

地方都市中心部における来街者の マルチモーダル経路選択行動に関する分析

吉田 康史¹・寺山 一輝²

¹ 学生会員 石川工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条)

E-mail: c181439@gm.ishikawa-nct.ac.jp

² 正会員 石川工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条)

E-mail: terayama@ishikawa-nct.ac.jp (Corresponding Author)

本研究では、石川県金沢市の中心部における来街者を対象として実施した GPS 調査の結果に基づき、来街者のマルチモーダル経路選択モデルを構築する。そして、構築したモデルを用いて、土地利用の再編と交通サービス水準の改善が来街者の回遊行動に及ぼす影響を明らかにする。Recursive logit model を適用して、マルチモーダル経路選択モデルを構築した結果、バスの運賃と歩道幅員がそれぞれ有意に寄与していた。歩道の拡幅とバス運賃の割引を想定して、構築したモデルを用いて交通量配分を行った結果、歩道の拡幅施策では、拡幅された一部のエリアで歩行者が増加することがわかった。その一方で、歩道の拡幅とバス運賃の割引を同時に実施すると、来街者の回遊圏域が広域化することが明らかとなった。

Key Words: *multimodal, route choice, travel mode choice, recursive logit model, city center*

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

わが国では、都心の空洞化が進行しており、その活性化が喫緊の課題となっている。こうしたことから、全国各地の都心部では、来街者の回遊行動を促進するために、歩道の拡幅や施設の再配置などの土地利用の再編が行われている。一方、都心の賑わいを創出するためには、回遊のための移動手段を徒歩のみに依存することには限界がある。こうしたことから、諸外国では LRT を水平方向のエレベータとして機能させており、また国の内外を問わず循環型バスやシェア型自転車等の導入が図られている。また、近年では、新たなモビリティサービスである MaaS の活用が注目されている。このように多様なモビリティを整備し、それらを統合化することによって、来街者の新たな回遊行動の誘発が期待できる。

したがって、都心の賑わいを創出するためには、「施設配置などの土地利用の再編」と「多様な交通サービスの確保」の双方を組み合わせた都心空間の再整備戦略を策定するとともに、その整備効果を評価することが求められる。

そこで本研究では、石川県金沢市の中心部を対象に実施した GPS 行動調査の結果に基づき、来街者のマルチモーダル経路選択モデルを構築することを目的とする。具体的には、まず、個々人の GPS 行動軌跡データから利用交通手段を判別し、トリップチェーンを抽出する。そして、来街者の回遊行動にみられる特徴を明らかにする。次に、Recursive logit model を適用して、交通手段と経路の選択から成る回遊行動モデルを構築する。最後に、構築したモデルを用いて、土地利用の再編と交通サービスの改善が来街者の回遊行動に及ぼす影響を明らかにする。

(2) 既往研究の整理

都心部における来街者の回遊行動分析に関する研究は数多く存在するが、それらの多くが歩行者を対象としたものである。例えば、安藤・氏原¹⁾は、歩行者中心の都市空間整備の社会実験前後における回遊行動や来街手段の変化を分析している。高田ら²⁾や荒木ら³⁾は、ネスティッドロジットモデルを適用して歩行者の一連の回遊行動を記述し、シミュレーションを行っている。

トリップチェーン内の交通手段の選択モデルを構築している研究は多数存在する。例えば、Ben-Akiva and

Bowman⁴⁾によって提案されたアクティビティモデルを用いて、羽藤ら⁵⁾は自転車共同利用システムを評価している。また、金森ら⁶⁾はLRT導入が中心市街地活性化に及ぼす影響を分析している。しかし、都心部における来街者の回遊行動の中での利用交通手段の選択行動を明らかにした研究は限られており、寺山ら⁷⁾は、神戸市の都心商業地域を対象として、回遊行動の中での交通手段の組合せパターンを実態を明らかにしている。

2. マルチモーダル経路選択モデルのフレームワーク

(1) Recursive logit model の概要

本研究では経路選択モデルとして Fosgerau et al.⁸⁾が提案した Recursive Logit Model (RLモデル)を用いる。RLモデルでは、来街者が交差点ごとに逐次的なリンク選択を行うことで目的地に到達する、というマルコフ過程を仮定する。このとき、経路 σ をリンク $a_1, \dots, a_j \in \mathcal{A}$ (\mathcal{A} : リンクの集合) とすると、経路選択確率 \mathbb{P} は式(1)で表される。

$$\mathbb{P}(\sigma = [a_1, \dots, a_j]) = \prod_{j=1}^{J-1} p(p_{j+1}|a_j) \quad (1)$$

