

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(1/1)

研究題目	ピアノ学習者の熟達化モデルの構築 – 2 台の視線計測装置による成人初級者の楽曲修得過程の観察研究	報告書作成者	竹川佳成
研究従事者	竹川佳成, 椿本弥生, 田柳恵美子, 平田圭二		
研究目的	<p>ピアノ演奏では、譜読み、指示されている鍵への正確な打鍵、適切な運指（指使い）、リズム感覚、打鍵の強弱、テンポなど、さまざまな技術が求められ、それらの修得には長期間の基礎的な練習を必要とする。ピアノ演奏には多大な時間と労力を必要とするため、敷居の高さに利用を断念したり、習熟効率の低さから挫折してしまう演奏者が後を絶たない。特に初心者にとって、譜面上の音符および運指を見て、音符から鍵盤上の打鍵位置をイメージし、指示された運指で弾くという一連のプロセスは最初に立ち上がる難関で、このプロセスに対する労力や精神的負荷の軽減が楽器演奏を楽しめ長続きさせる秘訣であるといえる。演奏初期段階（ピアノ初心者が初見の楽曲に対して運指や打鍵位置を覚えるために練習している段階）における敷居を下げるために、筆者らの研究グループは、図1に示すような鍵盤上部に設置したプロジェクタを用いて鍵盤上や鍵盤の周囲に打鍵位置情報など演奏補助情報を投影するピアノ学習支援システムを構築してきた[1, 2, 3]。</p> <p>評価実験から比較手法である「光る鍵盤の学習方法[4][5]」と比較して効果的に学習できることが明らかになった。しかし、「課題曲を効率的に学習できたか、あるいは、ピアノ演奏そのものの演奏技術が向上したのか」「必要とする提示情報は熟達度に依って変化するか」といった提案する学習支援システムを使用した場合における熟達化プロセスは十分調査できていなかった。</p> <p>そこで本研究では、この問題を解決するために、ピアノ学習支援システムの熟達化プロセスの詳細な調査を目的とする。</p> <p>参考文献</p> <p>[1] 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦：運指認識技術を活用したピアノ演奏学習支援システムの構築, 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 2, pp. 917--927 (2011年).</p> <p>[2] 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦：リズム学習を考慮したピアノ演奏学習支援システムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 4 (2013年 掲載決定).</p> <p>[3] 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦：学習の敷居の低さとシステムからの離脱の容易さを両立した学習支援システムの実現に向けて, インタラクティブシステムとソフトウェア XX: 日本ソフトウェア科学会 WISS2012, pp. 109--114 (2012年).</p> <p>[4] CASIO: 光ナビゲーションキーボード: http://casio.jp/emi/key_lighting/.</p> <p>[5] ヤマハ株式会社: 光る鍵盤 EZ-J210: http://www.yamaha.co.jp/product/piano-keyboard/ez-j210/index.html</p>		

研究内容

提案するピアノ学習支援システムは、ピアノ初心者を対象としており、五線譜やシステムが生成する補助情報を活用しながら学習者はある楽曲を一から練習し、できるだけ速く習熟し、最終的にシステムの補助なしで演奏できるようになることをめざしている。本研究では提案するピアノ学習支援システムを使用して学習したときにおける熟達化プロセスを調査するために詳細な評価実験を行う。

実験システム：実験で使用した学習支援システムのシステム構成を図2に示す。鍵盤上部に設置したプロジェクタを用いて鍵盤上に演奏補助情報を提示する。また、演奏者の前方に視線追跡機能付ディスプレイを配置し、プロジェクタと同様に演奏補助情報を提示している。システムは、MIDIデータ（打鍵位置や打鍵強度）を入力とする。さらに、鍵盤部の視線を追跡するために鍵盤上部に視線追跡装置を設置し、演奏の様子を記録するためにビデオカメラを設置した。図3に示すように、前面のディスプレイには楽譜を提示し、鍵盤上に次に演奏する打鍵位置や運指番号を提示した。また、提案システムは打鍵位置および運指情報を提示するかどうかを切り替える機能や、模範演奏を再生する機能なども提供した。

被験者：実験に参加した被験者は8名で、五線譜がほとんど読めない鍵盤経験歴のない20代から40代の成人である。なお、各被験者にはあらかじめ楽譜上に書かれている音符の意味や、各種機能の使い方を説明した。

