

# バストリガー制導入のための 需要予測モデルと契約成立条件

溝上 章志<sup>1</sup>・円山 琢也<sup>2</sup>・梶原 康至<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 熊本大学教授 大学院自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)  
E-mail:smizo@gpo.kumammoto-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 熊本大学准教授 政策創造研究教育センター (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)  
E-mail:takumaru@gpo.kumammoto-u.ac.jp

<sup>3</sup>学生会員 熊本大学大学院自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)  
E-mail:l15d8806@st.kumammoto-u.ac.jp

バス事業者と利用者が新たなサービス改善の取組による採算ラインを予め設定し、それを下回った場合には事業者はその取組を止めるという契約に基づき、バス運賃の値下げや路線新設などを行うバストリガー制が注目されている。本研究では、バストリガー制度を維持するために利用者の中で働くと考えられる他者の行動結果を考慮した交通手段選択モデルを構築する。そのために、利用者が契約維持に協力しなければトリガーが引かれるというバストリガー制を想定した手段選択SP調査を設計・実施した。さらに、トリガー制度導入前の運賃収入という従来の目標ラインに代わって、利用者増に対応した費用増をも考慮した収益費に基づく契約方式の提案を行う。

**Key Words :** bus trigger system, glable social interaction model, contract condition

## 1. はじめに

熊本市は、将来にわたって利便性の高いバスサービスを提供するため、熊本市地域公共交通連携計画を策定し、バス路線網再編や利用促進策のためのMMなどを実施してきた<sup>1)</sup>。しかし、バス利用者の減少に歯止めがかからないのが現状であり、利用者の減少は交通事業者に新たな利便性向上策の展開を躊躇させ、バスの減便や路線廃止などの利便性低下を招き、これにより利用者が更に減少するという悪循環に陥っている。この流れを断ち切り、交通事業者が積極的な利用促進策を展開できる状況をつくっていくことが求められている。

このような中、行政の仲介のもと、バス事業者と利用者が新たなサービス改善の取組による採算ラインを予め設定し、それを下回った場合には事業者はその取組を止める(トリガーを引く)という契約に基づき、バス運賃の値下げや路線新設、運行ダイヤの増便などを行うバストリガー制が注目されている。この制度は、交通事業者にとっては事業展開の実効性を高めるとともに、期待した効果が得られなかった場合は利用者とのリスクを分け合うというメリットがある。一方、利用

者にとっては、積極的かつ継続的にバスを利用するという一定の責任を担う代わりに、利便性の向上を享受できるメリットがある。つまり、事業者と利用者の両者が努力・責任・リスクを担いつつ、双方に利点があるwin-winの関係により成立する制度である。

このような制度を導入したときの需要予測には手段選択に対する通常の意志決定とは異なり、周りの人がバス利用に協力するなら自分も協力しようといったバンドワゴン効果が発生するなど、社会的相互作用の影響を考慮する必要がある。また、北陸鉄道と金沢大学との間で導入された金沢バストリガー契約では、利用者が増加して目標収入ラインを上回る結果となったものの、事業者はバスの増便などによる支出が増大し、結果的にバストリガー契約導入前よりも収支が悪化したために、契約の破棄を求められているといった状況にあり、バストリガー契約のあり方も問われている。

本研究では、以下を目的としている。

- 1)バストリガー制度を維持するために利用者の中で働くと考えられる他者の行動結果を考慮した交通手段選択モデルを構築する。
- 2)そのために、利用者が契約維持に協力しなければトリガーが引かれるというバストリガー制を想定した手

段選択SP調査の設計と実施を行う。

3) トリガー制度導入前の運賃収入という従来の目標ラインに代わって、利用者増に対応した費用増をも考慮した収益費に基づく契約方式の提案を行う。

## 2. 社会的相互作用を考慮した二項選択モデルと均衡方程式

### (1) 社会的相互作用を考慮した手段選択モデル

社会的相互作用を計量的に分析する代表的アプローチは、ローカルインタラクションモデルとグローバルインタラクションモデルに大別される。グローバルインタラクションモデルでは、準拠集団構成員間の個別の相互作用を明示的に考えず、準拠集団の平均的行動を代理変数として用いて相互作用の影響を記述する。従って、今回のバストリガー制度におけるバンドワゴン効果のような社会的相互作用を分析する場合には、このグローバルインタラクションモデルの方が適切である。

