

## 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

升 佑二郎<sup>1)</sup> 駒形純也<sup>1)</sup> 藤野和樹<sup>2)</sup>

### Differences in the pattern of motion on upper limb when delivering smash, clear, and drop shots in badminton

Yujiro Masu<sup>1)</sup>, Jyunya Komagata<sup>1)</sup> and Kazuki Fujino<sup>2)</sup>

#### Abstract

This study examined differences in the pattern of motion on upper limb when delivering smash, clear, and drop shots in badminton to provide data regarding the partial movements of the body as a basis for the prediction of shuttlecock trajectories. Seven male badminton players, belonging to a team ranked at the top in the All Japan Badminton Championships, were instructed to deliver these strokes to record the pattern of motion in each case using MAC3D System Cameras.

Significant differences in the shoulder abduction angle on the side of the dominant arm at impact were observed ( $p < 0.05$ ), as the values were lower when delivering drop compared with smash or clear shots. Significant differences were also observed in the shoulder horizontal flexion angle on the side of the dominant arm during the phase when the racket passes the player's back preparing for impact ( $p < 0.05$ ), as the values were lower when delivering smash compared with drop or clear shots. Furthermore, the elbow angle significantly varied during the racket passes the player's back preparing to impact of all phases of movement ( $p < 0.05$ ); while changes in the pattern of motion were similar between smash and clear shots, drop shots showed a tendency to slowly increase from the initiation of movement to impact.

Based on these results, the probability of a drop shot being delivered is high when the hand remains in a lower position, and that of a smash shot being delivered is high when the shoulder horizontal flexion angle is small in the case of overhead strokes.

Key words: badminton, smash, clear, drop

バドミントン, スマッシュ, クリア, ドロップ

#### I. 緒言

バドミントン競技は、相手の態勢を崩すために多数のストロークを用いたラリー展開が行われ、落下地点を瞬時的に判断し、素早く動き始めることがシャトルコックを返球するためには必要になる。特にスマッシュでは、シャトルコックが打ち放たれてから返球するまでの時間は極めて短く、飛んでくるシャトルコックを見てからラケットを動かしても返球することが難しい。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、シャトルコックの軌道を予測することが重要になる。先行研究 (Abernethy and Zawi, 2007) では、シャトルコックを打つ前のストライカーの映像を見て、シャトルコック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、どこにシャトルコック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

1) 健康科学大学理学療法学科  
Department of Physical Therapy, Health Science University

2) 千葉商科大学体育センター  
Department of Physical Education Center, Chiba University of Commerce

れるシャトルコックの軌道に関する情報が蓄積され、どこにシャトルコックが飛んでくるのかが分かるようになる。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 (Farrow and Abernethy, 2002; Jackson and Mogan, 2007)。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 (Abernethy, 1990; Kellman and Garrigan, 2009)。しかし、バドミントン競技において、どのような動作様式の情報か予測する上で有益となりうるのかは不明である。

相手のフォームから打ち放たれるシャトルコック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 (Masters, 1992)。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 (2012) は、上級者と下級者のドロップおよ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。しかし、この報告は上級者と下級者の動作様式を比較したものであり、ストローク間の動作様式の違いについては十分に検討されていない。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ストローク時の上肢筋活動について検討した報告によると (児嶋ほか, 2014)、橈側手根屈筋および尺側手根伸筋の iEMGmax は、スマッシュとドロップ、クリアとドロップ間に有意差が認められ、スマッシュとクリア間に有意差は認められなかった。また、棘下筋の活動はスマッシュとドロップ間に有意差が認められたものの、クリアとスマッシュ及びドロップ間に有意差は認められなかった。これらのことから、スマッシュやクリアといった瞬間的に大きな力発揮をするストロークでは、前腕の筋活動が高く、大きな力発揮を必要としないドロップでは前腕の筋活動を減少させることにより、狙った地点にシャトルコックを落とす際の正確性を高める効果に繋がり、さらにクリアとドロップ間では棘下筋への負担に差はなく、それ程大きな負担が生

じないことが示された。このようにクリアおよびドロップとスマッシュ間では異なる筋活動様相を示すことから、動作様式においても違いが生じている可能性がある。しかしながら、オーバーヘッドストロークの姿勢において行われるスマッシュ、ドロップおよびクリアの3つのストロークの動作様式の違いについて詳細に検討された報告は見当たらない。

そこで本研究では、異なるストローク動作における上肢の動きの違いについて検討し、シャトルコックの軌道を予測する際に有益となりうる部分的な身体の動き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、全日本学生バドミントン選手権優勝チームに所属する男子選手7名 (全員右利き) とした (年齢:  $18.4 \pm 0.5$  歳, 競技経験:  $12.0 \pm 0.9$  年, 身長:  $173.2 \pm 7.5$  cm, 体重:  $66.6 \pm 6.2$  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 (承認番号第36号)。

### 2. ストローク動作の撮影方法

クリア、ドロップおよびスマッシュ動作は、バドミントンコート周囲に、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台を用いて撮影した。撮影範囲は、バドミントンコート内のセンターラインとバックバウンダリーラインの接点から左右1m、ネット方向に向かって2mとした (Fig. 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 マーカーセットに従い、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 (Fig. 2)。

