

第 99 回全国高等学校野球選手権宮崎大会 の試合記録の整理と考察

坂田繁洋, 田島温大

Statistical Reports on the Miyazaki Prefectural Tournament for the 99th National High School Baseball Championship

Shigehiro SAKATA and Atsuhiko TASHIMA

概要

本研究では, 第 99 回全国高等学校野球選手権宮崎大会の試合記録のうち, 攻撃に関する部分を整理する. また, 整理した記録を用いて, アウト 1 つと進塁 1 つの価値を比較し, 送りバントと強攻策を見直す. 試合記録は宮崎県高等学校野球連盟の提供による.

Abstract

This paper gives a statistical viewpoint for the Miyazaki prefectural tournament for the 99th National High School Baseball Championship. We rearrange the records of the tournament and investigate the offense. Particularly, we compare the values of one out and one advance to the next base. We also review the properties of the two strategies, sacrifice bunts and expecting hits. The records are given by Miyazaki High School Baseball Federation.

1. 序: 野球の統計学

本研究では, 第 99 回全国高等学校野球選手権宮崎大会の試合記録のうち, 攻撃に関する部分を整理し, アウト 1 つと進塁 1 つの価値を比較する.

野球の統計学的な研究は**セイバーメトリクス**と呼ばれ, ビル・ジェイムズ(Bill James)によって提唱された. 「セイバー」はアメリカ野球学会(Society for American Baseball Research)の略称であり, 「メトリクス(metrics)」は測定を意味する.

野手(投手でない選手)の攻撃能力を評価する際, 打率や打点, 本塁打数は基本的な指標である. ここで, 打率とは, 打数のうち安打数の占める割合のことを, 打点とは, 打者が安打や犠打(バント), 犠飛, 四死球によって得た点のことを, 本塁打数とは, 打者が打った本塁打の総

数をいう。従来、これらの指標が高い選手ほどチームに貢献している打者であると考えられてきた。しかし、これらの指標には、四球や長打率(打数のうち二塁打, 三塁打, 本塁打の総数の占める割合)などが加味されておらず、打者の貢献度をそれらだけで表すことは適切なのか、という疑問も生まれる。そこで、選手の評価指標を多角的に考える必要性が生じる。

野球の試合において、自軍が勝つためには、得点が必要であるから、自軍の得点を増やすことに貢献する選手は、自軍の勝利に貢献する選手であると言える。自軍が得点するためには、どのようなプレーが有効であるかを考えると、打率・打点・本塁打数だけでなく、四球や長打率を加味した打者を評価する指標の必要性に気付く。このように、様々なデータを用いて、客観的に野球の仕組みを明らかにすることがセイバーメトリクスの目的の1つである。

[岡田2]で述べられているセイバーメトリクスの初期の頃の歴史を紹介する。1970年代頃から、メジャーリーグ(Major League Baseball, 以下, MLB)において、データを駆使して、野球の采配の妥当性などが議論されるようになった。セイバーメトリクスの命名者であるビルは、自らの野球に関する考えをまとめた著書『Baseball Abstract』(1977年)で、守備指標(野手の守備を数字で評価する指標)の提案や得点推定式(得点するために必要な要素から導かれた式)を使った打者評価などのテーマを扱っていた。得点期待値(各アウトカウント・走者状況からその回の攻撃が終わるまでに入った得点の平均)やLinear Weight(各種のプレーに価値を持たせ、個々のプレーに価値を掛け足し合わせることで選手やチームの評価を行う手法)などの考えも既に出来上がっており、ピート・パーン(Pete Palmer)とジョン・トニー(Jonh Thorn)の著書『The Hidden Game of Baseball』(1984年)でその理論がまとめられている。当時は、現代のように高性能なコンピュータはなく、MLBによって公開されているデータに限りがあったにも関わらず、効果的に野球の本質的な部分と向き合った質の高い研究がされていた。1990年代に入ると、コンピュータが普及し、手軽にデータ分析を行うことができ、インターネット上で様々な議論がされた。

