

氏名	大山 栞爾
学位の種類	博士（体育学）
学位記番号	第71号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与年月日	令和8年3月24日
学位論文題目	野球の打撃動作における走塁動作を含む複合運動に関する研究
論文審査委員	主査 前田 明 副査 中本 浩揮 副査 藤井 雅文

論文概要

本論文は、野球の攻撃において不可欠な要素である「打撃」と「一塁への走塁」を一連の連続した身体運動、すなわち「複合運動」として定義し、その運動構造とパフォーマンス向上に関わる要因をバイオメカニクス的手法により多角的に検討したものである。従来の研究の多くは、打撃におけるインパクトまでの動作や、静止状態からの走塁開始といった「離散運動」を主な対象としてきたが、実際の競技場面では打撃直後に素早く走塁へと切り替える能力が不可欠であり、この一連の動作の動的な評価は不十分であった。本研究は、走塁条件の付加が主要局面である打撃動作に及ぼす影響を明らかにするとともに、打撃から走塁へと切り替わる「局面融合」における動作時間の短縮に寄与する要因を特定することを目的とした。

本研究の対象は、健常な男子大学野球選手の右打者とした。実験では、3次元光学式モーションキャプチャーシステムおよびフォースプレート一体型バッターボックスを用い、トスされたボールを実打し一塁へ走塁する「打撃走塁条件（BRC）」と、打撃のみを行う「打撃条件（BC）」を設定した。

第2章では、走塁の有無がインパクトまでの打撃パフォーマンスに及ぼす影響を検証した。解析の結果、**Inside**において、**BRC**のスイング最高速度は**BC**に比べ有意に低下することが示された。また、**Inside**の打撃中、**pivot-side**の地面反力合成成分が**BC**に比べて有意に低い値を示した。一方で、肩および腰の回旋角速度や身体重心速度は**BRC**において有意に高い区間が認められた。これらの知見は、打者がインパクト以前の段階から走塁への素早い移行を意図した運動変容を行っており、特に動作切り替えが困難な**Inside**において、スイング速度を抑制しつつ走塁への移行を優先する動作戦略を採っていることを示唆している。

第3章では、インパクト直後のフォロースルー局面（**FT Phase**）に着目した。全てのコースにおいて、**BRC**では**BC**に比べ**stride-side**の地面反力が有意に低下し、**pivot-side**の地面反力が増大する現象が確認された。身体動作に関しては、**BRC**において肩および腰の回

旋角度や角速度が抑制される一方、**Middle** および **Outside** において身体重心の移動変位が増大した。これにより、**FT Phase** は単なる打撃の終末局面ではなく、次動作である走塁の準備局面へと機能的に融合している実態が明らかとなった。

第4章では、インパクトから両足離地までの局面融合(**Situation Integration:SI Phase**)の動作時間と地面反力の関係を検討した。動作時間は **Inside : 0.95s, Middle : 0.82s, Outside : 0.86s** であり、この区間が一塁到達タイム全体の約 20%を占めることが推計された。時間短縮の要因を相関分析した結果、地面反力の最大値そのものよりも、一塁方向への推進力 (**anterior** 成分) のピークを早期に獲得するタイミング (**Time to Peak Force**) が決定的に重要であることが判明した。

第5章および第6章では、動作時間短縮の更なる指標として **Ratio of Force (RF)** を導入し、動作時間の短い上位群と長い下位群の比較を行った。真ん中コースにおいては、高い **RF** を早期に獲得することが時間短縮に有効であり、インパクト時に踏み出し脚を身体重心に対して前方に配置する身体配置がこれに寄与することが示唆された。また上位群の共通した特徴として、スイング終了以降、右打者特有の3塁側への肩の回旋を早期に捻り戻すことで、体幹と下肢の運動方向を迅速に一致させていることが見出された。

