

反応競合課題を用いた野球打者の予測能力評価の有用性

藤井雅文¹⁾, 松下航介²⁾, 村川大輔³⁾, 水崎佑毅^{3,4)}, 亀井誠生¹⁾, 幾留沙智¹⁾, 中本浩揮¹⁾

Measurement of anticipation ability using a response conflict task

Masafumi Fujii¹⁾, Kousuke Matsushita²⁾, Daisuke Murakawa³⁾, Yuki Mizusaki^{3,4)},
Mio Kamei¹⁾, Sachi Ikudome¹⁾, Hiroki Nakamoto¹⁾

Abstract

The purpose of this study was to examine the usefulness of an assessment for anticipation capability using a reaction-competition task. The participants were seven college baseball players of the same university baseball team who had achieved at least 100 at-bats in a game. The experiment involved a choice response task in which the participants had to press the corresponding button as quickly and accurately as possible depending on the spatial position (in-course or out-course) of the response stimulus (the ball in the illustration). Prior to the appearance of the response stimulus, a movie of a pitcher's pitching motion with five occlusion points was inserted under two response conditions: 1) the pitching location in the movie was congruent and 2) the pitching location was incongruent relative to the location in the response stimulus. In addition to these conditions, we asked participants to simply anticipate the pitch location from the pitching movie with occlusion (prediction condition). From this procedure, we examined the following variables: 1) change in prediction accuracy with decreasing occlusion time, 2) correlation between the number of correct responses and differential reaction time (reaction time for the incongruent condition and reaction time for the congruent condition), and 3) correlation between the prediction capability and batting performance. As a result, both the differential reaction time and the number of correct answers were the highest in the shortest occlusion condition. There was no observable correlation between the number of correct answers and differential reaction time, except for the longest occlusion condition. Furthermore, the differential reaction time tended to be positively correlated with batting average, and significant correlations were found under certain occlusion conditions. These results suggest that the method using the response competition task was able to assess the anticipation capability of the batter, which is different from the conventional assessment task. In other words, the task is considered to be useful for assessing the batter's anticipation capability.

Keywords: perception, anticipation, response-competition, baseball, implicit perception

要旨

本研究の目的は、反応競合課題を利用した予測の評価方法の有用性について検証することであった。実験対象者は、同じ大学野球部に所属し、100打席以上の試合実績がある大学野球選手7名とした。実験課題は、反応刺激（イラストのボール）の空間位置（インコースかアウトコース）に応じてできるだけ素早く正確に対応するボタンを押す選択反応課題であった。反応刺激の呈示前には、予測情報となる投手の投球動作の遮蔽映像を5つの遮蔽条件で挿入し、投球コースが反応刺激と同じ一致条件、または異なる不一致

¹⁾ 鹿屋体育大学

²⁾ 山代ガス

³⁾ 鹿屋体育大学大学院博士後期課程

⁴⁾ 徳山大学

条件で反応させた。これに加え、投球映像から投球コースを予測させる条件も行った(予測条件)。これらにより、1) 遮蔽時間の減少に伴う予測精度の変化、2) 正答数と差分反応時間(不一致条件の反応時間－一致条件の反応時間)の相関、3) 予測変数とシーズン打撃成績との相関を検証した。結果として、遮蔽時間が最も短い条件において、差分反応時間、正答数ともに最も高くなった。また、正答数と差分反応時間の相関は、遮蔽時間が最も長い条件以外認められなかった。さらに、差分反応時間は打率と正の相関関係にある傾向があり、特定の遮蔽条件で有意な相関が確認された。以上から、反応競合課題を利用した方法は、従来の予測評価とは異なる予測能力を評価できており、打者の予測能力を評価するために有用性があると考えられる。

キーワード：知覚、予測、反応競合課題、野球、潜在

I. はじめに

高速で飛来するボールを打球する野球では、ボールが手元に来てからスイングを開始しても間に合わない。そのため、将来のボール位置の予測に基づいて事前に運動を開始する必要がある(杉原, 2003)。熟練打者と未熟練打者の予測能力を比較した先行研究では、前者の方が将来のボール位置を早期かつ正確に予測できることが報告されている(e.g., Burroughs, 1984; Chen et al., 2016; Müller and Fadde, 2016; Paul and Glencross, 1996)。つまり、成功裏な打球運動の実現には予測能力の発達が不可欠である。よって、予測能力の評価方法の開発は、タレント発掘や選手評価、あるいはトレーニング評価に繋がるため有用と思われる。

一般的に予測能力の評価には時間的遮蔽法が用いられる(Jones and Miles, 1978)。時間的遮蔽法とは、例えば、打者の視点から撮影した投手の映像を様々な局面で遮蔽し(図1の投球映像部分)、打者に遮蔽後の結果(ボールの到達位置や球種など)を予測させるといった方法である。この際、予測内容の回答方法として、口頭、筆記、あるいはボタン押しなどが利用される(e.g., Shim et al., 2005)。この方法は、比較的簡便に予測能力の評価を行え、また、評価された予測能力は技能レベルの差やシーズン打撃成績をも説明できることから(Morris-Binelli et al., 2018; Müller and Fadde, 2016)、妥当な評価方法であると考えられている。

