

## バレーボール試合のラインアップ分析に関する研究

——チーム得点率指数とチーム失点率指数——

A Line-Up Analysis Study of Volleyball Matches  
—Team Points Ratio Index and Team Miss Points Ratio Index—

被服学科, 体育研究室	島津 大宣	泉川 喬一	山下 茂
Dept. of Clothing, Physical Education	Daisen Shimazu*	Kyoichi Izumikawa**	Shigeru Yamashita***
	坂井 充	田原 武彦	根本 研
	Mituru Sakai****	Takehiko Tahara*****	Ken Nemoto*****
	馬場 大拓	松田 敏男	
	Daitaku Baba*****	Toshio Matsuda*****	

**抄 録** 該当の試合において、連続得点となったRフェイズは連続得点となる可能性が高いか、連続失点となったRフェイズは連続失点となる可能性が高いか、チーム得点率指数とチーム失点率指数を用いて分析をした。連続得点となったRフェイズは連続得点となる可能性が高く、連続失点となったRフェイズは連続失点となる可能性が高い傾向となった。しかし、連続得点とならなかったRフェイズは、連続得点となったRフェイズより割合は高く、連続失点とならなかったRフェイズは、連続失点となったRフェイズより割合は高い傾向であった。容易に連続得点はできず、安易に連続失点とはならなかった。ゲームナビゲーションシステムを活用すると、「チャンス1」と「チャンス2」に指定したRフェイズで連続得点を狙い、「ピンチ1」と「ピンチ2」に指定したRフェイズで連続失点を避け、勝ちセットに向けて進行させることが可能となった。

**キーワード**：バレーボール、ゲーム分析、チーム得点率指数、チーム失点率指数、サービス、レセプション

**Abstract** In a relevant match, using team points ratio index and team miss points ratio index, we analyzed whether R phase resulting in continuous points brings continuous points at a high rate and R phase resulting in continuous miss points brings continuous miss points at a high rate. The results showed a tendency for R phase resulting in continuous point to yield continuous points at a high rate and R phase resulting in continuous miss points to yield continuous miss points at a high rate. However, the proportion of R phase which did not result in continuous points was higher than the proportion of R phase which resulted in continuous points and the proportion of R phase which did not result in miss points was higher than the proportion of R phase which resulted in continuous miss points. It was demonstrated that continuous points could not be obtained easily and continuous miss points did not occur easily. Making use of a game navigation system helped to avoid continuous miss points at R phase specified at “Pinch 1” and “Pinch 2” as aiming at continuous points at R phase specified at “Chance 1” and “Chance 2”, and then to progress toward a win set.

**Keywords** : volleyball, game analysis, team points ratio index, team miss points ratio index, service, reception

---

\* 日本女子大学    \*\* 神奈川工科大学    \*\*\* シンク情報システム    \*\*\*\* 九州共立大学  
\*\*\*\*\* 奈良大学    \*\*\*\*\* 日本体育大学    \*\*\*\*\* 日本大学藤沢高校

## 1. 緒言

バレーボールにおけるラインアップ分析研究の一貫として、本誌55号(2008)で、筆者ら<sup>1)</sup>は、男女の国際試合、男女のプレミアリーグ、男女の大学のリーグ戦を通して、タイムアウトと得点差についての分析を報告した。同様に、本誌56号(2009)および57号(2010)等でも、筆者ら<sup>2,3)</sup>は、サービスで狙う選手と避ける選手についての分析を報告した。本研究は、本誌55号(2008)、56号(2009)、57号(2010)の「ラインアップ分析」の一貫研究の一部として、実行するものである。

2010年4月10日より、関東大学女子一部リーグ戦が開幕した。NT大学は一次リーグ戦で、K大学、TK大学、TU大学に負け、4勝3敗であったが、4位で上位の二次リーグ戦に進出した。

TU大学戦では3対2で勝利したが、K大学戦およびTK大学戦では、2対3で負け試合であった。その際に、第5セットにおいて、連続失点となり、その連続失点が要因となり、負けセットでしかも、負け試合となった。連続失点となったRフェイズは、第1セットから第4セットまで、さほどの連続失点もなく、突然の連続失点であったか、あるいは、連続失点の可能性が高いRフェイズであったのか、これを把握するにはいかなる手法を使用すれば分析可能か、また、連続失点の可能性のあるRフェイズを第5セットの開始において予測することが可能かを試してみた。同様に、連続得点においても同様のことが言える。

国際試合での連続得点と連続失点の傾向を、全日本女子チームでは、2009年8月のワールドグランプリ大会(グランプリ, Prix)の5試合、2009年11月のワールドグランドチャンピオンズカップ大会(グラチャン, Cup)の5試合、全日本男子チームでは、2009年11月のワールドグランドチャンピオンズカップ大会(グラチャン, Cup)の5試合において試みた。

## 2. 研究対象と研究方法

### (1) 研究対象

2010年4月から5月にかけてのTK大学戦の一次と二次、K大学戦の一次と二次、TU大学戦の一次と二次、それに、2010年6月20日の東日本インカレでのTK大学戦の7試合を対象とした。

国際試合の女子チームでは、8月のワールドグランプリ大会のドイツ戦、ロシア戦、オランダ戦、中国戦、ブラジル戦の5試合、11月のワールドグランドチャンピオンズカップ大会の韓国戦、ブラジル戦、タイ戦、ドミニカ共和国戦、イタリア戦の5試合、国際試合の男子チームでは、11月のワールドグランドチャンピオンズカップ大会のポーランド戦、エジプト戦、イラン戦、キューバ戦、ブラジル戦の5試合を各々対象とした。

### (2) 研究方法

#### (a) チーム得点率指数

各Rフェイズのサービスにおいて、得点とした本数をチーム全体の得点本数で除し、チーム得点率を算出する。チーム得点率から16.67を減じた数値を、チーム得点率指数とした。プラスの数値(0以上)の場合は、サービスをした際に連続得点ができたRフェイズであり、マイナスの数値(0未満)の場合は、サービスをした際に連続得点が少なかったRフェイズとなる。

#### (b) チーム失点率指数

各Rフェイズのレセプションにおいて、失点とした本数をチーム全体の失点本数で除し、チーム失点率を算出する。16.67からチーム失点率を減じた数値を、チーム失点率指数とした。プラスの数値(0は含まない)の場合は、レセプションをした際に連続失点が少なかったRフェイズであり、マイナスの数値(0以下)の場合は、レセプションをした際に連続失点が多かったRフェイズとなる。

#### (c) 連続得点とセットのプラス率

各セットの累積の連続得点によるチーム得点率指数では、突然の連続得点は把握することができないので、各セットにおけるチーム得点率指数を算出する。プラスのセットとマイナスのセットが混在するが全セットのうち、プラスのセットの割合を算出する。これがプラス率である。

