

広域路線を対象としたバスサービスの提供スキームに関するモデル分析

大高 枝里¹・喜多 秀行²

¹学生会員 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1)

E-mail: 192t107t@stu.kobe-u.ac.jp

²正会員 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1)

E-mail: kita@crystal.kobe-u.ac.jp

2018年2月、ある路線バス事業者が、黒字路線への競合他社の参入によって路線間内部補助により維持している赤字路線の運営が困難になる、として31路線の撤退を申請した。これは「国民が日常生活に必要な不可欠な移動を円滑にできるようにするため、交通手段の確保その他必要な施策を講ずる」と定めた国の責務が果たされていないという問題提起と言える。谷本・喜多(2004)は自治体同士が提携を組むことを間事業者による都市部黒字路線への参入可能性については考慮していない。そこで、本研究では自治体と事業者が協力することを含めてモデルを拡張し、地方路線バスサービスを維持可能な形で提供しうる運営スキームを見出す方法を提案した。

Key Words: public transport, joint provision, local governments, model analysis, cooperative game.

1. はじめに

2018年2月に岡山県内の複数自治体において路線を持つ両備グループが、赤字経営が続く路線を中心に31路線の撤退を申請した¹⁾。この背景には、両備グループが有する岡山市内の黒字路線に競合他社である八晃運輸が新規路線の開設を申請し認可されたことがある。「両備バスは3割の黒字路線で7割の赤字路線を、岡電バスでは4割の黒字路線で6割の赤字路線を支えている」両備グループにとって全体の運営を困難にする危機的な事態であり、八晃運輸の行為は黒字路線を狙い打ちするいわゆるクリームスキミングであるというのが両備グループの主張である³⁾。一方、八晃運輸は、3月2日付の声明で、運賃設定は「格段割安でもなく、不当な競争を引き起こす恐れはないと判断され、認可された」と述べるとともに、両備グループの路線において路線間内部補助がなされており、「黒字路線で赤字路線をカバーする事態が行き過ぎれば、黒字路線の利用客は、自由競争が行われていない条件下では、不当に高い運賃を負担する事態に陥る」との見解を示している⁴⁾。

国土交通省は、平成24年7月31日付の通達⁵⁾で定めたクリームスキミングの要件(1日のオフピーク時間帯の運行回数に対する全てのピーク時間帯の運行回数の

比率のみ)に基づき届出を受理したものであるが、これに対し両備グループは、地域公共交通の健全な発達を阻害する結果を生じるような競争を惹起させないという観点から不十分なものであるとしている⁶⁾。

「地域の足の確保」という観点から両備グループの主張は理解できるものであるが、「内部補助による黒字路線利用者が不当に高い負担を強いられている」という八晃運輸の見解にも一理ある。問題は、過大な内部補助に頼ることなく地域の足を確保しうる適切なしくみが見当たらないことである。「国民が日常生活および社会生活を営むにあたって必要不可欠な移動を円滑にできるようにするため、交通手段の確保その他必要な施策を講ずる」と定めた国の責務が果たされていないという問題提起と言える。その後さまざまな動きが見られるが、地域住民に対し必要なサービスを安定的に確保するしくみは現時点では確立されていると言い難く、今後も上記と同様の事態が生起する可能性が否定できない。

そこで本研究では、そのひとつの形として、自治体と事業者が協力することにより地方路線バスサービスを維持可能な形で提供しうる運営スキームを見出す方法を提案する。

以下、第2章では各国における公共交通サービスの現状を概観し、モデル構築の方針を得る。第3章では、先

に提案した複数自治体で広域路線バスを共同運行する際の費用負担額算定モデルを拡張し、民間事業者との連携をも考慮できるようにする。第 4 章では、構築したモデルを用いた数値分析を行い、提案した枠組みの有用性を確認する。第 5 章では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の課題を明らかにする。

