

インステップキック時に適切でない足部姿勢で インパクトを行う学生の動作の特徴

～足部姿勢別にみた分析～

辻本 典央^{*1}

Motion characteristics of students who kick with an inappropriate foot posture during soccer instep kicking

- Analysis performed by type of foot posture -

Norio TSUJIMOTO^{*1}

^{*1} Faculty of Sports and Health Sciences, Department of Sports and Health Sciences

In soccer instep kicks, it is important to plantarflex the foot joint, tilt the foot to the side, and turn the instep forward at the time of ball impact. This study aimed to examine the characteristics of motion of those who kick with an inappropriate foot posture and clarify the points of motion that should be improved. Five male soccer players (experienced) and 32 male students were included in the study. Data on the postures of the support and swing legs were acquired from the images of the high-speed camera installed behind the subject. As a result of the analysis, the subjects who kicked the ball on the inside of the foot had a swing motion in which the knee of the swing leg faced outward and the tilt of the swing leg to the side was small. Moreover, the subject who had less tilt of the foot to the side had a swing motion in which the knee of the swing leg faced forward, but both the support and swing legs had less tilt to the side. In this way, even in the case of inappropriate foot posture, the motion characteristics differ depending on the type, so it is considered necessary to guide according to each pattern.

Key Words : Soccer, Instep kick, Foot posture, Motion analysis

1. 緒 言

サッカーにおけるインステップキックは足の甲でボールを蹴る技術であり、シュートやロングパス、センタリングやクリアといった重要な場面で使われることが多い。インステップキック時の蹴り脚の下肢の動きは、歩行や走行で見られる基本的な下肢の動きと似ていることからスイング動作を無理なく行うことができ、足部速度を向上させやすい⁽¹⁾ため、数あるキック技術の中でも高いボール速度を生み出すことができるキックである。

インステップキックでは、下肢の動きとともにインパクト時の足部姿勢が非常に重要となる。インステップキックでは、足の甲の中でも足部重心（ほぼ足部の中心付近）でのインパクト^(2, 3)や、内側楔状骨付近でのインパクト⁽⁴⁾が良いと言われている。これは、足部重心からつま先側にインパクトの位置がずれるほど、ボールへの反発が小さくなり、高いボール速度を生み出すことが出来なくなるためである。よって、足関節を底屈させ（足首を伸ばして）、足部重心がボールに当たりやすい足部姿勢を作る必要がある（Fig.1 左）。また、足部が「側方へ

* 原稿受付 2022年4月28日

^{*1} スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科
E-mail: tsujimoto@fukui-ut.ac.jp

傾かない」状態であると、足部重心がボール中心よりも上方に位置することになるため、足部を側方へ傾けた状態を作ることも重要である⁶⁾ (Fig.1 中)。さらに、足の内側がボールに当たるような状態にならないよう、足の甲を前方に向けることも必要となる (Fig.1 右)。

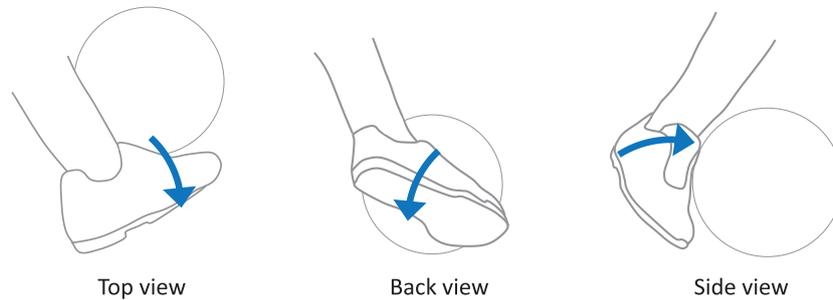


Fig.1 Ideal foot posture for soccer instep kick

このように、インステップキックのインパクト時には適切な足部姿勢を取ることが求められるが、スポーツ系学部の大学生においても、足部が側方へ傾かない状態になる者、足の内側にボールが当たる者など、適切な足部姿勢が取れない学生が一定数いることが報告されている⁶⁾。スポーツ系の大学生は、将来受験する教員採用試験の実技テストにてサッカーのシュート等を課される場合があると想定される。また、教員等、指導する立場になった際に、シュート等の見本を見せる必要が出てくる。そのため、適切な足部姿勢にてインステップキックが出来ていない場合、その要因となる動作の特徴を明確にし、改善すべきポイントに基づいて技術を習得していく必要があると考えられる。

