

バドミントン競技のスマッシュに共通する 動作様式から逸脱した個別的な動作特性

升 佑二郎

健康科学大学 健康科学部 理学療法学科

Characteristics of Badminton Players' Movement Which Deviate from Common Patterns of Smash Motions

MASU Yujiro

要 旨

本研究では、スマッシュに共通する動作様式から逸脱した個別的な動作特性について検討した。被験者は関東大学1部リーグのチームに所属する男子選手8名とした。各被験者にスマッシュを行わせ、その際の動作様式をMAC3D Systemを用いて撮影した。得られた座標データをもとに上肢関節角度を算出した。さらに、ある選手の動きが平均値とどの程度異なるかを明らかにするために重み付きZスコアを算出した。その結果、ラケット腕側の肩関節外転、肩関節水平屈曲角度においてZスコアの値が大きい局面がみられた。これらの重み付きZスコアの大きい局面および部分は個人差が大きく、重要度が小さい可能性がある一方、そのばらつきがパフォーマンスの優劣に影響する重要なものである可能性があると考えられた。

キーワード：バドミントン，スマッシュ，個別性

I. 緒言

バドミントン競技は、多様なストロークから打ち放たれる緩急あるショットに反応し、瞬時に動き始めることが有利にラリーを展開していくために必要となる。特に、返球するためには事前に相手のフォームから得られる情報を基にシャトルの軌道を予測することが重要になる。先行研究¹⁾では、シャトルを打つ前のストライカーの映像を見て、シャトルの軌道を予測する課題が試されており、上級者の方が初級者よりも予測誤差が小さく、予測能力に優れていることが示唆されている。相手のフォームを見て、どこにシャトルが飛んでくるのかをより早い段階で判断できれば、返球するための準備時間が長くなり、対応しやすくなる。そして、経験を重ねるにつれ、相手のフォームと

打ち放たれるシャトルの軌道に関する情報が蓄積され、どこにシャトルが飛んでくるのかを判断できるようになる。このような予測能力はバドミントン競技におけるパフォーマンスの優劣に影響する極めて重要な能力であるといえる。優れた予測能力の獲得は知覚学習によるものであり、相手の動作様式に関する情報量が多いほど正確に予測することが可能になるということが複数の研究から明らかになっている^{2,3)}。また、熟練者は相手のフォームから得られる有益な情報のみを選択的に抽出できるものの、未熟練者は不必要な情報にも注意が向くことが知られている^{4,5)}。

スポーツ動作は、運動課題を達成するために不可欠な動作（共通性）と様々な個人的特性に基因する動作（個別性）が合算したものと考えること

ができる。これまでの研究において、各動作に内在する共通した特性（身体各部の速度や関節角度の平均値を評価）に関する知見が得られている一方、共通性から逸脱した個々特有の動作様式については検討されていない。

そこで本研究では、ある選手の動きが平均値とどの程度異なるかを定量的に調べることにより、スマッシュの個別的な動作特性に関する知見を得ることを目的とした。

II. 方法

1. 被験者

被験者は、関東大学1部リーグのチームに所属する男子選手8名（全員右利き）とした（年齢： 18.8 ± 0.8 歳，競技経験： 11.9 ± 0.9 年，身長： 174.0 ± 6.1 cm，体重： 68.4 ± 5.4 kg）。なお、全被験者には測定に関する目的及び安全性について説明し、任意による測定参加の同意を得た。本研究は、健康科学大学研究倫理評価委員会の承認を受けて実施した（2016年3月31日 承認番号第36号）。

2. ストローク動作の撮影方法

スマッシュ動作は、バドミントンコートの周

囲に設置した MAC3D System（Motion Analysis 社製，フィルムスピード毎秒240コマ，シャッタースピード1/1500秒）8台のカメラを用いて撮影した。撮影範囲は、バドミントンコート右後方に位置するシングルスサイドラインとバックバウンダリーラインの交点から左方向に2m，前方向に2mとした（図1）。3次元座標について，X軸はセンターライン方向，Y軸はネットに対して平行方向，Z軸は床に対して垂直方向と設定した。

