

バレーボールにおける戦績の決定要因に関する定量分析

—関西学連男子1部所属チームのデータを使用した分析—

光山 秀行*, 中岡 孝剛*, 高橋 幸造*

An Empirical Analysis on the Determinants of Match Results of the Volleyball Game: Evidence from the Men's Matches in Kansai University Volleyball Federation.

Hideyuki MITSUYAMA*, Takayoshi NAKAOKA*, Kouzou TAKAHASHI*

Kindai University

Abstract

Many studies have been conducted to explore the factors that determine a performance of the individual player or team in the volleyball, and they have found that some specific motions for the individual player or team have an influence on their performance. However, there is a shortage of empirical analysis on the determinants of match results, it has not been clarified yet. This study applies an econometric method and empirically examines the determinants of match results using a sample of Men's Matches in Kansai University Volleyball Federation from 2014 to 2017. The result shows that the average number of the block is the most important factor to win the match.

Key Words : Determinants of Match Results, Average Number of Blocks, Success Rate of Attack

キーワード：戦績の決定要因, セット平均ブロック本数, アタック決定率

1.はじめに

バレーボール競技において、4つのパフォーマンスであるアタック、ブロック、サーブ、そしてサーブレシーブが勝敗を左右する重要な要因であると考えられる。これまでの先行研究でも、これらのパフォーマンスが勝敗に影響することが明らかになっている。都澤ら⁵⁾と米沢⁹⁾は、ルール変更前のサイドアウト制の時代の研究において、レセプション・アタックによる得点が勝敗に最も影響すると報告している。さらに、レセプション・アタック効果率が相手を上回った場合の勝率は約80%であることをMayforth²⁾が報告している。

また、佐藤・渡辺⁷⁾は、レセプションの返球率の高さが勝敗に及ぼす影響が弱いことを報告し、松本¹⁾は、アタック決定率・ブロック決定率・サーブレシーブ成功率が高いチームほど順位が上位になることを明らかにしている。そして、光山⁴⁾も回帰分析によるパフォーマンス決定要因分析を実施した結果、アタック決定率とブロック決定本数が勝率に影響しており、とくにブロック決定本数については勝率を上昇させる効果が非常に高いと報告している。同様に、Peñaら⁶⁾は、スペインのバレーボールリーグ

(Superliga)のサンプルを用いた回帰分析によって、ブロック決定本数が最も勝敗に影響する要因であることを発見している。

この他、ルール変更に着目した研究も行われている。箕輪³⁾はサーブ権のある時の得点がサーブ権のない時の得点よりも重要になったと1999年のラリーポイント制へのルール変更後に指摘している。ルール変更に伴い、レセプション・アタックが勝敗に及ぼす最も重要な要因ではなくなったものの、依然レセプション・アタックが勝敗を左右する重要な要因であることに変わりはないと渡辺・佐藤⁸⁾が述べている。

しかし、勝敗に影響を及ぼすパフォーマンスが何かについて多くの研究が蓄積されているものの、これら研究の多くは、いくつか特定のパフォーマンスと勝敗との関係を分析しているにすぎず、複数のパフォーマンスを同時に取り扱った実証結果の蓄積が不足している。加えて、これまでの研究では、特定のチームや時期の限定的なサンプルを用いた研究が多く、より頑健で包括的な実証結果が必要とされている。

そこで本稿では、このような研究の不足を埋めるために、2014年度から2017年度の関西大学バレーボール連盟による男子1部春季リーグ戦と秋季リーグ戦4年間の計436試合を対象とした比較的大規模なサンプルを構成し、ゲームの戦績とパフォーマンスとの関連性の解明を試みる。勝敗

* : 近畿大学 (Kindai University)

(受付日: 2019年2月28日, 受理日: 2019年5月24日)

