

# スポーツリーグの最適立地問題 ～p-メディアン問題から考えるBリーグのホーム立地問題～

齊 藤 裕 志

1. はじめに
  2. 背景
  3. 計算モデル
    - 3-1 施設配置問題
    - 3-2 p-メディアン問題の定式化
    - 3-3 モデルの環境設定
  4. 計算結果
    - 4-1 最適な立地点と立地効率性の評価
      - 4-1-1 アリーナ制約がある場合
      - 4-1-2 アリーナ制約がない場合
    - 4-2 新規立地候補地点
      - 4-2-1 現実的拡張（短期的分析）
      - 4-2-2 理想的拡張（長期的分析）
  5. 結語
- 参考文献

## 1. はじめに

日本野球機構（Nippon Professional Baseball Organization : NPBO）、Jリーグ（J. League）に続くメジャースポーツの第3のプロリーグであるBリーグ（B.League）が、いま「熱い」.<sup>1)</sup> 先行する2つのリーグの観客動員数に比べると未だその規模は小さいものの、着実にファンの支持を集めている（表1）。

誕生間もないこのBリーグが先行する2つのリーグのように持続的な発展を遂げるためには、こ

---

1) Bリーグ（B. League）は、2016年3月18日に「公益財団法人・ジャパン・プロフェッショナル・バスケットボール・リーグ（Japan Professional Basketball League : JPBL）」として誕生したプロフェッショナルのバスケットボールリーグ（の愛称）である（[https://www.bleague.jp/news\\_detail/id=16575/](https://www.bleague.jp/news_detail/id=16575/)）。

表1 各リーグの入場者総数および1試合平均入場者数

| シーズン | Bリーグ                     |                    |       | NPBO                 |                      |          | Jリーグ                                   |  |
|------|--------------------------|--------------------|-------|----------------------|----------------------|----------|--|--|
|      | 2016~<br>2017年           | 2017~<br>2018年     |       | 2016年                | 2017年                |          | 2016年                                  | 2017年                                  |
| B1   | 1,500,000 a)<br>2,786 b) | 1,540,000<br>2,897 | セ・リーグ | 13,848,988<br>32,282 | 14,024,019<br>32,690 | J1       | 5,498,222<br>17,968                    | 5,778,178<br>18,883                    |
| B2   | 650,000<br>1,202         | 870,000<br>1,550   | パ・リーグ | 11,132,526<br>25,950 | 11,115,444<br>25,910 | J2<br>J3 | 3,209,051<br>6,946<br>709,640<br>2,957 | 3,219,936<br>6,970<br>710,621<br>2,613 |

注：a) 入場者総数, b) 1試合平均入場者数

出典：Bリーグに関しては「Monthly Marketing Report 2017-18 Season [第32節終了時]」より、NPBOおよびJリーグに関しては各リーグのHP等から筆者作成。

れから様々な問題を解決していかなければならない。その1つに、リーグに所属する各チームのホーム立地をいかに配置するかという問題を挙げることができる。経済活動を考える際、通常「何を」、「どのように」、「どれだけ」生産・消費するかという意味決定がまず念頭に上がる。しかし「どこで」生産・消費するかという点も重要な意思決定項目である。2018年11月に一応の決着を見た米国・Amazon社の第2本社立地にまつわる一連の騒動は、「どこで」という問いかけの重要性を物語っている。<sup>2)</sup>

ビジネスという側面でスポーツリーグを捉えた場合、ライブのゲームへいかにファンを集めるか、換言すればチームのホームアリーナの場所をどこにするかが重要な問題となってくる。会社の事務所やコンビニであれば比較的容易に立地の変更ができるかもしれないが、スポーツリーグのホーム立地は、施設規模の大きさ、代替可能地の数などの制約から、それほど容易な変更はできない。それゆえ初めにどこに立地するかが後の展開に重大な影響を及ぼす可能性が出てくる。何の根拠もなくチームの本拠地を決めてしまえば、そのチームの収益、ひいてはリーグ全体の収益にマイナスの効果（外部不経済）を及ぼすこともあり得る。

2) 2018年11月13日、米国・Amazon社はシアトルに続く第2本社の立地をニューヨーク州・ロングアイランド地区とバージニア州・ワシントンD.C.近郊にあるアーリントンの2ヶ所に設立することを表明した。ほぼ1年前、同社のCEO・J. Bezosが北米の何れかの都市に第2本社を新たに設けることを宣言して以降、多くの都市が候補に名乗りを上げ、激しい誘致合戦が展開された。この熱い誘致合戦の背景には、同社の立地を受け入れた地域に、5万人の新規雇用と50億ドルの新たな投資がもたらされるとの予測が明らかにされたためだ。一方立地を決めるAmazon側も、どこの都市でも構わないというわけではなく、多くの高技能労働者を獲得できる場所はどこか、連邦政府との密なコミュニケーションができる場所はどこか、といった事業を展開する上で重要な点を十分考慮していたと考えられる(Economist.com. [2018a], Economist.com. [2018b])。

そこで本論文では、組み合わせ最適化問題の手法の1つである「p-メディアン問題」を用い、チームの最適立地の導出と現状との比較、および新たな立地候補地点の探索とその評価を実施した。論文内容は以下の通りである。まず第2章では、スポーツ経済学という枠組みの中で本論文の問題意識を位置付けた。続く第3章では、分析で用いる「p-メディアン問題」の内容と論文で適用する際の具体的な設定を述べた。これを踏まえた第4章では、計算結果の提示とその評価を実施した。そして結語において得られた結果のまとめと分析に関する今後の改善点について論じた。

## 2. 背景

まず本章では、本論文が取り上げるプロフェッショナルなスポーツリーグの立地問題をスポーツ経済学の中で位置付ける作業を行う。以下で述べるように、他の産業と異なり、スポーツリーグ産業は2つの特徴（peculiarity）を有しているため、リーグ主催者による市場への介入・規制が許容されている。しかし、リーグに参加するチーム数やそのチームの本拠地の決定にまで厳しい制約が課されることに対しては、経済学者の間で意見の完全な一致は見られていない。それゆえ最適な立地を取り上げる本論文は、このような介入・規制を考察するための1つの材料となり得る。

スポーツリーグを産業（ビジネス）と捉えた場合、そこには他の産業とは異なる2つの特徴を見出すことができる。<sup>3)</sup> 第1の特徴は、競合するライバルとの協力関係の構築である。スポーツリーグ（とその参加者）は、ゲーム（試合）やゲームを通じた選手権（championship）といった「生産物」を生産する。このゲームや選手権といったサービスを生産するには、生産プロセスにおいてライバルという競争相手を必ず必要とする（競技相手がいなければゲームは成立せず、互いにルールを守らなければ、やはりゲームは成立しない）。財・サービスを生産・供給するのに、こういったライバルとの協力関係が不可欠となる産業はあまりない。

第2の特徴は、ゲームや選手権に対する「結果の不確実性（uncertainty of outcome hypothesis : UOH）」である。対戦者間で実力差があり過ぎるために結果が事前にわかってしまうゲームや選手権ほど、ファンにとって退屈なものはない。それゆえ結果に対する不確実性が高まるほど、リーグが供給する生産物への需要は高まってくる。<sup>4)</sup> リーグがこの結果の不確実性を保持するには、対戦チーム間で均整の取れた戦力分布（「戦力均衡、competitive balance : CB」）が確立されていなければならない。したがってリーグの主催者は結果の不確実性を維持してファンの関心をゲームにつなぎ留めておくため、戦力均衡のある水準以上に保たねばならない。

3) Késenne [2014], ch.1.

4) ファンにとって、「結果の不確実性」の高いことが常に望ましいというわけではない。「お気に入り（地元）」のチームが常に勝つことを望む人もいれば、時に弱小チームが強豪チームを打ち負かす光景を観たいと感じるファンもいるためだ。

しかし先の生産物市場，さらに選手の移籍や新人の加入を扱う投入物市場が介入・規制のない自由な市場であれば，リーグの戦力均衡は崩れ，結果の不確実性が損なわれる危険が出てくる。もし望むチームに入る自由が選手に許されるならば，選手が自らの価値を最も高く評価し相応の報酬を提示してくれるチームを選択する可能性は十分高くなる。ここで選手を最も高く評価する・できるチームが大都市に本拠を置く財政の豊かなチームだとすれば，能力の高い選手が一部の「金満チーム」に集中する事態が起こり得る。このように自由市場とフランチャイズ（ホーム立地）における市場規模の大小を前提とすれば，戦力均衡とそれを通じた結果の不確実性は低下し，ファンの関心が失われる事態が発生する可能性が出てくる。

そうした事態を回避するため，リーグの主催者は生産物および投入物双方の市場で様々な介入・規制政策を実行する。生産物市場での介入・規制政策としては「収入分配（revenue sharing）」、「サラリーキャップ（salary caps）」などが，投入物市場では「移籍制度（transfer system）」、「ドラフト制（rookie draft）」などが実施されている。何れの政策もリーグ全体の戦力分布の事前の偏りを矯正し，再分配政策によって弱小チームの事後的な財政不安を解消することを目指したものである。<sup>5)</sup>

こうした止むを得ない介入・規制がある一方で，その根拠が疑わしい介入・規制も存在する。それがリーグにおけるチーム数と立地選択に関わる制限である。リーグの主催者はゲームや選手権といった生産物を魅力的なものとするために，どれだけの数のチームをどの場所で参加させるか（ゲームを主催させるか）を決める。特に独占的な地位にあるリーグの主催者の場合，往々にしてチームの自由な参入や立地選択を認めないことが多い。<sup>6)</sup> だがこのような介入・規制はファンを含めたリーグ全体の厚生水準を最大にするとは限らない。最適なチーム数に関しては，2000年代以降

---

5) 投入物市場への介入，特に選手のチーム間分布への介入に関してはその有効性に早くから疑念が持たれていた。S. Rottenberg が提唱した「不変命題（invariance proposition）」がその代表例である（各チームが利潤最大化を目的として行動する限り，選手のチーム間配分は介入・規制政策がある場合とない場合で変わらない。このため介入政策があろうとなかろうと，優秀な選手が特定のチームに集中する事態は必ず起こる。それゆえ，介入・規制の有効性は高くないというのがその論旨である（Rottenberg [1956]））。しかしこの命題が成立したとしても，選手の移籍の際に強豪チームから弱小チームに支払われる移籍金によって，弱小チームの財政が改善されるというプラスの側面もあるため，現状では介入・規制政策に一定の理解を示す人々が多い。

6) 上位リーグを下位リーグと全く異なるものとして扱いチーム数を固定する閉鎖型リーグ（北米に多い）と異なり，上位リーグと下位リーグの間で昇格と降格を通じたチームの入れ替えがある開放型リーグ（欧州に多い）の場合は，チーム数や立地選択に関し柔軟な対応が可能であるという意見もある。しかしその欧州の閉鎖型リーグであってもチーム数や立地選択（特に変更）についての完全な自由はなく，リーグメンバーの承認を必要とするといった制約があるのが現実である。閉鎖型と開放型の比較とそれを通じたスポーツリーグにまつわる様々な問題に関してはSzymanski [2012] が有益な考察を展開している。

から幾つかの研究がなされている。それらの論考によれば、独占的なリーグ（多くのリーグがこれに相当する）がチーム数を決めた場合、その数は自由参入を許す場合はもちろんのこと、全体の厚生水準から見た最適なチーム数をも下回ることが明らかにされている。<sup>7)</sup>

一方チームの最適な立地選択に関しては、最適チーム数の決定と比べてその研究に未だ厚みはない。なるほど都市がチームを保有することの経済的価値や、メガスポーツイベントを主催することの便益を測定するといった分析はそれなりに多い。<sup>8)</sup>しかし最適性という基準からリーグとしていかにチームの立地を考えるかという視点での研究はほとんどない。

