

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：33908

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K11563

研究課題名（和文）大規模データを用いたアスリートの加速能力の分析と競技パフォーマンスとの関連調査

研究課題名（英文）Study on the analysis of athletes' acceleration ability using large-scale data and its relationship to athletic performance

研究代表者

瀧 剛志（Taki, Tsuyoshi）

中京大学・工学部・教授

研究者番号：40319223

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、サッカーやバスケットボールなど、各チームの選手が混ざり合いながら自由に動きながら競い合うスポーツ競技において、選手の加速能力の特性を解析する手法を開発するものである。まず、実際の試合中のトラッキングデータから選手ごとの2次元加速度（方向と強さ）を算出し、そのときの移動速度の大きさ（移動速度）を第3軸として、選手個人の加速能力を3次元空間で表現した。さらに、移動速度とその円の半径、移動速度とその円の中心座標の関係に着目し、選手の最大加速能力を9つのパラメータで表現する手法を開発した。これらは、選手の加速特性を表現する新しい指標となり得ると考える。

研究成果の学術的意義や社会的意義

選手がどのような移動スピードで、どの方向にどれくらいの強度で加速できるかを可視化し、その選手の加速特徴を詳細に分析することが可能となった。これは競技スポーツにおけるゲーム分析やパフォーマンス分析だけでなく、加速力を強化（補強）するための新しいトレーニング方法の開発やその効果の評価、あるいは、その人に適した競技種目・ポジションの発掘につながる可能性がある。また、競技スポーツに限らず、一般的な人の運動能力（移動能力）を測る新しい指標にもなり得ると考える。

研究成果の概要（英文）：This study is to develop a method to analyze the characteristics of acceleration ability of players in sports events such as soccer and basketball, where players from each team mix and compete with each other while moving freely. First, we calculated the two-dimensional acceleration (direction and intensity) for each player from the tracking data during the actual game, and expressed the acceleration ability of individual athletes in a three-dimensional space with the magnitude of their movement speed at that time (movement speed) as the third axis. In addition, we focused on the relationship of the movement speed and the radius of that circle, and the movement speed and the center coordinates of that circle, and developed a method to represent the maximum acceleration ability of a player using 9 parameters. We believe that these can be a new index that expresses the acceleration characteristics of athletes.

研究分野：映像処理と可視化

キーワード：加速能力 トラッキングデータ パフォーマンス分析 スポーツ競技

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

特にフットボール競技における国内の科学的研究は、運動生理学やバイオメカニクス関連の研究が中心であり、トラッキングデータを活用したゲーム分析/パフォーマンス分析に関する研究は欧米諸国に比べて圧倒的に少ない。また、トラッキングデータから直接得られる位置情報を利用したポジショニングやフォーメーションの研究、あるいは速度情報を利用した運動強度や疲労度の推定等に関する研究は国内外において盛んに行われているのに対して、本研究のテーマである「加速度」については、進行方向に対する加速成分あるいは減速成分に注目した研究はあるものの、あらゆる方向に移動するための加速度をそのときの移動速度ごとに詳細に分類して分析した例はない。

申請者は、これまで「優勢領域」とよぶ人の動的な勢力範囲を計算・可視化する手法を開発し、フットボール系競技のゲーム分析に応用する研究を進めてきた。優勢領域計算には各選手がどのような速度の時にどのような方向にどれくらいの大きさを加速できるかの情報が必要だが、これまで、そのような加速度を測る合理的な手段がなかったため、実験的に求めた近似モデルを利用してきた。そのため、選手個人の加速能力(個人差)を反映した分析をすることができないといった問題があった。近年、トラッキング技術の発展により、膨大な移動データが入手可能となってきた。申請者は、これまで英サッカープレミアリーグ公式戦のトラッキングデータを利用し、海外の研究者と共同でゲーム分析/パフォーマンス分析のための手法の開発や評価に関する研究を進めてきた。このデータは実際の公式戦のものであり、この中には様々な移動速度で、様々な方向へ、様々な強度で移動するトップ選手のあらゆる加速情報が含まれている。このような個人の加速情報を膨大に収集することにより、その選手の加速能力を定量化することが可能となる。

2. 研究の目的

本研究では、試合中の膨大なトラッキングデータから平面上を移動するアスリートの加速能力を詳細に記述し、それを定量化・モデル化すること、そして、その結果から「競技種目」、「競技レベル」、「ポジション(役割)」、「試合の局面」などの違いと加速能力の関係を明らかにすることを目的とする。アスリートが360度どの方向にどれくらいの強度で加速できるかを移動スピードごとに3次元表現する独自の加速度パターンモデリング技術を利用することで、これまでにない新しい視点でアスリートのパフォーマンスを分析・評価するフレームワークを構築する。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成するには、データ収集、データ処理、競技の専門知識が必要不可欠であるため、情報科学を専門とする代表者とスポーツ科学を専門とする分担者、そして新たに膨大なデータと分析ノウハウをもつデータスタジアム株式会社アナリストを協力者として加えた体制で臨む。データ収集については、代表者および分担者の所属キャンパスには様々な競技施設があり、多くのアスリートが在籍することから、質の高い膨大なデータが入手可能な環境にある。さらにデータスタジアム株式会社との連携により膨大なプロ選手のデータも利用できる。データ処理部分については代表者が担当する。代表者は、これまでにトラッキングデータから選手の加速度パターンを算出し可視化する独自の手法を開発した。この手法により、選手の加速能力をより詳細に分析することができ、これまでにない新しい視点で選手のパフォーマンスを評価できる可能性がある。

