

令和元年6月19日現在

機関番号：56203

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06548

研究課題名(和文) 地方部における地域公共交通計画立案のための交通系ビッグデータの活用

研究課題名(英文) Application of using Big Data as Local Transport Planning

研究代表者

宮崎 耕輔 (Miyazaki, Kosuke)

香川高等専門学校・建設環境工学科・准教授

研究者番号：60469591

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究において、公共交通の利用実績である交通系ICカードデータを用いた交通利用実態の分析、ならびに移動ニーズや移動予定を把握することができる経路検索ログデータを用いた分析を通じて、それぞれのデータの特性を把握することができた。それぞれ異なるデータ特性を持っているが、特性を活用したり、相互に補完したりすることによって、従来の調査手法では把握できなかった公共交通の利用実態を把握することができることが示唆された。さらに、交通系ビッグデータを活用して、マーケティング手法への適用や公共交通のサービス改善による客観的な指標による効果計測などを行うことができることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地方部における交通系ビッグデータを用いた分析は、データがそろわることがほとんどないため、十分にできていたとは言い難い状況であった。本研究をきっかけに、検討対象とした香川県高松市において、様々な交通系ビッグデータを収集することができたことは、研究を進める上で、極めて重要なことであった。そして、収集した交通系ビッグデータを用いた交通行動分析結果は、従来の調査手法では把握することができなかったことなどを把握することができ、地域公共交通計画立案に資することがわかった。このような本研究で得られた研究成果は、学術的意義ならびに社会的意義が十分にあったといえる。

研究成果の概要(英文)：This study revealed the characteristics of each of a smart card data and a route search log data. It was found that the characteristics of these data was different. These data was able to provide the travel behaviour of public transport passengers that could not be grasped by the conventional method. For the reason, it is expected that it will be possible to grasp the various travel behaviour of public transport passengers. As a way to use these data, for example, our study was shown that the application to the marketing method and the effect measurement by the service improvement of public transport can be performed.

研究分野：交通計画

キーワード：交通系ビッグデータ 交通行動分析 地域公共交通計画

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ICT (Information and Communication Technology) の発達によって、様々なデータ取得が可能となり、一部では、これらのデータの蓄積が可能となった。その結果、蓄積されたデータが巨大化し、ビッグデータと呼ばれるものへと進化した。

一般にビッグデータは分析者の視点でデータを取得しているとは限らないため、収集されたデータを解析するにあたっては、数ある項目の中からどの項目がキーになり、どれを使うことができるのかなどについて、確認する必要がある。さらに解析方法を決定した後においても、その解析が利用できるようにデータの加工を行う必要がある。これら一連の作業は、データ量が非常に膨大であるために、データ加工やデータ解析が思うように進んでいなかった。しかしながら、コンピュータの発達等により、最近では、交通系 IC カードデータなどの交通系ビッグデータを用いた交通行動分析が見られるようになった。

このように、ビッグデータの活用が現実的となってきている状況において、地方部においてもビッグデータ活用の可能性が大いに期待されているところである。しかしながら、これらの交通系ビッグデータを利用した地域公共交通計画立案手法の提案には至っていない。その理由として、いくつかの問題がある。たとえば、計画立案に際して、どのようなデータが活用可能であるか。どのような活用方法があるのかについての知見がほとんどないことなどが挙げられる。

### 2. 研究の目的

以上の背景を踏まえ、本研究においては、地方部における地域公共交通の計画立案に際して、利用可能な交通系ビッグデータの特徴を把握することを目的として、特に、交通系 IC カードデータと経路検索ログデータを対象に、以下に示す5つの研究目的を掲げた。

#### (1) 交通系 IC カードデータと経路検索ログデータの特徴把握

交通系ビッグデータを用いた公共交通の利用実態の把握方法として、交通系 IC カードデータによる精度の高い公共交通の利用実態データを用いる手法と経路検索サービスの利用ログデータから得られた公共交通の経路検索データを用いる手法が考えられる。これらのデータがともにそろえることが比較的少ないことなどから、これらのデータの特徴比較が十分に行われているとはいえない。そこで、本研究では、交通系 IC カードデータと経路検索ログデータの比較分析を通して、それぞれのデータの特徴について明らかにする。

#### (2) 交通系 IC カードデータを用いた交通利用実態の分析

交通系 IC カードデータを用いることによって、既存の調査手法で把握できる調査項目以外に、交通系 IC カードデータでしか把握できない項目を把握できることが期待されている。そこで、非負行列分解 (Non-Negative Matrix Factorization: NMF) や非負値テンソル因子分解 (Non-negative Tensor Factorization: NTF) を用いて、交通系 IC カードデータから交通利用実態の特性を把握する。

#### (3) 経路検索ログデータを用いた交通利用特性の分析

経路検索ログデータは、利用者のある場所からある場所へ行きたいというニーズ、あるいは移動予定が含まれている。そこで、経路検索ログデータを用いることによって、バスの利用特性の把握を行う。

