

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K02379

研究課題名(和文) 楽器演奏者のmotionとemotionの定量的解析および演奏表現の可視化の研究

研究課題名(英文) Quantitative analysis of motion and emotion of musicians and visualization of performance expression

研究代表者

川上 央 (KAWAKAMI, Hiroshi)

日本大学・芸術学部・教授

研究者番号：20307888

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：2Dimensionsでの音楽感情の測定法はリアルタイムでの音楽感情の変化を記録することを可能としているが、モーションデータから感情値を抽出する方法を実現化させることを目標にして研究をスタートさせた。計測した楽器および演奏者のデータ結果を踏まえて、その演奏と関連性が検討できる演奏者を選び、楽器演奏時のモーション計測を行った。このデータから動作速度、加速度、周波数分析、動きの位置、角度の変化などの詳細なデータ分析を行い、平均的動作と各感情の動作の差を用いて分析を行った。その結果、Justinの5つの感情において、それぞれの感情の中でもフレーズの特徴によって動作の違いがあることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スキルサイエンスの最高峰の研究対象である音楽演奏に対して、モーション解析だけにとどまらず、音楽演奏の醍醐味である感情伝達を検討しながら分析を行ったことは学術的な意義がある。さらには、世の中で一流と評価されている演奏家をモーションキャプチャの実験対象としており、一流の演奏家に共通した身体の使い方や音楽のフレーズに合わせた動きの使い分けなど、かなり詳細な点まで分析を行ってきた。今回の研究で示唆された内容は、誰でも真似をして演奏ができるようになるようなデータではないが、長い年月を経て体に覚えさせてきた演奏スキルや音楽への感性がこのようなブレのないデータを作り出していることは社会的意義が高い。

研究成果の概要(英文)：While the 2Dimensions method of measuring musical emotion makes it possible to record changes in musical emotion in real time, we started our research with the goal of realizing a method for extracting emotional values from motion data. Based on the results of measured instrument and performer data, we selected performers whose performances could be considered relevant, and measured their motions while playing their instruments. From this data, detailed data analysis of motion speed, acceleration, frequency analysis, and changes in motion position and angle was conducted, and analysis was conducted using the difference between the average motion and each emotional motion. The results suggest that within each of Justin's five emotions, there are differences in movement depending on the characteristics of the phrases within each emotion.

研究分野：情報音楽

キーワード：音楽 演奏 感情 動作 スキル

## 1. 研究開始当初の背景

モーションキャプチャを活用した分野は、運動やスポーツの世界にのみならず、芸術の分野にも浸透してきている。しかし、音楽の演奏動作に関しては、研究例が未だ少ないのが現状である。釘本(2008)らは、モーションキャプチャを用いたピアノ演奏動作のCG表現と演奏との同期処理について検討を行っている。リアルタイムレンダリングによりリアルなピアノ演奏のCG制作法を提示している。このように演奏の分野では、CGの作成手段の一つにモーションキャプチャを使用する例は多い。また、合田(2010)らは、モーションキャプチャと筋電図計測を用いたピアノ演奏における連続指運動に対する研究を行っており、その応用として演奏者の手指の故障発症予防への適用も考えている。しかし、演奏の質や感情に重点をおいた研究は皆無である。

音楽の演奏における感情表現は、演奏において重要なポイントのひとつである。しかし、この感情表現の方法は、指導者の「感覚」によりレクチャーされている。ある程度の実力をもつ演奏家であれば、この「感覚」が理解できるであろう。しかし、教育現場において研鑽過程の演奏家では、この「感覚」を理解できないことが少なからず生じている。また、指導者により、レクチャーの意図が異なる場合もある。そこで、研鑽過程の演奏家にも、わかりやすくレクチャーできる方法を見出すことができないかと考え、着想に至った。実際の演奏動作をキャプチャすることにより、細かな差異を具体的かつ正確に教示することができる。

## 2. 研究の目的

演奏楽器は座位・立位での演奏動作が取得できる弦楽器、管楽器、そして、鍵盤楽器の演奏動作をモーションキャプチャにより計測と演奏録音を行う。被験者はプロフェッショナルな演奏家と音楽大学学生(以下、音大生)とする。このデータから動作速度、加速度、周波数分析、動きの位置、角度の変化などの詳細なデータ分析を行う。また、平均モーション法を用いて平均的動作と各感情の動作の差を用いて分析を行う。

動作解析、音色の波形分析、演奏の印象評価による相互関係を検討することにより、演奏時の感情動作と心理感覚量の定量化を行う。感情価においては、音楽心理学的手法を用いて、演奏時の時系列の感情変動を計測する。具体的には演奏後に、同じ曲について演奏せずに、二次元軸(ポジティブ-ネガティブ, 活性-鎮静)によって感情変化について時系列プロットを行う。

