

令和元年6月16日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01609

研究課題名(和文)アスリートのバネを評価する新指標の開発 - コンディショニングへの活用を目指して -

研究課題名(英文) Development of a new indicator to assessment of the spring characteristics for athlete: Approach to athletic conditioning.

研究代表者

尾懸 貢(Ogata, Mitsugi)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：90177121

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、トレーニング現場で直感的に表現される「硬いばね」「柔らかいばね」を評価するためのテスト(Multi contact time jump test: MCT-jump test)を開発し、その特性について検討するとともに、その評価指標(最適接地時間：ドロップジャンプにおける跳躍高が最大となる接地時間)のコンディショニング・マネージメントへの活用への可能性について検討した。

本研究の結果から、MCT-jump testおよびその評価指標である最適接地時間は、競技者のばねの特性を簡便に評価できる指標であるとともに、コンディショニング・マネージメントに利用できる指標である可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた成果は、ヒトの運動におけるばねの特性を評価するための実践的な指標およびテストを開発したという点に学術的意義が認められる。また、本研究の成果は、学校体育現場における「ばね」から見た子ども達の個性の評価や、アスリートのタレント発掘およびコンディショニング・マネージメントに活用できるという点において社会的意義が高いと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The leg behaves like a spring during running and jumping. Therefore, assessment of the spring characteristics (characteristics of counter movement) is important for athletic training and conditioning. The purpose of this study was to examine (1) the validity, reliability, and utility of a new method for assessment of the characteristics of the counter movement (Multi contact time jump test: MCT-jump test), and (2) the utility of a new indicator to assessment of characteristics of counter movement (Optimal contact time: contact time to maximize jumping height in drop jump exercise) for athletic conditioning. Our results show that MCT-jump test is a valid method for assessment of the characteristics of counter movement and Optimal contact time is an useful indicator to management of athletic conditioning.

研究分野：コーチング トレーニング マネジメント

キーワード：ばね的特性 反動動作特性 最適接地時間 コンディショニング トレーニング マネジメント

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

## 1. 研究開始当初の背景

あらゆるスポーツ種目において、トレーニングの中核に位置するジャンプ運動では、「堅いバネ的にふるまう」個人と、「柔らかいバネ的にふるまう」個人が存在すると考えられている（図子・高松，1996）。そして、トレーニングやコーチングの現場では、この特性によってタレント発掘を行ったり、ポジションや競技種目を選択したりする事例もしばしば見られる。つまり、個人における「バネ」、言い換えると反動動作の特性（反動動作特性）を適切に把握することは、様々なスポーツにおける競技力の向上やトレーニング・コンディショニングのマネジメントにとって重要であると考えられる。従来、アスリートのバネ的特性は、バネの変位あたりの力によって算出される動きの *Stiffness* によって評価されてきた（荻山・図子，2015）。しかしながら *Stiffness* は、機械的な「バネ」の弾性特性を評価するために用いられる指標であり、ヒトのジャンプ運動における反動動作のように、弾性要素の弾性特性と収縮要素の収縮特性とを総合して評価する必要がある運動においては、*Stiffness* によってヒトの反動動作特性を適切に評価できているとは言い難い。さらに、*Stiffness* の算出には高価な機材と複雑な計算が必要であり、トレーニング現場で汎用性の高い手法ではない。したがって、反動動作特性を適切に評価することのできる汎用性の高い評価方法は現在までに提案されていないと言える。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、ヒトのジャンプ運動における反動動作特性を評価する新しい指標を開発し、その妥当性について検討するとともに、反動動作特性とアスリートのコンディションとの関係を検討することで、アスリートのコンディショニング・マネジメントへの活用の可能性を模索することである。この研究目的を達成するために、以下の4つの研究課題について検討した。

**【研究課題1】反動動作特性を評価するテストおよび指標の開発とその妥当性の検討**

**【研究課題2】動きの *Stiffness* と反動動作特性との関係の検討**

**【研究課題3】反動動作特性の変動およびトレーナビリティの有無についての検討**

**【研究課題4】反動動作特性のコンディショニング・マネジメントへの活用の可能性の検討**

## 3. 研究の方法

**【2016年度の研究：研究課題1および3】**

被検者は、陸上競技の短距離・混成競技を専門とする男性アスリート52名とした。実験試技として、30cmの台から跳び降りた後、再び跳び上がるジャンプ運動を20回程度行わせた（Multi contact time jump test : MCT-jump test）。このとき、極めて短い時間で跳び上がるものから、十分に沈み込んだ後に跳び上がるものまで、接地時間を意識的に大きな範囲で変化させる試技を行わせた。そして、跳躍高が最大となったときの接地時間を「最適接地時間」とした。MCT-jump test と従来のジャンプテストとを比較することで、新しく開発した MCT-jump test の特性について検討するとともに、3ヶ月後に re-test を行い、最適接地時間の再現性についても検討した。