しかし、時間的遮蔽法を用いた場合、回答方法

によって予測精度が変化することが報告されている。Mann et al. (2010) は、クリケット打者を対象に、時間的遮蔽法を用いてボールの到達位置の予測精度を調査している。この際、回答方法として、到達コースを言語で回答させる言語条件、脚の踏み込みで回答させる踏み込み条件、バット無しのシャドースイングで回答させるシャドー条件、実際にスイングして回答させるバッティング条件で行わせている。その結果、言語条件より踏み込み条件は有意に予測正答率が高く、スイング条件ではさらに高い予測正答率となった。この結果は、従来用いられてきた回答方法(言語、筆記、あるいはボタン押し)では、打者が本来持つ予測能力を適切に評価できていなかった可能性を示唆する。近年の研究では、実験室内での測定が現実場面のパフォーマンスを予測できないといった指摘もあることから(Hadlow et al., 2018; van Maarseveen et al., 2018)、より妥当性の高い評価方法の開発が必要と思われる。

回答方法によって予測の正確性が異なった原因の一つとして、予測内容の意識化の程度が影響した可能性がある。口頭による回答の場合、意識的な気づきに基づいて回顧的に予測内容を回答しなければならないが、踏み込み反応やスイング反応の場合、回顧的に表現するほど予測内容が意識化される必要はない。つまり、Mann et al. (2010)の結果は、意識化ができない段階でも、潜在レベルでは打者が正しく予測できることを示唆している

と思われる。実際、どのような情報を手掛かりにしたか意識的に表現できなくとも野球の打者は予測が可能であることが示されている(田中ほか, 2010, 2013)。また、サッカーを対象とした研究によると、競技者は潜在的に情報を知覚していることが示されている(Masters et al., 2007; 村川ほか, 2020)。よって、競技者の予測能力を評価するためには、意識化可能な顕在的な予測だけでなく、意識化不可能な潜在的な予測の能力も評価する必要があると思われる。

そこで本研究では、潜在的な予測能力を評価する方法として、反応競合課題による評価方法を検討する。反応競合課題とは、課題とは無関係な情報を無視しながら、標的情報に応じて反応する課題を指す。例えば、反応競合課題の代表的なフランカー課題(Eriksen and Eriksen, 1974)では、1列に並べられた5つの文字が画面に呈示され、参加者は中央の文字(標的刺激)に応じて反応を選択することが求められる(文字がHなら左ボタン, Sなら右ボタンを押すなど)。この際、中央以外の周囲の文字は、中央の刺激と同じか(一致条件)、異なる(不一致条件)かのいずれかで呈示される。実験参加者は常に中央の刺激のみに反応すればよいので、周囲の刺激は課題に無関係にも関わらず、不一致条件では一致条件よりも反応が遅延する(適合性効果)。このような適合性効果は、無視してよいはずの周囲の刺激に対する反応の準備状態と標的に対する正しい反応が競合すること(Eriksen and Schultz, 1979; Gratton et al., 1988)、すなわち、課題に無関連な刺激の潜在的処理によって生じると考えられている(Ghinescu et al., 2010)。

これに基づけば、反応競合課題を用いることで、打者が潜在的に行う予測を不一致条件時の反応遅延として評価できるものと考えられる。具体的には、選択反応として、画面に呈示されたボールの位置(標的刺激)に従って、できるだけ素早く対応するコースに反応することを打者に要求する。この際、標的刺激の前に、インコース、ある

いはアウトコースに投球を行う投手の映像を挿入する。仮に打者が投球動作から潜在的に投球コースを予測できていた場合、投球映像のコースとボール刺激の位置が一致していない条件では、一致する条件に比べ、ターゲット刺激に対する選択反応時間は遅延するものと思われる。一方、打者が潜在的に投球コースを予測できていない場合、適合性効果は認められず、一致・不一致条件の反応時間は同程度になると考えられる。つまり、一致・不一致条件の差分反応時間は、打者の潜在的な予測能力の指標になり得る。これと類似した方法を用いた村川ほか(2020)の研究でも、競技レベルの高い者ほど、先行する潜在情報が後続する反応に影響することが示されている。

以上から、本研究では反応競合課題を利用した野球打者の予測能力の評価方法が有用であるかについて検討することを目的とした。この目的を達成するために、本研究では以下に示す3つの観点から検証する。まず、遮蔽時間の減少に伴う差分反応時間の変化を検証する。予測に関する先行研究では、時間的遮蔽時間が短くなる(遮蔽前の情報が増える)ほど、予測精度が高まることが報告されている(e.g., Farrow et al., 2003; Paul and Glencross, 1996)。そのため、差分反応時間が予測能力を適切に評価できているのであれば、遮蔽時間が短くなるほど、差分反応時間は増大するはずである。逆に、単純な反応の遅速を評価しているだけであれば、差分反応時間は遮蔽時間に関係なく一定になるものと思われる。

