

コリドー型立地集約と公共交通充実が地域全体の交通利便性向上に及ぼす効果の分析手法*

A Methodology for Analyzing the Effect on Enhancement of Travel Convenience in a Whole Area due to Public Transport Improvement and Intensive Location in a Corridor Area*

竹下博之**・加藤博和***・林良嗣****・寺澤匡史*****・JIA Peng*****

By TAKESHITA Hiroyuki**・KATO Hirokazu***・HAYASHI Yoshitsugu****

・TERAZAWA Masafumi*****・JIA Peng*****

1. はじめに

日本の多くの地方都市では、高度経済成長期以降、モータリゼーションの進展と、それに伴う都市域の郊外化・巨大集客施設の郊外展開とが相互連関をもって急速に進んだ。その過程において、自動車利用の増加は公共交通の利用者を減少させるとともに、道路渋滞は路面電車や路線バスの速度・定時性を低下させてきた。さらに、都市域や巨大集客施設の拡散が、自動車依存型のライフスタイルをより促進させるというスパイラルをたどった。その結果として、環境への負荷や都市域維持費用の増大が起き、都市の持続可能性を損なう危険性が懸念される。

このような、自動車利用増加スパイラルによる負の影響を抑制する都市形態として、「コンパクトシティ」の理念が近年提唱されている。欧米では多くの都市で推進され、日本でも理念として取り入れる都市が出てきている。また、コンパクトシティと併せて「基幹的な公共交通の整備」が提唱されることも多い。なぜならば、自動車依存型交通システムのままであれば、都市内に道路や駐車場が多く必要となり、コンパクトな市街地の形成の妨げとなる上に、コンパクト化された市街地における交通利便性が相対的に低くなってしまからである。これが、中心市街地空洞化の大きな要因となる。

以上のことから、都市・地域の基軸となりうる、自動車に対して競争力を持った基幹的な公共交通を整備することを契機に、その沿線に立地を誘導し、人口や都市機能を带状に集中させたコリドー型市街地の形成へと誘導するアプローチが有効と考えられる。その日本における好例が、LRT 整備と駅周辺への立地集約に同時に取り組んでいる富山市である。施策のキックオフとして位置づけられる富山ライトレールは、JR 西日本旧富山港線を引き継ぎ、2006 年に開業した日本において初のライ

トレールシステムである。開業に際して、従前は 1 時間に 1~2 本程度の運行本数を、1 時間に 4 本と大幅なサービスレベル改善を行ったことが特色として挙げられる。それとともに、鉄軌道や高頻度運行の路線バス沿線に立地・施設を集約させる「お団子と串型のまちづくり」を進めている。

本研究では、このようなコリドー市街地の形成と、それを貫く公共交通のサービスレベル向上との同時実施が、その沿線も含む当該地域全体の交通利便性向上に与える効果を、ポテンシャル型アクセシビリティ指標¹⁾を用いて定量評価する手法を開発する。そして、この手法を実際の都市に適用し、施策実施による効果の分析と評価を行うことを目的としている。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

コリドー型立地集約と基幹的な公共交通の充実の意義を論じた既往研究として、近年は1章において好例として取り上げた富山市の交通施策に関するものがいくつか存在している。望月ら(2007)²⁾は、富山ライトレールのサービスレベル向上や富山市の掲げるまちづくりに関する意義を整理している。また、土井ら(2007)³⁾は富山ライトレールの利用状況を分析し、公共交通のサービスレベルを的確に向上させることで、利用の促進につながることを論じている。海外の事例についても、例えば市川(2003)⁴⁾が、基幹公共交通としてのLRT開業や、それに伴う路線網の見直し、まちづくりとの融合が、公共交通網全体の利用者を増加させていることを示している。

また、このような施策の効果を、アンケート調査を通じて検証している既往研究が存在している。松田ら(2008)⁵⁾は富山ライトレール利用者を対象にアンケート調査を行い、交通行動への影響やまちづくりの効果に対する意識について分析している。松中ら(2007)⁶⁾は、LRTが導入されたストラスブールと、導入が予定されているミュールーズ(現在は開業済)を対象としてアンケート調査を行い、LRTの有無によって住民の公共交通利用に対する意識の差があり、ストラスブールの方が利用意向が高いことを示している。これらの研究から、交通行動の変容を促す要因や公共交通充実が住民の意識に及ぼす

*キーワード：公共交通計画、都市計画

**正会員、修(工)、立命館大学 立命館グローバル・イノベーション研究機構

(〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

TEL : 077-561-2843, E-mail : htake@fc.ritsumeai.ac.jp)

***正会員、博(工)、名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻

****フェロー、工博、名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻

*****学生会員、学(工)、名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻

*****非会員、修(工)、名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻

効果は明らかになりつつあると言える。しかし、これらの分析では、都市全体に波及する利便性向上効果の検証にまでは至っていない。

交通施策による効果を定量的に示す手法として、例えば表-1に挙げるものが考えられる。駅・バス停勢圏による人口や面積のカバー率は、視覚的にわかりやすく、目標値としても掲げやすいと考えられる。例えば、名古屋市は公共交通サービスレベルの目標の1つとしてバス停勢圏によるカバー率の向上を挙げている⁷⁾。また、竹内ら(1991)⁸⁾はバス停勢圏の人口などの指標から、その路線のポテンシャル値を算出し、そこから路線の輸送人員予測モデルの推計や補助対象路線選出の基準を提案している。しかし、駅・バス停勢圏に着目したのみでは、公共交通網自体の利便性評価にはならない。

〇分到達圏人口を用いた分析事例では、例えば内田ら(2007)⁹⁾は、つくばエクスプレスの開業による効果分析の1つに、起点である秋葉原駅からの60分圏到達人口の増加を挙げている。これも直感的に分かりやすい指標であるが、本研究で対象とする地方都市では、拠点・集客施設が拡散しており、評価の基準点を定めることが困難である。

近年、公共交通の社会的価値を測る手法として、費用便益分析が普及しつつある。旧富山港線のライトレール化検討²⁾や、わかやま電鐵貴志川線の存廃検討¹⁰⁾に用いられ、社会経済的な価値があるという結果を示している。また、溝上ら(2007)¹¹⁾は熊本電鉄の都心乗り入れとLRT化計画について需要予測をもとに費用便益分析を行い、この施策が社会経済的に見て効果があることを確認している。費用便益分析では、地域の公共交通全体のサービスレベルを高める効果は、地域の総所要時間や総費用の変化という形で含まれているが、整備効果が具体的にどのような地域で高いのかなど、どう波及するのか

までは明示されていない。そのため、コリドーを形成する地区の路線を充実させることや、その地区への立地集約による、その沿線も含む当該地域全体への効果・影響について、追加的に分析する必要がある。実際、「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005」では、費用便益分析に加えて、駅勢圏人口や拠点・交通結節点への〇分圏到達圏人口の変化を、対象地域における住民生活への効果・影響の指標例として示している¹²⁾。

