

情報通信技術の進歩がオフィス企業の交通需要と 立地分布及び都市の規模に及ぼす影響

Impacts of Telecommunication Technology on Travel Demand,
Location of Office Firms and City Size

文 世 一

By Se-il Mun

It has been suggested that the development of telecommunication technology may affect the travel demand and the spatial distribution of urban activities.

We formulate a behavioral model of office firm which describes the choice of mode for communication (between face-to-face contacts and telecommunication), intensity of communication and location.

We analyze both short-run and long-run effects of the development of telecommunication technology which is represented by the decrease in the cost for the use of telecommunication facilities. It is shown that, by the decrease of telecommunication cost, the travel demand is either increased or decreased depending on the exogenous condition and location, the spatial distribution of firms is decentralized while city size is expanded.

1. はじめに

オフィス企業は情報交換や取引を目的として他の企業との間でface-to-faceのコンタクトによるコミュニケーションを頻繁に行っている。そして、このようなコンタクトの必要性がオフィス企業が都市の中心部に集中して立地する主たる原因であるとされている¹⁾²⁾³⁾。

近年、情報通信技術の急速な進歩によって電話やファクシミリ、さらには電子メール、テレビ会議などといった通信機器の性能は向上し価格も低下している。このような状況を背景として、情報技術の社会的影響に関してさまざまなことが語られている。

オフィス企業に関しては、従来のface-to-faceコ

ンタクトによる企業間コミュニケーションがすべて情報通信機器によって行われるようになり、都心集積の理由が消滅するような推測がしばしばなされる。これに対して、Evans⁴⁾は、コミュニケーション活動における情報の質的レベルの重要性を指摘している。情報通信は、大量の標準化された情報を効率的に処理する際に威力を発揮するが、高度な意志決定に関わる問題や交渉など、複雑な問題はやはりface-to-faceコンタクトによらざるを得ないと主張している。たとえばface-to-faceの接触を繰り返しながら形成されるであろう信頼関係などは取引の成否に大きく影響するものと考えられるが、情報通信によるコミュニケーションのみではそのような効果は期待できない。したがって、情報通信による交通の代替は部分的なものにとどまると考えられる。

情報通信による代替が、交通需要を減少させると

* 正会員 工博 東北大学助手 応用情報学研究センター
(〒980 仙台市青葉区片平2丁目1-1)

いう予想が多数を占めているようであるが、Salomon⁵⁾は、情報通信と交通との間の補完 (complementarity) 的関係について考察している。たとえば、情報通信技術の進歩によってコミュニケーションが容易になると、企業がより多くの企業と取引関係を持つことが可能になるであろう。このとき従来の取引先へのトリップの一部が情報通信によって代替され、減少しても、新たな取引先への交通需要の増加によってそのような減少分は相殺され、場合によっては交通量の増加を招く可能性もある。

情報通信技術が都市の交通需要や活動の立地に及ぼす影響を分析モデルを用いて研究した例はあまり多くない。最近、Sasaki⁶⁾や Ota and Fujita⁷⁾は、企業が中枢管理機能(head-office)と日常的機能(routine function)を分離し、前者を都心に立地させたまま後者の機能を郊外に移転させ、情報通信によって両機能間のコミュニケーションを行う可能性を認めた都市モデルにより、都市構造の分析を行った。さらにSasaki⁸⁾は、在宅勤務が可能となる状況を考慮した都市構造のモデル分析を行っている。しかしこれらの研究の主たる目的は、異なる土地利用活動の配列(configuration)パターンを求めることなので、都市活動の立地密度分布や交通需要への影響が分析されていない。Kobayashi and Okada⁹⁾は、交通によるアクセシビリティとともに、情報通信手段によるアクセシビリティを知識生産における重要な要素として考慮したモデルを提案している。しかしこのモデルでは、そのアクセシビリティ指標の適用ゆえに、交通需要に関する分析は不可能である。

本研究の目的は、情報通信技術の変化が都市におけるオフィス企業の交通需要と立地分布、そして都市規模に与える影響を分析することである。そのため、コミュニケーションにおける情報の質的レベルを考慮して、情報通信と交通という二種類のコミュニケーション手段の選択を定式化するとともに、交通需要と立地分布を同時に求められるようなモデルを開発する。

