

条件不利環境に対応したMaaSの設計と 社会実装に関する研究

赤木 大介¹・神田 佑亮²・諸星 賢治³

¹学生会員 広島大学大学院 先進理工系科学研究科 (〒739-8529 広島県東広島市鏡山1-5-1)

E-mail:m204225@hiroshima-u.ac.jp

²正会員 呉工業高等専門学校 環境都市工学分野 (〒737-8506 広島県呉市阿賀南2-2-11)

E-mail:y-kanda@kure-nct.ac.jp

³非会員 株式会社トラフィックブレイン (〒101-0047 東京都千代田区内神田3-2-9)

E-mail:kenji-morohoshi@t-brain.jp

近年の我が国では、甚大な災害の発生や、過疎地の増加等の社会的問題が発生してきている。特に、これら条件不利環境下における「公共交通の運営」が課題となっている。また近年では、様々な移動手段・サービスを合わせて1つの移動サービスとして捉える「Mobility as a Service(MaaS)」という概念が注目されている。この「MaaS」という考え方が、公共交通分野の課題解決に繋がると期待されている一方で、「地域特性」や「交通データの整備状況」等に応じて施策内容は柔軟に変えていく必要がある。とりわけ過疎地では、公共交通のサービス水準が低いこと、利用者が少ないこと、公共交通での移動が地域住民にとって一般化していないこと、また公共交通の利用者層が高齢者であることといった点を衡量する必要がある。

本研究では、条件不利環境地域である過疎地に適したMaaSモデルの構築・実装を行い、利用者の意見によって評価を行った。本研究で実装したMaaSについて、利用者からの評価は高く、地域活性化の新たな手法を導くとともに、今後の過疎地版MaaSの方向性を示すことができた。

Key Words : *mobility as a service , disadvantageous environment, depopulated area,*

1. はじめに

近年の我が国では、平成30年7月豪雨（西日本豪雨）といった甚大な災害の発生や、著しい人口減少・高齢化が進んできている過疎地の増加といった社会的問題が発生してきている。

平成30年7月豪雨では、広島呉道路（クレアライン）やJR呉線に斜面崩落が発生し、長期にわたる通行止め・運休が余儀なくされた。その結果、大量の交通が並行する国道31号に集中することによる深刻な渋滞の発生や、交通手段が確保されないことによって、移動困難者が発生することとなった。また、JR呉線の運休に伴ってJR代行バスが運行されたが、これらのバスが公共交通情報提供サービスに対応していなかったため、バスの出発・到着時間や遅れ情報といったものが利用者に公開されるまでに時間を要した。そのため、公共交通利用者にとって利用しづらい環境であったと考えられる¹⁾。

過疎地においても「公共交通の利便性低下」が問題として挙げられている。人口減少に伴う公共交通利用者の減少によって、交通事業者の不採算路線からの撤退によ

る地域公共交通ネットワークの減少等が進行してきている。加えて、地域交通を担う民間事業者の経営悪化も進行してきている。それによって、一般路線バスについては、2010年度から2015年度までの6年間に約7,509kmの路線が完全に廃止されている。鉄軌道については、2000年度から2015年度までの15年間に37路線・約754kmが廃止されることになった。また、公共交通空白地域も年々増加してきており、平成23年には我が国の可住地面積の約30%における36,477km²が公共交通空白地として認定されている²⁾。加えて、過疎地の公共交通は、時刻表検索やリアルタイム位置情報等の情報提供サービスに対応していないことが多い。これにより、公共交通があるにも関わらず、利用者は無いと判断し、より車利用者の増加や来訪者の減少に拍車がかかっていることが考えられる。これらの要因によって過疎地における市民の生活行動及び観光客の二次交通の確保が困難になってきている。

このように、災害時や過疎地といった条件不利環境では、「公共交通の最適な運営方法」及び「検索サービスへの対応」が、公共交通の利便性を向上させる上で重要な課題となってきている。

