

やり投擲時における助走運動量のやりへの変換率について

中村 達也

Transferring rate from approach momentum to javelin movement

Tatsuya NAKAMURA

Abstract

This study was a kinematics analysis of the javelin throwing from the four men's throwers. U thrower (Best record 78.32 m·this time 69.54 m), Si thrower (Best record 71.96 m·this time 65.34 m), S thrower (Best record 64.58 m·this time 55.67 m) and K thrower (Best record 58.18 m·this time 54.18 m) were the subject in this study.

Video-taped, using two 30 fps digital-camera. The VTR films digitized and the various bio-mechanical data obtained through a personal computer system.

It is most important that the approach velocity is transferred effectively to the javelin velocity through the throwing motion. Transferring rate from Approach momentum to javelin movement.

The study results were as follow U thrower (3.35%), Si thrower (3.50%), S thrower (2.86%), K thrower (3.49%). Transferring rate and especially flight distance were not related. But, this index may be used only within the same individual.

Key words : Approach momentum, javelin momentum, Transferring rate

キーワード：助走運動量，やりの運動量，変換率

I. 緒 言

やり投げは、男子で長さ 2 m 60~70 cm・重さ 800 g、女子で長さ 2 m 20~30 cm・重さ 600 g のやりを最大 36.5 m の助走を用いて、やりの最大飛距離を競う競技であり、その飛距離は、初速度、投擲角、姿勢角、迎角、投射高、風向きや気圧など気象条件に影響されることが知られている。そして、これまでに、やり自体の物理的特性^(5,6)、やりの飛行分析^(7,8)、やりのフライトシュミレーション⁽²⁾、やり投げの動作分析(助走速度、やりの初速度、角度、姿勢角、

迎角)^(4,9)などの研究がなされている。

一方、指導の現場においては、投げがうまくいってない状態の選手に対して、「腕がうまく出てこず力がやりに伝わっていない」、「助走で得られたエネルギーを左ひざが折れ曲がることにより、力が吸収されやりに力が伝わっていない。着地の際ひざが曲がらないよう工夫せよ」など、助走の運動量からやりの運動量への運動量の変換過程に着目した技術指導がみられる。また、先行研究^(1,3)においても、やり投げにおける運動量の変換の重要性に言及がなされているものも見られる。

しかしながら、これまで助走運動量からやり

表1 被験者の身体的特徴、最高記録、および競技成績

被験者	年齢(yr)	身長(cm)	体重(kg)	最高成績(m)	競技成績
U選手	22	185	88	78.32	日本選手権優勝
Si選手	21	165	75	71.96	日本学生選手権優勝
S選手	20	180	90	64.58	東海学生選手権3位
K選手	20	175	68	58.18	
平均	21	176	80		
sd	1.0	8.5	10.5		

運動量への変換率を実際に算出し、やりの飛距離との関連で検討した研究はみあたらない。もし、運動量の変換率がパフォーマンス評価として指標化がなされれば、現場のコーチや選手に有用な情報を提供できるものと期待される。

そこで、本研究では、助走運動量からやり運動量への変換効率を算出し、飛距離との関係から変換効率の有用性を検討することを目的とした。

II. 方法

II-1) 被験者

被験者は男子やり投げ選手4名であり、彼ら

の身体的特徴、最高記録および競技成績を表1に記した。

II-2) 実験プロトコール

試合に準じ、4名の被験者が順に、合計6投のやり投げを実施した。なお、6投の内最高記録であったものについて、データとして以下に示す解析を行った。

実験日は平成10年9月18日、場所はトヨタ自動車グラウンドであり、気温24度(曇り・無風)の条件下であった。

II-3) ビデオ計測

被験者の投擲動作を横方向より、2台のビデオカメラ (Sony Digital Handycam DCR-VX 1000、毎秒30フレーム、シャッタースピード：1/10000秒) を用いて撮影した。カメラの設置位置を図2に示した。第1のカメラの位置は、ファールライン手前3mから直角38mに設置し、投擲直前の動作を撮影した。第2のカメラは、ファールライン手前7mか33.5mの位置に設置し、投擲動作全体の撮影をした。また、距離キャリブレーションをおこなうために、3mの距離較正棒を第1および2のカメラともに助走路に水平及び垂直に撮影した。