課題曲：熟達化プロセスを評価するために、W. A. Mozart のトルコ行進曲（最初から17小節目まで両手）を演奏してもらった。また、ピアノ演奏技術の熟達度を評価するために、J. S. Bach のメヌエット（BWV Anh. 114）の最初から8小節目までを両手で演奏してもらった。

実験方法：実験では、「トルコ行進曲を30分かけて練習し、到達度テストとして通し演奏（最初から最後まで一通り演奏すること）を行う」という試行を1日1回行った。これを連続5日間かけて繰り返した。ピアノ演奏技能の上達を検証するために、「初日のトルコ行進曲練習前」および「5日目のトルコ行進曲到達度テスト後」にメヌエットの到達度テストを行った。練習中および到達度テスト中は、視線計測装置が生成する視線データ、MIDI鍵盤が生成する打鍵データをシステムに記録し、演奏中の様子をビデオカメラで記録した。なお、メヌエットの到達度テストは初日と5日目の両方に行ったが、被験者は初日に行ったメヌエットの演奏を覚えておらず、5日目のメヌエットの到達度テストは、初日のメヌエットの到達度テストに影響はない。到達度テストでは、練習中で計測している打鍵データをもとに打鍵ミス数を計測した。通し演奏時は、両手法において前面にある楽譜のみ（現在の演奏位置も提示しない）提示した。また、誤打鍵（間違えて打鍵した場合）、未打鍵（打鍵しない場合）、余打鍵（余分に打鍵した場合）を打鍵ミスとみなした。

被験者への指示：30分間の練習では「自然なテンポで譜面をみながらミスなく弾けることを意識して、機能を自由に使ってもらって30分間練習してください。また、この後、到達度テストを行います。到達度テストは打鍵位置の情報などシステムからの補助情報がない状態で最初から最後まで弾いてもらいます。実験中に質問があれば何でも聞いてください」と指示した。また、到達度テストでは「今から到達度テストを行います。最初から最後まで模範演奏にできるだけ近いテンポでミスなく弾いてください。制限時間は5分間です。わからないところがあれば飛ばしてもらってもかまいませんし、これ以上演奏できなければ言うてください。たとえ間違っても弾き直しをしないようにしてください」と指示した。なお、難しすぎて練習を放棄した被験者はいなかった。

<p>研究のポイント</p>	<p>本研究のポイントとしては以下があげられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 初心者がピアノ学習支援システムを利用しながら新規の楽曲を練習したときにおける熟達過程を調査している点 ・ 課題曲を練習した後に、別の新規の楽曲を演奏してもらい、ピアノそのものの上達度を調査している点 ・ ピアノ学習支援システムの情報をどんなときにどのように利用しているのか調査している点 ・ 打鍵タイミングといった演奏データだけでなく、鍵盤上に1台の視線計測装置を、楽譜を提示しているディスプレイに1台の視線計測装置を設置し、鍵盤上やその周囲、楽譜のどこを見ているのか計測し、これらのデータおよび実験中の観測から、熟達化プロセスにおける重要情報の変遷を定量的・定性的に分析している点
<p>研究結果</p>	<p>実験結果より、成人学習者は過去の成功体験から学習方略をもっており[6]、いずれの被験者も自身の学習方略を基準にシステムを利用していた。自身の学習方略とシステムの学習方略が適合した被験者は、効率的に習熟でき、ピアノ演奏そのものの演奏技術の獲得までいった。学習方略が部分的に適合した被験者は学習効果にばらつきが生じ、システムの学習方略に適合しなかった被験者はピアノ演奏技術の獲得までにはいたらなかった。さらに、1名の被験者に対して解析した実験日ごとの視線データの結果から熟達するにつれて被験者が必要とする情報は打鍵位置情報から楽譜情報に遷移していることが明らかになり、必要な提示情報は時々刻々と変化する被験者の熟達度と連動している。なお、本研究に関する成果は、下記の国内外査読付学会を含む5件の口頭発表を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Takegawa, Y., Tayanagi, E., Tsubakimoto, M., and Hirata, K., "Evaluation of a Piano Learning Support System Focusing on the Learning Process," Proceeding of World Conference on Educational Media and Technology (EdMedia2013), pp. 2306--2314 (June 2013). ・ 竹川佳成, 椿本弥生, 田柳恵美子, 平田圭二, "鍵盤上への演奏補助情報投影機能をもつピアノ学習支援システムにおける熟達化プロセスに関する調査," インタラクティブシステムとソフトウェア XXI: 日本ソフトウェア科学会 WISS2013, pp. 55-60 (2013年12月). <p>[6] W. W. Lee, D. L. Owens, 清水康敬: インストラクショナルデザイン入門--マルチメディアにおける教育設計, 東京電機大学出版局, p.38.</p>
<p>今後の課題</p>	<p>今後は、音符に着目した提示情報の重要度の変遷の調査、他の被験者を対象とした実験データの解析、視線データを考慮した熟達度の算出、熟達度に応じて補助情報を適応的に提示する学習支援システムの構築などがあげられる。</p>

