

大阪市中心部における街区と店舗構成の 共起関係を用いた都市構造の共クラスタリング

稲垣 和哉¹・原 祐輔²・桑原 雅夫³

¹学生会員 東北大学大学院 情報科学研究科 (〒980-8579 仙台市青葉区荒巻青葉6-3-09)

E-mail:inagaki@plan.civil.tohoku.ac.jp

²正会員 東北大学大学院助教 情報科学研究科 (〒980-8579 仙台市青葉区荒巻青葉6-3-09)

E-mail: hara@plan.civil.tohoku.ac.jp

³正会員 東北大学大学院教授 情報科学研究科 (〒980-8579 仙台市青葉区荒巻青葉6-3-09)

E-mail:kuwahara@plan.civil.tohoku.ac.jp

本研究では都市における店舗の共起関係に基づき、店舗の共起関係と潜在的イメージの構造を明らかにすることで都市の潜在構造を分析する。店舗の共起関係を関係データに表すことで店舗間の空間的・業種的共起を定量的に扱えるようにした。この関係データにStochastic Blockmodelを用いることで店舗間の潜在的な構造を明らかにできる。結果として、店舗間の空間的・業種的共起関係から潜在的イメージという形で大阪難波駅周辺部の雰囲気进行分类することができた。各潜在的イメージは店舗構成の特徴から解釈することができる。さらに潜在的イメージ間には関係性があることがわかり、その関係性は地理的分布と対応していることがわかった。

Key Words : *image of city, stochastic blockmodel, latent structure analysis, network analysis*

1. はじめに

現在、主に駅前を中心とした中心市街地では全国で類似した商業地区が形成されている。一方で東京における原宿や表参道、大阪における堀江や中崎町のように個性をもった商業地区もみられる。このように中心市街地では地区間における類似性や独自性が見られ、それぞれ異なる雰囲気を形成していると考えられるが、これらの雰囲気を形成している要因は一体何であろうか。

都市の雰囲気形成を明らかにしようという研究はこれまでに様々なアプローチのもと、数多く行われている。例として、景観分析に代表されるような歴史的・地理的な要因に着目した定性的評価や、街路の幾何構造に着目したネットワーク分析に基づく空間の定量的評価などが挙げられる。

都市の雰囲気が形成される要因を前者は歴史的・地理的文脈から見出そうとし、後者は街区の幾何構造に表れているのではないかと考えている。このように、都市の雰囲気を形成する要因は様々な視点から考えることが出来、全てを総合的に分析し体系化するのには容易ではない。

本研究では雰囲気が形成される要因として、地区を構成している街区と店舗の特徴の違いに注目する。店舗構成が街区の特徴を与えている場合もあれば、街区の持つ特徴が店舗構成に影響を与えている場合もある。例えば、

ファストフード店や全国チェーン店が多く立地する街区はその店舗構成より画一的な印象を持つ。一方で、銀座のような高級な店舗で構成される街区に出店するファストファッション店は、取扱い商品を変えたり、店舗にデザイン性を加えることで街区の特徴を共有している。すなわち、街区及び店舗の特徴は互いに依存関係にあることが分かる。本研究では、街区と店舗に共通な”潜在的イメージ”がこの依存関係を媒介し、地区全体の雰囲気を形成していると考えられる。

このように本研究では、街区及び店舗の特性の相互作用が中心市街地の雰囲気を形成していると考え、この相互作用を媒介するものとして”潜在的イメージ”という概念を新たに導入する。また、店舗間の相互作用を媒介するものが潜在的イメージであるならば、この潜在的イメージは店舗間の共起関係で表現することが可能であると考えられる。そこで本研究では中心市街地において形成されている雰囲気を店舗の共起関係で表現し、店舗の共起関係と潜在的イメージの構造を明らかにする。そして得られた構造から中心市街地における雰囲気形成の普遍的な構造を明らかにすることを試みる。

現在まちづくりやリノベーションといった取り組みにみられるように、新たに建物をつくるのではなく機能を付け加えることで地区の活性化を図ろうとしている。本

研究で中心市街地における雰囲気形成の普遍的な構造が明らかにされれば、地区間の関係性を考慮したより靱性の高い地区の活性化を行うことが可能になるのではないかと考えられる。

