

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

窪田 諭[†] 市川 尚[†] 阿部 昭博[†]

自転車は健康増進につながり、環境に優しい交通として見直され、レンタサイクル事業が全国各地で展開されている。しかし、自転車走行結果に基づく道づくりワークショップでの検討や自転車走行に適した情報提供の取り組みは少ない。道路利用者が安心・安全に利用できる自転車走行空間を整備するためには、自転車の走行結果をもとに、施策を推進することが必要である。

本研究では、ホテル宿泊客を対象としたレンタサイクル事業における走行データを活用することを考え、自転車利用者向け情報配信と3次元空間データを用いた道づくり検討を行うシステムについて検討する。本稿では、レンタサイクルの利用によるGPSデータ収集の運用、GIS分析による可視化とシステムの構想について述べる。

Fundamental Study of Urban Development Support System Using GPS Data of Bicycle

Satoshi Kubota,[†] Hisashi Ichikawa,[†] and Akihiro Abe[†]

A bicycle is used as restorative and eco-friendly transportation which rental bicycle projects are promoted in some areas of Japan. However, there are few cases to discuss for constructing bicycle path and to deliver travel information based on bicycle travel data. It is necessary to promote the measures based on bicycle travel data for constructing bicycle run space which is used secure by citizens.

In this paper, an urban development support system is proposed using rental bicycle travel data of hotel guests, which has the objectives of delivery of travel information and discussion of bicycle path construction in workshop using three-dimensional spatial data. This paper describes the operation for collecting GPS data of bicycle run, ideas of GIS analyses, and concepts of urban development support system.

1. はじめに

自転車は環境に優しい交通として見直され、健康志向の高まりからも、その利用を促進する取り組みが行われている¹⁾。観光客が市街地を効率よく回るための観光レンタサイクル事業²⁾や通勤・通学などの日々の利用を目的としたコミュニティサイクル事業³⁾が全国各地で展開されている。自転車利用を促進するためには、安全に走行できる走行空間を整備することや道路を適切に維持管理することが必要である。ただし、地方公共団体の財政状況が逼迫し、道路整備に係る事業費が削減されている今日では、自転車走行空間を整備するためには、自転車の利用実績に基づき優先度の高い道路を対象に推進していくことが望ましい。一方、観光レンタサイクル事業では、利用者に観光情報を配信しようとする試みがある²⁾。しかし、自転車走行結果に基づく道づくりワークショップでの検討や自転車走行に適した情報配信の取り組みは少ない。

そこで、本研究では、ホテル宿泊客を対象としたレンタサイクル事業における走行データをGPS (Global Positioning System) ロガーにより収集し活用することを考え、自転車走行によるGPSデータの収集、地理情報システム (GIS: Geographic Information System) 分析による可視化、自転車利用者向け情報配信と3次元空間データを用いた道づくりを考えるまちづくり支援システムについて検討する。研究対象は、岩手県盛岡市内にある盛岡ホテル協議会の15ホテルが運営している宿泊客向けレンタサイクル事業 (通称: モリクル) である。盛岡ホテル協議会では、各ホテルの宿泊客へのサービスとして、2010年4月よりレンタサイクル事業を運営しており、2010年4月~11月には全体で2,307件の貸し出しがあった。同協議会では、宿泊観光客向けサービスとして、自転車周遊行動結果に基づく観光サイクルマップを作成する要望がある。

2. 関連研究

自動車、自転車、徒歩による観光客の周遊行動結果を収集し、分析しようとする研究は多く行われている。例えば、携帯電話を用いて徒歩による観光周遊データの収集・編集方法を提案し、モバイルラリーデータの特徴を把握する研究⁴⁾、レンタカーのGPSデータをもとに周遊型観光動態情報をデータマイニングにより獲得する研究⁵⁾⁻⁷⁾、鎌倉市を訪れた観光客にGPS機器を配布し、その歩行行動を歩行速度の速い場所、停滞場所などにより調査して地図上に可視化する研究⁸⁾、新宿御苑における利用者の行動パターンをGPSで調査した研究⁹⁾がある。文献10)では、GPSを用いた行動調査について既存の研究動向を整理し課題を展望するとともに、行動調査の可視化手法の有効性を検討している。本研究では、観光客が利用する自転車にGPSロガーを設置し、その周遊行動をGISで分析する点で異なる。

