

# 確率過程としての野球分析：「送りバント」は有効な戦術か

中 尾 泰 士  
Nakao Yasushi

## 1 はじめに

「野球」と日本語に訳される「ベースボール (baseball)」というスポーツは、アメリカでは“National Pastime” (国民的娯楽) として広く親しまれている。また、日本においても、12球団からなるプロ野球や、春と夏の全国高校野球大会などを中心として高い人気を得ている。

それぞれの国において、独自の文化を築いてきた野球であるが、近年、そこに新しい動きが見られるようになってきている。特に、日本のプロ野球球団にアメリカ人の監督が就任する例が増えてきた。その背景には、アメリカ野球において注目されるようになってきた、統計データに基づくチーム構成・戦術選択の手法を日本にも導入しようとする意図がうかがえる。この統計データに基づく野球の分析を一般に“Sabermetrics” (セイバーメトリクス) と呼ぶ。

Bill Jamesを中心として、1971年に設立された“Society for American Baseball Research (SABR)” [1]による研究成果の集合、もしくは研究手法としての“Sabermetrics”は、野球におけるデータを統計的に分析し、そこから客観的な知見を得ることを目標としている。当初、その成果はアメリカ球界においてなかなか評価されなかったが、一部の球団における成功事例などを契機として、次第に多くの人々に受容されつつあるといえよう (これらの経緯については、例えば Lewis 2003 [2]などを参照)。

さて、その“Sabermetrics”が「良くない戦術」と指摘する戦術の一つに「送りバント (犠打)」がある (以下、本論では「犠打」で統一する)。この戦術は、打者自らはアウトになることで走者の塁を進めるという戦術であるが、日本の野球では有効な戦術として盛んに用いられるものである。

同じ戦術が、一方では否定され、他方では重用される。この点に疑問を感じたのが本論の出発点である。果たして、「犠打」は有効な戦術なのかどうか。以下、統計データやシミュレーションを通じて論じていきたい。

## 2 野球の試合の構造

論を進めやすくするために、まず、野球の試合の構造についてまとめておこう。周知のように、野球の試合はイニング (inning: 「回」) の連なりからなる。2つのチームは、それぞれのイニングを先攻 (top: 「表」) と後攻 (bottom: 「裏」) に分かれて得点を競う。そして、9イニング終了時点で合計得点の多いチームが勝つ<sup>(注1)</sup>。

(注1) 本論のシミュレーションでは、9イニングより先のイニングは考えない。すなわち、延長戦は考慮しない。

※ 奈良産業大学情報学部, nakaoy@nara-su.ac.jp

各イニングの「表」「裏」は、それぞれ3つのアウト（「死」）が累積するまで続く。そして、アウトカウントと塁上の走者の組み合わせによって、イニングは表1のような24通りの状況を取りうる。

走者	なし	一塁	二塁	三塁	一・二塁	一・三塁	二・三塁	満塁
無死	#1	#4	#7	#10	#13	#16	#19	#22
一死	#2	#5	#8	#11	#14	#17	#20	#23
二死	#3	#6	#9	#12	#15	#18	#21	#24

表 1: イニングの状況の分類

3つのアウトが累積して、そのイニングが終了する状況を#25と定義すれば、イニングの取りうる状況は全部で25通りとなる<sup>(注2)</sup>。

野球の試合は、それぞれのイニングが状況#1からはじまり、いくつかの状況を経て、状況#25へと遷移して終わる過程に他ならない。このように、試合の進展が離散的な特徴を持つことから、野球は確率過程として分析するのに適している。

### 3 メジャーリーグにおける犠打の効果の検証

メジャーリーグにおいては、いくつかの文献で犠打の効果についての検証が行われている。

たとえば、Lindseyは、1959年と1960年のメジャーリーグの試合データをもとに、イニングの状況ごとの得点期待値について分析を行っている（Lindsey 1963 [3]）。表2はそこから抜粋したもので、あるイニングの状況から、そのイニングの残りの攻撃でどの程度の得点が見込めるかを示したものである。この表2によれば、たとえば、「無死一塁」の状況ではそのイニングで0.813点の得点が見込め、「無死満塁」の状況では2.220点の得点が見込めるといえる。

