

学位論文要旨

サッカーにおける攻撃パフォーマンスの数量化

大江 淳悟

本論文では3次元画像解析法（Direct Linear Transformation Method：DLT法）を用いて、サッカーゲームにおける攻撃パフォーマンスについて、シュートに結びついた攻撃場面に焦点を当て、攻撃パフォーマンスの数量化を試みた。これにより、チーム戦術の客観的評価法及び攻撃パフォーマンスの数量的分析法を開発することを目的とした。

本論文は四章により構成されている。

第一章では、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述べている。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て選手の移動距離や移動パターンを把握するというものが行われた。1980年代以降では、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り、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、移動エリア等のゲームパフォーマンスの量的指標を用いた分析が行われた。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、成功及び失敗の要因を推察するに止まる。ゲームパフォーマンスの量的指標を用いた分析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の開発が試みられている。このような研究動向から、近年発展した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サッカーに応用することができれば、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考えられる。そこで本研究ではDLT法を用いて、サッカーゲームにおける攻撃パフォーマンスについて、シュートに結びついた攻撃場面に焦点を当て、攻撃パフォーマンスの数量化を試みた。これにより、チーム戦術の客観的評価法及び攻撃パフォーマンスの数量的分析法を開発することを目的とした。

第二章では、チーム戦術の客観的評価法を開発することを目的とした。2000年8月16日に広島ビッグアーチで行われた日本代表対UAE代表戦における両チームの全ての攻撃場面を分析対象とした。攻撃パフォーマンスの尺度特性は信頼性と妥当性から検討した。信頼性はクロンバックの α 係数により検討し、多くの因子で α 係数が0.7以上を示したことから、信頼性が高いことが確認された（表1）。妥当性は検証的因子分析を用いて構成概念妥当性を検証し、適合度指標はいずれも高い適合度を示したことから、攻撃パフォーマンスを測定する項目が統計的に妥当であることが確認された（図1）。信頼性と妥当性を満足したことから、本研究で構成した攻撃パフォーマンスの測定項目（表2）は尺度として有用であると考えられる。

表1 各因子における信頼性係数 (α係数)

		因子	信頼性係数 (α係数)
しかけ局面	A	前方攻撃	.79
		横展開	.67
		押込み	.83
	B	攻撃速度	.77
		サイド攻撃	.54
		フリー保持	.61
くずし局面	A	縦展開	.79
		サイド基点・横展開	.58
	B	ゴール接近シュート	.70
		後方速攻	.83

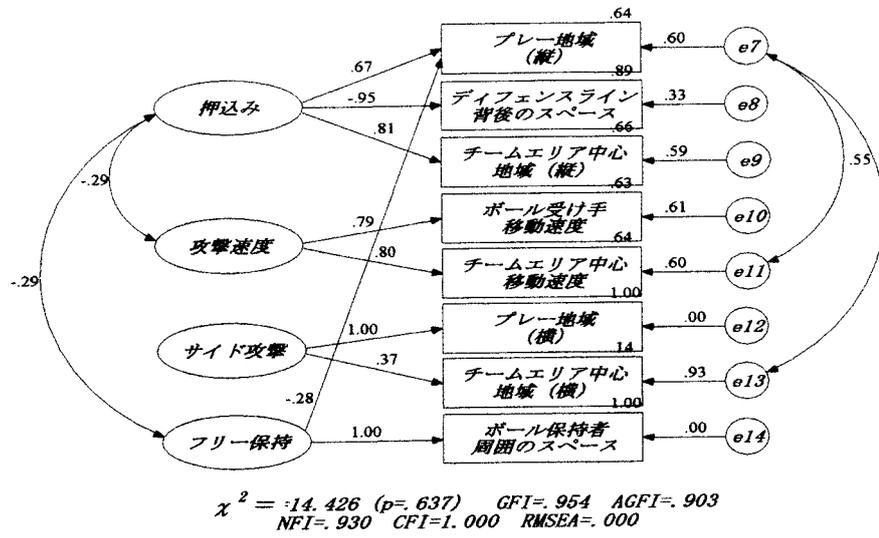
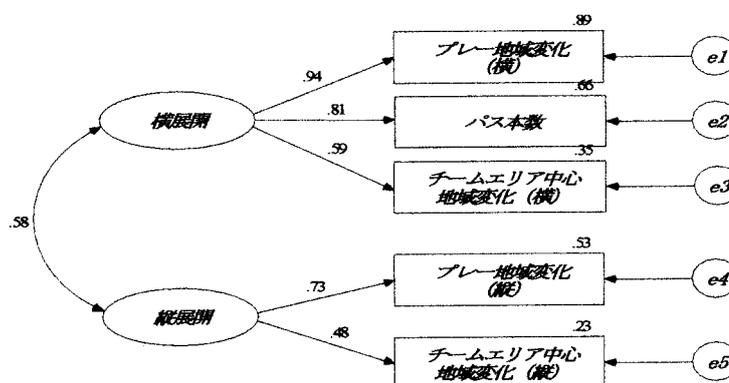


