

鉄道市場の競争モデル

吉野 一郎

1. はじめに¹

日本では、1980年代に国鉄の分割民営化が実施されて、6つの地域の旅客鉄道会社と1社の貨物輸送会社が設立された。その結果として経営の効率化がある程度は実現し、本州3社は株式上場を果たした²。しかし、現在の状況をもって国鉄の分割民営化はうまくいったと評価してよいわけではない。なぜならば、分割民営化という規制緩和によって享受すべき利益を国民が得ているのかという観点からの評価が十分になされているとはいえないからである。特に、民営化後の長距離旅客輸送における価格は高止まりしているのではないのかという疑問に対してはきちんと評価されるべきである。

本稿では、以上の問題意識に基づいて、鉄道の旅客輸送サービス市場に競争が導入された場合、それが価格にどのような成果をもたらすのかを線形需要モデルにおいて計算した。競争の導入といっても日本の地域分割独占型を前提としての競争の導入だけでなく、EUで実施されているような上下分離型、オープンアクセス型での競争にも視野を広げてみて、それらの成果との比較をすることで、日本の分割民営化の価格における成果の評価を行っている³。

本稿では、さらに鉄道市場における企業間の競争という競争に加えて、たとえば航空輸送サービスというモードを超えた形での競争の影響も考察してみた。このようなモード間競争は、地域独占的な市場における企業に競争のインセンティブを与える重要な要因である。そこで、このような代替的輸送手段の存在がある場合に鉄道旅客輸送サービスでの競争のあり方が価格においていかなる成果をもたらすのかを分析してみた。

以下、第2節ではモード間競争のない場合の分析を行い、それを拡張する形で第3節でモード間競争のある場合の分析を行っている。

2.1 基本的なモデル

区間XZの間の鉄道旅客輸送サービスへの需要関数を $Q = A - bP$ とする。区間XZは区間XYと区間YZで構成されており、この需要関数で示される需要量はXからZ（あるいはZからXへ）途中下車なしで移動する旅客サービスへの需要を示しているとする。ただ、もっとも

¹ 本稿は、文部科学省・科学研究費補助金・基盤研究（C）（課題番号20530198）における共同研究「鉄道事業における上下分離の機能と効率性」および、公正取引委員会競争政策センターにおける共同研究「旅客鉄道の生産性と幹線旅客鉄道におけるモード間競争」の研究成果の一部である。また、本稿作成に際し、BundesnetzagenturのKarsten Otte氏（Direktor, Ruling Chamber7）から、ディスカッションにより有益な情報と示唆を得たことに感謝する。

² 日本の国鉄改革については、柳川（2007）を参照。

³ EUでの鉄道改革については、柳川・播磨谷・吉野（2008）および、柳川・吉野・播磨谷（2009）を参照。

基本的な設定として区間 XY のインフラは企業 1 が保有し、区間 YZ のインフラは企業 2 が保有しているとする。ここで、区間 XY での輸送サービス単位あたりに必要なインフラ維持費用として c^1 だけ必要であり、区間 YZ においては c^2 だけ必要であるとする。以下では、区間 XZ における鉄道旅客輸送サービスへの価格付けにおける 4 つの制度を想定して、それぞれにおける均衡価格を求めて比較してみる。その 4 つの制度とは、

