

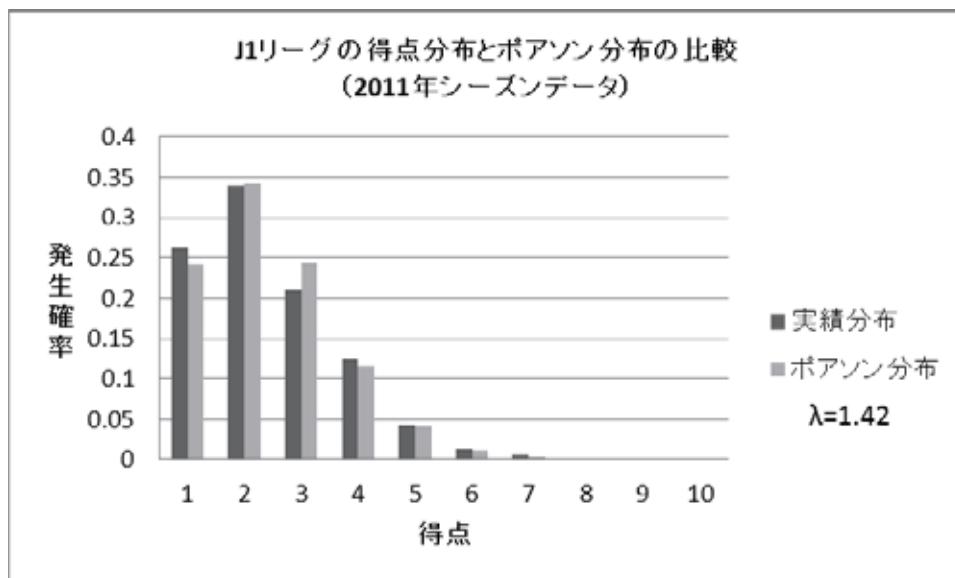
J 1 リーグにおける順位問題の数理的考察： 2010年、2011年シーズンデータを使用して

鷺 崎 早 雄

(1) サッカーは前半45分、後半45分という時間にわたってボールを蹴るが、得点はせいぜい1～2点しか入らない。ほとんどの時間が得点をするための準備や駆け引きに使われるという不思議なゲームである。このような、「通常は何も起こらないがたまに何か起こる」という事象は他の世界にもある。有名などころでは一定時間内の交通事故による死傷者の発生や、自動車など高価な商品が一定時間内に販売される件数などがある。こうした「まれ」にしか起こらない事象は統計学のポアソン分布¹⁾になる。

サッカーの得点も同じように「まれ」な事象だとすれば、上記の事例などからポアソン分布になっているのではないかと考えることは極めて当然の予想である。サッカーの得点に関する研究は数十年前から多くの先行研究がある²⁾。筆者も別の稿でJ 1 リーグについて詳しく分析した³⁾。2011年度のJ 1 リーグデータに基づいて再度計算したものが図1である⁴⁾。ポアソン分布の理論値と実際の得点分布がほとんど一致していることが直観的にわかる。

図1 J1リーグの得点分布とポアソン分布の比較 (2011年シーズンデータ)



1) 箕谷千凰彦「統計学入門」p.135

2) Crouchar[1]

3) 鷺崎[2]

4) 2011年J 1 リーグ全試合の得点分布

本稿で扱うモデルはサッカーの得点がポアソン分布をしているという事実を前提としている。この事実は2つの事を意味する。1つは試合ごとの得点は独立事象だから「次の試合は何点か」など予想することはできないということである⁵⁾。もう1つは、統計が意味を持つような範囲と時間の中で、サッカーの得点を確率的な事象として考えることができるということである。少しいびつなサイコロがあって、他の数字よりも1が出る確率が高い場合、次にサイコロを振ったら幾つの目が出るかを予想することはできないが、何回も振れば1の目が多く出るということは断言できる。

それと同じように、次のサッカーの試合は何点かを言うことはできないが、シーズンを通してどのチームが強かったのかを言うことは可能だ。しかも、このように考えると、あるシーズンの結果は確率的システムの中の結果であるから、勝点方式で優勝したチームが一番強かったチームであるとは限らないのである。なぜなら、シーズン全体の成績は偶然のメカニズムの中にあるから、全く同じ組み合わせで、同じ選手でもう一度シーズンをやると、異なる結果になることは十分考えられるからである。本当に強いチームとはこの偶然のメカニズムの中で、大数の法則に耐えて最終的に首位に登ってくるチームなのだ。本稿ではこのことを考察する。

(2) サッカーの得点が式1のようなポアソン分布に従うものとする。

式1

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

x は試合時間内に発生する得点、 λ はポアソン分布の期待値である。2011シーズンのデータでは $\lambda = 1.42$ である。ポアソン分布では確率分布を決めるパラメータは λ しかない。そこでこれを「あるチームが得点する能力」を表すものと定義する。この「能力」は自チ

ームの攻撃能力と相手チームの防御能力に依存すると仮定する。自チームの攻撃能力は、そのチームが持つ潜在的な得点能力である。また相手チームの防御能力は、相手チームが持つ潜在的な防御能力である。さらにホーム試合の場合にはホームアドバンテージがある⁶⁾⁷⁾。 λ ⁸⁾をこの3つの要素に分解して一般的に式2のように表すものとする⁹⁾。

式2

$$\log(\lambda) = \beta_0 + \beta_{HOME} + \beta_{OFFENCE} + \beta_{DEFENCE}$$

この式を使って、2チーム、たとえば名古屋と鹿島が名古屋ホームで戦うときに、名古屋、鹿島の得点能力をそれぞれ式3のように書くことにする。

式3

$$\begin{aligned} \text{名古屋の得点能力} &= \log(\lambda_{HOME}^{\text{名古屋}}) \\ &= \beta_0 + \beta_{HOME} + \beta_{OFFENCE}^{\text{名古屋}} + \beta_{DEFENCE}^{\text{鹿島}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{鹿島の得点能力} &= \log(\lambda_{AWAY}^{\text{鹿島}}) \\ &= \beta_0 + \beta_{OFFENCE}^{\text{鹿島}} + \beta_{DEFENCE}^{\text{鹿島}} \end{aligned}$$

