

野球の内野手における視覚探索方略と打球に対する反応の関係

宮下 寛太¹⁾ 菊政 俊平²⁾ 國部 雅大³⁾

Kanta Miyashita¹, Syunpei Kikumasa², Masahiro Kokubu³: Relationship between visual search strategy and response to a hit ball in baseball infielders

和文抄録：

本研究の目的は、打球に対する反応に優れた内野手が有する視覚探索方略について詳細に検討することであった。大学野球部に所属する内野手12名を対象とし、打者と野手の距離を近づけた環境と、実際の距離に設定した環境の2条件で、投手が投球し打者が打ったボールを実際に捕球する課題を設定した。そして、実験映像をもとに各対象者がどれだけ素早く正確に打球に対して反応を行っているか評価し、上位群（4名）と下位群（4名）を抽出して比較検討を行った。その結果、上位群は投球動作開始時には打者に視線を配置し、リリースからインパクトにかけてストライクゾーンに視線を移動させ、視線移動パターンが安定していること、下位群は投球動作開始時に投手に視線を配置し、その後探索的に視線を移動させ、インパクト時にはストライクゾーンに視線を移動させていることが示唆された。

Key words: eye movement, gaze pattern, in-situ, visual information

キーワード: 眼球運動, 注視パターン, 実環境, 視覚情報

1. 序論

野球の守備場面において、野手はアウトを取るために、打球を捕球し送球する必要がある。野手が捕球可能な範囲を守備範囲といい、守備範囲が広がることでより多くの打球をアウトにすることができる。守備範囲を広げるためには、打球方向に対して素早く正確に反応を行うことや、捕球位置に対して速く移動することが求められる。特に内野手は外野手と比べ打者との距離が短く、バットとボールのインパクトから捕球までにかかる時間が短いため、打球方向に対して素早く反応を行うことが重要である。さらに、打球が飛んだ方向と異なる方向に反応した場合、反応の早さに関わ

らず打球への対応が遅れるため、打球方向に対して正確に反応を行う必要がある。したがって、内野手が打球に対して素早く正確に反応するために、周囲の環境に関する情報をどのように獲得しているのか検討することは、守備範囲の拡大という観点から重要な課題であると考えられる。

内野手の反応について、熟練者は非熟練者に比べて捕球動作の開始が早いことが報告されている(笠井ほか, 1969)。また、三好ほか(2012)は投手が投げたボールを打者が打つ場面の映像を複数の時点(打者の踏み込み、インパクト、フォロースルーの終了、野手の捕球)で遮蔽して呈示することによって、熟練内野手と非熟練者における打球方向の予測について検討した。その結果、熟練

1) 筑波大学大学院 人間総合科学研究科

〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1

2) 金沢学院大学 スポーツ科学部

〒920-1392 石川県金沢市末町10

3) 筑波大学体育系

〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1

1. Graduate School of Comprehensive Human Sciences,
University of Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8574, Japan

2. Faculty of Sport Science, Kanazawa Gakuin University
10 Sue, Kanazawa, Ishikawa, 920-1392, Japan

3. Faculty of Health and Sport Sciences, University of
Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8574, Japan

内野手は打者の踏み込みの時点で偶然正答する確率（チャンスレベル）を上回る正確性をもった予測ができる一方で、非熟練者の予測正確性はインパクトの時点でチャンスレベルを上回ることが示された。このことから、熟練内野手は非熟練者に比べて、投手が投げる球種や打者の体勢移動といった情報を抽出し利用する能力に優れているため、より早い段階で打球方向の予測ができることを示唆した。この研究は、打球方向を予測する際に、どの時間帯の視覚情報が重要であるかを検討したものである。その一方で、打球に対する反応に優れた内野手がどのように視線を移動させることによって、手がかりとなる視覚情報を獲得しているのかについては、これまでに検討されていない。

各種スポーツを対象とした研究から、熟練者は非熟練者とは異なる視覚探索方略を有することが報告されてきた（e.g., Nagano et al., 2004; Piras et al., 2014., 2016; Ripoll et al., 1995; Williams and Davids, 1998; Williams and Elliott, 1999; 張ほか, 2008）。視覚探索方略とは、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、対象を正確に捉える過程である（加藤, 2004）。Mann et al. (2007) は眼球運動における主要な研究を対象にしたメタ分析を行い、熟練者は非熟練者に比べて、より少ない回数で長い時間注視していると報告した実験結果が多いことを示した。また、野球の熟練打者は投球腕が振られると予測される位置に予め視線を固定し、投手のリリース時には投球腕の肘近辺に視線を配置していることが報告されている（Kato and Fukuda, 2002; 加藤・福田, 2002）。さらに、いくつかの研究から、熟練者のなかでも予測能力や判断能力の優劣によって視覚探索方略が異なることが明らかにされている（Kishita et al., 2020; Piras et al., 2016; Savelsbergh et al., 2005; Vaeyens et al., 2007）。こうした報告を踏まえると、打球に対する反応に優れた内野手と劣った内野手では異なる視覚探索方略を用いている可能性が考えられる。

視覚探索方略について検討した多くの先行研究では、課題場面を模した映像を呈示し、言語やボ

タン押しのような単純化した反応を測定する手法が用いられてきた（e.g., Piras et al., 2014, 2016; Ripoll et al., 1995）。しかし、こうした手法は、実際のスポーツ場面で生じる知覚と行為の関係を分断しているという点において、生態学的妥当性の問題が含まれることが指摘される（Farrow and Abernethy, 2003; Mann et al., 2010）。このことを踏まえると、より実践場面を反映した知見を得るためには、実際に捕球を行う実験課題を設定する必要があると考えられる。

しかし、実際のフィールド環境では、打者と野手の距離が遠いため、眼球運動測定装置に記録された映像から視線の位置を詳細に分析することが困難である。このような問題に対して、本研究では、まず、実際のフィールド環境よりも打者と野手の距離を近づけた実験室環境において、視線移動に関する詳細な検討を行う（実験1）。さらに、実験室環境で観察された視線移動の特徴が実践場面を反映しているかを確認するために、実際の距離に設定したフィールド環境での実験を行う（実験2）。そして、これら2つの実験を通して、打球に対する反応に優れた内野手がどのような視覚探索方略を用いているのかについて、総合的に考察を行う。