- ①. **Independent:** 企業 1 は区間 XY でのみ運行し、その価格 p^1 をみずからの利潤を最大化するように決める。同様に、企業 2 は区間 YZ の価格 p^2 を決める。区間 XZ を移動する顧客にとつての価格は、 $P^I = p^1 + p^2$ となる。
- ②. **Joint:** 企業 1、2 が結合利潤を最大化するように P^J を決定する。
- ③. **Access:** 企業 1 は区間 XZ で運行するが、区間 YZ の運行については企業 2 にインフラ利用料金 a^2 を支払う。同様に、企業 2 は区間 XY の運行に対しては企業 1 にインフラ利用料金 a^1 を支払う。Access 制度はインフラ利用料金の決定方法によって二つの制度に分けられる。一つは、利用料金を企業が自らの利潤を最大化するように決定する場合である。これを以下では Access と呼び、輸送サービス価格を P^A とする。これに対して、利用料金が規制されていてインフラ維持費用回収に必要な水準に据え置かれている場合を Access with Regulation と呼び、価格を P^{AR} とする。
- ④. **Separation:** インフラ設備の保有をする企業 U が設立され、企業 1、2 ともに企業 U からインフラを借りて運行するとする。すなわち Vertical Separation 制度を考える。ただし、どちらの企業も区間 XZ で運行する。この制度もインフラ利用料金の決定の仕方によって二つの制度に分かれる。一つは、企業 U が利潤最大化によって利用料金を決定する場合であり、これを Separation と呼び、輸送サービス価格を P^S とする。一方、インフラ利用料金が維持費用の水準に規制されている場合を Separate with Regulation と呼び、価格を P^{SR} とする。

2.2 分析

Independent の場合：企業 i の利潤は、 $\pi_i = (p^i - c^i) \{A - b(p^1 + p^2)\}$ であり、各企業は相手企業の価格を予想しながら最適な価格を探る。このゲームのナッシュ均衡価格は、

$$P^I = \frac{1}{3b} \{2A + b(c^1 + c^2)\}$$

である。

Joint の場合：企業は結合利潤 $\pi_{12} = \{P - (c^1 + c^2)\}(A - bP)$ を最大化する価格を設定する。

$$P^J = \frac{1}{2b} \{A + b(c^1 + c^2)\}$$

である。

Access の場合：各企業の利潤関数は、

$$\pi_1 = \left\{ \frac{A - (q^1 + q^2)}{b} - c^1 - a^2 \right\} q^1 + (a^1 - c^1) q^2$$

$$\pi_2 = \left\{ \frac{A - (q^1 + q^2)}{b} - c^2 - a^1 \right\} q^2 + (a^2 - c^2) q^1$$

となる。第一項は、各企業の区間 XZ での運行によって得られる利潤である、第二項はインフ

ラを他企業に貸すことによる利潤を示している。

この制度における価格は二段階のゲームによって決定される。第一段階ではインフラ料金が決定され、第二段階で輸送サービス価格が決定される。第一段階で決められるインフラ利用料金 (a^1, a^2) を所与とすると、第二段階の数量競争ゲームによって決まるナッシュ均衡価格は、

$$P(a^1, a^2) = \frac{1}{3b} \{A + b(c^1 + c^2 + a^1 + a^2)\}$$

となる。第一段階では、この関係を想定してインフラ料金が決定される。すると、

$$a^1 = \frac{1}{11b} \{5A + 6bc^1 - 5bc^2\}, a^2 = \frac{1}{11b} \{5A + 6bc^2 - 5bc^1\}$$

となり、ナッシュ均衡価格は、

$$P^A = \frac{1}{11b} \{7A + 4b(c^1 + c^2)\}$$

となる。

Access with Regulation の場合：Access の場合の利潤関数に $(a^1 = c^1, a^2 = c^2)$ を代入すると、企業 1,2 の間の価格決定ゲームは、区間 XZ を $(c^1 + c^2)$ の費用で運行する 2 企業によるクールノー競争と一致するので、

$$P^{AR} = \frac{1}{3b} \{A + 2b(c^1 + c^2)\}$$

となる。

Separation の場合：企業 1,2 は、区間 XZ での運行のためにはインフラ保有企業 U にインフラ利用料金を支払わなければならない。インフラ保有企業 U は、利用料金の決定とインフラ維持のための費用、輸送サービス一単位当たり $(c^1 + c^2)$ を負担する。各企業の利潤関数は、

$$\begin{aligned} \pi_1 &= \left\{ \frac{A - (q^1 + q^2)}{b} - a^U \right\} q^1 \\ \pi_2 &= \left\{ \frac{A - (q^1 + q^2)}{b} - a^U \right\} q^2 \\ \pi_U &= (a^U - c^1 - c^2)(q^1 + q^2) \end{aligned}$$

