



バスケットボール選手における サイドステップ動作の運動学的特徴

小山孟志 (スポーツ医科学研究所) 有賀誠司 (スポーツ医科学研究所)
陸川 章 (体育学部競技スポーツ学科) 長尾秀行 (東海大学大学院総合理工学研究所)
小河原慶太 (体育学部体育学科) 山田 洋 (体育学部体育学科)

The Characteristics of Kinematics about Side Step Motion in Basketball Player

Takeshi KOYAMA, Seiji ARUGA, Akira RIKUKAWA, Hideyuki NAGAO,
Keita OGAWARA and Hiroshi YAMADA



Abstract

The purpose of this study was to investigate that the relatively of defensive capability and kinematics data on basketball player to obtain knowledge for training. Subjects were 16 basketball players and eight non-basketball players. Basketball player subjects were divided into to groups, six skilled players and less-skilled players. They were repeated five times the side step of 3.6 meters. We measured trajectories of joints by using a motion capture system, and calculated COM and COM of upper body. The following results were obtained.

- 1) There was no significant different about side step speed.
- 2) Skilled group COM was maintained lower position and small up-and-down motion.
- 3) There was a little change of posture in skilled group.

Therefore, it was shown that the effectively training for improve the side step motion is to focusing on the COM height and upper body posture.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 27, 21-27, 2015)

I. 緒言

球技スポーツにおいて、アジリティが重要である。アジリティとは、状況判断をともなう方向転換動作¹⁾を指し、そのパフォーマンスを決定する要因は、「認知判断能力」と「方向転換スピード」の二つに分けられる²⁾。

バスケットボールのディフェンス局面では、オ

フェンスの方向転換動作に対して素早く反応するためには主にサイドステップ動作が用いられる³⁾。サイドステップ動作は、一歩で大きく方向転換するには有効なステップであることから、狭い範囲内で相手の動きを阻止することを目的とするディフェンス時には頻出する重要なステップであると言える。ゆえに、サイドステップ動作の改善は、ディフェンス時のパフォーマンス向上に不可欠であると考えられる。しかし、トレーニング現場に

においては、指導者によって理想とするサイドステップの姿勢や動作が異なり、指導観点についても多岐にわたっているのが現状である。日本バスケットボール協会の指導教本²⁾によると、サイドステップ動作時に「膝を曲げて低く構え、移動のときに上下に飛び跳ねたりしてはならない」ことや、「上半身は基本姿勢を保ったまま行えるようにしたい」と記されており、重心の上下幅を小さくすることや、上半身の姿勢制御の重要性が唱えられている。しかし、これらとディフェンス能力の関係性が不明確であり、合理的な姿勢や動作についての統一的な見解が得られていない。

これまで、バスケットボール選手を対象としたサイドステップ動作に関する研究は、下肢の傷害のリスクとの関係性を検証した研究^{4, 5, 6, 7)}が多く、パフォーマンスに関する研究は数少ない。Shimokochi ら⁸⁾は、サイドステップ動作の方向転換時における重心高や下肢の関節角速度を検証している。その結果、方向転換動作を向上させるには重心高を低くし、股関節伸展動作をより速く行うことが重要であると結論づけた。しかし、重心高については身体合成重心を直接算出したものではなく、骨盤重心高を身体合成重心の指標としているため結果の解釈には一考の余地が残る。さらに上半身の姿勢については考慮されていない。

そこで本研究では、バスケットボール選手を対象に、サイドステップ動作時における身体合成重心および上半身部分重心に着目して、ディフェンス能力と運動学的データの関係性を検証し、トレーニング方法に有用な知見を得ることとした。

プ動作の特徴を明らかにするために、被験者を上位群、下位群、未経験群に群分けした。

なお、バスケットボール部に所属する被験者の上位群および下位群への群分けには、大学バスケットボール部のコーチ10名に各被験者におけるディフェンス時の方向転換をとまなうサイドステップ動作の優劣に関する5段階評価のアンケートを実施し、その結果が平均値以上の者を上位群、平均値未満の者を下位群とした。全被験者および各群の身体的特徴を表1に示す。

