

# 交通結節点機能と店舗機能を有する 道の駅の評価と社会実験

久保 舞華<sup>1</sup>・佐野 可寸志<sup>2</sup>・高橋 貴生<sup>3</sup>・加藤 哲平<sup>4</sup>・中山 佳子<sup>5</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>正会員 長岡技術科学大学教授 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:sano@vos.nagaokaut.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 長岡技術科学大学特任助教 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:takataka@vos.nagaokaut.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 長岡技術科学大学講師 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:tkato@vos.nagaokaut.ac.jp

<sup>5</sup>非会員 長岡技術科学大学技術職員 (〒940-2188新潟県長岡市上富岡町1603-1)

E-mail:ynakayama@vos.nagaokaut.ac.jp

現在、地方部では過疎化や公共交通空白地の解消が課題となっており、交通弱者及び買い物弱者問題が発生している。本研究は道の駅を拠点とし、地方路線バスと送迎サービスの交通結節点機能に加え、店舗機能を考慮した道の駅の最適立地場所を求めるモデルを構築し、得られた最適解の性質を確認する。さらに、社会実験を実施し、持続可能なサービスとして必要な要件を明らかにする。最適立地場所には公共交通空白地のメッシュが選定され、実験より、拠点に複数の機能を持たせることで支払意思額が高くなる性質を確認した。以上より、様々なエリアで活用できる利用者の効用を考慮した交通システムの結節点の立地選定手法を確立した。地域性を考慮し、ニーズに応じた適切な輸送種別を選択することで、より利用率が高まると考える。

**Key Words:** *Michi-no-Eki, optimal location, last mile, vulnerable shoppers, demonstration experiment*

## 1. はじめに

近年、高齢者人口が増加し、特に過疎地域では「交通弱者」及び「買い物弱者」問題が挙げられる。このような地域では、生活交通の確保が急務となっている。加えて、地域資源を活用した魅力発信により地域の発展を図ることが課題となっている。その中で、国土交通省は、地域内交通の確保を一つの目的とした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<sup>1)</sup>。そして、交通政策基本計画<sup>2)</sup>を定め、地域公共交通確保維持改善事業によりデマンド交通等の運行に必要な支援を実施している<sup>3)</sup>。

また、買い物弱者問題に対して、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<sup>4)</sup>。他、厚生労働省や農林水産省等が施策を実施している<sup>5)</sup>。宇都宮ら<sup>6)</sup>は、消費者(住民)と最寄りの店舗の間の物流の立場からみた「ラスト(ワン)

マイル」が長くなってしまっている状況で、それをどのようにして埋めるかが、買い物弱者対策における選択肢となると述べている。

先行研究では、ラストワンマイルを担う交通に関して、上野ら<sup>7)</sup>が、公共交通利用の端末部分にシェアモビリティを導入した場合の公共交通の選好に与える影響を調査し、移動手段選択モデルによって分析している。白石ら<sup>8)</sup>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。加えて、岩松<sup>9)</sup>は、道の駅「和」における高齢者等の買い物弱者対策等の事業に着目し、自治体の施策として明確に位置付けた上で、多様な主体の連携による高齢者を支えるシステムとして構築することが有効だと述べている。しかし、一つの拠点にラストワンマイルとなる交通としての機能に加え、店舗機能も考慮し複数の機能を持たせた研究は数が少ない。

本研究では、地方部や過疎地域における既存地方路線バスとラストワンマイル輸送となる新規交通システムの結節点の最適立地場所を検討する。加えて、店舗機能も考慮した場合の道の駅の最適立地場所を求めるモデルを構築し、得られた最適解の性質を確認することを目的とする。さらに、道の駅を拠点としたラストワンマイル輸送となる乗り合いサービス及び買い物弱者対策サービスの社会実験の結果をふまえ、持続可能なサービスとして必要な要件を明らかにする。

## 2. ラストワンマイルの結節点となる道の駅の最適立地場所選定モデルの構築

### (1) 提案サービスの内容

本モデルの拠点は、新設の道の駅とする。道の駅には、バス停を設置すると仮定し、既存路線バスに加え、バス路線延長も視野に入れる。拠点及び周辺のイメージ図を図 1 に示す。また、道の駅と自宅間にて、1人ずつ送迎するサービスを行うと仮定する。運行形態は予約制で、運行主体は自家用有償とし、料金は定額制とする。

### (2) 使用データ

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やバスを利用せずに道の駅に訪れる人数について、実際に地域住民へアンケート調査を実施し、集計結果を用いる。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)<sup>10)</sup>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) 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<sup>11)</sup>、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<sup>12)</sup>を用いる。

### (3) アンケート調査

本研究では、人口は約 3,700[人] (2022 年 4 月 1 日現在)<sup>12)</sup>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。表 1 は、この調査概要を示している。和島地域は、実際に公共交通空白地が存在しており、2021 年 10 月 1 日にデマンド型乗合タクシー「わし麻呂号」が本格運行を開始した<sup>13)</sup>。2022 年 10 月 1 日からは、わし麻呂号と寺泊地域を運行している「寺泊まりん号」が統合し運行している。

