

ジャズピアノ演奏におけるプレイヤのタイムフィール獲得を 目的とした練習支援システム

有田 光希¹ 馬場 隆¹ 片寄 晴弘¹

概要：ジャズを弾いてみたいというクラシックピアノ経験者は少なからず存在する。我々は、「五線譜を読む」というスキルを有するクラシックピアノ経験者向けのジャズ演奏用インタラクティブなスコアシステムの開発を進めている。本稿では、特に「タイムフィール（リズム感）」習得の支援に焦点を当て、自身の演奏をジャズ風のモデル演奏に近づけていくためのユーザフィードバックのデザインについて議論する。

キーワード：スコアインタフェース，教育支援，フィードバック

A Computer-Assisted System for Acquiring Rhythmic-Feel of Jazz Piano Performance

ARITA MITSUKI¹ BABA TAKASHI¹ KATAYOSE HARUHIRO¹

1. はじめに

クラシックピアノを習い、基礎を学んだ後ジャズを始めたいという人は少なからず存在する。しかし、クラシックピアノの演奏スキルを持っている奏者でもジャズを演奏することは簡単ではない。理由として、クラシックとジャズでは音楽演奏表現の習得法や楽譜の扱いが異なっていることが挙げられる。

クラシックは、「再現芸術」と呼ばれているように、演奏する全ての音と作曲者の意図を表す表現記号が全て楽譜に記されている。クラシックのピアニストは、楽譜に記述されたことを正確に再現し、その上で、自分なりの表現を作り上げることが求められる。それ故、クラシックピアノ経験者は、楽譜を速く読み、正確に演奏する能力に長けている。一方で、ジャズは「即興芸術」と呼ばれ、ジャズピアニストにはその場その場で演奏を作り上げていくことが求

められる。ジャズの楽譜は数小節分のメロディとコード程度しか記されていない場合が多く、ジャズピアニストは、即興でメロディのアレンジを行い、コードを基に伴奏を作り、ジャズ独特のタイムフィール（リズム感・ノリ）を付与していく。これらは楽譜の再現を前提としたクラシックピアノの演奏法とは異なるため、高い演奏スキルを有するクラシックピアニストにとっても、ジャズに慣れていない場合、その演奏は容易ではない。

ジャズの演奏を習得する際に大きな課題となるのは「即興演奏」、「ヴォイシング」、「タイムフィール」である。これらのうち、特にタイムフィールは楽譜に表記することが難しく、これを習得するためにはプロのジャズ奏者の演奏を何度も聞いて練習するしかない [1]。本稿では、クラシックピアニストを対象とした、ジャズのタイムフィールの獲得に向けたピアノ練習支援システムのデザインについて議論する。

¹ 関西学院大学
Kwansei Gakuin University

2. 本研究の狙いと関連研究

ここでは、本研究の狙い、対象とするユーザについて述べる。続いて、関連研究について紹介し、システムデザインにあたってのアプローチについて述べる。

2.1 本研究の狙い

本研究では、ユーザがジャズの表情豊かな演奏を習得することが目的である。特に、従来プロの演奏の真似を繰り返す以外に練習方法が存在しなかった^{*1}タイムフィールの獲得に焦点をあてる。ここで、タイムフィールとはリズム感のことを指し、構成する要素として、各音の発音時刻・音量に注目する。これまでさまざまな音楽システムの開発がなされてきたが、対象者を明確にしないが故にシステムの仕様が定まらず、実際には使用されないということが少なからずあった。本研究では、対象者をクラシックピアノ経験者に絞ることで、デザイン上のプレを極力減らすことに務める。

