

単純化方略習得支援のための 自己説明演習システムの設計・開発と実験的利用

Self-explanation exercise system for support to learn simplification strategy

津守 庸平^{*1}, 志水 規祥^{*1}, 林 雄介^{*1}, 平嶋 宗^{*1}

Youhei Tsumori^{*1}, Noriyoshi Shimizu^{*1}, Yusuke Hayashi^{*1}, Tsukasa Hirashima^{*1}

^{*1} 広島大学大学院工学研究科

^{*1} Graduate School of Engineering Hiroshima University

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

あらまし：問題解決に行き詰った際、その問題を解ける問題まで単純化することで行き詰まりの原因を特定し、自己克服を促す単純化方略が現在研究されている。先行研究においては、この単純化方略がシステムによる問題単純化として実現されており、初等力学を対象としたシステムが高等専門学校において実践的に利用され、学習効果が確認されている。本研究では、この単純化方略を学習者が習得できる演習を設計開発している。単純化方略を用いた自己克服では、学習者が自身の行き詰まりの認識や取り組む問題の変更を行う必要があり、メタ認知活動の1つであるといえる。そこで本研究は、学習者に問題を単純化させるだけでなく、その単純化を説明させることでメタ認知の対象とするシステムを設計・開発し、高等専門学校において実験的利用を行い、そのデータについて分析を行ったので、その結果を報告する。

キーワード：単純化方略、自己克服、メタ認知活動、問題の単純化手法、例題ベース、自己説明

1. はじめに

授業などで知識を得た学習者は、その後問題演習に取り組むことが多い。このとき学習者はしばしば問題解決に行き詰る。このような学習者に対しては解き方を教え直すという対処が一般的であるが、この方法では問題解決に行き詰った原因が分からないままに正しい答えを受動的に受け入れてしまい、効果的な学習にならない可能性がある。そこで初等力学を対象に問題間の関係性を利用して学習者の行き詰まりの原因を特定し、自己克服を促すといった単純化方略を採用したシステムが設計・開発され、実践的利用を通して有効性が確認されている⁽¹⁾。しかしながらこの利用法では、システムが問題を単純化していることから、学習者が単純化方略を使えたとはいえないことが問題であった。

そこで本研究は、単純化方略習得のため、まず学習者による問題の単純化手法の習得を目指す。問題を単純化するためには自身の問題解決についてメタ認知できている必要がある。本研究では、学習者に単に問題を単純化させるだけでなく、その単純化を自己説明の対象として設定することで、メタ認知を活性化させ、問題の単純化手法の習得を促進することを試みている。具体的には例題ベースで問題の単純化の操作について学んだ後に実際に学習者自身で問題の単純化を行ってもらい、その単純化について自己説明させる。このシステムを用いて実験的利用を行なったのでその結果を報告する。

2. 問題の単純化習得支援システム

本研究では、メタ認知活動の1つである単純化方略習得の第一歩として問題の単純化の習得を目指す。この目的達成のため、メタ認知を活性化させる自己

説明演習を例題ベースと合わせて用いた問題の単純化習得支援システムの設計・開発を行った。

2.1 例題ベース

問題の単純化手法を学ぶ方法として、本研究では例題ベースを用いている。例題ベースとは、まず例題として問題と解答に至るステップ、最終的な答えを提示し、学習者に解法を学ばせたのちに学んだ解法を用いる問題演習を行わせるものである。この方法は新たなことを学ぶ初期段階において有効な方法とされており、この例題ベースを用いて単純化の獲得を目指す。本システムでは問題の単純化手順と、単純化前後の問題の変化について例題で示した。

2.2 自己説明演習

例題ベースで学んだ問題の単純化手法を習得するために、本研究では自己説明演習を用いる。今回習得を目指す問題の単純化手法はメタ認知活動である単純化方略を行うための方法である。よって学習者のメタ認知を活性化することができる自己説明演習を用いることでメタ認知活動に深く関わる問題の単純化手法の習得を目指す。今回は困難さ低減のため選択形式での自己説明を用いる。具体的な活動は、学習者自身に問題の単純化を行わせた後に単純化による問題の変化について自己説明させる。自己説明の内容は問題に含まれる要素から省略された要素を選択する表層的变化の説明と、その表層的变化による解法の変化として元問題に含まれる数量関係の中から不要になった式と変化した式を選択させる深層的变化の説明である。表層的变化についての説明演習画面を図1に、深層的变化についての説明演習画面を図2に示す。なお、システム自体の説明については、⁽²⁾で既報であるため、紙面の関係で割愛する。

