

ソフトボール外野手のバックホーム返球時間 に及ぼす下肢ステップ動作の影響

板谷 昭彦¹・木田 京子¹・児玉 公正²

¹ 園田学園女子大学

² 大阪大谷大学

I. 目 的

学習指導要領の保健体育分野における球技運動に属するベースボール型種目は、守備・防御と攻撃とに分かれて、捕球・投球、打撃・走塁と多岐にわたる運動内容で構成される。学習指導要領の一部を抜粋しその特徴をまとめると「走塁での攻撃、定位置での守備などによって攻防を展開すること」が述べられ、走塁を絡めた攻撃に守備者がどのように応じるかを競う種目である。打撃後の打者・走者や塁上に位置した走者が状況に応じて進塁する行為に対し、野手と呼ばれる守備者がどのような防御を展開するかがこの種目の特徴である。

ベースボール型種目は野球とソフトボールがその双璧とみなされ、両種目には塁間や投手と打者との距離など、競技場のスペースに違いがある。ダイヤモンドと呼ばれる4個の塁を順に駆け回り本塁に到達したら得点とみなされ、その攻防のせめぎあいが勝敗を決する。それら一つひとつのプレーは打者・走者に対し、内野手に対応するプレーと外野手に対応するプレーとがあるが、いずれも素早い対応が求められる。特に得点が認められるか否かとなる、本塁上での走者と守備者との攻防はベースボール型種目の見どころの一つとなる。

ノーアウトあるいはワンアウト走者3塁という場面で、打者が打撃したボールがフライとなり外野手まで飛来した場合、走者は捕球と同時に3塁を離塁し本塁へ突入する走塁に対応する。かたや守備者となる外野手はその得点を阻止すべき素早い捕球と送球動作を用い、走者の本塁到達よりも早く本塁で待ち受ける捕手へ返球する対応が求められる。この運動局面は「本塁補殺返球」として試合のプレーを記録するスコアブック記載項目としてよく知られており、ベースボール型種目の特徴を表す攻防の一つである。

さて、走者を本塁で阻止するための捕球・送球動作はどのような下肢のステップ動作で執り行った場合が速いのかを明らかにすることは、ソフトボールの技術指導場面では興味深い事象となる。つまり、捕球と送球運動の運動時間を短縮し、より速いボールを投ずることができれば、走者の本塁補殺の確立を高められるからである。

上述した、外野手の本塁での補殺を考慮した捕球時の下肢のステップ動作に言及した研究例は

なく、指導書にも記載が見られない。ソフトボールに親しむ子どもやその指導場面を意識し、本塁補殺を意図したプレーに際し、飛球に対する補殺動作の基本は、どちらの側の脚を前に出して臨むべきなのかを明らかにすることは興味深い。

捕球と送球の動作時間を効率よく短縮するためのチェック項目は、下肢のステップの状態以外にも考えられる。例えば、捕球する際のグローブの高さが胸の位置なのかそれよりも上部なのか、あるいは体幹部分を飛球方向に対し半身で構えるのかどうか、さらには投球動作でボールを保持している投球肢の振りの大きさ、体幹部分の重心点の移動速度などがその対象項目と思われるが、この報告でそれらは対象とせず、捕球時に下肢のステップ脚とそのステップ数の違いが運動時間に影響するのかどうかに絞った。

ベースボール型運動種目に関する先行研究は、打撃¹⁾や投球動作²⁾に関する内容が多く、守備に関する報告^{3~6)}は少ない。山根⁵⁾ (1975) は小学生を対象に、全身反応時間と捕球反応時間の相関を求めたが、その関係はなく、捕球には不要な動作が伴うことが原因と考察した。松永⁶⁾ (1974) は内野手のゴロ捕球から送球までの一連の動作をボールの軌跡を重ね合わせ、動作時間や送球の精度が動作の習熟に伴い、ある程度の水準まで向上すると紹介した。また、羽島と宮崎³⁾ (1982) は捕手の二塁への送球動作を力学的に分析し、軸脚を移動するホップ送球は低目に投球された際に用い、軸脚を移動しないステップ送球は高めに投球された場合に用いることが有利であると分析した。

外野手のタッチアップ返球に関する報告は、濱中⁴⁾ (2010) が捕球してからの送球するまでの動作速度を測定し、片手捕球と両手捕球に有意な差が認められなかったと報告している。以上、先行研究を検索したが、外野手の捕球～送球の一連の動作に関するステップに注目した報告はまだなされていない。

