

バスケットボール競技のドライブ動作時のステップの違いが 運動パフォーマンスに及ぼす影響

山本敬三, 畷中智志
北翔大学生涯スポーツ学部

キーワード: 反応時間, 移動速度, ドライブ方向, open ステップ, cross ステップ

【要旨】

本研究では、バスケットボールのドライブ動作の踏み出し動作およびドライブ方向の違いが運動パフォーマンスに及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。ここでは、左右ドライブ方向と、2つのステップ条件(openとcross)の4条件のドライブ動作を分析し、条件間の計測項目の違いを調査した。大学男子バスケットボール選手10名を対象とした。動作計測では、対象者の前方にディフェンダーに見立てたポールを配置し、対象者にはこのポールをかわしてドライブ動作をするよう指示した。光学式3次元動作分析装置と床反力計を用いて、動作を分析した。運動パフォーマンスは、反応時間、移動速度、軸脚で発揮される推進力および体幹回旋角度のパラメータで評価した。本研究より、以下の知見を得た。ドライブ動作時のステップ動作の違いによって反応時間に有意差は認められない。openステップに比べ、crossステップの方が大きな推進力を発揮できるため、ポールの横をすり抜ける際の移動速度が有意に大きくなる。ステップ動作の違いは体幹回旋角度に影響を及ぼし、crossステップよりもopenステップの方が、回旋角度が大きかった。

スポーツパフォーマンス研究, 13, 562-571, 2021年, 受付日: 2021年5月6日, 受理日: 2021年9月24日

責任著者: 山本敬三, 069-8511 江別市文京台23 北翔大学

kyamamoto@hokusho-u.ac.jp

Effects of different steps when driving forward on athletic performance in basketball

Keizo Yamamoto, Satoshi Unenaka
Hokusho University

Key words: reaction time, movement speed, direction of forward drive,
open step, cross step

【Abstract】

The present study examined effects on basketball players' performance of

differences in stepping movements and the direction of a player's drive, under a total of four conditions: driving to the left or right combined with stepping with open steps or cross steps. The participants were ten male university basketball players. A pole resembling a defender was placed in front of a participant, and the participant was instructed to dodge the defender (the pole) and drive forward, either to the left or to the right. An optical 3D motion analyzer and force plates measuring the force on the floor were used to analyze the participants' movements. The participants' performance was evaluated from their reaction time, the speed of their movements, the driving force of their axial leg, and the angle of rotation of their body. The results were as follows: (a) no significant difference was found in reaction time between the two types of stepping movements when the participants were driving forward, (b) cross steps were associated with significantly faster movement when the participants were passing by the side of the pole, perhaps because cross steps provide a greater propulsive force than open steps, (c) differences between the two stepping movements affected the angle of rotation of the body, and (d) the angle of rotation was greater when the participants used open steps than when they used cross steps.

I. 緒言

バスケットボールは、攻撃側(オフェンス)と防御側(ディフェンス)の2つのチームが一定の競技時間内で得点を争うゴール型のボールゲームである(日本バスケットボール協会, 2019, pp. 42-43). 攻撃側の目的は、相手チームのゴール(バスケット)に得点することであり、相手のバスケットに攻めるために攻撃型の基礎的プレーである「破って」→「ついて」→「シュート」というプロセスが求められる(吉井, 1994). 防御を破るための方略にはボールを動かすことが求められるが、バスケットボールのルール上、ボールを保持したまま3歩以上移動ができないため、手段としてパスおよびドリブルが用いられる. ゲーム中の攻撃パターンの中でドリブルを用いた系統の攻撃パターンの出現率は32%と高い割合であると報告されており(泉ほか, 2002), 攻撃の局面でもボール保持の状態からドリブルで攻撃を仕掛ける1対1は防御を破る有効な手段と考えられる.

1対1の局面にて攻撃側がドリブルを用いてディフェンス陣の一角を突破するプレーは「ドライブ」と呼ばれ、このドライブプレーによって「より確率の高いシュートを打つ機会をつくる」「部分的なアウトナンバー(防御側よりも攻撃側の人数が多い状態)をつくる」「ディフェンスを収縮させ、味方をオープンにする」という利点が生み出される(長門・内山, 2005). ドライブ動作では、攻撃側の踏み出した足とゴールを結ぶ線より外に防御者の引き下げた足があるときは「抜けていない」状態とされる(吉井, 1994). そのため、攻撃側は最重要歩数である第1歩目(土肥・内山, 2017)をいかに素早く踏み出せるかがドライブプレー成功の要因の一つである.

