スポーツ脳科学

スポーツ選手の脳情報処理過程を解明する バーチャルリアリティ技術

スポーツで勝つためには、頑健な「体」だけでなく、優れた「技」や動じない「心」を備えることが重要です。これらは脳の情報処理によって支えられていますが、従来の計測手法でその仕組みに迫るには限界があります。NTTコミュニケーション科学基礎研究所では、バーチャルリアリティ技術を用いて、スポーツ選手の生体情報をセンシングし、勝つための脳情報処理のエッセンスを解読することをめざしています。

き む ら としたか † 1 たかはし こうすけ † 2

NTTコミュニケーション科学基礎研究所^{†1} NTTメディアインテリジェンス研究所^{†2}

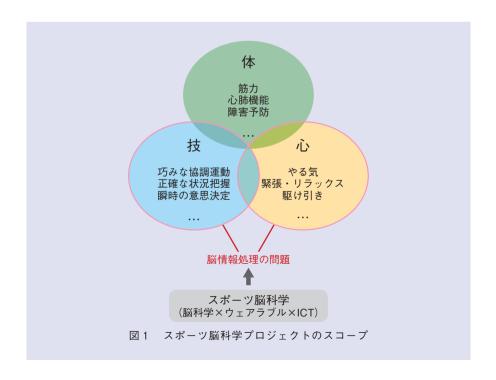
スポーツ脳科学プロジェクト

スポーツ選手が試合に勝つために は、いわゆる「心・技・体」の各要素 を総合的に高める必要があります. こ のうち、「体」すなわち筋力や心肺機 能などフィジカルな側面については、 運動生理学やスポーツ医学の研究から さまざまな知見が得られており、ト レーニングなどに活用されています. 一方、身体を巧みに操作したり、状況 を的確に認識し何をすべきか瞬時に判 断したり、あるいはプレッシャーに左 右されないなど,「技」や「心」の側 面を鍛えることも重要です。こうした 巧みな動作や状況把握、緊張・リラッ クスなどの機能は脳が司っているの で、「技」や「心」の問題は脳科学、 すなわち脳の情報処理の問題ととらえ ることができます.しかしながら.「技」 や「心」に関する脳情報処理の仕組み については、これまでに知見も少なく、 本質的な理解は十分ではありません. それゆえ, どうすればこれらの側面を 強化できるのか客観的な根拠が乏し く,経験論的あるいは試行錯誤的なト レーニングに陥ることも少なくありま せん.

このような観点から、NTTでは、

スポーツパフォーマンスを向上させるために、「技」や「心」の脳情報処理的なエッセンスを解読し、それに基づいた効果的な支援技術を開発し、最終的に脳機能の改善を促すことをめざす、「スポーツ脳科学」プロジェクト⁽¹⁾に取り組んでいます(図1). 一言でいえば、「スポーツで勝てるように脳を鍛える」研究です。この取り組みを推進するには、脳科学的な手法だけでなく、ICTのノウハウや技術を包括的に活用することが不可欠です。例えば、

さまざまな運動データや生体情報を選手に負担なく計測するにはウェアラブルセンシング技術が肝となりますし、得られた知見を効果的に選手にフィードバックするには情報処理や工学的なノウハウが必要となります。本稿で紹介するバーチャルリアリティ(VR: Virtual Reality)技術も、こうした取り組み、特に「技」や「心」の脳情報処理の仕組みを解明するうえで強力なツールになると考えています。



VR技術をスポーツ脳科学に 活用する

スポーツの「技」や「心」のエッセンスを解読していくためには、まずスポーツ中の生体情報(筋活動や心拍、呼吸、動作など*1)を計測する必要があります.そのアプローチは大きく2つあります.1つは、これまでも主流であった実験室環境での計測です.ただし、このアプローチは、計測条件を厳密に統制できる一方で、扱える運動や状況が実際のスポーツシーンから乖離しがちであり、スポーツの限られた側面しかとらえられないという問題があります.

一方,近年では、多種多様な無線セ ンサ・ウェアラブルセンサ技術の進展 によって、実際のスポーツフィールド で生体情報を計測することができるよ うになってきました(2). 私たちも、導 電性ファブリックhitoe[®]などのウェア ラブルセンサを用いて、スポーツ実環 境でのデータ取得に取り組んでいま す⁽³⁾. ただし、このアプローチは、実 験室計測とは逆に、リアルな計測がで きる一方で、計測条件を統制しきれな いデメリットがあります. 一般に、実 際のスポーツ場面でパフォーマンスに 影響を及ぼし得る要因はさまざまあり ますので、観測された現象との関連性 を読み解くのは必ずしも容易ではあり ません、このように、実験室計測と実 環境計測では、リアリティや条件統制 に関してトレードオフがありますの で、研究目的に応じて使い分ける必要 が出てきます.

