

過疎地域における個別輸送型生活交通サービスの維持可能性に関する検討

國井 大輔¹・喜多 秀行²

¹正会員 株式会社長大社会基盤事業本部（〒450-0003 愛知県名古屋市中西区名駅南 1-18-24）

E-mail:kunii-d@chodai.co.jp

²正会員 株式会社長大（〒550-0013 大阪府大阪市西区新町 2-20-6）

E-mail:kita-h@chodai.co.jp

過疎地域における生活の足を確保するため、コミュニティバスからタクシーや自家用車を活用した互助的な個別輸送サービスへの転換を図る自治体が増加しているが、もともと人口が少ない過疎地域においては、個別輸送サービスの採算性と利便性を同時に確保することは容易でなく、自治体からの補助は年々増加している状況にある。そこで本研究では、いくつかのサービス特性と地域特性を想定した収支分析を行い、運行形態や運賃に関する様々な施策がサービスの維持可能性に及ぼす影響について考察する。

Key Words: rural area, personalized transportation services, service characteristics, regional characteristics, sustainability

1. はじめに

過疎地域においてコミュニティバスからタクシーや自家用車を活用した個別輸送型の生活交通サービス（以下、個別輸送サービス）への転換を図る自治体が増加している。しかし、人口が少ない過疎地域において、採算性と利便性を同時に確保することは容易ではなく、それらの個別輸送サービスの多くは自治体からの補助によって成り立っているのが現状である¹⁾。自治体の補助は年々増加している傾向にあり、いかにして維持可能な個別輸送サービスを構築するかが課題となっている。

タクシーは運賃が高いことを除けば、過疎地域における理想的な交通手段であると考えられるが、通常のタクシーの高額な運賃では日常生活の移動を保障することが困難である。近年は、定額運賃や相乗り運賃等の様々な運賃施策が行われているが、現状では極めて限定的な条件下でしか有効な施策になっておらず、自治体の補助がないとタクシーを公共交通サービスとして維持することは難しい。

一方、自治体が公共交通サービスを提供できない公共交通空白地域においては、自家用有償旅客運送の活用や、ボランティア団体等による自家用車を活用した互助的な個別輸送サービスが行われている。それらのサービスにおいては、タクシーよりも低廉なサービスが提供

されているが、ドライバーや運行管理を行う人材の不足、運賃収入でサービスの経費が賄えない等の課題が報告されている²⁾。また、自家用車を活用した個別輸送サービスは、タクシーをはじめとする既存の交通事業者の利益を棄損する可能性があるため、導入する際の合意形成が難しいという課題もある。関係者の合意を得て導入されたサービスについても運行区域の制限があるなど、利用者にとって必ずしも使い易いサービスにはなっていない。「必要な時に手頃な運賃で利用できる高い利便性」と「事業者とプロのドライバーによる高い信頼性」を兼ね備えたサービスを実現する方策が求められている。

2020年の道路運送法の改正により、運行管理や車両の整備管理について一般旅客自動車運送事業者（バス・タクシー事業者）が協力する「事業者協力型自家用有償旅客運送制度」が創設された。当該制度は、従来の自家用有償旅客運送の課題であった運行管理を交通事業者が担う仕組みとなっており、交通事業者は委託費の確保によって収入面での向上が期待できるため、交通事業者と自家用有償旅客運送の運営団体の双方にメリットのある制度になっている。今後は過疎地域において、タクシーと自家用有償旅客運送が一体となった個別輸送サービスが増えてくることが想定される。

そのような背景から、本研究では、タクシーと自家用有償旅客運送（本論文では、市町村以外の主体が運営す

る交通空白地有償運送を想定)の2つの個別輸送サービスを対象として、いくつかのサービス特性と地域特性を想定した収支分析を行い、運行形態や運賃に関する様々な施策が、サービスの維持可能性にどのような影響を及ぼすかについて考察することを目的とする。

個別輸送サービスの維持可能性に関する研究として、竹内ら²⁾³⁾は、自家用有償旅客運送を運営する団体と、許可又は登録を要しない運送を運営する団体約1,500件に対してアンケート調査を行い、その結果を基に維持可能性に影響を与える要因把握や採算性・生産性・費用構造の特性把握を行っているが、それら分析は特定の地域を対象としたものではないマクロな分析となっている。本研究は、既往研究で明らかにされている需要関数や、供給上の特徴を踏まえ、利用者とサービス提供者のミクロな取引に着目した収支分析によって、人口や拠点間距離等の地域特性が個別輸送サービスの維持可能性に与える影響を分析するものである。

