

オンデマンド交通の運賃変更による 交通需要マネジメントに関する研究

柚山奈結¹・稗方和夫²

¹非会員 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 (〒277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5)

E-mail: nyuyama@s.h.k.u-tokyo.ac.jp

²非会員 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 准教授 (〒277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5)

E-mail: hiekata@edu.k.u-tokyo.ac.jp

採算の取れない路線バスなどの代替手段として導入されるオンデマンド交通だが、実際には利用者の増加に伴い運行自治体の負担が増え、予定通りに運行されない可能性があるなどの側面がある。そのため事業の持続性を保つためには、オンデマンド交通への需要の集中を防ぎコストを抑えて運営する必要がある。本研究の目的は、時間帯別運賃などオンデマンド交通の運行形態の変更により需要をマネジメントし、オンデマンド交通サービスの経済性の改善を検討する方法を提案することである。ケーススタディでは運賃パターンごとに需要数を算出し、それぞれのケースに必要な運行車両数と予約受理率を算出した。その結果、運賃変更により時間帯ごとの需要の変動を抑えることができ、車両数を減らしても十分に事業を運営できる運行案について定量的な検討ができた。

Key words: *On-demand Transportation, Transportation Demand Management, Dynamic Pricing, Traffic Demand Forecasting, Simulation*

1 緒言

日本では2002年に施行された乗合バス事業における改正道路運送法により、事業合理化のため路線バスの不採算路線の廃止が進行した。その代替交通として注目されているのが、利用者が予約によって自由に乗降場や乗車時刻を決定できるオンデマンド交通である。路線バスと比較し、オンデマンド交通には需要に応じて停車バス停や路線を柔軟に変更しながら Door to Door で運行できるというメリットがある。また、オンデマンド交通は予約がある場合のみの運行となるため乗客のいない車両を走らせる必要がないことや、路線バスに比べて運行時間が短くて済むことなどからコスト削減の面でも期待されてきた¹⁾。そのため、特に高齢者等交通弱者の多い地域や、路線バス事業では採算が取れなかったり適切なサービスを提供できなかつたりする地域でオンデマンド交通の導入が進められてきた。

一般に路線バスでは利用者が増えるほど赤字が減る。しかし実際に運行しているオンデマンド交通では、ある時間の予約数が増加すると、その分複数の小型車両を動かしたり複数の運転手を待機させたりしなければならぬため運行経費が嵩んでしまい、利用者の増加が逆に市町村の負担額を増加させてしまう場合がある²⁾。そのため、特定の時間帯やオンデマンド交通自体への需要を集中させることなく、オンデマンド交通の需要数を最適化し経費を抑えつつ運行する必要がある。そこで本研究では、利用者の行動変容による移動形態の変化をシミュレートし、オンデマンド交通の需要をマネジメントすることで車両の稼働率を高め、地方オンデマンド交通サービスの経済性の改善を検討できる方法の提案を目的とする。

2 関連研究

需要マネジメントの手段としては、海外のデマンド交通や航空、宿泊などの予約システムでダイナミックプライシングが用いられている。海外の鉄道などではピーク時とオフピーク時で乗車料金が変化する時間帯別運賃を導入しているケースもある。Uber タクシーでは、需要が多いと思われるエリアで乗客を乗せた場合に報酬が上乘せされるシステムが導入されており、ドライバーはアプリケーションを通してその都度報酬の高いエリアを確認することができる³⁾。このことにより、利益の最大化だけでなく、突発的な事態が発生し需要が急増した場合でもそれらを賄えるような仕組みが整っていると云える。また、Peng Ye ら⁴⁾は Airbnb の予約システムにおいて、予約時期や物件情報からある価格時に物件が予約される確率を求め、ホスト（貸し手）にとって最適な価格を提案するモデルの構築を行った。しかし、これらの目的は期待収益の最大化であることが多く、一つの交通手段への集中を防ぎ需要を分散させることを目的とした動的価格設定の例はあまりない。

3 提案手法

(1)概要

本研究では、2つのシミュレータを組み合わせ、運賃を変更した際の需要への影響の予測を行うシステムを開発する。図1に開発するシステムの概要を示す。例えば、需要を適切にマネジメントできる運賃体系は、オンデマンド交通の運行記録から、時間帯ごとの乗車数を算出し、一日の中で需要が多く（乗車数が多く）予約が取りづらい時間帯を求めることなどから検討できる。運賃を引き上げた時間帯では、利用者が別の時間帯や交通手段に移行するため需要が減ると期待できる。そうすることで時間帯ごとの需要のばらつきが抑えられ、運行車両台数が削減でき、また他の移動手段を持たない利用者が希望時間通りにオンデマンド交通を予約できると考えられる。

