

## 体育実技「陸上競技」授業内において走速度を向上させる授業展開： スポーツ大学生に対する“マーク走”の効果

齋藤 壮馬<sup>1)</sup> 藤林 献明<sup>1)</sup>

### A Lesson Structured in “Athletics” Class to Improve Running Velocity: Effect of “Running Over Flat Markers” for Sport Collegiate Students

Soma SAITO Nobuaki FUJIBAYASHI

#### Abstract

The purpose of this study is to examine the training effect of “Running Over Flat Markers” training (FMR) to improve running velocity in an “Athletics” physical education class. This class consisted of 3 groups totaling 112 college students. The first tasked FMR to improve stride frequency, the second did it to improve stride length and the third was a control-group. The training period was 10 weeks, 1 day a week, and 3 times of FMR for one practice session. The training effect was reoffered by a 30m dash, and counter movement jump (CMJ) and rebound jump (RJ) were calculated as the index of power of the lower-limbs. As a result, FMR to improve stride frequency increased running velocity, stride length and stride frequency, and decreased contact time. In contrast, the other 2 groups had no training effect. These results suggest that FMR training to increase stride frequency may be a useful learning tool.

Key words : Acceleration sprint ability, College sports, College physical education, Teaching materials

キーワード：加速疾走能力，大学スポーツ，大学体育，教材研究

---

1) スポーツ学部

## 1. 緒言

走能力はスポーツ種目における多くの場面に出現する動作であることから、競技パフォーマンスを向上させるために必要不可欠な動作である。しかし、陸上競技を除く各スポーツ種目では、その種目独自の専門運動や戦術・戦略の習得に多くの時間が費やされることから、走能力の基礎となる疾走速度の向上を目的としたトレーニング時間の確保が困難な現状がある。

岩竹ほか（2009）は、思春期後期の一般男子高校生を対象として、疾走動作に類似したジャンプトレーニングを週1回の頻度で8週間実施した結果、ジャンプ能力に加えて走速度が有意に向上したことを報告している。この結果から、体育実技の授業時間内を利用して走能力を改善できれば、各種目の専門トレーニング時間を削減することなく、基礎的な走速度と専門能力を合わせた包括的な競技パフォーマンスの向上に寄与できると考えられる。一方、岩竹ほか（2009）の報告では、授業時間内のトレーニングが跳や走速度向上に寄与することは示されているが、その向上を生み出した要因については明らかにされていない。競技パフォーマンスを向上させるためには、筋力などの身体的な側面と効率の良い動作などの両面を向上させることが要求される（図子，2003）。よって、その成果だけでなく、向上の背景を身体的・技術的側面から読み解くことで、トレーニング効果の高い体育実技授業の展開について、より詳細な成果検証もしくは課題提示ができる可能性がある。

そこで本研究では、走速度が向上することが主要学習課題となる保健体育科の体育領域の1つとなる「陸上競技」を対象とした。そして、授業時間内において走速度を向上させることを目指した授業を展開して、効果およびその指標について検証することを目的とした。

走速度を決定する最も基礎的な要因とし

て、ストライドとピッチが挙げられる（Hunter et al., 2004）。ストライドについては、各種の跳躍能力（横川，1979）と有意な相関関係が報告されており、ストライドの向上には下肢の力発揮能力の増大が有効であると考えられる。したがって、ストライドを決定する要因は身体的な要因が大きいと仮定して、ジャンプ能力をその評価指標として用いた。一方、ピッチを高める要因には、疾走中の接地の向かう脚における大腿部の部分角度を高めることや、後方へ蹴りだされた脚を前方へ引き戻す速度を高めることが関係していると報告されている（阿江，2001）。したがって、ピッチを決定する要因には疾走動作、すなわち技術的側面による影響が大きいと仮定して、技術的な側面の評価指標として用いた。

ピッチとストライドを変化させる陸上競技の短距離種目のトレーニングとして、走路に目印（マーク）を設置して疾走する「マーク走」という練習方法が用いられる。マーク走は、マークを設置する距離（以下「マーク間距離」と略す）を調整することができ、小学生や大学陸上競技選手に実施することで、走能力や走動作が改善することが報告されている（末松，2009；Saito et al., 2017）。そこで本研究は、「陸上競技」授業においてマーク走を応用した体育・スポーツ系大学生の授業展開の効果を検証する。

