

## ストレートのリリース速度と回転速度が大きくコントロールが不安定な投手がつかんだ コントロール改善のコツとパフォーマンス向上のメカニズムに関する事例研究

林卓史<sup>1)2)</sup>, 島田一志<sup>3)</sup>, 奈良隆章<sup>4)</sup>, 布施努<sup>5)</sup>, 佐野毅彦<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> 朝日大学経営学部

<sup>2)</sup> 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 後期博士課程

<sup>3)</sup> 金沢星稜大学人間科学部

<sup>4)</sup> 筑波大学体育系

<sup>5)</sup> 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

<sup>6)</sup> 慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科

キーワード: 投球動作, 回転速度, コントロール, 大学野球, 暗黙知

### 【要旨】

本研究は、ストレートのリリース速度と回転速度が大きくコントロールが不安定な左投げ大学生投手を対象に、コントロール改善のコツをつかんだ過程と奪三振率増加と与四死球率減少のメカニズムを明らかにすることを目的とした事例研究である。方法は、コントロールが不安定な原因を投球腕の遅れとトップポジションの不安定さと見立て、改善策を定性的・定量的に検証した。結果、投げ始めに両手と踏み込み足を高く挙上する動作が、投球腕の遅れを緩和しトップポジションの安定化を、握り方の変更がスライダーの安定化をもたらした。それがストライクゾーンの著しい逸脱を減少させ、コントロールの不安解消が強い腕の振りにつながり、奪三振率の増加と与四死球率の減少に帰結したメカニズムが示唆された。変更の契機はいずれも近距離でのキャッチボールであった。投球動作という暗黙知を理解させるために用いたメタファーを、対象とした投手が咀嚼して感性と調和させたことがコツの獲得につながったことが推察された。

スポーツパフォーマンス研究, 11, 257-274, 2019年, 受付日: 2018年11月5日, 受理日: 2019年5月8日

責任著者: 林卓史 朝日大学経営学部 501-0296 岐阜県瑞穂市穂積 1851

takuhayashibb@gmail.com

\* \* \* \*

### **The mechanism for improving baseball pitch control and performance: A case study of a college baseball pitcher who threw high-speed fastballs with high spin rate at release but had trouble with location**

Takafumi Hayashi<sup>1)2)</sup>, Kazushi Shimada<sup>3)</sup>, Takaaki Nara<sup>4)</sup>,

Tsutomu Fuse<sup>5)</sup>, Takehiko Sano<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Asahi University

<sup>2)</sup> Graduate School, Keio University

<sup>3)</sup> Kanazawa Seiryō University

<sup>4)</sup> University of Tsukuba

<sup>5)</sup> Keio University

Key words: pitching motion, rotational velocity, control, college baseball,  
tacit knowledge

### **【Abstract】**

The subject of this case study was a left-handed college baseball pitcher who could throw high-speed fastballs with high spin rate at release, but had trouble with location. Our aim was to clarify the process by which he learned to improve pitch control, and the mechanisms for increasing strikeout rate and reducing base-on-balls and hit-by-pitch rates. Our findings show that raising both hands and holding the front foot high at the start of the pitch stabilized the top positions. The slider was stabilized by changing the grip.

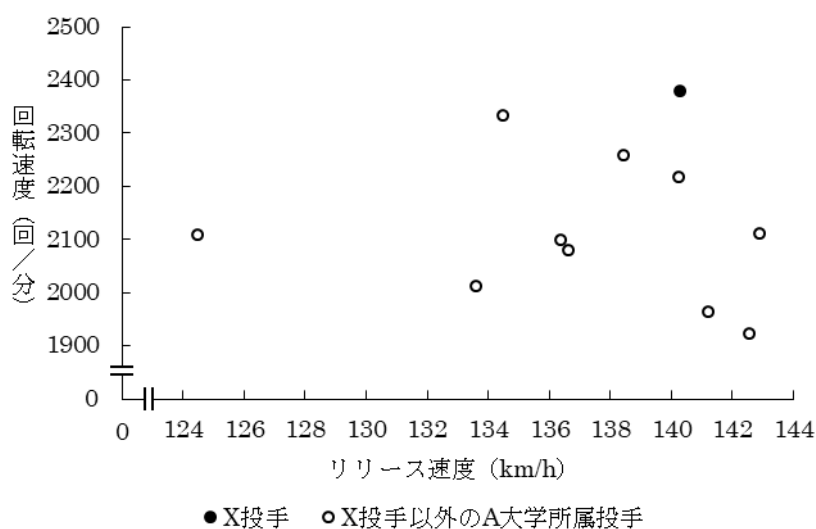
It was suggested that those changes resulted in a reduction of instances of significant deviation from the strike zone. Reduced anxiety about control led to stronger arm movements, which in turn increased the strikeout rate and reduced base-on-balls and hit-by-pitch rates. Playing catch at close range affected those changes. Our findings suggest that the pitcher assimilated the metaphors used for developing a tacit knowledge of pitching motions, and harmonized those with his sensitivity, resulting in his acquisition of the mechanism for improving pitching performance.

## I. はじめに

野球の投手が高パフォーマンスを発揮するための要因の一つとして適切な技術の習得が挙げられる。そのため、投手コーチングに関する研究では、コーチング前後での投球動作の比較(たとえば、喜久田・松下, 2010)やバイオメカニクスの観点からの投球動作の解析(たとえば、宮西・森本, 2007)など、投球動作を研究対象としたものが多い。しかし、どのような研究成果が蓄積されようとも、投手自身がコツをつかむことでしか動作習得はできないとされる(吉井, 2018)。ここに投手コーチングの難しさがあると考えられるが、どのように投手にコツをつかませるのか、技術習得の過程あるいはメカニズムに関する研究は見当たらない。

第一著者が投手コーチを務める A 大学野球部所属の X 投手(左投げ, オーバーハンドスロー, 1 年生)は入学年次の秋季リーグ戦に最優秀防御率投手となった。防御率は 9 イニングあたりの自責点数(投手が責任を負うべき失点数で、当該投手が被った総失点数から野手による失策等投手の責任を問われない失点数を減じたもの)を意味することから、得点を取り合う野球というスポーツにおいて失点を防ぐという投手の役割を考えれば、X 投手は極めて優れたパフォーマンスを発揮したといえる。また、A 大学が加盟する大学野球連盟からは多くのプロ野球選手やオリンピック日本代表選手が輩出されており、同連盟の春季リーグ戦優勝校は全日本大学野球選手権大会で優勝 25 回、準優勝 8 回、秋季リーグ戦優勝校は明治神宮野球大会で優勝 13 回、準優勝 15 回という戦績を残していることから(2017 年度末時点)、X 投手の競技水準は大学野球最高レベルに相当するといえる。

