

J1 リーグ 2 ステージ+ポストシーズン制度の統計的分析

泉 武志 小中 英嗣
名城大学

(受理 2015 年 3 月 14 日; 再受理 2015 年 11 月 6 日)

和文概要 本稿では 2015 年から J リーグが導入する 2 ステージ+ポストシーズン制度についてシミュレーションを行い、ポストシーズンが 3, 4, 5 チームで争われる確率がそれぞれ約 62%, 35%, 3%(平均約 3.4) であるとの結論を得た。

シミュレーションには対戦チームの平均得点および平均失点を反映させたモデルを使用した。平均得点および平均失点を得点に反映させるため、過去 5 シーズンの対戦データから回帰分析を用いてモデルを作成した。このモデルに基づき、10 万シーズンのシミュレーションを計算機上で行い上記の結果を得た。

またこの結果から、新しいシステムはポストシーズン進出の条件設計が不適切であり、2 ステージ制ではなく本質的には 1 ステージ制+ポストシーズンの制度であることを明らかにした。

キーワード: シミュレーション, 数理モデル, 確率モデル, サッカー, ポストシーズン

1. 研究背景

日本プロサッカーのトップリーグである J1 リーグは 2015 年シーズンから新しい大会形式として、2 ステージ+ポストシーズン制を導入することを発表した [8](詳細は次章で示す)。

1993 年の J リーグ開幕から 2004 年シーズンまでは 2 ステージ制+チャンピオンシップ方式を、そして 2005 年から 2014 年まではホーム&アウェイ方式の 1 ステージ制を採用してきた。ホーム&アウェイ方式はプレミアリーグ(イングランド), ブンデスリーガ(ドイツ), セリエ A(イタリア), リーガ・エスパニョーラ(スペイン) に代表される欧州の主要リーグをはじめとして広く採用されており、最も「公平な」方式として広く認知されている。一方で「スプリットシステム」と呼ばれる方式を採用しているジュピラープロリーグ(ベルギー [10]), スコティッシュプレミアシップ(スコットランド [19]) もあるが、欧州では例外的なリーグであると考えられる。

主要リーグでも採用されており、「公平な」現状のホーム&アウェイシステムを変える理由として、大東和美 J リーグチェアマン(当時) は収入の減少を挙げている [23]。ここにいたる経緯については「J リーグ再建計画」[17] に詳しくまとめられている。

欧州サッカーでは主流ではないポストシーズンシステムだが、アメリカの多くのプロスポーツでは積極的に採用されており、それぞれの試合が大きな注目を集めるように”デザイン”されている。プロスポーツにおけるポストシーズンシステムの成功例としてはアメリカ 4 大スポーツと呼ばれる NFL(アメリカンフットボール), MLB(野球), NBA(バスケットボール) NHL(アイスホッケー) がよく挙げられる。これら 4 大スポーツに倣ってか、MLS(サッカー) もポストシーズンシステムを採用している。

中南米ではメキシコをはじめとした国々でサッカーにポストシーズンが広く採用されており、特にメキシコはポストシーズンによりビジネスチャンスを拡大しているリーグとして紹

介されている [21]。また、前後期 2 ステージ制も中南米では広く採用されている形式である。

近年では日本プロ野球 (NPB) も 2007 年以降セ・パ両リーグでのポストシーズン (クライマックスシリーズ) を導入しており、ポストシーズン進出の 3 位を争うために消化試合が減り、ポストシーズンから日本シリーズに至るまでの試合は (少なくとも、それらの試合のみを見ると) 集客面などである程度の成功を収めていると言ってよい。

既存のプロスポーツでのポストシーズンの成功を参考とし、Jリーグはポストシーズン導入により収益改善を試みているのであるが、既存のポストシーズンシステムと Jリーグが今回採用したものの最も根本的な差は「ポストシーズン進出への条件が複数あり、それらを同一のチームが重複して得られること。このとき、重複があっても補充は無く、出場チーム数そのものが変動しうる。また複数の権利間での相関が (直感的にも) 高そうである」という点である。ポストシーズンの進出チーム数および試合数はチケット収入はもちろん放送権収入にも直接影響する根本的な指標であるが、リーグがこれを定量的に評価したという報告はされていない。

本稿の目的は新しい 2 ステージ+ポストシーズン制度のシミュレーションを行い、どの程度の割合で重複が発生しうるのかの具体的な数値を示すこと、およびその結果ポストシーズンを伴う 2 ステージ制がどのような特徴を持つシーズンとなるかを明らかにすることである。前述したとおり、サッカーでは総当り方式が公平な方式と認知され広く採用されており、大会方式そのものに対する数理的な分析を行っている研究例はほとんど見当たらない。廣津ら [5] は変則的な方式で行われた WBC* の対戦方式について解析的な確率算出法を提示している。

本論文の構成を以下に示す。第 2 章では 2015 年以降に J1 リーグで採用される 2 ステージ+ポストシーズン制度の詳細を示す。他のポストシーズン制度と比較し、その特異さを明らかにする。第 3 章ではサッカー 1 試合の数値モデルとして、対戦チームの平均得点および平均失点を反映させたモデルを構築する。平均得点および平均失点を得点に反映させるため、過去数年のデータから回帰分析を用いてモデルを作成する。この数値モデルに基づき第 4 章でシミュレーション条件および結果を示す。シミュレーション結果より、

- 新しいシステムはポストシーズン進出の条件設計が不適切であり、2 ステージ制ではなく本質的には 1 ステージ制+ポストシーズンの制度であること
- ポストシーズン制度の説明が実態に即していないこと

を明らかにする。最後の問題点については、実態に即した適切な説明を提案する。また、2 ステージ+ポストシーズン制度の導入に至る経緯の調査結果を合わせて示すことにより、このような矛盾のある制度がどのようにして採用にいたったのかを考察する。

