

評価のための問題設定：演奏支援システムの事例から

奥村 健太^{1,a)} 竹川 佳成^{2,b)} 堀内 靖雄^{3,c)} 橋田 光代^{4,d)}

概要：楽器演奏は、その表現のための楽譜の理解や解釈、楽器操作の訓練だけでなく、演奏者間の影響など、多様な要素の関連によって成立している。演奏の支援を目的とするシステムの提案に際しては、その行為における人間の諸感覚をどのように扱うべきかに関する課題に取り組むこととなる場合が多く、提案したシステムの評価はしばしば困難な問題となる。本稿では、人間の楽器演奏の支援を目的としたシステムとして先行する研究事例を複数とりあげる。それらの研究計画がどのような考え方にに基づき進められてきたのかを紹介しながら、そのような目的を持つシステムにとって望ましい評価手法の設計において必要となる要素や課題について議論する。

1. 演奏支援システムと評価手法の設計

我々は楽器演奏に関するコンテンツの生成を行う研究を対象とし、それらにおける評価のあり方を考える機会を設けた。その一環として、著者らは音楽情報科学研究会でこの20年間に発表されてきた関連研究の調査を行った。そこで得られた傾向からわかるのは、着眼点や取り組みについては面白いものの、評価が不十分であるが故に研究として片落ちと見なされる論文が少なくないことである [1]。

楽器演奏に関するコンテンツの生成を行うシステムは、その評価に際して多様な困難が伴う（評価そのものがやりにくかったり、計算機内でのシミュレーションで完結せず評価環境を構築したり、被験者を集めたり、結果の分析には多大な時間と労力を必要とするなど）。また、実際に一度の実験で評価がうまくいくことは稀であり、適切な評価環境の構築に至るまでに評価の実施と修正を何度も繰り返すことになる場合が多い。従って、研究期間が限られている大学生や大学院生は特に、研究テーマの設定の時点でその生成物をどのように評価するのかについても考えた上で着手することが望ましい。しかし評価実験に十分な時間を確保して研究を進めるには、生成物に適した評価手法を設計

し、それを効率的に実施するための知見を要する。先述の傾向の一因として考えられるのは、そのような知見の共有が研究者間で充分になされているとはいえないことである。

著者らはそのような研究事例の一つとして演奏表情付けを行う研究をとりあげ、その合同聴取評価を行う評価環境への出展を通じた考察を行っている [2]。それはシステムの生成物にとって望ましい評価環境の構築を目指したものとして、ある程度の成功をもって継続している事例である。しかし、出展を通じた考察から評価環境として改善すべき課題が複数指摘されていることから、その事例も適切な評価環境の構築に至るまでの修正の過程にあるといえる。また、同様のコンテンツを生成するシステムを複数集めて合同で評価を行うことは、事例として比較的特殊なものである。そのような外部の評価環境に依存せず、研究者が自ら望ましい評価手法を模索する場合の方が、事例としてはより一般的であろう。

演奏表情付け以外で楽器演奏に関する生成系研究の一群として、本稿では人間による楽器演奏という行為そのものの支援を主な目的として先行する研究事例をとりあげ、評価手法を中心にそれらの俯瞰を行う。いずれも人間の楽器演奏への貢献を目指すものであるが、具体的なテーマは多様であり、楽器の直接的な演奏行為を支援するもの、複数の楽器の同時演奏を部分的に支援するもの、楽器演奏の習得を支援するもののほか、楽器そのものの可能性を拡張するものなどがある。これらは最も重要なキーワードの一つに「演奏支援」を持つ点で、同一のクラスタに分類することができる。しかしここで注目するのは研究計画としての方向性であり、特にその評価手法において各々の取り組みを進めてきた研究者の考え方に依存した相違である。

¹ 名古屋工業大学
466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町
² 公立はこだて未来大学
041-8655 北海道函館市亀田中野町 116-2
³ 千葉大学
263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
⁴ 相愛大学
541-0053 大阪府住所大阪市中央区本町 4 丁目 1-23
a) k09@mmsp.nitech.ac.jp
b) yoshi@fun.ac.jp
c) hory@faculty.chiba-u.jp
d) hashida@soai.ac.jp