次に、差分反応時間と予測正答数の相関を検証する。仮に上述の検証によって予測能力を評価できていることが明らかになったとしても、差分反応時間が、従来の予測能力評価(回顧的な回答)と全く同じ能力を測定しているのであれば反応競合課題の有用性は無い。よって、差分反応時間と回顧的な回答で得られた予測正答数の相関を検討し、両者が異なる能力を評価していたかどうかを検証する。仮に、異なる能力を測定できているのであれば、両者に相関は認められず、同じ能力を

測定しているのであれば強い正の相関が認められることになる。

最後に、予測能力変数（差分反応時間と予測正答数）とシーズン打撃成績との相関を検証する。前述した通り、従来の予測評価方法によって現実場面のパフォーマンスを予測できるとする研究（Morris-Binelli et al., 2018; Müller and Fadde, 2016）、あるいは予測できないとする研究がある（Hadlow et al., 2018; van Maarseveen et al., 2018）。よって本研究で測定した予測変数が現実場面のパフォーマンスを予測できるかどうかについて検証することで、反応競合課題の差分反応時間の有用性を検討する。仮に、打撃能力を予測できるのであれば、差分反応時間が大きい者ほど打撃成績が高くなるといった正の相関が認められ、打撃能力を予測できないのであれば、相関は認められないことになる。

II. 方法

1. 実験参加者

実験参加者は、男子大学野球部員7名（平均年齢 21.1 ± 1.3 歳、平均競技歴 11.4 ± 1.4 年）とした。本研究では、予測能力と打撃成績との関連を検討

するため、1つの大学の野球部部員を対象とした。その理由として、同じチームに所属する打者間の比較は、異なるチームに所属する打者間での比較に比べ、対戦投手の違いによる打撃成績への影響が最小化されるためである。また、オープン戦を含め試合で100打席以上の実績がある者を選定基準とした。その理由は、予測能力と打撃成績の相関を検討した先行研究において、100打席以上が成績の信頼性の一つの基準になっているためである（Morris-Binelli et al., 2018）。実験参加者には事前に実験内容の説明を行い、実験参加の同意を得た。なお本実験のプロトコールは鹿屋体育大学倫理審査委員会の手承を得たものである（第11-2号）。

2. 実験課題

実験課題は、反応刺激（イラストのボール）の空間位置（インコースかアウトコース）に応じてできるだけ素早く正確にボタンを押す選択反応課題であった（図1の反応刺激部分）。反応刺激の呈示前には、投手の投球動作開始から5つの異なる動作局面で遮蔽される映像を挿入した。投球映像は、インコースかアウトコースに投球する映像と

