まちなかでの小さな滞在に着目した来街者の回遊行動分析

中道　叶[1]・寺山　一輝[2]

[1]学生会員　石川工業高等専門学校　環境建設工学専攻（〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条）
E-mail: s223209@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)

近年，全国各地において歩行者優先の街路空間を整備し，来街者の回遊行動を促進させる取り組みへの関心が高まっている．回遊行動を促進させるためには，主要な施設の整備に加えて，休憩や軽食などを行うことができる小さな滞在スポットをまちなかに適切に挿入する必要があると考えられる．そこで本研究では，GPS 行動軌跡データに基づき，来街者の回遊中における小さな滞在にみられる特徴を明らかにする．そして，小さな滞在を誘発させるための街路空間の整備パターンを評価する．金沢市中心部におけるケーススタディの結果，小滞在を実施することでまちなかでの回遊時間が増加することが明らかとなった．また，歩道を連続的に整備するとともに，小規模店舗を立地させることによって小滞在の発生確率が増加することを示した．

Key Words: *pedestrian travel behavior, short duration activities, GPS data, city center, street space*

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

わが国の多くの地方都市では，自動車中心の道路構造，施設配置が形成されている．自動車で来街した人々は，1 つの目的地に滞在し，その後すぐに帰宅するといった行動パターンが多い傾向にある．これによって，都心商業地域の賑わいが徐々に失われ，閑散とした街路が各地で顕在化している．こうしたことから，自動車中心の街路空間から歩行者優先の街路空間へ転換し，都心商業地域を活性化，すなわち来街者の回遊行動を促進させることが重要な課題となっている．

来街者の回遊行動を促進させるためには，主要な施設を整備し，それらを繋ぐ街路を歩行者専用化すること等によって魅力的にする必要がある．また，こうした歩行動線上に，休憩や軽食を行うことができるベンチ，店舗などの小さな滞在スポットを適切に挿入することも重要であると考えられる．このような街路空間の再編を実施するにあたっては，施設の新規立地，歩道の拡幅，緑化エリアの整備などの多様な施策をパッケージ化し，この施策パッケージの導入効果を定量的に明らかにする必要がある．

そこで本研究では，金沢市中心部を対象として実施したGPS行動調査データを用いて，来街者の回遊中における滞在タイプを抽出し，その特性を明らかにする．そして，来街者の小さな滞在を誘発させる街路空間の整備パターンを定量的に評価する．具体的にはまず，滞在時間の長さによって滞在タイプを分類し，時空間上で滞在パターンの実態を分析する．次に，分類された滞在タイプのうち小さな滞在に着目して，その発生要因を明らかにする．最後に，多目的最適化アプローチを適用して，予算制約のもとで，来街者の小さな滞在を誘発させるための街路空間パターンを提示する．

(2) 既往研究の整理と本研究の特徴

都心商業地域における来街者の回遊行動の実態分析および，そのモデル化を図った研究は数多く存在する．

回遊行動の実態分析に関する研究として，例えば，鈴木・日野 [1]は自動車による来街に着目し，無料駐車時間の設定が来街者の滞在時間・訪問箇所数に与える影響を明らかにしている．佐藤・円山 [2]は，GPS 行動軌跡データを用いて，時空間上において来街者の回遊圏域・回遊時間の要因を分析している．松中ら [3]は，GPS ロガーを用いて，来街者の位置データと歩数を計測し，個人属性別に歩数・滞在時間にみられる特徴を分析している．

回遊行動のモデル化に関する研究としては，例えば，

西井ら [4]は，観光地での周遊行動を対象として，ハザードモデルを適用し，滞在時間の要因分析をしている．荒木ら [5]や寺山ら [6]は，ネスティッドロジットモデルを適用して来街者の回遊の継続・帰宅の選択，活動内容の選択，目的地の選択，滞在時間の選択からなる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．また，大山ら [7]は離散連続モデルを適用して，活動欲求を考慮した活動の継続・滞在時間の選択モデルを構築し小滞在の発生メカニズムを分析している．この研究では，本研究と同様に来街者の小さな滞在に着目しているが，回遊中における滞在タイプを明確に区分していない．

こうした一連の研究の中で，本研究は，GPS 行動軌跡データから来街者の回遊中における小さな滞在を抽出し，その空間分布にみられる特徴や発生要因を分析する．そして，小さな滞在を誘発させるための街路空間の整備パターンを明らかにする．

2. 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-1** 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，歴史的建造物や文化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，水と緑が調和した空間となっており，連日多くの観光客で賑わっている．また，旧市街地の細街路には飲食店が集積している．

(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，時刻および速度が記録される．

GPS による回遊行動調査は，県内在住の学生・会社員に筆者らが直接依頼し，2022 年 7 月から 9 月にかけて実施した．その結果，被験者 96 名の GPS 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 名のデータを用いる．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 代が多く，他の年代の被験者は限られている．