交通施策により生じる便益を主体別に分析する手法として便益帰着構成表の作成が、地区別に分析する手法として都市レベルでは応用都市経済モデルが挙げられる。都市交通施策に対して適用された事例として、前者については「都市鉄道の整備効果2003」において適用され、便益の発生から帰着に至るまでを関係主体ごとに分析している¹³⁾。また、主体間だけではなく地域間での便益帰着構成表作成事例もあるが、都市内レベルで作成したものは存在しない。後者については、武藤ら(2000)¹⁴⁾は、岐阜市を対象として、新交通システム導入によるゾーンごとの便益増加や地価の変化、交通分担率などを試算している。この手法により、「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005」において示されている、商業ポテンシャル・企業立地ポテンシャルの変化や人口の増減など、対象地域における地域経済・地域社会の効果・影響が評価可能になる。しかし、本研究では都市全体に波及する定量的かつ直接的な利便性向上効果、すなわち便益や地価、交通分担率の変化の要因を検証するものであり、これらの分析では明示されていない。また、これらの手法は多種多様なデータを必要とし、モデルも複雑であることから、容易に分析することができないことも難点として挙げられる。

以上をまとめると、費用便益分析で評価できない、対象地域全体の住民生活への効果・影響が評価可能であ

表-1 公共交通整備による利便性向上効果の評価指標

評価指標	内容	特徴	欠点
駅勢圏・バス停勢圏	駅やバス停から一定距離を勢圏として設定し、地域におけるカバー率やそこに住む人口で評価	公共交通サービスが、どの程度の範囲まで整備されているかをチェックするのに適している	公共交通網全体への効果の計測は困難
〇分到達圏人口・面積	各地域から地域の中心(駅など)までの到達時間で評価	公共交通の整備による時間短縮効果を分かりやすく示すことが可能	集客施設などが拡散している現状では、地域の中心として妥当な地点を抽出することが困難
アクセシビリティ指標	対象地区の住民が参加可能な機会数で、交通利便性を評価	交通施策と都市施設立地施策とを同じ次元で評価可能	得られた数値の解釈が困難 動的な分析が困難
費用便益分析	公共交通などの整備にかかる費用と、その整備が生む時間短縮などの効果を貨幣換算して比較・評価	事業の効率性を定量評価でき、いくつかの代替案を比較するのに適している	整備効果が具体的にどの地域で高いのか、費用の負担は適切か、といった評価には不向き
便益帰着構成表	交通施策等によって生じる便益を、関係主体ごとに計測	生じる便益をどの主体がどの程度享受しているかが評価でき、それを元に各主体の負担が適切であるかを分析することが可能	作成に当たり、多くのデータ収集が必要 モデルが複雑となり、作成が困難
応用都市経済モデル	交通施策等によって生じる便益を、均衡モデルを用いて計測	施策の効果がどの地区にどの程度波及しているかが評価可能	作成に当たり、多くのデータ収集が必要 モデルが複雑となり、作成が困難

り、駅・バス停勢力圏人口や〇分到達圏における欠点を補うことが可能な指標が必要である。また、地域経済・地域社会に与える影響については、便益帰着構成表や応用都市モデルを用いて分析することが望ましいが、これらによる分析が困難な場合、より簡便な指標を用いることも考えられる。

そこで、本研究では先行研究¹⁹⁾で定義した以下に示すような特徴を持つポテンシャル型アクセシビリティ指標を交通利便性の指標として用いることにより、基幹的な公共交通路線のサービスレベル向上やその沿線への立地集約が当該地域全体の交通利便性にどう影響するかを分析することとする。

- 都市施設の魅力度を単位としており、交通施策と都市施設立地施策とを同じ次元で評価可能
 - 交通抵抗として、各交通手段の所要時間や所要費用、およびその他の要素(快適性など)をすべて貨幣換算した合計値(一般化費用)を用いるため、交通システムに関する様々な施策の評価が可能
 - 地点ごとでのアクセシビリティの評価が可能
 - 評価に必要となる入力データの入手が比較的容易
- ここで用いるアクセシビリティ指標は単なる交通利便性の評価だけではなく、加知ら¹⁶⁾が定義した地域住民のQOL(生活の質)の評価要素の1つに位置付けられており、その指標を用いてQOL向上効果を計測することも可能である。

3. アクセシビリティ指標の算出手法

(1) アクセシビリティ指標の定義

本研究で交通利便性の評価指標として用いるポテンシャル型アクセシビリティ指標を、式(1)・式(2)で定義する¹¹⁾。

$$AC_i^m = \sum_k^K (\beta^k AC_i^{km})$$

$$\text{ただし、} \sum_k^K \beta^k = 1 \quad (1)$$

$$AC_i^{km} = \sum_j^J \{AT_j^k \exp(-\alpha^{km} c_{ij}^m)\} \quad (2)$$

i : 評価対象地区 j : 近隣地区 J : 地区総数 k : 評価項目(移動目的)

K : 項目総数 m : 交通機関 AT^k : 評価項目 k の魅力度

α^{km} , β^k : パラメータ

c_{ij}^m : 地区 i から地区 j へ交通機関 m で移動する際の交通抵抗(一般化費用)

式(1)は、式(2)で各評価項目(移動目的) k について算出される AC_i^{km} をパラメータ β^k で重み付けして足し合わせ

表-2 評価項目と対象施設・魅力度指標の例

(下線は本研究で用いた魅力度指標)

評価項目 k	対象施設	魅力度指標 AT^k
就業利便性	企業	事業所数[箇所], 従業員数[人], 資本金[円]
教育・文化利便性	高校・大学	定員[人], 教室数[室], 延べ床面積[m ²]
	図書館	蔵書数[冊], 延べ床面積[m ²]
	研究施設	延べ床面積[m ²]
	美術館・博物館	延べ床面積[m ²], 備え付け品数[点]
	劇場	収容人数, 延べ床面積[m ²]
健康・医療利便性	病院	病床数[床], 延べ床面積[m ²]
	医療・診療所	診療科目数[科目], 延べ床面積[m ²]
	保健所	定員[人], 延べ床面積[m ²]
	社会福祉施設	収容人数[人], 延べ床面積[m ²]
買物・サービス利便性	大規模小売店舗	延べ床面積[m ²]
	商業店舗	従業員数[人], 延べ床面積[m ²], 売り上げ[円]
	公的施設	延べ床面積[m ²]

たものを、総合的なアクセシビリティ指標とすることを表している。式(2)は重力モデルの形であり、距離逓減を指数関数で表している。

AC_i^{km} は魅力度 AT_j^k の次元を持つことから、都市規模が異なる場合のアクセシビリティ値を相対比較することができない。そこで、 AC_i^{km} を対象地域全体の AT_j^k の総和で除することにより標準化を行ったのが式(3)である。

$$AC_i^{km} = \frac{AC_i^{km}}{\sum_j^J AT_j^k} \quad (3)$$

AC_i^{km} は 0 から 1 までの値をとる。 AC_i^{km} が 1 のときは交通抵抗による施設魅力度の低下が全く無いこと、つまり全施設が評価地点と同位置にあることを示す。本研究での分析は、すべて AC_i^{km} による比較である。

一般化費用 c_{ij}^m は、式(4)で定義する。

$$c_{ij}^m = \sum_l^L \left\{ V \left(\frac{d_l}{v_l^m} + t_l^m \right) + c_l^m \right\} \quad (4)$$

