

2013 年度 修士論文

バスケットボール競技における
ゲーム分析の指標に関する事例研究
ーロジスティック回帰分析を用いてー

A case study about indexes of a game performance
analysis in a basketball game
-Using a logistic regression model-

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科
スポーツ科学専攻 コーチング科学研究領域

5012A028-9

斎藤 百合子

Saito, Yuriko

研究指導教員： 倉石 平 准教授

目次

I. 緒言	1
II. 方法	4
III. 結果	6
1. 標本の記述統計量	
2. 相関分析	
3. ロジスティック回帰分析	
4. 回帰モデルの検証	
IV. 考察	10
1. 指標間の関係性	
2. 指標の勝敗への影響度	
3. 指標の妥当性と信頼性	
4. 統計手法の妥当性	
5. モデルの一般化	
6. 現場での実用化	
7. 研究の限界	
V. 結論	17

引用・参考文献

謝辞

I. 緒言

1. ゲーム分析

近年、高度化するバスケットボール競技で勝利するためには、ゲーム分析が不可欠とされている(日本バスケットボール協会, 2008). 日本バスケットボール協会(2008)は、オリンピックや世界選手権に常時出場し、上位を目指すことを目標に、2002年に「JABBA 変革 21」と称する中長期計画を発表した. その中で以下の4つの課題が提示されている. 代表チームの強化、プレイヤーの発掘・育成、指導者養成の強化、バスケットボール競技の文化としての定着へ向けたアプローチの強化である. これら4つの課題を解決するための取り組みの一つに、情報戦略サポート部門の設置がある. この部門の主な役割は、国内外の試合映像からゲーム分析を行い、強化・育成に関わる指導者へ結果をフィードバックし、練習プランの立案、試合戦略の立案へ寄与することである.

ところで、ゲーム分析の方法は、大きく主観的分析と客観的分析に二分することが出来る(宮副ら, 2007; 鈴木, 2005). 勝田(2002)によると、「前者は、数字で表せない質的情報を、自由にかつリアルタイムでの分析が可能であるという特徴を有する. 一方で、分析者の力量が分析の質を決定すること、また、分析者の主観性および恣意性を排除できないという課題も有する. 後者の客観的分析は、定量的な数字で表すことで、分析者の力量に左右されない説得力のある情報を提供できるという特徴を有する.」一方で、分析方法が複雑で煩雑であるという課題も指摘されている(勝田, 2002). しかしながら、吉井(1986)は、ゲームの内容を正確に把握するという観点から、客観的分析の重要性を主張している.

2. ゲーム分析の指標

定量的な数字で表す客観的分析は、パス、ドリブル、シュート、リバウンドなどの各プレーを、場所や種類などで分類する必要がある。この分類項目や、そこから算出された項目を、本研究では、ゲーム分析を実施する際の指標と定義した。

一般的に広く利用されている指標に、**Box Score** の項目とそこから算出される項目がある。**Box Score** は、試合の内容を報告するものとして、日本バスケットボール協会や FIBA (Fédération Internationale de Basketball) など、各組織が項目を決定し、発表している公式のゲームスコアである。この **Box Score** を利用した研究は、多く散見される。鈴木 (2005) は、**Box Score** の 21 項目とそこから算出した 6 項目を、ゲーム分析の指標として、第 22 回ユニバーシアード大会のゲーム分析を行った。中井 (2012) は、2011 年のルール改定による試合内容の変化と、戦術の変化を明らかにするために、**Box Score** の項目と同様の指標を用いている。

一方で、現場の指導者や研究者が、その目的によって独自に指標を考案し、使用している例もある。大神ら (2006) は、マルコフ過程を用いて、高さとうまさを数値化したものを指標として、ゲーム分析を行っている。

しかし、宮副ら (2007) は、これらの多岐に渡る指標を活用する際、「指導者の多くは、自らが勝敗因と認める項目を抽出した後に、頭の中でそれらに何らかの統計解析を施し、作戦を立案する上での一つの判断基準にしている」と指摘している。勝利するための戦略を立案する際に、客観的分析の結果を利用するが、そこには指導者の主観的な判断基準により解釈がなされるという課題がある。その課題を解決するために、宮副ら (2007) は、相関分析を用いて各指標間の関係について言及し、また、t 検定を用いて勝敗を分ける指標の基準値について提言している。

また、中村 (2000) は、勝利した試合の数を勝利数とし、**Box Score** の項目との相関関係から、勝敗因について言及している。

一方で、これらの統計手法は、量的変数であることが前提である。勝敗因を分析す

る際に、勝敗という定量的な数字で表せない項目を扱うには、統計手法として、妥当性に課題が残存する。また、指標間の関係についても、信頼性という点において十分な検証はなされていない。

