

# 走行履歴データを用いたコミュニティサイクル利用者の都心回遊行動の分析

神戸大学海事科学部	谷口 航太郎
神戸大学大学院海事科学研究科	小谷 通泰
神戸大学海事科学部	松元 政唯

## 1. はじめに

神戸市内では、都心・ウォーターフロントでの来街者による回遊性の向上を目指して、「コベリン」と呼ばれるコミュニティサイクル事業が平成27年3月26日から開始された<sup>1)</sup>。このコミュニティサイクルは、通常のレンタサイクルとは異なり、設置された複数のサイクルポートにおいて、自転車を借用、返却できるシステムである。利用者数は導入後順調に増加しているが、今後のさらなる普及を図っていくためには利用者の行動を適切に把握することが必要である<sup>2)~4)</sup>。そこで本研究では、神戸市の「コベリン」を対象として観測された走行履歴データをもとに、都心部での利用者による回遊行動を分析することを目的としている。

## 2. コベリンと走行履歴データの概要

神戸市の「コベリン」では、サイクルポートが都心部の10箇所に配置されており、いずれのポートも鉄道駅、観光スポット、主要施設近辺に位置している。貸し出し自転車の台数は最大で70台で、全て電動自転車となっている。料金は、1回利用と1日利用に分かれている。前者は、24時間利用が可能であり、最初の60分が100円でその後30分ごとに100円が加算される。後者は、利用日当日の24時まで利用可能であり500円となっている。

本研究では、開業から約半年経過した平成27年10月24日(土曜日)と25日(日曜日)の2日間の走行履歴データを使用した。いずれの日も天候は良好であり、休日であるため、利用目的の多くは観光であると考えられる。走行履歴データは、利用者ごとに異なるID番号が付されており、昼間は3分間隔で、また夜間は10分間隔で位置情報(緯度・経度)が記録されている。本研究では、元の観測データから欠損値を含むデータを除外し、利用者数で24日95人、25日107人、利用回数(貸し出し・返却までを1回の利用としてカウント)で24日103回、25日116回を分析対象とした。なお、利用者のうち両日あわせて17人が、同一日に2回利用していた。

## 3. 走行軌跡の空間分布

図1は、まず全走行軌跡を神戸市域の地図上にプロットしたものである。図に示すように、走行軌跡はサイクルポートが配置された都心部で著しく集中しており、少数ではあるが広範囲にわたって移動しているものもみられる。

図2 a)、b)は都心部を拡大して走行軌跡を図示したものである。図a)は移動中、図b)は停止中の観測点のみをそれぞれ示している。なお、本研究では、2地点間の移動速度が時速1km以下の観測点を停止中とした。これらの図に示すように、移動中については、ほぼ道路ネットワークに沿って観測点が集中して分布している。これに対して停止中

