

熊本都市圏におけるバス路線網再編計画案へのインセンティブ報酬モデルの適用

溝上 章志¹・藤見 俊夫²・平野 俊彦³

¹正会員 熊本大学大学院教授 自然科学研究科 (〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2丁目39-1)
E-mail: smizo@gpo.kumamoto-u.ac.jp

²正会員 熊本大学大学院助教 自然科学研究科 (〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2丁目39-1)
E-mail: fujimi@kumamoto-u.ac.jp

³正会員 (株)福山コンサルタント (〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東3丁目6-18)
E-mail: t.hirano@fukuyamaconsul.co.jp

近年モータリゼーションの進展に伴う自家用自動車の普及、少子化の進行による人口の減少等により、乗合バスの利用者数は全国的に減少傾向にある。熊本都市圏の路線バスの利用者数もこの20年間で半減している状況である。また、熊本市の補助金も増加傾向にあり、民間事業者、市交通局への補助金の合計は平成19年時点で約2億円となっている。このような中、熊本市は路線バスの利便性向上、採算性の向上、補助金の軽減のために熊本都市圏のバス路線網再編の検討を行っている。

バス路線網再編の際には補助金交付方法の見直しが検討されており、本研究では、インセンティブ報酬を取り入れた補助金交付方法の提案とその評価を行い、インセンティブ報酬による補助金の軽減効果を測定する。

Key Words : contract theory, cost-benefit analysis, demand forecasting, monetary incentive, project evaluation

1. はじめに

乗合バスは地域の日常生活を支える公共輸送サービスの役割を担ってきた。しかし、モータリゼーションの進展に伴う自家用自動車の普及や、少子化の進行による人口の減少等により、乗合バスの利用者数は全国的に減少傾向にある。このためバス事業は厳しい経営状況にあり、一部の路線では行政からの補助金によって路線が維持されている。

このような中、熊本市は路線バスの利便性向上、採算性の向上、補助金の軽減を目的として平成20年度に「熊本市におけるバス交通のあり方検討協議会」を設置し、熊本都市圏のバス路線網の再編と運行一元化スキームの検討を行っている。そこでは「公共交通の充実・利用促進に向けて、他の交通機関との連携機能を強化し、利用者本位の一体的な公共交通体系を構築する」という考えの下、ゾーンバスシステムを導入したバス路線網の再編案が提案されている。バス路線網の再編の理念や考え方、手順については文献1)を参照されたい。

同時に、バス路線網再編の際には補助金交付方法の見

直しも検討されている。熊本市では路線バスへの補助制度が昭和59年から開始されているが、補助対象系統を一般系統にまで拡大した平成16年度以降補助金額が急増し、平成19年度時点の交付額は約2億円以上となっている(図-1参照)。この交付金はバスの運行に対する補助であり、その他に平成13年度には一般会計から熊本市交通局へ18億円にも上る繰入れがなされている。再編案が示されたバス路線網に対しても、収益は10.65億円の赤字と予測されており、現況よりは軽減するものの、熊本市は相応の補助金を交付しなければならない。

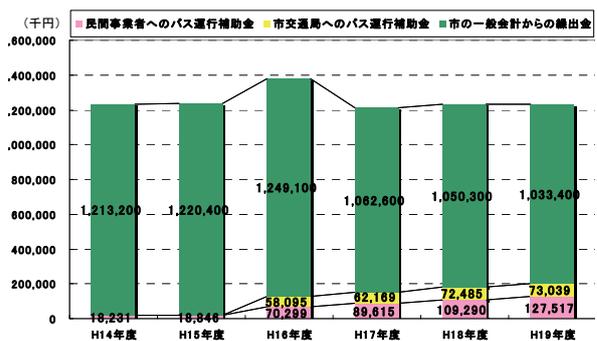


図-1 バスの補助金の推移

表-1 熊本市の補助金交付の概要

補助対象路線		要件	補助廃止基準
国庫補助対象系統生活交通路線		(1)複数市町村にまたがる	/
		(2)10キロ以上の系統	
		(3)1日輸送量15~150人	
		(4)運行回数3回以上	
		(5)経常収益が経常費用の11/20以上、又は市町村補助を加え11/20以上	
国庫補助対象以外	一般系統	(1)平成13年3月31日時点で運行していた系統	2年連続して平均乗車密度が10未満の場合、その年度から3年は補助し、4年目以降は補助しない。
		(2)交通センターから半径5キロ圏内は補助対象外	
		(3)車両別欠損単価×年間実車走行キロ又は、市域における実欠損額のうち少ないほうの額(7m以上:74.28円, 7m未満:56.9円)	
	運行依頼系統	(1)熊本市が運行依頼した系統(廃止路線代替バス等)	
(2)各運行依頼系統の市域における欠損全額(交通センターから半径5キロ圏内に関わらず補助)			

現在の補助金交付方法は赤字路線の赤字額を全額補填する欠損補助の形をとっているが、この方法ではバス事業者が赤字を減らそうというインセンティブが働きにくい。熊本市としては、赤字補填額を減らしたいと考えており、バス事業者に赤字削減努力を促すようなインセンティブを与えて、補助金額を削減するという社会的に望ましい状況を作り出すことをめざしている。本研究では、バスサービスに対するインセンティブ報酬を取り入れた補助金交付方法の数学的モデルを構築し、これを提案中の熊本都市圏の再編バス路線網に適用して、その効果を検討することを目的とする。

2. 現行の補助金交付制度

熊本市の現行の補助金交付制度について簡単に説明する。国・県・関係市町村ともに路線バスへの補助は、赤字バス事業者の赤字路線系統に運行補助金を交付することで市民に身近な交通手段である路線バスの運行を維持する事業として行われている。広域・幹線的生活交通バス路線に対する国庫補助や県単補助制度の現況や課題については文献2), 3)に詳しい。これとは別に、市町村が独自に行っている補助もある。熊本市でも路線バスへの補助制度は昭和59年度から行っているが、平成15年度までは補助対象系統を熊本市が運行依頼した系統に限定していた。しかし、九州産交の再建問題を契機に、平成16年度からは補助対象系統を一般系統まで拡大し、平成17年度には熊本市が運行依頼している系統については赤字全額を補填するように補助要綱を改正した。

具体的な補助内容を表-1に示す。国庫補助対象系統要件のうち、(1)~(4)は生活交通路線の定義である。また、(5)に対して、市は11/20に満たない分のかさ上げ、

および平均乗車密度が5人未満の場合は欠損額とその満たない分の差額を負担することとしている。この国庫補助対象系統として補助を受けている系統は平成20年度で19系統あり、熊本市からの補助金額は15,433千円となっている。国庫補助については、すでに路線維持合理化促進補助金としてインセンティブ措置が取られている。これは、事業者にとっては、経営改善を行っても補助金が減少するのみで、コスト削減意識が生じにくいことから、1)事業者のコストが地域ブロック事業者の平均コストを下回っていることと、2)事業者の経営が前年度よりも改善していることを要件として、一定の補助額を上乗せして支給し、バス路線運行の効率化を図るというものである。ただし、この方法でどれほどのインセンティブが働き、どれほどの結果が上がっているかを計測した例は見当たらない。

