

需要変動を内生化した地域公共交通に対するインセンティブ補助の理論とその適用

A study on incentive subsidy scheme considering elastic demand for local public transportation

熊本大学大学院自然科学研究科社会環境工学専攻 102d8854 村野 祐太郎

1. はじめに

赤字バス路線に対する補助方法としては、運行事業者が報告してきた赤字額を補填する欠損補助が一般的である。しかし、この方法では事業者に対して赤字削減努力を促すことができないため、インセンティブ補助の導入が検討されている。これまでに運行頻度を現状に固定した上で、最適な赤字削減額と報奨金額を決定するモデルを開発し、その適用を行ってきた。しかし、運行頻度は社会厚生に影響を与える変数である。本研究では、運行頻度を変数として需要変動を考慮したインセンティブ報酬モデルに拡張したうえで、解の特性を明らかにし、荒尾市のバス路線網に適用する。

2. インセンティブ報酬モデル

提案するモデルの変数は報奨金額 t_h 、赤字削減額 d_h 、運行頻度 f_h であり、各変数の決定権は表 1 のように配分される。シュタッケルベルグゲームの考えに基づき、事業者の超過利潤最大化行動を考慮しつつ、行政が社会厚生を最大化することで最適値 t_h^* 、 d_h^* 、 f_h^* を決定する。全変数を行政が決定する Case4 における最大化問題と一般解は次のように定義される。

$$\begin{aligned} \text{Max}_{t_h, d_h, f_h} \quad & S(f_h) - (1 + \lambda)(C(d_h, f_h) + \psi(d_h, f_h)) - \lambda U_h \\ \text{s.t.} \quad & t_h - \psi(d_h, f_h) \geq 0 \end{aligned}$$

U_h に関して、社会厚生関数は減少することから、 t_h^* は以下ようになる。

$$t_h^* = \psi(d_h^*, f_h^*)$$

1 階の最適性の条件より、 d_h^* と f_h^* が決定される。

$$d_h^* = d(f_h)$$

$$\frac{dS(f_h)}{df_h} - (1 + \lambda) \cdot \left(\frac{dC(d(f_h), f_h)}{df_h} + \frac{d\psi(d(f_h), f_h)}{df_h} \right) = 0$$

3. 適用分析

提案したインセンティブ報酬モデルを熊本県荒尾市のバス路線網 22 系統に適用した。なお、事業者により運行頻度 f_h が決定される Case1 と Case 3 では一般解より $f_h^* = 0$ となり、バスの運行廃止が最適となるため、以後の分析

表 1 変数の決定権利配分

	Case0		Case1		Case2		Case3		Case4	
	行政	バス	行政	バス	行政	バス	行政	バス	行政	バス
t_h	○		○		○		○		○	
d_h	○			○	○		○		○	
f_h		○		○		○		○		○

表 2 報酬モデル適用結果

	頻度 (本/日)	削減額 (百万円/年)	報奨金 (百万円/年)	総補助額 (百万円/年)	余剰増加 (百万円/年)	更生変化 (百万円/年)
現状	62.5	0	0	72.6	0	0.0
Case0	62.5	26.2	13.3	59.7	0	13.5
Case2	233.3	0	5.1	280.3	1,082.6	870.2
Case4	247.9	23.5	42.9	248.2	1,103.8	925.2

から除外した。表 2 に適用結果の概略を示す。

Case0 では事業者の削減努力により 26.2(以下、単位は百万円/年)が削減され、総補助額は 59.7 と現状より減少する。また、社会厚生は 13.5 増加するという結果になった。運行頻度を行政が決定する Case2 と Case4 では、運行頻度がそれぞれ 233.3 本/日、247.9 本/日に増加する解となった。その結果、運賃収入よりも経常支出の方が増加するために、総補助額も増加し、それぞれ 280.3、248.2 となっている。社会厚生は現状からそれぞれ 870.2、925.2 も増加した。社会厚生の変化の要因は、消費者余剰の変化と総補助額の変化の差で表現される。

図 1 に各ケースの消費者余剰の変化と総補助額の変化を示す。

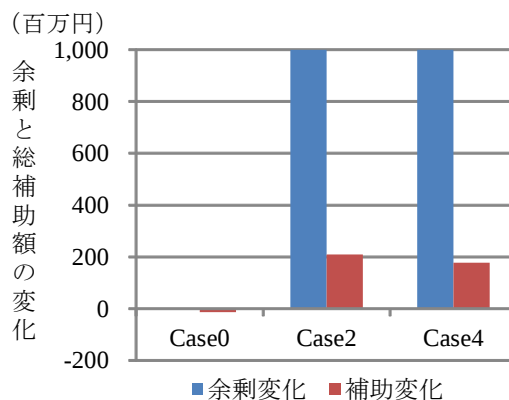


図 1 消費者余剰と総補助額の変化

Case2 と Case4 では、頻度の増加に伴い、消費者余剰が 10 億円以上も増加する。これは総補助額の増加額の 5 倍以上となった。Case2 と Case4 では総補助額は増加するものの、運行頻度の増加より住民の便益の増加が大きいために、表 2 のような最適解が得られた。

4. おわりに

本研究では、既存モデルを需要変動を考慮したインセンティブ報酬モデルに拡張し、荒尾市のバス路線網に適用して各ケースにおける最適解の特性について分析した。