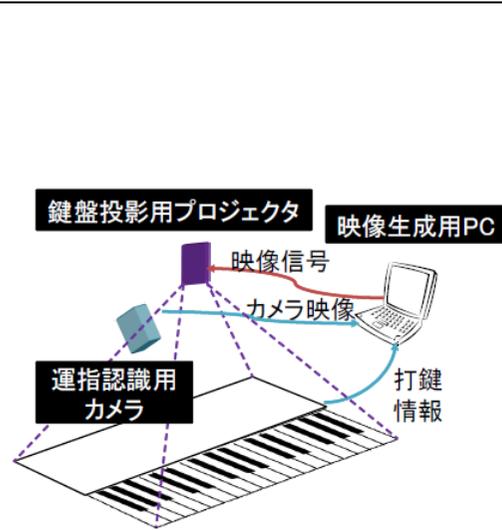


図1 従来のピアノ学習支援システムの提示コンテンツ

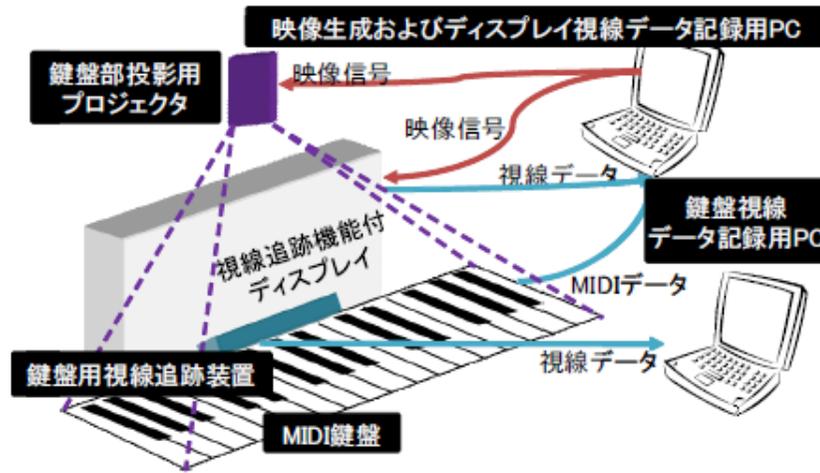


図2 システム構成

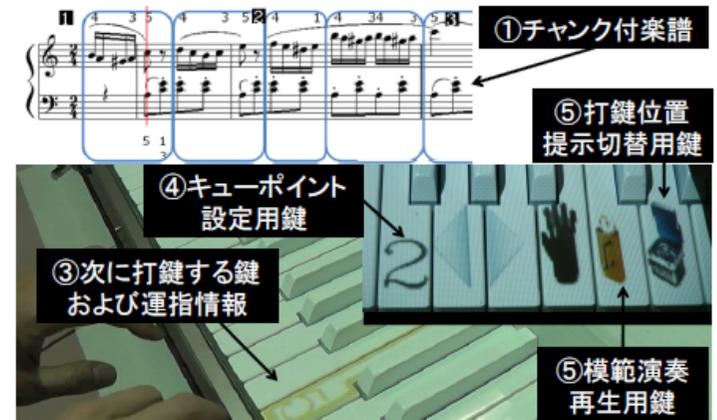


図3 提示コンテンツ