

プロ野球ペナントレースシミュレーション

松尾 精彦

概要

日本のプロ野球は往年の人気はなくなったが、根強いファン層は健在で、地元を根をおろしファンサービスに気を配ることにより、健全な進化を続けている。この論文では、試合の得点が負の二項分布に従っているとしてシミュレーションを行う。まず、2012年度から2017年度までの順位としてどのような可能性があったかを調べる。そのうえで DeNA ベイスターズを例に、あと得点がどれだけあれば順位がどのように変化するかを調べる。DeNA ベイスターズは、2012年に名称を変え生まれ変わったチームで、2017年度には日本シリーズまで駒を進めた伸び盛りのチームである。このチームは、選手の育成やトレードにより平均得点が伸びれば、シーズン優勝も狙えるところに来ている。あとどれだけ得点力がアップすれば、どのような順位が望めるかをシミュレーションにより明らかにする。

キーワード：負の二項分布、シミュレーション、順位、グラフィカルな順位表現、日本野球機構
経済学文献季報分類番号：16-10

1 はじめに

松尾 [7] で見たように、各チームの得点分布は独立に負の二項分布に従っていると仮定しても的外れではない。ただし、負の二項分布 $NB(n, p)$ のパラメータのペア (n, p) は対戦カード毎に異なると考えるのが自然である。パラメータの値を対戦チームごとに決めようと思えば、レギュラーシーズンでセリーグ、パリーグで各 15 ペアで合計 30 ペア、交流戦は 36 ペアの総計 66 ペアの負の二項分布のパラメータのペアを与えなければならない。そこで、この論文では、すでに行われた対戦での得点の平均・分散を用いて、負の二項分布のパラメータをモーメント法により推定し、シミュレーションを行うことにする。このシミュレーションにより、各シーズンの結果としてどのようなものが考えられるかがよくわかる。言い換えれば、順当な順位なのかそうではないのかがよくわかる。

しかし、過去のデータをもとに負の二項分布のパラメータを割り当ててシミュレーションをするだけでは面白くない。そこで、1つのチームに焦点をあて、得点分布を操作することにより順位がどのように変化するかを観察することにする。例えば、チームが選手の補強をして、得点の平均値が 0.4 上がるとどのように結果が変化するかを考えることが可能になる。野村監督がチームの土台を作り、星野監督が選手を補強して優勝を勝ち取るという流れはこのシミュレーションによって明

らかになるに違いない。

この論文の第2節では、負の二項分布とガンマ・ポアソン分布の関係について議論し、シミュレーションの方法について述べる。第3節から第8節では松尾 [8] と同様の作業を行う。ただし、松尾 [8] とは違い、負の二項分布によりシミュレーションを行うことに注意されたい。第9節では、DeNA ベイスターズを例に、得点分布を変化させることによりレギュラーシーズンの成績がどのように変化するかを観察する。

2 負の二項分布

負の二項分布のもともとの意味は、勝率が p のベルヌイ試行を繰り返すとき、 k 回の成功が初めて達成されるまでに起こる失敗の数 X の分布である。式で表せば、 $X = x$ となる確率は、

$$\Pr(X = x) = \binom{x+k-1}{x} p^k q^x$$

と表される。この分布は、 k が非負の整数でなくても、 $k > 0$ である限り確率分布となることが示されており (竹内・藤野 [2])、それも含めて負の二項分布と定義されている。

この負の二項分布は、ポアソン分布の平均パラメータ μ が確率変数であり、ガンマ分布

$$g(\mu; \alpha, \beta) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \mu^{\alpha-1} e^{-\beta\mu}$$

に従っているときの混合分布としても得られる。つまり、両式を掛け合わせ μ について積分すると、ガンマ・ポアソン分布、

$$GP(x; \alpha, \beta) = \frac{\Gamma(x+\alpha)}{\Gamma(\alpha)x!} \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right)^\alpha \left(\frac{1}{1+\beta}\right)^x = \frac{(x+\alpha-1)_x}{x!} \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right)^\alpha \left(\frac{1}{1+\beta}\right)^x$$

が得られる。この分布は、 $k = \alpha$, $p = \frac{\beta}{1+\beta}$ と置き換えれば負の二項分布となる。負の二項分布のパラメータを置き換えることにより、モデルの解釈が可能になるので、これ以降、その場にあった表現を用いることにする。

このポアソンガンマ分布の期待値と分散は、それぞれ、

$$\mu = E(X) = \frac{\alpha}{\beta}, \quad \sigma^2 = V(X) = \frac{\alpha}{\beta} \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (1)$$

であり、負の二項分布の場合は、それぞれ

$$\mu = E(X) = \frac{kq}{p}, \quad \sigma^2 = V(X) = \frac{kq}{p^2} \quad (2)$$

となる、この論文では等式 (2) を元にモーメント法により二項分布パラメータ k, p を推定する。

もちろんパラメータを推定する場合には最尤法も考慮に値するが、この論文では、シミュレーションの都合上より簡便なモーメント法を用いる。つまり、等式 (2) より、

$$p = \frac{\mu}{\sigma^2}, \quad k = \frac{\mu^2}{\sigma^2 - \mu} \quad (3)$$

を得る。データの平均と分散をそれぞれ μ, σ^2 の推定値として、負の二項分布のパラメータ k, p を推定し、その値を用いて負の二項分布に従う乱数を発生させ、その結果を観察しようとするものである。なお、平均が分散の値と同じ、あるいは上回った場合は、データの平均値を母数とするポアソン分布として扱うことにする。

3 2012 年シーズン

3.1 セ・リーグ 2012 年

松尾 [7] の図 1 から分かるように、このシーズンは巨人の平均得点が他の 5 チームよりもかなり高く、平均失点もまた同様に他の 5 チームよりもかなり低いというシーズンであった。2 位の中日は平均得点と平均失点が両方とも小さいが、平均得点が平均失点をわずかに上回っていて、巨人とはかなりの差はあるが 2 位につけている。ヤクルトは平均得点が高い代わりに、平均失点が平均得点を上回っていて第 3 位につけている。広島と阪神は互いに似たような平均得点・平均失点パターンをしているが、広島が阪神を負かしている。DeNA は平均得点こそ、中日・広島・阪神並みだが、平均失点がか飛びぬけて高く、5 位とゲーム差 9.5 の最下位に終わっている。

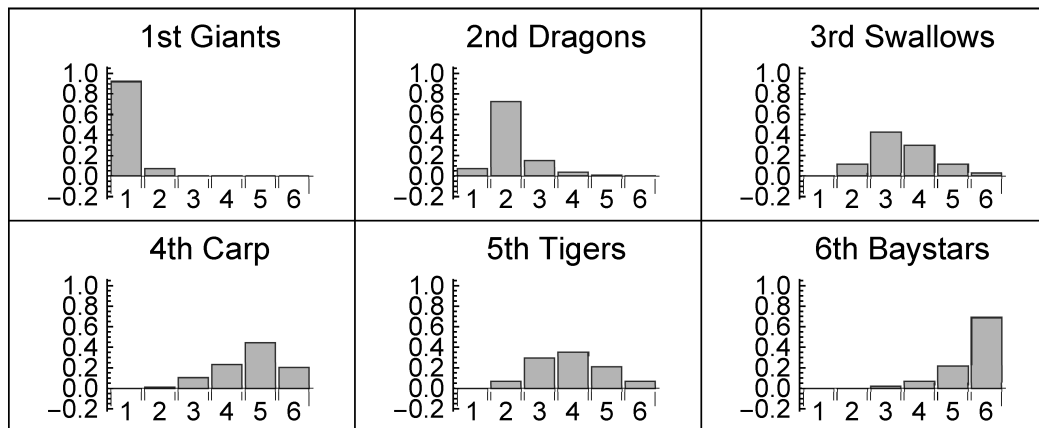
さて、各チームの得点データから、負の二項分布のパラメータを推定し、負の二項分布の乱数を独立に生成し、シミュレーションを行ってみる。そうすることにより、各シーズンの結果が順当なものか、それとも、滅多に起こらないことかを判断できる。シミュレーションでは 10000 回だけシーズン結果をランダムに生成し、順位分布を計算する。なお、何位であれ勝率でタイが現れるシーズンはシミュレーション結果から削除していることに注意されたい。

表 1 セリーグ・ペナントレース結果 (2012)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①巨人	144	86	43	15	.667	-
②中日	144	75	53	16	.586	10.5
③ヤクルト	144	68	65	11	.511	20.0
④広島	144	61	71	12	.462	26.5
⑤阪神	144	55	75	14	.423	31.5
⑥DeNA	144	46	85	13	.351	41.0

シミュレーションの結果である図 1 を見てみよう。首位巨人はほぼ間違いなく首位であり、2 位中日にはわずかに首位の可能性があったが、このシーズンの中日の 2 位はかなり順当である。それに続いて、ヤクルト、広島、阪神の 3 チームが続き、DeNA の最下位となっているのは順当である。