となる。第一段階では、企業 U がインフラ利用料金を決定し、第二段階でそれを所与として企業 1,2 が数量競争することで価格を決定するとき、ナッシュ均衡では、

$$\begin{aligned} a^U &= \frac{1}{2b} \{A + b(c^1 + c^2)\} \\ P^S &= \frac{1}{3b} \{2A + b(c^1 + c^2)\} \end{aligned}$$

となる。

Separation with Regulation: この場合 Access with Regulation の場合と同様、企業 1,2 の間でのクールノー競争によって価格が決定される。

$$P^{SR} = \frac{1}{3b} \{A + 2b(c^1 + c^2)\}$$

以上の各制度での均衡価格を比較すると次の命題にまとめられる。

命題 1: $A > b(c^1 + c^2)$ であるならば、

- (i) $P^I > P^A > P^J > P^{AR}$
- (ii) $P^I = P^S$
- (iii) $P^{AR} = P^{SR}$

この命題が企業数が 2 であることに依存しているかどうかを確認するために、分析の設定を 3 企業以上に拡張してみる。すなわち、区間 XZ を区間 $XY_1, Y_1Y_2, \dots, Y_{k-1}Y_k, Y_{n-1}Z$ の n 区間に分割して、区間 XY_1 のインフラを第 1 企業が保有しその区間の運行に必要なインフラ維持費用を c^1 とし、区間 $Y_{k-1}Y_k$ のインフラを企業 k ($2 \leq k \leq n-1$) が保有し各区間での運行に必要なインフラ維持費用を c_k とし、区間 $Y_{n-1}Z$ のインフラを第 n 企業が保有しその区間での運行に必要なインフラ維持費用を c_n とする。インフラ維持費用が区間の距離に比例して変化するとして区間 XZ の鉄道での移動に対する需要関数 $Q = A - bP$ に対して、 $A > b \sum_i c^i$ が成立するならば、次の命題が成立する。

命題 2: $n \geq 3$ で、 $A > b \sum_{i=1}^n c^i$ であるならば、

- (i) $P^I(n) > P^A(n) > P^S(n) > P^J(n) > P^{AR}(n)$
- (ii) $P^S(n) \rightarrow P^J(n) (n \rightarrow \infty)$
- (iii) $P^{AR}(n) = P^{SR}(n)$

ただし、

$$P^I(n) = \frac{1}{(n+1)b} \left(nA + b \sum_i c^i \right), P^A(n) = \frac{1}{(n^2 + 4n - 1)b} \left\{ (n^2 + 2n - 1)A + 2nb \sum_i c^i \right\}$$

$$P^S(n) = \frac{1}{2(n+1)b} \left\{ (n+2)A + nb \sum_i c^i \right\}, P^J(n) = \frac{1}{2b} \left(A + b \sum_i c^i \right)$$

$$P^{AR}(n) = P^{SR}(n) = \frac{1}{(n+1)b} \left\{ A + nb \sum_i c^i \right\}$$

さらに、区間 XZ の市場において、既存の企業 1、2 に対して、第 3、第 4 の企業が参入する状況を考えてみる。Access 制度では、参入企業はインフラ設備を企業 1, 2 から借りることで参入し、Separation 制度では、参入企業はインフラ設備を企業 U から企業 1、2 と同じ条件で（つまり、同じ a^U を支払って）借りて参入し、Joint 制度では、参入企業と企業 1、2 が結合利潤を最大化するならば、次の命題（命題における上付き文字の E は Entry の意味）が成立する。

命題 3: 新規参入企業数 $n \geq 1$ に対して、 $A > b(c^1 + c^2)$ であるならば、

- (i) $P^{AE}(n) \geq P^{SE}(n) > P^{JE}(n) > P^{ARE}(n)$
- (ii) $P^{ARE}(n) = P^{SRE}(n)$