以上を踏まえ、本研究では、打者と野手の距離を近づけた実験室環境と実際の距離に設定したフィールド環境における2つの実験を通して、打球に対する反応に優れた内野手が有する視覚探索方略について明らかにすることを目的とした。

II. 方法

実験1：実験室実験

1. 対象者

表1に各対象者のプロフィールを示す。対象者は首都大学野球連盟のI部リーグに加盟する大学硬式野球部に所属する内野手3名および東都大学準硬式野球連盟のIII部リーグに加盟する大学準硬式野球部に所属する内野手9名（平均±標準偏差：年齢19.8±1.2歳、競技経験年数12.4±1.3年、内野手経験年数10.8±2.6年）であった。全ての対

表1 各対象者のプロフィール

| | 対象者 | 年齢 | 競技歴 | 内野歴 | 所属団体 | 専門家1 | 専門家2 | 合計点 |
|-----|-----|----|-----|-----|------|------|------|-----|
| 上位群 | A | 18 | 12 | 12 | 硬式 | 10 | 9 | 19 |
| | B | 19 | 13 | 8 | 硬式 | 9 | 9 | 18 |
| | C | 18 | 12 | 12 | 準硬式 | 9 | 7 | 16 |
| | D | 19 | 11 | 11 | 準硬式 | 8 | 8 | 16 |
| 中位群 | E | 20 | 13 | 13 | 硬式 | 9 | 6 | 15 |
| | F | 21 | 11 | 11 | 準硬式 | 7 | 6 | 13 |
| | G | 22 | 15 | 6 | 準硬式 | 6 | 7 | 13 |
| | H | 20 | 13 | 12 | 準硬式 | 6 | 5 | 11 |
| 下位群 | I | 19 | 13 | 13 | 準硬式 | 6 | 4 | 10 |
| | J | 21 | 12 | 12 | 準硬式 | 5 | 5 | 10 |
| | K | 21 | 14 | 14 | 準硬式 | 3 | 3 | 6 |
| | L | 20 | 12 | 11 | 準硬式 | 3 | 3 | 6 |

対象者は正常視力または正常矯正視力を有していた。

対象者には事前に口頭および文面で実験の目的、内容、手順、個人情報保護、研究参加拒否の自由等について説明し、全ての対象者から承諾を得た。本研究は所属機関に設置された研究倫理委員会の承認を得た上で実施された。

2. 実験設定

実験室環境において、右投手が投球し、打者が打ったボールを捕球する課題を設定した。対象者は捕球後に送球を行わなかった。実験1では、対象者の安全性を考慮し、硬式テニスボールを使用した。図1に実験設定を示す。対象者とホームベースの距離を7m、投手とホームベースの距離を3.5m、対象者とホームベースを結ぶ直線と投手とホームベースを結ぶ直線の角度を22.5度とした。これは、実際のフィールド環境における打者と遊撃手の距離を約1/5倍にした設定である。打者と遊撃手の距離が近すぎると実際の競技環境から乖離し、遠すぎると眼球運動測定装置に記録される映像が小さく、視線の位置を特定することが困難となる。そのため実験1では、眼球運動測定装置に記録された映像から視線の位置を詳細に分析することができる最大の距離を設定した。また、ホームベースの斜め後方にデジタルビデオカメラ（HDR-PJ40, SONY社製）を設置し、実験の様子を撮影した。なお、投手のリリースからバットと

ボールのインパクトまでの時間は 0.51 ± 0.03 秒、インパクトから対象者が捕球するまでの時間は 0.83 ± 0.27 秒であった。

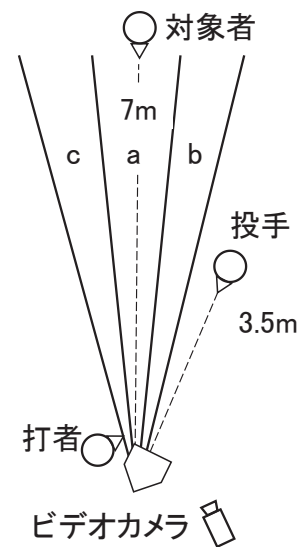


図1 実験設定の概略図（実験1）

3. 手続き

実験と課題に関する説明を行った後、対象者は眼球運動測定装置（EMR-9, ナックイメージテクノロジー社製）を装着し、注視距離3mでキャリブレーションを行った。その後、実験設定に慣れるために、練習試行を5試行行った。練習試行終了後、対象者は所定の守備位置に立ち、投手、打者の足元、打者の頭部、ホームベースへと視線を移動させることによって、眼球運動測定装置に記録された視線の位置がずれていないことを確認し

た。その後、本試行として、対象者とホームベースを結ぶ直線を基準に、基準から左右5度以内の範囲(図1a)、基準の5度から15度右側の範囲(図1b)、基準の5度から15度左側の範囲(図1c)にゴロの打球が10試行ずつ飛ぶまでランダム順で実施した。なお、本試行では、前述した手順で10試行ごとに視線の位置がずれていないことを確認した。対象者には実際の競技場面を想定し、打球に対してできるだけ素早く正確に反応するように教示した。

4. 測定項目

1) 専門家による評価

大学まで野球を部活動で行っており、その後、学生を対象に野球を指導した経験を有している専門家2名(競技経験年数:16年と12年)が打球に対する反応に関する評価を行った。具体的には、ホームベースの斜め後方に設置したデジタルビデオカメラに記録された映像から、各対象者の打球に対する反応の早さおよび左右方向への正確性の2つの観点を総合して10点満点で主観的な評価を行った。本研究では、打球に対する反応に着目したため、反応した後の捕球の成否や捕球動作

を考慮しなかった。なお、評価には11試行目から20試行目までの10試行分の映像を使用した。

2) 視線移動パターン数

眼球運動測定装置に取り付けられた視野カメラの映像を用いて每秒30フレームで分析を行った(図2)。スポーツ場面における眼球運動を測定した先行研究(Vickers, 1992, 1996)に準じて、ある視対象に対して3フレーム(100ms)以上視線が停留している状態を注視状態と定義した。投手の投球開始(左足を上げ始めた時点)からインパクトまでの時間における投手(Pitcher:P)、ボール(ball:b)、ストライクゾーン(Strike zone:S)、打者(Batter:B)、投手とストライクゾーンの間空間(Not-specified:N)に対する視線移動パターンに分類し、各パターンの試行数を算出した。