その数少ない例外としてEinolf [2012] の研究を挙げることができる。Einolf は経営工学の手法を用い、「より多くのファンを集めることのできる立地はどこか」という観点から北米の4大プロスポーツリーグの立地状況を分析している。特に現実のチーム立地が最適なそれとどれほど乖離しているか、種目ごとでその乖離度に差があるか、さらに新規の立地候補地はどこか、といった点を分析し興味深い事実を引き出している。しかし都市圏を分析の単位としているために、同一都市圏内に複数のチームが共存する状況を分析できていない。また最適な立地の計算に用いる需要量（市場規模の大きさ）を立地点の所得のみに限定した分析に止まっている。

このような問題点に対し、本論文は以下のような対応で臨んだ。まず分析の対象範囲に関しては、1つの都市（本論文では東京都、ただし離島地域は除く）に限定する立場をとった。このような限定によって日本全体を分析対象とすることができなくなるというデメリットが生じるものの、同一立地に複数のチームが混在する状況を排除することが可能となる。Einolf [2012] の分析が「マクロ」的視点なのに対し、本論文は「ミクロ」的な視点での分析となる。これによって、本論文はEinolf [2012] の研究と補完的な関係を構築することを目指した。また需要量に関しては、所得のみならず複数のデータを用いることにした。需要量（市場規模の大きさ）としては立地点における所得ばかりでなく、人口や人口密度といった要素も重要と考えたためだ。このように複数の需要量を取り上げることで、分析の頑健性を高めることを目指した。

### 3. 計算モデル

本章では、チームの最適立地を導出する手法と実際の適用に際しての環境設定を述べる。用いる手法は「施設配置問題」に属する「p-メディアン問題」である。この手法を使って実際の計算をするにあたっては、パラメーターの設定や新たな制約式を追加することによって、より実情に即した解

7) 最適なチーム数に関しては, Noll [2003], Kahn [2007], Késenne [2009], Késenne [2014], ch.2を参照されたい。

8) 都市がプロスポーツチームを保有することの様々な価値についてはNoll and Zimbalist [1997] が詳しく、メガスポーツイベント（五輪、サッカーW杯、NFLのスーパーボール）の経済価値についてはKahane and Shmanske [2012] のPart Vが参考になる。

の導出を試みた。

### 3-1 施設配置問題

本論文では、スポーツチームのホーム立地問題を組み合わせ最適化問題に属する施設配置問題の観点から考察する。具体的には、施設配置問題の一技法であるp-メディアン問題と呼ばれる線形の整数最適化問題を用いて、a) 既存チームに関する立地の最適性、b) 新規参入チームの新たな立地候補地の探索、という2つの問題を分析する。

施設配置問題とは、分析対象の地域に居住する利用者の利便性を考慮しながら、各種の施設に関する最も優れた配置場所を決定する問題とその解法である。数学的には、設置可能な施設の立地点の数と地域の需要分布が与えられたもとで、ある基準を満たす（目的関数を最大化または最小化する）ように施設の配置を決定していく問題と表現できる。対象となる施設には、学校、ごみ処理場、消防署、病院、郵便局などの公共施設や、工場、コンビニエンス・ストア、金融機関（ATM）、配送センターといった民間施設などがあり、現実社会との結びつきの強い応用事例が豊富にある。<sup>9)</sup>

多岐にわたる応用事例を扱う施設配置問題は、1) 舞台となる空間、2) 空間における距離の設定、3) 需要者（量）の分布状況、4) 施設数、5) 目的関数の性質、などに応じて様々な種類が存在する。特に利用者が居住し施設が配置される空間をどう考えるかによっていくつかのタイプに分類できる。<sup>10)</sup> 本論文では、数ある施設配置問題の中の1つである「離散型施設配置問題」に注目した。このモデルは需要者の分布と施設の立地を「点と線」として扱い、立地点間の距離に関しても多様な形式が利用可能であるという意味で最も柔軟性の高い分析設定となっているためだ。

この離散型施設配置問題は最適化における目的関数の違いに応じて、「被覆問題」と「平均距離モデル」に分類できる。前者は予め時間的・空間的な制約を設け（最悪の事態を想定し）、それを満たすように施設やサービスを配置していく状況を念頭に置いたもので、「被覆問題」、「最大被覆問題」、「p-センター問題」などが代表的な手法となっている。一方後者は施設利用者が最も近い施設を利用することを想定し、施設までの総距離を最小にするように施設の配置場所を求める状況を取り扱うもので、「p-メディアン問題」がその代表的な手法となっている。

コンビニエンス・ストアの立地決定を例にとりこの2つの手法の違い表現すると以下のようなになる。例えば、高齢化の進展で多くの顧客が自宅から一定距離以上の店舗への買い物が困難となる状況が発生したとする。この状況に対してコンビニの本部が「高齢者の顧客が徒歩5分以内で来店

---

9) 施設配置問題およびその事例に関しては、欧文ではDaskin [2013]、邦文では穴井・斉藤 [2015]、加藤 [2007]、藤澤・梅谷 [2009] が参考になる。

10) Daskin [2013], pp.11-26.

できるように店舗の配置を決める」としたならば、これはp-センター問題で対処しようとしたことになる。施設までの距離が最も遠い利用者にとって、施設まで移動する距離を最小とするように施設の配置場所を求めるのがこの手法の目的だからだ。これに対し上記のような制約を設けず、ターゲットとしたエリア全体の需要分布を考慮して、店舗と顧客の移動距離を最小とするようにしながら多くの顧客を呼び込むことを目的に立地点を決めるのがp-メディアン問題といえる。

スポーツチームがその本拠地の立地を決める場合、どれだけのファンを試合会場に取り込むことができるかが重要となる。ある場所にホームアリーナを設置し、その地点を中心にしてできるだけ多くのファンに足を運んでもらう、このような観点から立地問題を考えるとすれば、サービスの提供範囲に関する時間的・空間的制約を予め設定するp-センター問題よりも、p-メディアン問題のほうが手法としてはよりの確である。<sup>11)</sup> この点を考慮し、本論文ではEinolf [2012]と同様、p-メディアン問題を用いてスポーツチームのホーム立地問題に取り組む。

### 3-2 p-メディアン問題の定式化

p-メディアン問題は、与えられた $n$ 個の需要点から、ある基準に照らして $p$ 個の地点を選んで施設を配置し、 $n$ 個の需要点に居住する利用者の要望に応えようとする状況をモデル化したものである。ここで基準、すなわち目的関数とは需要点と施設との距離を各需要点における需要量で重み付けた総距離を指す。そしてこの目的関数が最小となるように $p$ 個の施設点を決定していく。モデルの定式は以下ようになる：

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (2)$$

$$x_{ij} \leq x_{jj} \quad \forall i, j \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ii} = p \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i, j \quad (5)$$

変数およびパラメーターの内容は以下の通りである：

11) p-メディアン問題には、最適解が存在するという利点もある (Hakimi [1964], [1965])。

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{立地点 } i \text{ の利用者が立地点 } j \text{ の施設を利用する場合} \\ 0 & \text{その他の場合} \end{cases}$$

$n$  = 需要点の総数

$w_i$  = 立地点  $i$  における需要量

$d_{ij}$  = 立地点  $i$  と立地点  $j$  の間の距離

$p$  = 設置される施設の総数

$p$ -メディアン問題の変数である  $x_{ij}$  は、総数  $p$  の施設が利用者の居住する需要点にどのように配置されるかを表したものである。需要点  $i$  の利用者が施設点  $j$  を利用する場合は 1、それ以外の場合は 0 をとる 0-1 型の変数で、施設自体が需要点  $i$  に設置される場合には  $x_{ii} = 1$ 、それ以外の場合は 0 とする。

目的関数(1)は需要量で重み付けた総距離であり、移動費用の代理変数としての役割を果たすものである。需要点  $i$  と施設点  $j$  の距離 ( $d_{ij}$ ) に変数  $x_{ij}$  をかけることで、両地点間における実際の利用状況のみを取り出すようにしている。これに各需要点での需要量  $w_i$  をかけ合わせることで、各立地点における施設への需要量を考慮した利用者の全体的な移動距離を把握する形をとっている。

制約式(2)は、各需要点の利用者が必ずどこか 1 つの施設を利用すること要求するものである。制約式(3)は、施設が配置されていない立地点に利用者が流れることを防ぐための措置を意味している。<sup>12)</sup> 制約式(4)は配置される施設の総数が  $p$  であることを表している。制約式(5)は変数  $x_{ij}$  が 0 と 1 の何れかの値のみをとることを表したものである。

### 3-3 モデルの環境設定

実際にモデルを解くためには、上述した  $p$ -メディアン問題の基本モデル (式(1)~(5)) にさらなる条件や情報を付け加える必要がある。具体的には、1) 距離  $d_{ij}$ 、2) アリーナ制約、3) 施設数  $p$ 、4) 需要量  $w_i$ 、5) 距離と需要量における感度パラメータ  $\alpha$ 、の 5 つがそれに相当する。

まず立地点  $i$  と  $j$  の間の距離  $d_{ij}$  の具体的なデータについては、「測地線の長さ」を用いることにした。2 地点間の距離に関しては様々な形式があり得る (物理的な距離か時間的・金銭的距離か、物理的距離であれば現実の地表をどのように測定するか等)。しかしデータ入手の容易さ、算出される距離の正確性といった点を考慮し、本論文では地球を回転楕円体と見なして 2 地点間の最短経路距離を導出する「測地線距離」を採用することにした。<sup>13)</sup> 具体的な距離は、各地点の緯度・経度

12) 立地点  $j$  に施設がなければ ( $x_{jj} = 0$ )、立地点  $i$  から立地点  $j$  への利用者の流れは存在しない ( $x_{ij} \neq 1$ )。ゆえに  $x_{ij} \leq x_{jj}$  となる。

13) 徒歩や乗り物 (自動車、鉄道) による移動を念頭に置いた時間的・金銭的距離は分析にとって確かに理想的なデータであるものの、それをを用いて 2 地点間の最短時間や最小費用を決定するにはかなりの手間がか



データをもとに国土地理院提供のウェブサービスより導出した。<sup>14)</sup>

次に施設であるアリーナに関して制約を設けることにした。Bリーグではチームの参加要件として一定以上の機能と規模を有するホームアリーナの確保を要求している。<sup>15)</sup> 例えば、規模については、入場可能な座席数としてB1で5000席以上、B2では3000席以上といった基準を要件としている。<sup>16)</sup> また機能という点では、固定席、貴賓席、車椅子席などの設置とその設計基準に始まり、駐車場、トイレ、選手用更衣室、インターネット回線といった様々な検査項目に詳細な要件を設けている。<sup>17)</sup> 残念ながら、本論文が対象とする東京都区市町村（ただし離島地域は除く）にあるすべての体育館やアリーナがこのような要件を満たしているわけではない。したがって、長期的にはともかく、現時点でチームがある地点に本拠を置くべきか否かを判断するには、その場所に基準要件を満たすアリーナが存在することが重要な前提条件となってくる。そこで本論文では、各立地候補点が基準要件を満たすアリーナを有しているか否かに関し、以下のような新たな制約式を付け加えることにした：

$$x_{ii} \leq a_{ii} \quad \forall i \quad (6)$$

ここで $a_{ii}$ は立地点*i*において基準要件を満たすアリーナの数を表している。(6)のような制約を課すことで、基準を満たすアリーナを持つ立地点のみを解の対象とするようにした。<sup>18)</sup>

続いて設置する施設数（本拠地の数） $p$ については、現状分析では4つ、新規の立地候補点の探索では8つとした。表2にあるように、東京都に本拠を置くBリーグ（B1とB2）のチームは現在4つある。このうちB1に所属する「サンロッカーズ渋谷」と「アルバルク東京」は同じ渋谷区にホームアリーナを設置しているが、アルバルク東京の本拠地である国立代々木第2体育館は、2020年

かる。また物理的距離に関しても地球を球体と見なして2地点間の大円距離を計算する方法もあるが、正確性という点で測地線距離に劣る（三浦 [2015], p.701）。

14) 緯度・経度の測定点には様々な場所が考えられるが、本論文では各区市町村の役所の立地点を測定点として採用した。

15) B. League Official Rule Book 2018-19, p.15.