本研究では、個人の選択行動を表現するのに、ランダム効用理論の枠組を用いて社会的相互作用を明示的に考慮する二項選択モデルを採用する。このモデルは Manski<sup>2)</sup> が提唱した社会的相互作用モデルを、Brock & Durlauf<sup>3),4)</sup> が離散選択行動の枠組で再定式化したものである。このモデルについて、以下に福田<sup>5)</sup> を参考に簡単に説明する。

$\omega_i$  を行動主体  $i$  の選択結果を示す二項変数とし、代替案 1 を選択した場合に  $\omega_i = +1$ 、代替案 2 を選択した場合に  $\omega_i = -1$  の値をとるものとする。また、各行動主体の効用を以下のような三つの項からなる線型加算型の関数を用いて特定化する。

$$V(\omega_i) = u(\omega_i) + S(\omega_i, m_i) + \varepsilon(\omega_i) \quad (1)$$

ここで、 $u(\omega_i)$  は個人の私的動機だけに依存する確定効用項、 $S(\omega_i, m_i)$  は構成員全体の選択結果に基づく効用項、いわゆる社会的相互作用項、 $\varepsilon(\omega_i)$  はランダム項である。ランダム項は、全ての構成員において独立かつ同一のガンベル分布に従うと仮定する。

社会的相互作用項を  $S(\omega_i, m_i) = J\omega_i m_i$  と仮定すると、行動主体  $i$  が行動  $\omega_i$  を選択する確率は、 $\beta$  をランダムスケールパラメータとする以下のような二項ロジットモデルで表される。

$$P(\omega_i) = \frac{\exp[\beta(u(\omega_i) + J\omega_i m_i)]}{\sum_{v_i \in \{-1, 1\}} \exp[\beta(u(v_i) + Jv_i m_i)]} \quad (2)$$

$J$  は正のパラメータであり、ここでは全ての主体に共通の値としているが、これは相互作用の影響度が全ての主体で同一であることを仮定している。

### (2) 集合行動の均衡方程式

個人効用  $u(i)$  を

$$h+k = u(+1), \quad -h+k = u(-1) \quad (3)$$

のように、 $\omega_i$  の値に依存する項  $h$  と個人属性項  $k$  に分離する。このとき、主体  $i$  に対する  $\omega_i$  の期待値は次式のように表される。

$$E[\omega_i] = (+1) \cdot \frac{\exp[\beta(h + Jm_i)]}{\exp[\beta(h + Jm_i)] + \exp[-\beta(h + Jm_i)]} + (-1) \cdot \frac{\exp[-\beta(h + Jm_i)]}{\exp[\beta(h + Jm_i)] + \exp[-\beta(h + Jm_i)]} \quad (4)$$

ここで、全ての行動主体が合理的期待を形成し、各主体が集団全体の行動シェアに対して抱く主観的期待が数学的な客観的期待値に一致すると仮定する。さらに、主体  $i$  の主観的期待の集団  $j$  に対する対称性を考慮すると、式(4)は次式のように表される。

$$E[\omega_i] = \tanh(\beta h + \beta J(I-1)^{-1} \sum_{j \neq i} E[\omega_j]) \quad \forall i \quad (5)$$

ここで、 $I$  は準拠集団の構成要員数である。すべての主体  $i$  に対してこの式が成立するのは、この期待値が対象とする集団の平均的な選択行動結果である選択シェア  $m^*$  に一致する場合だけであることが知られており、 $m^*$  が表す均衡方程式は下記のように導出される。

$$m^* = \tanh(\beta h + Jm^*) \quad (6)$$

ここでは個人の選択結果である  $\omega_i$  を  $+1$  と  $-1$  で表しているの、社会的均衡状態において、 $m^*$  は準拠集団の中で選択肢 1 を選択する主体の比率が  $p^*$  のとき、 $m^* = 2p^* - 1$  となる変数である。

## 3. バストリガー制の導入を想定したSP調査

### (1) 類似研究

本研究と同じく、バストリガーの導入可能性について検討を行っている研究には原ら<sup>6)</sup> の研究がある。以下では、彼らの研究方法を簡単に説明した後、本研究との違いを示す。