2. 既往研究と本研究の位置付け

都市構造の定性的分析の既往研究を挙げる。松澤¹⁾は東京の繁華街は店舗カテゴリーの分布に従って、三層構造であることを発見した。中心域は装身用品店や喫茶店が、中間域は飲酒店や遊技場が、そして周縁域はラブホテルや駐車場が多く分布していることを示し、この傾向は新宿、渋谷、池袋など、都内における各繁華街において共通の傾向であることを明らかにした。歴史的・地理的・文化的背景を基にした調査及び分析が行われているので現状との整合性がとれている。しかし、対象としているのは都内の主要な繁華街であり、日本全国の繁華街について適用できるのかと

いう意味で一般性に欠ける。また、業種カテゴリーが身用品店や飲食店など集計的な分類であり、個々の店舗が有する特徴が考慮されていない。

次に都市構造の定量的分析の既往研究として次の3つを挙げる。福山・羽藤²⁾はバルセロナの旧市街地において、街路と広場に着眼した都市構造の分析を行った。歩行者の行動圏域ごとにリンク媒介中心性という新たな指標を設定することで、街路ネットワーク及び広場立地の特性を歴史的形成過程との関連性から定量的に評価している。結果、250m、500m、1kmという3つの行動圏域ごとに異なる中心性の分布が街路の歴史的形成と整合性のある形で得られている。また、Barthelemy et al.³⁾は19世紀に行われたパリ改造の都市構造に対する影響を街路ネットワークに対するノードの媒介中心性を用いることで、定量的に評価を行っている。結果、パリ改造以前は中心性の空間的分布が不安定であったが、パリ改造以後は安定し、現在のパリ中心部の街路ネットワークはこの時期に形成されたものであると明らかにしている。また、稲永ら⁴⁾は熊本市桜町周辺を対象に、Space Syntax理論における移動指標 Int.V を用いて、賑わいと街路網の関係性について以下を明らかにした。1)街路における Int.V の高さは賑わいを生む基盤として機能する、2)その基盤上において、中心的な機能を有するきっかけとなるのは建物などの施設整備である、3)基盤として機能するためには一つの街路の Int.V の高さではなく、高い密度が必要である。これらの既往研究はグラフ理論を基にしたネットワーク分析に分類される。ネットワーク分析は街路空間の評価を街路構造を表す地理情報のみから行うことが出来、非常にリーズナブルな分析であるといえる。一方で

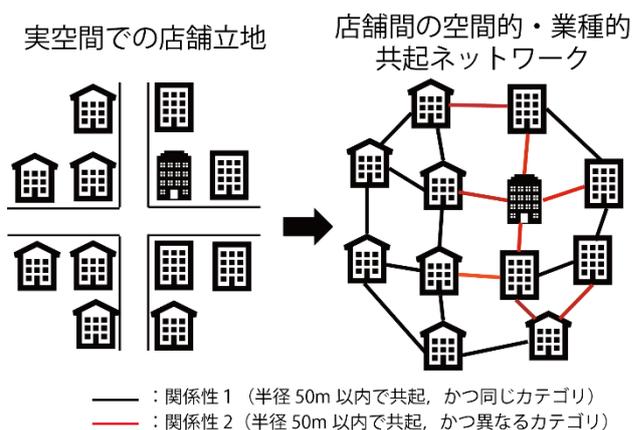


図-1 店舗の共起関係の関係データ化

都市構造を街路ネットワークという形で非常に抽象化した形で表現することになり、街路構造以外の要素が考慮されていない。

本研究では、都市の構成要素である個々の店舗の特徴が都市構造に及ぼす影響が大きいのではないかと、さらに空間的特性ではなく店舗間の関係性の影響が大きいのではないかとこの考えのもと、店舗の共起関係に注目して分析を進めていくことにする。