図1 検証的因子分析モデル

表2 攻撃パフォーマンス測定項目

	測定項目	尺度				
		1	2	3	4	5
つし くり 局面 A A A	(1)攻撃開始地域 (縦)	A	B	C	D	E
	(2)攻撃開始地域 (横)	H		G・I		F・J
	(3)パス本数	1本以下	2本	3本	4本	5本以上
	(4)プレー地域変化 (縦)	1区域	2区域	3区域	4区域	5区域
	(5)プレー地域変化 (横)	1区域	2区域	3区域	4区域	5区域
	(6)チームエリア中心地域変化 (縦)	1区域	2区域	3区域	4区域	5区域
	(7)チームエリア中心地域変化 (横)	1区域	2区域	3区域	4区域	5区域
つし か り 局面 面 B B	(8)プレー地域 (縦)	A	B	C	D	E
	(9)プレー地域 (横)	H		G・I		F・J
	(10)ボール移動距離	5m未満	5m以上 10m未満	10m以上 15m未満	15m以上 20m未満	20m以上
	(11)ボール保持者を挟みにいっている相手の人数	4人以上	3人	2人	1人	0人
	(12)ボール保持者の移動速度	1.5m/s未満	1.5m/s以上 3.0m/s未満	3.0m/s以上 4.5m/s未満	4.5m/s以上 6.0m/s未満	6.0m/s以上
	(13)ボール受け手を挟みにいっている相手の人数	4人以上	3人	2人	1人	0人
	(14)ボール受け手の移動速度	1.5m/s未満	1.5m/s以上 3.0m/s未満	3.0m/s以上 4.5m/s未満	4.5m/s以上 6.0m/s未満	6.0m/s以上
	(15)ディフェンスライン背後のスペース	5m未満	5m以上 10m未満	10m以上 15m未満	15m以上 20m未満	20m以上
	(16)チームエリア面積	1600m ² 未満	1600m ² 以上 1800m ² 未満	1800m ² 以上 2000m ² 未満	2000m ² 以上 2200m ² 未満	2200m ² 以上
	(17)チームエリア中心移動速度	1m/s未満	1m/s以上 2m/s未満	2m/s以上 3m/s未満	3m/s以上 4m/s未満	4m/s以上
く ず し 局面 面 B	(18)チームエリア中心地域 (縦)	A	B	C	D	E
	(19)チームエリア中心地域 (横)	H		G・I		F・J
	(20)シュート地域 (縦)	A	B	C	D	E
	(21)シュート地域 (横)	H		G・I		F・J
	(22)ボール移動距離	5m未満	5m以上 10m未満	10m以上 15m未満	15m以上 20m未満	20m以上
	(23)シュートを打った位置からゴールまでの距離	5m未満	5m以上 10m未満	10m以上 15m未満	15m以上 20m未満	20m以上
	(24)シュート者を挟みにいっている相手の人数	4人以上	3人	2人	1人	0人
	(25)シュート者の移動速度	1.5m/s未満	1.5m/s以上 3.0m/s未満	3.0m/s以上 4.5m/s未満	4.5m/s以上 6.0m/s未満	6.0m/s以上
	(26)チームエリア面積	1600m ² 未満	1600m ² 以上 1800m ² 未満	1800m ² 以上 2000m ² 未満	2000m ² 以上 2200m ² 未満	2200m ² 以上
	(27)チームエリア中心移動速度	1m/s未満	1m/s以上 2m/s未満	2m/s以上 3m/s未満	3m/s以上 4m/s未満	4m/s以上
	(28)チームエリア中心地域 (縦)	A	B	C	D	E
	(29)チームエリア中心地域 (横)	H		G・I		F・J

第三章では、第二章で構成したチーム戦術評価法を用い、攻撃パフォーマンスの数量的分析法を開発することを目的とした。2000年8月16日に広島ビッグアーチで行われた日本代表対UAE代表戦（標本A）及び2004年7月9日に広島ビッグアーチで行われた日本代表対スロバキア代表戦（標本B）を対象とし、両チームの全ての攻撃場面を分析対象とした。標本A及び標本Bでの多母集団同時分析における検証的因子分析モデル（図2）の適合度指標は因子負荷量及び因子の分散・共分散に等値制約を課したモデルにおいて、最も高い適合度を示したことから、因子不変性が成立していることが検証された（表3）。これにより、抽出された10因子が母集団によらず一致することが示された。



$$\chi^2 = 14.547 \text{ (df=14, p=.410)} \quad \text{GFI}=.973 \quad \text{AGFI}=.942$$

$$\text{NFI}=.959 \quad \text{CFI}=.998 \quad \text{RMSEA}=.014 \quad \text{AIC}=46.547 \quad \text{BCC}=48.605$$