街路空間の特性指標を整備するために，本研究では，open street map から道路ネットワークデータ，および業種別の施設の位置データを入手した．

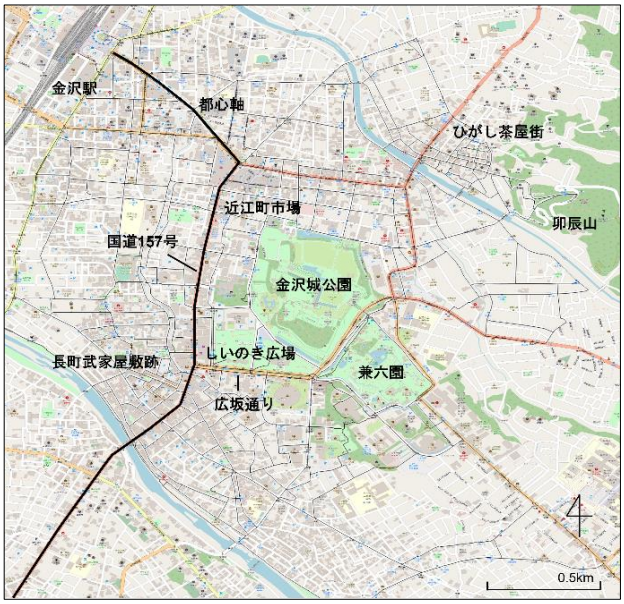


図-1 分析対象地域（石川県金沢市）

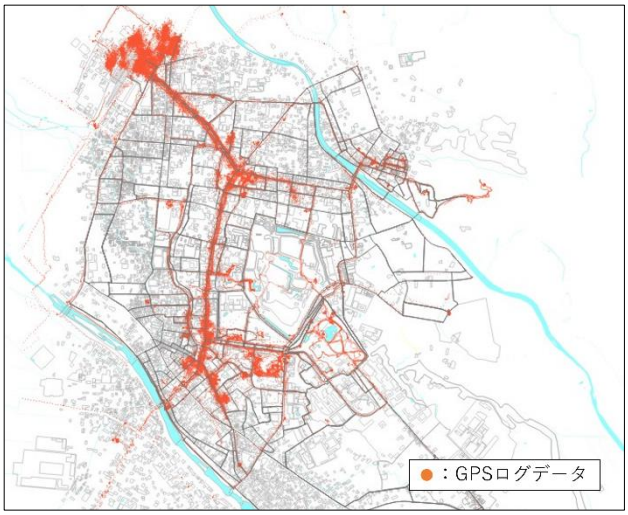


図-2 GPS ログの分布(全被験者)

3. 来街者の回遊行動特性分析

(1) 回遊経路にみられる特徴

図-2 は，全被験者の GPS ログデータを地図上にプロットしたものである．これより以下のことがわかる．

金沢駅前には大規模商業施設が立地しており，買い物・飲食・娯楽施設が集積している．こうしたことから，ログデータが最も集中しており，来街者の活動の拠点であることがわかる．

一方，旧市街地に着目すると，金沢駅前に比べて，ログ密度が低く，それらが点在していることがわかる．旧市街地においてログ密度が高い箇所をみてみると，21 世紀美術館や，国道 157 号沿いに立地している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・木倉町においてもログ密度が高い箇所が存在している．

回遊経路についてみてみると，金沢駅と旧市街地を結ぶ国道 157 号において多くのログを観測している．また，金沢駅からひがし茶屋街までの街路，旧市街地の広坂通りにおいてもログが観測されている．これらの街路はいずれも歩道が整備されている．一方，歩道が整備されていない細街路においてはログ数が少ないことがわかる．こうしたことから，来街者の回遊経路は限定的である様子が窺える．

(2) 滞在タイプの抽出

GPS ロガーでは，前述したように 5 秒間隔で位置，速度，時刻が記録されている．ここでは，各位置データの移動と滞在の判別を行う．本研究では，時速 2km 以下の点は何らかの目的で停止し，時速 2km よりも大きいものは移動と仮定した．このとき，時速 2km 以下の点群には，店舗での買い物・飲食・休憩などの活動や，信号待ち，バス待ち等のデータが含まれている．本研究では，店舗での買い物などの活動のみを分析の対象とする．そのために，まず信号待ち・バス待ちのデータを除外することを試みる．具体的には，まず GIS 上で各被験者のログをプロットし，交差点・バス停の周辺で時速 2km 以下の点群を抽出した．そして，交差点・バス停の周辺で時速 2km 以下の状態が 1 分以上継続したものを信号待ち・バス待ちと考えて，データから除外した．

次に，店舗等での買い物・飲食・休憩などの活動のために停止した点群から滞在時間の長さによって滞在タイプの分類を行う．本研究では，クラスタリング手法の 1 つである Mean Shift を適用する．Mean Shift では，探索範囲半径を設定してクラスタリングを行う必要がある．探索範囲半径を試行錯誤し，本研究では 10 分を用いることとした．**図-3** はクラスタリングの結果を示したものである．これより，滞在時間の長さによって 4 通りのクラスターを抽出することができた．各クラスターの滞在時間の分布をみてみると，クラスター1 は滞在時間が 0～16 分である．このことから，ウィンドウショッピングや小休憩などの滞在であると考えられる．クラスター2 は滞在時間が 17～37 分であり，飲食店での軽食や専門小売店での買い物が主な活動であると予測される．クラスター3 は滞在時間が 38～62 分であり，飲食店での食事や観光施設での滞在と考えられる．クラスター4 は滞在時間が 63 分以上であり，飲食店や娯楽施設での滞在であると考えられる．

