

# 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<sup>注1)</sup>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\*, 黒後 洋\*\*

The probability of winning a set in volleyball game by rally point system  
—From a comparison of simulated values with actual one—

Hiroshi OGAWA\*, Hiroshi KUROGO\*\*

The purpose of this research was to calculate the probability of winning a set in each score in volleyball game by rally point system. To achieve this purpose, following three procedures were taken.

1. All points in volleyball game was divided into the points of serving side and the points of serve receiving side, and those average point rates were calculated.
2. By the game simulation used those average point rates, the probability of winning a set in each score was calculated.
3. The values of actual victory probability in world cup '03 and '99 were compared with the values of simulation.

The main results obtained were as follows:

1. The average side-out point rates in world cup '03 were 69.3%(men) and 64.9%(women), and those values were almost equal in world cup '99.
2. As the result of simulation, it developed that the probability of winning a set becomes definite as the game goes to end of set even if differences in points are same.
3. Actual probabilities of winning a set in world cup '03 and '99 showed similar tendencies to the values of simulation. Concretely, the team which have three points lead at the score 20 for male (or having a four point lead at the score 20 for female) gained a set at 90% or more probability.
4. The table of probability of winning a set by simulation can widely use in game make or game analysis as a standard of victory probability in each level.

**Key words** : volleyball, probability of winning a set, rally point system, simulation

本研究の目的はラリーポイント制によるバレーボールゲームにおいて、それぞれの得点からの勝利確率を算出することであった。この目的を達成するために以下の3つの手順によって進められた。

1. バレーボールにおける得点を、サーブからの得点とサーブレシーブからの得点に分け、それぞれの平均得点率を算出した。
2. これらの平均得点率を用いてゲームシミュレーションを行い、それぞれの得点からの勝利確率を算出した。
3. ワールドカップ '03大会および'99大会における実際の勝利確率の値をシミュレーション値と比較した。

これにより得られた主な結果は以下のとおりである。

1. ワールドカップ '03大会における平均サイドアウト率 (SOP%) は男子69.3%, 女子64.9%であり、この値は'99大会とほぼ同等であった。
2. シミュレーションの結果、たとえ両チームの得点差が同じであっても、ゲームがセット終盤に進むにつれて勝利確率が確定的になっていくことが明らかになった。
3. ワールドカップ '03大会および'99大会における実際の勝利確率はシミュレーション値と同じような傾向を示した。具体的には、男子で20点取得時に3点差をつけていれば (あるいは女子で20点取得時に4点差をつけていれば)、90%以上の確率で勝利していた。
4. シミュレーションによる勝利確率表は、それぞれのレベルにおける勝利確率の指標として、ゲームメイクやゲームの分析に幅広く使用することが可能である。

**Key words** : バレーボール, 勝利確率, ラリーポイント制, シミュレーション

## I はじめに

1998年10月のFIVB総会においてルール改正が承認さ

れ、バレーボールに25点ラリーポイント制が導入された。サーブ権があるなしに拘わらず全て得点になるため、従来のサイドアウト制よりスピーディーな試合展開になる反面、序盤で点差が開いてしまうと、リードしているチームがそのまま逃げ切ってセットを取得し、その結果、終盤での大逆転が難しくなる傾向も併せ持っている。

この、ラリーポイント制度下での逆転可能性および勝敗

\*福島大学 Fukushima University

\*\*宇都宮大学 Utsunomiya university

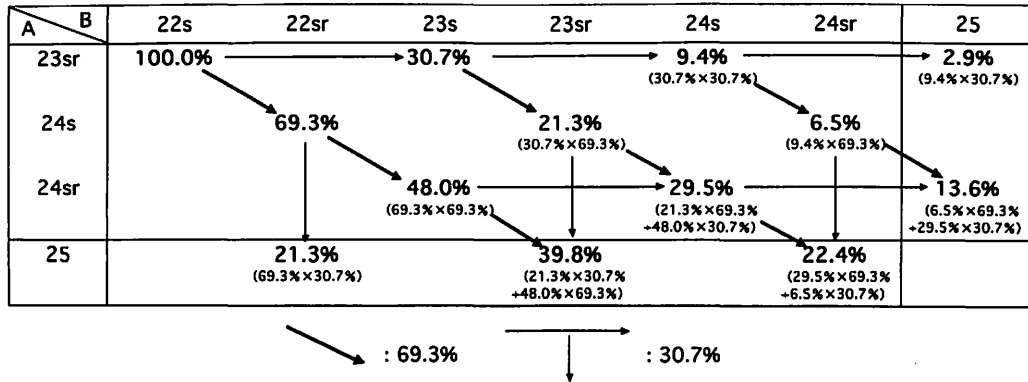


図1 シミュレーションによる勝利確率算出例（男子22s-23srの場合）

予測に関する研究としては、制度導入前にシミュレーションを試みたもの<sup>12)</sup>や、ゲーム中の実際の得点差から勝率を予測したもの<sup>13)</sup>、各得点の傾向と勝敗との関係を分析したもの<sup>14)</sup>、セット後半の得点差から勝利確率を算出しサイドアウト制と比較したもの<sup>15)</sup>等があげられる。

導入から6年が経過し、バレーボールのルールとして定着した感のあるラリーポイント制であるが、「サーブレシーブからの得点」と「サーブからの得点」という、取り易さに違いがある2種類の得点を混在させたことによって、基本的にどのようなゲーム展開が想定されるのか、また、世界のトップレベルでは一体どの程度の得点差で勝利が決定的になっているのか、について明らかにすることは、ラリーポイント制での戦い方が定着しつつある現在、意義のあることと考えられる。