上述のようなミクロな視点で維持可能性を分析した既往の研究として、谷本ら⁴⁾が中山間地域のタクシー事業者の配車データを用いて顧客数に応じた利益や運転手の人数を分析し、維持可能性の考察を行っている。また、鈴木ら⁵⁾は、高齢者への意識調査結果をもとに、タクシー運賃の割引率による需要の変化を把握し、収支がマイナスにならないような運賃割引の条件を明らかにしている。藤垣ら⁶⁾は、待ち時間が10~30分程度の定額制乗合タクシーを対象とし、需要関数と供給関数を組み込んだ運行シミュレーションにより、利益を最大化する料金と台数を導出する手法を提案している。吉田⁷⁾は、乗用タクシーの定額制サービスの配車データを基に乗用タクシーの利用頻度モデルを構築し、定額料金による利用頻度の増進とタクシー事業者の増収の関係を分析している。これらの研究は、全て単一の輸送サービスを対象としたものであり、本研究においては、タクシーと自家用有償旅客運送の2つのサービスを対象として維持可能性を分析しているという点が特徴であるといえる。

2. 基本モデル(タクシーモデル)

(1)基本モデルの構造

図1に示すような都市中心部(以下、中心部)から l km離れた郊外集落部(以下、郊外部)に住む移動制約者の生活の足を確保するための個別輸送型サービスを想定し、維持可能性を検討する。郊外部に住む移動制約者の数は m で表すこととし、この m 人の移動制約者は、運賃さえ支払えば、自由にこのサービスを利用できるものとする。利用者が郊外部から中心部へ移動する場合、輸送サービスは中心部から郊外部へ空車で迎えに行き、利用者を乗せて中心部へ戻るような動き(中心部から郊

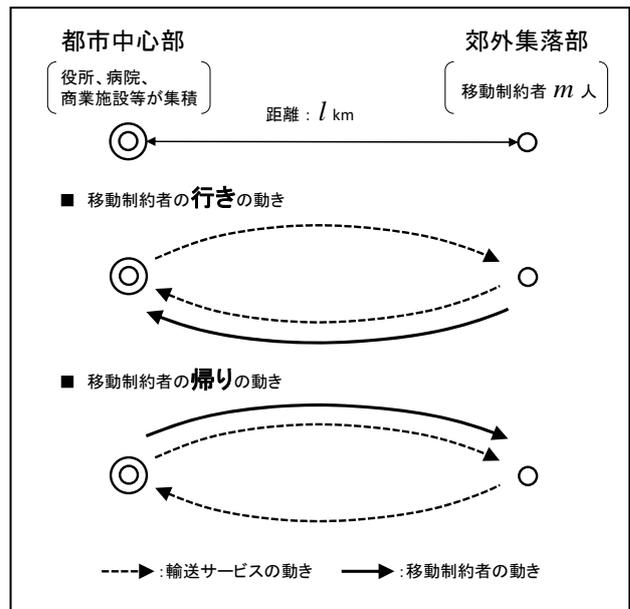


図-1 輸送サービスを提供する地域のイメージ

外部へ帰宅する場合は、逆の動き)をするものと仮定する。(簡単のため、帰りに別の人を乗せて帰るといった動きはしないものとし、乗合も考えないものとする。)

なお、中心部と郊外部を結ぶ移動手段はこの輸送サービスしかないものとし、輸送サービスで中心部まで行った利用者は、帰日も輸送サービスを使うものとする。実際には、行きに乗合タクシーを利用し、帰りは路線バスやタクシーを使う、親族に迎えに来てもらう等、行きと帰りの移動手段が異なる事例が多くみられるが、本研究においては、他の移動手段や親族による送迎はないものとして検討を進める。

この輸送サービスの運行台数を n で表し、 n が少ない場合に利用が集中すると、待ち時間が発生して利用しにくくなるようなサービスを想定する。

輸送サービスの運賃は、タクシーのような距離制運賃で走行距離によって決まるものとし、郊外部から中心部(また、中心部から郊外部)の片道運賃を $p(l)$ で表す。輸送サービスの1ヵ月あたりの需要量(総乗車回数)は Q で表すものとし、式(1)に示すように輸送サービスを使った1人1ヵ月当りの外出回数 q (1回の外出で行きと帰りの2回乗車することから、乗車回数は $2q$ と表す)と、集落の移動制約者数 m で決まるものとする。

$$Q = 2q \cdot m \tag{1}$$

ここで、

Q : 地域全体の総乗車回数(回/月)

q : 輸送サービスを使った1人1ヵ月当りの外出回数(回/月・人)

m : 郊外部の移動制約者数(人)

