©NSCA JAPAN
Volume 26, Number 7, pages 2-12

特集 feature

ラグビー競技に関する科学的研究の現場への応用

中川 昭, Ph.D., 筑波大学体育系 教授, 日本スポーツ協会ラグビーフットボールコーチ4
古川 拓生, M.S., 筑波大学体育系 准教授, 日本ラグビーフットボール協会A級コーチ
嶋崎 達也, M.S., 筑波大学体育系 助教, 日本ラグビーフットボール協会A級コーチ
大垣 亮, Ph.D., CSCS, JSPO-AT, 帝京平成大学 講師
知念 莉子, M.S., CSCS, 日本ラグビーフットボール協会 男女ユースアカデミー S&Cコーチ

1. はじめに

スポーツ競技では、競技力が向上し国際的競争が激化していくと、科学的研究に対する現場からの期待が増大する。それは、限られた時間と人的リソースの中で成果を上げるためには、できるだけ理に叶った効果的なことを行なう必要があるという認識が現場で高まるからである。そして、それに応えるためにスポーツ科学が発展する。これはラグビー競技においてもその例外ではない。すなわち、1987年のラグビーワールドカップ創設とそれに引き続く1995年のプロ化容認以降、競技力の著しい向上とともに国際的競争の激化が起こり、その結果として、ラグビー競技に関する科学的研究が現場からの要求に応える形で急速に発展した(8)。

競技力の向上と国際的競争の激化はまた、現場スタッフにおける専門領域の細分化とプロフェッショナル化をもたらした(17)。ラグビー競技においても、日本代表チームのような競技力の高いチームでは、監督・ヘッドコーチに加え、攻撃・防御別コーチやポジション別コーチ、ストレングス＆コンディショニングコーチ、ドクター、アスレティックトレーナー、アナリストなどの多種多様なスタッフが存在するようになった。このような現場スタッフは、当然ながら、プロフェッショナルとして自己の専門性を高めるために科学的研究へ高い関心をもつことになり、このことがラグビー競技に関する科学的研究の現場への応用を促進する一因になっていると考えられる。

以上の背景の下、現在、ラグビー競技の現場では科学的研究が様々な形で応用されている。それらの中から、本稿では、コーチング、ストレングス＆コンディショニング、リハビリテーションといった現場の活動において、ラグビー競技に関する科学的研究の知見が活用されている例をいくつか取り上げ紹介をする。

2. コーチングの現場での科学的研究の応用

(1) ブレイクダウンのプレーにおけるコーチング

近年のラグビー競技では、ボールの継続を重要視するルール改正が繰り返し行なわれた結果として、ブレイクダウンと呼ばれるプレーの頻度が大きく増加したことが特徴のひとつに挙げられる(27)。このブレイクダウンのプレーとは、ボールキャリアとタックラーのコンタクトからラック・モールまでのボール争奪プレーを表す。ブレイクダウンのプレーが試合で頻繁に生じるようになったことは、ラグビーワールドカップにおけるゲーム様相の分析結果からも窺える。すなわち、1995年のラグビーワールドカップではラック・モールの1試合当たりの生起数は94回であったが、2003年

には136回、2015年には178回と大会を追うごとに大きな増加を示している(32)。しかも、このブレイクダウンのプレーはスクラムやラインアウトのように特定のポジションの選手だけが関与するものではなく、すべてのポジションの選手が普(あまね)く関わることになるプレーである。したがって、ブレイクダウンのプレーをいかに向上させるかは、現在のラグビー競技のコーチングにおいてきわめて重要な課題になっている。

筆者らは、記録したゲームパフォーマンスを数量的に分析する記述的ゲームパフォーマンス分析の手法(22)を使って、世界トップレベルの試合でのラックのプレー様相を明らかにする一連の研究を行なった(26,27,28)。その際、ブレイクダウンのプレーとしてモールは数が非常に少ないため、研究対象をラックに限定した。これらの研究の結果、攻撃側のラック参加人数が年々減少傾向にあり、2014年の世界トップレベルの試合では攻撃側の参加人数が3名以内であるラックが全体の76%にも上ることが認められた**(表1)**。ラックの参加人数が減少したことで、ブレイクダウンのプレーも変化が起きていた。すなわち、過去には味方に接触したり、ただラックに手をついたりする無意味なプレーも多かったが、近年では防御側の選手に直接コンタクトする有意味なプレーの比率が増加していた。さらに、ラックからのボール出しの高速化が進んでいることが窺え、2012年と2014年の2年の間でも、2秒と3秒の早いボール出しのラックの比率が増加していることが認められた**(表2)**。

筆者らが関わる大学チーム[注1]では、これらの研究知見を積極的にコーチングに活用した。特に2012年のシーズンでは、ブレイクダウンのチームの決め事として、2名から3名で攻撃時のラックを形成するという考え方を徹底した。また、ラックに入る必要がないなら、参加せずに攻撃のオプションとして動くことをトレーニング[注2]に取り入れた。プレーの評価についても、ブレイクダウンへの参加回数が多いことだけでなく、1人目か2人目として参加することをより重要事項として評価することを選手とコーチの間で共通認識とした。次に、ブレイクダウンのプレーとして、無闇に勢いだけでラックに入るのではなく、相手を剥がすことを目的にして入り、相手を剥がせた場合はボールの上でキープするかボールを動かすプレーに移行するトレーニングをした。さらに、3秒以内にラックからボールを出すことを基準としてトレーニングをした。3秒以内でラックからボールを出すためには、ボール

注1 この10年間で全国大学選手権準優勝が2回、ベスト4が2回、ベスト8が1回の成績を上げており、国内の大学ラグビーでは上位レベルに位置するチームである。
注2 本稿では、体力トレーニングに限定して「トレーニング」という用語を使うのではなく、体力トレーニングに加え技術・戦術の練習を包含する広い意味で「トレーニング」という用語を使う。

表1　世界トップレベルの試合での攻撃側のラック参加人数に関する分析結果(28を改変)

Year		1 player	2 players	3 players	4 players	5 players	6 players	7 players or more	Total
frequency	2012	74	393	678	341	154	40	9	1,689
	2014	74	547	722	304	91	23	7	1,768
ratio	2012	4%	23%	40%	20%	9%	2%	1%	
	2014	4%	31%	41%	17%	5%	1%	0%	
Significant difference between both groups		n.s.	*	n.s.	*	*	*	n.s.	

