

# 野球の攻撃における有効な戦略

2009SE003 赤川諒

指導教員：澤木勝茂

## 1 はじめに

2011年度に日本プロ野球では統一球、飛ばないボールが導入された。その後、各チームの得点能力が低下し1点を取りにくい、1点を争う試合が浸透するようになってきた。同時に投手が好投しても勝利に結びつかない試合も増えてきた。身近な例では2011年度日本シリーズにおいて中日ドラゴンズは福岡ソフトバンクホークスを相手に1試合平均失点を2.43点に抑えながら1.29点しか取れず、結果敗退した。本研究では攻撃の初期段階である無死、1死一塁での戦略を選ぶのが1番得点につながるのかについて考察する。また、統一球導入によって攻撃の最適戦略に変化はあったのか否かを中日ドラゴンズの試合結果を用い分析し、その有効性を検討する。

## 2 研究方針

統一球が最適戦略に与えた影響を考察していく。まず、データから無死、1死1塁それぞれの状況でリード時、同点時、ビハインド時に強行、バント、盗塁策をとり得点に絡む確率を求める。その時の両者の戦略をゲーム理論を用いて考察する。攻撃側、守備側の期待利得を最大、最小にする線形計画法を作り、ミニマックス定理より混合戦略を求める。

## 3 数値で見る統一球の影響

表1 2010,2011年度の中日ドラゴンズの成績

年度	打率	本塁打	得点	失点
2010年	0.259	119	539	521
2011年	0.228	82	419	410

表1から2011年度(統一球導入年度)打率は約3分下がり、本塁打に至っては30本近く下がり2桁台になった。得点能力は1試合平均0.833点分低下したことが分かる。

## 4 攻撃側、守備側の戦略の定義

攻撃側の戦術は強行、バント、盗塁の3種とする。守備側の戦術はバントと強行のどちらもあり得る1,2,6,7番には以後通常守備、守備側の戦略は長打があり前進守備を敷きにくい3,4,5番には後退守備、バント企画が多く上位打線につなげる位置づけの8,9番には前進守備をとるものとする。

## 5 データについて

### 5.1 収集したデータ

中日ドラゴンズの2010年及び2011年のペナントレースの144試合分のデータをそれぞれ集めた。

### 5.2 データによる状況定義

集めたデータの状況をリードして無死1塁、リードして1死1塁、同点で無死1塁、同点で1死1塁、ビハインドで無死1塁、ビハインドで1死1塁、の6通りに分類した。

## 6 ゲームの理論による戦略分析の定義

### 6.1 定義

$P_1$ : 攻撃側の選手

$P_2$ : 守備側の選手

$i$ : 攻撃側の戦術 ( $i=1,2,3$  それぞれ強行、バント、盗塁)

$j$ : 守備側の戦術 ( $j=1,2,3$  それぞれ通常守備、後退守備、前進守備)

$x_i$ : 攻撃側が戦術  $i$  を選択する確率

$y_j$ : 守備側が戦術  $j$  を選択する確率

$c_{ij}$ : 攻撃側が戦術  $i$  を選択し、守備側が戦術  $j$  を選択してその後得点に絡む確率 (利得)

$$v_1 = \min \left\{ \sum_{i=1}^3 c_{i1}x_i, \sum_{i=1}^3 c_{i2}x_i, \sum_{i=1}^3 c_{i3}x_i \right\}$$

$$v_2 = \max \left\{ \sum_{j=1}^3 c_{1j}y_j, \sum_{j=1}^3 c_{2j}y_j, \sum_{j=1}^3 c_{3j}y_j \right\}$$

### 6.2 利得の求め方

$c_{ij}$  は  $P_1$  が戦術  $i$  を選択し、 $P_2$  が戦術  $j$  を選択してその後得点に絡む確率として求める。つまり、 $P_1$  の戦術の成否に関わらず戦術を選択したイニング中に得点が入ればよいものとする。

## 7 線形計画法による解法

$P_1$  における最適な混合戦略を求める線形計画法は以下のようなになる。

$$\begin{aligned} & \max v_1 \\ \text{制約条件: } & \sum_{i=1}^3 c_{ij}x_i \geq v_1, j = 1, 2, 3 \\ & \sum_{i=1}^3 x_i = 1, x_i \geq 0, i = 1, 2, 3 \end{aligned}$$

また、 $P_2$  における最適な混合戦略を求める線形計画法は以下のようなになる。

$$\begin{aligned} & \min v_2 \\ \text{制約条件: } & \sum_{j=1}^3 c_{ij}y_j \leq v_2, i = 1, 2, 3 \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^3 y_j = 1, y_j \geq 0, j = 1, 2, 3$$

## 8 計算結果

- 各年度の同点で無死 1 塁の状況での利得表

表 2 2010 年度の  $P_1, P_2$  の利得表

$P_1 \setminus P_2$	1	2	3
1	0.421	0.528	0.429
2	0.389	1.000	0.250
3	0.600	0	0

表 3 2011 年度の  $P_1, P_2$  の利得表

$P_1 \setminus P_2$	1	2	3
1	0.185	0.318	0.600
2	0.250	0.500	0.188
3	0.400	0	0

表 2 は混合戦略となるのでシンプレックス法を用いて解くと  $P_1$  の最適な混合戦略は  $x_1 = 0.747, x_2 = 0.253, x_3 = 0, P_2$  の最適な混合戦略は  $y_1 = 0.849, y_2 = 0, y_3 = 0.151$ , ゲーム値は  $\omega_1 = \omega_2 = 0.448$  である. 表 3 は混合戦略となるので同様にして解くと  $P_1$  の最適な混合戦略は  $x_1 = 0.688, x_2 = 0.142, x_3 = 0.170, P_2$  の最適な混合戦略は  $y_1 = 0.357, y_2 = 0.323, y_3 = 0.320$ , ゲーム値は  $\omega_1 = \omega_2 = 0.275$  である.

