

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 23 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500756

研究課題名(和文)国内一流棒高跳選手のパフォーマンスに影響を与える質的要因と量的要因の関係

研究課題名(英文)A case study on qualitative and quantitative factors that influence national top pole vaulter's performances

研究代表者

青山 清英 (AOYAMA, Kiyohide)

日本大学・文理学部・教授

研究者番号：20297758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円、(間接経費) 720,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、国内一流棒高跳選手を対象として、パフォーマンスに影響を与える質的要因を選手の自己観察分析、コーチの他者観察分析から、量的要因をバイオメカニクスの分析から明らかにし、それらの知見の関係性明らかにすることを目的とした。研究の結果、選手の自己観察、コーチの他者観察の結果から、試技の正否は助走局面で決定し、そこでは助走リズムを中核に据えた上で、助走スタートから中盤にかけてのポール保持態勢との関係に留意することが重要であることが指摘された。さらに、この局面での試技の正否判断は、バイオメカニクスの分析におけるポール角度の変化からもモニタリング出来ることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)： This study aimed at clarifying the quantitative factor clear from biomechanical analysis for the qualitative factor which affects performance for a national top-class pole vaulter from an introspective analysis and a coach's others observation analysis in this research -the relationship of those knowledge-. After determining the right or wrong of jumps on the run-up phase and setting the run-up rhythm on the core from the result of a player's introspective analysis and a coach's others observation there as a result of research, it was pointed out that it is important to care about a relation with the pole maintenance attitude applied in the middle stage from a run-up start. Furthermore, right-or-wrong judgment of jumps in this aspect of affairs became clear that it can monitor also from change of the pole angle in biomechanical analysis .

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学

キーワード：自己観察 他者観察 バイオメカニクスの分析 棒高跳 トライアングレーション 質的研究 量的研究

## 1. 研究開始当初の背景

運動技術に関わる問題の解決のためには、まず運動経過の分析が行われなければならない。これまで運動経過の分析は、グロッサー・ノイマイヤー(1995)が述べているように、バイオメカニクスを中心とした量的分析と人間学的運動学を中心とした質的分析として行われてきた。しかし、同一の運動現象を対象に様々な視点から行われた分析結果にどのような差異があり、どのような関係にあるのかといった点については、青山(2008)の国内一流走幅跳選手を対象とした研究以外にはほとんど見当たらない状況であった。

## 2. 研究の目的

スポーツ実践には、様々な運動問題に対して多くの知見・情報が提供されうる。しかしこれらの知見の利用は、それぞれの知見がどのような位置にあり、どのような役割を担っているのかという点について明確にされて、初めて有力な情報としての意味を持つようになる。しかし、これまで様々な立場からの分析が行われてはいても、それぞれの知見の関係性が検討されてこなかったために、個々の知見が羅列的に論述されてきてしまった(朝岡、1999)。このような問題を解決するためには、個々に分析した知見を相互に関係づけて、実践の場で確認することが重要であると考えられる。

そこで本研究では、国内一流棒高跳選手を対象として、パフォーマンスに影響を与える質的要因を選手の自己観察分析、コーチの他者観察分析から、量的要因をバイオメカニクスの分析から明らかにすると共に、これらの分析結果の関係について試技の成功・失敗の判断を基底として明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1)被験者

被験者には日本記録保持者である S 選手(日本記録:5m83、身長:183cm、体重:72kg)を用いた。被験者には研究の趣旨を書面にて説明し同意を得た。

### (2)分析試技

被験者には全助走からの跳躍を行わせた。分析対象とした試技は、2010年から2013年にかけて最重要試合前の跳躍練習を中心とした練習試技(約80試技)のなかから選定した31試技であり、これらの試技について被験者の運動感覚意識を基準として試技の失敗試技を決定した。その内訳は成功試技が13試技、失敗試技が18試技であった。

### (3)運動意識の調査

運動意識の調査にあたっては、まず半構造化面接を用いて被験者の跳躍技術に関する運動意識の内容を取り出すこととした。面接の主な内容は、棒高跳の技術における最重要内容、の技術の習得方法、それ以外の技術的重要事項、の技術の習得方法であった。これらの事前情報を基に、前述した31試技について試技の終了後にインタビューを

