

広島体育学会

広島体育学研究

第 50 卷

原著論文

中脇 一真, 三村 剛輝, 武藤 亮佑, 柳岡 拓磨

ポスト・ウォーミングアップ戦略として用いる 6 秒および

30 秒の静的ストレッチングが陸上競技短距離選手の

スプリントパフォーマンスに与える即時的な影響 1

原著論文

柳川 和優

自転車エルゴメーターを用いたランブ負荷法による

エアロビクパラメータ測定の方法と問題点 11

令和 5 年度広島体育学会大会プログラムおよび抄録集

2024

「広島体育学研究」投稿規定

昭和45年10月11日 制定
昭和53年7月25日 改正
平成6年6月25日 改正
平成7年3月4日 改正
平成23年6月3日 改正
平成28年5月19日 改正

1. 本誌に投稿できるのは、本学会員（正会員、準会員）および編集委員会が認めた者とする。
2. 論文は、体育・スポーツに関するものであり、総説、原著、実践研究、事例報告、研究資料、書評に区分し、完結した未発表のものであり、他誌に投稿中でないものに限る。
3. 総説は、特定の研究領域に関する主要な文献内容の総覧であるが、その内容は、単なる羅列ではなく、特定の視点に基づく体系的なまとまりを持つことが必要である。
4. 原著論文は、科学論文としての内容と体裁を整えているもので、新たな科学的な知見をもたらすものであることが必要である。ただし、人文系と自然系の論文構成には違いがあるので、論文の構成や見出しはそれぞれの研究領域に応じて適切なものを用いること。
5. 研究資料は、調査や実験の結果を主体にした報告であり、体育学の研究上、客観的な資料として価値が認められるものである。この場合、原著論文に必要な見出しや、それに相当する内容のすべてを含む必要はないが、関連研究とのつながりの中で、その資料を提出することの意義が明らかであり、資料そのものの説明が十分になされていることが必要である。
6. 実践研究は、現場からの貴重な情報を基にした研究で、指導法に関する実用的研究や、総合的に分析した研究などが含まれる。
7. 事例報告は、特定の少数の事例を詳細に調査・研究し、その結果を報告することによって、体育学の発展に寄与できるものである。
8. 書評は、新たに発表された内外の著書・論文を紹介・批評したものである。
9. 論文は、別に定める執筆要領に準拠して作成し、総説・原著論文・実践研究・事例報告・研究資料・書評などの区分を指定して、「広島体育学研究」編集委員会あてに提出するものとする。
10. 投稿論文は、編集委員会が審査し、掲載の可否を決定する。
11. 本誌の発行は年1回とし、各年度の投稿の締切りは9月末日とする。ただし、投稿の受付と審査は年間を通して行う。
12. 投稿論文は1部提出する。投稿の際、本文、図表、写真、その他の資料（付録などを含む）が記録されたファイルも提出する。標準のファイル形式はWord、Excel、PowerPointとする。またテキスト、PDFといったファイル形式でも提出可とする。本誌に掲載された論文の原稿は、原則として返却しない。返却希望があれば、投稿時にその旨申し出るものとする。
13. 著者校正は初校のみとする。校正は誤植など印刷上のミスによるものにとどめ、文章などの加減は認められない。
12. 別刷りは著者校正時に希望部数を申し出るものとし、費用は著者の負担とする。
13. 本誌に掲載された論文の著作権は、広島体育学会に帰属するものとする。

「広島体育学研究」執筆要領

平成7年3月4日 改正
平成23年6月3日 改正
平成28年5月19日 改正

1. 投稿論文の長さは図・表などを含め、総説は12ページまで、原著は10ページまで、実践研究、事例報告、研究資料は8ページまで、書評は2ページまでとする（1ページの文字数は刷り上り全角約1600文字）。
2. 原稿の執筆にあたっては、下記の点を厳守すること。
 - (1) 原稿は文書作成ソフトで作成する。A4判縦置き横書きとし、全角40字30行（英文綴りおよび数値は半角）で、フォントの大きさは10.5ポイントとする。本文は現代かなづかいとし、外国語をかな書きする場合はカタカナで表記すること。
 - (2) 原稿は、1枚目に論文の区分、論文題目、2枚目に著者名および所属機関名とその所在地（和文および欧文）ならびに投稿者の連絡先（郵便番号、住所、電話番号、E-mailアドレス）を、3枚目に欧文要約（250語以内）を、4枚目に欧文要約の和訳を記載する。5枚目以降に本文、参考文献、表、図を、この順に書くこととする（書評については、欧文要約は不要）。なお、原稿のページには通し番号を、各ページには行番号をつけること。
 - (3) 外国人名・地名等の固有名詞には、原則として原語を用いること。固有名詞以外は訳語を用い、必要場合は初出のさいにだけ原語を付すること。
 - (4) 文献表の見出し語は「文献」とする。文献の記載は、原則として著者名のアルファベット順とする。定期刊行物の書誌データは、著者名、発行年、論文題目、誌名、巻（号）、ページの順とする。また、単行本の場合は、著者名、発行年、書名（版数、ただし初版は省略）、発行所、発行地、引用ページ（p.またはpp.）の順とする。書式は下記の例に従うこと（書式等の詳細は、体育学研究『投稿の手引き』を参照のこと）。
「定期刊行物の例」
Neumann, M. and Eason, D. (1990) Casino world: Bringing it all back home. Cult. Stu., 4 (2): 45-60. 関 修 (1990) ストレスを癒すフィジカル・エクササイズ。イマージョ, 1 (3): 172-181.
「単行本の例」
Moony, J. (1983) The Cherokee ball play. In: Harris, J.C. and Park, R.J. (Eds.) Play, games and sports in cultural contexts. Human Kinetics: Champaign, pp. 259-282. 新島龍美 (1990) 日常性の快楽。市川浩ほか編 技術と遊び。岩波書店：東京。pp. 355-426.
- (5) 図と表は1枚の用紙に1つだけ書き、それぞれに連番号をつけること。また、挿入箇所は、本文の欄外に赤字で指定すること。
3. 研究の遂行に当たっては、人権の尊重と安全の確保を最優先し、かつ法に基づき研究が行われることに十分な配慮がなされなければならない。また、動物を対象とする研究においても、動物愛護の精神に基づいて、同様の倫理的配慮がなされなければならない。

〔原著論文〕

ポスト・ウォーミングアップ戦略として用いる 6 秒および 30 秒の静的ストレッチングが陸上競技短距離選手のスプリントパフォーマンスに与える即時的な影響

中 脇 一 真 *

三 村 剛 輝 **

武 藤 亮 佑 **

柳 岡 拓 磨 **

The acute effects of 6- and 30-s static stretching as a post-warm-up strategy on sprint performance in track and field sprinters

Kazuma NAKAWAKI

(School of Education, Hiroshima University)

Koki MIMURA

(Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University)

Ryosuke MUTO

(Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University)

Takuma YANAOKA

(Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University)

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the effects of different durations of static stretching as a post-warm-up strategy on the acceleration performance during 100 m sprint. Ten male track and field sprinter (age: 20.7 ± 1.0 years, height: 173.8 ± 4.7 cm, body mass: 67.4 ± 4.7 kg) completed three trials (no stretching [NS trial], static stretching for 6 seconds [6-s trial] or 30 seconds [30-s trial]) in counterbalanced order. On each day, participants first completed a generalized dynamic warm-up routine and were then assigned to any of three trials. Static stretching was performed on the quadriceps and hamstrings of both legs 10 minutes after the warm-up. Within 2 minutes after the end of static stretching, participants started 100 m sprint. The passing time and the section speed were calculated up to the 50 m. Data were analyzed using a magnitude-based inference approach because small changes in performance can be meaningful in athletes. There were not significantly difference between trials for any passing time. The 6-s trial showed the high 20-50 m sprinting speeds compared to the NS ($d = 0.80$, 89% likelihood) and 30-s trials ($d = 0.74$, 86% likelihood). Therefore, the 6-s static stretching used in the present study may temporarily increase the sprinting speed during the secondary acceleration phase of the 100 m sprint.

* 広島大学 教育学部

** 広島大学大学院 人間社会科学研究科

緒言

静的ストレッチングは簡単に実施できることや競技パフォーマンスへ好影響を及ぼすというアスリートの思考に基づき、スポーツ現場で広く用いられている (Blazevich et al., 2018)。一方、スポーツ科学分野において、静的ストレッチングの急性効果は過去数十年にわたり、最も議論されてきたトピックの1つである (Chaabene et al., 2019)。1990年代までに広まった静的ストレッチングの急性効果は、柔軟性を向上させ、関節可動域が大きい動作ほどその動作に対する抵抗が減少し、静的ストレッチング後の運動パフォーマンスが向上するというものである (Chaabene et al., 2019)。しかし、2010年代前半にかけて、静的ストレッチングがその後の筋力やパワー、それらが関連する運動パフォーマンスを低下させることが複数の総説で報告された (Behm et al., 2015; Behm and Chaouachi, 2011; Kay and Blazevich, 2012)。その生理学的メカニズムとしては、筋活性が低下すること、筋腱ユニットのスティフネス低下に伴う伸張-短縮サイクル (Stretch-Shortening Cycle: SSC) 運動を遂行する能力の低下、筋の長さ-張力関係に変化が生じることなどが挙げられる (Chaabene et al., 2019)。近年の新たなエビデンスによると、静的ストレッチングの運動パフォーマンス阻害効果は静的ストレッチングが筋群あたり60秒未満である場合やウォーミングアップの一部として実施された場合には消失し、柔軟性の向上や心理学的効果は残存することから、アスリートは一定の状況下では静的ストレッチングを用いるべきと示唆されている (Chaabene et al., 2019)。したがって、アスリートにとって有益な静的ストレッチングを明らかにするためには、実施するタイミング、継続時間などを検討する必要がある。

多くのスポーツでは、ウォーミングアップ終了から競技開始までのトランジションタイムが存在する (Silva et al., 2018)。アスリートがこの時間で安静を保った場合、ウォーミングアップによるエルゴジェニック効果が消失する可能性がある

(Silva et al., 2018)。そのため、トランジションタイムに実施するポスト・ウォーミングアップ戦略は競技パフォーマンスを維持するために重要であり (Silva et al., 2018)、ポスト・ウォーミングアップ戦略としてのヒートジャケットの着用や活動後増強を目的としたカウンタームーブメントジャンプはその後の高強度運動パフォーマンスを高めることが報告されている (West et al., 2016)。静的ストレッチングもその利便性からポスト・ウォーミングアップ戦略として活用することが可能である。しかし、短時間の静的ストレッチングに関する先行研究では、ウォーミングアップ後に行う下肢への30秒間の静的ストレッチングは、静的ストレッチングをしない場合と比較し、20 m スプリントパフォーマンスを低下させること (Nelson et al., 2005)、800 m ジョギング後に静的・動的ストレッチングの双方を行うと、動的ストレッチングを行った場合と比較し、50 m スプリントパフォーマンスが大幅に低下したこと (Fletcher and Anness, 2007)、ウォーミングアップ後に行う下肢への30秒間の静的ストレッチングは、静的ストレッチングをしなかった場合と比較し、20-40 m 区間における疾走速度を低下させたこと (Kistler et al., 2010) などが報告されている。これらの研究から、ウォーミングアップ後に行う30秒程度の静的ストレッチングは、スプリントパフォーマンス、特に加速局面での疾走能力を低下させることが示唆される。

これらの先行研究で示されたウォーミングアップ後の静的ストレッチングによるスプリントパフォーマンス阻害効果のメカニズムとして、静的ストレッチングによって下腿の筋および腱のスティフネスが低下し、筋腱ユニットの弾性エネルギー貯蔵能が低下したことが挙げられる (Winchester et al., 2008)。一方で、静的ストレッチングを数秒程度にした場合、筋腱ユニットのスティフネスを変化させる可能性は低い (Torres et al., 2008)。また、短時間の静的ストレッチングは筋緊張状態を抑制し、スプリントパフォーマンスを高める可能性がある (Marek et al., 2005)。

具体的には、競技前の「あがり」「緊張」は筋の共収縮を促し非効率的な運動パターンへつながるが (Yoshie et al., 2009), 数秒程度の静的ストレッチングによってこれらの緊張状態、筋の共収縮が改善する可能性がある。このように、ポスト・ウォーミングアップ戦略として用いる数秒程度の静的ストレッチングはスプリントパフォーマンスを一時的に改善する可能性があるが、この仮説を検証した研究は著者らの知る限り報告されていない。実際のスポーツ現場において、30秒以上の静的ストレッチングを用いることは少なく、10秒前後の静的ストレッチングの割合が最も高いことから (Duehring et al., 2009), ポスト・ウォーミングアップ戦略として用いる数秒程度の静的ストレッチングがスプリントパフォーマンスに与える影響を調査することは、アスリートにとって重要な情報となると考えられる。

そこで本研究では、ポスト・ウォーミングアップ戦略として用いる6秒および30秒の静的ストレッチングが100 m 走における加速局面の疾走能力に与える影響を明らかにすることを目的とした。本研究ではウォーミングアップ後に行う6秒間、30秒間の静的ストレッチング、およびストレッチングなしの3条件を比較し、6秒間の静的ストレッチングは疾走速度を一時的に上昇させ、30秒間の静的ストレッチングは疾走速度を一時的に低下させると仮説を立てた。

方法

1. 被験者

本研究は、大学体育会陸上競技部に所属する男子短距離選手10名 (年齢: 20.7 ± 1.0 歳, 身長: 173.8 ± 4.7 cm, 体重: 67.4 ± 4.7 kg, 平均 $\pm$ 標準偏差 [SD]) を対象とした。被験者の100 m 走のパーソナルベスト、シーズンベストはそれぞれ 11.08 ± 0.30 秒, 11.22 ± 0.51 秒であった。すべての被験者は実験期間中に外科的、内科的、および精神的疾患を有していなかった。被験者には、試験開始前に研究参加に関する説明を十分に実施し、書面にて研究参加に対する同意を得た。また、

本研究は広島大学大学院人間社会科学研究科倫理審査委員会の承認を得て行った (承認番号: HR-ES-000698)。

2. 実験デザイン

本研究では3条件の無作為化交差試験法を用い、ウォーミングアップ後に行う静的ストレッチングの効果を検証した。3条件は、ストレッチングなし (No-Stretch: NS 試行), 6秒の静的ストレッチング試行 (6秒試行), 30秒の静的ストレッチング試行 (30秒試行) とした。各試行は少なくとも5日以上の間隔をあけ実施した。スプリントパフォーマンスに対する日内変動の影響を避けるため、各試行は被験者内において同時刻に実施した。すべての試行とも全天候型陸上競技場を使用し、ほぼ無風の条件下で実施できるよう配慮した。被験者は、スパイクシューズを着用し100 m スプリントを実施した。

3. 本実験のプロトコル

最初に、被験者は競技会前に実施する通常のウォーミングアップを45分程度行った。ウォーミングアップはRAMPプロトコルに基づいており (Racinais et al., 2017), 静的ストレッチングの実施は禁止した。また、ウォーミングアップは各条件で同様であった。ウォーミングアップ終了から10分間安静を保った後、3条件の静的ストレッチングのいずれかを実施した。静的ストレッチング終了後2分以内にクラウチングスタートから100 m スプリントを行った。

4. ストレッチング介入

ストレッチングの対象筋は、大腿四頭筋・ハムストリングスの2部位とした。スプリントの加速能力に関連し、筋共収縮する可能性のある部位として、この2部位を選択した。大腿四頭筋のストレッチングは伏臥位にて膝関節屈曲を行い、踵が臀部に接地後、股関節伸展を行った (図1A)。ハムストリングスのストレッチングは、仰臥位にて行い、膝が屈曲しないように股関節を屈曲させた (図

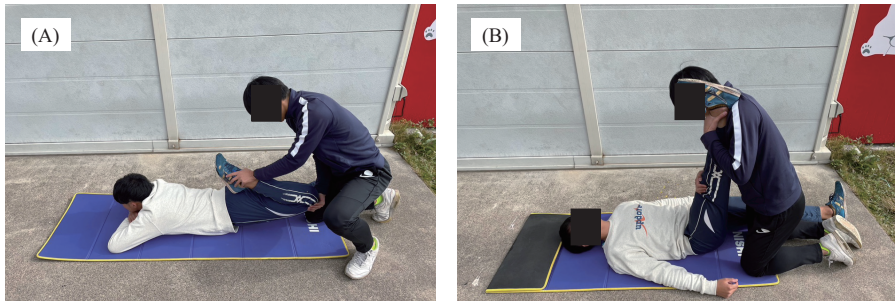


図1. 大腿四頭筋 (A)・ハムストリングス (B) へのストレッチング

1 B). ストレッチングの強度および伸張時間は、先行研究を参考に設定した (谷澤ほか, 2014). 強度は被験者が痛みを感じない最大伸張位とし、至適強度に達したと感じた時点から伸張時間を計測した. 利き足の大腿四頭筋, 利き足のハムストリングス, 非利き足の大腿四頭筋, 非利き足のハムストリングスの順にそれぞれ1回ずつ静的ストレッチングを行い、大腿四頭筋からハムストリングスの静的ストレッチングに移る際のインターバルは10秒とした. 利き足から非利き足に移る際のインターバルは設けなかった. ストレッチング介入は、同一験者によるパートナーストレッチングであった.

5. スプリントパフォーマンス測定

走路の側方から1台のハイスピードカメラ (EXILIM EX-ZR1700, CASIO 社製, 日本) を用いて、スタートから50 mまでの区間をパニング撮影した. 先行研究 (酒井ほか, 2013) を参考に、20, 50 mの通過タイムを計測するために、走路とカメラの間にポールを立てた. ハイスピードカメラの撮影速度は240 Hzとした. スタートは、ピストルの煙がカメラに映った瞬間とした. 20, 50 mの通過タイム, 区間スピードを動画編集ソフト (Wondershare Filmora 11, Wondershare Technology 社製, 中国) を用いて算出した. 通過タイムは、被験者の胴体がポールを通過した瞬間のコマ数から算出した. 区間疾走速度は、区間距離を区間タイムで除することにより算出した.

(酒井ほか, 2013)

6. 統計解析

統計解析は、統計解析ソフトウェア (SPSS 社製, SPSS version 29.0) を用いて行われた. 有意水準はすべて5%未満とし、全ての値は平均 $\pm$ SDで示した. データの正規性を Shapiro-Wilk 検定を用いて確認した. スプリントの20, 50 mの通過タイム, 区間スピードは、繰り返しのある一要因 (試行) の分散分析を用いて分析した. 主効果が認められた場合, Bonferroni 法を用いて、その後の検定を行った.

