

氏名	景行 崇文
学位の種類	博士（コーチング学）
学位記番号	博甲第 10056 号
学位授与年月	令和 3 年 4 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	人間総合科学研究科
学位論文題目	棒高跳における最大重心高に影響を及ぼす要因 — 競技者 - ポール間のエネルギー交換に着目して —

主査	筑波大学 教授	博士（工学）	浅井 武
副査	筑波大学 教授	博士（コーチング学）	渡辺 良夫
副査	筑波大学 助教	博士（体育科学）	木越 清信
副査	筑波大学 准教授	博士（体育科学）	榎本 靖士

論文の内容の要旨

景行 崇文 氏 の博士学位論文は、棒高跳における最大重心高に影響を及ぼす要因を、主に競技者とポールとの間で行われるエネルギーのやり取りに着目して明らかにすることで、棒高跳の技術指導に関する示唆を得ることを目的としている。その要旨は以下のとおりにまとめられる。

【序論】

1. 研究目的

大きく湾曲するポールを用いて跳躍を行う今日の棒高跳は、助走で得た力学的エネルギーを、ポールを湾曲させることによって弾性エネルギーとして蓄え、ポールが復元する局面では弾性エネルギーが力学的エネルギーへと再度変換されると説明することができる。しかし、これまでに、競技者とポールとの間で行われるエネルギー交換の過程を検討した研究は極めて少なく、その数少ない先行研究も、試合で用いるポールと比較して、短く、柔らかいポールを用いた試技を対象としており、試合で用いるポールと同程度の長さ、硬さのポールを用いて行われた試技を対象とした研究はないとしている。そこで、著者は、世界選手権への出場経験のある競技者を含む男性棒高跳競技者を対象として、試合で用いるポールと同程度の長さ、硬さのポールを用いた試技を対象として、棒高跳における最大重心高に影響を及ぼす要因を、主に競技者とポールとの間で行われるエネルギーの交換に着目して検討している。

2. 研究課題

上述の目的を達成するために、著者は以下の研究課題を設定している。

- 研究課題 1 : ポール湾曲局面において行われる、力学的エネルギーから弾性エネルギーへの変換に関係する競技者の動きおよびポールの挙動を明らかにすること
- 研究課題 2 : ポール伸展局面において行われる、弾性エネルギーから力学的エネルギーへの変換に関係する競技者の動きおよびポールの挙動を明らかにすること
- 研究課題 3 : 形態が類似する競技者の動きを比較することで、効果的にエネルギー変換を行った競技者の動きを明らかにすること

【本論】

1. 方法

本研究では、試合で用いるポールと同程度の長さ、硬さのポールを用いた棒高跳の試技を、光学式三次元自動動作分析装置 (250Hz) を用いて測定し、得られた分析点の座標値を基に身体をセグメントリンク化している。また、ボックスの下に埋設されたフォースプラットフォーム (1000Hz) でポール下端に作用するボックス反力を測定し、得られた力を基にポールの弾性エネルギーを算出している。なお、踏切足離地時 (以下、T0 と略す) からポール最大湾曲時 (以下、MPB 時と略す) までをポール湾曲局面と定義し、MPB 時からポールが復元し終えた瞬間であるポールストレート時 (以下、PS 時と略す) までをポール伸展局面と定義している。加えて、T0 時以後における身体の回転を定量する指標である身体重心 (以下、CG と略す) 周りにおける全身の角運動量を算出し、当該変数が最小値を記録した瞬間をスウィング時 (以下、SW 時と略す) と定義している。さらに、身体の伸展を定量する指標として股関節角度を算出し、両股関節が屈曲から伸展へと移行した瞬間を倒立開始時 (以下、IP 時と略す) と定義している。そして、ポール湾曲局面を T0 時から SW 時までのドライブ局面、SW 時から MPB 時までのスウィング局面に分割するとともに、ポール伸展局面を MPB 時から IP 時までのロックバック局面、IP 時から PS 時までの倒立局面と定義している。

