

競技場の4画面ビデオ映像記録システムによる スポーツコーチングへの応用

大橋二郎、佐藤真太郎、川本竜史、宮城 修

The Application of the four screen video recording system at a stadium to sports coaching

Jiro Ohashi, Shintaro Sato, Ryuji Kawamoto and Osamu Miyagi

1. はじめに

近年、現代におけるスポーツの普及や育成に、テレビを中心とするメディアの影響は極めて大きな要素となってきている。スポーツバイオメカニクスなどのスポーツ科学分野では、複数のビデオ映像を元に、リアルタイムの3次元の動作解析が可能となり、これらの研究成果の蓄積がスポーツの指導現場に少なからず貢献している。サッカーでは、実際の試合における選手やボールの動きを記録し、ゲームを分析することは指導現場で古くから関心が高かったようである。サッカーのゲーム分析の方法とその歴史に関する過去のレビュー（大橋 1999）によれば、おそらくビデオやPCの存在さえなかった1950年代のWinterbottom 著の指導書に試合中の選手の運動量の記述を見ることができる（Winterbottom, 1959）。その後、1960年代から数多くの調査や研究が行われてきたが、ビデオを利用したものは1970年代後半から（Reilly et al, 1976）であり、ビデオとコンピュータを利用したものは1980年代後半（Franks et al, 1987, Hughes, 1988, Ohashi et al, 1988）に当時としては斬新な研究報告として発表されるようになった。現在ではワールドカップなどの国際的な大会において、巨大スタジアムの施設・設備を利用し、選手の試合中の運動量などの詳細なデータを専門業者がビジネスとして提供するまでになっている。

一方、学校や公共の運動施設では、男女を問わず多様な年代や競技レベルの人々がスポーツに触れる機会が増え、様々な場面で身近になったビデオ機器が利用されるようになった。特に、育成年代におけるスポーツの指導場面では、成長期の特性に応じた正しいトレーニングが必要であり、ビデオ機器は発揮されるパフォーマンスをいち早くフィードバックできるツールとして既に広く利用されるようになってきている。しかし、サッカーや陸上競技のように広範囲なスペースを複数の選手が移動するようなスポーツ種目の場合、撮影のための十分な広さと高さが確保され、競技スペースを完全にカバーし詳細な分析に対応できる学校や公共の競技場は見当たらない。

このような現状であるものの、近年大学や公共施設を中心に競技場の人工芝化と同時に屋外照明

設備が多数みられるようになっている。そこで本研究では、大東文化大学総合グラウンドの照明灯支柱上部にリモートコントロール機能のビデオカメラ4台を設置し、フィールドやトラックで行われるスポーツの映像を合成、記録、再生することによって、コーチングやスポーツ科学分野の研究への活用の可能性を、サッカーと陸上競技を例に検証した。

2. 研究方法

2.1 高所カメラシステムの構成

本研究における映像分析システムは、サッカーや陸上競技等屋外で広範囲を複数の選手が移動するスポーツ種目を対象としており、競技者同士の重なりや観客、競技場内の施設・設備により被写体が妨げられることのないカメラアングルを確保するため、大東文化大学総合グラウンドの照明用支柱の高所に有線リモートコントロールが可能なカメラ（(株)ミカミ CH-PTC301HG 屋外用）を設置した。設置位置は総合グラウンド全8基の照明用支柱のうち、正面スタンド側の2基を利用した。両支柱の間隔は50m 地上高20mの位置にそれぞれ2台ずつ計4台のカメラを設置した(図1)。