2. モデル

(1) 仮定

1 個の離散的なゾーンからなる都市を考える。各ゾーンの面積は等しく、その内部は等質であると

仮定する。そしてゾーン*i*に立地する任意の企業と、ゾーン*j*の企業との距離は二つのゾーン中心の間の距離 t_{ij} で表されるものとする。また都市内には TN 個のオフィス企業が存在し、すべての企業は同じ技術を持つものと仮定する。

(2) コミュニケーションの質的レベルと手段選択

企業間のコミュニケーションは、たとえば、技術情報・経営情報の授受であったり、専門的知識サービスの提供、契約に関する交渉や会議などのように様々な目的で行われ、それらは簡単に時間の短いものから、複雑な問題を取り扱う長時間のものまで、その内容は様々である。そこでこのように多様なコミュニケーションの質的レベルを一つの変数 q によって表すことができると仮定する。 q はコミュニケーションの内容が複雑であったり、それに要する時間が長いほど情報の質的レベルが高いと考え、大きな値を持つものと仮定する。

次に、任意の二つの企業間で行われるコミュニケーションの頻度は一回限りとは考えがたい。各企業は、それぞれ質的レベルの異なったコミュニケーションを幾度も行うと考えられる。たとえば、二つの企業間で一つの取引を終えるまでには、説明のために数回、交渉・打ち合わせのために数回、そして契約のためにも数回のコミュニケーションが必要であろう。そこで $n(q)$ という変数を導入する。これは任意の質的レベル q のコミュニケーションを行う頻度を表しており、密度関数として定義する。

したがって $n(q)$ は次の関係を満たす。

$$\int_{q_L}^{q_U} n(q) dq = 1 \quad (1)$$

ここに q_L と q_U は、それぞれ、仮想的に設定された q の上限と下限である。

$n(q)$ の関数形は企業のタイプに特有なものと思われるので、本分析では外生的に与えることとする。

ここでは、face-to-faceコンタクトとテレコミュニケーションという2種類のコミュニケーション手段を考える。これら二つの手段によるコミュニケーション費用は、それぞれ次のように表される。

$$c_{ij}^1(q) = e \cdot t_{ij} \quad (2)$$

$$c_{ij}^2(q) = f \cdot t^2(q) \quad (3)$$

ここに $c_{ij}^h(q)$ ($h=1,2$) は、 i に立地する企業が j に立

地する企業と質的レベル q のコミュニケーションを手
段 h で行うための費用である。また e は単位距離の
交通に対してかかる金銭的費用と、時間費用との和
であり、 f はテレコミュニケーション機器を単位時間
使用するために要する費用、そして $t^2(q)$ はレベル q
のコミュニケーションを行うのに要する時間である。

なお $t^2(q)$ は q の増加関数であると仮定する。上
式において $c^2_{ij}(q)$ は企業間の空間的距離に依存しな
いが、このような費用体系は都市内の電話サービス
に対するものと同様である。

各企業は各レベル q のコミュニケーションを行うに
あたって、費用の低い方の手段を選択すると仮定す
る。たとえば $c^1_{ij}(q) < c^2_{ij}(q)$ のとき、face-to-
faceコンタクトによって行われ、逆の場合にはテレ
コミュニケーションが選ばれる。このとき i から j へ
の一件あたり平均コミュニケーション費用は

$$TC_{ij} = \int_{q_L}^{q_U} n(q) \min\{c^1_{ij}(q), c^2_{ij}(q)\} dq \quad (4)$$

ここで

$c^1_{ij}(q_U) < c^2_{ij}(q_U)$ 、かつ $c^1_{ij}(q_L) > c^2_{ij}(q_L)$
が仮定される。この仮定は、高レベルのコミュニ
ケーションは必ずface-to-faceコンタクトによっ
て行われることを保証し、低レベルのコミュニケー
ションを行うため実際に頻繁に利用されている電話な
どの使用がゼロになる場合を排除するためのものだ
る。従って TC_{ij} は次のように書き改められる。

$$TC_{ij} = \int_{q_L}^{q_{ij}^*} n(q) c^2_{ij}(q) dq + \int_{q_{ij}^*}^{q_U} n(q) c^1_{ij}(q) dq \quad (5)$$

