

優れた競技レベルのモルック選手における投てき動作の運動学的特徴 —矢状面からの事例的検証—

Kinematic characteristics of the throwing motion in excellent competitive-level

Mölkky players

-Case study of the sagittal plane-

多胡陽介, 木村大樹, 押岡大覚

TAGO Yousuke · KIMURA Daiki · OSHIOKA Daisuke Ph.D.

要 旨

本研究は、優れた2名の競技レベルのモルック選手（A選手、B選手）の投てき動作の特徴について運動学的検証を行った。投てき動作は高速度ビデオカメラにより120fpsで撮影し、3つの異なる距離の条件（3.5m, 5m, 6.5m）と12本のスキttl全てを倒すブレイクショットの条件で投てきを行った。撮影した投てき動作はビデオ動作解析システムを用いて2次元座標値を算出した。得られた2次元座標値よりモルックの初速度・投射角度・投射高、大転子高、スタンス幅、体幹前傾角度、肩関節・肘関節・手関節・股関節・膝関節の角度と角速度を算出した。また、動作時点をテイクフォワード（TF）、テイクバック（TB）、モルックリリース（REL）に分け、選手間および条件間で事例的に比較した。その結果、A選手とB選手の投てきは異なる部分が多く、A選手では、テイクバック時点の肩関節角度がB選手より小さい値であり、肘と手を振り子のように動作させて投てきを行っていた。B選手では、テイクバック時点において膝関節角度と大転子高がA選手より小さい値を示し、モルックリリース時点で膝関節の伸展角速度を大きくした投てきを行っていた。ブレイクショット条件では、両選手とも他の条件に比べて低い位置で水平に近い角度でモルックを投射していた。また、A選手とB選手の共通点としては、右投げで右脚を前、左脚を後に開いたスタンスをとっていた。

キーワード：モルック, ユニバーサルスポーツ, 的当て, 投擲動作, キネマティクス

1. 緒言

モルックは、12本の“スキttl”と呼ばれる的をねらい、“モルック”と呼ばれる木の棒を投げてスキttlを倒すフィンランド発祥の的当てのスポーツである（図1）。モル

ックの投てき位置からスキットルまでの距離は公式試合で 3.5m と近く、下手で投げることから比較的容易にスキットルを倒すことができる。スキットルを 1 本倒した場合にはスキットル上部に表示されている数字が、複数本倒した場合には倒した本数が自チームに加算され、先に 50 点丁度に達したチームが勝利する。最初の投てき者は密集した 12 本のスキットルを狙い、その後は狙ったスキットルのみを正確に倒すことが必要となる。

モルックは、対象や状況に応じてスキットルまでの距離を近くするなど難易度を変えることができることから、年齢や障害の有無に関係なく楽しめるユニバーサルスポーツと言われる（日本ユニバーサルモルック協会）。最近ではモルックの愛好団体が各地で設立されるとともに、モルックを活用した町の魅力づくりに取り組む団体も複数みられ、全国的に注目が集まっている。また、モルックの大会も行われており、令和 4 年 10 月に大阪で行われた日本モルック協会主催「第 9 回モルック日本大会」では全国から 1,000 人以上、300 チームが集まったと報道されている（読売新聞オンライン）。

的をねらう動作の研究については、1970 年後半頃より盛んに分析が行われてきた（桜井, 1992）。物体を的に当てるためにはボールがリリースされる時点の初速、投射角度、リリース位置の 3 つの要素が重要であり（桜井, 1992）、特に初速の調整が重要である（豊島ら, 1981）。また、的にボールを投げる場合、空中でボールが描く放物線は無数のパターンがあり、個人差や投てきの目的等によって放物線の形状は異なるとされる（平島, 2003）。運動学からみだた的当ての研究では、速度の異なるオーバースローの投球動作の研究において、速度を増加させると肩関節と肘関節の角速度は高くなったが、手関節の角速度は変化がみられなかった（Hirashima et.al, 2003）。このことは、速いボールの速度は肩関節と肘関節の伸展速度を大きくして調整しており、手関節は一定の動きを保つことの重要性を示唆している。同じユニバーサルスポーツであるポッチャでは、国際経験豊富な選手を対象に投擲距離と正確さの関係について運動学的な検証が行われている（Reina et.al, 2018）。しかし、モルックを対象にした研究は見当たらず、モルックの投てき動作を発展的に分析するためには、優れた競技選手の投てき動作の特徴について明らかにする必要がある。また、平島（2003）は、的当ての動作を理解するためには、まずは競技特有の動きについて運動学および運動力学の観点から検証することが重要だと述べている。

そこで本研究では、モルック日本大会において優勝経験のある 2 名の優れた競技レベル選手を対象に基本フォームにおける投てき動作を撮影し、上肢、体幹および下肢動作と的当ての方略の違いについて運動学的に分析することを目的とした。特に①優れた 2 名の選