(3) 式2を構造式として統計的に β_0 、 β_{HOME} 、 $\beta_{OFFENCE}$ 、 $\beta_{DEFENCE}$ を推定することを考える。得点はポアソン分布に従うから、誤差が正規分布ではないことは明らかである。このような場合は、一般化線形モデルを考えなければならない。目的変数は λ (自チームの得点)、説明変数は、ホーム・アウェイを区別するダミー、自分(攻撃)がどのチームかを表すダミー、相手(防御)がどのチームかを表すダミーである。2011年の戦績表から得点を拾うと、306試合で2つずつの得点デー

6) Lee[2]、鷺崎[3]

7) 2011年度では、ホーム試合の平均得点は1.55、アウェイ試合の平均得点は1.29でその差は0.26点である。

8) λ は正の数である必要があるから、対数をとった対数線形モデルを考える。

9) 対数線形モデルについてはManley[8] p.180を参考とした。

5) Lee[2]

タがあるから、全部で712個のデータを得る。個々の得点ごとに、その得点を構造的に説明するために設定した説明変数としてダミーデータを作成する。こうして作成したデータの一部（712個のデータの初めの54個分）を付表1に示す¹⁰⁾。チームを表すダミーはOFFENCE、DEFENCEそれぞれ17個ずつある。ダミーが付かない基準チームを最下位の湘南とした。パラメータの推定は、独立なポアソン分布を仮定して最尤法で求めることができる。実際の計算はRパッケージを使用して行った¹¹⁾¹²⁾。Rは付表1のEXCELシートを入力に使用して、図2に示す操作を行った。

図2 一般化線形モデルのRによる操作例

```
一般化線形モデルのRによる操作例
※data2011.csvはEXCELで作成した入力データ(付表1参照)

>MYDATA <- read.csv("x:data2011.csv",header=T)
>result <- glm(no.of.goal~, data=MYDATA, family=poisson())
>summary(result)
```

推定は2010年度、2011年度の2年間について行った。推定結果は付表2、付表3のとおりである。変数によってばらつきはあるが有意になったものが半数近くある。推定は対数線形で行ったので、それを指数形式に置き換えた値をマルチプレイヤーと呼ぶことにする。マルチプレイヤー形式は次の式4で表される。

式4

$$\begin{aligned} \lambda_{HOME} &= e^{(\beta_0 + \beta_{HOME} + \beta_{OFFENCE} + \beta_{DEFENCE})} \\ &= C \times H \times \text{攻撃能力} \times \text{防御能力} \\ \lambda_{AWAY} &= C \times \text{攻撃能力} \times \text{防御能力} \end{aligned}$$

2010年シーズン、2011年シーズンの推定から得られたマルチプレイヤーの値は表1、表2のとおりである。インターセプト (Intercept) は各チーム共通の基礎得点で、2011年は0.8点、2010年は1.51点である。ホームアドバンテージ (β_{HOME}) は、ホーム試合の場合に基礎得点をかさ上げするマルチプレイヤーで、2011年1.2、2010年1.13である。すなわち2011年ではホーム試合の得点はホームアドバンテージのために2割のかさ上げがあったことになる。実際の2011年のデータではホーム試合の平均得点1.55とアウェイ試合の平均得点1.29の比はちょうど1.2であり、推定した β_{HOME} の値と一致している。

実際の柏と名古屋の対戦で柏のホーム試合であるときの λ の計算は以下の式5のようになる。柏の期待値 (λ) は1.58、名古屋の期待値 (λ) は1.57でほとんど変わらない。柏-名古屋戦は大接戦になるだろう。

式5

$$\begin{aligned} \lambda_{HOME}^{柏} &= 0.8 \times 1.2 \times 2.76 \times 0.59 = 1.58 \\ \lambda_{AWAY}^{名古屋} &= 0.8 \times 2.82 \times 0.69 = 1.57 \end{aligned}$$

(4) 期待値が与えられたときに、柏の得点を x 、名古屋の得点を y として同時確率分布 $f(x, y)$ を考えれば、柏-名古屋戦の勝敗確率はその確率分布を考えればよい。 x と y は独立な確率変数であると仮定できるので¹³⁾、それは下の式6のようになる。

式6

$$f(x, y) = \frac{e^{-\lambda_{HOME}^{柏}} \lambda_{HOME}^{柏 x}}{x!} \times \frac{e^{-\lambda_{AWAY}^{名古屋}} \lambda_{AWAY}^{名古屋 y}}{y!}$$

$\lambda_{HOME}^{柏}$ 、 $\lambda_{AWAY}^{名古屋}$ の値を用いて、式6から同時確率分布を計算した数値が表3である。

その結果、2011年のデータでは柏-名古屋戦で柏が勝つ確率は0.384、引き分ける確率は0.237、柏が負ける確率は0.375と計算され、確かにこの戦いは勝ったり負けたりの大接戦となる。このような考え方で、J 1 リーグの

10) データはインターネットのJリーグ公式サイトで公表されている戦績表を用いた。インターネットからコピーしたデータにEXCELで加工を加えて作成した。このような場合に、EXCELの文字操作関数は大きな効力を発揮する。特に、セルの任意の場所の文字を抽出するMID関数の恩恵が大きい。

11) R version 2.15.1 (2012-06-22) --

12) Rの一般的操作は舟尾[6]、一般化線形モデルの操作については粕谷[5]を参考にした。

13) Lee[2]

