

◆特集＊招待論文◆

GPS 携帯を活用した行動調査 に関する基礎的研究

Fundamental Study on GPS-based Behavior Research

松本 修一

慶應義塾大学先端研究センター講師

Shuichi Matsumoto

Senior Associate Professor, Advanced Research Center, Keio University

近年、携帯電話を活用したプローブパーソン調査など交通行動調査への適用が行われている。本研究ではこのプローブパーソン調査で得られるGPS測位データを解析することによって、交通モードや移動経路、立寄り場所などの推定精度を検証するものである。具体的にはGPS携帯をお遍路さんに携帯してもらい、お寺からお寺に移動する際のGPSログデータを解析することから、移動経路や交通モードなどの把握を試みた。この結果遍路の交通モード、立寄り場所などを高い精度で推定することが出来た。

In recent years GPS cellular phone is widely utilized on traffic behavior researches. By analyzing GPS positioning data on probe person surveys, this research examines degrees of accuracy of traffic modes, transfer pathways, and stop-off points of the carriers. For this research the author adopted pilgrims as experimental subjects and analyzed how they moved from one temple to another by examining their GPS log data. As a result, this research successfully estimated pilgrims' traffic modes and stop-off points with a high degree of accuracy.

Keywords: GPS, Transportation mode, Pedestrian

1 はじめに

インターネットや携帯電話をはじめとした近年の急速な情報通信技術の発展と普及により、人々のライフスタイルは大きく変化している。都市内での人々の移動に関しては、ICT技術の進展によりマルチモーダルな交通情報や現在位置周辺に関する多様な情報を時刻や場所の制約を受けずに携帯端末などの手段により入手することが可能となっている¹⁾。交通行動の意思決定は、時々刻々と変化する情報を

入手しながら選択を行うといった、動的なプロセスで行われることになり、情報提供が人々の交通行動に与える影響を評価する必要性が高まっている²⁾。

また、2007年4月より原則として第3世代携帯電話へのGPS搭載が義務化されたことによりGPS搭載携帯電話が普及しつつある。またその結果、携帯電話会社などがGPS関連ビジネスに注目している。

このような流れの中で携帯電話を活用したプロ-

ブパーソン調査など携帯電話のGPS測位データを活用した交通行動調査への適用が行われている。本研究では、四国遍路を対象に、携帯電話から得られるGPS測位データを解析することによって、交通モードや移動経路、立寄り場所などの推定精度を検証するものである。

四国遍路は、昭和初期から遍路観光の兆しがみえたが、バブル崩壊後に遍路ブームが到来し、ここ数年団塊の世代によってさらに多くの遍路が巡礼ようになった。また現在では、モビリティの発達によって、昔ながらの徒歩による巡礼に加え、自動車やバス、自転車による巡礼など遍路に関する移動も多様化してきている。また近年では、四国遍路道をサンチャゴ巡礼街道のように世界遺産に登録しようという気運が高まっている³⁾。

しかし遍路は現在年間20～30万人、徒歩での巡礼が数万人といわれているが、詳細な人数や使用している経路、交通手段などに関する正確な資料は存在しない。そのため四国遍路の行動調査に関する地域ニーズがあり、本研究はその解決方法を検討するものでもある。

2 既存研究のレビュー

近年国内各地においてIT技術を用いたパーソントリップ行動調査の補完調査などとして、プローブパーソン調査が注目され、実務の上で行われている。

このような調査に関して、大森らは従来行われているパーソントリップ調査で、GPSやPHSといったポジショニング技術を用いる人の詳細な時空間的行動軌跡データを収集すると共に付加的な調査を行うことで、移動時間や経路などに関するより正確な行動記録ダイアリーを作成することを提案している⁴⁾⁵⁾⁶⁾。また三谷らは松山市圏においてGPS携帯とGISを併用したWebダイアリー調査とGPS携帯上で稼動するエージェントプログラムを組み合わせた2つを調査併用するシステムを構築した⁷⁾。

このように現在のプローブパーソン調査はWebダイアリー調査などと併用することで有効な調査方法であるとされている。その一方で井坪らにより従来のプローブパーソン調査の手法を大規模な交通行動

調査に適用するには、多くの課題があると報告されている⁸⁾。

本研究では、これまでWebダイアリーと併用することが前提であったプローブパーソン調査をGPSログのみで簡易的に実施し、そのログから行動内容を推定する手法の適用可能性を検討した。

