都市圏内の人口移動要因分析に基づく立地適正化計画の評価と検証

高橋 健斗 [1]・織田澤 利守 [2]

[1]学生非会員　神戸大学　工学研究科市民工学専攻（〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1）
E-mail: 236t117t@stu.kobe-u.ac.jp (Corresponding Author)
[2]正会員　神戸大学大学院教授　工学研究科市民工学専攻 （同上）
E-mail: ota@opal.kobe-u.ac.jp

本研究では，徒歩 15 分圏内で利用可能な都市アメニティに着目した地域評価手法を提案すると共に，立地適正化計画における誘導区域の設定の妥当性の評価・検証を行う．現状，立地適正化計画に指定されたエリアの都市機能の実態を定量的に評価する仕組みは存在しない．そこで，部分的最小二乗回帰を用いて人口動態データから移動の潜在的要因（主成分）を抽出し，都市機能へのアクセスや充足度から地域の暮らしやすさを定量的に評価する枠組みを提案する．さらに，神戸都市圏の 418 小学校区を対象に実証分析を行い，分析結果に基づいて立地適正化計画における誘導区域設定の妥当性について検証する．また，誘導区域内の小学校区同士の特徴の比較を通して，居住誘導による転入増加に向けて充実させるべき都市機能を把握する．

Key Words : *Urban Amenity, Regional Evaluation, Site Optimization, Partial Least Squares Regression*

1. はじめに

(1) 背景と目的

我が国においては以前から，地方部での人口減少，高齢化などの問題に対応した都市計画のあり方として，コンパクトシティ・プラス・ネットワーク [1)] が注目されてきた．本計画では，地域の活力維持とともに，医療・福祉・商業などの生活機能を確保し，高齢者が安心して暮らせるように地域公共交通と連携して，コンパクトなまちづくりを目指している．高齢化が進行する将来，高齢者は特に日常生活の購買を中心に，徒歩や公共交通利用を中心とした自家用車に依らない生活が主になると予想されることから，徒歩圏での生活利便性の向上は重要な課題とされている．コンパクトシティ・プラス・ネットワークの実現に向けては，立地適正化計画による都市機能誘導や居住誘導，地域公共交通網形成計画による面的な公共交通ネットワークの再構築が進められてきた．

世界的には，コロナ禍を経て徒歩や自転車での日常生活の利便性に注目が集まっている．中でも代表的なのが，フランス・パリ市が推進する 15-minute city である．本構想では，住民が必要とするあらゆるもの，例えば，食料調達や買い物，仕事や学校まで，徒歩や自転車で 15 分以内で行けるような地域を作ることを目指し，車を必要としない充実した生活を提供することを目的としている．我が国においてもテレワークなどが浸透し，自宅周辺での活動が増加するといった傾向が見られ，居住地周辺における生活環境の重要性も高まっている．

このように，徒歩や自転車，公共交通利用により日常生活の利便性を高める理念が掲げられ，その実現に向けて居住誘導が進められてきた中で，現状における居住地の利便性に関する分析が求められている．しかし，都市機能誘導区域や居住誘導区域に指定された地域の現状の生活利便性については十分な検討がされていない．そこで本研究では，人々が居住地選択において求める都市機能（アメニティ）を把握するとともに，居住誘導区域に指定された地域の利便性を定量的に評価することで区域設定の妥当性の検証を行うことを目的として分析を行う．

(2) 既往研究と本研究の位置付け

都市アメニティを住民の厚生の観点から定量的に評価する研究には多くの蓄積がある [2)3)]．富岡・佐々木 (2003)[4)] は人口移動の調整過程を明示的に考慮した動学的モデルを提案し，都道府県間人口移動データを用いた分析によって，住民の効用が賃金や地価の水準に加え，最低気温や下水道普及率，病床数などのアメニティに依存することを明らかにした. 伊藤 (2003)[5)] は，修正重力モデルを用いて，人口規模，地点間距離，実質個人所得水準，地価水準，気候アメニティが都道府県間の人口移動数に及ぼす影響について分析している．