走者	なし	一塁	二塁	三塁	一・二塁	一・三塁	二・三塁	満塁
無死	0.461	0.813	1.194	1.390	1.471	1.940	1.960	2.220
一死	0.243	0.498	0.671	0.980	0.939	1.115	1.560	1.642
二死	0.102	0.219	0.297	0.355	0.403	0.532	0.687	0.823

表 2: イニングの状況による得点期待値の変化（1959, 60年のデータ：Lindsey 1963 [3]による）

また、Adlerは2004年のメジャーリーグのデータをもとに、同様の表を作成している（Adler 2006 [4]）。これを表3に掲げた。

たとえば「無死一塁」の状況（表1の状況#4）で、戦術として犠打を選択し、そしてそれが意図する結果になれば、イニングは「一死二塁」の状況（表1の状況#8）に遷移する。

走者	なし	一塁	二塁	三塁	一・二塁	一・三塁	二・三塁	満塁
無死	0.54	0.93	1.17	1.46	1.49	1.86	2.14	2.27
一死	0.29	0.55	0.71	0.98	0.97	1.24	1.47	1.60
二死	0.11	0.25	0.34	0.38	0.46	0.54	0.63	0.82

表 3: イニングの状況による得点期待値の変化（2004年のデータ：Adler 2006 [4]による）

(注2) 本論のシミュレーションでは、3アウトになる直前に得点が入るという状況は考えない。3アウトになる直前に得点が入る状況とは、例えば、ヒットが出て走者が生還したが、打者が塁を欲張ってアウトになるような場合などがある。

表2や表3によれば、このとき得点見込みは、

- 0.813点から0.671点へ（1959、60年のデータ）、
- 0.93点から0.71点へ（2004年のデータ）、

といずれのデータでも減少していることが分かる。つまり、どちらの統計データを用いても、犠打を選択することで得点の見込みが減少するのである。

次に、Lindseyによってまとめられた、インニングの各状況からその後の攻撃で「ちょうど1点を得点する確率」に着目してみよう（Lindsey 1963 [3]）。表4は、1959年、1960年のメジャーリーグにおける統計である。

走者	なし	一塁	二塁	三塁	一・二塁	一・三塁	二・三塁	満塁
無死	0.136	0.166	0.344	0.640	0.220	0.410	0.250	0.260
一死	0.085	0.124	0.224	0.529	0.163	0.400	0.240	0.242
二死	0.042	0.045	0.158	0.208	0.100	0.167	0.095	0.092

表 4: インニングの状況ごとの、その後の攻撃でちょうど1点を得点する確率（Lindsey 1963 [3] による）

この表4からは、「無死一塁」からちょうど1点を取る確率（約17%）より、「一死二塁」からちょうど1点を取る確率（約22%）の方が高いということが分かる。つまり、犠打を選択すると、1点を取る確率は上がることになる。

以上を総合すると、犠打を選択することによって、1点を取る確率は上がるが、アウトカウントが増えるため、より多くの得点を取る確率が下がっていることになる。

ところで、「無死一塁」での犠打の結果は、実際には、「一死二塁」以外にも様々な状況を作りうる。この点について、2004年のメジャーリーグのゲームを分析したAdlerによれば、「無死一塁」の状況では年間に1080回の犠打が試みられ、その結果は表5のように分類できるという（Adler 2006 [4]）<sup>(注3)</sup>。

Adlerの分析によれば、「無死一塁」で犠打を選択した場合の得点の期待値は0.83、一方、「無死一塁」で犠打を選択しなかった場合の得点の期待値は0.94であったという（Adler 2006 [4]）。やはり、この分析からも犠打は「良くない戦術」であることがうかがえる。

ただし、以上のような統計分析は平均的な打者を想定していることになる。たとえば打つのが苦手な打者（典型的には投手）が打席に立つような場合は、単純に打撃を行うより、犠打で走者を進める方が得点の期待値が高くなるという分析もある（Adler 2006 [4], Albert & Bennett 2003 [5]）。

	打者アウト	打者一塁へ	打者二塁へ	打者三塁へ
走者アウト	17回	79回	1回	
走者一塁のまま	113回			
走者二塁へ	740回	102回		
走者三塁へ	1回	9回	13回	
走者生還		1回	2回	2回

表 5: 無死一塁における犠打の結果。犠打を行った打者と一塁走者の進塁状況の分布（2004年のメジャーリーグにおける1080回のデータ：Adler 2006 [4] 中の Figure 6-3 による）。

