

野球と統計学

I. セイバーメトリクス

セイバーメトリクス (Society for American Baseball Research Econometrics) とは、アメリカで生まれた野球においてのデータを統計学から客観的に分析し、過小評価、過大評価されてしまっていた選手の再評価や攻撃側はいかにアウトをとられないか、守備側ではいかにアウトをとるかなどの戦略を考える分析方法である。野球の評価基準とは、野手の場合では走攻守の三拍子と言われています。走っても早い、打ってもホームラン、守って華麗で肩も強いような誰からみても素晴らしいといわれる選手が本当にチームの勝利に貢献しているのだろうか。勝利には何が必要なのか、一番勝敗に関係してくるのか、というところから考えたのがこのセイバーメトリクスである。

II. 野手 (攻撃側) についての重要視される指標

野球とは、アウトを3つとられない限り攻撃できるので攻撃側の重要視されるのはアウトをとられないということである。

① OBP (On Base Percentage) 出塁率 : アウトのなりにくさ

このセイバーメトリクスのおいての基本になる指標である。打者が出塁する能力がどれだけ優れているかである。すなわて、アウトになりにくい選手であり出塁することで得点に結びつける確率が高くなるからである。出塁率の式は次のようになる。

$$\text{出塁率} = \frac{\text{安打} + \text{四球} + \text{死球}}{\text{打数} + \text{四球} + \text{死球} + \text{犠牲フライ}}$$

② 選球眼 : 四球の多さ (しぶとい打者)

$\frac{\text{四球}}{\text{三振}}$ ・三振1個につき、四球をどれだけえらんでいるか。選球眼の良さである。

$\frac{\text{打席}}{\text{四球}}$ ・四球1個えらぶのに必要な打席数

選球眼が良ければ自然と出塁率もあがる。

③ RC (Runs Created) 生み出される得点

セイバーメトリクスの創始者、ビル・ジェイムスがトレードする際に使用した指標でもある。1シーズンにどれだけの得点を生み出されるかである。この指標は、高いほどその選手が得点に結びつきやすく、得点力が高いといえる。RCの式は次のようになる。

$$RC = \frac{(\text{安打} + \text{四球}) \times \text{総塁打数}}{\text{打数} \times \text{四球}}$$

アウトにならないのが一番に重要で、それらの評価ポイントの要点が特にこの3点である。

*今のプロ野球選手でこれらの3点が特に優れた選手が次の選手である。(成績は2012年である)

・阿部慎之介 (巨人)

出塁率はリーグ断トツの.429でありAVも.340の成績の首位打者に輝いている。選球眼も良く1.0を上回る1.468である。RCも166.287をたたき出している。2012年のMVPの選手であり、今のプロ野球選手の中でもっとも勝利に貢献していて、チームの得点に関わっている選手である。

・鳥谷敬 (阪神)

AVは.262でリーグ14位と良くないが、出塁率は.373でリーグ4位である。選球眼がよく1.033である。この選手は、安打は少ないが四球で出塁しているのがわかる。数字から見ても94と多い。ここでこの各選手の安打と四球をたすと、阿部が228で、鳥谷は229で阿部を超えている。これはセイバーメトリクスからすると興味深い数字である。RCは144.705と阿部には劣るが阿部に続くリーグ2位の数字である。鳥谷という選手は新聞などで見慣れた指標でなくセイバーメトリクスの選手評価では優れている選手である。

他にもいろいろとある。

④ SLP (Slugging Percentage) 長打率

$$SLP = \frac{\text{塁打}}{\text{打数}}$$

⑤ OPS (On Base Plus Slugging percentage) 打者の実力、得点能力を表す

$$OPS = \text{出塁率} + \text{長打率}$$

- ⑥ NOI (New Offence Initiative) 新打撃指標…OPS の修正

$$\text{NOI} = \{\text{出塁率} + (\text{長打率} \div 3)\} \times 100$$

- ⑦ GPA (Gross Production Average) NOI の修正

$$(\text{出塁率} \times 1.8 + \text{長打率}) \div 4$$

- ⑧ SecA (Secondary Average) 第2の打率

$$\text{SecA} = \frac{(\text{塁打数} - \text{安打数} + \text{四球数} + \text{盗塁数} - \text{盗塁刺})}{\text{打数}}$$

- ⑨ TA (Total Average) 1アウトあたり、どれだけ塁を獲得できるか

$$\text{TA} = \frac{(\text{打数} - \text{四球数} + \text{死球数} + \text{盗塁数} - \text{盗塁刺})}{\text{打数} - \text{安打数} + \text{盗塁刺} + \text{併殺打}}$$