本研究では，クラスター1 を「小滞在」，クラスター2 を「中滞在 1」，クラスター3 を「中滞在 2」，クラスター4 を「大滞在」と定義し，以降の分析を行う．

(3) 滞在タイプ別にみた滞在箇所の空間分布

図-4a)-d)は，滞在タイプ別にみた滞在箇所の空間分布

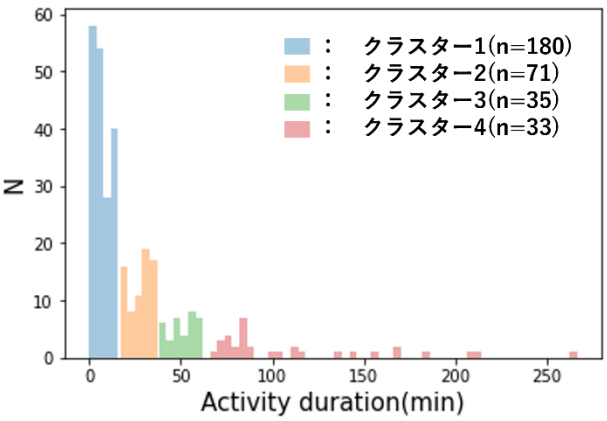


図-3 滞在タイプの抽出結果

を示したものである．ここではカーネル密度図を用いて可視化しており，濃淡が濃くなるほど滞在者数が多いことを表している．

小滞在の分布についてみてみると，滞在箇所が地域内に点在していることがわかる．滞在者数が最も多い地点は大規模商業施設が立地している金沢駅前である．このことから，大規模商業施設では，長時間の滞在のみならず，小さな滞在も多数発生していることが明らかとなった．その他の滞在箇所に着目すると，飲食店が立ち並ぶ旧市街地の片町エリアで小滞在が発生している．また，しいのき広場においても小滞在が若干みられることから，緑化や公園の整備は小滞在の誘発に有効であると考えられる．

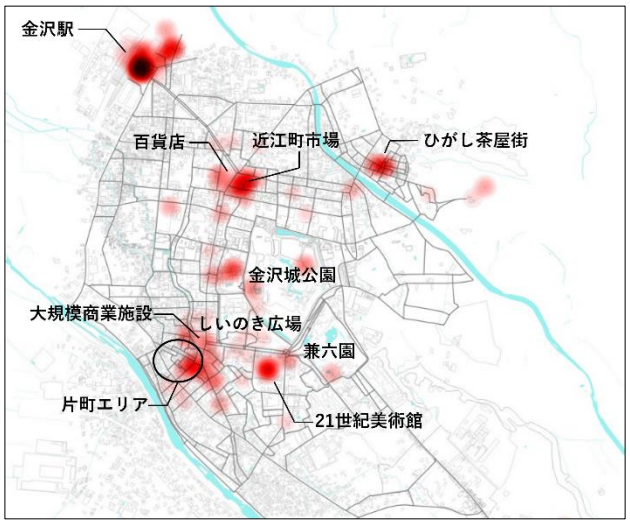
その一方で，中滞在 1・2，大滞在の分布をみてみると，その大半が大規模商業施設と主要観光地である．そのため，小滞在に比べて滞在箇所数が少なく，滞在箇所がより限定的になっている．

(4) トリップチェインにみられる特徴

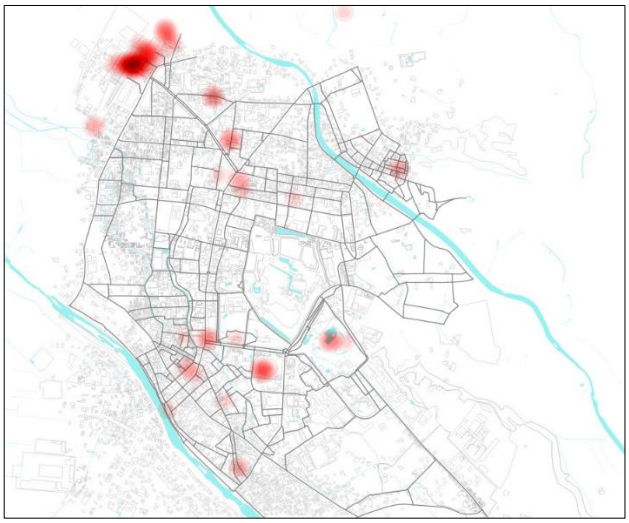
図-5 は，回遊中における被験者の滞在タイプの推移をサンキー図を用いて示したものである．図中の線の太さは被験者数を表している．また，図中では滞在タイプ(A:小滞在，B:中滞在 1，C:中滞在 2，D:大滞在)を表記しており，例えば「A1-44」は 1 トリップ目が小滞在である被験者が 44 名であることを示している．これより以下のことがわかる．

1 トリップ目は小滞在が最も多く，これに次いで，中滞在 1 が多くなっており，大滞在が最も少ない．1 トリップ目以降の遷移をみてみると，小規模・中規模な滞在は，これらの組み合わせで連続する傾向にある．一方，大滞在から小規模・中規模な滞在への遷移は極めて少ない．また，大滞在から大滞在への遷移はみられない．こうしたことから，来街者は主たる活動(大滞在)を実施すると回遊を終了する傾向にあることが推察される．

