

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究終了報告書】

①研究代表者	氏名 (ふりがな)	所属	役職	
	(さの かずし) 佐野可寸志	長岡技術科学大学	教授	
②研究 テーマ	名称	交通・物流・交流・防災拠点としての道の駅の性能照査と多目的最適配置に関する研究		
	政策 テーマ	[主領域] 【領域2】 道路ネットワークの形成と有効活用 [副領域] 【領域7】 防災・災害復旧対策	公募 タイプ	タイプIV (道の駅等の交通・防災拠点に関する効果的な広域配置と交通マネジメントについて)
③研究経費 (単位:万円) ※端数切り捨て。実際の研究期間に応じて記入欄を合わせる こと	令和元年度	令和2年度	令和3年度	総合計
	3,351	3,035	2,496	8,882
④研究者氏名	(研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)			
氏名	所属・役職 (※令和4年3月31日現在)			
鳩山紀一郎	長岡技術科学大学・客員准教授			
松田 曜子	長岡技術科学大学・准教授			
高橋 貴生	長岡技術科学大学・助教			
大口 敬	東京大学生産技術研究所・教授			
鹿野島秀行	東京大学生産技術研究所・准教授			
鈴木 彰一	東京大学生産技術研究所・准教授			
本間 裕大	東京大学生産技術研究所・准教授			
長谷川 大輔	東京大学生産技術研究所・助教			
鳥海梓	東京大学生産技術研究所・助教			
小根山 裕之	東京都立大学・教授			
柳原 正実	東京都立大学・助教			
伊勢 昇	和歌山工業高等専門学校・准教授			

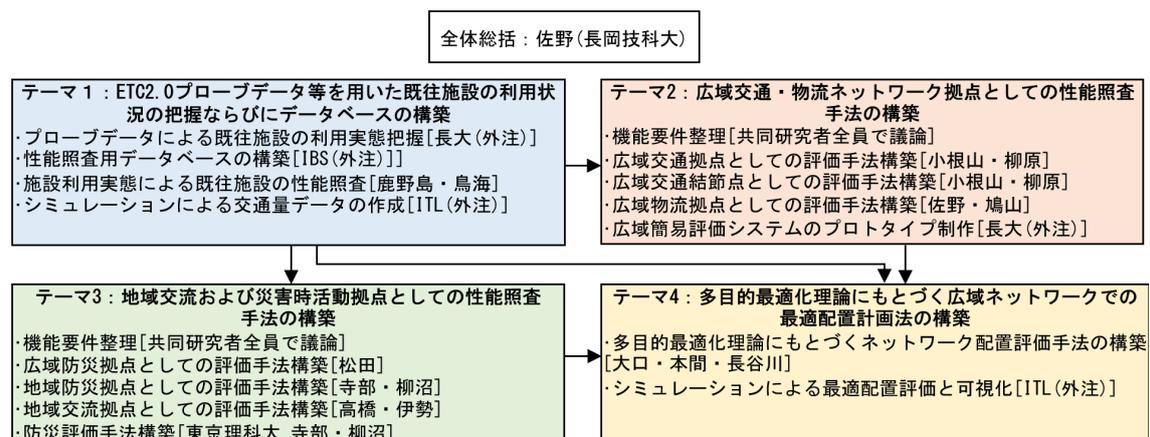
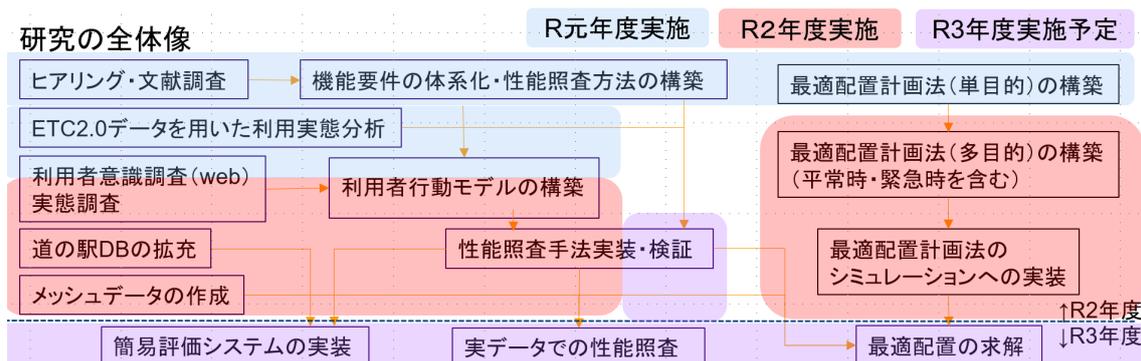
⑤ 研究の目的・目標（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。）

