

jPop-Eのフレーズ演奏表現教育の応用

An Application of Musical Phrase Expression Education Using jPop-E

橋田光代*1*2 Mitsuyo Hashida
片寄晴弘*1*2 Haruhiro Katayose

*1関西学院大学理工学研究科ヒューマンメディア研究センター
Research Center for Human & Media, Kwansai Gakuin University

*2JST 戦略的創造研究推進事業 CREST 「デジタルメディア領域」CrestMuse プロジェクト
CrestMuse Project, JST/CREST

As multimedia functions of personal computers and network facility are growing up, computer-aided instruction called e-learning has been actively developed. In the field of music informatics, researchers have been applying performance interfaces or automatic accompaniment systems, which were developed from the interest of self-expression or entertainment in middle of 1980's, for music education. This paper discusses what we should consider when designing tools for cultivating user metacognition regarding music, and reports a case-study of teaching "phrasing" to elementary and junior high school students, using our original performance rendering systems.

1. はじめに

コンピュータ支援教育(CAI)は、人工知能の主要応用分野の一つとして期待され、1980年代に積極的に研究が行われてきた。しかし、人間の教師に代わりうる理想的なシステムを構築は困難であり、学校教育現場においては定着するに至らなかった。その後、計算機のマルチメディア機能やネットワークが大きく発達したことにより、最近では、これらの機能を利用したeラーニングと呼ばれる教育システムが積極的に開発されるようになってきている。

音楽の分野においては、1980年代半ばから、演奏システムや伴奏システムが積極的に作られてきた[Mathews 83, Dannenberg 84, Pachet 03]。これらの演奏生成系の研究は、当初は、自己表現、もしくは、エンタテインメントを目的として開発されたが、その創造性に加え、体験を通じた暗黙知の学習という観点から、音楽教育へ応用する動きも活発化している[大島 05, Ferrari 06]。

本稿では、生成系音楽システムの音楽教育への応用について議論し、表情付けシステムを利用した子供のフレーズ学習のケーススタディについて報告する。

2. 生成系音楽システムと教育への応用

音楽情報処理研究においては、1980年代前半から作曲・演奏など音楽の表出に関する諸活動をコンピュータ上で実現する生成系のシステムが積極的に開発されてきた。

生成系のシステムのうち、自動演奏・伴奏システムのさきがけとしては、MathewsらのRadio Button[Mathews 83]が挙げられる。Radio Buttonは、拍打に基づくボタン型演奏プログラムである。自動伴奏システムは、演奏者がどの部分の演奏を行っているかを監視し、それに基づき、伴奏データのスケジューリングを行う演奏システムである。Dannenbergは、自動伴奏システムで解決すべき事項を整理し、演奏者のミスに対応するための手法を示した[Dannenberg 84]。

これらのシステムは、当初は、自己表現やエンタテインメントを主眼として開発がなされたものであるが、その後、知識教授型のCAIに代わる教育支援システムとしての利用も検討されてきた。

片寄と竹内は、TFP[片寄 96]を高校の音楽の授業で試用し、拍打型のインタフェースが生徒による指揮の疑似体験、教師の演奏支援(さまざまな楽器の演奏)に有効であることを示した。大島らは、自動伴奏システムを応用し、演奏経験の乏しい親とピアノを習う子供とのピアノ連弾を想定したFamily Ensemble[大島 05]を展開している。Pachetは、後続フレーズを生成する実時間演奏インタフェースContinuator*1[Pachet 03]を2002年に開発し、その後、同グループは、子供の音楽学習・遊び体験を促すシステムへの応用展開を進めている[Ferrari 06]。

音楽のような芸術分野においては、暗黙知や経験知を扱うことが極めて重要である。生成系システム、特に、インタラクティブなインタフェースを備えたシステムは、これからの音楽教育において大いに期待されている。

3. フレーズ演奏表現の教育支援

3.1 フレーズ学習

フレーズ学習とは、演奏上のまとまり感を身体的な一息の範囲で表現するための手法、あるいはフレーズの切り方のことを指し、演奏表現の基本の一つとされている。具体的な演奏手法は一つに限定されるものではないが、演奏指導においてよく知られているものとして次の2つの手法が挙げられる(図1)。

- (a) グループ先頭音へのアクセント付け フレーズの開始音に対し、音量を強めたり、音長を伸ばしたりする。あるいは二つのフレーズの境界に「間」を挿入する[Lerdahl 83]。