ドライブ動作の第1歩目には、進む方向と同じ側の足を出して相手を抜くオンサイドステップ(openステップ)と進む方向と逆側の足を出して相手を抜くクロスステップ(crossステップ)の2種類(日本バスケットボール協会, 2013, pp.16-17)があり、相手の左右どちらを抜くか(右ドライブ, 左ドライブ)の選択肢を合わせた4パターンが存在する. ドライブ動作における先行研究を調査すると、ドライブを得意とする群と不得意な群に分けてオンサイドステップとクロスステップの1~3歩目の分析を行った研究報告がある(土肥・内山, 2017). 土肥・内山(2017)では、上記4パターンのうち、右ドライブのopenステップと左ドライブのcrossステップの2動作パターンを比較している. その結果、ドライブの得意な選手の動作特徴として、1) 右ドライブopenステップでは1歩目のスタンスが大きいこと、2) 進行方向に対して身体を正対させていること、および3) ボールを大きく進行方向へ突き出していることが挙げられている. また、Park・Yoon(2018)の報告では、右ドライブ動作に限定して、ストップステップ後のドライブイン初期ステップが技術的要因に与える影響を調査し、crossステップでは、openステップに比べて、ステップ後の重心移動速度が大きいことを示している.

実際の競技場面では、選手は状況(ディフェンスやオフェンスの位置や動き等)に応じてドライブ動作(左右ドライブ, open/crossステップ)を選択しなければならない. しかしながら、4パターンのドライブ動作の違いが運動パフォーマンスに及ぼす影響については検討がなされていない. 本研究では運動パフォーマンスとして、反応時間や移動速度、推進力の発揮およびディフェンスを抜く際の体幹姿勢に着目した. その理由として、著者らは、ドライブ動作はディフェンス陣の一角を突破するプレーであることから、選手は動作を俊敏に行い、高速移動しながらも、ディフェンスを抜いた後のプレーの自由度(視界や体勢の変化、パスの方向など)を失わない姿勢が重要であると考えたためである. 上記の4パターンの動作の差異を把握することは、指導者や選手にとっては有益な情報になると考えられる.

そこで本研究の目的は、バスケットボールのドライブ動作の踏み出し動作およびドライブ方向の違いが運動パフォーマンスに及ぼす影響について明らかにすることとした。

II. 方法

1. 対象

大学のバスケットボール部に所属している男子選手 10 名(身長:174.8±6.0cm, 体重:74.9±9.3kg, 年齢:20.1±1.3 歳, 競技歴:9.8±2.8 年, 利き手:右, 大学連盟 2 部に所属)を対象とした。実験に先立ち、対象者には口頭にて研究の趣旨を説明し、研究協力の同意を得た。

2. 動作課題

実験系の概略を Fig.1 に示す。対象者の前方に高さ 1.65m のポールを設置した。このポールを相手ディフェンダーに見立てて、対象者はポールをかわしやすい位置(スタートポジション)に立つように指示し、ボールを把持させた。ポールの高さについては、ディフェンダーが身体をかがめた際の背の高さを想定した。計測者は、対象者に 4 パターンの動作のうち 1 つを予め指定し、対象者の動作準備が整ったことを確認した後に、ビープ音による音刺激によってスタート合図を提示し、合図後、すぐにポールをかわしてドライブ動作を行うよう対象者に指示した。本研究では、対象者にとって、動作開始タイミングは意図せず現れることを想定するため音刺激によるスタート合図を提示した。これは、実際の競技場面において、動作開始タイミングがオフェンス選手の意図通りにならない状況を想定した。