ただし、

$$P^{AE}(n) = \frac{1}{(n+3)(3n^2 + 18n + 11)b} \left\{ (2n^3 + 17n^2 + 40n + 21)A + (n^3 + 10n^2 + 25n + 12)b(c^1 + c^2) \right\}$$

$$P^{SE}(n) = \frac{1}{2(n+3)b} \left\{ (n+4)A + (n+2)b(c^1 + c^2) \right\}$$

$$P^{JE}(n) = \frac{1}{2b} \{A + b(c^1 + c^2)\}$$

さて、以上の分析における異なる制度間での均衡価格の大小関係を支配しているのは、いわゆる二重限界化効果である。すなわち、インフラサービスを提供する上流市場と旅客輸送サービスを提供する下流市場がどちらも独占されているとき、両者が統合されているときに比べて、旅客輸送サービスの価格は高くなり、社会的厚生は小さくなるという効果が、Joint 制度（統合の場合）の均衡価格より Access 制度および Separation 制度での均衡価格の方が常に高くなることに現れている。命題 2,3 で示しているように、このような二重限界化効果は企業数によらずに影響を及ぼしている。

ここで興味深いのは、命題 1,2 で示されている Independent 制度と Joint 制度での均衡価格の大小である。この二つの制度間の比較が言っていることは、ある生産物（ここでは区間 XZ の移動サービス）が二つの財（区間 XY の移動サービスと区間 YZ の移動サービス）の結合によって供給可能であるとき、どちらの財も独占されていて各財の価格を独占企業が決定して生産物自体の価格はその合計で示される時、そのような価格は、両企業が統合して価格を決める場合よりも高くなり、社会的厚生も大きくなるということである。これは二重限界化効果ときわめて似通った結果を示しているが、あえて別の言葉を選ぶならば、従来の場合を垂直的なマークアップの二重性を意味しているので垂直的二重限界化効果と呼ぶとすると、水平的二重限界化効果と呼ぶべきかもしれない。このような水平的な二重限界化効果を指摘している先行研究としては、Chen and Gayle (2007) がある。二つのタイプの二重限界化効果の比較結果を示しているのが、命題 1,2 の Independent 制度と Access 制度および Separation 制度での均衡価格の大小関係である。命題より、企業数（2 以上）にかかわらず水平的二重限界化効果が垂直的二重限界化効果を上回っていることがわかる。

また、命題 2,3 において示されている Access 制度の場合の均衡価格が Separation 制度のそれを企業数によらず上回るという結果は（命題 1 はこれが企業数 2 の場合においてのみ逆になることを示している）、アクセス料金の戦略的利用の側面が現れていると考えられる。というのも、インフラの利用料金が Separation 制度の場合はインフラ保有とその貸出しのみ行う企業 U によって統一的に決定されるのに対して、Access 制度では区間毎にその区間のインフラを保有する（そして区間 XZ での旅客輸送も行う）企業によって決定されるので、クールノー競争という戦略的代替の関係にある企業はアクセス料金を引き上げると輸送サービス市場でより優位になるという効果を考慮するからである。

3. Intermodal 競争

前項までの分析では、鉄道旅客輸送サービス市場の内部での競争、いわゆる Intramodal 競争が土台となる制度の違いによってその効率性への効果にどのような影響を受けるかに注目してきた。これに対して、本研究では競合する異なる旅客輸送モードの存在が鉄道旅客輸送サービス市場での競争の効率性効果にどのような影響を与えるのかに大きな関心を向けている。そこで、本項では区間 XZ の移動における航空輸送サービスあるいは長距離バスサービスという異なる輸送モードを鉄道旅客輸送サービスへの代替財として明示的に導入して、Intermodal な競争が存在する場合でも、Intramodal 競争のみの場合と同じように二重限界化効果が存在するかどうかを考察してみる。

まず、区間 XZ における移動に鉄道モード (Rail) と航空モード (Flight) があるとする。逆需要関数体系が、

$$\begin{aligned} P^R &= \alpha - Q^R - \gamma Q^F \\ P^F &= \beta - Q^F - \gamma Q^R \end{aligned}$$