運賃を引き上げた場合のオンデマンド交通および他の交通手段の時間帯ごとの需要数をI需要予測シミュレータによって求める。得られた需要をIIサービス水準シミュレータにインプットし、予約成立率や運行車両台数が現状と比較してどれほど改善できるか検討する。

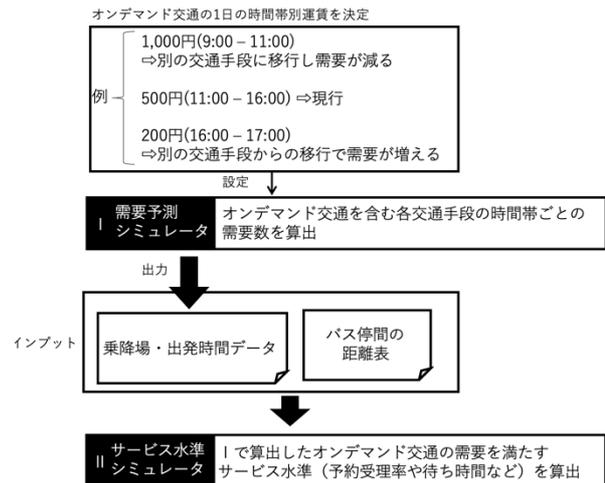


図 1 システムの概要

Iのように交通需要を推定する代表的な手法には集計モデル法と非集計モデル法がある⁵⁾⁶⁾。集計モデル法の代表的な手法として四段階推定法がある。四段階推定法ではあるゾーン間の交通行動を①発生・集中交通量、②分布交通量、③手段別交通量、④配分交通量の四段階に分けて考える。四段階推定法では説明変数は各ゾーンの代表値であり、算出される交通量も各ゾーンの平均値である。非集計分析は、個人の行動を確率的に表現し、複数の選択肢の中から一つの手段を選択する手法であり、分析単位は個人である。そのため、個人ごとの行動の変化を確認する際には、非集計モデル法が適していると言える。本研究では、(2)で説明する需要予測シミュレータにおいて、非集計モデルを用いて需要数を算出している。

(2)需要予測シミュレータ

本稿では、非集計モデルの代表的なモデルの一つである多項ロジットモデルを用いて交通手段選択シミュレーションを行い、各交通手段の需要数を出力する。

松尾⁷⁾がオンデマンド交通導入時の住民のモビリティ水準を求めるモデルとして作成したモデルを各交通手段の需要数を求めるために使用する。需要予測シミュレータに、実際の運行記録から定めた運賃設定をインプットし、運賃変更後のオンデマンド交通及び他の交通手段の交通分担率を出力する。

a) 用いるデータ

モデルの構築には、パーソントリップ調査データ、国勢調査データ、経済センサス基礎調査データ、国土数値情報のバス停データを用いている。

パーソントリップ調査とは、年における人の移動を把握するための調査で10年に一度の周期で実施

されている。世帯と個人の属性に関する情報と一日の移動情報をセットで記録し、移動した人の属性、移動目的、移動場所、移動時間、移動時間をまとめて把握することが可能である。

表 1 にパーソントリップ調査項目の例を示す。

表 1 パーソントリップ調査項目の例

世帯属性・個人属性	トリップ特性
住所	発・着地場所
年齢、性別	発・着施設
職業	発・着時刻
就業形態	移動目的
勤務先、通学先、通園先の所在地	使用した交通手段
保有運転免許、または運転免許有無	手段ごとの所要時間
自由使用の自動車の有無	乗り換え地点
自動車の保有台数	
二輪車の保有台数	

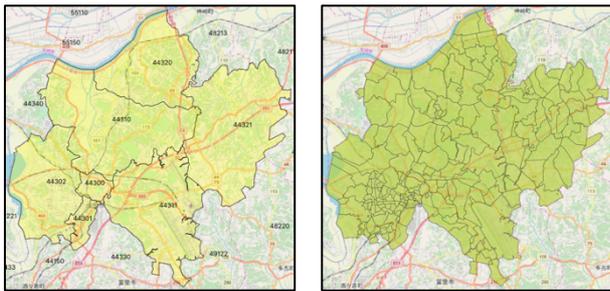


図 2 パーソントリップ調査ゾーン (左) と 大字 (右)

また図 2 に示すとおり、パーソントリップ調査データは左図のようなパーソントリップ調査ゾーンごとで記録されており、シミュレーションではこれらを右図のように大字間の移動に補完して用いている。補完には国勢調査の性別年齢階級別大字別人口データを用いている。

