

大規模人流データを用いた商業地域における来訪者数の時系列分析

秋山祐樹・ティーラユット ホラノン・柴崎亮介

Time-series Analysis of Visitors in Commercial Areas Using Mass Person Trip Data

Yuki AKIYAMA, Teerayut HORANONT and Ryosuke SHIBASAKI

Abstract: It is significant to monitor numbers of visitors in commercial area for acquisition of actual state of them. Recently, information about person flow is being accumulated day by day by the widespread of mobile phone with GPS in Japan. We can monitor flow and stay locations of enormous number of persons temporally to use these data. Therefore, this study show a method to estimate daily or hourly numbers of visitors to each commercial area to integrate mass trip data of persons obtained from GPS logs of mobile phones with the Commercial Accumulation Statistics which have been already developed by us. First, we estimate locations of home, work, and stay points of each person to analyze one-year GPS logs in whole Kanto region. Second, we show the number of persons to visit and stay in each commercial areas which are expected to do shopping, eating and drinking temporally to integrate stay points with the Commercial Accumulation Statistics. Finally, it is showed that their visitors' characteristics are difference depending on their type and location

Keywords: 商業地域 (commercial area), GPS (GPS), 携帯電話 (mobile phone), 人流 (person flow), 時系列変化 (time-series change)

1. はじめに

我々はこれまでに「商業集積統計」と呼ばれる新しい空間データの研究・開発と信頼性の検証を実施してきた (Akiyama et al.(2011), 秋山ほか (2013)). また同データの利用環境の整備も進めてきた (秋山ほか (2013)). 同データの登場により日本全土の商業地域の分布と空間的な広がり, そして店舗数を把握出来るようになった。また過去に遡って複数年に渡って整備出来るため, 商業地域の現状と時系列的な変化の様子も観察可能になった。

既存統計において商業地域の現状と変化を把握する上で重要な要素とされているのが, 現状の店舗数とその変化及び, 商業地域への来訪者数である (中小企業庁 (2009)). 商店街への来訪者数に関する調査・研究はこれまでにも数多く見られる。古くは谷田ほか (1974) などに見られ, 近年では日本各地の自治体が実施している。

上述の調査・研究における来訪者数の把握は, 現地調査やアンケート調査を用いて行われている。これらの手法によって収集した情報は比較的信頼性が高く, 調査者が意図した情報を収集出来る利点があるものの, 調査に多大な労力と時間を要するため, 広域に渡り高頻度に調査を行うことは困難である。

上記の課題に対して近年注目されているのが携帯電話

秋山祐樹 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

東京大学生産技術研究所 Cw-503 号室

Phone: 03-5452-6417

E-mail: aki@iis.u-tokyo.ac.jp

の GPS ログデータ（以下 GPS データ）の活用である。既にこれまでに GPS データを用いて、広域の人々の移動の把握が試みられている（長尾ほか（2005）など）。

更に近年では大量の GPS データを用いて、広域かつ継続的に大量の人々の人流状況を把握することも可能になりつつある（関本ほか（2011））。また我々も既に大量の GPS データと商業集積統計を組み合わせて、商業地域毎の来訪者の特性について簡易的な分析を実施している（秋山ほか（2012））。

そこで本研究では秋山ほか（2012）までに実施した手法の改善を実施し、上述の GPS データを 1 年 365 日分という膨大な量を処理することで、東京都全域の商業地域への来訪者数、店舗あたりの平均来訪者数、来訪者の自宅からの平均移動距離を推定する手法と環境を実現する。また本論文ではいくつかの商業地域における来訪者動向の時系列的な変化の様子を可視化する。

2. 利用データ

2.1 商業集積統計

商業集積の分布・形状の把握には 2011 年の東京都の商業集積統計を用いた。商業集積統計とは商業集積の分布・形状をポリゴンデータで観察出来るとともに、商業集積ごとの業種別店舗数が観察出来るデータである（秋山ほか（2013））。2011 年の東京都全域の場合、3,987 箇所の商業集積地域が確認された。

