

## バレーボール選手のミニゲームにおける視覚探索活動 —実践的場面におけるデータ採取の試み—

梅崎さゆり<sup>1)</sup>, 野村照夫<sup>2)</sup>, 来田宣幸<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>天理大学

<sup>2)</sup>京都工芸繊維大学

キーワード: 視覚探索, 視対象, 時間的推移, 類型化

### 【要旨】

近年, 眼球運動測定装置の小型化・軽量化が進み, これまで検討が困難であった移動を伴う状況での視覚探索活動の定量化が可能となりつつある. 本研究では, 大学女子バレーボール部員を対象に 4 対 4 のミニゲームを実施し, 被験者 1 名の眼球運動データに基づき, 移動を伴う状況における視線移動推移の類型化および定量化を行った. 対象者の眼球運動は, 頭部に装着したスポーツグラス型の眼球運動測定装置(両眼)を用いて計測した. 視線解析の結果, リリース時の視対象とキャッチ時の視対象はプレーヤー-プレーヤー型が 82.9 %を占め, 視線移動推移はボール接触無の場合, ボールを受ける場合, ボールを出す場合の 3 つに大別できた. また, 定量化では, 送り手からボールへの視線移動開始はボール接触の有無に関わらずインパクト後 0.1 s であること, 受け手への視線移動開始はボールの頂点付近で開始されることが明らかとなった. したがって, ボールやプレーヤーの動きを効率よく予測できない未熟練者に対しては, まず, ボールの頂点付近から目を切ることを前提条件とした様々なボール操作が効果的ではないかと考えられる.

スポーツパフォーマンス研究, 6, 36-50, 2014 年, 受付日:2013 年 11 月 27 日, 受理日:2014 年 3 月 28 日  
責任著者:梅崎さゆり 〒632-0071 奈良県天理市田井庄町 80 天理大学 umezaki@sta.tenri-u.ac.jp

\*\*\*\*\*

### **Visual search data collection of a volleyball player in a four-on-four game situation**

Sayuri Umezaki<sup>1)</sup>, Teruo Nomura<sup>2)</sup>, Noriyuki Kida<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Tenri university

<sup>2)</sup> Kyoto Institute of Technology

Key Words: visual search, visual targeting, temporal transition, categorization

**[Abstract]**

Measurement of visual searches while a person is moving has been difficult because of the performance limitations of eye trackers. However, reducing the eye tracking instrument's size and weight so that it can be mounted on the wearer's eyeglasses can solve this problem. This study tested the effectiveness of such a tracker by collecting data on the visual searches of a volleyball player with 11 years of experience participating in a four-on-four volleyball game. The game was conducted on one-third of a full volleyball court, with no spiking allowed. The subject's eyes movements during the game were monitored by using glasses-type eye tracker. The data showed that the primary type of visual targeting (82.9% of the time) was player-to-player, when the ball was released and received by other players. The temporal transition of visual targeting could be categorized into three broad types: off the ball, receiving the ball, and hitting the ball. Furthermore, the results demonstrated that the eyes focused on the ball's trajectory approximately 0.1 seconds after its release, and that the difficulty of predicting the ball's trajectory affected the timing of when the subject's visual target shifted to the player receiving the ball. The study establishes that it is possible to obtain and assess meaningful data on the visual searches conducted by a moving subject.

## I. 緒言

ボールゲームの競技者には、ボールの軌道、回転および速度、味方や相手プレイヤーの動く方向、タイミングおよび速度などの情報に基づき、時間的および空間的制約の下で、ボールやプレイヤーの動きを予測し、パスやシュートの方向、コースおよび強さなどについて意思決定を行う能力が求められる(Williams et al., 1994). 中でもバレーボールでは、ボールを保持することなく、空中にあるボールをボレーしなければならないため、ボール、味方プレイヤー、相手プレイヤーが示す視覚情報から、素早くボールの落下点、軌道、回転および速度を予測し、トスの方向や、スパイクを打つタイミング、コースおよび強さなどを決定することが重要となる. このように、「目前に広がる視野に存在する多くの視覚情報の中から、特定の情報を選択し、対象を正確にとらえる過程は視覚探索」と呼ばれる(加藤, 2004).

これまで、スポーツ競技場面における視覚探索に関する研究は、野球、ゴルフ、サッカー、テニス、バドミントン、バレーボール等、様々な種目で行われている. これらの研究では、実際に被験者が何を見ているのか、被験者の眼球運動を計測することにより視覚探索が評価されてきた. 現在の眼球運動測定では、眼球に赤外線を照射し、プルキンエ像と瞳孔の中心位置の計測をもとに眼球運動を測定する角膜膜反射方式および画像処理を用いた手法が主流となっている(加藤, 2009). 測定された眼球運動データ、すなわち、被験者の視線配置箇所は左眼□印、右眼+印、両眼○印として、頭部に固定された視野カメラの映像上に重ねられる(アイマーク映像)(図 1). しかし、この手法では、激しい運動に伴い、実際の眼球の方向と頭部に固定した視野カメラの方向がずれる可能性があるなど、データを採取する上での難しさが存在する. 表 1 は、このような眼球運動データ採取の難易度レベルの観点から、これまでのスポーツ競技場面における視覚探索に関する先行研究を分類・整理したものである.