この研究の目的は、ソフトボール外野手のバックホーム返球時間に及ぼす下肢ステップ動作の影響を明らかにすることである。

Ⅱ. 方 法

1. 被検者

被検者は、2012年全日本大学女子ソフトボール選手権大会で優勝したS学園女子大学ソフトボール部外野手10名と、同年ベストエイトのO大学ソフトボール部外野手5名の合計15名である。各被検者の身体的特徴は表1にまとめた。年齢が 20.1 ± 0.96 歳、身長が 158.3 ± 5.27 cm、体重が 55.5 ± 5.15 kg、送球時利き腕は右が13名、左が2名である。

被検者には測定前に、測定の実施として、捕球時にどちらの下肢でステップするかを観察することについては触れず、バックホーム補殺の捕球から送球、そしてホーム到達までの一連の動作時間を測定するという内容を伝え、同意を得た。そしてキャッチボール等のウォームアップを施した後に随時測定に移った。

表 1 被検者の身体的特徴

No.	年齢	慎重	体重	利き腕
1	20	165	60	右
2	21	149	48	右
3	19	163	64	右
4	21	154	53	右
5	21	156	58	右
6	20	164	58	右
7	19	158	53	右
8	20	167	63	右
9	21	161	53	右
10	21	158	60	右
11	21	159	54	右
12	20	161	58	右
13	18	157	46	右
14	21	149	55	左
15	19	153	49	左
平均値	20.1	158.3	55.5	
標準偏差	0.96	5.27	5.15	

2. 測定方法

(1) 課題運動

被検者に課した運動は、本塁ベース付近から放たれたフライ飛球を中堅手の定位置と規定した付近で捕球し、速やかに本塁へ返球するバックホーム補殺送球とし、その動作に要する時間を計測した。フライ飛球は、ピッチングマシン（ミズノ社製）を用い、本塁ベース上の横1mに設置し、初速100km、投射角度45度で中堅手の定位置と思われる個所へ打ち上げた。これら初速度と投射角度はダートフィッシュビデオ分析ソフトウェアを用い、被写体を真横からとらえた2次元ハイスピード映像（300fps・後述する動作時間計測項目を参照）をもとに計測した値である。

被検者がバックホーム返球する目標物は、防球ネット（2m×2m）を用い、本塁ベースの起点部に中堅手の定位置に正対する向きで左右に1mとなるように設置した。マシンはその防球ネットのすぐ端の右横（一塁側）1mに置き、マシンのボール出口から中堅手の守備定位置と見立てた個所までの距離は45mとし、この箇所に半径2mのサークルを石灰で書き記し、フライ飛球到達点の目印とした。

本塁返球のマトとして客観的な防球ネットを用いた理由は、捕手が本塁上でボールを捕球する範囲は、上下左右とも体幹から1m前後に相当し、相対的な目標物としてこの防球ネットがふさわしいと判断したからである。

この定位置と見立てた場所は、外野手が日常の練習や公式戦でポジショニングする位置とし、本塁ベースからその距離を計測したところ45mであり、被検者にはその個所から数メートル（距離は被検者の自由とした）後方に位置させ、本塁補殺送球のための準備動作をとらせた。

計測対象とした試技は、フライ飛球の落下予定個所に記されたサークルでボールをキャッチす

る際に、両脚のいずれかがそのサークル内に位置し、かつ、そのボールが本塁に返球され防球ネットにワンバウンドで命中した場合とした。試技は成功例のみをカウントし、その合計が3回得られるまで連続して課した。測定に使用したボールは、大学や日本リーグの公認球である3号革ボールを用い、ピッチングマシンの電圧変化や被検者の疲労蓄積を考慮し、20秒に1度の割合で試技が繰り返され、課題は少ない者で4度、多い者で7度程度トライさせた。

(2) 動作時間の計測

各被検者の捕球から送球までの一連の試行動作は、ハイスピードカメラ（カシオ FX-10）を用い300 fps で本塁と中堅手を結んだ線上にレンズ高1 m で録画し、得られた映像はダートフィッシュ映像解析ソフトウェアのストップウオッチ機能により時間が計測された。計測の開始点は被検者の捕球の瞬間とし、送球動作の指先からボールがリリースされた瞬間を終了点とした。この機能はソフトウェア上では30 fps で計測する仕掛けとなっており、今回の取り込まれた映像が300 fps であることから、表示された数値を1/10秒に換算し、0.00秒単位で求めた。

