

中京大学博士審査学位論文  
大学院体育学研究科

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

COGNITIVE STRATEGIES FOR GOALKEEPER RESPONDING TO  
SOCCER PENALTY KICK

2015年3月19日学位授与

周培勇

## 目次

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 第1章 | 序章  | 1  |
| 1.  | はじめに  | 1  |
| 2.  | 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に関連した先行研究  | 3  |
| (1) | 視覚的先行キューの利用について   | 3  |
| (2) | ゴールキーパーのペナルティキックに対する視覚探索方略  | 5  |
| (3) | シュート方向判断に関係する視覚以外の予測情報  | 5  |
| (4) | キッカーの“keeper-independent”と“keeper-dependent”方略, およびキーパーの“penalty taker-independent”と“penalty taker-dependent”方略について | 6  |
| 3.  | 先行研究の問題点  | 8  |
| (1) | セービング可能の範囲とシュート方向判断に関係する視覚以外の予測情報   | 8  |
| (2) | 反応開始時   | 9  |
| (3) | シュート方向判断に関係する視覚的先行キュー   | 9  |
| (4) | ゴール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  | 10 |
| 4.  | 本研究の構成・目的   | 10 |
| 第2章 | 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—   | 12 |
| 1.  | 目的  | 12 |
| 2.  | 方法  | 12 |
| (1) | 分析対象  | 12 |
| (2) | 使用器機  | 12 |
| (3) | 測定内容  | 13 |
| (4) | 変量の定義   | 13 |
| (5) | 計測ツール   | 13 |

|  |    |
|--|----|
| (6) 計測手順 .....                                     | 15 |
| (7) 分析方法 .....                                     | 15 |
| 3. 結果 .....  | 16 |
| (1) ゴール方向別のシュート本数とセービング動作回数.....                   | 16 |
| (2) セービング可能の範囲.....                                | 18 |
| (3) セービング方向とシュート方向の一致度.....                        | 21 |
| (4) 反応開始時とボールの飛行時間.....                            | 21 |
| (5) ダイビング動作の時間的・空間的な特徴.....                        | 23 |
| (6) 構え姿勢と移動方法.....                                 | 24 |
| 4. 考察 .....  | 25 |
| 第3章 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<br>—時間的遮蔽法を用いて—..... | 29 |
| 1. 目的 .....  | 29 |
| 2. 方法 .....  | 29 |
| (1) 被験者 .....                                      | 29 |
| (2) 呈示映像の作成.....                                   | 30 |
| (3) 実験手順 .....                                     | 33 |
| (4) 分析方法 .....                                     | 33 |
| (5) 変量の定義 .....                                    | 34 |
| 3. 結果 .....  | 34 |
| (1) 反応開始時とシュート方向判断正確さの関係.....                      | 34 |
| (2) ボールコンタクト前に反応を開始した時のセービング方向別のセービング動作回数 .....    | 36 |
| (3) セービング方向とシュート方向の一致度.....                        | 37 |
| (4) シュート方向判断の正確さ及び反応開始時の熟練者と非熟練者の比較.....           | 41 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| (5) どの変量がシュート方向判断の正確さと有意な関連を有するか..... | 43 |
| 4. 考察 .....                           | 46 |
| 第4章  まとめ .....                        | 49 |
| 1. 第1研究のまとめ.....                      | 49 |
| 2. 第2研究のまとめ.....                      | 50 |
| 3. 結論 .....                           | 52 |
| 謝辞 .....                              | 53 |
| 参考文献.....                             | 54 |
| 資料 .....                              | 60 |
| 構成 .....                              | 62 |

## 第1章 序章

### 1. はじめに

国際的に見てサッカーは、多くの国々で盛んに行われているスポーツの一つである。このようなサッカー種目において、勝敗を決める一つの重要な技術はペナルティキック (Penalty Kicks: PK) であろう。PK はゴールラインと 11m 離れた位置からの直接フリーキックであり、次の状況の一つが起きた場合に PK が行われる：1. 直接フリーキックを与える 10 項目の反則の一つを、自分のペナルティエリアの中でインプレー中に犯した時；2. 試合またはホームアンドアウェーの対戦の勝者を決定する時。多くの球技種目（例：バスケットボール、ラグビー）と比べ得点数の少ないサッカーの試合において、シュート成功率 78.4% (Zhou and Inomata, 2009) の PK は試合の勝敗を大きく左右する。

PK のパフォーマンスに影響を及ぼす要因について、現在まで行われてきている多くの研究は心理的、技術的、環境的な要素を上げている。このうち、心理的要素については、McGarry and Franks (2000) が、監督が評価した PK 能力と蹴る順序の調査を行った。その結果によれば、PK 戦での勝率が高くなるキック順番はキッカーの PK の能力が低いキッカーから高いキッカーの順番に行う時であった。Jordet ら (2007) は、サッカーワールドカップなど国際レベルのサッカー試合の PK 映像 409 本を収集し、試合の重要性、キッカーのポジション、試合中どの時間帯に PK が行われたかを調査した。試合の重要性と PK のパフォーマンスには負の相関があった。一方、キッカーのポジションおよび試合中どの時間帯に PK が行われたかと PK のパフォーマンスには相関はみられなかった。また、Wood and Wilson (2010) は、ゴールキーパーの構え姿勢（静止姿勢と腕を振り動かす姿勢）がキッカーの注意力とパフォーマンスに影響を及ぼすかどうかについて調査を行った。それによれば、キッカーは高い緊張下で、静止よりも腕を振り動かすキーパーに注意を向けた。また、腕振り動作をしたキーパーは静止したキーパーより多くの PK を止めた。技術的な

要素について、松倉・浅井（2009）は、バイオメカニクスの視点から、キーパーがランダム方向に出される方向指示器の電動表示に反応してボールにダイビングする実験により、ボールの位置（高さ、距離）の違いに伴うダイビング動作の違いを到達時間、移動速度、手の移動軌跡から検討した。その結果、キーパーから遠距離の試技では、高さ中、下、上の順にボールまでの到達時間が有意に長くなり、近距離の試技では、中、上、下の順に到達時間が有意に長くなっていた。ダイビング動作とキーパーの能力の関係に関して、永都（1980）および Suzuki ら（1988）は、熟練者の方が未熟練者よりもダイビングのスピードが速く、より直線的にボールに向かっていることなど、ダイビング動作とキーパーの能力との間の関係が深いことを報告している。さらに、浅井ほか（1982）、磯川・佐久間（1985）および Graham-Smith and Lees（1999）がダイビング動作についての研究を行っており、ダイビング動作は、飛翔してくるボールのコースや距離に応じて異なる動きとなり、それらに必要な要素として、体幹の回転運動と、各関節の伸展動作によって発揮される力が重要であることを指摘している。また、ダイビング動作に先行する局面を分析して、中屋敷ほか（1981）は、鍛錬者は構えの深さを膝関節角度と体の前傾で調節していること、玉井・松本（1981）は、ダイビング動作に先立ち事前ジャンプを行うことの有効性を指摘している。反応開始時とシュート方向判断の正確さの関係について、Morris and Burwitz（1989）は、ハイスピードフィルムカメラ（フレーム間：1/100 秒）を用いて、8 名のプロサッカーキーパーの PK に対するダイビング動作の開始時とシュート方向判断の正確さを測定した。この結果、キーパーがボールコンタクト前の  $100 \pm 40$  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。一方、ボールコンタクト後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 62% と、ランダムレベル（50%）より有意に高かった ( $p < .01$ )。環境的な要素については、Geisler and Leith（1997）が、キッカーの自尊心、自己効力感（self-efficacy）及び観客の有無が PK のパフォーマンスに影響を及ぼすかどうかを調べた。この結果、3 つの変数はどれも PK のパフォーマンスに有意な影響を及ぼさなかった。また、Jordet ら（2009）の研究結果によれば、PK を行

う時の幾つかの時間間隔が PK 成功率と関連していた。例えば、キッカーは審判員の合図を長く待った時や、ボールをペナルティマークに置く時間を短くした時に、PK の成功率を高くさせた。さらに、Greenlees ら (2013) は、ペナルティキッカーが赤いユニフォームを着るキーパーに対する時のパフォーマンスと他の色 (緑, 青, 黄色) のユニフォームを着るキーパーに対する時のパフォーマンスを比較した。この結果、ペナルティキッカーは赤いユニフォームを着るキーパーに対する時の成功率が、緑または青を着たキーパーに対する時の成功率より有意に低かったと報告している。

以上のように、キーパーの PK におけるセービング行動に影響する要因は心理的、技術的、環境的な条件など多岐にわたるが、効果的な行動を考える時、特に心理学的視点から見ると、キッカーの蹴るボールについての予測や判断についての方略はセービング行動の成否を決定する要素として大きな意味を持っていると言える。

## 2. 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に関連した先行研究

キーパーの PK に対するシュート方向の予測情報には、視覚的情報と視覚以外の情報が含まれている。本研究における視覚的情報は PK の際にキーパーが目で見えた情報のことである (例: 相手キッカーの助走角度, 目線, 助走スピード, 軸足の踏み込む位置, つま先の方向, 蹴り足のバックスイング, 上体の方向, 蹴り方, ボールの飛行軌道など)。本研究における視覚以外の情報は PK 開始前にキーパーが得た情報のことである (例: キッカーの過去の主なシュート方向・エリア, 相手キッカーが過去に蹴った PK 映像を分析して得たキック技術などに関する情報など)。

### (1) 視覚的先行キューの利用について

視覚的先行キューの利用は相手の動作の早期段階に利用しうる背景情報を利用して正確な予測をするアスリートの能力につながる (Abernethy, 1988)。視覚的先行キューの研究では、時間的遮蔽法がよく用いられる。時間的遮蔽法とは、一連の動作のなかで部分的に視

覚を遮蔽して、その時間の視覚がパフォーマンスに与える影響を分析し評価する手法である。この手法は技能遂行に関してどの時点の視覚情報が重要かを分析することを可能にする (Magill, 2011)。熟練者が視覚的な先行キューを利用する能力に優れていることは多くのスポーツで証明されている (Starkes (1987), Lyle and Cook (1984) : 陸上ホッケー ; Salmela and Fiorito (1979) : アイスホッケー ; Abernethy and Russell (1984), Houlston and Lowers (1993) : クリケット ; Jones and Miles (1978), Isaacs and Finch (1983), Goulet ら (1989), Tenenbaum ら (1996) : テニス ; Starkes ら (1995) : バレーボール ; Abernethy (1990) : スカッシュ ; Abernethy and Russell (1987), Abernethy (1988) : バドミントン ; Patrick and Spurgeon (1978), Jackson (1986) : サッカー)。

Williams and Burwitz (1993) は、時間的遮蔽法を用いて PK のシミュレーション映像を被験者に呈示し、その際のシュート方向を予測させる実験を行った。この結果、熟練者は初心者よりも優れた予測結果を示した。キッカーのシュート動作においてボールコンタクト前 120 msec. の時点でシュート方向判断の正確さに有意な差が認められ、熟練者はより早く視覚的先行キューを利用して正確にシュート方向を判断すると考えられた。

Shafizadeh and Platt (2012) は、軸足を踏み込む位置・方向に関する言語的先行キューの有無がキーパーの PK に対するシュート方向判断の正確さに影響を及ぼすかどうかについてシミュレーション実験を行った。この結果、言語的先行キューを得たグループは得なかったグループより、シュート方向判断の確度が有意に高く、軸足の踏み込む位置や方向の情報はシュート方向と関連がみられた。

Castillo ら (2010) は、“keeper-dependent” と “keeper-independent” 方略が使われる時のシュート効果を比較した。この結果、キッカーが “keeper-independent” 方略を用いた時に、キーパーは先行キューを見分ける優れた能力を示した。また、キッカーが “keeper-dependent” 方略を用いた時に、蹴られるボールのスピードは遅くなった。



## (2) ゴールキーパーのペナルティキックに対する視覚探索方略

Williams and Burwitz (1993) の研究では、熟練者が初心者より優れた視覚的先行キューを利用する能力を持つことが明らかとなっている。原因の一つとしては、熟練者が優れた視覚探索方略を持っていることが考えられるが、このことを明らかにするために、Savelsbergh ら (2002, 2005) はアイカメラを用いて、PK シミュレーションの呈示映像に対するキーパーの視覚探索行動の観察と方向予測の測定を行った。その結果、熟練者は蹴り足、軸足およびボール周辺へ視線を向け、初心者は胴や腕へ視線を向けていた。そして、キーパーの熟練者は、ボールを蹴る瞬間とその直前に、ボールを中心に注視する傾向を示した。また、熟練者は初心者と比較して方向予測の正確性が優れていることが明らかにされた。さらに、熟練者は、正確にシュート方向を判断した時の反応開始時が、正確にシュート方向を判断できなかった時の反応開始時より有意に遅かった。

## (3) シュート方向判断に関係する視覚以外の予測情報

シュート方向判断に関係する視覚以外の予測情報についての先行研究は次のとおりである。

Bar-Eli ら (2007) は、キーパーの PK での適切なセービング方向・エリア選択方略を明らかにするため、世界トップレベルのリーグおよび選手権の試合の PK 映像 286 本を対象にして、キッカーのシュート方向とキーパーのセービング方向、およびセービング成否を調査した。この研究では、シュート方向とゴールのエリアを左側、中央部と右側に分けて分析された。各エリアの高さと幅は同じであった。その結果、キッカーがゴールの左側へシュートした本数は 112 本 (39.2%) で、右側は 92 本 (32.2%)、ゴールの中央部は 82 本 (28.7%) であった。キーパーがゴールの左側を守ったケースは 127 本 (44.4%)、右側は 141 (49.3%)、ゴールの中央部は 18 本 (6.3%) であった。なお、ここでの左右はキッカーの位置から見た方向である。ゴールの中央部を守ったケースはゴールの左側または右側を守ったケースより少なかったという結果は、キーパーのセービング方向選択行動の誤り

(action bias) が原因と推察された。

Masters ら (2007) の研究では、キーパーの立ち位置はキッカーに影響を及ぼし、立ち位置がゴールラインの midpoint から左右に約 10cm 離れると、キッカーはその反対方向の空間を広く感じ、広がった空間へシュートする確率が高くなった。さらに、この結果を基に、キーパーはゴールラインの midpoint から左右に少し離れて構えた場合、セービング成功の割合が高くなったことを報告した。Weigelt and Memmert (2012) の研究も Masters ら (2007) の研究を支持している。

#### (4) キッカーの“keeper-independent”と“keeper-dependent”方略, およびキーパーの“penalty taker-independent”と“penalty taker-dependent”方略について

情報処理理論に基づいて、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、走り出してからも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ことの意味し，“closed-loop” の運動制御システムを選択していることになる．

キッカーのシュートエリアの選択方略について，太田・鈴木（2006）は，J リーグおよび日本代表の試合中の PK のデータ（195）とワールドカップなどの試合での PK 戦のデータ（146）を用いて，サッカーの PK の最適戦略をゲーム理論の基礎的な手法を用いて求めた．その結果，試合中の PK では，ゴールの右下方，左下方（キッカーが右利きの場合），PK 戦では，それに加えて，ゴール中央部を加えたコースを狙うことが分かった．また，Zhou and Inomata（2009）は国際試合などハイレベルな試合の PK 映像 422 本を分析した．その結果，最適なシュート方略（助走角度・蹴り方・シュート方向）は，斜め助走，インフロントキックでゴールの左上半部にシュートすることであり，避けるべき蹴り方は，斜め助走，インサイドキックでゴールの左下半部のあるエリア（ゴールライン中点との距離は 1m から 2.44m まで）をシュートすることであった．

先行研究ではキッカーの適切な PK 方略に関して“keeper-independent” を支持するものが多い，各研究の概要は次のとおりである．

①Kuhn（1987）と Miller（1996）は“keeper-independent” と“keeper-dependent” 方略を用いたキッカーの PK のパフォーマンスを比較した．その結果，キッカーが“keeper-dependent” 方略を用いた時には，シュート動作が遅すぎたために，PK のパフォーマンスは低かった．

②Bowtell ら（2009）は，キッカーが“keeper-dependent” 方略を用いた場合の PK のシミュレーション実験を行った．その結果，キッカーはキーパーのダイビング方向と逆側にシュートすることができたのは，ボールコンタクト 300msec. 以上前にキーパーがダイブを始めた時であった．

③Van der Kamp J（2011）の実験では，被験者（キッカーの熟練者と非熟練者）に，キーパーのセービング動作を映す大きなスクリーンの前に立たせ，3 つの条件（a. ボールコン

タクト前にキーパーがダイビングし始める, b. ボールコンタクトの瞬間にキーパーがダイビングし始める, c. ボールコンタクトの後にキーパーがダイビングし始める) で, キーパーがダイビングする方向の逆方向へシュートさせた. この結果, 条件 b と条件 c において, 熟練者も非熟練者も成功したシュートの割合はランダムなレベルより低かった. その結果から, キッカーは助走する前にシュートエリアを選んでおき, キーパーの動きを無視すべきであると提案された.

