

中心市街地における施設立地を考慮した 街路構造特性と歩行者通行量の関連分析

中村 茉樹¹・大平 悠季²・福山 敬³

¹学生非会員 鳥取大学大学院 持続性社会創生科学研究科 (〒 680-8552 鳥取市湖山南町 4-101)
E-mail: b15t4068y@tottori-u.ac.jp

²正会員 鳥取大学大学院 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒 680-8552 鳥取市湖山南町 4-101)
E-mail: yo@tottori-u.ac.jp

³正会員 鳥取大学大学院 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒 680-8552 鳥取市湖山南町 4-101)
E-mail: fukuyama@tottori-u.ac.jp

我が国の多くの地方都市において、少子高齢化社会における持続可能な都市経営の観点から、中心市街地の都市機能の増進や低未利用地の活用、空間整備状況の改善といった中心市街地活性化に関わる各種の施策が推進されている。本研究は、中心市街地の店舗や事業所といった、大小様々な施設の立地状況と、それらが街路ネットワークを通じて中心市街地内の各所に及ぼす影響に着目する。鳥取市中心市街地を対象に、施設立地を考慮した重みつき街路ネットワーク中心性等によって中心市街地の詳細な空間構造を表現し、賑わいの代理指標として歩行者通行量を用いて、空間構造と賑わいの関連性を定量的に分析した。

Key Words : street network, weighted network centrality, city center, facility location, pedestrian flow

1. 序論

我が国の多くの地方都市において、モータリゼーションの進展や郊外の宅地・商業開発を背景に、中心市街地の衰退が進行している。少子高齢化社会における持続可能な都市経営の観点から、中心市街地の活性化を目的として、これまでに累計 144 市町が中心市街地活性化基本計画を策定し、関連施策を推進してきた。特に直近の平成 30 年に認定された 13 市の計画¹⁾に着目すると、いずれもイベントの開催や都市施設の誘致・拡充によって多様な来街者の中心市街地での活動や交流を促すこと、空き店舗のリノベーションや需給のマッチングとともに新規出店・創業を支援することによって地域の経済活力を向上すること、循環バスの運行やレンタサイクルの運用および広場のバリアフリー化等の空間再整備によって来街者の交通便利性を高めること、うちの 1 つ以上を、計画の中心となる事業に据えている。すなわち多くの地方自治体が、中心市街地の賑わい形成の核となる施設の整備・拡充やイベントの開催とこれらの効果的な配置によって来街者の回遊・滞在を促進することが、持続的な賑わいの維持・創出のための重要施策と見なしていることが窺える。また、各種施策の達成度を評価する指標としては、イベント来場者数や施設利用者数、空き店舗数、歩行者通行量等が多用されている。

本研究が分析対象としている鳥取市も、平成 30 年に

認定された第 3 期中心市街地活性化基本計画²⁾において、日常的な賑わいや回遊・滞在性の向上を目指して空き店舗の利活用と新規店舗・事業所の開業促進を事業化し、評価指標の 1 つに歩行者・自転車通行量を設定している。これらの事業を通じて、小売業や、飲食業・宿泊を含むサービス業、勤務先となる事業所等、様々な業種の事業所の集積を形成し、多様な来街の機会の創出と人々の回遊・滞在の促進を図ることが、中心市街地の経済活力向上における重要課題とされている。

中心市街地には、個人商店のような小規模な店舗や事業所から、比較的規模の大きい行政施設や文化施設といった大規模施設に至るまで、多様な施設が存在する。沿道に多数の施設や規模の大きい施設が立地する街路では、それらの施設を目的地として中心市街地を訪問する来街者が多数観測されると考えることができる。このような考え方にに基づき、中心市街地やまちなかの街路区間や商店街における沿道の土地利用や施設配置に着目し、賑わいの代理指標としての歩行者通行量との関連性を分析した研究が、国内外で蓄積されている⁴⁾⁻⁷⁾。大庭ら⁴⁾は、京都市内の 86 の商店街を対象に、土地利用および業種構成と商店街の賑わいとの関係を明らかにした。ただしこれは、商店街内の土地利用・業種構成や、周辺の都市施設・交通施設の位置関係と、商店街の賑わいとの関連性に着目したものであり、来訪者の回遊空間である街路ネットワーク空間の構造は考慮していない。一方、中心市街地や都心部に

において、都市の骨格を形成する街路空間のネットワーク性への関心が高まっている。街路ネットワークを構成する個々の街路や交差点等の重要性の定量化手法としては、ネットワーク理論や Space Syntax 理論（以下、SS 理論）が多く用いられ、いずれも街路構造の定量化手法としての有効性が確認されている⁵⁾。溝上ら⁶⁾は、SS 理論を用いて街路ネットワークの位相構造と道路距離ベースの近接性を考慮し、これらのネットワーク特性および商業施設や低未利用地といった沿道の土地利用と、賑わいを表す歩行者交通量との関係を解明するためのフレームワークを提案した。末木・佐々木⁷⁾は、甲府市中心市街地の歩行空間整備に着目し、SS 理論等を援用した街路特性と歩行者通行量の重回帰分析において空間自己相関を考慮している。以上の研究は、沿道の店舗の多さや空き店舗数といった土地利用と歩行者通行量の関連性を明らかにすることに成功している。ただし、分析においては、土地利用と歩行者通行量との間に関係がみられる空間的な範囲が、当該の街路区間または商店街内部に留まることを案に仮定している。しかし、例えば隣接・近接する街路に多くの利用者が日常的に訪れる医療施設や商業施設といった都市施設、あるいは多数の個性的な商店・事業所が立地していたり、このような主要施設同士の間往来に頻繁に利用されたりするような街路では、当該街路の沿道で同様の土地利用がなされている場合ほどではなくても、多くの歩行者交通量が観測される可能性が高い。このことを踏まえて本研究は、街路の特性を評価する際に、沿道の施設立地状況を考慮する。

