

アーチェリーにおける
リアルタイムフィードバックに関する知見：
1名の対象者より

Insights into real-time feedback in Archery:
from N = 1 participant

本山 清喬

アーチェリーにおけるリアルタイムフィードバックに関する知見：1名の対象者より

Insights into real-time feedback in Archery: from N = 1 participant

本山 清喬

キーワード：アーチェリー、リアルタイムフィードバック、動作分析

緒言

オリンピック競技としてのアーチェリーは70m先にある直径1220mmの的を射る競技である。アーチェリーに関してはこれまでに動作分析や筋電図学的、選手の筋力特性、形態学的(岡部 2018) やマウスガードの効果を検証した研究(雨宮ほか 2004; 杉浦ほか 2022)、矢の性能を明らかにした研究(長谷川ほか 2019)などが存在するが、アーチェリーに関する研究は他のスポーツ競技と比較して少ない。

筆者はこれまでに、スプリント(本山と豊田 2020) や砲丸投げ(本山 2021)に関する映像フィードバックの効果を検討してきた。これらの映像フィードバックは遅延装置を用いて運動実践者が確認できるシステムである。アーチェリーは射出前に静止姿勢があり、遅延映像によるフィードバックだけでなく、リアルタイムフィードバックの実施が可能な数少ない競技と考えられる。また、パフォーマンス結果に関して、宮内と角田(2012)は練習の効率化のために的中と得点の自動検出表示装置を製作した。

アーチェリーは標的の中心から矢の位置がどの程度かをフィードバックし、サイトを調整することで次の射をより標的の中心に近づけるという作業を行う。そのため、リアルタイムフィードバックに加えて射出速度や射出角度を選手にフィードバックすることができれば、有用な情報になり得ると考えられる。しかしながら、射出速度がアーチェリーにおいて60-70m/sと非常に高速な運動であると考えられる。村上ほか(2022)は高速度カメラのフレームレートとして3000fpsを採用しているが、このカメラ設定は選手へのフィードバックを行うためには、データ量が大きくなることや必要な局面を切り取ることなどの要因から適していない。

$$\text{フックの法則} \quad F = kx \quad ①$$

$$\text{運動方程式} \quad F = ma \quad ②$$

$$\text{①, ②より} \quad a = \frac{k}{m}x \quad ③$$

$$\text{③を } x \text{ で微分} \quad v = \frac{k}{2m}x^2 \quad ④$$

フックの法則および運動方程式から射出速度(v)はドローイングレングス(x)の二乗に比例する。つまり、ドローイングレングスおよびその角度が一定であるのであれば、70m先の矢の位置は一定であるため、射出速度に関連した



図1 分析項目

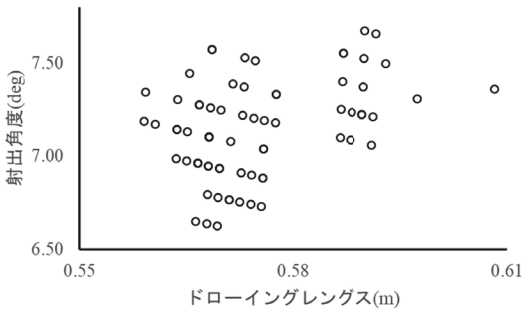


図2 射出角度と身体座標間の角度の関係

値を映像によってフィードバック可能となる。さらに、近年のAI技術の発展により、映像から身体座標の算出がリアルタイムで可能となった。しかしながら、弓や矢の位置情報を算出するという個別の使い方に対応するものではない。そのため、身体座標によりドローイングレングスやその角度を推定することができれば、映像によるリアルタイムフィードバックを用いることで、射出速度や射出角度を選手にフィードバックすることができると仮説を立てることができる。

そこで本研究の目的は、選手へのリアルタイムフィードバックに必要な身体座標情報を取得するための知見を得ることである。

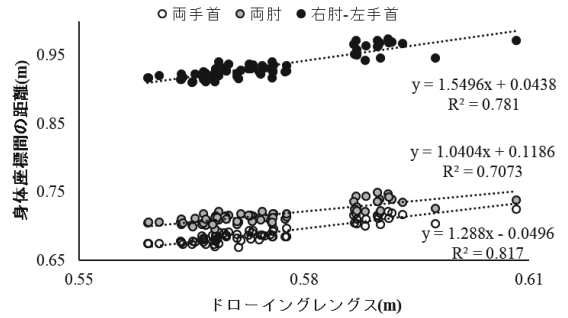


図3 ドローイングレングスと射出角度の関係

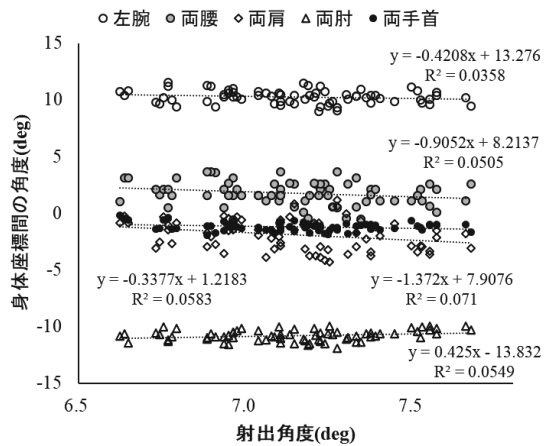


図4 射出角度と身体座標間の角度の関係

方法

1. 研究参加者

研究参加者は、K大学に所属する女子アーチェリー選手1名であった。研究参加者は小学生の時からアーチェリーを専門的に行い、全国大会で優勝した経験のあるエリート選手である。研究参加者に対して研究目的、方法を説明するとともに、研究参加への同意を得た。なお、本研究は、九州産業大学研究倫理委員会の承認(2020-0002)を得て行った。