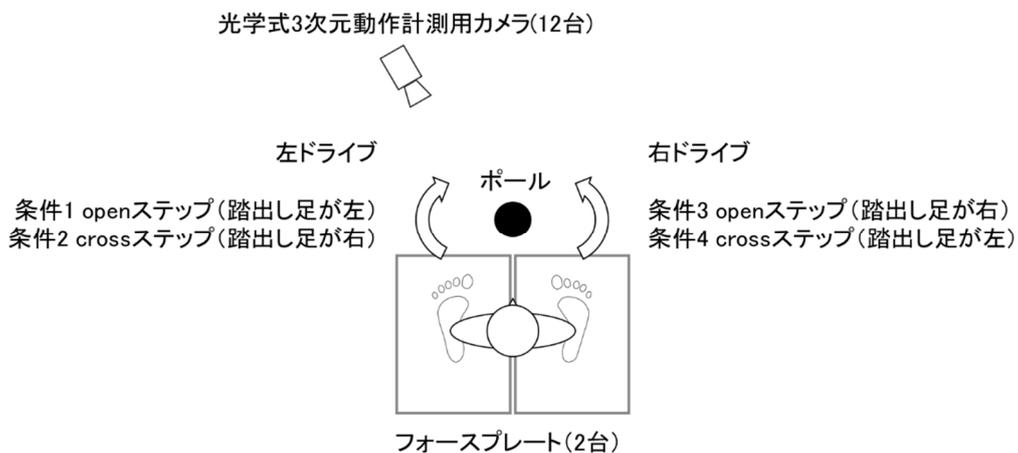


Fig. 1 実験系の概略とドライブ動作の 4 条件

対象者にはポールを右および左からかわしてドライブ動作をするよう指示した(左右 2 条件;それぞれ右ドライブ, 左ドライブと呼ぶ)。また, 1 歩目の踏み出しを open ステップと cross ステップの 2 条件とした。全 4 条件(左右 2 条件×ステップ 2 条件)のドライブ動作をそれぞれ 5 試技課し, 1 人につき 20 回のドライブ動作をランダムに実施し, 全 200 試技の動作データを得た。

3. 計測

データ収集には、光学式三次元動作分析装置(MAC3D System, MotionAnalysis 社製)と2台の床反力計(BP6001200, AMTI 社製)を用いた。計測エリアを取り囲むように赤外線カメラ(Raptor-E)を12台設置し、サンプリング周波数を200Hzに設定した。対象者には、スタートポジションで2台の床反力計の上に左右それぞれの足を置いて立つよう指示した。床反力計のサンプリング周波数は1000Hzとした。赤外線反射マーカ(直径12.5mm)を対象者の身体各部34箇所とボールのトップとボトムの3箇所の計37箇所に貼付した。マーカの貼付位置は、ヘレンヘイズマーカセット(Kadaba et al., 1990)をベースとし、左右の上後腸骨棘(PSIS)に追加マーカを貼付した。

4. 信号処理

全ての計測データを分析対象とした。計測データの分析においては三次元動作分析ソフトウェア Visual3D(C-Motion 社製)を用いた。モーションキャプチャシステムによって得られた反射マーカの位置座標データは、ローパスフィルタ(4次の Butterworth 型フィルタ, cut-off周波数6Hz, 時間位相補正あり)によって平滑化された。また、床反力データについては、ローパスフィルタ(4次の Butterworth 型フィルタ, cut-off周波数18Hz, 時間位相補正あり)によって平滑化された。それぞれの cut-off周波数は、残差分析より求めた(Winter DA, 1990)。

5. 分析

実験室座標系として、進行方向を Y_{lab} 軸、鉛直上方を Z_{lab} 軸、 Y_{lab} 軸と Z_{lab} 軸の外積から求めたベクトルを X_{lab} 軸(右方向+)とした。反射マーカの座標データをもとに身体の剛体リンクモデルを作成した。身体を14セグメント(頭部, 体幹部, 上腕部, 前腕+手部, 骨盤部, 大腿部, 下腿部, 足部)に分割し、それぞれのセグメントに貼付したマーカから各セグメントの局所座標系を求めた。また、各セグメントには、身体部分慣性質量(Winter DA, 1990)および慣性モーメントの情報を与えた。各セグメントの質量から身体の合成重心の3次元座標を算出した。各動作条件における計測結果例の動画を Video 1~4 に示す。[video 1](#)は左ドライブ cross ステップ、[video 2](#)は左ドライブ open ステップ、[video 3](#)は右ドライブ cross ステップ、および[video 4](#)は右ドライブ open ステップの計測結果の一例である。ただし、ボールにはマーカが貼付されなかったため、動画にはボールは表示されていない。それぞれの動画データで、対象者の前方にボールが置かれており、このボールの色が赤から緑に変わった時が、計測者によって音刺激が提示された時点を示す。