④Morya ら (2003) は, PK のシミュレーション実験によってキッカーが “closed-loop” 方略を用いる時のシュートパフォーマンスを調べた. その結果, ボールコンタクトの 400msec. 前にキーパーが反応を開始した場合には, キックパフォーマンスが高かった. ボールコンタクトの 150msec. 前にキーパーが反応を開始した場合に, キックパフォーマンスは有意に低くなった.

⑤Navarro ら (2013) は, キーパーを無視することができるかどうかについてフィールド実験を行った. その結果は, 単にキーパーが存在するだけでシュートの正確さを低下させることを示していた.

### 3. 先行研究の問題点

以上のレビューから, PK に関する先行研究の問題点は次のとおりである.

#### (1) セービング可能の範囲とシュート方向判断に関する視覚以外の予測情報

Bar-Eli ら (2007) の研究では, 均等に 3 分割されたゴールエリア (縦幅 : 244cm, 横幅 : 732cm) によってセービング方向とシュート方向が分類され, コール方向別のセービング動作回数とシュート本数が分析された. この結果, キッカーの各方向へのシュート本数はほぼ同じであった. 一方, キーパーがゴールの中央部を守ったケースはゴールの左側または右側を守ったケースより少なかった. この結果は, キーパーのセービング方向選択行動の誤り (action bias) によるものと推察された. この研究では, ゴールエリアの分類方法に

ついて根拠が示されていないため、研究結果の正確性には疑問が残されている。

## (2) 反応開始時

サッカーPKの規則は1997年に、キーパーの反応開始時について改定された。改定前は、ボールを蹴る前にキーパーが両足を動かすことはルール違反であった。しかし、改定後は、ボールを蹴る前にキーパーの両足がゴールラインを離れてはいけないが、ゴールライン上を移動することはできるようになった。Morris and Burwitz (1989)の研究は、PKの規則が改定される前に行われた。改定された後、キーパーの反応開始時とシュート方向判断の正確さの関係にはどのような変化があるかを検証する必要があると考えられる。

## (3) シュート方向判断に関する視覚的先行キュー

Williams and Burwitz (1993)の実験では、キーパーのシュート方向判断に関する視覚的先行キューを検討するために、シュート方向判断の選択肢は4つ（左上角，右上角，左下角，右下角）に分割された。Savelsberghら(2002, 2005)の研究では、キーパーがシュート方向を判断する時の視覚探索方略を明らかにするために、シュート方向判断の選択肢は6つ（3×2）に分割された。これらの実験がなぜこのようにゴールエリアを分割したかについて、説明がされていない。そのためにこれらの研究は実験結果がどの程度実際の試合に当てはまるのかという妥当性に疑問を残している。また、PKに対して、キーパーはシュート方向を判断すると同時に、ダイブし始めるタイミング（または反応開始時）を判断しなければいけない。そのために、シュート方向判断という課題を取り上げる時には、反応開始時の要素をも取り入れる必要がある。しかし、Williams and Bruwitz (1993)の実験では、反応開始時は測定されていない。Savelsberghら(2002, 2005)の研究では、反応開始時が測定されたが、反応開始時とシュート方向判断の正確さの関係は検討されなかった。

#### (4) ゴール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

多くの研究が、サッカー経験によって分けられた熟練者グループと初心者グループの比較によって、熟練者は優れたシュート方向予測能力を持つことを結論付けている。例えば、Williams and Burwitz (1993) の研究は、サッカー試合の出場数により、被験者を2つのグループに分けた。熟練者の出場数は  $396 \pm 99.22$  ( $n=30$ )、初心者の出場数は  $56.46 \pm 36.64$  ( $n=30$ ) であった。また、Savelsbergh ら (2002, 2005) の研究は、オランダサッカーリーグ 2 部に在籍し、競技歴 10 年以上のキーパー (年齢:  $29.9 \pm 7.1$  年) 7 名を熟練者、レクリエーション目的のサッカーしか行っていないキーパー (年齢:  $21.3 \pm 1.4$  年) 7 名を初心者とした。しかし、これらの研究の熟練者と初心者の間には異なる側面が多いために、熟練者と初心者間の比較結果から、競技歴の長さや競技レベルの高さがシュート方向予測能力に影響を及ぼすかどうかを分析することはできるが、キーパーの熟練者と非熟練者が異なる認知的方略を用いるかについて十分な検証を行うことは困難である。

#### 4. 本研究の構成・目的

前述したキーパーのセービング行動に関連した過去の研究文献から、キーパーのセービング行動の決定要因の一つは彼らの意思決定を支えている予測や判断であり、心理学的な視点からみれば、これらは認知的方略に依拠していると考えられる。西之園 (2001) は、認知的方略を、“特定の認知活動をよりよく遂行するための工夫や計画を指す。認知活動は、理解する、記憶する、考える、注意する、などの下位の活動に分かれるため、それぞれに対して、理解方略、記憶方略、問題解決方略、注意方略といった方略が存在する”としている。このうち本研究に関連する方略は問題解決方略と注意方略である。本研究は、このようなキーパーのセービング行動に関する認知的方略の問題を取り上げ、その機序の一端を明らかにすることによって、キーパーのより合理的なセービングに関する認知的方略を明らかにすることを基本的な狙いとしている。

本研究は2つの研究で構成されている。第1研究(第2章)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する視覚以外の予測情報（問題点（1））および反応開始時（問題点（2））を検討する。第2研究（第3章）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する視覚的先行キュー（問題点（3））と、キーパーの熟練者と非熟練者は異なる認知的方法を用いるか（問題点（4））を検討する。

## 第2章 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—

#### 1. 目的

本研究の目的は、PK 映像の解析によって、ゴールキーパーのセービング可能の範囲、反応開始時、およびゴール方向別のセービング動作回数などのセービング行動を明らかにすることである。また、これらの結果に基づき、キーパーは“penalty taker-independent”と“penalty taker-dependent”の2つの方略のどちらを用いてシュート方向を予測するのかを検討する。

#### 2. 方法

##### (1) 分析対象

分析対象は国際試合などハイレベルなサッカー試合のPK映像422本である。その内訳は、2002 FIFA World CupのDVD (FIFA, 2002a) から得たPK映像13本、および2006～2008年の間にBS・CS・地上デジタルチャンネルにて放送されたサッカー試合中のPK映像409本である。テレビ放送からの409本の内訳は、2007-08 Premier League (Premier League, 2007-08) 65本、2006 FIFA World Cup (FIFA, 2006) 50本、2007-08 UEFA Champions League (UEFA, 2007-08) 48本、2007 アジアカップ (AFC, 2007a) 46本、2007 FIFA U20 World Cup (FIFA, 2007a) 32本および他のサッカー大会や各国のリーグなど (CBC, 2005; AFC, 2007b; FIFA, 2002b; FIFA, 2007b; Gamper Cup, 2005; Copa Libertadores, 2007) 168本である (論文末の「資料」参照)。

##### (2) 使用器機

使用器機は TOSHIBA RD-X6 HVISION HDD&DVD Recorder, SONY KD-28HD600



HIVISION TV, および TOSHIBA DYNABOOK G5/X14PME and TX/66G Computer であった.

### (3) 測定内容

測定内容はボールの飛行時間, 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, 年齢, 構え姿勢, 移動方法, 移動方向, 反応開始時及びセービング成否であった.

### (4) 変量の定義

ボールの飛行時間は, ボールが蹴られた瞬間から, ゴールラインを越える瞬間までにかかった時間と定義した.

反応開始時は, ペナルティ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を開始した瞬間までにかかった時間と定義した.

1 フレーム時間は 1/30 秒であった.

### (5) 計測ツール

図 1 に示すように, Microsoft Power Point 2003 のキャンパス上に測定ツールの正面図を作成した. 測定ツールの正面図において, ゴールラインの中心点を座標原点, ゴールラインを X 軸とし (ゴール向って右側を+, 左側を-), Y 軸は地表面を 0, 上方を+と定義した. ゴールライン中心点のデフォルト座標系の X 座標値は 12.80, Y 座標値は 9.61 である. 次の式 1 により, デフォルト座標値 ( $X_i, Y_i$ ) をゴールラインの中心点を原点とした座標系に基づき座標値 ( $X_n, Y_n$ ) に変換した.

式 1 :

$$\begin{aligned} \text{ゴールライン中心点を原点とした座標系に基づく座標値 } (X_n, Y_n) = & [\text{デフォルト座標値 } (X_i, Y_i) \\ & - \text{ゴールライン中心点のデフォルト座標値 } (12.80, 9.61)] \times \text{拡大率 } (35.26) \end{aligned}$$

[注 : 拡大率 (35.26) = 実際ゴールの幅 (732cm) / 計測ツール正面図のゴールの幅 (20.76cm)]

デフォルト座標値 ( $X_i, Y_i$ ) の読み取り方法 : Microsoft Power Point 2003 の図形の書式設定を開き, 位置のボタンをクリックすると, スライド上の位置が出る. この横位置の数値はデフォルト座標の  $X_i$  値, 縦位置の数値はデフォルト座標の  $Y_i$  値である.

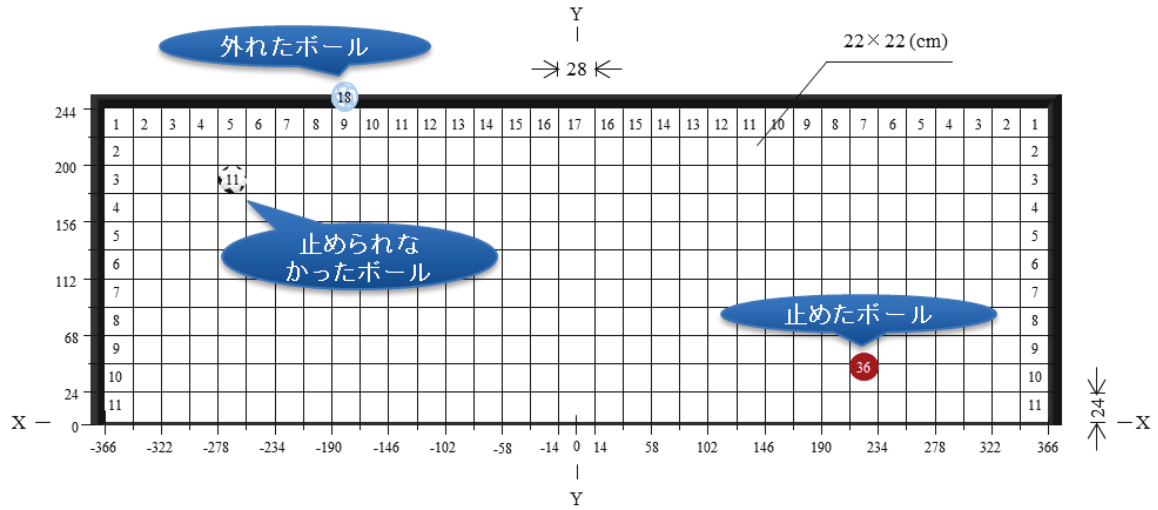


図 1. 計測ツールの正面図

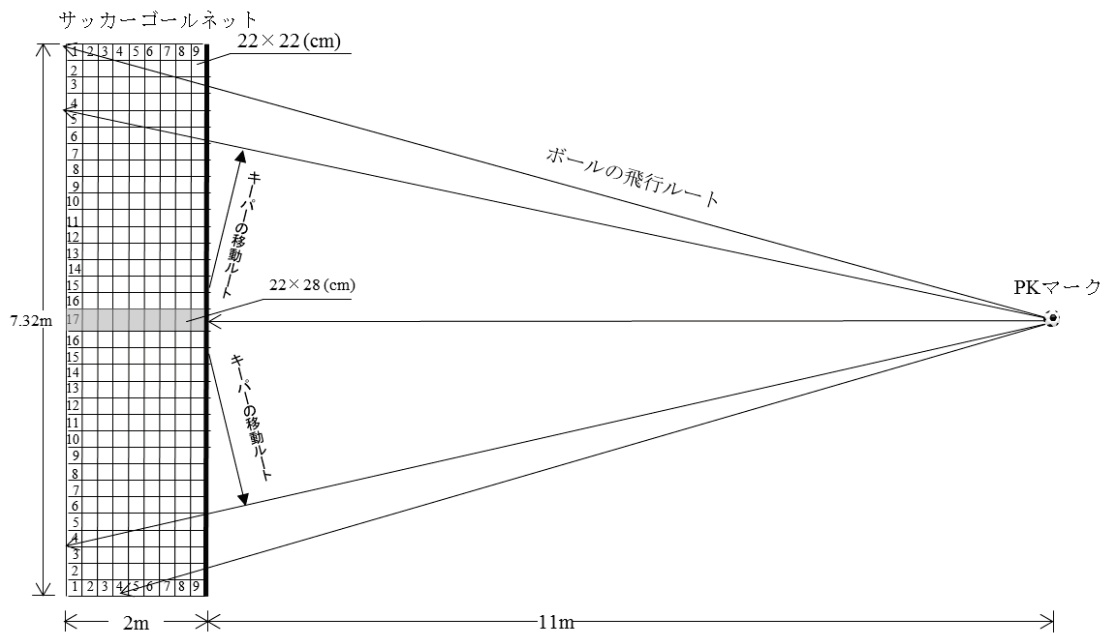


図 2. 計測ツールの平面図

## (6) 計測手順

試合日・試合名，キーパーの名前，身長，年齢などの情報は PK 映像やクラブのホームページから取得した．ゴールライン通過時のボールの位置は，計測ツールの平面図（図 2）及び式 2 より，ボールがゴールラインを越える瞬間を求め映像を一時停止し，ボールとゴールポスト，バー，または地面の間にボール直径何個分の長さがあるかを計測し，観測ツールの正面図に記入した．

式 2 :

$$\text{ボールの飛行時間} = \frac{\text{ペナルティマークとゴールラインの距離 (11m)} + \text{ペナルティマークとネットの距離 (13m)} \times \text{蹴る足とボールがコンタクトした瞬間からボールとネットがコンタクトした瞬間までにかかった時間}}{\text{ボールの直径}}$$

そして，ボールの中心のデフォルト座標位置  $(X_i, Y_i)$  を読み取り，上述した式 1 により，ボールの中心位置のデフォルト座標値  $(X_i, Y_i)$  をゴールラインの中心点を原点とした座標系に基づき座標値  $(X_n, Y_n)$  に変換した．なお，上記方法を用いて計測できない PK 映像は分析対象から除外した．