(注3) 出典の表において、誤りと思われる部分については修正した。

## 4 シミュレーション

### 4.1 サンプルチームとモデル

前節では、メジャーリーグのデータを用いた統計的な分析によって、犠打の効果を検討した。次に、日本の球団をサンプルとしたコンピュータシミュレーションを行って、犠打の効果について検証しよう。

野球のチームは一般に数十名の選手の集団であるが、打者として打順に連なることが出来るのは9名である。この9名はあらかじめ定められた打順によって、それぞれ順番に打席に立つ。

一般に打者は「打率」「打点」「本塁打数」の3つの指標によって評価されることが多いが、ここではより詳細なデータを用いて各打者の能力をシミュレートすることにする（打者の能力を示す各指標については Appendix を参照）。

表6は、日本のプロ野球のあるチームのある日の打順と、その時点でのシーズン打撃成績である。このデータは「日本野球機構（NPB）」のWebサイト[6]から取得した。以下、このサンプルチームを用いてシミュレーションを行う。

打順	打率	打席	打数	H (本)	2B (本)	3B (本)	HR (本)	TB 塁打	打点	四死球 (個)	犠打	犠飛
1	0.265	327	302	80	7	2	2	97	13	20	4	1
2	0.284	276	236	67	8	0	3	84	14	27	11	2
3	0.291	160	134	39	10	0	7	70	21	20	2	4
4	0.282	305	262	74	12	0	19	143	39	41	0	2
5	0.318	302	280	89	18	2	8	135	44	19	0	3
6	0.288	294	267	77	12	0	14	131	41	20	6	1
7	0.200	30	25	5	1	0	0	6	2	3	2	0
8	0.238	171	151	36	10	0	0	46	15	15	4	1
9	0.105	19	19	2	1	0	1	6	1	0	0	0

表 6: サンプルチームの打順と打撃成績。各項目の意味については Appendix も参照のこと。

ある打者の打席の結果は現実には様々なものになりうるが、ここでは以下のようなものに限定する。すなわち、

- アウトになる、かつ、走者の状況はそのまま。これは実質的には「三振」(strikeout) である。
- アウトになる、かつ、走者は1つずつ塁を進める。これは「犠打」(sacrifice bunt) である。ここでは、犠打は必ず成功するものと仮定する。
- 四死球。打者は一塁に出塁し、走者は、もしそうする必要があるならば、順に塁を進める。
- シングルヒット (単打, Single, 1B)。打者は一塁に出塁し、一塁走者は二塁へ進む。二塁走者、三塁走者がいれば、それらは生還 (得点) する。
- ツーベースヒット (二塁打, Double, 2B)。打者は二塁に出塁し、一塁走者は三塁へ進む。二塁走者、三塁走者がいれば、それらは生還 (得点) する。
- スリーベースヒット (三塁打, Triple, 3B)。打者は三塁に出塁し、すべての走者は生還 (得点) する。
- ホームラン (本塁打, Home Run, HR)。打者を含む、すべての走者が生還 (得点) する。

以上のような設定は、「D'Esopo-Lefkowitz」モデル (D'Esopo & Lefkowitz 1960 [7]) に、「犠打」を付け加えたものである。ここでは、一度のプレイで複数のアウトが増える「ダブルプレイ」や「トリプルプレイ」は想定されていない。また、守備側の「エラー (失策)」, 「フィルダースチョイス (野手選択)」による出塁や、走者が「盗塁

(steal)」することも考えていない。その他、「犠飛」も考慮しない。

このような簡単なモデルではあるが、「D'Esopo-Lefkowitz」モデルは現実のゲームをよくシミュレートできることが分かっている (Albert & Bennett 2003 [5])。

#### 4.2 長打なし、四死球なしの場合

さて、まず極端な場合として、チームの打者が打つヒットがすべてシングルヒットである場合を考える。すなわち、普通に打撃を行う場合、各打者は自分の「打率」にしたがってシングルヒットを打つとする。打率の定義から、この場合、四死球という事象は存在しない (打率の定義については Appendix を参照)。

