

# 複数シチュエーションでの MIF 誤概念解消を目的とした 学習手法の開発と評価

## Development and Evaluation of Learning Method Intending to Resolve MIF-Misconception in Various Situations

石井 稜悟<sup>\*1</sup>, 仲林 清<sup>\*2</sup>

Ryogo ISHII<sup>\*1</sup>, Kiyoshi NAKABAYASHI<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>千葉工業大学大学院

<sup>\*1</sup>Graduate School of Chiba Institute of Technology

<sup>\*2</sup>千葉工業大学

<sup>\*2</sup>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.このような学習者に対して,運動の第2法則 ( $ma=F$ ) が正しいという前提のもと,質量と加速度を正しく理解できれば,働いている力について論理的に思考させることができると考えた.そこでMIF誤概念解消を目的とした学習手法の開発を行い,大学3年生7名に対して実験を行った.

キーワード:物理学,誤概念,運動の法則,学習手法

### 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,学習でつまずく原因となっている<sup>(2)</sup>.

MIF誤概念の解消については,学習者の力の把握に関する誤りを物体の挙動へと反映することによって不自然な運動のシミュレーションを生成するEBSを用い,現実での物体の運動と比較することでそれらの間の矛盾に気づかせ,学習者の誤りの修正を目的とする研究<sup>(3)</sup>などが行われてきた.それに対し,本研究では力というあいまいな概念を理解させるために,質量や加速度といった学習者が理解しやすいものから運動の第2法則 ( $ma=F$ ) への結びつけを行う学習手法を提案する.

### 2. 学習手法

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.そこで本研究では,運動の第2法則 ( $ma=F$ ) が正しいものであるということを前提に,質量と加速度から論理的に力について考えさせることで,自身の持つ誤った力の認識との矛盾を感じさせ,概念変化を起こさせることができるのではないかと考えた.例えば,力について理解をしたい場合,力学を学習済みの学習者は図1のように,質量と加

速度について理解をしていれば,運動の第2法則 ( $ma=F$ ) が正しいという前提のもと,働いている力について論理的に考えることができる.そこで,質量と加速度についての確認をはじめに行い,次に運動の法則に結びつけることで,力についての理解へとつなげる(自身の持つ誤った考えとの矛盾を気が付かせる)学習を設計した.

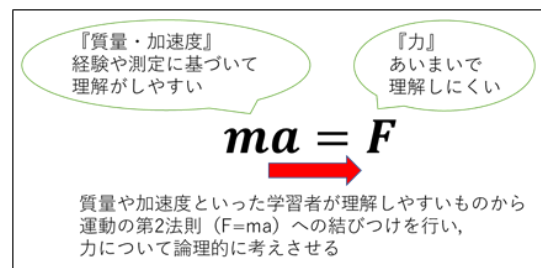


図1 運動の第2法則(運動方程式)と力

### 3. 実験構成

#### 3.1 教材の作成

実験では,等速直線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教材を作成した.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,等速直線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.教材は映像化(13分23秒)し,学習者に提示した.

#### 3.2 実験で扱う問題

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>(4)</sup><sup>(5)</sup><sup>(6)</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教材視聴前と教材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。学習者は各シチュエーションでの物体の状態において、働いていると思う力を矢印で示し、力を書きこんだ理由について記述する(事後問題のみ、加えて運動方程式も記述するように指示をした)。

問題の正誤評価について、MIF 誤概念のみに着目した本研究では、水平転がし問題では重力と床からの垂直抗力は対象とせず物体の進行方向に働く力にのみ、鉛直投げ上げ問題と斜め投射問題に関しては学習者が物体に働いていると判断した力すべてを評価対象とした。

また、教材視聴後にのみ、質量や加速度といった知識を学習者が正しく認識していたかを確認するための問題(確認問題)を提示した。

#### 4. 実験結果

情報系大学学部3年生7名を対象に実験を行った。

事前問題では、表1に示すように学習者C以外の学習者がすべてのシチュエーションにおいて物体の進行方向に働く力を書き込んだ。学習者Cは、問題1(水平転がし)、問題2(鉛直投げ上げ)、問題3(斜め投射)すべてで下向きの重力のみを正しく書き込んでいた。しかし、事後問題で誤答していたため、事前問題に関して事後にヒアリングを行ったところ、運動の法則などを意識せずに、以前同じような問題で不正解になった経験から進行方向の力を書き込まない解答をしていたことがわかった。そのため、MIF 誤概念の所持を不明と判断した。