[†] 岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

自転車の走行行動を調査する研究としては、レンタル電動アシスト自転車の利用者に GPS ロガーを携帯してもらい、観光パターンを分析するとともに、走行履歴を Web 上で確認できるようにする研究²⁾や自転車走行行動を分析する研究ではないが、危険箇所や注意箇所を運転者に注意喚起する自転車用安全運転支援システム¹¹⁾がある。本研究では、自転車走行結果を GIS 分析した結果を基に観光サイクルマップを構築し、携帯電話へ観光と自転車走行の情報を配信する。さらに、3次元空間データを用いて自転車走行空間の整備を検討するシステムを開発する点に特徴がある。

自転車走行を把握するために GPS を用いる場合、GPS を配布・回収する人員と手間が必要である。また、リアルタイムでデータを取得する必要性やデータ収集のコスト、被験者への負担などを検討する必要がある¹⁰⁾。本研究ではホテルフロントで既存のレンタサイクル貸し出し業務の一環で GPS の設置・回収を行うため、特別な人員と手間を必要としない利点がある。

3. まちづくり支援システムの構想

3.1 システム構想

本研究では、レンタサイクルの走行結果を GPS ロガーで収集し、それを GIS で分析した結果をもとに、自転車利用者の携帯電話への情報配信と3次元空間データを用いた自転車走行空間整備のためのまちづくり支援システムについて検討する。レンタサイクルを利用する宿泊客が頻繁に訪れるスポットや地元住民では気づかないスポットを訪れる行動は、宿泊客への情報提供によりリピーターを増やすために有益な情報である。また、自転車走行に利用される道路を把握することは、交通計画を立案するために必要である。本システムの概念図を図1に示す。

まちづくり支援システムでは、観光サイクルマップ機能により、自転車走行軌跡、お勧めスポット・ルート、安心・安全ルートを表示する。さらに、携帯電話への情報配信機能と3次元可視化の各機能を考える。観光サイクルマップは、PCと携帯電話により利用され、ホテルフロントでの案内用に紙版も用意する。システムでは、GPS で取得した走行軌跡データを様々な角度から分析するために、Google Maps API を用いて参照する機能を開発する。ここでは、年齢層、性別、日付などの条件によって走行軌跡を地図上に表示する。そして、GPS データを GIS で分析し、観光スポットやルートを把握する。GIS で分析した結果には 3.2 節に後述する観光スポットや観光ルートが含まれるので、これを携帯電話への情報配信と3次元空間データを用いた自転車走行空間の整備検討に用いる。

3.2 GPS データの分析

レンタサイクルの走行により収集された GPS データを GIS により分析する。GPS データの前処理として、エラーログの除去と移動・滞在を速度と滞在時間によって判