これとは別に、被検者の捕球の瞬間から送球が防球ネットに到達するまでの時間は、ストップウオッチで手動測定した。ということは、この捕球から防球ネットに到達するまでに要したストップウオッチ計測時間は、ビデオ映像で求めた捕球から送球動作の最終局面となる指先からボールがリリースされるまでの時間が含まれることになり、捕球～ネット到達時間から捕球～リリース時間を差し引いた時間は、ボールが空中を移動している時間であり、被検者の肩の強さを間接的に示すデータとなる。

ストップウオッチによる計測法は3名の検者が担当し、それぞれの試技で記録する被検者の代表値は、検者3名から得られた平均値が最も速い場合とした。その際の測定誤差は、代表値を求める際の標準偏差に注目し、その標準偏差15名分を平均して表すこととしたところ、0.05秒であった。

(3) 算出項目

各試行から得られる測定データは、外野手がバックホームする際に、①捕球から送球、そして本塁到達までの総時間（捕球～本塁到達に要した時間）、②捕球と送球の動作に要する時間（捕球・送球に要した動作時間）、③ボール移動時間で肩の強さを表す時間（リリース～本塁到達時間）の3項目に分類し、その特徴を明らかにする。

次に被検者が捕球する瞬間の下肢に注目し、左右どちらの脚が地面と接触して捕球動作の開始時の前脚となるのかを、ハイスピード映像から確認し、軸脚群、踏み出し脚群、それ以外群の3群に分類した。

加えて、捕球動作から送球動作までの一連の運動での歩数をカウントした。捕球の瞬間、軸脚が地面と接して踏み出し脚よりも投球方向の前方に出ている場合をゼロ歩と数えるとみなし、その次に、軸脚よりも前方にステップされる踏み出し脚を1歩目とカウントし、続く2歩目が軸脚、最後に3歩目で踏み出し脚が前方に出てボールのリリース局面を迎える。逆に、捕球時の瞬間に踏み出し脚が地面と接し軸脚よりも投球方向の前方に出ていると、その後の1歩目が軸脚、

2歩目が踏み出し脚、3歩目が軸脚、そしてボールのリリース時には4歩目の踏み出し脚となり、捕球時にどちらの側の脚が地面についているかで、その後のスローイング動作の歩数に差が生じることになる。この研究の意図は、その歩数に違いが現れ、それが原因で捕球と送球の時間に影響が出るのかを確認することにある。

(4) 検定方法

ステップ脚の違いから分類した運動動作に違いがあるかどうかを判断する有意差検定は、個体の比較と群間の比較の2種類を用い、母平均の差の検定を行った。いずれも有意水準は5%水準とした。

Ⅲ. 結果と考察

1. 捕球時下肢ステップ脚のグループ別結果

(1) 捕球する瞬間の下肢のステップ脚の分類とステップ歩数

各被検者に課した試技は、目標物に命中した場合を成功例とし都合3回求めた。そのうちで捕球～本塁到達時間の項目が被検者を代表する捕球・送球動作能力を表す指標と考え、この項目が3試行の中で最も早い試行を被検者の代表値とした。映像をスロー再生し、捕球時に前に出るステップ脚を投球動作時の、①軸脚、②踏み出し脚、③軸脚で踏み切り空中に両脚が浮く、の3分類した結果は表2にまとめた。表の上段はステップが軸脚、中段が踏み出し脚、そして下段が捕球時のステップが空中に浮いていたケースを、それぞれのグループとしてまとめた。いずれの表とも左側の項目から、被検者の個体番号、捕球から送球動作までのステップ数、そして捕球・本塁到達時間などの計測値が示され、各表の下部にはそのグループの平均値と標準偏差を示した。

その結果、ステップが軸脚となるグループは15名中9名で最も多く、次いでステップが踏み出し脚グループに4名、後はどちらにも分類されないケース群として、捕球の瞬間に両方の脚とも空中に浮いていた2名からなるグループであった。そしてそれらのグループの捕球と送球に要した投動作のステップ数は、軸脚群では被験者番号6の5歩を除き、8名が3歩（平均3.2歩）、そして踏み出し脚群が4名全員とも4歩となった。これら投動作に要したステップ数は被検者に試技の際には意識させたポイントではなく、自然な結果として導き出されたものである。

(2) 捕球時のステップの違いから見た動作時間

次に、動作時間についてである。捕球から送球、そして肩の強さを合計した捕球～本塁到達時間は、軸脚群が 3.16 ± 0.226 秒、踏み出し脚群が 3.48 秒 ± 0.286 秒となり、軸脚群が本塁補殺時間で早いことが判明した。同様に捕球・送球動作時間、リリース～本塁到達時間も同様な傾向が認められ、軸脚群が早いことが示された。

