

# ピアノの自主学習を促すリズム自動評価システムの提案

## An Automated Rhythm Evaluation System for Motivating the Self-Learning of Piano

杉山 祐子<sup>1)</sup>, 白田 寛明<sup>2)</sup>, 田村 哲嗣<sup>2)</sup>, 速水 悟<sup>2)</sup>, 堅田 明義<sup>3)</sup>  
Yuko SUGIYAMA, Hiroaki USUDA, Satoshi TAMURA  
Satoru HAYAMIZU, and Akiyoshi KATADA

**抄録:** 保育者養成課程のピアノ初学者は、自分の演奏の正誤判断が困難なことにより、効率的なピアノ学習が妨げられている。本研究では、iPadを用いた自主学習型の音楽技能の向上が図れるシステムとして、評価の精度の高いリズム自動評価システムの提案を計画した。具体的には、演奏協力者から提供された演奏データを用い、指導者による評価とシステムによる評価の一致率が最も高くなった判定基準値を抽出した結果、両者の一致率を72.5%まで高めることができた。このようにして提案した自動評価システムの有効性を確かめるために、自主学習でリズム自動評価システムを使用した群と使用しなかった群との音楽技能を比較検討した。その結果、リズム自動評価システムを使用した群の演奏正解率が有意に向上した。また質問紙調査によれば、リズム自動評価システムを長期にわたり使用すれば、その効果が期待できるとする回答が多く見られた。

**キーワード:** ピアノ初学者、自主学習、リズム自動評価システム、判定基準値、指導者評価

### I. はじめに

保育者を目指す学生は、ピアノ技能習得は欠くことができない。しかし、保育者養成課程の入学時のピアノ技能は、入学まで全くピアノ学習経験のない初学者から、子どものころからピアノを学習してきた熟達者まで、さまざまである。このような学習者たちに、1名あたり数分という非常に限られた時間での指導が行われており、初学者にとっては授業内で十分に習得することは困難な状態との報告もされている(中平ら, 2012)。このような状況において、初学者が短期間で保育者に必要なピアノ技能水準に到達するためには、授業に加え、自主学習の重要性が指摘されている(泉谷, 2000)。自主学習では、自分の問題点に気づき、常に修正しながら練習に取り組むという自律的な学習が望ましい。しかし指導者不在の環境において、初学者は自分の演奏に対する正誤判断や演奏の間違いの修正が困難という理由から、上達につながらないという問題を抱えている(杉山, 2011; 松原ら, 2006)。特に、リズムは、演奏のよし悪しを左右する要素であるにもかかわらず、音の高さに比べ理解が難しいという学生の報告(尾見, 2010)や、音符の長さについては上級者でもあいまいな答えがあったとの報告がある(陸路, 2012)。このように、ピアノ技能の中でもリズムの習得は、自主学習において支援が必要と考える。

このため、自主学習に対する学習支援システムが求められている。学習支援システムに関する先行研究として、竹川ら(2013)は、リズム学習を考慮した五線譜ベースの学習支援システムの構築を試みた。実際のキーボードにプロジェクターで演奏する楽譜と鍵盤位置情報を提示し、リズムもチェックした結果を教示できる補正機能がある。これは演奏途中でリアルタイムに行われていることから、演奏の先導的役割が強い。本研究の対象としているピアノ技能は、現場での演奏を想定しているため、曲の途中で止まらず、1曲弾き終わってからの振り返りとして、評価が必要とされている。そこで本研究では、学習者が一曲の演奏を終えた直後にリズム演奏の正誤判定を提示するリズム自動評価システム(以下、評価システム)を考案することとした。システムによる評価は、可能な限りピアノ指導者の評価に近い正誤判定ロジックの確立を目指すことにした。また、機材としてタブレット端末の中でも、iPadを使用することにした。iPadに着目した理由は、以下の3点がこのシステムに適していると考えたからである。第1点は、iPadの画面サイズで実物大のピアノ鍵盤1オクターブ程度の表示ができ、さらに、スライド機能により必要に応じて鍵盤の範囲変更ができることである。第2点は、配線が不要で携帯可能であることから、自宅でも設備を要することなく使用が簡易なことである。第3点は、これまでの研

1) 短期大学部幼児教育学科 2) 岐阜大学 3) 中部学院大学総合研究センター研究アドバイザー

究で蓄積した iPad 用アプリケーションに機能を追加して使用することが可能なことである。

そこで、これまでの研究で作成したアプリケーション上に、評価システムを追加する。そのために、研究 I として、評価の精度を高める判定基準値を決定し、それに基づいた評価システムを提案することにした。