ここで、シミュレーションの前に、数学的な考察を行っておこう。いま、すべての打者の打率が  $p$  だとすると、普通に打撃を行い、インングが終わるまでにシングルヒットがちょうど3本出て1点を取る確率  $S(p)$  は、

$$S(p) = {}_5C_3 p^3 (1-p)^3, \quad (1)$$

である。

一方、そのインングの先頭打者がシングルヒットを打った後、次の打者が犠打を選択すれば、1点を取るためにはあと1本のヒットでよい。すなわち、犠打を使えばシングルヒット2本で1点を取ることが出来る。一死になった後は普通に打っていくことにすると、この犠打を含めた戦術によって、インングでちょうど1点を取る確率  $B(p)$  は、

$$B(p) = {}_2C_1 p^2 (1-p)^2 + {}_3C_2 p^3 (1-p)^2 + {}_4C_3 p^3 (1-p)^3, \quad (2)$$

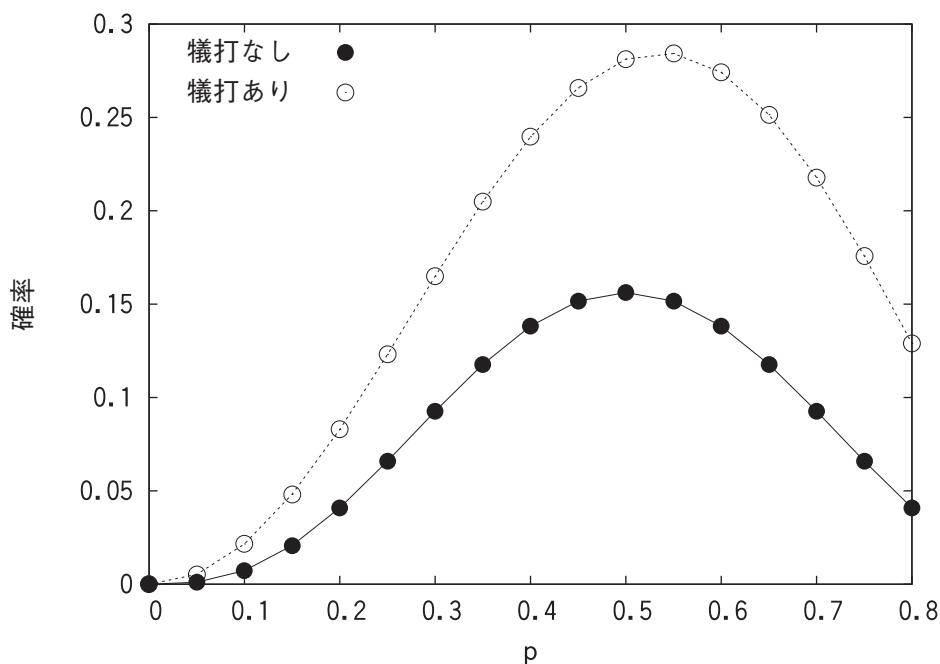


図1: 犠打の効果。すべての打者の打率が  $p$  だとしたとき、あるインングで犠打を使ってちょうど1点を取る確率  $B(p)$  と、使わないでちょうど1点を取る確率  $S(p)$  を比較。

となる。

図1は、 $S(p)$  と  $B(p)$  を  $p$  の関数として比較してみたものである。すべての  $p$  に対して、犠打を含む場合の  $B(p)$  の方が高い確率を示している。すなわち、攻撃に犠打を含むことで、ちょうど1点を取る確率は増加することが分かる。

次に、サンプルチームを用いたシミュレーションではどうなるか見てみよう。表6のサンプルチームの打順と打

率にしたがって、

- 単純に打つ場合、
- 「無死一塁」の状況では、必ず犠打を選択する場合、

の2つの戦術について、9イニングの攻撃を終わった時点での得点分布を比較したものが図2である。それぞれの戦術について、1000試合のシミュレーションを行った。

この結果は、長打力がなく、シングルヒットが多いチームでは、犠打を戦術に含むことによって、期待できる得点がわずかながらではあるが増加する可能性を示している。ただ、平均得点の差はきわめて小さい。

