

媒介中心性を用いた歩行者の回遊行動に関する検討 - Walkability 指標の計測へ向けて -

○長谷川 隼^{*1} 渡辺 俊^{*2}

キーワード：歩行者 GIS 近隣環境 アクセシビリティ コンパクトシティ ネットワーク中心性

1. はじめに

少子高齢化が進行している現代の日本においては、生涯を通して健康で生きがいを持って生活を続けていくことができる環境をつくることが求められている。また、都市機能の維持管理費やエネルギー消費を抑え、都市を効率良く運営していくために、徒歩や公共交通での移動の利便性を高めたコンパクトシティの重要性が高まっている。加えて、情報技術の急速な進展に伴い、外出することなく生活を営むことが可能になってきていることから都市の賑わいの喪失の可能性も指摘されており、自然と足を運びたいような空間づくりが求められている。

こうした背景がある中で、近年“Walkability”という概念が注目されている。Walkability は、直訳すると歩きやすさを表すが、単に歩道が整備されているため歩きやすいということだけではなく、歩行を促進する要素全般から成る広義的な概念であるとされている¹⁾。アメリカにおいて過度な自動車依存への問題意識から注目され始めた概念であり、これまでに評価指標や構成要素の検討が行われている²⁾³⁾⁴⁾。歩行は最も基本的な身体活動のひとつであり、徒歩が移動手段の中心となるコンパクトシティや都市の賑わいにつながる滞留行動とも密接に結びついていることから、日本においても Walkability の重要性は高まってきている。

Walkability の構成要素は多岐にわたるが、徒歩圏内で多様な施設に到達可能であるほど徒歩での生活が営みやすいという考えに基づく施設・サービスへのアクセシビリティや交通の安全性や防犯性が高いほど安心して歩けることができるという考えに基づく歩行者にとっての安全性等が評価指標として用いられている⁵⁾⁶⁾。

一方で、都市において人々がある地点からある地点へどのように動きまわるのか、すなわち歩行者の回遊行動について検討することも、Walkability について考察する上で重要な要素のひとつであると考えられる。しかし、歩行者の回遊行動を定量的に評価する手法は充実しておらず、歩行者の回遊性に注目した Walkability と関連する既存研究の数も少ない。

そこで、本研究においては、ネットワーク分析を活用して定量的に回遊性の検討を行うことで、Walkability 指標の計測へ向けた知見を得ることを目的とする。

2. 媒介中心性について

本研究においては、歩行者の回遊行動を定量的に検討するための分析手法として、ネットワーク中心性指標のひとつである媒介中心性を用いる。媒介中心性とは、ある点が、他の2点間を結ぶ最短経路上にあるほど中心性が高いとする考え方であり、次のような式で表される。

$$Betweenness[i]^r = \sum_{j,k \in G - \{i\}, d[j,k] \leq r} \frac{n_{jk}[i]}{n_{jk}} \cdot W[j]$$

ここで、 n_{jk} はノード j と k 間の最短経路の数を、 $n_{jk}(i)$ は n_{jk} のうちノード i を通過する最短経路の数を表す。

媒介中心性が高い地点は、他の地点間の最短経路上に位置している頻度が高いため、比較的立ち寄りやすい地点であると言える。よって、歩行者の回遊行動が集中しやすい場所であると考えられる。

3. 分析方法

本研究においては、ArcGIS で使用可能なネットワーク分析ツールである Urban Network Analysis(UNA)⁷⁾を活用した。対象地は、異なる都市構造を比較するため東京都内の15地点において直径1kmの分析範囲をとった。ネットワーク分析の各点からの探索範囲の設定は、徒歩移動圏とみなせる400mとした。また、ネットワーク分析を実行する際にエッジ効果が発生するのを防ぐために、対象地域の周囲に500mのバッファを設けた。

