

ラストワンマイルの結節点となる道の駅の最適立地

長岡技術科学大学	環境社会基盤工学課程	非会員	○久保舞華
長岡技術科学大学大学院	環境社会基盤工学専攻	正会員	佐野可寸志
長岡技術科学大学大学院	環境社会基盤工学専攻	正会員	高橋貴生
長岡技術科学大学大学院	環境社会基盤工学専攻	正会員	松田曜子

1. はじめに

現在、地方部では過疎化や高齢化が進み、公共交通空白地域の解消が課題となっている。その中で、国土交通省と経済産業省は、高齢化が進む地域での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導入」の動きを進めている¹⁾。

先行研究では、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²⁾が GIS ベースのツールを開発している。また、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。

本研究では、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配置場所を検討する。長岡市内の公共交通空白地である和島地域を対象とし、新潟県内の地域公共交通利用状況をもとに道の駅の最適立地問題を構築し、合理的に選定することを目的とする。

2. 研究手法

2.1 研究フロー

新設する道の駅から自宅まで、1人ずつ送迎するサービスを行うと仮定する。公共交通空白地において、新たにサービスを受ける利用者の効用が最大となるメッシュを算出することにより、道の駅の立地場所を検討する。QGIS を用いて、公共交通空白地域かつ道路が通っている 250m メッシュを抽出し、それぞれのメッシュにおいて道の駅カバー範囲と延長分のバス停カバー範囲を構築する。これらのカバー範囲内人口とアンケート結果を用いた年間延べ利用回数、地域公共交通データを用いた運行距離から、カバー圏ごとの効用を算出する。本研究では、社会的便益が最大となった候補地を最適立地場所とする。立地場所選定の全体フローを図-1 に、候補地のイメージを図-2 に示す。

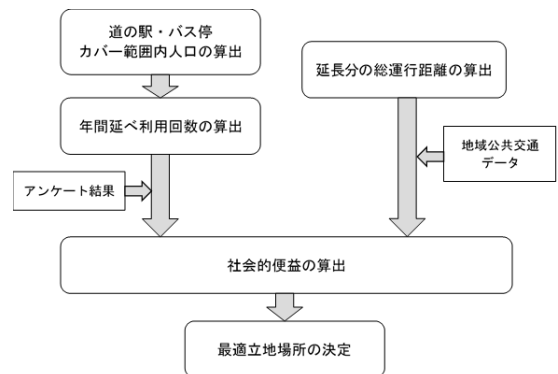


図-1 立地場所選定フロー

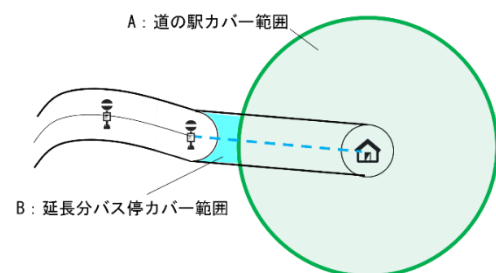


図-2 候補地のイメージ図

2.2 最適立地問題の定式化

運賃や支払意思額、運行費用、収支率を説明変数、社会的便益を目的関数とする。

(1) カバー範囲内人口

道の駅カバー範囲 A の半径を $R[\text{km}]$ とする (図-2 参照)。範囲 A 内に均等に人口が分布すると仮定すると、中心からの距離の平均は $2R/3[\text{km}]$ となる。実際の道路は、直線とはならないため、和島 5 箇所、山古志 5 箇所の計 10 箇所をランダムで抽出し、実移動距離よりも短い範囲半径 $2R/3[\text{km}]$ を算定する。また、延長分のバス停カバー範囲 B を構築する (図-2 参照)。QGIS を用いて、それぞれのメッシュの中心からメッシュ内の道路上において最も近い点を抽出し、その点から既存のバス停までの最短経路を算出する。この経路が既存のバス停からの延長距離となり、経路に沿って形成された 300m バッファ圏内が延長分のバス停カバー範囲となる。

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。ただし、BがAの範囲内に含まれている場合は、Aの人口総数を用いる。