こうした環境の中で、近年では、公共交通の利便性向上を目指すために「Mobility as a Service(MaaS)」という概念が注目されている。「MaaS」とは、ドア・ツー・ドアの移動に対し、様々な移動手法・サービスを組み合わせることで1つの移動サービスとして捉えるもの³⁾であり、ワンストップでシームレスな移動が可能となるものである。加えて、様々な移動手段・サービスの個々のサービス自体と価格を統合して、1つのサービスとしてプライシングすることにより、いわば「統一貫サービス」を新たに生み出すものであり、価格面における利便性の向上により利用者の移動行動に変化をもたらす、移動需要・交通流のマネジメント、供給の効率化も期待できる³⁾。

日本におけるMaaSの取り組み状況については、平成30年10月17日に第1回都市と地方の新たなモビリティサービス懇親会がスタートし、日本独自のMaaSモデルである「日本版MaaS」の方向性について議論が行われてきた。「MaaS相互の連携によるユニバーサル化」と「移動の高付加価値化」が、望ましいまちづくりの実現に資する形で位置づけられたMaaSが「日本版MaaS」の目指すべきものとして示されている³⁾。

上述の「MaaS」が公共交通分野の課題解決に繋がると期待されている一方で「地域特性」や「交通データの整備状況」等に応じて施策内容を変えていく必要がある。

そこで本研究では、条件不利環境である過疎地における公共交通が抱える課題を「MaaS」を用いて解決することを試みる。加えて、利用者からの意見をもとに評価を行い、過疎地に適した最適な「MaaS」モデルの検討を行う。

2. 条件不利環境地域でのMaaSシステムの設計

(1) 対象地域の概況

本研究では、広島県の北東部に位置する庄原市を対象とする。庄原市の人口は約37,000人であるが、平成22(2010)年からの7年間でも4,292人(約10%)の減少となっており、過疎化・人口減少・少子高齢化が著しい⁴⁾。加えて、庄原市内の高齢化も顕在化してきており、平成29年時点で総人口36,617人に対して65歳以上が15,189人と、高齢者の割合が42%と高い割合となっている(図-1)。

本実験では、特に市内でも上記の問題が顕著である庄原市本村・峯田地区を対象とする。対象とする地区は庄原市内の中でも65歳以上の高齢化率が高い地域である(同地域の人口:1,390人/男女別:男性665人女性725人/内高齢者664人/高齢化率47.7%)⁵⁾。

(2) 対象地域の交通サービス

庄原市の交通体系は、都市間交通は庄原市と広島市を

接続する高速バス(備北交通(株)運行)、JR芸備線が担い、市外からの高速バスでのアクセスは比較的整っている。

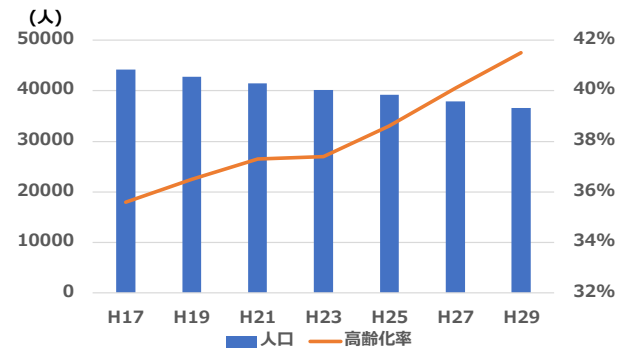


図-1 庄原市の人口・高齢化推移

る。このうち高速バスは1日約20便運行されている。市内の交通は路線バスおよび生活バスが運行されている。対象地域の本村地区への路線バス(備北交通)は1日5本運行されているが、便利であるは言い難い。過去に何度か再編はされたものの、過疎化・人口減少や広大な面積のカバーの必要性、最近では深刻なドライバー不足から、地域生活交通の維持が大きな課題となっている。

