

ソフトボールの競技能力を反映した視覚関連能力評価の提案

山田 恵里¹⁾ 鈴木 由香²⁾ 大田 穂³⁾

Eri Yamada¹, Yuka Suzuki², Minori Ota³: Evaluation of vision-related ability reflecting softball performance

和文抄録：

トップレベルのソフトボール選手、特に打者は、その競技特性から優れた視覚関連能力を有していると考えられる。また、競技能力が反映されたそれらの能力を評価するためには、ランドルト環や数字を用いた刺激では十分な評価ができないことも報告されている。そこで、本研究はトップレベルのソフトボール選手の視覚関連能力を評価すること、ソフトボールの競技能力を反映した新しい簡便な視覚関連能力の評価法を提案することを目的とした。トップレベルの女子ソフトボール選手を対象に、さまざまな視覚関連能力の測定を実施し、打者成績との関係を検討した。その結果、投手の投球フォーム画像を識別するソフトボールに特化した200msでの超短期記憶の測定によって、トップレベルのソフトボール選手の競技能力を反映した視覚関連能力評価ができる可能性が示された。

Key words: Sports-vision, Visual short-term memory, Batter, Female players of company team

キーワード: スポーツビジョン, 超短期記憶, 打者, 女子実業団選手

1. 緒言

スポーツ、特に球技や対人競技では、多くの先行研究によって視機能やその関連能力の重要性が指摘されている。1988年にスポーツビジョン研究会が発足され、スポーツビジョンと総称される視覚関連能力が測定されるようになった。その成果として、競技者と非競技者間の差異 (Kudo et al., 2021; Uchida et al., 2012) だけでなく、競技レベルによる差異が存在すること (清水ほか, 2010; 増山, 2006; 井篁, 2004; 東根ほか, 2002; 村田・杉足, 2000; 齊藤ほか, 1997; 真下, 1995; 真下ほか, 1994; 石垣ほか, 1992)、競技によって重要となるスポーツビジョンが異なるこ

と (村上ほか, 2020) が報告されている。その中でも野球に関する報告は多く (石垣, 2016; Uchida et al., 2012; 村田・杉足, 2000; 真下, 1995; 石垣ほか, 1992)、特に打者は、投手のフォームや投げられたボールについての短時間の視覚情報から有益な情報を得ることで打撃を遂行していることから、投手以上に視覚関連能力が重要であると指摘されている (石垣, 2016)。

その一方で、プロ野球の一軍選手と二軍選手の静止視力と動体視力に差がないこと (Hoshina et al., 2013; 中山, 2011) も報告されており、スポーツビジョンの測定のみによるトップレベル選手間の差異の判別には限界があることも伺える。競技者の能力は視機能以外の多くの要素から成り立っ

1) 株式会社デンソー 女子ソフトボール部

〒446-8511 愛知県安城市里町長根2-1

2) 株式会社日立製作所 日立ソフトボール部

〒244-0817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

3) 順天堂大学スポーツ健康科学部

〒270-1695 千葉県印西市平賀学園台1-1

1. DENSO Women's Softball Team

2-1 Nagane, Sato-cho, Anjo, Aichi 446-8511, Japan

2. Hitachi, Ltd. Hitachi Softball Club

292 Yoshida-cho, Totuka, Yokohama, Kanagawa 244-0817, Japan

3. Juntendo University, Faculty of Health & Sports Science

1-1 Hirakagakuendai, Inzai, Chiba 270-1695, Japan

ていることから、スポーツビジョン検査で得られた結果だけで、競技者の能力を評価することには慎重でなければならないとの指摘（枝川, 2004b）や、スポーツビジョンの測定方法におけるさまざまな問題点も指摘されている（多々良・前田, 2020；森・三好, 2013；河村・吉儀, 2004；枝川, 2004a）。例えば、左右方向動体視力（DVA）の測定では、検査中の固視状態に規定がなく、視線の向け方の違いによって特に競技者で結果が異なっていたことが報告されている（Uchida et al., 2012）。さらに近年、ソフトボールや野球の例ではないが、森・三好（2013）は、空手選手の反応時間やラグビー選手のフェイントへの反応についての研究成果を挙げながら、スポーツ選手の専門的知覚の働きが発揮されるのは競技場面、あるいはそれに類似した実験場面であると指摘している。また、多々良・前田（2020）は、野球選手における視覚関連能力と競技力との関係を検討した複数の先行研究で異なる結果が得られていることを挙げながら、スポーツと視機能やその関連能力との関係性を検討するためには実際のスポーツ場面に即した状況で行うことが重要であり、そのための新たな検査の開発も必要であると述べている。