2.2 対象ユーザ

本研究は、ジャズを上手く演奏することができないクラシックピアノ経験者を対象とする。クラシックピアノ経験者の長所として「楽譜を早く正確に読める」点と「指を正確に動かすことに長けている」点が挙げられる。また、クラシックピアノ経験者がジャズへ苦手意識を持つ原因として、クラシック音楽において用いられる楽譜には奏者が弾くべき音が全て記載されているが、ジャズの楽譜には最低限のメロディとコード情報しか書かれておらず、演奏に関する情報量が非常に少ないことが挙げられる。また、クラシックとジャズの楽譜における大きな違いとして、強弱・アーティキュレーション^{*2}の指定が挙げられる。クラシックの楽譜には、音の強弱やアーティキュレーションが記号を用いて細かく指定されている。一方、ジャズの楽譜にはこれらの表記がほとんど無い。

2.3 関連研究

2.3.1 スコアインターフェースに関する研究

梶らは、楽曲に対するユーザの印象や楽曲の構成等の解釈を収集するスコアインターフェースを構築した [3]。インターフェースは web 上に構築されており、ユーザは、自身が楽曲に対して持った印象を、楽曲全体・楽曲を時間的にセグメント化したもの・楽譜の要素（音符等）にそれぞれアノテートすることができる。収集したアノテーションを用いて楽曲検索システムへの応用も提案されている。

雨宮らは、譜読学習システムを構築し、その学習効果を

調べた [4]。ユーザは、楽譜上のスクロールバーが音符と重なった瞬間にその音を弾くことで、各音符における演奏のタイミングを学習する。

スコアインターフェースは楽曲に関する情報を楽譜にアノテートする場合や、楽譜が読めるユーザ向けの練習システムを構築する場合に利用されている。これらの研究は既存の楽譜に情報を付加しており、音符そのものの位置や大きさを変えているわけではない。

2.3.2 演奏のフィードバックに関する研究

岩見らは、ドラム初心者・中級者の演奏を分析し、その結果を基に演奏の評価軸を定め、ドラム演奏練習支援システムを構築した [6]。打刻時刻のずれや欠落音を視覚フィードバックとしてリアルタイムにユーザに提示する他、システムが自動評価する熟達度とユーザの演奏を基に最終的な演奏評価を行い、その結果に基づいたアドバイスをユーザに返す。このシステムは、ユーザが楽譜通りの正確な演奏をするための技術を獲得することを目的としており、他にも同様の目的を持ったシステムは多数存在する [7] が、ユーザが演奏表情を獲得することを目的としたものはない。

2.4 システム開発にあたってのアプローチ

システム実装に先立ち、ユーザに対し楽譜上でタイムフィールを視覚的に捉えさせ、演奏の修正を喚起させるためには、どのような楽譜へのアノテーションが適しているか検討する。クラシックピアノは印刷譜の場合、基本的には音符の大きさや音符同士の間隔が一定で書かれるが、音符の密度や和音の数によっては等間隔に書かれない場合も多く見受けられる。そのため奏者にとって音符の位置＝リズムという認識はない。また、音符の大きさに関しては全て一定である。本研究では音符そのものの位置や大きさを変えることも考慮に入れ、音楽記号や楽譜への書き込みといった従来のスコアインターフェースで用いられていた手法や、ピアノロールに代表される楽譜要素を直感的に表す手法と比較し、アノテーションとしての効果を検討する。

調査結果を基にスコアインターフェースを構築する。このシステムは反復練習時に使用されることを前提としているため、(1) 演奏表情を直感的に表すアノテーションを付加した楽譜の表示、(2) システムがユーザの演奏を分析、(3) 分析に基づいた改善点をアノテーションによりフィードバック、という機能を持ち、練習中は (2) (3) をループするという流れになる。システムがあらかじめ保有している演奏表現の情報はプロの演奏を基に作られる。演奏の癖や上達のスピードはユーザによって異なるため、演奏中にリアルタイムで分析・フィードバックを行う。

3. 予備調査

3.1 概要

ジャズの演奏経験が無いクラシックピアノ経験者に、プ

^{*1} 大友孝彰氏（ジャズピアニスト）私信。

^{*2} 各々の音の区切り方やつなぎ方のこと。

口のジャズピアニストによる演奏を聴いた後、同曲の様々なアノテーションを付加した楽譜を見ながら演奏を行ってもらい、その録音と順位付けから最適なアノテーションを分析した。