3. 都市の潜在構造分析

(1) 店舗の共起関係のグラフ化

本研究では、店舗の共起関係を関係データとして表現する。本研究における関係データとは、各店舗間の立地関係や業種関係を表す行列表現である。店舗の共起関係を関係データで表す利点は、個々の店舗の共起関係を利用することで、マクロな構造を把握できる点にある。

店舗 i を表すノード集合を N 、店舗 ij 間の関係性を表すリンク y_{ij} の集合を E とする。本研究ではグラフは無向グラフを仮定するので $y_{ij} = y_{ji}$ である。ノード間の関係性は店舗間の距離と業種関係によって記述する。まず、店舗 i と店舗 j の距離が閾値以下であれば両者は空間的に共起していると定義する。次に、空間的に共起している店舗間で両者のカテゴリーが同じであれば、同業種で共起していると定義する。ここで、カテゴリーとは分析者によって観測可能な店舗の詳細な業種(例えばロシア料理店やCDショップ、銀行など)を表す。以上のように、店舗間の空間的・業種的共起関係を関係データ化できる。

この関係データ形成ルールを用いて、実空間上での店舗立地パターンを関係データ化する例を図-1に示す。図中の店舗は同形状のものは同カテゴリであることを示している。左図を関係データ化したグラフ表現すると右図になる。この図から店舗 i は同カテゴリと空間的に共起しており、店舗 j は異カテゴリと空間的に共起していることがわかる。

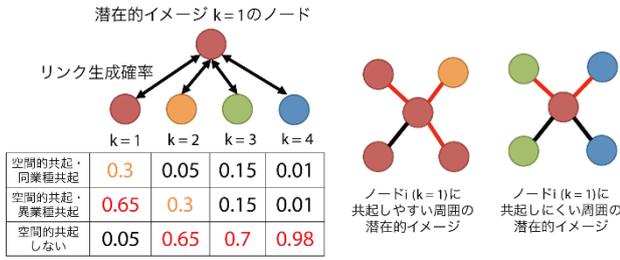


図-2 潜在的イメージによるリンク生成メカニズム

(2) 潜在的イメージが生み出す共起関係

上記のような空間的・業種共起関係を生み出すメカニズムとして、本研究は各店舗がもつ潜在的イメージに起因すると仮定する。具体的には店舗 i の潜在的イメージ x_i と店舗 j の潜在的イメージ x_j の関係性によって、両者の共起関係が確率的に決定すると仮定する。これは空間的に共起する（エリアとして隣接する）店舗の傾向を規定している。

潜在的イメージによる関係データの生成メカニズムを説明する。潜在的イメージの集合を K 、各潜在的イメージを $k \in K$ とする。図-2 左図で示すように、潜在的イメージ $k=1$ の店舗は他の潜在的イメージ ($k=1, 2, 3, 4$) との空間的・業種共起確率が定義されている。このとき、店舗 i が空間的・業種共起をする潜在的イメージの店舗群の一例を図-2 に示す。

このような各店舗の潜在的イメージや潜在的イメージ間の構造を店舗の空間的・業種共起関係から明らかにしたい。そこで、次節で説明する Stochastic Blockmodel を用いる。

(3) Stochastic Blockmodel による定式化

Stochastic Blockmodel は Nowicki and Snijders⁹⁾ によって提案された関係性データのモデリング手法である。このモデルは

- 1) 各ノードは単一の潜在クラスに属する
- 2) 各ノードが所属する潜在クラスにより定義されるノード間のリンク生成確率に従ってリンクが生成される

と仮定した関係性データの生成モデルである (図-3)。各ノードが各潜在クラスに所属する確率は θ 、リンク生成確率は η というパラメータで表される。Stochastic Blockmodel における潜在クラスは本研究における店舗の潜在的イメージに対応する。

関係性ネットワーク \mathbf{y} はノード集合 N と関係性リンク集合 E によって構成される。本研究では 3. (1) に記述したノード i, j 間の空間的・業種共起関係を具体的に以下のように定義する。