V : 時間価値 l : リンク L : 地区 ij 間のリンク総数

d_l^m : リンク l における移動距離 v_l^m : リンク l における移動平均速度

t_l^m : リンク l における待ち時間・乗換時間・遅れ時間等の合計値

c_l^m : リンク l での所要費用

また、対象地域全体の居住者のアクセシビリティ平均値として、各地区の AC を人口で重み付けして平均をとった値(Weighted Average of Accessibility: WAC)を式(5)で定義する。この値は、アクセシビリティが高い地区に人口が集中していれば高くなる。

$$WAC^m = \frac{\sum_i^N AC_i^m P_i}{\sum_i^N P_i} \quad (5)$$

WAC^m : 対象地域におけるモード m のWAC

AC_i^m : 地区 i におけるモード m のアクセシビリティ

N : 人口を有する地区数 P_i : 地区 i の人口

分析に用いる評価項目 k と、その対象施設および魅力度指標 AT_j^k については、例えば表-2に示すものが考えられるが、本研究ではそのうち下線で示したものを採用することとする。

(2) アクセシビリティ指標と交通手段分担率モデルとの関係

式(1)で定義される、地区 i におけるモード m のアクセシビリティ AC_i^m は、そのまま交通手段分担率の説明変数として用いることができる。ただし、交通需要予測では、各OD間での分担率を求めるトリップインターチェンジ型のモデルを用いることが一般的であるのに対し、本研究におけるアクセシビリティ指標は目的地 j について先に総和をとり、地区 i の単位で求めている。したがって、アクセシビリティ指標を説明変数とする交通分担率モデルはトリップエンド型モデルとなる。著者らは、名古屋市を対象とした分析において、アクセシビリティ指標を用いた交通分担率モデルの推計を試み、有意な結果を得ている¹⁷⁾。

4. 分析対象地域と公共交通網

本研究の評価対象地域は、新潟県上越市である。対象地域の人口密度分布および公共交通網を図-1に示す。

現上越市は、2005年に旧上越市が周辺13町村を編入して成立した。人口は20.8万人(2005年国勢調査)であるのに対し、面積は973km²と広い。JR信越線沿線、特にJR北陸線との結節点である直江津駅と、そこから6.7km南にある高田駅をそれぞれ中心に人口が集積しており、コリドー型の市街地を形成している。その一方で、郊外に人口が拡散しつつあり、その傾向は現在も続いている。次に、大規模小売店舗および総合病院の立地の分布を図-2に示す。ともに、鉄道駅周辺に残っているものもあるが、多くは郊外に移転してしまっていることがわかる。ここから、都市自体も自動車が無くては生活しづらいものになっていることが伺える。

鉄道路線は、JR信越線とJR北陸線、北越急行ほくほく線がある。普通列車の本数はいずれも日中で1時間に1本程度と少ない。路線バスも、市内に計50系統あるものの、ほとんどが日中で1時間に1本以下の運行となっ

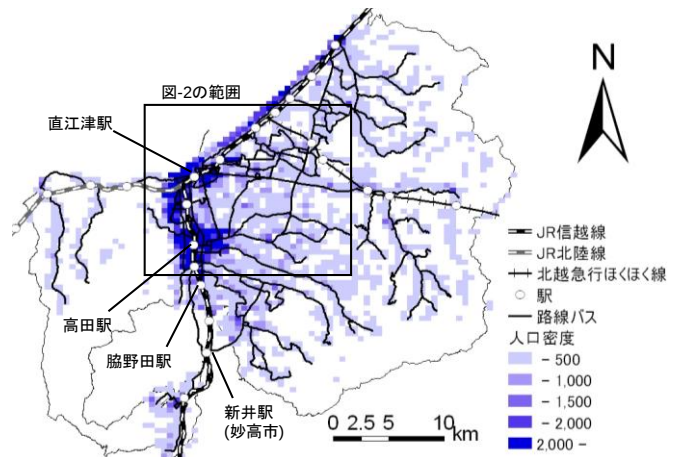


図-1 上越市の人口分布および公共交通網

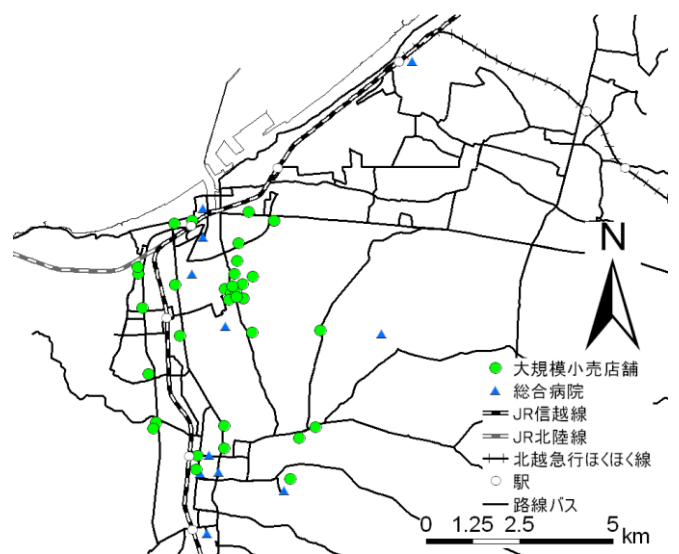


図-2 上越市の大規模小売店舗・総合病院の位置

ている。このため、平成17年度全国都市交通特性調査による上越市の自動車交通分担率は平日において68.6%、休日において79.8%と高い値になっている。また、上越市の乗用車保有率は1.97台/世帯であり、全国平均値(1.33台/世帯)よりも1.5倍ほど高い。これらのことから、モータリゼーションが他地域に比べて相対的に進展していることがわかる。さらに、2014年には北陸新幹線長野～金沢間延伸開業が予定されており、上越市内にも駅が設置されるものの、その位置は人口・商業集積のない市南部の脇野田駅付近になるため、新たな都市域拡大が懸念されることや、新幹線開業に伴う並行在来線のJRからの経営分離も課題となっている。

アクセシビリティの評価単位となる地区区分として、地域メッシュコードの1つである4次メッシュコード(約500m×500m)を用いる。対象地域全体で4,063メッシュとなる。

5. アクセシビリティ算出モデルの特定化

(1) パラメータの推定

アクセシビリティ(以下AC)の特定化に必要となる、式(1)、式(2)のパラメータ α^k 、 β^k を推定する。式(2)のパラメータ α^k は、パーソントリップ調査をもとに、対象地域のトリップを抽出して作成したOD表から、式(6)に示す重力モデルを推定した結果得られる距離逓減パラメータ α^k を用いることとする。

$$T_{ij}^{km} = \delta \left(G_i^{km} \right)^{\varepsilon} \left(A_j^{km} \right)^{\eta} \exp \left(-\alpha^{km} c_{ij}^m \right) \quad (6)$$

T_{ij}^{km} : 地区*i*,*j*間の評価項目対象施設*k*への手段*m*による分布交通量

G_i^{km} : *i*における*k*への*m*による発生交通量

A_j^{km} : *j*における*k*への*m*による集中交通量

c_{ij}^m : *i*,*j*間の交通抵抗(一般化費用)

$\delta, \varepsilon, \eta, \alpha_{km}$: パラメータ

ところが、平成 17 年全国都市交通特性調査の上越市の結果を用いてパラメータ α^k の推定を試みたものの、有意な結果が得られなかった。そこで、中京都市圏パーソントリップ調査調査(2001 年)における域内 OD を用いて推計した値である $\alpha=0.00128$ を使用する。なお、手段 *m*・対象施設 *k* に関わらず一定の値とする。これは、地方都市では公共交通分担率が低く、推計時には精度確保のために同一の値とせざるを得ないことを表現するためである。このために、パラメータ α^k の値の設定による結果の違いの確認を目的として、後で α^k の感度分析を行っている。しかし、この手法を他地域に適用する場合、同様の問題が生じることも考えられる。そのため、データ制約が存在する場合において、 α^k の値を推計する手法の検討は課題である。