被験者は、音楽大学のピアノ科に在籍する女子学生 10 名（平均年齢 20.1 歳）、使用楽曲は、Duke Ellington の「C Jam Blues」の冒頭 4 小節である。手本演奏として、Red Garland Trio のアルバム「Groovy」に収録されている演奏（BPM=170）を用意した。楽曲の選定理由は、指使いが簡単であるため被験者のピアノ演奏能力が結果に影響しないこと、ジャズ独特のスウィング感のあるリズムを含んでいることである。なお、参加者全員が当該楽曲を聞くのはこの予備調査が初めてであった。

3.2 手順

実験の手順は以下のとおりである。1) アンケート実施、2) 手本演奏の提示（聴取）、3) 練習、4) 手本演奏のタイムフィールが様々なアノテーションによって表現された楽譜の提示とそれを基にした演奏（全 17 試行）、5) 手本演奏の再提示、6) 耳コピ演奏。

1) については、被験者のピアノ歴やジャズ歴、使用楽曲の聴取・演奏経験等について、アンケートを実施した。

2) については、被験者に対して、以降の全ての試行において手本演奏の再現を意識して演奏するよう指示を出した後に、手本演奏を 1 回、スピーカより音を出して提示した。

3) については、各試行に入る前に、演奏開始のタイミング等を掴む等の練習期間を設けた。楽譜は図 1 にあるように演奏前の予備小節を 1 小節入れてあるが、念のためさらに 1 小節空白を追加し、計 2 小節の予備小節を設けた。練習回数は特に定めず、被験者が演奏開始のタイミング等に自ら納得した段階で本試行に移った。

4) の本試行については、被験者は、アノテーションの全く付いていない楽譜を 3 秒間見た後、手本演奏のタイムフィールを様々なアノテーションによって表現した楽譜を 10 秒間読み、その後楽譜を見ながら演奏した。その際、被験者はヘッドホンを着用し、ヘッドホンから流れるメトロノームの拍打音を聴きながら演奏した。全ての試行を終えた後、被験者に、手本演奏を再現しやすかったと感じた順に順位付けを実施させ、同時に、順位の理由を口頭で聴取した。被験者の演奏は全てマイクを用いて録音した。試行に使用した楽譜については、アノテーションの全く付いていない楽譜 [2] を 1 種類（r1）、手本演奏のタイムフィールを様々なアノテーションによって表現した楽譜を 16 種類用意した。後者については、リズム・アーティキュレーションに関するものが 10 種類（r2～r11）、ダイナミクスに関するものが 6 種類（d1～d6）である。表 1 に試行一覧、表 2 に各試行を用いた目的、図 1 に試行の一例を示す。慣れの影響を排除するため、被験者を 3 つのグループに分け

て各試行の順序を変えた。

5) については、6) への準備として、もう一度手本演奏をスピーカから流した。

6) については、繰り返しの聴取によるタイムフィールの体得という、本来のタイムフィール習得法に対する反応を見るため、楽譜を見ずに、耳コピ演奏を 1 回行わせた。

表 1 試行一覧

試行	アノテーション
r1	なし
r2	3 連符
r3	プロの演奏を細かい分解能で再現したもの
r4	音符の間隔を変更
r5	矢印を書き加える
r6	ピアノロール
r7	r4+ピアノロール
r8	r1+アーティキュレーション
r9	r2+アーティキュレーション
r10	r4+アーティキュレーション
r11	r5+アーティキュレーション
d1	強く弾く音符の色を変える
d2	強く弾く音符の大きさを変える
d3	強く弾く音符の大きさを演奏中に変える
d4	強く弾く音符に丸をつける
d5	音楽記号（sfz, fz）をつける
d6	音楽記号（アクセント）をつける

