

# 弓道における射法八節姿勢提示システムの提案と評価

## Proposal and Evaluation of the Coaching System for Eight Stage of Shooting Posture in Japanese archery

佃 吉央†  
Yoshio Tsukuda

小枝 正直†  
Masanao Koeda

### 1. はじめに

弓道では矢的中（的中）だけでなく、射るまでの一連の動作手順（射法八節）も重要である。射法八節は、「足踏み」、「胴作り」、「弓構え」、「打起こし」、「引き分け」、「会」、「離れ」、「残心」で構成される。弓道初心者が射法八節を練習する方法は主に次の3つである。

1. 自分自身の姿を鏡で見て姿勢を修正する方法
2. 指導者に口頭で姿勢を修正してもらう方法、
3. 指導者に身振り手振りで姿勢を修正してもらう方法

1の方法では、指導者がおらず間違っただけの姿勢を覚える可能性がある。2,3の方法では、指導者によって指導方法が同一とは限らず、また口頭での姿勢の指導は困難であるといった問題がある。また、家では矢を射る環境が整っていないので矢を射る練習は不可能であり、それらを支援する環境が必要であると考えられる。

岡本ら[1]は、利用者の関節位置情報を Microsoft Kinect v2 センサ（以下、Kinect と略記）からリアルタイムに取得し、Kinect から得られる映像上に文字情報などを重量表示フィードバックする学習支援システムを開発した。しかし、動作の遷移が分かりづらいといった欠点がある。星野ら[2]は、Kinect を用いて射形を自動認識して利用者の胴の傾きや肩の動きの崩れを判定し、射形の乱れを映像上に矢印で指摘して矯正するシステムを開発した。しかし、射形認識は5状態のみである。両角ら[3]は、射法八節を認識するためのデータセット生成のため、Kinect で関節の相対関係を数値化し、骨格情報の評価を可視化した。しかし姿勢提示や姿勢補正はなされていない。

そこで本研究では、利用者の姿勢をリアルタイムに計測し、経験者との姿勢の差を視覚的に提示可能な射法八節提示システムを提案する。姿勢計測には Kinect、表示には Unity を用いたシステムを開発し、被験者実験を行った。

### 2. 射法八節姿勢提示システム

本システムでは、まず Kinect を用いて弓道経験者による射法八節時の各姿勢における両肘・両膝の関節位置を3次元的に事前に取得する。取得した位置に Unity の仮想空間内に現実世界の単位で 15cm の大きさの球（提示球）を設置する。初期状態では提示球は赤色で表示する。大きさを 15cm に設定した理由として、人型 3D モデルの大きさを考慮し色の変化が見えやすい、かつ経験者の姿勢と少しの誤差は許容するためである。利用者の姿勢を Kinect でリアルタイム計測し、その姿勢と同期させた人型 3D モデルを表示する。人型 3D モデルの肘・膝関節位置が提示球内に入った場合、提示球を緑色に変化させる。利用者はすべての提示球が緑色になるように姿勢を調整することで、経験者

と同じ姿勢（正しい姿勢）になっていることを視覚的に確認できる。正しい姿勢を 3 秒間維持すれば、射法八節の次の姿勢が提示される。

図 1 は本システムのスクリーンショットで、図 2 は利用者が自分の姿勢を調整している様子である。画面は 3 分割されており、右半分、左上、左下に人型 3D モデルの正面図、上面図、側面図がそれぞれ表示される。3 方向からの映像を表示することで、どの関節がどちら方向にずれているのかを視覚的にわかりやすくしている。また、画面中央に表示されている 3D モデルは、どのような動作をしてその姿勢に遷移するのかを利用者に伝えるための人型 3D モデルである。

また、Unity の仮想空間内で矢を射ることが可能な射システムも作成した（図 3）。近的弓道に従って、的オブジェクトは直径 36cm、的オブジェクトから射場までの距離は 28m とした。また、矢オブジェクトの質量は 30g とした。また矢を射るには、勝手（右手）の人差し指に付けた無線マウス（サンワサプライ株式会社製 400-MA077）で左クリックする。