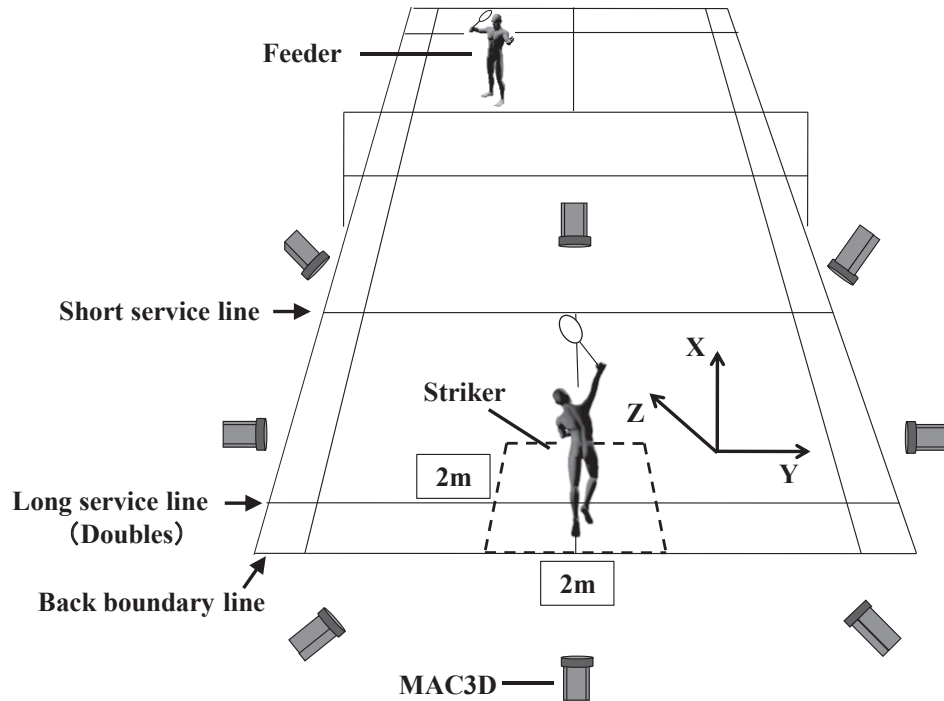


Fig. 1 Schematic drawing of experimental setup

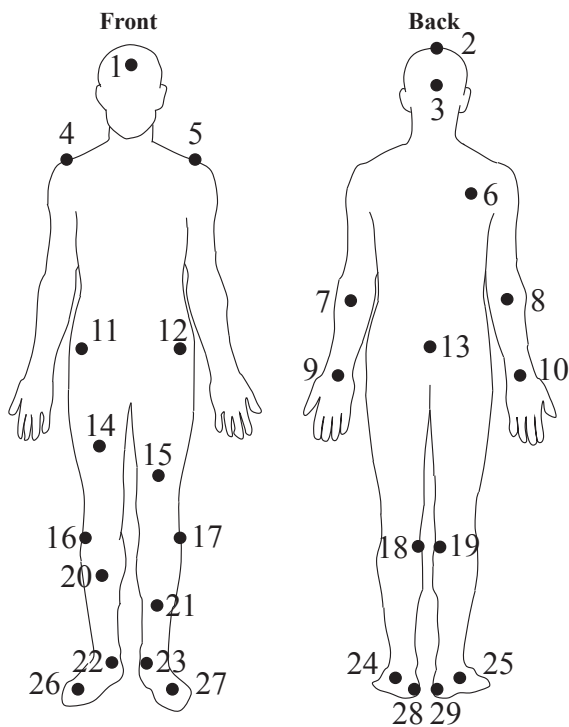


Fig. 2 The marker of the each body parts

### 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コックをフィーンドし、各被験者にはクリア、ドロップおよびスマッシュを打たせた。ダブルスロングサービスラインと

バックバウンダリーライン間にシャトルコックを落下させるショットをクリア、ショートサービスラインより手前にシャトルコックを落下させるショットをドロップ、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各ストロークを行わせた。撮影範囲内においてシャトルコックを打ち、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、各ストローク3試技づつ各被験者の動作を撮影した(分析対象:クリア21試技,ドロップ21試技,スマッシュ21試技)。シャトルコック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コック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)及びラケット腕(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コックにタイミングを合わせ、ラケット脚及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、シャトルコックを打つといった動作様式が行われた。この一連の動作様式は、クリア、ドロップおよびスマッシュともに同様に行われた。

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 (Fig. 3). 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取バック動作として定義した.

4. 測定項目

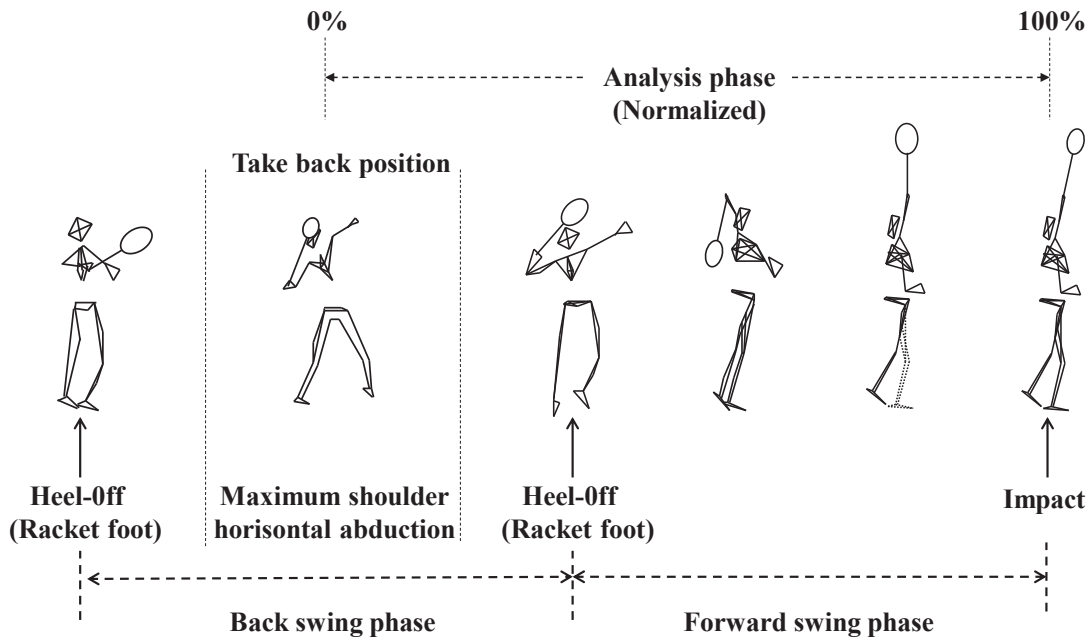
1) 手, 肘および肩関節の移動速度と関節角度の算出

手, 肘及び肩関節の移動速度は, 各変位を時間微分することにより算出した. 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 (Fig. 4). 肩関節水平位屈曲角度について, 左肩峰から右肩峰へ向かうベクトルをSD, 左上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.

