

情報通信と交通の代替がオフィスの立地と交通需要に及ぼす影響の分析

京都大学工学部 正員 吉川和広 京都大学工学部 学生員 塩本知久
 東北大学応情研 正員 文 世一 京都大学工学部 学生員 塩見琢哉

1. はじめに 情報通信技術の発達によって、従来行われていたface-to-faceコンタクトの一部がテレコミュニケーションに代替されてきている。このような情報通信技術の発達がオフィスの立地や業務交通の給需要へ及ぼす影響を解明することは大きな意義がある。そこで本研究では、オフィス活動で重要な意味を持つコンタクトを、face-to-faceコンタクトとテレコミュニケーションとに分けて明示的に考慮したオフィス立地モデルを開発する。さらにこのモデルを仮想都市に適用し、情報化の進展が都市内のオフィス立地分布や交通需要に及ぼす影響の基礎的分析を行う。

2. オフィス立地モデルの定式化 各オフィス間のコミュニケーションで取り扱われる情報の質を q で表し、 q_1 から q_2 の間で $n(q)$ という分布を持つとする。次に、face-to-faceコンタクトによって q という質の情報を取り扱うために要する時間を $t_1(q)$ 、コストを $C_1(q)$ とし、テレコミュニケーションによる場合の時間を $t_2(q)$ 、コストを $C_2(q)$ とする。ここで $C_1(q)$ はオフィス間の時間距離に依存し、 $C_2(q)$ はコミュニケーションの所要時間に依存すると仮定する。

$$C_1(q) = 2 \sigma t_{ij} \quad (1)$$

$$C_2(q) = f_2 t_2(q) \quad (2)$$

t_{ij} : i ゾーンと j ゾーンの時間距離

σ : 単位時間当り交通コスト

f_2 : テレコミュニケーションに要する単位時間費用

ゾーン i のオフィスがゾーン j のオフィスと行うコミュニケーション一件あたりの平均コストを TC_{ij} とする。ここで、 q^0 という質よりも高度なコミュニケーションはface-to-faceコンタクトによって行われ、 q^0 より質の低いものはテレコミュニケーション手段で達成されると考える。

$$TC_{ij} = \int_{q_1}^{q_0} n(q) f_2 t_2(q) dq + 2 \int_{q_0}^{q_2} n(q) \sigma t_{ij} dq \quad (3)$$

オフィス活動の生産物は、face-to-faceコンタクト

とテレコミュニケーションを通じて他のオフィスから得た情報の価値の総和 V_i 、及び定型的作業に従事する従業者数 RE_i を生産要素とする生産関数により与えられる。これに、価格 p を乗じた収入から、賃金やオフィスの賃貸料、コミュニケーション費用の支出を差し引くことにより、オフィスの利潤は次式のように求めることができる。

$$\pi = p V_i^a R E_i^b - w R E_i - r_i G - \sum S_{ij} T C_{ij} \quad (4)$$

π_i : ゾーン i 各オフィスの利潤レベル

w : 従業者一人当り賃金

RE_i : ゾーン i の各オフィスの定型的作業従事者数

r_i : ゾーン i のオフィス床の賃貸料

G : 各オフィスの使用床面積

S_{ij} : ゾーン i からゾーン j へのコミュニケーション回数

TC_{ij} : ゾーン i からゾーン j への平均コミュニケーションコスト

ここで情報の価値 V_i は次式で表されるものとする。

$$V_i = \sum_j S_{ij}^{\frac{1}{1-a}} \quad (5)$$

(5)式は、目的地のオフィス数とコミュニケーションの増加に従い情報の多様性は増加するが、同じ相手先から得られる情報価値の限界的な増分はコミュニケーションの増加に従って遞減することを意味する。(4)式の各オフィスの利潤を最大にする S_{ij} 、 RE_i はそれぞれについて以下のような1階の条件式を解いて得られる。

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial S_{ij}} = p a \left(\sum_j S_{ij}^{\frac{1}{1-a}} \right)^{a-1} \left(m N_j^{\frac{1}{1-a}} S_{ij}^{\frac{a}{1-a}} \right) R E_i^b - T C_{ij} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial R E_i} = p b \left(\sum_j S_{ij}^{\frac{1}{1-a}} \right)^a R E_i^{b-1} - w = 0 \quad (7)$$

