

楽器が創る音楽・音楽が造る楽器

深山 覚¹ 饗庭 絵里子² 飯野 なみ¹ 中村 栄太³ 長嶋 洋一⁴ 平井 重行⁵ 平野 剛² 松原 正樹⁶

概要：楽器とその奏者にフォーカスを当てながら、楽器と音楽の相互関係について議論する。

1. 打弦・撥弦楽器

1.1 プロピアニストのペダリング制御

ピアノにはサステインペダルと呼ばれる機構がある。このペダルを踏むことによって、ダンパ(打鍵時以外に弦振動を止める)が中空に維持されるため、離鍵後も弦振動が持続する。ピアニストは、このペダルを踏むタイミングや深さを細かに調整することで、音の響きを制御している。そこでプロピアニストを対象として演奏実験を行った。その際、音源にデジタル的に練習室やコンサートホールを模した残響(250, 500, 750 ms)を付加し、各残響下で楽曲演奏中のペダリングをレーザー測位計によって計測した。その結果(図1)、残響が長くなると踏み替えの頻度を高めたり、深さを様々に調整したりする制御が行われていることが明らかになった。加えて、ペダルは音の濁りが増す前に踏み替えられることから、最適なペダリングであれば、演奏音に不協和な響きが少ないことが予想される。そこで収録した演奏(16 bit, 48 kHz sampling frequency)の時間波形に対してFFT(1024 window length, 1024 shift)を行い、得られた各時刻のスペクトルについてケプストラムのスパースネスを求めた。その平均値をアマチュアピアニストの演奏と比較した結果、プロピアニストの方が長い残響下でも高いスパースネスの値を維持していることが示唆された。(饗庭絵里子)

1.2 ピアノ運指データを用いた統計学習手法による運指推定と演奏難易度の定式化

ピアノ運指の自動推定は、音楽演奏過程を情報学的に理解するために重要であり、演奏支援や演奏学習支援技術へ応用可能である。本研究では、統計モデルに基づくデータ

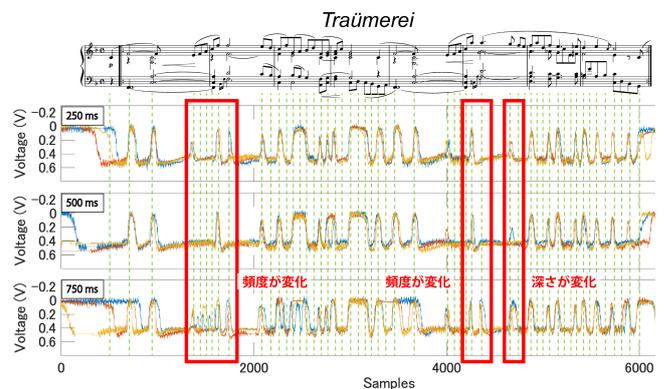


図1 ペダルの深さの計測結果

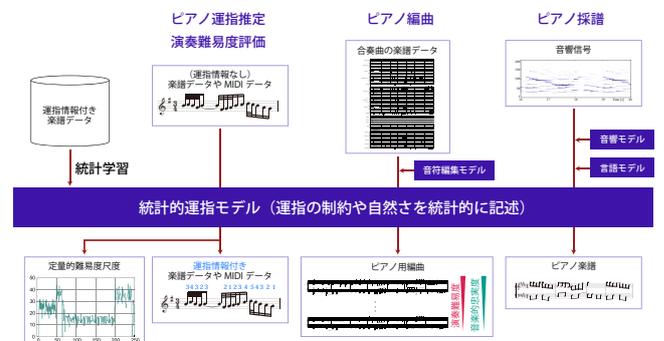


図2 データ駆動型のアプローチによる統計運指モデルを用いるピアノ運指推定・ピアノ用編曲・ピアノ採譜

駆動型のアプローチを考え、与えられた運指の自然さを確率に基づいて記述する方法について調べる(図2)。具体的には、2種類のHMM(隠れマルコフモデル)とその高次の拡張、およびDNN(深層ニューラルネットワーク)に基づく方法を調べる。新しく公開したピアノ運指のデータセットを用いて、これらの手法の学習と評価を行った結果を発表する。評価の結果、高次HMMに基づく手法がその他の手法よりも推定精度が高いことが明らかになった。統計的運指モデルは、定量的演奏難易度尺度の定式化およびピアノ用編曲やピアノ採譜などの情報処理技術においても用いられる、汎用性の高いモデルである。これらの応用に関する