道の駅が備えるべき拠点の機能を①広域交通・物流ネットワーク、②地域交流および災害時の物資備蓄・輸送デポ・活動拠点の側面から、それぞれの機能が有効に発揮されるための施設および配置条件を明らかにするとともに、それらの機能がどれだけ有効に発揮されるかを定量化する手法を提案する。また、③ETC2.0等のプローブデータを用いて、現状の道の駅の利用実態を把握し、提案手法に基づいて性能を評価するとともに、④多目的最適化理論を援用して、広域ネットワークでの道の駅の最適配置を求める手法を提案する。

⑥ これまでの研究経過・目的の達成状況

（研究の進捗や目的の達成状況、各研究者の役割・責任分担、本研究への貢献等（外注を実施している場合は、その役割等も含めて）について、必要に応じて組織図や図表等を用いながら、具体的かつ明確に記入下さい。）

研究の全体像と役割分担を下図に示す。



⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

(中間・FS評価における指摘事項を記載するとともに、その対応状況を簡潔に記入下さい。)

第1回中間審査指摘事項

1. 最適配置計画のモデル化の際には、平常時と災害時、近隣需要と広域需要といった条件(枠組み)の違いが「多目的最適化」にどのように反映されるのかを明確にする。

「評価指標、想定需要、活用シナリオそれぞれについて、条件の違いを明確にした。特に災害時シナリオにおいては、冗長性確保の観点から二次近隣施設に着目した最適配置を導出した。条件設定の掛け合わせで作成できる様々なパターンを、単一目的最適化の場合や重み付けを変化させた多目的最適化の場合で検証した。」

2. 定量的評価指標とその重付の推定法について、科学的に根拠のある方法を提案する。

「防災機能の以外の評価項目に関しては貨幣単位で評価している。防災機能の一部はCVMを用いて貨幣単位で換算している。各防災機能の重要度に関してはAHP等で重み付けを実施する予定である。」

3. 今年度検討対象としなかった交通結節点としての機能などについても、性能照査の項目に加えることを検討する。

「路線バスと自宅までの送迎サービスの結節点としての道の駅の最適配置を求めるシステムを実装した。また、路線バスと高速バスの接続、P&Rによる高速バス利用等の広域交通結節点として機能についても、本年度施設に着目した機能評価についてAHPによるアンケート調査を実施し、来年度は立地も含めた性能照査を実施する。」

4. 道の駅の機能強化という側面に留意しながら研究を進める。

「道の駅が有する多様な機能の強化に着目しているが、さらに新たな視点として買い物支援等の生活利便施設の機能や、交通結節点機能など新たな視点を研究項目に加えた。また、個別研究項目において、評価項目として施設の機能に着目した変数を入れて、道の駅の施設の機能強化を評価できるような枠組みとした。」

5. 災害時活動拠点として、地域住民や道路利用者(観光、物流)の一次的な避難場所、復旧活動のための拠点(資機材の配置等)が考えられるので、道路利用者の避難場所、復旧活動拠点としての可能性を検討する。(事前査読時)

「地域住民や道路利用者(観光、物流)の一次的な避難場所の機能や復旧活動拠点としての可能性は評価中である。」

第2回中間審査指摘事項

1. 道の駅や地域交通について様々な調査を行っているが、次年度は最終年でもあり、テーマと関係の深いものに重点を置くなど取りまとめを意識して研究を進めていただきたい。