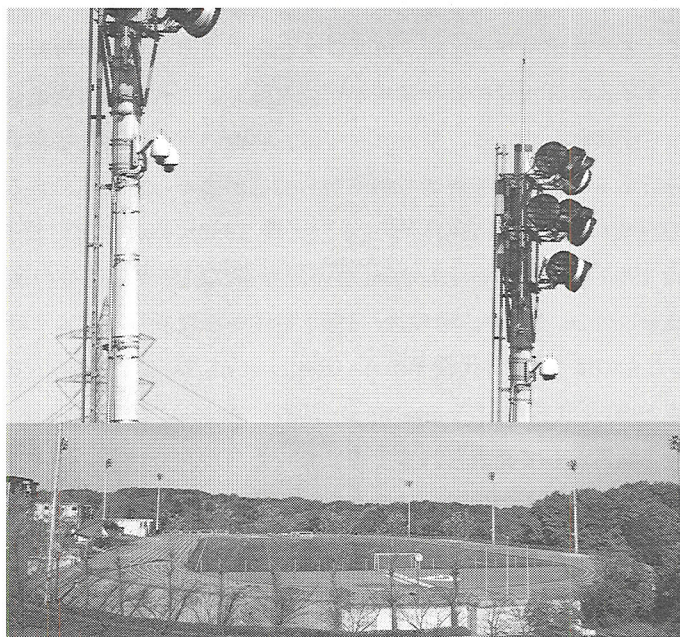


図1 総合グラウンド全景と照明用支柱に設置した高所カメラ

本研究で設置したカメラの映像は、従来使用されてきた720×480画素のコンポジット信号であった。映像データの送信にはケーブル長による減衰の影響の少ないSDIケーブルを使用した。ケーブルの配線は支柱から地中を介し、映像分析室内の同軸多重ユニット（(株)ミカミ PTC-MCX08）、映像合成装置マルチビュー（(株)朋栄 MV-42HS）を経て記録機器であるメモリーカー

ドポータブルレコーダー（Panasonic AG-HMR10A）に記録できるようにした。HDMI 分配器によりコントローラの操作のモニターと分析用 PC モニターに分割送信して常時リアルタイムで映像をモニターできるように配線した。

4台のカメラから送信される映像は従来のコンポジット信号であるが、映像合成装置マルチビューは1920×1080のHDTV信号を処理することができることから、4つの標準画像の720×480の画素数を維持したままHDTV画質に4画面を埋め込む形式で記録することが可能となった。

このような映像信号の流れにより、リアルタイムで映像を確認しながらシステムコントローラ（(株)ミカミ PTC-032CB）の各種機能ボタンやジョイスティックを用い、フォーカスとアイリスの調整、ズーム、パンといった画角や方向を変える動作をリモートでコントロールすることができるようになった（図2-a）。