2. 公共交通サービスの提供スキーム

(1) 公共交通サービスの提供スキームの概要

わが国の路線バスサービスは、伝統的に民間事業者が担っており、路線バス事業がうまみの大きいビジネスであった時代の民間事業者主体の意識が色濃く残っている。一方、海外に目を向けると、自治体のレベルや形態はそれぞれ異なるものの、フランス、ドイツ、オランダ、スウェーデン、米国など多くの国では、国あるいは地方政府が責務として一元的に管轄している²⁾。わが国は、公共交通サービスの多くを民間事業者に委ねている、という意味で特殊な国であるが、それに加え、いくつかの特徴を有している。

1 点目は、民と官が混在して同一のサービスを異なる目的関数（利潤最大化、社会的厚生最大化）の下で提供していることである。2 点目は、都市部と地方部で路線バス事業の採算性が大きく異なり、コミュニティバスを含む路線バス事業に対する自治体の意識に大きな差があること、3 点目は、都市を中心とする交通圏が周辺の複数の自治体を含んでいることが多いにもかかわらず、自治体ごとに計画が策定されていることが多いことである。

このような状況下で、ひとつの交通圏を構成する複数の自治体で広域的な観点から公共交通サービスを維持可能な形で提供するための計画・分析フレームの役割が大きい、それに応える道具立てはどの程度準備されているのであろうか。

(2) 既往研究

地域の路線バス事業を対象に、運賃と便数の最適な組み合わせ等を見出す研究 Hensher and Houghton⁷⁾や、インセティブ契約による運営権入札制度の導入やリスク分担の適正化に関する研究^{8)~*)}など、理論研究に関しては比較的多くの蓄積がある。また、サービス提供の維持可能性については公共財の自発的供給の観点からの分析⁸⁾⁹⁾がなされており、サービス提供の効率性の観点に立った生産性分析¹⁰⁾や費用構造分析^{11,12)}も行われている。

地域公共交通計画の策定手法として、包や括的な計画方法論として先導的な役割を果たした DfT(英国交通省)¹³⁾、MVR(蘭国交通水理省)¹⁴⁾、移動ニーズをアンケートやヒアリングにより把握して計画を策定し、バス利用者数や満足度等で評価する手法をまとめた国土交通省

¹⁵⁾、“受益と負担の組み合わせを地域社会が選択する”という考え方に基づく計画法を提唱した国際交通安全学会¹⁶⁾、必ずしも交通の専門家でない自治体職員でも効率的・効果的に公共交通計画を策定できるよう GIS を用いた計画支援ツールを開発した森山ら¹⁷⁾、住民が参加して公共交通計画を行うワークショップ等を想定し、計画路線を変更し、議論を行うためのシステムを構築した小山ら¹⁸⁾がある。また、活動機会に着目した地域公共交通計画の方法論や支援手法として、喜多ら¹⁹⁾は活動機会の集合を潜在能力と位置付け、その潜在能力から公共交通サービスを評価する理論モデルを構築している。

しかし、自治体や事業者間の連携に着目してサービス提供の可能性を高めるというアプローチは著者の知る限り見当たらない。

そこで、谷本・喜多⁶⁾では自治体同士が提携を組むことを協力ゲーム的状况と考え、協力ゲーム理論を用いて補助金負担方式を決定する方法を先に提案した。地方部 2 地域と都市部 1 地域からなる 3 地域における広域路線を考え、地域同士が提携を組んでバスを運行し、各提携下で社会的便益が最大となるバスの便数とその際の補助金負担額をいくつかの配賦方式の下で求め、提携下における社会的便益が単独運営下の社会的便益を上回る条件を見出すというものである。しかし民間事業者による都市部黒字路線への参入可能性とそれが提携の維持可能性に及ぼす影響については考慮していない。