3) 投球開始時およびインパクト時に各エリアに視線を配置した試行の割合

投手の投球開始時およびインパクト時において、各エリアに視線を配置した試行数を総試行数で除した値を算出した。

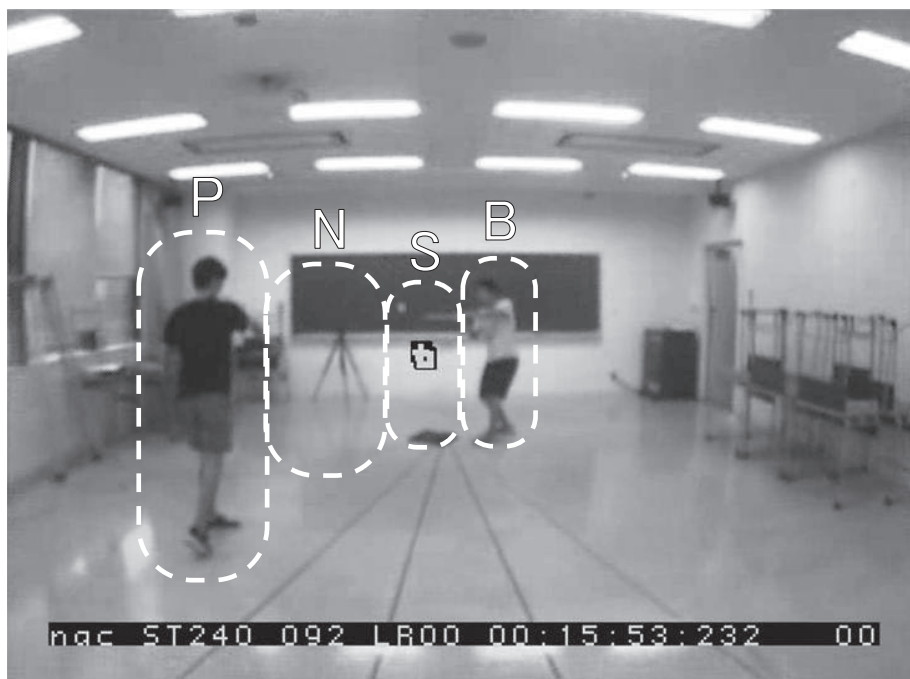


図2 眼球運動測定装置の映像(実験1)

*B:打者, S:ストライクゾーン, P:投手, N:投手とストライクゾーンの間空間

4) 視線移動回数

投手の投球開始からインパクトまでの時間において、視線がエリア間を移動した回数を総試行数で除した値を算出した。

5. 分析方法

表1に専門家2名による評価の得点を示す。打球に対する反応に優れた内野手と劣った内野手の違いを検討するために、評価の合計点が16点以上であった上位4名(対象者A~D)を上位群(年齢 18.5 ± 0.5 歳, 競技経験年数 12.0 ± 0.7 年, 内野手経験年数 10.8 ± 1.6 年), 10点以下であった下位4名(対象者I~L)を下位群(年齢 20.3 ± 0.8 歳, 競技経験年数 12.8 ± 0.8 年, 内野手経験年数 12.5 ± 1.1 年)とし, この8名のデータを分析の対象とした。対象者1名における総試行数は, 上位群 55.5 ± 9.0 試行, 下位群 62.5 ± 5.0 試行であり, そこから打球がライナーであった場合や捕球範囲外に飛んだ場合を除き, 上位群 34.5 ± 2.9 試行, 下位群 33.3 ± 3.1 試行について分析を行った。2名の評価の一致度を確認するために, 2名による評価の得点について相関分析を行った。評価の合計点, 投球開始時およびインパクト時に各エリアに視線を配置した試行の割合, 視線移動パターン数, 視線移動回数について, 群による違いを検討するためにそれぞれ対応のない t 検定を行った。また, 等分散性が仮定されない場合は, Welchの t 検定を用いた。統計ソフトにはSPSS ver.25を用い, 統計的有意水準は5%を有意($p < .05$), 10%を有意傾向($p < .10$)とした。

実験2: フィールド実験

1. 対象者

対象者は実験1で分析の対象とした上位群4名(対象者A~D), 下位群4名(対象者I~L)の計8名であった。

2. 実験設定

実際のフィールド環境において, 投手が投球し, 打者が打ったボールを捕球する課題を設定した。実験1と同様に, 対象者は捕球後に送球を行

わなかった。実験2では, 硬式野球ボールを使用した。対象者とホームベースの距離を37m, 投手とホームベースの距離を18.44m, 対象者とホームベースを結ぶ直線と投手とホームベースを結ぶ直線の角度を22.5度とした(図3)。これは, 実際の競技場面における遊撃手の定位置とおおよそ一致する位置である。なお, 投手のリリースからインパクトまでの時間は 0.79 ± 0.07 秒であった。

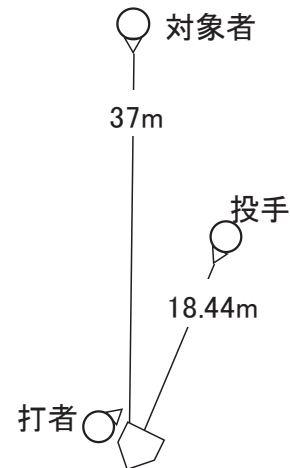


図3 実験設定の概略図(実験2)

3. 手続き

実験と課題に関する説明を行った後, 対象者は眼球運動測定装置(EMR-9, ナックイメージテクノロジー社製)を装着し, 注視距離3mでキャリブレーションを行った。その後, 実験設定に慣れるために, 練習試行を5試行行った。練習試行終了後, 対象者は所定の守備位置に立ち, 投手, 打者へと視線を移動させることによって, 眼球運動測定装置に記録された視線の位置がずれていないことを確認した。その後, 本試行を30試行行った。本試行において, 打者はできる限りゴロの打球が対象者の正面, 左方向, 右方向にランダム順に10試行ずつ出現するようにバッティングを行った。なお, 本試行では, 前述した手順で10試行ごとに視線の位置がずれていないことを確認した。対象者には実際の競技場面を想定し, 打球に対してできるだけ素早く正確に反応するように教示した。