本研究は、地方都市の中心市街地における賑わい向上のための施策を検討することを目的として、店舗や事業所等の施設の立地状況を考慮した中心市街地内の各所の重要性、行政施設や文化施設等の大規模施設の配置や、空き店舗や駐車場等の低未利用地の発生状況といった、空間構造特性と、賑わいの代理指標としての歩行者通行量との関連性を定量的に分析する。具体的には、鳥取市中心市街地をケーススタディとして、分析対象地域（次章で詳説）内に張り巡らされた街路を分析単位とし、街路ネットワークの位相幾何学構造、施設の立地状況や低未利用地の発生状況に基づき、中心市街地内の各街路の空間構造上の利便性を定量化し、実測調査によって捕捉した歩行者通行量との関連性を明らかにする。沿道の土地利用について、当該の街路の状況だけではなく周辺の街路からの影響も考慮するために、ネットワーク理論を援用し、店舗や事業所といった施設の立地状況を各街路の集客性や重要性を評価する上での「重み」と位置付けた重みつきネットワーク中心性⁹⁾として表現する点が、本研究の新規性である。分析において、中心市街地の骨格を形成する街路や施

設の立地状況を表す客観的な指標を用い、賑わいと直結する観測指標である歩行者通行量との関連性を定量的に分析することによって、潜在的ににぎわいの形成されやすい場所を明らかにし、今後の施設配置や空き店舗活用に資する知見を導出する点が特徴である。

2. 使用データの概要

(1) 分析対象地域の設定

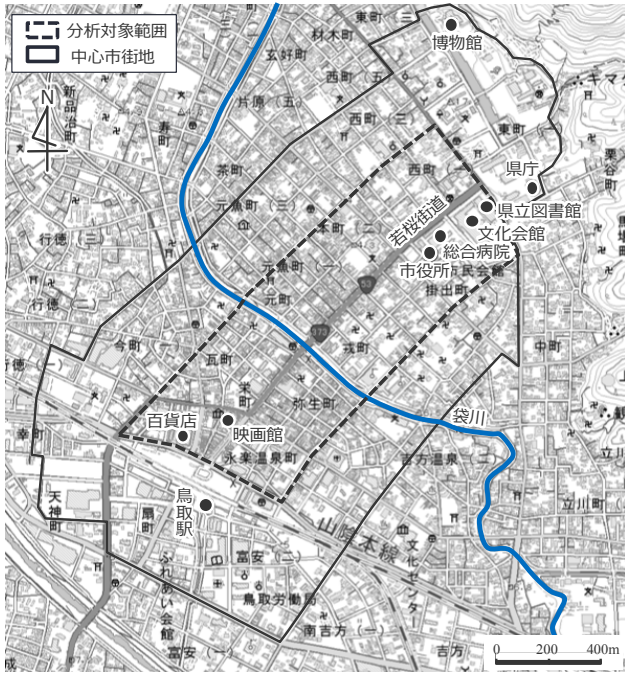
本研究の分析対象地域は、鳥取市が指定する鳥取市中心市街地において、特に商店や都市機能が集積している範囲とする。図-1の実線で囲まれた範囲が中心市街地を、破線で囲まれた範囲が分析対象地域を示している。分析対象地域では、鳥取駅から鳥取県庁に向かって、国道53号線の一部である若桜街道に沿って鳥取本通商店街や若桜街道商店街といった商店街が形成されている。また、若桜街道と交差して袋川が流れている。袋川は、一級河川である千代川の支流の一つであり、土手での花見やカヌー下り等、地域のイベントの場として市民に親しまれている。袋川以北（県庁側）には、商店街とともに県庁や市役所、裁判所といった公的機関、県立図書館や博物館、文化会館といった文化施設、総合病院である鳥取赤十字病院等が集積している。一方、袋川以南（鳥取駅側）には、鳥取本通商店街や末広温泉町商店街を中心とした飲食店街が広がり、百貨店（鳥取大丸）や映画館（鳥取シネマ）が立地している。このように、鳥取市中心市街地では、鳥取駅周辺地区と県庁周辺地区がまちの2つの核を形成している。

本研究では、交差点から交差点までの道路区間を1つの街路とし、1本1本の街路をサンプルとすることによって、中心市街地内の詳細な空間構造を検討可能とした。したがって、空間構造に関するデータの構築に際しては、分析対象地域内の全275街路に対して、街路単位での施設数の集計や、街路の中心と各種大規模施設等との距離の算出により空間構造を指標化する。

次節以降では、本研究で用いる空間構造の指標として、沿道の施設を考慮した街路ネットワーク構造（沿道に立地する施設を街路の「重み」と捉えた重みつき街路ネットワーク中心性）、主要な都市施設の配置、空き店舗の発生状況、時間貸駐車場の立地状況、および賑わいの代理指標である歩行者通行量について説明する。

