

高利便性乗合タクシーのサービスレベル設定手法と計画支援技術の開発に関する研究

Research on Service Level Optimization Methods and Planning Assistive Technologies For the High-Convenience Shared Ride Taxi Service

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 37-126159 藤垣 洋平

Service level optimization methods and simulation system for the high convenience shared ride taxi service is developed. The simulation enables planners to visualize the situation of operation under given demand and operation strategy and calculate expected wait time. Optimization method considers the interaction between demand and expected wait time. Vicious and virtuous cycle is also analyzed by combining demand side and supply side models. Using the survey data in Ichinokura-Highland, a residential district in Tajimi city, the optimum fare and the number of vehicles for Ichinokura-Highland area are calculated, and the model describing when vicious and virtuous cycle starts are constructed.

1. 研究の背景と目的

1.1 研究の背景

日本では、地方部や郊外部を中心に路線バスの衰退が進んでいる地域があり、利用者の減少がサービスの削減に繋がり、さらにそれが利用者の減少につながるというような悪循環が生じていることも指摘されている。一方で、全国で高齢化が進んでおり、高齢運転者による交通事故件数も増加傾向にある。運転能力の衰えた高齢者に対して免許の返納を促す取り組みが各地で行われているが、公共交通の利便性が低い地域では自動車の運転を辞めると大幅に移動の自由度が下がるため、高齢者が運転を続けようとする傾向がある。橋本ら(2011)¹⁾の研究より、公共交通の利便性が高い地域ほど高齢者が自主的に免許を返納する傾向があることが示されており、また同時に「1時間に2本以上のバスの運行があるか否か」が「公共交通が充実していると感じるか否か」に大きな影響を与えるという結果が得られている。しかし、現状の路線バスや、自治体が高齢者等の移動手段確保を目的として運行する「コミュニティバス」や「乗合タクシー」は、数時間に1本といったような、高齢者が積極的に免許を返納できる水準ではないサービスの地域も少なくない。

1.2 研究の目的

本研究では、「公共交通の利便性が低く運転を辞めれば移動の自由度が大幅に下がる」と思い消極的に運転を継続している高齢者でも、自動車に多額の費用を費やしているという点に着目した。そこで、高利便性の乗合タクシーサービスを提供できれば、そのような高齢者等の消極的運転者が、そのままの出費で移動の自由度を下げることなく自動車の運転を辞められるのではないかと考えた。本研究では主に都市圏郊外部を対象にして、バスよりも高価格、高利便性の乗合タクシーサービスの実現性

検証と、その計画支援技術の提案を行うことを目的とする。計画支援技術としては、「サービス変数の最適化手法の提案」、「ビジュアル運行シミュレーターの構築」、「好循環・悪循環モデルの拡張とサービス設計への応用」の3つの技術および手法を提案し、さらに具体的に多治見市で行った調査データを用いた分析例を示していく。

2. 先行研究の整理と技術的な新規性

本研究で開発、提案を行う3つの計画支援技術の新規性を、関連する先行研究と比較しながら述べる。

サービス変数と需要の関係に関しては、森山ら(2005)²⁾や高野ら(2012)³⁾が中山間地域の公共交通の需要予測モデルを構築、適用している。本研究では、都市圏郊外を想定した高利便性サービスに対応したモデルを構築する点が特徴である。また、先行研究では需要と供給の相互関係について扱っているものは非常に限られている。本研究では需要モデルと供給側のシミュレーションを組み合わせ、乗合タクシーの利用者増減と待ち時間増減のフィードバック関係を考慮した分析を行う点も特徴である。

ビジュアル運行シミュレーターについては、坪内ら(2010)⁴⁾が自身の開発した配車アルゴリズムの評価ができるシミュレーターを構築しているが、運行の様子を分かりやすく可視化するという点に関しては改善の余地が大きい。本研究では、様々な主体が計画に参加できるように、仮定した条件下での運行の様子を可視化するとともに、シミュレーター利用者がパラメータを容易に操作できるシステムを構築するという点で新規性である。

悪循環・好循環分析については、Asaf Bar-Yosef ら(2013)⁵⁾が待ち時間を用いた循環モデルを作成しており、また松島ら(2004)⁶⁾は確定的な効用を用いたモデルを作成している。料金を含んだ確率的需要モデルを用いた循環モデルを提案する点が本研究の新規性である。

