

地方公共交通ネットワークの利便性に 輸送施策が与える効果の評価手法

奥田 大樹* 渡邊 拓也* 深澤 紀子* 鈴木 崇正*

**A Method for Evaluating Effect of Transportation Plans on Convenience of Public Transportation Networks
in Small and Middle Sized Local Cities**

Daiki OKUDA Takuya WATANABE Noriko FUKASAWA Takamasa SUZUKI

In order to improve the convenience of public transportation networks such as railways and buses, various transportation plans such as changing the route and timetable are being implemented. This study aims to develop a method that can evaluate the effect of transportation plans on the convenience of public transportation networks in terms of the rate of change based on the current situation. This method can be applied to small and middle-sized local cities where the accumulation of data on local traffic conditions is poor. In addition, a system that implements the method is developed, and it becomes possible to carry out evaluation simulations on the convenience of public transportation networks in case of revisions in transportation services. Using the results of the study, it is possible to compare effects of various transportation plans in small and middle sized local cities on the convenience of public transportation networks based on quantitative basis. As a result, it is possible to extract desirable plan.

キーワード：公共交通ネットワーク，利便性，地方都市，利便性評価システム，アクセシビリティ

1. はじめに

モータリゼーションの進行や人口減少といった社会情勢の変化に伴って、公共交通を取り巻く環境は年々厳しさを増しており、地方都市を中心として、公共交通事業者のみでは輸送サービスの維持が困難な状況になりつつある。特に、子供や高齢者など、自動車の保有や運転が困難な人々にとって、地域の公共交通は日常生活における重要な移動手段であり、地域の公共交通の衰退は、これら人々の生活や各種活動の機会の喪失に直結する¹⁾。一方で、地域内の各交通機関の連携性を高め、一体として機能する効率的な公共交通ネットワークを構築することができれば、例えば、現在と同程度の利便性を維持しつつも、全体の運行コストを低減できるといった可能性が、地方都市の公共交通にも未だ残されていると言える。効率的に機能する公共交通ネットワークを構築するには、鉄道やバス等の輸送サービスの変化がその利便性に与える影響を定量的に評価したうえで、適切な輸送施策を策定する必要がある。しかし多くの地方都市では、パーソントリップ調査等の交通実態調査の実績が乏しいため、これらのデータを必要とする既存の利便性定量評価手法の適用が困難である²⁾。そこで本研究では、図1で示したように、公共交通の輸送サービスの変化が、公

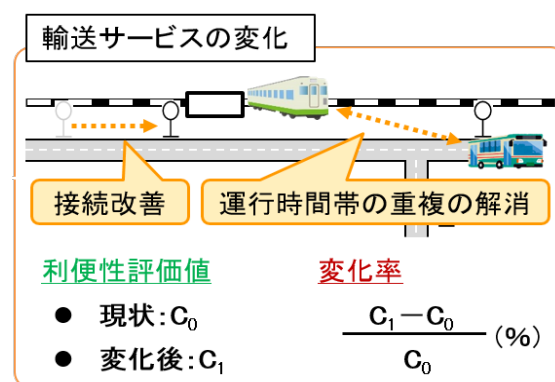


図1 公共交通ネットワークの利便性評価手法の概要

公共交通ネットワークの利便性に与える影響を、利便性評価値の変化率(%)で定量的に表し評価する手法(以後、利便性評価手法)を構築した。利便性評価値は本研究で定義した指標であり、この推計には、先に述べた地域の交通実態データの蓄積を必要としないため、地方都市でも適用が可能である。そして、構築した評価手法とGISを組み合わせた、公共交通ネットワークの利便性評価システムを開発した。本評価システムでは、鉄道やバス等の輸送サービスを変化させた、仮想的な公共交通ネットワークの利便性評価値や変化率を計算し、評価結果を可視化することが可能である。

本稿では、評価手法の理論とアンケート調査データに基づく構築結果、及び評価システムが有する機能につい

* 信号・情報技術研究部 交通計画研究室

特集：輸送・交通計画技術

て概説する。そして、これらの適用性の検証を目的に実施した、ケーススタディの結果を報告する。

2. 利便性評価手法の基本的な考え方

2.1 利便性評価手法の前提

多くの地方都市では、自動車の交通機関分担率が圧倒的に高く³⁾、公共交通の主な利用者と利用目的は、朝夕時間帯における学生の通学と、その他時間帯における、自由に自動車を利用できない高齢者や、他地域からの来訪者等の私用や業務等に大別される。そこで本研究では、公共交通機関の主な利用者であるこれらの人々の移動や移動目的を評価対象として、公共交通ネットワークの各種輸送サービスの変化が利便性に与える影響を評価することとした。

