第３章　実践研究論文の具体的な書き方

第１節　　バイオメカニクス・運動生理学の手法を生かした実践研究

前田　明（鹿屋体育大学）

【キーワード】従来型研究、バイオメカニクス、運動生理学、実践研究

■これまで自身が行ってきた従来型の研究と実践研究

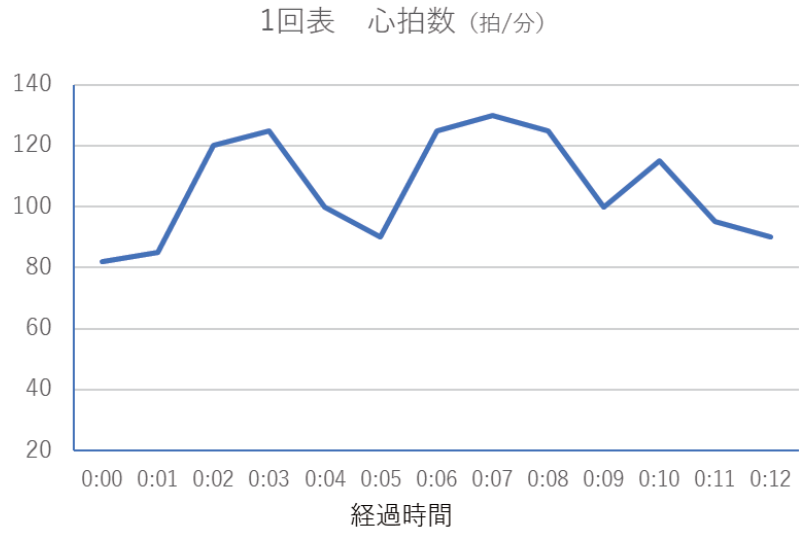
１期生として、鹿屋体育大学に入学した1984年からこれまで、私が学んできたスポーツ科学の研究論文は、上記にも他の筆者が書いているように、被検者数を確保し、コントロール群を確保し、結果は決められた有意差検定を行った上で先行研究を引用しながら余計なことを書きざすぎない考察をまとめるものでした。学会も研究会も、今よりも団体が少なかったことから、目にする雑誌の種類も少なかったと思います。大学では先生方から、徹底的にこのスタイルを叩き込まれました。もちろんこのスタイルは、世界共通で認識された研究手法であり、今でもその重要性は感じています。しかしこのスタイルを完成させるのは、本当に大変ですので、研究を実行して論文が完成するまでに相当な時間とエネルギーが必要ですし、被検者になってくださるアスリートにも多大なご負担をかけてしまいます。現場に迷惑はかけたくないなぁと思いながらも、長い時間をかけて選手達からの信頼と協力を得て、粘り強く行ってきました。研究者によっては、この一連の現場との調整にエネルギーをかけることを避けるために、被検者がアスリートでなくてもいいような実験デザインに変更したり、動物を用いた基礎実験にシフトしていったという方もいるのではないでしょうか？もしそうだとしたらもったいない話です。

■埋もれてしまった実践研究の思い出（野球監督の試合中の心拍数）

私は大学院生時代に、自身が所属していた大学の硬式野球部に対して科学的なサポートをしていました。スポーツ科学の研究室は厳しかったですが、野球部の練習に参加してサポートを行うことは許されていました。覚えたてのハイスピードカメラを用いて、打撃動作を撮影し、その映像をVHSテープに録画して選手に渡したり、筋力や身体組成の測定などできることをやっては選手と共有したりしていました。そんな中、試合中の監督の心拍数の推移を取ったことがありました。どうしてそんなことになったのか経緯の詳細は覚えていないのですが、おそらく当時学生監督として頑張っていた後輩が大変そうで、それを見かねて、試合中孤独な野球監督の心拍数の推移を見てみようと思ったのだと思います。他の競技では考えられないことだと思いますが、野球の監督は１球１球サインを出して、監督の采配でゲームが進んでいきます。責任重大なわけです。こう考えると監督の精神的な安定もチームの重要なパフォーマンスになります。試合前に監督に電極を装着させていただき、私は監督の後ろに位置して１分おきに監督の心拍数と試合展開を記録していきました。当時対象となった監督は、試合中終始、立位姿勢で腕を組んで試合を見守っていました。その結果、特に何も展開がない場合は、だいたい心拍数80～90拍／分ほどで安定していたのですが、攻撃中、自チームの選手がヒットを打つなどして、ノーアウト１塁や１アウト１塁などのチャンスになった場面では、急激に心拍数が上昇し、120～130拍／分程度になりました。たしかにこの場面は、攻撃側の監督が何をしてくるのか､自チームだけでなく敵チームからも注目されるところです。その後､この試合は接戦のゲームとなり、結果的に１－０自チームが勝ったのですが、最終回に敵チームが粘りを見せて、１アウト満塁にまでなりました。１打逆転サヨナラゲームの場面です。監督は最後の投手をつぎ込んでおり見守るだけでしたが、結局、守り切って勝利しました。最後の緊張した場面、監督の心拍数は158拍／分にまで上昇し、記録を取っていた私も驚きました。この研究の結果は、図１（イメージ図）のように、１回表からイニングごと１分おきの