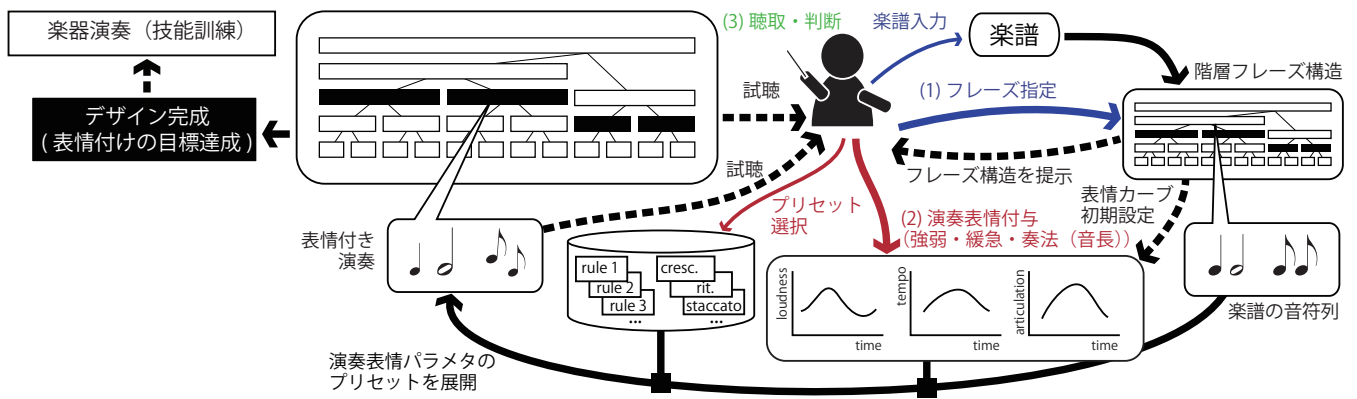


図 1 演奏デザイン支援システム

本稿ではそのような相違がどのような過程を経て生じたのかを考えるための軸の一つとして、生成物の評価に際するアプローチを定性的なものとして定量的なものに分類のうえ、研究事例の紹介を行いたい。以降、前者に分類される事例を 2 章、後者に分類される事例を 3 章で扱う。

2. 定性的な評価を行う研究事例

2.1 ユーザの意図に応える演奏デザイン支援

演奏の表情付けは、指定された音の並びに対して強弱や緩急、奏法、音色等に変化を与え、音楽を生き活きとしたものとして実体化する作業である。たいていの音楽では、ある時刻における音とそれに前後する音の間になんらかの関係を持ったまとまり（フレーズ）が形成され、複数のフレーズがさらに関連付けられて、階層的なフレーズ構造が形成される。この階層的フレーズ構造をいかに聴取者へ伝達するかが音楽表現の主題であるといっても過言ではない [3]。そのため、従来は、この階層的フレーズ構造を楽譜から導出する処理の自動化に特に焦点が当てられてきた [4]。しかしながら、作曲者が用意した楽譜（音符の並びや演奏記号）から解釈されるフレーズ構造は、多くの場合、一意で決まるものではなく、複数の可能な解釈が存在する。また、演奏は強弱や緩急、奏法などの組み合わせ次第で様々な個性が表出するものであり、フレーズ構造に対応する演奏表現も一通りとは限らない。

人工知能システムを目指すのであれば、システムが解釈を一意に定めて演奏しても良いのかもしれない。しかし、解釈を定め、またその解釈が伝わるように表現として音に反映させるという行為は、人間が行ってこそ、その出来栄に対する感動や喜びも享受できるのではないだろうか。

本稿の著者である橋田は、演奏表現における強弱と緩急の付与（フレーズング）に焦点を当てたユーザ主導方式の演奏デザインシステムの提案・実装を行っている [5], [6], [7]。その目的は、システムを使う人間（ユーザ）が、システム利用を通じて当人なりの演奏表現や音楽への理解を深めてもらうことにある。そこで主要な課題となるのは、複数の