¹ 産業技術総合研究所
² 電気通信大学
³ 京都大学
⁴ 静岡文化芸術大学
⁵ 京都産業大学
⁶ 筑波大学

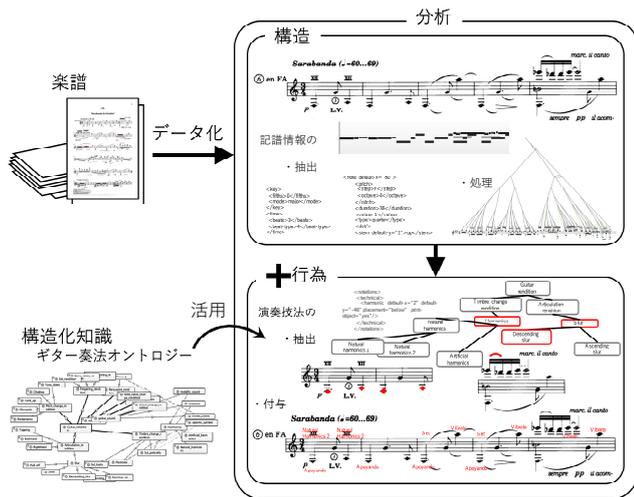


図3 構造化知識を活用した楽曲分析

る議論も行う。(中村栄太, 齋藤康之, 吉井和佳)

1.3 演奏技法に着目した楽曲分析

-ギター奏法オントロジーを活用して-

楽器演奏において、音楽構造の理解が重要であることは言うまでもないが、楽曲が要求する演奏技法を正しく解釈することもまた重要である。各楽曲の演奏技法の特徴を分析することは、効率的な弾き方や効果的な表現の実現に繋がると考えられる。我々はこれまで、多くの演奏技法が求められるクラシックギターに着目し、知識工学的アプローチによって「ギター奏法オントロジー」を構築した(図3)。これは、クラシックギターの演奏技法を主概念として分類し、具体的な行為や手順を記述したものである。本研究では、ギター演奏における上級者のノウハウを取り出すために、ギター奏法オントロジーの概念を用いた楽曲分析を行なった。ギターコンクールで選曲率の高い楽曲を取り上げ、演奏技法の傾向や変遷を調査した結果について議論する。(飯野なみ, 浜中雅俊, 西村拓一, 武田英明)

2. 金管楽器

2.1 トランペット演奏における呼吸制御に関わる筋活動

金管楽器演奏の際、アンブシュアや息の支えを作るにはどのように身体を制御しているのだろうか。本発表ではトランペット演奏における呼吸制御に関わる筋活動と音響的特徴との関係について、2013年～2018年に日大、カワイ、ヤマハと行った共同研究について紹介する。具体的には音高や音量との関係、演奏可能音域による違い、身体制御の仕方の違いについて述べ、また筋活動可視化による練習支援のプロトタイプについても紹介を行う。トランペット経験者を対象に複数の実験を行い、音長(1拍, 8拍)、音高(B3～B5)、音強(pp～ff)を組み合わせた演奏条件に対して、筋活動(腹斜筋, 広背筋, 胸鎖乳突筋, 口角下制筋の%MVC)を計測した。結果として、以下の5つの知見が得