ドライブ動作はディフェンス陣の一角を突破するプレーであることから、意図せず現れる動作タイミングに瞬時に反応でき、突破の際には、より高速に移動しながらも、ディフェンスを抜いた後にもプレーの自由度を失わないことが重要と考えた。そこで、本研究ではドライブ動作を評価する観点として、反応時間、ディフェンスを抜く際の移動速度、軸脚で発揮される推進力およびディフェンスを抜く際の体幹姿勢に着目した。体幹姿勢については、回旋角度が大きくなることによって、ディフェンスを抜いた後のプレーの自由度が低くなると考え計測項目に加えた。

動作データから、次の4つを計測項目とした。1) 反応時間(Reaction time): 音刺激から対象者がボールの真横を通過するまでの時間。通過時点(以下, Passing 時)の定義は、身体重心位置の Y 座標

(進行方向成分の座標)がボールの Y 座標を超える時点とした。これにより、反応の速さを評価する。2) Passing 時における身体重心の水平面内の移動速度(V_{pass})。重心速度を重心位置の時間微分から算出し、水平成分速度(X_{lab} 成分と Y_{lab} 成分の合成速度)の大きさを V_{pass} とした。これにより、ディフェンスを抜く際の移動速度を評価する。3) 音刺激から Passing 時までの時間範囲における軸足に作用する床反力水平成分(X_{lab} 成分と Y_{lab} 成分の合成床反力)の最大値(体重比, GRF_{XY})。これにより、軸脚で発揮される推進力の大きさを評価する。4) 回旋角度は、体幹セグメントの局所座標系と実験室座標系とのなすオイラー角を求め、Passing 時の体幹セグメントの長軸まわりの回転角度と定義した(θ_{trunk})。右ドライブでは時計まわりの回転を正、左ドライブでは反時計まわりの回転を正とした(Fig. 2)。この計測値は、進行方向(Y_{lab} 軸)に対する体幹回旋の向きを表しており、この値からディフェンスを抜く際の体幹の姿勢を評価する。

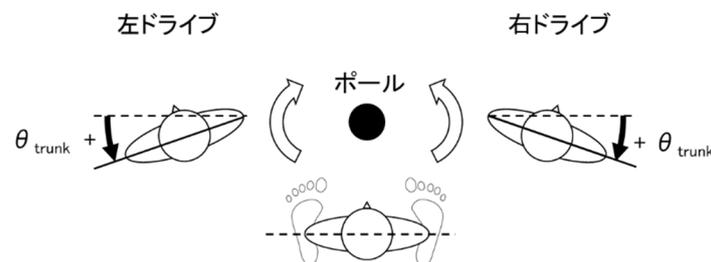


Fig. 2 体幹セグメントの回旋角度の定義. Passing 時の体幹セグメントの進行方向に対する体幹長軸まわりの回旋角度. 右ドライブでは時計まわりの回転を正、左ドライブでは反時計まわりの回転を正とした。

また、動作中の身体重心の軌跡を観察するために、各条件におけるスタートポジション時から Passing 時までの重心位置座標をボールの位置座標に対する相対座標を算出した。

6. 統計処理

4 条件の動作ごとに得られた計測項目(反応時間, V_{pass} , GRF_Y および θ_{trunk})とスタートポジション時の重心位置座標の平均値と標準偏差を求めた($n=50$)。次に、条件間の比較では、二元配置分散分析(two-way ANOVA)を用いた。分散分析で有意差が認められた場合は、シェッフエの多重比較検定を行った。

III. 結果

各動作条件における水平面内の重心移動を平均した軌跡を Fig.3 に示す。ここでは、ボール位置を原点とし、これに相対的な重心軌跡の平均値を求めた。動作開始から対象者がボールの横をすり抜けるまでの軌跡を示す。各条件におけるスタートポジションでの水平面の重心位置座標(x, y)は、左ドライブ open ステップで(-0.22 ± 0.04 m, -0.63 ± 0.14 m), 右ドライブ open ステップで(0.21 ± 0.04 m, -0.62 ± 0.14 m), 左ステップ cross ステップで(-0.21 ± 0.05 m, -0.67 ± 0.14 m)および右ドライブ cross ステップで(0.19 ± 0.05 m, -0.64 ± 0.13 m)であった。この図から open ステップの重心軌跡は、動作初期に一旦ボールへ近づく方向へ移動する様子が観察された。一方で、cross ステップでは、ボールから離れる方向に移動していた。