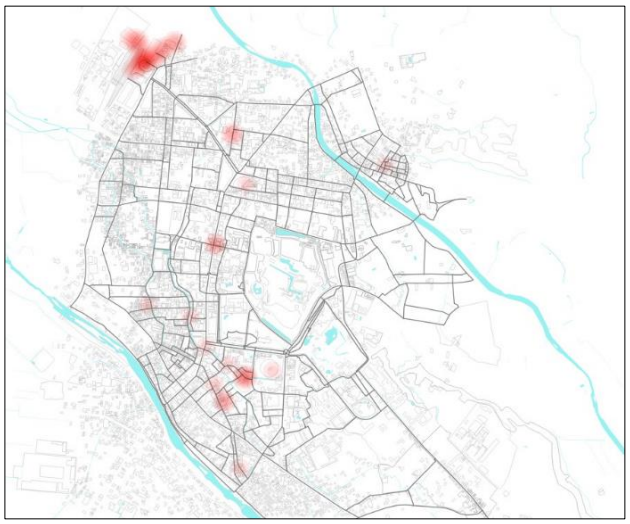
図-6a)-d)は被験者(A～D)の回遊経路を時空間上に可視



a) 小滞在



b) 中滞在 1



c) 中滞在 2



d) 大滞在

図-4 滞在タイプ別にみた滞在箇所の空間分布

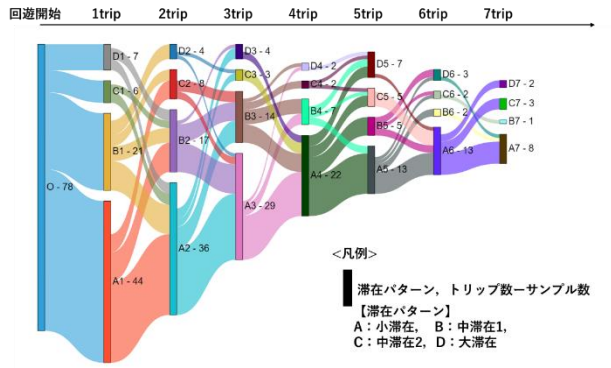


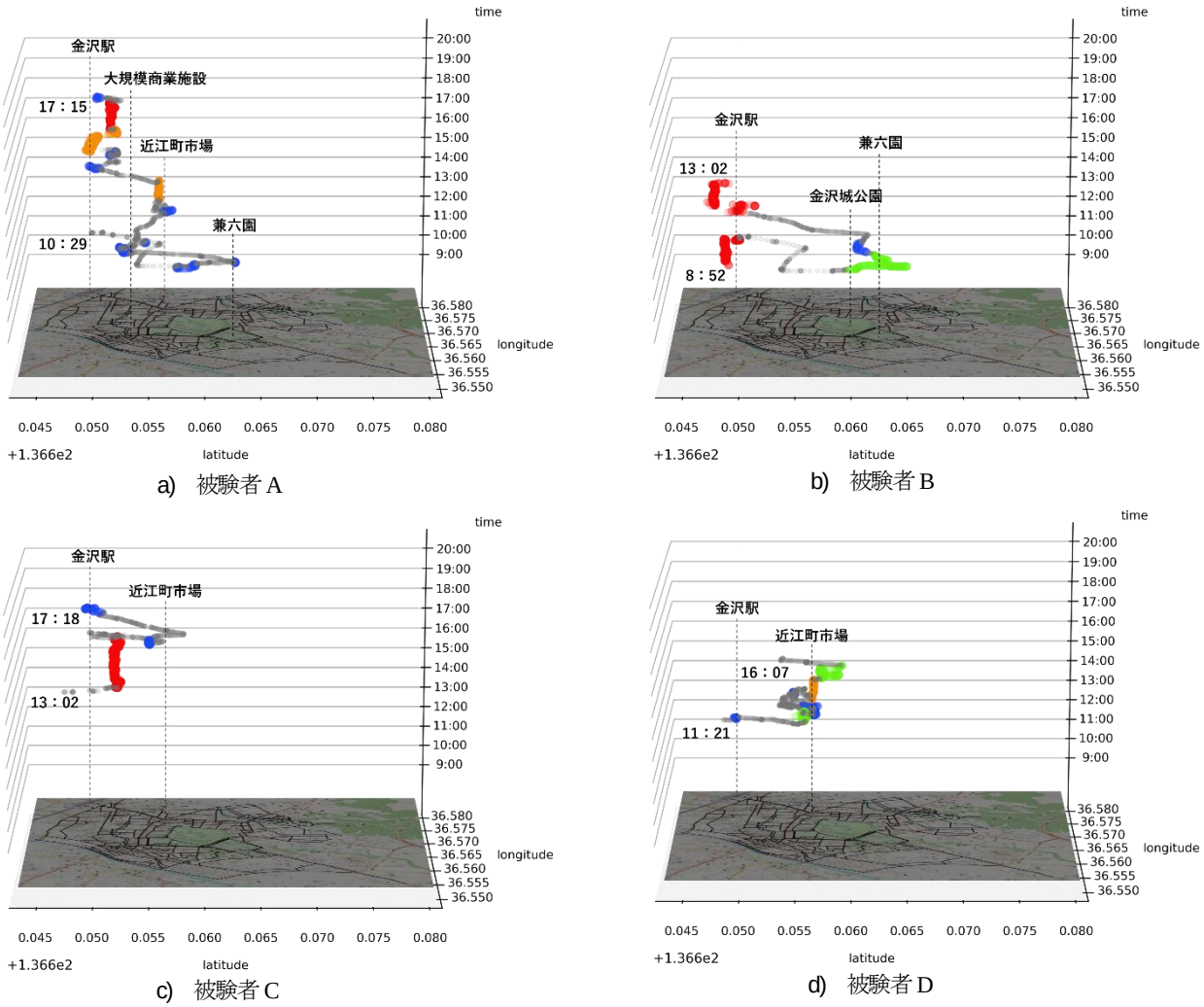
図-5 回遊中における滞在タイプの推移

化したものである．図中では，移動を灰色，小滞在を青色，中滞在 1 を緑色，中滞在 2 を橙色，大滞在を赤色の点でそれぞれプロットしている．また，移動の点の濃淡は移動速度を表しており，濃淡が薄いほど速度が速い，すなわちバスや自動車，自転車を利用して移動していることを示している．

被験者 A の時空間回遊経路をみてみると，10 時 29 分に金沢駅から回遊を開始し，旧市街地で小滞在と中滞在 1 を繰り返し行い，その後，回遊開始地点へ戻り，駅前で大滞在を実施して回遊を終了している．この被験者の総回遊時間は 6.8 時間であり，この内訳は移動が 2.5 時間，小滞在が 1 時間，中滞在 2 が 1.9 時間，大滞在が 1.4 時間となっていた．

被験者 B の回遊経路は，8 時 52 分に金沢駅から回遊を開始し，駅前で大滞在を行っている．その後，旧市街地方面にバスで移動し，金沢城公園と兼六園で小滞在と中滞在 1 を行っている．そして，回遊開始地点へ徒歩で戻り，駅前で大滞在を実施して回遊を終了している．この被験者の総回遊時間は 4.2 時間であり，この内訳は移動が 0.9 時間，小滞在が 0.1 時間，中滞在 1 が 0.4 時間，大滞在が 2.8 時間となっている．

被験者 C の回遊経路は，13 時 2 分に金沢駅から回遊を開始し，その直後に駅前で大滞在を実施している．そして，小滞在を 2 回行い，回遊を終了している．この被験



a) 被験者 A　　b) 被験者 B

c) 被験者 C　　d) 被験者 D

図-6　時空間回遊経路の分布

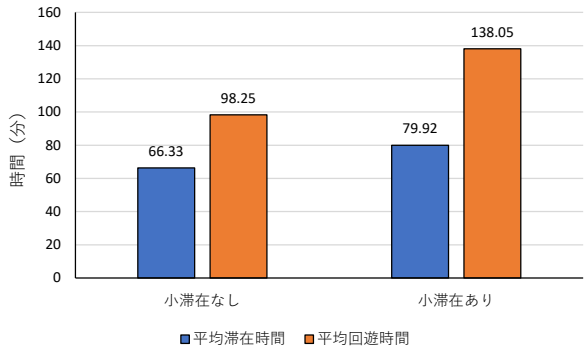


