

地域間のフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる

生産性の向上を考慮したSCGEモデルの検討*

SCGE Model Introducing Productivity Improvement by Interregional Face-to-Face Communication*

土谷和之**・小池淳司***・上田孝行****

By Kazuyuki TSUCHIYA**・Atsushi KOIKE***・Taka UEDA ****

1. はじめに

交通プロジェクトの費用便益分析は、原則的にまず旅行者あるいは貨物の運送事業者等が時間短縮便益等を享受し、その便益が市場メカニズムを介して波及し、最終的に世帯や企業に帰着するというメカニズムを想定して行われてきた。しかしながら、旅客交通（人流）について日常の業務トリップや私用・帰省トリップ等の性質を考えると、旅行者のみならず、着地において旅行者とコミュニケーションする側にもトリップの便益が外部効果として及んでいると考えられる。たとえば都市間の業務トリップ（出張）であれば、着地側の企業が旅行者とフェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションをとることにより、業務に関する新たな情報を得て、生産効率を向上させることが考えられる。帰省トリップであれば、着地側の家族が都市圏から帰ってくる家族と対面することにより、大きな効用を得ていると考えられる。特に、今後の地域間交流の拡大や、アジア地域の経済発展を背景とした国際交流の活性化などを勘案すると、「他地域からの業務トリップの集中によるコミュニケーションの拡大」を考慮した効果計測手法について検討することには一定の意義があると考えられる（註1）。

これまで、交通基盤整備による地域間交易（物流による交易）の活性化が交通発生地地域の産業の生産

*キーワード：コミュニケーション、技術的外部効果、

SCGEモデル、費用便益分析

**正員，工修，（株）三菱総合研究所社会システム研究本部（東京都千代田区大手町2-3-6 e-mail:

kazuyuki@mri.co.jp)

***正員，工博，鳥取大学工学部社会開発システム工学科

****正員，工博，東京大学大学院工学系研究科

を拡大させる効果については、通常の空間的応用一般均衡モデル（Spatial Computable General Equilibrium Model、以下SCGEモデルと表記）において取り扱われてきた。一方、新経済地理学

（New Economic Geography、以下NEGと表記）においては、生産財あるいは中間財の集中が、交通集中地域の企業の生産性を外部的に効率化することをモデル化しており¹⁾、Venables²⁾はそのメカニズムを空間的応用一般均衡分析に適用している。一方、人流に関してはKoike and Ueda³⁾がトリップ発生地の生産拡大効果をSCGEモデルとしてモデル化している。また、Mun and Hutchinson⁴⁾は都市内のビジネストリップに着目し、フェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションを考慮したオフィス立地均衡モデルを構築し、実証分析を行っているが、これもトリップ発地の生産性の向上効果を対象としているという点でKoike and Ueda³⁾と共通している。一方、人流に関して交通集中地域への外部効果をモデル化したものは、2地域一般均衡モデルを用いてミューティング外部性に関する理論的検討を行った松島・小林⁵⁾等に限られている（表-1）。

また、小林ら⁶⁾および小林・福山・松島⁷⁾等の一連の研究において、こうしたフェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションによる効果やその形成メカニズムについての検討がなされているが、交通施設整備の便益計測を目的とした実証的な検討はまだ

表-1 既存研究と本研究の位置づけ

生産拡大効果の 発現する地域	物流	人流
交通集中地域	NEG, Venables	松島・小林, 本研究
交通発生地	通常の SCGE モデル	Koike and Ueda, Mun and Hutchinson

行われていない。

そこで、本稿では、地域間の業務トリップに関するコミュニケーション拡大効果に着目し、業務トリップの集中による生産性向上効果をフェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションによる効果と考え、その効果を技術的外部効果として生産関数に取り込んだ SCGE モデルを提案する。また、本モデルに則した形で便益帰着構成表を記述し、本モデルの枠内においては、これまで考えられてきた利用者便益に加えて、「着地側でのコミュニケーションによる生産性向上の便益」を交通プロジェクトの便益として計測することが可能であることを示す。また、現実のデータを用いた実証分析により、こうした着地側での外部性による効果がどの程度の影響をもたらすかについて定量的に把握する。

2. SCGEモデルの定式化

本稿で紹介するSCGEモデルの構成を図-1に示す。本モデルではKoike and Ueda³⁾の定式化に従い、他地域への業務トリップを企業の投入要素の1つとして取り扱っている。通常の一般均衡モデルでは、企業の本源的生産要素としては労働・資本のみを考える場合が多いが、本論文では労働の一部としての業務トリップを別の生産要素として取り扱い、交通施設整備の効果が業務トリップの時間短縮として反映できる定式化としている。さらに、企業が生産性と業務トリップ集中量を関連づけることにより、業務トリップ集中量増加に伴うコミュニケーション拡大の効果を計測可能としている点が大きな特徴である。