そこで、本研究では、二値の質的変数を目的変数（従属変数）とし、その発生確率や、説明変数（独立変数）の影響力も表すことができる回帰分析である、ロジスティック回帰分析を用いて、統計手法の妥当性について検証することとした。

3. ロジスティック回帰分析

ロジスティック回帰分析は、1948年にアメリカのフラミンガム研究において、複数のリスクファクターが疾患に及ぼす影響を分析するために開発された多変量解析手法である（内田，2011）。現在では、医学分野だけでなく、社会学分野でも使用されるようになってきている。

深井（1998）は、成人の口腔保健に関する認知度および歯科医療の受容度は、性差と年齢が影響していることを明らかにした。また、中村（2003）は、青年の環境意識形成と具体的な行動場面における母親の影響度を明らかにした。

バスケットボール競技において、ロジスティック回帰分析を用いた研究として、Okamoto（2011）は、勝敗の結果を目的変数とし、NBA（National Basketball Association）プレイヤーの勝利貢献度の推定を試みている。

4. 目的

本研究は、（1）対象とした指標間の関係性の検証、また、ロジスティック回帰分析を用いて勝敗の予測式の作成と、その式の検証を行うことで、（2）対象とした指標の勝敗への影響を明らかにすること、（3）対象とした指標の勝敗因としての妥当性の検証を目的とした。これにより、バスケットボール競技において、勝敗因を分析するための統計手法として、ロジスティック回帰分析の妥当性について検証した。

II. 方法

1. 対象

日本女子バスケットボールのトップリーグである、WJBL（バスケットボール女子日本リーグ機構）2012–2013 シーズンのレギュラーシーズンからプレイオフまでの全 168 試合（ $n=336$ ）を対象とした。

2. データ収集方法

WJBL 公式サイトから、公式の Box Score の収集を行った。

3. 分析項目（対象指標）

本研究は、現在広く使用されている指標である、攻撃回数とオフェンス効率を分析項目とし、その関係性、勝敗因の指標としての妥当性を検証することとした。

攻撃回数とオフェンス効率は、飯野（2010）や日本バスケットボール協会が使用している以下の算出式を用いた。

$$\text{攻撃回数} = FGA + FTA \times 0.44 + TO - OR \quad (1)$$

$$\text{オフェンス効率} = (\text{得点} \div \text{攻撃回数}) \times 100 \quad (2)$$

FGA は、2 ポイントシュート試投数（2PA）と 3 ポイントシュート試投数（3PA）を加算したフィールドゴール試投数である。 FTA はフリースロー試投数、 TO はターンオーバー数、 OR はオフェンスリバウンド数である。

また、2 つの指標の妥当性を検証するために、以下の算出式にて新たな指標を作成した。攻撃回数と比較検討するものとして、得点の可能性を数値化したものを見込み得点とした。 TO に乗算した係数は、渡部（2013）の研究から算出された回帰係数を使用した。

オフェンス効率と比較検討するためのものとして、得点を前述の見込み得点で除算

したものを、見込み得点率とした。

$$\text{見込み得点} = (3PA \times 3) + (2PA \times 2) + (FTA) + (TO \times 0.89) \quad (3)$$

$$\text{見込み得点率} = (\text{得点} \div \text{見込み得点}) \times 100 \quad (4)$$

また、バスケットボール競技は、競技時間終了時に、得点の多いチームを勝ちとするため、得点は勝敗に直接影響する。そのため、得点も分析項目とした。

以上の 5 項目において、それぞれ対戦相手との差を算出した 5 項目も含め、10 項目と勝敗の 11 項目を分析項目とした。

4. 分析方法

(1) 相関分析

分析項目の内、勝敗以外の項目については、計量尺度のデータで量的変数である。一方、勝敗は、名義尺度のデータで二値の質的変数である。そのため、勝敗以外の量的変数間の関係を明らかにするために、Pearson の積率相関分析を行った。

(2) ロジスティック回帰分析

勝敗と各変数の因果関係を明らかにするために、勝敗を目的変数とした逐次投入法による二項ロジスティック回帰分析を行った。説明変数間に相関がある場合、互いに影響し、信頼性のある結果とならない可能性がある（多重共線性）。それを回避するため、(1) の相関分析によって相関が見られた項目間においては、一方を採用することで、適合するモデルの構築を行った。

(3) 回帰モデルの検証

ロジスティック回帰分析の結果、導き出される以下の回帰式によって、モデルの信頼性を検証した。本研究の対象である WJBL は、日本女子のトップリーグであり、日本代表選手が所属しているリーグである。また、日本女子は FIBA ランキングで 17

