

# 複数シチュエーションでの MIF 誤概念解消を目的とした 物理学授業の検討

## A Study of Physics Class Intending to Resolve MIF-Misconception in Various Situations

石井 稜悟\*1, 仲林 清\*2

Ryogo ISHII\*1, Kiyoshi NAKABAYASHI\*2

\*1 教育システム大学情報学研究科

\*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

あらまし:「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) 誤概念は,高校物理学を学習済みの大学生にも多く確認される.このような学習者は,質量や加速度,運動の法則といった学習者が正しく認識しやすいものから順序立てた説明を行い,それらの知識を結び合わせて「力」の説明を行えば,正しく「力」を認識できるのではないかと考えた.そこで,MIF 誤概念の解消を目的とした物理学授業について検討する.

キーワード:物理学誤概念,運動の法則,授業設計,映像教材

### 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<sup>(1)</sup>が存在する.このような誤概念の保持は,高校物理学の初学者だけでなく学習済みの大学生にも多くみられ,学習のつまづきの原因となっている.このような,高校物理学を既習済みにも関わらず MIF 誤概念を保持してしまう原因は,従来の教育が「力」というわかりにくい概念をあいまいな説明で行ったまま問題を解かせようとするためではないかと考えた.

そこで,高校物理学を学習済みにも関わらず MIF 誤概念を保持する学習者を対象とした,MIF 誤概念を解消するための物理学映像授業を検討する.

### 2. 研究の目的

本研究では,高校物理学を学習済みにも関わらず MIF 誤概念を保持する大学生を対象とする.学習者は高校物理学を学習しているため,質量や加速度,運動の法則(慣性の法則,運動方程式)について一度学習している.学習者は物理学の問題において力について導き出したい場合,図1のように,質量と加速度について理解と,運動方程式( $ma=F$ )を用いることで力を導くことができる.この力の導き方を MIF 誤概念が確認される問題にも用いることによって,MIF 誤概念を持つ学習者はそれまで働いていると思っていた進行方向の力が,運動方程式を解くと存在していない( $F=0$ )ものであるというジレンマ

に陥ることとなる.このふたつの解を論理的に考え比較したとき,MIF 誤概念を持つ物体の進行方向に働く力の有無について理解ができると考えた.

本研究では,経験則に基づいて問題を考えた時と,運動の法則に基づいて問題を考えた時のジレンマを学習者に感じさせ,運動方程式と力の理解へとつなげることで MIF 誤概念を解消させることを目的としている.

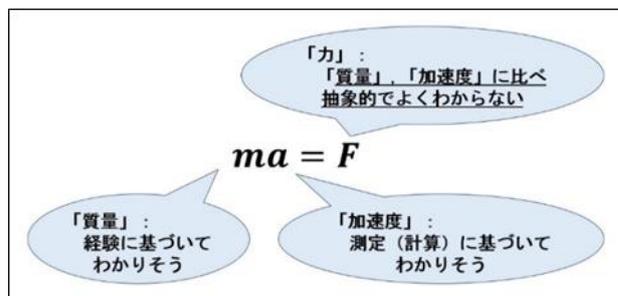


図1 運動方程式と力

### 3. 実験結果

実験では,等速度運動シチュエーションを例として「力」を正しく認識させるための映像教材を作成した.映像教材では,質量や加速度,運動の法則についての確認を行った後,等速度運動シチュエーションを例に用いて教育を行い MIF 誤概念の解消を試みる.その後,MIF 誤概念が確認される他シチュエーションの問題を提示し,等速度運動以外のシチュエーションにおいても学習者が MIF 誤概念の解消につなげることができるか調査した.

MIF 誤概念の保持状況について調査するため,MIF 誤概念の調査に関連のある先行実験<sup>(2)(3)(4)</sup>を

参考に、物体の水平転がし、鉛直投げ上げ、斜め投射の3シチュエーションの問題を映像視聴前と視聴後の共通問題として出題した。実際の問題例を図2に示す。学習者は各図の物体の状態において、働いていると思う力を矢印で示す。その後、力を書きこんだ理由を別紙に記述する。また、映像視聴後のみ、学習者が質量および加速度について正しく理解をしているか確認するための問題を提示した。

MIF 誤概念を持つ情報系学科の大学生6名を対象に実験を行ったところ、6名中2名の学習者がMIF 誤概念の確認される3シチュエーションすべてで誤概念が確認できなくなった。しかし残りの4名の学習者については、映像の視聴前後で力に対する考え方の変化はあったもののMIF 誤概念は解消されない結果となった。