表1 2010年シーズン推定値とマルチプレイヤー

year2010 multiplier					
(intercept)	1.516492345	offensive		defensive	
BetaHome	1.132480093	parameter	multiplier	parameter	multiplier
nagoya		0.508270	1.662413	-0.613560	0.541420
gosaka		0.697890	2.009508	-0.538370	0.583699
cosaka		0.565760	1.760785	-0.915970	0.400128
kashima		0.438270	1.550023	-0.887590	0.411647
kawaskiF		0.589820	1.803664	-0.469060	0.625590
shimizu		0.625500	1.869180	-0.415640	0.659918
hiroshima		0.323620	1.382122	-0.657740	0.518021
yokohamaF		0.278000	1.320486	-0.660870	0.516402
niigata		0.396300	1.486315	-0.511360	0.599679
urawa		0.391550	1.479272	-0.593960	0.552136
iwata		0.169580	1.184807	-0.403020	0.668299
omiya		-0.343330	0.709404	-0.611140	0.542732
yamagata		-0.639600	0.527503	-0.638540	0.528063
sendai		-0.318010	0.727596	-0.533180	0.586736
kobe		0.134990	1.144525	-0.528650	0.589400
Ftokyo		0.098930	1.103989	-0.688360	0.502399
kyoto		-0.369370	0.691170	-0.274740	0.759770
shonan		0.000000	1.000000	0.000000	1.000000

表2 2011年シーズン推定値とマルチプレイヤー

year2011 multiplier					
(intercept)	0.805377635	offensive		defensive	
BetaHome	1.200000532	parameter	multiplier	parameter	multiplier
kashiwa		1.015283	2.760144	-0.371257	0.689867
nagoya		1.038283	2.824363	-0.523537	0.592421
gosaka		1.209909	3.353179	-0.159691	0.852407
sendai		0.482695	1.620436	-0.922681	0.397452
yokohama		0.665928	1.946296	-0.443456	0.641814
kashima		0.807988	2.243390	-0.434974	0.647281
hiroshima		0.799892	2.225301	-0.232552	0.792509
iwata		0.814097	2.257137	-0.316797	0.728479
koube		0.627395	1.872726	-0.327763	0.720534
shimizu		0.588019	1.800418	-0.204649	0.814933
kawasaki		0.804830	2.236316	-0.153764	0.857474
cosaka		1.059517	2.884977	-0.134995	0.873720
omiya		0.484011	1.622569	-0.270296	0.763154
niigata		0.481602	1.618665	-0.312966	0.731275
urawa		0.423810	1.527771	-0.382964	0.681837
kohu		0.602749	1.827135	0.007417	1.007445
fukuoka		0.405480	1.500022	0.172545	1.188325
yamagata		0.000000	1.000000	0.000000	1.000000

表3 同時確率の分布表(柏-名古屋戦)

		nagoya					
		0	1	2	3	4	>=5
kashiwa	0	0.042872	0.067276	0.052785	0.027611	0.010832	0.004534
	1	0.067751	0.106317	0.083417	0.043634	0.017118	0.007165
	2	0.053534	0.084007	0.065913	0.034477	0.013526	0.001178
	3	0.0282	0.044252	0.034721	0.018162	0.007125	0.002982
	4	0.011141	0.017483	0.013718	0.007175	0.002815	0.001178
	>=5	0.004707	0.007386	0.005795	0.003031	0.001189	0.000498

kashiwa	nagoya	prob.of win	prob.of draw	prob.of loss
		0.384091	0.236576	0.374837

全部の試合についてチームごとの勝利、引き分け、負けの確率を計算して、それを勝点に置き換えれば、2011年J1リーグの新たなランキングができあがる。これは、各チームの対戦相手ごとの得点の期待値の推定から求めた計算上の(モデルを正しいとすれば理論上の)ランクである。このランクは、2011年度の戦力陣容と組み合わせを変えずにシーズンを何回も繰り返したときの結果である。このランクの1位が本当は一番強いチームだと言えるのである。しかしこの計算を行うためには膨大な計算量を必要とする。そこで、膨大な計算を避け、いろいろな条件で結果が変化することを観察したいということから、このランキングをシミュレーションで作り出すことにした。

(5) シミュレーションで行う場合は、全組み合わせ306試合について λ_{HOME} 、 λ_{AWAY} の値を与え、HomeとAwayについてポアソン乱数のペアを発生させる¹⁴⁾。得られた値を判定して1試合ごとの勝敗を決める。これを多数回繰り返せば上で述べた計算上の(理論上の)新しいランキングに近似した結果が得られる。本稿では1シーズンのシミュレーションを1,000回繰り返す処理を1セットとして、これを2011年と2010年のデータについて各10セット繰り返した。表4、表5は2011年と2010

¹⁴⁾ ポアソン乱数発生アルゴリズムは四辻p.459参照。EXCELマクロは下記サイト参照(2012年10月15日参照) <http://econom01.cc.sophia.ac.jp/sda/poisson.htm>

年の結果である。1セットについて1,000回のシミュレーションをすると、結果はほぼ同じところに収束してくる。10セットの平均に対して誤差はほとんど無視できるほど小さい。

シミュレーションはEXCEL/VBAでプログラムを作って行った。付表4にシミュレーションのEXCEL画面(一部)、付表5にVBAプログラムを示す。

(6) 本稿ではサッカーの得点を確率モデルとしてとらえて、真に強いチームはどこなのか推定することをこころみた。真に強いチームは、大数の法則が効果を持つほど多数のシーズンを戦った結果として、平均順位が最も1位に近いチームの事である。実績の順位とシミュレーションの順位を散布図にしたグラフを図3、図4に示す。

