

バスサービスの運行委託契約に関する一考察*

A Model Analysis on Commission Contract of Bus Service*

喜多秀行**・松永拓也***・谷本圭志****

By Hideyuki KITA**, Takuya MATSUNAGA*** and Keishi TANIMOTO****

1. はじめに

バスサービスを確保すべく自治体が運行委託や補助金投入を行う場合、その額に見合うサービスが提供されるようバス事業者と契約を結ぶことが望ましいが、情報の非対称性に起因する不効率が存在することもあり、現実には必ずしもそうっていない。

Hensher and Houghton¹⁾はバスサービスの効率的調達方法を論じているが、バス事業者と自治体の間の情報の非対称性については特に言及しておらず、情報の対称性を暗黙のうちに想定している。しかし、現実にはバス事業者は自治体に対して情報優位にあり、かつ、事業者は自らの利潤最大化行動をとるため、必ずしも自治体にとって望ましい行動をとるには限らない。本研究では、このような事業者のモラルハザードに着目し、自治体が投入する委託/補助金額を適切に設定することによって事業者の努力を引き出す最適契約モデルを構築する。

2. バスサービスの最適契約モデル

事業者の努力水準に関するインセンティブを考慮した、バスサービスの運行委託契約に関するモデルを定式化する。運行収支 π が基準額 π_0 ($\pi_0 < 0$)を超えるか否かにより、自治体が事業者に投入する補助金額 G を2段階に変える以下のような契約の設計法を検討する。ただし、 $g_1 > g_0$ とする。

$$\Gamma = \{G, \pi_0\} \quad (1)$$

$$G = \begin{cases} g_1 & \text{for } \pi_0 < \pi \\ g_0 & \text{for } \pi < \pi_0 \end{cases} \quad (2)$$

*キーワード：公共交通計画，システム分析

**正会員，工博，鳥取大学工学部社会開発システム工学科，
(〒680-8552 鳥取市湖山町南4-101 TEL: 0857-31-5309,
FAX: 0857-31-0882)

***学生会員，鳥取大学大学院工学研究科社会開発システム
工学専攻

****正会員，博(工)，鳥取大学工学部社会開発システム工学科

運行収益 π は運賃収入 $R(q_0)$ ，運行費用 $C(S, E)$ ，努力費用 $C_S(S)$ より次式で与えられる。

$$\pi = R(q_0) - C(S, E) - C_S(S) \quad (3)$$

事業者の利潤 U_A は以下のように定式化される。

$$U_A = \pi + G \quad (4)$$

事業者の操作変数は努力水準 S (s_1 : 努力する， s_0 : 努力しない)のみとする。事業者の利潤と自治体の効用に影響を与える要因は、事業者の努力水準と運行環境 E (e_1 : 良好， e_0 : 劣悪)のみとする。運行環境とは気象条件や燃料価格の高騰といった双方がコントロールできないものをいう。

努力水準 S ，運行環境が良好である確率 p ，運行費用 $C(S, E)$ ，努力費用 $C_S(S)$ ，自治体が知る運行経費 c の関係を図1に示す。ただし、自治体が知る運行経費については $c_1 > c_2 > c_3$ とし、 c_2 の場合、努力水準を識別できないことに注意されたい。努力費用については事業者が努力しないときにかかる努力費用 $C_S(s_0)$ を0とし、 $C_S(s_1) > C_S(s_0)$ と仮定する。

自治体は事業者に s_1 を実現してもらうことで、より高い効用 $U_p(s_1)$ を得ることができる。

$$U_p(s_1) = CS - g_1 \quad (5)$$

$$U_p(s_0) = CS - g_0 \quad (6)$$

ここに CS は消費者余剰であり、ここでは事業者の努力水準に関わらず常に一定であると仮定する。

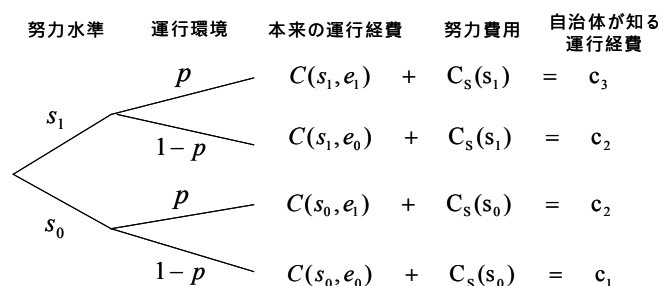


図-1 努力水準，運行環境と運行経費

一方、事業者の利潤は努力水準以外に確率的に変動する運行環境にも依存するため、事業者の関心はこれらに関する期待利潤に向くこととなる。事業者は他市場で得ることができる効用を表す留保効用 \bar{u} を上回る期待利潤が得られる場合に当該地域でサービスを提供し（参加制約）、努力したときの期待利潤 $EU_A(s_1)$ が努力しないときの期待利潤 $EU_A(s_0)$ を上回る場合に s_1 を実現する（誘因整合条件）。自治体は事業者に努力してもらう (s_1) ことで、効用を高めたいと考える。よって誘因整合条件と参加制約の下で自治体の効用最大化を目的関数とする制約付き効用最大化問題として以下のように定式化される。

