

# 機械学習を用いたオンデマンド交通利用意志に与える影響要因の抽出

Extracting Influencing Factors on Willingness to Use On-Demand Transportation Using Machine Learning

室蘭工業大学創造工学科  
室蘭工業大学大学院工学研究科  
室蘭工業大学大学院工学研究科

○学生会員  
学生会員  
正会員

棟方遼河(Ryoga Munakata)  
佐々木悠貴(Yuki Sasaki)  
有村幹治(Mikiharu Arimura)

## 1. はじめに

我が国の地方都市では、モータリゼーションとスプロールと人口減少に伴う都市の低密度化により公共交通の利用者が減少傾向にある。また、運転手不足も深刻であり、人口減少や高齢化等の社会構造の変化に見合った公共交通サービスの維持確保が近々の課題となっている。

それに伴い近年では、公共交通のサービス向上やより暮らしやすい街づくりの支援を目的として、MaaSの実証実験が全国各地で進んできており、その導入可能性や影響に関する研究がされている<sup>1)</sup>。

本研究で対象とする北海道西胆振管内に位置する室蘭市では、令和2年度よりMaaSプロジェクト「いってきマース」が始動した<sup>2)</sup>。このプロジェクトは、バスや電車等の既存公共交通とオンデマンド交通と呼ばれる経路・乗降地点・時刻に柔軟性がある新たな交通サービスを組み合わせることによって、便利で快適な移動を提供する取り組みである。令和3年度は、エリアゾーン型・買い物連携型・都市間バス連携型のオンデマンド交通実証実験が行われ、それぞれの実証実験において利用者から高い評価が見られた。しかし、実際にオンデマンド交通を導入した後、サービスを維持していくためには収益増加や費用削減を目的とした、需要側の利用意識を考慮したサービス設計が必要になると考えられる。

そこで、著者らは先行研究<sup>3)</sup>として、令和3年に「いってきマース」プロジェクトの一環として北海道西胆振管内の諸都市を対象に実施されたオンデマンド交通の受容性評価に関するアンケート調査のデータを用いて、サービス利用意思に影響を与える各種要因を評価した。しかし、先行研究では、ロジスティック回帰分析のみの要因評価であったため、精度が不十分である課題があった。そのため、本研究では、先行研究で行った手法と異なる手法を合わせて用いることで、両手法の結果から、サービス利用意思に影響を与える各種要因を再評価し、最適なサービスの立案に関する考察を行う。

## 2. 分析対象都市とアンケート調査の概要

### (1) 分析対象都市の概要

本研究の分析対象となる西胆振管内<sup>4)</sup>は、室蘭市を中心市として、近隣の登別市、伊達市、豊浦町、壮瞥町、洞爺湖町の3市3町で構成される(図-1)。この圏域は、深刻な人口減少・高齢化が進んでおり、国土技術政策総合研究所の将来人口・世

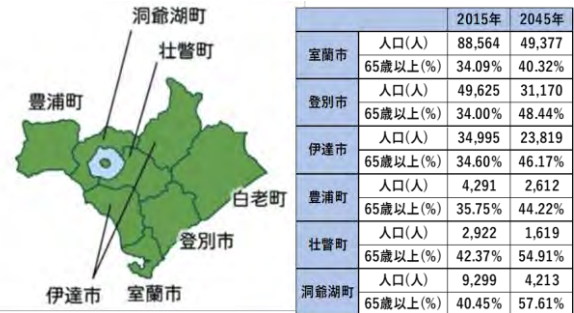


図-1 西胆振管内の諸都市<sup>5)</sup>と人口・高齢化率推移<sup>6)</sup>

表-1 アンケート項目

分類	質問
属性	①性別、年齢、職業、住所、家族構成 ②運転免許、自家用車、携帯電話の保有状況
新たな交通サービス オンデマンド交通について	①利用希望の有無・理由 ②料金形態 ③利用目的 ④予約方法 ⑤相乗りで生じる遠回りの許容時間 ⑥乗出頻度の変化 ⑦運転免許の返納意思
西いぶり圏域の市町間での 移動について	①因く訪れる居住地以外の西いぶり圏のまち ②移動目的 ③移動手段 ④バスやJRを利用する機会を増やす改善点 ⑤自由記述欄