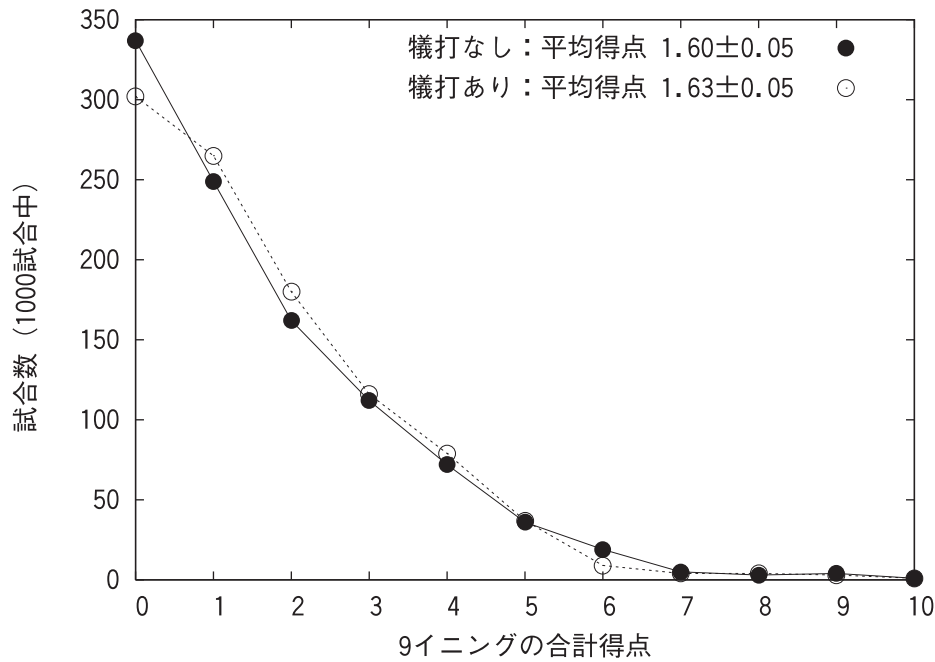


図2: 四死球なし、長打なしを想定したサンプルチームにおいて、1000試合のシミュレーションを行った場合の得点分布。「犠打なし」は単純に打撃を、「犠打あり」は無死一塁で必ず犠打を行う。

#### 4.3 長打、四死球ありの場合

次に、より現実在即した場合について考えよう。すなわち、各打者の打撃結果は、その実績に応じた比率で四死球やシングルヒット、ツーベースヒット、スリーベースヒット、ホームランになることとする。

このような、四死球や長打を含む場合についてシミュレーションした結果を図3に示す。ここで、「犠打なし」の場合は全員が単純に打つことを意味し、「犠打あり」の場合は、無死で走者が出たら次の打者は必ず犠打を行い、そしてそれは必ず成功するものとした。

図3から分かるように、四死球や長打を考慮に入れた場合、無死走者ありの状況で犠打を行うよりは、普通に攻撃した場合の方が見込める得点が多い。つまり、犠打は「良くない戦術」であることになる。

### 5 考察

以上、見てきたように、メジャーリーグの試合データを分析しても、日本のプロ野球チームをサンプルとしたシミュレーションによっても、「犠打」という戦術は大して有効でないことが分かった。特に、ある程度の長打力を持ったチームの場合、犠打は得点の期待値を減少させる。

