

グラフネットワークを用いた駅混雑予想モデル

藤田鴻大† 大槻明‡

日本大学経済学部†‡

1. はじめに

国立社会保障・人口問題研究所のデータ[1]によると、2015年に比べて2045年には殆どの自治体で人口が3割~4割減少すると予測されており、特に地方の衰退が極めて深刻である。加えて、日本では地方の過疎化が深刻な問題となっている[2]。人口減や過疎化が及ぼす悪影響の一つとして、地方産業の衰退や税収の減少による行政サービスの悪化が考えられる。このような状況下において、内閣府は2014年に「まち・ひと・しごと創生本部」を設置し、これらの問題に対応するための取り組みなどを行っている。

以上のような状況を踏まえて、本研究では、筆者の出身地である静岡県を取り上げて、静岡県の地域再開発事業に資する知見導出に関する分析アプローチについて研究した。具体的には、グラフネットワーク分析のアプローチから混雑している電車、バス、新幹線などの各公共交通機関のスポットを予測するアプローチを考案した。そして本アプローチを用いて混雑しているスポットを抽出し、2020年現在で静岡県内で計画されている再開発予定地域と比較検証することで、静岡県内で計画されていない新たな再開発候補地域を明らかにした。

2. 提案コンセプト

2.1. はじめに

本研究ではまず、静岡県内ですでに計画をされている再開発予定地域の抽出を行う。次に、静岡県内の駅、電車、バス、新幹線の路線図をもとに隣接行列を作成し、グラフネットワーク分析を行う。さらに、作成したグラフデータから媒介中心性分析を行うことで、混雑度の高いスポットを抽出する。

以上の分析アプローチによって、静岡県内ですでに計画されている再開発予定地域とは別に、単体の交通網だけではわからなかったハブとなっているスポットを抽出することで、新たな再開発候補地域の抽出を目指す。

2.2. 静岡県の再開発予定地域の抽出

再開発予定地の選定には静岡県地理情報システム(GIS)<sup>1</sup>を用いた。具体的には静岡県内の都市計画区域における市街地再開発が行われる予定の地域を抽出した。この結果、「沼津市、島田市、富士市、掛川市、静岡市、浜松市、焼津市、磐田市」の8地域が抽出された。

2.3. 路線グラフデータの構築

媒介中心分析を行うためのグラフネットワークを構築するための元データを、静岡県内の電車・バス・新幹線の各路線図データから取得した。図1に鉄道路線図のイメージを示すが、具体的には電車・バス・新幹線の各路線図はそれぞれ「ナビタイム<sup>2</sup>」を参考にし、静岡県における全駅を対象に取得した。

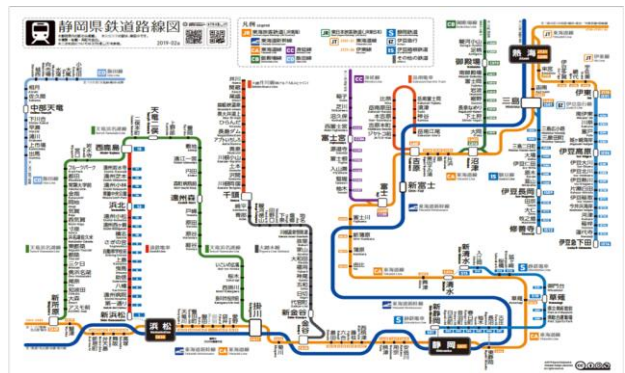


図1. 静岡県内の鉄道路線図

(出典: [https://www.47rail.jp/data/22\\_shizuoka\\_202011.pdf](https://www.47rail.jp/data/22_shizuoka_202011.pdf))

2.4. 隣接行列(グラフデータ)の作成

前節のデータから作成した隣接行列のイメージを表1に示す。例えば、「熱海-湯河原」間に駅やバスの路線等が2本走っていた場合は、熱海-湯河原間の重みは2となる。

表1. 隣接行列のイメージ

|       | 湯河原 | 熱海 | 函南 | 三島 | 沼津 | 片浜 | 原 | 東田子の浦 | 富士原 | 富士 | 富士川 | 新蒲原 |
|-------|-----|----|----|----|----|----|---|-------|-----|----|-----|-----|
| 湯河原   | 0   | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 熱海    | 2   | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 函南    | 0   | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 三島    | 0   | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 沼津    | 0   | 0  | 0  | 1  | 0  | 2  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 片浜    | 0   | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 1 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 原     | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0 | 2     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 東田子の浦 | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2 | 0     | 2   | 0  | 0   | 0   |
| 吉原    | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 2     | 0   | 1  | 0   | 0   |
| 富士    | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 1   | 0  | 2   | 0   |
| 富士川   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 2  | 0   | 1   |
| 新蒲原   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 1   | 0   |
| 蒲原    | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 2   |
| 由比    | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 興津    | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 清水    | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 草薙    | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 東静岡   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |
| 静岡    | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0     | 0   | 0  | 0   | 0   |

なお、例えばバス停が駅と隣接・発着している場合など、同じ位置に名称の異なる駅とバス停が混在していた場合は、名寄せを行うことで同じスポットとして扱うことにした。この名寄せのイメージを図2に示す。図2のケースの場合、バス停の「浜北駅前」は「浜北駅」に名寄せされる。

