

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

プロジェクト:「移動体通信データを活用した行動推定に基づく観光交通対策の優先順位最適化」	
プロジェクトリーダー ・氏名:山田 忠史 ・所属、役職:京都大学大学院 経営管理研究部 教授	
研究期間:平成29年8月～令和2年3月	
プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ) 京都大学大学院経営管理研究部, 一般社団法人システム科学研究所, 国土交通省近畿地方整備局	
プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等) わが国の主要な観光地や観光都市では、自動車観光交通によって、交通容量が逼迫している。訪日外国人旅行者が急増する状況も踏まえると、自動車観光交通への対策は喫緊の課題である。自動車観光交通に対する代表的な対策の1つが、観光パークアンドライド(以下、P&R。乗用車を郊外の鉄道駅などの近辺に設けた乗換用駐車場に停車させて、公共交通機関を利用して目的地に移動してもらうこと)である。本プロジェクトでは、P&Rをはじめとした有効な自動車観光交通対策の実施に向けて、将来的に普及が期待される移動体通信データ(ETC2.0)も活用しながら、i)自動車利用者の経路や駐車場の選択行動を推定すること、および、それに基づき、ii)公共交通との連携を考慮したうえで、どこにどのような駐車場をどのような順番で整備すればよいかについて明らかにする。上記i)とii)を包含した計算手法は、企図を含む計画段階での意思決定サポートツールとして有用であり、観光交通対策の企図・計画段階において、P&Rの実施の是非を判断する材料として活用することが考えられる。	
プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等) 上記i)とii)から構成される計算手法は、図1のような問題、すなわち、上位と下位のレベルから構成される二段階問題となる。上位レベルは、P&Rを軸とした自動車観光交通対策の優先順位(および、位置と規模)の最適化であり、離散的な最適化問題に帰着する。下位レベルは、自動車利用者の経路や駐車場の選択行動、すなわち、自動車観光交通の行動推定である。 図1に示した計算手法の確立に向けて、本プロジェクト初年度の平成29年度には、下位レベルにおいて、既存手法を参照しながら、自動車観光交通の行動推定方法について検討するとともに、ETC2.0データの活用可能性を示した。上位レベルにおいては、既存の最適化手法を援用することにより、優先順位決定方法を構築した。初年度を総ずれば、既存研究を参照しながら、図1に示した計算手法の基礎的枠組みの作成に従事したことになる。二年目に相当する平成30年度は、下位レベルにおいて、ETC2.0データの活用を図りながら、Webアンケート調査を実施して、自動車観光交通の行動推定方法を改良した。また、上位レベルにおいては、AI指向のメタヒューリスティクス的一种である遺伝的アルゴリズムを適用することにより、最適化手法の拡張を図った。H30年度を総ずれば、図1に示した計算手法の改良に努めることにより、その全体構造を確立したことになる。 本プロジェクトの最終年度に相当する令和元年度は、「観光交通対策の優先順位に関する試算(上位レベル、下位レベル、手法全体)」に取り組み、前年度までに開発した計算手法の精緻化を図るとともに、それをを用いて優先順位に関する試算を行った。具体的には、Nested Logit(NL)モデルの適用による下位レベルの精緻化、上位レベルの解法アルゴリズムのさらなる改良、および、混雑ペナルティのより精緻な設定である。また、「持続可能な観光の実現に有用な交通対策の検討」にも取り組み、構築した計算手法を用いて、複数の交通ネットワークを対象とした多様なケーススタディ(数値計算)を行うことにより、有用な観光交通対策について考究した。 上記の下位レベルの精緻化については、昨年度に実施した経路選択実験を含むWebアンケート調査の結果を活用して、昨年度に適用した多項ロジットモデル(同時選択)から、段階選択(P&Rの利用の有無、および、P&R利用経路選択)であるNLモデルへと拡張した。その結果、自動車観光交通の経路と駐車場の選択行動を、昨年度よりも高い精度で表現することができた。また、経路や駐車場の選択において、乗換が無いこと、料金、駐車場の収容可能台数の影響が大きいことが示された。上位レベルの解法アルゴリズムのさらなる改良については、遺伝的	<p>図1 計算手法の全体構造</p>

プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

アルゴリズムを精緻化することにより、昨年度よりも適切なパラメータ値を推定し、解の精度を確保した状態で、計算時間の短縮に成功した。ETC2.0 データの活用については、経年的に使用可能なデータ数が増大しており、利用経路や所要時間に安定傾向が見られ、開発した計算手法へのインプットとしての信頼性が上昇した。

上記に際しては、精緻化された計算手法を、昨年度までの単一 OD の交通ネットワーク(大阪市 - 京都市嵐山間)の他に、図 2 のような複数の出発地(大阪市、神戸市、名古屋市、米原市)から京都市東山エリアへと向かう交通ネットワーク、すなわち、複数の OD を包含した、より一般的な交通ネットワークに適用した。いずれのネットワークにおいても、乗換用駐車場の候補地は、京都市の市街地外縁部の第 1 層と、京都市郊外の第 2 層に設定した。多層型とした理由は、自動車利用者に複数の乗換機会を用意するためである。ネットワーク内の各エリアにおいて、収容台数の異なる複数の駐車場が整備できると仮定し(図 2 の四角形のサイズで表現)、いずれの駐車場も 2 通りの料金を設定し、第 2 層の方が低廉であるとした。

