

マルコフ過程を用いたハンドボールの試合のシミュレーション (その2)

02203340 成蹊大学

*佐藤 啓 SATO Akira

01506960 国立スポーツ科学センター

廣津 信義 HIROTSU Nobuyoshi

01001600 成蹊大学

上田 徹 UEDA Tohru

1. はじめに

実際の試合のビデオからデータを取り、各プレーを状態として考えた推移確率行列をもとに以下のモデルを検討した。前回の報告では③が中心であったが、今回は以下の4モデルすべてを比較した。

- ①定常確率モデル
- ②得点積み重ねモデル (チーム毎に推移確率行列設定)
- ③期待得点差モデル (2チーム全体に1推移確率行列)
- ④個人能力を考慮した期待得点差モデル

上記4種類のモデルを作成し、ハンドボールの試合をマルコフ過程で記述した場合のモデルの当てはまり具合を確認した。また、AHP(階層化意思決定法)を用い、学生8チームの「チームの強さ」を分析した。

2. マルコフ過程

基本状態として、6つのプレーを挙げた。

- ・(通常) パス …相手の様子をうかがうパス
- ・(攻め) パス …ゴールを狙う過程のパス
- ・ボールデッド…攻めを中断させる敵のファウル
- ・ミス …攻め側のミス
- ・シュート成功…攻め側のシュートが入る
- ・シュート失敗…攻め側のシュートが入らない

モデル①

$$x(0)P^n = x(n) \quad (1)$$

$x(0)$: 初期状態ベクトル

(12状態 = 基本6状態 × 2チーム)

(1) 式から得られた定常確率のうちの「シュート成功」確率にステップ数を乗じて得点を推定する。

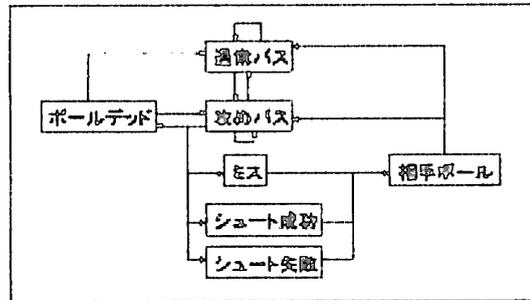


図1 モデル①,②,③における状態遷移図

モデル②

推移確率行列 P を用いて n ステップ後の期待得点 E を (2) 式で求める。

$$x(n) = x(0)P^n = x(n-1)P$$

$x(0)$: 初期状態ベクトル

(357状態 = (基本6状態 + 「相手ボール」) × 1チーム × 51点)

$x(n)$: n ステップ後の状態ベクトル

$$E = \sum_{j=0}^{50} \sum_{i=0}^6 j \times x(n)_{i+j \times 7} \quad (2)$$

モデル③

対戦チーム間の期待得点差 E を求める。

$$x(n) = x(0)P^n = x(n-1)P$$

$x(0)$: 初期状態ベクトル

(312状態 = 基本6状態 × 2チーム × 26点)

$x(i) = 0$ ($i \neq 60$ または、66)

$= 1$ ($i = 60$ または、66)

$x(n)$: n ステップ後の状態ベクトル

$$E = \sum_{j=5}^{-20} \sum_{i=0}^{11} j \times x(n)_{i+(5-j) \times 12} \quad (3)$$

モデル④

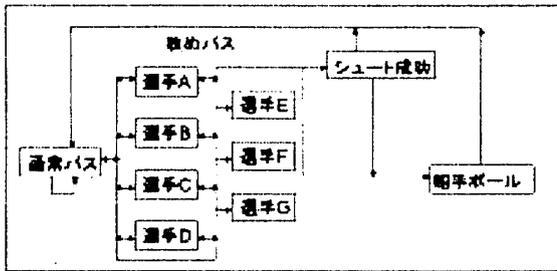


図2. モデル④における状態遷移図

今までのモデルとは状態の採り方が違っている。個々の選手同士のボール遷移が盛り込まれている。対戦チーム間の期待得点差 E を求める。

$$x(n) = x(0)P^{(n)} = x(n-1)P$$

$x(0)$: 初期状態ベクトル

(576状態=26状態×26点)

$$x(i) = 0 \quad (i \neq 130 \text{ または } 143)$$

$$= 1 \quad (i = 130 \text{ または } 143)$$

$x(n)$: n ステップ後の状態ベクトル

$$E = \sum_{j=5}^{-20} \sum_{l=0}^{25} j \times x(n)_{l+(5-j) \times 26} \quad (4)$$

3. 実行結果

上記で説明した各モデルに推移確率データを当てはめるところ、表1のような結果となった。

表1. 各モデルの絶対誤差

| モデル | 誤差 |
|------|------|
| ①学生 | 0.26 |
| ①社会人 | 0.21 |
| ②学生 | 0.29 |
| ②社会人 | 0.15 |
| ③学生 | 0.66 |
| ③社会人 | 0.47 |
| ④学生 | 0.64 |
| ④社会人 | 0.24 |

$$\text{平均誤差} = \sum_{i=1}^n |E_i - A_i| / n \quad (5)$$

E : 期待値

A : 実測値

n : 試合数

学生・社会人両方の試合を通して、現場で見えてきて以下のような傾向があるという感じを受けた。

学生 …常に思いっきりプレーをしているため、難しい場面でも無理に得点を取りにいつている印象がある。
 社会人…効率良く点をとるという意思統一のもと、無理のないプレーでゴールを狙っているという印象がある。
 社会人の試合の方が学生よりもモデルに当てはめやすいのではないかという印象をもった。

4. AHPによる強さの分析

関東学生ハンドボール3部リーグの結果をもとに「チームの強さ」評価を以下の4項目について行った。

チーム j と比べたチーム i の重要度(強さ) $a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}$ を以下のように定義した。

- a_{ij} : 当該試合でのチーム i の得点/チーム j の得点
- b_{ij} : 全試合のチーム i の総得点/チーム j の総得点
- c_{ij} : 全試合のチーム j の総失点/チーム i の総失点
- d_{ij} : チーム i とチーム j の試合において勝利の場合は θ 、敗北の場合は $1/\theta$ (ただし、 $\theta=2$ とした)。

表2. 「チームの強さ」評価

| | a.得点 | b.総得点 | c.総失点 | d.勝敗 |
|-----|--------|-------|-------|-------|
| 明学大 | 0.1438 | 0.125 | 0.146 | 0.185 |
| 埼玉大 | 0.1318 | 0.134 | 0.125 | 0.155 |
| 北里大 | 0.1272 | 0.141 | 0.110 | 0.142 |
| 東京大 | 0.1321 | 0.123 | 0.140 | 0.131 |
| 東工大 | 0.1304 | 0.131 | 0.124 | 0.120 |
| 成蹊大 | 0.1215 | 0.110 | 0.138 | 0.110 |
| 拓殖大 | 0.1241 | 0.121 | 0.124 | 0.092 |
| 専修大 | 0.0891 | 0.115 | 0.092 | 0.065 |

※大学名は実際の順位順に並べられている結果から、1位の明学大の勝因は安定した得点力とリーグNo.1の防御力であると考えられる。

5. おわりに

これからの課題としては、更なるモデルの拡張・分析とともに、予測についても深く探求していく必要がある。

参考文献

- [1] 佐藤啓、廣津信義、上田徹: 「マルコフ過程を用いたハンドボールの試合のシミュレーション」、2004年OR学会秋季研究発表会アブストラクト集、(2004) 292-293.