

2022年度 若手・女性研究者奨励金 レポート

研究課題	間欠的な全力疾走の反復における疾走動作の変化 —新たなトレーニング法確立のためのエビデンスを求めて—
キーワード	① スプリント、② バイオメカニクス、③ トレーニング科学

研究者の所属・氏名等

フリガナ 氏名	クキ セイタ 九鬼 靖太
配付時の所属先・職位等 (令和4年4月1日現在)	大阪経済大学 人間科学部 専任講師
現在の所属先・職位等 (令和5年7月1日現在)	大阪経済大学 人間科学部 准教授
プロフィール	<p>私は、筑波大学で博士（コーチング学）を取得し、現在は大阪経済大学の准教授として研究・教育に携わっています。私は、短距離走（速く走る）ことに興味があり、筋力の測定評価法やスプリントパフォーマンス向上に関する研究を行なってきました。また、私自身も陸上競技の100m走を専門にしており、全日本インカレで4位に入るなどの実績を持っています。自分が実際に取り組んできた経験を土台にして、研究活動で得られた知見を合わせることで、理論と実践を交えたコーチを目指して努力しています。</p> <p>陸上競技部のコーチとして学生たちを指導するとともに、プロサッカー選手など、球技系種目の選手に対する走りの指導も積極的に行なっています。選手たちがより効率的かつ速く走るための技術を教え、トレーニングを通じてパフォーマンスを高められるよう、選手と創意工夫しながら取り組んでいます。</p>

1. 研究の概要

本研究は、30mの全力疾走を間欠的（20秒の休息）に反復した際の疾走速度、ピッチおよび疾走動作の変化を明らかにすることを目的とした。

本研究における対象者は、13名の男子学生サッカー選手であった（年齢：19.00±0.71歳、身長：168.99±4.82cm、体重：61.65±6.79kg）。対象者は30mの全力疾走を20秒の休息を挟んで10回反復する、Repeated Sprint テストを実施した。スタートは、3点支持の静止姿勢から、対象者の任意のタイミングでスタートした。光電管を用いて、1本ごとの疾走タイムを測定するとともに、フィードバックを与えた

疾走動作の測定は図1の通り、20m地点から側方に30m離れた地点にハイスピードカメラを設置し、対象者の疾走動作を120Hzで撮影した。2m間隔で校正マーカーを設置し、マニュアルデジタイズを行った（胸骨上縁、大転子、膝関節、足関節、踵、母指球、つま先）。デジタイズを身体の同側で行うために、1・5・9本目の

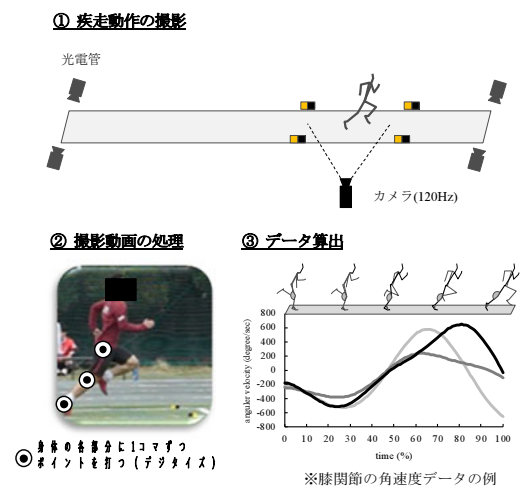


図1 研究方法の概要

試技を分析対象とした。デジタイズの範囲は、右足接地から次の右足接地までの1サイクルとした。本研究では、下肢キネマティクスに着目するために、右足の支持期を100%に規格化し分析した。算出したデータは、股関節、膝関節、足関節の関節角度・角速度、および体幹、大腿部、下腿部、足部のセグメント角度・角速度であった。接地と離地のタイミングを目視で判断し、それぞれのイベントから支持時間および滞空時間を算出した。また、ピッチは、得られた支持時間と滞空時間の合計値の逆数として算出した。結果については、下記の「研究の結果」で詳細に示す。

2. 研究の動機、目的

研究の動機

申請者が、本研究課題に取り組む動機は、全力疾走を反復する能力（以下、RSA : Repeated print Ability）を高める新たなトレーニング方法を開発し、我が国の球技アスリートにおける身体パフォーマンスを効率的に向上させたいと考えるからであった。サッカーやラグビーなどの球技種目では、短い休息を挟みながら全力疾走を繰り返すことが要求され、競技レベルの優劣にRSAが影響している（Rampini et al., 2009）。先行研究では、有酸素的持久能力の指標である最大酸素摂取量が高ければRSAに優れるという関係や（Jones et al., 2013）、全力疾走を反復すると疾走中の股関節による力発揮が低下すること（Gonçalves, et al., 2021）が示されてきた。一方、RSAを高める方法として指導書で示されているのは、インターバル走トレーニング（例：30m走を20秒レストで反復する練習）などの古典的な方法がほとんどであり、効率的にRSAを高めるトレーニング方法が極めて少ない。

