

ネットワークを考慮した事業者便益の計測法

岐阜大学 学生員 近藤 浩治 岐阜大学 正会員 上田 孝行

1. はじめに

交通や電気通信などのネットワーク型の産業では参入や料金水準等の公的な規制の下で支配的企業が大規模なネットワークを張り巡らしている。通常、大規模なネットワークを持つ支配的企業に対して部分的なネットワークを持つ小規模な事業者が自己のネットワークを接続させてもらう場合、ネットワーク接続のための費用が課される。接続のための費用は既存のネットワークで供給されるサービスと、部分的なネットワークによって供給されるサービスのそれぞれの市場構造に大きく左右される¹⁾。

そこで本研究では、初めに大規模なネットワークを持つ既存事業者とそのネットワークに接続する小規模事業者の両者が明示された経済モデルを構築する。そしてネットワーク構造に依存して変わる各事業者便益に対する計測法について考察し、各事業者が全てプラスの便益を得るようなアクセス・チャージについても検討する。

今回は単純なネットワークと企業数を限定して定式化を行う。最終的には、交通ネットワークのような複雑なネットワーク産業にも対応できるような事業者便益の計測法を開発することを目的とする。

2. モデル²⁾

本モデルは大規模なネットワークを持つサービス企業A、そのネットワークに接続させてもらうサービス企業B、代表的利用者が存在する。そして各サービスの消費には時間を要し、その変化に混雑などの外部不経済が反映されると仮定する(図-1)。

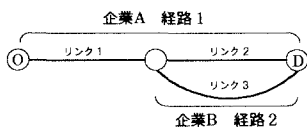


図-1 基本ネットワーク

ここで、

$h \in H = \{1, 2\}$: 経路のラベル

$i \in I = \{1, 2, 3\}$: リンクのラベル

$j = A, B$: 企業を表すラベル

2.1 利用者の効用最大化問題と消費者余剰

利用者は所得制約の下で効用最大化行動をするものと仮定し、次のように定式化する。

$$V(Q, \Omega) = \max_{X, z} U(X, z) \quad (1.a)$$

$$s.t. \quad Q \cdot X + z = \Omega \quad (1.b)$$

ここで準線形効用関数を採用して間接効用自体を余剰とみなす。

$$U(X, z) = u(X) + z \quad (2.a)$$

$$V(Q, \Omega) = u(X_1(Q), X_2(Q)) - Q_1 X_1(Q) - Q_2 X_2(Q) + \Omega \quad (2.b)$$

ここで、

$X = [X_1, X_2] \in R_+^2$: 経路別の利用量からなるベクトル

$x = [x_1, x_2, x_3] \in R_+^3$: リンク別の利用量からなるベクトル

$Q = [Q_1, Q_2] \in R_+^2$: 経路別の一般化価格からなるベクトル

$q = [q_1, q_2, q_3] = p + wt \in R_+^3$: リンク別の一般化価格からなるベクトル

$p = [p_1, p_2, p_3] \in R_+^3$: リンク別の料金からなるベクトル

$p_i = p(x_i, t_i)$: リンク別の料金設定関数

$t = [t_1, t_2] \in R_+^2$: リンク別の所要時間からなるベクトル

$V(Q, \Omega)$: 利用者の間接効用関数

$U(X, z)$: 利用者の直接効用関数

$z \in R_+$: 合成財 $w \in R_+$: 時間価値 $\Omega \in R_+$: 可処分所得

2.2 企業の利潤

各サービス企業のそれぞれの利潤は次のように定式化する。

サービス企業A

$$\pi_A = p_1(x_1, t_1)y_1 + p_2(x_2, t_2)y_2 - c_1(y_1, \alpha_1) - c_2(y_2, \alpha_2) - c_a(y_3, \alpha_3) + A(y_3, \alpha_3) \quad (3.a)$$

サービス企業B

$$\pi_B = p_3(x_3, t_3)y_3 - c_3(y_3, \alpha_3) - A(y_3, \alpha_3) \quad (3.b)$$

ここで、

π_j : サービス企業別の利潤

$y = [y_1, y_2, y_3] \in R_+^3$: リンク別のサービス供給量

$c_i(y_i, \alpha_i) \in R_+$: リンク別の費用関数

$t_i(x_i, \alpha_i) \in R_+$: サービスの平均所要時間関数

$\alpha_i \in R_+$: サービスのパフォーマンスを規定するパラメータ、例えば容量など

$c_a(y_3, \alpha_3) \in R_+$: ネットワーク接続によってサービス企業Aが負担する費用関数

$A(y_3, \alpha_3) \in R_+$: ネットワーク接続のための費用関数

2.3 需給の均衡条件

利用者側の需要量とサービス企業のリンク供給量は次のような関係を持つ。

$$x_i(q) = y_i \quad i = 1, 2, 3 \quad (4)$$

2.4 社会的総余剰

利用者の余剰と各サービス企業の余剰の合計として次のように表す。

$$\begin{aligned} W &= V(Q, \Omega) + \pi_1 + \pi_2 \\ &= u(X_1(Q), X_2(Q)) - w t_1 x_1(q) - w t_2 x_2(q) - w t_3 x_3(q) \\ &\quad - c_1(y_1, \alpha_1) - c_2(y_2, \alpha_2) - c_3(y_3, \alpha_3) - c_a(y_3, \alpha_3) + \Omega \end{aligned} \quad (5)$$