4. 研究成果

本研究は、サッカーやバスケットボールなどのように敵味方が入り混じり、様々な方向に移動しながら競い合うスポーツ種目を対象として、各選手の加速能力の特徴を分析する手法を開発するものである。まず、試合中のトラッキングデータから、選手ごとに2次元の加速度(方向と強度)を計算し、その時の移動速度の大きさ(移動スピード)を第3軸とする3次元空間で選手個人の加速能力を表現した(図1)。これにより、選手がどのような移動スピードで、どの方向にどれくらいの強度で加速できるかを可視化し、その選手の加速特徴を詳細に分析する

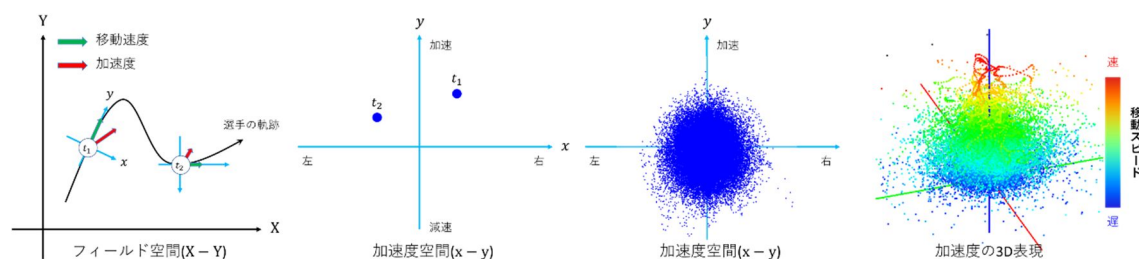


図1 加速度の3D表現

ことが可能となった。例えば、試合の前半と後半、あるいは、プレイエリアごとの結果を比較することで、選手個人の特徴や試合でのパフォーマンスを評価できる。図2は2人のプロサッカー選手の加速度パターンで共にポジションがフォワード（FW）であるが、移動スピードが速い部分に注目すると左右への加速度の大きさに顕著な差が見られる。これは、高速移動時でも大きく方向転換できる能力を有していることを示し、その差が試合でのパフォーマンスにも表れていると考えられる。

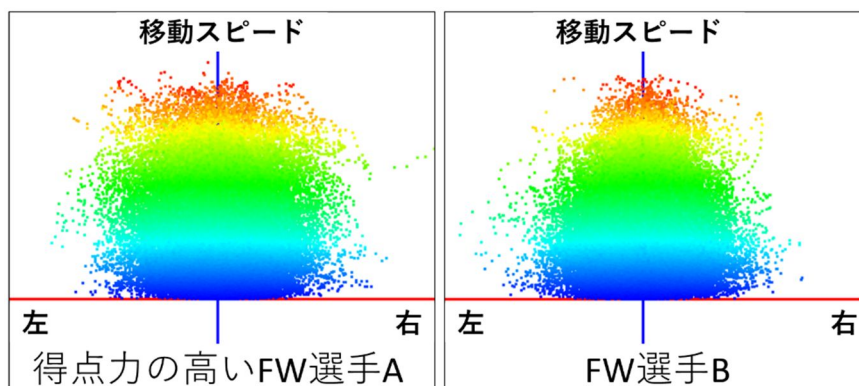


図2 加速度分布の比較

また、本研究で用いる加速度の表現手法では、ある選手のある瞬間の加速度を3次元空間の1点として扱うため、トラッキングデータが増えるに従って、その選手の加速度データセットも膨大となる。そこで、どの移動スピード区間をみても発揮される最大加速度の外形は概ね円形状となることから、移動スピードに対する円の中心座標および円の半径の変化を、それぞれ3次元直線および2次多項式でモデル化する。

$$\text{中心座標} : \frac{x-p_4}{p_1} = \frac{y-p_5}{p_2} = \frac{z-p_6}{p_3}$$

$$\text{半径} : r = p_7z^2 + p_8z + p_9$$

上式では、円の中心座標を (x,y) 、円の半径を r 、移動スピードを z とし、 p_1 から p_9 が最大加速度の外形を決めるパラメータとなる。図3に半径パラメータ (p_7, p_8, p_9) と、それによって得られる外形のシミュレーション結果を示す。