3. タクシー型公共交通の可能性に関する基礎分析

3章では、自家用車に掛る費用と、自家用車での移動をすべてタクシーに転換した場合に掛る運賃を比較する。それにより、現行のタクシー運賃であっても、自家用車に掛る費用と近い費用で全ての移動をタクシーに転換できる層が存在するかを検証する。

3.1 自動車保有費用の推計

まず自動車の保有費用を、広島市民（楽天リサーチ株式会社のモニター）に対する Web 調査（2013年3月実施）に基づいて推計した。回答者数は600人で、性年齢階層別の回答者数の構成比が広島市の人口構成とほぼ同じになるよう調整を行っている。費用項目と算出方法について述べる。燃料費と保険料については、それらの費用が月額でどの程度掛っているかという質問への回答を使用している。駐車場料金は、対象とする自動車のために有料駐車場を借りている場合はその料金を質問しており、その回答を使用した。車両本体価格は、車両を10年（120か月）使用すると仮定して、車両本体価格の質問への回答を120で割った値を月額費用とみなして算入している。自動車税については、車両の排気量の質問への回答に基づき、広島市が公開している税額表に則り算出した。高齢者についての集計結果を図1に示す。

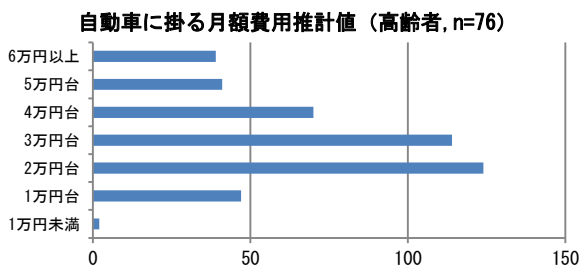


図1 自動車に掛る月額費用の推計値の分布

3.2 全移動をタクシーに転換した場合の運賃

全移動をタクシーに転換した場合のタクシー運賃については、平成17年度道路交通センサスオーナーインタビューOD調査を用いて、65歳以上の高齢者が所有する自動車の全移動をタクシー運賃に換算した。また、対象地域は、都市圏内で距離別のタクシー運賃に大きな差が無い東京都市圏の1都3県を対象として計算を行った。各トリップでの移動距離（ L_i と置く）から費用（ c_i と置く）を計算する方法としては、首都圏のタクシー運賃を参考に、次のような式を適用した。

$$c_i = (L_i - 2000) \times \frac{90}{300} + 710 \quad (L_i > 2000 \text{ のとき})$$

$$c_i = 710 \quad (L_i \leq 2000 \text{ のとき})$$

さらに、(平日の平均値) × 22 + (休日の平均値) × 8 で月額推計値に変換した。また、1日のタクシー料金換算が合計1万円（約30km相当）以上の運転者はどの都県でも全体の3～5%に過ぎないため、除外した上での平均値（高額除外平均値）も算出した。計算の結果を表1に示す。高額除外平均値は5万円程度以内になり、先ほどの分析から自動車の維持保有費用は2万～4万円/月となる場合が多いことから、自動車と桁違いではない、近いコストにてタクシーへ転換可能な層が存在する可能性が示唆される。

表1 自動車移動をタクシーに置き換えた場合の運賃

	平均値	高額除外平均値
埼玉	¥153,837	¥57,491
神奈川	¥115,389	¥51,122
千葉	¥155,350	¥67,545
東京	¥73,717	¥27,682

4. サービス変数設定に関する理論的枠組みの提案

4章では、サービスの仮定について述べた上で、均衡分析と、均衡概念を用いた利益最大化手法を提案する。

4.1 サービス条件の整理

需要に合わせて運行時刻と経路を柔軟に変える乗合タクシーを、本研究では待ち時間の観点から「条件保証型サービス」と「ベストエフォート型サービス」の2種類のサービスに分類する。「条件保証型サービス」は、事前に平均的な待ち時間や運行時刻の目安を提示して、それを守れるように投入台数を調整するものと定義する。利用者は、事業者から提示された待ち時間を参考にして利用するか否かを考える。一方で、「ベストエフォート型」のサービスは、事業者が運行する台数は一定で、利用者数によって待ち時間が大きく変動するものである。このサービスでは利用者はその時点での待ち時間を参考にして、利用するか否かを決めるものとする。一般的に、利用者が多いほど待ち時間は長くなるため、利用者増大は利用者が減る方向に作用する可能性があり、同様に利用者の減少は待ち時間の減少を通して、利用者が増える方向に働く可能性がある。このような利用者増減と待ち時間増減のネガティブフィードバック関係によって到達すると考えられる利用者数を、本研究では「均衡利用者数」と定義する。なお、フィードバックの繰り返しにより均衡利用者数に到達するのは「ベストエフォート型」の場合だけであるが、「条件保証型」の場合でも、供給側が均衡利用者数を達成できる料金を知っていれば、同じ均衡状態を達成することが理論的には可能である。