2. 研究課題 1 の結果

研究課題 1 では、ポール湾曲局面を対象として、競技者とポールとの間で行われるエネルギーの交換に着目している。その結果、MPB 時の弾性エネルギーが高いほど最大重心高が高く、T0 時の並進運動エネルギーが高いほど MPB 時の弾性エネルギーが高かったことを報告している。したがって、助走で高めた身体の勢いを利用して、長くて硬いポールを大きく曲げることが最大重心高の向上に繋がることが示されたとしている。続いて各小局面に着目すると、ドライブ局面における位置エネルギーの増加が小さいほど MPB 時の弾性エネルギーが高かったことを報告している。踏切後において身体重心が高さを獲得せずに、可能な限り水平に移動することによって、MPB 時において多くの弾性エネルギーをポールに蓄えることができる可能性を示唆している。

3. 研究課題 2 の結果

研究課題2では、ポール伸展を対象として、競技者とポールとの間で行われるエネルギーの交換に着目している。その結果、PS時の並進運動エネルギーが高いほど最大重心高が高くなり、ポール伸展局面を通して放出された弾性エネルギーが高いほどPS時の並進運動エネルギーが高かったことを報告している。このことは、ポールの復元による弾性エネルギーの再変換を利用して身体が加速していることを意味しているとした。特に、ロックバック局面における並進運動エネルギーの増加と鉛直上向きへのCG速度増加が大きいほどPS時の並進運動エネルギーが高かったことから、ポール復元初期から身体が鉛直上向きに加速することが最大重心高の向上に繋がるとしている。

4. 研究課題3の結果

競技者とポールとの間で行われるエネルギーの交換には、競技者の形態が影響することから、研究課題3では、形態が類似する3名の競技者を対象として、エネルギー変換の効率に影響を及ぼす競技者の動きを明らかにすることを目的としている。対象者は3名で、対象者は、身長が1.75m、身体質量が65kgの対象者D、身長が1.75m、身体質量が70kgの対象者E、身長が1.73m、身体質量が64kgの対象者Fであった。その結果、エネルギー変換の差異はポール湾曲局面で生じ、ポール湾曲局面において最も効率的にエネルギーを変換した対象者Eは、踏切足側の下肢が同時に加速し、一本の棒のように振る舞う様子が確認されたとしている。対象者Eのように踏切足側の下肢を一本の棒のように振る舞うことで、踏切足側下肢の各セグメントが持つ角運動量の極値出現を同期し、正味の角運動量を増大させることが可能になるとしている。

【結論】

本研究において、得られた主な結果は以下のとおりであった。

- ①MPB時の弾性エネルギーが高いほど最大重心高が高く、T0時の並進運動エネルギーが高いほどMPB時の弾性エネルギーが高かったこと
- ②PS時の並進運動エネルギーが高いほど最大重心高が高くなり、ポール伸展局面を通して放出された弾性エネルギーが高いほどPS時の並進運動エネルギーが高かったこと
- ③踏切足側の下肢が同時に加速し、一本の棒のように振る舞うことにより、ポール湾曲局面において効率的に力学的エネルギーを弾性エネルギーに蓄えることが可能となったこと

これらのことから、試合で用いるポールと同程度の長さ、硬さのポールを用いた試技を対象として、棒高跳における最大重心高に影響を及ぼす要因を、主に競技者とポールとの間で行われるエネルギーの交換に着目した結果、助走で得た力学的エネルギーを効率的にポールに弾性エネルギーとして蓄え、ポールに蓄えられた弾性エネルギーを効率的に身体の並進運動エネルギーに変換することによって、高い身体重心高を獲得することができることが示唆されたとしている。

審査の結果の要旨

(批評)

棒高跳は陸上競技のなかで唯一、ポールという道具を介して身体を移動させ、それによって越えることのできたバーの高さを競う競技である。そして、近年では、大きく曲げることのできる弾性ポールを用いて跳躍を行うことが一般的であり、このような特徴から、棒高跳の身体重心高獲得の様子を、競技者とポールとの間で行われるエネルギーのやり取りを中心に検討されることが多かった。しかし、先行研究では、実験設備上の制限から、試合で用いるポールと比較して短く、柔らかいポールを用いた試技を対象としており、試合で用いるポールと同程度の長さ、硬さのポールを用いた試技におけるエネルギーのやり取りは明らかにされていなかった。これに対して、本研究では、試合で用いるポールと同程度の長さ、および硬さのポールを用いた試技を対象としており、この点において新規性を有していることが認められた。これに加えて、競技者とポールとのエネルギーのやり取りを局面ごとに詳しく描写した点、およびエネルギーのやり取りに影響を及ぼす技術について明らかにした点も評価された。

令和3年3月5日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（コーチング学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。