一方、高校在籍時の X 投手は特筆すべき実績を残しておらず、全国的には無名の投手であった。コントロールは不安定であり、ストレートはリリース速度が 140 km/h 前後であったが回転速度が非常に大きく、潜在能力の高さに期待して春季リーグ戦からリリーフ登板の機会が与えられた。なお、A 大学ではトラッキングシステム Rapsodo Baseball (Rapsodo, Indianapolis, USA)を用いて投球練習時にリリース速度と回転速度を計測しており、各投手の球質を客観的に把握していた(図 1)。



(注) 練習時にトラッキングシステムで測定した各投手のストレート最速 10 球のリリース速度と回転速度の平均値を布置した。

図 1. A 大学所属投手のストレートのリリース速度と回転速度の分布

春季リーグ戦では、防御率こそ 1.93 であったものの、被安打数(7)がイニング数(4  $\frac{2}{3}$ )を上回り、1 イニングあたりの許出塁数(被安打数と与四死球の合算値)は 1.92 であった。登板 5 試合目(対 D 大学第 3 回戦)において死球を与え降板し、これが春季リーグ戦での最終登板となった。

コントロールの不安定さが改善されないまま秋季リーグ戦を迎え、登板 1 試合目は 1 イニングを 3 人で抑えたものの、1 日空けて登板した 2 試合目は 1  $\frac{2}{3}$  イニングで被安打 1, 与四死球 3, 失点 4, イニング途中での降板となった。翌週の登板 3 試合目では 1 試合目に続いて 1 イニングを 3 人で抑えたものの、翌日の登板 4 試合目は  $\frac{2}{3}$  イニングで被安打 1, 失点 1, 再びイニング途中降板となった。翌週は A 大学の試合は組まれておらず 2 週間後に登板 5 試合目を迎えると、コントロールの不安定さが消え、X 投手は対戦相手を圧倒するようなパフォーマンスをみせた。X 投手の好投は秋季リーグ最終戦(登板 9 試合目)まで続き、最終的に防御率は 1.03(第 1 位)となった。X 投手のリーグ戦での成績を表 1 に示す。

表 1. X 投手のリーグ戦での成績

季	週	対戦	回戦	登板	イニング数	打者	被安打	被本塁打	与四死	奪三振	失点	自責点
春	2	B	2	4 人目	1	5	1	0	1	2	0	0
春	3	C	2	3 人目	2	9	3	0	0	2	1	1
春	3	C	4	2 人目	1	5	2	0	0	1	0	0
春	5	D	2	5 人目	$\frac{2}{3}$	2	0	0	0	0	0	0
春	5	D	3	3 人目	0	2	1	0	1	0	0	0
秋	2	B	1	3 人目	1	3	0	0	0	2	0	0
秋	2	B	3	2 人目	1- $\frac{2}{3}$	10	1	0	3	2	4	0
秋	3	D	3	3 人目	1	3	0	0	0	1	0	0
秋	3	D	4	3 人目	$\frac{2}{3}$	4	2	0	0	2	1	1
秋	5	E	1	2 人目	1	3	0	0	0	1	0	0
秋	5	E	2	先発	8	28	2	0	2	12	1	1
秋	6	C	1	4 人目	2	10	1	0	2	5	0	0
秋	8	F	1	2 人目	3	9	0	0	0	6	0	0
秋	8	F	2	先発	8	30	4	1	1	11	2	1

投手評価の代表的な 4 つの指標, 防御率, Walks plus Hits per Innings Pitched(以下, WHIP と記す), Strikeouts per 9 innings pitched(以下, K9 と記す), Strikeout-to-walk-ratio(以下, K/BB と記す)について, 秋季リーグ戦登板 4 試合目以前の低調期と秋季リーグ戦登板 5 試合目以降の高調期とで比較した結果を表 2 に示す。

表 2. X 投手の低調期別評価指標の比較

	試合数	イニング数	防御率	WHIP	K9	K/BB
低調期	9	9	2.00	1.67	12.00	2.40
高調期	5	22	0.82	0.55	14.32	7.00

WHIP: Walks plus hits per innings pitched, K9: Strikeouts per 9 innings pitched, K/BB: Strikeout-to-walk-ratio

WHIP とは 1 イニングあたりの被安打数と与四死球数の合算値で, 値が低いほど出塁を許さない安定した投球を行っていると見なされる(蛭川, 2012)。K9 とは 9 イニングあたりの奪三振数で, 1 試合あたり 27

個のアウトのうち三振で奪えるアウトの目安を示す(蛭川, 2012). K/BB とは与四球数 1 個あたりの奪三振数を表し, 数値が高いほど安定した投球を行なっていると見なされる(蛭川, 2012). いずれの指標も改善していることが確認できた.

打者との対戦結果(奪三振, 凡打, 被安打, 与四死球, 犠打)の構成比を低調期と高調期とで比較したところ(Fisher の直交法, 有意水準 5%), 有意差が認められた. 有意な調整済み標準化残差は認められなかったが, 奪三振の比率に増加傾向がみられ, 被安打と与四死球の比率に減少傾向がみられた(表 3). 奪三振数が多い投手は与四球数も多いことが報告されており(蛭川, 2014), 奪三振率増加と与四死球率減少の同時発生は X 投手に大きな変化が起きたことを示唆すると考えられる.

表 3. X 投手の低高調期別対打者結果の比較

	N	奪三振	凡打	被安打	与四死球	犠打	p <sup>a)</sup>
低調期	36	25%	39%	22%	14%	0%	.046
ASR <sup>b)</sup>		-1.93	0.40	2.00	1.36	-1.53	
高調期	80	44%	35%	9%	6%	6%	
ASR <sup>b)</sup>		1.93	-0.40	-2.00	-1.36	1.53	

a) Fisher の直接法による検定, b) Adjusted standardized residual(調整済み標準化残差)

## II. 本研究の目的

X 投手のパフォーマンスは徐々に向上したのではなく, 劇的な変貌と形容するほど飛躍的に向上した. したがって, 微修正を加えながら課題解決に取り組んだ成果ではなく, 秋季リーグ戦登板 4 試合目から登板 5 試合目の間の 2 週間に何らかのコツをつかんだことが課題解決につながったと考えられる. そこで, 本研究は, ストレートのリリース速度と回転速度が大きくコントロールが不安定な X 投手を対象として, コントロール改善のコツをつかんだ過程と奪三振率増加と与四死球率減少というパフォーマンス向上のメカニズムを明らかにすることを目的とする. 本研究で得られた知見は, X 投手と同様の特徴を有する投手を指導するうえでの一助となることが期待される.

## III. 方法

本研究では, X 投手の不安定なコントロールの原因を特定したのち, 改善策の検証を定性的・定量的に行なった.

### 1. 第一著者の観察による X 投手のコントロールが不安定な原因の特定

第一著者の観察に基づき行なった. 第一著者は高校, 大学, 社会人で投手として全国大会出場経験があり, 15 年の投手指導経験を有している. 分析を行なうにあたり, 必要に応じて第一著者の日誌を補完資料として活用した.

