

野球選手における打撃、投球および走塁能力に関連する 身体的要素の発育的変容

Developmental changes in physical factors related to batting, pitching, and
base-running performance in baseball players

今若 太郎（上智大学基盤教育センター）

畑島 一翔（国士舘大学体育学部）

田邊 凱聖（国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科） 田中 重陽（国士舘大学体育学部）

抄録

本研究は、中学生、高校生および大学生の野球選手を対象に、打撃、投球、走塁能力に関連する身体的要素を世代ごとに明らかにすることを目的とした。野球能力ごとに、成熟度、競技経験、形態・体組成要素、体力要素の順で独立変数を投入する階層的重回帰分析を世代別に実施した。その結果、中学生においては成熟度が各野球能力に対して一定の寄与率（最大 $\Delta R^2 = .525$ ）を示したが、高校生以上では除脂肪体重や下肢パワーといった形態・体組成要素（最大 $\Delta R^2 = .233$ ）や体力要素（最大 $\Delta R^2 = .374$ ）の寄与率が大きくなることが示された。野球能力ごとにみると、打撃および走塁能力が全世代で下肢パワーと強い関連を示した一方、投球能力においては、高校生以上で身体的要素による説明率が顕著に低下していた。

以上の結果から、野球能力に関連する身体的要素は、中学生と高校生を境に、成熟度よりもそれぞれの野球能力に求められる形態・体組成要素や体力要素の影響が強くなることが示唆された。したがって、指導現場においては発育発達段階の個人差の存在を認識し、特に中学生世代では成熟度を考慮して野球能力や身体的要素を評価すること、高校生以降では各野球能力に関連する形態・体組成および体力要素を踏まえて評価し、練習内容を設定することが重要であると考えられる。

I 緒言

野球競技には、打撃、投球、走塁など複数の異なる動作が求められる。これらの能力は、飛来するボールをバットで捉えて強く打ち返す打撃能力、マウンドや野手位置から意図したボールを投じる投球能力、塁間を疾走

する走塁能力などの独立した能力として成立している。そのため、優れた野球選手になるには、特定の能力に偏ることなく、包括的に高めていくことが求められる（Mercier et al., 2020）。また、アスリートの競技力について明らかにするためには、身体の形態や体組成、体力などの身体的要素とその競技固有の技術スキルの関係を理解する必要があると言われている（Farley et al., 2020; Xiao et al., 2025）。したがって、それぞれの野球能力に関連する身体的要素を個別に検討することは、野球という様々な動作が求められる競技について構造的かつ包括的に理解する上で重要である。さらに、各野球能力を支える身体的要素の共通性と相違性を明らかにすることは、それぞれのトレーニング指針を策定する上で合理的な基礎資料となり得る。なお、本研究では、身体的要素を身体の構造的特徴を示す形態・体組成要素および機能的能力を示す体力要素の総称として定義する。

先行研究において、野球能力と関係する身体的要素については多くの検討がなされてきた。打撃能力および投球能力に関しては、バットスイング速度（Bat Swing Velocity, 以下「BSV」と略す）や投球速度（Pitched Ball Velocity, 以下「PBV」と略す）を主要な指標として、身体の形態や体組成（長谷川, 2022; Haruna et al., 2023; 谷中ほか, 2021）との関連が報告されている。さらにこれらの野球能力の基礎となる体力要素として、握力や背筋力などの筋力、ジャンプ能力や直線走タイム、メディシンボール投げなどのパワー発揮能力（Haruna et al., 2023; Taniyama et al., 2021; Yang and Wang, 2024; 吉野・杉山, 2007）19.4 ± 1.0 yearsがそれぞれの野球能力に影響を与える要素であることが示されてきた。また、打撃や投球能力に比べると少ないものの、走塁能力についても体重や脂肪量、直線走タイムなどの身体的要素と関連していることが示されている（長谷川, 2022;

今若ほか, 2025; Miyaguchi et al., 2011; 木野村ほか, 2017). しかし, これらの知見の多くは大学生やプロ選手といった成熟が完了した集団を対象に特定の野球能力のみに着目した研究が大半である. そのため, これまでの研究でこれら3つの野球能力を同一の対象者において測定し, それぞれの野球能力に関連する身体的要素について包括的に検討した知見は未だ十分ではない. 特に, 打撃, 投球, 走塁に共通して関連する身体的要素と, 各能力それぞれに関連する身体的要素について, 共通の測定項目を通して比較検討した研究はみられない.

競技に取り組む選手の長期的育成を考えるためには, 発育発達の影響を考慮することが不可欠である. 中学生から高校生へと成長する時期は, 骨格や筋力が顕著に発達する時期でありながら, その成熟度の個人差が大きい時期であることも知られている (Culvenor et al., 2016; Yoshii and Tanaka, 2018). これに伴い, BSVやPBVといった野球能力もこの時期に著しい向上を示すが, この野球能力の向上には, 生物学的成熟に伴う形態の変化や体力の向上が強く関与していると推察されている (勝亦ほか, 2008; 蔭山ほか, 2020). 一方で, 成熟が概ね完了する高校生や大学生世代の野球能力は, 専門的なトレーニングや技術練習の影響を大きく受けることが予想される. また, 野球能力に寄与する身体的要素が発育段階によって変容していく様は, 野球能力によって異なるだろう. しかし, 中学生, 高校生, 大学生という異なる世代の集団を対象にして, 単一の研究内で統一した測定変数を用いて複数の野球能力と身体的要素の関連性の変化を包括的に検討した知見は, 著者らが調べた限り見当たらない. そのため各世代における, 身体的要素と野球能力の関係を明らかにすることは, 育成年代から成人期に至るまでの根拠に基づく指導指針を策定する上で, 重要な意義を持つと考えられる.

そこで本研究は, 中学生, 高校生および大学生の野球選手を対象に, 打撃能力, 投球能力および走塁能力と関連する身体的要素を世代ごとに明らかにし, 比較検討することを目的とした. 具体的には, 身体的要素に成熟度, 競技経験を加えた変数群を独立変数とし, 各野球能力に対する説明率や寄与度を横断的に分析することで, 発育段階に応じた野球能力向上への示唆を包括的に得ることを目指した.

II 方法

1. 対象者

本研究には, 13歳から22歳までの男子野球選手296名が参加した. 対象者は中学ボーイズリーグ (Junior high school Players, 以下「JrHP」と略す), 高等学校の

野球部 (High school Players, 以下「HP」と略す), 大学の野球部 (Collegiate Players, 以下「CP」と略す) のいずれかに所属している選手であった. そのうち, いずれかの身体部位に疼痛を有していた影響により, 後述の測定項目の一部を測定できなかった33名を除く263名を分析の対象者とした. 対象者の年齢は, 測定日時点から生年月日を引いた日数を365.25で除した値を暦年齢として算出した (Mirwald et al., 2002). また, 野球を開始した時期について対象者から聞き取りを行い, 得られた回答から測定日までの日数を365.25で除した値を競技経験年数として算出した. なお, 西暦何年の何月に開始したという正確な回答を得ることが困難だったため, 競技を開始した学年で回答を求め, その学年年度における4月1日を開始日として定義した. 例として, 2013年4月2日生まれで野球開始時期が小1であったと回答があった場合は, 2020年4月1日が競技開始日となり, その日から測定日までの年数が競技経験となる.

本研究の実施に先立ち, 対象者, ならびに対象者が未成年の場合は保護者に対して, 研究目的および方法を説明し, 書面にて参加の同意を得た. なお, 本研究は国土館大学の人間を対象とした研究に関する倫理審査委員会の承認を得て実施した (受付番号: 24035).

