

グライド投法における起こし動作の習得方法と有効性

—女子砲丸投競技者の突き出し局面に着目して—

野口 安忠¹⁾, 山本 大輔²⁾, 信岡 沙希重³⁾, 樋口 貴俊⁴⁾

The way to acquire and the effectiveness of the trunk raising movement during
the delivery phase of the glide technique
— For the top female shot putter athlete —

Yasutada Noguchi¹⁾, Yamamoto Daisuke²⁾, Sakie Nobuoka³⁾, Takatoshi Higuchi⁴⁾

Abstract

A top female shot putter athlete who was taught how to acquire the newly devised movement (the trunk raising movement during the delivery phase of the glide technique) participated in this study, and the purpose of the study was to analyze its effectiveness of the movement based on the motion analyses and the acquiring processes. As a result, the motion analysis for her fourth years of the university showed the similar results as previous researches and references which were “the raising movement with backward tilting towards the throwing direction for the left axis and long axis of the body”, etc. It was reported from the participant about acquiring the trunk raising movement such as “It leads me to have better throwing form when I throw the shot to the direction of the trunk raising movement”. Therefore it also proved that the method to acquire the trunk raising movement was effective in improving the throwing performance in her fourth years of the university. Moreover there was the strong rotation of the trunk after acquiring the movement as a result of the motion analyses, and her coach also assessed, “She could throw a shot-put forcefully by utilizing the rotation of the trunk.” Therefore it was suggested that observing the rotation of the trunk was very important point of view for acquiring the trunk raising movement during the delivery phase of the glide technique.

-
- 1) 福岡大学スポーツ科学部
Faculty of Sport and Health Science, Fukuoka University
 - 2) 天理大学体育学部
Faculty of Budo and Sport studies, Tenri University
 - 3) 福岡大学スポーツ科学部 研修員
Faculty of Sport and Health Science, Fukuoka University
 - 4) 福岡工業大学社会環境学部
Faculty of So-cio-Environmental Studies, Fukuoka Institute of Technology

1. 緒言

砲丸の飛距離は、手から砲丸が離れる瞬間の初速度が重要となる（渋川ほか、1968）。そして、初速度を向上させるためには長い距離および時間にわたって砲丸へ力を加えることが有効な方法として挙げられ、これを体現した代表的な投法がグライド投法といえる（植屋、1980）。グライド投法の動作は、投擲方向に背を向けて片足でホップ動作を行うグライド局面と実際に砲丸へ力を加える突き出し局面の大きく2つに分けられ、西藤ほか（1974）が初速度に対する貢献度はグライド局面が20%、突き出し局面が80%と報告している。つまり、この投法はグライド局面の動作が所以となっているが、前述した報告からすれば突き出し局面も競技パフォーマンスの向上に大きな役割を担っていることが分かる。突き出し局面については、投擲方向に対する身体の「起こし動作」と「回旋動作」で構成されている（植屋、1988）。突き出し局面における両動作と競技パフォーマンスの関連性として、大山下・藤井（2008）が「突き出しとともに投擲方向への下半身の先行が作り出す上体の後傾とそれに引き続く起き上がりが短時間で急速に行われ、この動作は投法にかかわらず予備動作（ターンやグライド）で得た全身のエネルギーを砲丸に伝達するために重要な技術である」と報告している。さらに、阿江ほか（1995）は「移行局面で体幹が左に傾いていき、突き出し局面にもなって体幹を反時計回りに回転させるモーメントが作用する」と報告している。このようなことから、突き出し局面の起こし動作は競技パフォーマンスを左右する重要な技術と捉えられるが、指導書で起こし動作の習得方法を記述しているものは限られており、実践的な効果を検証された事例も見当たらない。運動の技術については、マイネル（1981）が「スポーツのすべての種目において、一定の合理的な解決の仕方（特殊技術）が形づくられ、それらはスポーツの運動経過のもっとも合目的な形式として、現在のところ有効であり、また一般に教えることができるものである。」と述

べている。これに併せて関岡（2008）も「スポーツ実践現場でも、到達度を適切に評価して学習過程と学習指導過程を最適化していくことは、競技力を向上させるために必要なことである。」と述べている。現在、世界的に見るとグライド投法よりも新しい円盤投スタイルの回転投法を用いる競技者を目にする機会も増えてきているが、日本国内では依然として歴史のあるグライド投法を用いる競技者が多い（佐々木ほか、2017）。なお、日本国内の競技レベルでは、男女ともに世界レベルと比較すれば劣っているものの、グライド投法で樹立された女子の日本記録18 m 23は世界大会でも十分に入賞できるレベルである。したがって、突き出し局面の起こし動作を習得するための合理的な方法を見出すことができれば、日本国内における競技レベルの底上げや女子に関しては世界レベルで活躍していく可能性を後押しする要因になるものと考えられる。

そこで、本研究は考案した「突き出し局面における起こし動作」の習得方法を女子砲丸投競技者1名に指導を行い、その有効性を動作分析の結果と習得過程を整理して検証することを目的とした。

2. 方法

2-1. 対象者について

対象者は、砲丸投のグライド投法を用いて日本陸上競技選手権大会優勝を果たし、日本歴代5位の自己記録を持つ女子競技者1名で、主な年代別の最高記録、身体特性、戦績は表1に示したとおりである。