MLBにおけるセイバーメトリクスの活用例を挙げる。1990年代に、オークランド・アスレチックス(Oakland Athletics)のゼネラルマネージャーだったビリー・ビーン(Billy Beane)は、セイバーメトリクスをチーム編成に活用した。ビーンは、限られた予算の中で勝利するために、チームに不足している能力を補う人材を低予算で集めることを試みた。例えば、出塁率の高い選手を集めようとしたとき、出塁率が高くかつ打率が高い選手を獲得しようとする高額な年俵を支払わないといけませんが、高い出塁率を残しているが怪我を理由に本来のポジションを守れない選手は、低年俵で獲得できることに注目し、後者を獲得した。また、年俵が高くなったチームの軸を手放した際は、その選手の能力を分析し、複数の選手でそれを補うなど、データを重視して、総合的には評価されない選手でも、自軍の目的にあった能力を有する人材を低予算で獲得した。このようなチーム編成を行った結果、アスレチックスはアメリカンリーグ西地区優勝という大きな成果を残した。ビーンのスエーバーメトリクスの活用以降、メジャーリーグではデータ分析の専門家を雇い、チーム編成をセイバーメトリクスによる評価で行うチームが増加した。

アスレチックスの西地区優勝と同時期に、アメリカでは、ファンタジー・ベースボールというゲームが流行した。これは、インターネット上で、実在する選手の中から、ある条件の下で仮想チームを編成し、実際の試合結果をもとに選手の成績をポイント化して総合ポイントを競うゲームである。チームを編成する際に、有名な選手ばかりを集めることができないルールに

なっており、将来的に活躍が期待される人材を選ぶことが必要になる。そのため、過去のデータから選手を評価する必要がある、セイバーメトリクスが用いられた。このような出来事も、セイバーメトリクスが一般的に普及した一因である。

現在では、科学技術の発展により、詳細な情報の収集が可能となり、セイバーメトリクスの研究領域が大きく広がり、試合の結果から選手の能力や価値を推し量る研究だけでなく、結果に到達する前の過程の情報から、いち早く知見を見出そうとする研究が盛んになりつつある。

日本プロ野球 (Nippon Professional Baseball, 以下, NPB) におけるセイバーメトリクスの例を, [岡田 1, p. 4] から紹介する。2014 年 10 月末に行われた読売ジャイアンツ・阿部慎之助選手の捕手から一塁手へのコンバートをセイバーメトリクスの視点から考える。阿部選手のコンバートは、年齢を考慮し、守備での肉体的疲労を緩和することで、2014 年に低迷した打撃成績の回復を狙ったものである。ベテラン選手が負担の少ない他のポジションへ移ることは珍しいことではないが、阿部選手が捕手から一塁手へコンバートされることは、事情が異なる。なぜなら、2014 年の NPB 全打者の平均打率は .261 であり、その中でも、捕手の平均打率は .222 と大きく下回るからである。長打や安打以外の出塁も考慮した指標 Weighted On-Base Average でも NPB 平均 .324 に対し、捕手平均は .264 であり、捕手の攻撃への貢献度は高いとは言えない。しかし、阿部選手は、打撃不振と言われたが、2014 年の打率は .248, Weighted On-Base Average は .341 であった。打率こそ NPB 全打者の平均を下回ったが、他の捕手と比べて、高い成績を残した。また、セイバーメトリクスで知られる選手の働きを得点に換算する方法を阿部選手に適用すると、2014 年は、捕手平均と比べて約 30 点高く、2001 年から 2014 年まで捕手平均を下回ったことがない。このことから、阿部選手を捕手として起用していたジャイアンツは、他のチームより有利な状態で試合に臨んでいたと言えるため、一塁手へのコンバートは、セイバーメトリクスの視点からは疑問符のつく戦略であった。

日本の高校野球において行われているセイバーメトリクスの研究の事例を紹介する。[雑賀 1], [雑賀 2] では、高校野球の地方大会の全体に対して、先取点が試合の勝利に優位を示すか、という問題が考察されている。先取点をあげたチームの勝率から、先取点が及ぼす影響を分析し、勝つために望ましいゲーム展開について述べられている。[雑賀 3] では、地方大会からの結果をもとに、全国大会では先取点がどのような影響を及ぼすのか、という問題が分析され、全国大会での試合展開が考察されている。[佐藤] では、2016 年の全国高等学校野球選手権全国大会を対象に、無死走者 1 塁での采配の有効性が研究されている。[末木] では、2008 年から 2015 年までの全国高等学校野球選手権全国大会の全 390 試合を対象にデータを集め、投手力・打撃力・守備力を比較し、試合の勝敗に影響する要因が考察されている。

