106. 居住エリアのウォーカビリティに立脚した地域評価に関する指標の開発と検証

- 北大阪都市計画区域の茨木市におけるスマートシュリンキングに向けて -

Development and Verification of Indicator about Regional Evaluation based on walkability in Residential Area.

- Toward Smart Shrinking of Ibaraki City in North Osaka Metropolitan Region -

加登遼*, 神吉紀世子**

Haruka KATO and Kiyoko KANKI

The purpose of this paper is to develop and to verify indicator about regional evaluation based on walkability in residential area. For this purpose, this surveys Ibaraki City in North Osaka Metropolitan Region. The Region want to promote smart shrinking model which satisfy residents' needs to live, even though gradually population decline. As a first step forward smart shrinking, this study develops functional walkability indicator which composed of household density, convenience of regional facilities, road connectivity, and traffic safety. Then, GIS analysis shows that the indicator is available for evaluation walkability of each residential clusters, for example high densely area, sprawl area, suburban area, and public housing area, which categorized urban-factorial-ecological-analysis. Also, questionnaire survey verifies that walkability is useful for regional evaluation of attractiveness and living behavior.

Keywords: Walkability, Smart Shrinking, North Osaka Metropolitan Region, GIS, Questionnaire Survey

ウォーカビリティ, スマートシュリンキング, 北大阪都市計画区域, 地理情報システム, 市民アンケート

1 序論

1.1 研究の背景

拡大成長社会から縮小成熟社会へと移行しつつある現在、人口が拡散的に減少することが課題とされている^[1]。その課題を解決するため、立地適正化計画^[2]に基づく画一的なコンパクトシティモデルが推奨されている。しかし、ここでのコンパクトシティモデルは、市街地再開発事業^[3]などの面的整備や、期限付きインセンティブによる居住誘導などを前提としており財政的負荷が高い点や、公共交通沿線ではない居住エリアに対する方策が欠けている点など、実効性において課題が多い。特に、人口の減少が緩やかだが、都市基盤が良くないとされているエリアが広域な大都市圏周辺地域の一部の都市では、コンパクトシティモデルを目指しても実効性が低い可能性が、現場において指摘されている^[4]。そのような都市では、多様な住民同士の合意形成が可能な町丁目スケールとしての居住エリアを基礎スケールとして、居住者が居住エリアに対して思いを抱く魅力を向上させることで、居住エリアの特徴に応じた自立的な生活環境を維持することを目指すスマートシュリンキング^[5]へ転換する方が、持続可能な居住エリアを実現できる可能性が低い^[6]。

そこで本研究では、大都市圏周辺地域においてスマートシュリンキングを実現する初段階として、都市圏スケールにおける統計データの分析により、個人スケールにおける居住エリアの生活環境を把握するための地域評価指標を開発する。そのため、これまで公衆衛生分野において研究されてきたウォーカビリティ指標を援用することで、地域評価指標を開発する。

1.2 研究の目的

本研究の目的は、ウォーカビリティに立脚した地域評価に関する指標を開発することである。具体的には、公衆衛生分野において開発されてきたウォーカビリティ指標をレビューすることで、

データの入手が容易で汎用性の高いウォーカビリティ指標をモデル化する。そして、北大阪地域を対象にウォーカビリティ指標を適用することで、生活環境に基づく居住エリアの特徴を把握できるか検証する。そして最後に、アンケート調査により地域評価を把握することで、居住者が自立した生活環境を維持するために有効なデザインの指針を、居住エリアの類型に応じて抽出する。以上の分析より、本研究におけるウォーカビリティ指標の有効性を検証する (Fig.1)。

Fig.1 本研究におけるフロー

1.3 既往研究との位置づけ

コンパクトシティに向けた地域評価指標に関する既往研究は多く存在するが^[7]、スマートシュリンキングに向けた地域評価指標に関する既往研究については少数であり、未だ開発途上と言える。代表的な研究として、戸川と林らは名古屋都市圏の小学校区スケールを対象に、Triple Bottom Lineに基づくSURQUASという地域評価指標を開発している^[8]。これらの地域評価指標は人口を計画的に縮退することを前提とした交通政策中心の指標であるのに対して、本研究は人口減少を許容することを前提とした自

* 学生会員 京都大学大学院工学研究科 Kyoto University

** 正会員 京都大学大学院工学研究科 Kyoto University

立的な生活環境を維持できる居住エリアを把握することを目的とした指標である。以上を踏まえると、本研究の特徴は、ウォーカビリティ指標に着目した目的論的解釈^[13]が可能な地域評価指標を開発する点にある。

このウォーカビリティに関連する地域評価指標は、地理情報システムによる解析を基盤とした、オーストラリアにおける近隣環境を把握するために開発された Walkability Index^[8]や、サンフランシスコ湾岸地域における近隣環境が旅行に与える影響を分析するために開発された Walkability 3Ds^[9]がある。また、アンケート調査による解析を基盤とした、アメリカの居住エリアにおけるウォーカビリティを評価するために開発された ANEWS^[10]などがある。しかし、これらの指標は公衆衛生や健康地理学に関する研究として展開されており^[14]、大都市圏周辺地域におけるスマートシュリンキングに向けたウォーカビリティ指標として試行段階のため^[12]、定量的評価には至っていない。したがって、本研究はスマートシュリンキングに向けた居住エリアの生活環境を把握するための地域評価指標を構築する点に新規性がある。

2 ウォーカビリティ指標のモデル化

2.1 ウォーカビリティの定義

ウォーカビリティ (Walkability) とは、一般的にウォークアブル (Walkable) と同義とされて、「歩きやすい、歩行に適した、歩いて行ける」という意味を持つ^[13]。しかし、ウォーカビリティに関する研究では、より広義に使用されており、「単に良好な歩行環境を有しているだけではなく、良好な地域コミュニティの形成、車を使わない、環境がやさしい生活、身体的にも精神的にも健康なライフスタイルなどを可能とする、歩く行為を促進するような生活環境全般を含む概念」^[14]とされている。したがって、身体活動量などに基づく「徒歩アクセシビリティ」^[15]などの概念よりも広義に使用される。また、「自動車を使用しなくても生活できる生活環境」^[16]と定義するのが一般的であり、歩行を中心とした自転車による移動手段も含む概念^[17]として使用される。