1 人当りのサービスの外出頻度 q は、運賃 $p(l)$ とサービスを利用するまでの平均待ち時間 t_w で式(2)のように表す。

$$q = f_q(p(l), t_w) \quad (2)$$

$p(l)$: 都市中心～郊外部の片道運賃(円/回)

t_w : サービスを利用するまでの平均待ち時間(分)

なお、 t_w は地域全体の需要量 Q と輸送サービスの台数 n (台) で式(3)のように表される。

$$t_w = f_n(Q, n) \quad (3)$$

n : 輸送サービスの運行台数(台)

需要量 Q のもとで、輸送サービスの収入 R は式(4)、運営費用 C は式(5)で表され、この輸送サービスが補助金なしで維持可能となる条件は式(6)となる。

$$R(l) = p(l) \cdot Q \quad (4)$$

$$C(l) = f_c(n, c_w, c_f) + c_l(l) \cdot Q \quad (5)$$

$$R(l) - C(l) \geq 0 \quad (6)$$

ここで、

$R(l)$: 輸送サービスの収入(円/月)

$C(l)$: 輸送サービスの運営費用(円/月)

n : 輸送サービスの台数(台)

c_w : 輸送サービスのドライバーの人件費(円/月)

c_f : 輸送サービスの固定費※(円/月)

※車両の減価償却費、保険料等

$c_l(l)$: 輸送サービスの片道の燃料費(円/回)

(2) 需要関数

本研究の目的は個別輸送サービスの維持可能性を検討することであり、需要関数を構築することではないため、需要関数は既往の研究のモデルを活用することにする。

鈴木ら⁵⁾は、高齢者への意識調査結果をもとにタクシー運賃が割引された場合の利用者の増加を予測しているが、その予測方法は簡便なものであり、定式化はされていない。藤垣ら⁶⁾は、乗合タクシーの料金と平均待ち時間を提示して利用の可否を聞く意向調査の結果をもとに、料金と平均待ち時間を説明変数とする需要関数を推計している。ただし、この需要関数については、1週間単位の定額制サービスの利用意向を聞いたものであるため、本研究で扱う距離制運賃には対応していない。

吉田⁷⁾は、実際のタクシーの配車データを基に、運賃の割引と運賃の不確実性を説明変数とした利用頻度モデル

を構築している。対象としたタクシーは定額制サービスであるが、運賃メーターについても稼働させているため、通常のタクシー運賃(以下、メーター運賃)と定額制運賃の差に着目した説明変数がモデルに組み込まれている。この利用頻度モデルは、定額により運賃が安くなること以外に、信号待ちなどで加算される時間制運賃による不確実性が排除されることによる影響を考慮していることが特徴的である。モデルは式(7)で表現されており、運賃の割引率や不確実性を考慮しない場合は、通常のタクシーの頻度モデルとみなすことができることから、本研究ではこのモデルを需要関数のベースとして活用することにする。

$$\ln q = -1.6013 + 0.7192x_1 + 2.6627x_2 + 0.3353x_3 + 0.1497x_4 \quad (7)$$

ここで、

q : 1人1ヵ月あたりの利用回数(回/月・人)

x_1 : 平均割引率(メーター運賃に対する定額運賃の割引率の平均値)

x_2 : メーター運賃の不確実性(メーター運賃の最小値に対する最大値の乖離率)

x_3 : 目的地選択数(利用者が乗降する目的地の数)

x_4 : 選択事業者数(利用者が選択したタクシー事業者の数)

$x_1 \sim x_4$ は、特定地域間のメーター運賃(時間距離併用制運賃)の最小値(以下、最小メーター運賃 f_m と呼ぶ)から期待値が導出できる推計式(8)~(11)も示されており、それについても活用することとした。

$$x_1 = 0.1186 \ln(f_m) - 0.4629 \quad (8)$$

$$x_2 = \begin{cases} -0.1390 \ln(f_m) - 1.1565 & (\text{定額サービスの場合}) \\ -0.0874 \ln(f_m) + 0.7342 & (\text{通常タクシーの場合}) \end{cases} \quad (9)$$

$$x_3 = -0.9348 \ln(f_m) - 8.6101 \quad (10)$$

$$x_4 = -0.2400 \ln(f_m) - 3.0596 \quad (11)$$

なお、このモデルから算出される利用回数は、タクシーの“乗車”回数であり、本研究で扱う“外出”回数とは異なる。しかし、このモデルの推計に使われたデータをみると1日1回の片道利用の会員が4~5割存在しており、それらの会員については乗車回数と外出回数は等しいと考えられる。従って、本研究では、このモデルで算出された利用回数を外出回数とみなして分析を進めることにする。