- ⑩ BRA (Batter's Run Average) 打者得点率

$$\text{BRA} = \text{出塁率} \times \text{長打率}$$

- ⑪ DX (Scoring Index) 得点指標

$$\text{DX} = \frac{\text{安打} + \text{四球} + \text{死球}}{\text{打数} + \text{四球} + \text{死球}} \times \frac{\text{総塁打数} + \text{盗塁} - \text{盗塁失敗球}}{\text{打数} + \text{四球} + \text{死球}}$$

- ⑫ RC27…1試合あたりに選手が何点あげるか

$$\text{RC27} = (\text{RC} \times 27) \div (\text{打数} - \text{安打数} + \text{犠打数} + \text{犠飛数} + \text{盗塁刺} + \text{併殺打})$$

III. セイバーメトリクスで評価されない点 (野手側)

- ① 盗塁

セイバーメトリクスで重要視されているアウトを取られないという点から、アウトのリスクを高めるため評価されない。

- ② 送りバント

走者の塁を進めることができたとしても、アウトを1つ与えるため評価されない。

- ③ 打点

打者が打ったときにランナーが塁にいるのは偶然なので、打点はあまり評価されない。

④ エラー

守備範囲の広い選手はエラーの数が多くなる。また、エラーは審判の主観的なものでもあるため。

IV. セイバーメトリクスから見た年俸評価

〈2012年セリーグ(野手)の年俸上位のランキングとその選手の OBP である〉

	年俸	OBP
①阿部(巨)	5億7000万円	.429
②ラミレス(De)	3億5000万円	.333
③和田(中)	3億3300万円	.370
④鳥谷(阪)	2億8000万円	.373
⑤新井(阪)	2億5000万円	.296
⑥マートン(阪)	2億4600万円	.290
⑦村田(巨)	2億2000万円	.316
⑧西岡(阪)	2億0000万円	(.423)※2010年
⑨谷繁(中)	1億9000万円	.324
合計	26億3900万円	平均.350

〈次に、2012年セリーグ(野手)の OBP 上位のランキングとその選手の年俸である〉

	OBP	年俸
①阿部(巨)	.429	5億7000万円
②長野(巨)	.382	1億6000万円
③ミレッジ(ヤ)	.379	9000万円
④大島(中)	.376	7500万円
⑤鳥谷(阪)	.373	2億8000万円
⑥和田(中)	.370	3億3000万円
⑦坂本(巨)	.359	1億8000万円
⑧井端(中)	.356	1億9000万円
⑨田中(ヤ)	.354	1億2500万円
平均	.375	合計 20億0000万円

この2つのランキングから見えてくることがいくつか考えられる。

- OBP 上位 9 人での年俸は 20 億で年俸上位 9 人より 6 億 3900 万円も安くなり、なおかつ OBP でみたところ年俸上位 9 人が平均.350 に対し OBP 上位 9 人が平均.375 で平均.025 と高いことがわかった。すなわち、OBP での年俸評価は低くなるため、OBP で選手をさがすことは低予算でチームをつくることができると考えられる。
- 年俸上位 9 人から個々で見ると、新井(阪) マートン(阪)の 2 選手は 2 億以上の年俸のわりに OBP は 3 割をきっている。セイバーメトリクスからは評価の低い 2 選手が 2 億を超えているということはセイバーメトリクスの指標は年俸評価にはなかなか含まれない部分であると思われる。
- 年俸上位 9 人と OBP 上位 9 人のなかで、阿部(巨) 和田(中) 鳥谷(阪)の選手は両方のランキングに名前が挙がっている。この 3 選手の年俸はセイバーメトリクスの指標と年俸評価が比例している。本当に球団側が年俸をあげるべき選手とは、セイバーメトリクスの指標の高い選手なのだと思う。今後、もっとこのセイバーメトリクスが浸透していくと年俸が増える選手が出てくると思う。球団も本当に勝利に貢献している選手の年俸を増やすべきである。
- チームからみてみると、OBP に巨人の選手が 3 人、中日の選手も 3 人、ヤクルトの選手が 2 人とランキングされている。興味深いのが 2012 年の順位を 1 位巨人、2 位中日、3 位ヤクルトである。このデータでわかるのはセイバーメトリクスがしっかりとチームの勝利に重要な指標であることが確実視されていると思う。

