

バレーボールのゲーム分析  
～2009東海大学リーグを対象として～

An Analysis of Volleyball Games  
The Case of Tokai University Volleyball League in 2009

塚本 博之  
Hiroyuki TSUKAMOTO

斎藤 和美  
Kazumi SAITO

(平成22年10月6日受理)

6人制バレーボールは現在『ラリーポイント制』25点5セットマッチ（5セット目のみ15点）を採用している。従来の『サイドアウト制』15点5セットマッチから、スピードとスリリング（最後まで勝敗のわからない緊迫した状態）なゲーム展開を求めて1999年の改革であった<sup>1)</sup>。しかし一方で、“果たして本当にスリリングになったのか”という疑問を投げかけ、実際に検証した研究が数多く報告されている<sup>2)</sup>。筆者も同様の疑問を持ち、筆者の所属する『東海大学バレーボール連盟』の男女1部16チームについて、2009年秋季リーグ戦の公式記録（IF用紙）から検証した。また、ゲームに勝利するためには何点差をつけてリードしておけば良いかを、サイドアウト率と連続ポイント率からシミュレーションして算出した。その後、実際のゲームの得点状況から、あらゆる局面での勝率を算出し、シミュレーション値と比較した。最後にゲーム展開の中で勝敗を左右するポイントを明確にするために、逆転が起きたポイントを調査し、そのポイントがゲームのいつ頃出現しているかを調べ、ゲーム展開の傾向を探った。

結果、男子サイドアウト率は63.32%、連続ポイント率は36.68%だった。女子はサイドアウト率57.50%、連続ポイント率42.50%だった。いずれもナショナルチームと比較するとサイドアウト率は6～7%低かった。

サイドアウト率と連続ポイント率からのシミュレーションでは、20点取得時男子は4点差以上、女子は5点差以上で90%の勝利確率となった。25点に近づくにつれてその点差は小さくなり、24点取得時は男子2点差以上、女子3点差以上で90%の勝利確率となった。

実際のゲームデータから算出した全ての局面での勝率について、男子はシミュレーション値とほぼ同じ結果となった。女子はシミュレーション値よりも1点多く、20点以降23点までは5点差つけないと勝利が確定しないことがわかった。

逆転現象の起きた最終ポイントを集計した結果、男女とも序盤の8点までに約60%のゲームの勝負が決まっていたことがわかった。男子はゲームを通して序盤・中盤・終盤と、平均的に逆転現象が起きている。女子はゲームの終盤には大きな点差でも逆転は起きているが、その出現率は序盤に比べて10%以上低かった。

## I. はじめに

近代バレーボールは1999年の「サイドアウト制」から「ラリーポイント制」へのルール

変更で、大きな変貌を遂げた。それはゲームのスピード化と同時に、ラリーを取ったチームに点が入るという明瞭さ、観る者にとって「より分かりやすく」、「よりスリリングに」、といった思いが込められている。これはバレーボールを面白くするためのルール改正であり、観る者への配慮と言えよう。歴史を遡るとそういったルール改正は随所に見られる。1989年、ラリーの継続を目的としたサブブロックの禁止に始まり、同年第5セットのみラリーポイント制が採用された。1995年にはファーストプレーのダブルコンタクト許容により、オーバーハンドレシーブが積極的に取り入れられるようになった。さらに同年、膝下へのボールコンタクトが許容され、身体の中の部分でプレーしても良いことになり、故意に足を使ったプレーでラリーを継続することが可能となった。1998年にはリベロ制の導入により、守備の専門家であるリベロと後衛のどの選手とも自由に交代できることになり、よりラリーの続くゲーム展開となった。また同年、ネットインサーブも許容され、積極的にスパイクサーブを打つようになり、偶然性までも取り込んだ。さらに追い打ちを掛けるように、1999年の「ラリーポイント制」導入により、よりスリリングなゲーム的指向が高まったと言えよう<sup>3)</sup>。

そして2009年にはタッチネットの反則が緩和された<sup>4)</sup>。今までのレフリーやプレイヤーにしかわからなかったタッチネットの反則は、ゲームの進行を妨げるだけでなく、ゲーム自体の緊張感を削いでいた。「相手選手のプレーを妨害しなければ、多少のネットへの接触は緩和する」原則で、すべての観客にもわかる程までにその基準を下げた。これは大きな冒険であると思えた。なぜならバレーボールはネットを隔てて両チームが対峙するゲームであるから、相手選手との接触は基本的にはあり得ないのである。しかし、ネット付近は両チームの選手が全力でジャンプし攻防を繰り返す、コート内で唯一相手チームとの接点がある領域である。当然接触プレーもあり、足首や膝関節の靭帯損傷・脱臼・骨折など一番危険を伴う場が、ネット付近である。そのネットへの接触プレーの反則を緩和したのだから、導入当初、現場指導者としては素直に受け入れがたい改革であった。しかし観客にわからない程度のタッチネットは、選手の緊張感の断絶、ゲーム展開への影響、時には勝敗をも左右していたことは事実である。そう言った意味では「わかりやすさ」と「ゲームの流れやリズム」を重視した改革であると言えよう。昨今の社会事情・スポーツ事情を考慮すると、致し方ないとも思えるが、現場での混乱は解消されたとはいきれない現状であることは確かである。また、これらの改正はすべてプレーの継続、バレーボール本来の面白さを損なわないようにという配慮の下に成り立っている。