4.2 均衡利用者数と均衡待ち時間

続いて、均衡利用者数と均衡待ち時間の導出方法の詳細を述べていく。均衡利用者数、均衡待ち時間を具体的に導出するためには、対象地域の乗合タクシーサービスの需要関数とパフォーマンス関数を求める必要がある。需要関数は、平均待ち時間と料金等その他の変数で利用者数を説明する関数である。例えばロジットモデルなどの選択モデルを需要関数として用いることができる。パフォーマンス関数は、利用者数で平均待ち時間を説明する関数である。台数ごとに異なる関数となる。実際に運行が始まっている地域であれば、実績値に基づいて算出することもできるが、運行開始前の計画段階では、シミュレーションを用いて推計する必要がある。需要関数とパフォーマンス関数は、料金など他の需要関数の変数と、パフォーマンス関数に影響する台数を固定すれば、図2のように共に利用者数—平均待ち時間平面の関数として表現することができる。両者の交点を、均衡待ち時間、均衡利用者数と定義する。

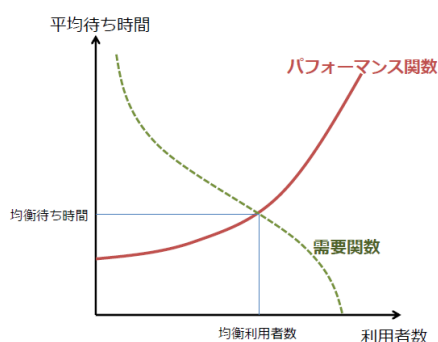


図2 需要関数・パフォーマンス関数の概念図

4.3 均衡利用者数を用いた利益の最大化

均衡利用者数を用いることで、利益が最大となる料金を導出できる。均衡利用者数は料金、台数ごとに求まるものなので、均衡利用者数を料金、台数の関数として表現することができる。台数 n と料金 f の関数で表された均衡利用者数を $p(f, n)$ と置く。この均衡利用者数に料金を掛けることにより、均衡時の収入額 (R と置く) が次のように計算できる。

$$R = f * p(f, n)$$

ここで得られた収入額から、1台あたり運行経費 (c と置く) と台数の積を引くことにより、利益 (U と置く) は次のように計算できる。

$$U = f * p(f, n) - nc$$

以上のような方法により利益 U が f, n の関数として表現できるので、この関数を f, n について最大化すれば、利益の最大化が図れる。

4.4 均衡利用者数を利用した循環モデル

続いて、好循環や悪循環の分析手法と、それらの分析に均衡利用者数の概念を利用する方法について述べる。4.2節の均衡分析では、料金と台数を固定した上での利用者数と待ち時間の相互作用について考えたが、本節の循環モデルでは、事業者が料金や台数を一定利益率が保てるように変更する行動と、利用者数の増減の相互作用を考える。ここでの悪循環とは、利用者減少がサービス削減につながり、それが更なる利用者減少につながる循環であり、好循環は逆に利用者増加がサービス向上につながり、それが更なる利用者増加をもたらすという循環である。本研究では「循環モデル」を、「サービス水準をもとにした利用者行動と、利用者数に基づいた事業者のサービス水準調整行動を仮定した際に、好循環・悪循環となる利用者数の範囲と、均衡する人数を定量的に記述する一連の数理モデル」と定義する。先行研究から、同じ潜在利用者数、同じ行動基準でも、複数の状態に行き着く可能性があることが分かっている。そのため、循環モデルを通して意図的に初期値を変化させることの意義を確認できるとともに、初期サービスレベルをどの程度以上にすれば好循環に乗るかを検討することができる。事業者の特徴の仮定としては、民間事業者で需要調査は行わずに現状の利用者数だけを参考に運賃や台数を改定する「近視眼的事業者」か、行政主体のサービスで、補助額を一定として、利用に合わせてサービスを調整するという方針の場合で成り立つと考えられる。