その他、経済センサス基礎調査データは、大字別・産業区分別の従業者数を用いて移動目的ごとの大字選択確率を求めるために使用し、国土数値情報のバス停データは、大字ごとのバス停数やバスの本数などを求めるために使用する。

b) 特性変数ベクトルの作成

次に、パーソントリップ調査に記録されている個人ごとのトリップデータをもとに作成する、交通手段推定のための特性変数ベクトルについて説明する。今回用いる特性変数は以下の 10 種類である。

表 2 特性変数

変数	説明
1 運賃	乗車距離や公共運賃、ガソリン代などから算出
2 乗車時間	各交通手段の速度から算出
3 アクセス距離	出発地から出発バス停までの距離
4 イグレス距離	降車バス停から目的地までの距離
5 待ち時間	交通手段ごとに設定
6 自家用車保有 (バイナリ変数)	自家用車を持っていれば 1, その他は 0.
7 家族自動車保有 (バイナリ変数)	家族が自家用車を持っていれば 1, その他は 0.
8 二輪車保有 (バイナリ変数)	二輪車を持っていれば 1, その他は 0.
9 自転車圏内 (バイナリ変数)	目的地までの距離が自転車で移動可能であれば 1, その他は 0.
10 徒歩圏内 (バイナリ変数)	目的地までの距離が徒歩で移動可能であれば 1, その他は 0.

3, 4 のアクセス距離とイグレス距離は路線バスの場合でのみ使用する変数であり、それぞれ出発大字から出発バス停がある大字までの距離と到着バス停がある大字から目的地までの距離を表す。6-10 もそれぞれ特定の交通手段のみで使用する変数であり、いずれもバイナリ変数である。9, 10 の自転車、徒歩圏内変数については各個人の年齢によって自転車で移動できる距離、徒歩で移動できる距離を設定しており、移動距離がその範囲を超えていなければ 1, 超えていれば 0 となる。各トリップにおいて、そのトリップを行った個人がそれぞれの交通手段を用いた際の特性変数を記録する。

c) 最尤検定による選好パラメータベクトルの推定

次に、各特性変数の重み付けのための選好パラメータベクトルの推定を行う。(1)で述べたとおり、本稿では非集計モデルを用いて交通手段選択を行う。非集計モデルでは各交通手段を選択する際に得られる効用を算出し、個人は最も効用が高くなる手段を選択するとする。

効用は b) で示した特性変数ベクトル $(\mathbf{X}_{i,o,d}^m)$ と、それぞれの変数が手段選択にどれほど影響を及ぼすかを表した選好パラメータベクトル $(\boldsymbol{\beta})$ の内積によって式(1)のように定まる。また、自動車の保有状況や

年齢などから、個人がそれぞれの交通手段を利用できるかを示す利用可能性($Avail_i(m)$)を設定し、利用可能性が 0 の場合は、その手段の効用も 0 になるとする。最尤検定では、パーソントリップ調査に記録されている、各個人が実際に用いた交通手段の特性変数から式(3)のように対数尤度関数を求め、この値が最大となるような選好パラメータベクトルを算出する。今回は、成田市パーソントリップデータの 60 歳以上の私用及び帰宅目的のトリップを用いて最尤検定を行った。

図 3 に今回用いた非集計モデルによる交通手段選択の概要図を示す。

$$V_{i,o,d}^m = \beta \cdot X_{i,o,d}^m \quad (1)$$

$$\delta_{i,o,d,m}^p = \begin{cases} 0: (\text{それ以外}) \\ 1: \left(\begin{array}{l} \text{個人}i\text{が目的}p\text{のために,} \\ \text{出発地大字}o\text{から目的地大字}d\text{に,} \\ \text{交通手段}m\text{で移動した場合} \end{array} \right) \end{cases} \quad (2)$$

$$\ln L(\beta) = \sum_i^N \delta_{i,o,d,m}^p \ln \frac{Avail_i(m) \cdot \exp(\beta \cdot X_{i,o,d}^m)}{\sum_{m'} Avail_i(m') \cdot \exp(\beta \cdot X_{i,o,d}^{m'})} \quad (3)$$