*1 演奏者の与えたフレーズの区切り(たとえば250ミリ秒間隔に設定)をトリガーとし、直前に受けつけた数音を種として、それに続く確率的に最もふさわしい後続音をコーパスから検索することによって、後続フレーズが生成される。基本的な利用形態としては、ソロ演奏者とシステムとの交互演奏であるが、伴奏パートを別途埋め込んで置くことで、伴奏システムとしても利用することができる。

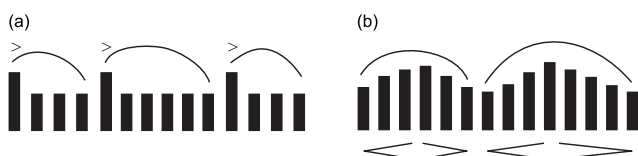


図 1: フレージングの種類: (a) グループ先頭音へのアクセント付け, (b) 山型表現

(b) 山型表現 フレーズ中のある 1 音を頂点として、その音がかもっとも強調されるように、フレーズの開始音から頂点までに音量と演奏速度を増加させ、頂点音を過ぎればそれらを減少させる [保科 98]。

これらの表現の使用頻度は、楽曲の音楽ジャンルや様式によって大きく偏移している。グループ先頭音へのアクセント付けは、正確にリズムが刻まれる音楽において主流となる表現法であり、リズムや拍節構造の知覚に密接に関連している [末富 98]。一方、山型表現はクラシック、特に、ロマン派の楽曲や独奏に多く見られる表現である。聴取者としての演奏者は各声部において微細な演奏表現の違いを理解し、弾くことが求められる。そのため、音楽教育現場においては、器楽演奏の初心者が専門的に表情豊かなフレージングを体得するまでに十数年以上の長い期間を要している。

3.2 フレージング学習支援ツールの構築に向けて

フレージングの習得に年数を要する原因として、(1) 音高と発音時刻を楽譜どおりに正確に弾くための基礎的な楽器演奏技術が必要であるということと、(2) 楽曲のフレーズ構造を自己の中で明確にし、それを相手に正しく伝えるべく演奏プランを練る必要があるということの 2 点が挙げられる。

(1) に対しては、Coloring-in Piano や iFP (4.1 参照) のように、基礎的な楽器演奏制御に関する部分をシステムが支援することによって、ユーザがフレージングの練り込みに入るまでのプロセスを短縮することが可能になってきた。(2) については、楽曲に対する音楽構造や演奏表現の一部に複数の選択肢が存在する場合が多いために、システムが自動でフレーズ構造を解析するといった支援は現実的に難しい。その代わりに、構造の最終決定はユーザが行うという立場にたつて、可能性のある構造を候補として提示し、修正を促す機能をシステムに持たせるといった、ユーザの試行錯誤を促すインタフェースを用意するというアプローチが考えられる。

筆者らは、このような視点に立って、前節で述べたフレージング表現に重点を置いたルールベース型の演奏表情付けシステム jPop-E を構築してきた [Hashida 07]。jPop-E は、(2) を重点的に行うことができるというのが大きな特徴である。そこで、jPop-E をフレージング教育への実践に応用することを考え、予備的な調査として小・中学生数名を対象としたワークショップの実施を本研究の目的とする。ワークショップでは、jPop-E との比較対象としてリアルタイム演奏インタフェースである iFP を取り上げる。

4. 演奏生成システム

4.1 iFP

iFP [Katayose 04] は、2003 年に奥平らによって実装された、名演奏における elaboration 事例をテンプレートとして利用する演奏インタフェースである。指揮ジェスチャーあるいは拍打によって与えられるプレイヤーの演奏意図と、テンプレート上

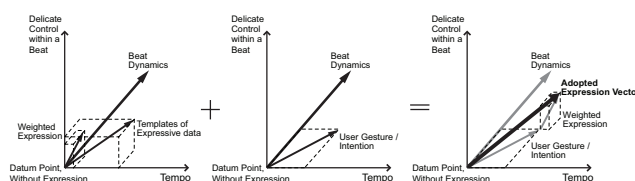


図 2: iFP における演奏表情の計算の概念図

に記述される演奏モデルとを、実時間で合成した演奏を生成する。モデル中の微細な演奏表現が反映されるため、プレイヤーは自身の働きかけを伴って、例えば、ブーニンやアルゲリッチらの名演奏を「なぞる」ことが可能となる。

iFP のスケジューラは予測型のもので構成されており、プレイヤーからの入力がない場合は、モデルを参照して自発的に演奏が進む。すなわち、プレイヤーは、関与したい部分だけの介入が可能である。この視点での応用として、iFP を自動伴奏システムとして利用することが可能である。また、演奏モデルのうち、テンポ、拍音量、拍内の微細な演奏表情の 3 つに対して、どのくらいの重みを持たせて利用するか、また、プレイヤーの意図とモデル上の意図の、どちらをどの程度優先させるかのパラメータを実時間で制御することができる (図 2)。

