

# 複数バス事業者相乗り路線の最適運行戦略

若菜 一樹<sup>1</sup>・塩見 康博<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生員 立命館大学大学院 理工学研究科環境都市専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)  
rv0057ph@kankyousystem.jp

<sup>2</sup>正会員 立命館大学准教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)  
shiomi@fc.ritsumeai.ac.jp

日本の路線バス事業は1970年頃から現在に至るまで、人口減少や少子高齢化、自動車の普及などにより継続的に起こっている利用者離れにより衰退している。そのような状況の中で、独占禁止法の観点においてはある程度の競争によるサービスレベルの向上は必要とされている。しかし、ドライバー不足などリソース不足が深刻化するような状況では事業者間での共同運行が有効な場合もある。そのため、このような中で状況に応じた適切な事業者間の運行戦略を把握することは重要であると考えられる。そこで、本研究では利用者行動を制約条件としたバス事業者の運行戦略の決定過程を最適化問題として定式化する。それを数値的に解くことにより、バス事業者、バス利用者、社会全体の観点から状況に応じた最適なバスの運行形態を考察した。その結果、ケーススタディとしてバス事業者間の運行形態を状況に応じて変化させる必要があることが示唆された。

**Key Words :*compete, cooperate, nash equilibrium, bus fee, bus route***

## 1. はじめに

日本における路線バス事業は1970年頃から現在に至るまで、人口減少や少子高齢化、自動車の普及などの要因から継続的に起こっている利用者離れにより衰退の一途をたどっている。この衰退の流れの中、2002年に行われた乗合バス事業を対象とした規制緩和では参入が自由化された。利用者にとってサービス水準の向上や運賃の低下といったメリットを生み出している一方で、地方部など需要の少ない路線からの退出や複数サービスへの混乱、安全性の低下といった弊害を引き起こした。バス事業者側からしても新規参入への障壁は無くなり、事業効率は上がったものの需要の多い路線を既に有していたバス事業者はその路線へ参入や運賃の値下げを余儀なくされ、赤字路線の廃止など事業縮小に至る場合もあった。

実際に、2018年2月には岡山県内を走る路線バス事業者である両備バスと岡電バスの2社が岡山市中心部循環バス「めぐりん」の路線への参入を受けてそれぞれ全36路線中18路線、全42路線中13路線の廃止届けを中国運輸局宛に提出したという事例<sup>1)</sup>がある(その後取り下げ)。また、そのため、地域の足という役割を担うはずの路線バスにとって需要の多い路線をめぐる競争は場合によっては利用者とバス事業者の双方に不利益を生じさせ、利用者離れに拍車をかけてしまうことが危惧される。

このような問題を受けてバス事業者や自治体は様々な

取り組みを行っている。バス事業者間の連携による利便性向上策に関してはダイヤの調整や路線再編などが挙げられる。しかし、このような対策はバス運行の効率化や利便性の向上を図ることが出来る一方で、事業者間で収入にばらつきがでてしまうという問題をはらんでおり、路線を円滑にマネジメントしていく為にもこの問題は解消されることが望まれる。

また、独占禁止法<sup>2)</sup>の観点においてはある程度の競争によるサービスレベルの向上は必要とされているが、ドライバー不足などリソース不足が深刻化するような状況では事業者間での共同運行が有効な場合もある。最近では独占禁止法が支障になって事業統合が進まない問題を解消するという考えのもとで政府の未来投資会議で路線バスのサービスを担う企業が生き残りのために検討する統合経営<sup>3)</sup>に関して、統合をスムーズに進める制度の見直しを進める方針を示すなど事業統合を積極的に推進している。そうしたことから利用者利便性を前提として、同一路線を共有する複数バス事業者がどのような運営を行うことが適切であるのかということを示すことにより、効率的なマネジメントを図ることが可能であると考えられる。