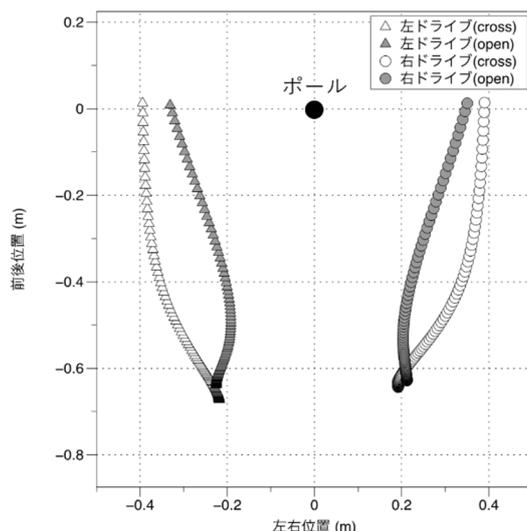


Fig.3 各動作条件における重心軌跡の平均. ポール位置を原点とし, これに相対的な重心軌跡の平均を求めたもの (n=50). 動作開始から対象者がボールの横をすり抜けるまでの軌跡を示す.

それぞれの計測項目における条件間の平均と標準偏差を Fig.4 に示す. 反応時間(Reaction time)には条件間の有意差は認められなかった(Fig.4A). V_{pass} と GRF_{XY} では, open ステップに比べて cross ステップの方が有意に高い値を示し, 交互作用は認められなかった(Fig.4B・C, $p < 0.01$). Passing 時の体幹セグメントの進行方向に対する回旋角度 (θ_{trunk})を Fig. 4D に示す. 回旋角度定義は, Fig.2 に示す通りであり, 平均的に左ドライブ動作では反時計回りに, 右ドライブ動作では時計回りに体幹回旋を行っていた. θ_{trunk} では, cross ステップに比べて open ステップの方が有意に高い値を示し($p < 0.01$), 交互作用は認められなかった(Fig.4D).

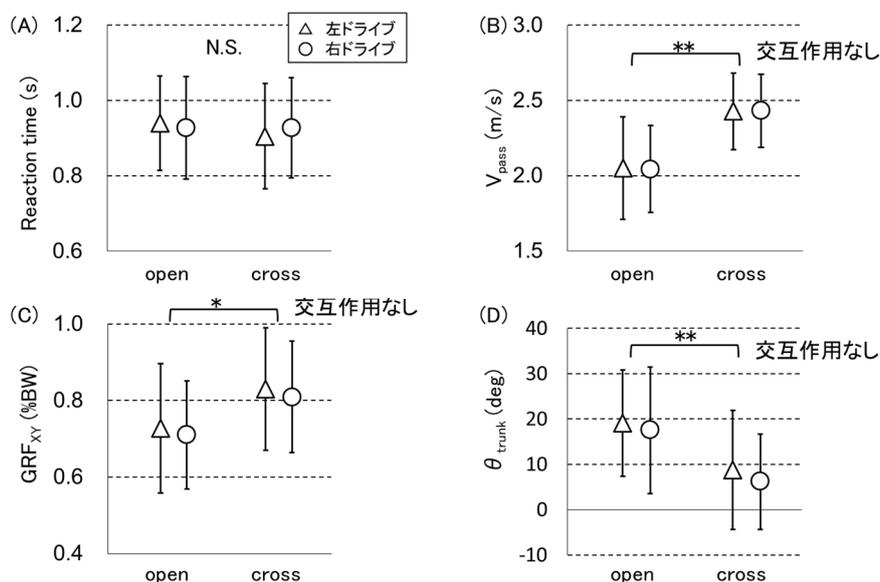


Fig. 4 各計測項目における条件間の平均と標準偏差.
 (A)反応時間(Reaction time), (B) Passing 時における身体重心の水平面内での速さ(V_{pass}), (C) 音刺激から Passing 時までの時間範囲における床反力進行方向成分の最大値(体重比, GRF_{XY}), (D)Passing 時の体幹セグメントの進行方向に対する回旋角度 (θ_{trunk}). ○と△はそれぞれ右ドライブと左ドライブの平均値, エラーバーは標準偏差を示す. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

