

# 効率性を考慮したコミュニティバス利用者数の影響要因の分析

竹内 龍介<sup>1</sup> 谷下 雅義<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 国土交通省 国土交通政策研究所 主任研究官 (〒160-0004 東京都新宿区四谷1丁目6番地1号)  
E-mail: takeuchi-r2n8@mlit.go.jp (Corresponding Author)

<sup>2</sup>正会員 中央大学教授 理工学部都市環境学科 (〒112-8551 東京都文京区春日一丁目13番27号)  
E-mail: mtanishita.45e@g.chuo-u.ac.jp

コミュニティバスは地域のモビリティを支える重要な手段である。地域福祉を支える重要な役割を果たすためにも効率的な事業運営が行われることが望ましい。しかしその収支率には大きなばらつきが存在する。そこで本研究では、効率性を考慮できる確率フロンティア分析を用いてコミュニティバスの利用者数の影響要因について検討を行った。その結果、利用者数には沿線人口密度、世帯あたり人員と運賃が与えていること、また効率性には沿線人口密度、運賃および 65 歳以上沿線人口が影響を与えていることなどを明らかにした。

**Key Words:** community bus, stochastic frontier analysis, population density, dare, household size

## 1. はじめに

### (1) 本研究の背景

地域のモビリティを支える中で、路線バス等の在来の公共交通手段が何かしらの理由で確保できていない地域を対象とし、従来のようにバス事業者による路線の計画や独立採算を基本として運行とは異なり、行政や住民などがバスの運行に直接関与する特徴を持つコミュニティバスがある<sup>1)</sup>。1995年に最初の路線の運行が開始された東京都武蔵野市の「ムーバス」がさきがけとなり、交通空白地域の解消や利便性の向上を求める高齢者の要望に応える形で市町村が主体となり導入が国内各地で進み、2020年度には、国内の自治体のうち過半数の1367自治体で導入されている状況にある<sup>2)</sup>。

コミュニティバスは地域のモビリティを支える重要な手段であり、地域の実情に応じて適切に対象とする需要をコミュニティバスによって引き出しているかということが導入効果を図る上で必要である。導入効果は事業の主体である自治体により設定されるが、利用者数、収支率や財政負担減少といったバス事業に関する定量的な目標の達成状況もみられるものの、継続運行の実現や交通空白地域解消といった単にコミュニティバスを導入したことに対する評価であったり、高齢者の健康増進等の副次的効果および住民からの支持や評価といった主観的ともみられる評価項目もあり、多様な評価指標がみられ

る状況にある<sup>3)</sup>。

しかしながら、自治体による事業であるという側面があるとしても、利用者が定着しない場合や財政負担が増加する場合においては、減便や路線の見直しを迫られるような事態に陥るケースも少なからずみられることから、収支を無視することは適切ではない<sup>例として4)</sup>。

このコミュニティバスの収支に着目すると、現在運行されている多くのコミュニティバスは、運賃収入で支出をまかない切れないうちにある。実際に関東運輸局の「コミュニティバス・デマンド交通の実態調査報告書」<sup>5)</sup>によれば、関東地方のうち収支率が50%に満たない自治体が全体の約76%を占めているものの、その一方で収支率が100%を超えて黒字で運行している路線も少なからず存在する<sup>6)</sup>。また、全国の自治体におけるコミュニティバスの収支率をみると、収支率の平均値は22.7%、中央値は14.4%であり、概ね収支率が1~2割であるものの、収支率が70%以上のケースも数パンセートながら存在する状況にあり、きわめて分散が大きい<sup>6)</sup>。

またコミュニティバスは、地域のモビリティ確保を担うという意味合いにおいて、前出のムーバスの路線を見習って循環型路線とする場合や、行政区域内の交通空白地域をすべて補完するような形態で路線を設定する場合もあるが、特に前者は路線が冗長になりサービスが低下することや、後者は需要の少ない区間で利用者数を確保できなくなる場合あり、結果として路線を効率化する恐