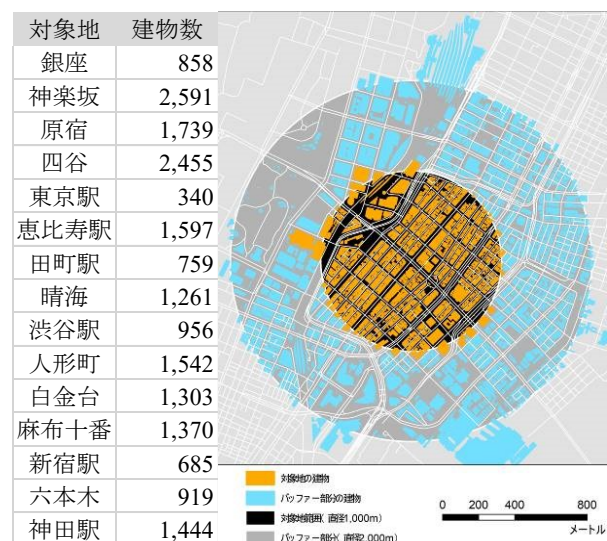


図1：選定した対象地の概要と銀座におけるデータ表示例

4. 分析結果

算出結果の例を図に示す。異なる都市を比較するにあたって、経路数の差異に考慮するために媒介中心性の値を正規化した。

結果を見てみると、銀座や原宿周辺において媒介中心性の値が低い建物が集中しているエリアが見られた。これらの地域は、銀座における碁盤目状のネットワークのように、建物間の最短経路が集中しにくい道路構造を持っているため、このような結果が得られたと考えられる。一方で、六本木や神田のように媒介中心性の値が高い建物と低い建物が混在しているエリアも見られる。六本木駅周辺のエリアの道路構造は、碁盤目状のネットワーク等と比較して経路の選択肢が少ないため、最短経路が集中しやすいことが影響していると推測される。また、神田駅周辺のエリアにおいては、特に高速道路と鉄道に囲まれたエリアにおいて媒介中心性の値が高い建物が数多く見られることから、こうした大規模なインフラによって歩行可能な経路が制限されることから、最短経路が集中しやすくなり、媒介中心性が高い建物が集中しやすくなっていると考えられる。

また、地域内の建物ごとの媒介中心性のばらつきが小さい場合には経路が集中しやすい建物の数が少なく、歩行者の回遊行動が地域内の比較的広範囲に面的に広がりやすいと考えられることから、対象地域内の建物の媒介中心性の分散を算出した。その結果、主に銀座、原宿、神楽坂等において分散が低くなったことから、これらの地域においては建物の立ち寄りやすさに大きな差がないと考えられるため、面的な回遊性が比較的高いと考えられる。

さらに、i タウンページを用いて調査した各地域内のショッピングジャンルの施設数との関係を見てみると、銀座と新宿、原宿と恵比寿のように同程度の施設数を備えた地域間においても媒介中心性の分散に差異が認められた。このことから、Walkability を検討する上では対象地域における徒歩圏での施設の充実度も重要な指標のひとつとなるが、施設の充実度が同程度の地域であっても回遊性には差異があることがわかる。