図1 アイマーク画像

表 1 眼球運動データ採取の難易度レベルによる先行研究の分類

データ採取 の難易度レベル	フィールド ／実験室	被験者の動き		対象物・人 の動き	先行研究で検討されている内容	
		移動	頭部の動き			
VI	高	フィールド	○	○	○	—
V		フィールド	○	○	×	陸上のハードル走(濱出ほか,2013)
IV		フィールド	△	△	○	サッカーの1対1のディフェンス(T.Nagano et al.,2004)
III		フィールド	×	△	○	バントワリングのキャッチング(高橋ほか,2009) 野球の打撃(加藤・福田,2002) バウンドボールのキャッチング(Hayhoe et al.,2005)
II		フィールド	×	△	×	ゴルフのパター(K. Naito et al.,2004)
I	低	実験室	×	×	○	バレーボールのスパイクコース予測(武澤・星野,2013) バスケットボールのフリースロー予測(石橋ほか,2010)

初は、装置の技術的限界から、被験者の頭部はほぼ動かさない状態で、呈示刺激画像および映像を提示して行うシミュレーション実験(レベル I)が主流であった。その後、測定技術の発展に伴い、頭部の動きがある程度制限される条件ではあるが、野球の打撃、ゴルフのパター、バトンのキャッチングなどにおいて、より実践場面に近い状況でのフィールド実験(レベル II, III)が可能となった。例えば、加藤・福田(2002)は、野球の打者のフィールド実験において、熟練者と未熟練者との視支点の違いや熟練者は視線を先回りさせていることなどを明らかにしている。この視支点とは、「広い範囲の対象をとらえる際に、その対象の中心付近に置かれる仮想的な支点」(加藤, 2004)であり、周辺視を活用する際の支点として解釈されている。さらに、サッカーの1対1ディフェンス、すなわち、被験者および対象者がやや動きを伴う状況(レベルIV)において、熟練者はボールから目を切ることにより、先の動きを効率よく予測していることが報告されている(Nagano et al., 2004)。そして、近年では、眼球運動測定装置の更なる小型化、軽量化により、被験者が激しい動きを伴う状況での測定が可能となりつつある。濱出ほか(2013)は、陸上のハードル走、すなわち、被験者は移動を伴うが、対象物は固定されている状況(レベルV)において、初級者はハードルに視線を配置して疾走するが、熟練者はあまりハードルに視線を配置することなく疾走していることを報告している。

このように、眼球運動の測定技術の発展に伴い、実験室でのシミュレーション実験からフィールド実験へと移行が進み、熟練者の視覚スキルとして、視支点の特徴および視線を先回りさせる視線行動などが解明されつつある。しかし、プレーヤーおよびボールの状況が刻々と変化するバレーボールの実践場面、すなわち、被験者も対象物も動きを伴う状況(レベルVI)での視覚探索を検討した研究は見当たらない。バレーボールの実践場面において、ボールの落下点、軌道、回転および速度の予測や、ボールが空中にある間の味方および相手プレーヤーの動きの確認には、ボールから目を切ることが求められるが、未熟練者は「ボールウォッチャー」と呼ばれるように、ボールを終始

追従してしまう傾向にある。被験者も対象物も動きを伴う状況下において視覚探索を検証することは、このような未熟練者が抱える問題の解決に貢献するものと考えられる。

そこで本研究では、これまで検討が困難であった移動を伴う、かつ対象物が動く状況に着目し、バレーボールの 4 対 4 のミニゲームにおける視線移動推移について類型化および定量化することで、ボールやプレーヤーの動きを効率よく予測できない未熟練者の問題を解決するための基礎的知見を得ることを目的とした。

## II. 方法

### 1. 対象

被験者は関西 2 部リーグに属する大学女子バレーボール部員 1 名 (年齢 20 歳, 競技経験年数 11 年, 身長 168cm) であった。実験前に趣旨を説明し, 同意を得た。なお, 被験者は正常な視力 (視力 1.0 以上, 矯正視力含む) を有していた。被験者は 1 名としたが, 本研究では様々なゲーム状況におけるデータ採取に主眼を置いた。

### 2. 装置

被験者の眼球運動の測定にはスポーツグラス型の小型・軽量眼球運動測定装置 (EMR-9, nac 社製) を用いた。検出方式は瞳孔-角膜反射方式, 検出レートは 60Hz (両眼計測) であった。頭部に固定された視野カメラ (撮影速度 1/30s) による映像上に, 眼球運動測定データとしてのアイマークが重ねられ, アイマーク重畳視野映像として SD カードに記録された。

### 3. 実験条件

被験者は測定装置を装着・固定した状態で, アタックラインをエンドラインとする 4 対 4 のミニゲームを行った ([動画 1](#))。通常のコートで行われる 6 対 6 のゲームではなく, コートの広さと人数を制限することで, より視線の変化が顕著に表れると予想されたことから, このゲームを採用した。サーブはアタックラインからのアンダーハンドサーブとし, 3 本目は軟打 (フェイントを含む) で返球することをルールとし, ローテーションは行わない固定ゲームとした。なお, 被験者がプレーしたポジションはレフトであった。被験者および実験協力者に対して特別な指示は与えず, 実践的な場面での被験者の眼球運動データを採取した。