以上を踏まえて、本研究におけるウォーカビリティを、日常生活において、安全性や快適性、魅力性などを伴いながら、歩行や自転車による移動を促進する生活環境全般を含む概念とする。

2.2 ウォーカビリティ指標における構成要素の設定

ウォーカビリティに関連する指標としては、1.3 節において記載した通り、Walkability Index^[8]、Walkability 3Ds^[9]、ANEWS^[10]など、様々な地域評価指標が提案されている。これらを Browson らがレビューした結果、ウォーカビリティに関連する指標における構成要素として、世帯密度や地域施設へのアクセス、傾斜率、緑被率などの様々な構成要素が設定されていることを指摘している^[18]。

そこで本研究では、都市圏を対象とした広域における地域評価指標を開発するため、地理情報システムに基づく機能的で客観的な指標を構築する。そのために、Walkability Index^[8]、Walkability 3Ds^[9]、ANEWS^[10]におけるウォーカビリティ指標の構成要素と、Browson らのレビューしているウォーカビリティの構成要素^[17]を比較して、多くの指標で使用されていると共に、統計データとして地理情報システムによるデータの取得が容易である、世帯密度・地域施設の利便性・道路の接続性・地域の安全性の4つを、ウォーカビリティ指標における構成要素として設定する (Tab.1)。

そして、日本における信頼性が検証されている^[19]ANEWSを基に、統計データが公開されており汎用性が高いかどうかを考慮して、本研究におけるウォーカビリティ指標の各構成要素を定義して、その標準化数値を算出する (Tab.2)。

3 大都市圏周辺地域における居住エリアの類型化

3.1 大都市圏周辺地域としての北大阪地域

北大阪地域は、三島地域 (茨木市・高槻市・吹田市・摂津市・島本町) と豊能地域 (豊中市・池田市・箕面市・能勢町・豊能町) の計10市町によって構成される北大阪都市計画区域であり、人口は約175万人である。この区域は、京都・大阪間における交通の要所として高度経済成長期に多くの人口が流入したことで、20世紀初頭から鉄道会社を中心に住宅地開発が展開されて^[20]、小規模な開発を中心とした無秩序なスプロールエリアが広域に形成された。しかし、北は北摂山地、そして南は淀川に隣接する地形的特徴により、過度に都市域が広がらず、大都市圏周辺地域の中でも人口密度が高く^[21]、今後も人口が急速に減少する見込みはない^[22]。そこで、本研究は北大阪地域を対象に研究を展開する。

Tab.1 ウォーカビリティ指標における構成要素の設定

	ウォーカビリティ指標における構成要素									
	世帯密度	地域施設の利便性	サービスへのアクセス	道路の接続性	歩道・自転車道の整備率	景観の魅力	地域の安全性	歩行空間のデザイン	店舗当たりの面積	建築物のデザイン
Browson によるレビュー ^[18]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Walkability Index ^[8]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Walkability 3Ds ^[9]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ANEWS ^[10]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
本研究におけるウォーカビリティ指標	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tab.2 ウォーカビリティ指標における各構成要素の定義

構成要素の算出方法 指標の算出方法 (ただし、標本数・面積は、町目における数値)	
長屋建て住宅密度	長屋住宅世帯数 ^[12] / 面積の標準化 ^[19] 数値
共同住宅密度	共同住宅世帯数 ^[12] / 面積の標準化 ^[19] 数値
戸建て住宅密度	戸建て住宅世帯数 ^[12] / 面積の標準化 ^[19] 数値
商業施設密度	商業施設数 ^[13] / 面積の標準化 ^[19] 数値
医療施設密度	医療施設数 ^[13] / 面積の標準化 ^[19] 数値
福祉施設密度	福祉施設数 ^[13] / 面積の標準化 ^[19] 数値
教育・文化施設密度	教育・文化施設数 ^[13] / 面積の標準化 ^[19] 数値
子育て施設密度	子育て施設数 ^[13] / 面積の標準化 ^[19] 数値
鉄道駅舎施設密度	駅舎施設数 ^[14] / 面積の標準化 ^[19] 数値
バス停施設密度	バス停施設数 ^[14] / 面積の標準化 ^[19] 数値
3m~5.5m 道路密度	幅員 3m~5.5m 道路の総延長距離 ^[15] / 面積の標準化 ^[19] 数値
5.5m~13m 道路密度	幅員 5.5m~13m 道路の総延長距離 ^[15] / 面積の標準化 ^[19] 数値
13m 以上道路密度	幅員 13m 以上道路の総延長距離 ^[15] / 面積の標準化 ^[19] 数値
路上強盗ひったくり犯罪発生密度	年間の路上強盗ひったくり犯罪発生件数 ^[16] / 面積の標準化 ^[19] 数値
子供の被害犯罪発生密度	年間の子供の被害犯罪発生件数 ^[16] / 面積の標準化 ^[19] 数値
自転車の交通事故発生密度	年間の自転車の交通事故発生件数 ^[17] / 面積の標準化 ^[19] 数値
歩行者の交通事故発生密度	年間の歩行者の交通事故発生件数 ^[17] / 面積の標準化 ^[19] 数値

Fig.2 因子生態分析による居住エリアの類型化

3.2 因子生態分析による居住エリアの類型化

H22 年度国勢調査における北大阪地域の町丁目別小地域集計を用いて、49 個の指標^[註8]を導出して標準化を行い^[註9]、標準化構成比を算出して主成分分析を行う。その主成分得点^[註10]を用いて、階層型クラスター分析 (Ward 法) を行った結果、10 クラスターを抽出できた。そして、各居住クラスターの内容構成比を分析して特徴を把握すると共に、その立地的特徴を地図上に描画した (Fig.2, Tab.3)。以下では、類型化した居住クラスターの中でも、母数が多かった密集住宅地エリア・スプロールエリア・郊外住宅地エリア・公営集合団地エリアの特徴について説明する。

