

不完備契約理論を用いた並行在来線経営分離の妥当性に関する分析モデル構築

寒地土木研究所 正会員 四辻 裕文

1. はじめに

整備新幹線区間に並行して運行する在来線鉄道（以下、並行在来線）は、整備新幹線の着工条件として、JRからの経営分離についての沿線自治体からの同意を求められる。経営分離された並行在来線の多くは、第三セクター化された上で、安定的経営とアクセシビリティ維持のため沿線自治体から赤字補填を受ける。並行在来線に係る諸問題は「並行在来線問題」と呼ばれるが、これまで法学・政治学・財政学アプローチで主に研究されてきた。本研究の目的は、政策科学ツールのゲーム理論とその応用である契約理論を用いた並行在来線経営分離の妥当性に関する分析モデルの提案である。

2. 乗客の外出機会と鉄道のサービス水準のモデル化

2.1 乗客の外出機会

本研究では、乗客の外出機会とは、所得・時間制約下における外出先での活動時間と自宅からの外出頻度であると定義する。以下は、McConnell(1992)を応用した。

乗客は全員、在宅する1つの起点から、並行する鉄道路線の片方の経路を選択し、各経路の終点に存する外出先へと移動する。乗客は、外出先での活動時間が増えると、あるいは自宅からの外出頻度が増えると、正の効用を得る一方で、可処分所得と余暇時間の制約を受ける。経路 $k \in \{1,2\}$ について、外出先での活動時間を τ_k 、外出頻度を x_k とおく。また、合成財を z 、外出行動から得る効用を $U(x_1, x_2, \tau_1, \tau_2, z)$ とおき、以下を仮定する。

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x_k^2} < 0, \frac{\partial^2 U}{\partial \tau_k^2} < 0, \frac{\partial^2 U}{\partial x_k \partial \tau_k} > 0, \frac{\partial U(x_k, 0, z)}{\partial x_k} = 0, \frac{\partial U(0, \tau_k, z)}{\partial \tau_k} = 0 \quad (1)$$

本稿では、 τ_k を外生変数として扱う。運賃を ξ_k 、活動費用を c_k 、移動時間を v_k 、可処分所得を y 、余暇時間を h とおく。所得制約を $y = z + \sum_k \xi_k x_k + c_k x_k \tau_k$ 、時間制約を $h = \sum_k v_k x_k + x_k \tau_k$ とおくと、次式が成り立つ。

$$p_k^x \equiv \xi_k + w v_k, p_k^\tau \equiv c_k + w, \tilde{p}_k \equiv p_k^x + p_k^\tau \tau_k \quad (2)$$

$$Y \equiv y + w h = z + \sum_k (p_k^x + p_k^\tau \tau_k) x_k = z + \sum_k \tilde{p}_k x_k \quad (3)$$

1階条件より、乗客の需要は次式のように導出される。

$$x_k \equiv x_k(\tilde{p}_k(\tau_k), Y, \tau_k) \quad (4)$$

したがって、 x_k と τ_k に関して、次式が得られる。

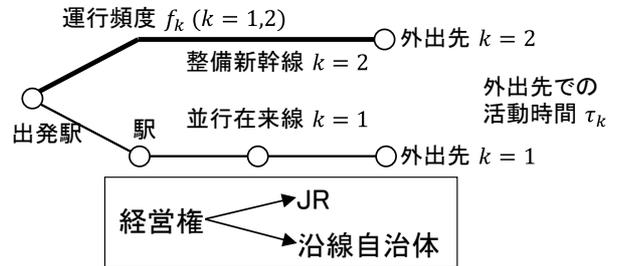


図1 分析の枠組み

$$\frac{dx_k}{d\tau_k} = \frac{\partial x_k}{\partial \tau_k} + p_k^\tau \frac{\partial x_k}{\partial \tilde{p}_k} \quad (5)$$

右辺は、 $\partial x_k / \partial \tau_k \geq 0$ 、 $\partial x_k / \partial \tilde{p}_k \leq 0$ となる。 x_k を一般化費用 \tilde{p}_k に関して積分すれば、消費者余剰が得られる。