位（2013 年現在）である．そのため，回帰式の検証には，対象と同等もしくは上位で
あると考えられる試合を用いた．2012 ロンドンオリンピック，2012 トルコ最終予選，
2010 チェコ世界選手権における女子の 119 試合を使用した．

$$p = \frac{1}{1 + \text{EXP}\{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k)\}} \quad (5)$$

P は，目的変数の確立予測であり，本研究においては，予測勝利確立である．

β_0 は定数， β_1 ， β_2 ， β_k は回帰係数， x_1 ， x_2 ， x_k は説明変数である．

統計解析には，SPSS 21 for Windows を使用し，すべての統計的仮説検定における
有意水準は 5%とした．

III. 結果

1. 標本の記述統計量

勝敗を除く各分析項目の記述統計量を Table 1 に示した．

項目	記述統計量 (n = 2013)					
	n	最小値	最大値	平均値	標準偏差	分散
得点	336	32.00	110.00	66.62	14.55	211.68
得失点差	336	-59.00	59.00	.00	23.78	565.58
攻撃回数	336	58.40	85.28	71.28	5.23	27.38
攻撃回数差	336	-9.64	9.64	.00	3.08	9.48
オフENS効率	336	43.40	152.23	93.42	18.69	349.20
オフENS効率差	336	-80.54	80.54	.00	32.10	1030.57
見込み得点	336	124.80	234.45	172.42	16.42	269.54
見込み得点差	336	-71.53	71.53	.00	23.19	538.00
見込み得点率	336	20.79	63.46	38.65	7.62	58.10
見込み得点率差	336	-31.09	31.09	.00	12.71	161.45

2. 相関分析

変数間の関係を明らかにするために，Pearson の積率相関分析を行った．その結果，
得点は，得失点差 (n=336, r=.82, p<.001)，オフENS効率 (n=336, r=.94, p<.001)，

オフense効率差 (n=336, r=.81, p<.001), 見込み得点率 (n=336, r=.89, p<.001), 見込み得点率差 (n=336, r=.76, p<.001) との間に, 有意に高い正の相関が見られた。

得失点差は, オフense効率 (n=336, r=.85, p<.001), オフense効率差 (n=336, r=.99, p<.001), 見込み得点率 (n=336, r=.77, p<.001), 見込み得点率差 (n=336, r=.92, p<.001) との間に, 有意に高い正の相関が見られた。

オフense効率は, オフense効率差 (n=336, r=.86, p<.001), 見込み得点率 (n=336, r=.91, p<.001), 見込み得点率差 (n=336, r=.80, p<.001) との間に, 有意に高い正の相関が見られた。

オフense効率差は, 見込み得点率 (n=336, r=.78, p<.001), 見込み得点率差 (n=336, r=.93, p<.001) との間に, 有意に高い正の相関が見られた。

また, 見込み得点と見込み得点差の間 (n=336, r=.71, p<.001) と, 見込み得点率と見込み得点率差の間 (n=336, r=.83, p<.001) にも有意に高い正の相関が見られた。一方, 攻撃回数と攻撃回数差の間には低い相関が見られた。これらの結果を Table 2 に示した。

Table 2 分析項目の相関 (WJBL2012-2013)

		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
a. 得点	r	—	.82	.36	.16	.94	.81	.43	.31	.89	.76
	p		.000 ***	.000 ***	.004 **	.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***
b. 得失点差	r		—	.06	.19	.85	.99	.27	.38	.77	.92
	p			.30	.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***
c. 攻撃回数	r			—	.29	.03	.02	.54	.08	.14	.03
	p				.000 ***	.58	.70	.000 ***	.15	.01 *	.60
d. 攻撃回数差	r				—	.06	.07	.19	.27	.08	.10
	p					.25	.18	.001 **	.000 ***	.14	.07
e. オフense効率	r					—	.86	.26	.30	.91	.80
	p						.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***
f. オフense効率差	r						—	.24	.34	.78	.93
	p							.000 ***	.000 ***	.000 ***	.000 ***
g. 見込み得点	r							—	.71	-.02	.00
	p								.000 ***	.75	1.00
h. 見込み得点差	r								—	.00	.00
	p									1.00	1.00
i. 見込み得点率	r									—	.83
	p										.000 ***
j. 見込み得点率差	r										—
	p										

n=336 r=相関係数 *: p<.05 **: p<.01 ***: p<.001

3. ロジスティック回帰分析

得点と得失点差は勝敗に直接影響する項目であること、また、その他の項目と相関が見られたことから、ロジスティック回帰分析の対象から除外した。一方、攻撃回数と見込み得点、オフェンス効率と見込み得点率の間には相関が見られたため、多重共線性を回避する必要が生じた。そのため、攻撃回数、オフェンス効率、攻撃回数差、オフェンス効率差と、見込み得点、見込み得点率、見込み得点差、見込み得点率差を、分割して、逐次投入法による二項ロジスティック回帰分析を行った。その結果、各変数の影響度から採用した6つのモデルをTable 3に示した。