(3) 待ち時間を考慮した需要関数

式(7)~(11)で示した利用頻度モデルでは、通院時間帯に利用が集中して希望通りに移動ができない(利用する

までに待ち時間が発生している) という状況が考慮されていないモデルとなっている。本研究では、総乗車回数 Q と輸送サービスの台数 n から待ち時間 t_w を計算し、式(13)により待ち時間を金銭換算して新たに平均割引率 x_1' を算出し、それを式(7)の利用頻度モデルに組み込んで、式(12)に示す「待ち時間を考慮した利用頻度モデル」を構築した。

$$\ln q' = -1.6013 + 0.7192x_1' + 2.6627x_2 + 0.3353x_3 + 0.1497x_4 \quad (12)$$

ここで、

q' : 待ち時間を考慮した 1 人 1 ヶ月あたりの
利用回数 (回/月・人)

x_1' : 待ち時間を考慮した平均割引率

x_2 : メーター運賃の不確実性

x_3 : 目的地選択数

x_4 : 選択事業者数

$$x_1' = \{f_m - (f_d + t_w \cdot \lambda)\} / f_m \quad (13)$$

ここで、

f_m : 最小メーター運賃 (円)

f_d : 割引運賃 (割引がない場合は $f_m = f_d$)

t_w : サービスを利用するまでの平均待ち時間 (分)

λ : 時間価値原単位 (円/分)

(4) 平均待ち時間の算出方法

交通不便地域の移動困難者の生活行動として、病院の予約時刻や商業施設の開店時刻に合わせて中心部への移動することが想定される。本研究においては、輸送サービスの利用は朝の同一時間帯 (以下、ピーク時間帯) に集中し、そこで待ち時間が発生するものと仮定する (ピーク時間帯以外は利用は集中せず待ち時間は発生しないものとする)。ピーク時間帯の乗車回数を q_p で表す。 q_p の需要を n 台の輸送サービスで何往復かして輸送する場合、 q_p が輸送サービスの運行台数 n 以下であれば、待ち時間は発生しない。 q_p が輸送サービスの運行台数 n を超えた場合、 $q_p - n$ の利用者にそれぞれ郊外部と中心部を 1 往復する時間 t_r (分) の待ち時間が生じる。また、 q_p が $2n$ を超えた場合は $q_p - 2n$ の利用者にさらに待ち時間 t_r が、 q_p が $3n$ を超えた場合は $q_p - 3n$ の利用者にさらに待ち時間 t_r が生じることになり、総待ち時間は式(14)で表される。また、利用者 1 人あたりの平均待ち時間 t_w は式(15)によって求められる。

$$t_w = \sum_{i=1}^{\infty} \max\{q_p - i \cdot n, 0\} \cdot t_r \quad (14)$$

$$t_w = t_w / q_p \quad (15)$$

t_w : ピーク時間帯の総待ち時間 (分)

t_w : 利用者 1 人あたりの平均待ち時間 (分)

i : 総和記号の添字であり、 i 回目の輸送に相当。

t_r : 郊外部と中心部を 1 往復する時間 (分)

3. 混在サービスモデル

(1) 混在サービスモデルへの拡張

第二種運転免許を持たない一般人のドライバーが輸送することがある自家用有償旅客運送は、タクシーよりも運行経費が安いため、これらを有効に取り入れることで個別輸送サービスが維持可能となる地域が広がる可能性がある。本研究では、タクシーと自家用有償旅客運送が同一地域を同一運賃で運行できるものとして、その輸送サービス (以下、混在サービス) を対象とした維持可能性の検討を行う。なお、自家用有償旅客運送はタクシーの補完的な位置づけのサービスであるとし、タクシーが優先して利用者を輸送し、利用者に待ち時間が生じる場合に自家用有償旅客運送が輸送するという運用を行うものとする。

地域内のタクシーの台数を n_T とし、自家用有償旅客運送の台数を n_R で表す。自家用有償旅客運送の運賃は、現状、タクシー運賃の概ね 1/2 程度で運行されていることが多く、それを踏まえると、混在サービスは、タクシー運賃よりも安い運賃で運行することが可能である。混在サービスの運賃 $p_M(l)$ とする。