### 2. 改善策の定性的検証

X 投手の日誌と X 投手に対するインタビュー, A 大学野球部正捕手の Y 捕手に対するインタビュー, 第一著者の観察記録に基づき検証した. X 投手の日誌の記述量は少なく得られる情報が限定されるため X 投手に対するインタビューを実施することとした. また, X 投手のボールを受ける捕手の視点は検証の精度

を高めると考え、Y 捕手もインタビュー対象者に加えることとした。インタビューを行なうにあたっては、インタビュー対象者のものの見方を明らかにすることが期待され(フリック, 2011), 対象者の話が脱線・逸脱したり逸話の語りとなったりしても、それを止めることなく聞き取る特徴を有する手法である半構造化インタビュー(中嶋, 2015)を採用することとした。インタビューは、投手コーチである第一著者のバイアスを避けるため、第四著者が行なった。第四著者は心理学の博士号を有し、野球経験者(内野手として高校・大学の全国大会に出場)であり、A 大学野球部のメンタルトレーニング・サポートを行なっていることから、X 投手と Y 捕手との間にラポール(佐藤, 2002)が形成されていると考えられ、インタビュー実施者として適任であると判断した。X 投手に対するインタビューは 2018 年 2 月 24 日に約 90 分間行なわれ、「秋季リーグ戦で防御率 1 位を獲得できた理由」と「投球内容の変化のきっかけ」を尋ねた。Y 捕手に対するインタビューは 2018 年 2 月 28 日に約 15 分間行なわれ、低調期と高調期それぞれの評価を尋ねた。インタビューの内容はすべて録音したうえでテキスト化し、第一著者、第二著者(体育科学の博士号保有者)ならびに第四著者による「研究者のトライアンギュレーション」(フリック, 2011)を用いて整理した。トライアンギュレーションとは「ひとつの現象に対してさまざまな方法、研究者、調査対象群、空間的・時間的セッティングあるいは異なった理論的立場を組み合わせることを意味」しており、質的研究の質向上のために用いられるものである(フリック, 2011)。インタビューと日誌に基づく統合的検証は第一著者が行なった。

### 3. 改善策の定量的検証

日誌とインタビュー、観察記録に基づく定性的検証結果の妥当性を確認するため、X 投手の競技データを低調期と高調期とで比較した。具体的には、球種別のストライクゾーン通過率を  $\chi^2$  検定、球種別のリリース速度を対応のない t 検定、球種構成比を  $\chi^2$  検定、球種別のストライクゾーン外通過球に対する打撃結果を Fisher の直接法による検定で検証した。リリース速度は球場に常設された大型映像表示装置の表示結果を用いた。それ以外の競技データは A 大学所属連盟の公式ウェブサイトに掲載されたもの、もしくは A 大学野球部員によって記録されたものを用いた。リーグ戦は全て同一の球場で開催された。有意水準は 5%とした。解析には SPSS ver. 25 (IBM)を用いた。

### 4. 倫理的配慮

個人名や大学名等の固有名詞はすべて匿名化した。X 投手と Y 捕手に対するインタビューならびに X 投手の日誌を用いた分析は、研究の目的、プライバシーの保護、研究協力の任意性、研究データの取り扱い、研究結果の公表方法に関する説明を行ない、同意を得たうえで実施された。本研究は慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科倫理審査委員会の許可を得て実施された(受理番号: 141, 承認日: 2017 年 3 月 21 日)。

## IV. 結果

### 1. 第一著者の観察による X 投手のコントロールが不安定な原因の特定

第一著者の観察から、X 投手のコントロールが不安定である原因を示す。

X 投手が投げる球種はストレート、スライダー、チェンジアップの 3 種類であったが、チェンジアップは試合で通用する水準にはなかったため、実質的にはストレートとスライダーの 2 種類であった。ストレートのリリ

ース速度は 130 km/h 台半ばから 140 km/h 台半ばであったが、回転速度は約 2400 回転/分でチーム内最高であった。バックスピンの回転速度が大きいほどボールに作用する揚力が大きくなるため高速回転ストレートの軌道は低中速回転ストレートの軌道より到達点が上方となり、打者は高速回転ストレートが浮き上がるような錯覚に陥ることになる(Watts and Ferrer, 1987; Jinji and Sakurai, 2006; Higuchi et al., 2013)。スライダーについては、リリース速度が 120 km/h 前後であった。コントロールの精度は低く、球種を問わず 3 球続けてストライクを投げるのが困難な水準であった。

練習試合での X 投手は、ストライクが決まればストレートで抑えられたが、四球を連発して自滅するもしくは四球後に力を抑えてストライクを狙ったボール(いわゆる置きにいったボール)を痛打されることを繰り返した。したがって、X 投手の課題は不安定なコントロールであった。

第一著者は、X 投手のコントロールが不安定な主たる原因は 2 つ、投球腕の遅れとトップポジションの不安定さにあると考えた。良好な投球動作では、軸足(pivot leg; 左投げの場合は左足)から踏み込み足(stride leg; 軸足ではない足で左投げの場合は右足)への重心移動を伴う並進運動、股関節を中心とした骨盤の回旋、やや遅れての体幹のひねり、体幹の回旋に伴う上腕(肩関節)の回旋、続く前腕(肘)の回旋、さらに肘伸展へのブレーキによる手(手首)の加速という運動連鎖(kinetic chain)が生じ、一連の運動連鎖が正確かつ円滑に遂行されれば、並進運動と回旋運動によって生み出されたエネルギーが効率的にボールに伝達されることになる(三原, 2008; 内田ほか, 2017; Hirashima, et al., 2008)。X 投手の場合、ボールリリース時に肘を引き過ぎた状態(投球腕の遅れ)にあり(写真1-⑫)、したがって、上腕には後方への力が必要以上に働き、その反力として前方へ引く力を働かせる必要が生じるため(中溝ほか, 2005)、踏み込み足で体幹にブレーキをかけることで(写真1-⑬と⑭)、上腕に前方への反力を作用させるような動作が生じていると考えられる。回転軸となるべき踏み込み足がブレーキ役となってしまうので、体幹の回旋は不十分となり(写真1-⑬から⑯)、投球動作の最終局面で腕だけが回旋し(写真1-⑪から⑭)、その結果、ボールリリースの制御が難しくなり、ボールは投手から見て左上方向(いわゆる、抜けたボール)もしくは右下方向(いわゆる、引っかけたボール)へ進む傾向が強くなる。また、X 投手は、投球腕の肩関節が最大外旋位に達した位置(いわゆるトップポジション)での手の位置が定まらず、その結果、投球ごとにリリースポイントが変動していた。なお、トップポジションで肘が両肩峰の延長線上に位置しない状態(いわゆる肘下がり状態、写真1-⑪)で投げることも多々あったが、肘下がり状態になると、投球時の肘関節伸展運動が制限され、肩関節内旋運動主体の投球動作となり、ボールリリースの制御が難しくなるだけでなく、肘への負担も増大させることになり(三原, 2008; 松久ほか, 2001)、コントロールの不安定さを招くだけでなく、故障を誘発することも懸念された(動画 1)。



