

# 歩行者の経路選択肢集合生成を目的とした携帯電話端末からのGPSデータ活用方法\*

## Using GPS data for pedestrians' route choice set generation \*

藤原直生\*\*・Marc MISKA\*\*\*・田中伸治\*\*\*\*

By Naoki FUJIWARA\*\*・Marc MISKA\*\*\*・Shinji TANAKA\*\*\*\*

### 1. はじめに

#### (1) 研究背景と目的

歩行は、日々の生活の一部として誰しもが利用せざるを得ない交通手段であるため、より快適な歩行環境の整備や計画は多くの人々に良い影響を与えるものであると考えられる。

その快適な歩行環境を実現するためには歩行者の行動、つまりどの経路を選択するかという経路選択行動と選択した経路の中でどのように歩行するかというマイクロスコピックな歩行行動の両者を正確に把握することが求められる。

これら二つの行動分析は前者の行動をモデル化することで各経路あるいはリンクの歩行者交通量を推定し、その交通量下での歩行者流動を後者の分析に基づいたシミュレーションモデルによって再現するというように密接につながっている。ゆえに経路選択行動のより正確な把握と歩行者交通量の予測により近年いくつか構築されてきた歩行者流シミュレーションモデルの有効活用が促され、より適切な歩道幅員の決定などの歩行環境整備が可能になると考えられる。

このように経路選択行動は歩行環境整備のために重要であり、これまでに選択行動分析として経路長や歩行環境を要因として選択行動を説明、モデル化した研究が数多く行われている。これらでは多くの場合、選択肢集合の生成に関して詳しい分析が行われていない。しかし、中心市街地のような複雑な経路網を有する地域では目的地までの経路は数多く存在する一方で、歩行者は必ずしもそれらのすべてを認識しているわけではないと考えられる。それゆえ選択行動をモデル化するにあたって、まず歩行者が認識している経路を選択肢集合として生成することでより現実に近い経路選択モデルの構築が可能に

なると考えられる。

歩行者の利用経路を得るために、後述する既往研究ではアンケートや歩行者の追跡が行われてきた。しかし、近年では携帯電話端末にGPSが内蔵され、周辺地図の確認やナビゲーションといったサービスが提供されており、サービスを提供している民間企業にはユーザーの位置データが蓄積されている。これを用いることで多くのサンプルを簡単に得ることができると考えられる。

そこで本研究では歩行者の経路選択肢集合の把握を最終目的とした携帯電話端末からのGPSデータの活用方法を提案する。具体的にはこのデータから利用される経路と利用されない経路を判別する方法を提案することを目的とする。

#### (2) 既往研究の整理

前述したとおり歩行者の経路選択行動を扱った研究はこれまでに多く行われている。

特に経路選択要因として経路長と歩行環境に着目したものが多く、竹内<sup>1)</sup>、松永<sup>2)</sup>、毛利・塚口<sup>3)</sup>の研究などが挙げられる。

竹内<sup>1)</sup>は歩道形態、駐車の有無、商店の有無、道路種別を説明変数とするモデルの構築を行った。

松永<sup>2)</sup>は信号の有無、信号交差点での最大待ち時間、リンクの交通量などの路上条件を説明変数とした経路選択モデルを構築した。

毛利・塚口<sup>3)</sup>は既存研究を整理し、経路長以外の経路選択要因を幅員が広い、道路交通量が多い、舗装されている、商店がある、歩道が整備されている、自動車に対する不安感が少ないという6点であると示した。

毛利・塚口<sup>3)</sup>は同時に歩行者が目的地方向を好む性質、歩行方向をできるだけ維持しようとする性質をそれぞれ「目的地指向性」、「方向保持性」、それらをまとめて「空間的安定性」と呼び、その特性の存在を示している。この空間的安定性に関する研究としては紙野・舟橋<sup>4)</sup>、舟橋<sup>5)</sup>が挙げられる。

