

# 野球戦略における犠打の評価と有効性

稲川 敬介

キーワード：野球, マルコフ連鎖, 戦略, 犠打

本稿は、2012年度秋田県立大学システム科学技術学部経営システム工学科に提出された須藤 翔さんの卒業論文をもとに加筆修正したものです。

## 1. はじめに

須藤くんの趣味は野球観戦です。本人が野球をプレイすることはなく、あくまでも観戦が趣味だそうです。そんな須藤くんには、野球について個人的な主張がありました。それは、送りバント（犠打）がキライということです。球場全体が盛り上がるホームランとは対照的に、送りバントは「盛り上がらない」、「見ていてつまらない」というのがその理由でした。そこで須藤くんの卒業研究は、犠打が有効かどうかについて、自身も含めて納得できる形で示すこととしました。

## 2. 問題の設定と考え方

野球は、古くからマルコフ連鎖モデルの応用例の一つとして考えられています。野球の事象の離散的特性は自然にマルコフ連鎖を構成し、その歴史は1960年の Ronald A. Howard 氏まで遡ります。その後の1977年、Cover and Keilers は OERA (Offensive Earned-Run Average) モデルを発表しました。このモデルでは、野球のルールをある程度単純化して、単打、二塁打、三塁打、本塁打の場合の走者の動きを規則として定めます。そのうえで、アウトカウントと点数の変化を吸収的マルコフ連鎖モデルによりモデル化し、1イニングの期待得点を計算します。この期待得点を9倍して1試合分の得点に換算し、選手個人の評価に利用しようと試みたのが OERA モデルです。このモデルは、2年後の1979年、鳩山 [1] により日本国内にも紹介され、その後、武井ら [2] は、OERA モデルに盗塁を加えた TOERA モデルを発表しています。

これらの研究論文を日本語（OR 機関誌）で読むこ

とができたことは、須藤くんにとって幸運なことでした。そこで卒業研究では、既存研究である武井ら [2] にならない OERA モデルに犠打を加えた BOERA モデルを提案するとともに、OERA, TOERA, BOERA の数値計算結果を比較することにより、犠打の有効性の評価を試みることにしました。

### 2.1 BOERA モデル

このモデルでは、塁上の走者とアウトカウントの組合せによって、マルコフ連鎖の状態を定義します。具体的には、「走者なし」から「満塁」までの8種類の走者の組合せと、ノーアウトからツーアウトまでの3種類のアウトカウントの組合せで24状態、これにスリーアウト（チェンジ）という吸収状態を加えて25状態です。打者は、凡打、四死球、単打、二塁打、三塁打、本塁打、走者一塁で犠打成功、走者一塁で犠打失敗のいずれかの事象を確率的に生起させると仮定します。これらの確率を定められた規則に応じて割り当てることで、推移確率行列を構成します。さらに、期待得点ベクトルを定義することにより、期待得点を計算することが可能となります。また、単打や二塁打の確率など、個々の事象の確率は、各選手の前年の実績から計算するものとします。今回は、ウェブサイトの「データで楽しむプロ野球」[3] から2011年シーズンのデータをダウンロードして使用します。

計算に使用した各選手の個人データと、吸収的マルコフ連鎖の詳細な式や計算方法、また詳細を省略した過去の文献などについては、紙面の都合上、須藤と稲川 [4] を参照していただきたいと思います。

### 2.2 期待得点による犠打の有効性

表1は、楽天の打率上位選手の OERA 値、TOERA 値、BOERA 値の計算結果です。表中の聖澤選手は、OERA 値よりも TOERA 値のほうが高いことがわかります。このことは、聖澤選手が盗塁を戦略の一つとすることで、期待得点が0.4372ポイント上昇すると解釈できます。よって、OERA 値と TOERA 値を比較し、TOERA 値のほうが高い場合は、盗塁を戦略の一つとすべきであると考えられます。

一方、OERA 値と BOERA 値を比較してみると、

いなかわ けいすけ

秋田県立大学 システム科学技術学部経営システム工学科  
〒015-0055 秋田県由利本荘市土谷字海老ノ口84-4  
inakawa@akita-pu.ac.jp

表 1 楽天の OERA 値, TOERA 値, BOERA 値

	略名	OERA	TOERA	BOERA
1	聖澤	4.2309	4.6681	4.1701
2	高須	3.5797	3.6126	3.5797
3	松井	3.9181	4.0137	3.9123
4	中村	3.8525	3.7988	3.8099
5	内村	3.4391	3.8893	3.3471
6	牧田	4.2721	4.1869	4.2528
7	ガルシア	4.3472	4.3190	4.3472
8	伊志嶺	3.3943	3.3121	3.3350
9	草野	3.8192	3.8457	3.8090
10	山崎	3.7649	3.7311	3.7649

