

〈実践報告〉

スポーツ・体育における常時データ収集と累加に関する基盤研究
；特性の異なる2つの競技種目を対象に

河村 剛光*・鈴木 宏哉*・山崎 一彦*・中田 学*・慎 少帥**

Practical research on frequent data collection and accumulation in sports
and physical education: Case reports for two types of sportsYoshimitsu KOHMURA, Koya SUZUKI, Kazuhiko YAMAZAKI,
Manabu NAKATA and Shaoshuai SHEN

Abstract

本プロジェクトは、累加測定およびJ-Fit+Studyの今後の展開も想定しながら、各種指導現場のデータを収集し、蓄積することを目的に2021年度の学内共同研究費を活用してスタートした。スポーツ健康科学分野において、基礎となる測定と評価の考え方を大切にしながら、新しいテクノロジーや仕組みを活用し、社会情勢にも柔軟に対応した研究教育活動が必要になると考えられる。緊急事態宣言とともに始まった当該年度では、陸上競技短距離とバレーボールを対象に実践的な試みを行った。陸上競技短距離では、これまでのコンディションチェックや心拍数データに加えて、ウェアラブルセンサーによる走行データを活用できる可能性が考えられた。バレーボールにおいては、研究・教育の両視点から、常時のジャンプデータや筋力トレーニングの情報を活かすことの意義が考えられた。また、身体組成データも活用しながら、セルフコーチングの方法についての検証や深化も重要である。今後も継続して、研究と各種現場の一体化を進めていくことで当該分野の発展に貢献したい。

Key words: データ, 測定評価, ウェアラブルセンサー, ICT, 累加測定

I. はじめに

本学部の体格体力累加測定は、1969年に開始され、年に1回の体力測定が行われてきた(測定項目を分けて年に2回、測定した時期もあった)。そのデータは、現在においても収集・蓄積され続けている。本誌においても、毎年度の体格体力累加測定

報告だけではなく、J-Fit+ Study開始時の概要³⁾ならびに、蓄積されているデータ項目等の詳細²⁾を報告している。これまでの歴史やJ-Fit+ Study等については、各資料を参照いただきたい。

一方で、2021年になった近年の「測定」とは、機器の発展、デジタル化、オンライン活用、小型軽量化、非接触型のニーズの高まりなど、様々な進化が起こっている。測定をデータという言葉に置き換えるとするならば、さらに種類や数は増大する。先行して、医学・健康分野においては、ビッグデータを活用しながら、様々な分析を行い、人々の行動変容に資するような知見が得られ始めている。スポーツや体育においても、年に1回行われる体力測定

* 順天堂大学スポーツ健康科学部

* Faculty of Health and Sports Science, Juntendo University

** 順天堂大学スポーツ健康医科学研究所

** Institute of Health and Sports Science & Medicine, Juntendo University

責任著者: 河村剛光

E-mail: ykoumura@juntendo.ac.jp

データに加えて、クラブ活動、トレーニング、体育・教育における種々のデータを収集・蓄積することによる新しい可能性が期待される。

このような背景も含め、スポーツ・体育等における価値ある大量のデータを指導者・研究者・選手が連携して収集・蓄積する効率的な仕組みの検証と現場に必要な価値あるデータ項目の洗い出しを目的とした研究プロジェクトを、2020年度順天堂大学スポーツ健康科学部学内共同研究（種目A）を活用してスタートさせた。本報告では、COVID-19による緊急事態宣言発出とともにスタートした2020年度において、実施することができた試みの概要と今後の展望についてまとめた。本研究は、順天堂大学スポーツ健康科学部研究等倫理委員会の承認を得て行った（順大ス倫第2020-25号）。

II. 測定評価学の視点から考える研究背景

スポーツ・体育に関連する「測定」とは、科学的なアプローチの基礎を成し、様々な専門分野において広く、当然のように実施されている。測定は、測りたい要素を測ることができているかという妥当性の高さを筆頭に、高い再現性や高い客観性が担保されているかという、いわゆる高精度な測定法が選択され、入念な準備と熟練した測定技術によって測られることが前提ではある。

しかし、一般的に「測定」は、データの収集・管理の煩雑さに加えて、指導・教育現場において活用できるデータの種類や有効なフィードバック法を十分に示すことができていない現状もある。研究のためだけの測定や実験になっていないかどうか、適切で分かりやすいフィードバック情報を返却することができたかどうかなどの様々な課題はある。今後の展望の1つとしては、スポーツ指導や教育と研究の一体化や効率化を考え、常にデータが収集・蓄積され、それらを基に指導者・研究者・選手が緊密に連携していく必要があると思われる。指導や教育の現場では、多様で貴重なデータが日常的に生み出され、失われているため、当該分野においても、医学分野のような臨床と研究の一元化を目指す必要があ

