

敏捷性におけるパフォーマンス解析

馬 込 卓 弥

Performance analysis on agility

Takuya MAGOME

敏捷性におけるパフォーマンス解析

馬 込 卓 弥

Performance analysis on agility

Takuya MAGOME

要 約

種々の身体活動及び、スポーツパフォーマンスを発揮する場面では必要とされる能力や資質は多岐に渡る。競技ごとにその型にはまった固有的であり特異的な動きが列挙できるが、どの競技も共通している事象は「走る・踏みとどまる（足底を駆使する）」ということである。

特に瞬間的に判断し動く敏捷性との親和性は高く、例えばゲームの流れを変えてしまう展開力をも内包している。したがって、パフォーマンスレベル下において、敏捷性が高いレベルなのか事前に把握することは、そのゲームの勝敗に関与する可能性が高く重要である。

そこで本研究では、足裏に掛かる圧力を数値化し定量化することで、敏捷性との関連性を解析することを目的とした。3名の被験者（サッカープレイヤー）に対して運動プログラムを実施し、課題時における個人の足圧強度等からプレイヤーとしての特徴量の差異を比較検討した。

実測し分析した結果、加速度（X軸・Y軸・Z軸）の変化率に関して着目した場合、Z軸加速度最大ピーク値の頻度回数に差異が生じ、より敏捷性が求められる切り返し時の動作では瞬間最大足圧値に関して614N、806N、1004Nと3者間での特徴量を得る事が出来た。この様に、個人が「走る」動作に結び付けている、足圧に関する特徴量を数値化でき、次時のパフォーマンスへ活かす可能性も示唆された。

キーワード：敏捷性 足圧強度 パフォーマンス解析 3軸加速度センサ スポーツ医学

I. 緒 言

我々はこれまでに、スポーツパフォーマンス時のプレーヤーに関するデータを取得し、即時解析及び、現場レベルに対して、提示する方法を構築している。これらの活動は2020年の東京オリンピック・パラリンピックに向けた、スポーツ庁委託事業であるスポーツ拠点形成イノベーションプロジェクト（SRIP）の一環として進捗している。

特に各スポーツにおける、練習中および試合中の選手トラッキング（ウェアラブルセンサ・レーザーレーダー等）により得られる活動量を定量化しており、メディカル・コンディション情報等の競技力向上に必要な情報とリンクさせ、チーム及びプレーヤーにフィードバックする方法を確立しつつある。

上記に纏わる研究で、様々なことがクリアになり現場への情報共有も可能となっているが一方で、本プロジェクトを進捗していく中で、陸上競技やサッカーをはじめとした、競技者からある着眼点を耳にする様になった。

II. 本研究の背景・着目点

緒言を鑑みた場合、現場のトップアスリートから出た疑問点に着目する事とした。

瞬発的な力を利用してダッシュに変換しスムーズに利用できる観点に端を発し、足裏にどの様な力が働いて作用しているのか、その強さはどうなっているのか、敏捷性の要素を探る必要性がある、というポイントである。

確かに、競技ごとにその型にはまった固有的であり特異的な動きが列挙できる。例えば、野球であれば走攻守に関するものとして投げる、打つ、走るがピックアップでき、サッカーであれば走るスピードやゲーム全体時の走行距離、運動量やポジションによる動き方がプレーを遂行する上で重要となってくる。広義的に捉えた場合、どの競技も共通している事象は「走る」踏みとどまる（足底を駆使する）という事であり、その動作に関しては身体的に静的・動的な要素が必要とされる。

そこで、その原動力となるスピードを上げた場合や、切り返し時の足圧を分析する手法がピックアップできる。選手個人に落とし込んだ、基本的な動作である「走る」という観点から得られる情報の特徴量は、動きの基本となると同時に、他の要素とも関連付けできることから、分析し蓄積していくことも有用である。個人の特徴量を、この様にストックしておく、静的な動きと動的な動きに対してアプローチしていくことにもリンクできる。