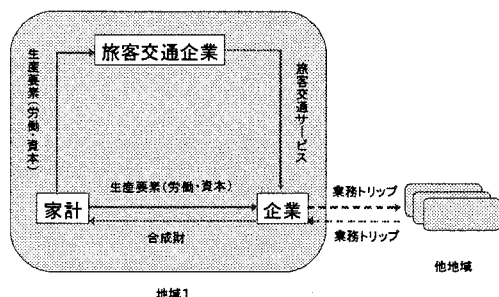


図-1 モデルの構成

(1) モデルの主な仮定

- 1) S個に分割され、かつ閉じた国土空間を考える(注2)。
- 2) 経済主体は各地域毎に企業、家計、旅客交通企業の3主体より構成されている。各地域に集計化された企業、家計、旅客交通企業が1つずつ存在する。
- 3) 合成財市場・労働市場・資本市場は完全競争市場である。
- 4) 旅客交通企業は、自地域を発地とする交通サービスを提供する。旅客交通サービス市場において交通サービスの価格は外生的に与えられ、旅客交通企業については利潤(あるいは赤字)が発生する。発生した利潤あるいは赤字は家計に対して配当(あるいは課税)される。
- 5) 労働・資本は地域間を移動せず、各地域の企業および旅客交通企業は自地域の家計から提供される労働・資本を投入する。
- 6) 企業は労働・資本および他地域へのトリップを生産要素として投入する一方、他地域の企業から自地域へのトリップ量の増加により生産性を向上させる。すなわち、フェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションによる技術的外部性により、「来てもらう側」の企業が費用負担なしに生産性を向上させることができると仮定する。なお、本稿では分析対象として都市間トリップを想定しているため、地域内々の交通は考えない。
- 7) 社会は長期的均衡状態にある。

(2) 各経済主体の行動原理

a) 家計

家計は企業および旅客交通企業に生産要素(労働、資本)を提供し対価を受け取り、各地域で生産される合成財および余暇を消費することにより、効用を最大化する。具体的には以下のように定式化される。

$$V_s = \max_{X_s, Le_s} U_s(X_s, Le_s) \quad (1)$$

$$s.t. \quad p_s X_s \leq w_s L_s + r_s K_s + \Pi_{fs} \quad (2)$$

$$L_s + Le_s \leq \Omega_s$$

V_s : 地域sの家計の間接効用関数

U_s : 地域sの家計の効用関数

X_s : 地域 s の家計の合成財需要量

Le_s : 地域 s の家計の余暇需要量

p_s : 地域 s における合成財価格

w_s : 地域 s における労働価格 (賃金率)

L_s : 地域 s の家計が企業・旅客交通企業に提供する労働

r_s : 地域 s における資本価格 (資本レント)

K_s : 地域 s の家計の資本の初期保有量

Π_{fs} : 地域 s の交通企業からの利潤配当 (損失が生じる場合は課税)

Ω_s : 地域 s の家計の労働の初期保有量

なお、本モデルでは観光交通等の非業務交通については明示的に取り扱わない。

b) 企業

企業は自地域の家計から提供される労働、資本、および自らが行う他地域への業務トリップを生産要素として、財を生産し、利潤を最大化する。ここで、当該地域への業務トリップ集中量が増加すれば、トリップに伴うフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションの増加により、その地域における生産性が向上すると仮定する。ここでは簡便のため、以下のように企業の生産関数は労働、資本、発生トリップについて1次同次とし、集中トリップの外部性は Hicks 中立型の技術外部性として定式化を行う。

$$\Pi_{fs} = \max_{Y_s, K_{fs}, L_{fs}, O_s} p_s Y_s - (r_s K_{fs} + w_s L_{fs} + q_s O_s) \quad (3)$$

$$s.t. \quad Y_s = \Phi_{fs}(D_s) \cdot F_{fs}(K_{fs}, L_{fs}, O_s) \quad (4)$$

Π_{fs} : 地域 s における企業の利潤

Y_s : 地域 s における合成財生産量

K_{fs} : 地域 s における企業の資本需要量

L_{fs} : 地域 s における企業の企業内労働需要量

q_s : 地域 s における業務トリップ合成財価格

O_s : 地域 s における企業の業務トリップ合成財需要量

Φ_{fs} : 地域 s における企業の生産性を表す関数

D_s : 地域 s における他地域からの業務トリップ集中量

F_{fs} : 地域 s における企業の生産関数 (1次同次)

なお、人口の集積等による技術的外部性を取り扱った既存研究 (小池・上田・森杉⁸⁾ 等) においては、

同様の形式で人口の集積による生産性の向上を考慮した生産関数が導入されているが、本研究では人口の集積ではなくトリップの集積の外部性を明示的に表現している点が既存研究との大きな違いである。