16) 同上, p.211.

17) 同上, pp.211-253.

18) 本論文(4-1-1, 4-2-1)では、アリーナが満たすべき基準要件をアリーナの「床面積」という1つの指標に集約させることにした。具体的には、B1に所属している「ライジングゼファー福岡」のホームアリーナ「福岡市民体育館」の床面積1764㎡を下限の数値とし、これ以上の床面積を持つアリーナを制約を満たす施設としてカウントした。残念ながらHPなどの公開情報から分析対象となる体育館やアリーナが、Bリーグの求める基準要件を厳密に満たしているか否かは不明である。したがって一種の暫定措置としてこの制約を設けた。

表2 東京都に本拠を置くBリーグチーム（2018-2019シーズン）

| 所属 地区  | チーム        | ホームアリーナ（準ホームアリーナ）                                  | 住所  |
|--------|------------|--|---|
| B1 東地区 | サンロッカーズ渋谷  | 青山学院記念館<br>(墨田区総合体育館)                              | 東京都渋谷区渋谷4-4-25<br>東京都墨田区錦糸4-15-1                      |
| B1 東地区 | アルバルク東京    | 国立代々木第2体育館<br>(アリーナ立川立飛)<br>(駒沢オリンピック公園総合運動場体育館)   | 東京都渋谷区神南2-1-1<br>東京都立川市泉町500-4<br>東京都世田谷区駒沢公園1-1-1    |
| B2 中地区 | アースフレンズ東京Z | 大田区総合体育館<br>(世田谷区立総合運動場体育館)<br>(片柳アリーナ(日本工学院専門学校)) | 東京都大田区東蒲田1-11-1<br>東京都世田谷区大蔵4-6-1<br>東京都大田区西蒲田5-23-22 |
| B2 中地区 | 東京八王子ビートルズ | エスフォルタアリーナ八王子                                      | 東京都八王子市狭間町1453-1                                      |

出典：Bリーグ公式サイト「club」：<https://www.bleague.jp/club/>および各クラブの公式サイトより筆者作成。

東京オリンピックに向けた改修工事のため現在使用できない状況にある。このためアルバルク東京は、立川市の「アリーナ立川立飛」を臨時のホームアリーナとしている。同一立地点に複数のチームが混在することを避けるため、本論文では東京都のホームアリーナ所在地を「太田区」、「渋谷区」、「八王子市」、「立川市」の4地域として分析することにした。これを踏まえ、新規立地候補点を追加した分析でも、立地点数をこの4と関連させて8つとした。<sup>19)</sup>

また各立地点の需要量  $w_i$  に関しては、a) 人口(人)、b) 人口密度(人/km<sup>2</sup>)、c) 課税対象所得(百万円)、d) 一人当たり課税対象所得(百万円)の4つを取り上げることにした。<sup>20)</sup> プロフェッショナルなスポーツリーグを収益面から見た場合、どれだけのファンが試合会場に足を運んでくれるかが重要となる。確かにプロスポーツの収益源には入場料収入のみならず、スポンサー収入、放映権収入、物販収入、ライセンス収入など様々な形態があるものの、北米や欧州のスポーツリーグと比較すれば、日本のスポーツリーグ、特に誕生間もないBリーグの場合、現段階で莫大な放映権料の獲得を期待することはできない。したがって、できるだけ多くのファンが来場してくれる場所にホームアリーナを置くことが必要となってくる。この施設配置作業で重要なのは、どの立地点にどれだ

19) 実は、立川市の「アリーナ立川立飛」の床面積は1558m<sup>2</sup>と脚注18で設定したアリーナ制約の下限を下回る値となっている。しかしBリーグが将来的により大きなアリーナを本拠とする意向を明確にしている点を踏まえ、本論文では「アリーナ立川立飛」を立地点として採用し立地数をなるべく多くとる一方、床面積については厳しい制約を課す対応をとることにした (B. League Official Rule Book 2018-19, p.211)。

20) データは総務省統計局 [2018] に依った。なお「b) 人口密度」については、区市町村によって総面積と利用可能な可住地面積に大きな差があることを考慮し、本分析で用いる人口密度は人口総数を「可住地面積」で除したものを採用した。また「d) 一人当たりの課税対象所得」については、課税対象所得を納税義務者数(所得割)で除したものを採用した。

けのファンが存在するかを知ることにある。そこで本論文では、各立地点の潜在的なファンの規模を先の4つの指標から捉えることにした。a), c) からは各チームが想定する営業独占地域（フランチャイズ）の量的な情報（大きさ）を、b), d) からは質的な情報（密度）を分析に反映させることを意図した。

最後に距離 $d_{ij}$ と需要量 $w_i$ の関係を表す感度パラメーター $\alpha$ を導入することにした。このパラメーターによって、モデルにおける距離と需要量のトレードオフ関係を分析に反映できるようにした。<sup>21)</sup> 立地決定に際し立地点間の距離が重要な状況では、各立地点の需要量はそれほど重要でなくなる。逆に立地決定において各立地点の需要量が重要となれば、立地点間の距離の重要性は弱まる。このようなトレードオフの関係性をモデルに組み入れるために、目的関数(1)の距離 $d_{ij}$ をその指数部分にパラメーター $\alpha$ をつけたべき乗の形( $d_{ij}^\alpha$ )に変更した新たな目的関数

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i d_{ij}^\alpha x_{ij} \quad (1)'$$

を用いることにした。距離で表現した移動費用に「規模の経済」が働くと想定し、パラメーター $\alpha$ には、「1」、「0.5」、「0.1」という3つの値を設けた。 $\alpha=0.5$ を中間の状況とし、 $\alpha=1$ では距離がより重要となる状況を、 $\alpha=0.1$ では各立地点の需要量がより重要となる状況をそれぞれ反映させた分析を行うこととした。

## 4. 計算結果

本章では最適な立地点の算出とその評価を行う。具体的には、既存の4つの立地点の最適立地を「アリーナの制約がある場合」と「アリーナの制約がない場合」のそれぞれについて算出し、現実の立地との乖離度を測定した。また立地点の数を4つから8つに拡張して最適な立地点を再計算することで、新規の立地候補点がどこであるかを探すとともに、立地点が4つの場合の分析がいかに影響を受けるかを調べた。<sup>22)</sup>

### 4-1 最適な立地点と立地効率性の評価

本節では東京都にホームを置く4つのチームの既存の立地点（および2つの準ホーム立地点）が最適であるか否かを分析した。特にアリーナの床面積に関する下限の制約を課した場合とそれを取り払った場合で最適な立地にどのような違いが見られるかを考察した。

21) Daskin [2013], pp.235-236, Einolf [2012], pp.268-269.

22) 計算には、株式会社NTTデータ数理システムの「Numerical Optimizer」を使用した。

表3 最適立地点 (p=4, 需要量：人口, アリーナ制約あり)

|                | 区市      | 需要量       |    | 重み付き総距離    |             |                |
|----------------|---------|-----------|----|------------|-------------|----------------|
|                |         | 人口<br>(人) | 順位 | a) 最適値     | b) 現実値      | 非効率指標<br>b)/a) |
| $\alpha = 1$   | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 87,992,115 | 111,955,306 | 1.272          |
|                | 大田区 **  | 717,082   | 3  |            |             |                |
|                | 墨田区 *   | 256,274   | 19 |            |             |                |
|                | 日野市     | 186,283   | 29 |            |             |                |
| $\alpha = 0.5$ | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 31,100,552 | 35,395,703  | 1.138          |
|                | 大田区 **  | 717,082   | 3  |            |             |                |
|                | 墨田区 *   | 256,274   | 19 |            |             |                |
|                | 日野市     | 186,283   | 29 |            |             |                |
| $\alpha = 0.1$ | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 13,230,633 | 14,626,346  | 1.105          |
|                | 大田区 **  | 717,082   | 3  |            |             |                |
|                | 足立区     | 670,122   | 5  |            |             |                |
|                | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |             |                |

\*\*：ホーム立地点, \*：準ホーム立地点.

表4 最適立地点 (p=4, 需要量：人口密度, アリーナ制約あり)

|                | 区市     | 需要量                          |    | 重み付き総距離   |           |                |
|----------------|--------|------------------------------|----|-----------|-----------|----------------|
|                |        | 人口密度<br>(人/km <sup>2</sup> ) | 順位 | a) 最適値    | b) 現実値    | 非効率指標<br>b)/a) |
| $\alpha = 1$   | 墨田区 *  | 18,611                       | 7  | 3,451,363 | 4,778,385 | 1.384          |
|                | 渋谷区 ** | 14,860                       | 15 |           |           |                |
|                | 立川市 ** | 7,249                        | 37 |           |           |                |
|                | 稲城市    | 5,694                        | 43 |           |           |                |
| $\alpha = 0.5$ | 墨田区 *  | 18,611                       | 7  | 1,328,041 | 1,573,061 | 1.184          |
|                | 渋谷区 ** | 14,860                       | 15 |           |           |                |
|                | 立川市 ** | 7,249                        | 37 |           |           |                |
|                | 稲城市    | 5,694                        | 43 |           |           |                |
| $\alpha = 0.1$ | 墨田区 *  | 18,611                       | 7  | 631,764   | 669,087   | 1.059          |
|                | 品川区    | 16,938                       | 10 |           |           |                |
|                | 渋谷区 ** | 14,860                       | 15 |           |           |                |
|                | 立川市 ** | 7,249                        | 37 |           |           |                |

\*\*：ホーム立地点, \*：準ホーム立地点.

#### 4-1-1 アリーナ制約がある場合

まず本拠地候補を4地点 (p=4) とし、東京都に本拠を置く4つのBリーグ所属チームの立地点 (大田区、渋谷区、八王子市、立川市) が重み付き総距離の最小化という基準から見て最適となっているか否か、そしてもし最適でないならば、既存の4つの立地点が最適な状況からどの程度乖離

表5 最適立地点 ( $\rho=4$ , 需要量: 課税対象所得, アリーナ制約あり)

|              | 区市   |    | 需要量             |    | 重み付き総距離     |             |                |
|--------------|------|----|-----------------|----|-------------|-------------|----------------|
|              |      |    | 課税対象所得<br>(百万円) | 順位 | a) 最適値      | b) 現実値      | 非効率指標<br>b)/a) |
| $\alpha=1$   | 世田谷区 | *  | 2,570,417       | 1  | 181,314,307 | 225,354,784 | 1.243          |
|              | 大田区  | ** | 1,599,153       | 2  |             |             |                |
|              | 墨田区  | *  | 508,563         | 22 |             |             |                |
|              | 日野市  |    | 322,768         | 31 |             |             |                |
| $\alpha=0.5$ | 世田谷区 | *  | 2,570,417       | 1  | 65,646,897  | 74,189,239  | 1.13           |
|              | 大田区  | ** | 1,599,153       | 2  |             |             |                |
|              | 墨田区  | *  | 508,563         | 22 |             |             |                |
|              | 日野市  |    | 322,768         | 31 |             |             |                |
| $\alpha=0.1$ | 世田谷区 | *  | 2,570,417       | 1  | 28,631,908  | 31,784,395  | 1.11           |
|              | 大田区  | ** | 1,599,153       | 2  |             |             |                |
|              | 港区   |    | 1,491,292       | 3  |             |             |                |
|              | 八王子市 | ** | 902,185         | 13 |             |             |                |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

表6 最適立地点 ( $\rho=4$ , 需要量: 1人当たり課税対象所得, アリーナ制約あり)

|              | 区市  |    | 需要量                  |    | 重み付き総距離 |        |                |
|--------------|-----|----|----------------------|----|---------|--------|----------------|
|              |     |    | 1人当たり課税対象所得<br>(百万円) | 順位 | a) 最適値  | b) 現実値 | 非効率指標<br>b)/a) |
| $\alpha=1$   | 渋谷区 | ** | 7.728                | 3  | 1,476   | 1,816  | 1.231          |
|              | 稲城市 |    | 4.019                | 23 |         |        |                |
|              | 墨田区 | *  | 3.702                | 29 |         |        |                |
|              | 立川市 | ** | 3.637                | 32 |         |        |                |
| $\alpha=0.5$ | 渋谷区 | ** | 7.728                | 3  | 532     | 594    | 1.117          |
|              | 稲城市 |    | 4.019                | 23 |         |        |                |
|              | 墨田区 | *  | 3.702                | 29 |         |        |                |
|              | 立川市 | ** | 3.637                | 32 |         |        |                |
| $\alpha=0.1$ | 港区  |    | 11.117               | 1  | 240     | 253    | 1.052          |
|              | 渋谷区 | ** | 7.728                | 3  |         |        |                |
|              | 稲城市 |    | 4.019                | 23 |         |        |                |
|              | 立川市 | ** | 3.637                | 32 |         |        |                |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

しているかを分析する.

