

得失点とサーブ権によるバレーボールの勝利確率の推定

佐藤 文彦*, 渡辺 啓太**

Win Probability for Volleyball estimated by service and points

Fumihiko SATO*, Keita WATANABE**

Abstract

In this study, we estimated the probability of win in volleyball game by service and points. Results indicated the effect of predictor variables on the probability of win. For example, the service team's probability of win is lower than non-service (reception) team even when points are tie. The estimated probability of win indicates not only the trend of game, but can applicable to evaluate the player's contribution for win and manager's benchwork like member change and timeout. We analyzed Japanese elite volleyball league, V.League. It is necessary to expand the research to other categories in the future.

Key Words: probability of win, service, points

I. 緒 言

バレーボールの競技、もしくは観戦の経験がある程度あれば、試合中の得点からどちらのチームが優勢なのか大まかな見当がつくだろう。野球では、Lindsey (1961)³⁾ がイニングの進行と得点差よりそれぞれのイニングでの勝利確率を求めており、古くから導入が進んでいる。Tango, et al. (2014)⁵⁾ は、イニング別にアウトカウントと走者の状況を加えた勝利確率の一覧を示している。バレーボールにもこの勝利確率を導入するのが本研究の目的である。

先行研究では、渡辺 (2012)⁷⁾ が8点と16点の次点での勝利確率を示している。この研究では実際の勝敗のデータを元にこの確率を求めている。しかし、この方法はデータサンプルの中に存在しない得点の組み合わせの勝利確率を求めることはできない。また、頻度の少ない得点の組み合わせの場合、勝利確率が極端な値になり易いという問題がある。実際の勝敗のデータを用いるよりは、そこから勝利確率を推定する統計モデルが必要である。

廣津・濱野 (2009)¹⁾ は、得点と失点、サーブ権の有無とラリーがサーブから始まるチームと、レセプションから始まるチームの得点確率という情報から、状況ごとのセットの勝利確率を求めている。この研究は得点確率を事

前に設定する必要がある、統計モデルとはいえるものの実態を反映しているとはいえない。

そこで本研究では、実際のVリーグのサーブ権と得点と失点のデータから、勝利確率の推定を行った。

II. 方 法

分析対象

Vリーグ2016/17, 2017/18シーズンより、男女とリーグカテゴリごとに分析を行った。2016/17と2017/18シーズンではリーグの名称が変更したため、本研究では、2016/17シーズンのプレミアリーグ男子と2017/18シーズンのDIVISION1 MENを男子1部、チャレンジリーグIとDIVISION2 MENを男子2部、チャレンジリーグIIとDIVISION3 MENを男子3部、プレミアリーグ女子とDIVISION1 WOMENを女子1部、チャレンジリーグIとDIVISION2 WOMENを女子2部と表記した。

各カテゴリで、得点と失点の推移とサーブ権の有無とセットの勝敗を、サーブから始まり得点が入るまでの1ラリーごとに記録した。データはVリーグ機構のVスコアから収集した。

分析は、第1セットから第4セット(1st-4th)と第5セット(5th)に分け、さらに、デュース前後でデータを分けて分析した。

データに欠損のあった試合は分析対象から除いた結果、有効なサンプルは、デュース前の第1セットから第4セットでは、男子1部で39563、男子2部で30347、男子3部

*:株式会社 DELTA DELTA, Inc.

** : 桐蔭横浜大学 TOIN UNIVERSITY OF YOKOHAMA

では23996だった。女子1部では38673、女子2部では25218だった。第5セットのサンプルは、男子1部で989、男子2部で1020、男子3部では725だった。女子1部では1564、女子2部では637だった。

デュース後のサンプルは、特に第5セットで少ないため、第1セットから第5セットまでを合わせて分析した。各カテゴリのサンプルは、男子1部で700、男子2部で486、男子3部では458だった。女子1部では578、女子2部では274だった。