なお、走能力の発達は、形態の経年的変化に強い影響を受けることが報告されている（斉藤・伊藤，1995）。そこで本研究では、授業における学習効果を適切に評価するために、身長増加率が停滞する大学生が履修する「陸上競技」授業を対象として選択した。

陸上競技における最短種目は100mであるが、その他のスポーツ種目では100m以上の距離を疾走することはなく、30-50mの距離を疾走することが多い。この局面は静止状態から速度が加速を続けるために、短距離走の場面では「加速局面」と定義されている（Delecluse et al., 1995）。本研究における対

象者は、様々な種目を専攻する学生がいたことから、種目の汎用性の高さを考慮し、30mの距離によるマーク走を用いることとした。

## 2. 方法

### 2-1. 実験対象者

実験対象者は、体育スポーツ系大学において「陸上競技」の実技授業（週1回、1コマ90分）を受講した3クラスの学生（表1）であった。2回の測定で欠損なく記録を測定できた者を対象とした。対象者の身体的特性は表1に示した。

表1：被験者の身体的特性

クラス 目的	A ピッチ向上	B ストライド向上	C 通常疾走
人数（人）	37	36	39
身長（cm） （標準偏差）	170.7 （±8.65）	168.2 （±6.83）	171.7 ±7.98）
体重（kg） （標準偏差）	65.52 （±8.65）	62.67 （±7.73）	64.79 （±9.88）

本研究はびわこ成蹊スポーツ大学学術研究倫理専門委員会の承認を受け研究を行った。研究の実施にはヘルシンキ宣言を順守して、全ての対象者には本研究の目的、方法、安全性、研究への不参加により不利益が生じないこと、個人情報の取り扱いについて事前に説明し、書面での同意を得た。

### 2-2. 授業展開および内容

授業は2017年4月から7月にわたる4か月、週1回の授業で全15回実施した。本授業は、授業責任者1名、授業副責任者1名、授業補佐1名の合計3名で運営した。

マーク走は1回の授業につき3本実施して、10週にわたり実施した。実験試技は、20分程度の主要授業内容に関連する軽運動の後に、準備運動の一環として実施した。

第1回目の授業では、授業での学習効果を研究論文に利用すること、および、マーク走の実施方法に関する説明を実施した。その後準備運動を行った後に、30m, Counter

Movement Jump（以下「CMJ」と略す）、6回連続のRebound Jump（以下「RJ」と略す）の測定とマーク走を実施した。第2回目から第10回目までは準備運動後にマーク走を行い、残りの時間は通常の陸上競技授業と同様の授業展開を実施した。授業内で実施したマーク走の効果検証は第1回目と同様に第11回目に実施した。

保健体育科の体育において至適となるマーク間距離を検討するために、対象とした3クラスでは、①ピッチ向上を目指すマーク走（Aクラス：以下「ピッチ向上群」と略す）、②ストライド向上を目指すマーク走（Bクラス：以下「ストライド向上群」と略す）の2種のマーク走と、③マーク走自体の効果を検証する群（Cクラス：以下「通常疾走群」と略す）として、他のクラスにおいてマーク走を実施した時間を、主要授業内容に関連する専門的な技術習得の時間として実施した。なお、クラスによる学習効果の相違を最小限にするために、残り5回の授業内において、異なる学習内容の授業をクロスオーバーして実施する配慮を行った。

マーク間距離は、先行研究（Korchemyny, 1994）に基づき4段階に設定した（表2）。マーク走実施時には、異なる4種の間隔に設定したマークを4レーンに用意し、対象者がそれぞれ走りやすいと感じるマーク間距離を選択した。なお、3名の授業担当者もしくは補助教員がマーク走疾走中の動作を確認して、適切なトレーニング効果が得られるマーク間距離の選択を促した。なお、授業責任者からそれぞれの群の疾走におけるコメントを抽出した。

### 2-3. 測定項目及び算出項目

走速度の評価には30mの全力疾走を用いた。対象者には前脚がスタートラインに触れないように構えたスタンディングの姿勢から、自身のタイミングでスタートを行い、ゴールラインまで全力疾走するように指示し

