

# 交通施設整備が商業立地に与える影響とその費用便益分析

Effects of transportation improvements on the store location and the cost-benefit analysis

河野 達仁\*\*・野添 孝敬\*\*\*

By Tatsuhito KONO\*\*・Yoshitaka NOZOE\*\*\*

## 1. はじめに

現在多くの先進国で交通施設整備の便益計測についてマニュアル化が行われている。そこで採用されている便益計測手法は交通市場における消費者余剰の増分が交通施設整備による便益に等しいというショートカット理論に基づいている(例えば<sup>1)</sup>。

しかし、ショートカット理論は完全競争下においてのみ成立する。現実経済では完全競争は成立せず、様々な歪みが存在している。したがってショートカット理論を用いると正しい計測がなされないことになる。

歪みのある経済における費用便益分析の研究としては、Harberger (1971)<sup>2)</sup>が挙げられる。Harberger (1971)<sup>2)</sup>は歪みのある経済では整備された財の市場だけではなく、すべての市場の死荷重の変化を総和する必要があることを示している。ただし、その具体的な歪みの原因や死荷重が実際にどのように変化するかについては分析対象としていない。

交通施設整備はその効果の1つとして、商業施設の規模、販売される財の価格、および立地の変化を引き起こす。それに伴って、消費者の買い物行動も変化する。

そのような商業の立地競争や価格競争が行われている状況では戦略的な行動が存在する。したがって完全競争は成り立っておらず、歪みが生じている。このような商業の戦略的立地および価格競争を記述するために、空間的価格競争のモデルが通常用いられてきた。

空間的価格競争については Hotelling(1929)以来、多くの研究がなされてきた。しかし、交通施設整備の便益がどのような項目で表現されるかについて分析した研究はない。

そこで本研究では、空間的価格競争の下で交通施設整備を行う際に用いるべき便益計測式を導くことを第1の目的とする。

次に便益計測式の各項が現実経済でどのような符号を

\*キーワード:空間的価格競争, 費用便益分析

\*\*正員, 学術博士, 東北大学大学院工学研究科

(仙台市青葉区荒巻字青葉 06 TEL022-795-7501)

Eメール kono@plan.civil.tohoku.ac.jp

\*\*\*学生員, 東北大学大学院情報科学研究科

(仙台市青葉区荒巻字青葉 06 TEL022-795-7501)

Eメール nozoe@plan.civil.tohoku.ac.jp

とりうるかを検討するために以下の3つの商業立地パターンを考える。それらは( )郊外に大規模商業施設が立地するモデル, ( )郊外に大規模商業施設と小規模商業が立地するモデル, ( )郊外と都心に商業が立地するモデルである。

このうち( )のモデルは2次元の市場を想定している Capozza and Order (1978)<sup>3)</sup>を郊外の沿道の商業立地を考えて、1次元市場に修正して分析をする。

現実には商業施設や財の種類は複数である。大規模商業施設の進出に伴って小規模商業施設が市場から撤退していく状況においては、一方の財の需要が増えたときに他方の財の需要が減少するといった財の代替性がある。そこで( )のように複数の種類の商業施設や財、そして異なる財の代替性を考慮したモデルを用いて分析する。

また近年、都心の空洞化が問題になっている。空洞化には1つの要因として交通施設整備が関係していると思われる。しかし、交通施設整備と都心空洞化の関係について空間的価格競争モデルを用いて分析した既存研究はない。モデル( )でこの都心空洞化を考察する。

まず第2章でモデル( )について、費用便益分析の公式を導く。モデル( )については第3章で、モデル( )については第4章で考察する

## 2. 郊外の沿道における大規模商業施設立地のモデル (モデル( ))

### (1) モデルの前提

ここでは Capozza and Van Order(1978)<sup>3)</sup>のモデルを用いて、交通施設整備による便益の計測式を示す。

モデルの主な前提条件として次の5項目の仮定をおく。(a)モデルの主体は消費者と商業施設である。(b)これらが1次元に分布している。商業施設は(c)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。(d)商業施設は自由に参入・撤退でき、利潤は0である。(e)商業は規模の経済が働く。取引される財は1種類のみである。商業立地に関して、商業施設が価格を変えても他の商業施設は価格を変えないとする Hotelling-Smithies 競争を仮定する。