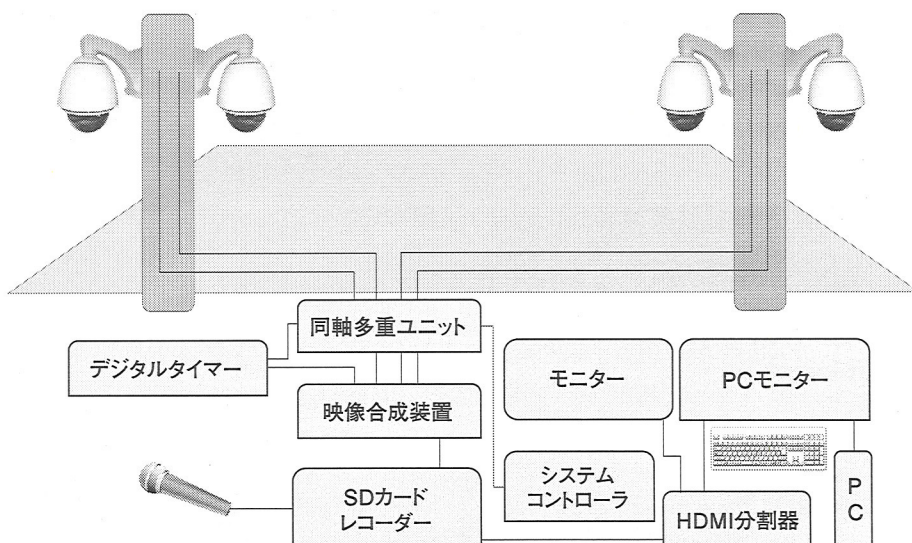


図2-a 高所カメラを用いた4画面画像合成システムの構成図

また、4画面の映像記録を試行する過程で、サッカーではよりピッチに近いレベル、陸上競技ではトラックに近いレベルでの映像を記録することの要望が指導者からあった。目的に応じてカメラの位置を移動したり、手動でズームやパン操作をしたりすることで、1画面の至近距離からの映像を他の3画面と同時に映しこめば、より詳細な観察や分析が可能になると考えられる。そこで市販の高性能ハイビジョンビデオカメラの映像を、HDMI-SDIコンバーターを介してSDI信号に変換し、マルチビューのSDI入力インターフェイスから画像入力することで、高画質の平面至近距離からの映像を高所からの3画像と同時に記録できるシステム構成もオプションとして導入した（図2-b）。

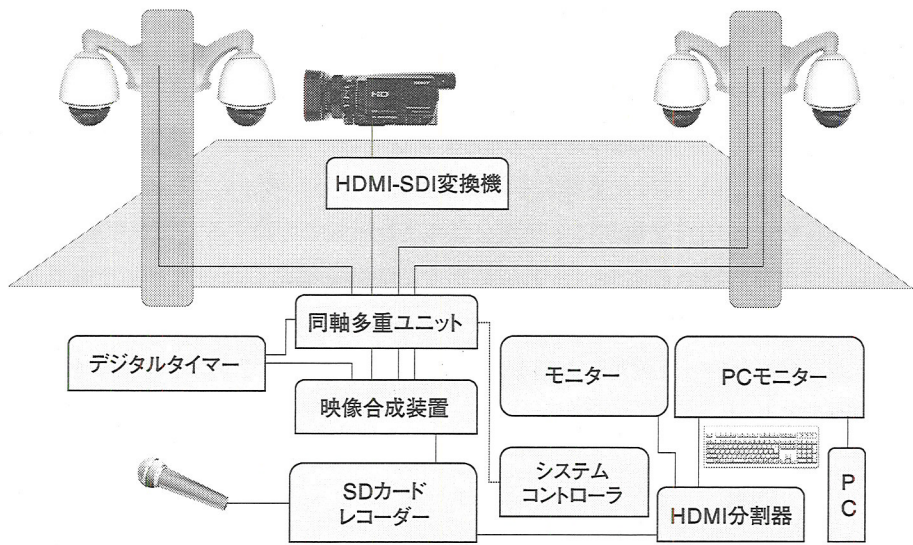


図2-b 高所カメラ3画面と地上レベルのハイビジョン画面を組み合わせた構成図

3. サッカーの試合における4画面映像の活用

3.1 目的

サッカーでは、105m×68mのピッチサイズ全体を4画面で全面カバーした映像を記録するが可能となり(図3)、コーチング現場において有効な撮影や分析方法を検討することを目的とした。