区間スピードにおける条件間の差の大きさを示すために、効果量 (Cohen's d) を求め、90% 信頼区間を算出した. 試行間の差の大きさに基づくアプローチ (Magnitude based inference approach : MBI) により、静的ストレッチングが区間スピードに対してどの程度有益であるかを評価した (Hopkins et al., 2009). 静的ストレッチングの有益性については、効果量0.2を最小有効変化 (Smallest worthwhile change) とし、静的ストレッチングがネガティブ、些細、ポジティブの Percentage likelihood を求め、most unlikely : < 0.5%, very unlikely : 0.5 - < 5%, unlikely : 5 - < 25%, possibly : 25 - < 75%, likely : 75 - < 95%, very likely : 95 - < 99.5%, most likely : > 99.5% と定義した. 信頼区間がネガティブ、ポジティブの双方の Smallest worthwhile change に重なる場合、効果は不明と定義した.

結果

1. 通過タイム・区間スピード

各試行における20, 50 mの通過タイムおよび0-20 m, 20-50 mの区間スピードを表1に示した。通過タイムにおいて試行の主効果が認められなかった ($p > 0.05$)。0-20 mの区間スピードには、試行の主効果が認められなかった ($p > 0.05$)。20-50 m区間 ($p = 0.047$) では試行の主効果が認められたが、その後の検定の結果、試行間の有意な差は認められなかった。

2. MBI による条件間の比較

図2にMBIの結果を示した。20-50 m区間において、6秒試行はNS試行と比較し「likely positive」($d = 0.80$, 89% likelihood), 30秒試行と比較し「likely positive」($d = 0.74$, 86% likelihood)であった。

考察

本研究では、ポスト・ウォーミングアップ戦略として用いる6秒および30秒の静的ストレッチングが100 m走における加速局面の疾走能力に

表1. 各試行における通過タイム (sec) および区間スピード (m/sec)

	NS	6 秒	30 秒	p 値
通過タイム				
20 m	3.29 ± 0.10	3.30 ± 0.12	3.30 ± 0.11	0.881
50 m	6.56 ± 0.18	6.47 ± 0.24	6.59 ± 0.26	0.132
区間スピード				
0-20 m	6.09 ± 0.19	6.07 ± 0.23	6.06 ± 0.20	0.893
20-50 m	9.19 ± 0.30	9.48 ± 0.42	9.16 ± 0.45	0.047

平均値 ± 標準偏差, $n = 10$.

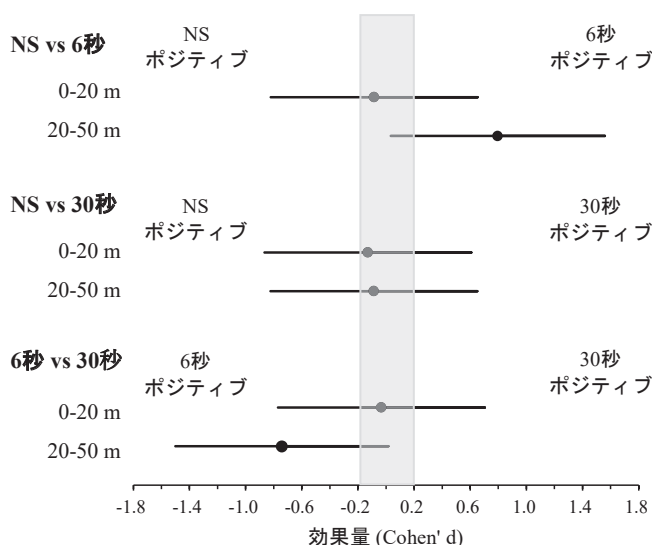


図2. 区間スピードに関する MBI による試行間の比較
グレーの四角は最小有効変化 (Smallest worthwhile change) を示す。

及ぼす影響を検討するため、体育会陸上競技部で短距離を専門とする男性陸上競技選手10名を対象とし、ウォーミングアップ終了から10分後にNS試行、6秒試行、30秒試行の3条件で静的ストレッチングを行い、その後のスプリントパフォーマンスを比較した。クラウチングスタートから約20 m地点は、疾走中の姿勢が直立姿勢で安定し始め (Nagahara et al., 2014)、疾走速度に対する股関節や膝関節の仕事の寄与が正から負に切り替わる地点であることから (Nagahara et al., 2017)、我々は0-20、20-50 mの2区間に分類し疾走能力を評価した。本研究の結果、静的ストレッチングは0-20 m区間の疾走能力にはその条件に関わらず影響を与えないが、20-50 m区間において、6秒試行ではNS試行、30秒試行と比較し疾走速度が高値を示すことが明らかとなった。静的ストレッチングが運動パフォーマンスに与える影響は、静的ストレッチングを実施するタイミングや継続時間に強く影響を受けるため (Chaabene et al., 2019)、ポスト・ウォーミングアップ戦略として用いる数秒程度の静的ストレッチングとスプリントパフォーマンスの関係について、更なる検討が必要であった。本研究から、6秒間の静的ストレッチングは100 m走における加速局面の疾走能力を一時的に高める可能性が示された。

本研究の結果、6秒試行は、20-50 m区間（2次加速局面）でNS試行、30秒試行と比較し疾走速度を一時的に増加させたことが明らかになった（図2）。6秒試行で2次加速局面における疾走速度が高値を示した要因として、緊張の汎化により筋の共収縮を最小限に抑えた可能性が考えられる。疾走速度を高めるためには高いステップ頻度を得る必要があり、スイング後期における同一脚の大腿直筋とハムストリングの共収縮を最小限に抑えて、股関節屈曲から股関節伸展への切り替えをスムーズに行うことが求められる (Takehata et al., 2021)。緊張の汎化とその結果として生じる筋の共収縮抑制による競技パフォーマンスの向上は、50 m走において最大以下の主観的努力度で走った時に高い速度を出す選手が存在すること

(Takehata et al., 2019)、全力より数%の余裕を持たせることで競技パフォーマンスを高める可能性があることなど (村木と稲岡, 1996)、コーチング場面ではよくみられる。運動スキルの習得過程においても、共収縮が大きい不必要な筋活動パターンから、共収縮が減少した効率的な運動パターンへと移行していく特性があり (Thoroughman and Shadmehr, 1999)、適度な筋弛緩は高強度運動パフォーマンスを高める可能性がある (Van Hooren and Bosch, 2016)。さらに本番前の「あがり」「緊張」は、筋の共収縮を促し、本来の競技パフォーマンスを発揮できなくなる現象として知られている (Yoshie et al., 2009)。したがって、筋出力を低下させないあるいは筋腱ユニットのスティフネスを変化させない時間 (Torres et al., 2008) で実施された可能性が高い6秒間の静的ストレッチングは、これらの緊張状態、筋の共収縮を改善させ、20-50 m区間の疾走速度を一時的に高めた可能性がある。(村木・稲岡, 1996)

また、6秒試行で2次加速局面における疾走速度が高値を示した他の要因として、SSC運動を遂行する能力が一時的に高まったことが考えられる。スプリント中、足および股関節伸展筋群のエキセントリック収縮時に蓄えられた弾性エネルギーは、その後のコンセントリック収縮に再利用され、機械的効率や発揮パワーを高めるため (岩竹ほか, 2002)、SSC運動を遂行する能力と疾走能力との間に相関関係を示すことが報告されている (Hennessy and Kilty, 2001)。静的ストレッチングに関する先行研究では、静的ストレッチングの急性効果として腱のヒステリシスを低下させることを報告している (Kubo et al., 2002)。ストレッチング後のヒステリシス低下は、SSC運動中のエネルギー損失（主に熱エネルギーとして）が少なく、再利用される弾性エネルギーが大きいことを示唆している (Kubo et al., 2002)。スタートから20 m地点以降は、疾走速度の増加に対するSSC運動の寄与が著しく高まることが知られており (Nagahara et al., 2017)、本研究においても

6秒試行でSSC運動を遂行する能力が一時的に高まり、疾走速度の一時的な上昇に繋がったと考えられる。

一方で、6秒試行は0-20 m区間(1次加速局面)における疾走速度に影響を与えなかった。これは、1次加速局面、特に0-10 m区間における疾走速度に対するSSC運動の寄与がそれ以降の区間と比べ低いことが考えられる(岩竹ほか, 2002)。岩竹ほか(2002)は、リバウンドジャンプを用いてSSC運動機能を評価し、60 mスプリントパフォーマンスとの関連を調査した。その結果、全区間のパフォーマンスとSSC運動機能との間に相関関係が認められたものの、相関係数は0-10 m区間で最も低く、20-50 m区間で高値を示した。前述のように、6秒試行によってSSC運動を遂行する能力が一時的に高まっていたのであれば、1次加速局面ではSSC運動が疾走速度へ与える影響が小さく、その結果、疾走速度が高まらなかった可能性が考えられる。しかし、1次加速局面の疾走能力には足および股関節伸展筋群も関与しており(岩竹ほか, 2002)、本研究では静的ストレッチングがそれらの筋力に与える影響は検討できていない。より詳細なメカニズムに関しては、今後の研究が望まれる。

本研究では、NS試行と比較し、30秒試行における0-50 m区間における疾走速度の低下が認められなかった。Kistler et al. (2010)はNS試行と30秒試行の2条件で静的ストレッチング後の100 mスプリントパフォーマンスを比較し、30秒試行において20-40 m区間における疾走速度が低下したと報告しており、本研究の結果と一致していない。この理由は静的ストレッチングの実施部位による違いが考えられ、具体的にはKistler et al. (2010)は下腿の静的ストレッチングを実施しているが、本研究では実施していない。Bret et al. (2002)は脚全体のスティフネスの高いスプリンターは100 m走における30-60 m区間で疾走速度が上昇すると報告しており、スティフネスの高さもスプリントパフォーマンスに関わる重要な要因の一つである。Winchester et al.

(2008)は30秒間の下腿への静的ストレッチング後に40 mスプリントパフォーマンスが低下する要因として、ストレッチングによって下腿の筋および腱のスティフネスが低下し、筋腱ユニットの弾性エネルギー貯蔵能が低下したと推察している。従って、本研究では下腿の静的ストレッチングを実施しなかったことにより、足関節付近のスティフネスが低下せず、30秒試行における疾走速度の低下が認められなかったと考えられる。

本研究で用いた6秒試行の強みは、ストレッチングに要する総時間が短いにもかかわらず(24秒)、2次加速局面の走速度を一時的に高めたことである。筋力、パワーやスプリントパフォーマンスを一時的に高める方法として動的ストレッチングが広く知られているが、先行研究で用いられている動的ストレッチングは本研究よりも長い時間を要する(Opplert and Babault, 2018)。例えば、動的ストレッチングと静的ストレッチングが脚伸展パワーに与える影響を検討した先行研究では、ストレッチングをしない場合と比較し、動的ストレッチングを行うことでその後の脚伸展パワーが高値を示したが、動的ストレッチングに要した総時間は300秒であった(Yamaguchi and Ishii, 2005)。動的ストレッチングとスプリントパフォーマンスの関係を調査した総説においても、パフォーマンスの一時的な改善を達成した多くの動的ストレッチングは300秒程度であった(Opplert and Babault, 2018)。陸上競技短距離選手を含む多くのアスリートは競技開始10分以上前にウォーミングアップを終了する必要がある。ウォーミングアップ終了から競技開始までの短時間でパフォーマンスを一時的に高めることができる介入を求められる。本研究の6秒試行は、先行研究と比較し(Opplert and Babault, 2018; Yamaguchi and Ishii, 2005)、より短い時間でスプリントパフォーマンスの一時的な改善を達成することができるため、現場での応用性が高いと考えられる。

本研究では6秒間の静的ストレッチングが100 m走の2次加速局面におけるパフォーマンスを高める可能性を示唆したが、複数の限界点を有し

ている。第一にパフォーマンス向上に関する説明変数を測定できなかったことである。これまで述べてきた通り、本研究におけるパフォーマンスの変化には SSC 運動を遂行する能力や筋の共縮などが関係していると考えられる。しかし、本研究ではそれらを測定できていないため、詳細なメカニズムの検討が望まれる。また、スポーツ傷害予防の観点で重要な関節可動域を測定できていない。一般的な静的ストレッチングの目的の一つである関節可動域の増加に短時間のストレッチングが寄与できるのか明らかにするため、今後の研究が必要である。2つ目の限界点として、静的ストレッチングが50-100 m 区間に与える影響を検討できていない。30 秒間の静的ストレッチングに関する先行研究によると (Kistler et al., 2010; Ross et al., 2001), 100 m 走の前半区間における疲労によって静的ストレッチングの有無にかかわらず伸張性反射が抑制されるため、静的ストレッチングは100 m 走の後半区間におけるスプリントパフォーマンスに影響を与えないことが報告されている。本研究で得られた6秒試行による20-50 m 区間の疾走速度の一時的な上昇にも伸張性反射が関連したと考えられるため、50-100 m 区間ではこの上昇が消失すると推察される。3つ目の限界点として、実験環境が挙げられる。研究結果の外的妥当性を高める目的で屋外実験を行ったため、気温、風速などの環境条件によってスプリントパフォーマンスに影響を受けた可能性がある。さらに、本実験を冬期(11-12月)に実施したため、本結果が被験者のパーソナル・シーズンベストよりも低いパフォーマンスであったことに注意が必要である。加えて、アスリートはストレッチングの種類に関わらず、競技パフォーマンスに好影響があると考えている可能性が高く (Blazevich et al., 2018), プラセボ効果を否定できない。最後に、本研究では被験者数が少なく、中程度以上の効果量が認められたにもかかわらず、統計的な有意差が認められなかった。今後は検定力分析に基づいた被験者数による追試験が望まれる。

本研究では、ポスト・ウォーミングアップ戦略

として用いる短時間の静的ストレッチングがスプリントパフォーマンスに及ぼす影響を検討した。本研究の結果、ウォーミングアップ終了10分後に実施した6秒間の大腿四頭筋・ハムストリングスに対する静的ストレッチングは、ストレッチングをしない場合および同条件で30秒間の静的ストレッチングをした場合と比較し、20-50 m 区間で疾走速度を一時的に上昇させることが明らかとなった。

現場への応用

本研究では、ポスト・ウォーミングアップ戦略として用いる6秒間の静的ストレッチングがスプリントパフォーマンスにポジティブな影響を与えることを明らかにした。陸上競技短距離選手は、少なくとも競技開始10分以上前に召集のためウォーミングアップを終了する必要がある。ウォーミングアップ終了から競技開始までの行動が制限される。6秒間の静的ストレッチングをウォーミングアップ終了から競技開始までの間に行うことで競技パフォーマンスを高めることができる可能性がある。

文献

- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., and McHugh, M. (2015) Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: A systematic review. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 41: 1-11.
- Behm, D. G., and Chaouachi, A. (2011) A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 111: 2633-2651.
- Blazevich, A. J., Gill, N. D., Kvorning, T., Kay, A. D., Goh, A. G., Hilton, B., Drinkwater, E. J., and Behm, D. G. (2018) No effect of muscle stretching within a full, dynamic warm-up on athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 50: 1258-1266.

- Bret, C., Rahmani, A., Dufour, A. B., Messonnier, L., and Lacour, J. R. (2002) Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 42: 274-281.
- Chaabene, H., Behm, D. G., Negra, Y., and Granacher, U. (2019) Acute effects of static stretching on muscle strength and power: An attempt to clarify previous caveats. *Front. Physiol.*, 10: 1468.
- Duehring, M. D., Feldmann, C. R., and Ebben, W. P. (2009) Strength and conditioning practices of united states high school strength and conditioning coaches. *J. Strength Cond. Res.*, 23: 2188-2203.
- Fletcher, I. M., and Anness, R. (2007) The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 21: 784-787.
- Hennessy, L., and Kilty, J. (2001) Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 15: 326-331.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., and Hanin, J. (2009) Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 41: 3-12.
- 岩竹 淳・鈴木 朋美・中村 夏実・小田 宏行・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との関係. 体育学研究, 47: 253-261.
- Kakehata, G., Goto, Y., Iso, S., and Kanosue, K. (2021) Timing of rectus femoris and biceps femoris muscle activities in both legs at maximal running speed. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 53: 643-652.
- Kakehata, G., Kobayashi, K., Matsuo, A., Kanosue, K., and Iso, S. (2019) Relationship between subjective effort and kinematics/kinetics in the 50 m sprint. *J. Hum. Sport Exerc.*, 15: 52-66.
- Kay, A. D., and Blazevich, A. J. (2012) Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: A systematic review. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 44: 154-164.
- Kistler, B. M., Walsh, M. S., Horn, T. S., and Cox, R. H. (2010) The acute effects of static stretching on the sprint performance of collegiate men in the 60- and 100-m dash after a dynamic warm-up. *J. Strength Cond. Res.*, 24: 2280-2284.
- Kubo, K., Kanehisa, H., and Fukunaga, T. (2002) Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J. Appl. Physiol.*, 92: 595-601.
- Marek, S. M., Cramer, J. T., Fincher, A. L., Massey, L. L., Dangelmaier, S. M., Purkayastha, S., Fitz, K. A., and Culbertson, J. Y. (2005) Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J. Athl. Train.*, 40: 94-103.
- 村木 征人・稲岡純史 (1996) 跳躍運動における主観的強度（努力度合）と客観的出力との対応関係. コーチング学研究, 9: 73-79.
- Nagahara, R., Matsubayashi, T., Matsuo, A., and Zushi, K. (2014) Kinematics of transition during human accelerated sprinting. *Biol. Open*, 3: 689-699.
- Nagahara, R., Matsubayashi, T., Matsuo, A., and Zushi, K. (2017) Alteration of swing leg work and power during human accelerated Sprinting. *Biol. Open*, 6: 633-641.
- Nelson, A. G., Driscoll, N. M., Landin, D. K., Young, M. A., and Schexnayder, I. C. (2005) Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *J. Sports Sci.*, 23: 449-454.
- Opplert, J., and Babault, N. (2018) Acute effects of dynamic stretching on muscle flexibility

- and performance: An analysis of the current literature. *Sport. Med.*, 48: 299-325.
- Racinais, S., Cocking, S., and Périard, J. D. (2017) Sports and environmental temperature: from warming-up to heating-up. *Temperature*, 4: 227-257.
- Ross, A., Leveritt, M., and Riek, S. (2001) Neural influences on sprint running training adaptations and acute responses. *Sport. Med.*, 31: 409-425.
- 酒井一樹・吉本隆哉・山本正嘉 (2013) 陸上競技短距離選手における疾走速度、ストライドおよびピッチとメディシンボール投げ能力との関係. *スポーツパフォーマンス研究*, 5: 226-236.
- 谷澤真・飛永敬志・伊藤俊一 (2014) 短時間の静的ストレッチングが柔軟性および筋出力に及ぼす影響. *理学療法—臨床・研究・教育*, 21: 51-55.
- Silva, L. M., Neiva, H. P., Marques, M. C., Izquierdo, M., and Marinho, D. A. (2018) Effects of warm-up, post-warm-up, and re-warm-up strategies on explosive efforts in team sports: A systematic review. *Sport. Med.*, 48: 2285-2299.
- Thoroughman, K. A., and Shadmehr, R. (1999) Electromyographic correlates of learning an internal model of reaching movements. *J. Neurosci.*, 19: 8573-8588.
- Torres, E. M., Kraemer, W. J., Vingren, J. L., Volek, J. S., Hatfield, D. L., Spiering, B. A., Ho, J. Y., Fragala, M. S., Thomas, G. A., Anderson, J. M., Häkkinen, K., and Maresh, C. M. (2008) Effects of stretching on upper-body muscular performance. *J. Strength Cond. Res.*, 22: 1279-1285.
- Van Hooren, B., and Bosch, F. (2016) Influence of muscle slack on high-intensity sport performance: A Review. *Strength Cond. J.*, 38: 75-87.
- West, D. J., Russell, M., Bracken, R. M., Cook, C. J., Giroud, T., and Kilduff, L. P. (2016) Post-warmup strategies to maintain body temperature and physical performance in professional rugby union players. *J. Sports Sci.*, 34: 110-115.
- Winchester, J. B., Nelson, A. G., Landin, D., Young, M. A., and Schexnayder, I. C. (2008) Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 22: 13-19.
- Yamaguchi, T., and Ishii, K. (2005) Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *J. Strength Cond. Res.*, 19: 677-683.
- Yoshie, M., Kudo, K., Murakoshi, T., and Ohtsuki, T. (2009) Music performance anxiety in skilled pianists: effects of social-evaluative performance situation on subjective, autonomic, and electromyographic reactions. *Exp. Brain Res.*, 199: 117-126.