を左右するパフォーマンスについては、光山⁶⁾と Peña ら⁷⁾に従い、1) アタック決定率(得点÷打数×100)、2) セット平均ブロック本数(得点÷セット数)、3) サーブ効果率((ノータッチサービスエース×100+エース×80+効果×25)÷打数)、そして4) サーブレシーブ成功率(成功÷受数×100)の4つを主要な変数として着目する。また本稿では、これらの4つの変数を同時に用いた回帰分析を実施することで、これまでの研究と比較してより包括的な視点からの検証を試みている。チームの戦績に関する決定要因に対してより頑健で包括的な検証結果の提示は、指導者のチーム運営に資するものであり、有益な情報を提供するものであると考えられる。

本稿の構成は次のとおりである。第2節では本稿の分析に用いるデータと分析手法について説明する。第3節では分析結果を示し、その解釈を行う。第4節では本稿のまとめと残された課題について議論する。

II. 分析手法と分析サンプル

2.1 分析手法

前述のように、本稿では回帰分析によってパフォーマンス変数が勝敗に与える影響を分析する。勝敗は勝ち負けの二値変数であるため、通常回帰モデルを適用することは望ましくない。そこで本稿では、ロジット回帰モデルを採用し、前述の4つのパフォーマンス変数がどのように影響しているのかを検証する。ロジット回帰モデルは以下の式で表すことができる。

$$Y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + Z'_{it}\gamma + \epsilon_{it}$$

ここで、 Y は被説明変数の勝敗、 X はパフォーマンス変数ベクトルで、 Z はコントロール変数ベクトル、そして ϵ_{it} は統計的誤差項である。本稿ではコントロール変数 Z として、自チームと対戦相手チームの失策点、年度ダミー