写真 1. X 投手の投球フォーム

## 2. 改善策の定性的検証

コントロール改善のため、X 投手の入部後、まずは 20～25 m の距離でのキャッチボールで相手の胸部を狙って正確に投げることを求めた。近距離で狙った位置に投げる動作を反復することによって適切な投球動作を身体に刷り込ませることを意図した。なお、近距離キャッチボールは年間を通じて全投手に取り組ませた。X 投手は日誌に「キャッチボールから意識してストライクを狙ったが、自分のコントロールの悪さを痛感するとともに、キャッチボールの大切さを感じた。普段はフォームのことしか意識していなかったため、これからは相手の胸めがけてどストライクを投げたい」「高校時代(略)その日に合ったフォームで投げた(略)よく「日替わり弁当」と例えられていた。だから、ピンチの時やストライクが欲しいカウントの時に投げ方が分からなくなった」と記しており、入部当初、コントロールが不安定である原因を安定しない投球動作にあると考えていたようであった。また、クイックモーションでの投球時にコントロールがさらに悪化するという課題が練習試合で浮き彫りとなり、X 投手の日誌には「クイックでストライクが入らない(略)これは普段どれだけブルペンでwindアップでランナーを想定せず投げているかということである」と記されていた。さらに、この頃の日誌には「体幹が弱すぎる」といった基礎体力不足に言及する記述もあり、あるいは、牽制やフィールディングの水準は高いものの、安打を許した際にベースカバーを怠るなど、高校在学時に基礎練習を疎かにしていたことを示唆する記述や動作が目立った。

春季リーグ戦の序盤、X 投手は脱力を意識した投球に取り組んだ。コントロールが不安定な原因を力みにあると考えていたようであり、日誌にはストライクを入れるコツとして「最初は脱力してリリースで 100%の力を出す」と記されていた。X 投手の感触に反してコントロール難は続いたが、春季リーグ戦の登板 2 試合目(対 C 大学第 2 回戦, 2 イニング, 被安打 3, 奪三振 2, 失点 1)後の日誌に「真っすぐが決まれば C 打線に打たれない」と記されているとおり、ストレートには自信をもった様子が確認できる。その後、コントロールの不安定さが解消されないまま、春季リーグ戦の終了を迎えた。

春季リーグ戦終了後、第一著者は投手陣の全体ミーティングにおいて、「必然性」という表現を用い、第一著者が重要であると考え「間」を伴った投球動作についての説明を複数回行なった。さらに、「股関節に乗る」という表現を用いて、軸足側の股関節に体重を預け、体重を預けている間に投球腕がトップポジションに移行しやすい状態となった後に投げ始めることを説明した。この「体重を軸足股関節に預けながら、投球腕がトップポジションに移行しやすい状態にあること」を「必然性」と表現した。あるいは、「手を入れる」という表現を用いて、良好な投球動作時にはストライクゾーンに手を入れたような感覚あるいはキャッチャーを触るような感覚が得られることを説明した。ミーティングでは、日本のプロ野球やアメリカの Major League



Baseball の投手の映像を見せる, 実践できている A 大学所属投手(たとえば Z 投手)によるプレゼンテーションも交える, といった工夫を施した。

課題解決のため, X 投手には投球動作の終点もしくは始点での下肢の使い方に着目した助言を与えた。投球動作は複雑な全身運動であり, 第一著者の指導経験上, 運動連鎖の途中を意識的に修正させることは困難であったからである。投げ終わり(運動連鎖終点)の動作修正が投球動作の改善につながった投手がいたことから, まずは踏み込み足である右足のつま先が正面もしくはやや右を向くよう助言した。終点から運動連鎖を遡及して課題箇所を修正する試みであった。ただし, X 投手はこの時点ではコントロールが不安定な原因を投球動作にあるとは考えていなかったようで, 「疲れてくると集中力が低下し, 雑になってしまう。これが(略)コントロールが悪い原因の1つだと感じている」「練習に取り組む姿勢や本当に全力でやっているのかということからすべてはきていると思う」という日誌の記述から, 集中力欠如や努力不足をコントロールが不安定な原因と捉えているようであった。

投げ終わりに着目した指導効果が現れなかったため, 投げ始め(運動連鎖始点)の軸足(左足)に着目し, 左ひざを突き出さない, しゃがむような姿勢は取らない, という助言を与えた。ただし, この頃から X 投手の日誌には「しっかり身のある練習を積み重ね, 秋のリーグ戦を迎えられるようにしたい」といった抽象的な記述が目立つようになり, 課題を特定せず漠然と練習しているように見受けられる状態が続いた。

投げ始めに着目した指導効果も現れなかったため, 再び投げ終わりに着目して, 投げ終わった後に左足(軸足)を右足(踏み込み足)よりも一足分前に置くよう助言した。また, 通常のキャッチボールの半分程度である 10 m の近距離での変化球のキャッチボールも行なった。力を入れて投げる必要がない距離であるため, 投球動作やボールの回転, コントロール等に意識を集中することが容易であると考えて取り入れた。X 投手が投げ損なうと, 第一著者は同じ動作を再現して返球し, 本人の気づきを促す工夫を施した。

良好な投球動作の理解が進んだ様子はみられず, コントロールに不安を抱えたまま秋季リーグ戦を迎えることになり, X 投手は開幕カードの対 B 大学第 1 回戦と第 3 回戦に登板した。ストライクが入った第 1 回戦は 1 イニングを奪三振 2, 失点 0, ストライクが入らなかった第 3 回戦は  $1\frac{2}{3}$  イニングを被安打 1, 四死球 3, 失点 4, イニング途中降板という結果であった。翌週の対 D 大学戦では第 3 回戦に登板機会が与えられ, 1 イニングを 3 者凡退(奪三振 1)に抑える投球をみせた。春季リーグ戦では D 大学の打者に死球を与えていたことから, 試合後の日誌に「今までで一番緊張した(略)自分の中で 1 つとても大きな壁を乗り越えることができた。春の D 大学戦以降, あの一球が忘れられず苦しかったが, なんとか克服し, こうやって, 今, もう一度マウンドに立たせていただいたことに感謝している」と記されていた。この試合によって投球への恐怖感という心理的圧力が多少なりとも軽減されたと考えられるが, このことが技術上の課題解決に直結したわけではなく, 翌日の対 D 大学第 4 回戦は  $\frac{2}{3}$  イニングを被安打 2, 奪三振 2, 失点 1, イニング途中降板となった。