〈2012 年パリーグ(野手)の年俸上位のランキングとその選手の OBP である〉

	年俸	OBP
①中村(西)	3 億 0000 万円	.331
②ジョーンズ(楽)	2 億 5000 万円	※新外国人
②李(オ)	2 億 5000 万円	.368
④稲葉(日)	2 億 0000 万円	.342
④糸井(オ)	2 億 0000 万円	.404
④栗山(西)	2 億 0000 万円	.378
⑦ラヘア(ソ)	1 億 8500 万円	※新外国人
⑧井口(ロ)	1 億 8000 万円	.343
⑧本多(ソ)	1 億 8000 万円	.299
合計	19 億 4500 万円	平均.352

〈次に、2012年パリーグ(野手)の OBP 上位のランキングとその選手の年俵である〉

	OBP	年俵
①糸井(オ)	.404	2億0000万円
②中島(西)	.382	2億8000万円
③栗山(西)	.378	2億0000万円
④李(オ)	.368	2億5000万円
⑤角中(口)	.366	4200万円
⑥長谷川(ソ)	.352	8000万円
⑦田中(日)	.350	2億7000万円
⑦バルディリス(オ)	.350	5000万円
⑨ヘルマン(西)	.346	3500万円
平均	.366	14億700万円

- ・パリーグでも同じく OBP 上位 9 人での年俵は 14 億 700 万円で年俵上位 9 人より 5 億 3800 万円も安くなり、次に OBP でみたところ年俵上位 9 人が平均.352(新外国人抜きの 7 人での平均)に対し OBP 上位 9 人が平均.366 で平均.014 と高いことがわかった。日本球界全体でも、OBP での年俵評価は低いことになるため、OBP の優れた選手をさがすことで低予算、なおかつチームの向上につながると思う。
- ・パリーグを見たところ上位 9 人でも 1 億円きっている選手が 4 人いる。セリーグの 2 人より 2 人も多い。ここで考えられることは、パリーグは低予算で選手の能力をしつかりと見極めていると思う。特に角中(口) ヘルマン(西) バルディリス(オ)の 3 選手の年俵は 5000 万円をきっている。セリーグには、上位 9 人には 5000 万円を切っている選手は見られなかったことからパリーグには、少ない年俵でセイバーメトリクスが優れたお買い得選手が多いとともにパリーグは狙い目でもある。
- ・セリーグと同じく見ていきたいのが、年俵とセイバーメトリクスの指標が比例している選手である。年俵上位 9 人と OBP 上位 9 人のなかで、糸井(オ) 栗山(西) 李(オ)の選手は両方のランキングに名前が挙がっている。この 3 選手の年俵はセイバーメトリクスの指標と年俵評価が比例している。本当に球団側が年俵をあげるべき選手である。
- ・ひとつ疑問があるのが、ジョーンズ(楽) ラヘア(ソ)である。新外国人の補強は大切ですが、2 億近い年俵で獲得するのは低予算ということからはずれてくる。実績はあるが、外国人の獲得で成功しているチームは一部と思う。そういうのはジャンブルの要

素があると思う。高い年俵で獲得してくると成績は期待しすぎ、あまり失敗したときのバッシングがでてくる。それなら、セイバーメトリクスを利用して影で光っている選手を低予算で獲得する方が球団の年俵の無駄遣いも減らせるところでもあると思う。

V. リンゼン・モデル

リンゼンは、野球データを収集して「イニングの残りでの得点分布」を整理した。例えばランナーが一塁にいて1アウトだったとき、その後の展開でイニングの残りで何点得点できたか。また、ランナーが一、三塁ではどうだったのか。すべてのパターンを0点から得た得点をまとめたのである。

表1：イニングの残りでの得点分布表(得点確率)

状況	埋まった塁	アウトの数	割合	得点の確率			
				0得点	1得点	2得点	3得点以上
なし	0	0	24.30%	0.747	0.136	0.068	0.049
	1	1	17.30%	0.855	0.085	0.039	0.021
	2	2	13.70%	0.933	0.042	0.018	0.007
1塁	0	0	6.40%	0.604	0.166	0.127	0.103
	1	1	7.60%	0.734	0.124	0.092	0.05
	2	2	2.90%	0.886	0.045	0.048	0.021
2塁	0	0	1.10%	0.381	0.344	0.129	0.146
	1	1	2.40%	0.61	0.224	0.104	0.062
	2	2	2.90%	0.788	0.158	0.038	0.016
3塁	0	0	0.20%	0.12	0.64	0.11	0.13
	1	1	0.70%	0.307	0.529	0.104	0.06
	2	2	1.20%	0.738	0.208	0.03	0.024
1・2塁	0	0	1.40%	0.395	0.22	0.131	0.254
	1	1	2.60%	0.571	0.163	0.119	0.147
	2	2	3.30%	0.791	0.1	0.061	0.048
1・3塁	0	0	0.40%	0.13	0.41	0.18	0.28
	1	1	1.10%	0.367	0.4	0.105	0.128
	2	2	1.60%	0.717	0.167	0.045	0.071
2・3塁	0	0	0.30%	0.18	0.25	0.26	0.31
	1	1	0.70%	0.27	0.24	0.28	0.21
	2	2	0.80%	0.668	0.095	0.17	0.067
満塁	0	0	0.30%	0.18	0.26	0.21	0.35
	1	1	0.80%	0.303	0.242	0.172	0.283
	2	2	1.00%	0.671	0.092	0.102	0.135