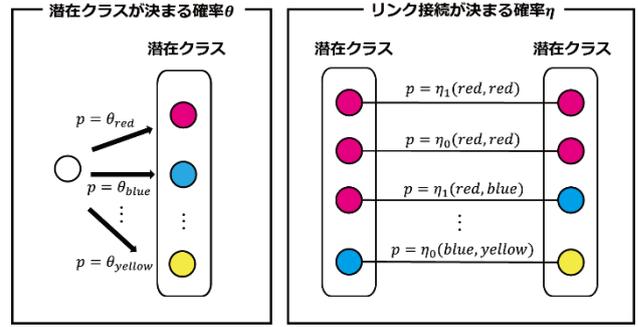


図-3 ノードのクラス所属確率とリンク生成確率

- 1) 店舗 i の半径 50 m 以内に店舗 j が空間的共起しており、かつ店舗 i, j が同カテゴリであるとき
$$y_{ij} = y_{ji} = 1 \quad \forall i, j \in N$$
- 2) 店舗 i の半径 50 m 以内に店舗 j が空間的共起しており、かつ店舗 i, j が異カテゴリであるとき
$$y_{ij} = y_{ji} = 2 \quad \forall i, j \in N$$
- 3) それ以外のとき
$$y_{ij} = y_{ji} = 0 \quad \forall i, j \in N$$

ノードが属する潜在クラスの集合を $K = \{1, 2, \dots, c\}$ とする。ノード i が所属する潜在クラスを x_i とし、その確率変数を X_i とする。このとき、ノード i が潜在クラス k に所属する確率を

$$\Pr(X_i = k) = \theta_k \quad (1)$$

と定義する。各ノードの所属確率が i.i.d. であることを仮定すると、確率変数 \mathbf{X} の同時分布は次のように表すことができる。

$$\Pr(X_1 = x_1, \dots, X_{|N|} = x_{|N|}) = \theta_1^{m_1} \dots \theta_c^{m_c} \quad (2)$$

ここで、 m_k は潜在クラス k に属するノード数であり、

$$m_k = \sum_{i=1}^n I(x_i = k)$$

で表す。 $I(\cdot)$ は指示関数である。

次にリンク生成確率を定義する。リンク生成確率はノードの所属クラスにのみ依存するため、ノード i, j 間のリンク生成確率は

$$\Pr(y_{ij} = a | X_i = k, X_j = h) = \eta_a(k, h) \quad \forall k, h \in K \quad (3)$$

で表される。ここで、

$$\sum_{a \in A} \eta_a(k, h) = 1 \quad \forall k, h \in K$$

$$a \in A = \{0, 1, 2\}$$

を満たす。A は観測可能なノード間の空間的・業種共起関係を表す。

上記のモデルから、観測された関係性ネットワーク \mathbf{y} が得られる確率は次のように表される。

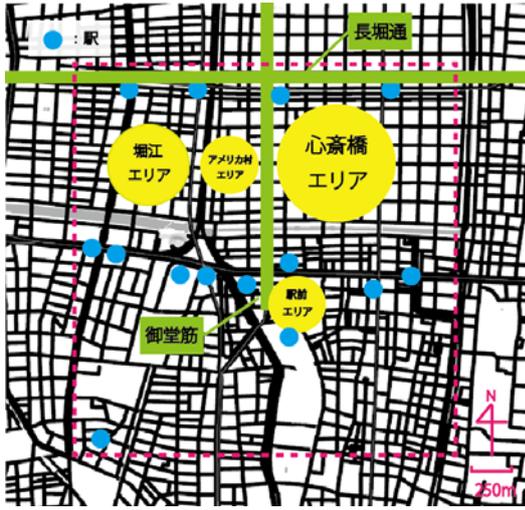


図-4 対象地域とする大阪難波駅周辺部

$$\Pr(\mathbf{y}|\mathbf{x}, \theta, \eta) = \prod_{a \in A} \prod_{1 \leq k < h \leq C} (\eta_a(k, h))^{e_a(k, h)} \quad (4)$$