### 4. 分析方法

#### (1) ゲーム状況の局面化および分析対象局面

標本として 2 分程度のミニゲームにおけるボールヒットおよび視対象のデータを得た。4 対 4 のミニゲームについて, サーブ開始からボールデッドまでを 1 ラリー, レセプションおよびレシーブ→トス→軟打を 1 攻撃, 送り手のインパクト (以下, リリース) から受け手のインパクト (以下, キャッチ) までを 1 ヒットとした (図 2)。さらに, ミニゲームの一連の流れについて, 相手チームにおけるヒットを相手レ

シーブ (HO1), 相手トス (HO2), 相手軟打 (HO3) とし, 味方チームにおけるヒットを味方レシーブ (HM1), 味方トス (HM2), 味方軟打 (HM3) とし, それら各ヒットの局面を分析対象とした (図 2). また, レシーブの評価について, セッターがほぼ動かない状態でトスした場合を A ヒット, セッターが数歩移動してトスした場合を B ヒット, レシーブが乱れてセッターがアンダーハンドでトスした, または, セッター以外の選手がトスした場合を C ヒットとした.

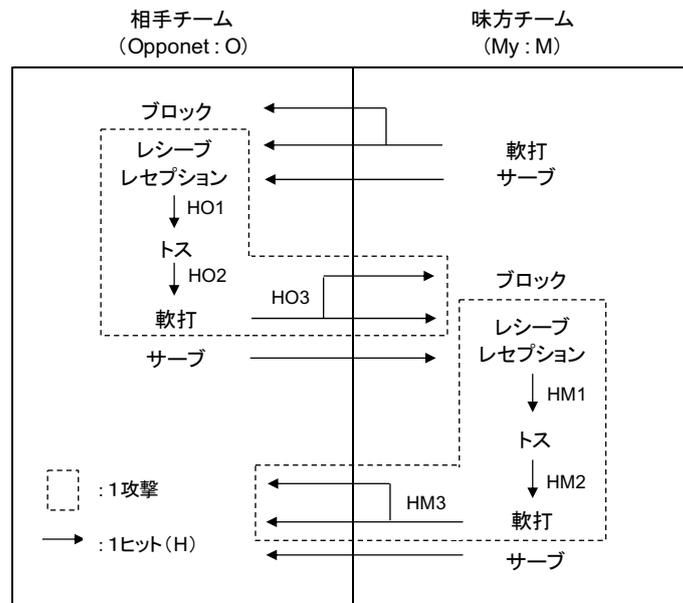


図 2 ゲーム状況の局面の定義 (松井ほか, 2011 をもとに改変)

## (2) 視覚探索活動

### 1) 視対象の分類

frame by frame 分析 (内藤ほか, 2008) を用い, 1 フレームごとに被験者の視対象を分類した. その際, アイマーク重畳視野映像と 60 Hz でサンプリングされた眼球運動測定データ (座標値) から算出した眼球の移動角速度を照合させながら, 視対象を特定した.

### 2) 視線移動推移の類型化と定量化

#### ① 質的分析項目

リリース時の視対象, キャッチ時の視対象, その間に介在する視対象の移り変りの数, ボール接触の有無の 4 観点から視線移動推移を類型化した.

#### ② 量的分析項目

典型的な視線移動推移を示したヒットを抽出し, 各視対象に視線が配置されたコマ数を時間に変換し, 類型化されたグループごとの平均値を用いて視線移動推移を定量化した.

### 3) ゲームの各局面における視線移動推移

ゲームの各局面における被験者の視線移動推移について、被験者のボール接触の有無、レシーブの種類、トスの種類、軟打の方向、ブロック参加の有無などのゲーム状況の観点から、相手チームと味方チームに分けて整理した。その際、被験者の視対象の推移(質的観点)と被験者の視線配置開始タイミング(量的観点)から視線移動推移とゲーム状況との関係性を検討した。

### III. 結果

#### 1. ゲーム状況

ミニゲームの全ラリー数は6ラリー、全攻撃数は24攻撃、全ヒット数は72ヒットであった。そのうち、天井のライトに対する反射や瞬目のため分析不可能な16ヒット、サーブ3ヒットを除いた53ヒットを分析対象とした。

表2に分析対象となったヒットの内訳および各局面におけるボールの飛行時間を示した。HO1(相手レシーブ)の内訳は、レセプション4ヒット(平均飛行時間  $1.16 \pm 0.12$  s)、軟打レシーブ7ヒット(平均飛行時間  $1.19 \pm 0.26$  s)であった。HM1(味方レシーブ)は全て軟打に対するレシーブであった。HO2(相手トス)とHM2(味方トス)の平均飛行時間は類似していた。HO3(相手軟打)はチャンスボールによる返球が1ヒット含まれていたことから、HM3(味方軟打)に比べて平均飛行時間が長かった。

表2 分析対象ヒットの各局面における内訳および飛行時間

	相手チーム			味方チーム		
	HO1	HO2	HO3	HM1	HM2	HM3
分析対象 ヒット数	11	10	9	10	7	6
飛行時間 (s)	1.15 $\pm 0.22$	1.28 $\pm 0.22$	0.92 $\pm 0.28$	1.08 $\pm 0.16$	1.26 $\pm 0.11$	0.53 $\pm 0.21$

所要時間のデータは平均値±標準偏差

#### 2. 視覚探索活動

##### (1) 視対象の分類

1 フレームごとに被験者の視対象を分類した結果、送り手、ボールへの視線移動、ボール、受け手への視線移動、受け手、その他のプレーヤーへの視線移動、その他のプレーヤー、その他の8つのカテゴリーに分類された(図3)。