フレーズ構造や演奏表現における解釈をユーザが選択・編集できるようにするフレームワークの構築である。

2.1.1 入出力の詳細

システムを使いつつ、ユーザが楽譜を読み解き、その演奏表現を考えるという使用を想定している。楽譜や演奏に対する人間の直観に沿ったデータ表現が扱いやすいことから、システムの入力は楽譜（標準 MIDI ファイル、MusicXML）、出力は MIDI を用いている。

システムを使用するユーザが行う操作の概要を図 1 に示す。その具体的な手順は以下のようになる：

- (1) 表示された楽譜から、目視で任意の音符列をフレーズとして指定する。
- (2) (1) に基づいて構成された階層フレーズ構造をふまえて任意のフレーズを選び、その強弱、緩急、奏法（主に音の長さについて）に対する演奏制御パラメタを描く。
- (3) 出力された演奏を聴取し、その表現に納得がいくまで (1), (2) を繰り返す。

演奏制御パラメタは、フレーズの開始時刻（開始音のオンセット）を始点、終了時刻（終了音のオフセット）を終点、その間の任意の時刻を頂点とする 3 点を通る一次曲線を基本形とし、ひとつのフレーズに強弱、緩急、奏法の 3 種類を用意している。「山を描くような」という、フレーズングでは典型的な表現手法を、すべてのフレーズ階層において適用したものである。システムは解釈の決定には関与せず、以下のように処理を行う：

- (a) (1) で指定されたフレーズを正解とみなして、楽曲全体の階層的フレーズ構造を自動生成する。
- (b) 定められた演奏制御パラメタに沿って、各フレーズの演奏表現を階層的にまとめあげる。

2.1.2 生成結果の質に影響する要素

生成演奏に多大な影響を及ぼすのは、言うまでもなくフレーズ構造ならびに各フレーズにおける演奏制御パラメタである。ただ、本システムのフレームワークは、いわばユーザの思考実験を促すためのものである。したがって、楽譜の解釈や演奏制御の良し悪しに関してはシステムが

判断する必要はない。フレーズ構造の編集を GUI 上で容易に行えるようにすることで、ユーザの経験則に基づく思考実験を実際の実験として実施できるようになる。これをさらに発展させていくと、演奏ルールに関する思考実験も簡単にテストできるようになる。たとえば、本稿では演奏ルールの制御パラメタは頂点音で最大になるように設定されているが、「音量は頂点で最大に、テンポは頂点より手前で最大にしたらどうか?」という場合が考えられる。また、制御パラメタの調整を続けるうちに、複数のパラメタを一括して制御したい場合も考えられるようになる。

2.1.3 評価方法と問題点

本システムでは生成演奏自体の評価は必須ではないが、システムの使い心地については慎重に検討する必要がある。

本システムは、基本的にはルールベースのシステムである。経験的に知られた様々な演奏知識（ルール）が適切に反映されれば、それだけ充実した演奏表現が可能となろう。しかし安易に演奏ルールの数を増やすと、ユーザの作業量は飛躍的に増大する。いかに制御パラメタを集約するかが大きな課題である。演奏制御パラメタに形容詞を導入する手法もあるが、形容詞のニュアンスと演奏表現のニュアンスとを呼応させなければならない。本システムでは、形容詞による比喩ではなく、演奏表現そのものを単純なモデルに落とし込むことでパラメタの抑制を図った。

使い心地という観点では、GUIにおける各機能の操作方法、部品の配置、動作速度、作業時間の効率性なども注意深く検討すべき要素である。ここでは想定するユーザ層（楽譜を読める音楽愛好家）において、基本的な情報リテラシーや、普段の慣れた操作方法の傾向、楽譜に対する理解度のばらつきが大きいことが問題となる。また、GUIの設計方針はより多数のユーザが使える汎用的なものを目指すか、少数のユーザが中長期的にシステムを使うことを目指すかによっても異なってくる。加えて近年のタッチパネルを備えた携帯端末の普及により、従来主に PC での操作を想定していた GUI の開発そのものも多様化している。以上のような事情から、システムの開発は対象とするユーザや使用環境に合わせた柔軟な対応が求められ、どのような評価手法が適切となるかはそこでの判断にも依存する。