分析結果の全体的な傾向としては、既存の本拠地立地点が計算結果から導かれた最適な立地点とそれなりに一致している事実が明らかとなった。3水準の感度パラメーター $\alpha$ と4種類の需要量 $w_i$ および4つの立地点に関する48の組み合わせのうち、既存の4つの立地点が選択されたケースが20地

点（シェア42%）と半数近くとなった。これに準ホーム立地点（墨田区，世田谷区）を加えれば，既存の立地点が最適と認識されたケースは35地点（シェア73%）とさらに高まる結果となった。

そこで次に，感度パラメーター $\alpha$ の様々な値と異なる種類の需要量 $w_i$ から，最適な立地がいかに影響されるかを確かめてみた。

まず距離 $d_{ij}$ と需要量 $w_i$ の関係を表す感度パラメーター $\alpha$ が立地点の需要量重視（ $\alpha=0.1$ ）から距離重視（ $\alpha=1$ ）へと変化するにしたがって，最適な立地がどのような影響を受けるのかを調べた。表3～6からは，パラメーター $\alpha$ の値が大きくなっていくことで，需要量の大きさに必ずしも影響されない立地点が選ばれる様子が見て取れる。理論的には，距離で表した移動費用が重要な状況であると，必ずしも需要量の大きな立地点でなくても，移動費用を節約できる場所でありさえすれば，周囲にある需要量の大きい立地点からファンを「吸収」できる可能性が高くなる。分析結果はこの考えを支持するものとなった。<sup>23)</sup>

続いて，用いる需要量 $w_i$ が変わることで，選ばれる最適な立地がどのような影響を受けるのかを調べた。その結果，使用する需要量によって，選ばれる立地点が異なってくる傾向が明らかとなった（表3～6）。需要量として人口と課税対象所得を取り上げた場合，世田谷区，大田区，墨田区，日野市，足立区，八王子市，港区といった場所が最適立地点となっている。これに対し，人口密度と1人当たり課税対象所得を需要量とした場合，墨田区，渋谷区，立川市，稲城市，港区といった場所が最適立地点となってくる。需要量が人口と課税対象所得の場合に似通った場所が最適立地点として選ばれる背景には，この2つの需要量の相関が強いためと考えられる。<sup>24)</sup>

このように需要量の種類によって最適な立地点は異なってくるものの，全体的には，最適な立地点は比較的少数の場所に限定されることが明らかとなった。そうなると，様々な感度パラメーター $\alpha$ と需要量 $w_i$ の組み合わせにおいて頻出する区市町村は，立地点として重要な場所となってくる。この意味で選択頻度の高い既存の4つのホーム立地と2つの準ホーム立地は，最適性という観点から，それなりの根拠を有していると考えられることができる。

しかし既存の4つのホーム立地が完全に理想的だというわけではない。この点を見るために，先ほど触れた，現実の立地が最適な立地からどの程度乖離するかという問題に関して，より精密な形での評価を試みてみよう。p-メディアン問題では，その目的関数一重み付き総距離-を用いて現実の立地が最適な立地からどれほど乖離しているかを測定できる。具体的には，現実の立地をもとに

---

23) 需要量が小さくても最適な立地点として選ばれている場所として，日野市（人口，課税対象所得），立川市・稲城市（人口密度，1人当たり課税対象所得）などがある。

24) 人口と課税対象所得の相関係数は，積率相関係数で0.90，順位相関係数（スピアマン）で0.95と強い。これと比べれば，人口密度と1人当たり課税対象所得の相関はそれほど強くない（積率相関係数で0.30，順位相関係数で0.59）。

計算した重み付き総距離を  $WTD_A$  とし、それを最適な立地をもとに計算した重み付き総距離  $WTD_0$  で割って作った指標を用いることが可能である。<sup>25)</sup> その指標が表 3～6 の最右列にある「非効率指標」である。例えば需要量が人口でパラメータ  $\alpha$  が 0.5 の場合（表 3 中段）、重み付き総距離の現実値を最適値で除した値は 1.138 となり、現実の立地が最適なそれと比べて 13.8% 非効率であると評価することができる。

この指標を用い最適立地からの乖離度合を求めたところ、既存立地の非効率性は平均で 17% と無視できない水準にあることが明らかとなった。既存のホーム立地が 2ヶ所選ばれているケースに限定しても 5% から 40% の非効率があり、既存の立地点の変更によって効率性の改善がかなりの程度期待できることがわかった。

また非効率性を表した指標は、分析状況に応じてかなり大きな散らばりも見せている。感度パラメータ  $\alpha$  の水準で見れば、立地点間の距離の重要性が高いという条件設定（ $\alpha = 1$ ）において非効率の程度が高くなっている。さらに需要量ごとで整理した場合、需要量を人口密度としたときに効率性が最も劣ることが明らかとなった。<sup>26)</sup>

#### 4-1-2 アリーナ制約がない場合

これまでの結果はアリーナの床面積に制約を課したもとの導かれたものである。しかしこの制約が上記の分析結果、特に既存の 4 つのホーム立地および 2 つの準ホーム立地にそれなりの最適性があるという結果に強く影響を与えている可能性がある。なぜならば、アリーナ制約のため、離島を除いた東京都の 53 の区市町村のうち実質的に立地可能な場所が 15ヶ所に限定されてしまうので、上記 6 つの立地点が選ばれやすい状況となってしまうからだ。そこでアリーナに関する制約式(6)を外した上で、再度 4 つの最適立地点の計算を試みた。その結果が表 7～10 である。

まずアリーナ制約を削ったことで、既存の 4 つのホーム立地および 2 つの準ホーム立地の選択頻度が低下することがわかった。48 の組み合わせのうち、既存の 4 つの立地点が選択されたケースが 11 地点（シェア 23%）と、制約のなかった場合と比べ半分近くに下がっている。これに準ホーム立地を加えても、既存の立地点が最適と認識されるケースは 23 地点（シェア 48%）に止まった。このようにアリーナ制約を無くすことで、最適性の観点から潜在的により望ましい他の立地点が存在す

25) Einolf [2012], p.272.

26) パラメータ  $\alpha$  ごとに整理すると、 $\alpha = 1$  の場合、数値の平均が 1.283 (28.3%)、 $\alpha = 0.5$  の場合で 1.142 (14.2%)、 $\alpha = 0.1$  の場合で 1.082 (8.2%) となっている。また需要量ごとでは、人口の場合、数値の平均が 1.172 (17.2%)、人口密度の場合で 1.209 (20.9%)、課税対象所得の場合で 1.161 (16.1%)、1 人当たり課税対象所得の場合で 1.133 (13.3%) となっている。

表7 最適立地点 (p= 4, 需要量：人口, アリーナ制約なし)

|                | 区市      | 需要量       |    | 重み付き総距離    |             |                  |
|----------------|---------|-----------|----|------------|-------------|------------------|
|                |         | 人口<br>(人) | 順位 | a) 最適値     | b) 現実値      | 非効率指標<br>b) / a) |
| $\alpha = 1$   | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 87,021,199 | 111,955,306 | 1.287            |
|                | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |             |                  |
|                | 墨田区 *   | 256,274   | 19 |            |             |                  |
|                | 小平市     | 190,005   | 27 |            |             |                  |
| $\alpha = 0.5$ | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 31,098,880 | 35,395,703  | 1.138            |
|                | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |             |                  |
|                | 墨田区 *   | 256,274   | 19 |            |             |                  |
|                | 小平市     | 190,005   | 27 |            |             |                  |
| $\alpha = 0.1$ | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 13,230,633 | 14,626,346  | 1.105            |
|                | 大田区 **  | 717,082   | 3  |            |             |                  |
|                | 足立区     | 670,122   | 5  |            |             |                  |
|                | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |             |                  |

\*\*：ホーム立地点, \*：準ホーム立地点.

表8 最適立地点 (p= 4, 需要量：人口密度, アリーナ制約なし)

|                | 区市     | 需要量                          |    | 重み付き総距離   |           |                  |
|----------------|--------|------------------------------|----|-----------|-----------|------------------|
|                |        | 人口密度<br>(人/km <sup>2</sup> ) | 順位 | a) 最適値    | b) 現実値    | 非効率指標<br>b) / a) |
| $\alpha = 1$   | 墨田区 *  | 18,611                       | 7  | 3,258,774 | 4,778,385 | 1.466            |
|                | 新宿区    | 18,307                       | 8  |           |           |                  |
|                | 三鷹市    | 11,399                       | 26 |           |           |                  |
|                | 立川市 ** | 7,249                        | 37 |           |           |                  |
| $\alpha = 0.5$ | 墨田区 *  | 18,611                       | 7  | 1,278,611 | 1,573,061 | 1.23             |
|                | 新宿区    | 18,307                       | 8  |           |           |                  |
|                | 三鷹市    | 11,399                       | 26 |           |           |                  |
|                | 立川市 ** | 7,249                        | 37 |           |           |                  |
| $\alpha = 0.1$ | 文京区    | 19,462                       | 5  | 619,004   | 669,087   | 1.081            |
|                | 墨田区 *  | 18,611                       | 7  |           |           |                  |
|                | 新宿区    | 18,307                       | 8  |           |           |                  |
|                | 小平市    | 9,291                        | 30 |           |           |                  |

\*\*：ホーム立地点, \*：準ホーム立地点.

ることが明らかとなった。<sup>27)</sup>

27) 新たな立地点には、小平市、新宿区、三鷹市、文京区、江戸川区、武蔵野市などが挙げられている（表7～10）.