研究の目的

研究の目的は、30mの全力疾走を間欠的（20秒の休息）に反復した際の疾走速度、ピッチおよび疾走動作の変化を明らかにすることとした。

3. 研究の結果

疾走タイムとステップ変数

30mの疾走タイムは、1本目：4.32±0.17秒、5本目：4.60±0.16、9本目：4.69±0.14であった。1本目から9本目までの疾走タイムの低下は、0.37±0.15秒であった。ピッチ、支持時間および滞空時間のそれぞれの平均と標準偏差は表1の通りである。1本目に比べて、9本目ではピッチが低下し、支持時間および滞空時間が増加していた。疾走速度は、脚の回転数であるピッチと、一步の大きさのストライドの積で算出される。本研究では、ストライドを算出していないが、1本目から9本目のピッチの低下を見ると、疾走速度の低下はピッチの低下に起因する可能性が考えられる。

表1 30mスプリントにおける1本目・5本目・9本目のタイム、ピッチ、支持時間および滞空時間

	1本目		5本目		9本目	
	平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差	平均	± 標準偏差
30mタイム (秒)	4.32	± 0.17	4.60	± 0.16	4.69	± 0.14
ピッチ (Hz)	4.70	± 0.15	4.34	± 0.13	4.26	± 0.17
支持時間(秒)	0.116	± 0.007	0.128	± 0.010	0.130	± 0.007
滞空時間 (秒)	0.097	± 0.009	0.103	± 0.010	0.105	± 0.012

疾走動作（下肢のキネマティクス）

図2に、30m走のタイムが最も優れた対象者Aの事例を示している。1本目、5本目、9本目の支持期における股関節、膝関節および足関節の関節角度と角速度をそれぞれ示している。縦軸は、それぞれ角度と角速度を示している。横軸は支持時間を100%に規格化したものを示しており、0%を右足接地、100%を右足離地としている。

特筆すべき変化は、膝関節の角度変位である。1本目と9本目では、接地時（0%）の角度は類似しているものの、50%付近における最大屈曲角度には差があり、1本目は134.57°であったのに対して、9本目は127.35°であった。すなわち、スプリントの反復による疲労によって、

支持期中の膝関節はより大きく屈曲しやすくなると考えられる。膝関節は、身体の構造上（幾何学的に）、身体重心の上下動に強く影響することを考えると、9本目では支持期中の身体重心の上下動が大きくなっていることが推察される。先行研究では、股関節や膝関節におけるトルク発揮が、疲労とともに減衰することが報告されているが（Gonçalves, et al., 2021）、本研究における膝関節の屈曲の大きさは、先行研究に支持される結果であると言える。

また、角速度では、最大角速度の出現時点が1本目に比べて9本目ではより遅くなる（離地に近づく）点も興味深い結果である。例えば、股関節の最大伸展角速度が出現したタイミングは、1本目で69%時点であるのに対して、9本目では86%時点であった。規格化した時間であるため推測になるが、支持時間を0.1秒であると仮定すると、約0.02秒も出現するタイミングが遅くなったと推察できる。最大伸展角速度の出現の遅延は、その後の股関節の屈曲による脚の前方スイングに影響を及ぼすと考えられる。伊藤（2003）は、合理的な疾走動作の特徴として、離地の前から股関節屈曲トルクが大きく発揮されることを示している。すなわち、高速での疾走においては、「動きの先取り」として、股関節は離地の前から屈曲トルクを開始して、脚を前方にスイングしようとしている。しかしながら、9本目に見られたように、股関節の最大伸展角速度の出現が遅くなるということは、離地時の前に股関節の屈曲トルクを発揮できておらず、伊藤（2003）が提示する合理的な疾走動作とは反対の動作になっていると判断できる。