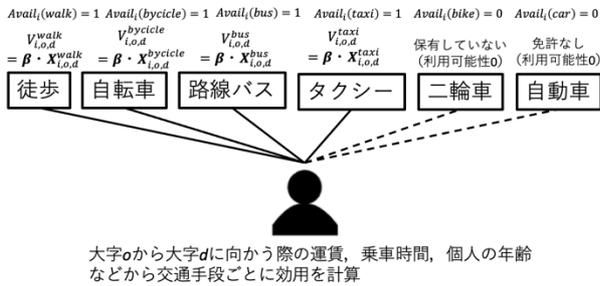


図 3 交通手段選択の概要図

d) 選択確率の算出

特性変数ベクトルと c) で求めた選好パラメータベクトル、各交通手段の利用可能性から個人*i*が出発地*o*から目的地*d*まで交通手段*m*を用いて向かう確率は式(4)のように表せる。式(5)はトリップ目的に応じて設定される大字ごとのパラメータ A_o , A_d から求められる土地選択確率である。

式(4)と式(5)から、式(6)のように個人*i*が各ゾーン間を移動する際に交通手段*m*を用いる確率が求められる。

$$Prob_i(m|o,d) = \frac{Avail_i(m) \cdot \exp(\beta \cdot X_{i,o,d}^m)}{\sum_{m'} Avail_i(m') \cdot \exp(\beta \cdot X_{i,o,d}^{m'})} \quad (4)$$

$$Prob_i(d|o) \approx Prob_i(d) = \frac{A_d}{\sum_{d \in D} A_d}, \quad Prob_i(o) = \frac{A_o}{\sum_{o \in O} A_o} \quad (5)$$

$$Prob_i(m|O,D) = \sum_{o \in O} \sum_{d \in D} Prob_i(m|X_{i,o,d}^m) Prob_i(d|o) Prob_i(o) \quad (6)$$

需要予測シミュレーションでは、この確率をもとにトリップごとに交通手段を選択し、その回数を記録する。

e) 解析単位

本稿では、パーソントリップデータに記録されている移動データを、その出発時間帯によって区切り、10 分ごとに需要数を記録した。それぞれの時間の前後 15 分（合計 30 分）を出発時刻とするトリップデータを抽出し、30 分間の総トリップ数の 1/3 分ランダムでトリップを選び、当該時刻のトリップとする。例えば、午前 9 時 30 分台のトリップであれば、午前 9 時 15 分から 45 分までに出発しているトリップデータからランダムで 10 分間分のトリップを抽出する。

f) オンデマンド交通の非効用パラメータ

オンデマンド交通は、利用する際電話などで予約を行う必要があったり、必ずしも希望時間通りに予約ができない場合があったりするため、他の交通手段より選択されにくい傾向がある。そのため、先行研究⁸⁾ではオンデマンド交通の効用を計算する際、オンデマンド交通のみ特有の非効用パラメータを可算する必要があるとしている。本稿でも、このパラメータを導入している。自治体で運行しているオンデマンド交通の運行実績データより得られる一日の平均乗車数と、パーソントリップ調査データより得られる一日の全移動数より、全交通需要に占めるオンデマンド交通のシェア率を算出し、シミュレーションによってオンデマンド交通が選択される割合が、算出したシェア率に沿うよう非効用パラメータを設定する。また、この非効用パラメータは、オンデマンド交通の導入開始直後などではオンデマンド交通の認知度が低いため、値が不安定になると考えられるが、本稿ではオンデマンド交通が十分に認知されており、利用数が定常状態にある場合のデータを用いて設定している。

(3) サービス水準シミュレータ

石黒⁹⁾が EV バスの配車用に作成したシミュレータをオンデマンド交通及びその他交通手段のサービス水準検討のために使用する。図 4 にサービス水準シミュレータの概要を示す。

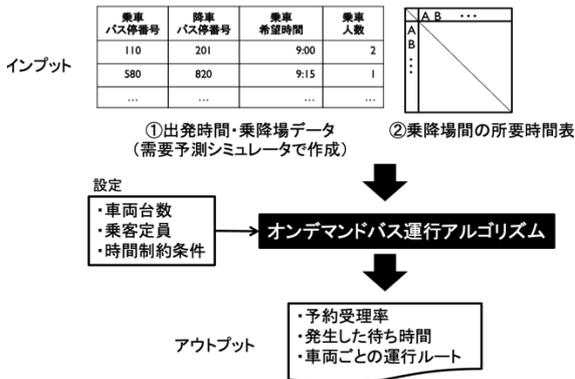


図 4 サービス水準シミュレータの概要

需要予測シミュレータで求めたオンデマンド交通の需要を出発時間順に並べ、さらに各トリップの出発・目的大字をもとに出発乗降場と到着乗降場を設定し、石黒が作成したサービス水準シミュレータにインプットする。

