

〈論文〉

大学男子ラグビーフットボール選手の疾走動作の特徴

綿谷 貴志*

The Characteristics of Sprint Running in Male College Rugby Football Players

Takashi WATAYA*

要旨

本研究の目的は、大学男子ラグビーフットボール選手の疾走動作の特徴をバイオメカニクス的手法により明らかにすることである。被験者を大学男子ラグビーフットボール選手 30 名（年齢 19.6 ± 1.1 歳，身長 1.75 ± 0.07 m，体重 92.1 ± 11.2 kg）とし，50m 走中の 30~40m 区間の走動作を詳細に分析した。相関分析の結果，走速度と支持時間との間に有意な相関関係が認められた。支持期の下肢動作では，走速度と脚全体角速度の最大値，大腿角速度の最大値，股関節伸展速度の最大値，膝関節屈曲角変位との間に有意な相関関係が認められた。

Abstract

This paper looks at the characteristics of sprinting activities by male college male rugby football players using biomechanical methods. A total of 30 male college rugby football players (age: 19.6 ± 1.1 yrs., height: 1.75 ± 0.07 m, weight: 92.1 ± 11.2 kg) were included in this study. Their running movements in the 30- to 40-meter-long section in a 50-meter run were analyzed in detail. Correlation analysis showed a significant correlation between the running speed and the support time. In the support phase of the lower limb movements, significant correlations were found between running speeds and maximum whole leg angle velocity, maximum thigh angle velocity, maximum hip extension velocity, and knee-joint flexion angle displacement.

キーワード

ラグビー選手 (rugby players) 疾走動作 (sprint motion)
動作分析 (kinematic analysis)

* 北海道情報大学情報メディア学部情報メディア学科講師, Lecturer, Department of Information Media, Faculty of Information Media, HIU

1. はじめに

ラグビーフットボール（以下「ラグビー」とする）の試合で勝利するためには高度な組織力や戦術、選手同士の激しい接触に耐えられるフィジカルなどが必要とされる。特に、敵陣地へボールを素早く運ぶという点で、選手のスプリント能力は勝敗を左右する重要な要素である。

陸上競技の 100m 走は、レース中の速度変化をもとに「加速局面」「中間疾走局面」「減速局面」に分けられる。分析するにはそれら局面別に行われることが多く、走速度を高める要因が局面によって異なる可能性も示唆されている（福田・伊藤 2004；羽田・阿江ほか 2003；小林・土江ほか 2009）。

一方、サッカーなどの球技系スポーツに関する研究では、スタートから約 30m までの加速局面に着目したものが非常に多い（安部・藤枝 2004；金子・袴田ほか 2012）。球技系スポーツは競技のプレースタイルの特徴として比較的短い距離の全力走を繰り返す場面が多いことがその理由として挙げられ、ラグビーも同じ特性を有していると考えられる。

ラグビーを対象とした先行研究では、菅野・濱田ほか（2017）は、男子ラグビー選手の加速能力に着目し、スタートから 1～4step（約 5m）の加速には、軽負荷から高負荷領域までの下肢伸展パワーを増大することや、ストレッチ・ショートニング・サイクル筋活動で行われる下肢反応筋力を向上させることが必要であると報告している。また、九鬼・村上ほか（2018）は、学生トップレベルのラグビー選手を対象に、FW（フォワード）と BK（バックス）の形態的および体力的要素を比較し、ポジションごとのアジリティ能力と体力的要素との関係の違いについて検討している。その結果、FW では RAT（Reactive Agility Test）のタイムが 20m スプリントのタイムや CMJ（Counter Movement Jump）の跳躍高と有意

な相関関係が認められたことから、体力要素の向上により方向転換走能力を高めることでアジリティ能力の改善ができる可能性を示唆している。これら先行研究では、各種体力要素と走能力との関係を検討したものはみられるが、ラグビー選手の疾走動作を詳細に分析した研究は非常に少ない。岩壁・尾懸ほか（1995）が、陸上競技選手（短距離か跳躍専門）と球技系スポーツ選手（サッカーかラグビー専門）との疾走動作を比較したところ、両者の間では疾走動作の特徴に違いがあったことを報告している。しかし、サッカーとラグビーでもそれぞれの競技特性や求められる体力要素は異なる可能性があり、ラグビーを専門とする被験者のみで検討されていない点が課題として挙げられる。