インニングの残りでの得点比率を得点確率として、野球データを確率変数として処理する。たとえば、ランナーなしの状況でインニングの残りまでの得点確率は、あるシーズンのデータ上の表のように整理される。

表の得点分布表からでは、ランナーなしでアウトカウントがゼロでバッターが打席に入った状態から記述している。

例：インニングの始まりのランナーなしアウトカウントがゼロ

(過去のシーズンデータのそのインニングの得点確率が以下である)

- ・ 0 点に終わったのは、 74.7%
- ・ 1 点獲得で攻撃が終わったのは、 13.6%
- ・ 2 点獲得で攻撃が終わったのは、 6.8%
- ・ 3 点以上獲得で攻撃が終わったのは、 4.9%。

過去の試合データから上のような得点確率を得ることで、得点期待値を計算することができる。※得点期待値＝得点×その得点確率である。

インニングの攻撃が始まり、そのインニング終了時に期待される得点

＝0 点の期待値+1 点取る期待値+2 点取る期待値+3 点以上取る期待値

したがって、ノーアウト・ランナーなしでのインニングの得点期待値の計算は

$(0 \times 0.747) + (1 \times 0.136) + (2 \times 0.068) + (3 \times 0.049) = 0.419$ である。

この数値は、監督がサインなど出さず作戦を立てずともそのインニングに平均として 0.419 点入ることが期待できる。計算せれた期待値をまとめたのが下の表である。

表 2：得点見込表(得点期待値)

状況	得点期待値		
	0アウト	1アウト	2アウト
埋まった塁			
なし	0.419	0.226	0.099
1塁	0.729	0.458	0.204
2塁	1.04	0.618	0.282
3塁	1.25	0.917	0.34
1・2塁	1.244	0.842	0.366
1・3塁	1.61	0.994	0.47
2・3塁	1.7	1.43	0.636
満塁	1.73	1.435	0.701

VI. データ野球、サイン評価

第 2 次世界大戦中、アメリカやイギリスを中心に、戦争における科学的で数字的な作戦計画の方法が開発され、戦後の経営にも広く応用されるようになった。この手法はオペレーションズ・リサーチ(OR : Operations Research)と呼ばれる。リンゼイはデータから数学的期待値の大小を計算し、より大きなものを戦術として選択する手法を野球の戦術に取り入れた。得点見込み表を使って、いくつかのサイン(作戦)を評価できる。セイバーメトリクスの指標によれば、盗塁や送りバントはアウトになる確率が高いため評価されず、回避しなければならない。この理由は、OR の手法から評価することができる。

① 盗塁のサインは適切なのか

[状況] ノーアウト 1 塁で、ランナーがメジャーのイチロー(ヤンキース)であれば、盗塁のサインは適切なのか

まず始めにイチローの盗塁成功率、状況、得点期待値を整理する必要がある。

- ・イチローの盗塁成功率は 8 2 % である。
- ・ノーアウト 1 塁の期待値は 0.729 である。
- ・盗塁が成功してノーアウト 2 塁の期待値は 1.04 である。
- ・盗塁が失敗して 1 アウトランナーなしの期待値は 0.226 である。

なにもサインを出さない場合、0.729 の得点が期待できるから、この得点期待値以上の盗塁成功率を求めなければならない。つまり、盗塁成功の期待値+盗塁失敗の期待値がなにもサインを出さない場合の 0.729 を上回らないとサインは正しいとは言えないのである。

*盗塁成功率を P とおくと計算は次のようになる。

$$0.729 < P \times 1.04 + (1 - P) \times 0.226$$

・イチローの場合：盗塁成功率は、8 2 %(0.82)

$$0.82 \times 1.04 + (1 - 0.82) \times 0.226 = 0.89$$

よって、なにもサインを出さない場合の 0.729 を上回るという数値がもたらされた。イチローへのこの状況での盗塁のサインは正しいといえる。

※この状況での盗塁成功率のボーダーラインは、成功率 6 3 % で 0.73、成功率 6 2 % で 0.72 であり、ノーアウト 1 塁の期待値の 0.729 のから考えると盗塁成功率のボーダーラインは、6 3 % である。盗塁成功率が 6 3 % 以上の選手であれば、盗塁