以上の研究は、特定の地方大会に焦点を当てるのではなく、地方大会の全体または全国大会という広い範囲での研究である。特定の地方大会に注目した文書として、[笹木] が挙げられる。[笹木] では、山形県の高校野球に焦点を絞り、第 98 回全国高等学校野球選手権山形大会の試合記録から、打撃成績と得点の相関関係が考察されている。また自チームと他の強豪チームの打撃状況を比較するなどして、データが活用されている。

日本の高校野球の地方大会に注目した研究の蓄積は (著者らが調べた範囲では) 少ないと思われる。特に、宮崎大会を取り扱った研究成果は (著者らが調べた範囲では) 公表されていないと思われるため、その研究には意義がある。本研究では、第 99 回全国高等学校野球選手権宮崎大会の試合記録から、得点期待値、得点確率、強攻策と送りバントの得点価値とよばれる指

標を算出した。その算出方法は、[鳥越 2] で NPB の場合に解説されているが、読者の利便性のため、ここでも解説をする。算出した指標を用いて、送りバントによる得点期待値と得点確率の変位、より広くアウト 1 つと進塁 1 つの価値、無死走者 1 塁で強攻策をすべき打者と送りバントをすべき打者、満塁策による得点期待値と得点確率の変位について考察する。

謝辞

本研究で用いた試合記録は、宮崎県高等学校野球連盟によるものである。著者らの依頼を快く受け入れていただいた鬼島秀晃理事長への感謝の意をここに表す。

2. 第 99 回全国高等学校野球選手権宮崎大会の試合記録の整理

研究対象は、第 99 回全国高等学校野球選手権宮崎大会で行われた全 48 試合である。記録の都合により、以下の箇所は除く：

- ・7月11日第2試合、福島高校 — 都城西高校、8回裏、都城西高校の攻撃
- ・7月16日第3試合、都城商業高校 — 宮崎大宮高校、2回表、宮崎大宮高校の攻撃

入手した試合記録を整理し、大会全体で、各攻撃場面（無死走者なし、無死走者 1 塁、無死走者 2 塁、無死走者 3 塁、無死走者 1・2 塁、無死走者 1・3 塁、無死走者 2・3 塁、無死走者満塁、1 死走者なし、1 死走者 1 塁、1 死走者 2 塁、1 死走者 3 塁、1 死走者 1・2 塁、1 死走者 1・3 塁、1 死走者 2・3 塁、1 死走者満塁、2 死走者なし、2 死走者 1 塁、2 死走者 2 塁、2 死走者 3 塁、2 死走者 1・2 塁、2 死走者 1・3 塁、2 死走者 2・3 塁、2 死走者満塁）が何回起こったかを算出すると、表 1 のようになる。

死\走者	0	1	2	3	1・2	1・3	2・3	1・2・3
0	797	266	53	19	61	15	13	18
1	525	253	185	59	101	75	79	52
2	389	240	178	108	95	73	69	52

表 1: 各攻撃場面の数

2.1. 得点期待値 大会全体の得点期待値を算出する。得点期待値とは、各攻撃場面に対して、その回が終了するまでに入った得点の平均である。試合序盤にできる限り多くの得点を入れたいときや、試合終盤に 2 点以上の劣勢を巻き返したいときに参考となる値である。第 99 回全国高等学校野球選手権宮崎大会のある試合の一部を用いて、得点期待値の算出方法を解説する。

- ・H 高校のある試合のある回での攻撃
 - 「無死走者なし」から 1 番打者が 2 塁打
 - 「無死走者 2 塁」から 2 番打者が犠打
 - 「1 死走者 3 塁」から 3 番打者が四球