①出発時間と乗降場が記録されたデータと②各乗降場間の移動時間表を用い、各車両の乗車定員や運行車両台数、乗車までの待ち時間の上限といった値を設定した上で、①に記録されたそれぞれの移動が、実際のオンデマンド交通で予約として受け付けられた場合、どの車両によって受理できるか、そしてその際実際に発生すると考えられる待ち時間を記録する。また、どの車両でも受理できない場合には予約失敗と記録される。式(7)のように、全予約数から失敗数を引いた予約成功数を全予約数で除し、予約受理率を算出する。予約受理率や各予約で発生した待ち時間、運行に必要な車両台数などを現状と比較し、運行状況が改善したかの検討を行う。

$$\text{予約受理率} = \frac{\text{受理できた予約数}}{\text{入力された予約数}} \quad (7)$$

a) 運行スケジュール作成アルゴリズム

インプットされた乗車時間・乗降バス停の記録をもとに、オンデマンド交通の運行スケジュールを作成する。運行スケジュール作成のアルゴリズムは図5のとおりである。

乗車・降車合わせて既に P 個の乗降場が並んでいる運行スケジュールに n 番目の予約を挿入する場合を考える。まず、並んだ P 個のバス停列の最初から順に n 番目の予約の乗車バス停を挿入していく。それを挿入箇所 i が P を超えるまで繰り返す。乗車バス停 i に挿入した後、i 以降の箇所順に降車バス停を挿入していく。この時、b) で示す時間的制約をクリアした i, j の組み合わせのみを n 番目の予約の挿入箇所の候補として記録する。こうして得られた運行ス

ケジュール候補のうち、最も走行距離が短いものを採用する。

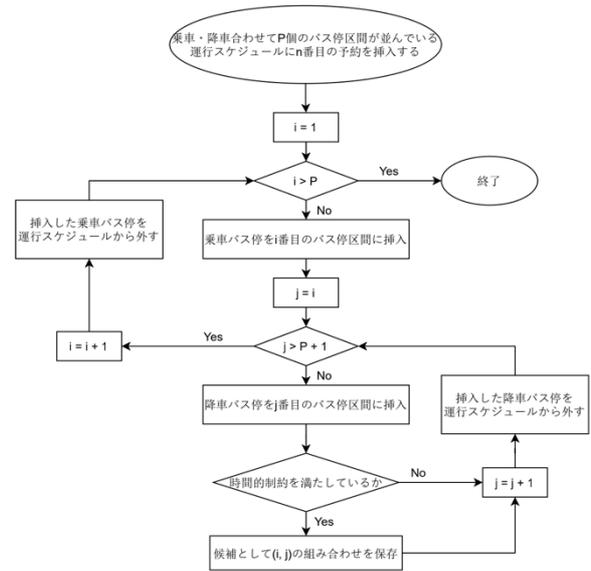


図 5 オンデマンド交通運行アルゴリズム

b) 制約条件

乗車・降車バス停の挿入箇所が候補として成立するかどうかは待ち時間などの時間制約と乗車定員の制約から判断する。

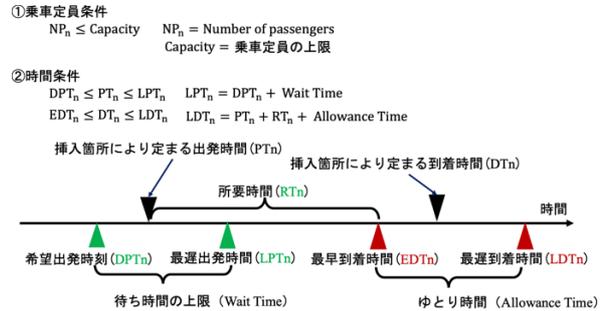


図 6 予約挿入時の制約条件

乗車定員制約では、予約挿入後の車両内の乗車人数が乗車定員を超えていないかを判定する。時間制約には待ち時間とゆとり時間の2種類を設定している。待ち時間では上限を設定し、インプットデータに記録されている出発時刻（希望出発時刻）から待ち時間の上限を超えない範囲で予約の挿入が行われる。また、乗車バス停と降車バス停間の所要時間と挿入した乗車時刻から、最も早い到着時刻を算出し、そこに到着時刻の許容範囲であるゆとり時間を加算する。今度はこの到着時間の上限を超えない範囲で降車の挿入が行われる。

4 ケーススタディ

(1)千葉県成田市について

本稿では、千葉県成田市でケーススタディを行う。成田市は令和 3 年 3 月時点で人口 131,263 人、高齢化率は 23.7%である。成田市は現在、10 の統計地区に分かれており、その中でも成田地区・ニュータウン地区・公津地区の 3 地区で人口の 6 割以上を占めている。主要な医療施設や商業施設等もこの地域に集中している。