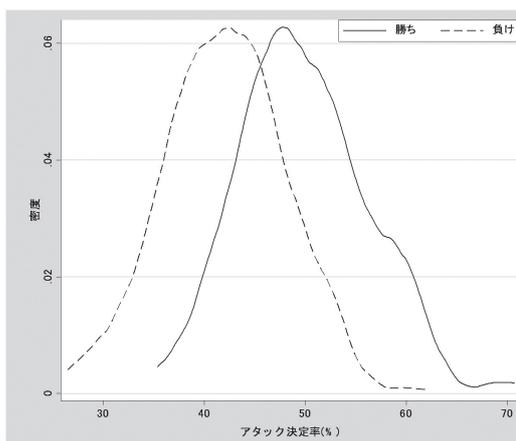


図1-A アタック決定率

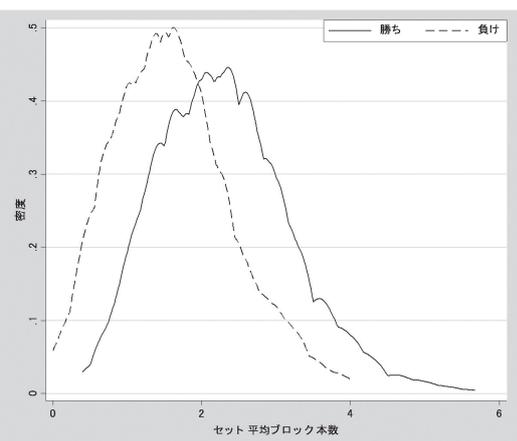


図1-B セット平均ブロック本数

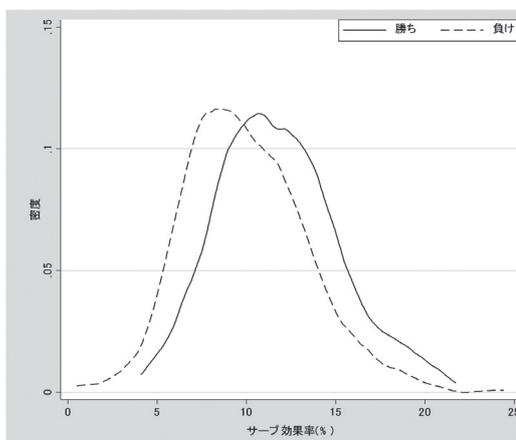


図1-C サーブ効果率

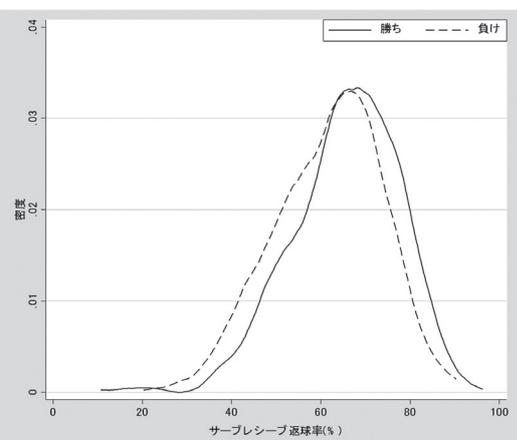


図1-D サーブレシーブ成功率

図1 勝ちチームと負けチームのパフォーマンス変数の比較

注：表示されている曲線はカーネル密度推定によって推定された密度関数であり、カーネル関数はEpanechnikovカーネル関数を採用している。

変数, シーズンダミー変数 (秋季の場合に 1), そしてホームゲームダミー (会場チームである場合に 1) を用いる。これらの変数によってその他の要因を統制し, 勝敗とパフォーマンスの因果関係の解明を試みる。

また, ゲームの勝敗に加えて, 本稿では, 分析結果の頑健性を確認するために, セット取得数を被説明変数とした分析も実施する。セット取得数は順序変数として取り扱い, 本稿では順序ロジット回帰モデルによる分析を実施する。順序ロジット回帰モデルは, 被説明変数が何らかの順序を表す場合に適用されるモデルである。セット取得数の場合では, 0 から 3 まで取りうる値があり, 戦績を示す順序の変数となっている。ただし, 5 セット目は 15 点制であることを考慮すると, セット取得数は厳密な順序変数とはなっていないことに注意が必要である。

2.2 分析サンプル

本稿では, 関西大学バレーボール連盟による男子 1 部春季リーグ戦と秋季リーグ戦の JVIMS (旧 JVIS) の B 票の

情報をもとにサンプルを構成し, 実証分析に用いる。サンプル期間は 2014 年度から 2017 年度である。サンプル期間で計 436 試合 (すべて 5 セットマッチ) が実施されている。また, 本稿では各チームを独立したサンプルの観測対象として分析を行う。したがって, サンプルサイズは 872 となる。

図 1 は勝ちチームと負けチームのパフォーマンス変数の分布を比較したものである。表示されている曲線はカーネル密度推定によって推定された密度関数である。図 1-A から図 1-D を見ると, アタック決定率とセット平均ブロック本数における勝ちチームと負けチームの分布に大きな違いがみられ, 分布の形状に目立った違いは見られないが, 勝ちチームの分布は負けチームと比較して右にシフトしていることが見て取れる。一方で, サーブ効果率には両者の分布にやや相違がみられるが, サーブレシーブ成功率には目立った相違は見られない。

表 1 は記述統計表である。パネル A は分析サンプル全体の記述統計量を示しており, パネル B は年度ごとの平

表 1 記述統計表
パネル A サンプル期間全体

	平均値	標準偏差	最小値	中央値	最大値
アタック決定率 (%)	45.91	7.33	26.50	45.70	70.70
セット平均ブロック本数	1.95	0.91	0.00	1.80	5.67
サーブ効果率 (%)	10.86	3.50	0.51	10.60	24.40
サーブレシーブ成功率 (%)	63.65	12.18	10.80	65.15	96.20
自チームの失策点	5.36	2.97	0.00	5.00	23.00
対戦チームの失策点	24.00	6.91	8.00	24.00	47.00
観測値数	872				

パネル B 年度ごとのサブサンプル

	2014	2015	2016	2017	2017と2014の差	
アタック決定率 (%)	46.10	45.20	46.70	45.71	-0.38	-(0.83%)
セット平均ブロック本数	2.36	1.98	1.83	1.77	-0.58	-(24.73%)
サーブ効果率 (%)	10.67	9.93	11.98	10.80	0.13	(1.17%)
サーブレシーブ成功率 (%)	63.75	66.48	59.66	64.74	0.99	(1.55%)
自チームの失策点	5.11	5.98	5.23	5.03	-0.07	-(1.41%)
対戦チームの失策点	21.99	23.83	24.40	25.02	3.03	(13.77%)
観測値数	152	240	240	240		