来街者は現在のリンク k から次のリンク a を選択する際、遷移可能なリンクの集合から瞬間効用 $u(a|k)$ と選択したリンクから目的地までの最大期待効用 $V^d(a)$ との和を最大化する選択肢を選択する。このとき、来街者はすべてのリンクの効用を大域的に認知しているわけではないため、最大期待効用 $V^d(a)$ は空間割引率 β によって割引される。最大期待効用 $V^d(a)$ は Bellman 方程式における価値関数として式(2)のように表すことができる。

$$V^d(k) = \mathbb{E} \left[\max_{a \in \mathcal{A}(k)} \{v(a|k) + \beta V^d(a) + \mu \varepsilon(a)\} \right] \quad (2)$$

$v(a|k)$ は瞬間効用 $u(a|k)$ の確定項を表し、 μ はスケールパラメータ、 $\varepsilon(a)$ はガンベル分布に従う誤差項を表している。

ここで、リンク k からリンク a を選択する確率は以下の式(3)で表される。

$$p(a|k) = \frac{e^{\frac{1}{\mu}\{v(a|k) + \beta V^d(a)\}}}{\sum_{a' \in \mathcal{A}(k)} e^{\frac{1}{\mu}\{v(a'|k) + \beta V^d(a')\}}} \quad (3)$$

ログサムを用いて式(2)を式(4)のように変形することができ、両辺に指数をとることで式(5)を得る。

$$V(a) = \begin{cases} \mu \log \sum_{a \in \mathcal{A}} \delta(a|k) e^{\frac{1}{\mu}\{v(a|k) + \beta V^d(a)\}}, & k \neq d \\ 0, & k = d \end{cases} \quad (4)$$

$$e^{\frac{V(a)}{\mu}} = \begin{cases} \sum_{a \in \mathcal{A}} \delta(a|k) e^{\frac{1}{\mu}\{v(a|k) + \beta V^d(a)\}}, & k \neq d \\ 1, & k = d \end{cases} \quad (5)$$

ここで、式(3)を計算するためには式(2)の Bellman 方程式を解く必要がある。以下を要素として持つ行列 $\mathbf{z}(|\mathcal{A}| \times 1)$ 、 $\mathbf{M}(|\mathcal{A}| \times |\mathcal{A}|)$ を定義する。

$$z_k = e^{\frac{\beta V^d(a)}{\mu}}, \quad M_{ka} = \delta(a|k) e^{\frac{v(a|k)}{\mu}} \quad (6)$$

また、行列 $\mathbf{X}(\mathbf{z})(|\mathcal{A}| \times |\mathcal{A}|)$ ($X(z)_k = (z_k)^\beta$)を定義して式(5)を以下のように行列表現する。

$$\mathbf{z} = \mathbf{M}\mathbf{X}(\mathbf{z}) + \mathbf{b} \quad (7)$$

式(7)は大山・羽藤⁹⁾に従い、不動点に達するまで繰り返し計算することで求解する。

(2) マルチモーダルネットワークの生成

本研究では、RLモデルを用いて、来街者の回遊行動における交通手段の選択と経路選択を記述することを試みる。マルチモーダルな経路選択を可能とするために、多層ネットワークを構築する。具体的には、交通手段ごとのネットワークレイヤーを作成し、レイヤー間をダミーリンクで接続することによって回遊行動における交通手段の選択を考慮した経路選択モデルを提案する。図-1は公共交通と徒歩の多層ネットワークを示したものである。このとき、レイヤー間を接続するダミーリンクは公共交通の乗車・降車を表している。このような多層レイヤーのネットワークを構築することによって、交通手段ごとの旅行時間や、歩道幅員、沿道の施設数、公共交通のサービス水準(運賃、待ち時間)などの様々な変数を考慮できる。すなわち、単一の経路選択モデルにおいて土地利用と交通サービスの再編を同時に評価できる。

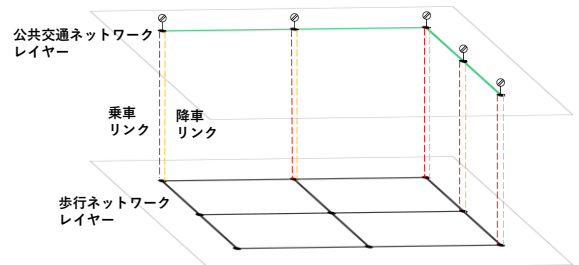


図-1 本研究におけるマルチモーダルネットワーク

3. 分析対象地域と使用データの概要

(1) 分析対象地域の概要

分析対象地域は図-2 に示す石川県金沢市の中心部である。金沢市は金沢城公園、兼六園周辺が旧市街地であり、金沢駅から約 2.5km の位置にある。金沢駅と旧市街地を繋ぐ国道 157 号は都心軸と呼ばれており、商業施設やホテル、オフィスなどが立地している。また都心軸では片側 2 車線の道路とともに歩道が整備されている。一方、都心軸以外は細街路のネットワークが形成されており、歴史的・文化的施設が立地している。旧市街地は「しいのき広場」「金沢城公園」「兼六園」が一体となり、水と緑が調和した街路となっている。

