

# 交通施設整備が都心商業の空洞化と再生に与える影響とその厚生分析\*

Effects of transportation improvements on commercial hollowing at city centers and the welfare analysis\*

河野達仁\*\*・野添孝敬\*\*\*・岸昭雄\*\*\*\*

By Tatsuhiro KONO\*\*・Yoshitaka NOZOE\*\*\*・Akio KISHI\*\*\*\*

## 1. はじめに

近年地方都市などの都心部では商業の空洞化が進んできた。その要因の一つとして環状線整備等の郊外部の交通施設整備が挙げられてきた。しかしながらこの主張の理論的根拠は十分に示されているとはいえない。

商業立地に関する多くの既存研究は人口や交通費用の均質な空間を想定している。そのため、都心と郊外のように商店の立地密度が均一でない空間の分析ができない。そこで河野・野添(2006)<sup>1)</sup>は郊外と都心の商業の空間的価格競争による立地均衡モデルを提案している。この研究は、1財を供給する商業施設の立地・価格競争をモデル化したCapozza(1978)<sup>2)</sup>を2財モデルに拡張し、2種類の商業がそれぞれ郊外と都心に立地し立地・価格競争する状況(図-1)をモデル化したものである。このモデルから、環状線整備および放射線整備による郊外・都心の商業立地や価格付けの変化を分析しているものの、分析の簡略化のために商業立地や価格の変化が郊外と都心の間で互いに及ぼす影響は小さいと仮定している。しかしながら実際には郊外・都心間で商業の価格・立地変化が互いに与える影響は決して小さくないと考えられるため、想定される状況は限定的なものである。

そこで本研究は、河野・野添(2006)<sup>1)</sup>のモデルに市場の安定性条件(交通施設整備によって均衡が移行する際、価格・立地の変化により再び安定な均衡へ収束する条件)を導入することにより、商業立地や価格の変化が郊外と都心の間で互いに及ぼす影響を考慮した上での交通施設整備が商業の立地・価格付けに与える影響を分析するとともに、厚生分析を行うことを目的とする。

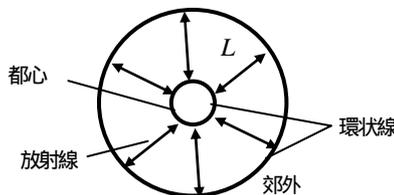


図-1 都心と郊外の商業立地モデル

## 2. モデルの構築

### (1) モデルの設定

図-1のように都心環状線と郊外環状線に商業が立地し、消費者は郊外環状線沿いに一様な密度  $D$  で居住している状況を想定する。都心部で供給される財(C財)と郊外で供給される財(O財)が存在し、それぞれ代替関係があるものとする。これは、食品や身の回り品などといった日用品は郊外の商店で購入され、高級品の購入や娯楽等のサービスの購入は都心部で行われるという通常の買い物交通パターンを表現している。都心環状線と郊外環状線は長さ  $L$  の放射線で接続されており、消費者は郊外でも都心でも財を購入できる。消費者が郊外で財を購入するときは、郊外環状線を通して最寄りの商業施設に行く。消費者が都心で財を購入するときは、放射線を通して都心に行き、都心の環状線を移動して商業施設に行く。郊外環状線と放射線の移動については車や公共交通などの利用を想定する一方、都心の環状線については商店街、ショッピングモールなどをイメージし、移動手段は徒歩と想定する。

O財およびC財の需要関数を以下のように設定する。

$$x^o = a^o + b^{oc} \left( p^c + t^r L + \frac{1}{2} t^c R^c \right) - b^{oo} (p^o + t^o u^o) \quad (1)$$

$$x^c = a^c + b^{co} \left( p^o + \frac{1}{2} t^o R^o \right) - b^{cc} (p^c + t^r L + t^c u^c) \quad (2)$$

ここで、 $p^j$ は財の価格、 $t^j$ は環状線における単位距離あたり交通費用、 $R^j$ は商業施設から圏周末端までの距離、 $t^r$ は放射線の単位距離あたり交通費用、 $u^j$ は最寄りの商業施設までの距離、 $a, b$ はパラメータである。(1)、(2)式の第2項の括弧内は代替財の購入にかかる費用(財の価格+交通費用)であり、O財とC財の代替関係を表している。ここで簡単化のため、代替財の購入にかかる交通費用はすべての消費者の平均で表している。ただし、代替財の購入にかかる交通費用は消費者の居住地別に異なるものの、厳密にこれを反映させることは本質的ではなくモデルを複雑化するだけである。なお計算の簡略化のために、(2)式においてC財を購入する際の郊外環状線の交通費用を省略している。これは、通常最寄りの放射線までの交通は自家用車を利用し、都心環状線や放射線に比べて混雑なども少ないことを考慮すれば妥当な簡略化