<sup>1</sup> <https://www.gis.pref.shizuoka.jp/?z=9&ll=34.9791&2C138.3831&t=roadmap&mp=11001&op=70&v1=000a5ffff00000040>

<sup>2</sup> <https://www.navitime.co.jp/>



図 2. 名寄せのイメージ

(出典: <https://www.navitime.co.jp/bus/route/00086500/>)

### 2.5. 媒介中心性分析

媒介中心性 (betweenness centrality) は, Freeman[3]が提案した手法でありハブとなっているノードほど中心性が高いと評価するモデルである。 $\sigma_{st}$ で  $s, t$  間の最短経路数を表し,  $\sigma_{st}(v)$ で  $s, t$  間の最短経路のうち  $v$  を通る個数を表す時, グラフ  $G$  上の頂点  $v$  の媒介中心性は次式の通り表される[4].

$$C_B(v) = \sum_{v \neq s, t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \quad (1)$$

本研究では, 前節で作成した隣接行列をグラフデータに変換し, このグラフデータを対象に媒介中心性を行うことで, 混雑しているスポットを抽出する.

## 3. 実証結果及び考察

### 3.1. グラフネットワーク分析の結果

図3に示す通り, 前章で作成した隣接行列を元にグラフネットワークを作成した. 図3と図1の路線図を比較したところ, 新富士, 静岡, 浜松, 掛川が中心となって各駅が繋がっており, これらの駅を他の多くの駅が経由していることが明らかとなった.

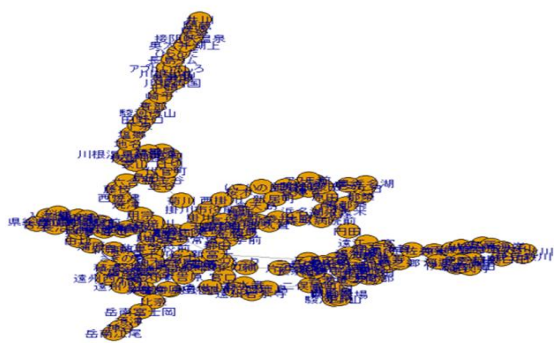


図 3. グラフネットワーク分析の結果

### 3.2. 媒介中心性分析の結果

前節で作成したグラフネットワークを元に媒介中心性分析を行った. この結果を表2及び表3に示す. 表2は中心性分析で高いスコアが算出された市街地再開発予定地域のリストであり, 表3は中心性分析で再開発予定地8地域の平均値より高いスコアが算出された市街地再開発予定以外の地域のリストである.

表 2. 市街地再開発が予定されている地域

| スポット名 | 媒介中心性スコア |
|-------|----------|
|-------|----------|

|    |              |
|----|--------------|
| 沼津 | 973.166667   |
| 富士 | 877.833333   |
| 静岡 | 11753.333333 |
| 焼津 | 155.333333   |
| 島田 | 5004.666667  |
| 掛川 | 7419.666667  |
| 浜松 | 8522.800000  |
| 磐田 | 875.900000   |

表 3. 中心性分析で高いスコアが算出された市街地再開発予定以外の地域

| スポット名 | 媒介中心性スコア     |
|-------|--------------|
| 新富士   | 10504.666667 |
| 三島    | 80270.000000 |
| 金谷    | 5653.666667  |
| 菊川    | 5748.666667  |

### 3.3. 考察

表3を元に静岡県内で計画されていない新たな再開発候補地域についての考察を行う. 市街化再開発地域以外で中心性分析のスコアが高かったスポット(表3)を地域別に大別すると下記(1)~(3)の3地域に大別することが出来る. そこで(1)~(3)の各地域の都市開発状況を調査した.

- (1) 新富士駅南地域では土地区画整理事業が予定されている.
- (2) 三島地域は既に再開発が完了しているため除外.
- (3) 金谷, 菊川地域は再開発の予定無し.

ここで, (3)の金谷, 菊川地域は, 静岡駅と浜松駅から30分から40分という利便性が高い地域である. 菊川駅に関しては, 駅北口周辺に商業施設があるが金谷駅周辺は目立った開発がなされておらず, 再開発の余地があり再開発候補地として提案ができると考えられる.

## 4 おわりに

本研究ではグラフネットワーク分析のアプローチから, 混雑している電車, バス, 新幹線などの各公共交通機関のスポットを予測するアプローチを考案し, 2020年現在で静岡県内で計画されていない新たな再開発候補地域を明らかにした.

### 参考文献

- [1] 国立社会保障・人口問題研究所, 将来推計人口・世帯数サイト: <https://gendai.ismedia.jp/articles/-/51836?page=2> (2020/10閲覧済み).
- [2] 総務省 平成29年度版 過疎対策の現状, [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000591841.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000591841.pdf) (2020/12閲覧済み).
- [3] L. C. Freeman: A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. *Sociometry*, 40(1):35-41, 1977.
- [4] 林孝紀, 秋葉拓哉, 吉田悠一: 動的なネットワークにおける媒介中心性の高速計算手法, DEIM Forum E3-4, 2015.