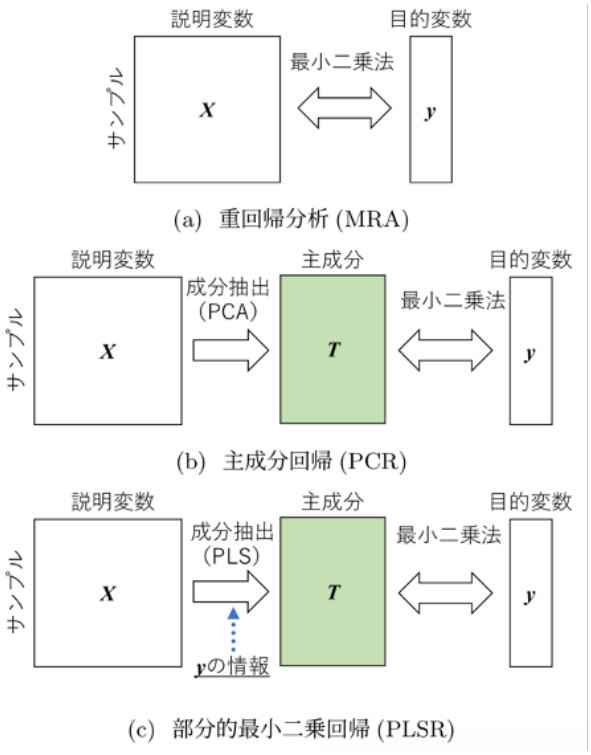
當麻 (2016)[6] や張ら (2016)[7] は，地域間移住行動を集計ロジットモデルによって定式化し，移動元地域と移動先地域の空間的近接性やアメニティ(要素) の類似性が移住行動に及ぼす影響について分析している．

こうした分析を行うにあたっては，しばしば多重共線性の存在が問題となる．地域アメニティは互いに影響を及ぼし合うものも多く，相互に強い相関を持つ場合には，多重共線性が生じ推定結果が不安定となる．既往研究においても符号条件を満たさず，解釈が困難となる推定結果が散見される．この問題への対処法として，共線性のある変数を事前に削除して変数選択を行うことが一般的であるが，政策との関連がある重要な変数を取り除いてしまう危険性があるため，分析結果を政策的検討に活用する際には注意が必要となる．

共線性が強い多量のデータを説明変数群として被説明変数の変動を説明しようとする分析においては，部分的最小二乗回帰が有用である．部分的最小二乗回帰は，1960 年代に計量経済学において開発された部分的最小二乗 (PLS) モデル (Fornell (1982)[8], Haenlein and Kaplan (2004)[9]) を応用し，1980 年代に計量化学 (chemometrics) において開発された手法である [10]．説明変数群から少数の互いに直交する潜在的因子 (主成分) を抽出し，これを用いて被説明変数の変動を説明する．これにより多重共線性の問題を回避することが可能となる．

都市計画や地域科学の分野において，部分的最小二乗回帰を用いた研究事例は限られる．波江 (2007)[11] はごみ排出量の地域差について部分的最小二乗回帰を適用して分析を行なっているが，その中で，地域分析に部分的最小二乗回帰を適用することの利点として，複雑な事象が持つ潜在的な構造を探索的に解明できること，また，直接観測することが難しい地域特性を潜在的因子 (主成分) として抽出し，それが事象の中でどのように作用しているのかについて理解することが可能となることを挙げている．嘉祥寺ら (2022)[12] は地域間の人口移動要因について部分最小二乗回帰を適用して分析を行い，近接性や都市的サービスの水準，大学の立地が人々の移住行動に影響を及ぼすことを明らかにした．しかし，我が国における地域間人口移動に関する既往研究の多くが都道府県間，もしくは市区町村間の人口移動を対象としており，日常生活圏レベルでの人口移動に着目した分析はあまり行われていない．

以上を踏まえ，本研究の特徴を述べる．第一に，本研究では都市圏内における日常生活圏レベルの人口移動を対象とする．これは，コンパクトシティ政策の居住性を評価するにあたって，徒歩圏内での利便性の高さの議論が重要となるためである．第二に，徒歩圏内での利便性を評価するために，徒歩 15 分圏内の都市アメニティへのアクセシビリティを評価する指標を導入した．第三に，モデルの推定に部分的最小二乗回帰を用いた．日常生活圏レベルの様々な都市アメニティは，相互に複雑に関係している．また，人口移動データは，種々のアメニティに対して異なる嗜好を持つ多様な人々の意思決定の結果として生成される．そのため，観測できる変数のみを用いて，モデル構造を先験的に特定することは困難である．日常生活圏レベルの分析に部分的最小二乗回帰を適用することによって，こうした問題を克服できる可能性がある．



図–1 推定方法の概略図

以下では本稿の構成を示す．**2.** では，本研究で提案する暮らしやすさ評価の枠組みについて述べる．**3.** では，立地適正化計画の検証を行う．最後に，**4.** で結論を述べる．

2. 都市アメニティに着目した暮らしやすさ評価の枠組み

本研究では，徒歩圏内でアクセス可能な都市アメニティに着目した「暮らしやすさ」の評価の枠組みを提案する．本研究で提案する枠組みを以下に述べる．まず，人口移動に影響する潜在的要因 (主成分) を抽出し，地域毎に各要因のスコア (主成分得点) を算出する．そして，各要因の主成分得点の大小を見ることで，地域の特性を把握できる枠組みとなっている．