図-7　小滞在の有無別にみた回遊時間・滞在時間

者の総回遊時間は 4.3 時間であり，この内訳は移動が 1.3 時間，小滞在が 0.4 時間，大滞在が 2.6 時間となっていた．

被験者 D の回遊経路は，11 時 21 分に金沢駅から回遊を開始し，まず，駅前で小滞在を行い，そこから徒歩で移動し，近江町市場周辺で中滞在 1 と小滞在を複数回行っている．その後，旧市街地へ徒歩で移動し，中滞在 2 と中滞在 1 を実施して回遊を終了している．この被験者の総回遊時間は 4.8 時間であり，この内訳は移動が 2.1 時間，小滞在が 0.7 時間，中滞在 1 が 1 時間，中滞在 2 が 1 時間となっていた．

図-7 は，小滞在の有無別にみた平均回遊時間・滞在時間を示したものである．これより，回遊中に小滞在を実施しなかった場合に比べて，小滞在を行った場合には，平均回遊時間・滞在時間が長いことがわかる．小滞在を実施することによって，平均滞在時間は 1.2 倍，平均回遊時間は 1.4 倍に増加している．このことは，まちなかに小滞在を促す空間を設けることによって，来街者の回遊行動が活性化することを示唆している．

4.　小滞在の発生要因の分析

ここでは，街路空間構成が来街者の小滞在の発生に及ぼす影響を明らかにする．具体的には，二項ロジットモデルを適用して，来街者がリンク上で小滞在を実施するか否かを選択するモデルを構築する．

本研究では，説明変数として「歩道幅員」「衣服店件数」「飲食店件数」「緑化リンク長」「大規模施設隣接

ダミー」「観光地隣接ダミー」を用いる．ここで「歩道幅員」については，基盤地図情報の道路縁・道路構成線と Google street view を用いて筆者らが独自に整備した．「衣服・飲食店件数」は，open street map から位置データを抽出し，リンクごとに半径 30m のバッファを作成し，バッファ内の施設数をカウントした．「緑化リンク長」は，兼六園文化の森ゾーンとして指定されている，兼六園を中心として半径 1km 内に位置しているリンクとした．「大規模施設隣接ダミー」は大規模商業施設に隣接しているリンクとし，「観光地隣接ダミー」は主要観光施設に隣接しているリンクとした．これらの説明変数はすべて小滞在の効用関数に投入した．