手の動作の共通点と相違点, ②異なるスキットル距離の変動, ③12本のスキットル全てを倒す投てき (以下, ブレイクショット) の特徴について焦点を当てた。

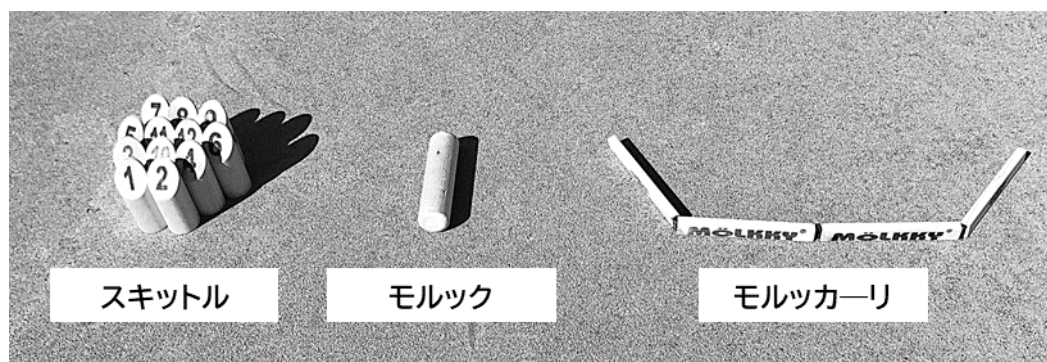


図1 モルックの用具

2. 方法

①被験者

モルック日本大会で優勝経験のある2名の選手を対象とした。A選手は競技歴2年, 身長1.73m, 身体質量55kg, 男性である。B選手は競技歴3年, 身長1.76m, 身体質量85kg, 男性である。両選手ともモルック日本大会で優勝経験があり, B選手は日本代表として世界大会にも出場した。なお, 2名の選手には実験に先立ち, 実験の内容を十分に説明し, 参加の同意を書面で得た。

②手続き

平坦な地面の上に投てきの場所を設置した。撮影は高速度カメラ (Panasonic 社製 LUMIX DMC-FZ300) を使用し, 120fps で被験者の側方より行った。高速度カメラは高さ75cmの位置で固定し, 被験者の側方5mに設置した。また被験者には, 投てき側の肩峰・上腕骨外側上顆・橈骨遠位端・中指MP関節・大転子・大腿骨外側上顆・外果に直径2cmのマーカーを貼付した。モルックやスキットルはTactic社製「Mölkky®」(正規品) を用いた。また, モルッカーリと呼ばれる木の棒 (図1) を投てき位置に設置し, モルッカーリの後方から投てきを行わせた。被験者には「できるだけノーバウンドでスキットルに当ててください。」と指示した。成功試技は, モルックがスキットルに当たり倒れた試技を採用した。試技の条件は, モルッカーリより3.5mの距離に1本設置したものを「3.5m

条件」, モルッカー一りより 5.0m の距離に 1 本設置したものを「5m 条件」, 同様に 6.5m を「6.5m 条件」とした。また, モルッカー一りより 3.5m の距離に設置した 12 本のスキットルを倒すショットを「ブレイクショット条件」とし, 全てのスキットルが完全に倒れた試技を採用した。なお, “完全に倒れた試技” とは, 倒れたスキットルが他のスキットルの上に乗った状態ではなく, スキットルの側面が地面に触れている状態を指す。

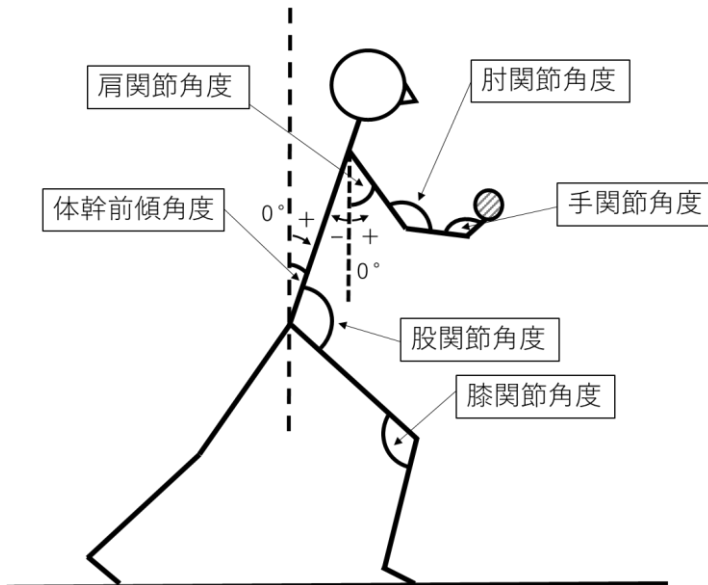


図2 角度定義

③分析

分析範囲はモルック投射前の予備動作において投てき直前の予備動作において投てき側の肘が最も前に位置した時点からモルックを投げ終わった時点（モルック投射後に肘の高さが下がり始めた時点）までとした。撮影した動画は, ビデオ動作解析システム (FrameDiasIV ディケイエイチ社製) にてデジタイズを行い, 2次元座標値を算出した。また, ビデオ動作解析システムより得られた2次元座標値は残差分析法 (Winter, 2005) を用いて最適遮断周波数 (7.5 - 11 Hz) を決定し, 4次の Butterworth 型の Low-Pass filter を用いて, データの平滑化を行った。

④時点定義

分析範囲における投てき動作の時点を次のように定義した。

- ・テイクフォワード時点 (以下, TF 時点) : 投てき直前の予備動作において投てき側の

肘が最も前に位置した時点

- ・テイクバック時点（以下、**TB** 時点）：投てき直前の予備動作において投てき側の肘が最も後ろに位置した時点
- ・投射時点（以下、**REL** 時点）：モルックが投てき側の指先から離れた時点

