サッカーにおけるゲームパフォーマンスの客観的評価

大江 淳悟¹⁾ 上田 毅²⁾ 沖原 謙²⁾ 磨井 祥夫³⁾Jungo Oe¹, Takeshi Ueda², Ken Okihara² and Sachio Usui³: Objective rating of game performance in soccer. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci. 58: 731-736, December, 2013**Key words** : group game, evaluation, attribution analysis

キーワード : 集団競技, 数値化, 要因分析

I. 集団競技における客観的評価の重要性

タイムや距離の優劣を競う陸上競技等の個人競技では、選手の能力がタイムや距離に反映されるため、記録が選手の実力を示す指標とされる。一方、オープンスキルで構成されているサッカー等の集団競技では、ゲーム経過に伴って刻々と変化する状況に適したプレーを選手自身の判断に基づいて実行していくため、選手の能力やチーム力の評価は監督やコーチの主観的評価に依存することが多い。

専門家の視認的方法によるゲーム分析では、技能、戦術、チーム力などが質的に評価され、記述される。この方法では、ゲーム中に発現する具体

例に基づいて、攻撃・守備における注意点、修正点を指摘することにより、ゲームを専門的に総合評価できるものの、分析者の主観性および恣意性を排除することはできない。また、コーチのゲーム観察の正確性は3割程度であるという報告 (Frank and Miller, 1986) があるように、集団競技におけるゲームパフォーマンスの評価は容易ではない。

このような問題点を克服するため、集団競技でも選手の能力やチーム力を客観的、数量的に評価しようとする試みがなされており、大橋 (1999) はスポーツゲームの中で起こる様々な事柄を数値化することの重要性を指摘している。

したがって、本稿では集団競技、特にサッカーにおけるゲームパフォーマンスの客観的評価に関

1) 広島文教女子大学

〒731-0295 広島市安佐北区可部東 1-2-1

広島修道大学

〒731-3195 広島市安佐南区大塚東 1-1-1

広島経済大学

〒731-0192 広島市安佐南区祇園 5-37-1

2) 広島大学大学院教育学研究科

〒739-8511 東広島市鏡山 1-3-2

3) 広島大学大学院総合科学研究科

〒739-8511 東広島市鏡山 1-3-2

連絡先 大江淳悟

1. Hiroshima Bunkyo Women's University

1-2-1 Kabe-higashi, Asa-kita-ku, Hiroshima-shi 731-0295

Hiroshima Shudo University

1-1-1 Ozuka-higashi, Asa-minami-ku, Hiroshima-shi 731-3195

Hiroshima University of Economics

5-37-1 Gion, Asa-minami-ku, Hiroshima-shi 731-0192

2. Hiroshima University, Graduate School of Education

1-3-2 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima-shi 739-8511

3. Hiroshima University, Graduate School of Integrated Arts and Sciences

1-3-2 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima-shi 739-8511

Corresponding author c.df-jungo@ezweb.ne.jp

する研究動向を検討する。本稿がゲームパフォーマンス分析の発展に寄与し、サッカーの競技能力向上につながれば幸いである。

II. ゲームパフォーマンスの数値化

サッカーにおけるゲーム中のパフォーマンスの数値化については、1960年代に移動図を用いた研究がある（太田ほか，1969）。この方法は、グラウンド上に描かれているラインを手がかりに選手の移動を視覚的にとらえて、1/350の縮尺の記録紙に記録する。記録紙は5分間に1枚ずつ、計18枚が収集され、これを前半、後半の2枚に合成作図して移動図が作られる。これらの資料から、選手の移動距離や移動パターンを把握することができ、戦術面の分析に活用された。しかし、この方法は手作業で行うため、データの収集には40から50人の動員が必要であり、処理にも多くの時間が費やされた。その後、大橋（1979）によって三角測量法の原理を応用した測定システムが開発され、選手の移動距離、移動スピードのデータ収集が継続的に実施された（大橋ほか，1987；山村ほか，1997）。