混在サービスの 1 ヶ月あたりの総需要量は Q_M で表すものとし、式(16)に示すように移動制約者 1 人当りのサービスの利用頻度と、集落の移動制約者数 m で決まるものとする。

$$Q_M = 2q_M \cdot m \quad (16)$$

ここで、

Q_M : 混在サービスの総乗車回数 (回/月)

q_M : 混在サービスを使った 1 人 1 ヶ月当りの
外出回数 (回/月・人)

m : 郊外部の移動制約者数 (人)

混在サービスを使った 1 人当りの外出頻度 q_M は、運賃 $p_M(l)$ とサービスを利用するまでの平均待ち時間 t_w で式(17)のように表す。

$$q_M = f(p_M(l), t_w) \quad (17)$$

ここで、

$p_M(l)$: 混在サービスにおける中心部～郊外部の
片道運賃 (円/回)

t_w : サービスを利用するまでの平均待ち時間 (分)

なお, t_w は地域全体の総需要量 Q_M とタクシー台数 n_T と自家用有償旅客運送の台数 n_R で式(18)のように表される.

$$t_w = f_q(Q_M, n_T, n_R) \quad (18)$$

上記の総需要量のもとで, 混在サービスの収入 R_M は式(19), 運営費用 C_M は式(20)で表され, 混在サービスが補助金なしで維持可能となる条件は式(23)となる.

$$R_M(l) = p_M(l) \cdot Q_M \quad (19)$$

$$C_M(l) = C_T(l) + C_R(l) \quad (20)$$

$$\begin{cases} C_T(l) = f(n_T, c_{Tw}, c_{Tf}) \cdot Q_T \\ C_R(l) = (c_{Rw} + c_{Rv}(l)) \cdot Q_R \end{cases} \quad (21)$$

$$R_M(l) - C_M(l) \geq 0 \quad (22)$$

ここで,

$R_M(l)$: 混在サービスの収入 (円/月)

Q_M : 混在サービスの総乗車回数 (回/月)

Q_T : タクシーの走行回数 (回/月)

$$Q_T = \text{Min}(Q_M, Q_{Tc})$$

※ Q_{Tc} はタクシーの輸送能力の限界

Q_R : 自家用有償旅客運送の走行回数 (回/月)

$$Q_R = \text{Max}(Q_M - Q_{Tc}, 0)$$

$C_M(l)$: 混在サービスの運営費用 (円/月)

c_{Tw} : タクシードライバーの件数 (円/月)

c_{Tf} : タクシーの固定費※ (円/月)

※車両の減価償却費, 保険料等

c_{Rw} : 自家用有償ドライバーの件数 (円/回)

c_{Tv} : タクシーの片道の燃料費 (円/回)

c_{Rv} : 自家用有償の片道の燃料費 (円/回)

(2) 混在サービスの需要関数

第二種運転免許を持たない一般人のドライバーが輸送する自家用有償旅客運送は, タクシーよりも安全面・信頼面で劣るため, 運行区域と運賃がタクシーと同じであれば, あそのようなドライバーの質の差で自家用有償旅客運送の方が利用されにくい状況になると想定される. 中村⁸⁾は, コンジョイント分析により, 第二種運転免許を持つドライバーが運行する「タクシー」と第二種運転免許を持たないドライバーが運転する「ライドシェア」の支払意思額を計測しており, 「タクシー」と比較した場合の「ライドシェア」の選好が低く, 支払意思額の差は約 500 円程度になることを示している. このことは, 自家用有償旅客運送を利用する人は, タクシーよりも 500 円高く支払っていることと同義であり, 本モデルに

おいては, このような心理的抵抗を R (円) で表す.

今回の混在サービスでは, 利用者側はタクシーと自家用有償旅客運送のどちらのドライバーが来るかはわからない運用を想定しているため, 混在サービスの心理的抵抗 M は式(23)のような期待値で表される.

$$M = R \cdot n_R / (n_T + n_R) \quad (24)$$

ここで,

M : 混在サービスの心理的抵抗 (円)

R : 自家用有償旅客運送を利用する際の心理的抵抗 (円)

混在サービスの需要関数については, 基本モデルと同様に式(7)~(11)で示した利用頻度モデルを用いるが, 式(26)により待ち時間と混在サービスの心理的抵抗を金銭換算して新たに平均割引率 x_1'' を算出し, それを式(7)の利用頻度モデルに組み込んで, 式(25)に示す「混在サービスの利用頻度モデル」を構築した.

$$\ln q_M = -1.6013 + 0.7192 \cdot x_1'' + 2.6627x_2 + 0.3353x_3 + 0.1497x_4 \quad (25)$$

