どの野球選手の攻撃力が優れているだろうか

上田　徹，住舎　俊宏

1. はじめに

プロ野球選手の打撃成績のDEAによる評価はすでに文献[1, 2]に見られる．本論文では上記文献とは異なった領域限定法を用い，効率値についても最新の成果[6]を使ってみる．また，入力としては年俸の対数値も使ってみる．2000年度の打撃成績を用いることで米国で大活躍しているイチロー選手の評価もできるようにした．

2. DEAとは

事業体の比率尺度（出力/入力）によって効率性を相対的に評価する方法である．

入出力の各データにウェイトをかけて加えた仮想的入出力により

$$\frac{\text{仮想的出力}\left(=\sum_{i=1}^{n}u_i y_{io}\right)}{\text{仮想的入力}\left(=\sum_{j=1}^{m}v_j x_{jo}\right)} \tag{1}$$

x_{jo}：事業体 o の第 j 入力，

y_{io}：事業体 o の第 i 入力

で表される比率（≦1）を最大化するように線形計画法を用いて，最適ウェイトを決定し，この目的関数の値が1でスラック変数の値が0の事業体を効率的であるという．また，そうでない事業体を非効率的であるという．

3. 分析対象の選手

試合にあまり出場しなかった選手と，全試合出場した選手を正確に比較することは出来ないので，2000年度のシーズンにレギュラーとして出場していた選手の分析に専念するために，規定打席の約半分にあたるシーズン中200打席以上をこなした選手のみ扱う．

この条件に合う分析対象の選手は，セ・リーグ59名，パ・リーグ63名の両リーグ合計122名である．

4. 入出力項目の設定

4.1 入力項目

入力項目として，全選手に1という値を与え評価を行う．これを相対的な評価と呼ぶことにする．それとは別に，各選手の2000年度の年俸を与え，年俸に対する仕事の度合いの評価を行う．

4.2 出力項目

採り上げた打撃成績は，本塁打率・打点率・打率・長打率・出塁率・得点圏打率・盗塁率である．

本塁打率・打点率・打率・長打率・出塁率は1打席あたりの割合となっており，得点圏打率はランナーが得点圏にいる時に点が入る入らないに関係なくヒットを打つ割合である．盗塁率は，盗塁成功数が多くても成功率が低い選手や，反対に成功率は高いが盗塁数が少ない選手にも適当な評価を与えるために以下の式によって与えられる値を使用した．

$$\frac{\text{盗塁成功数}-\text{盗塁失敗数}}{\text{出塁数}} \tag{2}$$

4.3 入出力項目の標準化

各入出力項目の相対的な順位付けを行うために，各入出力項目の最も悪い成績の得点を0に，最も良い成績の得点を1にする．中間値は，最高値と最低値の相対的な位置にもとづいて，次の式によって標準化された得点が割り当てられる．

$$y(i,j)=\frac{x(i,j)-\min(i)}{\max(i)-\min(i)} \tag{3}$$

ここでは

$y(i,j)$：選手 j の項目 i の標準化された得点

$x(i,j)$：選手 j の項目 i の成績

$\max(i)$：項目 i の全選手間の最高値

$\min(i)$：項目 i の全選手間の最低値

となっている．

うえだ　とおる，すみしゃ　としひろ
成蹊大学 大学院工学研究科
〒180-8633 武蔵野市吉祥寺北町3-3-1

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

5. 領域限定法

DEAを用いて効率性を評価する際に，(1)式の仮想的入出力を決定するウェイトの上下限の制約を加えないと，評価対象にとって都合の悪い項目を無視した評価となってしまう．そこで，領域限定法によりウェイトの上下限の制約を加えた評価を行う[4]．

評価項目の対(i_1, i_2)に対して，ウェイトの比u_{i1}/u_{i2}は上下限L_{i1i2}, U_{i1i2}の間になければならない．

$$L_{i1i2} \leq u_{i1}/u_{i2} \leq U_{i1i2} \tag{4}$$

5.1 領域設定方法

設定した7つの出力項目について，10人からアンケートを取り一対比較行列を作成してもらった．打撃成績に対する多様な意見を反映するために，アンケートに答えていただいた10人は，野球に詳しい人から，一般的な野球の知識を持った人までを対象とした．ただし，野球についての知識の乏しい人からはアンケートを取っていない．