3 調査概要

本研究では、高知県南国市西部に位置する国分寺(29番札所)において遍路に行動調査に活用されているGPS携帯であるPhoneGPS⁹⁾を渡した。GPS携帯は遍路が次の札所である善楽寺(30番札所)までの約6.2kmにおいて移動中に5秒間隔で位置データを取得する¹⁰⁾。そして調査後GPS測位データを解析することによって、遍路の移動経路および移動手段などを推定した。この調査概要を表1に示す。

表1 調査概要

項目	内容	
調査期間	平成19年11月10日(土)・11日(日)	
調査場所	国分寺(29番札所)～善楽寺(30番札所)	
調査対象	国分寺から善楽寺に向かう遍路	
サンプル	56人(徒歩14、自動車38、その他4)	
調査項目	質問意図	質問内容
	個人属性	年齢、性別、職業、人数
	移動中の状態	立寄り場所、迷った場所、危険に感じた場所(場所および理由)、交通手段等
	参考情報	移動に活用した媒体
	交通モード	携帯GPSログデータ

また、調査に参加した遍路に対し、善楽寺においてアンケートを実施した。このアンケートの中から図1～3として、迷った箇所の有無および遍路巡礼の際に活用している位置情報の手段、調査区間における遍路巡礼の最中に立ち寄った箇所の理由に関する結果を示す。

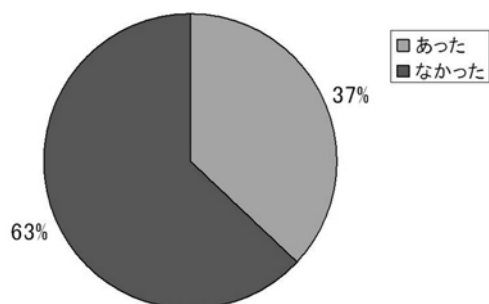


図1 迷った箇所の有無 (N=56)

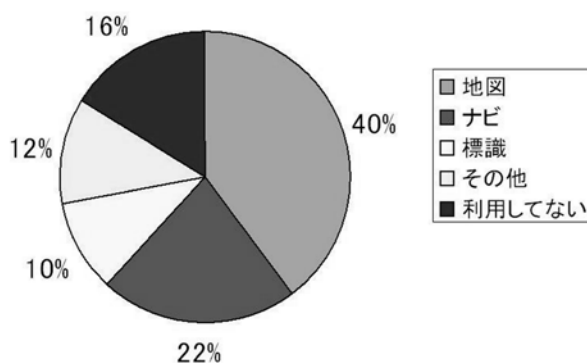


図2 位置情報の活用手法 (N=68)

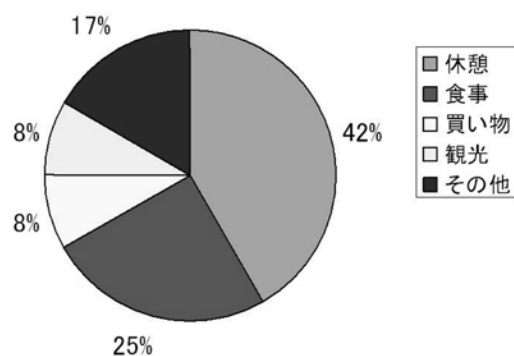


図3 立寄った箇所の理由 (N=11)

図1から遍路の4割弱が巡礼時に経路を迷っていることが分る。また図2から遍路の4割が地図を、2割強がカーナビ、1割が標識を活用していることが分った。図3からは本調査において推定する立寄り箇所の理由を抽出した。

4 データ解析結果

4.1 データ解析の概要

3章にて述べた調査において取得されたGPS測位ログデータを活用し交通モード判定および立寄り箇所の推定を行った^{11) 12)}。今回は調査区間に鉄道がないため、鉄道モードを解析対象から除外し、自動車または徒歩のいずれかを推定する手法をとった。また交通モード判定においては過去5地点までの速度-角速度および速度標準偏差-角速度標準偏差を評価指標として加味した。