ソフトボールは野球と同じベースボール型競技であるが、投捕間や塁間の長さ、グラウンドの狭さから、野球以上のスピード感が魅力の競技である。女子選手であってもトップレベルの投手では、13.11mの投捕間距離から大きく前方へステップをして110km/h程度の速球を投じるため、そのボールが打者の手元に届くまでに要する時間は400ms以下である。この時間的制約に加え、緩急やさまざまな変化球、コースへの投げ分けなどを用いて打者を翻弄することから、ソフトボールはレベルが高くなるほど「投高打低」と表現されることが多い。このような状況下にもありながらも、トップレベルの打者は、投手の投球フォームや投げられたボールについての視覚情報を得て、正確に打撃を遂行することができていることから、優れた視覚関連能力を有していると推測される。野球の例ではあるが、Kishita et al.（2020）はプロ野球の一軍打者と二軍打者の実打時の視線を分析

し、一軍の打者の方が長くボールを追従し、ボールと視線の誤差が小さかった結果より、優れた打者は視覚情報の取得により多くの時間を費やしていたと報告している。ソフトボールにおいても、視覚関連能力が優れた打者を判別する要因の1つであると推測されるが、これまでにソフトボール選手の視覚関連能力はほとんど検討されていない。また、ソフトボールにおける競技能力を反映した視覚関連能力を評価するには、競技場面を反映した刺激や状況が必要であること（多々良・前田, 2020；森・三好, 2013）から、現行のスポーツビジョン測定では不十分であり、ソフトボールの競技場面を踏まえた新たな評価法が必要であると推測される。かつ、汎用性を確保するためには、特殊な実験環境や高価な実験機材を用いずに評価できることが望まれる。

以上の背景を踏まえ、本研究はトップレベルのソフトボール選手の視覚関連能力を評価すること、ソフトボールの競技能力を反映した新しい簡便な視覚関連能力の評価法を提案することを目的とした。

II. 方法

対象者は、トップリーグに所属する女子ソフトボール選手12名（年齢 24.3 ± 4.2 歳；身長 163.9 ± 5.3 cm；体重 64.8 ± 8.9 kg；競技歴 15.5 ± 3.6 年、全員野手）とした。日本におけるソフトボールのトップリーグは世界最高峰と称されるリーグであり、対象者全員が高い競技能力を有しており、日本代表選手も含まれた。測定を行うにあたり、対象者には本研究の目的、方法、測定参加への同意を得た。なお、本研究は順天堂大学スポーツ健康科学部研究等倫理審査委員会の承認を得た。

1. 打者関連能力の評価

1.1 試合における打者成績

日本女子ソフトボールリーグにおける2016シーズンと2017シーズンを対象とし、各対象者のIsoDとコンタクト率の偏差値の和を打者成績スコアと定義した。IsoDとは、Isolated Disciplineの

略称で、出塁率と打率の差と定義され、安打以外の出塁率を示すことから選球眼の指標とされている。また、コンタクト率とは、打席においてバットがボールに当たった数をスイング試行数で除した値であり、打者がバットをボールにコンタクトできた割合を指す。この打者成績スコアの上位6名を上位群、下位6名を下位群として群分けした。

1.2 反応時間

反応時間の評価として、光刺激に対する全身反応時間を測定した。対象者はマットスイッチ上に自然体で構え、LED点灯を認識した場合に即座にジャンプして反応するよう指示した。LED点灯から対象者の両足がマットスイッチから離れるまでの時間を測定した。測定を5回実施し、最長値と最短値を除いた3回の平均値 (ms) を測定値とした。

1.3 スイング速度

スイング速度の評価として、ティー台上に置かれたボールを打った際のスイング速度を測定した。測定にはスイングトレーサー (1GJMC00100, ミズノ社製) を用い、3スイング中の最大値 (km/h) を測定値とした。

2. 視覚関連能力の評価

2016シーズンおよび2017シーズンのオフシーズンに視覚関連能力の評価として、静止視力、動体視力、深視力、視野、超短期記憶を測定した。それぞれの測定方法は、先行研究 (河村・吉儀, 2004; 枝川, 2004a; 真下, 1997) を参考とし、下記の通りとした。

2.1 静止視力 (Static Visual Acuity : 以下, SVA)