⑤分析項目

下記項目を算出し、条件間、時点間、選手間について比較を行った。

1) モルック初速度

モルックの水平成分と鉛直成分の合成変位を時間微分することによりモルックの速度を算出し、**REL** 時点の速度をモルック初速度とした。

2) モルック投射角度

モルックの水平成分と鉛直成分の合成変位より水平面に対するモルックの投射角度を算出し、**REL** 時点の投射角度をモルック投射角度とした。

3) モルック投射高

モルックの鉛直成分の座標値よりモルックの高さを算出し、**REL** 時点のモルックの高さをモルック投射高とした。また、モルック投射高は、各選手の身長で除し標準化した値を算出した。

4) スタンス幅

A 選手、B 選手とも両脚を前後に開いて投てきを行っていたが、右足が前、左足が後であった。そこで、右足つま先と左足つま先の位置をデジタイズし、水平距離のスタンス幅を算出した。また、スタンス幅は、身長で除し標準化した値を算出した。

5) 大転子高

大転子の鉛直成分の座標値より各時点の大転子高を算出した。また、大転子高は、各選手の身長で除し標準化した値を算出した。

6) 関節角度 (図 2)

デジタイズされた 2 次元座標値より 2 つのベクトルの内積を求めたうえで、三角関数を用いて角度を算出した。体幹前傾角度は、大転子から鉛直上向き方向に向かうベクトルと大転子から肩峰に向かうベクトルとの成す角度とした。肩関節角度（屈曲／伸展）は、肩峰から鉛直方向に向かうベクトルと肩峰から上腕骨外側上顆に向かうベクトルとの成す角度とした。肘関節角度（屈曲／伸展）は、上腕骨外側上顆から肩峰ベクトルと上腕骨外側

上顆から橈骨遠位端に向かうベクトルとの成す角度とした。手関節角度（掌屈／背屈）は、橈骨遠位端から上腕骨外側上顆からに向かうベクトルと上腕骨外側上顆から中指MP関節に向かうベクトルとの成す角度とした。股関節角度（屈曲／伸展）は、大転子から肩峰に向かうベクトルと大転子から大腿骨外側上顆に向かうベクトルとの成す角度とした。膝関節角度（屈曲／伸展）は、大腿骨外側上顆から大転子に向かうベクトルと大腿骨外側上顆から外果に向かうベクトルとの成す角度とした。

7) 関節角速度

REL 時点の体幹前傾角度，肩関節角度，肘関節角度，手関節角度，股関節角度，膝関節角度を時間微分することにより，各関節の角速度を算出した。

3. 結果

①モルックの初速度・投射角度・投射高

REL 時点のモルックの初速度・投射角度・投射高は表 1 のとおりであった。

表 1 モルックの初速度・投射角度・投射高

	A選手				B選手			
	3.5m	5m	6.5m	BS	3.5m	5m	6.5m	BS
初速度 (m/s)	4.98	5.65	7.10	9.36	5.43	6.79	8.38	8.27
投射角度 (deg)	23.8	33.0	34.4	1.0	23.4	25.2	27.1	7.4
投射高 (m)	0.64	0.65	0.67	0.16	0.45	0.50	0.56	0.19
投射高/身長 (m/m)	0.37	0.38	0.39	0.09	0.26	0.28	0.32	0.11

BS: ブレイクショット

②動作の全体像とスタンス幅

図 3 は，A 選手と B 選手における 5m 条件とブレイクショット条件の投てき動作について各時点と時点間の画像を基に選手の輪郭線を作成したものである。

スタンス幅は，A 選手が最小値 0.58m～最大値 0.64m（身長あたり：0.34～0.37m/m），B 選手が最小値 0.43m～最大値 0.58m（身長あたり：0.27～0.34m/m）であった。なお，B 選手は TF 時点から TB 時点にかけて左足つま先を地面から離し，再度地面に接地させて投射する動作を行っており，接地後の値のみ表記した。