一方、国庫補助対象以外の系統で補助を受けている系統は、一般系統が134系統で175,833千円、運行依頼系統が27系統で45,066千円であり、これを熊本市が負担している。国庫以外の補助対象系統には補助の廃止基準が定められており、運行依頼系統では平成18年度に37系統だった補助対象路線が平成20年度には廃止や廃止予定、集約などで27系統にまで減少している。民間バス事業3社の中では熊本電鉄だけが補助金を受給することなく運行している。

3. インセンティブ報酬モデルの適用

前章で示したように、現在のバス事業者への補助金の交付方法はバス運行の赤字分をバス路線毎に国・県・市町村が補填する欠損補助の形を取っている。しかし、この方法だと、どんなに赤字額が膨らんでも基本的にはす

べて行政が補填してくれることになり、バス事業者には補助対象路線の赤字額を減らそうというインセンティブが働かないと考えられる^{4,5)}。行政としては何らかのインセンティブを与えてバス事業者に赤字を削減させ、赤字補填額を減らしたいと考える。そこで本研究では、Laffont & Tirole⁶⁾による実費償還 (cost-reimbursement) 契約モデルを、バス事業者に赤字削減努力をさせるようなインセンティブを働かせて効率的なバス運行を促すために必要な最適な補助金額を決定する問題に適用する。

インセンティブ契約を設計するにあたり、公的企業とその所有者である政府とのスキーム、政府と規制下の民間企業とのスキームの二つが考えられる。本研究対象の補助金交付制度では、赤字のバス路線に赤字額を補填することになっており、実質的に政府が赤字路線を所有してバス事業者に運営を委託する構造になっている。そのため、本研究では前者のスキームを採用する。

(1) 設定条件

a) 当該バス路線の赤字額 C

ある赤字バス路線を運行するバス事業者を考える。行政は、このバス事業者に適切なインセンティブを付与することによって、利用者へのサービス水準を現状に維持したまま赤字額の削減を促す。赤字削減の経営努力の内容はバス会社の創意工夫に委ねられる。例えば、無駄な業務の効率化、組織替えによる余剰人員の有効活用、従業員の賃下げなどが考えられる。

β を現状での赤字額、 d を現状からの赤字削減額とすると、赤字削減努力後の赤字額 C は下式で表される。この赤字額 C は赤字削減努力後の行政からの赤字補填額でもある。

$$C = \beta - d \tag{1}$$

b) 当該バス路線運行によるバス事業者の超過利潤 U

バス事業者が赤字を削減すればするほどバス路線運行による赤字額は減るが、赤字削減にかかる費用も発生する。その費用を $\psi(d)$ とする。一方、行政は赤字額 C を全額補填するが、それと同時に図-2 の右側の方法のように、バス事業者の赤字削減努力に応じて追加的な補助金、言いかえると報奨金 t を与えるという契約を締結しようとする。この報奨金 t によってバス事業者の現状からの赤字削減インセンティブを引き出す。

バス事業者の超過利潤 U は報奨金と赤字削減費用の差で表される。

$$U = t - \psi(d) \tag{2}$$

このとき、バス事業者の個人合理性条件、つまりバス事業者がこの契約に参加するための最低限の条件は以下とする。

$$U = t - \psi(d) \geq 0 \tag{3}$$

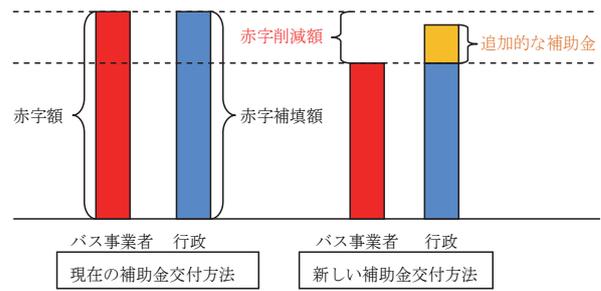


図-2 補助金交付方法概念図

c) 住民の純便益 UB

当該バス路線運行による住民の純便益 UB は、そのバス路線の運行による利用者便益 S から行政が支払う報奨金 t と赤字補填額 C を引いたもので表されるが、この行政の費用となる t と C に行政介入による不効率係数 λ を与えるのが一般的である。この λ は、民間なら 1 円で済むところを行政が介入することで $(1 + \lambda)$ 円かかる非効用を住民に与えることを表している。これらの関係は下記ようになる。

$$UB = S - (1 + \lambda)(t + C) = S - (1 + \lambda)(t + \beta - d) \tag{4}$$

ここで、便益、効用、厚生は全て金銭尺度で評価されていることに注意してほしい。

d) バス路線運行による社会厚生 SB

バス運行による社会厚生 SB は、前述した b)バス事業者の超過利潤 U と c)住民の純便益 UB を足し合わせたもので表される。

$$\begin{aligned} SB &= UB + U \\ &= S - (1 + \lambda)(t + \beta - d) + t - \psi(d) \\ &= S - (1 + \lambda)[\beta - d + \psi(d)] - \lambda U \end{aligned} \tag{5}$$

この社会厚生関数は、バス運行に付随する利用者便益 S からバス運行に必要なトータルコスト $C + \psi(d)$ と行政介入による不効率係数 λ をかけた会社の利益を引いたものとなり、行政はこの社会厚生関数を最大化しようとする。

(2) 行政とバス事業者が一体の場合の社会厚生最大化

まず、行政とバス事業者とが同一主体である場合、すなわち、行政がバス事業を自ら営んでいる場合を考える。このとき、行政は下記の社会厚生の最大化問題を解くことで、ファーストベストの解を得ることができる。

$$\max_{\{t,d\}} \{S - (1 + \lambda)(t + \beta - d) + t - \psi(d)\} \tag{6}$$

この最適化問題の d に関する 1 階の最適性の条件より、

$$\psi'(d) = 1 + \lambda \tag{7}$$

が得られ、これを満たす赤字削減額を

$$d = d^o \tag{8}$$

とする. 一方, $t (\geq 0)$ は小さいほど社会厚生が大きくなるので, $t = 0$ となる.