SVAとは静止した目標を見る視力であり、視力検査器 (YLV-100A, ヤガミ社製) を用いて測定した。

2.2 動体視力

動体視力として、前後方向動体視力 (Kinetic visual acuity : 以下, KVA) と左右方向動体視力 (Dynamic visual acuity : 以下, DVA) を測定した。遠方から一定速度で近づいてくるように移動する目標を見る視力であるKVAは、前後方向動体視力計 (KV-100, ニデック社製) を用いて測定し、

左右方向に移動する目標を見る視力であるDVAは、横方向動体視力計 (HT-10, 興和社製) を用いて、時計回り (DVA) と反時計回り (反DVA) を測定した。

2.3 深視力 (Depth Perception : 以下, DP)

DPとは距離感を評価する指標であり、電動式深視力計 (AS-7JS1, 興和社製) を用いて測定した。

2.4 視野 (Visual Field : 以下, VF)

VFとは視野の広さを評価する指標であり、視野計 (RV-600, ヤガミ社製) を用いて、左右の視野の合計値を測定した。

2.5 超短期記憶 (Visual Short-Term Memory : 以下, VSTM)

VSTMとは一瞬のうちにいかに多くの情報を得ることができるかを評価する指標であり、下記の2つの条件 (ランドルト環条件, ソフトボール条件) で測定した。

ランドルト環条件では、コンピュータの画面内に4つのランドルト環を提示 (図1a) し、その中から向きが異なるものを1つ識別させ、その提示場所 (右上, 右下, 左上, 左下) とランドルト環の方向 (上, 下, 左, 右) を回答させた。提示される4つのランドルト環は4方向のうち2方向から構成した。画像の提示時間は400ms (以下, ラ環400条件) と200ms (以下, ラ環200条件) とした。条件ごとに5回実施し、正答数の割合 (%) を測定値とした。

ソフトボール条件では、コンピュータの画面内に投手のピッチング動作における4つの局面画像を提示 (図1b) し、その中から種類が異なるものを1つ識別させ、その提示場所 (右上, 右下, 左上, 左下) と画像の種類 (トップ, テイクバック, リリース) を回答させた。提示される4つの局面画像は、3種類のうち2種類の局面画像から構成した。画像の提示時間は400ms (以下, ソフト400条件) と200ms (以下, ソフト200条件) とした。条件ごとに5回実施し、正答数の割合 (%) を測定値とした。