2. 測定および算出項目

本研究の測定は, 形態・体組成項目 (身長, 座高, 体重, 体組成), 体力項目 (筋力, ジャンプ能力, 疾走能力), 野球能力 (打撃, 投球, 走塁) の3つカテゴリーに分類して実施した. なお, 測定日程や天候の都合上, 全カテゴリーを1日で実施した場合と2日間に分けて実施した場合が混在していた. 全測定を1日で実施した場合は, 形態・体組成測定を行った後に体力測定および野球能力測定を実施した. 2日間で実施した場合は, 1日目に形態・体組成測定および体力測定, または野球能力の測定を行い, 2日目に未測定のカテゴリーを実施したパターンと, 1日目に形態・体組成測定, 2日目に体力測定および野球能力測定を実施したパターンがあった. いずれの場合においても, 形態・体組成項目の測定は身長, 座高, 体重および体組成の順で行い, 体力項目および野球能力の測定順序はランダムとした.

体力項目および野球能力の測定実施前には, 各対象者が普段から実施しているウォーミングアップを実施させた. 加えて, 各測定を実施する前には, 対象者ごとに測定試技を説明しながら複数回の練習試技を行い, 測定内容を十分に理解させた上で本測定を実施した. 計測回数はいずれの測定項目も2回以上とし, 試技間の休息時間を確保するとともに, 対象者の疲労感を確認しながら測定を実施した.

2.1 形態・体組成測定および成熟度の算出

身長はデジタル身長計、座高はアナログ座高計を用いて0.1cm単位で計測した。体重および体脂肪率は、体成分分析装置（InBody 270, インボディ・ジャパン社）を用いて計測し、得られた体重および体脂肪率から除脂肪体重を算出した。また、6歳から18歳の日本人男子207人の縦断データから示された以下の式1（Murayama et al., 2023）を用いてMaturity offsetを算出した。Maturity offsetは、ある時点の暦年齢および形態計測値を用いて、PHV年齢からその時点の暦年齢までの年数を推測したものである（Mirwald et al., 2002）。その簡便性からユース選手を対象としたスポーツ現場において、個人の成熟度合を評価するために多く利用されている（Till et al., 2018）。本研究では算出したMaturity offsetを対象者の成熟度として定義した。

式1) 成熟度 = $-19.156 + (0.754 \times age) + (0.1 \times sitting\ height) + (0.117 \times BMI) + (-0.001 \times age \times (height - sitting\ height))$

2.2 筋力測定

筋力測定の項目は握力および背筋力とした。いずれの測定もフィットネスチェックハンドブック（独立行政法人日本スポーツ振興センター監, 2021, p. 99）に従い実施した。握力は対象者に握力計（グリッパ-D, SANKA社製）を握らせ、両脚を肩幅程度に開いて立ち、肘を伸ばしたまま腕を自然に下げ、前腕を体側から離れた状態を維持しながら最大努力で力発揮するように指示をした。握力計の握り幅は第2, 3, 4指の第二関節が90度になるように調整した。左右交互に2回ずつの測定を行い、左右それぞれの最高値の平均値を個人値として採用した。背筋力は、膝関節を伸ばしたまま背筋力計（バック-A, SANKA社製）にハンドルを握らせ、体幹部が約30度前傾するようにチェーンの長さを調整した上で実施させた。力発揮は約3秒間かけて最大に達するように指示をした。測定回数は2回とし、最高値を個人値として採用した。

2.3 ジャンプ能力測定

ジャンプ能力の測定は垂直跳（以下「VJ」と略す）および連続リバウンドジャンプ（以下「RJ」と略す）とし、いずれの測定もマットスイッチ上（VoltOnoJump-Jump mat pro, S-CADE社製）で実施した。VJは、両腕の振込み動作および下肢の反動動作を用いた垂直跳躍とし、マットスイッチで計測される滞空時間（ t_{flight} ）と重力加速度（ $g=9.81$ ）を用いて跳躍高を算出した（式2）。試行数は2回とし、最大値を個人値とした。RJは、両脚踏切を用いた5回連続の跳躍運動とした。腕の振込動作

を排除するため、手を腰に当てた状態で試技を実施させ、出来るだけ接地時間を短くしながら高く跳躍するように指示をした（藤澤ほか, 2025）。5回の跳躍におけるそれぞれの跳躍高と接地時間をマットスイッチで計測し、1回ごとのReactive strength index（以下「RSI」と略す）を式3から算出した。計測回数は2回とし、算出されたRSIの最大値を個人値として採用した。

(式2) $Jump\ height = 1/8 \cdot g \cdot t_{flight}^2$

(式3) $RSI = Jump\ height / Contact\ time$

2.4 疾走能力測定

疾走能力は、光電管（WITTY, Microgate社製）を用いて直線走タイムを計測した。疾走距離は野球における塁間（27.431m）2つ分の距離と極めて近い54.86mとし、0mおよび54.86m地点に光電管を設置した。計測は野球用スパイクシューズを履かせた状態で実施させた。計測回数は2回とし、最短タイムを個人値として採用した。スタート姿勢は走路に向かって身体を左に約90度向けた姿勢、いわゆる野球のリード姿勢とし、右足を0m地点に接地させた姿勢とした。光電管の高さは、フィットネスチェックハンドブック（独立行政法人日本スポーツ振興センター監, 2021, p.111）を参考に、スタート地点は約20cm、ゴール地点は腰部から胸部の高さに合わせるため約110cmとした。

2.5 打撃能力測定

打撃能力として、BSVを計測した。測定試技はティー台に置かれた野球ボールを打撃するティー打撃として、最大努力で打撃動作を実施させた。その際にバットのグリップエンド部分に装着したBlast baseball（Blast Motion社製）を用いてBSVを取得した。試技回数は3回とし、対象者が希望した場合は5回まで計測を実施した。得られたBSVのうち、最大値を個人値として採用した。使用するバットは、中学生では長さ83 cm、重さ820 gの中学生硬式用金属バット（1CJMH61483, ミズノ社製）を、高校生および大学生は長さ84 cm、重さ890gの硬式用木製バット（1CJWH175, ミズノ社製）を使用した。本研究において中学生世代と高校生世代以上で異なる規格のバットを用いているが、これは各世代の競技規定に準拠しながらBSVを計測するためである。これまで横断的にBSVを計測した先行研究（藤山ほか, 2020; Tsutsui et al., 2023）においても、発育段階に応じた道具の使用が採用されており、本研究も世代によって異なる規格のバットを用いた。

2.6 投球能力測定

投球能力として、PBVを計測した。平地において軸

足の位置を規定した状態で投手の投球動作を想定させ、15m先に設置されたネットに向かって全力で硬式球を投げさせた。なお、対象者が所属するチームごとに異なる場所で測定を実施したため、測定スペースに制約があったことから、測定条件の統一を目的として15mという投球距離を採用した。PBVはスピードガン（BSG-1、ユピテル社製）を用いてボール初速を計測した。スピードガンは測定誤差が小さくなるように投球方向に設置し、照準を対象者のリリース位置に向けて設置した（宮西ほか、2000）。試技回数は3回とし、対象者が希望した場合は5回まで計測を実施した。得られたPBVのうち、最大値を個人値として採用した。

2.7 走塁能力測定

走塁能力として、本塁から2塁までの走塁のタイム（Base Running Time、以下「BRT」と略す）を計測した。BRTは、右脚をホームベースの捕手側角に接地させた状態をスタート姿勢とし、1歩目の接地から2塁触塁までに要したタイムと定義した。タイムの算出方法は、先行研究（今若ほか、2025）を参考にし、投手マウンド付近の内野中央に設置したデジタルビデオカメラ（59.94fps、シャッタースピード1/1000秒、HC-VX980、パナソニック社製）を用いて疾走中の対象者をパンニングで撮影した。得られた映像を用いて、1歩目の接地から2塁触塁までに要したフレーム数をカウントすることで算出した。