- 「1死走者1・3塁」から4番打者が2塁打(ここで,1点が入る)
 - 「1死走者2・3塁」から5番打者がバントヒット(ここで,1点が入る)
 - 「1死走者1・3塁」から1塁走者が盗塁
 - 「1死走者2・3塁」から6番打者が2塁打(ここで,2点が入る)
 - 「1死走者2塁」から7番打者が犠打
 - 「2死走者3塁」から8番打者がレフトフライ
 - 3アウトチェンジで得点は4点であった.
- M高校のある試合のある回での攻撃
 - 「無死走者なし」から9番打者がファーストゴロ
 - 「1死走者なし」から1番打者がレフト前ヒット
 - 「1死走者1塁」から2番打者が犠打
 - 「2死走者2塁」から3番打者が3塁打(ここで,1点が入る)
 - 「2死走者3塁」から4番打者が2塁打(ここで,1点が入る)
 - 「2死走者2塁」から5番打者がライト前ヒット(ここで,1点が入る)
 - 「2死走者1塁」から6番打者がショートゴロ
 - 3アウトチェンジで得点は3点であった.

この2インニングの「無死走者なし」の得点期待値を算出する. H高校は,「無死走者なし」からインニング終了までに4点を入れ, M高校は,「無死走者なし」からインニング終了までに3点を入れたため,この2インニングの「無死走者なし」の得点期待値は,

$$\frac{4+3}{2} = 3.5$$

より,3.5点となる. すなわち,この2インニングだけ見れば,「無死走者なし」から毎回3.5点が入ることになる.

この2インニングの「2死走者3塁」の得点期待値を算出する. H高校は,「2死走者3塁」からインニング終了までに得点を入れておらず, M高校は,「2死走者3塁」からインニング終了までに2点を入れたため,この2インニングの「2死走者3塁」の得点期待値は,

$$\frac{0+2}{2} = 1$$

より,1点となる. すなわち,この2インニングだけ見れば,「2死走者3塁」から毎回1点が入ることになる.

このような計算を行い,第99回全国高等学校野球選手権宮崎大会の試合記録から算出した得点期待値は,表2のようになる.

死\走者	0	1	2	3	1・2	1・3	2・3	1・2・3
0	0.577	0.921	1.434	1.579	1.525	2.067	1.692	2.722
1	0.322	0.727	1.054	1.475	1.277	1.160	1.418	1.788
2	0.082	0.192	0.292	0.630	0.337	0.479	0.536	0.769

表2: 得点期待値(小数第4位を四捨五入)

2.2. 得点確率 大会全体の得点確率を算出する．得点確率とは，各攻撃場面に対して，その回が終了するまでに少なくとも1点が入る場面の数の割合である．試合序盤に1点を先制し流れを作りたいときや，試合終盤に1点あれば勝てるというときに参考となる値である．得点期待値の計算例で用いたH高校とM高校を利用して，得点確率の算出方法を解説する．

H高校，M高校ともに，「無死走者なし」からインニング終了までに1点以上入っているため，この2インニングの「無死走者なし」の得点確率は，

$$\frac{1+1}{2} = 1$$

となる．すなわち，この2インニングだけ見れば，「無死走者なし」から1点以上が入る確率は100%である．

H高校は，「2死走者3塁」からインニング終了までに得点を入れておらず，M高校は，「2死走者3塁」からインニング終了までに1点以上入れているため，この2インニングの「2死走者3塁」の得点確率は，

$$\frac{0+1}{2} = \frac{1}{2}$$

となる．すなわち，この2インニングだけ見れば，「2死走者3塁」から1点以上が入る確率は50%である．

このような計算を行い，第99回全国高等学校野球選手権宮崎大会の試合記録から算出した得点確率は，表3のようになる．

死\走者	0	1	2	3	1・2	1・3	2・3	1・2・3
0	0.289	0.447	0.679	0.842	0.689	0.800	0.923	0.889
1	0.170	0.340	0.508	0.746	0.525	0.640	0.595	0.673
2	0.067	0.121	0.213	0.426	0.211	0.342	0.275	0.308

表3: 得点確率(小数第4位を四捨五入)