実施し、試技の正否、その判断理由、次の試技に向けて取り組む課題を調査した。

### (4)コーチの他者観察

分析対象とされた試技について、S選手の専任コーチが他者観察を行い各試技の分析を行った。専任コーチのコーチ歴は21年であった。そのなかでS選手の指導を18年間行っている。

### (5)バイオメカニクスの分析

#### 撮影方法

前述した試技を側方35mの地点から5台のデジタルビデオカメラを用いて助走の10m区間毎に毎秒60コマで撮影した。

#### 測定項目及び算出方法

得られた映像を用いて以下のように算出した。

- ・ピッチ：各歩の足の接地から次の足の接地までに要した時間の逆数として求めた。
- ・ストライド：各歩の足の接地から次の足の接地までの水平距離とした。
- ・速度：上記のようにして求めたピッチとストライドの積として求めた。
- ・ポール角：ポールの両端及び水平を示す2点のマークをデジタイズすることによって算出した。

## 4. 研究成果

### (1)運動意識の分析の結果

ここではS選手の棒高跳技術に関する運動意識の分析結果について見ていくこととする。

前述した半構造化面接によって、S選手に後述するような運動意識が存在することが明らかとなった。また、運動意識の分析では、S選手が2013年にそれまでの技術の改善を重点的に組んだため、ここでは2012年までの技術と2013年からの技術に分けて見ていくこととする。

まず、両技術の特徴について述べておくと、2012年までの技術では、Potrov(1985)が述べているような助走速度の増加とポール下ろしを同期化する技術を採用し、2013年からは比較的ポールを立てた状態で助走を行い、助走後半で急激にポールを下ろす、フリードロップ技術を用いた助走技術を採用した。以下で2012年以前と以降について詳細な内容を検討する。技術的に最も重要な運動局面としては「助走局面」があげられる。そして、助走では「助走全体のリズム」が目標とする中核技術として指摘され、そこでは助走時に「いかにリラックスできるか」、「ポール下ろしに助走の加速タイミングを合わせる」の2点が重要なトレーニング課題とされていた。つまり、技術的に最も重要な助走局面では、選手とポールが一体となった助走リズムが技術的課題となっていたことが明らかとなった。また、技術的な運動問題が発生していると捉えられている場合では、助走を「無理に走ろうとする」ため結果として過緊張が生じ、脚が後方に「流れ」(後方で回転し)ポール下ろしの局面で助走リズムが破壊され、適切に突っ込み・踏切動作が行えなくなるとS選手は述べている。

次に重要な運動局面としては「突っ込み・踏切局面」があげられていた。この突っ込み・

踏切局面では「一瞬でポールを最大湾曲まで持っていき、一気に振り上げる」運送意識が用いられているとS選手によって指摘された。このようなポールに対する「力の加え方」が出来なかった場合には、「ポールに力をかける時間が長くなってしまい、結果として上昇角度が作れず、前に流れる跳躍になってしまう」と述べていた。

以上のことから、2012年までのS選手の棒高跳技術に関する運動意識では、助走全体のリズム構成と、突っ込み・踏切局面でのポールに対する力の加え方が主たる運動課題であることが明らかとなった。

2013年以降の技術について見ていくと、技術的に最も重要な運動局面としては2012年までと同様に「助走局面」があげられていた。しかし、2013年からは助走でも「スタート局面」とポール下ろしが始まる「突っ込み・踏切準備局面」がとりわけ重要であると指摘されていた。この局面では、S選手は「踏切6歩前まではポールを立てておき、そこからポールを自然に下ろす、フリーストップ技術、つまり、意識的に手で操作をしてポールを下ろすのではなく、自然に落ちるポールに合わせて突っ込み局面に向かって駆け込むことが重要」と述べている。このことから、助走の技術的重要性には変化はないものの、ポールと自身の関係については、踏切6歩前までポールを立てて走るために、2012年以前より助走のスタート時のポールの位置が留意され、その結果が突っ込み・踏切局面でのフリーストップ技術に影響を与えていることが分かる。つまりこの技術改善によって、助走技術が精密化され本質的な技術改善がもたらされたことが分かる。