るのではないだろうか。

順天堂大学体育学部1期生で、日本の体育測定評価学分野の基礎を築かれた研究者の1人である栗本関夫先生は、累加測定が始まったその年、同窓会誌「啓友」（1969）にて、“現場の体育教師に望むもの”と題して次のような記述を残されている⁴⁾。「(前略)今迄の体育に、体育教師の身についた“芸”としてやって来て、その教師が年をとると共に衰え、その人が居なくなると共に消滅する体育で、プログラムとしての体育が、客観的に評価され、科学的に記録されて行く事がなかったのです。(中略)私は、順天堂を卒業した体育教師が最も具体的な形で、他の大学の卒業生とは違うのだという確かな証拠として行なう教育的努力の目標、計画、方法、それに進展状況を後に残る形で文書に残して置く習慣を是非身につけて貰いたいと思うのです。」近年、本学部から多様な卒業生を輩出していることから考えると、ここで示された“体育”はスポーツ健康科学に、“教師”は、スポーツの指導者、教育者や他の職種とも置き換えることができるのではないかと考える。さらに、“記録”や“文書”は、現代では全てデジタル情報になり得、大量に、かつ活かせる形で残し、累加していく方法を検討する時期になったのではないだろうか。

近年のスポーツ・体育における情報量は急激に増大し、安価なウェアラブルセンサーも一般化している。Seshadri DR et al.⁹⁾は、ウェアラブルセンサーによって、リアルタイムに、非侵襲的に、アスリートのパフォーマンスに関係するバイオメカニカル的、生理学的なデータをモニタリングできることをレビューにて報告している。データやその活用の対象例として、身体の内外部への負荷、水分補給、睡眠、循環器の健康、スポーツ復帰への状態などが挙げられており、ウェアラブルセンサーから得られたデータやそのサイエンスは、パフォーマンス向上や怪我の減少に応用できるという可能性を述べている。加えて、Peart DJ et al.⁷⁾もモバイルアプリケーションについて同様のレビューを報告しており、健康や医学分野だけでなく、スポーツ健康科学におけ

るセンサーやデータの活用例がさらに増えてくることが予想される。

また、2021年に光川⁶⁾は、コロナ禍における大学硬式野球部の指導において、通信情報技術を活用した事例報告を行っており、ICTを活用した指導の効果についての検証がなされている。選手から指導者への野球ノートや動画の提出、テレビ会議システムによるトレーニング指導やミーティング、アプリによる検温・体調管理などの経過や結果が報告されており、アンケートや測定の結果による客観的な効果検証も行われている。現時点では、直ちにこれらすべての情報をデジタル化した上で、研究対象とすることは難しいかもしれないが、近未来では多くがデジタル情報として分析対象データとなる可能性もある。このようなコロナ禍による影響(きっかけ)のみならず、日々の生体情報や主観的な感覚まで、広くデータが測られる・得られる機会は増えていると考える。

以上のように、測定と評価の伝統的な考え方を土台にしながらも、新しい測定、評価、記録、デジタル、現場への活用などを考え、対象とするデータの数や種類を広い視点で捉え、どのように集めて残すか丁寧に検討していきたい。

Ⅲ. 陸上競技短距離およびバレーボールにおけるデータ収集と活用の試み

プロジェクトの初年度となる当該年度(2020年度)では、特性の異なる2つの競技種目である陸上競技短距離とバレーボールを対象に研究を開始した。学内共同研究にて採択されたものの、新型コロナウイルス感染症拡大の1年目としての影響は非常に強く受けた。当該年度では、試みとしての記述となる部分が多いが、今後のプロジェクト発展への足掛かりとして報告を行う。

1. 陸上競技短距離

測定(記録)系の競技である陸上競技では、他の競技種目に比べて、これまでも体力測定や動作解析、トレーニングに関する種々の科学的アプローチがなされてきた。効率的な練習の実施、十分な休息

や疲労回復に対する方策も検証がなされ、例えば日々のコンディションチェック等についても、選手が自身の状態の管理やセルフコーチングに向けての取り組みとして行われてきた。佐伯⁸⁾は、陸上競技における種々のコンディション評価の方法について報告しており、あわせて測定評価を行う立場にも数値を総合的に解釈できる能力が求められるのではないかと述べている。また、近年では、足部の接地パターンをウェアラブルセンサーを用いて計測する研究¹⁾も報告され、これまで以上に多くのデータを収集できるようになることが期待される。

