に用いられる授業風景を録画した映像授業（以下、教師あり映像授業）と個人作成で多く用いられるスライドと音声で構成された映像授業（以下、教師なし映像授業）を作成し、教師あり映像授業を視聴する実験群と教師なし映像授業を視聴する統制群に分ける比較実験である。情報系大学の学部3年生8名を対象に物理学の習熟度に関するアンケート調査を行い、均等に2群分けを行った。

この実験の中で、学力調査を目的とした基礎・応用問題の他に、学習者の誤概念の保持状況について調査をする概念問題を出題した。教師あり映像授業を視聴した実験群と教師なし映像授業を視聴した統

制群の両群とも、映像の視聴前と視聴後に同一の概念問題を解答させたが、事前段階で両群を合わせて多くの学習者が経験則に基づく誤概念を所持しており、映像視聴後も一部の学習者で若干の改善がみられたものの誤概念が払拭された学習者は少なかった。また、誤概念を払拭できなかったことから学力を測る基礎、応用問題でも運動方程式の立式がうまく行えず学力の向上がみられなかった。

3. 物理学誤概念と映像授業

前回の研究で研究対象とした大学生にも誤概念を持つ学習者が多く、映像での教育を行ったが従来の映像授業では誤概念の払拭までできなかったため、誤概念は学習者に深く根付いているものだとわかった。そのため誤概念にのみ焦点をあてた映像授業を作成する必要があると考えた。これまでに物理学誤概念を題材とした従来の映像教材の研究は廣瀬 (1999) の動的シミュレーションと静的シミュレーションを用いた研究⁽⁵⁾や、吉野ら (2007) の固定カメラと追跡カメラを用いて物体の落下を見せる研究⁽⁶⁾などがある。従来研究の多くは落下物体の放物運動（物体の描く軌跡）によって MIF 誤概念を説明しようとするものが多い。そこで、本研究では物体そのものに着目した映像授業を検討していく。

4. 研究範囲

物理学誤概念も1章で述べたように複数存在するが、今回の研究では前回の実験より学習者の誤概念保持が最も多かった、MIF 誤概念に学習範囲を絞った。

MIF 誤概念は等速度運動を含めた連続的な運動に当てはめられ、複数のシチュエーションで生まれる。人が物体を手放して運動をさせるだけでも水平転がし・鉛直投げ上げ・斜め投射などのパターンに分け

ることができるが、シチュエーションにより少しずつ学習者の誤概念が異なる。以下の各節でシチュエーション（床の摩擦、空気抵抗は考えない）における誤概念の特徴を解説する。

4.1 水平転がし問題

物体を転がすと等速で転がり続けることは多くの学習者が理解している。しかし、MIF 誤概念により物体が転がり続けるからには力が働き続けているはずだと考える学習者が多い。

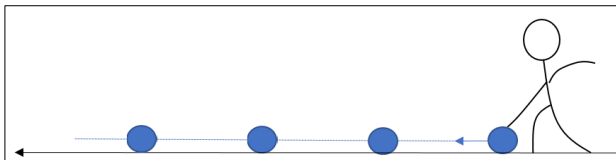


図 4.1 水平転がし問題の例

4.2 鉛直投げ上げ問題

重力下の物体の投げ上げでは、物体が上昇している間は重力に勝る上向きの力が働き、下降するのは上向きの力が徐々に減少した結果、重力が勝って下向きに力が働いていると学習者は考える⁽⁷⁾。

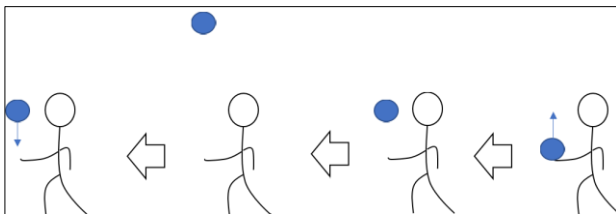


図 4.2 鉛直投げ上げ問題の例

4.3 斜め投射問題

斜め投射の問題では水平ころがしと鉛直投げ上げの誤概念の特徴が合わさったものになる。MIF 誤概念を持つ多くの学習者は物体の描く放物線に沿って力が働いていると考えるが、水平方向に力が働いていると解答する学習者も一部存在する⁽⁷⁾。