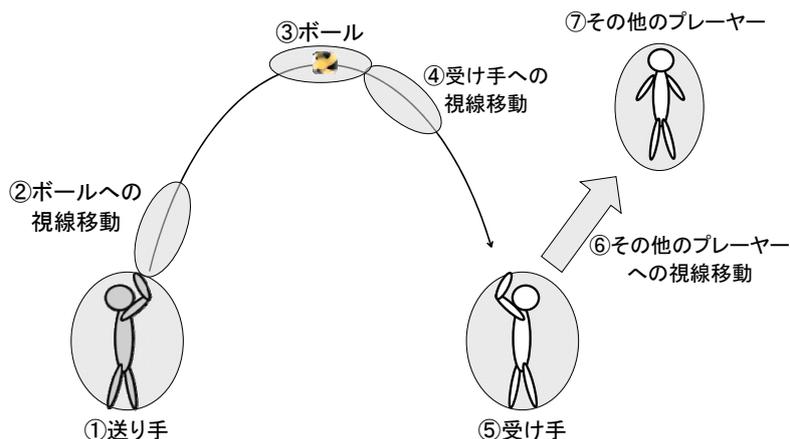


図 3 視対象カテゴリー

## (2) 視線移動推移の類型化と定量化

視線移動推移の類型化の際、まず、リリース時とキャッチ時にそれぞれ何を見ていたのか、両インパクト時の視対象について分類した。例えば、リリース時にプレーヤー、キャッチ時もプレーヤーを見ていた場合は、プレーヤー-プレーヤー型(以下、PP型)とした。同様の方法で分類した結果、プレーヤー-ボール型(以下、PB型)、プレーヤー-空中型(以下、PA型)、ボール-プレーヤー型(以下、BP型)、ボール-ボール型(以下、BB型)空中-プレーヤー型(以下、AP型)の計6パターンに分類された。これらをリリース時とキャッチ時の視対象パターンとした。

表3はリリース時とキャッチ時の視対象パターンに該当するヒット数をボール接触の有無ごとに示したものである。ボール接触無の場合、PP型が34ヒット(82.9%)を占め、視対象数では5つが31ヒット(75.6%)を占めた。そこで、リリース時とキャッチ時の視対象パターンがPP型、且つ視対象数が5つを示した31ヒットを典型的なパターンとし、それらの視線移動推移を検討した結果、全ヒットにおいて、送り手、ボールへの視線移動、ボール、受け手への視線移動、受け手の順に視線を移動させていた(パターンI)。

ボール接触有のボールを受ける場合では、PB型が6ヒット(85.7%)を占め、視対象数では3つが5ヒット(71.4%)を占めた。リリース時とキャッチ時の視対象パターンがPB型、且つ視対象数が3つを示した5ヒットの視線移動推移は、送り手、ボールへの視線移動、ボールの順であった(パターンII)。また、ボールを出す場合では、BP型が3ヒット(60.0%)を占め、それらの視対象数は全て3つであった。リリース時とキャッチ時の視対象パターンがBP型、且つ視対象数が3つを示した3ヒットの視線移動推移は、ボール、受け手への視線移動、受け手の順であった(パターンIII)。

図4に時系列からみた平均視線配置時間の典型例を示した。インパクトを0とした場合、送り手への視線配置開始はパターンIが $-0.39$  s、パターンIIが $-0.62$  sであった。ボールへの視線移動開始は、パターンIが $+0.11$  s、パターンIIが $+0.09$  sと類似していた。ボールへの視線配置開始はパターンIが $+0.27$  s、パターンIIが $+0.30$  s、パターンIIIが $-0.98$  sで、パターンIとパター

ンⅡは類似していた。受け手への視線移動開始はパターンⅠが+ 0.45 s , パターンⅢが+ 0.13 s であった。受け手への視線配置開始は+ 0.63 s , パターンⅢが+ 0.48 s であった。

送り手への視線配置時間はパターンⅡ (0.71 s) がパターンⅠ (0.51 s) より長かった。ボールへの視線配置時間はパターンⅠ (0.18 s) が, パターンⅡ (0.99 s) およびパターンⅢ (1.11 s) に比べ極めて短かった。受け手への視線配置時間はパターンⅠ (0.48 s) がパターンⅢ (0.18 s) より長かった。

表 3 リリース時とキャッチ時の視対象パターンと該当ヒット数

視対象の 対応パターン	ボール接触 無 (n=41)	ボール接触有 (n=12)	
		受ける (n=7)	出す (n=5)
PP 型	34	0	0
PB 型	1	6	0
PA 型	1	0	0
BP 型	0	0	3
BB 型	0	1	2
AP 型	5	0	0