1980年代に入ると、VTR画像を用い、シュート数、プレーの成功・失敗数などの個人技術や攻撃方法の出現頻度、すなわち、ゲームパフォーマンスの量的指標を用いて、技術及び戦術を評価するゲーム統計によるゲームパフォーマンス分析が行われるようになった。田中（1984）はこの種の分析について、1)望ましい戦い方を探ること、2)各チームの長所・短所を確認すること、3)対戦相手に対するスカウティングへの応用を研究の目的に挙げており、チームづくりや当面の試合（大会）に向けての作戦的示唆などの意味で、大いに利用すべきものの1つであると述べている。

田中（1984, 1985, 1987）は、テレビ放映された試合をビデオテープに収録し、パス、ドリブル、シュートの行われた地域や状況を集計した。その結果から、得点効率の良い攻撃方法やチームの特徴を推察した。また、難波・清（1988, 1989）は、テレビ放映された試合をビデオテープに収録

し、各年代別に技術、戦術を集計した。その結果から、指導現場における一指標を示唆した。これらの分析では、テレビ放映の内容が、時に再生場面やベンチの様子をとらえることでグラウンドから外れてしまうことや、撮影技術の未熟なことからボールを追い切れない所もあり、1試合の全場面を分析対象とできないという難点があった。

1990年代に入ると、コンピュータの導入により、データをより大量に、より詳細に、収集・解析することが可能となった。Hughes（1991）、Gerisch and Reichelt（1991）、Erdmann（1991）は、選手やチームの動きを評価するには、ビデオやコンピュータを用いた画像解析が有効であると指摘しており、Nicholls et al.（1991）はサッカーにおける中心的位置の有効性を検討した。また、ビデオとコンピュータを用いた分析方法として、記述分析システムの開発が進んだ。この記述分析システムとは、ゲームのVTRを撮影しながら、コンピュータのディスプレイに写し出された「競技場縮図」に、「どこで」、「だれが」、「いつ」、「何を行ったのか」をマウスをクリックしながら順次入力するものである。河合ほか（1992）は、コンピュータを利用した即時的分析システムを実用化した。この分析システムでは、「パスの再現」、「パスの方向と長さ」、「XY成分グラフ」、「パス連続グラフ」、「選手間パス頻度」、「選手間パスミス頻度」、「ミスの分析」の7種類を「データ解析」の項目とし、効果的な戦術や個々の選手のチーム内での役割、選手間の関係を明らかにした。

これらの分析システムは、その後、現場の指導者の意見を取り入れながら改良が加えられ、継続的にデータの収集、解析が実施された（福井ほか，1995；早田ほか，1995）。

1990年代後半には、ビデオやコンピュータといった分析機器の発達やソフトウェアの開発に伴い、種々のデータが正確に把握できるようになった。沖原ほか（1999）は、フットサルにおいて、3次元画像解析法（Direct Linear Transformation Method: DLT法）を応用した方法を提唱した。この方法は、2台のビデオカメラを同期させて全

フィールドを撮影することにより、1試合を通して全選手及びボールの位置を正確に算出できる。座標化されたデータを用いて、選手の移動距離、移動スピード、移動エリア等が算出された。また、各指標の組み合わせにより、選手とボールとの関係、選手が構成する面積とボール保持の関係、両チームの重心移動の関係等、チームの状態を数値化し、戦術的現象を客観的に評価できる可能性を示唆した。その後、沖原ほか（2000）、菅ほか（2000）、沖原ほか（2001）、Okihara et al.（2003）は、この分析方法をサッカーに応用し、ゲーム分析で用いる客観的指標を構成した。また、これにより、ボールを中心に撮影するテレビ中継画像で分析する際の問題点が改善された。

国外においてもビデオとコンピュータによる分析システムを用いた研究が見られ、Cost IT（2010）は、2つのマクロカテゴリー、7つのカテゴリー、76の変数から構成されるサッカー戦術評価システム（FUT-SAT）を用いて、U-11、U-13、U-15、U-17年代の戦術的な行動や戦術的な性質を記述統計分析し、各年代間における相違を報告した。