(2) 施設を考慮した街路ネットワーク構造（重みつき街路ネットワーク中心性）

ネットワーク分析とは、様々な対象における構成要素間の関係構造を探る分析方法である¹⁰⁾。本研究は、街路という実空間のネットワークを対象としている。街路ネットワークでは、街路の接続関係を点と線によって構成される構造として抽象化したものをとらえる。グ



(国土地理院電子地形図 (<http://maps.gsi.go.jp/>) に基づき著者作成)

図-1: 分析対象地域

ラフ理論において、その点と線によって構成される構造として抽象化したものはグラフと呼ばれ、点はノード、線はリンクと呼ぶ。ネットワーク中心性とは、ネットワーク全体における各ノードの重要性を指標化したものである。

街路ネットワークにネットワーク分析を適用する際、一般的には、交差点をノード、交差点間をつなぐ街路をリンクとしたネットワークを考え、「交差点の重要性」を指標化する⁵⁾。本研究では、街路単位で観測した歩行者通行量や街路の構造特性（周辺の都市施設との距離や空き店舗の発生状況等）と関連付けて評価するという目的に即して、リンクとノードを置き換えたネットワークを構築する。すなわち、街路をノードで、街路同士の接続関係をリンクで表したリンクベースのネットワーク¹¹⁾に基づき、「街路の中心性」を算出する。このようなリンクベースのグラフは、一般に線グラフ (Line Graph) と呼ばれる¹²⁾。

分析対象範囲をリンクベースのネットワークとして表現すると、図-2のようになる。街路ネットワークの構築に際しては、「ArcGIS データコレクション 道路網 2016 (鳥取県版)」の道路リンクデータを用い、リンクベースのネットワークに変換した。その上で、作成したリンクベースのネットワークに対して、各街路の中心性を計算した。なお、中心性の算出にあたっては、境界効果（ネットワーク周縁部の指標値が過小評価されること）を考慮し、分析対象範囲にバッファを設け、図-1の実線で囲まれた範囲の街路ネットワークにおける中心性を求めることとする。

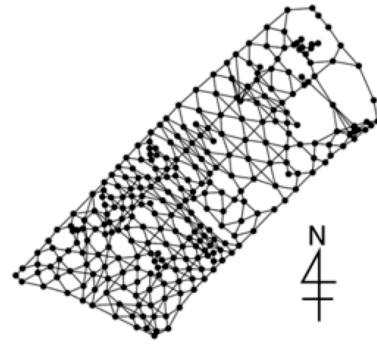


図-2: 分析対象地域の街路ネットワーク

街路 i ($i = 1, \dots, 275$) の次数中心性 $C_d(i)$ 、近接中心性 $C_c(i)$ 、媒介中心性 $C_b(i)$ は、式 (1)–(3) のように定義される。

$$C_d(i) = \sum_{j=1}^n g_{ij} \quad (1)$$

$$C_c(i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d_{ij}} \quad (2)$$

$$C_b(i) = \sum_{i \neq j \neq k} \frac{a_{jk}(i)}{a_{jk}} \quad (3)$$

ただし、 g_{ij} は、街路 i, j が直接接続していれば $g_{ij} = 1$ 、そうでなければ $g_{ij} = 0$ をとる 2 値変数である。 d_{ij} は街路 i, j の位相構造上の最短距離、 a_{jk} は街路 j, k 間の最短経路数、 $a_{jk}(i)$ は a_{jk} のうち街路 i を通るものの数を、それぞれ表す。これら 3 種類の中心性は、各々、次数（直接接続する街路の本数）、距離（他の全街路への位相幾何学上の距離）、媒介・伝達（他の街路間の最短経路上に位置する程度）を基準として提案された中心性であり、相異なるネットワーク特性を表現できる¹⁰⁾。本研究における 3 種類の中心性は、次のように解釈できる。次数中心性は、直接つながっている街路の数を表す。近接中心性の高い街路は、対象地域内のあらゆる場所から位相構造上到達しやすい街路であることを表す。媒介中心性は、対象地域内のすべての出発地・目的地の組合せにおいて最短経路として選ばれやすいことを表す指標といえる。

ここで、式 (1)–(3) によって表される中心性は、沿道の施設の軒数や延床面積、売場面積といった、交通行動の目的地としての街路の機能を捨象した指標である。このような機能を、街路のもつ潜在的な「集客性」と解釈すると、式 (1)–(3) に定義される中心性は、沿道の施設によって規定される街路の重要性や集客性を評価することができない。そこで、本研究では、既存研究⁹⁾を参考に 3 種類の中心性を拡張し、沿道の施設の立地状況を街路の「重み」として表現した重みつき街路ネットワーク中心性を用いる。当該街路の沿道の施設の立地状況に加えて、重みつき街路ネットワーク中心性を

考慮することにより、周辺街路の施設の影響を検討することが可能となる。街路 i ($i = 1, \dots, 275$) の重みつき次数中心性 $C_d^w(i)$ 、近接中心性 $C_c^w(i)$ 、媒介中心性 $C_b^w(i)$ を、式 (4)–(6) のように定義する。

$$C_d(i) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot g_{ij} \quad (4)$$

$$C_c(i) = \sum_{j=1}^n \frac{w_j}{d_{ij}} \quad (5)$$

$$C_b(i) = \sum_{i \neq j \neq k} \frac{a_{jk}(i) \cdot (w_j + w_k)}{a_{jk}} \quad (6)$$