最後に第 5 章で本論文の結論を述べる。

2. 2015 年以降の J1 リーグ 2 ステージ+ポストシーズン制度

本節では 2015 年以降の J1 リーグの 2 ステージ+ポストシーズン制度を説明する。以下の説明は公式プレスリリース [9] に基づく。

- 大会方式：18 クラブによる 2 ステージ制リーグ戦+チャンピオンシップ。
- リーグ戦
 - － 各ステージ 1 回戦総当たりのリーグ戦。

*World Baseball Classic. 野球の国際大会。

- 両ステージでホーム&アウェイとなる。
- 各ステージ 17 節，153 試合（両ステージ合計 306 試合）。
- チャンピオンシップ 1 回戦，準決勝
 - 各ステージの 1 位チーム，年間勝点 2 位，3 位チーム（合計 4 チーム）による，ノックアウト方式のトーナメント戦（1 回戦制）。
 - 1st ステージ 1 位または 2nd ステージ 1 位のうち，年間勝点が上位のチームと年間勝点 3 位チーム，1st ステージ 1 位または 2nd ステージ 1 位のうち，年間勝点が下位のチームと年間勝点 2 位チームによる 1 回戦を行い，1 回戦の勝利チームが準決勝に進出し，準決勝の勝利チームが決勝に進出する。
 - 年間勝点 1 位チームと，各ステージ 1 位のチームが重複した場合は，年間勝点 1 位チームはチャンピオンシップ決勝にシードされる。各ステージの 1 位チームおよび年間勝点 2 位，3 位チームが重複する場合は，各ステージ 1 位チームがシードされる。ただし，チャンピオンシップ出場権を持ったチームが降格対象となった場合は，参加資格を失う。
 - 一回戦の試合会場はステージ 1 位チームをホームとする。
 - 準決勝の試合会場は 1 回戦の勝利チームのうち，年間勝点が上位のチームとホームとする。
- チャンピオンシップ決勝
 - 年間勝点 1 位のチームと，チャンピオンシップ準決勝の勝利チームがホーム&アウェイで対戦。
 - 試合会場は第 1 戦をチャンピオンシップ準決勝チームのホームとし，第 2 戦を年間勝点 1 位チームのホームとする。

本論文では記述を簡潔にするため，年間勝点 1 位から 3 位を Y1, Y2, および Y3 で，ステージ優勝のうち年間勝点上位と下位を W1 および W2 で略記する。

図 1 は重複無く 5 チームから構成される場合のトーナメント表である (J リーグ公式プレスリリース [9] に基づき著者が作図)。重複は表 1 に示す 8 通りである。

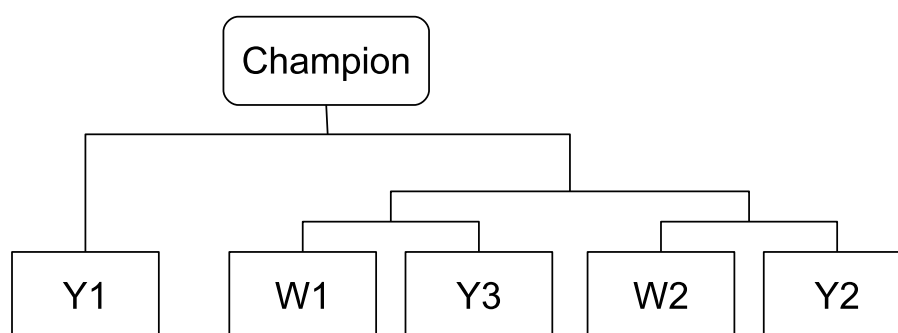


図 1: 2015 年からの J1 リーグのポストシーズントーナメント図

2.1. 他国・他スポーツのポストシーズンとの比較

前章でも述べたが，欧州強豪国のサッカーリーグではホーム&アウェイ総当りの 1 ステージ制が主流であり，ポストシーズン (プレーオフ) は例外的である。FIFA ランキング上位 50 位 (2015 年 2 月 19 日時点) の国々でのポストシーズン導入状況を表 2 に示す。

表 1: 重複の組み合わせ

case #	overlap(s)	teams	case #	overlap(s)	teams
1	null	5	5	(Y1, W1)	4
2	(Y3, W1)	4	6	(Y1, W1), (Y3, W2)	3
3	(Y2, W1)	4	7	(Y1, W1), (Y2, W2)	3
4	(Y2, W1), (Y3, W2)	3	8	(Y1, W1), (Y1, W2)	3

表 2: FIFA ランキング上位 50 カ国でのポストシーズン採用状況 (2015 年 2 月)

Confederation	Postseason	
	YES	NO
All	15	35
UEFA (Europa)	6	25
CONMEBOL (South America)	3	3
CONCACAF (North & Central America)	4	0
CAF (Africa)	2	7
AFC, OFC (Asia, Oceania)	0	0

欧州でポストシーズンを例外的に採用しているベルギー、スコットランドはいずれも「スプリットシステム」を採用している。1シーズンを前後半に分け、前半成績の上位・下位チームで分割した後それぞれの中で後半を行うものである。日本ではラグビートップリーグ [6], バレーボール V プレミアリーグ [22] がこの方式を採用している。

中南米のサッカーリーグでは伝統的に前後期の 2 ステージ制が採用されており、それぞれで優勝チームを決定する。ポストシーズンのトーナメントを組み合わせる場合は、それぞれのステージに対して実施される (メキシコ, コロンビアなど)。

スポーツのポストシーズン文化が根付いているアメリカでは、全チームを 2 つに分け (League または Conference と呼ばれる事が多い), チーム数が多い場合はさらにそれらを 4~8 チーム程度の小さな地区 (Division と呼ばれることが多い) に分ける。優勝は地区ごとに争われ、地区優勝チームとその他成績上位チームによるポストシーズンが行われる。対戦は地区内が最も多く、他地区チームとの対戦も適宜組まれる。またこの方式は、二つの異なる競技団体間の統合や、チーム数増加に対してリーグを小さな地区に分割してきた歴史的経緯 [14, 16] に基づいており、長い時間をかけて定着してきたものである。アメリカでは後発のプロスポーツリーグである MLS (Major League Soccer) も 2 カンファレンス+ポストシーズン制度を採用している [13]。ポストシーズン優勝チームとリーグ戦最多勝点チームは異なるタイトルとして表彰される (前者は MLS Cup, 後者は Supporters' Shield と命名されている)。日本ではプロ野球, バスケットボール bj リーグ [1] がこの方式を採用している。いずれの場合でもポストシーズン出場チーム数は固定されている。

