

# スポーツ競技における運動情報の可視化

## Visualization of Sensing Information in Sports Game

瀧 剛志†  
Tsu Yoshi Taki

長谷川純一†  
Junichi Hasegawa

北川 薫‡  
Kaoru Kitagawa

### 1. はじめに

映像技術のスポーツ応用を考えたとき、スポーツ観戦者を対象としたものと、競技者や指導者を対象としたものとに大別できる。

前者は、競技場の臨場感や競技の面白さ・難しさを視聴者にいかに分かりやすく伝えるかといった点に主眼がおかれ、例えば、複数のカメラで同時撮影された映像から立体的（3次元）な映像を生成[1]したり、仮想的に配置されたカメラ視点の映像を擬似的に生成する[2]ものなど、様々な試みが行われている。一方、後者は、競技力向上のため自分自身の競技映像を見ながら動作のタイミングやフォームの改善を図ったり、対戦相手の特徴を分析するために過去の競技映像を繰り返し観察するなど、こちらも映像は重要なメディアである。しかしながら、後者の場合、これまでは生のビデオ映像から人が直接的、経験的に必要な情報を獲得しようとするケースが圧倒的に多く、映像情報技術の活用という観点からみれば、まだ未開拓な部分が多い。

そこで本稿では、筆者らが競技者・指導者を対象として開発を進めている、トレーニング支援を目的とした運動情報の可視化・提示システムについて述べる。具体的には、

(1) 筋電図や足圧などの運動情報やモーションキャプチャ装置で得られる関節の3次元位置など一般の装置で計測可能な運動情報の統合表示、(2) 複数の人が同時に運動する際に生じる相手との間合いやスペースの変化といった一般には直接みることのできない空間情報の可視化、(3) 競技環境の仮想再現と運動の体感、の3点を紹介する。

### 2. 運動計測値の可視化

人の動きを解析する際、単にその姿勢変化だけを観察するのではなく、種々の運動情報を同時に取得する場合が多い。そのため、スポーツ動作と運動情報を同時、かつ、直感的に分かり易く表示するための技術が求められている。例えば、打撃動作や投球動作の分析は、動作中に得られた筋電位や足圧などの運動機能情報と対応する動作フォーム映像を比較しながら行われることが多い。このような作業を支援するため、動作中の人物の各部位で計測した筋電位や床反力の値を、3次元CGにより描かれた人体モデル上の対応部位に色相の変化として貼り付け、アニメーション表示する(図1参照)。これにより、利用者は、動作フォームの変化に伴う運動状態とその時間変化を視覚的かつ直感的に理解することが可能となる。実際にゴルフスウィング動作[3]、自転車のペダリング動作[4]、スキージャンプ動作[5]等に適用し、他の選手や過去の自分自身の動作との比較において本手法が有効であることを確認した。また、自転車のペダリングのような反復動作においては、運動状態を映像としてリアルタイムにフィードバックさせること

により、トレーニングの効率化を図っている。

### 3. 運動により変化する空間情報の可視化

サッカーなどのチームスポーツにおいては、各個人のプレーがチームとしていかに機能しているかを定量的に評価することが重要であり、これには個人間の連係した動きに基づいたチームワークの解析が不可欠となる。しかし、人手による解析には、多くの労力と時間を必要とするばかりか、同じプレーに対しても人によって評価尺度が異なるなどの問題がある。そのため、我々はコンピュータを用いたチームワークの定量的評価法について検討を進めている[6]。例えば、サッカーやラグビーなどの競技では、攻守において意図的にスペースを奪い合うことが最も基本的で重要な戦術の一つといえる。そこで、その「スペース」を優勢領域と呼ぶ一種の動的な勢力範囲(相手よりも早く到達可能な領域)としてモデル化した。その応用として、サッカーやハンドボールなどのビデオ映像から、選手やボールの動き情報を算出し、各選手および各チームの優勢領域の変化に基づいた定量的なゲーム分析手法を提案した。その結果、専門家でなくとも試合中の優勢・劣性な領域を客観的に観察することができるようになり、フォーメーションや連係した動きの重要性をこれまでとは異なる観点から示すことができたと考える。例えば、図2は、あるサッカーの試合においてゴールが決まるまでの流れを示したものであるが、これらの図からゴール前に攻撃選手の優勢領域(色の薄い領域)が広がり、チャンスとなるスペースが徐々に築かれていることが容易に観察できる。このような情報をもとに選手のポジショニングやフォーメーションを修正するなど戦略策定やトレーニングへの応用を検討中である。なお、この優勢領域の考え方は、サッカーのテレビゲームにおいてオフザボールの選手の動きを生成するためのソフトウェアとして一部メーカーで採用された。

### 4. 加速度の体感と映像提示

特にスキーやボブスレーなどのウィンタースポーツにおいては、競技場の数、気候や天候などの影響により、実践的なトレーニングを十分に積むことができないという問題がある。そこで、我々のグループでは、バーチャルリアリティ機器を利用したボブスレー滑走体感シミュレーターを開発し[7]、イメージトレーニングのための新しい手段として、その利用可能性を検討している。図3は筆者らが開発を進めているボブスレー仮想体感シミュレーターの動作風景である。本システムは、3m×3mの大型スクリーンを正面、下面、左・右面の4面に設置し、各スクリーンにコンピュータで生成した映像(CGや実写合成など)を継ぎ目の見えないように投影することで、そこに高い没入感の得られる仮想空間を構築する。また、体験者が、周りを見回したり、その中を歩き回ったりすると、その位置や視線方向によって、表示される映像も変化する。液晶シャッターメガネを装着することで投影された映像を立体視することも

