

力学を対象とした問題単純化演習における探索的活動分析ツールの設計・開発

Design and development of the activity analysis tool of searching in the problem simplification practice for the dynamics

西本 拓真^{*1}, 津守 庸平^{*2}, 林 雄介^{*2}, 平嶋 宗^{*2}Nishimoto Takuma^{*1}, Youhei Tsumori^{*2}, Yusuke Hayashi^{*2}, Tsukasa Hirashima^{*2}^{*1} 広島大学工学部^{*1}Hiroshima University, Engineering^{*2} 広島大学院工学研究科^{*2}Graduate School of Engineering, Hiroshima UniversityEmail: nisimoto@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：問題解決に行き詰った場合、(1)解けるように問題を単純化し、(2)その単純化した問題と元の問題を差分に焦点を当てて行き詰まりの原因を検討し、(3)その結果に基づいて行き詰まりを克服する、といった単純化方略が有効であるとされている。この単純化方略を習得するための演習支援システムがすでに開発されているが、本研究では、この演習における学習者の活動を分析するためのアナライザを開発した。この演習では学習者の活動が探索的になることがすでに確認されているが、この探索活動が正しい方向に向かっているかどうかを分析することは、演習活動の支援において重要になると考えられる。本研究では、すでに収集されたログデータを分析することで、本アナライザの有用性を検証した。

キーワード：単純化方略

1. はじめに

問題を解くために必要な知識を持っている学習者でも問題演習に行き詰ってしまう可能性がある。この場合、学習者は再度教授活動を受けるか、問題の解答を見ることで問題の解決に至るのが一般的だが、学習者自身が誤りの原因に気づかないまま解法を受動的に受け入れてしまう可能性があり、効果的な学習を行えたとはいえない場合がある。そのため行き詰りのあった問題のどの部分で行き詰ったかを学習者自身が認識し、自ら知識を使い直して克服することが有効であるとされ、この活動は自己克服と呼ばれている。

自己克服を行うための手法として単純化方略⁽¹⁾がある。これは G.Polya⁽²⁾が述べているように、問題に行き詰ったとき、関連した問題やもっと易しくて似た問題を解くことが効果的だという考え方を元にした手法である。学習者が問題に行き詰ったとき、一段階単純な問題を提示し取り組ませ、解ける問題が見つかるまで繰り返す。解ける問題とその直前の解けなかった問題とを比較することで、問題間の差分がその学習者にとっての行き詰りの原因であると特定することができるため、その上で再び直前に解けなかった問題に挑戦し自己克服を目指す。この方略を習得するための演習支援システムがすでに開発されているが、本研究では、この演習における学習者の活動を分析するためのアナライザの開発を行った。

2. 問題の単純化⁽³⁾

単純化方略の獲得のために問題の単純化(2)ができる必要がある。単純化は状況の単純化(複雑化)、解法の単純化(複雑化)の二つに分類される。

状況の単純化では、問題が持つ属性一つを考えなくてよい値にデフォルト化することで単純な問題を定義している。また、逆に新たな属性を加えることでより複雑な問題を定義することも可能で、それぞれを特殊化/一般化と呼ぶ。