密集住宅地エリアは、「庄内・豊南町地区」などが、昭和30 年代に文化住宅や長屋建て住宅を中心に開発が進み、都市施設が未整備のまま急速に都市化したため、「地震時等に著しく危険な密集市街地^[2]」に指定されている。しかし、その他のエリアも木造戸建て住宅が密集しており、防災上喫緊の課題を抱える。このエリアは、鉄道沿線に立地しており、大阪市に近いほど集積する傾向にある。

スプロールエリアも、無秩序に都市化したため、都市施設が未整備であることが課題である。しかし、密集住宅地エリアのように住宅が密集するのとは異なり、ミニ開発によって数十個単位の戸建て住宅を中心に、農地と隣接して立地するのが特徴である^[24]。このエリアは、密集住宅地の外縁に立地しており、南部ほど多い傾向にある。

郊外住宅地エリアは、戸建て住宅を中心に開発された住宅地であり、郊外住宅地エリアは人口構成比の不均一性により、急速な高齢化が問題視されている^[25]。このエリアは、北大阪地域の丘陵地に集積して立地している。

最後の公営住宅団地エリアは、県や市、UR による公営の住宅団地が集積して立地するエリアである。このエリアは、北大阪地域全体としてはスプロールエリアの中に分散的に立地しているが、1960 年代に国家的な事業として開発された千里ニュータウンでは集積して立地している。

Tab.3 各居住クラスターにおける内容構成比

居住クラスター	密集住宅地エリア	スプロールエリア	非居住エリア	郊外住宅地エリア	公営住宅団地エリア	高齢者居住エリア	外国人居住エリア	住宅居住エリア	中山間農村エリア	新規開発エリア
クラスター数 (個)	762	604	108	242	106	56	4	17	92	2
15 歳未満人口割合 (%)	26	26	0	25	23	14	0	22	17	40
15~64 歳人口割合 (%)	26	64	0	62	60	45	61	73	58	66
65 歳以上人口割合 (%)	19	22	0	25	28	47	27	14	33	13
外国人人口割合 (%)	0	1	0	0	2	40	5	4	1	1
居住期間 20 年以上の人数割合 (%)	23	33	0	34	32	27	3	16	0	26
核家族の世帯割合 (%)	58	65	0	73	66	56	0	38	57	85
単独の世帯割合 (%)	36	27	0	19	30	31	0	60	16	10
3 世代の世帯割合 (%)	5	8	0	8	4	10	0	2	32	8
持ち家の世帯割合 (%)	55	63	0	82	29	64	0	19	0	97
公営借家の世帯割合 (%)	2	3	0	0	60	2	0	0	0	0
自家用車の利用交通人数割合 (%)	15	21	0	29	18	23	13	12	64	29
鉄道電車の利用交通人数割合 (%)	48	33	0	42	43	32	13	14	0	44
自転車の利用交通人数割合 (%)	24	34	0	14	22	26	38	14	0	14

注：全 49 指標の内、代表的な 13 指標を抜粋

Fig.3 居住エリアの各居住クラスターにおける将来人口変化率

3.3 北大阪地域における居住エリアの縮小実態

前節で説明した 4 クラスターについて、各居住クラスターにおける人口減少実態を把握するため、井上が実装した「全国小地域別将来人口推計システム^[26]」を用いて、2015 年から 2035 年における町丁目別将来人口変化率を算出して^[註11]、各都市における居住クラスター面積割合別の将来人口変化率を分析した (Fig.3)。そして、将来人口変化率の平均値 (以下 M_p と省略) と標準偏差 (以下 SD_p と省略) を居住クラスター別に考察した。

その結果、密集住宅地エリアは $M_p(De) = -0.111 / SD_p(De) = 0.040$ であり、4 クラスターの中では将来的に高い人口密度を維持できる可能性が分かった。一方、郊外住宅地エリア・公営住宅団地エリアは、 $M_p(Su) = -0.128 / SD_p(Su) = 0.057$, $M_p(Ph) = -0.133 / SD_p(Ph) = 0.030$ であり、4 クラスターの中では将来人口変化率が低い。そして、スプロールエリアは $M_p(Sp) = -0.126 / SD_p(Sp) = 0.042$ であり、面積割合・将来人口変化率共に、都市毎に異なる。具体的には、丘陵部に非居住エリアが立地することで面積割合が低く将来人口変化率が高い茨木市や、北大阪地域の中で最も東に位置しており面積割合が低く将来人口変化率も低い島本町、市域全体にスプロールエリアが広がっていることで面積割合が高く将来人口変化率が平均値の摂津市などが存在する。

4 ウォーカビリティ指標に基づく居住エリアの評価

4.1 ウォーカビリティ指標に影響を与える因子

Tab.2 において構築したウォーカビリティ指標を基に、PLS モデルを参照して、将来人口に影響を与えるモデルを構築して、構造方程式モデリングにより解析した^[註12](Fig.4)。この解析において、GFI=0.924、AGFI=0.880、RMSEA=0.075 であり、信頼性のある結果が得られている¹⁷⁾。

その結果、ウォーカビリティに影響を与える因子について、「地域施設の利便性」の標準化推定値は 0.29 であり、本研究のウォーカビリティ指標の中で、最も低いことが分かった (Fig.4)。また、標準化総合評価を分析すると、「3~5.5m 道路密度」は 0.53 に対して、「13m~道路密度」は -0.29 であり、ウォーカビリティの観点からは細い道路が