(3) 完全情報下でのインセンティブ設計

つぎに, 行政とバス会社が別個の主体であり, 前者は社会厚生 SB , 後者は超過利潤 U の最大化を目指す場合を考える. ここでは, 完全情報下, つまり行政はバス事業者の β を知っており, かつ d も観測できると想定する. このとき, 行政が先手として赤字削減額と報奨金を組み合わせた契約を提示し, バス会社は後手としてその契約を受諾するか拒絶するかを選択するというシユタッケルベルグゲームと見なすことができる. バス会社は超過利潤が非負になるときのみ, その契約を受諾すると考えられるため, 行政は下記の問題を解くことになる.

$$\max_{\{t,d\}} \{S - (1 + \lambda)(t + \beta - d) + t - \psi(d)\} \quad (9)$$

$$\text{s.t. } t - \psi(d) \geq 0 \quad (10)$$

ここで, 問題を簡潔にするために, 式(2)の関係を用いて, 報奨金 t ではなく超過利潤 U を操作変数とする. それにより最適化問題は下記のように書き換えられる.

$$\max_{\{U,d\}} \{S - (1 + \lambda)[\beta - d + \psi(d)] - \lambda U\} \quad (11)$$

$$\text{s.t. } U \geq 0 \quad (12)$$

この最適化問題の d に関する 1 階の最適性の条件より,

$$\psi'(d) = 1 \quad (13)$$

が得られ, これを満たす赤字削減額を

$$d = d^* \quad (14)$$

とする. また, 社会厚生関数は U に関して減少関数であるので, 下記が成立する.

$$U^* = 0 \quad (15)$$

これらをバス事業者の目的関数式(2)に代入すると, 最適性の条件を満たす報奨金額

$$t^* = \psi(d^*) \quad (16)$$

を得る. この社会厚生最大化問題の解は下記のようにまとめられる.

$$\begin{cases} d = d^* \\ U = 0 \end{cases} \quad (17)$$

この解を実現するためには, 行政は式(18)によって定める報奨金をバス事業者に示す, いわゆる固定価格契約, ここでは固定補助金契約を提示すれば良いことが分かっている. 固定補助金契約とは, 契約時に報奨金額を確定する契約である. この契約ではバス事業者がリスクを負うことになるが, 逆にバス事業者が実際の赤字額を低く抑えることができると自らの利益を増加させることができる.

$$t(C) = \psi(d^*) - (C - C^*) \quad (18)$$

ここで $C^* \equiv \beta - d^*$ なる目標値であり, バス事業者は C をこの目標値にできるだけ近づけようとする.

(4) 不完全情報下でのインセンティブ設計

前節では, 行政はバス会社が持っている情報をすべて知っているという完全情報の仮定の下でのインセンティブ報酬モデルを考えた. しかし, 行政とバス事業者の間には情報の非対称性が存在すると考えられる. ここでは, 行政はバス事業者が赤字削減努力をする前の赤字額 β は $\{\underline{\beta}, \bar{\beta}\}$ の間に存在することしかわからない場合のモデルを考える. このような場合, バス事業者は行政に虚偽の報告をする可能性が出てくる. このような場合にはバス事業者に正しい報告をさせる誘因両立性条件を考える必要がある.

バス事業者が報告する β を $\hat{\beta}$ とし, このときの t と C を $\{t(\hat{\beta}), C(\hat{\beta})\}_{\hat{\beta} \in [\underline{\beta}, \bar{\beta}]}$ と表す. このとき, バス事業者が本当の赤字額が β であるにもかかわらず, $\hat{\beta}$ と偽ることで得られるバス事業者の効用を $\varphi(\beta, \hat{\beta})$ とすると, 下記で表すことができる.

$$\varphi(\beta, \hat{\beta}) = t(\hat{\beta}) - \psi(d(\hat{\beta})) = t(\hat{\beta}) - \psi(\beta - C(\hat{\beta})) \quad (19)$$

このとき, 正しい報告をした時の方が高い効用が得られるための誘因両立性条件 (IC1) と, 正しい報告をする, つまり $\hat{\beta} = \beta$ のときにバス事業者の効用 $\varphi(\beta, \hat{\beta})$ が最大になるのならバス事業者は正しい報告をするという誘因両立条件 (IC2), および個人合理性条件 (IR) の下で, 行政は下記の社会厚生関数を最大にする $U(\cdot)$ と $d(\cdot)$ を決定する.

$$\begin{aligned} \max_{\{U(\cdot), d(\cdot)\}} & \int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} [S - (1 + \lambda)\{\beta - d(\beta) + \psi(d(\beta))\} \\ & - \lambda U(\beta)] dF(\beta) \\ \text{s.t. } & d(\beta) \leq 1 \quad (\text{IC1}), \\ & \dot{U}(\beta) = -\psi'(d(\beta)) \quad (\text{IC2}), \\ & U(\beta) \geq 0 \quad (\text{IR}) \quad \text{for all } \beta \end{aligned} \quad (20)$$

ここで, $F(\beta)$ は当該バス路線の元々の赤字額に関する行政の主観確率分布関数を表す.

最適制御理論を用いてこの最大化問題を解くと, 解は次式で表される.

$$\psi'(d(\beta)) = 1 - \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{F(\beta)}{f(\beta)} \psi''(d(\beta)) \quad (21)$$

上式を満足する最適な赤字削減額を $d^*(\beta)$ とすると, 最適な追加補助額は次式で表される.

$$t^*(\beta) = \psi(d^*(\beta)) + U^*(\beta) \quad (22)$$

ここで, $U^*(\beta) = \int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} \psi'(d^*(\hat{\beta})) d\hat{\beta}$ である.

この最適解を実現するために行政がバス事業者に提示する契約額は下記のようになる.

$$t(\hat{\beta}, C) = t^*(\hat{\beta}) - \psi'(d^*(\hat{\beta}))(C - C^*(\hat{\beta})) \quad (23)$$

このとき、バス事業者は完全情報下と同様に下記の最大化問題を解くことで、自身の利潤を最大にするように赤字削減額 d^* を決定する。

$$\max_{\{\beta, d\}} \{t^*(\beta) - \psi'(d^*(\beta))(\beta - d - \beta + d^*(\beta)) - \psi(d)\} \quad (24)$$

この問題の解は、完全情報の場合と同様、誘因両立性条件と個人合理性条件の下での社会厚生最大化問題の解と一致する。この導出の詳細は文献⑥のProposition 1.4 (p.69)を参照されたい。このことから、不完全情報下でも、赤字を削減させる努力を引き出すことができるが、その額は $\{\beta, \bar{\beta}\}$ や $F(\beta)$ に依存することになる。

4. 赤字削減コスト関数の推定

(1) 実証分析を行うための仮定と準備

前章で示したインセンティブ報酬モデルを、先に示した再編バス路線網の赤字路線へのインセンティブ補助問題に適用する。再編後の路線で赤字路線になると予測された路線数は86路線である。

実際に補助スキームを適用する際には、国庫補助対象の生活交通路線と熊本市や他市町村で補助する路線とに分ける必要があるが、今回は簡単のためにすべて一般路線とする。また、補助金を交付する行政を国・県・市に区分せず、行政が補助する補助金額の合計額を求めることとする。現在は一般路線であっても交通センターから半径5km圏内は補助対象外であるが、今回はこの条件も考慮しない。補助金の交付はすべての赤字路線ごとに行うこととする。つまり、すべての赤字路線に対する補助金額の合計と黒字路線の黒字額の合計の差から、バス事業全体に交付する補助金総額を求めることにする。

