

# GPS 携帯電話のオートログを利用した商業集積地における回遊行動の分析

仙石裕明・秋山祐樹・柴崎亮介

## Analysis of Consumer's Behaviour in Commercial Accumulation using Auto Log Data of Handy GPS

Hiroaki SENGOKU, Yuki AKIYAMA and Ryosuke SHIBASAKI

**Abstract:** Commercial accumulation is composed of a huge variety of consumer's behaviors. Existing studies have tried to reveal those behaviors using the questionnaire investigation. Recently, a new motoring approach with a handy GPS has been conducted in various fields and has the potential to be applied in the field of commercial analysis. This paper describes the method of tracking stays using auto log data of handy GPS in commercial accumulation as a basic study analyzing consumer's behavior. In addition, commercial accumulation data the authors have developed is also shown to determine the spatial extent of shopping districts.

**Keywords:** 滞在時間 (staytime), 滞在場所 (stayplace), 商業集積地 (commercial accumulation), GPS, 回遊行動 (consumer's behavior),

### 1. はじめに

近年, GPS 携帯電話が普及し, 多くの利用者が取得した位置情報からさまざまなサービスを受けることができる. 現在地の地図表示や撮影した写真にメタデータとして位置情報を付与することが容易に実現でき, GPS の利用用途が個人レベルで増加してきている.

GPS の測位データは利用者に対して, 多彩なサービスを提供する一方で, 時系列データとして連続的に蓄積することで, 利用者の行動履歴を把握可能なデータとしても注目されてきている. 観光行動では,

古谷 (2006) は GPS 携帯を観光客に配布し, 取得した観光行動動態データから観光客の分類と立ち寄り地点の傾向を示した. 井坪ほか (2005) は交通行動に着目して, 紙アンケートの交通調査と WEB+GPS 調査による提案手法を比較しながら, その可能性と課題を示した. 従来では訪問調査・紙アンケートによって個人の行動履歴データが取得・集計されてきたが, GPS の普及および高度化に伴い, 新しい行動調査手法が提案されてきている.

GPS 携帯を利用した行動履歴の取得方法を適用する対象として商業集積地がある. 商業集積地における利用者の回遊行動は, これまで通行量調査やアンケート調査によって把握されてきた (谷口ほか, 2002). しかしながら, これらの調査には大規模な動員を要するため, 数年に 1 度の頻度で実行され, 特定

---

仙石裕明 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

東京大学大学院新領域創成科学研究科

Phone: 03-5452-6417

E-mail: xianshi@ccs.is.u-tokyo.ac.jp

の日時を対象とするため代表制のある調査結果であるとは必ずしも言えない。GPS 携帯の回遊行動調査における活用によって、これらの課題を解決できることが期待できる。

しかしながら、GPS 携帯から取得できるオートログの軌跡データは、一般的に時刻・緯度・経度のみで、アンケート調査のように回答者の性別やトリップ目的、交通手段といった個人情報が内包されていない。そのため、オートログの軌跡データから回遊行動を把握するためには、時刻・経度・緯度の限られた情報から滞在範囲や滞在時間といった推定を行ったうえで、統計的に集計する必要がある。また、商業集積地における行動履歴を対象とする場合、商業集積地を定義する必要があるが、商業集積地の範囲を明示的に示した研究は数少ない。

以上を鑑み、本研究は GPS 携帯のオートログを用いて商業集積地における回遊行動を分析するための基礎的な研究として、商業集積地の訪問者の滞在時間・滞在範囲の判定を行った。

## 2. 利用データ

### 2.1 GPS 携帯のオートログデータ

表 1 に本研究で用いるオートログの軌跡データの概要を示す。測位されたオートログは Android OS が搭載された携帯端末から取得される。起動中は定期的に時刻、緯度、経度を記録し、1 日中連続稼働させた。各データのユークリッド距離の配置関係から滞在现场を特定している。