(2) 年間延べ利用回数

年間の延べ利用回数を求めるために、コミュニティバスが運行している山古志地域におけるアンケート結果を用いて、1人あたりの年間利用回数を算出する。利用率は式(1)より算出できる。

$$u = a \times \frac{1}{b} \times t \quad (1)$$

u : 1人あたりの年間利用回数[回/年]

a : アンケートから得られたクローバーバス利用者数[人]

b : アンケート回答者数[人]

t : クローバーバス利用頻度[回/年]

よって、それぞれのカバー範囲ごとの年間の延べ利用回数 s_i は、式(2)より算出できる。

$$s_i = u \times M_i \quad (2)$$

s_i : カバー圏*i*の年間の延べ利用回数 $[\frac{\text{回} \cdot \text{人}}{\text{年}}]$

(3) 延長分の総運行距離

運行予定日数を土日祝日と年末年始を除いた245[日]と仮定すると、カバー圏ごとの道の駅までの年間の総運行距離は、式(3)より算出できる。

$$v_i = c_i \times d \times 245 \quad (3)$$

v_i : カバー圏*i*の年間の総運行距離[km]

c_i : カバー圏*i*の中心から最寄りのバス停までの最短距離[km]

d : 地域公共交通データから求めた運行便数[本/日]

(4) 社会的便益

それぞれのカバー圏における社会的便益は、式(4)より算出できる。なお、平均支払意思額はアンケートの結果より算出する。

$$U_i = s_i(e - f) - g \times v_i \times (1 - h) \quad (4)$$

U_i : カバー圏*i*の社会的便益

e : f 円以上と回答した平均支払意思額[円]

f : 1回あたりの運賃[円]

g : 1kmあたりのバスの運行費用[円]

h : 地域公共交通データから得られた収支率[%]

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

3. 使用データ

本研究では、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利用状況データを用いる。人口データについて、e-Statで公開されている2015年新潟県長岡市5次メッシュ(250mメッシュ)統計データを用いる。

3.1 アンケート調査の概要

年間延べ利用回数と社会的便益を算出するため、和島地域と、中山間地域代表の山古志地域を対象としたアンケート調査を実施した。アンケート調査の主な質問内容は表-1に示すとおりである。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。調査は、山古志地域では2020年8月28日～9月11日に郵送配布・郵送とQRコードによるWEB回収、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・収集で実施された。配布数は、山古志地域が865(404世帯)、和島地域が3,747(1,249世帯)であり、回収数(回収率)は、山古志地域が144(16.6%)、和島地域が1,295(34.6%)となっている。

表-1 アンケート調査項目

項目	内容
①	自宅から支所までの送迎サービスの片道の支払意思額
②	生鮮食品や日用品を扱うミニスーパーが支所に併設されている場合の支払意思額
③	クローバーバスを利用したおでかけ頻度(山古志地域のみ)

3. 2 アンケート基礎集計結果

アンケート調査の基礎集計結果として、各地域においてアンケート項目ごとの平均支払意思額、クローバーバスの利用頻度を集計したものを以下に示す。アンケート項目については、表-1における項目に従う。ただし、項目②における平均支払意思額は、バス停からの送迎サービスとして得られた結果を、自宅からの送迎サービスで行う場合に換算した値である。

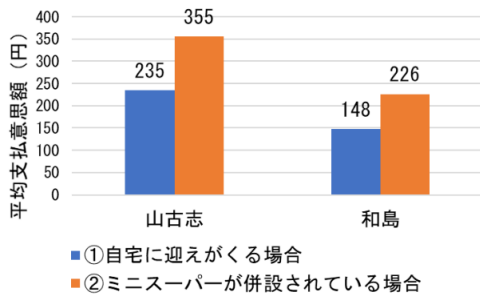


図-3 平均支払意思額

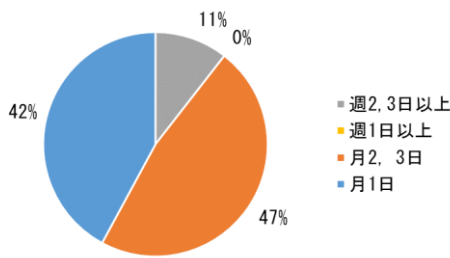


図-4 クローバーバス利用頻度 (n=19)