2-2. 考案した習得方法

考案した起こし動作の習得方法は、図1の投擲練習で用いる「立ち投げ」に改良を加えた以下の3種類であり、全ての習得方法を2年次から4年次まで継続的に実施した（日本陸上競技連盟、2013）。また、習得方法は男子砲丸投の元日本記録保持者であった指導者が自身の経験をもとに考

グライド投法の突き出し局面における起こし動作の習得方法とその有効性（野口・他）

表 1 対象者における年代別の最高記録と身体の変化

項目／学年	高校3年	大学1年	大学2年	大学3年	大学4年
記録(m)	14.21	14.55	15.72	16.21	16.47
身長(cm)	168	169	170	171	172
体重(kg)	80	83	87	90	94
ベンチプレス(kg)	75	90	95	105	115
フルスクワット(kg)	110	120	135	155	165
クリーン(kg)	60	70	80	85	90
デットリフト(kg)	—	130	150	170	200

【主な成績】

高校3年: IH出場、日本Jr選手権2位

大学1年: アジアJr選手権5位、日本学生個人選手権3位

大学2年: 日本選手権優勝、日本IC優勝、日本学生個人選手権優勝

大学3年: 日本選手権優勝、日本IC優勝、日本学生個人選手権2位

大学4年: アジア選手権3位、日本選手権2位、日本IC2位、日本学生個人選手権優勝

※IH→インターハイ、Jr→ジュニア、IC→インカレ

案した。

①シーソー投げ

図2 - ①の投擲方向に180° 横向きの状態から、左右交互に足を接地し、左足が接地するタイミングに合わせて突き出し動作を行う。図2 - ①から⑦の左右交互に足を接地した地面反力によって起こし動作を確認し、前額面で投擲方向へ身体

が起き上がる運動感覚を養うことを狙いとした。

②反動投げ

投擲方向へ身体の正面を向け、図3 - ①のように左踝と左肩を結ぶ軸を垂直に立てた状態から、左腕と右脚をサークル後方へ動かし、図3 - ⑤となる立ち投げの構えができれば動きを止めずに突き出し動作を行う。突き出し動作と逆の動作を行