ここで、 $e_a(k, h)$ は潜在クラス k, h が関係 a である回数を表す。

次に i.i.d. の仮定より、 \mathbf{y}, \mathbf{x} の同時確率は

$$\Pr(\mathbf{y}, \mathbf{x} | \theta, \eta) = \Pr(\mathbf{y} | \mathbf{x}, \theta, \eta) \cdot \Pr(\mathbf{x} | \theta, \eta) \quad (5)$$

であり、これは式(2)、(4)の積で表すことが出来る。しかし、各ノードが所属する潜在クラスは未観測のため周辺化し、以下の式が得られる。

$$\Pr(\mathbf{y} | \theta, \eta) = \sum_{\mathbf{x} \in K} \Pr(\mathbf{y}, \mathbf{x} | \theta, \eta) \quad (6)$$

これが関係性ネットワーク \mathbf{y} の生成モデルである。

(4) パラメータの推定方法

パラメータ (θ, η) に対して事前密度関数 $f(\theta, \eta)$ を仮定すると潜在変数 \mathbf{x} の推定は次式のように事後予測分布で表される。

$$\Pr(\mathbf{x} | \mathbf{y}) = \int f(\theta, \eta, \mathbf{x} | \mathbf{y}) d\eta d\theta \quad (7)$$

パラメータ (θ, η) の推定は以下の事後分布に基づく。

$$f(\theta, \eta | \mathbf{y}) = \sum_{\mathbf{x}} f(\theta, \eta, \mathbf{x} | \mathbf{y}) \quad (8)$$

そしてこの条件付き分布 $f(\theta, \eta, \mathbf{x} | \mathbf{y})$ を得るために Gibbs Sampling を用いる。

現在の $\theta^{(p)}, \eta^{(p)}, \mathbf{X}^{(p)}$ が与えられている時、 $\theta^{(p+1)}, \eta^{(p+1)}, \mathbf{X}^{(p+1)}$ の Gibbs Sampling の手続きは以下の通りである。

- 1) 完全データ $(\mathbf{X}^{(p)}, \mathbf{y})$ が与えられているもとの、 $(\theta^{(p+1)}, \eta^{(p+1)})$ は (θ, η) の事後分布からサンプリングできる。
- 2) 各 $i=1, \dots, n$ に対して、 $\theta^{(p+1)}, \eta^{(p+1)}, \mathbf{X}^{(p+1)}, \mathbf{y}$ が与えられた下で、 X_i の条件付き分布から $X_i^{(p+1)}$ をサンプリングする。

以上の手続きを収束するまで繰り返せばよい。

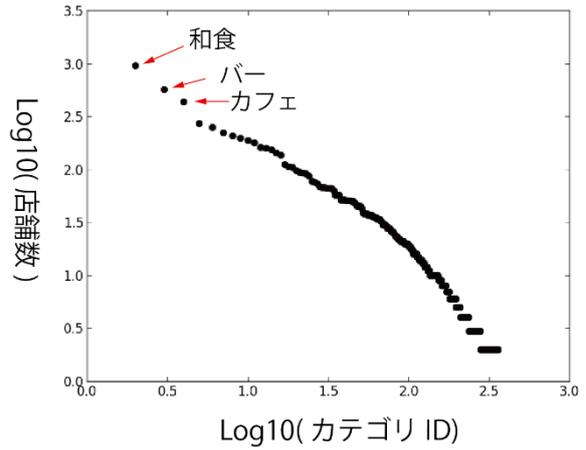


図-5 店舗数とカテゴリランクの両対数グラフ

4. ケーススタディ

(1) 対象地域

本研究が対象とするのは、図-4に示す大阪市難波駅周辺の約2.5 km四方で囲まれた地区である。南北に御堂筋が通っており、この御堂筋を境に東側に心齋橋地区、西側にアメリカ村及び堀江地区が広がっている。心齋橋地区は商店街を中心とした繁華街、アメリカ村・堀江地区は若者をターゲットとした個人店舗が集まっている地区である。そして難波駅周辺は、駅を中心に商業ビルやショッピングモールが立地する商業地区となっている。