キーワードズ：公共事業評価法、整備効果計測法

\*\*正員，博士(学術)，東北大学大学院工学研究科(仙台市青葉区荒巻字青葉06，TEL022-217-7500，FAX022-217-7502)

\*\*\*学生員，東北大学大学院情報科学研究科

\*\*\*\*正員，博士(学術)，静岡県立大学経営情報学部(静岡市駿河区谷田52-1，TEL&FAX054-264-5445)

であるといえる。

都心、郊外のいずれの商業施設に規模の経済が働くとし、費用関数を以下のように仮定する。

$$C^j = c^j X^j + f^j \quad (j = O \text{ or } C) \quad (3)$$

各商業施設は参入・撤退の判断、立地場所および価格設定が自由にでき、利潤最大化を図る。その際、各商業施設は他の商業施設の価格および立地を与件とし価格を戦略変数として商圈を拡大して利潤最大化を図る Hotelling-Smithies 競争を仮定する。このとき、各商業施設の利潤は(4)式のように表される。なお  $\bar{x}^j$  は(1), (2)式に  $u^j = R^j/2$  を代入した商圈内の平均需要を表す。

$$\Pi^j = 2D^j R^j (p^j - c^j) \bar{x}^j - f^j \quad (4)$$

### (2) 商業の利潤最大化行動と自由参入

各商業施設の利潤最大化条件を以下に示す。

$$\frac{d\Pi^j}{dp^j} = 0, \quad \frac{d^2\Pi^j}{dp^{j2}} < 0 \quad (5)$$

商業施設の自由参入条件より、利潤ゼロ、すなわち

$$\Pi^j = 0 \quad (6)$$

となる。(5)式に(4)式を代入したものを  $p^j, R^j$  に関して全微分すると、

$$\frac{dp^j}{dR^j} \Big|_{\frac{d\Pi^j}{dp^j}=0} \begin{cases} > 0 & \text{for } R^j < \hat{R}^j \\ < 0 & \text{for } R^j > \hat{R}^j \end{cases} \quad (7)$$

を得る。次に自由参入条件の(6)式を全微分して  $dt^j = 0$  とおくと、均衡点付近では

$$\frac{dp^j}{dR^j} \Big|_{\Pi^j=0} < 0 \quad (8)$$

を得る。(7)式は利潤最大化曲線(5)式の性質を表し、(8)式は零利潤曲線(7)式の性質を表す。これら利潤最大化曲線と零利潤曲線の交点が均衡解であり、その概形は図-2 のようになる。図-2 の横軸は一つの商業施設の商圈  $R^j$  を示し、縦軸は価格と限界費用の差 ( $p^j - c^j$ ) を示す。なお、図-2 に示す  $\hat{R}$  は利潤最大化条件を示す曲線上で、価格と限界費用の差 ( $p^j - c^j$ ) が最も高くなる商圈の大きさ  $R^j$  を示している。

利潤最大化条件、零利潤条件をともに満たす財の価格と商圈が存在する場合、均衡点は図-2 に示す点 A および

B が考えられる。

商業は与えられた商圈のもとで利潤最大化を実現する価格  $p^{j*}$  を設定する。正の利潤が発生しているときは参入により商圈は狭まり、負の利潤が発生しているときには撤退により商圈は広がる。そのため、均衡点からずれたときには図-2 の矢印のように価格と商圈が調整される。以上から、点 A が安定均衡点となる。この安定性については以降の3.(3), (4)で具体的に分析する。

## 3. 交通施設整備による均衡解の変化

### (1) 均衡解の比較静学

モデルの均衡解は以下の条件式

$$\begin{pmatrix} \Pi^O(R^O, R^C, p^O, p^C) \\ \Pi^C(R^O, R^C, p^O, p^C) \end{pmatrix} = \mathbf{0} \quad (9)$$

$$\begin{pmatrix} \Pi^O(R^O, R^C, p^O, p^C) \\ \Pi^C(R^O, R^C, p^O, p^C) \end{pmatrix} = \mathbf{0} \quad (10)$$