また、この結果を調査時のアンケートと比較することで、その精度の検証を行った。なお立寄り箇所の推定イメージを図4に、交通モード推定フローを図5に示す。

なお、本研究では立寄り時間の閾値を5分とした。また一般的にGPSの測位状況が良い場合、GPSの測位誤差は10m程度と言われている。本研究では、GPSの測位状況の悪い箇所がある可能性も考慮し、立寄り箇所と推定される滞在範囲を半径30mと仮定した¹³⁾。

4.2 データ解析の結果

前節で述べた解析から集計したデータの概要を表2としてまとめる。またデータ解析から得られた徒歩、自動車の交通モード推定結果に関して、交通モード別の経路を図6、図7に示す。

表2 データ解析の概要

項目	データ数	
総サンプル数	26398	
総トリップ数	77	
平均トリップ長	6875m	
平均移動時間	1686秒	
交通モード的中率	91%	
主モードが自動車	平均移動時間	1102秒
	平均移動距離	8538m
	自動車モードの割合	71%
主モードが徒歩	徒歩モードの割合	29%
	平均移動時間	2508秒
	平均移動距離	4536m
	自動車モードの割合	6%
	徒歩モードの割合	94%

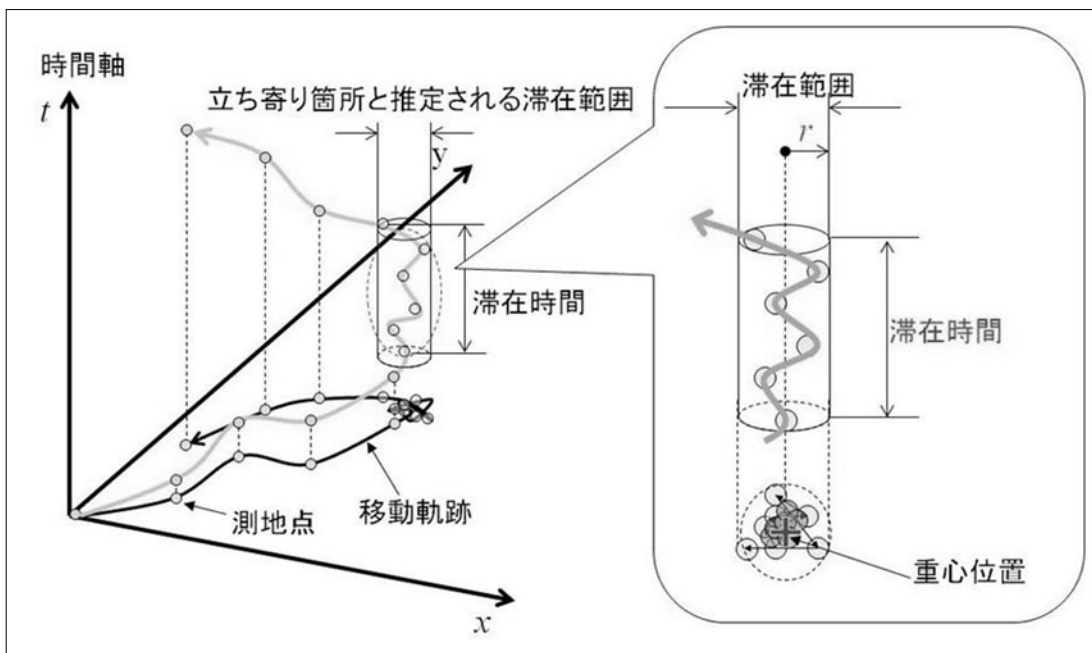


図4 立ち寄り箇所の推定イメージ

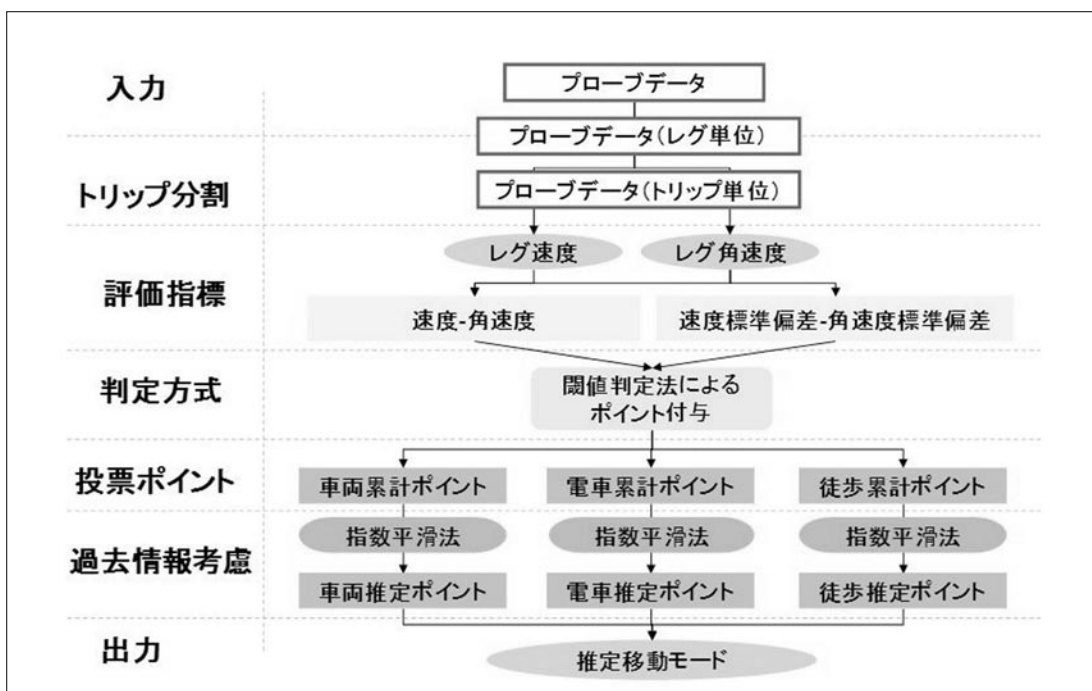


図5 交通モード推定のフロー