2.2 自主性を持つ伴奏システムによる合奏の支援

自動伴奏システムとは人間と合奏するコンピュータシステムである。人間の伴奏者と同様、独奏パート（人間）と伴奏パート（コンピュータ）の楽譜情報は予めシステムに与えられている。コンピュータが行うべき作業は、リアルタイムで独奏者の演奏を認識し、それに合わせて適切なタイミング・テンポ・音量で伴奏の演奏を出力することである。このような研究は 1980 年代から始まっているが、主な研究対象となってきたのはテンポ変化や演奏ミスに対する対処方法である。一般的には、人間の独奏者の自由気まま

な演奏に対してコンピュータが従順に追従するのが伴奏システムであると考えられがちである。しかし実際の人間同士の合奏では独奏者が自分勝手に演奏することはなく、相手の伴奏者の影響を多かれ少なかれ受けながら、自分の希望する合奏演奏に近付けるように演奏している。よって、独奏者がストレスなく合奏をするためには、伴奏システムにも人間の伴奏者らしい振る舞いが要求されるといえる。

本稿の著者である堀内の研究グループではその点に着目し、人間の独奏者が普通の演奏現場で行うような普通の演奏をした際に、人間の伴奏者のような普通の伴奏の実現を目的とした伴奏システムの研究を進めている [8], [9]。実現を目指すのは、結婚式などのイベントやレストランなどで演奏する際に伴奏を人間の演奏者を依頼することが困難な場合にその代役となるコンピュータシステムである。そのため対象となる独奏者は熟練した演奏者を想定しており、音楽的に不自然なテンポ変化や大きな演奏ミスはしないものと仮定する。出力する伴奏にはコンピュータとの親和性から MIDI 音源を使用しているが、入力是一般的なアコースティック楽器の演奏を対象とするため音響信号となる。

2.2.1 入出力の詳細

上述のように、本システムの入力は音響入力、出力は MIDI 信号となり、それぞれ、外付けのオーディオインタフェースと MIDI インタフェースを使用している。入力として、鍵盤楽器やウィンドシンセなど、MIDI 信号を出力できる楽器に対しては、MIDI 入力でのシステム実装も可能で、システムの独奏入力部は非常に簡単かつ正確なものとなるが、一般的な独奏者の楽器はヴァイオリンやフルートなど、アコースティックなものが多いため、入力は音響入力としている。また、研究者の一人がフルートを演奏していることもあり、その開発環境も考慮して、まずはじめにフルートを対象とした伴奏システムを開発している。音響入力の場合、楽器の違いで認識性能の違いが生じるため、他の楽器への適用を考える場合には、十分な実験データを開発時に確保するため、身近な環境でいつでも協力してもらえる演奏者の存在が重要となる。

なお、内蔵オーディオインタフェースやソフトウェア MIDI 音源を用いて実装するのは、現状ではパフォーマンス面で問題があるように感じているが、近い将来、ノートパソコン 1 台で実装できるようになると予想している。

2.2.2 生成結果の質に影響する要素

伴奏システムにおいて、生成結果に影響を与えるのはリアルタイムでの合奏制御が適切に行えるかという点である。人間と合奏するという作業は一見、簡単な処理のように思われがちであるが、単純な制御方法では不自然かつ機械的な演奏になってしまうことが多い。人間の独奏者がストレスなく演奏できるようにするためには、伴奏システムが人間らしい適切な合奏制御を行えることが必要である。そのため、合奏における協調動作を解明し、それを適切に

モデル化して伴奏システムに実装していくことが伴奏システムの性能に大きな影響を与える要素となる。

2.2.3 評価方法と問題点

従来研究のように演奏ミスへの対応も重要であるが、熟練した演奏者との合奏の場合、合奏制御が困難になるほどの重要な演奏ミスはあまり発生しない。また、独奏者が大きな演奏ミスをした場合には、システムがうまく動作しなくとも、独奏者自身による評価はあまり悪くなることはないので、大きな演奏ミスへの対応に関する評価はあまり重要ではない。一方、軽微なミス（演奏タイミングがわずかにずれてしまった等）の場合は伴奏システムで対応可能であり、合奏が破たんすることもないため、評価対象となる。

