

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：32621

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2021

課題番号：20K21835

研究課題名（和文）演奏技能の計測・評価・伝達パイプラインの開発と評価

研究課題名（英文）Assessment and communication of musical virtuosity

研究代表者

古屋 晋一（FURUYA, Shinichi）

上智大学・上智大学・准教授

研究者番号：20509690

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は身体運動情報のマルチモーダルセンシング技術を活用し、ピアニストの演奏技能の計測・評価・フィードバックシステムの開発と評価に取り組んだ。50名を超えるピアニストに異なる演奏課題を演奏してもらい、演奏技能に関わる特徴量（コツ）を演奏時の身体運動情報から機械学習を用いて各演奏課題において抽出した。さらに、得られた特徴量を可視化してピアニストに提示する練習が演奏技能お熟達を促進することを、バイオフィードバックトレーニング実験により明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高度な技能の個人差と因果性のある要因を明らかにすることは、テイラーメイドの技能トレーニングを開発するために不可欠である。ピアニストの演奏技能の個人差を説明する要因を明らかにした本研究は、ピアノ演奏の熟達支援に貢献し得るだけでなく、技能の評価やバイオフィードバックトレーニングを伴う新しい技能評価・熟達パイプラインの有効性を示すという学術意義を有する。本研究成果は、スポーツ科学の恩恵を被るアスリートらと同様に、演奏家らの技能熟達に寄与する教育意義も有する。

研究成果の概要（英文）：The present study investigated motor skills of the piano performance by expert pianists by using a multimodal sensing system of the upper-limb movements and machine learning techniques. Assessment of motor skills of more than 50 pianists successfully identified several key skills related to the speed and accuracy of the piano performance. In addition, a biofeedback training visualizing the pianists' skill turned out to be effective for enhancing the pianists' dexterous skill for piano playing. These results confirmed effectiveness of a novel pipeline of assessment and enhancement of pianistic skills.

研究分野：身体運動学

キーワード：スキル 超絶技巧 センシング

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ピアニストの巧みな指捌きに代表される超絶技巧は、時に「暗黙知」と呼ばれ、その習得手段は、師から弟子への伝承や、ビデオ等で録画されたメディアの視聴が主であった。そのため、超絶技巧の身体情報を正確に伝達できない問題が、数世紀に渡り解決されていなかった。我々はこれまでピアニストの演奏技能を評価するためのセンシングシステムの開発や、技能の背景にあるメカニズムの解明に取り組んできたが、特に演奏技能の個人差を説明する生体機能や技能や、それを促進するためのトレーニングは十分に解明されてこなかった。

### 2. 研究の目的

本研究は、ピアニストの身体運動情報のマルチモーダルセンシング技術を活用し、ピアニストの演奏技能の計測・評価・フィードバックシステムの開発と評価を通して、演奏技能の個人差を説明する要因を同定することを目標とした。さらに、演奏技能を促進するためのバイオフィードバックシステムの開発と評価に取り組んだ。

### 3. 研究の方法

#### 評価実験内容

音階やアルペジオといった課題に加えて、高難度の演奏課題をピアニストに演奏してもらい、その際の鍵盤の動きや手指の動きなどを異なるセンサーシステムを用いて計測した。国際コンクール入賞者を含む計 50 名余のピアニストを対象とした演奏技能データの収録のための実験を、既定の音量とテンポで実施した。