本研究では、ラグビー選手を対象とし、その疾走動作の特徴をバイオメカニクス的手法によって明らかにすることを目的とする。本研究から得られる知見が、ラグビー選手の走能力の向上および指導方法に関して有益なものとして活用されることを期待する。

2. 研究方法

2-1 被験者

本研究の被験者は、東北地区大学ラグビーリーグに加盟している大学のラグビー部に所属する男子大学生 30 名であった（年齢 19.6 ± 1.1 歳、身長 1.75 ± 0.07 m、体重 92.1 ± 11.2 kg、競技歴 5.6 ± 3.2 年）。また、被験者の競技歴の平均は 5.8 ± 3.0 年（3.0 年～14.0 年の範囲）であった。実験を行うにあたり、被験者全員にその目的や方法、実験に伴う危険性を説明し、本研究への参加の同意を得た。なお、本研究は八戸学院大学の研究倫理委員会に計画書を提出し、審査後に承認を得て行われたものである（2020 年 6 月）。

2-2 撮影方法

図1は、本研究における実験図である。実験は人工芝ラグビー場に設定した直線走路を使って行った。被験者には試技前に各自でウォーミングアップを行ってもらった。試技はスタンディングスタートからの最大努力度による1回の50m走であった。スタートラインから30~40mの10mを撮影区間とし、三脚に取り付けたビデオカメラ（Panasonic社製、DMC-FZ300、撮影速度240fps）で撮影区間内の走動作を側方からパンニング撮影した。また、撮影区間内の走路両脇には分析用のリファレンスマークを2m間隔で設置し、試技中の被験者とリファレンスマークが画面に同時に映り込むように画角を調整した。

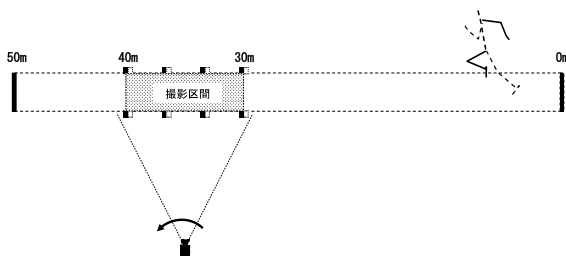


図1 実験図

2-3 分析方法

撮影された動画をPCに取り込み、撮影区間内の走の1サイクル（図2）の範囲を対象に、各コマの被験者の身体各部位23点とリファレンスマーク4点の計27点をデジタイ

ズした。デジタイズ作業にはMicrosoft Excel 2019（Microsoft社製）に搭載されているプログラム言語であるVBA（Visual Basic for Applications）で作成した独自の動作解析ソフトを用いた（綿谷2018b）。走路両脇に設置された2m間隔のリファレンスマークの座標値をもとに、パンニング4点実長換算法を用いて分析区間内の身体各部位の2次元座標を得た。

2-4 ストライド、ピッチに関する項目

身体重心の算出には、阿江・湯ほか（1992）の身体部分慣性係数を用いた。デジタイズ作業によって算出された身体各部位23点の座標から身体重心の位置を推定した。

ストライドは1歩あたりの身体重心が水平方向へ移動した距離とし、ピッチは1歩に要した時間の逆数とした。走速度はストライドのピッチとの積によって求めた。足部が地面と接した瞬間を接地時、地面から離れる瞬間を離地時とし、接地時から離地時を支持期とした。また、回復期前半のことを滞空期とし、それに要した時間を滞空時間とした。それらの時間はQuick Time Pro（Apple社製）によって、各局面に要したフレーム数をカウントすることで算出した。