ここで q_{ij}^* は、次の関係を満たす q の値である。

$$c^1_{ij}(q_{ij}^*) = c^2_{ij}(q_{ij}^*) \quad (6)$$

すなわち q_{ij}^* において両手段によるコミュニケー
ション費用が等しくなる。

i, j 間のコミュニケーションにおけるface-to-face
コンタクトの選択率は次式により計算される。

$$Q_{ij} = \int_{q_{ij}^*}^{q_U} n(q) dq \quad (7)$$

(3) 企業の行動

まずコミュニケーション活動の成果について考察
する。ほかの企業とコミュニケーションを行うこ

とによって、各企業は情報や顧客など、企業の収益
に有益な「何か」を得る。これを「コミュニケーション
による便益」と呼ぶことにし、次のように定
式化する。

$$V_i = \sum_{j=1}^I \sum_{n=1}^{N_j} v(x_{ij}^n) \quad (8)$$

ここで N_j は j における企業の数であり、 x_{ij}^n は i に立
地する一企業から j における企業 n へのコミュニケー
ション回数である。 $v(\cdot)$ はある一企業とのコミュニ
ケーションにより得られる便益であり、 $v' > 0$ 、
 $v'' < 0$ が仮定される。この仮定の意味は次のように説
明される。任意の二企業間で取引関係があるとき、
コミュニケーションを重ねるほど便益は増加するが、
たとえば一企業の持つ情報などは限られているため、
便益の限界的な増分は逡減していく。そして企業に
とってコミュニケーションによる総便益はそれら個
別便益を集計したものである。さらに、 i に立地する
企業にとって、 j のどの企業とコミュニケーションしても
便益は無差別であり、したがって i の企業は j にある
すべての企業と同じ回数のコミュニケーションを行
うと仮定する。すなわち

$$x_{ij}^1 = x_{ij}^2 = \dots = x_{ij}^{N_j} / N_j,$$

ここに

$$x_{ij} = \sum_{n=1}^{N_j} x_{ij}^n \quad (9)$$

である。したがって(8)式は次のように書き直される。

$$V_i = \sum_{j=1}^I N_j v\left(\frac{x_{ij}}{N_j}\right) \quad (10)$$

オフィス企業の生産活動のための投入要素は、上述
の V_i と、事務などのような日常的業務を行うための
労働 Z_i であると仮定する。そして一定の広さ G のオフィ
ス床を占有する。このとき企業の利潤は次のよう
に書ける。

$$\pi_i = pF(V_i, Z_i) - wZ_i - r_i G - \sum_j x_{ij} TC_{ij} \quad (11)$$

ここに p, w, r_i はそれぞれ生産物の価格、賃金、単位
面積あたり家賃である。各企業はこの利潤を最大化
するように、コミュニケーションの回数 x_{ij} と手段、
日常的業務の水準 Z_i 、そして立地場所 i を選択する。

x_{ij}, Z_i に関する利潤最大化の一階の条件は、次の
通り

$$p \frac{\partial F}{\partial v_i} \frac{\partial v_i}{\partial x_{ij}} - TC_{ij} = 0 \quad (12)$$

$$p \frac{\partial F}{\partial z_i} - w = 0 \quad (13)$$

(12)(13)を具体的に解くため、関数形を次のように特定化する。

$$v(x_{ij}/N_j) = (x_{ij}/N_j)^\sigma, \quad 0 < \sigma < 1 \quad (14)$$

$$F(v_i, z_i) = v_i^a z_i^b, \quad a+b=1, \quad a, b > 0 \quad (15)$$

これらの特定化を考慮して(12)(13)を解くと、次の式を得る。

$$x_{ij}^* = \mu_1 N_j TC_{ij}^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (16)$$

$$z_i^* = \mu_2 \left(\sum_j N_j TC_{ij} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (17)$$

ここに

$$\mu_1 = \{ (\sigma a) p^{\frac{1}{\sigma}} \left(\frac{w}{b} \right)^{\frac{b}{\sigma-1}} \}^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

$$\mu_2 = \{ (\sigma a) p^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \left(\frac{w}{b} \right)^{\frac{\sigma a-1}{\sigma-1}} \}^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

上式で μ_1, μ_2 は定数であり、 $\frac{1}{\sigma-1} < 0$ なので、(16)式はグラビティモデルと同形である。グラビティモデルが、ある特定の仮定のもとで企業の利潤最大化行動により導出されることがわかった。従来より、個人の最適化行動からグラビティモデルが導出されているが（たとえばWilson他¹⁰⁾）、それらは確率的要因の導入によりそれを果たしている。本研究ではそのような要因を考慮する必要がない。

