

渋滞緩和策検討のためのナンバープレートと人流データを用いた混雑状況に関する分析

井口 拓己¹ 吉野 孝¹ 木川 剛志² 尾久土 正己² 吉田 純也³
¹ 和歌山大学システム工学部 ² 和歌山大学観光学部 ³ 株式会社紀陽銀行

1 はじめに

高野山は1,000m級の山々に囲まれた標高約800mの平坦地に位置する和歌山県有数の世界遺産である。

高野山を訪れる主な手段として、電車やバスなどの公共交通機関が挙げられるが、自家用車やレンタカーで訪れる観光客も多い。特に10月から11月の秋期にかけて、紅葉スポットとして人気であり、車での観光客も増加し、高野山内の主要道路内で渋滞が発生する日もある^{*1}。

本研究では、高野山に設置されたカメラから収集された車のナンバープレートと観光客のスマートフォンから取得したGPSによる人流データに着目した分析を行う。ナンバープレートと人流データから観光客の属性について分析することにより、高野山での渋滞緩和策を検討する。

2 関連研究

鍛らは、神奈川県厚木市におけるバス運行と交通状況の関係性の分析を行った[1]。混雑が発生しやすい区間にどのような要因が存在するのかを、路線バスに着目した検証を行い、バス運行本数、中央分離帯の有無、バス停の形状が走行速度と関係性があることを示した。本研究では、路線バスだけでなく、通過車両と人流データについて分析を行い、渋滞緩和策を検討する。

横山らは、交通状況の把握を目的とした車両挙動の分析を行った[2]。ドライバーによる一連の運転行動の時系列の結果として分析を行い、小規模な渋滞に関する交通状況の把握を行った。本研究とは、交通状況の把握を目的とした分析を行っている点が類似している。しかし、走行中の一台の車両のみを対象として分析を行っており、高野山内を通過する車両すべてを分析対象とする本研究とは異なる。

3 ナンバープレートと人流データの分析

3.1 分析対象データ

本研究では、2021年10月1日から2021年11月30日までの2か月間にかけて、高野山で収集された、ナンバープレートと人流データを分析対象データとする。

ナンバープレート

ナンバープレートは、NTT西日本が高野山に設置したカメラ4台、3か所^{*2}で収集されたデータである。ナンバープレートの「個別番号」は匿名加工されており、個人を特定できないデータである。さらに、分析に用いたデータは、日付、1秒単位の時刻を含む。

人流データ

人流データ^{*3}は、ある範囲・時刻に、おおよその滞在した人数が分かるデータであり、個人が特定できないように、匿名加工されたデータである。人流データには、500mメッシュコード^{*4}、日付、1時間単位の時刻、

Analysis of congestion situation using license plates and human flow data for traffic congestion mitigation measures

Takumi Iguchi¹ Takashi Yoshino¹ Tsuyoshi Kigawa² Masami Okyudo² Junya Yoshida³

¹ Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

² Faculty of Tourism, Wakayama University

³ The Kiyo Bank, Limited

^{*1} ゆこたび, <https://www.yukoyuko.net/yukotabi/archive/b00096>.

^{*2} 4台のうち2台は図1のA地点に設置。

^{*3} NTT西日本が高野山を参拝した人のうち、ドコモキャリアのスマートフォンで、ドコモのアプリを使用しているユーザーから許諾を得て収集した。

^{*4} 総務省統計局, https://www.stat.go.jp/data/mesh/m_tuite.html.



図1: カメラ設置箇所

ユーザの居住地^{*5}のデータが含まれる。メッシュ内のユーザ数のことを「UU推計値」と呼び、この人数を用いて分析する。

3.2 分析の概要

ナンバープレートを収集するカメラを設置している3か所を図1に示す。A地点は「大門」、B地点は「宿坊協会」、C地点は「中の橋駐車場」である。本稿では、渋滞や混雑が発生しやすいAB間、またその迂回路であるAC間について分析をする。本稿ではA地点からB地点へのルート「ABルート」、A地点からC地点へのルート「ACルート」^{*6}とする。

4 人流データとナンバープレートとの関係

我々は、高野山を訪れる主な手段が電車と車であることから、電車利用者と車利用者から訪問者数を推測できると考え、 $(UU推計値) = (電車の降車人数) + (車の利用者数)$ という仮説を立て、分析と検証を行った。