対 D 大学戦から 2 週間後の対 E 大学戦では別人のようにパフォーマンスを飛躍的に向上させることになるが, この間の X 投手の日誌の記述内容は相変わらず抽象的であり, 第一著者は X 投手に対して課題を具体的に見極めることを繰り返し求めた。練習では変化の兆候は何らみられなかった。

X 投手は, インタビューにおいて, パフォーマンス向上の契機として秋季リーグ戦登板 2 試合目の対 B 大学第 3 回戦後の投球動作の変更を挙げ, 以下のように述べている。

「大差で勝ってるのに, 全然, 点取られるし, なんかもストライクも入らないし, 打たれるし, 終わりだと思って。途中交代で, B 大学戦の途中交代は結構心にきて。勝ったには勝ったんですけど, 全然喜べないみた

いな感じで、何かを変えないと」「夏も結局試行錯誤しながら、まあ、このままじゃ駄目だから、2 段モーション取られない投げ方で固めるしかないって思ったときに、Z さん(投手、右投げ、オーバーハンドスロー、2 年生)のキャッチボール見たときに(略)今の自分のフォームはそれを取り入れたっていうか、それを参考に一応して投げてるんですけど、あ、いいなと思って」

変更後の投球動作では、変更前と比べて、踏み込み足(右足)と両手を高く上げていることがわかる(写真 2; [動画 2](#))。



変更前



変更後

写真 2. X 投手の投球動作

さらに、X 投手がインタビューで挙げたもう一つの契機はスライダの握り方の変更であった(写真 3)。「キャッチボールをしているときに(略)縦スラの握りで横にスライドかけたら投げやすいなと思って。どっちも同じ握りだったら投げやすいんじゃないかなと思って。投げてみたら結構投げやすかったんで」とキャッチボールでの偶然の試みで感触をつかみ、秋季リーグ戦登板 4 試合目の対 D 大学第 4 回戦後から「ブルペンで練習して、そしたら結構速いし、こう思いっきり投げても、大体その思ったコースにいくんで、これいいなと思って」と述べた。なお、スライダの握り方の変更については、Y 捕手および第一著者ともに認識していなかった。握り方の変更前後の X 投手がスライダを投球する様子を示す([動画 3](#); [動画 4](#))。動画 3 は握り方の変更前、動画 4 は握り方の変更後である。



変更前



変更後

写真 3. X 投手のスライダの握り

X 投手によれば、投球動作の変更は対 D 大学戦前、スライダークの握り方の変更は対 D 大学戦後であったが、練習で変貌の前兆がみられないまま秋季リーグ戦登板 5 試合目となる対 E 大学第 1 回戦で成果が現れた。この試合で X 投手は 1 イニングを被安打 0, 奪三振 1, 失点 0 という結果を残し、試合後の日誌に「しっかり腕を振ってストライクを投げることができた。なにより、左打者のインコースに投げられるようになったのは大きな収穫であった」と成果を実感した様子を記した。翌日の対 E 大学第 2 回戦では初めて先発を任され、8 イニングを被安打 2, 与四球 2, 奪三振 12, 失点 1 という結果であった。第一著者は日誌に X 投手のパフォーマンスを「どんどんストライクが入り、変化球が切れ、真っ直ぐがすごく、8 回を 12 奪三振、四球 2. 8 回バテたが、ストライクの心配もいつもほどじゃなかった。感覚としてつかんでいるな、という感じがした。V や W (E 大学の主力打者) がいとも簡単にアウトになるし、クソボールを振って三振する」と記した。

X 投手は対 E 大学第 2 回戦から 3 日後の日誌に「変化も直球もストライクが取れるようになってきているのを実感しているし、左右のインコースにも確実に投げる力がついてきた」とコントロール改善の手応えを記した。インタビューでは「感覚的な問題でいうと、手が入るようになったっていうのはあります」「その投げ方したら、ぎりぎりまでみて(略)キャッチャーに入れる感じですね、手を。入れる感じで、もうそこから決まってるって感じですね」と感触を説明した。高調期については「思いっきり投げれたっていう感じでした」と述べ、低調期についてはストライクを取ることを意識するあまり「腕、振れてないです」と振り返っている。また、スライダークについては「速くなった、打たれなくなったな、っていうのは、すごいあります」と述べているとおり、コントロールの精度向上よりもリリース速度の増加に言及していた。

2017 年春季および秋季リーグ戦を通して X 投手のボールを捕り続けた Y 捕手は、低調期の X 投手については「コントロールに自信がないっていうのもあって、うまく、なんか、まとめようとしてたのがあって、なんか、こんなもんなんかなって思ったんですけど」「やっぱ、最初、あんま腕振れてなかった」と振り返り、高調期の X 投手については「勢いがすごくて、とにかく。なんか、足上げ方も、なんかガツと上げるようになりまして、そのままガツって、なんか勢い使って、かつコントロールいいみたいな」「キャッチャーもわかります、なんか、腕振れてるなっていうのは。基準なんかはないですけど」「もうすげえ伸びてくるんで、勢いもあって、捕れないんじゃないかなって思って」「受けてても怖いですもん」と評していた。コントロールの改善については「2 分割。外要求したら真ん中より外にはきますし、内に要求したら真ん中より内にはくるな、ぐらいではありますけど、勢いがあるんで、それぐらいで十分なんで」と述べていた。また、スライダークについては「やたらなんか回転数が増えたというか、キレのあるスライダークにはなりましたね。球速、まっすぐの質と一緒にスライダークもかなりよくなったと思いますね」「ストライク入るようになって、僕もスライダークの割合を増やして、それでちょっとピッチングが楽になったのかな」と説明した。

### 3. 改善策の定量的検証

X 投手は投球動作の変更とスライダークの握り方の変更によるコントロールの改善に言及していたことから、低調期と比べて高調期にストライクゾーン通過率が増加したことが想定される。ストレートのストライクゾーン通過率は低調期の 66.4% から高調期の 58.8% へと減少しており、スライダークのストライクゾーン通過率は低調期の 35.5% から高調期の 51.4% へと増加していたが、 $\chi^2$  検定の結果、いずれの球種も有意な差は認められなかった(表 4)。

表 4. X 投手の球種別低高調期別ゾーン通過ゾーンの比較

	n	ストライクゾーン		$\chi^2$	df	p
		内	外			
ストレート						
低調期	137	66.4%	33.6%	2.07	1	.151
高調期	216	58.8%	41.2%			
スライダー						
低調期	31	35.5%	64.5%	2.45	1	.118
高調期	111	51.4%	48.6%			

X 投手と Y 捕手は高調期にしっかりと腕が振られていたことやボールに勢いがあったことに言及していた。したがって、低調期と比べて高調期にリリース速度が増加したことが想定される。リリース速度の平均値(標準偏差)は、ストレートが低調期の 139.2(3.2)km/h から高調期の 142.4(2.8)km/h へ増加し、スライダーが低調期の 121.6(3.0)km/h から高調期は 126.6(2.6)km/h へ増加しており、対応のない t 検定で検証した結果、いずれも有意差が認められた(表 5)。