*：$P<0.05$　n.s.：non significant

表2　世界トップレベルの試合でのラックからのボール出し時間に関する分析結果(28を改変)

Year		one second	two seconds	three seconds	four seconds	five seconds	six seconds or more	Total
frequency	2012	60	478	443	247	133	328	1,689
	2014	64	547	547	251	127	232	1,768
ratio	2012	4%	28%	26%	15%	8%	19%	
	2014	4%	31%	31%	14%	7%	13%	
Significant difference between both groups		n.s.	*	*	n.s.	n.s.	*	

*：$P<0.05$　n.s.：non significant

キャリアのあとの2名のサポーターがラックに早く到達することが重要であると考え、ボールキャリアが地面に倒れたあとにサポートに入るまでの秒数を指定しながらトレーニングをした。

2012年のシーズンは、筆者らが関わる大学チームは関東大学対抗戦優勝、全国大学選手権準優勝という大きな成果を上げた。このようなチームの躍進に、ブレイクダウンのプレーの改善が大きな要因になっていたと考えられ、それはブレイクダウンに関する研究知見を活かしたトレーニングの成果であることが報告されている(29)。

(2) ワークレートの観点からのパフォーマンス評価

どのスポーツ競技においても、試合での選手のパフォーマンスを適切に評価することは、トレーニング内容の決定、選手の選考、次の試合への作戦的準備など、コーチング過程における様々な意思決定を的確に行なうために重要な意味をもっている(21)。しかしながら、特にラグビー競技では、同時に多人数の選手がプレーする、プレーの自由度が高い、試合時間が長いといった特性から、パフォーマンス構造が多面的で複雑であると考えられ、試合での選手のパフォーマンスを適切に評価することは決して簡単ではない(21)。

ラグビー競技のコーチング現場では2つの観点からパフォーマンス評価が行なわれる。1つは、プレーの有効性の観点からの評価で、選手が行なった一般プレー（パス、ラン、ブレイクダウンのプレーなど）と各ポジションで要求されるプレー（スクラム、ラインアウト、キックフィールディングなど）が試合でどの程度有効であったかを分析し評価を行なう。このような分析評価については、現在では多くのチームが市販の分析ソフトを利用しながら、量的（数値データ）および質的（映像）の両面から行なっている(12)。

ラグビー競技のコーチング現場で行なわれているもう1つのパフォーマンス評価は、試合でいかに多くの仕事（有意味なプレー）ができるか、また試合を通して高い仕事量をいかに持続できるかといったワークレートの観点からの評価である。近年の試合では1プレーの継続時間が長く、その中でコンタクトプレーを伴うブレイクダウンが頻繁に生じるために、試合の最後まで走り続け、ブレイクダウンで仕事ができる高いワークレートが選手に求められる。

このようなワークレートの観点からの選手のパフォーマンス評価には、Time-Motion分析の手法が役に立つ。このTime-Motion分析とは、試合でのパフォーマンスを歩行やスプリントといった単純な運動に還元して、それぞれの頻度や距離を計測する手法のことである。Time-Motion分析は、従来は映像観察を用いて行なわれていたが、現在ではGPS機器（全地球測位システム）を用いて、より正確に分析ができるようになっており、スポーツの現場での使用が広がっている(22)。特にラグビー競技では、2010年ころの比較的早い時期から試合中のGPS着用が認められたため、GPSを利用したTime-Motion分析の現場での活用が比較的早くから行なわれている(12)。

GPS機器から得られるデータと実際の試合中に起こる主な動作との関係を示したものが**表3**である。ここに示されているように、現在では、GPS機器により、速度カテゴリー別の走運動の回数や距離を高い精度で測定することができる。ラグビー競技ではおよそ1時間半にも及ぶ長い試合の間、コンタクトを伴う様々なプレーを行なうために広いピッチを移動し続けなければならないため、これらの走運動のパフォーマンスは選手のワークレートを評価するための有効な指標になると考えられる。また、GPS内の加速度センサーによって得られる加速度値をインパクト値として評価し、試合中の急激な速度変化や方向変換、選手同士の衝突や選手と地面との衝突を測定することも可能になっている(22)。しかし現状では、これはまだ正確な指標とはいえず、映像分析による検証が必要になる(12)。

次に、ワークレートの観点からの選手のパフォーマンス評価に、GPSを用いたTime-Motion分析結果がどのよう

表3　GPSから得られる数値と試合中の想定される主な動作の関係（13より作成）

■移動速度と動作
SZ-1（Speed zone 1）：時速6km未満（Standing and Walking）
SZ-2（Speed zone 2）：時速6km以上12km未満（Jogging）
SZ-3（Speed zone 3）：時速12km以上18km未満（Cruising, Striding）
SZ-4（Speed zone 4）：時速18km以上（High-intensity running, Sprinting）
■インパクト値と特徴的な動作
強度1：5.0G以上6.0G未満（急な加・減速や方向転換）
強度2：6.0G以上7.0G未満（選手同士の接触や転倒による地面との接触）
強度3：7.0G以上8.0G未満（強いコンタクト）
強度4:8.0G以上（スクラムエンゲージ等の非常に強い衝撃、きわめて激しいコンタクト）

に利用できるかについて、筆者らの関わる大学チームの選手を例にとって解説をした古川ら(13)の実践研究を紹介する。

古川ら(13)によると、GPSを用いたTime-Motion分析結果は3つの方向から選手のパフォーマンス評価に活用できる。その1つは選手内の比較であり、1人の選手について2つの異なる時期に行なわれた試合間の分析結果を比較することにより、その選手の体力面での成長(トレーニング効果)を評価することができる。

もう1つは選手間の比較である。これはワークレートの観点から各選手の特性を明らかにすることに繋がり、コーチが選手選考を行なう際に貴重な情報となる。**図1**は、交替により試合途中から出場した選手2名(共に右プロップ)について、総移動距離に対する各スピードゾーン別移動距離の割合を示している。これを見ると、選手Dは40分間出場したGame2でも11分間しか出場しなかったGame3でもどちらもSZ-3(**表3**参照)以上の速い速度の走運動での移動距離が20%以下となっている。一方、選手Cは出場時間が12分と27分のどちらの試合においてもSZ-3以上の速度での移動距離が30～35%と選手Dより高い比率を示している。このことから、選手Dは途中から出場して短時間しかプレーしない場合でも選手Cに比べて高いワークレートが期待できず、途中出場する選手としては選手Cのほうがより適していると評価することができる。

