

車椅子バスケット競技のシュート動作に注目した三次元動作解析・床反力計

同時計測データからの脳内身体イメージ可視化のてがかり

A Highly Accurate Repeatability in Wheel Chair Basketball Shooting Done by an Expert Player Which is Correlated with the Presence of the Own Confidence Offering a Good Clue as to Visualization of a Body Motion Image in Mind

井上 恭輔^{*1} 古茂田 和馬^{*1} 我妻 広明^{*1, *2} 橘 香織^{*3} 小林 育斗^{*3, *4} 藤井 範久^{*4} 阿江 通良^{*4}
 Kyosuke Inoue Kazuma Komoda Hiroaki Wagatsuma Kaori Tachibana Yasuto Kobayashi Norihisa Fujii Michiyoshi Ae

^{*1} 九州工業大学大学院生命体工学研究科
 Graduate School of Life Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

^{*2} 理化学研究所脳科学総合研究センター
 RIKEN BSI

^{*3} 茨城県立医療大学保健医療学部理学療法学科
 Department of Physical Therapy, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

^{*4} 筑波大学大学院人間総合科学研究科
 Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

We have investigated human body kinematics during shooting motions of wheelchair-basketball expert players by using a three-dimensional motion tracking system accompanied with floor reaction force recording. Time series analyses of hand-ball trajectories in shooting exhibit that expert player reproduces an accurate and smooth motion pattern, as is hypothesized to observe a dense overlapping in the motion trajectory when the trajectories are superimposed with their origin at the precipitous folding point of the trajectories. Interestingly, the origin of motions differentiates depending on free throw (close range) and three-point shot (distant range). Our results suggest that expert player uses different motion patterns with confidence in one's own ability, which may come from a certain body image in mind.

1. はじめに

近年、障がいの種類や程度に合わせて適合させたスポーツとして、アダプテッド・スポーツ (Adapted sports) という考え方が広がりを見せている。[矢部 1997]。これは既存の運動やスポーツについて、誰もが参加できるような工夫を凝らし、各人の発達状態や身体条件に適した活動が可能とするものである。車椅子バスケットボール競技 (以下、車椅子バスケット) は、アダプテッド・スポーツの一つとして注目が高まり、地域を中心としたコミュニティ形成の役割も期待されている[橘 2011]。車椅子バスケットでは、選手が車椅子に座って競技する以外は、コートの広さ、バスケットの高さ、試合時間等については通常のバスケットボール競技とほぼ同等のルールで実施される。一方で、競技力向上のための効果的なトレーニング方法や客観評価指標の確立は不十分で、指導者の主観的な指導方法に依存する部分が多い。今後更なる身体動作解析に関する基礎的な分析が求められる。

本研究では、車椅子バスケットにおけるシュート動作に注目し、身体動作解析を通し、競技選手が精密に再現する動作特性と、成功不成功の自覚や注意の分析を試みた。計測には、三次元自動動作分析装置を用い身体各部位置変化を記録し、床反力計の計測も行った。実験参加選手には、シュート直後の成功不成功の確信度の記憶を指示し、シュート後に申告させた

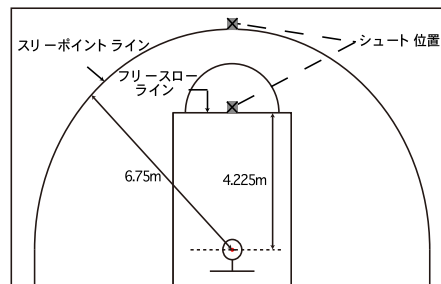


図 1. シュート動作解析のための実験環境。シュート位置はバツ印で示した FT (リング中心からの距離 4.225 m) と 3p (同 6.75 m) である[井上 2014]。