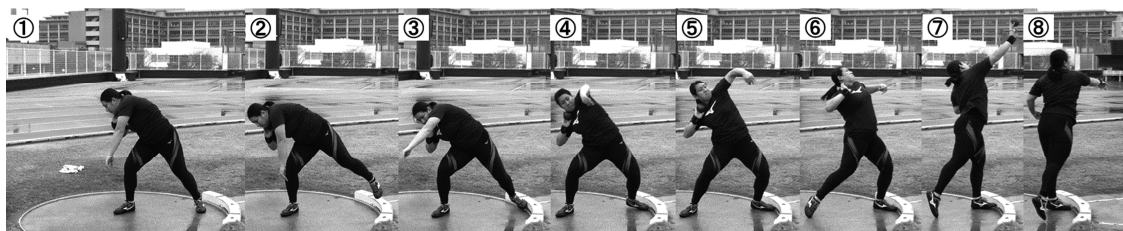


図 1 立ち投げの投擲動作

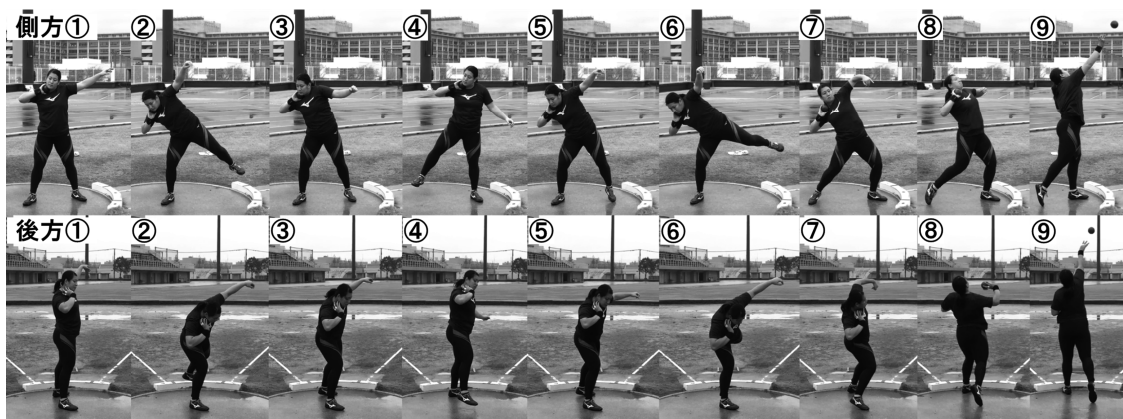


図 2 サークル側方と後方からのシーソー投げ

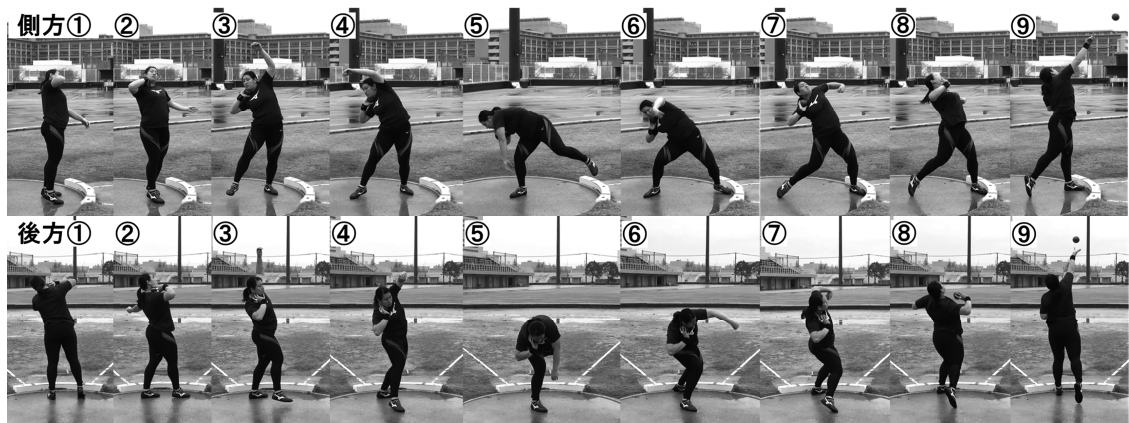


図3 サークル側方と後方からの反動投げ

い、起こし動作や砲丸の軌道を確認しながら、より起こし動作の理解を深めることを狙いとした。さらに反動動作の負荷が筋や関節に加わるため、起こし動作に伴う力の発揮や運動感覚を養うことを狙いとした。

③クリーンポジションツイスト

ウエイトトレーニングにおけるクリーンの挙上時（キャッチ）の姿勢に類似していることに由来して称された習得方法である。ウエイトトレーニングで使用するシャフトを保持し、立ち投げの構えを作る（図4 - ①）。次に図4 - ⑤のように上げた左脚を踏み下ろしながらクリーンのキャッチした状態まで戻す。これを左右交互に連続し、最後は左脚を伸展させた状態で制動動作を行う（図4 - ⑨）。クリーンのキャッチした状態まで戻す

動作中に体幹部から上半身が後傾し、シャフトの負荷も筋や関節に加わるため、後傾を伴う起こし動作で用いる部位の強化、力の発揮、運動感覚を養うことを狙いとした。

2-4. 分析方法

本研究は、野口ほか（2021）と同様のデータを用いて動作分析の結果と習得過程の内省を整理して考案した起こし動作における習得方法の有効性を検証した。動作分析は、大学2年次の2015年10月に開催された第3回学連競技会（記録：15.72 m）と4年次の2017年6月に開催された日本学生個人選手権大会（記録：16.47 m）の最も記録が良かった試技の映像データを用いて比較した。また、映像データは2年次が毎秒60コマ、4年次が毎秒100コマで、どちらも露出時



