

令和 3 年 6 月 6 日現在

機関番号：34316

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2020

課題番号：16K16529

研究課題名(和文) 身体運動の熟達化に潜むダイナミクスの解明

研究課題名(英文) Elucidation of the dynamics hidden in the motor learning

研究代表者

鈴木 啓央 (Suzuki, Hiroo)

龍谷大学・経済学部・講師

研究者番号：00734758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、ヒトの運動学習の過程を縦断的に観察することにより、運動学習に潜むダイナミクスを明らかにすることであった。特に、学習が早く進行する学習者となかなか学習が進まない学習者との学習過程の相違に着目して研究を行った。研究対象はキャストボードであり、その学習過程を3次元動作解析装置によって分析した。その分析の結果、なかなか学習が進まない学習者は、類似した運動パターンに固執し、新たな運動パターンを探索する振る舞いが少ない傾向が明らかになった。これらの結果は、令和元年度に行われた国際学会において発表された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒトの運動学習では、個々の選手によって異なる道筋を通ることは多くのスポーツ指導者がよく経験することである。しかし、運動学習研究では、学習者がある条件群に分け、その群間の比較が行われることが多く、運動学習における個人差にあまり着目されてこなかった。これに対し、本研究の成果はその個人差を明らかにしたものである。これにより、画一的な指導に陥りがちなスポーツの指導場面において、個々の選手の特徴を踏まえた指導への基礎的な知見が示されたと言え、より良いスポーツ指導への指針になると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to clarify the dynamics hidden in motor learning by observing the process of human motor learning longitudinally. In particular, I focused on the difference in the learning process between learners who are learning fast and learners who are slow to learn. The subject of this study was motor learning of a caster board, and the learning process was analyzed by a three-dimensional motion analysis device. As a result of the analysis, it became clear that learners who were slow to learn tended to stick to similar movement patterns and have less behavior in searching for new movement patterns. These results were presented at an international conference held in 2019.

研究分野：スポーツ心理学

キーワード：身体運動の熟達化 ダイナミカルシステム 探索的な振る舞い

### 1. 研究開始当初の背景

発話、歩行や走行、書字など我々の生命活動は熟達した運動技能と緊密に関わり、多くの場合、この運動技能は、様々な試行錯誤を積み重ねることにより後天的に獲得されてきた。現在まで、このような運動技能の獲得過程、すなわち、身体運動の熟達化については様々な研究領域から検討されてきた(Reed, 1982)。例えば、情報処理理論に基づく運動システムアプローチでは、リーチング課題などの離散運動を対象に、運動が学習される際の脳内のメカニズムが明らかにされてきた(川人, 1996)。また、生態学的知覚論に基づく行為システムアプローチでは、両指の周期運動などを対象に、運動学習に伴う筋や関節間の協応パターンの変化が明らかにされてきた(Guimaraes, 2020)。しかしながら、これらの研究では、ある学習者がある単一の運動課題を学習する過程の運動学習が検討されており、同一学習者が複数の運動課題を学習する過程は検討されていない。すなわち、現在までの運動学習研究では、離散運動や周期運動などの個々の運動課題における熟達化は明らかになっているが、様々な運動課題の熟達化を統一的に理解する理論は未だ確立されていないと言える。

### 2. 研究の目的

上述した背景を受け、本研究開始当初の目的は、複数の運動課題において同一の学習者が熟達していく過程を縦断的に観察することによって、各課題における運動の熟達化に共通した仕組みを見出し、運動の熟達化に潜むダイナミクス(動的变化に潜む仕組み)が明らかにすることであった。しかしながら、研究を進めていくなかで、単一の運動課題の運動学習であったとしても、その過程には学習者の特徴によって多様な道筋を通ることが明らかになった。すなわち、同一の学習者が複数の運動課題を学習する過程を観察する前に、まずは、単一の運動課題の運動学習における学習者間の個人差を検討する必要があるが生じた。

