

Coloring-in Piano : 表情付けに専念できるピアノの提案

大島 千佳[†] 宮川 洋平[†] 西本 一志^{††}

ピアノレッスンでは、先生は言葉で説明したり、歌って聴かせたりといった間接的な手がかりを用いて指導を行う。先生による模範演奏は大事な手がかりの一つであるが、生徒の勉強する曲が技巧的に難しくなると、先生によってはたとえ過去に弾いた曲でも練習をせずに弾くことができない。そのような状況でも先生は、その作品を演奏表現するための知は備えている。そこで本稿では、技巧的な難しさや譜読みのおぼつかなさからくる、音の間違えやミスタッチを気にせずに、表情付けに専念できるピアノとして、Coloring-in Piano を提案する。ノーマルのピアノで弾いた場合の演奏と比較するために、演奏者が練習を積んでいる曲で評価実験と MIDI データの分析を行ったところ、有意な差が認められなかった。一方練習していない技巧的な曲を通常のピアノと Coloring-in Piano で演奏比較したところ、Coloring-in Piano ではミスが激減しただけでなく、演奏者のイメージに近い演奏ができた。

Coloring-in Piano: A Piano That Allows A Performer to Concentrate on Musical Expression

Chika Oshima[†], Yohei Miyagawa[†], and Kazushi Nishimoto^{††}

In a piano lesson, a teacher teaches a way of performance by indicating some indirect cues, e.g., metaphors and singing. A model performance is one of the important cues. Meanwhile, it is difficult for the teacher to perform a very technical piece without enough practices, even if he/she had formerly performed it. However, the teacher retains his/her knowledge for performing the piece. Accordingly, we propose "Coloring-in Piano" that is a piano lesson supporting system. It allows the teacher to concentrate on expressions without paying attention not to play a wrong note. We conducted experiments to subjectively evaluate the performances and analyzed them. As a result, we could not find significant difference between the performances played by the normal piano and Coloring-in Piano. Moreover, Coloring-in Piano can facilitate to perform even a unpracticed piece to his/her satisfaction.

1 はじめに

本稿ではピアノレッスンにおける、先生による演奏指導を支援するピアノ、“Coloring in Piano (CiP)” を提案する。ピアノ演奏について、先生が生徒に伝えたい内容には、言葉や記号では説明しきれない「暗黙知」[1]の部分がある。したがって、多くの場合先生は演奏表現する過程で働く「知」が反映されたインスタンスとしての模範演奏や比喻、あるいは「わざ言語」[2]などの手がかりによって、持てる知を間接的に生徒に提示することになる。中でも模範演奏は、直接的に先生の演奏表現を提示している、大事な手がかりの一つと言える[3]。しかし時として、先生が練習をせずには模範演奏できないような、技巧の高度な作品を生徒が学習することもある。この場合、

多くの先生はそれを演奏するにあたって必要な知は備えており、生徒に提示したいことが沢山あるにもかかわらず、模範演奏でそれを提示することが難しいという問題がある。

CiP は奏でたい曲の音高情報のみをあらかじめ計算機に入力しておき、どの鍵を弾いても正しい音が出るようにしたものである。この結果、先生は音の間違いやミスタッチをすることなく、最後まで弾くことができるため、上記のような状況でも模範演奏が可能になる。一番の特徴は、先生によるアゴーギク、デュナーミク、アーティキュレーションといった演奏技法をほとんどそのままに、生徒に示すことができる点である。

本稿では通常のピアノでの演奏と CiP を使用した演奏を比較し、CiP が表現力の面で通常のピアノに劣らないことを示す。さらに MIDI データの分析をもとに、CiP を 1 本指、2 本指、そして 5 本指で弾いた場合の比較について述べる。また第一著者が未習熟の作品を CiP で弾いた感想についても述べる。

[†] 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
E-mail: {cooshi, y-miyaga, knishi}@jaist.ac.jp
^{††} 科学技術振興事業団 さきかけ研究 21 「情報と知」領域
PRESTO, JST