そこで本研究では、ラリーポイント制による男女世界トップレベルのゲームにおいて、どの程度の得点差がセット取得を決定づけるのかについて、シミュレーション値および実際値の両面から明らかにすることを目的とする。

## II. 方法

### 1. 標本

研究の対象は、World Cup Volleyball '03およびWorld Cup Volleyball '99における全試合のうち、'03大会では上位8チームのリーグ戦男女各28試合（5セット目を除く、男子96セット、女子98セット）、'99大会では男女各25試合<sup>16)</sup>（5セット目を除く、男子88セット、女子90セット）である。全ての試合をVTRに収録し、以下の手順により分析を行った。

### 2. 分析手順

- 1) サーブからの得点をPOINT（以降、PO）、サーブレシーブからの得点をSIDE-OUT POINT（以降、SOP）と定義し、全得点におけるそれぞれの割合<sup>17)</sup>を平均得点率（以降PO率、SOP率）として算出した。
- 2) 1)で算出された平均得点率をもとに、両チームが

常に平均得点率で得点を重ねていくと仮定し、0点から24点までの各得点差におけるセット取得率を算出（シミュレーション）した。たとえば男子トップレベルのゲームにおいて、Aチーム23点、Bチーム22点でBチームがサーブする局面からの勝利確率は図1のように計算される。したがって、ここから23-25でBチームが逆転勝ちする確率は、Bチームサーブから3点連続で得点する確率であるから、 $(30.7\%)^3 = 2.9\%$ 、Aチームが25点で逃げ切る確率は61.1%  $(21.3\% + 39.8\%)$ 、ジュースになる確率は36.0%  $(22.4\% + 13.6\%)$ となる。さらにジュースを30点まで計算することにより、この局面からの最終的な勝利確率は、Aチームの勝ち81.0%、Bチームの勝ち19.0%と算出される。表計算ソフトを用いてこのような演算を0-0から24-24までの全ての局面で行い、それぞれの勝利確率を算出した。

- 3) 実際のワールドカップゲーム'03における各得点差から、結果的にセット取得した割合を算出し、2.のシミュレーション値と比較した。さらにデータ数を増やし、ワールドカップ'99、および'03両大会における15-15以降の勝利確率（実際値）を集計し、シミュレーション値と比較した。

## III. 結果及び考察

### 1. シミュレーションによる男女トップレベルの勝利確率について

#### 1) PO率、SOP率の算出

ワールドカップバレー'03男子大会における上位8チームどうしの28試合での全得点合計は4409点であり、そのうち、POは1355点、SOPは3054点であった。したがって全得点中、サーブからの平均得点率（PO率）は30.7%  $(1355/4409)$ 、サーブレシーブからの平均得点率（SOP率）は69.3%  $(3054/4409)$ となった。この値はワールドカップバレー'99男子大会での上位8チームどう

しの28試合の値 (PO 率30.6%, SOP 率69.4%) とほぼ同じであった。

また、ワールドカップバレー '03 女子大会における上位8チームどうしの28試合での全得点合計は4451点であり、そのうち、POは1561点、SOPは2890点であった。したがって全得点中、サーブからの平均得点率 (PO 率) は35.1% (1561/4451)、サーブレシーブからの平均得点率 (SOP 率) は64.9% (2890/4451) となった。'03 女子大会での SOP 率は '99 女子大会の値よりも約1.6% 高かったが、検定の結果、有意な差は見られず、ほぼ同じであると考えられる。

2) シミュレーションによる勝利確率

結果は男女それぞれ表1、表2のとおりであった。

表1、表2のグレー表示部分は、サーブ側の勝利確率が90%以上および10%以下、すなわちセット取得がほぼ確定的な得点状況を示している。グレー表示で挟まれた白色表示部分、すなわちセット取得未確定 (10%~90%) の点数幅に注目すると、表1、表2ともに25点に近づくにつれて幅が狭くなっており、セット終盤へ進むにつれて小さな得点差でもセット取得が決定的になっていくことが分かる。具体的には男女ともに、序盤10点取得時には6点差がつかないとセット取得率が9割にならないが、20点取得時には4点差、22点では3点差で9割セット取得となる。また、男子の方が女子よりもグレー部分で挟まれた白色表示部分が若干狭く、SOP 率が5%ほど高いことにより、小さい得点差でセット取得が決定的になっていること

表1 シミュレーションによる各得点からの勝利確率 (%) (男子)

