

開発行為を伴う場合の都市規模決定に関する基礎的考察

City Agglomeration Analysis with Urban Development

竹林幹雄*

By Mikio TAKEBAYASHI*

1. はじめに

都市・地域の開発を行っていく際、その開発の都市・地域の成長に与える影響を把握することは、計画の方向性を吟味する場合にきわめて重要な情報となると考えられる。特に近年は、社会のドラスティックな変化を背景として、従来型のトレンド分析に立脚したアプローチのみならず産業構造の変化をも視野に入れた形での応用一般均衡分析に立脚したアプローチが都市経済学¹⁾を中心として、各方面で行われるようになってきている²⁾。

これらの研究の多くは、応用一般均衡分析に立脚したものである。特に、小林³⁾や文⁴⁾の研究では、都市間(高速)交通網の都市規模やその成長に対する影響を論じたものであり、多くの示唆を与えてくれる。

本研究では、前述のような各分野で洗練されてきた方法論を取り入れ、特に Developer が開発行為を行う場合の都市成長に与える影響を分析するための理論的枠組みを与えることを目的とする。特に本論では Abdel-Rahman によって開発された Open City Model⁵⁾と文によって開発された都市間交易モデル⁶⁾を基本とし、これに開発を行う Developer の行動を明示的に取り入れることを中心に議論を進める。

2. モデル構造

本論では、以下のような設定を設けている。

- (1) 考察対象とする都市は基本的に Open City であるが、経済圏(以下、圏域と呼ぶこととする)全体では考察対象とする2時点間では閉じた構造をもつものとする。
- (2) 経済主体としては家計、製造業企業、サービス業企業、Developer の4種であるとする。
- (3) 全ての資本は家計によって保有されており、企業は資本の保有を行わないものとする。また、家計は土地の所有は行わず、全て Developer が所有する土地を借り受けるものとする。
- (4) 資本の量は2時点間では固定され、圏域内では自由に

移動することができるものとする。その移動コストも生じないものとする。

- (5) 家計の移動、企業の移動に関しても移動コストは生じないものとする。
- (6) 家計は労働による報酬のほか企業への資本レンタル料による報酬を有するものとする。
- (7) 企業は全て CBD で活動し、家計は CBD 以外で居住するものとする。
- (8) 域内では完全雇用が達成されているものとする。
- (9) サービス業が与えるサービスは1ゾーン内においてのみ享受されるものとする。
- (10) 製造業で生産される財は交易財であるものとする。
- (11) Developer は地代収入によって開発資金を得るものとする。
- (12) 開発期間が終了し、新たな人口が圏域内に流入してくる場合、現在保有されている一人当たりの資本量と等量の資本を持ち込むものとする。

以上のような状況の下に、各経済主体の行動を記述することとする。なお、経済主体間の関係を図-1に簡略表記する。

また、本モデルの構造を図-2に略式表記する。

次に、各経済主体の行動についての定式化を試みる。

(1) 企業の行動

企業は本論では2種類存在する。一つは交易財の生産を行う企業と、サービス財を生み出すサービス産業である。本論においては、交易財は1種類のみであるとし、これをニューメーラール財とする。この価格は1都市のみで考える場合は基準価格1であり、その生産量は X で表されるものとする。

次にサービス財についてであるが、これは域内全体で N 種存在し、その生産量を Z_i 、生産者価格を P_{Z_i} とする。

いずれの財の生産においても、労働 L_{Z_i} および資本 K_{Z_i} が使用されるものとする。このとき、生産関数を文モデル⁹⁾に倣って

Key Word 地域計画

* 正会員 工修 神戸大学工学部建設学科

(神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL:078-803-1016)