2) 手関節の移動軌跡の算出

ラケット腕側の手関節座標から肩関節座標を引くことにより, 肩関節座標を原点とした手関節座標を得た. 得られた手関節座標のデータは分析局面において10%間隔において規格化し, 各座標 (平均値±標準偏差) を直線で結ぶことにより移動軌跡を求めた. X軸のプラス方向はネットに近づく方向, マイナス方向はネットから遠ざかる方向, Y軸のプラス方向はコート内の左方向, マイナス方向はコート内の右方向, Z軸のプラス方向は床から遠ざかる方向, マイナス方向は床に近づく方向とした.



Take back position : motion at maximum shoulder horizontal abduction  
 Back swing phase : heel-off on racket foot after take back position from heel-off on racket foot before take back position  
 Forward swing phase : shuttlecock impact from heel-off on racket foot after take back Position

Fig. 3 The analysis phase of the hitting motion

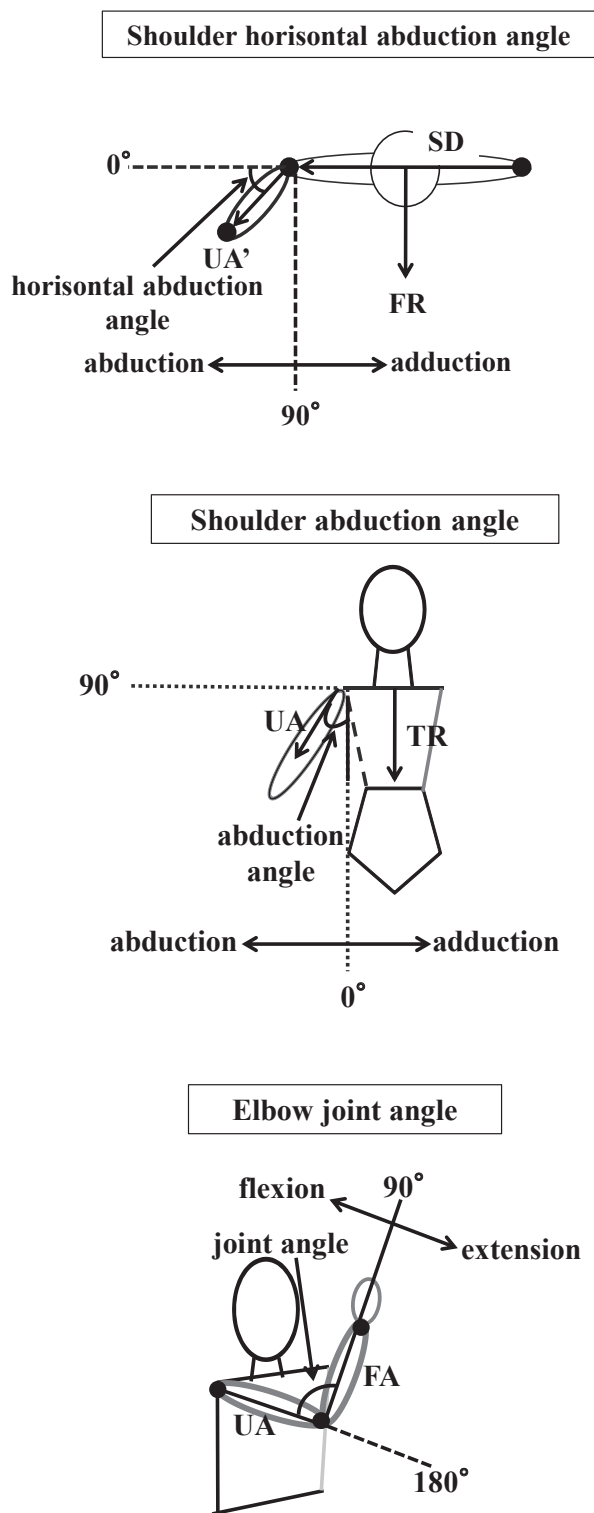


Fig. 4 The definition of the kinematic model for the calculation of shoulder angles

### 5. データの規格化・平均化と統計処理

本研究の身体各部の速度、角度および手関節移動軌跡のデータは、テイクバック動作時を0%とし、シャトルコックをインパクトした時点として規格

化した(分析局面)。

全ての測定項目における値は、平均値 (Mean) ± 標準偏差 (SD) で示した。統計処理には統計処理ソフト (Stat View) を用いた。有意差の検定は対応のない一元配置の分散分析を行い、要因に有意な主効果が認められたものに対して、Tukey-Kramer法による多重比較検定を行なった。有意水準は5%未満とした。