被験者は、上体は裸，下腿はハーフタイツ，バドミントンシューズを着用した状態で測定を行った。また、反射マーカ―を身体の計29箇所につけた。反射マーカ―貼付部位は、Helen Hayes マーカ―セットに従い、頭部（1, 2, 3），肩峰（肩関節：4, 5），右肩甲骨下角（6），肘橈骨側（肘関節：7, 8），手関節（9, 10），上前腸骨棘（11, 12），第5腰椎（13），大腿骨（14, 15），大腿骨外側上顆（16, 17），大腿骨内側上顆（18, 19），脛骨（20, 21），内踝（22, 23），外踝（24, 25），第2指中足骨（26, 27），踵（28, 29）とした（図2）。

3. 分析試技および動作局面の定義

フィーダーは撮影範囲内にシャトルをフィードし、各被験者にはストレート方向へのスマッシュ

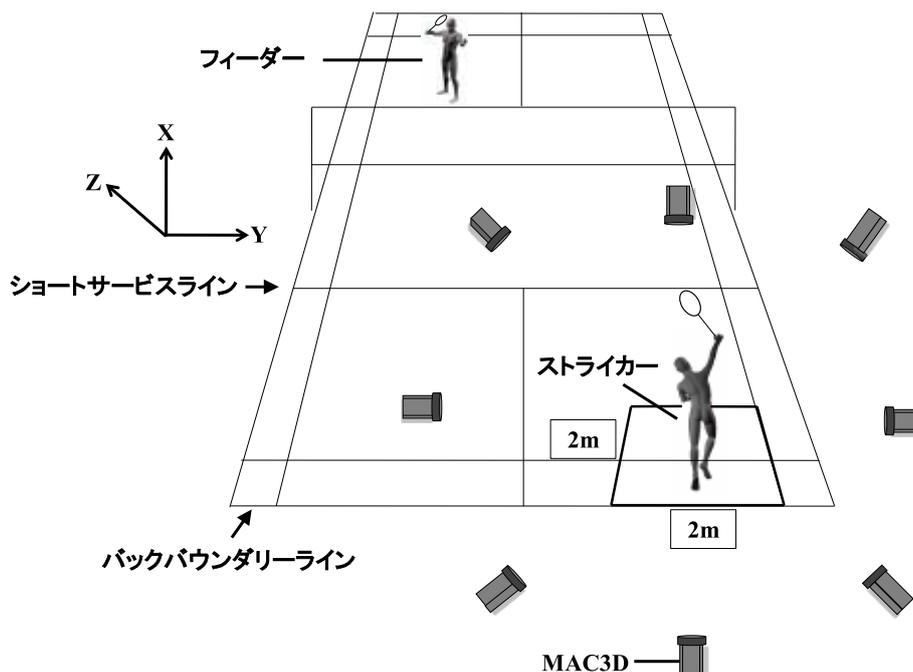


図1. 撮影状況

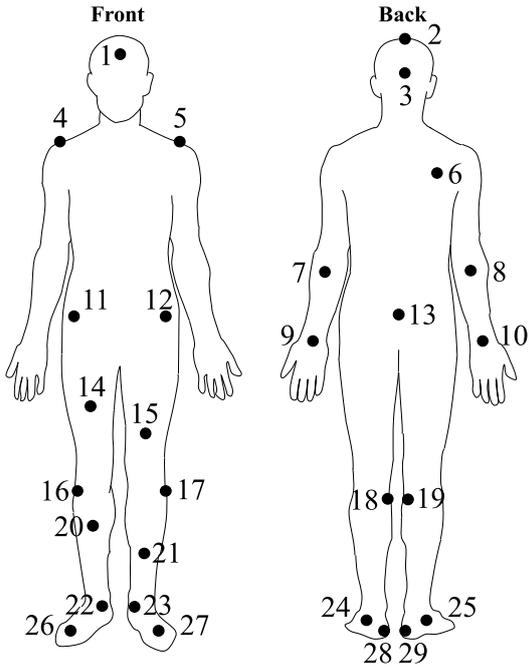


図2. 反射マーカ貼付部位

を打たせた。最大努力で鋭角に打つショットをスマッシュとし、スタンディングの姿勢において行わせた。撮影範囲内においてシャトルを打ち、なおかつ明らかに打球態勢が崩れて不自然と判断されるものを除き、2試技ずつ各被験者の動作を分析対象とした。シャトルのコルク部分に反射テープを巻き、フィードされたシャトルの落下軌道が変わる時点をインパクト時として判断した。