として与えられているとする。ここで $\gamma \in (0,1)$ は二つの輸送モードの代替性の程度を示すパラメータである。この体系を需要関数体系に書き直すと、

$$\begin{aligned} Q^R &= \frac{1}{1-\gamma^2} (\alpha - \beta\gamma - P^R + \gamma P^F) \\ Q^F &= \frac{1}{1-\gamma^2} (\beta - \alpha\gamma - P^F + \gamma P^R) \end{aligned}$$

となる。鉄道旅客輸送サービス市場では前項までと同じく区間 XY のインフラは企業 1 が保有し、区間 YZ のインフラは企業 2 が保有する。また、区間 XZ での航空輸送サービス市場は企業 3 の独占であるとする。企業 1、2 のインフラ維持費用はどちらも c であり、航空会社 3 のインフラ維持費用を d とする。以下、 $\alpha > 2c, \beta > d$ を仮定する。

Independent の場合：各企業の利潤関数は、

$$\begin{aligned} \pi_1 &= (p^1 - c)Q^R \\ \pi_2 &= (p^2 - c)Q^R \\ \pi_3 &= (P^F - d)Q^F \end{aligned}$$

各企業が、同時に互いに読みあいながら価格を決定するとき、ナッシュ均衡では、

$$P^{RJ} = \frac{1}{3-\gamma^2} \{2\alpha + 2c - \alpha\gamma^2 - (\beta-d)\gamma\}$$

となる。ただし、 $P^{RJ} = p^1 + p^2$ である。また、この均衡価格が正の値であるための条件として、

$$\frac{|(\alpha - 2c) - (\beta - d)|}{4} < c \text{ を仮定する。}$$

Joint の場合：企業 1、2 は結合利潤 π_{12} を最大化する価格を決定する。

$$\begin{aligned} \pi_{12} &= (P^R - 2c)Q^R \\ \pi_3 &= (P^F - d)Q^F \end{aligned}$$

なので、ナッシュ均衡では、

$$P^{RJ} = \frac{1}{4-\gamma^2} \{2\alpha + 4c - \alpha\gamma^2 - (\beta-d)\gamma\}$$

となる。

Access の場合：各企業の利潤関数は、

$$\begin{aligned} \pi_1 &= \{\alpha - Q^R - \gamma Q^F - c - a^2\}q^1 + (a^1 - c)q^2 \\ \pi_2 &= \{\alpha - Q^R - \gamma Q^F - c - a^1\}q^2 + (a^2 - c)q^1 \\ \pi_3 &= (\beta - Q^F - \gamma Q^R - d)Q^F \end{aligned}$$

となる。

第一段階で決められるインフラ利用料金 (a^1, a^2) を所与とすると、第二段階の数量競争ゲームによって決まるナッシュ均衡価格は、

$$P(a^1, a^2) = \frac{1}{3} \left\{ \alpha + a^1 + a^2 + 2c - \frac{\gamma}{2}(\beta - d) \right\}$$

となる。第一段階では、この関係を想定してインフラ料金が決定される。すると、

$$a^1 = a^2 = \frac{1}{11} \left\{ 5\alpha + c - \frac{5\gamma}{2}(\beta - d) \right\}$$

となり、ナッシュ均衡価格は、

$$P^{RA} = \frac{1}{11} \left\{ 7\alpha + 8c - \frac{7\gamma}{2}(\beta - d) \right\}$$

となる。

Access with Regulation の場合：Access の場合の利潤関数に $(a^1 = c^1, a^2 = c^2)$ を代入すると、企業 1,2 の間の価格決定ゲームは、区間 XZ を $2c$ の費用で運行する 2 企業によるクールノー競争と一致するので、

$$P^{RAR} = \frac{1}{3} \left\{ \alpha + 4c - \frac{\gamma}{2}(\beta - d) \right\}$$