2010年では実績順位3位のセレッソ大阪がシミュレーション順位では1位、実績順位4位の鹿島がシミュレーション順位で2位となった。実績順位1位の名古屋はシミュレーション順位では4位、実績順位では2位のガンバ大阪はシミュレーション順位では3位という結果になった。セレッソ大阪と鹿島については、表1を見ると、名古屋およびガンバ大阪に比較して防御能力が高いことが目立つ¹⁵⁾。また、付表6の2010年順位表を見ると、セレッソ大阪は得失点差が最も大きかった。鹿島も1位の名古屋より得失点差が大きい。モデル

¹⁵⁾ モデルでは、防御能力のマルチプレイヤーの数字が小さいと、それが全体に掛かるから、相手の得点はより小さくなる。

表4 2010年シミュレーション10セットの結果

	set 1	set 2	set 3	set 4	set 5	set 6	set 7	set 8	set 9	set 10	average	variance
nagoya	6.274	6.248	6.318	6.2	6.291	6.115	6.282	6.248	6.318	6.2	6.2494	0.00357584
gosaka	5.852	5.725	5.779	5.775	5.738	5.494	5.641	5.725	5.779	5.775	5.7283	0.00874381
cosaka	3.232	2.944	3.204	3.094	2.911	2.992	3.115	2.944	3.204	3.094	3.0734	0.01283344
kashima	4.093	3.956	4.047	3.98	3.749	3.832	3.862	3.956	4.047	3.98	3.9502	0.01032076
kawaskiF	7.516	7.643	7.479	7.463	7.419	7.502	7.442	7.643	7.479	7.463	7.5049	0.00544629
shimizu	8.481	8.079	8.479	8.21	8.071	7.887	8.287	8.079	8.479	8.21	8.2262	0.03794396
hiroshima	7.139	6.905	7.099	6.953	6.832	6.836	6.697	6.905	7.099	6.953	6.9418	0.01744476
yokohamaF	7.325	7.258	7.267	7.327	7.283	7.269	7.235	7.258	7.267	7.327	7.2816	0.00098784
niigata	8.564	8.455	8.549	8.264	8.199	8.374	8.548	8.455	8.549	8.264	8.4221	0.01724369
urawa	7.462	7.174	7.422	7.451	7.462	7.631	7.403	7.174	7.422	7.451	7.4052	0.01691096
iwata	12.098	11.658	12.101	11.863	11.938	12.021	11.845	11.658	12.101	11.863	11.9146	0.02568504
omiya	11.643	11.562	11.65	11.427	11.527	11.376	11.552	11.562	11.65	11.427	11.5376	0.00884664
yamagata	12.757	12.546	12.708	12.342	12.41	12.651	12.457	12.546	12.708	12.342	12.5467	0.02176781
sendai	12.866	12.398	12.793	12.808	12.825	12.441	12.809	12.398	12.793	12.808	12.6939	0.03448049
kobe	10.272	10.165	10.205	10.159	10.358	9.993	10.077	10.165	10.205	10.159	10.1758	0.00881316
Ftokyo	8.288	7.865	8.273	7.846	8.088	7.88	8.088	7.865	8.273	7.846	8.0312	0.03360376
kyoto	16.344	16.303	16.308	16.191	16.162	16.124	16.255	16.303	16.308	16.191	16.2489	0.00517769
shonan	17.995	17.643	17.969	17.678	17.617	17.657	17.743	17.643	17.969	17.678	17.7592	0.02147536

表5 2011年シミュレーション10セットの結果

	set 1	set 2	set 3	set 4	set 5	set 6	set 7	set 8	set 9	set 10	average	variance
kashiwa	5.304	5.299	5.117	5.285	5.207	5.233	4.999	5.289	5.219	5.298	5.225	0.010
nagoya	3.551	3.413	3.428	3.494	3.337	3.412	3.497	3.556	3.278	3.467	3.443	0.008
gosaka	6.567	6.736	6.609	6.732	6.669	6.835	6.952	6.604	6.352	6.678	6.673	0.026
sendai	3.255	3.132	3.223	3.205	3.088	3.156	3.193	3.187	3.018	3.259	3.172	0.006
yokohama	6.755	6.876	6.868	6.807	6.802	6.383	6.617	6.689	6.592	6.627	6.702	0.023
kashima	5.786	6.103	5.808	5.881	5.868	6.026	5.706	6.013	5.845	5.842	5.888	0.015
hiroshima	8.854	8.875	8.794	8.878	8.849	8.436	8.767	9.092	8.818	8.697	8.806	0.027
iwata	7.284	7.381	7.311	7.43	7.214	7.523	7.371	7.464	7.09	7.266	7.333	0.016
koube	8.571	8.66	8.437	8.732	8.465	8.72	8.609	8.801	8.599	8.325	8.592	0.022
shimizu	10.745	11.077	10.841	10.613	10.888	10.76	10.798	10.718	10.915	10.829	10.818	0.016
kawasaki	10.191	10.076	9.933	10.026	10.067	10.04	9.782	10.516	10.078	10.357	10.107	0.043
cosaka	8.575	8.063	8.279	8.585	8.436	8.411	8.309	8.403	8.177	8.393	8.363	0.027
omiya	10.741	10.409	10.597	10.454	10.09	10.511	10.457	10.577	10.364	10.597	10.480	0.031
niigata	9.891	9.815	9.628	9.786	9.797	9.808	9.804	9.967	9.678	9.709	9.788	0.010
urawa	9.099	9.084	9.175	9.088	8.996	9.153	9.054	9.065	8.89	9.337	9.094	0.014
kohu	14.37	14.735	14.343	14.313	14.595	14.551	14.579	14.499	14.419	14.679	14.508	0.021
fukuoka	17.077	17.134	17.148	17.152	17.074	17.101	17.157	17.129	16.97	17.158	17.110	0.003
yamagata	16.521	16.251	16.295	16.359	16.462	16.467	16.422	16.562	16.537	16.456	16.433	0.011