このように近代バレーボールは時代の流れとともに、そのゲーム様式は大きく様変わりしてきた。特に1999年の「ラリーポイント制」導入は、バレーボールのゲーム展開を根本から見直すべきルール改正であると考えている。従ってこのラリーポイント制におけるゲーム構造の変化については、多くの研究者が分析結果を報告している。筆者も1999年、「ラリーポイント制導入によるゲームプランの変化」<sup>5)</sup>の中でその1部を明らかにしてきたが、その後さらに多岐にわたる角度からゲーム分析がなされている。代表的な報告はゲーム展開のシミュレーション値とゲーム中の実際の得点差から勝率を予測した米沢らによる『バレーボールゲームにおける勝敗の予測』(2000)<sup>6)</sup>や、得点傾向と勝敗の関係を分析した黒後らによる『ラリーポイント制によるバレーボールゲームの得点傾向について』(2000)<sup>7)</sup>、さらにはゲーム後半の得点差からセット取得確率を算出し、サイドアウト制と比較した小

川らによる『ラリーポイント制では何点差で勝負が決まるか—世界トップレベルにおける勝利確率の理論値と実際—』(2000)<sup>8)</sup>などである。その中でも筆者が着目した研究は、2005年バレーボール研究第7号で報告された小川・黒後による『ラリーポイント制によるバレーボールゲームの勝利確率について』(以下、小川研究とする)<sup>9)</sup>である。小川研究はWorld Cup Volleyball '03とWorld Cup Volleyball '99を研究対象としており、ナショナルチームの得点傾向をシミュレーションし、各得点での勝利確率を算出している。その結果、「平均サイドアウト率は男子69.3%、女子64.9%であること。20点以降、男子では3点差、女子では4点差をつけていれば90%以上の確率でセット取得可能である」ことを明らかにした。その後、高根・河合らが、静岡県の高등학교レベルでの比較検討をおこない、「POINT率(以下、PO率)・SIDE-OUT POINT率(以下、SOP率)の差はやや接近するが、それでもレセプションサイド(サーブプレッシュサイド)に得点の優位性が認められる」ことを検証した<sup>10)</sup>。さらに「一般的にラリーポイントシステムにおける勝負どころは終盤(18~20点以降)であるといわれているが<sup>11)</sup>、高校レベルではむしろ序盤にあり、序盤でリードを奪うことが有効である」<sup>12)</sup>と、結論づけている。

## II. 目的

バレーボールのラリーポイントシステムのゲーム構造を明らかにすることにより、ゲームに勝利するためのゲームプランがより明確化されてくる。そこで筆者は、この研究の目的として、筆者の所属する「東海大学バレーボール連盟のリーグ戦においても、トップレベルや高校生同様に、同じ点差で勝利が決定しているのか」を検証することとした。そして、そのゲーム構造を明らかにすることを目的とした。さらにPO率とSOP率を算出し、ゲーム展開をシミュレーションすることにより、大学バレーの特徴を明確化する。また、実際の得点を基にしたゲーム展開との差を分析することで、今後のゲーム展開を予測し、事前に対応策を講じることも可能になると考えている。

## III. 方法

### 1. 研究の対象

#### 東海大学バレーボール連盟について

全日本大学バレーボール連盟に所属し、日本国内を9地方に分けた下記に示す地方連盟のひとつである。参考までに所属チーム数も併せて示した<sup>13)</sup>。

(2010年4月現在)

・北海道大学バレーボール連盟	男子	20校	・女子	17校
・東北大学バレーボール連盟	男子	41校	・女子	35校
・関東大学バレーボール連盟	男子	122校	・女子	103校
・北信越大学バレーボール連盟	男子	21校	・女子	25校
・東海大学バレーボール連盟	男子	46校	・女子	53校
・関西大学バレーボール連盟	男子	67校	・女子	71校
・中国大学バレーボール連盟	男子	31校	・女子	36校

- ・四国大学バレーボール連盟 男子 14校・女子 17校
- ・九州大学バレーボール連盟 男子 49校・女子 44校

なお今回の分析対象大学は、全国9分割の地方連盟のひとつ、東海大学バレーボール連盟所属の男子46校・女子53校のうち、2009年度秋季1部リーグの以下に示す男子8校・女子8校とした。

男子 愛知大学	女子 中京大学
中京大学	愛知学院大学
静岡産業大学藤枝校舎	東海学院大学
名城大学	静岡産業大学
朝日大学	中京女子大学
鈴鹿国際大学	鈴鹿国際大学
静岡産業大学	愛知教育大学
愛知産業大学 計8校	静岡産業大学藤枝校舎 計8校

調査対象のゲーム数・セット数は、男女とも各チーム総当たり7試合、合計28試合および上位リーグ4チーム総当たり6試合、下位リーグ4チーム総当たり6試合、合計40試合、男子154セット、女子146セット。これらの公式記録用紙（IF用紙）をもとに筆者の作成したPOINT-SEAT（付録 以下、PS）を活用し、以下の手順により分析した。

## 2. 研究の手順

- 1) 1セットにつき1枚のPSを作成し、横軸を勝利チーム、縦横軸を敗者チームとして、得点の分布表を作成する。図1に示すとおり、勝利チームが連続得点すると右方向に、敗者チームが連続得点すると下方向に、サイドアウトでは右下方向に「1」をプロットしていく。この作業をセット終了までおこなう。バレーボールの得点はすべて、サービスサイドの連続得点（PO）とレセプションサイドのサイドアウトポイント（SOP）のいずれかに分類される。したがって1セット終了後にサイドアウト数をカウントし、両チームの合計得点から減算することにより、セット毎のPOとSOPを算出する。なお、表中の「s」はサービスサイドを「r」はレセプションサイドを示す。

また、表計算ソフトにはMicrosoft社のExcel 2007を用いた。

バレーボールのゲーム分析

敗者 愛産 点 22	勝者																												
	藤枝 点 25					合計 47					SOP 30					PO 17													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15													
0	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	
1	r	1																											
2	s																												
3	r																												
4	s																												
5	r																												
6	s																												
7	r																												
8	s																												
9	r																												
10	s																												
10	r																												

図1. POINT-SEATの記入例

2) 次に男子154シート、女子146シートのセルの総和を算出し、図2・図3に示した。その後、男女別のPO率、SOP率を算出した。

敗者 点 2977	勝者																											
	点 3785					合計 4282					SOP 2480					PO 63324												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15												
0	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r
1	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