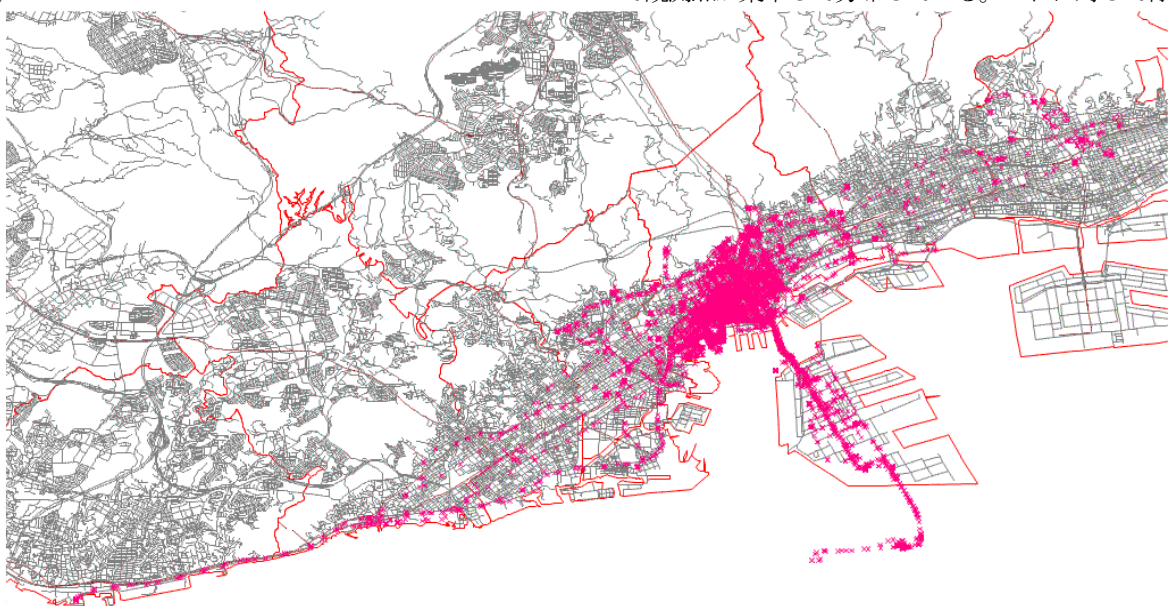


図1 走行軌跡図(全域・2日間合計)

については、観測点が密集する箇所が分散してみられる。

さらに、都心部における走行軌跡の空間分布を視覚的にわかりやすく示すために、走行軌跡を構成する観測点に関してカーネル密度推定を行った。図3 a)、b)は得られた結果を移動中、停止中の観測点ごとにそれぞれ示したものである。ここでは、カーネル密度関数として正規分布を用い、バンド幅は50mとした。移動中の観測点からは、密度が高くなっている道路区間（通行量の多い区間）として、フラワーロード、中央幹線、メリケンロード、タワーロード、メリケンパークからハーバーランドにかけての経路などがみられた。また停止中の観測点からは、サイクルポートの周辺を中心に、旧居留地界隈、メリケンパーク、ハーバーランド、北野地区などで観測点の密度が高くなっている地点（利用者の滞留箇所）がみられた。

#### 4. 個人別にみた利用特性

##### (1) 利用時間・利用距離

利用開始は午前10時台から14時台にかけて、利用終了は午後16時台から17時台に集中がみられた。そして図4、5は、利用1回あたりの利用時間と利用距離について、頻度分布と累積分布をそれぞれ示している。図に示すように1回あたりの利用時間は、1時間未満が全体の35.6%と最も多く、次いで4時間未満で小さなピークがみられた。利用時間の平均値は3時間6分であった。利用料金の体系から判断すると、3時間以内の利用者が全体のほぼ約半数を占めており、これらの利用者には一回利用の方が、残る半数の利用者には1日利用の方が、料金が安価となることが推測される。また、利用距離は距離が長くなるにつれて頻度は減少しており、1回あたりの利用距離は5km未満が全体の52.9%を占め、平均値は7.3kmであった。