3. 統計処理

全ての測定変数は平均値および標準偏差（SD）で示した。世代間比較には一元配置分散分析を用い、有意な世代の主効果が認められた場合にはTukeyのHSD法による事後検定を行った。

独立変数間の多重共線性を回避し、各野球能力に関連する身体的要素を整理するため、4つの形態・体組成項目（身長、体重、体脂肪率、除脂肪体重）および5つの体力項目（握力、背筋力、垂直跳、RSI、直線走タイムの逆数）に対して、それぞれバリマックス回転による主成分分析を実施した（Rojas-Valverde et al., 2020）。主成分の抽出に当たっては、情報の保持を優先するために累積寄与率が90%に達するまでの主成分を採用した。これは、実務上推奨とされる70%～90%の上限値を選択することで情報の損失を全体の10%以内に抑え、本研究における身体的要素が持つデータ構造を捉えることを意図した。また、個別の固有値に基づく基準ではなく累積寄与率を基準とすることで、変数が有する情報の過度な棄却を避けることが狙いである（Jolliffe, 2002, pp.113-115）。なお、抽出された各成分の分類は最も高い負荷量

を示した成分に分類し（Jolliffe, 2002, p.66）、算出された主成分得点は、以後の階層的重回帰分析の独立変数として用いた。

野球能力に対する身体的要素、成熟度および競技経験の影響が世代によってどのように異なるかを検討するために、野球能力および世代ごとに下記の順序で独立変数を投入する階層的重回帰分析を実施した。本研究では、第1ステップ：成熟度、第2ステップ：競技経験、第3ステップ：形態・体組成項目に関する主成分得点、第4ステップ：体力項目に関する主成分得点と4つのステップを設定した。第1ステップで生物学的な成熟度、これに次ぐ第2ステップで環境要因としての競技経験を制御することで、第3および第4ステップで形態・体組成要素や体力要素が純粋に野球能力に与える追加的な寄与率を検討した。各ステップにおいて、調整済み決定係数（以下「 R^2 」と略す）を算出し、変数の追加による寄与率の変化（以下「 ΔR^2 」と略す）をF検定にて確認した。

全ての統計的有意水準は5%（ $p < .05$ ）とし、解析にはSPSS Statistics 31（IBM社製）を使用した。

III 結果

1. 各変数の基本統計量ならびに世代間比較

Table 1には本研究における全ての測定および算出項目を世代別に示した。世代間の差の検定を実施した結果、全ての項目で世代間に有意な差が認められた（ $p < .05$ ）。事後検定の結果、年齢、成熟度、競技経験、身長、体重、除脂肪体重、握力、背筋力、RSI、直線走タイム、BSV、PBVおよびBRTにおいて、いずれも隣り合う世代間で段階的な有意差が認められた（ $p < .05$ ）。一方、体脂肪率は、JrHPとHPの間に有意な差が認められなかったが、CPは他の2群と比較して有意に高い値を示した（ $p < .05$ ）。また、VJではJrHPが他の2群と比較して有意に低い値を示した（ $p < .05$ ）が、HPとCPの間に有意な差が認められなかった。

2. 形態・体組成および体力要素の主成分分析

Table 2には形態・体組成および体力要素の主成分分析の結果を示した。形態・体組成の4変数からは2つの主成分が抽出され、それらの累積寄与率は95.8%であった。第1主成分は、除脂肪体重（.935）、体重（.879）、身長（.639）に高い因子負荷量を示した。また、第2主成分は、体脂肪率に高い因子負荷量（.993）を示した。これらの結果を踏まえ、形態・体組成要素の第1主成分は3つの変数を統合し身体サイズ成分、第2主成分は体脂肪成分と定義した。

体力要素の5変数からは、3つの主成分で累積寄与率

Table 1. Comparisons of measured variables among junior high school, high school, and collegiate players.

	Variables	Unit	Group						ANOVA	Post-hoc test
			JrHP (n = 42)		HP (n = 78)		CP (n = 143)			
Characteristics	Age	yrs	14.2	(0.7)	16.7	(0.5)	19.7	(1.0)	$p < .001, \eta^2 = .808$	JrHP < HP < CP
	Maturity offset	yrs	1.6	(1.3)	3.4	(0.6)	5.9	(1.4)	$p < .001, \eta^2 = .671$	JrHP < HP < CP
	Experience	yrs	5.5	(2.5)	8.8	(1.8)	12.5	(1.8)	$p < .001, \eta^2 = .676$	JrHP < HP < CP
Anthropometric and body composition	Height	cm	163.9	(8.1)	172.1	(5.8)	175.3	(6.4)	$p < .001, \eta^2 = .235$	JrHP < HP < CP
	Body mass	kg	56.3	(11.0)	68.0	(7.5)	74.1	(8.9)	$p < .001, \eta^2 = .309$	JrHP < HP < CP
	%Fat	%	13.4	(6.3)	12.9	(4.0)	14.7	(4.2)	$p = .012, \eta^2 = .057$	JrHP < CP, HP < CP
	Fat free mass	kg	48.5	(8.6)	59.0	(5.2)	63.0	(6.7)	$p < .001, \eta^2 = .301$	JrHP < HP < CP
Physical fitness	Grip strength	kg	33.2	(8.7)	44.3	(5.1)	48.4	(5.8)	$p < .001, \eta^2 = .434$	JrHP < HP < CP
	Back strength	kg	102.9	(33.4)	135.7	(18.8)	159.0	(23.6)	$p < .001, \eta^2 = .416$	JrHP < HP < CP
	Vertical jump	cm	38.1	(6.5)	48.6	(6.4)	49.5	(6.3)	$p < .001, \eta^2 = .295$	JrHP < HP < CP
	Reactive strength index		1.560	(0.406)	2.109	(0.405)	2.296	(0.369)	$p < .001, \eta^2 = .281$	JrHP < HP < CP
	Sprint time	s	8.24	(0.65)	7.50	(0.27)	7.29	(0.33)	$p < .001, \eta^2 = .429$	CP < HP < JrHP
Baseball ability	Bat swing velocity	km/h	89.0	(10.5)	102.3	(7.8)	108.6	(7.4)	$p < .001, \eta^2 = .369$	JrHP < HP < CP
	Pitched ball velocity	km/h	100.0	(10.9)	118.4	(6.1)	123.1	(7.6)	$p < .001, \eta^2 = .370$	JrHP < HP < CP
	Base running time	s	8.95	(0.68)	8.02	(0.29)	7.91	(0.30)	$p < .001, \eta^2 = .321$	CP < HP < JrHP
JrHP: Junior high school player, HP: High school player, CP: Collegiate player.										
mean (SD)										

JrHP: Junior high school player, HP: High school player, CP: Collegiate player.

mean (SD)

Table 2. Results of principal component analysis for anthropometric and physical fitness variables.

Variable	Anthropometric and body composition		Physical fitness		
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC3
Fat free mass	.935	.016	—	—	—
Body mass	.879	.356	—	—	—
Height	.639	.020	—	—	—
%Fat	.116	.993	—	—	—
Back strength	—	—	.924	.176	.134
Hand grip strength	—	—	.848	.356	.123
Sprint time (reciprocal)	—	—	.361	.853	.221
Vertical jump	—	—	.226	.744	.496
Reactive strength index	—	—	.138	.299	.933
Eigenvalue	2.838	0.996	3.168	0.945	0.387
Variance explained (%)	70.9	24.9	63.4	18.9	7.7
Cumulative variance (%)	70.9	95.8	63.4	82.3	90.0
Component Label	Body size	Body fat	Strength	Lower power	SSC ability

Gray cells represent the variables assigned to each component for interpretation; PC: Principal Component; SSC: Stretch-Shortening Cycle.