表 2 試行の目的

試行	目的
r1	比較基準
r2	従来のジャズ風リズムを表現する手段
r3	プロの演奏を正確に楽譜化
r4	音符の移動によるリズム変化を喚起する可能性の検討
r5	リズムの修正に関する一般的な楽譜への書き込みかたの検討
r6	発音時刻・音符の長さを明示するのに優れているがクラシックピアノ経験者には不慣れである手法の検討
r7	音符とピアノロール両方を示したとき役割の相互補完は可能か
r8	r1 と比較してアーティキュレーションを表す音楽記号の意義
r9	r2 //
r10	r4 //
r11	r5 //
d1	音符の強調方法の検討
d2	音符の強調方法の検討
d3	従来の楽譜ではありえないアニメーションがどのように働きかけるかの検討
d4	音符の強調方法の検討
d5	音楽記号（sfz, fz）のアノテーションとしての機能
d6	音楽記号（アクセント）のアノテーションとしての機能



図 1 用いた試行の一例

3.3 解析

解析にあたり、各録音の波形の包絡線を求め、その極大値を各音の音量（ダイナミクス）、極大値を取る時間を各音の立ち上がりのタイミング（オンセット）とした。プロの演奏についても、曲中の調査に使用した部分と同じ処理を施した。オンセットについては、 n 番目の音と 1 番目の音のデータの差（1 番目のオンセットはほぼ拍頭であるため、 n 番目の音符の各拍点からのズレを表す）、および n 番目の音と $n-1$ 番目の音のデータの差（奇数番目は拍頭のズレ、偶数番目は奇数番目の音価を示す）を、ダイナミクスについては、 n 番目の音と 1 番目の音のデータの差を解析データとして用いた。

3.4 結果と考察

3.4.1 被験者による順位付けの結果

リズム・アーティキュレーションおよびダイナミクスについての各試行後に、被験者が主観で付けた「手本演奏を再現しやすかった順位」の集計結果を図 2、図 3 に示す。

リズム・アーティキュレーションの各試行については、アーティキュレーションを表す音楽記号を付加しただけの試行（r8）や、アノテーションを付加していない試行（r1）といった、見た目がシンプルなものの方が好まれた。その理由として、「書き込みが多いと 10 秒間で理解しきれない」という意見が挙げられた。また、特にアーティキュレーションについて、音楽記号を付加したものの方が好まれた。理由として、「アーティキュレーションが書かれていた方がジャズっぽいリズムに近づけたと思う」といったコメントが得られた。また、手本演奏を細かい分解能で五線譜上に再現した r3 については、「10 秒間で読めない」「リズムが想像しにくい」、ピアノロールを用いた r6、r7 については「見慣れないため演奏しづらかった」といったコメントが得られ、どちらも順位は低めとなった。

ダイナミクスに関しては、「普段から見慣れている」という理由で音楽記号を用いた d5、d6 が好まれた。r5、d4 のような音符に丸や矢印を書き込む方法については、被験者が普段楽譜に行なっている書き込みと同じかどうか、順位に大きく影響した。

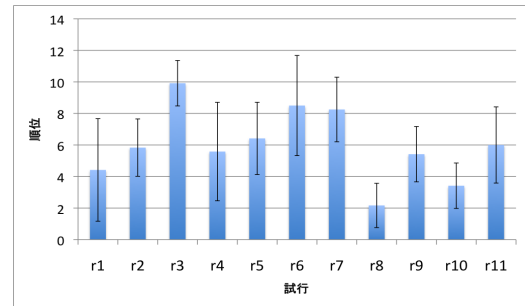


図 2 リズム・アーティキュレーション試行の平均順位

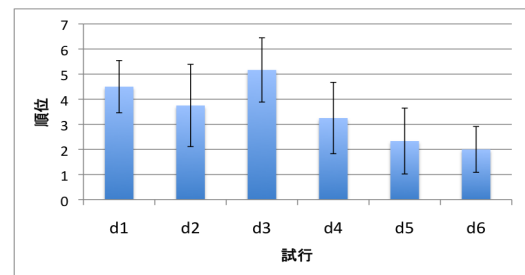


図 3 ダイナミクス試行の平均順位

3.4.2 音源解析結果

全ての音のオンセット・ダイナミクスについて被験者の演奏と手本演奏の偏差をとり、試行毎の平均と標準偏差を算出したものが図 4～図 6 である。平均の絶対値が 0 に近いほど手本演奏に近い演奏をしている、また、標準偏差が小さいほど被験者間の演奏の差が小さい。