Vスコアにはデータに欠損があるため、このサンプルはリーグの全てのデータではない。しかし、各カテゴリの傾向を検証するには十分な量と判断し分析を行った。

分析方法

デュース前

サーブ権の有無を、サーブ権あり (Service) に1を、サーブ権なし (Reception) に0の値を割り当てた。これと得点と失点の値を説明変数、セットの勝敗 (0: 敗, 1: 勝) を目的変数とした以下のモデルによるロジスティック回帰分析を行った。

$$\text{勝利確率} = 1 / \{1 + \exp(-(B1 + B2 \times \text{サーブ権} + B3 \times \text{得点} + B4 \times \text{失点}))\}$$

デュース後

デュース前と同じく、サーブ権あり (Service) に1を、サーブ権なし (Reception) に0の値を割り当てた。デュース後は、2点差がつくまで得点は同点、1点リード、1点ビハインドの状況の間を推移する。本研究では、この得点を2つのダミー変数、リード (0: 他, 1: 1点リード)、ビハインド (0: 他, 1: 1点ビハインド) とした。さらにデュース時点の得点を0とし、そこから積み上げた値を得点とした。以上を説明変数とし、デュース後の勝利確率を以下のモデルによるロジスティック回帰分析を行った。

$$\text{勝利確率} = 1 / \{1 + \exp(-(B1 + B2 \times \text{サーブ権} + B3 \times \text{リード} + B4 \times \text{ビハインド} + B5 \times \text{得点}))\}$$

分析には Microsoft R Open 3.6.1 を用いた。

Ⅲ. 結 果

デュース前

男女の第1セットから第4セット (1st-4th) の分析結果をそれぞれ表1-1と表1-2に示す。

表1-1 男子の分析結果 (デュース前 Set:1st-4th)

男子	1st-4th	Odds Ratio	95%信頼区間		B	SE	p
1部	Intercept	1.33	1.27	- 1.40	0.29	0.03	***
	サーブ権	0.67	0.64	- 0.71	-0.40	0.03	***
	得点	1.86	1.83	- 1.88	0.62	0.01	***
	失点	0.53	0.53	- 0.54	-0.63	0.01	***
2部	Intercept	1.09	1.03	- 1.16	0.09	0.03	***
	サーブ権	0.76	0.71	- 0.81	-0.28	0.03	***
	得点	1.70	1.68	- 1.73	0.53	0.01	***
	失点	0.59	0.58	- 0.59	-0.53	0.01	***
3部	Intercept	1.12	1.05	- 1.19	0.11	0.03	***
	サーブ権	0.72	0.67	- 0.76	-0.34	0.03	***
	得点	1.78	1.75	- 1.80	0.57	0.01	***
	失点	0.56	0.55	- 0.57	-0.58	0.01	***

*** p < .001, ** p < .01, * p < .05

表1-2 女子の分析結果 (デュース前 Set:1st-4th)

女子	1st-4th	Odds Ratio	95%信頼区間		B	SE	p
1部	Intercept	1.17	1.12	- 1.24	0.16	0.03	***
	サーブ権	0.74	0.70	- 0.78	-0.30	0.03	***
	得点	1.75	1.73	- 1.77	0.56	0.01	***
	失点	0.57	0.57	- 0.58	-0.56	0.01	***
2部	Intercept	1.06	0.99	- 1.13	0.06	0.03	***
	サーブ権	0.76	0.71	- 0.81	-0.28	0.03	***
	得点	1.79	1.77	- 1.82	0.58	0.01	***
	失点	0.56	0.55	- 0.57	-0.58	0.01	***

*** p < .001, ** p < .01, * p < .05

男子1部では、サーブ権 (Odds Ratio (OR) =0.67, B =-0.40, p<.001)、得点 (OR=1.86, B =0.62, p<.001) と失点 (OR=0.53, B =-0.63, p<.001) の勝利確率への効果がそれぞれ認められた。男子2部 (サーブ権:OR=0.76, B =-0.28, p<.001, 得点:OR=1.70, B =0.53, p<.001, 失点:OR=0.59, B =-0.53, p<.001) と3部 (サーブ権:OR=0.72, B =-0.34, p<.001, 得点:OR=1.78, B =0.57, p<.001, 失点:OR=0.56, B =-0.58, p<.001) でも同様の結果が認められた。