2.2 利便性評価値の推計手法

利便性評価値は、既往の評価手法等⁴⁾を参考に、図2で示したように、以下の3つの要素を掛け合わせて推計する指標とした。

- 任意地点間を公共交通で移動する際のアクセシビリティ
- 任意地点間を結ぶ区間の重要度（区間重要度）
- 任意地点間を移動する移動時間帯の重要度（時間帯重要度）

任意地点間の公共交通移動のアクセシビリティとは、その区間を公共交通で移動する際の、移動のし易さに関する指標であり、本研究ではログサム変数でこれを表すこととした⁵⁾。区間重要度と時間帯重要度は、一様でない地域内の人口分布や土地利用によって発生する、各地点間や各時間帯での、移動の発生量や集中量の偏りを表す指標である。

(1) 移動のアクセシビリティ

出発時間 t において任意地点 $i \sim j$ 間を公共交通で移動する際に、選択可能な経路が K 個あり、ある個人の経路選択行動がロジットモデルに従うとすれば、出発時間 t における任意地点 $i \sim j$ 間の公共交通移動のアクセ

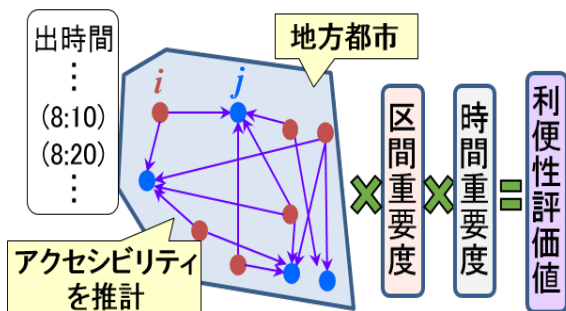


図2 公共交通ネットワークの利便性評価値の推計

シビリティ $ACC_{ij}(t)$ は、式(1)で示したログサム変数となる。

$$ACC_{ij}(t) = \frac{1}{\alpha} \left[\sum_{r \in K} \exp(\alpha V_{ij-r}(t)) \right] \quad (1)$$

$V_{ij-r}(t)$: 任意地点 $i \sim j$ 間の r 番目の経路の出発時間 t における効用の確定項
 α : スケールパラメータ (通常は1)

経路の効用 V は、式(2)および式(3)で示すように、人々の移動経路の選択行動にロジットモデルを適用した、経路選択行動モデルを構築して推計する。なお、朝夕時間帯の通学目的の移動と、その他時間の私用や業務目的の移動では、移動条件や性質が大きく異なるため、経路選択行動モデルはそれぞれ構築する必要がある。そして式(1)で示した移動のアクセシビリティを推計する際には、分析対象の移動の出発時間に応じて、モデルを使い分ける必要がある。

$$P_{ij-l}(t) = \frac{\exp(V_{ij-l}(t))}{\sum_{k \in K} \exp(V_{ij-k}(t))} \quad (2)$$

$$V_{ij-l}(t) = C + \sum_n \beta^n X_{ij-l}^n(t) \quad (3)$$

$P_{ij-r}(t)$: 出発時間 t において任意地点 $i \sim j$ 間の r 番目の経路が選択される確率
 $X_{ij-r}^n(t)$: 出発時間 t における任意地点 $i \sim j$ 間の r 番目の経路の効用関数の n 番目の説明変数
 β^n : n 番目の説明変数のパラメータ
 C : 定数項

経路選択モデルの構築には、人々が移動する際の経路選択行動に関する実績データと、実際に選択された経路、および選択肢となっていた経路の輸送サービスデータが必要となる。前者は、分析対象者に対するアンケート調査等で、後者は時刻表や運賃表等で取得することが可能である。

(2) 区間重要度

区間重要度は、万有引力の法則を参考とした空間相互作用モデルである重力モデルの概念に基づく式(4)で、区間ごとに推計することとした。なお、説明変数である人口等のデータは、オープンデータを用いて整備する。

$$\text{地点 } i \sim j \text{ 間の区間重要度} = \frac{POP_i \cdot STU_j \cdot EMP_j}{d_{ij}^{1.5}} \quad (4)$$

POP_i ：地点 i が含まれるエリアの人口

STU_j ：朝夕時間帯は地点 j が含まれるエリアの学生数，
それ以外の時間帯は 1

EMP_j ：日中時間帯は地点 j が含まれるエリアの従業者数，
それ以外の時間帯は 1

d_{ij} ：地点 $i \sim j$ 間の距離

(3) 時間帯重要度

時間帯重要度は、任意地点 $i \sim j$ 間で乗り換え無しで利用可能な公共交通の、単位時間帯あたりの現在の運行本数を用いて、区間ごとに整備することとした。これらデータは、公共交通の時刻表を用いて整備する。