新たに J リーグが採用している方式と、これらの方式との本質的な差は、

- 1 つのチームがポストシーズン進出権を複数持てる
- 進出権に重複があった場合に補充がない。したがって、出場チーム数および試合数は変動しうる。

- ポストシーズン進出が確定する時期が2回ある
- リーグ戦最多勝点チームに対するタイトルが無いなどである。

3. サッカーの数理モデル

直感的に、それぞれのステージ1位 (W1 と W2) は年間勝点でも上位に位置し、またその逆でもあると予想される。本稿の主目的はシミュレーションにより具体的な重複確率を求めることである。

3.1. 記法

本稿で用いる記法を以下にまとめる。

- i および j はチームの番号を示すために利用する。
- λ_{ALL} は全チームに対する1試合あたりのゴール数を示す。
- $\lambda_{i,GF}$ はチーム i の1試合あたりの平均ゴール(得点)数 (Goals For) を示す。
- $\lambda_{i,GA}$ はチーム i の1試合あたりの平均被ゴール(失点)数 (Goals Against) を示す。
- $\lambda_{i,GF,H}$ と $\lambda_{i,GA,H}$ はチーム i のホームゲームでの1試合あたりの平均ゴール数と被ゴール数をそれぞれ示す。 $\lambda_{i,GF,A}$ と $\lambda_{i,GA,A}$ によりアウェイゲームでの同様の値を示す。
- X_i はチーム i の1試合でのゴール数を表す確率変数である。
- $Po(\lambda)$ は平均 λ のポアソン分布を示す。

3.2. ゲームのモデル

サッカーの1試合でのゴール数はポアソン分布に従うことがよく知られている [2, 12]。図2は2013年シーズンのJ1リーグでの1試合あたりの各チームのゴール数の分布を同じ平均を持つポアソン分布と比較したものである。

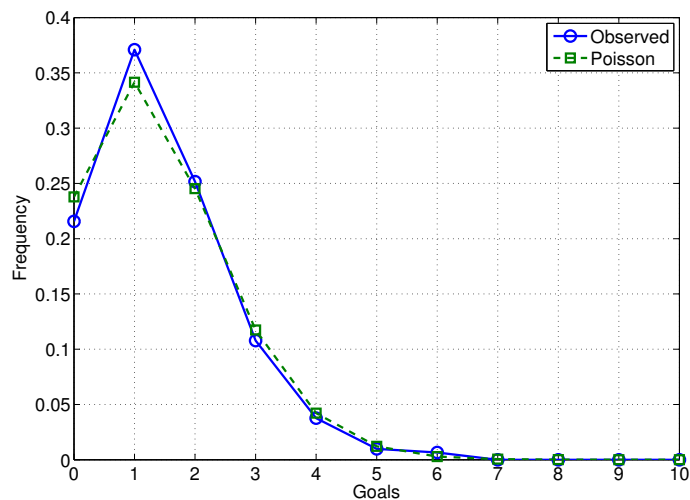


図 2: 1 試合あたりの各チームのゴール数の分布

J1 リーグでの各ステージ順位およびポストシーズン進出順の決定には勝点(各試合で勝利 3, 引き分け 1, 敗北 0)の累計が利用されるが、それが等しい場合には得失点差、総得点の順で比較し順位を決定する。したがって、本研究の目的には1試合あたりのゴール数の分布をモデル化するのが適切である。

サッカーの得点分布については、負の二項分布 [18] やフレシェ分布 [4] に良く従うとする研究も報告されている。しかし、Maher は [12] で、ゴール数がポアソン分布に従うが平均の異なる複数のチームの成績をまとめることで負の二項分布が現れることを指摘している。また、負の二項分布ではパラメータとして成功・失敗の確率など、公式に記録されていないパラメータを同定する必要がある。また、フレシェ分布とポアソン分布の差は得点が多く生起確率が非常に小さい部分でのみ現れる。これらの事実に基づき、本研究ではポアソン分布を得点の確率モデルとして採用する。ポアソン分布で同定すべきパラメータは平均得点のみであり、これはサッカーの公式記録として計測されている (数少ない) データである。

本研究の目的はサッカーの得点分布そのものを正確に同定することではなく、公式に記録されており簡便に利用できるデータのみを用いて、平均ゴール数に対するいくつかの仮説に対し、新しいポストシーズン制度がどのように働くのかを概観することである。そのため、本研究ではサッカーのゴール数の数理モデルとして以下に示すいくつかのものを設計し、それぞれについてシミュレーションを行う。以下の仮説は、全てのチームが同一の実力を持っている場合からはじめ、順に現実に近い実力差を持つように設計した。

- M1: X_i は $Po(\lambda_{ALL})$ に従う。

$$p(x) = e^{-\lambda_{ALL}} \frac{\lambda_{ALL}^x}{x!}, x = 0, 1, \dots \quad (3.1)$$

また、ホームチームとアウェイチームの得点はそれぞれ独立であると仮定する。

$$P(X_i = x, X_j = y) = p(x)p(y). \quad (3.2)$$

このモデルは全チームがまったく同じ攻撃力と守備力を持っていると仮定している。

- M2: X_i は $Po(\lambda_{i,GF})$ に従う。

$$p_i(x) = e^{-\lambda_{i,GF}} \frac{\lambda_{i,GF}^x}{x!}, x = 0, 1, \dots \quad (3.3)$$

また、ホームチームとアウェイチームの得点はそれぞれ独立であると仮定する。

$$P(X_i = x, X_j = y) = p_i(x)p_j(y). \quad (3.4)$$

このモデルは各チームの攻撃力が異なるが、守備力は同じであると仮定している。

- M3: i, j が対戦するとき、 X_i は $Po\left(\frac{\lambda_{i,GF} + \lambda_{j,GA}}{2}\right)$ に従う。

$$p_{i,j}(x) = e^{-\mu_{i,j}} \frac{\mu_{i,j}^x}{x!}, x = 0, 1, \dots, \quad \mu_{i,j} = \frac{\lambda_{i,GF} + \lambda_{j,GA}}{2}. \quad (3.5)$$