これまでの先行研究では、インステップキックにて適切な足部姿勢が取れない学生は支持脚や蹴り脚の側方への傾きが小さいこと、蹴り脚の膝が外側を向いていることなどが明らかにされてきた⁶⁾。しかし、この先行研究では足の内側にボールが当たる者や足首が伸びていない者を「適切な足部姿勢でない」者として一括で分析している。しかし、上述したように、「適切な足部姿勢でない」者は足部が側方へ傾かない状態になる者、足の内側にボールが当たる者など様々な種類に分かれ、それぞれで動きの特徴は異なるものと考えられる。そのため、足部姿勢別に動作の特徴を明確にする必要があると考えられる。

よって、本研究の目的は、適切なインパクトを行うことができない者を足部姿勢別に分類し、動きの特徴を調べることで改善すべきポイントを明らかにすることとした。

2. 方 法

2.1 被験者

被験者は福井工業大学スポーツ健康科学部に所属するサッカー部とサッカー経験者計 5 名、および男子学生 32 名とした。被験者には本研究の趣旨を説明し、実験の参加の同意を得ている。なお、本研究計画は大学倫理委員会にて承認されたものである (人-2021-02)。

2.2 測定内容

被験者には、前方 10m にあるネットに向かってインステップキックを行うように指示した。その際、ボールを上蹴りするようなキックではなく、前方へのシュート性のボールを蹴るように指示した。被験者のキック動作を後方に設置したハイスピードビデオカメラ (スポーツコーチングカム, ロジカルプロダクト社製) にて各被験者 3 試技分の撮影を行った。カメラの高さは地面から約 20 cm の高さに設定し、撮影時のフレーム数は 300fps、シャッター速度は 1/2000 秒とした。

2.3 分析映像抽出および群分け

サッカー部およびサッカー経験者の映像については、各被験者の3試技分の映像を目視にて確認し、ボールが最も真っすぐ前方に飛んでいた1試技を選択し、分析対象映像とした。

また、男子学生の映像を確認し、明確に足部の内側でインパクトしている試技が含まれている被験者を抽出した。その被験者が実施した3試技のうち、最も足部の内側でインパクトしている傾向が顕著であった1試技を分析対象映像とした。

同様に、男子学生の映像から、明確に足部が側方へ傾かない状態でインパクトしている試技が含まれている被験者を抽出した。その被験者が実施した3試技のうち、最も足部が側方へ傾かない状態でインパクトしている傾向が顕著であった1試技を分析対象映像とした。

その結果、足部の内側でインパクトしている者5名（inside群）、足部が側方へ傾かない状態でインパクトしている者6名（less-tilt群）の映像が抽出された。これにサッカー部およびサッカー経験者5名（player群）の映像を加え、計16名の映像をデータ分析に用いた（Fig.2）。

