

初等力学を対象とした誤り克服型演習支援システムの実践的評価

Practical Evaluation of Support for Error-Selfovercoming
in Elementary Mechanics Exercise

林 直也*¹, 武智 俊平*², 篠原 智哉*², 山元 翔*², 林 雄介*², 平嶋 宗*²
Naoya HAYASHI*¹, Shumpei TAKECHI*², Tomoya SHINOHARA*², Sho YAMAMOTO*²,
Yusuke HAYASHI*², Tsukasa HIRASHIMA*²

*¹ 広島大学工学部

*¹ Faculty of Engineering, Hiroshima University

*² 広島大学大学院工学研究科

*² Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: naoya@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：ある問題を少しだけ単純化・複雑化した問題を解決することで、段階的に問題解決について学習する漸進的問題演習は、学習者が克服すべき課題が問題間の差分に存在することを意識しやすくなるため、有効な学習方法であるとされている。先行研究では高校の物理力学において、この学習の支援システムが実現されたが、問題間の差分について学習させる仕組みは暗黙的なものであったため、十分な成果が得られたとは言えなかった。そこで本研究では、ある課題を解決できなかった場合、その課題を単純化し、差分について考えさせ、元の問題を自己克服させる、といった仕組みを提案する。この方法では、問題の解き方を直接教えるのではなく、単純化した問題を与えることで学習者自身に誤りを克服させることを目指している。単純化方略による誤りの自己克服支援と呼ぶ。この際、もし元の問題が解けなければ、問題間の差分に関する差分接続問題を提示し、差分についてより直接的に考えさせる。本問題演習を力学授業で実践したので、その結果についても報告する。

キーワード：漸進的問題演習、単純化方略、誤りの原因、誤りの克服、自己克服

1. はじめに

問題解決に失敗した学習者に対する支援として、教師による指導が一般的である。一方で、外部からの教授なしに、学習者が解決失敗した問題を克服することも重要である。このような活動を自己克服活動と呼び、学習者がこの活動を自力で行うことはしばしば困難であるとされている。

また、問題が系列として意義をもつことで、学びを効果的に助けることがある⁽¹⁾。その一つとして、ある問題の次に、少しだけ単純化・複雑化した問題を出題し、問題解決について学習する漸進的問題演習が提案されている⁽²⁾。この演習では、問題解決の誤りの原因が含まれている問題間の差分を学習者に意識させることで、自己克服活動を促すことを目的とした、単純化方略が用いられている。しかし問題間の差分についての学習は暗黙的なものであった。

本研究では、その克服支援としての機能の拡張と、システムの実践利用について報告する。

2. 先行研究

2.1 漸進的問題演習

漸進的問題演習は、ある問題が出来たら少し複雑な問題へ、出来なかつたら少し単純な問題へ移行する演習方法である。よって学習者が取り組むべき課題は、出来た問題と出来なかつた問題の差分となり、学習者はこの差分を意識しながら取り組むことで、解けなかつた問題の自己克服を行う。

2.2 派生問題

先行研究では、物理の問題を「状況」と「解法」で定義している⁽³⁾。これを図1に示す。問題は状況に基づいて定義されており、解法は問題文中の情報を、状況で定義されている関係によってつなぎ合わせることで定義される。これを解法構造と呼ぶ。解法構造は木構造であり、葉は問題文中に与えられる属性、根は求める属性、それ以外は計算途中で求める属性で構成される。

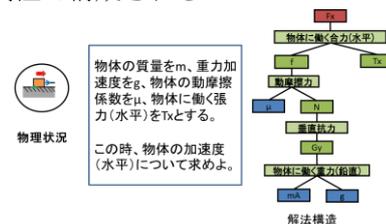


図1 問題と解法構造

これら状況と解法の、どちらかが関連した問題を派生問題と呼ぶ。派生問題は、状況を単純化/複雑化した問題をそれぞれ特殊化問題/一般化問題、解法を単純化/複雑化した問題をそれぞれ部分化問題/拡張化問題と呼んでいる。特殊化は、状況中のある属性(質量傾斜角など)を特定の値にすることであり、一般化はその逆である。また、部分化は解法構造の一部を切り出すことで、拡張化はこの逆である。

ある問題の単純化問題は、元の問題に包含されて

いるという関係があり、元の問題が解けたら、その単純化問題も解けると仮定している。

3. 単純化方略

問題は、単純な問題から派生的複雑化することで成立すると捉えると、出来た問題と出来なかった問題の差分が学習者の誤りの原因であり、克服すべき部分になっていると言える。この考えに基づき、問題が出来なかったらその問題を単純化していき、出来る問題を見つけ、元の出来なかった問題との差分を取ることで、学習者が誤りの原因を認識する方略を単純化方略という。学習者はこの誤りの原因を意識しながら取り組むことで、外部からの教授活動なしに自分で出来なかった問題を自ら克服できると仮定している。

