

研究課題別評価

1. 研究課題名 :音楽における創造活動を触発支援するシステム

2. 研究者名 :西本 一志

3. 研究の狙い :

本研究の最終的な目標は、アマチュアからプロフェッショナルまで、幅広い層の人々がより自分の思い通りに音楽を演奏して楽しむことができるようにするための方法論と技術を確立することにある。この目標に向けて、さきがけ研究の3年間では、特にクラシック音楽に代表される「再現演奏型楽曲」の演奏を主な研究対象とし、まずはその演奏表現構築過程の分析を行い、そこで得られた知見に基づき、誰もがより自在に独自の演奏表現を実現できる楽器のあり方を考案した。さらに、構築したプロトタイプシステムを用いた被験者実験を実施し、考案したアイデアの有効性を評価した。加えて、合奏のインタラクションの面白さに着目した、音楽を媒介とするコミュニティウェアとしても機能する装着型楽器の研究開発も行った。

音楽という芸術への取り組み方には、作曲・演奏・鑑賞の3つの方法がある。このうちもっとも広く普及している方法は「鑑賞」である。しかしながら、多くの人々は音楽鑑賞という受動的な音楽との関係に飽き足らず、もっと能動的に音楽と接することを欲していると思われる。とりわけ、自ら音楽を演奏して楽しむことへの欲求は強い。ところが現状において、自分の思うように音楽を演奏することは、一般に容易ではない。ほとんどの場合、楽譜どおりの音をはずさずに演奏したり歌ったりすることができるようになるという最初の段階でつまづいてしまう。また、努力してこの最初の段階を乗り越えたとしても、次には自分が創り出した演奏の質をいかにして向上させるかという難問が控えているし、そもそも「演奏の質の向上」ということに目を向けようとしないで、ただ闇雲に楽譜どおりに弾けた」だけで満足してしまう場合も往々にして見受けられる。これは、音楽の精神的側面を考慮しない単なる機械的作業への習熟であり、音楽とは言いがたいものである。

では、音楽演奏をもっと一般に広く楽しむことができるようにするには、どうすればいいのだろうか。演奏者は、何を考え、何をなすべきなのか。そして、演奏者の何を支援すべきで、何を支援すべきでないのか。本研究の狙いは、このような問題意識のもとに、演奏構築過程の分析を行うことによって豊かな演奏表現を実現するために考慮すべき要素を明らかにするとともに、より自在に独自の演奏表現を実現できるような、いわば「新しい楽器」を実現することにある。

4. 研究結果 :

(1) ピアノ・レッスンのケース・スタディに基づく演奏表現構築過程の分析 ~何が難しいのか~

演奏表現の構築過程においてどのような部分が問題となるのかを明らかにするために、ピアノ・レッスンのケース・スタディを実施し、その分析を行った。一般に演奏表現を構築する際に考慮する必要がある要素には、音高、音量、音長等があり、これらの要素を有機的・統合的に組み合わせることによって、演奏者は独自の演奏表現を構築する。しかし、これらすべての要素に気を配ることは難しく、ほとんどの場合はごく一部の要素にのみ着目し、他の要素に対する配慮が疎かになる。この結果、演奏表現が全体としてバランスを欠いたものとなってしまふ。そこで5回のピアノ・レッスンを2ケース行い、先生と生徒の演奏データを比較して、生徒の演奏における個々の「管

楽表情に関する要素」の変化を分析し、ピアノ演奏学習者がどのような点を見落としがちであるのか、あるいはどのような点に困難を感じるのかを洗い出すことを試みた。

この結果、音の強弱の推移については、レッスンが進むにつれて両生徒とも先生の演奏との演奏差が減少していくのに対し、鍵盤から指を離す速さ(離鍵速度)については演奏差がほとんど減少しないことがわかった。また離鍵速度の推移については、一方の生徒は練習を重ねるにつれてメリハリができていったのに対し、もう一方の生徒は回を追うにつれ単調で一樣な、メリハリのないものとなった。離鍵動作はアーティキュレーションやフレージングと密接に関連する重要な演奏要素であるが、楽譜上に明示的に指示されていない上に直接聞き取ることが難しい要素であるため、ピアノ演奏学習者があまり注目しない可能性があることが示された。また、今回の実験の2名の被験者のうち、一方の被験者は技術的な面でもう一方の被験者より劣る部分があり、その分音の強弱の推移の演奏差の減少がやや遅い傾向が見られた。しかし、この被験者の方が離鍵速度に対して配慮しており、必ずしももう一方の被験者より「音楽的に」劣っているとは言えず、むしろが優れている可能性もある。つまり、技術的な問題さえ乗り越えられれば、この被験者は非常に優れた演奏を実現できる可能性があることが示唆された。