IV. 考察

踏み出し足条件の違いによって、Passing 時における身体重心の速度(V_{pass})には、有意差が認められた(Fig.4B)。左右ドライブともに open ステップよりも cross ステップの方が、 V_{pass} が大きく、cross ステップのドライブ動作は、open ステップよりも移動速度が大きくなることが示唆された。先行研究においても cross ステップ動作は、open ステップに比べて、ステップ後の重心の移動速度が有意に高いことが示されている(Park・Yoon, 2018)。また、軸足に作用する床反力の進行方向成分の最大値(GRF_{XY})についても、open ステップよりも cross ステップの方が有意に大きいという結果が得られた(Fig.4C)。この結果から、open ステップと比較して、cross ステップは軸脚で推進力を得やすい動作であることを示唆している。このことが、cross ステップにおいて、重心移動速度を高めることができた一因子と考えられた。

一方で、反応時間では、いずれの条件間でも有意差は認められず(Fig.4A)、ドライブ方向やステップ条件によって、時間的な優位性は獲得できないことを示唆している。反応時間に寄与する項目として、スタートポジション時の身体重心とボール間の距離や、踏み出し第一歩目のステップ長などが条件間で異なる可能性も考えられ、追加分析を行った。その結果、4 条件で身体重心とボール間の距離について、大きく異なる動作条件はなかった(Fig.3)。また、4 条件でのステップ長(左 cross:0.81±0.18m, 左 open:0.85±0.17m, 右 cross:0.82±0.22m, 右 open:0.86±0.18m)を比較したところ、有意な差は認められなかった。どの条件においても同じ程度のステップ長で踏み出していることが示唆された。つまり、条件間で、対象者の初期位置や踏み出し動作が大きく異なっていたとは考えにくいと推察された。ただし、本研究では、試技毎に対象者に予めドライブ方向とステップ条件を指定していたため、実際のプレー中のように状況に合わせてドライブ方向やステップ条件を選択する場合には、動作によって反応時間に差が発生することも考えられ、今後は実験デザインを再考する必要があると考えられた。

次に、体幹回旋角度(θ_{trunk})に関して、左右いずれのドライブ方向においても、平均的に対象者はボールに背を向ける方向に体幹を回旋させていた。この動作は、いわゆる「内側に肩を入れる」(土肥・内山, 2017)と呼ばれる。なお、上記の論文における肩の角度の定義は、本研究における体幹回旋角度とほぼ同義になる。本研究結果からは、open ステップの方が、Passing 時の体幹回旋角度が有意に大きかったことから(Fig.4D)、open ステップでは、ディフェンダーを抜く際に上半身が大きく捻られた姿勢になっていることを示している。Passing 時の姿勢の計測例を Fig.5 に示す。この図では、右ドライブの open ステップ(Fig.5A)と cross ステップ(Fig.5B)の姿勢を前額面から観察している。この図から open ステップで、cross ステップよりも体幹回旋角度が大きかった理由として、左脚(左ドライブでは右脚)の位置が考えられた。つまり、cross ステップでは、ボールとディフェンダーに見立てたボールの間に左脚があるため、対象者は、ディフェンダーにボールを触られにくいイメージを持ち、体幹を外側方向に大きく捻る動きをしなかったと考えられた。一方で、open ステップでは、左脚が後方にあるために、対象者はディフェンダーから遠い位置にボールをキープするために、Passing 時においても体幹を捻った姿勢を維持していたのではないかと考えられた。