図1 セリーグ2012年シーズン順位確率分布



3.2 パ・リーグ2012年

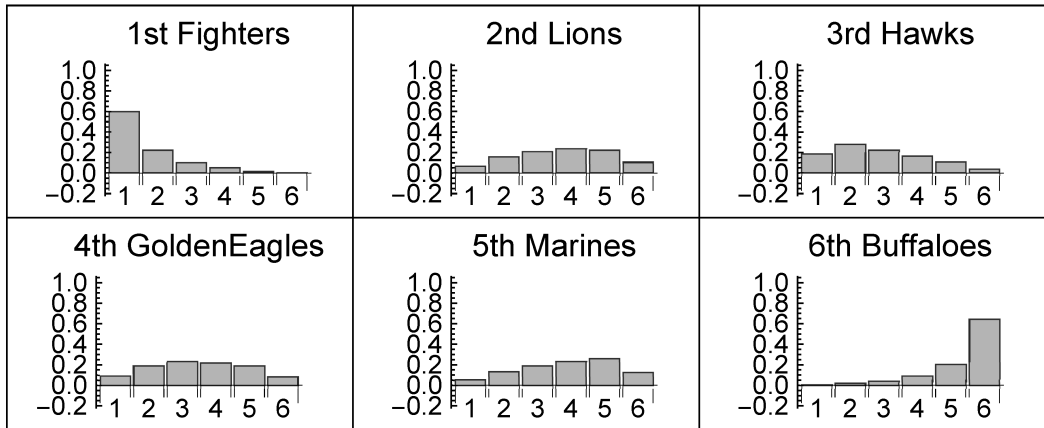
このシーズンでは、表2のように、第1位日本ハムから第5位ロッテまでが10ゲームと、かなり接近した戦いをしてしている。最下位オリックスがやや他のチームから離されているが、これは松尾[7]の図8を見ればよく分かる。オリックス以外の5チームがよく似た位置にプロットされているのに対し、オリックスは平均得点が最も低く、平均失点が最も高い。オリックス以外の5チームの中で、平均得点が平均失点を上回る割合が最も高いのが日本ハムであり、ソフトバンクと楽天がそれに続いている。西武とロッテは似た位置につけているが、結果はそれぞれ2位と5位に分かれている。

表2 パリーグペナントレース結果(2012)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①日本ハム	144	74	59	11	.556	-
②西武	144	72	63	9	.533	3.0
③ソフトバンク	144	67	65	12	.508	6.5
④楽天	144	67	67	10	.500	7.5
⑤ロッテ	144	62	67	15	.481	10.0
⑥オリックス	144	57	77	10	.425	17.5

図2のシミュレーションを見ると、第1位の日本ハムが順当に優勝しているのがよく分かるが、よく似た分布形を持つ、西武、ソフトバンク、楽天、ロッテにも優勝の可能性があったことも分かる。それに対してオリックスは、下位争いをせざるを得ないことがよく分かる。

図2 パリーグ 2012年シーズン順位確率分布



4 2013年シーズン

4.1 セ・リーグ 2013年

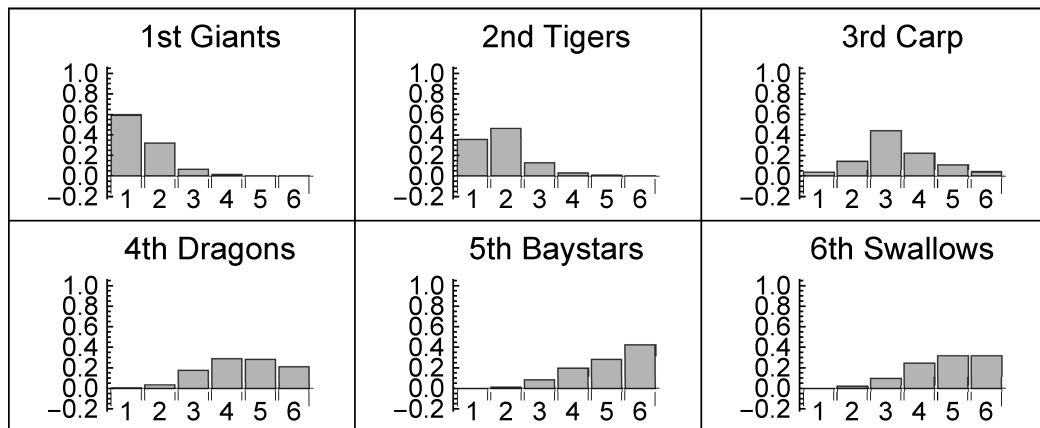
松尾 [7] の図 15 を見れば分かるように、巨人が平均得失点の関係上最も成績がよい。阪神は、平均得点は広島に劣るもののそれに増して平均得点力が高く第2位を占めている。次いで、広島が続き、あとは DeNA、ヤクルトと続くことが見て取れる。中日は相変わらず小さい平均得点と平均失点で、DeNA やヤクルトを凌いでいる。

表3 セリーグ・ペナントレース結果 (2013)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①巨人	144	84	53	7	.613	-
②阪神	144	73	67	4	.521	12.5
③広島	144	69	72	3	.489	17.0
④中日	144	64	77	3	.454	22.0
⑤DeNA	144	64	79	1	.448	23.0
⑥ヤクルト	144	57	83	4	.407	28.5

図3を見れば分かるように第1位巨人、第2位阪神、第3位広島が、ほぼ順当にそれぞれの順位を占めている。また、阪神が優勝する確率が結構あったことが分かり、阪神にとってはかなり惜しいシーズンだったと言える。1方第4位中日、第5位 DeNA、第6位ヤクルトは良く似た分布をしており、Bクラスのどの順位になってもおかしくない成績であることが分かる。

図3 セリーグ 2013年シーズン順位確率分布



4.2 パ・リーグ 2013年

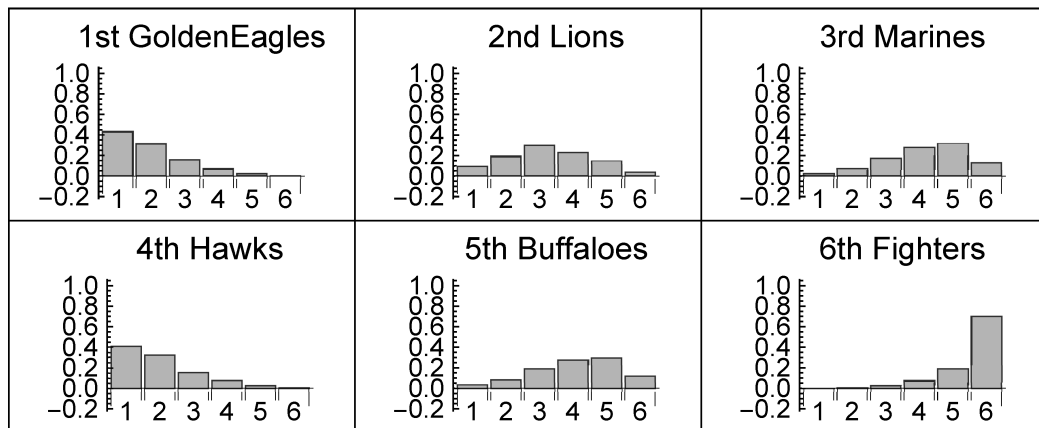
松尾 [7] の図 22 を見れば分かるように、平均得点と平均失点とのバランスが良いのが、ソフトバンクと楽天である。続いて西武、ロッテ、オリックスと続き、日本ハムが最悪である。しかし、表 4 のようにソフトバンクは西武やロッテよりも下位の 4 位に沈んでいる。

表 4 パリーグ・ペナントレース結果 (2013)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①楽天	144	82	59	3	.582	-
②西武	144	74	66	4	.529	7.5
③ロッテ	144	74	68	2	.521	8.5
④ソフトバンク	144	73	69	2	.514	9.5
⑤オリックス	144	66	73	5	.475	15.0
⑥日本ハム	144	64	78	2	.451	18.5

図 4 を見るとソフトバンクは下位に位置する成績でありながら、決して実力がないわけではなかったことが分かる。楽天の優勝を脅かすのは、第 4 位のソフトバンクであり、2 位の西武や 3 位のロッテではなかったことが分かる。

図4 パリーグ 2013年シーズン順位確率分布



5 2014年シーズン

5.1 セ・リーグ 2014年

松尾 [7] の図 29 を見たら分かるように、巨人と広島が同等の力を持っていて、それに続くのが阪神、中日。その次に DeNA、ヤクルトと言えそうだ。ヤクルトは平均得点が高いが、同時に平均失点も高く、何位になるか非常に不安定なところがある。中日が低い平均得点と低い平均失点で安定した順位に居ることと対照的である。

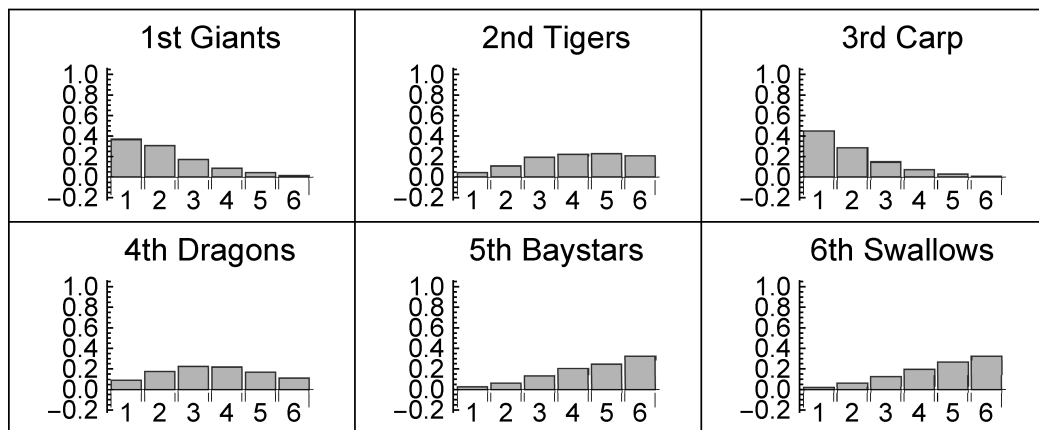
実際の成績は、表 5 の通りであるが、広島が第 3 位に甘んじているのが分かる。また、ヤクルトは最下位に沈み、DeNA よりも下位に甘んじている。