心拍数の推移と、試合でその時何があったか簡潔にまとめて記載しました。監督の了解を得て、チーム全員にフィードバックすると、皆試合を振り返って、その時の試合中の自分たちのプレーについて熱心に議論を始めました。さらにその際に監督の心拍数がこんなになっているのだという情報は、なぜか選手の次へのモチベーションへつながり、チームは良い方向へ展開していきました。理解をくれた監督への感謝の気持ちとやってよかったという充実感が残りました。

このデータは、野球部以外にも当時の私の指導教員、研究室のメンバー、機器を快く貸してくださった運動生理学研究室の先生にも報告しました。皆さん「これは面白い」と言って、評価してくれたのですが、これを行った 80 年代後半では、このデータを世に出すということには至りませんでした。指導教員もせっかくやったので、なんとか世に出してあげたいと考えてくださいましたが、「ん･･･n=1 だしなぁ･･･。出すところがないね。残念。でもよくやった！」という感じでした。みんな喜んでくれたのにお蔵入りするのはもったいない。残念ながら今、そのデータは残っていません。約 30 年前でデータを入力していた PC もたしか MS DOS の時代だったと思います。このころから、実践研究の面白さ、１例のケーススタディの意味深さ、１例に対する議論の重要さなどを感じておりました。今ならできますね。実践研究を投稿できる学術雑誌もあります。振り返ると、悔しいので、今のチームの監督を対象に今一度チャレンジしてみようかと思うようになりました。



時刻	心拍数	Action
0:00	82	1回の表　自チームの攻撃スタート
0:01	86	打者Aがファウルで粘る
0:02	121	打者Aがセンター前ヒットで無死1塁
0:03	125	打者Bに送りバントのサイン　バント成功
0:04	102	1死2塁打者Cが打席へ
0:05	89	打者Cカウント2-2
0:06	125	打者Cレスト前ヒット　1死1塁3塁
0:07	131	1塁走者2塁へ監督から盗塁のサイン　盗塁成功
0:08	125	打者Dが初球をセンター前2点先制タイムリー
0:09	100	打者Eが打席へ
0:10	116	打者Eが監督のサインを見るのを忘れている
0:11	96	1塁走者Dへ牽制球
0:12	91	打者Eサードゴロでダブルプレーでチェンジ

図１　１回表の心拍数の推移（当時を振り返ったイメージ）

■従来型の横断研究から実践研究への流れ

現在、私たちのスポーツバイオメカニクス研究室では、現役選手のパフォーマンスを向上させるための研究をいろいろなアプローチで行っています。パフォーマンスが向上することを明らかにするためには、横断的研究では完結せず、縦断的なアプローチが必要となります。しかし前述の通り、チームの現役選手を対象としトレーニング群とコントロール群を作って行うことは進めにくいものです。そこで最近の私たちの現場への介入は以下の２種類の方法で行っています。一つはチームのパフォーマンステストを行い、その結果、高いパフォーマンスを発揮できる上位群を特定すること（横断的研究）。またなぜパフォーマンスが高いのか、動作を中心にその理由を十分に探った上で、そのポイントをとらえたトレーニングや動作のドリルを下位群に処方し、パフォーマンスの推移を観察する（実践研究）パターンです。もう一つは被検者全員にある動作を、何らかの意図を持った条件付き（例えば、新たに開発したステップで行う、新たな道具を使う、傾斜のある場所で行う等）で行ってもらい、どの条件がパフォーマンスに好影響があるかをまず探る（横断的研究）。その上でその条件でのパフォーマンスが低かった選手を対象にトレーニングまたは動作のドリルを縦断的に行って、その推移をみるというパターン（実践研究）です。どちらも２段階になっており、前半は従来型の横断的研究、後半は、そのパフォーマンスに課題を持っているアスリートだけに焦点を当て、縦断的にパフォーマンスを向上させる実践研究であることを意味しています。