そこで、本研究ではまず、利用者の交通手段選択行動に影響されると考えられる条件・設定(運賃や所要時間など)を既存文献やデータをもとに与え、複数バス事業者の関係性(共同、競合)によって2パターンの利用者

行動を仮定する。次にその仮定を基に利用者行動を制約条件としたバス事業者の運行戦略を決定するモデルを構築する。その結果を踏まえ、バス事業者、バス利用者、社会全体の観点から最適化問題を解くことにより最適な運行形態について、社会状況との関係で考察を行うことを目的としている。

本稿の構成は以下の通りである。第1章では本研究の背景と目的を示した。第2章では既往研究の整理を行うとともに、本研究の位置付けを明確にする。第3章では本研究の基本設定を述べ、流れを説明しつつ設定に用いたモデルや数値などの説明を行う。第4章で最適化計算とケーススタディをまとめる。最後に第5章では結論と今後の課題について述べる。

## 2. 先行研究と本研究の位置づけ

本章では、既往研究の整理を本研究に関連する事柄ごとに整理を行いつつ位置づけの説明を行う。

### (1) 利用者利便性の観点

近年の人口減少、少子高齢化、自家用車の普及により路線バスを中心とした公共交通の利用者が長期的な減少傾向にあり、路線バス事業は非常に厳しい状況になっている。また、こうした路線バス事業の経営悪化が提供するサービスの質を低下させてしまい、利用者利便性のレベルが低くなることで更なる利用者離れを起してしまうという負の循環が懸念される。そこで利用者利便性の観点を述べる上で利用者の行動や意識、利便性に関する知見を得ることの必要性は大きい。生田ら<sup>4)</sup>は、運行時刻の不確実性が実質的な所要時間を増大させていることを示し、直接の乗車時間以外の要因によってかなり異なることを明らかにした。また、富井ら<sup>5)</sup>は利用者の不満について着目し、その考え方に基いて運転整理案作成アルゴリズムを導入し、その有効性を実証している。さらに佐藤ら<sup>6)</sup>は利用者の満足度が運転士による接客サービスから受ける影響が大きいと考え、その影響を実証的に示した。このように利用者からの評価に関する定義は様々あることが分かる。

### (2) 事業者間の競合

近年、国内の事業間における行き過ぎた競争がもたらす不利益や日本の協調や和を美德とするような文化的側面から競争に対して批判的なイメージが持たれがちであり、競争の重要性を見失ってしまうことから社会的損失につながってしまうこともあるため競争が事業者と利用者にとってどのように重要であるのかを把握することは重要である。そこで山本<sup>7)</sup>はこの競争の機能を整理し、競争を悪だと決めつけるのではなく、その正しい理解が

重要であると説明している。

### (3) 事業者間の共同

事業者間の連携においてはバス事業者や地方自治体、運輸局が利用者の利便性の向上にも有効な手段として様々な取り組みを行っている。下田ら<sup>8)</sup>はソウルにおける公共交通機関の共通運賃制度の導入事例に着目し、その考察を行うことで日本の首都圏への適用可能性とともに事業者間の垣根を低くする施策を推し進める必要性を示した。

以上のように利用者利便性の観点から交通政策を評価する研究や事業者間の共同・競合の実態やその評価、対策に関する研究はあり、重要視されているもののバス事業者間の関係を利用者の観点から分析・評価を行った研究は見当たらない。そこで本研究では利用者の交通手段選択行動のモデルを二項ロジットモデルやネスティッドロジット (NL) モデルを用いてモデル化し、バス事業者の運行戦略を決定するモデル構築する。その上で利用者の指標、バス事業者の指標、社会的観点からの指標を作成した上で共同・競合時それぞれの状況下での比較、評価を行う。