なお、画像の提示時間は、ソフトボールにおいて投手がボールをリリースしてから打者の手元に届くまでの時間が約400msであること、大学女子

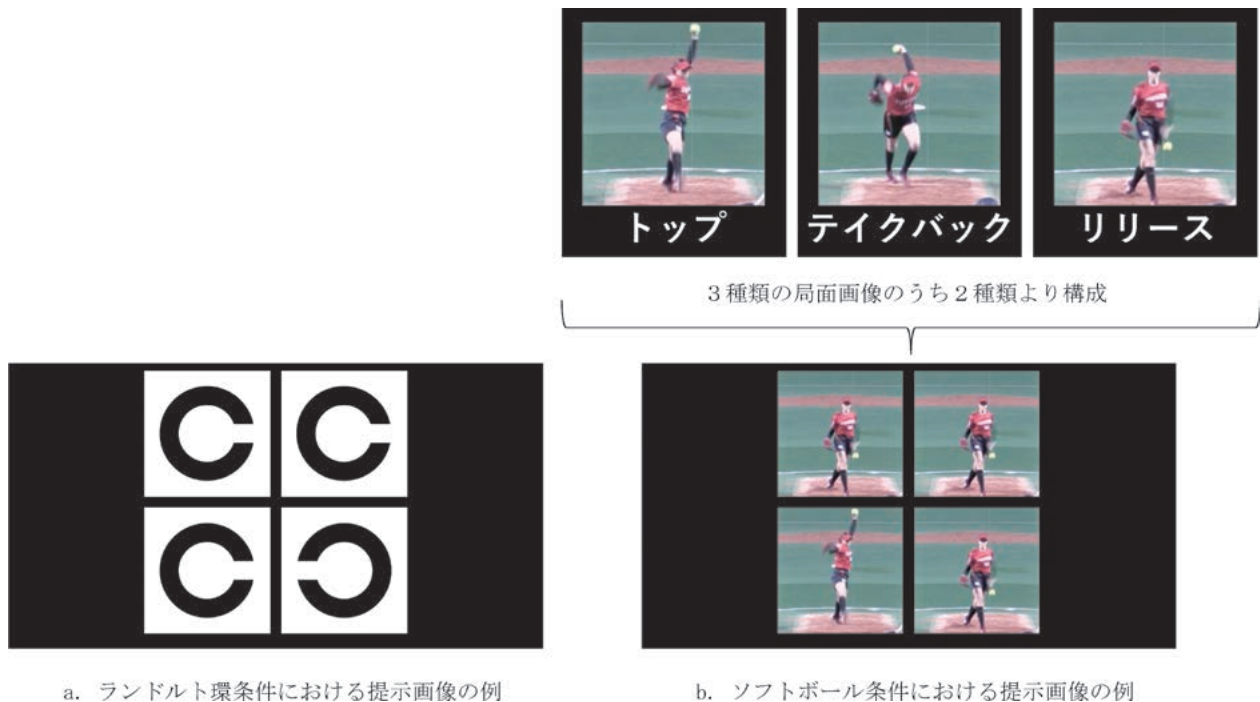


図1. VSTM測定における提示画像

ソフトボール選手のスイング開始からバットがボールにインパクトするまでの時間が約200msであり（嘉屋・熊野，2021），リリース後200msにはボールを見極める必要があることを踏まえて設定した。

3. 統計処理

各測定値は平均値±標準偏差で示した。本研究では対象者数が少なかったことからノンパラメトリック検定を用いた。上位群と下位群の測定値の差を比較するために、マンホイットニーのU検定を、打者成績スコアと各測定値の関係を検討するために、スピアマンの相関係数を算出した。全ての検定において、統計的有意水準は $\alpha = 0.05$ とした。なお、本研究における統計解析は、統計解析ソフトウェアSPSS Statistics Ver.24.0（IBM社製）を用いて処理した。

4. 用語の定義

本研究における「スポーツビジョン」，「視機能」，「視覚関連能力」は次のように用いた。まず，スポーツビジョンは先行研究（河村・吉儀，2004；真下，1997）で定義されている8項目（静止視力，前後方向動体視力，横方向動体視力，深

視力，コントラスト感度，眼球運動，瞬間視，眼と手の協応動作）を指す。それらの中でも，静止視力のように眼の機能のみで測定が完結するものを「視機能」と表記し，本研究における測定では，静止視力および視野が該当する。次に，測定の際に眼の機能以外の要素が含まれるものを「視覚関連能力」と表記した。例えば，深視力の測定では，固定された両側の棒と前後に動く中央の棒の3本が横一直線に並んだと判断した際に手でスイッチを押す。この測定は，タイミングを合わせて手でスイッチを押すため，厳密な意味では眼の機能のみを評価していない。本研究における測定では，動体視力，深視力，超短期記憶が「視覚関連能力」に該当する。

ただし，研究領域によって，用語の定義は異なることもある。これらの定義付けは本論において表現を統一するためであり，本研究における用語整理をする上でのものに限定する。

III. 結果

1. 上位群と下位群の基本的特性

上位群と下位群の特性を表1に示した。年齢，

身長、体重、競技歴それぞれの項目について群間に有意な差は認められなかった。

2. 上位群と下位群の打者関連能力

上位群と下位群の打者関連能力の結果を表2に示した。反応時間、スイング速度それぞれ群間に有意な差は認められなかった。なお、打者成績スコアは上位群 218.6 ± 27.9 、下位群 181.4 ± 14.6 で有意差が認められた。

3. 上位群と下位群の視覚関連能力

上位群と下位群の視覚関連能力の結果を表3に示した。SVA, KVA, DVA, 反DVA, DP, VF, VSTMのラ環400条件, ラ環200条件, ソフト400条件の測定値には、群間に有意な差は認められなかった。VSTMのソフト200条件は、上位群 82.2 ± 23.7 、下位群 45.6 ± 19.5 であり、上位群が下位群よりも有意に高い結果となった。なお、上位群では1名、下位群では2名がコンタクトレンズにより視力矯正をしていたが、全員が1.0以上であった。

4. 打者成績スコアと視覚関連能力

打者成績スコアとそれぞれの測定項目間の相関係数を表4に示した。SVA, KVA, DVA, 反DVA, DP, VF, VSTMのラ環400条件, ラ環200条件, ソフト400条件 (図2), 反応時間, スイング速度では有意な相関係数が得られなかったが、VSTMのソフト200条件でのみ有意な相関係数が認められた (図3)。

