

不得手要素を克服させるピアノ学習支援システムにむけて

大島 千佳^{††} 井ノ上 直己^{††}

[†] NICT ユニバーサルメディア研究センター [‡] ATR 認知情報科学研究所
E-mail:{chika-o, na-inoue}@atr.jp

たとえピアノ・レッスンに通っていたとしても、大抵の場合は、レッスンの時間よりも自宅での練習時間が長い。そのような環境の中で学習を進めていくには、自分の不得手な要素を知り、練習方法を工夫することが重要になってくる。一般的に練習曲と言われる曲集は多く存在するが、音楽的ではない曲が多いため、興味を持たず、練習意欲の低下につながることもある。そこで本研究では、「弾きたい曲」の部分を取り出して練習課題を自動生成し、奏者の不得手な要素を克服させる手法の開発を目的とする。本稿では、その第一段階として、不得手な要素を抽出する手法を議論し、A. コルトーが作成した練習課題を分析することで、練習課題の生成手法について議論する。

Toward a Piano Learning System to Allow Pupils to Overcome Their Weaknesses

Chika Oshima^{††}, Naomi Inoue^{††}

[†] National Institute of Information and Communication Technology
[‡] ATR Cognitive Information Science Laboratories

Even if a pupil has piano lessons, in most of practice time, he/she has to practice by him/her self at home. In this case, it is important for pupils to know their weaknesses and to think a way to appropriately practice. There are many etudes to practice the piano. However, it is difficult for the pupils to continue to practice of playing the etudes with interest because most etudes have little attraction for them. We aim to develop a method of creating small exercises from a piece that the pupil likes to perform allows the pupils to overcome their weaknesses with interest. In this report, we discuss how to know the pupils' weaknesses and how to create the small exercises.

1 はじめに

従来の日本のピアノ教育では、ピアノの学習を開始したときから、「練習曲」と位置づけられる本を日々の練習に取り入れることが多い。まず F. Beyer による「バイエルピアノ教則本」の上下巻を使用し、終了すると、F. Burgmüller による「25 の練習曲」で学習する。並行して、L. Couppey による「ピアノの練習 ABC」や「ピアノの練習ラジリター」で基礎的な技術を向上し、C. L. Hanon による「ハノンピアノ教本」や C. Czerny による「ツェルニー 100 番練習曲¹」「ツェルニー 30 番練習曲」へと進んでいく。

しかし、これらの練習曲に対しての批判が聞かれるようになって久しい。問題を次の 3 つに分ける。

1. テクニックが身につかない
2. メロディと伴奏というホモフォニックな曲が多く、近現代の楽曲を弾くための基礎にならない
3. 飽きやすく、練習したがない。

まず 1 については、これらの様々な練習曲を長年掛けてこなしてきたはずの音楽大学生が、初級用の楽曲を演奏する際でも、「音が充分に出ない」「指が独立していない」等、確かなテクニックがついていないという現実がある [1]。その理由として、各練習曲を通して習得すべき技術を生徒のみならず先生ですら理解せずに、生徒に練習させていることが挙げられる [2]。また、生徒の読譜能力の進度が遅く、技術を向上させるための練習曲が、読譜の勉強に終始していることも多い。そのため鍵盤を叩くことで精一杯になり、さらに 3 にも関連して、曲に興味をもてないことも重なり、ただ指を動かすことだけを目的とした演奏をする癖がついてしまう [3]。

次に 2 については、最近ではヨーロッパやアメリカで使われている練習曲集（たとえば、文献 [4][5][6]）が、日本でも積極的に紹介されるようになった。また、通常は技術を向上するための「練習曲」とはみなされていない、J.S. Bach 「インヴェンションとシンフォニア」を音色やタッチの習得、指の独立のための練習曲として使用することが推奨されている [1][2]。言うまでもなく、珠玉の楽曲で構成されており、一般的な練習曲のように、ただ指を動かすことだけを目的とした機械的な演奏になりにくい。

¹ 「100 番」とは 1 冊に 100 曲の練習曲が含まれていることを示し、100 番の後に、30 番、40 番、50 番、60 番の練習曲を使用することが一般的である。

最後に3については、我慢して練習曲を練習するぐらいならば、弾きたい曲を練習しながら技術を身につける方が良いという意見がある[1]。難しく弾けない箇所が出てきたならば、部分練習で対処する。しかし、この場合の「難しく弾けない箇所」とはあくまでも、指を動かすにあたっての技術に焦点が向けられており、音符に対応する鍵を叩くという「譜読み」の困難さではない。ピアノ学習の初級段階では、ピアノを弾くことよりも、「音符を見て歌う」「リズムを叩く」というソルフェージュ教育に力をいれることが推奨されている[1]。そのため、ピアノで楽曲を練習するときには、譜読みの困難さがほとんどないことが前提となっている。