## 3. 本研究の基本設定とその定義

本章では、本研究の基本設定と大まかな流れに関して説明を行う。また、基本設定に使用した理論的な数値に関しての詳細についても言及する。

### (1) 本研究の仮定

まず基本設定として利用者・バス事業者・オーソリテーターの3主体が存在し、利用者がある地点Oから地点Dまでのトリップを考えている状況において、このトリップ区間を運営しているバス事業者が2社（仮にA、Bとする）いる場合を想定する。本研究ではこのバス事業者の関係として事業者A、B間の‘共同’と‘競合’の2つを定義した。‘共同’に関してはバス事業者同士がそれぞれのもつリソースを共有し運行を行っている場合、つまりは実質的に事業者が統合されて1つのバス会社が運行している状況とする。次に‘競合’に関してはそれぞれの独立したリソースを基に、他のバス事業者がとる戦略に対して収益最大化戦略をとる行為をお互いが行っている状況とする。また、利用者に関しては自家用車を保有しバスと自家用車を選択できる「選択層」と、自家用車を保有せずバスのみしか選択できない「固定層」を想定する。また、それぞれの利用者層を‘共同’と‘競合’の定義に基づき分類したものを以下の図-1と図-2に示す。図-2に関してはバスを選択した後にバス事業者AとBの選択問題が含まれるためこのような形となる。

さらに、利用者のトリップ総数は需要関数に基づいて

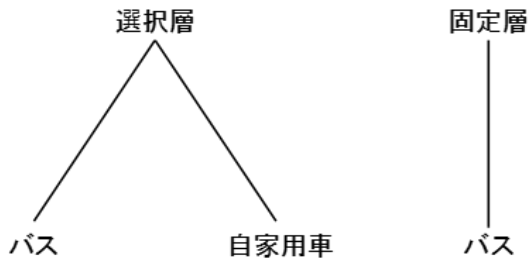


図-1 バス事業者が共同する場合の利用者の分類

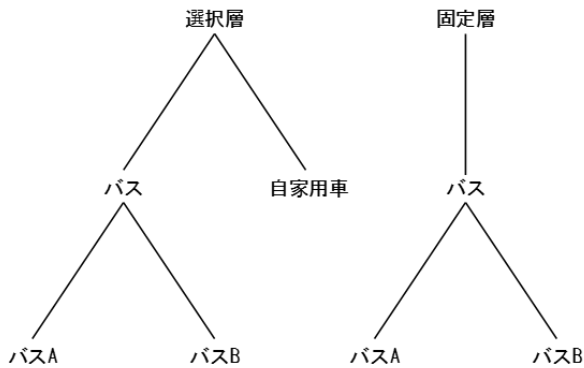


図-2 バス事業者が競合する場合の利用者の分類

決定され、トリップを行う場合には期待効用を最大化するように確率的にバス・自家用車の選択をすると仮定する。バス事業者とオーソリティーは、バスの運行戦略（ここでは簡単のため、頻度と運賃のみとする）を決定する主体として存在する。前者が運行戦略を決定する場合には事業者の利潤を最適化しようとし、後者の場合は社会的余剰を最大化しようとする。その上で、共同でバス事業者が利潤を最大化する独占シナリオ、オーソリティーが社会的余剰を最大化する社会最適シナリオ、オーソリティーがバス運行に対して一定の制約条件を設けた上でバス事業者が競合する競合シナリオについて考察を行う。各シナリオの定式化を以下に示す。

(2) 各シナリオの定式化

ここでは先ほど述べたそれぞれのシナリオを最適化問題として式で表したものを以下に示す。

a) 独占シナリオ

$$\begin{aligned} \max f(s, u) &= s \cdot g(n) - c \cdot u \\ \text{subject to} & \\ s &\leq \varphi \quad \varphi \in \mathbb{N} \\ u &\leq \tau \quad \tau \in \mathbb{N} \\ s &\geq 0, u \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