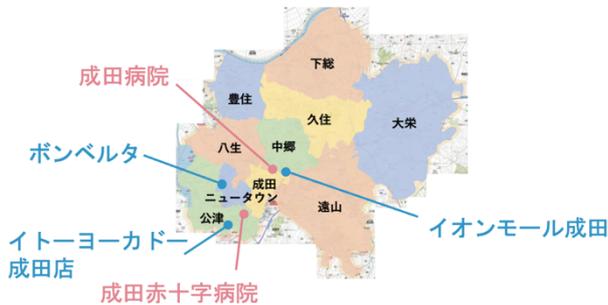


図 7 成田市の統計地区別地図

(2)成田市オンデマンド交通

成田市では 70 歳以上の高齢者を対象にオンデマンド交通を運行している。

以下は成田市の現在の運行状況である。現状の運賃は距離や乗車時間帯にかかわらず一律片道 500 円であり、時間帯に依らず常に車両 7 台で運行している。運行日は祝日を除く月曜から金曜で運行時間は 7:30-17:30 の 10 時間である。乗降場数は令和 3 年 3 月時点で 934 箇所ある。

表 3 成田市オンデマンド交通の運行状況

運賃	片道一律 500 円
対象者	70 歳以上の高齢者
運行日	月曜から金曜（祝日を除く）
運行時間	7:30-17:30
乗車定員	4 人×7 台
乗降場数	934 箇所（令和 3 年 3 月時点）

図 8 に 2019 年度の成田市オンデマンド交通の時間帯別乗車数・予約不成立件数を示す。9 時台、10 時台の乗車が多く、時間帯によって利用数に差があることがわかる。また、乗車数の多い時間帯ほど予約不成立件数も多い傾向がある。

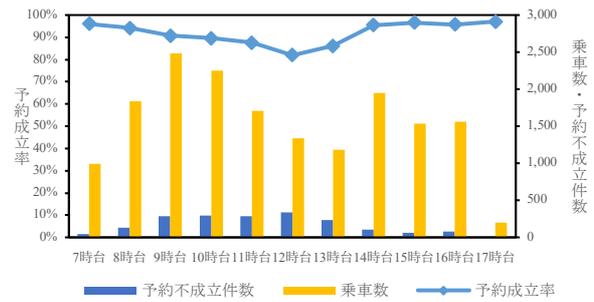


図 8 成田市オンデマンド交通の利用状況(2019 年度)

(3)シミュレーション概要

今回のシミュレーションでは、パーソントリップ調査に記録されている個人のうち、オンデマンド交通を利用できる 70 歳以上の高齢者(n=173)のトリップを使用した。その中でもさらに、帰宅・買い物・通院・その他私用目的であり、徒歩・自転車・路線バス・タクシー・二輪車・自動車を用いたものを対象としている。ここにオンデマンド交通の選択肢を追加した上で、需要予測シミュレータにてそれぞれのトリップに対し 1000 回のシミュレーションを行い、トリップごとにどの交通手段を選んだかを記録した。解析時間は成田市のオンデマンド交通の運行時間である 7:30-17:30 である。また、サービス水準シミュレータの待ち時間の上限は成田市オンデマンド交通の運行記録から 5 分、ゆとり時間は 10 分とし、需要予測シミュレータで得られたオンデマンド交通の需要数から、予約受率率や実際に発生すると考えられる待ち時間を記録した。

成田市の実際のオンデマンド交通運行実績データより、午前 9 時台と 10 時台の乗車数が多く、また 12 時台と 13 時台の乗車数が比較的小さいことが読み取れた。そこで運賃設定を表 4 のとおり 4 パターン設定した。Case1 は現行のまま片道一律 500 円で、Case2 から Case4 では 9 時台と 10 時台の運賃を 500 円ずつ増やし、12 時台と 13 時台の運賃を 300 円から 100 円ずつ値下げした。

表 4 運賃設定

Case1	現行（片道一律 500 円）
Case2	9・10 時台：1,000 円/12・13 時台：300 円
Case3	9・10 時台：1,500 円/12・13 時台：200 円
Case4	9・10 時台：2,000 円/12・13 時台：100 円

(4)パラメータ推定結果

表 5 に、最尤検定によって推定された特性変数のパラメータを示す。運賃や待ち時間など効用算出に対しネガティブな影響がある場合、パラメータの符

号は負になり、車の保有状況など効用算出に対しポジティブな影響がある場合、パラメータの符号は正になっている。また、オンデマンド交通の非効用パラメータの符号も負になっている。