図3 2010年実績順位とシミュレーション順位

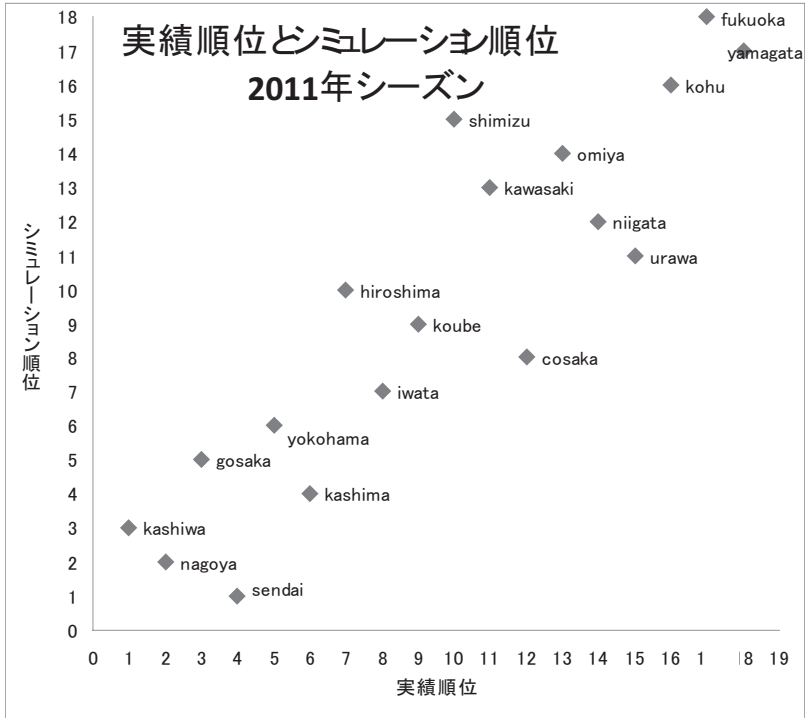
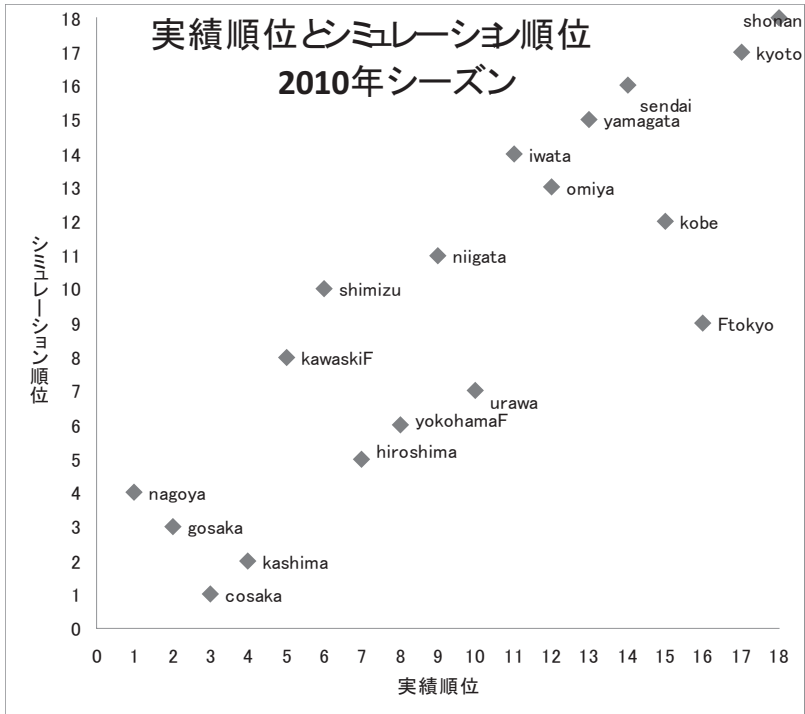


図4 2010年実績順位とシミュレーション順位



の防御能力と得失点差のデータが意味することは、2010年の結果の場合、真に強いチームは防御能力がしっかりしていることが必要であることを示唆している。名古屋が1位になったのは他の3チームに比較して引き分け数が非常に小さかったからである。しかし、これはたまたま確率事象としてそうであったのである。防御能力が低かった分、実はセレッソ大阪や鹿島にチーム力としては劣っていたのである。攻撃能力でも2位のガンバに劣っていた。2010年のデータを使って名古屋を見ると、多数回繰り返すと防御能力の低さからシミュレーションのような結果になるが、それにも係らず名古屋が優勝できたのは、確率的に偶然起こったことと断じることはできない。この年の名古屋が試合巧者で、引き分けになるような接戦を勝っていき技術が優れていたかもしれないのである。そうした要因はモデルには入れていないから何とも言えない。もう一つ面白いのはFC東京である。FC東京は実績順位では16位であったがシミュレーション順位では8位あたりに居るのである。この年FC東京は入れ替え戦にも負けてJ2へ降格したが、それは本来の実力ではなかったことがこのシミュレーションの結果では証明される。FC東京の結果は確率的な偶然の産物で、このようなことも起きる可能性はもちろんあるが、実力から言えばまれな事象が起こったとみられなくもない。

2011年については、実績順位1位の柏はシミュレーション順位では3位、実績順位4位の仙台がシミュレーション順位では1位、実績順位2位の名古屋はシミュレーション順位でも2位であった。また、実績順位3位のガンバ大阪はシミュレーション順位では5位以下のグループに入った。表7の得失点差を見ると、1位の柏は23点、2位の名古屋は31点でだいぶ差が大きい。シミュレーションにおける柏と名古屋の逆転は、2010年の結果と同じく防御能力の差が効いていると考えられる(表2)。柏と名古屋には攻撃能力はそれほどの差はなかった(表2)。仙台がシミュレーション順位で1位になっているのはどういうことだろうか? 表2で攻撃能力は柏2.76