重要な役割を果たしていることが分かった (Tab.4)。

4.2 ウォーカビリティ指標に基づく定量的評価

4.2.1 居住エリアにおけるウォーカビリティの算出

Fig.4 を基に、ウォーカビリティ指標における各構成要素の数値と、ウォーカビリティから各構成要素への標準化総合評価を乗じた数値を合算して、町丁目別ウォーカビリティ $W_i(i)$ (以下 $W_i(i)$ と省略) を算出する (式1)。

$$W_i(i) = \sum_{k=0}^n a_k \times f_k(i) \quad \cdots \text{(式1)}$$

$f_k(i)$ は、指標における構成要素 k の数値。

a_k は、指標 i における構成要素 k から Walkability への標準化総合評価。

Fig.4 構造方程式モデリングによるウォーカビリティ指標の解析^[註12]

Fig.5 北大阪地域における居住エリアのウォーカビリティ^[註13]

Tab.4 $W_i(i)$ の標準化総合評価

$f_k(i)$	(a_k)
長屋建て住宅密度	-0.24
戸建て住宅密度	0.02
共同住宅密度	0.69
商業施設密度	0.05
医療施設密度	0.01
教育施設密度	-0.02
子育て支援施設密度	0.07
福祉施設密度	0.11
バス停密度	0.17
駅舎密度	-0.20
3~5.5m 道路密度	0.53
5.5~13 道路密度	0.02
13m~道路密度	-0.29
路上強盗/ひったくり発生密度	-0.08
子供被害犯罪発生密度	0.22
交通事故発生密度 (自転車)	-0.03
交通事故発生密度 (歩行者)	0.24
将来人口	0.00

Fig.6 北大阪地域の各都市におけるクラスター別ウォーカビリティ^[註14]

Fig.7 ウォーカブルエリアにおける将来人口変化率

そして、Jenks の自然分類^[13]によって閾値を求めた上で、地図上に描画した (Fig.5)。この Fig.5 より、 $W_i(i)$ は、Fig.2 の居住クラスターに影響を受けていることが分かる。

そこで、各市町村における $W_i(i)$ の平均値を描画した^[14] (Fig.6)。さらに、各居住クラスターの町丁目における $W_i(i)$ の平均値 (以下 M_w と省略) と標準偏差 (以下 SD_w と省略) を算出した。その結果、 $M_w(Sp)=0.081/SD_w(Sp)=0.053$ であり、スプロールエリアは $W_i(i)$ が全体として高く、町丁目ごとに差は大きいことが分かった。一方、 $M_w(Su)=0.076/SD_w(Su)=0.042$ 、 $M_w(Ph)=0.090/SD_w(Ph)=0.043$ であり、町丁目毎の $W_i(i)$ について、郊外住宅地エリアは安定的に低く、集合住宅団地エリアは安定的に高いことが明らかになった。

したがって、スプロールエリアと集合住宅団地エリアにおける $W_i(i)$ が重要であることが分かった。

4.2.2 ウォーカブルエリアの設定と将来人口変化率の増減

4.2.1 項と 3.3 節より、 $W_i(i)$ と将来人口変化率は関連があることが分かった。それを踏まえて Fig.5 を参照すると、 $W_i(i)$ が北大阪地域の中で高い $W_i(i)=0.1333$ 以上のエリアが分散するエリアと集積するエリアが存在することが分かる。

そこで、本項では、 $W_i(i)=0.1333$ 以上のエリアが連坦するエリアを「ウォーカブルエリア」として設定する。そして、ウォーカブルエリアにおける将来人口変化率 (2015 年から 2035 年) の散布図を描画した (Fig.7)。その結果、面積の狭いウォーカブルエリアが大半であるが、広域のウォーカブルエリアが多い都市は茨木市や豊中市などであることが分かった。その特徴を把握するため、3 次多項式の近似曲線を描画した。その結果、ウォーカブルエリアの面積が広域なほど将来人口変化率が増加する都市は、茨木市・高槻市・箕面市に限られることが分かった。

以上の 4 章より、本研究により開発したウォーカビリティ指標は、各居住エリアの特徴を把握するのに有効であり、さらに将来人口変化率と関係性があることが分かった。

5 地域評価に即した指標の検証とデザインの抽出

5.1 茨木市における市民アンケートの概要

茨木市は、ウォーカブルエリアが集積している上、そのエリアにおける将来人口変化率が、面積に比例して増加している。そこで、本章ではウォーカブルエリアが集積する茨木市の市街化区域を対象に、実際の地域評価を分析するため、アンケート調査を実施する^[15] (Tab.5)。このアンケート調査は「茨木市のまちづくりに関するアンケート」という題目で 5 項目 27 設問から構成されており、茨木市における魅力や移動手段別の生活行動など、回答者の地域評価に関する質問を行っている。ここで、回答者が居住する町丁目も質問に含めて、 $W_i(i)$ との因果関係を分析した。

アンケート調査については 898 通の回答があり、有効回収率は 28.80%^[16]だった。また、回答者については男性よりも女性の回答が多かったが^[17]、世代間のバランスは良く^[18]、良好な回答を得ている。本章では、このアンケート調査の中でも、ウォーカビリティに関する回答を分析する。

Tab.5 アンケート調査の概要

調査配布数	3000 本
サンプリング方法	層化二段階無作為抽出法 (年齢×居住地) ^[15]
配布・回収/調査方法	2017 年 12 月 10 日・12 月 26 日/郵送法
回答数/有効回収率	898 本/28.80% ^[16]
アンケートの構成	A. 回答者の属性 (性別・年齢など) B. 今後の定住意向 (居住意向・理由など) C. 住まいの住環境 (地域の魅力・課題など) D. 歩いて暮らせるまちづくり (居住地・取り組み・生活行動など) E. 自由記述 (茨木の魅力・魅力を向上する方法)

5.2 ウォーカビリティが高い居住エリアの地域評価

5.2.1 ウォーカビリティと関連する居住エリアの魅力

本項では茨木市における各居住エリアの特徴を把握する。そのために、「E. 茨木市における魅力は何だと思いますか?」という自由記述の質問を行った。その回答として 481 名の回答があり、その回答をクリーニングした上で形態素解析を行い^[19]、共起ネットワークを描画した^[20] (Fig.8)。その結果、居住エリアの特徴として、「大阪や京都へのアクセスが良く、自然や公共施設が整っている」、「田舎過ぎず都会過ぎない」、「徒歩や自転車で暮らすことができる」、「静かで落ち着いたベッドタウンがある」など、明確な類型が存在しており、良好な回答が得られたことが分かる。