古くから、陸上競技の中長距離種目などを中心に、身体への負荷やトレーニング強度の客観的把握に心拍数等が用いられており、自転車競技を含めると最近ではGPSデータの活用も一般的になっている。本研究プロジェクトでは、これまでにない陸上競技短距離を対象に、ウェアラブルセンサー(Garmin: ForeAthlete645, ランニングダイナミクスポッド: ガーミンジャパン株式会社)でデータがどのように収集され、活用できる可能性があるか検証を開始した。通常、データ収集に時間や手間が必要となるピッチやストライド、身体の上下動などの情報を簡易的に取得できることが近年のセンサーの特徴であり、中長期的にトレーニング中のデータを記録・保存していくことができる。表1には関連するデータ項目のイメージを示した。日々のトレーニングの質や量を記録していくことで、体調やコンディションに応じたトレーニングの管理への応用が期待され、選手や指導者の感覚と客観的な数値のズレに対する検証もより簡便に頻繁に実現できる可能性が考えられる。

主に当該年度においては、男性7名程度の選手がGarminを試用し、うち3名は比較的継続してデータ収集とエクセルへの出力等を行った。短距離種目における使用例としては、練習中に常に記録を取るほかに、スプリント時に計測スイッチを押して記録を取ることで、特定の練習のみの走行データを残しておくという使い方が可能であった。出力データは1週間平均などでも記録され、定期的なデー

表1 コンディションおよび走行等のデータ項目イメージ

日時 (2021)	07/04	07/05	07/06	07/07	～	07/14	07/15	～
体温(°C)	36.0	36.1	35.8	36.4		36.4	36.3	
健康状態	良好	良好	良好	良好		良好	良好	
体重(kg)	71.1	71.9	72.1	71.9	～	72.1	72.4	～
疲労感(強: 5)	3	2	4	5		4	4	
睡眠(良: 5)	4	5	3	4		5	4	
気になる部位	なし	なし	ハムストリング	ハムストリング		なし	なし	
痛み/ハリ(強: 5)	-	-	3	2		-	-	
合計距離(km)	2.02	-	-	3.50		1.95	-	
平均距離(km)	0.30	-	-	0.40		0.50	-	
最大距離(km)	0.70	-	-	0.60		0.60	-	
活動時間(h: m)	2:15	-	-	3:10		1:30	-	
移動時間(h: m)	2:05	-	-	2:55		1:15	-	
カロリー(kcal)	256	-	-	430		177	-	
平均スピード(kph)	23.4	-	-	22.2		16.7	-	
最高スピード(kph)	28.4	-	-	30.2	～	29.7	-	～
平均ペース(m/km)	3:32	-	-	4:22		4:26	-	
平均心拍数(bpm)	120	-	-	137		149	-	
最大心拍数(bpm)	150	-	-	176		170	-	
平均ピッチ	170	-	-	159		162	-	
最高ピッチ	179	-	-	182		172	-	
上下動	7.4	-	-	7.8		7.6	-	
接地時間(msec)	186	-	-	201		221	-	
平均歩幅(m)	2.02	-	-	1.86		1.79	-	

タ収集頻度ではないものの半年間程度の記録を残すことや走行データを振り返ることが可能であった。そして、ONE TAP SPORTS（株式会社ユーフォリア）を用いたコンディション入力等は当該期間では基本的には100%の報告率を示した。記録項目としては、感染症対策も含めて、体温、体のだるさ、喉、咳、嗅覚・味覚、家族・同居人の症状、体重、疲労感、睡眠の質、気になる部位、痛みの程度についてであり、基本的に全部員が長期にわたる連続データを記録することが可能であった。

一方で、本研究実施の経験も含めて考えると、ウェアラブルセンサーは汎用性の高いデータや、長距離走・自転車競技などに必要な生理学的データや移動情報データ取得に適しているのが現状であると考えられ、今後、さらに短距離種目等の運動形態、練習内容にあわせた仕様の開発も期待される。また、

データの収集時に選手自身が操作を行う必要があり、一定の慣れや習慣化も必要であると考えられ、選手自身や指導者の考え方に左右される部分は大きいと考えられる。陸上競技では普段から走動作の映像を撮影することも多いため、映像と各種データのリンク、映像解析の自動化などが今後発展することも期待される。

また、身体組成データの測定を行うことは、陸上競技短距離に限らず、近年においても、コロナ禍の影響を含めても、非常に現場の測定ニーズが高いと言える。かつては非常に大掛かりに被験者および検者の負担も大きい中、水中での体重を測っていたため、頻繁に身体組成評価を行うことは難しかったが、InBody（株式会社インボディ・ジャパン）など一定の精度にあるインピーダンス法を活用することで、少なくとも1か月に1回以上の測定を行うな