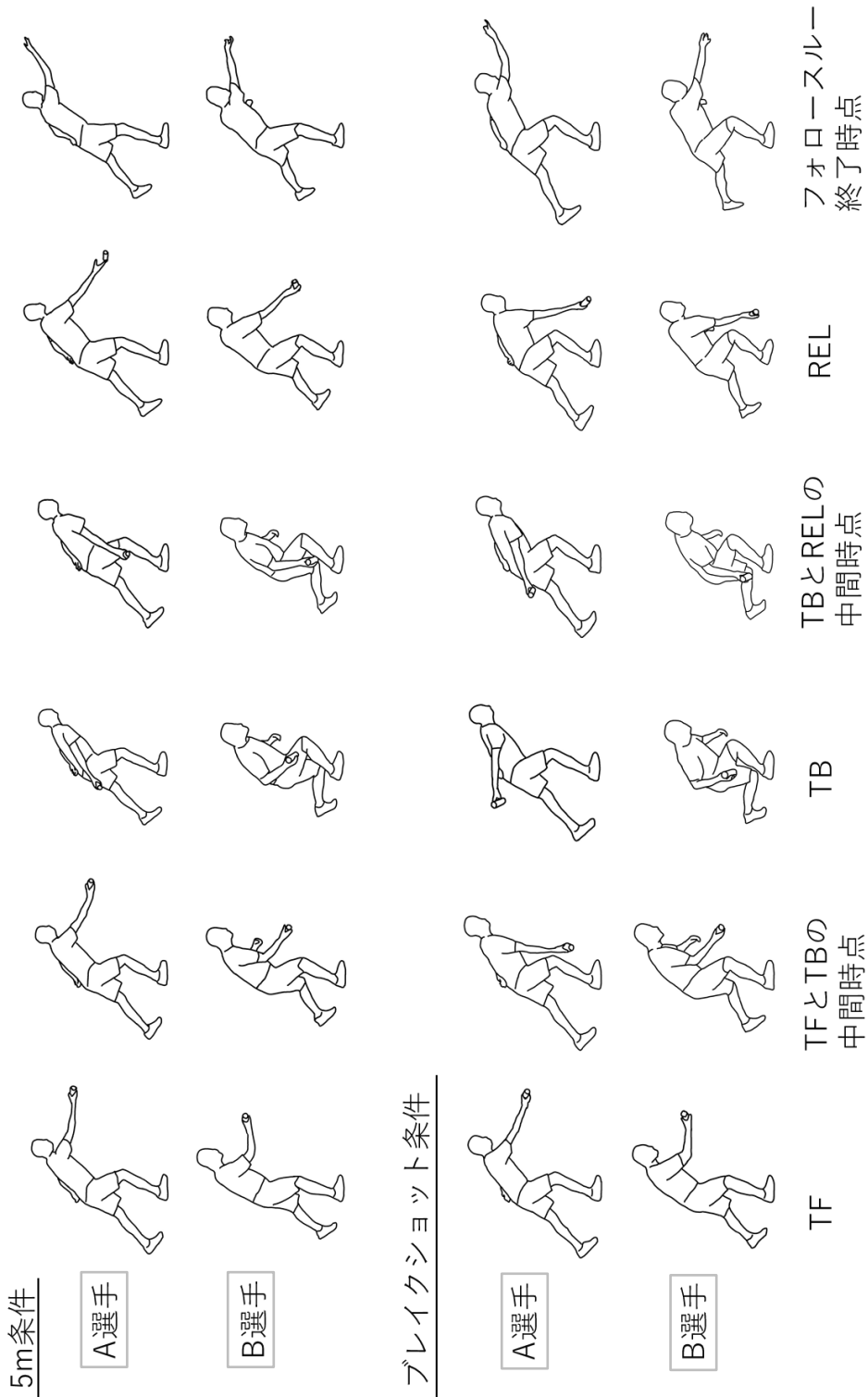


図3 各選手における5m条件とブレイクショット条件の投てき動作

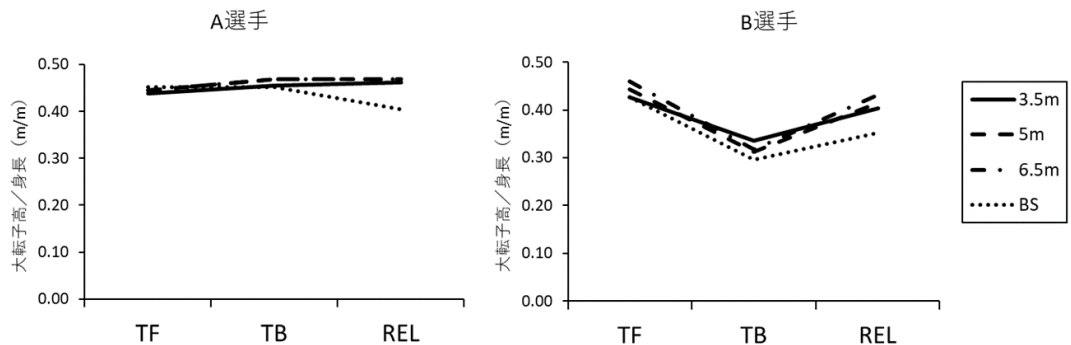
③各選手の大転子高

A選手とB選手における各時点の大転子高は、表2と図4のとおりであった。

表2 A選手とB選手の大転子高

項目	時点	A選手				B選手			
		3.5m	5m	6.5m	BS	3.5m	5m	6.5m	BS
大転子高 (m)	TF	0.76	0.77	0.77	0.78	0.75	0.78	0.81	0.75
	TB	0.79	0.81	0.81	0.78	0.59	0.55	0.56	0.52
	REL	0.80	0.81	0.81	0.70	0.71	0.73	0.76	0.62
大転子高/身長 (m/m)	TF	0.44	0.45	0.45	0.45	0.43	0.44	0.46	0.43
	TB	0.45	0.47	0.47	0.45	0.34	0.31	0.32	0.30
	REL	0.46	0.47	0.47	0.40	0.40	0.41	0.43	0.35