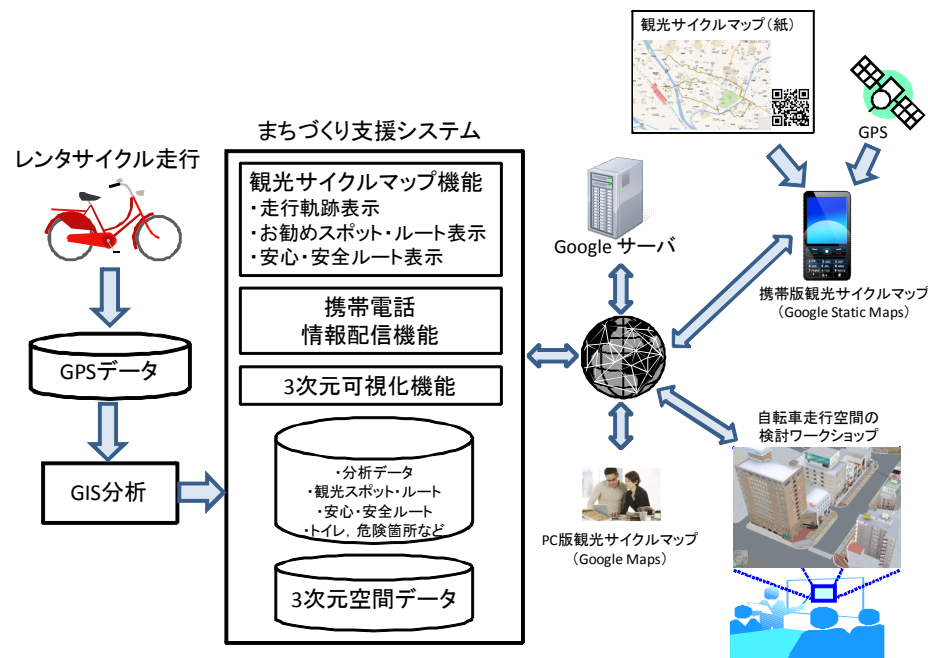


図1 システム概念図

別する。エラーログの除去では自転車の走行速度の閾値を 25km/h、移動・滞在判別では速度閾値を 1km/h、時間閾値を 300 秒と仮定する。前処理を行ったデータの分析方法として具体的には、多くの観光客が立ち寄る観光スポットの明確化、観光客受け入れ側があまり想定していない観光スポットの抽出を行う。また、走行軌跡を地図上で重ね合わせることで、交差点や特定の場所を通過する走行を GIS で抽出し地図上で重ね合わせることで、対象地域における自転車の走行特性を面的に把握する。そして、観光客が頻繁に利用する走行空間の分析とこれが安全な経路であるかどうか検討を行う。

3.3 自転車利用者の携帯電話への情報配信

観光レンタサイクル事業の利用者は主に地域外から来訪する観光客であるため、現在いる場所を把握することや初めて来訪した人でも道に迷わずに目的地へ行くことができるようにするために、携帯電話に観光サイクルマップの情報を配信する。携帯電話への情報配信では、レンタサイクルを利用する前に QR コードから、また利用中に停車して携帯電話の GPS 機能による現在位置から観光サイクルマップを利用する。配

信する情報は、トイレ、観光スポット、お勧めルート、安心・安全ルート、走行に危険な箇所・ルート、駐輪場である。観光スポットとしては、ガイドブックに記載され一般的に知られているスポットに多くの利用者が訪問し、それがGPSログとして蓄積されると想定される。加えて、一般にはあまり知られていないが口コミによって訪問したと考えられるスポットもある。GPSログを分析することによって、観光客受け入れ側が気づかないスポットを配信することができる。

利用者は、自転車利用前にPCから観光サイクルマップでスポットとルートを確認する。現地では、紙の観光サイクルマップに記載のQRコードを携帯電話で読み取り、配信される情報を確認する。自転車走行中には、停車や休憩時に現在位置を携帯電話のGPS機能により捕捉し、近隣のスポットやルートなどを確認する。また、将来的には現在位置から目的地までナビゲーションすることも検討する。

3.4 3次元まちづくり支援

安全かつ快適な自転車利用を促進するために、自転車走行空間の整備が進められている。自転車のみの通行路が確保されている自転車走行空間の延長は、2006年時点で2,530kmである。自転車走行空間は、交通特性や道路構造に基づいて設計や対策を実施しているが、交差点部での自転車と歩行者との交錯、自転車走行空間外の自転車利用などの問題がある¹²⁾。まちづくり支援システムでは、自転車走行空間の整備に資するために、その検討ワークショップにおいて3次元空間データを用いて現地の様子を確認しながら自転車専用道の新設や道路改修を検討する3次元可視化機能を開発する。この機能では、ワークショップ参加者が大画面に投影された3次元空間内において走行軌跡、危険ルートと危険箇所、交差点を表示し、自転車専用道の新設や道路改修などを検討する利用を想定する。走行に危険なルートと箇所については、盛岡自転車会議¹³⁾の資料を参考にする。3次元空間内で走行軌跡を利用することにより、単路部、交差点部、バス停部の自転車走行結果に基づく自転車道の整備を検討することができる。