表2：本研究で実施したマーク走におけるマーク間距離

枚数	ピッチ向上群 (m)				ストライド向上群 (m)			
	0	0	0	0	0	0	0	0
スタート								
1	0.80	0.76	0.72	0.68	0.80	0.76	0.72	0.68
2	1.12	1.06	1.00	0.95	1.12	1.06	1.00	0.95
3	1.20	1.14	1.08	1.02	1.20	1.14	1.08	1.02
4	1.28	1.21	1.15	1.08	1.28	1.21	1.15	1.08
5	1.48	1.40	1.33	1.25	1.52	1.44	1.36	1.29
6	1.52	1.44	1.36	1.29	1.60	1.52	1.44	1.36
7	1.56	1.48	1.40	1.32	1.80	1.71	1.62	1.53
8	1.80	1.71	1.62	1.53	2.00	1.90	1.80	1.70
9	1.82	1.72	1.63	1.54	2.04	1.93	1.83	1.73
10	1.84	1.74	1.65	1.56	2.08	1.97	1.87	1.76
11	1.86	1.78	1.69	1.59	2.12	2.01	1.90	1.80

た。0 m（スタート）地点、15m（中間）地点、30m（ゴール）地点にそれぞれ光電管（WITTY, Microgate社製）を設置して区間タイムを計測した。疾走動作に関するパラメータとして、20-30m地点における1歩を取り出して、その接地時間、滞空時間、ピッチ、ストライド及び疾走速度をFrame Dias V（DKH社製）を使用して算出した。ストライドはつま先が接地した位置から次のつま先が接地した位置および4点の較正マークのデジタイズを行うことで算出した。走動作は、20-30m区間を対象として、対象者の左側面にハイスピードカメラ（EX-1000, CASIO社製）を設置して毎秒240コマで撮影した。

疾走能力との有意な相関関係が認められている跳躍能力の測定は、CMJとRJを実施した。CMJでは立位姿勢から垂直方向にできるだけ高く跳ぶように指示をした。RJでは立位姿勢から両脚で垂直方向へ跳躍で6回連続行い、短い接地時間でできるだけ高く跳躍することを指示した。両種目とも最大パフォーマンスを計測するために、腕の使用を許可した。30m, CMJ, RJはそれぞれ3回ずつ計測を実施して、最も優れた値を分析に利用した。CMJおよびRJは、Optojump system（Microgate社製）を用いて測定した。CMJでは跳躍高（cm）、RJでは跳躍高（cm）、接地時間（sec）、と跳躍高を接地時間で除することで跳躍におけるパワーを簡易的に表す指数

（以下「RJ index」と略す）を算出した（図子ほか、1993）。

授業内で実施したマーク走の効果検証は第1回目（pre.）と第11回目（post.）におけるテストの成績および疾走動作を比較することで、授業におけるトレーニング効果を検証した。

## 2-5. 統計処理

統計処理にはSPSS Statistics ver.19.0（IBM社製）を使用した。相関関係の検定にはPersonの積率相関関係、30mタイム、疾走速度、ストライド、ピッチ、接地時間、滞空時間、CMJ, RJの結果に対する平均値の差の検定には対応のあるt検定を用いた。いずれの検定においても、有意水準は5%未満とした。

## 3. 結果

表3には授業担当者からのコメントからマ

表3：授業責任者によるコメント

ピッチ向上群	ストライド向上群
<ul style="list-style-type: none"> <li>・接地時間が短くなっている。</li> <li>・下肢が過剰に振り出しておらず、身体の真下で接地することができている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ストライドの獲得に意識がいてしまい、スピードが出ていない。</li> <li>・下肢の曲げ伸ばしを使ってしまう、接地時間が長くなってしまっている。</li> </ul>

ーク走中の疾走の特徴を示した。授業責任者は、ピッチ向上群の疾走動作の改善がみられるコメントを残した。

図1には、3群におけるPre.とPost.の30m走の総区間タイムと、25-30m区間における1歩の疾走速度を示した。ピッチ向上群は疾走速度の有意な増加( $t = 7.48, p < 0.05$ )が認められた。これに対して、ストライド向上群は有意差が認められず、コントロール群は30mタイム( $t = 9.51, p < 0.05$ )、疾走速度が有意に低下していた。