また、技術的な運動問題が発生していると捉えられている場合には、「助走でポールを早く下ろしすぎてしまっていて、ポールを持って耐えようとするため力みが生じて、その結果体幹が後傾し、脚が後方回転を起こして、突っ込み・踏切が弱くなってしまおう」と述べている。つまり、S選手においては、目標とする技術は異なるものの、2013年からも助走リズムとポール下ろしのタイミングが課題として設定されており、とりわけ、スタート局面と踏切6歩前からの突っ込み・踏切局面でのポールと助走リズムとの関係が重要な技術的課題として取り出されていたことが分かる。また、次に重要な運動局面とその技術内容については、2012年以前とほぼ同様であった。

以上のことから、S選手においては、技術的課題を捉えるための運動局面はそれまでと同様に「助走局面」が取り上げられてはいるが、自己観察内容からは、以前に比べて技術的ポイントがより精密化されていたことが明らかとなった。コーチの指導においては、この点をふまえた他者観察による運動問題の把握が求められる。

(2) バイオメカニクス的分析結果とコーチの他者観察内容、S選手の自己観察内容

ここでは、前述した分析対象試技のなかからバイオメカニクス的分析の結果、典型的な変化を示した成功試技2試技、失敗試技2試

技について、バイオメカニクス的分析結果とコーチの他者観察内容、S選手の自己観察内容の関係をふまえた検討を行う。なお、前述したように、S選手は本研究期間に大幅な技術改善を行っているが、棒高跳の技術においては、本研究で取り上げている2つの技術とも多くの選手が取り組んでいる技術である。この点をふまえ、以下の考察では本研究の知見の一般化を考慮し一括して検討していくこととする。

まず、はじめに本研究において選定した試技の特徴について示す。

選定した試技はいずれも全助走からの完全な跳躍であった。分析対象とした全31試技の、助走における各測定項目の結果を見ると、成功、失敗各試技とも2つのタイプが認められた。ここではその2つのタイプについて考察を進める。

考察対象の各試技の記録は成功試技Aが5m60、失敗試技Aが5m50、失敗試技Bが5m40であった。これらの試技における、S選手の自己観察内容とコーチの他者観察内容は、各試技実施後のS選手の自省報告では成功試技の理由として「助走全体の流れ、リズムが良かった」こと、コーチは他者観察の結果として、S選手と同様に助走リズムの良さを指摘しており、ポールと選手の「一体化」、ポールと選手の位置関係の適切さを指摘していた。これに対して失敗試技では、S選手はポール操作の不適切さによる助走リズムの乱れをあげていた。コーチも、助走全般にわたるポール操作の不適切さを指摘すると同時に、特に助走スタート時におけるポール保持の位置（ポールを保持する際に、身体から離れた前方の位置で保持していること）について問題を指摘していた。

なお、前述したように本研究の分析対象となっている試技は、S選手が新たな技術を取り入れていた時期に行われたものであり、助走中にポールを徐々に下ろしていくタイプの技術（Petrov, 1985）及び助走後半で急激にポールを下ろす技術（Yokoyama, 2013）であった。したがって、今回の分析試技には、それぞれの技術が混在していると考えられる。

速度、ピッチ、ストライドの変化

図1は各試技における助走の速度変化を示したものである。

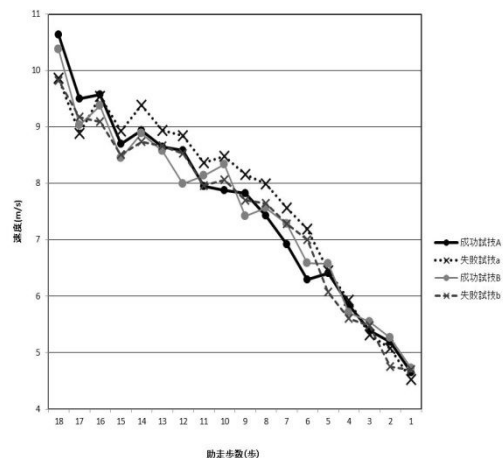


図1 助走速度の変化

これから、いずれの試技においても助走開始から踏切に向かって速度が増加していることがよみとれる。成功試技と失敗試技を比較すると、速度変化そのものには大きな差異は認められないが、成功試技は失敗試技に比べて踏切時の速度が大きいことが分かる。