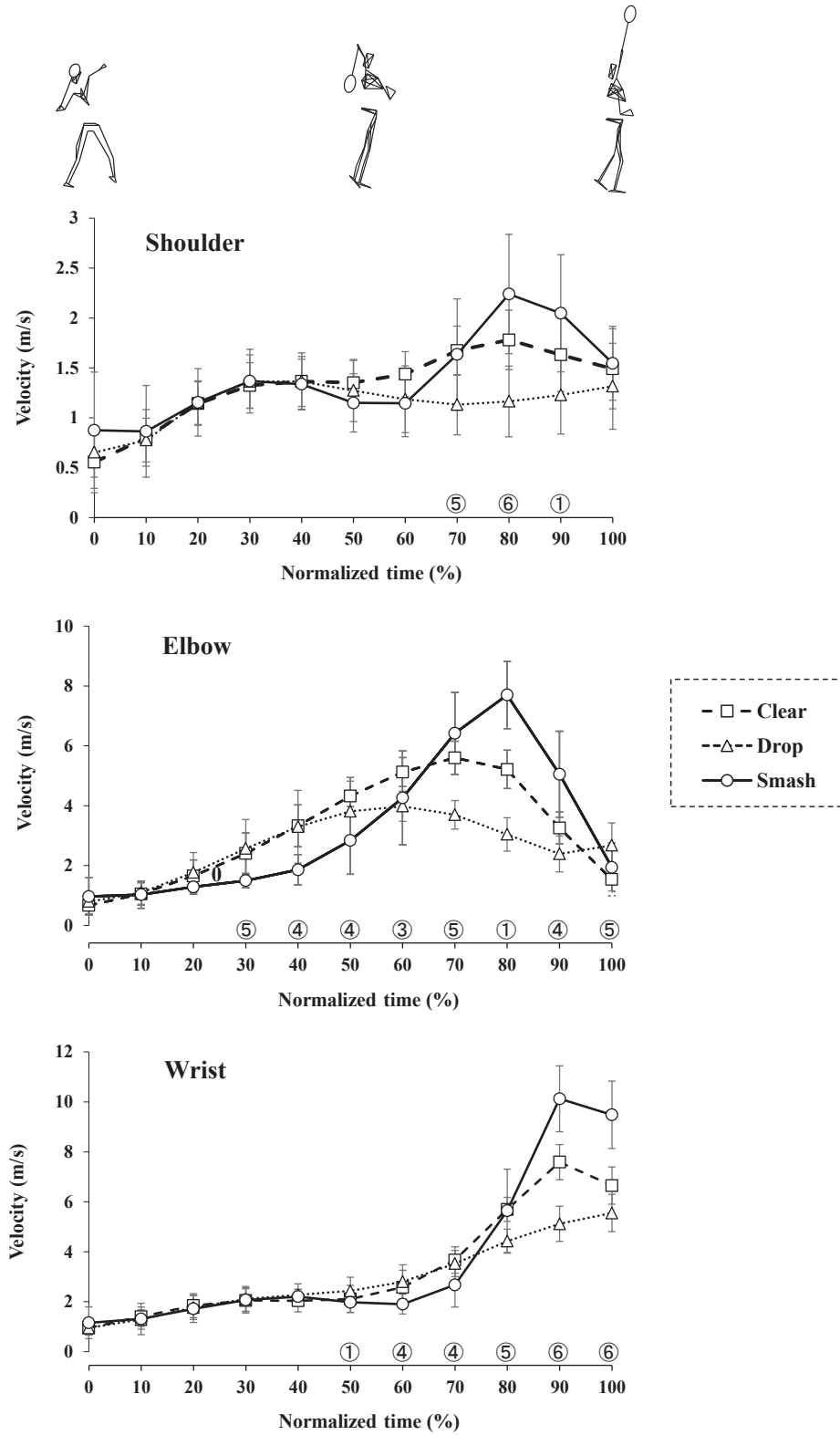
## III. 結果

### 1. 肩、肘および手関節速度の変化

肩、肘および手関節速度の変化をFig. 5に示す。肩関節は70%から90%局面に有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。また、40%までは各ストロークともに同様の変化を示したものの、それ以降、クリアは緩やかに増加し、ドロップは緩やかに低下し、スマッシュは70%から急激に増加するといった異なる変化を示した。肘関節は30%から100%局面に有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。クリアおよびドロップは40%まで類似した変化を示したものの、それ以降は速度差が大きくなった。一方、スマッシュはクリアやドロップよりも速度が増加するタイミングが遅く、40%から80%まで急激に増加した後、インパクト時にはクリアおよびドロップと同程度の速度まで低下した。手関節は50%から100%局面に有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。また、ドロップにおいてはインパクトまで速度が増加していくのに対し、スマッシュおよびクリアは90%時に最大速度に達した後、インパクト時に減速する変化を示した。

### 2. 上肢各関節角度の変化

ラケット腕および非ラケット腕の肩関節外転、肩関節水平屈曲、肘関節角度をFig. 6に示す。肩関節外転角度について、ラケット腕側では100%局面にスマッシュおよびクリアよりもドロップの方が有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ )。一方、非ラケット腕側では90%から100%局面にクリアおよびドロップよりもスマッシュの方が有意に低い値を示した。肩関節水平屈曲角度について、ラケット腕側では60%から80%および100%局面にスマッシュとドロップおよびクリア間に有意差が認められ ( $p < 0.05$ )、スマッシュが低い値を示した。一方、非ラケット腕側では90%から100%局面に有意差が認められ ( $p < 0.05$ )、スマッシュが高く、ドロップが低い値を示した。肘関節角度について、50%から100%局面に有意差が認められ、スマッシュ



Significant difference for ①: smash vs drop, ②: smash vs clear, ③: drop vs clear, ④: smash vs drop and clear, ⑤: drop vs smash and clear, ⑥: all groups