2. 測定および分析項目

測定は大会と同様に70mの的に向かって6射を12回、合計72射のシューティングである。その際の動作は高速度カメラ(Panasonic社製、

FZ300, 240Hz) を用いて撮影し、両第3中手骨頭、両手首、両肘、両肩、両大転子及びシャフト(矢)とストリング(弦)の交点、そして、シャフトとリカーブハンドル(弓の本体部分)の交点、合計10点をFrame DIAS VI(Q's fix社製)の2次元4点実長換算を用いて2次元座標を算出した(図1)。射出変数の分析項目はシャフト(矢)とストリング(弦)の交点、そして、シャフトとリカーブハンドル(弓の本体部分)の交点の距離をドローイングレンジス、その角度を射出速度と定義した。また、身体座標から得られる変数の分析項目は、ドローイングレンジスに関連して、両手首の距離、両肘の距離、右肘から左手首の距離を算出し、射出角度に関連して、左肩から左手首の角度、両腰の角度、両肩の角度、両肘の角度、両手首の角度を分析の対象とした(図1)。

3. 統計処理

射出変数と身体座標から得られる変数の比較は、Pearsonの積率相関係数を用いて相関関係を分析した。

結果

図2はドローイングレンジスと射出角度の関係を示した。ドローイングレンジスは 0.57 ± 0.01 m (min: 0.56 m, max: 0.61 m) であり、射出角度は 7.15 ± 0.26 deg (min: 6.62 deg, max: 7.67 deg) であった。

図3はドローイングレンジスと両手首の距離、両肘の距離、右肘-左手首の距離を比較した。3つの分析項目ともにドローイングレンジスとの間に高い相関関係が認められたが、両手首の距離が最も高い正の相関関係が認められた。

図4は射出角度と左腕の角度、両腰の角度、両肩の角度、両肘の角度、両手首の角度を比較した。その結果、いずれの要因も射出角度との

有意な相関関係は認められなかった。

考察

アーチェリー競技のパフォーマンスは70m 先の的の中心を射抜くことである。風などの要素も含まれるが、基本的には射出速度と射出角度によってどの位置に到達するかが決定される。

まずは、ドローイングレンジスの最低値と最高値の比から射出速度を推定すると、最大速度と比較して最低速度は84.3%となる。つまり、72射の間に射出速度は大きければつきがあると考えられる。リアルタイムフィードバックの有る有用な情報源になる身体座標間の距離との関係については、検討した3項目全てで高い相関関係が得られた。特にドローイングレンジスは両手首の距離との関係性が高かったことにより、両手首の距離を利用して射出速度を推定する手法がリアルタイムフィードバックに適している可能性がある。アーチェリー競技では適切なパフォーマンスを繰り返し行うことが要求される。また、1エンドごとにドローイングレンジスの平均値を比較したところ、徐々にドローイングレンジスが短縮していく特徴があった。そこで、疲労度の推定にも活用可能と考えられる。

次に、射出角度と身体座標間の角度との関係性を検討したところ、いずれの項目も相関関係が低く、身体座標によって、射出角度を推定することは困難であると考えられる。射出角度の出現範囲は6.62 - 7.67 deg であった。的の位置が70m 先であることから、理論的に的の上下に1.28mの差が生じる。実際には、すべての矢が5点以上であったことから、直前に射た結果や疲労度を考慮してサイトの調整を行うことで生じた射出角度の差であると考えられ、映像によるフィードバックよりも矢が刺さった位置を確認してサイトを調整することが重要であるとい

える。

まとめ

本研究はアーチェリー競技においてリアルタイムフィードバックすることを目標とした知見を得ることである。そこで、射出速度に関連するドローイングレングスは両手首間の距離によって推定することが可能であることが示唆された。

文献

- 1) 雨宮悟志, 片山幸太郎, 高田英記 (2004) スポーツ歯学, 7 (1), 79-84.
- 2) 長谷川俊成, 宮寄武, 田中健太郎, et al. (2019) ながれ : 38 208-217.
- 3) 本山清喬 (2021) 九州産業大学 総合情報基盤センター広報誌 COMMON: 40 109-116.
- 4) 本山清喬, 豊田直樹 (2020) 九州産業大学 総合情報基盤センター広報誌 COMMON: 39 52-59.
- 5) 宮内肇, 角田一平 (2012) 電気学会論文誌. 132 (11) : 1005-1010.
- 6) 村上陸, 守裕也, 宮寄武, et al. (2022) 日本機械学会論文集, 88: 914. (12ページ)
- 7) 岡部正博 (2018) 東京音楽大学研究紀要, 41: 39-56.
- 8) 杉浦有佳子, 山本寛明, 渡邊諒, et al. (2022) スポーツ歯学, 25 (2) : 23-27.