90%に達することが示された。第1主成分は、背筋力 (.924) および握力 (.848) に、第2主成分は、直線走タイムの逆数 (.853) およびVJ (.744) に、第3主成分はRSI (.933) にそれぞれ高い負荷量を示した。これらの結果を踏まえ、体力要素における第1主成分は筋力成分、第2主成分は下肢パワー成分、第3主成分をSSC能力成分と定義した。

3. 階層的重回帰分析による野球能力の世代別規定要素

3.1 BSV

Table 3にはBSVを目的変数とした階層的重回帰分析の結果を世代別に示した。中学生における説明率は、成熟度である第1ステップの投入段階で $\Delta R^2 = .525$ ($p < .001$) を示し、その後の変数の追加投入において、体力の第4ステップで有意な説明率の向上が認められた (体力: $\Delta R^2 = .107$, $p = .012$)。また、最終的な重回帰モデルにおける説明率は71.1% ($F(7, 34) = 11.933$, $p < .001$) であった。その標準化回帰係数においては、身体サイズ成分 ($\beta = .477$, $p = .039$)、下肢パワー成分 ($\beta = .452$, $p = .003$) およびSSC能力成分 ($\beta = .236$, $p = .028$) が有意な正の変数として示された。一方、第1ステップで有意であった成熟度は、最終的な重回帰モデルにおいてBSVに対する有意な変数として認められなかった ($p > .05$)。

高校生および大学生においては、形態・体組成の第3ステップの投入により説明率が有意に向上した (高校生: $\Delta R^2 = .184$, $p < .001$; 大学生: $\Delta R^2 = .233$, $p < .001$)。また、大学生では第1ステップの成熟度 ($\Delta R^2 = .034$, $p = .029$) および第4ステップ ($\Delta R^2 = .048$, $p = .028$) の体力においても有意な説明率を示した。また、高校生 ($F(7, 70) = 4.605$, $p < .001$, $R^2 = .315$) および大学生 ($F(7, 135) = 8.916$, $p < .001$, $R^2 = .316$) の最終的な重回帰モデルの説明率はいずれも約31%と同程度であった。その標準化回帰係数では、両世代ともに身体サイズ成分 (高校生: $\beta = .380$, $p = .004$; 大学生: $\beta = .441$, $p < .001$) および下肢パワー成分 (高校生: $\beta = .353$, $p = .018$; 大学生: $\beta = .278$, $p = .004$) が有意な正の変数として抽出された。一方で中学生とは異なり、高校生および大学生のSSC能力成分は、最終的な重回帰モデルにおいて有意な寄与を示さなかった ($p > .05$)。

3.2 PBV

Table 4にはPBVを目的変数とした階層的重回帰分析の結果を世代別に示した。中学生におけるモデルの説明率は、第1ステップの段階で $\Delta R^2 = .231$ ($p = .001$) を示し、続く第2ステップ ($\Delta R^2 = .283$, $p < .001$) および第3ステップ ($\Delta R^2 = .086$, $p = .027$) の投入により有意に向上した。第4ステップの追加投入による有意なモデルの向上は認められなかったが ($p > .05$)、最終的な重回帰モデルは有意であることが示された ($F(7, 34) = 9.038$, $p < .001$, $R^2 = .650$)。その標準化回帰係数は、競技経験 ($\beta = .350$, $p = .005$)、身体サイズ成分 ($\beta = .458$, $p = .021$) および下肢パワー成分 ($\beta = .278$, $p = .035$) が有意な正の変数であった。

高校生においては、第2ステップ ($\Delta R^2 = .060$, $p = .030$) の投入により説明率の有意な向上が認められたが、第3、第4ステップによる有意な向上は認められなかった ($p > .05$)。最終的な重回帰モデルの有意性は認められなかったものの ($F(7, 70) = 1.070$, $p = .392$, $R^2 = .097$)、身体サイズ成分 ($\beta = .354$, $p = .016$) のみが有

Table 3. Results of hierarchical regression analysis for bat swing velocity.

Hierarchical		Predictors	Junior high school player				High school player				Collegiate Player				
			R^2	ΔR^2	F change	p	R^2	ΔR^2	F change	p	R^2	ΔR^2	F change	p	
Regression model summary	Step1	Maturity offset	.525	.525	44.227	.000 *	.044	.044	3.536	.064	.034	.034	4.892	.029 *	
	Step2	Experience	.564	.039	3.475	.070	.072	.028	2.240	.139	.035	.002	0.248	.619	
	Step3	Anthropometric and body composition	.603	.039	1.841	.173	.256	.184	9.032	.000 *	.269	.233	22.013	.000 *	
	Step4	Physical fitness	.711	.107	4.203	.012 *	.315	.059	2.013	.120	.316	.048	3.130	.028 *	
			β	p			β	p			β	p			
			Maturity offset	-.083	.729			.107	.385			.081	.318		
			Experience	.026	.811			.204	.059			-.028	.711		
Final regression model (Step 4)	Anthropometric and body composition	PC1: Body size	.477	.039 *			.380	.004 *			.441	.000 *			
		PC2: Body fat	.260	.075			.105	.365			.112	.206			
	Physical fitness	PC1: Strength	.286	.074			.267	.103			.159	.086			
		PC2: Lower power	.452	.003 *			.353	.018 *			.278	.004 *			
		PC3: SSC ability	.236	.028 *			.009	.935			.014	.864			
	Total R^2 (F value)			$F(7, 34) = 11.933, p < .001, R^2 = .711$				$F(7, 70) = 4.605, p < .001, R^2 = .315$				$F(7, 135) = 8.916, p < .001, R^2 = .316$			

R^2 = Adjusted coefficient of determination; ΔR^2 = Change in R^2 ; β = Standardized regression coefficient, SSC: Stretch and shortening cycle.

*: $p < .05$

Table 4. Results of hierarchical regression analysis for pitched ball velocity.

Hierarchical		Independent variable	Junior high school player				High school player				Collegiate Player				
			R^2	ΔR^2	F change	p	R^2	ΔR^2	F change	p	R^2	ΔR^2	F change	p	
Regression model summary	Step1	Maturity offset	.231	.231	11.993	.001 *	.015	.015	1.177	.281	.012	.012	1.676	.198	
	Step2	Experience	.513	.283	22.661	.000 *	.075	.060	4.877	.030 *	.013	.001	0.180	.672	
	Step3	Anthropometric and body composition	.599	.086	3.976	.027 *	.077	.001	.053	.948	.054	.041	2.983	.026 *	
	Step4	Physical fitness	.650	.051	1.652	.196	.097	.020	.515	.673	.085	.031	1.528	.210	
			β	p					β	p					
			Maturity offset	-.267	.313					.128	.351				
			Experience	.350	.005 *					.218	.060				
Final regression model (Step 4)	Anthropometric and body composition	PC1: Body size	.458	.021 *					.354	.016 *					
		PC2: Body fat	-.009	.957					.012	.925					
	Physical fitness	PC1: Strength	.226	.195					-.112	.510					
		PC2: Lower power	.278	.035 *					.107	.501					
		PC3: SSC ability	.095	.403					.205	.110					
		Total R^2 (F value)	$F(7, 34) = 9.038, p < .001, R^2 = .650$				$F(7, 70) = 1.070, p = .392, R^2 = .097$				$F(7, 135) = 1.791, p = .094, R^2 = .085$				
R^2 = Adjusted coefficient of determination; ΔR^2 = Change in R^2 ; β = Standardized regression coefficient, SSC: Stretch and shortning cycle.															*: $p < .05$

R^2 = Adjusted coefficient of determination; ΔR^2 = Change in R^2 ; β = Standardized regression coefficient, SSC: Stretch and shortning cycle.