れもあるため、あらかじめ効率性を考慮した計画が望まれる。

すなわち、自治体が主体となり、地域のモビリティを確保する役割を担っているコミュニティバスは、地域福祉を支える重要な役割を果たすためにも、効率的な事業運営が行われることが望ましい。

## (2) 本研究の目的

以上の問題意識のもと、本研究ではコミュニティバスの効率性について把握するため、その分散（ばらつき）について考慮することができる確率フロンティア分析を用い、利用者数の影響要因について沿線人口の状況や、路線・運賃設定といった指標を用いることによって明らかにすることとする。

## 2. 既存文献のレビューと本研究の意義

これまでコミュニティバスの利用者数に関する研究は少なからず行われている。

山口ら<sup>7)</sup>は、22地域54路線を対象とした影響分析から、接続駅乗降客数・運行間隔・乗用車保有台数・停留所間隔が利用者数に影響するとし、これらを説明変数とする利用者数予測モデルを作成した。また伊藤ら<sup>8)</sup>は、愛知県日進市の「くるりんバス」を対象に、サービス水準の変化が利用者の利用頻度に与える影響を予測するための重回帰分析を行った。その結果、運賃・運行間隔・所要時間が利用頻度に有意に負の影響を与えることを明らかにした。

岡本ら<sup>9)</sup>は、茨城県内26の自治体を対象とした重回帰分析により、本数・人口カバー率・小中学生割合が利用者数の増加に影響を与えることを示した。

これらはエリアが限定的かつ少ない標本数での分析であり、100を超えるコミュニティバスを対象に、利用者数について分析を行っている研究は、筆者らの知る限り、我が国では行われていない。

また図-1に示すように、沿線人口がほぼ同じ路線であっても利用者数には大きな乖離がみられる。すなわちすべてのコミュニティバスが効率的な運営をしているとはいいがたく、効率性を考慮した分析を行うことが有用であると考えられる。

以上より、本研究では関東の計125路線を対象に、効率性を考慮したコミュニティバス利用者数に影響を与える要因を明らかにすることから、分散状況を事例横断的に把握するという点において意義がある。

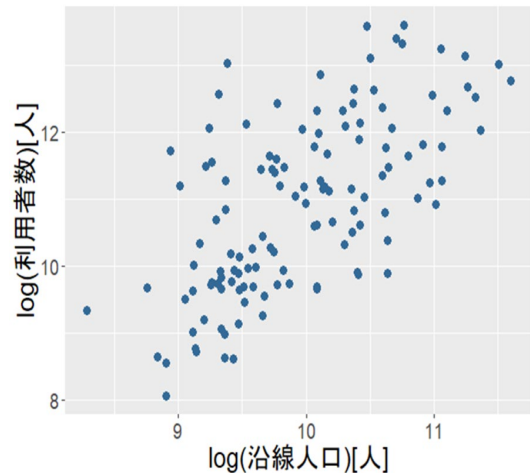


図-1 沿線人口と利用者数の関係

## 3. 分析手法

### (1) 分析方法

方法には、効率性の違いを明示して分析可能な確率フロンティア分析(Stochastic Frontier Analysis)を用いる<sup>10),11)</sup>。

$$y_i = f(x_i; \beta) \cdot TE \cdot \exp(v_i)$$

ここで、 $y_i$ はコミュニティバスの利用者数、 $f(x_i; \beta)$ は、利用者数のポテンシャルを表す生産関数を表し、その説明変数を $x_i$ 、パラメータを $\beta$ とする。また $TE$ は技術的効率性(Technical Efficiency)そして $\exp(v_i)$ は誤差項を表す。両辺の対数を取り、 $f(x)$ が指数関数そして $\log(TE)$ が切断正規分布(Truncated Normal Distribution)に従うと仮定する。