Table 3 勝敗と各分析項目のロジスティック回帰分析の結果 (WJBL2012-2013)

	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
(定数)	-18.05 *** (2.07)	-16.95 *** (1.88)	0.00 (0.35)	-22.15 *** (4.70)	-13.42 *** (1.48)	.00 (0.23)
攻撃回数	—	—	—	—	—	—
攻撃回数差	0.23 *** (0.06)	—	—	—	—	—
オフェンス効率	0.19 *** (0.02)	0.18 *** (0.02)	—	—	—	—
オフェンス効率差	—	—	0.36 *** (0.06)	—	—	—
見込み得点	—	—	—	0.13 *** (0.03)	—	—
見込み得点差	—	—	—	—	—	—
見込み得点率	—	—	—	—	0.35 *** (0.04)	—
見込み得点率差	—	—	—	0.60 *** (0.09)	—	0.45 *** (0.06)
-2 対数尤度	210.40	225.54	55.98	88.99	263.35	124.80
Nagelkerke R ²	0.71	0.68	0.94	0.90	0.60	0.85
N	336	336	336	336	336	336

※値は偏回帰係数, カッコ内は標準誤差 ***: p<.001

モデル1から3は、攻撃回数、攻撃回数差、オフェンス効率、オフェンス効率差の勝敗への影響度を示した。どのモデルにおいても、攻撃回数は勝敗へ影響しないことが示された。モデル1から、攻撃回数差とオフェンス効率は、互いに有意に勝敗へ影響することが示された。また、モデル2から、オフェンス効率は、単独でも有意に勝敗へ影響することが示された。この両者のモデルにおいて、どちらがより勝敗の確立予測として適合するモデルであるか、-2 対数尤度と Nagelkerke R² の差が僅かであ

るため判断不可であった。

一方、モデル 3 から、オフENSE効率差が有意に勝敗へ影響することが示された。これらのモデルの内、-2 対数尤度の値が最も低いモデル 3 が、勝敗の確立予測モデルとして適合することが示された。

モデル 4 から 6 は、見込み得点、見込み得点差、見込み得点率、見込み得点率差の勝敗への影響度を示した。どのモデルにおいても、見込み得点差は勝敗へ影響しないことが示された。モデル 4 から、見込み得点と見込み得点率差は、互いに有意に勝敗へ影響することが示された。また、モデル 6 から、見込み得点率差は、単独でも有意に勝敗へ影響することが示された。この両者のモデルにおいて、-2 対数尤度の低いモデル 4 が、勝敗の確立予測モデルとして適合することが示された。

一方、モデル 5 から、見込み得点率は、有意に勝敗へ影響することが示された。しかし、-2 対数尤度の結果から、モデル 4 が、モデル 5 に比べ勝敗の確立予測モデルとして適合することが示された。

以下に、モデル 1 から 6 の回帰式を示した。

$$p(\text{モデル1}) = \frac{1}{1 + \text{EXP}(18.05 - 0.23 \times \text{攻撃回数差} - 0.19 \times \text{オフENSE効率})} \quad (6)$$

$$p(\text{モデル2}) = \frac{1}{1 + \text{EXP}(16.95 - 0.18 \times \text{オフENSE効率})} \quad (7)$$

$$p(\text{モデル3}) = \frac{1}{1 + \text{EXP}\{-(0.36 \times \text{オフENSE効率差})\}} \quad (8)$$

$$p(\text{モデル4}) = \frac{1}{1 + \text{EXP}(22.15 - 0.13 \times \text{見込み得点} - 0.60 \times \text{見込み得点率差})} \quad (9)$$

$$p(\text{モデル5}) = \frac{1}{1 + \text{EXP}(13.42 - 0.35 \times \text{見込み得点率})} \quad (10)$$

$$p(\text{モデル6}) = \frac{1}{1 + \text{EXP}\{-(0.45 \times \text{見込み得点率差})\}} \quad (11)$$

4. 回帰モデルの検証

上述のモデル 1 から 6 の回帰式を用いて、ロジスティック回帰分析の結果の検証を行った。勝率の分類値は.500 とし、2012 ロンドンオリンピック、2012 トルコ最終予選、2010 チェコ世界選手権における、女子の試合結果を予測した。予測の勝敗と実際の勝敗を比較し、予測の正当率を算出した結果を Table 4 に示した。