表 5 パラメータ推定結果

特性変数区分	パラメータ
運賃(¥1,000 単位)	-0.793
乗車時間(10 分単位)	-0.286
アクセス距離(km 単位)	-0.437
イグレス距離(km 単位)	-0.208
待ち時間(10 分単位)	-1.333
自家用車保有ダミー	2.469
家族自動車保有ダミー	1.898
二輪車保有ダミー	1.492
自転車圏内ダミー	1.274
徒歩圏内ダミー	2.031
オンデマンド交通非効用パラメータ	-1.817

(5)シミュレーション結果

図 9 に Case1 から Case4 のオンデマンド交通の需要数を示す。9 時台と 10 時台の運賃を引き上げたことで、その時間帯のオンデマンド交通利用者が他の交通手段に移行したため、オンデマンド交通の需要数は減少している。また、500 円から 1,000 円になった場合の需要数の下がり幅が最も大きく、1,500 円や 2,000 円と上がるにつれて、需要数の下がり幅は減少していることがわかる。

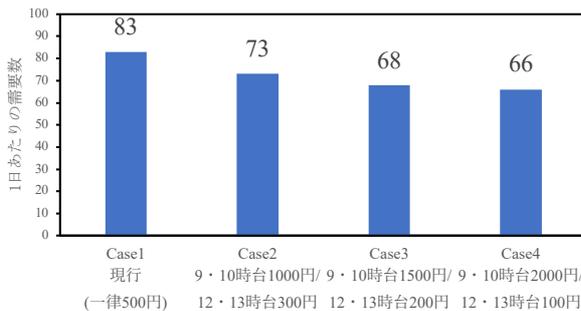


図 9 オンデマンド交通の運賃変更時の需要数

図 10 に時間帯別のオンデマンド交通の需要数を示す。9・10 時台の需要数の減少幅に比べ、12・13 時台の需要数の増加幅は少ない。そのため全体として、需要数が減少している。現行では、時間帯によって需要に大きなばらつきがあったが、運賃を変更することによってそのばらつきが抑えられ、需要が比較的平準化されたことがわかる。

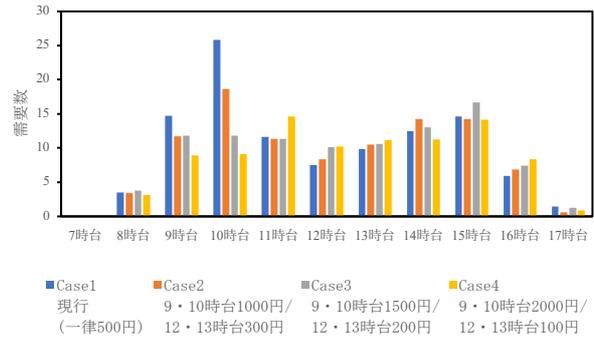


図 10 時間帯ごとのオンデマンド交通の需要数

図 11 に各運賃パターンの車両台数ごとの予約受理率を示す。現行の 7 台ではどのパターンでも予約受理率が 100%であったが、3 台以下になると現行と Case4 (9・10 時台 : 2,000 円/12・13 時台 : 100 円) の条件では予約受理率が 90%を切る予測となった。それ以外の 2 パターンでは車両数を 3 台にした場合でも予約受理率がおおよそ 90~95%であり、運行が十分可能であるといえる。

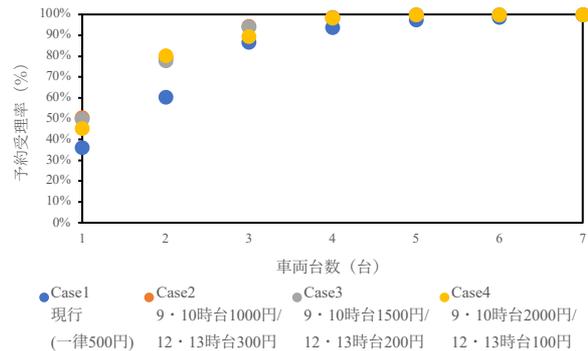


図 11 車両台数ごとの予約受理率

図 12 に、各パターンの車両一台あたりの売上を示す。オンデマンド交通の運行コストは自治体によって異なるため、売上により評価した。運行台数が減少するほど一台あたりの売上は増加しているが、図 11 に示した予約受理率と比較しながら限られた予算の中で便益を大きくするオンデマンド交通の運賃体系や運行車両数を検討できる。例えば、Case3 の 3 台の場合などは予約受理率を高く保ったまま 1 台あたりの売上は高い数値が示されていることが読み取れる。