(3) 過疎地版MaaSの設計

対象地域の庄原本村・峯田地区と庄原市内を結ぶ移動をサポートする形で「AI配車型デマンドバスサービス」の運行を行う。同地域内では、現行路線が通院・買い物等の移動ニーズを徐々に満たさなくなっている。加えて、運行事業者側にとっても運転手の不足が発生しており、路線展開が難しくなっている。

上述の課題を踏まえた上で、現行路線の間の時間を補填するという形で運行を行う「AI配車型デマンドバスサービス」を実装する。このバスは、利用者のニーズに沿ってバス停留所や目的地を決め、最適な運行経路を示してくれる。「AI配車型デマンドバスサービス」の運行により、公共交通の利便性向上や普段あまり接することのない地域の方との交流機会が増加することが考えられる。これにより、「外出回数の増加」やマイカーを運転できなくなっても、「AI配車型デマンドバスサービス」の利用により、これまでと変わらず生活できるような交通ネットワークを創出することが期待できる。また事業者側にとっても、少ない便数で効率良く運行ができ、運転手不足等の問題も解消できることが期待できる。

加えて、既存路線バスの乗り放題といった他サービスとの融合も図り、MaaSモデルの構築を行う。利用者は、本村・峯田地区の90名である。

(4) AI配車型デマンドバスサービス運行形態

a) 運行車両

運行車両は、ワゴン車両(10人乗り)を用いている

(図-2)．これにより、狭い道でも運行することが可能となり、通常のバスでは通れない道でも通れるようになり、既存のバス停よりも奥地に入ることが可能で、利用者の居住地近くや、スーパー等の建物近くまで運行可能となり、利用者の利便性向上に繋がることが期待できる。



図-2 AI配車型デマンドバスサービス車両

b) 運行形態

「AI配車型デマンドバスサービス」は、完全に需要に応じて時間帯を問わず運行する形態はなく、参考ダイヤを定めた。具体的にはより利用者の住宅近くまで迎えにいけないよう、「バス停」に相当する乗降スポットを49箇所を設定し、1日2往復の運行とし、参考ダイヤに即して運行し、申し込みがない場合にはその乗降スポットは通過するようにした。この理由は大きく3点ある。

1点目は、運行対象地域が広いことに対応したためである。今回の実証実験では運行範囲が約20kmと極めて広い。そのためエリア内を需要に応じて完全に自由に運行する形態ではかえって非効率となる。

2点目は、利用者にとって大まかな出発時刻や到着時刻が読めることによる安心感を提供するためである。特に過疎地ではタクシーの供給量が十分ではなく、配車を依頼しても時間を非常に要することが珍しくない。参考ダイヤの設定により発着時刻を目安として定めていることで、利用者は一定の安心感を持つことができる。

3点目は公共交通ダイヤの検索サービスへの対応である。デマンドサービスでありながら、ダイヤ情報を持つことにより、広く普及しているバス・電車等の時刻検索Webやアプリ等への対応が可能となる。

運行ルートについては、AIがその日の予約に応じて最適なルートを決めてくれる。

これらの情報をもとに、利用者には「AI配車型デマンドバスサービス」を利用する日、便、乗降場所等の利用計画表を作成してもらい、それを基に運行を行う。電話での予約も可能である。当日、「AI配車型デマンドバスサービス」の到着時刻までに各乗車スポットにむかい、乗務員に乗車券を見せて乗車する。

なお、料金は、乗車毎に払うのではなく、サブスクリプション方式（定額制）とした。定額制により、その都度料金を支払うことが無くなり、スムーズに利用可能と

なるとともに、外出を促進する効果も期待した。料金の設定は距離に応じて、峰田地区は1,400円/月、本村地区は1,600円/月とした。加えて並行する路線バス（平日5往復運行）や庄原市内中心部の路線バスも乗り放題とした。

また、モニター参加者には市内中心部の大型スーパー（地元資本）の1,000円分の商品券を謝礼として実験終了後に渡した。また、地元自治会にモニター1人あたり400～600円の協力金を還元した。