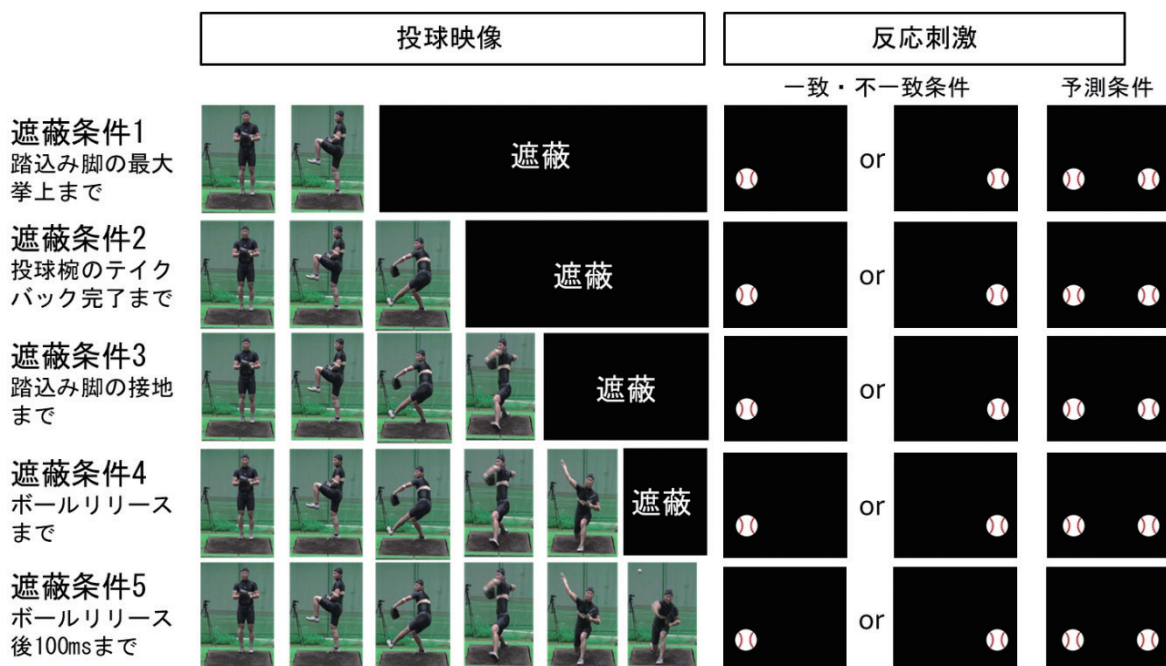


図1 反応競合課題で使用した投球映像の時間的遮蔽位置および反応刺激

した。これにより、反応刺激と投球映像の組み合わせは、反応刺激と投球映像のコースが同じ一致条件、異なる不一致条件の2条件となる。

さらに、各遮蔽条件での予測の正確性を測定するために、反応刺激がインコースとアウトコースの両方に呈示される予測条件を設けた(図1)。この条件では、従来の予測研究と同様に参加者は投球映像から予測したコースのボタンを押すことが求められた。回答は反応刺激の呈示後に行われた。

3. 投球映像の作成

投球映像のモデルは大学野球投手1名(右投げ、オーバースロー、20歳、競技歴12年)とした。モデルには通常の投球練習と同じように捕手のミットにめがけて50球の投球を行わせた。投球コースは捕手がランダムにミットを構えることで指定した。投球映像はキャッチャー後方に置かれたデジタルビデオカメラ(SONY社製、HDR-CX560V)によって撮影し、ボールの到達位置はドップラー式のレーダー(Trackman社製、Trackman Baseball)を用いて記録した。撮影した50球の内、狙い通りインコースとアウトコースのストライクゾーンを通過したものを5球ずつ選択した。ストライクゾーンに関して、垂直方向は、実験参加者の平均身長171.5cmに基づき、地面から高さ40~105cmの間、水平方向は、ベースの中央から左右21.589cm(ホームベースのサイズ)以内とした。

上記の映像を用いて、従来の予測研究と同様に時間的遮蔽映像を作成した。遮蔽は、投球開始から1) ワインドアップ期(踏込み脚の最大挙上時)まで、2) テイクバック期(投球腕のテイクバック完了時)まで、3) コッキング期(踏込み脚接地時)まで、4) 加速期(ボールリリース時)まで、5) 減速期(ボールリリース後100 msec時)までの5条件とした(図3)。以上により、投球映像10球(インコース5球、アウトコース5球)と遮蔽条件(5条件)を組み合わせることで50試行の映像を作成した。

4. 実験装置及び刺激の作成

投球映像と反応刺激の呈示には65インチのプラズマディスプレイ(TH65PB2J: パナソニック製)を用いた。参加者のボタン押し反応には、デスクトップコンピューターにUSBで接続されたキーボードのFキー(インコース)とJキー(アウトコース)を使用した。反応刺激の呈示タイミングは、投球映像の投手がボールをリリースして160 msec後(打者が踏込み脚を着地する平均的な時間)とし、ボタン押し反応が生じた時点で消失させた。投球映像遮蔽後から反応刺激呈示まではブランク画像を挿入した。これらの投球映像と反応刺激の呈示タイミングの操作、および反応時間の取得には、心理学実験ソフトウェアE-Prime2.0を使用した。

5. 実験手続き

実験開始に先立ち、参加者に実際に使用する反応刺激および投球映像を呈示しながら課題の説明を行った。特に、一致・不一致条件では、投球映像で予測したコースではなく、反応刺激が呈示された位置に基づいて反応すること、反応刺激が両方のコースに呈示される予測条件では、投球映像の投球動作から予測したコースに応じて反応することを強調した。その後、数回の練習を行わせ、教示を理解していることを確認した上で実験を開始した。

本番試行は遮蔽条件ごとに行い、各反応条件(一致条件・不一致条件・予測条件)につき10試行、合計30試行を1セットとして実施した(合計150試行)。疲労による反応時間の遅延を防ぐため、15試行ごとに休憩を設けた。5つの遮蔽条件の実施順序は、参加者間でカウンターバランスした。また、15試行に含まれる一致、不一致、予測条件は、ランダムに呈示した。なお、練習試行および本番試行において、正解に関するフィードバックは与えなかった。実験時は常にキーボードのボタンに左右の人差し指を置いた状態で反応させた。

6. 測定項目およびデータ分析

一致条件と不一致条に関して、反応刺激の呈示からボタン押しまでの時間を選択反応時間として記録し、それぞれの平均値（一致反応時間、不一致反応時間）を求めた。誤った反応（不一致条件で刺激と同じ位置のボタンを押すなど）は、反応時間の分析から除外した。誤反応の数は各参加者5試行以下（100試行中）であった。一致・不一致反応時間の差分値（不一致時間－一致反応時間）を差分反応時間として求めた。差分反応時間が正の値を示す場合、参加者は一致条件よりも不一致条件で反応時間が遅延していること（適合性効果）を示し、投球動作情報からの予測の影響を受けたことを示す。一方、予測が正確にできていない場合、差分反応時間は0付近になる。また、予測条件では、投球映像の投球コースを正しく予測できた正答数を求めた。この値は、意識化できる予測内容の精度を反映している。

