

送迎サービスを考慮した店舗機能と交通結節点 機能を有する道の駅の最適配置

久保 舞華¹・佐野 可寸志²・高橋 貴生³・松田 曜子⁴

¹学生会員 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町1603-1)
E-mail:s171031@stn.nagaokaut.ac.jp

²正会員 長岡技術科学大学 教授 環境社会基盤工学専攻 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町1603-1)
E-mail:sano@vos.nagaokaut.ac.jp

³正会員 長岡技術科学大学 助教 環境社会基盤工学専攻 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町1603-1)
E-mail:takataka@vos.nagaokaut.ac.jp

⁴正会員 長岡技術科学大学 准教授 環境社会基盤工学専攻 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町1603-1)
E-mail:ymatsuda@vos.nagaokaut.ac.jp

本研究は、交通弱者及び買い物弱者向けの利便性を高めるラストワンマイル輸送となる道の駅に併設する店舗及び送迎サービスの提案と、将来の需要を考慮した店舗機能及び地方路線バスと送迎サービスとの結節点機能を持つ道の駅の最適立地場所を検討する。アンケート調査では、新潟県長岡市和島地域において支払意思額の分布を、村上市朝日地区において提案する送迎サービスの利用頻度と道の駅を利用する際の交通手段を調査した。社会的余剰は利用者便益から輸送コストを差し引き、さらに店舗設置に伴う需要とコストを考慮して道の駅の最適立地場所を算出する。そして、最適立地場所を求めるモデルの構築とプロセスをシステム化し、当該地域に適用する。

Key Words: *Michi-no-Eki, optimal location, pick-up and drop-off service, last mile, disadvantaged shoppers*

1. はじめに

現在、地方部では過疎化や高齢世帯が増加し、タクシーを含む公共交通空白地域の解消が課題となっている。国土交通省は、地域内交通の確保が一つの目的となっているラストワンマイルの移動手段の方針策定及び導入支援を進めている¹⁾。さらに、買い物弱者問題も課題となっており、経済産業省は、「買い物弱者応援マニュアル」を公開し、民間事業者、地方自治体及び住民の相互連携が可能となるように普及啓発に取り組んでいる²⁾。

先行研究では、交通結節点の最適化の研究が数多くなされている。首都圏における県境や山間部などにも対応した道の駅最適配置について、本間ら³⁾が混合整数計画法に基づいた最適配置理論の適応を試みたことを報告している。しかし、これらは広域的なシステムであり、実際の地方部のエリアには適用していない。また、非効率にならざるを得ない路線が多い中山間地域における公共交通の運行計画を支援するシステムについて、森山ら⁴⁾がGISベースのツールを開発している。評価モデル部分をブラックボックスとして類似地区のパラメータを活用

する場合などでは、GIS上に路線を記入して料金や運行本数を入力するだけで、採算性やそれ以外の結果が出力可能となるツールであり、実際のエリアに適用している支援システムであるが、中山間地域に特化しており、地方部全体に重点を置いたシステムではない。地方部における公共交通に着目すると、小林ら⁵⁾は、総消費者余剰最大化方式、総期待効用最大化方式に基づいた補助金システムの設計モデルを提案し、過疎地域におけるバスサービスの社会的維持可能性を検討するための方法論を提案した。そして、実際の中山間地域に適用し、方法論の有効性を検証しているが、交通結節点としての最適立地場所の検討は行っていない。加えて、白石ら⁶⁾は、過疎地域における自家用有償運行の自治体運行バスを活用した貨客混載による共同化を実現するための課題を明らかにしたが、過疎地域における自家用有償の数理的な分析に関する研究は少なく、まだ十分な知見が得られていない。一方、買い物弱者に関する研究として、伊勢⁷⁾が買い物弱者の個人属性と地域特性を考慮した買い物支援策の利用頻度や支払意思額の要因分析を行った。倉持ら⁸⁾は、中山間地域における移動販売を中心としたデリバリ