4. 測定項目

1) 視線移動パターン

眼球運動測定装置に取り付けられた視野カメラの映像を用いて毎秒30フレームで分析を行った(図4)。実験1と同様に、ある視対象に対して3フレーム(100ms)以上視線が停留している状態を注視状態と定義した。実験1に比べ、実験2では対象者と投手および打者の距離が離れていることから、視野カメラの映像から打者とストライクゾーンのどちらを注視しているかを明確に区別することが困難であったため、実験2における打者(B)には実験1におけるストライクゾーンが含まれる。また、投手が投げたボールの位置を特定することが困難であったため、実験1とは異なり映像からボール(b)への注視を確認することができなかった。そこで実験2では、投手の投球開始からインパクトまでの時間における投手(Pitcher:P)、打者(Batter:B)、投手と打者の間の空間(Not-specified:N)に対する視線移動パターンに分類し、各パターンの試行数を算出した。

2) 投球開始時およびインパクト時に各エリアに視線を配置した試行の割合

投手の投球開始時およびインパクト時に各エリアに視線を配置した試行数を総試行数で除した値を算出した。

3) 視線移動回数

投手の投球開始からインパクトまでの時間において、視線がエリア間を移動した回数を総試行数で除した値を算出した。

5. 分析方法

全8名のデータを分析の対象とした。実験2では新たな群分けを行わず、実験1における上位群(対象者A~D)、下位群(対象者I~L)の群分けをもとに分析を行った。投球開始時およびインパクト時に各エリアに視線を配置した試行の割合について群間で比較を行った。また、視線移動パターン数、視線移動回数について、群による違いを検討するためにそれぞれ対応のないt検定を行った。

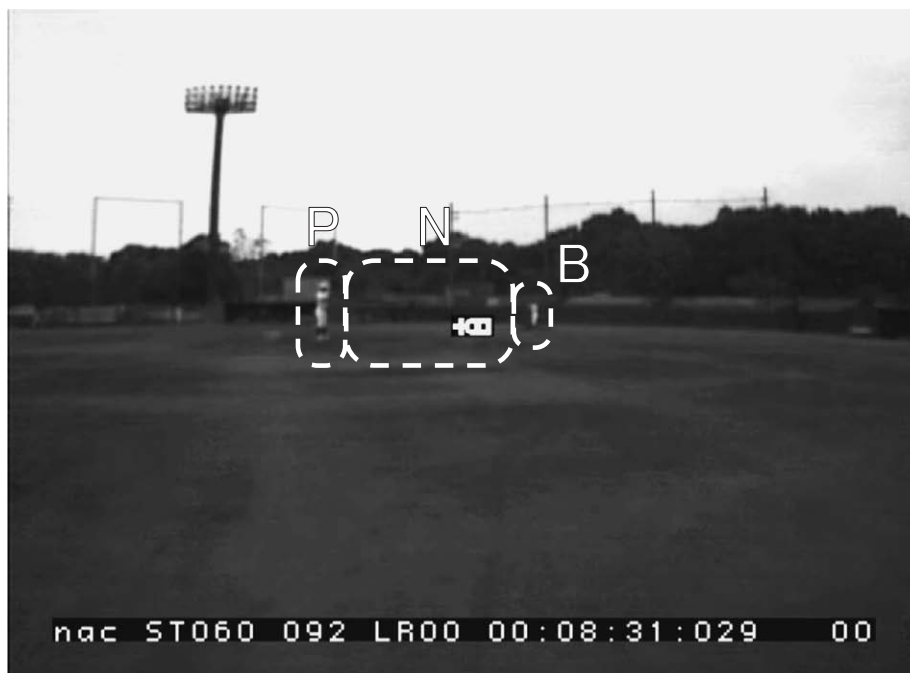


図4 眼球運動測定装置の映像(実験2)

*B: 打者, P: 投手, N: 投手とストライクゾーンの間の空間

III. 結果

実験1：実験室実験

1. 専門家による評価

専門家2名による評価の合計点について t 検定を行った結果、上位群(17.3 ± 1.5点)が下位群(8.0 ± 2.3点)よりも有意に高かった ($t(6) = 6.72, p < .001$)。また、2名の評価には強い正の相関がみられた ($r = 0.94$)。このことから、評価者間の信頼性が高いことが確認された。また、対象者は全ての試行において左右の打球方向に対して正しく反応を行っていた。

2. 視線移動パターン数

表2に各視線移動パターンにおける対象者ごとの試行数を示す。打者をB、ストライクゾーンをS、投手をP、投手とストライクゾーンの間の空

間をN、ボールをbとし、例えば、打者からストライクゾーンに視線が移動したパターンをBSと表記した。投球動作開始時に打者に視線を配置していたのは10パターン、ストライクゾーンに視線を配置していたのは5パターン、投手に視線を配置していたのは24パターン、投手とストライクゾーンの間の空間に視線を配置していたのは6パターンであった。そのうち、表中には3試行以上みられたパターンを載せ、2試行以下であったパターンについてはその他の項目にまとめた。視線移動パターンは上位群2パターン、下位群45パターンが抽出された。なかでも、BSの割合は上位群が89.9%、下位群が2.8%であった。各対象者における視線移動パターン数について t 検定を行った結果、上位群(1.8 ± 0.5パターン)が下位群(14.3 ± 6.1パターン)よりも有意に少なかった ($t(6) = 4.06, p < .01$) (図5)。

表2 各対象者における視線移動パターン (実験1)

| 対象者 | 上位群 | | | | 下位群 | | | |
|-------------|-----|----|----|----|-----|----|----|----|
| | A | B | C | D | I | J | K | L |
| Bから始まるパターン | | | | | | | | |
| BS | 39 | 24 | 31 | 30 | 1 | 3 | | |
| BNS | | | | | | 3 | | |
| その他(8パターン) | | | | | 7 | 2 | | |
| Sから始まるパターン | | | | | | | | |
| S | | 10 | 3 | 1 | | | 3 | 4 |
| その他(4パターン) | | | | | | 2 | | 2 |
| Pから始まるパターン | | | | | | | | |
| PS | | | | | | | 6 | 2 |
| PBS | | | | | 5 | 7 | 5 | 5 |
| PNS | | | | | | | 13 | 1 |
| PbS | | | | | | | | 12 |
| PBbS | | | | | | 1 | | 5 |
| PBNS | | | | | 2 | 4 | | |
| その他(18パターン) | | | | | 20 | 6 | 10 | 3 |
| Nから始まるパターン | | | | | | | | |
| NBS | | | | | | 4 | | |
| NSBS | | | | | | | 3 | |
| その他(4パターン) | | | | | 1 | 2 | | 1 |
| パターン数 | 1 | 2 | 2 | 2 | 22 | 16 | 8 | 11 |