3.1 差分注視機能

出来た問題と出来なかった問題を並べて、それらの差分をハイライトすることで、学習者の困難な部分を明示化する機能を差分注視機能と言う。

4. 差分接続問題

4.1 差分接続問題の概要

学習者が解けない問題は、解法のどこかに困難な部分があるためだと考えられる。その部分を解法に持った問題を、差分接続問題と呼ぶ。これは解けた問題と解けなかった問題の解法構造の差分から生成できる。差分接続問題を解くことが出来れば、学習者は誤りの原因になっている解法がどの部分にあるかを認識し、出来た問題の解法と繋ぎ合わせることで、出来なかった問題の解決へとつながられると言える。この問題は、差分注視機能を経ても問題を克服できない学習者に出题される。

差分接続問題が解けなければ、接続問題を部分化/特殊化していく。これを繰り返すことで、より適切に困難な部分を発見することができる。

4.2 差分接続問題の種類

接続問題は3種類ある。(1)出来る問題と出来ない問題の関係が部分化/拡張化の場合において、部分化されたことで無くなった解法構造を持つ問題(図1)、(2)出来る問題と出来ない問題の関係が特殊化/一般化の場合において、省略される属性を求めさせる問題(図2a)、(3)変化する数量関係を使わせる問題(図2b)である。

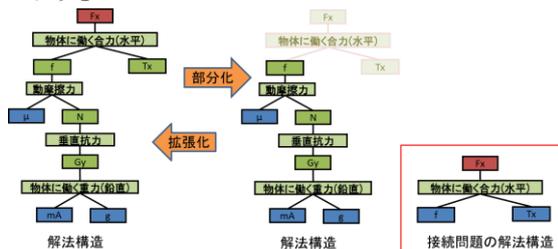


図2 部分化により無くなった解法構造を持つ問題

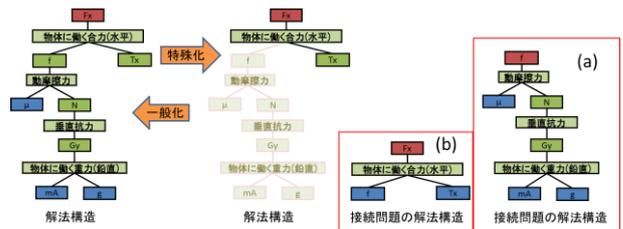


図3 省略される属性を求めさせる問題(a)と変化する数量関係を使わせる問題(b)

5. 実践利用

5.1 実践方法

商船系高等専門学校1年生130名を対象とし、システムの利用を行った。手順は、システムの説明(10分)、システム演習(20分)、事後アンケート(10分)で行った。接続問題が出来なかった問題の克服に有効か、調査を行った。

5.2 結果・考察

アンケートに不備がある被験者やログデータから対象を特定出来ない被験者を除いた、103名を有効データとした。「正解後に出题された問題を解くとき、正解した問題を参考にしたか?」のアンケート項目に、接続問題に正解した被験者36名中、24名から肯定的意見を得られた。ログデータを集計したところ、接続問題への移行回数は164回、接続問題正解数110問、接続問題後の問題数103問、接続問題後の問題の克服回数49問であった。克服率は約5割であり、一定の効果があつたと言える。また、自己克服活動を行った学習者群61名のうち、約半数の36名は接続問題に取り組むことで出来なかった問題の克服を経験し、そのうちの約4割の15名は接続問題まで取り組まなければ、克服できなかった。

以上のことから、接続問題は問題解決失敗の克服支援として意味のあるものであつたと言える。

6. まとめ・今後の課題

本稿では、差分接続問題を提案・実装することで、単純化方略の機能を拡張した。また、実践結果により、接続問題が問題解決失敗の克服支援として意味のあるものであると分かった。

今後の課題として、接続問題を経ても問題の克服へとつながらなかった学習者に対する支援や実践データのより詳細な分析、授業利用のためのモニタリングシステムの開発などが挙げられる。

参考文献

- (1) 松居 辰則, 平嶋 宗: "学習課題・問題系列のデザイン", 人工知能学会誌, Vol.25, No.2, pp.259-267(2010).
- (2) 大川内 祐介, 平嶋 宗: "派生問題の自動生成とその実験的評価", 教育システム情報学会第35回全国大会, pp.517-518(2010)
- (3) 平嶋 宗, 東 正造, 柏原 昭博, 豊田 純一: "補助問題の定式化", 人工知能学会誌, Vol.10, No.3, pp.413-420(1995)