ここで、各地域への業務トリップ量および業務トリップ合成財価格は以下の費用最小化問題の解として表現される。

$$q_s O_s = \min_{f_{s1}, \dots, f_{sr}, \dots, f_{sR}} \sum_{r \neq s} (q_{sr} + w_s t_{sr}) f_{sr} \quad (5)$$

$$s.t. \quad O_s = F_{bs}(f_{s1}, \dots, f_{sr}, \dots, f_{sR}) \quad (6)$$

F_{bs} : 業務トリップ合成財生産関数

f_{sr} : 業務トリップ合成財 O_s を生産するために

必要な s 地域から r 地域への業務トリップ交通量

q_{sr} : s 地域から r 地域への交通費用

t_{sr} : s 地域から r 地域への交通所要時間

c) 旅客交通企業

自地域の家計からの資本、労働を生産要素として、旅客交通サービスを生産し、自地域の企業に対して提供する。ここで、旅客交通企業は企業から需要される分だけ旅客交通サービスを生産するものとし、その行動は費用最小化原理に基づくと仮定する。

$$C_{fs} = \min_{K_{fs}, L_{fs}} r_s K_{fs} + w_s L_{fs} \quad (7)$$

$$s.t. \quad T_s = F_{fs}(K_{fs}, L_{fs}) \quad (8)$$

C_{fs} : 地域 s における旅客交通企業の生産費用

T_s : 地域 s における旅客交通サービス生産量

$$(\sum_{r \neq s} f_{sr})$$

K_{fs} : 地域 s を発地とする旅客交通サービスを生

産するために必要な資本需要量

L_{fs} : 地域 s を発地とする旅客交通サービスを生産するために必要な労働需要量

F_{fs} : 地域 s における旅客交通企業の生産関数

よって、交通企業からの利潤配当 (あるいは損失) は下式のように表される。

$$\Pi_{fs} = \sum_{r \neq s} q_{sr} f_{sr} - C_{fs} \quad (9)$$

(3) 市場均衡条件

本モデルにおける各市場 (合成財市場、労働市場、資本市場) における市場均衡条件は下式のようにな

る。なお、交通サービス市場では旅客交通企業の行動原理から自動的に需給均衡が成り立つ。

$$\text{合成財市場： } X_s = Y_s \quad \text{for each } s \quad (10)$$

$$\text{労働市場： } L_{pfs} + \sum_{r \neq s} t_{sr} f_{sr} + L_{yfs} = \Omega_s - Le_s \quad \text{for each } s \quad (11)$$

$$\text{資本市場： } K_{pfs} + K_{yfs} = K_s \quad \text{for each } s \quad (12)$$

(4) 便益帰着構成表の作成

これまで示した定式化のもとで、交通基盤整備等により地域rs間の所要時間 t_{sr} および交通費用 q_{sr} が限界的に変化した場合の便益帰着構成表を表-2に示す(注3)。なお、ここでは間接効用関数がGorman型であると仮定している。

この表から分かるように、本モデルにおいては利用者便益 $-\sum_r f_{sr} dq_{sr} - \sum_r w_s f_{sr} dt_{sr}$ および交通企業の

収入変化 $\sum_{r \neq s} d(q_{sr} f_{sr})$ 、運営費変化 $-\frac{\partial C_{ys}}{\partial T_s} dT_s$ に加

えて集中トリップの増加に伴う技術的外部効果 $p_s \frac{\partial Y_s}{\partial D_s} dD_s$ が、コミュニケーションによる生産性向上便益として計上される点が特徴的である。