循環モデルでの利用者行動の記述方法として、前節で導出した均衡利用者数を利用できる。料金を定めれば均衡利用者数が定まるため、事業者が料金を変更することでサービスを調整すると仮定した場合の循環モデルでは、ある期の料金を与えればその期末の利用者数が均衡利用者数になると考えることができる。この導出方法では、 t 期の利用者を $X(t)$ 人と置き、事業者が利益率 r を維持するよう料金を変更すると仮定すると、4.3節と同様の表記を用いて $X(t)$ と $X(t+1)$ の関係を次のように表せる。

$$X(t+1) = p\left(\frac{(r+1)nc}{X(t)}, n\right)$$

5. ビジュアル運行シミュレーターの開発

マルチエージェントシミュレーションプラットフォーム *artisoc* を用いて、乗合タクシーの運行シミュレーションを構築した。需要と運行パターンが相互に影響しあうという乗合タクシーの特性を表現するためにマルチエージェントシミュレーション手法を用いている。乗客と車両をエージェントとして生成し、それらが地図上で動

く様子を可視化するとともに、待ち時間などの指標を時系列グラフで表示することができる。さらに、台数や需要などの指標をコントロールパネル上のスライドバーやボタンを用いて容易に変更できるようになっている。神奈川県二宮町で運行されているデマンドタクシーを対象に構築したシミュレーター画面の例を図3に示す。なお、背景地図は OpenStreetMap⁸⁾ を用いている。

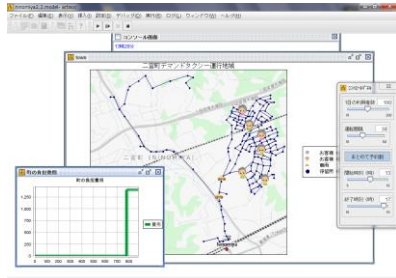


図3 運行シミュレーターの画面の例

6. 多治見市を対象としたケーススタディ

6.1 対象地域と想定するサービスの概要

岐阜県多治見市の市之倉ハイランドという住宅団地を対象として行った利用意向調査をもとに、4章で提案した均衡分析、最適化手法、および循環モデルを用いた計算例を示していく。また、その過程において5章で示したシミュレーターを用いる。対象地域は、岐阜県多治見市の中心市街地の南側に位置する、丘陵部の住宅地である。多治見駅や中心市街地までは自動車では約15分程度である。中心市街地と市之倉ハイランドの間には郊外型商業施設も立地している。近年高齢化が進んできており、60代前後の人口が男女とも多くなっている。この市之倉ハイランドの居住者を対象にして、仮想の乗合タクシーサービスを想定して利用意向調査を行うとともに、そのサービスを対象とした分析を行った。想定するサービスでは、図4に示す施設と地区を結ぶ運行を行なうものとした。対象施設と、対象エリア内に50~100m毎程度に設置されたミーティングスポットから乗降できるものとして調査と分析を行っている。なお、今後の分析で扱うサービスは、全て1週間単位での定額制サービスとする。

6.2 調査概要

乗合タクシーの利用意向と、調査票記入日までの1週間の自宅を発着地とする対象地域内の移動について何回調査を行った。1世帯当たり2名分の調査票を入れた封筒を投函し、郵送で回収した。主な利用者層と考えられる高齢の方の回答を得るため、3人以上の世帯ではできるだけご年配の方に回答していただくようお願いした。配布期間は2013年10月28日~31日で、回答期限は

11月10日とした。配布部数は1,080部で、ほぼ全戸へ配布を行った。回収部数は、161世帯245人であった。

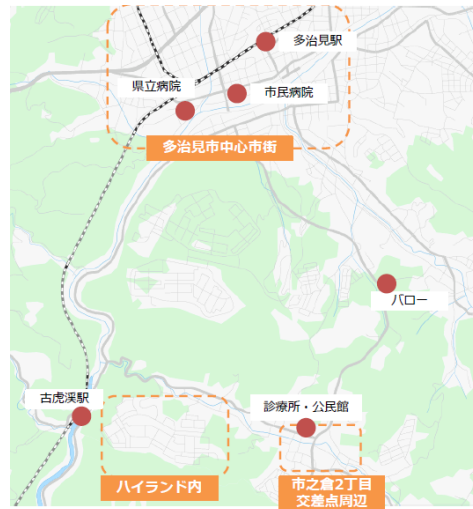


図4 想定する乗合タクシーのサービス対象地域

(背景地図: OpenStreetMap⁸⁾ © OpenStreetMap への協力者)