さらに、GPSを用いたTime-Motion分析結果は、チームの平均値と比較することでも選手のパフォーマンス評価に有効に活用できる。その例として、**表4**を見ると、選手B(フランカー)は全試合において総移動距離がチームの平均値を上回っており、特にGame2では総移動距離が7,000mを超え、チームの平均値と比べると1,600mを超える値を示している。スピードゾーン別移動距離の比較においても、SZ-3以上の速い速度の走運動での移動距離は、いずれの試合でもチームの平均値を大幅に上回っており、シーズンを通して高いランニング・パフォーマンスを維持していることがわかる。試合中の選手のパフォーマンスは対戦相手や戦術、天候等、それぞれの試合状況により変化すると考えられるが、このように各試合でのチームの平均値と比較することで、試合状況に左右されない評価を行なうことが可能となる。したがって、このTime-Motion分析の結果に基づくと、選手Bはワークレートの

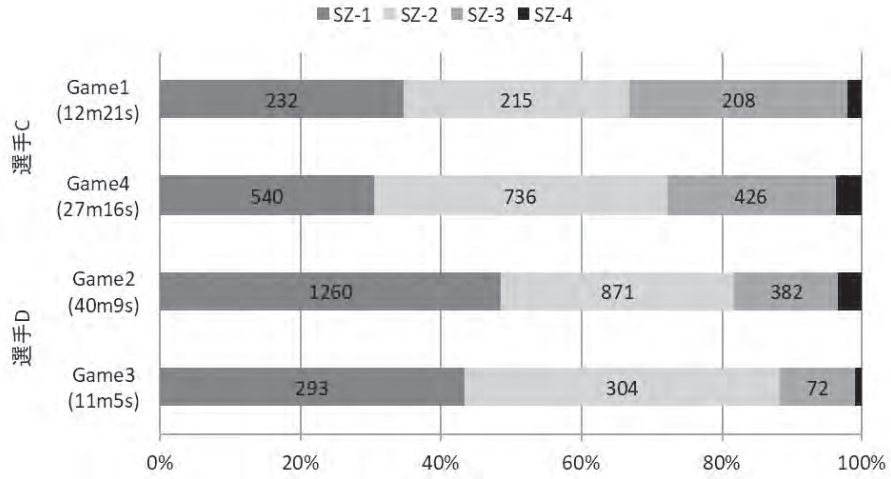

図1　途中出場した選手のスピード別移動距離の割合(13)

表4　選手Bの移動距離の結果(13)

	総移動距離	スピードゾーン別移動距離			
		SZ-1	SZ-2	SZ-3	SZ-4
Game1	5,567	2,502	1,416	1,282	367
	556	▲179	▲129	786	78
	(111%)	(93%)	(92%)	(259%)	(127%)
Game2	7,058	2,469	2,107	1,802	680
	1673	▲239	200	1,265	447
	(131%)	(91%)	(111%)	(335%)	(293%)
Game3	6,294	2,162	1,880	1,647	606
	1,349	▲254	37	1,171	395
	(127%)	(89%)	(102%)	(346%)	(287%)
Game4	6,533	2,174	1,845	1,850	665
	1,456	▲333	4	1,342	443
	(129%)	(87%)	(100%)	(364%)	(300%)
Game5	5,923	2,265	1,775	1,443	440
	1,016	▲358	108	1,015	252
	(121%)	(86%)	(106%)	(337%)	(234%)

上段：選手Bの移動距離(m)　　中段：選手Bの移動距離とチーム平均移動距離の差(m)
下段：選手Bの移動距離のチーム平均移動距離に対する割合(%)

観点からきわめて高い評価を与えることが妥当となる。

3. ストレングス＆コンディショニングの現場での科学的研究の応用

(1)ストレングストレーニングとフィールドへの転換

高強度のコンタクト(人・地面との衝突)を伴うラグビー競技では、持久力、筋力、パワー、アジリティ、スピード等多くの体力要素が要求される。特に頻繁に起きるコンタクトプレー(タックル、スクラム、ラック、モール)には高強度の筋力および筋パワー発揮が要求されるため、効果的なストレングストレーニングによって総合的な筋力を高めていく必要がある。

基礎筋力の向上には、伝統的なレジスタンストレーニングであるバックスクワットやデッドリフト、ベンチプレスをより高重量で扱うことがまず望まれる。これらの種目は多数の大筋群を動員する多関節運動であり、プログラムを組む際には優先的に選択される種目である。また、年間のトレーニングを通してレジスタンストレーニングエクササイズを適切に実施し漸進させることはアスリートの力-速度特性の発達を促すことが示唆されている(6)。球技では、競技動作に関連する筋が力を発揮する際の速度(筋パワー)が、その動作の成功を左右する重要な要因であると考えられる。ラグビー競技においては、タックル動作前の加速場面やステップで相手を抜く場面がその例として挙げられる。そのため、レジスタンストレーニングを通じた力-速度特性、すなわち筋パワーの向上が競技パフォーマンスに関する重要な側面であることが窺える。

筋の最大パワーの向上という視点に立つと、抵抗に対する素早い加速動作を終始伴うエクササイズは年間を通してプログラムに組み込む必要があると思われる。オリンピックリフティングに分類されるパワースナッチ、パワークリーン、スプリットスナッチ等はそうした筋パワーの向上に有効であることがこれまで報告されている(15,30)。さらに、オリンピックリフティングの動作中に起こる股関節、膝関節、足関節の速度とパターンがスプリントや方向転換などの競技スキルと類似しているという研究知見(16)や、ジャンプの着地などの衝撃課題を行なう際に必要とされる筋力の向上にはオリンピックリフティングの動作を用いることが推奨されるといった研究知見(20)から、オリンピックリフティングと運動パフォーマンスの向上には有意な関連があると推察できる。

筆者らが関わる大学チームでは、週4回のストレングスプログラムにオリンピックリフティング(パワークリーン、パワースナッチ、スプリットスナッチ)を導入し、パワークリーンの1RMを定期的に測定している。その結果として、多くの選手でパワークリーンの1RMの数値は上昇し、それと併せて、試合でのパワー発揮の指標である1分間当たりのスプリント回数の上昇がみられている。選手への聞き取りからも、競技中のスプリントスピードや切り返し動作局面の反応速度に対する肯定的な自己評価が見受けられた。