１）チームのパフォーマンステストからその後の実践研究

個人競技だけでなくチーム競技でも、年間スケジュールの中に体力測定やその種目特有のパフォーマンステストを行いチーム内で評価することがあると思われます。例えば野球部で行っている打撃パフォーマンステストでは部員のスイング速度を測定することがあります。速度が高い順に並べると図２のように、上位から下位まで順位がつくことになります。スイング速度が高いトップの数名は上位群となり、最下位からの数名は下位群と判定することができます。下位群に位置した選手は当然ながら改善の方法を探すことになりますが、そのトレーニングや練習を行う際は、上位群の打撃動作を学ぶことでそれに近づく努力をすることが得策でしょう。そのためには打撃パフォーマンステストの際に、せめてビデオ撮影を行っておき、上位群の動作を記録しておきたいところです。それをヒントに下位群のためのトレーニング方法を考案し実行します。

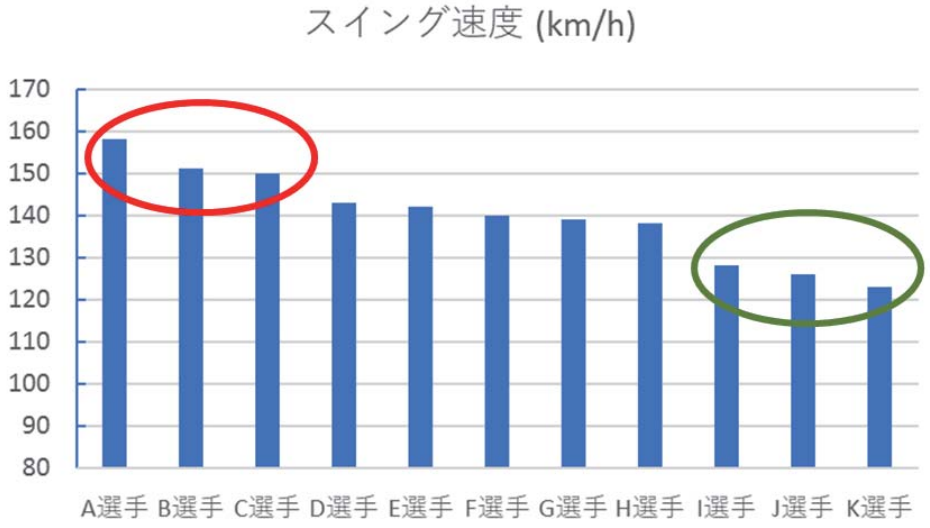


図２　某チーム内で行った打撃スイングパフォーマンステストの結果

その後、下位群のトレーニングは、特に課題を抱えていて、パフォーマンス向上の意欲のある対象者（1名でもよい）に対して改善プログラムを縦断的に見守り、その効果を確認する、これなら立派な実践研究としてまとめることができると思います。

このパターンでスポーツパフォーマンス研究に掲載された論文を紹介します。杉山ら（2015）の「バスケットボールのミドルシュートにおける注視点がシュート成功率に及ぼす影響：シュート成功率の高い選手の特徴によるフィードバックの即時的効果の検証」というタイトルの研究です。この研究は、大学男子バスケットボール選手でもチーム内でミドルシュートの成功率に大きな差があることから、これにはリングの見方がポイントではと考えた筆者が、シュートのパフォーマンステストを行う際にアイマークレコーダーを装着してシュート時の視覚探索パターンを記録したものです。その結果、シュート成功率の上位群と下位群ではシュート時の視覚探索パターンが異なっていた（図３）ことから、上位群の視覚探索パターンの詳細（図４）を、当初図５のような視覚探索パターンであった下位群に教示し、シュートの際の目の付け所をフィードバックしたところ、それだけでシュートの成功率が有意に向上した（図６）というものです。下位群といっても、競技経験年数が長い大学男子バスケットボール選手が、注視点を変えただけでシュートパフォーマンスが向上するとは驚きの成果であるといえます。この研究は６名に介入していますが、後半の実践研究は１人の選手でもその効果を見ることで現場への大きなフィードバックになると考えます。