*B：打者，S：ストライクゾーン，P：投手，N：投手とストライクゾーンの間の空間，b：ボール

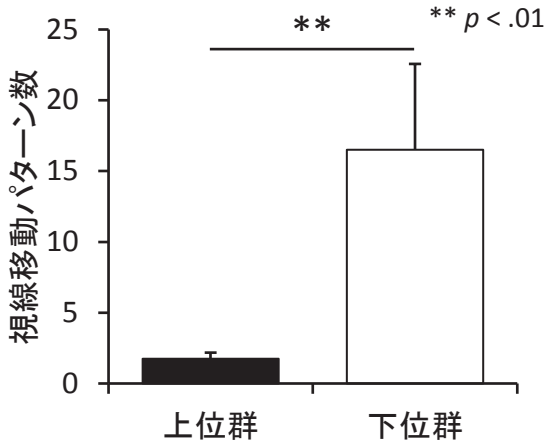


図5 視線移動パターン数 (実験1)

3. 投球開始時およびインパクト時に各エリアに視線を配置した試行の割合

投球開始時に各エリアに視線を配置した試行の割合について、上位群は打者 (B) が $89.6 \pm 13.2\%$ 、ストライクゾーン (S) が $10.4 \pm 13.2\%$ であり、下位群は投手 (P) が $72.4 \pm 13.3\%$ 、打者 (B) が $11.4 \pm 13.2\%$ 、投手とストライクゾーンの間 (N) が $8.1 \pm 7.0\%$ 、ストライクゾーン (S) が $8.0 \pm 7.1\%$ であった(図6)。インパクト時には、全ての対象者が全試行においてストライクゾーン (S) に視線を配置していた。各対象者における投球開始時に打者に視線を配置した試行の割合について t 検定を行った結果、上位群 ($89.6 \pm 13.2\%$) は下位群 ($11.4 \pm 13.2\%$) よりも有意に高かった ($t(6) = 8.37, p < .001$)。また、各対象者における投球開始時に投手に視線を配置した試行

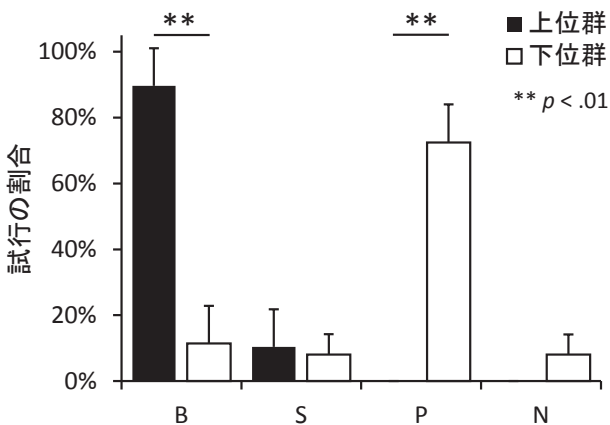


図6 投球開始時に各エリアに視線を配置した試行の割合(実験1)

の割合について t 検定を行った結果、上位群 (0%) は下位群 ($72.4 \pm 13.3\%$) よりも有意に低かった ($t(3) = 10.88, p < .01$)。

4. 視線移動回数

視線移動回数について t 検定を行った結果、上位群 (0.9 ± 0.1 回) が下位群 (2.6 ± 0.9 回) よりも有意に少なかった ($t(6) = 3.63, p < .05$) (図7)。

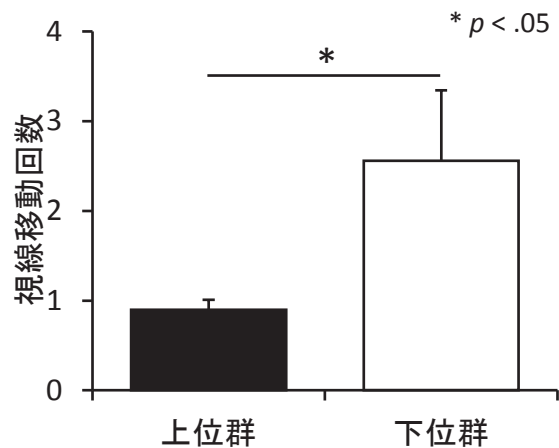


図7 視線移動回数 (実験1)

実験2：フィールド実験

1. 視線移動パターン数

表3に各視線移動パターンにおける対象者ごとの試行数を示す。打者をB、投手をP、投手と打者の間の空間をNとし、例えば、投手から打者に視線が移動したパターンをPBと表記した。投球開始時に打者に視線を配置していたのは4パターン、投手に視線を配置していたのは6パターン、投手と打者の間の空間に視線を配置していたのは1パターンであった。そのうち、視線移動パターンは上位群3パターン、下位群11パターンが抽出された。なかでも、Bの割合は上位群が70.8%、下位群が4.2%であった。各対象者における視線移動パターン数について t 検定を行った結果、上位群 (2.3 ± 0.5 パターン) が下位群 (5.3 ± 2.9 パターン) よりも有意に少ない傾向がみられた ($t(6) = 2.06, p < .10$) (図8)。

表3 各対象者における視線移動パターン (実験2)

| 対象者 | 上位群 | | | | 下位群 | | | |
|-------------------|-----|----|----|----|-----|----|---|----|
| | A | B | C | D | I | J | K | L |
| Bから始まるパターン | | | | | | | | |
| B | 29 | | 28 | 28 | | 5 | | |
| BPB | | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | |
| BPNB | | | | | | | 1 | |
| BPNPB | | | | | | | 1 | |
| Pから始まるパターン | | | | | | | | |
| PB | 1 | 29 | 1 | | 23 | 15 | 6 | 21 |
| PNB | | | | | 1 | | 8 | 9 |
| PBPB | | | | | 4 | 7 | 4 | |
| PNPB | | | | | | | 3 | |
| PBPNB | | | | | | 1 | 5 | |
| PNPNB | | | | | | | 1 | |
| Nから始まるパターン | | | | | | | | |
| NBPB | | | | | 1 | | | |
| パターン数 | 2 | 2 | 3 | 2 | 5 | 5 | 9 | 2 |