4.2 jPop-E

jPop-E [Hashida 07] は、フレージング表現に特に重点を置いたルールベース型の演奏デザイン支援インタフェースである (図 3)。複数旋律に対する自然な表情付けを行うために、まず演奏ルールを適用し声部別の表情付けを行う。この処理により、複数の声部で独立の演奏表現ができ、音量やテンポに対する声部間の微細な発音タイミングのずれを生成できるようになる。ただし、この処理だけでは、そのずれが時間進行に沿って必要以上に蓄積し、演奏として成り立たなくなってしまう。そこで、蓄積したタイミングのずれを解消する手法として声部間同期処理を導入し、声部間の微細なずれを保ちつつ演奏全体のテンポ統制を図る。

jPop-E の使用にあたってユーザができる作業は、(1) 演奏生成の開始、(2) 生成された演奏の聴取、(3) それに基づいた制御パラメータの調整、(4) 音楽構造の編集の 4 点である。(1) は、楽譜と制御パラメータが読み込まれた時点からいつでも実行でき、画面上部の生成ボタンを押した時点での制御パラメータに基づいて演奏表情が付与される。(2) は楽譜が読み込まれた時点で実行可能となり、画面中央のピアノロールに表示された演奏データが再生される。ピアノロール画面上で、ユーザはマウス操作により任意の音符を選択することができ、選択した

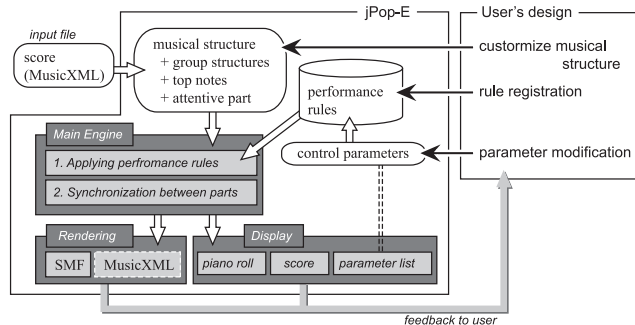


図 3: jPop-E のシステム概要

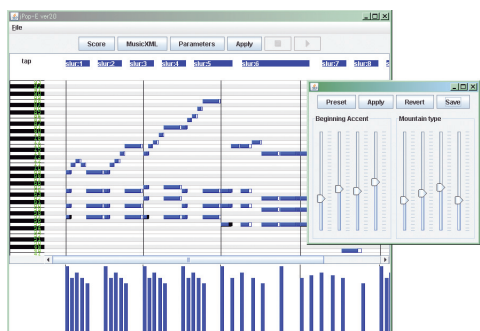


図 4: Main display of Pop-E



図 5: iFP によるフレーズ表現の指導の様子

音符のみ聴取することもできる。(4)はメインメニューから編集モードを切り替えることで実行可能となる。

本研究では、利用対象者である小・中学生向けに、(4)のすべてと(3)の複数声部対応部分を機能制限した簡易版のシステムを構築してケーススタディに使用した。すなわち、楽曲のフレーズ構造をあらかじめ楽譜に埋め込んでおき、主旋律のフレーズにに合わせて伴奏部分も同時に演奏ルールが適用されるホモフォニー楽曲対象のシステムとなっている。

5. ケーススタディ

5.1 概要

4章で述べた演奏システムの教育分野での利用に向けて、小～中学生を対象としたフレーズ教育のワークショップを実施した。今回は、ピアノ専攻で音楽修士号を取得した現役の高校教諭(30代女性)1名が教師役となり、小学5～6年生の男子4名、中学2年生の女子3名を生徒として、40分間を1コマとする計4コマを2日間にわたって行った。以下にスケジュールを示す。

- 1コマ目(初日)全体ガイダンス、iFPを用いた演奏体験
- 2コマ目(初日)フレーズ表現に関する概略説明(jPop-Eのデモンストレーション)、iFP・jPop-E双方を用いた実習
- 3コマ目(2日目)用意された楽曲の中から選んだ1曲に対し、iFPまたはjPop-Eのいずれかを用いたフレーズ表現の作りこみ実習
- 4コマ目(2日目)発表会、講評