本研究の分析試技であるオーバーヘッドストロークは、まず非ラケット脚（ラケットを持って

いない側の下肢）を軸にラケット脚（ラケットを持っている側の下肢）およびラケット腕（ラケットを持っている側の上肢）を後方に移動させ、体側をネット方向に向け、ネットに対して半身の姿勢を作った。その半身の姿勢から、落ちてくるシャトルにタイミングを合わせ、ラケット脚およびラケット腕を前方に移動させると同時にラケットを動かし、シャトルを打つといった動作様式が行われた。

本研究では、バックスイングの姿勢をとるためにラケット脚の踵が離地したコマからバックスイングの姿勢後にラケット脚の踵が離地したコマまでをバックスイング局面、バックスイング局面終了時のコマからインパクトに至るまでをフォワードスイング局面とした。さらにバックスイング局面において、肩関節水平屈曲角度が最大値を示した時点をテイクバックポジションとして定義し、テイクバックポジションからインパクト時までを分析局面とした（図3）。

4. 関節角度および全身推定筋活動度の算出

各関節角度は、身体各部位の座標値を基にベクトルがなす角度として求めた（図4）。肩関節水平屈曲角度について、左肩峰から右肩峰へ向かうベクトルをSD、左右上前腸骨棘を結ぶベクトルの中点を両腰の中心として両肩の中心から両腰の中心へ向かうベクトルをTR、SDとTRの外積を