帯予測ツール<sup>7)</sup>によると、2045年には、多くの市町村で人口が半数近くになり、高齢化率は40%以上になると予測している。それに伴い、公共交通の利用者数が減少し、交通サービスが低下することで、移動困難者が買い物・通院などの生活のために自動車を利用せざるを得ない状況にある。

### (2) アンケート調査の概要

西胆振管内の室蘭市、登別市、伊達市、豊浦町、壮瞥町、洞爺湖町において、令和3年11月12日(金)から11月30日(火)にかけて、15歳以上80歳未満の住民を対象とするオンデマンド交通受容性を尋ねるアンケート調査を実施した。アンケートの設問内容は、表-1に示す通りであり、利用金額に関する設問は、図-2に示すようなダブルバウンド形式で行った。本調査は、郵送配布郵送配収方式により、5000票のアンケート票を配布し、1624票(回収率32%)の有効回答数を得た。

### 3. アンケート結果の分析

#### (1) 基礎集計分析

まず、アンケート対象者の属性を確認するため、いくつかの項目で単純集計を行った。表-2と図-3に示すように、回答者は、女性が多く、65歳以上が47.8%と高齢者の回答数が多かった。車の保有を見ていくと、「自分専用を所有」が58.3%、「家族で共有」が22.9%となっており、ほとんどの人が自家用車を保有している結果となった。また、オンデマンド交通の利用意思の有無を見ていくと、「利用してみたい」が38.6%、「利用しない」が61.4%となり、半数以上が利用しない結果となった。利用しない理由としては、「マイカーで十分だと思うから」が42.2%と半数近くを占めており、西胆振管内は車保有率が高いため、オンデマンド交通を利用しない方が多くなったと考えられる。

#### (2) 利用意思に関する要因分析

本研究では、オンデマンド交通の利用意思に影響を与える要因を詳細に明らかにするため、先行研究で用いた手法であるロジスティック回帰分析と合わせて、新たにXGBoostを用いた変数重要度の可視化を行うことで、要因分析を行う。XGBoostは、アンサンブル学習の1つであり、ブースティングと決定木を組み合わせた手法である。データ学習の際に、多くのパラメータが存在するため、本研究ではベイズ最適化を用いて、パラメータチューニングを行った。また、変数としては、利用意思の有無を目的変数、利用意思に影響がある可能性が考えられる表-3の項目を説明変数とした。利用金額については、ダブルバウンド形式での設問であったため、「利用する」と回答した場合の金額を数値データに置き換え、説明変数とした。また、カテゴリーデータはダミー変数化した。

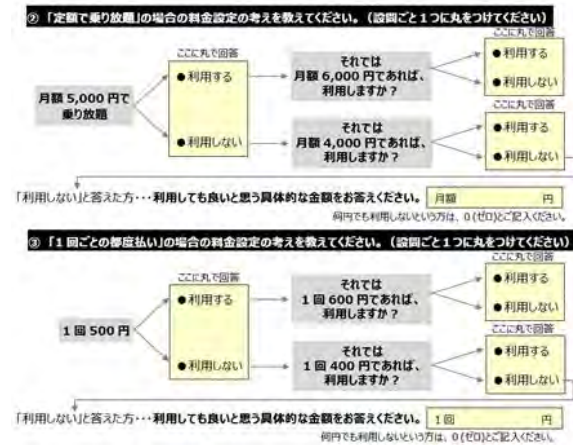


図-2 利用料金に関するダブルバウンド形式の設問

表-2 回答者の属性に関する集計結果

性別(N=1601)	男性	女性	その他	回答しない				
	42.2%	56.7%	0.1%	1.1%				
年齢(N=1618)	15~19歳	20~29歳	30~39歳	40~49歳	50~59歳	60~64歳	65~74歳	75歳以上
	2.9%	3.8%	8.3%	12.2%	14.0%	11.1%	28.1%	19.7%
	車の保有(N=1608)		自分専用を所有	家族で共有	無し			
			58.3%	22.9%	18.8%			
	オンデマンド交通利用有無(N=1563)		利用してみたい	利用しない				
			38.6%	61.4%				