6.3 需要モデルの推定

定額制サービスに加入するか否かを選択する2項ロジットモデルを構築する。説明変数は待ち時間と料金とした。また、全てのサービスに利用意向を示さなかった回答者が全体の57%を占めているため、それらの「全てのサービスに利用意向を示さなかった回答者」を「固定層」、「1つ以上のサービスに利用意向を示した回答者」を「選択層」として、選択層を対象にしたモデルを構築した。選択モデル推定に用いた選択層は105人であり、各回答者が5水準について回答しているので、525回分の選択結果を用いてモデルを推定している。この後の利用者推計の際は、選択層割合0.43を対象人口に掛けて、その選択層に対してモデルを適用する。効用関数は、加入する場合の効用を U_{use} 、加入しない場合を U_{notuse} 、平均待ち時間を t (分)、料金を f (円)としたときに、下式のようなものとしてモデルを推定している。モデルの推定結果を、表2に示す。全てのパラメータが1%有意となっている。また、自由度調整済み尤度比は0.43となり、十分に説明力があるモデルであると言える。

$$U_{use} = b_t t + b_f f + \varepsilon_1$$

$$U_{notuse} = b_c + \varepsilon_2$$

表2 加入選択モデルのパラメータ推定結果

変数名	パラメータ	t値
待ち時間(分)	$-7.62 \times 10^{-2**}$	-3.11
料金(円)	$-1.25 \times 10^{-3**}$	-7.95
定数項	$-5.04**$	-5.22

** : 1%有意

6.4 多治見市を対象とした運行シミュレーターの構築

対象エリアで想定しているサービスの運行シミュレーターを、5章で述べた方法で *artisoc* を用いて構築した。運行方法は、図4にあるように円形に近い道路網があり、周囲に乗降対象地区と施設があるという特徴を踏まえ、環状運行を基本とした運行ルールとした。右回り、左回りを同じ台数だけ運行し、各地区や施設に乗降者がある場合のみ立ち寄るものとしている。中心市街地内、団地内の巡回路は巡回セールスマン問題 (TSP) の近似解法を適用し、乗降客がいる地点間を結んでいる。なお、これ以降での台数の表記は1方向あたりの台数で表示する。このシミュレーターは、実際には運行されていないサービスで、利用者の時空間的分布と待ち時間の関係を推計する目的で使用している。

6.5 サービス案の比較

続いて、複数のサービス水準の組での収支額を推計し比較を行うとともに、利益が出るサービスが存在するか否かを確認する。ここからの分析では、サービス変数として「平均待ち時間」と「料金」に着目する。比較対象とするサービス案は、利用意向を調査で直接聞いている5案のうち、特に利用の少ない2案を除いたものである。対象案の待ち時間、料金設定を表3に示す。ここでは、人口比5%以上の回答率が得られた40~80代を対象に、各サービスで利用意向を示した回答者のトリップを性年齢別の拡大率で拡大したトリップ数が各施設・ゾーン間で発生すると仮定して、実際に運行をシミュレーションした。その上で、各必要台数の場合で実際はどの程度の平均待ち時間になるかを算出し、提示した待ち時間を超えない実現可能な最低台数を求めた。また、1台あたり運行経費は既存の乗合タクシーの事例⁷⁾を参考に月50万円として推計した。収入額は利用意向調査で得られた利用率をもとに推計している。推計結果を表3に示す。3案のうち、案2,3で利益が出るという推計結果を得た。

表3 サービス案比較結果 (収入、支出、利益は月額)

	案1	案2	案3
待ち時間	10分	20分	30分
料金(週)	5,000円	2,500円	2,500円
必要台数	各方向4台	各方向4台	各方向3台
収入推計値	1,480千円	4,910千円	3,050千円
支出	4,000千円	4,000千円	3,000千円
利益推計値	-2,520千円	910千円	50千円