から求められる。

実際の商業施設の空間的価格競争を考えた場合、価格調整過程のほうが商圈の調整過程よりも十分に速い。そこで、実際に交通施設整備によって利潤最大化曲線および零利潤曲線が図-3 のように実線から破線にシフトした場合を考えると、商業施設はまず与えられた商圈のもとで利潤を最大にする価格  $p^{j*}$  を設定し、次に商業の参

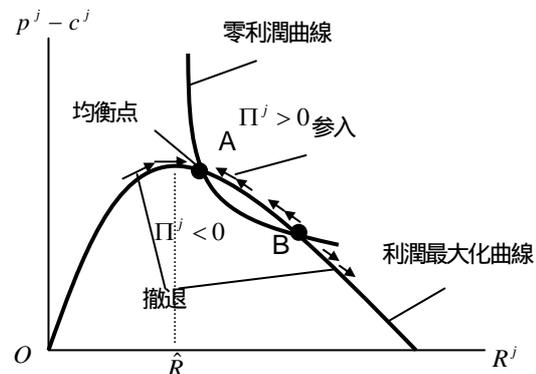


図-2 商業施設の立地行動と価格付け

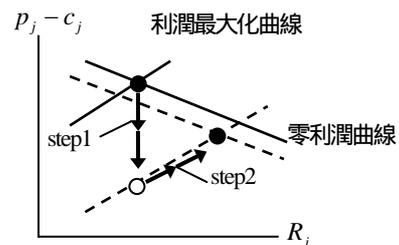


図-3 均衡点の調整過程

入・撤退により利潤がゼロとなるように商圈が調整され、これによって収束した解は結局新たな利潤最大化および零利潤曲線の交点となる。

この実際の調整過程にしたがい、本研究では均衡解の比較静学においてまず step1(図-3)として  $R^j$  を所与としたもとで(9)式から  $p^j$  を導出し、step2(図-3)として導出された  $p^{j*}(R^O, R^C)$  を(10)式に代入して  $R^j$  に関する連立方程式を解く。なお均衡解の安定性条件として、すべての商業施設が財の価格を戦略変数として各自の商圈拡大を図るナッシュ均衡とする。

### (2) 利潤最大化価格 $p^{j*}$ の安定性

交通施設整備 ( $t^k$  の外生的な変化、ただし  $k = O$  or  $R$ ) によって均衡点が変わるとき、以下のような動学方程式で価格が調整される。

$$\begin{pmatrix} \dot{p}^O \\ \dot{p}^C \end{pmatrix} = \beta \begin{pmatrix} \Pi^O(\bar{R}^O, \bar{R}^C, p^O, p^C) \\ \Pi^C(\bar{R}^O, \bar{R}^C, p^O, p^C) \end{pmatrix} \quad (11)$$

ここで、(11)式で調整された価格が安定解であるとき、次の式が成り立つ。ただし  $\Pi_e^i = \partial \Pi^i / \partial e$  である。

$$\Pi_{p^O}^O \Pi_{p^C}^C - \Pi_{p^O}^C \Pi_{p^C}^O > 0 \quad (12)$$

### (3) 商圈 $R^j$ の安定性

交通施設整備によって均衡点が変わるとき、以下のような動学方程式で商圈が調整される。

$$\begin{pmatrix} \dot{R}^O \\ \dot{R}^C \end{pmatrix} = -\gamma \begin{pmatrix} \Pi^O(R^O, R^C, p^O, p^C, t^O, t^R) \\ \Pi^C(R^O, R^C, p^O, p^C, t^O, t^R) \end{pmatrix} \quad (13)$$

ここで、(13)式で調整された商圈が安定解であるとき、次の条件が成り立つ。ただし  $\Pi_e^i = \partial \Pi^i / \partial e$  である。

$$\Pi_{R^O}^O \Pi_{R^C}^C - \Pi_{R^O}^C \Pi_{R^C}^O > 0 \quad (14)$$

### (4) 利潤均衡条件

利潤  $\Pi^j(R^O, R^C, p^O, p^C, t^O, t^R)$  に利潤最大化条件を満たす価格  $p_j^*(R^O, R^C, t^O, t^R)$  を代入して全微分すると以下の利潤均衡条件を得る。(  $j = O, C$  )

$$d\Pi^j = \Pi_{R^O}^j dR^O + \Pi_{R^C}^j dR^C + \Pi_{t^O}^j dt^O + \Pi_{t^R}^j dt^R = 0 \quad (15)$$