## (7) 分析方法

エリートキーパーのセービング方向別でのセービング動作回数，及びキッカーのシュート方向別のシュート本数を各々カイ 2 乗検定によって検討した．セービング方向及びシュート方向の区分はキーパーの平均身長 (188cm) より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．

セービング成功率とセービングエリアの関係を明らかにするため，ゴールラインの中点を原点とし，61cm の間隔で，ゴール下半部を 12 の横間隔に分けて，ゴール下半部の各横間隔とそれ以外のエリアのセービング成否を比較した．検定にはカイ 2 乗検定および

Fisher の直接法を用いた。

セービング方向とシュート方向の一致度は  $k$  指数（カッパ係数）によって検討した。 $k$  指数は、セービング方向とシュート方向の一致の割合を示す。尚、カッパ係数の値 1 は完全な一致を示す。値 0 は、偶然以外的一致がないことを示す（SPSS, 2007a）。

反応開始時とボール飛行時間の相関関係の分析には Pearson 相関係数を用いた。キーパーのダイビング動作の時間的・空間的特徴を明らかにするため、422 本の PK 映像から、キーパーがゴールの左側へダイビングする映像 9 本及び右側へダイビングする映像 9 本を選び、キーパーの 4 つ瞬間（キッカーが助走する直前、キーパーがダイブし始める瞬間、キッカーのキック足とボールがコンタクトする瞬間、およびボールがゴールラインを越える瞬間）のセービング姿勢を解析した。

キーパーの PK でのセービング行動には構え姿勢、移動方法などが含まれている。エリートキーパーの構え姿勢は直立、中腰とフェイントの 3 つに分類した。キーパーの移動方法を PK 映像に基づき、次の 5 つに分類した：① 左（右）足が左（右）斜め方向へ一歩を踏み出し、同じ方向へダイビングする。② キーパーの両足が同時に前へジャンプしてから、右または左へダイビングする。③ 直立状態から、速やかに右または左のポストの近くまでダイビングする。④ 左（右）足が左（右）斜め方向へ一歩を踏み出し、反対方向へダイビングする。⑤ ダイビングしないで、ゴールの中央部を守備する。異なる構え姿勢及び移動方法間におけるセービング成功率の比較を 2 項検定を用い行った。

全ての分析は右足でボールを蹴っている映像を対象とした。なお、左足で蹴るケースを分析するため、鏡映操作によって左足で蹴るケースの映像を右足像に変換した。

データ分析には SPSS 16.0 for windows を用いた。

### 3. 結果

#### (1) ゴール方向別のシュート本数とセービング動作回数

図 3 に示すように、エリートキーパーのゴールの左側への動作回数 ( $n=221$ , 56%) はゴ

ールの中央部 ( $n=11$ , 3%) より有意に多かった ( $p<0.01$ )。ゴールの左側への動作回数はゴールの右側 ( $n=162$ , 41%) より有意に多かった ( $p<0.01$ )。ゴールの右側への動作回数はゴールの中央部より有意に多かった ( $p<0.01$ )。

図4に示すように、キッカーのゴールの左側へのシュート本数 ( $n=197$ , 50%) はゴールの中央部 ( $n=39$ , 10%) より有意に多かった ( $p<0.01$ )。ゴールの左側へのシュート本数はゴールの右側 ( $n=158$ , 40%) より有意に多かった ( $p<0.05$ )。ゴールの右側へのシュート本数はゴールの中央部より有意に多かった ( $p<0.01$ )。ゴール方向別のシュート本数とセービング動作回数には同様の傾向がみられた。

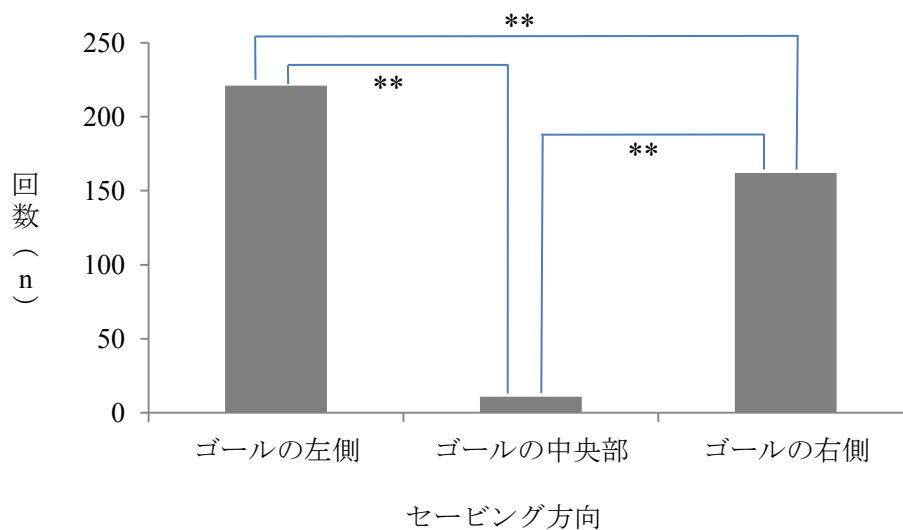


図3. ゴール方向別のセービング動作回数の比較

カイ2乗検定 (両側) ;  $**p<0.01$ .

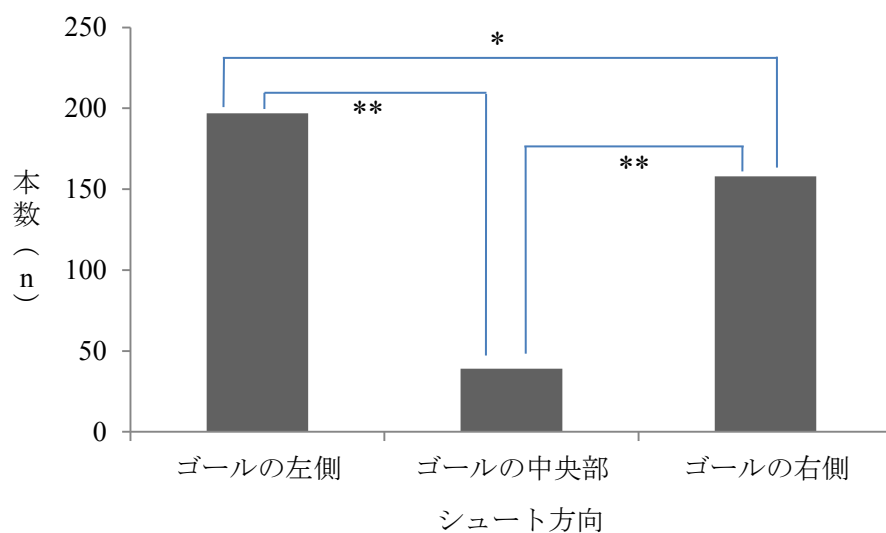
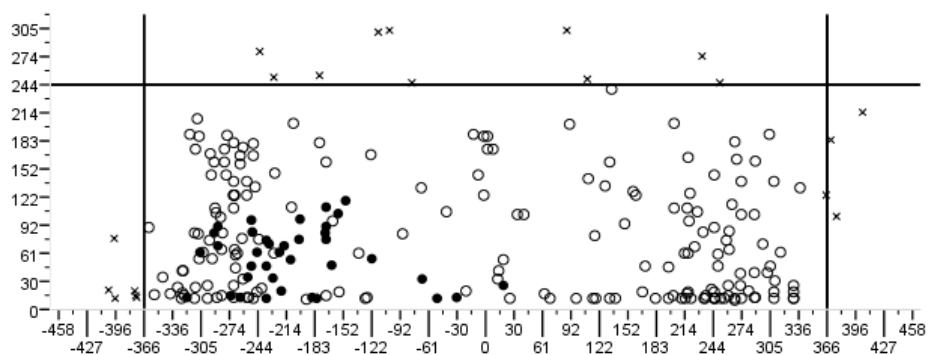


図4. ゴール方向別のシュート本数の比較

カイ 2 乗検定 (両側) ; \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

## (2) セービング可能な範囲

図5に示すように、キーパーの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。ゴールの中央部をセービングする時、守備範囲はおよそ両腕を広げた長さであった。また、キーパーの身長は  $187.6 \pm 5.3(\text{cm})$  ( $n=411$ ) であった。



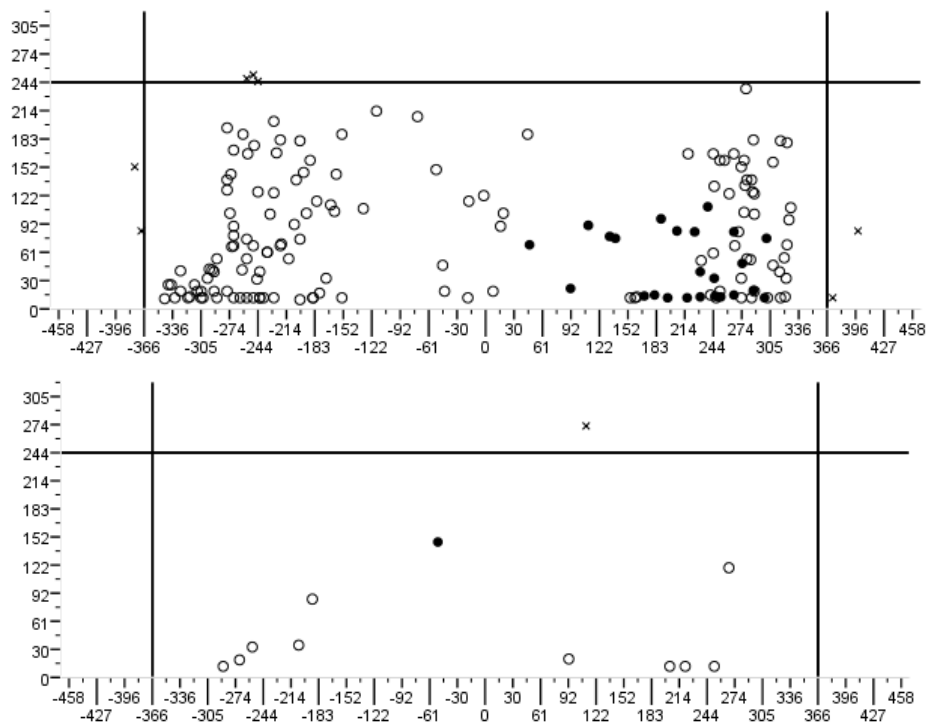


図5. キーパーがゴールの左側（上図），右側（中央図）中央部（下図）をセービングする時，止めたボール（●で表示），止められなかったボール（○で表示），及び外れたボール（×で表示）がゴールラインを越える瞬間の位置

キーパーがセーブに成功した試技の 98.4%はゴールの下半分のボールであった．このため，ゴールの下半分に限定して，各横間隔（ $W_n$ ）とそれ以外のエリアの間のセービング成功率を比較した．表1と図6に示すように，シュート本数が最も多かった間隔はゴールの左側のエリア  $W_9$  (-305~-244) (61本)であった．次にゴールの右側のエリア  $W_{10}$  (244~305) (54本)であった．最も少なかった間隔はゴールの中央部の  $W_3$  (-122~-61) (2本)であった．ゴール下半部横間隔別のキーパーに止められたボールの本数とシュート本数には同様の傾向がみられた．

表 1. ゴール下半部の横間隔別のキーパーに止められたボールの本数とシュート本数

| セービング成否     | ゴール下半部の横間隔 |       |       |       |       |       |       |       |       |          |          |          | 合計  |
|-------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----|
|             | $W_1$      | $W_2$ | $W_3$ | $W_4$ | $W_5$ | $W_6$ | $W_7$ | $W_8$ | $W_9$ | $W_{10}$ | $W_{11}$ | $W_{12}$ |     |
| 止められなかったボール | 7          | 9     | 1     | 7     | 13    | 9     | 24    | 25    | 51    | 44       | 27       | 17       | 234 |
| 止められたボール    | 2          | 2     | 1     | 2     | 9     | 4     | 12    | 8     | 10    | 10       | 2        | 0        | 62  |
| シュートの本数     | 9          | 11    | 2     | 9     | 22    | 13    | 36    | 33    | 61    | 54       | 29       | 17       | 296 |

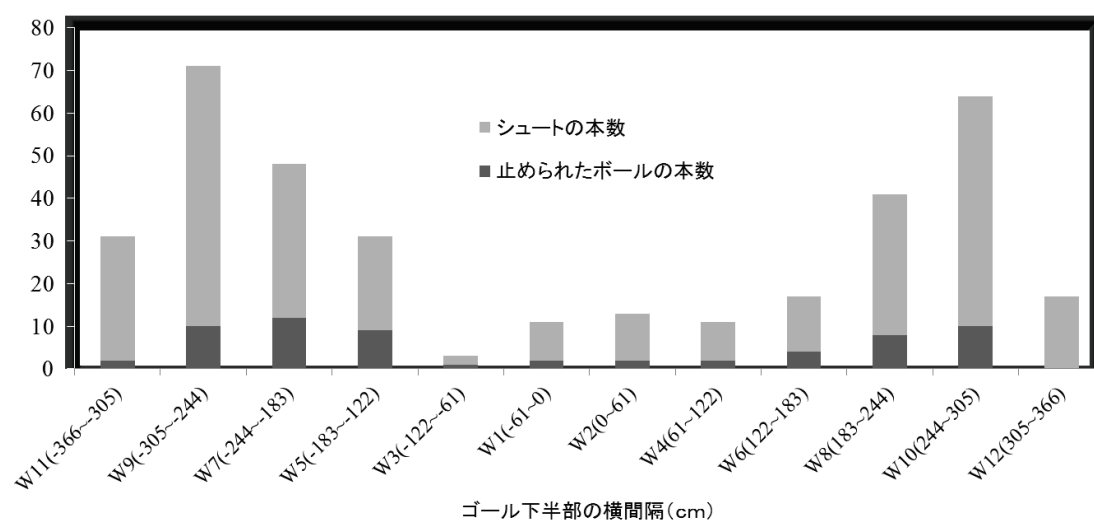


図 6. ゴール下半部の横間隔別のキーパーに止められたボールの本数とシュート本数

図 7 に示すように、ゴールの左側のエリア  $W_5$  (-183~-122) のセービング成功率 (40.9%) は  $W_5$  以外のエリアの成功率 (19.3%) より有意に高かった ( $p < 0.05$ )。ゴールの右側のエリア  $W_{12}$  (305~366) のセービング成功率 (0%) は  $W_{12}$  以外のエリアの成功率 (22.2%) より有意に低かった ( $p < 0.05$ )。



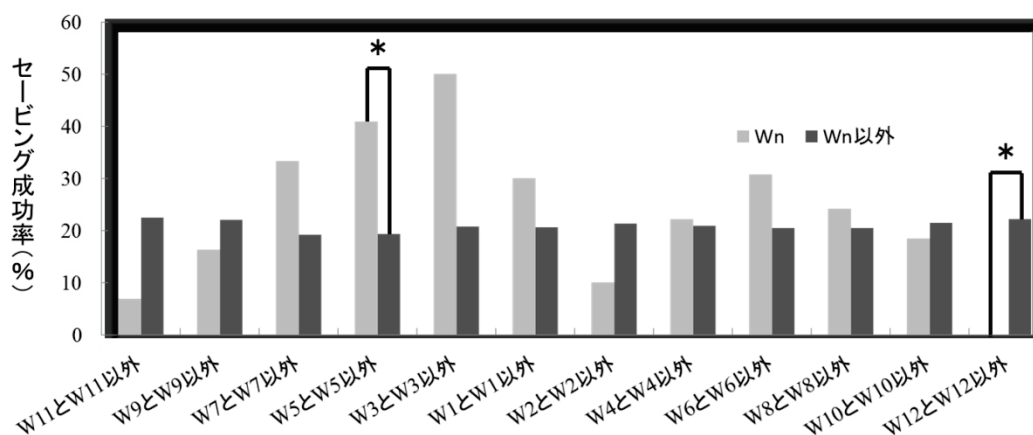


図 7. ゴールの下半部の各横間隔 ( $W_n$ ) とそれ以外のエリアの間のセービング成功率の比較

Fisher 直接法 (両側) ; \* $p < .05$ .