(4) オフィス企業の立地均衡

ここでは、都市内の総企業数がTNに固定されたもとでの立地均衡を考える。仮定により、都市内のすべての企業は等質なので、均衡時には都市内のどこに立地しても各企業の得る利潤は等しい。またそれより低い利潤しか得られない場所にはどの企業も立地しない。均衡時における企業の均衡立地分布を $(N_1^*, N_2^*, \dots, N_I^*)$ と書くと、上述の均衡条件は次のように書ける。

$$\text{if } N_i^* > 0, \quad \pi(r_i^* | \{x_{ij}^*, q_{ij}^*, j=1, I\}, z_i^*) = \pi^* \quad (18a)$$

$$\text{if } \pi(r_i^* | \{x_{ij}^*, q_{ij}^*, j=1, I\}, z_i^*) \leq \pi^*, \quad N_i^* = 0 \quad (18b)$$

$$\sum_i N_i^* = TN \quad (19)$$

ここに

$$\pi(r_i^* | \{x_{ij}^*, q_{ij}^*, j=1, I\}, z_i^*) = p \{ \sum_j x_{ij}^{1-\sigma} x_{ij}^{\sigma} \}^{\frac{1}{\sigma}} z_i^{1-b} - w z_i - r_i G - \sum_j x_{ij}^* TC_{ij} \quad (20)$$

$$r_i^* = Bc(N_i^* G / LA_i)^{\beta-1} \quad (21)$$

LA_i はiゾーンにおいてオフィスビルの建つ敷地面積、 β と c は定数である。均衡家賃 r_i^* はMun and Yoshikawa¹¹⁾において示されたように、デベロッパーの行動から床の供給関数を導き、床面積に関する需給一致の条件を考慮することにより導出される。

3. 情報通信技術の進歩が都市内の交通需要に及ぼす短期的影響

本研究では、情報技術の進歩を、情報通信機器の使用料 f の低下によって表すことにする。 $t^2(q)$ の下方シフトすなわち一定の質的レベルのコミュニケーションを遂行するために要する時間が、情報機器の性能向上によって短縮されることも考えられるが、これはモデル上では f の低下と同じ効果になる。

本研究では、交通需要に及ぼす効果を短期と長期に分けて考えることとする。ここでいう短期とは、企業が立地を変更せずに情報通信技術の変化に合わせてコミュニケーションの頻度や手段あるいは分布パターンのみを変更するという状況のことである。近年にわれわれが経験するように、情報通信技術の進歩と普及があまりに急速な場合、このような状況が起こり得ると考えられる。

いま都市において立地均衡が達成されていると想定しよう。iからjへの交通需要は $N_i^* X_{ij}^1$ によって計算される。ここに X_{ij}^1 は、iに立地する一企業からjの企業へ、face-to-faceコンタクトによって行われるコミュニケーションの回数であり、(7)式の定義を考慮すると次のように書ける。

$$x_{ij}^1 = x_{ij} q_{ij} \quad (22)$$

短期的には、 N_i^* が変化しないと仮定したので、 f の低下による交通需要の変化は上式を f について微分することによって分析される。

$$\frac{\partial x_{ij}^1}{\partial f} = \frac{\partial x_{ij}}{\partial f} q_{ij} + x_{ij} \frac{\partial q_{ij}}{\partial f} \quad (23)$$

ここに

$$\frac{\partial x_{ij}}{\partial f} = \left\{ (\sigma a) p^{\frac{1}{a}} \left(\frac{w}{B} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \frac{1}{\sigma-1} N_j T C_{ij}^{\sigma-1} \frac{\partial T C_{ij}}{\partial f} \right\} < 0 \quad (24)$$

$$\frac{\partial T C_{ij}}{\partial f} = \int_{q_L}^{q_{ij}^*} n(q) t^2(q) dq > 0 \quad (25)$$

$$\frac{\partial Q_{ij}}{\partial f} = -n(q_{ij}^*) \frac{\partial q_{ij}^*}{\partial f} > 0 \quad (26)$$

$$\frac{\partial q_{ij}^*}{\partial f} = - \frac{t^2(q_{ij}^*)}{f t^2(q_{ij}^*)} < 0 \quad (27)$$