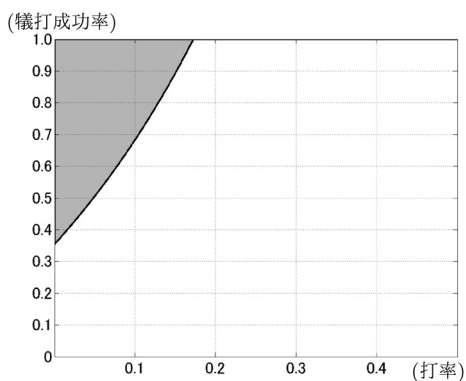


図 1 犠打が有効な領域

OERA 値よりも BOERA 値のほうが高いという選手は一人もいません。なお、ガルシア選手は 2011 年シーズン中に一度も犠打を行っていないため、犠打を行う確率が 0 となり、OERA 値と BOERA 値が一致しています。さらに、表中にはありませんが、楽天の嶋選手は 2011 年シーズン中 24 回の犠打を行ってすべて成功させています。犠打成功率は 100% です。しかしながら、その嶋選手でさえ、OERA 値よりも BOERA 値のほうが低いという結果になりました。

### 2.3 犠打が有効な領域

ここまでの結果は、「犠打を行うべきでない」という須藤くんの主張を裏づけるものとなりました。しかしながら、すべての選手に対して犠打が有効でないことまでは示せていません。そこで次に、選手を特定せず、一般的に打率と犠打成功率の組合せで、犠打が有効かどうかについて分析します。

いま、OERA 値と BOERA 値は、MatLab<sup>®</sup> で 1 秒とかからずに計算できます。そこで、打率 0 から 0.5 の範囲を 1,000 分割し、それぞれの打率を固定した場合に対して、OERA 値と BOERA 値の大小が逆転する分岐点を二分法によって求めます。これによって得られた境界を図 1 に示します。図中の境界より上の領域 (灰色の領域) は、OERA 値よりも BOERA 値のほうが高い領域です。この領域では、犠打を戦略の一つとすることで期待得点が上昇します。この領域に属する選手にとっては、犠打は有効な戦略かもしれません。

図 1 中の境界は、二分法で得られた点の集合ですので、打率を  $x$ 、犠打成功率を  $y$  として回帰分析を行い、近似関数を求めました。これにより、犠打が有効な領域を不等式で求めることができます。

$$y > 6.23x^2 + 2.65x + 0.36, \quad (0 < x < 0.1725)$$

ここで、打率が  $0.1725 \leq x \leq 0.5$  である場合は、ど

表 2 犠打が有効と思われる選手の例

略名	打率	犠打成功率	OERA	BOERA
澤村	0.0833	0.8333	0.2412	0.2453
内海	0.0769	0.7778	0.1596	0.1758

のような犠打成功率であっても犠打は有効でないことがわかります。この不等式を判別式として使い、犠打が有効な選手を探してみると、巨人の澤村投手や内海投手が当てはまりました。両選手の打率、犠打成功率、OERA 値、BOERA 値を表 2 に示します。

### 3. おわりに

この卒業研究により、犠打が有効な可能性も存在することがわかりました。ただし、プロ野球ではこれに該当する選手は少ないのかもしれませんが、高校野球などでは、異なる知見が得られる可能性もあります。

また、OERA モデルは、基本的に選手の評価を目的としているため、試合終了まで同じ選手が連続して打席に立つと仮定しています。しかしながら、実際の野球には打順があり、場面によってとるべき戦略も変わります。このような分析としては、マルコフゲームとして定式化した吉良と稲川 [5] があります。ご興味をお持ちの方は、こちらをご一読いただければと思います。

#### 参考文献

- [1] 鳩山由紀夫, “野球の OR,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **24** (4), pp. 203–212, 1979.
- [2] 武井貴裕, 瀬古進, 穴太克則, “野球の最適打順を考えてみよう,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **47** (3), pp. 142–147, 2002.
- [3] 「データで楽しむプロ野球」, <http://baseballdata.jp/index.html> (2012~2013 年アクセス)
- [4] 須藤翔, 稲川敬介, “野球戦略における犠打の有効性について,” 日本経営数学会誌, **35** (1/2), pp. 15–28, 2014.
- [5] 吉良知文, 稲川敬介, “野球への動的計画アプローチ,” オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, **59** (7), pp. 378–384, 2014.