score	0sr	1sr	2sr	3sr	4sr	5sr	6sr	7sr	8sr	9sr	10sr	11sr	12sr	13sr	14sr	15sr	16sr	17sr	18sr	19sr	20sr	21sr	22sr	23sr	24sr	
0s	47.6																									
1s	56.2	47.6	38.9	30.6	23.0	16.5	11.2	7.2	4.3	2.4	1.3	0.6														
2s	64.6	56.3	47.5	38.7	30.2	22.5	15.9	10.7	6.7	3.9	2.2	1.1	0.5													
3s	72.5	64.9	56.4	47.5	38.4	29.8	22.0	15.3	10.1	6.2	3.6	1.9	0.9	0.4												
4s	79.6	73.0	65.2	56.6	47.4	38.1	29.3	21.4	14.7	9.5	5.7	3.2	1.6	0.8	0.3											
5s	85.6	80.2	73.5	65.6	56.7	47.3	37.8	28.8	20.8	14.1	8.9	5.2	2.8	1.4	0.6											
6s	90.3	86.1	80.7	74.0	65.9	56.9	47.3	37.5	28.3	20.1	13.4	8.3	4.7	2.4	1.1	0.5										
7s	93.9	90.9	86.7	81.3	74.5	66.3	57.1	47.2	37.2	27.7	19.4	12.6	7.6	4.2	2.1	0.9	0.4									
8s	96.4	94.3	91.4	87.3	81.9	75.1	66.8	57.3	47.1	36.8	27.1	18.6	11.9	6.9	3.7	1.7	0.7	0.3								
9s	98.0	96.7	94.8	91.9	88.0	82.6	75.7	67.2	57.5	47.0	36.4	26.4	17.8	11.1	6.2	3.2	1.4	0.6								
10s	99.0	98.2	97.1	95.2	92.5	88.6	83.3	76.3	67.7	57.8	46.9	35.9	25.7	17.0	10.2	5.5	2.7	1.1	0.4							
11s	99.5	99.1	98.5	97.4	95.7	93.1	89.4	84.0	77.0	68.3	58.0	46.8	35.4	24.9	16.6	9.3	4.8	2.2	0.8	0.3						
12s			99.3	98.7	97.7	96.1	93.7	90.6	84.8	77.8	68.9	58.3	46.7	34.9	24.0	15.0	8.4	4.1	1.7	0.6						
13s				99.4	98.9	98.0	96.6	94.3	90.8	85.6	78.6	69.5	58.6	46.5	34.3	23.0	13.9	7.4	3.4	1.3	0.4					
14s					99.5	99.1	98.3	97.0	94.9	91.5	86.5	79.5	70.3	59.0	46.4	33.6	21.9	12.7	6.3	2.7	0.9	0.2				
15s						99.3	98.6	97.5	95.5	92.4	87.5	80.5	71.1	59.4	46.2	32.8	20.7	11.4	5.3	2.0	0.6					
16s							99.4	98.9	97.9	96.1	93.2	88.5	81.6	72.0	59.9	46.0	31.8	19.3	9.9	4.2	1.4	0.3				
17s								99.6	99.1	98.3	96.8	94.1	89.7	82.8	73.1	60.4	45.7	30.7	17.7	8.4	3.1	0.8				
18s									99.4	98.7	97.4	95.0	90.8	84.2	74.3	61.1	45.4	29.4	15.8	6.7	2.0	0.4				
19s										99.5	99.0	97.9	95.9	92.1	85.7	75.8	61.9	45.0	27.7	13.6	4.8	1.1	0.1			
20s											99.7	99.3	98.5	96.8	93.5	87.5	77.5	62.9	44.5	25.7	10.9	3.0	0.4			
21s												99.6	99.0	97.7	94.9	89.5	79.7	64.2	43.9	22.9	7.7	1.2				
22s													99.8	99.4	98.5	96.4	91.8	82.4	65.9	43.0	19.0	3.9				
23s														99.7	99.2	97.9	94.4	86.0	68.2	41.9	12.6					
24s																					99.7	99.2	97.3	91.1	71.0	41.9

：勝率90%以上または10%以下

表2 シミュレーションによる各得点からの勝利確率 (%) (女子)

score	0sr	1sr	2sr	3sr	4sr	5sr	6sr	7sr	8sr	9sr	10sr	11sr	12sr	13sr	14sr	15sr	16sr	17sr	18sr	19sr	20sr	21sr	22sr	23sr	24sr	
0s	48.2																									
1s	56.0	48.2	40.3	32.6	25.5	19.1	13.7	9.4	6.1	3.7	2.2	1.2														
2s	63.7	56.1	48.1	40.1	32.3	25.0	18.6	13.2	8.9	5.6	3.4	1.9	1.0													
3s	71.0	63.9	56.2	48.1	39.9	31.9	24.5	18.0	12.6	8.3	5.2	3.0	1.6	0.8												
4s	77.7	71.4	64.3	56.4	48.1	39.6	31.4	23.9	17.3	11.9	7.7	4.7	2.7	1.4	0.7											
5s	83.5	78.2	71.9	64.6	56.5	48.0	39.4	31.0	23.3	16.7	11.3	7.1	4.2	2.3	1.2											
6s	88.3	84.0	78.7	72.3	64.9	56.7	47.9	39.1	30.5	22.7	16.0	10.6	6.5	3.7	2.0	0.9										
7s	92.1	88.9	84.6	79.3	72.8	65.3	56.9	47.9	38.8	30.0	22.0	15.2	9.9	5.9	3.3	1.6	0.7									
8s	95.0	92.6	89.4	85.2	79.9	73.4	65.7	57.1	47.8	38.4	29.4	21.3	14.1	9.1	5.3	2.8	1.3	0.6								
9s	97.0	95.4	93.1	90.0	85.9	80.6	74.0	66.1	57.3	47.8	38.1	28.8	20.5	13.6	8.3	4.7	2.3	1.0								
10s	98.3	97.3	95.8	93.7	90.6	86.6	81.2	74.6	66.6	57.5	47.7	37.7	28.1	19.6	12.7	7.5	4.0	1.9	0.8							
11s	99.1	98.5	97.6	96.2	94.2	91.3	87.3	82.0	75.3	67.1	57.8	47.6	37.2	27.4	18.7	11.7	6.7	3.4	1.5	0.6						
12s			98.7	97.9	96.6	94.7	91.9	88.0	82.8	76.0	67.7	58.1	47.5	36.7	26.5	17.7	10.7	5.8	2.7	1.1	0.0					
13s				98.9	98.2	97.0	95.3	92.6	88.8	83.6	76.8	68.3	58.4	47.4	36.2	25.6	16.6	9.6	4.9	2.1	0.8					
14s					99.1	98.5	97.4	95.8	93.3	89.7	84.5	77.7	69.0	58.7	47.3	35.5	24.6	15.3	8.4	4.0	1.6	0.5				
15s						98.7	97.8	96.3	94.0	90.8	85.5	78.7	69.8	59.1	47.1	34.8	23.4	13.9	7.2	3.1	1.1					
16s							99.0	98.2	96.9	94.8	91.5	86.6	79.8	70.7	59.6	47.0	34.0	22.0	12.4	5.9	2.2	0.6				
17s								99.2	98.6	97.4	95.5	92.5	87.8	81.0	71.8	60.2	46.8	33.0	20.4	10.7	4.5	1.4				
18s									98.9	97.9	96.3	93.5	89.6	82.4	73.0	60.8	46.5	31.7	18.5	8.7	3.1	0.7				
19s										99.4	98.9	97.7	95.6	91.9	85.7	76.1	62.6	45.9	28.2	13.4	4.3	0.7				
20s											99.3	98.4	96.7	93.6	87.8	78.3	63.9	45.3	25.6	9.9	1.9					
21s												99.6	99.0	97.8	95.3	90.3	81.0	65.7	44.6	21.7	3.4					
22s													99.5	98.8	97.1	93.2	84.7	68.3	43.5	15.3						
23s														99.6	98.8	96.5	90.1	71.8	43.9							
24s																					99.6	98.8	96.5	90.1	71.8	43.9