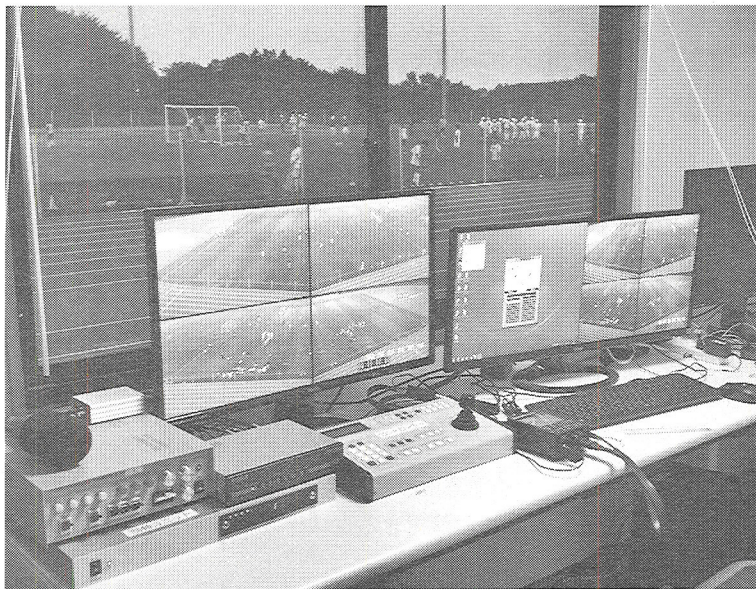


図3 4画面映像と分析システム

3.2 方法

サッカーの場合、4台の高所カメラのズームとアングルをグラウンド全体がカバーできるよう固定し、モニターしながらSDカードレコーダーに前後半別に全試合を録画し、試合終了後直ちにブルーレイディスクにコピーした映像データをコーチに提供するという方法を継続して行った。

またゲーム分析ソフトウェアASSIST((株)DKH)の、アタックカウンター機能を使い、2014年東京都大学リーグ1部の公式戦3試合について実際の試合の映像を見ながらリアルタイムでボールの支配率を求める入力操作を行い、ハーフタイムおよび試合終了時に直ちに携帯端末を利用し分析結果(図4)をコーチに送信することを試みた。

なお、映像データと分析結果は選手へのフィードバックのみに使用することを確認した上でコーチに提供した。

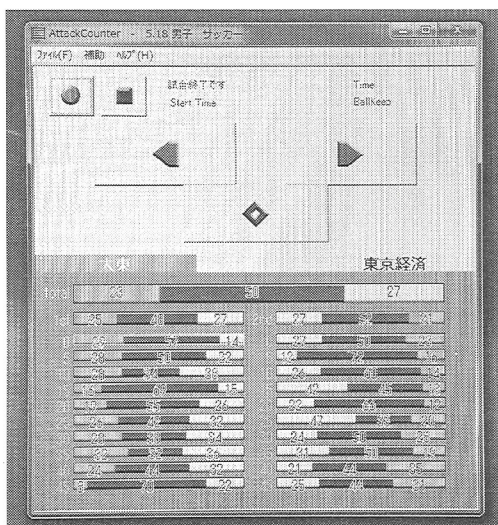


図4 アタックカウンターによる支配率の表示画面

3.3 映像のフィードバックと活用

今回の4画面の映像を用い、試合直後にコーチへデータ提供した結果、下記のようなコメントがあった。

- ①高所から見下ろすような映像のため、サッカーボードを見ているような感覚で単純に見やすい。
- ②DFラインの上げ下げ、そしてFWからDFまでの距離がわかりやすく、ミーティングの際に選手が理解しやすい映像である。
- ③以前の高所カメラシステムに比較して、画質が鮮明になった印象がある。
- ④ピッチレベルの映像では、選手が重なり判別しにくいのが、高所カメラの映像ではコーナーキック等のセットプレー時に攻撃面と守備面のポジショニングが分かりやすい。
- ⑤試合終了直後に映像を見ることができ、直ちに問題点を明らかにできる。
- ⑥ハーフタイムに前半のボール支配率に関するデータを取得でき、前半の修正に役立つ。

4. 陸上競技リレーのバトンパス練習時における4画面映像の活用

4.1 目的

陸上競技の4×100mリレー(4×100mR)におけるバトンパスのキネマティクスおよび、キネティクスの研究は現在に至るまで、何例も行われてきた。佐久間(1984)らはバトンの受ける走者が緩やかに出るスロースタートと急激に加速するクイックスタートの2つの方法での100m疾走タイムを比較した所、スロースタートがバトンパス区間のタイム短縮に有利であるとしている。また杉浦(1994)ら女子はバトンゾーン前半でパスを完了することが効率的であると報告している。このように、4×100mRではバトンを正確に次走者へ受け渡すだけでなく、高い疾走速度のコントロールを走者と次走者が協調しながら並走する技術が必要となる。本研究は4×100mRのバトンパスにおける複雑な動きを、角度や画角の異なる4方向のビデオ映像を用いて、選手自身に早期フィードバックし、コーチングの効果を検証することを目的として実施した。

