

論文要旨

1. はじめに

1.1. 研究の背景

情報処理論に基づいて、運動制御はフィードバック要素をもたない開回路制御 (open-loop control) とフィードバック要素をもつ閉回路制御 (closed-loop control) に分類することができる (Woodworth, 1899)。Kuhn (1987) は “closed-loop・open-loop” 制御理論に基づいてキッカーの認知的な方略を “keeper-dependent” と “keeper-independent” に分類した。このうち、“keeper-independent” 方略は、キッカーはシュート方向の選択をキーパーのセービング動作とは独立に行う。すなわち、キックは、キーパーのセービング動作以前の、相手キーパーが好むセービング方向の知識、もしくはキーパーの立ち位置などに基づいている。この方略で重要なことは一度キック動作を開始したら、シュート方向などの計画を変更しないことである。一方、“keeper-dependent” 方略は、キッカーは前もって一時的な標的を選ぶが、最後までボールを蹴る方向についての決定は残しておき、走り出してからキーパーのアクションからの情報を得ようとする方略である (Kuhn, 1987; Miller, 1996)。

“keeper-independent”、“keeper-dependent” 方略をキーパーの認知的な方略に当てはめると、おおむね “penalty taker-independent” と “penalty taker-dependent” に分類される。“penalty taker-independent” 方略とは、視覚以外の事前情報に基づき、セービング行動を行うことを意味し、“open-loop” の運動制御システムということになる。“penalty taker-dependent” 方略とは、相手キッカーの視覚情報を取り入れてセービング行動を遂行するという意味し、“closed-loop” の運動制御システムを選択していることになる。

キーパーはこの2つの方略のどちらを用いるか、反応開始時によって影響される。反応開始が遅くなる程、キーパーはキッカーの動作やボール方向などの情報をセービング動作に組み入れることが可能になる。反対に反応開始が早くなる程、キッカーから得られる情報が少なくなるので、キーパーは事前情報に基づいてセービング動作を行うことになる。Morris and Burwitz (1989) は、キーパーがボールコンタクト前の 100 ± 40 msec. にダイビングを開始した時のシュート方向判断正確率はランダムレベル (50%) であったことを明らかにした。この結果から、キーパーが “penalty taker-independent” 方略を用いてシュート方向を判断したと考えられる。しかしながら、この方略を用いる時に、キーパーがどのような視覚以外の予測情報に基づいてシュート方向を判断するかについては十分な検証がなされていない。

1.2. 研究の構成・目的

キッカーのシュート方向の判断がどのような情報をもとにして適切に行われるのかを明らかにするために、第1研究では、実際の試合のPK映像に基づいて、ゴールライン通過時のボールの位置とキーパーのセービング行動を計測し、キーパーのセービング可能範囲、シュート方向判断に関係する視覚以外の予測情報および反応開始時を検討する。第2研究では、第1研究の分析結果を手がかりとして、年齢・競技歴・競技レベルが似ていて、ポジション (キーパーとフィールドプレイヤー) だけ異なる大学サッカー部に所属する男性選手を被験者として選び、時間的遮蔽法を用いて、PKに対するセービング動作のシミュレーション実験により、遮蔽条件別の反応開始時とシュート方向判断正確さをキーパーの熟練者と非熟練者の間で比較し、シュート方向判断に関係する視覚的先行キューと、キーパーの熟練者と非熟練者は異なる認知的方略を用いるかを検討する。研究にあたっては、以下の2つの仮説を設定した。第1の仮説：キーパーの反応開始時はシュート方向判断に影響を及ぼし、反応開始の速さとシュート方向判断の正確性の間

にはトレードオフ関係がある。第2の仮説：熟練者は主に視覚以外の事前情報に基づき、“open loop”運動制御のシステムに基づく“penalty taker independent”の方略を用いてシュート方向を予測する。これに対して非熟練者は主に相手キッカーのキック動作を基にして、“closed-loop”の運動制御システムに基づく“penalty taker-dependent”の方略を用いてシュート方向を予測する。

2. 第1研究：エリート・ゴールキーパーのペナルティキックに対するセービング行動の分析—認知的方略の視点から

2.1. 方法

- (1) 分析対象はサッカー試合のPK映像422本である。
- (2) 測定内容はボールがゴールラインを越える瞬間の位置、キーパーの身長、セービング方向、反応開始時、及びセービング成否などである。
- (3) 測定方法：ボールがゴールラインを越える瞬間の位置が測定ツールの正面図と平面図を用いて測定された。
- (4) 分析方法：セービング方向の区分はキーパーの平均身長（188cm）によってゴール中央部の幅を188cmに設定し、その右（幅：272cm）と左（幅：272cm）の3つとした。データ分析にはSPSS 16.0 for windowsを用いた。

2.2. 結果と考察

エリートキーパーのシュート方向判断の選択肢はゴールの左側、右側とゴールの中央部の3つであった。主なセービングエリアはゴールの左下半部と右下半部であった。また、エリートキーパーはキッカーのキック足とボールをコンタクトする前の 219 ± 82 msec. に反応を開始したため、セービング方向とシュート方向の一致度は低かった。さらに、ゴールエリア別のセービング動作回数とシュート本数には同じような傾向がみられた。これらの結果から、キーパーはキッカーのゴールエリア別のシュート本数の割合・主なシュートエリアなど視覚以外の事前予測情報により、すなわち、“open-loop”の運動制御システムに基づく“penalty taker-independent”の方略を用いて、セービング方向・エリアを選択した可能性が高いと推察される。

