

ボールの高さから見たサッカーにおけるキックの動作解析

石原 孝尚

Kinetic analysis of instep soccer kicks at different height of ball

Takayoshi ISHIHARA

Purpose : The purpose of this study was to reveal the mechanics of instep kicks at each condition changing height of ball. **Methods** : Seven soccer players performed maximal instep kicks at three different heights of ball.(0cm, 15cm, and 30cm) The behavior of kicking foot and ball during ball impact was captured using two speed cameras. Foot motion was described three dimensionally. **Results** : Higher the ball, more knee flexion angle deeply flexing. And also, while hip joint flexion angle deeply flexing with higher ball. Higher the ball is deeper their trunks bent. **Conclusion** : This study indicates that kicking the higher ball, the hip joint does not rotate, but the trunk bends. And also, it indicated that they kicked by rotating the hip joint internally and deeply flexing the knee joint, and also when impacting the ball they inflected hip joint deeply by leading their knees.

Keywords : instep soccer kick, kicking mechanics, different height of the ball, high speed camera

キーワード：インステップキック、蹴り方、ボールの高さによる違い、ハイスピードカメラ

緒言

サッカーは、足を使ってボールを運び得点を狙うスポーツである。できるだけ、ボールは浮かさず転がすことが要求される。それは、ボールをコントロールしやすく、正確なキック、トラップにつながるからだ。しかし、ボールは転がるばかりではなく、いろいろな高さのボールを扱う必要があり、むしろ浮き球が効果的な場面すらある。

近代的なサッカーでは、攻守の切り替えがとても速く、選手達はより短い時間、より狭いスペースでプレーする能力が求められている。言い換えれば、

どんなボールでもキックし、トラップする能力が必要であり、浮いたボールでも正確にキック、シュートする必要がある。では、ボールの高さを変えた場合、キックの動作はどのように変容するのであろうか。しかしながら、この疑問に対する知見は非常に少ない。

従って、本研究の目的は、ボールの高さを変化させた条件（0 cm ～ 30cm）ごとのインステップキックの動作を3次元的に分析し、高さによる動作の違いを、明らかにすることであった。

方法

被検者は、大学生選手7名（年齢： 17.6 ± 1.1 歳；身長： 174.6 ± 4.9 cm；体重： 67.6 ± 4.8 kg）を対象とし、全員右利きであった。

実験試技は、画用紙の台で高さを変えた（0 cm、15cm、30cm）ボールをゴールに向かって、それぞれ3本ずつキックすることであった。被検者には、特に意識せずボールにアプローチしてもらい、ゴールラインから11m離れたキックポイントから、FIFA公認規格のサッカーボールを、ゴールの中心に向かってインステップキックするように指示した。（図1）

撮影には、被検者の右側方と後方に設置した高速ビデオカメラ（Nac製 Memrecam C2）を2台使い、フィルムスピード200fpsの速度で撮影した。

被検者が、成功と認め、ゴール中央にキックした一試行を、それぞれの被検者、高さごとに抽出し、左右の肩甲骨中心、左右の大転子、右膝関節中心、右足関節中心、ボールの3次元座標をDLT法（Abdel-Aziz & Karara (1971)）により算出し、2次のバターワース型デジタルフィルター（Winter (1979)）を用い、遮断周波数16Hzで、平滑化した。大転子から、膝関節に向かうベクトルをTH、膝関節から足関節に向かうベクトルをSH、左足の大転子から、右足大転子に向かうベクトルをHP、両肩甲骨の midpoint から、両大転子の midpoint に向かうベクトルをTRと定義し、インパクトの0.200秒前から、インパクト後0.015秒の44コマについて膝関節屈曲－伸展角度、股関節屈曲－伸展角度、股関節外転－内転角度、股関節外旋－内旋角度、体幹の極座標を求め

た。

関節角度算出には、ベクトルの演算から3次元的な関節角度を算出することが可能である桜井ら（1991）の方法を用いた。膝関節屈曲－伸展角度は、THとSHとの成す角度から、股関節屈曲－伸展角度は、TRとTHに垂直なベクトルに、垂直な平面を仮定し、それに投影したTRとTHのなす角度、股関節外転－内転は、TRとHPに垂直なベクトルに、垂直な平面を仮定し、そこに投影せられたTRとTHのなす角度、股関節外旋－内旋角度は、THに垂直な平面に投影されたSHのなす角度、極座標は、Z軸とTRのなす角度とした。

さらに、ボールの初速度を各高さごとに算出した。

結果

1、ボールの初速度について

各高さにおけるボールの平均初速度は、0 cmが 27.96 ± 1.29 、15cmが 27.77 ± 2.39 、30cmが 26.55 ± 1.94 であった。