*: $p < .05$

Table 5. Results of hierarchical regression analysis for base running time.

Hierarchical		Independent variable	Junior high school player				High school player				Collegiate Player			
			R^2	ΔR^2	F change	p	R^2	ΔR^2	F change	p	R^2	ΔR^2	F change	p
Regression model summary	Step1	Maturity offset	.186	.186	9.150	.004 *	.015	.015	1.153	.286	.081	.081	12.370	.001 *
	Step2	Experience	.291	.105	5.756	.021 *	.017	.002	.185	.668	.104	.023	3.639	.059
	Step3	Anthropometric and body composition	.673	.382	21.575	.000 *	.218	.200	9.343	.000 *	.314	.210	21.160	.000 *
	Step4	Physical fitness	.920	.247	34.997	.000 *	.592	.374	21.373	.000 *	.627	.312	37.641	.000 *
			β	p					β	p				
Final regression model (Step 4)	Maturity offset		-.119	.327					-.048	.610				
	Experience		-.029	.625					.065	.430				
	Anthropometric and body composition	PC1: Body size	.065	.549					.275	.007 *				
		PC2: Body fat	.207	.009 *					.195	.032 *				
	Physical fitness	PC1: Strength	-.209	.024 *					-.460	.000 *				
		PC2: Lower power	-.770	.000 *					-.649	.000 *				
		PC3: SSC ability	-.219	.000 *					-.522	.000 *				
	Total R^2 (F value)			$F(7, 34) = 55.794, p < .001, R^2 = .920$				$F(7, 70) = 14.489, p < .001, R^2 = .592$				$F(7, 135) = 32.361, p < .001, R^2 = .627$		
R^2 = Adjusted coefficient of determination; ΔR^2 = Change in R^2 ; β = Standardized regression coefficient, SSC: Stretch and shortning cycle.														
*: $p < .05$														

R^2 = Adjusted coefficient of determination; ΔR^2 = Change in R^2 ; β = Standardized regression coefficient, SSC: Stretch and shortning cycle.

*: $p < .05$

意な正の変数として示された。

大学生においては、第3ステップの投入時に説明率が有意に向上したが ($\Delta R^2 = .041, p = .026$)、高校生と同様に最終的な重回帰モデル全体の有意性は認められなかった ($F(7, 135) = 1.791, p = .094, R^2 = .085$)。また、各変数の標準化回帰係数にも有意な変数は抽出されなかった。

3.3 BRT

Table 5にはBRTを目的変数とした階層的重回帰分析の結果を世代別に示した。中学生においては、全てのステップで説明率の有意な向上が認められ ($p < .05$)、最終的な重回帰モデルの説明率は92.0% ($F(7, 34) = 55.794$,

$p < .001, R^2 = .920$) に達した。その標準化回帰係数は、下肢パワー成分 ($\beta = -.770, p < .001$)、SSC能力成分 ($\beta = -.219, p < .001$)、筋力成分 ($\beta = -.209, p = .024$) の順で有意な負の係数を示した。また、体脂肪成分については、有意な正の変数として抽出された ($\beta = .207, p = .009$)。

高校生および大学生においても、第3および第4ステップの投入により説明率が有意に向上した ($p < .001$)。なお、大学生では第1ステップの段階でも有意な説明率を示した ($R^2 = .081, p < .001$)。最終的な重回帰モデルは高校生 ($F(7, 70) = 14.489, p < .001, R^2 = .592$) および大学生 ($F(7, 70) = 32.361, p < .001, R^2 = .627$) のいずれも有意であり、下肢パワー成分が最も強

い影響を示した（高校生： $\beta = -.649$, $p < .001$ ；大学生： $\beta = -.729$, $p < .001$ ）。また、共通して体脂肪成分が有意な正の変数（高校生： $\beta = .195$, $p = .032$ ；大学生： $\beta = .146$, $p = .027$ ）、筋力成分（高校生： $\beta = -.460$, $p < .001$ ；大学生： $\beta = -.209$, $p = .003$ ）およびSSC能力成分（高校生： $\beta = -.522$, $p < .001$ ；大学生： $\beta = -.190$, $p = .001$ ）が有意な負の変数であった。なお、高校生においては身体サイズ成分も有意な正の変数として抽出された（ $\beta = .275$, $p = .007$ ）。

IV 考察

1. 身体的特性の世代間比較

形態・体組成および体力項目において、身長、体重、除脂肪体重、体脂肪率、握力、背筋力、RSI、直線走タイムは中学生から大学生に至るまで段階的な発達を示した。一方、VJは、高校生および大学生の間で有意差が認められなかった。また、大学生の体脂肪率は中学生および高校生と比較して有意に高い値を示した。本研究は、野球選手におけるそれぞれの測定項目の発育発達様相を検討することが目的ではない。そのため、各変数の世代間差については詳細に考察しないが、VJと体脂肪率が他の項目とは異なる世代推移を示した点については個別に考察を行う。

VJにおいて、高校生と大学生の間に有意な差が認められなかったことは、VJで評価される下肢のパワー発揮能力の発達が高校生段階で概ね完了することを示唆している。6歳から18歳の男子1137名の垂直跳を測定した遠藤ほか（2007）によると、跳躍高は経年的に増加しながらも16歳と17、18歳の間に差がみられなかったことが報告されている。本研究は、この先の大学生世代（18.1歳–21.8歳, $n = 143$ ）まで測定しており、先行研究の研究結果を拡張しながら支持するものである。

また、大学生世代の体脂肪率が中学生および高校生世代と比較して有意に高い値を示した要因としては、投打の出力を高めるために、体重の増加そのものを重要な戦略として設定していた可能性が考えられる。これまでの研究で、野球能力と体重や除脂肪体重の間に相関関係が存在することが報告されている（Tremblay et al., 2022; 谷中・森下, 2020）。このことを背景に、大学生選手がパフォーマンス向上のために、体重もしくは除脂肪体重の増加を目的としたトレーニングや食事摂取を行った結果として、随伴的に脂肪量の蓄積が生じた可能性が考えられる。一方で、体脂肪率は野球パフォーマンスと負の相関もしくは無相関である研究報告がみられる（小野寺ほか, 2021; Suzuki et al., 2025）。したがって、身体的成熟が概ね完了した大学生以降の選手においては、単純な

身体質量の増加を目指すのではなく、体組成の評価を行いながら除脂肪体重の増大を目的とした取り組みが求められるだろう。

以上、これらの変数における特異的な世代推移は、単なる加齢に伴う発育だけでなく、野球という競技特性や各カテゴリーでの強化方針を反映していることを示唆している。

2. 野球能力の世代間比較

野球能力においては、BSV、PBV、BRTのいずれも、中学生から大学生に至るまで顕著な向上が継続しており、その効果量も同程度であったことが明らかとなった（ $\eta^2 = .321 - .370$ ）（Table 1）。年齢とBSV（蔭山ほか, 2020）およびPBV（勝亦ほか, 2008）の関係を検討した先行研究においては、小学生から高校生年代までは加齢に伴い有意に向上するものの、19歳以降は加齢に伴う向上が停滞し一定になることが示されている。これらの研究に対し、本研究では年齢ではなく、中学生、高校生、大学生という学校種別に基づいた比較を行った。その結果、先行研究で停滞が示された19歳以降を含む大学生世代においても、高校生世代と比較して有意な能力の向上が認められた。これは自然発育に伴う身体能力の向上が停滞したとされる時期においても、世代の進行に伴う競技環境やトレーニング内容の高度化、専門的な技術の獲得などが、更なる野球能力の向上に寄与する可能性を示唆している。

