

熟練ハンドパーカッション奏者の両手協調運動：
最速タッピング課題を用いた両側性速度低下の検討
Bimanual coordination of skilled hand percussionists:
Degree of bimanual speed deficit in maximum speed tapping task

本田 一暁[†] 藤井 進也[‡]
Kazuaki Honda Shinya Fujii

1. はじめに

エジプトやトルコを含む中近東の音楽では、ダルブッカと呼ばれる酒盃型の膜鳴楽器が用いられる (図 1)。ハンドパーカッションの一種であり、手指によって直接打面を叩く、擦る等の動作で音を出す。その演奏動作は極めて技巧的であり、習得にはかなりの訓練を要する。両手の人差し指、中指、薬指で演奏されることが多く、初心者は特に非利き手の薬指での発音が困難である。一方のプロ奏者は叩打位置を調整して音色を巧みに変え、ときには即興演奏を交えることで、感銘的な演奏を実現する。

ハンドパーカッションの演奏動作は、片手のみで行われることは少なく、巧みに両手を協調させて行われることが多い。両手運動制御時には、片手運動制御時とは異なり、左右手の協調制御が必要となる。先行研究では、両手での筋発揮力が、左右手合計の筋発揮力のよりも小さくなる現象が報告されており、両側性機能低下と呼ばれている [1]。両側性機能低下の背景には、半球間抑制が関与すると推察されており [2]、半球間抑制による両側性機能低下の影響は、運動の速度上昇に伴い増加するといわれる [3]。また音楽家は、両手協調運動中の脳活動量が非音楽家に比べて低下していることが報告されていることから [4]、音楽家は両側性機能低下の影響を克服し、効率的な両手運動の神経制御を行っている可能性が示唆されている。これまでに最速タッピング課題を用いたドラム奏者の片手・両手協調運動についても調査されているが [5, 6]、ハンドパーカッション奏者の高速度下での両手協調運動はまだ十分に調査されていない。そこで本報告では、プロハンドパーカッション奏者の両手協調運動を調査することを目的に、最速タッピング課題を用いて、演奏パフォーマンスの観点からプロ奏者とアマチュア奏者の両側性機能低下の程度について測定評価を行った。

2. 方法

2.1 実験参加者

実験参加者は健常なプロ奏者 4 名 (mean age=38.25, SD=8.42, 30-50 歳) 及びアマチュア奏者 5 名 (mean age=40.2, SD=11.65, 28-55 歳) であった。全員男性で右



図 1 ダルブッカ

利きであった。本研究においては、プロ奏者の条件として、次の 2 点を満たすものとした。

1. ダルブッカの演奏活動により収入を得ていること
2. ダルブッカ演奏を指導していること

実験は慶應義塾大学 SFC 実験・調査倫理委員会において承認を得た上で実施した。

2.2 最速指タッピング課題

実験参加者には座奏状態で通常の演奏動作を行うようにダルブッカ (Egy-Gawhara 社製) を構えてもらった。座面の高さは、協力者が最も叩きやすい高さとなるよう調節した。課題として、実験実施者の合図により 12 秒間、可能な限り最大の速度でダルブッカの打面を叩くよう被験者に教示した。その際、以下の条件で 3 試行ずつ 1 分間のインターバルを挟みながら、実験参加者ごとにランダムな順番で最速指タッピング課題を実施した。

1. 利き手第 4 指
2. 非利き手第 4 指
3. 利き手・非利き手第四指の交互

なお、第 4 指はダルブッカ演奏において最も頻繁に使われる指であり、楽器の習得も第 4 指での叩打から始めることから第 4 指を選択した。両手交互タッピングでは、利き手から開始するよう教示した。データ取得は、オーディオインターフェース (F8 Multi Track Field Recorder, Zoom 社製) 及びマイクロフォン (M50, Earthworks 社製) を用いた。マイクロフォンは打面中央から垂直方向に 50 cm に設置し、サンプリングレート 192 kHz、量子化ビット数 24 bit で録音した。

[†] 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科, Keio University Graduate School of Media and Governance

