

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：33908

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03159

研究課題名(和文) フィギュアスケートの多回転ジャンプの成否を決定するものは何か

研究課題名(英文) Factors determining the success of figure skating multi-rotation jumps

研究代表者

桜井 伸二 (Sakuri, Shinji)

中京大学・スポーツ科学部・教授

研究者番号：20144173

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,600,000円

研究成果の概要(和文)：8名のエリート女子フィギュアスケート選手のジャンプ動作について、バイオメカニクス的な分析を行った。トージャンプとエッジジャンプではともに、踏み切りの直前に水平方向滑走速度の急激な減少が認められた。この減速を引き起こす要因は、トージャンプではフリーレッグのトーピックを氷面に突くこと、エッジジャンプではスキッドと呼ばれるスケーティングレッグの横滑りと、それぞれ異なっていた。しかしながら、両者ともにこの水平速度の急激な減速によってジャンプに必要な鉛直方向の速度が生成されていることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

フィギュアスケートは採点競技である。選手の滑走演技を審判が評価し、その得点の大小によって順位が決定される。ステップ、スピン、ジャンプなど多くの要素が含まれるが、男女のシングル種目においてはジャンプが最も重要な演技要素となっている。特に近年では、採点規則の大幅な変更も関係し、多回転のジャンプが広く注目を集め、その成否が競技成績を大きく左右する。これまで科学的な分析があまり進んでいなかったフィギュアスケートのジャンプ動作について、基礎的なメカニズムを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：A biomechanical analysis was performed on the jumping motions of eight elite female figure skaters. In both the toe jump and the edge jump, a sharp decrease in the horizontal gliding speed was observed immediately before the takeoff. The factors that caused this deceleration were different, such as hitting the toe pick of the free leg against the ice surface in the toe jump and skidding of the skating leg sideways in the edge jump. It became clear that the rapid deceleration of this horizontal velocity generated the vertical velocity required for the jump in both cases.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：Loop Jump Toe-Loop Jump Toe Jump Edge Jump Biomechanics vertical velocity

1. 研究開始当初の背景

フィギュアスケートは採点競技である。選手の滑走演技を審判が評価し、その得点の大小によって順位が決定される。ステップ、スピン、ジャンプなど多くの要素が含まれるが、男女のシングル種目においてはジャンプが最も重要な演技要素となっている。特に近年では、採点規則の大幅な変更も関係し、多回転のジャンプが注目を集め、その成否が競技成績を大きく左右する。

フィギュアスケートで実施されるジャンプは6種類である。全てのジャンプの着氷の仕方は同じで、(多数をしめる反時計回り方向の回転の選手の場合)右足の外側エッジで後ろ向きに着氷する。一方、離氷(踏み切り)の仕方は6種のジャンプでそれぞれ異なる。前向きに離氷するジャンプはアクセルジャンプのみであり、他の5種類のジャンプの離氷はいずれも後ろ向きである。踏み切り足が右足であるか左足であるか、フリーレッグのトーピック(スケート靴の刃の先端のギザギザの部分)を突くか否か、踏み切り時のエッジが内側エッジであるか外側エッジであるかにより、異なる種類のジャンプとなる。トーピックを突いて跳ぶジャンプはトーループ(T)、フリップ(F)、ルッツ(Lz)の3種であり、トー・ジャンプと呼ばれる。トーピックを突かずフリー脚の振り上げにより跳ぶジャンプは、サルコウ(S)、ループ(Lo)、アクセル(A)の3種であり、エッジ・ジャンプと呼ばれる。同じ回転数のジャンプであっても、これら6種のジャンプの跳び方は厳密に規定され、採点規則により設定されている基礎点(難易度)が大きく異なる。

長野オリンピック(1998年)のフィギュアスケート競技において求められた、女子シングル参加全選手の全ジャンプのジャンプ高によれば、ジャンプの種別によりジャンプ高には明らかな違いが認められた。また、競技成績により選手を3群に分けてその最高ジャンプ高を比較したところ、群間に顕著な差が見られず、むしろ競技力が高い群でジャンプ高が最も低い傾向が認められた。しかしながら、注目度がきわめて高いものの、フィギュアスケートのジャンプ動作に関する科学的な研究成果はこれまで多くなく、不明な点が多く残されていると言える。

2. 研究の目的

多回転のジャンプは、成功すれば大きな得点につながるものの、転倒に代表されるような失敗は、逆に競技成績を大きく損なうことになる。フィギュアスケートのジャンプの成否はまず、空中で決められた数の回転を終えるために必要な滞空時間(ジャンプ高)そして身体の十分な回転速度の両者に大きく左右される。また、回転速度を維持するために空中期において回転軸回りの慣性モーメントを小さく保つことも必要である。さらには、安定した着氷のために空中期での回転軸の傾きが適切なことも重要である。

本研究の第一の目的は、フィギュアスケートにおいて規定された6種類のジャンプの踏切り動作の特質を明らかにすることである。次に、本研究の第二の目的は、上記～の4つの要因のうち、滞空時間(ジャンプ高)と回転速度に特に注目し、ジャンプの成否を決定する要因を明らかにすることである。特にトリプル・ループジャンプを例に、空中でより多くの回転を完遂し回転不足の判定を回避するために必要な運動学的特性を明らかにすることを目的にした。