のサインは正しいといえる。

② 送りバントのサインは適切なのか

〔状況〕 1点差で負けている。

- ・ノーアウト 1 塁、2 塁、1、2 塁の状況がよくバントのサインが出されている状況である。このときのバントは適切なのか

まず、作戦のポイントとして少なくとも 1 点をとることで同点にすることができ、試合を振り出しに戻る。つまり、1 点以上とること確率で作戦を立てるのが合理的である。

プロ野球のバント成功率は、上位では 90%を超えるが平均では 70%前後である。平均的なバント成功率 70%の選手のバントの得点期待値と、サインを出さないときの期待値を比較すれば、バントのサインが正しいのかがわかる。

A) ノーアウト 1 塁の場面を整理する。

- ・ノーアウト 1 塁で 1 点以上とれる確率:0.394
- ・バント成功で 1 アウト 2 塁:0.390
- ・バント失敗で 1 アウト 1 塁:0.266

1 点以上とるためにバントをした場合の期待値

$$0.7 \times 0.39 + (1 - 0.7) \times 0.266 = 0.352$$

よって、ノーアウト 1 塁で 1 点以上とれる確率が 0.394 であったのに対し、バントをした場合の期待値は 0.352 になった。つまりこの場面のバントは適切とは言えない。

B) ノーアウト 2 塁の場面を整理する。

- ・ノーアウト 2 塁で 1 点以上とれる確率:0.619
- ・バント成功で 1 アウト 3 塁:0.693
- ・バント失敗で 1 アウト 1 塁:0.266

1 点以上とるためにバントをした場合の期待値

$$0.7 \times 0.693 + (1 - 0.7) \times 0.266 = 0.565$$

よって、ノーアウト 2 塁で 1 点以上とれる確率が 0.619 であったのに対し、バントをした場合の期待値は 0.565 になった。つまりこの場面もバントは適切とは言えない。

C) ノーアウト 1.2 塁の場面を整理する。

- ・ノーアウト 1.2 塁で 1 点以上とれる確率:0.605
- ・バント成功で 1 アウト 2.3 塁:0.73
- ・バント失敗で 1 アウト 1.2 塁:0.429

1 点以上とるためにバントをした場合の期待値

$$0.7 \times 0.73 + (1 - 0.7) \times 0.429 = 0.639$$

よって、ノーアウト 1.2 塁で 1 点以上とれる確率が 0.605 であったのに対し、バントをした場合の期待値は 0.639 になった。つまりこの場面はバントをすると期待値が上回ったのでバントのサインを出してもいい場面であるといえる。

この結果、基本バントのサインは無効である。ただ、ノーアウト 1, 2 塁で成功すれば期待値があがっているのでこの場面は、状況によってはバントのサインも適切ではある場面であると思う。よって、セイバーメトリクスでの「バントはしない」という考えは正しいことを裏付けている。

アウト 1 つ与えるだけでどれだけ、得点の期待値が下がるのかがよくわかる。

③ 打てのサインは適切なのか

[状況] 9 回 1 点差で負けており、ノーアウト一塁での打てのサインは適切か。

※出塁率の OBP で得点の行方をかなり正確に予想することができる。

たとえば、OBP が 0.340 の選手で考える。この選手のアウトになる確率は 0.660 であることがわかる。また、この選手はこのような内訳である。

単打:0.192

2 塁打:0.040

3 塁打:0.004

ホームラン:0.014

四死球:0.090

である。

アウトと出塁状況からゲームの展開と 1 点以上とる確率を計算すると、次のようになる。

- ・アウトの場合 1 アウト 1 塁で 0.266 である。
- ・単打と四死球の場合 0 アウト 1,2 塁で 0.605 である。
- ・2 塁打、3 塁打、ホームランは走者は帰還して 1 点入るから、確率は 1 となる。

このそれぞれのケースの確率を整理することで、この OBP0.340 の選手の打つことによる得点期待値が次の計算から求めることができる。

$$(0.660 \times 0.266) + (0.192 \times 0.605) + (0.040 \times 1) + (0.004 \times 1) + (0.014 \times 1) + (0.090 \times 0.605) = 0.39157$$

この選手に打たせば、1 点以上得点して同点かまたは逆転するための確率は 0.39157 となり、バントのサインを出したときの 0.352 より高くなる。OBP0.340 の選手であれば、監督は迷わず「打て」のサインを出すべきである。