

北口榛花選手における 60m オーバーの投てき動作の特徴

田内健二¹⁾ 佐分慎也²⁾ 墨 訓熙²⁾

1) 中京大学 2) 中京大学大学院

1. はじめに

2016年5月に開催されたセイコーゴールドングランプリ陸上2016川崎において、北口榛花選手が61.38m(日本歴代2位)を投げ、ジュニア日本新記録を更新した。北口選手は、2014年(高校2年次)にインターハイ、国体を優勝し、2015年には世界ユースにおいて金メダルを獲得、高校記録(58.90m)を更新するなど、輝かしい活躍を収めてきたが、2016年においても順調に記録を伸ばし、シニアの世界レベルまで到達してきた。この北口選手における投てき記録の向上に対する投てき動作の変化を明らかにすることは、当該選手の競技力向上をサポートするだけでなく、女子やり投げ全体のレベルアップにも貢献できるものと考えられる。

そこで本稿では、北口選手が2016年にマークした61.38mの投てき動作の特徴を、2015年の投てき動作と比較して明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 分析試技

分析試技は、北口選手が2015年10月にマークした58.90mの試技および2016年5月にマークした61.38mの試技とした。

2.2 撮影方法

それぞれの投てき試技を、助走路の側方および後方に設置した2台のデジタルビデオカメラ(HVR-A1J, Sony)を用いて、毎秒60コマ、シャッタースピード1/1000sで撮影した。撮影範囲は助走路にあるファウルラインを基準にして、奥行6m、横幅4m、高さ2.8mとした。撮影範囲中の9地点にマーク間隔0.4mのキャリブレーションポールを立てた。本研究では、ファウルライン中央部から奥行6mの地点を原点とし、投てき方向をy軸、y軸に対して右方向をx軸、鉛直方向をz軸とする右手系の静止座標系を設定した。

2.3 分析方法

ビデオカメラによって撮影された映像をビデオ解析ソフト(Frame-DIAS V, ディケイエイチ)を用いて、身体分析点23点およびやり(グリップ、先端)を毎秒60コマでデジタル化した。デジタル化した分析点の座標値を三次元DLT法により実長換算し、身体分析点およびやりの三次元座標値を求めた。算出した三次元座標値は8Hzのバターワースデジタルフィルタにより平滑化した。2台のカメラによって撮影された映像の同期は、やりのリリース時点のコマ数を合わせることに由り行った。

2.4 分析項目

本稿では、各データを算出するにあたり、最終的

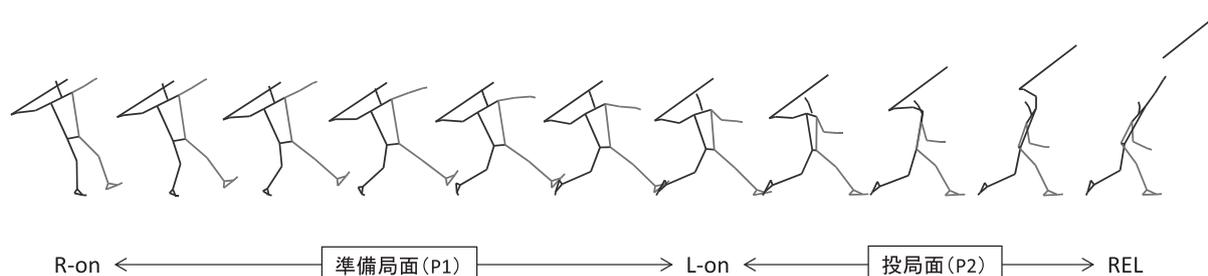


図1 イベントおよび局面の定義

表1 各投てきにおけるリリースパラメータ

記録(m)	リリース速度(m/s)				リリース角(°)	姿勢角(°)	迎え角(°)	リリース高(m)
	合成	左右	前方	上方				
58.90	23.6	-1.0	20.3	12.0	30.6	32.9	2.3	1.82
61.38	24.3	1.1	20.3	13.4	33.4	38.8	5.4	1.95