4. 過疎地版MaaSの評価

上記の仕組みにより、2019年11月1日～末日までの平日（20日間）により実証実験を実施した。「過疎地版MaaS」の評価を行うにあたり、「AI配車型デマンドバスサービス」の運用実績及び利用者の意見で評価を行う。

(1) 評価の視点

「AI配車型デマンドバスサービス」の運用実績及び利用者の満足度、意見等から「過疎地版MaaS」の評価を行う。「過疎地版MaaS」では、AI配車型デマンドバスサービス及びその他サービスを一元化させた。利用者の満足度が高ければ、公共交通が整っていない過疎地でも複数の路線及びその他サービスを一元化させることで、地元住民により良いサービスを提供し、利便性の高いMaaSモデルであったことが示唆される。また、利用者の方々の意見を取り入れることで、更なる過疎地に適したMaaSモデルの構築を目指していく。

(2) 運用実績

「乗車人員」を図-3に示す。「乗車人員」は、合計238人で1日平均約11.9人である。なお、並行するバス路線の利用者も実験期間中は増加したことが確認された。

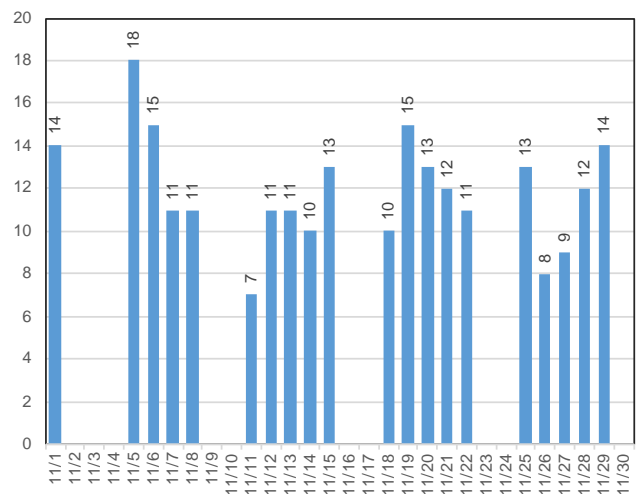


図-3 AI配車型デマンドバスサービス乗車人員

(3) アンケートによる評価

1) アンケート表の設計

事業の評価のため、以下に示す項目を確認するため、アンケートによりモニター参加者に尋ねた。

表-2 アンケート表の設計

実験期間中の利用・外出状況
<ul style="list-style-type: none"> AI配車型デマンドバスサービス利用回数 路線バス(本村・峰田線)利用回数 路線バス(庄原市内)利用回数 バススポットまでの移動時間 路線バスの使い方 良く行った場所 外出目的 以前から行く予定だったか 外出回数の変動
満足度 (5段階評価)
<ul style="list-style-type: none"> 満足度AI配車型デマンドバスサービス・乗り放題制度)
デマンドバスの感想 (5段階評価)
<ul style="list-style-type: none"> 家の近くで乗降できる 公共交通での外出が増える 健康に良い 地域の人と話す良い機会 地域の交通に向いている 予約が面倒 乗り放題なら、外出が増える 地域の交通に関する関心が高まった
デマンドバスの適正価格
<ul style="list-style-type: none"> デマンドバスへの追加可能額
地域の公共交通について (5段階評価)
<ul style="list-style-type: none"> 将来の交通手段が不安 将来デマンドバスを利用すると思う 地域のために公共交通は必要 公共交通を地域みんなで支えなければならない
MaaSツールの需要可能性
<ul style="list-style-type: none"> チケット表示 ・時刻検索 ・経路検索 クレジット決済 ・予約
チケットの購入意向
<ul style="list-style-type: none"> 各種定期券制度による購入意向
普段のバス利用・外出状況
<ul style="list-style-type: none"> よく行く場所 免許保有状況 車保有状況 路線バスの利用頻度 買い物頻度 通院・リハビリ頻度 散策や娯楽・運動頻度 普段の交通手段
属性
<ul style="list-style-type: none"> 性別 ・年代 ・家族構成 ・住所 職業 ・携帯機種
自由意見
<ul style="list-style-type: none"> 自由記述 (良い点・改善点)