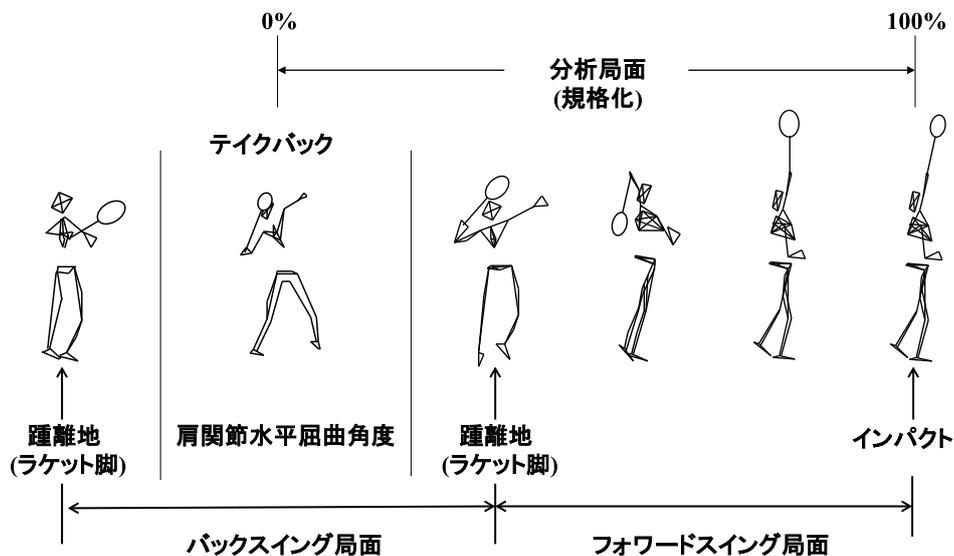


図3. 分析局面

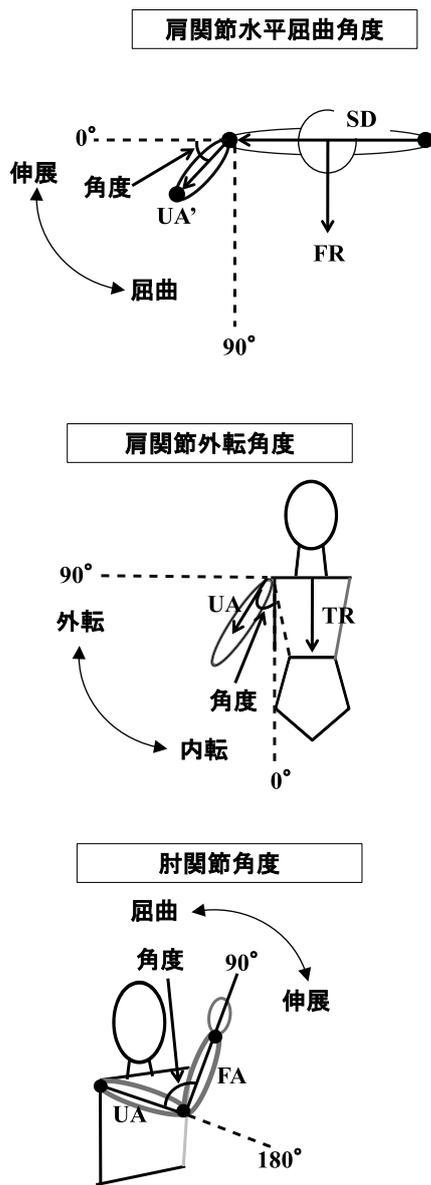


図4. 関節角度の定義

FRとし、SDとFRがなす平面への上腕部(UA)の投影(UA')とSDのなす角とした。そして、この2直線が直線上に並ぶ時を0°とした。同様に、肩関節外転角度は、TRとUAとのなす角とした。この2直線が直列するときを0°とした。肘関節屈曲角度は、前腕部(FA)と上腕部(UA)がなす角とし、この2直線が直列するときを180°とした。

全身推定筋活動度は、得られた座標データに対して人体寸法・形状データベース(産業技術総合研究所)を基に各被験者の筋骨格モデルの調整を行った後、Hill-Stroeveモデルによる筋活動の

ゲインを計算する。これらの計算は、筋骨格解析ソフトウェア(nMotion)を用いて行った。

5. データの規格化と統計処理

本研究の各関節角度のデータは、テイクバックポジションを0%とし、シャトルをインパクトした時点を100%として規格化した。

ある選手の動きが平均値とどの程度異なるかを明らかにするために重み付きZスコアを以下の式を用いて算出した。

$$\text{変動係数} = \frac{\text{標準偏差}}{\text{平均}} \times 100$$

$$\text{Zスコア} = \frac{\text{選手の値} - \text{平均値}}{\text{標準偏差}}$$

$$\text{重み付きZスコア} = \frac{\text{Zスコア}}{\text{変動係数}}$$

重み付きZスコアが大きいものは平均的動作から逸脱した動作であるということを示し、本研究では0.2以上の値を示したものを逸脱度が高い項目として選択した。この分析はインパクト後3コマ間の平均シャトル速度が最も速かったA選手と最も遅かったB選手を対象に行った。

III. 結果

各関節角度におけるA選手とB選手および8人から得られた平均値の変化を図5に示す。ラケット腕側では肘関節角度の初期局面にA選手とB選手との間に違いがみられるものの、肩関節外転および肩関節水平屈曲角度に顕著な差はみられなかった。非ラケット腕側では肘関節および肩関節水平屈曲角度の初期局面に違いがみられた。

A選手とB選手の重み付きZスコアを図6に示す。A選手は40%(ラケット腕側の肩関節水平屈曲)、80%(ラケット腕側の肩関節外転、肩関節水平屈曲)に逸脱度の高い項目がみられた。B選手は20%(ラケット腕側の肩関節外転)、40%(ラケット腕側の肩関節水平屈曲)、60%(ラケット腕側の肩関節水平屈曲)に逸脱度の高い項目がみられた。