表 5 セリーグ・ペナントレース結果 (2014)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①巨人	144	82	61	1	.573	-
②阪神	144	75	68	1	.524	7.0
③広島	144	74	68	2	.521	7.5
④中日	144	67	73	4	.479	13.5
⑤DeNA	144	67	75	2	.472	14.5
⑥ヤクルト	144	60	81	3	.426	21.0

次の図 5 を見ると、広島が巨人と優勝を争っても良かったことが分かる。結果的に 7.5 ゲーム差をつけられてはいるが、もっと激しい優勝争いをしてもおかしくない結果がえられた。

図5 セリーグ 2014年シーズン順位確率分布



5.2 パ・リーグ 2014年

松尾 [7] の図 36 を見たら分かるように、ソフトバンクとオリックスが同等の力強い力を持っていて、それに続くのが日本ハム、そしてロッテ、西武、楽天が下位争いをしていることが分かる。

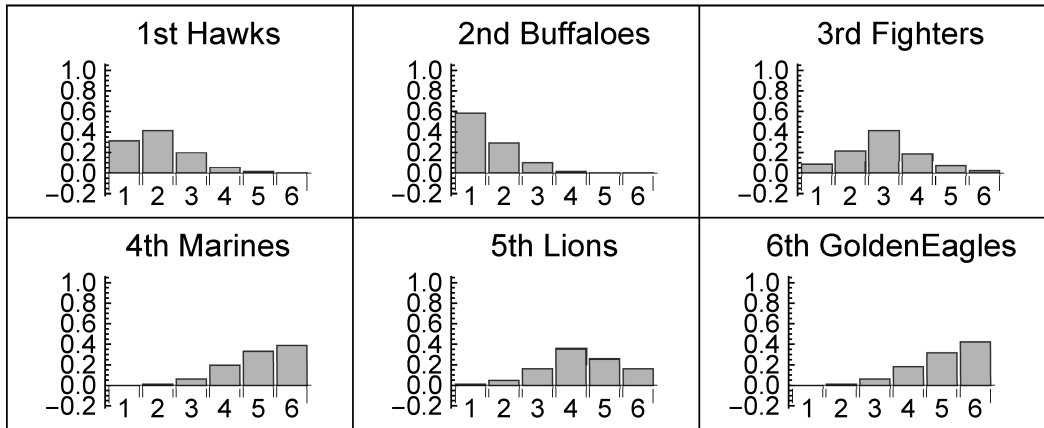
結果は次の表 6 の通りである。上で述べたように両チームはゲーム差こそ同じだが、勝率でソフトバンクが上回り優勝した。第 3 位の日本ハムも順当で、西武・楽天・ロッテの下位争いも図 36 から予想される。

表 6 パリーグ・ベナントレース結果 (2014)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①ソフトバンク	144	78	60	6	.565	-
②オリックス	144	80	62	2	.563	0.0
③日本ハム	144	73	68	3	.518	6.5
④ロッテ	144	66	76	2	.465	14.0
⑤西武	144	63	77	4	.450	16.0
⑥楽天	144	64	80	0	.444	17.0

続いて図 6 を見てみよう。1 位になる確率が最も高いオリックスが第 2 位になり、ソフトバンクが逆転している。2 強のオリックスとソフトバンクに続くのが日本ハム、そして、ロッテ、楽天、オリックスが下位争いを演じていたことが分かる。

図6 パリーグ 2014年シーズン順位確率分布



6 2015年シーズン

6.1 セ・リーグ 2015年

松尾 [7] の図 43 を見たら分かるように、このシーズンのヤクルトは、いつもの平均得点の高さに加え、平均失点が抑えられている。それに続き巨人と広島が、さらに中日、DeNA、阪神と並んでいる。しかし、実際の成績は、以下の表7の通りである。上の考察に反して阪神が第3位に、広島が第4位になっていて、中日とDeNAが最下位争いをしている。

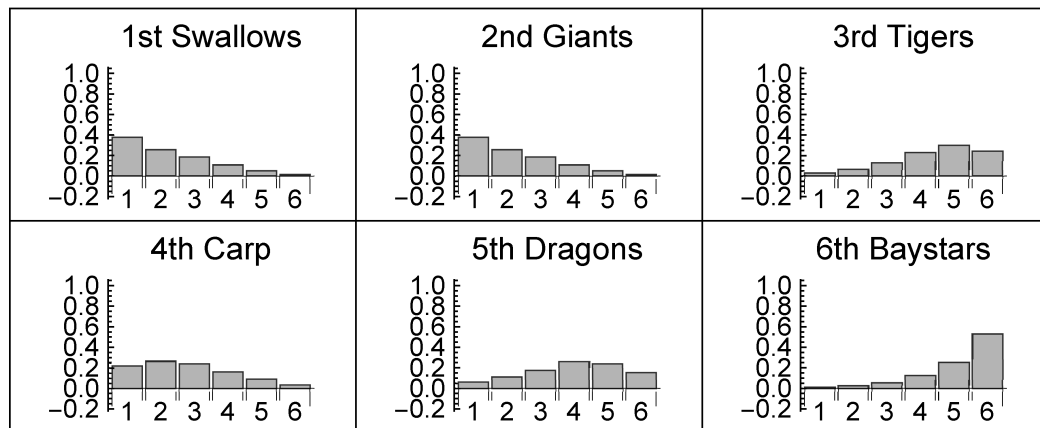
表7 セリーグ・ペナントレース結果 (2015)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①ヤクルト	143	76	65	2	.539	-
②巨人	143	75	67	1	.528	1.5
③阪神	143	70	71	2	.496	6.0
④広島	143	69	71	3	.493	6.5
⑤中日	143	62	77	4	.446	13.0
⑥DeNA	143	62	80	1	.437	14.5

続いて図7を見てみよう。1位のヤクルトは、巨人を抑えて優勝しているが、確率的には巨人の方が優勢であったことが分かる。3位阪神と5位中日が同様の分布を持っているが、なぜだか、阪神が中日、広島を抑えている。残念なのが広島である。優勝が狙える可能性がかなり高かったのに、4位に沈んでしまっている。なお、6位のDeNAは順当なものと言える。

このシーズンは優勝争いが熾烈で、ヤクルト・巨人・広島のどこが優勝してもおかしくなったと言える。

図7 セリーグ 2015年シーズン順位確率分布



6.2 パ・リーグ 2015年

松尾 [7] の図 50 を見れば分かるように、このシーズンのソフトバンクは平均失点においても平均得点においても第 1 位である。次に西武と日本ハムが続き、あとはロッテ、オリックス、最後に楽天が来ている。

このことを念頭において、表 8 と比較してみよう。確かにソフトバンクが首位であり、日本ハムが第 2 位、しかしロッテが第 3 位で、西武が第 4 位に甘んじている。第 5 位がオリックスで、最下位が楽天であることも納得がゆく。

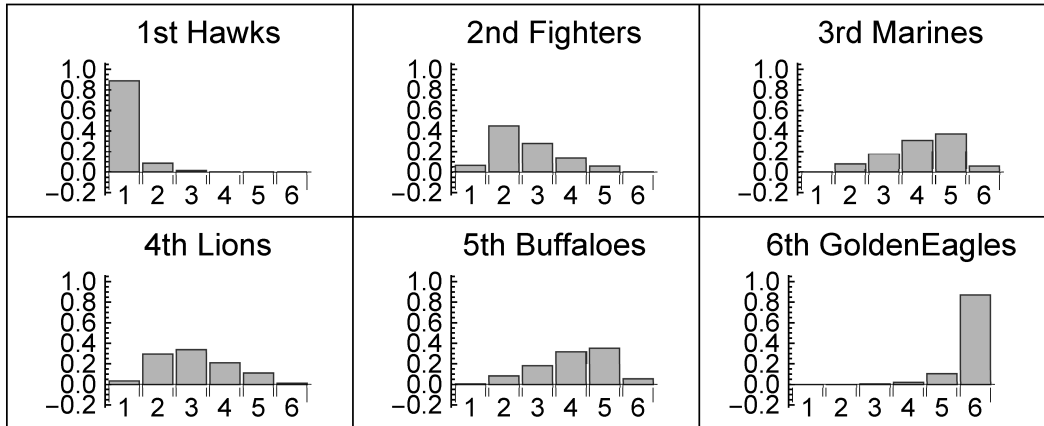
表 8 パリーグ・ベナントレース結果 (2015)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①ソフトバンク	143	90	49	4	.647	-
②日本ハム	143	79	62	2	.560	12.0
③ロッテ	143	73	69	1	.514	18.5
④西武	143	69	69	5	.500	20.5
⑤オリックス	143	61	80	2	.433	30.0
⑥楽天	143	57	83	3	.407	33.5

続いて図 8 を見てみよう。第 1 位のソフトバンクは非常に高い確率であったことが分かる。同様に第 2 位日本ハムも高い確率であり、順当なものと言える。3 位争いは西武とオリックスが演じる

べきだったのに、ロッテが低い確率で第3位になり、西武とオリックスが続いている。楽天の最下位は当然で、何ら疑問を挟む余地はない。

図8 パリーグ 2015年シーズン順位確率分布



7 2016年シーズン

7.1 セ・リーグ 2016年シーズン

松尾 [7] の図 57 を見たら分かるように、このシーズンの広島が平均得点においても平均失点においても堂々の第1位である。ヤクルトが例年通り平均得点は高いが平均失点も高いという独自の位置を占めている。その他のチームで注目すべきは DeNA である。このシーズンの DeNA は、広島を除く他の4チームと遜色のない数字になっている。巨人と中日と阪神は、近くに固まっているが、巨人がやや有利なところに位置している。