我々の研究は、特に3の問題点を解決するために、「弾きたい曲を練習しながら技術を身につける」というスタンスに則った、学習支援手法の開発を目指す。この手法を開発するには、奏者の不得手な要素の抽出手法と、不得手な要素を克服するための練習課題の生成方法について考えていかなければならない。本稿では、不得手な要素の抽出手法を考える上で、まず奏者が演奏中に停止した要因となった箇所（音符）の特性について分類する。さらに、5人の演奏データから、重回帰分析により初級者が演奏を困難とする箇所の特性の抽出を試みる。次に、A. コルトーがF. ショパンの有名な練習曲集において、各曲の部分を土台に作成した練習課題をもとに、課題を生成する手法について分析する。

2 不得手要素の抽出に向けて

2.1 演奏を停止した要因となった箇所の特性

本節では、奏者が不得手な要素を抽出するための第一段階として、奏者が演奏を停止した箇所について、理由を抽出するとともに、演奏を停止した要因となった箇所の特性について示す。

5名のピアノ学習の経験者に初見演奏（楽譜を初めて見てすぐに演奏する方法）を行ってもらい、演奏を停止した理由を抽出する。被験者のピアノ学習経験の年数は、1年が1人、7年が2人、8年が1人、10年が1人であった。課題曲は、学習経験が1〜2年の学習者がレッスンで使用する練習曲集[4][5]から、強弱記号をすべて省き、各被験者に3曲ずつ選択して渡した。演奏誤りの理由から音量の変化等、音楽的に表現するための要素について省くためである。どの曲も被験者が聞いたことのない曲であった。被験者は各曲を2回ずつ演奏した。

被験者の演奏は、録画により収録した。被験者は、演奏が終わるとすぐに自分の演奏を収録した録画を見て、実験者が「演奏を停止（中断）した」と判断した箇所について、演奏を停止した理由を述べた。演奏の誤りと位置づけられるものには、このほかに音高の誤り等も含まれるが、不得手意識が高い箇所の直前ほど、演奏を停止しやすいのではないかと考えられたことと、演奏を停止

した箇所は、収録後に被験者に理由を述べてもらうにも覚えておいてもらいやすいと考え、演奏を停止した箇所についてのみ、理由を尋ねた。実験者が演奏を停止したと判断した箇所の中で、被験者が演奏を停止したことを否定した箇所は、リズムを勘違いして著しく音長が長くなった箇所のみであった。

演奏を停止した箇所は、全部で149箇所あった。全理由における各理由の割合を図1に示す。その内訳は次の6つに分類することができた。

1. あと（次、または2,3音後）の音符が何であるか不明であったため
2. 停止する3音前までに音高の誤りがあったため
3. 誤りがあったのではないかと疑ったため（実際には誤りはなかった）
4. リズムを勘違いしたため、音長が長くなった
5. 弾いた音が当たっていたか確認しなかったため
6. 弾いた音に聞き惚れたため

理由は（1）で65%を占め、（2）（3）で31%を占めていた。

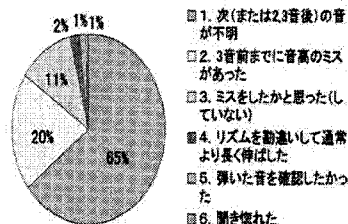


図 1: 演奏停止の理由

次に、奏者演奏停止の要因と認めた箇所の特性について分類した。その結果を次に示す。

- パターンが変化した
 - － 音型や音程の変化
 - * 「ドレミ、ドレミ」という進行から「ミドラ」に変わる等
 - － 音高に対応する鍵盤の位置の変化
 - * 臨時記号により白鍵から黒鍵になる等
 - － 音価や、リズムの変化
 - * 「タン、タン」というリズムで進行していたのに「タータン」に変わる等

- 片手から両手の利用への変化

* 右手で奏でる音符の中の一部のみ、
左手が同時刻に奏でる等

● 不慣れな要素があった

- 奏でた音符と次の音符との音程が広い
- 加線²上の音符
- へ音譜表の音符
- タイのついた音符
- 主要三和音³以外の和音
- 構成音が多い和音
- 調号⁴に対応すべき音符