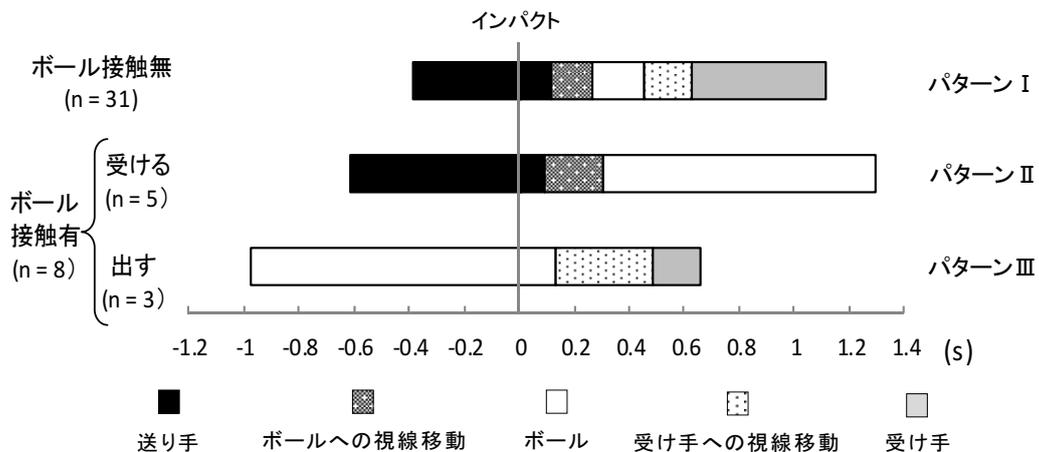


図 4 時系列にみる平均視線配置時間の典型例

### (3) ゲームの各局面における視線移動推移

#### 1) 相手チームにおける視線移動推移

図 5 に相手チームの各局面における視線移動推移をインパクト前の視線配置も含めて示した。レシーブ局面 (HO1) での視対象の推移にゲーム状況による顕著な違いはみられなかった。一方, インパクト前の送り手 (相手レシーバー) への視線配置開始タイミングは, レセプションのヒット 2~4 が軟打レシーブのヒット 6~11 に比べ早かった。また, インパクト後のボールおよび受け手 (相手セッター) への視線配置開始タイミングはばらつく傾向を示した。