10人のアンケート結果から，AHPにより10人それぞれの各打撃成績に対するウェイト(W_{ki})を求める．(4)式の上下限はアンケート結果のウェイト（W_{ki}：ikの項目iのウェイト）をもとに次式により決定する[5]．

$$L_{i1i2}=\min_k \frac{W_{ki1}}{W_{ki2}},\ U_{i1i2}=\max_k \frac{W_{ki1}}{W_{ki2}} \tag{5}$$

ここで求められた本塁打と他の項目との対の比率は表1のようになった．

本論文では，表1に示された上下限を仮想的出力にかかるウェイトの領域とすることにより，野球の打撃成績に対する多様な意見を反映したDEAによる評価を行う．

表1 上下限値

下限	評価項目の対	上限
0.24	本塁打率/打点率	3.35
0.62	本塁打率/盗塁率	23.08
0.48	本塁打率/打率	2.19
0.24	本塁打率/長打率	6.58
0.28	本塁打率/出塁率	6.05
0.13	本塁打率/得点圏打率	3.00

6. 評価結果

6.1 相対的評価

DEAでは，複数の事業体の効率値が1と評価されることがあり，効率値が1となった事業体の間で相対的な評価がなされていない．そこで文献[6]をもとに，Super SBM（Slacks-Based Measure）モデルによって1を超える効率値である超効率値を求める．

表2，3に，セ・パ各リーグのトップ10の選手の評

表2 セ・リーグ トップ10

選手名	BCC効率値	Super SBM効率値
松井 秀喜	1.000	1.071
金本 知憲	1.000	1.067
清原 和博	1.000	1.024
ロペス	1.000	1.013
ペタジーニ	1.000	1.009
ローズ	0.961	0.817
浅井 樹	0.869	0.793
中根 仁	0.877	0.706
江藤 智	0.865	0.696
副島 孔太	0.842	0.694

表3 パ・リーグ トップ10

選手名	BCC効率値	Super SBM効率値
イチロー	1.000	1.165
オバンドー	1.000	1.101
松中 信彦	1.000	1.024
松井 稼頭央	0.993	0.950
小笠原 道大	0.948	0.868
ボーリック	0.918	0.778
城島 健司	0.777	0.704
小久保 裕紀	0.915	0.684
片岡 篤史	0.853	0.683
中村 紀洋	0.896	0.677

表4 参照集合出現回数

セ・リーグ		パ・リーグ	
選手名	出現回数	選手名	出現回数
松井 秀喜	46	イチロー	49
金本 知憲	28	オバンドー	32
清原 和博	6	松中 信彦	1
ロペス	2		

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

価結果，すなわちBCC出力モデルでの効率値と，Super SBMでの効率値を示した．

効率値が1以上となった選手の参照集合出現回数は表4のようになっている．セ・リーグでは松井選手，パ・リーグではイチロー選手が，非効率的であると評価された選手の参照集合となっており，多くの選手にとっての目標として見られている．

反対に，セ・リーグの清原選手・ロペス選手，パ・リーグの松中選手は効率的と評価されたが，非効率的な選手の参照集合となっていない．これらの選手は，効率的だが他の選手と比べ異なった得意項目をもつ選手であるといえる．表5，6に，セ・パ各リーグの効率的な選手の標準化された成績を示す．この表から，効率的な各選手の得意項目・不得意項目が分かる．

表5　セ・リーグで効率的であると評価された選手の標準化された成績

選手名	本塁打率	打点率	盗塁率	打率	長打率	出塁率	得点圏打率
松井秀喜	1.00	0.88	0.41	0.79	1.00	1.00	0.53
金本知憲	0.67	0.65	0.86	0.78	0.71	0.87	0.81
清原和博	0.83	0.99	0.33	0.65	0.76	0.70	0.91
ロペス	0.63	1.00	0.33	0.77	0.62	0.48	1.00

表6　パ・リーグで効率的であると評価された選手の標準化された成績

選手名	本塁打率	打点率	盗塁率	打率	長打率	出塁率	得点圏打率
イチロー	0.36	0.61	0.76	1.00	0.77	1.00	0.95
松中信彦	0.83	0.81	0.08	0.59	0.90	0.60	0.87
オバンドー	0.92	1.00	0.21	0.70	1.00	0.87	0.54

6.2　年俸に対する仕事の度合いの評価

各選手の年俸に対しての仕事の度合いを見るためSuper SBMを用いて超効率値を求めた．効率的であると評価された選手の年俸，年俸を入力としたときの超効率値，入力を1としたときの超効率値（相対的な評価）を表7，8に示す．ただし，プロ野球選手の年俸は，成績に比例していないためここでは対数をとった年俸の値を使用して評価した．

