

複数の自治体にまたがる広域バス路線の補助金負担方式に関するモデル分析

鳥取大学工学部 正会員 谷本圭志
鳥取大学大学院 学生会員 米村圭一郎
鳥取大学工学部 正会員 喜多秀行

1. はじめに

道路運送法の改正に伴う規制緩和により、過疎地域の自治体はバス路線への補助を行い地域内の生活交通を確保することがますます求められる。厳しい予算制約の下、より小さい費用で補助を実施する方策として、複数の自治体にまたがる広域バス路線を設定し、関係自治体で補助費用を共同負担するという補助事業が考えられるが、全ての自治体が合意できる負担方式は確立されていない。本研究ではいくつかの負担方式を取り上げ、それらの有効性を自治体間の合意形成の観点から協力ゲームを用いて検討する。

2. 地域モデルと補助事業の概要

本研究では、過疎地域（図-1の自治体1, 2）と中核都市（自治体3）を結ぶ広域バス路線を対象とする。自治体3の住民はab区間のみに交通需要があるとし、広域バスはab, ad, ae区間の3つの路線から構成されているとする。ここでは従来の補助事業ではなく、自治体が自地域における社会的余剰を最大化する便数を設定し、その下で生じるバス事業者の赤字分を補填する補助事業を想定する。ここに、社会的余剰とは自治体内の消費者余剰からバスの運行によって生じる赤字の差である。

簡便な補助費用負担方法として「行政区域内のバス路線長比」、「住民の交通需要区間長比」、「人キロ比」に基づく3つの負担方式を取り上げる。

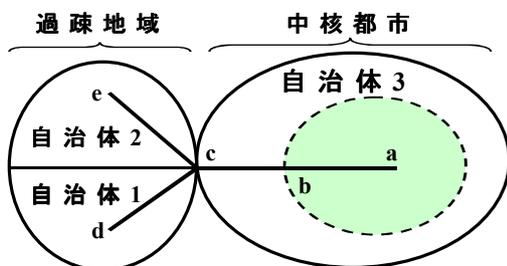


図-1: 本研究で想定する地域モデル

3. バス便数と補助費用の導出

図-1に示した任意の地点を*i*及び*j*で表し、路線バスの本数を*N*で表す。*i*地点から*j*地点までの間、路線バスを利用した場合の利用者の一般化費用(P_{ij})、逆需要関数(q_{ij})、地点*ij*間に路線バスを運行させた場合の運行費用(BC_{ij})及び、路線バス事業者の収益(π_{ij})を次のように表す。

$$P_{ij}(N) = pl_{ij} + \frac{l_{ij}}{s}\epsilon + (\delta - \gamma N^k) \quad (1)$$

$$q_{ij}(N) = -\alpha P_{ij} + \beta \quad (2)$$

$$BC_{ij}(N) = (c_1 + c_2 N^k)l_{ij} \quad (3)$$

$$\pi_{ij}(N) = q_{ij}pl_{ij} \quad (4)$$

ここに l_{ij} は*i*地点から*j*地点までの距離、 pl_{ij} は地点*ij*間の路線バス運賃、 s はバスの運行速度、 c_1 は単位距離あたりの固定費用、 c_2 は単位距離あたりの可変費用である。 $\delta - \gamma N^k$ はバスの便数が $N(\geq 1)$ のときに利用者が費やす待ち時間であり、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, k$ はパラメータである。バスの便数が多いほど待ち時間は逓減すると考えられるため、本研究では $k = 0.5$ とおく。なお、 ϵ は時間価値、 β は逆需要関数の切片であり、 β の値が大きいほど潜在的な需要が大きい。すなわち、人口規模の大きな自治体ほどその値が大きいと考えられる。以上より、地点*ij*間に路線バスを*N*便運行した場合の消費者余剰 CS_{ij} は次のように表される。

$$CS_{ij}(N) = \frac{1}{2\alpha} q_{ij}^2 \quad (5)$$

以下では、一部の自治体（これを「提携」と呼ぶ）のみで補助事業を行った場合に要する社会的余剰を交渉力として3つの自治体によって実施される補助事業の費用の負担を自治体間で決定する場面を想定する。まずは各提携において維持する路線バスの便数を求める。各提携では構成員の社会的余剰の和を最大化するバスの便数を決定するとする。例えば提携{1}では次式によりad間を運行するバスの便数 N_1 を決定する。

$$\max_{N_1} [CS_{ad}(N_1) + \pi_{ad}(N_1) - BC_{ad}(N_1)] \quad (6)$$

同様に提携{123}では次のようにしてバスの便数 N_1, N_2 (ae間), N_3 (ab間)を決定する。

$$\begin{aligned} & \max_{N_1} [CS_{ad}(N_1) + CS_{ae}(N_2) + CS_{ab}(N_1 + N_2 + N_3) \\ & + \pi_{ad}(N_1) + \pi_{ae}(N_2) + \pi_{ab}(N_1 + N_2 + N_3) \\ & - BC_{ad}(N_1) - BC_{ae}(N_2) - BC_{ab}(N_3)] \end{aligned} \quad (7)$$