2.3 地域メッシュの適用

地域内の地点はほぼ無限に存在するため、公共交通ネットワークの利便性評価値を推計するには、任意地点間を結ぶ区間の数を、現実的に計算が実行可能となる水準まで削減する必要がある。本研究では、総務省が定義した地域メッシュ⁶⁾を活用し、各地域メッシュの中心点が、それらメッシュ内に存在する全ての地点を代表するとして、区間数を削減することとした。適用する地域メッシュは、1辺が約500mの1/2地域メッシュを基本とする。また、隣接するメッシュ間の移動経路や、メッシュ中心点とメッシュ内の駅やバス停を結ぶ移動経路は、全て直線リンクで近似して、移動経路を簡略化することとした。図3は、任意地点 $i \sim j$ を移動する際の鉄道経路（青線）を、地域メッシュ01中心点から地域メッシュ11中心点を

を移動する近似鉄道経路（赤線）に置き換えた際のイメージを示したものである。地点間の区間重要度や時間帯重要度も、地域メッシュ間の移動を前提に整備するものとする。

地域メッシュ適用後の公共交通ネットワークの利便性評価値は、図4のように推計される。例えば、地域メッシュ i の利便性評価値 c_i は、地域メッシュ i から到着側の各地域メッシュへの各出発時間における、移動のアクセシビリティ、区間重要度、および時間帯重要度の総和となる。また、各地域メッシュの利便性評価値の総和が、分析対象地域全体における利便性評価値 C となる。