Fig.8 茨木市における居住エリアの魅力に関する共起ネットワーク^[20]

Fig.8 において類型化された茨木市における居住エリアの魅力の内、居住エリアの $W_i(i)$ と関係があると思われる魅力を明らかにする。そのために、「C. お住まいの地域の魅力は何だと思いますか?」という複数回答の質問を行った。その回答を目的変数に、回答者の居住地における $W_i(i)$ を説明変数にとり、ロジスティック回帰分析を行った^[21] (Tab.6)。その結果、居住エリアにおける $W_i(i)$ は、回帰係数 9.64 の「徒歩や自転車で日常生活を送ることができる」に大きな正の影響を与えることがわかった。

5.2.2 ウォーカビリティに起因する生活行動別の移動先

次に、 $W_i(i)$ が、生活行動の移動手段に与える影響を解明する。そのために、「D. 徒歩や自転車での移動における生活行動ごとの移動先（回答者の居住エリア／中心市街地／茨木市外／その他のエリア）」を調査^[22]した。

そして、 $W_i(i)$ を説明変数、徒歩・自転車での移動における生活行動別の移動先のエリアを目的変数に設定して、ロジスティック回帰分析をおこなった（Tab.7）^[23]。その結果、 $W_i(i)$ は「回答者の居住地域」もしくは「中心市街地」への移動に対して、全ての生活行動に正の影響を与えていることが分かった。具体的には、住宅地に近接して立地する傾向が強い「食料品などの日常的な買い物」と「病院や診療所」、「体育館などの教育・文化施設」「施設や公園などの自然環境」については、「居住エリア」と「中心市街地」に対して、 $W_i(i)$ から正の影響を受けている。一方、「子供や高齢者の交流施設」については、「居住エリア」に対して、 $W_i(i)$ から正の影響を受けていることが分かった。

したがって、本アンケート調査において、ウォーカビリティ指標が回答者の徒歩や自転車での生活行動と因果関係があることを検証することができた。実際、Fig.8でも「生活するにあたって必要なものが自転車圏内で大体揃う」という内容の記述が多く、上記は正しいと考えられる。

5.3 ウォーカビリティを向上するデザインの抽出

5.3.1 ウォーカビリティに影響を与えるデザイン

前節において、 $W_i(i)$ に起因する居住エリアの魅力は、「徒歩や自転車でする日常生活」であり、実際の生活行動においても、 $W_i(i)$ は徒歩や自転車での移動に正の影響を与えていることが分かった。そこで、本節では大都市圏周辺地域において、ウォーカビリティを向上する「徒歩や自転車でする日常生活」に関するデザインを解明する。

そのために、「D. 歩きやすい街を作るにはどうしたら良いと思いますか？」という複数回答の質問を行った。この設問は、2章においてレビューした Tab.1 のウォーカビリティに関する指標を基に設計している^[24]。そして、その回答を説明変数に、 $W_i(i)$ を目的変数にとり、Fig.1の居住エリアの居住クラスター毎に数量化一類を行った（Tab.8）。

その結果、各居住クラスターで必要なデザインが異なることが分かった。具体的には、交通の利便性が良い密集住宅地エリアにおける $W_i(i)$ は、 $B=0.011$ の「駅やバス停に歩いて行ける」というデザインから正の影響を受けている。

一方、スプロールエリアにおける $W_i(i)$ は、 $B=0.023$ の「近所に存在するお店や施設の維持」、 $B=-0.015$ の「立ち寄りたくなるお店や施設の増加」などから影響を受けている。つまり、スプロールエリアでは、施設の増加よりも維持の方が $W_i(i)$ に正の影響を与えていることが分かった。

しかし、郊外住宅地エリアでは、 $W_i(i)$ は影響を受けていないことが分かった。つまり、茨木市における郊外住宅地エリアは、本研究におけるウォーカビリティの観点からは、デザインできないことが明らかになった。

そして最後の公営集合団地エリアにおける $W_i(i)$ は、

Tab.6 ウォーカビリティに起因する居住エリアの魅力^[21]

N	居住エリアの魅力	Step	B	SE	p値	OR	95%CI
659	徒歩や自転車でする日常生活を送ることができる。	V	9.6	1.8	0	15312	444, 527619
			0.2	0.2	0.3	1.21	
81	お気に入りのお店やカフェが多い。	0					
150	近隣の人々との交流が盛んである。	0					
41	地域の活動に力を入れており、情報を発信できる。	V	8.7	1.7	0	5748	188, 175618
			0.2	0.2	0.3	1.23	
645	大阪や京都などへの交通アクセスが良い。	V	-6	1.5	0	0	0, 0
			0.2	0.2	0.2	1.26	
341	身近に自然を感じることができる。	V	3.9	1.8	0	48.91	1, 1645
			-2	0.2	0	0.13	
139	地域に歴史や文化が残っている。	0					
86	子育て関連施設や教育施設が充実。	0					
204	診療所や病院が充実している。	V	4.1	1.6	0	60.14	3, 1325
			-2	0.2	0	0.2	
49	老人ホームや地域包括ケアが充実。	0					
83	日常的に働くことができる職場がある。	0					

Step: ステップワイズ (Vは採用されたモデル) B: 回帰係数 SE: 標準誤差
p値: 有意確率 OR: オッズ比 95%CI: 95%信頼区間 (下限、上限)

Tab.7 ウォーカビリティに起因する徒歩や自転車での移動先^[23]