伴奏システムの評価としては、生成された演奏の質に加え、独奏者と適切な合奏を実現できているかが重要な評価項目となる。客観的な評価としては、独奏者と伴奏者の演奏タイミングのずれなどが計測できるが、人間同士の合奏でもずれは生じており、人間同士の結果との比較等が必要となる。また、知覚的にずれを検知できるかどうか、という観点も重要となる。さらに評価するのが合奏当事者である独奏者であるのか、その合奏を聴く聴取者であるのか、という観点も存在する。とくに、独奏者が評価者となる場合、ある程度の人数による評価が必要となるが、音楽大学などと異なり、一般の大学等ではある一定以上の演奏水準の実験参加者を数多く集めるのは困難である。結果として、少数の実験参加者で評価を行わなくてはならないため、有意差検定などが困難となる。また、合奏された演奏を聴取者として聞く評価方法も考えられるが、その場合であっても、合奏経験があつて、理想的な合奏であるかどうかを評価できるだけの能力を有する実験参加者を探す必要があり、やはり、実験参加者を多く集めるのは困難である。独奏者の評価として最終的に考えているのはブラインドテストであり、独奏者が人間と合奏しているのか、伴奏システムと合奏しているのかが分からない状況で合奏し、相手に対する評価が同程度であるとしたら、伴奏システムは人間の伴奏者に近付いたと言えるであろう。

3. 定量的な評価を行う研究事例

本稿の著者である竹川は、これまでに演奏中の動作認識 [10], [11], [12]・楽器の可搬性向上 [13], [14]・新しい表現 [15]・学習支援 [16], [17], [18]などを目的とする多様な演奏支援システムを構築してきた。表 1 に代表的な演奏支援システムの概要を示す。紙面の都合上、システムの詳細は参考文献を参照して頂きたいが、演奏支援システムにおける評価手法のポイントについて論じる。

3.1 「目的」ではなく「手法」を評価する

運指認識といった演奏中の動作そのものを目的とする研究 [10], [11], [12] は、評価項目として認識精度や認識速度

を設定できるため、研究目的を達成できたかどうか定量的に評価しやすい。画像処理ベースで動作を認識する場合、例えば、手元の明るさや、カメラの設置角度などによって認識精度は変化するが、使用する環境は時々刻々と変化しないため、あらかじめキャリブレーションを行うことで結果の変動は防げる。このため、使用する環境や制約を論文に記述することで、高い再現性と信頼性を確保できる。

音楽システム研究においては、認識精度や認識速度といった量的な価値基準で評価できる研究ばかりではない。また、対比手法として既存手法が存在し、定量的あるいは定性的にいつも比較できるわけではない。そこで、論文として一定の有用性や信頼性を確保するために、『目的』ではなく『手法』を評価する」方法を提案する。「手法」の有用性を評価することで、目的を達成できたかどうか保証できる。なお、この評価手法の提案については、平田の意見^{*1}を参考にさせてもらった。

具体的に、可搬性といった楽器の性能向上を目的とする場合 [13], [14], 数人の演奏者に実際に使ってもらって、対比手法と比べて「持ち運びが楽になったか?」「演奏できる楽曲のバリエーションは増えたか?」というアンケートを行っても、被験者の体格や利用状況によって評価結果が異なってくるため目的を達成できたかどうか判断しづらい。そこで、目的そのものを評価するのではなく、問題の解決に導いたアイデアや手法に着目し、それが狙っていたとおり機能したかどうか評価する。追加黒鍵による小型鍵盤楽器 [14] では、可搬性と演奏性（少ない鍵数で音域の広い楽曲を演奏できるようになること）を両立するために、キートランスポーズ機能に着目した。しかし、キートランスポーズ機能を多用すると鍵に割当てられる音がわからなくなるといった問題がある。この問題に対し黒鍵を追加するという手法を提案した。評価においては、キートランスポーズ利用時の認知的負荷を調査するために、打鍵ミス数を評価項目とし、黒鍵が挿入されていない鍵盤（通常の鍵盤）を対比手法として計測した。