このように伝統的なレジスタンストレーニングによって増大した筋力を、爆発的なパワー発揮や力の立ち上がり速度(RFD)の向上を目的とするオリンピックリフティングで効率的に動員することによって、筋パワーを高めることができる(30)。またほとんどのスポーツではオリンピックリフティングにおける素早い動作のような加速特性が見られるため、こうした競技特異的なエクササイズをプログラムに効果的に組み込むことで、フィールドでのパフォーマンス向上に寄与する可能性が高まるであろう。しかしながら、オリンピックリフティングは高度なテクニックを要するエクササイズであるため、トレーニングの初期段階では適切なエクササイズテクニックの習得に留意することが必要である。

(2)活動後増強(PAP)の適用

活動後増強(PAP：Post Activation Potentiation)とは、収縮刺激のあとに筋のパフォーマンス特性が促進される現象であり、例えば、ベンチプレスとメディスンボール投げまたはベンチスローとの組み合わせ、バックスクワットとカウンタームーブメントジャンプを組み合わせたエクササイズが挙げられる(25)。PAPは随意的な筋力の発揮、特に動的筋活動を必要とする活動に有利であり、相対的に筋力の高いアスリートではより大きなPAP反応が得られることが先行研究によって明らかになっている。例えばDuthieら(7)は、女子ホッケー選手と女子ソフトボール選手において、3RMのハーフスクワットを行なったあとに跳躍高とパワーが向上する傾向にあることを明らかにした。Baker(2)は、筋力トレーニングを積んだラグビー選手において、ベンチプレスを65% 1RMで1×6レップ実施したあと50kgの負荷で行なったベンチスロー中に、発揮パワーが約4.5%上昇したことを報告している。また、直線スプリントのパフォーマンスは、バックスクワット、オルタネイトレッグバウンドのようなプライオメトリックエクササイズにより増強できることも示唆されている(18)。

これらの先行研究を踏まえると、PAPを利用した特異的エクササイズは短時間で筋パワーを効率的に発揮できると思われる。試合期のストレングストレーニングではPAPを狙いとしたエクササイズを設定し、パワー発揮能力の向上に努めることが望まれる。また同様に、フィールドレベルでもPAPを目的としたエクササイズを実施する必要があると考えている。例えば、筆者らが関わる大学チームのラグビー選手に提供しているエクササイズの中に、メディスンボールを真下に数回たたきつけたあとに5mスプリントを行なうというエクササイズがある。このエクササイズは一瞬で爆発的なパワー出力が要求されるタックルや攻撃局面におけるスプリントに類似した動作であると考え、実施している。メディスンボール投げの動作はバックスクワットやベンチプレス等のレジスタンストレーニングと比べ高強度の負荷ではないが、筋への増強刺激とパワー発揮という視点からPAPの誘発には有効であると考えられる。

ストレングストレーニングはラグビーのパフォーマンス向上において必要不可欠なものであるが、ここで重要なことはストレングストレーニングで高めた筋力・筋パワーを競技特異的な動作に転換させる作業である。コンタクト中の加速やスピードを維持しながらのパス、相手を避けるための方向転換スキル等、試合のパフォーマンスに影響を及ぼすこれらの能力は、身体的トレーニングから得た刺激をフィールドでの動作に転換させることにより向上するものと思われる。トレーニングで高めた体力をどのようなプロセスを経てフィールドへ転換させるのか、科学的知見や競技の特異性を踏まえた実践が重要といえる。

(3) トレーニング強度の決定

パフォーマンスの長期的な向上には年間の試合スケジュールを目的や期間によって分割し、トレーニングの特異性、強度、量を計画的・系統的に変化させる必要がある。このプロセスは一般的にピリオダイゼーション(期分け)と呼ばれ、基本的にオフシーズン、プレシーズン、インシーズンの大きく3つに分けられる(1)。

ラグビー競技では年間を通じて試合が組まれるため、ピリオダイゼーションに基づいてトレーニングの量や強度をコントロールすることにより、パフォーマンスを維持し傷害の予防に努めなければならない。そのため、トレーニング刺激の適切な期分けは選手のパフォーマンス発揮において重要な要素となる。

ピリオダイゼーションを踏まえトレーニング計画を立てる上で、トレーニングの負荷は慎重に設定する必要がある。トレーニングの強度や負荷を管理する一般的な手法には、心拍数のモニタリングやGPSを用いた分析方法等がある(4)。これらの手法は測定精度が高く、トレーニング刺激に関して詳細な情報を得ることができる。

一方、これらの手法とは別に、Fosterら(10)が提案している主観的運動強度システム(session Rating of Perceived Exertion、以下ではセッションRPEと略称する)はGPS等の装置を使わずに比較的容易に現場に導入できるため、プロのラグビー競技において広く利用されている(4)。

このセッションRPEはトレーニングの量と強度の2つの指標を調査し、アスリートの負荷をモニタリングする手法である。この手法をComyns & Flanagan(4)に基づき説明すると以下の通りである。まず選手にトレーニングセッションが終了した30分後にセッション強度を質問し評価させる。評価尺度はBorg(3)のカテゴリー比スケールCR-10を用いる**(表5)**。このRPEにトレーニングセッションの継続時間を乗じてトレーニング負荷(Training Load：以下ではTLと略称する)を算出する。

各セッションのTLを週単位で算出することにより、セッション強度のモニタリングに重要な2つの変数である「トレーニングの単調さ」と「トレーニング負担」が得られる。「トレーニングの単調さ」は1週間のトレーニングの変動性を示す数値であり、1週間のTLの平均を標準偏差で割ることにより算出する。1週間を通じてTLに変化がなければ標準偏差の値は小さくなり、「トレーニングの単調さ」の値は大きくなる。1週間に高負荷と低負荷のトレーニングを交互に設定すると標準偏差の値は大きくなり、「トレーニングの単調さ」の値は低～中程度に収まる。「トレーニング負担」はアスリートがその週に経験した総合的ストレスを表すスコアであり、1週間のTLの合計に「トレーニングの単調さ」の値を乗じて算

表5　セッションRPE尺度(5より引用)