生活行動の目的	居住地域	N	B	SE	p値	OR	95%CI
食料品など日常的な買い物	回答者の居住地域	483	9.74	1.75	0	16965	552, 520995
	中心市街地	317	-0.39	0.2	0.05	0.68	
	中心市街地	317	8.39	1.58	0	4382	169, 97906
子供や高齢者の交流施設	中心市街地	61	8.15	2.47	0	3465	27, 442818
	中心市街地	61	-3.35	0.35	0	0.04	
	中心市街地	61	8.15	2.47	0	3465	27, 442818
病院や診療所	回答者の居住地域	381	6.8	1.56	0	894	42, 118964
	中心市街地	244	-0.66	0.19	0	0.52	
	中心市街地	244	10.21	1.67	0	27225	1032, 718334
老人ホームや介護施設	回答者の居住地域	9	13.74	5.46	0.01	923166	21, 41003240893
	中心市街地	9	-6.16	0.9	0	0	
	中心市街地	9	13.74	5.46	0.01	923166	21, 41003240893
保育所や児童館	回答者の居住地域	35	10.82	3.08	0	50184	120, 20953914
	中心市街地	35	-4.31	0.46	0	0.01	
	中心市街地	35	10.82	3.08	0	50184	120, 20953914
体育館などの教育・文化施設	回答者の居住地域	146	5.68	1.81	0	294	9, 10112
	中心市街地	108	-2.04	0.24	0	0.13	
	中心市街地	108	8.13	2.01	0	3380	66, 172689
公民館や集会所などの公共施設	回答者の居住地域	101	9.42	2.06	0	12122	214, 685114
	中心市街地	101	-2.93	0.28	0	0.05	
	中心市街地	101	9.42	2.06	0	12122	214, 685114
施設や公園などの自然環境	回答者の居住地域	284	9.61	8.001	0	58	3, 1147
	中心市街地	130	-0.91	0.19	0	0.4	
	中心市街地	130	8.52	1.89	0	5010	124, 202883

B: 回帰係数 SE: 標準誤差 p値: 有意確率
OR: オッズ比 95%CI: 95%信頼区間 (下限、上限)

Tab.8 ウォーカビリティを向上するデザインの抽出

居住クラスター	徒歩や自転車でする日常生活を送るための取り組み	B	SE	β	t値	p値
密集住宅地エリア	駅やバス停に歩いて行ける	0.01	0.005	0.10	2.00	0.05
	(定数)	0.12	0.003		40.63	0.00
スプロールエリア	近所に存在するお店や施設の維持	0.02	0.006	0.22	3.54	0.00
	立ち寄りたくなるお店や施設の増加	-0.02	0.006	-0.16	-2.52	0.01
	目的地に行く多様な経路の保全	-0.01	0.007	-0.13	-2.14	0.03
郊外住宅地エリア	(定数)	0.10	0.004		22.99	0.00
	なし					
公営集合団地エリア	目的地に行く多様な経路の保全	0.02	0.009	0.30	2.48	0.02
	歩いて巡りたい広場や自然の整備	0.02	0.009	0.25	2.08	0.04
	(定数)	0.10	0.006		18.13	0.00

B: 回帰係数 SE: 標準誤差 β : 標準偏回帰係数 p値: 有意確率

$B=0.023$ の「目的地に行く多様な経路の保全」、 $B=0.019$ の「歩いて巡りたい広場や自然の整備」から影響を受けている。各居住クラスターの中で、自然環境などの環境的な側面から正の影響を受けているのは、公営集合団地エリアであることが分かった。

以上より、ウォーカビリティを向上するデザインが有効なのは、スプロールエリアと公営集合団地エリアであり、そのデザインは地域施設の立地などに関する機能的側面だけでなく、自然環境なども含まれることが分かった。

5.3.2 居住意向に影響を与えるデザイン

本項では、前項において抽出したデザインの中で、回答者の居住意向に影響を与えるデザインを解明する。

そのために、「今後、現在お住まいの住居から引っ越し予定はありますか?」という単一回答の質問を行った。その回答結果を目的変数に、「歩きやすい街を実現するための取り組み」における各回答項目を説明変数として設定して、スプロールエリアと公営集合団地エリアを対象とした決定木分析 (CHAID) をおこなった^[註25] (Fig.9)。

その結果、スプロールエリアにおいて居住意向に最も影響を与えているのは、ステップ=1の「歩道が車道から隔てられている」というデザインだった。次に、歩道が車道から隔てられていないエリアにおいて影響を与えているのは、「近隣の人々と交流する機会」であることが分かった。

一方、集合住宅団地エリアにおいて居住意向に最も影響を与えているのは、ステップ=1の「駅やバス停における駐車場・駐輪場の整備」というデザインだった。次に、駐車場・駐輪場の整備がされていないエリアにおいて影響を与えているのは、「歩いて巡りたくなる広場や自然の増加」というデザインだった。このデザインは、 $W(i)$ を向上するデザインでもあり、重要なデザインであることが分かった。

以上から考察すると、スプロールエリアにおいて、居住意向に影響を与えるデザインの内、 $W(i)$ も向上するデザインは存在しなかったが、集合住宅団地エリアにおいては、「歩いて巡りたくなる広場や自然の増加」が、 $W(i)$ を向上すると共に、居住意向にも影響を与えることが分かった。

Fig.9 居住意向に影響を与えるデザイン
(上段: スプロールエリア 下段: 集合住宅団地エリア)

以上の5章より、茨木市において、 $W(i)$ がアンケート調査に基づく地域評価と因果関係が検証された。そして、ウォーカビリティ指標がスマートシュリンキングに向けた都市解析において有効であることを確認することができた。

6 結論

本研究によって、大都市圏周辺地域におけるスマートシュリンキングに向けた有効な指標としてウォーカビリティに着目して、居住エリアの地域評価を把握するためのウォーカビリティ指標を開発すると共に、そのウォーカビリティ指標の有効性を地域評価に即して検証することができた。具体的には、以下の2点を解明している。

①本研究では、既存のデータを用いた汎用性の高い指標を構築するために、「世帯密度・地域施設の利便性・道路の接続性・地域の安全性」によって構成されるウォーカビリティ指標をモデル化した。そして、町丁目スケールとしての居住エリアのウォーカビリティを算出する、ウォーカビリティ指標を開発した。その指標の構成要素において、「地域施設の利便性」は影響力が低く、さらに細い「3m-5.5mの道路」が大きな影響を与えていることが分かった。また、北大阪地域を対象にこの指標を適用した結果、各クラスターの特徴を把握するのに有効であり、ウォーカブルエリアにおける将来人口変化率と関係があることが分かった。