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片道の支払意思額、支所に店舗が併設されている場合の送迎サービス利用に対する片道の支払意思額である。店舗が併設されている場合の設問は、自宅から 100[m]離れていると仮定したバス停からの送迎サービスと支払意思額に関する内容である。バス停から支所までの支払意思額とバス停から支所に店舗が併設されている場合の支払意思額の差を用いて、自宅から支所に店舗が併設されている場合の支払意思額を算出する。また、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、バスや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 8,600[人]<sup>14)</sup>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。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動する際の交通手段、自宅から道の駅までの送迎サービスの利用頻度、道の駅に店舗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。

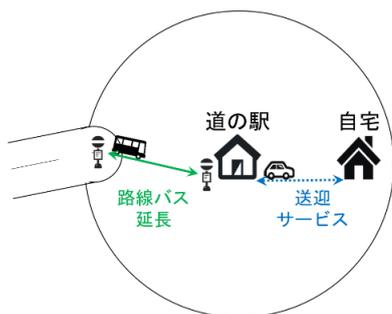


図 1 拠点及び周辺のイメージ図

表 1 住民アンケート調査の概要

項目	長岡市和島地域	村上市朝日地区
調査期間	2020 年 9 月 18 日 から 10 月 5 日	2021 年 7 月 1 日 から 8 月 3 日
調査方法	町内便りによる 配付・収集	各区長による 配付・回収
回収数 (回収率)	1,295 (34.6%)	1,164 (38.5%)

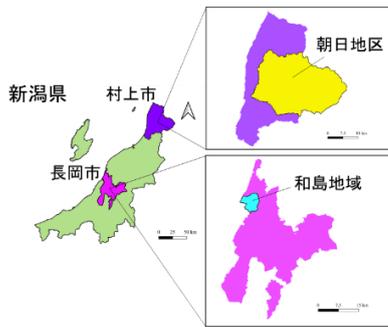


図 2 アンケート配付対象地域

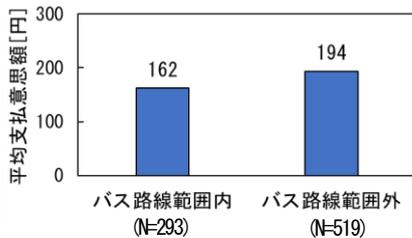


図 3 和島地域内における 100[円]以上の金額を回答した人の平均支払意思額 (N=812)

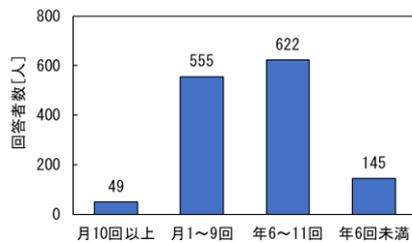


図 4 自宅に迎えにくる場合の送迎サービスの利用頻度

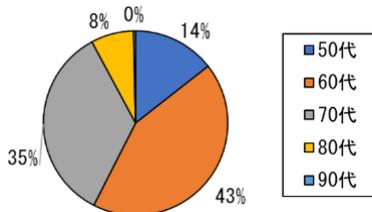


図 5 道の駅に直接訪れる人口割合 (N=548)

アンケート調査を実施した地域を図 2 に示す。アンケート調査結果より、サービスが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。年齢構成を考慮しウェイトバック集計を行い、支払意思額を算出した結果を図 3 に示す。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。

次に、村上市朝日地区に実施したアンケート調査における、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。これより、送迎サービスの利用頻度の平均値は、2.9[回/月]となった。

加えて、道の駅に直接訪れる人口割合を図 5 に示す。

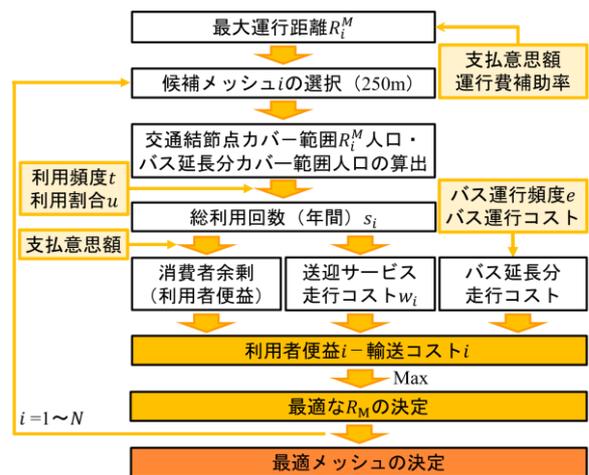


図 6 立地場所選定のフロー図

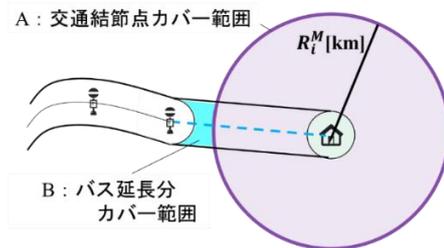


図 7 カバー範囲のイメージ図

このアンケート項目の対象は 50 歳以上であり、40 代以下のアンケートデータがないため、40 代以下の回答割合は、50 代と同じと仮定した。

### (3) 最適立地問題の定式化

地域生活、地域利便性に着目し、地方路線バスとラストワンマイルとなる交通システムの結節点の最適立地場所を選定する。路線バスの終点だけでなく、路線バスの延長も含め、利用者便益から輸送コストを差し引いた社会的余剰が最大となるメッシュを選定し、道の駅を設置する最適立地場所とする。