地域内の交通サービスは路線バスが金沢駅を中心として放射上に整備されており、駅から観光地を巡回する路線は運行頻度も多い。また、シェア型自転車(まちのり)も普及しており市民の利用率は高い。

(2) 使用データの概要

本研究では、市販の GPS ロガーを用いて回遊行動データを取得した。GPS ロガーは 5 秒間隔で位置情報および時刻、速度を得ることができる。県内在住の学生、会社員に 2022 年 7~9 月の期間で筆者らが調査を直接依頼した。その結果、96 人の行動データを入手することができた。以降の分析ではこの 96 人のデータを用いる。なお、個人属性については、男女比は概ね 1:1 であり、年代は 10 代・20 代が多い。

道路ネットワークデータ、および施設の位置データは open street map から取得した。また、地域内で運行しているバスのサービス水準はバス会社の HP から入手した。



図-2 分析対象地域(石川県金沢市)

4. 金沢市中心部における回遊行動の実態

(1) 移動・滞在・交通手段の判別

GPS ロガーでは、上述したように 5 秒間隔で位置データ、速度、時刻が記録されている。本研究では、まず得られた速度データから、各位置データの移動と滞在を判別することを試みる。具体的には、既存研究⁷⁾を参考にして、時速 2km 以下の点を何らかの目的で停止したと仮定し、それらが 10 分以上継続したものを滞在として抽出した。移動として抽出された位置データについては、さらに交通手段の判別を行った。対象地域には鉄道路線が存在しないため、時速 20km 以上のデータをバス、もしくは自動車とした。このとき両者の差異は、GIS 上で位置データがバス路線上に位置しているかどうかで判別した。移動速度が時速 10km~20km のものは自転車とし、時速 2km~10km のものを徒歩とした。

(2) トリップ属性にみられる特徴

図-3 は被験者の回遊中における移動手段の組み合わせパターンの構成を示したものである。これより、徒歩のみで回遊しているパターンが全体の 46.2% を占めており、最も多くなっている。これに次いで、徒歩とバスを組み合わせるパターンが 31.9%、徒歩と自転車を組み合わせるパターンが 12.1% となっている。その一方で、対象地域はシェア型自転車が普及しているに関わらず、自転車を利用して回遊するパターンは少ない。これは被験者の大半が 10・20 代の学生であることが影響している。以上より、対象地域では、徒歩とバスが回遊中の代表的な移動手段であることがわかった。

図-4 は交通手段の組み合わせパターン別にみた移動時間と滞在時間の平均を示したものである。全被験者の平均は、移動時間が 1.12 時間、滞在時間が 1.60 時間となっている。交通手段の組み合わせパターン別にみると、まず移動時間については、徒歩・自動車・自転車のいずれかの単一の交通手段で回遊する場合は、