となる。

以上で求めた Intermodal 競争のある場合の各制度での均衡価格には次の性質がある。

命題 4: $\alpha > 2c, \beta > d, \frac{|(\alpha - 2c) - (\beta - d)|}{4} < c$ であるならば、 γ の値にかかわらず、

$$(i) P^I > P^{RI}, P^A > P^{RA}, P^J > P^{RJ}, P^{AR} > P^{RAR}$$

$$(ii) \frac{dP^{RI}}{d\gamma} < 0, \frac{dP^{RA}}{d\gamma} < 0, \frac{dP^{RJ}}{d\gamma} < 0, \frac{dP^{RAR}}{d\gamma} < 0$$

ただし、 P^I, P^A, P^J, P^{AR} は、Intramodal 競争だけの場合の均衡価格である。

つまり、Intermodal 競争があればどの制度においても均衡価格はない場合よりも低い水準となり、さらに、どの制度においても均衡価格は代替の程度が大きくなるほど減少する。

二重限界化効果についての結果は、次の命題にまとめられる。

命題 5: $\alpha > 2c, \beta > d, \frac{|(\alpha - 2c) - (\beta - d)|}{4} < c$ であるならば、

(i) γ の値にかかわらず、

$$P^{RI} > P^{RJ}, P^{RA} > P^{RJ}, P^{RJ} > P^{RAR}$$

(ii) ある γ^* が存在して、

$$P^{RI} > P^{RA}, \text{ if } 0 < \gamma < \gamma^*$$

$$P^{RA} > P^{RI}, \text{ if } \gamma^* < \gamma < 1$$

Intermodal 競争がある場合でも二重限界化効果は垂直的にも水平的にも存在する。しかし、

Intramodal 競争だけの場合のように水平的な効果が垂直的な効果を上回るのは代替の程度がある水準より弱い場合にしか成立しなくなる。これは、代替の程度が強くなるといずれの制度においても Rail 市場で高い価格をつけにくくなるのであるが、Access 制度においては、Flight 市場に顧客を奪われることによる利潤の減少を Rail 市場におけるライバルからのアクセス料金収入で補おうとするので、価格切り下げのインセンティブが Independent 制度と比べて小さくなることによってもたらされると考えられる。

4. おわりに

本稿では、日本の国鉄の分割民営化が価格にどのような影響をもたらしたのかを評価するための準備となる理論的な検討を行った。二つの区間にまたがる旅客輸送サービスを供給する2企業について、4つの制度における均衡価格を比較分析した。第一に、価格を独立的に決めて共同運行する。第二に、結合利潤を最大化する。第三に、相互にインフラを開放してアクセスチャージを支払って利用する。第四に、上下分離を行って、各社はインフラ保有会社に使用料を支払って競争的に運行する。このような制度の下で、制度間での均衡価格の順序付けが明確に成立することが明らかになった(命題1)。その順序付けは企業数が増えてもほぼ同じであることも明らかになった(命題2,3)。特に、順序付けに影響を与える要因として、二重限界性の問題があることも確認された。最後に、モード間競争を導入しても、以上の順序付けが保たれることが示された(命題4)。また、この場合に二重限界性の問題がどう影響を及ぼすのかも確認した(命題5)。

参考文献

- 柳川隆 (2007) 「新しい日本型産業組織に向けて：競争促進と投資確保のための民営化」、三谷直紀編『人口減少と持続可能な経済成長』、第6章、勁草書房。
- 柳川隆、播磨谷浩三、吉野一郎 (2008) 「イギリス旅客鉄道における規制と効率性」『神戸大学経済学研究』第54巻、pp59-84。
- 柳川隆、吉野一郎、播磨谷浩三 (2009) 「EU とドイツにおける鉄道改革」『国民経済雑誌』、第199巻第5号、PP17-29。
- Chen, Y. and P.G. Gayle. (2007) "Vertical contracting between airlines: An equilibrium analysis of code share alliances," *International Journal of Industrial Organization* vol.25, pp.1046-1060.