

砲丸投・回転投法における観察視点の提案

－ 男子競技者における投擲距離の 11.80m から 14.87m への競技発達事例を手がかりに －

加藤忠彦¹⁾, 近藤亮介²⁾, 金高宏文³⁾, 瓜田吉久³⁾, 前田明⁴⁾

¹⁾鹿屋体育大学大学院体育学研究科博士後期課程

²⁾神戸大学大学院人間発達環境学研究科博士後期課程

³⁾鹿屋体育大学スポーツ・武道実践科学系

⁴⁾鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

キーワード: 動きのコツ, 運動フォーム, 運動意識, 変容

【要 旨】

本研究では, 砲丸投・回転投法における投擲の運動フォームと運動意識の変容を, 男子競技者 1 名の事例を対象に報告, 分析した. 対象者における取り組みは 4 つに分けることができ, 投擲距離の増大とともに運動フォームと運動意識は変容していた. また, 4 期の連続的な変容について, 運動フォームの変容は運動の観察点を, 運動意識の変容は動きを意図した動感で整理した結果, それぞれ 9 項目と 10 項目で変容していた. 対象者の事例を整理し, 取捨選択を加えることで, 回転投法の発達段階として, 「ターンの習得」, 「投げの習得」, 「ターンにおける身体の加速」という 3 段階が考えられた.

対象者の運動フォームと運動意識の変容を手がかりに, 回転投法に取り組むうえでの競技発達段階における運動フォームの観察視点を作成し, 提示した.

スポーツパフォーマンス研究, 9, 111-134, 2017 年, 受付日: 2016 年 3 月 31 日, 受理日: 2017 年 3 月 5 日

責任著者: 加藤忠彦 891-2393 鹿屋市白水町 1 番地 m157004@sky.nifs-k.ac.jp

Observations of a male shot putter's development in the rotational shot put

Tadahiko Kato¹⁾, Ryosuke Kondo²⁾, Hirofumi Kinataka³⁾, Yoshihisa Urita³⁾,
Akira Maeda³⁾

¹⁾ Graduate school, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

²⁾ Graduate School, Kobe University

³⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: tips of movement, movement form, intentions of movements, changes

【Abstract】

The present study reported and analyzed changes in the form of a male shot putter's movements and the awareness of his movements in the rotational shot put. The athlete's efforts could be divided into four periods. The form of his movements and his awareness of his movements changed as his shot put results changed. In addition, in the fourth period, when continuous change in the form of his movements was reorganized into observation points and the purpose of his movements into kinesthesia, the items were transformed into 9 movement-form items and 10 movement-intention items. This analysis produced three stages in the development of the rotational shot put: learning to turn, learning how to deliver, and accelerating the body while turning.

In order to understand the form of the athlete's movements and the intention of his movements, he was observed when he was training for shot put competitions, and changes in the distance achieved were noted.

I. 研究の背景と目的

近年、陸上競技の砲丸投では、グライド投法と回転投法という 2 つの投法が主に用いられている。世界的に男子競技者は回転投法を主流としているが、日本においてはグライド投法が主流で、回転投法はあまり普及していない。しかし、小柄な砲丸投競技者への適性(植屋, 2004)や、その活躍(大山卞, 2010)から、日本人競技者は回転投法に取り組むことが有効だとされている。一方で、日本人競技者が回転投法にあまり取り組まない背景に関して、岡野(2006)は、日本人競技者の多くが初めにグライド投法を用いるため、回転投法への切り替えが難しいとしている。さらに、大山と藤井(2008)によると、回転投法に対する望ましい技術と根拠の議論は不足していると述べている。指導書を概観すると、回転投法に関する知見はその多くで紹介程度に留まっている(岡野, 2006; 野口, 2013)。一部の海外の指導書(Carr, 1991; Lukens, 1989; Turk, 1997; Godina and Backes, 2000; Pegal and Pegal, 2003; Judge, 2014)においては、回転投法の各局面で好ましい動作に関する記述や、その習得に有効だとされるトレーニング、およびドリルに関しての紹介がされている。しかしながら、これまでの指導書および先行文献においては、実際にどのような動きを目指せばいいのかは提示(図示)されておらず、さらに、競技のレベルごとの特性も明確にされていない。以上の内容を踏まえると、回転投法に関する競技発達の段階や、各段階での特性が提示されることは、日本人競技者が回転投法に取り組む上で有益な情報になりえよう。

筆者は、競技者として砲丸投に取り組み、グライド投法を用いて大学 4 年次の時点で 14.15m の記録を有していた。そして、更なる競技力の向上を目指して大学院進学後から回転投法に取り組み、およそ 2 年間で自己最高記録を 14.87m へと更新した(図1)。14.87m は 2015 年度の日本ランキングにおいて 50 位程度に該当する。しかし、回転投法に取り組み始めた当初、動きに不慣れなため身体の操作が難しく、どのように投げれば良いのか分からなかった。その結果、回転投法を用いて出場した最初の競技会では、身体を制御することができず、全ての試技が投擲中にサークルの外側に足が出てしまう無効試技であった。また、身体を制御できなかったため、砲丸に思うように力を加えることができず、実際の砲丸の投擲距離は 11.80m 程度と、グライド投法から 2m 以上も低下した。しかし、筆者は国内外の回転投法に関する知見を参考に試行錯誤しながら、投擲における運動フォーム(注 1)や運動意識(注 1)を変容させながら投擲距離を伸ばした。先述した岡野(2006)が指摘するように、日本人競技者の多くが初めにグライド投法を用いることを踏まえると、他の競技者が回転投法に取り組む場合、筆者と同様に投擲距離が大幅に低下してしまう競技者もいると想定される。したがって、筆者のように、グライド投法から回転投法へ切り替えた直後からの、投擲の運動フォームや運動意識の変容を提示することは、今後、同様に回転投法に取り組む競技者にとって、有益な知見といえよう。なお、これまでの事例報告・研究は、そのほとんどにおいて国内のトップ選手や、世界で活躍する一流選手を対象にしている。これは、トップ選手であるため、彼らの運動意識や感覚は、他の競技者が目指すべき指針の一つになりえるためといえよう。対照的に、これまでに初心者など、一流選手ではない競技者を対象に、特に運動意識などの主観的な情報を提示した事例報告・研究は極めて少ない。しかしながら、今後、初心者からの回転投法における目標像の提示や練習ステップを検討していくためには、競技発達の段階ごとに運動意識や感覚、そして目標像となりうる運動フォームが提示されることが好ましいと考えられる。したがって、筆者の事例は成功事例、失敗事例のどちらの観点から見ても有益な知見といえよう。さらに、筆者の運動フォームや運動意識の変容点を整理することにより、筆者の事例に比較して、より短期間で筆者と同程度(グライド投法の記録を上回る程

度)の回転投法を習得するための、観察視点を提示することができるだろう。

そこで、本研究では、筆者が回転投法に取り組み始めてからの約 2 年間に渡る投擲の運動フォームや運動意識の変容を事例報告するとともに、競技者や指導者にとって有益な回転投法の観察視点を提示することを目的とした。

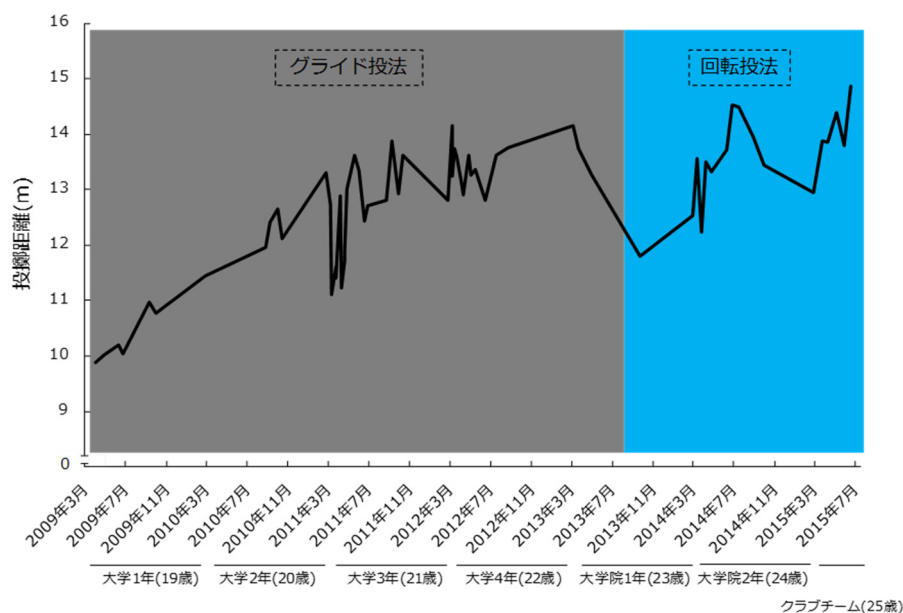


図1 対象者における投擲距離の推移

II. 方法

1. 事例報告の対象者

本事例の対象者は一般男子砲丸投競技者(筆者, 以下, 対象者とする)である。中学3年次から大学卒業後までの約8年間にわたりグライド投法に取り組み、一般男子規格(7.26kg)においてグライド投法で14.15mの記録を有していた(図1)。対象者は、2013年9月(大学院1年)より回転投法に取り組み始め、2015年7月(大学院修了後、クラブチーム1年目)の時点で自己最高記録14.87mまでに達していた。図2には、対象者の回転投法に取り組む直前から取組期間における投擲距離の推移を示した。また、この間の体格や投擲距離の詳細を表1に示した。