表2 各投てきにおける基本的動作パラメータ

記録(m)	動作時間(秒)		重心速度(m/s)			投行程(m)	
	P1	P2	R-on	L-on	REL	P1	P2
58.90	0.217	0.150	5.1	4.3	2.4	1.14	1.96
61.38	0.217	0.167	4.9	4.2	2.3	1.07	2.19

なクロスステップ後の右足接地(R-on)、左足接地(L-on)およびやりのリリース(REL)の各イベントを設定し、右足接地から左足接地までを準備局面(P1)、左足接地からリリースまでを投局面(P2)とした(図1)。分析項目は、以下の項目とした。

- 1) リリース速度：リリース時のグリップ速度
- 2) リリース角度：矢状面内におけるリリース速度ベクトルとy軸とがなす角
- 3) 姿勢角：矢状面内におけるグリップと先端とを結んだ線分とy軸とがなす角
- 4) 迎え角：姿勢角からリリース角を減じた角度
- 5) リリース高：リリース時のグリップの高さ
- 6) 局面時間：P1およびP2の経過時間
- 7) 重心速度：身体重心速度
- 8) 投行程：P1およびP2のグリップの移動距離
- 9) 身体各部位の速度：腰(両大転子の中点)、右肩およびグリップの合成速度
- 10) 身体各部位の相対速度：腰に対する右肩の速度(右肩/腰)およびは右肩に対するグリップ速度(グリップ/右肩)は、それぞれグリップ速度に対する体幹および上肢の貢献を示す。

なお、身体各部位の速度および相対速度は、R-onが0%、L-onが60%、RELが100%となるように時間軸を規格化した。

3. 結果および考察

まず、表1に示したリリースパラメータをみると、61.38mは58.90mと比較して、合成のリリース速度が高値を示した。各成分のリリース速度の結果から、この高値を示した理由は、上方のリリース速度が増加したことによるものであった。また、リリース角、姿勢角およびリリース高も高値を示した。この

ことから、61.38mは58.90mと比較して、やりをより上方へ高く投射した投てき動作であったと考えられる。また、表2に示した基本的な投てき動作パラメータをみると、61.38mは58.90mと比較して、P1の局面時間は同様であったが、P2の局面時間はわずかに長かった。重心速度はほぼ同様であり、投行程はP1で短く、P2では長かった。これらのことから、61.38mは58.90mと比較して同様の助走速度の中で、やりの移動距離をP1において短く抑え、P2において長くすることによって、やりをより大きく加速させられた投てき動作であったと考えられる。

次に、図2に示した身体各部位の速度および相対速度をみると、61.38mは58.90mと比較して、P1では腰の速度はほぼ同様であったが、L-on直後により急激に減速するにもなって右肩の速度が急激に増加し、さらにリリース直前に右肩の速度がより急激に減速するにもなって、グリップの速度が急激に増加していた(図2左)。この結果として、61.38mは58.90mと比較して、P2の前半では体幹の貢献(腰に対する右肩の相対速度：右肩/腰)がより大きく、後半では上肢の貢献(右肩に対するグリップ速度：グリップ/右肩)がより大きくなっていった(図2右)。身体の中心部分からより末端部分へ順次速度が加算されていく現象は運動連鎖として知られている。このことを考慮すると図2の結果は、61.38mは58.90mと比較して、この運動連鎖がより効果的に遂行された投てき動作であったと考えられる。

以上のような結果が得られた動作的原因を、図3、4に示したスティックピクチャから考察してみたい。注目したい点はP2における左脚の動作、いわゆるブロック動作である(図3)。つまり、61.38mは58.90mと比較して、L-on時により伸展