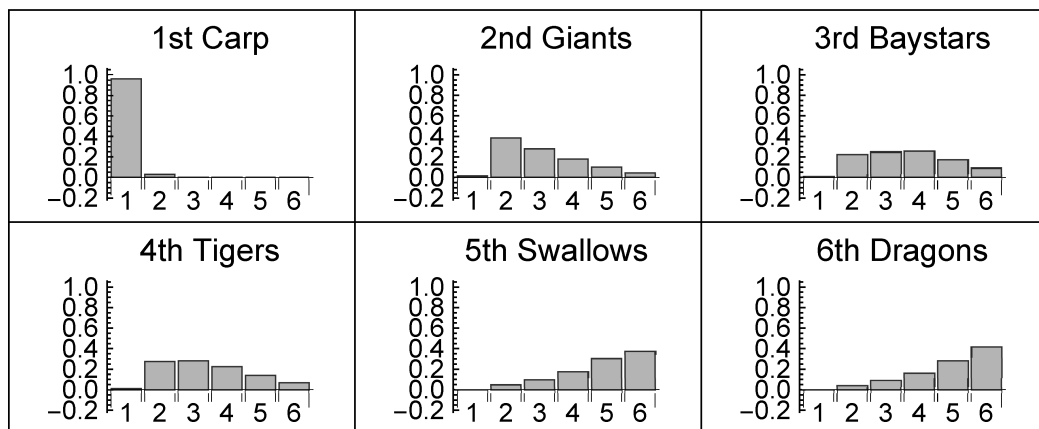
実際の成績は、以下の表9の通りであるが、上の考察の通り広島が第1位になっている。また阪神と DeNA が2位争いをしている。中日とヤクルトが最下位争いをしている。

続いて図9を見てみよう。このシーズンは文句のつけようもなく広島の圧勝である。広島は、2012年から少しずつ平均得点をあげ、平均失点を下げながら、この年のぶっちぎりの優勝を達成した。2017年シーズンでもぶっちぎりの優勝をしたということは、2016年の優勝が決まてまぐれでないことを証明している。2018年シーズンの戦いぶりが見ものである。第2位には巨人が、第3位には DeNA が入っている。DeNA の躍進も見逃せない。このシーズンでの優勝の確率はかなり低い、A クラ入りの力を有しつつある。3位争いに負けた阪神が第4位で、残りのヤクルトと中日が最下位争いをしていたことが分かる。ヤクルトは2015年シーズンには優勝したものの、2016年は平均失点が元通りに高くなり最下位に甘んじた。このような連覇のない優勝は、マグレと言われてもしょうがない。

表9 セリーグ・ペナントレース結果 (2016)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①広島	143	89	52	2	.631	-
②巨人	143	71	69	3	.507	17.5
③DeNA	143	69	71	3	.493	19.5
④阪神	143	64	76	3	.457	24.5
⑤ヤクルト	143	64	78	1	.451	25.5
⑥中日	143	58	82	3	.414	30.0

図9 セリーグ 2016年シーズン順位確率分布



7.2 パ・リーグ 2016年シーズン

松尾 [7] の図 64 を見れば分かるように、このシーズンは日本ハムとソフトバンクの優勝争い、西武とロッテの3位争い、楽天とオリックスの最下位争いであることが推察される。

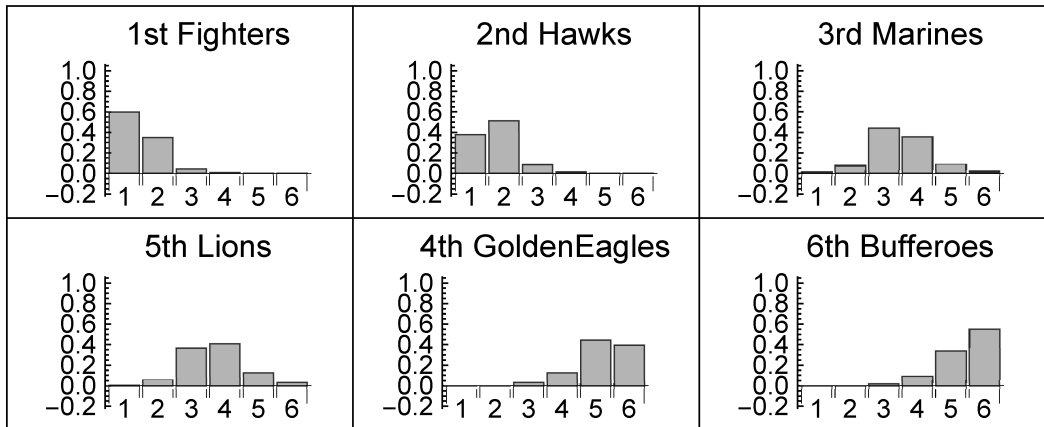
このことを念頭において、表 10 と比較してみよう。結果は日本ハムが第1位でソフトバンクが第2位、ロッテが第3位で西武が第4位、楽天が第5位でオリックスが最下位となっている。

続いて図 10 を見てみよう。第1位日本ハムとソフトバンクが首位争いをしていて、運が良ければソフトバンクにも優勝の可能性はあった。同様に、第3位ロッテと第4位西武が3位争いをしていて、楽天とオリックスが最下位争いをしていたことが分かる。

表 10 パリーグ・ペナントレース結果 (2016)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①日本ハム	143	87	53	3	.621	-
②ソフトバンク	143	83	54	6	.606	2.5
③ロッテ	143	72	68	3	.514	15.0
④西武	143	64	76	3	.457	23.0
⑤楽天	143	62	78	3	.443	25.0
⑥オリックス	143	57	83	3	.407	30.0

図 10 パリーグ 2016 年シーズン順位確率分布



8 2017 年シーズン

8.1 セ・リーグ 2017 年シーズン

まず図 11 と表 11 の関係を見てみよう。広島が他の球団を引き離して、得点力が高く、阪神と巨人には劣るものの失点が少ない。それに続いて阪神が DeNA と同じ得点力ながら失点が少ない。巨人は失点は上位 3 チームより少ないものの、得点力が低く B クラスに甘んじている。DeNA と 3 位争いをしてきたことがよくわかる。ヤクルトと中日は平均失点が平均得点を上回り、下位に甘んじている。これら 2 つのチームは平均得点と平均失点の両方が、他の 4 チームより劣っていて最下位争いをしていても不思議ではない。

続いて図 12 を見てみよう。やはり、広島が高い確率で 1 位になっている。それに続いて、阪神と DeNA とが A クラスに入っている。巨人は A クラスに入るだけの力はあるのに、なぜか 4 位に甘んじている。中日の 5 位と、ヤクルトの 6 位は極めて順当であることがわかる。

図 11 セリーグ 2017 年シーズン平均得失点散布図

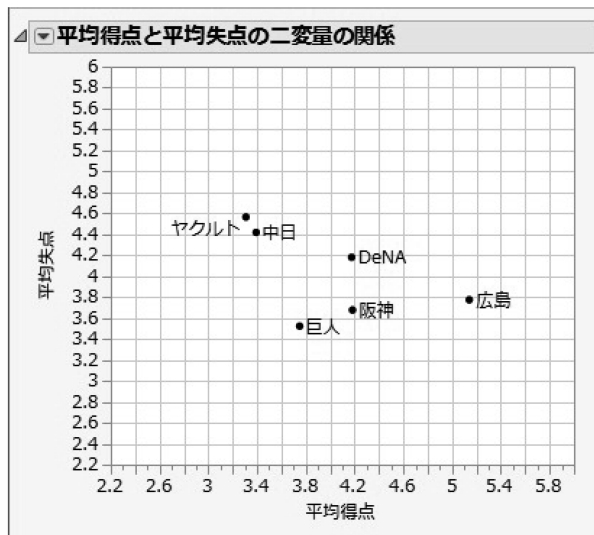


表 11 セリーグ・ペナントレース結果 (2017)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①広島	143	88	51	4	.633	-
②阪神	143	78	61	4	.561	10.0
③DeNA	143	73	65	5	.529	14.5
④巨人	143	72	68	3	.514	16.5
⑤中日	143	59	79	5	.428	28.5
⑥ヤクルト	143	45	96	2	.319	44.0

8.2 パ・リーグ 2017 年シーズン

まず図 13 を観察しよう。ソフトバンク、西武が良い位置を占めているが、ややソフトバンクが有利である。続いて楽天が A クラスを狙っている。あとの日本ハム、オリックス、ロッテは B クラスになるのが当然の場所にいる。実際表 12 をみればわかるように、順当にシーズンを終えているのがよくわかる。

続いて図 14 を見てみよう。第 1 位ソフトバンクと西部とが首位争いをしていて、運が良ければ西武にも優勝の可能性はあったが、順当にソフトバンクがペナントレースを制した。つぎに楽天が順当に 3 位におさまった。日本ハムとロッテの最下位争いはロッテが確率どおりにその座に甘んじた。