選手およびコーチには予め実験の趣旨を十分に説明し、文書にて同意を得た。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得た上で実施されたものである。

表1 被験者の身体的特徴
Table 1 Physical characteristics of each subject

	全被験者 n=24	上位群 n=8	下位群 n=8	未経験群 n=8
年齢 [歳]	21.0 (2.4)	20.3 (1.0)	20.3 (0.9)	22.4 (3.6)
身長 [cm]	179.5 (10.4)	178.8 (6.8)	188.4 (11.0)	171.5 (4.8)
体重 [kg]	76.6 (10.6)	77.8 (4.2)	85.3 (10.3)	66.8 (6.9)

平均値 (標準偏差)

2. 試技

試技は、方向転換をとまなうサイドステップ動作とした。サイドステップをする距離は3.6mとし、その区間を5往復するものとした。動作の統制は、普段通りのサイドステップ動作を全力で行うように指示するにとどめ、姿勢などに関する統制は行わなかった。図1に試技の概略図を示す。

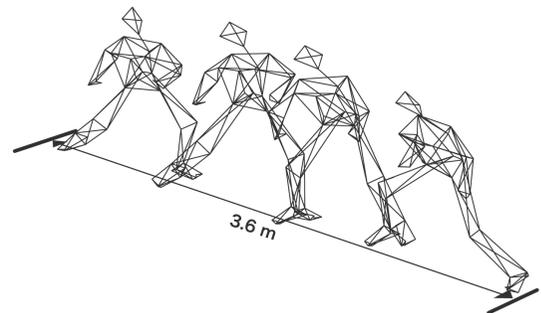


図1 試技の概略図
Fig 1 Measurement schematic representation

II. 方法

1. 被験者と群分け

被験者は大学男子バスケットボール部に所属する者16名および競技スポーツとしてのバスケットボールの経験がない体育学部生8名の計24名とした。ディフェンス能力の違いによるサイドステッ

バスケットボール選手におけるサイドステップ動作の運動学的特徴

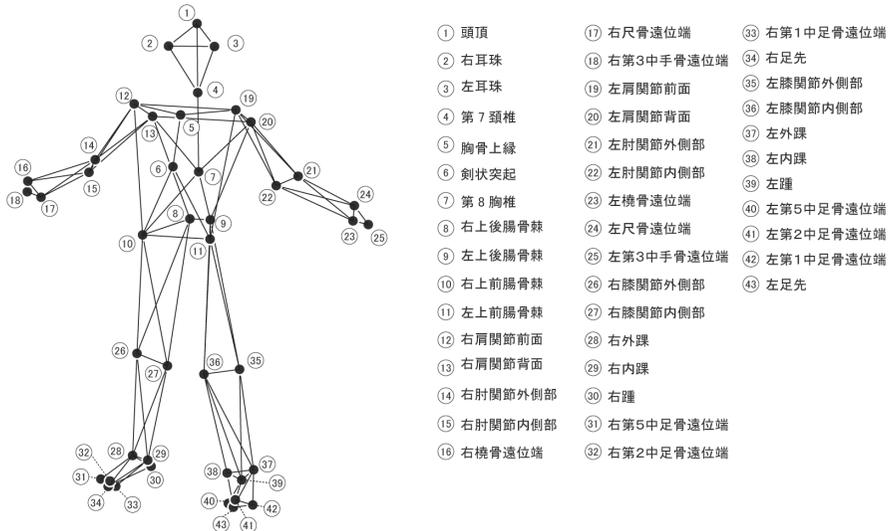


図2 計測用反射マーカ貼付位置
Fig 2 Illustration of measurement points distribution

3. 測定および解析

動作の測定の際は、被験者に動作測定用の着衣を着用させ、その上から解剖学的骨棘状点および身体末端部などの計測点に反射マーカ（15mm）を貼付した。反射マーカの貼付位置を図2に示す。