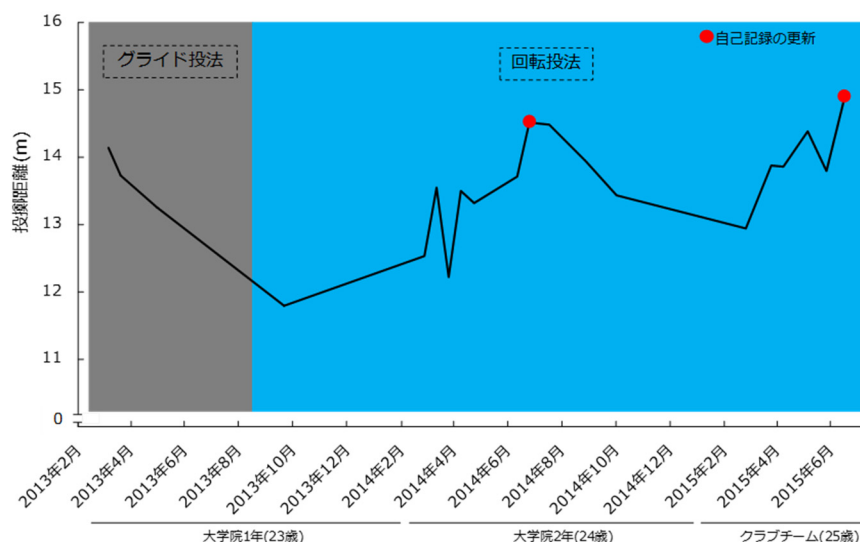


図2 対象者における回転投法の投擲距離の推移

表1 筆者のプロフィール

	年齢(歳)		身長(m)	体重(kg)	シーズン最高記録(m)	
					グライド	回転
2012	22	大学4年	1.76	105	13.78	
2013	23	大学院1年	1.76	110	14.15	11.80
2014	24	大学院2年	1.76	105		14.52
2015	25	クラブチーム	1.76	108		14.87

2. 事例報告の期間およびトレーニング状況

本研究は、対象者が回転投法に取り組み始めた大学院1年の2013年9月から、大学院修了後の2015年7月までの1年10ヵ月とした。なお、2013年9月から2014年9月までは一日あたり4時間程度のトレーニングを週5日、2015年1月から2015年7月までは1日あたり4時間トレーニングを週4日、継続的に行っていた。また、2013年10月～11月は慢性扁桃炎に伴う入院により、2014年10月～12月の期間は研究活動により一時的に競技を休止していたためトレーニングを行えていなかった。

3. 回転投法における運動フォーム及び運動意識の資料の作成法

対象者が回転投法に取り組み始めてからの約2年間に渡る投擲の運動フォームや運動意識の変容は、金高(2010)が提案する「動きのコツ」の記述法を手がかりに、以下の要領で資料を作成し、提示した。

(1) 競技発達の違い

まず、事例の対象者における競技発達として、事例報告の期間において、対象者が出場したすべての試合における競技結果(最高記録)、および先述した体力値の変化を描画した。着地場所また、表1に示した体力値の変化を合わせて抽出した。そして、運動意識や運動フォーム、あるいはその両方が「劇的に」変わった頃で、競技発達の区別を行った(区切り線を引いた)。なお、当該期間において出場した競技会において、全ての試技が無効試技となり「記録なし」であった競技会は分析の対象外とした。

しかし、回転投法を用いて初めて出場した競技会は、全ての試技が無効試技となり「記録なし」であったが、同時期に出場した他の競技会はなく、次の競技会に出場するまで半年以上の期間が開いていた。そこで、最初の競技会のみ例外的に落下地点の距離を参考記録としておおよその投擲距離を記載した。

(2) 投擲の運動フォーム及び運動意識の提示法

次に、区分けした期間における代表的な投擲試技を選定し、以下に示す運動フォーム及び運動意識の提示法に従って説明資料を作成した。

1) 運動局面の定義

先行研究(大山卞, 2010)を手がかりにすると、回転投法では、足部の接地と離地を基準に、動作の開始(Start)、右足離地(R-off)、左足離地(L-off)、右足接地(R-on)、左足接地(L-on)、砲丸のリリース(Rel)の 6 つの分節点(イベント)が認められる。そして、身体を後方へ移動させ投げの構えを作る「ターン(Start - L-on)」、砲丸を突き出しリリースに至る「投げ(L-on - Rel)」、リリース後に身体を制御する「リバース」の運動局面に分割される。さらに、ターンは、体幹部を捻る「予備スイング(Start)」、身体を投擲方向に向けて回転させた後に移動する「ファーストターン(Start - L-off)」、身体を移動させた後に右脚を軸に回転する「セカンドターン(R-on - L-on)」と分割される(図 3)。

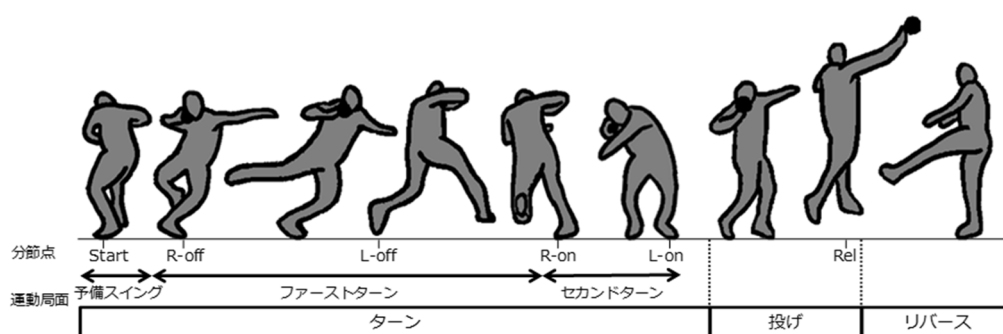


図 3 砲丸投・回転投法の運動局面

2) 運動フォームの提示法

運動フォームは、投擲中の運動映像から連続写真を作成し、外から観た運動の特徴を提示することとした。運動映像は、競技会における投擲試技を、投擲方向に対して右側よりおおよそ 90° に位置するところからビデオカメラ(毎秒 60 コマ, シャッタースピード 1/1000 秒)を用いて撮影されたものであった。連続写真は、撮影した運動映像から運動局面の分節点の静止画を手がかりに切り出し作成した。そして、運動フォームとしての外的(客体的な)な特徴(注2)を経時的に記述した(図 6)。なお、運動フォームの特徴は、連続写真中に補助線や別途模試図を作成し、説明を補足するように配慮した。

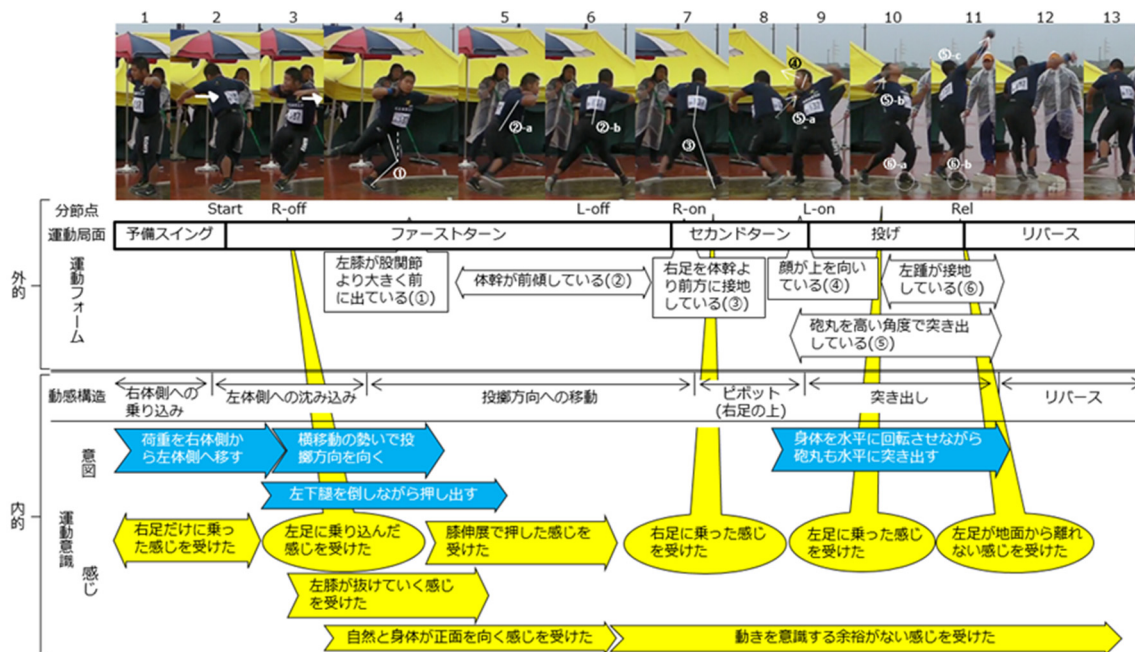


図 6 第 1 期における投擲の運動フォームと運動意識

3) 運動意識の提示法

運動中に意識している表層的・シンボリックな運動意識を時系列に「動感構造」として表記した。そして、動感構造をより探索的に深層の運動意識として、“～しよう”という能動的な「動きの意図」や、動きの結果として得られた“～される”といった受け身的な「動きの感じ」を、経時的に記述した(図 6)。なお、本研究において、動きの意図は青色、動きの感じは黄色でそれぞれ統一して記述した。

(3) メンバーズチェック

作成された運動フォーム及び運動意識の資料は、対象者の他に、投擲競技の指導者 1 名(大学教員, 指導歴 30 年)およびスポーツ運動学を専門とする研究者 1 名(大学教員, 研究歴 30 年), さらにスポーツバイオメカニクスを専門とする研究者 1 名(大学教員, 研究歴 25 年)に提示し, その内容の共有性や共感性が担保されるまで, 対象者の運動意識を壊さない範囲で加筆・修正を加えた。

4. 統計的検定

投擲距離と, 体力値として示したフリーウエイトの最大挙上重量との関係は, Pearson の積率相関係数にて示した。なお, 統計的有意水準は 5%未満とした。

III. 結果

1. 競技発達の区分け

図 4 に, 対象者における回転投法における競技発達の区分けを示した。運動フォームや運動意識の「劇的な」変容を手がかりにすると, 対象者の取り組みは大きく 4 期に分けられ, 各期における投擲距離の平均値±標準偏差は, 第 1 期が 11.80m(1 試合のみ), 第 2 期が 13.03±0.60m(5 試合), 第 3 期が 13.90±0.52m(7 試合), 第 4 期が 14.35±0.54m(3 試合)であり, 投擲距離は段階的に伸びていた。ま

た, 図 5 に体力値としてフリーウエイトの最大挙上重量の変化を示した. 投擲距離の増大と同じように, フリーウエイトの最大挙上重量は増加していた. 表 2 に, 投擲距離とフリーウエイトの最大挙上重量との相関関係を示した. その結果, 投擲距離とベンチプレスの最大挙上重量との間に有意な正の相関関係が認められた($r=0.83$, $p<0.05$).