表–1 アメニティ変数の一覧

都市アメニティ	分類	区分	出典	年度
駅徒歩圏人口カバー率 (%)	交通利便性	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2021
駅数（施設数）	交通利便性	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2021
バス停徒歩圏人口カバー率 (%)	交通利便性	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2010
交通 IC 距離	交通利便性	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2021
大阪駅への一般化費用（円）	交通利便性	小学校区	Web 経路探索システム（Google）	2022
通勤通学公共交通分担率 (%)	通勤利便性	小学校区	国勢調査	2010
診療所徒歩圏人口カバー率 (%)	医療・福祉	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2020
病院診療所病床密度（病床数/千人）	医療・福祉	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2020
最寄りの病院までの距離	医療・福祉	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2020
保育所幼稚園徒歩圏人口カバー率 (%)	子育て	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2021
保育所幼稚園施設密度（幼稚園, 保育所数/0-5 歳千人）	子育て	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2021
老人福祉施設徒歩圏人口カバー率 (%)	医療・福祉	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2021
飲食店舗数（施設数）	生活利便性	小学校区	経済センサス	2014
飲食料小売事業所従業員数（従業員数）	生活利便性	小学校区	経済センサス	2014
小売事業所従業員数（従業員数）	生活利便性	小学校区	経済センサス	2014
役所徒歩圏人口カバー率 (%)	生活利便性	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2014
集客施設数（施設数）	遊び・娯楽	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2014
図書館徒歩圏人口カバー率 (%)	文化環境	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2013
文化施設数（施設数）	文化環境	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2013
都市公園面積（m^2）	自然環境	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2010
交通事故発生率（件数/千人）	安全安心	市区町村	交通事故統計	2021
刑法犯罪認知発生率（件数/千人）	安全安心	市区町村	兵庫県警	2021
空き家率 (%)	安全安心	市区町村	土地統計調査	2018
ハザードエリア面積カバー率	自然災害	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2021
大学生数	大学の立地	小学校区	国勢調査	2020
最寄りの大学までの距離	大学の立地	小学校区	国勢調査	2021
大学徒歩圏人口カバー率 (%)	大学の立地	小学校区	国土数値ダウンロードサービス	2022
標高	地形	小学校区	国勢調査	2009
傾斜	地形	小学校区	国勢調査	2009
地価（円/m^2）	住宅環境	小学校区	国土交通省地価公示・都道府県地価調査	2021
人口密度	住宅環境	小学校区	国勢調査	2020
戸建て住宅世帯割合 (%)	住宅環境	小学校区	国勢調査	2020
大学大学院卒業割合 (%)	住民属性	小学校区	国勢調査	2020

(1) 人口移動モデルの定式化

本節では，本研究における人口移動のモデルと，転入率を定義する．本研究では，富岡・佐々木（2003）モデル [4] を改良し，新たにモデルを書き換えた．富岡・佐々木（2003）モデルは都市間の人口移動データから都市レベルのアメニティを評価する枠組みであるのに対し，本研究では都市レベルより小さな空間である居住エリアレベルを対象としている．そのため，モデルの適用レベルを縮小する上で問題となる職住一致の仮定を撤廃した上でモデルを構築した．具体的な変更点を以下に示す．

＜労働市場の仮定を変更＞

(a) 職住一致の仮定を撤廃し，全地域の労働者が同一の労働市場へ労働を供給する．
(b) 企業は地域に依らず同一の生産関数を持つ．
(c) 労働者の通勤費負担は考慮しない．

以上の変更の結果，家計の労働所得は地域に依らず同一の水準となる．また，本研究では被説明変数に転入率を使用して分析を行った．これらの変更点を踏まえて書き換えた人口移動式を以下に示す (式 (1))．ここでは，確率的に移住の機会を得た家計が 1 期前の効用格差に反応して，移住先地域（自地域を含む）を選択するモデルとなっている．

$$\frac{I_t^i}{N_{t-1}^i} - \overline{\rho} = \mu(v_{t-1}^i - \overline{v}_{t-1}) = A^1\Delta w_{t-1}^i + A^2\Delta r_{t-1}^i + \sum_{m=1}^{M} A_m^3 \Delta s_{m,t-1}^{ih} \tag{1}$$

ここで，i は地域 $(i = 1, \cdots, R)$，m はアメニティ変数 $(m = 1, \cdots, M)$，v_t^i は地域 i の間接効用関数，w_t^i は地域 i の賃金（全地域同一と仮定），r_t^i は地域 i の地代，$s_{m,t}^i$ は地域 i の都市アメニティ m の水準，A^j は回帰パラメータ，$\overline{\rho}$ は平均転入率を表す．また，$\Delta w_t^i = w_t^i - \overline{w}_t$，$\Delta r_t^i = r_t^i - \overline{r}_t$，$\Delta s_{m,t}^{ih} = s_{m,t}^{ih} - \overline{s}_{m,t}^h$ である．なお，上線は各変数の平均値を表す．I_t^i は転入者数を表し，「地域 i の転入者数 = 地域 i 外から地域 i に移動してきた人数 + 地域 i の自地域内移動者数」とする．そして，I_t^i を 1 期前の人口 N_{t-1}^i で割った値を転入率と定義する．