2、蹴り足の動作について

膝関節角度屈曲－伸展は、ボールの高さが上がるにつれて、深く屈曲してアプローチしているが、インパクトでは違いはなかった。股関節については、屈曲－伸展では、高さが上がると深く屈曲しインパクトしている。外転－内転は、違いがほとんど見られなかった。外旋－内旋は、高さが上がるにつれて内旋し、アプローチしている。

3、体幹について

ボールの高さが上がると、体幹を倒してキックしている。

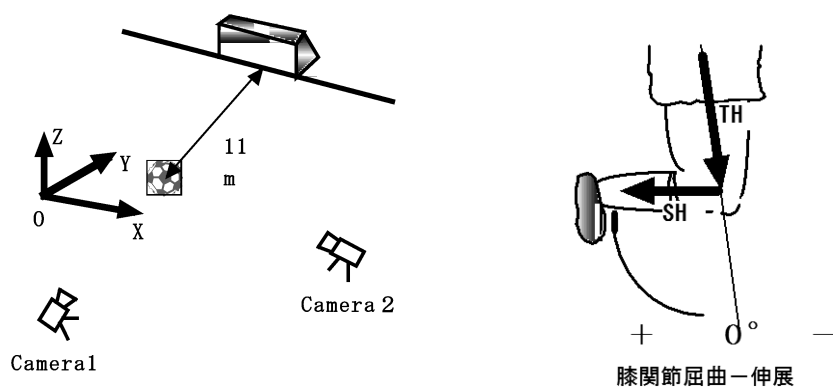
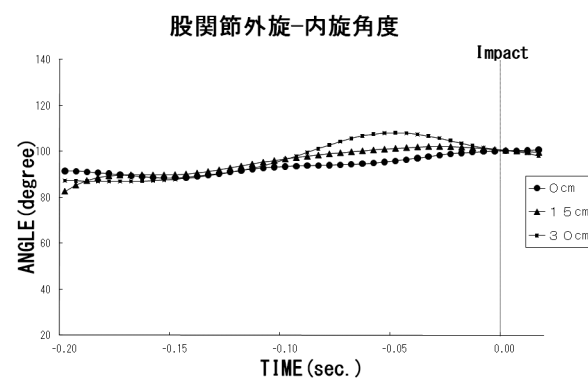
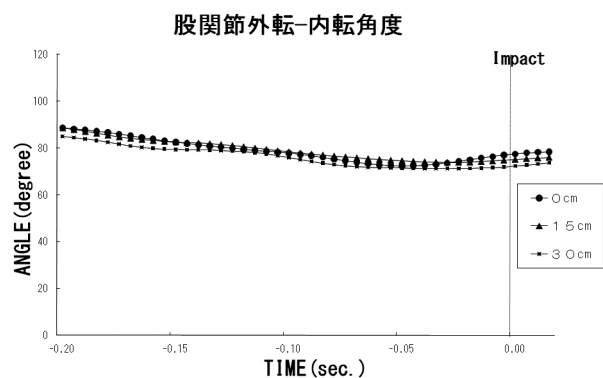
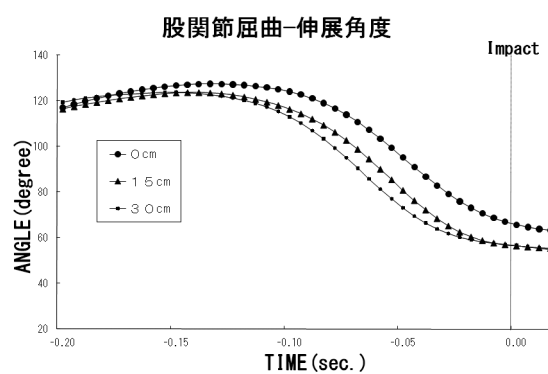
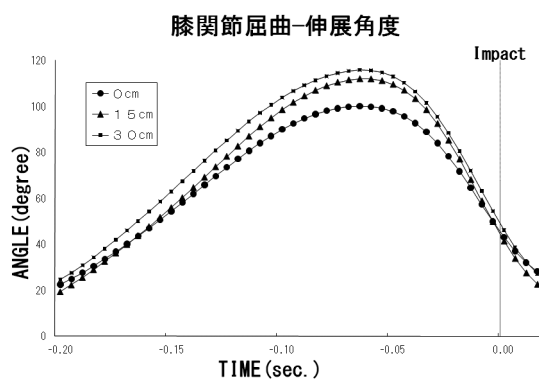
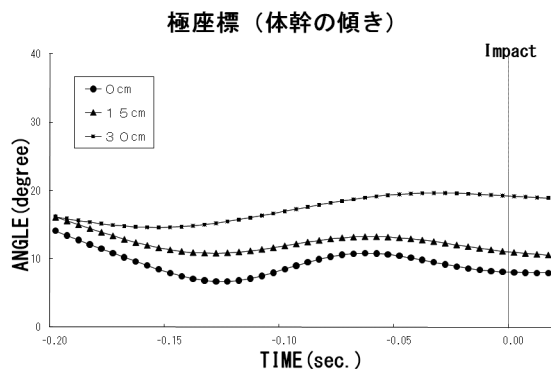