また、ホームチームとアウェイチームの得点はそれぞれ独立であると仮定する。

$$P(X_i = x, X_j = y) = p_{i,j}(x)p_{j,i}(y). \quad (3.6)$$

- M4: i がホームで j と対戦するとき、 X_i は $Po\left(\frac{\lambda_{i,GF,H} + \lambda_{j,GA,A}}{2}\right)$ に従う。

$$p_{i,j}(x) = e^{-\mu_{i,j}} \frac{\mu_{i,j}^x}{x!}, x = 0, 1, \dots, \quad \mu_{i,j} = \frac{\lambda_{i,GF,H} + \lambda_{j,GA,A}}{2}. \quad (3.7)$$

また、ホームチームとアウェイチームの得点はそれぞれ独立であると仮定する。

$$P(X_i = x, X_j = y) = p_{i,j}(x)p_{j,i}(y). \quad (3.8)$$

- M5: 過去の対戦データから、以下の手法で得点の期待値を求める。
 - チーム i と j の対戦でチーム i が g 得点挙げた事に対し、 $(\lambda_{i,GF}, \lambda_{j,GA}, g)$ をデータベースに追加する。
 - $(\lambda_{i,GF}, \lambda_{j,GA})$ それぞれの軸を分割し、それぞれの領域内での平均得点を求める。このとき、分割内にデータが一定数未満の場合はそれらのデータを破棄する(外れ値の除外)。
 - 平均得点に対し以下の回帰式を仮定し、重回帰分析を行う。

$$\mu_{i,j} \equiv \mu(\lambda_{i,GF}, \lambda_{j,GA}) = a_1 \lambda_{i,GF} + a_2 \lambda_{j,GA} + a_3 \quad (3.9)$$

この回帰モデルに基づき、 i, j が対戦するとき、 X_i は $Po(\mu_{i,j})$ に従うと仮定する。

$$p_{i,j}(x) = e^{-\mu_{i,j}} \frac{\mu_{i,j}^x}{x!}, x = 0, 1, \dots \quad (3.10)$$

また、ホームチームとアウェイチームの得点はそれぞれ独立であると仮定する。

$$P(X_i = x, X_j = y) = p_{i,j}(x)p_{j,i}(y). \quad (3.11)$$

4. シミュレーション

4.1. シミュレーション条件および結果

前節で示したモデルの構築に必要なパラメータ $\lambda_{i,GF}$, $\lambda_{i,GA}$ などは J リーグの過去の統計から得た。M5 では過去 5 年間 (2010—2014) の対戦成績に基づき重回帰分析を行った。図 3 に M5 で使用したデータを示す。縦横軸はそれぞれ対戦相手の平均失点 ($\lambda_{j,GA}$) および自チームの平均得点 ($\lambda_{i,GF}$) であり、各軸を 0.4 刻みで分割した結果を示している。各分割内の小さなグラフはそれぞれでの自チームの得点頻度を示している。

分割幅および外れ値は以下の基準で決定した。

- 分割数は多くしたい
- それぞれの区分内のデータ数が過度に少なくなる
- それぞれの区分内での分布がポアソン分布に近似できる

この基準に基づき、分割幅を 0.4 とし、全データを 25 組に分割したのが上図である。

図中点線で示した区分はデータ数が少ないため外れ値として除外した。その結果、実線で示した区分は 30 以上 (最多は 542) のデータを含んでいる。全データ 3062 点から、外れ値を除外した 2968 点を利用した。全データおよび外れ値を除外したデータの平均はそれぞれ 1.3690 および 1.3359 であった。これは年度毎の変動 (表 3) に対し十分小さい。

表 3: 平均ゴール数 (2010-2014 年)

Year	2014	2013	2012	2011	2010
Average goals	1.265	1.436	1.376	1.420	1.328

その結果、回帰式は

$$\mu_{i,j} = 0.8301\lambda_{i,GF} + 0.8192\lambda_{j,GA} - 0.8973 \quad (4.1)$$

と導かれ、回帰式の重決定係数は $r^2 = 0.8721$ であった。

シミュレーションの手順を示す。

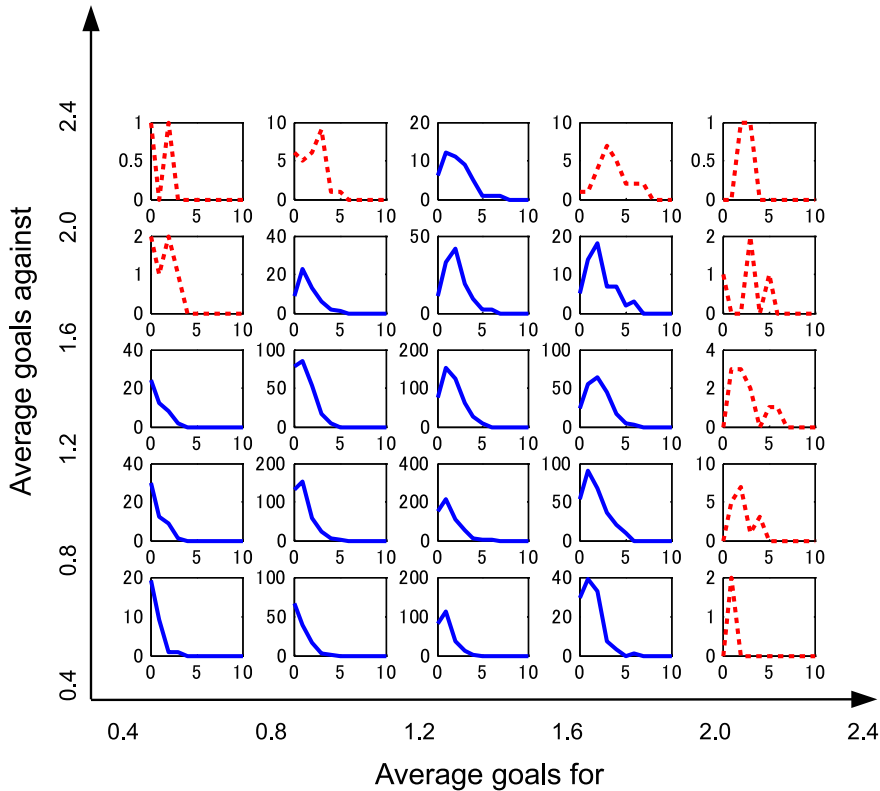


図 3: 自チームの平均得点と相手チームの平均失点ごとの自チーム得点の分布

1. 18チームそれぞれについて，採用したモデルに基づき平均得点と平均失点を設定する．
2. リーグ戦での対戦順を決定する．
3. 全ての試合についてモデルに基づき対戦チームの得点を求め，勝点を計算する．
4. 各ステージ優勝，および年間勝点上位3位を求め，重複を数える．