- (同点で 1 死 1 塁) 2010 年度の  $P_1$  の最適な混合戦略は  $x_1 = 0.485, x_2 = 0.515, x_3 = 0, P_2$  の最適な混合戦略は  $y_1 = 0, y_2 = 0.485, y_3 = 0.515$ , ゲーム値は  $\omega_1 = \omega_2 = 0.275$  である. 2011 年度については  $P_1$  の最適な混合戦略は  $x_1 = 0.494, x_2 = 0.506, x_3 = 0, P_2$  の最適な混合戦略は  $y_1 = 0.624, y_2 = 0, y_3 = 0.376$ , ゲーム値は  $\omega_1 = \omega_2 = 0.163$  である.
- (リードして無死 1 塁) 2010 年度の  $P_1$  の最適な混合戦略は  $x_1 = 0.794, x_2 = 0.206, x_3 = 0, P_2$  の最適な混合戦略は  $y_1 = 0, y_2 = 0.794, y_3 = 0.206$ , ゲーム値は  $\omega_1 = \omega_2 = 0.397$  である. 2011 年度については  $P_1$  の最適な混合戦略は  $x_1 = 0.201, x_2 = 0.418, x_3 = 0.381, P_2$  の最適な混合戦略は  $y_1 = 0.521, y_2 = 0.291, y_3 = 0.188$ , ゲーム値は  $\omega_1 = \omega_2 = 0.209$  である.
- (リードして 1 死 1 塁) 2010 年度分はデータ不足のため正確な検証ができなかった. 2011 年度については  $P_1$  の最適な混合戦略は  $x_1 = 0.806, x_2 = 0, x_3 = 0.194, P_2$  の最適な混合戦略は  $y_1 = 0.970, y_2 = 0.030, y_3 = 0$ , ゲーム値は  $\omega_1 = \omega_2 = 0.194$  である.
- (ビハインドで無死 1 塁) 2010 年度については  $P_1$  の最

適な混合戦略は  $x_1 = 0.765, x_2 = 0, x_3 = 0.235, P_2$  の最適な混合戦略は  $y_1 = 0.339, y_2 = 0.661, y_3 = 0$ , ゲーム値は  $\omega_1 = \omega_2 = 0.304$  である. 2011 年度分はデータ不足のため正確な検証ができなかった.

- (ビハインドで 1 死 1 塁) 2010 年度の  $P_1$  の最適な混合戦略は  $x_1 = 0, x_2 = 0.250, x_3 = 0.750, P_2$  の最適な混合戦略は  $y_1 = 0, y_2 = 0.750, y_3 = 0.250$ , ゲーム値は  $\omega_1 = \omega_2 = 0.125$  である. 2011 年度分はデータ不足のため正確な検証ができなかった.

## 9 考察

同点で無死 1 塁という状況では攻撃側は両年度とも強行が最適である. 同点で 1 死 1 塁という状況で攻撃側は両年度とも強行とバントが最適である. リードして無死 1 塁という状況では攻撃側は両年度ともバントが最適である. リードして 1 死 1 塁という状況で攻撃側は 2011 年度は強行が最適である. 残りの 3 通りの状況ではデータ不足により年度別の比較ができなかった. 比較できた同点で無死 1 塁, 同点で 1 死 1 塁, リードして無死 1 塁の 3 通りについては統一球導入前後で多少の確率の差こそあるが年度別の最適戦略は共通している部分が多く最適戦略の大きな変化は見られない. また, 2010 年度から 2011 年度にかけて大きな補強をしなかったことも一因と言える. 以上より打力が低下しても採用すべき戦略は変わらないという結果になった.

## 10 おわりに

今回の研究で無死あるいは 1 死で 1 塁に走者がいる状況では, 統一球導入前後で比較できたものについて, 強行かバントが共通して最適戦略であると証明された. 仮定の話であるが, 本塁打の出やすいと言われる球場を本拠地にしていたら打席での意識や打球の結果が変わり結果が違ったものになるのではないかと. また, 本研究ではプロ野球の中で打力, 走力が決して高いとは言えない中日ドラゴンズのデータを用い最適戦略を用いた. しかし, 各球団ごとの試合をするグラウンドの特徴, チームカラー, チームの方針等違った角度からも検証すればより精度が高い, あるいはまた違った最適戦略が得られるのではないかと. 本研究がその一助になれば幸いである.

## 11 参考文献

- [1] 梶間章弘, 山田健太: ワールドカップにおけるシュートの最適戦略, 南山大学情報理工学部情報システム数理学科卒業論文, 2006
- [2] 小和田正, 澤木勝茂, 加藤豊: OR 入門意志決定の基礎, 実教出版 (1984)
- [3] 中日ドラゴンズ公式ウェブサイト  
<http://doragons.jp/>
- [4] スポーツニッポン  
<http://www.sponichi.co.jp/>