この評価によって，各選手の年俸に対する仕事の度合いを評価したが，表7，8に載ることが出来なかった選手，特に高額の年俸をもらっている選手には一層の努力を期待したい．

表7　年俸入力時に効率的な選手の超効率値とその選手の（入力＝1）の場合の超効率値（セ・リーグ）

選手名	年俸（万円）	入力：年俸	入力＝1
金城　龍彦	710	1.231	0.305
新井　貴浩	900	1.166	0.541
ロペス	3200	1.124	1.013
松井　秀喜	35000	1.071	1.071
金本　知憲	15000	1.067	1.067
副島　孔太	1800	1.051	0.694
清原　和博	26000	1.024	1.024
ペタジーニ	15000	1.020	1.010
岩村　明憲	2100	1.007	0.692
逸井　樹	3150	1.000	0.793
多村　仁	550	1.000	0.409

表8　年俸入力時に効率的な選手の超効率値とその選手の（入力＝1）の場合の超効率値（パ・リーグ）

選手名	年俸（万円）	入力：年俸	入力＝1
鷹野　史寿	1000	1.255	0.453
イチロー	53000	1.165	1.165
オバンドー	5000	1.135	1.101
大塚　明	3300	1.056	0.100
松中　信彦	5000	1.038	1.024
川口　憲史	900	1.027	0.298
小笠原　道大	5000	1.020	0.868
武藤　孝司	3200	1.006	0.199
野口　寿浩	5100	1.003	0.381
松井　稼頭央	19000	1.001	0.950
平下　晃司	460	1.000	0.211

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

表9　打順による打撃成績の重要度

	低い←		重要度			→高い	
1番打者	本塁打率	長打率	得点圏打率	打点率	盗塁率	打率	出塁率
2番打者	本塁打率	長打率	盗塁率	打点率	得点圏打率	打率	出塁率
3番打者	盗塁率	出塁率	本塁打率	打率	得点圏打率	長打率	打点率
4番打者	盗塁率	出塁率	打率	長打率	得点圏打率	打点率	本塁打率
5番打者	盗塁率	出塁率	打率	得点圏打率	長打率	本塁打率	打点率
6番打者	本塁打率	盗塁率	長打率	打点率	得点圏打率	打率	出塁率
7・8・9番打者	本塁打率	長打率	打点率	盗塁率	得点圏打率	打率	出塁率

表10　打順ごとの評価結果　トップ3

打順	セ・リーグ		パ・リーグ	
	選手名	効率値	選手名	効率値
1番	金本 知憲	1.060	イチロー	1.000
	松井 秀喜	1.037	オバンドー	0.964
	金城 龍彦	1.001	松中 信彦	0.861
2番	金本 知憲	1.060	イチロー	1.000
	松井 秀喜	1.037	オバンドー	0.964
	ローズ	1.008	松中 信彦	0.861
3番	松井 秀喜	1.052	オバンドー	1.061
	清原 和博	1.017	イチロー	1.029
	ロペス	1.011	松中 信彦	1.007
4番	松井 秀喜	1.050	オバンドー	1.065
	清原 和博	1.029	イチロー	1.029
	金本 知憲	0.948	松中 信彦	1.008
5番	松井 秀喜	1.055	オバンドー	1.073
	清原 和博	1.015	イチロー	1.029
	ロペス	1.001	小笠原 道大	0.827
6番	松井 秀喜	1.040	イチロー	1.000
	金本 知憲	1.019	オバンドー	0.964
	ローズ	1.008	松中 信彦	0.874
7・8・9番	金本 知憲	1.060	イチロー	1.000
	松井 秀喜	1.037	オバンドー	0.964
	ローズ	1.008	松中 信彦	0.861

6.3　打順に対する相対的評価

打者は打順によって求められる能力が異なる．ここでは，打順ごとに打撃成績の重要度の順を決め，領域限定法により仮想的出力のウェイトを重要度順に決定する評価を行った．なお，打順ごとの打撃成績の重要度順は表9のようになっている．また，それにもとづいた評価結果を表10に示す．