女子においても、1部 (サーブ権:OR=0.74, B =-0.30, p<.001, 得点:OR=1.75, B =0.56, p<.001, 失点:OR=0.57, B =-0.56, p<.001) と2部 (サーブ権:OR=0.76, B =-0.28, p<.001, 得点:OR=1.79, B =0.58, p<.001, 失点:OR=0.56, B =-0.58, p<.001) で同様の結果が認められた。

Odds Ratioより全体に共通する傾向として、得点が増えることで勝利確率が高くなり、失点が増える、もしくはサーブ権を有することで勝利確率が低下する。このサーブ権の勝利確率へのマイナスの効果は、男女ともに1部で大きい。

次に、第5セット (5th) の分析結果をそれぞれ表2-1と表2-2に示す。

表2-1 男子の分析結果 (デュース前 Set:5th)

男子	5th	Odds Ratio	95%信頼区間	B	SE	p
1部	Intercept	1.59	1.17 - 2.17	0.46	0.16	**
	サーブ権	0.63	0.46 - 0.86	-0.46	0.16	**
	得点	1.97	1.79 - 2.19	0.68	0.05	***
	失点	0.52	0.47 - 0.57	-0.66	0.05	***
2部	Intercept	0.70	0.51 - 0.95	-0.36	0.16	*
	サーブ権	0.66	0.47 - 0.90	-0.42	0.16	**
	得点	2.10	1.89 - 2.34	0.74	0.05	***
	失点	0.50	0.45 - 0.55	-0.70	0.05	***
3部	Intercept	2.39	1.67 - 3.45	0.87	0.19	***
	サーブ権	0.84	0.58 - 1.20	-0.18	0.18	
	得点	1.65	1.50 - 1.82	0.50	0.05	***
	失点	0.60	0.54 - 0.66	-0.51	0.05	***

*** p < .001, ** p < .01, * p < .05

表2-2 女子の分析結果 (デュース前 Set:5th)

女子	5th	Odds Ratio	95%信頼区間	B	SE	p
1部	Intercept	0.79	0.60 - 1.02	-0.24	0.13	
	サーブ権	0.60	0.46 - 0.79	-0.50	0.14	***
	得点	2.22	2.04 - 2.42	0.80	0.04	***
	失点	0.46	0.42 - 0.50	-0.78	0.04	***
2部	Intercept	0.99	0.66 - 1.48	-0.01	0.21	
	サーブ権	0.64	0.41 - 0.99	-0.45	0.22	*
	得点	2.36	2.07 - 2.74	0.86	0.07	***
	失点	0.46	0.40 - 0.52	-0.78	0.07	***

*** p < .001, ** p < .01, * p < .05

男子の1部では、サーブ権 (OR=0.63, B =-0.46, p<.01), 得点 (OR=1.97, B =0.68, p<.001) と失点 (OR=0.52, B =-0.66, p<.001) の勝利確率への効果がそれぞれ認められた。男子2部 (サーブ権:OR=0.66, B =-0.42, p<.01, 得点:OR=2.10, B =0.74, p<.001, 失点:OR=0.50, B =-0.70, p<.001) でも同様の結果が認められた。3部では、得点 (OR=1.65, B =0.50, p<.001) と失点 (OR=0.60, B =-0.51, p<.001) の効果は認められたが、サーブ権では認められなかった (OR=0.84, B =-0.18, n.s.).

女子においても、1部 (サーブ権:OR=0.60, B =-0.50, p<.001, 得点:OR=2.22, B =0.80, p<.001, 失点:OR=0.46, B =-0.78, p<.001) と2部 (サーブ権:OR=0.64, B =-0.45, p<.05, 得点:OR=2.36, B =0.86, p<.001, 失点:OR=0.46, B =-0.78, p<.001) で第1セットから第4セットと同様の結果が認められた。

基本的には男女ともに、第1セットから第4セットと同様の傾向が確認された。ただし、勝利確率への影響は、サーブ権、得点と失点共に第5セットのほうが大きい。

デュース後

デュース後の分析結果をそれぞれ表3-1と表3-2に示す。

表3-1 男子の分析結果 (デュース後)