②) 離鍵動作に関する基礎的分析 ~ ピアノ演奏の独自性の現われどころはどこか ~

ピアノ演奏の際、ピアニストが手で制御できる要素は、(1)打鍵時刻、(2)打鍵強度、(3)離鍵時刻、(4)離鍵速度、の4つあるが、従来(4)の離鍵速度については非常に軽視されている。しかし、すぐれたピアニストが演奏する姿を見ていると、鍵盤を叩く時以上に鍵盤から指を離す動作に特徴を見出すことができる。そこで、本研究では離鍵動作に関する基礎的な分析を実施し、離鍵動作が「フレージング」と密接に関連があり、その結果として演奏者それぞれの演奏表現の「独自性」に関係があることを見出した。

まず、離鍵速度の変化によって音がどう変わるのかを調査した。離鍵速度以外はすべて同一の内容のMIDIデータを作成し、これをヤマハサイレントアンサンブルピアノC5プロフェッショナルモデルを使用して、電子音源ではなく実際にハンマーで打弦して音を発生させ、これをマイクで記録した音響データからスペクトログラムを求めた。この結果、離鍵速度の差によって周波数成分のパワーの減衰に差が生じ、音の消滅の時間の他に音色の差も現れることがわかった。次に、ピアニストが離鍵動作をどのように制御しているかを調べるために、4名の熟練者の演奏データを収集し、その演奏データを分析した。この結果、一人の演奏者について見ると、十分に練習して演奏表現を確立した状態であれば、打鍵速度と離鍵速度のいずれについても推移の再現性が高く、何度演奏してもほぼ同じ演奏になることがわかった。一方、4名の演奏者の演奏をそれぞれ比較すると、打鍵速度の推移は4名の間であまり大きな差が無いのに対し、離鍵速度の推移は4名の間で大きく異なることがわかった。各演奏者の離鍵速度の推移を楽曲の構造に照らして分析したところ、いずれの演奏者も離鍵速度の推移(特に、非常に遅い離鍵速度を使用する箇所)が、楽曲構造となんらかの一貫性ある対応をもつことがわかった。つまり離鍵速度の制御は、演奏に楽曲構造を反映させるために非常に重要であることがわかった。

③) 理想の楽器を目指して ~ 「再現演奏」のための楽器を例題として ~

私の考えでは以下の条件を満たす楽器が理想の楽器である a) 低い初期障壁: 初心者が楽器に触れてすぐにそこそこの演奏ができて楽しめること、b) 上達の余地: 練習を積むことによって実感できる速度で上達できること、c) 極限における品質の高さ: 最終的に到達可能な演奏表現のレベルは、既存の伝統的な楽器と比べて勝るとも劣らないものであること。ほとんどの伝統楽器は

初期障壁が非常に高い。これは、既存の楽器が非常に高い自由度を持つことに起因すると考えられる。しかしながら、伝統楽器が持つ自由度のすべてを必要とする場面は、実際にはほとんどない。つまり、状況に応じて不必要な自由度を削減もしくは削除して必要な自由度のみを残すようにすれば、余分な負荷が軽減されて初期障壁が低減されると同時に、より本質的な作業に演奏者は直接取り組みやすくなり、上達速度が増すとともに演奏の質も向上すると思われる。

そこで再現演奏と呼ばれるタイプの演奏を例題として、理想的な楽器のあり方を検討した。このタイプの演奏においては、どのような旋律を演奏するかについての自由度は演奏者には一切与えられていない。したがって、演奏者が独自性を発揮できる部分は、旋律に対する「表情付け」となる。そこで試作した楽器は、演奏すべき楽曲の音高列データをあらかじめ楽曲データベースに登録しておき、演奏者が演奏インタフェース上のどの操作子进行操作しても、音高列データの音高列を順に出力・再生するという構成とした。ただし、打鍵 / 離鍵時刻ならびに打鍵 / 離鍵速度についてはシステムは一切手を加えず、演奏者が操作したとおりに出力・再生する。したがってこの楽器では、音高の選択に関する自由度は削減されているが、表情付けのための自由度は一切削減されていない。このプロトタイプを使用して、音楽演奏経験がほとんど無い被験者から、18年のピアノ演奏経験を持ち大学でピアノ演奏を専攻している学生まで、幅広いレベルの被験者による演奏実験を行った。この結果本システムによって、初心者から熟練者までどのようなユーザでも、満足できる演奏を容易に短時間で実現可能であることがわかった。特に注目すべきことは、従来このような「支援機能付き楽器」は、熟練者にとっては無用なものであると見なされていたが、実際には熟練者にとっても有用性があることを示した点である。