図-3より、現在コミュニティバスが運行している山古志地域の平均支払意思額が、コミュニティバスが運行していない和島地域と比較するとより高い傾向が見られた。山古志地域において、クローバーバスの運賃が大人1人あたり200円であり、一つの指標となっているため平均支払意思額が高くなった可能性が考えられる。また、店舗が多く立地している和島地域は、山古志地域と比較すると項目①と項目②の差が小さい。これより、店舗数の多寡が項目ごとの差に現れていることがわかる。本研究では、アンケート項目①の結果より算出した平均支払意思額を用い、メッシュ内に店舗が立地している場合は、アンケート項目②の結果より算出した平均支払意思額を用いて社会的便益を求めるとする。

図-4より、月1~3日単位でクローバーバスを利用することが多いことが分かる。クローバーバス利用者1人あたりの年間トリップ数の平均値は約32[回/年]となった。また、アンケート上のバスを利用する可能性

のある人の割合は約5.93[%]となり、クローバーバスを日頃から利用している住民は限られていることが分かる。

3. 3 地域公共交通利用状況

道の駅まで運行するバスの1日あたりの運行便数を決定するため、新潟県内における地域公共交通の運行便数のデータを用いる。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利用状況データは、図-5、図-6に示すとおりである。また、運行便数は1日あたり、収支率は1年あたりの平均値を用いている。図-5、図-6より、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[%]を社会的便益の算出に用いる。

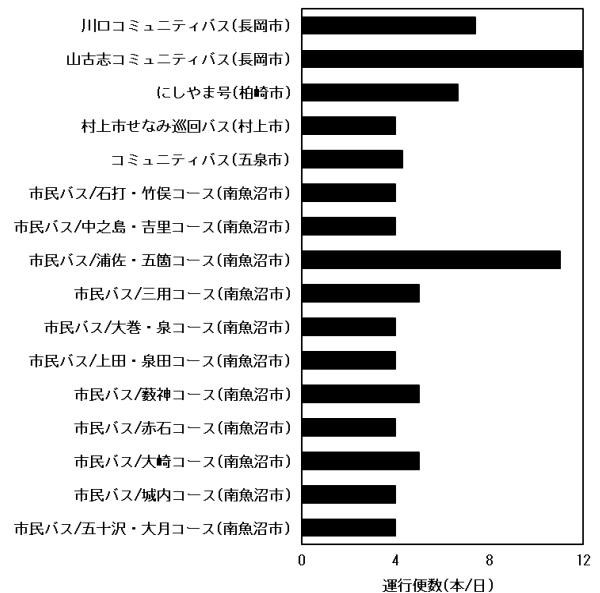


図-5 地域公共交通の運行便数

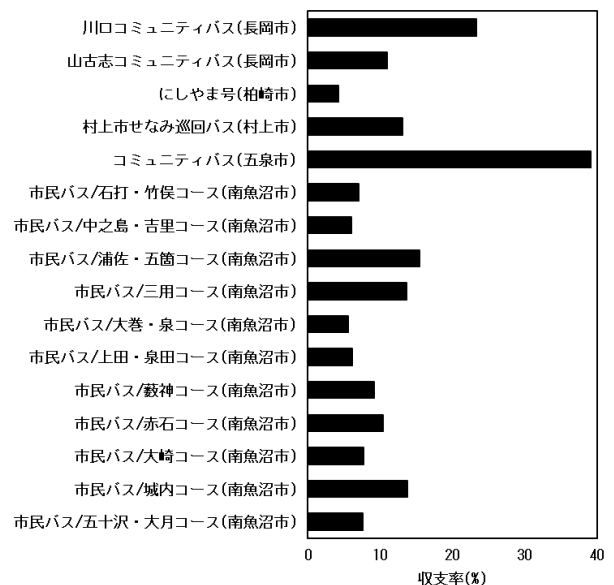


図-6 地域公共交通の収支率

4. 最適立地場所の選定結果

本研究では、燃料費を 10[円/km]とし、運賃を 100[円] (= f) と仮定すると、実移動距離 (= $2R$) が往復 10[km] 範囲内の人が利用する。各データより、 $2R/3 \approx 3.64$ [km], $a = 8$ [人], $b = 111$ [人], $t \approx 32$ [回/年], $u \approx 5.93$ [%], $d = 4$ [本], $h = 12.1$ [%]となり、 $g = 320$ [円]と仮定して計算した結果、194ヶ所から社会的便益が最大となった 250m メッシュを、図-7 に示す。また、図-8 に和島地域を中心とした公共交通空白地のみ的人口分布を示す。図-8 における公共交通利用可能地域は、住民が徒歩で公共交通を利用できる範囲内を表している。通常、バス路線では 300m 圏内が用いられている。