「最終年度は、取りまとめを意識して、性能照査に関連する研究や実用化の為の簡便評価手法の開発に絞って実施した。」

2. 道の駅の経営や運用には地方自治体や地元組織が熱心に取り組んでおり、その方達に届くような表現での取りまとめを期待したい。

「複雑な計算必要のない簡易型の評価モデルを構築するとともに、地方自治体や地元組織の方が、道の駅の施設規模や位置を入力すると、その道の駅の評価指標が出力されるシステムのプロトタイプを作成した。」

3. 広域的な災害拠点となるためには、行政界を超えて当該ならびに周辺自治体の受援と応援が可能となるような整理についても検討いただきたい。

「行政界を超えた受援と応援が可能となるためには、該当市町村ではない組織（県、道の駅）が主体的に関与できる仕組みが必要である。また、受援の一例としてボランティアセンターの立地条件や施設条件を明らかにした。」

4. AHPやCVMの支払い意思額により道の駅の利便性評価をしていますが、コロナウイルスの影響についても考察を期待したい。

「ご指摘の通り、コロナウイルスはトリップを実施するかどうかだけでなく、トリップの内容にも大きく影響する。ただ今回のアンケートの目的は、施設の選好を聞くものであり、コロナの影響は比較的小さいと判断し、質問数も考慮し、アンケートでは聞けなかった。」

5. 配置問題とあわせて、道の駅の建設コストや維持管理コストを考慮した、最適な総量に関する検討も期待したい。一部の分析結果について、さらなるモデルの精緻化が必要であると思われる。

「地価を考慮して道の駅の最適配置が決まるようモデルを拡張した。また、防災拠点の評価においては、必要な施設/機器をそろえるのに必要な金額も考慮した評価方法を提案した。また、最終年度でも有り、モデルの精緻化よりは、簡略化することによって実用化を目指した。ご指摘のモデルの精緻化に関しては、研究期間終了後も引き続き研究進めていきたいと考えている。」

6. テーマ4で、災害時のシナリオとして2番目に近い施設に避難することを想定しているが、想定する災害規模の違いによる影響についての検討も期待したい。

「災害規模を考慮することは非常に重要なことだという認識はあるが、災害規模と道路ネットワークの途絶・復旧時期との関係を明らかにすることは非常に難しいので、今回の研究では、取り扱わないこととした。」

7. AHPやCVMなどで道の駅を評価するに当たっては、回答する個人がどの道の駅を想定するかによる評価の違いについての検討も期待したい。

「最終年度のAHP調査においては、回答する個人がどの駅を想定しているかを回答に明

記して頂いた。ご指摘の通り想定する道のタイプにより評価も異なっていた。」

8. 外注の割合が大きいため予算計画を再考して効率的・効果的な研究遂行・費用削減に努めていただきたい。

「最終年度は害虫比率を下げた研究を遂行した。」

⑧研究成果

(本研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等について、具体的にかつ明確に記入下さい。)

(1) テーマ1: ETC2.0 プローブデータ等を用いた既往施設の利用状況の把握ならびにデータベースの構築

ETC2.0 プローブデータや商用車プローブデータ等の交通データを用いて、関東地方と新潟県の道の駅を対象として、当該道の駅が経路上に含まれるトリップを対象として、道の駅の利用状況(道の駅の利用台数、利用車両の出発地・目的地、停車時間、到着・出発時刻、走行時間帯別停車回数、停車位置等)を定量的に把握した。また、国交省の道の駅DBを補完するために、全国1,193の道の駅管理者に、観光や防災の機能に関する項目や、道の駅の整備目的、基本3機能(休憩機能、情報提供機能、地域連携機能)の重要度、評価要因設備の重要度、整備状況に関する項目のアンケート調査を実施した。併せて、関東地方を対象として、道の駅の施設規模・保有機能・利用者特性等の施設属性に関するデータや、人口や生産額等の社会経済データ、高速道路ICへのアクセス時間の交通データ等を集め、3次メッシュデータとして整備した。一方、道の駅の利用者を対象にwebアンケート調査を実施し、利用状況や利用した施設の満足度並びに重要度を把握した。また、新潟関東地域の9つの道の駅で登録地別利用者台数や利用時間を計測し、ETC2.0データから得られた道の駅の利用台数を補正した。