## II. 研究 I

### 1. 目的

評価システムの開発にあたり、ピアノ指導者による正誤判定に出来る限り近い役割を果たせるために、評価システムに採用する判定基準値の決定を意図した。

### 2. 方法

ピアノ指導者は通常、リズム演奏を評価する際、主にタイミングが早い（以下、「早」）、正しい（以下、「正」）、遅い（以下、「遅」）の3段階で行っている。本研究では、指導者による演奏評価を用いて判定基準値を定め、その判定基準値を評価システムに組み込むことを考えている。評価用の演奏データの収集（2.1）、指導者による演奏データの評価（2.2）、評価システムに採用する判定基準値の決定（2.3）の三つの手順を経ることにした。

#### 2.1. 評価用の演奏データの収集

演奏データの収集には、T短期大学部保育者養成課程在籍の1年生19名を協力者として、データ収集は、リズム練習支援アプリである iPad のアプリケーション「ちょこっとピアノ」（図1）を用いて行った。データ収集は、2014年6月18日（水）の10時30分から11時30分までの1時間にわたり保育演習室で行った。この「ちょこっとピアノ」では、携帯型ピアノ練習アプリとして、iPad の画面に実際と同じ幅の鍵盤1オクターブと再生音が提示されている。録音機能はあるが、保存機能がなかったため、本研究のために録音データをテキスト形式に保存する機能を追加した。ピアノの基礎技能をバランスよく評価するために、このアプリケーションに搭載されている10曲の練習曲から、1番、3番、5番、7番の4曲を演奏データとした。楽譜情報を表1と図2に示した。

表1 楽譜情報

楽譜番号	拍子	小節数	音(休)符数	テンポ
1	4/4	2	8	MM80
3	3/4	2	9	MM80
5	4/4	2	16	MM70
7	4/4	2	12	MM70

演奏協力者に1台ずつの iPad を準備し、全員一斉に演奏した。協力者は練習曲4曲の読譜ができる前提で、模範演奏の提示は行わなかった。演奏を一斉に行う上で、協力者が互いに影響し合わないよう、全員がイヤホンを着用して演奏した。練習曲の演奏の基準となる速さは、“Andante” “Andantino” と言われる歩く程度の



図1 リズム練習支援アプリケーション「ちょこっとピアノ」



図2 使用した練習曲

1は練習曲1、3は練習曲3、5は練習曲5、7は練習曲7。

楽譜		演奏データ			
楽譜データ	演奏データ	0	1	45	100
0	1	45	100	93	0
360	0	45	0	375	1
360	1	45	100	462	0
720	0	45	0	788	1
720	1	45	100		
:	:	:	:	:	:

図3 演奏データの保存方式

楽譜と協力者の演奏の各音を、累計時間、音の有無、音階、音量として1行ずつ保存するテキスト形式の一例

テンポを想定し、1番と3番はメトロノームの80 (MM80)、5番と7番はメトロノームの70 (MM70) と指定した。演奏の前に、2小節分カウントを提示した。リズムを演奏する指は、手のバランスが保てる右手中指を指定した (B Ziegler, 1978)。1曲につき、1回の演奏練習を各自で本番の録音に入った。演奏録音は各曲に対して2回までとし、2回目の録音をするかどうかは協力者の判断に任せた。実験の進行は実験者が管理して、4曲の演奏録音を全員が同じタイミングで行うようにした。

この演奏データの録音形式は、MIDI (2017) のデータを参考に、累計時間、音の有無、音階、音量を各音に対し1行ずつ保存されるよう設定されたテキスト形式とした (図3)。評価する際に使用する正解楽譜データは

テキスト形式で打ち込み、作成した。MIDI (2017) のデータの分解能を480 (4分音符が480Ticks) に設定し、音量は各音符100で一定にした。ペロシティを一定にしたのは、本研究では音量に関して評価しないためである。

### 2.2. ピアノ指導者による演奏データの評価

2.1.項の手順で収集した演奏データを、保育者養成課程のピアノ指導者2名が評価した。これは、評価システムを可能な限り人の評価に近似な判定基準値の設定を試みるためである。その第1段階として、評価の対象は1音ずつとした。1音ずつの評価とは、演奏された音のタイミングが前音の音価から正しいとされるタイミングと比較して、「早」、「正」、「遅」の3段階で評価することである。リズムの評価方法に関しては、Yonekawa & Nishikawa (2003) によるフレーズ単位での評価がある。しかし、今回はリズムパターンが単純で小さいサイズを対象としたことと、初学者である対象者のつまずきの原因が1音単位で分かることを重視したことから、1音を評価の単位とした。また、1音に対する評価は、前音から次の音が鳴るタイミングに対する評価とした。評価方法は、ピアノ指導者2名で同時に1曲の演奏を1回聴き、図4の評価用紙に結果を記入した。1回で評価が困難な場合は、再度聴き直した。