(23)式の右辺第1項は負であり、第2項は正である。すなわち f の低下によって、コミュニケーションの総量は増加し、face-to-faceコンタクトによって行われる割合は低下する。しかし、face-to-faceコンタクトの絶対数に対する効果は、相反する二つの効果の大小関係に依存するので、明らかでない。いいかえれば、交通需要は増加することもある。なお、(27)は、 f の低下により、より高いレベルのコミュニケーションが通信機器を通じて行われるようになることを示している。

f の変化による影響についてより具体的に分析するために、以下では数値解析を行なう。

数値解析にあたって、それぞれの質的レベルのコミュニケーション頻度を表す $n(q)$ の関数形を次のように特定化する。

$$n(q) = A q^{-B} \quad A, B > 0 \quad (28)$$

ここで B は定数であり、 A は条件(1)を満足するように決定される。この特定化は、質的レベルの高いコミュニケーションの頻度は相対的に少ないということの意味し、Goddard⁽¹²⁾による調査の結果を反映させたものである。次に(3)式における $t^2(q) = \tau q$ と特定化する。

数値解析においては、図-1のように、都市が49個の正方形ゾーンにより構成されるものとする。さらにこれらのゾーンは、図における $ZG=1$ から $ZG=4$ のように、中心からの距離に応じて4つの環に分類される。数値解析においては表-1に示す仮想的なパラメータを与えて計算を行う。

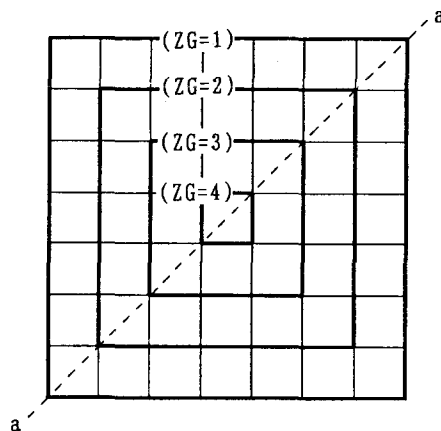


図-1 数値解析の対象となる仮想都市

表-1 数値解析におけるパラメータ値

$p=1.7$	$a=0.45$	$w=24$
$e=0.3$	$G=114.5$	$B=1.5$
$c=0.6$	$LA_i=100000$ ($i=1,49$)	
$B=1.5$	$\tau=1.0$	
$q_L=0.1$	$q_U=10.0$	

上のパラメータ値と(4)式の直後に記した仮定を考慮すると、 f の範囲は $0.25 < f < 1.5$ に限定される。

本研究では、次の3ケースについて調べる。

(Case A) $\sigma=0.3$,

(Case B) $\sigma=0.34$,

(Case C) $\sigma=0.4$ 。

表-2には、(23)式の右辺の値(以後、これを DX と呼ぶ)を、情報化の段階別に、いくつかの代表的なゾーンペアについて示している。ここで、情報化の段階とは、通信費用の水準という面からみた情報技術の発展段階を表している。たとえば情報化の初期というのは、通信費用がまだ高い状態を意味する。なお、表において「都心」「外縁」はそれぞれ図-1における $ZG=4$ 、 $ZG=1$ のことであり、「中間」というのは $ZG=2$ および $ZG=3$ である。表より、 DX の値は正の場合もあり、負の場合もあることが見てとれる。また、 DX の符号はゾーンペア、 σ の値、そして情報化の段階によって異なることがわかる。表より、情報化の初期(後期)には、 f の低下により、都心⇄外縁のように離れたゾーン間のトリップが増加(減少)し、近接したゾーン間のトリップが減少(増加)することがわかる。次に、 σ の値が大きくなるほど DX の値が負になる場合が多くなる。言い替えれば、 σ の値が大きいくほど、交通需要は増えやすい。また f の低下による影響は都心から離れたゾーンにおいてよ

り大きい。

表－2 情報化の段階、交通流動パターンごとのDX値 ((23) 式の右辺の値)

	Case A : $\sigma=0.30$			Case B : $\sigma=0.34$			Case C : $\sigma=0.40$		
	情報化の段階			情報化の段階			情報化の段階		
	初	中	後	初	中	後	初	中	後
都心→外縁	-	0	++	0	-	++	-	-	++
外縁→都心	0	0	+++	-	-	+++	-	-	+++
都心→中間	+	0	-	+	0	-	+	0	-
外縁→中間	+	+	0	+	0	-	+	-	-