BS: プレイクショット



BS: プレイクショット

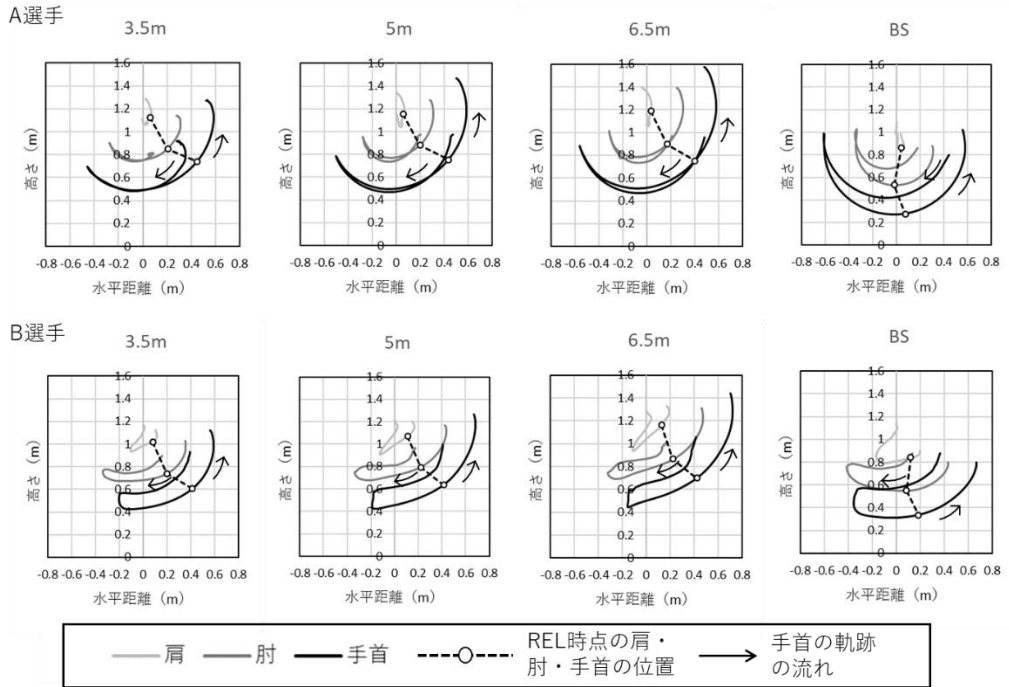
図4 各選手の身長あたりの大転子高

④上肢関節の軌跡

TB 時点からモルックを投げ終わった時点 (モルック投射後に肘の高さが下がり始めた時点) までのA選手とB選手の肩 (肩峰), 肘 (上腕骨外側上顆), 手首 (橈骨遠位端) の軌跡は、図5のとおりであった。なお、水平距離の0の位置は、TB時における肩の水平位置に揃えた。

⑤各選手における関節角度

A選手とB選手の関節角度は表3のとおりであった。また、A選手とB選手におけるTF時点からREL時点までの体幹前傾角度、肩関節角度、肘関節角度の変位は図6のとおりであった。



BS：プレイクショット

図5 上肢関節の軌跡

表3 各選手における関節角度

項目	時点	A選手				B選手			
		3.5m	5m	6.5m	BS	3.5m	5m	6.5m	BS
体幹前傾角度 (deg)	TF	44.6	42.3	43.2	52.4	35.1	23.6	16.7	31.6
	TB	52.3	56.3	53.7	63.2	31.8	18.3	14.9	27.2
	REL	50.6	48.7	43.8	69.1	50.9	41.2	32.3	58.1
肩関節角度 (deg)	TF	13.0	47.5	48.6	37.9	31.2	33.9	32.1	26.1
	TB	-61.3	-71.0	-78.0	-97.5	-49.9	-50.9	-45.6	-68.3
	REL	27.7	27.3	24.7	-10.4	23.2	21.8	17.3	-7.0
肘関節角度 (deg)	TF	82.2	137.4	141.2	141.5	113.2	116.2	111.6	116.4
	TB	160.2	162.0	164.4	165.9	96.4	86.7	86.7	89.9
	REL	142.1	145.6	146.9	149.4	145.2	150.9	146.8	147.7
手関節角度 (deg)	TF	165.1	137.4	134.4	127.8	142.0	143.7	140.2	142.8
	TB	136.4	144.4	141.3	144.3	135.6	135.2	136.7	137.2
	REL	125.0	132.6	128.9	121.9	115.8	120.1	112.4	118.8
股関節角度 (deg)	TF	106.4	113.9	113.1	102.9	125.8	143.0	152.6	127.7
	TB	104.0	105.8	108.2	92.7	99.1	104.9	107.2	91.7
	REL	106.8	114.9	121.2	75.5	99.6	111.5	125.6	77.3
膝関節角度 (deg)	TF	125.9	131.7	132.0	134.2	139.3	150.6	152.7	140.1
	TB	134.6	139.7	140.4	132.4	93.1	82.1	79.8	82.7
	REL	137.1	142.5	143.5	115.0	122.2	126.4	131.2	102.1