図4 指導者評価用楽譜

以上の条件で収集した演奏データの全音数704に対し、2名の評価が同じであった音の総数は599で、一致率は85.1%であった。また、不一致の14.9%の中で、指導者1名が「早」と評価し、他の1名が「遅」と全く正反対に評価した音数は7で、1%未満であった。以上により、今回用いる指導者評価は、評価システムの精度を上げるために設定した基準値として妥当であると言えた。

### 2.3. 評価システムの判定基準値の決定

評価システムの判定基準値を決定するために、収集した演奏データを次の以下のように分析した。

4分音符を「1」として計算した楽譜の音価の数値に、最もタイミングの近い演奏データの音を対応付けた (図5)。音の対応づけの際に、一対一でないものはミスタッチとして扱った。なお、この方法では各音の鳴り始め (立ち上がり) のタイミングのみを判定の対象とした。リズムシステムの流れを図6に示した。各音に対して2.2項のピアノ指導者の評価したデータによって決定したタイミングの判定基準値を用いて、「早」、「正」、「遅」の3段階で評価しコメントする。この評価と評価システムによる評価との一致度を比較し、可能な限り指導者間の一致度である85.1%に近づけるために、判定基準値を変更し、再評価する。

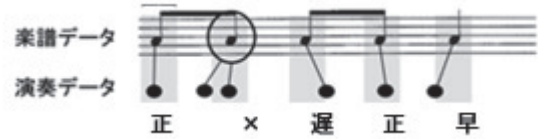


図5 音の数に関する演奏ミスの判定

早：前音の音価から正しいとされるタイミングより早い。  
 正：前音の音価から正しいとされるタイミングと合っている。  
 遅：前音の音価から正しいとされるタイミングより遅い。

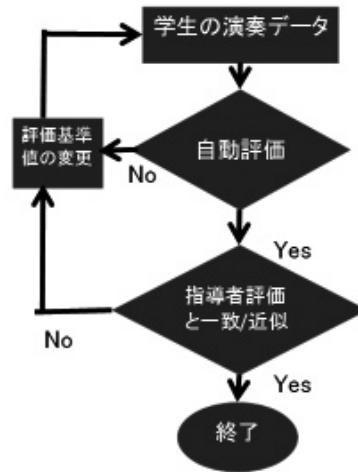


図6 自動評価システムの流れ

協力者19名のうち半数の9名4曲分の演奏データを判定基準値の決定に用い、指導者2名の評価と比較した。

演奏データの評価システムによる評価と指導者の評価を比較しながら、一致率が最も高くなる音の鳴り始めのタイミングの判定基準値を求めた。評価システムの評価と指導者の評価の一致率は、図7の説明のように算出した。判定基準値の決定については、はじめに、タイミングの許容範囲を示す判定基準値を「1 (拍) × t (秒)」と設定し、一致率を算出した。その後、判定基準値を0.01秒ずつ大きくすることで許容範囲を広げ、一致率の変化を見た。この操作を1.0秒になるまで繰り返し、最も一致率が高くなった判定基準値は「1 (拍) × 0.49 s」が75.8%で、それ以降はフラットになった (図7)。

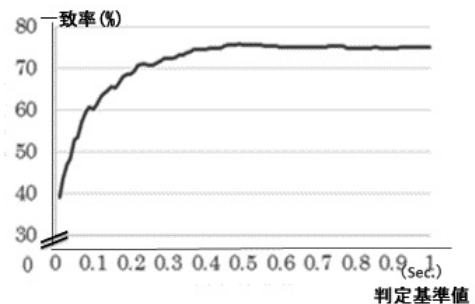


図7 自動評価システムによる評価と指導者評価の一致率  
 一致率は、評価システムと指導者の評価が一致した音符数を楽譜全体の音符数で除し、100を乗じて求めた。



指導者の評価については、2名とも「正」という演奏評価が多く見られた。このことは、指導者は1音1音の的確な判定に加え、前後の曲の流れの中で心地よい範囲の誤差であれば許容範囲に入れているためと考えられる。その結果、1音1音の評価としては、判定基準値が0.49秒という広い許容範囲となった。しかし今回の評価システムの許容範囲を、0.49秒という広い許容範囲とするならば、実際の演奏を聴いた場合に本来の音からのずれを強く感じる事となる。そこで、一音に対し0.3秒までに範囲を絞り再度算出することにした。その結果、最も一致率の高かった「1(拍)×0.29s」の値を採択した。この場合の一致率は72.3%で、判定基準値0.49秒の場合との差は3.5%であった。実際の演奏を聴いても0.3秒の違いは感じられない程度の数値であることから、0.29秒の値を判定基準値とした。