(2) モデルの推定方法と使用データ

a) モデルの推定方法

モデルの推定においては，説明変数の間に強い相関が存在することによって多重共線性が生じる恐れがある．この問題に対処するために，本研究では部分的最小二乗回帰（PLSR）を適用する．まず，類似の手法である主成分回帰（PCR）について概説する．主成分回帰では，1 段階目に説明変数のデータ $\boldsymbol{X}$ を用いて主成分分析を行い，主成分 $\boldsymbol{t}$ の分散 ($\boldsymbol{t}^T\boldsymbol{t}$) が最大となるように主成分を抽出する．その上で，2 段階目に目的変数 $\mathbf{y}$ を主成分 $\boldsymbol{t}$ に回帰する（図-1(b)）．抽出された $\boldsymbol{t}$ の成分の間は無相関であるため，2 段階目の重回帰分析において多重共線性は生じない．一方で，1 段階目の主成分分析において説明変数に含まれる情報のみを用いるため，情報を縮約する過程の中で目的変数 $\mathbf{y}$ に影響を及ぼす重要な情報を切り捨ててしまう可能性が否めない．

部分的最小二乗回帰では，主成分回帰と同様に 2 段階の手順を取るが，第 1 段階目において説明変数 $\boldsymbol{X}$ に加えて目的変数 $\mathbf{y}$ の情報を活用する点に特徴がある（図-1(c)）．具体的には，主成分 $\boldsymbol{t}$ と目的変数 $\mathbf{y}$ との共分散 ($\boldsymbol{t}^T\mathbf{y}$) が最大となるように主成分を抽出する．これにより，目的変数 $\mathbf{y}$ に強い影響を及ぼす主成分が抽出される．地域アメニティの組み合わせ（線形結合）によって表される各主成分は，人々の地域アメニティに対する選好のパターンと解釈することができる．

式 (1) の推定では，全ての説明変数 Δw^i_{t-1}，Δr^i_{t-1}，$\Delta s^{ih}_{m,t-1}$ を 1 段階目の主成分分析に用いる．また，2 段目では，抽出された主成分に関する以下の推定式 (式 (2)) について重回帰分析を行う．

$$\frac{I^i_t}{N^i_{t-1}} = \alpha + \sum_{n=1}^{N} A_n Z_n \tag{2}$$

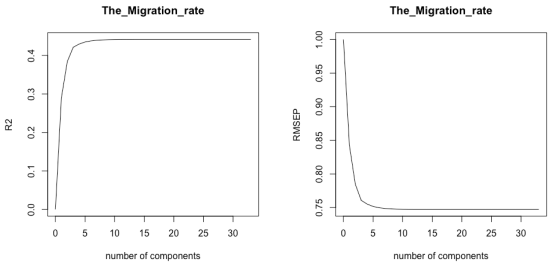
ただし，α は定数項，n は主成分を表すインデックス，N は成分数，Z_n は部分的最小二乗回帰により得られた各軸ごとの主成分得点である．

b) 使用データ

以下では，推定で使用するデータについて述べる．小学校区の人口データおよび転入率の算出に用いる人口移動データは 2015 年と 2020 年の国勢調査小地域集計を用いる．ただし，神戸都市圏の人口 2500 人以上の 402 小学校区を対象に推定を行う．地域アメニティについては，交通，公共サービス，民間サービス，その他の地域属性などを示す 33 変数を用いる．本研究では徒歩圏内の都市機能のアクセス性や充足性に着目していることから，都市アメニティへのアクセシビリティを評価する指標として徒歩圏人口カバー率，徒歩圏内施設数，施設距離を用いた．アメニティデータの一覧を表-1 に示す．なお，全てのアメニティ変数は平均 0，分散 1 に標準化した上で分析に用いる．

(3) 部分的最小二乗回帰（PLSR）による推定結果

はじめに，抽出する成分数を決定するために，決定係数 (R^2) と平方平均二乗誤差 (Root Mean Squared Error of Prediction;RMSEP) のプロット図を図-2 に示す．各図の横軸は成分数を表す．成分数が増加するに従って R^2 は増加， RMSEP は減少し，成分数が 5 を超えた辺りでともに収束する．収束以降は成分の数を増やしてもほとんど説明力は向上しないため，本分析では抽出する成分数を 5 とする．