表-2 便益帰着構成表

主体 項目	地域 s				地域 r			
	世帯	企業	交通 企業	小計	世帯	企業	交通 企業	小計
交通企業の 収入変化			$\sum_r d(q_{sr} f_{sr})$	$\sum_r d(q_{sr} f_{sr})$			$\sum_s d(q_{rs} f_{rs})$	$\sum_s d(q_{rs} f_{rs})$
交通企業の 運営費変化			$-\frac{\partial C_{ys}}{\partial T_s} dT_s$	$-\frac{\partial C_{ys}}{\partial T_s} dT_s$			$-\frac{\partial C_{yr}}{\partial T_r} dT_r$	$-\frac{\partial C_{yr}}{\partial T_r} dT_r$
利用者便益		$-\sum_r f_{sr} dq_{sr}$ $-\sum_r w_s f_{sr} dt_{sr}$		$-\sum_r f_{sr} dq_{sr}$ $-\sum_r w_s f_{sr} dt_{sr}$		$-\sum_s f_{rs} dq_{rs}$ $-\sum_s w_r f_{rs} dt_{rs}$		$-\sum_s f_{rs} dq_{rs}$ $-\sum_s w_r f_{rs} dt_{rs}$
コミュニケーション による生産 性向上便益		$p_s \frac{\partial Y_s}{\partial D_s} dD_s$		$p_s \frac{\partial Y_s}{\partial D_s} dD_s$		$p_r \frac{\partial Y_r}{\partial D_r} dD_r$		$p_r \frac{\partial Y_r}{\partial D_r} dD_r$
財・サー ビスの価格 変化	$-X_s dp_s$	$Y_s dp_s$		0	$-X_r dp_r$	$Y_r dp_r$		0
賃金変化	$L_s dw_s$	$-\frac{L_{ps}}{w_s} dw_s$ $-\sum_r t_{sr} f_{sr} dw_s$	$-L_{yfs} dw_s$	0	$L_r dw_r$	$-\frac{L_{pr}}{w_r} dw_r$ $-\sum_s t_{rs} f_{rs} dw_r$	$-L_{yfr} dw_r$	0
資本配当 変化	$K_s dr_s$	$-K_{pfs} dr_s$	$-K_{yfs} dr_s$	0	$K_r dr_r$	$-K_{pfr} dr_r$	$-K_{yfr} dr_r$	0
交通企業の 配当変化	$d\Pi_{ys}$		$-d\Pi_{ys}$	0	$d\Pi_{yr}$		$-d\Pi_{yr}$	0
合計	$-X_s dp_s$ $+L_s dw_s$ $+K_s dr_s$ $+d\Pi_{ys}$	0	0	$\sum_r d(q_{sr} f_{sr})$ $-\frac{\partial C_{ys}}{\partial T_s} dT_s$ $-\sum_r f_{sr} dq_{sr}$ $-\sum_r w_s f_{sr} dt_{sr}$ $+p_s \frac{\partial Y_s}{\partial D_s} dD_s$	$-X_r dp_r$ $+L_r dw_r$ $+K_r dr_r$ $+d\Pi_{yr}$	0	0	$\sum_s d(q_{rs} f_{rs})$ $-\frac{\partial C_{yr}}{\partial T_r} dT_r$ $-\sum_s f_{rs} dq_{rs}$ $-\sum_s w_r f_{rs} dt_{rs}$ $+p_r \frac{\partial Y_r}{\partial D_r} dD_r$

注) 線積分の記号は省略している(注4)。

3. 実証分析

以下では、2. において定式化されたSCGEモデルについて、実際のトリップデータ、経済統計などによりパラメータを推定し、簡単なシミュレーションを行うことにより、集中トリップの増加による外部効果がどの程度のオーダーであるか、またその効果を考慮する場合としない場合で便益の帰着分析の結果がどのように変化するかについて検討する。また、技術的外部効果の大きさを示すパラメータについて感度分析を行うことにより、そのパラメータの変化が効果推定にどの程度影響するかを確認する。

(1) 関数形の設定

2. の定式化において設定された各関数を以下のように特定化する。生産関数や効用関数については、より一般的なCES型関数による定式化が望ましいが、ここでは簡便のため、家計の効用関数および企業の生産関数はコブ・ダグラス型、旅客交通企業の実質総生産はレオンチェフ型関数により特定化した。旅客交通企業の実質総生産をレオンチェフ型としたのは、都市間の旅客交通企業を考えた場合、資本と労働の代替性は他産業に比べて小さいと考えられ、コブ・ダグラス型よりはレオンチェフ型とした方がより適切と判断したためである。なお、この特定化のもとで、集中トリップの技術的外部効果の大きさを表現するパラメータは β_D （付加価値の集中交通量に対する弾力性に相当する）である。

$$U_s(X_s, L_s) = X_s^{\alpha_1} L_s^{\alpha_2} \quad (\alpha_1 + \alpha_2 = 1) \quad (13)$$

$$\Phi_{pfs}(D_s) = \Theta \cdot D_s^{\beta_D} \quad (14)$$

$$F_{pfs}(K_{pfs}, L_{pfs}, O_s) = K_{pfs}^{\beta_{s1}} L_{pfs}^{\beta_{s2}} O_s^{\beta_{s3}} \quad (\beta_{s1} + \beta_{s2} + \beta_{s3} = 1) \quad (15)$$

$$F_{bs}(f_{s1}, \dots, f_{sr}, \dots, f_{sR}) = \prod f_{sr}^{\gamma_{sr}} \quad (\sum \gamma_{sr} = 1) \quad (16)$$

$$F_{tfs}(K_{tfs}, L_{tfs}) = \min[K_{tfs}/a_{Ktfs}, L_{tfs}/a_{Ltfs}] \quad (17)$$