6.6 均衡利用者数の導出

4章で定義した均衡利用者数を、多治見市の調査データをもとに具体的に計算する。パフォーマンス関数は、

シミュレーターで計測した結果から、最小二乗法で指数関数近似した関数を用いている。なお、ここでは定額制サービス加入者数とトリップ数が比例すると仮定して、上記の案2の場合のOD分布を基準にトリップ数を0.1倍刻みで変化させながらシミュレーションで待ち時間の測定を行い、トリップ数と加入者数が比例するという仮定からトリップ数と加入者数を対応させ、加入者数と待ち時間の関係を測定した。需要関数は6.3節で述べた需要モデルを用いている。料金ごとの均衡利用者数(加入者数)を数値計算で求めた計算結果を、図5に示す。

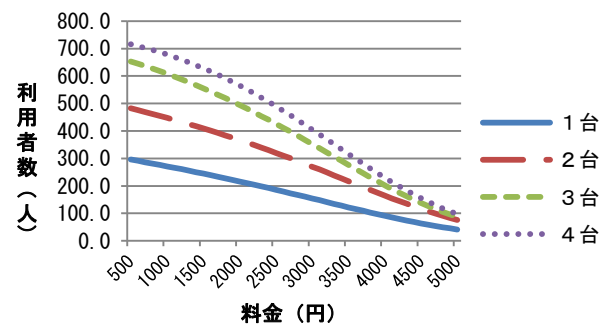


図5 料金と均衡利用者数の関係

6.7 利益が最大となるような料金の導出

図5の料金ごとの均衡利用者数に、料金を乗じて収入を計算し、さらに先ほどと同様の1台あたり50万円の経費を引いて利益を推計した。料金ごとの均衡時利益を計算した結果を図6に示す。この計算結果から、台数が1方向あたり3台で、料金が2700円程度の場合に利益が最大となることが分かる。なお、この時の定額制加入者数は400人程度である。

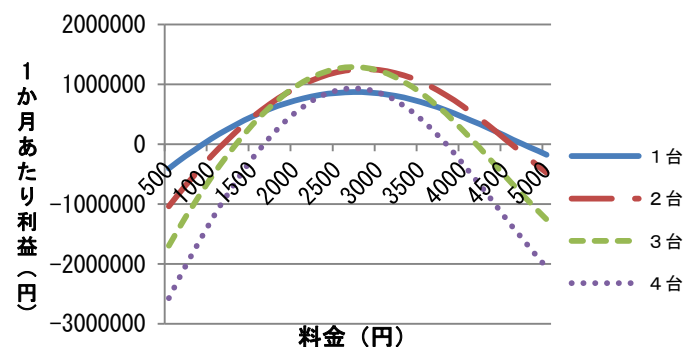


図6 料金と均衡時利益の関係

6.8 好循環・悪循環分析

最後に、好循環・悪循環分析モデルと、それを用いた段階的なサービス設計手法について述べる。利用者行動は、待ち時間と料金を説明変数に含んだ選択モデルに従

うものとし、また各期末までに均衡利用者数・均衡待ち時間になるよう選択を繰り返すものとする。事業者のサービス調整行動は、利益率 20%を見込んだ 60 万円×台数を、 t 期の利用者数で割った金額を $t+1$ 期の料金として設定するものとする。 t 期の利用者数を $X(t)$ と置き、以上の仮定を用いて計算した $X(t+1)$ と $X(t)$ の関係（これを利用者数漸化式と定義する）を、Asaf Bar-Yosef ら⁵⁾の分析手法を参考にグラフで表現したものを図 7 に示す。45 度線より上方が、期が進むにつれて利用者が増える好循環の領域である。台数が少ないほど好循環に入る点は早い、高位の安定均衡点は 1~3 台では台数が大きくなるほど高くなることが分かった。