図4 サークル側方と後方からのクリーンポジションツイスト

グライド投法の突き出し局面における起こし動作の習得方法とその有効性（野口・他）

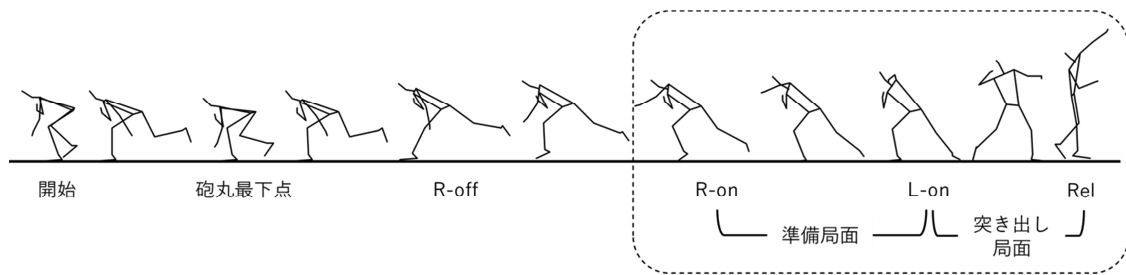


図5 グライド投法における局面と時点の定義

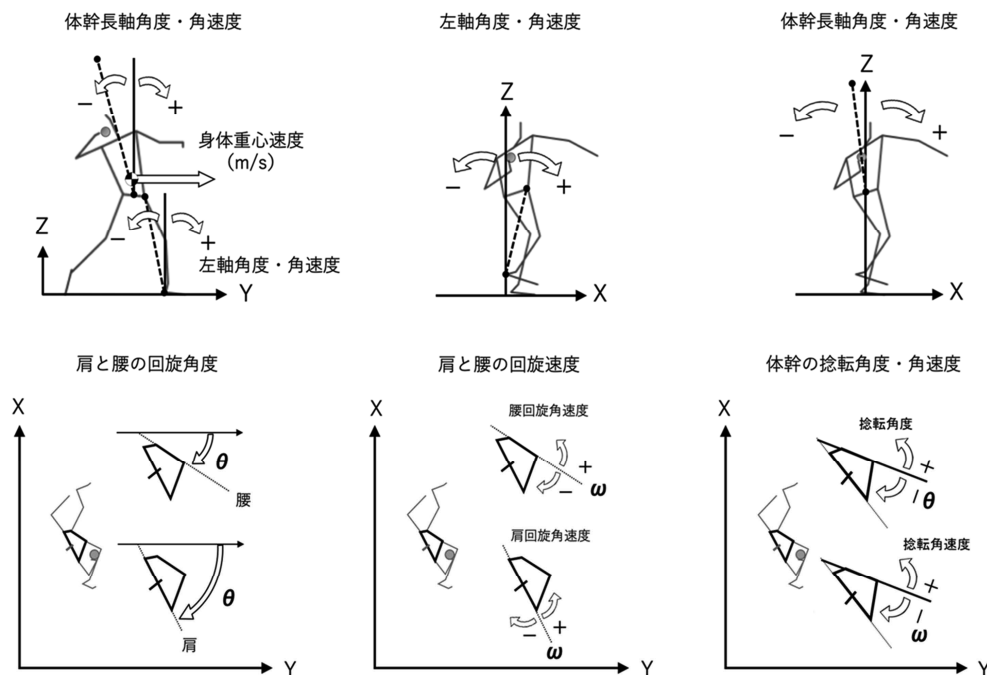


図6 各分析項目の説明

間 1/1000 秒で設定した 2 台のカメラで撮影し、動作分析では投擲方向を Y 軸，Y 軸に対して左右方向を X 軸，鉛直方向を Z 軸とした右手系の静止座標系を設定した。次に動作解析システム (Frame-DIAS IV) を用いて身体 20 点 (頭頂点，耳珠点，両肩，両肘，両手首，両手，両大転子，両膝，両足首，両踵，両爪先) と砲丸のデジタル化を行い，3 次元座標値を算出した。得られた 3 次元座標値を残差分析法で決定した最適遮断周波数 (3.36-8.66 Hz) で 4 次の Butterworth 型のローパスデジタルフィルターを用いて平滑化した。習得過程については，大学 2 年次から 4 年次まで指

導者の観察と対象者の内省を記録してきたノートを基に習得方法で分けて整理した。また，対象者には本研究の趣旨を説明し，データ等の使用について書面で同意を得ている。

2-5. 分析項目 (動作分析)

動作分析では，グライド投法後半の右足接地 (R-on) から左足接地 (L-on) までの準備局面と L-on から砲丸のリリース (Rel) までの突き出し局面の動作について比較検討した (図 5)。分析項目では以下の 7 項目について算出した (図 6)。また，大学 2 年次と 4 年次の動作を比較するため

に投擲動作の時間を規格化 (0-100%) して 1% 毎に比較を行った。

- 1) 砲丸速度 (m/s) : 砲丸速度は合成速度として算出した。
- 2) 初期条件 : リリース時の砲丸合成速度 (初速度) , 投射高および投射角とした。
- 3) 身体重心速度 (m/s) : Y軸方向の身体重心の変位を時間で除して求めた。
- 4) 左軸角度 (deg) ・角速度 (deg/s) : YZ平面 (矢状面) およびXZ平面 (前額面) における左外踝と左大転子を結ぶ線分とZ軸とのなす角とした。
- 5) 体幹長軸角度 (deg) ・角速度 (deg/s) : YZ平面 (矢状面) およびXZ平面 (前額面) における腰中点と肩中点を結ぶ線分とZ軸とのなす角とした。
- 6) 腰の回旋速度(deg/s):XY平面の腰は左右の大転子を結ぶ線分とX軸とのなす角とし, 反時計回りの回旋速度を+, 時計回りの回旋速度を-の値とした。
- 7) 体幹の捻転角度 (deg) ・角速度 (deg/s) : 捻転角度は腰の回旋角度と肩の回旋角度との差とし, 回旋速度についても同様に算出した。

3. 結果および考察

本研究では, 考案した突き出し局面における起こし動作の習得方法を女子砲丸投競技者 1 名に指導し, その有効性を指導前後の動作分析と習得過程を整理して検証することを目的とした。その結果, 以下の項目で習得方法の有効性が考えられた。

3-1. 動作分析と起こし動作における習得方法の検証

砲丸の速度変化と初期条件の比較では, 投射高を除き, すべての項目で 4 年次が高い値を示し, 鉛直速度で 1.07m/s, 初速度で 0.86m/s と大きく増加していたことから, 2 年次よりも 4 年次は突き出し局面で競技パフォーマンスが向上したのが分かる (表 2)。起こし動作に関しては, 指導書