(2) 集中トリップの技術的外部性を表現するパラメータ β_D の推定

本研究においても既存のSCGEモデルと同様にキャリブレーションによりパラメータ推定を行うが、技術的外部効果を表現するパラメータ β_D についてはキャリブレーションから推定することができない。そこで、国内47都道府県別、2時点（1995、2000年）のデータから、以下の生産関数を統計的に推定することによりパラメータ β_D を求める。

$$Y_{it} = (\Theta D_{it}^{\beta_D}) K_{it}^{\beta_K} L_{it}^{\beta_L} O_{it}^{\beta_O} \quad (18)$$

Y_{it} ：都道府県i，時点tにおける総生産

D_{it} ：都道府県i，時点tにおける地域間トリップの集中量

K_{it} ：都道府県i，時点tにおける民間資本ストック額

L_{it} ：都道府県i，時点tにおける労働投入量

O_{it} ：都道府県i，時点tにおける地域間トリップの発生量

この生産関数のパラメータの推定に用いた統計データを表-3に示す。なお、ここで用いている幹線旅客純流動調査のデータでは都道府県内々と三大都市圏（首都圏、中京圏、近畿圏）内々のトリップは対象外としており、都市間トリップに着目している本SCGEモデルと整合したデータであると言える。

表-3 生産関数のパラメータ推定のためのデータ

データ項目	出典	整備方法
県内民間部門実質総生産 Y_{it} (平成7年暦年価格、単位：100万円/年)	県民経済計算年報	民間部門の総生産額を合計し県内総支出デフレタでデフレートし実質化した
実質民間資本ストック K_{it} (平成7年暦年価格、単位：100万円)	①土居丈朗（2002）「地域から見た日本経済と財政政策」（三菱経済研究所） ②県民経済計算年報	原データは平成2年暦年価格であるため、県内総支出デフレタにより平成7年暦年価格に換算した。また、原データは1998年までのデータであるため、96-98年までの各都道府県の平均伸び率により延長し、2000年のデータとした。
労働投入量 L_{it} (単位：時間/年)	①県民経済計算年報 ②毎月勤労統計調査年報地方調査	①から得られる県内就業者数データに、②の都道府県別1人あたり平均月間労働時間を乗じ12倍した。
地域間トリップ発生量 O_{it} および集中量 D_{it}	幹線旅客純流動調査	業務目的トリップデータ（居住地・旅行先OD）を適用した

OLSによるパラメータ推定結果を表－4に示す。
 なお、SCGEモデルとの整合性を考えた場合、本来はパラメータ β_K 、 β_L 、 β_O について一次同次を仮定した推定を行うことが望ましいが、今回整備したデータでは一次同次を仮定して推計した場合、符号条件を満たしたパラメータ値が得られなかったため、今回は一次同次制約を課さずに推定を行った。

パラメータ β_D の t 値が低い、他のパラメータの t 値および自由度修正済決定係数は十分に高く、概ね良好な結果が得られたと考えられる。パラメータ β_D の t 値が低い原因としては、トリップ発生量 O_{it} および集中量 D_{it} に多重共線性が存在する可能性、本来考慮すべき他の集積要因等が加味されていないこと等が考えられ、統計面および定式化の面での再検討が必要であるが、これらの検討は今後の課題とし、本稿ではこの推定結果 ($\beta_D=0.0084$) を用いて以後の分析を行う。

表－4 生産関数の推定結果

パラメータ	推定値	t 値
Θ	0.0038	-13.41
β_D	0.0084	0.49
β_K	0.3807	8.34
β_L	0.6830	14.12
β_O	0.0410	1.68
自由度修正済決定係数	0.9897	

(3) SCGEモデルのパラメータ推定および外生変数設定のためのデータ整備

本稿では、日本国内を1都3県（東京、神奈川、千葉、埼玉）とその他の地域の2地域に分けたモデルを構築する。パラメータおよび外生変数の設定のためのデータを表－5に示す。なお、基準均衡時点は1995年とする。この時点での両地域の経済規模は1都3県の総生産が約160兆円、その他の地域が約360兆円であり、およそ3:7の比率となっている。なお、2地域間の所要時間・交通費用は都道府県間（県庁所在地間）の交通機関別所要時間・交通費用を幹線旅客純流動データにより加重平均し、2地域間に集約することにより設定した。

表－5 SCGEモデルのパラメータ推定

のための各種データ

パラメータおよび外生変数	利用データ
家計の財消費および企業の労働・資本投入に関するパラメータ	各都道府県の産業連関表（1995年）
旅客交通企業の労働・資本投入のパラメータ	全国産業連関表（1995年）
家計の労働時間・余暇時間	社会生活基本調査（1996年）および各都道府県の産業連関表
家計の資本保有量	各都道府県の産業連関表
2地域間の業務トリップ量	幹線旅客純流動調査（1995年）
2地域間の業務トリップ所要時間・交通費用	時刻表データ等