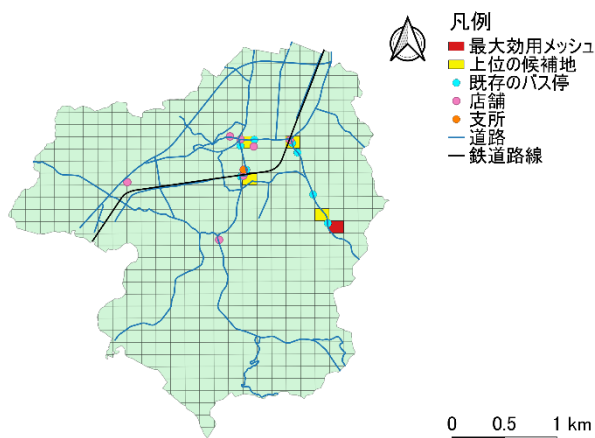


図-7 最適立地場所の選定場所

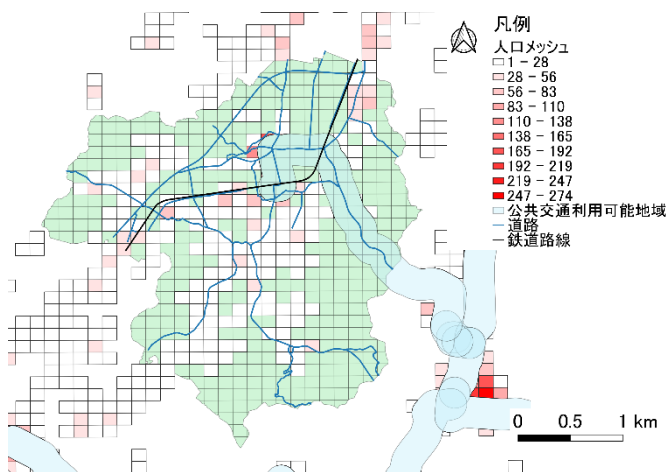


図-8 公共交通空白地のみ的人口分布

図-7 より、算出された上位 5 か所のうち 3ヶ所は、店舗が併設しているメッシュが選定されたことが分かる。立地場所に店舗が併設した場合、1 回乗車あたりの支払意思額が約 100 円高くなったため、社会的便益に影響を与えたと考えられる。また、和島における最

適立場所は、既存のバス路線の途中に位置する。したがって、道の駅を新設するためにバス路線を終点から延長することと比較すると、バス路線の途中に立地することの方が有利であると言える。図-8 より、道の駅利用想定範囲を決定する際の料金設定や運賃などの条件を変更すると、カバー範囲内に含まれる人口が変化することで候補地の順位が変動し、バス路線の延長が有利である可能性があると考えられる。

5. まとめ

本研究は、QGIS を用いて社会的便益を算出した。店舗が併設された候補地が上位に含まれたことから、観光者だけではなく、地域住民の利便性を考慮した店舗併設型の道の駅の新設を考える必要がある。また、算出された候補地は、既存のバス路線周辺に位置するという結果になったが、基準値を変化させることで、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が候補地となることが考えられる。また、条件となるカバー範囲半径の値の精度を高くすることで、候補地の順位が変動することが考えられる。

今後は、カバー範囲内人口総数の算出をシステム化することとしている。具体的には、道路が通っているメッシュを抽出し、カバー範囲内人口総数をプログラムにより算出するという一連の流れを行うシステムを構築していく予定である。

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。

参考文献

- 1) 国土交通省，自動走行ビジネス検討会，https://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_tk7_000015.html，最終閲覧日 2020.10.14.
- 2) 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.759-768，2004.9.
- 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，Vol.60，2019.