図2には、ピッチ向上群のPre.とPost.の25-30m区間における1歩のストライド、ピッチ、接地時間、滞空時間を比較して示した。ストライド、滞空時間は有意に増加(ストライド: $t = 4.16, p < 0.05$ , 滞空時間: $t = 5.98, p < 0.05$ )して、接地時間は有意に短縮( $t = 1.65, p < 0.05$ )することが認められた。

図3には、ピッチ向上群のPre.とPost.におけるCMJとRJの結果を示した。CMJは有意に増加( $t = 1.71, p < 0.05$ )したことに対して、RJ跳躍高、RJ接地時間、RJ indexには有意差が認められなかった。

図4には、ピッチ向上群のPre.とPost.における走速度とストライドの変化率に関する相関を示した。両者には有意な相関が認められた。

## 4. 考察

### 4-1. 体育実技授業におけるマーク走の至適なマーク間距離

本研究の目的は、「陸上競技」実技授業内で走能力の向上させることを目指した授業を展開して、その効果を検証することであった。

最初に、実技授業内で実施するマーク走の至適な実施方法を検討するために、①ピッチ向上群、②ストライド向上群、③通常疾走群におけるマーク走実施期間前後の走能力を比較した。

その結果、ピッチ向上群ではPre.と比較し

てPost.の疾走速度が有意に増加したが、ストライド向上群では有意差が認められなかった。この要因について、毎回の授業において調査した授業担当責任者の授業実施時のコメントに着目すると、ストライド群では、「ストライドを確保することに意識がいつてしまい、スピードがでていない」「下肢の曲げ伸ばしを使ってしまい接地時間が長くなってしまっている」などのコメントが記載されていた。したがって、陸上競技選手が実施している程度の長い距離のマーク走を一般学生に導入すると、実際の疾走動作とは異なる動作のトレーニングとなり、有効なトレーニング効果が得られない可能性がある。一方、短い距離に設定したマーク走では、短い時間で接地を繰り返すために、自然と地面に素早く接地することから、大きなパワーが発揮できていた可能性がある。これに対して、マーク走を実施しないコントロール群では、Pre.と比較してPost.において疾走速度の有意な低下が認められた。

本研究の対象者は身長増加率が停滞(すなわち身体的な成長が停止)した大学生を対象としていたことから、運動による適切な過負荷を加えなければ体力水準は低下することが予測される。したがって、通常の運動技術のみの取得を目指す体育実技の実施では、学生の体力水準向上に寄与できない可能性がある。このことについて、授業時間内において短時間であっても、トレーニング的な効果を有するマーク走を実施することで、受講学生の走能力に関する体力水準の維持もしくは向上ができる可能性がある。

### 4-2. マーク走を用いた陸上競技の授業展開と効果

本研究の結果から、ピッチ向上を目指したマーク走を授業内に導入することで、短時間かつ少ない頻度にも関わらず走能力を向上させることができる可能性が示唆された。そこで、ピッチ向上を目的した群で効果が得られ