2. 方法

ここでは、車椅子バスケットにおけるデータ取得のために三次元自動動作分析装置および床反力計を用いた、シュート動作計測方法と実験試技について述べる。

2.1 シュート動作計測

車椅子バスケット経験者 A~E (熟練者: 1名, 経験者: 2名, 初級者: 1名) を実験協力者として、フリースロー (以下, FT) とスリーポイント (以下, 3p) の二種類のシュート動作を計測した。リングまでの距離は日本バスケットボール連盟の競技規則に基づき設置した。(図1)。ここでは FT 成功率 90%以上を熟練者と定義した。

動作の計測には三次元自動動作分析装置 (Vicon MX-T シリーズカメラ, Vicon Motion Systems 社, 12-camera) を用いた。また三次元計測と同時に2台のフォースプラットフォーム (Kistler 社製, Type9287) をシュート位置に敷設し, 車椅子両主輪にかかる床反力 (サンプリング周波数 1000 Hz) とし, シュート動作全体として約7秒のデータを測定した。また実験協力者の身体特徴点 33 点, 車椅子の車座フレームに 6 点, 主輪に 6 点の反射マーカーを貼付した。さらにシュート軌道を取得するために, 球に4点, リングに 4 点の反射マーカーを貼付した。同分析装置は, これらの点を三次元座標として毎秒 250 コマで計測した。

2.2 シュート動作試技

実験協力者の実験試技として, 二種類のシュート動作を測定した。まず立位姿勢におけるシュート動作 (以下, 立位) を FT および 3p について各 20 回, 計 40 回測定した。車椅子に座った状態におけるシュート動作 (以下, 座位) も同様の回数を測定した。各試技において予備動作として2~5本のシュートも行った。各シュート動作測定の前に実験協力者は練習を行い, 各人が自身のシュートの準備ができた状態において, 測定を行った。

本研究では, これら二種のシュート動作測定を通し, 床反力と手の位置および球の位置の関係について明らかにするために, 三次元自動動作分析装置および床反力計を用いて測定を行った。またシュート直後の成功不成功の確信度を成功確信してシュート成功 (Good-Success; G-S), 成功確信したがシュート不成功 (Good-Failure; G-F), 失敗と思っただがシュート成功 (No good-Success; N-S), 失敗と思いシュート不成功 (No good-Failure; N-F) として記憶しておくよう指示し, シュート後に申告してもらったこととした。

3. 結果

先の報告[井上 2014]では, FT および 3p のシュート動作を解析し, 球の軌跡と右手動作の関係を調べた。FT では, 手の位置変化が滑らかな軌道を持つ一方で, 球の位置変化には急激な屈曲点が認められた。この様相は 3p 時では更に顕著で, 手の位置変化においても屈曲点が観測される。シュート動作は腕の円運動を基本とするが, 3p のように遠距離に投擲する場合, 瞬間的に上半身を屈曲位から伸展位へと変化させることから得られている。

本研究では, この「屈曲点」に注目し, 熟練者が精密な動作を再現する際に「始め」と「終わり」を意識して, その区間での動作と脳内身体イメージが異なるときに違和感が生まれ, シュート成功不成功の確信度として顕在化すると仮説を立て, 検証を進めた。つまり「屈曲点」が動作の区切りに関わると考える。

三次元自動動作分析装置で計測された身体各部および球の軌道パターンは, 各シュート動作で 0.2 m 程度の前後 (Y 軸座標上) のずれが確認された。熟練者が精密な動作を再現する際に, どこを基点にしているかを探るために, 球を引き寄せる動作の端点「上部屈曲点」ならびに投擲する直前の基点「下部屈曲点」の二点に注目し, 動作軌道を重ね合わせた (FT 時: 図 2, 3p 時: 図 3 に示す)。その結果, FT では上部屈曲点, 3p では下部屈曲点を原点として重ね合わせた場合の方が, 成功動作パターンの重なり密度が高いことが認められた。