- 1群：各セットの累積の連続得点によるチーム得点率指数はプラスで、プラス率も50.0%以上
- 2群：各セットの累積の連続得点によるチーム得点率指数はプラスで、プラス率は50.0%以下
- 3群：各セットの累積の連続得点によるチーム得点率指数はマイナスで、プラス率は50.0%以上
- 4群：各セットの累積の連続得点によるチーム得

点率指数はマイナスで、プラス率は50.0%以下

この4群がみられるが、突然の連続得点に該当するRフェイズは、2群のチーム得点率指数はプラスで、プラス率は50.0%以下の場合である。

#### (d) 連続失点とセットのプラス率

各セットの累積の連続失点によるチーム失点率指数では、突然の連続失点は把握することができないので、各セットにおけるチーム失点率指数を算出する。プラスのセットとマイナスのセットが混在するが全セットのうち、プラスのセットの割合を算出する。これがプラス率である。

- 1群：各セットの累積の連続失点によるチーム失点率指数はプラスで、プラス率も50.0%以上
- 2群：各セットの累積の連続失点によるチーム失点率指数はプラスで、プラス率は50.0%以下
- 3群：各セットの累積の連続失点によるチーム失点率指数はマイナスで、プラス率は50.0%以上
- 4群：各セットの累積の連続失点によるチーム失点率指数はマイナスで、プラス率は50.0%以下

この4群がみられるが、突然の連続失点に該当するRフェイズは、3群のチーム失点率指数はマイナスで、プラス率は50.0%以上の場合である。

なお、セットカウントが3対1で4セットの場合では、プラス率が50.0%の場合があり、突然の連続得点のRフェイズを探る場合は、チーム得点率指数が0を含めたそれ以上で、セットのプラス率では、50.0%を含めたそれ以下とし、突然の連続失点のRフェイズを探る場合は、チーム得点率指数が0を含めたそれ以下で、セットのプラス率では、50.0%を含めたそれ以上とした。

#### (e) サービス得点率とレセプション得点率

各Rフェイズのサービス得点率は自チームのサービスにおける得点本数を自チームのサービス打数で除し、レセプション率は自チームのレセプション得点本数を相手チームのサービス打数で除し、各々算出する。

#### (f) 各Rフェイズにおける連続得点と連続失点の予測

「バレーボールゲームナビゲーションシステム (Volleyball Game Navigation System)」を使用し、サービス得点確率の高いRフェイズを「チャンス1」、低いRフェイズを「チャンス2」とし、連続得点の

可能性の高いRフェイズに指定した。一方、レセプション得点確率の低いRフェイズを「ピンチ1」、高いRフェイズを「ピンチ2」とし、連続失点の可能性の高いRフェイズに指定した。

同システムは、各セットの開始、1回目のテクニカルタイムアウト (8得点目)、2回目のテクニカルタイムアウト (16得点目)、あるいはジュースとなった際、あるいは任意のラリーの際において、およそ一巡先までの連続得点あるいは連続失点の可能性の高いRフェイズを予測することもできるものである。

### 3. 結果および考察

#### (1) 各項目における相関関係

##### (a) チーム得点率指数、セットのプラス率およびサービス得点率

チーム得点率指数とセットのプラス率との相関関係においては、以下のようであった。

NT大学では、 $r = 0.840$  ( $p < 0.001$ )、全日本女子のグランプリでは、 $r = 0.732$  ( $p < 0.001$ )、全日本女子のグラチャンでは、 $r = 0.732$  ( $p < 0.001$ )、全日本男子のグラチャンでは、 $r = 0.891$  ( $p < 0.001$ )で、各々0.1%水準で有意な相関関係 (図1, 2) がみられた。

サービスにおいて、連続得点をしたRフェイズではチーム得点率指数がプラス傾向となり、各セットでチーム得点率指数がプラス傾向となればセットのプラス率も50.0%以上を占める。連続得点ができなかったRフェイズでは、その逆の傾向である。この関係において正の相関関係がみられたことから、連続得点ができなかったRフェイズでは、各セットにおいて連続得点傾向となり、連続得点ができなかったRフェイズでは、各セットにおいて連続得点傾向とはならなかったことになる。この傾向からみて、突然の連続得点の可能性は低い傾向と言えた。

チーム得点率指数とサービス得点率との相関関係においては、以下のようであった。

女子チーム全体では、 $r = 0.884$  ( $p < 0.001$ )、全日本男子チームでは、 $r = 0.880$  ( $p < 0.001$ )で、各々0.1%水準で正の有意な相関関係がみられた。「ゲームナビゲーションシステム」でもサービス得点率を使用しているが、本研究のチーム得点率指数を用いても充分活用できるものとなった。

サービス得点率とセットのプラス率との相関関係

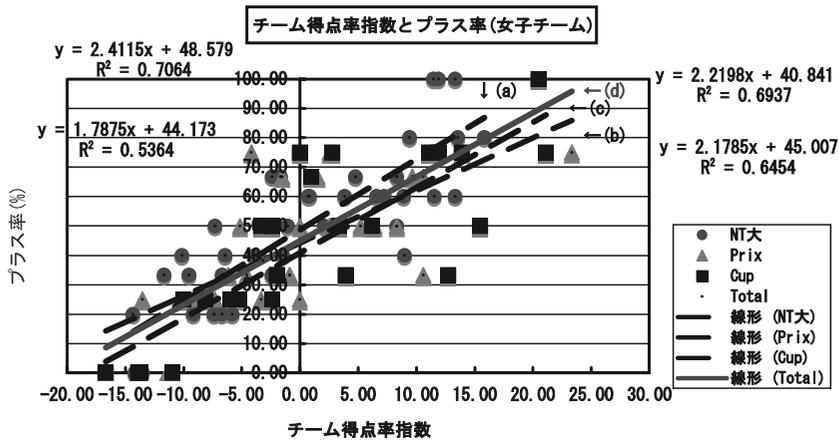


図1 チーム得点率指数とプラス率における相関関係 (女子チーム)

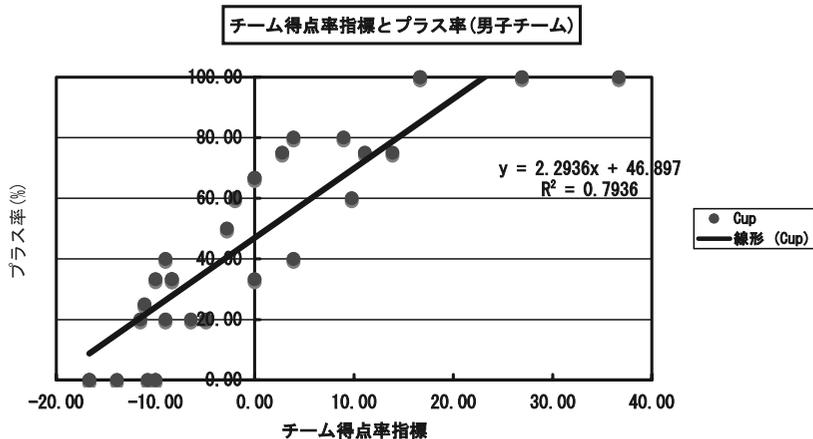


図2 チーム得点率指数とプラス率における相関関係 (男子チーム)