式(1)のパラメータ β^k は、上越市民を対象に各項目 *k* の重要度に関するアンケート調査を実施し、その結果を用いてコンジョイント分析によって推定する¹⁸⁾。パラメータ推定結果を表-3 にまとめる。教育・文化利便性、健康・医療利便性、買物・サービス利便性については 5% 有意であるものの、就業利便性に関しては 5% 有意の値が得られなかった。また、それぞれの対象とする施設および魅力度指標を表-4 に示す。データ元の調査の実施時期の違いにより、各データで年次が異なっているが、現状のデータとして用いる。

式(4)の一般化費用 c_{ij}^m 算出にあたって必要となるパラメータのうち、時間価値 *V* は、新潟県の毎月勤労統計調査地方調査結果から、所得接近法によって得られた 2,010 円/h(2008 年)¹⁹⁾を用い、*m* にかかわらず共通とする。移動速度 *v* は、公共交通では時刻表から路線ごとに求める。駅やバス停までのアクセス移動、あるいはそれらからのイグレス移動は徒歩(時速 4km/h)で行うものとする。自動車交通については、幹線道路を 30km/h、非

表-3 パラメータ推定結果

パラメータ		推定結果	t 値
α		0.00128	(15.5)
β^k	就業利便性	0.0159	0.8
	教育・文化利便性	0.320	13.8
	健康・医療利便性	0.341	14.6
	買物・サービス利便性	0.323	14.0

表-4 対象施設と魅力度指標

評価項目 <i>k</i>	対象施設	魅力度 指標 AT_i^k	データの出典
就業 利便性	企業	従業者数 [人]	(財)統計情報研究開発センター: 平成 13 年度事業所・企業統計調査地域 メッシュ統計
教育・文化 利便性	高校	定員 [人]	新潟県学校要覧(2005)
健康・医療 利便性	病院	病床数 [床]	厚生労働省健康政策研究会(医学書院): 病院要覧 2003-2004 年版
買物・ サービス 利便性	小売 店舗	延べ床 面積 [m ²]	平成 14 年商業統計

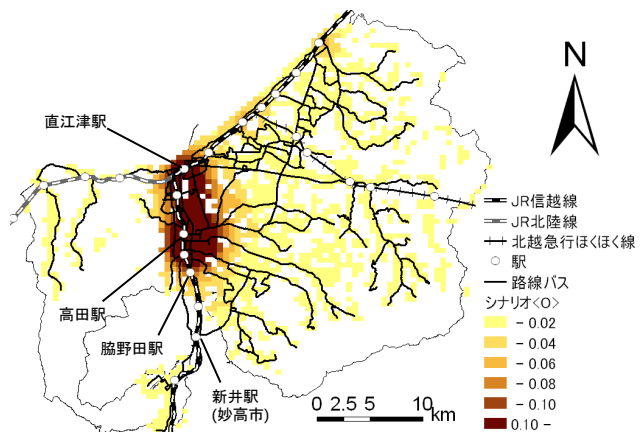


図-3 現状の公共交通 AC

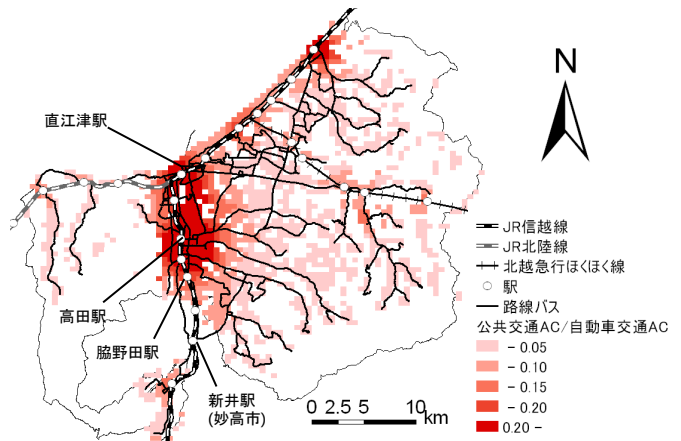


図-4 公共交通 AC と自動車交通 AC の比

幹線道路を 15km/h と設定している。待ち時間・乗換時間等の合計値 *t* は、公共交通利用時にのみ発生するものとし、各路線の運行間隔時間の 1/2、つまりそれぞれの期待値を加えるものとする。ただし、遅れ時間についてはそれに関するデータが入手できなかったため、今回は考慮しない。所要費用 *c* は、公共交通は各路線の運賃を距離で回帰した式を用いて算出し、自動車は保有ベース

の燃費(13.8km/L、2005 年値)とガソリン価格(120 円/Lと設定)に走行距離を乗じて算出する。これらの設定のもと、GIS ソフトウェア「SAGA」をカスタマイズして最短経路探索を行い、算出する。

(2) 移動手段間のアクセシビリティの現状比較

現状の公共交通 AC を図-3 に示す。等 AC 線が、施設が集まっている高田・直江津を中心とした同心円を描いていることがわかる。また、JR 信越線直江津駅以東の沿線では、周辺と比べて高い公共交通 AC を示している。これは、他の路線と比べて比較的高いサービスレベルであることに加え、都市施設がある程度集積していることに起因する。

公共交通 AC と自動車交通の AC の比をとった結果を、図-4 に示す。公共交通と自動車交通 AC の比は、居住地全域平均(WAC)で比は $0.202(=0.077/0.380)$ となっており、自動車に対する公共交通の利便性の低さを示している。値は郊外へ行くほど小さくなっており、自動車よりも公共交通の方が、郊外に行くほど AC 低下が大きいことが見てとれる。

6. コリドー部の公共交通サービスレベル向上と施設集約によるアクセシビリティ変化

(1) 代替案シナリオの設定

代替案シナリオとして、<A>コリドー部を貫く公共交通の集中的な利便性改善、地域全体の公共交通の平均的なサービスレベル向上、<C>都市施設のコリドー部への集約、の 3 つを設定し分析を行う。分析する各シナリオの概要を図-5 に、各シナリオにおける公共交通網のサービスレベルを表-5 に示す。

シナリオ<A>は、上越市の市街地コリドーを形成している地域を貫く JR 信越線の直江津～新井間の運行頻度を現状シナリオ<O>の約 4 倍である 15 分に 1 本の運行とし、サービスレベルを高めるものである。しかしながら、この区間は単線であり、そのままでは頻度を高めることは不可能で、交換施設を新設する必要がある。そこで、増設箇所を検討するために運行ダイヤグラムを作成したところ、高田駅より北へ 2.3km の地点に 1 箇所整備する必要があることがわかった。そのため、AC 算出にあたってはこの地点に新駅と交換施設を設置するものとしている。

シナリオは、シナリオ<A>を実施するにあたりかかるランニングコストの増加分およびシナリオ<A>における新駅の減価償却費と同額の費用で、上越市全域の路線バスを均等の費用で増便するものである。シナリオ<A>の運行費の増加分については、平成 17 年度鉄道統計年報から北陸・信越運輸局管内の電化鉄道路線を抽出