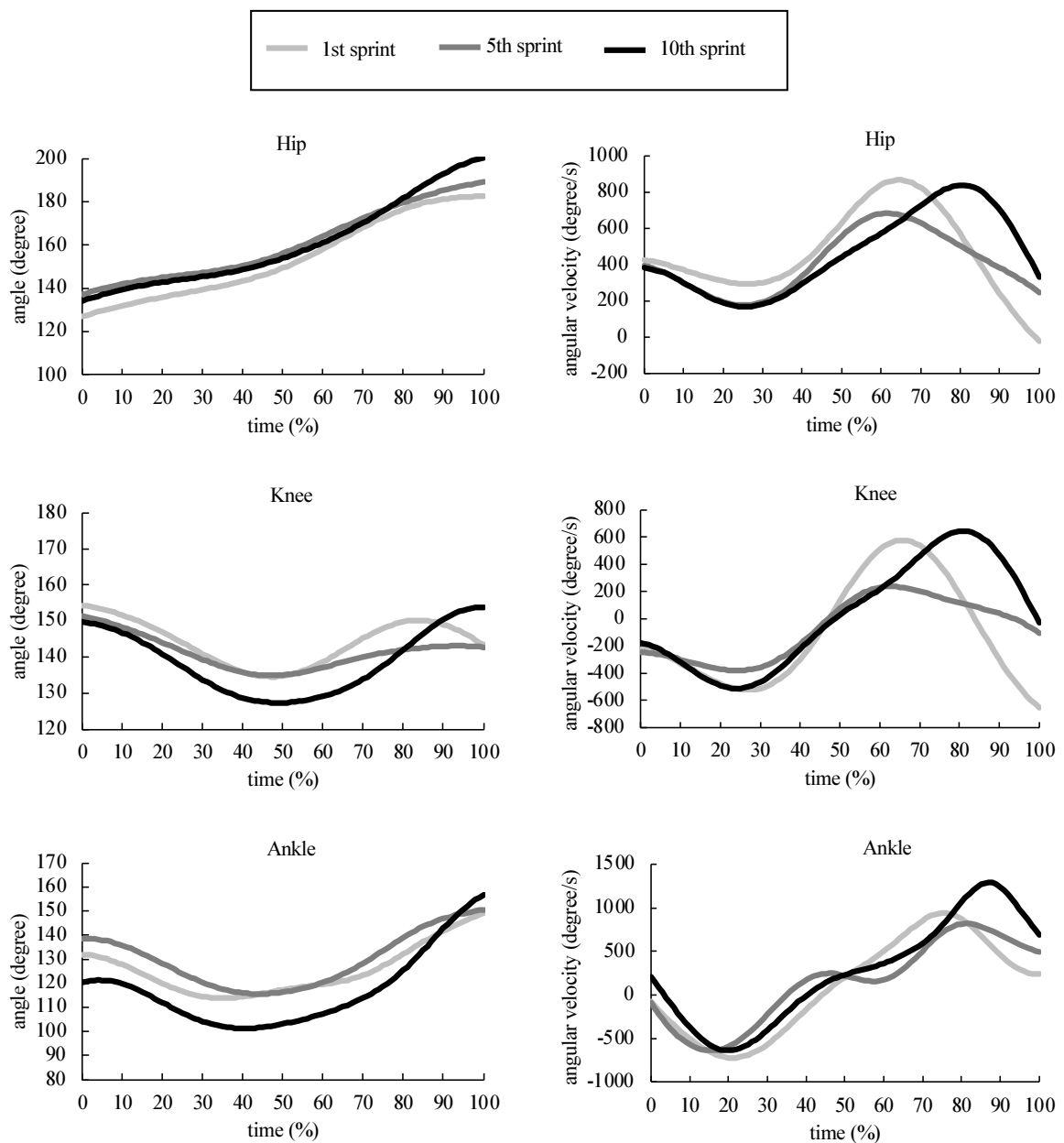


図2 対象者Aにおける支持期のキネマティクス

4. 研究者としてのこれからの展望

本研究は、スプリントを反復した際の疾走速度の低下に伴う動作の変容を記述的に調査したものである。上述の通り、間欠的なスプリント能力は、球技系種目において広く求められる体力的要素であり、疲労に起因する疾走動作の変化は、多くのコーチや競技者に有益な情報になると考える。しかしながら、スポーツの現場に本研究の知見を届けるためには、「How(どのように)」という視点が必要であると筆者は考える。すなわち、本研究で示された膝関節の屈曲の増大と股関節の最大伸展角速度の出現の遅延を防ぎ、疾走速度の低下を最小限にとどめるための方法論が、スポーツの現場では求められることが多い。したがって、今後は、上述した疲労下における疾走動作の変化を防ぐようなトレーニング方法を検討するとともに、トレーニングの介入実験を行い、トレーニング効果を検証する必要があると考える。

スポーツ科学の研究は、コーチや競技者が、試合およびトレーニング現場で知見を活用して、初めて価値のあるものになると、筆者は考えている。そのため、筆者は研究者として今回のような研究を進めるとともに、スポーツ科学の知見を活用したコーチングを行い、海外で活躍するような競技者の育成やサポートに携わりたい。このような研究と実践を両立した活動こそが、スポーツ科学の普及に寄与し、社会的価値を高めうる一助になると考えている。

5. 支援者（寄付企業等や社会一般）等へのメッセージ

このたびは、貴重な研究費を受託できたことを、心から嬉しく思います。また、研究活動をサポートいただき、感謝申し上げます。少子化が深刻な日本においては、アスリートとしての人的資源も、今後は乏しくなることが容易に推測できます。その中で、国際的な競技力を維持するためには、貴重な人的資源を効率的に指導・育成する必要があります。そのためには、従来の非科学的な指導やトレーニング方法から、科学的かつ合理的な指導やトレーニングへと変化する必要があります。本研究は、社会全体から見ると極めて専門的で限定的な内容かもしれませんが、本研究結果を現場のコーチに届け、間欠的なスプリント能力は「根性では向上しない」と理解していただき、合理的な指導が行われる一助になれば、スポーツ界の発展に微力ながら寄与できると考えております。改めまして、今回は貴重な支援をいただきありがとうございました。