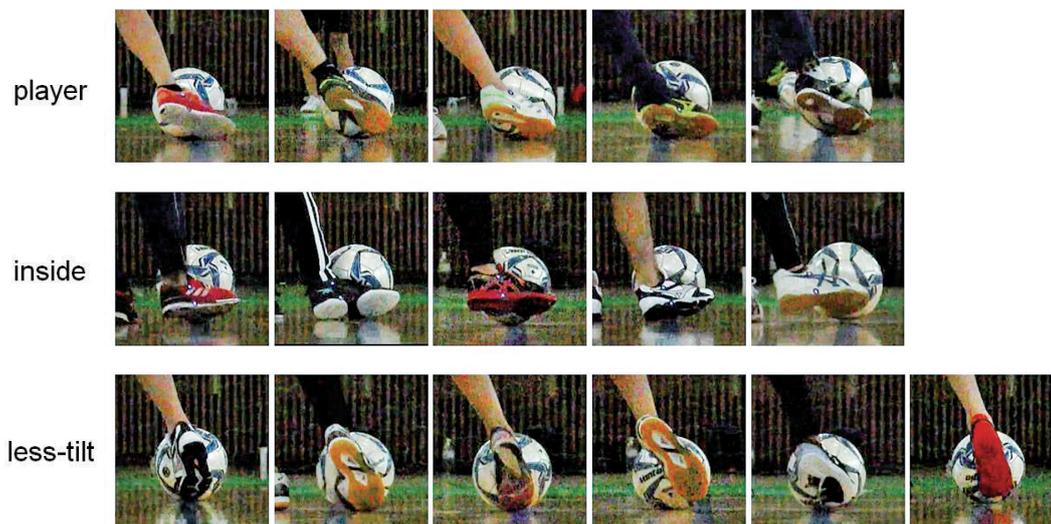


Fig.2 Foot posture at ball impact

2.4 分析変数

得られた映像より、足が接地した瞬間を0%、インパクトの瞬間を100%と定義し、動作分析ソフトFrame-Dias V（DKH社製）を用いて、25%、50%、75%、100%時（Fig.3）の支持脚踵、支持脚踝、支持脚膝、蹴り脚踵、蹴り脚踝、蹴り脚膝のポイントを手動でデジタル化した。その後、2次元4点実長換算法より以下の変数を求めた（Fig.4）。

- ・踏み込み位置（foot contact position）：25%時のボールの端から支持脚踵部までの水平距離（a）
- ・支持脚傾き角度（support leg tilt angle）：100%時における支持脚の足関節中心→膝関節中心ベクトルと、垂直上向きベクトルとのなす角度（b）
- ・蹴り脚傾き角度（swing leg tile angle）：100%時における蹴り脚の足関節中心→膝関節中心ベクトルと、垂直上向きベクトルとのなす角度（c）
- ・蹴り脚軌跡角度（heel trajectory angle）：50%～100%への踵部の移動ベクトルと100%時の蹴り脚傾き角度とのなす角度（d）

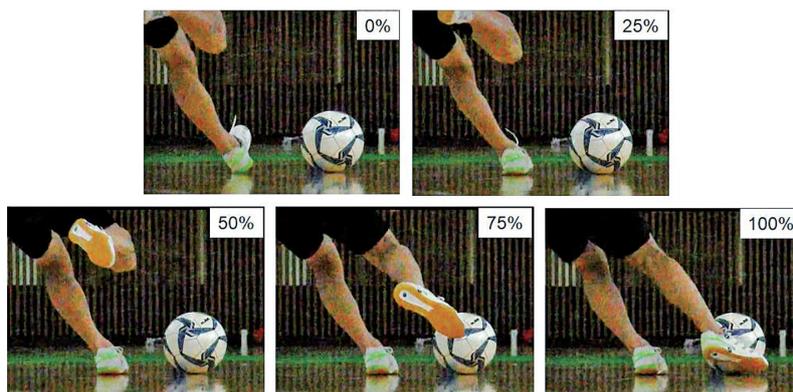


Fig.3 Five scenes extracted from the video

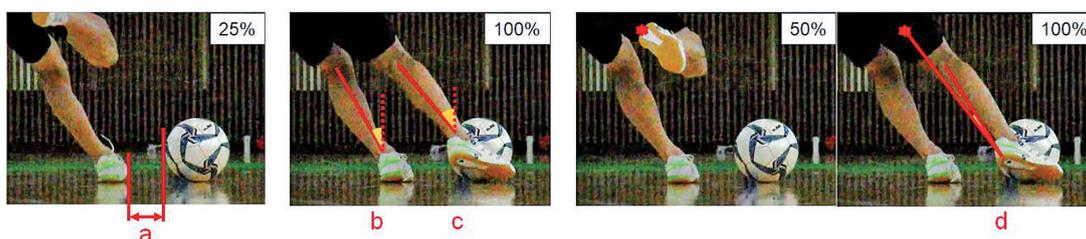


Fig.4 Analysis variables

2.5 統計解析

player 群に対する inside 群, less-tilt 群それぞれの動きの違いを分析するため, player 群を対照群, inside 群, less-tilt 群を試験群とした dunnet 検定を行った. 分析には統計解析ソフト R (version4.1.3) を用いた. なお, 有意水準は 5%未満とした.

3. 結 果

Table 1 は, player 群に対する inside 群, less-tilt 群における平均値と標準偏差, および dunnet 検定の結果を示したものである.

分析の結果, inside 群は player 群に対して蹴り脚傾き角度が有意に小さく, 蹴り脚軌跡角度が有意に大きかった. また, less-tilt 群は player 群に対して支持脚の傾き角度, 蹴り脚傾き角度が有意に小さかった.