ここで、 w_j は街路 j の重みを表す。本研究での街路の「重み」とは、沿道に立地する施設の軒数や延床面積、売場面積といった、その街路が人々によって訪問されるポテンシャルの大きさを指し、潜在的な集客性とみなすことができる。

式 (4) で定義される重みつき次数中心性は、隣接する街路数だけではなく、隣接関係にある街路の重みを乗じて算出される次数であり、式 (1) の自然な拡張と言える。接続する街路同士を比較した場合、隣接する街路に施設数が多い、または大規模な施設が立地するような「重い」街路が含まれている場合に、重みつき次数中心性はより大きな値をとる。

式 (5) で定義される重みつき近接中心性は、「重い」街路への近接性を、隣接する街路に留まらず街路ネットワーク全体について考慮したものである。例えば、式 (2) に即して位相距離のみに基づいて計測した重みなし近接性が同程度の街路同士を比較すると、規模の大きな施設や施設の集積地への位相距離が近い街路の方が、重みつき近接中心性の値は高く評価される。沿道の施設の軒数や規模を街路の集客力の代理指標と解釈すると、式 (5) で定義する重みつき近接中心性は、中心市街地全体の中での集客力の高い街路への近接性を表現できる指標であるといえる。

式 (3) で定義される重みつき媒介中心性は、中心市街地内のあらゆる出発地・目的地の組合せにおいて、その最短経路上に現れる頻度に出発地と目的地の重みを乗じたものである。すなわち、重みつき媒介中心性は、沿道の施設の軒数や規模の大きい街路同士の間を結ぶ街路を高く評価する指標であり、中心市街地内の回遊行動を促進する上での重要性を表し得る指標と考えることができる。

本研究では、ZENRIN「建物ポイントデータ 2015」に付与されている「延床面積」データに基づいて各街路の重みを算出し、これを用いて 3 種類の重みつき中心性を計算する。重みを潜在的な集客性として捉えるためには、延床面積のみよりも売場面積や営業時間帯、利用者数等を考慮した評価指標を用いる方が適している可能性があるが、街路単位で入手可能なデータの制約

から、ここでは延床面積によって重みを評価する。既存データを用いた評価指標の精緻化は、今後の課題とする。

図-3, 4, 5 に、重みつき次数中心性、重みつき近接中心性、重みつき媒介中心性の分布をそれぞれ示す。図-3 の重みつき次数中心性は、鳥取駅周辺地区の百貨店付近の街路、県庁周辺地区の県庁や市役所、総合病院付近の街路で高く評価されている。また、重みを考慮しない次数中心性の場合には、例えば両端ともが四叉路の一部を構成するような街路であれば一様に次数中心性は 6 となるが、このような街路の中でも、若桜街道沿道には重みつき次数中心性の値が比較的高い街路が含まれる一方、袋川と平行にその南側に連なる街路の重みつき次数中心性は、低い箇所が多い。図-4 の重みつき近接中心性は、鳥取駅周辺地区において若桜街道を中心に、高い値を示している。図-5 の重みつき媒介中心性は、街路ネットワーク全体の中の連結性や伝達性を評価するという媒介中心性の特徴が表れており、袋川にかかる橋とその周辺が高く評価されている。

次章の分析においては、各街路の沿道の施設の数や規模を表す指標としての「重み」と、周辺街路の重みを考慮した街路ネットワーク上の重要性を表す 3 種類の重みつき中心性を同時に検討し、両者と歩行者通行量との関連性を明らかにする。

(3) 都市施設の立地状況

各街路から交通施設（鳥取駅）や文化施設、行政機関といった都市施設への近接性を指標化するために、これらの各施設と各街路との道路距離を、GIS (ArcMap) の解析ツール Network Analyst を用いて算出した。道路距離算出のための街路ネットワークデータには、「ArcGIS データコレクション 道路網 2016」を用いた。検討対象とする都市施設は、先行研究¹³⁾を参考に選定し、教育系施設（保育園、高等学校等）14 件、文化系施設（図書館、博物館、文化会館等）7 件、医療系施設（総合病院）2 件、商業系施設（百貨店、総合スーパー等）5 件、行政系施設（県庁、市役所庁舎）3 件、公園 19 件、金融系施設（銀行の本店または中央郵便局）2 件、交通施設（鳥取駅）1 件、の 8 カテゴリ 53 件とした。各街路の中心からすべての施設への道路距離を算出した上で、各カテゴリの施設との距離のうち最小のものを、当該カテゴリの施設との距離とした。

(4) 空き家・空き店舗の発生状況

多くの中心市街地活性化基本計画において、空き店舗の利活用が主要事業の 1 つに掲げられている¹⁾ように、全国各地で商店街のシャッター街化が各地で問題となっている。空き店舗は、中心市街地の賑わいを低減