このように、要因となった箇所特性を少ないカテゴリに分類することができた。よって、不得手な要素は、比較的少ない項目に絞ることができると考えられる。

2.2 難易度にかかわる音符の特性

前節の結果から、本節では別の5人の奏者の演奏データをもとに、難易度を決定する音符の特性を絞る。演奏が困難であったか否かを従属変数、音符に含まれる要素を説明変数とし、重回帰式を求める。

初級者向けの教材 [4][5] や F. ショパンや F. シューベルトのピアノ曲の一部等から14曲を用意した。14曲のうち、調号がある曲は8曲（♯または♭が1〜6個）、臨時記号がある曲は8曲であった。拍子は4分の4拍子が8曲、4分の3拍子が4曲、4分の2拍子が1曲、8分の6拍子が1曲であった。5名の初・中級者にレベルに応じて、各々4〜9曲を2回ずつ弾いてもらい（合計62演奏）、MIDI (Musical Instrument Digital Interface) データを収録した。

重回帰分析を行うにあたり、収録したMIDIデータから、「音高誤り」「発音なし」「誤りが無いにもかかわらず、弾き直しのために演奏を停止した位置の次」「明らかに演奏停止した位置の次」にあてはまる音符を「困難な音符」（従属変数）とした。曲によっては複数の被験者が演奏しているため、1人でも（1回でも）「困難な音符」と判定したすべての音符を「1」とし、それ以外の音符を「0」とした。次に前節の結果をもとに16の説明変数を用意し、課題曲14曲に含まれる1416音について各説明変数の値を手動で入力した。以上のデータについて重回帰分析を施した結果、定数と偏回帰係数は、変数減少法により表1のようになった。自由度調整済み決定係数R²は0.11であり、説明できていないことがわかる。

この結果から次のように考察される。まず、今回の分析では、音高の誤り等を困難な箇所と定め

表 1: 重回帰分析の結果

	coefficients
intercept	0.110
へ音譜表である	0.059
左手が担当部分がト音譜表である	0.160
前の音との音価比が 1/2	0.093
前の音との音価比が 1/3	0.243
調号の音または臨時記号で同小節内再出現	0.099
臨時記号あり	0.490
同時発音の構成音数が 3 以上	0.059
左手で同時発音	0.190

ているが、被験者の演奏回数も少ないため、不得手な要素というよりも、「たまたま」の誤りの部分が多かったと予想される。さらに、たとえ奏者自身が「不得手な要素」と認識する要素があったとしても、その要素が含まれる箇所をすべて誤るとは限らない。たとえば「へ音譜表に書かれた音符が苦手」と認識していても、少しでもピアノ学習を経験した奏者ならば、へ音譜表の音符がすべて誤るということは珍しい。

よって、本研究の目的に合うように奏者の不得手な要素を抽出するには、このような一時的な演奏をもとにした音符単位の分析ではなく、長期的に繰り返した演奏データをもとにしたさらに長い音符列単位での分析が必要と考えられる。

3 練習課題の生成手法について

我々は、「弾きたい曲を練習しながら技術を身に付ける」というスタンスにより、その楽曲をもとにした練習課題を生成し、不得手な要素を克服することを目指す。楽曲の部分を使って編曲し、生成された練習課題ならば、一般的な練習曲を練習するよりも、奏者の練習意欲の動機付けになりやすいと考える。

しかし、楽曲から練習課題を生成するためのアルゴリズムを作ることは容易ではない。楽曲の音数を減らした課題を生成することで、奏者にとっては演奏が容易になり、またその箇所での「大事な音」を奏者が意識するきっかけにもなる [7]。しかし、最も考慮しなければならないことは、奏者が不得手な要素を克服できるような練習課題にすることである。

ピアニストの A. コルトーは、F. ショパンの「12の練習曲⁵Op.10[8]」と「12の練習曲Op.25[9]」の全24曲の練習曲に対して、解説とともに、この曲の練習を始める前にやるべき「準備練習」や、指使いの考案、そして、楽曲の部分を取り出した練習課題を提案している。これらの練習方法の本質的な法則は、難しいパッセージをそのまま練習するというよりも、そのパッセージに含まれている困難さを、基本的な特質にまで掘り下げて考えることにある [8]。「準備練習」と位置づけられている課題は、楽曲に関連した指の動きをする音列をコルトーが新たに作成しているものであり、多くの場合、あるパターンを音階的に全調で練習す