BS：プレイクショット

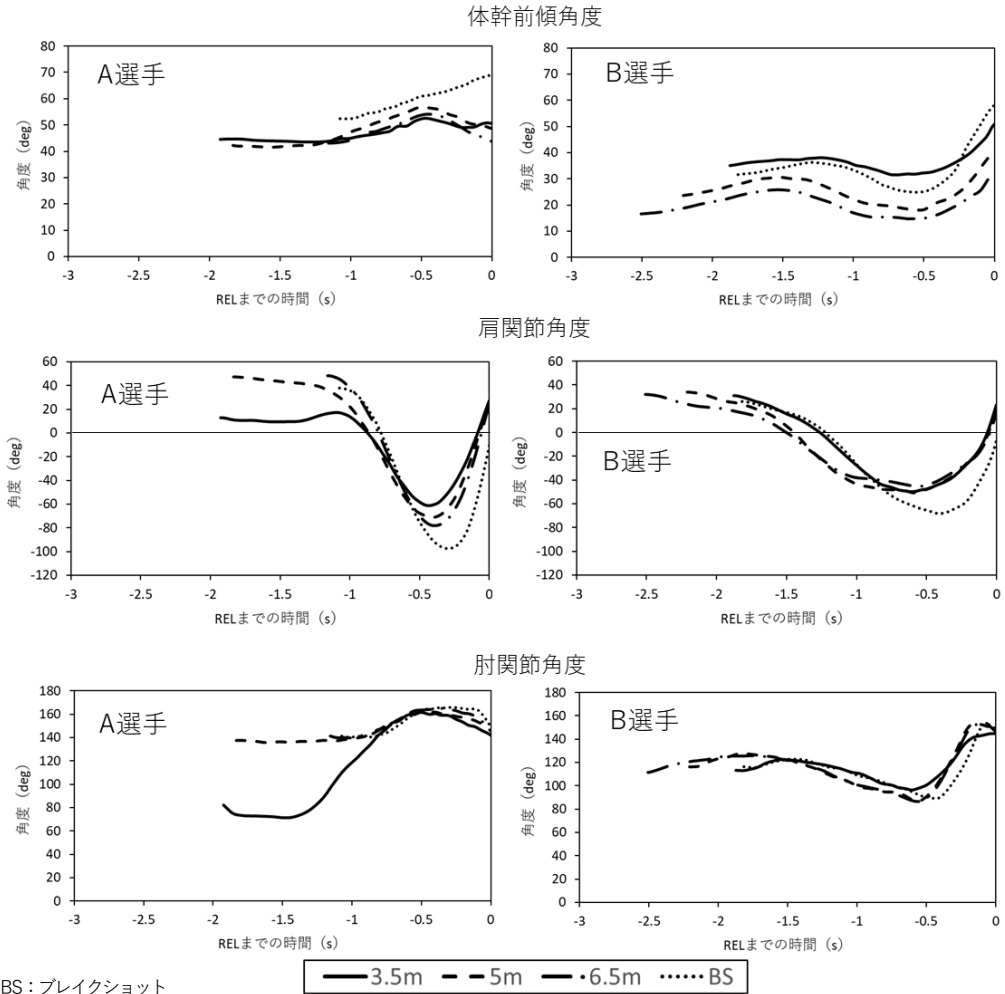


図6 体幹前傾角度, 肩関節角度, 肘関節角度の変化

表4 各選手における関節角速度

項目	時点	A選手				B選手			
		3.5m	5m	6.5m	BS	3.5m	5m	6.5m	BS
体幹前傾角速度 (deg/s)	REL	-19.1	-22.0	-23.7	15.7	42.0	61.2	32.2	48.4
肩関節角速度 (deg/s)	REL	295.8	366.4	424.8	561.1	399.4	438.0	496.1	496.7
肘関節角速度 (deg/s)	REL	-87.7	-103.4	-132.4	-186.0	24.3	-22.7	-29.6	-116.7
手関節角速度 (deg/s)	REL	-263.2	33.9	154.1	73.4	-58.3	115.7	86.4	56.3
股関節角速度 (deg/s)	REL	65.9	67.1	93.2	-6.8	7.8	-4.1	40.0	-23.1
膝関節角速度 (deg/s)	REL	70.0	82.5	131.3	58.2	87.8	125.4	149.4	102.2

BS: プレイクショット

⑥各選手における関節角速度

A選手とB選手の関節角速度は表4のとおりであった。

4. 考察

本研究は、2名の優れた競技レベル選手を対象に基本フォームにおけるモルックの投てき動作を運動学的に分析することを目的とした。考察では、①A選手とB選手の共通点、②A選手とB選手の相違点、③スキットル距離による変動、④ブレイクショットの特徴について述べる。

①A選手とB選手の共通点

A選手とB選手の共通点は、構えで右脚を前、左脚を後に開き、右投げで投てきを行っていた点である(図3)。野球では、踏み出し幅が狭いと投球速度が落ちると報告されている(大室ら, 2013)。また、重心の安定には、支持基底面を広くとった方が有利である(金子と藤原, 2020)。構えの時点で重心の動揺が大きく不安定であると身体全体の不安定さにつながり、リリース時のモルック初速度の減少や不正確な投てきに影響すると考えられる。したがって、両脚はそろえず前後に開くことで重心を安定させ、正確に投げるための基盤になると考えられる。日本モルック協会のHPにおいて基本フォームは両脚を揃えた形で描かれているが(日本モルック協会)、A選手とB選手が脚を前後に広げていたことから、足を広げることが構えにおける重心の安定性とリリース時に発揮しうるモルックの初速度向上に貢献し、投てき動作の正確性にも影響する可能性がある。さらにA選手は、B選手よりスタンス幅が大きく、TB時点で肩関節角度が小さく(表2)、肘や手を前後に大きく動かしていた(図5)ことから、下肢と体幹を安定させるため、特にスタンス幅をB選手より広くとったのではないかと推察される。