メッシュ  $i$  に属するカバー範囲内人口  $M_i$  とサービス運行範囲である半径  $R_i^M$  を説明変数、社会的余剰を目的関数とし、最適立地問題を構築する。図 6 に立地場所選定の全体フローを示す。

#### a) カバー範囲内人口

既存のバス路線から直線距離 300[m] 圏内の住民は徒歩でアクセスして利用し、カバー範囲内の住民は、同じ確率でサービスを利用すると仮定する。人口は、公共交通利用可能地域を除く 500[m] ごとの距離帯別の人口分布を考慮して算定する。以上より、メッシュ  $i$  に属するカバー範囲内人口  $M_i$  は、(A) と (B) の範囲内の人口総数となる。図 7 にカバー範囲のイメージ図を示す。

#### b) 年間延べ利用片道トリップ数

メッシュごとに一人当たりの利用回数は等しいと仮定

する。アンケート調査結果を用いてそれぞれのカバー範囲ごとの年間の延べ利用片道トリップ数 $s_i$ を、式(1)より算出する。

$$s_i = t \times 12 \times M_i \times \left(1 - \frac{u}{100}\right) \quad (1)$$

$s_i$  : カバー範囲 $i$ の年間延べ利用片道トリップ数

$$\left[\frac{\text{回} \cdot \text{人}}{\text{年}}\right]$$

$t$  : 送迎サービス利用頻度[回/月]

$u$  : 道の駅に直接訪れる人口割合[%]

### c) 延長分の総運行距離

大多数のコミュニティバスは、土日を運休としているため、運行予定日数を土日祝日と年末年始を除いた245[日]と仮定し、カバー範囲ごとの交通結節点までの年間の総運行距離 $v_i$ を算出する。

カバー範囲ごとの交通結節点までの年間の総運行距離 $v_i$ は、式(2)より算出できる。

$$v_i = d_i \times e \times 245 \quad (2)$$

$v_i$  : カバー範囲 $i$ の年間の総運行距離[km]

$d_i$  : カバー範囲 $i$ の中心から最寄りのバス停までの最短距離[km]

$e$  : 地域公共交通運行状況から求めた運行便数[本/日]

ここで、地域公共交通運行状況について述べる。新潟県内における16路線の地域公共交通の運行状況データを用いて、運行する路線バスの1日あたりの運行便数 $e$ を決定する。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、藪神コース、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。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より、運行便数 $e$ は最頻値となった4[本/日]を用いる。

### d) 送迎サービスの走行コスト

年間の燃料費と人件費から構成される送迎サービスの走行コスト $w_i$ を算出する。メッシュ $i$ に属するサービスの運行範囲半径は、500[m]ごとの距離帯別半径の平均 $\bar{R}_i$ を用いて計算する。送迎サービスでは、片道において運転手が交通結節点から自宅まで往復することも考慮する。

以上より、送迎サービス走行コスト $w_i$ は、式(3)より算出できる。

$$w_i = (\bar{R}_i \times 2 \times s_i \times f + h \times \bar{R}_i \times 2 \times s_i \div g) \times 2 \quad (3)$$

$f$  : 燃料費[円/km]

$g$  : 車の走行速度[km/h]

$h$  : 運転者の給料[円/時間]

### e) 社会的余剰

それぞれのカバー範囲における社会的余剰 $U_i$ は、往復の平均支払意思額と、バス路線延長に伴う走行コスト及び送迎サービス走行コスト $w_i$ の差として算出する。

$$U_i = 2 \times s_i \times j - k \times v_i \times (1 - l) - w_i \quad (4)$$

$U_i$  : カバー範囲 $i$ の社会的余剰

$j$  : 送迎サービスの運賃以上の金額を回答した平均支払意思額[円]

$k$  : 1kmあたりのバスの運行費用[円]

$l$  : 地域公共交通運行状況から得られた収支率[%]

ここで、地域公共交通運行状況の収支率について述べる。c)にて示した地域公共交通と同様のデータにおける収支率の平均値12.1[%]を社会的余剰の算出に用いる。

以上より、式(4)において $U_i^{max}$ となるカバー範囲 $i$ の中心となるメッシュを最適立地場所とする。

### (4) 適用結果

本研究では、運賃が100[円]のとき、各データより、送迎サービス利用頻度 $t \approx 2.9$ [回/月]、道の駅に直接訪れる人口割合 $u \approx 23.7$ [%]、地域公共交通運行状況から求めた運行便数 $e = 4$ [本]、地域公共交通運行状況から得られた収支率 $l = 12.1$ [%]、バス路線範囲内外における送迎サービスの運賃以上の金額を回答した平均支払意思額 $j$ はそれぞれ162[円]、194[円]となる。燃料費 $f = 10$ [円/km]、車の走行速度 $g = 40$ [km/h]、運転者の給料 $h = 1000$ [円/h]とし、関係者のヒアリング結果から得られた1kmあたりのバスの運行費用 $k = 320$ [円]を用いて計算した結果、19ヶ所から社会的余剰 $U_i$ が最大値約14,500,000[円]となった250mメッシュを、最適立地メッシュとして図8に示す。このとき、道路上の距離で $R_M \approx 3.8$ [km]となった。選定