実証分析を行うに当たってあらかじめ必要となる入力値は、

- 1) 現状での赤字額 β ,
- 2) 赤字削減のためにバス事業者にかかる費用（赤字削減コスト） $\psi(d)$,
- 3) 行政介入による不効率 λ

である。3)の λ についてはその値を想定することが不可能であるため、ここでは感度分析を行うことにより、その影響を調べることにする。

まず、 β の推計方法について説明する。 β には再編路線網の路線ごとに推計される運行収入と運行費用の差を設定する。このとき、バス路線網再編後の収入額には、現況を推計した結果から算出される運行収入額と実績運行収入額との比をバス路線網再編後の運行収入推計額に

表-2 バス種別に対する平均燃費

バス型	燃費
大型MT	2.85 km/l
中型MT	3.37 km/l
大型AT	2.08 km/l
中型AT	2.97 km/l
小型AT	3.16 km/l

表-3 その他の経費の推定モデル

説明変数	パラメータ	t値
定数項	0	18.7
総走行距離	0.044	
サンプル数	14	
重相関係数	0.981	

表-4 運行費用の算出結果

経費名	H19年4社実績	再編後
職員数	818人	1,077人
総走行距離	23,967,200km	31,654,677km
人件費	4,768	4,761
燃料油脂費	881	999
その他の経費	832	1,405
総運行費用	6,482	7,166

単位：百万円

乗じた値を用いた。路線ごとの運行収入の予測方法は文献①に譲るが、ここでは路線ごとの運行費用の算出方法を簡潔に説明する。

運行費用は人件費、燃料油脂費、その他の経費（車両修理費や車両減価償却費、自動車各種税など）から成り、各費用ごとに年間額を以下のようにして算出する。参照する各種のデータは九州産交の実績データを用いている。

a) 人件費

人件費は、片道の運行時間と1日の運行回数から求めることができる各路線の1日当たりの運行時間より、運行に必要な運転手数を求め、付随して必要な事務員数と合わせた職員数に平均年収をかけることで算出する。全路線にバスを運行させるために必要な運転手数は下記のようにして求める。運転手の労働基準が1日8時間、週休2日であることを考慮すると、規定の運行時間が18時間の場合、約900人が必要となる。事務員の数は運転手数1人に付き約0.2人であるため、バス運行に必要な職員総数は約1100人となった。これに平均年収をかけることで年間の総人件費を求める。これを各路線の運行時間で比例配分することで路線別の人件費が得られる。

b) 燃料油脂費

各路線を運行するバスの種類は路線毎に規定で決まっているため、燃料油脂費は、路線ごとの総走行距離と表-2に示すバスの種類（大きさや変速方式）によって決まる平均燃費、および燃料費単価（90円/l）の積で算出

できる。

c) その他の経費

その他の経費は車両修繕費と総走行キロの切片なしの単回帰分析から推計する。データは平成6年～平成19年の14年間の経年データを用いた。回帰分析の結果を表-3に示す。重相関係数、 t 値ともに高く、統計的に信頼性の高いモデルが推定されている。このモデルに総走行距離を代入してその他の経費の総額を求める。これを各路線の路線長で比例配分することで路線別の経費が求まる。

以上の方法で求めた必要職員数、各費用と総運行費用を表-4に示す。再編後は総走行距離がかなり増加するため、職員数が200人ほど余計に必要なが、公営事業を民間に移譲することを想定しているため、平成19年度とあまり変わらない値となった。総走行距離は増大するため、平成19年度の実績値に比較するとやや多めの費用を要することになる。

(2) 赤字削減コスト関数の推定

a) CVM適用のためのアンケート

赤字削減コスト関数 $\psi(d)$ について、それを直接的に推定するための観測値や実績値などのデータを入手することは極めて難しい。このことは、Laffont & Tiroleの実費償還契約モデルに関する実証研究が限られている原因の一つである。数少ない実証研究の例として、Wunsch⁷⁾はヨーロッパの公共交通企業の規制に関して、Gasmi, Laffont, and Sharkey^{8),9)}は通信企業の規制に関して、数値シミュレーションを用いて最適な契約のあり方を検討している。Ganepain and Ivaldi^{10),11)}は、フランスでは公共交通企業を対象に、会計データを用いて赤字削減コスト関数のパラメータを推定している。しかし、我が国で同様のデータを入手することは非常に困難である。

そこで本研究では、CVM (Contingent Valuation Method: 仮想評価法) を用いて赤字削減コスト関数を推定する。CVMは環境分野でよく用いられている価値評価手法であり、アンケートにおける提示額と受諾確率との関係を示す受諾率曲線を導出し、支払意志額を推定するのに用いられる¹²⁾。ここでは、赤字削減額 d と赤字削減にかかる費用 $\psi(d)$ との関係を示す赤字削減コスト関数を推定するのに、この方法を適用する。CVMを用いた場合、バス事業者が赤字削減コストを過大表明する可能性がある。しかし、赤字削減コストが過大表明されていたとしても、前節で述べた方法でインセンティブを付与することで全体としての赤字が削減されれば、その契約により社会厚生は増加することが示される。つまり、控え目な観点からインセンティブ契約により生ずる便益を測定することができる。

CVMの質問方式には各種のバイアスの発生が比較的少ないとされて、かつ回答者が回答しやすい二段階二肢選択方式を採用した。質問方法は「X円だけ報奨金をもらえたら提示された額の赤字削減努力をするか」というものであり、それに対してYesと回答した場合は次の質問ではXより低い報奨金額を提示し、Noと回答した場合はXより高い報奨金額を提示する。調査方法には図-3に示すようにExcel VBAのユーザーフォームを用いた。これにより提示額のランダム表示が可能になり、2回目の提示額を回答者に見せずに回答してもらうことができることから、さらにバイアスを抑えられると考えられる。報奨金額の提示方法を図-4に示す。1回目の提示額は赤字削減額の30%、40%、50%の報奨金額をランダムで与えた。2回目の提示額は1回目にYesと答えた場合は1回目の提示額より1段階か2段階低い金額がランダムに提示され、Noと答えた場合は1回目の提示額より1段階か2段階高い金額が提示されるように設定した。

