

ドラム演奏における身体協応に関する研究： 身体—スティック系を分析単位とした演奏安定性の検討

Dexterity Underlying Drumming Techniques: A Study on Coupling between Body and Drumsticks

谷貝 祐介[†], 古山 宣洋[‡], 三嶋 博之[‡]

Yusuke Yagai, Nobuhiro Furuyama, Hiroyuki Mishima

[†]早稲田大学大学院人間科学研究科, [‡]早稲田大学人間科学学術院

Waseda University

mth_jyo1-2tokin@suou.waseda.jp

Abstract

This article describes the work in progress on dexterity underlying professional drumming techniques compared with novice performance. The previous studies argue that lack of co-contraction of antagonistic muscles is the key to dexterous performance in fastest drumming task. In our own study, that was not necessarily the case when we asked the participants to play at a slower pace and for a longer period of time. In this study, instead of looking at local muscle activities, we will focus on coupling among the movements of various body parts such as head, elbow, upper and lower arms, etc., and drumsticks during the performance, and compare them between professional drummers and novice players. More specifically, we will conduct experiment to see how drummers use arms and legs to play in the eight beat. The data of the movements will be acquired with a motion capture system and a force plate, and analyzed with Recurrence Quantification Analysis. We will present and discuss the data at our poster presentation.

Keywords — Drum playing, Coordination, Body-Tool Coupling, Recurrence Quantification Analysis

はじめに

本稿では、進行中の研究について報告する。本稿の目的は、研究目的及び研究デザインを共有し、適切な解析手法を提案することである。なお、本稿に掲載できなかった具体的な実験データについては、ポスター発表当日に公表し、参加者と議論をする予定である。

1. 背景

ドラム演奏に関する研究としては、Fujii の研究^[1]が挙げられる。同研究では、世界最速ドラマー、一般ドラマー（プロとアマチュアが含まれる）、未経験者について、「最速打叩課題」時における表面筋電図を比較検討している。その結果、世界最速ドラマーは、最速（10Hz=600bpm）で打叩する際、屈曲筋と伸展筋が共収縮することなく、交互に活動することが示された。以上の結果は、世界最速ドラマーが余分な筋負担を避けながら、高速かつ安定した打叩を実現できることを

明らかにした。

バイオメカニクスの領域では、厳密に条件を統制した環境の中で計測を行う。Fujii et al (2009)^[1]も「最速打叩課題」を用いるなど、筋活動を著しく制限した環境下で表面筋電図の計測を行っている。ところが、こうした検討から得られた知見は、あまりにも実際の演奏とかけ離れている（その意味で、同研究を紹介する際には「演奏」ではなく、「打叩」としていることに注意されたい）。なぜなら、楽曲の演奏においてドラマーが目標とするものは必ずしも「最速」ではないからである。例えば、バンド演奏を想定すると、曲調に合わせて「最速」よりは遥かにゆったりとしたテンポ（例えば 120bpm や 160bpm）を維持したり、長時間叩くことのほうが重要である。

谷貝・古山（2017）^[2]は、両者（バイオメカニクス×演奏）の接合を目指した研究を実施した。具体的には、実験室的環境の中で運動データを取得することを前提としたうえで、課題を、「ゆったりしたテンポ（120bpm, 160bpm）」で「長時間（2 分間）」叩くこととした。その結果、熟達者群では未経験者よりも有意に正確性が高くなった。一方で筋活動をプロットすると、熟達者間でバリエーションを伴った。このことから、正確な打叩を実現するための筋活動は多様であった可能性が示唆された。これは、多くの熟達研究で報告されている、「個人差」^[3]の知見としても捉えることができる。しかしながら、熟達した運動に「不変な」構造は存在しないといえるのだろうか。運動のバリエーションを、「個人差」として切り捨ててしまってもよいのだろうか。また、もし「不変な」構造が存在するとすれば、それは一体どのような構造なのだろうか。本研究では、この点を明らかにしていきたい。

こうした問いに対する示唆的な研究として、Ito, Mishima & Sasaki. (2011)^[4]が挙げられる。同研究では、けん玉熟達者・初心者身体運動と玉の動きをモーションキャプチャシステムにより計測し、両者を

比較検討した。同研究で示唆的であったのは、採用された分析単位である。両群ともに身体運動および玉の運動は、ばらつきを伴っていた。にもかかわらず、身体各部（頭部・ヒザ等）の運動と玉の動きの位相を分析単位とすると、頭部の運動と玉の動きの一致率が、熟達者では有意に高くなったのである。この結果から、けん玉熟達者は、身体運動と、常に揺れ動く玉の動きを柔軟に協調させることで、正確なパフォーマンスを実現していたことが示唆された。