Fig. 5 Comparisons of change of velocity for shoulder, elbow and wrist joint

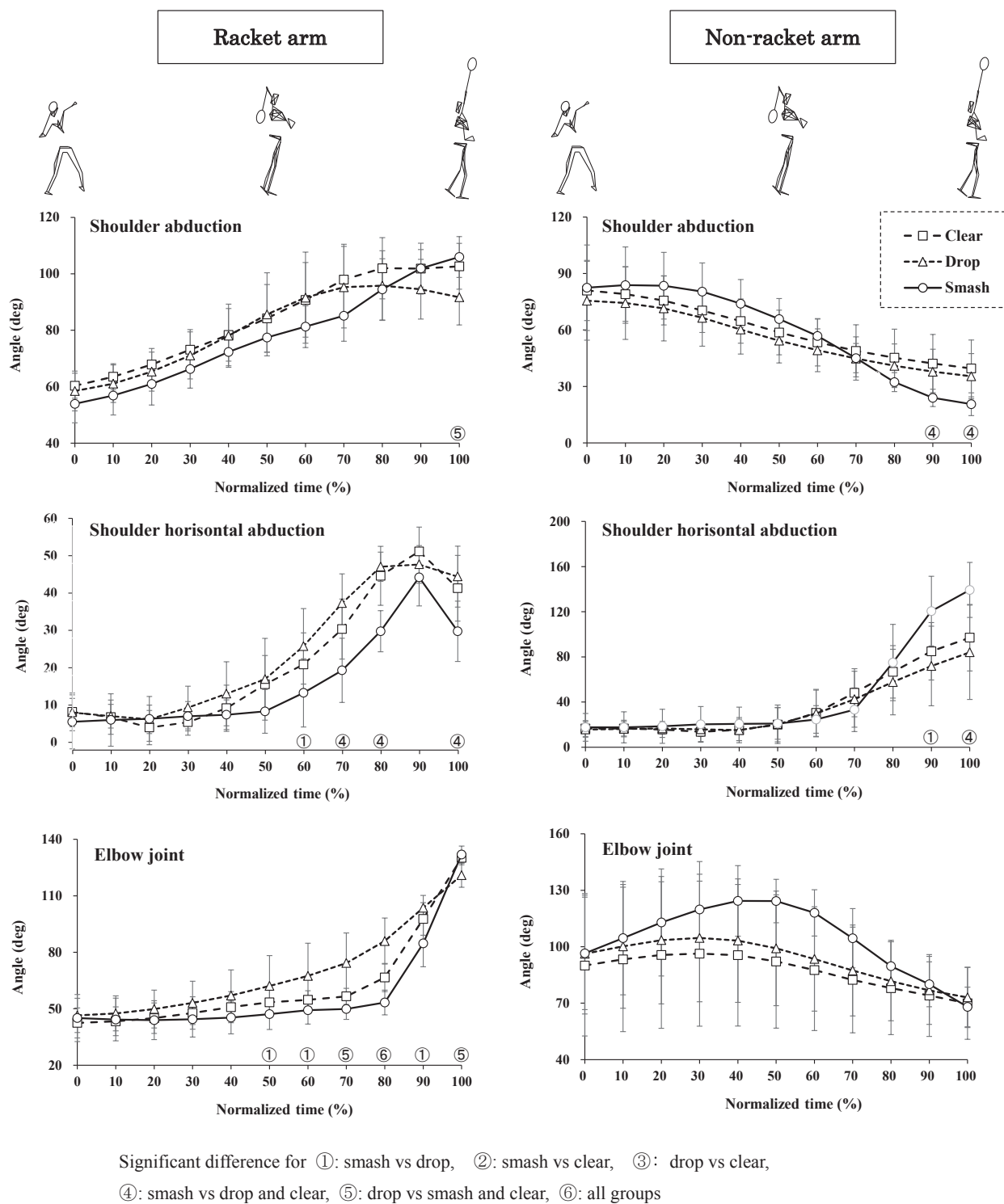


Fig. 6 Comparisons of change of angles for shoulder horizontal abduction, shoulder abduction and elbow joint

およびクリアは類似した変化であるものの、ドロップは動作開始からインパクトまで緩やかに増加した。一方、非ラケット腕側には群間に有意差が認められる局面はなかった。

### 3. 手関節の移動軌跡およびスティックピクチャ

動作開始(0%)からインパクト(100%)までの手関節座標を10%ごとに抽出し、各座標点を直線で結んだ手関節の移動軌跡をFig. 7に示す。側面(X-Z面)ではドロップが最も内側を移動した。正面(Y-Z面)で

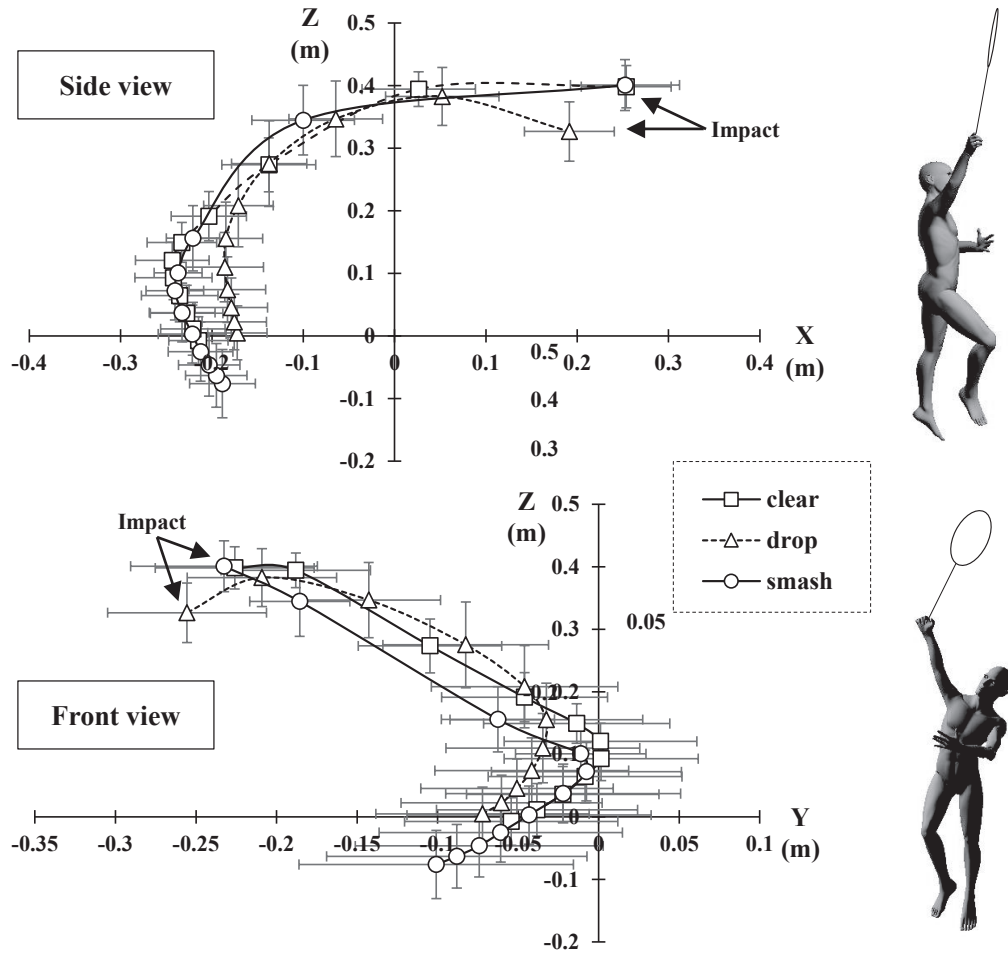
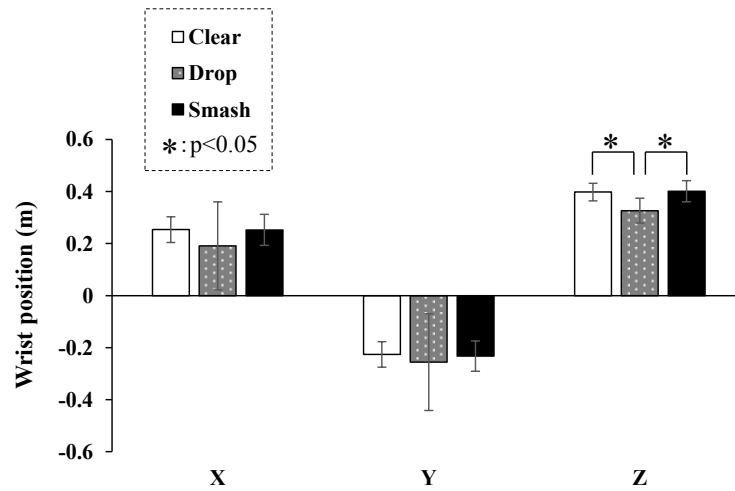