〔原著論文〕

自転車エルゴメーターを用いたランブ負荷法による エアロビックパラメータ測定の方法と問題点

柳 川 和 優*

Methods and Problems of Measuring Aerobic Parameters by the Ramp Load Method Using a Bicycle Ergometer

Kazumasa YANAGAWA

(Department of Sports Business Administration, Faculty of Business Administration,
Hiroshima University of Economics)

Abstract

The purpose of this study was to provide reference values of aerobic parameters by ramp loading method and to clarify problems in measuring aerobic parameters. The subjects were 25 healthy males aged 19-22 years, including active athletes in track and field and other sports, and $\dot{V}O_{2\max}$, VT, and RCT were measured by the ramp exercise load test using a bicycle ergometer.

One problem with the aerobic parameter measurements was that when the slope of the load increase was too steep and stronger than the individual's fitness level, there were cases in which the individual was unable to continue riding the bicycle without falling significantly below the estimated maximum heart rate and without leveling off of $\dot{V}O_2$. When the slope of the load increase was too gentle and weaker than the individual's fitness level, there were cases in which the bicyclist continued to ride for a while with a heart rate below the estimated maximum heart rate despite the continuous load increase. In both of these cases, $\dot{V}O_{2\max}$ and HRmax tended to be higher when the subjects were re-measured on a different day with a different slope of load increase, and re-measurement was recommended.

Reference values for aerobic parameters in healthy men in their early 20s showed that HRmax was 95.6% of the theoretical value, VT was 57.1% $\dot{V}O_{2\max}$ and 135.1 bpm regardless of $\dot{V}O_{2\max}$ value, and RCT was 87.3% $\dot{V}O_{2\max}$ and 171.6 bpm.

I. 緒言

心肺運動負荷試験 (cardiopulmonary exercise testing : CPX) は、スポーツ科学やスポーツ医学の領域において広く行われている。Wasserman et al. (1973) が無酸素性作業閾値 (Anaerobic Threshold : AT) の概念を提唱して以来、近年においてもその重要性が広く認められている (大宮, 2021 ; 安達, 2022)。特に、スポーツ科学の

分野において、CPX によって得られる最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2\max}$) と AT は、全身持久力の指標として妥当基準の筆頭にあげられている (田中, 2000)。

AT を決定する代表的な手法として、漸増負荷運動中に血中乳酸値が安静時レベルより急激に上昇し始めるポイントから AT を決定する乳酸性閾値 (Lactate Threshold : LT) と、漸増負荷運動中におけるガス交換パラメータの特徴的変移点

* 広島経済大学経営学部スポーツ経営学科

を判定基準としてATを決定する換気性閾値 (Ventilatory Threshold : VT) が存在する。VT以降では代謝性アシドーシスによる H^+ の増大ならびに excess CO_2 が起こり、それらが呼吸を刺激することで、 $\dot{V}E$ や $\dot{V}CO_2$ の非直線的な増加をひき起こす。

CPXにおける呼気ガス分析を、自転車エルゴメータを使用したランプ負荷法で実施することにより、 $\dot{V}O_{2max}$, VT, O_2 摂取動態の時定数 (τ), および作業効率の4つのパラメータを同時に決定することができる (Whipp et al., 1981)。このように、自転車エルゴメータを用いたCPXには多くの利点がある。

一方、問題点も指摘されており、同一個人の $\dot{V}O_{2max}$ は、測定に用いる運動様式によって異なり (Seals et al., 1982 ; Hansen , 1984.), 一般成人ではトレッドミル走よりも自転車駆動の方が5～10%低いと報告されている (山地, 2001)。また、運動様式間の差は専門種目によっても異なり、例えば、自転車選手ではトレッドミル走よりも自転車駆動により測定した $\dot{V}O_{2max}$ が4～5%高く、ランナーではトレッドミル走が自転車駆動よりも約10%高くなると報告されている (Withers et al., 1981)。このように $\dot{V}O_{2max}$ は、一般的に自転車選手以外ではトレッドミル走よりも自転車駆動の方が低くなる。これらのことを理解した上で、アスリートのみならず一般健常者の全身持久力の評価指標が求められる。

エアロビックパラメータのうち、全身持久力の指標として特に重要と考えられるAT、最高酸素摂取量 (peak oxygen uptake : peak $\dot{V}O_2$), $\dot{V}O_{2max}$ については、日本人の標準値としていくつか報告されている (小林, 1982 ; 村山ら, 1992 ; 源田と伊東, 1995 ; 太田ら, 1999 ; 鈴木ら, 2009)。しかしながら、VT、呼吸性補償閾値 (Respiratory Compensation Threshold : RCT) を% $\dot{V}O_{2max}$ や心拍数 (Heart Rate : HR) で示した報告は見当たらない。

Davis (1985) は、マラソンの走速度はLTの走速度とほぼ一致すると報告し、Iwaoka et al.

(1988) は、男子大学長距離選手のRCTがLTおよび $\dot{V}O_{2max}$ より5,000 m走、10,000 m走の記録と強い相関を示し、RCTの運動強度がその走速度に匹敵したことを報告した。長距離選手の多くは、運動強度や疲労度をHRで管理することが多く、各自のVT時やRCT時のHRを把握しておくことは重要なことであると考えられる。

また、 $\dot{V}O_{2max}$, VT及びRCTが必ずしも明確に判定できない場合が存在し、総合的な判断によりそれらパラメータを決定することが多々ある。例えば、V-slope法によりVTの決定が明確にできなかった場合は、他のVT決定のための判定基準を加味してVTを決定する。また、 $\dot{V}CO_2$ と $\dot{V}E$ の関係に対する折れ線回帰分析によりRCTを明確に決定できなかった場合、他のRCT決定のための判定基準を加味してRCTを決定することになる。

以上のような背景から本研究では、自転車エルゴメータを用いたランプ負荷法によるエアロビックパラメータの参考値を示すと共に、エアロビックパラメータ測定の問題点を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

A. 被検者

被検者は、大学の授業 (スポーツ生理学実験) を履修した学生のうち、測定を希望した陸上競技 (短、中、長距離) 等の現役選手を含む、健常な19～22歳の男子25名であった。被検者の身体的特性とエアロビックパラメータを表1に示した。

B. 測定項目および測定方法

被検者に自転車エルゴメータ (コンビ社製 : エアロバイク 75XLⅢ) を用いた20～30W/minの傾きを持つramp運動負荷試験を実施した。ramp負荷の傾きは、被検者のプロフィールにより、20, 25, 30W/minのいずれかとした。呼気分析は呼気ガス自動分析装置 (ミナト医科学社製 : エアロモニタ AE-310S, データはbreath-by-breath

表 1 被検者の身体的特性とエアロビックパラメータ

Subj	Age	Ht	Wt	%fat	$\dot{V}O_2\text{max}$		VT			RCT			HRmax			競技種目
					l/min	ml/kg/min	l/min	% $\dot{V}O_2\text{max}$	bpm	l/min	% $\dot{V}O_2\text{max}$	bpm	実測 推定* 実測/推定			
													bpm	bpm	%	
1	20	163	52	10.2	2.37	45.6	1.26	53.2	130.1	2.19	92.4	172.1	178	194.0	91.8	陸上短距離
2	19	164	62	10.9	3.21	51.8	1.60	49.8	137.2	2.80	87.2	184.4	194	194.7	99.6	テニス
3	20	173	61	12.9	2.21	36.2	1.20	54.3	130.6	2.00	90.5	180.6	193	194.0	99.5	—
4	20	176	71	12.0	3.26	45.9	1.80	55.2	138.5	2.96	90.8	180.0	187	194.0	96.4	—
5	20	172	56	9.0	3.30	58.9	1.95	59.1	142.0	2.93	88.8	175.3	184	194.0	94.8	陸上長距離
6	20	170	62	8.7	3.41	55.0	2.00	58.7	132.0	2.76	80.9	157.8	184	194.0	94.8	水泳自由形
7	20	168	93	25.7	3.78	40.6	2.30	60.8	142.0	3.38	89.4	180.4	195	194.0	100.5	ラグビー
8	19	172	66	16.0	3.19	48.3	1.60	50.2	124.0	2.80	87.8	178.8	194	194.7	99.6	軟式野球
9	19	170	62	12.9	2.83	45.6	1.53	54.1	132.8	2.23	78.8	171.0	183	194.7	94.0	テニス
10	19	173.5	65	11.9	3.62	55.7	2.00	55.2	133.3	3.41	94.2	174.0	184	194.7	94.5	—
11	20	175	65	14.4	2.91	44.8	1.79	61.5	123.1	2.66	91.4	156.5	172	194.0	88.7	テニス
12	20	184	65	8.9	3.31	50.9	1.85	55.9	145.0	2.76	83.4	171.8	191	194.0	98.5	陸上中距離
13	20	172	55	10.6	3.42	62.2	1.96	57.3	132.0	3.03	88.6	164.9	176	194.0	90.7	陸上長距離
14	22	173	60	8.8	3.77	62.8	2.20	58.4	129.0	3.20	84.9	162.5	177	192.6	91.9	陸上長距離
15	21	169	60	8.7	3.28	54.7	1.94	59.1	147.0	3.06	93.3	176.4	186	193.3	96.2	陸上中距離
16	21	171	68	13.2	3.44	50.6	1.98	57.6	133.0	3.03	88.1	166.6	178	193.3	92.1	陸上短距離
17	22	176	55	5.2	3.64	66.2	2.38	65.4	145.0	3.33	91.5	176.9	182	192.6	94.5	陸上中距離
18	20	170	63	7.4	3.31	52.5	1.95	58.9	138.0	3.08	93.1	173.1	184	194.0	94.8	陸上短距離
19	20	178	72	8.9	4.07	56.5	2.21	54.3	126.0	3.55	87.2	167.7	181	194.0	93.3	サッカー
20	20	170	61	10.5	3.93	64.4	2.18	55.5	131.0	2.95	75.1	159.5	191	194.0	98.5	陸上中距離
21	22	177	60	8.2	3.64	60.7	2.22	61.0	142.0	2.97	81.6	169.0	194	192.6	100.7	陸上中距離
22	20	170	62	8.6	3.84	61.9	2.23	58.1	127.0	3.37	87.8	170.1	186	194.0	95.9	陸上中距離
23	20	169	54	9.0	2.22	41.1	1.29	58.1	142.4	1.93	86.9	180.2	196	194.0	101.0	陸上短距離
24	20	174	63	9.8	4.05	64.3	2.37	58.5	140.4	3.47	85.7	177.0	181	194.0	93.3	陸上長距離
25	21	174	72	13.5	2.81	39.0	1.64	58.4	135.0	2.32	82.6	163.4	180	193.3	93.1	陸上短距離
Mean	20.2	172.1	63.4	11.0	3.3	52.7	1.9	57.1	135.1	2.9	87.3	171.6	185.2	193.9	95.6	
SD	0.87	4.37	8.13	3.91	0.52	8.76	0.34	3.48	6.87	0.46	4.79	7.72	6.74	0.61	3.42	

*推定 HRmax は、「 $208 - 0.7 \times \text{年齢}$ 」(Tanaka, 2001) を用いて算出した。

法により連続的に計測され 10 秒ごとの平均値として出力) により行い、 $\dot{V}O_2\text{max}$ 、VT 及び RCT を求めた。なお、VT の判定は、原則として V-slope 法 (Beaver et al., 1986) により、RCT の判定は原則として $\dot{V}CO_2$ と $\dot{V}E$ の折れ線回帰分析 (福場ら, 1984) により行い、他の指標も加味しながら総合的に判定した。また、 $\dot{V}O_2\text{max}$ は、10 秒間のピーク値ではなく、30 秒間の平均値の最大値とした。測定時の室温は 23℃ 前後であった。

体脂肪率 (%fat) の測定は、インピーダンス法 (タニタ社製: Inner Scan 50V) により行い、最高心拍数の推定式は、「 $220 - \text{年齢}$ 」が広く用いられている (古名ほか, 1994; 源田と伊東, 1995; 矢部ほか, 2007; 三津家ほか, 2019; 田中と吉村, 2020) が、本研究ではメタ解析から得られ、性別、運動習慣に関わらず用いることができ

る「 $208 - 0.7 \times \text{年齢}$ 」(Tanaka et al., 2001) を用いた。 $\dot{V}O_2\text{max}$ の評価は、「厚生省保健医療局健康増進栄養課健康増進関連ビジネス指導室編, (1993)」の評価値により行った。

全被検者の $\dot{V}O_2\text{max}$ の平均値を境に $\dot{V}O_2\text{max}$ の下位群と上位群の二群に分け解析を行った。

C. 統計処理

二群間の比較には対応のある t 検定を行った。有意水準は 5% 未満とし、統計解析は IBM SPSS Statistics ver. 25 を用いた。

Ⅲ. 結果

被検者は、陸上競技 (短, 中, 長距離) 等の現役選手と特に運動習慣のない健康な若年者 (19 ~ 22 歳) 男子 25 名であった (表 1)。被検者の

内訳を自転車エルゴメータによる $\dot{V}O_2\text{max}$ の評価値（厚生省保健医療局健康増進栄養課健康増進関連ビジネス指導室編, 1993）で表すと、良くない（0名）、あまり良くない（1名）、普通（8名）、やや良い（8名）、良い（8名）であった（表2）。VT と RCT の決定については、代表的な被検者の一例を図1、図2に示した。

図1は、V-slope法によるVT決定の一例(Subject 20)を示したものである。 $\dot{V}O_2\text{max}$ 3.93 l/min, VT

2.18 l/min (55.50 % $\dot{V}O_2\text{max}$) であった。

図2は、RCT 決定の一例 (Subject 23) を示したものである。 $\dot{V}CO_2$ 2.57 l/min であり、RCT 時の $\dot{V}CO_2$ を $\dot{V}CO_2$ と $\dot{V}O_2$ の回帰直線に代入し、RCT 時の $\dot{V}O_2$ を決定した [$\dot{V}O_2$ 1.93 l/min (86.78 % $\dot{V}O_2\text{max}$)]。

図3は、 $\dot{V}O_2$ と HR の関係 (Subject 20) を示したものである。回帰直線 $Y = 36.95 X + 50.51$ ($r = 0.989$)、最大心拍数 191 bpm、最小心拍数 59 bpm であった。VT 時および RCT 時の $\dot{V}O_2$ をここで得られた回帰直線 (X) に代入し、VT 時および RCT 時の HR を算出した。

表3は、全被検者の $\dot{V}O_2\text{max}$ の平均値 (52.7 ml/kg/min) を境に、 $\dot{V}O_2\text{max}$ を下位群と上位群の2群に分け比較したものである。体脂肪率 (% fat) と $\dot{V}O_2\text{max}$ には2群間に有意差が認められたが、VT, RCT, 実測 HRmax には有意差は認められなかった。すなわち、VT, RCT, 実測 HRmax は $\dot{V}O_2\text{max}$ の大小に関わらず同程度であ

表2 $\dot{V}O_2\text{max}$ の評価値別被検者数

評価	$\dot{V}O_2\text{max}$ ml/kg/min	n
良くない	26 以下	0
あまり良くない	27~36	1
普通	37~47	8
やや良い	48~57	8
良い	58 以上	8

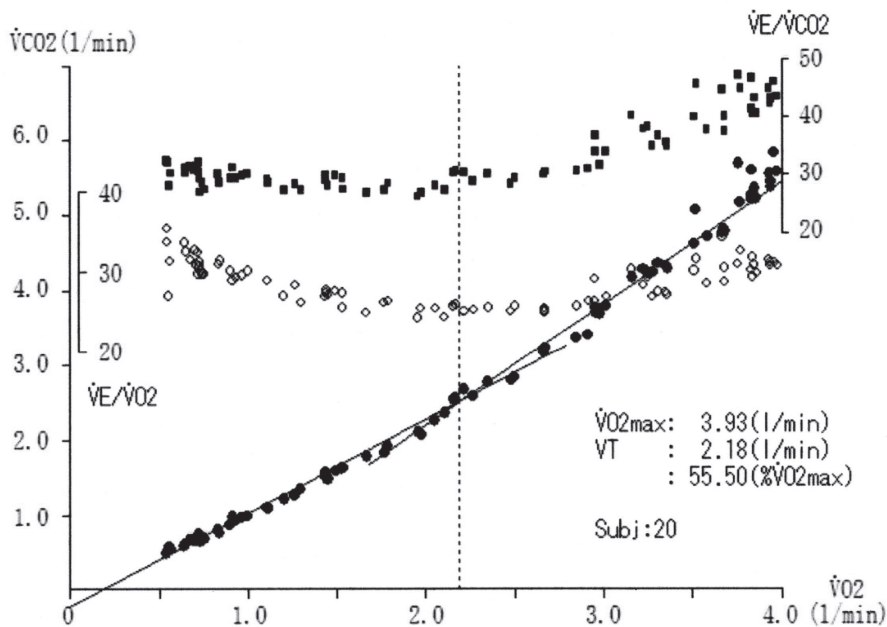


図1 VT 決定の一例
■ $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$, ○ $\dot{V}E/\dot{V}O_2$, ● $\dot{V}CO_2$