(2) テーマ2: 広域交通・物流ネットワーク拠点としての性能照査手法の構築

道の駅および高速道路SA/PAや民間物流施設等の類似の機能を持った施設の現状の整備状況を、主に文献調査やヒアリング調査から明らかにし、道の駅が備えるべき広域交通・物流ネットワーク拠点としての施設要件を明確にした。次に、広域交通拠点としての休憩機能に着目し、Webアンケート調査を実施し、立ち寄り行動パターンを類型化し、類型化グループごとに立ち寄り施設選択行動モデルを構築した。また、商用車プローブデータを用いて道の駅に停車する台数を、道の駅の属性や周囲の環境から推定可能なことを示した。広域交通・物流ネットワーク拠点としての休憩機能に着目し、立ち寄り施設選択行動モデルの精緻化並びに性能照査手法の構築し、関東1都6県の道の駅の性能照査を実施した。一方、広域交通を対象とした休憩機能(乗用車・貨物車)、道路利用者の一時的な避難機能、広域交通結節点機能に関しては、前

年度まで作成した性能照査手法を簡素化した手法を開発し、関東1都6県の道の駅の性能照査を実施した。また、貨物車休憩機能、道路利用者の一時的な避難機能、広域防災機能を容易に評価が可能な簡易評価システムのプロトタイプを作成した。

(3) テーマ3：地域交流および災害時活動拠点としての性能照査手法の構築

道の駅の災害時利用の事例調査（2004 新潟福島豪雨～2017 九州北部豪雨）、道の駅管理者アンケート調査、九州北部水害（2017）と台風15号・19号（2019）で被災した道の駅に対するヒアリング調査等から、道の駅が持つべき防災機能を把握した。また、地域交流機能の一つとしての情報提供と立ち寄り行動に着目し、道の駅を利用したETC2.0プローブデータの軌跡データから周遊率を推計するモデルを開発し、情報提供の効果を定量的に評価する方法を開発し、便益を計測することができた。

広域防災拠点機能（進出拠点、救助活動拠点、広域物資拠点）として必要な施設・設備の要件とその基準を明らかにすることで、性能照査手法を構築し、既存の道の駅の性能照査を実施した。地域防災拠点機能としては、市町村の指定避難所と同等の機能を持たせる場合の性能照査手法を構築し、長岡市を対象に最適立地を選定するシステムを構築した。

また、過疎地域の生活拠点や地域公共交通結節点としての機能や、避難所としての機能の性能照査手法を構築し、長岡市を対象に、最適立地を選定するシステムを構築した。

(4) テーマ4：道の駅の最適配置計画法の構築

広域交通シミュレーションを用いて、道の駅へのアクセス性等を検証し、当該手法の適用可能性を評価した。例えば、休憩機能については、シミュレーションで得られた各トリップの経路上の最寄り道の駅に対して、トリップ毎の起点から道の駅まで、および道の駅から終点までの時間距離で求められる立寄ポテンシャルを集計した評価指標を提案し、施設毎の値を求められるようにした。上記データを援用し、平均移動距離の最小化（≒アクセシビリティの向上）を目的とした最適配置問題を、2種類の混合整数計画法（「道の駅」の近隣需要を前提とし、需要点と施設の往復移動を想定したp-メディアン問題と、「道の駅」の広域需要を前提とし、起点と終点をもつフローを想定したフロー捕捉型問題）に基づき求解した。全施設を最適配置し直した際の平均移動距離を現状のものと比較すると大きく減少しており、最適配置の効果の大きさを示唆する結果を得ることができた。