(4) 地域間所要時間短縮の効果に関するシミュレーション

本節では、withoutを1995年現況の地域間所要時間のケース、withを1都3県－他地域間の地域間所要時間が5%減少したケースと想定し、その地域間所要時間短縮の効果をシミュレーションする。なお、本来ならば地域間所要時間を5%低下させるための投資費用も含めた分析を行うことが望ましいが、本稿では厳密な費用便益分析を行うことを目的としていないため、投資の費用面までは考慮しない。

まず、前節までのデータセットおよびSCGEモデルに基づきシミュレーションを行い、その効果を便益帰着構成表にまとめた結果を表－6に示す。なお、各便益項目は二次近似式により計算している。この結果から分かるように、本モデルで想定したパラメータのもとでは、コミュニケーションによる生産性向上の便益（技術的外部性の効果）は利用者便益と同程度のオーダーであり、決して無視できないものであることが示唆される。

また、集中トリップによる技術的外部性を考慮しない、すなわち $\beta_D=0$ とした場合の便益帰着構成表を表－7に示す。表－6、7を比較するとわかるように、両者で便益の帰着状況は大きく異なり、各地域に最終的に帰着する便益額も逆転していることがわかる。財・サービスの価格変化量にも大きな差異がみられ、集中トリップの外部効果を考慮するか否かが便益の総量や地域別の帰着に大きな影響を与える可能性があることがわかる。

表－6 1都3県－他地域間の所要時間が5%短縮した場合の便益帰着構成表
(集中トリップの技術的外部性を考慮したケース) ($\beta_D=0.0084$)

(単位:億円/年)

主体	1都3県				他地域			
	世帯	企業	交通企業	小計	世帯	企業	交通企業	小計
交通企業の料金収入変化			168	168			136	136
交通企業の運営費変化			-84	-84			-68	-68
利用者便益		281		281		219		219
コミュニケーションによる生産性向上便益		254		254		620		620
財・サービスの価格変化	531	-531		0	857	-857		0
賃金変化	5	-5	0	0	-39	39	0	0
資本配当変化	0	0	0	0	22	-22	0	0
交通企業の配当変化	84		-84	0	68		-68	0
合計	619	0	0	619	907	0	0	907

表－7 1都3県－他地域間の所要時間が5%短縮した場合の便益帰着構成表
(集中トリップの技術的外部性を考慮しないケース) ($\beta_D=0$)

(単位:億円/年)

主体	1都3県				他地域			
	世帯	企業	交通企業	小計	世帯	企業	交通企業	小計
交通企業の料金収入変化			168	168			136	136
交通企業の運営費変化			-84	-84			-68	-68
利用者便益		281		281		219		219
コミュニケーションによる生産性向上便益		0		0		0		0
財・サービスの価格変化	276	-276		0	236	-236		0
賃金変化	5	-5	0	0	-39	39	0	0
資本配当変化	0	0	0	0	22	-22	0	0
交通企業の配当変化	84		-84	0	68		-68	0
合計	364	0	0	364	287	0	0	287

表－8 1都3県－他地域間の所要時間が5%短縮した場合の便益帰着構成表
(集中トリップの技術的外部性を考慮したケース) ($\beta_D=0.0084 \times 5$)

(単位:億円/年)

主体	1都3県				他地域			
	世帯	企業	交通企業	小計	世帯	企業	交通企業	小計
交通企業の料金収入変化			168	168			136	136
交通企業の運営費変化			-84	-84			-68	-68
利用者便益		281		281		219		219
コミュニケーションによる生産性向上便益		1,272		1,272		3,102		3,102
財・サービスの価格変化	1,548	-1,548		0	3,338	-3,338		0
賃金変化	5	-5	0	0	-39	39	0	0
資本配当変化	0	0	0	0	22	-22	0	0
交通企業の配当変化	84		-84	0	68		-68	0
合計	1,637	0	0	1,637	3,388	0	0	3,388

なお、この集中トリップの増加による外部効果を精確に計測するためには、誘発需要を精確に把握する必要があるが、その観点からも経済理論と整合した形で誘発需要を計測できるSCGEモデルの枠組み

の中で、コミュニケーションの便益を計測する意義は大きいと考えられる。

(5) パラメータ β_D に関する感度分析

表－4において、発生トリップのGRP弾力性 β_0

と集中トリップのGRP弾力性 β_D を比較すると前者は後者の約5倍となっている。そこで、前節の分析に加え、感度分析として、パラメータ β_D が5倍となった場合（集中トリップが発生トリップと同レベルの生産力効果を有すると仮定した場合）に、同様のシミュレーションを行った結果を表－8に示す。

表－6、8を比較するとわかるように、コミュニケーションによる生産性向上の便益は概ね5倍となっており、財・サービスの価格変化に大きな影響を与える。パラメータ β_D の水準が便益計測の決定的な要因となることが示唆される。