(日本陸上競技連盟, 1992) で「足の接地直後は身体重心の速度が 4 分の 3 に減少するが, 頭部の速度は接地時の身体重心の 1.5 倍, 手ではさらに大きくなり, 上肢による投げが始まる前はかなり速度が投擲物に与えられる」と述べられている。そして, 同指導書では起こし動作の要素を最大限に利用するために「投げの構えに移ったときの後傾姿勢, 身体重心の水平速度が大きいことが重要」とも述べられている。つまり, 競技パフォーマンスに効果的な起こし動作を発生させるためには下半身から上半身への動作が連動することも重要ということである。動作分析の結果, 突き出し局面では 2 年次と比較して 4 年次の R-on で左軸角度, L-on 以降に体幹の長軸角度と投擲方向に後傾を伴った起こし動作が下半身から上半身へと連動している (図 8, 図 10)。また, その連動については 4 年次の投擲方向に対する起こし速度と後傾速度で L-on 直後に左軸角度が減少した後, 体幹の長軸が急激に増加していることから分かる (図 9, 図 11)。さらに, 4 年次では突き出し局面の 25% 付近から急激に身体重心速度も高まり, ピーク値では 2 年次より上回っている (図 7)。これらは, 前述した指導書に併せて大山下・藤井 (2008) の「突き出しとともに投擲方向への下半身の先行が作り出す上体の後傾とそれに引き続く起き上がりが短時間で急速に行われ, この動作は投法にかかわらず予備動作 (ターンやグライド) で得た全身のエネルギーを砲丸に伝達するために重要な技術である」といった報告と同様の傾向を示している。一方, 突き出し局面時における起こし動作と回旋動作の関連性について阿江ほか (1995) が「移行局面で体幹が左に傾いていき, 突き出し局面にともなって体幹を反時計回りに回転させるモーメントが作用する」と報告している。4 年次では R-on から L-on で左軸角度, L-on 以降に体幹長軸角度が後傾し, 腰の回旋速度におけるピーク値が 2 年次よりも高くなっている (図 12)。したがって, 4 年次では起こし動作に関連する先行研究や参考文献と類似した動作分析の結果が得られたことから, 競技パフォーマンスの向

表2 両大会の記録と砲丸の初期条件

	記録 (m)	初速度 (m/s)	水平成分 (m/s)	垂直成分 (m/s)	投射角 (deg)	投射高 (m)
2年次	15.51	11.10	9.06	6.41	35.20	2.11
4年次	16.23	11.96	9.33	7.48	38.70	2.08

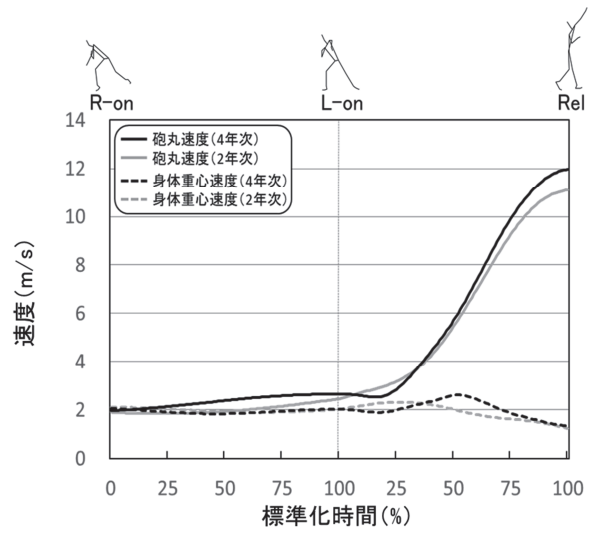


図7 砲丸と身体重心の速度

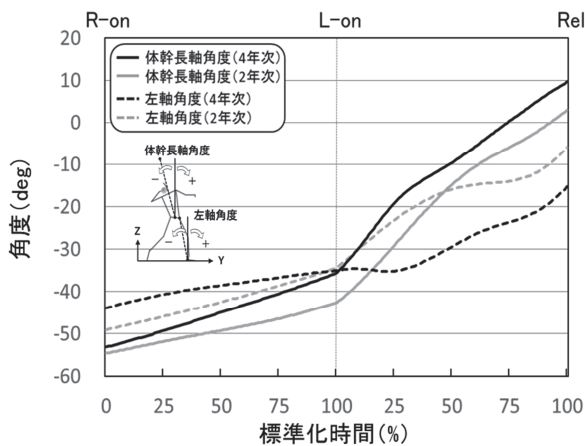


図8 左軸と体幹長軸の角度 (YZ平面)

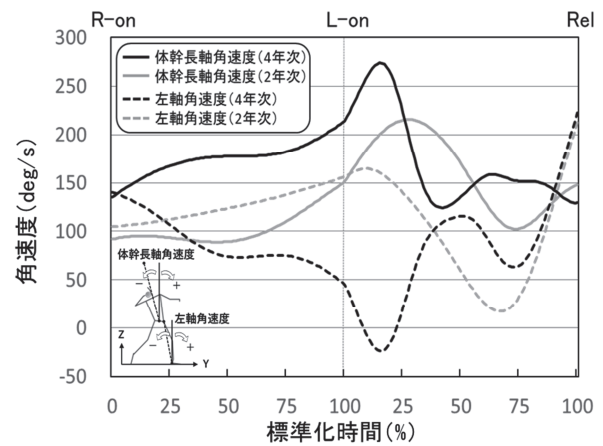


図9 左軸と体幹長軸の角速度 (YZ平面)

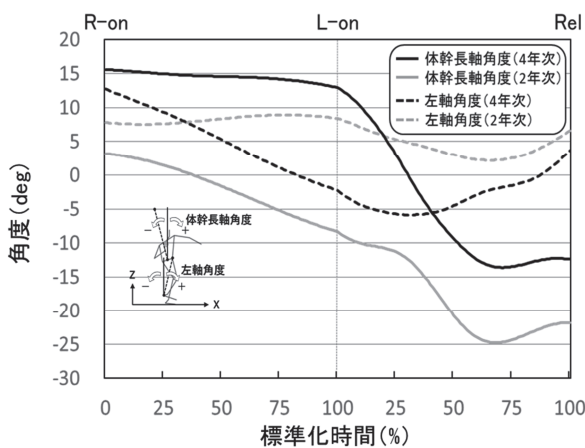


図10 左軸と体幹長軸の角度 (XZ平面)