		Odds Ratio	95%信頼区間	B	SE	p
1部	Intercept	1.04	0.73 - 1.47	0.04	0.18	
	サーブ権	0.45	0.29 - 0.69	-0.81	0.22	***
	リード	3.99	2.54 - 6.32	1.38	0.23	***
	ビハインド	0.26	0.16 - 0.41	-1.36	0.24	***
2部	得点	1.00	0.94 - 1.06	0.00	0.03	
	Intercept	0.95	0.64 - 1.40	-0.05	0.20	
	サーブ権	0.62	0.37 - 1.03	-0.48	0.26	
	リード	3.10	1.82 - 5.34	1.13	0.27	***
3部	ビハインド	0.30	0.17 - 0.51	-1.21	0.28	***
	得点	1.04	0.95 - 1.14	0.04	0.04	
	Intercept	0.91	0.62 - 1.34	-0.09	0.20	
	サーブ権	0.56	0.33 - 0.95	-0.58	0.27	***
3部	リード	3.48	1.99 - 6.20	1.25	0.29	*
	ビハインド	0.27	0.15 - 0.48	-1.30	0.29	***
	得点	1.04	0.96 - 1.13	0.04	0.04	

*** p < .001, ** p < .01, * p < .05

表3-2 女子の分析結果 (デュース以降)

		Odds Ratio	95%信頼区間	B	SE	p
1部	Intercept	1.83	1.27 - 2.66	0.60	0.19	**
	サーブ権	0.48	0.30 - 0.77	-0.72	0.24	**
	リード	3.67	2.25 - 6.07	1.30	0.25	***
	ビハインド	0.25	0.15 - 0.41	-1.39	0.26	***
2部	得点	0.95	0.87 - 1.03	-0.06	0.04	
	Intercept	0.83	0.47 - 1.43	-0.19	0.28	
	サーブ権	0.61	0.30 - 1.22	-0.50	0.36	
	リード	4.49	2.15 - 9.67	1.50	0.38	***
2部	ビハインド	0.22	0.09 - 0.47	-1.53	0.41	***
	得点	0.95	0.79 - 1.13	-0.05	0.09	

*** p < .001, ** p < .01, * p < .05

男子の1部では、サーブ権 (OR=0.45, B =-0.81, p<.001), リード (OR=3.99, B =1.38, p<.001) とビハインド (OR=0.26, B =-1.36, p<.001) の勝利確率への効果がそれぞれ認められた。得点の効果は認められなかった (OR=1.00, B <0.01, n.s.). 男子の2部では、リード (OR=3.10, B =1.13, p<.001) とビハインド (OR=0.30, B =-1.21, p<.001) の勝利確率への効果がそれぞれ認められた。サーブ権と得点の効果は認められなかった (サーブ権:OR=0.62, B =-0.48, n.s.), 得点:OR=1.04, B =0.04, n.s.). 男子の3部では、サーブ権 (OR=0.56, B =-0.58, p<.001), リード (OR=3.48, B =1.25, p<.05) とビハインド (OR=0.27, B =-1.30, p<.001) の勝利確率への効果がそれぞれ認められた。得点の効果は認められなかった (OR=1.04, B =0.04, n.s.).

女子では、1部は、サーブ権 (OR=0.48, B =-0.72, p<.001), リード (OR=3.99, B =1.38, p<.001) とビハインド (OR=0.26, B =-1.36, p<.001) の勝利確率への効果がそれぞれ認められた。得点の効果は認められなかった

(OR=1.00, B <0.01, n.s.). 2部では, リード (OR=3.10, B =1.13, p<.001) とビハインド (OR=0.30, B =-1.21, p<.001) の勝利確率への効果がそれぞれ認められた. サーブ権と得点の効果は認められなかった (サーブ権 :OR=0.62, B =-0.48, n.s.), 得点 :OR=1.04, B =0.04, n.s.).

以上の結果より, リードとビハインドの得点差の効果はどのカテゴリにも認められた. サーブ権の効果はカテゴリによって異なる. 得点の効果はどのカテゴリでも認められなかった. これらの結果より, デュース後の勝利確率は, 主としてリード・ビハインドの得点状況に大きく左右されることを表している. 得点の効果が認められないということは, 25対25の状況と30対30の状況であっても, そのセットの勝利確率にほとんど違いがないことを意味する.