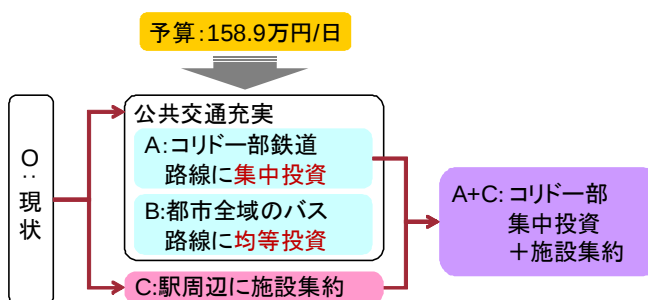


図-5 シナリオ分析の概要

表-5 各シナリオの設定

シナリオ	コリドー区間	その他鉄道	路線バス	施設
<O> (現状)	1 本/h	1 本/h	現ダイヤ	現状通り
<A>	4 本/h	1 本/h	現ダイヤ	現状通り
	1 本/h	1 本/h	全路線本数 1.35 倍	現状通り
<C>	1 本/h	1 本/h	現ダイヤ	コリドー部の駅から 1km 以内のメッシュの魅力度を 2 倍

表-6 各シナリオの WAC 算出結果

	WAC	<O>からの増加率(%)
<O> 現状	0.077	-
<A> コリドー部鉄道頻度増加	0.088	14.8
 全域バス本数増加	0.080	3.9
<C> コリドー部施設 2 倍に増加	0.084	8.7
<A+C> シナリオ A+シナリオ C	0.098	27.2
自動車交通 WAC	0.380	-

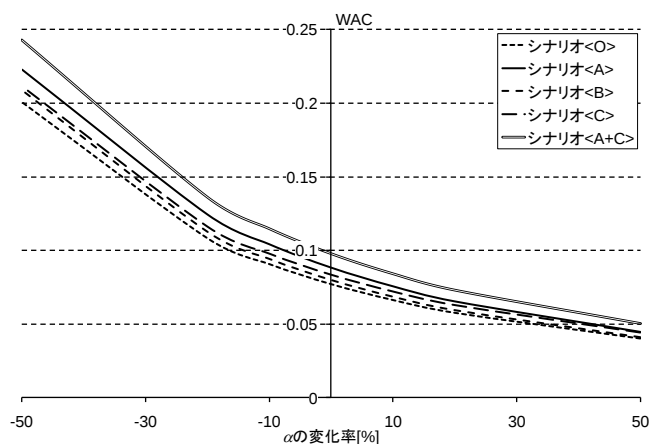


図-6 パラメータαによる感度分析

し²⁰⁾、それらの平均車両キロあたりランニングコストである 880.8 円/km(2 両編成相当)を用いて算出すると、158.9 万円/日となる。また新駅の建設費は、ホームの建設費を 1.5 億円²²⁾、交換施設の建設費を 0.5 億円と仮定し、合計 2 億円とする。これを、定額法により減価償却させると、1 日あたり 1.71 万円となる。これらの合計額で増便可能なバスの本数を、国土交通省が示している羽越地域の路線バス運行経費単価(301.9 円/km)²¹⁾を用いて算出すると、全域で 1.35 倍の増便が可能となる。

シナリオ<C>は、公共交通のサービスレベルは変化さ

せずに、信越線直江津～新井間各駅から 1km 圏内の評価対象としている施設の魅力度を現状の 2 倍に高めるとしたものである。これは、都市施設を中心市街地に集約した場合を想定したものである。施設の集約にかかるコストは莫大なものになると考えられるが、本研究では考慮しないものとする。

シナリオ<A+C>は、シナリオ<A>とシナリオ<C>を同時に実施した場合であり、これは公共交通充実とその沿線への立地集約を同時に行った場合を想定したものである。

(2) WAC による各代替案シナリオの比較

現状シナリオ<O>の公共交通 AC および各シナリオの WAC 算出結果を、表-6 に示す。WAC が最も上昇するのは当然ながらシナリオ<A+C>であり、シナリオ<O>に比べ約 27.2%上昇している。また、シナリオ<A+C>の WAC 増加率と、シナリオ<A>とシナリオ<C>の WAC 増加率の和を比較すると、シナリオ<A+C>の方が大きくなっており、相乗効果が生じていることがわかる。なお、シナリオ<C>による増加率は、シナリオ<A>のそれと比べて小さい。

コリドー部の鉄道の利便性を充実させるシナリオ<A>と、同じ運行費用で全域のバスの本数を増便させるシナリオを比較すると、シナリオ<A>の方が格段に高い値になっていることがわかる。このことから、都市域全域にまんべんなく公共交通を走らせるよりも、基幹的な路線を集中的にレベルアップしたほうが、都市全域の公共交通利便性の平均値を向上させることができるといえる。なお、シナリオ<A>におけるコリドー部の鉄道の運行本数を 1 時間あたり 5 本および 6 本にした場合と、それに相当するシナリオについて比較を行ったところ、いずれもシナリオ<A>の WAC が高くなるという結果となった。

ただし、コリドー部と、それ以外とでの AC の比較は行っておらず、両者の間に格差が生じていることが懸念されるため、次節以降にてその確認を行う。

また、パラメータ α を 50%上下させたときの WAC の変化を図-6 に示す。この図より、各シナリオの WAC 向上度の順位は、この範囲内では変化しないことが分かる。この結果から、以降でも $\alpha=0.00128$ として分析を続ける。ただし、 α が+50%(0.00192)以上となった場合、シナリオ<A>よりもシナリオ<C>の方が WAC の向上が上回ることになる。これは、交通抵抗が大きくなることにより、交通施策による AC の感度が低下し、代わりに立地施策による感度が増加するためである。