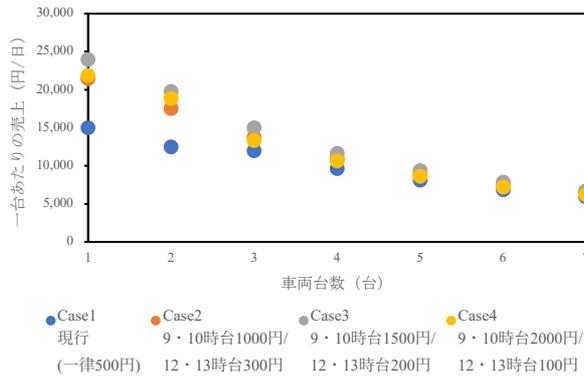


図 12 車両一台あたりの売上

5 まとめ

本稿では、利用者の行動変容による移動形態の変化をシミュレートし、オンデマンド交通の需要をマネジメントすることで車両の稼働率を高め、地方オンデマンド交通サービスの経済性の改善を検討できる方法を提案し、ケーススタディを行なった。

提案手法としては、非集計モデルを用いてオンデマンド交通を含む各交通手段の需要数を求めるシミュレータと、そこから得られたオンデマンド交通の需要から予約受率や運行車両台数などを算出するシミュレータの2つを組み合わせた。シミュレーションは、需要の多い時間帯の運賃を値上げし、反対に少ない時間帯の運賃を値上げすることで、オンデマンド交通の時間帯ごとの需要数のばらつきを抑えるという挙動を示した。また、運賃変更により、運行車両台数を現行の7台から4台や3台まで減らした場合でも予約受率を下げずに車両1台あたりの売上を高く保つ運行を検討できた。今回は、

ある時間帯のオンデマンド交通の運賃が変更された際に、別の交通手段に需要が移行するシミュレータを作成したが、時間帯を跨いでの移行は考慮していない。今後は、運賃を変更することで需要が多い時間帯から少ない時間帯へオンデマンド交通の利用者が映った場合の時間帯ごとの需要数を検討する。またその際には、通院など時間的な制約の強い目的の移動と、買い物等ある程度時間をずらすことのできる移動とを区別し、目的ごとに効用に違いが生じるよう工夫が必要となる。

文献

- 1) 鈴木 文彦:地方におけるオンデマンド交通の可能性と課題
- 2) 平井 直樹:過疎地域における交通サービス (地方版 MaaS) の現状 — EV 車や地域通貨を利用した事例
- 3) Nikhil Garg, & Hamid Nazerzadeh, Driver Surge Pricing, 2020
- 4) Peng Ye, et al., Customized Regression Model for Airbnb Dynamic Pricing, 2019
- 5) 塚口博司・塚本直幸・日野泰雄・内田敬・小川圭一・波床正敏, 『交通システム【第2版】』オーム社, 2016
- 6) 大橋健一・柳澤吉保・高岸節夫・佐々木恵一・日野智・折田仁典・宮腰和弘・西澤辰男, 『交通システム工学』コロナ社, 2009
- 7) 松尾康平:公共事業としてのオンデマンド交通運用水準の検討に関する研究, 修士論文, 2019
- 8) 森山昌幸, 藤原章正, 張峻屹, 杉恵頼寧:中山間地域における高齢者対応型公共交通サービスの需要予測モデルの提案, 土木学会論文集, No.786/IV-67, pp.39-51, 2005.
- 9) 石黒慧:オンデマンド交通ログデータを用いた電気バスの導入設計, 卒業論文, 2013

(2021.?.? 受付)

A Study on Transportation Demand Management by Fare Change for On-demand Transportation

Nayu YUYAMA · Kazuo HIEKATA

On-demand transportation is introduced as an alternative to unprofitable bus services, but in reality, the burden on municipalities increases as the number of users increases, and there is a possibility that the service will not operate as planned. Therefore, in order to maintain the sustainability of the project, it is necessary to prevent the concentration of demand on the on-demand transportation and to operate it at low cost. The purpose of this study is to propose a method to improve the economic efficiency of on-demand transportation services by managing demand through changes in the operation patterns of on-demand transportation services such as time-based fares. In the case study, the demand was estimated for each fare pattern, and the required number of vehicles and reservation acceptance rate were calculated for each case. As a result, we were able to quantitatively examine the operation plan that can reduce the fluctuation of demand by time period by changing the fare and can satisfy the mobility demand even if the number of vehicles is reduced.