また、失敗試技ではあるが、試技 a の場合には助走中盤から後半にかけて獲得した速度が全体的に小さく、試技 b は速度獲得が助走中盤の早い時点から見られる。

図 2 は助走のピッチの変化を示したものである。

これを見ると、成功試技と失敗試技でピッチの変化に特徴的な相違は認められないが、成功試技では失敗試技に比べ踏切 1 歩前のテンポアップが顕著であった。つまり、S 選手においては踏切 1 歩前の素早いテンポアップが試技の成功に関与しているといえる。

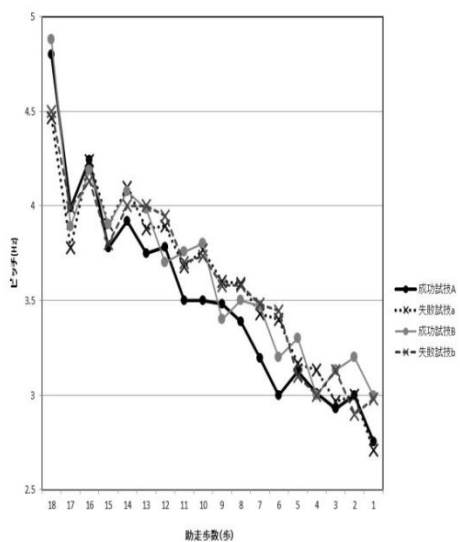


図2 ピッチの変化

図 3 は助走のストライドの変化を示したものである。

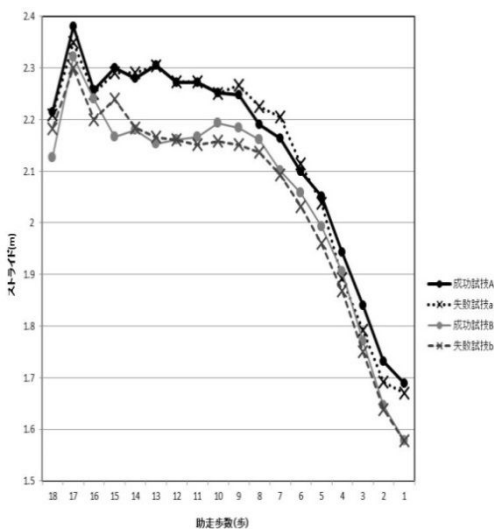


図3 ストライドの変化

ここから成功試技、失敗試技ともに、助走中盤において比較的大きなストライドを獲得するパターンと同様な局面において比較的小さいストライドのパターンが見られる。いずれのパターンにおいても成功・失敗の両試技が見られるのは興味深い結果であった。ストライドは助走開始から 9 歩目あたりにかけて増加し、その後踏切 2 歩前までほぼ一定の値を示し、いわゆる長-短リズムでの踏切を迎えていた。つまり、ストライドの変化パターンから試技の成功と失敗を比較すると、試技の成功と失敗は同様なパターンとして見られるという興味深い結果が得られた。また、このストライドパターンの相違は、後述するようなポール操作と関係している可能性が考えられる。

#### ポール角の変化

図 4 は各試技におけるポール角の変化を示したものである。

成功試技 A では、ポールは助走開始から平均的に下ろされていた。これは木越ら (2002) や Petrov (1985) によって推奨されている方法である。これに対して成功試技 B では、助走開始から中盤までポールは一定の角度で保持され、助走中盤から終盤にかけて下ろされていた。これは、Yokoyama (2013) によって提唱されている技術といえる。失敗試技 a では助走開始時点では、比較的高い角度でポールが保持されているが、中盤では低い角度で保持されていた。失敗試技 b では、助走開始時点では成功試技 B のような変化を示すが、中盤でポールが下ろされるタイミングが早く、低い角度になる特徴が認められた。