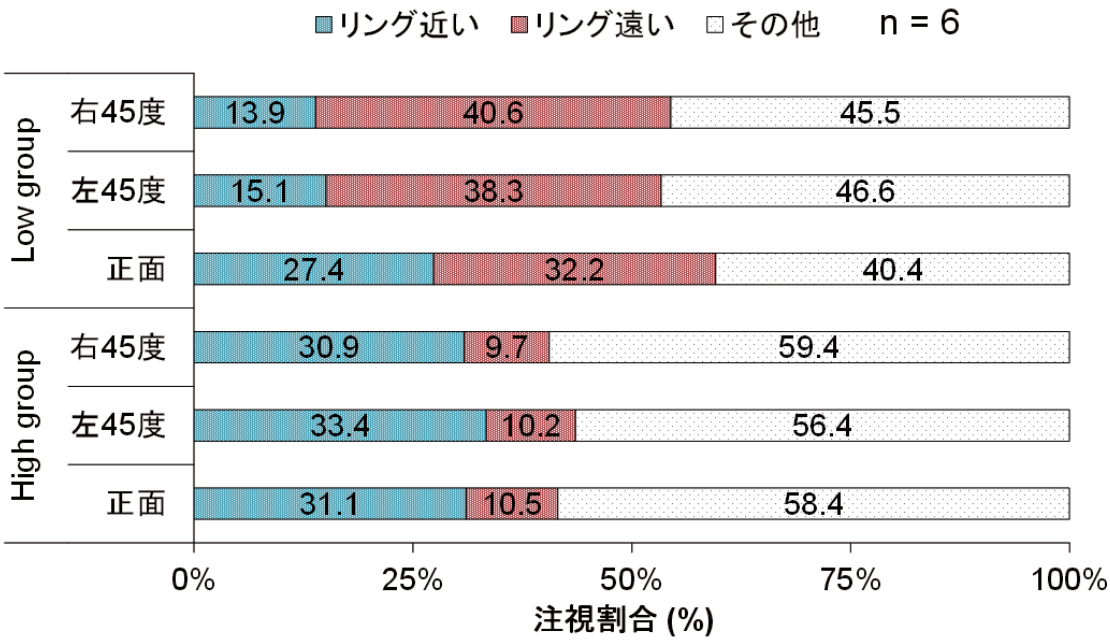


図３　シュート成功率上位群と下位群の注意割合の特徴（杉山ら 2014）
上位群の方がリングの近い部分に注視点があることがわかった

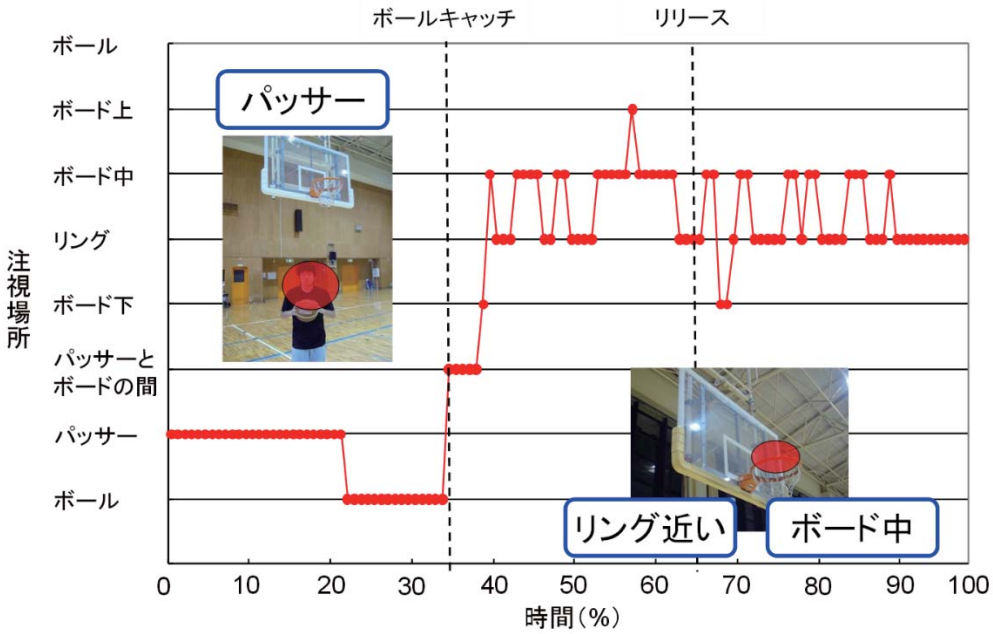


図４　シュート成功率が高い上位群の視覚探索パターンの詳細（杉山ら 2014）
上位群はリングの近い部分とボート中心あたりに注視点がある

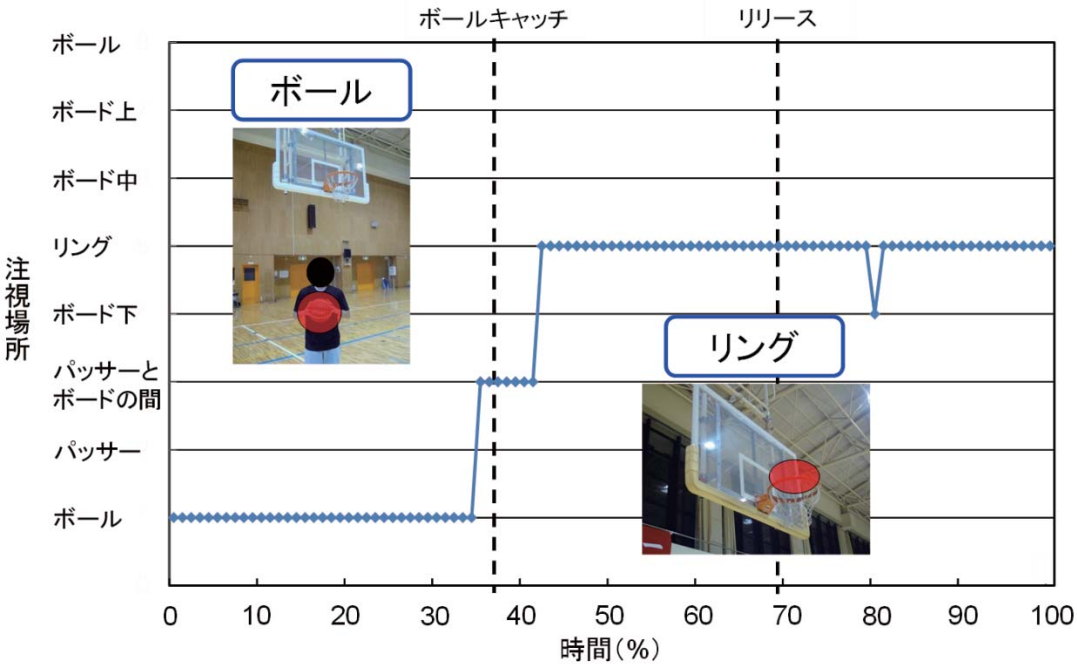


図５　シュート成功率が低い下位群の視覚探索パターンの詳細（杉山ら 2014）
下位群はリングのやや奥のみに注視点がある傾向にあった

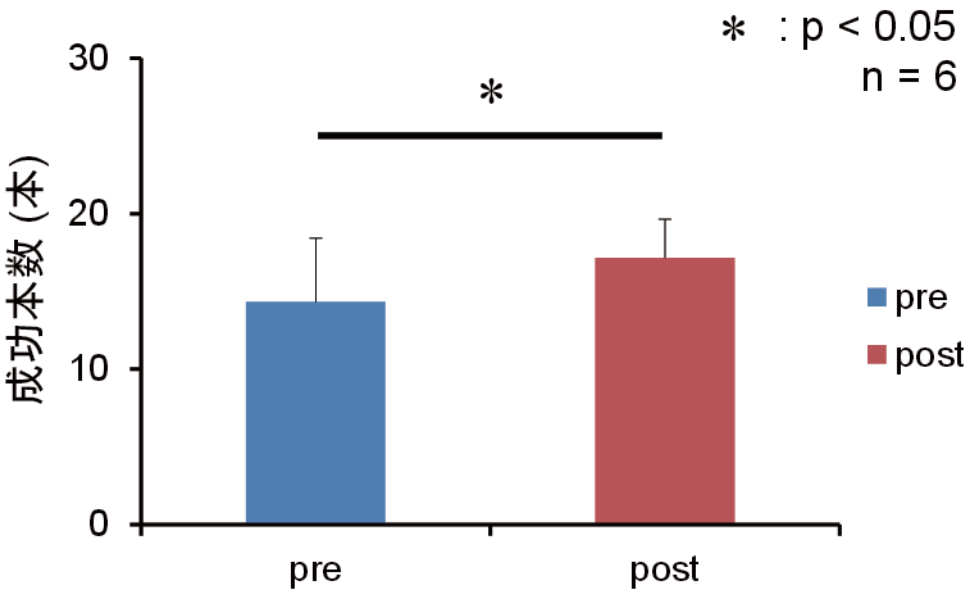


図６　上位群の視覚探索パターンを教示した前後のシュート成功率の変化（杉山ら 2014）
視点を変えただけで下位群のシュート成功率が向上した。

２）条件を与えた動作の比較とその後の実践研究

普段行っているスポーツの動作でも動きの方法を改善していくことで、新たな技術が生まれていくことがあります。例えばバレーボールや卓球のサーブやテニスのサービスなどもその種類は複数ありますが、それぞれの特徴とそれを極めるための動作についての横断的研究は、未だ完結しているとは言えないでしょう。それぞれの動作には得意不得意があると考えられ、パフォーマンスにはそれぞれの種類ごとに上位群と下位群が生まれることになります。その後は前述の通り、下位群は、上位群から学んだ動作改善ドリルを行うことが得策です。