図1 本研究で用いた座標系





考察

本研究では、角度算出の際にベクトルをある平面上に投影する方法を用いている。この手法では投影する平面とベクトルとの位置関係が角度算出の誤差に大きく影響するため、両者の位置関係を慎重に検討する必要がある。本研究では桜井らの基準に従い投影されたベクトルの長さが短すぎて誤差が生じてしまうような場合、角度を算出しないことにした。しかしながら、本研究で設定した角度算出の範囲内でこの基準に触れるものはなかった。

1、ボールの初速度について

本研究では、ボールの高さが上がると少しではあるが、ボールスピードが下がる傾向にある。実際の場面では、本研究の設定のように、ボールの高さが変わって、ボールが止まった状態にあることはない。一概に、ボールの高さが上がるとスピードが下がるとはいえない。現場の指導者も、どの高さのキックが、スピードを出せるのかに関心もあり、今後、実際の場面に近い設定での研究を進める必要があるが、傾向はみることができた。

2、蹴り足について

高いボールをキックするほど、膝関節を深く屈曲しアプローチしている。これは、膝を深く屈曲しアプローチすることによって、よりコンパクトになり、脚全体の回転力をあげているのではないかと。そして、股関節の屈曲角度がインパクト時に、高いボールのキックのほうが深く屈曲しているのは、膝を先に

リードしキックしていると推察できる。また、高さが上がると、膝関節を屈曲しながら股関節を内旋させていることがわかる。この、股関節の内旋は、指導現場ではあまり指摘されておらず、指導に役立つデータになりうるのではないかと。

3、体幹について

ボールの高さが上がれば、それに対応したキックが必要になる。ボールの高さが上がるほど、体幹を倒し、股関節の外転は、高さによる違いがみられないことから、股関節はなるべく外転させず、体幹を倒すことによって高いボールに対応していると推察できる。

要約

本研究において、大学生選手7名を対象に、ボールの高さを変えた時（0 cm、15 cm、30 cm）のインステップキックの動作解析を行った結果、以下のことが明らかになった。

高いボールをキックする時、股関節は外転させず、体幹を倒すことによってキックしていた。また、股関節を内旋し、より膝関節を深く屈曲しながらアプローチし、インパクト時に、股関節を深く屈曲させていることがわかり、膝をリードしてインパクトしていると推察できる。

今後の課題

本研究では、ボールの高さの違いにおけるキック

の特徴を知ることができたが、指導現場に役立てるためには、どのようなメカニズムでキックされているのかを詳しく知り、さらに、どのようなキックが良いキックなのか、速いボールを蹴るためには、ボールを浮かさないためには、芝生とグラウンドではキックが違うのかなど、より実践に近い研究をする必要があるだろう。

参考文献

- 1、Abdel-Aziz, Y. I. and H. M. Karara (1971) Direct liner transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range Photogrammetry, Urbana, Illinois, American Society of Photogrammetry, Falls Church. 1-18
- 2、阿部三亥ほか (1963)「インステップキックのフォームに関する研究－特に膝と足首の伸展について」『日本体育協会－スポーツ科学委員会研究報告』1-8
- 3、浅井武、小林一敏、榊原潔 (1983)「サッカーのインステップキックについての力学的考察(第3報)」『日本体育学会第34回大会号』391
- 4、朝見俊雄、戸荻晴彦 (1968)「サッカーのキック力に関する研究」『体育学研究』12、267-272
- 5、朝見俊雄、Volker Nolte (1982)「パワフルなインステップキックの力学的分析」『Japanese Journal of sports Sciences』1, 1
- 6、桜井伸二ほか (1991)「野球の投手の投動作の3次元分析」『体育の科学』35、143-157
- 7、布目寛幸、松永一成、山本博男 (1997)「球種別にみたフリーキック動作の三次元動作解析－日本人一流競技者の事例的研究」『Japanese Journal of sports Sciences』16、105-110
- 8、戸荻晴彦 (1970)「キックのスピードとフォームについての研究」『東京大学教養部体育学紀要』5、5-12
- 9、戸荻晴彦 (1983)「サッカーのバイオメカニクス-インステップキックの研究レビュー」『Japanese Journal of sports Sciences』2、763-773
- 10、Winter, D. A. (1979) Biomechanics of human movement. John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 9-46