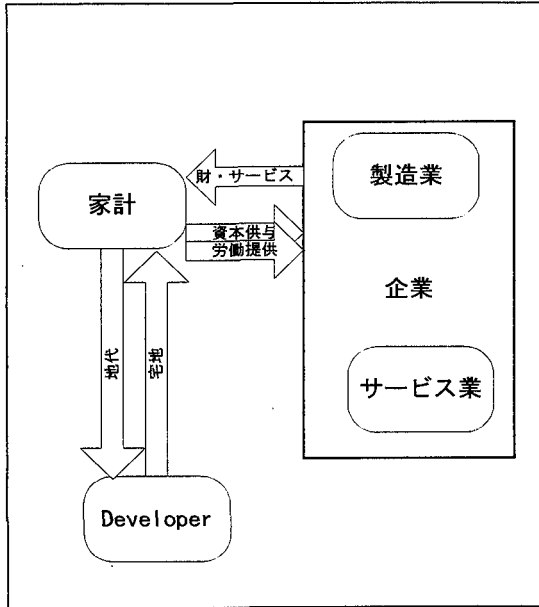


図-1 経済主体間の関係

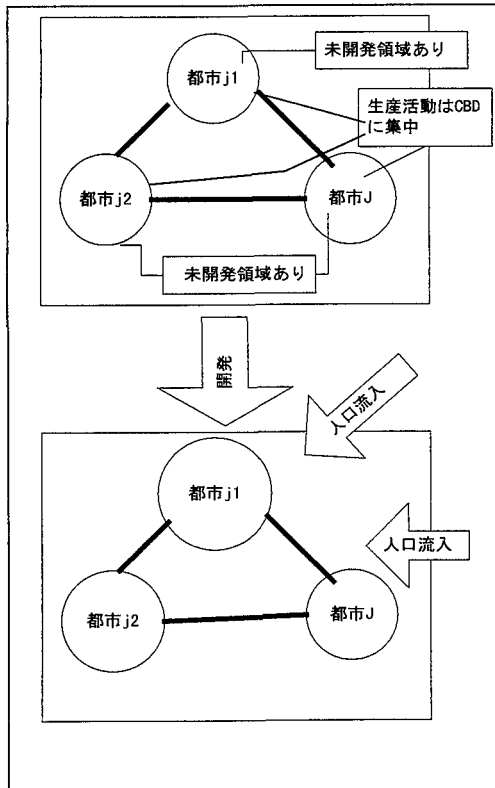


図-2 モデルの構造

$$Z_i = (T)^{\sigma^{Z_i}} (L_{Z_i})^{\omega^{Z_i}} (K_{Z_i})^{1-\omega^{Z_i}} \quad (1-a)$$

$$X = (T)^{\sigma^X} (L_{Z_i})^{\omega^X} (K_{Z_i})^{1-\omega^X} \quad (1-b)$$

と与えるものとする。ここで、 T :都市の人口、 σ^Z :財 i の生産に関わる人口規模の影響を示すパラメータ、 ω^Z :生産パラメータを示す。

ここで、企業が利潤最大化を行うものとして、以下の最大化問題

$$\text{Maximize } \Pi = Z_i * P_{Z_i} - (W * L_{Z_i} + k * K_{Z_i}) \quad (2)$$

を解く。ここで W :所得率、 k :資本レンタル率である。上記の式は X に対しても全く同様に適用される。すると、 Z_i 、 X に関して同型の式を求めることができる⁹⁾。

$$L_{Z_i} = \frac{\omega^{Z_i}}{W} Z_i * (T)^{-\sigma^{Z_i}} (\omega^{Z_i})^{-\omega^{Z_i}} * (1 - \omega^{Z_i})^{-(1-\omega^{Z_i})} W^{\omega^{Z_i}} k^{1-\omega^{Z_i}} \quad (3-a)$$

$$K_{Z_i} = \frac{1 - \omega^{Z_i}}{k} Z_i * (T)^{-\sigma^{Z_i}} (\omega^{Z_i})^{-\omega^{Z_i}} * (1 - \omega^{Z_i})^{-(1-\omega^{Z_i})} W^{\omega^{Z_i}} k^{1-\omega^{Z_i}} \quad (3-b)$$

(2) 家計の行動

家計は労働による報酬と資本レンタルによる収入をもとに、財の消費と地代を支払う。なお、本論では資本の蓄積過程、及び納税に関する項目は捨象するものとする。

いま、都市は *circle city* であると仮定する¹⁾。このとき、中心より距離 r の場所に立地する家計の直接効用関数は Abdel-Rahman¹⁾に従って

$$U = X(r)^\alpha h(r)^\beta \left(\left(\sum_{i=1}^N Z_i^\rho \right)^{1/\rho} \right)^\gamma \quad (4)$$

と与えられるものとする。ここで h :家計あたりの土地消費量、 ρ :サービスの多様性を示すパラメータ、 α 、 β 、 γ :パラメータである。

家計のもつ予算制約は次のように示すことができる。

$$W + \frac{K}{T_{\text{whole}}} k - t * r = X + \sum P_{Z_i} * Z_i + h(r) * R(r) \quad (5)$$

ここで K :経済圏全体で保有する資本の総量、 T_{whole} :経済圏全体での人口、 t : CBD までの交通費用単価、 $R(r)$:地代である。

さて、式(4)を最大化する問題は以下の *Lagrangean* を極大化するような X 、 Z_i 、 h を求めればよい。

$$\text{Maximize } L = U + \lambda(W + \frac{K}{T_{\text{whole}}}k - t^*r) - X(r) - \sum P_{Z_i} * Z_i(r) \quad (6)$$