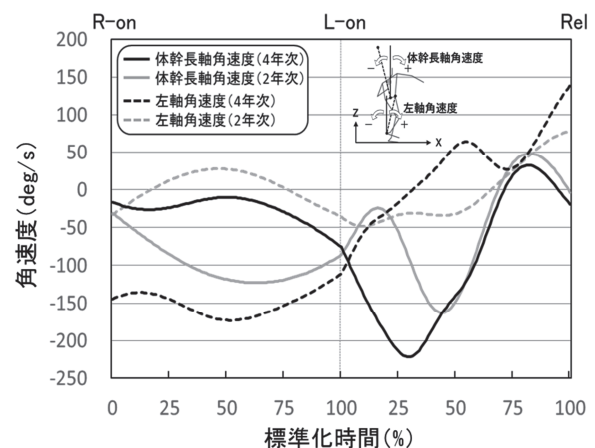


図11 左軸と体幹長軸の角速度 (XZ平面)

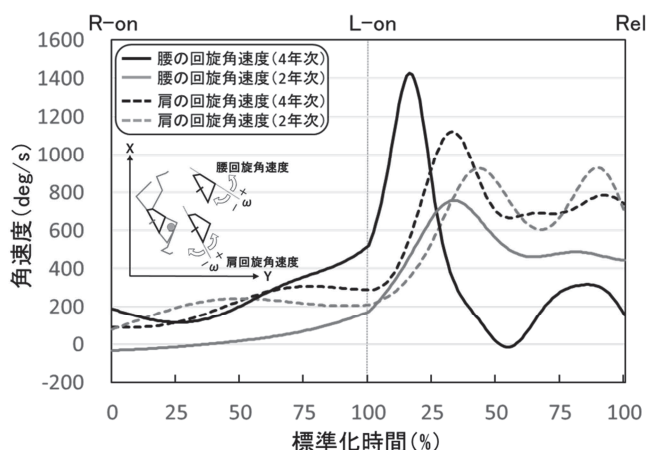


図12 腰と肩の回旋速度

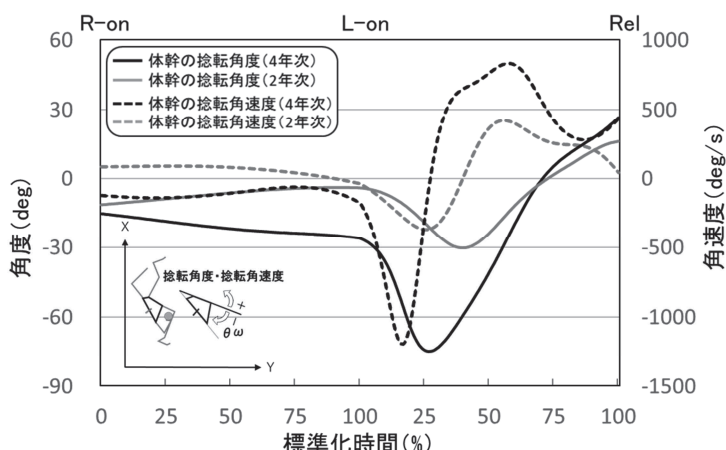


図13 体幹の捻転角度と角速度

上も含めて考案した起こし動作の習得方法は有効であったといえる。

3-2. 習得過程と起こし動作における習得方法の検証

1) シーソー投げの有効性について

シーソー投げは投擲方向に身体を 180° 横に向けた構えより砲丸を突き出すことから、起こし動作を理解するための導入段階としては効果の高い習得方法であったと考えられる。身体を 180° 横に向けた構えに関しては、指導書（日本陸上競技連盟，2014）に「下半身が最も力の発揮ができる両足支持局面となり，上半身の肩のラインが投擲方向と角度に定まっているため，下半身・上半身ともに砲丸に力を加える準備ができてくる構え」と述べられている。つまり，身体を 180° 横に向けた構えは，砲丸を容易に突き出せるため，動作方法や運動感覚などに意識が行き届く状況をつくり出しているものと換言できる。これに対してシーソー投げの開始当初では，対象者の内省が「突き出し動作がうまく合わない」といった内容であったが，「起き上がる方向に突き出せば投げがまとまる」と変化している。また，小山・青山（1999）が「技術を達成するためには，練習において突き出し方向を一定にしなければならない」と述べており，シーソー投げで砲丸の落下位置が

試技有効エリアの中心付近に定まってきたことから，客観的にも起こし動作の習得ができているものと捉えられる。さらに指導者から起こし動作の理解を深めるため「側転するようなイメージ」で行うよう指示したところ，対象者と指導者で起こし動作を連想させる「縦回転」といった共通言語が発生していることからシーソー投げは起こし動作の習得に大きく貢献したものと見える（表 3）。