においては、以下のものであった。

女子チーム全体では、 $r = 0.697$  ( $p < 0.001$ )、全日本男子チームでは、 $r = 0.805$  ( $p < 0.001$ )で、各々0.1%水準で正の有意な相関関係がみられた。

(b) チーム失点率指数、セットのプラス率およびレセプション得点率

チーム失点率指数とセットのプラス率との相関関係においては、以下のものであった。

NT大学では、 $r = 0.863$  ( $p < 0.001$ )、全日本女子のグランプリでは、 $r = 0.760$  ( $p < 0.001$ )、全日本女子のグラチャンでは、 $r = 0.786$  ( $p < 0.001$ )、全日本男子のグラチャンでは、 $r = 0.798$  ( $p < 0.001$ )で、各々0.1%水準で正の有意な相関関係

(図3, 4) がみられた。

レセプションにおいて、連続失点をしたRフェイズではチーム失点率指数がマイナス傾向となり、各セットでチーム失点率指数がマイナス傾向となればセットのプラス率も50.0%以下を占める。連続失点とならなかったRフェイズでは、その逆の傾向である。この関係において正の相関関係がみられたことから、連続失点となったRフェイズでは、各セットにおいて連続失点傾向となり、連続失点とならなかったRフェイズでは、各セットにおいて連続失点傾向とはならなかったことになる。この傾向からみて、突然の連続失点の可能性は低い傾向と言えた。

チーム失点率指数とレセプション得点率との相関

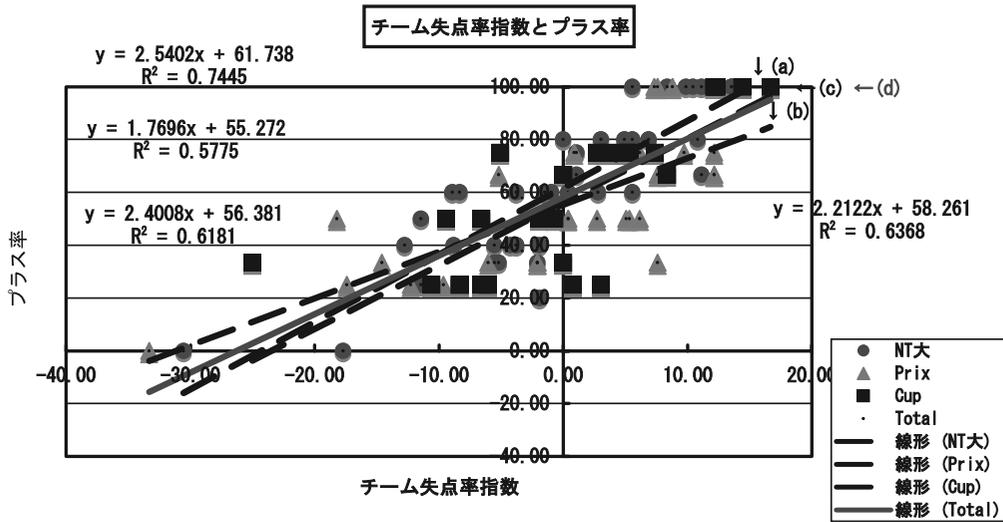


図3 チーム失点率指数とプラス率における相関関係（女子チーム）

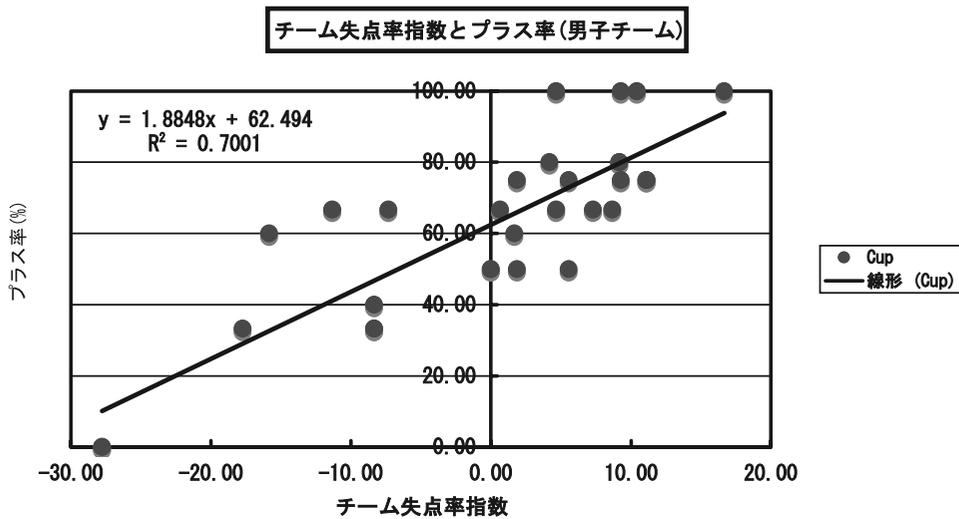


図4 チーム失点率指数とプラス率における相関関係（男子チーム）

関係においては、以下のようであった。

女子チーム全体では、 $r = -0.853$  ( $p < 0.001$ )、全日本男子チームでは、 $r = -0.851$  ( $p < 0.001$ )で、各々0.1%水準で負の有意な相関関係がみられた。「ゲームナビゲーションシステム」でもレセプション得点率を使用しているが、本研究のチーム失点率指数を用いても充分活用できるものとなった。

レセプション失点率とセットのプラス率との相関

関係においては、以下のようであった。

女子チーム全体では、 $r = -0.735$  ( $p < 0.001$ )、全日本男子チームでは、 $r = -0.655$  ( $p < 0.001$ )で、各々0.1%水準で負の有意な相関関係がみられた。

(2) 突然の連続得点と突然の連続失点

(a) 突然の連続得点の傾向

チーム得点率指数が0以上（プラス）の場合（+で表示）とチーム得点率指数が0以下（マイナス）の場合（-で表示），セットのプラス率が50.0%以上の場合（+で表示）と50.0%以下の場合（-で表示）に区分できる。表1と図5に示した。

（+, +）は，連続得点ができ，セットのプラス

率も50.0%以上の場合で，各セットにおいて連続得点ができRフェイズに該当する。

（+, -）は，連続得点ができ，セットのプラス率は50.0%以下の場合で，突然の連続得点をしたRフェイズに該当する。

（-, +）は，連続得点はできなかったが，セットのプラス率は50.0%以上の場合である。

（-, -）は，連続得点ができず，セットのプラス率も50.0%以下の場合である。

NT大学の7試合で突然の連続得点の割合が7.14%，全日本女子のグランプリで23.33%，全日本女子のグラチャンで10.00%，全日本男子のグラチャンで3.33%を各々占めていた。全日本女子のグランプリでは23.33%を占めていたが，他の3群では10.0%以下であった。

