

ラストワンマイル送迎サービスのための 交通結節点の最適立地

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@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@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@nagaokaut.ac.jp

本研究は社会的便益の観点から、地方路線バスとラストワンマイルを担う交通システムの結節点の最適立地場所を検討する。新潟県長岡市の中山間地域である山古志地域と、農村集落や田園地帯が広がる和島地域を対象にアンケート調査を実施し、バスを利用する頻度と支払意思額の分布を調査した。また、路線バスと送迎サービスの結節点の最適立地問題を構築し、利用者の便益と送迎サービスの費用の差が最大となる250mメッシュを求め一連の流れをシステム化し、それを和島地域に適用し提案したシステムの妥当性を検証した。

Key Words : regional transport terminal, last one mile, pickup and delivery service, optimal location

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、そして中山間地域における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導入を進めている¹⁾²⁾。また、自動運転サービス導入の拠点に道の駅を活用する動きを進めており、オンデマンド型の移動サービスに注目が集まっている。

本研究では、路線バスとラストワンマイルの送迎サービスの結節点の最適立地場所を検討する。アンケート調査を新潟県長岡市の中山間地域である山古志地域と、農村集落や田園地帯が広がる和島地域を対象に実施し、バスを利用する頻度と支払意思額の分布を調査した。また、路線バスと送迎サービスの交通結節点の最適立地問題を構築し、社会的便益が最大となる場所を合理的に選定する一連の流れをシステム化することを目的とする。

田中³⁾や堀⁴⁾が中山間地域や過疎地域に着目し、今後の地域公共交通手段のあり方について考察している。特に、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⁵⁾が GIS ベースのツールを開発している。実際のエリアに適用しているシステムであるが、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ことが課題となっている。

2. 研究手法

(1) 提案サービスの概要

既存路線バスのバス停のみならず、バス路線の延長も視野に入れ、社会的余剰(利用者便益-費用(路線バスの延長費用+送迎サービスの費用))が最大となる地点に、交通結節点の立地場所を選定する。図-1 に示すように、交通結節点からから自宅まで、1人ずつ送迎するサービスを行うと仮定する。

(2) 研究フロー

a) 使用データ

本研究では、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について、アンケ

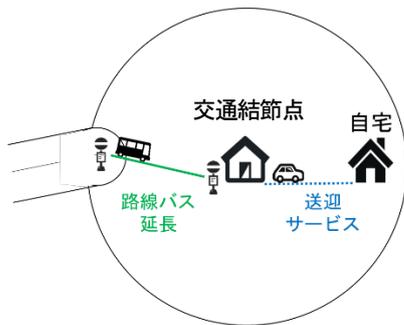


図-1 交通結節点と送迎サービス

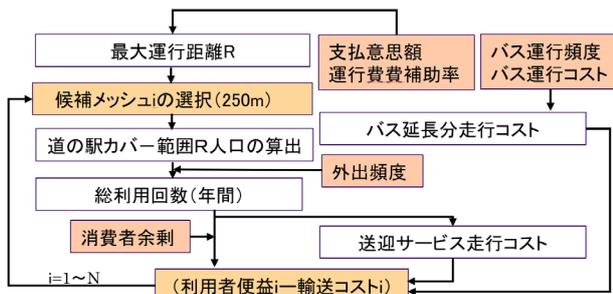


図-2 研究フロー

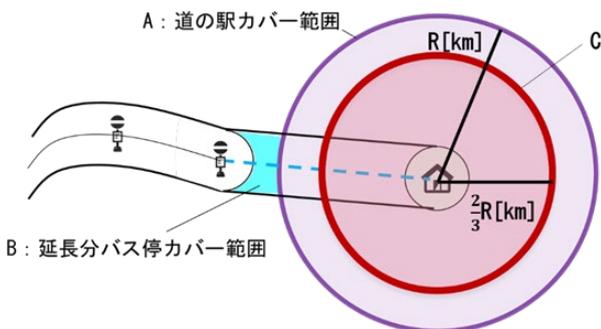


図-3 候補地のカバー範囲イメージ図

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 5 次メッシュ (250m メッシュ) 統計及び境界データを加工して用いる。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) を加工して用いる。