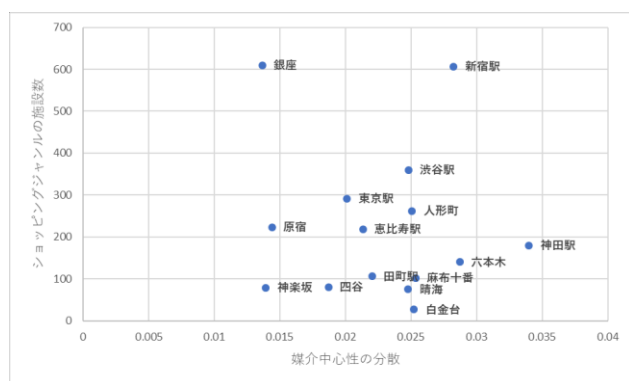


図 2：対象地における媒介中心性の分散と
ショッピング施設数の関係

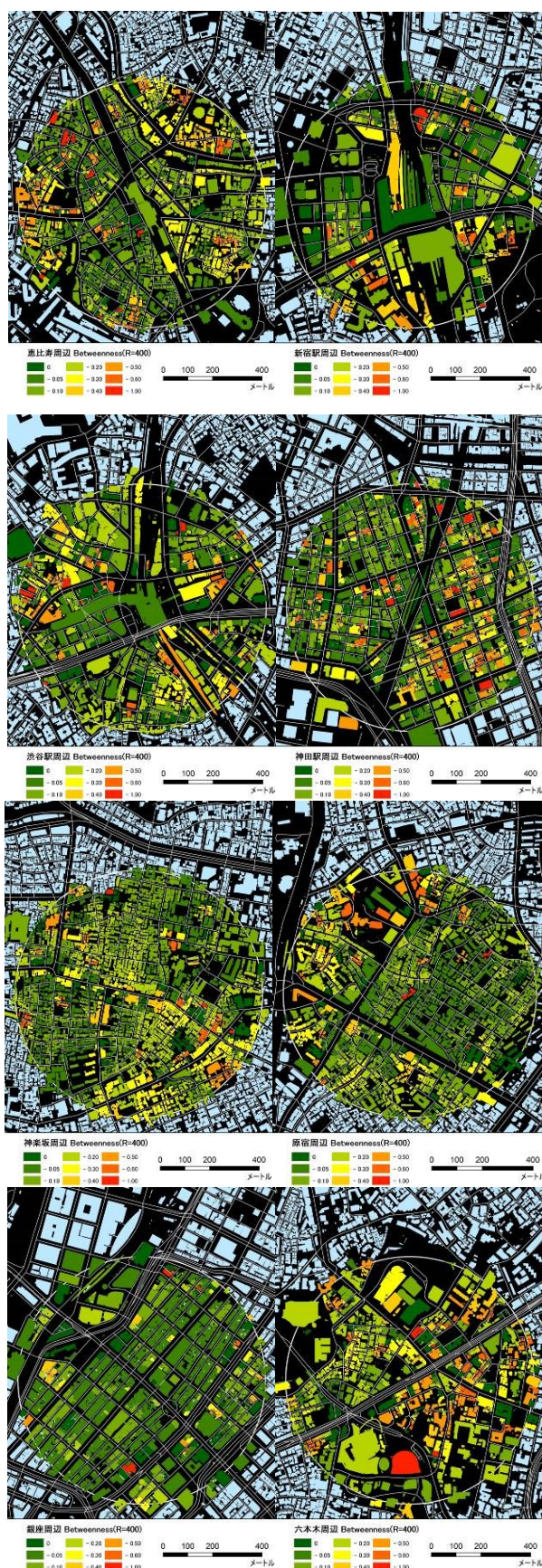


図 3：対象地における媒介中心性の算出結果の例
(探索範囲 400m)