注: 括弧内は2014年度から2017年度までの変化率を示している。

パネル C 勝ちチームと負けチームの比較

	勝ち		負け		差 (勝ち-負け)	
	平均値	中央値	平均値	中央値	平均値	中央値
アタック決定率 (%)	49.82	49.20	42.00	42.20	7.82	7.00
セット平均ブロック本数	2.30	2.25	1.60	1.60	0.70	0.65
サーブ効果率 (%)	11.77	11.50	9.96	9.60	1.81	1.90
サーブレシーブ成功率 (%)	65.67	66.70	61.63	63.05	4.04	3.65
自チームの失策点	5.09	5.00	5.63	5.00	-0.53	0.00
対戦チームの失策点	25.01	24.00	22.98	22.50	2.03	1.50
観測値数	436		436			

均値を示している。また、パネルCは勝ちチームと負けチームの平均値ならびに中央値の差を確認したものである。パネルBの年度ごとの集計を見ると、セット平均ブロック決定本数が年々減少していることが見て取れる。何らかの競技における戦略やスタイルの変更が影響していると思われる。一方で、対戦相手チームの失策点については上昇傾向にあることがわかる。

Ⅲ. 分析結果

表2は勝敗を被説明変数としたロジット回帰モデルとセット取得数を被説明変数とした順序ロジット回帰モデルの推定結果を示している。尚、回帰係数の統計的検定には、各チームの年度間で誤差項に相関があることを許容した"クラスターされた頑健標準誤差"を用いている。本稿で用いるサンプルは、複数のチームと年度で構成されるパネルデータであり、その場合にはこのようなクラスターされた頑健標準誤差を用いるのが一般的となっている。

両モデルの結果を見ると、すべてのパフォーマンス変数において、正で統計的に有意な係数が確認されている。したがって、これらのパフォーマンスを改善できれば、勝率

ならびにセット取得率の向上が期待できることが示唆されている。このような結果は、一般論として指導者（あるいは競技者）が抱えている実践感覚と整合的であると思われる。それでは、どのパフォーマンス変数が最も勝率やセット取得率に強い影響を及ぼしているのだろうか。言い換えれば、チームとして強化を図るうえで最も効果的に勝率やセット取得率などの戦績の向上が期待できるパフォーマンス変数は何かという問いである。

この問いに答えるために、推定された回帰係数の比較を行う。ロジット回帰モデルや順序ロジット回帰モデルなどの非線形回帰モデルは直接回帰係数の大きさを比較できないため、本稿ではオッズ比の比較によって各パフォーマンス変数間の貢献度を評価する。表2のオッズ比を見ると、セット平均ブロック本数のオッズ比が勝敗を被説明変数としたモデルで4.177、セット取得数を被説明変数としたモデルで3.596と最も高い値を示しており、当該パフォーマンス変数が最も戦績への貢献度が高い変数であることを示されている。

この他、推定結果は掲載していないが、ホームゲームダミーについては、正の係数が得られているが統計的に有意

表2 回帰分析の結果 - サンプル期間全体

被説明変数 モデル	勝敗 ロジット回帰		セット取得数 順序ロジット回帰	
	回帰係数	オッズ比	回帰係数	オッズ比
アタック決定率 (%)	0.250 (0.024)	1.284*** (0.031)	0.242 (0.023)	1.273*** (0.029)
セット平均ブロック本数	1.429 (0.115)	4.177*** (0.479)	1.280 (0.098)	3.596*** (0.351)
サーブ効果率 (%)	0.316 (0.038)	1.371*** (0.051)	0.292 (0.029)	1.340*** (0.039)
サーブレシーブ成功率 (%)	0.061 (0.010)	1.063*** (0.010)	0.061 (0.008)	1.063*** (0.009)
自チームの失策点	-0.125 (0.033)	0.882*** (0.029)	-0.053 (0.029)	0.949* (0.027)
対戦チームの失策点	0.111 (0.016)	1.118*** (0.018)	0.179 (0.018)	1.196*** (0.022)
定数項	-24.062 (1.517)	0.000*** (0.000)		
年度ダミー		あり		あり
シーズンダミー		あり		あり
ホームゲームダミー		あり		あり
疑似決定係数		0.48		0.38
観測値数		872		872