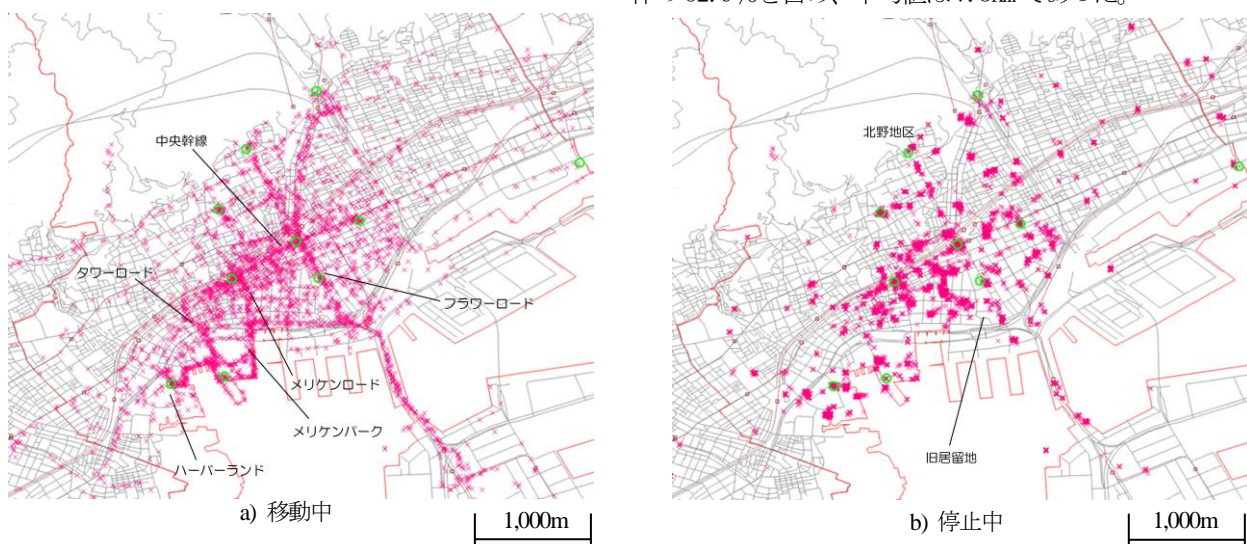


図2 移動中・停止中の走行軌跡図（都心部）

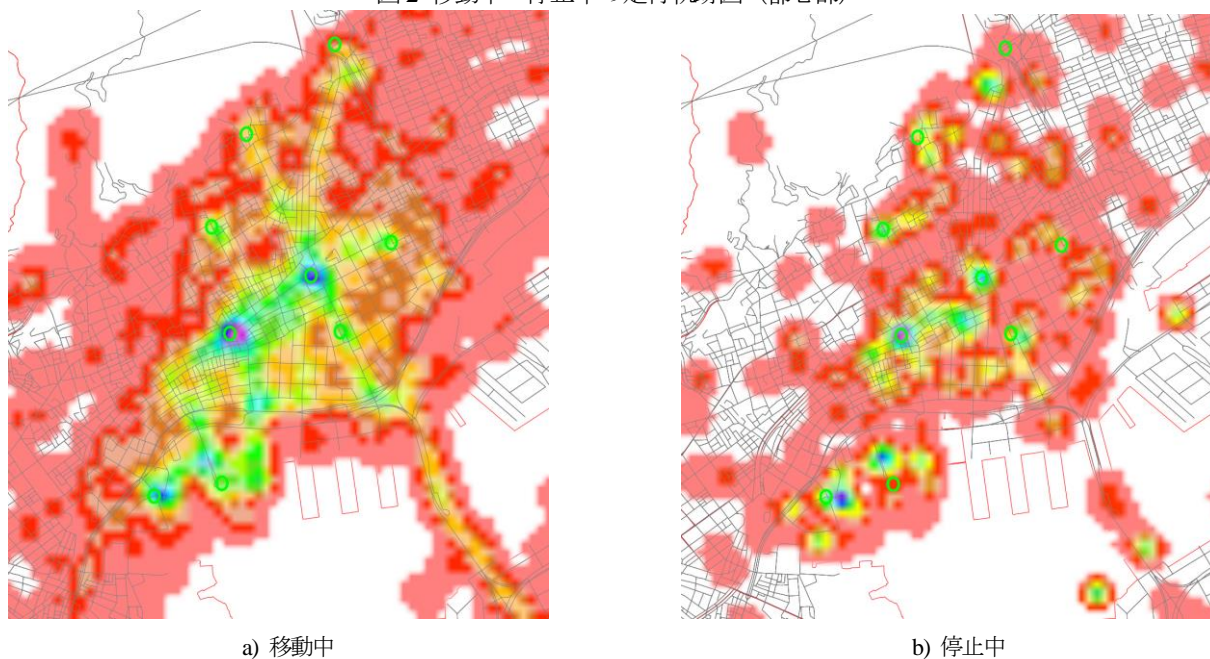


図3 走行軌跡のカーネル密度推定（都心部）



## (2)貸出・返却ポート

10箇所サイクルポート中で最も利用台数（貸出・返却台数）が多いのが三宮駅前で、次いで元町駅前、ハーバーランドであり、これら3ポートで全体の66%を占めていた。利用開始と終了ポートの組み合わせは計59通りみられ、組み合わせとしては三宮駅前発着が最も多く、次いで元町駅前発・着、ハーバーランド発・着、三宮駅前発・元町駅前着などであった。

## (3)移動・停止時間の構成

走行履歴データでは、停止ごとにその目的は不明である。こうした停止の中には、信号待ちのような短時間の停止も含まれる。そこで、本研究では、10分以上の停止の場合、利用者は何らかの目的をもってその地点に滞留したものと仮定した。