表9 最適立地点 ( $\rho=4$ , 需要量: 課税対象所得, アリーナ制約なし)

|              | 区市     | 需要量             |    | 重み付き総距離     |             |                |
|--------------|--------|-----------------|----|-------------|-------------|----------------|
|              |        | 課税対象所得<br>(百万円) | 順位 | a) 最適値      | b) 現実値      | 非効率指標<br>b)/a) |
| $\alpha=1$   | 世田谷区 * | 2,570,417       | 1  | 178,588,119 | 225,354,784 | 1.262          |
|              | 新宿区    | 903,117         | 12 |             |             |                |
|              | 墨田区 *  | 508,563         | 22 |             |             |                |
|              | 日野市    | 322,768         | 31 |             |             |                |
| $\alpha=0.5$ | 世田谷区 * | 2,570,417       | 1  | 64,967,987  | 74,189,239  | 1.142          |
|              | 大田区 ** | 1,599,153       | 2  |             |             |                |
|              | 文京区    | 675,207         | 18 |             |             |                |
|              | 日野市    | 322,768         | 31 |             |             |                |
| $\alpha=0.1$ | 世田谷区 * | 2,570,417       | 1  | 28,552,155  | 31,784,395  | 1.113          |
|              | 大田区 ** | 1,599,153       | 2  |             |             |                |
|              | 港区     | 1,491,292       | 3  |             |             |                |
|              | 江戸川区   | 1,168,681       | 6  |             |             |                |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

表10 最適立地点 ( $\rho=4$ , 需要量: 1人当たり課税対象所得, アリーナ制約あり)

|              | 区市     | 需要量                  |    | 重み付き総距離 |        |                |
|--------------|--------|----------------------|----|---------|--------|----------------|
|              |        | 1人当たり課税対象所得<br>(百万円) | 順位 | a) 最適値  | b) 現実値 | 非効率指標<br>b)/a) |
| $\alpha=1$   | 渋谷区 ** | 7.728                | 3  | 1,400   | 1,816  | 1.297          |
|              | 文京区    | 5.872                | 5  |         |        |                |
|              | 小平市    | 3.836                | 27 |         |        |                |
|              | 青梅市    | 3.175                | 46 |         |        |                |
| $\alpha=0.5$ | 港区     | 11.117               | 1  | 514     | 594    | 1.155          |
|              | 文京区    | 5.872                | 5  |         |        |                |
|              | 武蔵野市   | 5.183                | 9  |         |        |                |
|              | 立川市 ** | 3.637                | 32 |         |        |                |
| $\alpha=0.1$ | 港区     | 11.117               | 1  | 237     | 253    | 1.066          |
|              | 渋谷区 ** | 7.728                | 3  |         |        |                |
|              | 文京区    | 5.872                | 5  |         |        |                |
|              | 小平市    | 3.836                | 27 |         |        |                |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

次に非効率性を表す指標を再度利用して, このアリーナ制約がどれほどの影響力を持っているかを客観的に評価してみよう. アリーナ制約があるときの指標値 (表3~6) と制約がない場合の指標値 (表7~10) の比較から, アリーナの床面積という制約を無くしてより自由な立地点を志向した場合, 非効率性の改善が0%から8%程度期待できることが明らかとなった. 感度パラメター

$\alpha$  の水準で見れば、立地点間の距離の重要性が高いという条件設定 ( $\alpha=1$ ) において非効率の改善が最も高い。また需要量ごとで見ると、需要量を人口密度としたときに非効率の改善が最も高くなった。<sup>28)</sup>

以上の分析から、既存の4つのホーム立地および2つの準ホーム立地に関して、1) アリーナ制約のある状況ではこれらの立地がそれなりの最適性を持っていると評価できるものの、2) この制約を外した状況では、潜在的により魅力のある立地点の比重が高まってくる、という事実が明らかとなった。

しかしこの結論は立地点の数が4つという分析の設定に依存している可能性がある。アリーナ制約の有無によって結果が影響を受けた事実を踏まえれば、立地数の変化が最適な立地ネットワークに影響を及ぼすことも十分考えられる。そこで次節では、立地点の数を増やし改めて最適立地を考察する。

## 4-2 新規立地候補地点

本拠地の数を現状と同じ4つ ( $p=4$ ) に絞ってその最適な立地を分析した前節に対し、本節では新たな立地候補点を見出す作業に取り組む。2018-2019年シーズン時点で、Bリーグはチーム数の最大値をB1、B2ともに18チームと規定している。<sup>29)</sup> しかし「理事会の承認を得ることにより、同一都道府県内の市区町村をホームタウンとすることができる」<sup>30)</sup> とも表明しており、本拠地拡張の意向も汲み取ることができる。またどのような基準で18というチーム数となったのかは不明であるものの、その基準に照らして現在のチーム数が過小であることが明らかとなれば、将来におけるチーム数の増加も十分あり得る。以上の点を考慮し、本節では既存の4地点に加えさらに4つの立地点を追加した合計8つの本拠地 ( $p=8$ ) を対象として本拠地の最適立地を分析した。

新たな立地点の拡張に関しては、現実的拡張（短期的分析）と理想的拡張（長期的分析）の2つの観点から考察する。ここで現実的拡張とは、いまチームを増やした場合、どの立地が候補となり得るかという短期的視点の問いに答えようとしたものである。すなわち、現状の4つの立地点（大田区、渋谷区、八王子市、立川市）および各立地点で基準を満たすアリーナ施設のみを取り上げる

---

28) アリーナ制約を外すことで改善される非効率をパラメータ $\alpha$ ごとに整理すると、 $\alpha=1$ の場合、数値の平均が0.045 (4.5%)、 $\alpha=0.5$ で0.024 (2.4%)、 $\alpha=0.1$ で0.01 (1.0%) となっている。また需要量ごとでは、人口の場合、数値の平均が0.005 (0.5%)、人口密度の場合、数値の平均が0.05 (5.0%)、課税対象所得の場合で0.011 (1.1%)、1人当たり課税対象所得の場合で0.039 (3.9%) となっている。

29) Bリーグ規約・第12条 (2)、および同・第13条 (2) (B. League Official Rule Book 2018-19, pp.15-16)。

30) B. League Official Rule Book 2018-19, p.18。

という制約のもとで、全体で8つの最適な立地点を求めるものである。<sup>31)</sup> これに対し理想的拡張とは、現在の立地点の変更、およびこれから各立地点が基準を満たすアリーナを建設する可能性のそれぞれを視野に入れ、上記のような制約を一切設けず、本拠地数「 $p=8$ 」という条件のみで最適な立地点を求めようとするより長期的視点に立った分析である。

上記2つの拡張では、特に以下の点に着目して分析した。まず立地点の拡張によって、どの立地点が、どのような要因（パラメーター $\alpha$ の水準と需要量 $w_i$ の種類）で選択されたかを考察した。次に理想的拡張（長期的分析）に関しては、4-1-2で行った4つの最適立地点の分析（「アリーナ制約がない場合」）、さらには現実的拡張（短期的分析）との比較を通じ、全く制約のない条件で立地点が拡張した場合、その立地にどの程度の「持続性」が見られるかを分析した。

#### 4-2-1 現実的拡張（短期的分析）

現実的拡張（短期的分析）という観点から8つの最適立地点を計算した結果が表11～14である。

まず表からは、既存の4つの立地点以外で新たに選択された立地点が出てきたものの、その場所は比較的少数に絞られているという傾向が見て取れる。これは、96の選択可能な状況のうち半数の48地点が既に固定されているため、選択され得る立地点の数がそもそも限定されてしまったことによると考えられる。<sup>32)</sup> また48の既存の立地点の持つ「ネットワークの力」が残りの立地点の決定に強く影響したことも要因と考えられる。

次に既存の4つの立地点に追加された新たな場所に注目すると、まず準アリーナがある墨田区と世田谷区という2つの立地点の選択回数の多いことが目を引く。墨田区はほぼすべての需要量項目で、世田谷区は立地点における需要量の「大きさ」が重視される状況で多く選ばれている。既存の4つの立地を所与とした場合、世田谷区と墨田区という立地点が更なる拡張場所として望ましいということは、既存のホーム、準ホームの立地ネットワークがそれなりの最適性を保持していると見なすことができる。

墨田区と世田谷区以外で選択回数の多い立地点としては、稲城市、港区、足立区、葛飾区、町田市などがある。しかしこれらの立地点が選択された背景はそれぞれ異なっている。稲城市の場合、移動費用が重視される状況、および需要量を1人当たり課税対象所得としたときに多く選択されている。これに対し港区では、課税対象所得および1人当たり課税対象所得が需要量の場合に立地点として選ばれている。同様に葛飾区は人口密度、足立区と町田市は人口が需要量の場合に立地点と

31) この現実的拡張（短期的分析）における計算モデルの制約では、式(2)～(6)に加え、大田区、渋谷区、八王子市、立川市にあらかじめ施設を配置するという制約が新たに追加されることになる。

32)  $(8 \text{ つの立地点}) \times (3 \text{ つのパラメーター } \alpha) \times (4 \text{ つの需要量 } w_i) = 96$ 。

表11 最適立地点 (p=8, 需要量: 人口, 既存の4立地およびアリーナ制約あり)

|                | 区市      | 需要量       |    | 順位         | 重み付き<br>総距離<br>c)最適値 |
|----------------|---------|-----------|----|------------|----------------------|
|                |         | 人口<br>(人) |    |            |                      |
| $\alpha = 1$   | 大田区 **  | 717,082   | 3  | 63,676,321 |                      |
|                | 足立区     | 670,122   | 5  |            |                      |
|                | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |                      |
|                | 町田市     | 432,348   | 11 |            |                      |
|                | 墨田区 *   | 256,274   | 19 |            |                      |
|                | 渋谷区 **  | 224,533   | 22 |            |                      |
|                | 立川市 **  | 176,295   | 30 |            |                      |
|                | 稲城市     | 87,636    | 40 |            |                      |
| $\alpha = 0.5$ | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 24,278,316 |                      |
|                | 大田区 **  | 717,082   | 3  |            |                      |
|                | 足立区     | 670,122   | 5  |            |                      |
|                | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |                      |
|                | 町田市     | 432,348   | 11 |            |                      |
|                | 墨田区 *   | 256,274   | 19 |            |                      |
|                | 渋谷区 **  | 224,533   | 22 |            |                      |
|                | 立川市 **  | 176,295   | 30 |            |                      |
| $\alpha = 0.1$ | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 11,301,746 |                      |
|                | 大田区 **  | 717,082   | 3  |            |                      |
|                | 足立区     | 670,122   | 5  |            |                      |
|                | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |                      |
|                | 葛飾区     | 442,913   | 10 |            |                      |
|                | 町田市     | 432,348   | 11 |            |                      |
|                | 渋谷区 **  | 224,533   | 22 |            |                      |
|                | 立川市 **  | 176,295   | 30 |            |                      |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

表12 最適立地点 (p= 8, 需要量: 人口密度, 既存の4立地およびアリーナ制約あり)

|                | 区市      | 需要量                          |    | 順位        | 重み付き<br>総距離<br>c)最適値 |
|----------------|---------|------------------------------|----|-----------|----------------------|
|                |         | 人口密度<br>(人/km <sup>2</sup> ) |    |           |                      |
| $\alpha = 1$   | 墨田区 *   | 18,611                       | 7  | 2,993,913 |                      |
|                | 渋谷区 **  | 14,860                       | 15 |           |                      |
|                | 葛飾区     | 12,727                       | 20 |           |                      |
|                | 大田区 **  | 11,804                       | 25 |           |                      |
|                | 立川市 **  | 7,249                        | 37 |           |                      |
|                | 稲城市     | 5,694                        | 43 |           |                      |
|                | 八王子市 ** | 5,342                        | 45 |           |                      |
|                | 青梅市     | 3,553                        | 48 |           |                      |
| $\alpha = 0.5$ | 墨田区 *   | 18,611                       | 7  | 1,184,516 |                      |
|                | 品川区     | 16,938                       | 10 |           |                      |
|                | 渋谷区 **  | 14,860                       | 15 |           |                      |
|                | 葛飾区     | 12,727                       | 20 |           |                      |
|                | 大田区 **  | 11,804                       | 25 |           |                      |
|                | 立川市 **  | 7,249                        | 37 |           |                      |
|                | 稲城市     | 5,694                        | 43 |           |                      |
|                | 八王子市 ** | 5,342                        | 45 |           |                      |
| $\alpha = 0.1$ | 墨田区 *   | 18,611                       | 7  | 574,338   |                      |
|                | 品川区     | 16,938                       | 10 |           |                      |
|                | 世田谷区 *  | 15,562                       | 13 |           |                      |
|                | 渋谷区 **  | 14,860                       | 15 |           |                      |
|                | 葛飾区     | 12,727                       | 20 |           |                      |
|                | 大田区 **  | 11,804                       | 25 |           |                      |
|                | 立川市 **  | 7,249                        | 37 |           |                      |
|                | 八王子市 ** | 5,342                        | 45 |           |                      |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

して選択される傾向が強い.