図6 推定移動モード別の経路（徒歩）

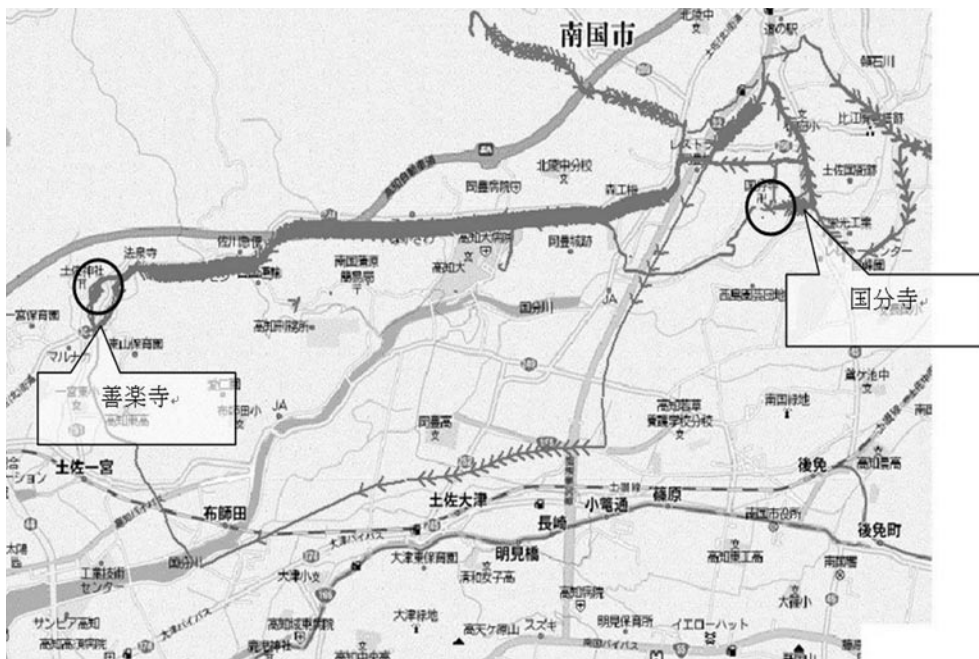


図7 推定移動モード別の経路（自動車）

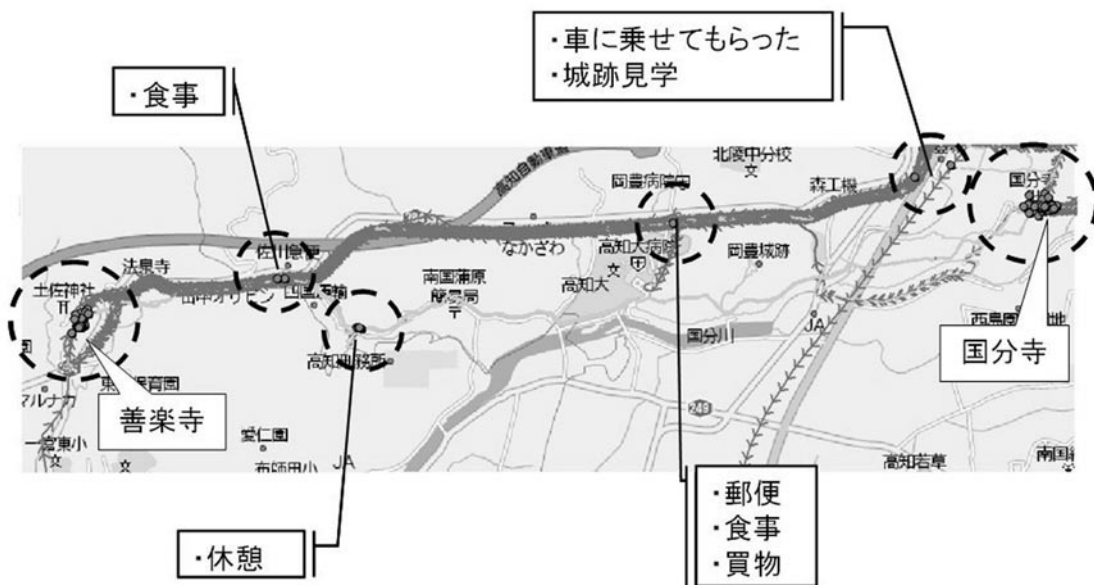


図8 トリップエンドと立寄り場所の関係

表2から遍路のトリップ数、平均トリップ長などの推計が出来た。その結果、平均移動距離に関して徒歩の方が自動車の半分程度であることが分かった。この反面、移動時間に関しては徒歩の方が自動車の2倍以上かかっていることも分かった。また、トリップ中でのモード推定結果に関しては、自動車モードの割合が71%、徒歩モードの割合が94%と非常に高い精度で正しく推定することが出来た。また、交通モードの中率に関しては、91%と非常に精度が高い結果になった。なお、当該区間を移動する遍路の中には、マイクロバスやバイクで移動した人も見られたが、これらは今回の移動モード判定処理では、自動車と分類している。

4.3 アンケート結果とデータ解析結果の比較

1) 立寄り場所

本項では立寄り箇所の抽出箇所とアンケート調査で行った立寄り場所に関するデータの整合性に関して検証を行った。図3にあるように本調査中11箇所の立寄り場所とその理由に関してアンケートから抽出されている。この結果と立寄り箇所推定結果を

図示したものが図8である。