上記のシミュレーションを10万シーズン行った．2013年シーズンの得失点に基づくシミュレーション結果を表4および表5に示す．

表 4: ポストシーズン到達チーム数

Teams	M1	M2	M3	M4	M5	case #
3	0.4320	0.5912	0.5196	0.5676	0.6173	4, 6, 7, 8
4	0.4876	0.3740	0.4282	0.3916	0.3519	2, 3, 5
5	0.0804	0.0348	0.0522	0.0408	0.0308	1
mean	3.6485	3.4466	3.5327	3.4372	3.4134	

4.2. 考察

表4は，最大の5チームによるポストシーズンが10～30年に1回しか生じないことを示している．

M1のモデルはすべてのチームの実力が等しく，最も順位変動が大きい場合を想定しているにもかかわらず，重複なし(case 1)はわずか8%である．このことは，ステージ間での勝点に負の相関を持たせるような施策を施さない限り，Jリーグが提示している方式で5チームによるプレイオフは事実上起こりえないことを示している．

表 5: 各重複の生起確率

Teams	M1	M2	M3	M4	M5	case #
5	0.0804	0.0348	0.0522	0.0408	0.0308	1
4	0.0754	0.0496	0.0606	0.0527	0.0459	2
4	0.1205	0.0865	0.1016	0.0898	0.0809	3
3	0.0530	0.0549	0.0539	0.0513	0.0550	4
4	0.2917	0.2379	0.2660	0.2491	0.2251	5
3	0.1168	0.1399	0.1328	0.1353	0.1448	6
3	0.2063	0.2766	0.2456	0.2639	0.2864	7
3	0.0559	0.1198	0.0873	0.1172	0.1311	8

M1 から M4 のモデルはいずれも上位チームの勝点が実際よりも低く、下位チームの勝点が実際よりも高い結果になっている。例として、図 4 に 2013 年に最多の年間勝点 (63) を挙げたチームに対する M2 から M4 でのシミュレーション結果を示す。実際の勝点よりもモデ

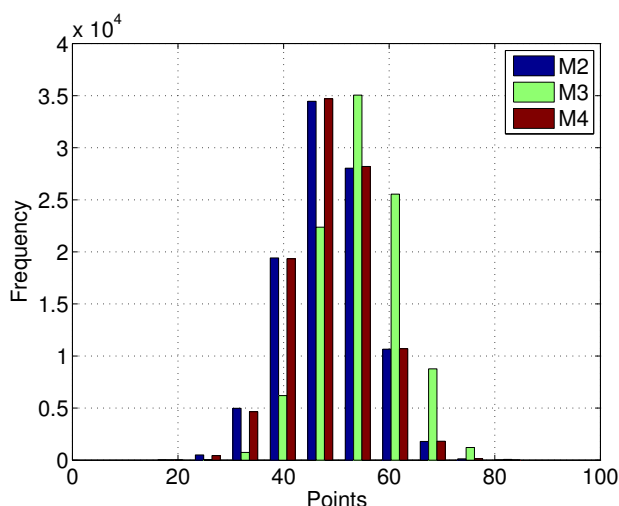


図 4: モデル M2 から M4 での勝点分布

ルから予測される勝点が非常に少ない (それぞれの平均は 48.705, 54.686, 48.797 で実際の勝点よりも 10 から 15 点少ない) ことがわかる。これは各モデルでの平均得点・平均失点の計算規則からも容易に予想される事実である。

M5 ではこの点が改善されている。表 6 に、2013 年シーズンでの実際の勝点 (Pts) とシミュレーションにより予測される勝点の平均 (Mean), 誤差 (Err), 標準偏差 (Std), および正規化した誤差 (Err/Std) を示す。18 チーム中 16 チームで観測値がシミュレーションの $\mu \pm 1.2\sigma$ 以内に納まっており、残りの 2 チームは得点に対して失点が多すぎるため過去の事例からの回帰式から予測が外れている。しかし、下位チームの勝点が多く見積もられている点は M1 から M4 と同様である。

また、2010 年から 2014 年の 5 年間の各チームの得失点に対し同様のシミュレーションを行ったところ、全ての年度で 15 チーム以上 (18 チーム中) の年間勝点が、シミュレーションによる平均 \pm 標準偏差内にあった。これらの結果より、5 つのモデルの中で M5 が最も現実

表 6: モデル M5 に基づくシミュレーション結果 (勝点)

Standing	Pts	Mean	Err	Std	Err/Std
1	63	60.86	-2.14	7.32	-0.292
2	62	58.22	-3.78	7.37	-0.512
3	60	54.64	-5.36	7.67	-0.698
4	59	59.92	0.92	7.39	0.124
5	59	51.28	-7.72	7.63	-1.011
6	58	52.24	-5.76	7.71	-0.747
7	55	50.41	-4.59	7.53	-0.609
8	54	54.86	0.86	7.63	0.112
9	50	41.67	-8.33	7.47	-1.115
10	48	45.16	-2.84	7.63	-0.372
11	47	46.12	-0.88	7.52	-0.117
12	46	41.85	-4.15	7.55	-0.549
13	45	48.65	3.65	7.41	0.492
14	45	44.90	-0.10	7.47	-0.013
15	37	39.43	2.43	7.10	0.342
16	25	30.72	5.72	6.90	0.828
17	23	37.37	14.37	7.22	1.990
18	14	26.62	12.62	6.55	1.926

をよく再現していると考えられる。

M5 のモデルに対し、過去 5 年のそれぞれの得失点を使用したシミュレーション結果について、各チームの実際の勝点とシミュレーションでの勝点との誤差がどのように分布しているかを確認する。誤差の平均は -0.0326 、標準偏差は 5.1129 であった。同じ平均と分散を持つ累積正規分布関数とともに図示したものを図 5 に示す。勝点の誤差が正規分布に従うという仮説を χ^2 検定により検定したところ、自由度は 3、 $\chi^2 = 3.7177$ 、 $p = 0.2936 > 0.05$ となり、仮説は棄却されなかった。