：勝率90%以上または10%以下

が分かる。具体的には、女子が18点取得時に5点差（相手13点）をつけないと9割のセット取得率にならないのに対して、男子では4点差（18-14）で9割セット取得となる。同様に女子14点取得時に6点差が9割セット取得の条件であるのに対して、男子では5点差で9割確定となる。

2. ワールドカップ '03大会における男女トップレベルの勝利確率（実際値）について

表3および表4は、ワールドカップ '03男子大会および女子大会における上位8チーム同士のゲームにおいて、各得点経過とセット取得との関連から、0-0から24-24までの全ての得点状況からのセット取得率を算出したものである。

また図2および図3は、これらのデータから、各得点状況における得点差と勝率の関係について回帰分析を行った

結果である。

表3、表4より、実際の各得点からの勝利確率はシミュレーションとほぼ同じ傾向を示しており、セット終盤へ進むとともに、同じ得点差でも勝率が高くなっていることが分かる。この点について検定を行った結果、男子では終盤20点以降の3点差からの勝率（91.7%）は序盤10点までの3点差からの勝率（82.7%）よりも有意に高くなる傾向が見られ（ $p < 0.1$ ）、女子では終盤20点以降の4点差からの勝率（97.4%）が、序盤10点までの4点差からの勝率（86.6%）、中盤20点までの4点差からの勝率（82.1%）よりもそれぞれ有意に高い（それぞれ  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ）ことが明らかとなった。

また、図2、図3に示したとおり、男女トップレベルの各得点での得点差と勝率には高い相関（男子  $r = 0.944$   $p < 0.001$ , 女子  $r = 0.909$   $p < 0.001$ ）が見られた。特に男子にお

表3 World Cup '03 男子大会における各得点からのセット獲得率 (%)

score	0sr	1sr	2sr	3sr	4sr	5sr	6sr	7sr	8sr	9sr	10sr	11sr	12sr	13sr	14sr	15sr	16sr	17sr	18sr	19sr	20sr	21sr	22sr	23sr	24sr	
0s	51.8																									
1s	52.9	54.0	38.9	0	50.0																					
2s	70.4	66.1	45.5	26.9	33.3	0	0	0	0																	
3s	88.9	75.0	62.5	40.5	32.0	28.6	0	0	0	0																
4s	66.7	88.2	71.9	61.8	37.8	44.4	23.5	0	0	0																
5s	100	100	82.4	65.4	65.7	46.2	29.6	23.1	0	20.0	0	0	0	0	0											
6s	100	100	100	85.0	66.7	63.0	38.5	30.4	26.7	0.0	16.7	0	0	0	0											
7s	100	100	100	100	76.5	72.4	60.0	41.7	34.6	9.1	11.1	14.3	0	0	0	0	0									
8s		100	100	100	92.3	75.0	72.0	29.6	38.1	10.0	8.3	20.0	0	0	0	0	0	0								
9s			100	100	88.9	100	85.7	65.2	70.4	35.7	35.7	13.3	0.0	22.2	0	0	0	0	0							
10s				100	100	83.3	92.3	91.7	71.4	53.6	52.4	33.3	12.5	28.6	12.5	0	0	0	0	0					0	
11s					100	100	100	88.9	92.3	87.5	66.7	76.2	54.5	21.4	20.0	0	10.0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12s						100	100	100	100	85.7	92.3	84.2	82.1	54.5	42.9	22.2	9.1	0.0	16.7	0	0	0	0	0	0	
13s							100	100	80.0	90.0	94.1	88.9	61.9	36.8	27.3	0.0	0.0	12.5	0	0	0	0	0	0	0	
14s								100	100	91.7	100	93.3	75.0	68.4	37.5	29.4	5.3	11.1	0	0	0	0	0	0	0	
15s									100	100	100	92.3	100	100	76.0	62.5	47.4	6.7	21.4	0	0	0	0	0	0	
16s										100	100	100	87.5	100	94.7	85.7	68.4	30.8	21.1	8.3	0	10.0	0	0	0	
17s											100	100	100	88.9	100	88.9	85.7	69.2	27.8	27.3	6.7	12.5	0	0	0	
18s												100	100	100	100	100	86.7	78.6	77.8	14.3	35.7	14.3	10.0	0	0	
19s													100	100	100	100	91.7	92.9	66.7	84.6	26.7	50.0	12.5	10.0	0	
20s														100	100	100	91.7	100	87.5	76.9	69.2	42.9	36.4	15.4	0	
21s															100	100	100	100	90.9	89.5	66.7	69.2	58.3	20.0	12.5	
22s																100	100	100	100	92.3	92.9	90.9	84.6	40.0	8.3	
23s																	100	100	100	100	100	100	92.9	100	54.5	45.5
24s																		100	100	100	100	100	100	69.2	33.3	