(3) 各代替案シナリオにおける公共交通アクセシビリティの分布

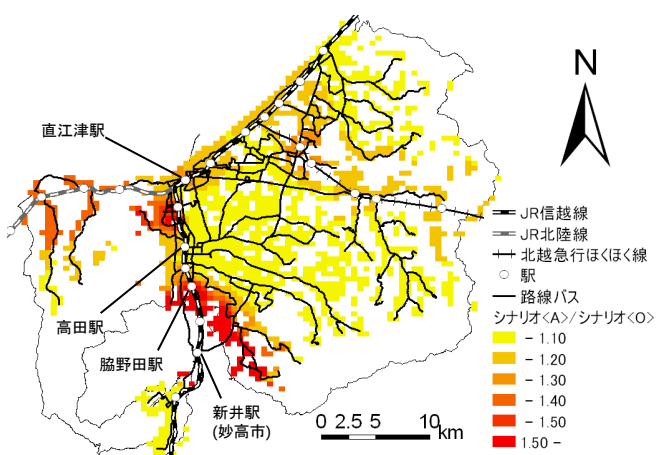


図-7 シナリオ<A>によるアクセシビリティの向上度

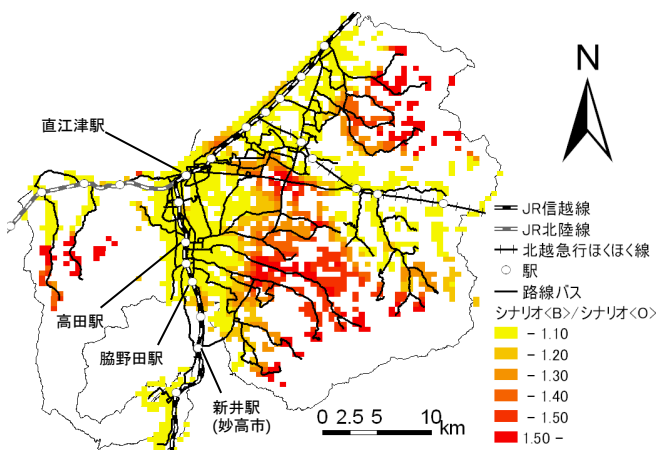


図-8 シナリオによるアクセシビリティの向上度

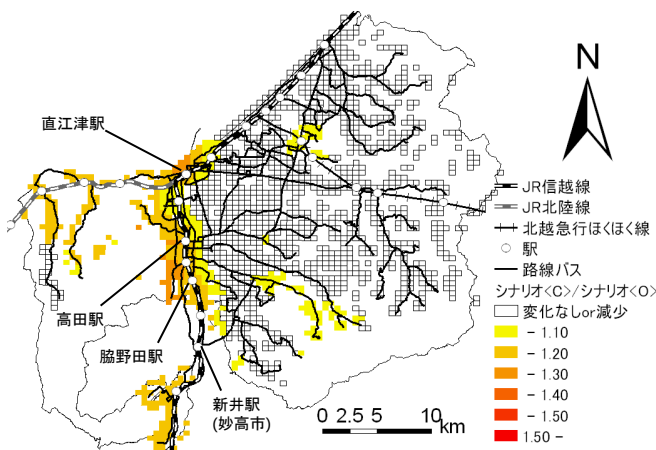


図-9 シナリオ<C>によるアクセシビリティの向上度

シナリオ<A>: コリドー部の鉄道サービスレベル向上

シナリオ<A>とシナリオ<O>の公共交通 AC との比を図-7 に示す。コリドー部では、高田駅周辺の向上は小さいものの、直江津駅やその他の中間駅において向上が大きくなっている。これは、高田駅周辺は他の地域と比べて施設が揃っており、他駅周辺からそこへ行きやすくなったことが理由である。その他、鉄道路線沿線におい

でも大きなACの向上が見られることがわかる。一方で、高田駅の東側では鉄道路線沿線と比べて向上が小さくなっている。

シナリオ: バス路線網すべての運行本数の増加

シナリオとシナリオ<O>の公共交通ACとの比を図-8に示す。シナリオでは、鉄道路線から遠く離れた地域で向上がやや大きくなっていることがわかる。特に、高田駅東側の地域や、路線バスの終点付近では、シナリオ<A>よりも向上が大きくなっている。このような地区はコリドー部の鉄道路線から遠く離れており、そのサービスレベル充実の恩恵を受けることができないためである。一方、その他の地区では、AC向上は小さいものとなっている。6章(2)節でのWACの分析から、都市全体ではシナリオ<A>の方が利便性の向上施策として望ましいといえるが、地区単位でみると必ずしもそうではなく、特に公平性の観点からは、シナリオのほうが望ましい施策である可能性がある。この点については6章(6)節で改めて検討を試みる。

シナリオ<C>: コリドー部に施設集約

シナリオ<C>とシナリオ<O>の公共交通ACの比を図-9に示す。<O>からの増加はコリドー部に集中しており、その向上度合もシナリオ<A>と比べて小さくなっている。一方、他の地区では、ACが変化しないばかりか、減少している地域も見られる。これは式(3)によって都市施設の魅力度を基準化した AC_i^m を用いているため、相対的に施設魅力度が低下した地点があることに起因している。以上のことから、駅周辺や中心市街地への施設集約のみでは、公共交通利便性向上に対する影響は小さいことがわかる。ただし、ここでは集約によって利用者が増加し、それによってさらに公共交通の利便性が向上するという効果は考慮していない。

(4) 各地点における公共交通アクセシビリティの変化

図-10中に特記した各地点の公共交通ACの推移を、合併前の上越市域にある地点については図-11、その他の点については図-12に示す。地点1は、駅から離れたところに位置する総合病院、地点2は高速道路インター付近に立地する大規模小売店舗であり、地点3～7は合併前の町・村役場(現在は総合事務所)である。

次に、コリドー部に位置する高田駅、直江津駅、上越市役所(春日山駅の東隣)ではシナリオ<A>やシナリオ<C>による公共交通ACの向上が当然ながら大きくなるものの、シナリオではその向上度合は小さい。一方、高田駅から南東2kmに位置する地点1や、上越市役所から東2kmに位置する地点2では、シナリオ<A>やシナリオ<C>による向上はコリドー部に比べて小さい。ま

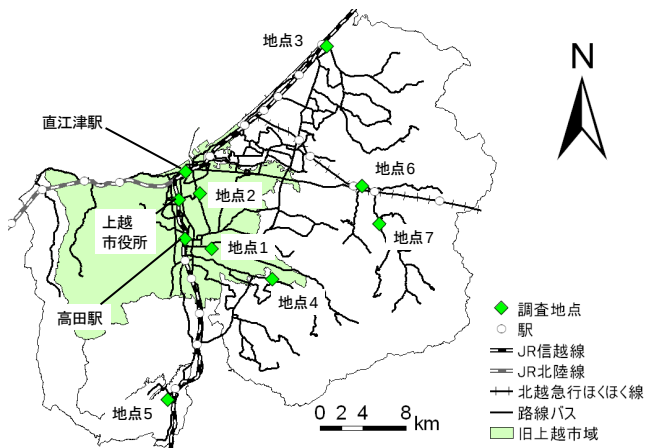


図-10 調査地点

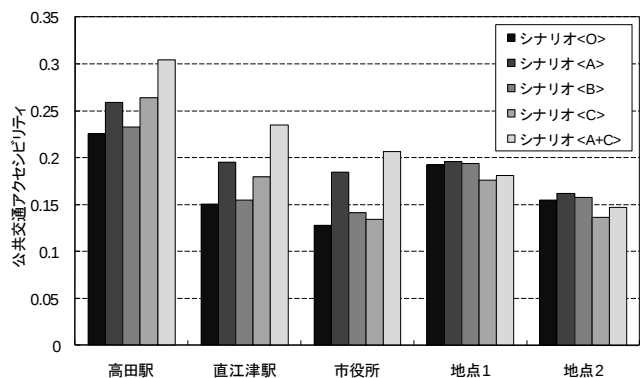


図-11 代表地点の公共交通ACのシナリオ別推計結果
(旧上越市域)

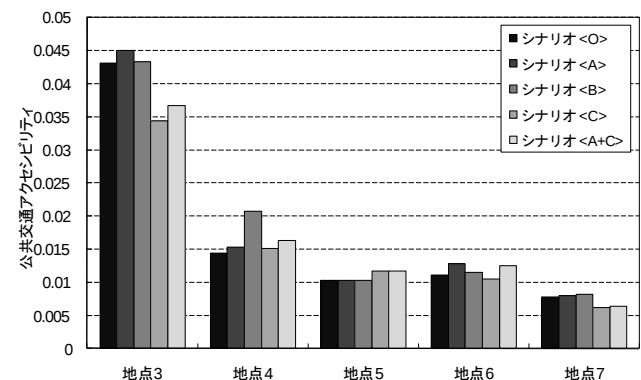


図-12 代表地点の公共交通ACのシナリオ別推計結果
(旧上越市外)

た、直江津駅や上越市役所では、現状では地点1や地点2よりも公共交通ACが小さくなっているが、シナリオ<A>の施策の実施によって、それらを上回る値を示すことがわかる。