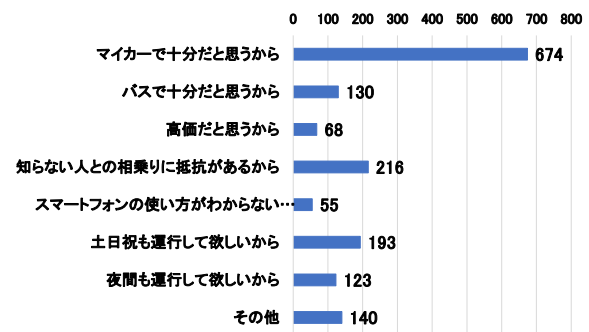


図-3 オンデマンド交通を利用しない理由（複数回答）

表-3 ロジスティック回帰分析における説明変数とダミー変数

アンケート項目	選択肢	選択肢除外	ダミー変数	再カテゴリー名
オンデマンド交通の利用	①利用してみたい ②利用しない		①→利用してみたい=1 ②→利用しない=0	オンデマンド交通の利用
性別	①男性 ②女性 ③その他 ④回答しない	③その他 ④回答しない	①→男性=1 ②→女性=0	性別
年齢	①15歳~19歳 ②20歳~29歳 ③30歳~39歳 ④40歳~49歳 ⑤50歳~59歳 ⑥60歳~64歳 ⑦65歳~74歳 ⑧75歳以上		①~⑥→65歳未満=0 ⑦~⑧→65歳以上=1	高齢
職業	①学生 ②会社員 ③公務員 ④自営業 ⑤パート・アルバイト ⑥無職 ⑦その他	⑦その他	②~⑤→職業あり=1 ①,⑥→無職=0	職業の有無
世帯構成	①一人暮らし ②配偶者またはパートナーと同居 ③二世帯(子と同居) ④二世帯(親と同居) ⑤三世帯 ⑥その他	⑥その他	①→同居人なし=0 ②~⑤→同居人あり=1	同居人の有無
自家用車の保有	①自分専用を所有 ②家族で共有 ③無し		①~②→車あり=1 ③→車なし=0	自家用車の有無
携帯電話の保有	①スマートフォン ②ガラケー ③もっていない ④その他	④その他	①~②→携帯電話あり=1 ③→携帯電話なし=0	携帯電話の有無
希望月額利用金額	*ダブルバウンド形式		なし(金額数値を使用)	希望月額利用金額
希望都度利用金額	*ダブルバウンド形式		なし(金額数値を使用)	希望都度利用金額
利用目的	①日常的な買い物 ②余暇活動 ③通院 ④通学 ⑤通学 ⑥その他	⑥その他	①→あり=1 なし=0 ②→あり=1 なし=0 ③→あり=1 なし=0 ④→あり=1 なし=0 ⑤→あり=1 なし=0	利用目的(日常的な買い物) 利用目的(余暇活動) 利用目的(通院) 利用目的(通学)
相乗り迂回許容時間	①15分以上でも許容できる ②10~15分なら許容できる ③5~10分なら許容できる ④5分程度なら許容できる ⑤時間が掛かることは許容できない		①~④→許容できる=1 ⑤→許容できない=0	相乗り迂回許容の有無
導入による外出頻度の変化	①今よりも増える ②今より少し増える ③今と変わらない ④わからない	④わからない	①~②→増える=1 ③→変わらない=0	外出頻度の増減
導入による運転免許の返納	①返納しようと思う ②返納しない ③わからない	③わからない	①→返納したい=1 ②→返納しない=0	免許返納意思の有無

まず、ロジスティック回帰分析の結果を表4に示す。変数間の多重共線性がある場合、回帰係数に影響が出るため、VIFより、多重共線性の確認を行った。どの変数もVIFは10を下回る結果となり、多重共線性の影響は見られなかった。P値を見ると、「高齢」「希望月額利用金額」「希望都度利用金額」「日常的な買い物」「外出頻度の増減」において0.05以下となったことから、ロジスティック回帰分析では、これらの項目が、オンデマンド交通の利用意思に有意な影響を与えている結果となった。また、これらの偏回帰係数は正の値であることから、高齢であること、希望利用金額を高く設定していること、目的が買い物であること、オンデマンド交通の利用により外出頻度が増加すると予想できることは、サービスを利用したい要因として影響を与えていることが分かる。