尺度	程度
0	安静
1	非常に楽である
2	楽である
3	普通
4	ややきつい
5	きつい
6	
7	非常にきつい
8	
9	
10	最もきつい

出する。1週間のTLの合計が大きく「トレーニングの単調さ」の値が大きいと、アスリートの「トレーニング負担」の値も大きくなる。

セッションRPEを用いることにより、長期間にわたってトレーニング負荷を総合的に管理することができる。筆者らが関わる大学チームでもこのセッションRPEシステムを導入し、期分けしたトレーニングブロックに基づいて、TL、「トレーニングの単調さ」、「トレーニング負担」を週ごとに算出している。さらにGPSから得られた走行距離もシートに記入し、セッションRPEと併せてモニタリングをしている**(図2)**。

また、**図3**では18週目までのセッションRPEデータを示している。ここでは1週目から8週目がオフシーズン期、9週目から15週目までがプレシーズン期、16週目以降がインシーズン期を示している。筆者らが関わる大学チームでもまだ導入段階であるために引き続きデータの蓄積が望まれるが、このようにTLや「トレーニング負担」を視覚化することで、ターゲットとなる試合に向けてどの位置に負荷を設定するのかについて、ピリオダイゼーションと併せて具体的な検討ができるようになる。また、セッションRPE評価システムを用いることにより、慢性障害の管理ができるようになり、オーバートレーニングの発生率を減少させることも期待できる(9)。

4. リハビリテーションの現場での科学的研究の応用

(1)外傷・障害発生データの活用

フルコンタクトスポーツであるラグビー競技は、他の競技に比べて外傷・障害の発生率が高い。様々なタイプの外傷・障害が発生する可能性があるが、代表的な外傷・障害として、脳振盪、肩関節前方脱臼、膝関節靭帯損傷などが挙げられ、長期間のリハビリテーションを要する場合や外科的な治療が必要となる症例も少なくない。受傷した選手に対しては、早期の競技復帰を目指して十分なアスレティックリハビリテーションプログラムを提供するとともに、競技復帰前のメディカルクリアランス(再受傷のリスクを減らすこと)を確保することが求められる。

チームで発生している外傷・障害に関するデータは、アスレティックリハビリテーションの成果や再発リスクの評価のための貴重な情報となる。ラグビー競技の外傷・障害データに関して、国際統括団体であるWorld Rugbyは、「Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby union(11)」を発表しており、外傷・障害の発生と重症度の定義、部位の分類方法、受傷機転、再発、競技復帰の定義などについて網羅されている。この合意声明(consensus statement)により外傷・障害データの一貫性を保つことができ、異なる集団とデータを比較することも可能となる。

外傷・障害とは、外傷・障害が発生して医療類似行為を受けた外傷・障害(medical attention injuries)と、時間的損失を伴う外傷・障害(time-loss injuries)に分類される。ここでの時間

Day	Sesssion	Session RPE	Time	Session TL	Daily TL	Distance
Monday	Off	0	0	0	0	0
Tuesday	St	5	45	225	739	3082
	Team	4	55	220		
	Unit	6	49	294		
Wednesday	Team	6	39	234	512	3648
	Fitness	7	19	133		
	Unit	5	29	145		
	St	0	0	0		
Thursday	St	4.5	65	292.5	292.5	0
Friday	Team	4.5	56	252	318	2969
	Unit	3	22	66		
Saturday	Game	9	63	562.5	562.5	4747.5
Sunday	Off	0	0	0	0	0
				合計TL/週	**2424**	**14447**
				平均TL/日	**346**	**2064**
				標準偏差	**280**	**2014**
				トレーニングの単調さ	**1.23**	**1.02**
				トレーニング負担	**2993**	**14801**

図2　TL(トレーニング負荷)、トレーニングの単調さ、トレーニング負担の計算シートの例(未発表データ、図の様式は[5]に倣った)

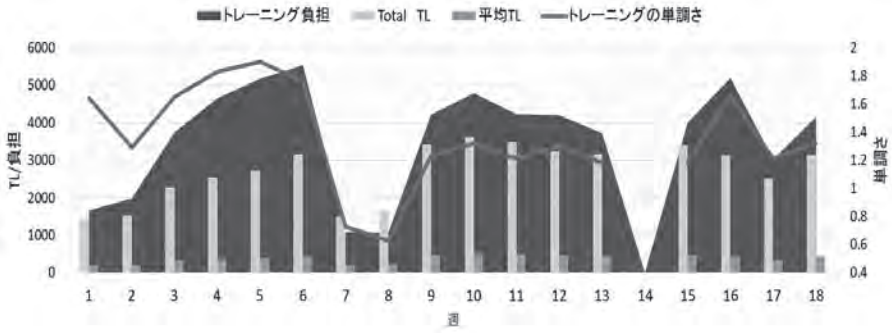

図3　週間TL(トレーニング負荷)、トレーニングの単調さ、トレーニング負担のモニタリング(未発表データ、図の様式は[5]に倣った)

的損失とは、受傷後に予定されていたトレーニングや試合の全てに24時間を超えて参加できない状態と定義されており、通常、このtime-loss injuriesに分類される外傷・障害を収集し、発生率や重症度を集計する(受傷後に医療類似行為を受け、翌日のトレーニングまたは試合に参加できた場合には前者のmedical attention injuriesに分類される)。著者らは、World Rugbyによる合意声明の方法に準じて、チームの外傷・障害のデータを縦断的に記録して分析している。データの一例として、筆者らが関わる大学チームでこれまでに発生した主要な外傷・障害の重症度(トレーニング・試合に参加できない日数)の平均値と95%信頼区間を**図4**に示す。

図4の重症度とは、受傷によりトレーニングや試合に参加できない時間(時間的損失:time-loss)の合計である。通常、臨床的には組織や構成体の損傷の程度や性質に基づいて重症度が分類されるが、選手が外傷・障害により日々のトレーニングや試合に参加できない時間は、スポーツ現場において最も意味のある指標であり、この時間的損失の合計は、受傷から競技復帰までリハビリテーションに要した日数とも捉えることができる。したがって、チームでこれまで発生した外傷・障害のデータをまとめておくことで、外傷・障害のタイプ別にリハビリテーションに要する日数の目安を作ることができ、これと実際にリハビリテーションに要した日数を比較することや、あるいは全ての外傷・障害の重症度の推移をシーズンごとに比較することで、アスレティックリハビリテーションの評価に活用できる。

