

## 6人制バレーボールゲームの数理モデル

01303730 中央大学理工学部 田口 東 TAGUCHI Azuma  
(財)日本バレーボール協会科学調査委員会委員

### 1. はじめに

スポーツゲームを対象としたオペレーションズ・リサーチの研究には多くの例がある。対戦成績をもとにしてチームの強さを推定するモデルや、野球やテニスの試合において、打つ手の優劣を予測し、作戦を立てるための指針を得るモデルなどがよく知られている。

本報告で取り上げる6人制バレーボールは、チームゲームであり、各選手のプレーの連係によって1回の攻撃（集団技能）が構成される。したがって、ゲームを詳細に表現するためには複雑なモデルが必要であり、データの収集にも手間がかかる。そのため、目的と得られるデータをにらんで適切なモデルとなるよう検討しなければならない。また、一方では、攻守が分かれており、格闘技の要素を持っていないので、取り扱い易いという長所もある。以下ではマルコフ連鎖を使ったモデルを適用して得られた結果について述べる。

### 2. データ

バレーボールの各国代表チームの間で行なわれる公式国際試合では、VIS (Volleyball Information System) データが記録され、テキストファイルとして得られる。このデータは図1に示すように、サーブから得点あるいは得権にいたるまでの各選手のプレーを順に記録したものである。ただし、不思議なことに、ボールがどの時点で相手チームに渡ったかが記録されていない。試合を再現するためには、ゲームのルールと経験則を適用して、それぞれのチームの集団技能へと切り分けなければならない。図2に一つの例を示す。VIS-データは個人成績の統計を取るために開発されたものであり、選手の配置やボールの飛んだ方向などは記録されていないので、詳細な作戦の検討には使えないといわれている。しかし、図2のように変換することによってゲームのかなりの部分を再現することができる。

### 3. モデル

バレーボール関係者のこの分析に対する作業開始時の希望は次のようなものであった。

(1) どの選手のどのようなプレーの連係で攻撃するか、というチームごとの特徴を把握し、

1 REC 3 GAVIO Giovane X SRV 4 MATSUDA Akihiko 1	1 REC 3 SRV 4
SET 6 LIMA Mauricio X	SET 6
ATK 1 NEGRAO Marcelo S	ATK 1
-----	
2 SRV 6 LIMA Mauricio REC 8 OGINO Masaji X	2 SRV 6
BLO 1 NEGRAO Marcelo SET 4 MATSUDA Akihiko	BLO 1 SET 4
DIG 2 BRITO Jorge Edson X ATK 14 OTAKE Hideyuki	DIG 2 ATK 14
SET 6 LIMA Mauricio DIG 4 MATSUDA Akihiko X	SET 6
ATK 3 GAVIO Giovane SET 8 OGINO Masaji	ATK 3 DIG 4
BLO 14 SAMUEL Alexandre ATK 1 OMINAMI Katsuyuki	BLO 14 SET 8
DIG 9 GOUVEIA Antonio X BLO 14 OTAKE Hideyuki	DIG 9
SET 6 LIMA Mauricio DIG 4 MATSUDA Akihiko X	SET 6 DIG 4
ATK 1 NEGRAO Marcelo SET 8 OGINO Masaji	ATK 1 SET 8
BLO 1 NEGRAO Marcelo S ATK 3 NAKAGAICHI Yuichi F	BLO 1 ATK 3
----- 1-0 -----	
3 SRV 6 LIMA Mauricio F	3 SRV 6
	error
-----	
SRV サーブ	REC サーブレシーブ
SET トス	ATK アタック
DIG レシーブ (ディグ)	BLO ブロック

図1 VISデータの一部

図2 ラリーへの切り分け

また、それが得点や両チームの布陣によってどのような影響を受けているのかを知りたい。  
 (2)各プレーの出現頻度とその成功率が得点・得権・勝敗にどのように結びつくかを定量的に把握し、効率のよい練習計画をたてる際の参考にしたい。

