

令和元年6月25日現在

機関番号：35412

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K13169

研究課題名(和文) サッカーの「止めて蹴る」技術に関するバイオメカニクス研究

研究課題名(英文) Biomechanics research on the technique to stop and kick a soccer ball

研究代表者

房野 真也 (Bono, Shinya)

広島文化学園大学・人間健康学部・准教授

研究者番号：30551634

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、動いているボールの「止めて蹴る」技術を解明することを目的とした。この目的を達成するために、静止したボールをキックする動作と比較することで、「止めて蹴る」動作の特徴を検討した。その結果、動いているボール及び、静止ボールとも、ボール初速度、スイング速度は同程度であった。また、蹴り脚の股関節角度に差がみられなかった。さらに、両条件とも、腰の回旋動作をほとんどは行わずに、肩を捻る動作(右肩を引く)を行っていた。一方、動いているボールでは、インパクト直前に体幹を大きく速く捻っていることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、これまで止まっているボールを対象としていたキック動作の研究が、実際の試合に近い、動いているボールに対する技術の解明につながった。さらに、「止めて蹴る」技術は、こういった動きなのか、どのような止め方、蹴り方をすればいいのかが明らかになった。また、「止めて蹴る」という技術のエビデンスが得られたことにより、実際の試合で使える技術を獲得させるための指導に活用できるという点において、競技スポーツにおけるサッカーだけでなく、体育授業におけるサッカーの指導現場にも生かすことができると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to clarify the "stop and kick" technique of moving balls. In order to achieve this purpose, the characteristics of the "stop and kick" motion were discussed by comparing it with the motion of kicking a stationary ball. As a result, the initial ball velocity and the swing velocity of the moving ball and the stationary ball were similar. There was no difference in the hip joint angle of the kicking legs. Under the two conditions, the operation of twisting the shoulder (pulling the right shoulder) was performed with almost no hip rotation. It was revealed that the moving ball is twisting the trunk largely and quickly just before the impact.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：サッカー キック動作 インサイドキック 動いているボール スポーツバイオメカニクス 動作分析

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

サッカーでボールを扱う技術には、キック、ヘディング、トラップ、ドリブルなどがある。キック動作に関してこれまで数多くの先行研究があり、それらの多くが静止したボールをキックする技術を対象としている。しかし、試合中、止まっているボールを蹴る場面は、フリーキック、コーナーキック、ゴールキックなどリスタートプレーにおいてだけであり、ほとんどが動いているボールを扱っている。このように、実際の試合では、静止したボールを蹴る場面は少なく、動いているボールを蹴る場面が圧倒的に多く、その中でも動いているボールを止めて蹴る場面が数多くみられる。しかし、動いているボールを止めて蹴る技術に関する先行研究は見当たらない。そこで、「止めて蹴る」技術について、解明することにより、今後のキック動作研究の発展に寄与できると考え、本研究の着想に至った。

### 2. 研究の目的

本研究では、「止める」技術及びその後のキック動作の特徴についてバイオメカニクス的分析手法を用いて明らかにすることを目的とした。この目的を達成するために、静止したボールをキックする動作と比較することで、「止めて蹴る」動作の特徴を検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1)【研究1：一定速度・コースでボールを供給することができるボールマシンの作成】

速度・コース等が設定できるボールマシンに改良するため、三次元動作解析システムを用いて本実験を行う。反射マーカーを付けたボールをボールマシンから出し、ボールの速度及びコースを定量的に分析し、安定性と再現性の確認を行った。

#### (2)【研究2：「止めて蹴る」技術の解明】

実験は図1の設定で行った。被験者は、大学リーグ上位チームに所属する男子大学サッカー部員12名とした。被験者は年齢  $20.8 \pm 1.5$  歳、身長  $172.3 \pm 4.8$ cm、体重  $64.8 \pm 5.4$ kg、サッカー競技歴  $11.8 \pm 1.5$  年であった。被験者は全員右脚が利き脚であった。全ての被験者は、10年以上の競技経験により、難易度の高い動いているボールをキックする技術を習得していた。

研究1で作成したボールマシンを、キック地点から約3m離れた位置に設置した。ボールマシンから配給されたグラウンダーボールを右足のインサイドでコントロールした後、右足のインサイドキックでキック地点から約9m前方に設置した1m四方の的を狙って蹴るように指示した。全ての被験者はボールコントロールとキックの課題動作を次のように行った。左足接地、右足でボールタッチ（ボールコントロール）、右足接地、左足接地、右足でボールをキック。本研究では、床上に静止したボール（以下、静止ボールと略す）及び、右前方から転がってくるボール（以下、右ボールと略す）の2条件とした。

撮影には光学式モーションキャプチャシステム（Vicon 512E; Oxford Metrics Inc.）を用いた。同期した赤外線カメラ6台を用い、サンプリングは120fpsとした。各被験者で、キックされたボールが的に当たった試技が少なくとも3試技になるまで試行を継続した。的に当たった確率は、静止ボールでは  $90.4 \pm 14.1\%$  ( $n=12$ )、右ボールでは  $63.2 \pm 21.2\%$  ( $n=12$ ) であった。分析対象試技は、被験者後方より撮影した映像データにより、的に当たった3試技の中で、的の中央に最も近い1試技とした。

