エルゴードモデルを用いた促進ルール下での選手起用法

申請中　日本大学生産工学部　○　槍崎　瑞之
Nihon University　UTSUGIZAKI Mitsuyuki
01205220　日本大学生産工学部　篠原　正明
Nihon University　SHINOHARA Masaaki

1．はじめに

野球は1イニングの間にノーアウトランナーなし、ノーアウト1塁…といったように次々と状態が変わっていくゲームである。そのとき、それぞれの状態で打席に入るべき選手を考えることはできないだろうか。実際、ソフトボールでは延長戦に入るとランナーを2塁においた状態からゲームを始めるルール（タイブレーカー）もあり、またその状態においての理想のピンチヒッターを考えることにもつながるであろう。実データをもとに各状態で求められる選手の能力適性を考える。

2．エルゴードモデル

野球というゲームでの場面の推移がマルコフ連鎖でモデル化できることをふまえ、モデル化するにあたり2つの考え方がある。1つはOERAモデルであり、3アウトになるとそのイニングは終了するとして、1つの吸収源と他の非吸収源24個からなる吸収マルコフ連鎖としてのモデル化である。他はエルゴードモデルで、3アウトになっても次のイニングからスタートするという考え方、つまり吸収源をもたないモデル化である。OERA モデルと本質的には同じであるがモデルの拡張・理解が容易といった利点が考えられるため、本研究ではエルゴードモデルを用いて、促進ルール下での選手起用法を検討する。

〔定義〕

特定の打者が常に打席に立ち、攻撃したと仮定すると何点得点したかを、尺度とする。

〔慣例〕

アウト→アウト数が1つ増し,走者は進塁せず。

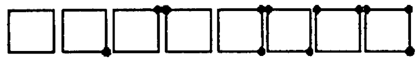
四死球→打者は一塁,押し出された時のみ1つ進塁。

単　打→打者は一塁,一塁走者は三塁,他の走者は生還。

二塁打・三塁打→打者は二塁,他の走者は生還。

本塁打→打者,走者すべて生還。

〔状態〕



ノーアウト	1	2	3	4	5	6	7	8
ワンアウト	9	10	11	12	13	14	15	16
ツーアウト	17	18	19	20	21	22	23	24
スリーアウト	状態0とする							

〔変数の定義〕

打撃は0(凡打)、B(四死球)、1(単打)、2(二塁打)、3(三塁打)、4(本塁打)で構成され、それぞれの確率はP_0, P_B,P_1,P_2,P_3,P_4と表す。

このとき推移確率行列の1行目の第j要素を1にすることで($P_{1j}=1$)、3アウト(状態0)になってからも任意のゲーム開始の状態(1,j)から再び始まる攻撃のシミュレーションをマルコフ連鎖で行うことができる。

〔推移確率行列〕

$$
P = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ \vdots \\ 25 \end{array}
\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} 1 & j & 3\cdots 25 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ & & \\ T & & Q \\ & & \end{bmatrix} \end{array}
$$

$$
T = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{bmatrix}, \quad Q = \begin{bmatrix} Q_{11} & Q_{12} & Q_{13} \\ Q_{21} & Q_{22} & Q_{23} \\ Q_{31} & Q_{32} & Q_{33} \end{bmatrix}
$$

$$T_1=\begin{bmatrix}0\\0\\\vdots\\0\end{bmatrix},\ T_2=\begin{bmatrix}0\\0\\\vdots\\0\end{bmatrix},\ T_3=\begin{bmatrix}P_0\\P_0\\\vdots\\P_0\end{bmatrix}$$