図 1 射法八節提示システム画面



図 2 本システムを使用中の画面と利用者

### 3. 実験

開発した射法八節姿勢提示システムを使用して、初心者  
が正しい射法八節姿勢となるか、また射システムを用いて  
中り位置の変化を測定した。

#### 3.1 実験1：射法八節姿勢提示システムの有効性検証

実験手順は以下の通りである。

1. 射法八節姿勢提示システムを起動し、被験者を Kinect から約 2m 離れた位置に立たせる。(図 4)
2. Kinect が被験者を認識し、画面中央の人型 3D モデルが被験者の動きと同期することを確認する。
3. モニタ内の全ての提示球が赤色から緑色になるまで、自分自身で姿勢を修正させ、その姿勢を覚えるように指示する。
4. 一度楽な姿勢に戻した後、再度、覚えた姿勢を実施させた際に、スムーズに赤色から緑色に変化した提示球の数を計測する。
5. 以上の手順を 2 回実施する。

#### 3.2 実験2：中り位置の評価

実験 1 で姿勢補正をした後、被験者に射システムで矢を射させる、矢が中った位置と的の中心との距離を計測する。

### 4. 実験結果

本実験の被験者は 20 歳代の弓道初心者 10 名（男性 9 人、女性 1 人）である。

#### 4.1 実験1の結果と考察

2 回の姿勢提示における被験者毎の緑色提示球の合計を図 5 に示す。1 回目の姿勢提示では、平均緑色提示球数は 17.3 個で、ほとんどの被験者はスムーズに補正できていなかった。2 回目の姿勢提示では、平均緑色提示球数は 21.2 個となり、1 回目の失敗を意識して姿勢が矯正された様子が伺える。

以上の結果より、本システムを用いることで利用者の姿勢を補正できることが考えられる。

#### 4.2 実験2の結果と考察

被験者毎の中り位置と的の中心との距離および緑色提示球数の関係を図 6 に、中り位置と的の中心との距離の平均値と標準偏差および緑色提示球数の関係を図 7 に示す。結果より、2 回目の姿勢提示実験後に矢を射た際には、1 回目と比較して、60%の被験者が的の中心に接近した。

以上の結果より、本システムにより姿勢が補正され、中り位置がよりの中心に接近することが示された。

実験 1, 2 の結果より、図 6 に注目すると、2 回目の姿勢提示実験でスムーズに姿勢補正できている被験者は、中り位置の評価実験では矢の中り位置が的の中心に接近していることが分かる。このことから本システムを使用して姿勢補正を行う事で中り位置が的に接近することが考えられる。また逆に 1 回目と 2 回目の姿勢提示実験の結果スムーズに姿勢補正できなかった、あるいは結果が同じ被験者は、矢の中り位置と的の中心との距離が離れる傾向にあると考えられる。