表-1 はパラメータの推定結果を示したものである．パラメータの有意性をみてみると，「歩道幅員」「衣服店件数」「大規模施設隣接ダミー」「観光地隣接ダミー」が有意水準 1%であり，「飲食店件数」「緑化リンク長」が有意水準 10%である．

各パラメータについてみてみると，「大規模施設隣接ダミー」と「観光地隣接ダミー」がそれぞれ正の値を示していることから，大規模施設や観光地で小滞在が発生する傾向にある．これは 3 章(3)で示したように，金沢駅前の大規模商業施設において小滞在が最も多いことが影響している．また，観光地については，21 世紀美術館において小滞在の発生割合が高い．当該施設は，定期的にイベントが開催されているため，観光客のみならず，多くの市民が来訪する傾向にある．「歩道幅員」「衣服店件数」は正のパラメータであることから，歩道が整備されている街路，衣服店が集積している街路で小滞在が発生しやすい．また，有意性は低いものの，「飲食店件数」「緑化リンク長」も正の値を示しており，これらも小滞在を増加させる要因の 1 つである．

以上より，主要な施設を整備することに加えて，歩道や小規模な施設の整備，街路の緑化を実施することによって，まちなかでの小滞在の発生を促進させることが明らかとなった．

表-1　小滞在の発生要因分析の結果

	パラメータ	t 値
歩道幅員[m]	0.158	2.50 ***
衣服店件数[件]	0.065	2.47 ***
飲食店件数[件]	0.567	1.87 *
緑化リンク長(/10)[m]	0.041	1.84 *
大規模施設隣接ダミー	1.142	3.56 ***
観光地隣接ダミー	1.616	4.10 ***
定数項（その他活動）	3.300	14.29 ***
N	798	
調整済み尤度比	0.613	

*：10%有意，**：5%有意，***：1%有意

5. 多目的最適化による街路空間の再配分

(1) 街路空間再配分問題のフレームワーク

本研究では，来街者の小滞在のポテンシャル(発生確率)が最大となる街路空間の整備パターンを評価することを試みる．ここでは，街路の整備として，「歩道の拡幅」「小規模店舗の立地」「街路の緑化」を対象とする．

来街者の小滞在のポテンシャルを最大化するためには，歩道幅員や施設数を最大限増加させることが望ましい．しかし，現実には予算制約が存在するため，整備可能な街路の範囲は限られる．すなわち，来街者の小滞在のポテンシャルと街路空間の整備コストはトレードオフの関係にある．そこで本研究では，小滞在のポテンシャルの最大化と街路空間の整備コストの最小化の多目的最適化問題を解き，予算制約に応じた街路空間の整備パターンを提示する．この多目的最適化問題は以下のように定式化する．

$$\max. Z_1 = \sum_i (\Lambda_{1,i} - \Lambda_{0,i}) \tag{1}$$

$$\min. Z_2 = \frac{W}{W^*} + \frac{C}{C^*} + \frac{D}{D^*} + \frac{G}{G^*} \tag{2}$$

$$\Lambda = \sum_i log\{\exp(V_s) + \exp(V_o)\} \tag{3}$$

$$W = \sum_i \left(w_i - w_{min,i}\right) \times l_i \tag{4}$$

$$C = \sum_i \left(c_i - c_{min,i}\right) / l_i \tag{5}$$

$$D = \sum_i \left(d_i - d_{min,i}\right) / l_i \tag{6}$$

$$G = \sum_i \left(g_i - g_{min,i}\right) \tag{7}$$

式(1)の目的関数Z_1は小滞在のポテンシャルであり，政策前後のログサム(Λ_0：現状，Λ_1：整備後)の差によって定義し，これを最大化する．ログサムは式(3)のように定義され，4 章で構築した小滞在の発生モデルによって計測される．ここで，V_sは小滞在，V_oはその他の活動の確定項である．

式(2)の目的関数Z_2は「歩道拡幅面積(W)」「衣服店密度(C)」「飲食店密度(D)」「緑化区間長(G)」の合計を街路の整備コストと定義し，これを最小化する．「歩道の拡幅面積(W)」は式(4)のように表す．ここで，w_iはリンクiの整備後の歩道幅員である．$w_{min,i}$は現況の歩道幅員であり，l_iはリンク長である．「衣服店密度(C)」「飲食店密度(D)」は式(5)，(6)のように表し，整備後のそれぞれの店舗件数をc_i，d_iとして，現況の店舗件数$c_{min,i}$，$d_{min,i}$との差をとり，リンク長(l_i)で除している．「緑化区間長(G)」は式(7)のように表し，g_iが整備後の緑化区間長であり，$g_{min,i}$が現況の緑化区間長である．ここで

目的関数Z_2は 4 つの部分目的関数から規定されており，それぞれの次元が異なる．そこで本研究では，4 つの部分目的関数のうち 1 つの関数を用いて最適化問題を解き，それぞれの最小解(W^*・C^*・D^*・G^*)を得た．そして，これらの最小解で各部分目的関数を除すことで無次元化した．これは，Z_2の目的関数を投資額にすることで精緻化できると考えられるが，今後の課題としたい．