図 12 セリーグ 2017 年シーズン順位確率分布

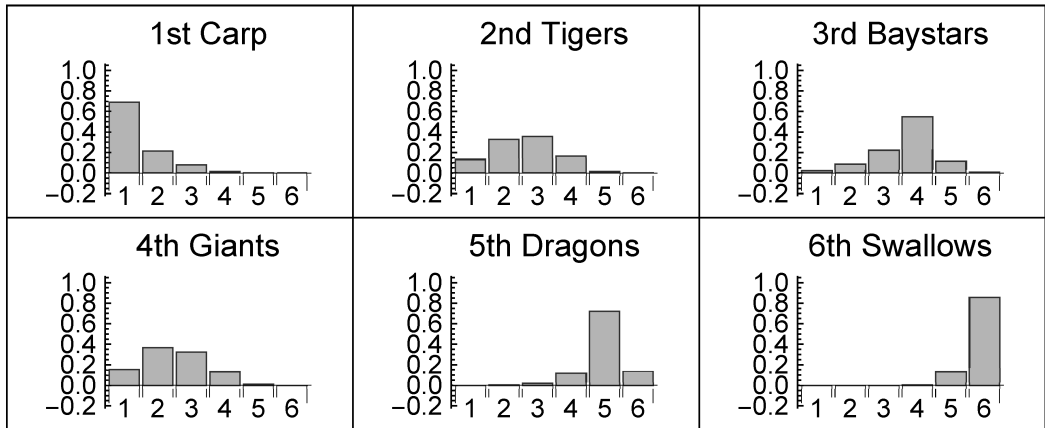
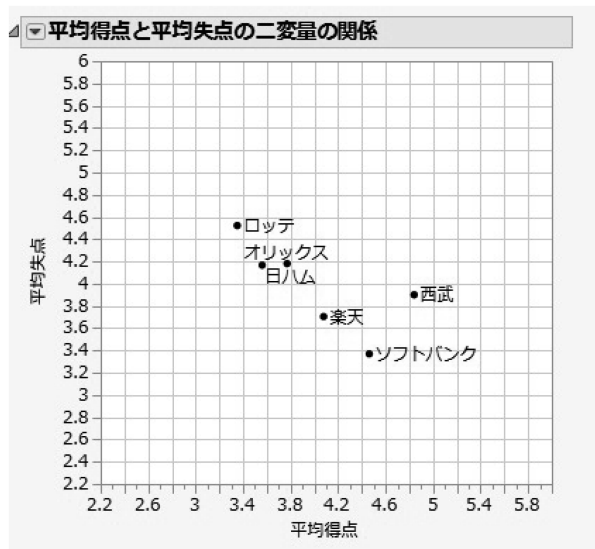


図 13 パリーグ 2017 年シーズン平均得失点散布図



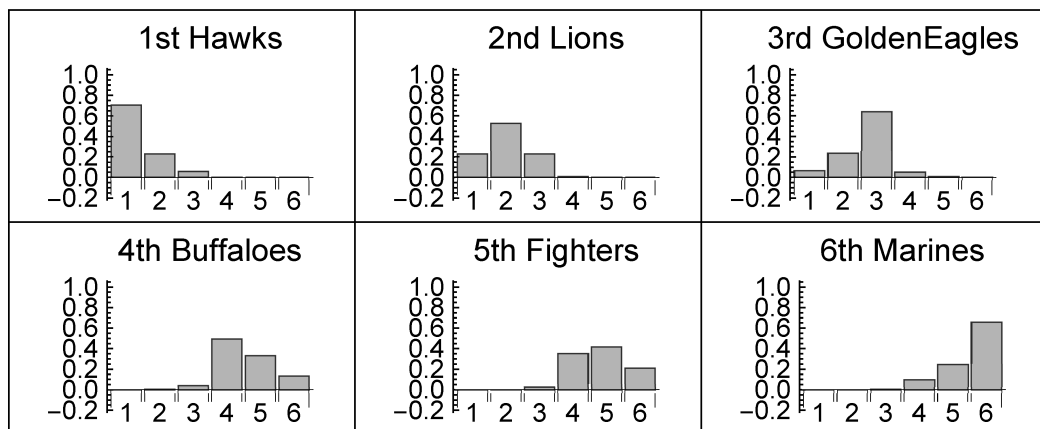
9 DeNA ベイスターズの場合

単純に考えれば、ペナントレースで優勝するには得点を増やし失点を減らせばよい。確かにチーム間の相性はあるが、大きな要因はやはり得点と失点である。そのためには、すでに在籍している選手の育成と、トレードによるチーム力増強である。巨人やソフトバンクは潤沢な資金をもとに、有力選手のトレードによる強化を行っており、それらの選手を優先して起用するため、自軍の育成盛りの若手選手に実践の機会が与えられていない。実績のある選手をトレードで獲得したとしても、

表 12 パリーグ・ペナントレース結果 (2017)

チーム名	試合数	勝利	敗戦	引分	勝率	ゲーム差
①ソフトバンク	143	94	49	0	.657	-
②西武	143	79	61	3	.564	13.5
③楽天	143	77	63	3	.550	15.5
④オリックス	143	63	79	1	.444	30.5
⑤日本ハム	143	60	83	0	.420	34.0
⑥ロッテ	143	54	87	2	.383	39.0

図 14 パリーグ 2017 年シーズン順位確率分布



活躍する期間が限られていて、チームの期待に応えることがないかもしれないし、守備の不安も残る。

それに対して広島は、資金力ではなく、厳しい練習による選手育成を行っている。トレードで盛りの過ぎた有名選手を獲得するのではなく、今現在所属している選手を鍛えて中心選手に育てることが望ましい。V9時代の王と長嶋、赤ヘル旋風時代の衣笠と山本浩二、野村ヤクルトの池山と古田、というように、自前の選手を中心選手に育てるのが連覇を可能にするようだ。確かに、野村克也氏が弱小球団の監督に就任し、自軍の選手の育成を行い地盤を固めたうえで、星野仙一氏が引き継いで大型トレードで一気にチームの得点力を上げ失点を減らすことにより優勝を目指す方法もある。ただしこの戦略はカンフル剤を打つことと同じであって連覇は難しい。

トレードにより常勝チームをつくりあげるのか、自軍の若手選手を育てあげるのかという問題には、これまでの歴史をみてもよい。自軍でスター選手が成長する確率はどうも低いように思える。セリーグの巨人やパリーグのソフトバンクの優勝率はやはり高い。プロ野球球団がどのような戦略を持って戦っているのかを観察するのはとても興味深いことである。

さて、この節では、伸び盛りの DeNA ベイスターズがどれだけの得点力をアップすれば優勝が目指せるかをシミュレーションにより明らかにしたい。トレードによる大型補強ではなく、自前の選手の成長と、野村監督から学んだラミレス監督がデータ重視の采配を振るうことで、どれだけの得点アップがあれば A クラスを争うだけでなく優勝を狙えるのか、実際のシーズン結果をもとに眺めることにする。選んだシーズンは、最下位にあえいだ 2012 年、最下位を脱出した 2014 年、そして、A クラス入りした 2017 年である。

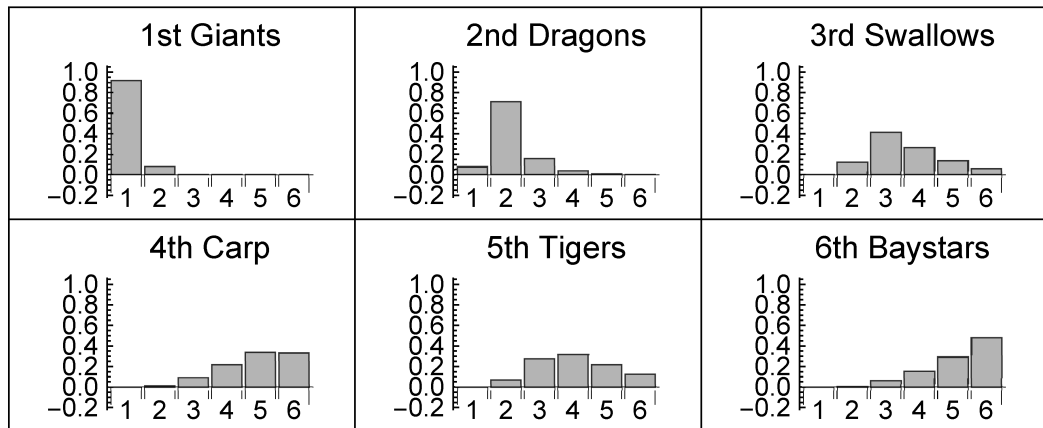
これらのシーズンの各試合に、平均が $\mu = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$ のポアソン乱数をくわえることによる変化を観察する。

9.1 2012 年シーズン

ここでは、DeNA が最下位に沈んでいる 2012 年シーズンを取り上げる。図 1 を見てみるとよくわかることだが、このシーズンの順位はほぼ実力通りである。このシーズンで、仮に DeNA が 1 試合当たり平均 μ のポアソン分布に従う追加点をえられたとして、順位の確率分布がどのように変化していくかを観察しよう。

1 試合当たり $\mu = 0.2$ のポアソン変量を与えたのが、図 15 であるが、最下位以外の確率がましなもの、相変わらず最下位になる確率ももっとも高くなっている。

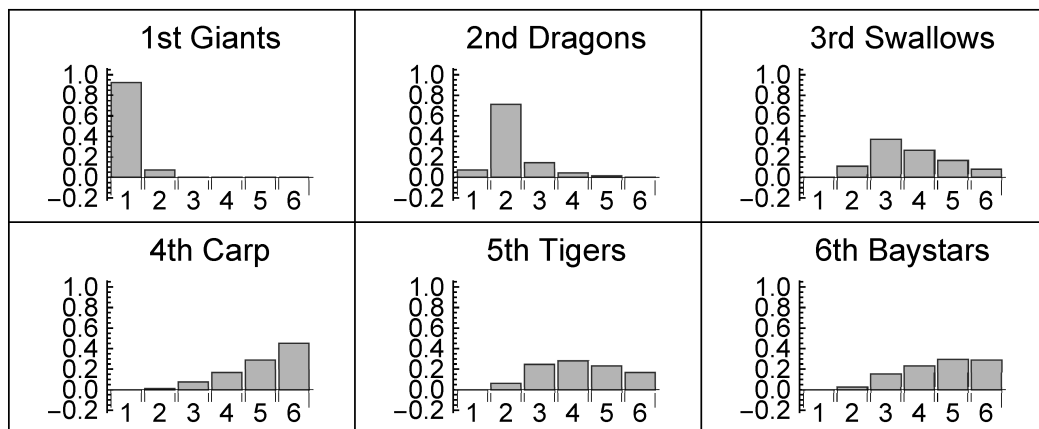
図 15 DeNA2012 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.2$ の場合