一型の買い物支援策に着目し、ニーズの推移を実証的に検討し、サービスを維持するために必要となる検討課題を明らかにした。また、高橋ら⁹⁾は買い物弱者対策が流通と交通の接点にあり、「ビジネスモデル再構築」と「買い物弱者対策」の二つの視点から、移動販売事業の課題と発展可能性を検討した。以上のように、買い物弱者に関する研究は数多くなされているが、交通結節点機能を考慮した買い物弱者対策としての店舗の最適立地場所に関する研究は、まだ十分な知見が得られていない。

本研究では、交通弱者及び買い物弱者向けの利便性を高めるラストワンマイル輸送となる乗り合いサービスを検討した送迎サービスと路線バスの結節点機能及び店舗機能を持つ道の駅の最適立地場所を求めるモデルを構築する。また、高齢者人口増加を考慮し、公共交通不便地域に適用できる提案プロセスをシステム化し、得られた最適解の性質を確認することを目的とする。

2. 研究手法

(1) 道の駅及び送迎サービスの概要

道の駅には、食料品や生活用品を販売する店舗を併設し、送迎サービスは、道の駅から自宅まで、1人ずつ送迎または乗り合いサービスを行うと仮定する。運行形態は予約制で、運行主体は自家所有有償とし、料金は定額制とする。利用者便益から輸送コストを差し引いて算出した社会的余剰が最大かつ、店舗設置に伴う需要およびコストを考慮して算出した結果が最大となる地点に、道の駅の立地場所を選定する。このとき、既存路線バスに加え、バス路線の延長も視野に入れる。

(2) 使用データ

本研究では、新潟県長岡市和島地域周辺の道路ネットワークを構築するために、DRM データベースを用いる。また、バスを利用する頻度と平均支払意思額および送迎サービスを利用せずに道の駅に訪れる人数について、アンケート調査結果を用いる。さらに、路線バス延長部分の運行費用について、新潟県内における地域公共交通運行状況データを用いる。国勢調査結果である人口データ及び境界データについて、e-Stat で公開されている 2015 年新潟県長岡市の小地域と 5 次メッシュ (250m メッシュ) 統計及び境界データ、村上市の小地域境界データを加工して用いる。加えて、国土数値情報で公開されている 2019 年鉄道データ (国土交通省)¹⁰⁾を加工して用いる。

将来人口予測に関して、e-Stat で公開されている 2010 年から 2020 年における住民基本台帳人口移動報告データ (総務省)、2010 年から 2020 年における住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査結果 (総務省)

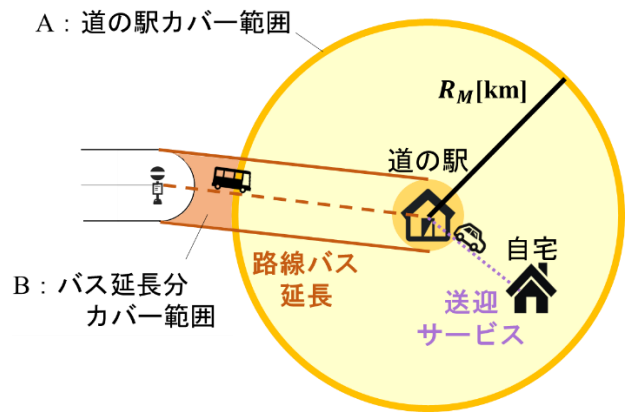


図-1 候補地のイメージ図

を基に推計する。また、2010年から2015年における新潟県福祉保健年報データ¹¹⁾、2017年から2021年の各年4月1日における長岡市住民基本台帳人口・世帯数の地区別年齢別人口データ¹²⁾を用いる。

(3) 社会的余剰の算出

カバー範囲ごとの最大運行距離を R_i^M とする。また、公共交通空白地域かつ道路が通っているメッシュを対象とする。

道の駅の利用人数は、カバー範囲内人口から推定し、利用可能人数と利用頻度の積とする。図-1に示すように、路線バス延長ルート上の300mバッファ圏内のメッシュ人口、及び交通結節点からの実移動距離 (半径 R_M) 内のメッシュ人口から利用可能人数を求める。また、将来人口予測を行い、将来のサービスの有効性を考慮する。メッシュごとに14歳以下、15~64歳、65歳以上の3区分でコーホート分析を行い、年齢別将来人口を予測する。これより、高齢者人口増加を考慮した、将来の道の駅の利用人数を推定する。