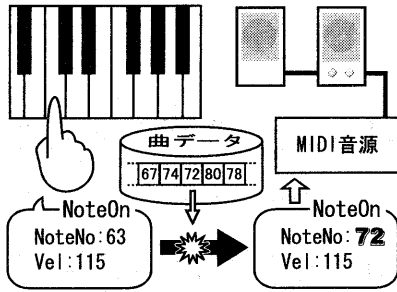


図 1: Coloring-in Piano の構成

2 実験

2.1 Coloring-in Piano の実装

図 1 に CiP の構成を示す。実験で使用したピアノは YAMAHA Silent Grand Piano C5 であり、MIDI メッセージ、Note on/off とペダルの操作に関するメッセージが出力される。演奏中に出力される MIDI メッセージは、すべて SGI Indy ワークステーションに入力される。Indy には、あらかじめ演奏したい曲の音高列データを入力しておく、演奏中 Indy に入力される Note on/off メッセージの Note ナンバーのみを、この音高列データ中の音高値で順に差し換えて出力し、音源に入力する。この結果、どの鍵盤を押してもあらかじめ設定されている曲を演奏することができ、しかも鍵盤操作で入力されるアゴークク、デュナーミクなどの演奏表現はすべて保存される。

現在 CiP は単旋律のみ扱える。また打鍵から 50msec 以内に行われた打鍵には反応しないようにして、ミスタッチにも対応している。

2.2 評価実験の方法

評価実験には被験者として、著者らが所属する大学院大学の学生 12 名を採用した。いずれの被験者も幼少の頃にピアノレッスンを受けた経験があり、バイエル教則本、またはそれに準ずる教材を終えたレベルまで到達している。

今回の実験で使用した課題曲は、ブルクミュラーの「25 の練習曲」に含まれる「やさしい花」の最初の 8 小節の右手のパート (以下曲 A と呼ぶ) と、ショパンの「アンダンテ・スピアナートと華麗なる大ポロネーズ」の 220 小節目からの 8 小節の右

表 1: 評価実験の演奏順番

グループ	イ	ロ
1	通常	CiP-2
2	通常	CiP-1
3	通常	CiP-5
4	通常	通常

手のパート (以下曲 B と呼ぶ) である。両方ともロマン派の作品であり、様々なアーティキュレーションを表現できる単旋律である。ここでは通常のピアノでの演奏と CiP での演奏を比較して、音楽的な表現の部分に差があるかどうかを検証することが目的であるので、あえて演奏者 (筆者の 1 人である大島) がよく弾ける曲を選んだ。あらかじめこれらの曲を通常のピアノと CiP それぞれにより右手のみ演奏し、録音を取った。CiP では、1 本の指で 1 つの鍵盤のみ使用する奏法 (CiP-1)、2 本指 (人差指と中指) で任意の 2 つの鍵盤のみ使用する奏法 (CiP-2)、そして 5 本の指を使用してノーマルのピアノを弾くときとほぼ同じ指使いで、開始位置を楽譜上の音に相当する位置とは変えて、任意の鍵盤を使用する奏法 (CiP-5) の 3 つの方法による演奏を録音した。そのほかに試聴用として同じ曲を通常のピアノを用いて、両手で普通に弾いた演奏を録音した。試聴用の演奏以外はすべてペダルと装飾音符を使用していない。

表 1 にあるように、通常のピアノでの演奏と CiP による演奏を 4 パターン (1 から 4 のグループ) で 1 対 (イとロ) 比較した。例えば、「1 のイ」と「1 のロ」の演奏を続けて聴いて、類似度について 5 段階で評価した (5 が最も似ている)。また個々の演奏に対して「音楽的か」という観点から 5 段階で評価を求めた (5 が最も音楽的に優れている)。被験者には音質で評価せずに「面白さ」「心地良さ」といった点で評価することを求めた。演奏の順番は半数の被験者を終えたところでグループ 1 とグループ 3 を交替した。なお被験者には曲名および個々の演奏の方法については知らせていない。

2.3 演奏データの分析

実験で使用した通常ピアノでの演奏と CiP でのすべての演奏において採取した MIDI データか

ら IOI(Inter-Onset Interval) 値を次式で得る.

$$IOI_i = t_{Non(i+1)} - t_{Non(i)} \quad (1)$$

ここに, IOI_i は i 番目の IOI 値, $t_{Non(i)}$ は i 番目の Note on メッセージ $Non(i)$ の発行時刻, $t_{Non(i+1)}$ は i 番目の Note on メッセージの直後に続く $i+1$ 番目の Note on メッセージ $Non(i+1)$ の発行時刻である.