サイドステップ動作時の反射マーカの位置を光学式モーションキャプチャシステム（Mac 3 D System, Motion Analysis 社製）を用いて、記録周波数250Hz、シャッター速度1/500secで行った。解析には動作解析プログラム（Frame DIAS-V, DKH 社製）を用い、モーションキャプチャシステムで記録した計測点の位置座標から以下の所要時間および運動学的データ（図3）を算出した。

- ・方向転換時の切り返し脚のつま先が接地した時点点をスタートとし、1往復した後、再びスタート地点を接地するまでの所要時間の平均値（sec）（以下、所要時間）
- ・身長で規格化した前額面における身体合成重心高の最大値（m/height）（以下、最大重心高）
- ・身長で規格化した前額面における身体合成重心高の最小値（m/height）（以下、最小重心高）
- ・身長で規格化した前額面における身体合成重心

高の上下幅（m/height）（以下、重心上下幅）

- ・前額面における身体合成重心と上半身部分重心の相対位置の最大値（m）（以下、重心相対位置X）
- ・矢状面における身体合成重心と上半身部分重心の相対位置の最大値（m）（以下、重心相対位置Y）

なお、サイドステップ動作の分析は、5往復中の左脚による方向転換を含む2,3,4往復目を対象に行い、その平均値を各被験者の記録とした。また、身体合成重心および上半身部分重心（以下、上半身重心）は阿江ら⁹⁾の身体部分慣性係数を用いて算出した。

4. 統計解析

群間における各分析項目の平均値の比較には、1元配置分散分析を行った。なお、多重比較検定には tukey 法を用いた。統計学的有意水準は危険率5%未満とした。

Ⅲ. 結果

図4に各群における所要時間の平均値および標

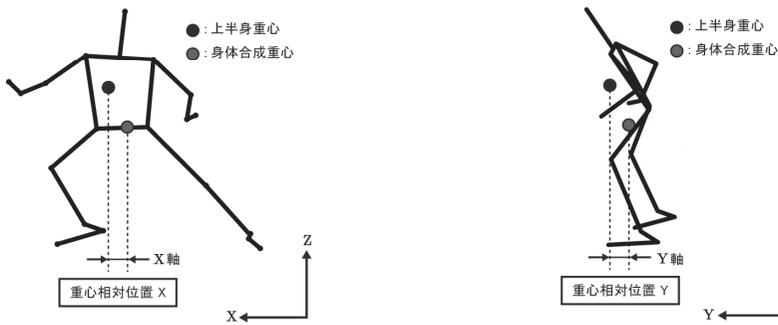
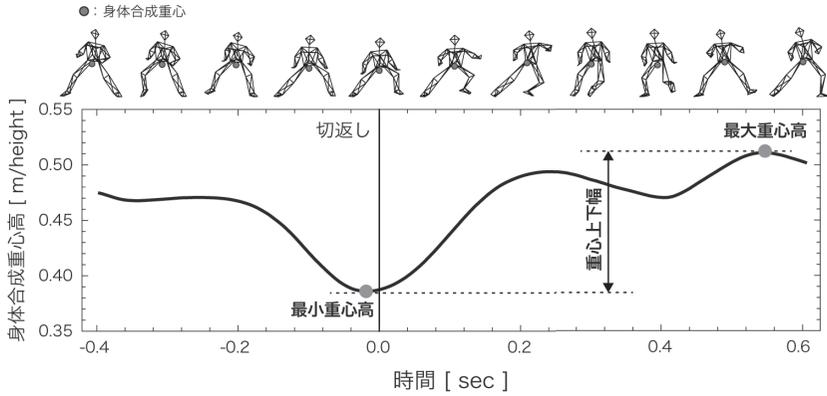


図3 運動学的データおよびその定義
Fig 3 Definition of Kinematic data.

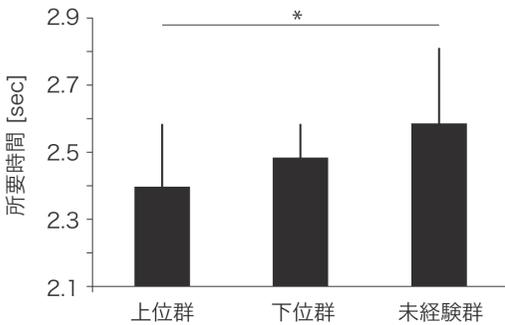


図4 所要時間の平均値
Fig 4 Average value of the time required in each group.