そこで、運動学習における代表的な個人差と言える、熟達が早い学習者と熟達が遅い学習者の相違に着目した。そして、本研究の目的を、ある単一の運動課題の運動学習過程を縦断的に観察することにより、熟達が早い学習者と遅い学習者における学習の仕方の相違を明らかにすることとした。

### 3. 研究の方法

本研究期間では、以下の2つの研究を行った。

- (1) 研究1は、スノーボードにおけるターン動作を習得する過程を具に観察し、実験的な状況ではない実際のスポーツ指導場面における運動学習過程を検討するという事例的な研究であった。この研究を行った理由として、多くの運動学習研究で扱われる運動課題は単純な課題であり、さらに、ある条件で学習者を群分けし群間の特徴を平均的に比較することが多く、実際のスポーツ指導場面とは乖離していることが示唆されているため(Pacheco, 2017)、まずは実際のスポーツ指導場面ではどのような事柄が生じているかを明らかにする必要があると考えたためであった。1つ目の研究の具体的な方法として、ある大学のスノーボード実習に帯同し、3名の受講学生がターン動作を習得する過程全てをビデオカメラによって撮影した。その実習後、2名のスノーボード指導者によって映像を検証しながら、ターン動作が早く習得できた学生とそうでない学生の特徴を事例的に検討した。
- (2) 研究2では、7名の学習者がキャスターボードを学習する過程を縦断的に観察し、熟達が早い学習者と遅い学習者における学習の仕方の相違を定量的に比較検討した。キャスターボードは、先端部と後端部のデッキが金属棒によって接合されており、それらのデッキに一輪ずつキャスターが設置されているスケートボード状の乗り物である(図1左)。それらのデッキに両脚を置き、デッキを交互に捻転させることにより前方への推進力が生じる。