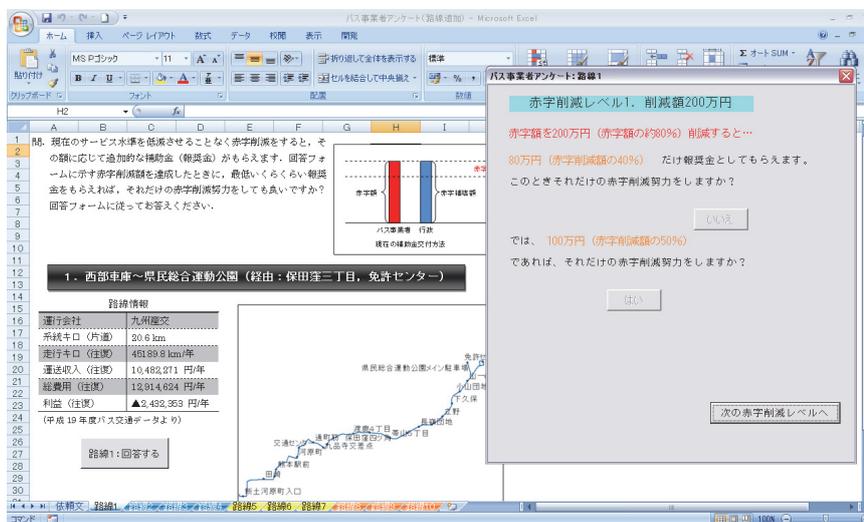


図-3 Excel VBAによる二段階二肢選択アンケートの質問方法

表-5 アンケート対象路線

番号	運行会社	起点	終点	系統キロ (片道) km	走行キロ (往復) km	赤字額 円
路線1	九州産交	西部車庫	県民総合運動公園	20.6	45,819.3	▲2,432,353
路線2	九州産交	交通センター	吹田団地	24.0	198,264.0	▲3,960,494
路線3	九州産交	県会議事堂前	リバグリーン八幡	14.2	128,751.4	▲698,420
路線4	九州産交	交通センター	大津産交	28.3	217,825.1	▲29,238,726
路線5	熊本電鉄	熊本駅	菊池温泉	29.4	64,386.0	▲2,903,000
路線6	熊本電鉄	交通センター	合志市役所	19.0	91,504.0	▲7,190,000
路線7	熊本電鉄	県会議事堂前	泉ヶ丘	16.9	20,364.5	▲1,396,000
路線8	熊本バス	交通センター	クレア	16.0	83,693.1	▲2,399,796
路線9	熊本バス	交通センター	甲佐	22.9	87,277.0	▲1,094,341
路線10	熊本バス	交通センター	城南	18.4	57,290.6	▲4,510,946

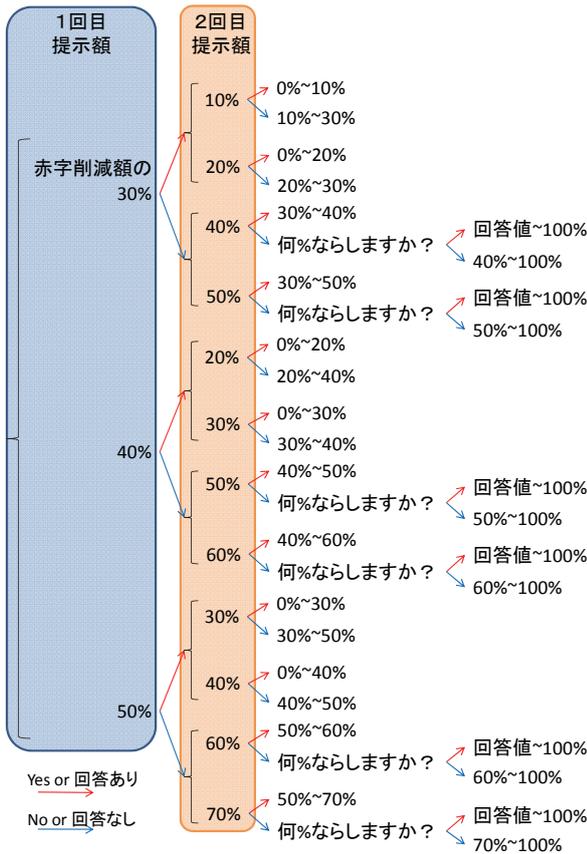


図-4 報奨金額の提示方法

b) アンケート対象路線

CVMの対象とする路線には、民間バス事業者が運行している現行路線のうち、赤字が出ている主要な路線を九州産交から4路線、他民間2社から3路線ずつ抽出した。抽出した路線は、年間赤字額も70~3,000万円、路線長も15~30km、路線の設定場所も種々であり、様々な赤字額と路線特性を持つ路線である(表-5参照のこと)。この10路線に対して、それぞれ赤字削減レベルを5段階(赤字額の5%, 10%, 25%, 50%, 80%削減)設定し、現状でのサービス水準を維持したまま各赤字削減レベルでそれだけの赤字削減努力を行った場合にいくら報奨金が欲しいかを尋ねている。

c) 赤字削減コスト関数の推定

路線属性 z の路線の赤字削減額 d に対する報奨金 $T(d, z)$ は確率変数であり、その平均値 μ が下記の関数で表わされると仮定する。

$$\mu = E[T(d, z)] = d_{\max} \cdot \left(\frac{d}{d_{\max}}\right)^{1+|a|z} \quad (25)$$

この関数は $E[T(0,0)] = 0$ であり、 d, z に対して単調増加関数であることから、報奨金の平均値関数としては妥当な関数形と考えられる。ここで、 a は未知パラメータであり、 d_{\max} は最大削減額(=赤字総額 β)である。また、路線属性 z には各路線の路線長を用いる。

いま、 $T(d, z)$ が $N(E[T(d, z)], \sigma^2)$ に従うと仮定すると、報奨金が $t(d, z)$ のときに Yes と答える確率 \bar{P} は以下のように表現できる。

$$\begin{aligned} \bar{P}(t(d, z)) &= 1 - P(t(d, z)) \\ &= 1 - \int_{-\infty}^{t(d, z)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) dx \end{aligned} \quad (26)$$

ここでは簡単のため、標準偏差 σ は

$$\sigma = b\mu$$

のように平均値に比例すると仮定した。 b は比例定数である。1回目の提示額を $t^s(d, z)$ 、1回目に Yes と答えたときの2回目の提示額を $t^l(d, z)$ 、1回目に No と答えたときの2回目の提示額を $t^h(d, z)$ で表わすと、回答者が1回目に Yes、2回目も Yes と回答する確率 $P[\text{Yes/Yes}]$ は以下ようになる。

$$P[\text{Yes/Yes}] = P_{YY} = P(t^l(d, z)) \quad (27)$$

同様に $P[\text{Yes/No}]$, $P[\text{No/Yes}]$, $P[\text{No/No}]$ は以下となる。

$$P[\text{Yes/No}] = P_{YN} = P(t^l(d, z)) - P(t^s(d, z)) \quad (28)$$

$$P[\text{No/Yes}] = P_{NY} = P(t^s(d, z)) - P(t^h(d, z)) \quad (29)$$

$$P[\text{No/No}] = P_{NN} = 1 - P(t^h(d, z)) \quad (30)$$

すべての回答者の回答結果から得られる尤度関数は以下で表わされる。

$$\ln L = \sum_i \left\{ \delta_i^{YY} \ln P_{YY} + \delta_i^{YN} \ln P_{YN} + \delta_i^{NY} \ln P_{NY} + \delta_i^{NN} \ln P_{NN} \right\} \quad (31)$$

ここで、 δ_i^{YY} は回答者*i*が2回とも Yes と答えたときに1、それ以外のときは0になるダミー変数であり、 δ_i^{YN} 、 δ_i^{NY} 、 δ_i^{NN} もそれぞれ同様の変数である。これに最尤推定法を適用することにより、パラメータ *a* と *b* を推定し、報奨金の平均値関数と標準偏差関数を同時に特定化する。