### (3) セービング方向とシュート方向の一致度

表 2 はシュート方向とセービング方向のクロス集計結果を示したものである。k 指数によってシュート方向とセービング方向の一致度を検討したが、一致度は低かった ( $k = -0.001$ ,  $p = 0.966$ )。

表 2. シュート方向とセービング方向の一致度 ( $n = 394$ )

| セービング方向 | シュート方向 |         |        | k 値   | p 値  |
|---------|--------|---------|--------|-------|------|
|         | ゴールの右側 | ゴールの中央部 | ゴールの左側 |       |      |
| ゴールの右側  | 70     | 13      | 79     | -.001 | .966 |
| ゴールの中央部 | 4      | 2       | 5      |       |      |
| ゴールの左側  | 84     | 24      | 113    |       |      |

### (4) 反応開始時とボールの飛行時間

エリートキーパーの反応開始時はキッカーのキック足とボールがコンタクトする前  $219 \pm 82$  msec. ( $n = 390$ ) であった。ボールの飛行時間は  $405 \pm 58$  msec. ( $n = 398$ ) であった。

表 3, 図 8 に示すように、ボールの飛行時間と反応開始時の相関は低かった (Pearson 相関

係数 = -0.069,  $p=0.176$ ,  $n=390$ , 両側). 負の数はキッカーの蹴り足とボールがコンタクトする前に被験者が反応し始めたことを示す. 正数はキッカーの蹴り足とボールがコンタクトした後に被験者が反応し始めたことを示す.

表 3. キーパーの反応開始時とボール飛行時間の度数分布 ( $n=390$ )

| 反応開始時 (msec.) | ボールの飛行時間 (msec.) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 合計  |
|---------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|               | 300              | 333 | 367 | 400 | 433 | 467 | 500 | 533 | 567 | 633 | 733 | 833 |     |
| -500          | 0                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   |
| -433          | 0                | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   |
| -400          | 0                | 0   | 2   | 5   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 7   |
| -367          | 0                | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 7   |
| -333          | 0                | 1   | 4   | 8   | 3   | 3   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 22  |
| -300          | 0                | 3   | 11  | 14  | 6   | 6   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 41  |
| -267          | 0                | 7   | 15  | 15  | 10  | 2   | 3   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 54  |
| -233          | 0                | 0   | 20  | 25  | 9   | 2   | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 60  |
| -200          | 0                | 10  | 18  | 26  | 11  | 4   | 4   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 75  |
| -167          | 2                | 7   | 12  | 27  | 12  | 2   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 65  |
| -133          | 0                | 1   | 8   | 11  | 6   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 27  |
| -100          | 0                | 0   | 3   | 2   | 5   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 11  |
| -67           | 0                | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   |
| -33           | 0                | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   |
| 0             | 1                | 1   | 1   | 6   | 2   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 13  |
| 33            | 0                | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   |
| 合計            | 3                | 33  | 97  | 142 | 67  | 23  | 15  | 3   | 1   | 3   | 1   | 2   | 390 |

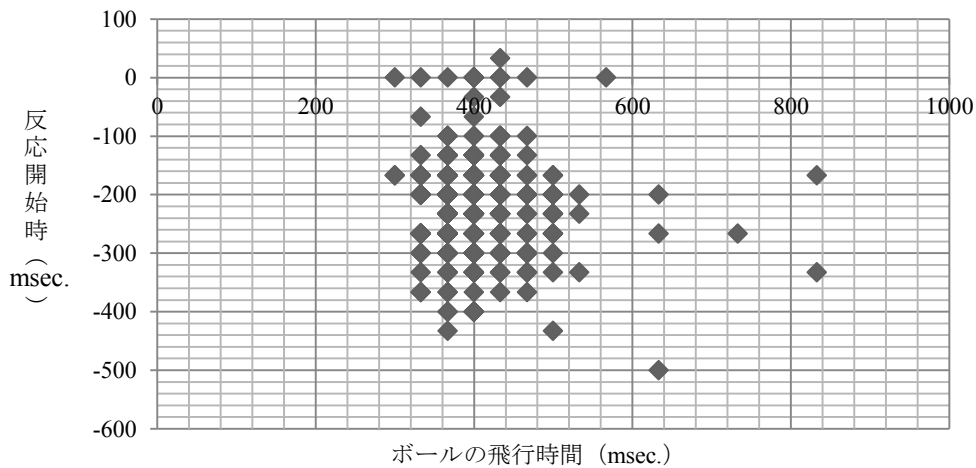


図 8. キーパーの反応開始時とボール飛行時間の散布図

(5) ダイビング動作の時間的・空間的な特徴

図9に示すように、キーパーがゴールの左側へダイビングした時の反応開始時は $-211 \pm 47$  msec. ( $n=9$ ) (この“-211”というのはボールコンタクトの211msec.前を示す), ボールの飛行時間は $381 \pm 41$  msec. ( $n=9$ )であった. ボールコンタクトの211msec.前に反応を開始した時に, キーパーはゴールの左側のポストの内側約1.5m以内のボールは止めることができなかった. キーパーがゴールの右側へダイビングした時の反応開始時は $-222 \pm 71$  msec. ( $n=9$ ), ボールの飛行時間は $385 \pm 41$  msec. ( $n=9$ )であった. ボールコンタクトの222msec.前に反応を開始した時に, キーパーはゴールの右側のポストの内側約1.4m以内のボールは止めることができなかった.

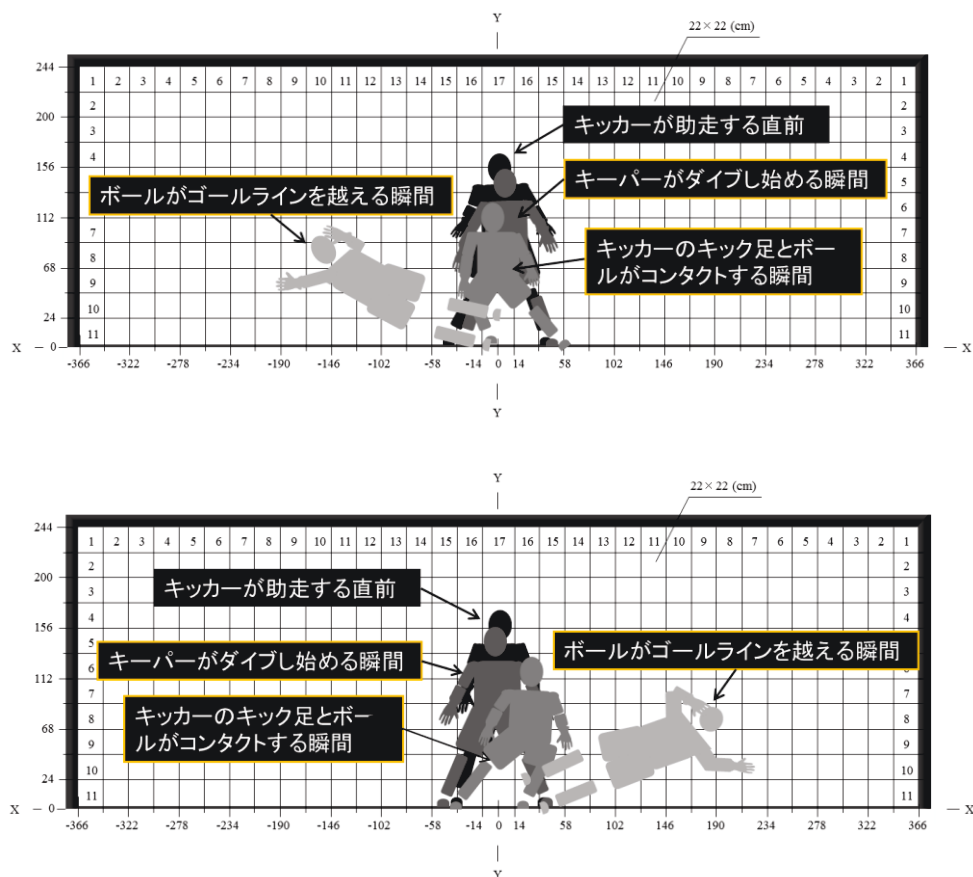


図9. キーパーがゴールの左側（上図）と右側（下図）へダイビングした時の4つの動的なセービング姿勢

#### (6) 構え姿勢と移動方法

表 4 に異なる構え姿勢及び移動方法間におけるセービング成功率の比較結果を示した。3 つの構え姿勢の中で最も使用回数が多かったのは直立 ( $n=187$ , セービング成功率:21.4%) であった。次は中腰 ( $n=175$ , セービング成功率:20.6%) であった。最も少なかったのはフェイント ( $n=60$ , セービング成功率:25.0%) であった。移動方法の中で最も多く使われた方法は① (左 (右) 足が左 (右) 斜め方向へ一歩を踏み出し, 同じ方向へダイビングする) であり, セービング成功率は 22.5% ( $n=231$ ) であった。次に多く使われた方法は② (キーパーの両足が同時に前へジャンプしてから, 右または左へダイビングする) であり, セービング成功率は 17.0% ( $n=106$ ) であった。以下, 方法④ (左 (右) 足が左 (右) 斜め方向へ一歩を踏み出し, 反対方向へダイビングする) はセービング成功率が 31.8% ( $n=44$ ), 方法③ (直立状態から, 速やかに右または左のポストの近くまでダイビングする) はセービング成功率が 16.7% ( $n=30$ ), 方法⑤ (ダイビングしないで, ゴールの中央部を守備する) はセービング成功率が 18.2% ( $n=11$ ) と続いた。構え姿勢別でのセービング成功率, 移動方法別でのセービング成功率にはそれぞれ有意差がみられなかった。

表 4. 異なる構え姿勢及び移動方法間におけるセービング成功率の比較

| セービング行動 |       | $n$ | セービング成功率 (%) |
|---------|-------|-----|--------------|
| 構え姿勢    |       |     |              |
|         | 直立    | 187 | 21.4         |
|         | 中腰    | 175 | 20.6         |
|         | フェイント | 60  | 25.0         |
|         | 小計    | 422 | 21.6         |
| 移動方法    |       |     |              |
|         | ①     | 231 | 22.5         |
|         | ②     | 106 | 17.0         |
|         | ③     | 30  | 16.7         |
|         | ④     | 44  | 31.8         |
|         | ⑤     | 11  | 18.2         |
|         | 小計    | 422 | 21.6         |

表 5 にセービング方向とシュート方向が一致した時の移動方法間でのセービング成功率の結果を示した。移動方法別でのセービング成功率にはそれぞれ有意差がみられなかった。

表 5. セービング方向とシュート方向が一致した時の異なる移動方法間におけるセービング成功率の比較

| 移動方法 | <i>n</i> | セービング成功率 (%) |
|------|----------|--------------|
| ①    | 108      | 33.3         |
| ②    | 45       | 22.2         |
| ③    | 12       | 33.3         |
| ④    | 18       | 33.3         |
| ⑤    | 2        | 50.0         |
| 小計   | 185      | 31.0         |

#### 4. 考察

本研究では、実際のサッカー試合の PK 映像に基づいて、エリートキーパーのセービング行動を分析した。この結果についての考察は次のとおりである。

エリートキーパーの反応開始時はキッカーのキック足とボールがコンタクトする前 219 ± 82 msec. (*n*=390) であった。これは Morris and Burwitz (1989) の反応開始時 (ボールコンタクト前 100±40 msec.) より 100msec.早い結果となった。このタイミングでダイビングすることによって生じる有効な点は 2 つある。1 つは、速やかにセービングエリアに到達するためである。もう 1 つは、相手キッカーにセービング方向を察知させないためであると考えられる (Morya ら, 2003 ; Bowtell ら, 2009)。

また、エリートキーパーの反応開始時は早かったため、シュート方向判断に関係する視覚的先行キューを利用する時間的な余裕がなく、セービング方向とシュート方向の一致度は低かったと考えられる。

ゴール方向別のシュート本数とセービング動作回数、及びゴール下半部の横間隔別のキ

キーパーに止められたボールの本数とシュート本数には同じような傾向がみられた。この結果から、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を用いたことが考えられる。

従って、キーパーは、PK を止めるために適切なタイミングで素早くボールの飛行方向へ移動することが求められる。サッカーのゴールは幅 7.32m、高さ 2.44m の広さがあるため、正確にシュート方向を判断しようとして反応開始のタイミングを遅くすれば、移動が間に合わなくなる。逆に、早く反応し過ぎるとシュート方向の判断の確率が落ちる (Morris and Burwitz, 1989)。エリートキーパーは、移動が間に合うために、ボールコンタクト前の約 0.2 秒に反応を開始した。このため、シュート方向判断に関する視覚的先行キューを利用する時間的な余裕がなく、セービング方向とシュート方向の一致度は低かった。ランダムより多くのボールを止めるために、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取得している。すなわち、キーパーは“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。

エリートキーパーの PK に対するシュート方向判断選択肢はゴールの左側、右側とゴールの中央部の 3 つ、彼らの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。エリートキーパーは、直立の姿勢を用いてゴールの中央部をセービングした時に、守備範囲の横幅はほぼ両腕を広げた長さであった。両腕を広げた幅は身長とほぼ同じであるため、本研究ではゴールエリアをキーパーの平均身長 (188cm) から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。これに基づき、第 2 研究のシュート方向判断選択肢数およびそれぞれのセービング範囲を決めた。本研究の結果は Bar-Eli ら (2007) の研究結果と異なっている。この理由として、各セービング方向またはシュート方向を設定した範囲が異なることが挙げられる。

これまで、キーパーが視覚情報を用いて PK のシュート方向を判断した時に、反応課題は単純、選択、弁別のどちらに所属するかまだ明らかにされていないが、最も速い反応を

仮定する場合、その反応時間は単純視覚反応時間に近似していると考えられる。単純視覚反応時間は多くの研究者によって測定されているが、Fieandt ら (1956), Welford (1980), Brebner and Welford (1980) によれば、単純視覚反応時間は約 190ms であることが報告されている。従って、エリートキーパーが相手キッカーのキック動作局面におけるシュート方向を予測する場合に、利用される視覚的情報のタイミングは最も遅い場合で反応を開始する前 190ms と仮定される。キーパーはボールコンタクト前  $219 \pm 82$  msec. に反応を開始する時に、キーパーに利用される視覚的情報のタイミングは最も遅い場合でボールコンタクト前  $409 \pm 82$  msec. と仮定される。本研究では、これに基づいて、キーパーに利用される視覚的予測情報の推察図 (図 10) を作成した。

キーパーがゴールの左側へダイビングした時の 4 つの動的なセービング姿勢から、ボールコンタクトの 211msec. 前に反応を開始した時に、キーパーはゴールの左側のポストの内側約 1.5m 以内のボールを止めることができないことがわかった。同様に、キーパーがゴールの右側へダイビングした時の 4 つの動的なセービング姿勢から、ボールコンタクトの 222msec. 前に反応を開始した時に、キーパーはゴールの右側のポストの内側約 1.4m 以内のボールを止めることができないことがわかった。つまり、シュートの方向がポストに近くなる程、キーパーは早く反応する必要がある。