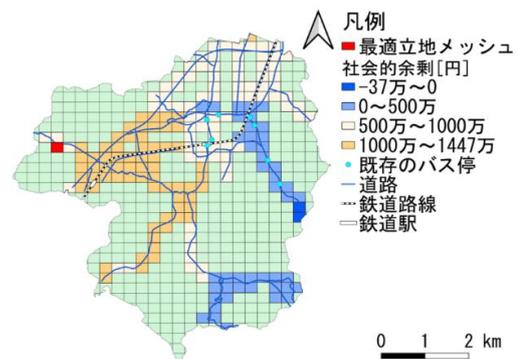


図8 適用結果

された最適立地メッシュの特徴として、既存のバス路線や鉄道駅から離れ、バス停の終点から路線を延長した先に位置しており、カバー範囲内人口が多いことが挙げられる。

また、最適立地メッシュにおいて燃料費や運賃のパラメータを変化させ、感度分析を行いサービス運行範囲の増減を定量的に把握した。カバー範囲の値に着目すると、燃料費の方がよりセンシティブなパラメータであることが明らかになった。場所選定にあたり、カバー範囲内人口が多いメッシュが上位となったことから、利用者数の影響が大きいことも明らかとなった。このことから、相乗りサービスの導入や地域内循環交通の導入によりカバー範囲内人口を増加させることで、利用者及び利用頻度も増加し、最適立地場所も変化するのではないかと考える。

### 3. 店舗機能と交通結節点機能を有した道の駅の最適立地場所選定モデルの構築

#### (1) 提案サービスの内容

本モデルの交通結節点となる拠点は、有用性が高い新設の道の駅かつ道の駅に店舗が併設しているものとする。併設店舗では、食料品や生活用品を販売する。その他のサービス内容は、前章と同様である。

#### (2) 使用データ

前章に加え、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 年新潟県村上市、南魚沼市、燕市、十日町市、見附市、三条市、小千谷市、魚沼市、三島郡出雲崎町の小地域境界データを加工して用いる。加えて、平成 30 年度の道の駅データを加工して用いる。そして、面積データとして、令和 3 年全国都道府県市区町村別面積調<sup>16)</sup>を用いる。店舗を併設した場合のサービスを利用する頻度と平均支払意思額について、アンケート調査結果を用いる。また、店舗設置に伴う需要とコストに関して、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を参考に設定する。

#### (3) アンケート調査

前章に加え、長岡市和島地域におけるアンケートでは、支所に店舗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を調査した。店舗を併設した場合の 100[円]以上の金額を回答した支払意思額において、年齢構成を考慮しウエイトバック集計を行い算出した結果を図 9 に示す。

また、村上市朝日地区のアンケート調査では、道の駅

に店舗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を調査し、結果を図 10 に示す。これより、店舗機能を考慮した場合の送迎サービスの利用頻度の平均値は、3.8[回/月]となった。

#### (4) 最適立地問題の定式化

前章に加え、店舗を考慮した場合の式を示す。2(3)で示した式(1)から式(3)の流れに沿って算出し、本節で示す式(7)により、店舗設置に伴う需要およびコストを考慮した社会的余剰を算出する。そして、社会的余剰の最大値をとるメッシュを最適立地場所とし、道の駅を立地させる。ただし、本節では、式(1)の $t$ には、3(3)で示した道の駅に店舗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の平均値である 3.8[回/月]を用いる。

##### a) 店舗設置に伴う需要及びコスト

需要は、前述の評価モデルに加え、店舗の売上を考慮し算出する。コストは、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<sup>17)</sup>の店舗改装資金や運転資金、損益モデル、商品構成を参考に設定した。表 2 に店舗の面積と販売する商品構成を示す。

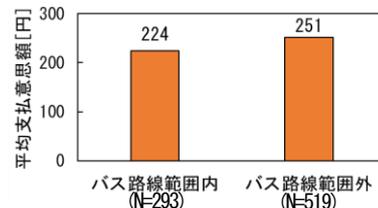


図 9 店舗機能を考慮した和島地域内における 100[円]以上の金額を回答した人の平均支払意思額 (N=812)

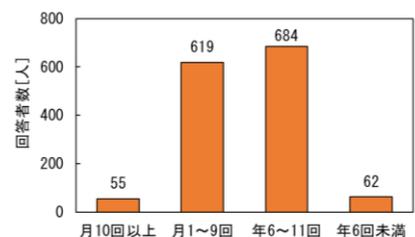


図 10 店舗機能を考慮した場合の送迎サービスの利用頻度

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 (トイレトペーパー, ティッシュペーパー, 洗剤, 歯みがき類)