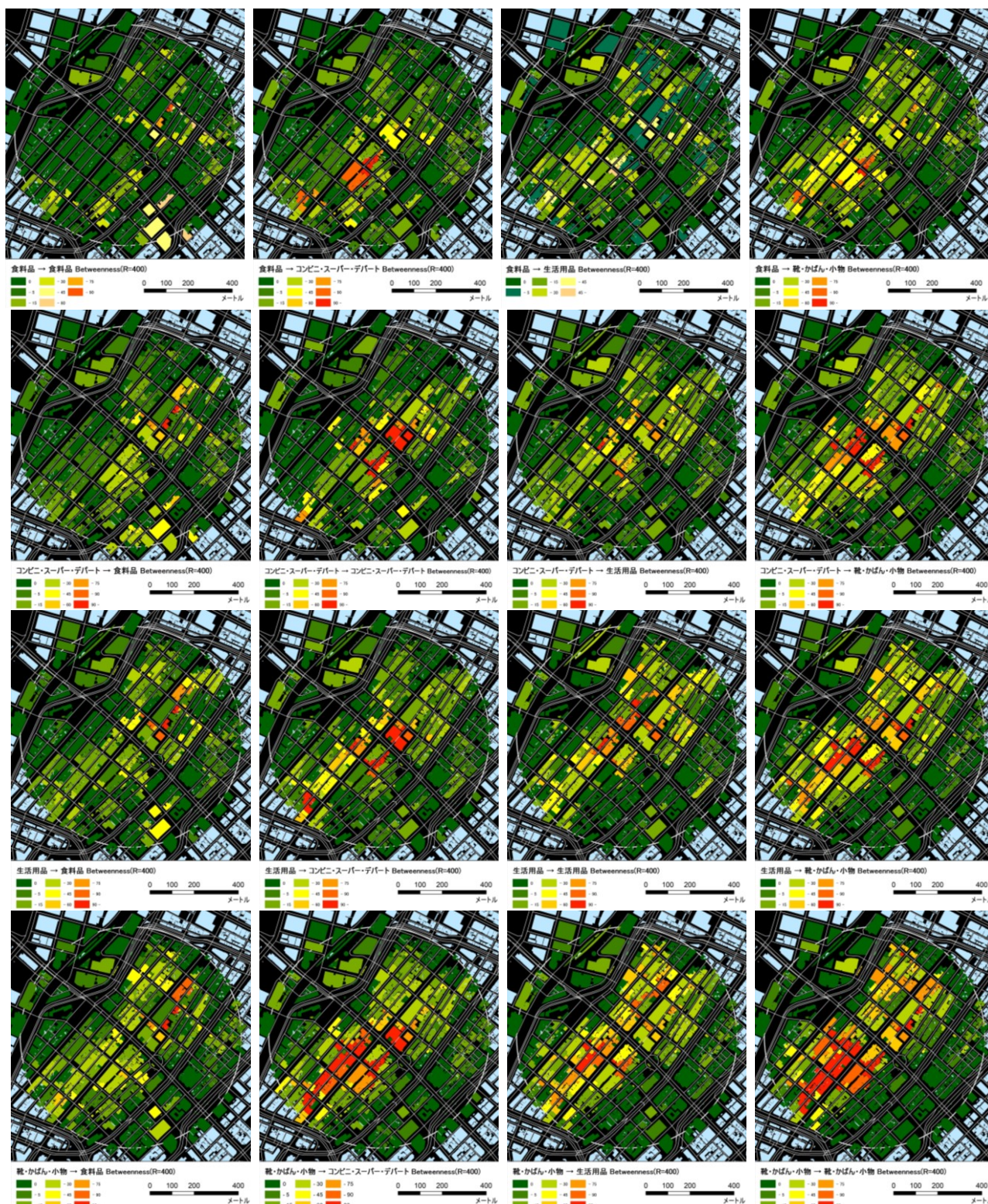


図4：銀座周辺の特定の建物間における媒介中心性の算出結果（探索範囲 400m）

5. 応用的な媒介中心性の分析

前章においては、対象地域内の全ての建物間の移動に関する媒介中心性の算出を行ったが、実際の人々の回遊行動は、駅等の特定の出发点から目的を持たずに歩き続け、気が向いた場所へ立ち寄るといった散歩のような行動や、食

料品や衣服を買うという目的のもとで店舗から店舗への移動を繰り返すといった買い回り行動など、特定・不特定の出发点・目的地間の移動で成り立っている。そこで、前章において行った不特定の建物間の移動における媒介中心性の算出に加えて、出发点や目的地を固定した特定の建

物間の移動における媒介中心性の算出を行う。

前章における分析結果から媒介中心性の分散が低い面的な回遊性を持つと考えられる銀座周辺を対象地とし、銀座における商業店舗から商業店舗への買い回りにおける回遊行動を検討する。商業店舗については、i タウンページのショッピングのジャンルから、「食料品」「コンビニ・スーパー・デパート」「生活用品」「靴・かばん・小物」の4種類の施設の情報を取得し、建物データに属性を付加して媒介中心性の算出を行った。

表 1：銀座周辺における施設ジャンルと施設数

食料品	73
コンビニ・スーパー・デパート	90
生活用品	99
靴・かばん・小物	126

6. 分析結果

食料品施設が目的地となる移動においては、いずれも対象エリアの東部に位置する松坂屋周辺で値が高くなっている。コンビニ・スーパー・デパートが目的地となる移動においては、コンビニ・スーパー・デパート、生活用品施設が出发点であるときは対象エリアの中心部に位置する三越周辺において特に高い値を示しており、靴・かばん・小物施設が出发点となる移動では、中心部に加えて対象エリアの西部に位置する銀座通りとその一本裏の通り沿いの建物に高い値が集中している。生活用品が目的地となる移動においては、いずれの出发点においても媒介中心性がやや分散して分布している。靴・かばん・小物が目的地となる移動においては、他の施設が目的地となる移動と比較して、出发点となる施設によって媒介中心性の分布の差異が大きい。