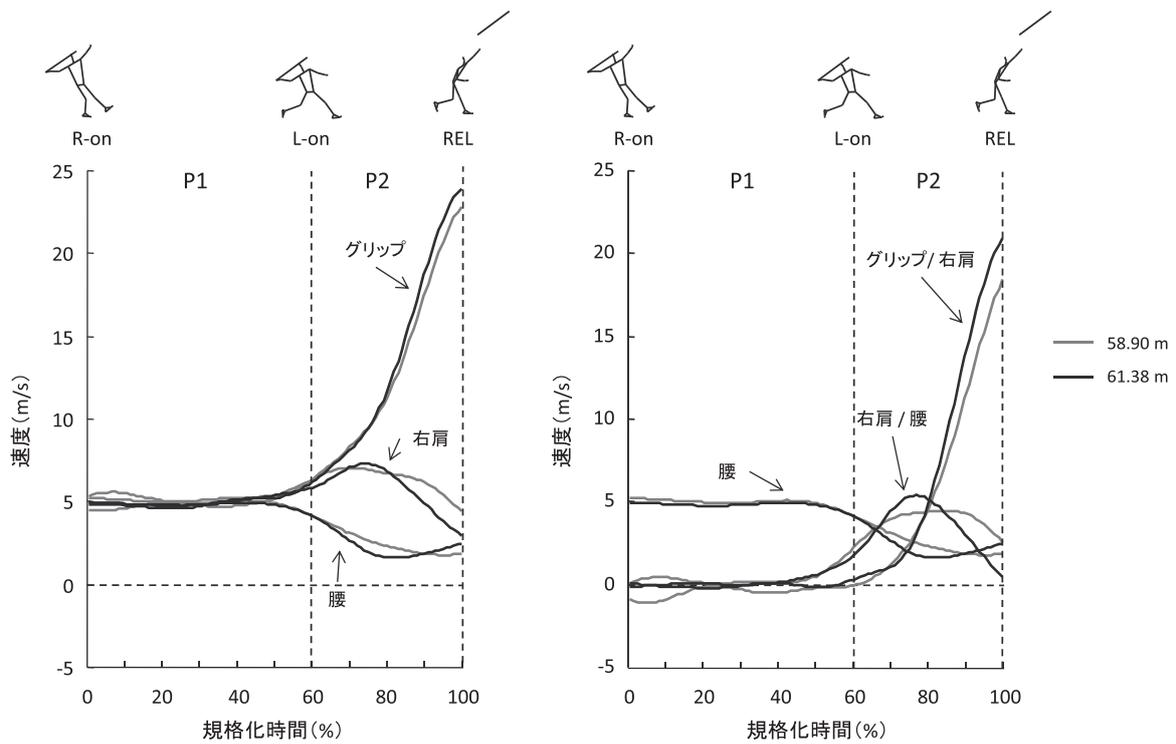


図2 身体各部位の速度（右図）および各部位の相対速度（左図）

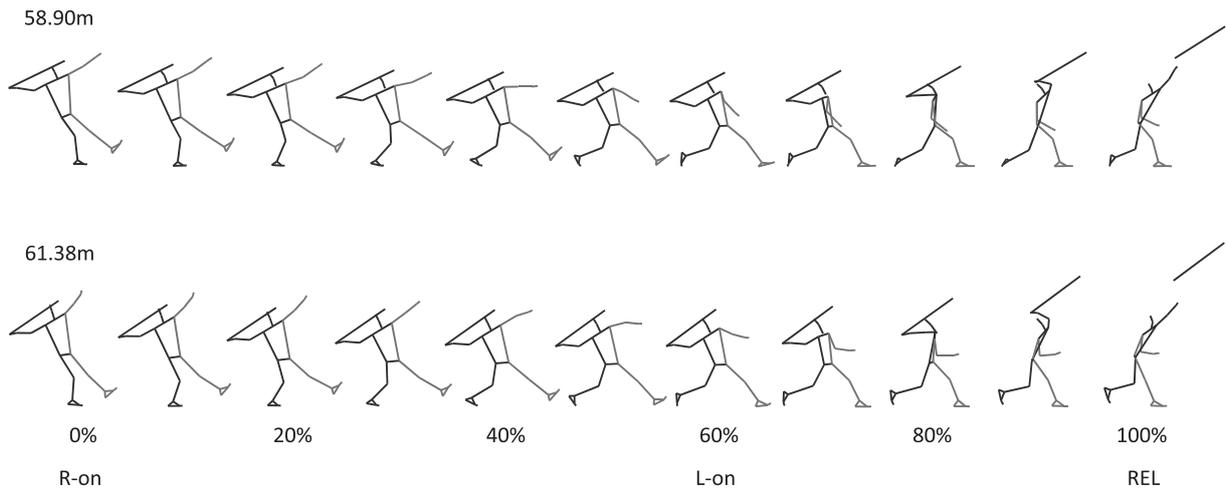


図3 側方から見た各投てきのスティックピクチャ

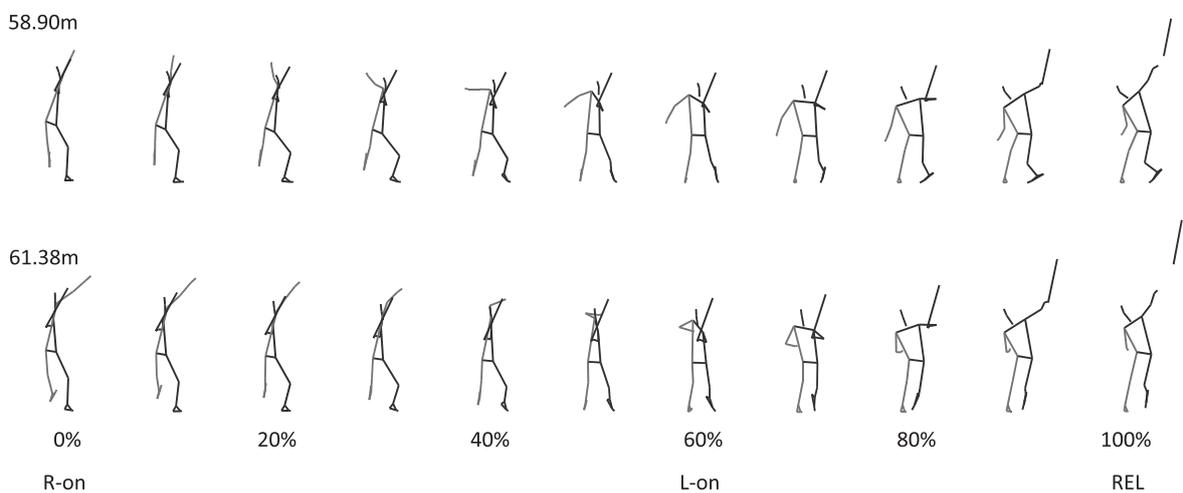


図4 後方から見た各投てきのスティックピクチャ

位で左脚を接地し、その伸展位をより維持したまま REL を迎えているということである。左脚のブロック動作は、より伸展位で接地することが良いことが明らかにされている（田内ら，2012）。このことを考慮すると，61.38m の試技は，左脚のブロック動作がより伸展位で維持されることによって，腰速度の急激な減速と，続く右肩の急激な加速（図2）に貢献したものと推察される。この右肩の急激な加速は，理論的にはより末端分の上肢を後方へ遅らせることにつながり，いわゆる上肢の“しなり”をより大きくできるものと考えられる。実際，図4の L-on 前後をみるとグリップがより後方に残され，上肢のより大きな“しなり”を観察することができる。この大きな上肢の“しなり”によって，その後のより速い腕振りを生み出し，やりをより大きく加速できたものと考えられる。

本稿の結果から，61.38m の試技は，58.90m と同様の助走速度から，左脚のブロック動作がより適切に行えたことから，より効果的な運動連鎖を生じさせ，上方へのやりのリリース速度の増加につながった投てきであったと解釈される。一方，58.90m は L-on 前に，体幹が大きく左回旋し始める，いわゆる肩の開きが早期に起こっていることが観察された（図4）。このことに加えて不完全なブロック動作（左膝の屈曲）が生じたために，投行程が P1 で長く P2 で短いこと，またリリース直前の右肩の急激な減速が起こらず，より末端部分の上肢の貢献が高まらなかったことにつながったと考えられる。したがって，北口選手における 60m オーバーの投てきは，これまでやり投げの技術において重要とされてきたポイントのほとんどを適切に遂行できた結果，達成されたものと結論づけられた。

参考文献

田内健二，藤田善也，遠藤俊典（2012）男子やり投げにおける投てき動作の評価基準．バイオメカニクス研究 16(1)：2-11.