2.3. 得点価値 表2を用いて，大会全体の強政策と送りバントの得点価値を算出する．得点価値とは，プレーの価値の平均である．プレーの価値とは，

$$(\text{プレー時に入った得点}) + (\text{プレー後の得点期待値}) - (\text{プレー前の得点期待値})$$

で定義される値である．すなわち，そのプレーが何点分の働きかを表す値である．2つ以上の攻撃戦略のどれを選択するか迷ったときに参考となる値である．

表2を用いて，無死走者1塁での送りバントの得点価値の算出方法を解説する．送りバントの前後の状況変化を

$$\text{バント前「状況」(得点期待値)} \rightarrow \text{バント後「状況」(得点期待値)}$$

で表す．大会を通じて，無死走者1塁での送りバントの結果は次の通りであった：

(1) バント前「無死走者1塁」(0.921) → バント後「無死走者1・2塁」(1.525)

$$\text{プレーの価値} = 0 + 1.525 - 0.921 = 0.604$$

(2) バント前「無死走者1塁」(0.921) → バント後「無死走者1・3塁」(2.067)

$$\text{プレーの価値} = 0 + 2.067 - 0.921 = 1.146$$

(3) バント前「無死走者1塁」(0.921) → バント後「1死走者1塁」(0.727)

プレーの価値 = $0 + 0.727 - 0.921 = -0.194$

- (4) バント前「無死走者1塁」(0.921) → バント後「1死走者2塁」(1.054)

プレーの価値 = $0 + 1.054 - 0.921 = 0.133$

- (5) バント前「無死走者1塁」(0.921) → バント後「2死走者なし」(0.082)

プレーの価値 = $0 + 0.082 - 0.921 = -0.839$

- (6) バント前「無死走者1塁」(0.921) → バント後「1死走者なし」(0.322), 1得点

プレーの価値 = $1 + 0.322 - 0.921 = 0.401$

大会を通じて(1)が9回,(2)が2回,(3)が7回,(4)が78回,(5)が2回,(6)が1回起こった。よって、無死走者1塁での送りバントの得点価値は

$$\frac{0.604 \times 9 + 1.146 \times 2 + (-0.194) \times 7 + 0.133 \times 78 + (-0.839) \times 2 + 0.401 \times 1}{9 + 2 + 7 + 78 + 2 + 1} = 0.156$$

である。

このような計算を行い、第99回全国高等学校野球選手権宮崎大会の試合記録から算出した各場面における強攻策と送りバントの得点価値は、表4のようになる。ただし、表に含まれていない場面(無死走者3塁,無死走者1・3塁,無死走者2・3塁,無死走者満塁,1死走者3塁,1死走者1・3塁,1死走者2・3塁,1死走者満塁,2死の場合すべて)は、送りバントが企図されないまたは企図されることが稀なため、除いてある。

場面	強攻策 (企図数)	強攻策 (得点価値)	送りバント (企図数)	送りバント (得点価値)
無死走者1塁	115	0.050	99	0.156
無死走者2塁	29	0.043	13	0.056
無死走者1・2塁	24	0.213	28	0.008
1死走者1塁	161	-0.207	23	-0.315
1死走者2塁	145	-0.170	4	-0.292
1死走者1・2塁	71	-0.199	7	-0.322

表4: 得点価値(小数第4位を四捨五入)

3. 第99回全国高等学校野球選手権宮崎大会の考察

得点期待値, 得点確率, 得点価値の表から読み取れる第99回全国高等学校野球選手権宮崎大会の傾向について述べる。

3.1. 送りバントによる得点期待値と得点確率の変位 送りバントは、守備側にアウトを1つ献上する代わりに走者を1つ進塁させる作戦であるため、采配として賛否両論ある。例えば、[鳥越1]を参照せよ。一般に、送りバントは「手堅い作戦」と言われている。すなわち、「1点を入れるためには良い作戦である」とされている。この通説が第99回全国高等学校野球選手権宮崎大会にも当てはまるか、検証する。

送りバントの前後の得点期待値の変わり方を

バント前「状況」(得点期待値) → バント後「状況」(得点期待値)