1群（+, +）と4群（-, -）群を併合すると，NT大学では85.71%（38.10%，47.62%），全日本女子のグランプリで70.0%（26.67%，43.33%），全日本女子のグラチャンで90.0（33.33%，56.67%），全日本男子のグラチャンで90.0%（40.00%，50.00%）を各々占めており，連続得点となるRフェイズ（+）では，連続得点となる可能性が高く，連続得点が少ないRフェイズ（-）では，連続得点となる可能性が低い傾向であった。前者（可能性が高い）と後者では後者（可能性が低い）の割合が高い傾向であった。この傾向を利用して，連続得点のR

表1 連続得点の傾向

サービスでの連続得点

各群	女子			男子
	NT大	全日本	全日本	全日本
	('10)	('09Prix)	('09Cup)	('09Cup)
1群 (+, +)	16	8	10	12
2群 (+, -)	3	7	3	1
3群 (-, +)	3	2	0	2
4群 (-, -)	20	13	17	15
1, 2群 (+)	19	15	13	13
3, 4群 (-)	23	15	17	17
Total	42	30	30	30
1群 (+, +)	38.10	26.67	33.33	40.00
2群 (+, -)	7.14	23.33	10.00	3.33
3群 (-, +)	7.14	6.67	0.00	6.67
4群 (-, -)	47.62	43.33	56.67	50.00
1, 2群 (+)	45.24	50.00	43.33	43.33
3, 4群 (-)	54.76	50.00	56.67	56.67
1, 4群 (+ +, - -)	85.71	70.00	90.00	90.00

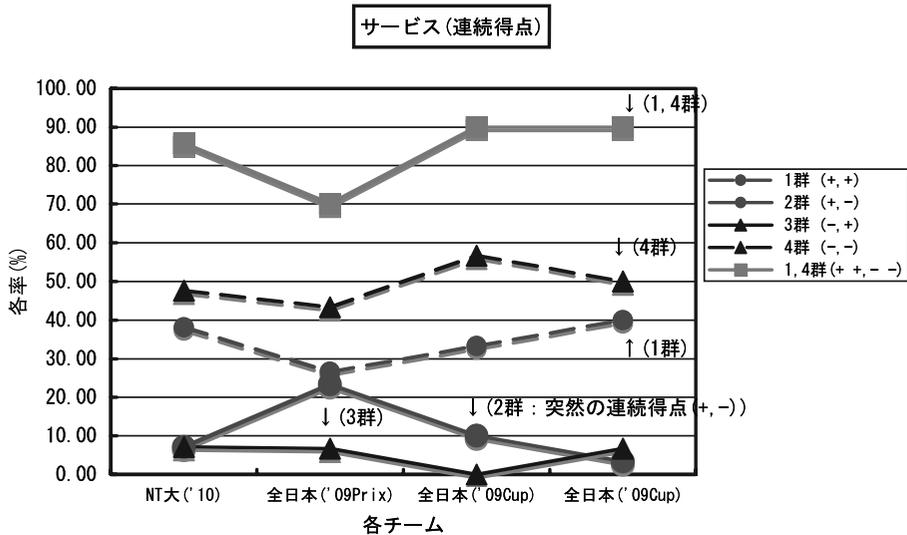


図5 連続得点の傾向

フェイズを予測する場合に活用できる。

(b) 突然の連続失点の傾向

チーム失点率指数が0以上（プラス）の場合（+で表示）とチーム失点率指数が0以下（マイナス）の場合（-で表示）、セットのプラス率が50.0%以上の場合（+で表示）と50.0%以下の場合（-で表示）に区分できる。表2と図6に示した。

表2 連続失点の傾向

レセプションでの連続失点

各群	女子			男子
	NT大 ( <sup>'10</sup> )	全日本 ( <sup>'09</sup> Prix)	全日本 ( <sup>'09</sup> Cup)	全日本 ( <sup>'09</sup> Cup)
1群(+, +)	21	18	11	19
2群(+, -)	0	1	2	0
3群(-, +)	7	2	7	5
4群(-, -)	14	9	10	6
1, 2群(+)	21	19	13	19
3, 4群(-)	21	11	17	11
Total	42	30	30	30
1群(+, +)	50.00	60.00	36.67	63.33
2群(+, -)	0.00	3.33	6.67	0.00
3群(-, +)	16.67	6.67	23.33	16.67
4群(-, -)	33.33	30.00	33.33	20.00
1, 2群(+)	50.00	63.33	43.33	63.33
3, 4群(-)	50.00	36.67	56.67	36.67
1, 4群(+ +, - -)	83.33	90.00	70.00	83.33

(+, +)は、連続失点が少なく、セットのプラス率も50.0%以上の場合で、各セットにおいて連続失点が少なかったRフェイズに該当する。

(+, -)は、連続失点は少なかったが、セットのプラス率は50.0%以下の場合である。

(-, +)は、連続失点はあったが、セットのプラス率は50.0%以上の場合である。これが突然の連続失点のRフェイズに該当する。

(-, -)は、連続失点があり、セットのプラス率も50.0%以下の場合である。

NT大学の7試合で突然の連続得点の割合が16.67%、全日本女子のグランプリで6.67%、全日本女子のグラチャンで23.33%、全日本男子のグラチャンで16.67%を各々占めていた。全日本女子のグランプリでは6.67%を占めていたが、他の3群では16.0%から24.0程であった。NT大学では、突然の連続得点(7.14%)よりも、突然の連続失点(16.67%)の占める割合は多い傾向であった。勝ちセットよりも負けセットの方が多かったのが影響していたものと推察した。

1群(+, +)と4群(-, -)を併合すると、NT大学では83.3% (50.00%, 33.33%), 全日本女子のグランプリで90.0% (60.00%, 30.00%), 全日本女子のグラチャンで70.0% (36.67%, 33.33%), 全日本男子のグラチャンで83.3%