標準偏差を示した。上位群は $2.40 \pm 0.19\text{sec}$ 、下位群は $2.48 \pm 0.1\text{sec}$ 、未経験群は $2.59 \pm 0.22\text{sec}$ であり、上位群が未経験群よりも有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。

図5に各群における最大重心高の平均値および標準偏差を示した。上位群は $0.53 \pm 0.02\text{m/}$

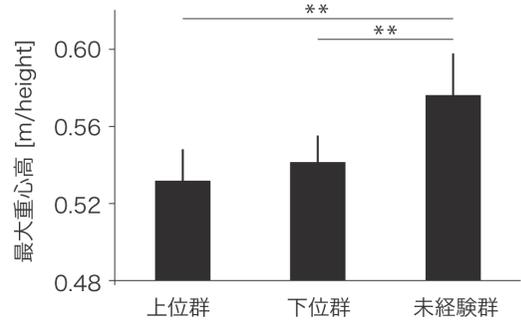


図5 最大重心高の平均値
Fig 5 Maximum height of the center of mass of the average value in each group.

height、下位群は $0.54 \pm 0.01\text{ m/height}$ 、未経験群は $0.58 \pm 0.02\text{ m/height}$ であり、上位群および下位群が未経験群よりも有意に低い値を示した ($p < 0.01$)。

図6に各群における最小重心高の平均値および標準偏差を示した。上位群は $0.41 \pm 0.02\text{ m/}$

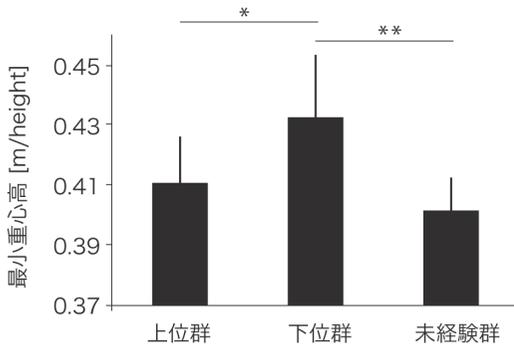


図6 最小重心高の平均値
Fig 6 Minimum height of the center of mass of the average value in each group.

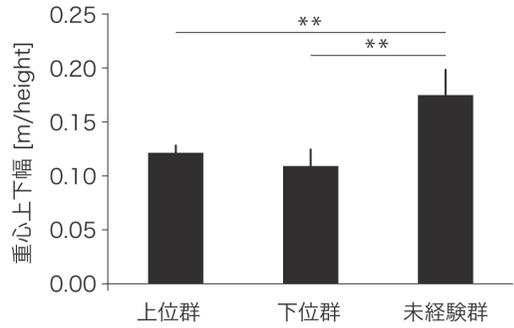


図7 重心上下幅の平均値
Fig 7 Average value of the center of mass vertical width in each group.

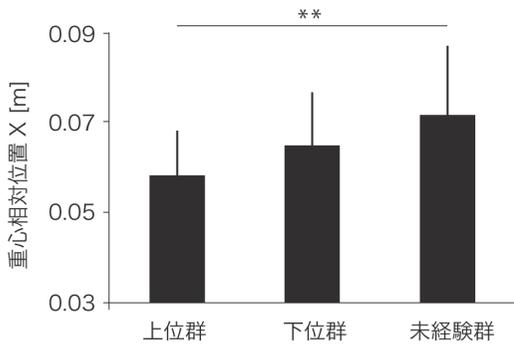


図8 重心相対位置Xの平均値
Fig 8 Average value of the center of mass relative position X in each group.