### 3. 結果と考察

2.3.項で決定したタイミングの判定基準値「1(拍)×0.29秒」を用いて、協力者19名のうち、判定基準値を求める際に使用しなかった10名分の演奏データを評価し、評価システムによる評価の精度を検討した。

#### 3.1. 各音の評価について

判定基準値による各音に対する評価結果の例として、5番を演奏した評価を表2に示した。5番の音の総数は12音であった。その1音ずつを「早」、「正」、「遅」の3段階で指導者と評価システムがそれぞれ評価した結果、両者の評価の一致率は50%であった。このように、10名が各4曲演奏した40演奏について評価した結果、その一致率の平均は72.5% (SD=18.2%) になった。指導者同士の一一致率が85.1%であったことから、この一致率は評価システムの精度として十分であると考えた。しかし、一致率100%が11演奏、一致率0%が3演奏あった。このように協力者や練習曲による一致率に違いが見られたので、3.2項で協力者別、3.3項で練習曲別の一致率をみることにした。

表2 練習曲5番の評価結果の例

	指導者	自動評価システム
評価結果	正	正
	正	正
	正	正
	正	正
	正	正
	遅	正
	正	早
	正	早
	正	正
	遅	正
	遅	正
	遅	正
一致率	50.0%	

(注) 網掛けは両者の評価が一致している場合

#### 3.2. 協力者別の一致率について

協力者別の一致率を比較した結果を図8に示した。一致率は47.2%から100.0%までのばらつきがみられた。そこで、協力者のピアノ技能により初学者と経験者に分けて一致率を表3に示した。その結果、初学者の一致率の平均は64.7%、ピアノの経験者は80.3%であった。経験者の一致率が全練習曲において初学者の一致率より高かった。このことから、ピアノ技能が評価の一致率に影響している可能性が指摘できる。ピアノの経験者は的確にリズムを演奏できることから、評価システムによる評価もピアノ指導者の評価も「正」と評価する音が多く、一致率が高くなったと言える。他方、初学者は、的確にリズムを演奏できないので、演奏全体のずれが生じやすいと言える。そのずれに対する評価に加えて、指導者の音楽的感性にも影響されたことで、指導者評価と評価システムによる評価が一致率に影響したと考えられる。本結果では、評価システムによる評価が指導者評価に比べ、「正」を多く示していた。これは、先に指摘した指導者の音楽的感性による影響に加えて、評価システムでは、2.3項のシステムの判定基準値の設定で述べたように、最も近い音を対象とする判定処理が瞬時になされるため、評価の許容範囲は指導者より広く、「正」の評価が多くなると考えられる。しかし指導者評価は、初学者特有の大きなずれが生じた場合、指導者の感性として「間違っている」ことが強く印象付けられ、それ以降の各音の評価はミスとみなすことが多くなるのではないかと考えられる。このことにより、「正」が少くなるのではないかと考えられる。これらの理由で一致率が下がってしまうとも言えるかも知れない。

表3 ピアノ初学者と経験者の自動評価システムによる評価と指導者評価の一致率(%)

演奏曲	1番	3番	5番	7番	平均	標準偏差
初学者 n=5	93.3	62.2	65.0	38.3	64.7	22.5
経験者 n=5	96.7	64.5	85.0	75.0	80.3	13.8
平均	95	63.4	75.0	56.7	72.5	

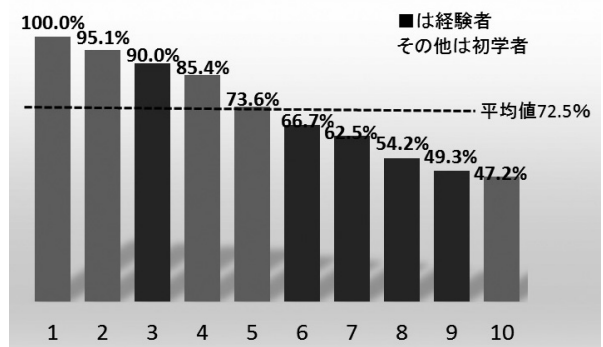


図8 協力者別評価システムの評価と指導者評価の一致率

しかし、ピアノ演奏の技能が高い経験者においても、音楽的表現として規則正しい演奏から逸脱する演奏もある。その場合、評価システムによる評価は、音楽的表現を評価するプログラムを介在させていないため、「正」の評価が減少することもありえる。しかし技能が高い場合、指導者は音楽的表現を評価するため、「正」が示される。このように、評価システムでは音楽的表現への対応は現段階では行っていないので、リズム逸脱による音楽的表現の評価については、今後の課題である。