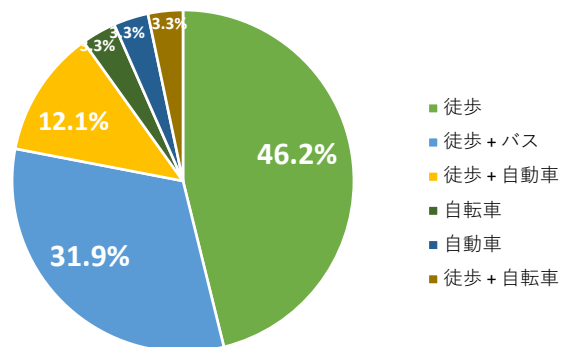


図-3 交通手段の組み合わせパターンの構成

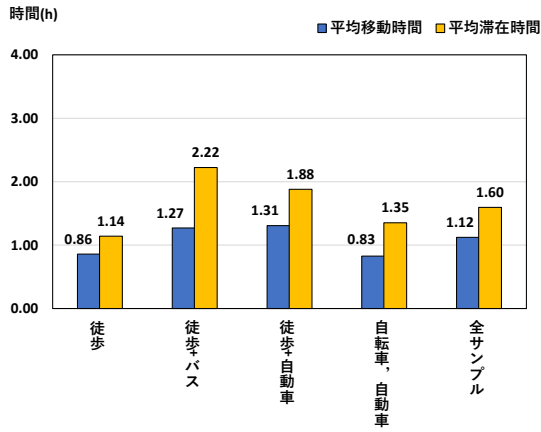


図-4 交通手段別にみた移動・滞在時間

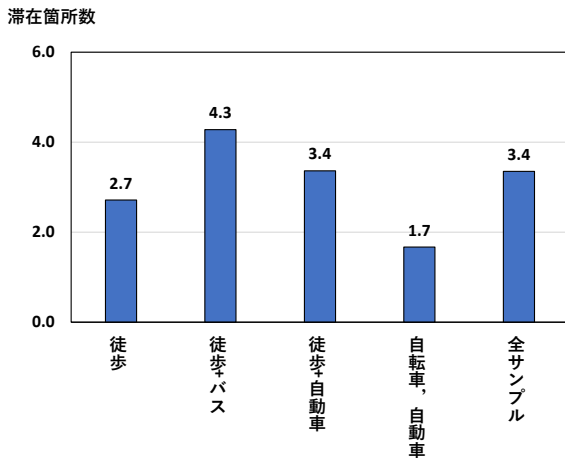


図-5 交通手段別にみた滞在箇所数

複数の交通手段を組み合わせて回遊する場合に比べて移動時間が短い傾向にある。徒歩とバス、徒歩と自動車の組み合わせパターンを比較すると、後者のパターンの方が若干長くなっているが、両者に顕著な差は認められない。滞在時間を見ても、徒歩のみで回遊するパターンが最も短くなっている。また、単一の交通手段よりも複数の交通手段を組み合わせて回遊する方が滞在時間は長くなっている。滞在時間が最も長いのは、徒歩とバスを組み合わせて回遊するパターンで約 2.2 時間となっており、徒歩と自動車を組み合わせるパターンよりも長い。

図-5 は交通手段の組み合わせパターン別にみた平均滞在箇所数を示したものである。全被験者の平均は 3.4 箇所である。交通手段の組み合わせパターン別にみると、自動車もしくは自転車の単一の手段での回遊は、滞在箇所数が最も少ない。また、徒歩のみで回遊するパターンの平均は 2.7 箇所である。これに対して、複数の交通手段を組み合わせると、滞在箇所数は増加し、徒歩とバスを組み合わせるパターンが 4.3 箇所と最も多くなっている。

以上を勘案すると、公共交通サービスを向上させる

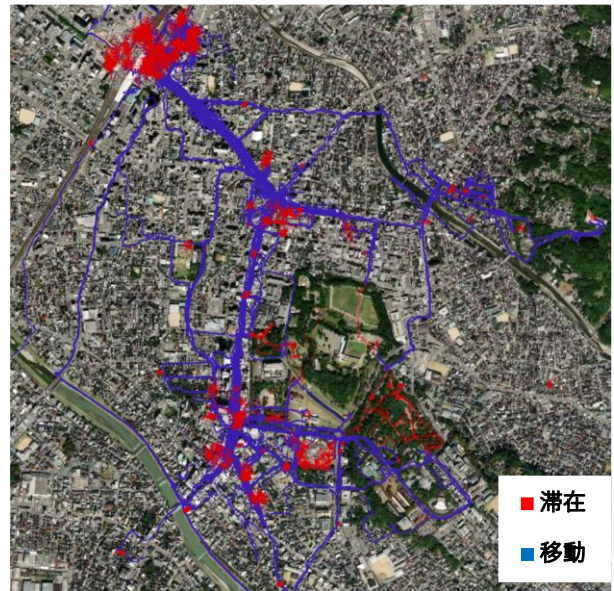


図-6 来街者の移動と滞在の空間分布

ことによって、まちなかでの滞在時間、訪問箇所が増加し、来街者の回遊行動の活性化が期待できることを示唆している。

(3) 回遊経路・滞在箇所の空間分布

図-6 は、被験者の移動と滞在の空間分布を示したものである。なお、ここではリンクへのマップマッチングは実行せずに、移動と滞在を判別した位置データをそのままプロットしている。マップマッチングの結果については5章で示す。これより以下のことがわかる。

まず滞在箇所の分布をみると、金沢駅の周辺において被験者の滞在割合が最も高いことがわかる。一方、旧市街地においても滞在地点が点在しているものの、金沢駅と比べるとその割合は相対的に低くなっている。旧市街地の主要な滞在箇所としては、百貨店や大規模商業施設が挙げられる。また、小規模な店舗が立ち並ぶ堅町通りや、飲食店が集積している片町・木倉町においても滞在箇所が多い傾向にある。

移動経路の分布についてみると、金沢駅と旧市街地を結ぶ国道 157 号の移動が最も多くなっている。旧市街地の街路では、広坂通りにおいて移動割合が高くなっている。これらの街路は車道・歩道がともに整備されているため、移動量が多くなっている。その一方で、主要な幹線道路に接続する細街路では、移動量が少なく、対象地域内での来街者の回遊経路が限定的である様子が窺える。

5. マルチモーダル経路選択モデルの構築

ここでは、分析対象地域において得られた GPS 行動軌跡データを用いて、来街者のマルチモーダル経路選択モデルを構築することを試みる。

(1) 経路データの作成

RL モデルを適用するために、GPS ロガーから得られた位置データに対してマップマッチング処理を行い、被験者ごとにリンクベースの経路データを作成する必要がある。そこで本研究では、GIS 上で、目視によって各位置データを最寄りのリンクにマッチングさせることで経路データを構築した。その結果、マッチング不能なデータを除き、132 トリップの経路データを作成することができた。以降の分析ではこれらのトリップデータを用いることとする。