次に演奏データから Gap 値を次式で得る.

$$g_i = t_{Non(i+1)} - t_{Noff(i)} \quad (2)$$

ここに, g_i は i 番目と $i+1$ 番目の音に関する Gap 値, $t_{Noff(i)}$ は i 番目の音符の Note Off メッセージ $Noff(i)$ の発行時刻, $t_{Non(i+1)}$ は i 番目の音符の Note on メッセージの直後に続く $i+1$ 番目の音符の Note on メッセージ $Non(i+1)$ の発行時刻である. したがって, Gap 値とはある音が鳴り終わってから次の音が鳴るまでの間の時間であり, 音が切れていればプラスの値になり, 音が重なっていたならばマイナスの値になる.

さらに, 各 Note on メッセージに含まれる Velocity 値も採取する. Velocity とは鍵盤を押す速さであり, 概ね音の大きさに対応する.

2.4 未習熟曲の試演奏の方法

第一筆者の大島がよく聴いたことがあるが, 一度も弾いたことのないショパンの「ピアノ協奏曲第1番」の第3楽章17小節目アウフタクトから16小節目(以下曲Cと呼ぶ)と, 8年前に練習したことはあるが, それ以来弾いていない「ピアノ協奏曲第2番」の第3楽章1小節目のアウフタクトから16小節目(以下曲Dと呼ぶ)を予備練習なしに CiP-2, CiP-5 の弾き方で右手のパートを演奏し, その後通常のピアノで演奏して比較した. 装飾音符, ペダルおよび曲 D に若干出てくる内声は省略した. CiP-5 の場合は, 楽譜に書かれた最初の音に相当する鍵盤から開始した.

3 結果

3.1 評価実験の結果

表2はそれぞれの演奏に対する「音楽的か」という観点の評価の平均値である.

表2: 「音楽的か」という観点による5段階評価の平均値

曲 A				曲 B			
1	通常	CiP-1	t 値	1	通常	CiP-1	t 値
2	通常	CiP-2	t 値	2	通常	CiP-2	t 値
3	通常	CiP-5	t 値	3	通常	CiP-5	t 値
4	通常	通常	t 値	4	通常	通常	t 値

*は1%水準で有意

表3: 類似性についての5段階評価の平均値

曲 A	通常と通常	CiP-1 と通常	t 値
曲 A	通常と通常	CiP-2 と通常	t 値
曲 A	通常と通常	CiP-5 と通常	t 値
曲 B	通常と通常	CiP-1 と通常	t 値
曲 B	通常と通常	CiP-2 と通常	t 値
曲 B	通常と通常	CiP-5 と通常	t 値

*は1%水準で有意

通常のピアノでの演奏と CiP による演奏を比較して差異があるかどうかを調べるために, それぞれのグループ内の2つの演奏に対する評価結果の平均値に対して t 検定を行い, 有意差の有無を調べた. 表2に見られるように, 「音楽的か」という観点による評価の結果からは, 曲 A, B とも CiP-1 が通常のピアノで演奏した場合よりも有意に劣ることが認められたが, それ以外については差は認められなかった.

一方表3に示すように, それぞれのグループの類似の観点による評価の結果から, 曲 A については CiP-5 での演奏と通常のピアノでの演奏との類似度は, 通常のピアノでの演奏同士の類似度と比較して有意差が認められなかった.