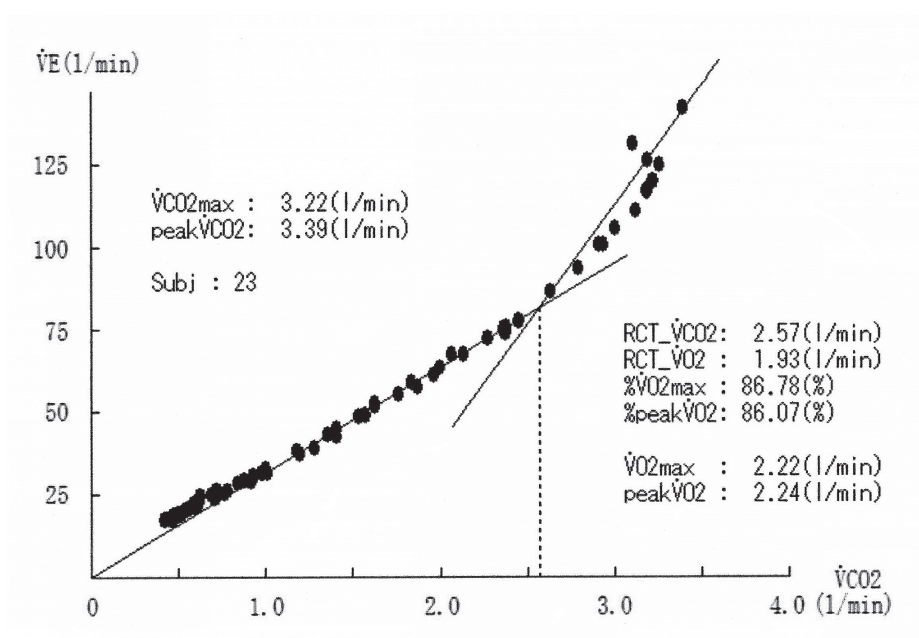


図2 RCT 決定の一例

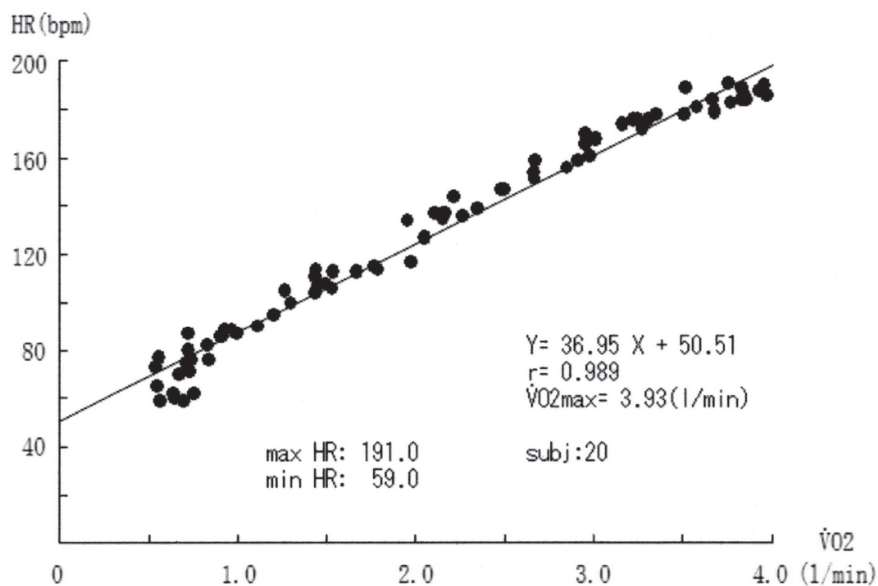


図3 $\dot{V}O_2$ と HR の関係

ることが示された。2群の内訳を $\dot{V}O_{2\max}$ の評価値(表2)で表すと、 $\dot{V}O_{2\max}$ 下位群の平均値は45.6ml/kg/min (n=13)「普通」、 $\dot{V}O_{2\max}$ 上位群の平均値は60.3ml/kg/min (n=12)「良い」であった。

表4は、同一被検者を2回測定した場合の比較を示したものである。一回目の測定で $\dot{V}O_{2\max}$ の判定基準(福場と柳川, 1997)を満たすことなく測定終了に至り、日を改め、負荷増加の傾きを変えて再度測定した結果を示したものである。2回測定した4名中3名の $\dot{V}O_{2\max}$ とHRは2回目の方が高くなり、1名はほぼ変わらなかった。1回目測定と2回目測定の $\dot{V}O_{2\max}$ とHRは、2回目測定の方が高くなる傾向があったものの、両者とも2群間に有意差は認められなかった。

図4は、ランプ負荷の傾きが急峻すぎた場合の負荷開始2分前から負荷終了20秒後までの $\dot{V}O_2$

とHRの変動を示したものである。1回目測定では、負荷終了までHRと $\dot{V}O_2$ は上昇し続けた。一方、2回目測定では、 $\dot{V}O_2$ はレベリングオフを示し、HRは上昇し続けた。

図5は、図4同様ランプ負荷の傾きがなだらかすぎた場合の負荷開始2分前から負荷終了20秒後までの $\dot{V}O_2$ とHRの変動を示したものである。1回目測定では、負荷終了前の数分間、HRは定常状態を、 $\dot{V}O_2$ は緩やかな低下傾向を示した。一方、2回目測定では、 $\dot{V}O_2$ はレベリングオフを示し、HRは上昇し続けた。

IV. 考察

Whipp et al. (1981)は、呼気ガス分析を自転車エルゴメータを使用したランプ負荷法で実施することにより、 $\dot{V}O_{2\max}$ 、VT、 O_2 摂取動態の時定数(τ)、および作業効率の4つの重要な指標が

表3 $\dot{V}O_{2\max}$ 下位群と上位群の比較

変数		$\dot{V}O_{2\max}$ 下位群 n = 13	$\dot{V}O_{2\max}$ 上位群 n = 12	有意水準
%fat	(%)	12.8	9.1	p < 0.05
$\dot{V}O_{2\max}$	(ml/kg/min)	45.6	60.3	p < 0.01
VT	(% $\dot{V}O_{2\max}$)	56.0	58.4	NS
	(bpm)	134.7	135.6	NS
RCT	(% $\dot{V}O_{2\max}$)	87.9	86.6	NS
	(bpm)	173.8	169.3	NS
実測 HRmax	(bpm)	186.5	183.8	NS

表4 2回測定の比較

Subject	1 回目			2 回目		
	ramp 負荷	$\dot{V}O_{2\max}$	HRmax	ramp 負荷	$\dot{V}O_{2\max}$	HRmax
	W/min	ml/kg/min	bpm	W/min	ml/kg/min	bpm
16	30	50.6	178	25	50.0	175
19	30	54.7	177	25	56.5	181
20	25	61.7	186	30	64.4	191
21	30	59.8	189	25	60.7	194
Mean		56.7	182.5		57.9	185.3
SD		5.02	5.92		6.18	8.81

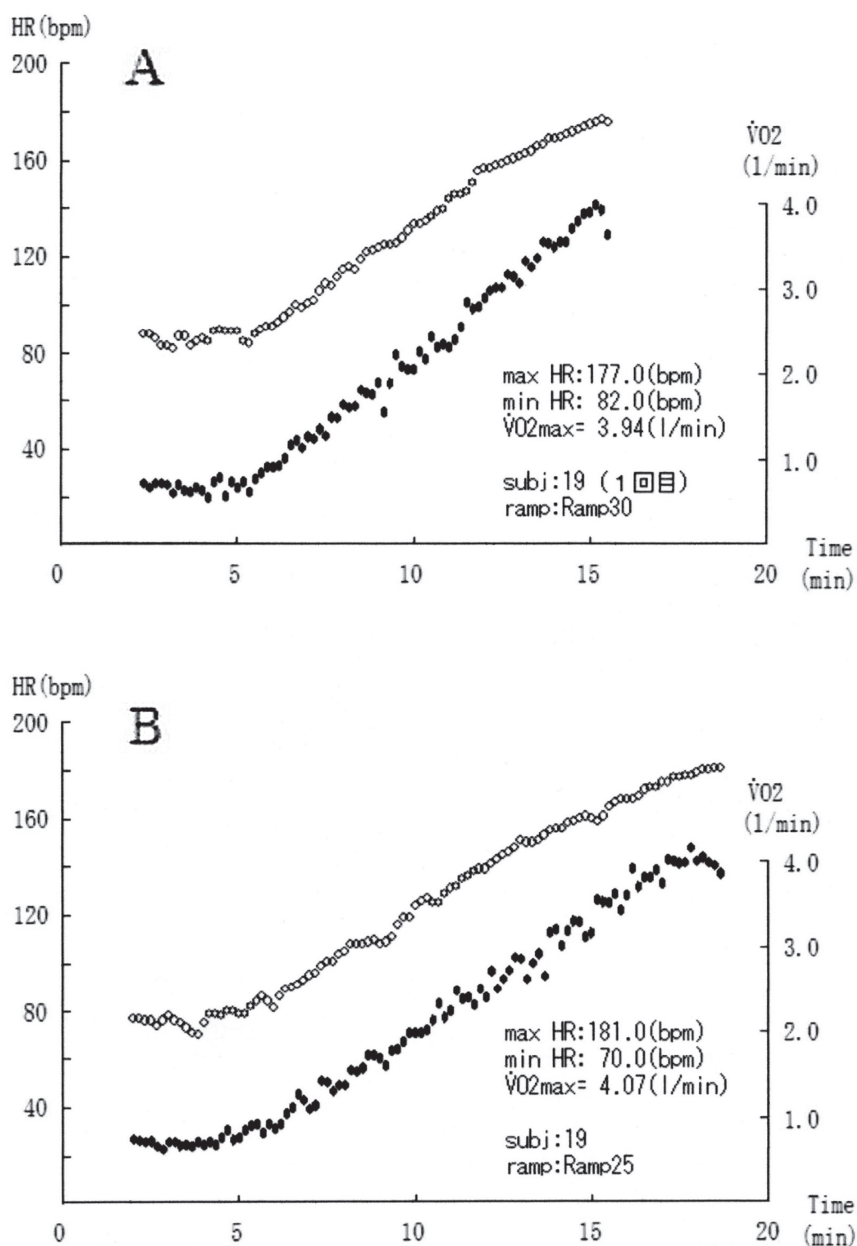


図4 2回測定中の $\dot{V}O_2$ とHRの変動（負荷が強すぎた場合）
A: 1回目, 30W/min, B: 2回目, 25W/min ○HR, ● $\dot{V}O_2$
ランブ負荷開始2分前から負荷終了20秒後までをプロット。

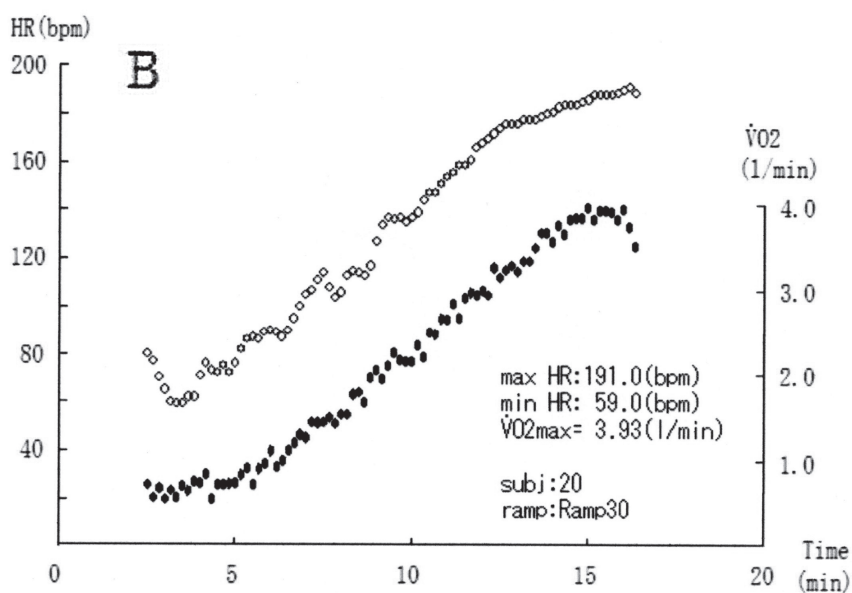
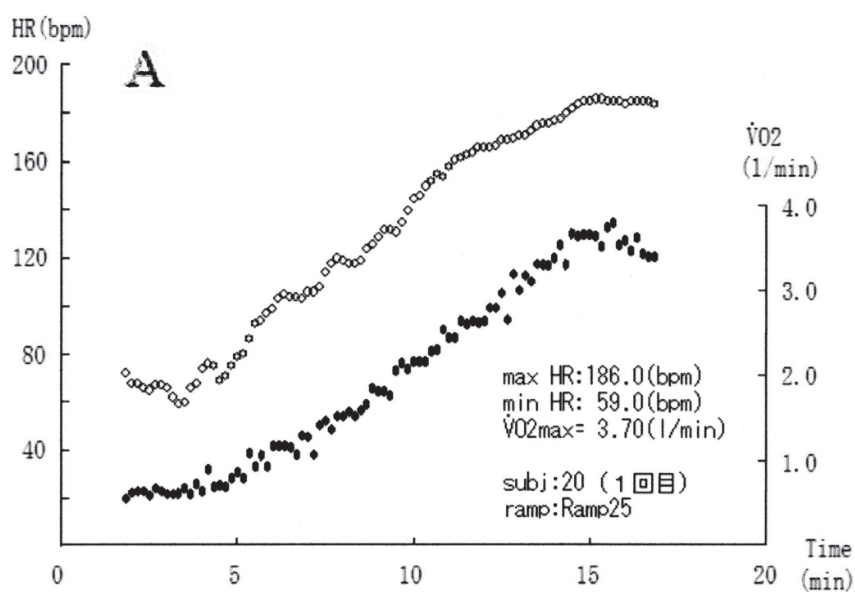


図5 2回測定中の $\dot{V}O_2$ と HR の変動 (負荷が弱すぎた場合)
A : 1回目, 25W/min, B : 2回目, 30W/min ○HR, ● $\dot{V}O_2$
ランプ負荷開始 2 分前から負荷終了 20 秒後までをプロット.

得られることを示した。自転車エルゴメーターで徐々に負荷量を増やす ramp 負荷法の利点は、適正な負荷増加の傾きを選択すれば、 $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}CO_2$ 、 $\dot{V}E$ などは直線的な増加が得られ、各パラメータの変化が単純化されることにある。その反面、前述の通り $\dot{V}O_{2max}$ は、一般的に自転車選手以外ではトレッドミル走よりも自転車駆動の方が低くなるといった問題点も存在する。

従来、 $\dot{V}O_{2max}$ の判定基準は、次の 4 条件のうち、2 つ以上を満足した時とされている（福場と柳川, 1997）。1) $\dot{V}O_2$ のレベリングオフ、2) 呼吸交換比（RER）が 1.05 以上、3) 心拍数が最大心拍数の予測値と同等かそれ以上、4) 血中の乳酸濃度が 9 mmol/L 以上。本研究においては、被検者のプロフィールにより ramp 負荷の傾きを決定した。すなわち、現在運動習慣が無い被検者は 20W/min、持久競技選手でありかつ競技成績の高い被検者は 30W/min、その中間の被検者は 25W/min とした。しかしながら、上記の $\dot{V}O_{2max}$ の判定基準を満たさない事例が存在し、日を改め、負荷増加の傾きを変えて再度測定した（表 4）。その結果、 $\dot{V}O_{2max}$ の判定基準を満たした 2 回目測定の方が $\dot{V}O_{2max}$ と HR が高くなる傾向があった。

上記の $\dot{V}O_{2max}$ の判定基準を満たさない事例の要因として、次の事が考えられる。まず、負荷増加の傾きが本人の体力水準より強く急峻すぎた場合、推定最大心拍数を大幅に下回る状態、かつ $\dot{V}O_2$ のレベリングオフが認められることなく自転車駆動の継続が不可能になる事例である（図 4, A）。この場合は、心肺機能には比較的余裕があるが、脚の疲労により一定のペースでの自転車駆動の継続が不可能になるものと考えられる。次に、負荷増加の傾きが本人の体力水準より弱くなだらかすぎた場合、継続的な負荷増加にも関わらず、推定最大心拍数を下回る状態で自転車駆動をしばらく継続し続ける事例がある。この場合、測定終了前の数分間 HR は定常状態、 $\dot{V}O_2$ は緩やかな低下傾向を示す（図 5, A）。負荷増加の傾きがもう少し急であれば、 $\dot{V}O_2$ のレベリングオフが認

められ、HR が更に上昇する（図 5, B）と考えられる。

本研究の結果、これらの場合、日を改め負荷増加の傾きを変えて再度測定した方が $\dot{V}O_{2max}$ と HRmax が高くなる傾向があり、再測定が勧められる。

VT 決定のための判定基準は、1) $\dot{V}E$ の最初の非直線的増加開始点、2) $\dot{V}CO_2$ の非直線的増加開始点、3) $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ の一致した変化を伴わない $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ の増加開始点、4) 終末呼気 CO_2 分圧（ $PETCO_2$ ）の一致した変化を伴わない終末呼気 O_2 分圧（ $PETO_2$ ）の増加開始点、5) 呼吸交換比（ $RER = \dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$ ）の急激な増加開始点等（Wasserman et al., 1973 ; Wasserman, 1978 ; Beaver, 1986）が用いられてきており、それらを総合的に判断して VT を決定してきている。AT（VT と LT の両者）は持久性競技記録と高い相関関係を持つことが知られており（Tanaka et al., 1986 ; Yoshida et al., 1993）、 $\dot{V}O_{2max}$ と共に全身持久力の指標とされている（田中, 2000）。

VT を越えてさらに負荷増加が続き疲労困憊に近づく、pH の急激な低下を防ぐために $PaCO_2$ を下げる換気の亢進が認められる。こういった換気応答は呼吸性補償閾値（RCT）と呼ばれている（Wasserman, 1978）。本研究では、福場ら（1984）の折れ線回帰分析を $\dot{V}CO_2$ と $\dot{V}E$ の関係に適用し RCT を求めた。RCT 以降では換気応答が増大し、 $\dot{V}E$ の増加度は $\dot{V}CO_2$ の増加度を上回り $\dot{V}E$ が非直線的にさらに増加し始める。V-slope 法によって VT を決定する場合、運動開始直後の $\dot{V}CO_2$ の上昇が遅れる過渡応答期のデータと RCT 以降のデータを除き解析にかける（Beaver et al., 1986）。しかしながら、先行研究（成田ほか, 1999）において、VT の決定は「V-slope 法によった」という記述が見受けられるが、実際に過渡応答期のデータと共に、RCT を決定しそれ以降のデータを除き解析にかけたかどうかは不明である。これらのことから、VT と同様 RCT の標準値の確立が望まれるところである。