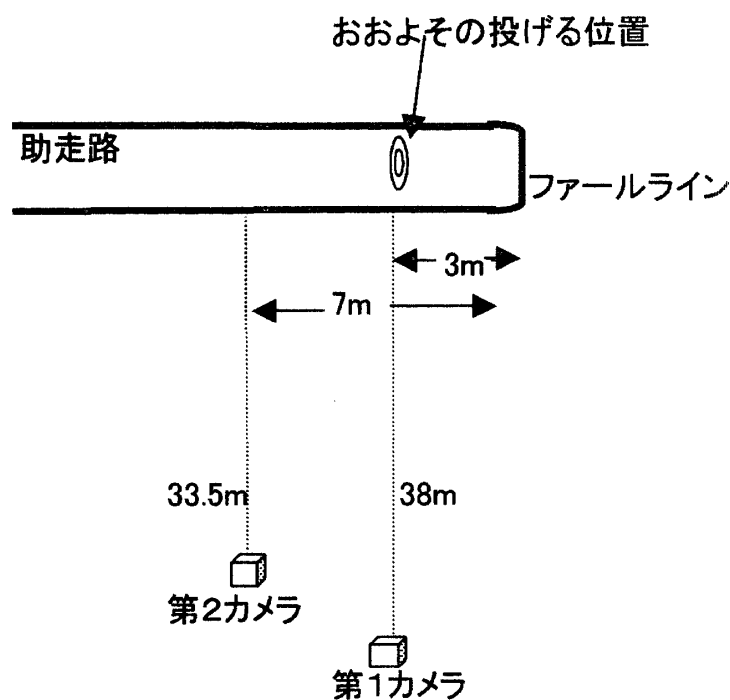


図1 カメラの設置位置

II-4) 撮影画像の分析

ビデオ画像データはパーソナルコ

ンピューターを用い AVI ファイルに変換し、
 デジタイザーソフト (Visual Basic で作成) に
 より、腰 (腸骨稜) とやり (グリップ前端) の
 位置座標を求めた。また、ビデオ上の座標から
 実際の距離に変換するために、3 m の距離較
 正棒からデジタイザーの値と実際の距離の対応
 関係を計算した。

II-5) データ解析

II-5-1) 助走およびやりの速度の算出

腰およびやりの移動距離をデジタイズデータ
 より算出し、それに要した時間で微分すること
 で、それぞれの速度を算出した。なお、腰の速度
 を助走速度として採用した。また、腰の速度
 はやりを投げる直前の腰の速度が最高の値を、
 やりの速度についてはやりが手から離れた直後
 の速度を用いた。

II-5-2) 変換率の算出方法

助走運動量 (M_a) およびやりの運動量 (M_j)
 は以下の式で求められる。

$$M_a = V_1 \times (W_b + W_j) \dots\dots\dots (1)$$

$$M_j = V_2 \times W_j \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 V_1 : 助走速度、 V_2 : やりの速度、 W_b :
 選手の体重、 W_j : やりの質量

(1)(2)より、助走運動量からやりの運動量の
 変換率 (R_{momentum}) は、以下のように算出され
 る。

$$R_{\text{momentum}} = M_j / M_a \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

III. 結果および考察

助走の速度とやりの初速度、助走とやりの運
 動、および助走からやりへの運動量の変換率を
 表2、図2に示した。飛距離と変換率は、U選
 手で69 m 54 cm と3.35%、Si選手で65 m 34 cm
 と3.50%、S選手で55 m 67 cm と2.86%、およ
 びK選手で54 m 18 cm と3.49%であった。

この様に、飛距離の良い者が必ずしも高い変
 換率を示していなかった。この原因として、変
 換率に体重が大きく影響を及ぼしていることが
 考えられる。つまり、体重が重いと助走時運動
 量が高くなる。これは、変換率の計算式(3)に
 おける分母が大きくなることを意味し、結果と
 して変換率が低くなってしまふ。実際に、変換
 率の低かったU選手およびS選手は他の被験
 者よりも体重が高かった。

したがって、変換率を使用する際は個人内での
 評価には使用できる可能性があるが、被験者
 間で比較するためには、体重の影響を取り除く
 などの工夫が必要となるものと考えられる。今
 後のさらなる検討が必要である。ただ、個人の
 使用にあたっては、時系列的な比較に際しては
 体重の変動を考慮する必要があるものと推察さ
 れる。

表3は、今回の結果よりも変換率が0.5%向
 上したと仮定した際の飛距離と向上率を試算し
 たものである。その結果、U選手で80 m 02 cm
 と11.51%、Si選手で74 m 63 cm と11.42%、S
 選手で65 m 38と11.74%、およびK選手で61 m
 97 cm と11.44%であった。

表2 各被験者の運動量の変換効率と飛距離

被験者	V_1 (m/s)	M_a (kg·m/s)	V_2 (m/s)	M_j (kg·m/s)	R_{momentum} (%)	飛距離 (m)
U選手	6.15	546.1	22.84	18.3	3.35	69.3
Si選手	6.44	488.2	21.37	17.1	3.50	65.4
S選手	5.86	532.1	19.03	15.2	2.86	55.7
K選手	6.44	443.1	19.32	15.5	3.49	54.2

V_1 : 腰の速度、 V_2 : やりの初速度、 M_a : 助走の運動量、 M_j : やりの運動量、
 R_{momentum} : 助走からやりへの運動量の変換率