これら両群から得られた平均値をもとにその特徴的な差を視覚化したのが図1である。図中の上段はステップが軸脚群9名のデータ、そして下段が踏み出し脚群4名のデータで、それぞれの横棒内の黒色エリアは捕球～リリース動作の時間が、また灰色エリアはリリース～本塁到達時間

表2 捕球時のステップ脚別歩数とその動作時間

●軸脚

No.	歩数	捕球～本塁到達時間	捕球・送球動作時間	リリース～本塁到達時間
2	3	3.04	0.99	2.05
4	3	3.55	0.99	2.56
6	5	3.02	1.23	1.79
7	3	3.44	0.89	2.55
8	3	3.16	1.06	2.10
9	3	2.79	0.91	1.88
13	3	3.34	0.87	2.47
14	3	3.00	0.93	2.07
15	3	3.12	0.99	2.12
平均値	3.2	3.16	0.98	2.18
標準偏差	0.63	0.226	0.104	0.268

n = 9、時間の単位 (0.00 秒)

●踏み出し脚

No.	歩数	捕球～本塁到達時間	捕球・送球動作時間	リリース～本塁到達時間
3	4	3.75	1.23	2.52
5	4	3.73	1.06	2.67
11	4	3.06	1.02	2.04
12	4	3.36	1.22	2.14
平均値	4.0	3.48	1.13	2.34
標準偏差	0.00	0.286	0.094	0.260

n = 4、時間の単位 (0.00 秒)

●両脚が空中、着地後軸脚

No.	歩数	捕球～本塁到達時間	捕球・送球動作時間	リリース～本塁到達時間
1	3	2.86	1.05	1.81
10	3	2.85	0.97	1.88
平均値	3.0	2.86	1.01	1.85
標準偏差	0.00	0.005	0.040	0.035

n = 2、時間の単位 (0.00 秒)

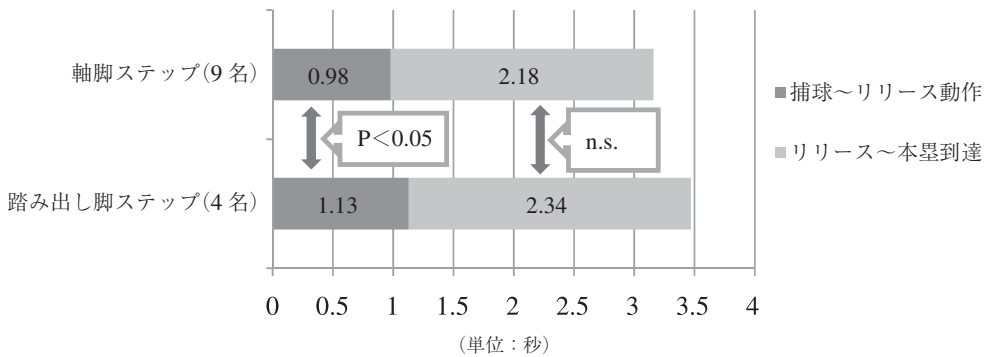


図1 捕球時ステップ脚の違いによる動作時間および到達時間の比較

を、そしてそれらを合わせた横棒全体には捕球～本塁到達時間が表されている。前述のように、軸脚群が踏み出し脚群に比べ各項目の動作時間が早く、群間の有意差検定の結果では捕球・送球動作時間に5%水準 ($t=2.201$) で統計的な差を認めた。残りの2項目には有意な差が認められなかった。

このように、実験に参加した被検者全員を含めた両群間には、捕球から送球までの動作時間のみ特徴的な差が認められ、肩の強さを間接的に表す項目（リリース～本塁到達時間）には有意差が認められなかったことから、捕球と送球を合わせた動作の時間的な差が生じる原因は、その動作中のステップ数にあると推察した。

(3) ジャンプして捕球に飛びつく例

捕球動作の瞬間に両脚とも空中に浮いていた被検者は2名であり、下肢動作をスロー映像から観察すると、捕球前に軸脚で空中にジャンプして飛球に飛びつきながら捕球の瞬間を迎え、捕球後に軸脚で着地（これを0歩とカウント）するという形態であった。動作計測項目の時間は、空中に浮くという特徴を反映し、捕球・送球動作時間にロスが認められる結果となったが、捕球から本塁到達時間とリリース～本塁到達時間も速く、いわゆるクローホップ送球と同様な効果が得られ、勢いをつけて投げるケースであると理解した。残念ながらこの該当者は2名と少数であったため、今回は参考例にとどめた。