Kuboら¹³⁾の最適立地問題の定式化で用いた式に従い、村上市で実施したアンケート調査結果を用いて求めたカバー範囲ごとの年間の延べ利用片道トリップ数を踏まえ、利用者便益を算出し、路線バスの延長部分の限界的なコストと人件費を含めた送迎サービスの走行コストから成る輸送コストを差し引いて社会的余剰を求める。路線バスの運行頻度及び補助金額は、新潟県の地方自治体が運営するコミュニティバスの代表的な運行便数と収支率から求める。

(4) 店舗設置に伴う需要及びコスト

アンケート調査結果を用いて送迎サービスを利用せずに店舗へ訪れる人々を考慮し、需要を算出する。表-1に設置する店舗のコスト、表-2に店舗の面積と販売する商品構成を示す。茨城県久慈郡大子町や島根県雲南市で設置されたマイクロスーパー¹⁴⁾の店舗改装資金や運転

表-1 店舗設置コスト

区分	内訳		金額[円]
初期費用	附帯工事費	内外装, 給排水, 電気工事など	800,000
	設備設置費	冷蔵多段ケース (内蔵型) 4尺×2台	1,000,000
		冷蔵デュアルケース 4尺×1台	350,000
		冷凍デュアルケース ¹⁶⁾ 約3尺×1台	380,000
		ゴンドラ(棚) 両面・片面タイプ	400,000
		POSレジ(ワンド1台)	500,000
	運転資金	仕入れ費・備品	10,000,000
運営資金 (月間)	人件費(時給1000円)		300,000
	水道光熱費		60,000
	減価償却費(10年償却)		約30,000

表-2 店舗概要

面積	30平米
商品構成	生鮮品(青果, 精肉, 魚)
	日配品(乳製品, 豆腐, 納豆, 卵類)
	総菜
	ドライ品(食品, 菓子, 雑貨)
	米, パン
	酒類
	調味料
	飲料
	冷凍品
	日用品(トイレットペーパー, ティッシュペーパー, 洗剤, 歯みがき類)

資金, 損益モデル, 商品構成を参考に設定した. マイクロスーパーとは, 全日本食品株式会社が試験展開しており, 「規模は小さくとも必要な時に生活時間帯ならいつでも利用でき, ナショナルブランド中心の良質な商品を大手スーパー並の価格で提供する店舗」¹⁵⁾である. マイクロスーパーを参考にして利益を算出し, コストは附帯工事費や設備設置費, 運転資金を含む初期費用と, 人件費や水道光熱費等を含む運営資金で構成する. さらに, 送迎サービスを利用した店舗からの配達も考慮する.

(5) 最適地の選定

社会的余剰が最大かつ, 店舗設置に伴う需要およびコストを考慮して算出した結果, その最大値をとるメッシュに道の駅を立地させる.

3. アンケート調査及び地域公共交通運行データ

(1) アンケート調査

公共交通空白地で人口は約 3,900 人¹²⁾である新潟県長岡市和島地域を対象としたアンケート調査を実施した. アンケート調査を実施した地域を図-2 に示す. また, 送迎サービスを利用せずに道の駅に訪れる人数を把握するため, 村上市朝日地区を対象としたアンケート調査を実施した. 村上市は, 新潟県の最北に位置し, 朝日地区の人口は約 8,700 人¹⁷⁾である. 観光拠点として国道 7 号に面している道の駅「朝日」, 朝日みどりの里¹⁸⁾が立地しており, 農産物直売所だけではなく, 物産会館や食堂, 温泉施設等が整備されている.