Ⅲ. 本研究デザイン

1. 研究目的

本研究では敏捷性と足裏にかかる圧力から個人のプレーヤーとしての特徴量を検出する事を目的とした。3名の被験者（サッカープレーヤー）に対して運動プログラムを実施し、個人間の差異を解析し比較検討する事で、パフォーマンスレベルの向上を目指す事とした。

この得られた結果は従来の研究デバイス、例えば腕時計型の3軸加速度センサや我々が開発しているリアルタイムフィードバック仕様の新型デバイスを着用した運動強度や、疲労度とリンクすることも可能となってくる。受傷リスクを低減する方向性のベクトルとも合致するので、研究カスタマイズの応用性・可搬性も広い。

また、本研究で用いるデバイスの正確性（目視・映像との整合性）も併せて検討することとし、まずは一般レベルのプレーヤーで実証を行う。さらに、アルゴリズム等の検討を経て、日本代表をはじめとした、トップレベルのパフォーマンスを行うプレーヤーに有用である研究デザインとなり得るのかも、実証研究として行いたい。

2. 対象者

大阪大学医学部サッカー部に所属している3名を対象者とした（Fig1）。

以降、本稿では個人情報保護の倫理的側面から、被験者として上から順番にA、B、C表記とする。

被験者	身長(cm)	体重(kg)	靴のサイズ(cm)	Tテストタイム(秒)	主ポジション
A	179.9	65	28.5	16.3	フォワード
B	170.6	63	26	15.6	サイドバック
C	164	62	26	15	ボランチ

(Fig1) 被験者データ

3. 測定方法

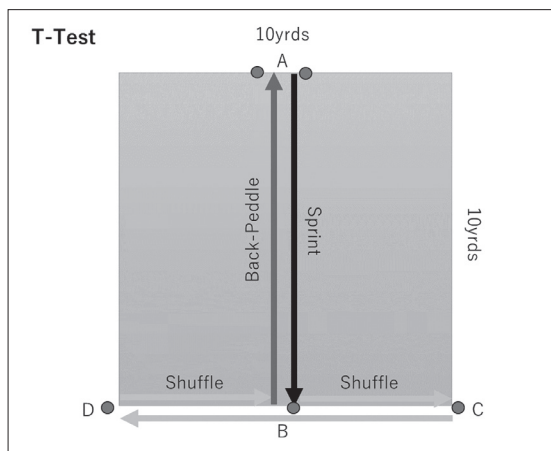
Moticon社の3軸加速度センサを用いて実測を行い、得られたデータの解析を行った。当センサはインソール型であり、被験者は各自のサイズに適応した物を装着した。【1】

このセンサはログとして内部にも計測時のデータを蓄積することが出来ると同時に、計測時の環境レベルに合わせてPCと接続環境が可能であれば、リアルタイムに結果を被験者に提示するフィードバック性も兼備する。

4. 測定場面

敏捷性におけるパフォーマンス解析で用いられる運動課題としては、幾つかの方法がある。本研究では、今後の研究展開も考え、より広義的に使用され頻度が高いものを選択した。

T-Testを用い、敏捷性の計測を行った (Fig2) (Fig3)。【2】【3】【4】



(Fig2) 運動課題「T-TEST」



(Fig3) 実測環境

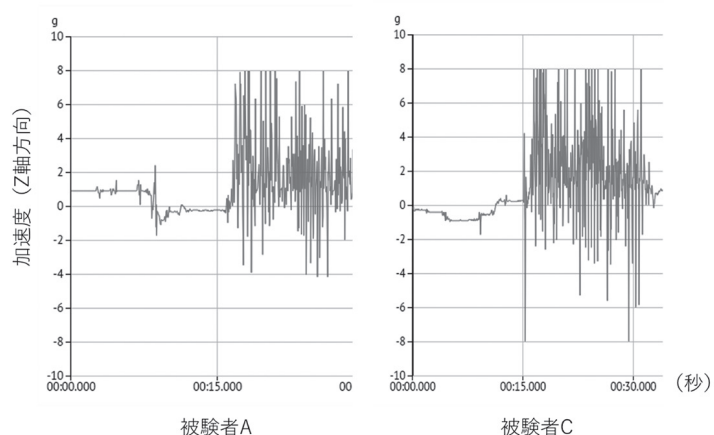
IV. 結果

本運動課題を実施し計測を行った結果、被験者のT-Test時における動きに関して、実測時の目視と実施後の記録映像と確認の結果、本研究で使用した3軸加速度センサから得られた情報の正確性は非常に高く、動きの再現性は十分取れていた。