打撃パフォーマンスの指標として、予測能力と打撃成績の関係を調査した先行研究（Morris-Binelli et al., 2018; Müller and Fadde, 2016）を参考に打率を用いた。この値には、チームが記録している2年間のシーズンデータを用いた。

以上の予測能力変数（差分反応時間、正答数）と打撃能力変数（打率）に関して、まず、反応競合課題が予測能力を評価できているかを検証するために、各遮蔽条件間の予測能力変数を1要因分散分析によって比較した。多重比較には

Bonferroni法を用いた。次に、従来の予測評価（ボタン押しによる正答数）と本研究の予測評価（差分反応時間）は、異なる予測能力を評価しているかを検討するために、遮蔽条件ごとの正答数と差分反応時間の間でピアソンの積率相関係数を求めた。さらに、予測能力変数と打撃能力変数の関係を検討するために、遮蔽時間ごとにピアソンの積率相関係数を求めた。なお、統計解析には統計解析ソフト（SPSS社製、SPSS for Windows ver.22）を用い、有意水準を5%未満とした。

Ⅲ. 結果

図2に、各個人の一致・不一致条件時の差分反応時間と予測条件時の正答数を示した。いずれもリリース時で投球映像が遮蔽された遮蔽条件4以降において、差分反応時間の増大、予測条件の正答数の増加が認められる。1要因分散分析を行ったところ、差分反応時間に関して、遮蔽条件間に有意な差が認められ（ $F(4, 24) = 5.73, p < .05, \eta^2 = .48$ ）、多重比較を行ったところ、遮蔽条件2と5の間のみ有意な差が認められた（ $p < .05$ ）。正答数に関しても同様に遮蔽条件間に有意な差が認められ（ $F(4, 24) = 8.86, p < .05, \eta^2 = .60$ ）、多重比較の結果、遮蔽条件5の正答数が遮蔽条件1, 3, 4と比較して有意に高かった（ $p < .05$ ）。

次に、遮蔽条件ごとに、正答数と差分反応時間の相関を求めた（表1）。結果として、遮蔽条件1では正の高い相関係数が認められたが（ $p < .05$ ）、

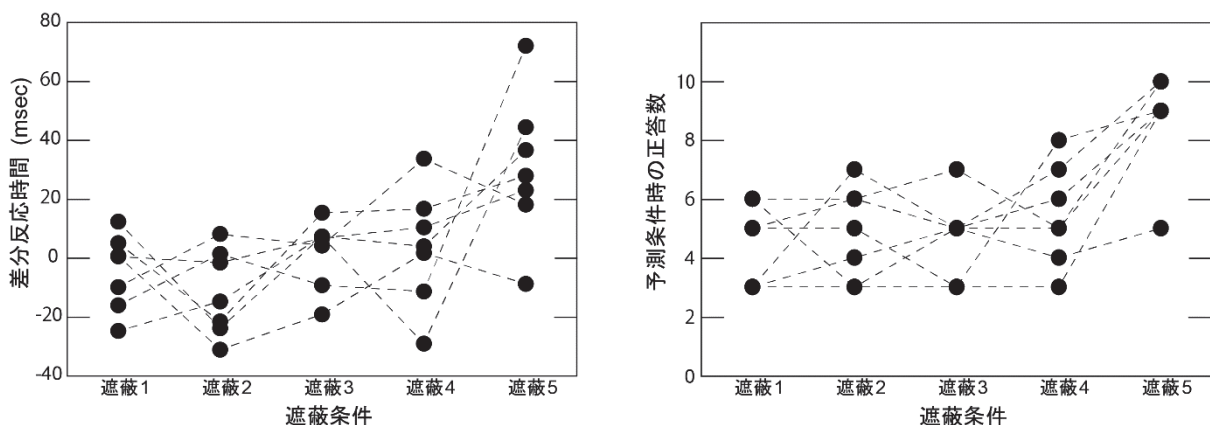


図2 一致・不一致条件の差分反応時間（左）と予測条件の予測正答数（右）

表1 各遮蔽条件における正答数と差分反応時間の相関 (* $p < .05$)

	遮蔽条件 1	遮蔽条件 2	遮蔽条件 3	遮蔽条件 4	遮蔽条件 5
<i>r</i>	0.89*	-0.38	0.60	0.27	-0.71
<i>p</i>	0.01	0.40	0.15	0.56	0.07

それ以外の遮蔽条件において、両者の間に有意な相関は認められなかった。

図3は、差分反応時間および正答数と打撃成績との相関を示したものである。有意な正の相関は、遮蔽条件2において差分反応時間と打率との間で認められたが ($p < .05$)、その他、正の有意な相関は認められなかった。