4. おわりに

本論文では、フェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションによる便益を、トリップ集中地域側における技術的外部効果として捉え、その効果を計測可能なSCGEモデルの枠組みを提示するとともに、実データを用いたパラメータ推定および効果シミュレーションを行った。その結果、コミュニケーションによる生産性向上の便益は利用者便益と同程度のオーダーとなる可能性があり、決して無視できない効果である可能性が示唆された。

なお、最後に実務的な観点から、これまで大規模交通施設整備に頻繁に適用されてきた地域計量経済モデルと本SCGEモデルとの関連性について付記しておきたい。これまで開発されてきた多くの地域計量経済モデルにおいては、地域間のアクセシビリティ指標を地域間所要時間・費用および地域別の経済規模を示すGRPや人口指標に基づき設定し、そのアクセシビリティ指標の変化に伴う生産性向上の効果を生産額や総生産の変化として計測してきた。これは、本SCGEモデルで考慮している発地・着地での技術的外部性の両方を表現していると解釈可能である。しかしながら、多くの地域計量経済モデルではその技術的外部性とトリップ量との関連性が不明確であり、また「便益」として効果を計測することができないといった難点があった。

一方、本SCGEモデルは、ミクロ経済学の均衡体系に基づいたモデルであるため、便益として効果を計測することが可能である。また、トリップ量をモデルの中に明確に取り込んでいるため、交通需要の変化を把握可能であり、交通需要予測モデルとの整合性にも配慮することが可能である。このように、本SCGEモデルでは、地域計量経済モデルによって計測してきた外部性とほぼ同じ概念の効果を便益として計測可能であるという点で、実務的に有益なモデルとなる可能性をもつと考えられる。

しかしながら、本SCGEモデルを今後実務に適用していく上で、様々な課題が残されているのも事実である。まず、生産関数の定式化について、本論文では単純なヒックス中立型の外部性を仮定したが、本来はこの定式化はミーティングの種類（商談、営業、社内会議、コンサルティングなど）により異なるものであると考えられる。また、本来、コミュニケーションを行うためにはトリップ費用のみならず、ミーティング施設の確保に要する費用、ミーティング時間の機会費用など各種費用を伴うと考えられる。こうした点を明示化したミクロな経済モデルを別途作成し、今回定式化したマクロな生産関数がどの程度まで妥当性をもちうるか、精査する必要がある。

さらに、定式化された生産関数およびSCGEモデルを推定するためのデータ整備も大きな課題である。本稿では幹線旅客純流動データを用いたパラメータ推定を行ったが、統計的に妥当な水準の結果は得られておらず、大きな課題を残している。また、このデータには業務トリップを行う者の業種／職種や、トリップ先でどのような業務活動をしているか、といった情報が含まれておらず、本論文で扱っているようなコミュニケーションの便益を推定するためには十分なデータであるとは言い難い。今後は、こうした関連の業務活動も情報として内包したトリップデータの整備が必要である。

なお、本稿では生産関数の接頭パラメータが集中トリップ量のみ関数となる形で定式化したが、本来、生産効率性は人口の集積や社会資本ストックの蓄積によっても影響を受ける。これらの要素も導入した上で、集中トリップの増加による効果とこれらの集積の効果を明確に切り分けた形で効果を計測す

ることも必要である。また、最終的には既存の物流や観光交通を考慮したSCGEモデルに本論文で示した集中トリップの外部性を取り込み、より実践的な分析を行っていくことも必要であろう。

以上のように残された課題は多いが、こうしたコミュニケーションの便益を実証的に計測するための枠組みを示し、またその影響の大きさを示唆できたという点で、本研究は一定の意義を有していると考えられる。

注

(注1) さらに広く考えれば、こうしたコミュニケーションの拡大による便益は着地や発地のみならず、コミュニケーションの結果生まれた技術やアイデアが伝播することによって他地域にも外部効果をもたらすと考えられる。しかしながら、そうした知識の伝播に伴う効果を実証的に検討することは非常に困難であると考えられるため、本論文ではまず着地側にもたらされる外部効果のみを検討対象としている。

(注2) 閉じた空間を仮定することにより、地域間の財・サービスの取引を考慮しないこととなり、たとえば業務トリップの所要時間短縮が各地域の生産性を向上させ、財・サービス価格が低下し、それにより取引が拡大することの効果を捉えていないこととなる。

(注3) 便益帰着構成表の導出過程を以下に示す。ここでも表記の見やすさのために、without からwith への積分形ではなく、間接効用関数および利潤関数の全微分から社会的便益の構成項目を把握することとする。

式(1)、(2)から導かれる間接効用関数の全微分形を以下に示す。

$$dV_s = \lambda_s(-X_s dp_s - Le_s dw_s + \Omega_s dw_s + K_s dr_s + d\pi_{fs}) \quad (19)$$