図 3 射システム画面

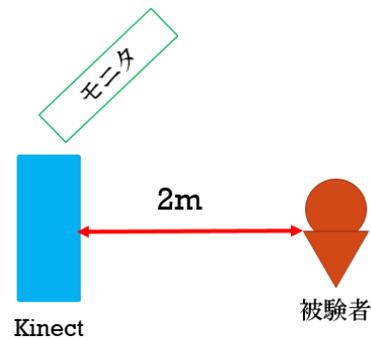


図 4 実験の位置関係

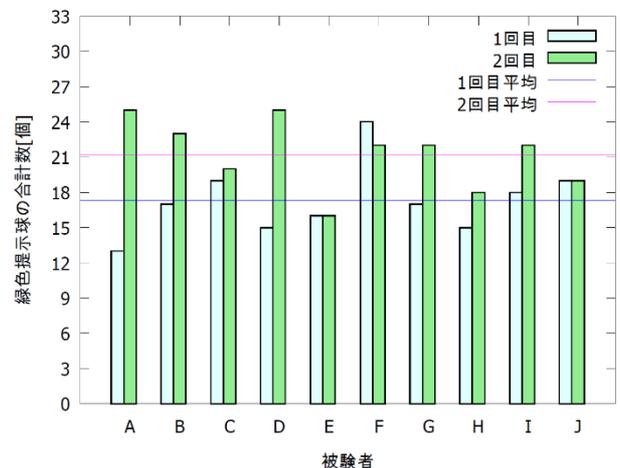


図 5 被験者毎の緑色提示球数

## 5. おわりに

本研究では、初心者・経験者共に容易に射法八節の姿勢を補正することを目的とした射法八節姿勢提示システムを提案・開発した。各射法八節時の両肘・両膝位置に提示球を設置し、利用者の姿勢に応じて色を変化させることで正しい姿勢を学習できるようにした。本システムを用いて10名の被験者実験を行った結果、初心者でも姿勢を補正することができ、姿勢を補正することで中り位置が的の中央に接近することが分かった。一方、姿勢補正の際、立つ位置によって姿勢補正の難易度が変わることも分かった。

今後は、利用者の姿勢と提示球との位置関係により音声による指導や、提示球の数を増やし姿勢補正精度をあげ本システムの姿勢提示・姿勢補正向上を行う。

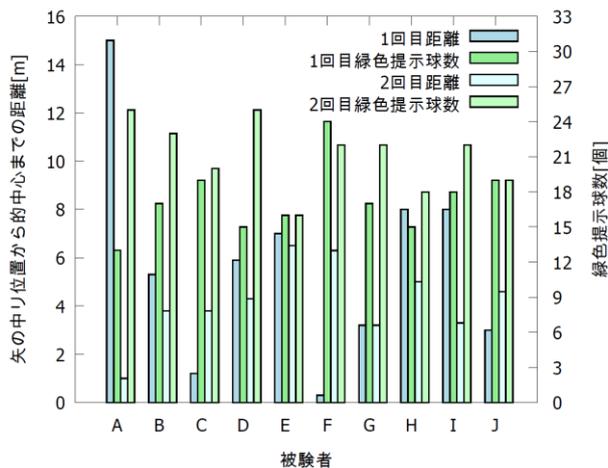


図6 被験者毎の中り位置と的の中心との距離および緑色提示球数の関係

## 参考文献

- [1] 岡本勝, 住本智宏, 松原行宏, ”リアルタイム姿勢推定技術を活用した拡張現実型学習支援手法の検討”, 教育システム情報学会 2013 年度第 6 回研究会, pp.203-206, 2014.
- [2] 星野直樹, 盛川浩志, 小宮山撰, ”射形のモーションデータを用いた弓道訓練システムの実装と評価”, 情報処理学会第 79 回全国大会, pp.4.287-4.288, 2017
- [3] 両角 貴弘, 大園 忠親, 新谷 虎松, ”弓道練習支援システムにおける射法八節の認識のためのデータ収集について”, 人口知能学会全国大会 (第 32 回), 2018

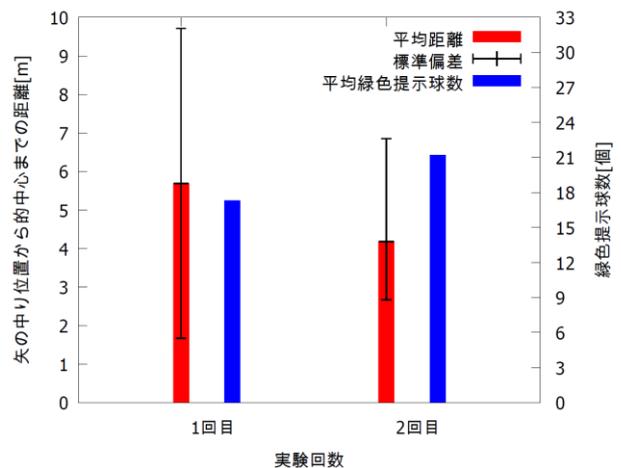


図7 中り位置と的の中心との平均距離と標準偏差および平均緑色提示球数の関係