Table 4 回帰モデル式の検証結果

	N	予測正当率					
		モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
2012 ロンドンオリンピック	38	0.83	0.82	1	0.94	0.82	0.95
2012 トルコ最終予選	19	0.82	0.85	0.95	0.95	0.82	0.89
2010 チェコ世界選手権	62	0.77	0.77	0.97	0.9	0.76	0.9
計	119	0.81	0.81	0.97	0.93	0.8	0.91

※分類値は.500

モデル 3 の予測正当率が 0.97 で最も高いことが示された。

IV. 考察

1. 指標間の関係

バスケットボール競技は、ボールの所有とシュートの攻防をめぐり、相対する 2 チームが、同一コート内で同時に直接相手と対峙しながら、一定時間内に得点を争うゲームである（日本バスケットボール協会、2002）。つまり、相手より多くの得点を取ることが競技の目的となる。得点とその他の指標の関係は、相関分析の結果から明らかとなった。

自チームの得点と相手チームとの得失点差は、有意に高い正の相関が見られた。これは、中村（2000）、宮副ら（2007）の先行研究と同様の結果であった。これらの先行研究は、男子の試合を対象としており、かつ、2010 年のルール改定前の結果である。

一方、本研究は女子の試合を対象としており、ルール改定後の結果である。つまり、年代も対象データも異なる中で、同様の傾向が示されることから、得点と得失点差の関係は、信頼性の高い結果であり、一般化できると考察される。

また、得点と得失点差は共に、オフェンス効率、オフェンス効率差、見込み得点率、見込み得点率差とも、有意に高い正の相関が見られた。一方、後者の4指標は、それぞれ互いにも、有意に高い正の相関が見られた。

オフェンス効率と見込み得点率は、両者とも、得点を別の指標で除算して算出したものである（式2、4参照）。そのため、算出した値が高い数値となるには、分子である得点が大きいか、分母となる指標の値が小さいかのどちらかとなる。分母が一定であると仮定すると、得点が高い程、オフェンス効率と見込み得点率共に高い数値となることは明白である。ここで、分母となった指標について見てみると、オフェンス効率算出の分母となる攻撃回数、見込み得点率算出の分母となる見込み得点、両者とも、算出された結果（オフェンス効率、見込み得点率）との間に相関は見られなかった。つまり、オフェンス効率、見込み得点率の指標は共に、攻撃回数、見込み得点の影響を受けずに、得点と正の相関があると考察される。また、分母である攻撃回数と見込み得点の間に有意な相関が見られることから、オフェンス効率と見込み得点率の間で有意な相関が見られることは明白である。しかし、指標と得点との相関関係を表す上で、どちらの指標に妥当性があるかは、相関係数は共に高く、有意確立も同様であることから、本研究の相関分析の結果からは言及できない。

次に、差について検証すると、前述の通り、得失点差、オフェンス効率差、見込み得点率差は共に有意に高い正の相関が見られた。オフェンス効率差と見込み得点率差の間に相関が見られることは、上述の理由から明白であると考察される。これらの2指標が得失点差と相関が見られるということは、オフェンス効率、見込み得点率の値が相手との差が大きいほど、得失点差も大きくなると推察される。ただし、得失点差が原因となりオフェンス効率や見込み得点率の差に現れたとも考えられるため、因果

関係については言及できない。

また、得失点差は、オフェンス効率、見込み得点率とも、高い正の相関が見られ、オフェンス効率差と見込み得点率差は、得点と高い正の相関が見られる。宮副ら（2007）は、オフェンス効率と見込み得点率の指標と類似した **Pts/Possession** とする指標が、相手チームとの得失点差と、有意な正の相関が認められたと報告している。**Pts** は、得点であるため、本研究の指標の分子と同様であるが、**Possession** は、使用したシステムからの自動算出のため算出式が不明である。しかしながら、得点をいずれかの指標（攻撃回数、見込み得点、**Possession**）で除算した値は、得点及び得失点差と相関があると推察される。

宮副ら（2007）は、「**Pts/Possession** とは攻撃の質を指し示し、より成功率の高い戦術を立案し、より成功率の高いシュートを選択することが、ゲームに勝つための重要な要因である」と言及している。飯野（2010）は、オフェンス効率とは真のオフェンス力の違いを客観的に比較できるとしている。

以上のことから、仮に、オフェンス効率が高いことを競技レベルが高いと仮定すると、レベルが高いチームの試合ほど、相手とのオフェンス効率に差が生じ、勝者の得点は高く、敗者との得失点差は開くと推察される。他方、レベルが低いチームの試合ほど、相手とのオフェンス効率に差が見られず、勝者の得点も低く、敗者との得失点差は僅差となると推察される。