また、これまでは各野球能力が個別に検討されており、野球能力全般の発達様相を議論する際には、対象者の属性やサンプルサイズが異なる先行研究を引用しながら考察せざるを得なかった。これに対し、本研究は同一の対象者において複数の野球能力を同時に計測している。その結果、これまで知見が少ないBRTの発達様相がBSVおよびPBVと同様の傾向であったことを示すことができた。同時に、野球における主要な3つの能力は、発育段階から成人期に至るまで発達し続ける可能性があるという、野球能力全般の発達特性を包括的に裏付けられるものとなった。なお、方法で述べた通り、本研究のBSV測定では各世代の競技規定に準拠したバットを使用した。そのため、バットの規格や材質の違いがBSVに影響した可能性は否定できず、世代間のBSVの絶対値を解釈する際にはこの点に留意する必要がある。

3. 野球能力に関連する身体的要素、成熟度および競技経験の検討

3.1 主成分分析による身体的要素の集約

本研究では、独立変数間の多重共線性を回避しながら各野球能力に関連する身体的要素を整理するために、ま

ず、形態・体組成および体力要素を対象に主成分分析を行った (Table 2)。その結果、形態・体組成要素においては、第1主成分に除脂肪体重、体重および身長が、第2主成分に体脂肪率がそれぞれ高い因子負荷量を示した。この結果を踏まえ、本研究では形態・体組成の4要素を身体サイズ成分と、それとは独立する体脂肪成分の2つに集約できると解釈した。

体力要素においては、第1主成分に背筋力および握力が、第2主成分に直線走タイムおよびVJが、第3主成分にRSIがそれぞれ高い因子負荷量を示した。この結果を踏まえて、第1主成分を筋力成分、第2主成分を下肢パワー成分、第3主成分をSSC能力成分としてそれぞれ解釈した。第2主成分として集約した直線走タイムおよびVJは、水平方向と垂直方向で異なる運動形態である。しかし、直線走タイムは下肢パワーが出力された結果として位置付けられること (Cronin and Hansen, 2005; Shalfawi et al., 2011)、VJは多くの研究で下肢パワーを反映する指標として用いられていること (小野ほか, 2015) を踏まえて、本研究では両変数を集約して下肢パワーと定義した。一方、第3主成分として個別に抽出されたRSIと第2主成分に分類したVJは、いずれも下肢のSSC運動としての側面を持つことが知られている (藤澤ほか, 2025)。しかし、両者の間には説明できない分散が約50%存在しており、RSIはFast SSC、VJはSlow SSCを評価する別の体力指標であることが指摘されている (Cronin and Hansen, 2005)。この先行研究と同様に本研究の主成分分析において、RSIとVJが明確に分離されたことは、これらが極めて短時間で下肢の弾性エネルギーを利用する、いわゆるバネの性能 (Jarvis et al., 2022) と下肢におけるパワー発揮能力が、野球選手においても質的に異なっていたことを示唆している。以上のことから、本研究においてこれらを下肢パワー成分、SSC能力成分として個別の主成分として扱うことは、野球能力に対する身体的要素の影響を多面的に考察していく上で妥当であると考えられる。次節以降は、各野球能力を目的変数とし、第1ステップに成熟度、第2ステップに競技経験、第3ステップに形態・体組成要素の主成分得点、第4ステップに体力要素の主成分得点を独立変数とした階層的重回帰分析の結果を考察していく。

3.2 野球能力に関連する身体的要素、成熟度および競技経験の世代間比較

打撃能力の指標としたBSVに対する階層的重回帰分析の結果 (Table 3)、中学生世代では第1ステップの成熟度が約50%の説明率 ($\Delta R^2 = .525$) であった。これに対して、高校生および大学生世代の成熟度は非常に小さい寄与率であり、第3ステップの形態・体組成要素の

寄与率が顕著であった (高校生: $\Delta R^2 = .184$, 大学生: $\Delta R^2 = .233$)。この結果は、中学生世代においては生物学的な成熟がBSVを左右するが、成熟がほぼ完了する高校生以降は、形態・体組成などの要素が重要となることを示している。また、最終モデルを確認すると全世代で共通して、身体サイズ成分および下肢パワー成分が有意な正の変数として抽出された。世代に関わらず、両変数の標準化回帰係数が高い値を示したことは、BSVが身体的大型化 (Haruna et al., 2023) と、その身体を動かす下肢パワー (Nakata et al., 2013) という力学的な要素に依存していることを示唆するものである。以上のことから、BSVの向上には、発育段階に応じた適切な体格の獲得と、それに見合った下肢のパワー発揮能力を並行して高めていくことが重要であるといえる。

投球能力の指標としたPBVに対する階層的重回帰分析の結果 (Table 4)、中学生世代では第1から第3ステップにかけて有意な説明率の向上が認められ、最終モデルでは約65%という説明率が示された。また、中学生世代の最終モデルに対して、競技経験、身体サイズ成分、下肢パワー成分が有意に寄与した因子であることが認められた。このことは、中学生世代におけるPBVが、身体の成長、競技経験、下肢パワーの発揮能力という3つの要素とそれぞれ関連することを示唆している。この中学生世代における投球能力で注目すべき点は、最終モデルにおける下肢パワー成分 ($\beta = .278$, $p = .035$) よりも大きい競技経験 ($\beta = .350$, $p = .005$) の影響である。本研究の結果から競技経験と投球能力の関わりについて直接言及することはできないが、特に中学生世代では、競技経験の蓄積がPBVの個人差を説明する要素となっている可能性がある。

一方で、高校生および大学生世代では最終的な重回帰モデルにおける有意性が認められず、本研究で対象とした成熟度、競技経験、形態・体組成および体力要素によってPBVを十分に説明できないことが示された。高い投球速度を獲得するためには、下半身で生成されたエネルギーを体幹、末端へと効率よく伝える運動連鎖の最適化などの技術的要素の部分が不可欠であるとされている (Almansoof et al., 2023; Seroyer et al., 2010)。具体的には、股関節と肩関節の回転差やリリース時の体幹の傾斜、踏み出し脚の安定性といったキネマティクスの要因 (Kew et al., 2023) と、これら動作を正確に制御する神経筋の協調性やタイミングおよび筋動員パターンなどが挙げられる (Seroyer et al., 2010)。これらのことから、高校生および大学生世代においては、本研究で評価した身体的要素だけではPBVの個人差を十分に説明できず、中学生世代と比較して投球動作の技術的要素がPBVに与える影響が大きい可能性が考えられる。

以上のことから、本研究で対象とした身体的要素などによるPBVの説明力は、中学生世代では比較的大きい一方、高校生および大学生世代では限定的であることが明らかとなった。今後は、身体的要素の測定に加えて、投球動作などの技術的要素を定量的に評価することで、発育段階の進行に伴うPBVの規定要因をより詳細に検討することが課題である。

走塁能力の指標であるBRTを従属変数とした階層的重回帰分析の結果 (Table 5)、全世代において、他の野球能力よりも高い説明率 ($R^2 = .592 - .920$) が示された。特に中学生世代では約92%と極めて高い値であり、本研究で扱った変数がBRTと強く関連することが認められた。また、全世代を通じて形態・体組成要素および体力要素の投入で説明率が大きく向上しており、BRTはBSVやPBVと比較して、身体的要素との関連が強い野球能力であると考えられる。最終的な重回帰モデルにおける各変数の標準化回帰係数を確認すると、全世代において下肢パワー成分が最も高い負の係数を示し、タイムの短縮に強く関連していることが明らかとなった。ただし、この結果の解釈には、BRTと同様にある地点までの疾走タイムを評価指標とする直線走タイムが、下肢パワー成分に高い因子負荷量で含まれていることを考慮する必要がある。BRTと直線走タイムにおける単相関関係を世代ごとに確認したところ、両変数の間には全世代を通じて強い相関関係が認められており (中学生: $r = .953$, 高校生: $r = .769$, 大学生: $r = .759$)、この強い関係性が下肢パワー成分の高い説明力に影響したと推察される。一方、下肢パワー成分にはVJも集約されているが、BRTはVJとも各世代で中程度から強い負の相関関係を示していた (中学生: $r = -.892$, 高校生: $r = -.480$, 大学生: $r = -.560$)。このことから、下肢パワー成分とBRTの関連性には、直線的な走能力だけでなく、下肢の爆発的な力発揮能力も反映されている可能性がある。さらに、SSC能力成分も全世代で一貫して有意な寄与を示していたことから、BRTには直線走能力だけでなく、下肢の爆発的な力発揮能力やSSC能力など、複数の下肢機能が複合的に関与していることが考えられる。