や名古屋2.82に比べると仙台は1.60で圧倒的に小さい。しかしながら、防御能力を見ると柏0.69、名古屋0.59に対して仙台は0.40で、防御能力では仙台が大きく柏と名古屋を離している。これが効いているのであろう。また、実績15位の浦和、14位の新潟、12位のセレッソもシミュレーションではもう少し上位になっている。

(7) 確率モデルを使ってパラメータを推定し、個々のチームの勝ち、負け、引き分けの期待値をシミュレーションで求め、それによって実績順位とシミュレーション順位の比較を行った。その結果、実績で優勝したチームが必ずしも確率モデルの期待値最大のチームではないことがわかった。計算をした2010年、2011年とも1位のチームは2, 3, 4位のチームと入れ替わった。そういう意味では2011年は柏が少しばかりラッキーで、名古屋はアンラッキーであった。また2010年シーズンでは名古屋はすこしばかりラッキーであり、鹿島や仙台はアンラッキーであった。もちろん本稿で使用したモデルは単純化したもので、他の多くの要因を無視している。特に、試合ごとの個別事情である怪我人や、相手チームが弱いときにとった大量点が、過剰な攻撃能力の推定になったりしている部分を無視している。また、勝ちがほぼ予想できる試合で、万が一相手に得点を与えても引き分けでいいというゲームでは、それ以上の点を取りにいかないために、攻撃能力が過小推定になることも考慮していない。しかし、そうであるけれども本稿で行った結果は確率モデルを仮定したときに、真の強者は誰かということを過去のデータを分析して示唆するに十分な結果であると考えられる。

最後に、このような研究を本経営学部で行う意味であるが、3つあると考えている。一つはスポーツ経営学コースができてスポーツに対する関心が深まり、スポーツデータの分析を通じてその分野に貢献すること。2番目にスポーツの戦いは情報分析力の戦いでもある。本稿は戦力や戦術分析にまで到達していないが、ロンドンオリンピックの女子バレー

監督がiPadを持って指揮をとっていたごとく、スポーツの戦力・戦術分析に対する情報分析技術の応用競争も始まっている。これらの分析技術はこれまで培われた経営分析技術とも近い。3番目に、研究を進めて自分でもEXCELやR、wxMAXIMA（数式処理フリーソフト）を使いながら、どのような点を教育したら良いのか整理していくことがある。ソフトは膨大な機能を持つが、適応分野に必須の知識はそれほど多くない。それらを選別してわかりやすい教材を作成し、経営分野であれ、スポーツ分野であれ、心理学分野であれ、数理に親しみ、論理的に物事を考えていける学生の教育に通じるものになりたいということである。

訳「研究デザインと解析法」医歯薬出版社、

参考文献

- [1] Croucher, J. S., “Using Statistics to Predict Scores in English Premier League Soccer” in Butenko,S. and Gil-Lafuente,J. and Pardalos, P. (eds), *Economics, Management and Optimization in Sports*, Springer, 2004
- [2]Alan J.Lee, “Modeling Scores in the Premier league: Is Manchester United Really the Best?”, *Chance* Vol.10, No.1, 1997
- [3]鷺崎早雄「サッカーの得点と統計的研究（その1、文献研究）」『環境と経営』（静岡産業大学）第10巻第2号、2004年12月
- [4]鷺崎早雄「サッカーの得点と統計的研究（その2、J 1 リーグデータによる計算実験）」『環境と経営』（静岡産業大学）第11巻第2号、2005年6月
- [5]粕谷英一「一般化線形モデル」共立出版、2012年
- [6]舟尾暢男「The R Tips」Ohmsha、2009年
- [7]四辻哲章「計算機シミュレーションのための確率分布乱数生成法」プレアデス出版、2010年
- [8]BRYAN F.J. MANLY “The design and analysis of research studies”, Cambridge University Press, 1992 邦

付表 2 2010年推定結果

	Estimate	St	d. Error	z value	Pr	(> z)
(Intercept)	0.4164		0.22102	1.884		0.05957 •
BetaHome	0.12441		0.07044	1.766		0.07736 •
nagoya	0.50827		0.22584	2.251		2.44E-02 *
gosaka	0.69789		0.21881	3.189		1.43E-03 * *
cosaka	0.56576		0.22294	2.538		1.12E-02 *
kashima	0.43827		0.22819	1.921		0.05477 •
kawaskiF	0.58982		0.22216	2.655		0.00793 * *
shimizu	0.6255		0.22176	2.821		0.00479 * *
hiroshima	0.32362		0.23388	1.384		0.16646
yokohamaF	0.278		0.23608	1.178		0.23898
niigata	0.3963		0.23093	1.716		0.08614 •
urawa	0.39155		0.23091	1.696		0.08994 •
iwata	0.16958		0.24253	0.699		0.48442
omiya	-0.34333		0.26954	-1.274		2.03E-01
yamagata	-0.6396		0.28547	-2.241		0.02506 *
sendai	-0.31801		0.26835	-1.185		0.23599
kobe	0.13499		0.24396	0.553		0.58005
Ftokyo	0.09893		0.24549	0.403		0.68697
kyoto	-0.36937		0.26863	-1.375		0.16913
nagoya.1	-0.61356		0.20636	-2.973		0.00295 * *
gosaka.1	-0.53837		0.20241	-2.66		0.00782 * *
cosaka.1	-0.91597		0.2306	-3.972		7.12E-05 * * *
kashima.1	-0.88759		0.22721	-3.906		9.36E-05 * * *
kawaskiF.1	-0.46906		0.19763	-2.373		0.01762 *
shimizu.1	-0.41564		0.19384	-2.144		0.03201 *
hiroshima.1	-0.65774		0.20846	-3.155		0.0016 * *
yokohamaF.1	-0.66087		0.20845	-3.17		0.00152 * *
niigata.1	-0.51136		0.19869	-2.574		0.01006 *
urawa.1	-0.59396		0.20428	-2.908		0.00364 * *
iwata.1	-0.40302		0.19078	-2.112		0.03465 *
omiya.1	-0.61114		0.20026	-3.052		0.00227 * *
yamagata.1	-0.63854		0.20212	-3.159		0.00158 * *
sendai.1	-0.53318		0.19513	-2.732		0.00629 * *
kobe.1	-0.52865		0.19863	-2.661		0.00778 * *
Ftokyo.1	-0.68836		0.21983	-3.131		0.00174 * *
kyoto.1	-0.27474		0.18156	-1.513		0.13022