IV. 考察

本研究の目的は、反応競合課題を利用した予測の評価方法の有用性について検証することであった。このことに関して、1) 遮蔽時間の減少に伴う予測精度の変化、2) 正答数と差分反応時間の相関、3) 予測変数とシーズン打撃成績との相関から検証した。主要な結果として、遮蔽時間が最も短い遮蔽条件5において、その他の遮蔽条件よりも差分反応時間、正答数ともに最も高くなった(図2)。また、正答数と差分反応時間の相関は、遮蔽条件1を除いて認められなかった(表1)。さらに、差分反応時間は打率と正の相関関係にある傾向があり、遮蔽条件2では有意な相関が確認された(図3)。以上から、反応競合課題を利用した方法は、打者の予測能力を評価するために有用性があると思われる。

まず、反応競合課題によって予測能力を評価できていたかについて、遮蔽条件間で正答数および差分反応時間を比較した。一般的に予測研究では、遮蔽時間の短縮に伴って予測手がかりとなる情報量が増加するため、予測の精度も高くなることが示されている(e.g., Brenton et al., 2016; Farrow et al., 2003; Mann et al., 2010; Paul and Glencross, 1996)。これと一致して、本研究においても、遮蔽時間の短縮に伴い、予測の正答数は、平均値で4.43, 4.86, 4.71, 5.43, 8.71と概ね増大した(図

2)。このことは本研究の参加者が、投球動作情報(遮蔽条件1-4)や部分的なボール軌跡情報(遮蔽条件5)から、最終的なボール到達コースを予測するために重要な情報を顕在的に利用できたことを示唆する。重要な点として、差分反応時間も遮蔽条件1から5にかけて、平均値で-4.5 ms, -11.8 ms, 1.9 ms, 3.8 ms, 30.6 msと概ね増加の傾向を示した(図2)。差分反応時間は、全く投球情報から予測ができていない場合は低値を示すことになる。よって、遮蔽条件3以降に認められる正の値は、打者がコースを予測できていた可能性を示す。つまり、差分反応時間は予測能力の評価指標になり得ると考えられる。

ただし、有意な差が認められたのは、正答数においては遮蔽条件1, 3, 4と5の間、差分反応時間では遮蔽条件2と5の間のみであった。このことは、本研究に参加した打者の予測能力が高くなかった可能性がある。熟練打者の予測の特徴の一つは相手動作に基づく予測である(e.g., Ida et al., 2010a, b)。例えば、Müller et al. (2006)の研究では、熟練打者は、ボールリリース前の動作情報からボール位置を予測できるが、未熟練打者は、ボールリリース後まで予測ができないことを報告している(同様に, Abernethy and Zawi, 2007; Loffing et al., 2012)。よって、より高いレベルの打者を参加者とした場合、遮蔽条件間の差はより顕著になるものと思われる。

次に、正答数に反映される予測能力と差分反応時間に反映される予測能力は、異なる予測能力を評価できていたかを検証するために両者の相関について検討した(表1)。結果として、遮蔽条件1において正の相関が認められたが、その他の遮蔽条件では相関は認められなかった。上述の通り、遮蔽条件1では、予測正答数もチャンスレベル程

度, 差分反応時間も0付近であることから, 予測そのものはまだ成立していなかったと考えられる。よって, この相関は, 2つの予測能力の指標が同一のものを反映していることを示す証拠ではないと考えられる。

このような結果の可能性として反応バイアスの影響が考えられる。野球の打者は事前に特定の球種にバイアスをかけて打撃を行っていることが明らかにされている (Cañal-Bruland et al., 2015)。例えば, 打者が最初からインコースに反応バイアスをかけていた場合, 呈示映像がインコースであれば, 正答数と差分反応時間は増大する。一方, 呈示映像がアウトコースであれば, 正答数も減少し差分反応時間も減少する。この場合, 相関はかなり強くなると予想され, 実際に, $r = .89$ であった。このことから, 遮蔽条件1に認めれた相関は, 同一指標の測定を反映していたというよりは, 全く予測手がかりが無い状態における反応バイアスを反映していたと考えられる。逆に言えば, 相関が認められない遮蔽条件2以降では, 打者は正答数, 差分反応時間に顕著な予測の証拠は認められないが, 反応バイアスのみで回答するよりは, 予測に基づいて回答していた可能性を示唆する。この点については, 信号検出理論 (Green and Swets, 1966) によって反応バイアスを評価するなどの方法が必要であるが (Gray, 2010; 菊政・國部, 2018), いずれにしても, 従来の方法で評価される予測指標と反応競合課題で評価される予測は異なる側面を反映していると考えられる。

次に, 予測能力指標と打撃能力指標の相関について検討した。結果として, 先行研究において報告されてきた予測の正確性と打率の間の有意な相関は (Morris-Binelli et al., 2018; Müller and Fadde, 2016), どの遮蔽条件においても認められず, またその傾向も認められなかった (図3)。この原因として, 先行研究と本研究での予測内容の違いが影響した可能性が考えられる。Morris-Binelli et al. (2018) では, 3つの球種と4つのコースを予測することが求められているのに対し, 本研究では

