

(続紙 1)

京都大学	博士 (人間・環境学)	氏名	藤井 進也
論文題目	熟練ドラム奏者の最速リズム運動制御機構		
(論文内容の要旨)			
<p>熟練したドラム奏者は、弛まぬ練習を積み重ねた末に、巧みに身体運動を制御し、見事なパフォーマンスを発揮する。ドラム奏者の運動制御機構を解明することは、長期的な運動学習やスティックという道具の使用に伴うヒトの身体機能の適応変化、そして巧みな四肢協調運動の制御機構を明らかにできる点で意義深い。ところが、熟練ドラム奏者に関する運動制御研究はこれまでほとんど行われておらず、その身体運動制御機構には未解明な点が多い。そこで、本学位申請論文は、ドラム奏者特有の身体能力を顕著に反映すると考えられる「最速リズム運動課題」を用いて、熟練ドラム奏者の運動制御機構を検討した。</p> <p>本学位申請論文は9つの章から構成されている。第1章では、研究の背景、研究の意義、分析の視座、研究の目的、および論文構成について述べた。第2章では、最速リズム運動に関する先行研究をまとめた。</p> <p>第3章では、スティックの使用がドラム奏者の片手最速リズム運動パフォーマンスに与える影響について検討した。ドラム奏者群に対して、指とスティックによる二種類の片手最速タッピング課題を行かせたところ、平均タップ力とタップ間隔の変動性について両課題間に有意差がみられ、ドラム奏者はスティックを使用することにより、片手最速リズム運動中のタップ力が増大し、タップ間隔が安定することが明らかとなった。</p> <p>第4章では、ドラム奏者群と非ドラム奏者群のスティックを用いた片手最速リズム運動パフォーマンスの違いについて検討し、ドラム奏者群は非ドラム奏者群に比べてタップ力とタップ間隔の変動性が小さく、タップ速度の左右差が小さいことが明らかとなった。</p> <p>第5章では、ドラム奏者と非ドラム奏者のスティックを用いた片手最速リズム運動中の前腕筋の表面筋電図活動を記録し、両群の違いについて検討した。実験の結果、ドラム奏者群は非ドラム奏者群に比べて、手関節の屈筋群・伸筋群間の共収縮水準が低く、手関節屈筋群の活動タイミングが安定していることが明らかとなった。</p> <p>第6章では、世界最速ドラマーコンテストの優勝者である熟練ドラム奏者の片手最速リズム運動パフォーマンスと前腕筋活動パターンの特徴について検討し、一般的なドラム奏者群および非ドラム奏者群のデータと比較した。実験の結果、世界最速ドラム奏者は、10Hzという非常に速いタップ動作を示し、この動作中においてもタップ間隔が安定していることが明らかとなった。筋電図活動の分析により、世界最速ドラム奏者は、手関節屈筋群・伸筋群間の共収縮水準が全被験者中最も低い水準であり、39ミリ秒の時間ずれで主動筋と拮抗筋が明確に交互収縮していることが明らかとなった。</p> <p>第7章では、スティックの使用がドラム奏者の両手最速リズム運動パフォーマンスに与える影響について検討した。ドラム奏者に対して、指とスティックに</p>			

よる二種類の両手最速タッピング課題を行わせたところ、スティック使用によりタップ力が増大し、両手協調パターンの変動性が低下することが明らかとなった。

第8章では、ドラム奏者と非ドラム奏者のスティックを用いた両手最速リズム運動における両手協調パターンの違いについて、行動学的実験と数理シミュレーションによる検討をおこなった。行動学的実験の結果、ドラム奏者群は非ドラム奏者群に比べて素早くかつ安定した両手協調性を示し、非ドラム奏者群は、右手が左手を追い越して叩いてしまうという位相逸脱パターンを示すことを発見した。そこで次に、観測された実験結果が、非線形力学系モデルにおける左右肢の周波数差パラメータの変化によって説明できるかを検証した。その結果、左右肢の周波数差パラメータが大きい場合に、位相逸脱パターンが再現されることを確認した。また、左右肢の周波数差パラメータが減少するに伴い、両手協調性の変動性がS字状に減少することを確認した。さらに数理モデル上の左右肢の周波数差パラメータと片手最速リズム運動中のタップ速度の左右差の間には、高い相関関係があることを示した。これらの結果から、左右肢の周波数差は、両手最速リズム運動のスキルレベルの差を説明する決定的な変数であることを明らかにした。第9章では、本学位申請論文の総括と結語を述べた。

本学位申請論文は、スティックという道具の使用が、ドラム奏者の力強く安定した最速リズム運動パフォーマンスに貢献していることを明らかにした。また、熟練ドラム奏者は、非ドラム奏者に比べて、すばやく安定した最速リズム運動パフォーマンスを実現しており、その行動学的特徴の背景には、前腕筋群の主動筋・拮抗筋間の共収縮水準の低下、および筋活動タイミング変動性の減少といった筋生理学的特徴があることを明らかにした。さらに、両手交互最速リズム運動のスキルレベル差は、非線形力学系モデルにおける左右肢の周波数差パラメータの違いとして数学的に記述できることを明らかにした。