2.2 GPS データ

大量の人々の分布の把握には、「混雑統計®」（株式会社ゼンリンデータコム）と呼ばれる携帯電話の GPS ログを収集したデータを用いた。このデータには個人情報と関連性を持たない ID、測定時刻、経度緯度のみが格納されており、特定の個人の行動の把握に繋がらない加工が施されている（図 1）。これまでの我々の研究から、ある特定の日時や地域の GPS データのみを抽出して商業集積統計と組み合わせた場合、適切な結果が得られない事を確認したため（秋山ほか（2012），Akiyama et al. (2013)），

本研究では 2010 年 8 月 1 日 0 時から 2011 年 7 月 31 日 24 時までの 1 年分のデータを用いた。なお日本全国の 1 日のデータ量（GPS による観測件数）は約 2,400 万件、ID 数は約 150 万である。観測数を概ね 90 倍（≈約 1.28 億（日本の総人口）/150 万）することで実数を概算出来るとされている。

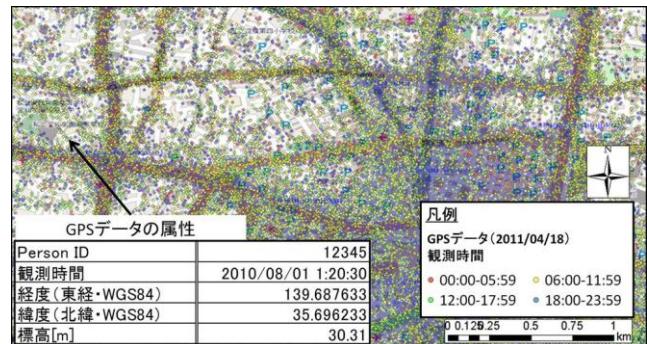


図-1 GPS データ（新宿駅周辺のある 1 日のデータ）

3. データ処理

3.1 GPS データの解析

本研究では商業地域への来訪者を「商業地域内に滞在した人」と定義する。商業地域を通過したのみの人は来訪者とは見なさない。即ち GPS データから滞留状態にある個人のデータを抽出する必要がある。

本研究では図 2 に示す方法で滞留点を抽出した。図 2 はある ID を持つ個人の観測点である。この時、2 点間の時間差が 5 分以上、距離が 200m 以下の場合に滞留点と見なす（Hadano et al. (2013)）。連続的に滞留と判定される場合（図 2 の滞留点 B）は、連続する観測点をまとめて滞留点とする。滞留点にならない観測点は全て流動点と見なされる。

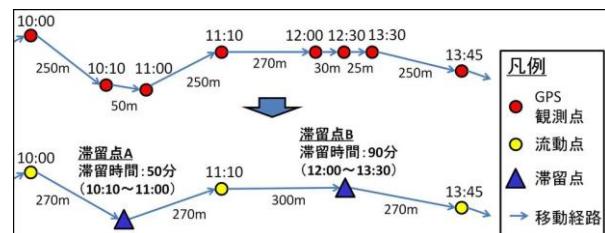


図-2 滞留点抽出方法

続いて滞留点に自宅、勤務地のフラグを付与する。これは自宅や勤務地にいる場合、商業地域に分布していたとしても、それらが消費活動を行っている可能性は小さいためである。GPS データから自宅エリアと勤務地エリアを推定する手法は Horanont et al. (2010) の手法を用いた。そしてある滞留点の滞留時間が 15 分以上かつ、自宅や勤務地から 200m 以内の場合、自宅エリア・勤務地エリアのフラグが付与される。

同様に駅に短時間滞留している滞留点も駅滞在のフラグを与える。駅に短期間滞在している場合、それらは鉄道利用者と予想されるためである。駅の位置情報は国土数値情報から取得した。そして滞留時間が 15 分以下かつ駅から 50m 以内の場合、駅滞在のフラグが付与される。

以上の処理を前述した期間の日本全土 365 日分、約 90 億件 ($2,400 \text{ 万} \times 365 \text{ 日}$) の GPS データに対して実施した。表 1 に対象期間のデータの処理結果の一部を示す。

3.2 商業集積統計を用いた滞留点の集計

最後に商業集積統計のポリゴンごとに、それらと空間的に重複する GPS データの滞留点（自宅・勤務地・駅を除く）を集計することで、1 時間毎及び 1 日の来訪者数を算出した（図 3）。また推定した自宅エリアに基づき自宅エリアからの平均移動距離も算出した。そして同様の計算を 1 年 365 日分行い、その結果の平均をとることで、年平均の結果を明らかにした。