：勝率90%以上または10%以下

表4 World Cup '03 女子大会における各得点からのセット獲得率 (%)

score	0sr	1sr	2sr	3sr	4sr	5sr	6sr	7sr	8sr	9sr	10sr	11sr	12sr	13sr	14sr	15sr	16sr	17sr	18sr	19sr	20sr	21sr	22sr	23sr	24sr	
0s	46.9																									
1s	53.1	47.7	54.5	42.9	0	0																				
2s	54.5	60.0	41.7	51.9	50.0	20.0	100	0	0																	
3s	72.7	52.5	68.1	44.2	39.3	38.5	40.0	0	0																	
4s	100	60.0	67.7	67.4	44.4	33.3	25.0	20.0	33.3	0	0	0														
5s	100	81.8	66.7	74.3	63.9	52.9	20.0	25.0	11.1	25.0	0	0	0													
6s		85.7	85.7	77.8	84.4	47.1	50.0	45.8	23.5	7.7	10.0	50.0	0	0	0											
7s		100	100	72.7	83.3	65.6	63.6	36.4	38.5	15.4	28.6	25.0	0	0	0	0	0	0	0	0					0	
8s		100	100	66.7	88.9	83.3	54.2	59.1	50.0	13.3	28.6	35.7	0	16.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9s			100	100	83.3	93.8	66.7	72.7	50.0	42.1	37.5	36.8	35.7	0.0	0	0	33.3	0	0	0	0	0	0	0	0	
10s				100	100	81.8	73.3	70.0	68.2	47.4	60.0	42.9	47.1	14.3	0	0	0	33.3	0	0	0	0	0	0	0	
11s					100	100	80.0	90.9	69.2	74.1	73.3	55.0	50.0	37.5	33.3	11.1	20.0	0	20.0	0	0	0	0	0	0	
12s						100	100	85.7	77.3	75.0	66.7	59.1	45.0	33.3	26.7	13.3	22.2	12.5	0	0	0	0	0	0	0	
13s							100	100	83.3	100	88.2	53.8	66.7	45.0	66.7	21.1	33.3	20.0	40.0	9.1	0	0	0	0	0	
14s								100	100	100	88.9	100	73.3	66.7	69.6	73.3	29.4	25.0	33.3	26.3	0.0	14.3	0	0	0	0
15s									100	100	100	80.0	100	83.3	86.7	63.2	82.4	76.5	35.3	40.0	16.7	14.3	12.5	0	0	0
16s										100	100	66.7	100	100	80.0	81.3	73.7	87.5	64.7	46.2	42.9	25.0	6.7	0.0	33.3	0
17s											100	100	100	80.0	84.2	93.8	68.4	53.8	57.1	40.0	22.2	8.3	7.7	14.3	0	0
18s												100	100	100	82.6	88.2	69.2	64.3	40.0	47.1	15.4	7.1	0.0	12.5	0	
19s													100	100	88.9	88.9	100	78.3	64.3	50.0	64.3	23.1	33.3	0.0	14.3	0
20s														100	100	87.5	100	90.0	93.3	69.2	50.0	46.7	36.4	30.0	9.1	0
21s															100	100	100	88.9	94.4	100	76.9	75.0	80.0	28.6	36.4	37.5
22s																100	100	87.5	100	100	76.9	75.0	50.0	66.7	38.5	9.1
23s																	100	100	90.0	100	100	81.8	76.9	50.0	53.3	66.7
24s																		100	100	100	100	100	87.5	70.0	73.3	61.5

：勝率90%以上または10%以下

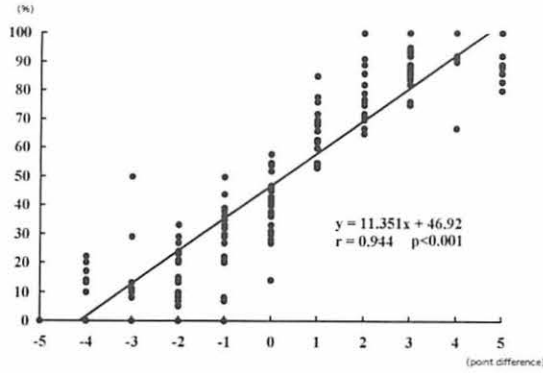


図2 World Cup '03 男子大会における各得点からの得点差と勝率による回帰分析

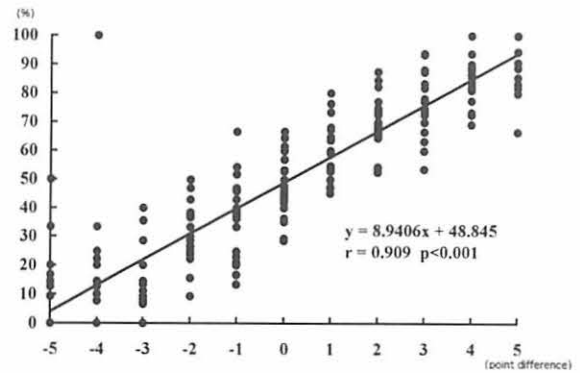


図3 World Cup '03 女子大会における各得点からの得点差と勝率による回帰分析

表5 男子15点以降各得点からの勝敗数および勝率 (%)