ただし、 $f(s, u)$  : バス事業者の純利益 (円) ,  $s$  : 運賃 (円) ,  $g(n)$  : バスの乗客数 (人) ,  $c$  : バスの運行コスト (円/km・本) ,  $u$  : 運行本数 (本/h) ,  $\varphi$  : 運賃  $s$  の上限値 ,  $\tau$  : 運行本数  $u$  の上限値 ,  $\mathbb{N}$  : 非負の実数をそれぞれ表す。

b) 社会最適シナリオ

$$\begin{aligned} \max SW &= U + f(s, u) \\ \text{subject to} & \\ f(s, u) &\geq \rho \\ s &\geq 0, u \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

ただし、

$\rho$  : バス事業者の利益の下限値 ( $-\infty \leq \rho \leq 0$ )

なお、

$SW$  : 社会余剰[円]  
 $U$  : 利用者便益[円]

とする。

c) 競合シナリオ

$$\begin{aligned} \text{Find } S^* &= (S_A^*, S_B^*) \\ \text{Such that} & \\ f_A(S_A^*, S_B^*) &\geq f_A(S_A, S_B^*) \quad (S_A \neq S_A^*) \\ f_B(S_B^*, S_A^*) &\geq f_B(S_B, S_A^*) \quad (S_B \neq S_B^*) \end{aligned} \quad (3)$$

ただし、

$S_A$  : バス事業者 A の全ての戦略の集合  $f_A(S_A, u_A)$   
 $S_B$  : バス事業者 B の全ての戦略の集合  $f_B(S_B, u_B)$

なお、

$f_A(S_A, u_A)$  : バス事業者 A の利得  
 $f_B(S_B, u_B)$  : バス事業者 B の利得

また、

$s_A$  : バス事業者 A の運賃  
 $s_B$  : バス事業者 B の運賃  
 $u_A$  : バス事業者 A の運行本数  
 $u_B$  : バス事業者 B の運行本数

とする。

(3) 利用者の選択行動

前述の通り、利用者の交通需要は線形の需要関数にしたがって決定されるとする。本研究では、事業者間の関係（共同、競合）それぞれの場合に関して交通手段選択モデルを設定した。最初に事業者が共同する場合に関して説明を行う。事業者が共同で運行する場合、共同に関する定義に基づくのであればNLモデルにおけるネスト構造の下位にあたる事業者選択の選択肢を考慮する必要がなくなるため、二項ロジットによって表すことが可能となる。以下にその場合の効用関数をと選択確率を以下の(4)~(7)に示す。

$$V_{CAR} = \alpha\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \quad (4)$$

$$V_{BUS} = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \quad (5)$$

$$P_{BUS} = \frac{\exp(V_{BUS})}{\exp(V_{BUS}) + \exp(V_{CAR})} \quad (6)$$

$$P_{CAR} = 1 - P_{BUS} \quad (7)$$

次に、事業者が競合する場合に関しての説明を行う。事業者が競合する場合、NLモデルで表すことが可能であるため、以下の(8)~(14)に示す。

$$V_{CAR} = \alpha\beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 \quad (8)$$

$$V_{A\_BUS} = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 \quad (9)$$

$$V_{B\_BUS} = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 \quad (10)$$

$$P_{A\_BUS} = \frac{\exp(V_{A\_BUS})}{\exp(V_{A\_BUS}) + \exp(V_{B\_BUS})} \quad (11)$$

$$P_{B\_BUS} = 1 - P_{A\_BUS} \quad (12)$$

$$P_{BUS} = \frac{\exp\left[\frac{1}{\mu}\ln\{\exp(\mu V_{A\_BUS}) + \exp(\mu V_{B\_BUS})\}\right]}{\exp(V_{CAR}) + \exp\left[\frac{1}{\mu}\ln\{\exp(\mu V_{A\_BUS}) + \exp(\mu V_{B\_BUS})\}\right]} \quad (13)$$