本研究では、Ito et al. (2011) [4]で採用されたような、身体と道具の位相構造を分析単位として、熟達したドラム演奏の成り立ちを検討する。本研究では、一般に言う「コツ」を、時々刻々と変化する状況に合わせて、いかに身体を調整し、定位させるか、の問題として扱う。このような視点から演奏行為の熟達を捉え

ると、ドラム演奏に関する先行研究で報告されてきたような局所筋に見られる規則性[1]は、ある限られた状況における演奏を実現するための道具の一部に過ぎないことになる。

ドラム演奏では、多種多様な楽器や演奏テンポに応じて、柔軟に身体運動とドラムスティックとの協調関係を調整する必要がある。その中では、ゆったりと動く体幹部との協調が必要な場面もあれば、細かく動く肘や手首などとの協調が必要な場面もある。このように、ドラム熟達者は、状況変化に応じて、身体とドラムスティックとの協調関係を柔軟に調整することができるのではないだろうか。「状況」は、各人の持つ身体によっても大きく異なる。これまで報告されてきた熟達者の「個人差」は、それぞれの持つ身体に合わせて、柔軟に課題に適応していった結果とは言えないだろう



図1 ドラム演奏における両手足の役割

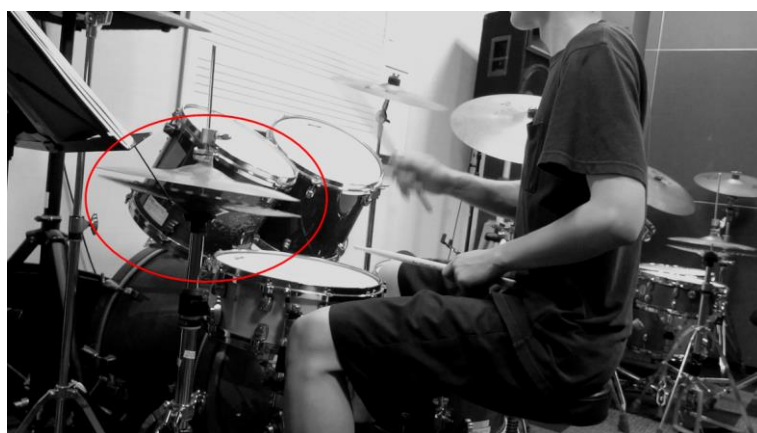


図2 ハイハットの操作（図1はクローズ、図2はオープン）
左足でペダルを踏み込むことで2枚のシンバルが閉じた状態（クローズ）に、ペダルを離すことでシンバルが解放した状態（オープン）になる



図3 8ビート課題

1小節中に4拍、2小節で1セット（計8拍分）

か。こうした観点に立った研究を蓄積することで、これまで「個人差」として扱われてきた研究成果が、熟達した運動に「不変な」構造として再解釈できる。

2. 本研究の目的

本研究では、ドラム熟達者・初心者の身体運動（肘、膝、頭部等）・スティックの運動を、3次元動作解析装置を用いて計測し、検討する。具体的には、それらの時系列データの位相構造を分析単位とすることで（例えば肘とスティックの位相）、ドラム熟達者が、身体とスティックを巧みに協調させながら正確な演奏を実現していることを明らかにする。

3. 仮説・予測される結果

- i. ドラム熟達者は、テンポの変化に応じて、身体運動を切り替えることで、正確な演奏を実現している。一方、より微視的には、ばらつきを伴った細かい運動によって、時々刻々と変化する状況に適応している。具体的には、運動そのものはばらつきを伴うが、身体-スティックの位相を分析単位とすると、それらは一定の関係を保つ。すなわち、身体-スティックが一つの系として機能しているため、両者の挙動の結びつきが強くなる。
- ii. ドラム初心者は、テンポの変化に対して、運動を切り替えることができず、演奏の正確性も低くなる。それらの背景には、熟達者同様、ばらつきを伴う運動がみられるが、身体-スティックの位相もばらつきを伴う。すなわち、身体-スティックが異なる系として機能しているため、両者の挙動の結びつきが弱くなる。

5. 実験方法

対象

ドラム熟達者・初心者各10名を対象にドラム演奏実験を行う。なお、ドラム熟達者は、ドラム演奏経験15年以上かつ、週の練習時間が20時間以上のドラム講師とする。ドラム初心者は、音楽教室でドラムレッスンを受けている生徒のうち、中級クラス程度の生徒を対象とする。