また、表3に設置する店舗のコストを示す。これらの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。特に、平均販売状況のモデルには、人口分布が長岡市内の地方部に位置している道の駅周辺と類似している茨城県久慈郡大子町におけるマイクロスーパーの平成26年4月から9月における販売状況の値を用いる。1日当たりの客数は63[人]、客単価は915[円]であり、3[km]内の人口は1609[人]となっている。

店舗の需要 $X$ は、式(5)で求める。ただし、本研究では、全ての半径において同じ割合の人数が利用すると仮定し、客単価 $a$ 及びカバー範囲内における店舗を利用する人数の割合 $b$ は、前述した茨城県久慈郡大子町におけるマイクロスーパーの平均販売状況を用いて算出する。

$$X = a \times M_i \times \frac{b}{100} \times 245 \quad (5)$$

$X$  : 店舗の売上

$a$  : 客単価[円]

$b$  : カバー範囲内における店舗を利用する人数の割合[%]

また、店舗のコスト $Y$ は、式(6)より求める。また、 $c$ には人件費や水道光熱費、減価償却費を含まず、利益率(粗利)は20[%]と仮定する。

$$Y = X \times \left(1 - \frac{c}{100}\right) \quad (6)$$

$Y$  : 店舗のコスト

$c$  : 利益率(粗利) [%]

表3 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 <sup>※</sup> 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	

## b) 社会的余剰

社会的余剰が最大かつ、店舗設置に伴う需要 $X$ およびコスト $Y$ 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。したがって、社会的余剰 $U_i$ は、式(7)より算出できる。

$$U_i = 2 \times s_i \times j - k \times v_i \times (1 - l) - w_i + X - Y \quad (7)$$

## (5) 適用結果

運賃が100[円]のとき、各データより、店舗機能を考慮した場合の送迎サービス利用頻度 $t \approx 3.8$ [回/月]、店舗機能を考慮した場合のバス路線範囲内外における送迎サービスの運賃以上の金額を回答した平均支払意思額 $j$ はそれぞれ224[円]、251[円]となり、その他の値には前章で示した仮定と同様の値を用いて店舗機能を考慮した場合の最適立地場所を算定した結果を図11に示す。このとき、道路上の距離で $R_i^M = 4.8$ [km]以上となった。また、 $R_i^M = 4.8$ [km]における社会的余剰 $U_i$ は、約38,000,000[円]となり、前章の交通結節点機能のみを考慮した場合と比較すると、サービスを行うことが可能な範囲が広がり、社会的余剰は大幅に増加した結果となったが、和島地域に隣接している地域まで含まれる結果となった。これらの結果より、対象エリアの設定段階で利用者をどのエリアまで見込むか等、適切なエリア設定を行う必要があることが明らかとなった。

さらに、最適メッシュの最大運行距離が4.8[km]における社会的余剰と人口の推移を図12に示す。将来人口

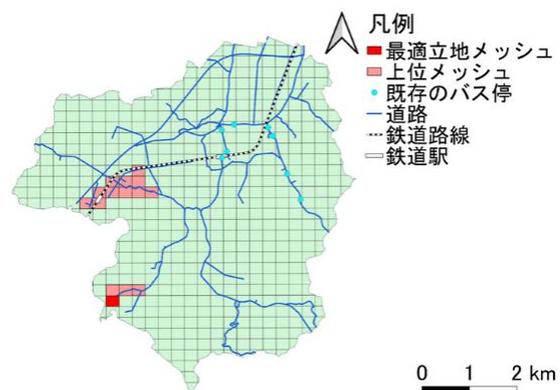


図11 適用結果(上位15か所のみ表示)

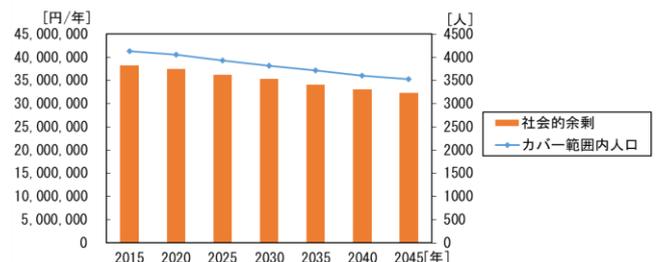


図12 最適メッシュにおける社会的余剰と人口の推移

表 4 算出結果

No.	道の駅名	カバー範囲半径 (道路上の距離)[km]	社会的余剰[円]
1	R290とちお	5.48	33,002,862
2	良寛の里わしま	5.34	29,136,212
3	越後川口	5.36	15,298,756

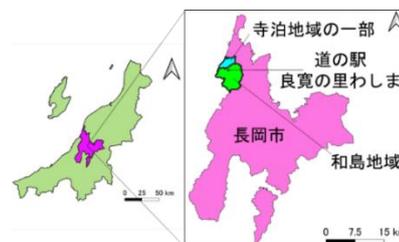


図 13 実験対象地域

は、コホート分析を用いて算出した。これより、人口減少及びそれに伴う社会的余剰の減少度合いを把握し、人口が多い期間に需要を促進し、償却を早めることで、将来的に示しているグラフの値よりもさらに社会的余剰を増加させる可能性が考えられる。早い時期における償却が、将来の社会的余剰の減少を抑え、持続可能なサービスに繋がると考える。