このように、ゲーム中のパフォーマンスを数値化し、客観的に評価しようとする試みは国内外で数多く行われている。

Ⅲ. ゲームパフォーマンスの要因分析

前節におけるゲームパフォーマンス分析では、試合全体におけるシュート数、プレーの成功・失敗数などの個人技術や攻撃方法の出現頻度、ならびに選手の移動距離や移動速度、移動エリア等から、シュートに結びつくプレーパターンや攻撃パターンが推察される。しかし、ゲームパフォーマンスには多くの要因が複雑に関わっているため、この分析方法ではゲーム中に発揮された技術及び戦術を一面的にしか捉えることができない。したがって、データの傾向から、成功・失敗等の要因を推察するに止まる。

このように、前節における分析方法ではゲームパフォーマンスの質的な部分を客観的に総合評価

することは困難であるため、1回の攻守ごとのゲームパフォーマンスにおける質的な部分を数量化し、客観的に評価する手法が構成された。

山田ほか（2000）は、サッカーの守備局面におけるディフェンスプレッシング技能の因果構造を検証し、選手やボールの位置情報からパフォーマンスを測定する尺度を構成した。また、鈴木ほか（2000）は、サッカーのシュート局面におけるフォワード選手のシュート技能の因果構造を検証し、選手の位置情報からパフォーマンスを測定する尺度を構成した。これらの研究では、ゲームパフォーマンスをデルファイ法による特性要因分析を用いて定性的に構造化し、サッカーの守備局面やシュート局面におけるパフォーマンス構造に基づいて、検証的因子分析、二次因子分析及び多重指標モデルによる共分散構造分析を行い、技能領域間の因果構造を検証し、各技能領域間を測定する尺度を構成した。これにより、ゲーム中における専門的技能の時系列変動を評価することが可能となった。

大江ほか（2007）は、沖原ほか（2001）が提唱したDLT法を応用した分析方法に、鈴木・西嶋（2002）が構成したゲームパフォーマンス測定尺度を拡張・発展させ、チーム戦術を評価するゲームパフォーマンス測定項目を構成した。そして、そのゲームパフォーマンス測定項目を用いて構成した検証的因子分析モデルに多母集団同時分析を適用して因子不変性を検証し、採択されたモデルから算出された因子得点にクラスター分析を行い、国際レベルのサッカーゲームにおける局面突破に有効な攻撃パターンを分類・分析し、その有効性を検証した（大江ほか、2012）。この一連の研究では、攻撃場面を数値化することにより、攻撃パターンを細分化して捉えることができ、その有効性を明確に検証している。このことから、大江ほか（2012）が構成したチーム戦術評価法は、従来の専門家の視認的方法によるゲーム分析での問題点を改善することができる有用な方法論の1つであると考えられる。

他種目においては、数学的手法を用いて選手やチームの能力を示す客観的指標を構成した研究が

みられた。大神ほか（1992）はバスケットボールにおいて、マルコフ過程と呼ばれるオペレーションズ・リサーチの手法を導入したゲーム分析法を用いて、選手の攻撃能力の数量化を行った。この分析方法は、過去のデータに基づく分析結果から、そのチームの将来のゲーム展開の予想、得失点の予測、貢献度の算出、更には技術の修正、強化方策の模索などを導き出すために多くの示唆を含むものであり、チームの戦力分析に画期的な方法と考えられる。稲垣（2000）は、競技力の下位概念として「攻撃力」と「守備力」を仮定し、それぞれを競技力水準とパフォーマンス変動性のパラメータで表現する競技力モデル「Offense-Defense model (OD model)」を野球に適用し、よい適合度が得られたことを報告している。また、島津は（2005）は、非独立ベルヌーイモデルを用いて、バレーボールにおけるゲームの流れを分析するとともに、ゲームを中断するテクニカルタイムアウトの影響について検討した結果を報告している。

近年発展した動画像情報処理技術を用いた分析において、瀧・長谷川（2003）は、ビデオ撮影したチームスポーツ映像から試合中の各選手の移動情報を算出し、各選手または各チームの勢力範囲という一般に見ることのできない情報を可視化するための方法を述べている。この方法はボロノイ領域の概念を用いて、優勢領域を定義し、これまで感覚的に把握されていたスペースを定量的に示した。その結果、専門家でなくとも試合中の優勢・劣勢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携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られる。