ここで i ゾーンのオフィスが行なうコミュニケーションの回数を O_i とおく。 $\sum S_{ij} = O_i$ より、 O_i と RE_{ij} について解くと次式が得られる。

$$O_i^{ma+b-1} = A \left(\sum_j T C_{ij} \right)^{\frac{n}{n-1} 1-a-b} \left(\sum_j T C_{ij} \right)^{\frac{1}{n-1} ma+b-1} \quad (8)$$

$$\text{ただし } A = (ma)^{b-1} p \left(\frac{w}{b} \right)^b$$

$$RE_i = \left\{ \frac{w}{p b (O_i^a \sum_j N_j^{1-a} P_{ij}^a)} \right\}^{\frac{1}{b-1}} \quad (9)$$

一方、各オフィスの利潤を最大にする q^0 は包絡線定理より、

$$\frac{\partial \pi}{\partial q_{ij}^0} = - \frac{\partial TC_{ij}}{\partial q_{ij}^0} = 0 \quad \text{すなわち} \quad C_1(q^0) = C_2(q^0) \quad (10)$$

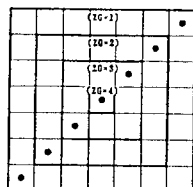
となるように q^0 が選ばれる。すなわち、それぞれの質についてコストのより低い方のコミュニケーション手段が選択されることになる。ここでオフィスの立地する床はデベロッパーが供給し、床レントはデベロッパーが設定したものを受容すると考えると、その均衡条件から床レントが次式のように求められる。

$$r_i = \beta c \left(\frac{N_i Q}{LA_i} \right)^{\beta-1} \quad (11)$$

立地量 N_i に対して (8) 式と (9) 式から O_i 、 RE_i 、(11) 式から r_i が求まる。これを式 (4) に代入して π_i を求め、最大のゾーンに立地量を順次移動させて、各オフィスの得る利潤が等しい均衡状態の立地分布を求める。

3. 仮想都市におけるモデルの適用 ゾーン間の所要時間が直線距離に比例すると仮定した単純な仮想都市に適用した (図1)。まずオフィスの立地量を固定させたまま、通信コスト f_2 の低下や情報に関する生産関数パラメータ a の増加による、コミュニケーション数やそのパターンの変化を分析する。ここで、 f_2 の減少は情報通信技術の進歩による情報機器の普及を意味し、 a の増加は人々の情報に対するニーズが大きくなることを意味している。図2は対角線上の各ゾーンにおけるface-to-faceコンタクト数の発生量を示している。表1、2は中心からの距離帯ごとのface-to-faceコンタクトのOD量の基本ケースに対する比を示している。これらの結果から以下のことがわかった。

1) f_2 の減少による影響は、遠いゾーン間ほど大



注) 左の (ZG=) は
OD表による
分析で用いる
ゾーン区分
番号に対応する

図1 分析で用いるゾーン区分

きく、従って周辺部の方が影響が大きい。

2) a の増加による影響は、位置に関係なく一定に働く。

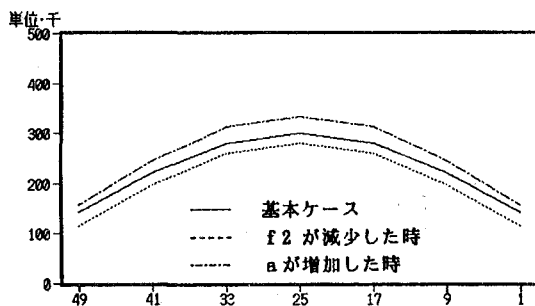


図2 face-to-faceコンタクト数

表1 f_2 が減少した時のface-to-faceコンタクトのOD量の基本ケースに対する比

O \ D	1	2	3	4	ff
1	0.9	0.78	0.74	0.73	0.88
2	0.78	0.86	0.81	0.89	0.91
3	0.74	0.81	0.88	0.87	0.93
4	0.72	0.89	0.87	1	0.93
ff	0.88	0.91	0.93	0.94	0.9

表2 a が増加した時のface-to-faceコンタクトのOD量の基本ケースに対する比

O \ D	1	2	3	4	ff
1	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
2	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
3	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
4	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
ff	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11

さらにオフィスは立地場所を移動させることができるとして同様の分析を行った。

1) オフィスの立地分布は、通信コストの低下により周辺部に分散するが、情報の生産性の増加により中心部に集中するといった結果が得られた。(図3)

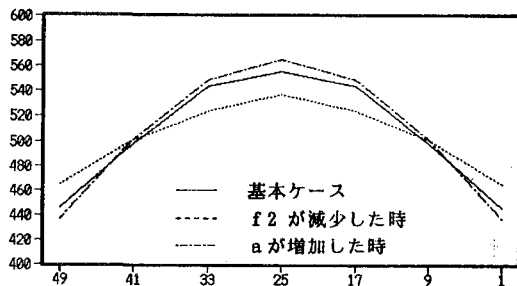


図3 オフィスの立地数