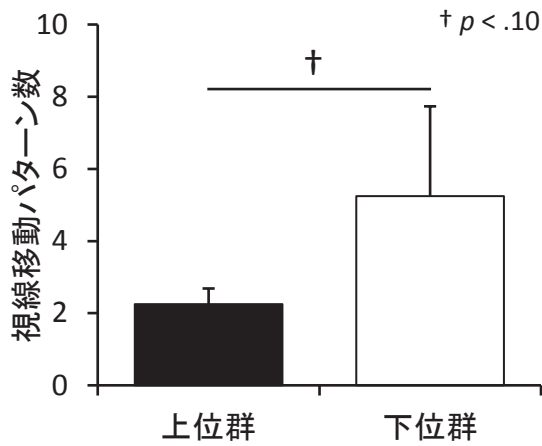


図8 視線移動パターン数 (実験2)

2. 投球開始時およびインパクト時に各エリアに視線を配置した試行の割合

投球開始時に各エリアに視線を配置した試行の割合について、上位群は打者 (B) が74.2 ± 47.2%，投手 (P) が25.8 ± 47.2%であり、下位群は投手 (P) が90.0 ± 9.8%，打者 (B) が9.2 ± 10.3%，投手と打者の間の空間(N)が0.8 ± 1.7%であった (図9)。インパクト時には、全ての対象者が全試行において打者 (B) に視線を配置し

ていた。各対象者における投球開始時に打者に視線を配置した試行の割合についてt検定を行った結果、上位群 (74.2 ± 47.2%) は下位群 (9.2 ± 10.3%) よりも有意に高かった ($t(6) = 2.69, p < .05$)。また、各対象者における投球開始時に投手に視線を配置した試行の割合についてt検定を行った結果、上位群 (25.8 ± 47.2%) は下位群 (90.0 ± 9.8%) よりも有意に低かった ($t(6) = 2.66, p < .05$)。

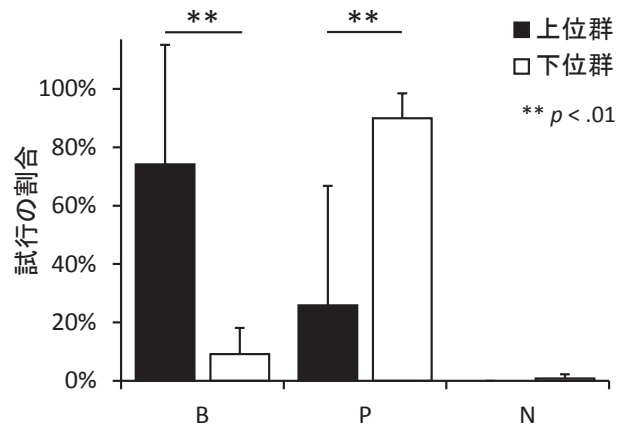


図9 投球開始時に各エリアに視線を配置した試行の割合 (実験2)

3. 視線移動回数

視線移動回数について t 検定を行った結果、上位群 (0.3 ± 0.5 回) が下位群 (1.7 ± 0.6 回) よりも有意に少なかった ($t(6) = 3.63, p < .05$) (図10).

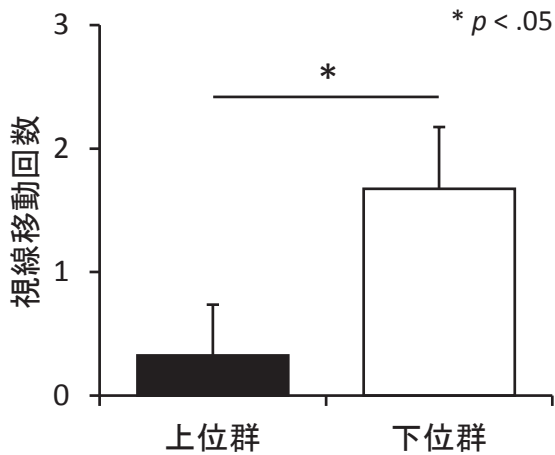


図10 視線移動回数 (実験2)

IV. 考察

1. 視線配置の割合と視線移動回数

視線移動パターンについて分析した結果、実験1では投球開始時に上位群は多くの試行 (89.6%) で打者に視線を配置しており、下位群は多くの試行 (72.4%) で投手に視線を配置していた。同様に実験2でも上位群は多くの試行 (74.2%) で打者に視線を配置しており、下位群は多くの試行 (90.0%) で投手に視線を配置していた。また、実験1では両群でインパクト時には視線がストライクゾーンに移動していた。実験2では両群でインパクト時には視線が打者に向けられていた。実験2においては、打者とストライクゾーンの違いを区別して分析することが出来なかったため、打者への注視にはストライクゾーンへの注視が含まれる。このことから、実験2においてもインパクト時には、ストライクゾーンに視線を向けていた可能性が考えられる。さらに、投球開始時からインパクトまでの時間における視線移動回数は、実験1では上位群 (0.9 ± 0.1 回) が下位群 (2.6 ± 0.9

回) よりも少なかった。同様に実験2でも上位群 (0.3 ± 0.5 回) が下位群 (1.7 ± 0.6 回) よりも少なかった。これらの結果から、打球に対する反応に優れた内野手は、投球開始時には打者に視線を配置し、リリースからインパクトにかけてストライクゾーンに視線を移動させていることが示唆された。ただし対象者Bは、実験2において、投球開始時に投手に視線を配置した試行が多かった (表3)。対象者Bのみが実験1と実験2で異なる注視パターンを用いていた。実験2では実験1に比べて投手が対象者からより遠方に位置していたため、周辺視を用いて打球に対する反応に必要な情報を投手から得ることが難しかったことが考えられる。そのため、対象者Bは、実験1では周辺視、実験2では中心視を用いて投手の動作を確認していたことが推察される。

また、打球に対する反応に劣った内野手は、投手に視線を配置して投球動作の開始を確認し、その後、投手とストライクゾーンの間空間やボール、打者に視線を移動させ、インパクト時にはストライクゾーンに視線を移動させていることが示唆された。