この結果、次のような解を得ることができる。

$$X = \alpha(W + \frac{K}{T_{\text{whole}}}k - t^*r) \quad (7-a)$$

$$h(r) = \beta(W + \frac{K}{T_{\text{whole}}}k - t^*r)R(r) \quad (7-b)$$

$$Z_i(r) = \{\gamma(W + \frac{K}{T_{\text{whole}}}k - t^*r)P_{Z_i} * ((\sum (Z_i(r))^\rho))^{\frac{1}{1-\rho}}\} \quad (7-c)$$

さらに式(7-c)から、次のような間接効用関数を得ることができる。

$$V(r) = \alpha^\alpha \beta^\beta \gamma^\gamma (W + \frac{K}{T_{\text{whole}}}k - t^*r)I^{-1}R(r)^{-\beta} \quad (8)$$

なお、

$$I = (\sum_i (P_{Z_i})^{-\rho/(1-\rho)})^{-(1-\rho)/\rho} \quad (9)$$

である¹⁾。

このとき、地代 $R(r)$ は式(8)より

$$R(r) = V(r)^{-1/\beta} \alpha^{\alpha/\beta} \beta^{\gamma/\beta} \gamma^{\gamma/\beta} * (W + \frac{K}{T_{\text{whole}}}k - t^*r)^{1/\beta} I^{-1/\beta} \quad (10)$$

となるので、式(7-b)より

$$h(r) = V(r)^{1/\beta} \alpha^{-\alpha/\beta} \gamma^{-\gamma/\beta} (W + \frac{K}{T_{\text{whole}}}k - t^*r)^{-(\alpha+\gamma)/\beta} I^{\gamma/\beta} \quad (11)$$

と求めることができる。

さらに、circle city であることを考えると、CBD から距離 r にある利用可能な面積は最大で $2\pi r$ 存在することになる。最大とするのは、都市内において未利用値が存在し、今後 Developer により開発され、新たな宅地となることを表現するためである。

以上のような場合、現在利用可能な面積の割合を $\theta(r)$ ($0 < \theta(r) \leq 1$)

であるとして、次の式を得る。

$$T = \int_0^{r_{\text{fringe}}} \{2\pi r \theta(r) / h(r)\} dr \quad (12)$$

ここで、 r_{fringe} : CBD から都市の最外縁までの距離である。この r_{fringe} は次のような関係から導くことができる。

$$W + \frac{K}{T_{\text{whole}}}k - t^*r_{\text{fringe}} = 0 \quad (13)$$

式(12)より、都市内に居住可能な家計の数 T が与えられる。

(3) Developer の行動

Developer は地代収入をもとに、新たな宅地を開発することを目的とする。なお、本論では2時点間に限定した検討を行う。

Developer は時点 S から時点 $S+1$ までの間に蓄積される地代収入

$$D_m = \int_S^{S+1} \int_0^{r_{\text{fringe}}} R_j(r) h_j(r) T_j(r) dr ds \quad (14)$$

を予算とする。なお、ここでは2時点間での圏域内の人口の増減は生じないことと仮定する(ただし、開発の終了時点 $S+1$ では人口は増減することとなる)。ここで j : 圏域に属する都市を示すインデックスである。

さて、Developer は $S+1$ 時点における圏域内の家計の総数を極大化するような宅地開発を行うことを目的とするため、その行動は以下ようになる。

$$\begin{aligned} \text{Maximize } G &= \sum_j T_j(S+1) \\ &= \sum_j \int_0^{r_{\text{fringe}}} \{2\pi r [\theta_j(r) + \Delta\theta_j(r)] / h_j(r)\} dr \end{aligned} \quad (15)$$

ここで $T_j(S+1)$: $S+1$ 時点での都市 j での家計の総数、 $\Delta\theta_j(r)$: 都市 j における CBD からの距離 r にある土地の新規開発割合を表す。

次に予算制約について考える。本論では全ての開発事業は交易財を用いて行われるものと仮定する。後述することになるが、この交易財の価格はワルラス均衡を前提にする場合に、いずれかの都市における生産者価格(f.o.b.)を基準値として用いることになるが、ここでは一般的な形で表現することとする。

都市 j における交易財の価格を P_j^X とすると、各開発工事が全て等質で、財の使用割合も均一であると仮定すると、

$$Di = (2\pi\mu \sum_j P_j^X \int_0^{r_{\text{fringe}}} r \Delta\theta_j(r) dr) * s \quad (16)$$