(3) 本研究のアプローチ

以上を踏まえ、本研究では、都市部と地方部の自治体が提携し共同でバスを運行し、密度の経済、距離の経済、規模の経済などを享受することにより負担を軽減するスキームを構築することが有用であると考え、これが提案する方法の基本的考え方となる。しかしこのスキームの成立可能性は関係する自治体すべてが共同運行のメリットを享受しうるか否かに依存する。そこで、次章では、関係する自治体すべてが共同運行のメリットを享受しうる条件を見出すためのモデルを谷本・喜多⁶⁾のモデルを拡張することにより構築する。

3. モデル

(1) 条件設定

以下では地域 1 (地方自治体) と地域 2 (都市部) を結ぶ広域の路線を対象とする。運営形態に考えられる提携に単独提携、2 地域間提携の 3 種類を図 2 に示す。地域 1 の住民は地点 C-D 間と A の間を移動、地域 2 の住民は A-B 間と A の間を移動し、単独提携下では自地域の住民のみを排他的に輸送するものとする。

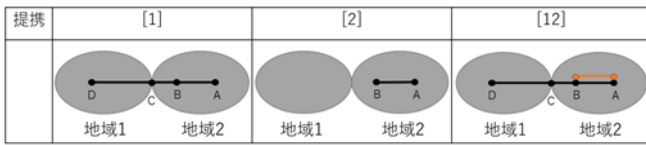


図-2 提携の組み方

(3) モデル

本研究では地方路線バスの維持可能性に加えて、黒字路線への参入に対抗しうるか、という点をも確かめるために、都市部において利潤最大化のみを追求する民間事業者の存在を考慮に入れて検討する。具体的には、以下の2つの条件が同時に成立する状況が存在するか否かについて分析を行う。

【条件 1】単独で運行するよりも提携を組んだ方が都市部、地方部ともに社会的便益が高くなる負担配賦方法があること。

これは次式で表される。

$$V(12) \geq V(1) + V(2) \tag{1}$$

$$V_1(12) \geq V(1), V_2(12) \geq V(2) \tag{2}$$

S : 提携 S={1,2,12}

V(S) : 提携 S 下での全地域の社会的便益の合計

V_k(S) : 提携 S 下での地域 k の社会的便益。

【条件 2】クリームスキミングに対向しうるために、提携を組んで運行した方が都市部における利潤が大きくなる負担方法があること。

これは次式で表される。

$$\pi(12) \geq \pi_1(1) + \pi_2(2) \tag{3}$$

$$\pi_2(12) \geq \pi_2(2) \tag{4}$$

π(S) : 提携 S 下での提携内における全地域の利潤の合計

π_k(S) : 提携 S 下での地域 k における利潤

社会的便益=V_k(S)と利潤π_k(S)はそれぞれ次式で与えられる。

$$V_k(S) = CS_k(N_k(S)) + r_k(N_k(S)) \tag{5}$$

$$-(c_1 l_{Aj} + c_2 N_k(S) l_{Aj})$$

$$\pi_k(S) = r_k(N_k(S)) - (c_1 l_{Aj} + c_2 N_k(S) l_{Aj}) \tag{6}$$

CS_k(N_k(S)) : 便数N_k(S)のときの消費者余剰

r_k(N_k(S)) : 便数N_k(S)事業者の収入

c₁l_{Aj} + c₂N_k(S)l_{Aj}便数N_k(S)運行費用

また、地域 k における消費者余剰CS_k、収入q_k、運行費用g_kは次式で与えられるとする。

$$CS_k = \int_0^{\infty} q_k^0 \exp[-\omega x] dx = \frac{q_k}{\omega} \tag{7}$$

$$q_k = q_k^0 \exp[-\omega g_k(N)] \tag{8}$$

$$\tag{9}$$

$$g_k(N) = pl_{Aj} + 2w \frac{l_{Aj}}{s} + (\delta - \theta \ln N)$$

p : キロ当たりのバス運賃(円/km)

w : 時間価値(円/km)

s : バスの表定速度(km/時間)

q_k⁰ : 地域 k における潜在利用者数

δ - θlnN : バス便数が N 便のときの乗り継ぎや待ち時間などによる負担を考えた調整費用(円)