以上の結果から、S 選手におけるポール角の変化は成功試技及び失敗試技いずれにおいても、助走開始から突っ込みにかけて徐々にポールが下降されるパターンと、助走の開始から中盤にかけてポールが一定の角度で保持され、その後突っ込みに向かって比較的急激に下降するパターンがあることが分かる。そのなかで試技の成功と失敗を分ける結果は、いずれの場合も助走の前半から中盤にかけてのポール角度にあるといえよう。S 選手の内観報告では、いずれの失敗試技においても前述した自己観察内容に加えて「ポールが下過ぎて重く感じた」という S 選手の指摘があった。また、コーチの他者観察の結果においても「ポールをキープするために体幹が後傾し、力みが見られた。特に、突っ込み・踏切の前でそれが顕著であった」と報告されている。

以上のことから、ポール角の変化から試技の正否を検討すると、徐々にポールを下ろすパターンの助走、一定の角度から急激にポールを下ろすパターンの助走いずれにおいても、助走開始から中盤でのポールの高い角度での保持、つまり垂直保持が選手の技術的ポイントになり、コーチの他者観察においても重要な観察ポイントとなると考えられる。そして、これらの相違はバイオメカニクスの分析においても確認できることが明らかとなった。

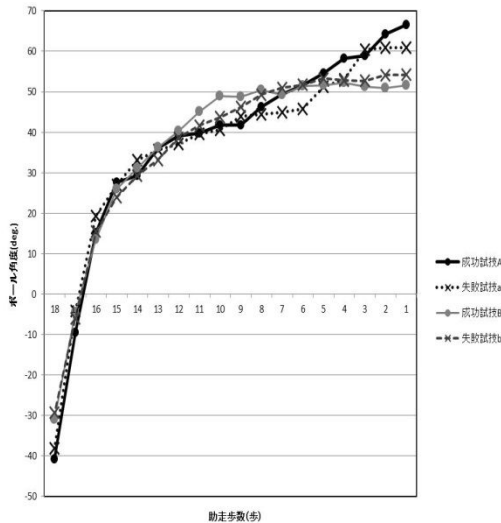


図4 ボール角度の変化

#### ボール角の変化と速度の変化の関係

上記の分析結果から、試技の成功・失敗を決定する明確なピッチ、ストライドとボール角との関係はバイオメカニクスの分析からは認められなかったといえよう。そこで、ここでは両項目の積として算出されると共に、跳躍記録に大きな影響を与える助走速度 (Eckker, 1999; Dyson, 1972; 木越ほか, 2002) とボール角の変化に焦点を当てて検討したい。

木越ら (2002) が述べているように、ボールの重心はポールを垂直に立てた状態では身体に近いところに位置しているが、水平に保持した状態では身体から離れたところに位置する。したがって、ボール角が変化した場合、これに伴ってポールを含めた重心の位置が変化するため助走は影響を受けることになる。

成功試技 A が撮影された当時 (2012 年以前) S 選手は、助走開始から徐々にポールを下ろす助走技術 (Petrov, 1985) を用いていた。この技術を用いていた時期には、試技が失敗となる場合は、「助走スタート時に体幹が前に突っ込みすぎた」、「助走スタート時に強くキックしてしまい脚が流れた」、「早くポールが倒れすぎた」といった運動感覚的な失敗の理由を試技の終了後に多くコメントしていた。また、コーチも他者観察の結果、「ポール下ろしのタイミング」の安定性について指摘していた。つまり、このようなポール下ろしの失敗に起因する要因が助走速度の効果的な獲得に影響を与え、その客観的結果が、前述したような助走中盤におけるボール角の結果に表れたと考えられる。また、コーチからはこのような跳躍では、結果として「角度の付かない跳躍」(前方に身体が移動し、真上に上がらない跳躍) が多く認められたという報告があった。