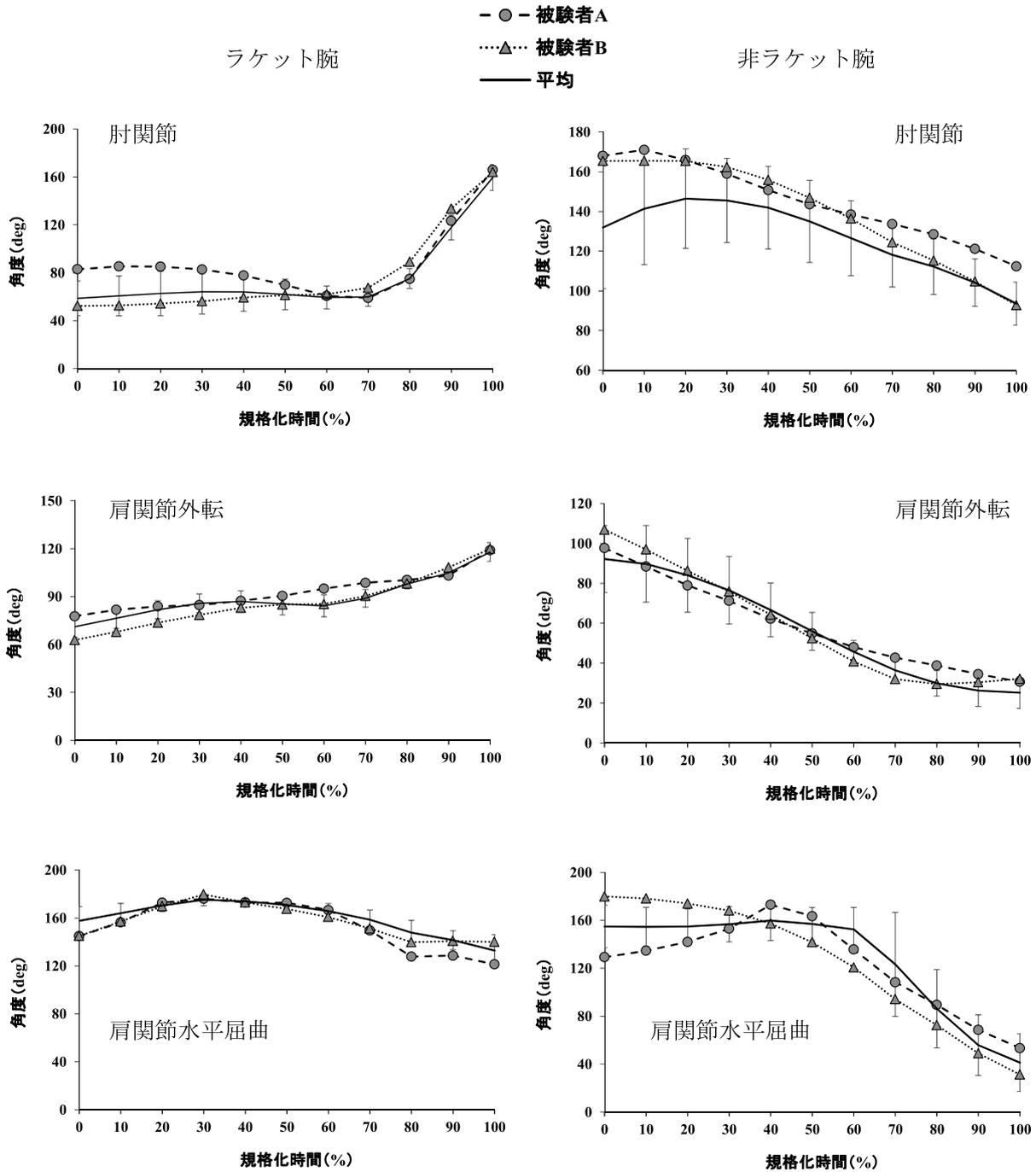


図5. 各関節角度の変化

A選手とB選手の全身推定筋活動度を反映したフィギュアを図7に示す。20%、40%時にはA選手は上体を反らし、肘関節角度を約80°にしているのに対し、B選手は上体を反らずに肘関節角度を約40°にしていた。さらに60%、80%時ではA選手はB選手よりも肩関節外旋位に腕が位置しているといった動作様式の違いがみられた。

IV. 考察

相手のフォームから打ち放たれるシャトルの軌道を予測する作業は、潜在記憶を基に行われることから情報の有益性を評価することが難しい⁶⁾。異なるストロークにおける動作様式の違いについて探索的に検討することは、無意識下で行われる予測作業を理解する上で有益であると考えられる。升ほか⁷⁾は、上級者と下級者のドロップおよ