表 5. X 投手の球種別低高調期別リリース速度の比較

	n	平均値±標準偏差 (km/h)	t	df	p
ストレート					
低調期	119	139.2 ± 3.2	9.29	312	.000
高調期	195	142.4 ± 2.8			
スライダー					
低調期	30	121.6 ± 3.0	8.98	136	.000
高調期	108	126.6 ± 2.6			

Y 捕手は高調期にスライダーの比率を高めたことに言及していた。スライダーの構成比は、低調期が 18.5%であったのに対し、高調期は 33.9%であり、 $\chi^2$  検定の結果、スライダーの構成比は有意に増加したことが認められた(表 6)。

表 6. X 投手の低高調期別球種構成比の比較

	n	ストレート	スライダー	$\chi^2$	df	p
低調期	168	81.5%	18.5%	13.02	1	.000
高調期	327	66.1%	33.9%			

高調期に相手打者がストライクゾーンから外れたボールを振っていたという印象を第一著者が受けたことから、低調期と比べて高調期にはストライクゾーン逸脱球のスイング率が増加したと想定される。ストライクゾーン逸脱球を安打につなげた相手打者はおらず、結果は空振、ファウル、凡打のいずれかであった。ストライクゾーン逸脱球が空振・ファウル・凡打となった比率は、低調期が 6.5%、高調期が 16.9%であり、Fisher の直接法による検定の結果、有意差は認められなかった(表 7)。

表 7. X 投手の球種別低高調期別ストライクゾーン逸脱球の打撃結果の比較

	N	空振・ファウル・凡打	見送	p <sup>a)</sup>
ストレート				
低調期	46	6.5%	93.5%	.114
高調期	89	16.9%	83.1%	
スライダー				
低調期	16	12.5%	87.5%	.171
高調期	44	2.3%	97.7%	

a) Fisher の直接法による検定

## V. 考察

### 1. コツの獲得過程とパフォーマンス向上のメカニズム

X 投手は高速回転のストレートを投げることができ、三振奪取率の高い投手であるが(低調期で 25%, 高調期は 44%), コントロールが不安定であるという課題を抱えていた。試合では、コントロールが定まれば抑えることができたが、コントロールが不安定だと四死球を連発して自滅する、あるいは四死球後に力を抑えてストライクを取りにいったボールを痛打されることを繰り返していた。第一著者は、X 投手のコントロールが不安定な原因は投球腕の遅れとトップポジションの不安定さにあると考えた。

課題解決のため、第一著者は、投球動作の終点および始点での下肢の使い方に着目した助言を与えたが、効果は現れなかった。X 投手は、チームメイトの Z 投手のキャッチボールでの投球動作にヒントを得て、投球動作を投げ始めに両手と踏み込み足を同時に高く挙上する方式へ変更した。この変更により、軸足の股関節に体重を乗せて「間」をつくることができるようになり、腕の振り遅れを緩和することが可能となり、頻発していた肘下がり状態が解消され、投球腕の回旋が円滑になり、トップポジションが安定したと推察される。

動作のコツ習得には、「動作のコツを言語化しようとする指導者の努力に加え、情報と積極的にかかわりながら意味を獲得していくという学習者の努力がなされなければならない」(永山, 2011)ことが知られている。X 投手は投手ミーティングで説明された「必然性」の意味を咀嚼して投球動作のコツをつかんだと考えられる。第一著者は「必然性」を説明する際に「股関節に乗る」「手を入れる」といった抽象的な表現を多用した。投球動作の基本(筋骨格の動かし方)を理解させることは難しく、また、具象された動作は個別属人的であるため、投球動作は暗黙知(tacit knowledge)と捉えることができる。したがって、投球動作の指導は、指導者による暗黙知からの形式知(explicit knowledge)への転換・形式知の伝達、選手による形式知の受領・形式知から暗黙知の創造というプロセスと考えられる。暗黙知から形式知への転換では比喩的な言語や象徴的な表現が有効とされる(Nonaka, 1991)。X 投手に十分に理解されていなかったと想定される比喩的・象徴的表現は、Z 投手のキャッチボールでの投球動作が引き金となって X 投手の感覚と調和され、投球動作の変更・定着につながったと推察される。

投球動作の変更に加え、X 投手はスライダーの握り方も変更した。キャッチボール時の偶然の試みで感触を得たということであった。第一筆者は、投球動作やボールの回転、コントロール等に意識を集中させることを意図して、力を入れて投げる必要がない近距離キャッチボールを重視していた。握り方の変更は偶然の産物ではあったが、その偶然が起こりうる頻度を高める環境を整えることによってうまれたと考えられる。

投球動作の変更とスライダの握り方の変更はコントロールの不安定さという課題解決を意図したものであったが、低調期と高調期でストライクゾーン通過率を比較すると、統計的有意差は認められず、スライダでは 35.5%から 51.4%へ改善傾向にあったものの、ストレートでは 66.4%から 58.8%へ悪化傾向にあった。Y 捕手もコントロール改善を実感していたが、高調期の X 投手に Y 捕手が求めたコントロールの精度はストライクゾーンの左右 2 分割への投げ分け程度であった。精度としては大雑把であるが、ボールに勢いがあったので、それで十分であると振り返っている。X 投手と Y 捕手が言及するコントロール改善とは、狙った場所へ正確に投げ込む精緻さを身に付けたことを意味するわけではなく、ストライクゾーンの著しい逸脱が減少したことを意味すると推察される。

コントロール改善に加えて、X 投手と Y 捕手は強い腕の振りにも言及した。低調期には腕が「しっかり振れていなかった」が高調期には腕が「しっかり振れる」ようになったという。平均リリース速度をパフォーマンス低調期と高調期で比較すると、ストレートは 139.2 km/h から 142.4 km/h へ、スライダは 121.6 km/h から 126.6 km/h へ有意に増加しており、腕を「しっかり振れる」ようになったことが裏付けられる。主観的努力度が高まるとリリース速度は増加するがコントロールの精度は低下することが報告されており(前田・大岡, 2011)、低調期の X 投手は四死球を恐れて腕を「しっかり振る」ことができなかったことが示唆される。

コントロールの不安定さが軽減されたことにより、Y 捕手は高調期にスライダの配球比率を高めたと述べた。配球構成比を低調期と高調期で比較すると、スライダの比率は 18.5%から 33.9%へ有意に増加した。球種の増加は打者の予測を困難にさせるという(古田, 2009)。X 投手が投げる球種はストレートとスライダの 2 種類であるものの、ストレート頼りの配球からスライダを適度に織り交ぜた配球へ変わったことにより、打者には球種の予測が困難になったことが推察される。