IV. 考察

1. トップレベルのソフトボール選手の視覚関連能力および打者関連能力

石垣 (1995) は、トップレベルの大学選手、社会人のアマチュア、プロ選手約300名のスポーツビジョン測定の結果よりスポーツビジョン評価基準(表5)を作成している。この評価基準に則って、本研究の対象者のSVA, KVA, DVA, DPを判定すると、概ね評価4から評価5の測定値に当てはまる。また、さまざまな競技者の視機能やスポーツビジョンを測定した先行研究 (Kudo et al., 2021; 村上ほか, 2020; 増山, 2006; 井篁, 2004; 河村・吉儀, 2004; 東根ほか, 2002) にお

表1. 上位群と下位群の基本的特性

	上位群 (n=6)	下位群 (n=6)	p値	効果量 <i>r</i>
年齢 (歳)	25.3 ± 4.9	24.2 ± 3.2	0.82	0.07
身長 (cm)	161.5 ± 3.7	165.3 ± 6.2	0.18	0.39
体重 (kg)	60.8 ± 7.9	65.4 ± 5.7	0.31	0.30
競技歴 (年)	16.7 ± 3.0	14.7 ± 4.3	0.24	0.35

表2. 上位群と下位群の打者関連能力

	上位群 (n=6)	下位群 (n=6)	p値	効果量 <i>r</i>
打者成績スコア	218.6 ± 27.9	> 181.4 ± 14.6	0.00	0.83
反応時間 (ms)	259.9 ± 18.2	254.6 ± 34.9	0.49	0.23
スイング速度 (km/h)	112.2 ± 6.3	118.2 ± 7.1	0.24	0.37

> : $p < 0.05$

表3. 上位群と下位群の視覚関連能力

	上位群 (n=6)	下位群 (n=6)	p値	効果量 <i>r</i>
SVA	1.28 ± 0.22	1.20 ± 0.26	0.70	0.14
KVA	0.93 ± 0.36	0.75 ± 0.29	0.39	0.28
DVA	41.1 ± 2.9	40.6 ± 6.1	1.00	0.05
反DVA	39.4 ± 4.1	39.9 ± 5.9	0.82	0.09
DP	7.1 ± 2.3	5.0 ± 3.0	0.09	0.51
VF	195.7 ± 6.2	188.3 ± 12.3	0.13	0.03
ラ環400条件	100.0 ± 0.0	96.7 ± 8.2	0.70	0.29
ラ環200条件	77.8 ± 29.7	80.0 ± 25.3	1.00	0.03
VSTM ソフト400条件	81.1 ± 16.5	77.8 ± 15.6	1.00	0.00
ソフト200条件	82.2 ± 23.7	45.6 ± 19.5	0.03	0.63

