

利き手と逆の手の比較に基づく熟達技能への実験的アプローチ

An experimental approach to bodily skills based on difference between the dominant and non-dominant arms

鳥居拓馬, 日高昇平
Takuma Torii, Shohei Hidaka

北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
tak.torii@jaist.ac.jp

Abstract

The expert-novice paradigm is the current standard, in that characteristics of experts' behaviors are contrasted with those of novices and the differences in physical and psychological factors are determined as skills that experts should have for their task. The shortcoming of this paradigm is obvious in the case a great variety in skills of experts of their task. A source of this variety is simply each expert's brain controls his own body. For studying bodily skills, specifically as motor controls for some task, our experimental paradigm consists of comparison between bodily movements using the dominant (skilled) arm versus non-dominant (less skilled) arm of each participant. We analyzed throwing-a-ball motion data of human participants. The results showed the degrees-of-freedom of their dominant and non-dominant arm movements clearly differ. This suggests an advantage of this paradigm.

Keywords — Bodily Skill, Motor Control

1. はじめに

人は日常的に繰り返し直面する身体を使った課題を上手にこなす。こうした課題には一部の人だけが直面する専門的な課題だけでなく、歩行や筆記などの一般的な課題を含む。私たちはこうした身体技能を要する課題の熟達者である。

熟達者のもつ優れた身体能力の本質を解明すべく研究がなされてきた[藤波 2017]。熟達者の身体技能の基礎的な要素として身体の構造や課題の捉え方などが挙げられ、とくに重要な要素として、運動制御がある。モーションセンサなどを用いることで、身体運動の動学的な側面を計測可能であるが、その運動の力学的側面である運動制御系は直接計測するのが困難である。熟達者の身体技能の解明にあたって、その運動制御を分析するため、観測可能な動学的な運動データから、その運動制御の特性を推定する問題を考える必要がある。

2. 利き手・逆の手の比較法

熟達した身体技能の解明を目指す実践的な研究では、スポーツや音楽などの課題を扱い、初心者と熟達者とを比較することが多い。しかし、実践的な課題においては、初心者と熟達者で、運動制御のみならず、身体の構造の違いや問題の捉え方の違いなど、他の多くの点で相違点がありえるため、結果の解釈が難しいという問題点がある。

そこで本研究では、同一の被験者が利き手と非利き手（あるいは慣れている回転方向など）のいずれかを使った対称な課題を行うことで、熟達した制御と相対的により未熟な制御の2つを比較・検討した。これにより、運動制御の熟達度以外の多くの要因（身体の構造や問題の捉え方など）を統制した条件での身体運動を分析できる。課題としては専門性の低い、ボール投げ（熟達＝利き手／未熟＝逆の手）、歩行（熟達＝前進／未熟＝後退）などを用いた。実験では、各被験者には各条件（熟達／未熟）を5試行ずつ繰り返し行わせた。計測には赤外線光学式モーションキャプチャ（VICON社）を用いた。

3. 分析結果

本研究は現在進行中のプロジェクトであり、予備実験の段階で得られた4名の被験者（男性3名、女性1名、いずれも30代）のうち代表例を取り上げて行った分析結果を報告する。本研究では、身体をひとつの力学系とみなし[日高 2013]、実験でえられた3次元運動データに対して力学系の不変量であるフラクタル次元（点次元）を数値的に求め[Hidaka & Kashyap 2013]、熟達条件と未熟条件で定量的な違いがあるかを調べた。図1は、ボール投げにおける、利き手（熟達）と逆の手（未熟）条件での運動のフラクタル次元の変化を示す。

各図（左右の図で異なる被験者）では安定した投げ運動を示した1名分合計10試行分の時系列を次元の最大ピークからの相対時間で図示した。この相対時間は概ね投げ動作の開始時点（約-500）と終了時点（約+100）と対応づく。図から、利き手条件（赤線）と逆の手条件（緑線）では、まさに投げる動作を進行中の期間（約-300～0）においては条件内での違いよりもでの条件間での違いが目立つ。以上は運動データのみから、課題とする動作と関係する箇所を熟達条件（利き手）と未熟条件（逆の手）を区別できることを示唆する。

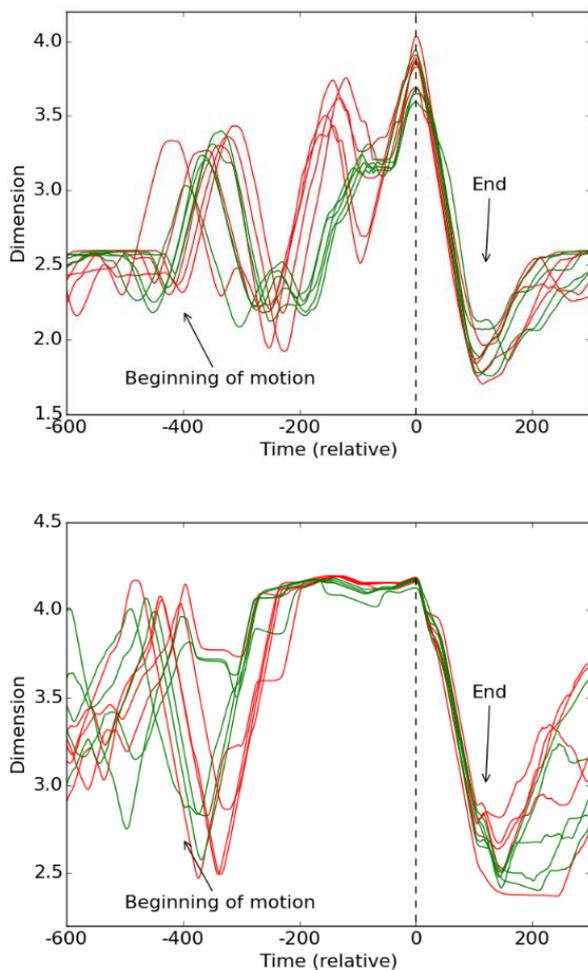


図1：フラクタル次元のピークに相対的な時間軸上の変化

4. おわりに

以上の結果から、課題の動作としては熟達条件と未熟条件で身体運動は一見類似しているにもかかわらず、その背後にある制御の違いがフラクタル次元の違いとして検出できることが示唆さ

れた。この結果は、「スキル」や「身体知」と呼ばれる、熟達者の身体技能に本質的である運動制御に関して、同一被験者内で利き手と逆の手を使った動作（あるいはそれに類する対称な部位や動作）の比較という方法によってアプローチできる可能性を示唆する。

参考文献

- [1] 藤波努 (2017) 特集「身体知の発展」にあたって. 人工知能, 32(2)..
- [2] Hidaka, S. & Kashyap, N. (2013). On the Estimation of Pointwise Dimension. ArXiv:1312.2298.
- [3] 日高昇平 (2013). 力学的不変量仮説：運動制御の最適化理論の上位原理として. 第15回身体知研究会予稿集, 9-15.