

研究速報

単純化方略による誤り自己克服支援の学習効果の実験的検証——音楽リズム課題を対象として——

濱田侑太郎[†] 山元 翔^{††} (正員)
林 雄介[†] (正員) 平嶋 宗^{†a)} (正員)

Experimental Evaluation of Learning Effect of Problem-Simplification for Self-overcoming of Failures — The Case of Music Rhythm Exercises

Yutaro HAMADA[†], Nonmember, Sho YAMAMOTO^{††},
Yusuke HAYASHI[†], and Tsukasa HIRASHIMA^{†a)}, Members

[†] 広島大学大学院工学研究科, 東広島市

Graduate School of Engineering, Hiroshima University, 1-4-1 Kagamiyama, Higashihiroshima-shi, 739-8527 Japan

^{††} 近畿大学工学部情報学科, 東広島市

Department of Informatics, Kinki University, 1 Umenobe, Takaya, Higashihiroshima-shi, 739-2116 Japan

a) E-mail: tsukasa@lel.hiroshima.ac.jp

DOI:10.14923/transinfj.2015JDL8006

あらまし 音楽リズム演奏課題を対象とした演習システムのために設計・開発した単純化方略による誤り克服支援機能の有効性を、この支援機能を用いた演習を受ける実験群と支援機能を用いない演習を受ける統制群を設け、実験的に調べたので報告する。

キーワード 自己克服, 単純化方略, リズム演奏, 学習効果, 自己効力感

1. まえがき

ある課題の解決に行き詰まった場合であっても、その課題全体が難しいわけではなく、適切な方法で単純化し、解決可能な課題を見つけることができれば、元の課題と単純化した課題との差分として課題解決の行きづまりの原因を絞り込むことができる。原因を絞り込むことができれば、元の行き詰まった課題の解決がより容易になると期待できる [1]。このときの「単純化」は、単に課題を簡単にするのではなく、その課題の解決が元の課題の解決に直接的に貢献するものでなくてはならない [2]。ある課題の解決が別の課題の解決に資することは、様々な文脈で議論されており [3], [4], そのような課題の定式化は課題演習を支援・促進する上での重要課題の一つとなっている。

筆者らは、学習者が行き詰まった課題を単純化する方法を単純化方略と呼び、その定式化とその定式化に基づく誤りの自己克服支援に関する研究を行っており、力学演習 [5], [6] とリズム演奏演習 [7] において、支援機能の実装と実験的な評価まで行っている。

音楽リズム演奏課題を対象とした試み [7] においては、(1) リズム演奏演習において学習者の誤り克服を

促進しうること、(2) 単純化を行わない場合と比べて演習の進度を遅くするものではないこと、(3) 被験者の多くが課題の単純化を有用なものであることを受け入れていること、までが確認できているが、学習効果については調査できていなかった。本研究では、この支援機能を用いた演習を受ける実験群と、用いない演習を受ける統制群を設けて、それらの演習の学習効果を実験的に調べたので報告する。

2. リズム演奏課題と演習システム

音楽演奏に関する学習課題には様々なものがあるが、本研究では、音程の要素を取り除いたリズム譜と呼ばれる楽譜を演奏する活動を扱っている。西洋音楽においては、リズムはメロディ、ハーモニーと並ぶ重要な学習項目となっており [8], また、その学習は支援の対象ともなっている [9]。本研究では、演奏すべきリズムが解決すべき課題であるとし、リズム課題と呼ぶ。また、リズム課題の解決とは、リズム課題を正しく演奏することであるとする。

図 1 は本研究で用いているリズム課題の演習システムである Rhythm Tour の画面例である。本システムは iPhone/iPad 向けのアプリとして開発されている。システムを利用した演習の流れを図 2 に示す。学習者



図 1 システム画面
Fig. 1 System interface.

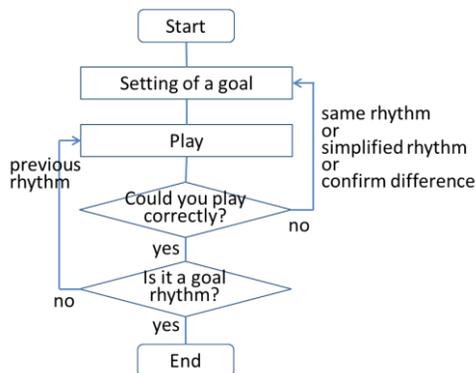


図2 演習のフロー
Fig.2 Exercise flow.