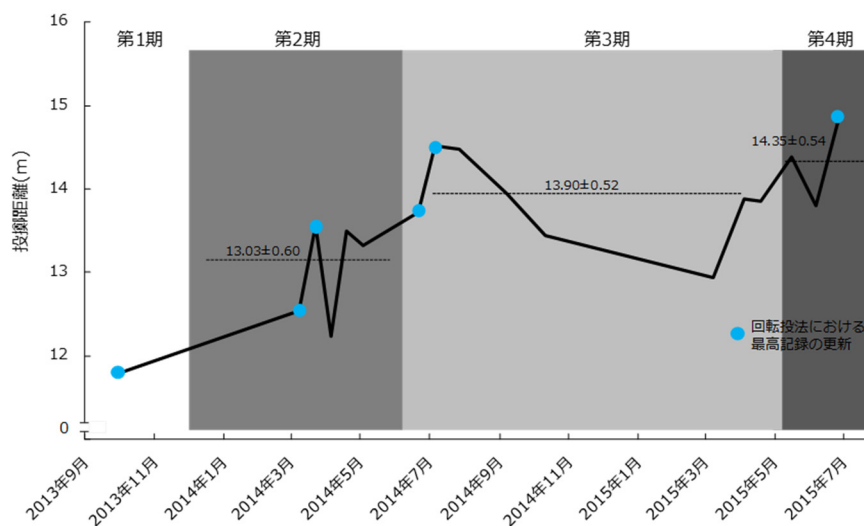


図 4 競技発達と区分け

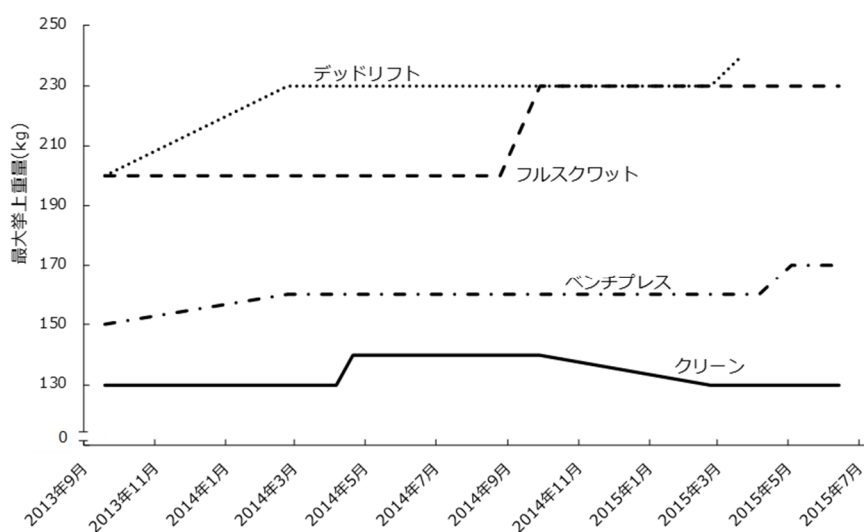


図 5 体力値の変化

表 2 投擲距離とフリーウエイトの最大挙上重量との相関関係

	ベンチプレス	クリーン	フルスクワット	デッドリフト
r	0.83	0.41	0.58	0.11
p	$p<0.05$	n.s.	n.s.	n.s.

2. 運動フォームと運動意識の変容

(1) 第1期から第2期にかけての変容

第1期と第2期の運動フォームと運動意識は、それぞれ図6, 7に示した。また、それぞれの代表的な投擲試技を、第1期は動画1(11.80m)に、第2期は動画2(13.50m)に示した。第1期から第2期にかけて、運動フォームは、ファーストターンにおける左腕のスイング動作が大きくなり(図7-①), 第1期において左膝が股関節より前にあったのが(図6-①), 第2期においては真下にあった(図7-③)。また、第1期においては、体幹が前傾してしまい右足を体幹より前方に接地していたが(図6-②・③), 第2期においては、体幹の下に右足を接地していた(図7-⑦)。また、投げにおいて、第1期は左踵が接地していた(図6-⑥)が、第2期は接地していなかった(図7-⑧)。

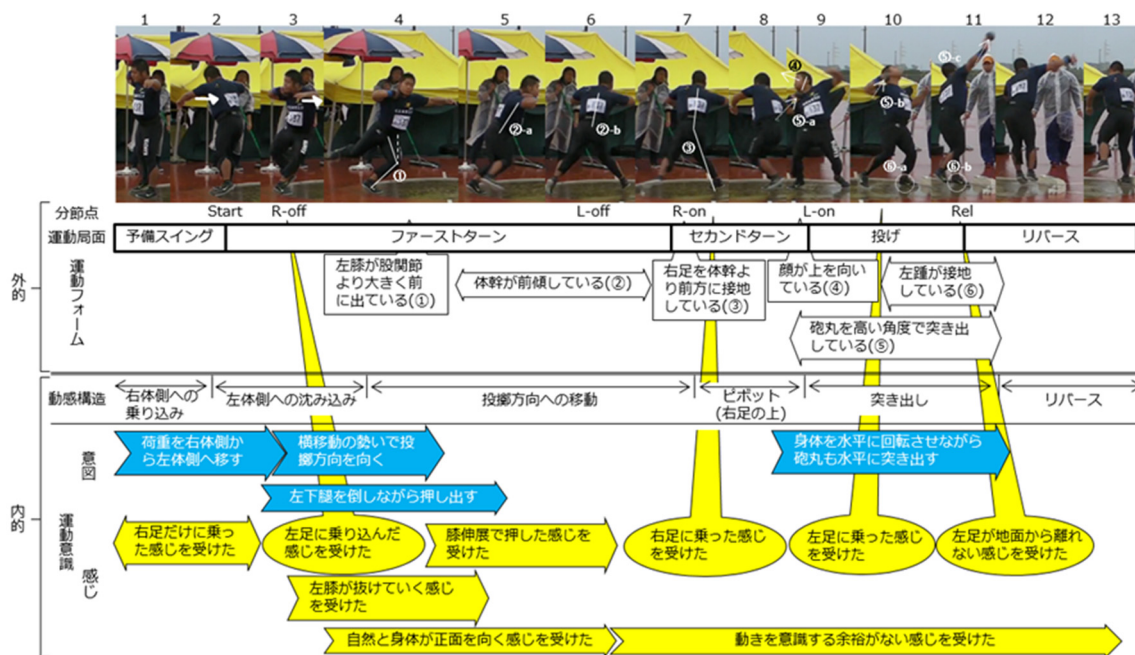


図6 第1期における投擲の運動フォームと運動意識

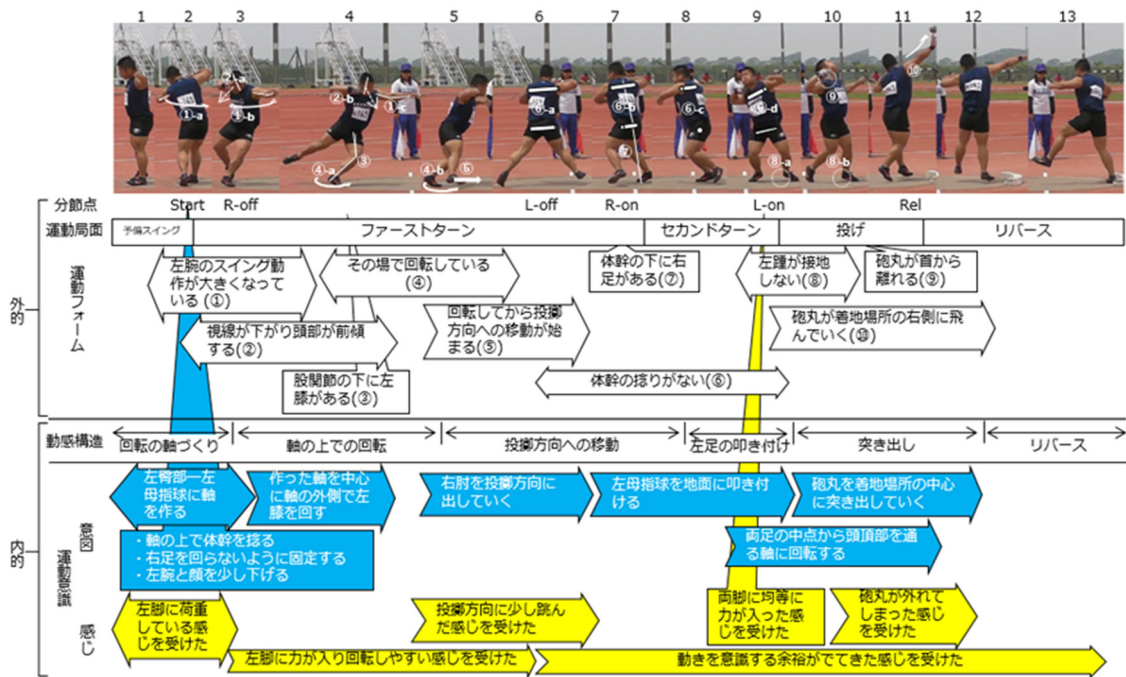


図 7 第 2 期における投擲の運動フォームと運動意識

運動意識は、ターンに関して、ファーストターンにおいて第 1 期は荷重を横移動させることで身体を投擲方向へ移動させようと意図していたが、第 2 期においては、左脚(左臀部—左母指球)に軸を作り、軸の上で体幹を捻ること、そして、作った軸を中心に外側で左膝を回すことで投擲方向へ身体を回転させることを意図していた。また、第 2 期は、身体が投擲方向に向いた後に、右肘を投擲方向へ出していくことで、投擲方向へ移動しようと意図していた。セカンドターンにおいては、第 1 期においては特に何も意図していなかったが、第 2 期においては、左母指球を地面に叩き付けていくことを意図していた。投げにおいては、第 1 期は身体を水平に回転させながら砲丸も水平に突き出すことを意図していたが、第 2 期は両足の中点から頭頂部を通る軸を中心に身体を加速させ、砲丸を着地場所の中央に突き出していくことを意図していた。