財の価格を  $p$  , 財1単位あたり・単位距離あたりの交通費用を  $t$  , 最寄りの商業施設までの距離を  $u$  として需要関数を

$$x = a - b(p + tu) \quad (1)$$

とする。固定費用を  $f$  , 限界費用が一定で  $c$  , 商業施設の商圏内で発生する需要を  $X$  とおくと、仮定(e)に基づき、財の供給にかかる費用は

$$C = f + cX \quad (2)$$

とする。  $X$  が大きいほど財 1 単位あたりのコストは小さくなる。商業施設の利潤は

$$\Pi = 2DR(p-c) \left\{ a - b \left( p + \frac{1}{2}tR \right) \right\} - f \quad (3)$$

## (2) 商業の利潤最大化行動と自由参入

仮定(d)(e)から商業の立地および価格付けの均衡解が求まる。利潤最大化条件は

$$\frac{d\Pi}{dp} = 0 \quad (4)$$

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

である。仮定(c)すなわち自由参入条件より、

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

利潤最大化 1 階条件の(4)式を全微分して  $dt = 0$  とおくと、

$$\left. \frac{dp}{dR} \right|_{\frac{d\Pi}{dp}=0} \begin{cases} > 0 & \text{for } R < R^* \\ < 0 & \text{for } R > R^* \end{cases} \quad (7)$$

を得る。ここで

$$R^* = \frac{a}{bt} - \frac{3p-c}{2t} \quad (8)$$

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

$$\left. \frac{dp}{dR} \right|_{\Pi=0} < 0 \quad (9)$$

を得る。(7),(9)式より、図-1 に示す 2 つの曲線を得る。

仮定(d)(e)をともに満たす財の価格と商圏範囲は、図-1 に示す点 A および B が考えられる。

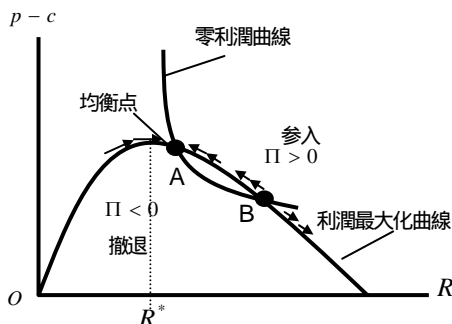


図-1 商業施設の立地行動と価格付け

これらのうち、点 A のみが安定な均衡点となる。点 A 付近では、既存の商業施設が黒字のときは新たな商業施設の参入、赤字のときは既存の商業施設の撤退が起こることにより、状態は点 A に近づいていく。

一方点 B 付近ではこのようなことは起こらず、点 B は不安定な均衡点である。以後、特に断りのない限り安

定な均衡点を単に均衡点と呼ぶ。

なお、図-1 に示すように均衡解  $R$  が  $R > R^*$  となる場合のほかに、 $R < R^*$  となる場合もある。これらの場合によって、以下に示すように交通施設整備の効果が異なる。

## (3) 交通施設整備による均衡点の変化

交通施設整備を行ったときに、利潤最大化曲線と零利潤曲線がシフトする。このとき均衡点がどのように変化するかを分析する。利潤最大化の 1 階条件(4)式を全微分して  $dp = 0$  とおくと、