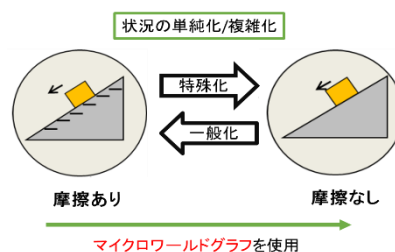


図 1

解法の単純化では、図のように解法構造の一部を抜き出すことであり、この単純化/複雑化のことを、部分化/拡張化と呼ぶ。

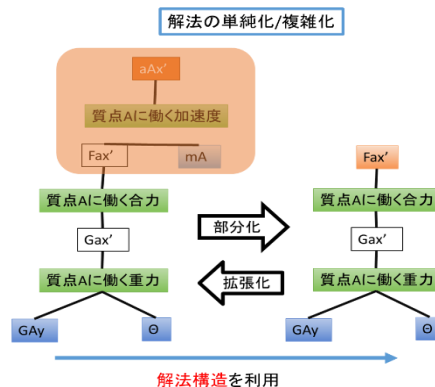


図 2

上記のような単純化により、生成された問題は元問題と包含関係にあるため、元問題が解ければそこから派生する単純な問題も解けると考えられる。

3. システム

3.1 システム概要

タ先行研究⁽⁴⁾では、単純化の演習に成功すれば成功するだけ学習効果があること、また演習で行き詰る学習者には効果が薄いなどのことが分かっている。今回設計開発したシステムは学習者の学習プロセスを分析し、可視化するようなものになっている。演習プロセスが探索的なものとなることは、過去の演習データより、ある課題を正解するために平均 7.5 回の試行を行っていたことから裏付けられる、また、無作為な試行を行った場合、平均 507682 回の試行が必要となることから、学習者は考えながら活動を行っていることも裏付けられる。

3.2 システムの機能

単純化支援システムの解答はすべて選択肢形式である。以下の図3は実際の単純化支援システムのシステム画面の一部である。選択肢の構造は「対象となる物体」^①、「物体にかかるものの種類」^②、「物体にかかるものの軸」^③の3つの要素から構成される。

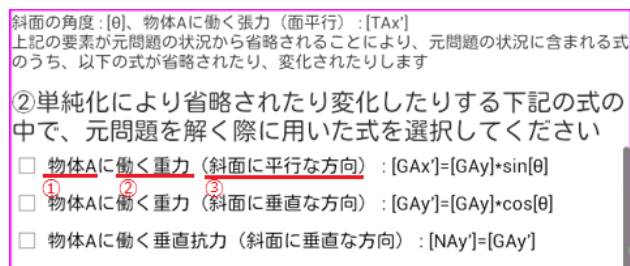


図3 単純化支援システムにおける課題例

学習者の解答は選択肢の集合として表現される。学習者の活動が探索的になるため、学習者はシステムからのフィードバックに基づき、解答を変更することになるが、この解答の変更は選択肢集合の変更として表されることになる。正解も同様に選択肢の集合として表現されることから、正解と学習者の解答の差は、選択肢の差分として表現され、さらに、学習者の解答の変更が、解答に近づいたかどうか、選択肢集合の一致度の変化で捉えることができる。本システムでは、学習差の探索的な解答の変化を、一致度の向上、一致度の低下、一致の変化なし、といて捉え、可視化する。以下は過去の演習データを分析して表示したものである。Pairs_of_problem は問題単純化課題の番号であり、○は一致度向上、△は一致度変化なし、×は一致低下、◎は正解への解答の変化をそれぞれ意味している。

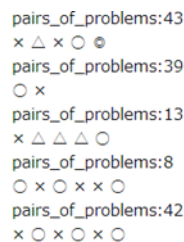


図4 探索過程の分析事例

4. 分析結果

演習において、各問題で最終的に◎にたどり着いている学習者は、学習効果があることがわかった。しかし、○、×、△に関しては、効果がわかりづらく、この3つが表示されるパターンで分析する必要があるように考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では力学を対象とした問題単純化演習における学習者の探索的活動を可視化するための分析ツールを設計・開発、そして分析結果から効果の検証を行った。結果として正解にたどり着いている学習者には効果を見ることができた。しかし、他の状態の場合、どのような効果があったかを見ることはできなかった。今後は、○、×、△の3つのパターンによって、なにか効果があるか、×が多い問題にパターンの傾向はないか、など学習者の探索的な活動のパターンに注目した分析を行う必要があると考えられる。このためには、本研究で扱っている単純化課題の探索空間を明確にし、その探索空間における活動としての可視化を行うことが必要と考えている。

参考文献

- (1) 武智 俊平, 林 直也, 篠原 智哉, 山元 翔, 林 雄介, 平嶋 宗: 単純化方略を用いた問題解決失敗の自己克服支援システムとその実践的評価-諸島力学を対象として-, 電子情報通信学会論文誌 D, J98-D No.1, pp.130-141(2015.1)
- (2) Polya: "How to solve it", Princeton University Press(1957)
- (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)