ここで各自治体は固定費用とは無関係にバスの便数を設定しうることにより留意を要する。先述のように、各自治体及びその提携は地域内の社会的余剰を最大化するバスの便数を設定する。設定した便数の下で達成可能な社会的余剰を交渉力として3つの自治体による補助事業に要する費用の負担を自治体間で決定する。具体的には、提携によって達成可能な社会的余剰を提携の特性関数とし、この特性関数によって定義されるコア (core) を満たす負担費用が与えられた場合、3つの自治体が共同で補助事業を実施する上での合意が形成されると考える。よって、コアを満たす費用負担方式が合意形成の観点から有効と判断することができる。

各提携はまず最も強い交渉力、すなわち最も大きな特性関数値を提示し、合意形成を図るが、合意に至らない場合は交渉力を弱めて再度合意の形成を図るという妥協のプロセスを経ると考えられる。そこで提携に属さない自治体が補助事業を行った場合に自らが支払わずに済む固定費用を除いて計算される特性関数を提示する段階を妥協段階0、自治体3におけるab区間において既に投じられているサンクコスト (中核都市である自治体3には既に固定費用が投じられていると仮定) のみを除いて計算されるそれを提示する段階を妥協段階1、路線が通過する全ての区間の固定費用を含めて計算されるそれを提示する段階を妥協段階2として各段階において導出されるコアの領域内にどの負担方式が負担費用を与えるかについて検討した。その結果、図-2に示すように妥協段階0においてコアを満たしうる唯一の負担方式が人キロ比であること、妥協段階1においては交通需要区間長比の負担方式が常にコアを満たすこと、路線長比に基づく負担方式では妥協段階2においてもコアを満たしえないことが明らかになった。

4. 数値シミュレーション

各妥協段階において簡便な負担方式のコア充足性について仮想的な数値例を用いて検討を行った。まずは妥協段階0において人キロ比に基づく負担方式がコアを充足する条件の導出を試みた。その結果、表-1に示すように自治体1,2の潜在的な交通需要が中核都市程度まで大きい場合にのみ成立することが分かった。つまり、交通需要の小さな過疎地域における補助事業において

は人キロ比に基づく負担方式によっては合意が形成されないと言える。次いで妥協段階1及び2について検討を行ったが、前章の検討結果を支持する結果が得られた(表-2)。

表-1: 妥協段階0における補助金負担額 (単位:円/日)

負担方式 補助費用	需要区間 長比負担	路線長比 負担方式	人キロ 負担方式	コアの領域	
				下限値	上限値
x_1	-2137.1	-21331.1	42243.2	862.8	43447.2
x_2	-2137.1	-21331.1	42243.2	862.8	43447.2
x_3	266262.3	304651.9	177501.4	169093.4	266262.3

パラメータ					
$l_{ad} = 25$	$l_{bc} = 5$	$\epsilon = 800$	$c_1 = 1200$	$\alpha_1 = \alpha_2 = 0.015$	$\alpha_3 = 0.015$
$l_{ae} = 25$	$p = 18$	$\gamma = 275$	$c_2 = 100$	$\beta_1 = \beta_2 = 120$	$\beta_3 = 130$
$l_{ab} = 15$	$s = 30$				

表-2: 妥協段階2における補助金負担額 (単位:円/日)

負担方式 補助費用	需要区間 長比負担	路線長比 負担方式	人キロ 負担方式	コアの領域			
				[左: 妥協段階1]		[右: 妥協段階2]	
				下限値	上限値	下限値	上限値
x_1	160.8	4042.4	13744.0	1024.4	9615.2	1024.4	27615.2
x_2	160.8	4042.4	13744.0	1024.4	9615.2	1024.4	27615.2
x_3	94750.5	87023.3	67584.3	81841.8	87023.3	53841.8	87023.3

パラメータ					
$l_{ad} = 30$	$l_{bc} = 5$	$\epsilon = 800$	$c_1 = 1200$	$\alpha_1 = \alpha_2 = 0.02$	
$l_{ae} = 30$	$p = 18$	$\gamma = 275$	$c_2 = 100$	$\beta_1 = \beta_2 = 70.0$	
$l_{ab} = 15$	$s = 30$	$\alpha_3 = 0.02$	$\beta_3 = 90.0$		

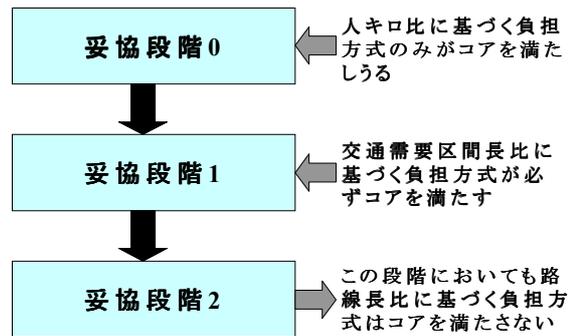


図-2: 妥協のプロセスとコア充足性

5. おわりに

路線長比負担方式は妥協段階2においても、コアの領域を満たすことはないことから、本研究で想定しているような運用の下では自治体間の合意形成の観点から有効ではない。人キロ比負担方式も過疎地域における適用には有効ではなく、交通需要区間比負担方式が望ましいと言える。