

2017年度 森泰吉郎記念研究振興基金 研究助成金
研究者育成費 博士課程 研究成果報告書

研究課題名 少年期における視覚運動系機能と脳機能の発達調査
～野球のバッティングスキルの向上を題材として～
所属・氏名 政策・メディア研究科 後期博士課程1年 伊藤尚司

1. 研究の背景と目的

現状の少年野球指導は、指導者の経験論を軸とした反復練習が多く、脳の視覚運動系の情報処理機構に関する知見を取り入れた指導方法及びトレーニングは確立していないと認識する。ゴールデンエイジと呼ばれる神経系が成長発達する3歳から12歳の間のトレーニングにおいて、効果的な脳へのアプローチで視覚運動系の発達を促すトレーニングをこの時期に取り入れる事ができればバッティングスキルを更に向上させられるのではないかと考える。

現在の少年野球界において初速130 km/hを超える速球をクリーンヒットしてしまう小学生がいる。投手からホームベースまでの距離が少年野球では16 mであるので、ボールが投げられてから打撃点に到達するまでわずか約0.4秒となる。高校野球以上の距離である18.44 mの場合、同じ時間を要する投球は、初速約150 km/hの速球に相当する。

スイング動作自体に0.2秒程度要すること (Gray, 2002)、及びヒトの単純反応時間が約0.2秒であることを考慮すると、打つか打たないか、投球がいつどこに到達するのかの判断を、意識的に行う時間はほぼ残されていない。少年期の骨格や筋強度が未発達な段階でのハイパフォーマンスは高い筋出力やスピードが主要因とは考えられない。すなわち、小学生の脳において既に、潜在的かつ素早い視覚運動系の情報処理能力が発達していることが推測される。しかし、少年期の視覚認知機能、特に瞬時かつ不随意に処理される潜在的情報処理系の発達過程は明らかになっていない。

2. 研究内容と方法

実験1：各種体力測定の実施

【野球基本スキルの測定と体力の測定】

スイングスピード・遠投などの野球の基礎となるスキルの測定を実施する。

また、シャトルラン・握力などの各種体力測定をすることで筋出力やスピードとの関係性を調査する。

実験 2：心理物理実験による視覚運動制御機能の計測

【各種反応時間の計測】

これは単なる動体視力の計測ではなく、認知した動体への反応行動に関する調査であり、動体への認知の調査ではない。

野球の熟達者の反応時間について、単純反応時間では非熟達者と差がなく、野球の打撃を模した刺激弁別課題における Go/Nogo 選択反応時間において競技レベルに応じた差異が観察されることが報告されている (Kida, Oda, & Matsumura, 2005)。また、生成しようとした運動を未然に抑制するために要する時間 (Stop-signal reaction time: SSRT) はサッカーの熟練者において短縮することが報告されているが (Verburgh, Scherder, van Lange, & Oosterlaan, 2014)、野球の打撃のような、極めて短時間でタイミングの調節を要求される競技の選手において、どのような適応が生じているかは報告されていない。しかし、タイミング一致課題を遂行中に運動の抑制を示唆する脳活動を観察した報告があることから (Nakamoto & Mori, 2012)、運動を抑制する機能が、野球熟練者において発達している可能性は十分にあると推測する。

以上より、単純反応時間、選択反応時間、SSRT 等の各種反応時間を計測することで、野球選手の視覚運動制御機能の発達を定量的に評価するための指標をつくることにつながると考える。

【潜在的な腕運動修正応答の計測】

投手は打者に打たせないために様々な球種を様々なコースに投げ分け、打者はそれに対して極めて短い時間で時空間的な予測をし、スイングする位置と時間を調整する。その予測は不確実なものとなり、スイング中に常に繊細な修正が必要になることが推測される。

ある物に手を伸ばしている最中に、その物が突如動いたとき我々はそれに対応して腕の軌道を修正することができる。この修正応答の初期成分には、無自覚で通常の単純反応時間より短い時間で生じる自動的な追従反応 (automatic pilot) が含まれていることが知られている (Abekawa, Inui, & Gomi, 2014)。