分析対象とした時間帯は、静止ボールでは、軸脚接地時点（以下、L-on と略す）からボールインパクト（以下、Imp と略す）までの時間、右ボールでは、ボールコントロール動作のボールと足部の接触時点（以下、Bc と略す）から Imp までとした。

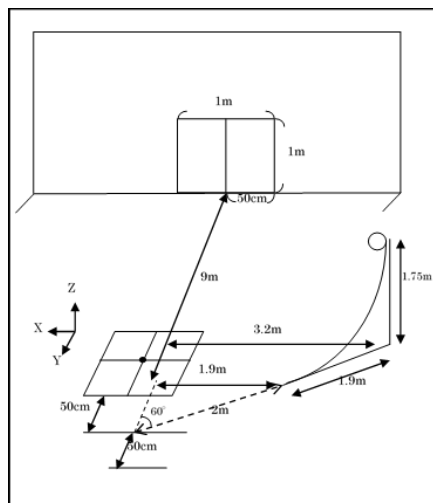


図1 実験模式図

#### 4. 研究成果

##### (1)【研究1：一定速度・コースでボールを供給することができるボールマシンの作成】

キック地点から約 3m 離れた位置にボールマシン (図 2) を設置した。ボールがグラウンダーで 2m 転がったキック地点におけるボール速度は、 $3.09 \pm 0.17\text{m/s}$  ( $n=12$ ) であった。ボールマシンからボールが動き出してからキック地点に達するまでの時間は  $1.64 \pm 0.05\text{s}$  ( $n=12$ ) であった。



図 2 ボールマシン

##### (2)【研究2：「止めて蹴る」技術の解明】

静止ボールの動作時間は  $0.150 \pm 0.032\text{s}$ 、右ボールの動作時間は  $1.124 \pm 0.158\text{s}$  であった。右ボールの L-on から Imp までは  $0.166 \pm 0.022\text{s}$  であった。

ボール初速度は、静止ボールで  $10.6 \pm 0.8\text{m/s}$ 、右ボールで  $11.3 \pm 1.3\text{m/s}$  であった。ボール初速度に有意差は認められなかった。

スイング速度は、静止ボールで  $15.3 \pm 1.7\text{m/s}$ 、右ボールで  $14.9 \pm 1.7\text{m/s}$  であった。ボール初速度に有意差は認められなかった。これらのことから、静止ボールと右ボールでの力の発揮は同程度であったと考えられた。

蹴り脚股関節角度 (図 3) において、右ボールの Bc での角度は、 $128.0 \pm 9.4^\circ$  であった。L-on での角度は、静止ボールでは、 $158.9 \pm 5.6^\circ$ 、右ボールでは、 $157.4 \pm 4.9^\circ$  であり、有意差は認められなかった。Imp での角度は、静止ボールでは、 $124.1 \pm 6.3^\circ$ 、右ボールでは、 $133.4 \pm 6.1^\circ$  であり、有意差は認められなかった。いずれの条件においても L-on から Imp に向けて屈曲位を示していた。

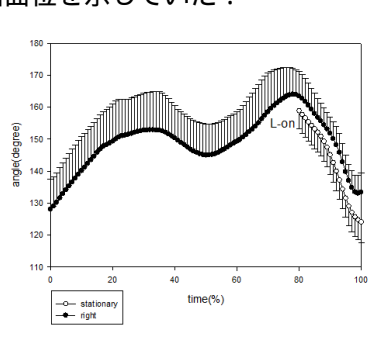


図 3 蹴り脚股関節角度

蹴り脚膝関節角度 (図 4) において、右ボールの Bc での角度は、 $140.9 \pm 9.6^\circ$  であった。L-on での角度は、静止ボールでは、 $119.9 \pm 11.8^\circ$ 、右ボールでは、 $123.2 \pm 10.5^\circ$  であり、有意差は認められなかった。Imp での角度は、静止ボールでは、 $114.4 \pm 9.0^\circ$ 、右ボールでは、 $128.9 \pm 9.5^\circ$  であり、有意差は認められなかった。いずれの条件においても L-on から屈曲し始め、その後 Imp に向けて伸展していた。

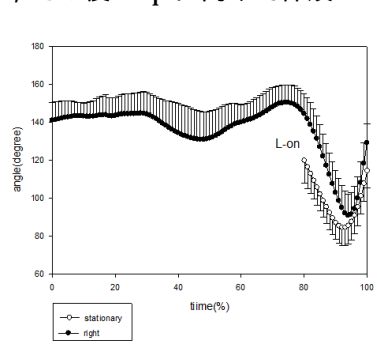


図 4 蹴り脚膝関節角度

蹴り脚足関節角度（図 5）において、右ボールの Bc での角度は、 $94.1 \pm 10.5^\circ$  であった。L-on での角度は、静止ボールでは、 $117.8 \pm 10.5^\circ$ 、右ボールでは、 $121.4 \pm 12.6^\circ$  であり、有意差は認められなかった。Imp での角度は、静止ボールでは、 $98.1 \pm 5.9^\circ$ 、右ボールでは、 $99.8 \pm 5.1^\circ$  であり、有意差は認められなかった。