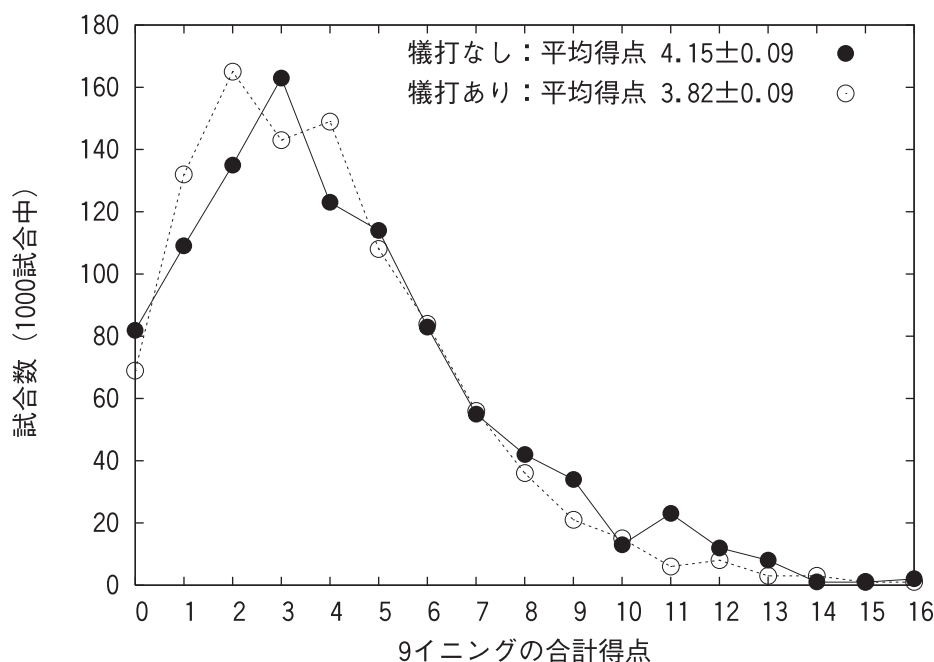


図3: 図2と同じサンプルチームにおいて、長打、四死球を考慮した場合の1000試合のシミュレーション結果。「犠打なし」は単純に打撃を、「犠打あり」は無死で走者が出た場合に必ず犠打を行う。

それでもなお、犠打が有効な戦術となりうるのは以下のような場合が考えられる。すなわち、

- 明らかに平均以下の能力を持った打者が打席に立つ場合、
- 1点を取る確率は増加するので、ゲームの終盤で1点が必要な場合、
- チームの各打者に長打力がなく、ヒットを打ってもシングルヒットにとどまるような場合、

などである。ただし、3番目の場合は、犠打を使って得た少ない得点を投手をはじめとする守備力によって守り通せるようなチーム編成でなければ意味がない。

これらの考察は、日本において犠打が戦術として高く評価されている理由の一つの示唆を与えてくれるように思われる。すなわち、日本の野球選手は子どもの頃から野球チームに属していることが多い。子どもの頃は打撃の技術やパワーが未発達で、なかなか長打が出ないと推測される。いわゆる投手有利の状況で、チームの指導者は少ないヒットを戦術選択で補ってなんとか得点を得ようとする。そこで、犠打という戦術が採用されることになる。そして、少ない得点を投手力・守備力を鍛えて守り抜こうとする。よく指摘される、日本の野球チームの練習時間の長さは、この思想のもとに成り立っていると考えることが出来るだろう。このような環境で育ってきた野球選手は、プロの選手になっても、また、監督になっても、自らの経験のもとに戦術選択を行うようになるだろう。以上が、日本野球において犠打が重用される理由についての筆者の仮説である。

本来、プロ野球選手になるほどの打者であれば、長打を放つ打撃の技術もパワーも備えているはずである。そのような打者たちで構成されたプロ野球チームでは、シミュレーションで見たように、犠打を戦術として選択すれば得点の期待値を減少させることになるはずだ。

しかし、犠打について同じ価値観を持つチーム同士が戦う場合、このマイナス面は表面化しない。なぜならば、2つのチームそれぞれが同じように見込み得点を減少させても、試合の勝負には影響を与えないからである。逆に、日本の観客やスポーツジャーナリズムも犠打が有効であるという価値観を共有しているため、「犠打を行うべき」



と皆が思い込んでいる場面で犠打を選択せず、その後の結果が芳しくないと、犠打を選択しなかった監督は批判にさらされることになる。

たとえば、2006年、2007年のパシフィック・リーグを制した「北海道日本ハムファイターズ」のトレイ・ヒルマン(T. B. “Trey” Hillman)前監督の例が挙げられる。ヒルマン監督就任当初、2003年からの3年間は、チームの犠打数はリーグ最少であった。その間、2004年のリーグ3位はあるものの、2003年と2005年はともにリーグ5位と低迷していた。野球をするのが人間である以上、犠打を重視しない監督と、犠打の価値を植えつけられた選手との間の関係は、結果が出ないとぎくしゃくしたものになるのだろう。結局、2006年からは監督の戦術が転換され、「ファイターズ」のチーム犠打数は、2006年、2007年とリーグ最多になっている。そして、そのような「日本野球への順応」が2006年以降の「ファイターズ」の好成績につながったという論調が多い(たとえば、asahi.com 2006年10月3日付記事[8]など)。

しかし、このような国内における「常識」が国際的に通用するとは限らない。国際試合では、相手は戦術選択において違う価値観で試合を戦ってくるかもしれない。日本のチームが攻撃する際、犠打で相手を追い詰めているつもりでも、守備側はアウトカウントを稼ぐことができなくてかえってありがたいと考えているかもしれないのである。

本来、戦術は相手の予想を裏切ることで最大の効果を発揮するのであって、当たり前のように犠打を選択していたのでは戦術としての価値は大きく減じることになる。国際試合では、国内での限られた経験に基づいた野球ではなく、客観的データ分析による戦術選択が必要とされるだろう。