#### (4) 交通系ビッグデータを用いた公共交通マーケティングへの活用方法の検討

交通系ビッグデータを用いて、従来把握することができなかった顧客情報などはもちろん、顧客の利用実態などを用いた分析結果から、より効果的なマーケティング手法への適用について検討を行う。

#### (5) 交通系ビッグデータを用いた公共交通施策の客観的評価手法の検討

交通系ビッグデータを用いて、公共交通の施策実施評価手法の検討を行う。具体的には、交通系 IC カードデータを用いて、統計的因果推論を援用することによって、公共交通の施策実施評価として、乗継ぎ割引の拡大施策を客観的指標により把握することを試みる。

### 3. 研究の方法

#### (1) 交通系 IC カードデータと経路検索ログデータの特徴把握

本研究では、高松琴平電気鉄道の鉄道で利用されている交通系 IC カードデータと、同一エリア、同一期間の Navitime の経路検索ログデータを対象として比較分析を行う。具体的には、両者の2年分のデータを用いて、目的地の件数、曜日、時間帯ごとの件数に着目して比較分析をする。

#### (2) 交通系 IC カードデータを用いた交通利用実態の分析

交通の利用実態が格納されている交通系 IC カードデータは、データセットが大きく複雑であり、解析する属性や指標が多すぎるため、交通系 IC カードデータから利用実態を把握することは、とても困難である。そこで、本研究では、交通系 IC カードデータの特徴を活かした把握可能な交通利用実態について検討を行う。具体的には、駅の利用パターンに着目した非負行列分解 (Non-Negative Matrix Factorization: NMF) を用いたクラスターの分類を行う。そして、

非負値テンソル因子分解 (Non-negative Tensor Factorization : NTF) を用いることによって、乗車時間帯、利用者区分、乗車駅、降車駅を同時に考慮した利用者の移動パターンの抽出を行う。

#### (3) 経路検索ログデータを用いた交通利用実態の分析

交通の移動ニーズが格納されている経路検索ログデータも交通系 IC カードデータと同様にデータセットが大きく複雑である。そこで、本研究ではバス交通を対象とした経路検索ログデータを用いて、非負値テンソル因子分解 (Non-negative Tensor Factorization : NTF) を活用することによって、バス利用特性を把握する。

#### (4) 交通系ビッグデータを用いた公共交通マーケティングへの活用方法の検討

本研究では、交通系 IC カードデータと国勢調査などのデータを用いて、潜在的な優良顧客を発見する手法、すなわち利用が多い顧客がどの地域で潜在化しているかを把握する手法について提案を行う。

具体的には、過去の利用者の利用履歴を 1 ヶ月単位で集計し、個々の利用者ごとに調査対象期間におけるはじめの月から最終の月までの利用回数を要素としたベクトルデータを作成し、これを各サンプルのデータとしてクラスター分析を行う。クラスターで分類された利用者の年齢がわかれば、所属クラスターの年齢別分布がわかる。そして、これを地域別年齢別の人口に乗じることによって、各クラスターの利用者数を予測することができる。これと実際の利用実績とを比較することによって、優良顧客がどの地域に多いかといったことを把握することができるというものである。

#### (5) 交通系ビッグデータを用いた公共交通施策の客観的評価手法の検討

統計的因果推論を援用することによって、公共交通の施策実施評価の適用可能性の検討を行う。具体的には、香川県高松市における高松琴平電気鉄道の鉄道とバスとの乗継ぎ割引拡大の施策実施を対象として、乗継ぎ割引の拡大が乗り継ぎ利用回数の増加に寄与したかという観点に着目して分析を行う。その際、統計的因果推論を援用することによって、乗継ぎ割引の拡大の効果を定量的に把握することを試みる。

### 4. 研究成果

#### (1) 交通系 IC カードデータと検索ログデータの特徴把握

高松琴平電気鉄道の鉄道で利用されている交通系 IC カードの乗降履歴データと、同一エリア、同一期間の Navitime の検索ログを 2 年分比較し、それぞれの特性を明らかにした。駅単位での検索数など全体的な傾向は類似するものの、検索ログデータが非日常的な利用が中心であり週末の夕方などに検索のピークがあるのに対して、より交通の利用実態に近い IC カードは朝に大きなピークがあるなどの違いが明らかになった。また、検索ログを用いたより精度の高い利用実態把握の可能性について検討を行った。

#### (2) 交通系 IC カードデータを用いた交通利用実態の分析

交通系 IC カードデータを用いて、駅の利用パターンに着目し、非負行列分解を用いることによって、駅の利用パターン別に、利用者特性などを抽出することができ、この結果をもとにクラスターに分類する手法を提案した。また、非負値テンソル因子分解を用いることによって、乗車時間帯、利用者区分、乗車駅、降車駅を同時に考慮した利用者の移動パターンの抽出ができた。本研究では、抽出された 48 要素の移動パターンの特徴を考察することによって、どの時間帯にどのような利用者がどの駅からどの駅へ移動したのかという特徴的な利用者の移動パターンを把握することができた。