チーム内でデータを比較できることや異なる集団(様々な競技レベルや他競技)とも比較が可能であることは、外傷・障害の重症度を短くするためのヒントを与えてくれることを期待させる。その他にも、外傷・障害の部位やタイプについては、スポーツに特化した診断コードシステムであるOSICS(Orchard Sports Injury Classification System)(24)に基づいて、身体部位別、タイプ別にも分類されるべきである。また外傷・障害の初発と再発は、明確に区別して集計しておく必要がある。全体の外傷・障害に対して、再発率が占める割合が大きい場合には、アスレティックリハビリテーションが不十分であることや、選手を不用意に競技復帰させていることが示唆されることになる。

筆者らが関わる大学チームにおいても、2006年からこのような統一された方法で外傷・障害を長期間記録しており、アスレティックリハビリテーションの成果の評価などに活用している。また、このような外傷・障害の記録は、ジャパンラグビートップリーグにおいても行なわれており(14)、トップリーグ・メディカルコントロール部会において、2007～08シーズンより全チームに対して外傷・障害記録フォームの提出が義務付けられ、現在まで継続して調査とデータの分析が行なわれている。

次に、具体的な外傷・障害の例として脳振盪と肩関節外傷を挙げ、それらに対する取り組みについて紹介する。

(2)脳振盪後のリハビリテーション

脳振盪は、脳機能に障害をもたらす外傷性損傷であり、頭痛、めまい、記憶障害、バランス障害などの症状を引き起こす。また、脳振盪が繰り返し発生すると致死的な脳腫瘍をきたす事例が報告されており、死亡事故に繋がる重症度の高い外傷として認識されている。ラグビー競技での脳振盪の発生率は高く、大学生での発生率は10.6件／1,000 player-hours(参加1,000時間当たりの発生率)とも報告されている(31)。また、若年者では再発しやすいことなどが特徴として指摘されており、適切なリハビリテーションプログラムの設定が再発予防に重要である。現状では、脳振盪後のリハビリテーションについてまだ確立されてはいないものの、スポーツ脳振盪に関する世界会議であるInternational Conference on Concussion in Sportが提唱してい

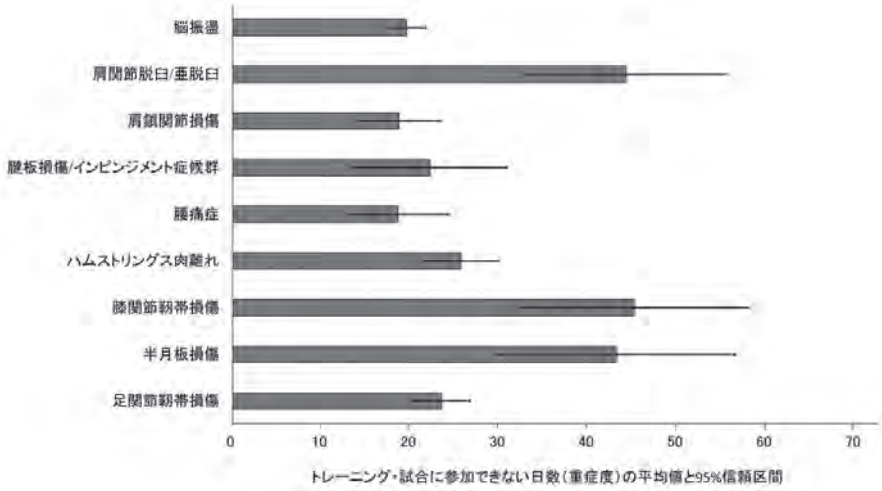

図4　外傷・障害のタイプ別の重症度(オペ適用例を除く)(未発表データ)

るガイドライン(19)を元に対応がなされている。

脳振盪発生時のサイドライン(競技場のピッチ外)での評価には、Sports Concussion Assessment Tool(SCAT)の使用が推奨されている。SCATは、無症候期においてベースラインテストを実施することが推奨されており、筆者らが関わる大学チームではプレシーズン期にベースラインテストを実施し、受傷時のSCATのスコアと比較して評価している。国際大会や国内トップリーグのようなエリートレベルでのラグビー競技では、ピッチ外で脳振盪を評価するHIA(Head Injury Assessment)システムが導入されており、脳振盪を起こした選手がそのままプレーを継続してしまうことを防ぐ取り組みが行なわれている。HIAでは、脳振盪の疑いがある選手を一時退出させ、10分間でSCATを基にした評価が実施されている。

脳振盪の受傷後は、World Rugbyのガイドラインに従い、徐々に負荷を加える段階的競技復帰プロトコル(Graduated Return to Play Protocol：GRTP)に沿ってアスレティックリハビリテーションを進めている。GRTPは6段階に分かれており、それぞれの段階の間に24時間の間隔を入れ、最終的に医師のチェックを受け競技復帰に至る。第1段階は運動をしない安静期間にあたり、第2段階は軽い有酸素運動、第3段階は競技に特化した運動、第4段階はノンコンタクトトレーニングドリル、第5段階はフルコンタクトの練習、第6段階が競技への復帰となっており、全てのプログラムを遂行するのに少なくとも約1週間が必要である。

GRTPの下で、選手は安静時および1つ前のGRTP段階で行なった運動レベルで脳振盪の症状がみられなくなった場合のみ、次の段階に進むことができる。なお若年者においては脳振盪からの回復が遅れるとされており、日本ラグビーフットボール協会では、中学生以下の選手の場合、リハビリテーションの期間は23日以上とすることとなっている。

(3)肩関節外傷後のリハビリテーション

肩関節の外傷(肩甲上腕関節の脱臼／亜脱臼・腱板損傷／インピンジメント症候群など)は、ラグビー競技ではタックルを主とするコンタクトプレー中に発生することが多い。特に、肩甲上腕関節の脱臼／亜脱臼は再発率が高く、パフォーマンスを大きく制限する外傷である。このような肩関節の外傷に対するアスレティックリハビリテーションでは、肩関節周囲筋の筋力レベルが重要な評価項目であるが、競技復帰段階での明確な基準はない。そこで、筆者らはプレシーズン期の筋力テストと肩関節の外傷リスクとの関連を検討し(23)、その結果をアスレティックリハビリテーションでの評価に活用している。

肩関節の外傷の既往歴等がない選手について、シーズン中に肩関節の外傷を受傷した選手と受傷しなかった選手に分類し、受傷前のプレシーズン期に行なった筋力テストの結果を比較したところ、シーズン中に受傷した選手はプレシーズンの段階で筋力水準が低かったことが認められた**(図5)**。またこのプレシーズン期のデータを元に、外傷のリスクを判別する指標として、筋力テストのカットオフ値を算出した**(表6)**。表に示されたカットオフ値は各筋力テストの測定値を体重比で算出したものであり、この値を下回ると肩関節外傷のリスクが高いと判定される。