2. 指標の勝敗への影響度

ロジスティック回帰分析の結果、モデル 1 から 3 により、攻撃回数差、オフェンス効率、オフェンス効率差の 3 指標が勝敗へ影響し、攻撃回数は勝敗へ影響しないことがわかった。また、3 指標の内、オフェンス効率差（モデル 3）が、モデルの適合性から勝敗への影響度が最も高いと示された。

モデル 3 における勝敗への影響度をオッズ比として以下の式にて算出すると、

オッズ比 = $\text{EXP}(\text{偏回帰係数}) = \text{EXP}(0.36) = 1.43$ となる。つまり、オフェンス効率差の値が1増加すると、1.43倍勝率が上がることとなる。仮に、オフェンス効率差の値が10増加すると、36.6 ($= \text{EXP}(\text{偏回帰係数} \times \text{増加分}) = \text{EXP}(0.36 \times 10)$)倍勝率が上がることになる。また、モデル2におけるオフェンス効率のオッズ比は1.20であり、値の増加分が10のときは、6.0倍勝率が上がることとなった。モデル1は、攻撃回数差とオフェンス効率の2指標が互いに補完し合うことで勝敗へ影響するモデルであり、この時のオッズ比は攻撃回数差が1.25、オフェンス効率が1.21であった。これは、互いの値に変動がないと仮定した時の勝率の増加を表すため、攻撃回数差が同じ値で、オフェンス効率の値が10増加したと仮定すると、6.9倍勝率が上がることとなる。つまり、オッズ比からも勝敗への影響度は、オフェンス効率差が最も高いことが考察される。以上のことから、勝敗への影響度という観点において、攻撃回数差とオフェンス効率よりもオフェンス効率差の方が重要であると考察される。

次に、モデル4から6の結果から、見込み得点、見込み得点率、見込み得点率差の3指標が勝敗へ影響し、見込み得点差は勝敗へ影響しないことがわかった。また、見込み得点と見込み得点率差の2指標の値を含めたモデル4が、勝敗への確率予測モデルとして最も適合性が高いことがわかった。この2指標のモデル4における、勝敗への影響度をオッズ比として算出すると、見込み得点は1.14、見込み得点率差は1.82であった。モデル5における見込み得点率のオッズ比は1.42であり、モデル6における見込み得点率差のオッズ比は1.57であった。以上のことから、勝敗への影響度という観点において、3指標の内、見込み得点と見込み得点率差の2指標を同時に考慮することが重要であると考察される。

3. 指標の妥当性と信頼性

本研究は、勝敗因として、攻撃回数とオフェンス効率が妥当な指標であるかという点について検証することが目的の一つにある。前述の通り、攻撃回数は勝敗へ影響せ

ず、オフェンス効率は回帰モデル 2 の結果より勝敗へ影響することが示されている。つまりこの 2 指標においては、オフェンス効率が、バスケットボール競技における勝敗因の指標として妥当性があると考察される。

ここで、比較対象として挙げた、見込み得点率とオフェンス効率を比較すると、回帰モデル 5（見込み得点率）と回帰モデル 2（オフェンス効率）は、モデルの適合度と前述のオッズ比では、勝敗因の指標としてどちらが妥当であるか判断ができない。また、この 2 指標は、得点や得失点差との間にも両者とも相関関係があり、かつ、2 指標間の間にも相関関係があるため、妥当性に優劣がつけられない。

しかし、差に着目して検証すると、2 指標間に違いが生じる。回帰モデル 3（オフェンス効率差）と回帰モデル 6（見込み得点率差）は、回帰モデル 3 がより適合度が高い。つまり、オフェンス効率と見込み得点率では、妥当性に優劣がつけられないが、オフェンス効率差と見込み得点率差では、オフェンス効率差が勝敗因の指標として妥当性があると考察される。

また、オフェンス効率とオフェンス効率差では、影響度で前述した通り、オフェンス効率差のほうが、勝敗への影響度が高く、かつ、勝敗因の指標として妥当性があると考察される。

回帰モデルの検証結果より、オフェンス効率差（モデル 3）は、勝敗予測の正当率が、3 大会平均 97%であることが示された。つまり、回帰モデル 3 は信頼性の高いモデルだと考察される。また、この結果は、他の指標を含んだ回帰モデルよりも高い結果であった（Tab. 4）。以上のことから、オフェンス効率差は、勝敗因の指標として妥当性があり、かつ信頼性も高い指標だと考察される。