注：括弧内はチームでクラスターされた頑健標準誤差を示している。また、*と***はそれぞれ統計的に10%と1%有意であることを示している。

表3 回帰分析の結果 - 年度ごとのサブサンプル
パネルA 勝敗の分析

被説明変数 モデル 年度	勝敗 ロジット回帰			
	2014	2015	2016	2017
アタック決定率 (%)	1.223*** (0.055)	1.266*** (0.039)	1.482*** (0.047)	1.245*** (0.056)
セット平均ブロック本数	2.873*** (0.437)	3.393*** (0.795)	10.021*** (3.145)	3.489*** (1.025)
サーブ効果率 (%)	1.463*** (0.106)	1.429*** (0.109)	1.353*** (0.121)	1.379*** (0.070)
サーブレシーブ成功率 (%)	1.073*** (0.018)	1.070*** (0.018)	1.068*** (0.020)	1.062*** (0.022)
自チームの失策点	0.922 (0.063)	0.897* (0.055)	0.808*** (0.062)	0.867** (0.062)
対戦チームの失策点	1.156*** (0.046)	1.108*** (0.035)	1.124*** (0.047)	1.116*** (0.020)
定数項	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)
シーズンダミー	あり	あり	あり	あり
ホームゲームダミー	あり	あり	あり	あり
疑似決定係数	0.46	0.45	0.62	0.46
観測値数	152	240	240	240

注1：紙面の制約から、オッズ比のみを表示している。

注2：括弧内はチームでクラスターされた頑健標準誤差を示している。また、*、**、そして***はそれぞれ統計的に10%、5%、そして1%有意であることを示している。

パネルB：セット取得数の分析

被説明変数 モデル 年度	セット取得数 順序ロジット回帰			
	2014	2015	2016	2017
アタック決定率 (%)	1.228*** (0.055)	1.292*** (0.033)	1.387*** (0.045)	1.230*** (0.036)
セット平均ブロック本数	2.594*** (0.382)	3.165*** (0.634)	6.305*** (1.126)	3.021*** (0.711)
サーブ効果率 (%)	1.374*** (0.054)	1.378*** (0.109)	1.269*** (0.076)	1.427*** (0.063)
サーブレシーブ成功率 (%)	1.078*** (0.016)	1.052*** (0.017)	1.061*** (0.016)	1.072*** (0.019)
自チームの失策点	1.000 (0.067)	0.936** (0.031)	0.952 (0.077)	0.913** (0.036)
対戦チームの失策点	1.239*** (0.044)	1.185*** (0.038)	1.176*** (0.035)	1.229*** (0.034)
シーズンダミー	あり	あり	あり	あり
ホームゲームダミー	あり	あり	あり	あり
疑似決定係数	0.36	0.36	0.46	0.39
観測値数	152	240	240	240

注1：紙面の制約から、オッズ比のみを表示している。

注2：括弧内はチームでクラスターされた頑健標準誤差を示している。また、*、**、そして***はそれぞれ統計的に10%、5%、そして1%有意であることを示している。

ではなく、本稿の分析サンプルにおいてホームアドバンテージは認められていない。

表3は年度ごとのサブサンプルで分析した結果である。パネルAは勝敗を被説明変数としたロジット回帰モデル、パネルBはセット取得数を被説明変数とした順序ロジット回帰モデルの結果である。年度のサブサンプルを用いた場合でも分析結果は安定しており、表2の結果は頑健であることが示されている。また、両モデルにおいてセット平均ブロック本数のオッズ比がやや上昇傾向にある点は興味深い。2016年度のサブサンプルの結果において、極端に大きなオッズ比が推定されていることに注意が必要であるが、表1のパネルBにおいて示されているように、セット平均ブロック本数が減少傾向にあることとは対照的である。