第7章の総合討議では、得られた知見を総括し、野球の攻撃動作を、局面融合を伴う「複合運動」として再定義する必要性を論じた。現場へのフィードバックとして、従来の離散的な打撃練習のみならず、スイング開始から走り出しまでを一つの流れとして訓練する複合的なトレーニングの導入を提案した。本研究は、未開拓であったインパクト以降の「局面融合」が出塁率向上に直結する重要な領域であることを明示した。しかしスイング最高速度を維持しつつ、局面融合における **Motion Time** を短縮させる具体的な方略の解明には至らなかった。スイング最高速度が重要視される打撃において、本研究で示した **Motion Time** を短縮する方略については、さらなる研究が必要である。

論文審査の要旨

この博士論文は、野球の打撃における走塁を含む複合運動を対象とすることで、走塁が加わることによる打撃パフォーマンスの変化とインパクト以降における局面融合の動作時間を示し、その短縮方法について示唆を得ることを主目的としている。

研究課題 I-1 では、野球の打撃動作に 1 塁への走塁が加わることで、インパクト以前の打撃動作に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。その結果、**Inside** におけるスイング最高速度は、走塁を伴う条件において打撃のみの条件と比較して有意に低下し、次動作の付加がスイング速度に影響を及ぼすことが明らかとなった。また、地面反力においても、**Inside** の **stride-side** で有意に低下する局面が認められた。一方で、肩および腰の回旋角速度、ならびに身体重心速度については、走塁を伴う条件の方が打撃のみの条件よりも有意に高い値を示す局面が認められた。以上の結果は、インパクト以前の段階から、次動作である走塁への素早い移行に向けた運動変容が生じていることを示唆している。

研究課題 I-2 では、野球の打撃動作に 1 塁への走塁が加わることによる **Follow-through Phase (FT Phase)** への影響について明らかにすることを目的とした。その結果、**FT Phase** においては **stride-side** の地面反力が低下し、**pivot-side** の地面反力が増加することが認められた。また、回旋運動が抑制される一方で、**Middle** や **Outside** において身体重心移動変位が増大した。以上の結果から、**FT Phase** における打撃動作は、単なるスイングの終末局面ではなく、走塁への素早い移行に向けた一連の運動変容を生じさせていることが示唆された。

研究課題 II では、野球の「打撃」と「走塁」を繋ぐ局面融合 (**Situation Integration**) に着目し、**Motion Time** の短縮に寄与する要因を **Ground reaction force (GRF)** との関連から明らかにすることを目的とした。その結果、**Outside** におけるスイング速度と **Motion Time** の間には有意な負の相関関係が認められた。また、局面融合における素早い走塁開始には、**Peak GRF** そのものではなく、**Time to Peak Force** を短縮し、**anterior** への **Peak GRF** をより早期に獲得するという「**Time to Peak Force** のタイミング」が重要であることが示唆された。

研究課題 III-1 では、局面融合の動作時間を短縮する新たな指標として、近年スプリント・バイオメカニクスで用いられる **Ratio of Force (RF)** を参考に、動作時間との関係から時間短縮の示唆を得ることを目的とした。その結果、**RF** と **Motion Time** の関係について、**Middle** の **stride-side** においてのみ有意な相関関係が認められ、高い **Y'** 軸方向の地面反力を局面融合で獲得することが重要であることが示唆された。

研究課題 III-2 では、局面融合における動作時間が短い選手 3 名、動作時間が長い選手 3 名を対象に地面反力および身体動作の時系列データから、起点となるタイミングを比較することにより、上位群の特徴を明らかにすることで、打撃と走塁の局面融合における時間短縮の手がかりを探ることを目的とした。その結果、上位群は研究課題 II 同様、インパクト

直後に anterior の Peak GRF に到達することが Motion Time の短縮に重要であることが示された。また肩を 3 塁方向へ回旋させた後、素早く捻り戻し、肩と腰の運動方向を一致させることで、走塁への移行が円滑になることが示唆された。

以上のことから、本研究により、野球の打撃における走塁を含む複合運動を対象とすることで、走塁が加わることによる打撃パフォーマンスの変化とインパクト以降における局面融合の動作時間を示し、その短縮方法についての示唆を得ることであった。

上記の成果は、野球の打撃動作における走塁動作を含む複合運動に注目した貴重な情報であると評価された。以上のことから本論文の内容は博士（体育学）の学位論文としてふさわしいものであると判断した。