また、整数計画法に基づき、様々な想定条件の差異に着目した上で関東地域における道の駅の多目的最適配置について検討した。最適配置計算の条件整理においては〔アクセシ性、カバー率〕×〔近隣需要、広域需要〕×〔平常時、災害時〕の8パターンとその多目的最適化を施したものについて、〔地価を考慮する、地価を考慮しない〕×〔自由な施設立ち寄り、中間付近の施設立ち寄り〕×〔全施設、一部施設〕で需要傾向の変化も勘案した活用するデータ類については1都11県の1kmメッシュデータや混雑も考慮した実道路ネットワーク時間を導入し精緻な最適化計算を実施した。救援物資の中継点としての「防災道の駅」の配置効果も定量的に把握した。

⑨研究成果の発表状況

(本研究の成果について、これまでに発表した代表的な論文、著書(教科書、学会妙録、講演要旨は除く)、国際会議、学会等における発表状況を記入下さい。なお、学術誌へ投稿中の論文については、掲載が決定しているものに限ります。)

<査読付き論文>

- 1) Takao TAKAHASHI, Kazushi SANNO, Kiichiro HATOYAMA: Possibility of Regional Revitalization through Collaboration between Roadside Stations and Neighborhood Stores, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.13, p. 1150-1159, 2019
- 2) 竹内岳・高橋貴生・佐野可寸志・鳩山紀一郎・松田曜子: 道の駅の立地及び施設特性に着目した利用後の周遊行動分析: 土木学会論文集D3(土木計画学) 76 巻 5 号 p. I_603-I_608, 2021
- 3) 荒木正弘・鳩山紀一郎・佐野可寸志・高橋貴生: 高齢・過疎地域における交流促進効果を考慮したライドシェアの導入可能性, 交通工学論文集(特集号) 第7巻2号 p. A_185-A_192, 2021
- 4) 本間裕大・甲斐慎一郎・堀口良太・佐野可寸志・大口敬: 多様な利用者と機能展開を想定した「道の駅」最適配置, 土木学会論文集D3(土木計画学) Vol.77 No.5, p. I_777-I_786, 2022
- 5) Shintaro Terabe, Ryota Onose, Hideki Yaginuma, Kosuke Tanaka, Multi-criteria analysis for evaluating the function and location of roadside rest areas to improve disaster preparedness, Asian Transport Studies, Volume 8, 2022, 100075, <https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2022.100075>.
- 6) Maika KUBO, Kazushi SANNO, Takao TAKAHASHI, and Yoko MATSUDA: Optimal Location of a Roadside Station as a Transportation Node for the Last One Mile: Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.14(Accepted)
- 7) Kaoru OHNUMA, Towa TSUKADA, Emiri KAKOI, Kazushi SANNO, Takao TAKAHASHI, and Yoko MATSUDA: Factors Attracting Customers Based on Estimated Number of Users of Roadside Stations, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.14(Accepted)

<口頭発表> 国際学会: 21本 国内学会: 63本 合計: 79本

- ・13th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies: 2019.9 発表論文: 1本
- ・第60回土木計画学研究発表会・秋大会, 2019.11 発表論文: 10本
- ・The 24th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, HongKong, December 2019. 発表論文: 1本
- ・The Royal College of Art's Intelligent Mobility Design Centre Symp., England (Online), June 2020 発表論文: 1本
- ・第40回交通工学研究発表会, 2020年9月 発表論文: 2本
- ・第38回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会, 2020年11月 発表論文: 8本
- ・第62回土木計画学研究発表会・秋大会, 2020.11 発表論文: 14本

- ・ Organized Session at the Section of Location Analysis, INFORMS 2020 Annual Meeting, USA (Online), November 9 2020 発表論文：4本
- ・ 日本オペレーションズ・リサーチ学会2021年春期研究発表会，2021.3発表論文：1本
- ・ 第63回土木計画学研究発表会・春大会，2021.6 発表論文：1本
- ・ IFORS202，2021.8 発表論文：1本
- ・ The 14th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies 2021.9 発表論文：11本
- ・ INFORMS Annual Meeting 2021，2021.10 発表論文：1本
- ・ 第34回日本道路会議：2021.11 発表論文：7本
- ・ 第38回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会，2020.11 発表論文：6本
- ・ 第64回土木計画学研究発表会・秋大会，2021.12 発表論文：13本
- ・ Transportation Research Board Annual Meeting 2022，2022.2 発表論文：1本
- ・ 第65回土木計画学研究発表会・春大会，2022.6 発表論文：1本（予定）