図8よりアンケート調査で遍路が回答した11箇所の立寄り場所のうち8箇所を本手法で正しく抽出することが出来た。今回の立寄り場所の抽出においては、立寄り場所の定義を滞在範囲30m、滞在時間5分以上としたが、アンケート調査において立ち寄ったと回答した場所においても停止時間が短かったため、2カ所の立寄りを抽出できなかった。また、移動経路以外の箇所を立寄り場所と指定した場所が1カ所あった。

表3 所要時間の比較

		迷ったと感じた	迷ったと感じなかった
人数		14	30
主モード自動車の平均立寄り箇所		0.36	0.45
主モード徒歩の平均立寄り箇所		0.67	1.0
主モードが自動車	平均移動時間	1293秒	1327秒
	平均移動距離	8985m	9677m
主モードが徒歩	平均移動時間	6671秒	5574秒
	平均移動距離	8892m	8116m



図9 迷ったと感じた遍路の経路



図10 迷ったと感じなかった遍路の経路

2) 迷いの有無と移動時間・移動経路の関係

次に移動中に迷ったまたは順路が正しいか不安になったと感じた遍路と、そう感じなかった遍路の交通モード別での経路およびトリップ別での移動時間、移動距離などを図9、10、表3にまとめる。

図9、10から順路が正しいか不安になったと感

じた遍路と迷ったと感じなかった遍路の移動経路を比較すると、自動車、徒歩共に迷ったと感じた遍路の方が様々な経路で移動していることが分かった。特に自動車に関しては、迷ったと感じなかった遍路は全員同じ経路をとっていることが分かる。