しかし、野球熟練者などの高度な視覚運動制御能力を有する者において、このような不随意的修正応答に一般健常者と異なる適応が見られるかは不明である。

そのため、本計測においては、腕到達運動中の automatic pilot の応答をハイレベルな小学生と一般的な小学生において計測し、統計的に優位な差が見られるかを検討する。

【潜在的な眼球運動修正応答の計測】

前項で述べた不随意的腕運動修正応答に伴い、眼球も動いた物に対して追従することが知られている。腕の応答と眼球の応答は異なる制御機構を有していることが示唆され

ているため(Abekawa et al., 2014)、眼球運動の制御機構の発達には腕運動の制御機構の発達と異なる過程を経る可能性がある。

そのため、眼球運動計測装置（EMR-9、ナックイメージテクノロジー社製）を用いて、前項と同様の課題遂行中の眼球運動を計測する。

実験 3：ハイパフォーマーの脳画像研究

実験 2 において、各被験者群の視覚運動制御能力の差異が観察された場合、MRI を用いて、ハイレベルなバッティングスキルを要する小学生に特異的な脳構造または脳機能の違いを調べる。今回の撮影は競技ハイレベル選手と一般的な選手、球技未経験者の 3 群において 9 歳～12 歳の小学生に絞って測定する。今後は今回の結果を踏まえて年齢層の拡大と競技レベルを細分化し差異が発生する時期も特定する。MRI 用の装置は東京大学大学院総合文化研究科が有するもの（SIEMENS 社製 3T-MRI 装置 MAGNETOM Prisma)を用いる。

研究自体は前述の通り、実験 2（視覚運動系調査）を実施した後に実験 3（MRI 撮影）といった流れで実施する。被験者探索、確保の都合上、実験 2 と 3 については同一被験者に対して 2 から 3 と手順を踏むが、被験者が見つかった時点で実験を随時実施するので、複数の被験者が確保できた場合は、ほぼ同時進行となる。

実験 2 については腕運動、眼球運動の計測と同時に心理的な要因や性格・緊張度も考慮して、競技者レベル、年齢だけではなく、環境も変えながら計測をする。

実験 3 についての特記事項は無いが、実験 2 及び 3 に共通して課題となるのはハイパフォーマンス被験者の探索、確保であるが、現在プロジェクトで協力を得られているプロ野球ジュニアトーナメント参加選手を対象に被験者確保を展開する。

研究は、競技トップレベルと一般の小学生野球選手、球技未経験小学生の 3 群を対象とし、大きく分けて 3 つの実験を行う。まず実験 1～2 では、体力測定と視覚運動系の機能を計測するために、実験室において複数の心理物理実験を行う。実験 2 において有意な差が観察された場合、実験 3 において、実験 2 で観察された差を説明しうる脳の構造的・機能的差異を、核磁気共鳴画像法（MRI）によって探索的に計測する。以上の 3 つの実験により、少年期におけるハイパフォーマンス選手の視覚運動制御機能と、それに伴う脳機能・脳構造の発達過程を横断的に解析する。

3. 進捗状況（成果）と今後

(1) ハイパフォーマンス選手のデータ取得の為に平成 29 年 12 月に開催されたプロ野球 12 球団のジュニアトーナメントにて調査を実施した。

(2) 埼玉県少年野球チームにおいて選手の体力測定を実施、90 名全選手の計測を行

う為に継続して調査中。

(3) 東京大学大学院総合文化研究科が有する核磁気共鳴画像法 (MRI) (SIEMENS 社製 3T-MRI 装置 MAGNETOM Prisma)を用いて 3 名の脳構造、脳機能を調査した。

(4) 今後については上記データ調査の結果解析を進めるとともに更に被験者を増やし、実験 2・3 について積極的に取り組んで行きたい。

4. 謝辞

上記調査がスムーズに開始できたことは森泰吉郎記念研究振興基金の研究助成金によるものと深く感謝申し上げるとともに今後の研究に取り組んで行きたい。