2) 反動投げおよびクリーンポジションツイストの有効性について

反動投げを開始する前の対象者における立ち投げの内省では「投げ動作で右脚と右胸を使う感じ」といった内容であった。突き出し動作で身体の起こし動作を右脚で行おうとすれば，鉛直方向に砲丸を押し上げるような動作となるため，投擲方向へ起こし動作を行うには左足が起点（力点）とならなければならない（小山・青山，1999）。また，図 13 の 2 年次で体幹の捻転が浅いことから分かるように，右胸を利用していく動作の意識では下半身より上半身の回旋する動作が先行するため，L-on からの起こし動作を十分に実施できなくなる可能性が高い。これらのことから，投擲方向へ身体の起こし動作を行うには右半身ではなく，左足から左背部にかけて左半身の動作や運

グライド投法の突き出し局面における起こし動作の習得方法とその有効性（野口・他）

表3 習得過程における対象者の内省と指導者の観察一覧

対象者の内省		指導者の観察
シーソー投げ	習得前	・突き出し動作がうまく合わない
	習得後	・起き上がる方向に砲丸を突き出せば投げがまとまる。
反動投げ	習得前	・投擲方向へ振り向いた後に砲丸を突き出している感じ。 ・砲丸に力が加わっていない感じ。 ・右脚と右胸を使っている感じ。
	習得後	・構えから砲丸を感じられるようになった。 ・反動投げおよび立ち投げで上げた左足を踵まで踏み下ろす感じ。 ・構えの状態のまま後頭部に前腕で砲丸を押し出す感じ。 ・左半身でクリーンやスナッチをする感じ。
CPT	習得前	・腕が疲れる。
	習得後	・反動投げに近い感覚で左の足裏全体で踏ん張る感じ。 ・シャフトを縦に回転させるため、立ち投げの構えからシーソー投げの縦回転が分かりやすい。
習得後の試合		・立ち投げでもグライド動作でも起こし動作が上手くできたときは左臀部に体重が乗り切るまでの時間が長く感じる。

※()内は指導者の助言／CPT→クリーンポジションツイスト

動感覚を意識するのが合理的であるといえる。これに対して対象者の内省では、反動投げの開始後、「上げた左足を踵までしっかりと踏み下ろす感じ」、「左半身でクリーンやスナッチをする感じ」といった左半身を積極的に利用していく内容に変化している。このように身体の起こし動作における左半身の動作と運動感覚を積極的に利用するに至った主な要因として、小山・青山（2002）はサークル後方より片足支持による単脚のホップ動作でサークル中央まで移動するのは筋力的にも負担が大きく、高い技術力が要求されると述べている。つまり、反動投げでは投擲方向へ背を向けながら上半身が前傾し、右脚の片足支持のみで身体を支えるため、必然的に負担のない左足を利用せざるを得なくなったことが挙げられる。一方、クリーンポジションツイストではウエイトトレーニングで使用するシャフトを立ち投げの構えより矢状面で身体を起こしながら縦回転させ、クリーンのキャッチした状態に近づくにしたがって前額面の内外転する動作に移行していく。さらに動き出しではシャフトの重量が加わり、反動投げ以上に右脚への負担が大きくなるため、上げた左足の踏み下ろしを積極的に行う必要がある。対象者の

内省からも「反動投げが上手くできた時の感覚に近く、左の足裏全体で踏ん張る感じ」や「シャフトを縦に回していくため、立ち投げの構えからシーソー投げの縦回転が分かりやすい」といった内容があった。したがって、クリーンポジションツイストは矢状面で動く反動投げと前額面で動くシーソー投げの移行する理解を深め、各習得方法を結びつける役割を果たしているものと考えられる。なお、シャフトは垂直に縦回転しているのではなく、身体の前面から後面に回転するためシャフトが斜回転する軌道を描くようになる。このシャフトの斜回転する軌道は、動作分析の左軸角度と体幹の長軸が左前方の起こし動作と一致し、対象者から「左の足裏全体で踏ん張る感じ」といった内省が得られていることからクリーンポジションツイストは突き出し局面における後傾を伴った起こし動作の習得に大きく貢献したものである（表3）。

3-3. 習得の判断と今後の課題

起こし動作における習得の判断材料は、前項で述べた砲丸の落下位置が中心に定まることに併せ、指導者の観察では「体幹の捻り戻しを生かし

た力強い投げができる」と評価している。体幹の捻転が指導者の判断材料となった要因は、前述した4年次の突き出し局面における下半身から上半身への後傾を伴った起こし動作の連動によって身体の回旋動作を発生させたことが挙げられる。また、これは動作分析の結果でも4年次は2年次よりもL-on以降において体幹の捻転が大きく、腰と肩の回旋速度が高くなっていることから分かる(図12, 図13)。したがって、起こし動作の習得における指導者の観察または評価する視点として「体幹の捻転と捻り戻し」は適切であったと捉えられ、指導現場に対して有益な情報が得られたものと示唆できる。一方、習得を評価する判断材料としては対象者の内省も重要である。対象者は、4年次の自己記録を更新した後、「立ち投げでもグライド動作からでも起こし動作が上手くできた時は左臀部に体重が乗り切るまでの時間が長く感じる」といった内省を述べている。この対象者の内省についても突き出し局面における下半身から上半身への後傾を伴った起こし動作の連動による時差が発生させた運動感覚と捉えられ、起こし動作を取り組む競技者へ重要な判断材料になるものと示唆できる。

