

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 7 年 6 月 24 日現在

機関番号：82632

研究種目：若手研究

研究期間：2022～2024

課題番号：22K17746

研究課題名（和文）エビデンスに基づいたリバウンドジャンプの技術指導を行うためのアセスメント法の開発

研究課題名（英文）Development of an evidence-based assessment method for coaching rebound jump technique

研究代表者

図子 あまね（Zushi, Amane）

独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター・スポーツ科学研究部門・契約研究員

研究者番号：70878173

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、リバウンドジャンプの着地動作を評価できる観点を示すとともに、着地動作をリアルタイムに評価できる新しいフィードバックシステムを開発した。評価観点として、足関節が大きなパワー発揮をするためには膝関節や股関節の屈曲量を抑える着地動作が有効である可能性が示された。さらに、企業と連携し既存のマットスイッチと無線ゴニオメータを組み合わせることで、リバウンドジャンプのパフォーマンス変数（RJ-index、跳躍高、接地時間）とともに着地時の膝関節角度のモニタリングや、屈曲量、伸展量のリアルタイム算出が可能となった角度フィードバックシステム（Q'sfix社と共同開発）を完成させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでリバウンドジャンプを用いた下肢筋力・パワー発揮能力の評価診断はリバウンドジャンプのパフォーマンス変数（RJ-index、跳躍高、接地時間）や下肢3関節の関節力学量によって行われてきたが、本研究では、それらを生み出す着地動作を習得するための新しい評価診断システムを開発した。本研究から、リバウンドジャンプの技術要因に着目した着地動作の技術評価観点を示すことができ、トレーニングの実践現場で科学的なデータを用いた技術評価をリアルタイムに実施し、即時フィードバックすることで、エビデンスベースなトレーニング指導が実施可能になった。

研究成果の概要（英文）：We identified evaluation criteria for assessing landing techniques in rebound jumps and developed a novel real-time feedback system for analyzing landing movements. Our findings suggest that a landing technique that minimizes flexion at the knee and hip joints may be effective in maximizing power output at the ankle joint. Furthermore, in collaboration with a private company, we integrated an existing mat switch with a wireless goniometer to create an angular feedback system (developed in collaboration with Q'sfix Inc.). This system can measure performance variables of rebound jumps, such as the reactive strength index (RJ-index), jump height, and ground contact time, and also enables real-time monitoring and calculation of knee joint angles at landing, including the amount of flexion and extension.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：下肢筋力・パワー 着地動作 トレーニング指導 関節力学量 測定評価

1. 研究開始当初の背景

多くのスポーツに重要な下肢筋力・パワー発揮能力は、リバウンドジャンプ実施時の跳躍高を接地時間で除した値であるリバウンドジャンプ指数(図子浩二ほか, 1993)により評価される。リバウンドジャンプ指数は、走・フットワークと関係性が高いことや (Young, 2002; Barr and Nolte, 2011)、子どもから成人の幅広い世代で高いトレーナビリティが示されていること (Taube et al., 2012; 坂口ほか, 2015)、競技力の高いアスリートは高いリバウンドジャンプ指数を示すこと (図子あまねほか, 2017; 吉田ほか, 2018) が報告されている。よって、リバウンドジャンプ指数は様々な競技種目の体力テストの評価指標として普及している (Miura et al., 2010; Kipp et al., 2017)。一方、跳躍高、接地時間、リバウンドジャンプ指数という一連のパフォーマンス変数は、下肢 3 関節に關与する筋群が相互に關連して生み出した成果である。そこで申請者は、下肢 3 関節の筋群の力発揮を示す関節力学量を評価指標に加えた、新しい下肢筋力・パワー発揮能力の評価診断法の開発を進めてきた。まず申請者は、赤外線カメラとフォースプレートを用いて測定直後に関節力学量の算出が可能なシステムを開発した。このシステムを用いることで、算出に多大な労力と時間を要するために測定直後に利用することが困難であった関節力学量を、新しい下肢筋力・パワー発揮能力の評価診断の指標として加えることが可能となった (Zushi, A et al., 2015)。そして、測定直後に評価診断結果を示したカルテが提示される機能を追加することで、専門知識のない選手やコーチでも科学的データを用いた評価診断が可能になった (特別研究員奨励費: 18J12703)。また、多人数のアスリートからパフォーマンス変数や関節力学量を収集することが可能となり、リバウンドジャンプ指数が同じ水準でも種目によって関節力学量の特徴が異なることや (図子あまねほか, 2017, 2020a; Zushi, A et al., 2019)、接地時間や跳躍高の初期値によってリバウンドジャンプ指数の向上に影響する関節力学量の変化パターンが異なること (図子あまねほか, 2020b, 2021) など、新しい下肢筋力・パワー発揮能力の評価診断における関節力学量の評価観点を示してきた。さらに、男女アスリートの関節力学量の相違点について明らかにし、その基準値を示すことで (吉田ほか, 2021; Zushi, A et al., 2021)、性差を考慮した下肢筋力・パワー発揮能力の評価診断の観点を提示することが可能になった (スタート支援: 20K23310)。加えて、リバウンドジャンプ指数の獲得に影響する下肢 3 関節のキネティクス変数を明らかにするとともに、跳躍高や接地時間の獲得に影響する下肢 3 関節のキネティクス変数が異なることを明らかにした (Zushi et al., 2022)。一方、下肢の筋力・パワー発揮能力の決定要因として、下肢関節の力やパワーの大きさ (力・パワー要因; 図 1a) に加えて、その力やパワーを生み出すための動作も挙げられる。その中でもリバウンドジャンプでは、着地動作 (着地技術要因; 図 1b) が踏切中の力・パワー要因に影響することが報告されており (図子浩二・高松, 1996; Kovacs et al., 1999)、多くの指導書や専門書においてもトレーニング指導を行う際の重要な観点として挙げられている (図子浩二, 2012)。このため、多人数のアスリートを対象としたリバウンドジャンプの着地動作について、下肢 3 関節の角度や変位量を評価観点として定量的に示すことで、実践現場でより効果的なトレーニングを実施できると考えられる。また、着地動作を定量的にフィードバックできれば、即時的に着地動作の改善が期待できるとともに、実践現場において高い技術性を担保したトレーニングを実施できると考えられる。しかし、これまで開発したシステムは赤外線カメラとフォースプレートが必要になるため、実践現場で利用することは難しい状況にある。そこで、リバウンドジャンプの着地動作の評価観点や基準値を用いた技術評価を実践現場でリアルタイムに実施できれば、専門知識の無い選手やコーチでも利用できる、高精度な科学的データを使用したエビデンスベースで汎用性の高いトレーニングアセスメント法を提示できると考えられる。