図 4 は、r1～r11 における、 n 番目のオンセットと $n-1$ 番目のオンセットの差の平均（棒グラフ）と標準偏差（バー）を表している。順位付けでも下位となった r3 と r6 が、平均・標準偏差共に大きな値を出していることから、被験者が上手く譜読みをできなかったことが演奏にも現れているといえる。平均の絶対値が小さかったのは r1、4、10、8 であった。r4 と r10 については「音符の位置の移動をあまり意識していなかった」「音符の位置が等間隔であったので弾きにくいと感じた」というコメントが得られたにも関わらず、平均の絶対値が低いという結果になった。これにより、音符の移動は、譜読者に対してリズムの修正を無意識にはたらかけているという知見が得られた。

図 5 について、は、r1～r11 における、 n 番目のオンセットと 1 番目のオンセットの差の平均と標準偏差を表している。順位付けで下位となった r3 と r6 を除くと、3 連符を用いた r2 と r9 について平均・標準偏差が比較的大きいという結果が得られた。平均については、手本演奏のリズムが 3 連符よりも 8 分音符 2 つに近かったこと、標準偏差については、譜読みにおいて 3 連符に苦手意識を持つ被験者が多く見られたことが原因であると考えられる。これにより、従来スウィングを 3 連符で表記しているジャズの楽譜が多く見受けられたが、スウィングを五線譜上で表現する

にあたって3連符は適切ではないといえる。

図6は、d1～d6における、n番目のダイナミクスと1番目のダイナミクスの差の平均と標準偏差を表している。音楽記号を用いたd5やd6は、標準偏差が小さく、これらの記号に対する被験者間での共通理解が影響した結果であると考えられる。しかし、平均に関しては必ずしも良い結果にはならなかった。同じような傾向は、アーティキュレーションを表す音楽記号を用いたr8～r11についてもある。総じて、音楽記号はジャズのタイムフィールの記述には不向きであるといえる。アニメーションを用いたd3については、平均値が最も小さく、標準偏差が最も大きいという結果が得られた。順位付けでは「サイズが変わった音に関して自然と音量を大きめに弾けた」「演奏中に音符が動いたことに驚き演奏の妨げになった」という両極端な意見が得られたが、演奏の修正に有用なことが分かった。