本研究の結果、VT, RCT, 実測 HRmax は

$\dot{V}O_{2\max}$ の大小に関わらず同程度であることが示された (表3)。本研究の被検者は、健常な一般人および日本のトップクラスまでは至らないアスリートである。従って、健常な20代前半男子の目安として $\dot{V}O_{2\max}$ の大小に関わらず VT, RCT, 実測 HRmax の参考値が示されたものと考えることができる。

以上のことにより、健常な20代前半男子の一つの参考値として、HRmax は理論値の95.6%、 $\dot{V}O_{2\max}$ の値に関わらず VT は $57.1\% \dot{V}O_{2\max}$, 135.1bpm, RCT は $87.3\% \dot{V}O_{2\max}$, 171.6bpm であることが示された (表1)。しかしながら、被検者数が少なく、年齢が20代前半の男子から導き出された値である。今後、被検者数を増やし、幅広い年齢層での基準値作成が望まれる。

V. 総括

本研究では、自転車エルゴメータを使用したランプ負荷法によるエアロビックパラメータの参考値を示すと共に、エアロビックパラメータ測定の問題点を明らかにすることを目的とした。被検者は、陸上競技等の現役選手を含む健常な19～22歳の男子25名とし、自転車エルゴメータを用いた ramp 運動負荷試験により、 $\dot{V}O_{2\max}$, VT 及び RCT を測定した。その結果、以下の結論を得た。

- 1) 負荷増加の傾きが本人の体力水準より強く急峻すぎた場合、推定最大心拍数を大幅に下回る状態、かつ $\dot{V}O_2$ のレベリングオフが認められることなく自転車駆動の継続が不可能になる事例があった。この場合は、心肺機能には比較的余裕があるが、脚の疲労により一定のペースでの自転車駆動の継続が不可能になるものと考えられた。
- 2) 負荷増加の傾きが本人の体力水準より弱くなだらかすぎた場合、継続的な負荷増加にも関わらず、推定最大心拍数を下回る状態で自転車駆動をしばらく継続し続ける事例があった。この場合、測定終了前の数分間 HR は定常状態、 $\dot{V}O_2$ は緩やかな低下傾向を示した。負荷増加の傾きがもう少し急であれば、 $\dot{V}O_2$

のレベリングオフが認められ、HR が更に上昇すると考えられた。

- 3) 負荷増加の傾きが本人の体力水準より強すぎた場合や弱すぎた場合、日を改め負荷増加の傾きを変えて再度測定した方が $\dot{V}O_{2\max}$ と HRmax が高くなる傾向があり、再測定が勧められた。
- 4) 健常な20代前半男子の一つの参考値として、HRmax は理論値の95.6%、 $\dot{V}O_{2\max}$ の値に関わらず VT は $57.1\% \dot{V}O_{2\max}$, 135.1bpm, RCT は $87.3\% \dot{V}O_{2\max}$, 171.6bpm であることが示された。

以上のことに加えて、RCT 決定の重要性と共に、ramp 負荷を適正にかけることの重要性が強調された。

文献

- 安達 仁 (2022) CPX を用いた運動耐容能評価. Jpn. J. Rehabil. Med. 59: 12-17.
- Beaver, W.L., K. Wasserman, and B.J. Whipp (1986) A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. J. Appl. Physiol. 60: 2020-2027.
- Davis J.A. (1985) Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. Med. Sci. Sports Exer. 17: 6-18.
- 福場 良之, 磨井 祥夫, 菊地 邦雄, 笹原 英夫 (1984) 換気性 anaerobic threshold 決定方法開発の試み. 体力科学 33: 213-216.
- 福場 良之, 柳川和優 (1997) ランプ負荷運動テストにおけるガス交換諸量の解析—aerobic parameter 推定法の実際について. 呼吸と循環 45(11): 1103-1111.
- 古名 丈人, 伊東 元, 長崎 浩, 藤沢 明子, 新見 まや, 丸山 仁司, 衣笠 隆 (1994) ステップテストを用いた持久性能力の加齢変化の研究. 日本老年医学会雑誌 31(1): 45-51.
- 源田 朋夫, 伊東 春樹 (1995) 運動負荷時の呼吸循環応答とその評価. 総合リハ, 23: 189-196.
- Hansen, J.E. (1984) Exercise instruments, schemes,

- and protocols for evaluating the dyspneic patient. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 129: (Suppl.) S25-S27.
- Iwaoka, K., Hatta, H., Atomi, Y., Miyashita M. (1988) Lactate, respiratory compensation thresholds, and distance running performance in runners of both sexes. *Int. J. Sports Med.* 9 :306-309.
- 小林 寛道 (1982) 日本人のエアロビック・パワー, 初版, 第V部 Aerobic Power からみた日本人の体力水準の評価, 成人の体力水準の評価. 杏林書院, 東京 : pp. 264-268.
- 厚生省保健医療局健康増進栄養課健康増進関連ビジネス指導室編 (1993) 改訂 健康増進施設認定の手引. 中央法規出版, 東京 : pp. 264-268.
- 三津家 貴也, 辻 俊樹, 鍋倉 賢治 (2019) 陸上競技・中長距離ランナーの有酸素性能力と無酸素性能力を同時に評価する方法の検討. *体育学研究* 64(1) : 59-66.
- 村山 正博ほか (1992) 日本人の運動時呼吸循環指標の標準値, 日本循環器学会・運動に関する診療基準委員会 1990 年度報告. *Jpn. Circ. J.* 56 (Suppl V) : 1514-1523.
- 成田 和穂, 阪本 整司, 水重 克文, 千田 彰一, 松尾 裕英 (1999) 健常例における至適運動強度決定のための新しい心拍数予測式の考案とその有用性. *J Cardiology*, 33(5) : 265-272.
- 大宮 一人 (2021) 心肺運動負荷試験によって得られる指標とその応用について. *日本臨床生理学会雑誌*, 51(5) : 163-170.
- 太田 壽城, 張 建国, 石川 和子, 田畑 泉, 吉武 裕, 宮下 充正 (1999) 日本人の最高酸素摂取量, 換気性閾値および脚伸展パワーの標準値策定の試み. *日本公衆衛生雑誌*, 46(4) : 289-297.
- Seals, D.R. and Mullin, J.P. (1982) $\dot{V}O_2$ max in variable type exercise among well-trained upper body athletes. *Res. Quart. Exer. Sport*, 53(1): 58-63.
- 鈴木 政登, 田中 喜代次, 須藤 美智子, 澤田 亨, 小田切 優子 (2009) 日本人の健康関連体力指標最大酸素摂取量の基準値. *デサントスポーツ科学* 30 : 3-14.
- Tanaka, H., Monahan, K.D., Seals, D.R. (2001) Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *J. Am. Coll. Cardiol.* 37: 153-6.
- Tanaka K., Watanabe H., Konishi Y., Mitsuzono R., Sumida S., Tanaka S., Fukuda T., Nakadomo F. (1986) Longitudinal associations between anaerobic threshold and distance running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55: 248-252.
- 田中 喜代次 (2000) 全身持久性体力の測定. *体育学研究*, 45 : 679-694.
- 田中 喜代次, 吉村 隆喜 (2020) 有酸素性運動において心拍数処方推奨できるか?. *体力科学* 69(3) : 285-288.
- Wasserman, K., B.J. Whipp, S.N. Koyal, and W.L. Beaver (1973) Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J. Appl. Physiol.* 35: 236-243.
- Wasserman, K. (1978) Breathing during exercise. *N. Engl. J. Med.* 298: 780-785.
- Whipp, B.J., Davis, J.A., Torres, F. & Wasserman, K. (1981) A test to determine parameters of aerobic function during exercise. *J. Appl. Physiol.* 50: 217-221.
- Withers, R.T., Sherman, W.M., Miller, J.M. and Costill, D.L. (1981) Specificity of the anaerobic threshold in endurance trained cyclists and runners. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 47(1): 93-104.
- 矢部 広樹, 今井 正樹, 久保 裕介, 安田 幸平, 西田 裕介 (2007) 自転車エルゴメータにおけるペダルの回転数の違いが生体に及ぼす影響—心拍一定負荷による検討—. *理学療法科学*, 22 (2) : 215-1-218.
- 山地 啓司 (2001) 最大酸素摂取量の科学 第2版, 運動様式の相違にみられる $\dot{V}O_{2max}$ の比較. 杏林書院, 東京 : pp. 27-37.
- Yoshida, T., Udo M., Iwai K., Yamaguchi T. (1993) Physiological characteristics related to endurance running performance in female

distance runners. J. Sports Sci., 11, 57-62.

令和5年度広島体育学会 大会プログラムおよび抄録集

講演会および研究発表例会

日時：令和5年12月10日（日） 13：00～19：00

場所：広島大学東広島キャンパス：学士会館レセプションホール（対面実施）

大会日程

- ◆ 13：00～ 開場
- ◆ 13：20～13：30 開会挨拶
- ◆ 13：30～15：00 特別講演

「運動部活動の地域移行を考える～新しいブカツの行方」 講演者：友添秀則 教授
--

【休憩 10 分】

- ◆ 15：10～18：10 話題提供発表および一般研究発表（発表時間 10 分・質疑応答 5 分）

【発表会場①：レセプションルーム】※学生優秀発表賞対象（15：10～）

座長：山平芳美（広島市立大学）

《一般研究発表》

1. 松本あゆみ（広島大学大学院人間社会科学研究科）・福田健太郎（広島大学大学院人間社会科学研究科）・松本佑介（大阪成蹊大学）・齊藤一彦（広島大学）
保健の家庭学習教材：「私のカラダ記録」に対する生徒の評価に関する研究
2. 和田津皓也（広島大学大学院人間社会科学研究科）
体育教師の言語指導に関する質的研究—教師の感性に着目したインタビューを通して—
3. 大村悠真（広島大学大学院人間社会科学研究科）・齊藤一彦（広島大学）
初任期の中学校保健体育科教員における授業リフレクションに関する研究—リフレクションの機能の矮小化に着目して—
4. 富岡宏健（広島大学大学院人間社会科学研究科）・小原優斗（JICA 青年海外協力隊）・石飛朱萌（広島大学大学院人間社会科学研究科）・齊藤一彦（広島大学）
パラスポーツの教材化が教職志望学生の障害理解に与える影響—インクルーシブ教育の理解を目指したボッチャの体験活動を事例として—

5. 長田梨恵子（広島大学大学院人間社会科学研究科）・周藤玲奈（広島大学大学院）・関矢寛史（広島大学）

選手が捉える指導者との関係の悪さ―選手の体験に基づく探索的分析―

【休憩 10 分】

座長：阿部直紀（福山平成大学）

6. 得能優貴（広島文化学園大学大学院人間健康学研究科）

個人間協応における非対称の視覚情報が補い合う関係に与える影響

7. 増村水美（広島文化学園大学大学院人間健康学研究科）

体育科における情報活用能力の育成を重視した授業実践

8. 熊谷哲（広島大学大学院人間社会科学研究科）・黒川泰嗣（広島大学大学院人間社会科学研究科）・柳岡拓磨（広島大学大学院人間社会科学研究科）・黒坂志穂（広島大学大学院人間社会科学研究科）・長谷川博（広島大学大学院人間社会科学研究科）

繰り返しの高強度ジャンプ運動の休息間における脚部冷却温度の違いがジャンプパフォーマンスに及ぼす影響

9. 秦一真（広島大学総合科学部）・進矢正宏（広島大学大学院人間社会科学研究科）

歩行速度が直線・旋回歩行のステップパラメータに与える影響

10. 平野絢子・進矢正宏（広島大学大学院人間社会科学研究科）

歩行速度に応じた非直線歩行中の重心の動的安定性

【発表会場②：会議室】（15：10～）

座長：上田毅（広島大学）

《話題提供発表》

1. 佐藤智樹（広島大学大学院人間社会科学研究科）・齊藤一彦（広島大学）・松本佑介（大阪成蹊大学）

大学院生によるメンタリングの効果―「教育実習不安」を抱える保健体育科教育実習生に着目して―

2. 梁宵（広島大学大学院人間社会科学研究科）・福田健太郎（広島大学大学院人間社会科学研究科）・齊藤一彦（広島大学）

中国における大学生の健康教育に対する知識・態度の実態調査―四川省を事例として―

3. 笹川佳暉（広島大学大学院人間社会科学研究科）
モーションキャプチャーを用いた居合道の鞘引き動作と熟練度の関係性
 4. 沖津善（広島大学大学院人間社会科学研究科）・齊藤一彦（広島大学）
高校におけるeスポーツ部活動が生徒の社会的能力に及ぼす影響
- 《一般研究発表》
5. 安藤うみ（広島文化学園大学大学院人間健康学研究科）
若年層における自然体験活動の心理的効果の検討

【休憩 10 分】

◆ 18:20～18:40 学生優秀発表賞投票・授与式、閉会挨拶

【一般研究発表要旨】

保健の家庭学習教材： 「私のカラダ記録」に対する生徒の評価に関する研究

松本 あゆみ（広島大学人間社会科学研究科）・福田 健太郎（広島大学人間社会科学研究科）・
松本 佑介（大阪成蹊大学）・齊藤 一彦（広島大学）

【目的】

近年、生徒が学校でも家庭でも、それぞれの学習方法や教材を選択できる環境が整ってきた中（宇治橋・渡辺, 2023）、澤（2023）は、家庭学習のさらなる充実が重要であると述べている。また、梅本・亀本（2022）は、家庭で自律的に学習を行うことの重要性を示唆しており、より効果的な家庭教材の検討が喫緊の課題であるといえる。

特に保健は、「生涯を通じて心身の健康の保持増進を目指し、明るく豊かな生活を営む態度を養う」（文部科学省, 2018, p.206）ことが目標とされており、「健康に関する課題を解決する学習活動を取り入れるなどの指導方法の工夫をおこなう」（文部科学省, 2018, p.227）とされている。このことから、保健授業は、健康課題を解決する学習活動を授業内で収束させるのではなく、生徒が学んだことを、実生活において実践することができる態度を養うことが重要であると推察される。しかし、保健の家庭学習に着目した研究は管見の限り少ない。また、学校現場において、生徒の授業評価を含むPDCA サイクルが行われているように（宍倉, 2021）、教材をより良いものとするために、教材に対する生徒の評価は重要であることが窺える。

そこで本研究は、保健の家庭学習教材に対する生徒の評価を検証することを目的とした。

【方法】

A中学校第1, 2, 3学年, B高等学校第1学年, C中・高等学校の中学校第3学年, 高等学校第2学年を対象とした。有効数は、欠席者及び回答に不備があったものを除き、合計 313 名であった。

生徒は、自身の生活を振り返り、自己の健康課題を考え、課題に対する解決策を検討し、解決策を2週間行った。その際生徒は、実践の内容や経過、心身の記録を行った。ここまでの全ての学習を本研究においては、「私のカラダ記録」とした。

学習後にアンケート調査を行った。アンケート項目は、佐藤（2015）を参考に作成し、自由記述で回答を求めた。以下では、一部自由記述の結果を示し、他の結果は、当日発表する。

【結果】

「私のカラダ記録」の良かった点は、「自分」「生活」「良い」等の語句の頻出度が高かった。図1は、共起ネットワークを出力した結果を示している。

「私のカラダ記録」の改善点は、「ない」「記入」「良い」等の語句の頻出度が高かった。図2は、共起ネットワークを出力した結果を示している。

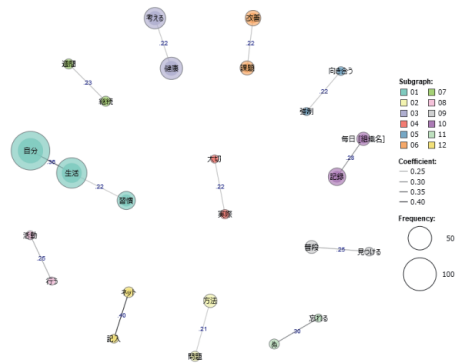


図1 「私のカラダ記録」の良かった点

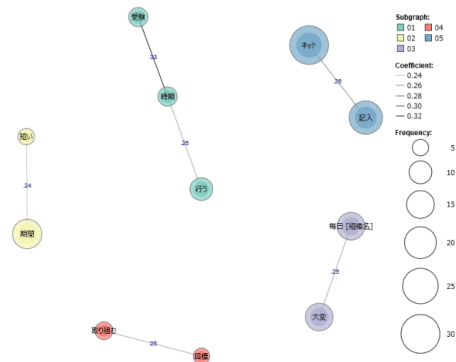


図2 「私のカラダ記録」の改善点

【結論】

「私のカラダ記録」は、生徒に「自分の生活習慣を見直す機会となった」「問題や課題の改善に繋がった」と評価されたことが示された。一方で、「期間が短い」「毎日は大変」「受験の時期に行く」といった改善点が示唆された。

〔一般研究発表要旨〕

体育教師の言語指導に関する質的研究 —教師の感性に着目したインタビューを通して—

和田津 皓也（広島大学大学院）

【目的】

教師の本務は教科指導を中心とした生徒の教育であり、教師の専門性としての教科指導力はより一層重視されてきており、これは体育教師においても同様である（濱本, 2021）。また、体育教師は、体育の見方・考え方を児童・生徒が実感できるような「主体的・対話的で深い学び」を通して、児童・生徒の資質・能力を高めていくことが求められている（杉山ら, 2020）。ここで、本研究では、言葉を用いた指導である教師の言語指導に着目する。岩田・岩倉（2021）は、体育教師の言語指導が体育授業の中で学習者の運動習得や運動修正に関わっており、指導の中でも重要な位置を占めていることから、教師教育の重要な研究対象として取り上げられる必要性を指摘している。しかし、体育教師の言語指導に関する研究では、教師が発した言語の内容やフレーズにのみ焦点を当てたものが多く、その言語を発する際の教師の思考過程や指導のタイミングを明らかにしようとするような質的な研究は少ない。

そこで、本研究では、体育教師が言語指導を行う際の思考過程を質的に明らかにすることを目的とした。

【方法】

本研究では、概念的枠組みとして教師の思考過程に大きく影響をもたらすものとして近年、教育分野で重要視されている教師の感性を用いる。この教師の感性は体育教師も当然保持しており、イメージや想像力に影響を与える行為能力とされている（長田, 2010）。

研究参加者は、X県の中学校保健体育科教員として勤務する教職歴16年のA教師1名であった。このA教師に言語指導に対する意識やその背景を引き出すための半構造化インタビューを行い、得られたテキストデータを質的データ分析法であるSCATを用いて分析した。なお、インタビューの質問項目は、谷本・酒向（2022）と長田（2015）の研究を参考に、筆者が独自に作成した。