通常の回帰分析では、残差は正規分布に従う、すなわち効率性はランダムであることが仮定されるが、確率フロンティア分析では、通常の誤差項に加えて、効率性を表す項を明示して推定するところに特徴がある。本研究ではRのsfarパッケージ<sup>12)</sup>を用いて、生産関数および切断正規分布のパラメータ(切断位置と分散)を最尤法により推定する。

### (2) 使用データ

関東地方1都5県のコミュニティバスのうち、分析に使用する表-1に示した変数のデータを収集することができた125路線を対象とする(表-2)。なお群馬県については利用者数のデータが得られなかったため分析対象外となっている。

各路線の利用者数については、国土交通政策研究所の自治体アンケート結果より取得した。運賃については、2016年のデータを取得できなかったため、現在の運賃を採用している。また、本研究における沿線定義は、都市

表-1 使用した変数およびデータ年

データ名	取得元	年次
利用者数	国土交通政策研究所	H28
年齢階級別人口 世帯数	住民基本台帳	H28
ルート、バス停	国土数値情報	H23
路線形状	国土数値情報	H23
運賃	各自治体ホームページ	R4
人口密度	総務省統計局	H23
車両提供者	各自治体ホームページ	R4

表-2 都県別路線数(計125路線)

県	路線数	県	路線数	都県	路線数
栃木	20	埼玉	17	東京	41
茨城	14	千葉	22	神奈川	11

表-3 運賃別の沿線人口あたりの利用者数

	100円	150-199円	200-299円	300円
サンプル数	46	33	43	3
平均値	5.84	4.75	2.76	3.34
中央値	4.07	1.70	2.16	4.07
分散分析	p=0.09 (300円を外した場合p=0.05)			

部における交通空白地域の定義<sup>13, 14)</sup>も参考にバス停から300mの範囲とした。沿線バッファおよび500mメッシュの面積按分より算出した。また、これと沿線面積から求めた人口密度を、沿線人口密度として用いている。

#### 4. 分析結果

##### (1) 個別の変数との関係

まず、確率フロンティア分析の説明変数の選定およびチェックにあたり、運賃、路線形状および世帯当たり人口といった個別変数と利用者数の関係について分析を行った。なお、沿線人口が多ければ利用者数が多いのは当然であるので、沿線人口あたりの利用者数を用いて、効率性を比較する。

##### a) 運賃と沿線人口あたりの利用者数の関係

運賃と沿線人口あたりの利用者数の散布図を図-2に、運賃額別の平均値・中央値及び分散分析結果を表-2に示す。100円としている区間であっても、沿線人口あたりの利用者数は大きく異なること。また、運賃が高くなるにつれて、サンプル数は少なくなっていくことはあるものの、沿線人口あたりの利用者数のばらつきが小さくなり、また減少していくような傾向がみられる。したがって、運賃と利用者数について一定程度の関係性があるとみることができる。

##### b) 沿線人口密度および路線形状の関係

次に、沿線人口密度および路線形状の関係について図

-3に示す。なお、路線形状は“一方型”か“循環型”かをバスルート図から判断して分類を行っている。1(1)に示したように、循環型路線は路線の長さが長くなる程、1周の路線長が長くなることから、目的地まで直線で移動することができないため乗車時間が長くなる傾向があること、また、片道の場合には往路と復路の距離の差異ができることを踏まえると、循環型の方が効率性が低いとも考えられる。

しかしながら、図-4に示すように沿線人口密度が大きいほど利用者数は増加する傾向がみられるものの、路線形状による差異は見られないことから、路線形状は利用者数には影響しない結果となった。これは、一方型路線においても、例えば幹線道路から離れた各集落や施設に立ち寄り運行する場合には路線が迂回することになり、路線が効率性でなくなる場合も発生することが理由の1つとして想定される。

