バス輸送に対するインセンティブ補助の継続判定

熊本大学　学生会員　河口麻祐
熊本大学　　正会員　溝上章志

1. はじめに

自家用自動車の普及や少子化などにより，路線バスの利用者は減少傾向にある．そのため，路線バスの赤字は増加し，バス事業者は行政からの補助により赤字を補填している．熊本市における路線バスに対する補助制度は昭和 59 年から開始され，補助対象系統を拡大した平成 16 年度から補助金額が急激に増加し，平成 19 年度時点の交付額は約 2 億円となった．当時の熊本市の補助金交付方法は赤字路線の赤字額を全額補填する形をとっていた．そのため，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く，赤字は増加する一方である．そこで行政はバス事業者に赤字を削減させるインセンティブを与えて赤字補填額を減らしたいと考え，インセンティブをうまく与えることで企業努力を促し，補助金額を削減できる．平成 26 年度に熊本市がインセンティブ補助制度を実施した結果，1 億 3 百万円の補助金額の削減に成功している．しかし，この制度を無期限に継続していくとなるとインセンティブの効力が低下していくとかんがえられる．そこで本研究では，インセンティブ補助制度の継続判定を完全ベイズ均衡の考え方を用い来年度以降の実施の可否を分析することが目的である．

2. インセンティブ補助制度

以前のバス事業者への補助金交付方法はバス事業者が補助対象路線の赤字額を減らそうとするインセンティブは働きにくいため，赤字路線 1 本 1 本に対してバス事業者が赤字削減努力をして赤字を削減すれば，その額に応じて報奨金として追加的な補助金が与えられるという仕組みを考える．

(1)設定条件

1)当該バス路線の赤字額C

削減努力をした時の赤字額Cを努力する前の赤字額βから赤字削減額dを引いたもので表す．実際の赤字額Cは行政からの赤字補填額でもある．

$$C = \beta - d$$

2)当該バス路線運行によるバス事業者の効用U

赤字削減にかかる費用を$\psi(d)$とする．行政は赤字補填額Cと同時にバス事業者の赤字削減努力に応じて追加の補助金tを与える．バス事業者の効用Uは補助金と赤字削減費用の差で表わされる．

$$U = t - \psi(d)$$

3)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から行政が支払う追加の補助金tと赤字補填額Cを引いたもので表わされるが，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．

$$UB = S - (1+\lambda)(t + \beta - d)$$

4)当該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，2)バス事業者の効用Uと3)住民の純便益UBを足し合わせたもので表せる．

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

(2)不完全情報下でのインセンティブ補助

バスの運営費用に対して，補助を行う行政 は真の赤字額βの存在する 範囲$\{\underline{\beta}, \overline{\beta}\}$しか知らないという不完全情報下での最適な補助額は，

$$t^*(\beta) = \psi\left(d^*(\beta)\right) + \int_{\beta}^{\overline{\beta}} \psi'\left(d^*(\tilde{\beta})\right) d\tilde{\beta}$$

となる．ここで，βは赤字額，$d^*(\beta)$は赤字削減額，$\psi\left(d^*(\beta)\right)$は赤字削減にかかる費用である．

3. インセンティブ補助制度の導入後の継続判定

インセンティブ補助制度を導入後，制度の継続を判定するには，行政とバス事業者のゲームにおいて完全ベイズ均衡を求めることにより導出する．行政はインセンティブ補助制度の導入前の赤字額を範囲でしか知らず（不完備情報ゲーム），導入後の結果を予想し制度の継続を判断する（ベイジアンゲーム）．このとき，バス事業者が戦略を変更しない限り，行政が戦略を変更しても利得を増やせないような点（完全ベイズ均衡点）を求める．

インセンティブ補助制度の導入後，バス事業者は自然確率によって削減の大きなバス事業者と削減の小さなバス事業者にわかれる．行政は赤字額を範囲でしかわからないため，確率によって予想する．行政は補助制度を実施するという戦略をとり，バス事業者は継続をうけたバス事業者は，参加と以前の努力と提示された制度の効果を水準として判断する戦略をとる．ここで，vは効率的なバス事業者の確率，xは行政の効率的なバス事業者の予想確率，yは行政の非効率的なバス事業者

の予想確率($y = 1 - x$)である．

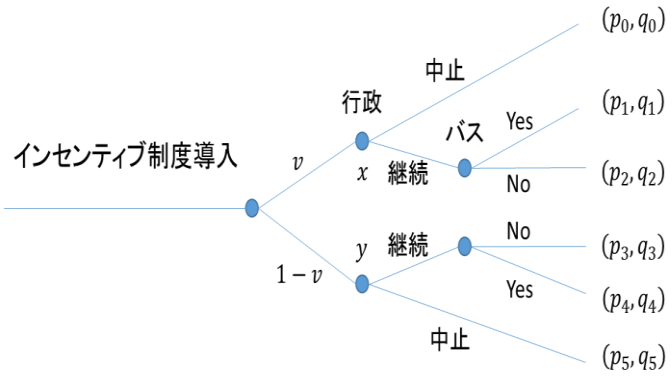

図　行政とバス事業者の完全ベイズ均衡ゲーム

4. 熊本都市圏におけるバス路線網への適用

完全情報下と不完全情報下におけるバスの赤字額，最適削減額，赤字削減コスト，バスの利潤，報奨金額，実補助額を正規分布と一様分布についてβの幅が片側5%，4%，3%，0.05%である時について求めた．

正規分布（千万円）	完全	5%	4%	3%	0.05%
赤字額β	64.26	64.26	64.26	64.26	64.26
合計黒字額	16.07	16.07	16.07	16.07	16.07
最適削減額d*	26.23	26.20	26.24	26.27	26.37
実赤字額C(=β −d*)	38.03	38.06	38.02	37.99	37.89
赤字削減コストψ (d*)	20.66	20.75	20.78	20.81	20.91
利潤U*	0.10	3.18	2.55	1.92	0.03
報奨金額t(=ψ +U)	20.76	23.93	23.33	22.73	20.94
合計補助額(=C+t)	58.79	61.99	61.35	60.72	58.84
実補助額	42.72	45.91	45.28	44.65	42.76

一様分布（千万円）	完全	5%	4%	3%	0.05%
赤字額β	64.26	64.26	64.26	64.26	64.26
合計黒字額	16.07	16.07	16.07	16.07	16.07
最適削減額d*	26.23	26.29	26.32	26.35	26.44
実赤字額C(=β −d*)	38.03	37.97	37.94	37.91	37.82
赤字削減コストψ (d*)	20.66	20.82	20.85	20.88	20.97
利潤U*	0.10	3.24	2.58	1.98	0.03
報奨金額t(=ψ +U)	20.76	24.05	23.43	22.86	21.00
合計補助額(=C+t)	58.79	62.02	61.37	60.77	58.82
実補助額	42.72	45.95	45.30	44.70	42.75

ここで，行政とバス事業者のゲームにおいて行政の利得は社会厚生，バス事業者の利得はバスの利潤である．

5. おわりに

インセンティブ補助制度の数式によって導出される値と実績の比較により精度の分析を行った．算出された値を用いて完全ベイズ均衡を求めた．