(2) データ概要

本研究が用いるデータは位置情報 SNS である foursquare[®] から入手したデータであり、店舗名、カテゴリ、緯度、経度の情報で構成されている。データ数は9032個、カテゴリ数は359個である。カテゴリは foursquare 利用者により観測可能な範囲で詳細に設定されている。例えば、飲食店はスペイン料理店やロシア料理店など細分化されている。

店舗数が多い順に和食(954店)、バー(565店)、カフェ(436店)、ラーメン・麺類店(249店)、居酒屋(220店)、美容院/床屋(209店)、イタリア料理店(197店)、衣料品店(187店)となっている。

(3) 基礎分析

各カテゴリを店舗数が多い順にカテゴリIDを1から359まで振り、縦軸をLog(店舗数+1)、横軸をLog(カテゴリID+1)の両対数グラフを作成した(図-5)。図より各カテゴリと店舗数は直線関係にあるので冪分布に従うと考えられる。

次に50店舗以上存在するカテゴリについて、業種的共起関係の傾向を各カテゴリが共起する同業種・異業種割合から分析した。表-1には特徴的なカテゴリの例を示す。バーや和食店は同業種で共起する割合が高く、中華

表-1 カテゴリによる業種的共起の傾向

カテゴリ	同業種で共起する割合	異業種で共起する割合
バー	0.20	0.80
和食店	0.17	0.83
電器店	0.13	0.87
衣料品店	0.11	0.89
カフェ	0.09	0.91
中華料理店	0.05	0.95
ファーストフード店	0.04	0.96
ショッピングモール	0.04	0.96
アジア料理店	0.04	0.96
コーヒーショップ	0.04	0.96

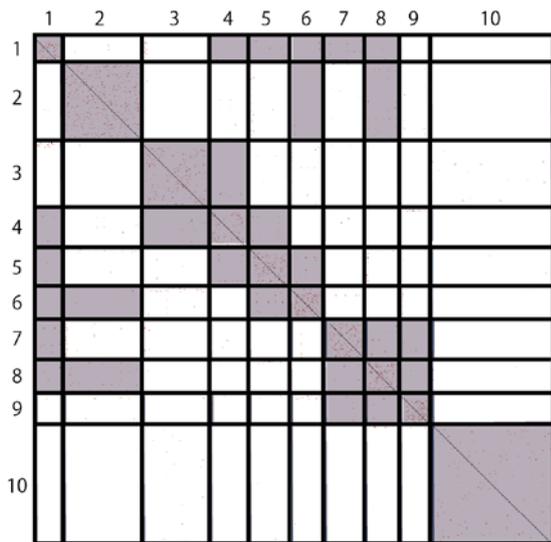


図-6 ブロック図

料理店やファーストフード店は異業種で共起する割合が高いことが分かる。このようにカテゴリによって業種的共起の傾向は異なり、それが関係データにおける接続関係の特徴に表れていると考えることができる。

5. Stochastic Blockmodel を用いた潜在構造分析

(1) 大阪市中心部における潜在的イメージの構造

以上の基礎分析をふまえたうえで、Stochastic Blockmodel を用いて潜在構造分析を行った。本研究では対象エリアを構成している潜在的イメージ数は $K=10$ とする。

分析の結果、9032の店舗それぞれに潜在的イメージを割り当てることができる。この潜在的イメージの割当てごとにまとめて関係データの行列表示を行ったブロック図が図-6である。この図からは潜在的イメージ間の共起関係も明らかにすることができる。

対象エリアにおける潜在的イメージのマクロ構造を把握するために潜在クラス間の接続確率が0.001以上の場合にリンクを張った潜在的イメージ間ネットワークを図-7に示す。この図からはイメージ4,5,6のクラスタ、7,