全体を通して昭和通り以北、西銀座通り以南のエリアに媒介中心性が高い建物が立地しているが、各ジャンルの施設間の移動によって媒介中心性の値が高い建物は異なり、全ジャンル共通して値が高い建物は見られなかった。

7. 総括

本研究においては、複数の対象地においてネットワーク中心性のひとつである媒介中心性を算出することで、都市における歩行者の回遊行動に関する検討を行った。その結果、銀座のような基盤目状のネットワークを持つエリア等においては最短経路が集中しにくいいため媒介中心性の値の分散が低くなっていることがわかった。このようなエリアにおいては、経路の選択肢が多く面的な回遊性が高いと考えられる。

また、銀座周辺を対象に、建物に施設のジャンルのデータを付加し、特定の施設間の媒介中心性を算出することで、特定の施設間の移動において立ち寄られやすい建物を検

討した。各ジャンル間の移動によって媒介中心性が高くなる建物は異なり、目的に応じて対象エリア内で多様な経路が選択されることから、銀座周辺のエリアにおいては、特定の施設間の移動においても回遊性が比較的高いと考えられる。

本研究においては施設のジャンルとして i タウンページからショッピングに関するジャンルの属性を建物に付加し、特定の施設間における媒介中心性の算出を行ったが、飲食店や病院、学校、その他の公共施設など、実際の都市に存在する施設のジャンルは多様であるため、今後はこうしたショッピング以外のジャンル間の移動に関する分析を行う必要がある。加えて、特定のジャンル間で媒介中心性が高くなる、立ち寄られやすい建物の特徴を明らかにすることができれば、対象エリアの回遊性をより詳細に検討することが可能であると考えられる。また、徒歩移動圏を400mとしてネットワーク分析を行ったが、徒歩圏が指す範囲は歩行者の年齢等によって非常に多岐にわたることから、複数の徒歩圏における分析を行うことが望ましい。自転車や自動車を探索範囲として設定した分析を行うことによって、他の交通手段と比較した場合の徒歩での移動における回遊行動の特徴を把握することができると考えられる。また、徒歩移動圏を400mとしてネットワーク分析を行ったが、徒歩圏が指す範囲は歩行者の年齢等によって非常に多岐にわたることから、複数の徒歩圏における分析を行うことが望ましい。自転車や自動車を探索範囲として設定した分析を行うことによって、他の交通手段と比較した場合の徒歩での移動における回遊行動の特徴を把握することができると考えられる。また、徒歩移動圏を400mとしてネットワーク分析を行ったが、徒歩圏が指す範囲は歩行者の年齢等によって非常に多岐にわたることから、複数の徒歩圏における分析を行うことが望ましい。

【参考文献】

- 1) 姜気賢, 末吉祐樹, 藤本慧悟, 有馬隆文 (2012) : アンケート調査からみた「Walkable Neighborhood」に関する歩行者意識, 都市・建築学研究:九州大学 人間環境学研究紀要 (22), 21-27
- 2) Jeff Speck : Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time, Farrar Straus & Giroux (T), 2012
- 3) Robert Cervero, Kara Kockelman (1997) : Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol.2, Issue 3, pp.199-219
- 4) Ester Cerin, Brian E. Saelens, James F.Sallis, Lawrence D. Frank (2006) : Neighborhood Environment Walkability Scale: Validity and Development of a Short Form, Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol.38, pp.1682-1691
- 5) 井上茂, 大谷由美子, 小田切優子, 高宮朋子, 石井香織, 李廷秀, 下光輝一 (2009) : 近隣歩行環境簡易質問紙日本語版 (ANEWS 日本語版) の信頼性, 体力科学, Vol.58, No.4, P 453 - 462
- 6) Yamada, I., B.B. Brown, K.R. Smith, C.D. Zick, L. Kowaleski-Jones, and J.X. Fan (2012). "Mixed land use and obesity: An empirical comparison of alternative land use measures and geographical scales." The Professional Geographer 64 (2): 157-177.
- 7) Andres Sevtsuk, Michael Mekonnen : "Urban Network Analysis : A new toolbox for ArcGIS", International Journal of Geomatics and Spatial Analysis, vol.22, no.2, pp.287-305,2012

*1 筑波大学大学院システム情報工学研究科 博士前期課程
*2 筑波大学システム情報系 教授