である。

注) +あるいは-は、DXの符号を表しており、符号の数が多いほどその値の絶対値が大きいことを意味する。なお0は、DXの符号が正であれ負であれ、その絶対値が非常に小さいことを意味する。

$$TT_{ZG} = \sum_{i \in \Omega_{ZG}} N_i \sum_j X_{ij} Q_{ij}$$
$$= \sum_{i \in \Omega_{ZG}} N_i O_i^1 \quad (29)$$

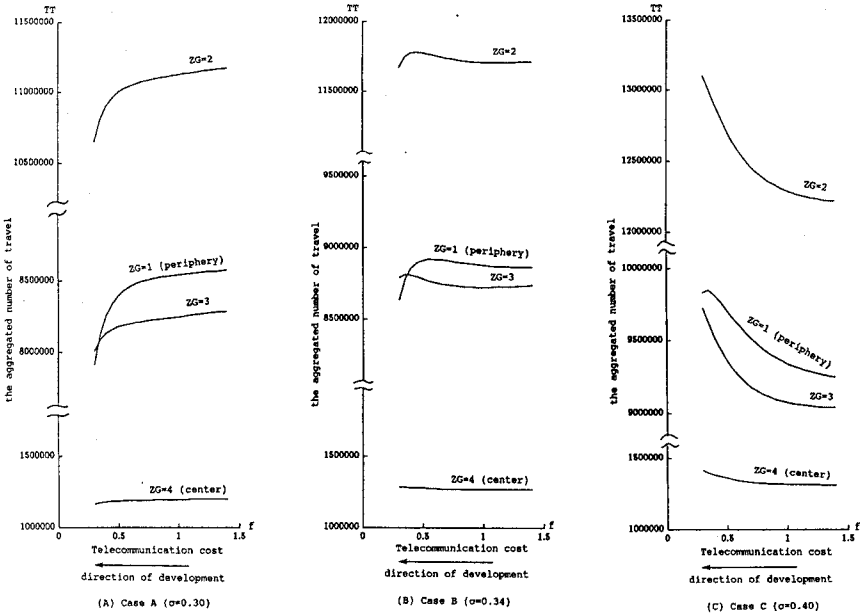
ここに Ω_{ZG} は、環ZGに含まれるゾーンの集合であり、 O_i^1 はiに立地する一企業が行うface-to-faceコンタクトの数である。
Case A(図－2(A))において、各環におけるトリップ数は、fの低下によって単調に減少する。
一方、Case C(図－2(C))において

は、トリップ数は単調に増加している。Case Bに対する結果は上の二つのケースの中間的なものであるが、やや複雑な形で推移している。

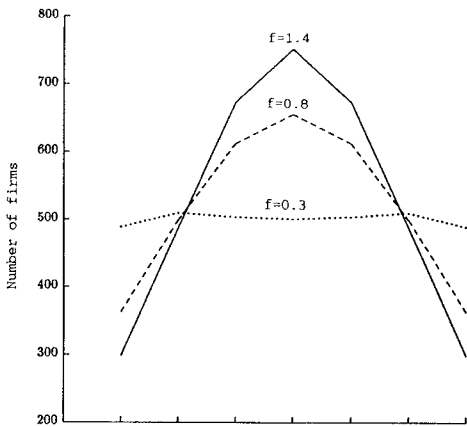
全体として、交通需要が増加するか減少するかは、 σ の値に大きく依存しており、 σ の値が大きいとき、すなわち企業が取引を行う相手の範囲が狭いときほど、交通量は増えやすい。また、都市の中心部から離れるほど、そして情報化の進んだ段階において(fの値が小さい)、情報通信技術の進歩による影響は大きくなる。

4. 情報通信技術の進歩による長期的影響

長期的には、都市内の各企業は外的条件の変化に対して自らの立地場所を変更するので、新たな立地均衡が達成され、企業の立地分布は変化する。本節では、このような設定下で、情報通信技術の進歩が



図－2 通信費用と各環ごとに集計された交通量 (短期)



図－3 通信費用の変化による企業立地分布の変化
立地分布と交通需要に及ぼす影響を分析する。
本節でも前節と同様の3つのケースを調べる。
まず立地分布の変化について調べる。図－3は、Ca

表-3 情報通信費用の低下による環ごとの交通量の変化(長期と短期の比較)