2.2 鉄道のサービス水準

並行する鉄道路線の運賃 ξ_k と運行頻度 f_k をモデル化する。本稿では、単純化のため、上流側の乗客数が列車容量を超過せず、乗客は駅に一様に到着するものとする。

駅に各停列車が等しく $1/f_k$ 時間間隔で到着する場合、駅での乗客の平均待ち時間は $1/2 f_k$ となる。線路延長当りの所要時間を t_k 、線路延長を l_k とおくと、移動時間 v_k は $v_k = t_k l_k + 1/2 f_k$ となる。また、同一駅に各停と急行が \tilde{t}_k 時間のずれを伴って（つまり、各停が発発してから \tilde{t}_k 時間後に急行が到着しながら）交互に $1/f_k$ 時間間隔で到着する場合、乗客は、確率 $\tilde{t}_k f_k$ で平均 $\tilde{t}_k / 2$ 時間待つて急行に乗り、確率 $1 - \tilde{t}_k f_k$ で平均 $(1/f_k - t_k) / 2$ 時間待つて各停に乗る。このとき、移動時間は $v_k = t_k l_k + \tilde{t}_k f_k \cdot \tilde{t}_k / 2 + (1 - \tilde{t}_k f_k)(1/f_k - t_k) / 2$ となる。

運賃 ξ_k の決定に際してレートベース率 m の総括原価方式が採用されたならば、減価償却費 $\sigma_l l_k$ と事業報酬 $m \sigma_l l_k$ と営業費 $\sigma_f f_k$ 等から成る支出と収入 $\xi_k f_k$ が一致する水準で運賃が決定される。費用関数 C は、次式となる。

$$C(f_k) = \sigma_f f_k + (1 + m) \sigma_l l_k \quad (6)$$

ただし、上式では、鉄道会社の労働力は捨象し、短期的にみて資本 l_k は固定している。また、旅客輸送のみを扱い、貨物輸送の線路使用料による収入は扱わない。

2.3 ベルトラン均衡

最適な運賃 ξ_k^* の下での均衡状態では, 乗客の外出頻度 x_k^* と路線の運行頻度 f_k^* は一致する.

並行する路線のうち, 路線 k を利用する乗客の外出頻度 x_k は, 当該路線の運賃 ξ_k のみならず, 並行する路線(便宜上 $-k$ と表す)の運賃 ξ_{-k} にも影響を受けると考えられる. したがって, 並行する路線のそれぞれの運行頻度 f_k を決めるにあたって ξ_k と ξ_{-k} を考慮する. つまり, 短期的にみると, 並行する路線はベルトラン競争下に置かれると考えることが出来る. 長期的には総括原価方式の下で $\xi_k^* x_k^* - C(x_k^*) = \xi_{-k}^* x_{-k}^* - C(x_{-k}^*) \equiv 0$ の水準で運賃が決定されるが, 短期的にはお互いの運賃設定が乗客の需要を奪い合うことになる. 次式を仮定する.

$$\hat{f}_k(\xi_k, \xi_{-k}) = \alpha - \beta \xi_k + \gamma \xi_{-k} \quad (7)$$

路線 k の利潤 π_k は次式で与えられる.

$$\pi_k(\xi_k, \xi_{-k}) = \xi_k \hat{f}_k(\xi_k, \xi_{-k}) - C(f_k) \quad (8)$$

ベルトラン競争下を前提として, 乗客の活動時間を所与としたとき, 図 1 における整備新幹線に対する並行在来線のサービス水準とその利潤を導出できる.

3. Grossman=Hart=Moore モデルに基づく経営権ゲーム

3.1 ゲームの概要

本研究では, 上記の通り導出された利潤(準レント)を奪い合う並行在来線のプレイヤーとして, JR と自治体に着目する(前者を J, 後者を G の添字で表す). 残余コントロール権に着目した不完備契約ゲームである Grossman=Hart=Moore モデルを適用し, 並行在来線経営分離の妥当性を検討するための分析モデルを構築する.