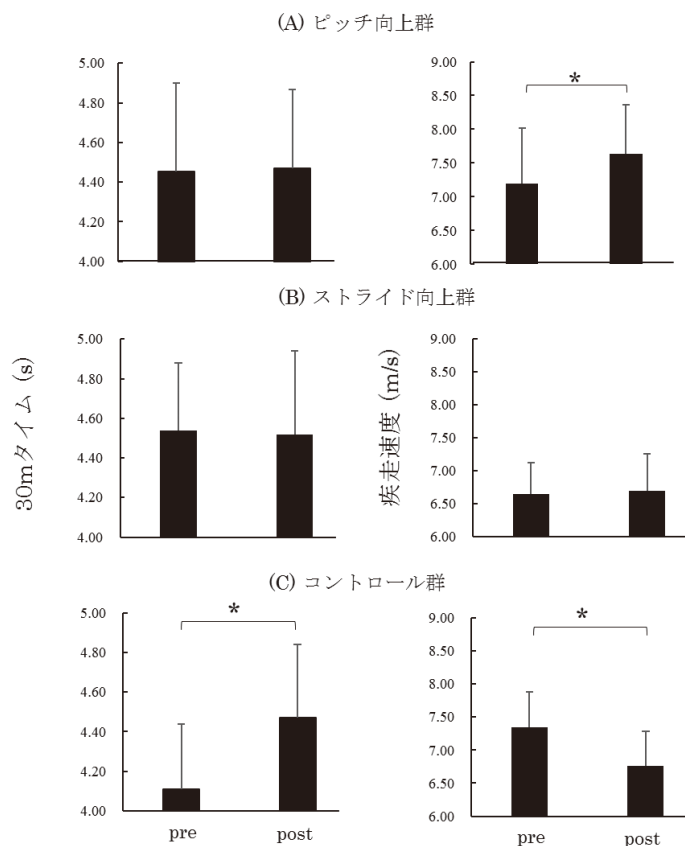


図1：各群のトレーニング前後における30m タイムおよび疾走速  
\*:  $p < 0.05$

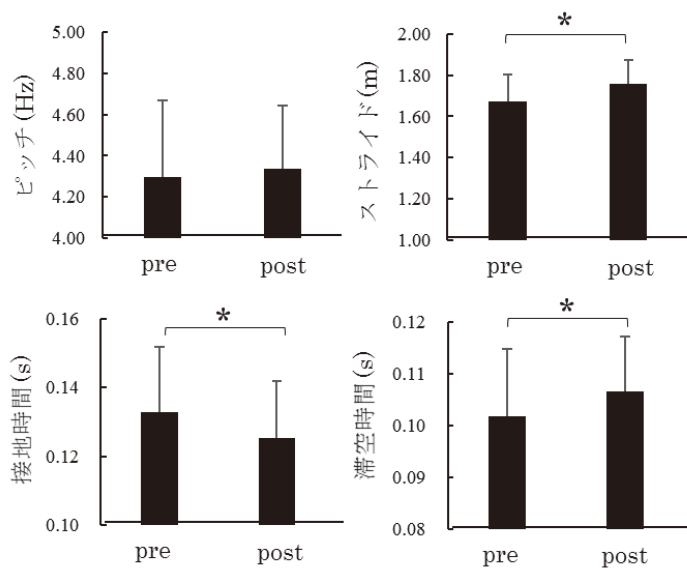


図2：ピッチ向上群のトレーニング前後におけるピッチ，ストライド接地時間，滞空時間の比較  
\*:  $p < 0.05$

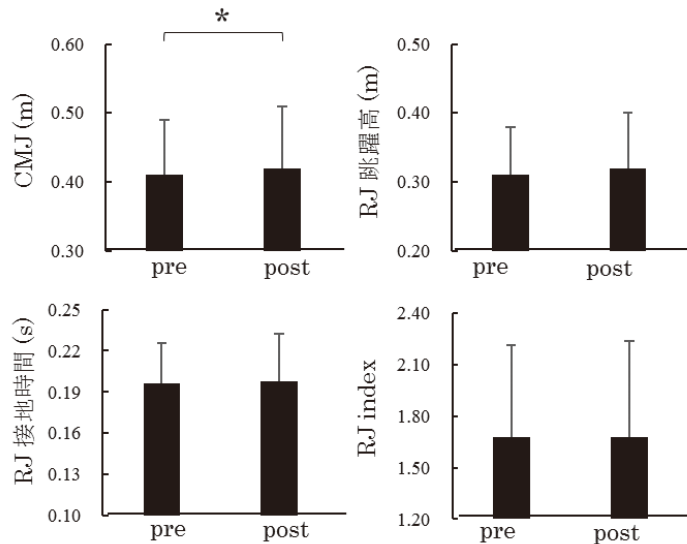


図3：ピッチ向上群のトレーニング前後におけるCMJおよびRJの比較  
\*:  $p < 0.05$

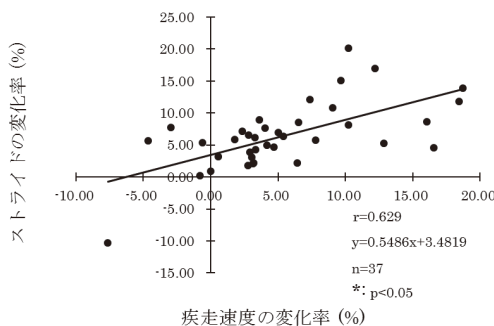


図4：ピッチ向上群の疾走速度とストライドに関する変化率トレーニング前後における相関関係

た要因について検証するために、トレーニング期間前後における30m走の疾走動作に関するピッチおよびストライドの変化を比較した。

その結果、Pre.と比較してPost.では、同程度のピッチを維持しながら、有意に大きなストライドで疾走したことによって、有意に高い疾走速度を獲得していたことが認められた。そこで、Pre.とPost.における疾走動作とストライドの変化率に着目すると、両者には有意な相関関係が認められた。ストライドとピッチはトレードオフの関係が成り立っており (Hunter et al., 2004), 一方が増加すれ

ば、他方が減少する。ストライドの増加について土江 (2004) は、短時間で大きな垂直方向へ地面反力の力積を獲得することで、ストライドが増加することを報告している。また豊嶋 (2017) は、大きいストライドによる高い疾走速度は、短い接地時間で大きな鉛直地面反力を獲得することによることを示した。本研究の結果に着目すると、Pre.と比較してPost.では、接地時間が有意に短縮する傾向が認められた。本研究では、体育実技授業という限られた時間の中において実践研究を実施したことから、地面反力の測定は不可能であった。したがって、地面反力に関する考察は推察の域を出ないが、本研究の結果と先行研究から総合的に判断すると、マーク走を実施することで、短時間で大きな鉛直方向への地面反力と力積を獲得する疾走動作を習得できていた可能性がある。