	Case A : $\sigma=0.30$			Case B : $\sigma=0.34$			Case C : $\sigma=0.40$		
	情報化の段階			情報化の段階			情報化の段階		
	初	中	後	初	中	後	初	中	後
ZG=4 (都心)	▼ ▼	▼ ▼	▼ ▼	▼ -	▼ -	▼ -	▼ -	▼ -	▼ △
ZG=3	▼▼▼ ▼	▼▼▼ ▼	▼▼▼ ▼▼	▼▼▼ -	▼▼▼ -	▼▼▼ △	▼▼▼ -	▼▼▼ △△	▼▼▼ △△△
ZG=2	▼▼ ▼	▼▼ ▼	▼▼ ▼▼▼	▼▼ -	▼▼ △	▼▼ ▼	▼▼ △	▼▼ △△	▼▼ △△△
ZG=1 (外縁)	△△ ▼	△△ ▼	△△ ▼▼▼	△△ -	△△ △	△△ ▼▼▼	△△ △	△△ △△	△△ -

注) 各セルの上段には長期の影響を、下段には短期の影響を示している。△、▼はそれぞれ f の低下により交通量が増加、減少することを表している。これらの記号の数が多いほど増加や減少の量大きいことを意味する。また-は交通量の変化が非常に小さいことを示している。

se Aのもとで、3通りの f の値に対する立地分布を示している。ここでは図-1に示したa-a断面上の各ゾーンにおける立地企業数を示している。これより、 f の低下とともに、中心部の立地量が減少し周辺部の立地量の増加していることがわかる。すなわち立地の分散化が

進む。他のケースについても、結果は同様であった。

表-3には、(29)により計算される各環の集計的交通需要の長期的変化をまとめて示している。いずれのケースにおいても、外側の環において交通需要が増えており、他の環においては交通需要が減少する。立地量の分散化による影響が支配的であるといえる。表には、比較のため短期的効果に関する結果を下段に示しているが、Case A,Bにおける外縁部や、Case CにおけるZG=3(都心隣接地区)をはじめとするいくつかの場合に、短期と長期で f の低下による影響がまったく正反対になることがわかる。

5. 情報通信技術の進歩が都市規模に与える影響

(1) 都市規模の決定メカニズム

前節までは、都市規模、すなわち都市内の総企業数(=(19)式の右辺にあるTN)が外生的に与えられていた。図-4は、(19)式の右辺にあるTNを逐次変化させ、それぞれの都市規模に対して(18a)(18b)(19)を解くことにより得られた π^* をプロットしたものである。この図より、都市規模の小さい間は、企業数が増えることによる集積の経済効果が家賃の上昇や賃金の上昇などの費用増加を上回っているので均衡利潤は上昇するが、規模が大きくなると、後者の費用が集積の効果を上回るので、利潤は減少する。

いま考察の対象とする都市は大きな地域システムの一部であり、この地域システムの内部で企業や世帯は費用をかけずに移動できる。都市には正の利潤が得られる限り企業が参入し、利潤が負になると撤退すると仮定する。このとき、都市規模は図-4のO点に対応する横軸の値によって決まる。O点にお

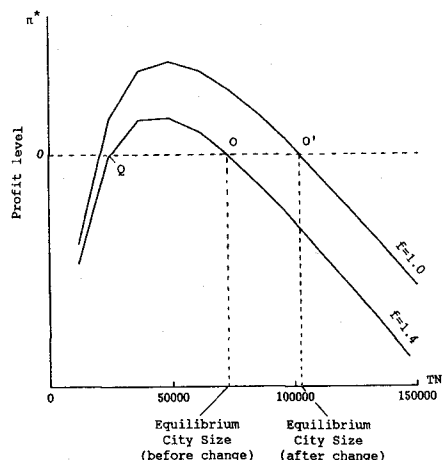


図-4 通信費用低下による都市規模の変化

いて、各企業は他の場所に立地することによって利潤を増加することができないので、立地を変更するインセンティブを持たない。なお、図においてQ点も一つの均衡点であるが、不安定なので、これが実現することはほとんどありえない。

(2) 通信技術の変化が都市規模に及ぼす効果

図-4には、情報通信費用 f が低下したときの利潤曲線を、低下する前の曲線と重ねて描いているが、 f が低下すると、利潤曲線は上方にシフトする。従って、均衡都市規模はO点からO'点へと変化する。すなわち情報通信費用が低下すると都市規模は増大する。この図の例では、 $f=1.4$ のとき約72000であった企業数が、 $f=1.0$ になると102000に増加している。