「手法」を評価するというアプローチは、上記のようなニーズ志向型の研究だけでなく、シーズ志向型の生成系研究においても同様に適用できる。例えば、ダンスを踊りながら演奏する新楽器「ウェアラブルダンシングシステム [15]」は、音楽とダンスを融合した新たな総合芸術を提案している。本システムを音楽のかつ舞踊的な観点で斬新さや芸術性を評価することは難しい。本研究では高速かつ正確なダンスに特化した動作認識手法を提案しており、評価では動作認識手法の精度を詳細に調査分析した。

このように、「目的」ではなく「手法」を評価することで、定量的な評価項目を設定できたり、対比手法を新たに見つけ提案手法と比較できるようになる。

*1 http://www.sigmus.jp/?page_id=1418

表 1 演奏支援システムの概要

分類	目的	対象	手法	評価項目	対比手法
認識	ピアノ演奏における運指認識 [10]	ピアノ演奏者	画像処理および演奏ルール	運指認識精度	演奏ルールを適用しない場合における認識精度
	ウッドベース演奏における運指認識 [11]	ウッドベース演奏者			
	ギター演奏における押弦・離弦・撥弦認識 [12]	ギター演奏者	ギターのフレットや弦への直流電圧の印加	押減・離弦・撥弦認識精度	なし (対比手法不在)
可搬性	実ドラムと仮想ドラムを統合するドラムスティック [13]	ドラム熟達者	加速度データによる仮想叩打および実叩打の識別	仮想叩打および実叩打の識別精度・識別速度	なし (対比手法不在)
	追加黒鍵による小型鍵盤楽器 [14]	ピアノ熟達者	黒鍵の挿入によるキートランスポートへの違和感の解消	打鍵ミス数 打鍵ミス数	通常の小型ピアノ上でのキートランスポートの利用
新表現	ダンスを踊りながら音楽を演奏するウェアラブルダンシングシステム [15]	ダンス熟達者	1つのダンスステップを2段階で認識する認識手法	認識速度 認識精度	1段階のみの認識手法
学習支援	運指認識技術を活用したピアノ学習支援システム(運指と打鍵位置の学習支援) [16]	ピアノ初心者	画像処理ベースの運指認識、鍵盤へのプロジェクションマッピングによる打鍵位置情報・運指正誤の提示など	打鍵ミス数 運指ミス数	光るピアノ
	リズム学習を考慮したピアノ学習支援システム(リズムと打鍵位置の学習支援) [17]	ピアノ初心者	打鍵情報によるリズムの認識と提示、鍵盤へのプロジェクションマッピングによる打鍵位置情報・運指正誤の提示など	打鍵ミス数 リズムミス数	光るピアノ、 ロールピアノ譜
	システム補助からの離脱を考慮したピアノ学習支援システム [18]	ピアノ初心者	視線計測装置による打鍵位置情報依存度の測定と提示、鍵盤へのプロジェクションマッピングによる打鍵位置の提示	打鍵ミス数	光るピアノ

3.2 質的な主張は定量データにより論拠を武装する

上記で述べた観点で評価を行うことで、目的を達成できたかどうか考察できる。しかし、ほとんどの演奏システムでは計算機だけで完結することは少なく、「人」がシステムを利用する。したがって、被験者が「提案システムをどのように使っていたか」「どう態度が変わったか」「どのような新しい気づきがあったか」「どの箇所が非直観的であったか」などを、ヒアリングや主観的記述といった観察データをもとに論文中に記述することは、類似システムを開発している開発者や研究者、認知心理学研究者、HCI研究者などにとって有益な情報である。このとき、「どこのボタンを押したか」「どこを見ていたか」など実験中のユーザの振るまいをできるだけ詳細に記録し、記録した定量的なデータをもとに考察を論ずることでより説得力の高い主張を展開できる。