## 3. 研究の方法

モーションキャプチャによりピアノ(鍵盤楽器)とバイオリン(弦楽器)とフルート(吹奏楽器)で、6感情(怒り、喜び、優しさ、悲しみ、恐れ、無感情)の演奏に対しプロフェッショナルな演奏家と音大生の動作計測を行う。また、その計測と同時にその演奏の録音も行う。

このモーションキャプチャデータを分析するため、ノイズ除去、マーカの誤認識などのデータ補正(以下、データ編集)を行う。データ編集されたデータを用いて動作速度、加速度、周波数分析、動きの位置、角度の変化の詳細なデータ分析を行う。また、平均モーション法により、各感情の特徴を抽出する。

演奏時の録音音源を使用して、SD法による心理評価を行う。また、Justinの音楽感情の二次元マップ(ポジティブ-ネガティブ, 活性-鎮静)を利用し、感情の変化についてリアルタイムプロットを行い、時系列に分析を行う。

動作解析、音色の波形分析、演奏の印象評価による相互関係を検討することにより、動作と心理感覚量の定量化を行う。

#### 4 . 研究成果

各感情を、動きの大きさ(距離の標準偏差)と動きの速さ(距離の周期)の 2 軸で検討を行うことにした。そこで、このグラフから距離変化の大きさを調べるため、各感情において距離の標準偏差を求めた。次に、上記の距離グラフからグラフの変曲点を求めて、各感情において距離変化の平均周期を算出し周波数とした。これらの 2 つのデータより、横軸を平均周期(Hz)、縦軸を距離の標準偏差(mm)として各感情での動作を 2 次元座標にプロットした(Fig. 1)。この二次元グラフでは、左下から右上に向かう方向で動作が速く大きくなる。そこで、グラフの各感情座標の近似直線を算出し( $y=1.8x - 0.23$ )、この直線と各感情座標を通る直線の直交点を求め、6 感情の動作を近似直線上での距離に変換して動作の値(Table-1)とした。今回は「悲しみ」が最低値であったので、「悲しみ」の直交点を原点として算出した。その結果、「喜び」や「怒り」といった活性的感情の動作値は高く、「悲しみ」と「無感情」の鎮静的なものは低い結果を得た。活性的でネガティブ感情の「恐れ」は、鎮静感情に近く、鎮静的でポジティブな「優しさ」に関しては活性感情に近い結果となったが、この原因は、今回の実験においては長調のフレーズであったため、調性の影響があったのではないかと考える。

**Justin** の感情空間では「喜び」は活性的でポジティブ、「優しさ」は鎮静的でポジティブ、「悲しみ」は鎮静的でネガティブ、「恐れ」と「怒り」が活性的でネガティブな感情としている。今回の結果からは、概ね感情空間と演奏動作に関係があることが示唆された。

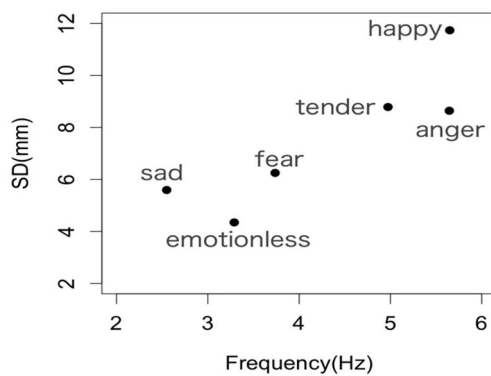


Fig. 1 Emotion plots by motion data

sad	emotionless	fear	tender	anger	happy
0.00	0.75	1.18	4.07	4.28	7.05

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計23件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 11件）