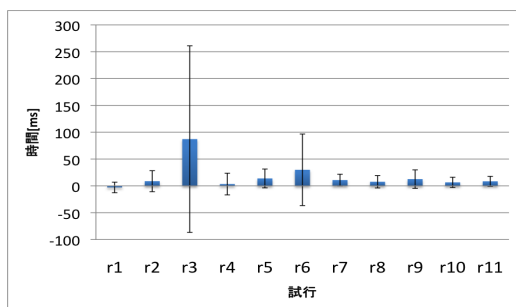


図4 n番目のオンセット-(n-1)番目のオンセット

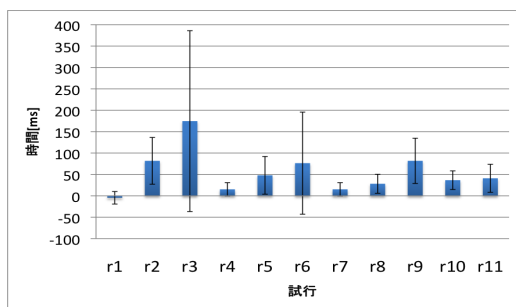


図5 n番目のオンセット-1番目のオンセット

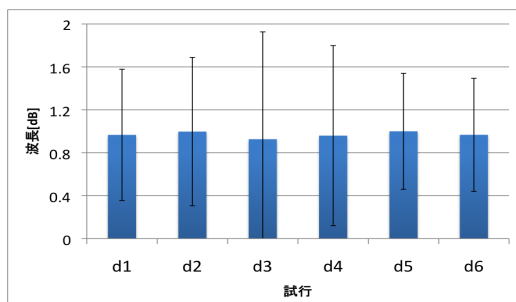


図6 n番目のダイナミクス-1番目のダイナミクス

3.5 実験の考察とインターフェースデザインに向けて

予備調査により、音符の位置・サイズを変えるといった、ユーザの無意識に働きかけるものは演奏の修正に効果的であることが分かった。また、見た目がシンプルであるので、短時間での譜読みに向いている。よって、最初にユーザに提示する楽譜に付加するアノテーションに適しているといえる。他方、アクセントやアーティキュレーションを表す音楽記号は、ユーザに意識的に働きかけ、クラシックピアノ経験者に対して正確に指示を伝えることができるため、フィードバックの際に付加するアノテーションに適している。また、音符に丸や矢印を書き込む方法がアノテーションにもたらす影響は、ユーザが普段楽譜へどのような書き込みを行っているかに大きく左右される。以上の知見は全て初期実験を基にしたものであり、今後は動的な部分も含めた本実験を行う必要があるが、次章においては、初期実験において得られた知見を基にしたインタフェースの実装について述べる。

4 システムのデザイン

システムは、(1) 演奏表情を反映した楽譜の提示、(2) ユーザによる演奏の分析、(3) 分析に基づいた改善点をフィードバックする機能を持つ。また、システムはユーザによる演奏の現在位置を常に検出し、ユーザの演奏にあわせて伴奏の再生・停止、譜めくりを行う。(1)(3)のインターフェース部分はFlash、(2)と現在位置検出機能はJavaを用いて構築する。

本章では、各機能の概要と操作方法を記す。

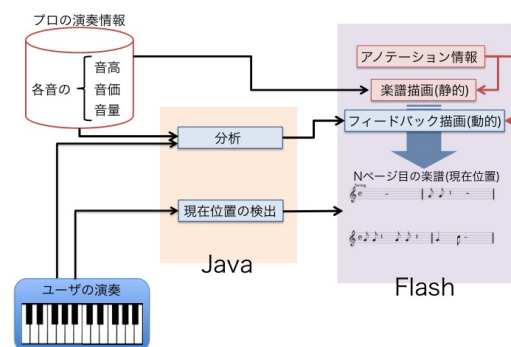


図7 システム概要

4.1 演奏情報

楽譜に記述された各音符の情報を、楽譜情報を表すMusicXML^{*3}によって記述する。また、手本演奏やユーザ演奏の楽譜からのズレの情報(発音時刻のズレ・ベロシティ)についてはDeviationInstanceXML^{*4}によって記述する。出版譜[2]をSMF(Standard MIDI File)に起こし、それを基に作られたものをアノテーションなしの楽譜情報として

^{*3} XML形式の楽譜表記のためのオープンなフォーマット

^{*4} 演奏表情を楽譜からのズレ(逸脱)という形で記述するフォーマットであり、CrestMuseXML[8]の一部。

用いる。また、プロによる演奏の録音データを聴取作業によって SMF に起こし、それを基に作られたものをプロの演奏情報として用いる。

4.2 演奏提示

手本演奏における全ての音の発音時刻・音長・アクセントやスタッカート、クレシェンド等の演奏表現を音源より分析し、その特徴を反映したアノテーションを付加した五線譜に書き起こす。ここでは 3 章の調査結果に基づいて音符の位置（横方向）・大きさを変化させる。音符の位置は以下の式にて決定する。

$$p(i) = p(i-1) + \alpha l(i-1)$$

ここで、 $p(i)$ は i 番目の音符の位置、 $l(i)$ は ($i+1$ 番目の音符の発音時刻) - (i 番目の音符の発音時刻)、 α は位置決定のパラメータを表す。

音符の大きさは以下の式にて決定する。

$$d(i) = \begin{cases} 1 & \text{if } d(0) - d(1) > 0.1 \text{ or } d(i) - d(i-1) > 0.1 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