表-1: 都市施設の種類の種類と施設の名称

カテゴリ	施設の種類の種類	具体的な施設名
教育系	幼稚園	愛真幼稚園, 小さき花園幼稚園, 矢谷学園鳥取第一幼稚園, 鳥取ルーテル幼稚園
	保育園	むつみ保育園, 久松保育園, 鳥取福祉わかば保育園
	小学校	市立明德小学校, 市立醇風小学校, 市立遷喬小学校, 市立久松小学校, 市立日進小学校
	高校	鳥取敬愛高等学校, 鳥取県立鳥取西高等学校
文化系	図書館	鳥取県立図書館, 鳥取市役所中央図書館
	博物館	鳥取県立博物館, わらべ館
	劇場	鳥取シネマ, とりぎん文化会館, 鳥取市民会館
医療系	病院	生協病院, 赤十字病院
商業系	大規模小売店	イオン鳥取店, 鳥取大丸, JA鳥取いなばトスク本店, スマート川端店, スマート末広店
	行政施設	鳥取県庁, 鳥取市役所, 鳥取市役所駅南庁舎
公園	都市公園	真教寺公園, 天神公園, 西町公園等の都市公園19ヶ所
金融系	銀行	鳥取銀行本店, 鳥取中央郵便局
交通系	駅	鳥取駅



図-3: 重みつき次数中心性

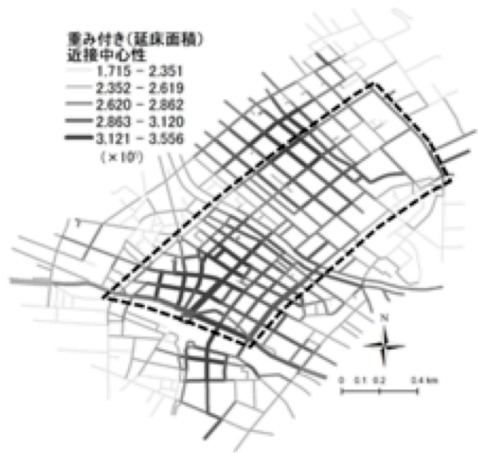


図-4: 重みつき近接中心性



図-5: 重みつき媒介中心性

させる存在と考えられており、様々な施策の対象となっている。鳥取市の中心市街地も例外ではなく、増加しつつある空き家・空き店舗をどのように活用するかが重要課題となっている。本研究では、分析対象地域内の空き家・空き店舗の発生状況を把握するために、平

表-2: 空き店舗判定理由

a)	電気メータが動いていない
b)	郵便受けに大量の郵便物やチラシがたまっている
c)	外観から明らかに人が住んでいる気配がない
d)	雨戸を閉め切っている
e)	建物の周囲に不動産会社の「入居者募集」「売家」などの案内がある
f)	近隣住民からの情報
g)	その他（カーテンがない、表札がない、etc.）

成 29 年 8 月 28 日 ~ 8 月 31 日の 4 日間にわたり実地調査を行った。分析対象地域内の建物を 1 軒ずつ、目視によって空き家・空き店舗か否かを判断した。空き店舗か否かの判定基準は、「地方公共団体における空家調査の手引き」¹⁴⁾を参考に表-2の通りに設定した。2階以上のフロアをもつ建物については、1階部分のみを調査し、1階が空き店舗であれば空き店舗と判定した。調査後、空き家・空き店舗数を街路単位で集計した。その際、2つ以上の街路に面する空き家・空き店舗は、外観から主たる出入口がある街路に属するものとして集計している。空き店舗数の最大値は5（該当サンプル数は2）、最小値は0（該当サンプル数は163）、平均空き店舗数は約0.645であった。

さらに、空き家・空き店舗数を各街路の全建物数で除したものを、空き家・空き店舗率として分析に用いた。街路別の空き家・空き店舗率の分布を図-6に示す。図-6において、空き家・空き店舗率は破線で囲まれた分析対象範囲内の街路についてのみ示されており、対象範囲外の街路については街路網の形状のみが示されている。

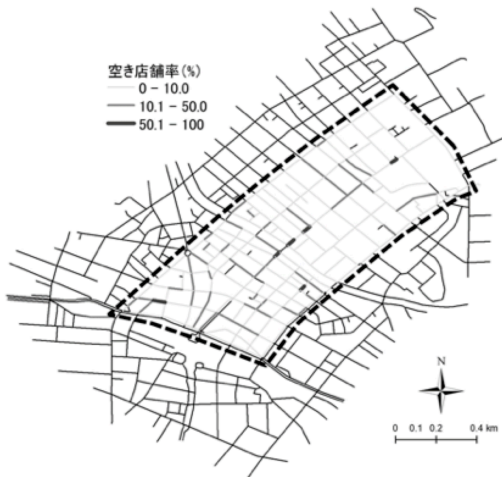


図-6: 空き家・空き店舗率の分布

(5) 時間貸駐車場の立地状況

時間貸駐車場は、自家用車で中心市街地を訪問する人々の行動拠点として機能すると考えられるため、時間貸駐車場の立地状況を考慮する。鳥取市より提供された中心市街地内の駐車場の地図を基礎データとして、48 件の時間貸駐車場の位置（緯度・経度）を求めた。都市施設との距離の算出と同様に、GIS（ArcMap）を用いて各街路からの最寄り時間貸駐車場までの道路距離を算出した。