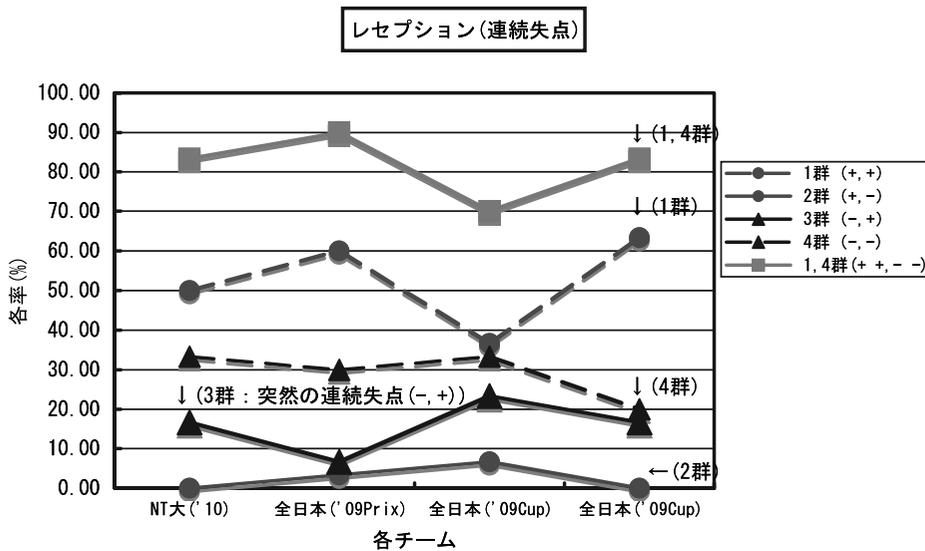


図6 連続失点の傾向

(63.33%, 20.00%) を各々占めており、連続失点が少ないRフェイズ(+)では、連続失点となる可能性が低く、連続失点となるRフェイズ(-)では、連続失点となる可能性が高い傾向であった。

プラス群とマイナス群において、NT大は同じ割合であったが、全日本女子のグランプリ、全日本女子のグラチャン、全日本男子のグラチャンでは、大きな差がみられていたが、その原因については後述する。この傾向を利用して、連続失点のRフェイズを予測する場合に活用できる。

チーム得点率指数とチーム失点率指数の発想は、筆者ら<sup>4-7)</sup>が報告したラインアップ分析、レセプション評価およびサービスで狙う選手と避ける選手の研究が基になっている。

レセプション評価の際に、レセプション得点とレセプション失点に区分でき、このレセプション失点を活用したのが、チーム失点率であり、チーム失点率指数である。

サービスで狙う場合と避ける場合において、相手チームのレセプションの際に、レセプション得点と失点とに区分したが、このレセプション失点をチーム有効失点率としてきたが、本研究では、チーム得点率およびチーム得点率指数とした。

チーム得点率指数とチーム失点率指数を算出する際に、16.67の数値を使用した。6Rフェイズを100で除し、100を乗じると16.67となり、6Rフェイズの平均値である。

チーム得点率指数は該当のRフェイズにおいて、連続得点本数が多くなるとチーム得点率が高くなり、16.67を減じるとプラスの数値となる。一方、連続得点本数が少ないとチーム得点率は低くなり、16.67を減じるとマイナスの数値となる。

同様の考えで、チーム失点率指数は該当のRフェイズにおいて、連続失点本数が多くなるとチーム失点率が高くなり、16.67から減じるとマイナスの数値となる。一方、連続失点本数が少ないとチーム失点率は低くなり、16.67から減じるとプラスの数値となる。

NT大では、7試合で1勝6敗、突然の連続得点が7.14%に対して、突然の連続失点が16.67%、全日本女子のグランプリでは1勝4敗、突然の連続得点が23.33%に対して、突然の連続失点が6.67%、全日本女子のグラチャンでは2勝3敗、突然の連続得点が10.00%に対して、突然の連続失点が23.33%、

全日本男子のグラチャンでは3勝2敗、突然の連続得点が3.33%に対して、突然の連続失点が16.67%であった。勝ち試合が多ければ、突然の連続得点の占める割合が多く、負け試合が多ければ、突然の連続失点の占める割合が多い傾向かと推察したが、全日本男女チームの傾向からみると、必ずしもそではない傾向であった。

### (3) 各Rフェイズにおける連続得点と連続失点の予測

筆者ら<sup>8)</sup>は、2009年のグランプリ大会の分析において「ゲームナビゲーションシステム」を活用しての報告をした。その際に、連続得点の予測においては、Rフェイズを「チャンス1」と「チャンス2」に、連続失点の予測においては、「ピンチ1」と「ピンチ2」に各々指定した。本研究でもその方式を採用した。

チーム得点率指数において、0以上(プラスの数値)となったRフェイズの割合は、NT大で45.24%、全日本女子のグランプリで50.00%、全日本女子のグラチャンで43.33%、全日本男子のグラチャンで43.33%と、およそ45.0%前後であった。

一方、チーム失点率指数において、0以下(マイナスの数値)となったRフェイズの割合は、NT大で50.00%、全日本女子のグランプリで36.67%、全日本女子のグラチャンで56.67%、全日本男子のグラチャンで36.67%と、チーム得点率指数の傾向とは各々占める割合に相違がみられた。

全日本女子のグランプリで36.67%に対してNT大では50.00%、この相違は何が原因であるか。全日本女子のグランプリでは、R2のレセプションで複数(大量)の連続失点がみられたが、1つのRフェイズで連続失点が集中するとRフェイズの連続失点の割合に影響してくる。これが36.67%と低くなった原因の1つと推察した。全日本男子についても同様のことが言えるかは検討課題とした。

例：全日本女子のグランプリにおけるロシア戦でのレセプション

(失点総本数は44、各Rフェイズにおける失点本数とチーム失点率指数を示す)

R1 : 5 (5.31), R2 : 15 (— 17.42), R3 : 4 (7.58), R4 : 2 (12.12), R5 : 12 (— 10.60), R6 : 6 (3.03)

表3 NT大の突然の連続得点と突然の連続失点

(連続得点)

NT大学 サービス	Rフェ イズ	各セットの連続得点					Total -	TK大学等 レセブ	チーム得点率指数					Total -	プラスの セット	マイナスの セット	プラス 率(%)
		1st	2nd	3rd	4th	5th			1st	2nd	3rd	4th	5th				
1. TK戦・二次	R3 (8)	1	3	6	0	0	10	R2 (9)	-8.34	33.33	37.88	-16.67	-16.67	8.97	2	3	40.00
2. TK戦・東日本	R3 (8)	3	0	4	1	-	8	R2 (9)	16.66	-16.67	27.77	-5.56	-	8.33	2	2	50.00
3. TK戦・東日本	R6 (6)	0	2	1	3	-	6	R5 (27)	-16.67	23.33	-5.56	16.66	-	2.08	2	2	50.00

(連続失点)