Table 1 Results of analysis variables

		player	inside	p-value	less-tilt	p-value
foot contact position	cm	18.3 ± 3.1	17.2 ± 4.4	0.921	19.2 ± 6.9	0.941
support leg tilt angle	deg	29.7 ± 2.2	23.2 ± 4.3	0.122	18.1 ± 7.2	<0.01**
swing leg tilt angle	deg	32.6 ± 6.5	14.9 ± 2.7	<0.01**	23.8 ± 3.7	0.012*
heel trajectory angle	deg	8.6 ± 4.4	27.6 ± 5.0	<0.01**	9.2 ± 9.3	0.984

4. 考 察

本研究は、インステップキック時に足部の内側でインパクトする者と、足部が側方へ傾かない状態でインパクトする者の動きの特徴を明らかにすることを目的として実施した。

本研究における **inside** 群においては、蹴り脚の側方への傾きが有意に小さく、蹴り脚軌跡角度が有意に大きかった。蹴り脚の膝が前方を向いた状態でスイングが行われると、真後ろから見た際の足部は手前から奥へ動くため、蹴り脚軌跡角度は小さくなる。一方、蹴り脚の膝が外側を向いた状態でスイング動作が行われると、真後ろから見た際の足部は外側に向かって動くため、蹴り脚角度が大きくなる。よって、**inside** 群は蹴り脚の膝が外側を向いた状態でスイング動作が行われており、かつ、蹴り脚が側方へ傾かない状態でインパクトを迎えていることが特徴であると考えられる。また、このように蹴り脚の膝が外側を向いているため、足部も外側を向いた状態でのスイング動作となり、インパクト時に足の内側がボールに当たりやすい姿勢になっているものと考えられる (Fig.5)。

辻本ら⁶⁾は、足部の内側やつま先でインパクトするような足部姿勢を取る者は、支持脚、蹴り脚ともに側方へ傾かない状態であることに加え、蹴り脚の膝が外側を向いた状態でのスイング動作となっていることを示唆している。本研究の **inside** 群は、この先行研究と蹴り脚の結果について一致しており、足の内側にボールが当たるような適切なインパクト姿勢を取れない者の蹴り脚の特徴を改めて見出すことができたものと考えられる。

本研究では実験の設定上、水平面上の動きを分析することはできていないが、膝が外側を向く要因としては、インパクト時に腰部がキック方向に対して正対していないことや、腰部は正対しているものの、股関節が外旋していることなどが考えられる (Fig.6)。よって、**inside** 群はこのような膝が外側を向く要因を確認し、改善する必要があると考えられる。

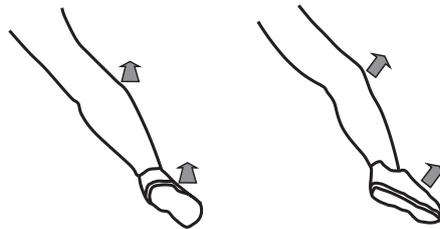


Fig.5 Foot orientation with knee orientation (cited from Tsujimoto et al 2021)

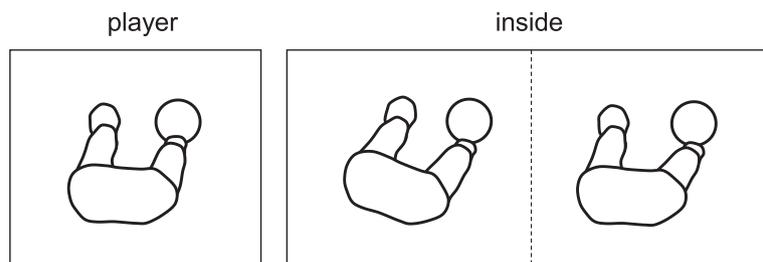


Fig.6 Foot orientation with knee orientation

less-tilt 群においては、支持脚、蹴り脚ともに側方への傾きが有意に小さく、**player** 群に比べて下肢全体が側方へ傾かない状態であることが示された。一方、蹴り脚軌跡角度は **player** 群との有意差が認められなかった。このことから、**less-tilt** 群では **player** 群と同様に膝が前方を向いた状態で蹴り脚のスイング動作を行っており、足の甲が前方を向いた状態でインパクトしているものと考えられる。しかし、下肢全体が側方へ傾かない状態であることから、それに伴う形で足部も側方へ傾かない状態となっていると考えられる。