②ウォーカブルエリアが広がる茨木市を対象としたアンケート調査により、実際の地域評価を分析した結果、居住エリアのウォーカビリティは、「徒歩や自転車です生活することができる」という魅力と強い因果関係があり、徒歩や自転車での生活行動に影響を与えていることを検証することができた。また、ウォーカビリティを向上すると共に居住意向に影響を与えるデザインとして、スプロールエリアでは「地域施設の維持」、集合住宅団地エリアでは「自然環境や広場の整備」が求められていることを解明した。

税収の減少が見込まれる大都市圏周辺地域では、1960年代から1980年代にかけて急速に開発された木造密集地やスプロール市街地において、都市基盤を更新する必要性が求められており、今後の投資が重荷とされている。ウォーカビリティ指標は、実効性において課題が指摘されてきたコンパクトシティに関する議論に対して、その必要性を改めて問うことにつながる。本研究によって開発した指標により各居住エリアを評価することで、スマートシュリンキングの実現に向けて、簡易で安価な方法で、居住エリアの持続可能性を維持できる可能性の発端を見出すことができた。

謝辞

本研究を実施するに際して、茨木市役所都市整備部および(株)地域計画建築研究所の方々にご協力を頂いた。記して感謝申し上げます。

注釈

[注1] 目的論的解釈とは、主に法律を対象とした解釈方法の一つであり、目的に対する適合性の観点から、その意味を確定する操作のことである。
[注2] 構成要素のデータとしては、e-Sratiにおける平成22年国勢調査の小地域集計のデータを使用した。

- [注3]商業施設・医療施設・福祉施設・教育/文化施設・子育て施設の数について、i タウンページにおいて施設の住所が分かるデータを使用した。
- [注4]都市施設の利便性における鉄道駅舎・バス停の数について、国土数値情報ダウンロードサービスのデータを使用した。
- [注5]道路データについて、ESRI社が提供する ArcGIS Geo Suite 道路網（大阪府版）のデータを使用した。
- [注6]犯罪発生件数について、大阪府警察が公表している「大阪府警察犯罪発生マップ（2016年1月～12月）」に記載されている場所を、地理情報システムによりカウントしたデータを使用した。
- [注7]交通事故発生件数について、大阪府警察が公表している「あなたのまわりの交通事故発生マップ（2015年1月～12月）」に記載されている場所を、地理情報システムによりカウントしたデータを使用した。
- [注8]平成22年度国勢調査の小地域集計データの内、以下の7つのカテゴリーの中から導出する。年齢別人口/5年前の常住地/世帯の家族類型/住宅の建て方別住宅に住む主世帯数/住居の種類/延べ面積別一般世帯数/職業（大分類）男女別15歳以上就業者数/利用交通手段（9区分）男女別15歳以上自宅外就業者数及び通学者数。
- [注9] $R_{ik} = (X_{ik} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin})$ (X_{ik} と R_{ik} は地区 i の変数 k に対する元の数値と範囲標準化後の数値、 X_{imin} と X_{imax} は変数 k に対する最小値と最大値である)
- [注10]ガットマンカイザー基準により、固有値1以上の第13主成分までを抽出した。信頼係数（クロンバックの α 係数）は0.85だった。
- [注11] $D_{2035} = (P_{2035} - P_{2015}) / P_{2015}$ (P_{2035} は、全国小地域別将来人口推計システム（ArcGIS Online：全国小地域別将来人口推計システム）における2035年時点の人口/ P_{2015} は、国勢調査における2015年時点の人口)
- [注12] Partial Least Squares Model の略。解析については、「SPSS Amos 24.0」を使用した。
- [注13]Jenks の自然分類による類型化している。自然分類とは、データの変化量が比較的大きい段差に閾値を設定する方法である。類似している値を最適にグループ化できているため、視覚的に判断しやすい。
- [注14] $W(i)=0$ のエリアは、該当都市において、その居住エリアの類型が存在しないことを意味する。
- [注15]本アンケート調査は、「茨木市立地適正化計画」策定に向けた市民アンケート調査として実施した。実施体制については、茨木市役所都市整備部を主体として、(株)地域計画建築研究所・京都大学神吉研究室の共同で実施した。サンプリングについて、地域は（丘陵地域）：（中心地域・南部地域）=11:16、年齢は（20-39）：（40-59）：（60-）=4:3:2となるようにサンプリングしている。なお、サンプリングは茨木市に依頼した。
- [注16]今回のアンケート調査では、回答者の「居住地」に関する情報が重要と考えて、本アンケートの「住まいの町丁目」に記述されている内容から、小学校区が特定できる調査票を、有効回答として算出した。
- [注17]回答者について、男性：40%/女性：52%/無記入：8%だった。
- [注18]回答者について、「18-19歳：2%/20-29歳：12%/30-39歳：16%/40-49歳：16%/50-59歳：18%/60-69歳：11%/70-79歳：17%/80歳以上：7%/無記入：1%だった。
- [注19]のべ語数は11,835語、重なり語数は1,513語。
- [注20]小林らの既往研究を参考に、閾値を「5」に設定した上で、「文」を1つの集計単位として、Jaccard係数0.12以上の言語を抽出した。解析については、「茶室」を実装する「KH Coder」と「R」を利用した。
- [注21]ロジスティック回帰分析について、ステップワイズ（増加法）によって適切なモデルを抽出した上で、オムニバス検定を実施した。表中において、「V」はステップワイズで採用されたモデルを意味する。また、図表の各セルに関して、上段が変数を、下段が定数を示す。
- [注22]移動先について、「中心市街地」とは Fig.5 における「中心地中部地域」を意味する。そのエリアの回答者については、中心市街地を除く、回答者の居住エリア/茨木市外/その他のエリアを集計している。
- [注23]ステップワイズ（増加法）で採用されたモデルのみを表記している。
- [注24]設計した設問は、以下の14つである。近隣の人たちと交流する機会の増加/歩いて巡りたくなる広場や自然の整備/近所に存在するお店や施設の維持/立ち寄りたくなるお店や施設の増加/目的地に行く多様な経路の保全/健康をテーマにした市民活動/通り沿いに木が植えられている/通り沿いに生活感が感じられる/近所に魅力的な自然の景色が多い/近所に魅力的な家や建物が多い/歩道が車道から隔てられている/歩道が夜間でも明るい/駅やバス停における駐輪場の整備/駅やバス停に歩いて行ける
- [注25]欠損値は有効なデータとして扱い、親ノードの最低値：50/子ノードの最低値：10かつ、分割ノード：0.1/結合するカテゴリー：0.1で分析を行った。解析については、「SPSS Decision Tree」を使用した。