本システムでは、3次元空間データMapCubeを利用する。3次元空間データの整備範囲は、盛岡駅前から菜園通り(図2)である。菜園通りは盛岡市の中心商業軸の一つであるが、「もりおか交通戦略計画書¹⁴⁾」において、歩道や路肩が狭く、歩行者・自転車が安心して快適に移動することができない、とされている。観光客は盛岡駅前に多く立地するホテルを拠点に自転車で走行することが多いと想定されるため、この範囲とした。対象地域では、盛岡市の共用空間データ(縮尺1/500)が整備されている。共用空間データとその測量データをベースに、高さを与えて3次元空間データを作成した。使用する3次元空間データの一部を図3に示す。



図2 3次元空間データの整備範囲



図3 3次元空間データ

4. レンタサイクル事業におけるGPSデータ収集の運用

本章では、まちづくり支援システムの基礎となる自転車周遊行動を分析するためのGPSデータを収集する運用について述べる。

4.1 GPS選定実験

レンタサイクルに設置するGPSを選定するために、その選定実験を行った。自転車利用の行動を把握できるGPSには、(1)液晶ありGPSロガー、(2)液晶なしGPSロ

ガー、(3) 液晶タイプ GPS、(4) ポータブルナビ・携帯電話・スマートフォンなどの4タイプがある。本研究では、ホテルがGPSを管理し運用することと自転車に設置後の紛失と故障の可能性を考慮し、高価な(3)液晶タイプGPSと(4)ポータブルナビなどを対象外とした。選定実験において対象としたのは、(1)液晶ありGPSロガーとして「m-241c (HOLUX 製)」、(2)液晶なしGPSロガーとして「i-gotU GT-600 (MobileAction 製)」である。どちらの製品も登山や自転車利用者のGPSロガーとして多く利用されている実績がある。GPSチップとして、m-241cにはMTKが、i-gotU GT-600にはSiRFがそれぞれ搭載されている。MTKとSiRFはともにGPSチップとして多く利用されている。選定実験は2010年11月4日に実施し、モリクルで実際に使用する自転車2台にi-gotU GT-600 2個とm-241c 2個をそれぞれハンドル部とサドル下に設置した。実験では、2台同時にホテルを出発し、帰着して得られたログデータを比較することにより、誤差の程度と機器の操作性を確認した。

実験の結果、2台のGPSロガーともにハンドル部に設置したGPSの方が、サドル下に設置したGPSより誤差が少なく精度が高かった。サドル下ではサドルに乗る人体がGPS受信の精度を下げていると考えられ、GPSはハンドル部に設置することにした。機器毎の特性では、ログデータを地図上に展開して比較した結果、m-241cが若干精度良く受信していた。また、m-241cは液晶があるため、ログ取得開始・終了を確認でき、操作性が良い。したがって、本研究ではGPSとして、液晶ありGPSロガーm-241cを採用した。なお、GPSログの取得間隔は実験結果と自転車による交差点走行を考慮し、1秒とした。

4.2 GPS データ収集の運用状況

レンタサイクル事業においてGPSデータを収集する運用は、2010年11月17日～30日に試験的に実施し、2011年5月27日から本格的に実施されている。GPSデータを収集する対象は、レンタサイクル事業に参画する15ホテルのうち、5ホテルの自転車10台である。GPSロガーによるデータ収集を行うにあたり、著者らがGPSロガー管理マニュアルを作成し、ホテルに配付した。マニュアルには、利用者へのログ収集の告知とGPSロガーの設置・回収などの作業を記載している。また、著者らが、2週間に一度、5ホテルのGPSロガー10台のデータ回収を行う。