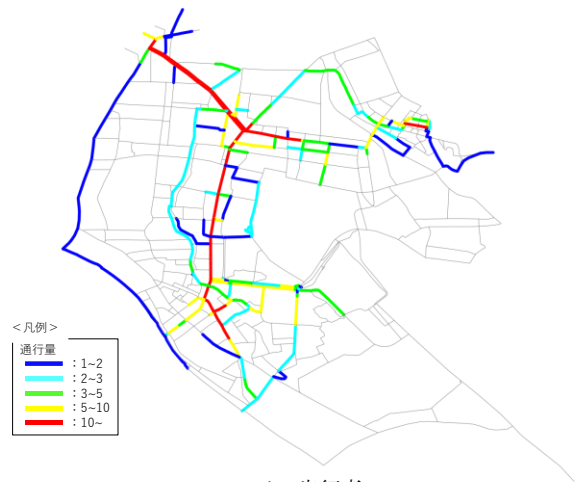
図-7a)は、マップマッチングにより抽出された歩行者の回遊経路の分布を示したものである。回遊経路の分布は4章(3)に示した図-6と概ね一致しており、マップマッチング処理が適切に実行できたといえよう。図-7b)はバス乗車時の回遊経路を、図-7c)はバス停の乗降車数の分布をそれぞれ示したものである。3章で述べたように、対象地域では金沢駅を中心としたバス路線網が形成されている。そのため、金沢駅でのバスの乗車・降車が最も多くなっている。また、金沢駅と旧市街地(香林坊・広坂)を結ぶバス路線の利用者が多いことから、金沢駅から旧市街地へのアクセス手段としてバスが重要な役割を果たしていることがわかる。

(2) 経路選択モデルの概要

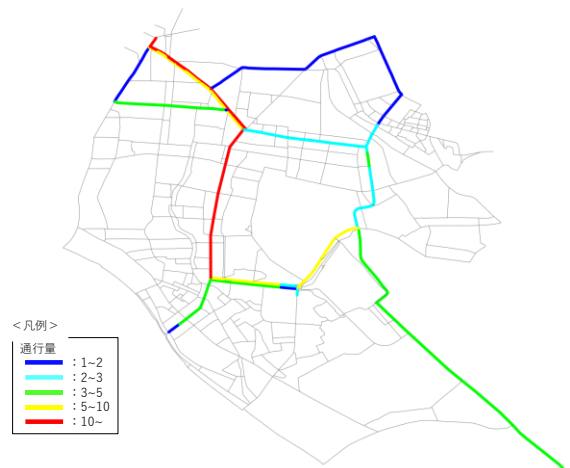
RL モデルは再帰的な構造であるため、価値関数を求解する際に計算負荷が大きくなる⁸⁾。すなわち、ネットワークの規模が大きくなるにつれて、計算時間が長くなる。そこで本研究では、対象地域の道路ネットワークのリンクを集約した。具体的には、経路データにおいて利用実績のない細街路のリンクをネットワークから削除した。このとき、主要な街路については利用実績に関わらず用いることとした。その結果 1,596 のリンクが抽出された。

マルチモーダル経路選択モデルを構築することを目的としているため、本研究では交通手段として、利用頻度の多い「徒歩」と「バス」を対象とする。バス路線に基づき、バスリンクを作成し、歩行リンクとバスリンクを結ぶ、乗車・降車のダミーリンクを作成した。バスリンク数は428であり、乗車・降車ダミーリンク数は151である。

説明変数として、「移動時間」「バスの運賃」「歩道幅員」「沿道の施設数」「Uターンダミー」を用い



a) 歩行者



b) バス



c) バスの乗車・降車

図-7 回遊経路の分布

る。ここで、「移動時間」はリンク長を平均旅行時間で除すことで算出した。徒歩の旅行速度は時速 4.8km, バスの旅行時間は時速 15km とした。また、乗車リンクの移動時間は待ち時間として、地域内の平均待ち時間

(7.5分)を用いた。対象地域内は200円で移動することが可能であるため「バスの運賃」は降車ごとに200円に設定した。「歩道幅員」は国土地理院の基盤地図およびGoogle Earthを用いて筆者らが計測した。「沿道の施設数」はopenstreet mapから入手し整備した。「Uターンダミー」のパラメータについては、定数として「-0.01」を与えることとした。

(3) パラメータの推定結果

本研究では、上述した説明変数を用いて、マルチモーダル経路選択モデルを構築する。ここでは最大期待効用の割引率は0.05刻みで与えて、パラメータを推定し、推定精度が最も高くなる結果を採用した。