NT大学 レセプション	Rフェ イズ	各セットの連続失点					Total -	TK大学等 サービス	チーム失点率指数					Total -	プラスの セット	マイナスの セット	プラス 率(%)
		1st	2nd	3rd	4th	5th			1st	2nd	3rd	4th	5th				
1. TK戦・一次	R1 (18#)	6	0	0	2	1	9	R2 (13)	-26.19	16.67	16.67	-16.66	2.38	-3.78	3	2	60.00
2. TK戦・一次	R3 (8)	1	3	1	2	1	8	R4 (19)	9.53	-13.33	2.38	-16.66	2.38	-1.51	3	2	60.00
3. TK戦・二次	R1 (18#)	0	7	0	2	0	9	R1 (10#)	16.67	-37.18	16.67	-3.33	16.67	-8.33	3	2	60.00
4. TK戦・二次	R4 (14)	0	0	0	1	5	6	R4 (13)	16.67	16.67	16.67	6.67	-66.66	0.00	4	1	80.00
5. TK戦・東日本	R2 (21)	0	0	7	2	-	9	R2 (9)	16.67	16.67	-33.33	-3.33	-	-11.46	2	2	50.00
6. K戦・二次	R4 (14)	2	1	0	1	5	9	R5 (13)	-1.51	4.17	16.67	7.58	-54.76	-0.98	3	2	60.00
7. TU戦・二次	R5 (21)	6	1	0	4	0	11	R5 (13), R4	-50.00	2.38	16.67	-19.69	16.67	-8.91	3	2	60.00

連続得点の予測においては、サービスで連続得点となるのは、およそ45.0%前後であったが、連続失点の予測においては、レセプションで連続失点となるのは、36.67%から56.66%と試合によって相違がみられた。

NT大の突然の連続得点に該当した3Rフェイズと突然の連続失点に該当した7Rフェイズを表3に示した。

突然の連続得点はチームにとって歓迎であるが、突然の連続失点はチームにとって打撃である。特に第5セットにおいては、痛恨の連続失点であり、勝敗をも左右した。

NT大の二次のTK戦におけるR4での5失点(5セットのみのチーム失点率指数は-66.66)、NT大の二次のK戦におけるR4での5失点(5セットのみのチーム失点率指数は-54.76)となっていたが、「ゲームナビゲーションシステム」によるサービス得点確率とレセプション得点確率の推移から予測して、この連続失点が予測可能かどうかを試みた。

(a) TK大戦の第5セットにおけるR4の連続失点の予測

第5セットはNT大のR2(3)からのサービスでセットの開始であった。TK大はR1(10#)のレセプションで、NT大は、LS-6に該当していた。得点経過と両得点確率の推移は、表4、図7に示した。

セットの開始早々でR4(14)での連続失点となっていたが、セットの開始でこのR4での2対3からの連続失点が予測できるかどうかである。

表4 両チームの得点経過

ラリー数	NT	TK	得点差	レ	サ	選手No.	選手No.	サ	レ	NT A点	TK B点
1		1	-1	2	3			1	0	1	
2	1		0	2		9	2		1	1	
3		1	-1	3	8			2	1	2	
4	1		0	3		6	3		2	2	
5		1	-1	4	14			3	2	3	
6	N-1	1	-2	4		13	4		2	4	
7	N-2	1	-3	4		13	4		2	5	
8		1	-4	4		13	4		2	6	
9		1	-5	4		13	4		2	7	
10	1		-4	4		13	4		3	7	
11	1		-3	5	21			4	4	7	

第4セットを20対25で負け、セットカウント2対2となった際である。第5セットもLS-6で臨んでいたことから、第4セットの終了の両推移は、第5セットの開始の両推移となる。

第5セットの開始において、R4は「ピンチ2」のRフェイズに該当しており、連続失点の可能性は予測できていた。「ピンチ2」としたRフェイズでの連続失点は、痛恨の連続失点となり、最も連続失点を注意しなければ成らないRフェイズにも該当していた。

(b) K大戦の第5セットにおけるR4の連続失点の予測

第5セットはNT大のR2(3)からのサービスでセットの開始であった。K大はR2(9)のレセプシ

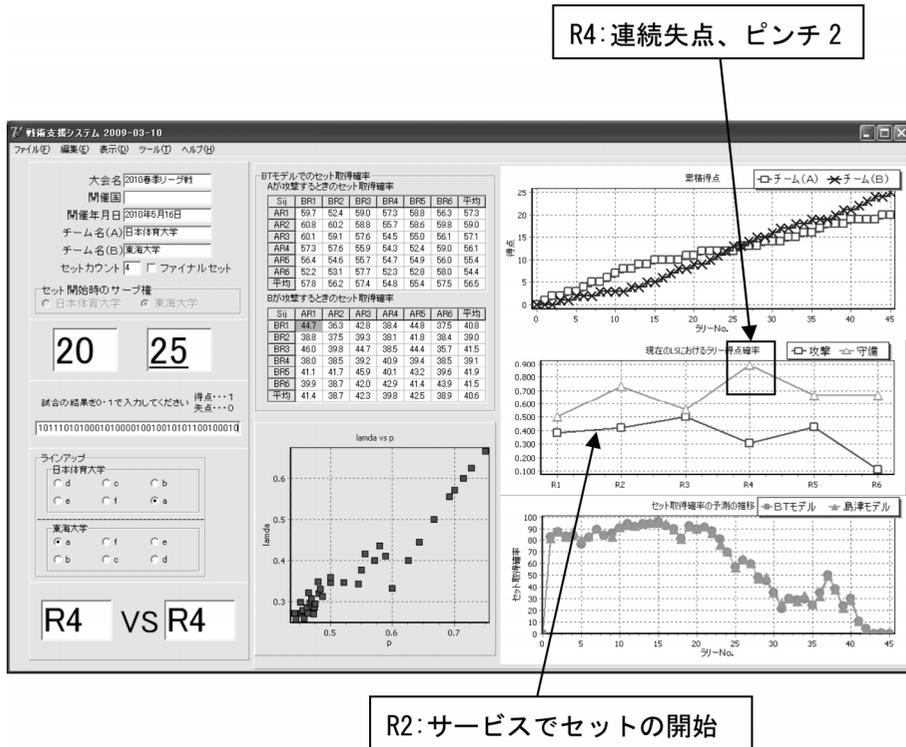


図7 第5セットの開始におけるNT大のサービス得点確率とレセプション得点確率の推移

んで、NT大は、LS-1に該当していた。得点経過と両得点確率の推移は、表5、図8に示した。

セットの開始早々でR4 (14)での連続失点となっていたが、セットの開始でこのR4での4対3からの連続失点が予測できるかどうかである。

第4セットを25対22で勝ち、セットカウント2対2となった際である。第5セットもLS-1で臨んでいたことから、第4セットの終了の両推移は、第5セットの開始の両推移となる。

第5セットの開始において、R4は「ピンチ1」のRフェイズに該当しており、連続失点の可能性は予測できていた。1つ前のR3のレセプションも「ピンチ1」に該当してRフェイズであったが、連続失点とはならなかった。