例えば、学習支援システム [16], [17], [18] において、「提案システムを利用した被験者の打鍵ミス数が対比手法より減少したため、提案システムの学習効果を確認できた」と定量的なデータをもとに論文に記述するだけではもったいない。学習結果は、学習者が本来もつ演奏能力・音楽知識・楽器経験によって大きく異なってくる。また、学習支援シ

ステムが提供する学習方略と、学習者の得意とする学習方略の相性によっても学習効果が大きく変わることが発見された [19]。したがって、撮影したビデオや対面ヒアリングから学習中の被験者の振る舞いを分析することで、「提案手法のどんな機能が重要であったか」といった提案手法の利用傾向などの分析も重要である。このような、質的分析において、実験中の演奏データ(打鍵情報)・視線データ(ビデオ撮影, 視線計測)・システムの機能の利用回数など定量的なデータを記録し、定性的データから発掘された仮説に対して、記録した定量的データをもとに検証することで、結果だけではなく過程にも言及した奥行き感のある論文を作成できる。

4. 定性的研究と定量的研究

本論文の2章と3章で紹介した研究事例は、それぞれ評価手法の設計において定性的研究と定量的研究に分類することができる。注目する研究対象の側面を質的なものとするか、量的なものとするかで、それぞれのアプローチは対をなす関係にある [20], [21]。これに関する判断は何らかのアイデアを研究に移す際にほぼ必ず通過点となるものであり、そこでどのような立場をとるかが、そこでの評価手法

の方向性を大きく制約する。

自身の研究計画において一貫して定量的な評価手法をとってきた竹川は、ある研究のアイデアを思いついた場合、「目的或いは手法で定量的な評価ができるかどうか」「定性的な評価しかできない場合は対比手法があるか（或いは対比手法を自分で実装できるか）」など、評価を考慮した指標を用い、それを計画として遂行するかを判断している。そうして定量的な評価が可能となるような方法を模索することで、問題の解釈に伴う恣意性を排除し、研究対象の説明に一般性を持たせることが可能になる [22]。

一方、定量的な評価手法によってもその設計に際して何らかの恣意性の影響があり、それを全て排除することは困難とする立場がある。堀内・橋田らの考え方はこちらに該当する。楽器演奏のように明文化の困難な要素が複雑に絡む研究対象を扱う場合、提案手法の有用性を定量的な評価では適切に扱えるとは限らない。また、そのような対象を扱った評価において、何らかの恣意性の発生は不可避である。それを可能な限り回避しようとするのではなく、それとどのように向き合うのかを積極的に考えていこうとしているのが彼らの立場といえる。しかし一般的に、定性的評価に際して評価対象に適した項目を設計し、高品質で信頼性のある評価結果を収集・分析することは容易ではない [23]。また、その評価項目は研究事例への依存度が高くなるほど、手法の有用性を他の研究事例との間での客観的な比較が困難となる傾向にある。この点は彼らの研究事例においても評価の難しさに寄与する一因となっている。

一般的な研究計画において設計される生成物の評価手法は、概ねこれらのアプローチのいずれかに分類される。本論文で紹介した事例はその点においては対照的な位置にあるといえるが、その立ち位置は各研究者が各々の研究計画において何を重視したのかが反映されるものであり、特定の話題に対して適切な手法が唯一に定まるものではない。ここで紹介した先行事例は演奏支援を行う研究に限定したものであるが、それらにおいて用いられた評価手法やその設計に際しての考え方は、他の話題を扱う生成系研究においても適用可能なものである。特に限られたリソースの中でそのような研究に関わることになる研究者にとって、本論文での議論が研究計画において評価を考える際の一助となれば幸いである。

参考文献

- [1] 橋田光代, 鈴木泰山, 柴崎正浩, 奥村健太, 馬場 隆: 生成音楽評価の 20 年, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学], Vol. 2014, No. 18, pp. 1-4 (2014).
- [2] 馬場 隆, 奥村健太, 柴崎正浩, 鈴木泰山: 演奏表情付けにおける合同聴取評価: 出展を通じた評価の再考, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学], Vol. 2014, No. 19, pp. 1-8 (2014).
- [3] 小澤征爾, 堤 剛, 前橋汀子, 安田謙一郎, 山崎伸子 (編): 斎藤秀雄講義録, 白水社 (1999).