参考文献

- [1]氏原岳人、谷口守、松中亮治（2006）市街地特性に着目した都市撤退（リバース・スプロール）の実態分析，都市計画論文集，Vol.41-3，pp.977-972。
- [2]国土交通省，立地適正化計画の意義と役割～コンパクトシティ・プラス・ネットワークの推進～立地適正化計画の概要，http://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/compactcity_network2.html，2016.10.22
- [3]国土交通省，コンパクトシティの形成に関連する支援施策集（平成28年度），http://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/toshi_city_plan_tk_000032.html，2016.10.22
- [4]例えば、茨木市，H28 第1回茨木市都市計画審議会常務委員会会議録，<http://www.city.ibaraki.osaka.jp/material/files/group/42/dai1kai%20jyoumuinkai.pdf>，2017.4.6
- [5]笠原祥平、岩本俊彦（2015）都市構造の改革と集約型都市の実現，東京情報大学研究論集，Vol.19，No.1，pp.49-58
- [6]中道久美子、谷口守、松中亮治（2004）都市コンパクト化政策に対する簡易な評価システムの実用化に関する研究-豊田市を対象にしたSLIM CITYモデルの応用，日本都市計画論文集，Vol.39-3，pp.67-72
- [7]戸川卓哉、加藤博和、林良嗣（2012）トリプルボトムライン指標に基づく小学校区単位の地域持続性評価，土木学会論文集D3，Vol.68(5)，pp.383-396
- [8]E Cerin, BE Saelens, James F. Sallis, Lawrence D. Frank（2006）*Neighborhood Environment Walkability Scale: Validity and Development of a Short Form*, Medicine & Science in Sports & Exercise, Vol. 38, pp.1682-1691
- [9]Cervero, R. et al（1997）*Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design*, Transportation Research Part D-Transport and Environment 2（3），pp.199-219
- [10]Lawrence D. Frank, James F. Sallis, et al（2006）*Many pathways from land use to health: walkability associated with active transportation body mass index and air quality*, Journal of the American Planning Association, Vol.72, pp.75-87
- [11]例えば、Hanibuchi T, Nakaya T et al（2015）*Perceived and Objective Measures of Neighborhood Walkability and Physical Activity among Adults in Japan: A Multilevel Analysis of a Nationally Representative Sample*, Int. J. Environ. Res. Public Health, No.12, pp.75-87
- [12]藤本慧悟、武田裕之、有馬隆文（2011）「walkable neighborhood」としての都市の要件と評価その1，日本建築学会大会学術講演梗概集
- [13]高橋作太郎ら編集（2012）リーダーズ英和辞書<第3版>，研究社
- [14]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，九州大学大学院人間環境学研究院紀要，Vol.22，pp.21-27
- [15]例えば、原拓也、石坂公一、大橋佳子（2009）地方中核都市における高齢者の徒歩アクセシビリティ特性からみた住宅地の評価，日本建築学会計画系論文集，Vol.74，No.635，pp.129-135
- [16]Michael Southworth（2005）*Designing the Walkable City*, Journal of Urban Planning and Development, Vol. 131, Issue 4, pp.246-257
- [17]例えば、Lawrence D. Frank, James F. Sallis, et al（2007）*Many Pathways from Land Use to Health: Associations between Neighborhood Walkability and Active Transportation, Body Mass Index, and Air Quality*, Journal of the American Planning Association, Vol. 72, pp.75-87
- [18]Ross C. Brownson, James F. Sallis, et al（2009）*Measuring the Built Environment for Physical Activity, State of the Science*, American Journal of Preventive Medicine, Vol.36(4s)，pp.99-123
- [19]井上茂、大谷由美子、小田切優子ら（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，pp.453-462
- [20]片木篤ら編集（2000），近代日本の郊外住宅地，鹿島出版会
- [21]山神達也（2001）わが国の3大都市圏における人口密度分布の変化一展開クラークモデルによる分析，人文地理，Vol.53(6)，pp.509-531
- [22]国立社会保障・人口問題研究所，日本の地域別将来人口推計（平成25年3月推計），<http://www.ipss.go.jp/pp-shicyoson/j/shicyoson13/t-page.asp>，2017.3.17
- [23]国土交通省，大阪府の「地震時等に著しく危険な密集市街地」の区域図，<http://www.mlit.go.jp/common/000226571.pdf>，2017.3.17
- [24]浦山益郎、佐藤圭二、青山公三、井沢知旦（1981）都市近郊農業地域における調整区域スプロールの実態と土地利用計画上の課題，都市計画論文集，Vol.16，pp.199-204。
- [25]青木留美子、多治見左近（2005）郊外一戸建て住宅地の地域特性と居住動向に関する研究-大阪府の大規模住宅地における空地および高齢化を中心とした町丁字別分析，都市計画論文集，Vol.40-3，pp.553-558
- [26]Arc GIS Online，全国小地域別将来人口推計システム，<http://agui-econ.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=00804e1e1beb45e1864c5f24a65f340d>（2016.10.24）
- [27]豊田秀樹（2007）共分散構造分析（Amos 編），東京図書