高調期には、明らかにストライクゾーンを外れたボールを振る打者が目立つ印象が残った。ストライクゾーン逸脱球が空振・ファウル・凡打となった比率を低調期と高調期で比較すると、統計的有意差は認められなかったが、6.5%から 16.9%へ増加傾向にあった。X 投手の高速回転ストレートは低中速回転ストレートと比べて軌道の到達点は上方となる特徴があることから、打者の眼がストレートとスライダの高低差に追いつきにくくなったことが推察される。

## 2. 事例から得られるコーチングに関する知見

第一著者はトラッキングシステムを導入して A 大学投手陣のリリース速度と回転速度を計測し、投球の質の可視化を試みた。X 投手はコントロールの不安定さという課題を抱えていたものの、チーム最高の高速回転という特徴を有していた。トラッキングシステムによって X 投手の投球の質が明らかとなっていなければ、練習試合で四死球を連発する X 投手にリーグ戦での登板機会を与えることはなかったと思われる。白井(2017)は、コーチの主観に基づく指導は選手の主観との衝突を招く可能性があると指摘している。技術革新により可視化される技能の範囲はますます広がることが期待される。主観の衝突を避け、有望なタレントを見落とすリスクを避けるためにも、これからの指導者には客観的データを扱うスキルを養うことも求められると考えられる。

X 投手のコントロールが不安定である原因は投球腕の遅れとトップポジションの不安定さにあると見立て、投球動作の終点および始点での下肢の使い方の修正による課題解決を図ったが、明示的な効果は得られなかった。投げ始めの投球動作の変更により「股関節に乗る」動きを習得したことで「間」が生じ、投球腕の

遅れが緩和され、トップポジションの安定につながった。X 投手は回転速度の大きいストレートを投げることができるが、これはボールに力を伝える技術に長けていることを意味すると考えられ、したがって、ボールに力を伝えるタイミングさえ制御できれば、精緻なコントロールを身につけなくても打者を抑えられる可能性が示唆される。

アメリカの Major League Baseball ならびに Minor League Baseball でのコーチングの基本は、自らコツをつかまなければ真の技術は身につかないという考えに基づく「Don't over teach」であり、見守ることの重要性が説かれているという(権藤, 2010)。第一著者はこの姿勢に大いに共感し、教え過ぎないよう注意を払っていたが、X 投手自身がコツをつかむまで何もせず待っていたのではなく、X 投手が気づきを得る可能性を高める環境づくりに努めた。その一例が近距離キャッチボールであり、X 投手はキャッチボール中に偶然にスライダの握り方を変えて感触をつかんだ。投球動作の変更も、第一著者が「必然性」のモデルとして示した Z 投手のキャッチボールでの投球動作が契機となっている。複雑な全身運動である投球動作のような暗黙知の理解に有効とされるメタファーも間接的効果があったと推察される。X 投手が Z 投手から得たヒントは「股関節に乗る」ことの実践につながり、それによってトップポジションが安定し、「手を入れる」感覚を実感できるに至ったと捉えることができる。コツをつかむ引き金は近距離キャッチボールであったが、メタファーと X 投手の感覚が調和された瞬間に良好な投球動作のコツをつかんだものと推察される。メタファーの捉え方は人それぞれであることから、指導者は豊富な語彙力・表現力を身に付けることが必要であるが、選手自身もアナロジーによってメタファーと本人の感覚を調和させる(Nonaka, 1991)能力を磨く必要があると考えられる。なお、投球動作がうまくいかず、過度な反復練習が原因で投球動作に支障をきたしてしまう、イップス(yips)が起こりうるということが知られている(工藤, 2008, 2015)。X 投手は死球が原因で投球に対する恐怖心を抱えながら課題修正に取り組んだが、この時期に教え過ぎず、過度な反復練習を行なわなかったことは、X 投手の失調を回避したことにもつながったと考えられる。

剛速球を投げるがコントロールが不安定な投手について、コントロール難を気にせずしっかり腕を振るよう助言すれば「不思議とストライクが入るようになる」という経験則に基づき、いわゆる荒れ球を是正しようとして球威低下を招く必要はないという指摘がある(権藤, 2010)。短所を正すのではなく長所を伸ばすべき、という考えに基づく指導の推奨と捉えることもできる。X 投手の課題はコントロールの不安定さであったが、課題克服の結果、精緻なコントロールを習得したわけではなく、ストライクゾーンの著しい逸脱が減少したに過ぎないと推察される。捕手から求められたコントロールの精度はストライクゾーンの左右 2 分割への投げ分けという大雑把なものであった。それにもかかわらず、奪三振率は増加し、被安打率と与四死球率は減少した。その一因として、打者がストライクゾーン逸脱球を振る比率が高まる傾向にあったことが示された。X 投手の事例から、威力あるストレート(リリース速度・回転速度の大きいストレート)を投げる投手がコントロールの不安定さという課題を抱えている場合、ストライクゾーンの著しい逸脱がなくなる程度のコントロールが習得できれば、腕を強く振ることによって高速回転という長所が助長され、打者がストライクゾーン逸脱球に手を出す比率が高まり、その結果、与四死球の減少、奪三振の増加、被安打の減少につながるというメカニズムが成立していることが示唆される。なお、大学野球の水準であれば、威力あるストレートの基準として、リリース速度 140 km/h, 回転速度 2400 回転/分が目安になると考えられる。

## VI. まとめ

本研究は、ストレートのリリース速度と回転速度が大きくコントロールが不安定な X 投手を対象として、コントロール改善のコツをつかんだ過程と奪三振率増加と与四死球率減少というパフォーマンス向上のメカニズムを明らかにすることを目的とした。第一著者は X 投手のコントロールが不安定な原因を、投球腕の遅れとトップポジションの不安定さにあると見立てた。X 投手の日記と X 投手に対するインタビュー、Y 捕手に対するインタビュー、第一著者の観察記録に基づき改善策を定性的に検証し、また、定性的検証結果の妥当性を確かめるために X 投手の競技データを用いて定量的検証を行なった。

### 1. 事例から得られた知見

投球動作終点(投げ終わり)ならびに始点(投げ始め)での下肢の使い方を修正することによって良好な投球動作を習得する試みでは効果が得られなかったが、投球動作開始時に両手と踏み込み足を同時に高く挙上する動作への変更によって軸足の股関節に体重を乗せて「間」をつくることができるようになり、投球腕の遅れが緩和され、トップポジションが安定したことによりストライクゾーンの著しい逸脱が減少した。この変更はチームメイトのキャッチボールでの投球動作からヒントを得て X 投手自身が試したものであった。また、近距離キャッチボール時に感触を得て、スライダの握り方も変更した。力を入れて投げる必要がないため投球動作等に意識を集中しやすい近距離キャッチボールが、この 2 つの変更の引き金であった。ただし、投球動作の変更については、良好な投球動作の基本を説明するために繰り返し用いたメタファーが X 投手の感覚と調和したことによってコツ獲得の確認に及んだと推察される。コツをつかむためには、教え過ぎを避け、自らの投球動作と常に向き合いながら試行と検証を繰り返す環境を整えることの重要性が示唆された。