以上のようなことはもちろん、野球関係者だけではなく、試合を観戦するわれわれ野球ファンにも求められていることである。

アメリカでは、メジャーリーグの公式サイト(MLB.com)[9]やスポーツ専門チャンネル“ESPN”のサイト(www.espn.com)[10]などに“Stats”という項目があり、選手の統計データが簡単に手に入る。また、過去の試合データについても、たとえば、“Baseball Reference”[11]や“Retrosheet”[12]などを中心に充実している。このような公開データとインターネットの普及によって、アメリカでは野球界以外の一般市民でも野球を統計的に分析できる基盤が整っているといえる。

日本においても、「データスタジアム社」[13]を中心として、日本のプロ野球選手のデータ集や“Sabermetrics”の解説本が出版されている(たとえば、[14]-[18]など)。また、「日本野球機構」のWebサイト[6]などで選手のデータも取得しやすくなっている。しかし、アメリカにおける状況と比較すれば、まだまだ貧弱であることは否めない。

われわれの野球を観る目をより高めるためには、日本の野球に関するデータの集積と公開、また、試合を伝え分析するスポーツジャーナリズムの深化が求められていると言えよう。

## 参考文献

[1] “The Society for American Baseball Research”, <http://www.sabr.org/>

[2] Lewis, M., “Money Ball: The Art of Winning an Unfair Game”, W. W. Norton, 2003

(中山宥訳, 「マネー・ボール」, ランダムハウス講談社, 2006)

[3] Lindsey, G. R., “An Investigation of Strategies in Baseball”, Operations Research, vol.11, pp.477-501, 1963

[4] Adler, J., “Baseball Hacks”, Ch.6, O'Reilly, 2006



- [5] Albert, J. & Bennett, J., “Curve Ball: Baseball, Statistics, and the Role of Chance in the Game (Revised Edition)”, Ch.8 & Ch.9, Springer-Verlag, 2003  
(加藤貴昭訳, 「メジャーリーグの数理科学上・下」, シュプリンガー・フェアラーク東京, 2004)
- [6] 「日本野球機構オフィシャルサイト」, <http://www.npb.or.jp/>
- [7] D’Esopo, D. A. & Lefkowitz, B., “The Distribution of Runs in the Game of Baseball”, in “Optimal Strategies in Sports”, edited by Ladany, S. P. & Machol, R. E., pp.55-62, North-Holland, 1977
- [8] 「北海道日本ハム【ヒルマンの挑戦】(上) 日米融合, 花開く」, asahi.com:マイタウン:北海道:2006年10月3日付記事
- [9] “MLB.com”, <http://www.mlb.com/>
- [10] “ESPN: MLB Baseball Statistics”, <http://sports.espn.go.com/mlb/statistics>
- [11] “Baseball Reference”, <http://www.baseball-reference.com/>
- [12] “Retrosheet”, <http://www.retrosheet.org/>
- [13] 「データスタジアム社」, <http://www.datastadium.co.jp/>
- [14] データスタジアム&田淵到, 「プロ野球選手録 2003 Stats」, エンターブレイン, 2003
- [15] データスタジアム&田淵到, 「プロ野球スタッツ2004 Stats」, エンターブレイン, 2004
- [16] データスタジアム&田淵到, 「プロ野球データスタジアム2005」, エンターブレイン, 2005
- [17] データスタジアム, 「プロ野球データスタジアム2006」, 白夜書房, 2006
- [18] データスタジアム企画・編, 「野球の見方が180度変わるセイバーメトリクス」, 宝島社, 2008

## Appendix A 打撃能力に関する指標

### A.1 打率

「打率 (Batting Average: BA)」は, 「打数 (At Bat: AB)」に対する「安打 (Hits: H)」の割合である:

$$BA = \frac{H}{AB} . \quad (A-1)$$

この指標は, 19世紀後半, Henry Chadwickによって考案されたといわれる。

「打数」には「四球 (Base on Balls: BB, Walk)」「死球 (Hit By Pitch: HBP)」「犠打 (Sacrifice Hit: SH)」「犠飛 (Sacrifice Fly: SF)」「打撃妨害・走塁妨害」が含まれないため, 打者が打席に立つ回数よりも「打数」は一般に少なくなる。