2つのコースのみの予測であった。この場合, 前者の方が予測が困難になるため, 技能レベルの差が顕著に反映され, 打撃成績との関係が明確になると思われる。一方, 本研究では予測する内容が単純すぎたため, 技能レベルが適切に反映できず, 相関が認められなかった可能性がある。よって, 打者の予測を評価する場合は, より複雑な予測課題にする方が技能レベルの差を明確にできると考えられる。

一方, 興味深いことに, 差分反応時間では, 遮蔽条件2の比較的早期で有意な正の相関が認められた。また遮蔽条件3から5においても正のトレンドが認められる (図3)。このことから, 差分反応時間の方が打撃に貢献する予測能力を評価できているものと考えられる。本研究で測定した差分反応時間は, 標的刺激への反応に予測情報が影響した程度を表している。また, 参加者はできるだけ素早く標的刺激に反応することが求められたため, 差分反応時間の増大は, 潜在的な処理の影響であると考えられる。近年, 村川ほか (2020) は, 優れた意思決定が可能なサッカー選手ほど, 潜在的に情報を処理し, 意思決定を行っている可能性を示している。このことから, 野球の打撃予測においても, 潜在的な情報に基づく予測が重要であると考えられる (田中ほか, 2010; 2013)。ただし, 本研究では打者が潜在的なレベルで予測を行っていたかどうかについて直接検証していない。よって, この点について更なる検証が必要であるが, 少なくとも予測の正確性だけで予測能力を評価するよりも, 差分反応時間も同時に評価した方がわずかな予測能力の差をスケールでき, 打撃能力を強く説明できると思われる。

以上のように, 反応競合課題における差分反応時間は, 予測能力の評価に有用性があるように思われる。これまでも予測能力の評価方法について, 映像の種類 (福原ほか, 2009), 遮蔽方法 (Farrow et al., 2005), 実場面での計測 (Mann et al., 2010), バーチャルリアリティの利用 (福原ほか, 2020), あるいは知覚-運動結合の程度 (Farrow

and Abernethy, 2003; Mann et al., 2010) など様々な観点から検討されてきた。このような研究から、より実践場面に近い状況での予測評価が適切であることが指摘されている (Hadlow et al., 2018; Renshaw et al., 2019)。一方で、これらの評価方法は実践現場で簡便に利用するのを難しくさせるというデメリットもある。例えば, Mann et al. (2010) が使用したスイング反応は、予測内容の回答の意識化させない一つの方法で実践場面に近い状況ではあるが、回答と正答の比較にスイング位置を分析する必要があるなど、簡便に測定する方法としては適当でない。一方、本研究で検討した評価方法は、パソコンのみで測定可能であり、結果も自動的に処理されることに加え、従来の方法よりも打撃成績を説明可能な予測能力を評価できる可能性がある。このような簡便な方法は、大量データを収集することが可能であり、予測能力の標準化にもつながるなどメリットが大きいものと思われる。よって、今後さらに、予測メカニズムなども考慮した妥当かつ簡便な評価方法の検討が望まれる。特に、本研究で用いた課題がジュニアからプロまでの様々なレベルの打者に対応できるかの検証は標準化を目指す上で喫緊の課題と考えられる。これに基づき、課題の難易度（遮蔽時間や刺激の数）を調整することで、幅広いレベルを対象にできる妥当な評価方法となるだろう。

V. 参考文献

- 1) Abernethy, B., and Zawi, K. (2007) Pickup of essential kinematics underpins expert perception of movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 39: 353-367.
- 2) Brenton, J., Müller S., and Mansingh, A. (2016) Discrimination of visual anticipation in skilled cricket batsmen. *Journal of Applied Sport Psychology*, 28: 483-488.
- 3) Burroughs, W. A. (1984) Visual simulation training of baseball batters. *International Journal of Sport Psychology*, 15: 117-126.
- 4) Cañal-Bruland, R., Filius, M. A., Oudejans, R. R. (2015) Sitting on a fastball. *Journal of Motor Behavior*, 47: 267-270.
- 5) Chen, Y. H., Lee, P. H., Lu, Y. W., Huang, S. K., and Yen, N. S. (2017) Contributions of perceptual and motor experience of an observed action to anticipating its result. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 43(2): 307-316.
- 6) Eriksen, B. A., and Eriksen, C. W. (1974) Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16: 143-149.
- 7) Eriksen, C. W., and Schultz, D. W. (1979) Information processing in visual search: A continuous flow conception and experimental results. *Perception & Psychophysics*, 25: 249-263.
- 8) Farrow, D., Abernethy, B., Jackson, R. C. (2005) Probing expert anticipation with the temporal occlusion paradigm: experimental investigations of some methodological issues. *Motor Control*, 9 (3): 332-351.
- 9) Farrow, D., and Abernethy, B. (2003) Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, 32(9): 1127-1139.
- 10) 福原和伸・井田博史・石井源信 (2009) コンピュータ・グラフィックス (CG) の身体モデル表示によるテニスサーブの予測判断. *スポーツ心理学研究*, 36(2): 115-125.
- 11) 福原和伸・中本浩揮・樋口貴広 (2020) 視覚運動制御研究におけるバーチャルリアリティ技術の活用. *体育の科学*, 70: 184-189.
- 12) Gratton, G., Coles, M. G. H., Sirevaag, E. J., Eriksen, C. W., and Donchin, E. (1988) Pre- and poststimulus activation of response channels: A psychophysiological analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and*