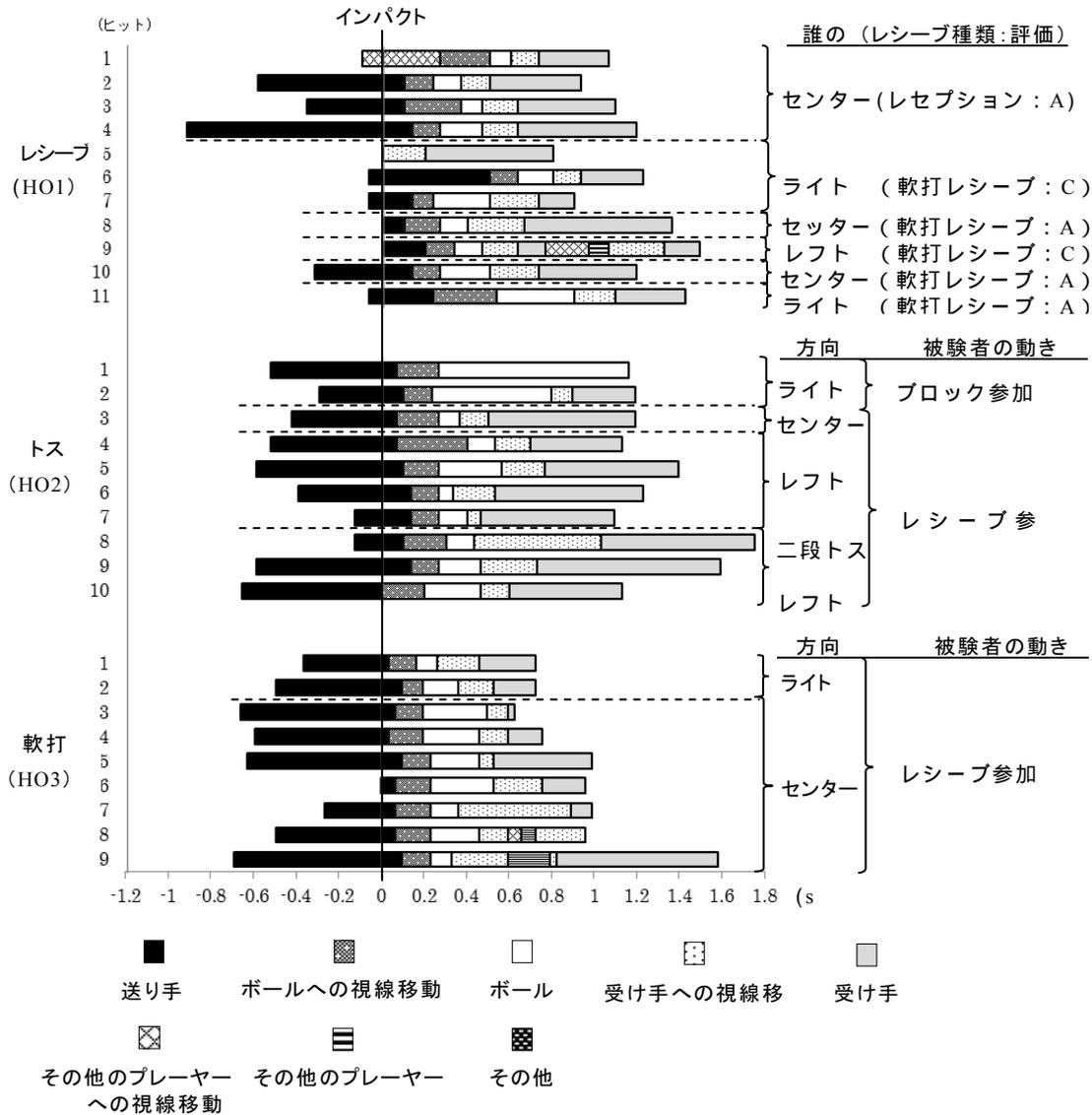


図5 相手チームの各局面における視線移動推移

トス局面 (HO2) では、被験者のブロック参加の有無により視対象の推移は異なったが、それ以外のゲーム状況による顕著な違いはみられなかった。一方、インパクト前の送り手 (相手セッター) への視線配置開始タイミングは、ヒット 7, 8 が他のヒットに比べ遅かったが、インパクト後のボールへの視線配置開始は、各ヒットで類似していた。なお、被験者がブロックに参加したヒット 1, 2 はボールを追視する時間が他のヒットに比べ長かった。また、受け手 (相手スパイカー) への視線配置開始タイミングはばらつく傾向を示した。

軟打局面 (HO3) では、ヒット 9 はチャンスボールであったことから、飛行時間が他のヒットに比べ長かった。また、視対象の推移にゲーム状況による顕著な違いは見られなかった。一方、インパクト前の送り手 (相手スパイカー) への視線配置開始タイミングは、ヒット 6, 7 が他のヒットに比べ遅かったが、インパクト後のボールへの視線配置開始は、各ヒットで類似していた。また、受け手 (味方レシーバー) への視線配置開始タイミングはばらつく傾向を示した。

## 2) 味方チームにおける視線移動推移

図 6 に味方チームの各局面における視線移動推移をインパクト前の視線配置も含めて示した。レシーブ局面 (HM1) では、被験者のボール接触はみられなかった。視対象の推移では、ゲーム状況による顕著な違いはみられなかった。一方、インパクト前の送り手 (味方レシーバー) への視線配置開始タイミングはばらつく傾向を示し、他の局面に比べると視線配置時間が短かった。インパクト後のボールおよび受け手 (味方セッター) への視線配置開始タイミングはばらつく傾向を示した。

トス局面 (HM2) では、ヒット 1~6 が被験者自身の軟打であった。被験者のボール接触の有無により視対象の推移は異なったが、それ以外のゲーム状況による顕著な違いはみられなかった。一方、インパクト前の送り手 (味方セッター) への視線配置開始タイミングはややばらつく傾向を示したが、インパクト後のボールへの視線配置開始は各ヒットで類似していた。

軟打局面 (HM3) では、ヒット 1~5 が被験者自身の軟打であった。被験者のボール接触の有無により視対象の推移は異なったが、それ以外のゲーム状況による顕著な違いはみられなかった。一方、インパクト前のボールへの視線配置開始タイミングは類似していたが、インパクト後の視対象の推移は異なる傾向を示したため、比較できなかった。

## IV. 考察

### 1. 視線移動推移の類型化

被験者のミニゲームにおける視線移動推移は、ボール接触無の場合 (パターン I)、ボールを受ける場合 (パターン II)、ボールを出す場合 (パターン III) の 3 つに大別されることが明らかになった。加藤 (2004) は、過去の先行研究 (Bahill & LaRits, 1984; Haywood, 1984; Hubbard & Seng, 1954; Ripoll, 1991) から、熟練したボールゲームの競技者は、「全飛行軌道を通してボールを追尾するのではなく、将来のボール到達位置を予測し、サッケード眼球運動により視線を的確な位置に移動させ、ボールを中心視によってしっかりとらえている」と説明している。本研究においても、ボール接触無の場合、まず、送り手の動きからボールの方向を判断し、ボールの後を追いかけるように遅れてボールに視線を配置させるとともに、次のインパクト前には受け手に視線を先回りさせていることが示唆された。また、被験者がボールを受ける場合の送り手からボールまで視線移動、被験者がボールを出す場合のボールから受け手までの視線移動についても、ボール接触無の場合と同様であったと考えられる。さらに、ボールへの視線移動および受け手への視線移動では、移動角速度が急激な変化を示す場合が多かったことから、対象物に高速で視線を移動させる跳躍性眼球運動 (サッケード) が用いられていた可能性が考えられる。