3. 第2研究：サッカーゴールキーパーのペナルティキックに対する認知的方略—時間的遮蔽法を用いて

3.1. 方法

(1) 被験者は大学サッカー部に所属する男性選手24名である。その内、キーパーを専門としている12名のサッカー選手をキーパーの熟練者、キーパーを専門としない12名のサッカー選手をキーパーの非熟練者とする。

(2) 呈示映像は大学サッカー部に所属する3名の選手を試技者として、次の手順で撮影して作成された。キーパーの視野を再現するようにゴールの中央、高さ130cmに設置したデジタルビデオカメラ(SONY DCR-PC1000)で試技者のペナルティキック動作を撮影した。選手Aはインステップキック、選手Bはインフロントキック、選手Cはインサイドキックで、ゴールの3つの方向（左側・右側・中央部）へ2本ずつシュートを行った。撮影されたPK映像から、1人1方向につき1本、合計9本の映像が選択された。呈示映像は動画作成ソフト（ULEAD video studio 9）を用いて、キッカーが助走を開始する前から12の遮蔽時間（遮蔽条件1の-467msec.から遮蔽条件4の267msec.まで）で呈示した。各条件につき3種類の映像を用いたため、分析対象となる試行数は一人あたり36試技となった。条件変更時には、各条件での遮蔽

時間への適応を促すため練習試技を1試技ずつ行った。このため、被験者は合計48回のシュート方向の判断を行った。尚、呈示映像の放映にかかる時間は約15分であった。

(3) 実験手順：被験者には“シュートを止めるつもりで、ゴールの左（右側）へのシュートを止める場合、左（右）足はゴールの左（右側）へ移動する、ゴールの中央部へのシュートを止める場合、左または右足は前へ移動する”ように指示した。また、反応開始時は“いつでもよい”と説明した。同時に、被験者の後方に設置したデジタルビデオカメラで被験者の動きと呈示映像を撮影した。この映像を用いて、実験後、被験者のシュート方向判断の正確さと反応開始時を解析した。

(4) 変量の定義

シュート方向判断の正確さ：被験者がシュートの方向へ移動すれば“正”。それ以外の方向へ移動すれば“誤”と定義する。

反応開始時：キッカーの蹴り足とボールがコンタクトした瞬間から被験者の踵部位が反応し始めた瞬間までにかかった時間と定義する。

1フレームあたりの時間は1/30秒であった。

3.2. 結果と考察

ボールコンタクト前100 msec.の後に反応を開始した場合には、熟練者および非熟練者ともに反応開始時が遅くなるに従ってシュート方向判断正確率が高くなる傾向を示している。この結果から、反応開始時はシュート方向判断の正確さに影響を及ぼし、反応開始の速さとシュート方向判断の正確性の間にはトレードオフ関係が見られる。この結果は仮説1を支持する。

熟練者の反応開始時の平均は、すべての遮蔽条件においてボールコンタクト前であった。一方、非熟練者は遮蔽条件3（遮蔽時間：ボールコンタクト前67msec.、ボールコンタクト瞬間とボールコンタクト後67msec.）と遮蔽条件4（遮蔽時間：ボールコンタクト後133, 200, 267（msec.））に対して、ボールコンタクト後に反応を始めていた。また、この2つの遮蔽条件において、非熟練者は熟練者より、シュート方向判断の正確率が有意に高かった。さらに、遮蔽条件は非熟練者のシュート方向判断の正確さと有意な関連を有する変数であった。一方、熟練者のシュート方向判断の正確さと有意な関連を有する変数ではなかった。これらの結果から、熟練者は、反応開始時が早かったため、相手キッカーのキック動作局面を視覚的予測情報として利用できなかった。従って、“open-loop”の運動制御システムに基づく“penalty taker-independent”方略を用いてシュート方向を予測していた。一方、非熟練者は相手キッカーのキック動作局面を視覚的予測情報として利用していた。すなわち、“closed-loop”の運動制御システムに基づく“penalty taker-dependent”を用いてシュート方向を予測する。これらの結果は仮説2を支持している。

ボールコンタクト後に反応を開始した時には、非熟練者は遮蔽条件2（遮蔽時間：ボールコンタクト前267, 200, 133（msec.））において、セービング方向とシュート方向の一致度が高かったことから、この条件で視認しうる動作局面には、キッカーの目線、助走角度、軸足の踏み込む位置・つま先の向き、体の向きなどのシュート方向判断に関係する視覚的先行キューが含まれていると考えられる。

4. 結論

エリートキーパーはキッカーのキック足とボールがコンタクトする約0.2秒前に反応を開始していた。さらに、キーパーのダイビングエリアはキッカーのシュートエリアと同様の傾向が確認された。よって、キーパーは、キッカーの各方向へのシュート本数の割合・主なシュートエリアなど視覚以外の事前予測情報により、すなわち、“open-loop”の運動制御システムにより、セービング方向・エリアを選択してい

たとえられる。この方略を本研究では、“penalty taker-independent”と命名した。キーパーの熟練者と非熟練者は異なる認知的な方略を用いる。熟練者は、エリートキーパーと同様の“penalty taker-independent”の方略を用いるが、非熟練者は“closed-loop”の運動制御システムに基づく“penalty taker-dependent”方略を用いている。