動きの結果として、予備スイングからファーストターンにかけて、第 1 期は右足から左足へと荷重が移動した感じを受けていたが、第 2 期はずっと左脚に荷重している感じを受けていた。そして、第 1 期は身体が自然と投擲方向を向く感じを受けたが、左膝が抜けていく感じと、左膝の伸展で身体を押した感じを受けていた。第 2 期は左脚に力が入り回転しやすい感じと、投擲方向に向けて少し跳んだ感じを受けていた。投げにおいては、第 1 期は投げの途中から左脚に乗った感じを受けたが、第 2 期は両脚へ均等に力が入った感じを受けた。また、第 1 期においては、ターンの後半から動きを意識する余裕がない感じを受けていたが、第 2 期においては、動きを意識する余裕が感じられていた。

(2) 第 2 期から第 3 期にかけての変容

第 2 期と第 3 期の運動フォームと運動意識は、それぞれ図 7, 8 に示した。また、それぞれの代表的な投擲試技を、第 2 期は動画 2 (13.50m) に、第 3 期は動画 3 (14.52m) に示した。運動フォームは、第 2 期はファーストターンにおいて視線が下がり頭部が前傾していたが(図 7-②)、第 3 期においては視線が下

がらず、頭部は前傾しなくなっていた(図 8-①). また、第 2 期はその場で回転してから投擲方向への移動が始まっていたが(図 7-④・⑤、動画 2)、第 3 期は回転しながら投擲方向へ移動していた(図 8-②、動画 3). セカンドターンにおいては、第 2 期は体幹の捻りを作ることができなかったが(図 7-⑥)、第 3 期は体幹の捻りを作り、維持できていた(図 8-③). 投げにおいては、第 2 期は途中で砲丸が首から外れ(図 7-⑨)、砲丸が着地場所の右側へと外れて飛んでいったが(図 7-10、動画 2)、第 3 期は砲丸が首からは離れず(図 8-④)、軌道が首の真横を通り着地場所の中央に飛んでいた(図 8-⑤、動画 3).

運動意識は、第 2 期において、予備スイングにおいて左腕と視線を少し下げることが意図していたが、第 3 期は予備スイングからファーストターンにかけて、左腕と視線を水平に保つことを意図していた. また、第 1 期は特に意図していなかったが、第 2 期はファーストターンにおいて左手先が投擲方向を向いたら、そこで左腕を固定すること、そして、左腕に体幹を巻き付けていくことを意図していた(図 9). 投げにおいて意図したことに変化はなかった.

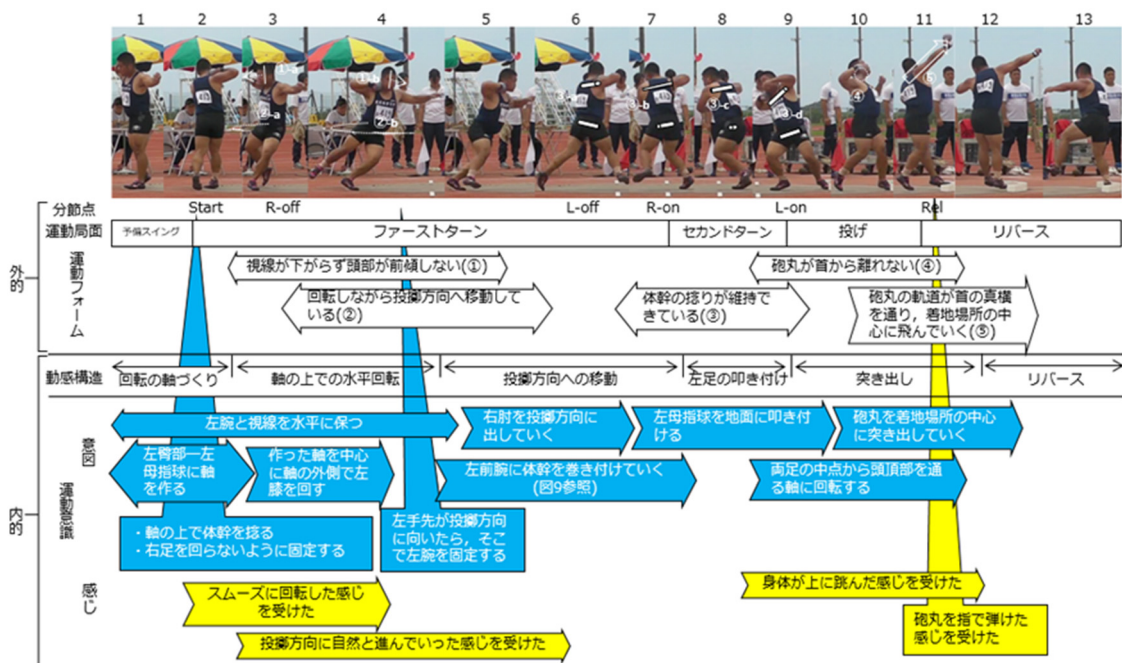


図 8 第 3 期における投擲の運動フォームと運動意識

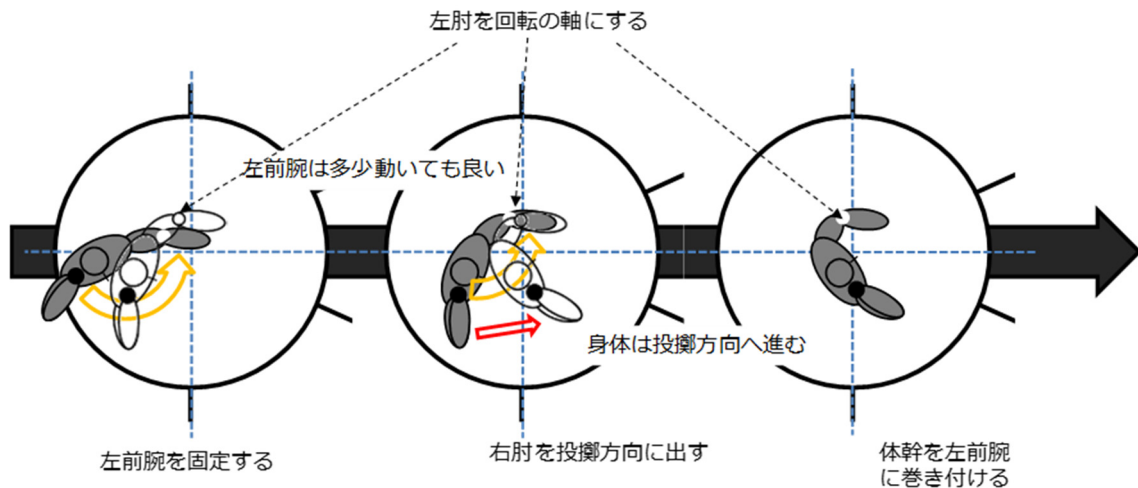


図9 体幹を左腕に巻き付けていく運動意識の解説

動きの結果として、ターンにおいて、第2期は回転しやすい感じを受けていたが、第3期は自然と回転した感じを受けていた。また、第3期は投擲方向に自然と進んでいった感じを受けていた。投げは、第3期において身体が上に跳んだ感じを受けていた。また、第2期は突き出しの途中で砲丸が外れてしまった感じを受けていたが、第3期はリリースの際に砲丸を弾けた感じを受けていた。

(3) 第3期から第4期にかけての変容

第3期と第4期の運動フォームと運動意識は、それぞれ図8, 10に示した。また、それぞれの代表的な投擲試技を、第3期は動画3(14.52m)に、第4期は動画4(14.87m)に示した。運動フォームは、第3期から第4期にかけてファーストターンにおける上半身の左方向への回転・移動が大きくなっていた(図10-①)。また、右脚が投擲方向と反対側に残り(図10-②)、右脚の移動が大きくなっていた(図10-③)。セカンドターンにおいては、第3期は体幹の捻りを作り維持することができていたが(図8-④)、第4期は体幹の捻りを作ることができていなかった(図10-④)。投げにおいては、第3期は砲丸が着地場所の中央に飛んでいたが(図8-⑥, 動画3)、第4期は着地場所の右側へ飛んでいた(図10-⑤)。