さらに、長岡市の地方部に立地している既存の道の駅にも適用し、サービス運行可能範囲や社会的余剰の程度を確認する。前述のモデルを用いて、長岡市内の地方部に立地している「良寛の里わしま」、「R290 とちお」、「越後川口」の3か所の道の駅における道路上の距離で算出しているカバー範囲半径と社会的余剰の結果を表 4 に示す。以上より、最適なカバー範囲半径は、3か所の道の駅に大きな差は生じなかったが、カバー範囲に含まれる人口の多寡が社会的余剰の値に大きな影響を及ぼしていることを確認した。

加えて、「良寛の里わしま」に着目すると、交通結節点機能に加え、店舗を併設させた場合とさせていない場合に比べてサービスのカバー範囲を算出した結果、店舗を併設している場合の方が約 1.5[km]大きくなる結果が得られた。以上より、店舗機能を考慮すると、よりカバー範囲半径が広がることが明らかとなった。

#### 4. 道の駅を拠点としたラストワンマイル輸送サービスと買い物弱者対策店舗の実現性検証

##### (1) 実験内容

本実験を通して、前章のモデルを構築する際に実施したアンケート調査では、未知のサービスに対する支払意思額となるため、実際に運行してどのように変化するか確認するとともに、利用者が求めているサービス内容を明らかにする。さらに、本実験の目的として、個別送迎ではなく、乗り合いサービスを実施することでコストを削減し、路線バス・道の駅・お弁当等宅配サービス利用者を1台に取り込み、サービスを複合することによって運行効率を上げ、持続可能なサービスであることを明らかにする。また、観光需要を考慮し、地域住民のQOLの向上に加え、和島地域及び道の駅の活性化を目的とする。本実験は、令和4年度新潟県新モビリティサ

ービス調査実証支援事業補助金の交付を受け、実施した。

実験期間は、2022年9月3日(土)～11月29日(火)とし、デマンド型乗り合いタクシーであるわし麻呂号や寺泊まりん号を運行している寺泊交通株式会社が運行することとした。寺泊交通株式会社は、日曜日を休業日としていることを踏まえ、9月の運行日は、土・祝日、9月18日(日)、9月25日(日)、10月及び11月の運行日は、火・木・土・祝日のみとした。また、シルバーウィーク期間内の日曜日は、わし麻呂号や寺泊まりん号と別車両を用意し、運行した。使用する車両台数は、通常期、繁忙期ともに1台とした。

##### a) 対象地域

本実験の対象地域は、新潟県長岡市和島地域全域及び道の駅良寛の里わしまから半径 3[km]圏内に該当する寺泊地域の一部(寺泊郷本・寺泊志戸橋・寺泊山田・寺泊松田・寺泊明ヶ谷・寺泊田頭・寺泊夏戸のみ)とする。この範囲内は、前章で構築したモデルを用いると、片道 100[円]の場合、自宅と道の駅間を個別輸送かつ道の駅に店舗が設置している場合に社会的余剰が正の値となる。また、本実験で設定した運行時間内で2または3か所を周遊可能であると考えられるため、これらの範囲を選定した。実験を実施した地域を図 13 に示す。

JR 長岡駅から和島地域内に位置している JR 小島谷駅までの所要時間は、車で約 40 分、路線バスで約 1 時間、JR で約 1.5 時間である。

和島地域内には、道の駅「良寛の里わしま」が立地しており、地元の特産品の販売等を行う「地域交流ゾーン」の他、「美術館ゾーン」「道路情報ターミナルゾーン」に分かれている<sup>19)</sup>。道の駅から南東部にかけて、越後長岡百景のひとつに選ばれた「はちすば通り」が通っている。周辺には観光資源が多く、地元周辺の住民以外にも、観光旅行者等の利用も見込めるなど、比較的立地条件が良い地域となっている。

公共交通に関する具体的な現状は、2(3)にて述べた通り、わし麻呂号の運行を行っている。和島地域の課題として、高齢化の進行・人口減少やタクシー会社の撤退が挙げられ、自力で移動可能な人や外出が困難等多様なレベルの買い物弱者問題が存在している。また、観光客の公共交通アクセス不便や車を運転しない人の買い物アクセス不便が挙げられ、自家用車が主体となる車移動中心

の生活によるCO<sub>2</sub>排出も課題となっている。

### b) ラストワンマイル輸送となる乗り合いサービス

本実験では、自宅と道の駅「良寛の里わしま」間で乗り合いサービスを運行する。さらに、既存のバス停である「島崎」及びJR小島谷駅から道の駅までラストワンマイル輸送サービスを行い、TSPを用いた運行ルート最適化によりサービスを行う。公共交通からの乗り継ぎ利用促進及び交通弱者の利便性を高める。本研究における主なサービスのネットワークを図14に示す。運行時間は、8:25～17:19とし、一日あたり7便運行する。使用する車両台数は1台のジャンボタクシーであり、車両名を「てまり号」として運行する。また、感染症拡大防止対策として、1台あたりの乗車可能人数を最大6人とした。図15に運行の様子を示す。