ここで,

q_M : 混在サービスの 1 人 1 ヶ月あたりの利用回数 (回/月・人)

x_1'' : 待ち時間と心理的抵抗を考慮した平均割引率

x_2 : メーター運賃の不確実性

x_3 : 目的地選択数

x_4 : 選択事業者数

$$x_1'' = \{f_m - (f_d + t_w \cdot \lambda + M)\} / f_m \quad (26)$$

ここで,

f_m : 最小メーター運賃 (円)

f_d : 割引運賃 (割引がない場合は $f_m = f_d$)

t_w : サービスを利用するまでの平均待ち時間 (分)

λ : 時間価値原単位 (円/分)

M : 混在サービスの心理的抵抗 (円)

(3) 混在サービスの平均待ち時間の算出方法

混在サービスの待ち時間は, 基本モデルの式(14)と同様の考え方で算出するが, 輸送サービスの台数が $(n_T + n_R)$ となるため, 総待ち時間は式(27), 平均待ち時間は式(28)のように表される.

$$t_w = \sum_{i=1}^{\infty} \max\{q_p - i \cdot (n_T + n_R), 0\} \cdot t_i \quad (27)$$

$$t_w = t_w / q_p \quad (28)$$

- t_{bv} : ピーク時間帯の総待ち時間 (分)
- t_w : 利用者 1 人あたりの平均待ち時間 (分)
- q_p : ピーク時間帯の乗車回数 (回)
- i : 総和記号の添字であり, i 回目の輸送に相当.
- n_T : タクシーの台数 (台)
- n_{R} : 自家用有償旅客運送の台数 (台)
- t_r : 郊外部と中心部を 1 往復する時間 (分)

4. 数値分析

(1) タクシー事業の維持可能性の分析

ここでは、輸送サービスの需要量や維持可能性の一般的な傾向を把握するため、基本モデルを用いてタクシー事業の維持可能性について分析する。分析ケースは、地域特性の違いとして、郊外部から中心部の距離 l が 2km, 5km, 10km の場合、また、郊外部の移動制約者の数 m が 100 人, 250 人, 500 人, 1,000 人の場合で分析を行った。本研究で扱う需要関数のベースとなっている利用頻度モデルは福島県南相馬市の配車データをもとにパラメーター推定が行われているため、距離制運賃を計算する際の初乗距離・初乗運賃・加算運賃やタクシードライバーの person cost、燃料費等は、表-1 に示す福島県の値を用いることにした。

待ち時間を計算する際の速度は 40km/h とし、1 日の乗車回数の 50% がピーク時間帯に集中するとして平均待ち時間を計算した。平均待ち時間を金銭換算する際の時間価値原単位は、費用便益分析マニュアル<連続立体交差事業編>における歩行者・自転車の時間価値原単位 25.64 (円/分・人) を用いることとした。

表-2 は、地域特性ごとにタクシー台数を変化させてどのような条件下で維持可能性となるかを調べたものである。総需要量の傾向としては、距離 l が短いほど総需要量が多くなるが、タクシー台数が少ないと総需要量が少なくなる傾向がみられる。タクシー台数が少ないことで平均待ち時間が大きくなり、それが利用頻度に影響を与えていることが想定される。中心部と郊外部の距離が離れていて、一定程度の移動制約者数が確保できる地域においては、タクシーの台数を少なくすれば維持可能なサービスになると考えられる。

また、表-3 は距離 l が 10km のケースにおいて、タクシーの料金を 3 割引、5 割引にした場合の総需要量と収支の結果である。表-2 の通常料金の結果と比べると、料金割引によって総需要量が増加している(割引率が大きいほど増える)ことがわかるが、収支をみるとプラスになっているケースが少なくなっていることがわかる。これは、料金割引に対して総需要量の増加幅が小さい(需要の価格弾力性が低い)ことが原因であり、ベースとした利用頻度モデルの特徴であるといえる。

表-1 輸送サービスの運賃及び人件費

運賃及び費用			出典
運賃 p	初乗	1.0kmまで530円	福島県タクシー協会 ※福島県、中型車の値
	加算	223mまで増すごとに 90円	
費用 C	人件費 c_w	月間給与 213,800 円/月	ハイヤー・タクシー年鑑2020 ※福島県、H30タクシー運転手(男)の値
	固定費 c_f	タクシー事業の原価構成 人件費: 73.1%、燃料費: 6.6% その他: 20.3% 固定費は人件費の約0.28倍	一般社団法人 全国ハイヤー・タクシー連合会 TAXI TODAY in JAPAN 2021
	燃料費 c_v	オートガス 99.4円/ℓ 燃費が10km/ℓとして、 km単価は9.94 円/km	財団法人 日本エネルギー経済研究所 石油情報センター ※福島県、2021.7の一般掛売り価格