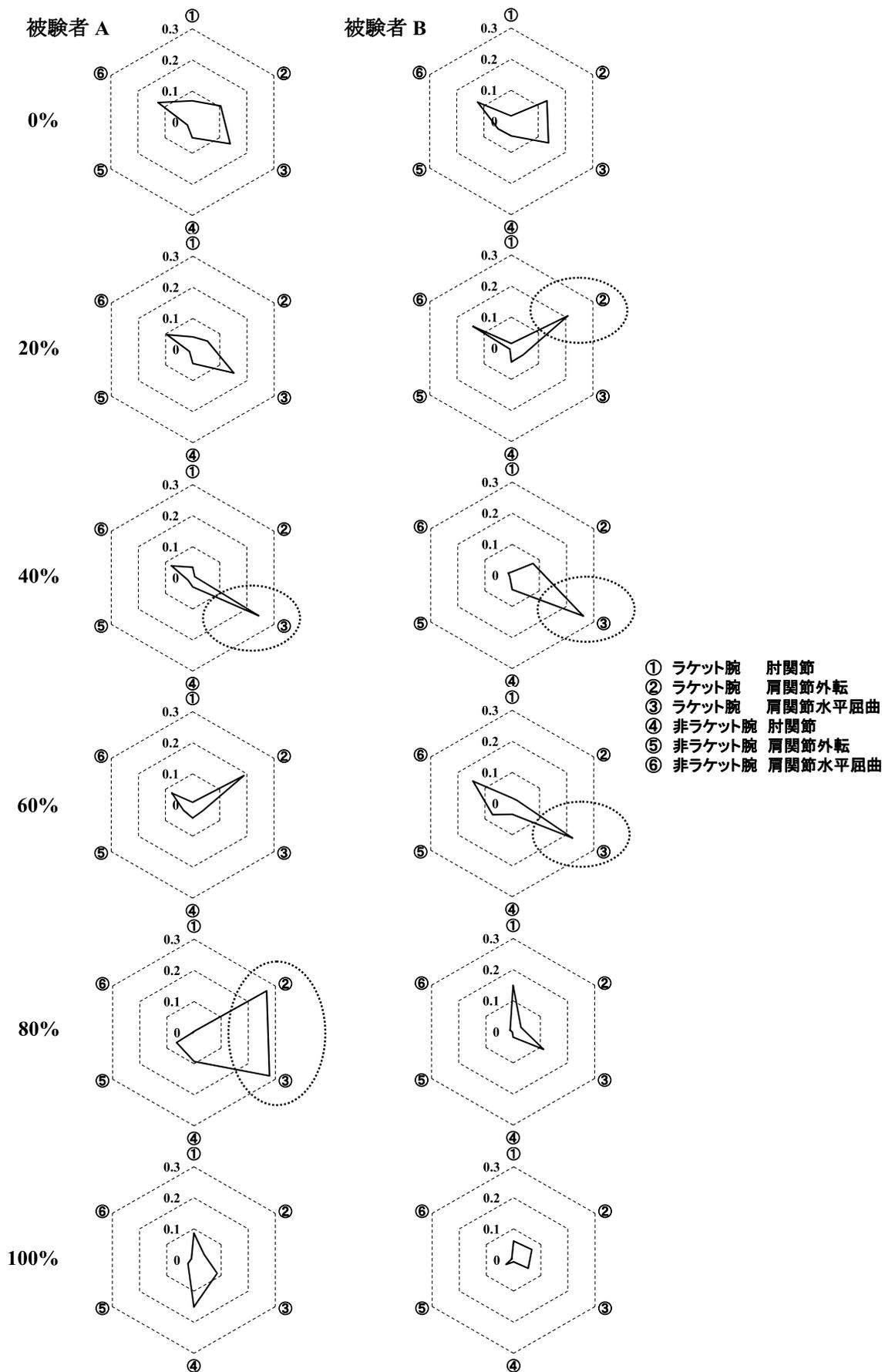


図6. 重み付きZスコア

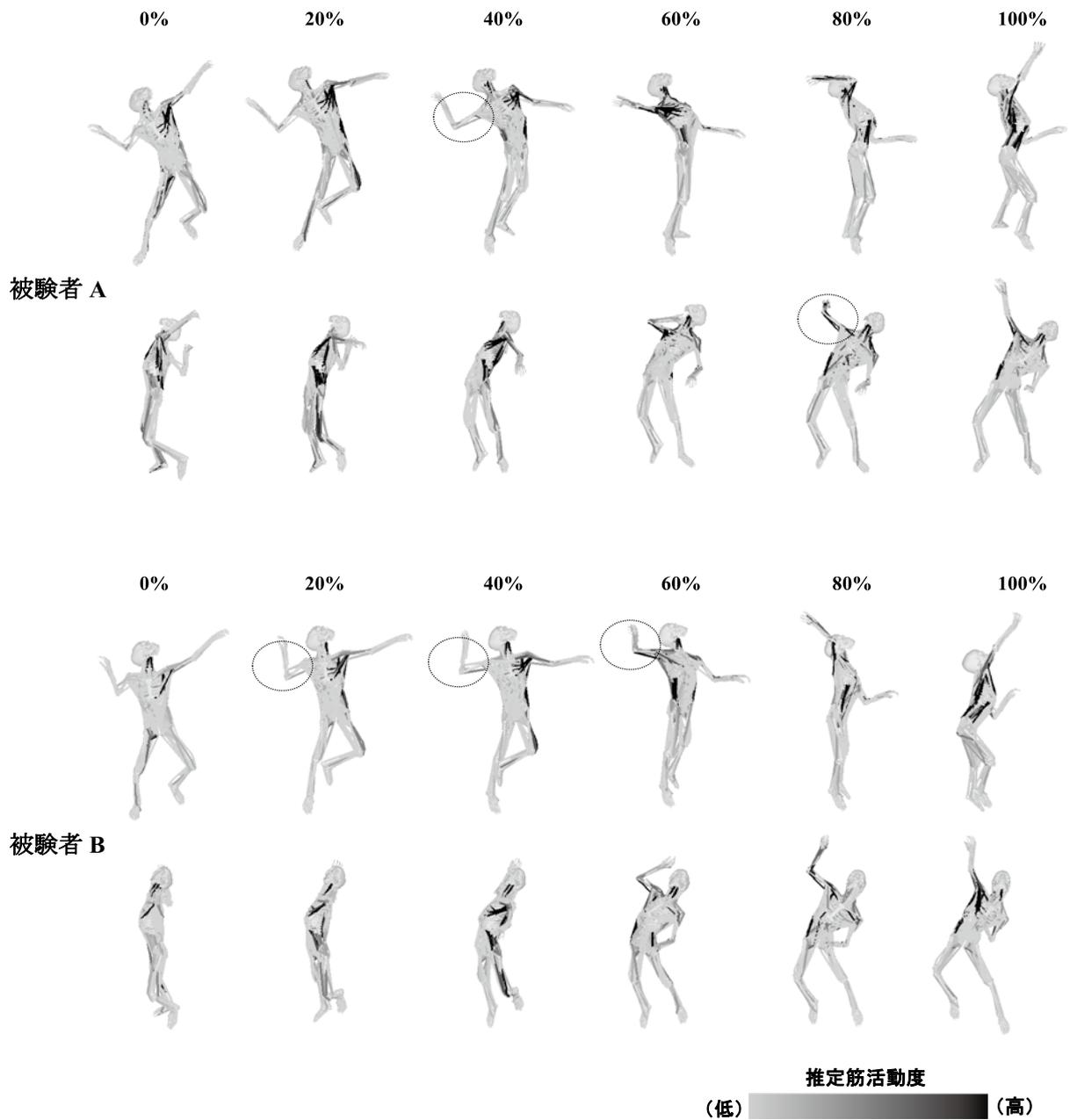


図7. 被験者A, Bの全身推定筋活動度

びスマッシュの打ち分け動作について運動学的観点から検討し、下級者はスマッシュ動作に似せてドロップ動作を行うことはできるものの、上級者と比べるとより速くラケットを振るためのテイクバック動作が行えていないことを示唆した。さらに、日本トップレベルの大学バドミントン選手におけるスマッシュ、クリアおよびドロップ動作を比較した報告において⁸⁾、手の位置が低くなった場合（肩関節外転角度の低下）はドロップショットを打ち、肩関節水平屈曲角度が小さい場合はス

マッシュショットを打ち放つ可能性が高いということが示されている。これらの先行研究からオーバーヘッドストロークから打ち放たれるスマッシュ、クリア、ドロップに内在する共通した動作特性に関する知見が得られている。しかしながら、ストローク時のフォームには共通性から逸脱した個々特有な動きがあり（個別性）、打ち放つシャトルの軌道が予測しやすい動作様式の選手と予測しにくい動作様式の選手がいる（個別性の違い）。そこで本研究では、スマッシュショット速度の速