2-4 動作に関する項目

図3は、本研究で用いた動作項目である。

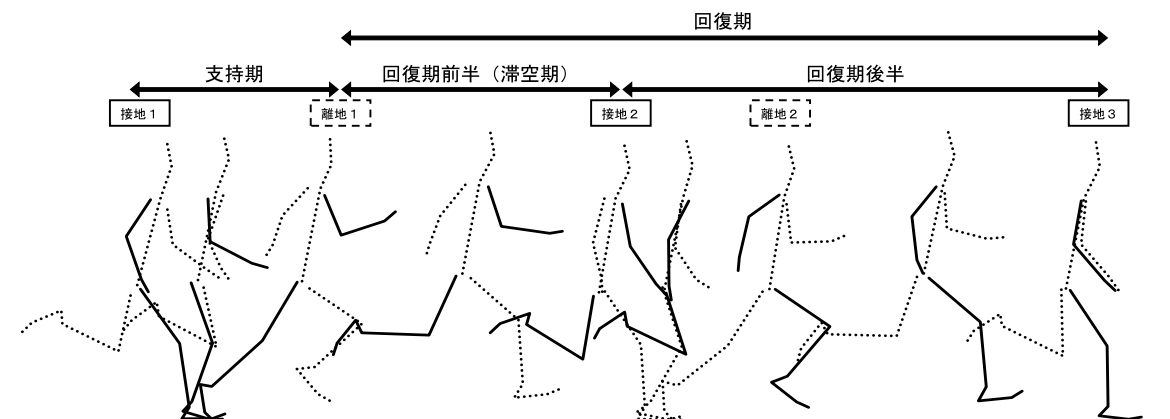


図2 走の1サイクルの定義

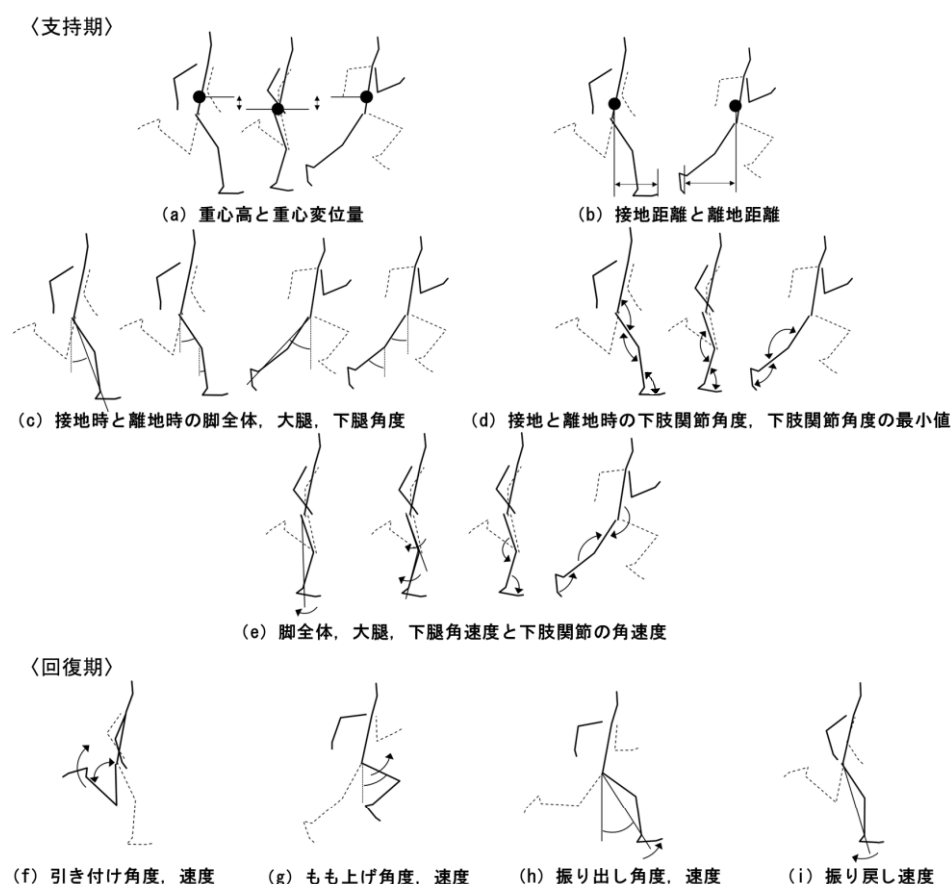


図3 本研究で用いた動作項目（綿谷 2018a より引用）

すべての項目は、先行研究（綿谷 2018a）で使用されたものを用いた。詳細については以下のとおりである。

2-4-1 重心高と重心変位〈図 3-a〉

- ・ 接地時と離地時の重心高
- ・ 支持期の重心高の最小値
- ・ 接地時から重心高最小時点までの重心高の変位量（重心低下量）
- ・ 重心高最小時点から離地までの重心高の変位量（重心上昇量）