運用方法としては、利用者がホテルフロントにモリクルの使用を申し出る際に、フロント係が利用者にGPS設置の目的・概要を説明し、設置の許可を得る。このとき、ログデータは観光サイクルマップ作成のみに利用され、個人の特定やその他の用途に利用しないことが説明される。設置許可が得られた場合、フロント係はケースに入れたGPSロガーm-241cをレンタル自転車のハンドル部に設置する(図4)。

レンタサイクル事業により取得されたGPSデータ数は、2011年5月27日から8月3日迄では、15件であった。自転車走行結果の例を図5に示す。15件を年齢層別に見ると、20歳代が4件、30歳代が5件、40歳代が1件、50歳代が1件、60歳代以上が1



図4 レンタサイクルへのGPSの設置

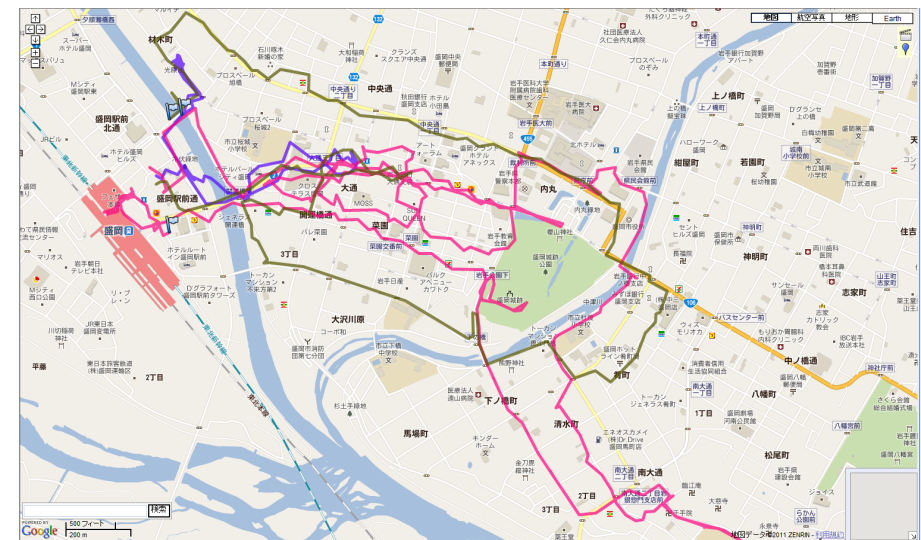


図5 自転車走行結果の一例

件、不明3件である。男女別では男性6件、女性9件となっている。また、平均走行距離は11.0km、平均利用時間は4時間13分である。レンタサイクル事業では、自転車は対象の5ホテルにおいて同期間に186件貸し出されている。ただし、186件には東日本大震災の復旧業務でのビジネス利用が含まれており、観光目的の利用はデータ回収時のヒアリングより約5割と想定される。このことを考慮すると、GPSデータの

収集率は約 15%である。ホテル関係者へのヒアリングによれば、「監視されているようだ」、「自分の行ったルート、場所が他人に知られるのは嫌だ」というレンタサイクル利用者の拒否反応があったため、取得数が増えていない。この運用では、GPS の設置を拒否する観光客には強く薦めないため、利用者に協力してもらうためにインセンティブを検討することが考えられる。例えば、取得した GPS データを USB で利用者に渡すサービスや地図に走行経路を印刷して利用者に渡すサービスがある。都市や観光地における空間利用の研究においては、調査結果に一般性を持たせるために 100 件以上の調査数が望まれる¹⁰⁾。本研究においても引き続き GPS データを収集し、GIS 分析に利用する予定である。