Fig. 7 Comparisons of wrist joint trajectory



\*:Significant difference at <5%

Fig. 8 Comparisons of wrist position at impact

は動作開始からY軸のプラス方向に移動する局面において、ドロップが外側を通過し、インパクト時にはスマッシュやクリアよりも低い位置に移動していた。そ

こでインパクト時の手関節の位置を検討するために、X、YおよびZ座標に対する位置をFig. 8に示す。高さを示すZ座標において、ドロップはスマッシュおよび



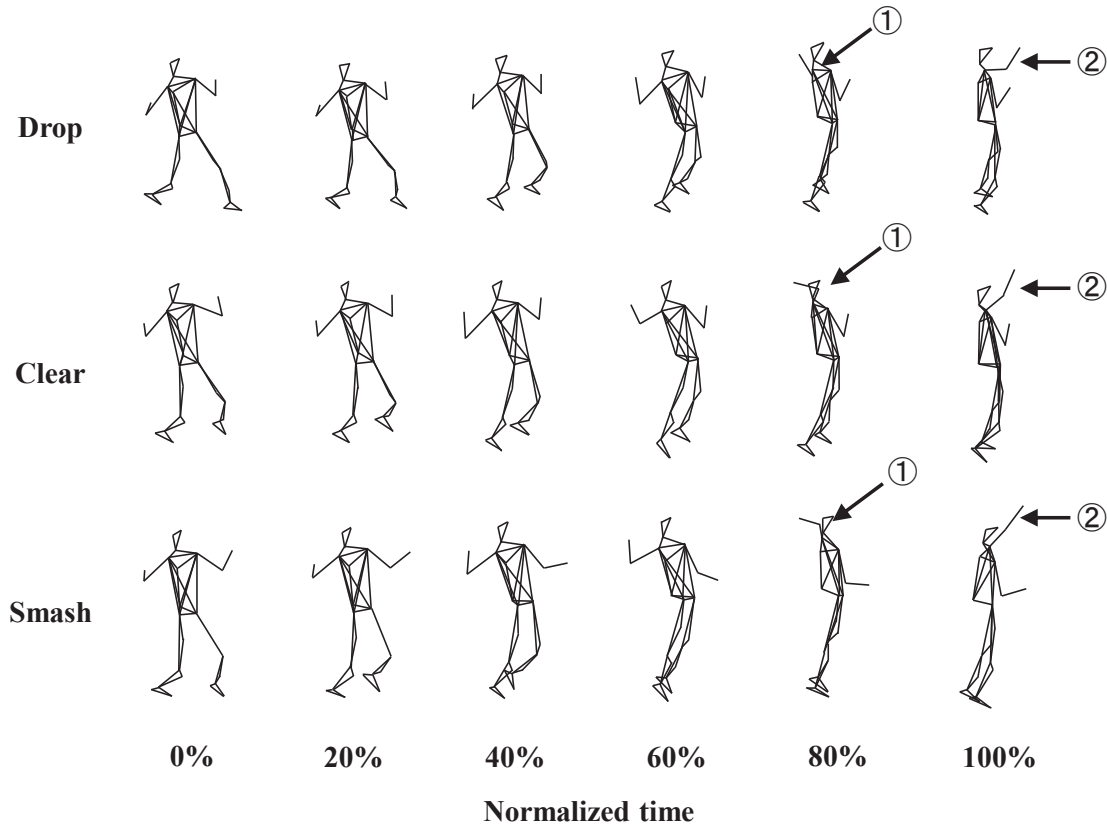


Fig. 9 Comparisons of Stick-pictures

クリアよりも有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ ).

代表的な被験者のスティックピクチャを Fig. 9 に示した. 0%から60%までは各ストロークに顕著な差はみられなかったものの, 80%においてクリアおよびスマッシュは肘関節が顔の側方にあり, 手関節が後方に位置しているのに対し, ドロップは肘関節が肩の側方に位置し, その上方に手関節があるといったような動作様式の違いがみられた (①の矢印). またインパクト時の肘関節の位置もドロップはクリアおよびスマッシュよりも低い位置にあることがみられた (②の矢印).