²五線の上や下に書き加えられた短い線。

³音階の第1度音、第5度音、第4度音上に構成される三和音。ハ長調の場合は「ドミソ」「ファラド」「ソシレ」。

⁴各調の音階を構成するのに必要な嬰・変記号。音符の傍には記号が書かれていない。

⁵「練習曲」ではあるが、どの曲も音楽的に優れており、ピアノのリサイタルでも取り上げられることが多い。

るように指示している。しかし、これらの準備練習は、譜読みを行うだけでも困難な作業になり、曲の雰囲気とは違うものになりやすい。よって、一般的な練習曲と同じように、練習する意欲は継続しにくいと見受けられる。一方で、楽曲の部分を用いた課題は、楽曲で使われているフレーズを土台に、音符を簡約し、その上で同じ音符の連打を付け加えたり、スタッカートやスラーの記号を追加している。本節では、このような楽曲の部分を用いた練習課題を分類し議論を行う。

3.1 練習課題の作成方法

コルトー版の F. ショパンの「12 の練習曲 Op.10[8]」と「12 の練習曲 Op.25[9]」から、コルトーが楽曲の部分で土台にどのように練習課題を作成しているかということについてまとめる⁶。

曲の部分を取り出す際に、楽譜の音符を簡約していることが多い。1 声部のみを取り出す場合もあれば、2 声部以上を段階的に取り出していることもある。または右手のみ、左手のみを取り出している。

図 3 から図 5 は、図 2 にある原曲をもとに音符を簡約して作られた課題である。図 5 では、簡約していた音符が原曲の状態に戻りつつ、さらに原曲にはないスタッカートが上声部についている。これは、上声部を軽やかに演奏できるようになるための練習と考えられる。

図 7 は、図 6 の和音を 16 分音符 2 つ分（スラーごと）で 1 つの和音にしており、和音を確実に掴むことを目的とした課題である。

図 8 は、図 6 の 2 つの和音の後に休符を付け加えた課題である。休符が入ることで、手を鍵盤から高く持ち上げることが可能になり、高い位置から鋭いタッチで次の和音を弾く方法習得することを目的としている。

図 10 は、図 9 にある、6 度の音程（音の幅）の和音で作られた曲から、13 種類の練習課題を示したものである。分散和音に変えたもの（第 1-4 課題）、上の声部、または下の声部の音符を増やし（連打にして）、さらにスタッカートをつけたもの（第 5,6 課題）、3 連符にしたもの（第 7,8 課題）、和音のまま音符を増やし、スタッカートをつけたもの（第 9 課題）、そして、上の声部と下の声部を交互に音符を増やしたもの（第 10-13 課題）がある。レガートに弾くためや、上の声部を引き立てて下の声部を軽やかにするため等を理由とした練習方法と考えられる。

これらのように、曲の部分を取り出し簡約したものを、練習課題として編曲した方法（作成方法）をまとめると次のようになる。

1. 奏法の指示を変える

- (a) スタッカートをつける
- (b) テヌートをつける（音価を長くする）
- (c) 1 声部にスタッカート、他の声部にテヌート

⁶以下、文献 [8][9] から楽譜（図）を引用する。

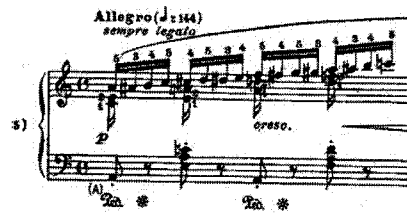


図 2: 原曲 (Op.10No.2)



図 3: 簡約された課題



図 4: 簡約された状態から声部が増えた課題



図 5: 原曲の音高でスタッカートやテヌートが追加された課題

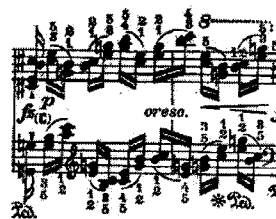


図 6: 原曲 (Op.10No.3)



図 7: 和音をまとめた課題



図 8: 休符が入った例



図 9: 原曲 (Op.25No.8)

2. 連打を加える

- (a) 1 声部のみ同じ音の連打を加える
- (b) すべての音符に連打を加える

3. 和音を分散和音にする

4. 分散和音を和音にする

5. アルペジオを楽譜の指定と逆方向にする

6. 音符と音符の間をあける

- (a) 休符をいれて発音時刻を後にずらす
- (b) 一部の音符を 1 オクターブ上の音符にする

7. リズムを変える

3.2 目標とされる技術的な弱点

コルトーは、目標とする克服すべき技術的な要素について、すべての練習課題には記していない。よって、記されている範囲で次のように分けた。括弧内はその技術的要素を克服するための 3.1 節で示した練習課題の内容である。