また、BRTはBSVやPBVの結果と対照的に、全世代で形態・体組成要素の体脂肪成分が有意な正の係数であり、過度な体脂肪量の蓄積がBRTの短縮を妨げる要因となる可能性を示している。

一方で、BRTは中学生で極めて高い説明率が得られたが、高校生および大学生では約40%の分散が本研究で扱った変数によって説明されない結果となった。これは、中学生段階では体格や体力要素などの身体的要素とBRTの関連が強いものの、高校生世代以降では身体的

要素以外の要素がBRTに関与している可能性を示している。BRTの短縮には直線走能力の向上だけでなく、走塁特有の技術の習得が必要であることが指摘されている (平野, 2016, p.172; 今若ほか, 2025)。これらのことから、走塁能力の向上には、体脂肪量を抑制した身体組成を基盤に、直線走能力やジャンプ能力、短時間のSSC発揮能力などの多面的な下肢機能を強化することと並行して、発育・発達に伴った走塁技術の習得や洗練化を進めることが合理的なアプローチとなり得るだろう。

世代間の変容に注目すると、中学生世代では成熟度が各野球能力の一定割合を説明する要因であったが、高校生および大学生世代では認められていない (Table 3, 4, 5)。これは、中学生と高校生を境にして、野球能力に関連する要素が成熟度から形態・体組成や体力要素へと転換したことを示している。一方、中学生世代において、打撃、投球、走塁能力のいずれにおいても大きな寄与率を示した成熟度は、形態・体組成および体力要素を含めた最終的な重回帰モデルにおいてその有意性が消失している (Table 3, 4, 5)。これは、中学生世代における成熟度と各野球能力との関連は、成熟に伴って変化する身体サイズや下肢パワーなどの身体的要素によって説明される部分が大きいため、すなわち、中学生世代における野球能力と成熟度の関連は、成熟に伴う形態・体組成および体力要素の発達を介して現れているものと推察される。一方、高校生世代以降においても、形態・体組成や体力要素は、各野球能力に対して依然として有意な影響を与える変数であった。これは野球能力に関連する身体的要素が、生物学的な成熟による自然な発達から野球の専門的なトレーニングを通じた能動的な適応へと質的に変容するものと推察される。

4. 本研究の限界

本研究の結果には、以下の限界が考えられる。

第一に、本研究が横断的研究であった点である。13歳から21歳までの中学生から大学生を対象としたが、同一の集団を追跡した縦断的検討ではない。したがって、発育・発達や競技経験の蓄積、身体的要素の変化に伴う野球能力の変化を詳細に検討するためには、今後縦断的な調査による研究が必要である。また、全対象者で統一した測定方法、算出項目で検討したものの、対象者の所属するチームごとに測定環境が異なることや、測定日程や天候の都合により測定日が2日間に分かれている点には留意が必要である。

第二に、採用した測定変数の限定性である。本研究では、先行研究において野球能力との関連が示されている測定項目を採用した。しかし、特に高校生世代以降においては、階層的重回帰分析によって十分に説明されな

かった分散が存在しており、本研究で扱った変数以外の要素が関与していることが考えられる。また、本研究ではティー打撃によるBSV、ネットスローによるPBV、任意のスタートによるBRTと指導現場においても測定が比較的容易な測定項目を採用し、それぞれの野球能力を評価している。しかし、これらの測定条件は実際の試合場面における打撃、投球、走塁とは異なるため、実戦における技術的要素や状況判断などを十分に反映していない可能性がある。したがって、今後はより実戦に近い野球パフォーマンスや技術的要素、試合成績などを含めた多角的な検討が求められる。

第三に、守備位置および投打の左右に関する考慮が十分でない点である。本研究では対象者を世代ごとに一括で分析しているが、野球選手の身体的要素には守備位置ごとの特性があることが報告されている (Carda and Looney, 1994; Coleman, 2007)。また、投打の左右によって動作特性や身体の使い方が異なる可能性があるものの、本研究の分析上では考慮していない。したがって、今後は各選手が専門として日々練習に取り組んでいる守備位置や投打の左右を考慮し、これらの違いによって野球能力と関連する身体的要素が異なるかについて検討を進めていく必要がある。

V 総括

本研究は、中学生、高校生および大学生の野球選手を対象に、打撃、投球、走塁の野球能力に関連する身体的要素について階層的重回帰分析を用いて検討した。得られた主な知見は以下の通りである。

1. 野球能力に関連する身体的要素は、中学生と高校生を境に変容し、成熟度から除脂肪体重や下肢パワーといった形態・体組成要素や体力要素の寄与が大きくなることが示された。
2. 中学生世代における成熟度の影響は、それ自体が直接的に野球能力を決定するのではなく、成熟に伴う身体的大型化や体力要素の向上を介して発現していることが示唆された。
3. 全世代を通じて、走塁能力は身体的要素の影響を強く受けるのに対し、打撃および投球能力は、高校生および大学生世代では身体的要素による説明力が限定的であり、身体的要素以外の影響が大きくなることが示唆された。

以上のことから、野球能力に関連する身体的要素は中学生と高校生を境に、成熟度からそれぞれの野球能力に対する専門的な適応へと移行することが示唆された。したがって、指導現場においては発育発達段階の個人差を認識し、特に中学生世代では成熟度を考慮して野球能力

や身体的要素を評価するとともに、高校生以降では各野球能力に関連する形態・体組成および体力要素を踏まえて評価し、練習内容を設定することが重要であると考えられる。

文献

- Almansoor, H. S., Nuhmani, S., and Muaidi, Q. (2023) Role of kinetic chain in sports performance and injury risk: A narrative review. *Journal of medicine and life*, 16 (11): 1591-1596.
- Carda, R. D., and Looney, M. A. (1994) Differences in physical characteristics in collegiate baseball players. A descriptive position by position analysis. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 34 (3): 370-376.
- Coleman, E. (2007) Running speed in professional baseball. *Strength and conditioning journal*, 29 (3): 72-76.
- Cronin, J. B., and Hansen, K. T. (2005) Strength and power predictors of sports speed. *Journal of strength and conditioning research*, 19 (2): 349-357.
- Culvenor, A. G., Boeth, H., Diederichs, G., Wirth, W., Duda, G., and Eckstein, F. (2016) Longitudinal bone, muscle and adipose tissue changes in physically active subjects – sex differences during adolescence and maturity. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 16 (3): 237-246.
- 独立行政法人日本スポーツ振興センター監 (2021) 筋力測定、フィットネスチェックハンドブック—体力測定に基づいたアスリートへの科学的支援—. 大修館書店, pp.99-111.
- 遠藤俊典・田内健二・木越清信・尾縣貢 (2007) リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究. *体育学研究*, 52 (2): 149-159.
- Farley, J. B., Stein, J., Keogh, J. W. L., Woods, C. T., and Milne, N. (2020) The Relationship Between Physical Fitness Qualities and Sport-Specific Technical Skills in Female, Team-Based Ball Players: A Systematic Review. *Sports Medicine- Open*, 6 (18): 1-20.
- 藤澤慶己・日置佑輔・林陵平 (2025) 中学生男子におけるジャンプ能力の評価：陸上競技クラブチームのメンバーと非メンバーを対象とした研究. *コーチング学研究*, 38 (2): 127-135.
- Haruna, R., Doi, T., Habu, D., Yasumoto, S., and Hongu, N. (2023) Strength and conditioning programs to increase bat swing velocity for collegiate baseball