そこで私たちは、リアリティと条件 統制のトレードオフを補う第3の計 測アプローチとして、VR環境を活用 することに取り組んでいます. VR環 境を用いるメリットの1つは、臨場感

表 スポーツ計測環境のメリット・デメリット

	実験室	VR	実環境
条件統制	0	0	×
リアリティ	×	0	0

のある視覚体験が得られる点です. 最 近では、没入感の高いヘッドマウント ディスプレイ (HMD: Head Mounted Display) と組み合わせて、例えば ジェットコースター搭乗(Galaxy Studio、サムスン電子ジャパン社)や 高所(VR ZONE. お台場ダイバーシ ティ) を体験できる技術やサービスも 登場し、ユーザのリアルな反応を実現 しています、スポーツシーンへの応用 もあり、例えばSTRIVR Labs社の VRシステムは、アメリカンフットボー ル選手目線の360度実写映像をHMDで 体感することができます. VRのもう 1つのメリットは、コンピュータグラ フィックス (CG) と組み合わせれば、 視覚環境を任意に操作できる点です. これにより、リアリティの高い仮想環 境を実現できるだけでなく、意図的に 実環境ではありえない視覚状況を設定 することも可能です. これらのVRの メリットを活かして(表)、私たちは、 十分なリアリティを持ちつつ条件を統 制したスポーツVR環境を構築して、 そのときの生体反応を計測する試みを 進めています.

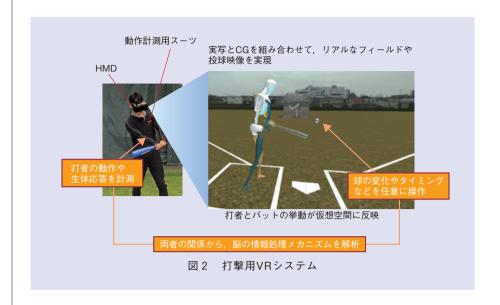
VR技術の活用例

野球の打者は、投球リリースからおよそ0.5秒以内という厳しい時間的制約*2の中で、バットを操作することが求められます。しかし、ボールの動きを知覚し見極めてからバットを振るまでには0.5秒以上を要しますので⁽⁴⁾、この比較的「時間のかかる意識的な」対応だけで打撃を達成するのは不可能

です. ここでは詳しくは述べませんが、 鍵になるのは、意識的な認知や判断を 介さない「無意識的で素早い」脳情報 処理過程です. 打撃に限らず、さまざ まなスポーツ場面で瞬時の意思決定は 重要なファクターです. 私たちは、 VR技術を用いた打撃シーンを題材に、 こうした無自覚な(潜在的)脳情報処 理の仕組みを探ろうとしています.

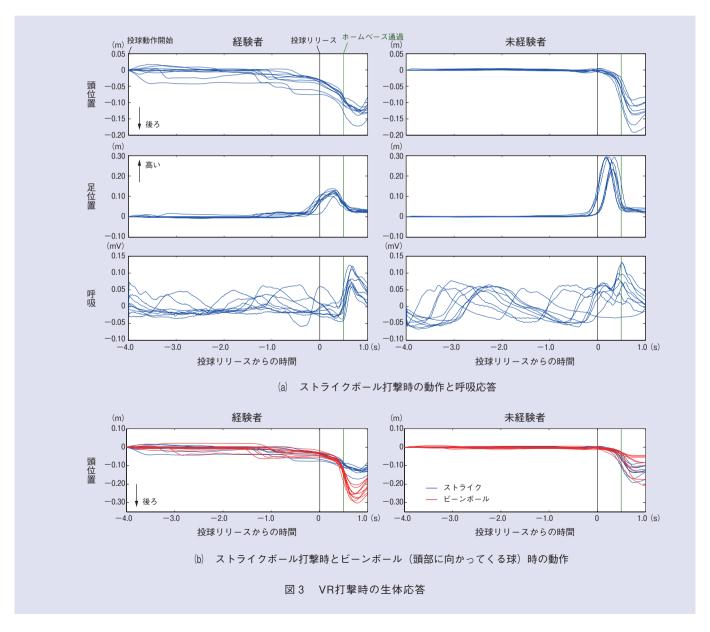
NTTコミュニケーション科学基礎 研究所とNTTメディアインテリジェ ンス研究所が開発した打撃用VRシス テムでは、被験者はHMDを装着して、 打者目線で打撃シーンを体験できます (図2). 仮想空間の球場は、実写画像 とCGを組み合わせてリアルに合成し ています. また、ボールの軌道は事前 に取得した投球データに基づいてCG により描画しており、同時に撮影され た投手映像の動きに合わせて投げ込ま れます. 加えて、被験者が着用してい るスーツ各所とバットには無線9軸 慣性センサが取り付けられており、打 者とバットの挙動がリアルタイムで仮 想空間のアバターに反映されます. こ れにより、被験者は仮想空間内で実際 に打撃することができ、バットとボー ルの当たり方に応じて打球が飛んでい きます. 本システムでは、打者頭部の 位置・向きに合わせて右目・左目に

- *1 一見末梢の情報を観測しているように見えますが、これらの生体情報は脳の活動を通して表出されるものですので、ある程度脳の機能を推定することができます.
- *2 初速140 km/hの投球が打者に到達するまで の時間は約0.4秒, 120 km/hの変化球の場 合でも約0.5秒しかありません.