(6) 歩行者通行量

本研究では、各街路に対応する歩行者交通量のデータを取得するために、実測調査を実施した。表-3 に歩行者通行量調査の概要を示す。本調査では、10 時 45 分から 16 時 30 分までの約 6 時間に、20 分間隔で街路ごとの歩行者数を観測した。ここでは、徒歩のみならず自転車で通行する人も含んでいる。さらに、例えば歩いてはならず街路上で立ち話をしている人や、休憩中の人も、中心市街地の賑わいを形成していると考え、街路上で観測されたあらゆる行動をとっている人を「歩行者」に含めて計数した。本調査では、街路の歩行者数を定点で常時観測したのではなく、異なる時間帯の一定時間内に観測された歩行者数を計測しているため、取得データから時間帯別の歩行者数（人/時間）を算出することはできない。本研究では、歩行者数そのものではなく、対象地域内にある街路間での歩行者数の大小の比較を目的としているため、各街路に対して 10 回ずつ行った観測の平均値をもって当該街路の歩行者数とする。本調査で集計した歩行者数別の街路の分布図を図-7 に示す。図-7 において、歩行者通行量は、破線で囲まれた分析対象範囲内の街路についてのみ示されており、対象範囲外の街路については街路網の形状のみが示されている。若桜街道沿いや鳥取駅周辺、袋川

表-3: 歩行者通行量調査の概要

調査日	2018 年 10 月 18 日 (木)
調査時間帯	10 時 45 分 ~16 時 30 分
調査値点数	274 地点
調査員数	17 人
調査対象	歩行者・自転車

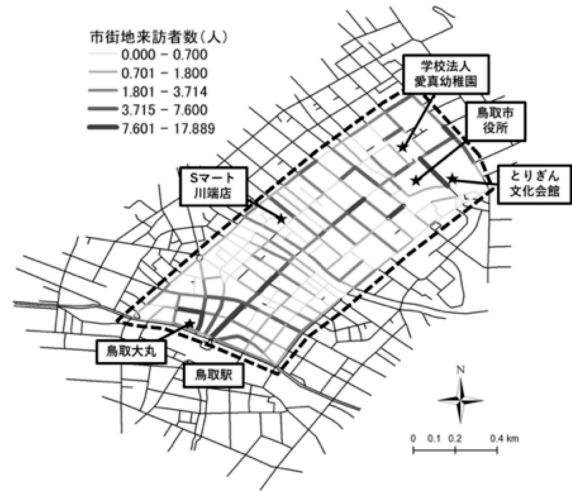


図-7: 歩行者通行量

以北に位置する鳥取市役所周辺では多数の歩行者が観測された。特に、若桜街道沿いや、鳥取駅、鳥取大丸周辺、また袋川以北に位置する鳥取市役所、学校法人愛真幼稚園周辺、S マート川端店で歩行者数が多いことが分かる。

3. 街路構造特性と歩行者通行量の関連分析

(1) 分析の概要

本研究では、大小の街路が密に張り巡らされ、商業機能や様々な都市機能が集積している地域において、沿道の施設規模および、周辺の施設の規模を考慮した街路ネットワーク上の重要性を表す表す 3 種の重みつき街路ネットワーク中心性、主要な都市施設との道路距離、空き家・空き店舗率、時間貸駐車場との距離といった都市空間構造が、賑わいの代理指標とする歩行者通行量とどのような関係にあるかを分析する。本分析で使用するデータの基本統計量および符号条件を、表-4 に示す。沿道の施設規模が大きい街路や、重みつき街路ネットワーク中心性が高い街路では、歩行者通行量が多いことが期待できるため、符号条件は正である。各種都市施設から遠い街路や、空き家・空き店舗が多い街路では、歩行者通行量が少ないと考えられるため、符号条件は負である。時間貸駐車場との距離については、時間貸駐車場が近隣に存在することによって郊外等遠方

表-4: 使用データの基本統計量と符号条件

変数名		平均	分散	最小値	最大値	符号条件
被説明変数	歩行者交通量	1.787	5.097	0	17.889	-
説明変数	沿道施設の規模 [m^2]	2.830×10^3	1.270×10^7	0	2.536×10^4	正
	重みつき次数中心性 [m^2]	1.669×10^4	1.564×10^8	0	7.391×10^4	
	重みつき近接中心性 [m^2]	2.673×10^5	9.775×10^8	1.715×10^5	3.556×10^5	正
	重みつき媒介中心性 [m^2]	2.326×10^7	1.408×10^{15}	0	3.542×10^8	
	交通施設との距離 [m]	756.275	1.413×10^5	86.432	1652.325	
	教育施設との距離 [m]	301.799	2.113×10^5	7.838	764.266	
	文化施設との距離 [m]	319.731	2.052×10^4	6.712	613.827	
	商業施設との距離 [m]	354.828	5.439×10^4	3.393	1045.942	
	公園 との距離 [m]	215.024	1.715×10^4	0.712	637.374	負
	行政施設との距離 [m]	527.445	4.483×10^4	27.168	936.297	
	医療施設との距離 [m]	487.557	3.891×10^4	66.555	939.279	
	金融機関との距離 [m]	713.580	1.431×10^5	18.877	1676.642	
	空き家・空き店舗率 [%]	6.332	2.566×10^2	0	100	正
	時間貸駐車場との距離 [m]	246.104	5.927×10^4	0.071	1133.015	正・負

からの来街者の利用を獲得しやすくなる可能性がある。その一方で、駐車場が一定程度増加することは、中心市街地に訪問者を引きつける店舗や事業所が減少することを意味するため、近隣の歩行者数を低減させる可能性もある。したがって、正・負両方の符号を取り得ると考える。