**【2017年度の研究：研究課題2】**

被検者は、陸上競技の短距離・跳躍・混成競技を専門とする男性アスリート13名とし、研究課題1と同様に MCT-jump test を行わせた。3次元動作分析システム（Vicon Motion Systems 社製）およびフォースプラットフォーム（KISTLER 社製）を用いて、ジャンプ運動の3次元動作分析を行った。最適接地時間と下肢関節の力学的仕事、脚 *stiffness* との関係を検討した。

**【2018年度の研究：研究課題3および4】**

被検者は、陸上競技の短距離・跳躍・混成競技を専門とする男女アスリート12名とした。試

合期（4-10月）および準備期（11-3月）において、①MCT-jump test を含む各種ジャンプテストおよび試合パフォーマンス、②トレーニング内容、時間および主観的強度（セッション RPE）、③起床時心拍数および主観的コンディション（Hooper's score）を測定した。①については被検者の試合スケジュールやコンディションに応じて1-2ヶ月に1回の頻度で、②③については毎日記録した。トレーニング経過や試合期および準備期の違いによる最適接地時間の個人内での変化や、最適接地時間の変化と試合パフォーマンス、主観的および客観的コンディションとの関係について検討した。

#### 4. 研究成果

##### 【2016年度の研究：研究課題1および3】

MCT-jump test における最適接地時間は、0.1秒から0.9秒程度まで個人間で大きく異なっていた（図1, 2）。最適接地時間の短い個人は、接地時間が短いときに跳躍高が最大となる「堅いバネを有するタイプ」、最適接地時間の長い個人は、接地時間が長いときに跳躍高が最大となる「柔らかいバネを有するタイプ」と判断できると考えられる。また、3ヶ月後にre-testを行ったところ、最適接地時間には再現性が認められた（図3）。さらに、最適接地時間は、バリスティックなジャンプ（RDJ-index が最大となったジャンプ）の接地時間との間に、有意な相関関係は認められなかった（図4）。