和島地域におけるアンケート調査の主な質問内容は, 個人属性, 自宅から支所までの送迎サービス利用に対する支払意思額, 支所にミニスーパーが併設されている場合の自宅から支所までの送迎サービス利用に対する支払意思額である. アンケートでは, 自宅から支所までの送迎サービスに対する片道の支払意思額を調査しており, 本研究では, 支所を道の駅に置き換えて結果を用いる. また, 村上市朝日地区におけるアンケート調査の主な質問内容は, 個人属性や 50 歳以上の道の駅「朝日」, 朝日みどりの里を移用する際の交通手段, 自宅から道の駅までの送迎サービスの利用頻度, 道の駅にミニスーパーが併設されている場合の自宅から道の駅までの送迎サービスの利用頻度である.

調査は, 和島地域では, 2020 年 9 月 18 日～10 月 5 日に町内便りによる配布・収集, 村上市朝日地区では 2021 年 7 月 1 日～8 月 3 日に各区長により配布・回収で実施された. 配布数は, 和島地域が 3,747 (1,249 世帯), 村上市朝日地区が 3018 (3023 世帯) であり, 回収数(回収率)は, 和島地域が 1,295 (34.6%), 村上市朝日地区が 1164 (38.5%) となっている.

自宅に迎えがくる場合の支払意思額において, 100[円]以上の金額を回答した人の割合が 80[%]以上を占め, 現金収受の容易さを考慮し, 本研究ではサービスの運賃を 100[円]と仮定する.

以上を踏まえ, 和島地域内において, バス路線上に住んでいる人々と, バス路線以外の地域に住んでいる人々に分け, 加えてミニスーパーを併設した場合の 100[円]以上の金額を回答した支払意思額を算出した結果を図-3 に示す. これより, バス路線範囲外の地域に住んでいる人々の支払意思額がより高くなる傾向がある. 自宅に迎えがくる場合のサービスにおける P 値がやや大きい値であったが, 今回は個別の値を用いて計算する. 本研究では, 図-3 における平均支払意思額を用いて社会的余剰を求める.