また、取得データの精度および詳細を確認するため、被験者に滞在现场の記録および判定回答を行ってもらい、GPS の測位誤差による異常値を特定した。なお、滞在现场は「自宅」「商業集積地」「学校・職場」「その他」に分類し、その構成は図 1 のようになっている。「その他」は上記の場所以外の滞在现场を示しており、主に駅・バス亭における公共交

表-1 オートログの軌跡データ概要

データ取得期間	2011 年 7 月 16 日～8 月 19 日
利用した携帯端末	GALAXY S SC-02B Xperia™ S0-01B
データ項目	時刻, 緯度, 経度
測位間隔	1 分

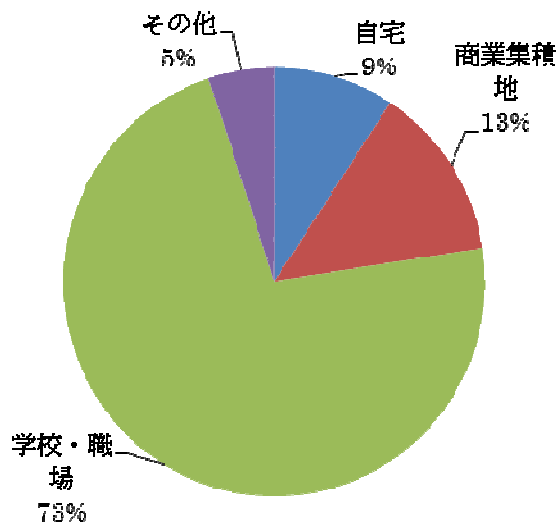


図-1 被験者の滞在现场の構成

通の待機時間や公園などの散歩が反映されている。

### 2.2 商業集積地データ

本論で扱う商業集積地は、商店街および中・大規模商業施設を指す総称として用いる。

これまでわれわれは、電子電話帳データを用いて商業集積地の特定を行ってきており(Akiyama et al., 2010)、その過程で作成した商業集積地のポリゴンデータを用いる。このデータには、飲食店・小売業・サービス業の業種を対象としており、店舗密度に対応して商業集積地の範囲が決定されている。図 2 に示すように鉄道沿いおよび道路に沿って商店街が形成されている様子を把握することができる。

本データは日本全国において整備済みであり、全国の商業集積地の実態の把握に利用できる。本論で



図-2 商業集積地データ

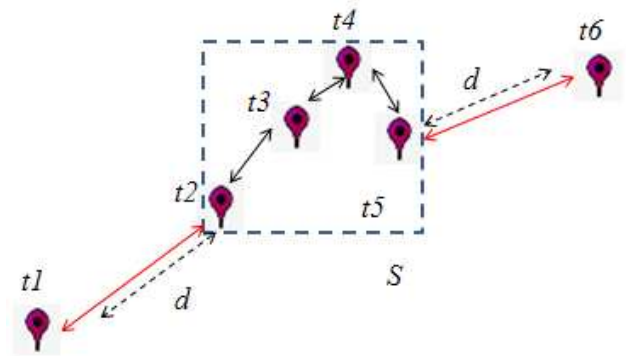


図-3 滞在範囲の抽出例

は東京都・千葉県・神奈川県のパデータを利用した。

### 3. 滞在判定

#### 3.1 滞在範囲の抽出

滞在範囲は基本的にオートログの軌跡データのなかで、時間密度が高く、各測位ポイントが近隣関係にあるポイント群を対象とした。Liu et al. (2006)は滞在場所  $S$  の抽出において最少経過時間  $t_{min}$  および距離の上限  $d$  を設定し、測位ポイント  $P_i(x_i, y_i, t_i), \dots, P_{i+n-1}(x_{i+n-1}, y_{i+n-1}, t_{i+n-1})$  から各ポイント間の時間間隔が  $t_{min}$  以上、かつ、ユークリッド距離の間隔が  $d$  以下となるものを滞在場所の対象とした。そのうえで全  $n$  ポイントのなかで滞在範囲の対象となったポイント間のうち距離が最短となるポイントを、滞在範囲の中心ポイント  $P_k$  と定め、このポイントから  $d/2$  の距離内にあるポイントを同一の滞在範囲とした。