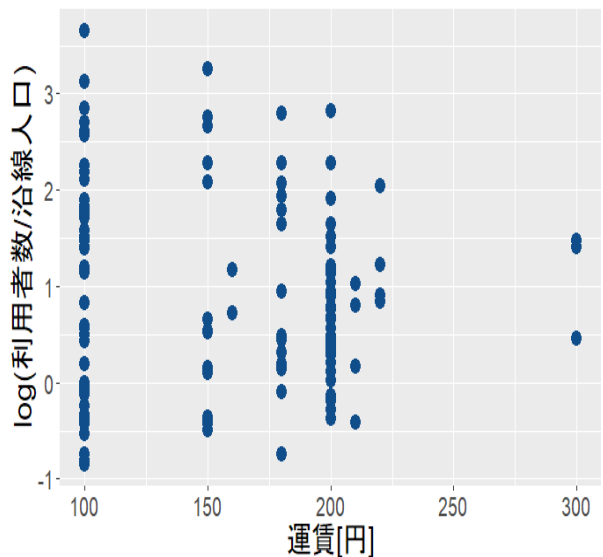


図-2 運賃と沿線人口あたりの利用者数の関係

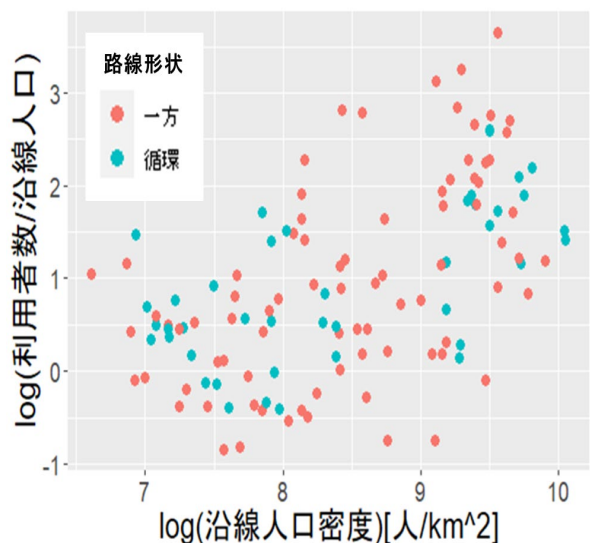


図-3 沿線人口密度、路線形状と利用者数の関係

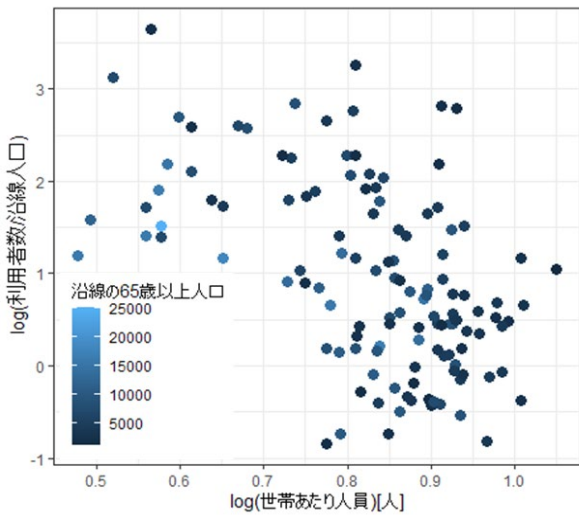


図4 世帯あたり人員と利用者数の関係

c) 世帯当たり人員と路線形状の関係

世帯あたり人員と利用者数の関係を図-5 に示す。これより、世帯あたり人員の増加に伴い利用者数は減少する傾向があることがみられる。この理由としては、同居人数が多い場合には、駅や商業施設といった外出時の移動において、家族の運転する自家用車への同乗や家族による送迎が可能となることから、バスを利用しなくなる