今回は、民間事業者の経理担当者から二段階二肢選択CVMアンケート調査に対する回答を得た。このデータからパラメータを推定した結果を表-6に示す。各パラメータの符号条件は論理的であり、かつ *t* 値は高く統計的に有意なモデルが推定されている。これにより求めた報奨金額 $t(d, z)$ の関数を再編後の各赤字路線の赤字削減額と赤字削減にかかる費用との関係を示す赤字削減コスト関数 $\psi(d, z)$ として用いる。

5. インセンティブ補助問題へ適用

(1) 完全情報下での補助スキーム

完全情報下での最適な赤字削減額は、インセンティブ報酬モデルの $\psi'(d) = 1$ から求まる解となり、このときの最適な追加補助額は $t = \psi(d^*)$ である。このように、完全情報下では、最適な赤字削減額が得られさえすればインセンティブ報酬制を取り入れた際の補助金額を求めることができる。各路線に交付する補助額の合計は、現状の赤字額 β から赤字削減額 d^* を引いた経営努力後の赤字額を補填するための補助金に追加の補助金である $\psi(d^*)$ を足し合わせたものになる。

ここでは、再編後の全117路線のうち、赤字になると予測された86路線に適用してインセンティブ報酬の効果を検討する。これらの対象路線の基礎データを表-7に示す。完全情報下でのインセンティブ報酬モデルから得られる補助金額を、現行の補助金交付方法による補助金額と比較した結果を表-8に示す。現行の補助金交付制度では赤字額をすべて補填することになるため、実補助額は赤字額となる。完全情報下でのインセンティブ制度を導入したときは、バス事業全体にインセンティブ報酬を10.02億円交付すると11.40億円の赤字削減が見込まれ、現行制度と比べて1.38億円だけ補助金を減らすことができることがわかる。

(2) 不完全情報下での補助スキーム

不完全情報下では、行政は真の現状の赤字額 β が $[\underline{\beta}, \bar{\beta}]$ の間に存在することしか分からない。このときには、 $[\underline{\beta}, \bar{\beta}]$ の間にある β の値に対して、インセンティブ

表-6 赤字削減コスト関数の推定結果

説明変数	パラメータ	t値
a(路線特性)	0.0104	4.86
b(標準偏差)	0.3042	9.63
サンプル数	50	
対数尤度	-60.12	

表-7 対象路線の基礎データ

	路線長 (km)	赤字額 (万円)
平均値	11.19	3,383
最大値	31.70	11,523
最小値	3.52	231
標準偏差	6.02	2,252

報酬モデルから導かれた以下の式を常に満たす $d^*(\beta)$ の関数形を特定する必要がある。

$$\psi'(d(\beta)) = 1 - \frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{F(\beta)}{f(\beta)} \psi''(d(\beta)) \quad (32)$$

前章より赤字削減コスト関数 $\psi(d)$ の関数形は特定できているので、これを上式に代入して微分方程式を解くと、*d* と β の関係を示す次式が得られる。

$$d^{|\alpha|z} + \alpha \cdot |a| \cdot z \cdot d^{|\alpha|z-1} - \frac{\beta^{|\alpha|z}}{1+|\alpha|z} = 0 \quad (33)$$

$$\left(\text{ここで } \alpha = \frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{F(\beta)}{f(\beta)} \right)$$

上式を満足する関数形を解析的に見出すことは難しい。そこで、*d* か β のいずれか一方を固定して他方をニュートン・ラプソン法などによって解き、得られた *d* と β との曲線回帰を行うことで、 $d^*(\beta)$ の関数形を近似的に決定する方法を用いた。

不完全情報下でのインセンティブ報酬モデルより、最適な報奨金額は、

$$t^*(\beta) = \psi(d^*(\beta)) + U^*(\beta) \quad (34)$$

$$U^*(\beta) = \int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} \psi'(d^*(\tilde{\beta})) d\tilde{\beta} \quad (35)$$

で決定されるので、この式に上記で得られた $d^*(\beta)$ を代入することで、 $[\underline{\beta}, \bar{\beta}]$ の間の各 β に対応する報奨金額が決まる。こうして得られた β に対応する報奨金額の期待値を各路線の報奨金額とする。

上記の定式化を見てもわかるように、不完全情報下でのインセンティブ補助スキームでは、

- 1)新たに行政の β に関する主観確率分布関数、
- 2)行政が想定する β の幅 $[\underline{\beta}, \bar{\beta}]$ 、
- 3)行政介入による不効率 λ を設定する必要がある。

表-8 補助制度, 情報量の違いによる補助金額の比較

補助制度	現行	一体	インセンティブ補助スキーム								
			完全情報		不完全情報						
分布 F	—	—	—	一様分布				正規分布 ($\mu: \beta, \sigma: (\beta \times \beta \text{の幅})^3$)			
β の幅	—	—	—	0.1%	6.0%	8.0%	10.0%	0.1%	6.0%	8.0%	10.0%
λ	—	—	—	5.0%							
赤字額合計 β	29.09										
赤字削減額 d^*	—	18.67	11.40	11.40	11.36	11.35	11.33	11.37	11.33	11.31	11.30
実赤字額 $C (= \beta d^*)$	29.09	10.42	17.69	17.69	17.73	17.74	17.76	17.72	17.76	17.78	17.79
赤字削減コスト $\psi(d^*)$	—	17.49	10.02	10.02	9.98	9.96	9.95	9.99	9.95	9.93	9.92
超過利潤 U^*	—	-17.49	0.00	0.01	0.87	1.17	1.46	0.01	0.87	1.16	1.44
報奨金額 $t (= \psi + U)$	—	0	10.02	10.03	10.85	11.13	11.41	10.01	10.82	11.09	11.36
合計補助額 $A (= C + t)$	29.09	10.42	27.71	27.72	28.58	28.87	29.17	27.72	28.58	28.87	29.15
黒字額合計 B	18.44										
実補助金額 $(A-B)$	10.65	-8.44	9.27	9.28	10.14	10.43	10.73	9.28	10.14	10.43	10.71
現行補助額との差	—	18.67	1.38	1.37	0.51	0.22	-0.08	1.37	0.51	0.22	-0.06

注) 単位: 億円

まず, β に対する行政の主観確率の分布関数として, ここでは一様分布と正規分布を仮定した. 一様分布は β の幅はわかっているものの, その間のどこなのかは分からない状況を, 正規分布は β のばらつき幅と, 中央値が β である確率が最も高いことは分かっていることを想定していることになる. 正規分布には, $[\underline{\beta}, \bar{\beta}]$ の間に β が存在する確率が 99.74% になるような $N(P, (\bar{\beta} - \underline{\beta})/6)$ を設定した. $d^*(\beta)$ については, 一様分布のときは線形で, 正規分布のときは 5 次の多項式で近似した.

次に, β の幅 $[\underline{\beta}, \bar{\beta}]$ については, 各路線の赤字額 β から上下に同じ割合ずつ離れた値を $\underline{\beta}$ と $\bar{\beta}$ とした. 割合は片側 3.0%, 4.0%, 5.0% (両側でそれぞれ 6.0%, 8.0%, 10.0%) を仮定した. また, β のばらつきが小さいときには完全情報の場合と同じ解が得られることを確認するために, その幅を両側で 0.1% に設定した場合の試算も行っている.