紙野・舟橋<sup>4)</sup>の研究ではほぼ等価な仕事量を有する複数経路が存在する場合には、集中して利用される経路があることが実測調査により示されている。

舟橋<sup>5)</sup>は格子状の街路網においては境界線上歩行と

\*キーワード：GPS、経路選択、市街地整備

\*\*非会員、東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻  
(東京都目黒区駒場4-6-1、TEL:03-5452-6

419、E-mail:fujiwara@iis.u-tokyo.ac.jp)

\*\*\* 正会員、PhD、東京大学生産技術研究所

\*\*\*\*正会員、博士(工)、東京大学生産技術研究所

階段状歩行という歩行行動の典型の存在を定性的な分析から示した。

上記の2つは定性的なものであったのに対し、塚口ら<sup>6)</sup>によって、空間的定位置を説明変数としたモデル化が様々な地域を対象として行われた。

なお、これらの研究は各ノードにおける選択行動に着目したものと経路全体を選択肢としたものに分類することができるが、前者においては各ノードに接続したリンクが選択肢となるため、それぞれのリンクを含む経路が経路として認識されているか、つまり選択肢集合に含まれるかは考慮されていない。また後者の研究に関しても選択肢集合を考慮したものはない。しかし、より再現性の高い経路選択モデルの構築には選択肢集合生成は必要になると考えられる。

## 2. データ概要

### (1) データの種類

本研究では携帯電話を通して現在地付近の地図の確認やナビゲーションシステムの利用に際して得られる位置情報、取得時刻などのデータを用いる。提供元は株式会社ゼンリンデータコムであり、提供範囲は東京23区を含む矩形エリア（東経139.55373°～139.913626°，北緯35.533371°～35.824492°），期間は2008年1月1日から2009年1月1日まで（ただし12月24日から12月31日の期間分はない）である。このデータは大きくナビゲーションシステム起動時のものと非起動時のものに分類される。さらに後者は地図の表示のみを行っている間に取得されたものと現在位置が連続的に更新される機能（自動現在位置更新）、あるいは移動履歴の保存をする機能（足あと機能）を用いた場合に取得されるものに分けられ、ログ取得間隔に違いがある。詳しくは表1に示す。

ナビゲーション起動時にはユーザーはおおむね示された経路通りに進むと考えられるため、この間に得られるデータはナビゲーションによって示された経路の影響を大きく受ける。ゆえに本研究では非起動時データの活用方法を提案する。

表1 データ概要

|          | ナビゲーション起動時  | 非起動時            |                |             |
|----------|-------------|-----------------|----------------|-------------|
| ログ取得間隔   | 1秒          | 地図確認<br>1分(単測位) | 自動現在位置更新<br>1秒 | 足あと機能<br>1秒 |
| データ内容    | 位置情報        |                 |                |             |
|          | データ取得時刻     |                 |                |             |
|          | 個人識別番号      |                 |                |             |
|          | 携帯電話機種情報    |                 |                |             |
|          | 利用サービス情報    |                 |                |             |
| ルートマッチング | ナビゲーション識別番号 |                 |                |             |
|          | 道路種別情報      |                 |                |             |
|          | あり          | なし              |                |             |

### (2) 対象エリア

提供範囲内で比較的にデータ量が多かった渋谷駅周辺（東経139.694843°～139.705897°，北緯35.654971°

～35.663983°）を分析対象とした。

このエリアに含まれるトリップ数を表2に示した。ただしこれらは対象エリア内にトリップの一部が含まれるトリップ数を表しており、非起動時のデータにはトリップを識別する情報が含まれないためデータ取得間隔が3分以内のものを同一トリップとして集計している。自動現在位置更新、足あと機能利用時のデータではサンプル数が少なく、またログ取得時間データにエラーを含むものが多く見受けられたため、地図確認時のデータのみを分析対象とし、以下ではこれを非起動時データと呼ぶ。

図1に非起動時データの各トリップにおける取得ログ数とトリップ数の関係を示す。ナビゲーション非起動時データでは取得ログ数が少ないトリップ数の割合が非常に高くなっているが、それは取得間隔が長いことに加えて、周辺地図の確認という行為が一時的なものであり、確認後すぐにアプリケーションを終了してしまう行動をとるユーザーが多いことに起因しているのではないかと推測される。