ここで、 $d(i)$ は i 番目の音符の大きさを表しており、 $d(i)=1$ の場合は大きく、 $d(i)=0$ の場合は一般的な楽譜に表記されているものと同じ大きさで記譜される。

システム起動時にジャズの市販されている中で一般的とされている楽譜 [2] を表示し、切り替え表示を行うことでより差分が視覚的に分かりやすくなる (図 8)。



図 8 演奏提示

4.3 現在位置検出・演奏の分析

システムは楽譜追従の機能を持ち、演奏中、ユーザの演奏が楽譜上のどの位置にあるかを動的に検出している。演奏されている時点の曲中の位置、奏者の演奏と手本演奏の差分をリアルタイムで検出するには、楽譜情報からの逸脱の検出が問題設定されている自動伴奏システム [5] が有効である。

システムは演奏中、奏者の演奏と手本演奏の差分を検出した上で奏者の癖（リズムが前のめりである／後ろのめりである、アクセントが表拍に現れる等）を分析し、その特徴量を記憶する。

4.4 フィードバック

ユーザが演奏中、現在までの演奏の分析結果を基に、現在以降の演奏において現れるであろう奏者の癖を予測し、楽譜へのアノテーションによって癖の直し方を事前に教示する。ここでは、3 章の調査結果に基づいて、アーティキュレーションや強弱に関する所定の音楽記号及び丸や矢印等の書き込み記号によるアノテーションを行う。1 つの教示に対して複数のアノテーションを用意し、ユーザは自由に選択が可能である。例えば、ユーザの癖として音の長さが短すぎる場合、長くするためのアノテーションとして、テヌートを付ける、矢印を付けるといったものを用意してある。これらアノテーションは、奏者がタイムフィールを体得した（癖がなくなった）とシステムが判断するまで、演奏終了後も楽譜上に書き込まれたままである。ユーザは、アノテーションがなくなることを目標に練習を行う。

5. 展望

今回の予備調査では、アノテーションがユーザへの無意識に働きかけるかどうか・短時間で指示を正確に伝えられるかどうかを調査するため、どのような試行が現れるかという情報は事前に与えず、各試行 10 秒間の譜読みの時間のみで与える印象を調べた。しかし、本システムは反復練習を念頭においたものである。よって、ユーザがアノテーションに慣れた場合、印象や効果はどのように変わっていくかを調べる必要がある。今後は本実験を行い、システムを用いてユーザに反復練習を行ってもらった際の慣れの効果について検討する。その後、評価実験を行い、システムがユーザの演奏の修正に貢献できたか、また、ユーザビリティの面での評価を行う。

参考文献

- [1] jazzLife, Vol.144~149 (1989) : Herbie Hancock Private Piano Lesson
- [2] Hal Leonard Corporation Staff (2004) : TheRealBook, Hal Leonard Corporation
- [3] 梶 克彦, 長尾 確: 楽曲に対する多様な解釈を扱う音楽アノテーションシステム, 情処論, Vol.48, pp.258-273 (2007)
- [4] 雨宮聡子, 金子敬一: 音高と音価に着目した譜読学習システムの設計と実現, 情処研報, Vol.46, pp.7-14 (2006)
- [5] 武田 晴登: 音楽演奏の確率モデルに基づく自動採譜と自動伴奏に関する研究 (東京大学博士論文 (2007))
- [6] 岩見直樹, 三浦雅展: MIDI 楽器を用いたドラム演奏練習支援システムの提案, 情処研報, Vol.102, pp.85-90 (2007)
- [7] D. Hoppe, M. Sadakata and P. Desain: Development of real-time visual feedback assistance in singing training: a review, Journal of Computer Assisted Learning, 22 (2006) .
- [8] 北原鉄朗, 橋田光代, 片寄晴弘: 音楽情報科学研究のための共通データフォーマットの確立を目指して, pp.149-154 第 71 回音楽情報科学研究会発表論文