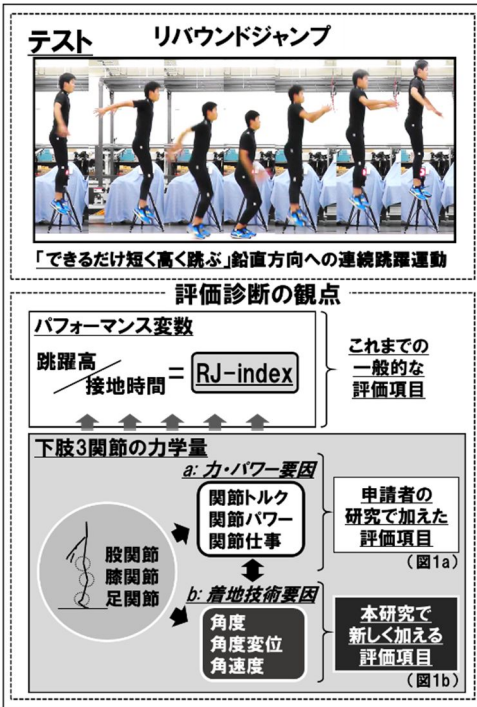


図 1. 申請者のこれまでの研究と本研究で新しく加える評価指標

2. 研究の目的

本研究の目的は、リバウンドジャンプを用いた下肢筋力・パワー発揮能力の評価診断法に動作習得のための技術的観点を加えるとともに、着地動作の評価を実践現場で活用できるリアルタイムなフィードバックシステムを開発することである。そのために以下の 3 つの課題を設定した。

研究課題 1 : 着地動作を評価診断するための観点と基準値

研究課題 2：着地動作の即時フィードバックシステムの開発

研究課題 3：実践現場における着地動作の評価診断法の実践

3. 研究の方法

研究課題 1 では、球技（サッカー 26 名、バレーボール 20 名、陸上 34 名）の合計 80 名の女性アスリートに対してリバウンドジャンプテストを実施し、パフォーマンス変数（リバウンドジャンプ指数、跳躍高、接地時間）と関節力学量（関節トルク、パワー、仕事）を入手しリバウンドジャンプのパフォーマンス変数（リバウンドジャンプ指数、跳躍高、接地時間）と着地時における下肢 3 関節の屈曲量、伸展量、接地時角度と関節トルクやパワーの関係を検討した。また、研究課題 2 では企業（Q'sfix 社）と共同でマットスイッチと無線ゴニオメータを組み合わせた、リバウンドジャンプの着地動作をリアルタイムにフィードバックできる角度フィードバックシステムの開発および改良を試みた。研究課題 3 では女子サッカー選手 1 名を対象に、実践現場の中で角度フィードバックシステムを用いて定期的にパフォーマンス変数や着地動作を計測するとともに、計測から得られた各パラメータの変化パターンを基に、選手の下肢筋力・パワー発揮能力を効果的に改善するための知見をまとめた。