は、まず、幾つか提示される目標課題候補から、一つを目標課題（つまり、演奏するリズム譜）として選択する。次に、そのリズムを演奏する。演奏は画面下部に表示されるボタンをタッチすることで行い、タッチの際にはスネアドラムの音が鳴る。システムはその演奏がリズム譜に沿っているかどうかを診断し、その結果を表示する。図1はこの診断結果の表示画面となっており、適切に演奏できなかった音符に×印がつけられている。一つでも×印があればそのリズム課題の演奏は失敗したとみなされる。演奏に失敗した場合で支援機能を用いない場合（支援機能 OFF）には、再度その課題を演奏し、成功するまで繰り返す。演奏に成功すれば、再度目標課題を選択する画面に戻る。

支援機能を用いる場合（支援機能 ON）には、リズムの単純化を行うか、もう一度同じリズムに取り組むのかを学習者が選択できるようになっている。単純化を選択した場合には、単純化されたリズム課題に取り組む、その演奏に成功した場合には、元のリズム課題に取り組むことになる。なお、支援機能 ON、支援機能 OFF のいずれの場合においても、取り組んでいる課題を放棄して、再度目標課題の選択を行うことを許している。

ここで扱っているリズム課題は、(1) 全体の長さを1小節、(2) 拍子は4/4拍子、(3) 16分までの音休符で構成、(4) 付点・タイ・シンコペーションは含まない、といった基本的なものとなっている。演習システム及びリズム課題単純化機能の詳細については、既に報告済み[7]であるのでここでは省略する。

3. 学習効果の評価実験

本実験の目的は、単純化機能を用いたリズム課題演

習の学習効果を調べることである。得られた結果の意義を示すために、単純化機能を用いないリズム課題演習の学習効果との比較において以下のような仮説を立て、検証した。

（仮説1）目標課題の演奏能力に差はでないが、誤り自己克服回数については、実験群のほうが多くなる。

（仮説2）リズム課題に対する間違いの予想能力は実験群のほうが向上する。

（仮説3）リズム課題に対する自己効力感は実験群のほうが向上する。

先行研究[7]においては、同一被験者に両方の演習を行ってもらったところ、単純化機能を使った演習のほうが、使わない演習に比べて、誤り自己克服回数で勝るものの、目標課題の達成数については差がでないという結果になっている。このことを実験群と統制群の比較において再確認するのが仮説1である。また、単純化機能を用いることにより、学習者の弱点を差分として絞り込みやすくしており、このことが学習者にリズム課題の困難さの予測能力を向上させることが期待できる。このことを確認するのが仮説2である。更に、単純化機能を用いた場合、一度できなかった課題をできるようになるという自己克服の体験を数多くすることになる。このような成功体験は、自己効力感を高めるとされており、演習への動機づけを保持する上で重要な要因となる。このことを確認するのが仮説3である。

ここでの学習効果の検証は、課題解決能力の直接的な向上ではなく（仮説1）、近年注目されている自己調整学習[10]を適切に遂行する上で必要とされる要因（仮説2、仮説3）への効果を調べることで行っている。伊藤は、Zimmermanの自己調整学習の定義を、「学習者が、メタ認知、動機づけ、行動において、自分自身の学習過程に能動的に関与していること」と要約している[11, p.3]。間違いに対する予測は、メタ認知におけるモニタリング能力の指標として重要とされているものであり[12]、この能力の向上は、自己調整学習の遂行に資すると期待できる。また、自己効力感は、自己調整学習の動機づけとして重視されているものである[11]。したがって、モニタリング能力と自己効力感の向上に貢献することを示すことができれば、単純化機能を用いたリズム課題演習が自己調整学習を促進することが期待できるものであることが示せることになり、その意義を示せたことになると考えている。自己調整学習が促進されたかどうかの直接的な調査や結果

としての課題解決能力の向上の調査は、今後の課題である。

3.1 実験方法

大学生 34 名を 17 名ずつの 2 群に分け、支援機能を用いた演習を行う群を実験群、支援機能を用いない群を統制群として、Rhythm Tour を用いたリズム課題演習を行った。用意された目標課題は 12 課題である。

実験の手順は、実験全体の説明 5 分、演習システムの利用説明 5 分、事前テスト 15 分、事前テストの結果に基づく群分け 20 分、システムを用いた演習 30 分、事後テスト 15 分、アンケート 5 分であった。

