

# 運動計測装置を用いた経験者と初心者の運動特徴量の差異の抽出

東京大学 人工物工学研究センター ○阿部 彩歌, 淺間 一, 大武 美保子

## Difference of Motion Features between Experts and Non-experts Measured by Motion Capture System

○Ayaka ABE, Hajime ASAMA and Mihoko OTAKE

(Research into Artifacts, Center for Engineering, the University of Tokyo)

**Abstract**— In this study, we develop motion learning support system that helps anyone to improve their motions which are independent of the types of exercises. For this purpose, we measured the movements of experts and non-experts by using motion capture system. We clarified the motion features of experts compared to non-experts in order to determine the threshold of parameters which characterize the desired movements.

### 1 はじめに

運動の学習に関する研究は、詳細な解析を行うアプローチ<sup>1)2)</sup>と、メカニズムを明らかにするアプローチ<sup>3)</sup>と、大きく二つの方向性で行われていた。それらの研究は、実際に運動が上達するシステムの開発に結び付いていないのが現状であるが、身体知など、スキルの解明とスキルの獲得を支援する技術の開発を目指す取り組みが盛んになりつつある<sup>4)</sup>。筆者らは、運動の種類、対象者を問わずに運動が上達出来る汎用の運動学習支援のシステム構成法を研究している<sup>5)</sup>。これまでに、運動の特徴量を被験者に実時間提示することにより、運動を望む方向へ誘導できることが分かっている<sup>6)</sup>。しかし、初心者と経験者における本システムを用いた運動特徴量の違いは明らかでなかった。そこで、本研究では、野球のバッティングについて、初心者と経験者を対象に実験を行い、これらの中で大きく異なる運動特徴量を明らかにする。

### 2 運動学習支援システムの構成

運動学習システムの構成を Fig. 1 に示す。運動の測定には、光学式モーションキャプチャシステムを用いる。全身運動を扱い、身体座標の三次元座標を取得する。モーションキャプチャシステムから取得したデータを、データの加工が可能なソフトウェアへ、リアルタイムでエクスポートする。そこで、取得したデータを用いて運動の特徴量をリアルタイムで計算し、時系列テキストデータとして出力する。出力されたデータを蓄積し、経験者と初心者の特徴量を分析し、特徴量提示に必要な閾値の設定を行う。運動の特徴量を提示することで、運動学習を支援する。本研究では、特徴量の提示を行わず、特徴量の解析のみを行う。

### 3 野球のバッティングの計測と計算

特定の運動の経験者と未経験者に、どのような運動の特徴の違いが見られるのかを明らかにすることを目的として、本研究では野球のバッティングを例に、実験を行った。野球のバッティングにおける指導上の注意として「腰の回転を素早く」というものがある。また、経験者ほどバッティング速度が大きいことが知ら

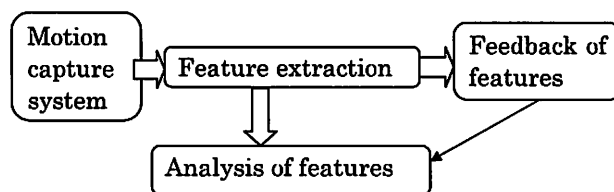


Fig. 1: Structure of motor learning support system

れている。これは運動の特徴を表しているものかどうかを調べ、具体的に数値化し提示できる形に置き換えるために、野球の経験者5名(大学生男子1名、小学生男子4名)と未経験者10名(大学生男子9名、大学生女子1名)の素振りを各々6~9回測定した。小学生と大学生はいずれも同学年で、小学生4名は10.77 ± 0.15歳、大学生11名は21.48 ± 0.29歳である。

バイオメカニクスやスポーツ科学の分野では、時間のずれを伴った関節点の速度座標の変化ピークのタイミングが、日常生活における巧みな動作や、スポーツにおけるなめらかな運動においても、重要な意味を持っていると言われている<sup>6)7)</sup>。そこで、被験者一人一人に対して、バットのスピードと腰の角度、肩の角度の変化の時系列グラフを作成し、腰と肩の角度の変化量と、回転にかかる時間、バットのヘッドスピードが最大値をとる時刻と、腰と肩の回転が始まる時刻との時間差を求め、経験者と初心者との間に有意差があるかどうか比較した。

### 4 野球のバッティングにおける経験者と未経験者の違い

Fig. 2は、経験者における、バットのスイング速度と腰・肩の回転角の時系列グラフである。腰と肩との回転は、回転が始まるタイミングや角度の変化量に多少の違いはあるものの、重要な差が見られなかったため、今回は腰の回転のみを取り上げた。経験者と未経験者において測定された結果を Fig. 3, Table 1 に示す。腰の回転量については、経験者と初心者との間に有意差がなかった。腰の回転時間と、腰の回転が始まってからバットが最速値をとるまでの時間は、いずれも、