#### (3) 検索ログデータを用いた交通利用実態の分析

本研究では経路検索システムに蓄積された利用者の検索行動を移動希望と定義し、移動希望からの交通特性の分析を試みた。具体的には、鳥取県で導入されているバスネット (鳥取大学で開発された経路検索サービス) の 2014 年 10 月、11 月の 2 か月間の鳥取市における検索ログデータを対象に非負値テンソル因子分解を用いて、出発地、目的地、曜日、検索時間帯別の移動希望の特徴を抽出した。分析の結果、鳥取市中心部から郊外部への移動希望における、平日と休日での外出希望時間帯に違いがあることや、鳥取市中心部の通勤・通学時の移動希望が特徴的であることなどの交通特性が抽出された。

#### (4) 交通系ビッグデータを用いた公共交通マーケティングへの活用方法の検討

本研究では、交通系 IC カードデータと国勢調査などのデータを用いて、潜在的な優良顧客を発見する手法、すなわち利用が多い顧客がどの地域で潜在化しているかを把握する手法について提案を行った。そして、香川県高松市における高松琴平電気鉄道の交通系 IC カードデータを対象として、実証分析を行った。本研究で提案した手法については、利用者数の予測を行う作業がある。そこで、この予測結果について、実績値と比較したところ、予測値と実績値が乖離

していないことを確認した。そのため、今回の予測結果を用いて、潜在的な優良顧客がどの地域に分布しているかについて把握することができ、本研究で提案した手法の妥当性を見出すことができた。

#### (5) 交通系ビッグデータを用いた公共交通施策の客観的評価手法の検討

統計的因果推論を援用することによって、公共交通の施策実施評価の適用可能性の検討を行った。具体的には、香川県高松市における高松琴平電気鉄道の鉄道とバスとの乗継ぎ割引拡大の施策実施を対象として、乗継ぎ割引の拡大が乗り継ぎ利用回数の増加に寄与したかという観点に着目して分析を行い、公共交通のサービス改善の施策実施効果の計測手法の提案を行った。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3件)

桑野将司, 木下礼央, 福山敬, 谷本圭志, 菅原一孔, 川村尚生: 非負値テンソル因子分解を用いた検索ログデータからのバス利用特性の分析, 土木学会論文集 D3・特集号(土木計画学研究・論文集) 73(5), pp.I\_569-I\_578, 2017年。

DOI: [https://doi.org/10.2208/jscejpm.73.I\\_569](https://doi.org/10.2208/jscejpm.73.I_569)

Kyoichi Ito, Masaki Ito, Kosuke Miyazaki, and Keishi Tanimoto, Kaoru Sezaki, "Data Analysis on Train Transportation Data with Nonnegative Matrix Factorization," 3rd International Workshop on Smart Cities: People, Technology, and Data (IWSC2017), pp.3998 - 4003, Boston, Dec. 2017.

細江 美欧, 桑野 将司, 谷本 圭志: 非負値テンソル因子分解を用いた交通系 IC カードデータからの移動パターンの抽出に関する研究, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.53, No.3, pp. 1320-1326, 2018年。

〔学会発表〕(計 6件)

伊藤匡一, 伊藤昌毅, 瀬崎薫, "非負値行列因子分解を用いた電車乗降データの解析," 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 知的環境とセンサネットワーク, B-18-32, 2017年9月14日。

加藤弘則, 伊藤昌毅, 瀬崎薫, "交通系 IC カードログによる駅ごとの乗降者数格差の検証", 第57回土木計画学研究発表会・講演集, 東京工業大学, 2018年6月。

伊藤昌毅, 伊藤匡一, 宮崎耕輔, 谷本圭志, 瀬崎薫, "交通系 IC カードと乗換検索サービスのビッグデータ比較による高精度な公共交通利用実態把握可能性の検討", 第57回土木計画学研究発表会・講演集, 東京工業大学, 2018年6月。

谷本圭志, 廣畑健也, 伊藤昌毅, 宮崎耕輔: 公共交通ビッグデータを用いた潜在的な優良顧客の発見手法, 第57回土木計画学研究発表会(春大会), CD-ROM, 2018。

Kosuke Miyazaki, Masashi Kuwano, Taku Fujiyama, Masaki Ito, Keishi Tanimoto "Analysis of the effects of a fare discount scheme for multimodal public transport trips that involve transfers and multiple payments", The 46th European Transport Conference, (ETC2018, Dublin), 2018年10月。

宮崎耕輔, 柳原奨, 桑野将司, 伊藤昌毅, 谷本圭志; スマートカードデータを用いた公共交通の施策実施評価に関する一考察, 第58回土木計画学研究発表会・講演集, CD-ROM, 2018年11月。

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究分担者

研究分担者氏名: 谷本 圭志

ローマ字氏名: Keishi Tanimoto

所属研究機関名: 鳥取大学大学院 工学研究科

部局名: 工学研究科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 20304199

研究分担者氏名: 伊藤 昌毅

ローマ字氏名: Masaki Ito

所属研究機関名: 東京大学

部局名: 生産技術研究所

職名：助教

研究者番号（8桁）：50530086

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。