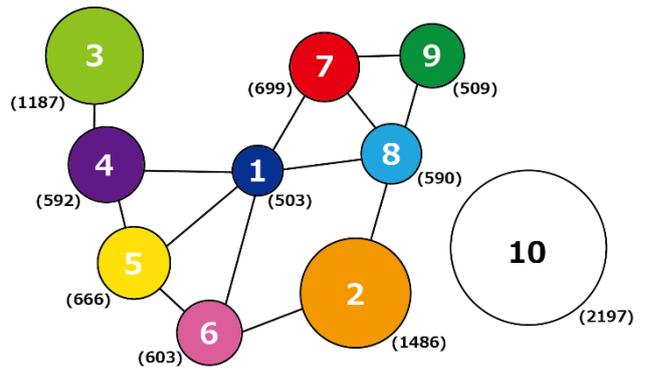


図-7 潜在的イメージの全体構造

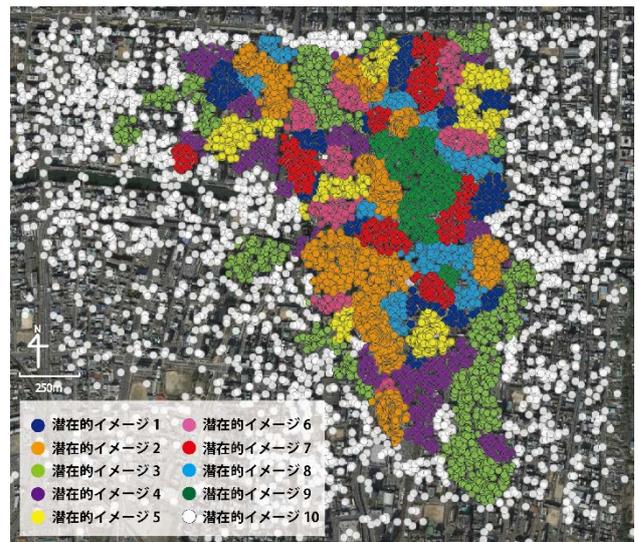


図-8 潜在的イメージの地理的分布

8,9のクラスタ、2つの間を結ぶ1,2、周縁部にある3,10という関係が明らかになる。

(2) 各潜在的イメージの解釈

これらの潜在的イメージの解釈を行うために、各イメージを構成する店舗や地理的分布を分析する。

図-8は各店舗の潜在的イメージを空間的にプロットした図である。この図からは潜在的イメージ10や3がエリアの周縁部にあり、図-7で明らかにしたイメージ間ネットワークが空間的に表現されていることがわかる。同様に4,5,6や7,8,9が隣接するエリアを形成しており、図-7は実際の潜在的イメージの立地パターンから空間を捨象した潜在構造であることが理解できる。

次に各潜在的イメージの解釈のためにそれぞれの店舗構成を示す。

潜在的イメージ1は平均型であり、特徴的カテゴリは特に無い。図-7よりネットワークのハブにあたる潜在的イメージであり、図-8の地理的分布を見ても各潜在的イメージの間に挟まれるように位置していることが分かる。

潜在的イメージ2は駅前型であり、人が集まりやすい

駅を中心に、多様なカテゴリの店舗が分布している。特に映画館・鉄道駅・ギフトショップ・銀行が多く、典型的な駅前のイメージを形成しているといえる。

潜在的イメージ3は専門店型であり、電器店が集積する日本橋地区、専門食料品店が集積する黒門市場、音楽系専門店が集積するアメリカ村を中心に電器系、サブカル系、音楽系、専門食料品系といったカテゴリの店舗が分布している。特にCDショップ、ホビーショップ、電器店の割合が多く、専門店が集積するような潜在的イメージを形成していると考えられる。

潜在的イメージ4は緩衝帯型であり、潜在的イメージ3と5の間を埋めるように分布しており、おもちゃ・ゲーム店やデザインスタジオなどが多い。これらから分かるように潜在的イメージ3から5へと移り変わる急激な雰囲気の変化を滑らかにしている役割をもっていると考えられる。

潜在的イメージ5は流行型であり、南堀江、裏なんば、久左衛門町など流行に敏感な若者がよく訪れる地区に対して、アパレル系・デザイン系・演劇系のカテゴリの店舗が多く分布している。特にブティック・衣料品店の割合が多く、時代の流行を反映するような店舗を集積する潜在的イメージが形成されていると考えられる。