2. 同一被検者の個体内で捕球時に軸脚と踏み出し脚の両動作が認められたケース表

被検者には運動課題として本塁上のネットに命中する試行を3回求め、そのうちの最も測定時間が速い試行を代表値として分析したが、被検者15名中5名（被検者 No.3, 4, 7, 8, 15）は、課題行動として成功した3試行の中に、軸脚でステップを開始する場合と踏み出し脚でステップを開始する場合とが認められた。結果は表3に、被検者別生データとその平均値±標準偏差でまとめた。

表は、上段に軸脚ステップ、下段に踏み出し脚ステップの捕球例がとられ、上段下段とも同一の被検者が個体内で表したデータである。この結果が観察された背景を考察すると、選手たちの中には普段のプレーで捕球の際にどちらかの下肢で捕球するということが留意されていないという事実を反映していると推察した。

表3に示したように、その者達の動作速度は、5名中4名（被検者 No.4, 7, 8, 15）が軸脚ステップで速い結果を導き出していた。それぞれの動作速度について、軸脚ステップと踏み出し脚ステップ別に視覚的比較を目的として、図2にその特徴をまとめた。図中の横棒のそれぞれの動作項目の内訳は図1と同様に表した。その結果、同一被検者が異なるステップ脚で捕球動作に入ったとはいえ、その後の肩の強さを表す項目（リリース～本塁到達時間）は同一個体内であることからほとんど近似した値 (2.42 ± 0.266 秒と 2.45 ± 0.293 秒) が得られ、このことは測定の再現性という観点からも精度の高いデータが得られたといえよう。

図2に示した測定項目の統計的に有意な差の検定（個体の比較）結果は、測定に参加した被検

表3 個体内で捕球時のステップ脚に軸脚と踏みだし脚の両方が認められたケース

●軸脚

No.	歩数	捕球～本塁到達時間	捕球・送球動作時間	リリース～本塁到達時間
3	3	3.97	1.19	2.78
4	3	3.55	0.99	2.56
7	3	3.44	0.89	2.55
8	3	3.16	1.06	2.10
15	3	3.12	0.99	2.13
平均值	3.0	3.45	1.02	2.42
標準偏差	0.00	0.308	0.099	0.266

n = 5、時間の単位 (0.00 秒)

●踏み脚脚

No.	歩数	捕球～本塁到達時間	捕球・送球動作時間	リリース～本塁到達時間
3	4	3.75	1.23	2.52
4	4	3.92	1.10	2.82
7	4	3.72	1.05	2.67
8	4	3.36	1.19	2.17
15	4	3.19	1.14	2.05
平均值	4.0	3.59	1.14	2.45
標準偏差	0.00	0.270	0.064	0.293

n = 5、時間の単位 (0.00 秒)

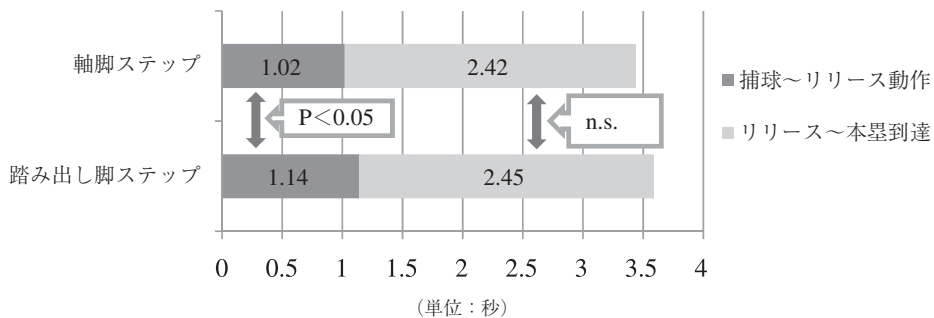


図2 5名の個体内の捕球時ステップ脚の違いによる動作時間および到達時間の比較

者全体の比較を試みた図1の場合と同様に、捕球～リリース動作の測定項目にのみ5%水準 ($t = 3.750$) で有意な違いが認められた。図1のケースと合わせて言えることは、捕球時に軸脚ステップで飛球を処理した方がその後のステップ数が少なく、結果としてその歩数の違いが運動時間短縮を導くことが明らかとなった。