図–2 成分数の決定

表–4 部分的最小二乗回帰 (PLSR) の推定結果

主成分	A_n
Comp1	0.177***
Comp2	0.265***
Comp3	0.173***
Comp4	0.075**
Comp5	0.082*
定数項	3.511e-09
観測数	402
R^2	0.435

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

次に，第 1 段階の結果として因子負荷量を表-2 に示す．主成分は転入率に影響を及ぼす都市アメニティの組み合わせで表されている．そのため，同表より各主成分が人々のどのような選好パターンを表しているかを解釈できる．ここでは，表-2 の因子負荷量を， 交通利便性，医療福祉， 商業／生活，文化環境， 安全， 大学，その他地域属性の 7 つのカテゴリーに分類し，解釈を行う．解釈の結果は表-3 に示す通りである．Comp1 では，駅徒歩圏人口カバー率や飲食店数を始めとして交通利便性，医療福祉，商業，文化環境，大学のカテゴリーに含まれる都市アメニティの因子負荷量が正で大きな値を示している．以上より，Comp1 の特徴とし

表–2 因子負荷量

カテゴリー	説明変数	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5
交通利便性	駅徒歩圏人口カバー率	0.243	0.146	-0.040	-0.123	-0.052
	駅数	0.226	0.061	-0.119	-0.158	-0.058
	バス停徒歩圏人口カバー率	0.058	-0.379	-0.024	-0.047	0.012
	高速 IC 距離	-0.105	0.153	-0.036	-0.299	0.254
	大阪駅への一般化費用	-0.214	0.174	0.005	-0.117	0.070
	通勤通学公共交通分担率	0.239	-0.118	-0.036	-0.090	-0.358
医療福祉	診療所徒歩圏人口カバー率	0.144	-0.116	0.121	-0.069	0.135
	病院診療所病床密度	0.100	-0.022	0.312	-0.009	-0.083
	最寄りの病院までの距離	-0.214	-0.078	-0.284	0.067	0.053
	保育所幼稚園徒歩圏人口カバー率	0.151	-0.179	0.011	-0.232	-0.050
	保育所幼稚園施設密度	0.003	-0.517	-0.016	0.024	0.046
	老人福祉施設徒歩圏人口カバー率	0.013	-0.148	0.311	0.139	0.063
商業/生活	飲食店数	0.214	-0.087	-0.153	-0.079	0.072
	飲食料品小売事業所従業者数	0.234	-0.110	-0.063	0.134	0.287
	小売事業所従業者数	0.251	-0.060	-0.012	0.134	0.303
	役所徒歩圏人口カバー率	0.062	-0.283	-0.061	0.160	0.277
	集客施設数	0.191	0.037	-0.196	-0.135	0.113
文化環境	図書館徒歩圏人口カバー率	0.221	0.189	-0.110	-0.079	-0.007
	文化施設数	0.148	0.138	0.005	-0.019	-0.030
	都市公園面積	0.013	-0.123	0.061	0.097	-0.151
安全	交通事故発生率	-0.077	-0.079	-0.139	-0.288	0.399
	刑法犯罪認知発生率	0.151	0.014	0.168	-0.122	0.158
	空き家率	0.049	0.081	0.453	0.064	-0.138
	ハザードエリア面積カバー率	0.082	-0.133	-0.014	0.158	-0.007
大学	大学生数	0.220	0.177	-0.313	-0.128	-0.254
	最寄りの大学までの距離	-0.178	0.198	0.094	0.073	0.159
	大学徒歩圏人口カバー率	0.208	-0.022	-0.086	0.111	0.006
その他	標高	-0.117	-0.045	-0.184	0.383	-0.136
	傾斜	-0.072	-0.072	-0.292	0.288	-0.230
	地価	0.238	0.111	-0.125	0.174	0.110
	人口密度	0.198	-0.167	0.025	-0.171	-0.223
	戸建て住宅世帯割合	-0.289	-0.119	-0.309	-0.174	-0.049
	大学大学院卒業割合	0.198	0.291	-0.090	0.426	0.196

表–3 主成分の特徴

カテゴリー	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5
交通利便性	◎	○（鉄道）	–	○（高速）	×
医療福祉	◎	×	◎	△	–
商業/生活	◎	×	×	○	◎
文化環境	◎（文化）	◎（文化）	△	△	×
安全	–	○（交通，防災）	×（空き家）	○（交通，防犯）	×（交通）
大学	◎	○	×	–	×
その他	地価：高い 人口密度：高い	人口密度：低い 高学歴	標高・傾斜：低い 地価：安い	標高・傾斜：高い 地価：高い 高学歴	標高・傾斜：低い 人口密度：低い