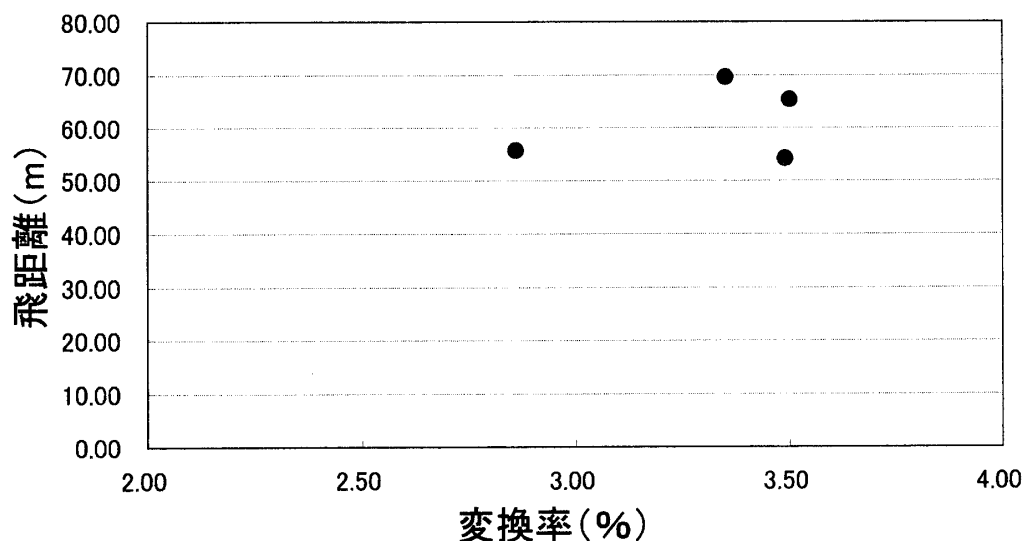


図2 運動量の変換率と飛距離の関係

表3 各選手の変換率が0.5%増加したと仮定した際の予想飛距離と飛距離向上率

被験者	変換率 (%)	飛距離 (m)	変換率が0.5%向上した時の飛距離 (m)	飛距離の向上率 (%)
U選手	3.35	69.54	78.98	11.36
Si選手	3.50	65.34	74.63	11.42
S選手	2.86	55.67	66.15	11.88
K選手	3.49	54.18	62.13	11.47

平均9.29 m 向上し、率にすると平均11.53% 向上したことになる。変換率の最も低かったS選手がもっとも向上率が高くなった。同様に飛距離の向上は、U選手が10 m 48と最も高く、次いでS選手が9 m 71となった。これらは、あくまでも仮想的な概算である。しかし、変換率が向上することで飛距離がどの程度向上するかが明確となり、選手やコーチに対して、変換率を向上させるための強いモチベーションを与えるものであると思われる。

IV. まとめ

1. やり投げ選手4名に試合形式で6投させ、それをデジタルビデオカメラで撮影した。6投の内の最高記録時のビデオ画像を分析し、助走およびやりの運動量を算出し、これらから運動量の変換率を求めた。
2. 飛距離と変換率は、U選手で69 m 54 cm と

3.35%、Si選手で65 m 34 cm と3.50%、S選手で55 m 67 cm と2.86%、およびK選手で54 m 18 cm と3.49%であった。

3. 以上の結果から、飛距離が良くてもそれが変換率に反映されていないことが明らかになった。これは体重の影響が考えられ、今後、体重の影響を取り除く方法などさらに運動量の変換率について検討していく必要性が示唆された。

V. 謝 辞

本論文の執筆において、終始懇切なるご指導ならびにご鞭撻を賜りました本学の健康・体育専攻 星川秀利講師に、厚く御礼申し上げます。

IV. 引用文献

- 1) 橋本勲, 三浦望慶, 池上康男, 天野義裕,

- 陳全寿：やり投げの身体運動学的研究，東海保健体育科学, 35, p 27-35, 1978
- 2) HUBBARF.M : Optimal javelin trajectories., *J.Biomech*, (17), p 777-787, 1984
 - 3) 小林一敏：スポーツの科学的原理，大修館書店, p 216, 1978
 - 4) Komi, P.V. : Biomechanical Analysis of olympic Javelin throwers., *Int. J. Sport Biomech*, 1, p 139-150, 1985
 - 5) 前田正登：やりの静的特性，陸上競技研究, 2, p 18-28, 1990
 - 6) 前田正登：ヤリの構造と動特性，体育学研究集録, 17, p 13-20, 1991
 - 7) 前田正登：やり投げにおけるやりの飛行挙動，*J.J.S.S.*, 15(3), p 207-213, 1996
 - 8) 宮口尚儀，前田正登：やり投げにおけるやりの飛行の分析，金沢大学教養学部紀要教育科学編, 36, p 297-309, 1987
 - 9) 野友宏則：記録水準の異なる選手のやり投げ動作，陸上競技研究, 32(1), p 32-39, 1998