本論は Liu et al. の手法を用いて、滞在範囲の抽出を行った。その際  $t_{min}$  は 5 分、 $d$  は 100m とした。図 3 を例にすると、 $t_2$  から  $t_5$  までの測位ポイントを包含する範囲が滞在範囲  $S$  となり、 $t_1$  や  $t_6$  のように距離の上限  $d$  を越えるポイントは対象外となる。その結果、606 の滞在場所  $S$  が作成された。なお、滞在

範囲  $S$  にはそれぞれ合計滞在時間と滞在開始地点、滞在終了地点の属性が付与されている。

#### 3.2 測位誤差の除去

GPS の測位誤差により、著しく異常なデータを取得してしまう場合は少なくない。特に建物内に滞在している場合は、誤差の影響をより受けやすくなる。ここでは 3.1 で抽出した滞在範囲のうち、地理的に周囲から遠くに立地している地点を除去対象とした。その際、判断の基準はアンケート調査において利用者自身の回答をもとに除去を行った。その結果、606 の滞在範囲のうち、481 地点が地理的に正常な滞在範囲となり、実態感覚に近いと考えられる地点を抽出することができた。

## 4. 結果と考察

### 4.1 滞在軌跡

図 4 に商業集積地データ滞在場所およびオートログの軌跡データを重ねた例を示す。この例では、下北沢を対象に a5 と a6 の 2 地点に滞在を確認できる。被験者の軌跡は大学から商業集積地に移動し、その後再び大学に戻っていることが分かる。時間帯と照らし合わせると、昼食または買い物用途で商業集積地に滞在したことが考えられる。