### 3.3. 練習曲別の評価について

練習曲別による評価システムによる評価と指導者評価の一致率を図9に示した。練習曲1番と練習曲7番と比較してみると、7番の一致率が1番に比べ低かった。7番の難度は1番より高いことから、難しいリズムの一致率が低くなると言える。また、休符に関しては、動きを止めるという意味で次の音の出るタイミングが難しいことから、多い休符の練習曲の一致率が低くなるのではないかと予測した。しかし、4曲の練習曲の中で休符が最も多い練習曲5番の結果を見ると、音符と休符が混在していても一致率は平均以上となった。むしろ、休符を含まない音価も異なる練習曲3番の結果を見ると、一致率が低くなった。このことから、休符の演奏に関する評価システムと指導者の評価は、妥当な結果を示したと言える。

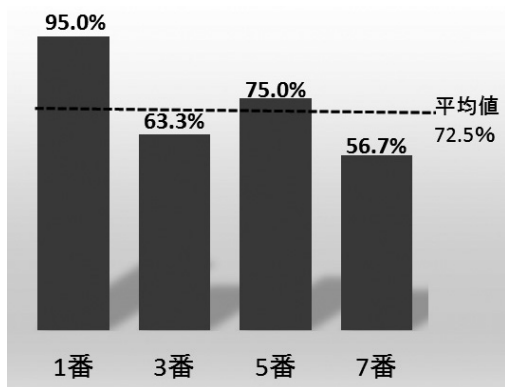


図9 曲別評価システムの評価と指導者評価の一致率

また、練習曲7番では初学者の一致率の平均が38.3%と、特に低くなった。これは、一致率が0%となる協力者がいたことの影響と考えられる。指導者に「判定不能」と評価された演奏データがあった。指導者が示した「判定不能」は、「この演奏はダメである」という指導者の感性から評価したと考えられる。しかし、評価システムは2.3項で述べたように、演奏された音を、楽譜の音のどこかに所属するよう整理するため、判定不能は下されない。さらに、曲の難度が高い場合も、リズム逸脱による音楽的表現への評価の差が生じた。

今回の結果から、判定基準値の設定に加えて、音楽的表現を評価するプログラムに加える必要性が生じた。

## 4. まとめ

自主学習で、自分の演奏の正誤が分からない場合の支援として「ちょこっとピアノ」上にリズムの評価システムを追加するために判定基準値を検討した。その結果、判定基準値を「1(拍)×0.29s」に決定したことは、妥当であったと言えるが、さらに学習者の個人差をも配慮して、評価システムによる評価と指導者評価との一致率の向上を目指していく必要がある。さらに、ピアノ経験や曲の難度による一致率の変動を克服するためには、今後は多様な難度の演奏データに対応できるシステムを考案することが望まれる。

## 研究 II

### 1. 目的

研究 I では、指導者評価との比較で評価システムの評価の精度を検討してきたが、研究 II では、評価システムを追加したリズム練習支援アプリケーション「ちょこっとピアノ」を使用して、評価システムのピアノ学習への有効性について検討することにした。

### 2. 方法

評価システムを自主練習で活用した実験群と、活用しなかった統制群において、実験前と実験後にリズムテストを行い、その結果を比較した。テスト問題は、図11の10曲のリズム練習曲を用いた。今回は演奏時のテンポは指定しなかった。

#### 2.1. 協力者

協力者はC短期大学短期大学部幼児教育学科2年生14名とC大学教育学部2年生17名の計31名とした。「ちょこっとピアノ」を自主練習で活用した幼児教育学科2年生14名を実験群とし、「ちょこっとピアノ」を活用しなかった教育学部2年生17名を統制群とした。各群ともピアノの基礎技能を1年間履修し、さらに2年目も履修を継続している。両群の協力者のピアノ技能については、初学者から経験者までさまざまであった。

#### 2.2. 材料

「ちょこっとピアノ」を使用した。これには、リズム学習用の10曲のリズム練習用曲と、そのリズムが用いられている子どもの歌22曲が練習曲として搭載されていた。また、自分の演奏を模範のリズムに照らし合わせて正誤を可視化した。具体的には、評価システムから出力して「ちょこっとピアノ」に入力し、学習者の任意によって表示を可能にした(図10)。これにより、学習者は自分の正誤を視覚的に確認することができた。