運動意識は、予備スイングにおいて、第3期は左脚に作った軸の上で体幹を捻ることを意図していたが、第4期においては、上半身を右体側へ大きく捻ることを意図していた。また、ファーストターンにおいては、左腕のスイング動作は途中で固定することを意図していたが、第4期は左腕を固定することは意図せず、投擲方向へ大きくスイングすることを意図していた。また、第4期において右踵を投擲方向の反対方向へ振り出すこと、左腰を投擲方向へ沈み込ませた後に、右脚を投擲方向にスイングしていくことを意図していた。投げにおいて、第4期は上に跳び上がりながら砲丸を突き出すことを意図していた。



図 10 第 4 期における投擲動作の動作フォームと動作意識

動きの結果として、ターンにおいて、第 4 期は身体が加速していった感じを受けていた。また、ファーストターンにおいて身体が投擲方向を向いた際、左脚が後方に残った感じを受けていた。投げにおいて、第 3 期は砲丸を指で弾けた感じを受けたが、第 4 期は砲丸が手から離れていった感じを受けていた。また、セカンドターンから投げにおける砲丸のリリースまで、第 4 期は砲丸が加速していった感じを受けていた。

IV. 考察

本研究は、対象者が回転投法に取り組み始めてからの約 2 年間に渡る投擲の運動フォームと運動意識の変容を事例報告するとともに、競技者や指導者にとって有益な回転投法の観察視点を提示することを目的とした。

その結果、対象者の取り組みは大きく分けて 4 つの期間に区分けすることができ、運動フォームと運動意識の変容とともに投擲距離は段階的に増大していた(図 4)。また、体力値は、クリーン以外のすべてのフリーウエイトの最大挙上重量が時系列とともに増加しており(図 5)、投擲距離とベンチプレスの最大挙上重量との間には正の相関関係が認められた($r=0.83$, $p<0.05$, 表 2)。したがって、対象者における体力の向上は、投擲距離の増大に影響していたと考えられる。しかしながら、体力値が増大しているにもかかわらず、投擲距離が伸びていない、あるいは減少傾向の期間が観察できる。これは、運動フォームや運動意識の変更に伴い、技術や感覚のずれが生じていたことが推察される。以上のことを踏まえると、対象者の投擲距離の変化、増大には、体力値のみではなく、運動意識の変更や、それに伴う運動フォームの変容も大きく影響していたと考えられる。

1. 競技発達に伴う運動フォームと運動意識の変容の特徴

図 6～8, 10 に示された各期に観察、記述された内容を、運動フォームは観察点、運動意識では動き

を意図した動感でそれぞれ整理し、4 期の連続的な変容を整理した。図 11 には運動フォームの変容の変化を、図 12 には運動意識の変容の変化を示した。対象者における運動フォームの変容は、予備スイングからファーストターンにかけての左腕、ファーストターンにおける頭部と左膝、ファーストターンからセカンドターンにかけての右脚、セカンドターンにおける右足、セカンドターンから投げにかけての体幹、投げにおける左踵、砲丸の保持と軌道という、9 項目で変容していた。また、運動意識では、予備スイングにおける軸づくり、予備スイングからファーストターンにかけての左腕、ファーストターンにおける左脚、右脚、右腕、ファーストターンからセカンドターンにかけての体幹、セカンドターンから投げにかけての左脚、投げにおける全身と突き出しという 10 項目で変容していた。

以下では、変容した項目の特徴と、示唆される競技発達への影響について論じる。

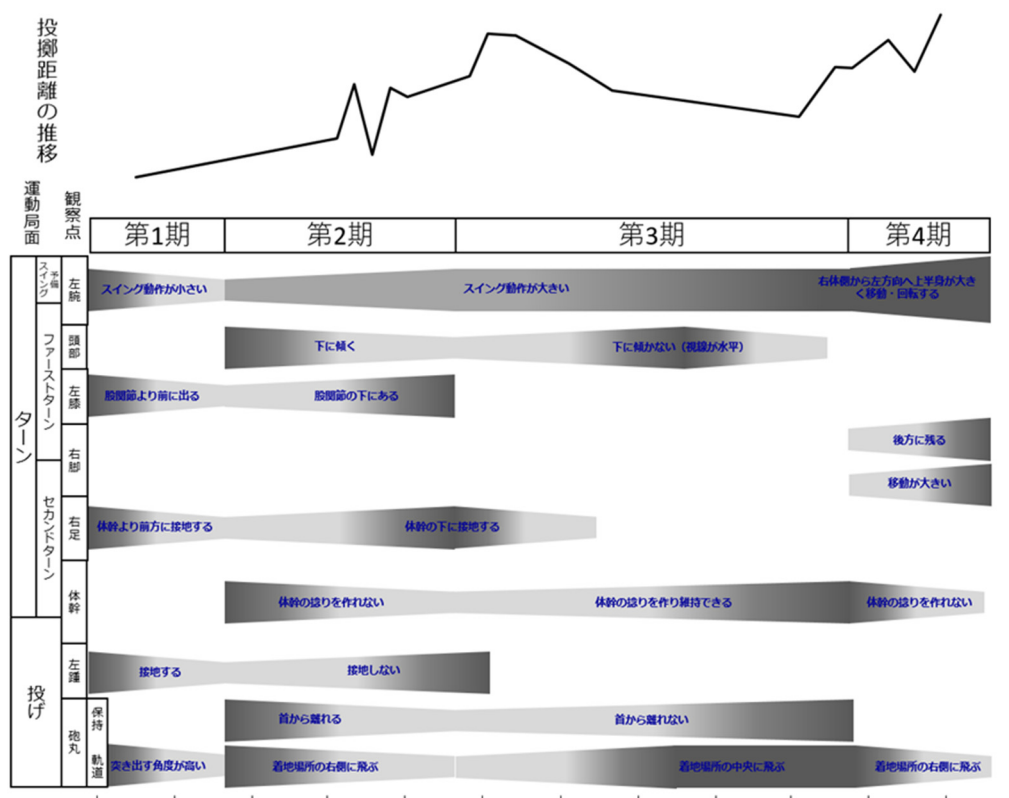


図 11 運動フォームの変容の変化

(1) 運動フォームの変容

1) 予備動作からファーストターンにかけての左腕

予備動作からファーストターンにかけての左腕は、第 1 期から第 4 期までスイング動作が段階的に大きくなっていった。大山卞 (2010) は、ファーストターンにおける身体の加速要因の一つに、四肢の振り込み (スイング動作) をあげている。したがって、左腕のスイング動作を段階的に大きくすることにより、ファーストターンにおける身体も段階的に加速させることに繋がっていたと考えられる。

2) ファーストターンにおける頭部

第 2 期では、ファーストターンにおいて頭部が下に傾いていた (図 7-②) が、第 3 期においては視線

が水平であり頭部は下に傾いていなかった(図 8-①). 第 2 期と第 3 期のターンを比較すると, 第 2 期では身体がその場で回転してから投擲方向に移動していたのに対して, 第 3 期では身体が回転しながら投擲方向に移動していた. このことから, ファーストターンにおける頭部の傾きは身体の投擲方向への移動に影響し, 頭部が下に傾くと身体の移動を妨げてしまう可能性があると考えられる.

3) ファーストターンにおける左膝

第 1 期において左膝は股関節より前に出ていた(図 6-②)が, 第 2 期以降は股関節の下にあった(図 7-③). 大山卞(2010)は, ファーストターンにおける身体の加速要因の一つとして, 下肢(左脚)の押し出しをあげている. このことから, 左膝が股関節より前に出てしまっていた第 1 期では, 下肢の押し出しを身体の加速に活かせていなかったと考えられる.

4) ファーストターンからセカンドターンにかけての右脚

第 4 期においては, それ以前に比較して右脚が後方に残る様子(図 10-②)と右脚の移動距離が大きい様子(図 10-③)が観察された. 大山卞(2010)は, ファーストターンにおける身体の加速要因の一つに, 四肢の振り込み(スイング動作)をあげている. このことから, 右脚を投擲方向に対して後方に残し, 大きく移動させる(スイングさせる)ことにより, 身体の加速に繋がったと考えられる.

5) セカンドターンにおける右足

第 1 期は右足接地(R-on)において, 体幹に対して右足が前方に接地していた(図 6-③)が, 第 2 期以降は体幹に対して右足が下に接地していた(図 7-⑦). Lukens(1989)は, セカンドターンにおいては右足部の回転を最大限に活かすように指摘している. また, Pegal and Pegal(2004)は, 右足部の回転は, 右足の接地後直ちに開始すべきであるとしている. したがって, R-on における右足部と体幹の位置関係は, 右足部を回転させやすいように, 右足に荷重した, 体幹が真上にあるような位置関係が好ましいと考えられる. しかし, R-on の時点で右足が体幹に対して前方にありすぎると, 右足を接地した後に, 一度体幹部を右足の上に移動させながら荷重を移していく手間が生じてしまう. したがって, 第 2 期以降は, 右足を体幹の下に接地することにより, 右足部が自然と回転するようなポジションで構えられていたと考えられる.

6) セカンドターンから投げにかけての体幹

第 2 期においては体幹の捻りを作ることができていなかった(図 7-⑥)が, 第 3 期においては体幹の捻りを作り維持することができていた(図 8-③). Pegal and Pegal(2003)は, セカンドターンにおいて体幹の捻りを作ることの必要性を指摘している. また, 投擲動作において体幹の捻りと捻り戻しを効果的に利用することは, 基礎的要素である(阿江, 1992). したがって, 詳細なメカニズムまでは分からないが, 体幹の捻りを作り維持できたことにより, 砲丸へ伝えるエネルギーを増大させることに繋がったと考えられる.

また, 第 4 期では, 体幹の捻りを作ることができていなかった(図 10-④). これは, 予備動作から投げ動作にかけての右腕や, ファーストターンからセカンドターンにかけての右脚の運動フォームが変容したことにより, 身体が加速したことで, 身体を十分に制御できなかったためと考えられる.