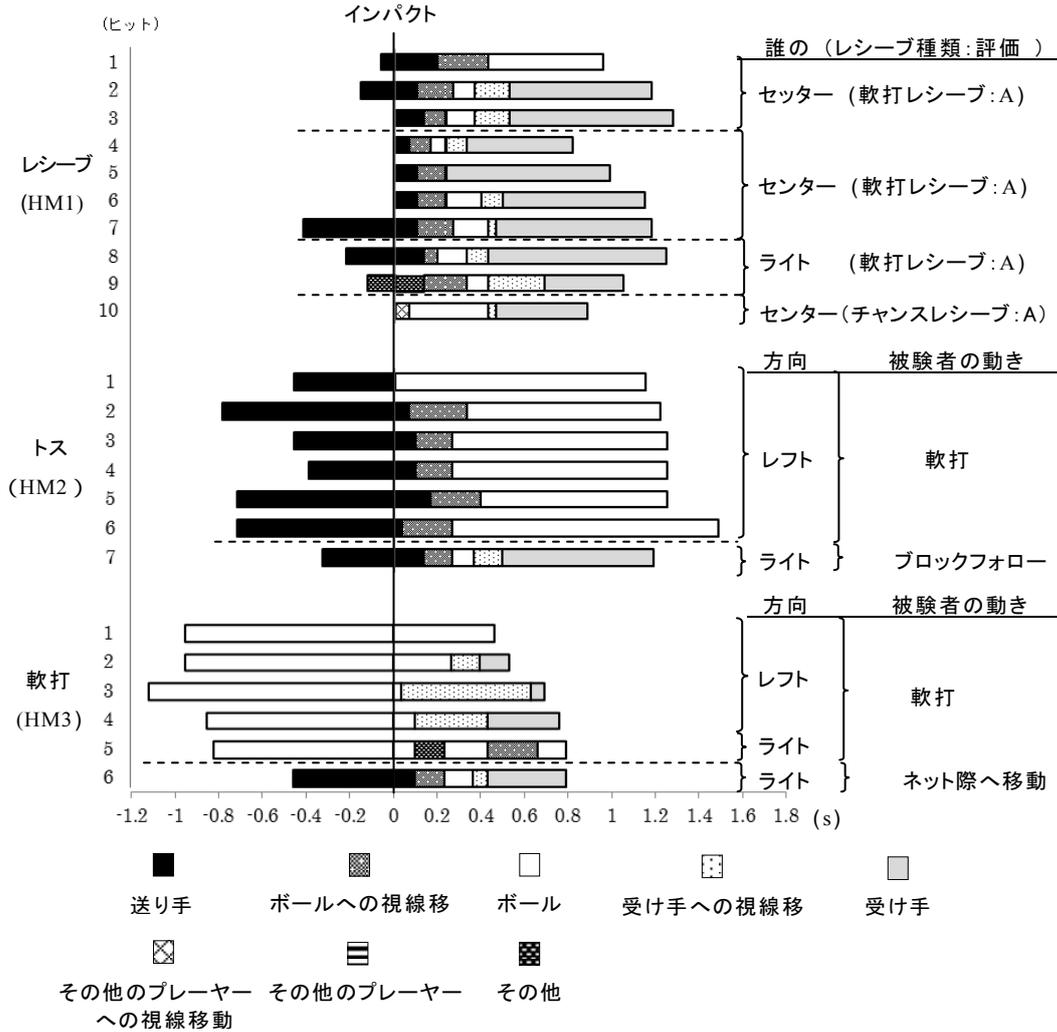


図6 味方チームの各局面における視線移動推移

一方、各局面における視対象の推移は、ゲーム状況による顕著な違いがみられなかったことから、視対象の推移という質的観点からみた視線移動推移は、被験者が置かれているゲーム状況ではなく、ボール接触の有無およびボール接触の種類が影響しているものと推察される。

## 2. 視線移動推移の定量化

類型化されたパターンごとに送り手への視線配置開始を比較した結果、パターンⅡ (- 0.62 s) がパターンⅠ (- 0.39 s)より早かった。これは、パターンⅡは全て被験者への味方トスであったことから、被験者は味方レシーブが味方セッターへの確に返球されることを前提に、早いタイミングで視線を先回りさせていたためであると考えられる。Hayhoe et al.(2005)はバウンドボールのキャッチングにおいて、ボールを出す人の手に視線が移動するのは、ボールが到着する 0.5 s 前であったことを報告している。本研究の結果もこれに類似していた。また、局面ごとでは、送り手への視線配置開始は全体的にばらつく傾向を示し、レシーブ局面の軟打レシーブは他の局面に比べ顕著に遅いこと

が明らかとなった。これは、軟打ボールの到達位置の予測が他の局面に比べて困難であったことが影響していると考えられる。

ボールへの視線移動開始は、パターンⅠおよびパターンⅡともにインパクト後およそ 0.1 s であった。Oudejans et al. (1999) は熟練した野球の外野手はボールリリース後 0.1 s 以内にボールに視線が移動すること、高橋ほか(2009) は熟練したバントワリングの選手はリリースから 0.1 s 後にバントエリアへ視線が移動していたことを報告している。本研究ではインパクトからリリースまでのずれがおよそ 0.02 s あるものの、これらの先行研究と類似した結果であったといえる。また、局面ごとにみても、ボールへの視線移動開始は全体的に類似していた。つまり、送り手からボールへの視線移動開始には、ボール接触の有無に関わらず、ある一定のタイミングが存在している可能性が考えられる。これらのことから、送り手への視線配置時間は、インパクト前の視線配置開始タイミング、すなわちボールの到達位置予測の難易度が影響していると考えられる。

また、ボールへの視線配置開始はパターンⅠとパターンⅡで類似し、局面ごとにみても全体的に類似していたことから、ボールへの視線移動時間についても一定のタイミングが存在している可能性が考えられる。

受け手への視線移動開始および受け手への視線配置開始では、パターンⅢがパターンⅠより早かった。これは、パターンⅢは全て被験者のジャンプを伴う軟打であったため、ボールの飛行時間が短かったことが影響していると考えられる。また、局面ごとにみると、受け手への視線移動開始および受け手への視線配置開始は全体的にばらつく傾向を示し、ボールへの視線配置時間のばらつきが明らかとなった。これは、被験者が様々な状況に応じてボールの到達位置を予測した結果であると考えられる。なお、パターンⅠにおける次のインパクトまでの受け手への視線配置開始は 0.48 s であった。これは送り手への視線配置開始タイミングでもあり、Hayhoe et al. (2005) の先行研究と一致するものであった。また、パターンⅠにおいて、飛行時間(約 1.15 s)を 100 % とした場合、受け手への視線移動開始は約 42 % であったことから、ボールの頂点付近で受け手への視線移動が開始されていたと考えられる。