4. 結果

図 4 は東京都 23 区の商業地域ごとの年間日平均来訪者数である。渋谷駅や新宿駅などの大規模な駅周辺や、浅草のような観光客が数多く訪れているとみられる商業地域で特に来訪者が多くなっている事が分かる。

またこのデータには図 3 の方法で日別に時間帯ごとの来訪者数が格納されているため、同様の結果を任意の日の任意の時間帯において取得することも出来る。図 5、図 6 は都内 5箇所の商業地域の時間帯別の年平均来訪者数の変化を示している。夜間でも来訪者が絶えない歌舞伎

表-1 GPS データの解析結果（日本全土）

年月日	GPS 観測点数	流動点	滞留点		
			滞留点	うち自宅・勤務地・駅判	合計
2010/10/18(月) (大きなイベントなし・全国的に好天)	21,848,636	9,176,156	1,024,109	237,310	1,261,419
2011/2/14(月) (全国的に荒天・関東地方で夜大雪)	26,388,550	11,798,081	1,153,004	286,437	1,439,441
2011/3/11(金) (東日本大震災)	22,663,642	10,594,018	1,264,109	257,315	1,521,424
2011/5/3(火・祝) (ゴールデンウィーク)	29,937,983	14,940,076	1,482,698	184,540	1,667,238