表2 対象エリア内サンプル数

|       | ナビゲーション起動時 | 非起動時  |          |       |
|-------|------------|-------|----------|-------|
|       |            | 地図確認  | 自動現在位置更新 | 足あと機能 |
| トリップ数 | 20197      | 59189 | 106      | 1159  |

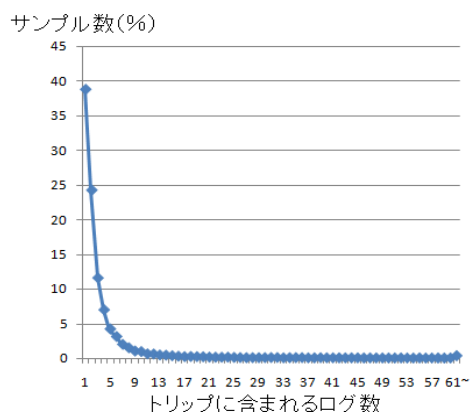


図1 トリップに含まれるログ数ごとのサンプル数の割合

### (3) 計測誤差

図2に示すようにナビゲーション非起動時のデータにはルートマッチングが施されておらず、GPS測位の誤差の補正が行われていない。特に中心市街地のような高層ビルに囲まれているような道路ではその誤差は大きくなる。その誤差に起因するデータのはずれ値を選び出す基準のひとつは各ログ間の歩行速度である。図2に歩行速度とそれに対応するログ数をプロットした。ただしここでの歩行速度とは同一トリップ内で隣接するログの直線距離を取得間隔で除した値を指している。これは実際の歩行速度とは異なるが、ログ間の平均歩行速度はこの値を下回ることではなく、この値が設定した閾値以上であれば隣接するログの少なくともどちらかは実際の歩行者位置から乖離していたと考えられる。

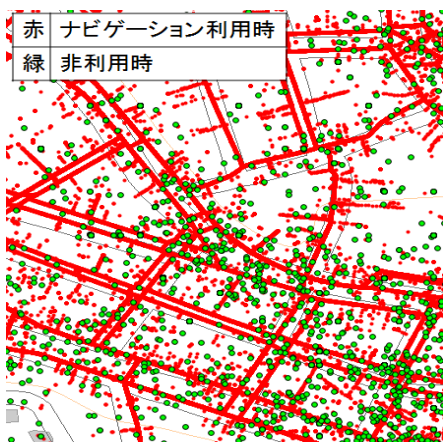


図 2 ルートマッチングの有無による位置データの違い

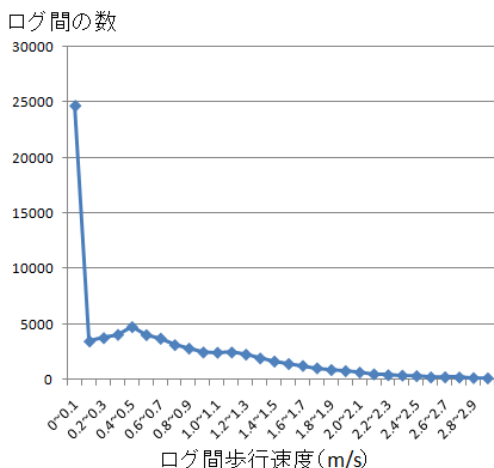


図 3 歩行速度のばらつき

### 3. データ活用方法

#### (1) 分析対象の決定

本研究で扱うデータでは全く同一の OD が存在する場合は非常に少ない。よってあるエリアから別のエリアへのトリップを対象とする。ここでは上記の対象エリア内で最も起点が集中していた渋谷スクランブル交差点付近（東経  $139.699716^{\circ}$  ～  $139.701204^{\circ}$ ，北緯  $35.658893^{\circ}$  ～  $35.660018^{\circ}$ ）で発生し，終点が東経  $139.696327^{\circ}$  ～  $139.698170^{\circ}$ ，北緯  $35.661002^{\circ}$  ～  $35.662008^{\circ}$  の範囲内にあるトリップを対象とした。