この結果から言えることは，松井選手・イチロー選手・オバンドー選手が適応範囲の広いオールラウンダーであるという点と，清原選手が3・4・5番打者に求

表11　打順によって順位の変動が激しい選手

選手名	1番	2番	3番	4番	5番	6番	7・8・9番
金城 龍彦	3	6	45	40	44	6	6
小坂 誠	28	54	58	60	58	55	54
諸積 兼司	44	28	50	50	50	28	28
サブロー	34	45	21	23	23	44	45
大塚 明	20	20	52	52	52	20	20
奈良原 浩	22	38	23	20	21	45	38
平塚 克洋	32	33	55	55	55	33	33
武藤 孝司	15	15	44	33	39	15	15
田口 壮	37	30	17	18	17	30	30
大島 公一	10	10	49	41	48	10	10
小川 博文	43	37	15	17	15	37	37
鳥越 裕介	61	61	37	40	38	60	61
大道 典良	4	4	35	37	35	4	4
吉永 幸一郎	36	35	59	59	60	35	35

表12　異なるシステム間の評価での効率的選手

所属リーグ	選手名	参照集合出現回数
パ	イチロー	64
セ	金本 知憲	41
パ	オバンドー	28
セ	ロペス	21
セ	大塚 明	20
パ	松中 信彦	19
セ	松井 秀喜	17
セ	清原 和博	17
パ	松井 稼頭央	11
パ	小笠原 道大	7
セ	ペタジーニ	1

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

表13　集計結果

	セ・リーグ	パ・リーグ
選手数	59	63
平均効率値	0.687	0.731
標準偏差	0.183	0.173
最大値	1.000	1.000
最小値	0.353	0.368

められるであろう能力に特化しているということである．

他の特徴を持った選手として，1・2番打者の能力に特化している金城選手，オールラウンダーとしてペタジーニ選手などが挙げられる．表11に各リーグでの打順ごとの評価結果で，打順によって順位差が20以上の選手の各打順での順位を示す．セ・リーグでは金城選手のみが順位の変動が激しいが，パ・リーグでは多数の選手に順位の変動が見られた．このことから，パ・リーグの選手はバラエティに富んでいるといえる．

6.4　セ・パ両リーグの比較

セ・リーグ，パ・リーグという異なるシステム間で活動する選手の効率性を，文献[4]の節7.3の方法を用いて評価した．

表12に効率的であると評価された選手を挙げる．表12から，イチロー選手・金本選手が非効率的な他の選手にとっての目標となっていることがわかる．また，この2人は自分の所属しないリーグの選手からも参照集合としてみられていた（イチロー選手：64回中30回，金本選手：41回中21回）．

表13に，各リーグの評価の集計結果を挙げる．この表からは，パ・リーグが全体的にセ・リーグと比べて効率値が高くばらつきが少ないことが分かる．

7.　まとめ

今回は，プロ野球選手の打撃成績の相対的評価・年俸に対する仕事の度合い・打順に対する効率性・セ・パ両リーグの比較を行ったが，特にすばらしい選手達は，どの評価においても高い評価を受けている．セ・リーグの松井選手，パ・リーグのイチロー選手はその代表といえるだろう．

また，打順に対する効率性では清原選手など特定の打順に対して特化した選手を見つけることができた．そして，セ・リーグと比べるとパ・リーグにはバラエティに富んだ選手が多いことも分かった．

今回は2000年度の成績をもとに評価を行ったが，時系列データを使用した評価を行うことによって今回とは違った評価も行えるだろう．今後の研究に取り入れて行きたいと思う．

謝辞　本研究において，アンケートに答えていただいた10名の方，ご支援を頂いた皆様にこの場を借りて深く感謝する次第です．

参考文献

[1] 橋本昭洋，「DEAによる野球打者の評価」，オペレーションズ・リサーチ，1993年3月号，146-153.

[2] 末吉俊幸・山岸晋作，「DEA/OERAに基づく野球選手の評価」，オペレーションズ・リサーチ，vol. 7 (1997), 41-51.

[3] 刀根薫・上田徹 監訳，「経営効率評価ハンドブック―包絡分析法の理論と応用」，第19章「野球選手の相対的効率性の評価」，朝倉書店.

[4] 刀根薫著，「経営効率性の測定と改善　包絡一分析法DEAによる」，日科技連.

[5] 刀根薫・高村義晴，「首都機能移転計画のための総合評価手法の開発とその適用」，オペレーションズ・リサーチ，vol. 46 (2001), 279-283.

[6] 刀根薫，「A Slacks-based Measure of Super Efficiency in DEA」，オペレーションズ・リサーチ2001年度秋季研究発表会アブストラクト集，20-21.

[7]「プロ野球選手データ名鑑2001」，宝島社.

[8]「こちら，プロ野球人事部」，http://www.246.ne.jp/~kazoo/pro/pro.htm

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．