[‡] 慶應義塾大学環境情報学部, Keio University Faculty of Environment and Information

2.3 解析方法

解析には Matlab (Mathworks 社製) を使用した。全波形を整流し、12 秒の録音区間に対して、中央の 10 秒間のみを取り出した。この処理は開始直後や終了合図時におけるタッピング動作の不安定さを取り除くためである。その後、包絡線を検出し、最大値が 1 となるように正規化した。正規化後の波形に対して、閾値を 0.1 としたピーク検出を行った。またノイズによる過検出を防ぐため、ピーク検出後の 33 ms は不応期とした。この値は世界最速ドラム奏者が有する世界記録である両手交互タッピング 20 Hz [5] の 1.5 倍の値から定めた。タッピング回数の計測にあたり、タップ間隔 (ITI: Inter tap interval) の中央値から 1 秒あたりのタッピング速度を算出し、3 試行分の加算平均値を各実験参加者のタッピング速度とした。

両手間協調運動の評価として、片手タッピングの速度の左右合計値 ($S_R + S_L$) に対する、両手交互タッピングの速度 (S_{Bi}) の速度変化スコア

$$(S_R + S_L - S_{Bi}) / (S_R + S_L + S_{Bi})$$

を算出した。

3. 結果

表 1 に片手タッピング速度、交互タッピング速度、ならびに速度変化率のプロ奏者/アマチュア奏者の結果を記載する。利き手、非利き手、両手交互ともに有意差を確認されなかった (利き手: $t(7) = 2.22, p = 0.06$, 非利き手: $t(7) = 1.20, p = 0.27$, 両手交互: $t(7) = 1.69, p = 0.13$, すべて両側 t 検定)。速度変化スコアについては有意差を確認した ($t(7) = 2.51, p < 0.05$)。

表 2 プロ/アマチュア奏者のタッピング速度

測定項目	プロ奏者		アマチュア奏者	
	Mean	SD	Mean	SD
利き手	7.27	0.35	7.74	0.29
非利き手	6.95	0.22	7.20	0.37
左右交互	13.80	0.50	12.79	1.10
速度変化スコア	0.015	0.010	0.079	0.049

4. 考察

本研究では、タッピング速度については、プロ奏者/アマチュア奏者間に有意な差を確認できなかった。一方で、片手時と両手協調時を比較したタッピング速度の変化率 (速度変化スコア) については、プロ奏者とアマチュア奏者間に有意差が見られ、プロ奏者は速度低下率が小さいことが明らかとなった。熟練ハンドパーカッション奏者は、感銘的な演奏を実現するために弛まぬ訓練を重ねた結果、両側性機能低下を克服した可能性が示唆される。本研究のプロ奏者の速度変化スコアは 0.015 であったが、これは先行研究[6]でのドラム奏者の速度変化スコア 0.039 よりも小さい値であった。プロハンドパーカッション奏者はプロドラム奏者よりも低い値であり、熟練奏者間であっても、両側性機能低下の程度は異なる可能性が考えられる。

5. まとめ

本研究では、プロ奏者 4 名、アマチュア奏者 5 名にハンドパーカッションを用いた薬指での最速指タッピング課題を行い、両手間協調運動の速度低下度を評価した。結果として、プロ奏者は 1.5% の速度低下であったのに対し、アマチュア奏者は 7.9% の速度低下であり、プロ奏者は両側性機能低下を克服している可能性が示唆された。

謝辞

本研究は「慶應義塾学事振興資金」の補助を受けたものです。また、実験にあたり録音機材をお貸し頂いた、仰木裕嗣教授ならびに成田健造助教に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Henry F and Smith L “Simultaneous vs. separate bilateral muscular contractions in relation to neural overflow theory and neuromotor specificity”, *Res. Q. Am. Assoc. Health Phys. Educ. Recreat.*, Vol. 32, (1961).
- [2] A. Ferbert, et al., “Interhemispheric Inhibition of the Human Motor Cortex”, *J. Physiol.* Vol. 453, (1992).
- [3] C. Dickin and D. Too, “Effects of Movement Velocity and Maximal Concentric and Eccentric Actions on the Bilateral Deficit”, *Res. Q. Exerc. Sport*, Vol. 77, No. 3 (2006).
- [4] L. Bear, et al., “Regional cerebellar volumes are related to early musical training and finger tapping performance”, *Neuroimage*, Vol. 109 (2015).
- [5] S. Fujii, et al., “Tapping performance and underlying wrist muscle activity of non-drummers, drummers, and the world's fastest drummer”, *Neuroscience Letters*, Vol. 459, No. 2 (2009).
- [6] S. Fujii, et al., “Intrinsic Constraint of Asymmetry Acting as a Control Parameter on Rapid, Rhythmic Bimanual Coordination: A Study of Professional Drummers and Nondrummers”, *J. Neurophysiol.*, Vol. 104, No. 4 (2010).