2-4-2 接地距離と離地距離〈図 3-b〉

- ・ 接地時のつま先と重心との水平方向の距離（接地距離）
- ・ 離地時のつま先と重心との水平方向の距離（離地距離）

2-4-3 接地時と離地時の脚全体、大腿、下腿角度〈図 3-c〉

- ・ 接地時および離地時の脚全体（股関節—足関節）、大腿（股関節—膝関節）、下腿（膝関節—足関節）の角度
- ・ 接地時から離地時までの脚全体、大腿、下腿の角変位

2-4-4 接地時と離地時の下肢関節角度、下肢関節角度の最小値〈図 3-d〉

- ・ 接地時と離地時の股関節、膝関節、足関節の角度
- ・ 支持期の膝関節および足関節の最小値
- ・ 膝関節と足関節の接地時から最小時点までの角変位（それぞれ膝関節屈曲角変位と足関節背屈角変位）

- ・膝関節と足関節の最小時点から離地時までの角変位（それぞれを膝関節伸展角変位と足関節底屈角変位）

2-4-5 脚全体、大腿、下腿角速度と下肢関節の角速度〈図 3-e〉

- ・支持期の脚全体、大腿、下腿角速度の最大値
- ・股関節伸展速度の最大値
- ・膝関節屈曲速度と伸展速度の最大値
- ・足関節背屈速度と底屈速度の最大値

2-4-6 引き付け角度と速度〈図 3-f〉

- ・回復期の膝関節角度の最小値（引き付け角度）
- ・回復期の膝関節屈曲速度の最大値（引き付け速度）

2-4-7 もも上げ角度と速度〈図 3-g〉

- ・回復期の大腿角度の最大値（もも上げ角度）
- ・回復期の大腿角速度の最大値（もも上げ速度）

2-4-8 振り出し角度と速度〈図 3-h〉

- ・回復期の脚全体角度の最大値（振り出し角度）
- ・回復期の脚全体角速度の最大値（振り出し速度）

2-4-9 振り戻し速度〈図 3-i〉

- ・回復期の脚全体の後方への角速度最大値（振り戻し速度）

脚全体角度は股関節よりも足関節が、大腿角度では股関節よりも膝関節が、下腿角度では膝関節よりも足関節が前方に位置する場合をプラスとし、後方に位置する場合をマイナスとした。

2-5 規格化データの比較

本研究ではさらに支持期の脚全体、大腿、

下腿の単位時間あたりの角速度も算出している。各部位の角変位を時間微分することで単位時間ごとの角速度を求め、支持期に要した時間を 100%として規格化した。1%ごとに被験者 30 名分の平均値を算出し、接地時から 10%毎に走速度との相関分析を行った。

2-6 分析および統計処理

すべての統計処理は Microsoft Excel 2019（Microsoft 社製）を用いて行った。相関分析にはピアソンの積率相関係数を用いて検討し、有意水準は 5%未満とした。

3. 結果

表 1 は、走速度と算出した項目との関係性を検討したものである。走速度と支持時間との間に有意な負の相関関係が認められた ($r=-0.609$, $p<0.01$)。

支持期では、走速度と脚全体角速度の最大値との間に有意な正の相関関係 ($r=0.625$, $p<0.01$)、大腿角速度の最大値の間に有意な負の相関関係 ($r=-0.375$, $p<0.05$)、股関節伸展角速度の最大値との間に有意な正の相関関係 ($r=0.455$, $p<0.05$)、膝関節屈曲角変位との間に有意な正の相関関係が認められた ($r=0.375$, $p<0.05$)。