score		15sr	16sr	17sr	18sr	19sr	20sr	21sr	22sr	23sr	24sr
15s	w/l	12/17	5/29	8/22	0/22	0/19	0/7	0/11	0/7	0/4	0/3
	%	41.4	14.7	26.7	0	0	0	0	0	0	0
16s	w/l	18/13	9/13	8/27	6/26	0/23	1/17	0/8	0/14	0/5	0/5
	%	58.1	40.9	22.9	18.8	0	5.6	0	0	0	0
17s	w/l	36/7	15/7	11/20	6/21	5/25	1/15	0/14	0/15	0/16	0/6
	%	83.7	68.2	35.5	22.2	16.7	6.3	0	0	0	0
18s	w/l	30/7	22/5	21/10	11/17	9/19	3/22	1/20	0/12	0/16	0/16
	%	81.1	81.5	67.7	39.5	32.1	12.0	4.8	0	0	0
19s	w/l	25/1	26/5	23/6	19/8	11/17	7/14	3/26	1/17	0/20	0/17
	%	96.2	83.9	79.3	70.4	39.5	33.3	10.3	5.6	0	0
20s	w/l	21/1	25/0	28/3	23/6	19/7	12/17	4/16	3/21	0/24	0/22
	%	95.5	100	90.3	79.3	73.1	41.4	20.0	12.5	0	0
21s	w/l	12/0	26/0	22/1	30/3	17/3	19/9	11/15	3/19	2/17	0/23
	%	100	100	95.7	90.9	85.0	67.9	42.8	13.6	10.5	0
22s	w/l	15/0	21/0	17/0	23/1	27/2	19/2	20/7	9/14	4/21	0/18
	%	100	100	100	95.8	93.1	90.5	74.1	39.1	16.0	0
23s	w/l	8/0	20/0	19/0	20/0	22/0	22/1	24/1	15/9	11/13	1/18
	%	100	100	100	100	100	95.7	96.0	62.5	45.8	5.3
24s	w/l	6/0	9/0	19/0	17/0	18/0	26/0	20/0	23/0	17/7	8/14
	%	100	100	100	100	100	100	100	100	70.8	36.4

**Bold** : 逆転全くなし  
*Italic* : 逆転10%未満

90%ライン

同点ライン

表6 女子15点以降各得点からの勝敗数および勝率 (%)

score		15sr	16sr	17sr	18sr	19sr	20sr	21sr	22sr	23sr	24sr
15s	w/l	10/18	10/16	4/16	4/24	1/18	2/17	0/7	0/7	0/7	0/4
	%	35.7	38.5	20.0	14.3	5.3	10.5	0	0	0	0
16s	w/l	20/9	11/15	7/16	8/22	1/21	1/21	1/9	0/9	0/8	0/7
	%	69.0	42.3	30.4	26.7	4.5	4.5	10	0	0	0
17s	w/l	21/7	19/7	10/16	7/12	4/21	2/28	1/16	1/12	0/9	0/10
	%	75.0	73.1	38.5	36.8	16.0	6.7	5.9	7.7	0	0
18s	w/l	21/4	19/4	18/8	9/14	10/15	2/19	2/22	0/19	1/10	0/10
	%	84.0	82.6	69.2	39.1	40.0	9.5	8.3	0.0	9.1	0
19s	w/l	23/0	29/5	15/7	13/10	13/11	5/15	4/18	2/19	1/13	0/19
	%	100	85.3	68.2	56.5	54.8	25.0	18.2	9.5	7.1	0
20s	w/l	19/0	29/2	21/1	17/7	12/12	13/10	5/13	4/23	2/17	0/15
	%	100	93.5	95.5	70.8	50.0	56.5	27.8	14.8	10.5	0
21s	w/l	16/1	23/1	29/1	21/4	17/4	16/7	9/11	5/19	4/16	0/20
	%	94.1	95.8	96.7	84.0	81.0	69.6	45.8	20.8	20.0	0
22s	w/l	14/0	16/1	23/0	25/2	22/3	18/3	12/8	9/11	6/19	2/19
	%	100	94.1	100	92.6	88	85.71	60.0	45.8	24.0	9.5
23s	w/l	12/0	13/0	16/1	25/0	18/1	22/2	20/4	12/8	10/13	6/12
	%	100	100	94.1	100	94.7	91.7	83.3	60	43.5	33.3
24s	w/l	11/0	12/0	15/0	22/0	14/0	23/0	17/2	18/4	17/6	12/7
	%	100	100	100	100	100	100	89.5	81.8	73.9	63.2

**Bold** : 逆転全くなし  
*Italic* : 逆転10%未満

90%ライン

同点ライン

いては、得点差が-3~0点では回帰直線の下方に、1~3点では上方に多く分布しており、-3~3点差域でより勝利が確定しやすくなっていることが分かる。

### 3. ワールドカップ '99および '03 両大会における15点以降の勝利確率 (実際値) について

実際にゲーム後半から逆転したケースがどの程度存在するか、についてワールドカップ '99大会 (男子88セット, 女子90セット) のデータを加え、両大会 (男子184セット, 女子188セット) における15点以降各得点からの勝敗数および勝利確率を算出した (表5, 表6) (註4)。上段 (w/l) は「勝ちセット数/負けセット数」を、下段 (%) は左側得点 (サブ側) からの勝率を示している。

