

“評価の方向性”を考慮した野球選手の評価

01205520 東京理科大学 末吉 俊幸 SUEYOSHI Toshiyuki
02004130 東京理科大学 *大西 健児 OHNISHI Kenji
02102700 東京理科大学 木名瀬洋一 KINASE Youichi

1. はじめに

さまざまな分析技術が発達している現在において、スポーツに戦略・戦術が存在するかぎり、そのデータ分析・管理の重要性が高まりつつあることは言うまでもない。本研究は“データ（記録）に基づいて評価する”という観点からスポーツ（日本プロ野球）のOR化を試みる上で、野球打者のための新しい評価方法を構築し提案することを目的とする。

2. OERA モデルによる野球打者の評価

T. M. Cover 他 (1977) が提案した OERA (Offensive Earned-Run Average)モデルは、野球という競技を、そのルールと特性から「吸収的マルコフ連鎖」と仮定し、チーム力の強弱による誤差を排除しながら打者の評価を公平かつ正確におこなう計算法である。このモデルでは、野球を吸収源（スリーアウト）が1個で状態（ランナーの進塁状態）が24個ある吸収的マルコフ連鎖と考え、各打者について凡打、各安打、四死球の確率を計算する。それを基に推移確率行列を作成すると、その非吸収状態間の推移確率行列 Q に関して、

$$I + Q + Q^2 + \dots = (I - Q)^{-1} \quad (1)$$

が成り立つ。(1)式の右辺は吸収的マルコフ連鎖の基本行列と呼ばれるもので、この行列の (i, j) 要素は i 状態を出発し、 j 状態を通過する回数の期待値を表している。各状態における期待得点値を R とすると、あるイニングでのある状態からの期待得点値 E は、

$$E = (I - Q)^{-1} R \quad (2)$$

であるから、状態1（ノーアウトランナーなし）から始まる1イニングの期待得点値は E ベクトルの最初の要素 $E(1)$ となる。したがって、ある打者の1試合（9回攻撃）あたりの期待得点値（OERA値）は、

$$OERA = 9E(1) \quad (3)$$

で求め、その値に基づいて打者を評価する。

3. DEA モデルによる野球打者の評価

一般に野球打者は打率、本塁打、打点の3部門だけで評価される傾向がある。しかしながら、打者の使命を“得点への貢献”と位置づけるとき、上記の3部門による評価では不十分である。なぜなら、各打者にはさまざまな得意とする技術（犠打や盗塁など）があり、これらを考慮した総合的な評価が要求

されるからである。このような要件を満たす評価方法として DEA (Data Envelopment Analysis) を採用する。ここでは、与えられる打席という機会を、各打者がいかに効率的に得点へ変換しているかを基本的な考え方（評価基準）としている。DEAの一般的なモデルは次のように示される。

$$\begin{aligned} \text{Maximize} \quad & u^T y_o \\ \text{subject to} \quad & v^T x_o = 1 \\ & -v^T X + u^T Y \leq 0 \\ & v \geq 0, u \geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

v : 入力項目のウェイト・ベクトル

u : 出力項目のウェイト・ベクトル

本研究では、入力項目には打席数、併殺打数の2項目を、出力項目には単打数、二塁打数、三塁打数、本塁打数、打点、盗塁数、犠打数、四死球数の8項目を採用し、打者の相対的な効率性を評価する。

4. DEA 最適ウェイト解のユニーク性の検証

従来の DEA に関する研究において、一般に“DEA 効率的”と判定される DMU の最適ウェイト解がユニークに定まらないという問題点が指摘されている。本研究では、この問題に対して線形計画法の強相補性定理によって検証をおこなう。

線形計画法で表される DEA モデルにおいて、強相補性定理は次のように記述される。

$$\begin{aligned} v_i^* + s_i^- &> 0 \quad (i = 1, \dots, m) \\ u_r^* + s_r^+ &> 0 \quad (r = 1, \dots, s) \end{aligned} \quad (5)$$

v_i^*, u_r^* は主問題の最適ウェイト解であり、 s_i^-, s_r^+ は v_i^*, u_r^* に対応する双対問題の Slack 変数である。

(5)式で示されているように、強相補性定理によると、最適解のなかに、主問題の最適ウェイト解またはそれらに対応する Slack 変数の一方がゼロならば他方は必ず正になるものが存在する。ところが、DEA 効率的と判定される DMU において、最適ウェイト解も Slack 変数も共にゼロであることが起こる。その場合の最適ウェイト解 v_i^*, u_r^* はユニークに定まっているかどうか保証されないことになる。また、この裏付けとして、その最適ウェイト解には上限値と下限値があることが計算によって求め、その解がユニークに定まっていなかったことが明らかになった。（この点についての詳細は、1997年