彼らの提案した需要予測モデルは、グローバルインタラクションモデルの概念に沿った準拠集団の平均的行動のシェア予想確率モデルと、シェア予想確率の推計値を社会的相互作用項とした手段選択モデルによって構成されている。後者のモデルには、限定合理性

を記述するためにプロスペクト理論を援用しているのも特徴である。2つのモデルによる均衡解は、政策導入によって変化するLOS変数を両モデルに代入して、両者が収束するまで繰り返し計算を行って求めることになる。

以上の2つのモデルを推定するためのデータを得るために、通勤・通学先の最寄り駅からのイグレス手段にバスと自転車が利用可能である場合を想定し、学生を対象とした交通手段選択ゲーム実験を行っている。実験は大きく2つに分かれており、調査(B)では、全員に共通の仮想的な状況下での交通手段選択のSP調査とシェア予想ゲームを、また調査(C)では、バストリガー制度の説明をした後に、バストリガー制度を維持していくための目標シェアを掲示し、調査(B)と同様のSP調査とシェア予想ゲームを行っている。ただし、バストリガー制度維持のための目標シェアの設定方法については記述がない。

## (2) バストリガーを想定した SP 調査の概要

バストリガー制度導入時における集団レベルでの意思決定が個人の意志決定に及ぼす効果を検証する。ここで収集するデータは、実際にも自転車とバスが利用されている熊本大学から熊本交通センター（距離3.5km）間に、バスバトリガー制度が導入された場合の選好に対して、学生を対象に行った図-1 に示すような Web を用いた SP 調査データから得ている。バストリガー導入を想定した SP 調査の手順を図-2 に示し、以下に解説する。

Step-1：被験者には熊本交通センターから熊本大学までバスか自転車のいずれかの選択肢を用いて通学している状況を想定してもらおう。

Step-2：このとき、現在の両手段の LOS（バスは料金190円、所要時間20分、運行間隔10分、自転車は所要時間30分、駐輪場料金100円）を示し、どちらを利用するか、あるいははしているかの選択を聞いた。

Step-3：バスに対しては、表-1 に示すように、所要時間と料金と運行間隔の3要因について3水準を設定し、実験計画法によって各属性を直交させた表-2 に示す9つのプロフィールを作成した。

Step-4：これらの9つのプロフィールを、重複無く、ランダムに順次、被験者に提示し、バスか自転車のいずれを選択するか回答してもらった。併せて、各プロフィールごとに、バスを利用する人が何%いるかを被験者に予想してもらっている。

Step-5：この選択結果を集計し、利用率を算出する。

Step-6：以上の手順を、バストリガー制度の内容と意

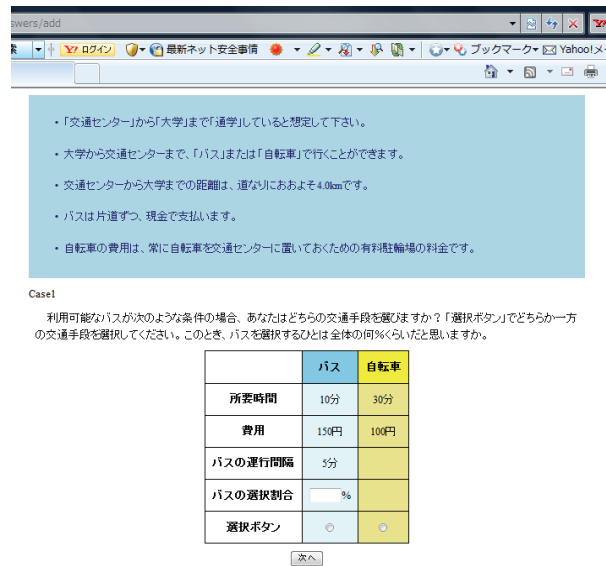


図-1 Web アンケートの画面

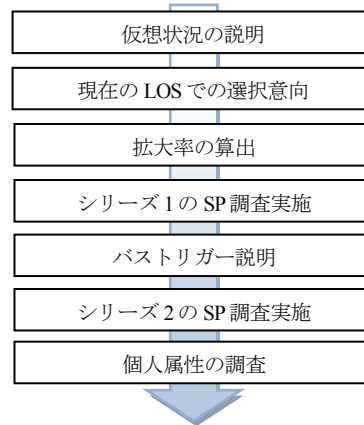


図-2 SP 調査の手順

表-1 3 要因 3 水準のバスサービスレベルの設定

要因 水準	所要時間 (分)	費用 (円)	運行間隔 (分)
1	10	150	5
2	20	200	10
3	30	250	20

表-2 提示したプロフィール

profile	1	2	3	4	5	6	7	8	9
所要時間	10	10	10	20	20	20	30	30	30
費用	150	200	250	150	200	250	150	200	250
運行間隔	5	10	20	10	20	5	20	5	10