4.2 方法

被験者は大東文化大学陸上競技部女子短距離選手4名(平均年齢19.5歳)であった。被験者には、研究の目的を説明し、通常のトレーニングとして実施するバトンパスの練習を撮影することの同意を得た。なお、被験者たちのリレーチームは2014年第93回関東学生陸上競技対校選手権大会で2位の成績を残している。

撮影には、3台の高所カメラ映像のうち1映像にはデジタルタイマーを接続し1コマ0.03秒または0.04秒刻みの加算タイムが表示記録されるよう設定した(図5)。また計測区間20mにおける詳細なバトンパスのタイミングやフォームを撮影し、その動画から時間(表1のバトンタイム)を算出するために、バトンゾーン近くの平面に鮮明な画像記録ができるハイビジョンカメラ1台を設置し手動で被写体を追うようにパンニング(カメラを左右に動かす)撮影し、他の3映像と合成記録する構成を用いた(図2-b)。また、バトンゾーンへの出入りを前走者、次走者の画像から特定するために、平面に設置したカメラの画像にあらかじめ準備したマーカーコーンが写し込まれるようにした。

撮影後には、直ちに動画編集ソフトを用い練習試行ごとの映像を正規のスピードと50%のスロー映像に編集し、コーチに渡した。

4.3 分析項目

さらに全力努力で行った7回のバトンパストレーニングの4画面映像(図5)から分析した。

項目の説明は下記の①～④に示した。

① スタートタイミング

前走者がスタートマークに到達した時点で次走者がタイミング良く走り始められているかを評価するものあり、ナショナルチームがトレーニング時の即時的フィードバックに用いている方法でもある。本研究では画像をコマ送りし、目測で0.5m単位で計測した。0が最も良いタイミング、遅れている場合はマイナス、速い場合はプラスで評価した。

②バトンパス位置

バトンゾーンは指定された20mであり、バトンを渡した位置はバトンゾーンの入り口を0m、出口を20mとして計測した。20mを越えた場合にはルール上は失格となる。

③バトンタイム

平面に設置した映像をもとに前走者が20mのバトンゾーンに入り、次走者出るまでの時間をタイマー表示された映像を元に計測した。バトンゾーンの出入りは走者のトルソー（ゴール判定使われている胴体部分）の通過を基準として算出した。