度秋季研究発表会における「DEA 最適ウェイト解のユニーク性の検証」の発表およびアブストラクトを参照していただきたい。）

5. “評価の方向性”を考慮した打者の評価

5.1. 評価の方向性とベンチマーク・バッターの設定

一般的に物事を評価するとき、他の評価方法（判断基準）あるいは評価者自身の直観（ひいき目）などにより、あらかじめ“優れている”と判定されたものを基準にして、改めて全対象を相対評価することが多い。つまり、本研究の場合、他の評価方法（OERA モデルと DEA モデル）によって“優れている”あるいは“効率的である”と判定された野球打者にベンチマークを設定して、全打者を相対評価することに相当する。

本研究では、野球打者の評価をおこなうときに、ベンチマークを設定された野球打者（ベンチマーク・バッター）を基準にすることを、“評価の方向性”を定めていると考える。すなわち、ベンチマーク・バッターから一定の方向性を定めて、全打者を相対評価するのである。

【ベンチマーク・バッターの選定基準】

ベンチマークの設定対象となる野球打者は、次の集合 BB に含まれる打者と定める。

$$BB = \{MC \cap E\}$$

ただし、

$$MC = \{\text{OERA 値高得点打者}\}$$

$$E = \{\text{DEA 効率的 (DEA 効率値 = 1) な打者}\}$$

である。

5.2. ベンチマーク・マルチプライヤーの採用と評価

DEA では分析対象の DMU にとって最も有利になるように評価がおこなわれる。そのとき、ある打者の評価に用いた最適ウェイト解は“評価のための固有情報”とみなすことができ、各打者がどのように評価されているかを表している。

本研究では、ベンチマーク・バッターのウェイトを DEA の比率尺度に基づいて、他の打者に適用して評価をおこなう。しかし、重大な問題点は、上記のベンチマーク・バッターは“DEA 効率的”な打者であり、その最適ウェイト解はユニークに定まっているかどうか保証されていないのである。そこで、ベンチマーク・バッターの最適ウェイト解（後にベンチマーク・マルチプライヤーと改称）をユニークに決定する際に、先に求まった上限値と下限値を利用する方法を提案する。

【ベンチマーク・マルチプライヤーの定義】

前掲のベンチマーク・バッター (BB_m) の各入出力項目にかかる最適ウェイト解のうち、上限値を $v_{im}^{\max}, u_{rm}^{\max}$ とし、下限値を $v_{im}^{\min}, u_{rm}^{\min}$ とすると、その打者のベンチマーク・マルチプライヤー v_{im}^*, u_{rm}^* は次の(6)式と(7)式で表わされる。

$$v_{im}^* = (v_{im}^{\max} + v_{im}^{\min}) / 2 \quad (i = 1, 2) \quad (6)$$

$$u_{rm}^* = (u_{rm}^{\max} + u_{rm}^{\min}) / 2 \quad (j = 1, \dots, 8) \quad (7)$$

また、どのベンチマーク・バッターのマルチプライヤーを採用して、全打者の評価をおこなうかに関しては次の基準を定める。

【マルチプライヤーの採用基準と評価】

<CASE k >

- (1) ベンチマーク・バッターを OERA 値降順に並び替える。
- (2) OERA 値順位第 $2k-1$ 位までのベンチマーク・バッターのマルチプライヤーの平均値を採用して、他の全打者について(8)式に基づいて評価する。

$$E_{kj} = \sum_{r=1}^8 u_r^k y_{rj} / \sum_{i=1}^2 v_i^k x_{ij} \quad (j = 1, \dots, n) \quad (8)$$

ただし、

$$v_i^k = \left(\sum_{m=1}^{2k-1} v_{im}^* \right) / (2k-1) \quad (9)$$

$$u_r^k = \left(\sum_{m=1}^{2k-1} u_{rm}^* \right) / (2k-1) \quad (10)$$

である。

なお E_{kj} は CASE k で算出される j 番目の打者の評価値である。進める CASE の数は集合 BB に属する打者の数に依存する。また CASE k の k の値が最大値のとき、すなわちその年度において最も多くのベンチマーク・バッターを考慮して評価した場合に得られる評価値を、その年度の総合評価値とする。

6. 総括 — 結論と研究展望 —

本研究では、野球打者の評価のための OERA モデルと効率性測定のための DEA モデルを、“評価の方向性”という新しい概念のもとで融合させ、野球打者の総合評価をおこなった。また、DEA の「最適ウェイト解のユニーク性」について線形計画法・強相補性定理を用いて検証し、その結果を新しいモデルに組み込んだ。

最後に、DEA 効率的である DMU の最適ウェイト解をユニークに決定する方法については、さらに探求する余地があることを指摘して結びとする。