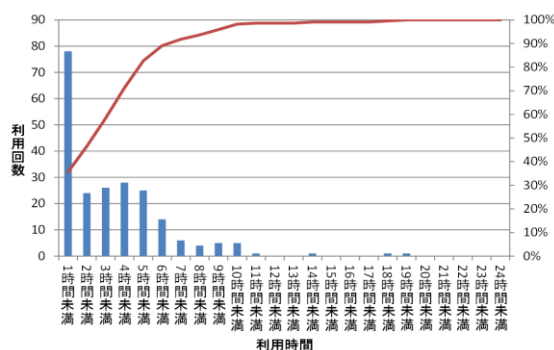


図4 利用時間の頻度分布と累積分布

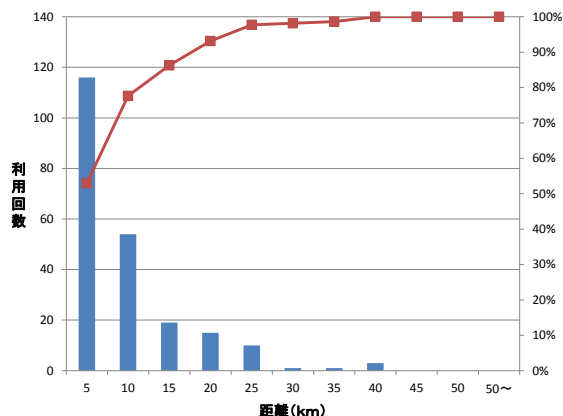


図5 利用距離の頻度分布と累積分布

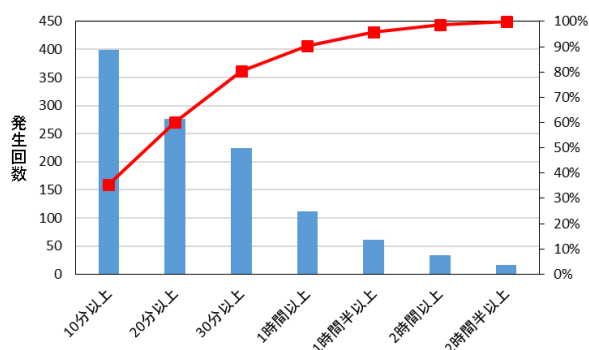


図6 停止時間別の停止の発生回数

このとき、利用1回あたりの平均停止回数数は1.9回であった。また、停止中の時間が利用時間に占める比率は61.5%であり、移動中の時間を上回っている。さらに、停止時間別（ただし、10分以上）の発生回数を示したのが図6であり、これより全体の60%を30分未満10分以上の停止が占めている。

## 5. 道路区間別の通行台数と停止場所の空間分布

### (1) 道路区間の通行台数

図7は、移動中の観測点のデータをもとにGISのバッファ検索機能を用いて、道路区間ごとに通行台数を概算した結果を示したものである。移動中の観測点は、必ずしも道路リンク上に正確に位置しているわけではなく、道路中心線を境として両側に分散している。そこで、ここでは、バッファを道路の中心線を挟んで両側20mずつ設定し、このバッファ内に含まれる観測点のIDの数を（同一のIDは一つとして）算出した。これによると、フラワーロードで通行台数が最も多く、2日間計で102台が走行しており、次いで中央幹線、メリケンロードがそれぞれ86台、84台と多くなっていた。さらに、メリケンパーク内や、北野方面へのルート上でも通行台数が多くなっていた。

### (2) 停止場所の空間分布

図8は、停止場所を、停止時間とともに図示したものである。上述のように、停止場所は、停止時間が10分以上の場所であり、図中では停止時間が長いほど円の大きさを大きくしている。これをみると、サイクルポートの周辺、旧居留地、ハーバーランドやメリケンパーク付近に円が多くみられた。そして、ハーバーランドやメリケンパーク付近では大きい円もみられ、比較的長時間停止していることがわかる。



図7 バッファ検索による主要道路区間の通行台数の算出



図8 停止場所と停止時間の空間分布（両日合計）

## 6. トリップチェーンの類型化

貸出・返却ポートをホーム、停止場所をストップと考え、利用者の行動をトリップチェーンとして分類した。表1は、トリップチェーンの形態別にその頻度を示している。ここでは、ストップ数（停止回数）、および利用開始・終了ポートが一致するか否かによって、形態进行分类している。これによるとストップ数が多いほどは発生頻度が少なくなり、全体の約1/3はストップ数0回の2地点（ポート）間での直接移動である。また、利用開始と終了ポートが異なるものは全体の58.2%を占めており、コミュニティサイクルの機能を発揮していると言える。ストップ数が0回の際は貸出ポートと返却ポートが異なる場合が圧倒的に多く、1回では両者が一致する場合が増え、2回以上では同程度となる。