「ゲームナビゲーションシステム」の適用において、本誌の55号、56号、57号等を通して検討してみた。

\*第5セットのLSにおける視点  
TK戦は第5セットまでLS-6、K戦は第5セット

表5 両チームの得点経過

ラリー数	NT	K	得点差	レサ	選手 No.	選手 No.	サレ	レ	NT A点	K B点
1	1		1	2	3			2	1	0
2	1		2	2	3			2	2	0
3		1	1	2	3			2	2	1
4	1		2	2		1	3	3	1	
5		1	1	3	8			3	3	2
6	1		2	3		8	4	4	2	
7		1	1	4	14			4	4	3
8	1		0	4		13	5	4	4	
9	1		-1	4		13	5	4	5	
10	1		-2	4		13	5	4	6	
11		1	-3	4		13	5	4	7	
12	1		-4	4		13	5	4	8	
13	1		-3	4		13	5	5	8	
14		1	-4	5	21		5	5	9	

までLS-1で、NT大は臨んできたが、連続得点となるRフェイズおよび連続失点となるRフェイズは、NT大では、前者で45.24%、後者で50.00%を各々

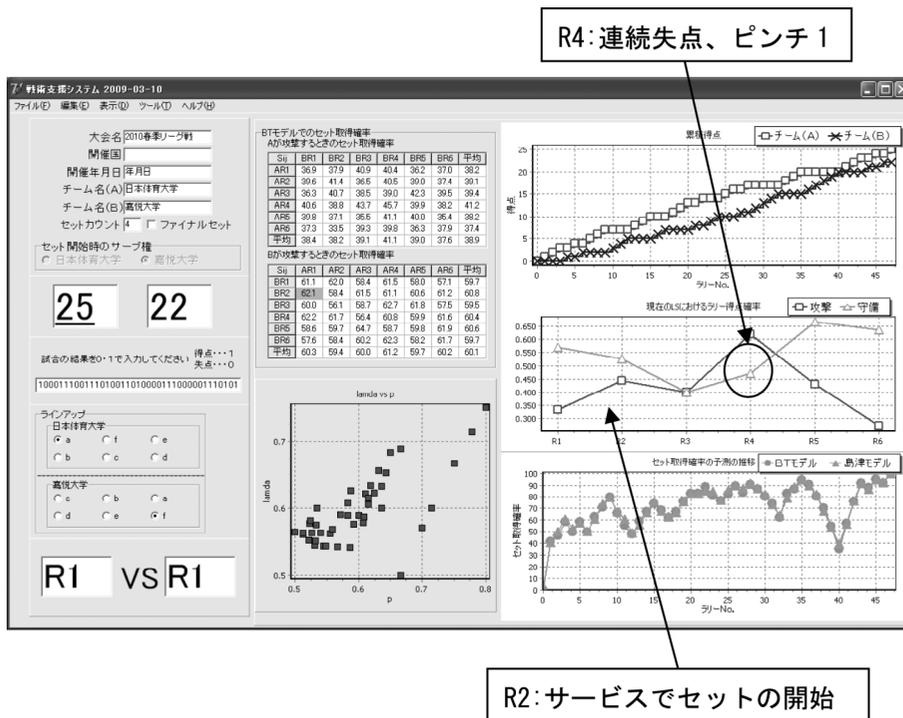


図8 第5セットの開始におけるNT大のサービス得点確率とレセプション得点確率の推移

占めていた。LSが同じことは、相手チームの同じRフェイズへのサービスであり、同じ相手サーバーからのレセプションとなる。

連続失点となるRフェイズは、連続失点となる可能性が高く、同じサーバーからのレセプションを避けるという視点でみると、R2 (3) からのサービスを変更するのも一考である。両セットのセット取得確率と選手のラインアップは表6と図9に示した。

両セット共にセット取得確率では1番目に該当していたが、2番目を選択すると双方R3となる。TK戦では、LS-6からLS-5へ、K戦では、LS-1からLS-6へ、各々変更となる。LS-6からLS-5への変更は、TK大の選手のマークが大きく変更するが、LS-1からLS-6への変更においては、K大の選手のマークにおいて、TK大のマークよりは大きな相違がない。LS-5への変更がチームとして適応できなければ、R1 (18#) のサービス (LS-1) で臨むのも一手である。

\*効果的なタイムアウトにおける視点

TK大戦では、ラリー6で2対4、2得点差、R4の

表6 第5セットで臨むRフェイズの選択

Rフェイズ NT大	TK大のR1のレセプション			K大のR2のレセプション		
	セ取得確率	順位	LS	セ取得確率	順位	LS
R1	59.700	3	LS-1	37.900	4	LS-2
R2	60.800	1	LS-6	41.400	1	LS-1
R3	60.100	2	LS-5	40.700	2	LS-6
R4	57.300	4	LS-4	38.800	3	LS-5
R5	56.400	5	LS-3	37.100	5	LS-4
R6	52.200	6	LS-2	33.500	6	LS-3

レセプション得点確率は上限範囲、ここでNT大はTime-out 1 (Ti-1, 1回目のタイムアウト) としていたが、第5セット目で、後がないことから、効果的なタイムアウトであったと推察した。

K大戦では、ラリー10で4対6、2得点差、R4のレセプション得点確率は下限範囲、ここでNT大はTime-out 1 (Ti-1, 1回目のタイムアウト) としなかったが、第5セット目で、後がないことから、タイムアウトとすべきであったと推察した。

R1				R2			
TK大 (レセプション)	10#	7	27	TK大 (レセプション)	9	2#	10
	9	6	13		1	8	13
(LS-6) R2				(LS-1) R2			
NT大 サービス	21	14	8	NT大 サービス	21	14	8
	6	18#	3		6	18#	3
(LS-5) R3				(LS-6) R3			
NT大 サービス	6	21	14	NT大 サービス	6	21	14
	18#	3	8		18#	3	8

図9 第5セットで臨む選手のランアップ (TK大が左, K大が右)

**\*効果的なサービスで狙う選手と避ける選手**

TK大戦では、サービス得点確率においてR6が最も低く、サービスの際にどの選手を狙うのがサービスとして効果的か、また、K大戦でも、サービス得点確率においてR6とR1が低く、サービスの際にどの選手を狙うのが効果的か、双方において、「レセプション指数」で狙う選手を指定し、その選手を狙うのも一考である。

**\*効果的な選手交代における視点**

サービス得点確率の高いRフェイズでの選手交代は、効果的とは言えず、サービス得点確率の低いRフェイズでの選手交代は、効果的と言える。TK大戦でも、K大戦でもR6での選手交代（ピンチサーバー）が効果的と推察した。R1はセッターであるので不可能である。

**\*対戦前の試合の活用における視点**

TK大およびK大戦では、二次の試合であるので、一次の直接対決の試合が対戦前の試合としては最適である。直接対決した試合がない場合は、間接的な試合（双方が対戦した同一チームの試合）、あるいは全く双方に関係のない試合（トーナメント方式の試合）が考えられるが、本二次の試合では、一次の直接対決の試合があるので、その試合が最適となる。