まず、表-4 の説明変数一覧から重みつき中心性を除外したモデル（以下、基本モデルと呼ぶ）の推計を行い、続いて基本モデルに重みつき中心性を加えたモデル（以下、重みつき中心性モデル）の分析を行う。各分析においては、多重共線性の問題を防ぐために、説明変数間の相関を調べた上で、変数間の相関係数が 0.7 以上とならないように調整している。モデル選択は、モデル適合度指標の AIC を基準とし、変数減少法を用いる。

(2) 分析結果

表-5 に基本モデルの推定結果を、表-6 に重みつき中心性モデルの推定結果を示す。いずれの結果についても、選択されたモデルに残った変数はすべて符号条件を満たしている。また、2つの結果はいずれも自由度調整済決定係数が高いとは言えない結果となったが、基本モデルよりも重みつき中心性モデルの方が自由度調整済決定係数が改善しており、本研究が独自に検討した、周辺街路の沿道施設の規模を考慮した街路ネットワーク中心性が、中心市街地における賑わいの創出において重要な要素である可能性が示された。

表-5 の基本モデルの推定結果において、有意となった変数を中心に考察を行う。沿道施設の規模（当該街路の延床面積）の回帰係数が正で有意であることから、規模の大きい建物や多数の建物が立地する街路の周辺に歩行者数が多いことがわかる。また、都市施設との

距離に関しては、文化施設との距離、商業施設との距離、行政施設との距離が、いずれも負で有意となった。このことから、文化施設・商業施設・行政施設に挙げた各施設との距離が近く、利便性の高い街路において、歩行者通行量が多いことが確認された。鳥取市中心市街地には多様な都市施設が立地しているが、これらの施設を中心として来街者の回遊を促す施策を推進することが賑わいの効果的な創出において重要である可能性が示唆された。

続いて、表-6 に示した重みつき中心性モデルの推定結果について考察する。まず、重みつき街路ネットワーク中心性に関する回帰係数について、重みつき次数中心性および重みつき媒介中心性が正で有意、重みつき近接中心性も、有意水準がやや低いものの同じく正で有意な値となった。この結果から、大規模な施設や多数の施設が立地する街路に隣接あるいは近接している街路や、このような街路同士の最短経路上に現れやすい街路には、歩行者数が多いことがわかる。沿道施設の規模（当該街路の延床面積）の回帰係数も基本モデルと同様に正で有意であることと合わせると、中心市街地における施設の立地状況と歩行者通行量との関連性を分析する上で、当該街路の沿道の施設に加えて、隣接・近接する街路沿道の施設や、沿道の施設の軒数や規模の大きい街路同士の最短経路上に含まれるか否かといった、街路ネットワーク全体の施設の分布を踏まえた上で新規の施設の配置を検討することが有効であることが示された。次に、都市施設との距離に関しては、商業施設との距離および行政施設との距離が、いずれも負で有意となった。これは、基本モデルの結果と同様の結果である。最後に、時間貸駐車場との距離については、正負両方の符号を取る可能性があると考え

表-5: 基本モデルの推定結果

変数	回帰係数	t 値
切片	2.100 **	5.676
沿道施設の規模 [m^2]	5.027×10^{-5} **	3.025
文化施設との距離 [m]	-1.580×10^{-3} **	-3.149
商業施設との距離 [m]	-2.085×10^{-3} **	-4.817
行政施設との距離 [m]	-1.929×10^{-3} **	-5.181
時間貸駐車場との距離 [m]	4.686×10^{-4}	1.455
自由度調整済決定係数 Adj.R ²	0.162	

** : 有意水準 1%未満

表-6: 重みつき中心性モデルの推定結果

変数	回帰係数	t 値
切片	-1.113	-0.885
沿道施設の規模 [m^2]	2.803×10^{-5} +	1.776
重みつき次数中心性 [m^2]	2.063×10^{-5} **	2.800
重みつき近接中心性 [m^2]	6.909×10^{-6} +	1.721
重みつき媒介中心性 [m^2]	5.271×10^{-5} **	2.447
交通施設との距離 [m]	-45.58	-1.339
商業施設との距離 [m]	-7.761×10^{-4} +	-1.760
行政施設との距離 [m]	-1.609×10^{-3} **	-4.094
時間貸駐車場との距離 [m]	7.757×10^{-4} *	2.336
自由度調整済決定係数 Adj.R ²	0.284	

** : 有意水準 1%, * : 5%, + : 10%未満

えられたが、回帰係数は正で有意となった（基本モデルにおいても、非有意ではあるものの回帰係数の符号は正であった）。この結果から、現状の鳥取市中心市街地においては、時間貸駐車場が近隣に存在することによって郊外等遠方からの来街者の利用を獲得しやすくなる効果が、駐車場という低利用地の存在によって近隣の歩行者数を低減させる効果を上回っている可能性が示唆された。ただし、今回検討した時間貸駐車場を含む低利用地や、空き家・空き店舗の数が増加し、一定の水準を超えると、今回の結果が成立しない可能性があることが予測される。

また、2つのモデル分析に共通する結果として、空き家・空き店舗率は、モデル選択の過程で有意な変数として選択されなかった。空き家や空き店舗の増加は、多くの中心市街地で増加傾向が確認され、問題視されているが、現在の鳥取市中心市街地においては、歩行者通行量との有意な関連性は確認できなかった。