図2. PSの総和 (男子154 SEAT)



表 1. 男子シミュレーションの算出例

B \ A		0		1		2		3		4		5		6		7	
		s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r	s	r
0	s	100		36.7		13.5		4.9		1.8		0.7		0.2		0.1	
	r																
1	s		63.3		23.2		8.5		3.1		1.1		0.4		0.2		0.1
	r			40.1		29.4		16.2		7.9		3.6		1.6		0.7	
2	s			23.2		33.9		21.7		11.4		5.4		2.5		1.1	
	r				14.7		26.9		23.6		15.9		9.3		4.9		2.5
3	s				8.5		21.7		25.0		19.1		12.0		6.8		3.5
	r					5.4		15.8		21.6		20.0		15.0		9.8	

4) また、PSの総和（図2・図3）にすべての局面の勝敗が明確に示されたので、これを基にそのすべて局面のセット取得率を算出した。方法は、図3から0-0では最終的にサブサイドが勝利したセットが81セット、レセプションサイドが勝利したセットが65セットなので、0s-0rの勝率は55.5%となる。同様に4s-2rのケースでは、図3から勝利セットは28セット、敗セットは30セットであるから、その勝率は48.3%となる。このような計算を繰り返し、24-24まで実際値での勝率を算出した。なお、縦軸にサービスサイドを、横軸にはレセプションサイドを固定した。

表 2. 女子の実際値勝率算出例

score	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	55.5												
1	54.1	53.2	50.0	29.4	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
2	62.7	57.0	54.7	44.1	22.7	22.2	33.3	0.0	0.0	0.0			
3	74.3	68.1	45.3	50.0	58.3	33.3	33.3	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	77.8	83.3	48.3	55.0	54.5	50.0	41.7	47.4	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0
5	100	77.8	68.2	51.2	57.6	56.8	43.5	41.9	41.2	13.3	0.0	0.0	0.0

5) ゲーム展開の中では試合開始直後から終始リードを保ち逃げ切るケースと、逆転して勝利を収めるケースが考えられる。もしくは複数の逆転劇が繰り返し広げられるゲームも想定される。このような様々なゲーム展開が想定される中で、勝利を確定的にしているポイントはどこなのかを明らかにするために、最終逆転ポイント（勝利ポイント）はゲーム中、いつ出現しているのかを調査した。これをまとめてグラフ化することで、ゲームの「勝負所」といわれる分岐点が明確になると考える。

#### IV. 結果と考察

##### 1. PO率とSOP率

2009年秋季東海1部リーグ男子40試合、154セットの総得点は6762点、POは2480点、SOPは4282点であった。したがって、サブからの連続得点の確率（ポイント率・PO率）は36.68%（2480/6762）、レセプションからの得点率（サイドアウト率・SOP率）は63.32%（4282/6762）となった。World Cup Volleyball '03男子大会における上位8チーム総

当たりリーグ28試合のPO率は30.73%、SOP率は69.27%だった<sup>14)</sup>。'99男子大会のPO率30.6%、SOP率69.4%<sup>15)</sup>とほぼ同じである。高根研究でまとめた静岡県の高校カテゴリーでのPO率は43.54%、SOP率は56.46%<sup>16)</sup>、静岡県の大学カテゴリーではPO率42.45%、SOP率57.55%だった<sup>17)</sup>。

2009年秋季東海1部リーグ女子40試合、146セットの総得点は6263点、POは2662点、SOPは3601点であった。したがって、サーブからの連続得点の確率（ポイント率・PO率）は42.50%（2662/6263）、レセプションからの得点率（サイドアウト率・SOP率）は57.50%（3601/6263）となった。ワールドカップバレー'03女子大会における上位8チーム総当たりリーグ28試合のPO率は35.07%、SOP率は64.93%だった<sup>18)</sup>。'99女子大会ではPO率36.7%、SOP率63.3%<sup>19)</sup>とPO率が約1.6%高くなったが、有意差は見られなかった。高根研究でまとめた静岡県の高校カテゴリーでのPO率は46.64%、SOP率は53.36%<sup>20)</sup>、静岡県の大学カテゴリーではPO率52.18%、SOP率47.82%だった<sup>21)</sup>。

カテゴリー別、性別にそれぞれPO率、SOP率を表3に示した。男子についてはカテゴリーレベルが高くなるほどSOP率も高くなる傾向がある。女子にも同様の傾向は見られたが、静岡県の大学については47.82%と、例外的なSOP率であった。これは新規加入チームがあったため、SOP率が際だって低かったと高根研究では推測している<sup>22)</sup>。東海大学連盟のSOP率を世界のトップレベルと比較すると、男女とも約6%低い。この結果から、バレーボールのゲームレベルといわれるものは、SOP率と何らかの関係が有りそうだと推察される。ゲームレベルを数値化して比較することは非常に困難であるが、今後の課題として研究を進めていきたいと考えている。また、同じカテゴリーで男女のSOP率を比較すると、男子が6%ほど高い。攻撃重視型の男子と守備重視型的女子という違いが、この6%と解釈することが出来るだろう。

表3. カテゴリー別のPO率・SOP率

		'99W-Cup	'03W-Cup	'09東海大学	'09静岡県大学	'09静岡県高校
男子	PO率(%)	30.6	30.73	*** 36.68	*** 42.45	*** 43.54
	SOP率(%)	69.4	69.27	63.32	57.55	56.46
女子	PO率(%)	36.7	35.07	*** 42.5	*** 52.18	*** 46.64
	SOP率(%)	63.3	64.93	57.5	47.82	53.36