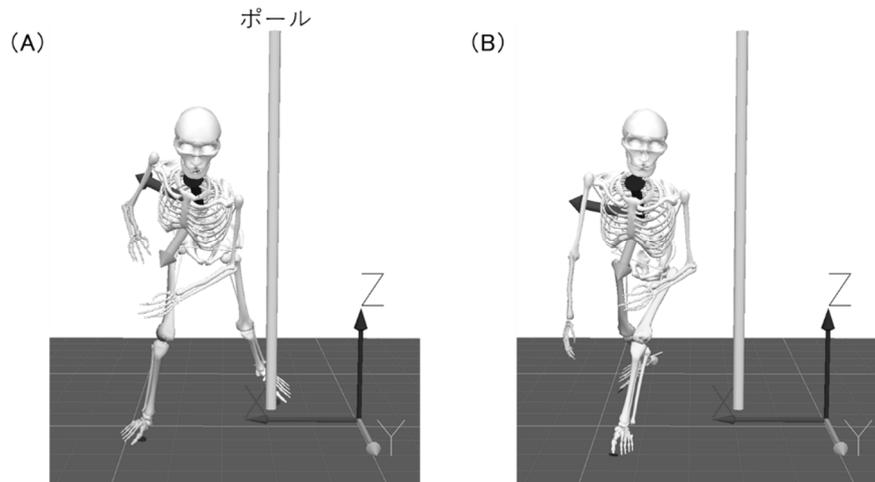


Fig. 5 右ドライブ動作の Passing 時における姿勢の計測例を示す。

(A)及び(B)はそれぞれは右ドライブの open ステップ条件と cross ステップ条件のものを示し、姿勢を前額面から観察している。体幹部に表示された座標系(3軸方向の矢印)は、体幹セグメントの局所座標系を示す。床面の座標系は、実験室座標系を示す。open ステップ(A)は、cross ステップ(B)に比べて、体幹が大きく回旋している様子が分かる。バスケットボールの位置は計測されていないため、図中に表示されていないが、身体の右側にある。

V. 今後の検討課題

本研究では4パターンのドライブ動作について検討を行ったが、より詳細で実践的場面を想定する上では、今後の検討課題が残された。まず、反応時間の規定について、本実験では予め行う動作(方向を含む)を指示していた。より実践的な課題を想定するのであれば、動作課題を直前に提示する実験デザイン(たとえばディフェンスの動きを想定してコースを塞ぐなど)が必要となる。そのような課題を設定することにより、反応時間に加えて状況判断能力の測定も可能になると考えられる。

VI. まとめ

本研究では、バスケットボールのドライブ動作の踏み出し動作およびドライブ方向の違いが運動パフォーマンスに及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。ここでは、左右ドライブ方向と、2つのステップ条件(openとcross)の4条件のドライブ動作を分析し、条件間の計測項目の違いを調査した。運動パフォーマンスは、反応時間や移動速度、推進力の発揮およびディフェンスを抜く際の体幹姿勢の4つのパラメータで評価した。本研究より、以下の知見を得た。

- 1) ドライブ動作時のステップ動作の違いによって反応時間に有意差は認められない。
- 2) open ステップに比べ、cross ステップによるドライブ動作の方が、軸脚側で大きな推進力を発揮できるため、相手ディフェンダーの横をすり抜ける際の移動速度が有意に大きくなる。
- 3) ステップ動作の違いは、相手ディフェンダーの横をすり抜ける際の体幹回旋角度に影響を及ぼし、cross ステップに比べて open ステップの方が、回旋角度が有意に大きかった。

文献

- ・土肥崇史, 内山治樹 (2017) バスケットボール競技における個人戦術行為としてのドライブ動作に関する研究—「つく」技術に着目して—, コーチング学研究, 31(1): 31-42.
- ・泉圭祐, 石川武, 清水義明, 木村和宏, 塔尾武夫 (2002) バスケットボールのルール改正における攻撃パターンの比較-2000, 2001 年全日本男子学生バスケットボール選手権の試合分析から-, 日本体育学会大会号, 53, p.526.
- ・Kadaba, M. P., Ramakrishnan, H. K., & Wootten, M. E. (1990). Measurement of lower extremity kinematics during level walking. *Journal of Orthopaedic Research*, 8(3), 383-392.
- ・皆川孝昭 (2019) バスケットボール競技におけるドリブルプレイに関する一考察—ドリブルを使用した攻撃の基礎的プレイに着目して—, バスケットボール研究, 5.
- ・長門智史, 内山治樹 (2005) バスケットボール競技におけるチームオフENSEの構築—パッシングゲームに着目して—, スポーツコーチング研究, 4(1): 17-45.
- ・日本バスケットボール協会 (2019) バスケットボール指導教本 改訂版 上巻, pp.42-43, 大修館書店.
- ・日本バスケットボール協会 (2013) JBA 公式テキスト 3 Skill Training Offense [Basic Program], pp.16-17.
- ・Park, S., & Yoon, S. (2018). The Effect of Types of Initial Drive-in Steps on Technical Factors in Basketball. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 28(3), 181-185.
- ・Winter DA. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. 3rd ed. Hoboken, NJ: John Wiley; 1990.
- ・吉井四朗 (1994) 私の信じたバスケットボール, 大修館書店. p.387.