で表す。送りバントによって、アウトが1つ増え、走者が1つ(ずつ)進塁する結果になった

と仮定して、表 2 から得点期待値の変わり方を抜き出すと次のようになる：

- バント前「無死走者 1 塁」(0.921) → バント後「1 死走者 2 塁」(1.054)
- バント前「無死走者 2 塁」(1.434) → バント後「1 死走者 3 塁」(1.475)
- バント前「無死走者 1・2 塁」(1.525) → バント後「1 死走者 2・3 塁」(1.418)
- バント前「1 死走者 1 塁」(0.727) → バント後「2 死走者 2 塁」(0.292)
- バント前「1 死走者 2 塁」(1.054) → バント後「2 死走者 3 塁」(0.630)
- バント前「1 死走者 1・2 塁」(1.277) → バント後「2 死走者 2・3 塁」(0.536)

このことから、第 99 回大会において、送りバントは、無死走者 1 塁と無死走者 2 塁の場面でのみ、得点期待値を上げ、その他の場面では、得点期待値を下げていたことがわかる。

送りバントの前後の得点確率の変わり方を、得点期待値のそれと同様に表すことにする。送りバントによって、アウトが 1 つ増え、走者が 1 つ（ずつ）進塁する結果になったと仮定して、表 3 から得点確率の変わり方を抜き出すと次のようになる：

- バント前「無死走者 1 塁」(0.447) → バント後「1 死走者 2 塁」(0.508)
- バント前「無死走者 2 塁」(0.679) → バント後「1 死走者 3 塁」(0.746)
- バント前「無死走者 1・2 塁」(0.689) → バント後「1 死走者 2・3 塁」(0.595)
- バント前「1 死走者 1 塁」(0.340) → バント後「2 死走者 2 塁」(0.213)
- バント前「1 死走者 2 塁」(0.508) → バント後「2 死走者 3 塁」(0.426)
- バント前「1 死走者 1・2 塁」(0.525) → バント後「2 死走者 2・3 塁」(0.275)

このことから、第 99 回大会において、送りバントは、無死走者 1 塁と無死走者 2 塁の場面でのみ、得点確率を上げ、その他の場面では、得点確率を下げていたことがわかる。

3.2. アウト 1 つと進塁 1 つの価値 送りバント（アウトを 1 つ献上して走者を 1 つ進塁させる作戦）による得点期待値と得点確率の変位を整理することで、送りバントは、無死走者 1 塁と無死走者 2 塁で、得点期待値と得点確率を上げることがわかった。アウト 1 つと進塁 1 つの価値をより詳細に比べるために、送りバントと強攻策（アウトを献上せず、打者に走者の進塁と自身の出塁の両方を期待する作戦）の得点価値を比較する。

表 4 を見ると、無死走者 1 塁と無死走者 2 塁では、送りバントの方が強攻策よりも得点価値が高い。すなわち、この 2 つの場面では、走者の進塁を優先すべきであることが読み取れる。

一方で、それら以外の場面では、送りバントよりも強攻策の方が得点価値は高い。無死走者 1・2 塁の場面は、安打 1 本で得点を期待でき、かつその後のチャンス拡大も狙えることが要因であると思われる。1 死の場面は、アウトを献上してしまうと、その後に得点するには、守備側のミスを除いて、基本的には安打を期待せざるを得ないことが要因であると思われる。

これらのことから、第 99 回大会において、自軍の勝利を導く攻撃戦略の 1 つの鍵は、先頭打者（その回の攻撃の初めの打者）の出塁であったと言える。先頭打者の出塁により、無死走者 1 塁または無死走者 2 塁の場面を作り出せれば、送りバントと強攻策のどちらも得点価値は正の値であるから、何をやっても得点に近づいていた。特に、送りバントは有効であった。

逆に、第 99 回大会における、守備側の持つべき心構えもわかる。守備側は先頭打者を出塁させないことが重要である。先頭打者の出塁を許してしまったとしても、1 死後の攻撃側の戦略（強攻策と送りバント）は得点期待値を下げるので、まず 1 つアウトを取ることが重要である。1 死後は、走者が進塁することを恐れずに、1 つずつアウトを増やすことが大切であったと