$$Q_{11}=\begin{bmatrix}P_4 & P_1+P_B & P_2 & P_3 & 0 & 0 & 0 & 0\\ P_4 & 0 & P_2 & P_3 & P_B & P_1 & 0 & 0\\ P_4 & P_1 & P_2 & P_3 & P_B & 0 & 0 & 0\\ P_4 & P_1 & P_2 & P_3 & 0 & P_B & 0 & 0\\ P_4 & 0 & P_2 & P_3 & 0 & P_1 & 0 & P_B\\ P_4 & 0 & P_2 & P_3 & 0 & P_1 & 0 & P_B\\ P_4 & P_1 & P_2 & P_3 & 0 & 0 & 0 & P_B\\ P_4 & 0 & P_2 & P_3 & 0 & P_1 & 0 & P_B\end{bmatrix}$$

$$Q_{12}=\begin{bmatrix}P_0 & 0 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & 0\\ 0 & P_0 & 0 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & 0\\ \vdots & 0 & P_0 & 0 & \cdots & \cdots & \cdots & 0\\ \vdots & \vdots & 0 & P_0 & 0 & \cdots & \cdots & 0\\ \vdots & \vdots & \vdots & 0 & P_0 & 0 & \cdots & 0\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 0 & P_0 & 0 & 0\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 0 & P_0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_0\end{bmatrix}$$

$Q_{13}=0$（8×8 の零行列）

$$Q_{11}=Q_{22}=Q_{33}$$

$$Q_{12}=Q_{23}$$

$$Q_{13}=Q_{21}=Q_{31}=Q_{32}$$

このとき、推移確率行列P＝{P_{ij}}は次式を満たす。

$$\sum_j P_{ij}=1$$

$$(P_0+P_B+P_1+P_2+P_3+P_4=1)$$

〔定常状態確率〕

推移確率行列Pを累乗していくことにより、各列ごとに要素の値は一定値に収束していく。これを定常状態確率と呼び、ゲーム開始の状態（任意）からゲーム終了（スリーアウト）までの１イニングの間にそれぞれの状態に留まる確率を表している。この定常状態確率ベクトルと期待得点値ベクトル R との内積をとることで、１イニングの期待得点値 E が求まる。但し、定常状態確率ベクトルは、状態０の定常状態確率を１に正規化する。

3．エルゴードモデルの数値例

ノーアウトランナー１塁（状態２）の状態と２アウトランナー２，３塁（状態 23）の状態を想定した時、どのような選手が打席に立つのが有効なのか。実際、数値例として 2002 年度公式戦成績を元に選手の適性を考え、求められる期待得点値より評価をする。なお評価対象として、本塁打が多い二岡（巨）・和田（西)、打率が高い高橋（巨)・清水（巨)・小関（西）の５選手のデータを使用した。

	ノーアウト１塁	２アウト２，３塁
二岡(巨)	10.39008（③）	6.55883（⑤）
和田(西)	12.67456（①）	7.67555（①）
高橋(巨)	10.95149（②）	6.96084（②）
清水(巨)	9.76683（⑤）	6.77697（③）
小関(西)	10.10504（④）	6.76170（④）

4．結果・考察と今後の展開

ノーアウトランナー１塁のような本塁から遠い塁上にランナーがいる場合、そして打席に入る回数が多く考えられる時、本塁打の多い選手つまり長打力に期待できる打者の方が得点期待値が高く、逆に２アウトランナー２・３塁のような１回の打席の重要性が高い時は打率、つまり堅実性のある打者の方が適している。こういった評価は各状態に応じた代打の決定に活用でき、選手１人１人を新しい評価基準として考えられる。また、各状態と打順との関係をあらわすことで、最適な打順決定を求めることができると考えられる。今後の展開として、同じデータにおいてエルゴードモデルで求まる得点期待値と OERA モデルで求まる得点期待値との等価性を証明する。また、変数の定義として盗塁など得点能力に影響するであろう要素を取り入れ、より野球ゲームに近いモデルにしたうえで打者個人の評価、チームとしての打順決定の研究をしていきたい。

5．参考文献

[1]木下栄蔵、マネジメントサイエンス入門、近代科学社（1996)、p35 - 54

[2]高橋幸雄・森村英典、マルコフ解析、日科技連（1979)、p1－30