義の説明を行う前と後の2シリーズ、計18回行った。

この調査は、バストリガー制度を説明することによってより顕著になると考えられる社会的相互作用の存在、かつ個人の選択にこの社会定期相互作用が影響

を及ぼすことを検証することが目的である。後半のシリーズでは、始める前に「バストリガー制度を存続させるためには、常に採算ラインを上回る利用者数が必要になり、もしこれが満たされない場合は、元のサービス水準に戻るだけでなく、そのバス路線の存続自体が危ぶまれる」ことを被験者に伝え、バス会社と利用者側の両者が契約維持のために努力していくことが重要になってくることを理解してもらうよう試みている。また、各プロファイルにおいて、被験者全体のバス選択結果から得られる収入とバスサービス継続のための費用の比より算出される収支がトリガー制度導入前の収支を上回っていた場合には前回は「存続」、下回っていた場合には「廃止」の情報を、次のプロファイルの質問画面上に提示した。このように、被験者自身に対して前回の全員の選択結果によりバストリガー制度が存続されるか、または廃止されるかの情報を与え、次のプロファイルに対する選択の参考となるようにした。

Step-7：最後に個人属性に関する質問を行った。

### (3) 採算ラインの算出方法

各プロファイルにおいて、バストリガー導入前の収支を上回っているかどうかの採算ラインの決定は以下の手順で行っている。

1) 現在の産交バスの運行・経営に関する実績データをもとに、以下より単位距離当たりの費用と収入の実績値を算出する。

$$\begin{aligned} \text{単位収入} &= \text{年間総収入(円)} / \text{年間総走行距離(台} \cdot \text{km)} \\ &= 2,293,929,000 / 9,227,150 = 248.6(\text{円/台} \cdot \text{km}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{単位支出} &= \text{年間総支出(円)} / \text{年間総走行距離(台} \cdot \text{km)} \\ &= 2,163,789,000 / 9,227,150 = 234.5(\text{円/台} \cdot \text{km}) \end{aligned}$$

2) 対象区間の収入と費用の実績値を算出する。

$$\text{実績収入} = 190(\text{円} : \text{現在運賃}) \times C(\text{人}) \times \alpha$$

$$\text{実績支出} = 234.5(\text{円/台} \cdot \text{km}) \times 3.5(\text{km} : \text{区間距離}) \times 96(\text{台} : \text{1日当たりの運行回数}) = 78,792(\text{円})$$

ここで、C はバスが現在ののバス利用者数、 $\alpha$  は拡大率である。

3) 現在のバスと自転車の LOS に対する C を求め、トリガー契約が成立するのに必要な収入を得るための拡大率  $\alpha$  を以下の関係式より求める。

$$\text{単位支出} : \text{単位収入} = \text{実績支出} : \text{実績収入}$$

4) 各プロファイルごとの収入と費用の推計値を下記より算出する。

$$\text{収入} = \text{バス運賃(円)} \times \text{バス選択者数(人)} \times \alpha$$

$$\text{費用} = 234.5(\text{円/台} \cdot \text{km}) \times 3.5(\text{km}) \times \text{運行回数(台)}$$

5) 次式から求められる収支比の推計値が実績収支比

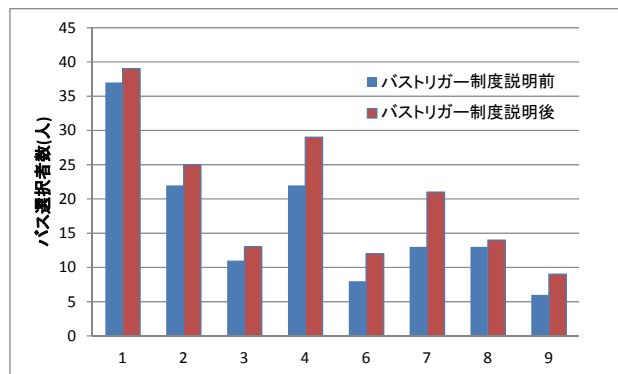


図-3 バストリガー説明前後でのバス選択者数

表-3 存続、廃止の判定結果と収支比推計値

prof	1	2	3	4	6	7	8	9
収支比推計値	0.78	1.33	1.73	1.16	0.40	1.67	0.37	0.59
判定	廃止	存続	存続	存続	廃止	存続	廃止	廃止