$$P_{CAR} = 1 - P_{BUS} \quad (14)$$

ただし、

$V_{CAR}$  : 利用者が自家用車を選択したときの効用の確定項

$V_{BUS}$  : 利用者がバスを選択したときの効用の確定項

$P_{BUS}$  : バスを選択する確率

$P_{CAR}$  : 自家用車を選択する確率

$\alpha$  : 定数項

$\beta_j$  :  $j(j=0,1,2)$ 番目の説明変数に関するパラメータ

$X_j$  :  $j(j=1,2)$ 番目の説明変数

$V_{A\_BUS}$  : 利用者がバス事業者Aのバスを選択したときの効用の確定項

$V_{B\_BUS}$  : 利用者がバス事業者Bのバスを選択したときの効用の確定項

$P_{A\_BUS}$  : バス事業者Aのバスを選択する確率

$P_{B\_BUS}$  : バス事業者Bのバスを選択する確率

$\mu$  : スケールパラメータ

とする。

なお、(13)は競合時のバスの選択確率をバスAとバスBの合成効用を用いて選択確率を表し、上記の説明変数 $X_j$ に関してはそれぞれの交通手段(バス、自家用車)を選択したときにかかる所要時間と費用とした。

次に、前述した効用関数とその交通条件に関する説明を行っていく。まず、バスと自家用車に関する効用の確定項に用いた具体的な説明変数を以下に示す。

$X_1$  : 所要時間

$X_2$  : 料金

なお、上記の $X_1$ に関して、バスは待ち時間、停車時間、乗車時間の和を、自家用車は乗車時間をそれぞれの所要時間と定義し、 $X_2$ に関して、バスは運賃、自家用車は運行距離依存の燃料費と駐車料金の和と定義した。以下の(15)、(16)にバスの説明変数を示す。

$$X_1 = T_b + T_s + T_w \quad (15)$$

$$X_2 = s \quad (16)$$

ただし、

$T_b$  : 乗車時間[分]

$T_s$  : 停車時間[分]

$T_w$  : 待ち時間[分]

とする。

また、乗車時間に関してはバスと自家用車の総数の変動による混雑状況の変化を表現するためにBPR関数を用いた式を用いる。

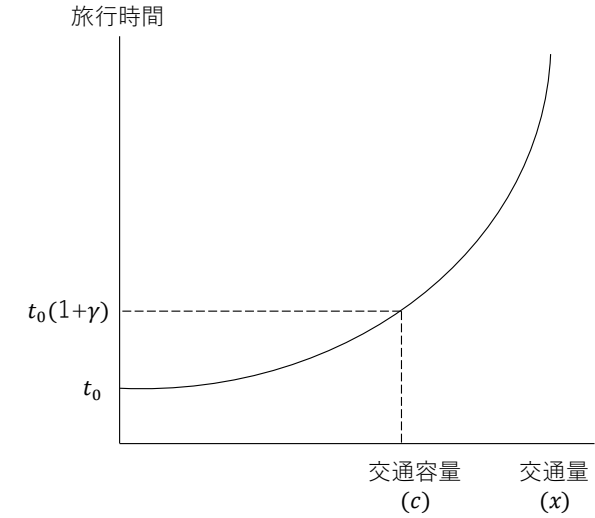


図-3 BPR関数概形

BPR関数は以下の(17)に示したような関数で、旅行時間をリンク交通量と以下に示すようなリンク属性で表している。

$$t_a(x_a) = t_{a0} \left\{ 1 + \gamma \left( \frac{x_a}{c_a} \right)^\delta \right\} \quad (17)$$

ただし、

$t_a$  : リンクaの旅行時間[分]

$t_{a0}$  : リンクaの自由旅行時間[分]

$x_a$  : リンクaの時間交通量[台/h]

$c_a$  : リンクaの時間交通容量[台/h]