キーパーは、直立の構え姿勢を最も多く使っていた。この理由としてセービング範囲を大きく見せることが考えられる。移動方法では① (左 (右) 足が左 (右) 斜め方向へ一歩を踏み出し、同じ方向へダイビングする) を最も多く利用していた。この理由として素早く守りたいエリアに移動し守備範囲を広くする。成功率は移動方法④ (左 (右) 足が左 (右) 斜め方向へ一歩を踏み出し、反対方向へダイビングする) で最も高くなった (セービング成功率 : 31.8%)。この理由としてフェイントが有効であると考えられる。

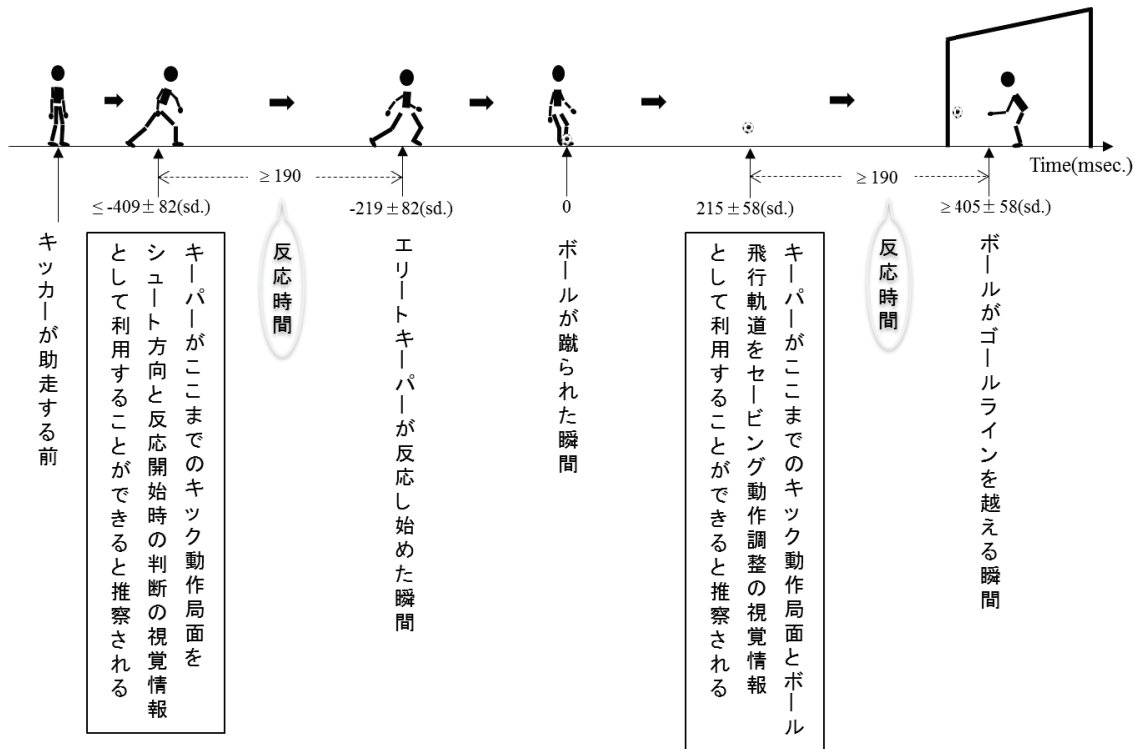


図 10. キーパーに利用される視覚的予測情報の推察図



### 第3章 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—

#### 1. 目的

本研究は、時間的遮蔽法を用いた 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、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を明らかにすること、および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明らかにすることを目的とする。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”方略を用いてシュート方向を予測する。

#### 2. 方法

##### (1) 被験者

被験者は大学サッカー部に所属する男性選手24名であった。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（平均年齢=20.6±1.2歳、競技歴=11.3±3.5年）、キーパーを専門としない（フィールドプレーヤーである）12名のサッカー選手をキーパーの非熟練者（平均年齢=19.4±0.5歳、競技歴=11.8±1.1年）とした。以下の記述では熟練者、非熟練者、両者を含む場合にはグループと表現する。

## (2) 呈示映像の作成

呈示映像は大学サッカー部に所属する 3 名の選手（平均年齢=20.3±0.6 歳，競技歴=11.6±0.6 年）を試技者として，次の手順で撮影して作成された．試技および撮影は屋外のサッカーグラウンドで行われた（図 11）．図 12 に示すように，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，図 13 に示した遮蔽条件に従って作成された．



図 11. 呈示映像の撮影現場

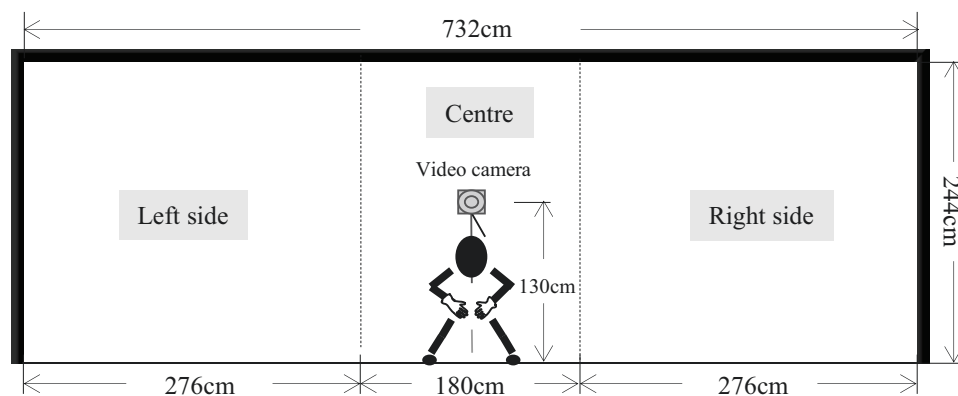


図 12. 呈示映像のシュートエリアおよびビデオカメラの設置位置・高さ

呈示映像は、図 13 中の遮蔽条件 1 の-467msec.から遮蔽条件 4 の 267msec.までの 12 条件を順次呈示した。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。

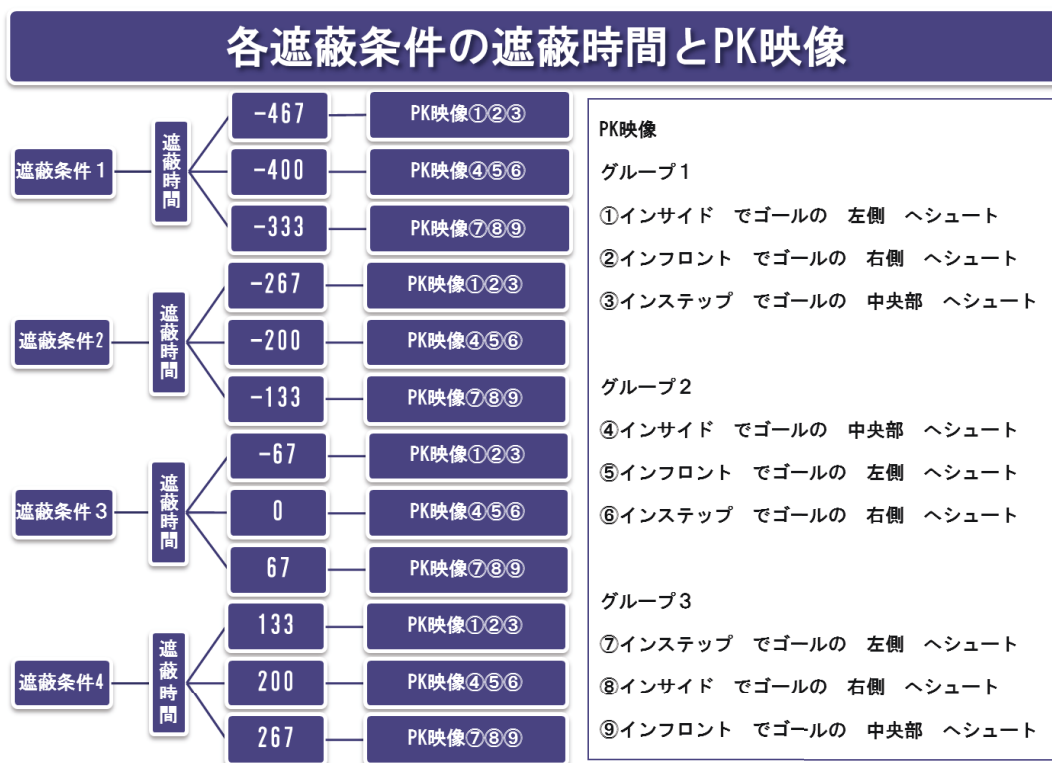


図 13. 各遮蔽条件の遮蔽時間と PK 映像の構成

図 14 に示すように、遮蔽条件 1 では、キーパーはキッカーの目線と助走角度を見ることが出来る。遮蔽条件 2 では、遮蔽条件 1 の他に、キッカーの助走スピード、軸足の踏み込む位置・つま先の方向、蹴り足のバックスイング及び上体の方向を見ることが出来る。遮蔽条件 3 では、遮蔽条件 1 と 2 の他に、キッカーの蹴り方を見ることが出来る。遮蔽条件 4 では、遮蔽条件 1, 2, 3 の他に、ボールの飛行初期まで見ることが出来る。



図 14. 呈示映像の遮蔽条件とキッカーの動作

### (3) 実験手順

図 15 に示したように TV セット、被験者、およびビデオカメラを配置した。TV セットに呈示映像を映して、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。

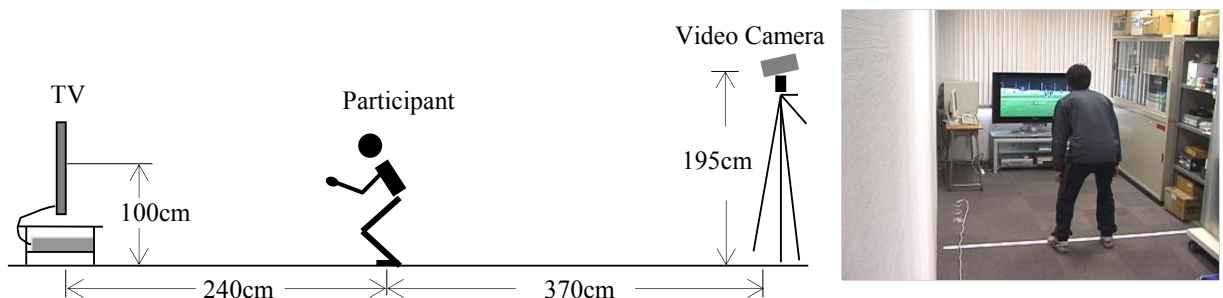


図 15. 実験条件の側面図（左図）および実験中に被験者の後方に設置したデジタルビデオカメラで撮った映像（右図）

### (4) 分析方法

仮説 1 を検証するため、被験者が遮蔽条件 4 に対する時の反応開始時を横軸、シュート方向判断正確率を縦軸として、グラフを作成し、反応開始時とシュート方向判断正確さの間にトレードオフ関係があるかどうかを検証した。検定には傾向性の検定 (Mantel-Haenszel test for trend) を用いた。

仮説 2 を検証するため、まず、遮蔽条件毎にグループ間の反応開始時およびシュート方向判断正確さを比較した。その内、反応開始時の比較を  $t$  検定、シュート方向判断正確さの比較をカイ 2 乗検定によって行った。また、変量別のシュート方向判断の正確さのグル

ープ間比較をカイ 2 乗検定によって検討した。さらに、二項ロジスティック回帰 (SPSS, 2007b) を用い、5 つの変量 (遮蔽時間, 反応開始時, 蹴り方, シュート方向, セービング方向) がシュート方向判断の正確さと有意な関連を有するかどうかを分析した。

シュート方向判断に関係する視覚的先行キューを検討するために、ボールコンタクト前後に被験者が反応を開始した時のセービング方向とキッカーのシュート方向の一致度を  $k$  指数によって検討した。また、キーパーの熟練者と非熟練者はボールコンタクト前に反応を開始した時に、どのような視覚以外の予測情報を利用してシュート方向を判断するかを明らかにするために、ボールコンタクト前に反応を開始した時のセービング方向別のセービング動作回数 (グループ別) の比較をカイ 2 乗検定によって検討した。

尚、実験の際に被験者が移動しないケースは分析対象から除外した。本実験では、熟練者が移動しなかったケースは 23 回、非熟練者が移動しなかったケースは 1 回であった。

データ分析には SPSS 16.0 for windows を用いた。

### (5) 変量の定義

シュート方向判断の正確さ (Response Accuracy) : 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 (Initiation Time of Response) : 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. 結果

### (1) 反応開始時とシュート方向判断正確さの関係

図 16 は被験者が遮蔽条件 4 に対した時の反応開始時を横軸, シュート方向判断正確率を縦軸として作成したグラフである。このグラフから、熟練者も非熟練者も、ボールコンタクト 100 msec.以上前に反応を開始した場合には、反応開始時が遅くなってもシュート方向

判断正確率に大きな変化はなかったことがわかる。一方、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（熟練者： $\chi^2=10.574, p=0.001$ ；非熟練者： $\chi^2=23.339, p=0.001$ ）。図 17 に示すように、熟練者は非熟練者に比べてボールコンタクト前に反応を開始したケースが多く、反対にボールコンタクトの後に反応を開始したケースが少なかった。

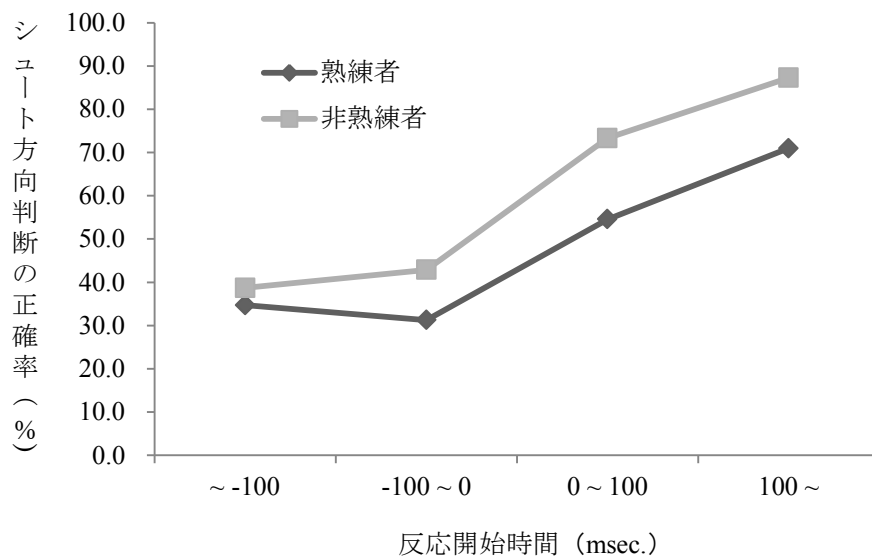


図 16. 反応開始時とシュート方向判断正確率の関係：遮蔽条件 4

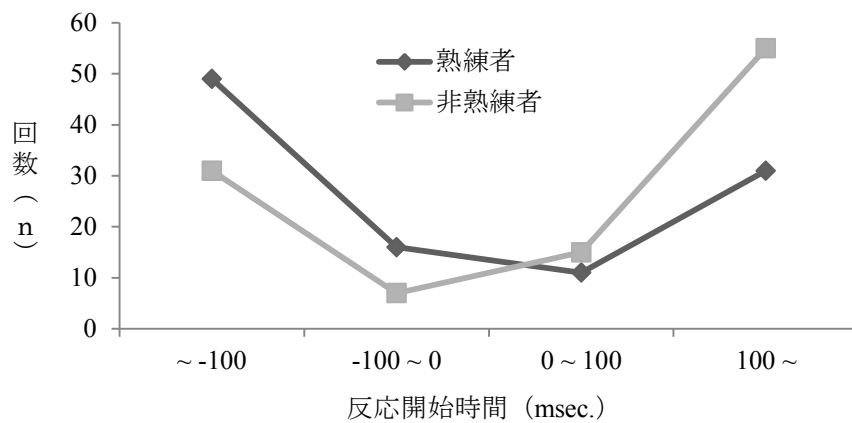


図 17. 反応開始時別での反応回数：遮蔽条件 4

(2) ボールコンタクト前に反応を開始した時のセービング方向別のセービング動作回数

図 18 に示すように、熟練者がボールコンタクト前（その瞬間を含む，以下同様）に反応を開始した時に、ゴールの左側への動作回数 ( $n=161, 51.1\%$ ) はゴールの中央部 ( $n=14, 4.4\%$ ) より有意に多かった ( $p<0.01$ )。ゴールの右側への動作回数 ( $n=140, 44.4\%$ ) はゴールの中央部より有意に多かった ( $p<0.01$ )。