- 手首等の重みを加えず指だけで動かすため (作成方法 1a, 1c, 2a, 5)
 - － 音の粒を均等にそろえる
 - － 明確に発音する
 - － 軽やかさ
 - － 敏捷さ
 - － 指だけのアクセント
 - － ピチカートのような発音
- 的確に和音を掴むため (作成方法 2b, 3, 4, 5)
 - － 構成音 (和音, 分散和音内) の発音時刻がずれない



図 10: 練習課題のヴァリエーション

- － 和音の打鍵直前に指の準備をする
- － 分散和音の形に慣れる
- レガートに弾くため (作成方法 1c, 2a, 7)
 - － 和音をすべらすように弾く
 - － メロディの音をつなぐ
 - － 複旋律で上声部に表情をつける
- 第 3, 4, 5 指によるメロディ音を指の重みで音を出すため (作成方法 2a)
- 離れた位置への手の移動を容易にするため (作成方法 6b)
 - － 指, 手のひろがり
- 鋭いタッチの音を出すため (作成方法 6a)

4 議論

2 節では、演奏誤りのあった音符の特性を分析する方法は、不得手な要素を抽出するには適切ではないのではないかと結論づけた。演奏が困難な箇所があった場合に、どこまでが譜読みの能力に関わり、どこからが指がまわる等の技術的な力に関わるのかははっきりしないことが多い。書かれた音符が何であるかは、音符を読む方法を知っている人ならば、誰でも答えを出すことができる。しかし、横の流れ (メロディ等) の中で、音符を読み取ることが遅いことや、縦方向での複数の音符を読み取ることが遅いことにより、演奏が困難になる。これらはどちらも、前後、上下の音符との音程 (音の幅) を瞬時に読み取ることができないという譜読みの能力の問題であろう。一方で、前後、上下の音符との関係から瞬時に音符を読み取れても、指がその対応する鍵をすぐに叩けないという理由により演奏が困難なこともある。つまり、譜読みの能力と技術的な力のどちらが演奏を困難にしている理由であるか、客観的に区別することは難しい。

本研究では、今後の展開として、コルトーによる練習課題を参考に、弾きたい曲を土台にした練習課題の生成手法の提案を目的とする。コルトーは技術的な要素の克服を目的としていることは記しているが、譜読みの能力を高めることには言及していない。しかし実際には、技術的な要素を克服する過程は、音符を確実に捉えていく過程にもなりうる。分散和音を和音の形に変えて練習する

方法等は、音符を読みやすくし、和声の流れの中で記憶しやすくしていると考えられる。簡約した課題も、譜読みをしやすくする。さらに楽譜通りの音符で、リズムを変える課題により、不得手な箇所が露呈されることがある。

しかし、譜読みの能力が伴わないために、このような練習課題ですら弾くことが困難な奏者はいらる。たとえば初級者では、「へ音譜表の音符」「調号のついた音符」等、何らかの要素を伴う音符全体に対して不得手と感じている。このような奏者の譜読みの能力を高めるためには、コルトーの練習課題のような形とは別の支援手法の開発が必要と考える。1節でも触れたように、文献[1]での弾けない箇所を部分練習で対処する方法の提案は、技術的に困難な箇所についての対処であり、譜読みの困難さではない。譜読みの能力は、ソルフェージュ教育で行うことを前提としている。本研究でも、譜読みの能力における不得手な要素の克服手法については、ソルフェージュ教育の手法も視野にいれながら、検討を行っていく。

5 関連研究

これまで、ピアノ学習の支援につながる手本の表示方法やユーザ（以後、「奏者」と呼ぶ）の演奏を分析して提示する手法、及び学習課題の提示等の研究が行われてきた。

打鍵すべき鍵を表示する機能がついたキーボード[10]やソフトウェア[11][12]、及びThe Phantom of the Piano[13]は、音符を読み、それに対応する鍵を見つけて打つという過程での奏者の負担を減らしている。楽譜情報から運指を決定する手法[14]や、指導者等が演奏する映像から運指を取得するシステム[15]は、奏者が連続する鍵をスムーズに打つための支援につながる。また、奏者の演奏データをもとに誤った音符を指摘するとともに、誤りを克服するための指示や、新しいレッスンを提示するシステム[16]がある。さらに、独習支援ではなく、先生と生徒のレッスン支援として、音量の変化やテンポ、スタッカートやレガート等の具合（アーティキュレーション）等を示すシステム[17][18]がある。