$$\max_{g_1, g_0, \pi_0} U_P(g_0, g_1, \pi_0, S) \quad (6)$$

$$s, t \quad EU_A(s_1) \geq \bar{u} \quad (7)$$

$$EU_A(s_1) > EU_A(s_0) \quad (8)$$

ここに、

$$EU_A(s_1) = p\{R(q_0) - c_3 + g_1\} + (1-p)\{R(q_0) - c_2 + g_1\} \quad (9)$$

$$EU_A(s_0) = p\{R(q_0) - c_2 + g_1\} + (1-p)\{R(q_0) - c_1 + g_0\} \quad (10)$$

(7)式の参加制約と(8)式の誘因整合条件より g_1 , g_0 が満たすべき条件は次式のように整理される。

$$g_1 - g_0 \geq \frac{p}{1-p}c_3 + \frac{1-2p}{1-p}c_2 - c_1 \quad (11)$$

$$g_1 \geq -R(q_0) + pc_3 + (1-p)c_2 + \bar{u} \quad (12)$$

一方、(5)式より、 CS が一定の下では自治体の効用最大化行動は補助金最小化行動と等価である。したがって最適な契約 $\{g_1, g_0, \pi_0\}$ は(11), (12)式が共に等号で成立するときであり、以下のように導出することができる。

$$g_1 = -R(q_0) + pc_3 + (1-p)c_2 + \bar{u} \quad (13)$$

$$g_0 = -R(q_0) + \frac{-p^2}{1-p}c_3 + \frac{p^2}{1-p}c_2 + c_1 + \bar{u} \quad (14)$$

$$\pi_0 < R(q_0) - c_2 \quad (15)$$

3. 数値事例

ある路線における便数を1日15便から5便増便して1日20便の運行を委託する状況を想定し、事業者の努力水準によって補助金額に差をつける場合（ケース1）とつけない場合（ケース2）で、費用、

補助金額、自治体の効用、事業者の利潤がどのように変化するかを数値計算を通して比較検討する。

費用関数はHensher and Houghtonモデル¹⁾のものを単純化して用いる。ここに、 C_A は来期における費用、 C_B は今期の費用、 X_A は来期の便数、 X_B は今期の便数、 c は便数に関する費用弾性を表す。

$$C^A(S, E) = C^B * \exp\left[\frac{\varepsilon_c(S, E)}{X^B}(X^A - X^B)\right] \quad (16)$$

設定したパラメータの値を表-1に、計算結果を表-2に示す。補助金額に差をつけることで費用、補助金額、自治体の効用、事業者の利潤のいずれにおいても改善が見られ、自治体、事業者の双方にとって効率的な契約となっていることがわかる。したがって提案した設計手法が妥当であると考えられる。

表-1 パラメータの設定値

今期の便数 (X_B):	15	生起確率:	p :	0.5
来期の便数 (X_A):	20		$1-p$:	0.5
留保効用 (\bar{u}):	0			
消費者余剰 (CS):	15000000	努力費用 ($C_S(s_2)$):		0
弾力性	ケース1 $\varepsilon(s_1, e)$:	0.7	運賃収入 ($R(q_0)$):	30000
	$\varepsilon(s_1, e_0)$:	1	1便につき2000円とする	
	$\varepsilon(s_0, e)$:	1.2		
	$\varepsilon(s_0, e_0)$:	1.5	現在のコスト (C_B):	10000000
	ケース2 ε :			

表-2 計算結果

費用:	ケース1	C_3 :	13590146.1	自治体の効用:	ケース1	775803.4
		C_2 :	14918246.9		ケース2	409825.3
		C_1 :	16487212.7			
	ケース2	C :		運行収益:	π_1 :	-1678023.4
					π_2 :	-3006124.2
補助金額	ケース1	g_1 :	14224196.5	事業者の利潤:	ケース1	12546173.1
		g_0 :	14590174.6		ケース2	11584050.4
		g :	14590174.6			

4. おわりに

本研究では、バスサービスの調達に際してモラル・ハザードが存在する状況下において、事業者が経営努力をばらうようなインセンティブを与える契約の設計法を提案し、限定的ではあるものの、数値計算を通してその有用性を明らかにした。

今後は、一定値と仮定したサービスレベルや需要関数、消費者余剰等が努力水準によって変化するときの最適な補助金額等についても導出し、より実際に即したものにしていきたい。

参考文献

- 1) Hensher, D.A. and E. Houghton: Performance-based quality contracts for the bus sector: delivering social and commercial value for money, Transportation Research, Part B, vol. 38, pp.123-146, 2004.