$W \in R$: 社会的総余剰

2.5 均衡一般化価格

均衡一般化価格は次の不動点問題の解関数として定義される。

$$q_i = p_i(x_i(q), t_i(x_i(q), \alpha_i)) + w t_i(x_i(q), \alpha_i) \quad (6)$$

$$q^* = [q_1^*, q_2^*, q_3^*] \\ = [q_1^*(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, w), q_2^*(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, w), q_3^*(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, w)] \quad (7)$$

3. 社会的総便益の基本定義

社会的総便益はサービス企業がリンクのパフォーマンス改善によって生まれる社会的総余剰の変化分として定義する。

今、各リンクのパフォーマンスが α^a から α^b に改善されたとすると社会的総便益は次のように表す。

$$\Delta W = \int_{\alpha^a \rightarrow \alpha^b} \sum_i \frac{\partial W}{\partial \alpha_i} \cdot d\alpha_i \quad (8)$$

a, b : パフォーマンスの改善の前後を意味するラベル $\Delta W \in R$: 社会的総便益

4. 事業者便益の基本定義

事業者便益はリンクのパフォーマンス改善による各企業の利潤の変化分の和として定義する。

$$\Delta \pi = \Delta \pi_A + \Delta \pi_B \quad (9)$$

$\Delta \pi \in R$: 事業者便益 $\Delta \pi_j \in R$ $j = A, B$: 各企業の利潤の変化分

4.1 各企業の利潤の変化分

リンクのパフォーマンス改善による各企業の利潤の変化は次のように表す。

Case.1 企業 A がリンク 1 のパフォーマンス改善($\alpha_1^a \rightarrow \alpha_1^b$)を行う。

サービス企業 A

$$\Delta \pi_A = \int_{\alpha_1^a \rightarrow \alpha_1^b} \frac{\partial \pi_A}{\partial \alpha_1} \cdot d\alpha_1 \\ = \int_{\alpha_1^a \rightarrow \alpha_1^b} \left[P_1 + y_1 \left(\frac{\partial p_1}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial p_1}{\partial \alpha_1} \frac{\partial t_1}{\partial \alpha_1} \right) - \frac{\partial c_1}{\partial y_1} \right] L_1 \\ + \left[P_2 + y_2 \left(\frac{\partial p_2}{\partial \alpha_2} + \frac{\partial p_2}{\partial \alpha_2} \frac{\partial t_2}{\partial \alpha_2} \right) - \frac{\partial c_2}{\partial y_2} \right] L_2 \\ - \left(\frac{\partial c_a}{\partial y_3} - \frac{\partial A}{\partial y_3} \right) L_3 + y_1 \left(\frac{\partial p_1}{\partial \alpha_1} \frac{\partial t_1}{\partial \alpha_1} - \frac{\partial c_1}{\partial \alpha_1} \right) d\alpha_1 \quad (10.a)$$

サービス企業 B

$$\Delta \pi_B = \int_{\alpha_1^a \rightarrow \alpha_1^b} \frac{\partial \pi_B}{\partial \alpha_1} \cdot d\alpha_1 \\ = \int_{\alpha_1^a \rightarrow \alpha_1^b} \left[P_3 + y_3 \left(\frac{\partial p_3}{\partial \alpha_3} + \frac{\partial p_3}{\partial \alpha_3} \frac{\partial t_3}{\partial \alpha_3} \right) - \frac{\partial c_3}{\partial y_3} - \frac{\partial A}{\partial y_3} \right] L_3 d\alpha_1 \quad (10.b)$$