事前・事後テストでは、(1) 演奏テスト、と (2) 間違い予想テスト、を行った。演奏テストでは、リズム課題 12 問について、システムを用いて演奏してもらい、システムにより判定した。間違い予想テストについては、リズム課題 5 問については、まずリズム課題を見て、自身が間違いそうな箇所（音符）を予想してもらい、その後でシステムを使って行った演奏における間違っ箇所のうち、予想できた割合を得点化した。事前テストに基づく群分けは、演奏テストを優先しつつ、両テストにおいて両群に差が出ないように手作業で行った。演奏テストの課題は、演習の目標課題と同じである。間違い予想テストは、演習の目標課題とは異なったものを用いている。

3.2 結果と考察

30 分の演習において、実験群は一人あたり平均 144 回、統制群は一人あたり平均 161 回の演奏を行った。実験群の数が少ないのは、リズム課題単純化の際の課題選択や、新しいリズム課題を読むために時間がかかったためであると考えられる。統制群の 161 回は全て目標課題に対するものである。実験群においては、約半数の 76 回が目標課題に対するものであり、残りは単純化された課題に対するものとなっている。また、実験群におけるリズム課題の単純化回数は、一人あたり平均 15.1 回となっている。

演奏テストの結果（12 課題に対する正解率）を表 1 及び図 3 に示した。データに正規性がなかったためウィルコクソン符号付順位検定を用いて検定したところ、両群とも事前に対して事後の成績が向上しており（いずれも $p < .01$ ）、効果量は大きであった（いずれも $|r| > .5$ ）。また、実験群と統制群では、事前テスト、事後テストにおいてもスコアに有意差は見られなかった（マン・ホイットニの U 検定、 $p > .1$ ）。これらのことから、演習を実施した目標課題に関しては、双方

表 1 演奏テストの正解率
Table 1 Results of performance test.

| | 事前 | 事後 | p 値 | 効果量 r |
|-----|------|------|-------|---------|
| 実験群 | 0.21 | 0.44 | 0.002 | 0.54 |
| 統制群 | 0.21 | 0.46 | 0.001 | 0.57 |

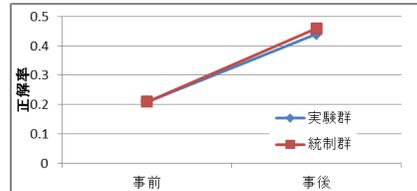


図 3 演奏テスト正解率
Fig. 3 Accuracy rate of performance test.

表 2 自己克服回数の比較
Table 2 Comparison of numbers of self-overcoming.

| | 自己克服回数 | p 値 | 効果量 r |
|-----|--------|-------|---------|
| 実験群 | 11.6 | 0.003 | 0.51 |
| 統制群 | 6.4 | | |

表 3 間違い予想テストの正解率
Table 3 Results of prediction test.

| | 事前 | 事後 | p 値 | 効果量 r |
|-----|------|------|-------|---------|
| 実験群 | 0.41 | 0.57 | 0.008 | 0.64 |
| 統制群 | 0.46 | 0.51 | 0.18 | 0.32 |

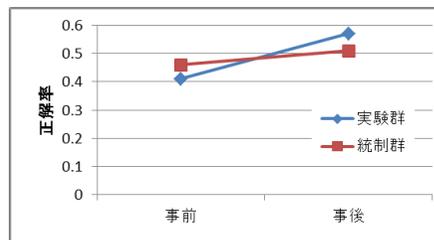


図 4 誤り予測テストの正解率
Fig. 4 Accuracy rate of prediction test.

の演習ともに有意な学習効果が見られたが、両群の成績に差が見られなかったと言える。

本研究では自己克服を、一度演奏に失敗した課題の演奏に成功したことと定義しているが、この回数については、実験群では一人あたり平均 11.6 回、統制群では一人あたり平均 6.4 回となった（表 2）。マン・ホイットニの U 検定を行ったところ、有意差が見られた（ $p < .01$ ）。また、効果量は大きとなった（ $|r| > .5$ ）このことから、仮説 1 が検証でき、先行研究の結果が再確認されたといえる。

誤り予測テストの結果（5 課題に対する正解率）を表 3 及び図 4 に示した。事前事後の違いをウィルコク

表4 アンケート結果
Table 4 Results of questionnaire.

| | | そう思う | ややそう思う | あまりそう 思わない | そう思わ ない |
|-----|-----|------|--------|---------------|------------|
| 項目A | 実験群 | 2 | 12 | 2 | 1 |
| | 統制群 | 1 | 10 | 5 | 1 |
| 項目B | 実験群 | 5 | 10 | 2 | 0 |
| | 統制群 | 5 | 5 | 6 | 1 |