1.06 (=248.6/234.5) を上回れば、前回は「存続」、下回れば「廃止」とする。

$$\text{推計収支比} = \{ \text{バス運賃(円)} \times \text{バス選択者数(人)} \times \alpha \} / \{ 234.5(\text{円/台} \cdot \text{km}) \times 3.5(\text{km}) \times \text{運行回数(台)} \}$$

### (4) SP 調査の実施とデータの集計分析

上記の SP 調査の被験者は、熊本大学の学部 3 年生 23 人、4 年生 24 人、大学院生 12 人の合計 59 人であり、調査はサーバーで管理した Web アンケート調査システムを用いて室内で実施した。性別は男性 44 名、女性 15 名である。ただし、プロファイル 5 については、サーバに異常が生じて集計等ができなかったため、データからは外している。その結果、バスと自転車の現在の LOS 時のバス選択者数は 21 人であり、拡大率  $\alpha$  は 20.9 となった。

バストリガー説明前・後のプロファイルごとのバス選択者数を図-3 に示す。いずれのプロファイルにおいても、バス選択者数はバストリガー制度説明後の方が説明前よりも多いことより、バストリガー制度の理解がバス選択意識に影響を与えていることが確認できる。

表-3 には、プロファイルごとのバストリガー制度が前回は「存続」か「廃止」の結果を示す。全ての要因が最善の水準であるプロファイル 1 では、66% の人がバスを選択するにも関わらず、それ以上に費用が増加するために収支は赤字となり、「廃止」という結果となった。これは、例えば料金を 100 円にするなど、バスのサービスを向上させて利用者を増加させ、当初



の収入額を維持することは可能であっても、適切なサービス供給に必要な費用との差である収支の観点からは健全な経営は難しいことを示している。

#### 4. トリガーバスの需要予測モデル

##### (1) 個人の効用関数の推定

式(2)で表された個人行動－集合行動の社会的相互作用を考慮した一般的なモデルを適用するために、前述の SP 調査データを用いてパラメータを推定する。ここでは、二項選択に関する私的動機が個人で異なる状況を考慮するために、効用関数の確定項  $u(\omega_i)$  が個人  $i$  の社会経済属性によって異なると考え、 $h$  を以下のように特定化する。

$$h_i = b + cX_i + dY_{n(i)} \quad (7)$$

ここで、 $b$  は定数項、 $X_i$  は個人  $i$  に固有の説明変数ベクトル、 $Y_{n(i)}$  は個人  $i$  が所属する準拠集団  $n(i)$  に固有の説明変数ベクトルである。

このとき、式(2)に相当する個人  $i$  の二項選択モデル、および式(5)に相当する個人  $i$  の所属する準拠集団  $n(i)$  の均衡方程式は、それぞれ以下ようになる。

$$p(\omega_i) = \frac{\exp[\omega_i(b + cX_i + dY_{n(i)} + Jm_{n(i)})]}{\sum_{v_i \in \{+1, -1\}} \exp[v_i(b + cX_i + dY_{n(i)} + Jm_{n(i)})]} \quad (8)$$

$$m_{n(i)} = \int \tanh(b + cX_i + dY_{n(i)} + Jm_{n(i)}) dF_{X_i|Y_{n(i)}} \quad (9)$$