b) 便益の計算

利用人数は利用可能人数と利用頻度の積とする。利用可能人数は、路線バス延長ルート上の 600m 幅の帯内のメッシュ人口、及び交通結節点からの実移動距離 (半径 R) 内のメッシュ人口とし、利用頻度はアンケート調査より求める。

c) 費用の計算

延長部分の路線バスの限界費用と送迎サービスの費用への公的な補助金額を費用とする。路線バスの運行頻度は、新潟県のいくつか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を用い、補助金額はそれらの路線の収支率から求める。

d) 最適地の選定

対象地域のすべてのメッシュを対象に、その中央に交通結節点が立地すると仮定し、社会的余剰を計算し、その最大値をとるメッシュに、交通結節点を立地させる。

(3) 最適立地問題の定式化

便益から費用を差し引いた社会的余剰が最大となるメッシュを最適立地場所とする。ここでの便益は、サービスの支払意思額に、利用人数と掛け合わせて算出する。また、費用としては延長部分の路線バスの限界費用と送迎サービスへの公的な補助金額を考える。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し、最適立地問題を構築する。

a) カバー範囲内人口

利用人数を推定するために、カバー範囲内人口を求める。はじめに、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図-3 に示すように、交通結節点カバー範囲 (A) と延長分のバス停カバー範囲 (B) を設定する。

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。収支率から費用を算出するため、1 人あたりの年間の延べ利用回数を求め、コミュニティバスが運行している山古志地域をベースにアンケート結果を用いて、支払意思額の需要曲線から年間の延べ利用回数を算出する。

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、カバー圏ごとの交通結節点までの年間の総運行距離を算出する。

d) 送迎サービスの運行費用

年間の燃料費と人件費から構成される送迎サービスの費用を算出する。送迎サービスで使用する車の燃料費を f [円/km]、時速 g km で走行し、運転手の時給 h [円] と仮定すると、送迎サービスの往復分の運行費用は算出できる。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。

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は、平均支払意思額の往復分と、バス路線延長に伴う費用・送迎サービス運行費用の差として算出する。費用に関しては、収支率から求められる収入から運行にかかる総費用を差し引いて算出する。なお、平均支払意思額は後述のアンケートの結果より算出する。

3. 使用データ

(1) アンケート調査

年間延べ利用回数と社会的便益を算出するため、公共交通空白地である和島地域と、中山間地域の地域内交通が確保されている代表例である山古志地域を対象としたアンケート調査を実施した。図-5 で示すように、和島地域は、新潟県長岡市の北西部に位置し、人口は約 4 千人⁹⁾である。川沿いの平野部に市街地が形成され、周囲には農村集落や田園地帯が広がっている。一方、山古志地域は長岡市の南東部に位置し、人口は約 9 百人⁹⁾であり、山に囲まれている。また、クローバーバスと呼ばれるコミュニティバスが運行しており、NPO 法人中越防災フロンティアが運行を行っている。

アンケート調査の主な質問内容は、個人属性、自宅から交通結節点までの送迎サービス利用に対する支払意思額、クローバーバスの利用頻度（山古志地域のみ）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、支所を交通結節点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 日に郵送配布とし、回収は郵送及び WEB 回答、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。

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。クローバーバスの利用頻度は、図-7 より、ひと月当たり 1 日から 3 日単位でクローバーバスを利用することが約 9 割にのぼった。また、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片道約 32[トリップ/年]となった。