ソン符号付順位検定によって用いて調べたところ、実験群においてのみ有意差が見られ ($p < .01$)、効果量は大きかった ($|r| > .5$)。このことから、仮説2が検証できたといえる。なお、実験群と統制群では、事前テスト、事後テストにおいてもスコアに有意差は見られなかった (マン・ホイットニの U 検定, $p > .1$)。

仮説3の検証は、以下の二つの項目をアンケートに含めることを行った。(項目A) 演習のおかげで楽譜からリズムをよりうまく読み取ることができるようになった。(項目B) 演習のおかげで課題とするリズムをよりうまく演奏できるようになった。これらを4件法(そう思う, ややそう思う, あまりそう思わない, そう思わない)で尋ねた結果が表4である。この結果を肯定(そう思う, ややそう思う), 否定(あまりそう思わない, そう思わない)に二分したうえで、正確二項検定を行ったところ、実験群においては、項目A及び項目Bについて有意差が見られた(それぞれ, $p = .013 < .05$, $p = .002 < .01$)のに対して、統制群においては、有意差は見られなかった(それぞれ, $p = .332 > .1$, $p = .629 > .1$)。したがって、実験群においては、演習を行ったことによって楽譜からのリズムの読み取り、及びリズム演奏が向上したとの感想が有意に多く得られたと言えるが、統制群ではそうとは言えないことになる。このことから、仮説3は検証できたといえる。

4. むすび

本研究では、課題の単純化機能を用いた演習の学習効果を、単純化機能を用いない場合との比較において調べた。演奏テストについては、単純化機能を用いない場合の演習との違いは確認できなかったものの、誤り予測テストに関しては、単純化機能を用いた演習の場合のみで向上が見られた。また、アンケート結果より、単純化機能を用いた演習を受けた被験者群においてのみ、演習に効果があったとする判断が有意に多いといえるとの結果が得られた。自分自身の誤りへの予

測及び自己効力感の向上が見られたことは、学習者による自己調整的な学習の促進を示唆しており [10], [11], より長期的な演習において、単純化機能を用いた演習の優位性を示せることが期待できる。

今後の課題としては、(1) リズム学習におけるより長期的な評価を行うことで、リズム学習における単純化機能の自己調整学習促進や課題解決能向上などについてのより直接的な効果を明らかにすること、(2) リズム以外の音楽学習課題における単純化機能の拡張を挙げることができる。更に、(3) 音楽及び力学以外の学習課題における単純化の定式化とこの定式化を用いた自己克服型演習の実現も、今後進めていく予定である。

文 献

- [1] G. Polya (著), いかにして問題をとくか, 柿内賢信 (訳), pp.147-152, 丸善, 1954.
- [2] 平嶋 宗, 東 正造, 柏原昭博, 豊田順一, “補助問題の定式化,” 人工知能誌, vol.10, no.3, pp.413-420, 1995.
- [3] K. Scheiter and P. Gerjets, “The impact of problem order: Sequencing problems as a strategy for improving one performance,” Proc. 24th Annual Conference of the Cognitive Science Society, pp.798-803, 2002.
- [4] 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.
- [5] 大川内祐介, 上野拓也, 平嶋 宗, “派生問題の自動生成機能の開発とその実験的評価,” 人工知能学会論文誌, vol.27, no.6A, pp.391-400, 2012.
- [6] 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,” 信学論 (D), vol.J98-D, no.1, pp.130-141, Jan. 2015.
- [7] 中川 馨, 濱田侑太郎, 山元 翔, 林 雄介, 平嶋 宗, “音楽リズム課題における単純化方略を用いた自己克服支援とその実験的評価,” 信学論 (D), vol.J98-D, no.1, pp.142-152, Jan. 2015.
- [8] 文部科学省, 小学校学習指導要領, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/on.htm
- [9] 三浦宗介, 杉本雅則, “T-RHYTHM: 振動デバイスを用いたリズム学習支援システム,” 信学論 (D), vol.J89-D, no.6, pp.1260-1268, June 2006.
- [10] B.J. Zimmerman and D.H. Schunk, 自己調整学習の理論, 塚野州一 (編著), 北大路書房, 2006.
- [11] 伊藤崇達, 自己調整学習の成立過程, 北大路書房, p.3, 2006.
- [12] 三宮真智子, メタ認知研究の背景と意義, 三宮真智子 (編著), pp.1-16, 北大路書房, 2008.

(平成 27 年 4 月 1 日受付, 8 月 1 日再受付,
9 月 9 日早期公開)