\*\*\* p&lt;0.05

## 2. シミュレーションによる勝利確率

シミュレーションによる勝利確率は表4（男子）、および表5（女子）のようになった。縦軸をサービスサイド、横軸をレセプションサイドと固定した。比較対象とするために小川研究同様、勝利確率が10%以下、および90%以上をグレーの網掛け部分で示した。<sup>23)</sup>さらにこの網掛け部分は勝敗がほぼ確定的な状況であると定義した。網掛けのない部分、すなわち白い部分は勝利確率が10%~90%であり、まだ勝敗が確定していないことを示唆している。この部分は、男女ともゲーム終盤に差し掛かるにつれて狭くなり、小さな点差でもセット取得出来ることを意味している。また、女子は男子よりも白い部分が広いので、男子よりも多い点差でも逆転可能であることがわかった。

これら逆転可能な点差を、ゲームの進行により3つのゾーンに分けた。3つのゾーンと

バレーボールのゲーム分析

は0～8点を序盤、9～16点を中盤、17～24点を終盤とした。序盤については相手をほぼゼロ点に抑えないと90%以上の勝率は得られないことがわかった。中盤と終盤は、それぞれ得点差との間に何らかの関連性を求めるため、折れ線グラフで表し、併せて回帰直線も算出した。(図4・図5) 中盤の男子は5点から7点差、女子は6点から8点差で、勝利が確定的となる。回帰直線は男子 $y = -0.2262x + 8.7204$ 、女子は $y = -0.1786x + 8.8571$ となり、傾きは男子の方が大きく、終盤に向けて点差が少なくなることがわかる。R<sup>2</sup>乗値も男子0.7474、女子0.7143と高い相関を示した。終盤男子の得点は2点から5点差であった。女子は3点から6点差であり、男子より1点ずつ多かった。回帰直線は、男子 $y = -0.4048 + 12.048$ 、女子 $y = -0.4167 + 12.917$ であった。男子は傾きが約1.8倍になり、終盤の得点差は中盤よりも勝敗に大きく関与していることがわかり、終盤の1点の重みを感じられた。これは女子にはさらに強く表れ、中盤の傾き $-0.1786$ から終盤は $-0.4167$ と、約2.3倍になった。また、R<sup>2</sup>乗値も男子0.9175、女子0.9259と中盤よりもさらに高い相関を示していた。

表4. シミュレーションによる勝利確率 (男子)

score	Reception																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	48.4																								
1	55.9	48.4																							
2	63.4	56.1	48.4																						
3	70.6	63.7	56.2	48.4																					
4	77.1	71.0	64.0	56.4	48.4																				
5	82.9	83.4	71.4	64.3	56.5	48.4																			
6	87.7	88.3	78.2	71.9	64.7	56.7	48.4																		
7	91.6	92.1	84.0	78.8	72.4	65.1	56.9	48.4																	
8	94.5	95.0	88.9	84.7	79.4	73.0	65.5	57.1	48.4																
9	96.6	97.0	92.6	89.5	85.3	80.0	73.5	65.9	57.3	48.4															
10	98.0	98.3	95.4	93.2	90.1	86.0	80.7	74.2	66.4	57.5	47.9														
11	98.9	99.1	97.3	95.8	93.7	90.8	86.7	81.5	74.9	66.9	57.8	47.9													
12	99.5	99.6	98.5	97.6	96.3	94.3	91.4	87.5	82.3	75.6	67.5	58.1	47.9												
13	99.8	99.8	99.3	98.8	98.0	96.7	94.9	92.1	88.3	83.1	76.4	68.1	58.4	47.9											
14			99.7	99.4	99.0	98.3	97.2	95.4	92.9	89.2	84.1	77.3	68.8	58.7	47.9										
15				99.7	99.5	99.2	98.6	97.6	96.0	93.6	90.1	85.1	78.3	69.6	59.2	47.9									
16					99.8	99.6	99.3	98.8	98.0	96.6	94.4	91.1	86.2	79.4	70.5	59.6	47.9								
17						99.9	99.7	99.5	99.1	98.4	97.2	95.2	92.1	87.4	80.7	71.6	60.2	47.9							
18							99.9	99.8	99.6	99.3	98.7	97.7	96.0	93.2	88.7	82.1	72.8	60.9	48.4						
19								99.9	99.9	99.8	99.5	99.1	98.3	96.8	94.3	90.1	83.7	74.3	61.7	48.4					
20									99.9	99.9	99.7	99.4	98.7	97.6	95.4	91.7	85.6	76.1	62.8	48.4					
21										99.9	99.8	99.6	99.2	98.3	96.6	93.4	87.8	78.4	64.3	48.4					
22											99.9	99.8	99.6	99.2	98.3	96.6	93.4	87.8	78.4	64.3	48.4				
23												99.9	99.8	99.6	99.2	98.3	96.6	93.4	87.8	78.4	64.3	48.4			
24													99.9	99.8	99.6	99.2	98.3	96.6	93.4	87.8	78.4	64.3	48.4		

表5. シミュレーションによる勝利確率 (女子)