図 5 に各トリップの旅行時間のばらつきを示した。多くが 20 分以下であるのに対して旅行時間が 30 分を超えるようなトリップも存在している。これは回遊行動を行っている，あるいは目的地までの経路内で長時間の滞在した場所が存在すると推測される。このような行動においては実際の目的地を推測することが困難であるため，旅行時間が長いトリップは分析対象から除外した。これを旅行時間フィルターと呼ぶことにする。

さらに前述したように各データには計測誤差が含まれており，トリップの最後の点が大きな誤差を含んでいる可能性がある。ゆえに最終点とそのひとつ前の点の間の

歩行速度が閾値よりも大きいものも分析対象から除外した。これを計測誤差フィルターと呼ぶことにする。

これらの操作によるサンプル数の変化を表 3 に示した。

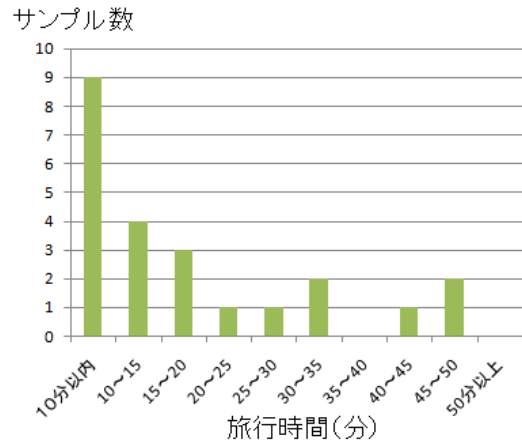


図 4 旅行時間のばらつき

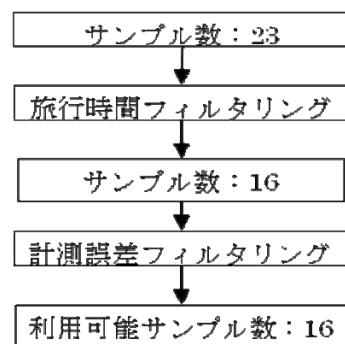


表 3 フィルタリング操作によるサンプル数の変化

#### (2) 利用経路の推定

利用する非起動時データは計測誤差を含み，計測間隔も 1 分間と長い。ゆえにそのままでは利用経路の判断が困難であり，利用経路の推測が必要となる。そこでまず，位置データの補正を前述したログ間歩行速度を用いて行った。その過程を図 5 に示す。

図 5 中の「①補正ログの生成」では補正対象の前後のログを結ぶ直線上あるいはそれに近づくような移動を行った。また，「②補正ログの生成」では補正対象の前後のログを結ぶ直線上への移動，あるいは閾値を超えるログ間の直線上への移動を行った。どちらの補正においても補正対象の前後のログに含まれる誤差は小さく，ほぼ正しい位置を示しているという前提にたっている。

位置データの補正後，利用経路を推定した。しかし，ログ間の経路がひとつに限られない場合が存在する。その場合，利用された可能性のある経路すべてを利用経路として扱った。その結果，実際に利用された経路は分からないが，少なくとも利用されなかった経路あるいはリンクの判別は可能となる。これを選択肢集合に含まれない経路とみなすことで選択肢集合の生成が可能になると