4.2.1. 過去の実績

Jリーグが開幕した 1993 年から 2014 年までの成績を新方式に適用した場合、ポストシーズンに何チーム進出するのかを調査した。1 ステージ制 (1996, 2005-2014) は前半を 1st ステージ、後半を 2nd ステージとみなした。結果を表 7 に示す。2004 年まではチーム数が 10 から 16 の年が含まれるため重複が多くなりうる点に注意していただきたい。

表 7: 1993-2014 年の結果を新方式で評価した場合のポストシーズン進出チーム数

Teams	3	4	5
Frequency	16/22 (73%)	5/22 (23%)	1/22 (4%)

ポストシーズン進出チーム数が前節で予測した確率に従うという仮説を χ^2 検定により検定したところ、自由度は 2、 $\chi^2 = 1.555$ 、 $p = 0.4595 > 0.05$ となり、仮説は棄却されなかった。

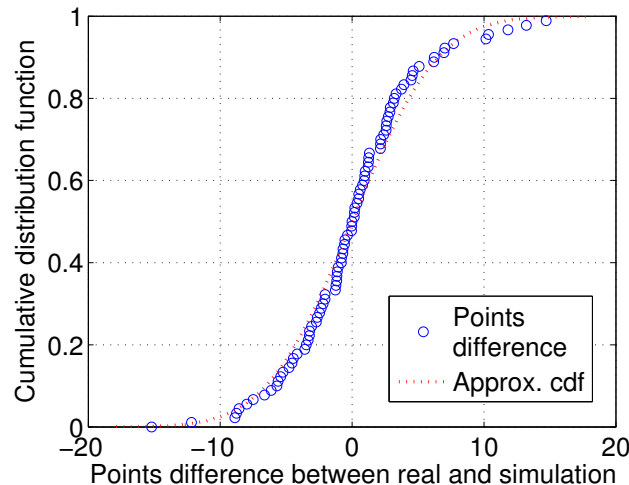


図 5: 勝点の真値とシミュレーションとの誤差の分布

4.3. 現実に即したポストシーズンの再定義

公式なポストシーズンの説明として「各ステージの1位チームおよび年間勝点2位, 3位チーム5チームによる」とあるが, 実質はこのポストシーズンは出場が確定している年間上位3チームによるものを基本形とし, 年間4位以下のうちシーズンの前半いずれかで短期的に突出した成績を残したチーム(つまり, ステージ優勝チーム)が救済されるもの, と解釈したほうが適切である。

公式の定義が実態に即していないのは,

- ステージ優勝の価値を高める意図がある, もしくは
- 敗退行為の可能性があると看做された素案[7, 15]の一部を単純に置き換えたために起こった

などの可能性が考えられる。これについては次節で改めて議論する。

本論文では実態に即した以下の定義を提案する。説明方法の改善の提案のみであり, 効果的なポストシーズン設計の提案ではない点に留意されたい。本稿の目的は, 実態に即した説明を行うことで, 設計の問題点を明らかにすることである。

2015年採用のJリーグポストシーズンの定義(提案)

- 大会方式: 大会方式: 18クラブによる2ステージ制リーグ戦+チャンピオンシップ。
- リーグ戦
 - 各ステージ1回戦総当たりのリーグ戦。
 - 両ステージでホーム&アウェイとなる。
 - 各ステージ17節, 153試合(両ステージ合計306試合)。
- ポストシーズン
 - 年間勝点上位3チーム(Y1からY3)によるトーナメントを基本とする。Y1はシードされ決勝に進出する(図6)。
 - 各ステージ優勝チームは年間4位以下であってもポストシーズンへ進出できる。
 - * 年間勝点3位以内にステージ優勝のうち年間勝点上位(W1)が含まれ, かつ年間勝点4位以下にステージ優勝のうち年間勝点下位(W2)が含まれる場合, W2は1回戦に進出する。

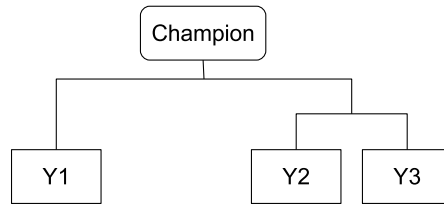
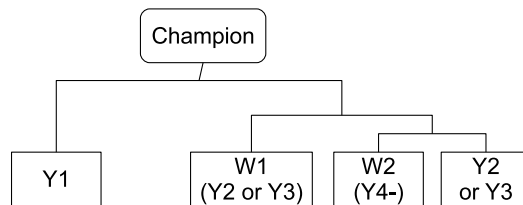
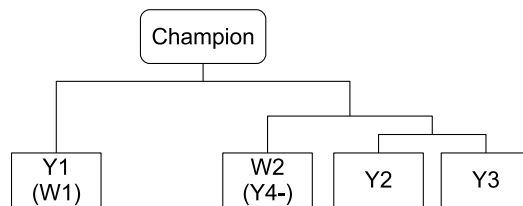


図 6: ポストシーズンの基本形式

- ・ W1 が Y2 または Y3 と重複している場合，W1 が 1 回戦をシードされ，W2 と残りのチームで 1 回戦を行う (図 7(a)).
- ・ W1 が Y1 と重複している場合，W2 が 1 回戦をシードされ，Y2 と Y3 が 1 回戦を行う (図 7(b)).



(a)



(b)

図 7: 一つのステージ優勝チームが敗者復活としてポストシーズンに進出する場合

- * 年間勝点 4 位以下にステージ優勝 2 チーム (W1, W2) が含まれる場合，1 回戦に進出する．この場合 1 回戦の対戦は Y2 対 W2, Y3 対 W1 であり，4 チームによるトーナメントを行い Y1 との対戦チームを決定する (図 8).