これらの結果からも、男子の方が女子よりもセット終盤からの逆転可能な得点幅が狭いことが分かる。具体的には、男子では20点取得時以降3点差をつけていれば9割 (28/31=90.3%) の確率でセット取得となるが、女子では20点取得時4点差をつけて9割 (29/31=93.5%) の勝率となる (註5)。また、女子では24点取得時に4点差以上リードした場面からの逆転負けが一度もなかった (0/97=0%) のに対して、男子では24点取得時に2点以上リードした場面からの逆転負けが一度もなかった (0/138=0%)。このことから、特に男子トップレベルにおける終盤20点以降、25点に近づ

表7 男子15点以降の「実際値-シミュレーション値」(%)

score	15sr	16sr	17sr	18sr	19sr	20sr	21sr	22sr	23sr	24sr
15s	<b>4.8</b>	<i>-18.0</i>	6.0	<i>-11.4</i>	<i>-5.3</i>	-2.0	-0.6			
16s	-1.8	<i>-5.1</i>	<i>-9.0</i>	-0.6	<i>-9.9</i>	1.4	-1.4	-0.3		
17s	<b>10.6</b>	<b>7.7</b>	<i>-10.2</i>	<i>-8.5</i>	-1.0	-2.1	-3.1	-0.8		
18s	-3.1	<b>7.1</b>	<b>6.6</b>	<i>-6.1</i>	2.8	-3.8	-1.9	-2.0	-0.4	
19s	<b>4.0</b>	-1.9	3.5	<b>8.5</b>	<i>-5.7</i>	5.6	-3.2	0.7	-1.1	-0.1
20s	-1.3	<b>6.5</b>	2.8	1.8	<b>10.2</b>	<i>-3.1</i>	<i>-5.7</i>	1.6	-3.0	-0.4
21s	1.0	2.3	0.7	1.4	<b>5.3</b>	3.7	<i>-1.5</i>	<i>-9.3</i>	2.8	-1.2
22s	0.2	0.6	1.5	-0.6	1.3	<b>8.1</b>	<b>8.2</b>	<i>-3.8</i>	-3.0	-3.9
23s			0.3	0.8	2.1	1.3	<b>10.0</b>	-5.7	<i>-3.9</i>	<i>-7.6</i>
24s					0.3	0.8	2.7	<b>8.9</b>	-0.2	<i>-5.5</i>

**Italic** : シミュレーション値よりも5%以上逆転勝ちが少ない

**normal** : ±5%以内

**Bold** : シミュレーション値よりも5%以上逆転勝ちが多い

表8 女子15点以降の「実際値-シミュレーション値」(%)

score	15sr	16sr	17sr	18sr	19sr	20sr	21sr	22sr	23sr	24sr
15s	<i>-11.6</i>	3.3	-3.8	-0.1	-2.2	7.2	-1.1			
16s	9.4	<b>4.8</b>	-3.8	4.3	<i>-8.3</i>	-1.6	7.6	-0.7		
17s	3.4	<b>13.0</b>	<i>-8.5</i>	3.6	-4.8	-4.4	1.1	6.2		
18s	1.9	<b>9.8</b>	<b>8.5</b>	<i>-7.6</i>	7.9	<i>-9.4</i>	-0.8	-3.3	8.3	
19s	<b>9.8</b>	1.6	-6.0	-5.0	<i>-7.7</i>	<i>-5.6</i>	1.5	2.6	5.2	-0.3
20s	4.6	1.9	<b>10.0</b>	-5.1	-12.6	<b>10.5</b>	-0.9	1.0	6.0	-0.7
21s	-4.2	-0.7	3.3	-3.6	2.9	5.7	<i>-0.5</i>	<i>-5.2</i>	9.8	-2.0
22s	0.5	-4.8	2.3	-2.5	-2.0	4.9	-5.7	0.2	1.9	3.9
23s			-5.4	1.3	-2.2	-1.3	-1.2	-8.3	<i>-0.3</i>	17.7
24s					0.5	1.3	-6.9	-8.1	2.0	19.4

**Italic** : シミュレーション値よりも5%以上逆転勝ちが少ない

**normal** : ±5%以内

**Bold** : シミュレーション値よりも5%以上逆転勝ちが多い

くにつれて、小さな得点差でも逆転が非常に難しくなっていくことが分かる。

#### 4. シミュレーション値と実際値の比較

表7, 表8は、15点以降の勝利確率について、2大会での実際値とシミュレーション値を比較したものである<sup>(注6)</sup>。各得点における「実際値-シミュレーション値」を算出し、「±5%未満」、「5%以上逆転勝ちが多い」、「5%以上逆転勝ちが少ない」の3領域に区別した。

このように、実際値を平均得点率からのシミュレーション値と比較することによって、当該大会における男子および女子のゲーム様相を一定程度把握することが可能となる。

男子では15点以降の各得点において、5%以上シミュレーション値よりも実際値の方が逆転可能性の低い得点域が女子よりも多く(表7および表8の濃いグレー斜体数字標記領域、女子13箇所に対して男子26箇所)、女子に比べてセット後半にリードしているチームがそのまま逃げ切っ

勝つ可能性が高い、すなわち逆転の少ないゲーム展開が多いことが分かる。それに対して女子は、シミュレーション値よりも5%以上逆転可能性の高い得点状況が男子よりも多く(表7および表8の白色太字部分、男子3箇所に対して女子20箇所)、セット後半、流れが変わりやすいゲーム展開が多いことが分かる<sup>(注7)</sup>。