score	Reception																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	48.4																								
1	55.8	48.4																							
2	62.4	55.9	48.4																						
3	68.9	62.7	56.1	48.4																					
4	74.9	69.2	63.0	56.2	48.4																				
5	80.3	75.4	69.7	63.3	56.3	48.4																			
6	85.1	80.9	75.9	70.1	63.6	56.5	48.4																		
7	89.1	85.7	81.5	76.4	70.6	63.9	56.7	48.4																	
8	92.4	89.7	86.3	82.1	77.0	71.1	64.3	56.9	48.4																
9	94.9	92.9	90.3	86.9	82.7	77.7	71.6	64.7	57.1	48.4															
10	96.7	95.3	93.4	90.9	87.6	83.4	78.3	72.2	65.2	57.3	48.4														
11	98.0	97.1	95.8	93.9	91.5	88.3	84.2	79.0	72.9	65.7	57.6	48.4													
12	98.9	98.3	97.4	96.2	94.5	92.1	89.0	85.0	78.8	73.6	66.2	57.5	48.4												
13	99.4	99.1	98.5	97.8	96.6	95.0	92.8	89.8	85.8	80.7	74.3	66.8	58.2	48.4											
14	99.7	99.5	99.2	98.8	98.1	97.1	95.6	93.5	90.6	88.7	81.6	75.2	67.5	58.5	48.4										
15	99.9	99.8	99.6	99.4	99.0	98.4	97.5	96.1	94.2	91.4	87.6	82.6	76.1	68.2	58.9	48.4									
16	99.9	99.9	99.8	99.7	99.5	99.2	98.7	97.9	96.7	94.9	92.3	88.7	83.7	77.2	69.1	59.4	48.4								
17			99.9	99.9	99.8	99.6	99.4	99.0	98.3	97.2	95.6	93.2	89.8	84.9	78.4	70.1	59.9	48.4							
18				99.9	99.9	99.7	99.5	99.2	98.7	97.8	96.4	94.2	91.0	86.3	79.8	71.2	60.6	48.4							
19					99.9	99.9	99.8	99.7	99.4	99.0	98.3	97.1	95.2	92.2	87.8	81.4	72.6	61.4	48.4						
20						99.9	99.9	99.8	99.6	99.3	98.8	97.8	96.2	93.6	89.5	83.2	74.3	62.5	47.9						
21							99.9	99.9	99.8	99.6	99.2	98.5	97.2	95.0	91.3	85.5	76.5	63.9	47.9						
22								99.9	99.9	99.8	99.5	99.1	98.2	96.5	93.5	88.2	79.4	65.8	47.9						
23									99.9	99.9	99.8	99.5	99.1	98.2	96.5	93.5	88.2	79.4	65.8	47.9					
24										99.9	99.9	99.7	99.2	98.1	95.6	89.6	75.6	62.2	47.9						

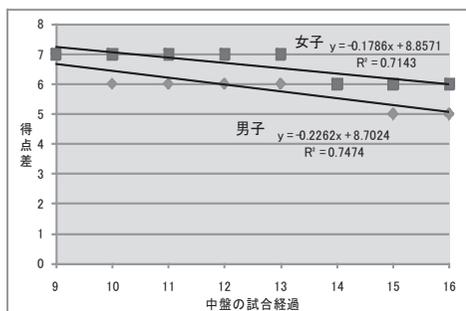


図4. 勝利確定の得点差（中盤）

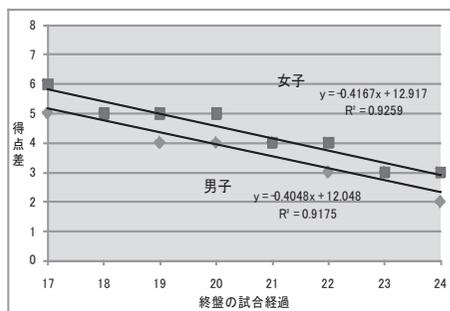


図5. 勝利確定の得点差（終盤）

### 3. 実際値による勝利確率

実際のゲームデータであるPSの総和（図2・図3）を基に勝利確率を求め、表6、表8に示した。シミュレーション値と同様に勝利確率が10%以下、および90%以上をグレーの網掛け部分で示した。

男子は24点のセットポイント取得時、2点差をつけていれば100%の確率でセットを取得していた。また、シミュレーションでも91.5%であり、ほぼ同じ結果であった。11点以前は5～6点差、12～21点では4～5点差、22～23点では3点差で、勝利が確定していた。やはりシミュレーション時と同様の傾向を示し、実際値においても終盤に差し掛かるにつれて少ない得点差で勝利が確定していくことがわかった。この実際値とシミュレーション値との勝利確定の点差を表7に示した。なお、シミュレーション値と実際値の点差に違いがある場合には網掛けで表示した。この表を見ると、終盤では20点時にシミュレーションでは4点差で勝利が確定していたが、実際値では5点差となった。これを除けばシミュレーション値と実際値との勝利確定点差は同じであった。中盤では11点時と15点時は双方とも、それぞれ6点、5点と同じ点差であったが、それ以外はすべて実際値が1～2点少ない点差となった。理論上では逆転の可能性があっても、実際のゲーム中ではそれ以外の要素がこの1～2点差に影響していると推測される。この勝利の可能性を低くしていると思われる要素には、メンタルな部分が強く関与していると推測される。

表 6. 実際値による勝利確率 (男子)

		Reception																								
score		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S e r v e	0	46.1																								
	1	59.1	47.3	38.1	28.6	16.7	25.0	0.0																		
	2	67.6	55.8	53.2	39.0	7.7	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0															
	3	76.9	74.5	53.2	51.7	38.1	30.0	0.0	22.2	0.0	0.0															
	4	83.3	95.8	63.8	53.3	42.6	48.4	25.0	42.9	7.1	0.0	16.7	0.0													
	5	83.3	94.1	79.3	56.3	38.9	63.8	48.4	42.1	18.8	25.0	9.1	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0									
	6	100	100	88.2	67.6	52.6	55.3	53.7	52.2	34.5	41.7	10.5	9.1	16.7	0.0	0.0	0.0									
	7		100	84.6	75.0	71.0	62.2	63.4	48.1	42.4	41.7	13.3	21.1	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
	8		100	100	89.5	73.1	66.7	63.6	73.5	44.1	40.6	20.0	27.8	10.5	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0		
	9		100	100	91.7	79.2	82.4	72.4	75.8	64.7	50.9	21.2	44.4	16.7	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	
	10				90.0	83.3	90.5	82.4	80.0	71.1	57.1	48.1	30.0	24.0	28.6	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	
	11				100	90.0	92.3	85.7	85.0	68.0	82.4	63.0	37.9	33.3	39.1	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0
	12					100	88.9	100	90.5	94.1	70.0	70.0	48.1	48.1	39.3	32.0	13.3	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	
	13					100	100	100	94.1	100	73.9	81.8	63.3	53.3	47.9	41.7	36.8	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	14					100	100	100	100	100	94.7	95.0	64.0	65.2	66.7	47.9	30.4	31.8	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15					100	100	100	100	100	100	100	83.3	75.0	69.2	67.6	36.1	45.0	16.7	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16						100	100	100	100	100	100	90.9	94.1	60.0	76.2	55.6	48.4	41.2	38.9	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	17						100	100	100	100	100	100	100	100	75.0	87.0	60.0	67.7	36.9	47.8	17.6	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	18						100	100	100	100	100	100	100	100	100	82.4	76.0	65.2	68.0	40.6	40.0	23.5	7.7	0.0	0.0	0.0
	19						100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92.3	77.8	61.1	56.7	52.6	36.8	23.8	5.9	0.0	0.0
	20							100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	88.0	85.7	68.0	68.0	50.9	34.6	10.0	0.0	0.0
	21							100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93.8	78.3	79.2	50.0	63.8	27.8	4.5	8.3	
	22								100	100	100	100	100	100	100	100	100	93.3	94.7	79.2	72.7	42.1	12.5	15.8		
	23									100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92.9	85.7	85.0	27.1	16.7	
24										100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93.3	92.6	100	84.2	46.2		