**\*連続得点と連続失点における視点**

NT大の場合、連続得点をしてセットのプラス率も50.0%以上が38.10%（ほぼ連続得点ができ）、連続得点が少なくセットのプラス率も50.0%以下が47.62%（ほぼ連続得点とはならなかった）、双方で85.71%を占めていた。NT大では、「チャンス1」および「チャンス2」と予測したRフェイズで、なかなか連続得点ができなかった傾向であった。NE大よりも、より連続得点ができなかったのが、

全日本女子のグラチャン（33.33%と56.67%）であった。

NT大の場合、連続失点が少なく、セットのプラス率も50.0%以上が50.00%、連続失点がみられ、セットのプラス率も50.0%以下が33.33%、双方で83.33%を占めていた。NT大では、「ピンチ1」および「ピンチ2」と予測したRフェイズでの連続失点は少なかったが、突然の連続失点（3群）が16.67%を占め、4群の半分を占めていた。全日本男子のグラチャンも16.67%、最も高かったのは、全日本女子のグラチャンで23.33%、最も低かったのは、全日本女子のグランプリで6.67%であった。全日本女子のグラチャンを除いて、連続失点となるRフェイズの割合よりも連続失点とならないRフェイズの割合の方が高い傾向であった。突然の連続失点は、突然の連続得点の割合よりも高い傾向であった。連続得点では、1群（連続得点の可能性が高い）<4群（連続得点の可能性が低い）、連続失点では、1群（連続失点の可能性が低い）>4群（連続失点の可能性が高い）の傾向であった。容易に連続得点はできず、簡単に連続失点はされない傾向であった。セットを勝つには、容易に連続得点ができないところを連続得点とし、簡単に連続失点はされない傾向をより連続失点とならない工夫が必要である。

該当のセットまでの連続得点と連続失点の傾向を把握するのに、サービス得点率とレセプション得点率の傾向を活用する。（チーム得点率指数とサービス得点率、チーム失点率指数とレセプション得点率、双方共に有意な相関関係（ $p < 0.001$ 、前者は正、後者は負）がみられていた）

TK戦およびK戦での第4セットが終了した際の、サービス得点率とレセプション得点率を図10に示した。TK戦で最も連続得点ができなかったの

Aチームの推定値		
	攻撃力	守備力
AR1	0.064	0.083
AR2	0.070	0.122
AR3	0.083	0.093
AR4	0.051	0.148
AR5	0.071	0.111
AR6	0.019	0.111
合計	0.359	0.669

Bチームの推定値		
	攻撃力	守備力
BR1	0.083	0.096
BR2	0.044	0.083
BR3	0.074	0.115
BR4	0.019	0.095
BR5	0.056	0.148
BR6	0.056	0.103
合計	0.331	0.641

Aチームの推定値		
	攻撃力	守備力
AR1	0.056	0.095
AR2	0.074	0.088
AR3	0.067	0.067
AR4	0.103	0.078
AR5	0.071	0.111
AR6	0.045	0.106
合計	0.416	0.545

Bチームの推定値		
	攻撃力	守備力
BR1	0.061	0.111
BR2	0.071	0.093
BR3	0.079	0.100
BR4	0.100	0.063
BR5	0.088	0.095
BR6	0.056	0.121
合計	0.455	0.584

図10 サービス得点率とレセプション得点率  
[TK戦 (左の上), K戦 (右の上)]

はR6 (0.019), 最も連続失点となっていたのはR1 (0.083), 同様に, K戦で最も連続得点ができていなかったのはR6 (0.045), 最も連続失点となっていたのはR3 (0.067)であった。

本論からみると, TK戦で最も連続得点ができていなかったR6は, 第5セットにおいても, 連続得点の可能性が低く, 最も連続失点となっていたR1では連続失点となる可能性が高い。K戦で最も連続得点ができていなかったR6は, 第5セットにおいても, 連続得点の可能性が低く, 最も連続失点となっていたR3では, 連続失点となる可能性が高いことになる。

この傾向を基にして, NT大が第5セット(双方サービス)に臨む際, どのRフェイズでセットを開始するのが最良であるかを提示したのが, ゲームナビゲーションシステムのセット取得確率(表6)である。

選択したRフェイズにより, LSが選択される。選択したLSのサービス得点確率とレセプション得点確率の推移から, 「チャンス1」, 「チャンス2」, 「ピンチ1」, 「ピンチ2」に該当するRフェイズが提示できる。「チャンス1」と「チャンス2」と提示したRフェイズで連続得点を狙い, 「ピンチ1」, 「ピンチ2」と提示したRフェイズで連続失点を受け, 勝ちセットを目指してセットを進行させる。これが「ゲームナビゲーションシステム」の特徴である。

#### 4. 結論

該当の試合において, 連続得点となったRフェイズは連続得点となる可能性が高いか, 連続失点となったRフェイズは連続失点となる可能性が高いか, チーム得点率指数とチーム失点率指数を用いて分析をした。

連続得点となったRフェイズは連続得点となる可能性が高く, 連続失点となったRフェイズは連続失点となる可能性が高い傾向となった。しかし, 連続得点とならなかったRフェイズは, 連続得点となったRフェイズより割合は高く, 連続失点とならなかったRフェイズは, 連続失点となったRフェイズより割合は高い傾向であった。容易に連続得点はできず, 安易に連続失点とはならなかった。

ゲームナビゲーションシステムを活用すると, 「チャンス1」と「チャンス2」に指定したRフェイズで連続得点を狙い, 「ピンチ1」と「ピンチ2」に指定したRフェイズで連続失点を受け, 勝ちセットに向けて進行させることが可能となった。

#### 謝辞

「ゲームナビゲーションシステム」の構築においては, 山梨大学工学部情報システム工学科の教授新藤久和研究室にお世話になりましたことに対し, 厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 島津大宣, 泉川喬一, 山下 茂・他: 日本女子大学紀要家政学部, **55**, 149-160 (2008)
- 2) 島津大宣, 泉川喬一, 山下 茂・他: 日本女子大学紀要家政学部, **56**, 117-129 (2009)
- 3) 島津大宣, 泉川喬一, 山下 茂・他: 日本女子大学紀要家政学部, **57**, 149-158 (2010)
- 4) 島津大宣, 泉川喬一, 山下 茂・他: テクニカルスタディー 2005, (財)日本バレーボール協会, 東京, 21-42 (2006)
- 5) 島津大宣, 泉川喬一, 山下 茂・他: テクニカルスタディー 2006, (財)日本バレーボール協会, 東京, 41-64 (2007)
- 6) 島津大宣, 泉川喬一, 山下 茂・他: テクニカルスタディー 2007, (財)日本バレーボール協会, 東京, 67-88 (2008)
- 7) 島津大宣, 泉川喬一, 山下 茂・他: テクニカルスタディー 2008, (財)日本バレーボール協会, 東京, 105-156 (2009)
- 8) 島津大宣, 泉川喬一, 山下 茂・他: Scientific Research of Volleyball 2009, 1-30 (2010)