【結果と考察】

A教師へのインタビューをSCATで分析した

結果、25個のテーマ・構成概念が生成された。分析結果の詳細は発表当日に示す。以下では、分析の過程で生成された構成概念を【 】内に示す。

A教師は、小・中の異なる校種で様々な教師と関わる中で【教師の感性の相違性への気づき】から【顕著に表れる教師の感性格差】を感じ取っていた。また、【授業内でいかに子どもの学びを保障するのか】について考える際には【スポーツを教材化する際に発揮される体育教師の専門性】を重視していた。この専門性は、【教師行動の背景で作用する感性】に裏付けられていることから、教師の感性が体育教師の言語指導にも影響していると考えられ、【体育的感性の必要感】が示唆された。

他方、教師間での感性格差への気づきからA教師は、【教師によって異なる感性の受信機】の存在への気づきを得ていた。また、自身の実践を振り返り、保健体育の教科指導だけでなく【生徒指導で作用する道徳的感性】にも言及し、これは【指導において何よりも優先されるべき感性】であると述べていた。さらに、これらの感性は【同僚性・勤務経験から形成・確立されていく感性】であり、自身の経験から【感性は確立後に内省の機会を失う】こともあるため、【感性の確立途上】にある若手教師の段階では、【教師によって異なる感性の受信機】を大切にすべきであると述べていた。

以上のことから、体育教師が言語指導を行う際の思考過程に、教師の感性は大きく影響していることが推察された。

【結論】

久野・三浦（2008）は、教師の感性を教師の指導力の根底を成すものとしており、本研究でも同様の視座が得られた。すなわち、体育教師には【教師によって異なる感性の受信機】が存在し、【授業の質向上に寄与する教師の感性】を働かせながら言語指導を行っていることがわかった。このことから、体育教師の力量形成において、【体育的感性を磨く砥石としての教材・生徒理解】が必要不可欠であると言えるだろう。

【一般研究発表要旨】

初任期の中学校保健体育科教員における 授業リフレクションに関する研究 —リフレクションの機能の矮小化に着目して—

大村 悠真（広島大学人間社会科学研究所）・齊藤 一彦（広島大学）

【目的】

授業リフレクションは、教員養成や教師教育において重要な意味を持っている。実際、リフレクションの焦点をまとめたリフレクション・シートの開発（岩田ら，2010）や、授業者の視線で撮影・記録した映像や写真をリフレクションに活用する研究（例えば、有馬，2014）が数多く行われ、「授業リフレクション」の方法論やその効果について明らかになっている。しかしながら、OECD 国際教員指導環境調査（TALIS）2018 から教員が多忙であることがわかる。そのため、授業リフレクションを実施する時間が十分に確保できない実態が推察される。とりわけ、初任期の教員は、時間的な課題の他にも、自身の課題がわからない（木原，1998）こと、関係性を中心とした困難を抱えている（佐藤ら，2013）ことが明らかとなっている。加えて、木原（2004）は、授業リフレクションを「問題の発見」と「問題の解決」に分けている。授業リフレクションは「問題の解決」を目指しているものの多忙により、「問題の発見」にのみに留まっていることが推察される。加えて、問題意識がないことによるリフレクションの機能が矮小化（久保，2016）していることが推察される。

そこで本研究では、時間的な課題や機能の矮小化といった、授業リフレクションに関する実態によって教師の成長が阻害されていることを問題意識とした。そして、授業リフレクションの実施状況並びに、授業リフレクションに対する印象の関係から、授業リフレクションに関する実態について明らかにすることを目的とした。

【方法】

本研究では、〇市立中学校に勤務する初任期保健体育科教員4名を対象とし、半構造化インタビューを行った。主として、リフレクションに対する実施状況と印象について、具体的なエピソードとともに語ってもらった。分析には、録音データを逐語化した後、KJ法（川喜田，1986）を用いてカテゴリを生成した。

【結果及び考察】

暗黙的にリフレクションを実施していると推察される「授業の改善」「授業の準備」に関するイ

ンタビューデータをKJ法によって分類した結果、表1のようなカテゴリが生成された（一部抜粋）。その他の結果については、当日発表を行う。

表1 リフレクションの実態に関するカテゴリ表

大	中	小
リフレクションの実態	リフレクションの実施における時間	授業改善の実施に対する時間的余裕の欠如
		経験不足による時間の確保困難性
		授業以外の業務による授業に関する時間の侵食
	授業改善の実施に必要な条件	授業改善に対する時間的余裕の必要性
		授業改善における同僚性の必要性
	振り返りに対する印象	教師という立場による熱意の必要性
		時間的余裕と改善意思の両立
		授業準備による授業成功への見通し
		振り返ることによる授業改善への見通し
		授業改善における改善の反復必要性
	授業改善に向けた知識の獲得	授業改善の選択肢の拡大
		授業準備の視点の拡大
	授業を振り返る過程における困難	改善すべき不明瞭な項目
		改善すべき項目に対する手立ての模索
	授業内での材料収集による課題の発見	生徒の反応に基づく実態の把握
		保健体育特有の指導内容に対する見直し
		授業実施による発見的な学び
	問題意識の所在と要因	学習者視点からの振り返り
		実体験に基づく教育的課題
		問題意識に対する手立て

【結論】

上記のカテゴリから、リフレクションの機能の矮小化について検討するために、【問題意識の所在と要因】に着目した。

【実体験に基づく教育的活動】については、「生徒に同様の思いをしてほしくない」といった問題意識が存在していることが明らかとなった。また、【学習者視点からの振り返り】では、自身が学習者として授業を受けている姿を想起し、授業改善に向けて行動しているため、授業リフレクションの矮小化は行われていないと考えられる。すなわち、自身の経験や学習者としての経験に基づいて、授業リフレクションを実施した際には、機能の矮小化が見られないと推察される。

〔一般研究発表要旨〕

パラスポーツの教材化が 教職志望学生の障害理解に与える影響 —インクルーシブ教育の理解を目指した ボッチャの体験活動を事例として—

富岡 宏健（広島大学大学院）・小原 優斗（JICA 青年海外協力隊）・

石飛 朱萌（広島大学大学院）・齊藤 一彦（広島大学）

【目的】

インクルーシブ教育における体育の事例として、大学生を対象としたアイマスクを着用してブラインドサッカー体験が、障害に対する否定的な意見の減少傾向につながる事が報告されている（小玉ら，2018）。このように、スポーツ、とりわけパラスポーツの実践を通して、障害への理解を深めることが明らかにされている。

このインクルーシブ教育の推進に関しては、教員が豊かな福祉観、人権観、支援観を持っていることが求められている（藤田ら，2018）。これは、教職経験年数の長さには影響されず、若手教員であっても必要とされることから、教員養成課程においてもパラスポーツの体験を通じた学びが重要視されるだろう。

そこで、本研究では、教職志望の大学生を対象に、障害者・障害者スポーツへの興味・関心が、パラスポーツの一つでもあるボッチャを障害類似体験として実施することで、障害理解に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

通常の競技、肢体不自由の類似体験を加えた競技、視覚障害の類似体験を加えた競技と3タイプの活動を考案した。

本研究では、X大学に所属する教員志望の男子学生15名、女子学生9名を対象に、1回6人ずつで4回ボッチャの体験活動を行った。それぞれに体験前、1試合目（障害類似体験なし）の活動後、3試合目（障害類似体験あり）の活動後の3回質問紙調査を7件法で行った。

本研究の質問紙は、楠ら（2012）の開発した「児童生徒版障害者に対する多次元的態度尺度」項目を活用した。

質問紙調査の結果について、選択肢の「とてもそう思う」を7点、以降順に、「全くそう思わない」までを「1点」として数値化し、平均値を求め比較検討した。実施前後における各質問項目の比較は、Microsoft Excel 2019を用いたt検定を行い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

障害類似体験なしと障害類似体験後の障害理解のそれぞれの平均値を比較すると、障害理解の平均値に有意差（ $p<0.05$ ）が認められた。平均値の差は、0.29点であり、障害類似体験を含めて競技した後の方が高い点数を示した。

【結論】

ボッチャ体験前、通常状態、障害類似体験のそれぞれの平均値の間に有意差が認められ、障害類似体験を加えて教材として試行した際に、障害理解が深まることが示唆された。内田ら（2013）が、障害者スポーツ実習と障害類似体験における実践では、障害類似体験者の方が障害者支援に関して、肯定的な応答が多くなったことを報告しているように、本研究においても体験の裏づけをもった知識、障害観が形成された結果が示された。

このことから、パラスポーツをインクルーシブ教育の一環として位置付けた場合、パラスポーツそのものの実施より、障害類似体験をねらいとして教材化をする方が、教員志望学生にとって障害理解が進むことが示唆された。

【引用・参考文献】

- 藤田久美・大石由起子・角田憲治・永瀬開（2018）特別支援教育における障害理解教育のあり方—福祉教育の視点を包含した教育実践—。社会福祉学部紀要，24：39-49。
- 一般社団法人日本ボッチャ協会。https://japan-boccia.com/，（参照日：2022年12月10日）。
- 小玉京士朗・早田剛・清水健太・降谷丞・桂秀樹・古山喜一・河合洋二郎（2018）ブラインドサッカーによる学生の意識変化に関する研究。環太平洋大学研究紀要，12：113-118。
- 楠敬太・金森裕治・今枝史雄（2012）障害理解教育の評価に関する研究—児童生徒版障害者に対する多次元的態度尺度の開発を通して—。大阪教育大学紀要，61（1）：59-66。
- 内田若希・大谷まや（2013）障害者スポーツ実習と障害類似体験における障害理解の差異の検討。障害者スポーツ科学，11（1）：33-41。

〔一般研究発表要旨〕

選手が捉える指導者との関係の悪さ
—選手の体験に基づく探索的分析—

長田 梨恵子（広島大学大学院）・周藤 玲奈（広島大学大学院）・関矢 寛史（広島大学）

【目的】

指導者と選手の関係性を測る尺度として Coach-Athlete relationship questionnaire (Jowett et al., 2004) が作成され多くの研究で使用されている。しかし、この尺度は指導者と選手の良い関係の測定にとどまっており、関係の悪さを測定することに適していない。そこで本研究では、選手が捉える指導者との関係の悪さについて探索的に明らかにすることを目的とした。

【方法】

1. 調査対象

調査対象者はプロ（4名）、実業団（1名）、大学体育会（4名）に所属する9名（男性：5名、女性：4名；平均年齢 23.33 ± 3.89 歳）で、競技種目は、サッカー、野球、ハンドボール、陸上競技であった。

2. 調査内容

Zoom を用いて、一人当たり 40 分程度の半構造化面接を行った。基幹質問項目は①基本プロフィール（年齢、競技種目、競技歴、競技レベルなど）②指導者と関係が悪くなった原因、③指導者との関係が悪化したことによる影響、④関係を改善するために行ったことであった。

3. 分析方法

半構造化面接で得られた語りを逐語化し、KJ 法（川喜多, 1970）を用いて分析を行った。まず、選手が捉える指導者との関係の悪さに関する意味単位を抽出した。そして、内容が似ている意味単位を集約して小カテゴリーとしたのち、同様に似ている小カテゴリーを集約し、中カテゴリーとし、似ている中カテゴリーを集約し、大カテゴリーとした。分析はスポーツ心理学を専門とする大学院生2名と大学教員1名の計3名で行った。

【結果と考察】

調査では、選手が捉える指導者との関係の悪さの内容について 74 個の意味単位から 19 個の小カテゴリーを得た。結果は表 1 に示す。以下、【大カテゴリー名】『中カテゴリー名』として記述する。

指導者との関係の悪さとして【競技観の相違】【不信感】【不平等感】【過干渉】【脅威】【不適切な原因帰属】の 6 つの大カテゴリーが抽出された。最も多く挙げられた回答が【競技観の相違】であった。指導者と選手の練習に対する考え方が異なる際に指導者の意見ばかりを主張する場合や、選手のプレースタイルを否定する場合に、選手が受け

入れてもらえなさを感じ関係が悪化することが考えられる。そして【不信感】について、指導者が選手の気持ちを考えずないがしろにすることや、指導者の指導力に対する信頼度の低さから不信感を抱く傾向がみられた。加えて、【不平等感】を感じることで指導者との関係が悪化することが明らかとなり、【不平等感】には『上下関係』と『劣等感』が含まれる。『上下関係』では、指導者が選手のことは見下すことで上下関係を感じることで示唆された。また、『劣等感』では、他の選手と比較して、自分だけが指導者からの対応を変えられることにより劣等感を感じる傾向がみられた。

表 1 指導者と選手の関係の悪さ
() 内は意味単位数を示す)

大カテゴリー	中カテゴリー	小カテゴリー
競技観の相違	競技観の相違	コーチは選手の意見を受け入れない (9)
		練習メニューに関する考え方が合わない (8)
不信感	不信感	コーチの指導や采配が自分のプレースタイルと合っていないと感じる (6)
		コーチが選手の気持ちをないがしろにする (6)
		コーチの指導力を信頼できない (4)
		コーチの采配に不満を感じる (4)
不平等感	上下関係	嘘をついたりたばこを吸ったり、悪い噂があったりと、競技以外の面で印象が悪い (4)
		コーチを信頼できない (2)
		コーチは選手を見下す (4)
		コーチとは行き過ぎた上下関係にある (1)
過干渉	劣等感	自分だけ関わり方を変えられる (4)
		コーチの他の選手への対応をみて関わり方が不公平だと思う (4)
	過干渉	競技外のこともコーチが管理しようとする (4)
		コーチに過度な体重管理をされる (2)
脅威	脅威	試合中にコーチが過干渉になる (1)
		コーチが怖い (2)
	不適切な原因帰属	コーチは自分の利益を優先する (4)
		敗因を選手に帰属する (3)
不適切な原因帰属	不適切な原因帰属	コーチは好成績の原因をコーチに帰属する (2)

【まとめ】

本研究では、指導者・選手間関係の悪さについて 6 つの大カテゴリーを抽出した。研究の限界点として、9 名の選手を対象とした本研究は、選手個人の体験に依存するため一般化できないことが挙げられる。今後、指導者・選手関係について質問紙を用いた量的な研究を行い、選手全般に当てはまるのか検討する必要がある。

〔一般研究発表要旨〕

個人間協応における非対称の視覚情報が 補い合う関係に与える影響

得能 優貴（広島文化大学大学院 人間健康学研究科）

【目的】

集団スポーツにおいて、2人以上の人間が目標を達成するために、自身の運動と他者の運動を相互作用（個人間協応）させなければならない。Masumoto & Inui (2013) は2人の参加者が力発揮し、その総和を目標値に一致させる課題を用いて視覚情報が力の補い合う関係に与える影響を検討した。その結果、視覚情報が利用できる時、2人の力関係は負の相関関係になり、力の補い合う関係となった。しかし、これらの研究は両者共に同じ視覚情報を提示しており、実際の運動場面では2人で運動を行う際、2人ともが同じ視覚情報を使えるわけではない。例えば、バスケットボールにおいて一方はボールを見ているが、他方は協力する相手の動きを見るかもしれない。つまり、2人は協応するために異なる情報を見ている可能性がある。したがって、本研究は先行研究と同様の課題を用いて、両者に非対称な視覚情報を設定することで、非対称の視覚情報が力の補い合う関係に与える影響を検討した。

【方法】

参加者は右利きの20名の健常な男子大学生であった。運動課題は2人1組（計10組）が行った。2人の参加者は隣り合い、互いの指や実験機器が見えないように敷居を挟んで机の上にある力検出器に向かって椅子に座った。その体勢から、人差し指の先端を力検出器に付けたままで周期的な等尺性力発揮を行った。

実験手続きとして、運動課題を実施する前に、最大の力発揮筋力（MVF: Maximum Voluntary Force）を計測した。運動課題は2人の参加者が力発揮し、その総和を2つの目標値に対して周期的に一致させる課題であった。周期的力発揮の山の部分を peak force (PF)、谷の部分を valley force (VF) とした。目標の PF は MVF の 10%、目標の VF は MVF の 5%、目標運動間隔は 1000ms であった。運動課題の条件は以下の5つである。1) Total-Total 条件は2人の参加者に力の総和とその目標値を提示し、2) Total-Both 条件は両者の一方の参加者には力の総和とその目標値、他方の参加者には自分と他者のそれぞれの力

と目標値を提示し、3) Total-Partner 条件は一方の参加者には力の総和とその目標値、他方の参加者には他者の力と目標値を提示し、4) Total-No Vision 条件は一方の参加者には力の総和とその目標値を提示し、他方の参加者には視覚情報を提示せず、5) 個人間の課題パフォーマンスと比較するため、個人条件は一人の参加者が力を発揮し、目標値に一致させた。条件順序は交互作用を避けるために、ランダムに行った。各条件では練習試行3回とテスト試行1回を行った。練習試行では時間間隔に関するフィードバックとしてメトローム（2Hz）から音刺激が提示され、参加者は PF と VF を音刺激に一致させ、目標の運動間隔を習得した。その後、テスト試行では音刺激を取り除き、練習試行で習得した運動間隔を再生した。

【結果】

2人の力発揮の相関を検討した結果、Total-Total 条件では、PF と VF 共に2人の力発揮は負の相関関係になったが、Total-Both 条件、Total-Partner 条件、Total-No Vision 条件では、PF のみ2人の力発揮が負の相関関係となった。Total-Total 条件は他の3条件よりも負の相関関係が強く、2人の力の総和とその目標値に関する視覚情報を両者に提示した時、力の補い合う関係は最も強くなった。

力の正確性を検討するために、力の総和の絶対誤差を分析した結果、VF は PF よりも力の絶対誤差が大きかった。また、Total-Total 条件は Total-Partner 条件と Total-No Vision 条件よりも力の誤差が小さかった。

力の総和の変動を検討するために、力の総和の標準偏差を分析した結果、VF は PF よりも力の標準偏差が小さかった。Total-Total 条件は Total-Both 条件、Total-Partner 条件、Total-No Vision 条件よりも力の誤差が小さかった。したがって、Total-Total 条件は個人間の他の条件よりも力の総和を安定かつ正確に制御できた。さらに、Total-Total 条件は力の負の相関も最も強くなっているため、安定性と正確性の高さは、互いに力を補い合いながら誤差補正が行われていたためといえる。