投球動作とスライダの握り方の変更により精緻とはいえないが大雑把にコントロールが安定したことでコントロールに対する不安が解消され、強く腕を振ることができるようになったことでリリース速度が増加した。その結果、回転速度が大きいという長所が助長され、奪三振率の増加と与四死球率の減少が同時に起きることとなった。ボールに力を伝える技術に長けているからこそ回転速度の大きいボールが投げられる投手の場合、ボールに力を伝えるタイミングさえ制御できれば好成績につながることを示唆された。なお、大学野球レベルでは、大雑把なコントロールでも球威で抑えられる目安はストレートのリリース速度 140 km/h、回転速度 2400 回転/分であることが示唆された。

### 2. 研究の限界

本研究は X 投手を対象とした一事例の研究であり、得られた知見をリリース速度と回転速度が大きいコントロールが不安定な投手へ適用するには注意が必要である。X 投手の投球動作の分析は第一著者の観察に基づいたものであり、モーションキャプチャー技術等を用いたものではない。したがって、第一著者の主観に起因するバイアスの影響は否定できない。また、X 投手がつかんだコツに関する情報は X 投手に対するインタビュー結果から得たものであり、リコールバイアスの影響は否定できない。X 投手のストレートの回転速度は練習時の計測結果であり、同等のストレートがリーグ戦でも投げられることを前提としており、試合で実際に投げられたボールの回転速度が計測されているわけではない点にも注意が必要である。X 投手の高調期とは 1 シーズン、5 試合、22 イニングであり、つかんだコツの効果が中長期的に継続するのか縦断的に観察する必要がある。



## VII. 文献

- フリック, ウヴェ: 小田博志監訳 (2011) 質的研究入門: <人間の科学>のための方法論. 初版, 春秋社. pp. 542-550.
- 古田敦也 (2009) フルタの方程式. 初版, 朝日新聞出版. pp. 97-99.
- 権藤博 (2010) 教えない教え. 初版, 集英社. pp. 20-23, 171-173.
- Higuchi, T., Morohoshi, J., Nagami, T., Nakata, H., Kanosue, K. (2013) The effect of fastball backspin rate on baseball hitting accuracy. *Journal of Applied Biomechanics*, 29(3): 279-284.
- Hirashima, M., Yamane, K., Nakamura, Y., Ohtsuki, T. (2008) Kinetic chain of overarm throwing in terms of joint rotations revealed by induced acceleration analysis. *Journal of Biomechanics*, 41(13): 2874-2883.
- 蛭川皓平(2012) セイバーメトリクス用語解説. In 岡田友輔, 秋山健一郎, 高村恵太編, プロ野球を統計学と客観分析で考えるセイバーメトリクス・レポート 1. 水曜社. pp. 211-215.
- 蛭川皓平 (2014) 投手の成績を予測する簡単な方法. In 岡田友輔, 三宅博人, 蛭川皓平, 高多薪吾, Student, 水島仁編著, プロ野球を統計学と客観分析で考えるセイバーメトリクス・レポート 3. 水曜社. pp. 123-125.
- Jinji, T., Sakurai, S. (2006) Direction of spin axis and spin rate of the pitched baseball. *Sports Biomechanics*, 5(2): 197-214.
- 喜久田雄紀, 松下雅雄 (2010) 中学野球の投球指導におけるワンポイントアドバイスの効果: 高低のコントロールが定まらない原因となる「力みのテイクバック」と「潰れた投球フォーム」の改善事例. *スポーツパフォーマンス研究*. 2: 121-130.
- 工藤和俊 (2008) イップス(Yips)と脳. *体育の科学*, 58(2): 96-100.
- 工藤和俊 (2015) 試合で力を発揮するための運動技術の学習における多様性の大切さ. *コーチング・クリニク*, 29(3): 10-13.
- 前田正登, 大岡昌平 (2011) 野球の投球における主観的努力度がボールの初速度と正確さに及ぼす影響. シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス講演論文集. 45-50.
- 松久孝行, 筒井廣明, 山口光国 (2001) 投球のバイオメカニクスからみた肩関節障害のリハビリテーションと予防. *臨床スポーツ医学*, 18(2): 165-171.
- 三原研一 (2008) バイオメカニクスと投球フォーム. *関節外科*, 27(8): 32-42.
- 宮西智久, 森本吉謙 (2007). 大学野球投手におけるピッチング動作の改善事例: 投球技術指導前後のトレーニング効果. *体育学研究*. 52(4): 361-381.
- 中寫洋 (2015) 初学者のための質的研究 26 の教え. 初版, 医学書院. p. 48.
- 中溝寛之, 中村康雄, 中村真里, 信原克哉 (2005) 投球動作におけるボールリリース時の上腕の姿勢に影響を及ぼす因子. *肩関節*, 29(2): 413-416.
- 永山貴洋 (2011) スポーツ領域における暗黙知習得過程に対する「わざ言語」の有効性: 動作のコツ習得過程において「わざ言語」はどのように作用しているのか. In 生田久美子, 北村勝朗編著, わざ言語: 感覚の共有を通しての「学び」へ. 初版, 慶應義塾大学出版会. p. 69

- Nonaka, I. (1991) The knowledge-creating company. *Harvard Business Review*, 69(6): 96-104.
- 佐藤郁哉 (2002) フィールドワークの技法: 問いを育てる, 仮説をきたえる. 初版, 新曜社. p. 59.
- 白井裕之 (2017) 怒鳴るだけのざんねんなコーチにならないためのオランダ式サッカー分析. 初版, ソル・メディア. pp. 42-44.
- 東京六大学野球連盟ウェブサイト. リーグ戦選手・個人通算成績 .  
URL:[http://www.big6.gr.jp/system/prog/kojinseiseki\\_career\\_individual.php?m=pc&p=AK17SH0](http://www.big6.gr.jp/system/prog/kojinseiseki_career_individual.php?m=pc&p=AK17SH0).  
(参照日 2018 年 11 月 1 日)
- 内田智也, 大久保吏司, 松本晋太郎, 小松稔, 野田優希, 石田美弥, 藤田健司 (2017) 投球動作の Early cocking 期における軸足股関節の運動学・運動力学的特徴. *日本臨床スポーツ医学会誌*, 25(1): 16-23.
- Watts, R. G., Ferrer, R. (1987) The lateral force on a spinning sphere: Aerodynamics of a curveball. *American Journal of Physics*, 55: 40-45.
- 吉井理人 (2018) 吉井理人コーチング論: 教えないから若手が育つ. 初版, 徳間書店. pp. 130-138.