て，都市的アメニティの水準が全体的に高いことが分かる．Comp2 では，図書館徒歩圏人口カバー率，文化施設数の文化環境を表す都市アメニティの因子負荷量が正で大きな値となった．また，大学大学院卒業割合が正の値となり，人口密度が負の値となった．以上より，Comp2 の特徴として，文化環境が整っていること，教育環境が整っていること，人口密度が低いことがあることが分かる．Comp3 では，病院診療所病床密度，老人福祉施設徒歩圏人口カバー率の因子負荷量が正の値を示し，最寄りの病院までの距離の因子負荷量は負となった．また，空き家率，標高，傾斜，地価の因子負荷量が負の値となった．以上のことから，Comp3 は医療福祉が整っている，空き家が多い，平地で標高が低い，地価が安いという特徴があることが分かる．Comp4 では，大学大学院卒業割合の因子負荷量が 0.426 と正で顕著な値を示した．また，標高，傾斜は正の値を示し，交通事故発生率の因子負荷量が負の値となった．よって，Comp4 は，教育環境が整っている，標高・傾斜が高い，交通安全といった特徴があることが分かる．最後に，Comp5 では，標高，傾斜の因子負荷量が負の値を示した．また，飲食料品小売事業所従業者数，小売事業所従業者数，役所徒歩圏人口カバー率など商業／

表–5 エリアの分類方法

	Com1 の主成分得点	駅徒歩圏内人口カバー率	バス停徒歩圏内人口カバー率
Ⅰ：徒歩圏内の利便性の高いエリア	基準値以上	–	–
Ⅱ：徒歩圏内の利便性は高くないが鉄道利用が可能なエリア	基準値未満	基準値以上	–
Ⅲ：徒歩圏内の利便性は高くないがバス利用が可能なエリア	基準値未満	基準値未満	基準値以上
Ⅳ：徒歩圏内の利便性とネットワーク性が共に低いエリア	基準値未満	基準値未満	基準値未満

生活のカテゴリーに属する都市アメニティの因子負荷量が正となった．以上のことから，Comp5 は平地で商業が整っているという特徴があることが分かる．

続いて，小学校区毎に算出した主成分得点を用いて式（2）を推定した第 2 段階の結果を表-4 に示す．いずれの主成分に対する回帰係数も正の値を示し，有意水準は 10%を満たしている．相関係数の値は，大きい順に Comp2，Comp1，Comp3，Comp5，Comp4 となった．決定係数は $R^2 = 0.435$ であり，推定の説明力は中程度であるものの，アメニティ変数のみを用いていることを考慮すれば十分に高い説明力を有すると考えられる．

表–6 エリアの特徴

エリア分類	徒歩圏内の利便性	ネットワーク性
Ⅰ	○	-
Ⅱ	×	○ (鉄道)
Ⅲ	×	○ (バス)
Ⅳ	×	×

表–7 変数の基準値

	基準値 (神戸都市圏の平均値)
Com1 の主成分得点	0
駅徒歩圏人口カバー率	51%
バス停徒歩圏人口カバー率	76%

(4) 居住エリアの特徴の評価

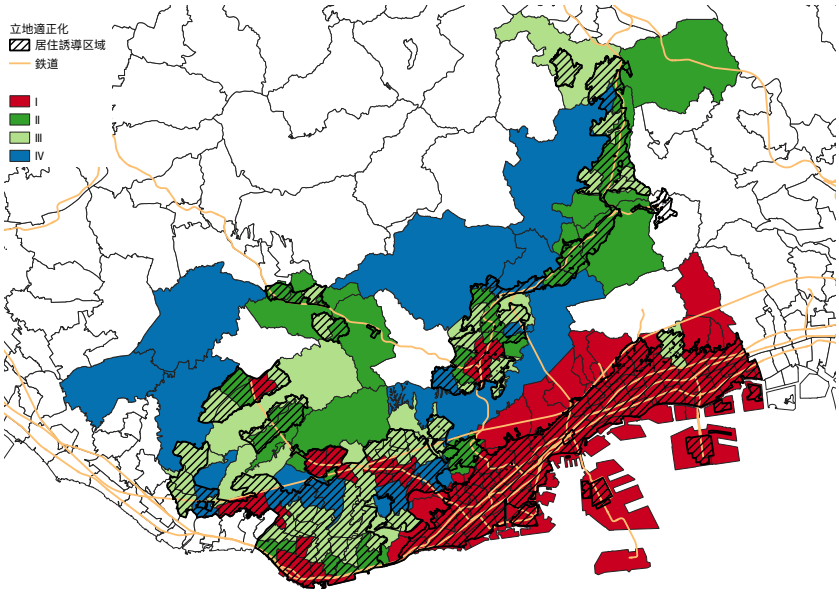
最後に，居住エリアの評価手法を示す．本研究では，部分的最小二乗回帰により小学校区ごとに算出された主成分得点を用いて地域評価を行うことが可能である．本研究で抽出した主成分は人々の選好パターンを反映している．そこで，小学校区ごとに Comp1〜Comp5 の各主成分の主成分得点の大小を見ることで，その小学校区にはどのような選好を持った人々が集まっているのかを解釈することができる．このように，集まっている人々の選好パターンを解釈することで小学校区の特徴を定量的に把握することが可能である．