4. 統計手法の妥当性

勝敗因を分析する統計手法として、本研究の対象であるロジスティック回帰分析の妥当性について検証する。比較のため、同様の対象と分析項目で勝ち群と負け群に分

けて t 検定を行い、結果を Table 5 に示した。

Table 5 T検定の結果 (WJBL 2012-2013)

	平均値		t 値	自由度	有意確率
	勝	負			
攻撃回数	71.58	70.99	1.04	334	0.298
攻撃回数差	0.59	-0.59	3.60	334	0.000 ***
オフェンス効率	106.51	80.34	17.98	334	0.000 ***
オフェンス効率差	26.17	-26.17	25.84	334	0.000 ***
見込み得点	174.87	169.96	2.77	334	0.006 **
見込み得点差	4.92	-4.92	3.97	334	0.000 ***
見込み得点率	43.74	33.57	16.42	334	0.000 ***
見込み得点率差	10.17	-10.17	24.52	334	0.000 ***

** : $p < .01$ *** : $p < .001$

t 検定では、攻撃回数を除く全ての分析項目において、勝ち群と負け群の平均値に有意差が見られた。攻撃回数は、勝ち群と負け群において有意差が見られなかった。ロジスティック回帰分析の結果からも、攻撃回数は勝敗への影響が見られなかった。これらの結果から、攻撃回数は勝敗因とならないと推察される。

一方で、他の項目については、t 検定の結果からは全て勝敗因であると言える。しかし、t 検定は、それぞれの検定が独立しているため、各項目間の影響を測ることが出来ない。また、どの項目が勝敗への影響度が高いのかも不明である。

以上のことから、勝敗因を分析する際の統計手法は、t 検定に比べ、ロジスティック回帰分析が妥当であると考察される。

5. モデルの一般化

これまでで、オフェンス効率差が勝敗因の指標となると論じてきたが、本研究の回帰モデルが、バスケットボール競技へ一般化できるか検討する。

本研究の対象は、日本女子バスケットボールの中でトップリーグである WJBL の 168 試合であった。そのうち、最大オフェンス効率差は 80.54、最小オフェンス効率差は 0.07 であった。

一方、回帰モデルの検証を行ったのは、2012 ロンドンオリンピック、2012 トルコ

最終予選，2010 チェコ世界選手権における，女子の 119 試合である．2012 ロンドンオリンピックは 38 試合で，最大オフENSEス効率差は 65.77，最小オフENSEス効率差は 1.55 であった．2012 トルコ最終予選は 19 試合で，最大オフENSEス効率差は 85.60，最小オフENSEス効率差は 0.17 であった．2010 チェコ世界選手権は 62 試合で，最大オフENSEス効率差は 85.33，最小オフENSEス効率差は 0.88 であった．

これらのことから，WJBL でも世界大会でも，オフENSEス効率差が大きく離れる試合もあれば僅差の試合もあることがわかる．オフENSEス効率差にこれだけの幅がある中でのモデル構築及び検証であるため，本研究の回帰モデルは，女子におけるバスケットボール競技への一般化可能なモデルであると考察する．

6. 現場での実用化

最後に，本研究の結果を指導現場で実用化することについて検討する．オフENSEス効率に差がない，つまり値が 0 の場合，予測勝利確率は 50 %となる．この差を広げていくことが重要になる．

そのためには，オフENSEス効率を算出するための分母である攻撃回数が一定である場合，分子である得点を増やすことで，オフENSEス効率上がるのは明白である．自チームの攻撃回数と相手の攻撃回数の差は，低い相関であることから，分母の攻撃回数によるオフENSEス効率の差を生み出すことより，まずは，同じ攻撃回数の中で，分子である得点を増やすことが重要である．これは，バスケットボール競技の目的が得点を得ることからも明白である．同じ攻撃回数の中で得点を増やすには，シュートの成功率を高めるしかない．

WJBL（2012-2013 シーズン）の平均 FGA は 64 本，平均 FG 成功率が 40.22%，平均攻撃回数は 71.16 回であった（WJBL，2013）．この時のオフENSEス効率は 72.35 となる（全てのシュートが 2P として算出）．これから，FG 成功率だけが 2%増加した 42.22%となったと仮定すると，オフENSEス効率は 75.94 となり，その差は 3.6 となる．

その結果、予測勝利確率は 78.5%となる。

次に、得点ではなく、攻撃回数の変化からオフェンス効率について検討する。上記と同様に WJBL の結果を参考にすると、平均得点は 67 点であった。平均攻撃回数は 71.16 回であるため、この時のオフェンス効率は 94.15 となる。これから、TO を 1 本減らし攻撃回数が 70.16 回となったと仮定すると、オフェンス効率は 95.5 となり、その差は 1.34 となる。その結果、予測勝利確率は 61.8%となる。