図-5は、 f の様々な値に対する均衡都市規模の推移を描いている。これより、都市規模が f の低下とともに単調に増加していくことがわかる。また、都市

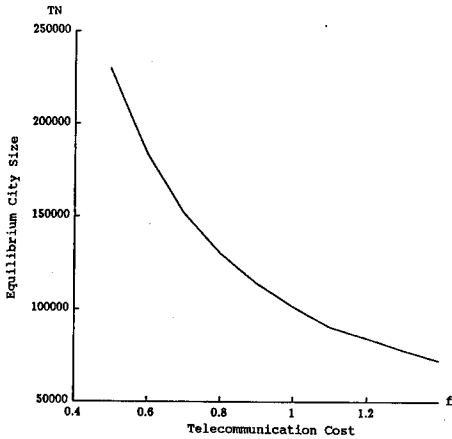


図-5 通信費用と均衡都市規模の関係

規模の増分は f の高い間は小さく、 f が小さくなると大きくなる。

都市規模が変化し得る場合にも、立地分布と交通需要の変化を調べた。都市規模の増大によって、すべてのゾーンにおいて立地量が増加したが、増加の割合は外縁部においてより大きかった。すなわち相対的に立地は分散する。また交通量は（一企業あたりでみても）すべてのゾーンで増加した。総交通量については外縁部での増加が大きい。

6. 結 語

本稿では、都市のオフィス企業に着目し、通信費用の低下という面に着目して情報化の影響を調べた。ここで得られた結果を要約すると次の通り

(1) 情報通信費用の低下が企業の交通需要に及ぼす影響は、パラメータの値や情報技術の段階、あるいは企業の立地場所に依存しており、増える場合もある減る場合もある。また交通需要に及ぼす効果は、短期と長期で正反対の結果になる場合がある。

(2) 企業の立地に対する影響は、都市内の立地分布は分散が進む一方で、都市規模は拡大すなわち都市への集中が進む。

交通施設計画に対しては次のことがいえる。短期的な交通量の傾向にもとづいて施設の整備を行うと、将来において交通需要と施設との間に不整合の生じる可能性がある。各都市における現状が、本分析におけるどのケースに該当するのかわかるためには、実証分析を行う必要があるが、これは今後の課題としたい。

本研究を行うにあたって、東北大学応用情報学研究センターの佐々木公明助教授との日常的な議論から多くの示唆を得た。また、現在国土庁に勤務する塩本知久氏には、数値計算にご協力いただいた。以上、記して感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) O'Hara D J (1977) Location of firms within a square central business district, *Journal of Political Economy*, Vol.85, 1189-1207.
- 2) Fujita M and Ogawa H (1982) Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations, *Regional Science and Urban Economics*, Vol.12, 161-196.
- 3) Tauchen H and Witte A D (1983) An equilibrium model of office location and contact patterns, *Environment and Planning A*, Vol.15, 1311-1326.
- 4) Evans A W (1985) *Urban Economics*; An Introduction, Basil Blackwell.
- 5) Salomon I (1985) Telecommunications and travel, substitution or modified mobility?, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. XIX.
- 6) Sasaki K (1990a) Information Technology and Urban Spatial Structure, Discussion Paper, Research Center for Applied Information Sciences, Tohoku University.
- 7) Ota M and Fujita M (1990) Communication technologies and spatial organization of multi-unit firms in metropolitan area, unpublished paper, Department of Regional Science, University of Pennsylvania.
- 8) Sasaki K (1990b) The Effects of Information Technology on Urban Spatial Structure where Home-based Work is Possible, Discussion Paper, Research Center for Applied Information Sciences, Tohoku University.
- 9) Kobayashi K and Okada N (1989) Technological substitution between telecommunications and transportation in production: a theoretical perspective, Paper presented at the 5th World Conference on Transport Research, Yokohama.
- 10) Wilson A G, Coelho J D, Macgill S M and Williams H C M L (1981) Optimization in Location and Transport Analysis, John Wiley, Chichester, U.K.
- 11) Mun S and Yoshikawa K (1990) Communication among firms, traffic congestion and office agglomeration, forthcoming to the *Annals of Regional Science*.
- 12) Goddard J B (1973) Office Linkages and Location, A study of communications and spatial patterns in Central London, *Progress in Planning*, Vol.1, Part 2, Pergamon.