IV. 考 察

以上の分析より, 各カテゴリでのサーブ権, 得点と失点による勝利確率の予測式を求めた. 分析結果に示したBの値を, 分析方法で示したモデルに代入することで勝利確率を算出することが可能である

モデル式の傾向として, 勝利確率に得点がプラスに, 失点がマイナスに作用するという結果は当然の結果といえるだろう. 一方, サーブ権を有することが勝利確率にとってマイナスに作用するという結果は, 一般にレセプションからラリーが始まる側のチームのほうが得点する可能性が高いという高根 (2012)⁴⁾ の報告とも一致する. 同じ得点と失点であっても, レセプション側のラリー側の勝利確率が高いことになる. また, リードされているチームが同点に追いついたとしても, 勝利確率の上では依然として不利ということでもある.

このレセプション側のチームが得点する可能性が高いという傾向は, 男女ともによりレベルの高い1部で強い. 2部や3部と比較して男女ともに1部のサーブ権のオッズ比が小さく, 勝利確率へのマイナスの影響が大きいのはこのためと考えられる.

本研究で推定された勝利確率は, おそらく経験則によるものとそれほど差はないと考えられる. しかし, 勝利確率を求めることで, 以下のような応用が期待できる.

まず, 単純に勝利確率を呈示することで, バレーボールのゲームの情報を豊かにすることができる. また, 試合の形勢を大きく変化させたのは誰のどのようなプレーだったのか, という振り返りも容易となる.

次に, 個人評価という観点から, 野球では勝利確率の増減を Win probability added (勝利付価値 (蛭川 (2019)²⁾) という値に換算し, 個人の勝利への貢献度として評価に用いている. 我が国においても, 鳥越 (2010)⁶⁾ がこの値を求めている. これをバレーボールにも導入すれば, 現在は3つの指標で別々に評価されているスコアリングスキル

(スパイク・ブロック・サーブ) を1つの指標に統合し, 勝利への貢献度を表すことも可能になる.

最後に, タイムアウトやメンバーチェンジといったベンチワーク, これを介入の前後の勝利確率の変化を見ることで, その効果を評価することができる. 1回の介入の効果は結果論に過ぎないが, 例えば1シーズン分など, 中長期にわたりサンプルを収集することができれば, ベンチワークの効果の評価に耐えるデータを得ることができるだろう.

上記のような応用が期待されるが, 本研究の今後の課題として, 算出可能となった勝利確率の推定値は, 廣津・濱野 (2009)¹⁾ の研究において事前に設定されたサーブ側とレセプション側の得点確率で説明ができるものなのか, それとも何か異なる要因が介在しているのかは検証する必要がある. また, デュース後のサンプルは特に第5セットで少なく, 本研究では一括して分析を行ったが, サンプルを蓄積して第1セットから第4セットまでと, 第5セットで別に分析する必要もある. 本研究ではVリーグを対象とした分析を行ったが, 他国のリーグやナショナルチーム, ユースカテゴリと研究対象を応用も含め拡大していく必要があるだろう.

V. 引用・参考文献

- 1) 廣津信義・濱野光之 (2009). 得点先取方式の球技の試合における確率計算の方法一定式化とバレーボールの試合への応用一, 順天堂スポーツ健康科学研究, 1 (1), 1~12.
- 2) 蛭川皓平 (2019), セイバーメトリクス入門 脱常識で野球を科学する, 岡田友輔 監修, 水曜社.
- 3) Lindsey, G. R. (1961). The Progress of the Score During a Baseball Game, American Statistical Association Journal, 56, 703-728
- 4) 高根信吾 (2012). ラリー・ポイント制の得失点 Volleypedia—バレーボール百科事典, 日本バレーボール学会 (編), 日本文化出版, pp92.
- 5) Tango, T., Lichtman, M., Dolphin, A. (2014) The Book: Playing The Percentages In Baseball. CreateSpace Independent Publishing Platform. pp.36-44.
- 6) 鳥越 規央 (2010). Win Probability Added in Sabermetrics, 数理解析研究所講義録, 1703, 1-9, 2010
- 7) 渡辺 啓太 (2012). なぜ全日本女子バレーは世界と互角に戦えるのか—勝利をつかむデータ分析術 バレーボール「観戦力」が高まる !!, 東邦出版.