地域メッシュ間の移動経路への置き換え
メッシュ 01 中心点→メッシュ 02 中心点→駅 A
→駅 D→メッシュ 12 中心点→メッシュ 11 中心

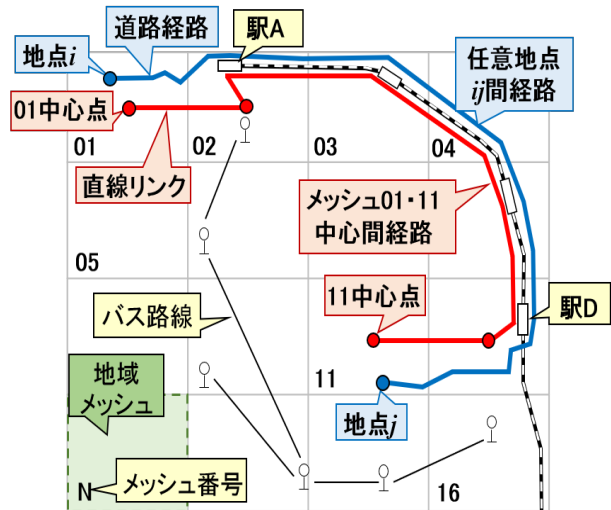


図3 地域メッシュ適用後の近似経路への置き換え

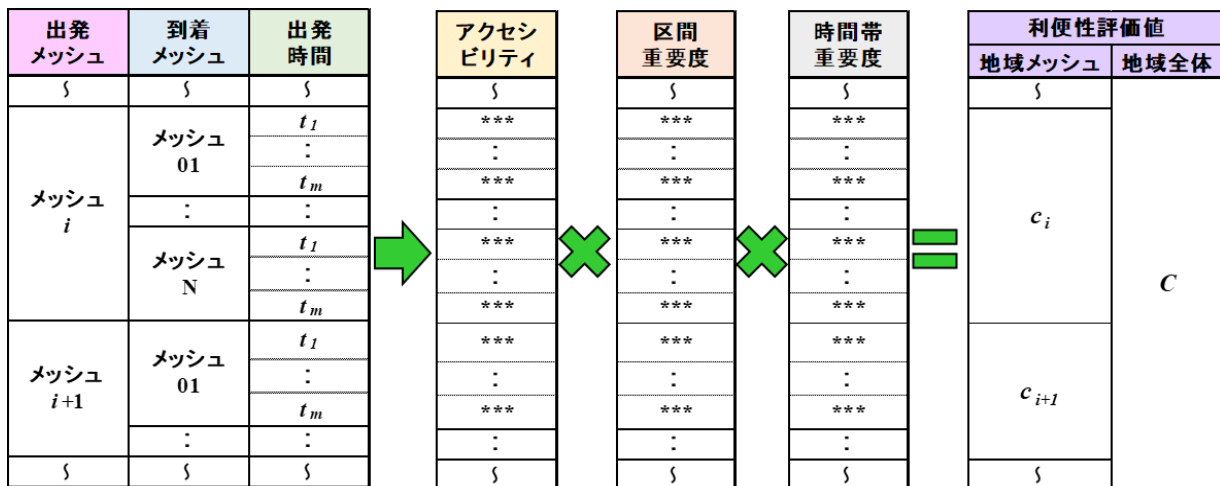


図4 地域メッシュ適用後の公共交通ネットワークの利便性評価値の推計

3. 利便性評価手法の構築

3.1 公共交通利用者を対象とした行動調査

本研究では、三大都市圏外で人口20万人弱の地方都市X市を中心としたX都市圏において、学生を対象とした通学行動調査と、その他の日中時間帯における鉄道・バス利用者を対象とした行動調査を実施した。実施概要は、表1に示したとおりである。なお両調査とも、人々の公共交通の利用傾向やパターンを把握する程度の小規模な調査である。

調査データの分析から得られた知見としては、通学における学生の主な通学手段は、自転車、路線バス、及び鉄道であり、各交通機関の所要時間といった輸送サービスや、自宅・学校と駅・バス停とのアクセス・イグレス性等を比較して、合理的な判断に基づき通学手段や経路を選択していた。また、日中時間帯における人々の鉄道と路線バスの利用傾向には差があり、さらに路線バスでは利用者にも偏りがあるものの、各々が自身の移動条件の下で、合理的な判断に基づき交通手段を選択していた。よって、得られたデータを基に、朝夕の通学および日中時間帯における公共交通移動に関する、経路選択モデルの構築は可能と考えられる。なお、調査データの詳細な分析結果は、奥田ら⁷⁾により報告されている。

3.2 経路選択行動モデルの構築

前節の交通行動調査で得られたデータや知見を基に、学生の通学経路の選択行動モデル(以後、通学モデル)と、日中時間帯における人々の移動経路の選択行動モデル(以後、日中モデル)を、表2および表3で示したとおりに構築した。図5に示したとおり、通学モデルではネスティッドロジットモデルを適用している。これは、学生の通学経路選択における段階的な選択行動を反映したものであり、上位段階では自転車経路と公共交通経路のいずれかを選択し、後者を選択した場合には、さらに下位段階で、鉄道経路とバス経路、混合経路のいずれかを選択する。両段階の連携は、下位段階のモデルから推計されるログサム変数、つまり通学手段を公共交通に限定した場合のアクセシビリティを、上位段階のモデルの説明変数とすることで確保した。日中モデルは多項ロジットモデルを適用しており、鉄道経路、バス経路、混合経路の選択となっている。各経路の輸送サービスデータは、後述する利便性評価システムの経路探索機能を用いて整備した。

両モデルともに、自由度調整済み尤度比や的中率は高く、各説明変数のパラメータの符号や大小関係にも矛盾が無いことから、精度は高いと言える。また、両モデルの説明変数は、所要時間や乗換え回数など、一般的かつ定量的に観測可能な輸送サービス要素であるため、本研

表1 公共交通の利用実態調査の概要

調査箇所 および 調査手法	通学	都市圏内の3校の高等学校での訪問調査 ▪ ホームルーム中に調査票を配布し、即日回答を回収
	日中	都市圏内の6ヶ所の駅と5ヶ所のバス停でのインタビュー調査 ▪ 公共交通利用者に直接質問
調査日	通学	2016年11月の平日
	日中	駅：2016年11月の平休1日ずつ バ：2016年12月 ▪ 4ヶ所は平日のみ、1ヶ所は休日のみ
回収 ^{注1)} 回答数	通学	有効882票(全数1,235票)
	日中	有効1,076票(全数1,325票)
主な 調査項目	共通	▪ 性別等の個人属性 ▪ 居住地(町目・大字単位)
	通学	▪ 普段の通学行動 etc
	日中	▪ 当日の公共交通利用状況 etc