各々適切な映像を提示するため、仮想空間内の任意の位置から適切な奥行き感覚を伴って映像を見ることができ、被験者はあたかもバッターボックスに立っているかのような、高臨場な打撃シーンを実現しています⁽⁵⁾.

本VRシステムを用いて野球経験者と未経験者で計測した生体応答の例を図3に示します。被験者には、ストライクあるいはボールとなる速球あるいはカーブがランダムに提示され、ストライクのときは打撃するように教示されました。図3(a)は、このときに記



録されたストライク速球試行時の頭と 足の動き、および呼吸の波形を例示し ています. 頭の動きをみると、経験者 では投球リリース前から動きが滑らか に変化している一方で、未経験者では リリースに反応するような動作になっ ている(準備動作が見られない)のが 分かります. また、経験者では打撃タ イミングに合わせて呼吸 (呼気) も合 わせている様子が分かります。さらに、 この課題中に時々ビーンボール(頭部 に向かってくるボール)を与えると(図 3 (b) の赤波形). 経験者は頭を後ろに 動かして上手く回避している一方で、 未経験者では回避動作が間に合わな かったり不十分であったりする様子が 見てとれます.

これらのデータは、スポーツ選手の 特徴を示すだけでなく、VR環境なら ではの知見ももたらしています。例え ば、ビーンボール条件は、倫理的な問 題のため実環境で行うことはほぼ不可 能であり、私たちの知る限り、こうし た知見はありません。今後、例えばボー ルを任意に消したり、配球を操作した りすれば、打者はどの時点までの情報 で軌道を予測しているのか、情動(恐 怖)が打撃履歴にどのように影響する のかなど、実環境では観測できない(あ るいは再現性良く観測しづらい)知見 もさらに得られるでしょう。

今後の展開

近年、VR環境を用いてスポーツを評価する試みが始まっています⁽⁶⁾. しかし、多くは「実環境を模倣する」ことをめざしており、前述のような、意図的に情報を操作する使い方はほとんどなされていません。また、観測対象も、運動の結果(動作など)が主であり、その背後にある生体情報はあまり扱われていません。本稿のVRシステ

ムでは動作と呼吸のみを対象としていますが、例えば筋活動や眼球運動などのデータと組み合わせれば、力の入れ方や力み具合、視線、メンタル状態など、より多角的にパフォーマンスとの関連性を調べることも可能です。ウェアラブルセンシング技術や視覚情報操作とうまく組み合わせることで、実験室や実環境からのアプローチでは見出せなかった一流選手の優れた「技」や「心」の本質や、その背後にある脳情報処理メカニズムの解明が一層進み、ひいてはそうした知見に基づいた効果的な上達法の提案に結びつくと期待されます。

また、本VRシステムは、脳科学の ためのツールとしてだけでなく. ト レーニングやコーチングなどにも利用 できます. 例えば. 打者はよく対戦投 手の研究をしますが、通常はフィール ド外から撮影したビデオ映像を用いる のが一般的です. 打者視点のリアルな 投球映像体験は、このような用途に有 益と思われます。 さらに、打者視点映 像をコーチと共有すれば、より実践的 な指導につながるかもしれません. ま た,動作計測と連動させれば、苦手な 投手や球種に対する打撃トレーニング に用いることもできるでしょう. さら に、こうしたインタラクティブなVR 技術は、スポーツに限らず、リハビリ テーションやエンタテインメントなど の分野でも新しい価値やコンテンツを 提供できると思われます.

本研究の一部は、科学技術振興機構 CRESTの助成を受けました.

■参考文献

- (1) 木村・持田・井尻・柏野:"情報科学でスポーツパフォーマンス向上を支援する,"電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン, No.37, pp.23-28, 2016.
- (2) 相馬: "スポーツにおける情報活用―オリンピックから健康づくりまで―," 科学技術動

- 向, 1-2 月号, No.148, pp.23-26, 2015.
- (3) 井尻・木村・塚田・中島・河西・住友・柏野: "ウェアラブル生体電極を利用して運動中の選手のコンディションを推定する。" スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2015講演論文集, 2015.
- (4) 井尻: "野球の打撃におけるタイミング制御," バイオメカニクス研究, Vol.19, No.3, pp.165-171, 2015.
- (5) D. Mikami, M. Isogawa, K. Takahashi, H. Takada, and A. Kojima: "Immersive Previous Experience in VR for Sports Performance Enhancement," Proc. of icSPORTS2015, Lisbon, Portugal, Nov. 2015.
- (6) B. Bideau, R. Kulpa, N. Vignais, S. Brault, F. Multon, and C. Craig: "Using virtual reality to analyze sports performance," IEEE Computer Graphics and Applications, Vol.30, No.2, pp.14-21, 2010.



(上段左から) 木村 聡貴/ 高橋 康輔 (下段左から) 三上 弾/ 柏野 牧夫

VR技術を用いてスポーツ選手の優れた脳情報処理の仕組みを解明する研究はまだ始まったばかりです。今後、センシング技術やICTとうまく組み合わせることによって、その理解を進めていきます。

◆問い合わせ先

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部

TEL 046-240-3681 FAX 046-240-4721

E-mail kimura.toshitaka@lab.ntt.co.jp