このパターンのスポーツパフォーマンス研究を紹介します。鈴木ら（2017）の「野球捕手におけるステップの違いが二塁送球に及ぼす影響」という研究です。この研究は、野球の捕手が盗塁を阻止するために行う二塁送球において、どのようなステップを踏むと二塁送球までのトータル時間が短くなるのかということに注目した実験です。ステップの種類は以下の３種類とし、まず捕手 19 名を対象に横断的な研究として比較してみました。条件① Lead ステップ（前方へステップして送球する）、条件② No ステップ（ステップをしないで送球する）、条件③ Back ステップ（後方へステップして送球する）です。その結果、図７の通り、最も早く到達したのは、Back ステップという結果となりました。

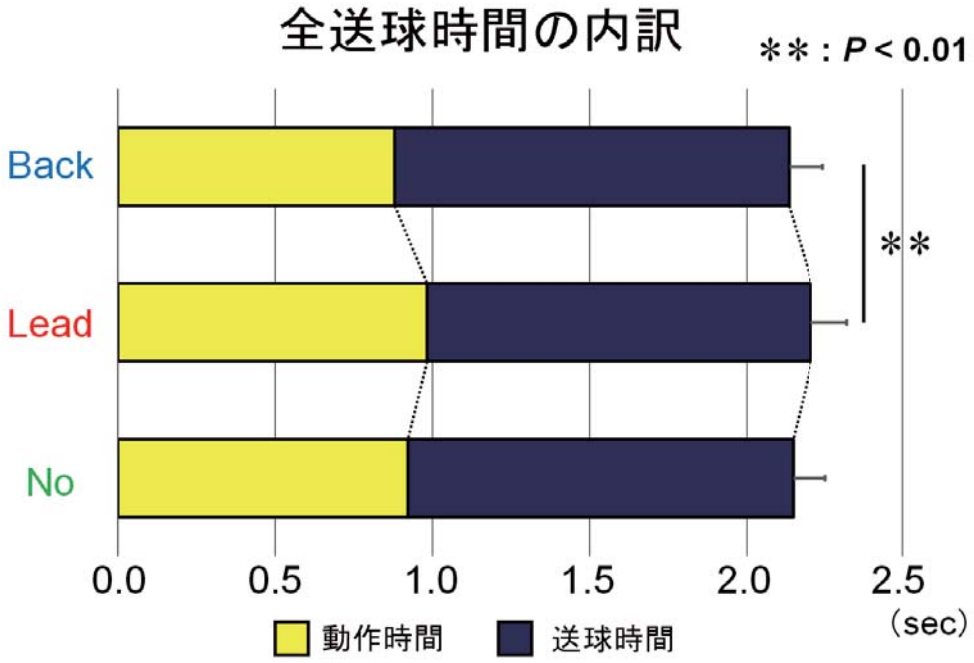


図７　３種類のステップによる全送球時間の内訳（鈴木ら 2017）

しかし、Back ステップのデータをよくみると、このステップを得意としている上級者と不得意としている下級者が現れることがわかります（図 8）。

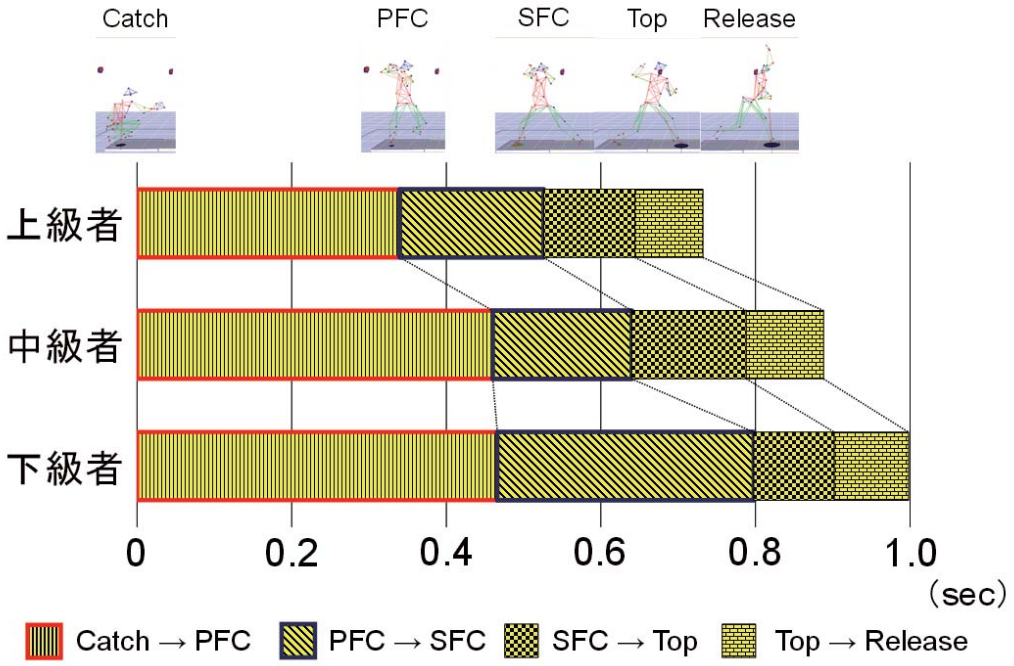