3. 研究の方法

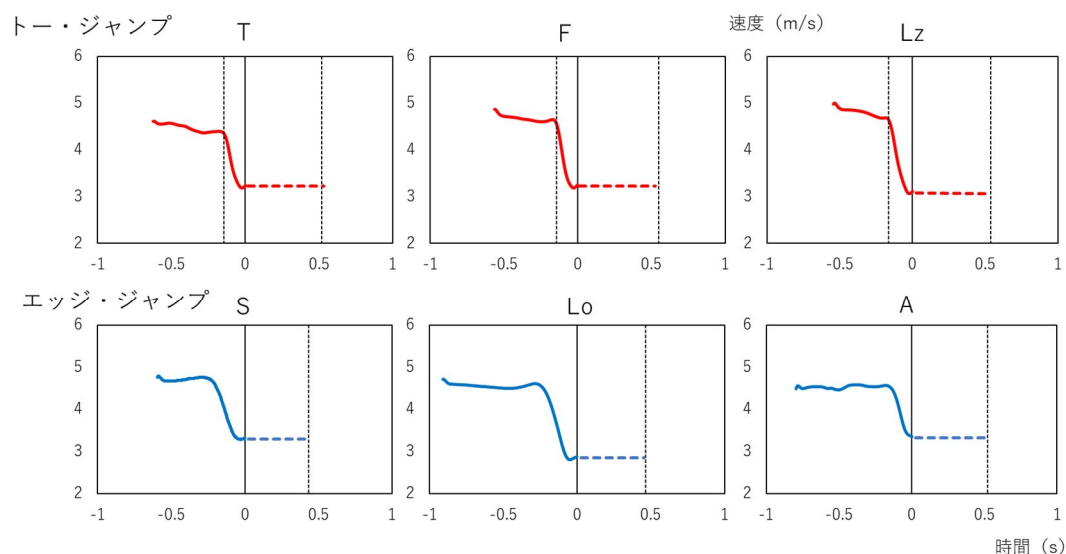
8名のエリート女子フィギュアスケート選手のジャンプ動作について、光学的モーションキャプチャーシステム、および高速度ビデオカメラ撮影を用いた3次元動作分析を行った。

まず、6種類の2回転ジャンプを実施させ、それぞれの踏み切り動作の特徴を比較検討した。次に、トリプル・ループジャンプにおいて、空中でより多くの回転を完遂し回転不足の判定を回避するために必要な運動学的特性を明らかにするために、各スケーターに最大で10回程度のトリプル・ループジャンプを行わせた。その中から空中で回転数の最も多い試技と最も少ない試技を選び比較した。

4. 研究成果

ジャンプの難易度とは関係なく、トー・ジャンプの跳躍高が高く、エッジ・ジャンプの跳躍高が低い傾向が認められた。また踏み切り脚の下肢3関節の角度変化に注目すると、トー・ジャンプでは最大屈曲が保たれた状態からつま先を突くと同時に膝関節と足関節をほぼ同じタイミングで伸展させ、股関節の伸展が遅れて続いていた。エッジ・ジャンプでは3関節の伸展のタイミングがほぼ同時の傾向が認められた。これらの6種のジャンプにおいて、水平面内での体幹部の回転量を求めたところ、平均で20%以上の回転は踏み切り動作中および着氷後に行われていた。特に同じ回転数のジャンプの中では難易度の低いトー・ループの場合には、滞空中の回転量が少ない傾向が認められた。

トー・ジャンプとエッジ・ジャンプではともに、踏み切りの直前に水平方向滑走速度の急激な減少が認められた。この減速を引き起こす要因は、トー・ジャンプではフリーレグのトーピックを氷面に突くこと、エッジ・ジャンプではスキッドと呼ばれるスケーティングレグの横滑りと、それぞれ異なっていた。しかしながら、両者ともにこの水平速度の急激な減速によってジャンプに必要な鉛直方向の速度が生成されていることが明らかになった。



同スケーターが実施するトリプル・ループジャンプの中から、空中で回転数の最も多い試技 (LoMAX) と最も少ない試技 (LoMIN) を選び比較した。同スケーターのジャンプにおける空中での回転数の違いには、回転速度よりも滞空時間 (ジャンプ高) の方がより大きく影響していることが明らかとなった。身体重心最下点から離氷までの間の踏み切り局面において、身体重心の鉛直速度は急激に増大する。この速度増加の要因は、主として進行方向速度の減少に伴う身体の前方回転 (V) と下肢の伸展 (VR) に二大別される。LoMAX と LoMIN 間で、VR には顕著な差が認められなかったものの、離氷時の最終的な鉛直速度の大きい LoMAX では V が大きく、また V と VR の出現時刻の差が小さい傾向が認められた。

これらの結果から、ジャンプ高と回転数を多くして回転不足の判定を回避するためには、滑走速度の急激な減少に伴って身体を氷上に対しより垂直にした後に、下肢を素早く伸展させることが有効であることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Miu Sato, Maral-Erdene Gansukh, Hirotaka Nakashima, Yuma Tsukamoto, Shinji Sakurai
2. 発表標題 Characteristics of six types of multi-rotation jumps in figure skating
3. 学会等名 The 6th International Conference on Movement, Health and Exercise (MoHE) (国際学会)
4. 発表年 2019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
---------	---------