4.1 分析の手順

大阪府から訪れた人を対象として、10月と11月における、ナンバープレート、人流データに加え、南海電鉄が提供する「極楽橋駅」「高野山駅」における1日単位の降車人数のデータ、国土交通省が提供する「平均乗車人数の推移」のデータ^{*7}を用いた分析を行った。また、2か月間において、UU推計値の合計が最も高いメッシュは「金剛峯寺」を含むメッシュであったため、それぞれの月における上位10日間を範囲として分析を行い、仮説のUU推計値は金剛峯寺を含むメッシュでのUU推計値とする。

電車の降車人数を調べるため、電車で訪れた人が経由する「極楽橋駅」のメッシュ^{*8}において、大阪府の全地域に対する割合を調べた。その割合を用いて「高野山駅」で降車した人数から、大阪府からの電車利用者数を算出した。

また、車の利用者数を調べるため、大阪府からの車両台数を調べ、その台数に「平均乗車人数」^{*9}を掛け合わせた。高野山内のA、B、C地点を通るすべてのルー

^{*5} 和歌山県(高野町内)、和歌山県(高野町以外)、大阪府、奈良県、京都府、兵庫県、その他、の7地域。

^{*6} 本研究では、この順で通過した車両のみを扱っており、逆順で通過した車両は含まず、別ルートとする。

^{*7} 政府統計の総合窓口, <https://www.e-stat.go.jp>.

^{*8} 極楽橋駅から高野山駅へ行くには、ケーブルカーに乗り換える必要があり、乗車までの待ち時間がかかるため降車人数が正しく測定されていると考えた。

^{*9} 「平均乗車人数の推移」のデータに含まれる。2015年のデータを利用。乗用車・貨物車・バスの順に平日が1.36, 1.25, 20.97, 休日が1.70, 1.25, 20.96である。

表 1: 「UU 推計値」と「電車の降車人数と車利用者数の和」の差 (1日あたりの平均)

	UU 推計値 (人)	降車人数 (人)	車利用者数 (人)	差 (人)
10月	1,312	353	897	62
11月	2,735	711	1,849	175

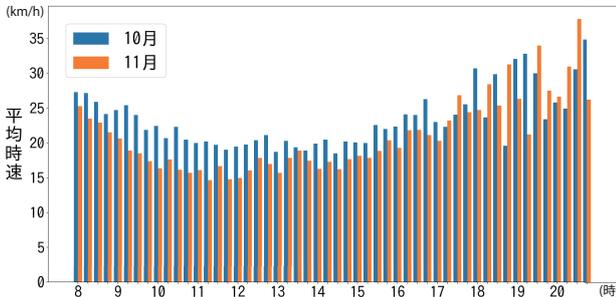


図 2: 10月, 11月における休日の平均時速

トにおいて, 1日に1度^{*10}でも, いずれかのルートで観測された通過車両台数を調べた。その通過車両のうち, 大阪府からの車両^{*11}の台数を調べ, 「平均乗車人数の推移」のデータセットに合わせて, 「乗用車」「貨物車」「貸切バス(バス)」の3つ^{*12}に分類し, 車の利用者数を算出した。

4.2 分析の結果と考察

分析結果を表1に示す。この結果から, 高野山における「電車の降車人数と車利用者数の和」は, 「UU推計値」とほぼ等しくなることが分かった。また, 「電車の降車人数と車利用者数の和」と「UU推計値」の差は, バイクや自転車などのツーリングで訪れる人であると考えている。

このことから, 人流データとナンバープレートを組み合わせることで, 高野山を訪れた人の交通手段の把握ができると思われる。

5 渋滞緩和策の検討と考察

5.1 ナンバープレートの分析

ナンバープレートは, ABルートの渋滞・混雑状況, AB・ACルートの通過車両台数について2種類の分析を行う。

5.1.1 ABルートにおける渋滞・混雑状況の分析

渋滞や混雑^{*13}が起りやすいABルートについて, 10月と11月の休日の15分ごとの平均時速^{*14}の推移を図2に示す。図2より, 10月, 11月ともに11時から12時にかけて, 平均時速が遅くなる。しかし, 10月に比べ11月は時速5kmほど遅くなるのが明らかになった。このことから, 10月, 11月ともに11時から12時にかけて特に混雑し, 11月は10月に比べ, 平均時速が遅くなるため, 渋滞もしくは混雑が発生する可能性があると考えられる。