$\gamma, \delta$  : パラメータ

とする。

なお、上記 $x_a$ については運行頻度に依存したバス台数と自家用車の利用者数に依存した自動車台数の和とした。

以上より乗車時間 $T_b$ 、停車時間 $T_s$ 、待ち時間 $T_w$ に関する設定説明を(18)~(19)に示す。

$$T_b = t_{a0} \left\{ 1 + \gamma \left( \frac{x_a}{c_a} \right)^\delta \right\} \quad (18)$$

$$T_s = \frac{t_s \cdot g(n)}{60 \cdot u} \quad (19)$$

$$T_w = \frac{60}{2 \cdot u} = \frac{30}{u} \quad (20)$$

次に自家用車に関する説明変数は(21)、(22)とする

$$X_1 = T_b \quad (21)$$

$$X_2 = 20 \cdot x + 500 \quad (22)$$

ただし

$t_s$  : 乗降時間[秒]

$x$  : 運行距離[km]

とする。

次に利用層の決定方法の説明を行う。それぞれの利用層(図-1, 図-2参照)に関しては需要関数を設定することにより理論的なトリップのとりやめ行動を表すこととした。その上でそれぞれの利用者層設定と実際の利用者数推定について説明を行う。まず、固定層と選択層、それぞれの具体的な総人数に関しては以下の(23), (24)によって決定される。

$$N_C = N - t \cdot N \quad (23)$$

$$N_F = t \cdot N \quad (24)$$

ただし、

$N$  : 総利用者数[人]

$N_C$  : 選択層(バスか自家用車を選択する利用者)の総人数[人]

$N_F$  : 固定層(バスのみを選択する利用者)の総人数[人]

$t$  : 固定層の割合[%]

とする。

次にバス事業者が共同で運行する場合はバスか自家用車の2選択肢のもとでの行動決定となる。そのため、実際の選択層の人数に関してはまず線形の需要関数によってトリップをするかしないかを決定した後に選択確率を掛け合わせることで定められ、(25)のように表される。

$$n_C = N_C \left( \frac{W - G_C}{W} \right) P_{BUS} \quad (25)$$

また、実際の固定層の人数に関しては選択肢がバスのみであるため、実質的に需要関数のみにより定められ、以下の(26)のように表される。

$$n_F = N_F \left( \frac{W - G_F}{W} \right) \quad (26)$$

ただし、

$n_C$  : 選択層のうち実際にバスを利用する人数[人]

$n_F$  : 固定層のうち実際にバスを利用する人数[人]

$W$  : トリップに対する支払い許容額(時間価値を含めた金額)[円]

$G_C$  : 選択層の一般化費用[円]

$G_F$  : 固定層の一般化費用[円]

とする。

次にバス事業者が競合する場合はバスの下位にあたる、事業者選択の選択肢に関しても考慮する必要があるため、選択層に関してはまず需要関数によってトリップの有無を決定した後、選択確率を掛け合わせることで定められ、以下の(27)のように表される。

$$n_C^i = N_C \left( \frac{W - G_C}{W} \right) P_{BUS} \cdot P(i|C) \quad (27)$$

また、実際の固定層の人数に関しては選択肢がバスのみであるが、バス事業者の選択を考慮しなければならないため、需要関数と選択確率を掛け合わせることで定められ、以下の(28)のように表される。

$$n_F^i = N_F \left( \frac{W - G_F}{W} \right) P(i|C) \quad (28)$$

ただし、

$P(i|C)$  : 選択肢集合がCであったときの選択肢iの選択確率

$i$  : バス事業者の選択に関する選択肢(バス事業者A, バス事業者B)

$C$  : 交通手段選択に関する選択肢集合(バス, 自家用車)