θ, δ : パラメータ

l_{Aj} : 路線l_{Aj}の長さ(km)

$$j = \begin{cases} D(k=1) \\ B(k=2) \end{cases}$$

提携下における固定費用の負担配賦方式には種々のものがあるが⁶⁾、ここでは次式で示す走行キロ比に基づく方式とする。

$$X_1 = \frac{N_1 l_{CD}}{N_1 l_{AD} + N_2 l_{AB}} * C_1 l_{AD} + C_2 N_1 l_{AB} \tag{10}$$

$$X_2 = \frac{N_1 l_{AC} + N_2 l_{AB}}{N_1 l_{AD} + N_2 l_{AB}} * C_1 l_{AD} + C_2 (N_1 l_{AB} + N_2 l_{AB}) \tag{11}$$

X₁ : 地域 1 の負担分

X₂ : 地域 2 の負担分

4. 数値分析

(1) 設定条件

提案した方法の有用性を確かめるために数値分析を行う。今回は岡山県下のある路線を念頭において表-1に示す条件を設定し、2地域間での共同運行について3.(3)で示した【条件 1】と【条件 2】が成立するか否かを確認する。

表-1 数値分析の設定条件

変数	変数の説明	値	単位	備考
p	キロ当たりのバス料金	25.2	円/km	両備バスデータ
w	時間価値	600	円/時間	国交省データ
s	バスの評定速度	25.1	km/時間	両備バスデータ
C ₁	走行キロあたりの可変費用	40	円/km	文献 1) より
C ₂	営業キロ当たりの固定費用	860	円/km	文献 1) より
q ₁	地域1の利用者数	49	人/時間	OD量データ
q ₂	地域2の利用者数	98	人/時間	OD量データ
L ₁	路線①の長さ	25.8	km	両備バスデータ
L ₂	路線②の長さ	15.1	km	両備バスデータ
θ	パラメータ	984	円	文献 1) より
δ		3000	円	文献 1) より
ω		0.000112	なし	文献 1) より

2 地域での共同運行であるため、考えられる提携は地域 1、地域 2 のそれぞれの単独提携と地域 1,2 による 2

地域間提携となる。各提携の模式図とその下での便数および社会的便益を表-2に示す

表-2 各提携のもとでのバス路線ネットワークと社会的便益

提携	バス路線ネットワーク	設定するバス便数	社会的便益
(1)		$N_1(1)$	$CS_1(N_1(1)) + r_1(N_1(1)) - c_1 I_{AD} - c_2 N_1(1) I_{AB}$
(2)		$N_2(2)$	$CS_2(N_2(2)) + r_2(N_2(2)) - c_1 I_{AB}$
(12)		$N_1(12)$ $N_2(12)$	$CS_1(N_1(12)) + CS_2(N_2(12) + N_2(12)) + r_1(N_1(12)) + r_2(N_1(12) + N_2(12)) - c_1 I_{AD} - c_2 [N_1(12) I_{AD} + N_2(12) I_{AB}]$

(1) 分析結果

得られた結果を表-3に示す。上部が社会的便益の最大化を考えた場合、下部が都市部のみ利潤最大化を考えた場合（都市部の消費者余剰を無視した場合）の結果を示している。

まず、両地域の社会的便益最大化を考えた場合、社会的便益の項を見ると、地方部、都市部どちらにおいても、単独の場合よりも提携を組む場合において値が大きくなっていることがわかる。すなわち、

