

IV-199

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、各事業者がプラスの便益を受けようような最適な料金、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)。

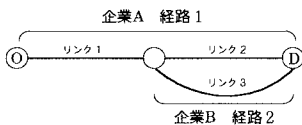


図-1 基本ネットワーク

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。

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

$$s.t. \quad Q \cdot X + z = r = (\Omega - T_1 - T_2 - T_3) \quad (1.b)$$

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。

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

$$V(Q, \Omega) = u(X_1(Q), X_2(Q)) - Q_1 X_1(Q) - Q_2 X_2(Q) + \Omega - T_1 - T_2 - T_3 \quad (2.b)$$

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 $q = [q_1, q_2, q_3] = p + w t \in R_+^3$: 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 $t = [t_1, t_2] \in R_+^2$: リンク別の所要時間からなるベクトル $U(X, z)$: 利用者の直接効用関数 $V(Q, \Omega)$: 利用者の間接効用関数 $z \in R_+$: x_1, x_2, x_3 以外の消費財をすべて合わせた合成財 $r \in R_+$: 可処分所得 $w \in R_+$: 時間価値 $\Omega \in R_+$: 一般化所得 $T_i \in R$: 利用者からサービス供給者へ財政システムを通じた所得移転

2.2 企業の利潤

各サービス企業の利潤は次のように定式化する。

サービス企業 A

$$\pi_A = p_1(x_1, t_1)y_1 + p_2(x_2, t_2)y_2 - c_1(y_1, \alpha_1) - c_2(y_2, \alpha_2) + A(y_3, \alpha_3) + T_1 + T_2 \quad (3.a)$$

サービス企業 B

$$\pi_B = p_3(x_3, t_3)y_3 - c_3(y_3, \alpha_3) - A(y_3, \alpha_3) + T_3 \quad (3.b)$$

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 $\alpha_i \in R_+$: リンク別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 $A(y_3, \alpha_3) \in R_+$: 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。

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

ここで、

 $W \in R$: 社会的総余剰

キーワード: ネットワーク 便益評価

〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 TEL 058-293-2465 FAX 058-290-1248

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。

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

ここで、

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。

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

ここで、

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

4.1 各企業の利潤の変化分

例えば企業 A がリンク 1 のパフォーマンス改善($\alpha_1^a \rightarrow \alpha_1^b$)を行った場合、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を次のように表す。

サービス企業 A

$$\Delta \pi_A = \int_{\alpha_1^a \rightarrow \alpha_1^b} \frac{\partial \pi_A}{\partial \alpha_1} \cdot d\alpha_1 \\ = \int_{\alpha_1^a \rightarrow \alpha_1^b} \left\{ p_1 + y_1 \left(\frac{\partial p_1}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial p_1}{\partial \alpha_1} \frac{\partial t_1}{\partial \alpha_1} \right) - \frac{\partial c_1}{\partial y_1} \right\} L_1 \\ + \left[p_2 + y_2 \left(\frac{\partial p_2}{\partial \alpha_2} + \frac{\partial p_2}{\partial \alpha_2} \frac{\partial t_2}{\partial \alpha_2} \right) - \frac{\partial c_2}{\partial y_2} \right] L_2 \\ + \left[p_3 + y_3 \left(\frac{\partial p_3}{\partial \alpha_3} + \frac{\partial p_3}{\partial \alpha_3} \frac{\partial t_3}{\partial \alpha_3} \right) - \frac{\partial c_3}{\partial y_3} \right] L_3 \quad (10.a)$$

サービス企業 B

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

ただし、

$$L_i = \frac{\partial x_i}{\partial q_1} \frac{\partial q_1}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial x_i}{\partial q_2} \frac{\partial q_2}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial x_i}{\partial q_3} \frac{\partial q_3}{\partial \alpha_1} = \frac{\partial y_i}{\partial q_1} \frac{\partial q_1}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial y_i}{\partial q_2} \frac{\partial q_2}{\partial \alpha_1} + \frac{\partial y_i}{\partial q_3} \frac{\partial q_3}{\partial \alpha_1} \quad (11)$$

