

氏名・（本籍） 牧野 瑞輝（愛知県）

学位の種類 博士（スポーツ科学）

報告番号 甲 第151号

学位授与年月日 2024（令和6）年3月19日

学位授与の要件 学位規則（昭和28年文部省令第9号）

第4条第1項該当

論文題目 男子やり投げにおける高い前および上方向のやり速度獲得に関するバイオメカニクス

審査委員（主査） 田内 健二

藤林 献明

大家 利之

博士学位審査の経過報告

学位審査委員会

（主査）教授 田内健二

本学位審査委員会（2023年9月14日設置）は、牧野瑞輝氏から提出された博士学位請求論文『男子やり投げにおける高い前および上方向のやり速度獲得に関するバイオメカニクス』について下記のとおり審査したことを報告する。

記

- ・2023年9月14日：博士学位請求論文の受理、審査委員会の設置
- ・2023年9月21日：第1回学位審査委員会〈稟議〉（審査日程打ち合わせ、運営方針の確認）
- ・2023年10月1日：第2回学位審査委員会〈稟議〉（論文審査結果、修正箇所の確認）
- ・2023年10月6日：第3回学位審査委員会（口述試験、質疑応答）
- ・2023年10月23日：第4回学位審査委員会〈稟議〉（修正論文の確認）
- ・2023年11月8日：博士課程委員会において最終試験
- ・2023年11月9日：第5回学位審査委員会〈稟議〉（学位審査報告書の最終確認）

- ・2023年12月13日：博士課程委員会において審査結果の報告
- ・2023年12月20日～2024年1月11日：論文の公示
- ・2024年1月17日：博士課程委員会において合否の判定

以上

論文審査および最終試験の結果

1. 論文審査の結果

(1) 提出論文の概要

本論文の構成は次の通りである。

第1章 序論

第2章 前および上方向のリリース速度と関係するキネマティクスの要因

第3章 前および上方向のやり速度に対するキネマティクスの貢献

第4章 総合考察 第5章 総括

本論文は、陸上競技のやり投げにおける投てき記録の主な決定要因であるリリース時のやり速度（以下、リリース速度）を高めるために、リリース速度を前方向と上方向とに分けて、それぞれを獲得するメカニズムをバイオメカニクスの観点から明らかにしようとしたものである。

第1章では、これまでのやり投げに関するバイオメカニクス研究を概観し、問題点として、やり投げにおいては、適切なやりの投射角度を維持しながらリリース速度を高める必要があるが、このことを規定する前および上方向成分を、それぞれに分けて関係する動作を検討した研究はないこと、やり投げは時系列で変化する全身運動であるにも関わらず、分析の観点が特定のイベント、あるいは部位にのみ着目して進められてきたこと、などを指摘した。これらの問題点を解決するために1) リリース速度を前方向と上方向とに分け、それぞれに関係する動作要因を明らかにすること、および2) 時々刻々と変化する前および上方向のやり速度に対する身体各部の貢献の仕方を明らかにすることの2つの研究課題を設定した。続く2つの章ではこれらの課題について検討されている。

第2章においては、リリース速度を前方向と上方向とに分け、それぞれに関係する動作要因を明らかにするために、初心者レベルから世界トップレベルまでの男子やり投げ競技者（115名）の競技会における試技を分析対象にして、各リリース速度と先行研究において重要視されてきた動作要因（身体重心速度、および左膝、体幹、肩、肘の角度および角速度）との関係を検討した。その結果、前方向と上方向のリリース速度との間には、同程度の記録を有する選手間では負の相関関係が認められたことから、両者にはトレードオフの関係が存在すること、先行研究で重要視されてきた投てき動作には、前および上方向のリリース速度の両者に関係する動作、どちらか一方のみに関係する動作、および両者に相反して関係する動作が存在すること、などを明らかにした。

第3章においては、第2章で用いた各関節角度、角速度という動作要因では、時々刻々と変化するやり速度を直接的に説明できないことを問題点として挙げ、3次元の極座標を利用した分析モデルを提案し、前および上方向のリリース速度に対する身体各部位動作の貢献の仕方から、より高いリリース速度を獲得するメカニズムを検討した。その結果、前方向のリリース速度を高めるために

は、局面を通して下肢の並進動作、踏込足接地後の体幹の前傾動作、およびリリース前の上肢の水平内転動作によるやり速度を高めること、および上方向のリリース速度を高めるためには、踏込足接地後の体幹の左傾動作、リリース前の上肢の上方回転動作、および下肢の起こし回転動作によるやり速度を高めること、などを明らかにした。

第4章においては、上述した2つの研究結果を総合的に考察することによって、高い前方向および上方向のリリース速度を獲得するためのメカニズムを導き出し、やり投げの競技現場への示唆を提言した。最後の第5章においては、本論文の結果を基にして1) やり投げでは前方向と上方向のリリース速度との間にはトレードオフの関係が存在すること、および2) 高い前および上方向のやり速度を獲得するためのメカニズムはそれぞれ異なることを結論として導き出した。

(2) 提出論文の評価

本研究の評価できる第一は、やり投げの研究においてこれまで最重要視されてきたリリース速度を、前方向と上方向とに分け、各成分速度を高めるための動作要因を明らかにした点である。このことによって、互いの成分はトレードオフの関係性にあり、異なるメカニズムによって獲得されるという知見が得られたことは、やり投げの指導現場において有益な情報であるといえる。また、評価できる第二は、動作分析の定石ともいえる角度および角速度による動作評価に留まらず、3次元の極座標を用いた分析モデルによって、前および上方向のリリース速度に対する身体各部位動作の貢献の仕方を明らかにした点である。この分析モデルは、他の多くの動作に適用可能であり、動作メカニズムの解明に貢献できる手法であると考えられる。以上のことから、本論文はやり投げのパフォーマンス向上に資するだけでなく、バイオメカニクス研究の発展にも寄与できることから、スポーツ科学分野における博士論文として高く評価できるものである。

(3) 提出論文と既刊論文との関係

本論文の主要な部分は学術誌に掲載された以下の論文を再構成して書かれている。

I. Makino, M. and Tauchi, K. (2022) Kinematic factors related to forward and vertical release velocity in male javelin throwers. *International Journal of Health and Sport Science*, 20: 249-259. (主に第2章を構成)

II. 牧野瑞輝、田内健二 (2023) 男子やり投げ競技者における前および上方向のやり速度に対するキネマティック的貢献. *陸上競技学会誌*, 21: 13-22. (主に第3章を構成)

2. 最終試験の結果

2023年11月8日の博士課程委員会において口頭にて最終試験を実施した。その内容は、研究の目的と意義、研究デザインや分析方法、結果の解釈など本研究に直接関わる内容にとどまらず、スポーツ科学研究全般にわたって専門領域に関する知識と理解度などについて、その学識と研究能力を確認しようとするものであった。その結果、これらの事項に関して十分な学識と研究能力とを有していると判定した。

3. 学力の確認

本論文の提出者は、本研究科博士課程において所定の単位を取得し、かつ本研究科の指導方針に則り、

英文誌を含む学会誌に筆頭著者として複数の原著論文を有していることから、博士の学位を授与されるに値する学力を有すると確認した。

4. 結論

本学位審査委員会は、提出された博士学位請求論文が博士（スポーツ科学）の学位に値するものであり、かつ論文提出者はその専門領域に関する十分な学識と研究能力を有することから、博士（スポーツ科学）の学位を授与するのに適格であると判断した。

以上