言える。

3.3. 無死走者1塁で強攻策をすべき打者と送りバントをすべき打者 強攻策と送りバントを、得点期待値、得点確率、得点価値という大会全体を通じての平均的指標によって考察したが、野球の打順には、それぞれに役割がある。1番、2番は出塁を期待できチャンスを広げる、3番、4番、5番は長打を期待でき走者を返す、などである。そのため、大会全体を通しての平均的指標がすべての打者に当てはまるとは言い難い。そこで、[AB, pp. 249—253]の走者が盗塁をすべき確率の計算を、第99回全国高等学校野球選手権宮崎大会の強攻策と送りバントに置き換えて、無死走者1塁で強攻策をすべき打者の打率と送りバントをすべき打者のバント成功率を計算する。

無死走者1塁の場面は、強攻策よりも送りバントの方が得点価値は高い、と述べた。しかし、送りバントは苦手だが、安打を十分に期待できる打者に送りバントを指示する理由はない。どれだけの確率で安打を放てれば、強攻策を指示し、どれだけの確率で送りバントを成功させれば、送りバントを指示すべきかをシミュレーションする。

無死走者1塁の場面で打者が強攻策に出ることを考える。打者が単打を放つ確率を p とする。打者が確率 p で単打を放つと場面は無死走者1・2塁になり、打者が確率 $1-p$ で凡退すると場面は1死走者1塁になるとする。これは、内野ゴロの場合、1塁走者は2塁で封殺、外野フライの場合、1塁走者は帰塁することを想定した。打球の方向が良く、無死走者1・3塁になる場合や、ダブルプレーによって2死走者なしになる場合もあるが、簡単のため、この2種類だけ考える。打者に期待することは、得点期待値または得点確率を上げてもらうことである。

得点期待値について計算する。この打者の打席後の得点期待値は、確率 p で無死走者1・2塁の得点期待値1.525、確率 $1-p$ で1死走者1塁の得点期待値0.727であり、これらの和が無死走者1塁の得点期待値0.921より大きくなればよい。すなわち、

$$p \times 1.525 + (1 - p) \times 0.727 > 0.921$$

をみたく確率 p で単打を放てる打者は強攻策をすべきである。この不等式を解くと、 $p > 0.243$ となる。よって、打率が.243以上であれば強攻策をすべきであると言える。

得点確率について計算する。この打者の打席後の得点確率は、確率 p で無死走者1・2塁の得点確率0.689、確率 $1-p$ で1死走者1塁の得点確率0.340であり、これらの和が無死走者1塁の得点確率0.447より大きくなればよい。すなわち、

$$p \times 0.689 + (1 - p) \times 0.340 > 0.447$$

をみたく確率 p で単打を放てる打者は強攻策をすべきである。この不等式を解くと、 $p > 0.307$ となる。よって、打率が.307以上であれば強攻策をすべきであると言える。

無死走者1塁の場面で打者が送りバントをすることを考える。打者が送りバントを成功させる確率を p とする。打者が確率 p で送りバントを成功させると場面は1死走者2塁になり、打者が確率 $1-p$ で送りバントを失敗すると場面は1死走者1塁になるとする。強攻策と同様、いろいろな場合が考えられるが、簡単のため、この2種類だけ考える。

得点期待値について計算する。この打者の打席後の得点期待値は、確率 p で1死走者2塁の得点期待値1.054、確率 $1-p$ で1死走者1塁の得点期待値0.727であり、これらの和が無死走者1塁の得点期待値0.921より大きくなればよい。すなわち、

$$p \times 1.054 + (1 - p) \times 0.727 > 0.921$$

をみたす確率 p で送りバントを成功させられる打者は送りバントをすべきである. この不等式を解くと, $p > 0.593$ となる. よって, バントの成功率が .593 以上であれば送りバントをすべきであると言える.

得点確率について計算する. この打者の打席後の得点確率は, 確率 p で 1 死走者 2 塁の得点確率 0.508, 確率 $1 - p$ で 1 死走者 1 塁の得点確率 0.340 であり, これらの和が無死走者 1 塁の得点確率 0.447 より大きくなればよい. すなわち,

$$p \times 0.508 + (1 - p) \times 0.340 > 0.447$$

をみたす確率 p で送りバントを成功させられる打者は送りバントをすべきである. この不等式を解くと, $p > 0.637$ となる. よって, バントの成功率が .637 以上であれば送りバントをすべきであると言える.