$$\left. \frac{dR}{-dt} \right|_{\frac{d\Pi}{dp}=0} > 0 \quad (10)$$

を得る。つまり、図 1 の利潤最大化曲線は右にシフトする。次に自由参入条件(5)式を全微分して  $dp = 0$  とおくと、

$$\left. \frac{dR}{-dt} \right|_{\Pi=0} < 0 \quad (11)$$

を得る。つまり、図-1 の零利潤曲線は左にシフトする。

利潤最大化曲線と零利潤曲線がシフトした結果、均衡点がどのようにシフトするかを表-1 に示す。

表-1 交通施設整備による均衡解の変化

	価格	商圏範囲
$R < R^*$	下降	拡大もしくは縮小
$R > R^*$	上昇	縮小

$R < R^*$  のときは商業施設の数が多いとき、 $R > R^*$  のときは商業施設の数が少ないときとみなせる。

表-1 の  $R < R^*$  をみると、商圏範囲が拡大したときは商業施設で財を購入する消費者が増加するので、集客力が高まったものと解釈できる。

以上は Capozza and Order(1978)<sup>3)</sup>の分析を 1 次元に修正したものである。

この分析と次節に示す便益計測式から、ショートカット理論を用いて交通施設整備の便益評価を行ったときにどのようなずれが生じるかを調べる。

## (4) 交通施設整備による便益の計測式

### a) 公式 1

交通施設整備の便益は、商業施設の利潤が 0 となることから、消費者余剰のみで総便益を説明できる。そこでまずは消費者余剰に着目して計測式を導く。個人の消費者余剰の平均の変化は(12)式のように表現できる、

$$d\bar{w} = d\bar{cs} = \frac{\bar{t}}{t}(-dt) - \frac{\bar{t}}{R}dR + \bar{x}(-dp) \quad (12)$$

ここで  $\bar{t}$  は 1 人あたりの平均交通費用、 $\bar{t}/t$  は 1 人あたりの平均交通需要、 $\bar{x}$  は一人あたりの財の平均需要である。

第 1 項と第 2 項は交通市場から観察できる。それに対して第 3 項は財の価格変化による影響を表しており、交

通市場からは観察できない。

交通市場のみの消費者余剰で計測するショートカット理論を用いて分析した場合には第3項が考慮されておらず、便益は正しく評価されていないことになる。

第3項の符号は、表-1に示すとおり、商業施設の数が多いときは正であり、ショートカット理論に基づく便益が過小に評価される。商業施設の数が少ないときは負であり、ショートカット理論に基づく便益が過大に評価される。

#### b) 公式2

次に公式1の第3項を別の表現を用いて表す。零利潤条件(6)式から、財の販売コストの減少はすべて財の値下がりにも反映される。そのため、消費者余剰の変化は財の販売コストの減少分でも説明できる。そこで

$$d\bar{w} = \frac{\bar{\tau}}{t}(-dt) - \bar{\tau} \frac{dR}{R} + \frac{f}{2DR^2} dR + \left( \frac{1}{2} bR(-dt) + b(-dp) \right) (p-c) \quad (13)$$

を得る。

#### (5) 公式1と公式2の比較(便益計測の容易性から)

$\bar{x}$ は1人あたりの平均需要を示しており、財の市場から観察できる。 $\bar{\tau}/t, t, R$ は、交通市場から観察できる。これに対して、 $c, f$ は商業施設の生産技術に関するデータであり、一般に入手が困難である。

公式2はHarberger(1971)<sup>2)</sup>の公式に対応する。なおデータの観察という観点から、公式2よりも、公式1を用いる方が便益計測は容易であることがわかった。そのため、以後の分析では公式1のみを示すこととする。

### 3. 郊外の大規模・小規模商業施設のモデル

#### (1) モデルの前提(モデル( ))

モデルの前提条件は第2章(1)に示した(a)から(d)および(g)はモデル( )と同様とする。本モデルでは(e),(f)を次のように変更し、新たな条件(h)を加える。(e)大規模商業施設は規模の経済が働く一方、小規模商業施設は規模の経済が働かず、1単位あたりのコストは一定である。(f)取引される財は2種類あり、財1を大規模商業施設、財2を小規模商業施設がそれぞれ供給する。(h)財1と財2には代替性がある。