付表3 2011年推定結果

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.216444	0.24852	-0.871	0.38379
BetaHome	0.182322	0.068127	2.676	0.00745**
kashiwa	1.015283	0.242937	4.179	2.93E-05***
nagoya	1.038283	0.241968	4.291	1.78E-05***
gosaka	1.209909	0.237641	5.091	3.56E-07***
sendai	0.482695	0.26314	1.834	0.0666.
yokohama	0.665928	0.255668	2.605	0.0092**
kashima	0.807988	0.249992	3.232	0.00123**
hiroshima	0.799892	0.250747	3.19	0.00142**
iwata	0.814097	0.250009	3.256	0.00113**
koube	0.627395	0.257608	2.435	0.01487*
shimizu	0.588019	0.25972	2.264	0.02357*
kawasaki	0.80483	0.250762	3.21	0.00133**
cosaka	1.059517	0.242032	4.378	1.20E-05***
omiya	0.484011	0.26449	1.83	0.06725.
niigata	0.481602	0.264483	1.821	0.06862.
urawa	0.42381	0.267223	1.586	0.11274
kohu	0.602749	0.25976	2.32	0.02032*
fukuoka	0.40548	0.270364	1.5	0.13368
kashiwa.1	-0.371257	0.198907	-1.866	0.06197.
nagoya.1	-0.523537	0.208649	-2.509	0.0121*
gosaka.1	-0.159691	0.188115	-0.849	0.39594
sendai.1	-0.922681	0.236032	-3.909	9.26E-05***
yokohama.1	-0.443456	0.201802	-2.197	0.02799*
kashima.1	-0.434974	0.201829	-2.155	0.03115*
hiroshima.1	-0.232552	0.190114	-1.223	0.22125
iwata.1	-0.316797	0.194829	-1.626	0.10394
koube.1	-0.327763	0.194793	-1.683	0.09245.
shimizu.1	-0.204649	0.187956	-1.089	0.27624
kawasaki.1	-0.153764	0.186022	-0.827	0.40847
cosaka.1	-0.134995	0.186089	-0.725	0.46819
omiya.1	-0.270296	0.191171	-1.414	0.15739
niigata.1	-0.312966	0.193525	-1.617	0.10584
urawa.1	-0.382964	0.197396	-1.94	0.05237.
kohu.1	0.007417	0.177749	0.042	0.96672
fukuoka.1	0.172545	0.170422	1.012	0.31132

付表4 シミュレーションEXCEL画面

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	capability for goal		goal simulated		match team														
2	Home	Away	Home	Away	Home	Away	team		Home	result	Away			win point	rank				
3					nagoya	nagoya	nagoya		9	5	3	2	4	11	42				
4	1.666474	1.649925	3	1	nagoya	gosaka	gosaka		11	1	5	7	2	8	57				
5	1.142376	1.445709	1	2	nagoya	cosaka	cosaka		12	4	1	8	3	6	67				
6	1.175261	1.272661	1	1	nagoya	kashima	kashima		7	4	6	11	4	2	62				
7	1.786074	1.480915	3	1	nagoya	kawashif	kawashif		6	6	5	9	2	6	53				
8	1.684081	1.534706	1	3	nagoya	shimizu	shimizu		9	1	7	8	3	6	55				
9	1.478961	1.134804	2	2	nagoya	hiroshima	hiroshima		10	3	4	2	7	8	46				
10	1.474339	1.064197	0	1	nagoya	yokohamaF	yokohamaF		7	6	4	6	4	7	49				
11	1.712086	1.220353	1	1	nagoya	miyata	miyata		13	2	2	5	3	9	59				
12	1.676363	1.214577	3	1	nagoya	urawa	urawa		8	4	5	3	5	9	42				
13	1.908008	0.972797	4	0	nagoya	iwata	iwata		6	5	6	3	6	8	38				
14	1.549512	0.582463	1	0	nagoya	omya	omya		13	3	1	2	4	11	52				
15	1.507632	0.433112	0	0	nagoya	yamagata	yamagata		9	3	5	1	7	9	40				
16	1.675145	0.597399	5	0	nagoya	sandai	sandai		7	6	4	3	2	12	38				
17	1.662751	0.939723	3	0	nagoya	kobe	kobe		7	5	5	4	3	10	41				
18	1.434362	0.936444	1	0	nagoya	fukyo	fukyo		10	4	3	2	3	12	43				
19	2.169116	0.567491	2	1	nagoya	kyoto	kyoto		7	5	5	2	2	13	34				
20	2.855023	0.821069	1	1	nagoya	shonan	shonan		6	2	9	2	5	10	31				
21	1.545767	1.471526	2	1	gosaka	nagoya													
22					gosaka	gosaka													
23	1.142376	1.558609	3	1	gosaka	cosaka													
24	1.175261	1.372042	1	2	gosaka	kashima													
25	1.786074	1.596558	0	1	gosaka	kawashif													
26	1.684081	1.654552	2	3	gosaka	shimizu													
27	1.478961	1.22342	1	1	gosaka	hiroshima													
28					gosaka	nagoya													
29					gosaka	gosaka													
30					gosaka	cosaka													
31					gosaka	kashima													
32					gosaka	kawashif													
33					gosaka	shimizu													
34					gosaka	hiroshima													
35					gosaka	yokohamaF													
36					gosaka	miyata													
37					gosaka	urawa													
38					gosaka	iwata													
39					gosaka	omya													
40					gosaka	yamagata													
41					gosaka	sandai													
42					gosaka	kobe													
43					gosaka	fukyo													
44					gosaka	kyoto													
45					gosaka	shonan													
46					gosaka	nagoya													
47					gosaka	gosaka													
48					gosaka	cosaka													
49					gosaka	kashima													
50					gosaka	kawashif													
51					gosaka	shimizu													
52					gosaka	hiroshima													
53					gosaka	yokohamaF													
54					gosaka	miyata													
55					gosaka	urawa													
56					gosaka	iwata													
57					gosaka	omya													
58					gosaka	yamagata													
59					gosaka	sandai													
60					gosaka	kobe													
61					gosaka	fukyo													
62					gosaka	kyoto													
63					gosaka	shonan													
64					gosaka	nagoya													
65					gosaka	gosaka													
66					gosaka	cosaka													
67					gosaka	kashima													
68					gosaka	kawashif													
69					gosaka	shimizu													
70					gosaka	hiroshima													
71					gosaka	yokohamaF													
72					gosaka	miyata													
73					gosaka	urawa													
74					gosaka	iwata													
75					gosaka	omya													
76					gosaka	yamagata													
77					gosaka	sandai													
78					gosaka	kobe													
79					gosaka	fukyo													
80					gosaka	kyoto													
81					gosaka	shonan													
82					gosaka	nagoya													
83					gosaka	gosaka													
84					gosaka	cosaka													
85					gosaka	kashima													
86					gosaka	kawashif													
87					gosaka	shimizu													
88					gosaka	hiroshima													
89					gosaka	yokohamaF													
90					gosaka	miyata													
91					gosaka	urawa													
92					gosaka	iwata													
93					gosaka	omya													
94					gosaka	yamagata													
95					gosaka	sandai													
96					gosaka	kobe													
97					gosaka	fukyo</													