これらは、自チームのオフェンス効率を上げることで、相手チームとの差を広げる例となるが、相手チームのオフェンス効率を下げることで同様に計算できる。このように、本研究の回帰式を利用することで、試合の戦略立案に活用できるのではないかと考察される。

7. 研究の限界

本研究の対象は日本女子のトップレベルであり、回帰式の検証には同等もしくは上位レベルの試合を使用した。そのため、男子や大学・高校レベルでの一般化を図るためには、分析対象を拡げることが必須である。また、分析項目においても更に拡げていく必要がある。

V. 結論

本研究は、(1) 対象とした指標間の関係性の検証、また、ロジスティック回帰分析を用いて勝敗の予測式の作成と、その式の検証を行うことで、(2) 対象とした指標の勝敗への影響を明らかにすること、(3) 対象とした指標の勝敗因としての妥当性の検証が目的であった。これにより、指導現場への回帰モデルの実用化の提案を試みた。本研究は、以下の結論が導かれた。

1. 得点，得失点差，オフェンス効率，オフェンス効率差の 4 指標は，全て高い正の相関があることが認められた．特に、得点と得失点差の相関関係は信頼性があり，一般化できる関係性であることが認められた．

2. オフェンス効率差が，勝敗への影響が最も高い結果となった．以下の勝敗予測確率式が導き出された．

$$\text{勝敗確率} = \frac{1}{1 + \text{EXP}\{-(0.36 \times \text{オフェンス効率差})\}}$$

3. 勝敗因の指標として 8 指標の検証を行った結果，オフェンス効率差が，勝敗因の指標として妥当性，信頼性が高い指標だと認められた．

以上のことから，対象指標の内，オフェンス効率差が勝敗の重要な要因となることが結論づけられる．

引用・参考文献

- ・ 深井稜博（1998）わが国の成人集団における口腔保健の認知度および歯科医療の受容度に関する統計的解析．口腔衛生学会雑誌，48(1)：120-142.
- ・ 飯野貴弘（2010）スタッツ分析が真実を暴くー深遠なるスタッツの世界．月刊 HOOP 4月号付録.
- ・ 勝田隆（2002）知的コーチングのすすめ．大修館書店，p.110.
- ・ 宮副信也，内山治樹，吉田健司，佐々木直基，後藤正規（2007）バスケットボール競技におけるゲームの勝敗因と基準値の検討．筑波大学体育科学系紀要，30：31-46.
- ・ 中井聖（2012）バスケットボールにおけるルール改正後の試合内容と戦術の変化．近畿医療福祉大学紀要，13(2)：39-47.
- ・ 中村彰久（2000）ボックス・スコアを利用したバスケットボールのゲーム分析ー日本リーグ男子1部の場合ー．日本体育学会第51回大会号，p.377.
- ・ 中村雅子（2003）青年の環境意識と環境配慮行動の形成に対する母親の影響ー言動の一貫性の効果を中心にー．教育心理学研究，51：76-85.
- ・ 日本バスケットボール協会（2002）バスケットボール指導教本．大修館書店.
- ・ 日本バスケットボール協会（2008）日本バスケットボールの未来を創る．日本バスケットボールコーチコミッティ.
- ・ Okamoto, Douglas M. (2011) Stratified Odds Ratios for Evaluating NBA Players Based on their Plus/Minus Statistics. Journal of Quantitative Analysis in Sports. 7. Issue 2, Article 5.
- ・ 大神訓章，佐々木桂二，児玉善廣，吉田健司（2006）バスケットボールゲームにおける高さとうまさによる分析的研究ーアテネオリンピックにおけるアメリカ男子チームの戦力分析ー．山形大学紀要（教育科学），14(1)：35-47.

- ・ 鈴木淳（2005）バスケットボールにおけるゲームレポートを用いたゲーム分析について．スポーツコーチング研究，4(1).
- ・ 内田治（2011）SPSS によるロジスティック回帰分析．オーム社.
- ・ 渡部亜来子（2012）バスケットボール競技におけるターンオーバーが勝敗に及ぼす影響．早稲田大学スポーツ科学研究科修士論文.
- ・ WJBL（2013）WJBL 公式サイト．＜<http://www.wjbl.org/standings/>>2013.08.06.
- ・ 吉井四郎（1986）バスケットボール指導全書 1．大修館書店，p.71.

謝辞

本論文を執筆するに当たり，指導教官として多岐にわたるご指導を賜りました，主査の倉石平先生に心より御礼申し上げます．

本論文に対し，多数の助言賜りました副査の堀野博幸先生と吉永武史先生に心から感謝いたします．

2014 年 2 月 18 日

斎藤 百合子