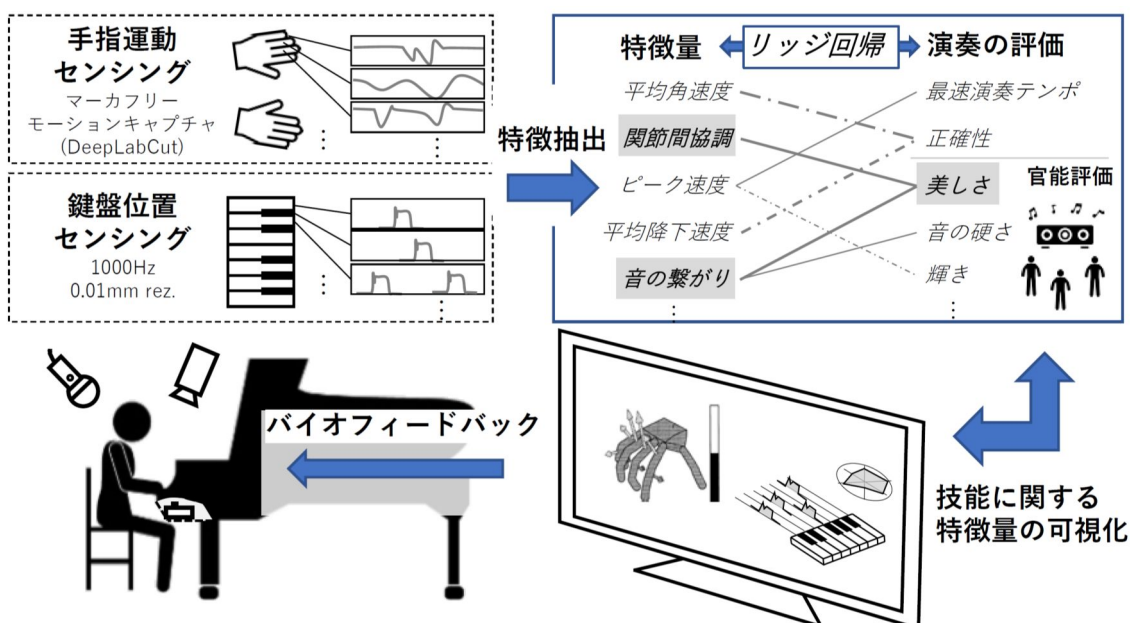
#### 解析

得られた身体運動データから、パフォーマンスに関連する特徴量(正確性や最速テンポなど)を従属変数、演奏技能に関連する特徴量(関節角速度や鍵盤を押さえている長さなど)を独立変数とし、Penalized Regression Analysis の一つであるリッジ回帰を行うことにより、両変数間の関係を評価した。

#### バイオフィードバックトレーニング

パフォーマンスとの関連が認められた技能特徴量をトッププロのデータと比較できるように可視化できるバイオフィードバックトレーニングを開発し、当該システムを用いたトレーニング実験をピアニストらを対象に行った。本トレーニング実験の被験者はピアニスト 30 名とし、半数が当該可視化バイオフィードバックトレーニング、残りの半数が可視化無しのトレーニングを実施し、群間でのトレーニング効果の比較を行った。

下図にデータの収録と解析、可視化トレーニングのパイプラインを示す。



### 4. 研究成果

大規模数のピアニストを対象とした実験とデータ解析の結果、ピアニストの演奏の最速度と鍵盤を押さえている長さの間に関連があることや、リズムの正確性と鍵盤を持ち上げる速度との間に関連があることなどが明らかになった。さらに、演奏課題ごとに、パフォーマンスと関連する技能特徴量が異なることが明らかとなった。

バイオフィードバックトレーニング実験を行った結果、鍵盤の動きの時間的・空間的特徴量の可視化提示は、単に聴覚情報のみに基づいたピアノ練習と比較すると、ピアニストらが目標とするタッチの習得を促進する有意な効果が認められた。

以上の結果から、ピアニストの演奏技能の個人差を説明する要因を同定することに成功したと共に、それら进行操作するようなバイオフィードバックトレーニングが演奏パフォーマンス向上に寄与する因果関係が示された。これらの研究の成果は、現在国際学術誌上でリバイス中である他 (Oku and Furuya in revision), 別の論文を国際学術誌に投稿準備中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Oku Takanori, Furuya Shinichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Noncontact and high-precision sensing system for piano keys identified fingerprints of virtuosity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biorxiv	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1101/2022.02.17.480858	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Shinichi Furuya
2. 発表標題 Data science for describing neuromuscular adaptation of hand motor control.
3. 学会等名 International Society of Electrophysiology and Kinesiology（国際学会）
4. 発表年 2020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
---------	---------