図 19 に示すように、非熟練者がボールコンタクト前に反応を開始した時に、ゴールの左側への動作回数 ( $n=126, 47.7\%$ ) はゴールの中央部 ( $n=23, 8.7\%$ ) より有意に多かった ( $p<0.01$ )。ゴールの右側への動作回数 ( $n=115, 43.6\%$ ) はゴールの中央部より有意に多かった ( $p<0.01$ )。

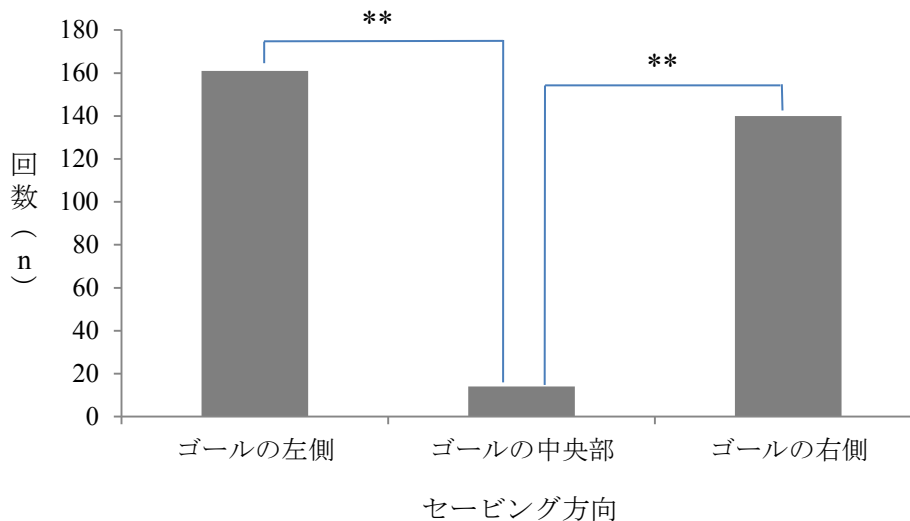


図 18. 熟練者がボールコンタクト前に反応を開始した時のセービング方向別のセービング動作回数の比較。

カイ 2 乗検定 ; \*\* $p<0.01$ .



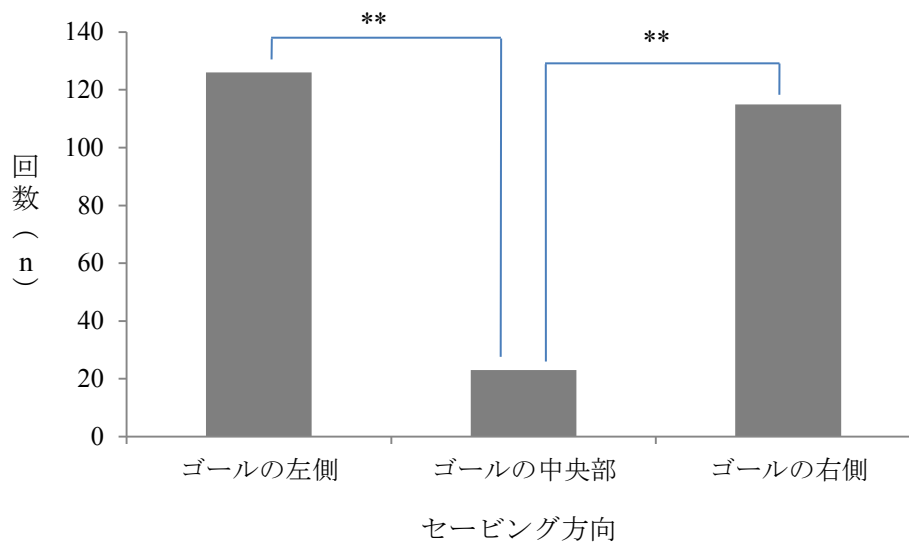


図 19. 非熟練者がボールコンタクト前に反応を開始した時のセービング方向別のセービング動作回数の比較.

カイ 2 乗検定 ; \*\* $p < 0.01$ .

### (3) セービング方向とシュート方向の一致度

表 6, 表 7 に示すように, 熟練者も非熟練者も, ボールコンタクト前に反応を開始した時には, セービング方向とシュート方向の一致度は, 熟練者 :  $k = 0.038 \sim -0.087$ , 非熟練者 :  $k = -0.031 \sim 0.097$  となり, どの遮蔽条件でも一致度は低い. これは, 熟練者も非熟練者もボールコンタクト前に反応を開始した場合には, シュート方向を予測することが難しいことを示している.

表 6. 熟練者がボールコンタクト前に反応を開始した時のセービングとシュート方向の一致度

| 遮蔽条件 | セービング方向 | シュート方向 |        |         | k 値            | p 値  |
|------|---------|--------|--------|---------|----------------|------|
|      |         | ゴールの左側 | ゴールの右側 | ゴールの中央部 |                |      |
| 1    | ゴールの左側  | 16     | 14     | 13      | 注 <sup>a</sup> | -    |
|      | ゴールの右側  | 7      | 13     | 16      |                |      |
|      | ゴールの中央部 | 0      | 0      | 0       |                |      |
| 2    | ゴールの左側  | 14     | 11     | 11      | .038           | .596 |
|      | ゴールの右側  | 14     | 11     | 13      |                |      |
|      | ゴールの中央部 | 1      | 1      | 3       |                |      |
| 3    | ゴールの左側  | 8      | 13     | 9       | -.087          | .284 |
|      | ゴールの右側  | 8      | 8      | 11      |                |      |
|      | ゴールの中央部 | 2      | 0      | 0       |                |      |
| 4    | ゴールの左側  | 9      | 11     | 11      | -.049          | .573 |
|      | ゴールの右側  | 8      | 8      | 6       |                |      |
|      | ゴールの中央部 | 1      | 1      | 0       |                |      |

注<sup>a</sup>: ゴールの中央部標本数が 0 のために k 値は計算できなかった.

表 7. 非熟練者がボールコンタクト前に反応を開始した時のセービングとシュート方向の一致度

| 遮蔽条件 | セービング方向 | シュート方向 |        |         | k 値   | p 値  |
|------|---------|--------|--------|---------|-------|------|
|      |         | ゴールの左側 | ゴールの右側 | ゴールの中央部 |       |      |
| 1    | ゴールの左側  | 14     | 15     | 12      | -.031 | .655 |
|      | ゴールの右側  | 10     | 9      | 15      |       |      |
|      | ゴールの中央部 | 2      | 1      | 1       |       |      |
| 2    | ゴールの左側  | 8      | 13     | 12      | -.043 | .582 |
|      | ゴールの右側  | 12     | 10     | 8       |       |      |
|      | ゴールの中央部 | 3      | 0      | 3       |       |      |
| 3    | ゴールの左側  | 9      | 6      | 4       | .085  | .418 |
|      | ゴールの右側  | 6      | 8      | 7       |       |      |
|      | ゴールの中央部 | 2      | 1      | 1       |       |      |
| 4    | ゴールの左側  | 6      | 3      | 4       | .097  | .380 |
|      | ゴールの右側  | 6      | 7      | 6       |       |      |
|      | ゴールの中央部 | 1      | 1      | 1       |       |      |

表 8 と表 9 に示すように、ボールコンタクト後に反応を開始した時には、熟練者は遮蔽条件 3 と遮蔽条件 4 において、非熟練者は遮蔽条件 2, 遮蔽条件 3 と遮蔽条件 4 において、セービング方向とシュート方向の一致度（熟練者： $k=0.201\sim 0.455$ ，非熟練者： $k=0.321\sim 0.734$ ）は有意に高かった。

表 8. 熟練者がボールコンタクト後に反応を開始した時のセービングとシュート方向の一致度

| 遮蔽条件 | セービング方向 | シュート方向 |        |         | k 値  | p 値    |
|------|---------|--------|--------|---------|------|--------|
|      |         | ゴールの左側 | ゴールの右側 | ゴールの中央部 |      |        |
| 1    | ゴールの左側  | 3      | 2      | 2       | .022 | .906   |
|      | ゴールの右側  | 5      | 2      | 0       |      |        |
|      | ゴールの中央部 | 0      | 0      | 1       |      |        |
| 2    | ゴールの左側  | 3      | 4      | 3       | .068 | .637   |
|      | ゴールの右側  | 2      | 4      | 2       |      |        |
|      | ゴールの中央部 | 0      | 2      | 1       |      |        |
| 3    | ゴールの左側  | 10     | 4      | 8       | .201 | .037*  |
|      | ゴールの右側  | 6      | 10     | 5       |      |        |
|      | ゴールの中央部 | 2      | 1      | 3       |      |        |
| 4    | ゴールの左側  | 13     | 3      | 8       | .455 | .001** |
|      | ゴールの右側  | 1      | 12     | 3       |      |        |
|      | ゴールの中央部 | 3      | 1      | 8       |      |        |

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

表 9. 非熟練者がボールコンタクト後に反応を開始した時のセービングとシュート方向の一致度

| 遮蔽条件 | セービング方向 | シュート方向 |        |         | k 値   | p 値    |
|------|---------|--------|--------|---------|-------|--------|
|      |         | ゴールの左側 | ゴールの右側 | ゴールの中央部 |       |        |
| 1    | ゴールの左側  | 5      | 6      | 4       | -.056 | .66    |
|      | ゴールの右側  | 4      | 3      | 3       |       |        |
|      | ゴールの中央部 | 1      | 2      | 1       |       |        |
| 2    | ゴールの左側  | 9      | 4      | 9       | .321  | .029*  |
|      | ゴールの右側  | 2      | 7      | 1       |       |        |
|      | ゴールの中央部 | 2      | 2      | 3       |       |        |
| 3    | ゴールの左側  | 10     | 4      | 7       | .337  | .001** |
|      | ゴールの右側  | 5      | 16     | 7       |       |        |
|      | ゴールの中央部 | 4      | 1      | 9       |       |        |
| 4    | ゴールの左側  | 21     | 1      | 9       | .734  | .001** |
|      | ゴールの右側  | 1      | 24     | 1       |       |        |
|      | ゴールの中央部 | 1      | 0      | 15      |       |        |

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

#### (4) シュート方向判断の正確さ及び反応開始時の熟練者と非熟練者の比較

表 10 と図 20 に示すように、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 と遮蔽条件 4 に対して、ボールコンタクト後に反応を始めていた。t 検定によって遮蔽条件毎にグループ間の反応開始時を比較した結果、遮蔽条件 2、遮蔽条件 3 と遮蔽条件 4 において、非熟練者は熟練者より、反応開始時が有意に遅かった。そして、図 21 に示すように、遮蔽条件 3 と遮蔽条件 4 において、非熟練者は熟練者より、シュート方向判断正確率が有意に高かった。

表 10. 遮蔽条件毎の反応開始時のグループ間比較

| 遮蔽条件 | 反応開始時 (msec.) |      |     |      |      |     | df     | t 値   | p 値    |
|------|---------------|------|-----|------|------|-----|--------|-------|--------|
|      | 熟練者           |      |     | 非熟練者 |      |     |        |       |        |
|      | n             | M    | SD  | n    | M    | SD  |        |       |        |
| 1    | 94            | -176 | 128 | 108  | -153 | 171 | 200.00 | -1.05 | .29    |
| 2    | 100           | -130 | 131 | 108  | -75  | 210 | 180.92 | -2.26 | .03*   |
| 3    | 108           | -29  | 225 | 107  | 52   | 241 | 211.83 | -2.54 | .01*   |
| 4    | 107           | -15  | 197 | 108  | 78   | 243 | 205.08 | -3.08 | .002** |

t 検定 (両側) ; \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

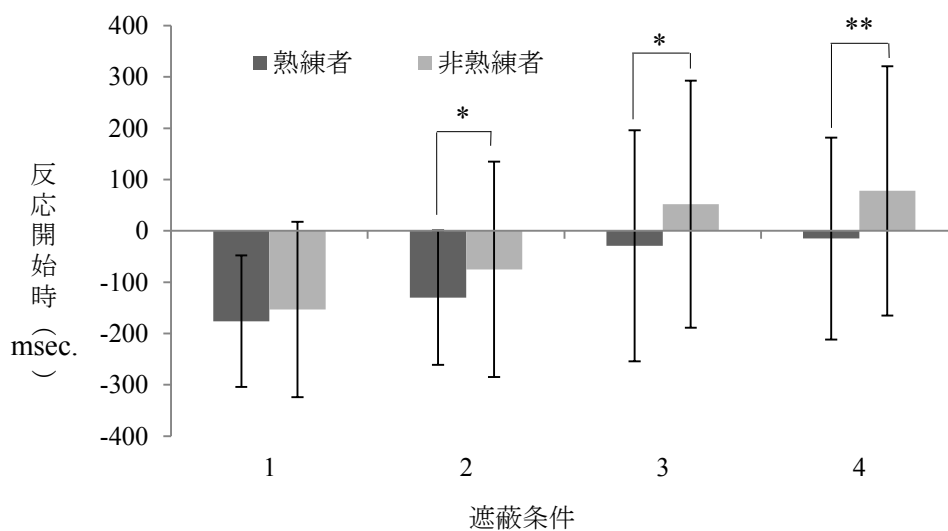


図 20. 遮蔽条件毎の熟練者と非熟練者の反応開始時

t 検定 (両側) ; \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

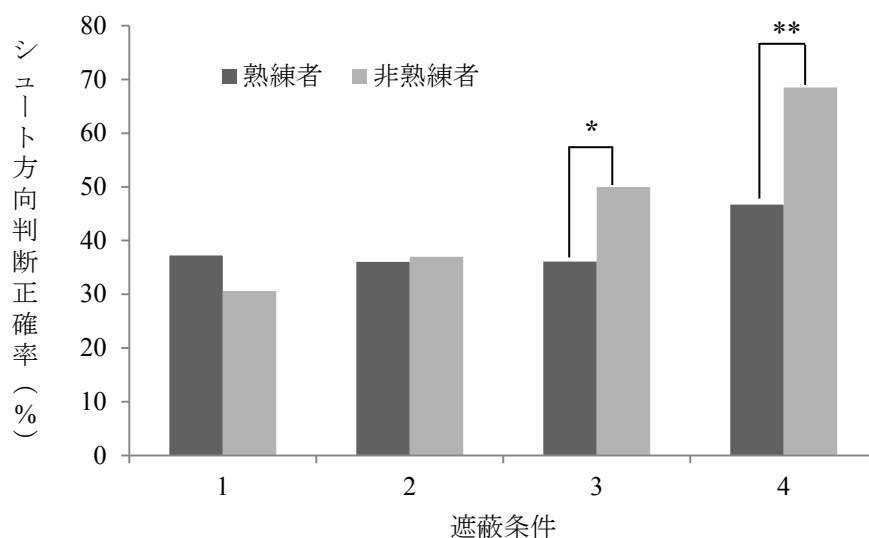


図 21. 遮蔽条件毎のグループ間のシュート方向判断正確率の比較

カイ 2 乗検定 (両側) ; \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

(5) どの変量がシュート方向判断の正確さと有意な関連を有するか

表 11 に変量別のシュート方向判断の正確さを、熟練者と非熟練者に分けて示した。遮蔽条件 3, 遮蔽条件 4, およびシュート方向 (ゴール中央部) で非熟練者の方がシュート方向判断の正確さが高かった。