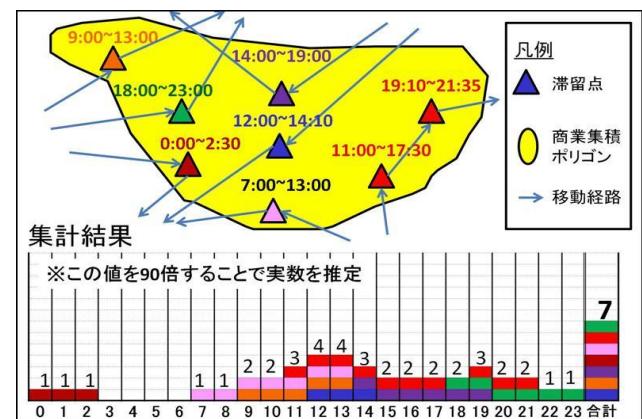


図-3 時間帯ごとの来訪者数集計方法のイメージ

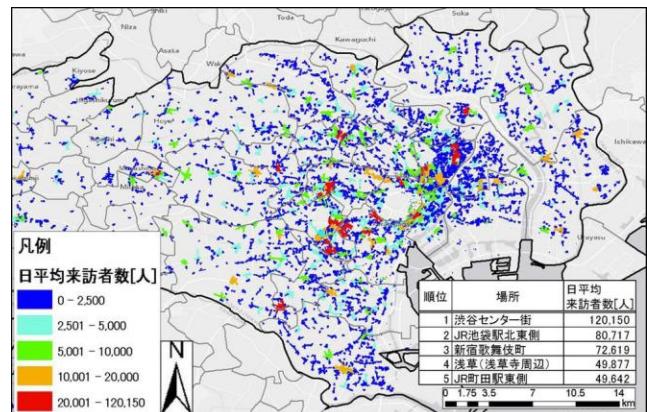


図-4 商業地域毎の日平均来訪者数（2010～2011 年）

町、学生の帰宅時間にピークを迎える原宿、土日祝日は来訪者数が極端に少なくなる八重洲など、商業地域ごとの来訪者の時系列特性を把握することが出来る。

同様に店舗あたり平均来訪者数や、来訪者の自宅からの平均移動距離も時間帯毎に把握できる。

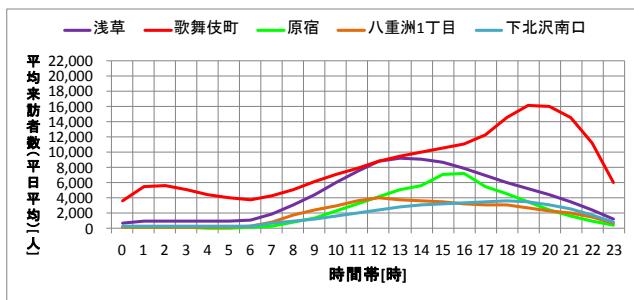


図-5 東京 23 区の 5 箇所の商業地域における時間帯別年平均来訪者数の変化（2010～2011 年 平日平均）

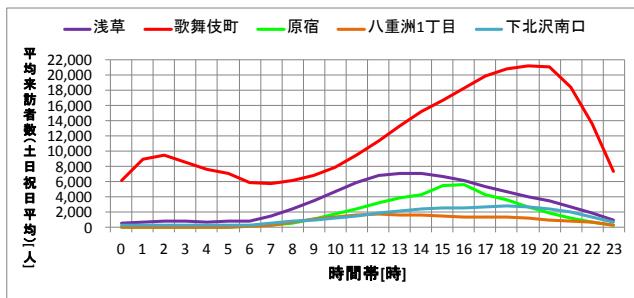


図-6 東京 23 区の 5 箇所の商業地域における時間帯別年平均来訪者数の変化（2010～2011 年 土日休日平均）

5. おわりに

商業集積統計と全国 1 年分の大量の GPS データを用いて、商業地域ごとの任意の日時の来訪者数を推定する手法とその環境が実現した。これにより広域の多数の商業地域において来訪者数の推定が高頻度で可能になった。

その一方で様々な課題も明らかになった。自宅・勤務地エリア判定の手法は現状では一定時間・一定距離内のものとしているが、これは個人によって閾値が異なる可能性があるため今後更なる検討が必要である。同時に判定結果の信頼性検証の方法も考える必要がある。また日々様々な条件（祝日・季節・天候・イベント発生等）によって変動する集計結果を適切に分析し、有意義な結果を得る分析方法の検討も今後の重要な課題である。

謝辞

本研究は文部科学省のグリーン・ネットワーク・オブ・

エクセレンス (GREENE) 事業「環境情報技術を用いたレジリエントな国土のデザイン」の一環として実施したものである。また本研究は株式会社ゼンリンの商業集積統計®及び株式会社ゼンリンデータコムの混雑統計®データを用いて実現した。ここに記して謝意を表したい。

参考文献

- 秋山祐樹ほか, 2013 年, 「業種別電話帳を用いた日本全土の商業集積統計の開発」, 査読中
 秋山祐樹ほか, 2013 年, 「全国の商業集積統計とその利用環境」, 査読中
 秋山祐樹・上山智士・Horanont Teerayut・仙石裕明・柴崎亮介, 2012 年, 「大規模移動データを用いた商業地域における来訪者の特性分析」, 第 21 回地理情報システム学会講演論文集, F-7-3.
 関本義秀・Teerayut Horanont・柴崎亮介, 2011 年, 「携帯電話を活用した人々の流動解析技術の潮流」, 情報処理, 52(12), pp. 1522-1530.
 谷田義久・奈須曼・増谷一夫, 1974 年, 「都心域商業街構成に関する研究 新宿大通り商店街における歩行者動態調査」, 日本建築学会大会学術講演梗概集. 計画系, pp. 875-876.
 中小企業庁, 2009 年, 「平成 21 年度商店街実態調査報告書概要版」
 長尾光悦・川村秀憲・山本雅人・大内東, 2005 年, 「GPS ログからの周遊型観光行動情報の抽出」, 電子情報通信学会技術研究報告. AI, 人工知能と知識処理, 105(224), pp. 23-28.
 Akiyama, Y., Sengoku, H., Hiroyuki, T. and Shibasaki, R., 2011. Development of Commercial Accumulation Polygon Data Throughout Japan Based on the Digital Classified Telephone Directory, CUPUM2011, F-TC-3(1).
 Akiyama, Y., Ueyama, S., Horanont, T., Sengoku, H., and Shibasaki, R., 2013, "Spatio-temporal Analyses of Visitors in Commercial Accumulations Using Mass People Flow Data in Kanto Region", IGU2013 Kyoto Regional Conference, JS104-3-1.
 Hadano, M., Witayangkurn, A., Akiyama, Y., Horanont, T. and Shibasaki, R., 2013, "A Study on Extracting Characteristic of Visitors at Commercial Area from GPS Data", IGU 2013 Kyoto regional conference, 01435.
 Horanont, T., 2010, "A Study on Urban Mobility and Dynamic Population Estimation by Using Aggregate Mobile Phone Sources", Department of civil engineering, The University of Tokyo, PhD. Thesis.