5.1.2 AB・ACルートにおける通過車両台数の比較

AB・ACルートを通じた車両台数について分析を行った。ABルートを通じた車両台数は, 10月が18,884台, 11月が25,566台であったが, ACルートを通じた車両台数は, 10月が2,116台, 11月が3,252台であ

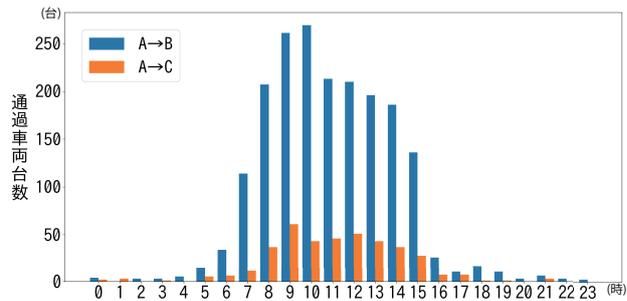


図 3: 11月3日におけるAB・ACルートの通過車両台数

た。この結果から, ABルートの通過台数に比べ, ACルートの通過台数が, 極めて少ないことが分かった。

また, 最もABルートの通過台数が多かった11月3日について, 1時間ごとのABルートとACルートの車両台数の推移を図3に示す。

最も通過車両台数の多い11月3日の9時と10時に着目すると, ACルートに比べABルートの通過車両台数は約5倍であり, ACルートがほとんど使われていないことが分かった。

5.2 渋滞緩和策の検討

5.1節の結果から, 以下の3点の緩和策を提案する。

- (1) 渋滞・混雑状況を観光客に知らせる「LED表示機」をA地点に設置する。
- (2) ABルートに高野山内の無料バスを用意する。また, C地点付近の駐車場を拡大し, 新設する。
- (3) ACルートに高野山ならではの観光要素を取り入れた「道の駅」を建設する。

緩和策(1)は, 高野山内のAB間の渋滞・混雑を観光客に知らせることを目的とする。また, C地点付近の駐車場の空き状況を案内することで, さらにACルートへの迂回を促す。

緩和策(2)は, 積極的にバスを利用した移動に誘導することを目的とする。

緩和策(3)は, ACルートを混雑時の迂回路として利用だけでなく, 日常的にACルートの需要を高め, ABルートの車両台数の減少を目的とする。AC間に「地産地食の精進料理」が食べられる飲食店, 高野山麓の新鮮野菜の直売所, VRシアターのような, 高野山ならではの観光要素を取り入れた「道の駅」を建設することで, 日常的に車両の分散を期待できる。

6 おわりに

本稿では, 2021年10月から11月までの2か月間に, 高野山で収集されたナンバープレートと人流データを分析した。その結果, ナンバープレートと人流データを組み合わせることで, 高野山を訪れた人の交通手段の把握が可能であると分かった。また, ナンバープレートの分析結果から, 3点の渋滞緩和策を検討をした。

今回の分析で扱ったナンバープレートのデータは, 設置箇所がA, B, Cの離れた3地点であったことから, AB間において渋滞・混雑が発生している場所や時間帯は分からなかった。また, 人流データは1時間ごとの粒度であったため, ナンバープレートとの, より細かな粒度での比較が困難であった。そのため, カメラの設置箇所を増やし, 時間粒度の細かい人流データが必要であると考えられる。

参考文献

- [1] 鍛佳代子, 西村圭太, 相尚寿: 神奈川県厚木市におけるバス運行と交通状況の関係性の分析, 東京工芸大学工学部紀要, Vol.41, No.1, pp.16-26 (2018).
- [2] 横山達也, 白石陽: 交通状況把握のための運転行動の時系列性を考慮した車両挙動分析手法, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.1, pp.87-100 (2019).

^{*10}同日において, 同車両を重複して数えないため。

^{*11}地域名表示文字が「なにわ」「和泉」「堺」「大阪」である車両。

^{*12}ただし, 特殊車両は平均乗車人数のデータがないため不明であり, 1日に10台程度の通過であったため除いた。

^{*13}一般道における「渋滞」の定義は時速10km以下, 「混雑」の定義は時速10km~20kmである。

^{*14}宿泊などの, 通過ではない車両を省くため, 通過時間が20分以上の車両を除いた。