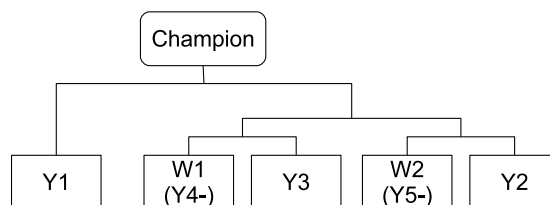


図 8: 二つのステージ優勝チームが敗者復活としてポストシーズンに進出する場合

4.4. 2 ステージ+ポストシーズン制度の妥当性

前節で示した，実態に即した解釈では 2015 年からの J1 リーグの実質は 1 ステージ制であることが分かった。

ポストシーズン進出の条件に年間勝点とステージ優勝を並立させたことで、結果として年間勝点1位とステージ優勝双方の地位があいまいであり、価値が損なわれている点は看過できない。ステージ優勝のみの権利でポストシーズンに出場することは年間通しての「敗北」(4位以下)であるにもかかわらず公式記録として残るタイトルホルダーであるのに対し、年間勝点1位はポストシーズンでは優遇されるものの公式記録として残るタイトルホルダーにはなれない。しかし、年間順位の決定方法ではステージ優勝よりも年間勝点が重視されている [9]。

年間順位の決定方法

- チャンピオンシップ勝者を年間優勝チームとし、敗者を2位とする。
- 3位以下については、チャンピオンシップ決勝出場チームを除く年間勝点の順位で決定する。(ただしAFCチャンピオンズリーグには、上記年間順位上位3位までのチームが出場する)

この点について、大東和美Jリーグチェアマン(当時)へのインタビュー [23] では、2ステージを行ない、前期後期の1位と2位のチーム、そして年間勝点1位のチームの、計5チームで優勝決定トーナメントを行なうことが決定事項であることが明らかにされている。この方式は2013年9月時点でJリーグが提示したポストシーズン制度であるが、この方式は敗退行為が発生する可能性があるとして現在の方式に変更されている [7, 15]。前後期それぞれの順位をポストシーズン進出条件に利用できなくなったため、空いた2枠を年間勝点2位と3位で置き換え、敗退行為を防ぐために繰上げは無しとしたものが決定案である。

敗退行為・談合試合が起こるかどうかは大会方式を設計する上で非常に重要な点である。サッカーで談合試合の疑惑をもたれている有名な事例が1982年ワールドカップスペイン大会で起こっている [20]。一次リーグ最終戦で対戦した2チームが、お互いが一次リーグを突破できるように試合を操作したのではないかという疑惑である。原因は一次リーグ最終節の試合時間が異なり、当該の2チームがともに一次リーグを勝ち抜く条件が試合前に確定していたことである。この事例を受け、1986年大会から一次リーグ最終節の2試合は同時刻に開始するよう変更されている。

他のスポーツでも、ロンドンオリンピックのバドミントンでは準々決勝の組み合わせを有利にするために4組のペアが故意の失点を繰り返したことが問題となった [3]。これは故意に負けることがその先で明らかに有利になるよう、不適切に一次リーグ戦を設計したことが大きな要因である(これ以前の大会のようにトーナメント戦であれば敗退行為は起こりえない)。

このように、不適切な大会方式は不正行為を助長する可能性があるため、大会の実施責任者は慎重にさまざまな可能性を点検し設計を行うべきである。

年間勝点1位をシードしたのは選手会の意向を反映したものである [17, 67 ページ] が、これは「配慮」にとどまっており公式な「タイトル」ではない。年間勝点1位をタイトルとしてしまうと、結局それ以外のタイトルやポストシーズン実施の意義がなくなると判断したのであろうか。

5チームによるポストシーズンを実施したいのであれば、1ステージ制として上位5チームによるポストシーズンを行う方式が単純かつ自然であるように思われる。実際に2013年9月に行われた「J1 リーグ大会方式の変更について」の説明会 [11] では

- 2ステージ制：各ステージごとの1位と2位とがたすき掛けで勝ち上がり、最終的に34節での年間1位のチームとチャンピオンシップを争う

● プレーオフ制：34試合でのリーグ戦の1位から5位のプレーオフを実施する
の二つの方式が提案されていることが報告されているが、最終的には1ステージ制ではなく2ステージ制が採用されている。2ステージ制支持の根拠として、1シーズンに最大3クラブがタイトル(前期優勝、後期優勝、年間優勝)を獲得できることが魅力的であることが示されており[17, 49ページ]、タイトルを増やすために2ステージありきの制度設計であったことが伺える。以上の調査から、新ポストシーズンの形式は、選手の意見を取り入れたように見えるがそれと根本的に矛盾する2ステージ制ありきで設計したため、結果的にいびつな方式となったことが分かった。

さらに、同説明会内で、プレーオフが必ず実施される方式とするようテレビ局の意向が強く働いていることが明らかにされていることにも着目したい。確かに新方式ではポストシーズンは最低3試合確保されるものの、チーム数に変動があり、リーグが雛形として示している5チームで実施されることはほとんどない。テレビ局の要望に対しJリーグがこの点をきちんと説明しているのかどうか、もしテレビ局がこの点を理解した場合に放映権を購入するか、など不透明な点がいくつかある。

日程設計にも問題がある。このポストシーズン制度では最大5試合が行われるため、その日程をあらかじめ確保する必要がある。しかし、過去の実績でもわれわれのシミュレーションでも、5チームで最大5試合行われるのは数十年に1回、1回戦が行われる4チーム以上も3~4年に1回程度である。つまり、3~4年に1回しか行われない試合のために、毎年試合日を1日設定しなくてはならないのである。この事実も、現在Jリーグが行っている5チームを基本とした説明では明らかにならず、本論文で提唱する「年間上位3チーム+ステージ優勝チームの救済」の定義およびシミュレーション結果によりはじめて明らかになるものである。

大会方式設計はリーグの根幹を成す事柄であるが、敗退行為・談合試合発生の可能性について最低限の点検がなされずに素案を公式にリリースしてしまった事、およびその後根本的な制度設計変更が検討されず場当たり的な修正のみ成された(ように見える)2点について、Jリーグはサポーターを含め関係各所に詳細な説明をするべきではないだろうか。

5. 結論

本稿では2015年度から採用されているJリーグの2ステージ+ポストシーズン制度に対する計算機シミュレーションを行い、この制度が本質的に出場チームの重複を避けられず、年間上位3チームを基本形とした実質1ステージ制であることを明らかにした。

また年間勝点上位3チームが出場権を持つため、ステージ優勝チームがその権利のみでポストシーズンに進出することは「年間順位は4位以下ではあるがステージ優勝で救済される」ことを意味しており、ステージ優勝の地位を落としかねない形式であることも指摘した。また、年間勝点1位はポストシーズンでシードされ優遇されるものの、公式のタイトルホルダーにはなれず、こちらの価値も低くなっている。