2) アンケート実施結果

アンケートはモニター全員に配布 (89部) し、83部の回収を得た (回収率: 93%) .

a) 実験中と前の外出回数の変動

図-4は、普段と実験期間中での外出回数の変化を示している。「減った」と回答した人はなく、「大幅に増えた」「増えた」と答えた人の割合が約2割である。今回実装したMaaSモデルがこれらの人の外出機会を増加させた可能性が高いと示唆される。

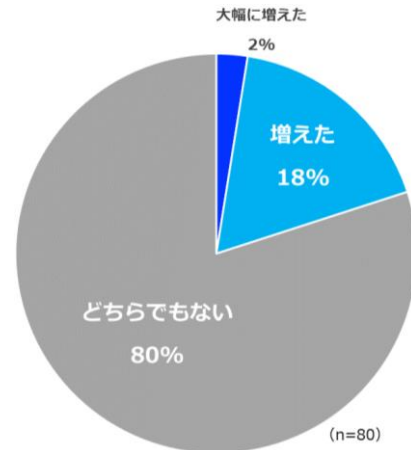


図-4 実験中と前の外出回数の変動

b) 各サービスの満足度

図-5は、「AI配車型デマンドバスサービス」及び「路線バス乗り放題」の満足度を示している。

満足度について、両者ともに「大変良い」「良い」の割合が7割を超えており、評価はいずれも高い。

「AI配車型デマンドバスサービス」の評価理由について、「停留所まで近い」や「利便性が高い」等のポジティブな意見が多く見受けられた。一方で、「便数・停留所が不十分」といった意見もあり、今後のAI配車型デマンドバスサービスの運行内容を検討していく必要がある。

「乗り放題制度」の評価について、「庄原市内での移動に便利」や「買い物・通院等の利用が多くなる」等のポジティブな意見が多く見受けられた。一方で、「市内バスの間隔が長い」といった意見もあり、地域の交通全体で考えていく必要がある。

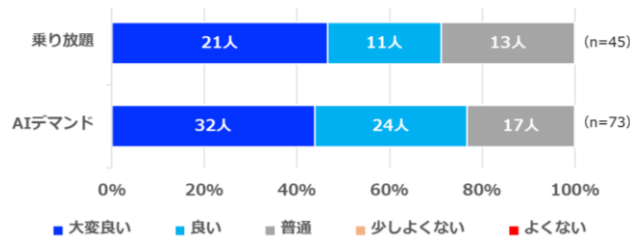


図-5 各サービスの満足度

c) AI配車型デマンドバスサービスを使ってみた感想

図-6に、回答者のAI配車型デマンドバスサービスを使ってみた感想の集計結果について記述する。

「バススポットが家から近い」「地域の人と話やすい

機会」「地域の交通はAI配車型デマンドバスサービスの方が向いている」「地域の交通に関する関心が高くなった」の項目で「そう思う」という評価が高かった。一方で「予約が面倒でない」の項目で「そう思わない」と答えた人の割合が多く、心理的な課題もあり、今後の導入に向けて課題となってくると考えられる。その他の項目について、「そう思う」「思う」の項目が多く、AI配車型デマンドバスサービスの評価は高かったと考えられる。