3.2 演奏データによる分析結果

図2と図6に, 各々の曲の楽譜を示す. 各音符が何番目の音であるかを, それぞれの音符に併せて示してある. 図3と図7は各々の曲における4通りの演奏の IOI による音符単位の比較である. ここから, 4通りの演奏間にほとんど変動が

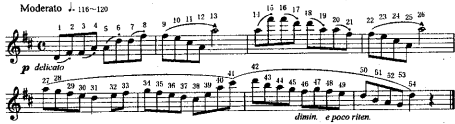


図 2: 曲 A の楽譜

なかったことがわかる。なお演奏時間は曲 A は 14.7-16.4 秒、曲 B は 15.3-15.8 秒であった。

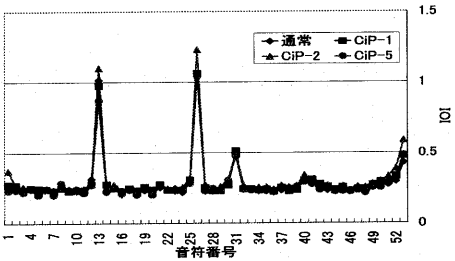


図 3: 曲 A における 4 通りの演奏の IOI による音符単位の比較

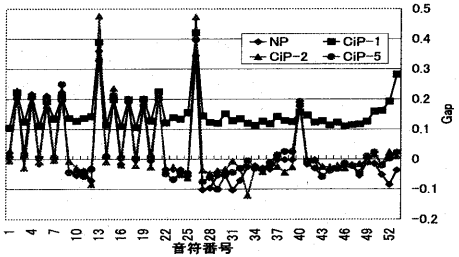


図 4: 曲 A における 4 通りの演奏の Gap 値による音符単位の比較

図 4 と図 8 は各々の曲における 4 通りの演奏の Gap 値による音符単位の比較である。当然ながら 1 本指による演奏では 1 音ずつ全て切れていた。曲 A では 37-39 番目の Gap 値で CiP-5 による演奏が、他の演奏と比較して僅かではあるが、プラスの値を記録し、音がややぶつ切れになったことがわかる。ここは通常、黒鍵を伴って親指をくぐらせるという技術が必要な場所であり、CiP-5 による演奏では何らかの戸惑いを生じていたと考えられる。曲 B では、通常のピアノ、CiP-5 による演奏では 7,18 番目の Gap 値で大きくプラスに転

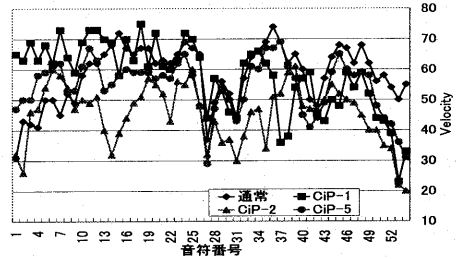


図 5: 曲 A における 4 通りの演奏の Note on Velocity による音符単位の比較

じているにもかかわらず、CiP-2 による演奏では 1 つ遅れて、8,19 番目の Gap 値でプラスに転じている。ここは同音が 2 つ続く個所であった。通常、連打は指を替えて演奏するが、CiP-2 による演奏のときには指を替えずに演奏を行ったために 7-8 個目の音符の間で鍵盤が上がりきらず、その反動で次の音符との間で鍵盤を離したと考えられる。

図 5 と図 9 はそれぞれの曲における 4 通りの演奏の Note on Velocity による音符単位の比較である。曲 A では CiP-2 による演奏の 14 個目の音符での Velocity 値が、通常のピアノによる演奏と比較して 36 も低く、他の演奏には現れない大きな谷を形成し、その後 19 個目の音符まで上昇している。演奏者はどの演奏でも同じになるよう心掛けて弾いていた。それにもかかわらず、CiP-2 による演奏の場合は意に反して鍵盤を押す速さが遅くなった個所があったということである。曲 B では 22 個目の音符で、CiP-2 による演奏は 1 つ前の音に比較して Velocity 値が高くなっているが、ほかの 3 つの演奏は低くなっている。ここは 21 個目の音が付点四分音符で、22 個目が八分音符である。演奏者はこの八分音符を次の音へのアウトタクトとして柔らかい音で演奏しようとした。しかし CiP-2 による演奏ではその解釈とは違う演奏になったと考えられる。また 39 個目以降の音符で CiP-5 による演奏は、大きく上昇しているが、ほかの演奏にその傾向がない。この部分は 1 つのフレーズの最後の方にあたり、その上、十六音符が 6 つ連なり経過音の役割をしているため、ここで鍵盤を速く下ろすような奏法にすると通常考えにくい。よって CiP-5 による演奏の場合は、黒鍵を伴って親指をくぐらせるという技術がスムーズにできなかったために、解釈とは違った演奏になったと考えられる。