#### IV. 考 察

##### 1. 肩および肘関節角度の変化

バドミントン競技では, 前後左右方向に緩急のある速度でシャトルコックが飛んでくる. それらを返球するためには, 落下地点を瞬間的に判断し, より早く動き始めなければならない. 特にスマッシュショットの速さは時速300km以上あり, シャトルコックが打ち放たれてから返球するまでの時間は極めて短い. 従って, 飛んでくるシャトルコックを見てからラケットを

動かしても返球することが難しい場合がある. スマッシュショットを返球するためには, 相手のフォームから得られる情報を基に, どこにシャトルコックが飛んでくるかを予測することが重要となる (Abernethy and Zawi, 2007). 先行研究において, 競技スキルの熟練度が高い選手ほど予測能力が優れていることが報告されている (Ward et al., 2002; Ward and Williams, 2003). しかし, 予測は潜在記憶を基に行われることから (Masters, 1992), 相手の身体のどの部分を見て判断しているのかについては不明瞭である. この予測に関わる情報を理解するためには, ストローク時の身体運動の変化を明らかにする必要がある. そこで本研究では, スマッシュ, クリアおよびドロップ動作における身体の部分的な動きの違いについて検討した. その結果, ラケット腕および非ラケット腕側の肩関節外転角度, 非ラケット腕側の肩関節水平屈曲角度においてはインパクト付近に有意差が認められ, ラケット腕側の水平屈曲角度, 肘関節角度においては動作局面の中期からインパクトにかけて有意差が認められた. このことから相手がどのようなショットを打ち放つのかを早期に判断するためには, スマッシュは肩関節水平屈曲角度, ドロップは肘関節角度が有効である可能性があ

ると推察された。一方、クリアはスマッシュとドロップのそれぞれに類似した動作特性を示すことから早期に予測することが難しいストロークであると考えられた。

ラケット腕側の肩関節水平屈曲角度において、スマッシュとクリアおよびドロップ間に有意差が認められた。バドミントン競技では攻撃の中心としてスマッシュが多用され、より速いスマッシュショットを打つことは試合展開を有利に進める上で重要になる(湯ほか, 1993; 湯と阿江, 1994)。速いスマッシュショットを打つためにはラケットの加速距離を長くしたスイング動作を行うことが重要であり、さらに筋の特性を活かしたストレッチ・ショートニング・サイクル(SSC)運動によるスイング動作を行うこともラケット速度を向上させるためには有効である(升, 2016)。本研究の結果から、スマッシュは動作局面の中期から後期にかけてラケット腕側の肩関節水平屈曲角度が小さくした動作を行うことにより大胸筋を伸張させ、インパクト時に非ラケット腕を体の内側(肩関節水平屈曲角度を増加させる)に動かすことにより大胸筋を収縮させる動作様式が行われていると推察される。この大胸筋のSSC運動をより活用している動作様式はスマッシュにおいて顕著に示され、比較的クリアやドロップとの違いが見分けやすいと考えられた。

## 2. 手関節の移動軌跡の特徴

手関節の移動軌跡について、側面(X-Z面)ではドロップが最も内側を移動し、正面(Y-Z面)では動作開始からY軸のプラス方向に移動する局面においてドロップが外側を通過した。上級者および下級者バドミントン選手のスマッシュ及びドロップ動作について検討した報告によると(升ほか, 2012)、テイクバック時に肩関節を水平位に伸展させることにより、手関節の移動範囲を増加させることができる。手関節の移動範囲を長くすることはラケットヘッドの加速距離の増加に結びつき、より速いスマッシュショットを放つことができ、ドロップではスマッシュに類似された動作様式を行うことができると考えられている。また、本研究におけるインパクト時の手関節の位置はZ座標において有意差が認められ、ドロップが最も低い値を示した。さらに、インパクト時の肩関節外転角度においてもドロップはクリアやスマッシュよりも有意に低い値を示したことから、ドロップ動作はインパクト時に肩関節外転角度が低下することにより、手関節の位置が低くなりやすい動作特性であることが示された。特に

肩関節外転角度は、90degに近い方が肩関節運動の安定性に関与する三角筋の活動が高くなりやすく、安定したスイング動作が行えると考えられ、正確性を高める効果が得られる(升ほか, 2010)。一方、肩関節外転角度が大きい動作様式は打点が高くなり、より下方向に鋭角な軌道のショットを打ち放ちやすくなる。そして体軸からラケットヘッドまでのモーメントアームが長くなり、より大きな力が発揮されることにより、より速いスマッシュショットを打ち放つことができる。即ち、シャトルコック速度を低くし、ネット前に正確性の高いショットを放つことが優先されるドロップにおいては、肩関節外転角度を90度に保つ動作様式が行われやすい。それに対し、シャトルコック速度を速くし、下方向に鋭角な軌道のショットを放つスマッシュやコート後方に落下するように上方向にシャトルコックを打ち放つクリアにおいては、肩関節外転角度を大きくし、高い打点でシャトルコックをインパクトする動作様式が行われることが示唆された。これらの動作様式の違いは、スマッシュおよびクリアとドロップを見分ける際の判断基準の一つとして有効であると考えられた。

## 3. 各ストロークの動作特性および指導法

上述より、ラケットが背面を通りインパクトに向かう60%以降から各ストローク間に差が生じやすく、スマッシュは肩関節水平屈曲角度、ドロップは肘関節角度に有意差が認められることが示された。これらの早期に差が生じやすい部分の動きに着目することにより相手が打ち放つショットが何かを早期に判断することができる可能性がある。また、インパクト時において、ドロップは肩関節外転角度が小さく、手関節の位置が低い動作様式が行われやすく、スマッシュでは肩関節水平屈曲角度が小さい動作様式が行われることが示唆された。これらの差が生じた部分に着目することにより、相手がどのようなストロークを行なうのかを判断しやすくなると考えられた。また、本研究におけるバドミントンのクリア、ドロップおよびスマッシュ動作時間は約0.3~0.4秒であり、短時間の動作情報を基にシャトルコックの軌道を予測しなければならない。バドミントンのストロークにおけるインパクト前後の動作を呈示し、シャトルコックの軌道を予測する実験を行なった報告によると、インパクトの0.167秒前からのラケットおよび上肢動作様式の情報が予測する上で有益であり、未熟練者よりも熟練者の方が予測の誤差率が低いことが示されている(Abernethy and