〔一般研究発表要旨〕

体育科における情報活用能力の育成を重視した授業実践

増村 水美（広島文化学園大学大学院人間健康学研究科）

【目的】

文部科学省（2017）は、情報活用能力を言語能力と同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置付け、各教科等の特性を生かし、教科等横断的な視点から図るものと示している。そのような動きから学校現場ではICTを活用して教育変革をするデジタル・トランスフォーメーション（DX）を目指す機運が高まっている。例えば、GIGAスクール構想による児童生徒1人1台端末の整備により、従来教師のみの使い手だったのが児童生徒も使い手になった。そのような中で、誰でもICTを活用することが可能であることにより、デマ情報や誹謗中傷など情報モラルに関する課題が発生し、子どもたちが被害を受けるだけではなく、加害者になってしまうケースも生じている（総務省、2021）。そのため、情報及び情報手段を主体的に選択し活用していくための基礎的な力である情報活用能力を育成させることが求められる（文部科学省、2019）。

他方、体育科では、器械運動や陸上競技などの領域において、タブレットで撮影した自分の姿を観て課題を見つけ改善するといったICT機器の活用方法に関する先行研究はあるものの、見本の演技として導入段階で一斉に視聴する活用方法が採られていることがほとんどであり、技のできない生徒への支援にはあまり効果が期待できない（市河・今田、2010）という課題が提起されている。そのため、技能レベルの違う個々人がICTの活用を通して自身の技能レベルに合った情報を見つけ、課題を見つける解決につなげることが必要ではないだろうか。

さらに、泰山・堀田（2021）は各教科等で指導可能な情報活用能力を分析しているが、実際に実践した研究や、体育科での情報活用能力に関連した研究は管見の限り、見当たらない。

そこで本研究では、体育における情報活用能力の育成を目指した授業を実践し、その効果について検討することを目的とする。

【方法】

A高等学校2年生35名を対象とし、期間は2023年6月9日～6月28日であった。ハードル走の授業5時間を使って情報活用能力の育成を目指した授業を行い、情報活用の実践力尺度（高比良ら、2011）を用いて調査した。その事前・事後の結果をt検定で分析した。また、ハードル走の授業における学びの振り返りに関する自由記述を帰納的に分類し、情報活用能力の向上について分析した。

【結果】

情報活用実践力についてのアンケートを行った結果、「授業でわからないことがあると、先生に質問したり、教科書や参考書で調べる」といった項目が有意に向上した。一方で、判断力のQ16「対立する意見があるときはいつも両方の言い分を聞いてそれぞれの良し悪しを判断するようにしている」、Q17「噂を聞いたときには、それがどのくらい根拠があるかを確認している」、Q18「たくさんさんの資料から必要な情報を見つけ出すのは苦手である」に関して、低下傾向がみられた。

【考察】

ハードル走の授業における学びの振り返りから、多くの生徒が自身で収取した情報や撮影した映像を活用して授業に取り組むことができていたことから、一斉に見本を視聴させたり、口頭で説明したりするなどの先生主体で授業を行うよりも、自身で技能のポイントについて情報を収集し、まとめ、理解したうえで練習に取り組むことが重要であると示唆された。

一方、判断力が低下傾向であった理由として、自身で収集した情報を他者やその他の情報とすり合わせて考えることができていなかったからだと推測される。したがって、収集した情報を判断するにあたっては、まず自身で複数の情報を収集し、自身で取捨選択する前に情報のすり合わせが必要であることが示唆された。

〔一般研究発表要旨〕

繰り返しの高強度ジャンプ運動の休息間における脚部冷却温度の違いがジャンプパフォーマンスに及ぼす影響

熊谷 哲・黒川 泰嗣・柳岡 拓磨・黒坂 志穂・長谷川 博（広島大学大学院人間社会科学研究科）

【目的】

バレーボールは試合中にジャンプを何度も繰り返し行うという競技特性のため、筋肉の損傷により急性の末梢性疲労が発生し、一時的にジャンプパフォーマンスが低下する可能性が高い。また、1日に2試合を連日で行うことも珍しくなく、練習や試合の間に身体を回復させるための時間が短いため、短期間で効率的な回復方法および現場で実用可能なリカバリー戦略を検討する必要がある。

近年注目されているリカバリー戦略として、適温冷却がある。適温冷却とは、12℃で氷となる材料を利用した冷却材による身体冷却であり、筋肉への過度な冷却を避けつつ疲労回復のための冷却を行うことができ、さらに大規模な設備を必要としない競技現場に適した冷却方法となっている。しかし、適温冷却と従来の氷による冷却による疲労回復効果を比較した研究はほとんどない。

そこで本研究の目的は、繰り返しの高強度ジャンプ運動の休息間における脚部冷却温度の違いがジャンプパフォーマンスに及ぼす影響について検討することとした。

【方法】

被験者はH大学体育会男子バレーボール部に所属する男子大学生10名であった。本実験は室温22℃、相対湿度40%の実験室内で、バレーボールの連続試合を想定した運動プロトコル〔ドロップジャンプ20回×5セットを30分間の休息を挟んで2回行う（1st & 2nd）〕を実施した。実験条件は休息間に大腿部を常温25℃（CON）、12℃（COOL）、0℃（ICE）の蓄冷材で30分間冷却する3条件とした。すべての実験はカウンターバランスのとれた順序で1週間以上の間隔を空けて行い、サーカディアンリズムを考慮し、同一の時間帯で行った。本実験は無作為化クロスオーバーデザインで実施した。測定項目は、運動パフォーマンスとして、カウンタームーブメントジャンプ（CMJ）跳躍高、リバウンドジャンプ（RJ）跳躍高、RJ指数、等尺性膝伸筋力を測定した。生理的指標として、大腿部筋硬度、大腿部皮膚温、大腿部深部温、大腿部皮膚血流量、心拍数を測定した。主観的指標として主観的運動強度、温熱感覚（脚部）、熱快適性（脚部）、リカバリー尺度、脚部の筋の張りおよびこわばり感覚（VAS）を測定した。

統計処理は、2要因（条件×時間）の分散分析を用いてSPSSにより分析した。有意水準は5%未満とした。

【結果】

CMJ跳躍高、RJ跳躍高および等尺性膝伸筋力において有意な交互作用が観察された。CMJ跳躍高は休憩終了後でCONと比較してICEで有意に低値を示し、2回目のドロップジャンプ後（2nd後）でCONと比較してCOOLで有意に高値を示した（図1：*は $p<0.05$ ）。RJ跳躍高は休憩終了後および2回目のドロップジャンプ開始前でCONと比較してICEで有意に低値を示した。生理的指標は、大腿部皮膚温および大腿部深部温において有意な交互作用が観察され、CONと比較してCOOLで低値を示し、CONおよびCOOLと比較してICEで有意に低値を示した。また、大腿部筋硬度は2回目のドロップジャンプ後においてICEと比較してCOOLで有意に低値を示した。主観的指標は、温熱感覚（脚部）、熱快適性（脚部）において有意な交互作用が観察された。温熱感覚（脚部）は休憩中にCONと比較してCOOLで低値を示し、CONおよびCOOLと比較してICEで有意に低値を示した。熱快適性（脚部）は休憩開始10分後にCONと比較してCOOLで高値を示した。

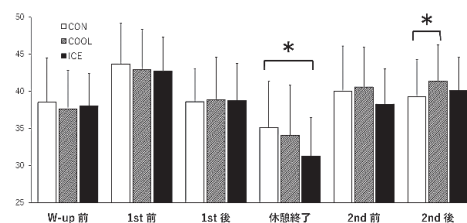


図1：CMJ跳躍高（cm）

【結論】

繰り返し高強度ジャンプ運動の休息間に30分間脚部を適温冷却することにより、運動終了時のCMJ跳躍高の低下を抑えたが、0℃冷却では運動パフォーマンスへの負の影響が観察された。0℃冷却と比較して適温冷却はリカバリー戦略としての有効性および安全性が高いことが示唆された。

〔一般研究発表要旨〕

歩行速度が直線・旋回歩行の ステップパラメータに与える影響

秦 一真（広島大学総合科学部）・進矢 正宏（広島大学大学院人間社会科学研究科）

【目的】

ステップ長やステップ幅、ステップ時間といったステップパラメータは、古くから用いられている歩行分析における最も基本的なアウトカムである。直線歩行の場合は、実験室の座標系を用いて、容易に定義できる一方で、非直線歩行においてステップパラメータを定義する方法については、今日においても様々な議論が行われている。本研究では、最新の手法（Dingwell et al. 2023）を応用し、旋回歩行課題中の、ステップ毎の旋回角度やステップパラメータを検討することを目的とした。

【方法】

健康な成人大学生3人を対象として予備実験を行った。動作課題として、7 mの直線歩行課題と、5 m地点に設置したターゲットを旋回しスタート地点に戻る旋回歩行課題を設定した。旋回方向は、時計回りと反時計回りの両方とも実施した。「普段通りの歩きやすい速度で歩いてください」という教示を与えた通常歩行条件に加え、通常歩行条件における歩行時間の2/3倍、および、10/7倍とした時間を目安に歩いてもらう、高速歩行条件および低速歩行条件を設定した。

全身に反射マーカーを貼付し、250 Hzでのモーションキャプチャーを実施した。歩行中の重心位置は、骨盤3か所に貼付したマーカーの位置から推定した。また、踵に貼付したマーカーの位置から、歩行中の接地タイミングを同定し、ステップ時間（踵接地～踵接地）、ステップ長（定義は後述）、およびステップ速度（ステップ長／ステップ時間）を算出した。

歩行中の重心位置を、直線歩行条件では直線近似、旋回歩行条件では6次多項式近似することで、被験者の重心移動経路を推定した。ステップサイクル毎に、重心移動経路曲線に含まれる、ステップ脚の踵接地タイミングにおける重心位置からの最近傍点を原点とし、重心移動経路の接線方向をAP軸、垂線方向をML軸としたステップ座標系を設定した。あるステップにおけるAP軸が、一歩前のステップにおけるAP軸となす角を以て、

そのステップにおける旋回角度と定義した。また、踵が離地した位置から踵が接地した位置に向かうベクトルの、ステップ座標系におけるAP軸成分をステップ長と定義した（Dingwell et al. 2023）。

【結果】

直線歩行条件において、ステップ時間は、歩行速度が速くなるに従い、短くなっていた（低速：616 ms、通常：519 ms、高速：452 ms）。旋回歩行条件においても、歩行速度の教示に従い、低速・通常・高速歩行条件の順に、小さな値を示した（低速：544 - 680 ms、通常：524 - 604 ms、高速：462 - 508 ms）。

直線歩行条件でのステップ長は、歩行速度の教示に従い、高速・通常・低速歩行条件の順に、大きな値を示した（低速：432 mm、通常：564 mm、高速：724 mm）。旋回歩行条件においても、直線歩行条件と同様に、ステップ長は、歩行速度条件による違いがみられた。旋回歩行条件においては、被験者間でステップ時間やステップ長の絶対的な値には個人差が見られたものの、旋回中の変化パターンには共通した傾向が見られた。合計180°の旋回を含む旋回歩行課題中のステップごとの旋回角度は、徐々に大きくなり90°付近でピーク値をとり、その後再び徐々に小さくなるというパターンを示した。旋回角度が大きなステップにおいては、ステップ長が小さくなるという傾向が観察された。ステップ速度も、歩行速度条件と旋回角度の影響を受け、ステップ長と同様のパターンが観察された。

【結論】

本研究の結果は、旋回歩行課題中の歩行速度が、ステップ毎に調整され、旋回角度が大きくなるほど、ステップ時間を長くし、ステップ長を短くするという歩行戦略が行われたことを示している。

【引用文献】

3. Dingwell JB, Render AC, Desmet DM, Cusumano JP. Generalizing stepping concepts to non-straight walking. J Biomech. 2023 Oct 19;161:111840.

〔一般研究発表要旨〕

歩行速度に応じた非直線歩行中の重心の動的安定性

平野 絢子・進矢 正宏（広島大学大学院人間社会科学研究所）

【目的】

これまでの歩行研究において、重心の動的安定性は、地上での直線歩行やトレッドミルでの歩行など、外挿重心位置（Extrapolated Center of Mass: xCoM）や安定マージン（Margin of Stability: MoS）をもちいて評価がなされてきた（Hof et al., 2005）。一方で、歩行中の方向転換や円系の経路にそった歩行など、非直線歩行を対象として動的安定性を検討した研究は少ない。本研究では、180°の方向転換を含む旋回歩行課題を用いて、歩行速度が非直線歩行中重心の動的安定性に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

被験者は成人3名であった。非直線歩行課題として、スタート位置から5 m先の目印まで歩行し、目印を時計回り（CW）および、反時計回り（CCW）で180度旋回しスタート位置に戻ってくる旋回歩行を実施した。普段通りの歩行速度を通常歩行条件とし、それよりも速く（高速条件）、および、それよりも遅く（低速条件）歩くよう教示することで、3つの速度条件を設定した。全身に反射マーカーを貼付し、モーションキャプチャシステム（Qualisys, 9 Miquis M3 cameras）を用いて、250 Hzで動作計測を行った。

足部に貼付したマーカーから、着地および離地のタイミングを判定し、ステップ長およびステップ時間を算出し、それらの比として、ステップ速度をステップ毎に算出した。骨盤に貼ったマーカーの座標から簡易的に重心位置を計測した。重心位置の軌跡を多項式近似することで、被験者の歩行経路を事後的に推定し、ステップサイクルごとに、ステップ脚の着地のタイミングにおける歩行経路の方向を基準としたローカル座標系を設定した（Dingwell et al., 2023）。

重心の動的安定性の指標として、重心および支持限界（Limit of Support: LoS）を用いて、MoSを、以下の式により算出した（Hof et al., 2005）。

$$\begin{aligned} MoS &= LoS - xCoM \\ xCoM &= CoM + \frac{1}{\omega_0} vCoM \\ \omega_0 &= \sqrt{g/l} \end{aligned}$$

ただし、vCoMは重心速度、gは重力加速度、lは重心高を表す。計算されたMoSを、ステップサイクルごとに定義したローカル座標系に投影することで、ステップ脚の離地時における横方向のML MoSと、ステップ脚の接地時における前方向のAP MoSを算出した。

【結果】

直線歩行条件でのステップ速度は、低速歩行条件 0.767m/s、通常歩行条件 1.199m/s、高速歩行条件 1.602m/sであった。旋回歩行条件では、それぞれ 0.689, 0.949, 1.390 m/sであり、直線歩行より遅い歩行速度が観察された。

ステップ脚の離地時におけるML MoSは、直線歩行条件では、正の値を示した（低速：54 mm、通常：63 mm、高速：44mm）。一方、旋回歩行では、外側の脚（左へ旋回する条件では右脚、右へ旋回する条件では左脚）の離地時におけるML MoSは、負の値を示した（低速：-37 mm、通常：-46 mm、高速：-114 mm）。

ステップ脚の接地時におけるAP MoSは、直線歩行条件では常に負の値を示した（低速：-105 mm、通常：-179 mm、高速：-297 mm）。一方で、旋回歩行においては、旋回角度の増加に伴い歩行速度が減少するにつれ、AP MoSは正の値を示した。

【結論】

非直線歩行において観察された負のML MoSは、移動のために、内外側方向の安定性が失われていることを示している。

【引用文献】

1. Hof AL, Gazendam MG, Sinke WE. The condition for dynamic stability. J Biomech. 2005 Jan;38(1):1-8.
2. Dingwell JB, Render AC, Desmet DM, Cusumano JP. Generalizing stepping concepts to non-straight walking. J Biomech. 2023 Oct 19;161:111840.

[話題提供発表要旨]

大学院生によるメンタリングの効果 —「教育実習不安」を抱える 保健体育科教育実習生に着目して—

佐藤 智樹（広島大学大学院）・齊藤 一彦（広島大学）・松本 佑介（大阪成蹊大学）

【目的】

教育実習は、「学生にとって、初めて実際の職場で実際の仕事を行うという機会」（児玉, 2016, p.31）であり、「教育実習不安」を感じることが知られている。また淵上ら（1994）は、教育実習に不安がなく成功を期待できるほどに、教職志望度が高くなると推測している。そこで、本研究では教育実習における不安を解消させる方策として、メンタリング・システムに着目した。メンタリングは、キャリア的機能と心理・社会的機能の2つの機能を持っており、「教育実習不安」を解消させていくことが期待できる（久村, 1997）。

ここで、日本における教育実習の現状は、実習期間が短いうえに、1人の指導教員が多くの実習生を担当している（磯崎ら, 2014）。そのため、欧州諸国と同様にメンタリング・システムが機能することは難しいと言える。越智ら（2016）は、指導教員からのメンタリングが不十分であれば、教育実習においてリアリティショックを経験した場合、教職への興味が低下すると指摘している。これらのことから、教育実習の開始以前に大学院生の支援を受けながらメンタリングを行う必要性があると考えられる。

とりわけ保健体育科は、教科書がなく（文部科学省, 2011）、指導の難しさは性別、これまで運動・スポーツ経験、取得している技能や知識に反映される（白旗, 2009）。そのため、「教育実習不安」を持ちやすく、多様であることが示唆される。

そこで、本研究では、保健体育科の教育実習に着目し、大学院生によるメンタリングが「教育実習不安」の解消に対して効果があるのか検証することを目的とした。

【方法】

調査対象者は、令和5年度教育実習に参加したX大学教育学部健康スポーツ系コースの23名であった。全調査対象者に質問紙調査を1度行い、メンタリングを実施した学生にはメンタリング後にもう1度質問紙調査を行った。

質問紙調査は、大野木ら（1996）に基づき全48項目について、「1. よく当てはまる」から「5.

全く当てはまらない」までの5段階で回答を求めた。

メンタリングの内容は、筆者が独自に作成したメンタリングガイドを基に半構造化インタビューを行った。対象者は、X大学教育学部健康スポーツ系コースの23名の中から9名をサンプリングし30分程度のメンタリングを実施した。

教育実習不安のメンタリングガイド

○属性(学年、所属、教育実習の参加の有無、教員になるか否か)

- ・あなたの氏名と参加する実習校を教えてください。
- ・あなたの希望する進路を教えてください。
- 教師を志望する/しない理由をお聞かせください。

○教育実習、教育実習不安について

- ・教育実習のイメージをお聞かせください。(実習校、実習校の学生など)
- ・今、現在教育実習に対して不安を持っていますか?
- どのような不安を持っていますか?
- 不安を感じ始めたのはいつ頃ですか?
- ・現在の教育実習生への支援は十分だと思いますか?
- 具体的にどのような支援が必要だと思いますか?
- ・教育実習以前に獲得したい知識、能力はありますか?
- 教育実習に向けて自己研鑽していることはありますか?

○教育実習の不満、改善案、その他

- ・教育実習に対する不満はあるか? (実習期間・事前準備・宿泊等)
- ・教育実習及び事前指導において改善案はあるか?