以上から, アリーナ制約を満たしつつ既存の4つの立地点に加え新たな最適立地点を求めた場合, 既存の準アリーナの立地点が選ばれること, およびそれぞれの状況に適合した比較的限られた立地点が選ばれることが明らかとなった. このように立地候補地点の数を増やしたとしても, アリーナ制約と既存立地点の存在を所与とすれば, 既存のホームおよび準ホーム立地のネットワークの最適性は, それなりに維持されることがわかった.

#### 4-2-2 理想的拡張 (長期的分析)

次に既存の4つの立地点とアリーナの床面積という2つの制約を設けず, 本拠地数「 $p=8$ 」と

表13 最適立地点 (p=8, 需要量: 課税対象所得, 既存の4立地およびアリーナ制約あり)

| 区市                    | 需要量             |    | 重み付き<br>総距離<br>c)最適値 |
|-----------------------|-----------------|----|----------------------|
|                       | 課税対象所得<br>(百万円) | 順位 |                      |
| $\alpha = 1$ 世田谷区 *   | 2,570,417       | 1  | 133,008,345          |
| 大田区 **                | 1,599,153       | 2  |                      |
| 港区                    | 1,491,292       | 3  |                      |
| 渋谷区 **                | 973,641         | 11 |                      |
| 八王子市 **               | 902,185         | 13 |                      |
| 墨田区 *                 | 508,563         | 22 |                      |
| 立川市 **                | 315,180         | 32 |                      |
| 稲城市                   | 166,668         | 41 |                      |
| $\alpha = 0.5$ 世田谷区 * | 2,570,417       | 1  | 51,411,950           |
| 大田区 **                | 1,599,153       | 2  |                      |
| 港区                    | 1,491,292       | 3  |                      |
| 渋谷区 **                | 973,641         | 11 |                      |
| 八王子市 **               | 902,185         | 13 |                      |
| 町田市                   | 755,829         | 15 |                      |
| 墨田区 *                 | 508,563         | 22 |                      |
| 立川市 **                | 315,180         | 32 |                      |
| $\alpha = 0.1$ 世田谷区 * | 2,570,417       | 1  | 23,904,813           |
| 大田区 **                | 1,599,153       | 2  |                      |
| 港区                    | 1,491,292       | 3  |                      |
| 足立区                   | 1,055,707       | 8  |                      |
| 品川区                   | 1,014,502       | 9  |                      |
| 渋谷区 **                | 973,641         | 11 |                      |
| 八王子市 **               | 902,185         | 13 |                      |
| 立川市 **                | 315,180         | 32 |                      |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

表14 最適立地点 (p=8, 需要量: 1人当たり課税対象所得, 既存の4立地およびアリーナ制約あり)

| 区市                | 需要量                      |    | 重み付き<br>総距離<br>c)最適値 |
|-------------------|--------------------------|----|----------------------|
|                   | 1人当たり<br>課税対象所得<br>(百万円) | 順位 |                      |
| $\alpha = 1$ 港区   | 11.12                    | 1  | 1,135                |
| 渋谷区 **            | 7.73                     | 3  |                      |
| 大田区 **            | 4.19                     | 18 |                      |
| 稲城市               | 4.02                     | 23 |                      |
| 墨田区 *             | 3.70                     | 29 |                      |
| 立川市 **            | 3.64                     | 32 |                      |
| 八王子市 **           | 3.51                     | 38 |                      |
| 青梅市               | 3.18                     | 46 |                      |
| $\alpha = 0.5$ 港区 | 11.12                    | 1  | 444                  |
| 渋谷区 **            | 7.73                     | 3  |                      |
| 大田区 **            | 4.19                     | 18 |                      |
| 稲城市               | 4.02                     | 23 |                      |
| 墨田区 *             | 3.70                     | 29 |                      |
| 立川市 **            | 3.64                     | 32 |                      |
| 八王子市 **           | 3.51                     | 38 |                      |
| 青梅市               | 3.18                     | 46 |                      |
| $\alpha = 0.1$ 港区 | 11.12                    | 1  | 216                  |
| 渋谷区 **            | 7.73                     | 3  |                      |
| 世田谷区 *            | 5.45                     | 7  |                      |
| 大田区 **            | 4.19                     | 18 |                      |
| 稲城市               | 4.02                     | 23 |                      |
| 墨田区 *             | 3.70                     | 29 |                      |
| 立川市 **            | 3.64                     | 32 |                      |
| 八王子市 **           | 3.51                     | 38 |                      |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

いう条件のみで8つの最適な立地点を計算した。その結果が表15~18である。

まず2つの制約を無くしたことで、既存の4つの立地点や準ホームの立地点が選択から大幅に落ちている点が目を引く。96の立地可能点のうち既存の4つの立地点のシェアは15%、これに準ホームの立地点を加えたシェアでも23%と低い水準に止まった。ホーム、準ホームの中で比較的多く選択された立地点である大田区、八王子市、世田谷区に関しては、人口および課税対象所得が要因となって選ばれている。

続いてホーム、準ホーム以外で新たに登場した立地点に注目すると、中野区、小金井市をはじめとして実に多くの場所が立地点として選ばれているのがわかる。しかし先ほどと同様、これらの立地点が選択された背景はそれぞれ異なっている。中野区の場合、移動費用が重視される状況、およ

表15 最適立地点 (p=8, 需要量:人口, 制約なし)

|              | 区市      | 需要量       |    | 重み付き総距離    |                |
|--------------|---------|-----------|----|------------|----------------|
|              |         | 人口<br>(人) | 順位 | d)最適値      | 非効率指標<br>c)/d) |
| $\alpha=1$   | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 50,210,735 | 1.268          |
|              | 大田区 **  | 717,082   | 3  |            |                |
|              | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |                |
|              | 板橋区     | 561,916   | 8  |            |                |
|              | 町田市     | 432,348   | 11 |            |                |
|              | 中野区     | 328,215   | 15 |            |                |
|              | 墨田区 *   | 256,274   | 19 |            |                |
|              | 小金井市    | 121,396   | 37 |            |                |
| $\alpha=0.5$ | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 20,851,799 | 1.164          |
|              | 練馬区     | 721,722   | 2  |            |                |
|              | 大田区 **  | 717,082   | 3  |            |                |
|              | 江戸川区    | 681,298   | 4  |            |                |
|              | 足立区     | 670,122   | 5  |            |                |
|              | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |                |
|              | 板橋区     | 561,916   | 8  |            |                |
|              | 小金井市    | 121,396   | 37 |            |                |
| $\alpha=0.1$ | 世田谷区 *  | 903,346   | 1  | 9,851,444  | 1.147          |
|              | 練馬区     | 721,722   | 2  |            |                |
|              | 大田区 **  | 717,082   | 3  |            |                |
|              | 江戸川区    | 681,298   | 4  |            |                |
|              | 足立区     | 670,122   | 5  |            |                |
|              | 八王子市 ** | 577,513   | 6  |            |                |
|              | 杉並区     | 563,997   | 7  |            |                |
|              | 板橋区     | 561,916   | 8  |            |                |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

c) : 表11~14における重み付き総距離.

表16 最適立地点 (p=8, 需要量:人口密度, 制約なし)

|              | 区市    | 需要量                          |    | 重み付き総距離   |                |
|--------------|-------|------------------------------|----|-----------|----------------|
|              |       | 人口密度<br>(人/km <sup>2</sup> ) | 順位 | d)最適値     | 非効率指標<br>c)/d) |
| $\alpha=1$   | 豊島区   | 22,380                       | 1  | 2,083,672 | 1.437          |
|              | 中野区   | 21,053                       | 2  |           |                |
|              | 目黒区   | 18,924                       | 6  |           |                |
|              | 墨田区 * | 18,611                       | 7  |           |                |
|              | 西東京市  | 12,780                       | 19 |           |                |
|              | 国分寺市  | 10,767                       | 28 |           |                |
|              | 調布市   | 10,674                       | 29 |           |                |
|              | 福生市   | 5,869                        | 42 |           |                |
| $\alpha=0.5$ | 豊島区   | 22,380                       | 1  | 955,821   | 1.239          |
|              | 中野区   | 21,053                       | 2  |           |                |
|              | 台東区   | 19,592                       | 4  |           |                |
|              | 目黒区   | 18,924                       | 6  |           |                |
|              | 西東京市  | 12,780                       | 19 |           |                |
|              | 国分寺市  | 10,767                       | 28 |           |                |
|              | 調布市   | 10,674                       | 29 |           |                |
|              | 福生市   | 5,869                        | 42 |           |                |
| $\alpha=0.1$ | 豊島区   | 22,380                       | 1  | 510,832   | 1.124          |
|              | 中野区   | 21,053                       | 2  |           |                |
|              | 荒川区   | 20,892                       | 3  |           |                |
|              | 台東区   | 19,592                       | 4  |           |                |
|              | 文京区   | 19,462                       | 5  |           |                |
|              | 目黒区   | 18,924                       | 6  |           |                |
|              | 新宿区   | 18,307                       | 8  |           |                |
|              | 小金井市  | 10,791                       | 27 |           |                |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点.

c) : 表11~14における重み付き総距離.

び需要量を人口密度としたときに多く選択されている。これに対し小金井市は移動費用が重視される状況で、なおかつ人口および課税対象所得が需要量の場合に立地点として選ばれている。江戸川区は立地点の需要量が重視される状況で、なおかつ人口および課税対象所得が需要量の場合、同様に港区は課税対象所得と1人当たり課税対象所得が需要量の場合に立地点として選択される傾向が強い。一方国分寺市および福生市では移動費用が重視される状況で、なおかつ人口密度および1人当たり課税対象所得が需要量の場合に立地点として選ばれている。また板橋区は人口、目黒区は人口密度が需要量の場合に立地点として選択される傾向が強い。

以上の結果から、既存の立地点やアリーナの有無といった制約を外したもとの立地点の拡張を考えた場合、最適性の観点から見て幅広い場所が新たな立地候補として浮かび上がってくる状況が明らかとなった。また新たな立地候補点の選択理由にも多様な背景があることがわかった。換言すれば、制約を課さない状況で立地点の拡張を図った場合、既存の4つのホーム立地と2つの準ホーム

表17 最適立地点 (p=8, 需要量: 課税対象所得, 制約なし)

| 区市                    | 需要変数            |    | 重み付き総距離     |                |
|-----------------------|-----------------|----|-------------|----------------|
|                       | 課税対象所得<br>(百万円) | 順位 | d)最適値       | 非効率指標<br>c)/d) |
| $\alpha = 1$ 世田谷区 *   | 2,570,417       | 1  | 106,427,109 | 1.250          |
| 大田区 **                | 1,599,153       | 2  |             |                |
| 八王子市 **               | 902,185         | 13 |             |                |
| 町田市                   | 755,829         | 15 |             |                |
| 葛飾区                   | 738,986         | 16 |             |                |
| 中野区                   | 722,530         | 17 |             |                |
| 中央区                   | 519,672         | 21 |             |                |
| 小金井市                  | 257,737         | 36 |             |                |
| $\alpha = 0.5$ 世田谷区 * | 2,570,417       | 1  | 45,559,661  | 1.128          |
| 大田区 **                | 1,599,153       | 2  |             |                |
| 港区                    | 1,491,292       | 3  |             |                |
| 杉並区                   | 1,398,812       | 5  |             |                |
| 江戸川区                  | 1,168,681       | 6  |             |                |
| 板橋区                   | 991,403         | 10 |             |                |
| 八王子市 **               | 902,185         | 13 |             |                |
| 小金井市                  | 257,737         | 36 |             |                |
| $\alpha = 0.1$ 世田谷区 * | 2,570,417       | 1  | 21,797,239  | 1.097          |
| 大田区 **                | 1,599,153       | 2  |             |                |
| 港区                    | 1,491,292       | 3  |             |                |
| 練馬区                   | 1,454,566       | 4  |             |                |
| 杉並区                   | 1,398,812       | 5  |             |                |
| 江戸川区                  | 1,168,681       | 6  |             |                |
| 足立区                   | 1,055,707       | 8  |             |                |
| 八王子市 **               | 902,185         | 13 |             |                |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点,  
c) : 表11~14における重み付き総距離.