Russell, 1987). 本研究の試技において、インパクト前の0.167秒はラケットが背面を通る局面であり、優れた認知能力を有する選手は早期の動作情報を基に打ち放たれるシャトルコックの軌道を予測することができる可能性があると推察された。一方、相手のフォームから打ち放たれるシャトルコック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 (Masters, 1992)。特に、本研究ではクリア、ドロップおよびスマッシュ動作に着目して検討しているものの、シャトルコックの側面を切るように打ち放つカットショット、スタンディングとジャンピングの体勢の違い、ストレート方向とクロス方向の違いなど、実際の試合場面では多様な動作が行われる。従って、今後の課題として様々な条件下での動作特性に関する情報を得ることが予測能力に関する研究を進展させていく上で必要になる。また、本研究の結果において、クリアは動作様式の違いから判断することが難しいストロークであることが示された。バドミントンの試合では相手が何を打つのかを常に予測し、なおかつ予測とは違う部分にシャトルコックが飛んできた際にも返球できるようにしなければならない。例えば、ドロップが飛んでくると予測し、実際に予測通りの展開になった場合はより早く動き出し、ネットの高い位置でシャトルコックを返球することができる (より攻撃性の高いショットが打てる)。一方、予測に反してクリアが飛んできた場合は動き出しが遅れることから攻撃性の高い返球 (例えばスマッシュ) を行うことが難しくなる。この場合、自身の態勢を整えるためにクリアで返球し、次のラリー展開に備えるための時間を長くする。このように予測通りであれば攻撃性の高いショットで返球し、予測に反した場合は次の展開に備えて態勢を整えるための返球を行う (Macquet, 2007)。従って、オーバーヘッドストロークにおいて、相手の手の位置が低くなった場合にはドロップを予測し、肩関節水平屈曲角度が小さい場合はスマッシュを予測し、クリアの場合は次のラリー展開に備えるための返球を行うといったように、より攻撃性の高い返球ができるようにラリー展開の中で狙いを定めていくことが試合で勝つためには重要になる。本研究においてスマッシュおよびドロップを見分ける動作情報に関する知見を得られたことは、競技力向上を目的とした指導する上で有益な資料になりうると考えられた。

## V. まとめ

本研究では、日本トップレベルの大学バドミントン選手7名を対象にそれぞれのスマッシュ、クリアおよびドロップ動作を3次元動作分析した。その結果、以下のような知見が得られた。

インパクト時のラケット腕側の肩関節外転角度に有意差が認められ ( $p < 0.05$ )、スマッシュおよびクリアよりもドロップの方が低い値を示した。ラケット腕側の肩関節水平屈曲角度について、ラケットが背面を通りインパクトに向かう局面において有意差が認められ ( $p < 0.05$ )、スマッシュがドロップおよびクリアよりも低い値を示した。肘関節角度についてもラケットが背面を通りインパクトするまでの局面に有意差が認められ ( $p < 0.05$ )、スマッシュおよびクリアは類似した変化であるものの、ドロップは動作開始からインパクトまで緩やかに増加していく変化を示した。

これらのことから、オーバーヘッドストロークにおいて、手の位置が低くなった場合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唆された。

## 謝辞

本研究は、2016年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

- Abernethy, B., Russell, D. G. (1987) Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9: 326-345.
- Abernethy, B. (1990) Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19: 63-77.
- Abernethy, B., and Zawi, K. (2007) Pickup of essential kinematics underpins expert perception of movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 39(5): 353-367.
- Farrow, D., and Abernethy, B. (2002) Can anticipatory skills be learned through implicit video-based perceptual training? *Journal of Sports Sciences*, 20: 471-485.
- Jackson, R. C., and Mogan, P. (2007) Advance visual information, awareness, and anticipation skill. *Journal of Motor Behavior*, 39: 341-351.
- Kellman, P. J., and Garrigan, P. (2009) Perceptual learning and human expertise. *Physics of Life Reviews*, 6: 53-84.
- 兒嶋 昇・升佑二郎・上村孝司 (2014) 日本トップレベルの大学バドミントン選手におけるオーバーヘッドストロークの筋活動. *法政大学スポーツ健康学研究*, 5: 33-40.
- Macquet, A. C., and Fleurance, P. (2007) Naturalistic decision-

- making in expert badminton players. *Ergonomics*, 50(9): 1433-1450.
- Masters, R. S. W. (1992) 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.
- 升佑二郎・田中重陽・熊川大介・角田直也 (2010) 日本トップレベルの大学生と高校生バドミントン選手におけるスマッシュ動作の運動学的考察—ラケットヘッドの移動軌跡及び肩関節運動に着目して. *トレーニング科学*, 22(3): 257-268.
- 升佑二郎・田中重陽・角田直也 (2012) 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.
- 升佑二郎 (2016) バドミントン競技におけるオーバーヘッドストロークの指導理論. *健康科学大学紀要*, 12: 43-53.
- 湯海鵬・阿部一佳・加藤幸司 (1993) バドミントンのスマッシュ動作の3次元動作解析—前腕と手関節の動きを中心に. *体育学研究*, 38: 291-298.
- 湯海鵬・阿江通良 (1994) バドミントンのスマッシュ動作の3次元動作解析—腕とラケットの速度を中心に. *バイオメカニズム学会誌*, 18(3): 164-172.
- Ward, P., Williams, A. M., and Bennett, S. J. (2002) Visual search and biological motion perception in tennis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(1): 107-112.
- Ward, P., and Williams, A. M. (2003) Perceptual and cognitive skill development in soccer : The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 25: 93-111.

平成28年10月19日受付

平成29年3月8日受理