紙面の関係からは掲載は割愛しているが、他のサブサンプルの定義として春秋のシーズンごとの分析も実施したが、結果に大きな相違は見られなかった。さらに、分析結果の頑健性の確認として、対戦相手チームの性質をコントロールするために、対戦相手チームダミーをモデルに含めた分析も実施したが、結果に大きな変化は見られなかった。

IV. ま と め

本稿では計量経済学の手法を応用して、バレーボール競技における戦績の決定要因分析を実施した。戦績には勝敗とセット取得数を用いており、これらを被説明変数とした非線形回帰モデル（ロジット回帰モデルと順序ロジット回帰モデル）を採用した。分析のサンプルとしては、2014年度から2017年度までの関西大学バレーボール男子1部リーグ戦の計436試合を対象にしている。本稿では、バレーボール競技における4つのパフォーマンスとして、1) アタック、2) ブロック、3) サーブ、そして4) サーブレシーブの4つに着目し、分析を実施している。

分析の結果、バレーボール競技において、セット平均ブロック本数が最も戦績に影響を与えていることが明らかになった。また、セット平均ブロック本数は年々減少傾向にあるのとは対照的に、セット平均ブロック本数が戦績に及ぼす影響度は上昇傾向にあることが明らかになった。この結果はブロックに関する戦略の重要性が高まっていることを意味している。本稿で得られた結果は、より効果的なチーム運営を試みる指導者にとって有益な情報であり、バレーボール競技における平均的な"勝ちチーム像"を明らかにしている。

本稿では、パフォーマンス変数として4つの1) アタック、2) ブロック、3) サーブ、そして4) サーブレシーブに焦点を当てた。しかし、これらの変数以外にも多くの戦績に影響を与える変数が存在している。例えば、監督の年齢などの特徴やチームの平均身長、そしてレギュラーメンバーの学年などが考えられる。これらの含めた分析については今後の課題としたい。

V. 参考文献

- 1) 松本尚：バレーボールのチーム分析に関する研究—JVISを利用した関東大学女子3部リーグ戦からの検討—。育英短期大学研究紀要,23,33-43,2005
- 2) Mayforth,G：Coaching&Playing Volleyball, 82,12-15,2012
- 3) 箕輪憲吾：25点ラリーポイント制のバレーボールゲームに関する研究-ゲームにおける得点内容について、県立長崎シーボルト大学国際情報学部紀要, 3,129-136,2002
- 4) 光山秀行：バレーボールのチーム技術成績と戦略構想に関する事例報告-平成28年度関西1部春季、秋季リーグ戦のJVIMSデータを使用した分析-、バレーボール研究, 20,16-23,2018
- 5) 都澤凡夫・小川宏・黒後洋・大澤清二・軽部光男・朽堀中二・福原祐三・矢島忠明・孫正衛・後藤浩史：バレーボールのサイドアウトに関する研究(2)、筑波大学体育科学系運動学研究分野運動学研究, 5,105-108,1989
- 6) Peña, J., Rodriguez-Guerra, J., & Serra, N.: Which skills and factors better predict winning and losing in high-level men's volleyball?. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(9),2487-2493,2013
- 7) 佐藤文彦・渡辺啓太：バレーボールにおけるレセプションが試合の結果に及ぼす影響、バレーボール研究, 17,1-4,2015
- 8) 渡辺啓太・佐藤文彦：レセプションとアタックの成績との関係に関する検討、バレーボール研究, 18,40-45,2016
- 9) 米沢利広：バレーボールのゲーム分析 - チームパフォーマンスのBreak Even Pointについて、福岡大学体育学研究, 20-1 (2) ,121-131,1989