3.4. 満塁策による得点期待値と得点確率の変位 塁 (特に一塁) が空いている際, 対戦打者を敬遠し, 塁を埋めることを満塁策という. これは, 塁が埋まると, すべての塁でのプレーがフォースプレー (ベースを踏むだけで走者がアウトになること. 通常はタッチをしなければいけない) になるため, 守りやすくなると言われているからである. しかし, 走者を増やしており, 得点の危険性が高まるため, 送りバントと同様, 賛否両論ある采配となっている.

表 2 を見ると, 無死・1 死・2 死いずれの場面も, 満塁の場面が最も得点期待値が高くなっている. 守備側の立場で言い換えれば, 満塁の場面は大量失点の危険性が最も高いと言える. 表 3 を見ると, 無死のときは走者 2・3 塁の場面での満塁策, 1 死のときは走者 3 塁の場面での満塁策, 2 死のときは走者 3 塁または走者 1・3 塁の場面での満塁策は, 得点確率を下げる. しかし, それら以外の場面での満塁策は得点確率を上げてしまう. 守備側の立場で言い換えれば, 失点の危険性を上げてしまう.

このことから, 守備側の立場で, 大量失点を避けたいのであれば, 満塁策を講じるべきではなく, 1 点差を何としてでも守り切りたい試合終盤においては, 各アウトの状況によって, 満塁策を講じるべき場面があり, 慎重に考えなければいけない作戦であると言える.

参考文献

[AB] J. Albert and J. Bennet, Curve Ball—Baseball, Statistics, and the Role of Chance in the Game, Springer-Verlag, New York, 2003.

[雑賀 1] 雑賀亮一, 高校野球の地方大会における先制点の考察, 太成学院大学紀要論文, 第 2 巻, 29 号 (2009), 127—138.

[雑賀 2] 雑賀亮一, 高校野球の地方大会における先制点の考察 - 第 91 回・第 92 回全国高等学校野球選手権大会地方大会結果から -, 太成学院大学紀要論文.

[雑賀 3] 雑賀亮一, 第 92 回全国高等学校野球選手権大会における先制点の考察, 太成学院大学紀要論文.

[佐藤] 佐藤優樹, 須藤大輝, 東真彦, 高校野球での無死 1 塁における作戦の有効性, 三田祭論文, <http://user.keio.ac.jp/~nagakura/mitaronsotsuron/mitaron2016a.pdf>

[岡田 1] 岡田友輔ほか 12 名, プロ野球を統計学と客観分析で考えるセイバートリクス・レポート 4, 水曜社, 2015.

[岡田 2] 岡田友輔ほか 9 名, プロ野球を統計学と客観分析で考えるデルタ・ベースボール・レポート 1,

水曜社, 2017.

[笹木] 笹木覚, 統計学で高校野球を科学する「セイバーメトリクス」, 科学教育振興助成平成 28 年度
成果報告書.

[末木] 末木新, 高校野球における試合の勝敗に影響を与える要因 - 投手力・打撃力・守備力の比較 -, 体
育学研究, 62 卷 (2017) 1 号, 289—295.

[鳥越 1] 鳥越規央, 9 回裏無死 1 塁でバントはするな, 祥伝社, 2011.

[鳥越 2] 鳥越規央, データスタジアム野球事業部, 勝てる野球の統計学 - セイバーメトリクス, 岩波書店,
2014.

坂田繁洋 (SAKATA, Shigehiro)

宮崎大学教育学部 (University of Miyazaki, Faculty of Education)

講師 (Full-time Lecturer)

Address: Gakuen Kibanadai Nishi 1-1, 889-2192, Miyazaki, Japan

E-mail: sakata@cc.miyazaki-u.ac.jp

田島温大 (TASHIMA, Atsuhiko)

宮崎大学教育文化学部 (University of Miyazaki, Faculty of Education and Culture)

学校教育課程 4 年 (4th year undergraduate student)

Address: Gakuen Kibanadai Nishi 1-1, 889-2192, Miyazaki, Japan

E-mail: fa15044@student.miyazaki-u.ac.jp

2018 年 10 月 24 日 受理

Received October 24, 2018