いA選手と遅いB選手に着目し、共通性から逸脱した個別的な動作様式の特徴について検討した。その結果、ラケット腕側における肘関節角度の初期局面において、A選手はB選手よりも伸展させた動作様式が行われていた。さらに非ラケット腕側ではA、B選手ともに肘関節角度の初期局面において平均値よりも伸展させ、肩関節水平屈曲角度においても同様の局面においてA選手はB選手よりも屈曲させていた。いずれにおいてもフォワードスイング時の初期局面にて差がみられ、特に平均値を境にA選手とB選手の差がみられたのはラケット腕側の肘関節角度および非ラケット腕側の肩関節水平屈曲角度であった。しかしながら、これらの分析結果のみでは各個人特有の形態、神経、筋などの特性から生じる動きの違いから生じるばらつきが考慮されていないため、意味ある違いなのか、たまたま生じた違いなのかを十分に検討することができない⁹⁾。そこで本研究では共通性から逸脱した動き（個別性）を評価するために重み付きZスコアを用いて検討した。その結果、A選手は40%（ラケット腕側の肩関節水平屈曲）、80%（ラケット腕側の肩関節外転、肩関節水平屈曲）に大きい値を示す項目がみられた。B選手は20%（ラケット腕側の肩関節外転）、40%（ラケット腕側の肩関節水平屈曲）、60%（ラケット腕側の肩関節水平屈曲）に大きい値を示す項目がみられた。これらの局面および部分は個人差が大きく、重要度が小さい可能性がある一方、そのばらつきがパフォーマンスの優劣に影響する重要なものである可能性がある。本研究ではスマッシュ速度の異なる2選手のみを対象とし、重み付きZスコアを用いて動作逸脱度について検討し、肩関節外転および水平屈曲角度に個別的な違いが生じやすいことが示された。これらの結果は打ち放つシャトルの軌道が予測しやすい動作様式と予測しにくい動作様式に関する研究を進めていくうえで有益な資料になりうると考えられた。

まとめ

本研究では、スマッシュショット速度の速いA選手と遅いB選手に着目し、共通性から逸脱した

個別的な動作様式の特徴について検討した。重み付きZスコアの結果、A選手は40%（ラケット腕側の肩関節水平屈曲）、80%（ラケット腕側の肩関節外転、肩関節水平屈曲）に大きい値を示す項目がみられた。B選手は20%（ラケット腕側の肩関節外転）、40%（ラケット腕側の肩関節水平屈曲）、60%（ラケット腕側の肩関節水平屈曲）に大きい値を示す項目がみられた。

これらのことからスマッシュ動作においては肩関節外転および水平屈曲角度に個別的な違いが生じやすく、打ち放つシャトルの軌道が予測しやすい動作様式と予測しにくい動作様式に関する研究を進めていくうえで有益な資料になりうると考えられた。

謝辞

本研究は、2018年度健康科学大学研究助成費により実施したものである。

参考文献

- 1) Abernethy B. and Zawi K. : Pickup of essential kinematics underpins expert perception of movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 39 (5) : 353 - 367, 2007.
- 2) Farrow D. and Abernethy B. : Can anticipatory skills be learned through implicit video-based perceptual training? *Journal of Sports Sciences*, 20 : 471 - 485, 2002.
- 3) Jackson R. C. and Mogan P. : Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of Motor Behavior*, 39 : 341 - 351, 2007.
- 4) Abernethy B. : Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19 : 63 - 77, 1990.
- 5) Kellman P. J. and Garrigan P. : Perceptual learning and human expertise. *Physics of Life Reviews*, 6 : 53 - 84, 2009.
- 6) Masters, R. S. W. : Knowledge, knerves and know-how : The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83 : 343 - 358, 1992.
- 7) 升佑二郎, 田中重陽, 角田直也 : バドミントン競技におけるスマッシュ及びドロップ動作のキネマティクスの分析-テイクバック動作に着目して. *トレーニング科学*, 23 (4) : 305-320, 2012.
- 8) 升佑二郎, 駒形純也, 藤野和樹 : バドミントン競技

におけるスマッシュ，クリアおよびドロップの上肢動作様式の違い．コーチング学研究，30(2)：193-204，2017.

- 9) 阿江通良，小林育斗：動作分析から動作の共通性と個性を考える．バイオメカニクス研究，15(3)：88-95，2011