仮定(e)から財の供給にかかる費用を次のように定める。大規模商業施設の費用は

$$C^L = f + c_1 X_1 \quad (14)$$

小規模商業施設の費用は

$$C^S = c_2 X_2 \quad (15)$$

仮定(h)から財1の需要を以下のように定める。

$$x_1 = a_1 - b_{11}(p_1 + tu) + b_{12}p_2 \quad (16)$$

財2の需要は

$$x_2 = a_2 - b_{22}p_2 + b_{21}(p_1 + tu) \quad (17)$$

(16)(17)式の右辺第3項は異なる財の代替性を反映している。財2を購入する費用が上がれば財1の需要が上がる。財2の需要についても同じことが言える。

費用を示す(14)式はモデル( )に示した(2)式と同じ形である。財の需要を示す(16)式は、 $b_{12}, p_2$ が定数であることから、財1の購入費用に関して線形な関数であり、モデル( )に示した(1)式と同様の関数とみなせる。したがって利潤最大化曲線と零利潤曲線がモデル( )と同様に描ける。

#### (2) 均衡点と交通施設整備による変化

大規模商業施設の立地・価格競争の均衡点と、交通施設整備を行ったときの均衡点の変化はモデル( )と同様である。

小規模商業施設は固定費用がかからず、無数に立地できるので $p_s = c_s, R_s = 0$ が均衡点となる。これは交通施設整備を行っても変わらない。

#### (3) 便益計測式

便益計測式は以下のとおりである。

$$d\bar{w} = dcs = \left[ -\frac{\bar{\tau}_1}{R} + \frac{b_{21}}{2b_{22}} \left\{ a_2 + b_{21} \left( p_1 + \frac{2}{3} tR \right) - b_{22} p_2 \right\} t \right]_{( )} dR + \left[ \frac{\bar{\tau}_1}{t} - \frac{b_{21}}{2b_{22}} \left\{ a_2 + b_{21} \left( p_1 + \frac{2}{3} tR \right) - b_{22} p_2 \right\} R \right]_{( )} (-dt) + \left[ \bar{x}_1 - \frac{b_{21}}{b_{22}} \bar{x}_2 \right]_{( )} (-dp_1) \quad (18)$$

小規模商業施設を考慮に入れたモデルでは(18)式に下線部( )から( )の項が加わる。これらはそれぞれ2つの財の代替性による効果を示している。具体的には以下のとおりである。( ) : 商圏範囲が拡大すると財1の購入に要する交通費用が増加し、代替性から財2の需要が増加する。そのとき下線部( )に示す分だけ財2から得られる消費者余剰が増加する。( ) : 交通費用単価が減少することによって財1の購入に要する交通費用が減少し、代替性から財2の需要が減少する。そのとき下線部( )に示す分だけ財2から得られる消費者余剰が減少する。( ) : 財1の価格が減少し、代替性から財2の需要が減少する。そのとき下線部( )に示す分だけ財2から得られる消費者余剰が減少する。

### 4. 都心・郊外モデル(モデル( ))

#### (1) モデルの前提

モデル( )では、都心と郊外に商業が立地している状況を想定している。ここで、消費者は皆郊外環状線沿いに住んでいるものとする。消費者は郊外環状線を通して郊外の商業施設で財を購入するか、放射線を通して都心に行き、都心の環状線を移動して財を購入する(図-2)。

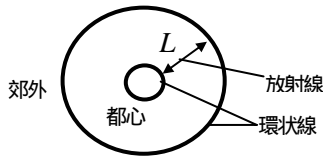


図-2 都心と郊外の商業

モデルでの主な前提条件は次の4項目である。(a)図-2のように都心・郊外の環状道路があり、それぞれ沿道に商業施設が立地している。(b)すべての消費者は郊外環状線沿いに均一の密度で住んでいる。都心に行くときは家のすぐそばから長さLの放射線を通り、まっすぐ都心に向かう。都心では環状線を移動し、最も近い商業施設に行く。(c)いずれの商業も規模の経済が働く。(d)郊外で供給される財(S財)と都心で供給される財(C財)には代替関係がある。

仮定(c)から  $j = S$  or  $C$  として財の供給にかかる費用は

$$C^j = c^j X^j + f^j \quad (19)$$

仮定(d)から、郊外で供給される財の需要は

$$x_s = a_s - b_{ss}(p_s + t_s u_s) + b_{sc} \left( p_c + t_r L + \frac{1}{2} t_c R_c \right) \quad (20)$$