また表3より自動車利用の遍路の場合は、迷った

と感なかった遍路は立寄り箇所が多くなり、迷ったと感じた遍路より時間がかかる傾向にある。次に徒歩の遍路の場合は、移動時間で20%、移動距離で9.6%多くかかる結果となった。更に自動車利用の遍路同様、迷ったと感じなかった遍路の方が多くの場所に立ち寄る傾向があった。

5 まとめ

本研究では、これまで余り研究が行われていなかった遍路の動態に関してGPS携帯を活用した簡便で効率的なデータ収集方法を提案し、その精度に関して、実フィールドにおいて検討を行った。その結果GPSデータで得られる移動経路、移動時間だけではなく、GPSデータを活用し遍路の移動モード、立寄り箇所に関して非常に精度良く推定することが出来た。また遍路が指定された遍路道だけでなく様々な経路を利用し巡礼を行っていること、またその移動時間や移動距離などを定量化することが出来た。

その一方で本調査の課題としてアンケート結果とGPSから得られたデータを照合する際に、アンケートで回答があった場所や時間が一致しないサンプルも見られた。今後はこのような場合の疑義照会方法やアンケートの採り方などを工夫し、より効率的かつ高精度な調査手法として検討して行く必要がある。

6 終わりに

本稿ではGPSデータを活用した簡易で大規模な行動調査の可能性に関して、四国遍路を対象としその適用可能性を検証し良好な結果を得ることが出来た。今後は調査方法の精緻化などを行い、簡便に行える大規模行動調査の1手法として確立して行きたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、助言、協力、資料提供等便宜を図って頂きました国分寺、善楽寺、(株)三菱総合研究所目黒氏、(株)Model Village小松氏、アイトランスポータラボ(株)堀口氏、高知工科大学岡村先

生、調査に参加頂きました遍路の皆様にご感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 財団法人 道路新産業開発機構『ITS HANDBOOK 2000-2001』、2001年。
- 2) 大森 宣暁・原田 昇・太田 勝敏「活動プログラム実行時の情報利用・活動パターン分析」、『土木計画学研究・講演集』、No.25、CD-ROM、2002年。
- 3) 森栗 茂一「お遍路公共交通会議の提言」、『交通工学』、No.2、Vol.43、2008年。
- 4) 大森 宣暁・室町 泰徳・原田 昇・太田 勝敏「高度情報機器を用いた交通行動データ収集の可能性」、『都市計画学会学術研究論文集』、1999年。
- 5) 大森 宣暁・室町 泰徳・原田 昇・太田 勝敏「PHSの位置情報サービスを用いた高齢者の一週間の交通行動調査」、『第19回交通工学研究発表会論文報告集』、1999年、pp.113-116。
- 6) 大森 宣暁・室町 泰徳・原田 昇・太田 勝敏「情報通信利用が個人の活動スケジュールに与える影響」、『土木計画学研究・論文集』、Vol.4 No.18、2001年、pp.587-594。
- 7) 三谷 卓摩・羽藤 英二「被験者回答フローに着目したプローブパーソン調査システムの有効性」、『土木計画学研究・講演集』、No.30、CD-ROM、2004年。
- 8) 井坪 慎二・羽藤 英二・中嶋 康博「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、2005年。
- 9) 目黒 浩一郎・佐藤 賢「GPS携帯電話を用いた行動分析のトータルソリューション」、『土木計画学研究・講演集』、Vol.36、CD-ROM、2007年。
- 10) 貞廣 雅史・松本 修一・熊谷 靖彦・川嶋 弘尚「携帯GPSデータを活用した行動調査に関する基礎的研究」、『土木計画学研究・講演集』、Vol.37、CD-ROM、2008年。
- 11) 前司 敏昭・堀口 良太・赤羽 弘和・小宮 粹史「GPS携帯端末による交通モード自動判定法の開発」、『第4回ITSシンポジウム2005論文集』、2005年。
- 12) 松本 修一・貞廣 雅史・熊谷 靖彦・川嶋 弘尚「GPS携帯のプローブパーソン調査への適応性に関する基礎的研究」、『第33回土木計画学研究発表会・講演集』、CD-ROM、2006年。
- 13) 堀口 良太・長岡 亨・畑 成年「GPS携帯電話による大規模パーソナルプローブ調査のためのトリップ情報抽出手法に関する研究」、『土木計画学研究・講演集』、Vol.33、CD-ROM、2006年。