④補正点

分析結果とコーチの主観的な視点から、改善すべき点について自由に記述した。

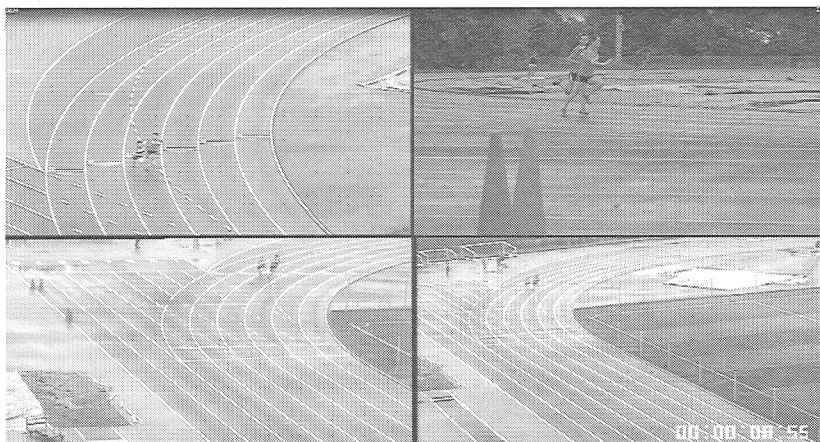


図5 4画面を用いたバトンパス映像

表1 4画面映像から分析したバトンパスの技術分析と補正点

試技	走順	メンバー	スタート タイミング (m)	バトン パス位置 (m)	バトン タイム (sec)	補正点
1	1→2	A/G	0	2	2.41	貰い手の加速が不十分で僅かにタイムロスがある
2	3→4	Y/H	-3	0	2.57	オーバーゾーンで失格扱いとなる危険性がある
3	1→2	A/B	0	21	2.97	貰い手の急激すぎる加速により渡らなかった
4	3→4	Y/H	-2	0	2.63	貰い手の加速が遅くバトンが詰まった状態となった
5	1→2	A/B	-1	6	2.47	貰い手の加速が不十分でバトンが僅かに詰まった
6	1→2	A/B	-0.5	8.5	2.29	貰い手が最短距離を走れている
7	2→3	B/Y	N.S	8	2.29	渡し手のコーナー進入時の減速が目立つ
平均			-0.8	3.5	2.6	
標準偏差			1.47	4.46	0.24	

4.4 陸上バトンパスの分析結果と考察

試技順1のA/Gにおいては、貰い手の加速が不十分で、バトンが詰まった状態にあった。タイムは2.41秒であった。このバトンパスはルール上、成功という範疇にあるが、高いパフォーマンスを目指す競技的な要求水準からいえば不十分な技術レベルであるといえる。最も憂慮すべき試技は試技順3のA/Bであった。これはスタートタイミングが合っているにも関わらず、バトンゾーンを越えて失格になってしまうケースである。このような現象は貰い手の緊張による急激な加速によってしばしば引き起こされる。上空の映像からも貰い手の高い努力度での加速が見て取れる。この場合にはマークを手前に移動させるか、貰い手が加速をゆっくりと行うかのいずれかの対応が必要である。試技6,7はタイムが他の試技にくらべ優れていた。試技6(図6)ではもらう位置が8.5mとバトンゾーンの間地点であった。成功した全試技中、もっとも長いバトンパス位置であった。また補正点でも特に問題はなく、スムーズなバトンパスであったといえる。しかし、スタートタイミングは-0.5mとわずかに出遅れが見られ、仮に0mタイミングで出た場合にはバトンパス位置が大きく変わってしまった恐れがあった事が予想される。この点については試合までに安定したスタートタイミングの習得が必要であろう。

4画面映像はこれらの多角的な情報を一挙におさめることができる。いままで複数人を使わねば分からなかった情報を1人でしかも同時系列での動きを見る事ができることは、バトンパスを指導する上で有用であり、画期的である。今後は、より詳しく動きを分析できる角度、方法を検討し、さらにフィードバックに効果的な映像撮影に繋げていく事が必要だろう。

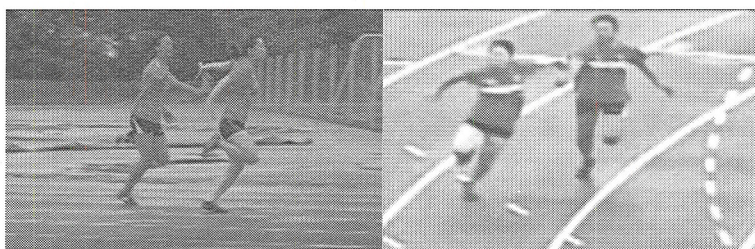


図6 試技6におけるバトンパス

4.5 選手へのアンケート調査

4画面映像の効果的な点について、および、今後の改善点について検討する為に、撮影を3項目のアンケートに自由記述式で回答をさせた。

①複数箇所からバトン練習を撮影、観察する事によって得られる利点は何ですか。

- ・出るタイミングやバトンの受け取りかた、走り出す方向の確認ができ、修正すべき箇所がわかること。
- ・出だしのタイミングやバトンゾーンのどの場所でバトンをもらったかを把握し、それをもとに足長を調節することができ、どのタイミングでバトンを受け取るかを明確にできること
- ・皆でビデオを見て4人の走りや3箇所のバトンパス(1走者から4走者に至るまでの3箇所)の