都心で供給される財の需要は

$$x_c = a_c - b_{cc}(p_c + t_r L + t_c u_c) + b_{cs} \left( p_s + \frac{1}{2} t_s R_s \right) \quad (21)$$

ここで、 $t_r$ 、 $t_s$  はそれぞれ放射線、郊外環状線の交通費用単価、 $t_c$  は都心の環状線の交通費用単価である。 $b_{sc}$ 、 $b_{cs}$  は代替性の大きさを示すパラメータである。

(20)式の第3項はC財購入の費用が高いときにS財の需要が大きくなる効果を示している。 $p_c$  はC財の価格、 $t_r L$  は放射線を移動する交通費用である。()内第3項は都心での移動にかかる交通費用である。厳密には、()内第3項は消費者の居住地によって異なっており、本来ならばこの異質性を(20)式に反映させるべきである。しかし、ここでは簡単のために、都心の環状線の移動距離を居住地に関わらず平均の距離に置き換える。都心の環状線沿いには消費者が一樣に到着することから、これを  $(1/2)t_c R_c$  と置く。

(21)式の第2項()内の  $p_s$  はS財の価格、 $t_r L$  は放射線を移動する交通費用である。 $t_c u_c$  は都心での移動にかかる交通費用である。第3項はS財購入の費用が高いときにC財の需要が大きくなる効果を示している。ここでも(20)式と同様の理由から郊外環状線の移動距離は平均の移動距離  $(1/2)t_s R_s$  と置く。

これらの設定から、第2章と同様に商業の立地および

価格付けの均衡解が求められる。

(2) 交通施設整備による均衡点の変化  
紙面の都合上、結果は発表時に述べる。

(3) 便益計測式

$$d\bar{cs} = \frac{\partial \bar{cs}}{\partial R_s} dR_s + \frac{\partial \bar{cs}}{\partial t_s} dt_s + \frac{\partial \bar{cs}}{\partial p_s} dp_s + \frac{\partial \bar{cs}}{\partial R_c} dR_c + \frac{\partial \bar{cs}}{\partial t_r} dt_r + \frac{\partial \bar{cs}}{\partial p_c} dp_c \quad (22)$$

第2章と同様に交通市場から観察できる項とできない項があることがわかった。(23)式の項のうち、下線の付いた項は交通市場からは観察できないため、財の市場から観察する必要がある。

モデル( )と同様に、交通市場から観察できる項目は1人当たりの平均交通需要、交通費用単価、商圈範囲である。1人あたりの平均需要は財の市場から観察できる。

## 5. 結論

本研究では3つのモデルを用いて分析した。

第1に、モデル( )を用いて計測すべき便益の項目を示した。そこでまず、空間的価格競争下で交通施設整備をする際にショートカット理論に基づいた計測方法は不十分であることを示した。次にショートカット理論によって計測される項目の他に、計測項目に加えるべき項目として、財の価格変化によって生じる便益を示した。

第2にモデル( )では異種の商業施設の存在と異なる財の代替性を考慮した。

そして第3にモデル( )から、第3章(2)に分析した郊外・都心の商業を考慮した場合について交通施設整備の効果を分析した。まず、郊外・都心で供給される財の代替性が小さい場合には、郊外環状線整備によって都心における商業施設の密度や価格は上昇・下降いずれもありうることを明らかにした。次に放射線整備によって都心の商業施設の密度が大きくなり、価格も下がるなど、集客力が高まることを明らかにした。一方で、郊外・都心で供給される財の代替性が大きい場合については交通施設整備の効果については様々な影響パターンがありうることがわかった。

### 主要参考文献

- 1) 道路投資の評価に関する指針検討委員会:「道路投資の評価に関する指針(案)」1998.
- 2) Harberger A. C: Three Basic Postulates for Applied Welfare Economics: an Interpretive Essay, *Journal of Economic literature* 9,785-797, 1971 .
- 3) Dennis R. Capozza and Robert van Order: A Generalized Model of Spatial Competition, *The American Economic Review*, Vol. 68, No. 5,896-908, 1978