注1) 有効票数は、経路の選択行動モデルの構築に必要な回答がなされていた回答票数

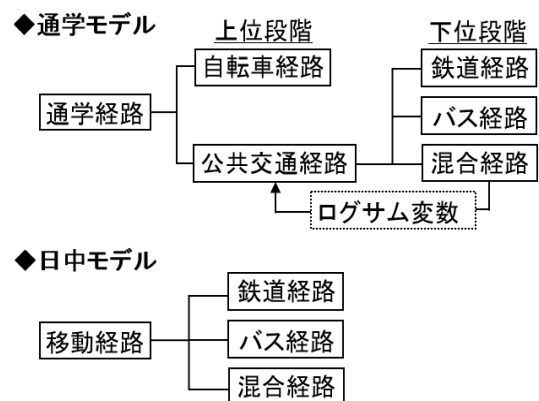


図5 通学モデルと日中モデルの構造

究で開発した利便性評価手法は、X都市圏以外の様々な地方都市でも適用が可能と考えられる。

3.3 区間重要度と時間帯重要度の整備

X都市圏に1/2地域メッシュを適用し、出発メッシュと到着メッシュの組み合わせを総当たり形式で作成した。そして各区間の区間重要度は、平成27年国勢調査⁸⁾から得られた、1/2地域メッシュ単位の人口、従業者数および学生数と、先述した経路探索機能で算出された区間距離データを式(4)に適用して推計した。各区間の時間帯重要度は、X都市圏で運行されている各公共交通の2016年10月の運行ダイヤを基に整備した。

表2 経路選択行動モデル（通学モデル）

通学モデル説明変数 (上位段階)		パラメータ	
自転車	所要時間 ^{注1)}	-0.1769	***
公共	ログサム変数 ^{注2)}	0.2380	***
	公共交通ダミー	-3.6984	***
自由度調整済み尤度比		0.557	
的中率		87.2%	
サンプル数		882	
通学モデル説明変数 (下位段階)		パラメータ	
共通	所要時間 ^{注1)}	-0.0548	***
	乗換え回数	-0.5747	*
	アクセス時間	-0.1103	***
	イグレス時間	-0.1274	***
固有	バスダミー	-0.9817	***
	混合ダミー	-3.4000	***
自由度調整済み尤度比		0.506	
的中率		87.9%	
サンプル数 (公共交通利用者のみ)		373	

表3 経路選択行動モデル（日中モデル）

一般モデル説明変数		パラメータ	
共通	乗車時間	-0.0189	*
	運賃	-0.0071	***
	乗換え回数	-0.3720	*
	待ち時間	-0.0275	***
	アクセス時間	-0.1057	***
固有	イグレス時間	-0.1115	***
	バスダミー	-0.3503	*
混合ダミー		-1.5716	
自由度調整済み尤度比		0.649	
的中率		90.4%	
サンプル数		1,076	

***P 値< 0.01 **P 値< 0.05 *P 値< 0.1

注1) 上位は自転車経路の、下位は各公共交通経路の所要時間

注2) 下位モデルのみから推計されるログサム変数

4. 利便性評価システムの開発

構築した利便性評価手法と GIS とを組み合わせ、公共交通ネットワークの利便性評価システムのプロトタイプ（以下、評価システム）を開発した。本システムが有する主な機能は、以下のとおりである。

- 経路探索機能
- 各種輸送サービスの編集機能

- 変化率の算出及び可視化機能

4.1 経路探索機能

任意の出発時間と発着地点を指定して、システム内に格納されている公共交通の時刻表や運賃表データ、各種数値地図データに基づき、最短道路経路と公共交通経路を探索する機能である。公共交通経路は、最短道路経路や最少所要時間など、5つの探索基準に従ってそれぞれ探索される。また、各経路の輸送サービスデータも同時に算出され、csv ファイルで外部出力することが可能である。

4.2 各種輸送サービスの編集機能

鉄道やバス等の様々な輸送サービスをシステム上で編集し、仮想的な公共交通ネットワークを構築する機能である。編集可能な主な項目は以下のとおりである。

- 運行ダイヤや運賃の編集
- 駅やバス停の新設、廃止および移設（図6）
- 路線の新設、廃止および経路変更

4.3 変化率の算出及び可視化機能

開発した利便性評価手法に基づき、現状の公共交通ネットワークと、仮想的に構築された公共交通ネットワークの利便性評価値をそれぞれ算出して、地域メッシュ単位の変化率を算出する機能である。また、これらの総計は分析対象地域全体の変化率となる。なお、変化率を算出する際に必要となる、各地域メッシュ間の移動の輸送サービスデータは、前述の経路探索機能で算出する。

算出した結果は、図7で示したとおり、システム上で可視化することができ、鉄道やバスの輸送サービスの変化が公共交通ネットワークの利便性に与える影響を、詳細かつ直感的に把握して評価することが可能となっている。

5. ケーススタディによる利便性評価システムの適用性の検証

開発したシステムが、実在する地方都市の公共交通ネットワークの利便性評価に適用可能かどうかを検証するために、地方都市圏であるX都市圏の中心市街地へ向かう移動を対象としたケーススタディを実施した。X都市圏の現状の公共交通ネットワークの概要は、図8に示したとおりであり、多くの区間で鉄道とバスが並行して運行されているほか、バスには同じ経路で特急タイプと緩行タイプが存在している。