表-1はパラメータの推定結果である。調整済み尤度比は0.40であり、比較的良好な精度である。パラメータの有意性をみてみると、「バスの運賃」と「歩道幅員」が有意水準1%をそれぞれ満たしている。

各パラメータについてみてみると、有意水準1%を満たす「バスの運賃」はマイナスの値、「歩道幅員」はプラスの値をそれぞれ示しており、符号の整合性が取れている。すなわち、運賃が安くなるにつれてバスの利用確率が高まる。そして、歩道幅員が広い街路ほど歩行確率が高まることがわかる。このように、本モデルを構築することによって交通サービスと土地利用の再編の両者を考慮した来街者の経路選択行動を記述・評価することが可能となる。一方、有意性は低いものの、「沿道の施設数」のパラメータはプラスの値を示しており、符号の整合性は取れているため、沿道の施設が多い街路ほど選択されやすいと解釈される。「移動時間」のパラメータの符号は直感に反した結果となり、有意性も低い。この理由としては、バスを利用した経路データが少ないことが挙げられる。また、この結果は、歩行者は必ずしも最短経路で目的地まで移動せずに、街路の雰囲気などを楽しみながら回遊してい

るとも解釈できる。しかし、このことについてはデータをさらに蓄積することによって検証しなければならない。

(4) 歩道拡幅・運賃割引が回遊行動に及ぼす影響

推定したパラメータを用いて、交通量配分を行い、歩道の拡幅およびバスの運賃の割引が来街者の回遊行動に及ぼす影響を試算する。具体的には、金沢市の都心軸と歴史的・文化的な空間(兼六園・金沢城公園)を結ぶ、広坂通りの片側2車線を歩行者専用道にすることを考える。また、バスの運賃については、金沢駅と兼六園を結ぶ路線の運賃を半額(100円)にすることを考える。

本研究では、歩道の拡幅のみが実施された場合(ケース1)と、歩道の拡幅・バス運賃の割引がともに実施された場合(ケース2)を想定して、交通量配分を行う。そして、通常時の配分結果との差を求め、交通量の変化を計測する。なお、ODパターンは、GPS調査によって得られた被験者のものを与えることとする。

図-8は、ケース1の交通量の配分結果を示したものである。なお、図の上段はバス利用者の交通量の増加率、下段は歩行者交通量の増加率をそれぞれ示している。また、バスの乗降車の増加率は円の大きさを示しており、上段が降車、下段が乗車を表している。まず、歩行者の結果についてみてみると、歩道を拡幅した広坂通りで交通量が最も増加していることがわかる。そして、広坂通りの裏路地や、片町エリアまで回遊が拡大している様子が窺える。バス利用者についてみてみると、広坂通りと片町エリアを結ぶ路線で交通量が増加し、限られたエリアではあるものの、バスを活用して回遊するパターンが顕在化している。このように、一部区間の歩道化は来街者の回遊行動の広域化に寄与するものではないことがわかる。

図-9は、ケース2の交通量配分の結果を示したものである。歩道の拡幅(土地利用の再編)とバス運賃の割引(交通サービスの拡充)が同時に実施された場合である。ケース1と同様に、広坂通りを中心して、歩行者・バス利用者が増加していることがわかる。その一方で、近江町市場からひがし茶屋街、広坂通りからひがし茶屋街を結ぶそれぞれのバス路線で利用者が増加しており、その結果として、ひがし茶屋街の周辺で歩行者交通量が増加している。このことから、土地利用の再編と交通サービスの拡充を同時に実施することによって、来街者の回遊範囲は広域化し、地域全体で回遊行動が活性化することが明らかとなった。

表-1 経路選択モデルのパラメータの推定結果

	パラメータ	t値
移動時間[分]	0.030	1.66
バス運賃[円/10]	-0.030	-3.95 **
歩道幅員[m]	0.049	3.43 **
施設数[件]	0.320	1.87
Uターンダミー(fixed)	-0.01	—
割引率(fixed)	0.75	—
サンプル数	132	
調整済み尤度比	0.40	