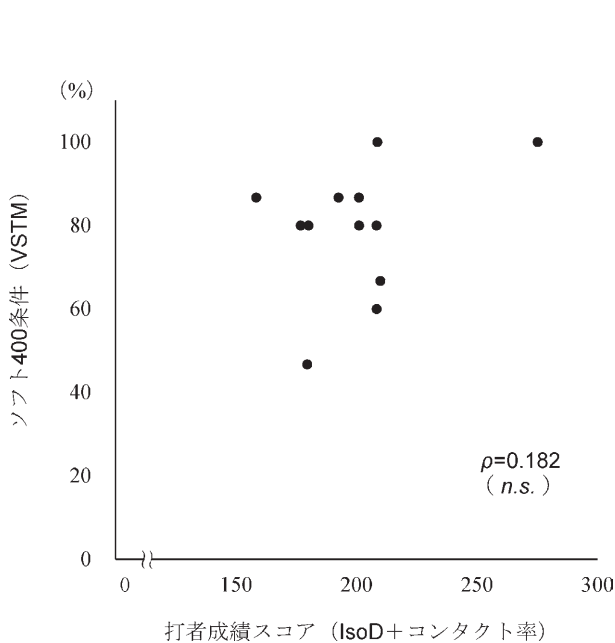


図2. 打者成績スコアとソフト400条件 (VSTM) の散布図

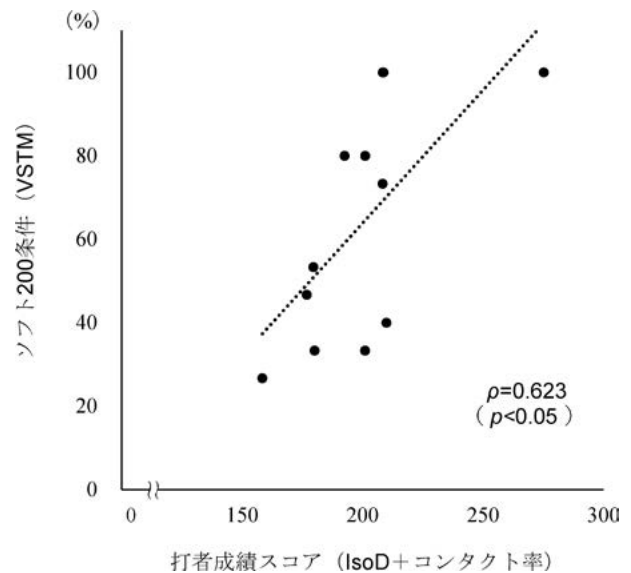


図3. 打者成績スコアとソフト200条件 (VSTM) の散布図

いて報告されている測定値よりも、本研究の測定値の方が高い値を示していることから、本研究の対象者は優れた視機能やスポーツビジョンを有していたと主張できる。

VSTMでは、ランドルト環、ソフトボールの局面画像を刺激として用いた。各測定値を踏まえると (表3), ソフトボール条件でより難易度が高かったと考えられる。さらに、回答ミス傾向を

表4. 打者成績スコアと視覚関連能力および反応時間, スイング速度との相関係数

	相関係数 ρ	p値
SVA	0.274	0.39
KVA	0.410	0.19
DVA	0.245	0.44
反DVA	0.231	0.47
DP	0.326	0.30
VF	0.555	0.06
VSTM	ラ環400条件	0.481
	ラ環200条件	-0.252
	ソフト400条件	0.182
	ソフト200条件	0.623
反応時間	-0.175	0.59
スイング速度	-0.389	0.21

* : $p < 0.05$

みると、ランドルト環条件では、“提示場所”も“方向”も回答できないミスが多かったが、ソフトボール条件では、“提示場所”は回答できても“種類”を回答できないミスが多かった（提示場所の正答率：77.5%，種類の正答率：70.0%）。どの場所に異なる画像があったのかを認識できても、それがどの画像であったかを認識することが難易度の高い要因となったと推察される。

全身反応時間について、国立スポーツ科学センターで国内のトップアスリートを対象に測定されているフィットネスチェック（国立スポーツ科学センター、online）では、女子シニア選手の平均値が307ms、5段階評価での評価5の基準が249msとされていることから、本研究の対象者は優れた全身反応の能力を有していたと考えられる。また、野球において、スイング速度は野手の評価に影響を与える重要な要因の一つとされている（井上ほか、2021）ことから、ソフトボールにおいて

もスイング速度は打撃に重要な体力要因の一つと捉えられる。いずれも大学女子ソフトボール選手を対象とした研究であるが、フリーバッティング時のスイング速度（ヘッド速度）を測定している研究（嘉屋・熊野、2021）と、ティーバッティング時のスイング速度を測定している研究（Koenig, K., 2004）で報告されているスイング速度は100km/h以下であることから、本研究の対象者は優れたスイング速度を有していたと考えられる。

これらのことから本研究の対象者は、上位群、下位群ともに総合的に高い能力を有する集団であったと判断できる。

2. ソフトボール選手における視覚関連能力の重要性

本研究で測定した視覚関連能力および打者関連能力の項目では、VSTMのソフト200条件のみで上位群と下位群の差が認められ、打者成績スコア

表5. スポーツビジョン評価基準

項目 \ 評価	5	4	3	2	1
SVA	1.6以上	~1.3	~1.0	~0.7	0.7未満
KVA	1.1以上	~0.9	~0.6	~0.4	0.4未満
DVA	38以上	~36	~34	~30	30未満
DP	5以下	~8	~12	~17	17以上

石垣（1995）より引用改変

との有意な相関係数が認められた。ソフト200条件は本研究オリジナルのVSTM評価であるが、ソフトボールの打者に必要な視覚関連能力を反映した評価法である可能性がある。スポーツビジョンに競技レベルによる差異が存在するとの報告は多いが、それらは競技者と非競技者、熟練者と未熟練者などの競技レベルの差が大きな対象を比較している場合が多い（Kudo et al., 2021；Uchida et al., 2012；増山, 2006；井篁, 2004）。本研究では下位群であってもトップレベルの競技者であり総じて優れた視覚関連能力を有していたことから、視機能やスポーツビジョンで測定される項目には群間の差が認められなかった可能性がある。