#### 2.3. 実験期間

実験期間は、2015年4月21日から5月26日までの約1か月間とした。

#### 2.4. 実験手続

実験群は、「ちょこっとピアノ」を自主練習で活用さ

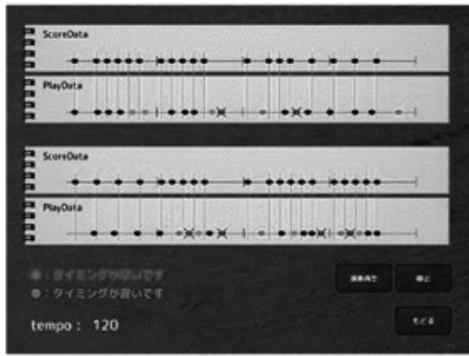


図10 リズム練習支援アプリ「ちょこっとピアノ」の演奏評価画面

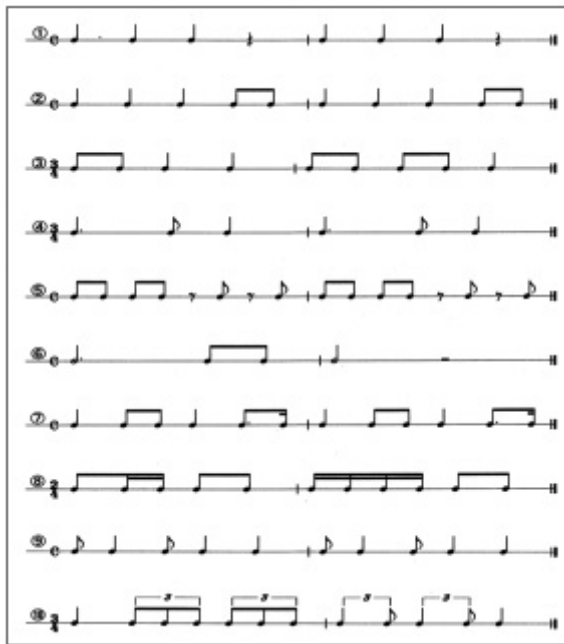


図11 リズム練習支援アプリ

せた。統制群は「ちょこっとピアノ」無しの自主練習であった。実験群には、各自1台ずつiPadを貸与した。週1度の授業で2、3曲ずつ宿題として使用の機会を設けた。最終的な使用頻度は、実験後の質問紙調査の回答から判断した。統制群は、iPadを使用しない通常の練習を行った。実験前と実験後の2回、両群ともテストを行った。テスト問題は、10のリズム練習曲を用いた(図11)。今回は演奏時のテンポは指定しなかった。また、実験後、両群ともに評価システムによる評価に関する質問紙調査を、2015年5月26日のテスト終了後に行った。

2.5. 実験期間

実験期間は、2015年4月21日から5月26日までの約1ヵ月間とした。実験群には、各自1台ずつアプリケーションの搭載されたiPadを貸与した。週1度の授業で2、3曲ずつ宿題として使用勧告をした。最終的な使用頻度は、実験後の質問紙調査の回答から判断した。統制群は、iPadを使用しない通常の練習を行った。実験前と実験後の2回にわたり両群にリズムテストを行った。

2.6. 質問紙調査

質問紙調査を5月26日のテスト終了後に行った。質問の内容は、以下の5点とした。

- A) 自主練習でのリズム評価システムの活用度合
- B) 自主練習における評価システムの有用性
- C) 評価システムの結果の妥当性(納得度)
- D) 評価システムの自主練習効率化への期待
- E) 「ちょこっとピアノ」の改善点

なお、質問A)からD)は5件法による評価とし、加えてその評価の理由を求めた。質問E)は自由記述とした。なお統制群には、質問C)、D)、E)の3つの質問に対して回答を求めた。なお5件法は質問により評価語が異なるが、原則的には、5は「非常に高い」とし、1は「非常に低い」とした。この5件法による評価段階1を0点、5を10点とする2.5点の重みづけで得点化した。

3. 結果と考察

3.1. 評価システム使用による演奏効果

テスト結果の入力が的確に実行できなかった協力者は除外したために、実験群のデータは11名分となった。評価システムを介在させた実験群と介在させなかった統制群のリズムテスト結果を図12に示した。統制群の実験前リズムテストの平均正解率は89.7%、実験後テストでは90.3%であり、殆ど差が見られなかった( $p=0.643$ )。他方、評価システムを介在させた実験群は実験前のリズムテストの平均正解率が83.0%、実験後は87.8%と有意に成績が向上した( $p=0.016$ )。この結果から、ピアノの自主学習における評価システムの介在の効果がみられたと言える。しかし、この結果が得られたのは練習期間が1ヵ月に過ぎないことから、評価システムの介在による効果を指摘するにはやや慎重さが欠ける。そのためには、今後さらに継続して評価システムを介在させた自主練習の成果を求める必要がある。また、先行するこのような研究は見られなかった現状からしても、今後、検討する必要がある。