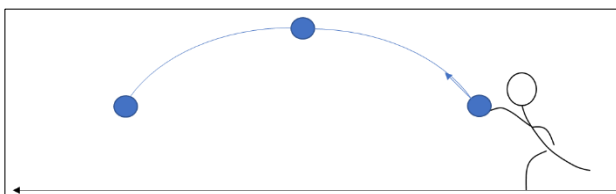


図 4.3 斜め投射問題の例

5. 研究のアイデア

5.1 実験方法のアイデア

ひとつのシチュエーションで誤概念の解説を行い、確認問題として複数のシチュエーションの問題を出題する研究や、落下問題などあるひとつのシチュエーションに対して複数要素を用いて学習者に解答をさせ、結果を比較する研究は多数存在する。しかし、

ひとつのシチュエーションに着目した学習を、シチュエーションを変えて複数群で行い、学習後全シチュエーションの解答をさせて群による結果の比較をする研究は少ない。

本研究ではシチュエーションごとにおける MIF 誤概念の解消を目的とした物理映像授業を作成し、映像視聴後に複数シチュエーションで誤概念の払拭がみられるか調査を行う。

5.2 授業設計のアイデア

力が働いているということは、重力や磁場などの場から受ける力を除いた場合、物体が別の物体に触れているということである。人間がボールに力を及ぼした後、ボールがうけとるのは力ではなく運動量であり、これを力と勘違いしている人が多いのではと見受けられる。そこで運動量（速度）との違いをわかりやすく説明する必要があるのではと考えた。

また、各シチュエーションにおける MIF 誤概念を持ってしまう要因として、重力などの別の力に逆らって物体が運動をしているから進行方向に力が働いているという考えの他にも、教科書などに載っている図をなんとなく思い出した結果か、速度（向き）の矢印を力の矢印と混同してしまっているというものも見受けられる⁽⁸⁾。映像という利点を活かし教材のヴィジュアルに関する工夫も検討する。

6. 今後の予定

5 章で述べたアイデアをもとに検討を行い、映像授業の設計、作成を行う。その後、物理学を学習済みで MIF 誤概念を所持する大学生を対象に実験を実施する。

参考文献

- (1) CLEMENT J. "Students' preconceptions in introductory mechanics", Am. J. Phys. 50, pp.66-71 (1982)
- (2) 文部科学省：“高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編”，文部科学省, pp.50-51(2018)
- (3) 佐藤誠：“物理答案に頻出する計算間違いのパターン”，津山工業高等専門学校紀要, 第57号, pp.59-62(2009)
- (4) 石井稜悟, 仲林清：“教師の有無に着目した物理学映像授業の作成と評価”，教育システム情報学会 2018 年度学生研究会, pp.55-56 (2019)
- (5) 廣瀬直哉：“運動の判断における動的情報の効果”，京都大学大学院教育学研究科紀要, 45, pp.110-122 (1999)
- (6) 吉野巖, 小山道人：“「素朴概念への気づき」が素朴概念の修正に及ぼす影響－物理分野の直落信念と MIF 素朴概念に関して－”，北海道教育大学紀要（教育科学編），第 57 卷 2 号, 165 (2007)
- (7) 徐丙鉄, 安部保海, 道上達広：“物理学における誤概念と答案分析”，近畿大学工学部紀要. 人文・社会科学篇 45, pp.1-22 (2015)
- (8) 神村圭佑, 興治文子, 小林昭三：“物体の運動と力の理解を深めるリアルタイムな表現を可能にする ICT 教材の開発とその評価”，2015 PC Conference, pp.71-74 (2015)