図８　Back ステップの上級者と下級者における局面ごとの時間の比較（鈴木ら 2017）

図８を詳しく見ると、下級者の特徴として、Back ステップの最初の局面である、Catch → PFC（ボールをキャッチしてから軸足が着地するまでの時間）と次の局面である PFC → SFC（軸足着地から踏み込み足が着地するまでの時間）の時間が長く、パフォーマンスの低下につながっていることがわかります。そこでこの時間を短くするための２つの動作改善ドリルを考えました。

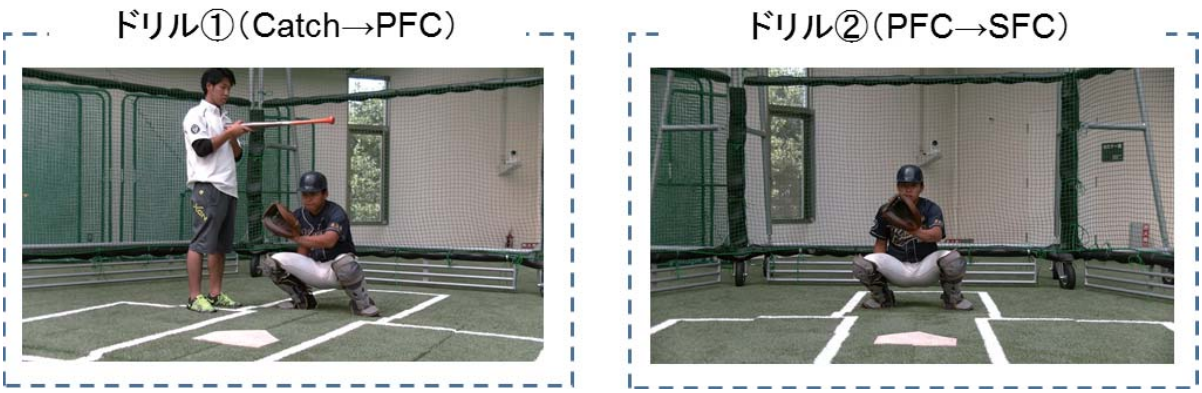


図９　下級者のための改善ドリル（鈴木ら 2017）
ドリル①は低い姿勢のままステップのみを意識したドリル、ドリル②は送球姿勢までを作るドリルを縦断的に実践

その結果、図 10 のように、特に Back ステップの最初の局面である Catch → PFC は著しく短縮し、全送球時間の短縮につながりました。２番目の局面である PFC → SFC の時間はあまり短縮が見られなかったことから、ここについてはドリルの改善が必要であることも新たにわかりました。