図 4~6 は、支持期中の脚全体、大腿、下腿角速度の変化を示したものである。脚全体角速度では、10~100%地点で走速度との間に有意な正の相関関係が認められた。大腿角速度では、0~70%地点で走速度との間に有意な正の相関関係が認められた。下腿角速度では、50~80%地点で走速度との間に有意な正の相関関係が認められた。

4. 考察

相関分析の結果、走速度は支持期における脚全体角速度の最大値、大腿角速度の最大値、

表1 走速度と分析項目との相関関係

従属変数	局面	独立変数	相関係数
走速度 (m/s)	全体	ストライド (m)	0.228 n.s.
		ピッチ (Hz)	0.342 n.s.
		支持時間 (s)	-0.609 **
		滞空時間 (s)	0.234 n.s.
	接地時	重心高 (m)	-0.005 n.s.
		接地距離 (m)	-0.292 n.s.
		脚全体角度 (deg)	-0.323 n.s.
		大腿角度 (deg)	-0.135 n.s.
		下腿角度 (deg)	-0.325 n.s.
		股関節角度 (deg)	0.268 n.s.
		膝関節角度 (deg)	-0.153 n.s.
	離地時	重心高 (m)	-0.016 n.s.
		離地距離 (m)	0.263 n.s.
		脚全体角度 (deg)	-0.031 n.s.
		大腿角度 (deg)	-0.056 n.s.
		下腿角度 (deg)	-0.006 n.s.
		股関節角度 (deg)	0.298 n.s.
	支持期	重心高 最小値 (m)	-0.001 n.s.
		重心低下量 (m)	-0.040 n.s.
		重心上昇量 (m)	-0.071 n.s.
		脚全体角速度 最大値 (deg/s)	0.625 **
		大腿角速度 最大値 (deg/s)	-0.375 *
		下腿角速度 最大値 (deg/s)	-0.215 n.s.
		股関節伸展速度 最大値 (deg/s)	0.455 *
		膝関節屈曲速度 最大値 (deg/s)	0.246 n.s.
		膝関節伸展速度 最大値 (deg/s)	-0.213 n.s.
		足関節背屈速度 最大値 (deg/s)	-0.212 n.s.
		足関節底屈速度 最大値 (deg/s)	-0.017 n.s.
		膝関節角度 最小値 (deg)	0.186 n.s.
		足関節角度 最小値 (deg)	0.043 n.s.
		脚全体角変位 (deg)	-0.164 n.s.
		大腿角変位 (deg)	-0.039 n.s.
		下腿角変位 (deg)	-0.216 n.s.
		膝関節屈曲角変位 (deg)	0.375 *
		膝関節伸展角変位 (deg)	-0.159 n.s.
		足関節背屈角変位 (deg)	-0.199 n.s.
		足関節底屈角変位 (deg)	-0.158 n.s.
	回復期	引き付け角度 (deg)	0.050 n.s.
		引き付け速度 (deg/s)	-0.009 n.s.
		もも上げ角度 (deg)	0.001 n.s.
もも上げ速度 (deg/s)		0.043 n.s.	
振り出し角度 (deg)		-0.158 n.s.	
振り出し速度 (deg/s)		-0.009 n.s.	
振り戻し速度 (deg/s)	0.309 n.s.		