②A選手とB選手の相違点

A選手とB選手の投てき動作には異なる点が多くみられた。投射角度は5m条件、6.5m条件においてA選手の方がB選手より大きい値であった(表1)。モルック初速度は同じ条件で比べると3.5m、5m、6.5mの条件においてB選手の方がA選手より大きく、投射高はB選手の方が小さい値であった(表1)。すなわちA選手はスキットルの距離が長くなると投射角度を大きくして投てきを行っていた。一方、B選手は3.5m、5m、6.5mの条件においてモルックの初速度をA選手より大きくし、低い位置でモルックを投射していた。

図3よりA選手は動作全体にわたって左脚から体幹全体をまっすぐに前傾し、左手を背中下部に当てて固定していた。体幹前傾角度は、TF時点とTB時点においてA選手の方がB選手より大きな値を示し、3.5m条件、5m条件、6.5m条件において同じ条件内のTF時点とREL時点でB選手より変動が少なかった(表3)。このことからA選手は、異なる距離の投てきでは体幹の前傾角度をほぼ変化させずに投てきを行っていた。A選手のTB時点の肩関節角度は、B選手に比べて小さい値であった(表3および図6)。また、A選手のTB時点の肘関節角度は、B選手に比べて特に大きい値を示し(表3)、REL時点の肘関節角速度は、B選手に比べて小さい値であった(表4)。A選手の3.5m、5m、6.5mの各条件の上肢関節は、TF時点からREL時点までほぼ同じ軌跡で動いていた(図5)。このことからA選手は、テイクバック時に肩を後ろに大きく引いて肘を伸ばし、B選手よりモルックをより後方に位置させていたといえる。また、A選手は図5より肩関節を中心に振り子のように肘と手を動かしていた。モルックの速度を高めてスキットルに当てるためには、モルックに運動エネルギーを与える必要があるが、振り子のように肘と手首を動かした場合、テイクバック時に位置エネルギーが大きくなる(金子と藤原, 2020)。したがってA選手はテイクバックからリリースにかけて位置エネルギーを運動エネルギーに効率的に変換し、モルックに運動エネルギーを与える投てきを行っていた可能性が考えられる。

B選手はTB時の肩関節角度がA選手より大きい値を示し、TB時の肘関節角度がA選手より小さい値であった(表3)。REL時点の肘関節角度はA選手と同程度であった(表3)。このことからB選手は、TB時点で肩の伸展を少なくして肘を曲げ、REL時点にかけて肘を伸ばす動きを行っていたといえる。また、B選手では全条件でTB時点からREL時点までの軌跡がTF時点からTB時点の軌跡に比べ下方に位置していた(図5)。B選手の大転子高はTF時点に比べTB時点では低く、TB時点よりREL時点では高かった(図4)。これらからB選手はTB時点で特に腰を低くし、REL時点に向けて腰を徐々に持ち上げる動作を行っていたといえる。また、B選手のTF時点の股関節角度はA選手より大きな値であり(表3)、B選手の膝関節角度はTF時点においてA選手より大きく、TB時点においてA選手に比べ特に小さい値を示した(表3)。B選手のREL時点の膝関節角速度はすべての時点でA選手より大きな値を示した(表4)。このことからB選手はTF時点で膝と股関節を伸ばし、TB時点で膝を大きく曲げ、膝の伸展速度を大きくしてモルックを投げ出していたといえる。B選手のTF時とTB時の体幹前傾角度は全条件でA選手より小さい値を示し(表3)、REL時に向けて体幹前傾角度を増加させていた(図6)。ま

た、B選手のREL時点の体幹角速度はA選手より大きい値であった(表4)。このことからB選手はTF時点とTB時点で体幹をやや起こしておき、REL時点に向け体幹を積極的に前に倒しながらモルックを投射していたといえる。以上をまとめるとB選手は、TF時点で膝と股関節を伸ばし腰を高く位置させ、TB時点で肘と膝を大きく曲げ腰の高さを低くし、REL時点に向けて肘を前方に伸ばしながら体幹を前傾させ膝の伸展速度や体幹の前傾速度を大きくしてモルックに力学的エネルギーを与える方略をとっていたといえる。

③スキットル距離による変動

今回の試技においてモルックの初速度と投射角度は、両選手ともスキットルの距離が長くなるほど大きくなる傾向であった(表1)。これはスキットルの距離が長くなると初速度と投射角度のどちらかもしくは両方を大きくしなければ、スキットルの位置までモルックが到達しないためである。また、REL時点の体幹前傾角度は、両選手とも距離が長くなるとともに小さくなる傾向がみられた(表3)。距離が長くなるとモルックの投射角度は大きくなるため、身体の前傾を小さくして投射角度を調整していた可能性がある。