下肢全体が側方へ傾かないことの理由の1つとして、助走や支持脚の接地の仕方が関連しているものと考えられる。本研究ではインパクト時の下肢の姿勢を分析したが、接地時(0%)の支持脚の姿勢を本研究と同様の方法にて追加で分析したところ、less-tilt群の支持脚の側方への傾きはplayer群に比べて小さい状態であった(player群: 27.4 ± 2.8 deg, inside群: 24.1 ± 4.1 deg, less-tilt群: 17.2 ± 4.1 deg, player群とless-tilt群の間のみ有意差あり: $p < 0.01$)。よって、less-tilt群は支持脚が接地する前からすでに下肢が側方へ傾かない状態となっているため、下肢を側方へ傾けた状態で接地に入ることを意識する必要があると考えられる。そのために必要な動きとしては助走開始場所の角度を変えることが1つの方法かもしれない。角度を付けた助走で接地に入ると、地面反力の側方成分を受けることができ、接地後に身体を側方へ傾けた姿勢を取りやすくなる(Fig.7)。これらのことから、less-tilt群は、インステップキックを行う際に、助走の角度や接地前の姿勢から改善する必要があると考えられる。

また、このような支持脚、蹴り脚ともに側方へ傾かない状態であるのは、サッカー未経験者の特徴であるとも言われている⁷⁾。そのため、上記のような姿勢の改善は、仮に足部が側方へ傾かない状態になっていない者でも、サッカー未経験者への指導として効果的であるものと考えられる。

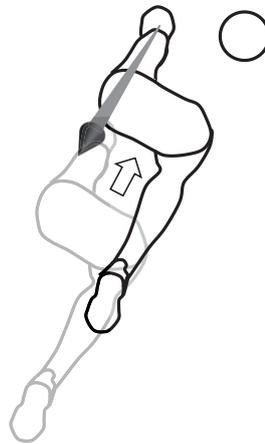


Fig.7 Effect of approach direction on ground reaction force direction

5. 結 論

本研究ではサッカーのインステップキックのインパクト時に足部の内側に当たる者と足部が側方へ傾かない状態となる者の動作の特徴を調べた。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ・足部の内側にボールが当たる者は、蹴り脚の膝が外側を向いたスイング動作となっており、また、インパクト時の蹴り脚の側方への傾きが少なかった。
- ・足部が側方へ傾かない状態となる者は、蹴り脚の膝は前方を向いたスイング動作となっているものの、支持脚、蹴り脚ともに側方への傾きが少なかった。

インステップキック時に足の内側に当たる者と足部が側方へ傾かない者では、それぞれ動きの特徴が異なるため、各パターンに応じた指導が必要であると考えられる。

6. 引用文献

- (1) 布目寛幸, "サッカーのキックにみられるムチ動作のダイナミクス", 体育の科学, Vol.61, (2011), pp509-513.
- (2) 石井秀幸, 磯川正教, 丸山剛生 "インステップキックにおけるインパクト位置がボール速度に及ぼす影響とインパクト中の衝撃力の解析", バイオメカニクス研究, Vol.11, (2007), pp170-182.
- (3) 新海宏成, "サッカーボールのインパクトにおけるバイオメカニクス", 体育の科学, Vol.69, (2019), pp328-332.
- (4) 太田茂秋, 服部恒明 "サッカーキック時におけるボールと足の接触点に関する研究: スパイク着用状態のインステップキックについて", 体育学研究, Vol.32, (1987), pp37-42.

- (5) 辻本典央, 川崎廉, "サッカーのインステップキックにおけるインパクト時の足部姿勢評価に関する検討", 福井工業大学研究紀要, Vol. 50, (2020), pp358-364.
- (6) 辻本典央, 内藤景, 絹巻悟 "サッカーのインステップキックにおいて適切な足部姿勢でインパクトするための技術要因", 福井工業大学研究紀要, Vol. 51, (2021), pp66-72.
- (7) 辻本典央, 内藤景, 川崎廉, 絹巻悟 "サッカー未経験者におけるインステップキック動作の特徴", 福井工業大学研究紀要, Vol. 50, (2020), pp176-182.

(2022年8月4日受理)