すべてのシチュエーションでMIF 誤概念が確認できなくなった学習者は、運動の法則を理解したことで力に対する考え方の変化がうまれたと解答していた。このことから、質量や加速度、運動の法則を個別にしっかりと理解し、理解したことを結び付けて力について考えることができたため映像教材視聴前に所持していた考え方が間違いであると気づくことができたと考える。しかし、MIF 誤概念を持ち続けた学習者は、MIF 誤概念が確認できなくなった学習者と比べて学習した知識を結び付けられておらず、運動の法則の理解度が低いことがアンケート結果からわかった。このことから、質量や加速度の知識は持っていたが、問題を解く際にそれらのヒントと運動の法則を結びつけることができなかったと考える。

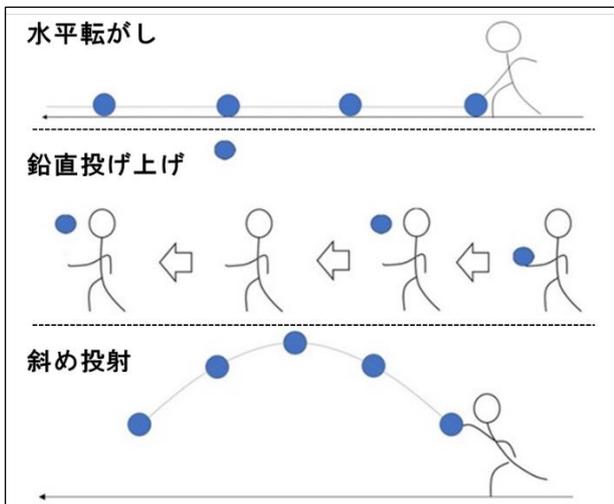


図2 MIF 誤概念確認問題

#### 4. 今後の課題と学習支援方策

実験結果をもとに、今後の課題と方策について検討した。

##### 4.1 今後の課題

実験では、問題の図中に働いていると思う力を記入させ、なぜその力を記入した理由についての記述を求めたが、教材視聴前視聴後の解答共に、「重力が

存在するから」、「人が物体に力を加えたから」など、問題を経験則から判断した解答がほとんどであった。この結果から、経験則に基づいて問題を考えた時と、運動の法則に基づいて問題を考えた時のジレンマを感じさせることができていなかったと判明したため、学習者にこのジレンマを感じさせるためのさらなる支援が必要であると考えた。

また、加速度と質量はすべての学習者が理解していることを確認できていたが、力に関しては理解できた学習者とそうでない学習者にわかれた。力について理解できていない学習者は、運動の法則の理解が低い傾向にあったため、運動の法則に関する説明方法の改善が必要であると考えた。

##### 4.2 学習支援方策

学習者に力に対する考えのジレンマを感じさせるための支援として、問題の思考段階を文字として書き出す支援策を考えた。力を図中に書き込む前に問題の要素（質量、加速度など）と運動方程式 ( $F=ma$ ) を学習者に書き出してもらえば、それらを書き出したとき（方程式を解こうとしたとき）と、経験則に基づき問題を解こうとしたときとの間のジレンマが生まれるのではと考えた。頭の中だけで考え方を比べるのではなく、実際に文字として書き出して見比べることでジレンマが正しく解消されると考える。

運動の法則に関する説明方法の改善としては、例題を用いた解説を行う前に、学習者自身に問題の状況（加速度や質量）と運動の法則の結びつきについて考えさせるための工夫が必要であると考えた。今回作成した映像教材では、質量と加速度、運動の法則について説明を行った後、等速度運動の例題を用いて、問題の状況を判断し、運動の法則と照らし合わせて考えるという方法を説明した。これにより、知識の結びつけと例題解説を同時に行ってしまったことで学習者を混乱させてしまった可能性が考えられる。そこで、新たなアニメーションを用いるなど学習者が運動の法則を理解しやすくなる工夫を加え、例題解説を行う前の段階で正しい理解を持たせることが必要であると考えた。

今後は学習者が論理的に問題を考えるための支援について今後検討していく。

##### 参考文献

- (1) CLEMEN. J “Students' preconceptions in introductory mechanics”, Am. J. Phys. 50, pp.66-71 (1982)
- (2) 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)
- (3) 神高垣マユミ: “大学生はいかに力のプリコンセプションを変容させるか”, 発達心理学研究 15 卷 2 号, 217-229 (2004)
- (4) 飯田洋治: “こう教えればもっとわかる“運動の法則””, パリティ, Vol.19, No.7, pp.56-60 (2004)