旧上越市外の調査点については、鉄道路線に位置する地点3や地点6では、シナリオ<A>による向上が見られるが、高田駅から東南東9kmに位置する地点4では、シナリオ<A>やシナリオ<C>による向上は小さく、シナリオのほうがシナリオ<A>よりも大きくなっている。このことから、現状の路線バスのサービスレベル

では、コリドー部における鉄道路線の充実や、施設集約の効果を遠距離まで及ぼすことができないことがわかる。

(5) 人口集約による WAC の変化

次に、コリドー部への人口集約による交通利便性の変化について検討を行う。各メッシュの AC は施設立地と交通利便性によって決まり、人口分布は AC 分布に無関係である。しかし、WAC は各メッシュ人口での重み付けを行うため、人口集約によって変化する。

人口集約のシナリオは、コリドー部以外の各メッシュから一律に 10%～50%人口を撤退させ、それをコリドー部のメッシュに均等に割り振るものとする。また、公共交通網は、シナリオ<O>およびシナリオ<A>の場合について分析を行う。その結果を図-13 に示す。

当然のことながら、シナリオ<O>およびシナリオ<A>の交通網ともに WAC は増加している。ただし、シナリオ<A>の傾きがやや大きく、このことからシナリオ<A>の公共交通網のほうが、人口を集約させたときの効果が高くなることがわかる。公共交通充実とコリドー部への施設集約に加え、人口も集約させることで、より高い AC を得ることができるといえる。

また、人口を固定した場合の WAC と比較すると、シナリオ<O>の公共交通網のままで、シナリオ<A>、シナリオ<C>、シナリオ<A+C>と同等の WAC を得るには、それぞれ人口を 24%、14%、44%集約させる必要が、シナリオ<A>の公共交通網で、シナリオ<A+C>と同等の効果を得るためには、15%人口を集約させる必要があることがわかる。言い換えると、シナリオ<A>やシナリオ<A+C>はそれと同等の人口を集約させた効果があるといえる。

ここで、シナリオ<O>の公共交通網のままで、人口集約のみでシナリオ<A>と同等の WAC を得るためのコストについて検証する。このとき、郊外から撤退する必要のある人口は約 3.43 万人であり、これを上越市の世帯あたり人口(3 人/世帯)で除すると、1.14 万世帯となる。これに、富山市で行われているまちなか住宅取得支援事業²³⁾の補助金限度額 50 万円/世帯を各世帯に交付するとした場合、57.2 億円必要となる。これは、シナリオ<A>の公共交通網で増加となる運行費用の約 10 年分に相当する。このことから、シナリオ<A>移転補助金を用いた人口集約に比べて比較的安価に高い AC を提供する公共交通網へと転換できるといえる。

ただし、公共交通の充実と人口のコリドー部への集約は対立するシナリオではなく、同時に実施することも考えられる。その手法については別途検証する必要がある。

(6) ジニ係数を用いた地区間の公平性の評価

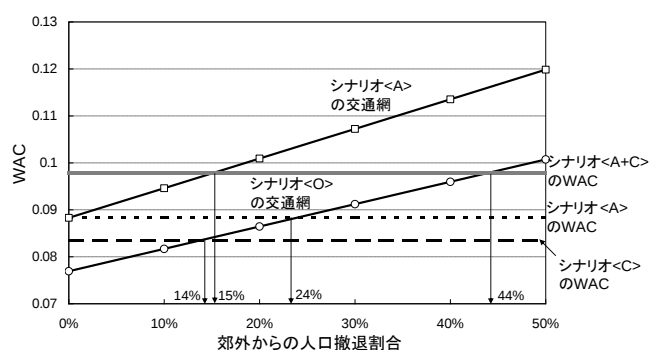


図-13 郊外からの人口撤退・コリドー部への集中による WAC の変化

表-7 人口で重み付けしたジニ係数算出結果

	ジニ係数
シナリオ<O>	0.204
シナリオ<A>	0.182
シナリオ	0.184
シナリオ<C>	0.209
シナリオ<A+C>	0.190
自動車交通	0.291

6 章(2)節において、シナリオ<A>やシナリオ<A+C>は、都市全体の利便性を平均的に向上させるものとして望ましいが、6 章(3)節において、シナリオの方がシナリオ<A>を上回る公共交通 AC 値を示す地区があることを示した。ここから、全域で公共交通利便性を向上させるシナリオの方が地区間公平性が高い施策であるという可能性が考えられる。そこで、各シナリオの地区間公平性を評価するために、ジニ係数を導入する。ジニ係数は、0 から 1 の値をとり、値が小さいほど公平性が高いことを示す。また、算出にあたり、各メッシュを人口で重み付けしている。

ジニ係数を求めた結果を、表-7 に示す。シナリオ<A>が最も公平性が高いという結果になった。シナリオは、シナリオ<A>とほぼ同じ値となっている。このことから、一律に公共交通の利便性を上げることが、コリドー部を集中的に充実することに比べて、必ずしも地区間での格差改善につながるとは言えないことがわかる。この理由として、コリドー部の公共交通充実により、鉄道やバスの結節点である高田駅や直江津駅周辺だけではなく、コリドー部内の別の地点へも行きやすくなったこと、現状ではコリドー部内の公共交通利便性が居住人口の割に低く、それがシナリオ<A>により改善されたことが挙げられる。

一方、シナリオ<C>は現状よりもジニ係数が若干悪化している。これは、6 章(3)節で述べているように、AC の向上が人口の多いコリドー部のみでしか見られないため、格差がより拡大していることを示している。シナリオ<A+C>ではジニ係数が改善していることから、地区

間公平性の観点から、施設立地集約だけではなく、そこへ行ける利便性の高い公共交通の導入があわせて必要だといえる。

なお、自動車交通のジニ係数が各シナリオと比べて最も大きくなっている。これは、先述のように各メッシュを人口で重み付けしているためである。公共交通は人口が多い地区の利便性が高いが、自動車は必ずしもそうになっていないことが影響している。ただし、人口で重み付けせず、メッシュ単位で評価する場合、もっともジニ係数が小さくなる。

7. まとめ

本研究では、ポテンシャル型アクセシビリティ指標を用いて、人口や都市機能が带状に集中したコリドーの形成と、それを貫く公共交通サービスの充実が、地域全体の公共交通利便性に与える効果の定量評価手法として、ポテンシャル型アクセシビリティ指標の適用を提案した。これにより、コリドー部の公共交通の充実や、そこへの立地集約による利便性向上効果が、面的にどのように広がるかを評価することが可能になる。また、交通利便性向上施策を集中的に行う場合と分散的に行う場合とでは、どちらがより効果的であるかを評価することもできる。

この手法を新潟県上越市に適用して分析を行った結果、都市全域で公共交通網のサービスレベルを平均的に上げる施策(シナリオ)よりも、コリドー部公共交通への集中的な充実を実施する施策(シナリオ<A>)のほうが、地域全域での平均的なアクセシビリティ向上効果を高める効果が得られることがわかった。また、ジニ係数による公平性の評価でも、シナリオ<A>が最も高くなっている。ただし、今回は路線バス網は変化しないものと設定しているが、シナリオ<A>の実施と同時に、路線バス網を見直し、シナリオにおいて向上度が高い地区に集中させることで、シナリオ<A>による効果を面的に広げられる可能性があるといえる。