また、JRとバスの運行時刻に合わせ、駅及びバス停まで送迎を行い、公共交通機関の乗り換えとして利用可能なサービスとした。事前予約制とし、乗車希望日の前日かつ平日の9:00～16:00に電話またはQRコードにより乗車位置や便番号を受け付けた。

### c) 買い物弱者対策

買い物弱者対策として、道の駅に店舗が立地していると仮定し、本実験では、10月及び11月のてまり号の運行日に、道の駅「良寛の里わしま」と、道の駅から道路上の距離で約1.5[km]離れた地点に立地しているスーパー「ひらせい和島店」までの送迎を実施する。買い物支援サービスの時刻表を表5に示す。さらに、てまり号と同じ車両を用いて、毎週木曜日のみスーパーの商品の宅配サービスを実施し、道の駅で作成した料理の出前も行う。宅配サービスで扱う商品は全て、「ひらせい和島店」で販売されているものとする。また、宅配及び出前サービスは、利用希望日の前日かつ平日の14:00まで受け付ける。受付形態は、てまり号と同様である。

## (2) アンケート調査

てまり号乗車前のアンケート調査より得られた平均支

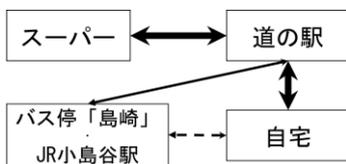


図14 サービスのネットワーク



図15 運行の様子

払意思額を図16及び図17に示す。図16及び図17より、個別輸送と比較するとてまり号の支払意思額が、両グラフともに、低くなっている。

この原因の一つ目として、友人との利用を希望する人がいる一方、他人の目が気になるため個人での乗車を希望するヒアリング調査結果より、乗り合いサービスに対する価値が相対的に低くなったと考えられる。これより、乗り合いである場合は自由な時間に帰ることができないといった自由度が狭くなること等の制約が大きいため、特に買い物サービスは個別輸送が適していると考えられる。二つ目に、和島地域はタクシー会社が撤退しているため、タクシーとしての利用を希望しているというヒアリング結果から、タクシーにより近いサービスである個別輸送の支払意思額が高くなったと考えられる。また、店舗を併設した場合に、個別輸送もてまり号も支払意思額が高くなったことから、拠点に店舗機能を持たせる等、複数の機能を集約することで、支払意思額が高くなったことが明らかとなった。

てまり号利用後のアンケート調査結果では、モデルにて設定した運賃と同金額である片道100[円]の回答が得られた。したがって、サービスの運賃は、片道100[円]が妥当であると考えられる。また、スーパーと連携して、購入金額に応じたインセンティブ運賃とするべきであると考えられる。

表5 買い物支援サービス運行時刻

道の駅 出発時刻	スーパー 到着時刻	買い物時刻	スーパー 出発時刻	道の駅 到着時刻
10:00	10:05	10:05～11:05	11:05	11:10

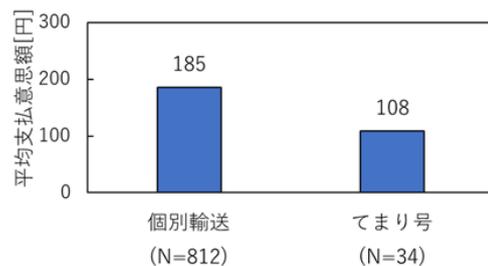


図16 自宅に迎えがくる場合の平均支払意思額

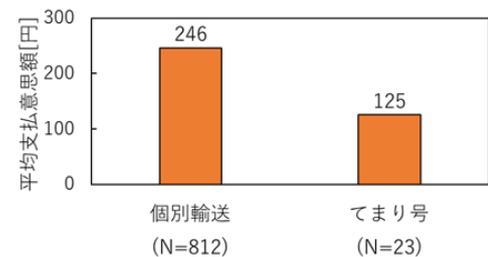


図17 自宅に迎えがくるかつ店舗が併設されている場合の平均支払意思額

次に、サービス形態に関して、特に買い物サービスはすぐに帰宅することが可能な個別輸送が適していると考えられる。拠点に併設する店舗内容については、生鮮品・日用品の取り扱いに重点を置くべきであることや、周知方法に関して、高齢者はチラシ等の配付物だけではなく、対面で複数回行い、事故の危険性も同時に伝えること等が重要であることが明らかとなった。

また、ヒアリング調査では、拠点である道の駅における利用希望のサービスとして、長岡駅や燕・吉田まで乗り継ぎなしのバス路線が挙げられた。以上より、住居エリアから生活に必要な各拠点へ短時間で効率よく移動できる手段に対するニーズが高く、そのような移動可能なサービスを提供することで、免許返納後の移動手段等として利用率が高まると考えられる。そのため、拠点までのラストワンマイルを運行する公共交通機関との連携をとり、利用者ニーズを汲み取ったシステムとしていくことでサステナビリティは大幅に向上すると考えられる。利用交通環境や公共交通機関利用意識の相違、既存の宅配サービスの有無等、地理的及び地域特性を配慮し、利用者のニーズに応じて個別輸送か乗り合いサービスかを選択していくことが必要である。