以上のとおり、動作分析の結果と習得過程から考案した起こし動作における習得方法の有効性、そして習得の判断材料となる指導者の観察的視点や対象者の運動感覚を示すことができた。ただし、習得の判断材料となる指導者の観察的視点と対象者の運動感覚を発生させた要因は、下半身から上半身における起こし動作の連動と同じではあるが、そこから得られる指導者と競技者の内容は異なるため、習得過程では双方の積極的な情報交換の必要性が求められる。なお、本研究は対象者が1名であり、他の競技者に同様の効果をもたらすかは断言できない点が残るため、今後も引き続き、他の競技者にも応用した事例などを増やし、習得方法の有効性を検証していくことが課題といえる。

5. まとめ

本研究は、女子砲丸投競技者1名を対象に考案した突き出し局面における起こし動作の習得方法を指導し、その有効性を指導前後の動作分析と習得過程を整理して検証することを目的とした。

その結果、習得方法の実施後における4年次の動作分析では「身体重心における水平速度の増加と準備局面の左軸角度とL-on以降の体幹の長軸における投擲方向へ後傾を伴う起こし動作」、「腰の回旋速度におけるピーク値の増加」がみられた。一方、習得過程についてはシーソー投げで「起き上がる方向に突き出せば投げがまとまる」や「縦回転」といった共通言語、反動投げで「上げた左足を踵までしっかりと踏み下ろす感じ」、「左半身でクリーンやスナッチをする感じ」といった起こし動作に関連する内省が得られた。また、クリーンポジションツイストでは、対象者から矢状面で動く反動投げと前額面で動くシーソー投げの移行する理解を深め、各習得方法を結びつける役割を果たしているものと捉えられる「シャフトを縦に回していくため、立ち投げの構えからシーソー投げの縦回転が分かりやすい」といった内省が得られた。このように動作分析の結果と習得過程の内容から考案した起こし動作の習得方法は4年次の競技パフォーマンスが向上したことも併せて有効であったと考えられる。さらに、指導者においては「体幹の捻り戻しを生かした力強い投げができる」といった評価をしていたことから、起こし動作の習得では体幹の捻転が主な観察の視点になるものと示唆された。

6. 引用文献

- 1) 阿江通良, 篠原邦彦, 野友宏則, 只左一也 (1995) 日本一流砲丸投げ選手の技術に関する研究-砲丸に作用した力およびパワーに着目して-. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告2: 145-148.
- 2) 渋川侃二, 吉本修, 植屋清見 (1968) 砲丸投

- のエネルギー的考察. 東京教育大学体育学部
スポーツ研究所報6 : 63-68.
- 3) 小山裕三, 青山清英 (1999) 砲丸投げの運動
修正に関するモルフォロジー的考察. スポ
ーツ方法学研究12 : 79-86.
 - 4) 小山裕三, 青山清英 (2002) 砲丸投げにおけ
る投法変更に関する運動学的考察・オブライ
エン投法から回転投法への変更の場合. スポ
ーツ方法学研究15 : 53-60.
 - 5) クルト・マイネル著, 金子明友訳 (2013) マ
イネル・スポーツ運動学. 大修館書店 : 東
京, p. 261.
 - 6) 大山卍圭悟, 藤井宏明 (2008) -東京大会か
ら16年後の大阪大会-回転投法・グライド投
法の比較を中心に-. バイオメカニクス研究
12 : 153-160.
 - 7) 佐々木大志, 櫻田淳也, 若山章信 (2017) 投
てき技術の類似性に着目した動作分析-回転
投法の比較-. 東京女子体育大学女子体育研
究所所報 (11) : 136-146.
 - 8) 西藤宏司, 浅川正一, 三浦望慶 (1974) 砲丸
投の投てき技術に関する研究Ⅱ : 「投げ」の
動作について. 中京体育学論叢15 : 1-16.
 - 9) 関岡康雄 (2008) コーチと教師のためのス
ポーツ論改訂版. 道話書院 : 東京, pp. 180-
181.
 - 10) 植屋清見 (1980) 砲丸投げの研究. 体育の科
学30 (7) : 487-492.
 - 11) 植屋清見 (1988) 投げの科学と指導<特集>
砲丸投げの動作学とその指導. 体育の科学38
(2) : 112-118.
 - 12) 日本陸上競技連盟編 (1992) 陸上競技指導教
本基礎理論編. 大修館書店 : 東京, p. 51.
 - 13) 日本陸上競技連盟編 (2013) 陸上競技指導教
本アンダー16・19 - 基礎から身に着く陸上競
技 -. 大修館書店 : 東京, pp. 120-121.
 - 14) 日本陸上競技連盟編 (2014) 陸上競技指導教
本アンダー16・19上級編 - レベルアップの陸
上競技 -. 大修館書店 : 東京, pp. 73-74.
 - 15) 野口安忠, 山本大輔, 信岡沙希重, 樋口 貴
俊 (2021) 女子砲丸投競技者における記録
更新と突き出し局面の変化. 陸上競技研究
(1) : 13-22.