また、本研究で対象とした30m程度の距離に要求される加速疾走能力については、両脚での垂直跳躍能力との強い関係性が報告されている (岩竹, 2008)。本研究において、走能力が増加したピッチ向上群では、Pre.と比較してPost.ではCMJが有意な増加が認められ

た。この結果から、ストライドの増加および疾走速度の増加は、このCMJの増加に起因することが示唆できる。疾走動作に関するパラメータでは、短時間で大きなストライドを獲得できるようになっていたことから、時間の要素を考慮しながら（藤林ほか、2013）両脚での垂直跳躍能力評価するRJが有意に向上すると予測したが、本研究の結果は予測とは反するものであった。この要因の1つとして、本研究の評価が30mまでの加速区間であったことが挙げられる。100走における各局面では加速局面までは股関節、最大疾走局面までは足関節の機能向上が要求されることが示されている（永原、2015）。このことについて、CMJは股関節、RJは足関節の機能を強く評価する指標であることが示されている（図子・高松、1995）。本研究で実施したマーク走における30mの距離は陸上競技短距離走では加速局面に相当するため、股関節の動きに依存する区間のトレーニングを行うことに付随してCMJが向上した可能性もある。

本研究の結果から、ピッチ向上を目的にしたマーク走を体育実技授業内で実施することで、加速局面における疾走速度を増加させることができることが示唆された。

なお、本研究に参加した多くの対象者が日常的にスポーツ活動を実施していることから、今回認められた走能力やCMJの向上が、授業時間以外のトレーニング効果の影響を受けていること否定できない。しかし、ストライド向上群や通常疾走群には疾走速度の増加が得られなかったことから、本研究の成果は、各スポーツ種目における走速度を向上させる可能性がある。

今後は、走速度の変化に対応する動作の変化を比較することにより、マーク走の効果をより詳細に検討することが求められる。また、マーク走は方法が簡易的なことから、中学校や高等学校の保健体育科の体育領域の陸上競技の指導法として応用できると考えられる。それと同時に、異なる対象者に対する効