シミュレーション結果および過去の実績の分析から、新方式は「2ステージ制」「(1つの)ポストシーズン」および「年間勝点」という両立が難しいものを一度に取り込もうとした結果、いびつな方式となっている事がわかった。ポストシーズンを導入し盛り上がりを図るのであれば、1ステージ+ポストシーズン制、もしくはアメリカ流のカンファレンス制などへの根本的な変更が必要であると結論付ける。

参考文献

- [1] bj リーグ: 2014-2015 シーズン優勝決定方法, <http://www.bj-league.com/championship.php> (2015 年 2 月 27 日参照).
- [2] J.S. Croucher: Using Statistics to Predict Scores in English Premier League Soccer. In S. Butenko, J. Gil-Lafuente, and P.M. Pardalos (eds.): *Economics, Management and Optimization in Sports* (Springer Berlin Heidelberg, 2004), 43–57.
- [3] R. Gilmour: Badminton match-fixing scandal: how and why the four pairs were disqualified from the london 2012 olympics, <http://www.telegraph.co.uk/sport/olympics/badminton/9444025/Badminton-match-fixing-scandal-how-and-why-the-four-pairs-were-disqualified-from-the-London-2012-Olympics.html> (2015 年 3 月 2 日参照).
- [4] J. Greenhough, P.C. Birch, S.C. Chapman, and G. Rowlands: Football goal distributions and extremal statistics. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, **316** (2002), 615–624
- [5] 廣津信義, 須崎政文, 尾崎俊治: ワールドベースボールクラシック (WBC) の対戦方式の確率計算による検討. *オペレーションズ・リサーチ*, **57** (2012), 629–638.
- [6] ジャパンラグビートップリーグ: 規約第 39 条, <http://www.top-league.jp/about/kiyaku/2013/a/03.html#39>. (2015 年 2 月 25 日参照).
- [7] J リーグ: 10 月 30 日開催 大会方式変更に関する意見交換会についてのチェアマンコメント, <http://www.j-league.or.jp/release/000/00005433.html> (2014 年 11 月 28 日参照).
- [8] J リーグ: 2015 シーズン以降の大会方式について チャンピオンシップ (仮) はホーム & アウェイ方式で実施, <http://www.j-league.or.jp/release/000/00005661.html> (2014 年 11 月 28 日参照).
- [9] J リーグ: 2015 シーズン以降の J1 リーグ戦大会方式について, <http://www.jleague.jp/aboutj/construction/> (2015 年 2 月 15 日参照).
- [10] Jupiler Pro League: Formule de championnat. <http://www.sport.be/fr/jupilerproleague/competitieformule/> (in French) (2014 年 11 月 28 日参照).
- [11] 川崎フロンターレ: 「J1 リーグ大会方式の変更について」の説明会 (報告), http://www.frontale.co.jp/info/2013/0922_1.html (2015 年 2 月 27 日参照).
- [12] M.J. Maher: Modelling association football scores. *Statistica Neerlandica*, **36** (1982), 109–118.
- [13] Major League Soccer: Competition rules and regulations, <http://pressbox.mlssoccer.com/content/competition-rules-and-regulations>. (2015 年 2 月 25 日参照).
- [14] Major League Baseball: World series history, <http://m.mlb.com/postseason/history> (2015 年 2 月 25 日参照).
- [15] MSN 産経新聞: 2 ステージ制見直しも抜け道発覚, 1 シーズン維持に含み, <http://sankei.jp.msn.com/sports/news/131030/scr13103019190009-n1.htm>. (2014 年 11 月 28 日参照).
- [16] National Football League: History 1941–1950, <http://www.nfl.com/history/chronology/1941-1950> (2015 年 2 月 25 日参照).
- [17] 大東和美, 村井満 (編), 秋元大輔 (構成): J リーグ再建計画 (日本経済新聞社, 2014).
- [18] C. Reep, R. Pollard, and B. Benjamin: Skill and chance in ball games. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, **134** (1971), 623–629.

- [19] Scottish Professional Football League: The rules of the Scottish Professional Football League, http://spfl.co.uk/docs/067_324__therulesofthescottishprofessionalfootballleagueasat11september2014_1411980004.pdf (2014年11月28日参照).
- [20] R. Smyth: World cup: 25 stunning moments ... no3: West germany 1-0 austria in 1982, <http://www.theguardian.com/football/blog/2014/feb/25/world-cup-25-stunning-moments-no3-germany-austria-1982-rob-smyth> (2015年3月3日参照).
- [21] 杉山孝: 中南米の2ステージ制は成功しているか? (サッカー批評 issue65 掲載), <http://www.footballchannel.jp/2013/11/15/post12391/> (2014年11月28日参照).
- [22] Vリーグ: 2014/15 シーズンから採用するVリーグ新開催方式について, http://www.vleague.or.jp/news_topics2/article/id=12463 (2014年12月19日参照).
- [23] 柳澤健 (構成): <Jチェアマンの真意> 大東和美「2ステージ制は苦渋の決断だった」, <http://number.bunshun.jp/articles/-/724962> (2014年11月28日参照).

小中 英嗣
名城大学
理工学部情報工学科
〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501
E-mail: konaka@meijo-u.ac.jp

ABSTRACT

STATISTICAL ANALYSIS OF TWO-STAGE AND POSTSEASON FORMAT
OF J1 FOOTBALL LEAGUE

Takeshi IZUMI Eiji KONAKA
Meijo University

In this paper, the new postseason format from 2015 season of J1 League, the top division of professional football in Japan, is simulated and analyzed statistically. Official regulation defines that the new postseason from the 2015 season consists of five teams selected by different principles — the top three teams by total season points, and the winning teams of the 1st and 2nd half of the season.

The simulation results concludes that there are overlaps within these five teams very frequently, therefore the postseason tournament will be held with 3, 4, and 5 teams (i.e., without any overlaps) with probability 62%, 35%, and 3%.

The result is obtained by using numerical simulation of 10^5 seasons. The goal scoring model is based on the results in 5 years (from 2010 to 2014 seasons), and is constructed by regression analysis technique.

This result clarifies that the new postseason format is inherently one-stage, NOT two-stage as officially defined, format because the selection condition for the postseason tournament is not designed correctly.