(4) 協調的な音楽演奏活動の拡張と支援 ～音楽コミュニティウェアの提案～

「いつでも、どこでも、誰とでも」気軽に合奏を楽しむことができるような、ウェアラブルでモバイルな楽器「CosTune」（衣装を意味するCostumeと、楽曲を意味するTuneから作った造語）を構築し、あわせて「行きずりセッションプロトコル」を考案・実装した。

現在のプロトタイプでは、ジャケットやパンツの上に貼付されたタッチセンサを叩くと、どのセンサが叩かれたかに関するデータがPCに入力される。入力されたデータは、個々のタッチセンサに対して予め割り当てられている音のデータに変換され、実際の音としてヘッドフォンから出力される。一方、音のデータは、ASP (Ad-hoc Session Protocol 行きずりセッションプロトコル) 処理モジュールによってパケット化され、ワイヤレスネットワークから近傍に存在する別のCosTuneユーザに対してブロードキャストされる。受信されたパケットは、元の音データに還元され、ヘッドフォンから実際の音として再生される。このようにして、CosTuneユーザは自分と、自分の近傍の別のCosTuneユーザの演奏を同時に聞くことができる。「行きずりセッションプロトコル」は、同じ場所に同時に複数のセッションの存在を可能とし、ユーザは任意のセッションに対し自由に聴取・参加・離脱することができる。このようなメカニズムによって、街角などで複数のCosTuneユーザが偶然出会ったとき、そこで即座に「行きずりセッション」を楽しむことができる。この結果、見知らぬ者同士が音楽を媒介として出会い、新たなコミュニティを形成することが可能となる。偶発的な出会いの場を即座に協調的な音楽演奏の場とするCosTuneは、単なる新奇な楽器にとどまらず、新たな音楽文化をもたらすシステムとして機能するであろう。

5. 自己評価：

当初計画では、演奏のみならず作曲をも支援の対象とすることを目指していたが、やはりわず

か3年の期間でこの両方を扱うことには無理があり、作曲についての支援は全く未着手となってしまった。この点は当初計画立案の際の甘さとして反省すべきであると考えている。しかしながら演奏の支援については、初心者から熟練者まであらゆるレベルの演奏者に対して有効な支援のための基本概念を確立することができた。また、この概念に基づくプロトタイプシステムによって、実際に初心者にも熟練者にもこの考え方に基づくシステムが有効に作用することを証明した。これらの成果は、近い将来楽器のあり方に革新をもたらし、より多くの人々が自分なりの音楽を楽しむことができるようになるとともに、プロの演奏家もより多くの能力を演奏における本質的な行為に注ぐことができるようになる結果、より質の高い演奏を実現できるようになることが期待される。また、ピアノ演奏の学習者が陥りやすい問題はどこにあるかを明らかにしたこと、ならびに従来から熟練者が経験的に感じていた「離鍵速度」の制御の重要性と意味を具体的に示したことは、ピアノ演奏の学習や音楽教育上非常に意義深いものであると考える。さらに装着型ネットワーク楽器 CosTune によって、まったく新しい音楽文化を実現する可能性を示すことができた。このように、本研究では音楽文化そのものを変革させる可能性がある重要な成果が得られたと考えている。

6. 研究総括の見解：

本研究は、音楽における創造性の支援という非常に困難な問題に真正面から取り組み、初心者から熟練者まで幅広い演奏者を対象として地道な分析を行い、その結果に基づき次世代の楽器のあり方についての基本的概念を考案し、その有効性を実証した。この成果は、今後の音楽文化や音楽教育のあり方に有益な影響をもたらすものであり、この点では十分な成果をあげたと評価する。ただ、当初の研究計画に含まれていた「作曲」の支援がまったく実施されていないことは残念であり、計画の立案と推進に多少問題があったものと思われる。この点を反省しつつ、今後さきがけ研究の成果を基礎として、作曲を含めたさらに幅広い「音楽における創造性」の支援技術の確立を目指して精進されることを期待する。

7. 主な論文等：

学術論文等

1. 前川督雄, 西本一志, 多田幸生, 間瀬健二, 中津良平 : ネットワーク型ウェアラブル音楽創奏システムによる日常生活空間演出構想の提案, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.6, No. 2, pp. 69-78, 2001.
2. Chika Oshima, Yohei Miyagawa, Kazushi Nishimoto and Takashi Shiroaki: Two- step Input Method for Supporting Composition of MIDI Sequence Data, Entertainment Computing-- Technologies and Applications, pp. 257-264, Kluwer Academic Publishers, 2003.
3. 大島千佳, 西本一志, 宮川洋平, 白崎隆史 : 音楽表情を担う要素と音高の分割入力による容易な MIDI シーケンスデータ作成システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 7, pp. 1778-1790, 2003.