こととみられる。

(2) モデルの結果

上記(1)の結果を踏まえ、確率フロンティア分析を用いて利用者数および効率性を表す切断正規分布のパラメータを推定した。分析結果を表-4 に示す。

事業の効率性を考慮して分析を行った結果、沿線人口、世帯あたり人員、運賃そして沿線人口密度が利用者数に有意に影響することがわかった。

対数線形で推定を行っているので、ポテンシャルを表す生産関数のパラメータは弾性値を表す。沿線人口密度の弾性値は 0.84。世帯当たり人員は-2.98、そして運賃弾性値は-0.29 と推定された。これより、利用者数に影響を大きく与える項目は世帯当たり人員であり、これは上記 c) で示したように、家族の送迎が影響していると考えられる。また、沿線人口密度は正の符号であることから、利用者数は沿線人口に正比例することがいえるものの、その係数の絶対値は世帯当たり人員より低いとみられる。

効率性を説明する切断位置および分散のパラメータについては、それぞれ「沿線人口密度」と「運賃」「65歳以上沿線人口」が効率性に有意に影響する結果となった。図-5 および図-6 に推定された効率性を示す。

沿線人口密度の小さな路線ほど事業の効率性は高い傾

表-4 モデルの出力結果

	生産関数			切断正規分布					
				切断位置			分散		
	係数	z 値	検定	係数	z 値	検定	係数	z 値	検定
切片	8.18	5.38	***	-1.52	-1.60	—	8.73	4.65	***
Ln (世帯平均人員)	-2.83	-3.47	***	—	—	—	—	—	—
Ln (沿線人口密度)	0.84	42.41	***	0.33	3.18	**	—	—	—
Ln (運賃)	-0.29	-115.66	***	—	—	—	—	—	—
Ln (65歳以上沿線人口) : Ln (運賃)	—	—	—	—	—	—	-0.21	-4.91	***
サンプル数	N=125								
Sigma (v)	0.00			Sigma (u)			1.03		

【凡例】 \* : 5%有意, \*\* : 1%有意, \*\*\* : 0.01%有意

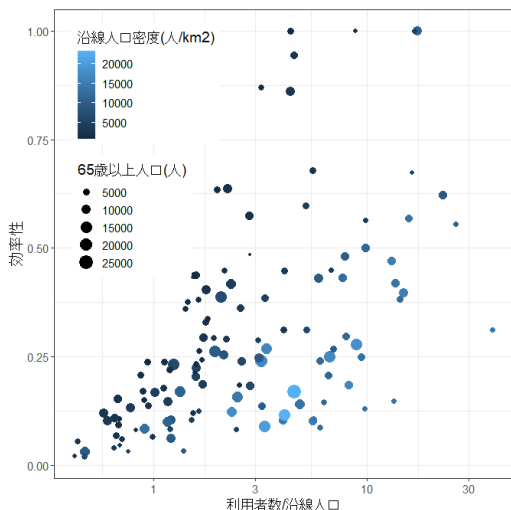


図-5 事業の効率性 (利用者数/沿線人口)

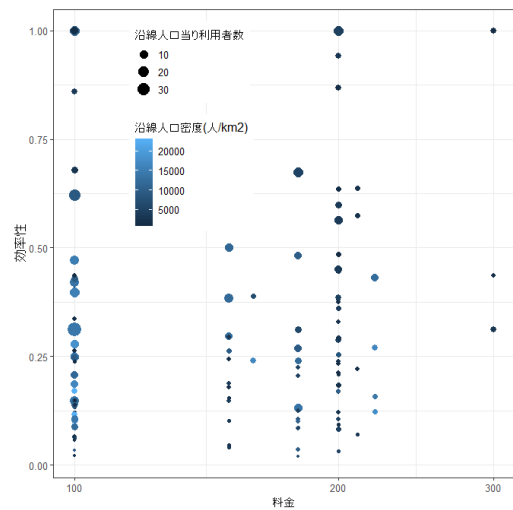


図-6 事業の効率性 (料金)