受講した生徒らに関して、女子中学生3名は8～9年ほどピアノを習っているか、吹奏楽部に所属し、普段から音楽に比較的親しんでいる生徒である。男子小学生については、2～3年程度ピアノを習った経験があるものの、必ずしも普段から音楽に親しんでいるわけではない。いずれも専門的な音楽教育は受けておらず、全員、フレーズそのものを習うのは初めてである。また、コンピュータを用いた音楽の授業自体も初めての体験であった。図5、6に、ワークショップの様子を示す。

5.2 結果と考察

(1) インタラクティブツールを介した手法の試行 まず、iFPを起動させ、基本的な操作方法のみを教えて好きに遊んでもらった。指1本で演奏できるという簡便さから、生徒らはすぐに操作を覚え、打鍵(拍打)速度をさまざまに変えたり、用意された楽曲ファイルを次々に弾いてみるなど積極的にシステムにかかわっていった。

従来のCAI教育では、半強制的にパソコンの指示に従う授業進行が主流であるが、生徒らに様々なやり方で試行させる機



図 6: Pop-E によるフレーズ表現の指導の様子

会に乏しくなる。入力に応じて即座に音が返ってくるインタラクティブな演奏システムを用いることで、この問題を解決することができる。

(2) 演奏表現の視覚的閲覧 2コマ目でのフレーズ表現に関する概要説明や3コマ目の演習の際、教師は、口頭や手振りに加え、図6のように、jPop-E画面上の任意の箇所を直接指さして、具体的なアドバイスを加えていた。

音楽は時間的な視点で見れば揮発的なものであり、言葉で音楽の任意の箇所を特定するのは容易ではない。jPop-Eのように、楽曲の楽譜だけでなく、各音の音量や長さなどが画面上に提示されることによって、生徒、教師の双方が楽曲中の任意の部分を共通にポイントすることが可能となる。

(3) 技能の代替によるフレーズ表現の体験的理解(iFP) ピアノのレッスンや部活動などを通じて男子小学生より多くの演奏経験を持つ女子中学生ら3人は、総じてiFPを「弾きやすい」「表現しやすい」と評した(表1)。また、普段の楽器練習においては、技術的な側面には注意するものの、フレーズに関してはとくに意識していなかったと述べている。

3.2節で述べたように、iFPでは、演奏技術や音高ミスを気にせず直接的に演奏表現に集中できる。このことは、演奏経験の少ない初級者に対して演奏行為の敷居を下げるだけでなく、彼女らのように、ある程度楽器が弾ける者に対してフレーズを教える場合にも有効であることが伺える。

(4) 抽象化したパラメータによる全体像の操作(jPop-E) (2)で、演奏表現の視覚的閲覧が効果的であることを述べたが、各音の音高・音長・音量を直接的に閲覧するだけであれば、既存のMIDI音楽編集ソフトウェア(シーケンサー)におけるピアノロール表示機能があればよい。しかしながら、この機能での作業は、音符や楽器の数が多く、またテンポが速い楽曲ほど、読譜・聴音のスキルや膨大な作業時間が必要になる。

表 1: 被験者へのインタビュー・アンケート結果

被験者	音楽経験	感想	2 日目に使用したツール
A (中 2 女子)	ピアノ約 9 年 吹奏楽部	(iFP) 弾きやすかった (jPop-E) 操作はあまり覚えられなかったが スライダを動かして音が変わるのが面白かった 家に置いてじっくり表現を考えていたい	jPop-E
B (中 2 女子)	ピアノ約 8 年	(iFP) 表現が豊かにできる (jPop-E) ゆっくりな曲を選んだのでテンポを 保つのが難しかったけど、やりたいことはできた	jPop-E
C (中 2 女子)	フルート約 2 年 吹奏楽部	思った以上に面白かった 今回教えてもらったことを活かして部活にも 集中していきたい	iFP
D (小 6 男子)	なし	遊びみたいにできて楽しかった	jPop-E
E (小 6 男子)	ピアノ約 3 年	面白い。またやりたい	iFP
F (小 6 男子)	ピアノ約 3 年	面白い。またやりたい	iFP
G (小 5 男子)	ピアノ約 1 年	家にこんな機械があったらやりたい	iFP

jPop-E では、フレージングにかかわる演奏表現の知識を整理し、単純な演奏モデルに落とし込むアプローチを採っている。各音符を個別に扱うのではなく、フレーズ全体の演奏表現に対する直感的な操作を可能にすることで、他の楽曲にも応用可能な基礎的な理解を促すひとつの手法として有効である。