次に、XGBoostを用いて変数重要度の可視化をした結果を図4に示す。予測精度としては、ロジスティック回帰分析の正解率とXGBoostの正解率ともに約72.3%という結果となったため、どちらかの手法の信頼性が高いとは言えない。そのため、本研究では両手法において、影響度が高い変数について考察を行う。偏回帰係数の大きさ(図5)と比較すると、ロジスティック回帰分析で、利用意志に優位な影響を与えていた、「高齢」「希望月額利用金額」「希望都度利用金額」「日常的な買い物」「外出頻度の増減」の項目において、XGBoostでも同様な影響度の大きさを確認できた。

よって両手法の結果から、「高齢」「希望月額利用金額」「希望都度利用金額」「日常的な買い物」「外出頻度の増減」の5項目が利用要因として、影響を与えていると考えられる。従って、買い物利用の高齢者が主要な利用者層となる可能性が高い。また、ロジスティック回帰分析より、「外出頻度の増減」の偏回帰係数が正の値を示したことは、オンデマンド交通導入によって、高齢者の課題である外出不足の改善に寄与すると考えられる。さらに、「利用する」と回答した被験者は、希望利用金額が高い傾向にあることが明らかになった。また、両手法の利用要因の影響度として、「希望月額利用金額」と「希望都度利用金額」が大きかったことから、利用金額は、利用意思に影響を強く与えていることが分かる。

### (3) 希望利用金額に関する分析

利用要因分析より、利用金額がオンデマンド交通の利用意思に大きく影響を与えており、希望利用金額を高く設定している人ほど、利用を希望する傾向が明らかになった。このことから、主要な利用者層を意識したサービス設計を行うことで、効率的な利用促進と収益増加につながると考えられる。しかし、サービス導入後の収益を評価するためには、利用者層の希望利用金額(支払い意思額)を推定することが必要となる。そこで、次に、希望利用金額を説明変数、その金額に対する利用意思(する・しない)を目的変数とし、ロジスティック回帰分析を行うことで、回答者の属性別に支払い意思額を推定した。支払い意

表4 説明変数の偏回帰係数 (N=813)

説明変数	VIF	偏回帰係数	P値
性別	1.064	-0.057	0.455
高齢	1.527	0.240	0.008
職業の有無	1.418	-0.051	0.562
同居人の有無	1.069	0.020	0.796
自家用車の有無	1.141	-0.132	0.111
携帯電話の有無	1.064	-0.045	0.556
希望月額利用金額	1.783	0.512	0.000
希望都度利用金額	1.679	0.482	0.000
利用目的(日常的な買い物)	1.123	0.167	0.032
利用目的(余暇活動)	1.061	0.095	0.213
利用目的(通院)	1.105	0.092	0.233
利用目的(通勤)	1.079	0.134	0.085
利用目的(通学)	1.037	-0.052	0.494
相乗り迂回許可の有無	1.091	0.076	0.382
外出頻度の増減	1.164	0.489	0.000
免許返納意思の有無	1.114	0.141	0.065



左: 図4 変数重要度の大きさ (降順) (N=813)

右: 図5 偏回帰係数の大きさ (降順) (N=813)

思額は、図6のように、ロジスティック回帰曲線を用いて、「利用する」と「利用しない」の確率が同等となる中央値金額とした。なお、変数影響度の大きさ(図4.5)から、「希望都度利用金額」よりも「希望月額利用金額」の方が偏回帰係数が大きいことから、後者について分析を行った。

属性別の支払い意思額(希望月額利用金額)を表5に示す。ここでは、収益増加に影響がある属性の金額を調べるため、属性項目毎に支払い意思額が大きい方の属性を記載している。例えば、「高齢」の場合では、65歳未満より65歳以上の方が、支払い意思額が大きかったため、後者の値を記載している。この結果より、「外出頻度の増減(増加)」「高齢(65歳以上)」「利用目的(日常的な買い物)」の回答者属性において、希望月額利用金額が全データを含めた金額より、300円から600円高い結果となった。しかし、利用意思に有意な影響を与えていなかった、「通勤・余暇活動利用」や「免許返納の意志」の項目においても、全データを含めた金額より、希望月額金額が300円から400円高い結果となった。このことから、利用は少ないが、利用単価が高いという点で、収益面では主要なサービス利用者層になる可能性を秘めていると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、北海道西胆振管内の諸都市を対象に実施されたオンデマンド交通の受容性評価に関するアンケート調査のデータを用いて、サービスの利用意思に関する要因分析および支払い意思額の推定を行った。得られた知見を以下に示す。