ここで、 $F_{X_i|Y_{n(i)}}$  は準拠集団  $n(i)$  における  $X_i$  の経験分布関数である。

式(7)には、個人の選択モデルによる推定結果から得られるシェア  $m_{n(i)}$  が変数としてなっているので、本来ならこれらを同時に満足する未知パラメータを推定する必要がある。このような状況での未知パラメータを推定する簡便な方法として、 $m_{n(i)}$  の代わりにその代理変数を外生的に用いるという Naïve 推定量の考えに基づき、通常的最尤法による推定方法が提案されている。また、このときの均衡方程式は以下のように近似できる。

$$m_n = \int \tanh(\hat{b} + \hat{c}X_i + \hat{d}Y_n + \hat{J}m_n) dF_{X_i|Y_n} \quad (10)$$

$$\cong \frac{1}{N_n} \sum_{i \in n} \tanh(\hat{b} + \hat{c}X_i + \hat{d}Y_n + \hat{J}m_n) \quad \forall n$$

$N_n$  は準拠集団  $n(i)=n$  に属するサンプルの総数である。

表-4 個人の選択モデルの推定結果

説明変数	推定値	t 値
所要時間 (分)	-0.0423	-1.93
費用 (円)	-0.0141	-4.16
運行間隔 (分)	-0.0302	-1.60
性別ダミー 1: 男性	0.615	2.17
トリガー存続ダミー 1: 存続	-0.0487	-1.11
社会的相互作用 平均シェア P を 2P-1 に変換した値	0.568	1.86
尤度比	0.18	
的中率	0.72	
サンプル数	315	

##### (2) モデルの推定結果

モデルは、バストリガー説明前のシリーズ 1 と説明後のシリーズ 2 のデータを別々に用いたデータセット、および両シリーズのデータをプールしたデータセットに対して、それぞれ以下の 3 タイプのモデルを推定し、それぞれを比較する。

分析 1: 社会的相互作用項を入れず、単純な二項選択モデルを推定して単純に比較する。

分析 2: 分析 1 に社会的相互作用項を加えた二項選択モデルを推定して社会的相互作用の及ぼす影響について分析する。

分析 3: 分析 2 に加えて、前回は「存続」か「廃止」のダミーを加え、存続・廃止といった情報が被験者に対してどのような影響を与えているのかを分析する。

ここでは、ページの都合上、分析 1 と分析 2 の結果については割愛する。分析 3 の推定結果を表-4 に示す。尤度比、的中率ともに高く、モデルの適合度は高い。

LOS 変数の符号条件は論理的であり、 $t$  値もおおむね高い。社会的相互作用項についても、符号条件は論理的であり、統計的信頼性は高い。トリガー存続ダミーは、 $t$  値はやや低いものの、前回は「廃止」の場合は次回にはバスの効用を高めるように作用しており、効用にバストリガー制度への協力の意思が反映されるとい構造になっている。

##### (3) 均衡方程式に基づく分析

得られたパラメータを式(10)に代入して推計される反応曲線を図-4 に示す。図中の●は現況のシェア 34.1%を、▲は社会的相互作用によって到達すると考えられる均衡解 15.1%であり、ここでは均衡解は 1 つしか存在せず、実際のシェアよりも低い欠陥均衡解となった。これより、運賃の値下げや運行回数の増加など、何らかのバスサービス水準を向上させる政策を導入して私的効用関数を変化させ、反応曲線を縦方向に

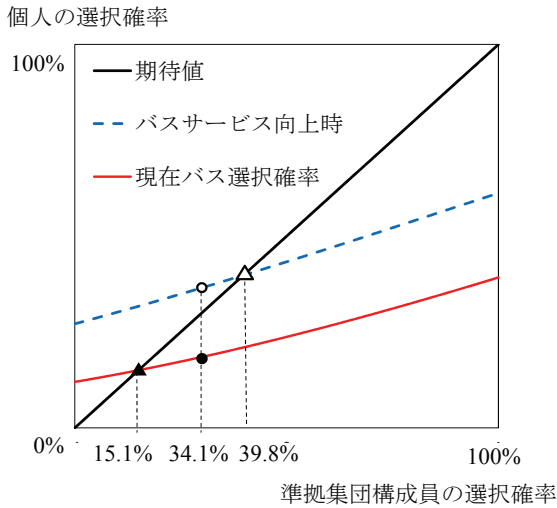


図-4 選択シェアとバストリガー契約導入後の均衡解

シフトさせる必要がある。ここでは、バス料金を 50 円引きにするというバストリガー制度の導入を想定し、私的効用関数を変化させた反応曲線を導出した。結果を図-4 に併せて示す。バストリガー導入後の私的効用関数の平均効用差は 0.15 から 0.40 に上がり、反応曲線全体が上方向にシフトする。これによって、バス利用率である均衡解はバストリガー導入前の 15.1% から 39.8% まで移行する可能性がある。