## 5. まとめ

本研究は、人口や運行範囲を考慮し、実際のアンケート調査をもとに一つの拠点に交通結節点及び店舗機能という複数の機能を持たせた場合の拠点の最適立地場所選定モデルを構築した。モデルより求めた最適立地場所は、既存のバス路線や鉄道駅から離れ、バス停の終点から路線を延長した先に位置する公共交通空白地のメッシュが選定される結果となった。本研究では、和島地域を代表として検証したが、他のエリアでも活用できる利用者の効用を考慮した交通システムの結節点の立地選定手法を確立した。さらに、社会実験では、既往研究結果を基準に地域に必要と想定したサービスを提供することで、利用者側からのニーズやサービスを提供した運行事業者側から見たサービス内容のヒアリング結果を把握し、今後、地域公共交通が必要とするサービス形態を確認した。社会実験により、拠点に複数の機能を持たせることで、支払意思額が高くなるという性質が確認できた。地域性や地形、気候による地域の特性を考慮し、自家用車ではまかなえきれず、実際に住民が必要としている交通サービスを明確にすることで、需要の増加に繋がると考えられる。

今後の課題として、モデルにおける公共交通利用可能地域の精査や取り入れるデータ数の増加により、モデルの精度を向上させる必要があると考える。店舗機能以外

の生活拠点としての機能も含めた最適立地問題に拡張していき、地域をあげてのイニシアティブを取る道の駅が担うべき他の役割や目的も考慮して算出することにより、実用性のあるモデルへと発展すると考えられる。

**謝辞**：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ある。

## 参考文献

- 1) 国土交通省・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), <https://www.mlit.go.jp/common/001273926.pdf>, 最終閲覧日 2022.12.24.
- 2) 国土交通省：第 2 次交通政策基本計画, 2021.5.28, <https://www.mlit.go.jp/common/001407578.pdf>, 最終閲覧日 2023.1.26.
- 3) 国土交通省：令和 4 年版交通政策白書, <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/content/001485343.pdf>, 最終閲覧日 2023.1.26.
- 4) 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/kai-monojakusyashien.html>, 最終閲覧日 2023.1.26.
- 5) 行政評価局：買物弱者対策に関する実態調査 結果報告書, 総務省, 2017.7, [https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000496982.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000496982.pdf), 最終閲覧日 2023.1.26.
- 6) 宇都宮浄人, 多田実編著, 芦谷恒憲, 高橋愛典, 大内秀二郎, 曾田英夫, 大井達雄, 足立基浩, 長谷川普一：まちづくりの統計学—政策づくりのためのデータの見方・使い方, pp.121, 学芸出版社, 2022.
- 7) 上野優太, 八戸龍馬, 溝上章志：シェアモビリティによるモーダルコネクタが公共交通の選好に与える影響, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.76, No.5, pp.I\_869-I\_878, 2021.
- 8) 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.
- 9) 岩松義秀：道の駅による高齢者地域を支えるシステム—道の駅「和（なごみ）」の事例から—, 日本地域政策研究, Vol.22, pp.56-59, 2019.
- 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](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N02-v2_3.html), 最終閲覧日 2023.1.26.

- 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/fukushi-hoken/1197476210319.html>，最終閲覧日 2023.1.26.
- 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/sy-oukai/jinkou/>，最終閲覧日 2023.1.19.
- 13) 都市政策課交通政策室：和島地域デマンド型乗合タクシー「わし麻呂号」，長岡市，2022.10.1，  
<https://www.city.nagaoka.niigata.jp/kurashi/cate06/taxi-ws.html>，最終閲覧日 2023.1.26.
- 14) 村上市：住民基本台帳人口と世帯数，2022.3.1，  
<https://www.city.murakami.lg.jp/site/tokeimura-kami/jinkou-setai-r3.html>，最終閲覧日 2023.1.19.
- 15) 国土交通省：国土数値情報・平成 30 年度道の駅データ，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-P35.html>，最終閲覧日 2023.1.26.
- 16) 国土交通省：令和 3 年全国都道府県市区町村別面積調（10 月 1 日時点），国土地理院ウェブサイト，  
<https://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO/backnumber/GSI-menseki20211001.pdf>，最終閲覧日 2023.1.26.
- 17) 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―」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 2023.1.26.
- 18) 厨房センター：冷機器，  
[https://www.chuubou.com/products/list.php?category\\_id=1](https://www.chuubou.com/products/list.php?category_id=1)，最終閲覧日 2022.1.26.
- 19) 和島支所産業建設課：道の駅良寛の里わしま，長岡市，2022 年 3 月 16 日，  
<https://www.city.nagaoka.niigata.jp/shisetsu/kankou/r-washima.html>，最終閲覧日 2023.1.26.