向にあり、運賃の安い路線ほど事業の効率性にばらつきが大きいことがわかる。つまり、沿線人口密度が高いほど、利用者数を増やすことが可能（高いポテンシャルを有している）であるが、沿線人口密度が高いほど、相対的に若い人が多く、コミュニティバスの利用者である高齢者が少ないこと、また鉄道や路線バス、タクシーなどコミュニティバス以外の交通手段が充実している可能性が高く、それが効率性の低下につながっていることを表していると考えられる。

## 5. おわりに

以上、本研究では、確率フロンティア分析を用いて、コミュニティバスの利用者数についての検討を行った。

その結果、利用者数には「沿線人口密度」が正の影響、「世帯あたり人員」と「運賃」が負の影響を与えていること、また効率性には「沿線人口密度」が負の影響を与えており、「運賃」および「65 歳以上沿線人口」が効率性の分散に負の影響を与えていることを明らかにした。

したがって、コミュニティバスは、沿線人口密度を高くすることや運賃を低廉に設定することで利用者数確保に資する。そして郊外部や中山間地域など人口密度が小さい地域においては、人口が減少することにつれ利用者数が減少する、また家族等の送迎が期待できる場合においても、コミュニティバスを利用しなくなるといえる。

また世帯当たり人員の弾性値がきわめて大きかったことから、家族送迎といった世帯での助けあい、場合によってはコミュニティ内の互助という要素の取り扱いについて今後さらに検討を行う必要がある。

そしてコミュニティバスは上限運賃でなく協議運賃（100 円均一運賃が多い）が適用されることが多い。この運賃が事業の効率性に影響を与えている可能性も考えられる。沿線密度の高い都市部では若者が多くまた他交通手段との競合で効率性が低い傾向にあり、いわゆる「ワンコイン運賃」によって効率性確保という観点が考慮しづらくなるということがいえよう。

今後の課題として、沿線定義をバス停から 300m としたが、地域の実情を踏まえ再定義することにより、よりあてはまりのよいモデルになる可能性がある。また、対象地域を関東から全国に拡大し、標本数の多くより多様なデータを用いて分析することで信頼性が高い結果が得られる可能性がある。さらに、今回十分考慮しなかったコミュニティバスの路線の直行性（迂回状況）や、年齢や性別といった個票データと組み合わせた分析を実施することで、利用者数や効率性に影響する新たな要因が明らかになると考えられる。