村上市におけるアンケート調査から得られた, 自宅か

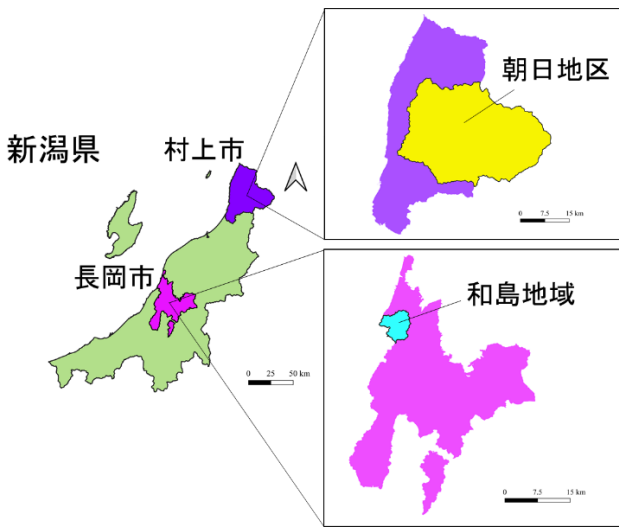


図-2 アンケート配布対象地域

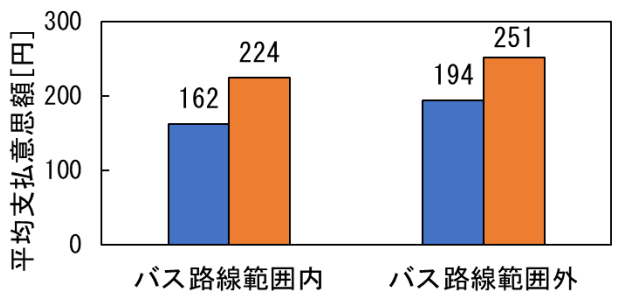


図-3 和島地域内における100[円]以上の金額を回答した人の平均支払意思額

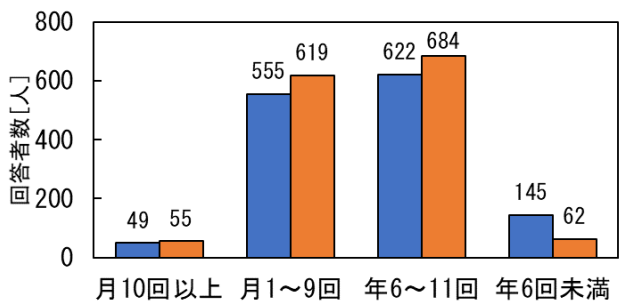


図-4 送迎サービスの利用頻度

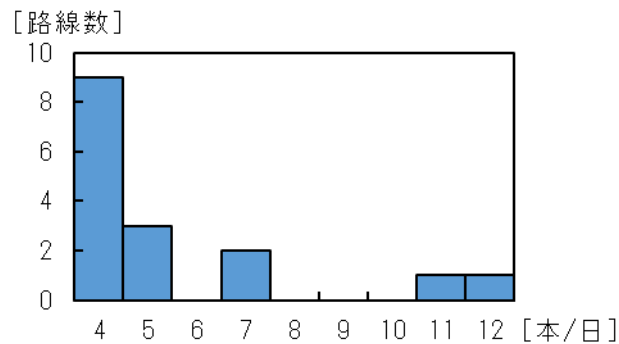


図-5 運行便数

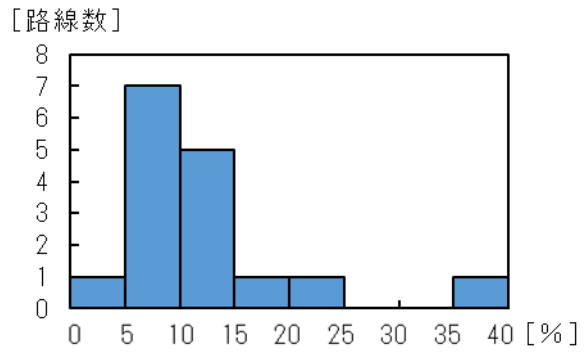


図-6 収支率

ら道の駅までの送迎サービスの利用頻度と、道の駅にミニスーパーが併設されている場合の自宅から道の駅までの送迎サービスの利用頻度の結果を図-4に示す。図-4における①と②を比較すると、ミニスーパーが併設されている場合の方が、特に月1~9回と年6~11回利用すると答えた人数が多く、サービスを利用する頻度がより高くなることがわかる。

(2) 地域公共交通運行状況

運行する路線バスの1日あたりの運行便数を決定するため、新潟県内における16路線の地域公共交通の運行状況を参考にした。デマンド交通と市街地を運行している地域公共交通を除いた運行状況データは、図-5と図-6に示すとおりである。具体的には、長岡市の川口コミュニティバスと山古志コミュニティバス、柏崎市のにしやま号、村上市の村上市せなみ巡回バス、五泉市のコミュニティバス、南魚沼市の市民バスである石打・竹俣コース、中之島・吉里コース、浦佐・五箇コース、三用コース、大巻・泉コース、上田・泉田コース、蕨神コース、赤石コース、大崎コース、城内コース、五十沢・大月コースのデータを用いた。運行便数は最頻値となった4[本/日]を、収支率は平均値の12.1[%]を社会的余剰の算出に用いる。

4. まとめ

本研究は、実際のアンケート調査をもとに高齢者人口増加を反映することで、将来の有効性を考慮した交通弱者及び買い物弱者向けの送迎サービスと路線バスとの結節点機能及び店舗機能を持つ道の駅の最適立地場所を選定可能なシステムを構築した。

今後は、シミュレーションの際に利用者数を適切に設定できるようにする算定方法の検討を考慮した算定や、需要に応じた店舗の規模の最適化を行う予定である。特に、運賃の最適化に関して、距離に応じて変化させ、料金収受の実現可能性や料金システムの実用性を考慮する

ことで精度を上げ、P 値を確認する。また、支払意思額のアンケート調査を実施する際には、実際に運行している他地域の事例の紹介を併せて支払意思額を調査し、精度を上げていく。