$$V(12) = 789,045 > V(1) + V(2) = 756,346 \quad (10)$$

$$V_1(12) = 278,991 > V(1) = 246,298 \quad (11)$$

$$V_2(12) = 510,054 > V(2) = 510,048 \quad (12)$$

表-3 数値分析の結果（走行キロ比に基づく費用配賦の場合）

両地域の社会的便益最大化を考えた場合	単独		提携(走行キロ比)	
	地方部	都市部	地方部	都市部
バス便数	2.21	9.09	4.20	4.89
一般化費用	4106.85	3324.74	3473.71	2542.65
需要曲線	30.93	67.53	33.21	73.71
消費者余剰	276195.6	602961.1	296492.4	658159.7
バス事業者の収入	20104.01	25686.94	21581.39	28038.48
運行費用	50001.49	118600.24	39082.68	118593.96
社会的便益 $V_k(S)$	246298	510048	278991	510054
社会的便益合計 $V(S)$		756346		789045
都市部の利潤最大化を考えた場合	単独		提携(走行キロ比)	
	地方部	都市部	地方部	都市部
バス便数	2.21	9.09	4.20	4.89
一般化費用	4106.85	3324.74	3473.71	2542.65
需要曲線	30.93	67.53	33.21	73.71
消費者余剰	276195.6	0.0	296492.38	0.00
バス事業者の収入	20104.01	25686.94	21581.39	28038.48
運行費用	50001.49	118600.24	39082.68	118593.96
社会的便益/利潤 $\pi_k(S)$	246298	-92913	278991	-90555
社会的便益/利潤合計 $\pi(S)$		153385		188436

また、都市部の利潤最大化を考えた場合も、提携を組んだときのほうが単独で運行する場合よりも利潤が大きくなるということが次式から理解される。

$$\pi(12) = 188,436 > \pi(1) + \pi(2) = 153,385 \quad (13)$$

$$\pi_2(12) = -90,555 > \pi(2) = -92,913 \quad (14)$$

(2) 分析結果

単独でバスの運行を行うよりも提携を組んだ方が地方部、都市部の両方にとって社会的便益が上がるという結果が出ており、少なくとも今回設定した条件の下では、広域路線での共同補助を行うことが地方路線を維持することができる可能性があることが示唆された。また、都市部におけるバス事業者の収入で比較すると、単独で運

行を行うよりも提携で運行を行った方が高い値になることが示された。これは、広域路線による共同補助はクリームスキミングにも対抗しうる条件設定が存在することを示している。

5. おわりに

本研究では、地域住民の足を守るべく、クリームスキミングにも対抗しうる公共交通サービスの枠組みの構築を行った。その方法として、広域路線における関係自治体が連携し、地方部路線が都市部路線と手を組むことによる路線維持の可能性を探るための分析モデルを提案した。数値分析を通して、(1) 都市部と地方部にまたがる広域の路線において共同補助を行うことで、どちらの自

治体にとっても社会的便益が大きくなる負担方式が存在すること, (2) 都市部における利潤最大化を考えた場合でも, 単独ではなく地方部と提携を組む方が事業者にとっての利潤が大きくなる条件がある, などを確認し, 限定的な条件下ではあるが自治体と事業者が協力して運営するスキームが地方路線バスサービスを維持する一つの方法となり得ることがわかった。