国際会議

1. Yukio Tada, Kazushi Nishimoto, Tadao Maekawa, Romain Rouve, Kenji Mase and Ryohei Nakatsu: Toward Forming Communities with Wearable Musical Instruments, Proc. the 21st IEEE International Conference on Distributed Computing Systems Workshops Mesa (ICDCS

- Workshops 2001), pp. 260-265, 2001.
2. Chika Ooshima, Kazushi Nishimoto and Akihiko Konagaya: Toward Computer Supported Piano Lesson to Opportunely Advance to the Creative Stage, Proc. Artificial Intelligence and Soft Computing (ASC2001), pp. 85-92, 2001.
 3. Kazushi Nishimoto and Chika Ooshima: Computer Facilitated Creation in Musical Performance, Proc. Scuola Superiore G. Reiss Tomoli (SSGRR-2001: CD-ROM proceedings), L'Aquila, Italy, Aug. 6-12, 2001.
 4. Kazushi Nishimoto, Tadao Maekawa, Yukio Tada, Kenji Mase and Ryohei Nakatsu: Networked Wearable Musical Instruments Will Bring A New Musical Culture, Proc. The 5th International Symposium on Wearable Computers (ISWC2001), pp. 55-62, 2001.
 5. Kazushi Nishimoto, Chika Oshima, Yohei Miyagawa and Takashi Shirosaki: A Musical Instrument for Facilitating Musical Expressions, CHI2002 Extended Abstracts, pp. 722-723, 2002.
 6. Chika Oshima, Yohei Miyagawa, Kazushi Nishimoto and Takashi Shirosaki: Two- step Input Method for Supporting Composition of MIDI Sequence Data, Proc. First International Workshop on Entertainment Computing (IWEC2002), pp. 253-260, 2002.
 7. Chika Oshima, Kazushi Nishimoto, Yohei Miyagawa, and Takashi Shirosaki: Coloring-in Piano: Indiscrete Musical Elements are Essential for Performers, Proc. ICAD 2002 Rencon Workshop - Performance Rendering Systems: Today and Tomorrow -, pp. 21-23, 2002.
 8. Chika Oshima, Yohei Miyagawa and Kazushi Nishimoto: Coloring-in Piano: A Piano That Allows A Performer to Concentrate on Musical Expression, In C. Stevens, D. Burnham, G. McPherson, E. Schubert, and J. Renwick (Eds.), Proc. the 7th International Conference on Music Perception and Cognition (CD-ROM Proc.), Adelaide: Causal Publications, Paper No. 707, 2002.
 9. Chika Oshima, Kazushi Nishimoto, Yohei Miyagawa, and Takashi Shirosaki: A Concept to Facilitate Musical Expression, Proc. Creativity & Cognition 2002, ACM Press, pp. 111-117, 2002.
 10. Tadao Maekawa, Kazushi Nishimoto, Kenji Mase, and Makoto Tadenuma: A Wireless-networked Wearable Musical Instrument with Which We Can Go to Town, Proc. 12th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2002), pp. 170-173, 2002.
 11. Tadao Maekawa, Kazushi Nishimoto, Kenji Mase, and Makoto Tadenuma: A Wireless, Networked Musical Environment Consisting of Wearable MIDI Instruments, Conference Proceedings of 10th International Conference on Telecommunications (ICT'2003), Vol. II, pp. 1731-1734, 2003.
 12. Kazushi Nishimoto, Chika Oshima and Yohei Miyagawa: Why Always Versatile?: Dynamically Customizable Musical Instruments Facilitate Expressive Performances, Proc. of the 3rd International Conference on New Instruments for Musical Expression (NIME03), pp. 164-169, 2003.
 13. Kazushi Nishimoto and Chika Oshima: Basic Analyses on Effects of Key-release Velocity in

- a Piano Performance, Proc. of the IJCAI-03 workshop on methods for automatic music performance and their applications in a public rendering contest, pp. 46-53, 2003.
14. Chika Oshima and Kazushi Nishimoto: An Attempt of Performance Rendering Based on Correlation Between Duration of Notes and Key-release-velocity, Proc. of the IJCAI-03 workshop on methods for automatic music performance and their applications in a public rendering contest, pp. 76-77, 2003.

解説記事 チュートリアル

1. 西本一志 :音楽における創造的表現の支援, 電子情報通信学会 2003 年総合大会講演論文集 (CD-ROM), 2003.
2. 西本 一志 :心を表現するインタフェース, システム制御情報学会誌 システム/制御/情報, Vol. 47, No. 4, pp. 173-178, 2003.
3. 西本一志 :音楽における創造的表現の支援, 特集「エンタテインメントコンピューティングの事例」, 情報処理, Vol. 44, No. 8, pp. 819-822, 2003.