⑩研究成果の社会への情報発信

（ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。）

第60回土木計画学研究発表会・秋大会 2019年11月30日～12月2日（日）

富山大学，参加人数：60名

企画論文部門「道の駅の性能照査と多目的最適配置に関する研究(1)(2)」」（合計2セッション）を主宰し，本プロジェクト関連の論文10本を発表した。

第62回土木計画学研究発表会・秋大会 2020年11月13日（金）～15日（日）

オンライン（Zoom）形式（開催協力校 信州大学）参加人数：50名

企画論文部門「道の駅の機能評価に関する研究(1)(2)(3)」（合計3セッション）を主宰し，本プロジェクト関連の論文14本を発表した。

第64回土木計画学研究発表会・秋大会 2021年12月3日（金）・4日（土）・5日（日）

オンライン（Zoom）形式（開催協力校 福島大学）参加人数：60名

企画論文部門「道の駅の性能照査と多目的最適配置に関する研究」（合計2セッション）を主宰し，本プロジェクト関連の論文12本を発表した。

新道路シンポジウム2022次世代ETCが切り拓くデータプラットフォームとxROADの展望

2022年3月11日 13:30-17:00 リモート開催

交通・物流・交流・防災拠点としての道の駅の性能照査と多目的最適配置に関する研究成果を発表した

⑪研究の今後の課題・展望等

(研究目的の達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や道路政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

関東圏の任意のメッシュを指定し、そこに建設する道の駅の属性を入力すると、その評価値を計算する評価システムのプロトタイプを構築した。現時点では、①広域交通（貨物車）における休憩機能、②広域防災拠点機能、③道路利用者の一時的な避難機能、④集客機能の4つの機能のみであるが、道の駅のその他の機能を加えることにより、効果の高い建設場所や、無駄のない施設規模を見積もることが可能となる。

また、社会実装のための実証実験も必要である。新潟県の補助金を活用して、新潟県長岡市の「道の駅良観の里わしま」において、令和4年9月に、道の駅までの相乗り送迎サービス、買い物難民対策としてのミニスーパーの設置や商品の配送、イベント開催等の道の駅を活用した地域活性化方策の実証実験を実施する予定である。

⑫研究成果の道路行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、道路政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

現時点では本研究で作成した簡易評価システムはプロトタイプであるが、全国レベルでのデータの整備と、その他の機能を加えることにより、フィジビリティをチェックするには十分実用レベルになると考えている。市町村の担当者が、設置予定地のメッシュを選定し、当該道の駅の属性を入力するだけで、その道の駅の評価値が出力されるので、入力条件を変化させ、感度分析を行うことが可能である。また、道の駅の管理者が、道の駅の属性を変化することにより、どのような効果が出現するかもわかり、投資判断にも利用可能である。

⑬自己評価

(研究目的の達成度、研究成果、今度の展望、道路政策の質の向上への寄与、研究費の投資価値についての自己評価及びその理由を簡潔に記入下さい。)

モデルの精度等，まだまだ改善する点が多いが，あまり今まで定量的な分析が行われていなかった分野で，数理モデルを活用して性能照査を実施したことは一定の意味があったと思っている．また，計算負荷が小さい簡易評価モデルを構築し，評価する機能と地域は限定的であるが，それらを実装した広域簡易評価システムのプロトタイプを作成することができた．プロトタイプではあるが，任意のメッシュを選択し，道の駅の属性を入力すれば，評価値が算出されるので，マニュアルさえあれば誰にでも操作可能で有り，一定の意義はあったと考えられる．