4. 考察

本結果においては, 確信度の密度分布の周縁に N-F および G-F が位置する傾向があることも観測された。つまり, 熟練者は FT と 3p の場合ではある変曲点を基準に動作イメージを的確に使い分けていることが示唆され, 脳内身体イメージの可視化の重要な一歩と考える。

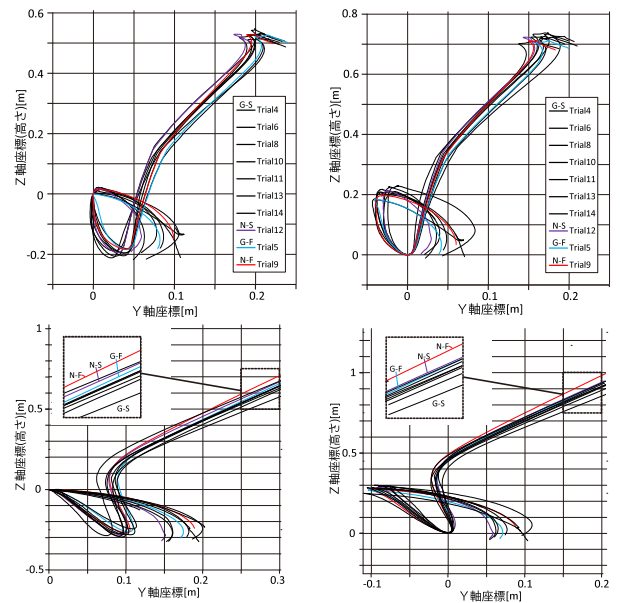


図 2. FT 時の手の位置変化(上段)の軌道および球の軌道(下段)対応関係. 左列では上部屈曲点, 右列では下部屈曲点を基準として軌道を重ね合わせた. 左下拡大部では中心部に G-S の成功軌道の極めて高い一致性が認められる。

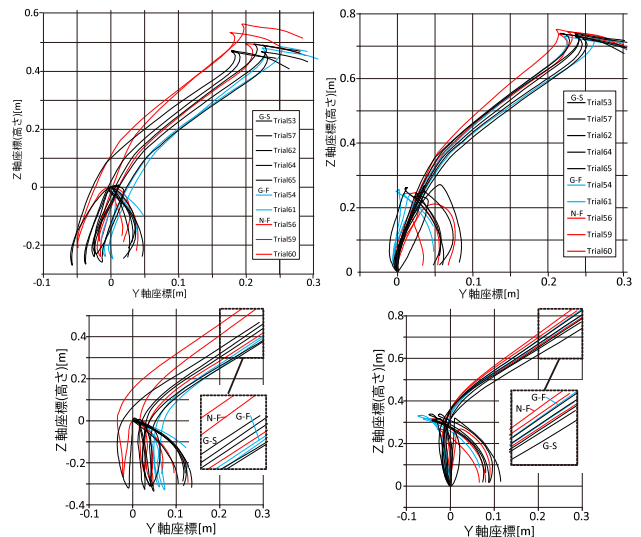


図 3. 3p 時の手の位置変化(上段)の軌道および球の軌道(下段)対応関係. 左列では上部屈曲点, 右列では下部屈曲点を基準として軌道を重ね合わせた。

謝辞

本研究は, JSPS 科研費 (25560326) の助成を受けた。

参考文献

- [矢部 1997] 矢部京之助: アダプテッド・スポーツの提言, ノーマライゼーション 障害者の福祉, 17(197), 17-19, 1997.
- [橋 2011] 橋香織, 金井欣秀: カナダ・アルバータ大学における障害児・者向けスポーツ関連プログラム, 茨城県立医療大学紀要, 16, 93-98, 2011.
- [井上 2014] 井上恭輔, 古茂田和馬, 我妻広明, 橋香織, 小林育斗, 藤井範久, 阿江通良: 車いすバスケットにおけるシュートタイミング・投球軌道・床反力の関係に注目した身体動作解析, 信学技報, 113(382), NC2013-83, 95-100, 2014.