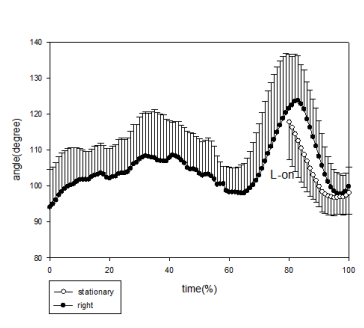


図 5 蹴り脚足関節角度

静止ボールと右ボールの軸脚接地（L-on）からボールインパクト（Imp）においてそれぞれ類似した波形を示した。また、代表値（L-on, Imp）においても、有意差はみられなかった。したがって、静止ボールと右ボールにおける蹴り脚のスイング動作は同様な動きであると考えられた。

腰回旋角度（図 6）において、右ボールの Bc での角度は、 $53.8 \pm 13.6^\circ$  であった。L-on での角度は、静止ボールでは、 $22.8 \pm 3.6^\circ$ 、右ボールでは、 $29.6 \pm 5.8^\circ$  であり、有意差が認められた ( $p < .001$ )。Imp の角度は、静止ボールでは、 $30.1 \pm 5.7^\circ$ 、右ボールでは、 $31.7 \pm 7.5^\circ$  であり、有意差が認められた ( $p < .001$ )。右ボールでは、Bc から 60%time まで水平面における反時計回りの回旋が見られた。右ボールの角度の方が静止ボールより大きくなっていった。このことから、右ボールのキック動作では、静止ボールに比べ、体幹部分をボールが供給される方向に向けたままキック動作を行っていることが明らかになった。

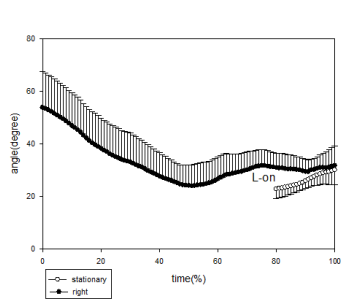


図 6 腰回旋角度

体幹ひねり角度（図 7）において、右ボールの Bc での角度は、 $-1.2 \pm 9.1^\circ$  であり、L-on での角度は、静止ボール、 $-18.3 \pm 5.3^\circ$ 、右ボールでは、 $-14.1 \pm 4.5^\circ$  であり、有意差が認められた ( $p < .05$ )。Imp での角度は、静止ボールでは、 $-5.1 \pm 8.2^\circ$ 、右ボールでは、 $3.2 \pm 8.8^\circ$  であり、有意差が認められた ( $p < .05$ )。いずれの条件においても L-on あたりで最小値がみられ、その後、Imp に向けて増加していた。波形が類似していることからわかるように、体幹の捻りは両条件とも同様に使われており、これは蹴り脚を前方に振り出すためのカウンターバランス（下半身の回転を上半身で相殺）であると考えられた。右ボールでは、インパクト直前に、体幹をより大きく速く捻っていた。

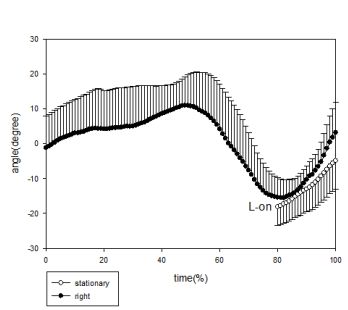


図 7 体幹ひねり角度

本研究は、「止める」技術及びその後のキック動作の特徴を明らかにすることを目的とした。大学サッカー部に所属する大学生男子 12 名を対象とし、右前方から転がってくるボール（右ボール）に対するインサイドでの「止める」技術及びインサイドキック動作と、床上に静止したボール（静止ボール）のインサイドキック動作を比較したところ、以下の結果が得られた。

- 1) ボール初速度，スイング速度は同程度であった．
- 2) 蹴り脚の股関節角度には差がみられなかった．
- 3) 両条件とも，腰の回旋動作をほとんどは行わずに，肩を捻る動作（右肩を引く）を行っていた．
- 4) 右ボールでは，インパクト直前に体幹を大きく速く捻っていた．
- 5) 右ボールのキック動作は，ボールが供給される方向に向けたままキック動作を行っていた．

## 5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

房野真也、森木吾郎、丸山啓史、吉田卓史、若井研治、磨井祥夫、サッカーの「止めて蹴る」技術に関するバイオメカニクス研究，人間健康学研究，査読有，Vol.1，2018，35-42

## 6．研究組織

### (1)研究分担者

なし

### (2)研究協力者

磨井 祥夫 (Usui Sachio)

塩川 満久 (Shiokawa Mitsuhisa)

大塚 道太 (Ohtsuka Dohta)