つぎに $\mu = 0.4$ の場合が図 16 である。これをみると広島や阪神とも最下位争いのできる程度の分布となる。 $\mu = 0.4$ とは、1 シーズン 144 試合で平均 $144 \times 0.4 = 57.6$ の得点増を意味するが、正確に言えばこれは得点の増大だけでなく失点の減少を意味する。つまり、(得点増) - (失点減) = 57.6 を意味する。1 シーズン 57.6 点の得点増は、A クラスを望む確率はあるものの、B クラスに沈んでしまう可能性が大きい。ただし $\mu = 0.2$ の場合と比較すれば、最下位に沈む可能性は小さくなる。

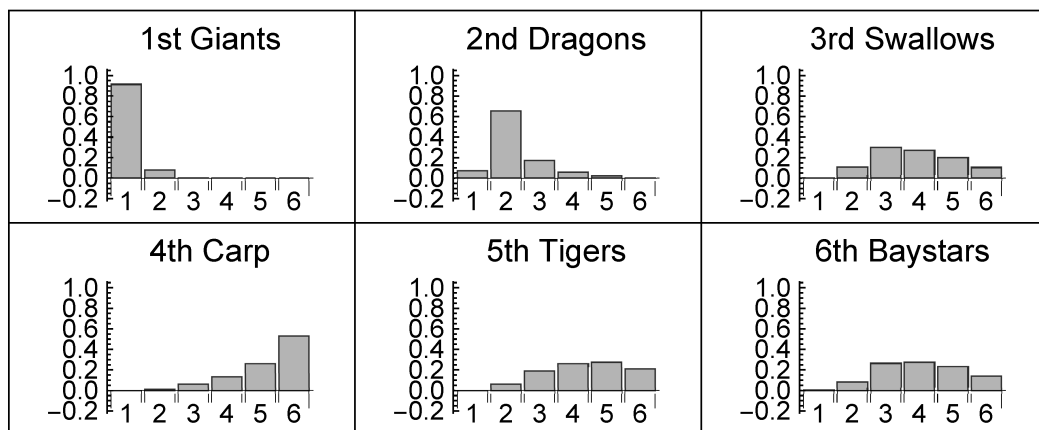
つづいて、 $\mu = 0.6$ の場合図 17 を考える。この場合 DeNA は A クラスを狙える順位分布とな

図 16 DeNA2012 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.4$ の場合



る。阪神、ヤクルトと3位争いが起こっていたかもしれない成績である。しかし、上位の巨人と中日は影響をうけずにいる。1位2位を目指すにはまだまだ難しい。

図 17 DeNA2012 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.6$ の場合



今度は、 $\mu = 0.8$ の場合 図 18 を観察しよう。これだけの得点増が見込めれば、A クラスを狙うのに十分な得点力を有することになる。グラフを見る限り3位につける最有力候補である。しかしながら、1位巨人、2位中日に迫るだけの得点力はない。

最後に、 $\mu = 1.0$ 、つまり1シーズン平均144点増の場合を考えよう。このような得点増は考えにくいですが、とりあえずシミュレーションを行って見る。図 19 を眺めて見よう。ここまでの得点増があると、中日との2位争いが見えてくる。

2012年という、DeNAが断トツの最下位に沈んだシーズンでどれだけの得点力強化があれば、実現したのかもしれない順位について考えた。その結果、優勝をねらうには時期尚早であることが

図 18 DeNA2012 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.8$ の場合

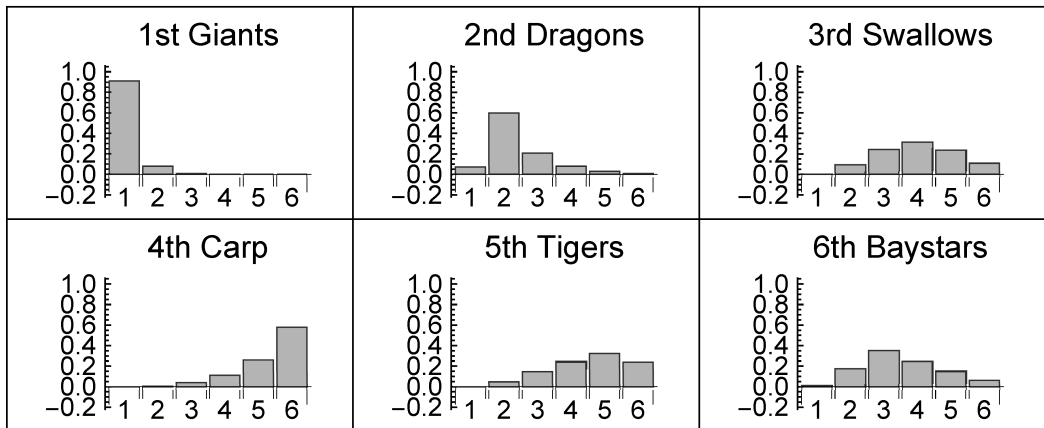
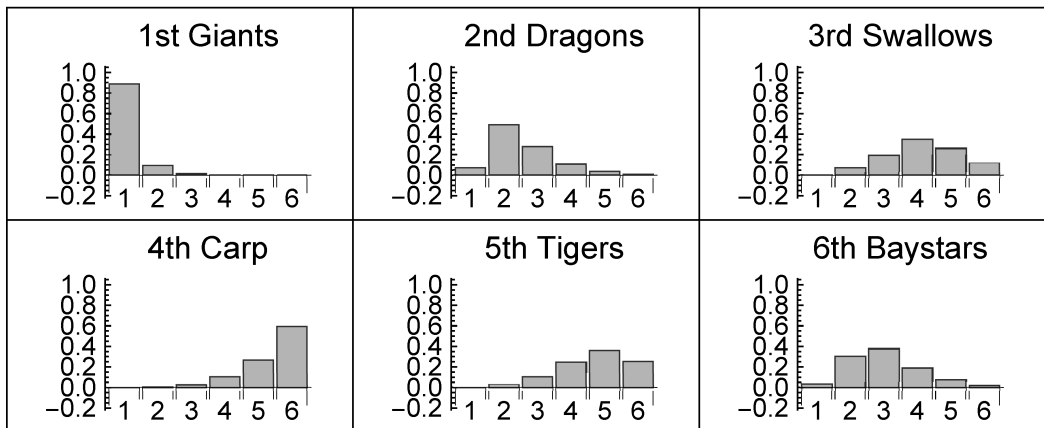


図 19 DeNA2012 年シーズン順位確率分布, $\mu = 1.0$ の場合



判明した。

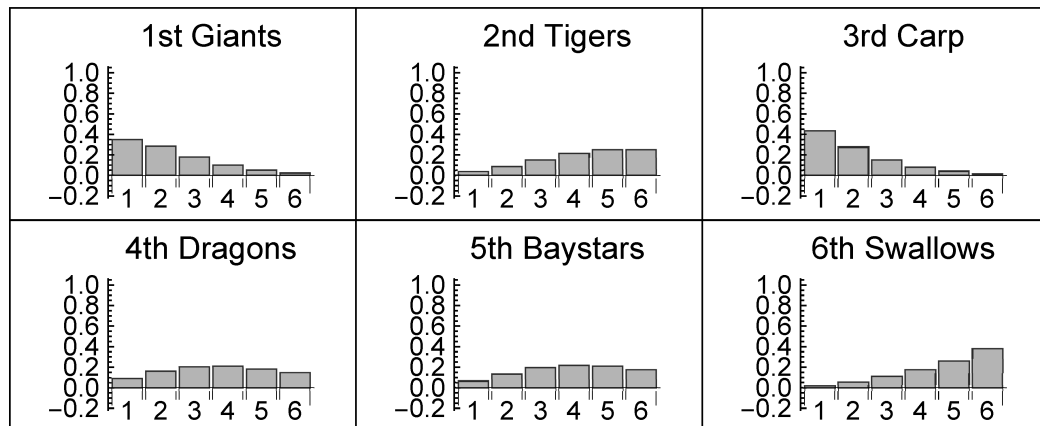
9.2 2014 年シーズン

ここでは、DeNA が最下位を脱出した 2014 年シーズンを取り上げる。図 5 を見てみるとよくわかることだが、このシーズンは 6 球団の成績が比較的接近しており、巨人以外のチームにも優勝の可能性があった。特に広島は惜しいチャンスを逃したことがわかる。このようなシーズンにおいて DeNA が得点力を増していたらどうなっていたかは興味深いことである。2012 年度と同様に、1 試合当たり平均 μ のポアソン乱数を得点に加えたとして、順位の確率分布がどのように変化していくかを観察しよう。

まず $\mu = 0.2$ の場合、図 20 を見てみよう。DeNA は最下位となる可能性が低くなり、上位の

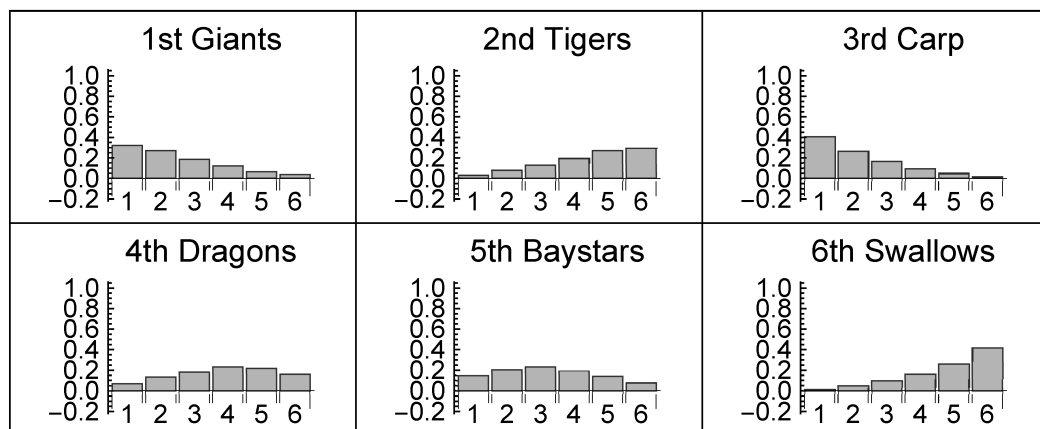
チームと A クラス争いをしてもおかしくない分布になっている。非常に低い確率だが、首位となるかもしれない。