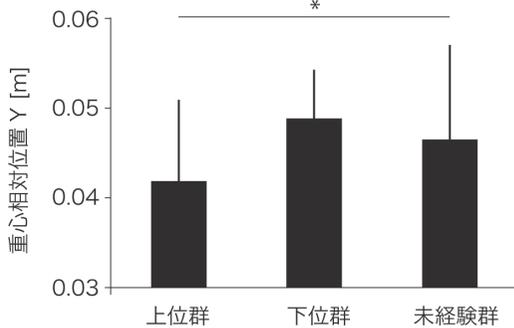


図9 重心相対位置Yの平均値
Fig 9 Average value of the center of mass relative position Y in each group.

height、下位群は 0.43 ± 0.02 m/height、未経験群は 0.40 ± 0.01 m/heightであり、上位群が下位群 ($p < 0.05$)、未経験群が下位群 ($p < 0.01$) よりも有意に低い値を示した。

図7に各群における重心上下幅の平均値および標準偏差を示した。上位群は 0.12 ± 0.01 m/height、下位群は 0.11 ± 0.02 m/height、未経験群は 0.17 ± 0.02 m/heightであり、上位群および下位群が未経験群よりも有意に低い値を示した ($p < 0.01$)。

図8に各群における重心相対位置Xの平均値および標準偏差を示した。上位群は 0.058 ± 0.010 m、下位群は 0.065 ± 0.012 m、未経験群は 0.072 ± 0.015 mであり、上位群が未経験群よりも有意に低い値を示した ($p < 0.01$)。

図9に各群における重心相対位置Yの平均値

および標準偏差を示した。上位群は 0.042 ± 0.009 m、下位群は 0.049 ± 0.005 m、未経験群は 0.046 ± 0.011 mであり、上位群が未経験群よりも有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。

IV. 考察

本研究では、バスケットボール選手を対象に、サイドステップ動作時における身体合成重心および上半身部分重心に着目して、ディフェンス能力と運動学的データの関係性を検証し、トレーニング方法に有用な知見を得ることとした。

ディフェンス時に頻出するサイドステップ動作は、アジリティ¹⁾と呼ばれ、そのパフォーマンスを決定する要因は、「認知判断能力」と「方向転

換スピード」の二つに分けられる²⁾。本研究で用いた試技は、試合中のディフェンス局面と異なり、状況判断をとまなわない単純な方向転換動作であることから、「方向転換スピード」を評価する項目に該当していると考えられる。本研究結果から、上位群と下位群の所要時間に差は認められず、上位群と未経験群に差が認められた(図4)。このことから、バスケットボール経験者においては、所要時間のみではディフェンス能力の優劣を十分に評価することは困難であると考えられる。

各群における最大重心高は、上位群および下位群が未経験群よりも有意に低い値を示した(図5)。最小重心高は、上位群および未経験群が下位群よりも有意に低い値を示し(図6)、先行研究^{1, 8)}と同様の結果となった。また、重心上下幅については、上位群および下位群が未経験群よりも有意に低い値を示した(図7)。未経験群の重心上下幅が大きくなった要因は、最大重心高が高く、最小重心高が低かったためであると考えられる。このことから、未経験者は、上下に飛び跳ねるような動きによって移動していたと推察され、その結果、移動スピードが遅くなり、所要時間が長くなった(図4)と考えられる。一方、上位群の特徴は、重心高が低く、且つ上下動が小さいことがわかった。このような特徴は、バスケットボールのディフェンス時に、視線の上下動を減少させ、相手を注視することに対し優位に働いていると考えられる。

本研究では、上半身の姿勢制御の優劣を評価する指標として、動作中の身体合成重心と上半身部分重心の相対位置の最大値を評価した(図3)。つまり、この指標が大きい程、上半身の姿勢が崩れ、素早い方向転換には不利な姿勢であると評価することとした。その結果、前額面および矢状面ともに、上位群が未経験群よりも有意に低い値を示し(図8、9)、上位群は未経験群より上半身の姿勢を保っていたと考えられる。すなわち、ディフェンス局面では、相手の動きや周囲の状況に応じて素早く反応し、方向転換をすることが重要であることから、上位群のように上半身が崩れて