4. 結論

本研究は、鳥取市中心市街地を対象に、中心市街地全体の街路ネットワークにおける店舗や事業所等の施設の立地状況を考慮した各街路の重要性、行政施設や文化施設等の大規模施設の配置、および空き家・空き店舗や時間貸駐車場等の低未利用地の発生状況といった

空間構造特性と、歩行者通行量との関連性を定量的に分析した。中心市街地に張り巡らされている街路を分析単位とすることによって、中心市街地内の詳細な街路構造特性との分析が可能な枠組みとなっている。特に、街路沿道の土地利用について、当該の街路の状況だけではなく周辺の街路からの影響も考慮するために、店舗や事業所といった施設の立地状況を街路の集客性や重要性を評価する上での「重み」として位置付けた重みつきネットワーク中心性として表現した点が、本研究の新規性である。

分析の結果、基本モデルと重みつき中心性モデルとの比較から、周辺街路の沿道施設の規模を考慮した街路ネットワーク中心性が、中心市街地における賑わいの創出において重要な要素である可能性が示唆された。後者のモデル分析の結果と合わせると、当該の街路沿道の施設の規模に加えて、隣接する街路に大規模な施設や多数の施設が立地している街路や、このような潜在的な集客性の高い街路同士の最短経路上に位置する街路で、歩行者数が多いことが明らかとなった。さらに、多様な都市施設の中でも、商業施設および行政施設の近隣の街路において歩行者数が多いことが示された。以上の結果は、効果的な賑わい創出施策を検討する上で有用な知見である。また、現在の鳥取市中心市街地においては、時間貸駐車場は歩行者数と正の関連性があることが示された。また、空き家・空き店舗率については歩行者通行量との間に有意な関連性は示されなかった。

今後は、分析データの精緻化を通じて分析の精度を高めるとともに、他の地方都市の中心市街地でも同様の分析を実施し、本分析手法の一般性を検証することが第一の課題である。さらに、本研究の対象である鳥取市中心市街地では、2019年秋に鳥取市役所本庁舎の移転が予定されている。市役所庁舎のような大規模施設の再配置や空間整備の前後を含む複数時点での分析を行うことによって、施設や公共空間の配置・整備が賑わいに及ぼす因果関係の考察が可能になると考える。

<謝辞> 本研究は、科学研究費若手研究（課題番号：18K13850）ならびに地（知）の拠点整備事業（COC事業）・平成29年度地域志向教育研究経費の支援を受けて実施した。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 内閣府地方創生推進事務局，認定された中心市街地活性化基本計画，<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/chukatu/list.html> (2019/3/5 確認)。
- 2) 鳥取市，第3期鳥取市中心市街地活性化計画，<http://www.city.tottori.lg.jp/www/contents/1520899265455/index.html> (2019/2/7 確認)。

- 3) 山田凌, 鈴木美緒, 屋井鉄雄: 地方小都市の中心市街地における空き店舗発生要因に関する研究, 土木計画学研究発表会講演集, No.46, CD-ROM, 2012.
- 4) 大庭哲治, 松中亮治, 中川大, 北村将之: 現地調査に基づく商店街の賑わいと土地利用及び業種構成の関連分析, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.70, No.5, pp.L405-L414, 2014.
- 5) 例えば, 福山祥代, 羽藤英二: 街路ネットワーク分析による広場-街路構成の特性の把握-イタリア・スペイン旧市街地の街路ネットワークを対象として, 日本都市計画学会都市計画論文集, No.45-3, pp.421-426, 2010.
- 6) 溝上章志, 高松誠治, 吉住弥反華, 星野裕司: 中心市街地における空間構成と歩行者回遊行動の分析プラットフォーム, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.5, pp.L363-L374, 2012.
- 7) Kang, C-D.: Measuring the effects of street network configurations on walking in Seoul, Korea, *Cities*, Vol.71, pp.30-40, 2017.
- 8) 末木祐多, 佐々木邦明: 甲府市中心市街地の街路特性の定量評価と歩行者通行量の関係性, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.74, No.5, pp.L1111-L1119, 2018.
- 9) 太田浩史: 建物ノード付き街路ネットワークの研究-建物規模の媒介中心性分布への影響-, 日本建築学会計画系論文集, Vol.78, No.686, pp.883-889, 2013.
- 10) 金光淳: 社会的ネットワーク分析の基礎-社会的関係資本論に向けて-, 勁草書房, 2013.
- 11) 大平悠季, 織田澤利守: 社会ネットワークに基づく対面コミュニケーション行動の理論モデル分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.69, No.4, pp.300-314, 2013.
- 12) 明光就平, 倉内文孝, 安藤宏恵, Graph Topology 指標を用いた道路ネットワーク評価手法の検討, 土木計画学研究発表会講演集, Vol.57, CD-ROM, 2018.
- 13) 加知範康, 岑貴志, 加藤博和, 大島茂, 林良嗣: ポテンシャル型アクセシビリティに基づく交通利便性評価指標群とその地方都市への適用, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, No.3, pp.675-686, 2006.
- 14) 国土交通省, 地方公共団体における空家調査の手引き ver.1, 2012.

RELATIONSHIPS BETWEEN SPATIAL CONFIGURATIONS
BASED ON STREET NETWORKS AND LAND USE CHARACTERISTICS AND
PEDESTRIAN FLOW IN A CITY CENTER

Maki NAKAMURA, Yuki OHIRA and Kei FUKUYAMA