*:5%有意, **:1%有意

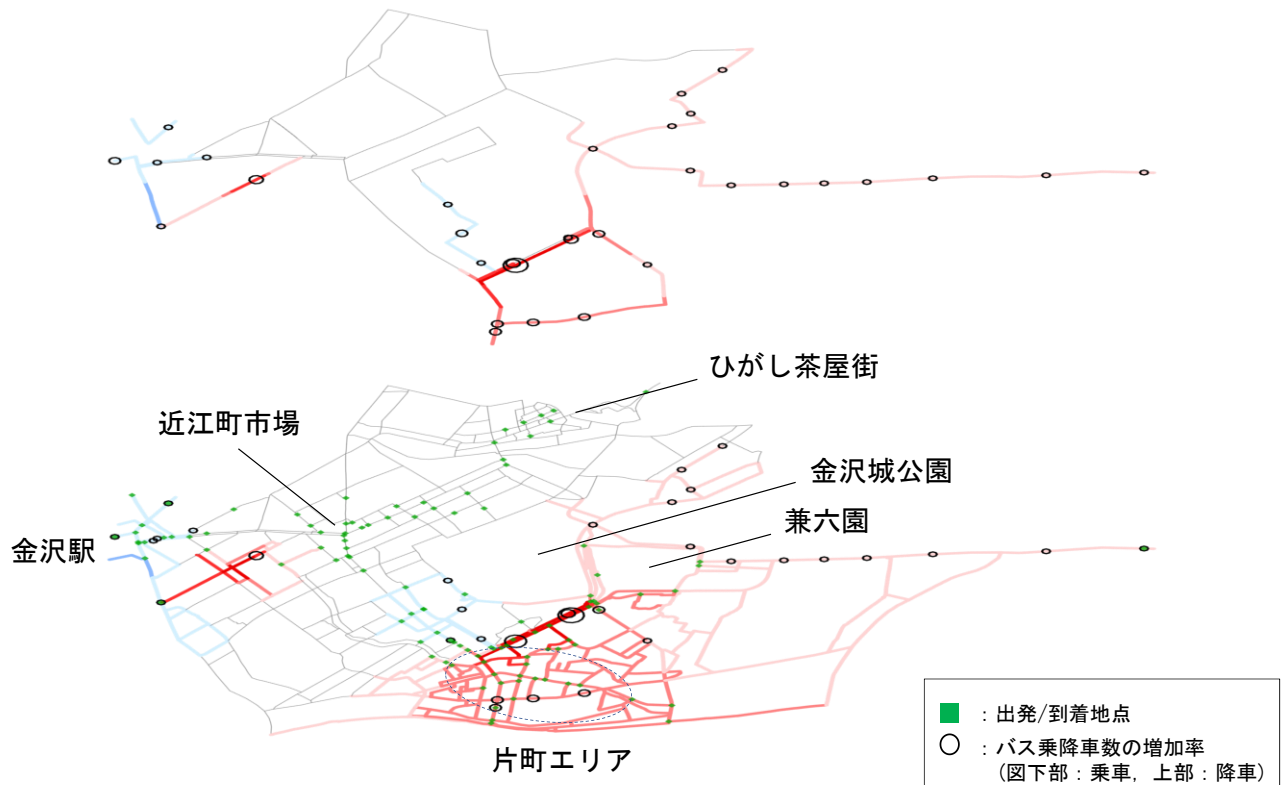


図-8 歩道拡幅による交通量の変化

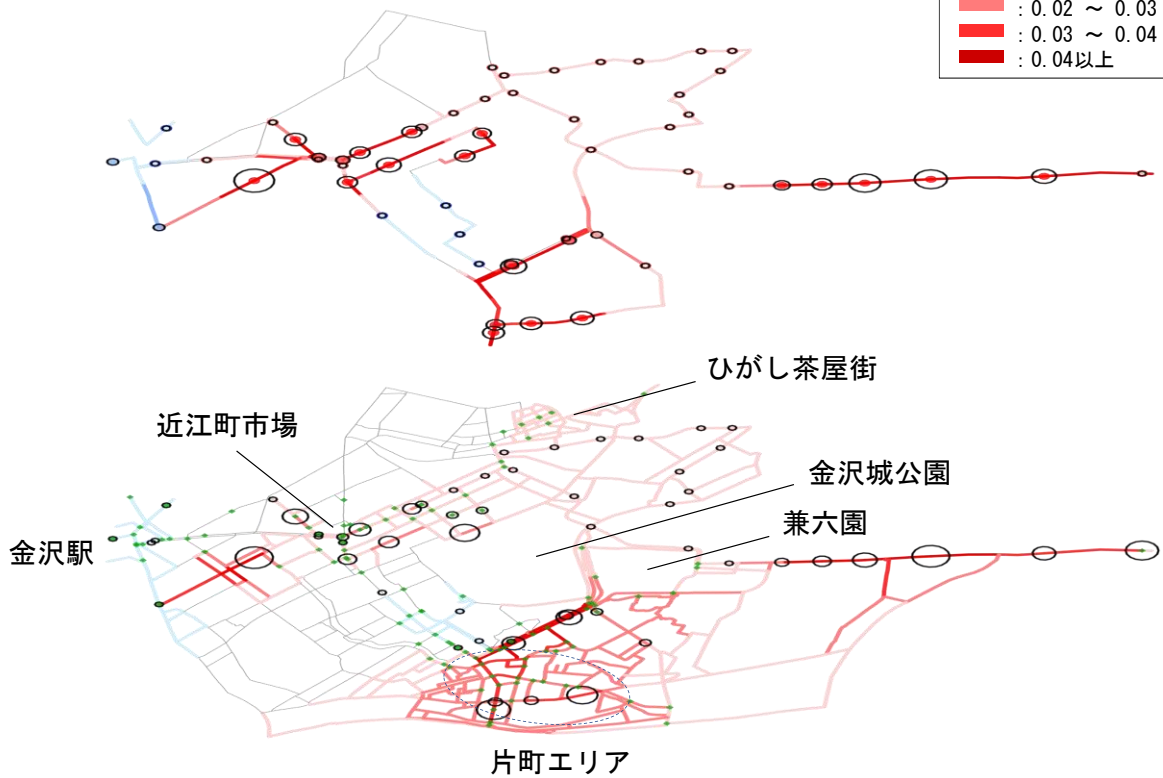


図-9 歩道拡幅とバス運賃の割引による交通量の変化

6. おわりに

本研究では、金沢市中心部を対象として、RL モデルを適用して、来街者のマルチモーダル経路選択モデルを構築した。以下では得られた成果を要約するとともに、今後の課題について述べる。

- 1) 「土地利用の再編」と「交通サービスの確保」の双方を評価可能な経路選択モデルを構築するために、道路ネットワークを交通手段ごとに分ける多層ネットワーク構造を提案した。
- 2) RL モデルを適用して、マルチモーダル経路選択モデルを構築した結果、比較的良好な精度でパラメータを推定することができた。来街者の経路選択の要因として、バスの運賃、歩道幅員が抽出され、運賃の安いバスルートおよび歩道が整備されている街路が選択される傾向にあることが明らかとなった。
- 3) 歩道の拡幅およびバス運賃の割引による交通量配分を行った。その結果、歩道が拡幅されると、対象地域の限られたエリアで回遊行動が活性化することが示された。その一方で、歩道の拡幅とバス運賃の割引を同時に実施することで、来街者の回遊圏域が広域化することが明らかとなった。

今後の課題としては以下の諸点が挙げられる。本データは利用交通手段に偏りがあり、バス利用者の経路データが少ない。そのため、経路選択に寄与する変数が限られている。今後はサンプル数を拡大することによってモデルの精緻化を図りたい。また、本研究では徒歩とバスの経路選択行動を対象としたが、自動車や自転車の選択も可能となるようにモデルを拡張する必要がある。

謝辞：本研究は、JSP 科研費(22K04359)の助成を受けて実施したものである。記して謝意を表する。

REFERENCES

- 1) 安藤亮介, 氏原岳人: プローブパーソンデータを用いた中心市街地における歩行者中心の都市空間創出の影響分析—来訪者の交通行動と居住地特性に着目して—, 都市計画論文集, Vol.53, No.2, pp.161-171, 2018.
- 2) 高田淳司, 内田賢悦, 杉木直: 回遊行動のシミュレーションモデルによる都心部整備効果分析に関する研究, 第 33 回交通工学研究発表会論文集, pp.515-522, 2013.