図 6: 曲 B の楽譜

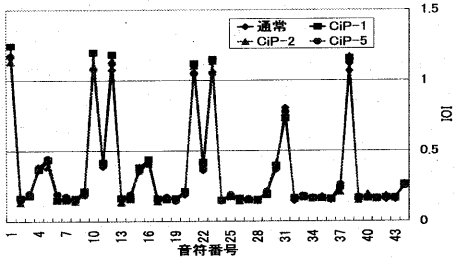


図 7: 曲 B における 4 通りの演奏の IOI による音符単位の比較

3.3 未習熟曲の試演奏の結果

CiP-5 で曲 C を弾いたところ、速くて技巧的に難しい部分では、指遣いは楽譜に書かれたものと大幅に違ったが最後まで失敗せずに弾くことができた。曲 D は昔弾いたままの指で弾こうとしたためか、多少もたついた部分があった。次に CiP-2 で弾いたところ、両曲とも CiP-5 で弾くよりも精神的にはかなり楽であった。そのためか演奏も落ち着いている。しかしアーティキュレーションを表現しようとするときに、どちらの指がその音をどれくらいの音長に調節するかということに戸惑いを感じた。また、曲 D に見られるスタッカートの連打は 2 本の指で弾くのは難しく、音が出ないことがあった。曲 D は弾いた経験があるせいか、CiP-2 では思い通りの抑揚で弾けていないと感じる部分が随所にあった。最後に通常のピアノで弾いた。両曲とも技巧的に難しい箇所ではほとんど弾けなかった。全体的にテンポが下がり、思い通りの表現ができなかった。

4 考察

以上の結果から、CiP-1 以外の CiP では通常のピアノに比べて遜色ない音楽表現が可能となることが確認された。また CiP-5 については通常のピ

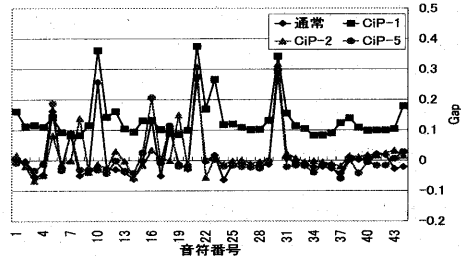


図 8: 曲 B における 4 通りの演奏の Gap 値による音符単位の比較

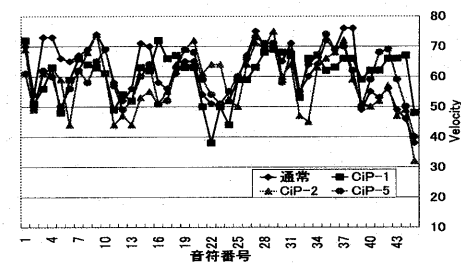


図 9: 曲 B における 4 通りの演奏の Note on Velocity による音符単位の比較

アノによる演奏表現にかなり近い表情付けをすることもわかった。さらに通常のピアノでは困難な曲については、通常のピアノよりも CiP-2、5の方が意図に近い表情付けを実現しうることが示唆された。

ただし、特に CiP-2 では指使いの違いに起因すると思われる、通常とは異なる表現が若干見受けられた。指使いには音の跳躍の幅や前後の流れで必然的に決ってしまう場合と、その部分での表現に適した指使いを選択する場合とがある。よって通常のピアノで弾いた場合に使われる指や鍵盤間の幅が、CiP-2 による演奏になることで変われば、指導者の演奏表現する過程で働く知がそのままに提示できなくなる恐れもある。したがって、CiP は全鍵盤が使える状態にして、その場その場に応じた指使いを指導者が選べる状態(即ち CiP-5)で使用すべきと考えられる。指導者も 2、3 回の練習を行ってから臨めば、一層意に叶った演奏ができると思われる。また CiP を新たな楽器として見た時、2 本指ならでは通常のピアノでは不可能だった表現が可能になる可能性があることが、