ここで λ_s は所得の限界効用である。

次に企業の利潤関数の全微分形を示す。

$$d\pi_{fs} = Y_s dp_s + p_s \frac{\partial Y_s}{\partial D_s} dD_s - K_{fs} dr_s - L_{fs} dw_s - \sum_{r \neq s} (dq_{sr} + w_s dt_{sr} + t_{sr} dw_s) f_{sr} \quad (20)$$

これは企業の行動に包絡線定理を適用したものであるが、集中トリップの外部性が $p_s \frac{\partial Y_s}{\partial D_s} dD_s$ の項に

より表現されている。この式は以下のように利用者便益、生産性向上の外部効果、財・サービスの価格変化、賃金変化、資本価格変化の項に整理できる。

$$d\pi_{fs} = - \sum_{r \neq s} (dq_{sr} + w_s dt_{sr}) f_{sr} + p_s \frac{\partial Y_s}{\partial D_s} dD_s + Y_s dp_s - L_{fs} dw_s - \sum_{r \neq s} t_{sr} f_{sr} dw_s - K_{fs} dr_s \quad (21)$$

次に旅客交通企業の利潤関数の全微分形を示す。

$$d\pi_{fs} = \sum_{r \neq s} d(q_{sr} f_{sr}) - K_{fs} dr_s - L_{fs} dw_s - \frac{\partial C_{fs}}{\partial T_s} dT_s \quad (22)$$

以上導出された各主体の効用あるいは利潤の全微分形を要素毎にまとめ、均衡式(10)、(11)、(12)からわかる合成財市場・労働市場・資本市場のキャンセルアウト特性等を考慮することにより、表-2に示される便益帰着構成表が完成する。

(注4) たとえば、地域sの企業の利用者便益ついて線積分の記号を省略せずに書くと以下ようになる。ここで、所要時間と交通費用が変化する前の状態をWO、変化後の状態をWで表している。

$$- \oint_{WO \rightarrow W} \sum_{r \neq s} f_{sr} dq_{sr} - \oint_{WO \rightarrow W} \sum_{r \neq s} w_s f_{sr} dt_{sr}$$

参考文献

- 1) Fujita, M., Krugman, P. and Venables, A. : The spatial economy: cities, regions and international trade, The MIT Press.
- 2) Venables, A. : Equilibrium location of vertically linked industries, International Economic Review 37, 341-359, 1996.
- 3) Koike, A. and Ueda, T. : SCGE model for passenger transport investment, Proceedings of 9th World Congress of Transport Research, CD-ROM, 2001.
- 4) Mun, S. and Hutchinson, B. : An empirical analysis of office rent and agglomeration economy : A case study of Toronto, Journal of Regional Science, Vol.35, pp.437-455, 1995.
- 5) 松島格也・小林潔司：ミーティング外部性を考慮した最適道路整備，土木計画学研究・講演集，

- 6)小林潔司・文世一・奥村誠・渡辺晴彦：知識社会
と都市の発展，森北出版，1999.
- 7)小林潔司・福山敬・松島格也：フェイス・トゥ・
フェイスのコミュニケーション過程に関する理論
的研究，土木学会論文集，No. 590/IV-39, pp.11-22,
1998.
- 8)小池淳司・上田孝行・森杉壽芳：2都市モデルを
用いた交通投資の効果に関する研究，土木計画学
研究・論文集，No.13, pp.289-294, 1996.

地域間のフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる生産性の向上を考慮した SCGEモデルの検討*

土谷和之**・小池淳司***・上田孝行****

本論文では，交通施設整備の効果として従来計測されてきた利用者便益に加えて，トリップの着地側でのフェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションによる生産性向上の効果を技術的外部性として計測可能なSCGEモデルを提案した．さらに，実データを用いたパラメータ推定および地域間所要時間短縮の効果シミュレーションを行うことにより，コミュニケーションによる生産性向上の効果が利用者便益と同程度のオーダーとなりうる可能性が示唆された．本モデルは従来の地域計量経済モデルで計測されてきた効果とほぼ同じ概念のものを，便益として計測可能であるという点で，実務的にも有益なモデルとなりうると考えられる．

SCGE Model Introducing Productivity Improvement by Interregional Face-to-Face Communication *

By Kazuyuki TSUCHIYA**・Atsushi KOIKE***・Taka UEDA ****

In this paper, we develop a SCGE model which can measure the benefit of face-to-face communication in trip destination as technological externalities, in addition to user's benefit of transport facilities. By estimating the parameters and simulating the effect of inter-regional transport cost reduction, we indicate the possibility that the benefit of face-to-face communication is as large as the user's benefit. This SCGE model can be very useful and practical tool, because it can measure the effect of large-scale transport investment which has been measured by regional econometric models before.