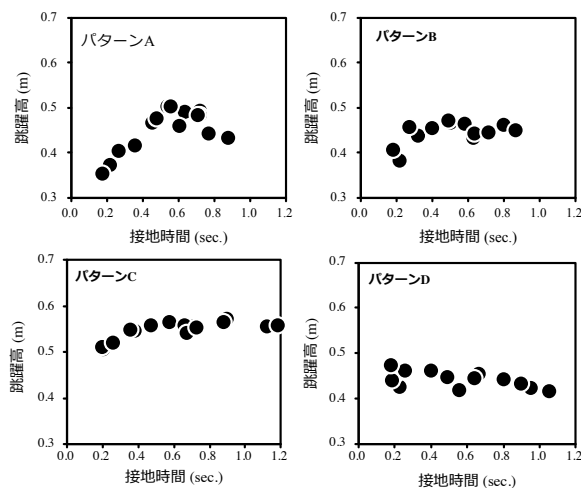


図1 MCT-jump testにおける接地時間と跳躍高との関係

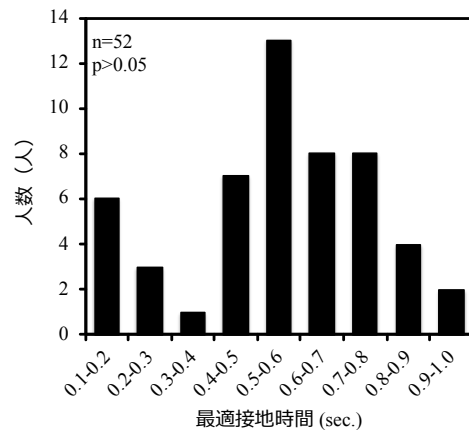


図2 MCT-jump testにおける最適接地時間の被検者の分布

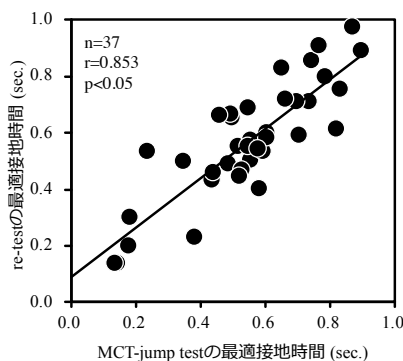


図3 MCT-jump testにおける最適接地時間とre-testの最適接地時間との関係

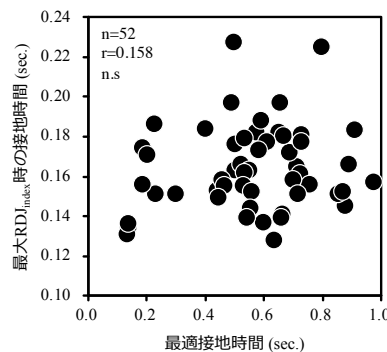


図4 MCT-jump testにおける最適接地時間と最大RDJ-index時の接地時間との関係

これらの結果から、本研究で開発した MCT-jump test における最適接地時間は、従来のバネ的特性の評価指標とは異なる新たな反動動作特性の評価指標である可能性が示されたとともに、テストおよび評価指標の再現性、信頼性が示されたと考えられる。

## 【2017年度の研究：研究課題2】

MCT-jump test における最適接地時間の短い対象者（堅いバネを有するタイプ）は、相対的に足関節の貢献が大きく、股関節の貢献が小さく、これに対して、最適接地時間の長い対象者（柔らかいバネを有するタイプ）は、相対的に股関節の貢献が大きく、足関節の貢献が小さかった（図5）。さらに、力学的なバネの特性を評価する指標である Stiffness と最適接地時間との間には、有意な相関関係は認められなかった（図6）。

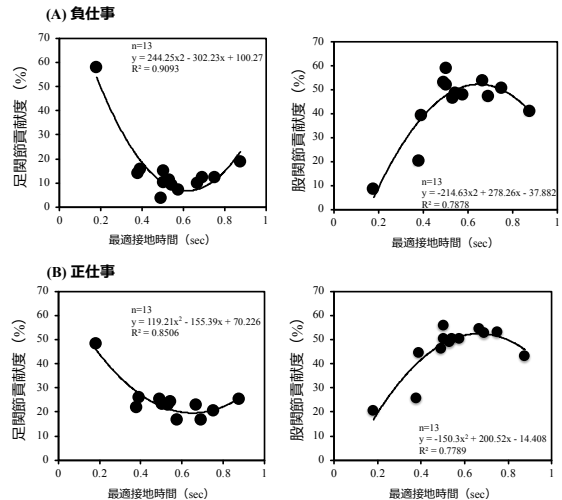


図5 MCT-jump testにおける最適接地時間と下肢関節仕事に対する足関節および股関節貢献度の関係

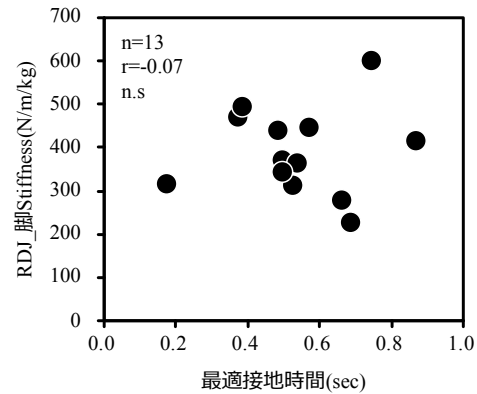


図6 MCT-jump testにおける最適接地時間とRDJにおける脚Stiffnessとの関係

これらのことから、個人の最適接地時間から下肢関節の貢献度を推測することができ、最適接地時間を用いてアスリートの反動動作特性を評価する力学的意味が明らかになった。さらに、最適接地時間によって評価されるアスリートの反動動作特性は、従来の方法で評価されたバネの特性とは異なる特性を評価していることが示唆された。

## 【2018年度の研究：研究課題3および4】

MCT-jump test における最適接地時間は、準備期が試合期に比して有意に長い傾向がみられた（図7）。また、試合期における個人内の最適接地時間の変化と試合パフォーマンスとの変化との関係について見ると、最適接地時間と試合パフォーマンスの変化が一致する傾向がある対象者と、あまり一致していない対象者が認められた（図8）。一方、準備期における個人内の最適接地時間の変化と主観的疲労感および筋肉痛との関係について事例的に検討したところ、両者には必ずしも対応した関係は認められなかった（図9）。