CiP-2の音楽性の高さに現れていると考えられ、興味深い。

5 関連研究

楽器の演奏の技術的な側面を計算機支援し、演奏表現を人間が簡単に行えるようにする研究がいくつか行われている。“Two Finger Piano” [4]は両手指1本の打鍵動作で、テンポ、音量などの指揮的な演奏表現感覚を楽しむことのできるトイシステムである。“INSPIRATION” [5]はユーザのおおまかな演奏意図を保持し、スケールノートやコードノートへの変換処理によって音楽知識、技能を補完する演奏システムである。カシオの「光ナビゲーションキーボード」 [6]は、用意された曲を3ステップによって独習できるシステムを搭載している。このうちステップ1は、どの鍵盤を押してもあらかじめ入力されたメロディの音が順に出力される点でCiPと同じである。しかしVelocityは一定になっており、音の強弱による表情付けは全くできない。これらの楽器は全て初心者支援を目的としており、ピアノ教師を支援するCiPとは目的が異なる。音機能固定楽器 [7]は、個々の音を音高とは異った側面である「音の機能」によって一覧可能でかつ随時アクセス可能なように配置したものである。chromatic-keyboardの「Whole Tone」 [8]は黒鍵がなく、横に全音を、斜めに半音を配する規則的なマトリクスにより、各12調すべてに対等なフォームを与えた。これらの楽器は新たな基準で音を演奏インターフェースへ配置した「新楽器」であり、演奏がある意味容易になる点でCiPと類似するが、本来これらの楽器は従来のピアノとは全く異なった奏法を行うものである。

6 おわりに

ピアノレッスンで先生を支援するシステムとして、“Coloring-in Piano”を提案した。CiPの1本指による演奏以外のCiPでは、通常のピアノに比べて遜色ない演奏表現が可能なのことがわかった。CiPの5本指による演奏については、通常のピアノによる演奏表現にかなり近い表情付けが可能なのこともわかった。以上の結果および演奏データの分析から、全ての指を自由に使ってCiPを演

奏することで、先生が演奏しやすい指使いを各々で考えることができ、意図通りの演奏表現を生徒に提示できると思われる。

今後は両手で演奏できるColoring-in Pianoを目指す。また今回データが採取できなかったNote offにおけるVelocityによる分析も行う。それと同時にColoring-in Pianoを2本、5本の指で弾いた演奏で、演奏者の意図とは違う演奏になったことを受けて、ピアノの鍵盤というインターフェースに起因する指使い、手の開きといった身体的要因の演奏解釈へのリフレクションについての研究も進めていきたい。また、Coloring-in Pianoを用いることで、MIDIデータの「打ち込み」を容易にすることが可能となる。すなわち、まずいわゆるステップ入力と同様に、通常の鍵盤を使ってリズムなどは一切無視して音高のみを入力する。ついでColoring-in Pianoによって、先に打ち込んだ音高データを用いて演奏することにより、リズムや表情付けなどを行う。この結果、容易に望みの表情を持ったMIDIシーケンスデータを作成することが可能となる。これを著者らは「2ステップ打ち込み」と呼んでおり、この有効性についても今後検証していく予定である。

参考文献

- [1] マイケル・ボラニー:暗黙知の次元, 紀伊国屋書店, 1980.
- [2] 生田久美子:「わざ」から知る, 認知科学選書 14, 東京大学出版会, 1987.
- [3] 大島千佳:音楽知を高めるピアノ・レッスンの研究, 修士論文, 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科, 2001.
- [4] 上田健太郎, 平井重行, 片寄晴弘, 井口征士:Two Finger Piano の改良, インタラクション 2000 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2000, No.4, 2000.
- [5] 谷井章夫, 片寄晴弘:音楽知識と技能を補うピアノ演奏システム“INSPIRATION”, <http://www.sys.wakayama-u.ac.jp/s025062/tecnote.pdf>.
- [6] <http://www.casio.co.jp/emi/key-lighting/>
- [7] 西本一志, 渡邊洋, 馬田一郎, 間瀬健二, 中津良平:創造的音楽表現を可能とする音楽演奏支援手法の検討—音機能固定マッピング楽器の提案—, 情報処理学会論文誌 Vol.39, No.5, pp.1556-1567, 1998.
- [8] <http://www.chromatic-keyboard.com/infomation/index.html>