7) 投げにおける左踵

第1期において、投げの途中で左踵が接地してしまっていた(図 6-⑥)が、第2期以降は接地していなかった(図 7-⑧)。岡野(2006)は、グライド投法の投げにおいて、左足は踵まで接地した構えをすることで、身体の前方向移動をストップさせ、垂直方向へ力を転換させることができるとしている。また、左足がストップをかけることで、左脚軸の身体の起こしが行われるとしている。その一方で、回転投法の投げに関して、Lukens(1989)は、左足を接地してからは、両脚を爆発的に伸展させて投げを開始するように指摘している。また、Pegal and Pegal(2004)は、回転投法の投げでは身体を持ち上げながら回転させるように指摘している。また、身体の回転が少ないとグライド投法のような投げになってしまい、それを問題動作として指摘している。さらに、植屋(2004)は、回転投法の投げは、主に身体の垂直軸周りの回転運動であるとしており、Pegal and Pegal(2004)の指摘を支持する。第1期は、対象者が回転投法に取り組み始めた直後であった。したがって、グライド投法を行っていた際の癖として、左踵が接地してしまっていたと考えられる。そして、左踵が接地したことにより、身体の前方向への移動のみならず回転が抑制されてしまったと考えられる。対照的に、第2期以降は、左踵が接地しないことにより、身体の回転と両脚の伸展による身体を持ち上げを同時に遂行できたと考えられる。

8) 投げにおける砲丸の保持

第1期において、投げの途中で砲丸は首から離れていた(図 7-⑨)が、第3期以降は離れていなかった(図 8-④)。Lanka(2000)は、回転投法では、ターンから投げへ移行した際に砲丸に大きな求心力が生じると指摘している(注3)。したがって、第1期では、砲丸に求心力を加えることができず、砲丸が首から離れてしまっていたと考えられる。対照的に第3期以降は、求心力にも適応できて、砲丸が首から離れることなく保持できていたと考えられる。

9) 投げにおける砲丸の軌道

第1期では、砲丸は高い軌道で突き出されていた(図 6-⑤)。第2期では、砲丸は着地場所の右側(図 7-⑩)に、第3期では中央(図 8-⑤)に、第4期では再び右側(図 10-⑤)に飛んでいた。第1期における運動フォームは、回転投法に取り組み始めた直後であった。岡野(2006)は、グライド投法の投げにおいて、左足は踵まで接地した構えをすることで、身体の前方向移動をストップさせ、垂直方向へ力を転換させることができるとしている。したがって、前述の「7) 投げにおける左踵」の箇所にも示したように、身体の起こしが強調されたような、グライド投法に類似した投げが行われていたと考えられる。Carr(1991)は、回転投法の難点として、投擲方向が安定しないことを挙げている。また、Lanka(2000)は、回転投法では、ターンから投げへ移行した際に砲丸に大きな求心力が生じ、砲丸が右側に飛びやすくなり、右の区画ラインより外側に飛び失敗試技が多いとしている(注3)。したがって、第2期では、砲丸に求心力を加えることができずに砲丸が右側に飛び、第3期では、先述した砲丸の保持と同様に、求心力に適応して着地場所の中央に向かって投げられたと考えられる。なお、第4期において、砲丸が着地場所の右側に飛んだことに関して、Lanka(2000)が指摘している、求心力の影響が考えられる。しかし、投擲距離が増大していること、また、第2期のように、砲丸が首から外れるような運動フォームは観察されていないことを踏まえると、必ずしも、問題となる運動フォームとは言いきれない。したがって、対象者の今後の競技

発達や、他の競技者を含めた実証的な検証や比較をする必要性がある。

(2) 運動意識の変容

1) 予備スイングにおける軸づくり

第1期において、予備動作では荷重を右体側から左体側へ移動させようと意図していたが、第2期からは左脚に軸を作り、その上で体幹を捻ること、さらに、第4期では上半身を右体側まで捻ることを意図していた。また、第2期以降、ファーストターンにおいて回転しやすい感じを受けていたことから、第2期以降から意図していた左脚に軸を作ることにより、回転の軸づくりに繋がったと考えられる。

2) 予備スイングからファーストターンにかけての左腕

第2期において、左腕は視線とともに少し下げることが意図していたが、第3期において、左腕は視線とともに水平に保つことを意図していた。第2期と第3期の違いとして、第3期においては、身体が投擲方向に自然と進む感じを受けていたことから、左腕と視線を水平に保つことにより、左腕のスイング動作が身体の加速のみならず、投擲方向への移動をスムーズにしたと考えられる。

第4期においては、左腕を大きくスイングすることを意図していた。これは、運動フォームで観察された、左腕のスイング動作が大きく変容に影響したと考えられる。

3) ファーストターンにおける左脚

第1期は左下腿を倒して投擲方向へ押し出そうとしていたが、第2期以降は予備スイングで作った軸の外側で左膝を回すことを意図していた。また、第1期では左膝が抜ける感じを受けていたが、第2期では左脚に力が入った感じを受けていた。このことから、軸の外側で左膝を回すという意図が、予備スイングで作った軸の上での回転に繋がったと考えられる。

第4期では、左腰を投擲方向に沈み込ませることを意図していた。第3期までの軸の上での回転に加えて、回転を投擲方向に進めていくためのアプローチであったと考えられる。

4) ファーストターンにおける右脚

第4期では、投擲方向と反対方向に右踵を振り出すこと、そして投擲方向へ右脚をスイングしていくことを意図していた。これは、ターンにおいて身体を加速させるために、右脚を活用しようと試みたためと考えられる。

5) ファーストターンにおける右腕

第2期から第3期にかけて、右肘を投擲方向へ出していくことを意図していた。第2期から、多少ではあるが投擲方向に身体が進む感じを受けていたことから、これは、身体を投擲方向へ進めるための意図であったと考えられる。

6) ファーストターンからセカンドターンにかけての左腕と体幹

第3期においてのみ、対象者はターン動作の途中で左腕を固定し、左前腕に体幹を巻き付けていくこ

とを意図していた(図 9). 第 3 期においては, 運動フォームにおいて体幹の捻りを作り, 維持することができていたことから, 図 9 に示した運動意識は, 体幹の捻りを作り出すために有効なアプローチであったと考えられる.

7) セカンドターンから投げにかけての左脚

第 2 期から第 3 期において, 左母指球を叩き付けていくことを意図していた. またその結果として, 両脚へ均等に力が入る感じを受けていた. また, 運動フォームにおいて, 左踵が接地しなくなっていた. したがって, 左母指球を叩き付けるという意図は, 投げ動作における脚への乗り込みに影響したと考えられる.

8) 投げにおける全身と突き出し

第 1 期は, 水平に回転することと砲丸を水平に突き出すこと意図していたが, 実際には動きを意識する余裕がない感じを受けていた. また, 運動フォームにおいて砲丸は高い角度で突き出されていた. 対象者は, 8 年間に渡りグライド投法に取り組んでいた. さらに, 先述の「(1)運動フォーム」の「7)投げにおける左踵」の箇所において示した通り, 投げにおいて左踵が接地してしまっていたため, グライド投法に類似したような運動フォームであったと考えられる. したがって, 第 1 期は動きを意識する余裕がなく, グライド投法に取り組んでいたころの癖が表れていたと考えられる. 第 2 期から第 3 期にかけては, 両足の中点と頭部を結ぶ軸を中心に回転すること, 着地場所の中心に砲丸を突き出すことを意図していた. 運動フォームは, 第 2 期においては砲丸が着地場所の右側に飛んでいたが, 第 3 期においては中央に飛んでいた. また, 第 2 期は投げの途中で砲丸が外れた感じを受けたが, 第 3 期は砲丸を指で弾けた感じを受けていた. 動きの意図は変えていないため, 投げ以前のターンの運動フォームが影響したと考えられる. Lanka(2000)は, 回転投法では, ターンから投げへ移行した際に砲丸に大きな求心力が生じ, 砲丸が右側に飛びやすくなり, 右の区画ラインより外側に飛ぶ失敗試技が多いとしている(注3). また, 野口(2013)は, 回転投法の問題点として, 投げにおいて砲丸に加える力の方向や角度を合わせることの難しさを挙げたうえで, 回転投法に取り組み始めた段階において, 砲丸が投げだされる方向に意識を向けることの重要性を指摘している. したがって, 対象者の運動意識は, 投げの運動フォームを変容させ, 砲丸に力を加えることに繋がったと考えられる.

第 4 期においては, 跳び上がりながら投げることを意図していた. しかし, 投げの途中で砲丸が指から離れる感じを受けており, 運動フォームにおいても砲丸は着地場所の右側に飛んでいた. これは, Lanka(2000)が指摘している, 求心力の影響が考えられる(注3). しかし, 投擲距離が増大していること, また, 第 2 期のように, 砲丸が首から外れるような運動フォームは観察されてないことを踏まえると, 必ずしも, 問題となる運動フォームとは言い切れない. したがって, 跳び上がるように投げるという意図が運動フォームにどのように影響したかは, 本研究の結果のみでは分からないと考えられる.