3. 立地適正化計画の検証

本章では，前章の推定結果を用いて神戸市を対象に立地適正化計画の検証を行う．立地適正化計画では，居住機能や都市機能の誘導を通してコンパクトな街を実現し，自動車に依らない生活利便性の向上を目指している．現状では立地適正化計画の居住誘導区域に指定されている地域の中でも，徒歩や公共交通利用による生活利便性が高い地域と低い地域が存在すると考えられる．また，15 分都市の理念が世界的に広まっているように，近年では徒歩圏での生活利便性も重要である．

本研究では，対象の神戸市の小学校区をコンパクト性とネットワーク性の観点から，Ⅰ：徒歩圏内の利便性の高いエリア，Ⅱ：徒歩圏内の利便性は高くないが鉄道利用が可能なエリア，Ⅲ：徒歩圏内の利便性は高くないがバス利用が可能なエリア，Ⅳ：徒歩圏内の利便性とネットワーク性が共に低いエリアの 4 つのエリアに分類することで，立地適正化計画の居住誘導区域の中でも徒歩や公共交通利用による生活利便性が高いエリアと低いエリアを定量的に把握する．4 つのエリアの分類方法を表-5 に，各エリアの特徴を表-6 に示す．まず，徒歩圏内の利便性について Comp1 の主成分得点の基準値を設定し，その大小から分類を行う．Comp1 は前章より，徒歩圏で利用可能な都市アメニティ水準が全体的に高いという特徴があることから，Comp1 の主成分得点の大小によって徒歩圏での生活利便性の高低を評価することができる．そのため，Comp1 の主成分得点が基準値以上のエリアを Ⅰ に分類する．続いて，ネットワーク性に関しては駅徒歩圏（800m）人口カバー率，バス停徒歩圏（300m）人口カバー率を用いて基準値を設定し，その大小から分類を行う．Comp1 の主成分得点は基準値未満で，駅徒歩圏人口カバー率が基準値以上の地域を Ⅱ に分類する．次に，Comp1 の主成分得点と駅徒歩圏人口カバー率が基準値未満でも，バス停徒歩圏人口カバー率が基準値以上である地域は Ⅲ となる．最後に，いずれも基準値を満たさなかった地域を Ⅳ に分類する．基準値については，神戸都市圏の小学校区の平均値を基準として設定した．変数の基準値を表-7 に示す．

各地域の分類結果を表-8 に示す．また，分類結果と居住誘導区域を地図上にプロットしたものを図-3 に示す．Ⅰ に分類されたのは，神戸市沿岸部と西神，鈴蘭台など内陸部の拠点地域の 75 小学校区である．この地域は都市機能誘導区域に指定されていたり誘導区域に近接しており，都市機能が集約した地域が近いため，徒歩圏での生活利便性が高いことが分かる．Ⅱ に分類さ



図–3 立地適正化計画の検証

表–8 各エリアに分類される小学校区の数

エリア	居住誘導区域内	居住誘導区域外
Ⅰ	75	0
Ⅱ	24	0
Ⅲ	44	0
Ⅳ	11	3

れるエリアは内陸部の鉄道沿線で多く見られる．この地域は徒歩圏内での生活利便施設の充足度は高くなくても，鉄道を用いて拠点駅にアクセスすることで日常生活を完結できるエリアである．Ⅲ に分類されるエリアは内陸部の鉄道沿線から離れた場所に位置し，西区，須磨区で多く見られる．この地域はバスを用いて拠点駅にアクセスすることで生活関連サービスを享受することができる．Ⅳ に分類されるエリアは，居住誘導区域内の小学校区では舞多聞小学校や妙法寺小学校などが該当する．このような小学校区は山間部を切り開いて造成された住宅地である．このエリアは徒歩や公共交通の利便性が悪く，自動車利用を前提としているため，将来的に高齢化が進んで自動車利用が困難となった際に生活利便性が悪くなる地域であると考えられる．

今回の検証では，徒歩や公共交通を利用した生活利便性の観点から居住誘導区域の評価を行った．検証を通して，居住誘導区域内において沿岸部や拠点駅周辺では徒歩圏での生活利便性が確保されている一方で，その他の地域では徒歩圏での充足性が十分でないことが明らかとなった．また，山間を切り拓いた住宅地はバスや鉄道などの公共交通利用も難しく，将来高齢化が進行して自動車利用が難しくなった際に生活利便施設へのアクセスが困難になる恐れがあることも示された．