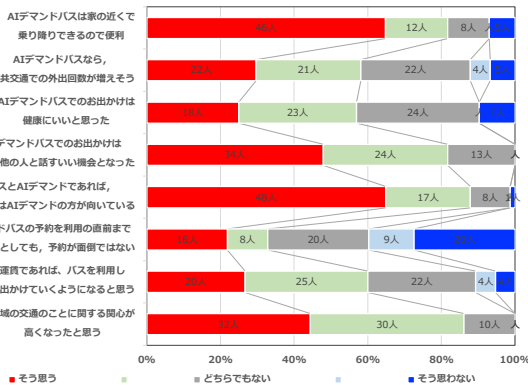


図6 AI配車型デマンドバスサービスを使ってみた感想

d) AI配車型デマンドバスサービス付加価値支払意思額

図-7にAI配車型デマンドバスサービスに関する付加価値運賃支払意思額を示す。

今回の条件に加え、予約は直前まで受付可能とした上で、AI配車型デマンドバスサービス利用の割増支払い意思額は、平均500円程度であると考えられる。

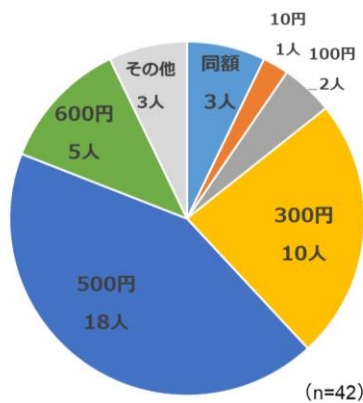


図-7 AI配車型デマンドバスサービス付加価値支払額

e) MaaSツールの需要可能性

図-8にMaaSツールの需要可能性を示したグラフを示す。「チケット表示」、「時刻表検索」、「経路検索」の項目で半数以上が使ってみたいと答えている。

一般的に高齢者はこれらのサービスに対し苦手と思われがちであるが、少なくとも本調査の対象地域（過疎地

域)の高齢者でも、こうしたサービスに対しても受け入れられる余地があることを示唆している。

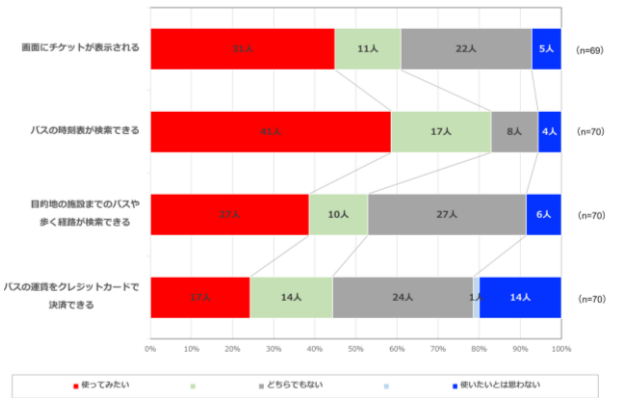


図-8 MaaSツールの需要可能性

3)サブスクリプション運賃の受容可能性の分析運賃

本実証実験では1ヶ月1,400円~1,600円の定額運賃でAI配車型デマンドバスサービスや並行する路線バス、市内中心部の路線バスを利用し放題とした。その結果、路線バスと乗り継いで利用する方が見られ、また、並行する路線バスの利用者の増加が確認された。

このような運賃制度を導入した場合の受容可能性を把握するための質問を合わせて行った。

具体的には、月払いで「1,500円/月」、「2,500円/月」、「3,500円/月」の3水準、年払いで「15,000円/年」、「25,000円/年」、「35,000円/年」の3水準、合計6水準で、また名称を「定期券」、「定期券(地域還元型)」2つの呼称とし、実験計画法により直交表に割付し、上記の組み合わせのうちの一部を回答者に回答を依頼した。なお、「定期券(地域還元型)」とは、「売上額の5%を地域(自治会)に還元する」と定義し、提示した。

集計結果について、図-9に「定期券」の、図-10に「定期券(地域還元型)」の購入意思の有無の結果を示す。上記3項目が月額料金、下記3項目が年額を割って月額に換算したものである。

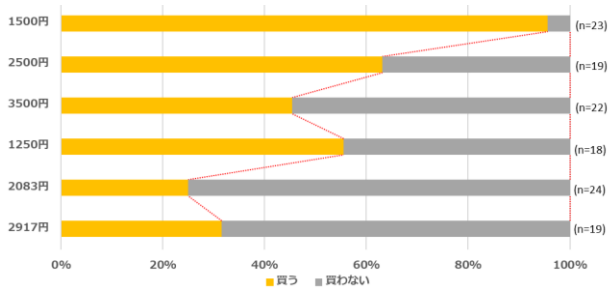
「定期券」の月額1,500円は、今回の実証実験で利用者から実際に収受した額であるが、この金額に対し、回答者のうちほぼ全員が「購入意向あり」と回答している。運賃の上昇に伴い購入意向も低下していくが、月額3,500円でも半数近くの回答者が購入意向を示している。