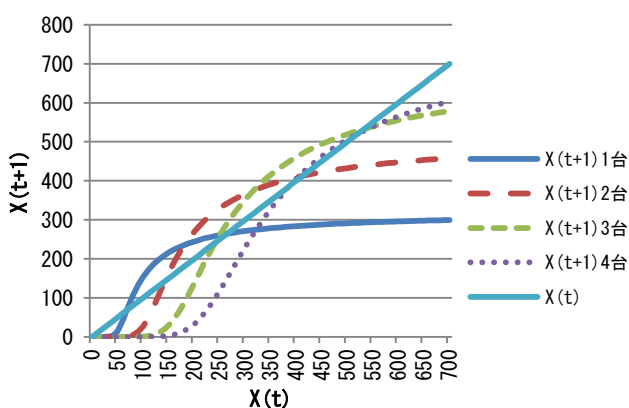


図 7 調査結果をもとに計算した利用者数漸化式

最後に、利用者数漸化式を応用した段階的なサービス設計方法について述べる。この設計方法は、小規模事業者や行政、住民組織が、段階的に高いサービスを目指す際に活用できると考えられる。段階的なサービス設計方法として、台数が各方向 1 台の状態から始めて、台数を次の法則で変化させることを提案する。

- [1] $X(t-1) < X(t)$ であれば値下げを行う
- [2] $X(t-1) > X(t)$ となった場合、 $t+1$ 期に 1 台増車
- [3] 一度[2]の条件で増車した結果 $X(t-1) > X(t)$ となった場合は、 $t+1$ 期に 1 台減車する

以下にサービスの段階設計の例を示す。最初の 1 期には、3,750 円/週、1 方向当たり 1 台でスタートする。そこから、260 人程度に達するまで利用者増と値下げを繰り返すことができる。260 人程度で[2]の条件から 2 台に増車すると、410 人程度に達するまで好循環で進むことができる。続いて 410 人程度で[2]の条件から 3 台に増車し、同様に 530 人程度に達するまで同様に進むことができる。530 人程度で[2]の条件から 4 台に増車するが、利用者は減少してしまい、[3]の条件で 3 台に戻り 530 人程度で安定すると考えられる。

7. 結論と今後の課題

本研究では、高品質公共交通サービスの提案と実現可能性の検証として、自動車保有費用と同じ程度でタクシーへ転換可能な層が存在する可能性を示すとともに、多治見市を対象にした需要調査と運行シミュレーションから収支の推計を行い、乗合タクシーの採算が取れるという推計結果を得た。また、視覚的に運行の様子が理解できるシミュレーターを構築するとともに、利用者増減と待ち時間増減の相互作用を考慮した運賃と投入台数の最適化手法を提案し、実際のデータを用いて計算を行った。最後に、運賃を考慮した好循環・悪循環分析手法を提案し、6 章で計算例を示すとともに、段階的なサービス改良計画の考え方を示した。今後の課題としては、需要モデルの精緻化や、シミュレーションでの運行方法の高度化などが挙げられる。

謝辞

本研究で構築した運行シミュレーションは、株式会社構造計画研究所より教育目的による無償貸与サービスを利用して借用した *artiso academic 3.0* を使用しています。多治見市での調査にあたっては、株式会社コミュニティタクシーの岩村様大変お世話になりました。また、多治見市市之倉ハイランドにお住いの方々、楽天リサーチモニターの方々には、貴重なお時間を頂き調査にご回答いただきました。ご厚意に感謝いたします。

参考文献

- 1) 橋本成仁, 山本和生: 居住地特性から見る運転免許返納者の特性把握, 都市計画論文集46(3), 769-774, 2011.
- 2) 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, 2005.
- 3) 高野徳泉, 森本章倫: デマンド交通における利用者数の実測と予測の乖離に関する研究, 土木学会論文集D3 (土木計画学), Vol.68, No.5 (土木計画学研究・論文集第29巻), 2012.
- 4) 坪内孝太, 大和裕幸, 稗方和夫: オンデマンドバスの導入設計シミュレータの開発と評価, 人工知能学会論文誌, Vo.25, No.3, 2010.
- 5) Asaf Bar-Yosef, Karel Martens, Itzhak Benenson: A model of the vicious cycle of a bus line, *Transportation Research Part B* vol.54, pp37-50, 2013.
- 6) 松島格也, 小林潔司: 手段補完性を考慮したバス市場構造の分析, 土木学会論文集No.765, p115-p129, 2004.
- 7) 国土交通省 総合政策局 交通計画課: 地域公共交通の活性化・再生への事例集より「石巻市(宮城県): いない号 地域住民の経費一部負担による乗合タクシーの導入」
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/pdf/014_ishinomaki.pdf (2014年1月28日閲覧)
- 8) OpenStreetMapへの協力者: OpenStreetMap
<http://www.openstreetmap.org> (2014年1月23日閲覧)