ど、現場でも研究上でも測定可能になった。当該研究期間においては、コロナ禍における影響も含めて陸上競技短距離では定期的な身体組成の計測を行うことはできなかったため、継続実施の仕組みやその成果については今後検証が必要である。また、身体組成を考える上では、食事や栄養状態に関わる情報やデータを収集蓄積することは、トレーニング内容と同様に非常に価値はあるが、その専門性の高さ故の難しさ等も現時点では感じられた。

2. バレーボール

当該年度においては、主に男子バレーボール選手を対象に、データ収集の試みを行った。陸上競技等に比べると、バレーボールではまだ日々のコンディションチェック等は一般的に行われていないケースもあると考えられる。当該年度では、新型コロナウイルスによる大きな影響を受けたなかでの研究実施であり、バレーボール部においても日々の体温・体調管理が必須になり、ONE TAP SPORTS を用いたコンディション入力等のうち、体温や体調などのコロナ対策に関わる部分は基本的には100%の報告率を示した。選手の負担とデータの利活用について、どのようにバランスを取っていくか、また、コロナ対策として必要がなくなった際にはどう継続発展させるかは、今後の重要な視点とも言える。

コンディションデータ以外では、主に練習やゲーム中の常時のジャンプデータを記録するウェアラブルセンサー(VERT Coach: VERT社・エスアンドシー株式会社)の活用を試みた。バレーボールは、基本的に9m×9mという自陣コート内を移動するため、水平方向への移動だけでなく、垂直方向への移動の強度や量を考慮する必要があると考えられる。すでに、Limaら⁵⁾は、男子プロバレーボール選手において、パイロットスタディながらも実際の公式ゲーム中のジャンプパフォーマンスデータを報告している。ジャンプデータは、パフォーマンスの検証、疲労の程度、そして運動負荷から見た怪我の予防や対策として、利活用できる情報と考えられる。

具体的には、当該年度においてのバレーボール部

では、コンディションデータ、身体組成、ジャンプデータ、トレーニング時の情報記録を行った。コンディションデータについては前述の通りであり、身体組成計測については、1~3年生の新チームの始動時期である2~3月を中心に、約20名が1か月に1回程度実施した。ジャンプデータにおいては、不定期ではあるが、14名程度を対象に紅白戦やAチーム・Bチーム戦などのゲーム形式練習を行った際に計測を行った。また、トレーニング時のデータについては、同じく2~3月にONE TAP SPORTSのTraining機能を活用した。トレーナーがその日に行うトレーニングメニューを入力共有し、選手はスマートフォンを見ながらそのメニューを実施した。そして、実施したトレーニングの回数や負荷の情報をスマートフォンにて、そのまま入力を行った。選手20名程度が1週間に2回のトレーニング時に毎回のように行ったが、入力等に苦勞する様子も、入力漏れもあまりなく、トレーニング情報管理としてはアナログにノート上で管理するよりも便利であった。

以上のような試みから、改めて球技系競技種目においても実施される筋力トレーニング等の管理も重要な課題であり、トレーニングに関わる種々のデータも活用の機会があると考えられた。筋力トレーニングの内容(種目、回数、頻度等)の設定や管理、記録は、個別になされることが理想であるが、一定の負担が生じる。どこまでの情報をどのように集めれば、限られた時間をうまく活用できるか議論していく必要がある。選手自身がトレーニング目標を設定・確認し、実施内容を次回のトレーニングに向けてデジタル情報として記録していくことができれば、選手自身の動機付け、スタッフの負担の軽減、研究へのデータ活用など、様々な利点が生まれる可能性は考えられる。もちろん、どのようなデータも種類と量が増えれば増えるほどに、どう収集・管理して現場に活かすか、という大きな課題が生まれる。本研究プロジェクトでは、将来的には、トレーナーやアナリストなどのスタッフを含めた指導者・研究者・選手のどこかだけに負担が集中することな

く、持続可能な仕組みを検討していくことも大きな目標としている。

現在でも、大きな費用が発生しない内容についてはデータ収集を継続実施している。選手や指導者の負担が少ないことが継続実施のカギとなるが、安価な継続費用というのも同様に重要な視点である。選手自身もジャンプデータ、InBodyによる体組成測定などに非常に興味を持って取り組んでおり、VERT Coachによるジャンプデータについてはタブレットで即時的にデータを確認できるため、意識しながら数値を見ている様子が伺えた。トレーニング管理については、最近の学生たちはスマートフォンを傍らに置きながらトレーニングを行っているケースもあり、選手自身がトレーニング情報を入力するというスタイルとの親和性は高いのかもしれない。また、トレーニング法を映像確認しながら実施できることも、学生アスリートの教育的な意義やセルフコーチングという視点からも価値は高いと言える。