(15)式をクラメルの公式で解けば  $dR^j/dt^k$  を求めることができるものの、この解法では式が複雑になり解釈が困難である。そこで本研究は、 $(R^O, R^C)$  平面上に(15)式の利潤均衡条件を表現し、商圈の変化を求める。(15)式にお

いて  $dt^k = 0$  とおくと、利潤均衡条件  $d\Pi^C = 0$  および  $d\Pi^O = 0$  を満たす商圈の組合せを得る。 $d\Pi^C = 0$  ,  $d\Pi^O = 0$  を本研究では利潤均衡曲線と呼ぶ。利潤均衡曲線の傾きおよびその大小関係は、(14)式に示す安定性条件から以下ようになり、その結果利潤均衡曲線は図-4の実線のように表わされる。

$$0 > \left. \frac{dR^C}{dR^O} \right|_{d\Pi^C=0} > \left. \frac{dR^C}{dR^O} \right|_{d\Pi^O=0} \quad (16)$$

### (5) 放射線整備の効果

放射線整備により、放射線の交通費用  $t^R$  が減少する場合を考える。(14)式に  $dt^R < 0, dt^O = 0$  を代入すると利潤均衡曲線がシフトし均衡解が変化する。しかしながら  $\Pi_{p^j}^j$  の符号の判定が困難なので、ひとまず図-4に示す破線のように、左右いずれの方向にも利潤均衡曲線がシフトするものとする。これに伴い、均衡解の変化による商圈の変化として、表-1に示す4通りのパターンが考えられる。

パターン1~4の変化は、図-4においては矢印で商圈の変化を表している。これらのケースを検討すると、パターン2は利潤均衡条件  $d\Pi^C = 0$  , パターン4は利潤均衡条件  $d\Pi^O = 0$  にそれぞれ矛盾し、パターン3は安定性条件(14)式に矛盾する。結局安定均衡として存在し得るのはパターン1 ( $dR^O > 0, dR^C < 0$ )のみである。このとき、価格の変化については商圈の変化を商業の利潤最大化条件に代入して求める。(9)式を全微分し、都心・郊外での商圈の変化  $dR^O > 0, dR^C < 0$  を代入したものを  $dp^O, dp^C$  について解くことで財の価格変化が求められる。その結果、 $dp^O > 0, dp^C < 0$  を得る。つまり放射線整備により都心において財の価格が下がり、商業の立地密度が高くなることから、都心商業の集積を引き起こすといえる。

表-1 均衡解の変化による商圈の変化

		郊外の商圈 $R^O$	
		拡大	縮小
都心の 商圈 $R^C$	拡大	パターン2	パターン3
	縮小	パターン1	パターン4

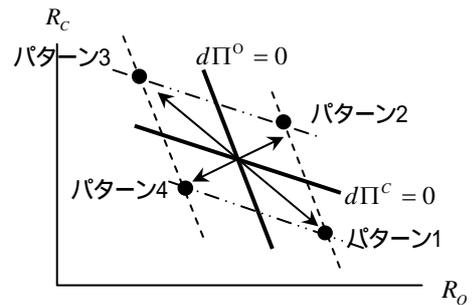


図-4 交通施設整備による商圈の変化

(6) 郊外環状線整備の効果

郊外環状線整備により、郊外環状線の交通費用 $t^o$ が減少する場合を考える。(14)式に $dt^R = 0, dt^o < 0$ を代入した場合についても、ひとまず図-4の破線のように左右いずれの方向にも利潤均衡曲線がシフトするものとする。このとき、放射線整備の場合と同様に、均衡解の変化による商圈の変化として表-1に示す4通りのパターンが考えられる。このうち、パターン1,2については $\Pi_p^o > 0$ のとき、パターン3,4については $\Pi_p^o < 0$ のときにそれぞれ安定均衡として存在し得る。

それぞれのパターンにおける価格の変化については、放射線整備の場合と同様に、商圈の変化を商業の利潤最大化条件に代入することによって得られる。そのうち、安定性条件(12)、(14)式および利潤均衡条件(15)式を満たすものを表-2にまとめる。