一定の打席数を超えた打者のうち, 打率が最も高い打者を「首位打者」と呼び, 打撃タイトルの一つになっているように, 打者の能力を示すものとして一般に広く使用されている。しかし, 四死球の影響を排除している点が“Sabermetrics”の立場からは批判されている。

### A.2 打点

「打点 (Run Batted In: RBI)」は, ある打者が打撃を行った結果, 得点が入った場合にカウントされるものである。この「打点」も打者を評価する基準の一つであり, 最も打点の多い打者を「最多打点 (打点王)」と呼ぶ。

多くの打点を稼ぐには, その打者が打席に立つときに塁上に走者がいる必要がある。そのため, 打者個人の能力をはかる指標としては不適切だと“Sabermetrics”は考える。

### A.3 本塁打数

「本塁打 (HR)」は塁上の走者すべてと打者自身が生還して、チームの得点を増やす効果が高い。そのため、本塁打数が多い打者は一般に高く評価される。「最多本塁打」を打った打者は「本塁打王」と呼ばれる。

### A.4 出塁率

「出塁率 (On Base Percentage: OBP)」は、打者がいかにアウトにならないかを重視した指標である。「打率」が四死球の影響を排除している指標であるのに対し、出塁率は次式で計算される<sup>(注4)</sup>：

$$OBP = \frac{H + BB + HBP}{AB + BB + HBP + SF} \quad (A-2)$$

野球における攻撃が3つのアウトを取られるまで続くことを思えば、各打者がアウトにならないことが重要であることは納得がいく。

日本においても、「最高出塁率」というタイトルが、1962年よりパシフィック・リーグにおいて、また、1985年よりセントラル・リーグにおいて設けられている<sup>(注5)</sup>。

### A.5 長打率

「長打率 (Slugging average: SLG)」は次式で計算される：

$$SLG = \frac{TB}{AB}, \quad (A-3)$$

ここで、TBは「塁打数 (Total Bases)」であり、

$$\begin{aligned} TB &= 1B + 2B \times 2 + 3B \times 3 + HR \times 4 \\ &= H + 2B + 3B \times 2 + HR \times 3, \end{aligned} \quad (A-4)$$

で計算される。「打率」がシングルヒットも本塁打も「安打」として同じ重みで計算するのに対し、「長打率」は長打にはより大きな重みをつけることを意図した指標である。

理論的には、全打数が本塁打である場合の  $SLG=4.0$  が最高となるが、日本における長打率の最高記録 (2007年度シーズン終了現在) は、1986年度のバース選手 (当時、阪神) の0.777であり、1を超えたことはない。

### A.6 OPS

「OPS (On-base Plus Slugging)」とは、出塁率と長打率を足し合わせたものである。この数値の意味するところは分かりづらいが、その打者の得点能力との相関性が高いと指摘されており、近年重要視されるようになっていく (たとえば、[18]第2章)。

### A.7 得点公式

Bill Jamesが経験的に導き出した「得点公式」は、チームの「安打数」「四球数」「塁打数」「打数」とそのチーム

(注4) 「犠飛 (SF)」が分母に含まれている一方、「犠打 (SH)」は含まれていない。

(注5) パシフィック・リーグにおいては、1984年までの計算式には「犠飛」を含まず。また、セントラル・リーグにおいては、1967年から1984年までは「最多出塁数」を採用していた。

の「得点数 (Score)」を関連づけるものであり、次式で与えられる：

$$\text{Score} = \frac{(\text{H} + \text{BB}) \times \text{TB}}{\text{AB} + \text{BB}} . \quad (\text{A-5})$$

この式は、経験式であり、理論的根拠は薄弱であるものの、現実をよくあらわすものになっているという。また、この式は、“Sabermetrics”が「出塁率」と「長打率」を重視する根拠の一つでもある。

最後に、本論のシミュレーションで用いたサンプルチーム（表6）について、「出塁率」「長打率」「OPS」を計算したものを表7にあげておく。

打順	打率	出塁率	長打率	OPS
1	0.265	0.310	0.321	0.631
2	0.284	0.355	0.356	0.711
3	0.291	0.373	0.522	0.896
4	0.282	0.377	0.546	0.923
5	0.318	0.358	0.482	0.840
6	0.288	0.337	0.491	0.827
7	0.200	0.286	0.240	0.526
8	0.238	0.305	0.305	0.610
9	0.105	0.105	0.316	0.421

表 7: 本論で用いたサンプルチームの「打率」と“Sabermetrics”的指標。