- [4] 浜中雅俊, 平田圭二, 東条 敏: 音楽理論 GTTM に基づくグルーピング構造獲得システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 1, pp. 284-299 (2007).
- [5] 橋田光代, 長田典子, 片寄晴弘: 複数旋律音楽のための演奏表情付け支援システム jPop-E, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学], Vol. 2007, No. 15, pp. 57-62 (2007).
- [6] Hashida, M., Tanaka, S. and Katayose, H.: Mixtract: A directable musical expression system, *3rd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops (ACII 2009)*, pp. 1-6 (2009).
- [7] 橋田光代, 田中駿二, 片寄晴弘: Mixtract: コーザの意図に応える演奏表現デザイン支援環境, 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学], Vol. 2010, No. 8, pp. 1-6 (2010).
- [8] 堀内靖雄, 田中穂積: 自主性を持つ伴奏システム, 人工知能学会論文誌, Vol. 10, No. 1, pp. 72-79 (1995).
- [9] 堀内靖雄, 西田昌史, 市川 熹: プレスによる合図を検出する伴奏システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 3, pp. 1079-1089 (2009).
- [10] 竹川佳成, 寺田 努, 西尾章治郎: 鍵盤楽器のための実時間運指取得システムの構築, コンピュータソフトウェア (日本ソフトウェア科学会論文誌), Vol. 23, No. 4, pp. 51-59 (2006).
- [11] 澤 光映, 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦: 演奏ルールを用いたウッドベースのための実時間運指取得システムの設計と実装, コンピュータソフトウェア (日本ソフトウェア科学会論文誌) インタラクティブとソフトウェア特集, Vol. 27, No. 1, pp. 56-66 (2010).
- [12] 飛世速光, 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦: ギターのための触弦認識システムの構築, コンピュータソフトウェア (日本ソフトウェア科学会論文誌) (採録決定).
- [13] 菅家浩之, 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦: Airstic Drum: 実ドラムと仮想ドラムを統合するためのドラムスティックの構築, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 4, pp. 1393-1401 (2013).
- [14] 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦, 西尾章治郎: 追加黒鍵をもつ小型鍵盤楽器モバイルクラヴィア II の設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 12, pp. 3163-3174 (2005).
- [15] 藤本 実, 藤田直生, 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦: ウェアラブルダンシング演奏システムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 12, pp. 2900-2909 (2009).
- [16] 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦: 運指認識技術を活用したピアノ演奏学習支援システムの構築, 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 2, pp. 917-927 (2011).
- [17] 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦: リズム学習を考慮したピアノ演奏学習支援システムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 4, pp. 1383-1392 (2013).
- [18] 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦: システム補助からの離脱を考慮したピアノ演奏学習システムの設計と実装, コンピュータソフトウェア (日本ソフトウェア科学会論文誌), Vol. 30, No. 4, pp. 51-60 (2013).
- [19] 竹川佳成, 椿本弥生, 田柳恵美子, 平田圭二: 鍵盤上への演奏補助情報投影機能をもつピアノ学習支援システムにおける熟達化プロセスに関する調査, インタラクティブシステムとソフトウェア XXI: 日本ソフトウェア科学会 WISS2013, pp. 55-60 (2013).
- [20] Cook, T. D. and Reichardt, C. S.: *Qualitative and quantitative methods in evaluation research*, Vol. 1, Sage publications, Beverly Hills, CA (1979).
- [21] Sechrest, L. and Sidani, S.: Quantitative and qualitative methods: Is There an Alternative?, *Evaluation and program planning*, Vol. 18, No. 1, pp. 77-87 (1995).
- [22] Preiser, W. F. E.: *Building evaluation*, Springer (1989).
- [23] Patton, M. Q.: *Qualitative research*, Wiley Online Library (2005).