4. 結論

本研究では，部分的最小二乗回帰を用いて都市機能へのアクセスや充足度から地域の暮らしやすさを定量的に評価する枠組みを提案した．さらに，神戸都市圏の 402 小学校区を対象に実証分析を行い，分析結果に基づいて立地適正化計画における居住誘導区域の検証を行った．得られた結果は以下のようにまとめられる．

第一に，部分的最小二乗回帰の適用により，人々の居住地選択における選好パターンを用いて居住地の特徴を定量的に把握する枠組みを提案した．第二に，集約化された主成分を用いて，神戸市を対象に居住誘導区域内の徒歩圏や公共交通利用による暮らしやすさの検証を行った．その結果，(1) 徒歩圏での生活利便性が確保されるのは沿岸部と内陸部の拠点駅周辺であること，(2) 新しく造成された住宅地は徒歩や公共交通利用による生活利便施設へのアクセスが悪く，高齢化が進んで自動車利用が困難になった際に生活利便性が低下する恐れがあることが明らかとなった．

以下では，残された課題について述べる．第一に，アメニティデータをさらに収集し，モデルの推定精度の向上を図る必要がある．そのためには残差に着目し，残差が生じるパターンや傾向を分析することが有効であろう．第二に，年齢別での分析を実施し，高齢者にとっての居住性の評価を行う必要がある．本研究では全年齢を対象に分析を行なったため，各年代のニーズを反映できていないが，年代別の評価を行うことでそれぞれの年齢層に対応した暮らしやすさの評価が可能となる．

参考文献

1) 国土交通省 都市局 都市計画課：コンパクト・プラス・ネットワークの推進についてー生活利便性の維持・向上のための居住の誘導ー，2017-1-30, https://www.mlit.go.jp/common/001170865.pdf, （2023 年 10 月最終閲覧）.
2) Rosen,S.：”Wage-based Indexes of Urban Quality of Life,” In Current Issues in Urban Economics, ads.P.Mieszkowski and Straszheim, pp.74-104. Baltimore:Johns Hopkins, 1979.
3) Roback,J.：”Wages,Rents and the Quality of Life,” Jornal of Pollitical Economy, 90, pp.1257-1258, 1982.
4) 富岡武志・佐々木公明：人口移動を考慮した都市アメニティの経済的評価，応用地域学研究，No8(2), pp.33-44, 2003.
5) 伊藤薫：バブル経済期の男女・年齢別人口移動 ― 1990 年国勢調査人口移動集計結果を利用して―，地域学研究 33 巻，3 号，2003.
6) 當麻雅章：人口移動要因としての地域アメニティ近接性，大阪大学経済学，66(3) pp. 1-23，2016.
7) 張峻屹・瀬谷創・兼重仁・力石真：都道府県間人口移動の影響要因の経年的分析――空間的文脈依存性をもつ選択モデルに基づく分析――，地理科学 vol.71(3) pp.118-132, 2016.
8) Fornell，C.：“A second generation of multivariate analysis”， In A second generation of multivariate analysis Volume 1 Methods，ed.C.Fornell，1-21.New York:Praeger，1982.
9) Haenlein，M.and Kaplan，A，M.：“A begginner’s guide to partial least squares analysis”，Understanding Statistics 3，283-297，2004.
10) Wold，S.，Sjostrom，M.and Eriksson，L.：“PLS-regression: a basic tool of chemometrics”，Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems，Vol. 58，pp.109-130，2001.
11) 波江彰彦：PLS 回帰を用いた地域分析の試み，地理学評論，80 巻 4 号，pp.178-191，2007.
12) 嘉祥寺巧真・織田澤利守：部分的最小二乗回帰を用いた地域間人口移動要因の分析，都市計画論文集，Vol.57, No.3，2022.

(2023.7.21 受付)

Evaluation and verification of site selection plans based on analysis of population movement factors within an urban area

Kento TAKAHASHI and Toshimori OTAZAWA

This study proposes an area evaluation method that focuses on urban amenities available within a 15-minute walking distance, and evaluates and verifies the appropriateness of the establishment of guiding zones in the location optimization plan. Currently, there is no system to quantitatively evaluate the actual status of urban functions in the areas designated in the Location Selection Plan. Therefore, we propose a framework for extracting latent factors (principal components) of migration from demographic data using partial least squares regression, and quantitatively evaluating the ease of living in an area based on accessibility and sufficiency of urban functions. Furthermore, an empirical analysis is conducted for 418 elementary school districts in the Kobe metropolitan area, and based on the analysis results, the appropriateness of setting up an inducement zone in the location optimization plan is verified. In addition, through a comparison of the characteristics of elementary school districts within the guideline area, the urban functions that should be enhanced in order to increase the number of residents moving into the area through residential guidance are identified.