本研究の結果から、打球に対する反応に優れた内野手は打者に長い時間注視を行っていたことが考えられる。このような特徴は、様々なスポーツ熟練者が特定の対象に長い時間注視していることを報告した先行研究の結果と類似する (e.g., Kato and Fukuda, 2002; Nagano et al., 2004; Piras et al., 2014; Williams and Davids, 1998)。本研究では、投手、投球されたボール、打者という3つの注視対象が存在する中で、打者に対する注視をより長い時間行っていることが明らかとなった。投球されたボールにバットがどの角度で当たるかによって打球の方向が決定される。複数の注視対象を設定した課題における先行研究では、熟練者はボールの方向を決定づける選手 (バレーボールにおけるセッター) に対してより長い間注視を行うことが報告されており (Piras, 2014)、本研究の結果は、打球の方向を決定づける注視対象に対する注視が長いという点で類似する。このことから、打者に対し長い間注視を行うことが打球に対する反応に

優れた内野手の特徴であることが示唆された。

また、打球に対する反応に優れた内野手は周辺視を効果的に活用していることも考えられる。周辺視は広範囲での対象の位置や運動に関する情報処理に優れている (Trevathan, 1968)。また、スポーツ熟練者は注視位置のみから情報を得ているのではなく、周辺視を活用して環境内の様々な対象に関する情報を幅広い範囲から得ていることが報告されている (e.g., Kato and Fukuda, 2002, Ripoll et al., 1995, Williams & Elliott, 1999)。加藤 (2004) は広い範囲を捉える際に、その対象の中心付近に置かれる仮想的な視点を配置することで、注意を広げ、周辺の動きや位置情報を安定的に把握することができると示唆した。これらのことから、打球に対する反応に優れた内野手は、打者付近に視点を配置し続けることで、周辺視を活用して、ボールや投手といった反応に必要な情報を獲得していることが考えられる。

2. 視線移動パターンの安定性

視線移動パターン数の群間比較において、実験1では上位群 (1.8 ± 0.5 パターン) が下位群 (14.3 ± 6.1 パターン) よりも少なかった。実験2では、上位群 (2.3 ± 0.5 パターン) が下位群 (5.3 ± 2.9 パターン) よりも少ない傾向にあった。これらのことから、打球に対する反応に優れた内野手は視線移動パターンが安定しているのに対し、打球に対する反応に劣った内野手は多くのパターンを有し、探索的に視線を移動させていることが示唆された。菊政・國部 (2018) は、ノーアウトランナー1塁での投手に対する送りバントの場面での捕手視線の映像を用いた課題において、インパクトから送球する塁の指示を行うまでの時間における捕手の視線配置パターンの数が、野手 (内野手および外野手) や非球技経験者に比べ少ないことを示した。熟練した選手は視線配置パターンが安定しているという点で、本研究で得られた結果は先行研究の結果と類似していた。野球の内野手を対象とした研究から、安定した姿勢で捕球することの重要性が示唆されているが (小倉ほか, 2016)、それに加えて、打球に対する反応に優れた内野手

は視線移動パターンが安定していることが示唆された。

3. 実験室実験とフィールド実験

視線移動パターンについて、実験1、実験2ともに投球開始時に上位群は多くの試行で打者に視線を配置しており、下位群は多くの試行で投手に視線を配置していた。また、両群ともインパクト時には、実験1ではストライクゾーンに、実験2では打者に視線を配置していた。さらに、投球開始時からインパクトまでの時間における視線移動回数は、実験1、2ともに上位群が下位群よりも少なかった。視線移動パターン数について、実験1では上位群は下位群に比べ有意に少なく、実験2では少ない傾向にあった。この理由として、実験1では、対象者は打者から近い距離 (7m) にいたことで、測定された視線に関するデータから打者とストライクゾーンの注視位置を区別して分析することができたのに対し、実験2では、対象者と打者の距離が実験1より離れており (37m)、測定された視線に関するデータから打者とストライクゾーンの注視位置の区別を明確にできなかったことが関係していると考えられる。以上より、本研究における実験1の結果は実験2の結果を反映していることが示唆された。このことから、詳細な注視位置を測定することが出来る実験室での実験における結果の妥当性を、その結果を担保するフィールドでの実験の結果と組み合わせて総合的に検討していくことが、視線を十分に測定することが難しいフィールド環境下での視覚探索方略を検討していくうえで、新たな研究手法として有効である可能性がある。

ただし、実験1では、実際のフィールド環境における打者と遊撃手の距離を約1/5倍としたため、特に周辺視の活用に対して、距離が近いことによる影響が考えられる。そのため、今後は対象者数を増やすことによって、本研究から得られた結果の信頼性について検証する必要がある。

4. 指導現場への示唆

野球の指導現場では、守備場面において「グラ

ブに入るまで目を離さないようにする」(田中, 1995) ことなど「見る」という指導が多く行われている。課題の時間的制約, 環境内に存在する選手の数や視野範囲などといった空間的制約を考慮する必要はあるが, 大きな視線移動は視対象の空間的な位置関係の把握の不安定化や情報入力 of 欠如を誘発する可能性があり, 大きな視線移動を頻繁に生じさせるようなコーチングは避けるべきである。また, 打球に対する反応に優れた内野手は, 視線を配置した箇所の情報だけではなく, 周辺視野から得られる情報を効果的に活用していると考えられる。しかし, 指導者の言葉かけの仕方によっては, 視線を向けた対象に対する注意の配分が増加し, 周辺視野内の情報に向けられる注意の配分が減少する可能性が考えられる。例えば, 「打者をしっかり見る」という教示をすることによって, 打者への注意配分が増加し, 周辺視野内の投手やボールの動きを把握することが困難になる可能性が考えられる。以上より, 指導者は「見る」ことに関するコーチングを抽象的に行うのではなく, いつどこに視線を向け, どこに注意を向けるべきなのかなどの情報をより具体的に教える必要がある。今回の結果は, 内野手の打球に対する反応に備える事前情報の獲得において具体的なコーチングに貢献できると考えられる。三好ほか(2012)は, 熟練した内野手が, 投手が投げる球種やボールの行方, 捕手の立ち位置や打者の体勢移動といったインパクト前までの一連の情報を打球方向の予測に利用していることを明らかにしている。以上を踏まえると, 「打者方向に視線を配置しながら, 投手が投げる球種やボールの行方, 捕手の立ち位置や打者の体勢移動に注意を配分し, 最終的にストライクゾーンに視線を移動させる」といった趣旨のコーチングが有効であると考えられる。ただし, 本研究では打者, ボール, 投手に対する注意配分や, 視線の移動を行うタイミングなどについて検討しておらず, 今後の課題として, これらの検討を行う必要があると考えられる。また, 実際の試合において打球を処理する場面では, 送球する場所や走者の動き, 他の野手の動きなどの情報も把握する必要があるため, それ