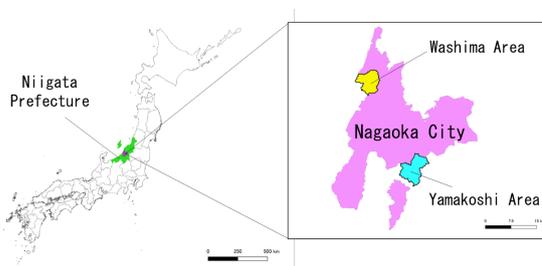


図-4 アンケート配布対象地域の位置

出典：国土地理院白地図を加工して掲載

<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>

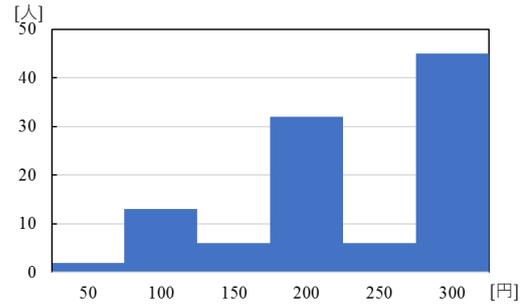


図-5 山古志地域における平均支払意思額の分布

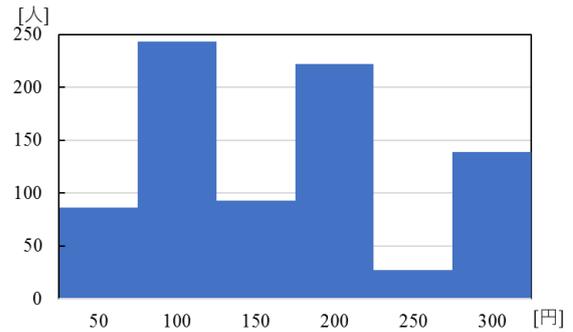


図-6 和島地域における平均支払意思額の分布

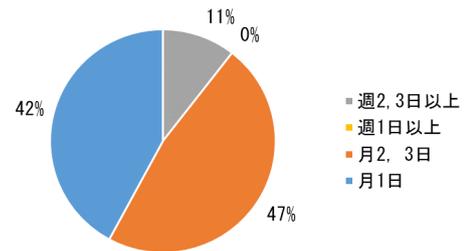


図-7 クローバーバス利用頻度 (n=19)

(2) 地域公共交通利用状況

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便数を参考にした、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[%]を社会的便益の算出に用いる。

4. まとめ

本研究は、実際のアンケート結果をもとに利用者の効用と運行費用の差から、社会的便益を算出することで、路線バスとラストワンマイルの送迎サービスの乗り換え拠点の最適立地場所を選定可能なシステムは構築した。

今後は、交通結節点機能のみならず、生活拠点としての機能も含めた最適立地問題に拡張し、その最適立地場所を求めることができるようにしたい。

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 2020.12.24.
- 2) 国土交通省・自動走行ビジネス検討会：自動走行ビジネス検討会報告書『自動走行の実現に向けた取組報告と方針』Version 4.0，https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/jido_soko/pdf/20200512_03.pdf，2020.5.12，最終閲覧日2020.12.24.
- 3) 田中耕市：中山間地域における公共交通の課題と展望，経済地理学年報，第 55 巻，pp.33-48，2009.
- 4) 掘 智尋：過疎地域における住民指導の交通システムに関する研究—過疎地有償運送事例の検討を通して—，東京大学大学院新領域創性科学研究科修士論文，2007.
- 5) 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.
- 6) 長岡市：住民基本台帳人口・世帯数 地区別・年齢別人口，2020.4.1，<https://www.city.nagaoka.niigata.jp/syokai/jinkou/>，最終閲覧日 2020.12.28

(Received March 7, 2021)

OPTIMAL LOCATION OF A REGIONAL TRANSPORT TERMINAL FOR THE LAST MILE PICK-UP AND DELIVERY SERVICE

Maika KUBO, Kazushi SANO, Takao TAKAHASHI and Yoko MATSUDA

This study examines the optimal location for the regional transport terminal of local bus and the last mile transportation system. A questionnaire survey was conducted in the Yamakoshi area, which is a mountainous area in Nagaoka City, Niigata Prefecture, and in the Wajima area, which has rural flat area with rice field, to investigate the frequency of bus use and the willingness to pay for these transportation services. In addition, we developed an optimal location problem for the regional transport terminal and a system to find the 250m mesh that maximizes the difference between the benefit of users and the cost of transportation services.