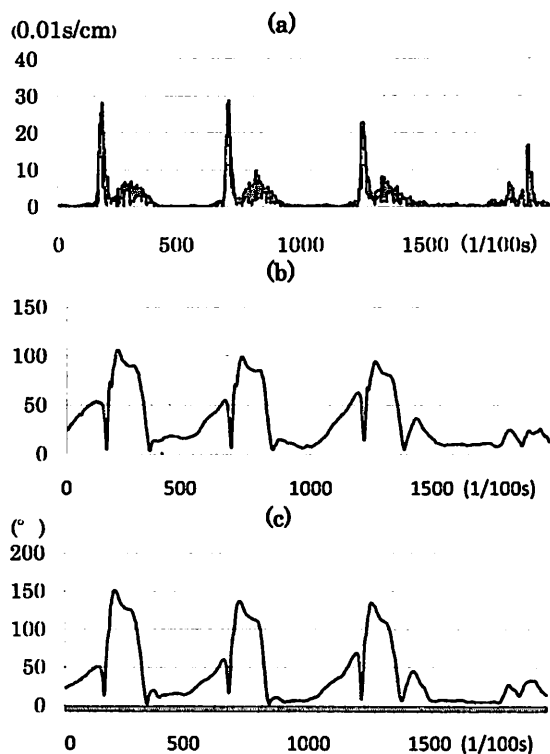


Fig. 2: Time series of (a):bat speed, (b):pelvis rotation, (c):shoulder rotation

経験者は小さく、ばらつきが少ない。初心者は大きく、ばらつきが大きい。

f 検定を行ったところ、等分散ではなく、t 検定を行ったところ、経験者と初心者の間に有意な差異があることが分かった。

## 5 考察

今回測定を行った経験者 5 名のうち、1 名は大学生、4 名は小学生であったため、バットの速度の大きさのように体格に依存する特徴量には経験者と初心者との差を見いだせなかったが、変化の起こるタイミング同士の時間差には、体格の個人差にかかわらず経験者と初心者とに有意な差が表れた。一般的に腰の回転速度が大きいと、バットのスイング速度が大きくなる。また、打者はボールを見極めて打つ必要があるため、モーションの小さいフォームが良いとされている。このような理由からも、経験者の腰の回転時間が小さいのは野球の特性上理由があるものなので、これは野球の上達を表す特徴といえると考えられる。

## 6 おわりに

本研究では、運動学習支援に役立てることを目的として、運動の経験者と初心者の特徴を比較し、運動のコツの抽出を行った。モーションキャプチャ装置を用いて運動を計測し、複数種類の特徴量を解析し、経験者と初心者との間に有意差のある特徴量があることを発見した。今後は、有意差のある特徴量を、運動の上達の評価基準として用い、特徴を可視化することによって運動を誘導する運動学習支援システムに組み込む。経

Table 1: Difference of pelvis rotation between experts and non-experts. (A: amount of pelvis rotation, B: pelvis rotation time, C: temporal difference between the beginning of the pelvis rotation and the time when the bat swing is fastest)

		average	variance	significant difference
A (°)	experts	123.6	541.7	×
	non-experts	112.1	62.8	
B (s)	experts	0.437	14.8	○
	non-experts	0.693	807.7	
C (s)	experts	0.177	36.32	○
	non-experts	0.309	700.9	

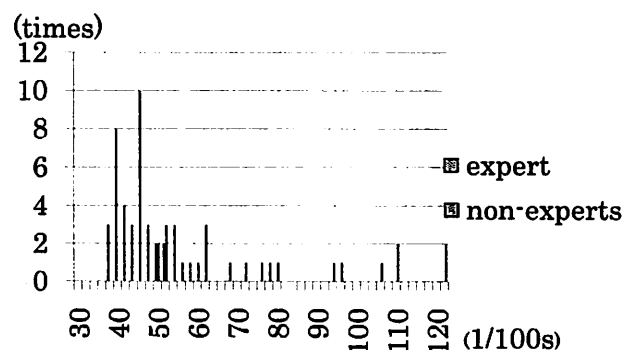


Fig. 3: Frequency distribution of pelvis rotation time for experts and non-experts

験者と初心者として差の出た特徴量が、運動の特徴を表しているのかを、実験を通して検討する。さらに、今回明らかにしたような、直接操作することが困難な特徴量を、変化させる原因となる特徴量を明らかにする。以上を通じ、運動の種類を問わず、運動を上達可能なシステム開発を目指す。

## 参考文献

- 1) 高木斗希夫, 湯浅景元. 野球のバッティングにおける構えからステップ動作終了時までの重心移動, 中京大学体育学, pp.71-75 (2003)
- 2) 高木斗希夫, 湯浅景元. 野球のバッティングにおける骨盤と下肢の運動, 中京大学体育学, pp.47-51 (2002)
- 3) 籠信義. 運動行動の学習と制御—動作制御へのインターディシプリナリーアプローチ—, 杏林書院 (2006)
- 4) 古川康一. スキルサイエンス入門—身体知の解明のアプローチ—, オーム社 (2009)
- 5) M. Otake and Y. Nakamura. Spinal Information Processing and its Application to Motor Learning Support. Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 17, No. 6, pp. 617-627 (2005)
- 6) 大武美保子, 中居雅明, 浅間 一. 複数の運動特徴を提示可能な運動学習システムの開発, 第 27 回日本ロボット学会学術講演会学術講演会予稿集, 2F1-06 (2009)
- 7) 藤原素子. スキルにおけるタイミングの重要性, 体育の科学, Vol.47, No.5, pp.361-365 (1997)