## IV. 結 論

本研究では、ワールドカップ'03大会および'99大会における上位8チームどうしのゲームを標本に、ラリーポイント制ゲームにおける各得点からのセット取得率(勝利確率)を平均得点率からゲームシミュレーションし、実際の勝利確率と比較した。その結果、以下の知見が得られた。

1. ワールドカップ'03大会におけるサーブプレシーブからの得点率(SOP率)は男子69.3%、女子64.9%であ

り、'99大会の値(男子69.4%, 女子63.3%)とほぼ同様の値を示した。

2. 平均得点率からシミュレーションした結果、男女とも同じ点差であってもセット終盤に近づくにつれてセット取得が決定的になっていき、逆転可能性が低くなる傾向が見られた。また、女子よりも男子の方が同じ得点差でもセット取得が決定的になる。具体的には、女子が18点取得時に5点差(18-13)をつけないと9割のセット取得率にならないのに対して、男子では4点差(18-14)で9割セット取得となる。
3. ワールドカップ'03大会における実際の勝利確率は、シミュレーション値とほぼ同様の傾向を示しており、セット終盤につれて、また男子の方が女子よりも少ない得点差でセット取得が決定的となっている。また、男女ともに、各得点での得点差と勝率の間には高い相関が見られた。
4. ワールドカップ'03大会および'99大会での15点以降の勝利確率もシミュレーション値とほぼ同様の傾向を示しており、男子の方が女子よりもセット終盤からの逆転可能な得点幅が狭いことが分かった。具体的には、男子では20点取得時、3点差をつけていれば9割の確率でセット取得となるが、女子では20点取得時、4点差をつけて9割の勝率となる。

本論文で作成した、シミュレーションによる勝利確率表は、PO率およびSOP率をもとに、各得点状況からの平均的な勝利確率を算出している。そのため、各大会における参加チームの実力差や、その時々ゲームの特殊性に左右されることなく、バレーボールレベルに応じた勝利確率の指標として、ゲームメイクや分析、解説等に広く活用できるであろう。

今後、Vリーグレベル、あるいは高校全国大会レベル等、それぞれレベルでの勝利確率の指標を明らかにしていくとともに、実際値データを積み重ねていくことによって、それぞれの得点取得に特徴的な傾向が見られるかについて、さらに研究を進めていく必要があると考えられ、今後の研究課題としたい。

#### 注

- 注1) 本論文の「勝利確率」「勝率」はいずれも、セットを取得する確率を意味している。
- 注2) 上位8チームどうし28試合のうち、男女各3試合未収録のためそれぞれ25試合となった。
- 注3) ラリーポイント制によるバレーボールゲームにおいて、全てのラリーはサーブから始まり、サーブ側の得点か、サーブレシーブ側の得点のいずれかとなる。したがってゲームにおけ

る両チーム得点の合計は両チームの総サーブ数および総サーブレシーブ数に一致するため、全得点中のサーブ側の得点割合と、全得点中のサーブレシーブ側の得点割合がそれぞれ、対象ゲーム全体のPO率およびSOP率となる。

- 注4) ワールドカップ'99大会のデータを加えたのは、標本数を増やすことによってより信頼性ある勝利確率(実際値)を算出するためである。
- 注5) 「20s-17」の部分だけを見ると95.5%(21/22)で9割以上であるが、「21s-18」時点の確率が84.0%(21/25)で9割以下であるので、20s-17時点で9割以上とは言えないことになる。
- 注6) この比較に用いたシミュレーション値は、「'99大会と'03大会を合わせたPO率、SOP率(男子:PO率30.7%, SOP率69.3% 女子:PO率35.8%, SOP率64.2%)から算出した。
- 注7) この結果は男女それぞれのPO率、SOP率から算出されたシミュレーション値との比較であり、男女のPO率、SOP率の差を差し引いても、これだけ男女のゲーム展開に違いがあるということを示していることになる。

#### 引用・参考文献

- 1) 浅井正仁、「バレーボールゲームの得点に関するゲーム分析的研究-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」大阪体育大学紀要第32巻, pp13-24, 2001
- 2) 浜田幸二他、「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」学術研究紀要(鹿屋体育大学[編])第27巻, pp21-28, 2002
- 3) 今丸好一郎、「バレーボールのゲーム分析-ラリーポイント制ゲームを対象にして」東京女子体育大学紀要第35巻, pp89-92, 2000
- 4) 黒後洋他、「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」群馬栃木保健体育学研究第16号, pp15-19, 2000
- 5) 箕輪憲吾、「バレーボールにおける25点ラリーポイント制のゲームに関する研究-攻撃の結果とゲームの勝敗について」県立長崎シーボルト大学国際情報学部紀要第2巻, pp67-74, 2001
- 6) 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第3巻, pp129-136, 2002
- 7) 小川宏他、「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-」バレーボール研究第2巻1号, pp66, 2000
- 8) 藤島みち、「バレーボールの「サイドアウト制とラリーポイント制」の比較について-大学女子の試合より」夙川学院短期大学研究紀要第24巻, pp97-109, 2000
- 9) 塚本博之、「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」静岡産業大学国際情報学部研究紀要第2巻, pp147-157, 2000
- 10) 内田和寿他、「25点ラリーポイント制導入に伴うバレーボールの試合内容の変化について」日本女子体育大学紀要第30巻, pp1-10, 2000
- 11) 米沢利広他、「バレーボールゲーム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-」バレーボール研究第2巻第1号, pp29-35, 2000
- 12) 吉田清司、「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-」専修大学社会体育研究所報, 専修大学社会体育研究所, 第46巻, pp31-40, 1998