設定するケースは2つあり、それぞれ表4で示したとおりに輸送サービスを変化させた。図9は、ケース②で示した輸送サービスの変化を反映させた、X都市圏の公

特集：輸送・交通計画技術

公共交通ネットワークの概要を示したものである。以下では、沿線地域を中心市街地から見た近距離地域と遠距離地域に分け、それぞれ結果を示す。

5.1 近距離地域における計算結果

図10および図11は、利便性評価システムを適用して計算した近距離地域におけるケース①とケース②の変化

率を、それぞれ可視化したものである。

まず、ケース①とケース②共に、全体的に公共交通ネットワークの利便性が低下（変化率がマイナス）する結果となっている。これは、鉄道がE駅～G駅間を通過し、実質的に近距離地域の鉄道経路が喪失したことの影響を適切に反映したものと考えられる。また、例えばケース①におけるメッシュⅠとⅡの変化率が、それぞれ



図6 駅やバス停の新設、廃止および移設実施時の画面

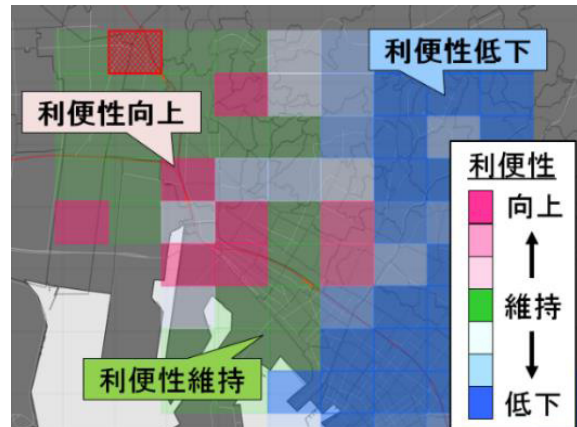


図7 地域メッシュ単位の変化率計算結果の可視化

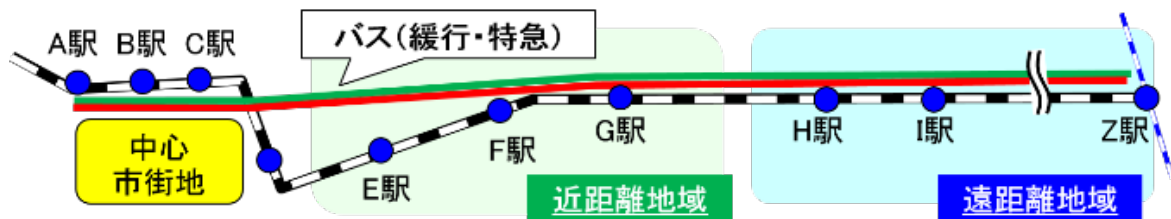


図8 X都市圏の公共交通ネットワークの概要（現状）

表4 ケース①とケース②における輸送サービスの変化

	ケース①	ケース②
鉄道	■ E駅～G駅間を通過	■ E駅～G駅間を通過
バス	■ 変化なし	■ 緩行タイプを中間点で折り返し，中心市街地～近距離地域間の運行頻度を倍増 ■ 緩行タイプの運行経路をE駅経由に変更 ■ G駅前にバス停を新設