しかし, 提案したモデルは現実を極めて単純化したものであり, 本論文で得られた知見は必ずしも一般性を持つとは言いきれない。また, 運賃設定方式など, 本来は政策変数として扱うべきものも所与として分析したものがある。現実のネットワークを単純化する方法や運賃体系が変わる場合を明示的に考慮した検討は今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 列島追跡 岡山で収益バス路線に新規参入 大手「抗議」の撤退, 日本経済新聞, 2018年2月26日付朝刊。
- 2) 小役丸幸子ほか: 諸外国における地域公共交通事情, 運輸と経済, 846号, pp.116-137, 2017。
- 3) 小嶋光信: 緊急発表 全国の地域公共交通を守るために, 敢えて問題提起として赤字路線廃止届を出しました, 両備グループ HP, 2018年2月19日, <https://ryobi.gr.jp/message/4726> (2018年2月10日閲覧)
- 4) 両備グループ 路線バスの廃止届提出とその後の対応について, 両備グループ HP, <https://www.ryobi-holdings.jp/rosenbus-okayama/master/wpcontent/uploads/2018/03/deec5bad071e491e356636dbb835ddec.pdf>, 2018, (2019年2月4日閲覧)。
- 5) 国土交通省自動車局長: 一般乗合旅客自動車運送事業の運行計画の届出等の処理要領, 国自旅第90号, 平成24年7月31日改正。
- 6) 谷本圭志, 喜多秀行: 広域バス路線の補助金負担方式に関するゲーム論的考察, 土木学会論文集, No.751/IV-62, 83-95, 2004.1
- 7) Hensher, D.A. and Houghton, E.: Performance-based quality contracts for the bus sector – delivering dcquality
- 8) 湧口清隆: 交通サービスの自発的供給は可能か?—理論的フレームワーク—, 交通学研究, 1998年研究年報, pp.111-120, 1998。
- 9) Mizrahi, S.: Swlf-provision of public services: Its evolution and impact, Public Administration Review, Vo. 72, Iss. 2, pp.285-291, 2011。
- 10) Yu, M.-M.: Measuring the efficiency and return to scale status of multi-mode bus transit – evidence from Taiwan's bus system, Journal of Applied Economics Letters., Vol. 15, Issue 8, 2008。
- 11) 湯川創太郎: 地方都市における路線バス産業の費用構造, 2009年公益事業学会全国大会, pp.1-15, 2009。
- 12) 中川 大, 松中亮治, 大庭哲治, 中山偉人: 運行事業者の違いと自治体の費用負担に着目したコミュニティバスの運行費用に関する研究, 土木学会論文集, Vol.68, No.5, pp.I.1357-1362, 2012。
- 13) Deaprtment for Transport: Guidance on Local Transport Plans, Deaprtment for Transport, July 2009。
- 14) Ministry of Transport: Public works and Water management, Public transport in the Netherland, 2010。
- 15) 国土交通省: 地域公共交通網形成計画及び地域公共交通再編実施計画作成のための手引き 第3版, 2016。
- 16) (財)国際交通安全学会, 地域でつくる公共交通計画—日本版 LTP 策定のてびき—, (財)国際交通安全学会, pp.130, 2010。
- 17) 森山昌幸, 藤原章正, 杉恵頼寧: GIS を活用した中山間地域の公共交通計画支援ツールの開発, 土木計画学研究・論文集, vol.21, no.3, 2004。
- 18) 小山茂, 谷口滋一, 轟朝幸, 大西貴佳: 住民参加型コミュニティバス計画のための情報提示型システムに関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.23, no.3 2006。
- 19) 喜多秀行, 池宮六季, 菅洋子, 四辻裕文: 潜在能力アプローチによる地域公共交通計画の検討フレーム, 土木計画学論文集 D3, vol.71, No.5, 2015。

(2019. 10. 4 受付)

A MODEL ANALYSIS ON THE SCHEME OF PROVIDING BUS SERVICES IN SURBURBAN AREAS

Eri OTAKA and Hideyuki KITA

In February 2018, a bus company in Okayama, Japan applied for the withdrawal of 31 routes because it was difficult to maintain the unprofitable routes by inter-route cross subsidy due to competitors entering the profitable routes. This can be said to raise the problem that the national responsibilities defined as "to secure the means of transportation and other necessary measures are provided so that the residents can smoothly move indispensable to daily life" have not been fulfilled. Tanimoto and Kita (2004) consider the partnership between local governments as a cooperative game situation, and propose a method to find the side payment scheme using cooperative game theory. However, it does not consider the possibility of private businesses entering the urban surplus routes. This study proposes a method to extend the model including cooperation between local governments and business operators and to find a management scheme that can provide local bus service in a sustainable manner