5. おわりに

本研究では、観光における自転車走行行動を把握し、自転車走行空間の整備を促進するために、レンタサイクル事業の利用者の周遊行動分析を行い、その結果に基づく観光サイクルマップ構築と携帯電話への情報配信、3次元空間データを用いた自転車走行空間の整備検討を行うまちづくり支援システムの基礎的な検討を行った。自転車走行結果を GPS ロガーで取得するために、走行実験により選定した GPS 機器を 10 台のレンタサイクルに設置して運用しており、データ収集に関する知見を得られた。今後は、GPS データ収集を引き続き行い、得られたデータによる GIS 分析とまちづくり支援システムの開発を行う。

謝辞 本研究を遂行するにあたり、盛岡ホテル協議会、株式会社小田島組 加藤誠氏、岩手県立大学ソフトウェア情報学部生 工藤峻輔君と佐藤遼二君にご協力いただいた。また、本研究の一部は、岩手県立大学全学研究費イノベーションパーク連携推進研究費により行った。ここに記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 森島仁, 佐橋友裕:「名チャリ社会実験 2009」の取組と今後の動向, 土木計画学研究発表会・講演集, 土木学会, Vol.42, No.211 (2010).
- 2) 中山明子, 西田純二, 上善恒雄, 大田香織: 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, 土木学会, Vol.41, No.395 (2010).
- 3) 片岸将広, 高山純一, 清水啓紀, 埜正浩: 金沢レンタサイクル「まちなり」の効果と展望, 土木計画学研究発表会・講演集, 土木学会, Vol.43, No.370 (2011).
- 4) 三澤勉, 有村幹治, 田村亨: 携帯情報端末を用いた観光情報提供に関わる周遊行動データの収集方法の提案とその基礎的分析, 都市計画論文集, 日本都市計画学会, No.38-3, pp.499-504 (2003).
- 5) 長尾光悦, 川村秀憲, 山本雅人, 大内東: 観光動態情報の獲得を意図した GPS ログデータマイニング, 情報処理学会研究報告, 2004-ICS-135, pp.7-12 (2004).
- 6) 長尾光悦, 川村秀憲, 山本雅人, 大内東: GPS ログマイニングに基づく観光動態情報の獲得, 観光情報学会誌「観光と情報」, Vol.1, No.1, pp.38-46 (2005).
- 7) 長尾光悦, 川村秀憲, 山本雅人, 大内東: GPS ログからの周遊型観光行動情報の抽出, 情報処理学会研究報告, 2005-ICS-140, pp.23-28 (2005).
- 8) 野村幸子, 岸本達也: GPS・GIS を用いた鎌倉市における観光客の歩行行動調査とアクティビティの分析, 日本建築学会総合論文誌, No.4, pp.72-77 (2006).
- 9) 山本泰裕, 伊藤弘, 小野良平, 下村彰男: GPS を用いた新宿御苑における利用者の行動パターンに関する研究, ランドスケープ研究, 日本造園学会, Vol.69, No.5, pp.601-604 (2006).
- 10) 矢部直人, 有馬貴之, 岡村祐, 角野貴信: GPS を用いた観光行動調査の課題と分析手法の検討, 観光科学研究, Vol.3, pp.17-30 (2010).
- 11) 久保田彰人, 北島規雄, 小林祐貴, 市村哲: ロコミと路面状況を共有できる自転車用安全運転支援システム, 情報処理学会研究報告, Vol.2009-GN-72, No.18, pp.1-6 (2009).
- 12) 花村嗣信, 松本昭一, 伊藤博文, 福岡英治, 荻野弘: 利用者の視覚情報による自転車走行空間の評価に関する研究, 土木計画学研究発表会・講演集, 土木学会, Vol.43, No.392 (2011).
- 13) 盛岡自転車会議, http://sports.geocities.jp/jitensha_kaigi/ (2011.8.5.参照)
- 14) 盛岡市: もりおか交通戦略計画書 (2009).