行政介入による不効率パラメータ λ については基準値として 5.0% と仮定し, 後で感度分析を行う.

(3) インセンティブ契約の結果と考察

各ケースに対する計算結果を表-8 に示す. 行政とバス事業者が一体である場合の最適化問題を解いたファーストベストでの合計補助額は 10.42 億円である. 一方, 行政とバス事業者が別個の意思決定主体であるとき, 完全情報下でも合計補助額は 27.71 億円となる. この差額 17.29 億円に $1 + \lambda$ を掛けたものが社会厚生上の差になる. このことは, バス事業者の合理性条件を満たすこと, つまりバス事業者を赤字にさせないことにより, 社会厚生が大きく下がることを意味している.

不完全情報下の値は全て期待値をとったものである. 一様分布, 正規分布いずれの分布でも, β の幅が大きく

表-9 λ に対する感度 (バス事業全体)

補助制度	インセンティブ補助スキーム 不完全情報下		
	一様分布		
分布 F	60%		
β の幅	0.1%	5%	20%
λ			
赤字額合計 β	29.09		
赤字削減額 d^*	11.40	11.36	11.26
実赤字額 $C (= \beta d^*)$	17.69	17.73	17.83
赤字削減コスト $\psi(d^*)$	10.02	9.98	9.87
超過利潤 U^*	0.88	0.87	0.87
報奨金額 $t (= \psi + U)$	10.89	10.85	10.75
合計補助額 $A (= C + t)$	28.58	28.58	23.58
黒字額合計 B	18.44		
実補助金額 $(A-B)$	10.14	10.14	10.14

注) 単位: 億円

なればなるほど赤字削減額 d^* は小さくなり, それに伴って赤字削減コスト $\psi(d^*)$ も小さくなるが, バス事業者が得られる超過利潤 U^* が大きくなる. β の幅が大きくなると赤字削減コストの減少率よりも超過利潤の増加率の方が大きくなるため, これらの合計である補助金額は大きくなり, 実補助金額も大きくなっている. 一様分布と正規分布とを比べると, β の幅が 10% では正規分布の方が補助金額が小さくなっていることから, 不確実性が大きくなるほど, バス事業者に対してより多くの補助金額を交付しなければならなくなる事が分かる.

ここで問題となるのは実補助金額の大きさである. β の幅が 10% のときは赤字額よりも多くの補助金を支払うことになってしまっている. このような結果となった理由は, 路線長が長い現況の路線を対象とした CVM 調査データによって推定した赤字削減コスト関数を, ゾーンバスシステムを導入したために路線長が短くなった再編

表-10 λ に対する感度 (路線別)

番号	(1)路線(長) 赤字(大)			(2)路線(長) 赤字(小)			(3)路線(短) 赤字(小)		
路線長 (km)	24.66			19.44			8.92		
赤字額 (万円)	7,201			437			555		
β の幅	0.1%								
λ	0.1%	5%	20%	0.1%	5%	20%	0.1%	5%	20%
赤字削減額 d^*	2,956	2,956	2,955	176	176	176	213	213	213
実赤字額 $C (= \beta d^*)$	4,245	4,245	4,245	261	261	261	342	342	342
赤字削減コスト $\psi(d^*)$	2,353	2,353	2,353	146	146	146	195	195	195
超過利潤 U^*	4	4	4	0	0	0	0	0	0
報奨金額 $t (= \psi + U)$	2,357	2,357	2,356	146	146	146	195	195	195
合計補助額 $A (= C + t)$	6,602	6,602	6,602	407	407	407	537	537	537
β の幅	16%								
λ	0.1%	5%	20%	0.1%	5%	20%	0.1%	5%	20%
赤字削減額 d^*	2,955	2,928	2,858	176	174	170	213	211	206
実赤字額 $C (= \beta d^*)$	4,245	4,272	4,342	261	263	267	342	344	349
赤字削減コスト $\psi(d^*)$	2,353	2,326	2,256	146	144	140	195	193	188
超過利潤 U^*	584	582	578	35	35	35	45	45	44
報奨金額 $t (= \psi + U)$	2,937	2,908	2,834	181	179	175	240	238	232
合計補助額 $A (= C + t)$	7,182	7,180	7,176	442	442	442	581	581	581

注) 単位: 万円

路線に適用したためと考えられる。仮定した赤字削減コスト関数では、路線長が短いと赤字削減額と赤字削減コストとの差がなくなる傾き1.0の直線に近づく。不完全情報下では、赤字削減コストにバス事業者の超過利潤が加わるために報奨金額が大きくなる。路線ごとに算出結果を見ると、路線長がある程度長い路線ではどの β の幅でも赤字額が路線の合計補助金額を超えることはないが、路線長が短い路線では路線の合計補助金額が赤字額を超える路線が多数、生じている。そのため、路線長が短い路線の合計補助金額に引っ張られる形でバス事業全体の合計補助金額が大きめの数値となっている。正規分布と仮定した場合、 β の幅が10%、 λ が5%のとき、赤字路線86路線のうち24路線だけが合計補助額が赤字額以下となっている。この中で最も路線長が短い路線は14.04kmであるが、それ以外の62路線の路線長はこれよりも短い。ただし、不確実性が大きければ大きいほど、バス事業者の超過利潤は大きくなるため、路線長や赤字削減コスト関数の関数形に関わらず、不確実性の大きき次第では合計補助金額が赤字額を上回ることもある。

(4) 不完全情報下での λ の感度

a) バス事業全体での感度分析

行政の主観確率分布は一様分布とし、行政が想定する β の幅を6.0%に固定した上で、 λ を0.1%、5%、20%と変化させて、 λ に対するバス事業全体の補助金額の感度を分析した。その結果を表-9に示す。 λ が大きくなるに従って α は大きくなり、最適性の条件式の値域が小さくなるため、そのときの最適な赤字削減額も減少していき、

実赤字額は増加する。赤字削減コストは、赤字削減額が減少するため、それに伴って減少する。超過利潤にはほとんど変化は見られないため、赤字削減コストと超過利潤を足し合わせた報奨金額は増加していく。細かく見ると、このような変化がみられるものの、実赤字額と報奨金額の和である合計補助額やそこから黒字額を引いた実補助額については、実赤字額の増加分と報奨金額の減少分が相殺してしまい、補助金額にはほとんど変化が見られないという結果になった。

b) 路線ごとでの感度分析

次に、路線特性ごとに λ に対する感度を考察する。ここでは、(1)路線長が長く、赤字額が大きい路線、(2)路線長が長く、赤字額が小さい路線、(3)路線長が短く、赤字額が小さい路線という3種の特性で対象路線を区分している。行政の主観確率分布を一様分布、 β の幅を0.1%、16%として分析を行った結果が表-10である。 β の幅が小さいときは完全情報の場合の解にほぼ一致することから、どの特性に区分された路線であっても λ の変化による違いは見られない。赤字額が大きい(1)の路線では、 β の幅が大きくなると合計補助額に変化が見られ、 λ が大きくなるに従って合計補助額が減少していく。赤字額が小さい(2)や(3)の路線では、合計補助額に違いは見られない。(1)の路線であっても実赤字額と赤字削減コストとの和は変わらないが、超過利潤の減少分が合計補助額の減少につながっている。それでも、 λ の影響は小さく、0.1%のときと20%のときを比べても差は見られない。