考えられる。

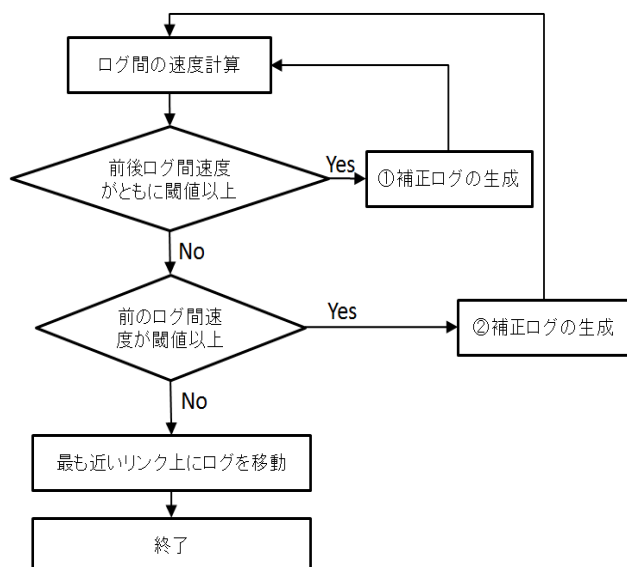


図 5 位置データの補正課程

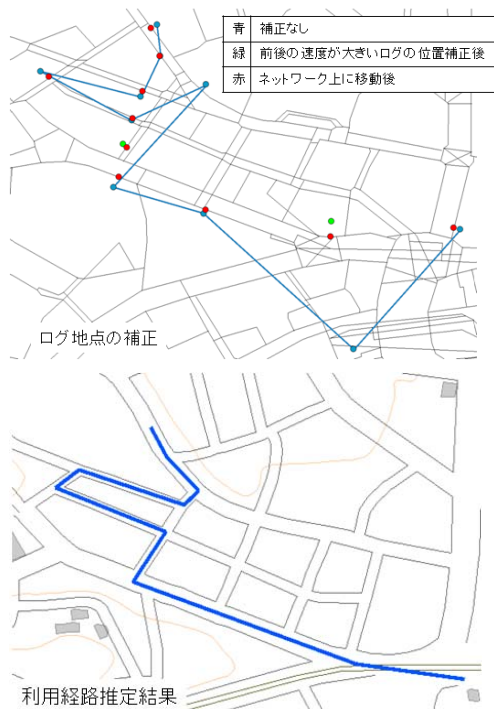


図 6 利用経路推定の例

### (3) 利用経路推定結果

ここでは利用経路推定の結果を示す。図 7 から確かに選択される経路と全く選択されていない経路が見受けられる。もちろんこの結果だけではサンプル数が少ないため、現実には選択肢集合に含まれる経路であっても利用されていない経路として扱われる可能性がある。そこで異なった OD ペアで利用されていない経路を判別し、それらの経路に共通する特徴を見出すことで歩行者の経路選択肢集合の生成が可能になると考えられる。



図 7 利用経路と各リンク利用回数

## 4. おわりに

### (1) まとめ

本研究では携帯電話端末からの GPS データを活用し、あるエリアから別のエリアへのトリップにおいて利用されない経路の判別方法を示し、利用されていない経路やリンクの存在も確認することができた。今後、さまざまな OD で同一の分析を行い、利用されていない経路に共通する特性、つまり経路選択肢集合に含まれない経路の特性を見出すことで歩行者の経路選択肢集合の生成が可能になると考えられる。

### (2) 謝辞

ゼンリンデータコム株式会社には本研究の基盤となる貴重なデータを提供して頂いた。ここに感謝の意を表す。

### 参考文献

- 1) 竹内伝史：歩行者の経路選択性向に関する研究，土木学会年次学術講演会講演梗概集第4部，IV-96，173-174，1976.
- 2) 松永千晶，宗棋昱，松永誠，寺町賢一，角知憲：中心市街地における歩行者の経路選択モデル，土木学会論文集，No786/IV-67，67-75，2005.4
- 3) 毛利正光，塚口博司：歩行者の経路選択特性について，土木学会関西支部年次学術講演会講演梗概集，IV28-1，IV28-2，1979.
- 4) 紙野桂人，舟橋國男：群衆行動にみられる空間的定位の傾向について，日本建築学会論文報告集，217，45-51，1974.
- 5) 舟橋國男：格子状街路網地区における経路の選択ならびに探索における調査実験，日本建築学会計画系論文報告集，428，85-92，1991.
- 6) 塚口博司，松田浩一郎：歩行者の経路選択行動分析，土木学会論文集，No. 709/IV-56，117-126，2002.7.