一方で年額一括払いとした場合、購入意向は大幅に低下する。最も低い水準(年額15,000円、月額1,250円)では購入意向のある人は半数程度と、月額と比較して大幅に低下する。この理由として、一括による一度あたりの支払額が高額となることが敬遠されたのと考えられる。

他方、「定期券(地域還元型)」については、「定期券」と比較して1~2割程度低くなっているが、傾向は大きな差はない。「地域還元」により購入意思が高まる

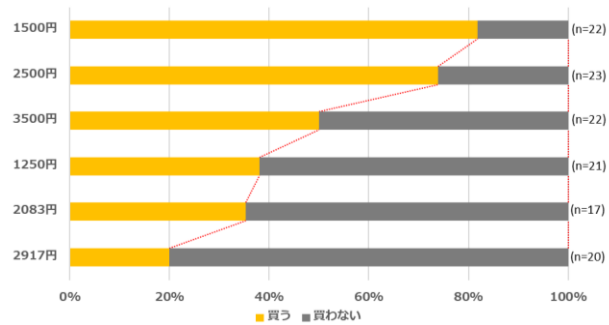
と想定していたものの、反対の結果となった。

これらの点から、過疎地においてもサブスクリプション運賃の受容可能性は高く、支払額の負担が低い年額よりも月額の方が好まれることが示唆される。



※注:上3段は月額, 下3段は年額提示の月額相当額

図-9 各値段による「定期券」の購入意思



※注:上3段は月額, 下3段は年額提示の月額相当額

図-10 各値段による「定期券(地域還元型)」の購入意思

5. まとめと今後の課題

今回実装した「過疎地版MaaS」は、対象地域の「移動ニーズの補填」及び「外出機会の増加」を目的に実装した。

「AI配車型デマンドバスサービス」及び「路線バス乗

り放題制度」についての評価は、両者ともに「良い」「大変良い」の割合が7割を超えており、今回実装したサービスは、利用者にとって満足度の高いものであった。加えて、外出回数の増加も確認され、地域の消費拡大にも寄与しうる可能性が確認された。また、サブスクリプション運賃は運行本数が少ない過疎地でも、受容可能性が高いことが確認できた。

これらの結果から、利用者の少ない過疎地域の公共交通が、AIを活用したデマンドバスやサブスクリプション運賃等により、利用の大きな動機づけとなり、加えて利用潜在層を確保し、採算性の向上にもつながり得ると言える。

今後の課題として、本分析結果はある1つの地域での結果であり、今後複数の地域での検証が求められる。また、過疎地の特性対応したMaaSアプリの開発や、これらを踏まえた交通体系の再構築が望まれる。

謝辞

本研究の実施にあたっては、先進過疎地対応型MaaS検討会(庄原MaaS検討会)及び帝釈峡来訪者や庄原市本村地区・峰田地区のモニターの協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 赤木大介, 神田佑亮, 諸星賢治, 伊藤昌毅, 森山昌幸, 太田恒平, 藤原章正: 災害時の臨時輸送体系に適応したバスロケーションシステムの開発と運用, 土木計画学・論文集, Vol.60, CD-ROM, 2019
- 2) 国土交通省 過疎地域における地域公共交通の現状と課題
www.soumu.go.jp/main_content/000569916.pdf
- 3) 国土交通省 都市と地方の新たなモビリティサービス懇談会中間とりまとめ 平成31年3月14日
www.mlit.go.jp/common/001279833.pdf 日本道路協会:
- 4) 国勢調査, 人口等基本集計(男女・年齢・配偶関係, 世帯の構成, 住居の状態など), 2005-2017