

| | | | | | |
|---------|---|----------|----|-----|-------|
| 氏名(本籍) | ほん | 性 | そん | ちゃん | 資(韓国) |
| 学位の種類 | 博士(コーチング学) | | | | |
| 学位記番号 | 博甲第6272号 | | | | |
| 学位授与年月日 | 平成24年3月23日 | | | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 | | | | |
| 審査研究科 | 人間総合科学研究科 | | | | |
| 学位論文題目 | A study of knuckle ball in soccer (サッカーにおけるナックルボールに関する研究) | | | | |
| 主査 | 筑波大学教授 | 博士(学術) | 山田 | 幸雄 | |
| 副査 | 筑波大学教授 | 博士(体育科学) | 朝岡 | 正雄 | |
| 副査 | 山形大学准教授 | 博士(工学) | 瀬尾 | 和哉 | |
| 副査 | 筑波大学教授 | 博士(工学) | 浅井 | 武 | |

論文の内容の要旨

(目的)

本研究は、サッカーの無回転シュートに関して、ボールと蹴り脚のインパクト局面とスイング動作を解析することにより、無回転シュートの実現方法を明らかにしようとした。また、発煙物質を用いた可視化実験とキックロボットを活用した飛翔実験を通じて、無回転系ナックルボールの飛翔軌跡とそのメカニズムを検討した。

(対象と方法)

本研究では3つの研究課題を設定した。

研究課題1. 実際にキックされ飛翔するナックルボールに働く流体力やその周波数を、高速ビデオカメラを用いて分析し、その非定常空力特性について検討した。さらに、飛翔するナックルボール周りの流体を、発煙物質(四塩化チタン)を用いて可視化し、その渦動態を分析すると共に、ナックルボールが発現する流体力学的基礎メカニズムについて検討した。

研究課題2. ボールの飛び出し状態を再現性高く実現できるキックロボットを活用し、ナックルボールの非定常空力特性を検討した。

研究課題3. ナックリングシュートを蹴ることができるサッカー選手5名を対象に、蹴り脚のスイング動作を4台の高速ビデオカメラシステムを用いてカーブシュートやストレートシュートと比較し、キック動作における蹴り脚のスイング特性を検討した。また、蹴り脚のインパクト過程を分析し、ナックリングシュートの技術的特徴を検討した。

(結果)

研究課題1. ナックルボールの上下方向加速度はストレートボールの加速度と比較して、重力の影響下であるにもかかわらず、大きく変化(振動)している傾向がみられた。また、ナックルボール例の渦揚力では、ピーク値が約2.0Nとなっており、ストレートボール例における渦揚力ピーク値の約0.5Nより大きな値を示した。さらに、ナックルボールにおける渦揚力周波数は平均で約3.5Hzを示し、渦振動周波数と比較すると、その

周波数が関連しており、高い相関がみられた ($r=0.83$, $p<0.01$)。

研究課題 2. 実験から得られたナックルボールの不規則な揚力は $1\sim 3\text{N}$ の範囲を示していた。また、キックロボットを用いた実験の揚力は、選手を対象とした可視化実験の結果とほぼ同様であった。平滑球の St は、 Re が 8.0×10^4 の場合、ハイモードでは約 2.0、同じ Re のローモードでは約 0.2 とされている。本実験で計測された周波数は平均で約 2 Hz を示し、これを周波数モードの一つとみなして換算すると、 St は 0.02 程度となる。この値は、平滑球のローモード約 0.2 より、約 10 分の 1 低い値を示していた。

研究課題 3. ナックリングシュートは、ストレートシュートに近いスイング動作で、インパクト時の足関節はカーブシュートに近い姿勢でボールをインパクトしていた。また、ナックリングシュートのボールインパクト時の足関節運動では、他のシュートと比較してゴール方向に水平直線の並進運動を主体とした運動していた。さらに、ナックリングシュートのインパクト時の迎え角は、他のシュートと比較して小さくなっていた。

(考察)

ナックルボールにおける渦揚力周波数と渦振動周波数の関係から、ナックルボール後流の大規模渦構造の振動が、ボールに働く不規則な力を生み出すメカニズムの一つであることが明らかになった。キックロボットを用いた実験と選手を用いた実験におけるナックルボールの揚力は近い値を示しており、その計測方法や分析方法が妥当であると考えられた。ナックルボールにおけるキック動作の分析により、小さな迎え角によるボールインパクトは、回転数の少ないボール（ナックリングシュート）を生み出す基礎的メカニズムの一つであると考えられた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論は、無回転シュートのキック動作をキネマティクス的に検討し、その技術的メカニズムの一つを明らかにしている。また、実際に飛翔しているサッカーボール周りの空気流れを可視化し、飛翔中のボール運動を計測すると同時に、ボール周りの空力特性について分析している。これらの研究手法や視点はオリジナリティが高く、その知見は、スポーツ現場で選手を指導しているコーチやその指導を受ける選手にとって、無回転シュートのメカニズムの理解に貢献するものである。また、サッカーのキック技術習得に関するコーチング方法の 1 つとして適用されることも期待される。

平成 24 年 1 月 12 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（コーチング学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。