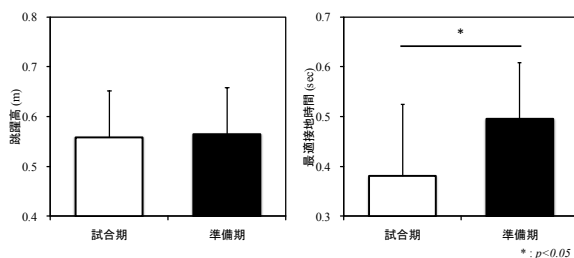


図7 MCT jump testにおける最適接地時間および跳躍高の試合期と準備期の比較

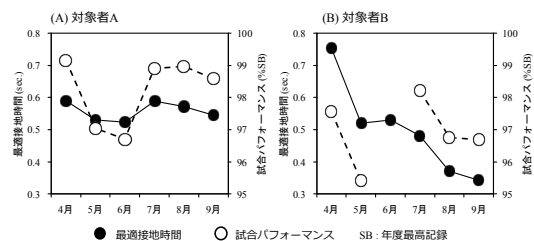


図8 試合期における最適接地時間と試合パフォーマンスの変化対象者A, Bの事例

これらのことから、最適接地時間は、トレーニング内容や身体のコンドーションによって変化する、試合パフォーマンスとも関係する可能性が示され、コンディショニング・マネージメントに利用できる指標である可能性が示された。

## 【総括および今後の展望】

本研究の結果から、本研究において新たに開発した MCT-jump test およびその評価指標である最適接地時間は、トレーニング現場においてアスリートの反動動作特性を簡便に評価できる指標である可能性が示唆された。また、最適接地時間は、下肢関節の貢献度と関連しているとともに、従来の方法で評価されたバネ的特性とは異なる特性を評価していることが示唆された。さらに、最適接地時間は、トレーニング内容や身体のコンドディションによって変化し、個人によっては試合パフォーマンスとも関係する可能性が示され、コンディショニング・マネージメントに利用できる指標である可能性が示された。

今後は、最適接地時間によって評価されるアスリートの反動動作特性とパフォーマンスとの関係について種目横断的に検討を行うとともに、最適接地時間の変化とトレーニング内容や負荷との関係について詳細な検討を行うことで、最適接地時間をアスリートのコンディショニング・マネージメントに利用するためのより実践的な知見について検討していく。

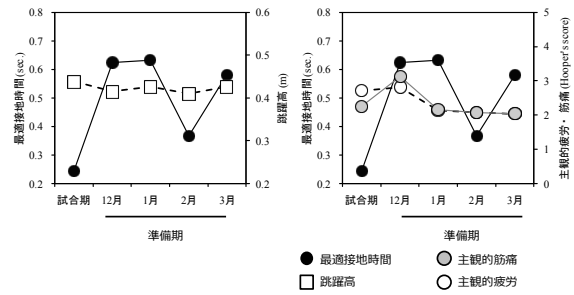


図9 最適接地時間および主観的コンディションの試合期から準備期への変化：対象者Cの事例

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計1件)

- ① 梶谷亮輔, 前村公彦, 山元康平, 関慶太郎, 尾縣 貢, 木越清信. ジャンプ運動における個人の反動動作特性を評価する方法の開発. 体育学研究, 査読有, 63(1):139-149, 2018.

〔学会発表〕 (計3件)

- ① 山元康平, 伊藤明子, 岡子あまね, 大山卞圭悟, 木越清信, 尾縣貢. セッション RPE 法および Fitness -Fatigue モデルからみた学生陸上競技者の競技会前テーピング期間におけるトレーニング負荷およびコンディションの変化. 第 31 回日本トレーニング科学会, 東海学園大学 (愛知県): 2018 年 10 月
- ② 梶谷亮輔, 木越清信, 前村公彦, 山元康平, 前田奎, 広瀬健一, 戸邊直人, 尾縣貢. 短距離競技者における高いパフォーマンスを獲得するために必要とされる力, パワー発揮能力ージャンプ運動に着目してー. 第 15 回日本陸上競技学会, 環太平洋大学 (岡山県), 2016 年 12 月.
- ③ 梶谷亮輔, 木越清信, 前村公彦, 山元康平, 関慶太郎, 前田 奎, 広瀬健一, 尾縣 貢. 下肢における大きな力発揮を目的とした個人の反動動作特性. 日本体育学会第 67 回大会, 大阪体育大学 (大阪府). 2016 年 8 月.

〔図書〕 (計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

(1) 筑波大学 陸上競技研究室ホームページ

<http://rikujou.taiiku.tsukuba.ac.jp/about-lab.html>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

研究分担者氏名：尾縣 貢

ローマ字氏名：OGATA Mitsugi

所属研究機関名：筑波大学

部局名：体育系

職名：教授

研究者番号（8 桁）：90177121

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：木越清信

ローマ字氏名：KIGOSHI Kiyonobu

所属研究機関名：筑波大学

部局名：体育系

職名：助教

研究者番号（8 桁）：20378235

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。