どの変量がシュート方向判断の正確さと有意な関連を有するのかを検討するために行った二項ロジスティック回帰分析の結果を表 12 に示した。熟練者及び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量は反応開始時とシュート方向であった。遮蔽条件とセービング方向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量であったが、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量ではなかった。

表 11. 変量別のシュート方向判断の正確さのグループ間比較

| 変量                           | シュート方向判断の正確さ |      |      |      |      |      | $\chi^2(df=1)$ | p 値    |
|------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|----------------|--------|
|                              | 熟練者          |      |      | 非熟練者 |      |      |                |        |
|                              | n            | 正(%) | 誤(%) | n    | 正(%) | 誤(%) |                |        |
| 遮蔽条件                         |              |      |      |      |      |      |                |        |
| 1                            | 94           | 37.2 | 62.8 | 108  | 30.6 | 69.4 | 1.00           | .32    |
| 2                            | 100          | 36.0 | 64.0 | 108  | 37.0 | 63.0 | 0.02           | .88    |
| 3                            | 108          | 36.1 | 63.9 | 107  | 50.0 | 50.0 | 4.25           | .04*   |
| 4                            | 107          | 46.7 | 53.3 | 108  | 68.5 | 31.5 | 10.45          | .001** |
| 反応開始時                        |              |      |      |      |      |      |                |        |
| ボールコンタクト瞬間または<br>ボールコンタクトする前 | 315          | 34.3 | 65.7 | 264  | 34.1 | 65.9 | 0.00           | .96    |
| ボールコンタクトした後                  | 94           | 55.3 | 44.7 | 167  | 65.9 | 34.1 | 2.84           | .09    |
| 蹴り方                          |              |      |      |      |      |      |                |        |
| インサイドキック                     | 137          | 40.9 | 59.1 | 144  | 45.8 | 54.2 | 0.70           | .40    |
| インフロントキック                    | 135          | 39.3 | 60.7 | 143  | 49.3 | 50.7 | 2.85           | .09    |
| インステップキック                    | 137          | 37.2 | 62.8 | 144  | 44.4 | 55.6 | 1.51           | .22    |
| シュート方向                       |              |      |      |      |      |      |                |        |
| ゴールの中央部                      | 137          | 11.7 | 88.3 | 143  | 24.3 | 75.7 | 7.54           | .006** |
| ゴールの左側                       | 136          | 55.9 | 44.1 | 144  | 56.9 | 43.1 | 0.03           | .90    |
| ゴールの右側                       | 136          | 50.0 | 50.0 | 144  | 58.3 | 41.7 | 1.96           | .16    |
| セービング方向                      |              |      |      |      |      |      |                |        |
| ゴールの中央部                      | 31           | 51.6 | 48.4 | 58   | 58.6 | 41.4 | 0.403          | 0.526  |
| ゴールの左側                       | 203          | 37.4 | 62.6 | 195  | 42.1 | 57.9 | 0.884          | 0.347  |
| ゴールの右側                       | 175          | 38.9 | 61.1 | 178  | 47.2 | 52.8 | 2.500          | 0.114  |

カイ 2 乗検定 (両側) ; \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .



表 12. 二項ロジスティック回帰分析結果

| 変量                                | シュート方向判断の正確さ |              |        |      |              |        |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------|------|--------------|--------|
|                                   | 熟練者          |              |        | 非熟練者 |              |        |
|                                   | オッズ比         | 95%<br>信頼区間  | p 値    | オッズ比 | 95%<br>信頼区間  | p 値    |
| 遮蔽条件                              |              |              |        |      |              | .001** |
| 1                                 |              |              |        | 1.00 |              |        |
| 2                                 |              |              |        | 1.21 | 0.65 - 2.25  | .54    |
| 3                                 |              |              |        | 1.65 | 0.88 - 3.11  | .12    |
| 4                                 |              |              |        | 3.64 | 1.86 - 7.14  | .001** |
| 反応開始時                             |              |              |        |      |              |        |
| キッカーのキック足とボールを<br>コンタクトする瞬間またはその前 | 1.00         |              |        | 1.00 |              |        |
| キッカーのキック足とボールを<br>コンタクトした後        | 3.01         | 1.76 - 5.16  | .001** | 2.98 | 1.83 - 4.86  | .001** |
| 蹴り方                               |              |              |        |      |              |        |
| インサイドキック                          |              |              |        |      |              |        |
| インフロントキック                         |              |              |        |      |              |        |
| インステップキック                         |              |              |        |      |              |        |
| シュート方向                            |              |              | .001** |      |              | .001** |
| ゴールの中央部                           | 1.00         |              |        | 1.00 |              |        |
| ゴールの左側                            | 10.95        | 5.74 - 20.86 | .001** | 6.79 | 3.73 - 12.36 | .001** |
| ゴールの右側                            | 8.27         | 4.36 - 15.69 | .001** | 7.00 | 3.80 - 12.90 | .001** |
| セービング方向                           |              |              |        |      |              | .04*   |
| ゴールの中央部                           |              |              |        | 1.00 |              |        |
| ゴールの左側                            |              |              |        | 0.41 | 0.20 - 0.82  | .01*   |
| ゴールの右側                            |              |              |        | 0.45 | 0.22 - 0.92  | .03*   |
| 定数                                | 0.093        |              | .001** | 0.19 |              | .001** |

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

#### 4. 考察

図 16 に示すように、ボールコンタクト 100 msec.以上前に反応を開始した場合には、反応開始時が遅くなってもシュート方向判断正確率に大きな変化はなかったことがわかる。一方、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た。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。

キーパーの熟練者も非熟練者も、ボールコンタクト前に反応を開始した時のセービング方向別のセービング動作回数と第 1 研究におけるエリートキーパーのゴールエリア別のセービング動作回数には同様の傾向がみられる。この結果から、熟練者、非熟練者は、ボールコンタクト前に反応を開始した時に、シュート方向判断に関係する視覚的先行キューを利用する時間的な余裕がなく、視覚以外の事前予測情報（キッカーの過去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）から、すなわち、“penalty taker independent”の方略を用いてセービング方向を選択したと考えられる。

遮蔽条件毎のシュート方向判断の正確さ及び反応開始時の熟練者と非熟練者の比較結果から、非熟練者は熟練者より多くの遮蔽条件でシュート方向とセービング方向が一致しており、同じ遮蔽条件の一致度が高い傾向を示していた。非熟練者の一致度が高い理由は、反応開始が遅かったためであると考えられる。また、二項ロジスティック回帰分析をした結果、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。したがって、“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”方略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。

反応開始時と反応精度の関係は、運動制御における“open-loop”と“closed-loop”の理論（Woodworth, 1899）によって次のように解釈できる。“open-loop”は中枢神経の運動コントロールセンターからの一方的な指令に基づく運動制御であり，“closed-loop”は運動コントロールセンターからの指令に加えてフィードバック情報を利用する運動制御システムである（Magill, 2011）。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。すなわち、セービング動作が早い程、“open-loop”的な運動制御になっていて、セービング動作が遅い程“closed-loop”的な運動制御になっていると考えられる。“closed-loop”の方がより精確な運動制御が可能であるが、反応が遅くなって間に合わなくなる確率が高くなる。熟練したキーパーが早く動作を開始していたのは、“open-loop”での運動制御を主に行っていたからと考えられる。

セービング方向とシュート方向の一致度の分析結果から、キーパーの熟練者も非熟練者も、ボールコンタクト前に反応を開始した時には、十分な先行キューが得られないためにシュート方向の正確な判断が難しいと考えられる。一方、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。この結果は部分的に Morris and Burwitz（1989）の調査結果を支持している。

Schenkら（2000）は「全く純粋な“open-loop”は存在しないかもしれないが、わかりやすくするため、“open-loop”と“closed-loop”の2つに区分する」と述べている。本研究の結果を要約すれば、次のようになる。遮蔽条件毎のグループ間の反応開始時の比較結果が

ら、遮蔽条件 3 と遮蔽条件 4 において、非熟練者の平均反応開始時はボールコンタクトの後で、先行キューを利用する時間的な余裕があったため、非熟練者は相対的に“closed loop”運動制御システム、すなわち、“penalty taker-dependent” 方略を用いてシュート方向を判断したと推察する。一方、熟練者の平均反応開始時はボールコンタクト前で、先行キューを利用する時間的な余裕がなかったため、熟練者は相対的に“open loop”運動制御システム、すなわち、“penalty taker-independent” 方略を用いてシュート方向を判断したと推察する。

本研究では、第 1 研究のキーパーに利用される視覚的予測情報の推察図（図 10）を踏まえ、本研究で明らかにした各キック動作局面とそこで利用しうる視覚予測情報の関連図を作成した（図 22）。

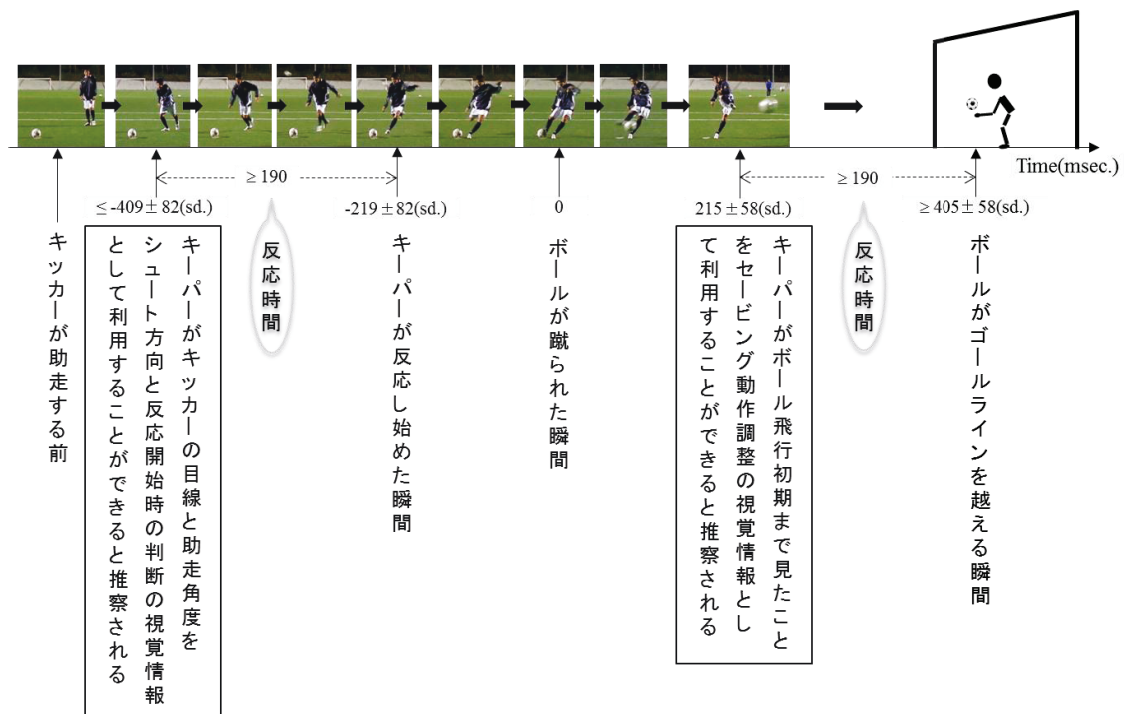


図 22. キッカーのシュート動作局面とゴールキーパーが利用しうる視覚情報の関連

## 第4章 まとめ

本研究は、キーパーのセービング行動に関する認知的方略の問題を取り上げ、その機序の一端を明らかにすることによって、キーパーの更なる合理的なセービングに関連する認知的方略を明らかにすることを基本的な狙いとしていた。第1研究は、実際の試合映像から、エリートキーパーの反応開始時、セービング可能の範囲、およびゴール方向別のセービング動作回数などのセービング行動を明らかにし、背景としての認知的方略を推察した。第2研究は、第1研究の分析結果を手がかりとして、時間的遮蔽法を用い、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って、キーパーのシュート方向判断に関する視覚的先行キュー、および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明らかにすることを目的とした。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：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”の運動制御システムで、“penalty taker-independent”方略を用いてシュート方向を予測する。これにたいして、非熟練者は主に相手キッカーの行動を予測し、“closed-loop”の運動制御システムで、“penalty taker-dependent”方略を用いてシュート方向を予測する。

### 1. 第1研究のまとめ

本研究では、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動作を計測し、キーパーのセービング可能の範囲、シュート方向判断に関する視覚以外の予測情報および反応開始時を検討した。結果は次のとおりである。

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直前 ( $219 \pm 82$  msec.,  $n=390$ ) に反応を開始した。このため、エリートキーパーのセービング方向とシュート方向の一致度は低かった。

3つのゴールエリア別のシュート本数とセービング動作回数、及びゴール下半部の各横間隔別のキーパーに止められたボールの本数とシュート本数には同じような傾向がみられた。

各方向のセービング動作回数とキーパーに止められたボールの位置から、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。

ゴールの下半部の各横間隔 ( $W_n$ ) とそれ以外のエリアの間のセービング成功率を比較した結果、ゴールの左側のエリア  $W_5$  (-183~-122) のセービング成功率 (40.9%) は  $W_5$  以外のエリアの成功率 (19.3%) より有意に高かった ( $p < 0.05$ )。ゴールの右側のエリア  $W_{12}$  (305~366) のセービング成功率 (0%) は  $W_{12}$  以外のエリアの成功率 (22.2%) より有意に低かった ( $p < 0.05$ )。

ゴールの左(右)側へダイビングした時の4つの動的なセービング姿勢(図9)に示すように、エリートキーパーは、ボールコンタクトの211 msec.前に反応を開始した時に、ゴールの左側のポストの内側約1.5m以内のボールは止めることができなかった、ボールコンタクトの222 msec.前に反応を開始した時に、ゴールの右側のポストの内側約1.4m以内のボールは止めることができなかった。

3つの構え姿勢(直立、中腰、フェイント)のうちで、直立の構え姿勢が最も多く使われていた。5つの移動方法のうちで、方法①(左(右)足が左(右)斜め方向へ一步を踏み出し、同じ方向へダイビングする)が最も多く利用されていた。一方、方法④(左(右)足が左(右)斜め方向へ一步を踏み出し、反対方向へダイビングする)は最もセービング成功率(31.8%)が高い方法であった。

## 2. 第2研究のまとめ

第2研究では、第1研究の分析結果を手がかりとして、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を行った。被験者は年齢・競技歴・競技レ

ベルが同程度である大学サッカー部に所属する男性選手であり、キーパーを専門とする選手を熟練者、キーパーとしない選手（フィールドプレーヤー）を非熟練者とした。遮蔽条件別での反応開始時とシュート方向判断正確さを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およびゴール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した。この実験の結果は次のとおりである。

図 16 に示すように、ボールコンタクト 100 msec.以上前に反応を開始した場合には、反応開始時が遅くなってもシュート方向判断正確率に大きな変化はなかった。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。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トレードオフ関係がみられた。

キーパーの熟練者も非熟練者も、ボールコンタクト前に反応を開始した時に、セービング方向別のセービング動作回数とエリートキーパーのゴールエリア別のセービング動作回数には同様の傾向がみられた。

