

マルコフ確率過程を用いたプロ野球の打順シミュレーションによる 得点と打順予測

Score and Batting Order Prediction for a Professional Baseball Games Simulation with Markov Chains

2241043 菅野 隼人

Hayato KANNO

指導教員 秋葉 知昭

This study summarizes the score and batting order prediction by batting order simulation using Markov Chains process for professional baseball in two thousand twenty four. The purpose of this study is to clarify the "batting order" to maximize the scoring efficiency in NPB by using a mathematical model. As an analysis method, we used a "Markov chain" to capture the progress of a baseball inning as twenty five state transitions by the combination of "out counts" and "runner situations". The analysis results show that the batting order with high scoring efficiency has concentrated strong hitters, and the "concentrated placement" structure, in which players with high batting average, OPS, and slugging percentage are concentrated at the top and players with low ability are placed at the bottom, has higher scoring ability than the distribution of single strong hitters.

1. 緒 言

近年,MLB での強打者の上位起用やセイバーメトリクスの普及により,伝統的な「4 番最強説」に代わる合理的な打順戦略が国際的主流となっている.現在の日本プロ野球 (NPB) は顕著な「投高打低」にあり,安打が困難な環境下では,数学的な最適配置による得点期待値の向上が勝敗を分ける.また,DH 制導入の議論が進む制度的転換期にあり,従来の経験則は抜本的な再構築を迫られている[1].

本研究の目的は,こうした背景を踏まえ,野球の「状態遷移」と親和性の高いマルコフ連鎖モデルを用いて,最適な打順配置を数理的に解明することである.投手の能力も加味したモンテカルロ・シミュレーションにより,打順が総得点に与える影響を定量化し,現代野球における得点最大化のための打順戦略を提示する.

2. 野球の概要

近年の NPB は,計測機器の進化に伴う投手の圧倒的成長により,極端な「投高打低」の時代を迎えている.1 点の価値が相対的に高まる中,安打の困難な現状を打破する策として,最強打者を上位に据えて打席数を最大化する「1 番・2 番強打者論」が日本でも本格的に浸透し始めた.加えて,セ・リーグでも 2027 年からの DH 制導入が決定し,投手打席を前提とした伝統的な戦略構造は大きな転換点を迎えている[2].これまで打順決定は監督の経験則や精神論に委ねられ,ファンの間でも議論的となってきたが,データに基づいた「効率性」の追求が不可欠となっている.主観や感情を排し,数理モデ

ルを用いて得点効率を定量的に示すことは,現代野球において学術的・実戦的に大きな意義を持つ.

3. マルコフ連鎖

例えば,今日が晴れだったら明日の天気は,60%の確率で晴れ,30%の確率で曇り,10%の確率で雨とする.今回の例は 1 日ごとの天気という設定を考える.これは離散的 (値がとびとびになっている) な時間軸上でのマルコフ過程になっているが,連続する時間軸上でのマルコフ過程も成立する.

マルコフ連鎖では,この移り変わりの確率を遷移確率 (推移確率) と呼び,すべての遷移確率まとめて遷移確率行列と呼ばれる行列で表す.

	明日は晴れ	明日は曇り	明日は雨
今日は晴れ	0.6	0.3	0.1
今日は曇り	0.3	0.3	0.4
今日は雨	0.2	0.5	0.3

これが天気の例の遷移確率行列である.

天気のマルコフ過程では今日の天気から明日の天気の確率がわかる.

4. 先行研究

本研究では以下の研究を参考にした.

- (1) マルコフ連鎖に基づく最適打順の検討[3]
- (2) セイバーメトリクスによる最適打順決定とそのシミュレーション[4]
- (3) マルコフ連鎖を用いた野球における状況別勝率計算とその応用[5]

5. 研究方法

本研究では、2024 年の NPB データに基づき、投手を考慮したマルコフ連鎖モデルを構築した。

2024 年 NPB 全試合を対象とし、公式の打者、投手、チーム別データを収集した。

打者データは 7 つのイベント（単打、二塁打、三塁打、本塁打、四死球、三振、凡打）の発生確率を使用し、パ・リーグは打席数の上位 9 人、セ・リーグは上位 8 人+投手を選出した。

投手データは登板実績のある 235 人を、毎三振率や被安打率等の 4 指標に基づき 7 クラスに分類し、打者の発生確率を動的に補正する「影響係数」を定義した。

マルコフ連鎖によるモデル作成のため状態の定義、遷移確率の算出、状態遷移と進塁規則のアルゴリズムを定義する。

状態はアウトカウント（0,1,2）と走者状況（8 通り）を組み合わせた 24 の状態に、吸収状態である「3 アウト（インニング終了）」を加えた計 25 状態で定義した。