【結果】

全調査対象者に実施した質問紙調査とインタビュー調査後の質問紙調査でt検定を行った。その結果、メンタリングをした学生の「教育実習不安」は、未実施の学生より有意に低かった ($t(13) = 2.25, p = 0.04$)。以下、一部結果を示し、他の結果は当日に発表する。

	全調査対象者	メンタリング後			
	n=23	n=9	t	df	P
平均	3.08	3.69	-2.26 *	13.00	0.04
標準偏差	0.6	0.71			

【結論及び今後の課題】

本研究では、大学院生によるメンタリングによって「教育実習不安」が減少することが明らかになった。一方で、保健体育科教育実習生が抱く「教育実習不安」の内実や、大学院生のメンタリングがどのような「教育実習不安」に対して効果的なのか検討する必要がある。

[話題提供発表要旨]

中国における大学生の健康教育に対する 知識・態度の実態調査 —四川省を事例として—

梁 宵（広島大学大学院）・福田 健太郎（広島大学大学院）・齊藤 一彦（広島大学）

【目的】

現在、中国では、大学生の体力低下が深刻な問題となっており、大学生の生活習慣の乱れや大学における体育教育等がその体力低下を招くことが明らかにされた。この体力低下に歯止めをかける一つの方策として、健康教育が挙げられる。白ら（2022）は、大学において、健康教育に関する授業の導入により、学生の健康に対する意識と関心が大きく向上すると述べている。しかしながら、大学における健康教育を受けて、大学生が習得した知識や、健康教育に対する態度は明らかになっていない。そこで、本研究では、四川省を事例として中国における大学生の健康教育に対する知識・態度の実態及び課題を明らかにすることを目的とする。

【方法】

中国四川省の健康教育が実施されている大学5校で、708名の大学生を対象にし、知識テスト及びアンケート調査を行った。なお、質問紙については、中国の「大学生健康教育」授業の試験問題、梁ら（2021）及び趙（2018）の質問紙を参考にし、筆者が独自に作成した。

分析方法については、各学年間での差を検討するために、一元配置分散分析を行った。次に、有意差が認められた場合は多重比較を実施した。また、性別に対し、対応のないt検定を行った。

【結果】

健康教育に対する態度の分散分析及び多重比較の結果（表1）、知識テストについて、学年間での分散分析及び多重比較の結果（表2）、男女間での対応のないt検定の結果（表3）を以下に示す。

表1. 健康教育の態度の分散分析及び多重比較

概要	①年生	②年生	③年生	F 値	多重比較
	M ± SD	M ± SD	M ± SD		
1. 感情	3.90 ± 0.99	3.56 ± 1.78	3.38 ± 0.96	10.85***	①>②, ③
2. 価値	4.08 ± 0.80	3.82 ± 0.90	3.46 ± 0.96	19.92***	①, ②>③
3. 期待	3.57 ± 1.00	3.74 ± 0.87	4.00 ± 0.78	9.01***	③>①
合計得点	3.78 ± 0.66	3.70 ± 0.42	3.67 ± 0.59	2.14	

表2. 知識テストの分散分析及び多重比較

概要	①年生	②年生	③年生	F 値	多重比較
	M ± SD	M ± SD	M ± SD		
1. 睡眠	0.52 ± 0.50	0.50 ± 0.50	0.49 ± 0.50	0.14	
2. 喫煙	0.79 ± 0.41	0.71 ± 0.45	0.64 ± 0.48	4.36*	①>③
3. ワクチン	0.80 ± 0.40	0.81 ± 0.39	0.86 ± 0.35	0.97	
4. 疾病	0.47 ± 0.50	0.47 ± 0.50	0.48 ± 0.50	0.07	
5. 骨折	0.32 ± 0.47	0.38 ± 0.49	0.38 ± 0.49	1.21	
6. 火傷	0.74 ± 0.44	0.77 ± 0.43	0.87 ± 0.33	4.56*	③>①, ②
7. エイズ	0.37 ± 0.49	0.40 ± 0.49	0.53 ± 0.50	4.68*	③>①, ②
8. 避妊具	0.78 ± 0.41	0.78 ± 0.42	0.84 ± 0.37	1.18	
9. 劣等感	0.39 ± 0.49	0.42 ± 0.50	0.45 ± 0.50	1.11	
10. 焦慮	0.38 ± 0.49	0.39 ± 0.49	0.52 ± 0.50	4.12*	③>①, ②
合計得点	5.53 ± 1.92	5.61 ± 1.73	6.08 ± 1.41	4.34*	③>①, ②

表3. 知識テストの男女間でのt検定

概要	①男性	②女性	t 値	比較
	M ± SD	M ± SD		
1. 睡眠	0.43 ± 0.50	0.58 ± 0.50	4.02***	②>①
2. 喫煙	0.68 ± 0.47	0.76 ± 0.43	2.30*	②>①
3. ワクチン	0.82 ± 0.39	0.81 ± 0.39	0.17	
4. 疾病	0.53 ± 0.50	0.42 ± 0.49	2.92**	①>②
5. 骨折	0.41 ± 0.49	0.31 ± 0.46	3.01**	①>②
6. 火傷	0.76 ± 0.43	0.79 ± 0.41	0.87	
7. エイズ	0.31 ± 0.46	0.51 ± 0.50	5.54***	②>①
8. 避妊具	0.75 ± 0.43	0.83 ± 0.38	2.64***	②>①
9. 劣等感	0.35 ± 0.48	0.47 ± 0.50	3.16***	②>①
10. 焦慮	0.39 ± 0.49	0.43 ± 0.50	0.92	
合計得点	5.44 ± 1.84	5.90 ± 1.62	3.55*	②>①

【結論】

健康知識の習得について、項目によって、学年間での差が見られた。また、男性より、女性の方が健康知識の習得状況が良いことがわかった。

健康教育に対する態度について、「感情」、「価値」においては、高学年の方が得点が下がった。一方、「期待」においては、高学年の方が得点が上がった。

[話題提供発表要旨]

モーションキャプチャーを用いた 居合道の鞘引き動作と熟練度の関係性

笹川 佳暉（広島大学大学院人間社会科学研究科）

【目的】

東京2020オリンピックの新競技として空手の形競技が採用され、国内のみならず、海外においても日本の武道に関心が寄せられている。武道とは、「武士道の伝統に由来する日本で体系化された武技の修練による心技一如の運動文化で、心技体を一体として鍛え、人格を磨き、道徳心を高め、礼節を尊重する態度を養う、人間形成の道であり、柔道、剣道、弓道、相撲、空手道、合気道、少林寺拳法、なぎなた、銃剣道の総称」（日本武道協議会、2014）を言う。

崔ら（2008）によると近代武道は競技化が進んでいる一方で、形競技の優劣の判断が主観的評価に強く依存しており、公平性に問題があると指摘している。高橋ら（2016）は、熟練者による主観的評価とモーションキャプチャーを用いた居合道の自動評価手法の構築の比較を行い、居合道の演武の定量化を試みた。

居合道とは、「日本刀の操法に由来するものであり、室町時代にその起源があるといわれ、勝負を抜刀の一瞬にかけける居合道の修業は、死生一如、動静一貫をめざす心身鍛錬の道となっている」（全日本剣道連盟）と説明されている。和田（1978）は、「居合の業は抜刀するまでの鞘の内に妙味を持つものであって、抜刀するまでの過程こそが、居合の生命といえることができる」と示されており、抜刀までの動作にも重きが置かれている。

そこで、本研究では、居合道の演武における鞘引き動作と熟練度の関係性を明らかにすることを目的とする。居合道には、古流と呼ばれる戦国時代（16世紀中頃）から明治時代にかけて形成された形と、制定居合と呼ばれる全日本剣道連盟によって作成された形の2系統が存在する（和田1978）。

本研究では、制定居合の一本目「前」を対象演武と定める。一本目「前」の要義としては、対座している敵の殺気を感じ、機先を制して「こめかみ」に抜きつけ、さらに真っ向から切り下ろして勝つと示されている（全日本剣道連盟居合解説2016）。そして、鞘引きについては、「左手は鯉口からはなすことなく、小指を帯に押しつけて左こ

ぶしをじゅうぶん後方に引くこと」と解説されている。「じゅうぶん」には、具体的にどの程度を指すのか説明はされていない。モーションキャプチャーを用いて、熟練度の異なった被験者の鞘引き動作を定量化することで、抜刀後の演武にどのような影響を与えているのか明らかにする。そして、他の居合道の動作にも応用できるか考察する。

【方法】

本研究の被験者は10名を対象とした。8名の被験者は、全日本剣道連盟に所属する有段者で、ほかの2名の被験者は居合道初心者である。

鞘引き動作の三次元位置データを計測するために、Motion Analysis社製のMAC3Dを使用する。高橋ら（2016）の計測方法を参考に、16個のマーカーを被験者の体に貼付する。実際の動きに近い鞘引き動作を計測するために、ボディースーツではなく道着で計測を行う。カメラは16台を使用し、計測時のフレームレートは500FPSとする。また、重心計測を行うために、MATI社製のフォースプレートを4枚使用する。

【参考文献】

- ・日本武道協議会（2014）：武道の定義，平成二十六年二月一日制定，日本武道協議会制定
- ・崔雄・関口博之・八村広三郎（2008）：モーションキャプチャーを用いた居合道の熟練度に関する定量化，情報処理学会研究報告，人文科学とコンピュータ研究会報告，vol. 80，pp. 39-44
- ・高橋淳二・板東史晃・ロベズ ギヨーム（2016）：居合道における熟練度評価基準の分析とモーションキャプチャー計測による定量評価，日本バーチャルリアリティ学会，Vol.21，No. 3，pp. 541-548
- ・全日本剣道連盟：居合道について
<https://www.kendo.or.jp/knowledge/iaido-concept/>
- ・和田哲也（1978）：居合道の成立，変遷過程についての一考察，武道学研究，Vol. 11，No. 2，p. 47-48
- ・全日本剣道連盟居合（解説）（2016）：全日本剣道連盟

[話題提供発表要旨]

高校における e スポーツ部活動が 生徒の社会的能力に及ぼす影響

沖津 善 (広島大学大学院)・齊藤 一彦 (広島大学)

【背景】

近年、e スポーツは若者の間で世界的な人気を見せており、2022 年時点での世界の視聴者数は 9 億 2720 万人に上っている(グローバル e スポーツ&ライブストリーミングレポート, 2022)。その 3 分の 1 は、1 週間のうちに e スポーツを何度も視聴し、自分自身を熱狂的なファンであるとみなしているという調査結果も出ている(Steinkuehler, 2020)。このように今や e スポーツはカルト的なものではなく、若者の間で現代の消費文化として定着している(Seo & Jung, 2016)。

国内においても、2020 年に北米教育 e スポーツ連盟・日本支部(以下 NASEF JP)が設立され、e スポーツの教育的価値の立証や適用方法など、教育ツールとしての健全な普及発展に寄与するための調査研究及び、その内容を社会に発信していく活動が進められている(NASEF JP HP, 2020)。

NASEF JP の設立をきっかけに、e スポーツが部活動の一環として行われている高等学校(津田, 2018)や、e スポーツ専攻がある通信高校(クラーク国際記念高等学校 HP, 2019)などが増加しており、それらの多くが NASEF JP に加盟している。その規模は現在も拡大しており、2023 年 7 月 31 日時点で加盟校の数は、全国に 500 校にのぼっている(NASEF JP HP, 2020)。また、e スポーツ部の顧問を対象にインタビュー調査を行った結果、「挨拶、他者への尊重、学業との両立」などを最重要視していることが明らかになった(NASEF JP HP, 2020)。さらに、e スポーツだからといって他の部活動とは異なる特別な指導をしているわけではなく、他の部活動と同様に生徒たちの人としての成長の場を作っていることも明らかになった(松崎, 2023)。

このように、現在では、部活動を中心に e スポーツが教育の分野に浸透しつつあると言える。それに伴い、e スポーツが人間的な成長や学業にも良い影響があるとしている調査は増加傾向である。しかし、国内において、教育分野のインパクトある学術論文は見当たらず、各大学の紀要や研究報

告といった特集などにとどまっており、e スポーツの教育的効果の根拠を示すような研究は管見の限り見当たらない。また、e スポーツを部活動として取り扱うことへの反発(産経ニュース, 2019)や課外活動としての e スポーツに対して、保護者の理解が得られない(寛, 2021)など、e スポーツに対する否定的な反応も少なくない。その背景には、ゲーム障害が依存症であるという認識が広まっている(松井, 2020)ことなどが存在している。上記のような e スポーツ部が抱える課題の解決策として、清野ほか(2023)は e スポーツ部の活動内容やその実態を周囲にわかりやすく発信することが必要であると述べている。

【目的】

以上のように、集団の中で e スポーツを行う部活動には様々な期待と課題があるものの、e スポーツ部活動の実態や、そこに所属する生徒の特性を研究や調査として把握することはできていない。そこで本研究では、高校における e スポーツ部に所属する生徒の社会的能力に着目し、その実態を明らかにすることを目的とする。なお、本研究における社会的能力とは「適切な自己・他者・状況認知をもとに、自己の情動と行動をコントロールして、周囲の人々や集団との良好な関係や関わりを持つ力」とする(小泉, 2016, p.204)。

【方法】

調査対象者は、A 高校の e スポーツ部に所属する生徒 40 名及び、B 高校の e スポーツ部に所属する生徒 36 名の計 76 名とした。調査期間は、令和 5 年 10 月 30 日(火)から令和 5 年 11 月 30 日(木)とした。

調査方法については、Google フォーム上でアンケートを作成し、オンライン上で回答を収集した。アンケートの内容は、小泉(2011)が中学生の社会性と情動の学習(SEL)の能力を測定するために考案した「社会性と情動の学習(SEL)の能力尺度」を参考に作成した。質問項目は全 35 項目とした。

尚、本発表では、上記のアンケート調査で得られた結果の詳細について報告する。

〔一般研究発表要旨〕

若年層における自然体験活動の心理的効果の検討

安藤 うみ（広島文化学園大学大学院人間健康学研究科）

【目的】

近年の日常生活においてインターネットの利用は必要不可欠なものとなっている。インターネットの利用は、便利な一面、主体性・コミュニケーション能力・自信といった面で課題を抱える若年層（ベネッセ、2011）にとっては、更なる悪化を招く一因であることが考えられる。

これらの課題を解決する視点の一つとして、自然体験活動の重要性が指摘されている（文部科学省、2017）。また、体験活動を行う中で意識的にデジタル機器から離れるデジタルデトックスが注目されている（久保、2019）。このことから、主体性・コミュニケーション能力・自信といった面で課題を抱える若年層において、それらの解決に効果的な自然体験活動とデジタルデトックスを実践することは大きな意味があると考えられる。

そこで本研究では、若年層が抱える課題を解消することを見据えて、デジタルデトックスの要素を取り入れた自然体験活動の効果をレジリエンスの視点から検証することを目的とする。

【方法】

本研究は、久保ら（2019）などの既往の知見を参照し、ネット依存性の高い大学生以上の8名（男性4名、女性4名）を対象とした。

調査方法は、①デジタル機器の使用状況・ネット依存症チェックシート（樋口、2013）②「レジリエンス」要因に関する質問（2件法42項目）「精神的回復力尺度（小塩ら、2002）」「二次元レジリエンス要因尺度（平野ら、2010）」を使用した。

分析方法は、レジリエンス要因とデジタル依存項目について、相関係数が絶対値0.5以上となるものに着目して項目間の相関分析を行った。

【結果】

事前調査においては、1週間あたりの1日の携帯電話使用時間は、8～9時間以上が一番多い結果となった。更に、対象者の75%は、平均的な空き時間よりも携帯電話使用時間の方が多く、空き時間に携帯電話を使用しているようには見受けられなかった。また、70%の対象者が、野外活動を通してデジタルデトックスを行ってみたいと肯定的な回答をした。このことから、デジタル機器から離れる意思はあるものの、現状ではデジ

タル機器から離れていないことが分かった。

他方で、レジリエンス要因尺度に関する質問より、11因子42項目中、7因子14項目が有意に高まった。困難な場面が多い野外活動の中でも肯定的な考えを持つことができたことから、野外活動は元々もっている資質的レジリエンスを発揮できる場として有効であることが示唆された。

本調査であるデジタル機器の使用状況・デジタル機器の依存性調査より、デジタルデトックスの意向が高まったことが示された。

また、「自然と親しんでいるとデジタルの存在を忘れていた」「仲間といることで携帯電話の存在がなくても過ごせ」等の回答が得られた。このことより、野外活動を行うことは、デジタル機器から離れるのに有効であることが示唆された。さらに、デジタル機器使用無しのグループよりもデジタル機器使用ありのグループの方が、デジタルデトックスの意向が高かった。意図的にデジタル機器から離れることよりも無意識にデジタル機器から離れる活動を行うことがより効果的であることが見受けられた。

一方、携帯依存性とレジリエンスは、感情調整（ $p < 0.81$ ）、肯定的な未来志向（ $p < -0.86$ ）、社交性（ $p < -0.81$ ）の項目間で有意な相関が確認された。

【結論】

以上のことから、現時点での結果として、以下の3点が挙げられる。

1つ目は、デジタル機器使用の有無は、レジリエンスに影響しないことが示された。自由記述より、他者との関わりや自分で課題に取り組むことに楽しさや難しさを感じ、自発的に活動に取り組むことがレジリエンスに影響すると推測される。

2つ目は、デジタルデトックスの意向では、意図的に行うデジタルデトックスよりも無意識にデジタル機器を使用しなくなる場面を設けることが効果的であると考えられる。

3つ目は、携帯依存の強い者ほど、他者との関わりを持つ場面が見受けられないことから、デジタル機器から離れることがレジリエンス向上に有効であると示唆された。

編 集 委 員 会

黒 坂 志 穂（委員長）橋 本 晃 啓
上 田 毅

Editorial Committee

S.Kurosaka (Chief Editor) A.Hashimoto
T.Ueda

2024年3月31日発行

発 行 所 広 島 体 育 学 会

非 売 品

〒739-8521 東広島市鏡山1丁目7番1号

広島大学大学院総合科学研究科内

TEL (082) 424-6592

振替 広島01330-4-16226

編集発行者 東 川 安 雄

印 刷 所 株式会社ニシキプリント

〒733-0833 広島市西区商工センター7丁目5-33

March 2024

Vol. 50

HIROSHIMA JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION

CONTENTS

Original Article

- Kazuma NAKAWAKI, Koki MIMURA, Ryosuke MUTO, Takuma YANAOKA
The acute effects of 6- and 30-s static stretching as a post-warm-up
strategy on sprint performance in track and field sprinters 1

Original Article

- Kazumasa YANAGAWA
Methods and Problems of Measuring Aerobic Parameters by
the Ramp Load Method Using a Bicycle Ergometer11

Proceeding of the Meeting of Hiroshima Society of Physical Education in 2023

Edited by
Hiroshima Society of Physical Education