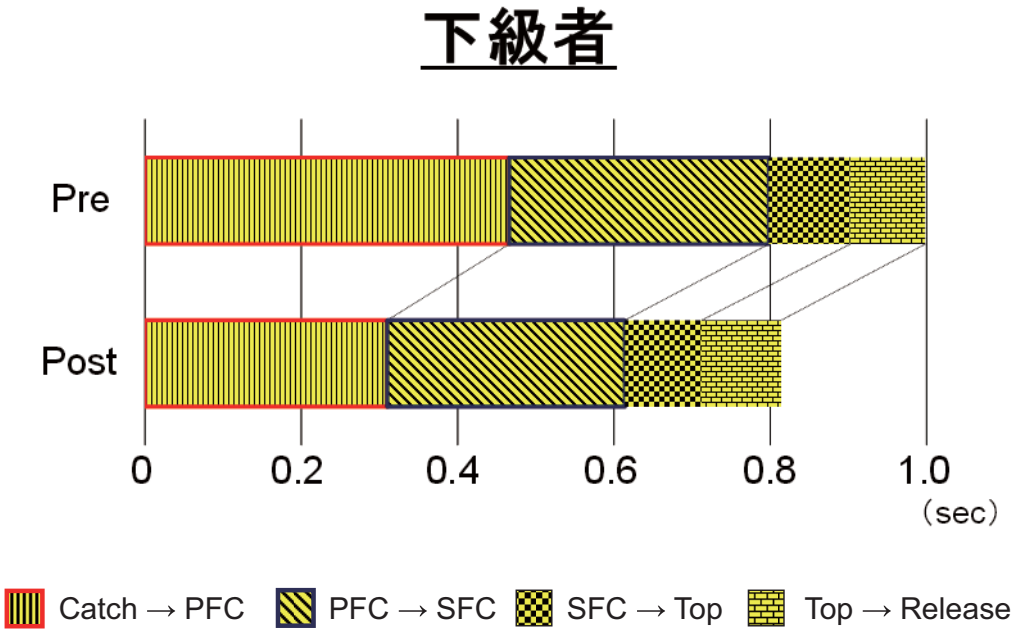


図 10　下級者１名に対してドリルを行った際の全送球時間の変化（鈴木ら 2017）

上記の研究は、下級者１名の動作改善を行った実践研究の典型事例と言えると思います。特に難しい分析を行ったわけではなく、二塁送球の動作をいくつかの局面に分けて、映像のコマ数から時間を算出しただけです。しかしこれは有益な情報となり、その後のドリルで素早い動きの獲得が可能となりました。

■バイオメカニクス・運動生理学の手法を用いた実践研究

鹿屋体育大学にはスポーツパフォーマンス研究棟が完成しました。モーションキャプチャー、ハイスピードカメラ、フォースプレートなどしっかりとしたバイオメカニクス的なデータを取ることができる夢のよう

な施設です。ここなら従来型の研究も実践研究も実行可能ですが、特に実践研究を行いやすい工夫がされています。オールジャパンで活用することをテーマの一つに挙げている本学のスポーツパフォーマンス研究棟は多くの皆さんに利用いただきたいと思っています。

図 11　鹿屋体育大学のスポーツパフォーマンス研究棟

一方で、指導の現場では、もっと簡便な方法でデータを取ることはできます。上記の野球捕手の実践研究はビデオのコマ数を数えて動作時間の処理だけでまとめています。ビデオさえあればどこでもできます。一般的なデジタルビデオカメラなら撮影のサンプリング周波数が 30f/sec（1 秒間に 30 枚の静止画を動かしているという意味）ですので、1 コマ送らせると 0.03 秒動きます。スポーツ動作のなかには、この時間では大事な局面をとらえられないこともありますので、カメラにハイスピードのモードがあればそちらの方がよいと思いますが、0.03 秒間隔でも概ねわかります。動作時間を調べることは、より速く動作を行うことがよいという状況では簡便で有益です。

それ以上に動作の分析が必要であれば、映像を大学などに送って大学のマンパワーを使って画像分析後すぐ返信するシステムを作ってはどうかと考えます。現場のコーチやトレーナーは、ともかく多忙で時間がないので、そのあたりのシステム作りは今後必須となるでしょう。

心拍数は選手が自身で脈を測ることでその変化を確かめることは可能ですし、第 3 者が手を当てて確認することも可能です。他の筆者が前述にてまとめている VAS スケールや内省報告と合わせて、縦断的にデータを記録すれば、コンディションを把握できることになるでしょう。

■まとめ

最初に記載したように、筆者は学生のころから長く従来型の研究を行ってきましたので、その手法を否定

するつもりは全くありません。そのおかげもあって、バイオメカニクス的なデータを出せる技術を得ることができました。今はそれに加えて、同等のレベルとして実践研究の重要性を感じております。私は、実践研究は縦断的であるべきだと思います。現場のコーチが日々やっているように、その選手の課題を明らかにして、なんらかのアイディアをもってコーチングを行い、パフォーマンスを向上させること、それこそ次の世代に残したい技術、この技術を学術的に言えば、「実践研究」なのだと思います。私たちは大学に所属する人間なので、国民に学術的な側面から説明する役割を果たさなければならないと思います。これはコツコツとやり続ける大変地味な作業の連続ですが、これからも私たち体育学部の人間が、体育学部魂を貫いて、実践研究がますます多く実行されるよう努力をして参りたいと思います。

■文献

・杉山　敬，石川優希，亀田麻依，木葉一総，前田　明（2014），バスケットボール button　バスケットボールのミドルシュートにおける注視点がシュート成功率に及ぼす影響：シュート成功率の高い選手の特徴によるフィードバックの即時的効果の検証，スポーツパフォーマンス研究，6; 263 – 275

・鈴木智晴，藤井雅文，水谷未来，前田　明（2017），野球捕手におけるステップの違いが二塁送球に及ぼす影響，第５回 NSCA 国際カンファレンス抄録集