※いずれも鉄道通過の影響を緩和する輸送施策

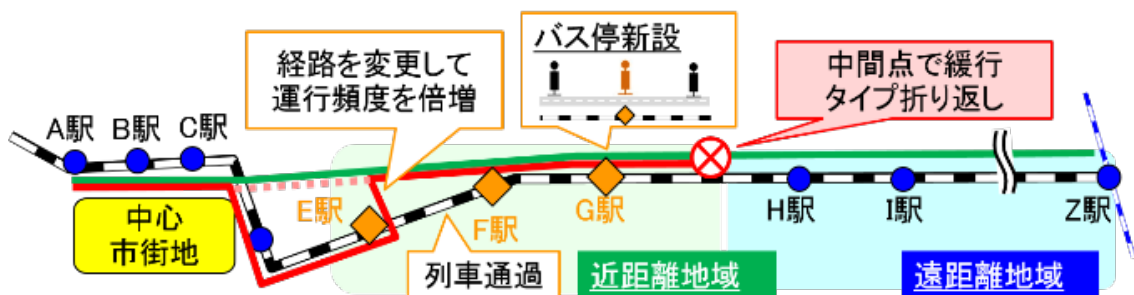


図9 X都市圏の公共交通ネットワークの概要（ケース②）

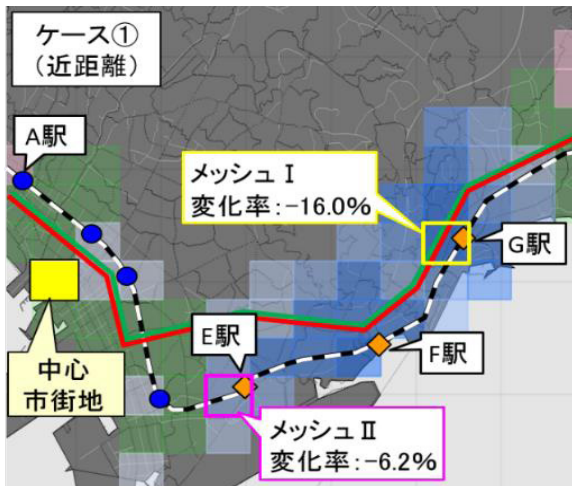


図 10 近距離地域におけるケース①の変化率の可視化

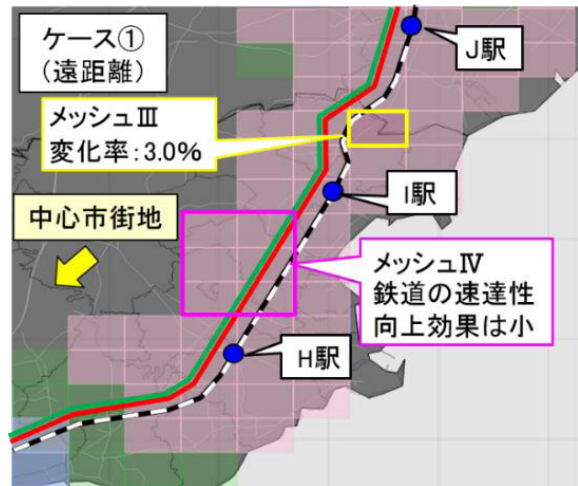


図 12 遠距離地域におけるケース①の変化率の可視化

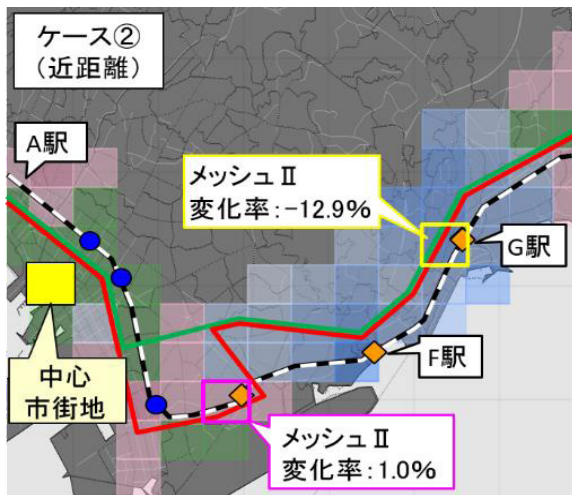


図 11 近距離地域におけるケース②の変化率の可視化

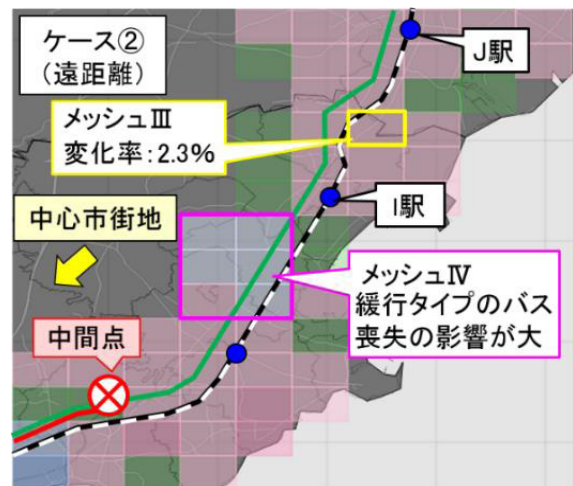


図 13 遠距離地域におけるケース②の変化率の可視化

ー 16.0%とー 6.2%であるのに対して、ケース②ではー 12.9%と 1.0%になっているなど、ケース①と比較すると、ケース②における利便性の低下度合いが緩和された結果となっている。これは、緩行タイプのバスの運行頻度の倍増や経路の変更といった、鉄道通過の影響を緩和するための輸送施策の効果を、適切に反映したものと考えられる。

5.2 遠距離地域における計算結果

図 12 および図 13 は、利便性評価システムを適用して計算した、遠距離地域におけるケース①とケース②の変化率をそれぞれ可視化したものである。

まず、ケース①とケース②共に、全体的に公共交通ネットワークの利便性が向上する結果となっている。これは、鉄道が近距離地域の E 駅～ G 駅間を通過することによる、中心市街地方面への鉄道の速達性向上効果を適切に反映したものと考えられる。また、例えばケース①にお