バス事業全体と路線ごとに感度分析を行ったが、 λ の

変化による大きな違いは見られなかった。この結果は、不確実性下の最適性の条件から、 β の幅が大きいときには主観確率分布の影響が支配的になり、 λ の影響をほとんど受けなくなるためである。一方、 β の幅が小さいときには完全情報の状態に近づくため、この場合も λ の大きさには影響を受けなくなる。

6. おわりに

本研究では、バス路線の運行契約の1つである補助金の交付方法について、インセンティブ報酬を取り入れた補助金交付方法の定式化を行った。このようなインセンティブ報酬モデルに関する実証的な研究事例がほとんど見当たらない中、熊本都市圏で近く導入が予定されているゾーンシステムから成る再編バス路線網のうち、赤字が予想される路線にこのインセンティブ報酬モデルの適用を試みた。さらに、不完全情報下の分析では β の幅と λ に対する感度分析を行うことで、各変数が補助金額に与える影響についても分析している。以下に得られた結果を列挙する。

- 1)バス路線網の再編後は赤字額が10億円程度と予測されており、現在の補助金交付方法ではこの赤字額をそのまま補填することになるが、インセンティブ報酬を取り入れることによってバス事業者に赤字削減努力を促し、補助金を最大で1億円程度、約1割程度の削減をすることができる。
 - 2)しかし、実際には行政とバス事業者の間には情報の非対称性があり、不確実性の大きさによっては、現在より多くの補助金を支払わなければならないこともあるので、適切なモニタリングが必要であろう。
- 以上より、インセンティブ報酬モデルの定式化と実際にインセンティブ報酬制度を適用するとき有用となる条件を確認することができた。その他、本研究の現時点での課題について、以下に列挙する。
- 1)まず、赤字削減の費用関数の推定が挙げられる。CVMによって赤字削減コストを尋ねたため、それを過大表明することでバス事業者は不正な利益を得る可能性がある。過大表明を防ぐ何らかの工夫を設ける必要がある。
 - 2)現況路線で推定した赤字削減コスト関数をそのまま再編後の路線に適用することには多少の問題があり、今後、関数形や推定のためのデータを含めて改善する必要がある。
 - 3)簡単のために、ここでは考慮しなかった国・県・市の補助金の分担や、交通センターから半径5km以内は補助対象外であることなど、実際に適用する際は現実の補助要件を考慮する必要がある。
 - 4)赤字額を削減するためには、運行コストを減少させる

か需要を増加させて運行収入を増加させるかのいずれか、または両方が考えられる。需要の増加は運行サービス水準の向上によって実行可能であるが、この場合は当該路線の利用者便益だけでなく、運行コストも変わる。ここでは、需要も元の赤字額も既知としているが、このような状況を考慮できるモデルに拡張する必要がある。

- 5)本研究ではインセンティブ報酬を単年度で考えているが、継続した補助金交付方法を導入するときどのような契約にすればよいかを考える必要がある。
- 6)不完全情報下で不確実性が大きければインセンティブ補助の有用性がなくなってしまうため、実際に適用する際には行政とバス事業者の情報共有の仕組みとその組織形態を考える必要がある。
- 7)本研究では、現状の赤字額を過大表明することによって不正に多額の補助金を得ようとする誘因を制止するための制度設計について検討した。しかし、バス事業者にとって、ある額の赤字削減にかかる費用を過大に申告することで、より多くの補助金を得ようとする誘因も働いている。このモラルハザードを防ぐための制度設計も求められる。

参考文献

- 1) 溝上章志, 平野俊彦, 竹隈史明, 橋本淳也: 階層化手法による熊本都市圏バス路線網の再編, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, No.5, pp.1025-1034, 2010.
- 2) 加藤博和, 福本雅之: 広域・幹線的生活交通バス路線が抱える問題点に関する一考察, 土木計画学研究・講演集, No.33, CD-No.16, 2006.
- 3) 青木 亮, 田邊勝巳: 規制緩和直後の乗合バス単補助制度に関する分析, 運輸と経済, 67 巻 5 号, pp.58-71, 2007.
- 4) 山崎 治: 乗合バス路線維持のための方策一国の補助制度を中心とした課題一, 国立国会図書館及び立法調査局レファレンス, No.692, pp.41-60, 2008.
- 5) 谷本圭志, 鎌中彩子, 喜多秀行: 広域バス路線の補充金分担に関する合意形成過程と公平性のゲーム理論的分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, No.3, pp.721-726, 2003.
- 6) Laffont, J.J. and Tirole, J.: *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*, The MIT Press, pp.53-124, 1993.
- 7) Wunsch, P.: Estimating menus of linear contracts for mass transit firms. Mimeo, CORE, 1994.
- 8) Gasmı, F., Laffont, J.J. and Sharkey, W.W.: Incentive regulation and the cost structure of the local telephone exchange network, *Journal or Regulatory Analysis*, Vol.12, pp.5-25, 1997.
- 9) Gasmı, F., Laffont, J.J. and Sharkey, W.W.: Empirical eval-

uation of regulatory regimes in local telecommunications markets, *Journal of Economics and Management Strategy*, Vol.8, pp.61-93, 1999.

- 10) Ganepain, P. and Ivaldi, M.: Incentive regulatory policies: The case of public transit systems in France, *Rand Journal of Economics*, Vol.33, pp. 605-629, 2002.
- 11) Ganepain, P. and Ivaldi, M.: Contract choice, incentives and

political capture in public transportation services, Working Paper, 2009.

- 12) 栗山浩一：公共事業と環境の価値－CVM ガイドブック，築地書館，1997.

(2011.8.23 受付)

A PRACTICAL STUDY ON APPLICABILITY OF THE INCENTIVE SUBSIDY TO BUS NETWORK IN KUMAMOTO CITY

Shoshi MIZOKAMI, Toshio FUJIMI and Toshihiko HIRANO

Recently, the number of passenger of public bus services in Japan tends to decrease due to the motorization. This condition leads to a severe management situation, including in Kumamoto City. Since 1984, the deficit of bus companies operation in provision of bus services in Kumamoto has been covered by Kumamoto City Government on the basis of lines subsidy, and the city allocated a number of subsidy of about 200 million yen in 2007. Currently, The Kumamoto city government plans to reduce the amount of subsidy to bus companies by introducing the giving of incentive to bus companies in order to trim bus company deficit. This study aims to construct the mathematical model of the incentive reward and apply the model to realignment of buses lines networks in Kumamoto Metropolitan Area.