また，各リンクの制約条件は以下のように定義した．歩道幅員は，現況の歩道幅員から道路幅員まで拡幅可能とした．施設密度については，密度は現況から 1 件/50m まで増加できるようにした．緑化区間長については，リンク長まで整備できるようにした．

本研究では，遺伝的アルゴリズムを適用して，個体数を 50，世代数を 1,000 として多目的最適化問題を解く．

(2) 計算結果

街路空間再配分問題の計算結果を図-8 に示す．図中の赤点がパレート解，灰色の点が棄却された解である．目的関数Z_1(小滞在のポテンシャル)とZ_2(街路空間整備コスト)のパレートフロンティアより，小滞在のポテンシャルを増加させると，街路空間整備コストが増加するというトレードオフ関係が確認できる．図の左端部のパレート解は街路の整備コストの最小化を優先したケースであり，反対に右端部は来街者の小滞在のポテンシャルの最大化を優先したケースである．このようにパレート解の集合を得ることによって，予算制約に応じた街路の整備パターンを提示できる．

ここではパレート解の平均値を算出し，街路の整備区間の評価を試みる．図-9 は歩道の拡幅面積の分布を，図-10 は飲食店舗の増加件数の分布をそれぞれ示したものである．これらより以下のことがわかる．

まず，歩道の拡幅面積の分布(図-9)についてみてみると，金沢駅と旧市街地を結ぶ都心軸(国道 157 号)において歩道の拡幅割合が高くなっている．この中でも，駅前から近江町市場までの区間の拡幅面積が特に大きい．都心軸には歩道がすでに整備されているが，当該区間をさらに整備することで来街者の回遊行動が促進されると考えられる．旧市街地の歩道拡幅区間に着目すると，しいのき広場を囲む「広坂通り」「仙石通り」「いもり堀通り」を優先的に拡幅することが望ましい結果となっている．広坂通りは連日多くの歩行者で賑わっている一方で，仙石通り・いもり堀通りは自動車交通量が多く，図-2 に示すように歩行者の回遊性が乏しい．これらの区間を連続的に整備することで来街者の新たな回遊が創出されることが期待される．