図 20 DeNA2014 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.2$ の場合



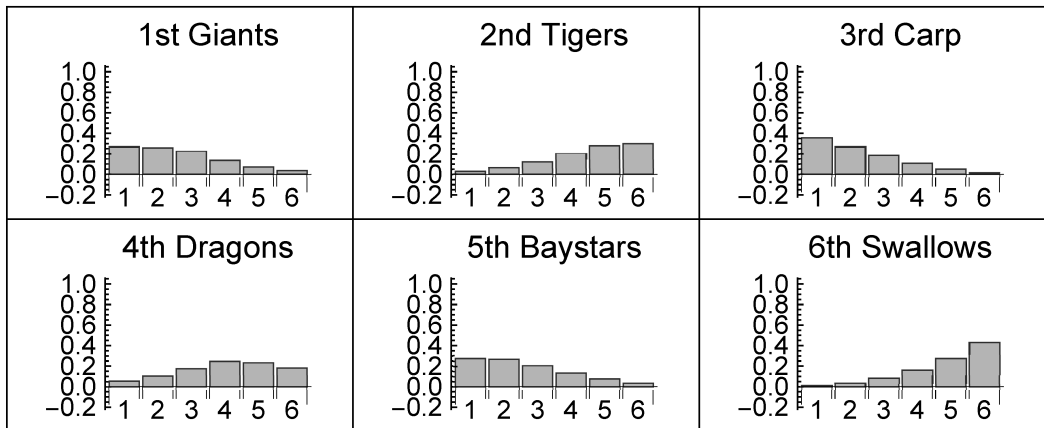
つづいて $\mu = 0.4$ の場合を観察してみよう。優勝の確率が巨人、広島に次いで高くなっている。A クラスに入る確率が増大しているが、確率的には五分五分といったところである。

図 21 DeNA2014 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.4$ の場合



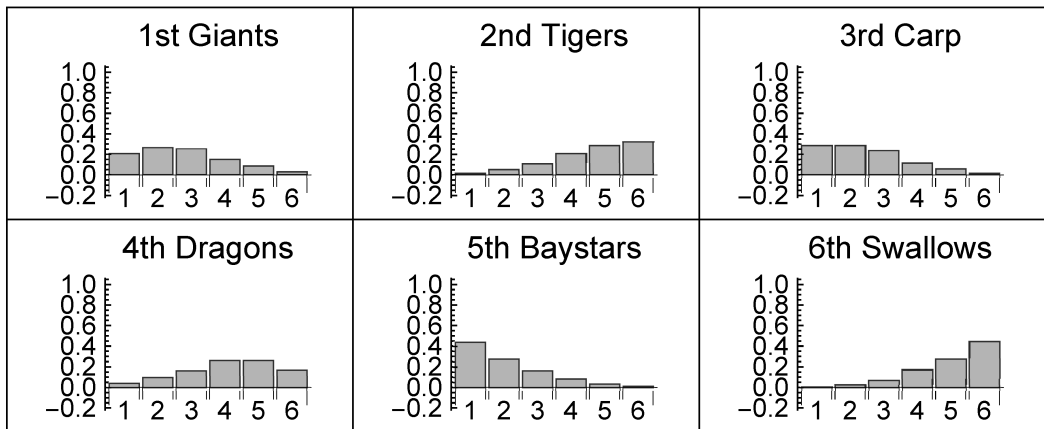
今度は、 $\mu = 0.6$ の場合を観察しよう。驚くことに、DeNA が優勝する確率は、巨人、広島をしのいで最も高くなっている。1 試合につき平均 0.6 のポアソン乱数を加えることにより、優勝が現実のものとなる。つまり平均して 1 シーズンあたり、86.4 だけ増やせばよいことになる。巨人やソフトバンクがその財力を使って、打力や投手力を強化し、得点力を強め失点を少なくする戦略をとっているが連覇は難しい。DeNA にはあらたな戦略でチーム力増強の手段をとってほしいものである。

図 22 DeNA2014 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.6$ の場合



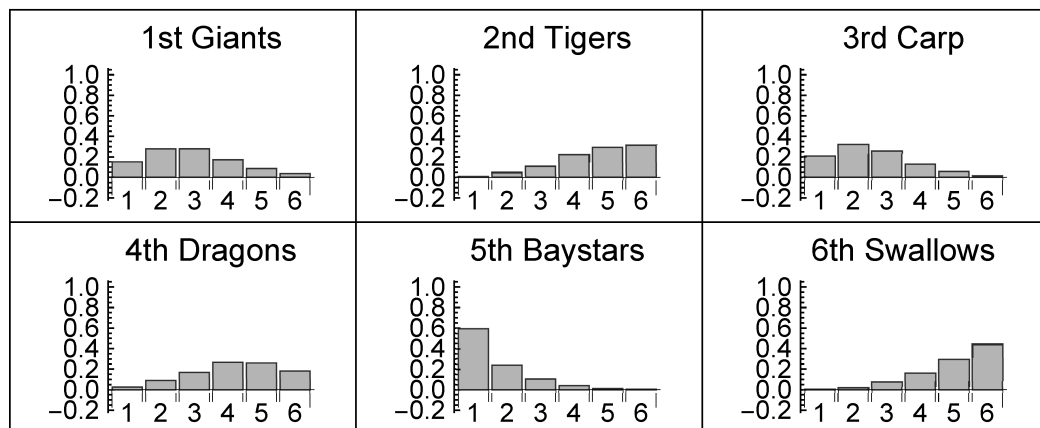
つづいて $\mu = 0.8$ の場合を観察しよう。ここまでくると DeNA は優勝候補のトップとなる。得点力というものがこのように大きな影響を与えるとは思ひもしなかった。優勝を争うために、高い年俵で実績のある選手を獲得する気持ちもよくわかるが、非常に安易な手段だといえる。他の球団でその価値を認めてもらえない選手を獲得することは、選手にとっても、球団にとっても望ましいことといえる。

図 23 DeNA2014 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.8$ の場合



最後に $\mu = 1.0$ の場合を考えよう。こうなると DeNA の優勝の可能性が非常に高くなる。そして巨人、阪神、広島、中日が A クラスを目指して戦うという流れになる。残ったヤクルトは最下位になるのが順当となる。

図 24 DeNA2014 年シーズン順位確率分布, $\mu = 1.0$ の場合



9.3 2017 年シーズン

このシーズンでは前年 2016 年に続いて広島がペナントレースを圧倒的な力で制した。また、DeNA が久しぶりに A クラスに上がり、今後の飛躍を感じさせるシーズンでもあった。実際 DeNA はクライマックスシリーズを勝ち抜き日本シリーズに駒をすすめている。若手育成型の広島と、データを駆使しながら若手育成を行う DeNA は今後ライバルとしてペナントレースを争うチームになりそうである。得点力を上げるための古典的な方法が、巨人やソフトバンクの実績のある選手をトレードするものであるならば、これら広島と DeNA は新しいモデルを与えてくれそうな気がする。

まず $\mu = 0.2$ の場合を考えよう。これくらいの加点では広島の優勝は揺るがない。順当に行けば広島、阪神、巨人が A クラスに入ってもおかしくない分布といえる。ただし中日とヤクルトの 5 位 6 位はほぼ確定的である。

次に $\mu = 0.4$ の場合を考えてみよう。広島の優位はかわらないが、DeNA にも優勝の確率がでてきた。とはいえ、阪神や巨人とともに A クラスを目指すという位置には変わりがない。

続いて $\mu = 0.6$ の場合を考えよう。ここまで得点を加えようと、全体の傾向は不変であり、広島の優勝、巨人、阪神、DeNA の A クラス争いである。当然のことながら、優勝の可能性もあるが、かなり運が良ければの話である。

こんどは $\mu = 0.8$ の場合を考えよう。これだけ加点してやると、やや広島に劣るものの、ライバルとしての力を得ることがわかる。広島と DeNA が首位争いをし、巨人と阪神がそのあとを追いかけるとい非常に興味深いペナントレースが期待できる。阪神は巨人と同様、主に広島のベテランを主軸にすえ、若手の成長をあきらめているところがある。そういったチームをしり目に、独自の戦略で戦うチームの活躍を望みたい。