1. 発表者名 川上 央
2. 発表標題 感覚・感情・感動 - 感動体験で感覚を覚醒する -
3. 学会等名 日本スポーツ心理学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Funakoshi, M., Kawakami, H., et al.
2. 発表標題 Analysis of music elements and feelings for each movie scene
3. 学会等名 International Symposium on Performance Science 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三戸 勇気, 幸田 優志, 川上 央, 駒澤 大介, 三浦 雅展, 山口 達也, 篠田 之孝
2. 発表標題 グランドピアノ演奏における感情表現と身体部位の軌跡長の関連について
3. 学会等名 日本音響学会2020秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 船越 美奈代, 駒澤 大介, 三戸 勇気, 川上 央, 岩宮 眞一郎
2. 発表標題 映画のシーンごとの音楽の要素と感情の分析
3. 学会等名 日本音楽知覚認知学会秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三戸勇氣, 川上央, 駒澤大介, 三浦雅展, 松崎桃子, 山口達也, 篠田之孝
2. 発表標題 演奏動作の軌跡長による鍵盤楽器と感情価の関連について
3. 学会等名 日本音響学会2020春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金重源, 三戸勇氣, 駒澤大介, 川上央
2. 発表標題 ジェスチャインターフェースを使った VR コンテンツの音の生成
3. 学会等名 日本音響学会2020春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三戸勇氣, 川上央, 駒澤大介, 三浦雅展, 松崎桃子, 山口達也, 篠田之孝
2. 発表標題 異なる鍵盤楽器に対する演奏動作の解析
3. 学会等名 日本音響学会2019秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Madoka Okemoto, Masanobu Miura, Yuki Mito and Hiroshi Kawakami
2. 発表標題 How to Play Ritardando?: Factor analysis for impression to the piece of "Pomp and Circumstance"
3. 学会等名 International Symposium on Performance Science 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kyoko Takeda, Hiroshi Kawakami and Yuki Mito
2. 発表標題 Brass Ensemble Study
3. 学会等名 International Symposium on Performance Science 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Mito, Hiroshi Kawakami, Masanobu Miura, Kazuma Koga and Yukitaka Shinoda
2. 発表標題 Differences in the performance motion of several keyboard instruments
3. 学会等名 International Symposium on Performance Science 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Kawakami, Cong Tian, Yuki Mito, Daisuke Komazawa, Kyoko Takeda and Yukitaka Shinoda
2. 発表標題 Relationship between emotional value and movement in performance of Chinese Pipa
3. 学会等名 International Symposium on Performance Science 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桶本まどか, 三浦雅展, 嶋脇秀隆, 三戸勇氣, 川上央
2. 発表標題 リタルダンドの印象における音楽経験の影響
3. 学会等名 日本音楽知覚認知学会2019年春季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桶本まどか, 三浦雅展, 三戸勇氣, 川上央
2. 発表標題 リタルダンドにおける時間遅延量の形状とその印象の関係
3. 学会等名 日本音響学会2019春季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三戸勇氣, 川上央, 三浦雅展, 幸田優志, 篠田 之孝
2. 発表標題 チェンバロの演奏動作の基礎的分析
3. 学会等名 日本音響学会2018秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 幸田優志, 三戸勇氣, 川上央, 三浦雅展, 篠田之孝
2. 発表標題 モーションキャプチャを用いた鍵盤楽器の感情価による演奏動作解析の検討
3. 学会等名 日本電気学会A部門大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 IAN CONG, YUKI MITO, YUKITAKA SHINODA, MASANOBU MIURA, HIROSHI KAWAKAMI
2. 発表標題 Comparison of Expressed on Chinese Pipa Performance Motion
3. 学会等名 15th International Conference on Music Perception and Cognition (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田葱, 古賀一眞, 三戸勇気, 篠田之孝, 川上央
2. 発表標題 演奏モーションから音楽感情を抽出するためのデータ処理についての検討
3. 学会等名 日本音響学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三戸 勇気, 川上 央, 三浦 雅展, 篠田 之孝
2. 発表標題 演奏音をデザインする-感情・動作・音
3. 学会等名 日本音響学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuki Mito, Cong Tian, Hiroshi Kawakami, Masanobu Miura, and Yukitaka Shinoda
2. 発表標題 Rudimentary study of association between the motion and emotion by the Chinese pipa performance
3. 学会等名 ISPS2017 ( 国際学会 )
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuki Mito, Hiroshi Kawakami, Masanobu Miura and Yukitaka Shinoda
2. 発表標題 Relationship between performance motion of the grand piano and pianist by each emotion.
3. 学会等名 The 6th Conference of the Asia-Pacific Society for the Cognitive Sciences of Music ( 国際学会 )
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 Naoki Shibata, Yuta Tsukada, Tatsuya Yamaguchi, Yuki Mito, Gyochi Yoshida, Daisuke Komazawa, Hiroshi Kawakami and Yukitaka Shinoda
2. 発表標題 Investigation of Motion Analysis by Conductor's Emotional Expression Using Motion Capture and Force Plates
3. 学会等名 ICMPC17-APSCOM7 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuki Mito, Momoko Matsuzaki, Tatsuya Yamaguchi, Daisuke Komazawa, Hiroshi Kawakami, Masanobu Miura and Yukitaka Shinoda
2. 発表標題 Movement Analysis of Performance on Two Types of Keyboard Instruments Using Motion Capture System
3. 学会等名 ICMPC17-APSCOM7 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuta Tsukada, Naoki Shibata, Tatsuya Yamaguchi, Yuki Mito, Gyochi Yoshida, Daisuke Komazawa, Hiroshi Kawakami and Yukitaka Shinoda
2. 発表標題 Motion Analysis for Conducting Motions of Conductors Using Optical Motion Capture System
3. 学会等名 ICMPC17-APSCOM7 (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------