Case.2 企業 B がリンク 3 のパフォーマンス改善($\alpha_3^a \rightarrow \alpha_3^b$)を行う。

サービス企業 A

$$\Delta \pi_A = \int_{\alpha_3^a \rightarrow \alpha_3^b} \frac{\partial \pi_A}{\partial \alpha_3} \cdot d\alpha_3 \\ = \int_{\alpha_3^a \rightarrow \alpha_3^b} \left\{ \left[P_1 + y_1 \left(\frac{\partial p_1}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial p_1}{\partial \alpha_1} \frac{\partial t_1}{\partial \alpha_1} \right) - \frac{\partial c_1}{\partial y_1} \right] N_1 \right. \\ + \left[P_2 + y_2 \left(\frac{\partial p_2}{\partial \alpha_2} + \frac{\partial p_2}{\partial \alpha_2} \frac{\partial t_2}{\partial \alpha_2} \right) - \frac{\partial c_2}{\partial y_2} \right] N_2 \\ \left. - \left(\frac{\partial c_a}{\partial y_3} - \frac{\partial A}{\partial y_3} \right) N_3 - \frac{\partial c_a}{\partial \alpha_3} + \frac{\partial A}{\partial \alpha_3} \right\} d\alpha_3 \quad (11.a)$$

サービス企業 B

$$\Delta \pi_B = \int_{\alpha_3^a \rightarrow \alpha_3^b} \frac{\partial \pi_B}{\partial \alpha_3} \cdot d\alpha_3 \\ = \int_{\alpha_3^a \rightarrow \alpha_3^b} \left\{ \left[P_3 + y_3 \left(\frac{\partial p_3}{\partial \alpha_3} + \frac{\partial p_3}{\partial \alpha_3} \frac{\partial t_3}{\partial \alpha_3} \right) - \frac{\partial c_3}{\partial y_3} - \frac{\partial A}{\partial y_3} \right] N_3 \right. \\ \left. + y_3 \left(\frac{\partial p_3}{\partial \alpha_3} \frac{\partial t_3}{\partial \alpha_3} - \frac{\partial c_3}{\partial \alpha_3} - \frac{\partial A}{\partial \alpha_3} \right) \right\} d\alpha_3 \quad (11.b)$$

ただし、

$$L_i = \frac{\partial x_i}{\partial q_1} \frac{\partial q_1}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial x_i}{\partial q_2} \frac{\partial q_2}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial x_i}{\partial q_3} \frac{\partial q_3}{\partial \alpha_1} = \frac{\partial y_i}{\partial q_1} \frac{\partial q_1}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial y_i}{\partial q_2} \frac{\partial q_2}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial y_i}{\partial q_3} \frac{\partial q_3}{\partial \alpha_1} \quad (12.a)$$

$$N_i = \frac{\partial x_i}{\partial q_1} \frac{\partial q_1}{\partial \alpha_3} + \frac{\partial x_i}{\partial q_2} \frac{\partial q_2}{\partial \alpha_3} + \frac{\partial x_i}{\partial q_3} \frac{\partial q_3}{\partial \alpha_3} = \frac{\partial y_i}{\partial q_1} \frac{\partial q_1}{\partial \alpha_3} + \frac{\partial y_i}{\partial q_2} \frac{\partial q_2}{\partial \alpha_3} + \frac{\partial y_i}{\partial q_3} \frac{\partial q_3}{\partial \alpha_3} \quad (12.b)$$

ここで、

L_i, N_i : パフォーマンス改善によるリンク i の利用量(供給量)の変化分

$y_i \frac{\partial x_i}{\partial \alpha_i}$: サービス利用量の変化に伴う限界収入分

$y_i \frac{\partial x_i}{\partial \alpha_i} \frac{\partial t_i}{\partial \alpha_i}$: サービス利用量の変化による所要時間変化に伴う限界収入分

$-\frac{\partial c_i}{\partial y_i}$: サービス供給量の変化に伴う限界費用分

$y_i \frac{\partial x_i}{\partial \alpha_i} \frac{\partial t_i}{\partial \alpha_i}$: サービスのパフォーマンス改善による所要時間の直接的な変化に伴う限界的な収入分

$-\frac{\partial c_a}{\partial \alpha_1}$: サービスのパフォーマンス改善による限界的な費用節約分

$-\frac{\partial c_a}{\partial y_3}$: リンク 3 の供給量の変化に伴うネットワーク接続によって企業

A が負担する限界費用分

$-\frac{\partial A}{\partial y_3}$: リンク 3 の供給量の変化に伴うネットワーク接続のための限界費用分

5. おわりに

本稿では既存事業者と小規模事業者の両者が明示されたネットワークを考慮した経済モデルを提案し、リンクのパフォーマンスの改善による事業者便益を定義した。

現在は各事業者がプラスの便益を受けるような最適な料金、ネットワークの接続費用の設定について分析を行っている段階である。講演時にはシミュレーションの結果まで示す予定である。

【参考文献】

- 1) 清野一治: アクセス・チャージと市場構造「交通における料金、投資、規則、補助政策の実証的理論的研究」プロジェクト, 日交研シリーズ A-165, 日本交通政策研究会, 1994
- 2) 上田孝行, 森杉壽芳: Second Best 下での社会資本整備便益の計画について, 土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集第 4 部門, pp380-381, 1997