(論文審査の結果の要旨)

本学位申請論文は、熟練ドラム奏者の最速リズム運動制御機構について検討した行動学的・筋生理学的研究であり、9つの章から構成されている。第1章は、音楽家に関する運動制御研究の現状や、熟練ドラム奏者を研究することの意義、最速リズム運動を実験課題として選んだ学術的根拠、および研究の目的を述べた。第2章は、最速リズム運動に関する先行研究についてのレビューを研究小史としてまとめ、これまでに得られた知見や分析方法の詳細を説明した。

第3章では、スティックという道具の使用が最速リズム運動中の時間変数および力変数に与える影響をまず明確にすべきと考え、スティックの使用が片手最速リズム運動パフォーマンスに与える影響について検討した。実験の結果、スティック使用は片手最速リズム運動中のタップ力の増大とタップ間隔の安定化を導くことを明らかにした。この研究成果は、道具の使用がヒトの運動機能に与える影響について新たな知見を与えたことが評価され、*Perceptual and Motor Skills* (2009) に掲載されている。

第4章では、ドラム奏者群が非ドラム奏者群に比べて、片手最速リズム運動中のタップ力とタップタイミングの変動性が小さく、タップ速度の左右差が小さいことを明らかにした。この研究成果は、音楽トレーニングとヒトの手の機能的左右差の関連性について新たな知見を加えた点が評価され、*Perceptual and Motor Skills* (2006) に掲載されている。

第5章では、ドラム奏者は非ドラム奏者に比べて、片手最速リズム運動中に手関節の屈筋群の活動タイミングが安定しており、屈筋群・伸筋群の共収縮水準が低いことを明らかにした。この研究成果は、長期的な音楽トレーニングにより、ヒトの筋活動パターンに適応的变化が生じる可能性を示した点が評価され、*Motor Control* (2009) に掲載されている。

第6章では、世界最速ドラム奏者の片手最速リズム運動パフォーマンスと前腕筋表面筋電図活動について検討し、世界最速ドラム奏者のタップ速度が左右手とも10Hzであり、その速い動作においても安定した時間間隔でタップしていることを明らかにした。さらに、世界最速ドラム奏者は、39ミリ秒というヒトの神経信号処理速度として極めて短い時間間隔で主働筋・拮抗筋を相互収縮させており、また主働筋・拮抗筋の共収縮水準が低いことを明らかにした。この研究成果は、ヒトの身体運動制御能力の限界について新たな知見を加えた点でオリジナリティが高く、その成果は*Neuroscience Letters* (2009) に掲載されている。

第7章では、スティックの使用が両手最速リズム運動中のタップ力の増大と、両手協調パターンの安定化を導くことを明らかにした。この研究成果は、道具の使用がヒトの両手協調運動に与える影響について新たな知見を与えた点が評価され、*Motor Control* (2009) に掲載されている。

第8章では、ドラム奏者と非ドラム奏者の両手最速リズム運動における両手協調パターンの違いについて検討した。まず行動学的実験によって、非ドラム奏者群は、タップ速度の速い右手が遅い左手を追い越して叩いてしまうというミス（相対位相の逸脱）を起こしており、両手協調パターンがドラム奏者群に比べて非常に不安定であることを明らかにした。この実験結果は、数理モデリングによって更に検討され、実験で観測されたドラム奏者と非ドラム奏者間の違いが、非線形力学系モデルにおける左右肢の周波数差パラメータの変化によって説明できることを明らかにした。ヒトの両手最速協調運動のスキルレベル差が、左右肢の周波数差の違いによって数学的に記述できることを示したこの研究成果は、非常に高いオリジナリティが認められる。第9章では、これらの複数の実験により得られた結果の総括と結語を述べた。

本学位申請論文の研究成果は、既に多数の国際学術雑誌に掲載されており、その独創性と学術的価値は高く評価することが出来る。世界最速ドラム奏者をはじめ、熟練ドラム奏者の最速リズム運動の制御機構を行動学的・筋生理学的に分析した一連の研究成果は、ヒトの運動制御機構の解明に確実な貢献を施したと言える。それと同時に、音楽トレーニングや道具使用といった環境の変化に対する人間の身体機能の変化について貴重な知見を提供し、音楽の実践教育現場に有用な知見を与えた。これは、人間と環境のあり方についての根源的な理解を深め、人間と環境のより良い関係の構築を目指す京都大学大学院人間・環境学研究科の研究理念に相応しい研究内容と判断できる。

よって、本論文は博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成22年2月8日、論文内容とそれに関連した事項について試問問を行った結果、合格と認めた。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： _____ 年 _____ 月