## 5. バストリガー制度の成立条件

金沢大学と北陸鉄道間で交わされた金沢市のバストリガー契約<sup>7)</sup>では、制度継続の目標ラインを「トリガー制導入前の基準年度（平成 17 年度）の運賃収入を上回るために必要な利用者数（221,687 人で平成 17 年度利用者数 117,090 人の 1.89 倍）」としている。平成 18 年度から平成 21 年度の利用者数は 258,184 人、319,340 人、352,880 人、351,886 人で、それぞれ基準年の 2.21 倍、2.73 倍、3.01 倍、3.01 倍となっており、目標ラインを越えて順調なように見える。しかし、事業者はこの契約の破棄を希望しているようである。確かに目標ラインである平成 17 年度の運賃収入から算定される利用者数は上回っているものの、例えば車内混雑緩和のための増便やバスの新車購入など、増加した利用者へ適切なサービスを提供するための費用が増加したために、総費用が総収入を上回り、収支が赤字になっていることをその理由に挙げている。このように、事業者と利用者との間でバストリガー制度の導入を検討する際の目標ラインの設定指標には、導入前の運賃

収入額（または利用者数）ではなく、収益額や収益比などの収支に基づいて行うことが肝要であると考えられる。

ここでは、収益比を目標ラインの指標としたときのバストリガー制成立条件について検討を行う。この場合の成立条件は次式群を満足する料金と運行本数の集合  $(p, f)$  である。

$$\alpha \cdot p \cdot d(p, f) / (\beta \cdot l \cdot f) \geq r_0 \quad (11a)$$

$$c \cdot f \geq d(p, f) \quad (11b)$$

$$f \geq f_0 \quad (11c)$$

$$p \leq p_0 \quad (11d)$$

ここで、 $c$  はバス 1 台当たりの定員（30 人/台）、 $\alpha$  は前出の拡大率、 $\beta$  は単位距離当たり運行費用（円/km）、 $l$  は区間距離、 $d(p, f)$  はバス利用需要である。また、式(11a)はバストリガー導入後の収益比（＝総収入/総費用）が導入前の収益比実績  $r_0$ （＝1.134）を下回らないという制約、式(11b)は提供されるバス輸送容量が需要を下回らないという積み残し無し制約、式(11c)と(11d)は、それぞれバストリガー制導入後は導入前のバス料金と運行回数水準  $(p_0, f_0)$  を悪化させないという条件である。

これらの成立条件を満足する  $(p, f)$  の集合を下記方法で探索した。

Step-1：運賃  $p$  を現行の 190 円から順次、10 円ずつ減少させる。

Step-2：運行間隔  $f$  を現行の 10 分/回を 1 分ずつ密にする。

Step-3：このときの  $(p, f)$  の値を用いて均衡方程式から均衡解を求め、この解が式(11a)と(11b)の制約条件を満足すれば、バストリガー制の成立条件の解集合に入れて、Step2 へ、そうでなければ Step1 へ戻る。

バストリガー契約が成立する運賃と運行間隔の集合領域とその時の収益率を表-5 に示す。36 組の解集合の中で収支比が最大となるのは 150 円、9 分/本で収益比 2.38 となる。また、80 円未満の料金では、バストリガー契約は成立しない。

図-6 には、式(12)に示す運賃収入（利用者数）を基準とする現在の金沢バストリガー契約が成立する解領域を示す。

$$\alpha \cdot p \cdot d(p, f) / p_0 > d_0 \quad (12)$$

解集合は 98 組あり、全 190 組中の約半分が成立可能という結果になった。図-5 と比較すると、金沢バストリガー契約の成立領域はかなり広いために、赤字となってもトリガー契約を継続しなければならなくなることが分かる。