以上のことから、刻々と変化するバレーボールのゲーム状況において、ボールやプレーヤーの動きを効率よく予測するためには、受け手のインパクト前に視線を先回りさせ、受け手がどの方向へどれぐらいの強さでボールを送るかを的確に判断するとともに、リリース直後からボールの頂点付近までの情報を基に、ボールの落下点や軌道を予測することが重要であると考えられる。ボールの落下点や軌道予測が可能になれば、自ずと受け手、すなわち送り手への視線の先回りも可能になると予想されることから、ボールやプレーヤーの動きを効率よく予測できない未熟練者に対しては、まず、ボールの頂点付近から目を切ることを前提条件とした様々なボール操作(例えば、1 人およびペアで行う座位および立位でのボールキャッチ、パスおよびミートなど)が効果的ではないかと考えられる。

## V. まとめ

本研究では、大学女子バレーボール部員を対象に4対4のミニゲームを実施し、被験者1名の53ヒットにおける視線移動推移について類型化および定量化を行った。類型化では、ボール接触無の場合(パターンⅠ)、ボールを受ける場合(パターンⅡ)、ボールを出す場合(パターンⅢ)の3つに大別できた。定量化では、送り手からボールへの視線移動開始には、ボール接触の有無に関わらず、ある一定のタイミングが存在すること、受け手への視線移動開始はボールの頂点付近で開始されることが明らかとなった。これらの結果は、刻々と変化するバレーボールのゲーム状況においてボールやプレーヤーの動きを効率よく予測するためには、受け手のインパクト前に視線を先回りさせ、受け手がどの方向へどれぐらいの強さでボールを送るかを的確に判断するとともに、リリース直後(約0.1s後)からボールの頂点付近までの情報を基に、ボールの落下点や軌道を予測する必要性があることを示唆している。したがって、ボールやプレーヤーの動きを効率よく予測できない未熟練者に対しては、まず、ボールの頂点付近から目を切ることを前提条件とした様々なボール操作が効果的ではないかと考えられる。今後、被験者数を増やすとともに、異なる技量レベルで比較する必要がある。

## 付記

本研究は天理大学学術・研究・教育活動助成に基づき実施された。

## 引用文献

- ・ Bahill, A. T., & LaRitz, T. (1984) Why can't batters keep their eyes on the ball? *American Scientist*. 72: 249-253.
- ・ 濱出広大, 中本浩輝, 畿留沙智, 森司朗 (2013) 視線行動を変容させるトレーニングがハードル走の歩幅の変動性に及ぼす効果. *スポーツパフォーマンス研究*. 5. 261-271
- ・ Hayhoe, M., Mennie, N., Sullivan, B., & Gorgos, K. (2005) The role of internal models and prediction in catching balls. *Proceedings of AAAI Fall Symposium Series*.
- ・ Haywood, K. M. (1984) Use of the image-retina and eye-head movement visual systems during coincidence-anticipation performance. *Journal of Sports Sciences*. 2: 139-144
- ・ Hubbard, A. W., & Seng, C. N. (1954) Visual movements of batters. *Research Quarterly*. 25:42-57.
- ・ 石橋千征, 加藤貴昭, 永野智久 (2010) バスケットボールのフリースローの結果予測時における熟練選手の視覚探索活動. *スポーツ心理学研究*. 37 (2): 101-112.
- ・ 加藤貴昭, 福田忠彦 (2002) 野球の打撃準備時間相における打者の視覚探索戦略. *人間工学*. 38 (6): 333-340

- ・ 加藤貴昭 (2004) 視覚システムから見た熟練者のスキル. 最新スポーツ心理学—その軌跡と展望, 初版, 日本スポーツ心理学会編. 大修館書店. pp.163-174.
- ・ 加藤貴昭 (2009) 眼球運動. スキルサイエンス入門—身体知の解明へのアプローチ, 初版, 人工知能学会編. オーム社. pp.95-100.
- ・ Nagano, T., Kato, T., Fukuda, T. (2004) Visual search strategies of soccer players in one-on-one defensive situations on the field. *Perceptual and Motor Skills*. 99: 968-974.
- ・ Naito, T., Kato, T., Fukuda, T. (2004) Expertise and position of line of sight in golf putting. *Perceptual and Motor Skills*. 99: 163-170.
- ・ Oudejans, R. R., Michaels, C. F., Bakker, F. C., Davids, K. (1999) Shedding some light on catching in the dark: Perceptual mechanisms for catching fly balls. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 25 (2): 531-542.
- ・ Ripoll, H. (1991) The understanding-acting process in sport: the relationship between the semantic and the sensorimotor visual function. *International Journal of Sport Psychology*. 22: 221-243
- ・ 高橋まどか, 福原和伸, 井田博史, 石井源信 (2010) バトントワリング熟練選手のキャッチングにおける視線行動. 人間工学. 46 (1): 31-36.
- ・ 武澤実穂, 星野聡子 (2013) バレーボールのスパイクコース判断に関わるレシーバーの視覚探索ストラテジ. 奈良女子大学スポーツ科学研究. 15: 47-58.
- ・ Williams, A. M., David, K., Burwitz, L., & Williams, J. G. (1994) Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 65 (2):127-135.