潜在的イメージ6は居酒屋型であり、バー、ホテル、カラオケ、スパの割合が多く、駅前型である潜在的イメージ2に隣接するようなかたちで分布している。全体的に飲み屋が多いが、価格帯は比較的lowの店舗が多く、庶民的な居酒屋が集積するような潜在的イメージが形成されていると考えられる。

潜在的イメージ7は緩衝帯型であり、潜在的イメージ1と9の間を埋めるように分布しており、宝飾店や娯楽全般が多い。これらから分かるように潜在的イメージ1から9へと移り変わる急激な雰囲気の変化を滑らかにしている役割をもっていると考えられる。

潜在的イメージ8は緩衝帯型であり、潜在的イメージ2と9の間を埋めるように分布しており、携帯ショップやラウンジなどが多い。これらから分かるように潜在的イメージ2から9へと移り変わる急激な雰囲気の変化を滑らかにしている役割をもっていると考えられる。

潜在的イメージ9は高所得者層型であり、キャバクラやホストクラブが多く立地している宗右衛門町と老舗料亭が多く立地している法善寺横丁を中心として、ラウンジ、夜の娯楽スポット、カラオケバーなどのカテゴリの店舗が多く分布している。比較的金銭的に余裕のある層が遊びにきたり、食事をする地区であり、高所得者層が利用するような飲食店が集積する潜在的イメージを形成していると考えられる。

潜在的イメージ10は日常生活型であり、中心繁華街の外側にあたる部分に分布しており、学校やガソリン

スタンド、住宅などのカテゴリが多く分布している。全体的に日常生活で利用するようなカテゴリが多く、生活に則した店舗が集積するような潜在的イメージが形成されていると考えられる。

6. まとめ

本研究では中心市街地において形成されている雰囲気店舗の共起関係で表現し、店舗の共起関係と潜在的イメージの構造を明らかにした。得られた知見を以下に示す。

- 1)店舗間の空間的・業種共起関係から潜在的イメージという形で大阪難波駅周辺部の雰囲気を分類することができた。
- 2)各潜在的イメージは店舗構成の特徴で解釈が可能であり、店舗の特徴を捉えた分類ができていることが示唆された。
- 3)潜在的イメージ間には関係性があることがわかり、またそれが地理的分布と対応していることがわかった。
- 4)難波中心市街地は平均型潜在的イメージや緩衝帯型潜在的イメージを介して他の潜在的イメージが分布している傾向がある。これらの潜在的イメージは、他の潜在的イメージを機能的にかつ空間的に区別する役割があることが示唆された。

今後の研究課題としては、本手法の有効性を確認するために他の中心市街地において分析を行う必要があると考える。また、より一般的な店舗の共起関係と潜在的イメージの構造を明らかにするために地域間での比較や時系列比較も行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 松澤光雄：繁華街を歩く東京編-繁華街の構造分析と特性研究-, pp.13-46, 総合ユニコム選書, 1986
- 2) 福山祥代, 羽藤英二：バルセロナの歴史的発展過程と歩行者の行動圏域を考慮した広場-街路のネットワーク分析, 土木学会論文集 D1(景観・デザイン), Vol. 68, No.1, pp.13-25, 2012.
- 3) Barthelemy, M., Bordin, P., Berestycki, H., and Gribaudi, M. : Self-organization versus top-down planning in the evolution of a city, *Scientific Reports*, 3:2153, 2013.
- 4) 稲永哲, 星野裕司, 増山晃太, 尾野薫：都市形成における賑わいと街路網の関係に関する研究, 景観・デザイン研究論文集, No.9, pp.49-60, 2010.
- 5) Nowicki, K. and Snijders, T. A. B. : Estimation and Prediction for Stochastic Blockstructures, *American Statistical Association Journal of the American Statistical Association*, Vol.96, No.455, 1077-1087, 2001.
- 6) foursquare, <https://ja.foursquare.com/>

(2015. 4. 24 受付)

CO-CLUSTERING URBAN STRUCTURE OF CENTRAL OSAKA CITY BASED ON
THE RELATIONSHIP BETWEEN BLOCK AND COMBINATION OF STORES

Kazuya INAGAKI, Yusuke HARA and Masao KUWAHARA