前項で述べたように、ソフト200条件は200msのわずかな時間内に投手のフォームの違いを識別する難易度の高い測定であった。トップレベルのソフトボールの打者は、投手フォームや投げられたボールについて400ms未満のわずかな時間内にさまざまな情報を得る必要があることから、この刺激方法は、打席での打者の状況を反映していると捉えられる。したがって、競技場面における打者の時間的制約を踏まえると、同じ刺激であっても、ソフト400条件よりもソフト200条件が、打者成績を反映した測定として適切であると推察される。森・三好（2013）は、空手選手の反応時間について黒点（ドット）を用いた刺激では一般人と差はないが、ビデオを用いた刺激では一般人よりも速かった先行研究を例に、スポーツ選手の専門的知覚の働きが発揮されるのは競技場面、あるいはそれに類似した実験場面であると指摘している。また、多々良・前田（2020）は、野球選手に

おけるスポーツビジョン、特にDVAと競技力との関係を検討した複数の先行研究で異なる結果が得られていることから、DVAの固視状態が定義されていない測定方法上の課題や、KVAの測定で用いられる遠方から近方へ擬似的に動くランドルト環と、野球の競技場面における近づいてくるボールは、それらの情報を処理する脳部位が異なるため厳密な意味では一致していないとの課題を挙げながら、スポーツと視機能やその関連能力との関係性を検討するためには実際のスポーツ場面に即した状況で行うことが重要であり、そのための新たな検査の開発も必要であると述べている。したがって、ソフト200条件と同じ200msで刺激を識別するラ環200条件は、刺激がランドルト環であったことから、本研究の対象者の打者成績を反映する測定にならなかったと考えられる。

VSTM測定において上位群と下位群の差が見られた要因として、両者の視覚情報処理システムに差異があった可能性が挙げられる。視覚系は、眼球から脳にいたる多段階の情報処理システムであり、網膜への結像は視覚情報処理の入り口であり、この結像がそのまま認識されるわけではない（柏野ほか, 2019）。この情報処理には脳内に蓄えられた情報に基づくトップダウンの予測も影響する（柏野ほか, 2019）ことから、上位群は下位群よりも、競技特異的な情報、つまりここでは相手投手の投球フォームについての情報をより蓄積していたことから、瞬間的に投球画像の違いを見極めることができた可能性がある。

一方で、本研究で用いたVSTM測定は、競技の局面画像をプレゼンテーション用のアプリケー

ションを用いて提示することで実施した。スポーツビジョンとして測定されている項目には、高価な専門的測定機器が必要である場合が多いが、本研究のVSTM測定はコンピュータやアプリケーションなど市販の機器等で測定可能であることから汎用性があると考えられる。

3. 研究の限界および今後の課題

本研究では実業団に所属している18歳以上のトップレベルの女子ソフトボール選手を対象とした。本研究の結果を一般化するためには、異なる特性を有する選手での測定が必要であることから、競技レベルや性別、年齢など本研究の対象者と異なる特性を有する選手に本研究の結果を当てはめる場合には、注意が必要である。また、本研究では超短期記憶についての新たな測定法を提案したが、他の視覚関連能力においても、競技特性を踏まえた工夫によって新たな測定法が提案できるかについては今後の課題である。

V. 結論

本研究はトップレベルのソフトボール選手の視覚関連能力を評価すること、ソフトボールの競技能力を反映した新しい簡便な視覚関連能力の評価法を提案することを目的とした。トップレベルの女子ソフトボール選手を対象に、さまざまな視覚関連能力測定を実施し、打者成績との関係を検討した。その結果、200msの短時間で投手の投球フォーム画像を識別するソフトボールに特化した超短期記憶の測定によって、トップレベルのソフトボール選手の競技能力を反映した視覚関連能力の評価ができる可能性が示された。なお、この評価法はコンピュータを用いて誰でも作成できる刺激を用いていることから、汎用性をも有していると考えられる。