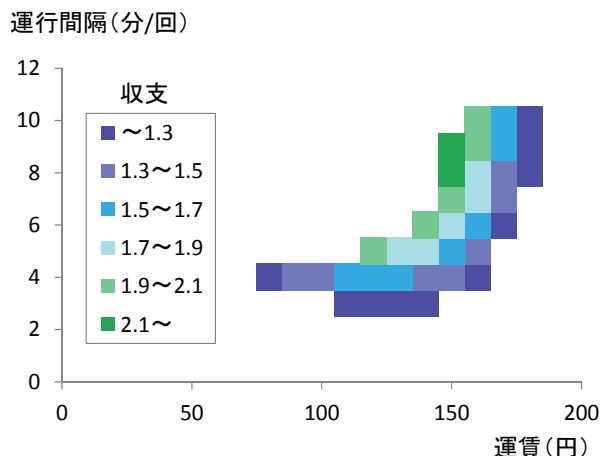


図-5 収益比によるバストリガー制成立条件

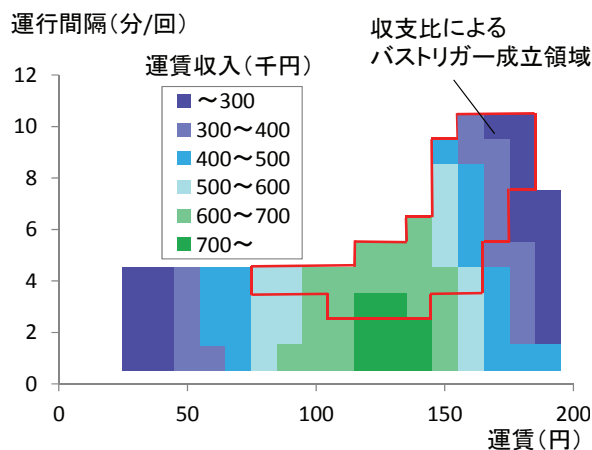


図-6 運賃収入によるバストリガー制成立条件

賃収入や利用客数ではなく、適切なサービス供給によって増加する費用をも考慮した収益を指標とすべきである。

## 5. おわりに

以下に、本研究で得られた主な成果を記す。

- 1) バストリガー制度が導入された状況を想定した独自の SP 調査を設計し、実施した。
- 2) この調査から得られたデータを用いて推定された手段選択モデルより、手段選択に対する個人の意志決定に集団の意志決定結果である社会的相互作用が働いていることが確認された。
- 3) 被験者に対して、バストリガー制度の廃止、存続といった情報を提供することで、被験者に責任感や危機感のようなものが働き、バスをより選択しやすくなるという結果が得られた。
- 4) 推定したモデルから得られる均衡方程式より、バスの選択確率の曲線を導出し均衡解を導くことで、各準拠集団の現在のバス利用率が今後どのように変化していくのかを明らかにした。
- 5) 金沢バストリガー制のように、基準年の運賃収入を指標としたトリガー契約では赤字になる場合もあることが検証された。
- 6) このようなことを回避するためには、基準年の運

## 参考文献

- 1) 熊本市におけるバス交通のあり方検討協議会：熊本市におけるバス交通のあり方検討業務報告書，2010。
- 2) Manski C: Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem, *Review of Economic Studies*, **60**, pp.531-542, 1993.
- 3) Brock W, Durlauf S : Discrete Choice with Social Interactions, *Review of Economic Studies*, **68**, pp.235-260, 2001.
- 4) Brock W, Durlauf, S : Interactions-Based Models, In J. Heckman and E. Leamer (eds.), *Handbook of Econometrics: Vol. 5*, Elsevier Science, Amsterdam, pp.3297-3380. 2001.
- 5) 福田大輔：社会的相互作用が交通行動に及ぼす影響のミクロ計量分析，東京大学学位論文，2004。
- 6) 原祐輔：他者の選択行動を推測する利用者意識を考慮した交通手段選択に関する研究—バストリガー制度を例とした SP 実験とシナリオ評価—，平成 20 年度東京大学大学院修士論文，2008。
- 7) 金沢バストリガーに関する報告書，金沢市，2010

## A STUDY ON A DEMAND MODEL AND CONTRACT CONDITINS FOR BUS-TRIGGER SYSTEM

Shoshi MIZOKAMI, Takuya MARUYAMA and Yasunori KAJIWARA

Bus-trigger system is a scheme that bus operation companies and users aim for an improvement in both bus services and the number of passengers by neutral consent. The aim of this study is to design and conduct a stated preference survey in laboratory using Web and to estimate an individual discrete choice model with social interactions effects. After that me analysis an aggregated behavioral outcomes and the target index and its criterion are investigated in the case of Bus-trigger contract is model.