とする。

また、バス事業者の利益に関する式()におけるバス乗客数 $g(n)$ は以下の式(29)により求められる。

$$g(n) = n_C + n_F \quad (29)$$

#### 4. 最適化計算結果

本章では、3章で述べたモデルを基にそれぞれのシナリオで計算を行った結果を示す。計算に用いた数値を以下に示す。バス事業者の設定に関しては以下の通りである。バスの運賃上限(円) :  $\varphi = 300$ , 共同時のバスの運行頻度上限(本/h) :  $\tau = 4$ , 競合時のバスAの運行頻度上限(本/h) :  $\tau_A = 2$ , バスBの運行頻度上限(本/h) :  $\tau_B = 2$ , バスの運行コスト(円) :  $c = 400$ , バス事業者利益の下限値(円) :  $\rho = -\infty$ , 運行距離(km)  $x = 4$ とした。また、利用者の設定については以下の通りである。総利用者数(人)  $N = 500$ , 支払い許容額(円) :  $W = 3000$ とした。今回は以上のケーススタディを、「バス事業者のリソースが乏しく、利用者からの需要は十分にあり、トリップに対する価値が高いような状況」と解釈した。また、オーソリティーは独占状態での不当な運賃の設定を防ぐという制約条件の下でそれぞれの観点における結果とその比較に関する考察を以下で行っていく。