- 3) 荒木雅弘, 溝上章志, 円山琢也: まちなか回遊行動の詳細分析と政策シミュレーションのための予測モデル, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.71, No.5, pp.323-335, 2015.
- 4) Ben-Akiva, M. and Bowman, J. L.: Integration of an Activity-based Model System and a Residential Location Model, *Urban Studies*, Vol. 35, No. 7, pp. 1131-1153, 1998.
- 5) 羽藤英二, 藤井敬士, 原祐輔: 都市生活パターンに着目した自転車共同利用システムの評価, 土木計画学研究講演集, 2009.(CD-ROM)
- 6) 金森亮, 森川高行, 倉内慎也: LRT 導入が中心市街地活性化に及ぼす影響分析—名古屋市への統合型交通需要予測モデルの適用にて—, 都市計画論文集, Vol.45, No.3, pp.853-858, 2010.
- 7) 寺山一輝, 小谷通泰, 羽岡陽平: 都心部における公共交通サービスが来街者の活動空間に及ぼす影響に関する分析—GPS による行動軌跡データを用いて—, 日本都市計画学会学術研究論文集, Vol.56, No.3, pp.842-849, 2021.
- 8) Fosgerau, M., Frejinger, E. and Karlstrom, A.: A link based network route choice model with unrestricted choice set, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol.56, pp.70-80, 2013.
- 9) 大山雄己, 羽藤英二: 一般化 RL モデルを用いた災害時の経路選択行動分析, 交通工学論文集, Vol.3, No.5, pp.1-10, 2017.

(Received March 6, 2023)

ANALYSIS OF VISITORS' MULTIMODAL ROUTE CHOICE BEHAVIOR IN A CENTRAL DISTRICT OF SMALL AND MEDIUM SIZED CITY

Koji YOSHIDA and Kazuki TERAYAMA