商圈の拡大は商業施設の立地密度の低下を意味することから、パターン2,3のように都心で財の価格が上がり商圈が拡大するケースは、郊外環状線整備によって都心商業が空洞化しているものと解釈できる。逆にパターン1,4のように都心で財の価格が下がり商圈が縮小するケースは、郊外環状線整備によって都心商業の集積が促進されるものと解釈できる。パターン1は、価格下降分よりも商圈の拡大による交通費用の上昇が大きいために起こる。パターン4は商圈縮小による交通費用の減少分よりも価格上昇が大きいために起こる。なお、表-2の $\Pi_p^j$ は郊外環状線整備によって短期的に価格のみが変動した場合の商業施設の利潤の変化を表しており、 $t_o$ を増加させたときに郊外・都心の商業施設の利潤が増加するとき $\Pi_p^j$ の符号はそれぞれ正、減少するとき負である。

4. 厚生分析

交通施設整備によって商業施設の立地・価格変化が起こることによる社会厚生が変化を分析する。O財およびC財の消費者一人あたり平均の消費者余剰を総和すると以下ようになる。

$$\bar{U}(\bar{g}_o, \bar{g}_c) = \bar{V}(\bar{g}_o, \bar{g}_c) + y \quad (17)$$

ただし  $\bar{g}_o = p_o + \frac{1}{2}t_oR_o$  ,  $\bar{g}_c = p_c + t_rL + \frac{1}{2}t_cR_c$

表-2 郊外環状線整備による均衡解の変化

$\Pi_p^o$	$\Pi_p^c$	パターン	郊外		都心	
			$dR^o$	$dp^o$	$dR^c$	$dp^c$
+	-	1	+	-	-	-
	+	2	+	-	+	+
-	+	3	-	+/-	+	+
	-	4	-	+	-	-

社会厚生の変化 = 消費者余剰の総和の変化とすれば、(17)式の全微分より社会厚生の変化として(18)式を得る。

$$d\bar{U} = -\left( \bar{x}_o d\bar{g}_o - \frac{b_{oo}t_oR_o}{6}(dt_oR_o + t_o dR_o) \right) - \left( \bar{x}_c d\bar{g}_c - \frac{b_{cc}t_cR_c}{6}t_c dR_c \right) \quad (18)$$

(18)式より、財需要の大きい商業地へのアクセスを容易にすることが社会厚生の増加を図るうえで重要である。

5. おわりに

本研究は、都心と郊外に商業が立地するモデルを用いて交通施設整備と都心空洞化の関係についての検討を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

第1に、放射線整備が必ず都心商業の集積に貢献することを明らかにした。郊外から都心へ向かう放射線を整備することにより、都心では商業施設の集積が進み、財の価格が下がることから、都心への集客力が高まる。

第2に、郊外環状線整備が都心空洞化につながらないケースを示した。表-1に示したパターン4では、都心での商業施設の集積が進み、財の価格も下がっている。つまりこのケースでは郊外環状線整備は都心の発展に寄与しており、郊外環状線整備が都心空洞化の要因の一つであるという従来の主張の反例となっている。なおパターン4が生起するのは、郊外環状線整備により郊外に新規の商業施設が参入し、その結果引き起こされる郊外の商圈が縮小することによる交通費用の減少分よりも、O財の価格上昇分のほうが大きいときである。つまり、O財とC財の代替弾力性が小さく、かつ郊外商業施設の独占度が大きいためにO財の購入費用が増加する場合である。

第3に、郊外・都心での財需要を観察すれば交通施設整備による社会厚生変化を判断でき、本モデルからは財需要の大きい商業地へのアクセスを容易にすることが社会厚生の増加を図るうえで重要であることがわかる。

なお、本研究で用いた仮定は均衡解の安定性のみであり、想定される状況は既存研究より一般的である。したがって河野・野添(2006)<sup>1)</sup>においては分析対象外である都心・郊外間で財の価格や商圈の変化が互いに与える影響が大きい場合においても、得られた結果は有効である。

参考文献

1) 河野達仁, 野添孝敬: 道路整備が商業立地に与える影響とその便益計測方法, 土木学会論文集D, Vol. 63, No. 1, pp. 76-87, 2007.  
 2) Dennis R. Capozza and Robert van Order: A Generalized Model of Spatial Competition, The American Economic Review, Vol.68, No.5, pp.896-908, 1978.