4. 研究成果

研究課題 1 の結果から、リバウンドジャンプにおいて高いリバウンドジャンプ指数を獲得するためには踏切局面全体で足関節の大きなパワー発揮することが最も関係していることを明らかにした。そして、踏切局面で足関節が大きなパワー発揮をするためには、膝関節や股関節の屈曲量を抑える着地動作が有効である可能性が示されたことから、リバウンドジャンプの着地動作を評価するための技術的観点を提示することができた。加えて、男女アスリートのデータを追加し、着地動作を評価するための技術要因の基準値を作成するとともに、性別や種目による動作の特性を検討し、特に女性は膝関節の屈曲量が減少することで足関節の負のパワーが増大しリバウンドジャンプ指数の改善に繋がる可能性が示された。

研究課題 2 では、企業（Q'sfix 社）に対して課題 1 の結果を基に新システムの開発協力を依頼し、企業と共同で既存のマットスイッチと無線ゴニオメータを組み合わせた装置とリバウンドジャンプ指数、跳躍高、接地時間とともに、着地時の膝関節角度のモニタリングや屈曲量、伸展量をリアルタイムに算出し、液晶画面に表示される新しいシステムを合わせた角度フィードバックシステムを開発した。本システムはリバウンドジャンプ実施直後に、リバウンドジャンプ指数、跳躍高、接地時間に加えて着地動作に関する測定項目（図 1b: 角度、屈曲量、伸展量）と角度の時系列データがグラフとなって画面上に表示される。本システムでは測定結果を液晶画面へ表示可能にすることで、対象者と測定者が実際に結果を見ながら、着地動作を対話型でフィードバックすることができ、本システムによっていつでもどこでも着地動作を改善するための科学的なトレーニング指導が実施可能となった。研究課題 3 では、大学女子サッカーチームの選手 1 名を対象に、研究課題 1 で示された着地動作の評価観点と研究課題 2 で開発した角度フィードバックシステムを用いて、トレーニング中に定期的なリバウンドジャンプ測定を実施した。その際、リバウンドジャンプ指数、跳躍高、接地時間に加えて、接地から離地までの角度、屈曲量、伸展量などのフィードバックをリアルタイムで行いながら評価を実施した。そして、各時期における測定において、現状を評価診断するとともに、どのように着地動作やリバウンドジャンプ指数が変化したかなどの過程や本システムの有効性と留意点をまとめた。

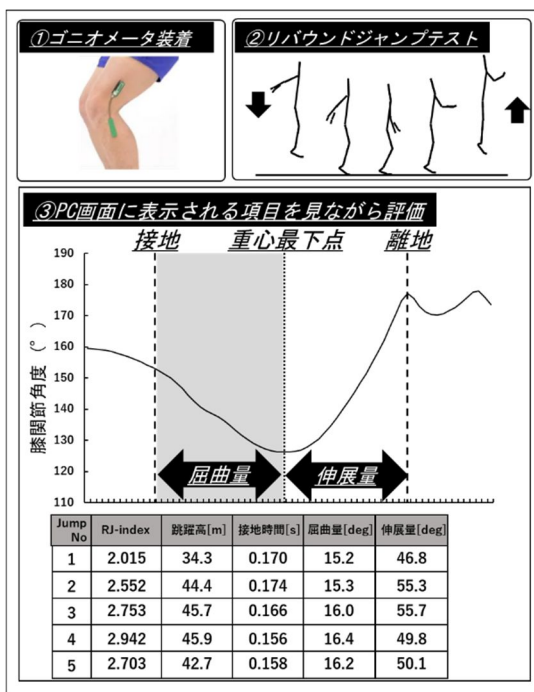


図 2. 新システムを利用したリバウンドジャンプテスト

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Amane Zushi, Kodayu Zushi, Takuya Yoshida	4. 巻 63
2. 論文標題 Effects of progressive weight addition using vests on rebound jump	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.23736/s0022-4707.23.15468-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 関子あまね, 戸邊直人, 関子浩太佑, 吉田拓矢	4. 巻 68
2. 論文標題 リバウンドジャンプを用いた走高跳選手における踏切遂行能力のアセスメント	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 体育学研究	6. 最初と最後の頁 117-130
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5432/jjpehss.22049	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Amane Zushi, kodayu Zushi, Takuya Yoshida
2. 発表標題 Effects of improvement in takeoff motion on lower limb stretch-shortening cycle ability
3. 学会等名 XX -th annual Congress of the European College SPORT SCIENCE (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 関子あまね, 関子浩太佑, 吉田拓矢
2. 発表標題 リバウンドジャンプテストにおける測定値と予測値の関係
3. 学会等名 日本体育・スポーツ・健康学会第73回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 関子あまね , 関子浩太佑 , 吉田拓矢
2. 発表標題 リバウンドジャンプの下肢筋力・パワー発揮に影響する着地動作
3. 学会等名 日本体育・スポーツ・健康学会第72回大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------