2. 競技発達段階の整理と観察視点の提示

図 11, 12 に示した運動フォームと運動意識の変容の変化に, 対象者自身の経験を踏まえてさらに取捨選択と整理をすることで, 他者も活用可能であろう回転投法の競技発達段階における運動フォームの

観察視点を検討することとした。なお、第1期における運動フォームや運動意識は、そのほとんどが第1期のみで消失していた(図11, 12)。このことから、対象者が第1期に意図していた動きは「回転投法ではない動き」であったと考えられる。したがって、図6に示したような対象者の運動フォームと運動意識は、「回転投法における間違いの例示」とすることができるだろう。

特に、第1期において観察された、左踵が接地した投げは、投げにおいて重要となる身体の垂直軸周りの回転(Pegal and Pegal, 2003)を制限してしまい、回転投法における投げとは大きく異なる。したがって、グライド投法から回転投法に取り組む初期段階において、留意すべき観点となりうるだろう。

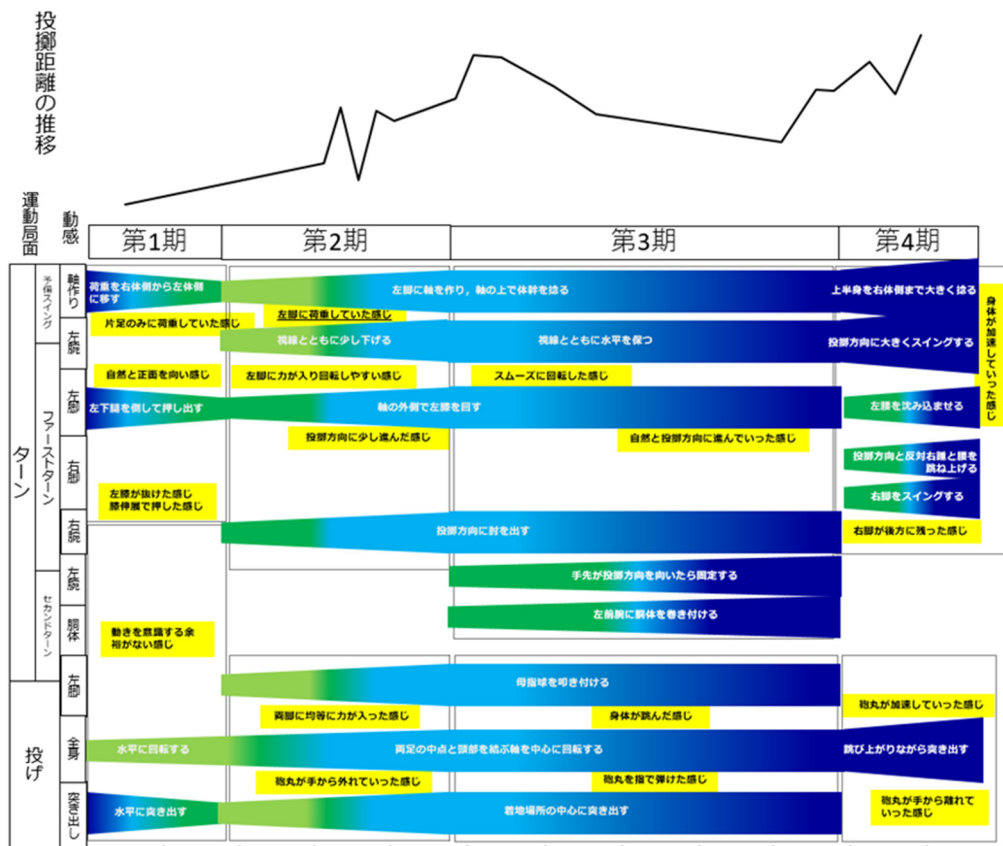


図12 運動意識の変容の変化

(1) 競技発達の第1段階

第2期から第3期にかけて、投げにおいて意図した動きに変化はなかった。しかしながら、ターンにおいて意図した動きを変えたところ、ターンのみならず投げにおける運動フォームや動きの結果感じたことにおいても変化がみられた。このことから第2期から第3期にかけては、ターンの習得が課題となっていたと考えられる。第2期と第3期のターンにおいて、動きの結果感じたことで共通していた点は、「回転しやすい感じ」であった。したがって、第2期と第3期において共通して意図していた、予備スイングにおいて左脚(母指球一臀部)に軸を作りその上で体幹を捻ること、作った軸を中心にその外側で左膝を回すことは、ターンで身体を回転させやすい「回転の軸づくり」として有効であったと考えられる。その一方で、第2期に比較して、第3期は身体が投擲方向に自然と進んでいった感じを受けていた。運動フォームにおいても、第2期において身体が回転した後に、投擲方向への移動が始まっていた(図7)のに対し

て、第 3 期は身体が回転しながら移動していた(図 8)。したがって、ファーストターンにおいて、第 2 期は、左腕と視線を少し下げるように意図していたことを、第 3 期は水平に保とうと変えたことにより、頭部が前傾しなくなったことで、左腕のスイング動作が身体の投擲方向への移動にも作用したのではないかと考えられる。さらに、第 3 期においてはファーストターンの途中で左腕を固定し、左前腕に体幹を巻き付けていくことを意図していた。これにより、身体の右体側も投擲方向へ進み、ターンの投擲方向への移動を助長したのではないかと考えられる。このように、ターンにおける運動意識と先述の内容を踏まえると、第 2 期における対象者の運動フォームと運動意識を、競技発達の第 1 段階として提示できるだろう。

(2) 競技発達の第 2 段階

第 3 期においては、競技発達の第 1 段階として提示したようなターンを習得できたことに加えて、対象者がセカンドターンから投げにかけて意図していたことが、実際の運動フォームを変化させ、ターンと投げが繋がり、投擲距離の増大に繋がったと考えられる。セカンドターンから投げにかけては、左母指球を地面に叩き付けることを意図しており、投げにおいては、両足の midpoint から頭頂部を通る軸に回転すること、着地場所の中央に向かって砲丸を突き出していくことを意図していた。そして、運動フォームにおいては、L-on において左踵が接地しなくなり(図 7)、砲丸が首から離れることがなく、リリース後に砲丸は着地場所の中央へ飛んでいた(図 8)。以上のことから、セカンドターンから投げにかけて意図したことにより、Pegal and Pegal(2004)および植屋(2004)が指摘するような、身体の鉛直軸周りの回転を活かした投げのフォームに繋がったと考えられる。

したがって、第 2 期および第 3 期における運動意識および運動フォームを、競技発達の第 2 段階として提示可能であろう。

(3) 競技発達の第 3 段階

第 4 期においては、ターンの予備スイングとファーストターンにおいて、上半身を大きく移動させようとしたことや、右脚を投擲方向と反対側に残し、大きく移動させようとしたことなど、意図したことに変化がみられた。これらは、ターンにおいて「身体を加速させること」を目指した結果生じた変化だと考えられる。実際に運動フォームは変化し、動きの結果として身体が加速していった感じを受けていた。このことから、対象者が意図した動きはターンにおいて身体を加速させるためのアプローチとして有効であったと考えられる。以上のことから、第 4 期のターンにおける運動意識と運動フォームを、競技発達の第 3 段階として提示できるだろう。

なお、投げにおいては、砲丸が加速していく感じを受けていたが、運動フォームにおいて、体幹の捻りを作れていない様子が観察された。また、リリースの際に砲丸が手から離れていく感じを受けていた。砲丸は着地場所の右側に飛んでいた。これは、ターンにおいて身体が加速したことで、投げにおいて砲丸に大きな求心力を加えることができず、保持しきれなかったためだと考えられる(Lanka, 2000)(注3)。投擲距離が増大していることから、着地場所の右側に砲丸が飛んでいたことは、必ずしも問題動作であるかは分からないが、この求心力に対応し、砲丸を着地場所の中央に飛ばすことができれば、更なる投擲距離の増大に繋がる可能性が考えられる。

表 3 は、上記の 3 段階からなる回転投法の競技発達段階ごとの運動フォームの観察視点を、運動局面、競技発達段階別に提示したものである。各段階で設定された最も大きな課題は、第 1 段階は「ターンの習得:回転しながら移動する」、第 2 段階は「投げの習得:着地場所の中央になげる」、第 3 段階は「ターンの発展:身体の加速」と設定した。また、運動フォームの観察視点として、各段階の目標像になりうる具体的な運動フォームは、瓜田・金高(2002)を参考にして、「～ができていますか?」という表現で記述した。また、対象者における運動意識の中から、運動フォームに対して有効だと思われるものを、参考として記述した。

表 3 回転投法の競技発達段階における運動フォームの観察視点

運動局面			発達段階		
			第1段階	第2段階	第3段階
	課題 観察視点		ターンの習得 : 回転しながら移動する	投げの習得 : 着地場所の中央に投げる	ターンの発展 : 身体の加速
予備スイング	左腕	運動フォーム	左脚の上での水平なスイング動作をできていますか?		右体側からのスイング動作をできますか?
		※ 運動意識	左脚に軸を作る 軸の上で体幹を捻り、左腕をスイングする		右体側まで上半身を捻り、左腕をスイングする
ファーストターン	頭部	運動フォーム	頭部を下に傾けないでいられますか?		
		※ 運動意識	視線を水平に保つ		
	左脚	運動フォーム	左膝が股関節の下にありますか?		
		※ 運動意識	軸の外側で左膝を回転させる		
	右脚	運動フォーム			右脚が後方に残り、大きく移動していますか?
		※ 運動意識			右踵と腰を振り出す 投擲方向に振り込む
セカンドターン	右足	運動フォーム	右足を接地したときに体幹の下にありますか?		
		※ 運動意識			
	体幹	運動フォーム	体幹の捻りを作ることができますか?		
		※ 運動意識	左前腕に胴体を巻き付ける		
投げ	左踵	運動フォーム		左踵を接地しないで投げられますか?	
		※ 運動意識		母指球を叩き付ける	
	砲丸の保持	運動フォーム		砲丸を突き出すまで首から離さずに保持できていますか?	
		※ 運動意識		両脚の midpoint と頭部を通る軸の周りで回転する	
	砲丸の軌道	運動フォーム		砲丸が首の真横を通っていますか?	
		※ 運動意識		着地場所の中央に投げる	

※ 運動意識は、著者におけるものを参考として提示している。

競技発達の第 1 段階とした「ターンの習得」においては、①予備スイングからファーストターンにかけて、左腕のスイング動作を左脚の上で水平できているか、②ファーストターンにおいて、頭部を下に傾けないでいるか、③ファーストターンにおいて、股関節の下に左膝が来る姿勢を作ることができるか、④セカ