- 利用意思に関する要因分析において、先行研究の手法とXGBoostによる結果を比較すると、同様な変数において、影響度の大きさを確認出来た。
- 利用意思に関する要因分析より、買い物利用の方が主要な利用者層となる可能性が高いことが明らかになった。また、「利用する」と回答した被験者は、サービス導入後に外出頻度が増加すると回答する傾向があったことから、オンデマンド交通導入は、外出増加に寄与すると考えられる。さらに、希望利用金額を高く設定する被験者は、利用意思が強い傾向も示された。
- 支払い意思額の推定では、「外出頻度の増加（増加）」「高齢（65歳以上）」「利用目的（日常的な買い物）」と回答した被験者属性において、支払い意思額（希望月額利用金額）が全データを含めた金額より、300円から600円高い結果となった。
- 「利用目的（通勤・余暇活動）」や「免許返納の意志（有り）」と回答した被験者においても、全データを含めた金額より、希望月額金額が300円から400円高い結果となった。したがって、これらの属性は、利用意思は低いものの、利用単価が高いという点で、収益面では主要なサービス利用者層になる可能性を秘めている。

今後は、これらのデータを各種MaaSステークスホルダーに提供し、地域に応じたオンデマンド交通の導入について詳しく検討することを考えている。

**謝辞：**本研究で使用したアンケートデータは室蘭市から提供を受けた。ここに記して深謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 長谷川正利, 中村俊之, 栗生啓之, 鈴木雅彦, 森川高行: 地方都市での相乗りタクシー導入時における利用者ニーズの比較分析, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.76, No.5, pp. I\_1417-I\_1427, 2021.
- 2) 赤木 大介, 神田 佑亮, 諸星 賢治: 条件不利環境に対応した MaaS の設計と社会実装に関する実証研究, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.76, No.5, pp.

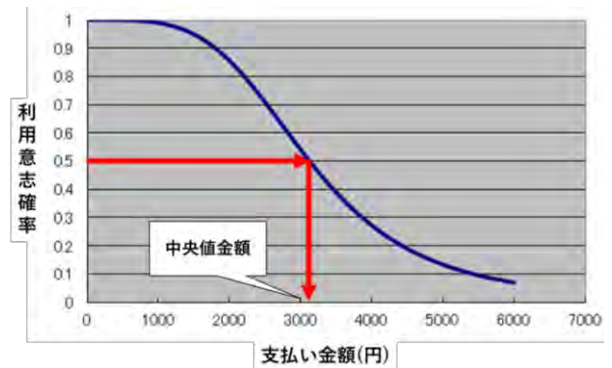


図-6 ロジスティック回帰曲線による支払い意思額の推定

表-5 支払い意思額（希望月額利用金額）の推定値

属性	支払い意思額(円)	全データ金額との差(円)
全データ金額	3128	0
外出頻度の増減(増加)	3779	651
利用目的(通勤)	3584	456
免許返納意志(有り)	3506	378
利用目的(余暇活動)	3464	336
高齢(65歳以上)	3447	319
利用目的(日常的な買い物)	3440	312
利用目的(通院)	3414	286
相乗り迂回許可(有り)	3255	127
職業(無し)	3175	47
自家用車(有り)	3147	19
携帯電話(有り)	3144	16
同居人(有り)	3142	14
性別(女性)	3141	13
利用目的(通学)	2944	-184

I\_1197-I\_1208, 2021.

- 3) 室蘭市：室蘭 MaaS プロジェクト「いってきマース」  
<https://www.city.muroran.lg.jp/main/org7310/muroran-maas-project.html>  
(最終閲覧日：2022.12.12.)
- 4) 佐々木悠貴, 棟方遼河, 有村幹治: オンデマンド交通利用意志に与える要因分析, 第66回土木計画学研究発表会, 土木学会, 土木計画学研究・講演集, 2021.11.13.
- 5) 北海道胆振総合振興局ホームページ,  
<https://www.iburi.pref.hokkaido.lg.jp/>  
(最終閲覧日：2022.12.12.)
- 6) 国土技術総合研究所: 将来人口・世帯予測ツールV2 (H27 国調対応版),  
<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/cohort-v2>  
(最終閲覧日：2022.12.12.)
- 7) 栗山浩一「Excel でできる CVM Version4.0」,  
<http://kkuri.eco.coocan.jp/>  
(最終閲覧日：2022.12.12.)