表18 最適立地点 (p=8, 需要量: 1人当たり課税対象所得, 制約なし)

| 区市                | 需要変数                     |    | 重み付き総距離 |                |
|-------------------|--------------------------|----|---------|----------------|
|                   | 1人当たり<br>課税対象所得<br>(百万円) | 順位 | d)最適値   | 非効率指標<br>c)/d) |
| $\alpha = 1$ 目黒区  | 5.849                    | 6  | 940     | 1.207          |
| 国分寺市              | 4.257                    | 15 |         |                |
| 台東区               | 4.101                    | 20 |         |                |
| 中野区               | 4.088                    | 21 |         |                |
| 稲城市               | 4.019                    | 23 |         |                |
| 西東京市              | 3.829                    | 28 |         |                |
| 福生市               | 3.082                    | 49 |         |                |
| 奥多摩町              | 2.708                    | 52 |         |                |
| $\alpha = 0.5$ 港区 | 11.117                   | 1  | 399     | 1.112          |
| 渋谷区 **            | 7.728                    | 3  |         |                |
| 文京区               | 5.872                    | 5  |         |                |
| 武蔵野市              | 5.183                    | 9  |         |                |
| 国分寺市              | 4.257                    | 15 |         |                |
| 中野区               | 4.088                    | 21 |         |                |
| 稲城市               | 4.019                    | 23 |         |                |
| 福生市               | 3.082                    | 49 |         |                |
| $\alpha = 0.1$ 港区 | 11.117                   | 1  | 204     | 1.061          |
| 千代田区              | 9.159                    | 2  |         |                |
| 渋谷区 **            | 7.728                    | 3  |         |                |
| 中央区               | 6.179                    | 4  |         |                |
| 文京区               | 5.872                    | 5  |         |                |
| 武蔵野市              | 5.183                    | 9  |         |                |
| 国立市               | 4.423                    | 12 |         |                |
| 羽村市               | 3.329                    | 44 |         |                |

\*\* : ホーム立地点, \* : 準ホーム立地点,  
c) : 表11~14における重み付き総距離.

立地の最適性はかなり失われることが示された。この事実、東京都におけるBリーグの本拠地立地に改善の余地が十分あることを物語っているといえる。

そこでこの改善の余地をさらに考える材料として、次のような2つの比較を実行してみよう。1つは理想的拡張(長期的分析)の結果とアリーナ制約を外した4つの立地点の分析(4-1-2)の比較、もう1つは理想的拡張と現実的拡張(短期的分析)(4-2-1)との比較である。前者は立地点の拡張が最適な立地ネットワークに与える純粋な効果を、後者は立地点が増えたもとの既存立地点の縛りやアリーナの制約が最適な立地ネットワークに与える効果をそれぞれ考察することを意図したものである。特にここでは、分析条件の変化によって選択立地点にどの程度の「持続性」があるかに注目した。この持続性に関しては、比較する2つの結果がどれだけ一致するか(重複するか)という「強い持続性」と、一致はしないものの隣接する区市町村へ立地変更が起こる「弱い持続性」とい

表19 最適立地点の変化（ $p=4$ 制約なしから $p=8$ 制約なし，需要量：人口）

| 重複区市町村         |         | 追加区市町村 |        |    |       | 隣接移転 |       |       |
|----------------|---------|--------|--------|----|-------|------|-------|-------|
|                | 順位      |        | 順位     | 順位 |       | 移転前  | 移転先   |       |
| $\alpha = 1$   | 世田谷区 *  | 1      | 大田区 ** | 3  | 町田市   | 11   | 小平市   | 小金井市- |
|                | 八王子市 ** | 6      | 板橋区-   | 8  | 小金井市- | 37   |       |       |
|                | 墨田区 *   | 19     | 中野区-   | 15 |       |      |       |       |
| $\alpha = 0.5$ | 世田谷区 *  | 1      | 練馬区-   | 2  | 足立区   | 5    | 小平市   | 小金井市- |
|                | 八王子市 ** | 6      | 大田区 ** | 3  | 板橋区-  | 8    | 墨田区 * | 足立区   |
|                |         |        | 江戸川区-  | 4  | 小金井市- | 37   |       | 江戸川区- |
| $\alpha = 0.1$ | 世田谷区 *  | 1      | 練馬区-   | 2  |       |      |       |       |
|                | 大田区 **  | 3      | 江戸川区-  | 4  |       |      |       |       |
|                | 足立区     | 5      | 杉並区-   | 7  |       |      |       |       |
|                | 八王子市 ** | 6      | 板橋区-   | 8  |       |      |       |       |

\*\*：ホーム立地点，\*：準ホーム立地点，-：基準を満たすアリーナなし。

表20 最適立地点の変化（ $p=4$ 制約なしから $p=8$ 制約なし，需要量：人口密度）

| 重複区市町村         |       | 追加区市町村 |       |    |       | 隣接移転   |       |      |
|----------------|-------|--------|-------|----|-------|--------|-------|------|
|                | 順位    |        | 順位    | 順位 |       | 移転前    | 移転先   |      |
| $\alpha = 1$   | 墨田区 * | 7      | 豊島区-  | 1  | 国分寺市- | 28     | 新宿区   | 豊島区- |
|                |       |        | 中野区-  | 2  | 調布市-  | 29     |       | 中野区- |
|                |       |        | 目黒区-  | 6  | 福生市-  | 42     |       | 調布市- |
|                |       |        | 西東京市- | 19 |       |        |       | 福生市- |
|                |       |        |       |    |       | 立川市 ** | 国分寺市- |      |
| $\alpha = 0.5$ |       |        | 豊島区-  | 1  | 西東京市- | 19     | 新宿区   | 台東区- |
|                |       |        | 中野区-  | 2  | 国分寺市- | 28     |       | 豊島区- |
|                |       |        | 台東区-  | 4  | 調布市-  | 29     |       | 中野区- |
|                |       |        | 目黒区-  | 6  | 福生市-  | 42     |       | 調布市- |
|                |       |        |       |    |       | 立川市 ** | 国分寺市- |      |
|                |       |        |       |    |       |        | 福生市-  |      |
| $\alpha = 0.1$ | 文京区-  | 5      | 豊島区-  | 1  | 台東区-  | 4      | 墨田区 * | 荒川区- |
|                | 新宿区-  | 8      | 中野区-  | 2  | 目黒区-  | 6      |       | 台東区- |
|                |       |        | 荒川区-  | 3  | 小金井市- | 27     |       | 小平市  |

\*\*：ホーム立地点，\*：準ホーム立地点，-：基準を満たすアリーナなし。

う2つの視点から考察した。

まず理想的拡張（長期的分析）をアリーナ制約を外した4つの立地点の分析と比較した結果を取り上げよう。結果を掲載した表19～22からは、需要量として何を用いるかによって立地点の「持続性」に大きな違いのあることが見て取れる。人口や課税対象所得および1人当たり課税対象所得に関しては、立地点が4つのケースからの重複が多く、「強い持続性」の存在を確認できる。一方人



表21 最適立地点の変化（ $p=4$ 制約なしから $p=8$ 制約なし，需要量：課税対象所得）

| 重複区市町村       |        | 追加区市町村 |         |    |       | 隣接移転 |         |         |         |    |
|--------------|--------|--------|---------|----|-------|------|---------|---------|---------|----|
|              | 順位     |        | 順位      |    | 順位    | 移転前  | 移転先     |         |         |    |
| $\alpha=1$   | 世田谷区 * | 1      | 大田区 **  | 2  | 中野区-  | 17   | 墨田区 *   | 葛飾区     |         |    |
|              |        |        | 八王子市 ** | 13 | 中央区-  | 21   |         | 中央区-    |         |    |
|              |        |        | 町田市     | 15 | 小金井市- | 36   |         | 中野区-    |         |    |
|              |        |        | 葛飾区     | 16 |       |      |         | 八王子市 ** |         |    |
| $\alpha=0.5$ | 世田谷区 * | 1      | 港区      | 3  | 板橋区-  | 10   | 日野市     | 八王子市 ** |         |    |
|              |        |        | 大田区 **  | 2  | 杉並区-  | 5    |         |         | 八王子市 ** | 13 |
|              |        |        | 江戸川区-   | 6  | 小金井市- | 36   |         |         |         |    |
| $\alpha=0.1$ | 世田谷区 * | 1      | 練馬区-    | 4  | 足立区   | 8    |         |         |         |    |
|              |        |        | 大田区 **  | 2  | 杉並区-  | 5    | 八王子市 ** | 13      |         |    |
|              |        |        | 港区      | 3  | 江戸川区  | 6    |         |         |         |    |

\*\*：ホーム立地点，\*：準ホーム立地点，-：基準を満たすアリーナなし。

表22 最適立地点の変化（ $p=4$ 制約なしから $p=8$ 制約なし，需要量：1人当たり課税対象所得）

| 重複区市町村       |    | 追加区市町村 |        |    |       | 隣接移転 |        |        |       |
|--------------|----|--------|--------|----|-------|------|--------|--------|-------|
|              | 順位 |        | 順位     |    | 順位    | 移転前  | 移転先    |        |       |
| $\alpha=1$   |    |        | 目黒区-   | 6  | 稲城市-  | 23   | 文京区    | 台東区-   |       |
|              |    |        | 国分寺市-  | 15 | 西東京市- | 28   |        | 小平市    | 福生市-  |
|              |    |        | 台東区-   | 20 | 福生市-  | 49   |        | 渋谷区 ** | 国分寺市- |
|              |    |        | 中野区-   | 21 | 奥多摩町- | 52   |        |        | 目黒区-  |
|              |    |        |        |    |       |      |        |        | 中野区-  |
|              |    |        |        |    |       | 青梅市  | 奥多摩町-  |        |       |
| $\alpha=0.5$ | 港区 | 1      | 渋谷区 ** | 3  | 稲城市   | 23   | 立川市 ** | 国分寺市-  |       |
|              |    |        | 文京区-   | 5  | 福生市-  | 49   |        |        | 福生市-  |
|              |    |        | 武蔵野市-  | 9  | 中野区-  | 21   |        |        |       |
| $\alpha=0.1$ | 港区 | 1      | 千代田区-  | 2  | 国立市-  | 12   |        |        |       |
|              |    |        | 渋谷区 ** | 3  | 中央区-  | 4    | 羽村市-   | 44     |       |
|              |    |        | 文京区-   | 5  | 武蔵野市- | 9    |        |        |       |

\*\*：ホーム立地点，\*：準ホーム立地点，-：基準を満たすアリーナなし。

口密度を需要量とした場合、「強い持続性」はほぼない。しかし立地点の増加で全く持続性が失われたという訳ではなく、隣接する区市町村への移転という「弱い持続性」は存在する。このように立地候補点を拡張させようとした場合でも、最適性をもとに選択するのであれば、どの需要量を使うかによって結果が影響されることが明らかとなった。特にこの拡張という状況では、人口密度を用いた場合、他の3つの需要量と比べ大きく異なることがわかった。

既存の4つの立地点の動向に注目すると、人口や課税対象所得といった需要量を用いた場合に

「強い持続性」が保持されているのに対し、人口密度や1人当たり課税対象所得ではそのような持続性は見られない。それどころか、既存の立地点から隣接地点への移転という形での「弱い持続性」が少なからず発生している様子が見て取れる。この点でも用いる需要量によって結果が影響を受ける事情が明らかとなった。