次に，飲食店舗の増加件数の分布(図-10)についてみてみると，兼六園や金沢城公園，ひがし茶屋街などの主要な観光地の周辺の街路で立地件数が多くなっている．こ

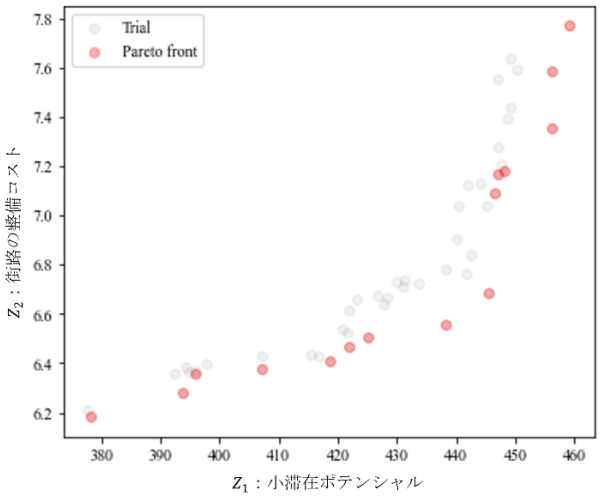


図-8 パレートフロンティア

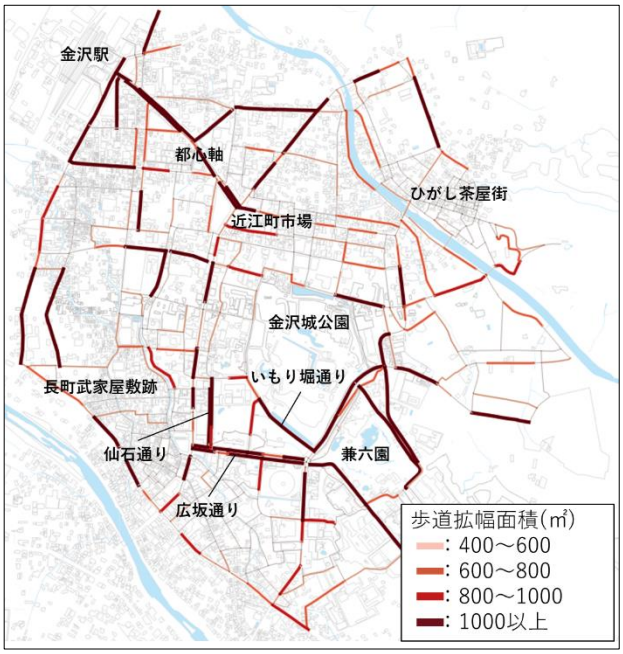


図-9 歩道拡幅面積の分布

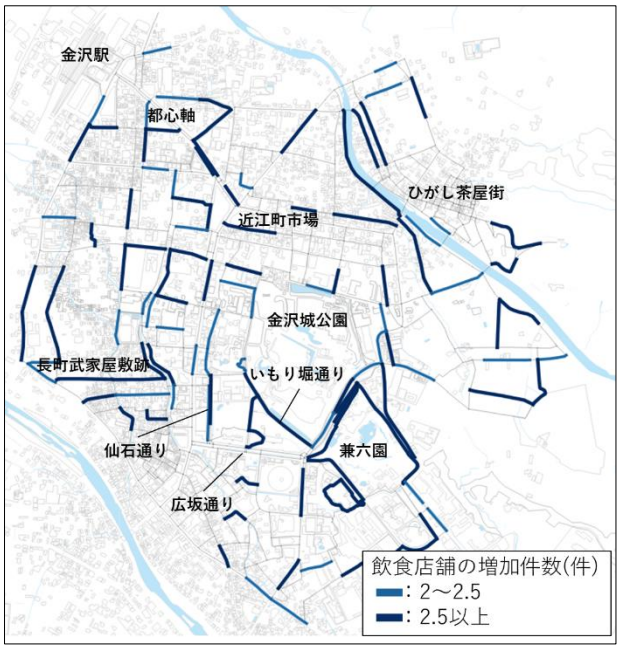


図-10 飲食店舗の増加件数の分布

のことは，主要な施設間を結ぶ街路に軽食・小休憩などができる施設を配置することが重要であることを示唆している．また，歩道の整備パターンとは異なり，都心軸上での立地件数は少なくなっており，飲食店舗は都心軸に近接している細街路に立地させることが望ましい結果となっている．これらの街路は現時点で移動経路・目的地として選択される確率が低くなっている．地域全体で来街者の回遊行動を誘発させるためには，細街路においても小規模な店舗を立地させる必要がある．

また，衣服店の増加件数，緑化整備区間についても同様に算出した結果，衣服店の増加件数の分布パターンは，飲食店と類似した結果となった．緑化整備区間の分布パターンについては，地域全体で分散的に緑化させることが望ましい結果となった．

6. おわりに

本研究は，来街者の小さな滞在に着目して回遊行動を分析するとともに，小さな滞在を誘発させる街路空間の整備パターンを評価した．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) 来街者の滞在時間の長さによって，4 通りの滞在タイプ(小・中 1・中 2・大滞在)に分類した．来街者の滞在箇所の空間分布をみた結果，小滞在は地域内に点在する一方で，大滞在は特定の地点で発生することが明らかとなった．また，小滞在を実施することによって，まちなかでの回遊時間が増加することがわかった．

2) 二項ロジットモデルを適用して，小滞在の発生要因を分析した結果，大規模施設や観光地で小滞在が発生することを示した．また，こうした主要な施設以外にも，歩道が整備されている街路や，小規模店舗が集積している街路，緑化されている街路においても，小滞在が発生する傾向にあることを明らかにした．

3) 多目的最適化アプローチを適用して，予算制約のもとで，来街者の小滞在を誘発させる街路パターンを計測・評価した．地域全体において来街者の小滞在のポテンシャルの最大化するためには，現時点で回遊性の乏しい旧市街地において連続的に歩道を整備することが望ましい結果となった．また，小規模施設については，細街路に多く立地させる結果となった．

今後の課題としては以下の諸点が挙げられる．本研究では来街者の小滞在の発生モデルを構築したが，今後は，トリップチェインとして移動と滞在の選択行動モデルを構築したい．また，大山・羽藤 [8]のように，街路空間の再編と来街者の行動変容を評価できる配分モデルに拡張したい．このとき，歩行者のみならず，他の交通手段の利用者に与える影響も考慮する必要がある．

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) 鈴木雄，日野智：駐車場無料時間による地方都市中心市街地への訪問意識・滞在特性に関する研究，都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.690-696, 2015.
2) 佐藤貴大，円山琢也：カーネル密度推定法を応用したスマホ型回遊調査データの時空間分析，都市計画論文集，Vol.51, No.2, pp.192-199, 2016.
3) 松中亮治，大庭哲治，鎌田佑太郎，土生 健太郎：歩数・滞在時間に着目した中心市街地回遊行動の基礎的分析，土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.75, No.6(土木計画学研究・論文集第 37 巻), I_259-I_266, 2020.
4) 西井和夫，佐々木邦明，金賢，品川円宏，山根広嗣：観光客情報利用と周遊パターン・滞在時間特性との関連，土木計画学研究・論文集，Vol.22, No.3, pp.487-494, 2005.
5) 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.
6) 寺山一輝，高井咲音，小谷通泰：来街者の事前活動計画からの変更挙動を考慮した回遊行動モデルの構築－神戸市都心商業地域を対象として，交通工学論文集（特集号 A），Vol.9, No.4, pp.A_35-A_43, 2023.
7) 大山雄己，福山祥代，羽藤英二：活動欲求を考慮した離散-連続モデルによる小滞在発生メカニズムの分析，都市計画論文集，Vol.49, No.3, pp.375-380, 2014.
8) 大山雄己，羽藤英二：多目的最適化に基づく歩行者の活動ネットワークデザイン，都市計画論文集，Vol.52, No.3, pp.810-817, 2017.

(Received October 13, 2023)

ANALYZING PEDESTRAIN TRAVEL BEHAVIOR FOCUSING ON SHORT DURATION ACTIVITIES IN THE CITY CENTER

Kyo NAKAMICHI and Kazuki TERAYAMA