けるメッシュⅢの変化率が 3.0%であるのに対して、ケース②では 2.3%になっていた。H 駅と I 駅の間にあるため駅から遠く、鉄道の速達性向上効果が小さいメッシュⅣでは、ケース②において利便性が低下していたりするなど、ケース①と比較すると、ケース②では利便性の向上度合いが低下する結果となっている。これは、ケース②において、緩行タイプのバスが中間点で折り返し、遠距離地域では運行されなくなったことの影響を適切に反映したものと考えられ、メッシュⅣにおいては、鉄道の速達性向上効果を、緩行タイプのバス喪失の負の効果が上回ったものと考えられる。

このように、2つのケースを設定したケーススタディにおいて、鉄道やバス等の様々な輸送サービスの変化が公共交通ネットワークの利便性に与える影響を、詳細かつ定量的に評価できていることを確認できた。よって、利便性評価システムの適用性は良好であると考えられる。

6. おわりに

本研究では、まず、以下の様な特徴を持つ、公共交通ネットワークの利便性の定量的な評価手法を構築した。

- 鉄道やバス等の輸送サービスの変化が、公共交通ネットワークの利便性に与える影響を、利便性評価値の変化率で定量化して評価する
- 利便性評価値は、小規模な行動調査で得られるデータやオープンデータに基づく、移動のアクセシビリティ、区間重要度、時間帯重要度を掛け合わせて推計し、地域の交通実態データの蓄積を必要としない
- 地域メッシュを適用して地域内の移動経路を簡略化し、計算対象となる経路を削減することで、利便性評価値の推計の実行性を向上させた

そして、利便性評価手法と GIS とを組み合わせて、以下の様な特徴を持つ利便性評価システムを開発した。

- 鉄道やバスの輸送サービスを様々に変化させた、仮想的な公共交通ネットワークをシステム上で構築し、その利便性評価値や変化率を自動で計算する
- 変化率の計算結果を地域メッシュ単位で可視化できる

最後に、利便性評価システムの適用性は、X 都市圏をモデル地域としたケーススタディで示すことができた。

子供や高齢者など自動車の保有や運転が困難な人々にとって、地域の公共交通は日常生活における重要な移動手段であり、地域の公共交通の衰退は、これら人々の生活や各種活動の機会の喪失に直結する。しかし、交通実態データの蓄積が乏しい地方都市では、自治体、公共交通事業者、住民のそれぞれが、自身の目の届く範囲の限定的な交通実態しか把握できていない場合が多い。そのため、地域の公共交通の輸送サービスのあり方について、関係者間で認識を統一することが困難であったが、開発した利便性評価システムを活用することで、公共交通に対する様々な輸送施策が、公共交通ネットワークの利便

性に与える影響の定量的な評価が可能となり、地域全体にとって望ましい公共交通の構築に繋がるものと考えられる。

今後の課題としては、例えば高齢者の通院など、対象者や移動目的ごとの詳細な評価が可能となるように、手法の深度化や実用性を高める必要があると考える。また、鉄道や路線バス以外の新たな交通モードへの対応も必要になると考えられる。

文献

- 1) 例えば、宮崎耕輔，高山純一，中山晶一郎：地方鉄道の廃線が地域住民の生活に与えた影響分析に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol.34, 2007
- 2) 片上諒，平岡秀和，早崎藍，鈴木春菜，高野伸栄，榊原弘之：中小地方都市の公共交通計画のための簡易交通実態調査手法に関する研究，社会技術研究論文集 vol.11, pp.22-32, 2014
- 3) 国土交通省：平成 22 年度全国都市交通特性調査，http://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/toshi_city_plan_tk_000007.html（参照日：2019 年 10 月 1 日）
- 4) 例えば，国土技術政策総合研究所：アクセシビリティ指標活用の手引き（案），<http://www.nilim.go.jp/lab/jcg/index.files/accessibility.pdf>（参照日：2019 年 10 月 1 日）
- 5) Richerdson, A. J. and Young, W.: A measure of linked-trip accessibility, *Transportation Planning and Technology*, Vol 7, pp. 73-82, 1982.
- 6) 総務省統計局：統計データ，<http://www.stat.go.jp/data/>（参照日：2019 年 10 月 1 日）
- 7) 奥田大樹，渡邊拓也，深澤紀子，鈴木崇正，榊原弘之，中村優志：地方都市の公共交通ネットワークの利便性評価手法，*鉄道総研報告* Vol.32, No.10, pp.23-28, 2018
- 8) 総務省統計局：平成 27 年国勢調査，<https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2015/kekka.html>（参照日：2019 年 10 月 1 日）