今後も継続して研究を進めていくため、現在研究中のデータを紹介する。

3塁走者が3塁ベースから自分のタイミングで自由にスタートを切り、本塁に到達に要する時間を計測した未発表データを紹介する。4名の被検者が協力し、各々2回試技を試みた。その結果、被検者1は2.78秒、2.76秒。被検者2は2.66秒、2.67秒。被検者3は2.68秒、2.69秒。そして被検者4は2.76秒、2.74秒を記録し、再現性の高いデータがダートフィッシュソフトプロ

グラムを用いた映像（300 fps）から弾き出された。計測した走運動は、測定開始点を走者の足がベースを離塁した瞬間とし、測定の終了点は本塁ベースを踏んだ瞬間までの時間が測られた。実際のゲームでの外野飛球に対するタッチアップ走塁は、野手の捕球よりも走者の離塁が早いと離塁アウトというルールが適用され、走者は安全を期してスタートする。さらに本塁上では基本的にはこのような攻防は間一髪の間となり、走者は本塁に滑り込むことが多い。これら離塁の遅れと滑り込みの時間を加えると、2.7秒前後に1.0秒近くの加算が予想される。また、このたびの測定データは外野手が投じた送球をネットがとらえるまでの時間であり、実際のプレーでは捕手のキャッチと走者へのタッチプレー時間が加算される。ということで、攻守のどちらが有利かは次の課題となる。

IV. 結 論

以上の結果をまとめると、ベースボール型種目のソフトボールにおいて、ノーアウトかワンアウト走者3塁の場面でフライ飛球が外野手の定位置付近に飛来した場合（バックホーム補殺場面）、守備者は送球の際に用いる軸脚側でそのステップを前に出しながらか捕球動作を迎えるようにすべきであることが明らかとなった。この結果は、技術指導の際に科学的なエビデンスとしてその根拠の裏付けとして活用でき、興味深い示唆と推察した。

V. 要 約

この研究の目的は、ソフトボール外野手のバックホーム返球時間に及ぼす下肢ステップ動作の影響を明らかにすることである。

測定に参加した被検者は、大学女子ソフトボールのトップクラスの選手15名（年齢20±2歳）で、マシンから放たれたフライ飛球を本塁から約45mの定位置付近で捕球し、速やかにワンバウンドでバックホーム返球する課題運動に取り組んだ。目的を達成するために用意した測定項目は、①捕球～本塁到達時間（3名の検者がストップウォッチ計測した平均値）、②捕球・送球動作時間（300fpsのハイスピードカメラ映像で録画し、それを映像解析ソフト・ダートフィッシュのストップウォッチ機能で計測）、③ボールのリリース～本塁到達時間（①から②を差し引いて求めた）とし、被検者が捕球する際の下肢のステップがどちらの脚を前に出しながらか執り行うのかで分類し、①、②、③の時間に統計的に有意な差が認められるかどうか比較した。

その結果、外野手にフライ飛球が打たれ3塁走者を本塁で補殺する場合は、投球時の軸脚となる側の下肢を前方にステップしながら捕球を試みるべきで、その根拠は捕球と送球動作に費やすステップ数が少なくて済むことであることが明らかとなった。この結果は、科学的なエビデンスとして技術指導の際に活用される興味深いデータと言える。

文献

- 1) 児玉公正、中山悌一：プロ野球選手のバットスイング速度と肩関節等速性筋力. 大谷女子大学小川修三先生退職記念論文, 121-131, 1998.
 - 2) 島田一志、阿江通良、藤井範久、川村 卓、高橋桂三：野球のピッチング動作における力学的エネルギーの流れ. バイオメカニクス研究, 8: 12-26, 2004.
 - 3) 羽鳥好夫、宮崎義憲：野球における捕手の二塁への送球技術に関する分析的研究. 東京学芸大学紀要(第5部門、芸術・体育), 34: 203-211, 1982.
 - 4) 濱中祥太郎：野球の外野守備におけるタッチアップ返球の研究. 早稲田大学スポーツ科学部卒業論文要旨集 (No.193, 指導教員：若林 徹), 2010.
 - 5) 山根成之：捕球に関する一考察. 鳥取大学教養部紀要, 8: 263-276, 1975.
 - 6) 松永尚久：内野手の投球動作の習熟. 体育の科学, 24: 448-452, 1974.
-

〔いたたに あきひこ スポーツ科学〕

〔きだ きょうこ スポーツ科学〕

〔こだま こうせい スポーツ科学〕