表-2 タクシー事業の維持可能性の分析結果

$l=2km$			郊外部の移動制約者数			
			100	250	500	1,000
総需要量 (回/月)	タクシー台数	1台	67	132	185	181
		2台	73	162	272	381
		3台	76	174	309	488
		4台	76	180	329	552
		5台	76	183	342	596
収入-費用 (万円/月)	タクシー台数	1台	-21	-16	-11	-11
		2台	-48	-40	-31	-21
		3台	-75	-67	-55	-39
		4台	-103	-93	-80	-60
		5台	-130	-121	-106	-84

$l=5km$			郊外部の移動制約者数			
			100	250	500	1,000
総需要量 (回/月)	タクシー台数	1台	44	96	148	176
		2台	47	109	192	296
		3台	47	113	208	351
		4台	47	116	218	383
		5台	47	116	222	402
収入-費用 (万円/月)	タクシー台数	1台	-18	-8	3	9
		2台	-45	-32	-16	6
		3台	-73	-59	-40	-11
		4台	-100	-86	-65	-31
		5台	-127	-113	-92	-55

$l=10km$			郊外部の移動制約者数			
			100	250	500	1,000
総需要量 (回/月)	タクシー台数	1台	32	69	113	163
		2台	32	76	138	234
		3台	32	79	148	264
		4台	32	79	151	280
		5台	32	79	155	290
収入-費用 (万円/月)	タクシー台数	1台	-15	0	18	37
		2台	-42	-25	0	38
		3台	-70	-51	-24	22
		4台	-97	-78	-50	1
		5台	-124	-106	-76	-22

表-3 タクシー料金割引の影響分析結果 ($l=10$)

料金3割引			郊外部の移動制約者数			
			100	250	500	1,000
総需要量 (回/月)	タクシー台数	1台	37	80	132	177
		2台	39	92	165	271
		3台	39	95	178	313
		4台	39	98	185	336
		5台	39	98	189	350
収入-費用 (万円/月)	タクシー台数	1台	-17	-6	8	21
		2台	-44	-30	-10	19
		3台	-71	-56	-34	3
		4台	-99	-83	-59	-18
		5台	-126	-110	-86	-42

料金5割引			郊外部の移動制約者数			
			100	250	500	1,000
総需要量 (回/月)	タクシー台数	1台	42	93	142	178
		2台	45	106	185	293
		3台	45	109	202	347
		4台	45	113	212	376
		5台	45	113	215	396
収入-費用 (万円/月)	タクシー台数	1台	-19	-10	-1	6
		2台	-46	-35	-20	0
		3台	-74	-62	-44	-17
		4台	-101	-88	-70	-39
		5台	-128	-116	-96	-62

(2)混在サービスの維持可能性の分析

基本モデルでの分析結果を踏まえ、タクシーと自家用有償旅客運送が同一地域を同一運賃で運行する混在サービスの維持可能性について分析する。

l=10km の地域において、タクシーが 1 台で運行する場合と、タクシーを 2 台で運行する場合、タクシーが 1 台と自家用有償旅客運送が 1 台（計 2 台、以下、混在サービスと呼ぶ）の 3 パターンで維持可能性を分析する。

混在サービスモデルの自家用有償旅客運送を利用する際の心理的抵抗については、中村⁸⁾が示したタクシーとライドシェアの支払意思額の差「500 円」を用いることにする。また、混在サービスモデルでは、自家用有償旅客運送のドライバーに対する報酬を設定しなければならないが、ここではタクシーの報酬が運賃収入の 6 割（歩合率 60%）程度であると想定し、そのタクシーの報酬の 5 割程度を報酬として得ることができると設定した。

そのような条件の下で、混在サービスの運賃をタクシーと同水準、タクシーの 1 割引、タクシーの 2 割引とした場合の維持可能性を分析した結果が表 4 である。

通常運賃で混在サービスの総需要量をみると、タクシー 2 台の回数と同程度であり、収支についてはタクシー 1 台のときの水準を維持している。混在サービスは料金を 2 割引にしても移動制約者数が 500 人のときの収支をプラスに維持することができており、タクシーのみと比べると低廉性と利便性を同時に高め得るサービスになっているといえる。

表 4 混在サービス維持可能性の分析結果 (l=10)