これらのゲームパフォーマンス分析では、プレーの回数や移動距離といったゲームの現象を追うだけではなく、ゲームパフォーマンスの背後に潜む因果構造の解明やゲームパフォーマンスにおける質的な部分を数量化する手法が構成されている。これらの手法を用いることにより、従来の専門家の視認的方法によるゲーム分析での問題点を改善することができ、チームパフォーマンスの客

観的評価やチーム戦術のコーチング、また、トレーニングプログラム作成において有用な情報を与えることが期待される。

Ⅳ．総括と展望

本稿では集団競技、特にサッカーにおけるゲームパフォーマンスの客観的評価に関する研究動向を検討した。以下に研究動向を要約する。

1960年代に行われていたゲームパフォーマンス分析手法は手作業で行う為にデータの収集や処理には多くの動員や時間が費やされた。1980年代以降、ビデオやコンピュータ等の分析機器の発達に伴い、コンピュータによる画像解析から、選手の移動距離や移動スピードなど、種々のデータが正確に把握できるようになった。

近年におけるゲームパフォーマンス分析では、プレーの回数や移動距離といったゲームの現象を追うだけではなく、ゲームパフォーマンスの背後に潜む因果構造の解明やゲームパフォーマンスにおける質的な部分を数量化する手法が構成されている。

今後、年々発展している動画像情報処理技術に、多変量統計解析法や数学的手法を用いた分析方法を応用したソフトウェアの開発によって、多岐にわたる項目を測定する複雑な分析でも解析に要する時間が大幅に短縮され、ゲームパフォーマンスの質的な部分を客観的に総合評価することが可能になると思われる。

文 献

- Cost I T (2010) Assessment of tactical principles in youth soccer players of different age groups. *Rev Port Cien Desp*, 10(1): 147-157.
- Erdmann, W.S. (1991) Quantification of games—preliminary kinematic investigations in soccer. *Science and Football II*: 174-179.
- Franks, I.M. and Miller, G. (1986) Eye witness testimony in sport. *Journal of Sports Behavior* 9: 38-45.
- 福井真司・早田宗弘・河合一武・松原 裕・大橋二郎 (1995) 広島アジア大会におけるサッカー女子日本代表の戦術分析—パスの分析について—。サッカー