一方、コリドー部への施設立地集約(シナリオ<C>)では、ACの向上が見られる地域は、ほぼコリドー部のみに限定されることがわかった。ここから、駅周辺や中心市街地への施設集約のみでは、公共交通利便性向上に対する影響は小さく、公平性も悪化することが示されている。しかし、シナリオ<A>との同時実施であるシナリオ<A+C>の場合は、WACが最も高くなるのは当然として、さらにそれぞれを単独で実施するよりも向上度合いが高く、相乗効果を生じていることがわかった。ここから、コリドー部への立地集約施策と公共交通利便性向上の同時実施の必要性が示せたといえる。

また、コリドー部への人口集約によるWACの変化について分析したところ、その向上効果はみられたものの、

公共交通網を現状(シナリオ<O>)のままでシナリオ<A>と同等のWACを得るためには、それ以外の地区の人口のうち、24%(約3.43万人)を集約させる必要があることが分かった。これを補助金により行う場合、その費用はシナリオ<A>の運行費用増加分と比べて大きい。このことから、コリドー部への公共交通の充実が費用対効果が大きい施策であるといえる。

これらの結果から、コリドー部への立地集約・人口集約や、その地区を貫く公共交通充実という施策は、その都市・地域の公共交通網全体の利便性を底上げし、利用者や住民の満足度を高める要因になると考えられる。

謝辞

本研究は、上越市との共同研究「上越市におけるまちづくりと鉄道のあり方に関する調査研究」(平成 19 年度)の一環として実施したものであり、上越市役所新幹線・交通政策室の宮崎氏・小林氏、上越市創造行政研究所の内海氏に多大な協力をいただいた。この場を借りて感謝の意を表する。

参考文献

- 1) PIVM (Rijksinstituut Voor Volksgezondheid En Milieu) : Accessibility measures: Review and Application, RIVM report 408505006, 2001.
- 2) 望月明彦, 中川大, 笠原勤: 我が国の公共交通政策における富山ライトレールプロジェクトの意義に関する研究, 都市計画学論文集, Vol.42, No.1, pp.63-68, 2007.
- 3) 土井勉, 栗島康夫, 高森長仁, 帳山誠志: 富山ライトレール開通の整備効果とまちづくりの方向について, 土木計画学研究・講演集, Vol.35, CD-ROM 2007.
- 4) 市川嘉一: 都市間比較でみた欧米ライトレールの動向, ストラスブール, ポートランドの事例を中心に, 交通工学, Vol.38, No.1, pp.77-84, 2003.
- 5) 松田南, 小谷通泰, 松中亮治: 利用者からみたライトレール整備に対する評価意識の分析-富山市での導入事例を対象として, 都市計画学論文集, No.43-3, pp.799-804, 2008.
- 6) 松中亮治, 谷口守, 児玉雅則: LRT 整備の有無による交通機関選択意識に関する都市間比較 -ストラスブール・ミュールーズにおける現地アンケート調査に基づいて-, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, No.4, pp.645-651, 2007.
- 7) 名古屋市交通局: 交通局事業概要, 2008.
- 8) 竹内伝史, 山田寿史: 都市バスにおける公共補助の論理とその判定指標としての路線ポテンシャル, 土木学会論文集, Vol.425, pp.183-192, 1991.

- 9) 内田雅洋, 高津俊司: まちづくりと連携した鉄道整備の事後評価に関する研究 ―つくばエクスプレス秋葉原駅の事例―, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, No.4, pp.687-692, 2007.
- 10) 辻本勝久: 貴志川線の社会的価値と住民運動の展開, 運輸と経済, Vol.65, No.11, pp.72-81, 2005.
- 11) 溝上章志, 橋内次郎, 斎藤雄二郎: 熊本電鉄の都心乗り入れと LRT 化計画案実施に伴う利用需要予測, および費用対効果の実証分析, 土木学会論文集 D, Vol.63, No.1, pp.1-13, 2007.
- 12) 運輸政策研究機構: 鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005, 2005.
- 13) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構: 都市鉄道の効果 2003, 2003.
- 14) 武藤真一, 上田孝行, 高木朗義, 富田貴弘: 応用都市経済モデルによる立地変化を考慮した便益評価に関する研究, 土木計画学・論文集, Vol.17, pp.257-266, 2000.
- 15) 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, pp.675-686, 2006.
- 16) 加知範康, 加藤博和, 林良嗣, 森杉雅史: 余命指標を用いた生活環境質(QOL)評価と市街地拡大抑制策検討への適用, 土木学会論文集 D, Vol.62, No.4, pp.558-573, 2006.
- 17) 竹下博之, 加藤博和: ポテンシャル型アクセシビリティ指標を用いた公共交通整備のモダリティシフト効果分析手法の開発, 日交研シリーズA-476, pp.28-38, 2009.
- 18) 加知範康, 岑貴志, 山本哲平, 加藤博和, 林良嗣: 選好データを用いた生活環境質に対する住民意識の分析・性別・年齢・居住地に関して-, 土木計画学研究・講演集, Vol.34, CD-ROM, 2006.
- 19) 新潟県: 毎月勤労統計調査地方調査(平成 20 年), 2008.
- 20) 国土交通省鉄道局: 平成 17 年度鉄道統計年報, 2007.
- 21) 新潟県並行在来線対策協議会, 株式会社トーニチコンサルタント: 並行在来線の経営に関する概略調査報告書, 2004.
- 22) 国土交通省: 平成 18 年度乗合バス事業の収支状況について
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/09/091025_h.htm
- 23) 富山市都市再生整備課住宅政策推進班: 富山市まちなか住宅取得支援事業
<http://www.city.toyama.toyama.jp/division/toshiseibi/toshiseibi/jyutaku/machinaka/s-jutakusyutoku.htm>

コリドー型立地集約と公共交通充実が地域全体の交通利便性向上に及ぼす効果の分析手法*

竹下博之**・加藤博和***・林良嗣****・寺澤匡史*****・JIA Peng*****

人口や都市機能が带状に集中したコリドーの形成と、それを貫く公共交通サービスの充実が、地域全体の公共交通利便性に与える効果を定量評価することを目的に、ポテンシャル型アクセシビリティ指標を用いて評価を行う。新潟県上越市を対象に、A)コリドー部に集中した公共交通の充実、B)地域全域の公共交通各路線の平均的なサービスレベルの向上、C)都市施設のコリドー部への集約、のシナリオを設定し分析を行った結果、コリドー部の公共交通充実が、利便性向上効果が大きいとともに、地区間の利便性の不公平を改善することが分かる。加えて、都市機能や人口がコリドー部に集約されることで、アクセシビリティ向上効果がさらに大きくなることが示される。

A Methodology for Analyzing the Effect on Enhancement of Travel Convenience in a Whole Area due to Public Transport Improvement and Intensive Location in a Corridor Area*

By TAKESHITA Hiroyuki**・KATO Hirokazu***・HAYASHI Yoshitsugu****
・TERAZAWA Masafumi*****・JIA Peng*****

This study aims to evaluate the effects of corridor formation where population and urban facilities gather intensively and public transport on travel convenience. A potential-type accessibility index is applied. Three scenarios are developed: A) Increase the service level of public transport routes along the corridor, B) Equal increase of the service level among the whole areas and C) Land-use development in corridor area. The results indicate that increase of service level of major public transport system brings higher accessibility and equality. Additionally, higher accessibility is brought by land-use development in corridor area with higher service level public transport system.