表4 リズムテストの平均正解率(%)

	実験群	統制群
実験前	83.0	89.7
実験後	87.8	90.3

3.2. 評価システム利用者の評価

表5-1には、質問A)からD)の各評価段階を10点満点で得点化した結果を示した。表によれば、評価システムの妥当性については実験群も統制群も5点台でほぼ同じ得点であった。このことはどちらの群もシステムの存在意義については相当程度の理解が得られていると考えられる。しかし評価する際の理由をみると、「納得いくものと納得いかないものの差があった」や、「同じところでよくつまったから」など、自分自身の主観的な評価と評価システムとの差の解釈が述べられていた。評価



システムによる評価と比較することで、自分の正誤判断を考えるきっかけになっていた。さらに両群ともにピアノ自主練習の効率化への期待に6点台が与えられていることから、今後のピアノ自主練習に評価システムを使用すること望んでいると考えられる。評価する際の理由には、両群とも「ちょっとした時間に簡単にできる」、「合っているのかすぐにわかるから」という記載があった。また、「たくさんの曲から選べるとよい」という要望があった。実際にアプリケーションを使用してみて、「リズム感が少しよくなった気がする」、「ゲーム感覚で楽しくできた」という意見もあった。

表5-1 リズム自動評価システムの評価(平均得点)

	実験群 (使用者)	統制群 (不使用者)
使用度合	4.11	-
有効性	6.07	-
妥当性	5.75	5.66
期待	6.43	6.58

表5-2 リズム自動評価システム使用者の使用度合と有効性の該当評価段階の割合(%)

評価	5	4	3	2	1
使用度合	0	21.4	35.7	28.6	14.3
有効性	7.1	35.7	50	7.1	0

実際に使用可能であった実験群の評価システムの使用度合いは4点であった。平均得点では使用の実態について検討ができないので、該当評価段階の割合を表5-2に示した。評価システムを使っていたとする評価5, 4, 3の合計は57.1%であった。殆ど使用しなかったとするのは42.9%であった。評価システムの使用を勧めたにもかかわらず、4割程度の協力者が使用しなかった。評価システムの使用は強制でなく、任意であったことと、使用開始後1カ月間後の調査であったことから日常的に使用することが習慣化するまでに至っていなかった。しかし表5-2に示すように、評価システムの有効性(評価5, 4, 3)については92.9%の協力者が肯定した。

アプリケーションの改善点に関しては、「お手本の演奏が聴けるとよい」、「過去の結果と今の結果を比較できると自分の成長を感じることができると思う」、「一言コメントがあるとよい」、「友人の演奏結果も見られるとよい」という要望が寄せられた。

以上の結果から、半数以上の協力者が評価システムを使ってきたことから、ピアノ技能の中でもリズムの習得は自分の課題であると考えているように思われた。評価の妥当性(納得度)に関しては、今後、評価システムの精度を上げることで、さらに妥当性が高まるであろう。自主学習の効率化への期待も高かったことから、アプリケーションの内容の一層の充実や、指導者からの助言による使用の促進によって、リズム習得の効率化が期待できる。

### Ⅲ. 全体的考察と今後の課題

研究Ⅰでは、評価システムに組み込む判定基準値を検討した。その際の手続きとしては、ピアノ指導者2名の評価の一致率の85.1%を目標一致率とした。今回の試みとしては、ピアノ指導者の平均的評価とシステムによる評価との一致率を、目標一致率に最も接近させられる判定基準値として0.29秒を選んだ。この数値を組み込んだリズムシステムによる評価とピアノ指導者の平均評価との一致率は72.3%で、ピアノ指導者の平均評価との差は、約10%強であった。この結果により、今回の提案した評価システムは、かなり良好な成績を示したといえる。したがって今回のように指導者評価を用いることで、判定基準値の最適化を進めることは、評価システムの性能を高める方法として有効であると考えられる。今後、評価システムの精度をあげるためには、指導者間の一致率に接近させるように判定基準値を改善する必要がある。また、全練習曲において、ピアノ技能が評価の一致率に影響を及ぼすことも分かった。練習曲の難度が高くなるほど一致率が低くなり、指導者評価が出す「判定不能」の処理については、今後の検討課題である。難度による影響を最小限にとどめることが可能な判定基準値を検討する必要がある。さらに今後の課題として、幅広いピアノ経験の学習者にも対応できる評価システムの拡張を視野に入れる必要がある。