**謝辞：**本研究にあたりデータの提供をいただいた各機関および自治体の皆さまに、深く御礼を申し上げます。またデータ収集や分析にあたり、宮原和輝氏（株）日本空港コンサルタンツ）の協力を得ました。記して謝意を表します。

## REFERENCES

- 1) 秋山哲男, 吉田樹, 猪井博登, 竹内龍介: 生活支援の地域公共交通 第 4 章 コミュニティバス, pp.393-398, 2009  
[Akiyama, T., Yoshida, I., Inoi, H. & Takeuchi, R.: Community public transport for supporting livelihoods, *Chapter 4 Community Bus*, Gakugei Publishers, pp.393-398, 2009]
- 2) 国土交通省: 交通政策白書, p.49, 2022  
[Ministry of Land Infrastructure Transport and Tourism: *White Paper On Land, Infrastructure, Transport And Tourism In Japan*, p.49, 2022]
- 3) 竹内龍介, 吉田樹, 尾崎光政: 地方自治体によるデマンド交通及びコミュニティバスの導入効果の発現要因に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.78(5) (掲載決定), 2023  
[Takeuchi, R., Yoshida I., & Ozaki M.: Research on The Factors Influencing the Effectiveness of The Introduction on Demand Transport and Community Buses by Local Authorities, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management) 78(5)*, 2023]
- 4) 川越市: 川越シャトルの運行の見直しについて [Kawagoe city: *Revisions to the operation of the Kawagoe Shuttle*.-]
- 5) 国土交通省 関東運輸局: コミュニティバス・デマンド交通の実態調査報告書, 2019  
[Ministry of Land Infrastructure Transport and Tourism, Kanto District Transport Bureau: *Communitybus & Demand koutsu-nozittaityousahoukokusyo*, 2019]
- 6) 竹内龍介, 岩元崇宏, 高久真以子, 中村卓央, 尾崎光政: 多様な地域公共交通サービスの導入状況に関する調査研究, 国土交通政策研究, 第 153 号, pp.16-19, pp.82-83, 2019.  
[Takeuchi, R., Iwamoto, T., Takaku, M. & Nakamura, T.: Research on the Introduction Situation of Various Local Public Transportation, *PRILIT research reports*, Vol.153, pp.16-19, pp.82-83, 2019]
- 7) 山口隆之, 浅野光行: 地域特性を考慮したコミュニティバスの導入促進に関する研究, 都市計画論文集 34 巻 p.985-990, 1999  
[Yamaguchi, T. & Asano, M.: A Study on Methods to Introduce Community Bus Considering the Area Characteristics along Routes, *Journal of the City Planning Institute of Japan*, Vol.34, pp.985-990, 1999]
- 8) 伊藤真章, 松本幸正: サービス水準見直しによるコミュニティバス利用状況の変化分析, 都市計画論文集 49 巻 3 号 p.393-398, 2014  
[Ito, N. & Matsumoto, Y.: Analyzing trip situations of community bus passengers by LOS changes - Case study in Nissin city, Aichi prefecture -, *Journal of the City Planning Institute of Japan*, Vol.49, Issue 3, pp.393-398, 2014]
- 9) 岡本直久, 徳谷祐輝: バス利用に影響を与える要因

- の検討, 交通学研究 64 卷 p.123-130, 2021  
 [Okamoto,N.&Tokutani,Y.:Examination of Factors Affecting Bus Use—Based on user awareness survey and macro analysis—, *The Japanese journal of transportation economics*, Vol.64, pp.123-130, 2021]
- 10) Johan Holmgren: The efficiency of public transport operations – An evaluation using stochastic frontier analysis, *Research in Transportation Economics*, Vol. 39, Issue 1, pp. 50-57, 2013.  
 doi: 10.1016/j.retrec.2012.05.023.
- 11) Sami Jarboui, Pascal Forget, Younes Boujelbene: Inefficiency of public road transport and internal corporate governance mechanisms, *Case Studies on Transport Policy*, Vol. 2, Issue 3, pp. 153-167, 2014.  
 doi: 10.1016/j.cstp.2014.05.004.
- 12) Dakpo KH, Desjeux Y, Latruffe L.: sfAR: Stochastic Frontier Analysis using R. R package version 0.1.1, <https://CRAN.R-project.org/package=sfAR/>. (Access: 21FEB2023)
- 13) 武蔵野市公式ホームページ : ムーバスの概要 [Musashino city : *Mu-bus nogaiyo*-]
- 14) 国土交通省自動車交通局旅客課 : 地域公共交通づくりハンドブック, 2009  
 [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism : *Chiikikoukuo-koutsu-dukuri Handbook*, 2009]

(Received ???, 2023)

## ANALYSIS OF FACTORS ASSOCIATED WITH COMMUNITY BUS RIDERSHIP CONSIDERING ITS EFFICIENCY

Ryusuke TAKEUCHI and Masayoshi TANISHITA

Community buses are an important means of supporting local mobility, and it is considered necessary to check the effectiveness of the introduction of community buses in terms of how the target demand is appropriately drawn out according to the actual conditions of the area. However, there is a large variation in the income and expenditure ratio of community buses. It is desirable to carry out efficient business operations in order to play an important role in supporting community welfare. The authors examined the factors influencing the number of community bus users using probability frontier analysis that can take into account efficiency. As a result, the number of users was affected by the population density along the line, the number of people per household and the fare, and regarding the efficiency, the population density, fares and the population aged 65 and over along the bus line was estimated as the affecting factors.