また図9は、ストップ数ごとに平均の利用距離と利用時間を示したものであり、ストップ数が多くなるにつれていずれも長くなっている。さらに、図10は、貸出・返却ポートが一致するか否かによる、平均の利用距離と利用時間を示している。貸出ポートと返却ポートが同一の場合には、目的地との往復利用となるため、異なる場合よりも平均の利用時間・距離ともに長くなっている。距離は約1.5倍、時間は約1.8倍であった。

表1 トリップチェーンの形態別にみた頻度

ストップ数	貸出・返却ポート		合 計
	同一	異なる	
0 回	6	70	76
1 回	31	16	47
2 回	19	17	36
3 回	10	10	20
4 回	9	4	13
5 回	6	4	10
6 回以上	11	6	17
合 計	92	127	219

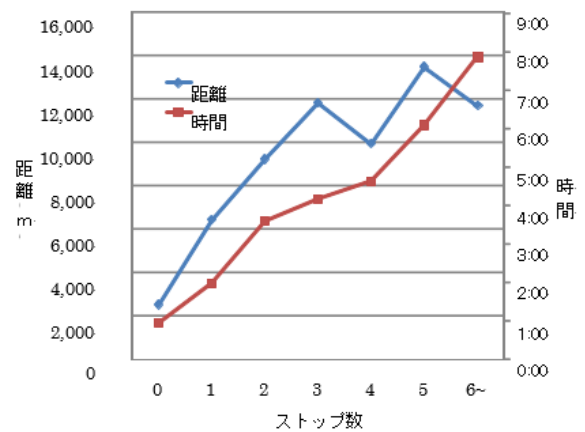


図9 ストップ数別の平均利用時間・利用距離

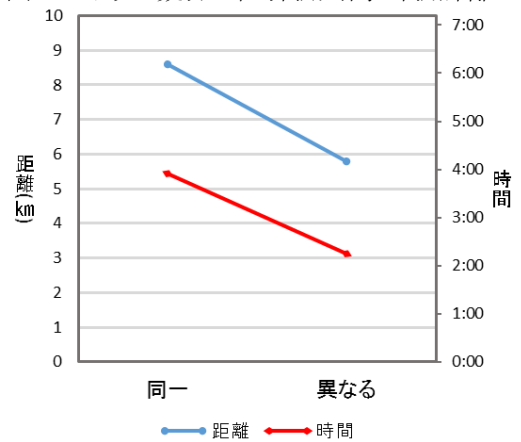


図10 貸出・返却ポートが同一か否かによる平均利用距離・利用時間

## 7. 今後の課題

本研究では、走行速度 1.0km/h 以下の場合に停止していると判断し、継続して10分以上停止している場所をストップと仮定したが、こうした仮定の妥当性を検討することが必要である。また、引き続きトリップチェーンの形成メカニズムを明らかにし、利用者による回遊行動のモデル化を図っていきたい。最後に、本研究で用いた走行履歴データは、サイカパーキング㈱、神戸市より提供を受けた。感謝の意を表する次第である。

### <参考文献>

- 1) 「コベリン」ホームページ：<http://www.kobelin.jp>
- 2) 窪田諭・市川尚・阿部昭博・大田香織：自転車によるGPSデータを用いたまちづくり支援システムの基礎検討，情報処理学会研究報告，2011
- 3) 中山明子・西田純二・上善恒雄：GPS ロガーによる自転車を利用した観光パターンの分析と観光整備に関する考察，土木計画学研究発表会・講演集，Vol. 41, No. 395
- 4) 丸山翔大、松田真宣、長谷川裕修、有村幹治：データマイニングアプローチによるコミュニティサイクル利用動態の抽出，土木学会論文集D3(土木計学)，Vol. 70, No. 5, pp. 671-680, 2014
- 5) SIS 操作マニュアル：カーネル密度推定