A選手のTB時点の肩関節角度は、スキットルの距離が長くなると小さくなる傾向がみられ(表3)、A選手は距離の長さに応じて肘を後に引く程度を調整していたといえる。また、A選手の3.5m条件のTF時点について、肘関節角度は他の条件と比べて小さな値であり、手関節角度は他の条件と比べて大きな値であった(表3)。これらからA選手の3.5m条件は、テイクフォワードで手首を伸ばして肘を曲げ、他の条件と比べて異なる投てき動作を行っていた。B選手の肘関節角度と手関節角度は、条件間で大きな差はみられなかった(表3)。B選手ではスキットルの距離が長くなると膝関節角速度が大きくなっていた(表4)。また、B選手の全ての時点の体幹前傾角度がスキットルの距離が長くなると小さな値を示した(表3)。これらからB選手ではスキットルの距離に応じて体幹の前傾姿勢や膝の伸展速度を調整していたといえる。

④ブレイクショットの特徴

ブレイクショット条件では、他の条件に比べて異なる点が両選手共通で認められた。特に投射角度は両選手とも他の条件に比べて小さく(表1)、手首の高さが他の条件と比べて低い位置でモルックをリリースしていた(図5)。また、両選手ともTB時点とREL時点の肩関節角度は他の条件と比べて小さく、テイクバックで肘をより後方に位置させ肘が肩

より前方に位置する前にリリースしていた (表 3)。股関節角度と膝関節角度が他の条件と比べて小さな値を示したのは (表 3), 肘が肩より前方に位置する前にリリースしていたためと考えられる。肘関節角度と手関節角度は, 両選手とも他の条件と変化がみられない傾向であった。これらの結果よりブレイクショットでは, 肘を後方に大きく引き, 低い位置で水平ぎみにモルックを投射することが 12 本のスキットルを全て倒すために必要な一つの要素であると考えられる。

A 選手は特に大きなモルック初速度を發揮し (表 1), TF 時点から TB 時点の軌跡に比べて TB 時点から REL 時点までの軌跡が徐々に下方に変位して投射していた (図 5)。A 選手の TB 時点の肩関節角度は今回の試技において最も小さく, REL 時点の体幹前傾角度は他の条件と比べ大きな値であった (表 3)。このことから肘と手首を後方に大きく引くことによりモルックを高い位置まで移動させモルックの位置エネルギーを大きくし, その後, 体幹を前傾させながら肩を中心に振子運動を大きくし, 肘や手首がより下方を通る動作を行っていたといえる。また, B 選手のブレイクショット条件は, 肘や手首の軌跡が他の条件に比べてより水平に長く (図 5), 押し出すように投射していた。しかし, B 選手のブレイクショットは A 選手の大きなモルックの初速度 (表 1) や REL 時点の大きな体幹前傾角度 (表 3 および図 6) のように他の条件と比べて特異な要素がやや少なかった。

5. まとめ

本研究は 2 名の優れた競技レベルのモルック選手の投てき動作について運動学的に検証した。その結果, 本研究で対象にした 2 名の選手では, 以下のような特徴がみられた。

- ①両選手とも右脚を前, 左脚を後に開いたスタンスで右投げの投てきを行っていた。
- ②A 選手と B 選手の相違点について, A 選手ではテイクバック時点において肩関節角度が B 選手より各条件で小さな値を示し, 肘と手を振り子のように動作させて投てきを行っていた。B 選手では, テイクバックで膝関節を曲げて大転子高を下げ, モルックのリリースにかけて体幹の前傾を大きくしながら, A 選手より膝関節の伸展速度を大きくした投てきを行っていた。
- ③モルックの初速度と投射角度は, 両選手ともスキットルの距離が長くなるほど大きくなる傾向であった。モルックリリース時点の体幹前傾角度は, 両選手とも距離が長くなるとともに小さくなる傾向がみられた。

④ブレイクショットは、両選手とも異なる距離の投てき条件に比べてテイクバックで肩をより後方に引き、低い位置で水平に近い角度でモルックを投射していた。

参考・引用文献

平島雅也 (2003) 的を狙う投球・打球動作の制御メカニズム, トレーニング科学, 15 (2), p99-105.

Hirashima M, Kudo K, Ohtsuki T (2003) Utilization and compensation of interaction torques during ball-throwing movements, J Neurophysiol, 89(4), p1784-1796.

一般社団法人日本モルック協会ホームページ：モルックについて,
<https://molkky.jp/molkky/> (令和4年10月21日閲覧可能)

金子公有, 藤原敏行 (2020) スポーツ・バイオメカニクス入門 絵で見る講義ノート第4版, 杏林書院, pp35, pp41.

大室康平, 小比類卷龍宏, 和田敬世 (2013) 投球動作の踏み出し幅の広さが投球の速度および正確性に与える影響, 八戸工業大学紀要, 32, p207-2012.

Reina R, Domínguez-Díez M, Urbán T, Roldán A (2018). Throwing distance constraints regarding kinematics and accuracy in high-level boccia players. Science & Sports, 33(5), p299-306.

桜井伸二 (1992) 投げる科学, 大修館書店, pp158-172.

豊島進太郎, 星川保, 池上康男 (1981) バスケットボールショットの正確さに及ぼすボール初速度と投射角度の影響, 体育学研究, 26 (3), p237-244.

ユニバーサルモルック協会 HP : <https://universalmolkky-japan.themedia.jp/> (令和4年10月21日閲覧可能)

読売新聞オンライン：モルック 泉佐野で熱戦
<https://www.yomiuri.co.jp/local/osaka/news/20220927-OYTNT50167/> (令和4年10月21日閲覧可能)