図2 多母集団同時分析

表3 多母集団同時分析の適合度

	χ^2	df	P	GFI	AGFI	NFI	CFI	RMSEA	AIC	BCC
①配置不変モデル	12.409	8	.134	.977	.914	.965	.987	.051	56.409	59.238
②測定不変モデル	13.250	11	.277	.975	.933	.963	.993	.031	51.25	53.693
③因子負荷量等値+因子の分散・共分散等値モデル	14.547	14	.410	.973	.942	.959	.998	.014	46.547	48.605
④すべてのパラメータ等値モデル	24.272	19	.186	.954	.927	.932	.984	.037	46.272	47.686

多母集団同時分析から算出された因子得点を用い、クラスター分析で攻撃場面を分類した結果、各グループにおける攻撃パターンの特徴を示す因子得点の効果の大きさ及び成功

率から、同タイプの攻撃パターンの対比が可能となり、成功の傾向を示すことができた（表4）。

表4 攻撃パターンの細分化による分析

グループNo.	グループ名	攻撃回数	成功率 (%)	横展開	縦展開	押上げ	サイド引付け
1	ビルドアップA	79	65	1.27	0.76	0.59	-0.68
2	ビルドアップB	27	67	-0.01	0.00	0.75	-0.40
3	ロングパスA	31	26	-0.68	-0.17	-1.52	1.00
4	ショートパス・ドリブル	20	25	-1.37	-1.18	-1.24	0.88
5	ビルドアップC	41	59	-1.12	-1.04	0.67	0.21
6	ロングパスB	12	25	0.10	1.10	-1.35	0.51
全体		210	51	0.00	0.00	0.00	0.00

また、クラスター分析で分類した各グループにおいて、因子得点を成功場面と失敗場面に分け、ステップワイズ法による判別分析を行った結果、判別に有効な因子が選定され、得られた判別得点を用いて、攻撃場面を序列化することで成功の要因を示すことができた（表5）。

表5 攻撃場面の序列化による分析

判別得点	場面番号	成功・失敗	横展開	縦展開	押上げ	サイド引付け
-1.65	110	×	3.07	2.61	2.00	-2.04
-1.37	159	×	2.89	3.22	2.00	-1.95
-1.28	179	×	2.95	2.45	2.00	-1.92
-0.90	185	×	2.75	2.42	2.00	-1.80
-0.52	197	×	3.01	2.69	2.00	-1.68
-0.50	172	×	3.19	2.48	2.00	-1.67
0.31	167	×	3.06	2.97	2.00	-1.41
0.63	194	×	3.92	2.58	1.00	-1.30
0.80	78	○	3.50	3.03	2.00	-1.25
0.91	29	○	3.42	2.68	2.00	-1.22
1.63	176	×	3.26	2.49	2.00	-0.98
1.93	48	○	2.81	3.11	2.00	-0.88

以上のことから、攻撃パターンの細分化による分析の有効性及び攻撃場面の序列化による分析の有効性が示唆された。

第四章では、総括として本研究の成果と意義を述べている。

1. ゲームパフォーマンス測定項目は信頼性と妥当性を満たしたことから、本研究で構成し

た分析手法は、チームの戦術を評価する有効な手法の1つであると考えられる。

2. 本研究の分析手法は、攻撃場面の質的な要素を数値化することにより、攻撃場面の相違を明確に捉えることができる為、同タイプの攻撃パターンの細分化や攻撃場面の序列化が可能となり、成功の要因を抽出することができる。
3. 本研究の分析手法は、従来のゲーム分析では用いられていなかった新たな指標を基に分析することが可能である。

以上のことから、本研究の分析手法は有用な方法論の1つであると考えられる。

攻撃場面を数値で捉え、これを基にして分析を進めることは、チームパフォーマンスの客観的評価において、また、チーム戦術のコーチングの観点からも重要なことである。本研究で構成されたゲームパフォーマンスの数量的評価法は、客観性の面で優れており、戦術をコーチングする際の客観的情報を得られる為、サッカーの競技能力向上に寄与するものと考えられる。

文献

- 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・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.
- 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.
- Okihara,K., Kan,A., Shiokawa,M., Chul Soon Choi, Deguchi,T., Matsumoto,M., 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.
- 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
- 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.
- 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.
- 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.