- Performance, 14: 331-344.
- 13) Ghinescu, R., Schachtman, T. R., Stadler, M. A., Fabiani, M., and Gratton, G. (2010) Strategic behavior without awareness? Effects of implicit learning in the Eriksen flanker paradigm. *Memory & Cognition*, 38: 197-205.
 - 14) Gray, R. (2010) Expert baseball batters have greater sensitivity in making swing decisions. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 81: 373-378.
 - 15) Green, D. M. and Swets, J. A. (1966) Signal detection theory and psychophysics. Wiley
 - 16) Hadlow, S. M., Panchuk, D., Mann, D. L., Portus, M. R., Abernethy, B. (2018) Modified perceptual training in sport: A new classification framework. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(9): 950-958.
 - 17) Ida, H., Fukuhara, K., Sawada, M., and Ishii, M. (2011a) Quantitative relation between server motion and receiver anticipation in tennis: implications of responses to computer-simulated motions. *Perception*, 40: 1221-1236.
 - 18) Ida, H., Fukuhara, K., Kusubori, S., and Ishii, M. (2011b) A study of kinematic cues and anticipatory performance in tennis using computational manipulation and computer graphics. *Behavior Research Methods*, 43: 781-790.
 - 19) 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予測に関する時間的遮蔽を用いた検討. *体育学研究*, 63: 685-694.
 - 20) Loffing, F., Schorer, J., Hagemann, N., and Baker, J. (2012) On the advantage of being left-handed in volleyball: further evidence of the specificity of skilled visual perception. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74: 446-453.
 - 21) Mann, D. L., Abernethy, B., and Farrow, D. (2010) Action specificity increases anticipatory performance and the expert advantage in natural interceptive tasks. *Acta Psychologica*, 135(1): 17-23.
 - 22) Mann, D. L., Abernethy, B., Farrow, D., Davis, M., Spratford, W. (2010) An event-related visual occlusion method for examining anticipatory skill in natural interceptive tasks. *Behavior Research Methods*, 42(2): 556-562.
 - 23) Masters, R. S. W., vander Kamp, J., and Jackson, R. C. (2007) Imperceptibly off-center goalkeepers influence penalty-kick direction in soccer. *Psychological Science*. 18: 222-223.
 - 24) Morris-Binelli, K., Müller, S., and Fadde, P. (2018). Use of pitcher game footage to measure visual anticipation and its relationship to baseball batting statistics. *Journal of Motor Learning and Development*, 6(2): 197-208.
 - 25) Müller, S., Abernethy, B., and Farrow, D. (2006) How do world-class cricket batsmen anticipate a bowler's intention?, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(12): 2162-2186.
 - 26) 村川大輔・幾留沙智・小笠希将・高井洋平・森司朗・中本浩揮 (2020) サッカー選手における意思決定能力と潜在的パターン知覚の関係. *スポーツ心理学研究 (早期公開)*.
 - 27) Müller, S., and Fadde, P. J. (2016) The relationship between visual anticipation and baseball batting game statistics. *Journal of Applied Sport Psychology*, 28: 49-61.
 - 28) Renshaw, I., Davids, K., Araújo, D., Lucas, A., Roberts, W. M., Newcombe, D. J., and Franks, B. (2019) Evaluating Weaknesses of “PerceptualCognitive Training” and “Brain Training” Methods in Sport: An Ecological Dynamics Critique. *Frontier in Psychology*, 9: 2468.
 - 29) Shim, J., Carlton, L. G., Chow, J. W., and Chae, W. S. (2005) The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of Motor*

Behavior, 37: 164-175.

- 30) 田中ゆふ・関矢寛史 (2010) 投球予測における顕在的・潜在的知覚トレーニングの効果。体育学研究, 55(2) : 499-511.
- 31) 田中ゆふ・関矢寛史・田中美吏 (2013) 投球動作前の確率情報を伴う球種予測に顕在的・潜在的知覚トレーニングが及ぼす影響。スポーツ心理学研究, 40 : 109-124.
- 32) van Maarseveen, M. J. J., Oudejans, R. R. D., Mann, D. L., Savelsbergh, G. J. P. (2018) Perceptual-cognitive skill and the in situ performance of soccer players. Quarterly Journal of Experimental Psychology (Hove), 71(2): 455-470.