研究Ⅱにおいて、評価システムの実践的效果について検討した。実際の使用期間は1か月であったが、使用後の演奏正解率は使用前に比べ有意に向上した。この結果からさらに長期間にわたり使用すれば、リズム習得に一層の効果が期待できる。他方、質問紙調査結果から、評価システムによる評価を演奏の場で受けることは、自分の演奏におけるリズムの正誤判断を自主的に行える可能性が示唆された。評価システムの使用は、問題意識をもって学習を進めるといふ自主学習の促進に有効であることが確認できた。今回の研究結果から、自動評価のアルゴリズムや結果のフィードバックに関して、一層の精度の向上を図る必要があることも分かった。

#### 付 記

本論文は、日本教育工学会第30回、第31回全国大会(臼田ほか、2014、2015)で発表した研究を発展させて、その成果をまとめたものであり、「平成25年度科学研究費助成事業(挑戦的萌芽研究)」課題番号:25590274、課題名「iPad」と「学内SNS」を活用した自主学習型音楽技能向上システムの開発」の研究成果の一部である。また、平成28年度中部学院大学特別研究費の助成を受け、研究を進めた成果である。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、指導者評価をしてくださった岡田泰子准教授、そして、「ちょこっとピアノ」のソースを提供してくださった(株)電算システムの皆様に感謝致します。

## 文 献

MIDI (2017.0207) <http://amei.or.jp/midistandardcommittee/index.html>

- Ziegler, B. (1978) Das innere horen. 音楽之友社, 3.
- 泉谷千晶 (2000) 保育者養成校の「音楽」の視点と総合的な授業展開の試み. 青森明の星短期大学紀要, 261.
- 井上直幸 (1998) ピアノ奏法. 春秋社, 141.
- 白田寛明, 竹原正矩, 田村哲嗣, 速水悟, 杉山祐子 (2014) iPad を用いたリズム練習支援に向けた自動評価システムの提案. 日本教育工学会第30回全国大会講演文集, 115-116.
- 白田寛明, 田村哲嗣, 速水悟, 杉山祐子 (2015) iPad 用リズム練習支援アプリケーションの開発と評価. 日本教育工学会第31回全国大会講演文集, 725-726.
- 大谷純一, 鈴木泰子, 大場麻美子 (2004) 今日の保育者養成課程における音楽教育に関する一考察. 日本保育学会研究論文集, 57, 563.

- 尾見敦子 (2010) 移動ト唱法による読譜力育成の授業実践. 全国大学音楽教育学会研究紀要, 22, 21.
- 杉山祐子 (2011) 保育者養成課程におけるピアノ初心者のピアノ技能向上に関する研究. 中部学院大学・中部学院大学短期大学部研究紀要, 12, 59-66.
- 杉山祐子 (2012) ピアノ初心者の iPad を用いた読譜力向上に関する研究. 全国大音楽教育学会研究紀要, 23, 1-10.
- 杉山祐子 (2013) ピアノ初心者のための読譜力評価尺度作成の試み. 全国大音楽教育学会研究紀要, 24, 11-20.
- 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦 (2013) 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, 54(4), 383-1392.
- 松原正樹, 遠山紀子, 斎藤博昭 (2006) ピアノ初心者のための独習支援システムにおける戦力的練習計画の提示. 情報処理学会研究報告, 66(2), 7-8.
- 陸路和佳 (2012) 幼稚園実習におけるピアノ課題の実態. 全国大学音楽教育学会研究紀要, 23, 49
- Yonekawa, T. & Nishikata, A. (2003) Rhythm pattern accuracy diagnosis system capable of objective evaluation and commentary feedback. IEICE Transactions on Information and Systems, E86-D (No.1), 71-76.



## An Automated Rhythm Evaluation System for Motivating the Self-Learning of Piano

Yuko SUGIYAMA, Hiroaki USUDA, Satoshi TAMURA  
Satoru HAYAMIZU, and Akiyoshi KATADA

**Abstract** : For piano beginners who study at the early childhood education course, it is difficult to evaluate their performance by themselves alone, making self-study of piano much difficult. In this paper, we propose an automated rhythm evaluation system as a part of our efforts to develop a study support system using an iPad. This paper aims at two aspects. First, we studied automatic evaluation criteria of rhythm. We collected performance data provided by students. As music performance is usually evaluated by instructors, we also obtained corresponding evaluation data. By analyzing the performance data and the evaluation data, we set the criteria for our system. We achieved to obtain the concordance rate at 72.5 %. Second, we verified effectiveness of the rhythm evaluation system. We compared two groups with and without using the system in their self-study. The difference between two groups was statistically significant in terms of concordance rates for 10 pieces. From questionnaires by the subjects, we found positive effects in their comments. By the questionnaire for the subjects, we found positive effect in their comments.

**Keywords** : Piano beginners, Self-Learning, Automated Rhythm, Evaluation System, Evaluation Criteria, Evaluation of the Instructors