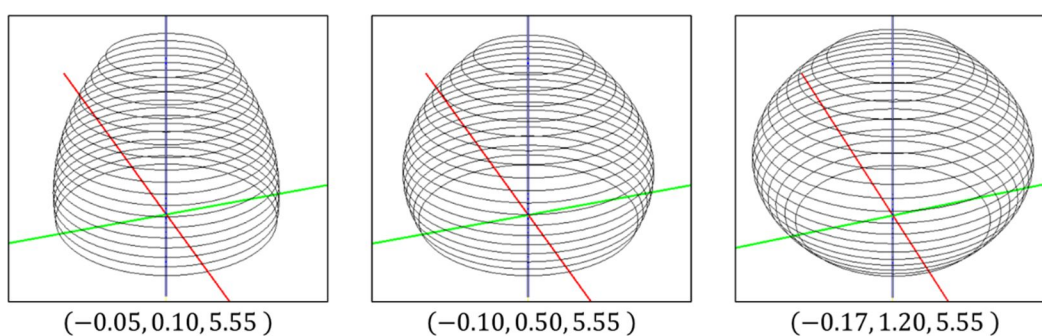
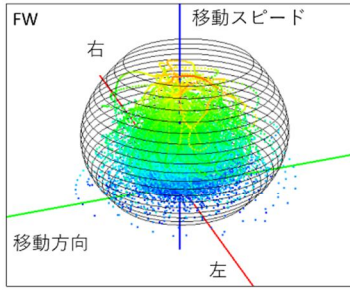


図3 加速度のモデル化

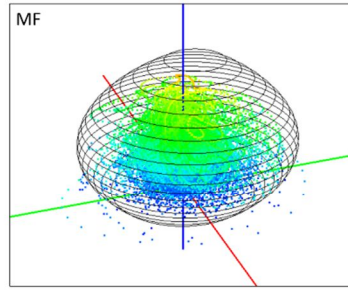
これら9個のパラメータは、各選手の加速度データから、移動スピードごとに各方向の加速度を大きいものから順に数点サンプリングした結果から自動的に算出する。図4は、ポジションの異なる3人のサッカー選手の加速度分布から得られた式(パラメータ)とその外形を円近似モデル(黒色の線)で表現した例である。選手あるいはポジションの違いにより最大加速力の発揮パターンが異なることが見て取れる。

本研究では、試合中の膨大なトラッキングデータから平面上を移動するアスリートの加速能力を詳細に記述し、それを定量化・モデル化する手法を提案した。また、その結果から「競技種目」、「競技レベル」、「ポジション(役割)」、「試合の局面」などの違いによる加速能力の特徴を抽出することを可能とした。これらはアスリートの加速特徴を表現する新たな指標として利用可能であると考えられる。



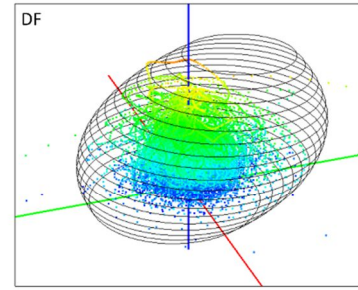
$$\frac{x + 0.1614}{-0.0181} = \frac{y + 0.2315}{-0.0456} = \frac{z - 3.9896}{1.0000}$$

$$r = -0.1180z^2 + 0.9085z + 4.6199$$



$$\frac{x + 0.1972}{0.0061} = \frac{y + 0.2483}{-0.0959} = \frac{z - 3.9896}{1.0000}$$

$$r = -0.1915z^2 + 1.3074z + 4.5697$$



$$\frac{x + 0.4468}{0.1159} = \frac{y + 0.8472}{-0.5309} = \frac{z - 3.9896}{1.0000}$$

$$r = -0.1586z^2 + 1.1264z + 5.3337$$

図4 加速度のモデル化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 瀧 剛志	4. 巻 32
2. 論文標題 チームプレー評価のためのスペースと隣接関係の定量化法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 トレーニング科学	6. 最初と最後の頁 55-64
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 瀧 剛志	4. 巻 15
2. 論文標題 トラッキングデータと映像処理技術によるゲーム分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 フットボールの科学	6. 最初と最後の頁 34-39
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 伊藤大輝，瀧剛志
2. 発表標題 選手の加速能力のモデル化を目的とした近似手法の比較
3. 学会等名 日本フットボール学会（JSSF）21th Congress
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 伊藤大輝，瀧剛志
2. 発表標題 選手の加速能力の可視化とモデル化手法の提案
3. 学会等名 日本フットボール学会（JSSF）20th Congress
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 志賀 祐樹、瀧 剛志、高井 洋平
2. 発表標題 360度カメラを用いた一人称視点における対人プレーの映像分析
3. 学会等名 日本フットボール学会 (JSSF) 19th Congress
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taiki Iriyama, Daiki Kato, Tsuyoshi Taki and Junichi Hasegawa
2. 発表標題 A METHOD FOR ANALYZING ACCELERATION ABILITY OF PLAYER FROM TRACKING DATA
3. 学会等名 World Congress on Science and Football 2019 (WCSF2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>中京大学 研究者総覧 https://kenkyu-db.chukyo-u.ac.jp/profile/ja.c2eb2040b920f5f4.html</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	高井 洋平 (Takai Yohei) (20574205)	鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授 (17702)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------