課題

本研究では、実践的なドラム演奏場面を想定し、両手両足の協調課題を設定する。基本的な両手足の役割は、図1の通りとなる。図2ではハイハットの操作について補足した。これらを基本として、演奏実験をデザインする。

具体的な課題として、8ビート課題を設定する（図3）。同課題では、奇数拍には右足（バスドラム）と右手（ハイハット）が、偶数拍には、左手（スネアドラム）と右手（ハイハット）が同期する。また、8と1/2拍目には、左足（ハイハットのオープン）と右手（ハイハット）が同期する。同課題は、熟達者・初心者の比較ができるように、初心者でも演奏可能なものとした。

本実験では、ゆったりとしたテンポ（60bpm）から、高速テンポ（180bpm）までの3水準（60bpm、120bpm、180bpm）を課題として用いる。計測時間は、それぞれ30秒間とする。テンポ3水準を1ブロックとし、ブロック内で水準をランダム化、それらを計3セット（計9試行）行う。以上の実験から、ドラム熟達者が、要求されたテンポに応じて、身体運動とスティックを柔軟に協調させていることを検証する。

計測

身体運動・スティックの動作の計測には、3次元動作解析装置 Optitrack を用いる。その際、床反力計（Kistler社）を用い、重心移動データの計測も同時

に行う。演奏データは、Roland社の電子ドラム(TD-25)を用いて計測する。計測した演奏データは、演奏の正確性の評価に用いる。

6. 分析手法の提案

分析単位：身体—スティックの協調

身体各部の運動とスティックの運動のカップリングの強さを算出し(解析方法は後述)、熟練度やテンポ毎の比較を行う(例：肘×スティック、頭部×スティック)。具体的には、熟達者では、ゆったりとしたテンポ(60bpm)の時に、固有振動数の小さい体幹部が、速いテンポ(180bpm)の時には、固有振動数の大きい手首や肘が、それぞれスティックとのカップリングが強くなることが推定される。こうした分析単位を用いた検討から、熟達者が、要求された演奏テンポに対して、適応的に身体とスティックの挙動を協調させることで、正確な演奏を実現していることを明らかにする。

解析：再帰性定量化分析 RQA

本研究で取得するデータは、課題の性質上、複雑な非線形データとなることが推定される。そのため、非線形力学の解析手法(例：再帰性定量化分析 RQA (Recurrence Quantification Analysis^[5]))を適用する予定である。

例として挙げた、再帰性定量化分析 RQA は、(1)状態空間の再構成、(2)リカレンスプロットの作成および RQA 指標の算出、という手順から(本稿の末尾に、より詳細な手順を付録として添付した)、身体運動の持つパターンを抽出可能にした解析手法である^[6]。同手法は、時系列同期ができていれば、異なる変数同士(例：肘とスティックの運動データ)でも適用が可能であるため、本研究が想定するような、身体各部×スティックの動作においても適用が可能である。

7. 謝辞

本研究の実施に当たっては、JSPS 科研費(代表：古山宣洋 課題番号 15K12053)の助成を受けました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

[1] Fujii, S., Kudo, K., Ohtsuki, T., & Oda, S. (2009). "Tapping performance and underlying wrist muscle

- activity of non-drummers, drummers, and the world's fastest drummer." *Neuroscience letters*, 459(2), 69-73.
- [2] 谷貝祐介・古山宣洋. (2017). "ドラム打叩動作における身体の協応と熟達に関する研究：表面筋電図を用いた演奏安定性の検討." *認知科学*, 24(1), 136-140.
- [3] Button, C., Macleod, M., Sanders, R., & Coleman, S. (2003). "Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels." *Research quarterly for exercise and sport*, 74(3), 257-269.
- [4] Ito, M., Mishima, H., & Sasaki, M. (2011). "The Dynamical Stability of Visual Coupling and Knee Flexibility in Skilled Kendama Players." *Ecological Psychology*, 23(4), 308-332.
- [5] Webber Jr, C. L., & Zbilut, J. P. (2005). "Recurrence quantification analysis of nonlinear dynamical systems." *Tutorials in contemporary nonlinear methods for the behavioral sciences*, 26-94.
- [6] 野中哲士, 西崎実穂, & 佐々木正人. (2010). "デッサンのダイナミクス." *認知科学*, 17(4), 691-712.