状況を把握することで、チーム意識が強くなること

- ・さまざまな角度から見られる事によって、沢山の情報を得ることができること
- ・一カ所から撮った映像を見ている際には、いい感じにバトンが渡っているなど感じて、複数箇所から撮った映像を確認すれば、意外な改善点が発見でき、より良いバトンパスが実現出来るようになること
- ・上空から撮影することにより、自分の走る軌道やバトンが渡る瞬間が分かりやすくなること

②ビデオをどのような位置から撮ってもらいたいですか。

- ・上から撮ってもらったビデオが分かりやすかったので今後も上から撮ってもらいたい
- ・上からの映像とトラックの内側からの映像を撮ってもらいたい
- ・真横からの映像と上からの映像がバトンの流れを確認出来るのでよいと思う
- ・今回の4箇所からの映像が分かりやすかった

③どのような形とタイミングでフィードバックしてもらいたいですか

- ・次の試技に行く前にその場で見直しがしたい
- ・グラウンドに大きめのディスプレイがあればそれを使用して即、その場で見たい。その場で改善点がわかり、すぐにコーチと話あい、改善した練習が出来るため
- ・大型のディスプレイで見る事が良いと思う。
- ・ipadなどを使用して、その場で確認したい
- ・持ち運びが可能なビデオカメラそのもので確認したい

まとめ

本研究では、大学のグラウンド施設に複数のビデオ映像を記録するシステムを設置し、そこから得られた映像を提供し、サッカーと陸上競技を例に指導者と選手の視点で、有用性を検証したものである。

サッカーでは、高所からグラウンド全体を見渡せる映像の分かりやすさ、陸上競技のバトンパスに関しては、4画面映像は選手自身も技術改善のための資料として有効なものであると考えているということが示唆された。さらに撮影した映像を可能な限り簡単に、早くチェックをし、次の試技に活かしたいという希望が強く見られた。今後は撮影するポイントを精査するだけでなく、素早いフィードバックの手法を検討する必要があると考えられる。

謝辞

本研究の実施にあたっては、大東文化大学男子・女子サッカー部および陸上競技部のコーチ陣ならびに学生部員、大学院スポーツ・健康研究科の大学院生らの多大な協力を得た。
ここに謝意を表します。

(本研究の分析システム構築には、平成24-25年度大東文化大学特別研究費の助成を受けた。)

文献

- Franks LM, Wilson GE and Goodman D(1987):Analyzing a team sports with the aid of computers. J. Spt. Sci. 12:120-125
- Ohashi J, Togari H, Isokawa M and Suzuki S(1988):Measuring movement speeds and distances covered during soccer match-play. Science and Football, (eds T. Reilly, A. Lee, K. Davids and W.J,Murphy), E & N.Spon, London 329-333
- 大橋二郎(1999): サッカーのゲーム分析—その手法と現場への応用—, バイオメカニクス研究, Vol.3 No.2, 119-124.
- Reilly T, Thomas V(1976):A motion analysis of work-rate in professional football match-play. Human Movement Studies 2(2):87-97
- 佐久間和彦, 吉儀 宏(1984)陸上競技・4×100mリレーのタイムに影響をおよぼす諸要因:バトン受け走者のスタート加速法について. 日本体育学会大会号(35).
- 杉浦雄策, 沼澤秀雄(1994)世界一流の4×100mリレーにおける時間分析. 世界一流陸上競技者の技術, p57-65.
- Winterbottom W(1959):Soccer Coaching, chap. 18 "Analysing Play". William Heineman Ltd., London, 237-247

(2014年9月26日受理)