これに対して 2012 年冬期練習から 2013 年の試合期にかけては、運動感覚的には助走開始から中盤でのボールの垂直保持から突っ込みにかけて、一気にポールを下ろす技術、フリードロップの技術 (Yokoyama, 2013) が用いられた。その結果、コーチの他者観察の

結果では、以前のようなポール下ろしの不安定さは払拭され、結果として安定した助走が実現したと評価された。また、失敗試技 b のような場合でも、助走中盤でのボール角の大きさは重要なポイントとなっていることが前述した結果からも指摘できる。

したがって、跳躍記録に大きな影響を及ぼす助走速度とボール角の関係を検討する際には、従来から主張されてきた 2 つの助走技術について、トレーニング時に助走開始時のスタイルと中盤の至適ボール角の關係に留意しながらバイオメカニクスの客観診断を用いていくことが技術トレーニングにおいて必要と考えられる。また、そこでは有意差の無い「有意差」を見つけていくコーチング学的な視点が重要である。

#### (3) まとめ及びコーチング実践への示唆

本研究では、国内一流棒高跳選手を対象として、パフォーマンスに影響を与える質的要因を選手の自己観察分析、コーチの他者観察分析から、量的要因をバイオメカニクスの分析から明らかにすると共に、3 つの分析結果の關係について試技の成功・失敗の判断を基底として明らかにすることを目的とした。

本研究の結果から、以下のような知見が得られた。

S 選手の棒高跳技術に関する運動意識を調査したところ、技術的に重要な運動局面としては助走局面があげられ、そこでは助走リズムとポール操作の關係が重要なポイントとなることが明らかになった。

バイオメカニクスの分析結果では、助走速度、ピッチ、ストライドといった助走の特徴を示す項目からは、試技の成功・失敗を明確に示す結果は得られなかった。しかし、ボール角度において、成功・失敗両試技間には差異が認められ、助走スタートから中盤において顕著であった。

S 選手の自己観察結果、コーチの他者観察結果から、試技の正否は助走局面での運動の出来映えであることが明らかとなった。そこでは助走リズムを中核に据えた上で、助走スタートから中盤にかけてのボール保持態勢との關係に留意することが重要であることが指摘できる。さらに、この局面での試技の正否判断は、バイオメカニクスの分析におけるボール角度の変化からもモニタリング出来ることが明らかとなった。

さらに、選手とコーチによるバイオメカニクス・データに関する討議をする場合、棒高跳の助走に関するバイオメカニクスの分析結果は、解釈学的な観点から見ると、助走技術を検討する上では助走の特徴を示す速度、ピッチ、ストライドというような変数よりも、ボール角度のデータが有益で有り、これに速度のデータを考慮し検討することが有効であることが示唆された。選手の自己観察結果とコーチの他者観察結果をふまえたバイオメカニクス・データの解釈学的利用方法については、今後さらに多くの事例にあたり検討することが求められる。

本研究の質的研究と量的研究の關係性に関する考察は、1 名の棒高跳日本記録保持者を

対象として行われたものである。また、量的研究で取り上げられた測定項目も一部のものに限られ、典型的なものを取り上げたにすぎない。したがって、本研究で明らかにされた知見は、今後多数の事例にあたりその関係が検討されることによって質的研究と量的研究の関係に関する一般性をもった事実が明らかにされ、実践に役立つ運動研究を発展させることができると考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

青山清英、澤野大地、国内一流棒高跳選手の助走における成功試技と失敗試技の比較、陸上競技研究、査読有、第95号、2013、19 - 23

[学会発表](計2件)

多久優麗花、澤野大地、本道慎吾、青山清英、棒高跳の踏切における成功試技と失敗試技の身体各部の役割に関する研究、日本陸上競技学会、2013年12月14日、日本大学文理学部

中平翔太、澤野大地、青山清英、棒高跳の踏切における下肢各部の貢献度に関する事例的研究、日本陸上競技学会、2012年12月15日、国際武道大学

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

青山 清英 (AOYAMA Kiyohide)

日本大学・文理学部・教授

研究者番号：20297758