ここで、

L_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

$y_i \frac{\partial x_i}{\partial \alpha_1}$: サービス利用量の変化に伴う限界取入分

$y_i \frac{\partial x_i}{\partial \alpha_1} \frac{\partial t_i}{\partial \alpha_1}$: サービス利用量の変化による所要時間変化に伴う限界取入分

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

$y_i \frac{\partial x_i}{\partial \alpha_1} \frac{\partial t_i}{\partial \alpha_1}$: 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取入分

$-\frac{\partial c_i}{\partial y_i}$: 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

$-\frac{\partial c_i}{\partial y_i}$: 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. 数値シミュレーション

本研究の目的の一つは、各事業者がプラスの便益を受けるようなリンク別の最適な価格体系を検討することである。本稿では、以下のような二つのケースで各リンク別の価格体系を設定する。そして各リンクのパフォーマンスを改善した場合の各便益のシミュレーション結果を示す(図-2, 3)。

(Case.1)各リンクの価格が限界費用価格

		初期状態	$\alpha 1$ 変化	$\alpha 2$ 変化	$\alpha 3$ 変化
リンク1のパフォーマンス	$\alpha 1$	49500	74250	49500	49500
リンク2のパフォーマンス	$\alpha 2$	23000	23000	34500	23000
リンク3のパフォーマンス	$\alpha 3$	19000	19000	19000	28500
企業Aの利潤(千円/日)	πA	1,276	2,180	1,326	2,491
企業Bの利潤(千円/日)	πB	-4,222	-4,457	-4,229	-3,771
企業Aの利潤の変化分	$\Delta \pi A$		905	50	1,216
企業Bの利潤の変化分	$\Delta \pi B$		-235	-7	451
事業者便益(千円/日)	$\Delta \pi$		670	43	1,667
利用者余剰(千円/日)	V	912,075	921,100	922,951	921,744
利用者便益(千円/日)	ΔV		9,025	10,876	9,669
社会的総余剰(千円/日)	W	909,128	918,823	920,047	920,464
社会的総便益(千円/日)	ΔW		9,695	10,919	11,336

図-2 シミュレーション結果(Case.1)

(Case.2)リンク 2 の価格はアクセスチャージを含んだ平均費用価格、リンク 1, 3 の価格は限界費用価格

		初期状態	$\alpha 1$ 変化	$\alpha 2$ 変化	$\alpha 3$ 変化
リンク1のパフォーマンス	$\alpha 1$	49500	74250	49500	49500
リンク2のパフォーマンス	$\alpha 2$	23000	23000	34500	23000
リンク3のパフォーマンス	$\alpha 3$	19000	19000	19000	28500
企業Aの利潤(千円/日)	πA	-3,333	-2,625	-3,779	-3,646
企業Bの利潤(千円/日)	πB	-4,225	-4,459	-4,232	-3,774
企業Aの利潤の変化分	$\Delta \pi A$		708	-446	-313
企業Bの利潤の変化分	$\Delta \pi B$		-235	-7	451
事業者便益(千円/日)	$\Delta \pi$		474	-453	138
利用者余剰(千円/日)	V	916,344	925,510	927,652	927,342
利用者便益(千円/日)	ΔV		9,167	11,309	10,998
社会的総余剰(千円/日)	W	908,786	918,426	919,641	919,922
社会的総便益(千円/日)	ΔW		9,640	10,855	11,136

図-3 シミュレーション結果(Case.2)

6. おわりに

本稿では、まず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。そして各リンク別の価格体系を設定し、各リンクのパフォーマンスを改善した場合の各便益を計測した。

その結果、事業者によるリンクのパフォーマンス改善から生まれる各事業者便益は、自己リンクのパフォーマンス改善が他事業者に対してもプラスの便益を与える場合(Case.1)や自己リンクのパフォーマンス改善が自事業者に対してマイナスの便益を与える場合(Case.2)のように各リンクの価格体系によって異なることを示した。

【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測について, 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