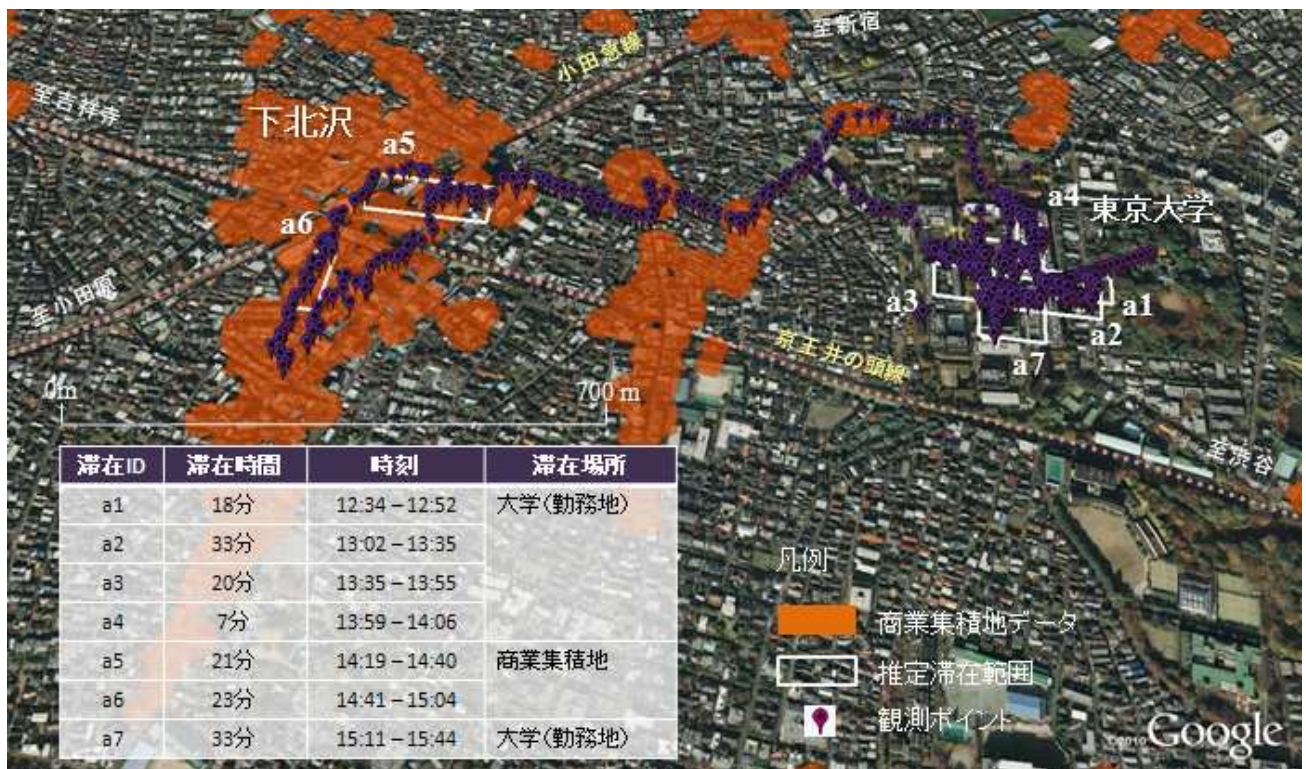


図-4 Google Earth を背景とした滞在地点の軌跡

大学における滞在は  $a1, a2, a3, a4$  では大学内における滞事が確認できるが、相互に時空間的に大きな差は見られない。GPS の測位誤差によって、同一の地点に滞在していても異なる地点に滞在していると判定されている可能性が考えられる。本論では滞事場所を抽出する際に、各測位ポイント間の距離の上限  $d$  を 100m と設定したが、この距離を大きくするにつれて、複数の滞事場所を一括集約することが期待できる。しかし一方で、滞事場所の範囲を拡大することにより、実態以上に広範囲を滞事場所と判定しかねない。距離の上限  $d$  をどのようにして設定すると、最適な滞事場所の範囲が抽出されるのか、検証が必要である。また、同一の滞事場所が連続している場合は分割されている可能性があることを考慮に入れる必要がある。

#### 4.2 滞事場所別の滞在時間

滞事場所別に滞在時間の割合は図 5 のようになった。自宅や職場の場合、「60～180 分」が半数を占めていることから滞在時間が長い場合は、自宅または学校・職場で滞在している可能性が高い。自宅の場合、寝食を含めるため 3 時間以上滞在することが考えられるが、図 5 からは 3 時間以上の滞在頻度は少ない。これは先に 4.1 で述べたように、同一の場所に滞在し続けた場合にも、GPS の誤差によって距離の上限の閾値を越えてしまったことが原因と考えられる。

商業集積地の場合、1 時間以内の行動が大半を占めており、買い物や飲食等の短期的な滞在が想定される。滞在時間の長さやその頻度、時間帯から、他にも自宅、学校・職場の特定が考えられる。