通常運賃	タクシー	自家用有償	郊外部の移動制約者数			
			100	250	500	1,000
総需要量 (回/月)	1台	0台	32	69	113	163
	2台	0台	32	76	138	234
	1台	1台	32	72	132	224
収入-費用 (万円/月)	1台	0台	-15	0	18	37
	2台	0台	-42	-25	0	38
	1台	1台	-17	-4	15	42

1割引運賃	タクシー	自家用有償	郊外部の移動制約者数			
			100	250	500	1,000
総需要量 (回/月)	1台	0台	32	74	122	163
	2台	0台	32	81	149	244
	1台	1台	32	78	142	233
収入-費用 (万円/月)	1台	0台	-16	-1	16	31
	2台	0台	-44	-26	-2	32
	1台	1台	-18	-5	12	34

2割引運賃	タクシー	自家用有償	郊外部の移動制約者数			
			100	250	500	1,000
総需要量 (回/月)	1台	0台	32	80	131	176
	2台	0台	32	87	160	262
	1台	1台	32	84	153	251
収入-費用 (万円/月)	1台	0台	-17	-2	14	28
	2台	0台	-45	-27	-5	27
	1台	1台	-20	-7	9	28

表 5 2 割引運賃で自家用有償の報酬 7 割の結果

2割引運賃 (報酬7割)	タクシー	自家用有償	郊外部の移動制約者数			
			100	250	500	1,000
総需要量 (回/月)	1台	0台	32	80	131	176
	2台	0台	32	87	160	262
	1台	1台	32	84	153	251
収入-費用 (万円/月)	1台	0台	-17	-2	14	28
	2台	0台	-45	-27	-5	27
	1台	1台	-21	-9	5	19

また、表 5 は 2 割引運賃に加え、自家用有償旅客運送のドライバーの報酬をタクシーの 7 割にしたときの分析結果である。移動制約者数が 500 人の場合は、この条件においても収支はプラスであり、自家用有償旅客運送のドライバーの報酬を高くしたとしてもサービスを維持できる可能性がある。

5. おわりに

本研究では、タクシーと自家用有償旅客運送の 2 つの個別輸送サービスを対象として、いくつかのサービス特性と地域特性を想定した収支分析を行い、運行形態や運賃に関する施策が、サービスの維持可能性にどのような影響を及ぼすかについて考察した。タクシー事業については、中心部と郊外部の距離が離れていて、一定程度の移動制約者数が確保できる地域においては、タクシーの台数を少なくすれば維持可能なサービスになることを把握した。また、タクシーの補完的な交通手段として自家用有償旅客運送を導入することで、サービスの低廉性、利便性を高めることができることを示した。今後は、複数の郊外部で運行する場合や、乗合のサービスを運行する場合など、モデルを拡張し、同サービスが有効な条件を整理することが課題である。

参考文献

- 1) 竹内龍介, 吉田樹, 猪井博登: 自家用車を活用した運送サービスの維持可能性の要因に関する研究, 第 41 回交通工学研究発表会論文集, pp.671-674, 2021.
- 2) 竹内龍介, 吉田樹, 猪井博登: 自家用車を活用した輸送サービスの供給上の特性と持続可能性に関する一考察, 第 62 回土木計画学研究発表会・講演集, CD-ROM, 2020.
- 3) 竹内龍介, 吉田樹, 猪井博登: 自家用車を活用した輸送サービスの生産性及び費用構造に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.76, No.5, pp.I_1035-I_1045, 2021.
- 4) 馮文浩, 谷本圭志, 丹呉允: 中山間地域におけるタクシー事業の時速可能性の分析手法, 第 62 回土木計画学研究発表会・講演集, CD-ROM, 2020.
- 5) 鈴木雄, 日野智, 前田悠抄: タクシー運賃の割引率が高齢者の外出行動へ与える影響に関する研究 - 秋田交通圏のタクシー利用者を対象として -, 都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp.795-801, 2017.
- 6) 藤垣洋平, 高見淳史, 大森宣暁, 原田昇: 高利便性乗合タクシーサービスの均衡分析と収益最大化手法, 交通工学論文集, 第 1 巻, 第 2 号 (特集号 A), pp.A_133-A_141, 2015.
- 7) 吉田樹: 地方小都市における乗用タクシーの定額制サービス導入可能性の検討 - 福島県南相馬市のケーススタディ -, 交通工学論文集, Vol.6, No.2 (特集号 A), pp.A_183-A_189, 2020.
- 8) 中村彰宏: 消費者評価情報の競争があればライドシェアサービスは従来型タクシーサービスを代替するか?: 消費者評価情報による競争と規制緩和, 交通学研究, 第 63 号, pp.23-30, 2020.