Ⅳ. 終わりに

本プロジェクトに関連した研究内容にて、2021年度科研費（基盤研究Cおよび独立研究支援（試行）：研究代表者 河村）を獲得することができ、今後は、さらに多様な競技種目、指導者・研究者との協力、また教育分野への展開も考え、累加測定との連携も想定しながら発展を目指していきたい。各種の映像データ、怪我やリハビリ情報、心理、表情や発話、コーチングの内容などなど、データとなり得る素材は計り知れない。スポーツ健康科学を学ぶ学生やアスリートが科学やデータにさらに強くなり、自分自身で競技力の向上（セルフコーチング）や健康の維持増進を目指すことの意義も大きいと考えられる。また、学際的なスポーツ健康科学領域において、古くから、指導現場と研究のギャップを埋め、つなぎ、架け橋をかける必要性が盛んに述べられてきたが、ギャップがあることを前提とするのではなく、一体化によってその目標達成に近づいていくべきなのかもしれない。

当該研究テーマは、COVID-19の影響も受けつつ、スタートしてまだ間もない。測定と評価、データの蓄積を日常化するには、まだ一定の時間は必要になるかもしれない。関わる人の数や時間はそれ相応に必要になり、データの取り扱い方・保管方法、機器や場所の管理運営など、1つ1つ課題をクリアしていく必要がある。しかし、常時に測定を行うことができるような仕組みを教育研究や学生生活動と共に考え、指導者・研究者・選手が連携できるような可能性を模索したい。測定とデータの累加・活用については、スポーツ健康科学部だけでなく、多様な背景にある学生を対象にできる可能性もあり、データ量が増えていけば、情報科学（人工知能）等との発展的な連携やダブルメジャーも想定される。文理融合の視点からも、スポーツ・体育は、“芸”の部分を大切にしながらも変化や発展できる可能性を秘めているのではないだろうか。

謝辞

本研究プロジェクトは、2020年度順天堂大学スポーツ健康科学部学内共同研究（種目A）による助成を受けて実施した。

利益相反

*本論文に関して、開示すべき利益相反関連事項はありません。

文 献

- 1) Chan, P. P. K., Chan, Z. Y. S., Au, I. P. H., Lam, B. M. F., Lam, W. K., and Cheung, R. T. H. (2021) Biomechanical effects following footstrike pattern modification using wearable sensors. *J Sci Med Sport*, 24(1), 30-35.
- 2) 河村剛光, 鈴木宏哉. (2018) 順天堂大学体格体力累加測定の歴史と測定項目: J-Fit+ Study. *順天堂スポーツ健康科学研究*, 9(2), 63-68.
- 3) 河村剛光, 鈴木宏哉, 染谷由希, 福典之. (2017) 順天堂大学体格体力累加測定研究プロジェクト (J-Fit+) の開始にあたって. *順天堂スポーツ健康科学研究*

- 究, 8(2), 51-58.
- 4) 栗本関夫. (1969) 現場の体育教師に望むもの. 啓友, 4号, 14-15.
- 5) Lima, R. F., Palao, J. M., and Clemente, F. M. (2019) Jump performance during official matches in elite volleyball players: A pilot study. *J Hum Kinet*, 67, 259-269.
- 6) 光川眞壽. (2021) 通信情報技術を活用した大学硬式野球部の練習方法に関する事例報告. 東洋学園大学紀要, 29, 223-238.
- 7) Peart, D. J., Balsalobre-Fernández, C., and Shaw, M. P. (2019) Use of Mobile Applications to Collect Data in Sport, Health, and Exercise Science: A Narrative Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(4), 1167-1177.
- 8) 佐伯徹郎. (2011) 陸上競技におけるコンディション評価 (特集 スポーツ医科学分野におけるコンディション評価). *臨床スポーツ医学* 28(8), 861-866.
- 9) Seshadri, D. R., Thom, M. L., Harlow, E. R., Gabbett, T. J., Geletka, B. J., Hsu, J. J., Drummond, C. K., Phelan, D. M., and Voos, J. E. (2021) Wearable Technology and Analytics as a Complementary Toolkit to Optimize Workload and to Reduce Injury Burden. *Frontiers in Sports and Active Living*, 21(2), 630576.

（令和3年10月26日 受付）
（令和4年4月26日 受理）