並行在来線問題が顕在化するタイミングは, 経営分離の同意が沿線自治体から得られたあとで, 整備新幹線が開通した直後になってからである場合が多い. 本研究では, 経営分離の同意が得られる段階を「前もって立証不可能な事前交渉段階」と位置付ける. この段階では, いずれかのプレイヤーに経営権が与えられる形態が採られる. その後, 整備新幹線の開通時に合わせて例えば三セク化したり複々線化したり様々な投資が実施されるが, 並行在来線問題の顕在化とともに問題解決のための再交渉が行われ, 再交渉を通じて純利益が分配される. このとき, 事前交渉段階における経営権の付与の形態が再交渉段階の純利益の分配額を決定する. そのことを事前に見通せるプレイヤー全体にとって最も効率的なゲーム解を求めることが出来る.

3.2 ゲームのモデル化

本研究では, 事前交渉段階における並行在来線の経

営権付与に関して, 以下の 3 つの経営戦略を考える.

経営戦略 A) 上部: J, 下部: G (経営権)

経営戦略 B) 上部: J (経営権), 下部: G

経営戦略 C) 上下: G (経営権)

整備新幹線の開通時に合わせた並行在来線の投資を J, G 各々に対して I_J, I_G とおく. また, J, G が投資するか否かを表す指示関数を $\delta_J, \delta_G \in \{0, 1\}$ とおく. ここで, J, G の経営効率性に関する能力の違いを明示するため, 割引因子 $\phi_i(\delta_J, \delta_G)$ [$i = J, G$]を導入する. このとき, 純利益 u_i は次式で表される.

$$u_i(\delta_J, \delta_G) = \phi_i(\delta_J, \delta_G) \pi_2(\xi_1, \xi_2) - \delta_i I_i \quad [i = J, G] \quad (9)$$

本研究では, 極端だが分析見通しを良くするために, 再交渉の結果として経営権を持つ主体 i が準レント $\phi_i(\delta_J, \delta_G) \pi_2(\xi_1, \xi_2)$ を“総取り”すると仮定する.

経営戦略に応じたプレイヤーの純利益は以下となる.

$$A) \quad u_J(\delta_J, \delta_G) = -\delta_J I_J + \pi_1(\xi_1, \xi_2) \quad (10)$$

$$u_G(\delta_J, \delta_G) = \phi_G(\delta_J, \delta_G) \pi_2(\xi_1, \xi_2) - \delta_G I_G \quad (11)$$

$$B) \quad u_J(\delta_J, \delta_G) = \phi_J(\delta_J, \delta_G) \pi_2(\xi_1, \xi_2) - \delta_J I_J + \pi_1(\xi_1, \xi_2) \quad (12)$$

$$u_G(\delta_J, \delta_G) = -\delta_G I_G \quad (13)$$

$$C) \quad u_J(\delta_J, \delta_G) = \pi_1(\xi_1, \xi_2) \quad (14)$$

$$u_G(\delta_J, \delta_G) = \phi_G(\delta_J, \delta_G) \pi_2(\xi_1, \xi_2) - \delta_G I_G \quad (15)$$

以上より, 経営戦略ごとに, J の戦略 $\delta_J = 0, \delta_J = 1$ 及び G の戦略 $\delta_G = 0, \delta_G = 1$ のナッシュ均衡が求まる.

4. おわりに

並行在来線の経営分離についての沿線自治体からの同意が得られるか否かという事前交渉の段階を経て, 整備新幹線の開通後の状況に応じた経営形態に関する再交渉の段階において純利益の分配が生じる. プレイヤーがその分配状況を事前に見通した場合, 分配の比率に応じて経営権(残余コントロール権)をどちらに与えるかを検討するほうが効率的であるという点が分かった. 数値計算事例による検討の詳細は講演時に示す.

参考文献

- Chriqui, C., Robillard, P.: Common bus lines. *Transportation Science*, 9, 115-121, 1975.
- McConnell, K. E.: On-site time in the demand for recreation. *American Journal of Agricultural Economics*, 74, 918-925, 1992.
- Grossman, S. J., Hart, O. D.: The costs and benefits of ownership. *Journal of Political Economy*, 94, 691-719, 1986.
- Hart, O. D., Moore, J.: Incomplete contracts and renegotiation. *Econometrica*, 56, 755-785, 1988.