最後に、学習課題を提示するシステムとしては、楽曲の特徴量を楽曲中における鍵盤間距離の等しい音列の出現頻度とし、奏者の演奏履歴との類似度を計算することによって、既存の楽曲から練習課題を提示するシステム[19]がある。また不得意な運指パターンを抽出し、練習課題を生成するシステム[20]や、初級者に適切な練習課題を自動的に生成するシステム[21]がある。

本研究ではこれらのように、一般的な練習曲にみられるような練習課題を生成するのではなく、あくまでも奏者の「弾きたい曲」の部分を用いて、練習課題を生成することを目指す。

謝辞

北陸先端科学技術大学院大学の西本一志氏に議論していただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- [1] 呉 曉:練習しないで上達する ―導入期のピアノ指導―, 音楽之友社, 2005.
- [2] C. ソアレ:演奏と指導のハンドブック ―ソアレのピアノ講座 音の世界―, ヤマハミュージックメディア, 1995.
- [3] 山岸麗子:あたまで弾くピアノ ―心を表現する手段―, ムジカノーヴァ叢書 7, 音楽之友社, 1986.
- [4] 大島正泰, ジョン・トンプソン:現代ピアノ教本1, 全音楽譜出版社.
- [5] M. Stecher, et al.:ラーニング トゥ プレイ ―小さいピアニストのために―, 全音出版社.
- [6] 大島正泰, エドナ・メイ・バーナム:バーナムピアノテクニック 1, 全音楽譜出版社.
- [7] 大島千佳, 伊藤直樹, 西本一志, 苗村昌秀:楽曲の技術的な敷居を低くする手法の開発に向けて, 情処研報, Vol.2006, No.24, pp.57-64, 2006.
- [8] ショパン, アルフレッド・コルトー版, 八田惇訳:12の練習曲 Op.10, サラベール楽譜出版社, 1983.
- [9] ショパン, アルフレッド・コルトー版, 八田惇訳:12の練習曲 Op.25, サラベール楽譜出版社, 1986.
- [10] CASIO:光ナビゲーションキーボード, http://www.casio.co.jp/emf/key_lighting/lk301bb.html
- [11] 河合楽器製作所:ピアノマスター, <http://www.kawai.co.jp/cmusic/products/pianoproducts/pianoindex.htm>
- [12] ヤマハミュージックメディア:大人のピアノ・一曲入魂, <http://www.ymm.co.jp/cdrom/pds2/iindex.html>
- [13] 樋川直人, 大島千佳, 西本一志, 苗村昌秀:The Phantom of the Piano: 自学自習を妨げないピアノ学習支援システムの提案, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2006, No.4, pp.69-70, 2006.
- [14] 米林裕一郎, 亀岡弘和, 嵯峨山茂樹:隠れマルコフモデルに基づくピアノ運指の自動決定, 情処研報, Vol.2006, No.45, pp.7-12, 2006.
- [15] 竹川佳成, 寺田 努, 西尾章治郎:鍵盤奏者のための実時間運指取得システムの設計と実装, インタラクティブシステムとソフトウェア XIII: 日本ソフトウェア科学会 WISS2005, pp.93-98, 2005.
- [16] Dannenberg, R. B., et al.: A Computer-Based Multi-Media Tutor for Beginning Piano Students, Interface-Journal of New Music Research, 19(2-3), pp.155-173, 1990.
- [17] Stephen W. Smoliar, John A. Waterworth, and Peter R. Kellock: pianoFORTE: a system for piano education beyond notation literacy, Proceedings of the third ACM international conference on Multimedia, pp.457-465, 1995.
- [18] 大島千佳, 西本一志, 鈴木雅実:創造的演奏教育支援に向けた生徒の音楽的理解と技術習得の分析, 日本創造学会論文誌, Vol.8, 2004.
- [19] 松原正樹, 遠山紀子, 斎藤博昭:ピアノ初級者のための独習支援システムの提案, 情処研報, Vol.2006, No.19, pp.79-84, 2006.
- [20] 江村伯夫, 三浦雅展, 柳田益造:ピアノ独習者に最適な基礎練習課題の動的生成, 音楽音響研究会, MA2005-42, pp.107-112, 2005.
- [21] T. Kitamura and M. Miura: Constructing a support system for self-learning playing the piano at the beginning stage, Proc. of 9th ICMPC, pp.258-262, 2006.