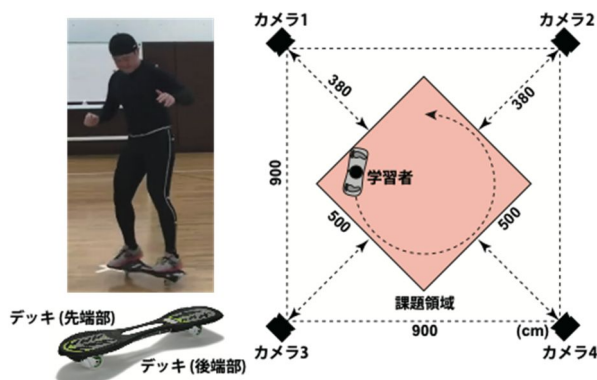


図1. キャスターボードと実験環境

学習者に課した学習課題は、5m 四方の課題領域において落下せずに2周キャスターボードを

乗ることができるまで自由に学習することであった(図1右)。学習者の練習過程を4台の光学式モーションキャプチャカメラによって撮影し、3次元動作解析を行った。

#### 4. 研究成果

- (1) 研究1では、3名の学習者がスノーボードのターンを学習する過程をビデオカメラによって全て撮影し、ターン動作が早く習得できた学習者と遅かった学習者の相違を事例的に検討した。その結果、習得が遅かった学習者の特徴として、恐る恐る練習をして転倒することを嫌がり、新たな動きを試行錯誤するような振る舞いが少なかった一方で、早かった学習者の特徴として、転倒をすることは多かったが、様々な動きを試すような振る舞いが多く観察された。このことより、熟達化が早い学習者と遅い学習者における学習の仕方の相違として、どれほど新たな動きを試行錯誤できるのかということが1つの要因として関わっていることが推察された。この成果は、2017年度に行われた第68回日本体育学会において発表された。
- (2) 研究2では、研究1の成果を定量的に検討するため、キャスターボードの学習過程を3次元動作解析によって分析し、熟達化が早い学習者と遅い学習者における学習の仕方の相違を定量的に比較検討した。図2は、代表的な学習者3名について、キャスターボードの学習に伴う動きの変化の様相を描写した図である。学習者Aは課題到達のために17試技、学習者Bでは75試技、学習者Cでは120試技を要した。また、制御変数として、各試技における肩セグメントの平均回旋角度( )、腰セグメントの平均回旋角度( )、右膝関節の平均屈伸角度( )、左膝関節の平均屈伸角度( )、ボードの初速( )、左股関節の平均角度( )、右膝関節の平均角度( )を算出した。図2中の1マス1マスの色の濃度は、これら各々の制御変数の値について、第1試技目と各試技目とがどれほど異なっているかによって決定されている。すなわち、マスの色が白いほど当該試技と1試技の差分が大きく、異なる動作を行っていたと言える。他方、マスの色が黒いほど、その制御変数については1試技目と類似した動作を行っていたと言える。また、図2中の赤色および水色の線は、当該試技において1試技目と最も動作が異なっていた制御変数および最も動作が類似していた制御変数を表している。この結果から、キャスターボードを推進させるためには肩や腰セグメントの体幹部を大きく回旋する必要があるが、熟達化が遅い学習者BやCについては、学習初期から中期において体幹部の動きはほとんど変化していなかったことが示唆された。このことから、熟達化が早い学習者は、新たな動きを学習するために現時点で遂行している動きとは異なる動きを遂行しようとするのに対して、熟達化が遅い学習者は、現時点で遂行する自身の動きに固執し、新たな動きを試行錯誤する振る舞いが少ないことが示された。逆説的に言えば、運動学習がより早く進行するためには、学習者が現時点で遂行している動きを更新し、様々な動きを試行錯誤する必要があることが示唆された。この研究成果は、2019年度に開催された国際学会(International Conference on Perception and Action)において発表された。

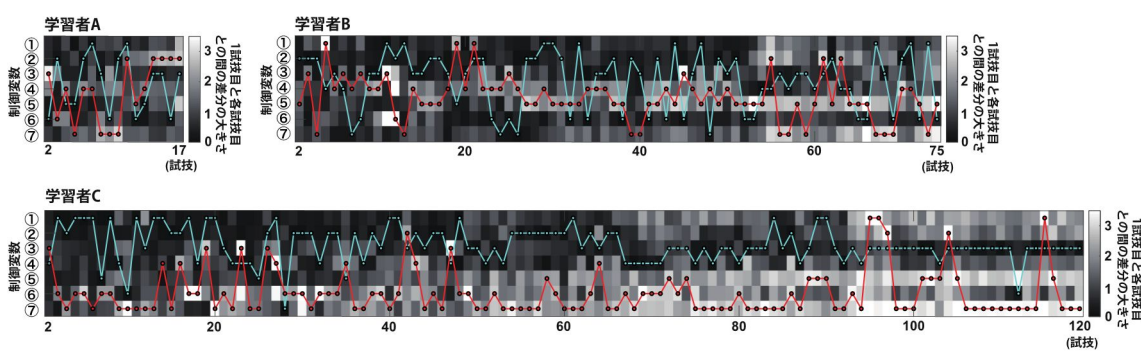


図2. 3名の学習者におけるキャスターボード動作の変化

#### < 引用文献 >

- A. N. Guimaraes and H. Ugrinowitsch and J. B. Dascal and B. Porto and V. H. A. Okazaki (2020). Freezing degrees of freedom during motor learning: A systematic review. *Motor Control*. 24. 457-471.
- 川人 光男 (1996). 「脳の計算理論」. 産業図書: 東京.
- M. M. Pacheco and T. Y. Hsieh and K. M. Newell (2017). Search strategies in practice: Movement variability affords perception of task dynamics. *Ecological Psychology*. 29.
- E. S. Reed (1982). An outline of a theory of action systems. *Journal of Motor Behavior*. 14. 98-134.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Hiroo Suzuki
2. 発表標題 Exploratory behaviors affect motor learning in board sports
3. 学会等名 International Conference on Perception and Action (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木啓央
2. 発表標題 ボードスポーツからみた学習ダイナミクスの機序の解明
3. 学会等名 情報学シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木啓央
2. 発表標題 スノーボードにおける熟達化の機序に関する事例研究
3. 学会等名 第68回 日本体育学会
4. 発表年 2017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
---------	---------