表 7. 勝利確定の点差 (男子)

	中 盤								終 盤							
得 点	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
シミュレーション	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	3	3	2
実 際 値	6	5	6	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	3	3	2

女子については24点のセットポイント時の勝利確定点差は、シミュレーション値と実際値とも同様で3点であった。しかし、23点以前は5～7点の点差をつけないと勝利が確定していないことがわかった。したがって表9に示すとおり、シミュレーション値とは大きく異なり、終盤になっても勝利確定ポイントの点差は小さくならない。中盤の実際値はシミュレーション値よりも1点少ない。これは男子と同じ傾向であり、逆転可能性レベルが低いことを示唆する。逆に終盤はシミュレーション値よりも1点多く、逆転の可能性レベルが高い。このデータからは、女子のゲームは最後の最後まで勝敗がわからないゲーム展開であり、勝利確定までは気が抜けない接戦が多かったと推察される。今後はさらにサンプルデータを増やして、この仮説の証明をしていきたい。

表 8. 実際値による勝利確率 (女子)

score	Resepion																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	55.6																								
1	54.1	53.2																							
2	62.7	57.0	54.7																						
3	74.3	68.1	45.3	50.0	58.3	33.3	33.3	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0													
4	77.8	83.3	48.3	55.0	54.6	50.0	41.7	47.4	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0										
5	100	77.8	68.2	51.2	57.6	56.8	43.5	41.9	41.2	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
6	100	83.3	73.1	65.6	64.7	40.5	66.7	48.6	38.9	25.0	44.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
7	100	100	78.6	73.1	65.7	60.0	60.0	57.6	42.3	40.0	17.6	33.3	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
8	100	100	100	94.1	65.2	71.4	66.7	51.5	47.9	40.0	35.3	41.2	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9		100	100	100	83.2	70.4	72.7	56.5	61.1	45.6	40.9	50.0	60.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10			100	100	100	77.8	84.6	55.6	67.9	63.6	74.4	42.9	21.1	36.8	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11				100	100	100	100	72.2	72.2	73.9	67.9	51.9	56.8	35.0	40.9	31.6	28.6	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12					100	100	100	100	91.7	84.6	55.0	85.2	64.0	73.9	64.8	36.0	25.0	33.3	0.0	7.7	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0
13						100	100	100	100	100	62.5	66.7	75.0	86.2	35.7	58.8	43.5	31.6	16.7	22.2	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0
14							100	100	100	100	86.7	66.7	81.0	84.6	63.6	58.8	55.6	50.0	15.0	21.4	22.2	0.0	8.3	0.0	0.0
15								100	100	100	100	100	75.0	82.4	81.5	68.2	61.1	52.9	45.0	7.7	33.3	0.0	0.0	10.0	0.0
16									100	100	100	100	92.9	91.7	83.3	81.8	63.2	52.9	50.0	38.9	27.3	20.0	20.0	11.1	0.0
17										100	100	100	100	88.2	91.7	78.6	94.4	57.9	50.0	76.9	37.5	23.1	27.3	20.0	0.0
18											100	100	100	100	100	77.8	84.2	84.6	73.9	53.8	58.8	33.3	22.2	20.0	7.1
19												100	100	100	100	100	76.5	83.3	83.3	70.6	44.4	22.2	25.0	20.0	0.0
20													100	100	100	85.7	88.9	100	100	89.5	86.7	92.9	75.0	66.7	41.7
21														100	100	100	90.9	100	92.3	87.5	72.7	86.7	58.3	53.8	29.4
22															100	100	100	100	90.9	100	80.0	83.2	85.7	64.3	66.7
23																100	100	100	100	100	100	100	100	100	87.5
24																	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 9. 勝利確定の点差 (女子)

得点	中 盤								終 盤							
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
シミュレーション	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	4	4	3	3
実際値	6	6	6	6	6	7	6	5	5	6	5	6	5	5	5	3

4. 逆転現象の出現

シミュレーション値および実際値を比較することにより、ゲームのどの時点で何点差があれば勝利が確定するかがわかった。それでは実際のゲームでは、ゲームのどの時点で勝利が確定しているのかを明らかにするために、表10・表11に示すように、勝利チームの得点を基準として何点で逆転現象が起きているかを調べた。また逆転現象が複数回あった場合には、最終逆転が起こった勝利チームの得点を逆転ポイントと定義した。得点ゼロは逆転現象が起きず、最初の1点を取得したチームがそのままリードし、セットを取得したことを示す。また、ゲームを5点刻みの5分割と8点刻みの3分割にして、それぞれのゾーンを比較検討した。3分割については、逆転が無い55セットと26点以降のジュースを含めた5つのゾーンについて円グラフに表し (図6・図7)、その出現状況をわかりやすくした。