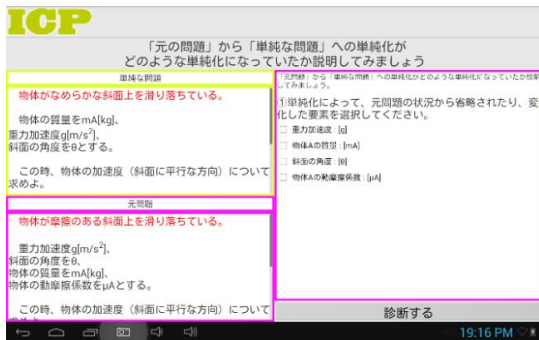


図1 表層的变化の説明演習画面

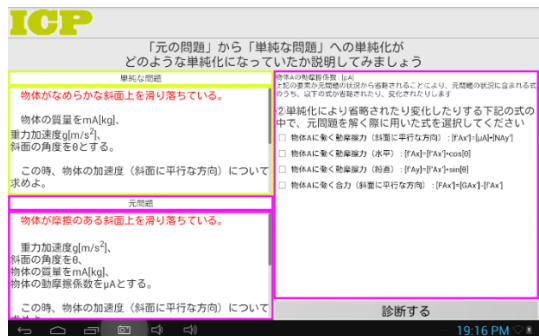


図2 深層的变化の説明画面

3. 実験の利用

3.1 実験的利用の目的と方法

開発したシステムの効果を検証するため、実験的利用を行なった。対象は初等力学を習得済みの高等専門学校生39名で、アンケートに不備のある被験者を除く37名を有効データとした。調査手順は(1)メタ認知調査(5分)、(2)事前テスト(10分)、(3)単純化方略の教授(15分)、(4)教授後テスト(10分)、(5)システム操作説明(5分)、(6)システム利用(30分)、(7)システムアンケート(5分)、(8)事後テスト(10分)である。

3.2 結果・考察

本システムはメタ認知を活性化させる自己説明演習を用いるため、本システムによる学習効果は学習者のメタ認知能力に大きな影響を受けると考えられる。そのためテスト結果を、(1)全体群、(2)メタ認知上位群、(3)メタ認知下位群に分類し、表1に示した。

そして、全体群において事前、教授後、事後の得点について、SteelDwass法で多重比較したところ、事前事後間のみ有意差があり($p=0.007<0.01$)、効果量は大きかった($d=0.84>0.80$)。

メタ認知の上位群と下位群についての事前、教授後、事後の得点を図3に示した。これらの得点をSteelDwass法で多重比較したところ、上位群の事前事後間のみ有意差がみられ($p=0.02<0.05$)、効果量は大きかった($d=0.93>0.80$)。下位群においては有意差がみられなかった。また、メタ認知上位群においてスピアマンの順位相関係数でシステムでの問題演習成功回数と教授後/事後間の点数差の相関を調査したところ、相関係数0.495281、 $p=0.03662$ となり中程

度の相関が認められた。

これらの結果より、単純化方略についての教授とシステム利用双方を用いれば問題の単純化手法の習得に大きな効果があることが示された。また、メタ認知上位群においてはシステムが特に効果を発揮したことが確認されたが、メタ認知下位群においては効果が得られなかった。これは自己説明演習がメタ認知を活性化させる手法であるため、メタ認知が活性化されるほどのメタ認知能力を持つ学習者のみに効果が発揮されたからだと考えられる。

表1 テスト平均点と標準偏差

	事前	教授後	事後
全体群	0.5(0.8882)	1.0(1.02632)	1.4(1.22011)
上位群	0.7(0.9539)	1.05(1.0235)	1.7(1.18743)
下位群	0.5(0.84837)	0.9(1.05556)	1.1(1.18234)

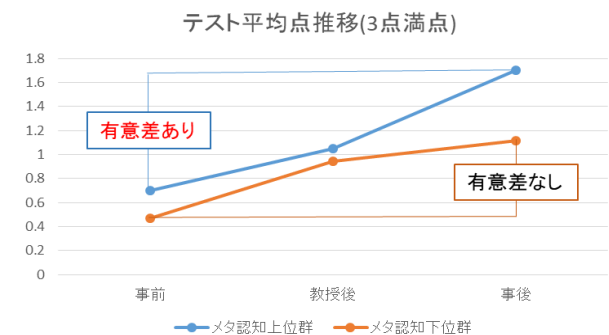


図3 メタ認知能力で群分けされたテスト結果

4. まとめと今後の課題

本研究では、優れた学習者が行うとされるメタ認知活動の1つである単純化方略の習得のため、問題の単純化手法の習得を目指す。そのため、例題ベースと自己説明演習を用いたシステムを設計・開発し、実験的利用を行なった。その結果、このシステムはメタ認知上位群にとって特に効果を発揮できるものであったが、同時にメタ認知下位群にとっては効果的なシステムではないことも確認された。

今後の展望としては、メタ認知下位群にとっても有用なシステムとなるよう、システム演習での学習者の振る舞いから、フィードバック改善や補助システムの開発を行っていこうと考えている。

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—初等力学を対象として—, 電子情報通信学会論文誌 D, J98-D No.1, pp.130-141(2015)
- (2) 津守庸平, 林直也, 篠原智哉, 山元翔, 堀口知也, 林雄介, 平嶋宗: “自己調整活動の経験型支援システムの設計・開発—単純化方略を用いた行き詰まりの自己克服を対象として—”, 2016年度人工知能学会第30回全国大会(2016).
<https://kaigi.org/jsai/webprogram/2016/pdf/844.pdf>