付表5 シミュレーションVBA

<pre>Function PsnRand(平均λ) Application.Volatile x = 0: V = 1: Vlimit = Exp(-平均λ) Do V = V * Rnd() If V < Vlimit Then Exit Do x = x + 1 Loop PsnRand = x End Function Sub Simuration() ' ' Dim ic ' ic is intercept Dim ha ' ha is homeadvantage Dim mo(18) ' mo is multiplier for offence Dim md(18) ' md is multiplier for defence Dim lamh ' lamb homeda Dim lana ' lambda away Dim goalh ' goal home Dim goala ' goal away Dim jname(18) ' j-leag name Dim homew(18) ' home win Dim homed(18) ' home draw Dim homel(18) ' home loss Dim awayw(18) ' away win Dim awayd(18) ' away draw Dim awayl(18) ' away loss Dim gamep(18) ' game point Dim jrank(18) ' j-leag rank Dim hist(18, 18) ' histogram ' With ActiveSheet For i = 1 To 18 For j = 1 To 18 hist(i, j) = 0 Next j Next i For kk = 1 To 1000 For i1 = 1 To 18 i = i1 homew(i) = 0 homed(i) = 0 homel(i) = 0 awayw(i) = 0 awayd(i) = 0 awayl(i) = 0 Next i1 pos = 3 ic = .Cells(2, 2) ha = .Cells(3, 2) .Cells(2, 7) = ic .Cells(3, 7) = ha For i2 = 1 To 18 i = i2 With ActiveSheet mo(i) = .Cells(i + pos, 4) .Cells(i + pos, 8) = mo(i) End With Next i2 Next kk</pre>	<pre>' For i3 = 1 To 18 i = i3 With ActiveSheet md(i) = .Cells(i + pos, 6) .Cells(i + pos, 9) = md(i) End With Next i3 ' For i4 = 1 To 18 i = i4 With ActiveSheet jname(i) = .Cells(i + pos, 1) .Cells(i + pos, 10) = jname(i) End With Next i4 ' For i = 1 To 18 For j = 1 To 18 If i = j Then GoTo lab1 lamh = ic * ha * mo(i) * md(j) lama = ic * mo(j) * md(i) .Cells(18 * (i - 1) + j, 11) = lamh .Cells(18 * (i - 1) + j, 12) = lama goalh = PsnRand(lamh) goala = PsnRand(lama) .Cells(18 * (i - 1) + j, 13) = goalh .Cells(18 * (i - 1) + j, 14) = goala If goalh > goala Then homew(i) = homew(i) + 1 awayl(j) = awayl(j) + 1 ElseIf goalh = goala Then homed(i) = homed(i) + 1 awayd(j) = awayd(j) + 1 ElseIf goalh < goala Then homel(i) = homel(i) + 1 awayw(j) = awayw(j) + 1 End If Next j lab1: .Cells(18 * (i - 1) + j, 15) = jname(i) .Cells(18 * (i - 1) + j, 16) = jname(j) Next j Next i ' For i = 1 To 18 .Cells(i, 17) = jname(i) .Cells(i, 18) = homew(i) .Cells(i, 19) = homed(i) .Cells(i, 20) = homel(i) .Cells(i, 21) = awayw(i) .Cells(i, 22) = awayd(i) .Cells(i, 23) = awayl(i) gamep(i) = homew(i) * 3 + homed(i) * 1 + awayw(i) * 3 + awayd(i) * 1 .Cells(i, 24) = gamep(i) Next i ' For i = 1 To 18 nrank = .Cells(i, 25).Value hist(i, nrank) = hist(i, nrank) + 1 Next i Next kk</pre>	<pre>For i = 1 To 18 For j = 1 To 18 .Cells(20 + i, 25 + j) = hist(i, j) Next j Next i End With End Sub</pre>
---	---	---