果について検証することが課題として挙げられる。

## 6. 結論

本研究の結果から、陸上競技実技授業内でピッチ向上を目的にしたマーク走を導入することで、週1回、3本という短時間かつ少ない頻度にも関わらず、走速度を増加させることができることが明らかになった。この背景としてCMJなどの下肢の力発揮能力が向上して、加速局面においてピッチを維持したままストライドが増加することが明らかとなった。これらの結果は、体育実技授業において、適切に受講学生の体力を向上させる授業展開を実施する有益なヒントになり得る。また、多くのスポーツ種目において必要とされる能力の1つである走能力を授業時間内で向上させることができれば、種目独自の技術や戦術などの専門トレーニングの時間を十分に確保できるために、受講学生の包括的なスポーツパフォーマンス向上にも有用な知見になると考えられる。

## 引用文献

- 阿江通良（2001）スプリントに関するバイオメカニクス的研究から得られるいくつかの示唆。スプリント研究，11：15-26。
- Delecluse CH, Van Coppenolle H, Willems E, Van Leemputte M, Diele R, & Goris M（1995）Influence of high resistance and high velocity training on sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27（8）：1203-1209。
- 藤林献明・菊山靖・木野村嘉則・図子浩二（2013）水平片脚跳躍を用いたバリスティックな伸長—短縮サイクル運動の遂行能力と各種運動パフォーマンスとの関係。体育学研究，58（1）：61-76。
- 福田厚治・貴嶋考太・浦田達也・中村力・山本篤・八木一平・伊藤章（2013）一流短距離選手の接地期および滞空期における身体移動に関する分析。陸上競技研究紀要，9：56-60。



- Hunter, J. P., R. N. Marshall, & P. J. McNair. (2004) Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36 (2) : 261-271.
- 岩竹淳・鈴木明美・中村夏実・小田宏之・永澤健・岩壁達男 (2002) 陸上競技選手のリバウンドジャンプにおける発揮パワーとスプリントパフォーマンスの関係. *体育学研究*, 47 (3) : 253-261.
- 岩竹淳・山本正嘉・西薊秀嗣・川原繁樹・北田耕司・図子浩二 (2008) 思春期後期の生徒における加速および全力疾走能力と各種ジャンプ力および脚筋力との関係. *体育学研究*, 53 (1) : 1-10.
- 岩竹淳・北田耕司・川原繁樹・図子浩二 (2008) ジャンプトレーニングが思春期後期にある男子生徒の疾走能力に与える影響. *体育学研究*, 53 (2) : 353-362.
- 岩竹淳・図子浩二 (2011) 思春期後期にある生徒の疾走能力に対するプライオメトリックトレーニングの有効性. *陸上競技研究*, 85 (2) : 3-11.
- 加藤謙一 (2004) 走能力の発育発達. 金子公宥・福永哲夫編 *バイオメカニクス—身体運動の科学的基礎—*. 杏林書院：東京, pp.178-185.
- Korchemny, R. (1994) : Speed development training menu. *Track technique*, 129: 4105-4110.
- 永原隆 (2015) 加速疾走における局面区分と疾走動作の変容. *陸上競技研究*, 3 : 2-9.
- 齊藤昌久・伊藤章 (1995) 2歳児から世界一流短距離選手疾走能力の変化. *体育学研究*, 40 (2) : 104-111.
- S. Saito, K. Takahashi and S. Kamei (2017) Training effect of running over flat makers to increase stride length — a case study —. *International Society of Biomechanics in Sports abstract*, 899-902.
- 豊嶋陵司 (2017) 短距離走の最大速度局面におけるピッチとストライドとのトレードオフの克服に関するバイオメカニクスの要因. 中京大学博士論文, 1-98.
- 土江寛裕 (2004) アテネオリンピックに向けての「走りの改革」の取り組み. *スポーツ科学研究*, 1 : 10-17.
- 横川和幸 (1979) 疾走能力とストライド・ピッチ・跳躍能力のとの関係について—本学学生について—. *仙台大学紀要*, 11 : 93-98.
- 図子浩二・高松薫・古藤高良 (1993) 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. *体育学研究*, 38 (4) : 265-278.
- 図子浩二・高松薫 (1995) バリスティックな伸張—短縮サイクル運動の遂行能力を決定する要因：筋力および瞬発力に着目して—. *体力科学*, 44 : 147-154.
- 図子浩二 (2003) スポーツ練習による動きが変容する要因—体力要因と技術要因に関する相互関係—. *バイオメカニクス研究*, 7 : 303-309.