観光交通対策の優先順位最適化においては、目的関数を相違させることにより、2 つの計算ケースを設定した。一つは、評価期間における乗換用駐車場の選択率の総和を最大化するケース(図 3 の case-2)であり、乗換用駐車場の整備効果のみに着目したケースに相当する。もう一つは、乗換用駐車場の整備や維持管理に要する費用、および、駐車場整備による当該エリアの交通混雑費用(混雑ペナルティ)を考慮して、「評価期間における乗換用駐車場の選択率の総和」を「評価期間に要する乗換用駐車場の整備・維持管理費用と混雑ペナルティの総和」で除したケース(図 3 の case-3)であり、費用対効果のケースに相当する。整備費用は駐車場ごとに要すると仮定した。一方、維持管理費用は、図 2 の楕円で囲まれたエリアごとに、駐車場規模の総計に基づいて決まるものとした。維持管理費用の関数には、京都市の例を基にして、単調増加の凹関数を設定した。混雑ペナルティについては、各エリアの駐車場選択率の総和が 30%を超えた期間において、維持管理費用の 2 倍の大きさとした。

評価期間を 10 年として、最初の 5 年に毎年 1 箇所ずつ整備すると仮定した場合の、両ケースの計算結果を比較したものが、図 3 である。case-2 では、当然ながら、選択率の大きい順(図 2 の候補地 9,10,3,1,4 の順)で駐車場の最適な整備順序が決定された。この傾向は、単一 OD の交通ネットワーク(大阪市 - 京都市嵐山間)でも見られた。一方、case-3 では、図 2 の候補地 3,4,10,9,8 の順に整備するのが最適解となった。混雑ペナルティが発生しないような乗換用駐車場の規模や料金の範囲内で、複数の乗換用駐車場を同じエリア内に集中的に整備することが効果的であることが示された。この傾向は、単一 OD の交通ネットワーク(大阪市 - 京都市嵐山間)でも同様であった。さらに、case-3 では、5 番目に候補地 8 が選ばれており、利用率が小さくても、費用対効果に優れた乗換用駐車場が選択される可能性が示された。

上記の混雑ペナルティのより精緻な設定については、case-3 において、ペナルティの大きさや、混雑ペナルティの発生する閾値(30%)を変更させることにより、最適解の変化を考察した。その結果、ペナルティの大きさは、維持管理費用の 2 倍で十分であることが示された。閾値については、その値が大きい場合には、上述の集中整備の傾向が強まり、小さい場合においても、混雑ペナルティによる費用増大を被っても、整備効果の大きな乗換用駐車場を同じエリア内に集中整備するのが有効であることが示唆された。

本プロジェクトで構築した計算手法は、観光交通対策の企図を含む計画段階での意思決定サポートツールとして活用可能であり、得られた知見は、企図・計画段階において、有用な情報となるものと考えられる。

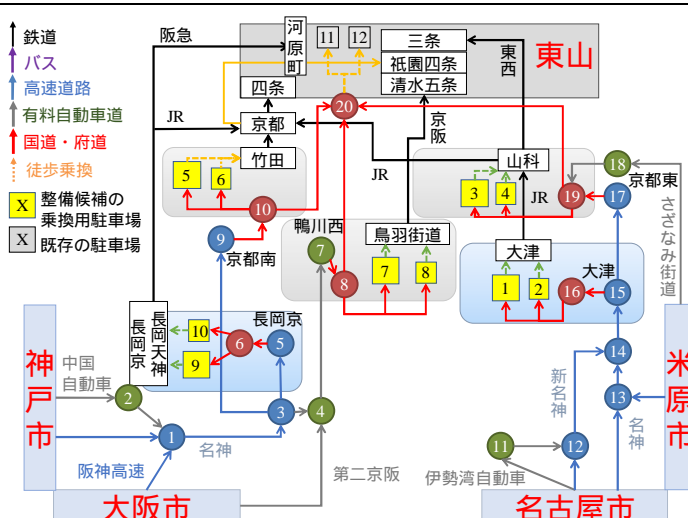


図 2 対象とする交通ネットワーク(4都市～東山)

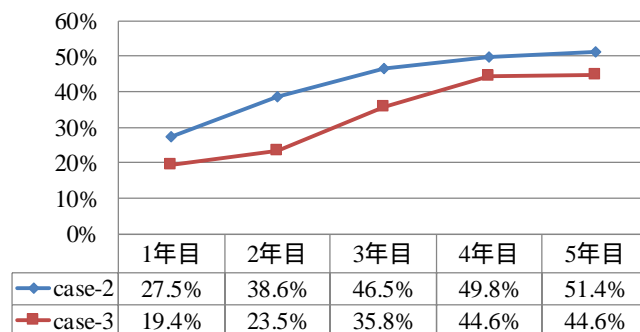


図 3 乗換用駐車場の総選択率の推移