遷移確率の算出は各打者が打席に立った際、どの状態へ遷移するかは、打者個人の成績から算出されるイベント発生確率に基づいている。

遷移に伴う得点の発生を記録する。

また、マルコフ連鎖において、インニングの状態推移は 25×25 の正方行列 P で表現される。

$$P = \begin{pmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} & \cdots & p_{1,25} \\ p_{2,1} & p_{2,2} & \cdots & p_{2,25} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

6. 結果及び考察

表 1 最高得点と最低得点の差

	高		低		差	
	年間得点	平均/1試合	年間得点	平均/1試合	年間得点	平均/1試合
A	531.4	3.7160839	468.6	3.2769231	62.8	0.4391608
B	519.7	3.6342657	457.2	3.1972028	62.5	0.4370629
C	487.1	3.4062937	433.9	3.0342657	53.2	0.372028
D	434.1	3.0356643	372.5	2.6048951	61.6	0.4307692
E	394.3	2.7573427	345.7	2.4174825	48.6	0.3398601
F	550.5	3.8496503	475.6	3.3258741	74.9	0.5237762
G	442.6	3.0951049	406.0	2.8391608	36.6	0.2559441
H	512.9	3.5867133	468.1	3.2734266	44.8	0.3132867
I	635.5	4.4440559	585.5	4.0944056	50.0	0.3496503
J	503.8	3.5230769	443.1	3.0986014	60.7	0.4244755
K	373.5	2.6118881	320.6	2.241958	52.9	0.3699301
L	562.4	3.9328671	510.1	3.5671329	52.3	0.3657343

チームによって大小はあるが、どのチームも打順を入れ替えることによって得点に変化が生まれることがわかった。最も差が大きかったチームは F チームで年間 74.9 点の差が打順の違いで表れた。1 試合平均では約 0.5 点の差が表れた。また、最も差が小さかったのは G チームで、年間 36.6 点の差がでた。1 試合平均では 0.25 点の差であった。

また、打率、OPS、長打率、出塁率、三振率、本塁打率の 6 つの指標を使用し、高得点打順と低得点打順を比較したところ、得点力の高い打順は共通して 1 番から 5 番に好成績の選手が集中しており、特にパ・リーグは 1 番から強打者が配置され、セ・リーグは 2 番以降に強打者を集中配置していた。

得点生産は打者の能力による「乗算的連鎖」で決まるため、強打者を集中配置し「走者あり」の状況で打席を送る確率を最大化することが重要だと考える。また、下位打線に低能力打者を固めることで戦略的にアウトを処理し、次インニングの先頭を強打者に繋ぐリスク管理が可能となる。また、DH 制があるパ・リーグでは打順の「切れ目」がないため、1 番打者に最強打者を置く米国流の最適化戦略が有効であり、得点最大化に直結する。セ・リーグは投手打席による分断から伝統的な役割分担が根付いたが、現在は数理モデルが裏付ける「強打者上位配置」への転換期にある。1 番は 9 番より年間 140 打席以上多く回るため、強打者を上位に置くリソース最大活用こそが現代野球の最適解である。

7. 結 言

本研究では、マルコフ連鎖を用いたシミュレーションにより、現代野球の最適打順を数理的に解明した。得られた主要な知見は三点である。第一に、高得点には能力の高い選手を 1 番から 5 番に集約する「能力の集中配置」が不可欠であり、期待値の乗算的連鎖を最大化させることが総得点を向上させる。第二に、制下では 9 番から 1 番への連鎖性が高まるため、1 番に最強打者を置く「強打者上位戦略」が最適解となる。第三に、強打者の上位配置は年間 140 打席以上の機会創出に繋がり、打席数という有限リソースを最大活用する合理性を持つ。

文 献

[1] 野球の打順の役割と特徴 | セオリーを押さえつつ最近の組み方も解説 | もっと野球, <https://mottoyakyu.com/yakyu-dajun-yakuwari-tokucho/>

[2] 「セントラル・リーグ 2027 年シーズンからの指名打者制 (DH 制) 採用決定」お知らせ | NPB.jp 日本野球機構, https://npb.jp/news/detail/20250804_05.html

[3] 吉田 貴俊：マルコフ連鎖に基づく最適打順の検討 (2024)

[4] 鳥越、薄井、時光：セイバーメトリクスによる最適打順決定モデルとそのシミュレーション (2011)

[5] 大井：マルコフ連鎖を用いた野球における状況別勝率計算とその応用 (2013)