各筋力テストのAUC(Area under the curve：予測の精度を示す値で0.5～1の範囲をとる)は0.7未満であったため、単一項目のみでの予測精度は低いと考えられるが、各筋力測定のカットオフ値は、アスレティックリハビリテーションを進めるにあたり筋力が十分に回復しているかどうかや再発リスクを評価する際の基準値として、あるいは外傷・障害の予防を目的としたトレーニングでの目標値としても活用できる。

5. おわりに

本稿では、主に筆者らが関わる大学チームを中心に、ラグビー競技に関する科学的研究が現場へ効果的に応用されている具体例を紹介した。ラグビー競技における競技力の向上と専門ス

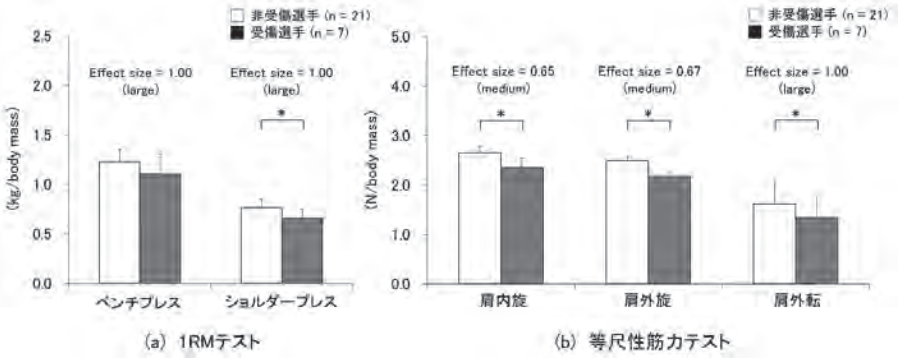

図5　肩関節外傷の受傷選手と非受傷選手のプレシーズン期での筋力測定結果(a,b)(23)

表6　肩関節外傷リスクを判別する各筋力テストごとのカットオフ値(23)					
筋力テスト	カットオフ	AUC	感度(%)	特異度(%)	*p*値
1 RMベンチプレス(kg/body mass)	1.2	0.67	71.4	61.9	0.19
1 RMショルダープレス(kg/body mass)	0.7	0.69	51.7	81.0	0.13
肩内旋等尺性筋力(N/body mass)	2.8	0.64	92.9	35.7	0.11
肩外旋等尺性筋力(N/body mass)	2.6	0.62	85.7	38.1	0.18
肩外転等尺性筋力(N/body mass)	1.6	0.69	85.7	52.4	0.03*

AUC：area under the curve(ROC曲線下面積)　*$p<0.05$

タッフのプロフェッショナル化が今後加速することを考えると、役に立つ研究知見への現場のニーズはますます高まってくると予想される。一方、ラグビー競技に関する科学的研究も、現状では多くの重要な研究課題が残されているものの(21)、関連する科学技術の進歩に伴い今後日進月歩で進展していくことは間違いないであろう。したがって、問題は、現場でのニーズと科学的研究のマッチングにある。

現在でも、ラグビー競技の現場から、役に立つ科学的研究が見当たらないという声を聞く。また、ラグビー競技の研究に携わる者からは、多くの有用と思われる研究知見が現場で用いられていないという声を聞く。このような状況を改善して現場でのニーズと科学的研究を効果的にマッチングさせるためには、研究に携わる者と現場スタッフとのコミュニケーションを密にすることが大切である。そして、研究に携わる者は今ラグビー競技の現場で何が問題になっているかをよく知り、現場スタッフはラグビー競技に関して今どのような科学的研究が行なわれているかをよく知る必要がある。

現場でのニーズと科学的研究の効果的なマッチングを促進するための仕掛けを工夫することも必要である。例えば、研究に携わる者と現場スタッフが一同に会するカンファレンスの開催や両者が参画する研究プロジェクトの実施、本特集のような研究と現場を橋渡しする出版物の刊行などが今後大きな意義を有するであろう。◆

参考文献

1. Appleby, B., R.U. Newton, and P. Cormie. Changing in strength over a 2-year period in professional rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26: 2538-2546. 2012.
2. Baker, D. Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upperbody complex power training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 17: 493–497. 2003.
3. Borg, G. Psychophysical basis of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 14: 363-367. 1982.
4. Comyns, T. and E.P. Flanagan. Applications of the session rating of perceived exertion system in professional rugby union. *Strength and Conditioning Journal*. 35(6): 78-85. 2013.
5. Comyns, T. and E.P. Flanagan. プロラグビーユニオンのセッションにおける主観的運動強度システムの利用. ストレングス＆コンディショニングジャーナル. 23(7): 29-35. 2016.
6. DeWeese, B.H., G. Hornsby, M. Stone, and M.H. Stone. The training process: Planning for strength–power training in track and field. Part 2: Practical and applied aspects. *Journal of Sport and Health Science*. 4: 318–324. 2015.
7. Duthie, G., W.B. Young, and D.A. Aitken. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: An evaluation of the complex and contrast methods of power development. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 16: 530–538. 2002.
8. Duthie, G., D. Pyne, and S. Hooper. Applied physiology and game analysis of rugby union. *Sports Medicine*. 33: 973–991. 2003.
9. Foster, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 30: 1164–1168. 1998.
10. Foster, C., L.L. Hector, R. Welsh, M. Schrager, M.A. Green, and A. C. Snyder. Effects of specific versus cross-training on running performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 70: 367-372. 1995.
11. Fuller, C.W., M.G. Molloy, C. Bagate, R. Bahr, J.H. Brooks, H. Donson, S.P. Kemp, P. McCrory, A.S. McIntosh, W.H. Meeuwisse, K.L. Quarrie, M. Raftery, and P. Wiley. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby union. *British Journal of Sports Medicine*. 41: 328–331. 2007.
12. 古川拓生. 第4章 第2節 ゲームパフォーマンス分析の方法. 日本コーチング学会編. 球技のコーチング学(印刷中). 大修館書店. 2019.
13. 古川拓生, 鷲谷浩輔, 小柳竜太, N. Roland. ラグビーコーチングにおけるGPSの活用と可能性. コーチング学研究. 26: 187-196. 2013.
14. 古谷正博, 竹村雅裕. 日本ラグビートップリーグにおける外傷・障害集計. 日本臨床スポーツ医学会誌. 20: 422-428. 2012.
15. Hori, N, U. Rovert, R.U. Newton, K. Nosaka, and H.M. Stone. Weightlifting exercises enhance athletic performance that requires high-load speed strength. *Strength and Conditioning Journal*. 27(4): 50–55. 2005.
16. Hori, N., R.U. Newton, W.A. Andrews, N. Kawamori, M.R. McGuigan, and K. Nosaka. Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction?