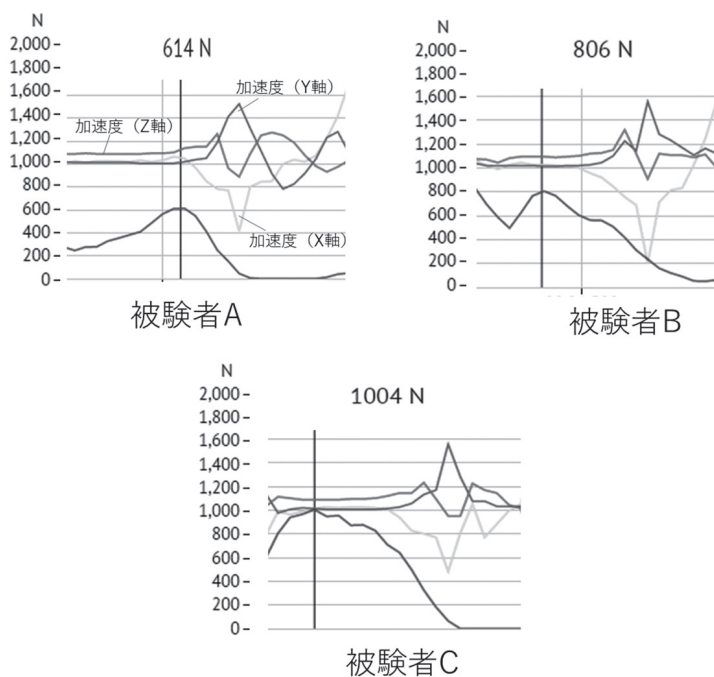
特に被験者特有の細かい動きに関して、運動量の情報を得る事が出来ており、3者間で比較検討することができた。3軸加速度に関しては (X軸・Y軸・Z軸)、運動課題全体量に大きな変化が見られなかった。ただ、単一軸で解析した結果は、敏捷性と足圧に関して興味深い知見を得る事が出来た。T-Testを課した、被検者A及び被験者Cの加速度 (Z軸) の変化量を秒単位で示

す (Fig4)。

また、敏捷性に特化した解析も同時に進めた。本研究では、左へのサイドステップから右への切り替えし時に関する動きのデータを切り取り解析検討した。その結果、瞬間最大足圧値に関して614N（被験者A）、806N（被験者B）、1004N（被験者C）と3者間での特徴量を得る事が出来た (Fig5)。



(Fig4) 秒ごとの加速度変化 (Z軸)



(Fig5) 切り返し時の瞬間最大足圧値と加速度変化

V. 考 察

加速度自体に対しては、波形や得られた数値で検討した結果、ほぼ同じ傾向にあるが、最大値の回数に着目すると、課題クリア時間が早い被験者Cの足圧最大ピーク値は、被験者Aと対比した場合、計測時間内で多く見られている (Fig4)。つまり、計測時間の中で足裏全体に、個人内においては適した力が掛かっているために、タイム短縮の結果に繋がったと考えられる。【6】この様な知見は、タイム結果と映像及び、俊敏性テストからでは個人の末梢レベル下において「何が」起きているのかという事案に対して、検証性が低く結果論で述べることが多い現状に、一石を投じることとなり得る可能性を同時に示している。

さらに左へのサイドステップから右への切り替えし時に瞬間最大足圧値に関して、被験者特有の結果が得られている。興味深いことに、足底全体に力が掛かる強さが、瞬間的に大きいほど、計測タイムの結果も良く被験者Cは足圧値が1004N、15秒であった。