ンドターンにおいて、右足を体幹の真下に接地できているか、⑤セカンドターンから投げにかけて、体幹の捻りを作ることができているか、以上の5点が観察視点として考えられた。

競技発達の第2段階とした「投げの習得」においては、①投げにおいて、左踵を接地していなか、②投げにおいて、砲丸を突き出すまで首から離さずに首に保持できているか、③投げにおいて、砲丸が首の真横を通っているかどうか、以上の3点が観察視点として考えられた。

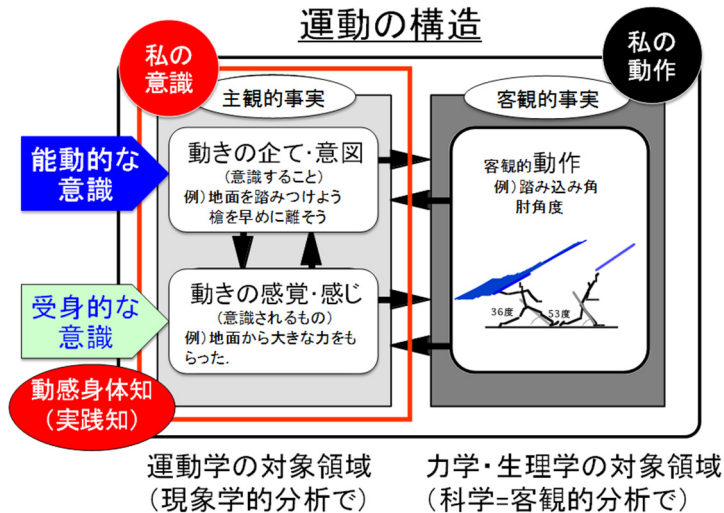
競技発達の第3段階とした「ターンの発展」においては、①予備スイングからファーストターンにかけて、右体側から左腕のスイング動作を行えているか、②ファーストターンにおいて、右脚が投擲方向と反対側に残り、大きく移動しているか、以上の2点が観察視点として考えられた。

V. まとめと今後の課題

対象者の回転投法の競技発達にともなう運動フォームと運動意識の変容は、4つの期間に分けられた。運動フォームの変容点は9項目、運動意識では10項目に整理された。分類された項目を整理することで、回転投法における競技発達段階別に目標を設定し、段階別の運動フォームの観察視点を作成した。設定された競技発達段階の第1段階は「ターンの習得」、第2段階は「投げの習得」、第3段階は「ターンの発展」であり、各段階の指標となる運動フォームおよび、その運動フォームに対して有効だと思われる運動意識を提示した。

しかし、本研究の結果は単一事例であり、他の競技者においても同様の結果が得られるとは限らない。また、客観的に投擲運動がどの程度変わっていたのか、あるいは運動の変化が引き起こされたメカニズムなど不明瞭な点がある。今後の課題として、作成した観察視点を基に他の競技者を対象に実証的に検証することや、バイオメカニクスの手法によるデータと合わせて提示していくことが必要となるだろう。また、実際に運動フォームや運動意識を変容させる有効な方法論を提示していくことも、必要になるだろう。

(注1)「運動」は、図Aのように運動意識(動感)として現れてくる「主観的事実」の部分と身体という物体が移動等をして運動経過＝運動フォームとして現れてくる「客観的事実」の部分がある。主観的な事実である運動意識は、“～しよう”という「運動の意図」と“～した感じ”という「運動の感じ」へ操作的に分けることができる(金子, 2015)。両者は、運動実践者に意識されたり、意識されなかったり見え隠れするが、運動実践者には重要な手がかりになる。さらに、これらの運動意識は、「身体の動かし方」に関するものと「場の状況把握・先読み」に関するものへ操作的に分けることができる。日常用語としては、前者は「コツ(身体知)」、後者は「カン(身体知)」と呼ばれる。図A下段のようにコツ(身体知)は、「四肢をどのように動かそうか」のように運動意識が身体の内方向へと求心的に意識が向かう(志向する)ものを示す。カン(身体知)は、身体よりも私以外のボールやマークする競技者、地形などの状況といった外方向へと遠心的に意識が向かう(志向する)ものを示す。これらの運動意識は、コインの表と裏のような関係で、コツが意識の表に出てきて意識されるときはカンが意識の裏側になり、隠れるといった関係も生じるようになっていく(金高, 2010)。



運動実践で現れる動感としてコツとカンの関係

- **コツ** (骨, Knack, Tips, Arts): 自分自身の動き方の志向(意識)
: 内への志向 (身体中心化身体知) → 技術論へ
- **カン** (勘, Intuition): 競技の複雑な状況を瞬時に読む志向(意識)
: 外への志向 (状況投射化身体知) → 戦術論へ

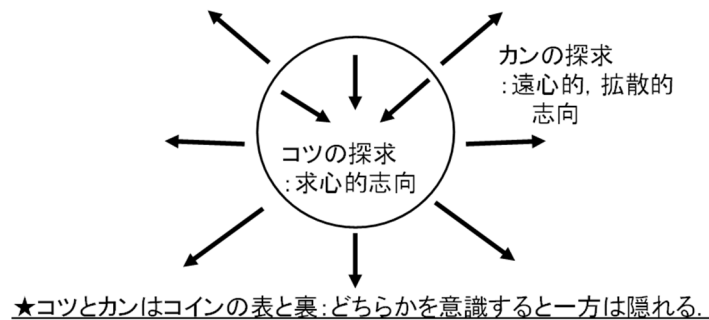


図 A (金高, 2010)

(注2) 新村(1991)によると, 主観的とは, 感覚, 認識, 行為の担い手として意識を持つ自我である. 客観的とは, 主観的の対義語にあたり, 特定の個人的主観の考えや評価から独立しており, 普遍性をもつことについていう. 主体的とは, ある活動や志向などをなすときに, その主体となって働きかけるさまであり, 客体とは, 主体の作用が及ぶ存在である. つまり, 本研究における, 運動フォームの提示と整理は, 筆者らによって「見る」ことにより行っている. したがって, 主体(筆者ら)の作用が及ぶさまであることから, 運動フォームは「客体的な」ものといえる. 客観的な変化等を観察するためには, 主観と切り離して提示される(普遍性を持つ), バイオメカニクスの手法等に基づく定量的な測定が必要といえよう.

(注3) 回転投法における回転運動は, 主に身体の鉛直軸周りの回転である. したがって, 砲丸に生じる求心力とは, 右腕によって砲丸を首(=回転の中心)に保持する力と考えられる. ここで, 感覚的には砲丸から右腕に向かって, 求心力と同等の遠心力が加わる. 以上のことから, Lanka(2000)が指摘する, ターンから投げへの移行においては, 砲丸を保持するためには, 大きな求心力が必要となり, 対照的に求心力が小さくなってしまうと, 砲丸が首から外れてしまうと考えられる. そして, 回転の中心から砲丸が離

れていき、砲丸が接線方向(右手投げの競技者であれば右側)に飛びやすくなると考えられる。

引用文献

- ・阿江通良(1992)陸上競技のバイオメカニクス. 日本陸上競技連盟(編), 陸上競技指導教本基礎理論編. 大修館書店, pp.33-54.
- ・Carr A. G. (1991) Fundamentals of track and field. Leisure Press. Champaign, IL.
- ・Godina B. and Backes, R. (2000) Part IV Throwing Event Chapter 14 Shot put. In Rogers L. J. (Ed), USA track and field coaching manual. Human Kinetics. Champaign, IL, pp.219-234.
- ・Judge W. L. (2014) Part V Throws 16 Shot put. In Freeman W. (Ed), Track & field coaching essentials. Human Kinetics. Champaign, IL, pp.39-64.
- ・金子一秀(2015)スポーツ運動学入門. 昭和出版.
- ・金高宏文(2010)競技力を支える「動きのコツ」を探る. 陸上競技学会誌, 8:90-98.
- ・Lukens, D. (1989) Rotational shot put for beginners. Track & Field Quarterly Review, 89: 20.
- ・Lanka, J. (2000) Shot putting. Biomechanics in sport: performance enhancement and injury prevention. In: Zatsiorsky V. M. (Ed), International Federation of Sports Medicine. Blackwell Science. Malden, MA, pp.435-457.
- ・新村出(1991)広辞苑第四版. 岩波書店.
- ・岡野雄司(2006)砲丸投. 全国高等学校陸上競技部(編), ジュニア陸上競技マニュアル. 陸上競技社, pp.218-229.
- ・大山卞圭吾(2010)日本人男子砲丸投競技者にとっての回転投法の可能性 ―世界レベルへの挑戦のために―. 陸上競技学会誌, 8:57-63.
- ・大山卞圭吾, 藤井宏明(2008)男子砲丸投 ―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.
- ・野口安忠(2013)砲丸投. 陸上競技連盟(編), レベルアップの陸上競技上級編. 大修館書店, pp.72-78.
- ・Pegal K. and Pegal R. (2003) Chapter 3: Shot put. In Silvester J. (Ed), Complete book of throws. Human Kinetics. Champaign, IL, pp.39-64.
- ・Turk, M. (1997), Building a technical model for the shot put. Track Coach, 141, 4489-4499.
- ・植屋清見(2004)日本人砲丸投選手にとって20m(男子), 18m(女子)スローは不可能な記録か ～バイオメカニクスから砲丸投の記録向上を検討する～. 陸上競技学会誌, 2:35-46.
- ・瓜田吉久・金高宏文(2002)砲丸投における初心者の指導・トレーニングステップ ―グライド投法について―. 鹿屋体育大学学術研究紀要, 28:23-37.