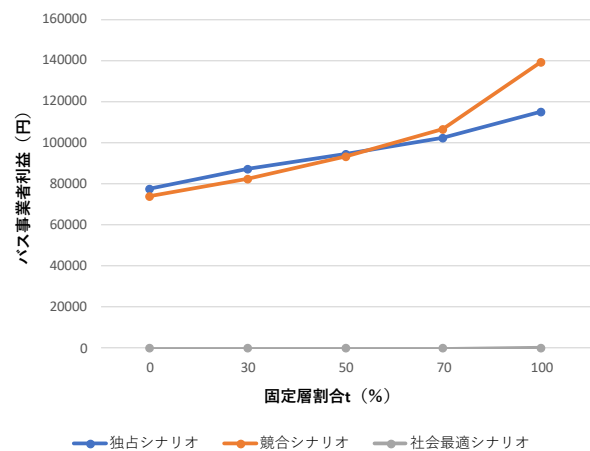


図-4 バス事業者の利益の比較

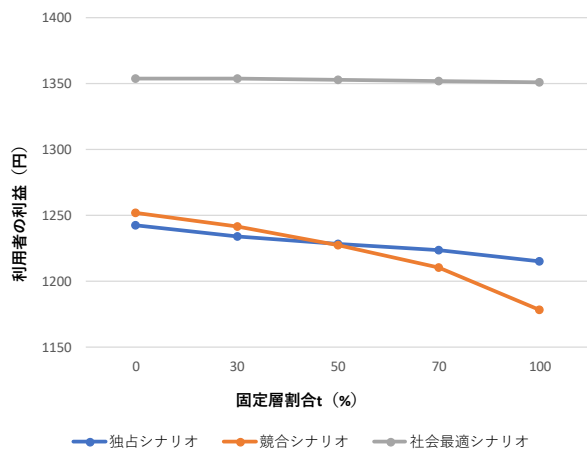


図-5 バス利用者の利益の比較

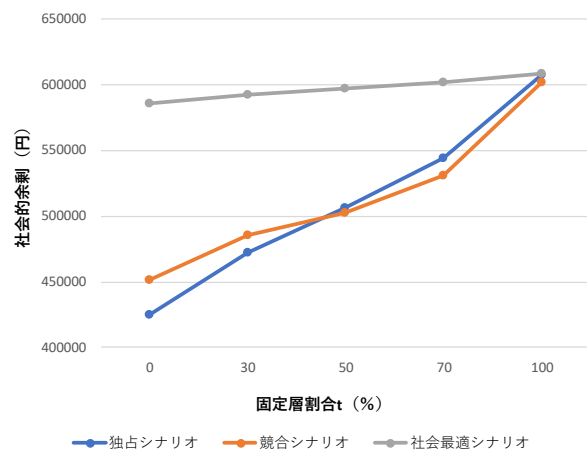


図-6 社会的余剰の比較

最初に図-4のバス事業者の利益に関しては、固定層の割合によって独占シナリオと競合シナリオのように最適な状況が変化することが分かった。固定層の割合が低い状況では共同で運行した場合の方が有効である点と固定層の割合が高い状況では競合した方が有効であるということが分かる。このことから、安定的なバス利用が見込めない場合はバス事業者同士が連携を行うこと効率的な運行を行った方がより多くの収益が見込めると考えられる。また、安定的なバス利用が見込まれる場合は競合することでサービスレベルの向上を図ることが収益に繋がるのではないかと考えられる。図-5の利用者の利益に関しては社会最適シナリオが最適であるという結果となった。このことから、利用者は自身が料金を払う必要なくバスを利用できるような状態、つまり、税金によってバスの運行を行う状況が望ましいということが考えられる。また、固定層の割合が低い場合において、競合シナリオのほうが独占シナリオよりも利用者にとって望ましいことが分かった。これは選択層が多いため、バス事業者が競合することでサービスレベルが上がり、選択の幅が広がるという点が有効であると考えられる。固定層の割合が高い場合はバス利用者が多いという点で

バス事業者が競合するよりも共同で運行した方が使いやすいということが有効であったのだと考えられる。最後に図-6の社会余剰に関しては利用者の利益と同様に社会最適シナリオが最適であるという結果となった。今回はバス事業者の利益よりも利用者の利益が社会余剰に大きく影響しているためこのような結果になったのだと考えられる。実際に他のシナリオの動きが利用者の利益の場合と同様の動きをしている点からもそのことが分かる。しかし、バスの固定層が非常に高い割合でいる場合はバス事業者の利益も上がるため、そのような状況下では一概に有効であるとは断定し難いと思われる。

## 5. おわりに

本研究ではバス事業者間の関係性に焦点をあて、構築した最適化モデルを基に3つの観点から比較・考察を行った。様々な結果が得られた中で今回示したケーススタディとして、固定層の割合を動かすことで状況に応じた運行形態の変化が求められることが分かった。しかしながら、本稿では限定的な局面であるため、複数OD、複数経路を想定するなど、より幅広い状況に対応していくためのモデルの拡張の必要性がある。また、本研究で構築した最適化問題は凸計画問題ではなく、今回導出した解が局所解である可能性や、競合を想定した場合には複数均衡が存在する可能性もある。そのため、解の性質について、より詳細な検討が求められる。今後はモデルを拡張していくにあたって、競合、共同運行における事例の調査を深めたい。それにより、モデル化に必要な要素を吟味した上で、モデルの拡張をしていく予定である。

## 参考文献

- 1) <https://toyokeizai.net/articles/-/208534>
- 2) 岸井大太郎：運輸事業と独占禁止法—業務提携および運輸に関する協定を中心に—, 国際交通安全学会誌, Vol.29, No.1, 2004  
<https://www.jftc.go.jp/dk/>
- 3) <https://www.asahi.com/articles/ASLC66HQ0LC6ULFA031.html>
- 4) 生田正洋, 天野光三, 中川大：バスの利便性評価指標と利用者の行動・意識に関する研究, 第26回日本都市計画学会学術研究論文集
- 5) 富井規雄, 田代義昭, 田部典之, 平井力, 村木国満：利用者の不満を最小にする列車運転整理アルゴリズム, 情報処理学会論文誌：数理モデル化と応用, Vol.46, No.SIG(TOM11), 2005
- 6) 佐藤良太, 谷口綾子：バス利用者のバス利用満足度に接客サービスが与える影響に関する研究, 土木学会論文集, Vol.67, No5, 2011

- 7) 山本大輔：消費者・企業にとっての競争の重要性について—競争への批判・誤解に対する考え方を中心に—
- 8) 下田雅己, 清水哲夫：ソウル・京畿道における公共交通改革の考察—共通運賃制度を中心に—

(2019. 9. 30 受付)

COMPETE OR COOPERATE?  
OPTIMAL DESIGN OF PUBLIC BUS SERVICE  
Kazuki WAKANA and Yasuhiro SHIOMI