男子は、逆転現象が起きずに終始リードして勝利を取めたセットは、154セット中55セット、35.7%あった。5分割にすると、0～5点は13.0%、6～10点は13.0%、11～15点は11.7%、16～20点は13.0%、21～25点は12.3%と、それぞれのゾーンに有意差はみられず、ほぼ平均化していた。3分割では序盤(0～8点)22.1%、中盤(9～16点)17.5%、終盤(17～25点)23.4%であった。序盤と終盤については若干終盤の逆転出現率が高かったが、これも有意差はみられなかった。中盤については序盤・終盤と比較すると有意差が確認され (F(238,72)=1.43,p<.05)、逆転現象が起きにくかったことがわかった。先行逃げ切りの35.7%と序盤逆転の22.1%を合わせた57.8%、約6割が8点以前の序盤で勝敗が決していることがわかった。

表10. 最終逆転の出現 (男子)

得点	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	合計	
出現数	55	0	5	3	5	7	4	6	4	4	2	1	2	7	2	6	3	2	4	6	5	7	4	4	3	1	1	1	0	0	154	
%	35.7	0	3	2	3	5	3	4	3	3	1	1	1	5	1	4	2	1	3	4	3	5	3	3	2	1	1	1	0	0	100	
5分割	35.7	13.0					13.0					11.7					13.0					12.3					1.3					100
3分割	35.7	22.1						17.5						23.4						1.3						100						

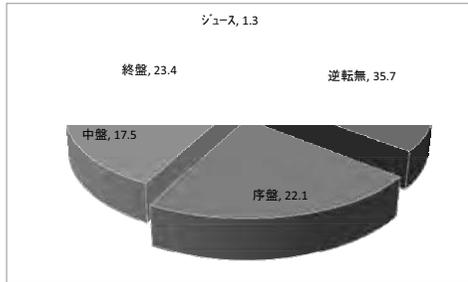


図6. 逆転現象の出現率 (男子)

女子については、逆転現象が起きずに終始リードして勝利を収めたセットは、146セット中44セット、30.1%あった。(表11) 5分割にすると、0～5点は16.4%、6～10点は17.1%、11～15点は12.3%、16～20点は7.5%、21～25点は11.6%と、男子と比べてそれぞれのゾーンに散らばりがみられた。特に16～20点の7.5%は際だって低く、15点以前の逆転率とは有意差がみられた ( $F(258,36)=1.72, p<.05$ )。3分割では序盤28.1%、中盤19.2%、終盤17.8%であった。中盤と終盤について有意差は見られなかった。序盤については中盤・終盤と比較すると有意差が確認され ( $F(58,236)=1.56, p<.01$ )、逆転現象が起きやすいことがわかった。先行逃げ切りの30.1%と序盤逆転の28.1%を合わせた58.2%は男子の57.8%とほぼ同じで、女子も約6割が8点以前の序盤で勝敗が決していることがわかった。

表11. 最終逆転の出現 (女子)

点数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	合計
出現数	44	0	11	5	4	4	6	6	5	3	5	3	7	1	4	3	2	2	2	3	2	0	4	3	6	4	4	0	2	0	0	0	1	146
%	30.1	0	8	3	3	3	4	4	3	2	3	2	5	1	3	2	1	1	1	2	1	0	3	2	4	3	3	0	1	0	0	0	1	100
5分割	30.1	16.4					17.1					12.3					7.5					11.6					4.8					100		
3分割	30.1	28.1						19.2						17.8						4.8						100								

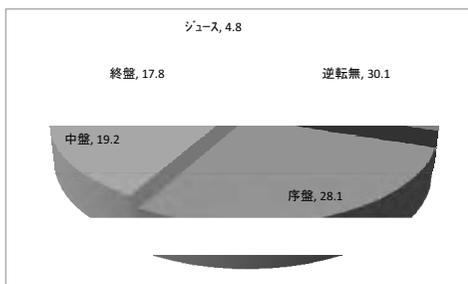


図7. 逆転現象の出現率 (女子)

## V. まとめ

本研究では東海大学バレーボール1部リーグ男子40試合154セット、女子40試合146セットを対象にゲームの勝利確率を算出することを目的とした。その結果、以下の知見が得られた。

1. 男子総得点は6762点、そのうちサーブからの連続得点は2480点、レセプションからのサイドアウトは4284点であった。したがってPO率は36.68%、SOP率は63.32%となった。これは'99W-Cup・03' W-Cupと比較すると、約6ポイント高かった。

女子総得点は6263点、そのうちサーブからの連続得点は2662点、レセプションからのサイドアウトは3601点であった。したがってPO率は42.50%、SOP率は57.50%となった。男子同様に'99W-Cup・03' W-Cupと比較すると、やはり6~7%高い数値となった。

また、男女のSOP率を比較すると、攻撃力に優位である男子が約6%高かった。

2. PO率、SOP率からセット取得までをシミュレーションした結果、小川らによる先行研究同様に、終盤に近づくにつれて少ない点数で勝敗が決定している事がわかった。具体的には男子は20点取得時に4点差以上、女子は5点差以上をつけて、90%以上の勝利確率となる。21点取得時は男女とも4点差、22点取得時は男子3点差女子4点差、23点取得時は男女とも3点差、24点取得時は男子2点差女子3点差で90%以上の勝利確率となった。

特に17点以降のゲーム終盤では、その回帰直線（男子 $y = -0.4048 + 12.048x$ 、女子 $y = -0.4167 + 12.917x$ ）から試合経過と得点差との間に高い相関が認められた。

3. 実際に起こったケースから、PSを使ってすべての局面での勝敗についてまとめ、シミュレーション値と比較した。男子については、終盤はシミュレーション値とほぼ同じ得点差となり、終盤になるにつれて小さな得点差で勝敗が決していた。9~16点までの中盤では、シミュレーション値と同じか1~2点少ない傾向が強かった。理論的には90%以上の勝利確率であっても、実際には60~80%であった。