謝辞：本研究を進めるにあたり、新潟県長岡市をはじめ、阿賀町、柏崎市、五泉市、三条市、見附市、南魚沼市、村上市の方々にデータ提供など多大なご協力をいただきました。この場をお借りし、感謝申し上げます。また、本研究は、新道路技術会議平成 31 年度道路政策の質の向上に資する技術研究開発（研究テーマ：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）の一部として実施されたものです。

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会：【参考資料 3】交通政策を取り巻く社会経済情勢と取組について(1/2), 国土交通省, <https://www.mlit.go.jp/common/001273926.pdf>, 最終閲覧日 2020.12.24.
- 2) 経済産業省：買物弱者対策支援について, <https://www.meti.go.jp/policy/economy/distribution/kaimonojaku-syashien.html>, 最終閲覧日 2021.9.19.
- 3) 本間裕大, 甲斐慎一郎, 堀口良太：混合整数計画法に基づく首都圏における「道の駅」の最適配置評価, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol.60, 2019.
- 4) 森山昌幸, 藤原章正, 杉恵頼寧：GIS を活用した中山間地域の公共交通計画支援ツールの開発, 土木計画学研究・論文集, Vol.21, No.3, pp.759-768, 2004.
- 5) 小林潔司, 福山敬, 秀島栄三, 藤井信行：過疎地域におけるバスサービスの最適維持方策に関する研究, 土木学会論文集, Vol.1999, No.611, pp.45-56, 1999.
- 6) 白石悦二, 牧幸洋, 吉武哲信：過疎地域における自家用有償旅客運送車両を用いた人流・物流サービス統合化に向けた事業者間調整に関する事例研究, 交通工学論文集, Vol.5, No.1, pp.11-19, 2019.
- 7) 伊勢昇：買物弱者における買物支援策の利用頻度と支払意思額に関する研究, 交通工学論文集, Vol.1, No.2, pp.A26-A31, 2015.
- 8) 倉持裕彌, 谷本圭志, 土屋哲：中山間地域における買物支援に関する考察, 社会技術研究論文集, Vol.11, pp.33-43, 2014.
- 9) 高橋愛典, 竹田育広, 大内秀二郎：移動販売事業を捉える二つの視点—ビジネスモデル構築と買物弱者対策—, 商経学叢, Vol.58, No.3, pp.435-459, 2012.
- 10) 国土交通省：国土数値情報・2019 年鉄道データ, 国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト, https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N02-v2_3.html, 最終閲覧日 2020.7.15.
- 11) 新潟県：福祉保健年報 年度別データ, 新潟県庁, <https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/fukushihoken/1197476210319.html>, 最終閲覧日 2021.9.27.
- 12) 長岡市：住民基本台帳人口・世帯数 地区別・年齢別人口, <https://www.city.nagaoka.niigata.jp/syoutukai/jinkou/>, 最終閲覧日 2021.9.28.
- 13) Kubo, M., Sano, K., Takahashi, T. and Matsuda, Y. : Systematization of the optimal site selection method for “Michi-no-Eki” that serves as transport hubs for the last mile, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (in press).
- 14) 地域を支える持続可能な物流システムのあり方に関する検討会：第 4 回 資料 1. 買物弱者対策「マイクロスーパー」展開事例, 国土交通省, 2015.3.24, <https://www.mlit.go.jp/common/001084985.pdf>, 最終閲覧日 2021.9.24.
- 15) 地域を支える持続可能な物流システムのあり方に関する検討会：地域を支える持続可能な物流システムのあり方に関する検討会報告書, 国土交通省, 2015.3.31, <https://www.mlit.go.jp/common/001109860.pdf>, 最終閲覧日 2021.9.24.
- 16) 厨房センター：冷機器, https://www.chuubou.com/products/list.php?category_id=1, 最終閲覧日 2021.9.30.
- 17) 村上市：住民基本台帳人口と世帯数, 2021.9.1, <https://www.city.murakami.lg.jp/site/tokeimurakami/jinkou-setai-r3.html>, 最終閲覧日 2021.9.23.
- 18) 朝日みどりの里：朝日みどりの里について, <https://asahimidori.com/access-guide/>, 最終閲覧日 2021.9.23.

(Received ????????)
(Accepted ????????)