n.s.: not significant, *: p<0.05, **: p<0.01

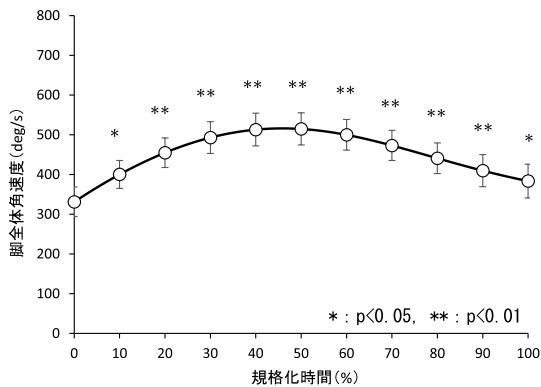


図4 支持期における脚全体角速度の変化

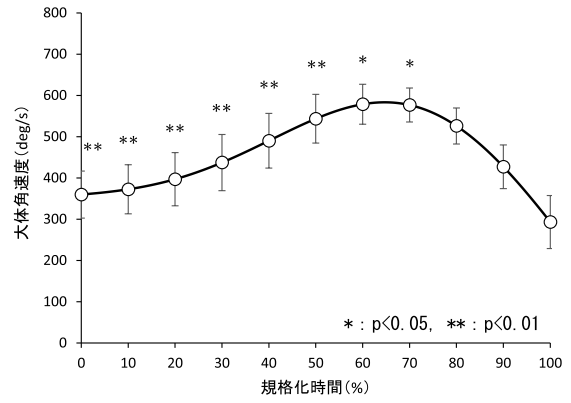


図5 支持期における大腿角速度の変化

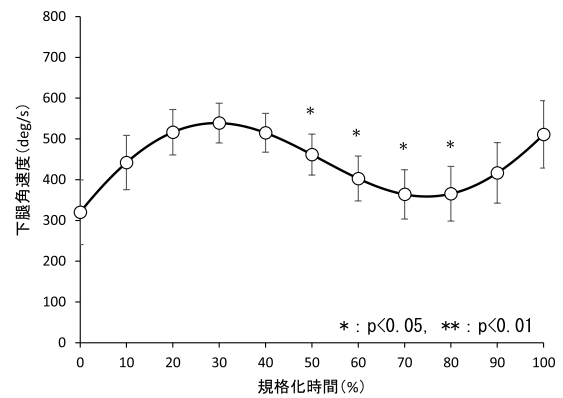


図6 支持期における下腿角速度の変化

股関節伸展速度の最大値、膝関節屈曲角変位との間に有意な相関関係を有していた。

まず、走速度はストライドとピッチのどちらも有意な相関関係は認められなかった。走速度はストライドとピッチとの積で算出されるため、陸上競技に関する先行研究をみても走速度はストライドとピッチのどちらかと有意な相関関係が認められる場合がほとんどである(豊島・桜井2018; 吉本・酒井ほか2015)。本研究で有意な相関関係がみられなかったことは、走速度の大きな選手の傾向が一様ではなく、ピッチによって走速度を高めていた選手(ピッチ型)とストライドによって走速度を高めていた選手(ストライド型)が混在していたことを表していると推察される。

支持期の脚全体角速度は走速度を決定する重要な要素であり、膝関節と足関節の動作範囲を小さくして股関節の伸展速度を効率的に

に脚全体角速度に変換する動作（合理的キック動作）が理想とされている（伊藤・市川ほか1996）。本研究の分析結果と比較してみると、走速度の大きな選手ほど脚全体角速度と大腿角速度が大きく、接地からの膝関節屈曲角変位も小さかったことから、支持期前半では合理的なキック動作のような傾向であったと考えられる。

支持期の脚全体、下腿、大腿角速度の規格化データの分析結果をみると、走速度が大きな選手ほど接地から支持期中盤にかけて脚全体角速度と大腿角速度を高めていたことがわかる。矢田・阿江ほか（2011）は、世界一流短距離選手は支持期前半の大腿角速度を大きくすることで接地からの膝関節の屈曲を抑制し、脚全体角速度を大きくすることに寄与していることを報告している。本研究でも、走速度が大きな選手ほど、支持期前半での大腿角速度を大きく発揮していたことから、同様の傾向であったと考えられる。この支持期前半で大きな大腿角速度を発揮し、素早く重心を支持脚の上に運ぶという動作は「乗り込み動作」とも表現され（伊藤・阿江ほか2010）、支持時間の短縮につながるとの報告がされていることから、ラグビー選手においても走速度を向上させるうえで重要な技術であると考えられる。