らの情報をどのように獲得しているかについて今後検討していくことで, より実践的な示唆が得られると考えられる。

V. 結論

本研究は, 打者と野手の距離を近づけた実験室環境と実際の距離に設定したフィールド環境における2つの実験を通して, 打球に対する反応に優れた内野手が有する視覚探索方略について検討を行った。本研究における結果は以下の3点に集約される。

1. 打球に対する反応に優れた内野手は, 投球動作開始時には打者に視線を配置し, リリースからインパクトにかけてストライクゾーンに視線を移動させている。
2. 打球に対する反応に優れた内野手は, 視線移動パターンが安定している。
3. 実験室で測定した課題における内野手の視覚探索方略は, フィールドでの視覚探索方略を反映している。

以上のことから, 打球に対する反応に優れた内野手は, 視線移動回数が少なく, 打者に長い間視線を配置し続けるというパターンを安定して用いることにより, 打球方向に関する情報を獲得していると結論付けられる。今後は, 内野手が打球を処理する場面における視線や注意の向け方について検討を行う必要があると考えられる。

付記

本研究は, 日本スポーツ心理学会第46回大会および日本野球科学研究会第7回大会における研究発表の内容を基に, 大幅な加筆・修正を加えた上で研究論文としてまとめたものである。

文献

- Farrow, D. & Abernethy, B. (2003) Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, 32:

- 1127-1139.
- 笠井恵雄・多和健雄・江田昌佑・松永尚久（1969）球技の対応動作に関する実験的研究—打球に対する内野手のスタート動作について—。体育学研究, 14: 233-237.
- Kato, T. & Fukuda, T. (2002) Visual search strategies of baseball batters: Eye movements during the preparatory phase of batting. *Perceptual and Motor Skills*, 94: 380-386.
- 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ストラテジー。人間工学, 38: 333-340.
- 加藤貴昭（2004）視覚システムから見た熟練者のスキル。日本スポーツ心理学会編 最新のスポーツ心理学—その軌跡と展望—。大修館書店：東京, pp.163-168.
- 菊政俊平・國部雅大（2018）野球の捕手におけるプレー指示場面での状況判断および視覚探索に関する方略。スポーツ心理学研究, 45: 27-41.
- Kishita Y., Ueda H., & Kashino M. (2020) Eye and Head Movements of Elite Baseball Players in Real Batting. *Frontiers in Sports Active Living* 2:3. doi: 10.3389/fspor.2020.00003.
- Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007) Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29: 457-478.
- Mann, D. L., Abernethy, B., & Farrow, D. (2010) Action specificity increases anticipatory performance and the expert advantage in natural interceptive tasks. *Acta Psychologica*, 135: 17-23.
- 三好智子・森周司・廣瀬信之（2012）事前視覚情報の利用が打球の方向予測に及ぼす影響。心理学研究, 83: 202-210.
- 小倉圭・島田一志・金堀哲也・野本亮也・奈良隆章・川村卓（2016）野球内野手における通常のゴロおよびイレギュラーバウンドに対するゴロ捕球動作に関するキネマティクスの研究—上位群と下位群間の下肢及び体幹の動作の比較—。体育学研究, 61: 59-74.
- 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.
- Piras, A., Lobietti, R., & Squatrito, S. (2014) Response time, visual search strategy, and anticipatory skills in volleyball players. *Journal of Ophthalmology*, 4: 1-10.
- Piras, A., Lanzoni, I. M., Raffi, M., Persiani, M., & Squatrito, S. (2016) The within-task criterion to determine successful and unsuccessful table tennis players. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 11: 523-531.
- Ripoll, H., Kerlirzin, Y., Stein, J. F., & Reine, B. (1995) Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in complex problem solving sports situations. *Human Movement Science*, 14: 325-349.
- Savelsbergh, G. J. P., Kamp, J. V. D., Williams, A. M., & Ward, P. (2005) Anticipation and visual search behavior in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48: 1686-1697.
- 田中国重（1995）見てわかる野球—科学的トレーニング付—。西東社：東京, p.74.
- Trevarthen, B. C. (1968) Two mechanisms of vision in primates. *Psychologische Forshung*, 31: 299-37.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L., & Philippaerts, R. M. (2007) The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29: 147-169.
- Vickers, J. N. (1992) Gaze control in putting. *Perception*, 21: 117-132.
- Vickers, J. N. (1996) Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 22: 342-354.
- Williams, A. M. & Davids, K. (1998) Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69: 111-128.
- Williams, A. M. & Elliott, D. (1999) Anxiety, expertise, and visual search strategy in Karate. *Journal of*

Sport and Exercise Psychology, 21: 362-375.

較一. 体育学研究, 53: 29-37.

張劍・渡部和彦・馬淵麻衣 (2008) サッカー熟練者
者と非熟練者の予測正確性および視覚探索方略
に関する研究—1対1と3対3場面についての比

(2020年9月14日受付)
(2021年4月12日受理)

英文抄録 (**Abstract**):

This study aimed to determine the visual search strategy of infielders who have better response to the ball hit by a batter. Twelve infielders belonging to university baseball clubs participated under two conditions: an environment in which the batter and the fielder were close to each other and an environment in which the distance was set to the actual distance. In the present task, a batter hit a pitched ball and the participants responded as quickly and accurately as possible to catch the ball. For the comparison of the gaze pattern from the time of pitch initiation to the ball impact, we classified the participants into a superior ($n = 4$) or inferior group ($n = 4$) based on how quickly and accurately they responded to the hit ball. The results showed that in the superior group, the infielders who showed better response to the ball placed their gaze on the batter at the start of the pitching motion, moved their gaze to the strike zone in the time period from release to impact, and maintained a stable gaze shift pattern. Meanwhile, the inferior group placed their gaze on the pitcher at the start of the pitching movement, moved their gaze exploratorily, and then moved their gaze to the strike zone at the time of impact.