いない姿勢は高いディフェンス能力に影響していると考えられる。このことは、指導教本³⁾の記述を支持する結果であった。

Perry¹⁰⁾らは、歩行中の身体を機能的にパッセンジャー(頭部、頸部、体幹、両上肢)とロコモーター(両下肢と骨盤)の2つのユニットに分けている。パッセンジャーの機能は、歩行に直接貢献するというよりはロコモーターに運ばれている部分であるため、基本的に完全な姿勢を保持しているだけで良い¹⁰⁾とされている。本研究結果から、前方への歩行動作のみならず、サイドステップ動作においても上半身の姿勢を崩さずに保持することが重要であり、ディフェンスのパフォーマンスに貢献している可能性が示唆された。

しかし、本研究の指標からは、最小重心高を除く全ての項目において上位群と下位群の間に差が認められなかった。つまり、バスケットボール経験者においては、本研究の評価方法ではディフェンス能力の優劣がつけられなかったと言える。アジリティのパフォーマンスを決定する要因の一つである「方向転換のスピード」は、テクニック、直線のスプリントスピード、脚筋群の特性、身体計測値から構成され³⁾、これらはトレーニングによって改善する余地が大きいと考えられる。このことから、本研究において着目した身体合成重心および上半身部分重心だけではなく、他の運動学的データについても着目し、ディフェンス能力との関係性について更に検討する必要があると考えられる。

V. まとめ

本研究の目的は、バスケットボール選手を対象に、ディフェンス能力と運動学的データの関係性を検討し、ディフェンス能力向上のための知見を得ることを目的とした。特に、サイドステップ動作時における身体合成重心および上半身重心に着目した。被験者は男子バスケットボール選手16名およびバスケットボール未経験者8名とした。な

おバスケットボール選手はディフェンス能力の優劣に基づいて上位群と下位群に群分けを行った。試技は3.6m 区間をサイドステップで5往復するものとし、モーションキャプチャシステムを用いて動作を記録した。分析の結果以下のことが明らかになった。

1) 上位群と下位群はサイドステップの速さに有意差は認められなかった。

2) 上位群は重心が低く、且つ上下動が少ない。

3) 上位群は、上半身の姿勢の変化が少ない。

これらのことから、サイドステップ動作改善のためには、重心高や上半身の姿勢に着目してトレーニングをすることが有効であることが示唆された。

7) McLean, S.G. Walker, K.B. van den Bogert, A.J : Effect of gender on lower extremity kinematics during rapid direction changes: an integrated analysis of three sports movements. *J Sci Med Sport*, 8 (4): 411-422, 2005

8) Shimokochi, Y, Ide, D, Kokubu, M, and Nakaoji, T : Relationships among performance of lateral cutting maneuver from lateral sliding and hip extension and abduction motions, ground reaction force, and body center of mass height. *J Strength Cond Res* 27(7): 1851-1860, 2013

9) 阿江通良 : 日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数. *J.J. Sports Sci* 15(3): 155-162.1996

10) Jacquelin Perry. Judith M. Burnfield : ベリー 歩行分析—正常歩行と異常歩行. 医歯薬出版, 原著第2版、p9, 2012

参考文献

- 1) J. M. Sheppard & W. B. Young : Agility literature review: Classifications, training and testing. *J. Sports Sci*, 24(9)919-932, 2006
- 2) W.B.Young, R.James and I.Montgomery : Is muscle power related to running speed with changes of direction? *J Sports Med Phys Fitness*,42:282-288, 2002
- 3) 日本バスケットボール協会 : バスケットボール指導教本, 大修館書店, p48, 2002
- 4) Xie, Di Urabe, Yukio Ochiai, Jyo Kobayashi, Eri Maeda, Noriaki : Sidestep cutting maneuvers in female basketball players: stop phase poses greater risk for anterior cruciate ligament injury. *The Knee*. 20, 85-89, 2013
- 5) Golden GM, Pavol MJ, Hoffman MA : Knee Joint Kinematics and Kinetics During a Lateral False-Step Maneuver. *Journal of Athletic Training*. 44(5):503-510, 2009
- 6) Cloak R, Galloway S, Wyon M : The effect of ankle bracing on peak mediolateral ground reaction force during cutting maneuvers in collegiate male basketball players. *J Strength Cond Res*. 24(9):2429-33, 2010