謝辞

本研究にご協力いただいた選手の皆様に感謝申し上げます。また、測定では、筑波大学体育系体力学領域の大

学院生の皆様にご協力いただきました。ここに記して、深く感謝申し上げます。

文献

- 東根明人・青木和浩・竹内敏康・花岡大 (2002) ハンドボール選手の視機能に関する研究. 千葉体育学研究, 26: 15–20.
- 枝川宏 (2004a) スポーツビジョン I 測定. 臨床スポーツ医学, 21(3): 259–263.
- 枝川宏 (2004b) スポーツビジョンの評価. 臨床スポーツ医学, 21(4): 441–447.
- Hoshina, K., Tagami, Y., Mimura, O., Edagawa, H., Matsubara, M. & Nakayama, T. (2013) A study of static, kinetic, and dynamic visual acuity in 102 Japanese professional baseball players. *Clinical Ophthalmology*, 7: 627–632.
- 井窠敬 (2004) バドミントンプレーヤーのスポーツビジョンに関する研究. 北陸学院短期大学紀要, 36: 259–269.
- 井上哲朗, 百武憲一, 大西基也, 岩井美樹 (2021) 体力, バットスイング速度, 及び投球速度から大学野球選手の指導者による主観的評価を推定する重回帰式の作成. 千葉体育学研究, 42: 20–28.
- 石垣尚男 (2016) 野球と眼. 愛知工業大学研究報告, 51: 125–129.
- 石垣尚男 (1995) スポーツビジョンの測定と評価. 臨床スポーツ医学, 12(10): 1105–1112.
- 石垣尚男・真下一策・遠藤文夫 (1992) トップレベルのスポーツ選手の視覚機能と競技力の関係. 愛知工業大学研究報告, 27: 43–47.
- 柏野牧夫・木下祐輝・上田大志 (2019) インタラクティブスポーツに求められる視覚運動機能. 日本スポーツ視覚研究会(編)スポーツパフォーマンスと視覚, 有限会社ナップ: 東京, pp.26–34.
- 嘉屋千紘・熊野陽人 (2021) 大学女子ソフトボール選手における後方トス・バッティング練習が打撃パフォーマンスに与える影響. 関西福祉大学研究紀要, 24: 143–149.

- Kishita, Y., Ueda, H. & Kashino, M. (2020) Eye and head movements of elite baseball players in real batting. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2: 1–12.
- Koenig, K., Mitchell, N. D., Hannigan, T. E. & Clutter, J. K. (2004) The influence of moment of inertia on baseball/softball bat swing speed. *Sports Engineering*, 7: 105–117.
- 国立スポーツ科学センター(online)フィットネス・チェックマニュアル, 全身反応時間(調整力), https://www.jpnsport.go.jp/hpsc/Portals/0/resources/jiss/column/fcmanual/17_zenshinhanou.pdf (参照日 2022年7月28日)
- 河村剛光・吉儀宏(2004) スポーツビジョンの測定・評価における現状と課題. *体育測定評価研究*, 4: 37–43.
- Kudo, D., Hiratsuka, Y., Nakamura, M., Uchida, Y., Ono, S. & Murakami, A. (2021) Optimal methods for estimating sports vision in kendo athletes. *Scientific Reports*, 11: 1–8.
- 真下一策(1997) 動体視力. *体力科学*, 46: 321–326.
- 真下一策(1995) 競技種目別スポーツビジョン. *臨床スポーツ医学*, 12(10): 1113–1119.
- 真下一策・石垣尚男・遠藤文夫(1994) トッププレーヤーのスポーツビジョン検査—一流選手は目が良いか?—. *臨床スポーツ医学*, 11(2): 199–203.
- 増山光洋(2006) バレーボール選手におけるスポーツビジョン能力の検討—Vリーグ選手と大学生選手の比較—. *育英短期大学研究紀要*, 23: 45–53.
- 森周司・三好智子(2013) スポーツ選手の知覚. *Vision*, 25(1): 20–25.
- 村上博巳・小室輝明・国吉恵一(2020) 大学男子剣道選手のスポーツビジョンに関する研究—他の競技種目選手との比較—. *京都産業大学論集. 自然科学系列*, 47: 3–22.
- 村田厚生・杉足昌樹(2000) スポーツビジョンと野球の打撃能力の関係. *人間工学*, 36(4): 169–179.
- 中山悌一(2011) プロ野球選手のデータ分析, *Book House HD: 東京*, pp.173–179.
- 齊藤和人・清水信行・坂元貴之・森田秀介・石垣尚男(1997) 大学男子バスケットボール選手のフリースローの確率とスポーツビジョン. *鹿屋体育大学学術研究紀要*, 18: 1–5.
- 清水安夫・煙山千尋・尼崎光洋(2010) スポーツ競技者の視覚認知とパフォーマンスとの関係—バドミントン選手の動体視力とパフォーマンス変数を指標とした検討—. *桜美林論考. 自然科学・総合科学研究*, 1: 81–95.
- 多々良俊哉・前田史篤(2020) スポーツと視機能. *視覚の科学*, 41(2): 15–18.
- Uchida, Y., Kudoh, D., Murakami, A., Honda, M. & Kitazawa, S (2012) Origins of superior dynamic visual acuity in baseball players: superior eye movements or superior image processing. *PLoS ONE*, 7(2): 1–5.

(2022年9月28日受付)
(2023年2月15日受理)