各試合の記録を上記の目的に合うよう整理するために次のようなモデルを考えた。図3は、Aのサーブから始まり、A、B両チームの攻撃のパターンが2種類であるとした場合の、ball dead にいたるまでの遷移図を表わす。実際に1992年ワールド・スーパー4バレーの試合（男子10試合）を対象とした計算では、表1の17種類の状態を考えた。また、攻撃間の遷移は、同じ攻撃であっても、相手の強い攻撃を切り返す場合と、チャンボールからの場合とでは結果が異なることを考慮して、状態間の遷移確率はひとつ前の状態に依存するとした。

#### 4. 計算

表2に4チームの試合の長さに関する統計を示す。ブラジルが圧倒的に強く、日本、オランダ、アメリカの順である。同じ表の右側に前節のモデルの遷移確率をVISデータから計算して、シミュレーションを10000試合行なった結果の平均値を示す。

参考文献 [1] 竹内 啓, 藤野和建, スポーツの数理科学, 共立出版(1988)

表1 攻撃のパターン

1	SER		
2	REC	#DIG	
3	REC	#DIG	#ATK
4	REC	SET	ATK
5	REC	SET	BTK
6	#DIG		
7	#DIG	#ATK	
8	DIG	SET	ATK
9	DIG	SET	BTK
10	#ATK		
11	BLK		
12	BLK	#DIG	
13	BLK	#DIG	#ATK
14	BLK	#SET	ATK
15	BLK	#SET	BTK
16	ball dead	{LOST}	
17	ball dead	{GET}	

BTK バックアタック  
 #ATK ATKまたはBTK  
 #DIG つなぎのプレー  
 #SET DIG&SETまたはSET

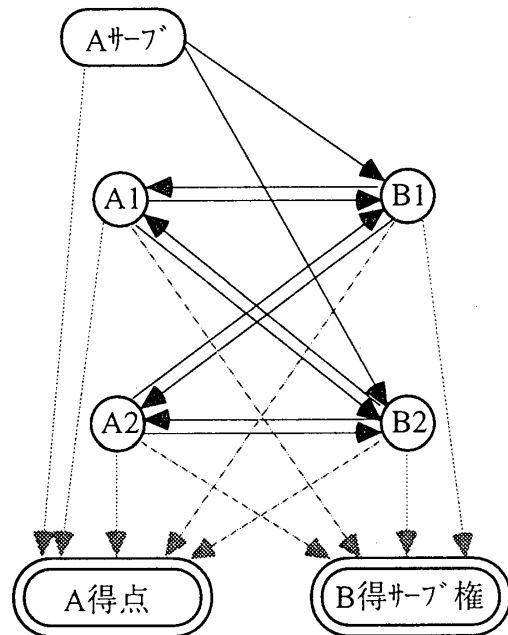


図3 マルコフ連鎖を用いたラリーのモデル

表2 試合の長さに関する統計

	実際の試合				モデルシミュレーション			
	セット	得点	ラリー	サーブ	セット	得点	ラリー	サーブ
ブラジル対オランダ	3x1	56x39	425x425	148x 132	2.9x0.7	52x36	386x386	134x 120
ブラジル対アメリカ	3x0	45x22	329x321	115x 93	3.0x0.2	47x25	327x313	117x 96
	3x0	45x23	316x296	117x 96				
ブラジル対日本	3x0	45x11	312x293	119x 86	3.0x0.1	46x19	346x322	128x 103
	3x0	45x25	387x357	140x 122				
日本対オランダ	3x0	45x20	324x329	121x 97	3.0x0.2	47x24	360x355	126x 104
	3x0	45x24	379x363	126x 106				
日本対アメリカ	3x1	55x36	508x477	164x 146	2.9x0.6	51x34	449x422	145x 129
オランダ対アメリカ	3x0	45x25	322x310	109x 90	2.7x1.1	54x43	461x446	146x 136
	3x2	63x61	575x557	175x 173				