5. まとめと今後の課題

大学男子ラグビー選手 30 名の疾走動作をバイオメカニクス的手法により分析した結果、支持期前半では陸上競技選手と同様の傾向がみられ、接地から膝関節の屈曲を抑え、股関節伸展動作を中心として脚全体角速度を高めることが重要である可能性が示唆された。一方、支持期後半の動作（膝関節の伸展動作と足関節の底屈動作）や回復期の動作（脚のリカバリーに関する項目）に関しては一定の傾向がみられなかった。今回の研究では検討できなかったが、支持期に関してはフォースプレート

を用いた床反力計測、回復期に関してはキネティクス的手法でトルクなどのより詳細なデータを算出することで、ラグビー選手の疾走動作に関する更なる知見を得られる可能性がある。

参考文献

- 阿江通良・湯海鵬・横井孝志（1992）「日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定」『バイオメカニズム』, 11: 23-33。
- 安部久貴・藤枝賢晴（2004）「大学サッカー選手に観る競技力と簡易体力テスト指標の関連性」『東京学芸大学紀要 第5部門 芸術 健康・スポーツ科学』, 56: 131-141。
- 福田厚治・伊藤章（2004）「最高疾走速度と接地期の身体重心の水平速度の減速・加速：接地による減速を減らすことで最高疾走速度は高められるか」『体育学研究』, 49: 29-39。
- 羽田雄一・阿江通良・榎本靖士・法元康二・藤井範久（2003）「100m 走における疾走スピードと下肢関節のキネティクスの変化」『バイオメカニクス研究』, 7: 193-205。
- 伊藤章・市川博啓・斉藤昌久・佐川和則・伊藤道郎・小林寛道（1998）「100m 中間疾走局面における疾走動作と速度との関係」『体育学研究』, 43: 260-273。
- 伊藤信之・阿江通良・小山宏之・西菌秀嗣・松尾彰文・平野裕一（2010）「跳躍距離の異なる走幅跳選手の助走動作のバイオメカニクスの比較」『スプリント研究』, 20: 19-32。
- 岩壁達男・尾懸貢・関岡康雄・永井純・清水茂幸（1995）「球技プレイヤーにおける疾走動作の検討」『スポーツ教育学研究』, 15(2): 91-97。
- 金子憲一・袴田智子・柏木悠・伊藤知之・船渡和男（2012）「サッカー育成年代の

身体組成と下肢多関節動作で発揮されるパワーおよびスプリント能力の発育・発達特性」『体力科学』, 61(2): 259-266。

九鬼靖太・村上貴弘・潮田健志・臼井智洋・岡野憲一・吉田拓矢・谷川 聡 (2018) 「エリート学生ラグビー選手におけるアジリティ能力と各種体力要素の関係」『Football Science』, 15: 1-9。

小林 海・土江寛裕・松尾彰文・彼末一之・磯 繁雄・矢内利政・金久博昭・福永哲夫・川上泰雄 (2009) 「スプリント走の加速局面における一流短距離選手のキネティクスに関する研究」『スポーツ科学研究』, 6: 119-130。

菅野昌明・濱田和樹・長谷川裕 (2017) 「ジャパントップリーグに所属するラグビー選手におけるスプリントスタート変数と筋機能の関係」『トレーニング指導』, 2(1): 11-17。

豊嶋陵司・桜井伸二 (2018) 「短距離走の最大速度局面における遊脚キネティクスとピッチおよびストライドとの関係」『体育学研究』, 63(2): 479-493。

矢田恵大・阿江通良・谷川 聡・伊藤 章・福田厚治・貴嶋孝太 (2011) 「標準動作モデルによる世界一流および学生短距離選手の疾走動作の比較」『陸上競技研究』, 87: 10-16。

吉本隆哉・酒井一樹・山本正嘉 (2015) 「陸上競技短距離選手を対象とした運動指導現場で用いられる各種コントロールテストと疾走速度, ピッチおよびストライドとの関係」『スプリント研究』 24: 21-31。

綿谷貴志 (2018a) 「高校男子長距離選手のスプリント動作に関するバイオメカニクスの研究」『青森県スポーツ医学研究会誌』, 27: 21-28。

綿谷貴志 (2018b) 「高校女子ソフトボール投手におけるウィンドミル投法中の重心

速度と軸脚のキック動作との関係」『コーチング学研究』, 31(2): 157-164。