ボールコンタクト前に反応を開始した時に、熟練者も非熟練者も、4 つの遮蔽条件において、セービング方向とシュート方向の一致度が低かった。ボールコンタクトの後に反応を開始した時に、熟練者は、遮蔽条件 3 (-67, 0, 67) と遮蔽条件 4 (133, 200, 267) 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。非熟練者は遮蔽条件 3 と遮蔽条件 4 の他に、遮蔽条件 2 (-267, -200, -133) においても、セービング方向とシュート方向の一致度は高かった。

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 と遮蔽条件 4 に対して、ボールコンタクト後に反応を始めていた。t 検定によって遮蔽条件毎にグループ間の反応開始時を比較した結果、遮蔽条件 2, 遮蔽条件 3 と遮蔽条件 4 において、非熟練者は熟練者より、反応開始時が有意に遅かった。遮蔽条件 3 と遮蔽条件 4 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。

二項ロジスティック回帰分析を用い、5つの変量（遮蔽条件、反応開始時、蹴り方、シュート方向、セービング方向）がシュート方向判断の正確さと有意な関連を有するかどうかについて検討を行った。その結果、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量であった。これにたいして、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量ではなかった。

### 3. 結論

キーパーのPKに対する認知的方略を検討するために、サッカー試合のPK映像422本の分析と、時間的遮蔽法を用いたPKに対するセービング動作のシミュレーション実験を行い、得られたデータから以下の結論を導いた。

(1) 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考えられる。この方略を本研究では、“penalty taker-independent”と命名した。

(2) 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。



## 謝辞

本論文の提出にあたって、審査委員会の主査の山田憲政教授、副査の家田重晴教授、桜井伸二教授、荒牧勇准教授には審査を通じ貴重なご意見をくださりありがとうございます。また、本論文の御校閲、御助言を頂きました中京大学体育学研究科の田中豊穂元教授、本大学の大学院生橋本泰裕さんに深く感謝いたします。

私は日本に来る前に、中国の遼寧師範大学体育学部でサッカー教師として勤務し、サッカー選手における運動技能の上達について興味をもっていた。先進国の日本への留学は私の大学生時代からの夢であった。中京大学体育学研究科で博士の学位を取得した呂中凡氏の紹介で、2000年に本大学院研究生として入学した。2001年に大学院博士課程に入学、2004年に単位取得退学した。それ以後、これまで、博士の学位を目標に研究を続けてきた。日本語が下手だった私にとって、日本語で論文を書くことは想像以上に難しかった。日本語、英語、および中国語で論文を書き、学術誌にも掲載されたが、能力の限界を何度も感じた。その時に、回りの方々が助けてくれたおかげで、この限界を突破することができた。今まで頑張ってきたのは、妻劉霞の支えがあったからである。また、私達夫婦が家族で日本に移ったのは、当時9歳の娘周潔に中日友好の懸け橋になってほしいという期待があったからである。豊田市に在住する山口博司様にも私の身元保証人になっていただき、大変お世話になった。さらに、博士課程の3年間に、中京大学と文部省から奨学金をいただいたおかげで、順調に博士課程を過すことができた。学問に関しては、中京大学体育学研究科の猪俣公宏元教授をはじめ、武田徹元教授、小山哲教授、柿山哲治元教授、認知行動科学系助手の加藤広大さん、中京大学および豊田市国際交流センターの日本語講座の先生たちより多くのご指導を賜った。ここに記して心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- Abernethy, B. (1987) Anticipation in sport: a review. *Physical Education Review*, 10, 5-16.
- Abernethy, B. (1988) The effects of age and expertise upon perceptual skill development in a racquet sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59, 210-221.
- Abernethy, B. (1990) Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sports Sciences*, 8, 17-34.
- Abernethy, B., and Russell, D.G. (1984) Advance cue utilization by skilled cricket batsmen. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(2), 2-10.
- Abernethy, B., and Russell, DG. (1987) The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, Vol. 6, 4, 283-319.
- 浅井武・小林一敏・榊原潔 (1982) サッカーのゴールキーピングにおけるダイビングについての力学的考察. *東京体育学研究*, 9: 11-14.
- Bar-Eli, M., Azara, O. H., Ritov, II, Keidar-Levin, Y., and Schein, G. (2007) Action bias among elite soccer goalkeepers: The case of penalty kicks. *Journal of Economic Psychology*, 28, 606-621.
- Bowtell Mark, King Mark, and Pain Matthew. (2009) Analysis of the keeper-dependent strategy in the soccer penalty kick. *International Journal of Sports Science and Engineering*, Vol. 03, No. 02, 93-102.
- Brebner, J. T., and A. T. Welford. (1980) Introduction: an historical background sketch. In reaction times. A. T. Welford ed., New York: Academic Press. 1-23.
- Castillo Jose M, Antonio One, Antonio Raya, Bilbao Alfonso, and Serra Enrique. (2010) Tactical skills and ball speed during a field simulation of penalty kick strategies in soccer. *Perceptual and Motor Skills*, Volume 111, 947-962.

- Fieandt, K. von, A. Huhtala, P. Kullberg, and K. Saarl. (1956) Personal tempo and phenomenal time at different age levels. Reports from the Psychological Institute, No. 2, University of Helsinki.
- Geisler and Leith. (1997) The effects of self-esteems, self-efficacy, and audience presence on soccer penalty shot performance. *Journal of Sport Behavior*, Vol. 20 Issue 3, 322-337.
- Goulet, G., Bard, C., and Fleury, M. (1989) Expertise differences in preparing to return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11, 382-398.
- Graham-Smith, P., and Lees, A. (1999) Analysis of technique of goalkeepers during the penalty kick. *Journal of Sports Science*, 19, 910-916.
- Greenlees Iain A., Eynon Michael, and Richard C. Thelwell. (2013) Color of soccer goalkeepers' uniforms influences the outcome of penalty kicks. *Perceptual & Motor Skills, Exercise & Sport*, 117, 1, 1-10.
- Houlston, D. R., and Lowes, R. (1993) Anticipatory cue-utilization processes amongst expert and non-expert wicketkeeper in cricket. *International Journal of Sport Psychology*, 24, 59-73.
- Isaacs, L.D., and Finch, A.E. (1983) Anticipatory timing of beginning and intermediate tennis players. *Perceptual and Motor Skills*, 57, 451-454.
- 磯川政教・佐久間春夫 (1985) ゴールキーパーのセービング動作におけるバイオメカニクスの研究. *体力科学*, 34: 450-452.
- Jackson, M. (1986) Sportspersons' use of postural cues in rapid decision making. In *Sport Psychology-Australia 1983* (edited by J. Bond and J.B. Gross), Canberra: ACT, Australian Institute of Sport and Australian Sports Commission. 61-73.
- Jones, C.M., and Miles, T.R. (1978) Use of advances cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of Human Movement Studies*, 4, 231-235.
- Jordet, G., Hartman, E., Visscher, C., and Lemmink, K.A.P.M. (2007) Kicks from the penalty mark in soccer: The roles of stress, skill, and fatigue for kick outcomes. *Journal of Sports Sciences*,

25, 121-129.

Jordet, G., Hartman, E., and Sigmundstad, E. (2009) Temporal links to performing under pressure in international soccer penalty shootouts. *Psychology of Sport & Exercise*, Vol. 10 Issue 6, 621-627.

Kuhn, W. (1987) Penalty-kick strategies for shooters and goalkeepers. In *Science and football*. Reilly, et al. ed., Liverpool: Proceedings of the First World Congress of Science and Football. 489-492.

Lyle, J., and Cook, M. (1984) Non-verbal cues and decision-making in games. *Momentum*, 9, 20-25.

Magill, R.A. (2011) *Motor Learning and Control: Concepts and Applications* (9th ed.). McGraw Hill Higher Education. 124, 88-89.

Masters, R. S. W., Van der Kamp J., and Jackson, R. C. (2007) Imperceptibly off-center goalkeepers influence penalty-kick direction in soccer. *Psychological Science*, 18, 222-223.

松倉啓太・浅井武 (2009) サッカーのゴールキーパーにおけるダイビング動作の到達可能範囲, *体育学研究*, 54: 317-326.

McGarry, T., and Franks, I. M. (2000) On winning the penalty shoot-out in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 401-409.

Miller, R. (1996) Shooter vs. keeper: A tense battle. Games are won or lost by penalty kicks and PK tiebreakers. *Soccer Journal*, 41, 59-62.

Morris, A.M, and Burwitz, L. (1989) Anticipation and movement strategies in elite soccer goalkeepers at penalty kicks. *Journal of Sports Sciences*, Vol. e Issue 1, 79-80.

Morya, E., Ranvaud, R., and Pinheiro, W.M. (2003) Dynamics of visual feedback in a laboratory simulation of a penalty kick. *Journal of Sports Sciences*, 21, 87-95.

永都久典 (1980) サッカーゴールキーパーの動作分析：PK 時におけるゴールキーパーの SAVING FORM についての基礎実験 (1). *城西大学教養関係紀要*, 4: 47-52.

- 中屋敷真・佐藤二・衣笠隆（1981）サッカーのゴールキーパーの構えについて．日本体育学会大会号，32: 639.
- Navarro M, Van der Kamp J, Ranvaud R, and Savelsbergh GJ. (2013) The mere presence of a goalkeeper affects the accuracy of penalty kicks. *Journal of Sports Sciences*, Vol. 31 Issue 9, 921-929.
- 新美亮輔・横澤一彦（2013）反応時間，脳科学辞典． <http://bsd.neuroinf.jp/wiki/反応時間>.
- 西之園晴夫（2001）重要用語 300 の基礎知識 13，情報教育重要用語 300 の基礎知識．明治図書．
- 太田雄大・鈴木敦夫（2006）サッカーのペナルティキックの最適戦略（<特集>スポーツとモデリング）．オペレーションズ・リサーチ：経営の科学 [Optimum Strategies of Penalty Kicks in Soccer. *Operations research as a management science*] . The Operations Research Society of Japan, 51, 328-333.
- Patrick, J., and Spurgeon, P. (1978) The use of body cues in the anticipation of the direction of a ball. *Communication to the 19th International Congress of Applied Psychology*, Munich, Germany.
- Salmela, J.H., and Fiorito, P. (1979) Visual cues in ice hockey goaltending. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 4, 56-59.
- Savelsbergh, J. P., Williams, A.M., Van Der Kamp J., and WARD, P. (2002) Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20, 279-287.
- Savelsbergh, J. P., Van Der Kamp J., Williams, A.M., and WARD, P. (2005) Anticipation and visual search behavior in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, vol.48, Nos., 1686-1697.
- Schenk, T., Mai, N., Ditterich, J., and Zihl, J. (2000) Can a motion-blind patient reach for moving objects? *European Journal of Neuroscience*, 12, 3351-3360.
- Shafizadeh Mohsen, and Platt Geoffrey K. (2012) Effect of verbal cueing on trajectory anticipation in the penalty kick among novice football goalkeepers. *Perceptual and Motor Skills*, 114, 1,

174-184.

SPSS. (2007a) SPSS Base 16.0 User's Guide, 東京 : SPSS Japan Inc., 301.

SPSS. (2007b) SPSS Regression Models™ 16.0, 東京 : SPSS Japan Inc., 1-10.

Starkes, J.L. (1987) Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.

Starkes, J.L., Edwards, P., Dissanayake, P., and Dunn, T. (1995) A new technology and field test of advance cue usage in volleyball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 66, 162-167.

Suzuki, S., Togari, H., Isokawa, M., Ohashi, J., and Ohgushi, T. (1988) Analysis of the goalkeeper's diving motion. In: Reilly, T., Leea, A., Davids, K., and Murphy, W. J. (Eds.) *Science and Football*, E&FN Spon, London: 468-475.

玉井朗・松本光弘 (1981) サッカーのゴールキーパーのダイビング動作における事前ジャンプ動作の効果に関する実験的研究. *日本体育学会大会号*, 32: 646.

Tenenbaum, G., Levy-Kolker, N., Sade, S., Liebermann, D. G., and Lidor, R. (1996) Anticipation and confidence of decisions related to skilled performance. *International Journal of Sport Psychology*, 27, 293-307.

Van der Kamp J. (2011) Exploring the merits of perceptual anticipation in the soccer penalty kick. *Motor Control*, 15, 342-358.

Weigelt, M., and Memmert, D. (2012) Goal-side selection in soccer penalty kicking when viewing natural scenes. *Frontiers in Psychology*, 3, Article 312.

Welford, A. T. (1980) Choice reaction time: Basic concepts. In *Reaction Times*. A. T. Welford ed., New York: Academic Press. 73-128.

Williams, A.M., and Burwitz, L. (1993) Advance cue utilization in soccer. In T. Reilly, J. Clarys & A. Stibbe (Eds.), *Science and football II*. London: E&FN Spon. 239-243.

Wiki. (2013) [http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive\\_strategy](http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_strategy).

Wood and Wilson. (2010) A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting

accuracy. *Journal of Sports Sciences*, July, 28(9), 937-946.

Woodworth, RS. (1899) The accuracy of voluntary movement. *Psychol Rev Monograph Supplement*, 3, 1-114.

Zhou Peiyong, and Inomata Kimihiro. (2009) The Optimum Penalty Kick Strategies of Professional Soccer Players. *International Journal of Sport and Exercise Psychology, Chinese Section* 7: 527-551.

## 資料

AFC. (2007a) 2007 AFC Asian Cup (PK) [Television Broadcast]. NHK, BS1, Tokyo: Public Broadcasting Service.

AFC. (2007b) AFC Champion League 2007(PK) [Television Broadcast]. Asahi TV, BS, Tokyo: Public Broadcasting Service.

CBC. (2005) Austria VS Japan, Switzerland VS Japan. [Television Broadcast]. CBC Terrestrial Digital TV Broadcast, Nagoya: Public Broadcasting Service.

Copa Libertadores. (2007) Copa Libertadores 2007. Nippon Television, CS, Tokyo: Public Broadcasting Service.

FIFA. (2002a) FIFA 2002 World Cup Official DVD (All 161 Goals). AMUSE SOFT ENTERTAINMENT, Japan.

FIFA. (2002b) 2002 FIFA World Cup (PK) [Television Broadcast]. NHK, BS3, Tokyo: Public Broadcasting Service.

FIFA. (2006) 2006 FIFA World Cup (PK) [Television Broadcast]. NHK, BS3, Tokyo: Public Broadcasting Service.

FIFA. (2007a) FIFA U-20 World Cup CANADA 2007(PK) [Television Broadcast]. Fuji TV, CS, Tokyo: Public Broadcasting Service.

FIFA. (2007b) FIFA Club World Championship TOYOYA Cup Japan 2007(PK) [Television Broadcast]. Nippon Television, BS, Tokyo: Public Broadcasting Service.

Gamper Cup. (2005) Gamper Cup 2005 (PK) [Television broadcast]. J SPORTS TV, CS, Tokyo: Public Broadcasting Service.

Premier League. (2007-08) Premier League 2007-08 [Television Broadcast]. J SPORTS TV, CS, Tokyo: Public Broadcasting Service.



UEFA. (2008) 2008 UEFA Cup (PK) [Television Broadcast]. WOWOW TV, BS, Tokyo: Public Broadcasting Service.

UEFA. (2007-08) UEFA Champion League 2007-08 (PK) [Television broadcast]. J SPORTS TV, CS, Tokyo: Public Broadcasting Service.

## 構成

本論文は以下の論文により構成されている。

1. 周培勇・猪俣公宏 (2009) エリート・ゴールキーパーのペナルティキックセービング行動の分析—認知的方略の視点から. 中京大学体育学論叢, 50 (2) : 29-40. 【第 2 章を構成】
2. Zhou Peiyong, and Inomata Kimihiro. (2012) Cognitive strategies for goalkeeper responding to soccer penalty kick. *Perceptual & Motor Skills: Exercise & Sport*, 115, 3, 969-983. 【第 3 章を構成】