- 医・科学研究, 15: 83-88.
- Gerisch, G. and Reichelt, M. (1991) Computer- and video-aided analysis of football games. *Science and Football II*: 167-173.
- 早田宗弘・山本 大・福井真司・河合一武・松原裕・大橋二郎 (1995) 広島アジア大会におけるサッカー男子日本代表の戦術分析—特にパスについて—。サッカー医・科学研究, 15: 89-94.
- Hughes, M. (1991) Nation analysis in football. *Science and Football II*: 151-159.
- 稲垣 敦 (2000) 競技力評価のための攻撃力—守備力モデル。体育学研究, 45: 719-738.
- 河合一武・永嶋正俊・磯川正教・鈴木滋・大橋二郎・松原裕・福井真司 (1992) サッカーのゲーム分析—コンピュータを利用した即時分析システムの実用化—。サッカー医・科学研究, 12: 71-75.
- 菅 輝・塩川満久・沖原 謙・出口達也・須佐徹太郎 (2000) サンフレッチェ広島 vs. 横浜マリノス戦のゲーム分析における基礎的データに関する研究—3Dとコンピュータの利点に着目して—。サッカー医・科学研究, 20: 19-24.
- 難波邦雄・清 剛裕 (1988) 発達段階別にみたサッカーの基礎的技術の比較検討。サッカー医・科学研究, 8: 125-148.
- 難波邦雄・清 剛裕 (1989) 発達段階別にみたサッカーの戦術の比較検討。サッカー医・科学研究, 9: 37-51.
- Nicholls, G., McMorris, T., White, A., and Carr, C. (1991) An investigation into the validity of the use of centrality as a criterion for stacking studies in soccer. *Science and Football II*: 190-193.
- 沖原 謙・菅 輝・塩川満久・松本光弘・崔喆洵・野地照樹 (2000) サンフレッチェ広島 vs. 横浜マリノス戦のゲーム分析に関する研究—サッカーにおける“コンパクト”度に関する分析—。サッカー医・科学研究, 20: 4-7.
- Okihara, K., Kan, A., Shiokawa, M., Chul Soon Choi, Deguchi, T., Matsumoto, M., and Higashikawa, Y. (2003) Compactness as a strategy in a soccer game in relation with the change in offence and defense. *World Congress on Science and Football*, 5: 273.
- 沖原 謙・塩川満久・菅 輝・風間八宏・松本光弘・今西和男 (1999) フットサル競技における戦術に関する研究—画像解析により算出されるデータの意義について— (2002ワールドカップのゲーム分析へ)。サッカー医・科学研究, 19: 53-56.
- 沖原 謙・塩川満久・菅 輝・柳原英児・大場 渉・森河 亮・松本光弘 (2001) ゲーム分析における客観データとコーチの印象分析—日本代表 vs UAE 代表戦より—。サッカー医・科学研究, 21: 139-142.
- 大江淳悟・磨井祥夫・沖原 謙・塩川満久・菅 輝・梶山俊仁・黒川隆志 (2007) サッカーゲームにおける攻撃パフォーマンスの数量化。スポーツ方法学研究, 20(1): 1-14.
- 大江淳悟・磨井祥夫・沖原 謙・黒川隆志 (2012) サッカーゲームにおける局面突破の要因。コーチング学研究, 26(1): 55-72.
- 大神訓章・志村宗孝・浅井慶一・日高哲朗・内山治樹 (1992) バスケットボールゲームにおける選手の攻撃能力の数量化とそれに基づくゲーム分析の試み。スポーツ方法学研究, 5: 69-78.
- 大橋二郎 (1979) サッカーにおける選手の移動解析の試み。桜門体育学研究, 13: 34-38.
- 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—。JJBSE, 3(2): 119-124.
- 大橋二郎・鈴木 滋・大串哲朗・河合一武 (1987) サッカー選手の試合中における移動スピードの変化と分布。サッカー医・科学研究, 7: 36-39.
- 太田哲男・浅見俊雄・小宮喜久・戸町晴彦・菊池武道・森忠保 (1969) サッカーのゲーム分析。日本サッカー協会, 92: 31-43.
- 島津大宜・吉川雅修・渡辺喜道・山下 茂・新藤久和 (2005) バレーボールにおけるゲームの流れに関する分析。スポーツ方法学研究, 18(1): 23-32.
- 鈴木宏哉・西嶋尚彦 (2002) サッカーゲームにおける攻撃技能の因果構造。体育学研究, 47: 547-567.
- 鈴木宏哉・山田 庸・大迫 剛・高橋信二・西嶋尚彦 (2000) フォワード選手におけるゲームパフォーマンスからのシュート技能の計量。サッカー医・科学研究, 20: 37-41.
- 瀧 剛志・長谷川純一 (2003) 勢力範囲のモデル化とゲーム分析への応用。JJBSE, 7(1): 55-63.
- 田中和久 (1984) サッカー競技におけるスタイルの研究—最終ディフェンスラインの突破方法—。サッカー医・科学研究, 4: 70-78.
- 田中和久 (1985) サッカー競技における攻撃権交代の様相。サッカー医・科学研究, 5: 49-56.
- 田中和久 (1987) MEXICO '86全132得点の傾向分析。サッカー医・科学研究, 7: 47-56.
- 山田 庸・鈴木宏哉・大迫 剛・高橋信二・西嶋尚彦 (2000) ゲームパフォーマンスからのディフェンスプレッシャーの計量。サッカー医・科学研究, 20: 32-36.
- 山村千晶・宮城 修・奥村雅之・山下則之・大橋二

郎・北川 薫（1997）Jリーグ選手の試合中における動きの特徴．サッカー医・科学研究，17：71-74.

（平成25年3月13日受付）
（平成25年6月21日受理）

Advance Publication by J-STAGE

Published online 2013/7/25