それに対して614Nの値であった被験者Aは16.3秒で、400Nの差がこの様にタイム差にも反映されたと考えられる。被験者Bに関しては、806N、15.6秒で両者の中間に瞬間最大足圧値およびタイム結果が得られた。さらに、切り返し時の瞬間に測定された各自の加速度 (X軸・Y軸・Z軸) 値に着目すると3者とも大きな変化は認められなかった (X軸・Y軸1000N、Z軸1100N) ことから3軸加速度の影響よりも、足底全体にどのくらい力を、瞬間的に掛けれることが出来るのか、という点に着目する必要性が本研究では示唆された。

上記の点を鑑みると、通常時から各競技のプレイヤーが練習等で切り返し時の瞬間足圧値等の敏捷性に関するデータを取得しストックしておけば、例えば、本人が受傷し競技復帰する際に、リハビリ時のタイムや足圧の値がどの程度、チーム全体平均値や受傷前と比較して差があるのかといった指標としての有用性が高い。この様に、競技復帰や受傷防止に関して、主観的な評価に加えて数値化し定量化した客観的な評価でアプローチする事も大変重要である。【7】【8】

VI. 本研究の限界

本課題において、敏捷性テストの中で足圧や加速度から生じた変化率を認める事ができたが、これらの結果はテスト単一から派生されたものであるもので、他要素である、既往歴 (受傷歴) をはじめとした、個人に対する別データとリンクさせる必要がある。また身体活動時に関するものも同様で、他種類の敏捷性に纏わる課題も本研究方法で使用したインソール等を用いてリサーチし結果を比較検討しなければならない。さらに、切り返し時の足裏にかかる力と関連する敏捷性を示す指標を確立できれば、スポーツ現場へのフィードバックレベルが高くなるため、静的なバランステストなどと組み合わせることも取り入れ進捗していく課題もある。

Ⅶ. 利益相反

本研究に対して事項該当なし

Ⅷ. 謝 辞

本研究は、大阪大学医学部4年生鈴木翔大君の協力があり実施可能となり、参加して頂いた医学部生の皆さんにも感謝致します。また使用機器に関しては、大阪大学情報工学研究科内山彰先生の御協力のもと実施し、平素より大阪大学医学部スポーツ医学、中田研教授にも御指導頂いている。御二人にも感謝致します。

Ⅸ. 参考文献

- [1] Moticon [product-page] <https://www.moticon.de/>
- [2] Buck C, Guelfia K, Dawson B, et al. Effects of sodium phosphate and caffeine loading on repeated-sprint ability. J Sports Sci.,2015, 33 (19) : 1971-9. 11
- [3] Young W, Farrow D. A review of agility : practical applications for strength and conditioning. Strength Cond J. 2006 ; 28 : 24-29
- [4] McGinnis RS, Cain SM, Davidson SP, Vitali R V, Mclean SG, Perkins NC. Inertial sensor and cluster analysis for discriminating agility run Technique. Biomed Signal Process Control. 2017 ; 32 : 150-156.
- [5] Novak D, Podobnik J, Munih M. Toward real-time automated detection of turns during gait using wearable inertial measurement units. Sensors (Basel). 2014 ; 14 : 18800-22.
- [6] J, Schwameder H, et al. Turn characteristics of a top world class athlete in giant slalom : A case study assessing current performance prediction concepts. Int J Sport Sci Coach. 2012 ; 7 : 647-660.
- [7] 馬込卓弥：「スポーツ医科学とパフォーマンス解析」大阪大学 医学部 学友会会誌 Vol.37, 77-80 (2017)
- [8] 馬込卓弥：「トップアスリートチームにおけるパフォーマンス解析」
スポーツ庁委託事業 スポーツ研究イノベーション拠点形成プロジェクト
ジャパン・スポーツ・サイバーフィジカルシステム構築研究事業拠点 中間報告会
大阪大学 吹田キャンパス 銀杏会館 (2018.9.3)