新たに追加された立地点に注目すると、選択された立地候補点は現状ではアリーナ制約を満たしていないものの、将来立地可能となり得るような場所がその多くを占めていることがわかる。この傾向は人口密度と1人当たり課税対象所得という需要量のみならず、人口や課税対象所得でも見られる。したがって、制約を課さない状況で立地点の拡張を図った場合、既存の4つのホーム立地と2つの準ホーム立地の最適性（優位性）のみならず、現時点で条件を満たしたアリーナ施設を保有している立地点の最適性（優位性）もかなり低下することがわかった。

次に理想的拡張（長期的分析）を現実的拡張（短期的分析）と比較してみよう。これは、立地点の数は同じ8つであるものの、既存の4つのホーム立地の縛りとアリーナ制約を取り除くことで、結果がどのような影響を受けるかを分析したものである。立地点の持続性と新規に追加された立地候補点については、既存の4つの立地点（アリーナ制約付き）と比較した場合と同じ傾向を示していたので、表19～22に相当する表は割愛した。その代わりに、ここでは理想的拡張（長期的分析）と現実的拡張（短期的分析）それぞれの重み付き総距離の値から効率性改善の可能性を探る議論に焦点を絞ることにする。

表15～18の最右列に、現実的拡張（短期的分析）の重み付き総距離を理想的拡張（長期的分析）のそれで割った非効率指標がある。この数値から、現実的拡張（短期的分析）から理想的拡張（長期的分析）へと移行することで、効率性に関してさらなる改善の余地が残されている様子を見て取ることができる。理想的な拡張に比べ現実的拡張の効率性は平均で19%も低い。需要量別では、人口密度が27%と最も低く、人口の19%、課税対象所得の16%、1人当たり課税対象所得の13%がそれに続く。<sup>33)</sup> 立地点を4つとしてアリーナ制約を課した場合とそれを外した場合における効率性の比較でも2桁の改善可能性が見られた(4-1-1)。その結果と併せて考えれば、現状の立地状況は決して最適とはいえ、Bリーグの基準を満たすアリーナの建設や立地点の拡張が実現すれば、より効率的な立地ネットワークを構築できる余地が十分あることがわかった。

## 5. 結語

本論文は、スポーツチームの立地問題を施設配置問題の一技法であるp-メディアン問題を用い

---

33) 感度パラメーター $\alpha$ を水準ごとに平均すると、改善の余地は $\alpha=1$ で29%、 $\alpha=0.5$ で29%、 $\alpha=0.1$ で11%となっている。

て分析したものである。題材として、発足数年の新しいプロリーグであるバスケットボールのBリーグ（ジャパン・プロフェッショナル・バスケットボール・リーグ）を取り上げ、東京都にホームを置く4つのチームの現実の立地がp-メディアン問題の目的関数である重み付き総距離の最小化から導かれた最適な立地とどれほど似通っているか（乖離しているか）を論じた。その結果、既存の4つのホーム立地および2つの準ホーム立地に関しては、アリーナ制約のある場合、それらの立地がそれなりの最適性を持っていると評価できるものの、この制約を外した状況では、潜在的により魅力のある立地点の比重が高まってくる、という事実が明らかとなった。

また、立地点を拡張できるとしたならば、どのような候補地が選ばれるのか、そして上記の結果がどのように影響されるかという点に関する分析も行った。その結果、アリーナ制約を満たしつつ既存の4つの立地点に加えて新たな最適立地点を求めた場合、既存の準アリーナ立地が選ばれることが多く、かつまたそれぞれの状況に適合した比較的限られた立地点が新たな候補として選ばれることが明らかとなった。しかし既存の立地点やアリーナの有無といった制約を外したもとの立地点の拡張を考えた場合、最適性の観点から見て幅広い場所が新たな立地候補として浮かび上がってくる状況が明らかとなった。また、感度パラメーター $\alpha$ の水準や使用する需要量 $w_i$ によって分析結果が影響を受けることも判明した。特に人口、課税対象所得、1人当たり課税対象所得といった需要量を用いると、拡張前の立地点が継続して選択される傾向が強い一方、人口密度ではそのような傾向は見られないことが判明した。さらにアリーナの制約もなく既存のホーム立地点も変更できるとした場合、立地ネットワークの効率性には更なる改善の余地があることが明らかとなった。

しかし本論文の分析には以下のような改善すべき点もある。

まず挙げるべき改善点は、分析エリアの質的な変更である。今回分析エリアとして設定した東京都に立地しているチームであっても、東京都以外に居住するファンが観戦に来ることは十分あり得る。そうであれば分析エリアを都内という行政区域で区切るよりも、社会経済的なつながりを持ったより広域な観測単位、例えば「東京都市圏」などで分析することが望ましいといえる。

次の改善点は需要量の取り扱いである。本論文では4つの需要量ごとに最適な立地点を割り出したが、その結果、用いる需要量によって場所の選択に違いが出るということが明らかとなった。違いが出ることを必ずしもネガティブに受けとめることはないものの、より実体に迫ろうとすれば複数の需要量を何らかの形で集約した分析と合わせて評価することも必要となつてこよう。また個々の需要量の「質」を高めることも重要である。単に人口が多い、所得が高いといっただけでなく、プロフェッショナルなスポーツに関心のある人々がどれだけいるか、所得のうちどれだけの割合をゲームの観戦に投じてくれるか、といったことを把握できるデータを構築し分析に利用することも今後必要となってくるだろう。

最後の改善点は立地点とチーム数の同時決定に関したものである。本論文ではホームの立地点と

ファンの分布の総距離のみを目的関数と捉えてその最小化を試みた。実はこれができるのは、ホームアリーナの建設費用が各立地点で同一であるという仮定を暗黙に置いたためだ。<sup>34)</sup>しかし同じようなアリーナを建てようとしても、現実には場所ごとでその費用は大きく異なってくることもあり得る。そのような場合、近いけれども建設費用が極端に高い立地よりも、多少遠くても建設費用の安い場所が選ばれることも十分考えられる。したがって、ホーム立地点とファン分布の総距離に加え、ホームアリーナの建設費用を考慮した目的関数を用いることで、より実体に迫る分析ができる可能性が高い。また目的関数をこのように改変すると、最適な立地場所と立地数を同時に決定できることがわかっている。<sup>35)</sup>本分析のように立地数を与えた上で最適な立地場所を探すという方法と比べ、より自然な形での分析が可能となろう。

以上の諸点を改善することで、プロフェッショナルなスポーツリーグの最適立地問題に関し、さらなる有益な洞察の獲得が期待できるといえる。

#### 参考文献

##### 邦文文献

- 穴井宏和・斉藤努 [2015], 『今日から使える！組み合わせ最適化 離散問題ガイドブック』, 講談社。  
加藤直樹 [2007], 『数理計画法』, コロナ社。  
藤澤克樹・梅谷俊治 [2009], 『応用に役立つ50の最適化問題』, 朝倉書店。  
三浦英俊 [2015], “緯度経度を用いた3つの距離計算方法”, オペレーションズ・リサーチ, vol.60 (12), pp.701-705.

##### 欧文文献

- Daskin, M.S. [2013], *Network and Discrete Location : Models, Algorithms, and Applications*, second edition, New York : Wiley Interscience.  
Einolf, K.W. [2012], “Location, Location, Location?: Sports Franchise Placement in the Four Major U.S. Sports Leagues,” in Kahane, L. H. , and S. Shmanske (eds), *The Oxford Handbook of Sports Economics*, vol.2, Oxford and New York : Oxford University Press, pp.263-281.  
Hakimi, S.L. [1964], “Optimum Distribution of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph,” *Operations Research*, vol.12, pp.450-459.  
Hakimi, S.L. [1965], “Optimum Distribution of Switching Centers in a Communication Network and Some Related Graph Theoretic Problems,” *Operations Research*, vol.13, pp.462-475.  
Kahane, L. H., and S. Shmanske (eds). [2012], *The Oxford Handbook of Sports Economics*, vol.1, Oxford and New York : Oxford University Press.  
Kahn, L.M. [2007], “Sports League Expansion and Consumer Welfare,” *Journal of Sports Economics*, vol.8 (2), pp.115-138.

---

34) この場合、施設の数と同時に施設の建設費用の高さとなっている (Daskin [2013], p.294)。

35) この問題設定は「fixed charge facility location problem」と呼ばれている。同問題の詳細に関してはDaskin [2013] , ch.7に丁寧な解説がある。

- Késenne, S. [2009], “ The Optimal Size of a Sports League, ” *International Journal of Sport Finance*, vol.5 (1), pp.264-270.
- Késenne, S. [2014], *The Economic Theory of Professional Team Sports : An Analytical Treatment*, second edition, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA : Edward Elgar.
- Noll, R. [2003], “ The Economics of Baseball Contraction, ” *Journal of Sports Economics*, vol.4 (4), pp.367-388.
- Noll, R., and A. Zimbalist (eds). [1997], *Sports, Jobs and Taxes*, Washington, D.C : Brookings Institution Press.
- Rottenberg, S. [1956], “ The Baseball Players’ Labor Market, ” *Journal of Political Economy*, vol.64 (3), pp.242-258.
- Szymanski, S. [2012], “ Economics of League Design: Open versus Closed Systems, ” in Kahane, L. H. and S. Shmanske (eds), *The Oxford Handbook of Sports Economics*, vol.1, Oxford and New York : Oxford University Press, pp.3-17.

#### e-references

##### 邦文

- 公益財団法人 ジャパン・プロフェッショナル・バスケットボール・リーグ, 「公益財団法人の認定について」 : [https://www.bleague.jp/news\\_detail/id=16575/](https://www.bleague.jp/news_detail/id=16575/) (2018年11月29日閲覧)
- 公益財団法人 ジャパン・プロフェッショナル・バスケットボール・リーグ, 「B. League Official Rule Book 2018-19」 : [www.bleague.jp/files/user/about/pdf/r-00\\_20181030.pdf/](http://www.bleague.jp/files/user/about/pdf/r-00_20181030.pdf/) (2018年11月29日閲覧)
- 公益財団法人 ジャパン・プロフェッショナル・バスケットボール・リーグ, 「Bリーグホームアリーナ検査要項」 : [https://www.bleague.jp/files/user/about/pdf/r-36\\_2018.pdf/](https://www.bleague.jp/files/user/about/pdf/r-36_2018.pdf/) (2018年11月29日閲覧)
- 国土交通省国土地理院, 「距離と方位角の計算」 : <https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/bl2stf.ht/> (2018年11月29日閲覧)
- J. League Data Site: <https://data-league.or.jp/SFTD12/> (2018年11月29日閲覧)
- 総務省統計局, 「統計でみる市区町村の姿 2018年」 : <https://www.stat.go.jp/data/s-sugata/index.html/> (2018年11月29日閲覧)
- 日本野球機構 統計データ : [npb.jp/statistics/](http://npb.jp/statistics/) (2018年11月29日閲覧)
- Bリーグ公式サイト, 「Monthly Marketing Report 2017-18 Season [第32節終了時]」 : <https://www.bleague.jp/files/user/news/pdf/20180509.pdf/> (2018年11月29日閲覧)
- Bリーグ公式サイト, 「club」 : <https://www.bleague.jp/club> (2018年11月29日閲覧)
- Bリーグ公式サイト, 「B. League 2017-18シーズン (2017年度) クラブ決算概要 B1クラブ・B2クラブ」 : [https://www.bleague.jp/files/user/about/pdf/financial\\_settlement\\_2017.pdf/](https://www.bleague.jp/files/user/about/pdf/financial_settlement_2017.pdf/) (2018年11月29日閲覧)

##### 欧文

- Economist.com. [2018a], “ HQ2 times 2 ” : <https://www.economist.com/business/2018/11/08/amazons-second-headquarters-may-be-no-such-thing/> (2018年11月29日閲覧)
- Economist.com. [2018b], “ Superstar cities have a big advantage in attracting high-paying jobs ” : <https://www.economist.com/finance-and-economics/2018/11/17/superstar-cities-have-a-big-advantage-in-attracting-high-paying-jobs/> (2018年11月29日閲覧)