Journal of Strength and Conditioning Research. 22: 412-418. 2008.
17. 勝田隆. 第9章 球技におけるチームマネジメント－チーム強化推進のための組織的機能のあり方と方向性－. 日本コーチング学会編. 球技のコーチング学(印刷中). 大修館書店. 2019.
18. Lockie, R.G., A. Lazar, DS.L. Davis, and M.R. Matthew. The effects of post-activation potentiation on linear and change-of-direction speed: Analysis of the current literature and applications for the strength and conditioning coach. *Strength and Conditioning Journal*. 40(1): 75-91 2018.
19. McCrory, P., W. Meeuwisse, J. Dvořák, M. Aubry, J. Bailes, S. Broglio, R.C. Cantu, D. Cassidy, R.J. Echemendia, R.J. Castellani, G.A. Davis, R. Ellenbogen, C. Emery, L. Engebretsen, N. Feddermann-Demont, C.C. Giza, K.M. Guskiewicz, S. Herring, G.L. Iverson, K.M. Johnston, J. Kissick, J. Kutcher, J.J. Leddy, D. Maddocks, M. Makdissi, G.T. Manley, M. McCrea, W.P. Meehan, S. Nagahiro, J. Patricios, M. Putukian, K.J. Schneider, A. Sills, C.H. Tator, M. Turner, and P.E. Vos. Consensus statement on concussion in sport－the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine*. 51: 838–847. 2017.
20. Morrissey, M.C., E.A. Harman, and M.J. Johnson. Resistance training modes: Specificity and effectiveness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 27: 648–660. 1995.
21. 中川昭. ラグビーのパフォーマンスに焦点を当てた科学的研究：今後の展望を考える. フットボールの科学. 14: 3-11. 2019.
22. 中川昭. 第4章 第1節 ゲームパフォーマンス分析の意義と目的－記述分析に焦点を当てて－. 日本コーチング学会編. 球技のコーチング学(印刷中). 大修館書店. 2019.
23. Ogaki, R., M. Takemura, T. Shimasaki, M. Nariai, S. Nagai, Y. Imoo, S. Takaki, T. Furukawa, and S. Miyakawa. Preseason muscle strength tests in the assessment of shoulder injury risk in collegiate rugby union players. *Football Science*. 13: 36–43. 2016.
24. Orchard, J., K. Rae, J. Brooks, M. Hägglund, L. Til, D. Wales, and T. Wood. Revision, uptake and coding issues related to the open access Orchard Sports Injury Classification System (OSICS) versions 8, 9 and 10.1. *Open Access Journal of Sports Medicine*. 1: 207–214. 2010.
25. Seitz, L.B. and G.G. Haff. Application of methods of inducing postactivation potentiation during the preparation of rugby players. *Strength and Conditioning Journal*. 37(1): 40-49, 2015.
26. 嶋崎達也, 中川 昭. ラグビーゲームにおける攻撃側のブレイクダウンプレーの変化－世界トップレベルの1991年～2007年の推移から－. 筑波大学体育科学系紀要. 33: 35-45. 2010.
27. 嶋崎達也, 千葉剛, 中川昭. 近年の世界トップレベルのラグビーにおけるラックからの攻撃様相. コーチング学研究. 26: 133-143. 2013.
28. Shimasaki, T., G. Chiba, T. Furukawa, and A. Nakagawa. Change in ball continuity situations in breakdown in world-class rugby－Focusing on the number of players involved and time required to get the ball out－. *Football Science*. 14: 24-33. 2017.
29. 嶋崎達也, 古川拓生, 千葉剛, 鷲谷浩輔, 小柳竜太, 中川昭. 筑波大学ラグビー部におけるラック様相の推移－2012年を2010年と2011年と比較して－. 筑波大学体育系紀要. 37: 85-92. 2014.
30. Suchomel, T.J., P. Comfort, and J.P. Lake. Enhancing the force-velocity profile of athletes using weightlifting derivatives. *Strength and Conditioning Journal*. 39(1): 10-20. 2017.
31. 鈴木啓太, 竹村雅裕, 永井智, 大垣亮, 熊崎昌, 広瀬統一, 宮川俊平. 大学ラグビーチームの脳振盪の発生率と発生プレーの映像分析－6シーズンのデータを基に－. 日本臨床スポーツ医学会誌. 26: 355–362. 2018.
32. World Rugby. Rugby World Cup 2015 statistical report. World Rugby Game Analysis. 2015. http://playerwelfare.worldrugby.org/?documentid=156

著者紹介

中川 昭：
研究テーマはラグビーのゲームパフォーマンス分析研究、一般コーチング学の構築。日本コーチング学会会長（2017年～）、日本体育学会副会長（2019年～）。筑波大学ラグビー部部長（2003～17年）。

古川 拓生：
研究テーマはラグビーのゲームパフォーマンス分析研究、7人制ラグビーに関する研究。ラグビー日本代表スタッフ（1996～99年）、筑波大学ラグビー部監督（2005～18年）。

嶋崎 達也：
研究テーマはラグビーにおけるブレイクダウンとブレイクダウンからの攻撃・防御に関する研究。筑波大学ラグビー部ヘッドコーチ（2009～18年）、監督（2019年～）。

大垣 亮：
研究テーマはスポーツ外傷・障害の疫学的研究、アスリートのコンディショニングに関する研究。男子7人制ラグビー日本代表サポートトレーナー（2017～18年）、筑波大学ラグビー部アスレティックトレーナー（2016年～）。

知念 莉子：
研究テーマはラグビー選手のストレングス・コンディショニングに関する研究。NZカンタベリー州女子ラグビー代表チーム アシスタントストレングス＆コンディショニングコーチ（2018年）、筑波大学ラグビー部ストレングス＆コンディショニングコーチ（2017年～）。