女子について、中盤以降シミュレーションと同じ得点差は15点、19点、24点の3ポイントのみであった。24点の3点差を除けば、その他は5~7点までが横ばい状態であり、女子の中盤以降は得点に関係なく、逆転の可能性があることがわかった。

4. 逆転現象の起こった最終ポイントを、勝利確定ポイントとして男女別にまとめた。男子は先取点を取って、そのまま逃げ切ったセットは154セット中55セットで35.7%だった。セットを3分割した8点以内の序盤の22.1%と合わせると57.8%、約6割が序盤で勝負が決していたことがわかった。また、勝利確定ポイントは終盤に多く出現し、全体の23.4%を占めていた。

女子は逆転が無かったセットは146セット中30.1%の44セットだった。3分割の序盤の勝利確定ポイントと合わせると58.2%であり、男子同様約6割が8点以内に勝ち切っていたことがわかった。

今回東海大学バレーボールリーグの得点推移を分析し、そのゲーム構造を明らかにした。男子についてはシミュレーション値と実際値とも大きな差は認められず、ゲーム構造もナ



引用・参考文献

- 1) 6人制バレーボール競技規則1999年度版：財団法人日本バレーボール協会、p.35
- 2) バレーボールにおけるラリーポイント制とサイドアウト制の違いについての研究：吉田康伸他、法政大学体育・スポーツ研究センター紀要第25巻、p.37、2007
- 3) Volleypediaバレーペディア：日本バレーボール学会編集委員会、日本文化出版、pp.90-91、2010
- 4) 6人制バレーボール競技規則2009年度版：財団法人日本バレーボール協会、p.50
- 5) バレーボールのゲーム分析－ラリーポイント制導入によるゲームプランの変化－：塚本博之、静岡産業大学国際情報学部研究紀要、第2巻、pp.147-157、2000
- 6) バレーボールにおける勝敗の予測－大学女子バレーボールチームについて－：米沢利広他、バレーボール研究第2巻第1号、pp.29-35、2000
- 7) ラリーポイント制によるバレーボールの得点傾向について：黒後洋他、群馬栃木保健体育学研究第16号、pp.15-19、2000
- 8) ラリーポイント制では何点差で勝負が決まるか－世界トップレベルにおける勝利確率の理論値と実際－：小川宏他、バレーボール研究第2巻第1号、p.66、2000
- 9) ラリーポイント制によるバレーボールの勝利確率について－シミュレーション値と実際値の比較から－：小川宏他、バレーボール研究第7巻第1号、pp.7-13、2005
- 10) バレーボールのラリーポイントシステムにおける得点に関する一考察－大学チームの静岡県大会（2009年度）を対象にして－：高根信吾、富士常葉大学研究紀要第10号、pp.55-86、2010
- 11) バレーボールのメンタルマネジメント：遠藤俊郎、大修館書店、p.107、2007
- 12) バレーボールのラリーポイントシステムにおける得点に関する一考察－高校チームの静岡県大会を対象にして－：高根信吾他、バレーボール研究第11巻第1号、p.41、2009
- 13) 全日本大学バレーボール連盟HP：<http://www.volleyball-u.com/>
- 14) ラリーポイント制によるバレーボールゲームの勝利確率について－シミュレーション値と実際値の比較から－：小川宏他、バレーボール研究第7巻第1号、p.8、2005
- 15) ラリーポイント制によるバレーボールゲームの勝利確率について－シミュレーション値と実際値の比較から－：小川宏他、バレーボール研究第7巻第1号、p.9、2005
- 16) バレーボールのラリーポイントシステムにおける得点に関する研究－高校および中学校の静岡県大会（2008-2009）を対象にして－：高根信吾他、バレーボール研究第12巻第1号、p.46、2010
- 17) バレーボールのラリーポイントシステムにおける得点に関する一考察－大学チームの静岡県大会（2009年度）を対象にして－：高根信吾、富士常葉大学研究紀要第10号、p.76、2010
- 18) ラリーポイント制によるバレーボールゲームの勝利確率について－シミュレーション値と実際値の比較から－：小川宏他、バレーボール研究第7巻第1号、p.9、2005
- 19) //
- 20) バレーボールのラリーポイントシステムにおける得点に関する研究－高校および中学校の静岡県大会（2008-2009）を対象にして－：高根信吾他、バレーボール研究第12

巻第1号、p.46、2010

- 21) バレーボールのラリーポイントシステムにおける得点に関する一考察—大学チームの静岡県大会（2009年度）を対象にして—：高根信吾、富士常葉大学研究紀要第10号、p.76、2010
- 22) バレーボールのラリーポイントシステムにおける得点に関する一考察—大学チームの静岡県大会（2009年度）を対象にして—：高根信吾、富士常葉大学研究紀要第10号、p.65、2010
- 23) ラリーポイント制によるバレーボールゲームの勝利確率について—シミュレーション値と実際値の比較から—：小川宏他、バレーボール研究第7巻第1号、p.9、2005
- 24) バレーボールゲームの得点傾向に関する研究：黒後洋他、バレーボール研究第7巻第1号、pp.1-6、2005
- 25) バレーボールのシミュレーション—ラリーポイント制ゲームの予測—：吉田清司、専修大学社会体育研究所報第46巻、pp.31-40、1998
- 26) Coaching & Playing Volleyball：吉田清司、バレーボール・アンリミテッド、Vol.3.38-39
- 27) バレーボールゲームの得点に関するゲーム分析研究—ラリーポイント制における得点構成及び連続得点について—：浅井正仁、大阪体育大学研究紀要第32巻、pp.13-24、2001
- 28) バレーボールにおけるラリーポイント制での戦い方—1999年世界ユース男子選手権大会の日本チームについて—：浜田幸二、鹿屋体育大学編学術研究紀要第27巻、pp.21-28、2002