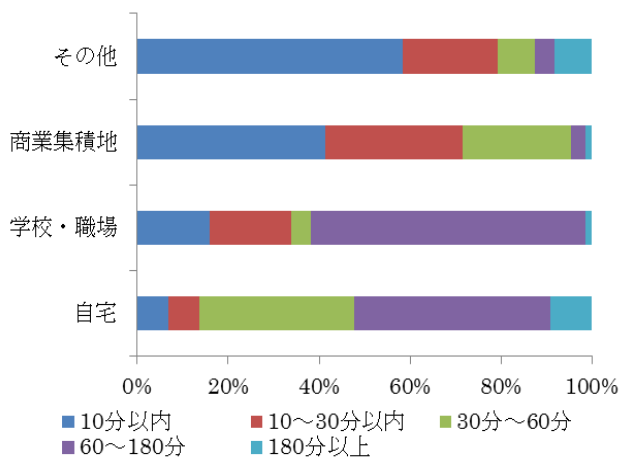


図-5 場所別の滞在時間の割合

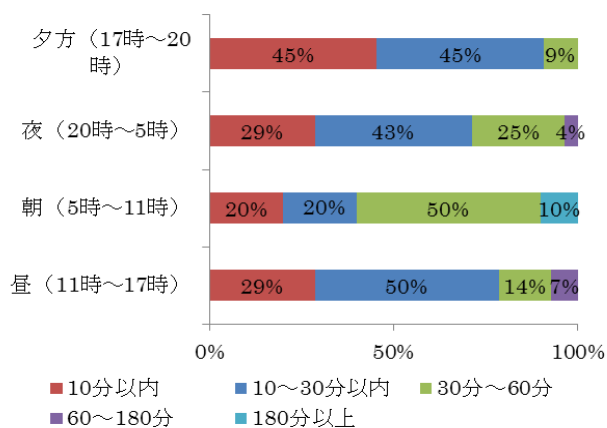


図-6 商業集積地における時間帯別滞在時間の割合

さらに時間帯別に商業集積地における滞在時間を整理すると図 6 のようになる。ここでは商業集積地データと滞在場所が重なる地点のみを対象としており、被験者の滞在場所と全件一致していることが確認できた。全体的に商業集積地における滞在時間は 1 時間以内が大半を占めており、比較的商業集積地における滞在は長くないことが分かる。図 6 は全域を対象とした集計結果であるが、個別の商業集積地において同様の集計ができれば、詳細かつ更新頻度が著しく高い商業集積地の回遊行動の実態把握に活かすことができるだろう。

## 5. おわりに

本研究では GPS 携帯のオートログの軌跡データから滞在範囲・滞在時間の抽出を行った。GPS の測位誤差によって、滞在時間の分割等の恐れが考えられたが、滞在場所別に滞在時間の分布に顕著な違いを発見することができた。

軌跡データから滞在判定を行った際に、距離の上限は滞在範囲の大きさに関わっているが、本論では上限の設定に対する根拠を示していない。上限の変化による滞在判定の精度を評価する必要がある。また、本論では GPS の測位誤差の特定において、被験者の判断に基づいて特定したが、自動的に誤差を発見・除去できることが望ましい。本論において除去対象とされた誤差を対象に、誤差と判断できる客観的基準を明示化する必要がある。同様にして滞在場所についても、地点から滞在場所を特定する基準があれば、滞在地から自宅・就業地を判定することができるようになるだろう。ただし、高層ビルや地下などの GPS 信号が届きにくい場所においては、測位誤差を考慮した滞在場所の推定が求められる。

今後の課題として、上記の問題点を含め、被験者数・滞在場所の種類拡充および店舗レベルの詳細な滞在場所の自動判定手法に取り組み、購買・食事レベルの日常的行動とオートログの軌跡データから抽出した滞在範囲との関係性を明らかにしたい。

## 謝辞

本研究では東京大学地球観測データ統融合連携研究機構の金杉洋氏に大変お世話になりました。また商業集積地データは、共同研究先の株式会社ゼンリンの「テレポイント Pack!」を活用して作成することができました。この場を持ちまして、一同に心より御礼申し上げます。

## 参考文献

- 古谷知之(2006): 携帯型位置情報端末を用いた観光行動動態の時空間データマイニングー箱根地域を事例として, 都市計画論文集, 41, 1-6 .
- 井坪慎二, 羽藤英二, 中嶋康博(2005): 情報技術の活用による交通行動調査の効率化・高度化に関する研究, 土木計画学研究・講演集, No. 31, CD-ROM.
- 谷口守, 島岡明生, 池田大一郎(2002): 地方都市における地区特性から見た滞留行動の要因分析, 土木計画学研究・講演集, No. 26, CD-ROM.
- Liu, J., Wolfson, O. and Yin, H., 2006. Extracting Semantic Location from Outdoor Positioning Systems, Proceedings of the 7th International Conference on Mobile Data

Management, MDM 2006: 73.

- Akiyama, Y., Sengoku, H., Shibasaki, R. 2010. Automatic Detection and Spatio-temporal Analysis of Commercial Accumulations Using Digital Yellow Page Data, *World Academy of Science, Engineering and Technology Issue* 66, 122-127.
- 株式会社ゼンリン(2008): 『テレポイント Pack!』  
<http://www.zenrin.co.jp/product/gis/teldata/telpt.html>