が成立することになる。ここで μ : 宅地1単位造成に必要な交易財の量、 s : S から $S+1$ 期の間に存在する造成期間(地代収入期間)である。

3. 均衡条件

前章で述べた各経済主体の行動は、以下に述べる条件を満たす場合、唯一の解を有することになる。ここでは、その均衡条件についての考察を行う。

(1)空間的価格均衡

財の消費が都市内のみならず、都市間においても行われる交易財の場合、生産地から消費地までの輸送費用が消費地における消費者価格に反映されている必要がある。すなわち、

$$\text{if } X_{jl} > 0 \quad \text{then} \quad P_l = P_j + d_{jl} * TC \quad (17-a)$$

$$\text{if } X_{jl} = 0 \quad \text{then} \quad P_l < P_j + d_{jl} * TC \quad (17-b)$$

を満たさなければならない。ここで X_{jl} :都市 j で生産され、都市 l で消費される交易財 X の量、 P_l :都市 l での消費者価格、 P_j :都市 j での生産者価格、 d_{jl} :都市間距離、 TC :都市間距離に依存した輸送費用単価を表す。

(2)市場均衡

交易財、サービス財に関係なく、全ての財は市場において以下の均衡条件を満足しなければならない。

$$X_j = \sum_l X_{jl} \quad \text{for } \forall j \quad (18-a)$$

$$X_l = \sum_j X_{jl} \quad \text{for } \forall l \quad (18-b)$$

$$Z_j = \int_0^{r_{fringe}} Z_j(r) T_j(r) dr \quad \text{for } \forall j \quad (18-c)$$

ここで、本論では2章で述べた仮定により、開発期間中の生産量は地代収集体ごとに常に一定であるので、時間を示すインデックスは省略してある。また、交易財の輸送に関しては、CBD より造成工事を行う位置までの輸送費用は都市間のそれに比べて無視するほど小さいものという仮定を設定している。

(3)都市間均衡

家計はいずれの都市のいずれの場所に立地しようと、全て等しい効用を得ることができる。すなわち、

$$V_j(r) = \bar{V} \quad \text{for } \forall j, \forall r \quad (19-a)$$

さらに、圏域内で運用される資本のレンタル率は、いずれの都市においても等しいという条件を満たさなければならない。ゆえに、

$$k_j = \bar{k} \quad \text{for } \forall j \quad (19-b)$$

である。

以上のような条件と2章に挙げた方程式から、都市間の均衡に関わる方程式体系は閉じられ、ワルラス均衡が達成される。ただし、ワルラス均衡を考える際に、ある都市における交易財の生産者価格＝消費者価格を基準において、計算を実行する必要がある。

また、2時点間における最適整備計画は以下に示す等価な Lagrangean 最大化問題

$$\text{Maximize} \quad L = G + \xi(D_{in} - D_{out}) \quad (20)$$

の解として与えられることになる。

4. おわりに

本論文では、開発行為を伴う場合の複数都市によって構成される地域の成長に対する影響を把握するためのシステムの構築を理論ベースで行った。しかし、本モデルでは動学化に不可欠な資本蓄積過程⁹⁾をモデルに取り入れていない。このため、2時点間以外での多時点間における最適計画のトラジェクトリを把握することが本モデルではできない。この点を改良することが必要である。

本研究では、具体的な数値計算を伴っていないため、このシステムの安定性・適用範囲についての議論は行っていない。今後の研究課題として、現在検討中である。

【参考文献】

- 1) Abdel-Rahman, H.M.: Supply-demand-side approach to agglomeration, 1988, Regional Science and Urban Economics, pp.69-86, North Holland.
- 2) Fujita, M.: A Monopolistic Competition Model of Spatial Agglomeration, 1988, Regional Science and Urban Economics, pp.87-124, North Holland.
- 3) Berliat, M. and Wang, P.: Endogenous Formulation of a City without Agglomerative Externalities or Market Imperfections, 1993, Regional Science and Urban Economics, 23, pp.121-144, North Holland.
- 4) 小林潔司・奥村誠: 高速交通体系が都市システムの発展に及ぼす影響に関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.18, pp.221-224.
- 5) 文世一: 地域間交通システムの整備が産業立地と人口分布に及ぼす影響, 1995, 土木計画学研究・講演集, No.18, pp.665-668.
- 6) 鶴田忠彦: 連続的な計画変更と蓄積経路の安定性, 理論経済学, Vol. XXIII, No.1, pp.38-47.