- players. *Sports*, 11 (10): 202-217.
- 長谷川伸 (2022) 大学生期の野球選手の体格や体力は打球、打撃、走塁のパフォーマンスに影響するのか?. 九州共立大学研究紀要, 12 (2): 81-89.
- 平野裕一 (2016) 科学する野球 バッティング&ベースランニング. ベースボール・マガジン社, p. 172.
- 今若太郎・谷中拓哉・角田直也 (2025) 大学野球選手における本塁から2塁への走塁経路と疾走タイムの関係. 体育学研究, 70: 91-102.
- Jarvis, P., Turner, A., Read, P., and Bishop, C. (2022) Reactive strength index and its associations with measures of physical and sports performance: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 52 (2): 301-330.
- Jolliffe, I. T. (2002) Principal component analysis (2nd ed.) . Springer, pp.63-113.
- 蔭山雅洋・中島一・中本浩揮・藤井雅文・前田明 (2020) 野球選手におけるバットスイング速度の変化に関する横断的研究. トレーニング科学, 32 (3): 83-96.
- Kanda, Y. (2013) Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone marrow transplantation*, 48 (3): 452-458.
- 勝亦陽一・金久博昭・川上泰雄・福永哲夫 (2008) 野球選手における投球スピードと年齢との関係. スポーツ科学研究, 5: 224-234.
- Kew, M., Koo, A., Manzi, J., Coladonato, C., Estrada, J., Dines, J. and Carr, J. (2023) Kinematic parameters predictive of pitch velocity in youth to professional baseball pitchers: a qualitative systematic review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 11 (11): 1-10.
- 木野村嘉則・木下達生・波戸謙太・葛原憲治 (2017) 野球における二塁までのベースランニング時の走塁コースの分類に関する試案: 中学生及び高校生による自由走路疾走条件を事例として. 東邦学誌, 46 (2): 91-104.
- Mercier, M.-A., Tremblay, M., Daneau, C., and Descarreaux, M. (2020) Individual factors associated with baseball pitching performance: Scoping review. *Sport & Exercise Medicine*, 6 (1): 1-6.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., and Beunen, G. P. (2002) An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Physical Fitness and Performance*, 34 (4): 689-694.
- Miyaguchi, K., Demura, S., Nagai, K., and Uchida, Y. (2011) Comparison of base running in baseball players and track-and-field athletes. *Health*, 3 (1): 26-31.
- 宮西智久・向井正剛・川口鉄二・関岡康雄 (2000) スピードガンと画像計測によるボールスピードの比較. 仙台大学紀要, 31 (2): 72-77.
- Murayama, R., Kigoshi, K., and Sugiura, K. (2023) Development of a method for predicting the maturity offset for peak height velocity suitable for Japanese youth. *International Journal of Sport and Health Science*, 21: 1-8.
- Nakata, H., Nagami, T., Higuchi, T., Sakamoto, K., and Kanosue, K. (2013) Relationship between performance variables and baseball ability in youth baseball players. *Journal of strength and conditioning research*, 27 (10): 2887-2897.
- 小野寺和也・白坂牧人・森本吉謙・入澤裕樹 (2021) 大学野球選手における除脂肪量・体脂肪量とスイング速度の関係. 仙台大学紀要, 52 (2): 1-5.
- 小野恵李奈・前川剛輝・亀井良和・湯田淳 (2015) 大学女子競技者における下肢のパワー発揮能力の評価法の検討. コーチング学研究, 28 (2): 175-182.
- Rojas-Valverde, D., Pino-Ortega, J., Gómez-Carmona, C. D., and Rico-González, M. (2020) A systematic review of methods and criteria standard proposal for the use of principal component analysis in team's sports science. *International journal of environmental research and public health*, 17 (23): 1-13.
- Seroyer, S. T., Nho, S. J., Bach, B. R., Bush-Joseph, C. A., Nicholson, G. P., and Romeo, A. A. (2010) The kinetic chain in overhand pitching: Its potential role for performance enhancement and injury prevention. *Sports health*, 2 (2): 135-146.
- Shalfawi, S. A., Sabbah, A., Kailani, G., Tønnessen, E., and Enoksen, E. (2011) The relationship between running speed and measures of vertical jump in professional basketball players: A Field-test approach. *Journal of strength and conditioning research*, 25 (11): 3088-3092.
- Suzuki, K., Mizoguchi, Y., Kimura, F., Fujisaki, K., Yokoyama, D., Hall, T., and Akasaka, K. (2025) Correlation between muscle strength, swing speed, batting statistics, and body composition parameters in high school baseball players: A retrospective observational study. *Journal of strength and conditioning research*, 39 (2): 135-141.
- Taniyama, D., Matsuno, J., Yoshida, K., Pyle, B., and Nyland, J. (2021) Rotational medicine ball throw

velocity relates to NCAA division iii college baseball player bat swing, batted baseball, and pitching velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35 (12): 3414-3419.

Till, K., Morris, R., Emmonds, S., Jones, B., and Cobley, S. (2018) Enhancing the evaluation and interpretation of fitness testing data within youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 40 (5): 24-33.

Tremblay, M., Tétreau, C., Corbin-Berrigan, L.-A., and Descarreaux, M. (2022) Anthropometrics, athletic abilities and perceptual-cognitive skills associated with baseball pitching velocity in young athletes aged between 10 and 22 years old. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4: 1-15.

筒井俊春・坂槇航・前道俊宏・坂田淳・鳥居俊 (2023) 成長期野球選手の打撃におけるスイングスピードの発達様式. *体力科学*, 72 (3): 253-259.

Xiao, W., Bu, T., Zhang, J., Cai, H., Zhu, W., Bai, X., Zhang, L., and Geok, S. K. (2025) Effects of functional training on physical and technical performance among the athletic population: A systematic review and narrative synthesis. *Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 17 (2): 1-19.

谷中拓哉・森下義隆 (2020) 野球打者の下肢および体幹部の筋横断面積とスイングスピードとの関係. *トレーニング科学*, 32: 223-232.

谷中拓哉, 森田達貴・岡田純一 (2021) スイングスピードが大きい打者の形態的特徴. *野球科学研究*, 5: 45-54.

Yang, Z., and Wang, L. (2024) Relationship Between Pitch Velocity and Physical Fitness in Elite Baseball Pitchers. *Kinesiology*, 56 (2): 205-213.

Yoshii, K., and Tanaka, T. (2018) Establishment of a longitudinal growth chart corresponding to pubertal timing. *Clinical Pediatric Endocrinology*, 27 (4): 215-224.

吉野篤志・杉山允宏 (2007) 野球選手の体格・体力及び運動能力の発達的特徴. *愛媛大学教育学部紀要*, 54 (1): 149-155.

連絡責任者

住所：〒102-8554 東京都千代田区紀尾井町7-1 基盤教育センター

氏名：今若 太郎

電話番号：03-3238-3919 (研究室直通)

E-mail：t-imawaka-5w6@sophia.ac.jp

謝辞

本研究の実施にあたり、ご支援ならびにご助言を賜りました国士舘大学体育学部 熊川大介教授に深く感謝申し上げます。また、測定実施にご協力いただきました国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科の近松俊弥助手、ならびに大学院生の皆様に心より御礼申し上げます。