

氏名	宮崎 彰吾		
学位の種類	博士（体育科学）		
学位記番号	博甲第	8412	号
学位授与年月	平成	29年	12月 31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	体操競技者の着地動作方略に関するバイオメカニクス的研究		
主査	筑波大学教授	博士（学術）	藤井 範久
副査	筑波大学准教授	博士（工学）	小池 関也
副査	筑波大学教授	博士（体育科学）	木塚 朝博
副査	筑波大学教授	博士（コーチング学）	佐野 淳

## 論文の内容の要旨

宮崎彰吾氏の博士學位論文は、体操競技者の着地時の動作方略を、着地面のスティフネスの相違、空中局面での姿勢、競技レベルの相違などを踏まえて検討したものである。その要旨は以下のとおりである。

著者は、第1章で研究の背景を総括し、學位論文の研究目的を述べている。具体的には、体操競技の特徴として、体操競技においては着地動作が頻繁にみられること、「着地の止め方」によって演技の評価が大きく影響を及ぼされることなどに言及している。つぎに、先行研究を概観したうえで、着地動作の成否に影響を及ぼすバイオメカニクスの要因のうち、着地面のスティフネス、被験者の競技特性、宙返り局面での姿勢制御、下肢の緩衝動作に関する知見が不足していることを主張している。そして、學位論文の研究目的を、体操競技者の着地動作の技能レベルに関するバイオメカニクスの要因を明らかにし、体操競技者の着地動作方略についての知見を得ることとしている。

第2章では、体操競技に関する自然科学的な先行研究を総括し、審判員の評価とバイオメカニクスの変量との関連についての知見が不足していることを示したうえで、學位論文の新規性、重要性を述べている。

第3章では、第4章から第6章における研究課題1から研究課題3に共通する実験方法、データ処理方法を述べている。

第4章では、研究課題1として、弾性床（体操競技ゆか種目と同程度の弾性をもつ着地面）へのドロップ着地動作を分析し、体操競技の基本的な着地動作特性および着地方略を明らかにしようとしている。そのために、被験者に、3種類の異なる台高（20cm、40cm、60cm）から弾性床へのドロップ着地を行わせた。そして、身体ならびに弾性床に貼付したマーカーの座標値と地面反力からキ

ネマティクスおよびキネティクスのデータを算出し、考察している。その結果、接地から身体重心最下点までの局面（Absorb 期）では、弾性床の変位（大きな上下動）に対して足関節よりも膝関節と股関節が協調しながら動いていたこと、Absorb 期以降の局面（Stabilize 期）では、弾性床の変位（小さな上下振動や傾斜振動）に対して足関節が対応して動いていたことを明らかにしている。そして、このように緩衝性や安定性に対して下肢の各関節の機能が異なり、弾性床固有の着地動作方略が存在することを示唆している。さらに、体操競技者（Gymnast 群）の動作特徴として、下肢のスティフネスが他の競技者（Control 群）に比べて高く、Absorb 期では膝関節の屈曲が小さく、足関節の屈曲が大きかったことを明らかにしている。そして、下肢のスティフネスを大きくすることで、着地時に弾性床の変位が大きくなったことを示している。以上の結果から著者は、体操競技者は、弾性床が持つ緩衝性を活用して身体の安定性を高めており、かつ着地時の「姿勢的簡潔性」を求めるような動作方略を用いているとしている。

第 5 章では、研究課題 2 として、体操競技において基本的な後方かかえ込み宙返りの着地動作を対象に、空中局面の回転制御方略と着地動作方略についてキネマティクスおよびキネティクスのデータを算出し、考察している。その結果、空中局面で十分な身体回転量を獲得するためには、離地時の角運動量と重心速度によって回転を制御する方略、空中での慣性モーメントの変化の大きさおよび変化タイミングによって回転を制御する方略、の二つがあることを示している。さらに、体操競技者は、二つの方略を状況に応じて使い分けていることを示唆している。着地局面では、着地中の下肢関節の機能および役割が異なることを示している。具体的には、膝関節には大きな緩衝性があること、足関節には着地局面の後半において身体全体を後方回転させて姿勢を保持する役割があること、股関節には体幹部の姿勢を保持する役割があること、を示唆している。体操競技は審判によって「出来栄え」が評価される種目であるが、以上の結果から著者は、体操競技者は、より良い「出来栄え」を得る着地動作方略を用いていると示唆している。

第 6 章では、研究課題 3 として、研究課題 1 と研究課題 2 で得られた知見を踏まえた上で、審判による主観的評価（順位付け）と動作との関係性、宙返り着地の技能レベルによる着地動作方略の多様性について検討している。その結果、審判の主観的評価に対して、後方かかえ込み宙返り後の弾性床への着地動作では、空中での身体重心周りの慣性モーメントが最小になるまでの時間が短い方が高い評価を得ており、通常の床への着地では Stabilize 期の時間が短い方が高い評価を得ていることなどを示している。また、主観的評価の高い上位群は、着地時の身体重心高が高く、上体（体幹セグメント）が垂直に近い姿勢であったとしている。このことから、審判の主観的評価は、着地面のスティフネスの違いにより、異なる要因によって構成されると示唆している。さらに、上位群の中でも異なる上肢の動きによって姿勢を制御する方略がみられ、着地動作の方略にも多様性があると示唆している。

第 7 章では、学位論文で得られた知見をまとめ、今後の課題にも言及している。

## 審査の結果の要旨

（批評）

本研究で得られた知見は、宙返り時の空中姿勢が屈伸姿勢や伸身姿勢の場合、宙返りにひねりが加わった場合などでは、そのまま適応できるとは限らないことには注意が必要である。しかし、体操競技の競技特性を踏まえた上で着地動作をバイオメカニクスの分析および考察することで、体操競技者の着地動作方略について新たな知見を得ている。特に、着地時の身体重心位置を高くし、さらにできる限り身体重心の上下動を小さくする方略を客観的に明らかにしたことは、実践の場においても有益な知見である。

平成 29 年 11 月 27 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（体育科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。