最後に、 $\mu = 1.0$ の場合を考えよう。ここまで加点されると、DeNA は広島を抑え、優勝候補の

図 25 DeNA2017 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.2$ の場合

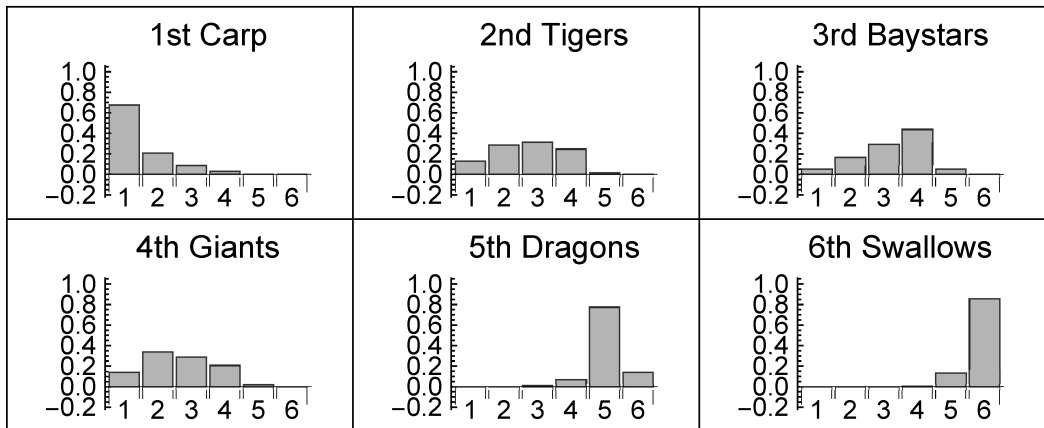
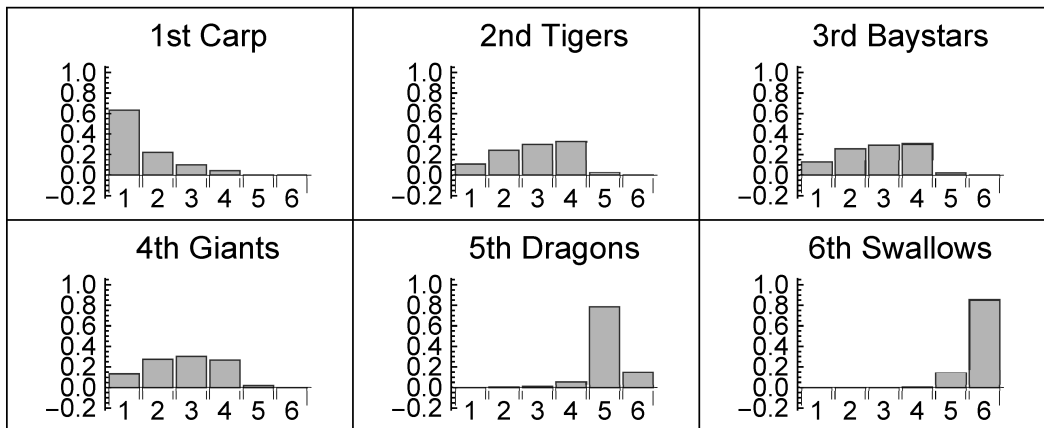


図 26 DeNA2017 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.4$ の場合



トップとなる。巨人と阪神の3位争いと、中日とヤクルトの最下位争いが繰り広げられる。

10 おわりに

この論文では、プロ野球の順位表を補完する図を提案した。この図を作成することにより、各チームの実際の順位に対して起こり得た順位を比較対照できる。この作図法は松尾 [8] とは異なり、得点分布を負の二項分布としている。負の二項分布でえられる得点結果に、0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 のポアソン乱数を加えることにより、様々なストーリーを実現することができる。このことが、ここで提案したシミュレーションの強みである。

様々なストーリーが考えられるが、最も興味深い DeNA に焦点を当てることにした。その理由の1つが監督に就任したラミレス氏である。彼はヤクルト時代、野村監督のもとで考える野球を体

図 27 DeNA2017 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.6$ の場合

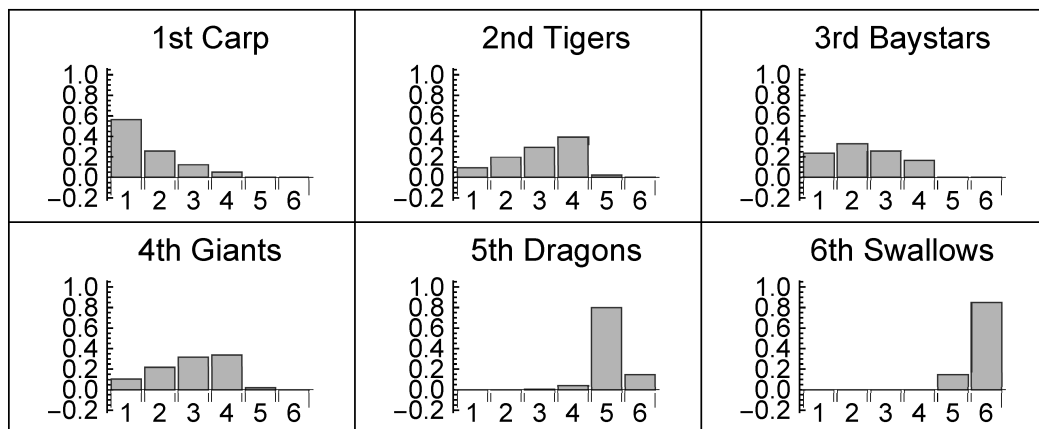
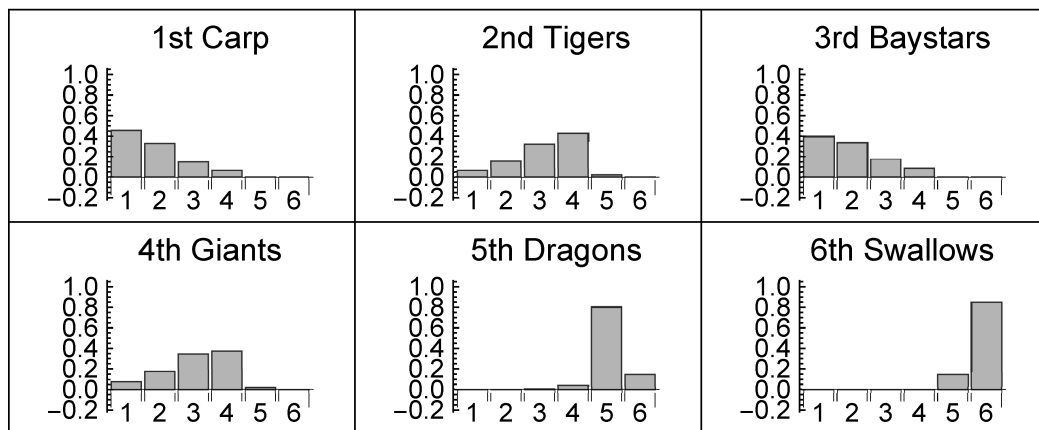


図 28 DeNA2017 年シーズン順位確率分布, $\mu = 0.8$ の場合

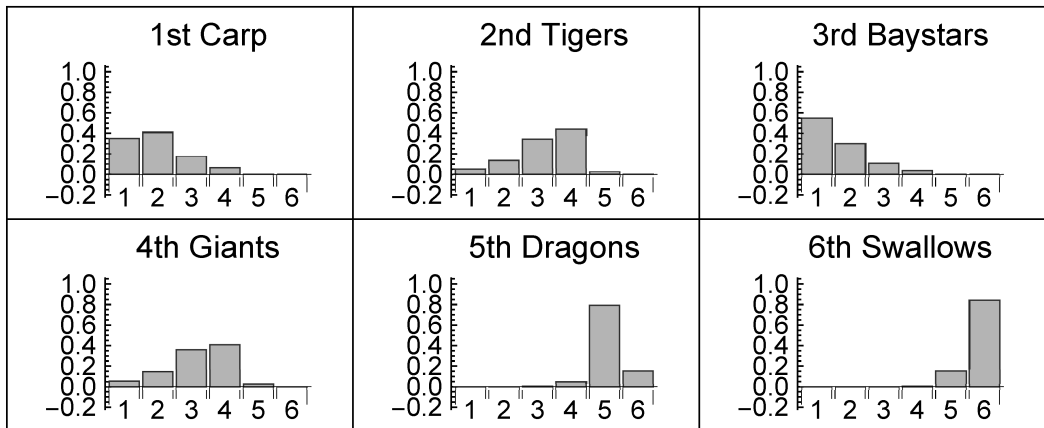


験した。つまり、監督としてチームをどのように育てるかについて、しっかりしたビジョンを持って戦っていると感じたからである。その上、親会社が AI を駆使する IT 企業である。この企業がプロ野球のあやまった固定概念を排し、新しいプロ野球団経営手法を編み出す可能性がある。これらのことから、DeNA の今後の戦いが非常に興味深いものだからである。

しかし、この論文の最後で見たように、現在の広島に打ち勝つには多量の加点が必要になる。つまり、まだまだ実力差が大きいと言わざるをえない。1つ1つの戦いに熱狂することもプロ野球ファンの心情だけれど、その戦いをしているチームの方針もまた長い目でみれば面白い。

長期間の戦いとは言え、運不運は必ず存在するものだから、順位表を見るだけでは十分ではない。このような図を併記することで、プロ野球ファンはより多くの情報が得られる。なおこの論文で行ったシミュレーションは Mathematica®ver.11 を用いて行った。

図 29 DeNA2017 年シーズン順位確率分布, $\mu = 1.0$ の場合



参考文献

- [1] Dobson, A. J.(2002) *An introduction to Generalized Linear Models, 2nd edition*, Chapman and Hall (田中豊ら訳 (2008) 『一般化線形モデル入門 原著 第2版』)
- [2] 竹内啓・藤野和建 (1981) 二項分布とポアソン分布, 東京大学出版会ベースボール・レコード・ブック 2013 ベースボール・マガジン社
- [3] ベースボール・レコード・ブック 2014 ベースボール・マガジン社
- [4] ベースボール・レコード・ブック 2015 ベースボール・マガジン社
- [5] ベースボール・レコード・ブック 2016 ベースボール・マガジン社
- [6] ベースボール・レコード・ブック 2017 ベースボール・マガジン社
- [7] 松尾 精彦 (2017) プロ野球の得点分布 (ガンマ・ポアソン分布の適用例) 関西大学経済論集 第 67 巻 第 1 号 1-45 頁
- [8] 松尾 精彦 (2017) プロ野球順位表のグラフィカルな表現法 関西大学経済論集 第 67 巻 第 2 号 1-19 頁