† 中京大学生命システム工学部

‡ 中京大学体育学部

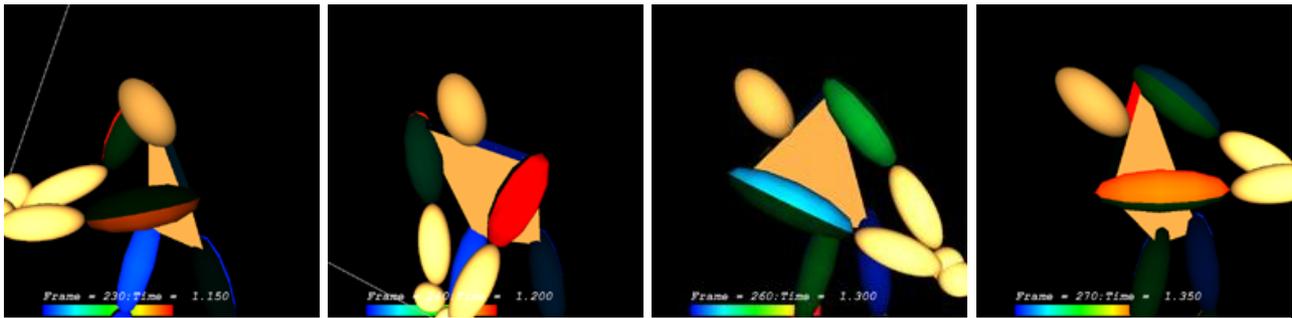


図1 ゴルフスウィング時の身体各部位の筋電位変化アニメーション

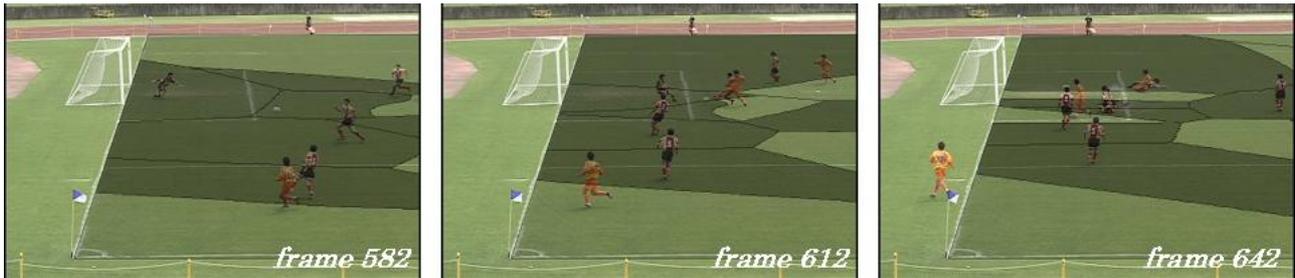


図2 サッカーにおける優勢領域の合成表示例

コート内の色の濃い領域が守備チーム、薄い領域が攻撃チームの優勢領域であり、各選手の優勢領域の境界が黒い線で表されている。



図3 ボブスレー仮想体感シミュレーター

でる。さらに、モーションベースとよばれる電動6自由度の動揺装置をその内部に設置することで揺れや衝撃を実際に身体で体感でき、映像と組み合わせることで非常に高い没入感が得られる。

#### 4. まとめ

本稿では、主にスポーツ競技者や指導者の利用を目的とした情報技術（映像技術）の活用事例について述べた。それぞれ、トップレベルの競技者または指導者からの評価・コメントが得られており、実際のトレーニング利用に向けた開発を進めている。最後に、トップアスリートが要望する精度面・機能面でのレベルの高さを満足しようとしたり、ユニークな発想を実現しようとする中から、まだまだ新しい情報技術が生まれる可能性が十分にあると考える。

#### 参考文献

[1] Takeo Kanade: “EyeVision”,  
<http://www.ri.cmu.edu/events/sb35/tksuperbowl.html>  
 [2] 稲本奈穂, 斎藤英雄: “視点位置の内挿に基づく3次元サッカー映像の自由視点観賞システム”, 映像情報メディア学会誌, Vol.58, No.4, pp.529-539 (2004.)

[3] 稲葉 洋, 瀧 剛志, 宮崎慎也, 長谷川純一, 肥田満裕, 山本英弘, 北川 薫: “スポーツ動作分析の支援を目的とした人体センシング情報の可視化提示法”, 芸術科学論文誌, Vol.2, No.3, pp.94-100 (2003)  
 [4] Hiroshi Inaba, Tsuyoshi Taki, Junichi Hasegawa, Shinya Miyazaki, Mitsuhiro Koeda, Kaoru Kitagawa: “Visual Sensing in Sports Motion Capturing”, Proc. of International Workshop on Advanced Image Technology 2006, S01-1, pp.6-11, Okinawa, Japan (2006)  
 [5] Satoshi Mori, Minoru Matsumoto, Tsuyoshi Taki, Kaoru Kitagawa: “Validity of dry-land jumping drills for actual ski jumping”, International Symposium on Winter Sports Sciences Commemorating the 2007 Nordic Ski WC in Sapporo (印刷中)  
 [6] 瀧 剛志, 長谷川純一: “ゲーム展開の分析と可視化”, バイオメカニクス研究, Vol.10, 2, pp.125-131 (2006)  
 [7] 荻野雅敏, 瀧 剛志, 大塚勝也, 北島章雄, 宮崎慎也, 長谷川純一: “ボブスレー競技のための体感型トレーニングシミュレータの構築”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.11, No.4, pp.469-478 (2006)