事後問題では、表2に示すように7名中4名の学習者が3シチュエーションすべてでMIF 誤概念がみられなくなった。この学習者4名は確認問題も全問正答していた。しかし残りの3名の学習者については、鉛直投げ上げ問題と斜め投射問題で誤答していた。学習者Fは確認問題を全問正答していたが、学習者Bと学習者Cは一部の問題で誤答をしていた。

#### 5. 考察

表2に示したように、水平転がし問題(問題1)については、教材で等速直線運動のシチュエーションを用いて説明を行ったため、全学習者が事後問題で進行方向の力を書き込まなかった。さらに、全学習者の半数を超える4名の学習者は、転移問題である鉛直投げ上げ問題(問題2)と斜め投射問題(問題3)でも進行方向の力を書き込まなくなった。これより、等速直線運動の例を用いて運動の法則から力について理解させる本学習の効果が見られたといえる。また、MIF 誤概念を問題2と問題3で持ち続けた学習者について、学習者Bは、上昇中、下降中、最高到達点いずれの状態においても上向きの力(人が物体に与えたという間違った力)と下向きの力(重力)の力が存在すると解答していた。これは加速度の理解があいまいで、水平方向の理解が垂直方向に転移していないためと思われる。学習者C、Fは、上昇中と下降中は下向きの重力のみが働くと正しく解答していて、MIF 誤概念がみられなくなっている。

しかし、最高到達点では上向きと下向きの両方の力が存在しその力が釣り合っているため0となるという誤った解答をしていた。これから、等速直線運動の説明で得た知識を鉛直投げ上げ問題と斜め投射問題に適応するとき、第一の壁として水平方向のMIF 誤概念がみられなくなっても、垂直方向に転移しないという問題、第二の壁として最高到達点で速度が0の時に加速度も0となり、力が働いていないと考える誤概念があると考えられる。

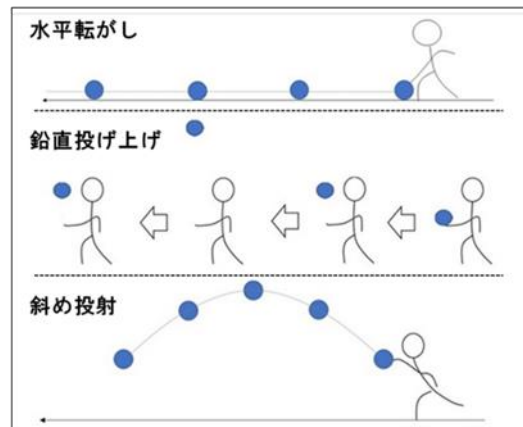


図2 MIF 誤概念確認問題

表1 事前問題結果

	MIF 誤概念不明	MIF 誤概念あり
問題1~3	学習者C	学習者A,B,D,E,F,G

表2 事後問題結果

	正答	誤答
問題1	学習者A,B,C,D,E,F,G	—
問題2, 3	学習者A,D,E,G	学習者B,C,F

#### 参考文献

- (1) Clement, J.: "Students' preconceptions in introductory mechanics", Am. J. Phys. 50, pp.66-71 (1982)
- (2) ブルーアー, J.T. 著(松田文子・森敏昭監訳): "授業が変わる 認知心理学と教育実践が手を結ぶとき", 北大路書房, pp.116 (1997)
- (3) 今井功, 東本崇仁, 堀口知也, 平嶋宗: "中学理科における Error-based Simulation を用いた授業実践: 「ニュートンに挑戦」プロジェクト", 教育システム情報学会誌, Vol.25, No.2, pp.194-203 (2008)
- (4) 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, 第15巻, 2号, pp.217-229 (2004)
- (5) 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)
- (6) 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)