(5) 知識の整理 (jPop-E) と身体動作を通じた確認 (iFP) の相補利用によるメタ認知形成 iFP も jPop-E もインタラクティブに動作する音楽システムであるが、iFP は自分が弾いた音量やテンポと、楽曲やフレーズに対する演奏表現との対応を理解することが難しい。jPop-E はその問題を解消するが、jPop-E で練り込んだ表現は、実際の楽器演奏では実現できない可能性もある。

しかしながら、これら 2 つのシステムを併用すると、片方で行った学習内容を他方で確認するといった使い方ができる。このことは、「コンピュータを使って考えたことは実際に自分でやってみたら実感としてわかるようになる [羽生 06]」といったより深い理解を促すことが期待できる。

(6) 教師に対する指導支援 最後に、ワークショップを運営した教師から以下のようなコメントが寄せられた。

- 子供たちが鍵盤やスライダをたくさん動かして、極端に強弱や緩急をつけて遊ぶのが面白かった。
- 各音の音量や長さが画面上に表示され、スライダだけで演奏をまとめて変えられるので、自分が言いたいことを伝えやすかった。
- 思い返せばフレーズ表現を概念としてしっかり生徒に教えたことがなかったように思う。その意味で自分自身も勉強になったし、音楽の教え方そのものを再考させられた。

これらのコメントは、(1)~(5) までに述べてきた考察が、教育現場に身を置いている者にも支持されていることが伺える。また、生徒だけでなく、教師にとっても、jPop-E や iFP などインタラクティブに動作する演奏システムは演奏表現に関する教育指導に役立つツールになりえることがわかる。

6. おわりに

本稿では、インタラクティブな演奏表情付けシステムのフレーズ演奏表現へ教育利用にむけた議論と実利用への予備的調査として実施した、jPop-E と iFP によるフレージング教育のワークショップについて述べた。

今回はケーススタディであり定量的な分析には至らなかったが、従来の CAI 教育システム以上にインタラクティブ演奏生成システムが音楽教育において重要かつ効果的な役割をもちうることを確認できた。今後は、フレージングのメタ認知形成に関する定量的検討や、データベース化された演奏事例をもとにフレージングに関する演奏モデルの学習を行い、名演奏に対するフレージングの追体験からさらなる音楽理解を促進する枠組みについて検討する予定である。

参考文献

- [Dannenberg 84] Dannenberg, R. B.: An On-Line Algorithm for Real-Time Accompaniment, *Proc. of ICMC*, pp. 93-198 (1984)
- [Ferrari 06] Ferrari, L., Addressi, A.-R., and F., P.: New technologies for new music education: The Continuator in a classroom setting, in *Proc. of ICMPC 06* (2006)
- [Hashida 07] Hashida, M., Nagata, N., and Katayose, H.: jPop-E: An Assistant System for Performance Rendering of Ensemble Music, in *Proc. of NIME*, pp. 313-316 (2007)
- [Katayose 04] Katayose, H. and Okudaira, K.: iFP: A Music Interface Using an Expressive Performance Template, in *Proc. of ICEC 2004*, LNCS, Vol. 3116, pp. 529-540 (2004)
- [Lerdahl 83] Lerdahl, F. and Jackendoff, R.: *A Generative Theory of Tonal Music*, MIT Press (1983)
- [Mathews 83] Mathews, M. V.: *The Conductor Program and Mechanical Baton, Current Directions in Computer Music Research*, Cambridge, Massachusetts, pp. 263-281, MIT Press (1983)
- [Pachet 03] Pachet, F.: The Continuator: Musical Interaction With Styler, *Journal of New Music Research*, Vol. 32, No. 3, pp. 333-341 (2003)
- [羽生 06] 羽生 善治, 伊藤 毅志, 松原 仁: 先を読む頭脳, 新潮社 (2006)
- [大島 05] 大島 千佳, 西本 一志, 鈴木 雅実: 家庭における子どもの練習意欲を高めるピアノ連弾支援システムの提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 1, pp. 157-171 (2005)
- [片寄 96] 片寄 晴弘, 竹内 好宏, 上符 裕一, 井口 征士: TFP の改良と教育利用における評価, 情報処理学会音楽情報処理科学研究報告 96-MUS-16, pp. 21-25 (1996)
- [保科 98] 保科 洋: 生きた音楽表現へのアプローチ: エネルギー思考に基づく演奏解釈法, 音楽之友社 (1998)
- [末富 98] 末富 大剛, 中島 祥好: リズム知覚研究の動向, 音楽知覚認知研究, Vol. 4, No. 1, pp. 26-42 (1998)