準備時における口角下制筋の平均筋活動量

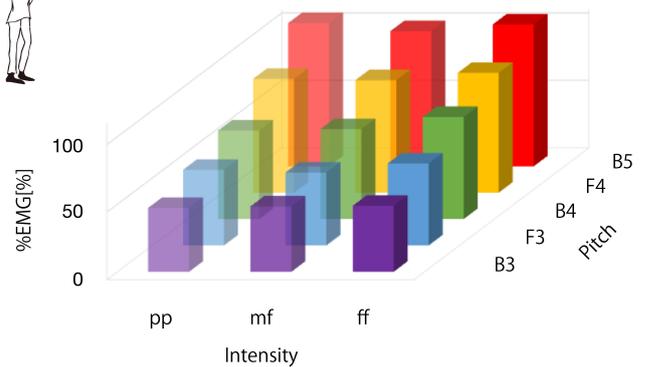


図4 トランペット演奏時の筋活動の計測結果

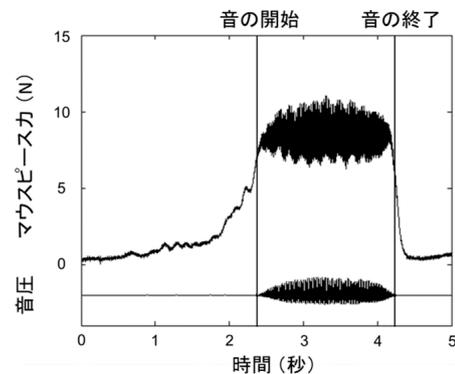


図5 マウスピースを唇に押し付ける力の計測結果

られた:(1) 音強・音高の増加とともに筋活動量は増える,(2) 苦手な音域になると不必要に強くなる,(3) 準備時は音の強さによらず同じ程度である(図4),(4) 筋活動の変化の傾向や、筋肉の使い方のバランスは個人によって異なる,(5) 主に使用する筋肉と、細かいコントロールを行う筋肉は異なる場合がある。(松原正樹)

2.2 金管楽器演奏における表情筋の活動と力調節

金管楽器演奏では、奏者がマウスピースに唇を当て、唇を振動させることで音を鳴らしている。演奏する音高に応じて奏者は表情筋の活動やマウスピースを唇に押し付ける力を変化させていることが知られているが、その詳細な経時変化や音量との関係については明らかにされていない。そこで我々は、金管楽器のひとつであるホルン演奏におけるさまざまな音高・音量における表情筋の活動とマウスピースを唇に押し付ける力を計測した。その結果、表情筋の活動は音を出す直前にも活動がみられ、その活動強度は音を出しているときの強度と差はなかった。また表情筋の活動は、演奏する音量に応じて変化していることが明らかになった。またマウスピースを唇に押し付ける力は(図5),

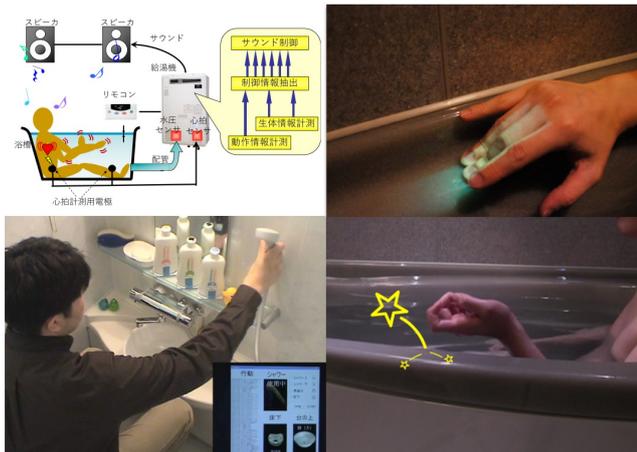


図 6 日常生活に溶け込む音楽・楽器インタフェース



図 7 モスクワ MARS ギャラリーでの様子

音量が大きいほど強く発揮していることが明らかになった。(平野剛)

3. 新しい楽器

3.1 日常生活に溶け込む音楽・楽器インタフェース

スマートハウス関連技術の一つとして住環境のユーザインタフェース化に取り組んできている。それら環境に埋め込まれたユーザインタフェース技術は、アプリケーションやコンテンツの動作プラットフォームとして機能する。そのアプリケーションやコンテンツは、音楽や楽器に関するものを多数制作しており、日常生活にインタラクティブな音楽コンテンツを導入したり、楽器インタフェースとして音楽演奏をする場としても機能するものとなっている(図 6)。本発表では、それらについて紹介し、音楽情報処理技術の従来とは異なる日常生活への導入という側面について述べる。(平井重行)

3.2 楽器と演奏される音楽との関係について

2012 年の SIGMUS 夏シンポで「Computer Music パフォーマンスはこの 20 年間で進歩したのか」、2015 年の SIGMUS 夏シンポで「新楽器へのアプローチ」という

タイトルで、約 30 年間にわたってライブ Computer Music の世界で活動してきた状況(図 7)を「演奏」と「楽器」の面で総括報告した。今回、楽器の街・浜松での SIGMUS 夏シンポ 2019 のオーガナイズドセッション「楽器が創る音楽・音楽が造る楽器(仮)」というテーマに強くインスパイアされ、「楽器と音楽」という視点で改めて考察し、新しい発展への提言・議論を提供してみたい。(長嶋洋一)