

# バーンスのとくに都市間交通施設整備問題に関する研究

東京工業大学 正会員 肥田野 龍

## 1. (はじめに)

1つで走り、それ以外の集積効果( $f_{ik}$ )は、内都市の低成長時代への移行とともに、都市の成長過程と整合生産の相互関係と不可開通経路 $R_i^k$ と潜在生産( $f_i, f_k$ )とのとて、効率のよい、又、現実性の高い、都市間交通施設によって決定されるべきであらう。ふれらへの集積整備が必要となつてゐる。それに対して、従来の効果は、 $f_A = f_i(f_i, f_k, g_i, R_i^k)$ となる。

地域交通計画は、目標年次1時点での需要予測を中心とし、一方、交通施設整備によって、他都市との消費財の交換したので、目標年次に到る整備過程についての検討は易(被出正 $M_i^k$ と加入 $M_i^k$ )が実現可能。過去、加入は固定需要とのとの段階建設に関して、費用便益分析面とともに、都市間の交通施設量と、都市の潜在生産に依存からなされてゐるに可なかつた。また、地域の交通してみると考らねばならぬ。

施設整備と、地域の成長過程との関連についても、従来  $E_i^k = E_i^k(f_i, f_k, g_i)$

の分析では、相互連関X力=ズムが内生化されており  $M_i^k = M_i^k(f_i, f_k, g_i)$ となる。従つて、都市また、整備プロセスにおける地域住民とはじめと可なりとS<sub>i</sub>の競合効果( $f_{ik}$ )は、次のようになら。

各主本体制約についての配慮に欠けていたため、支給率  $f_i = E_i^k - M_i^k$

的かつ、現実的な交通施設整備問題とはいえないなかつた。以上より、都市<sub>i</sub>の生産限数を  $f_i$ とすれば、純生産

本研究は、上記の問題を、①都市群の成長X力=ズムは、 $y_i = f_i + \sum_{j \neq i} (f_{ij} - f_i)$

と交通施設の関係を内生化して、動学モデル(地域交通施設し  $G_i$ は、都市<sub>i</sub>と何らかの関係を有する他の都市の集合、施設整備モデル)を構築し、②整備プロセスにおける各主都市経済財政X力=ズム

体の制約と、地域変化に付ける制約と考え、整備速度制約、都市の潜在生産限数( $f_i$ )は、都市<sub>i</sub>の有する民間契約としてとらえ、③動的最適化問題として、走式化不設( $\bar{y}_i$ )の量  $Z_{ij}$ と公共交通設( $\bar{y}_i$ )の量  $k_{ij}$ による都市人口(3:ことにより解決しようとしているのである。つまり、 $P_{ij}$ )によって設走式化と

いつ、どのように、交通施設を整備していくばん  $f_i = f_i(k_{ij} (j=1, \dots, n), Z_{ij} (j=1, \dots, n), P_{ij})$ 、入のとれど地域発展がむづらさないものと、各地域の権衡をとる。集積、競合効果を考慮した生産 $y_i$ の走率の設整備問題の解として、明らかに可。

が、税として、都市政府に入ること、残りは、消費 $C_{ij}$

## 2. 地域交通施設整備モデル

本研究では、まず、地域の経済成長プロセスと交通施設一般財源 $R_i^k$ は、交付税などとからみ抜く(年数 $t$ )は設整備を運動させたものに、①交通施設整備の効果と②して決定できる。

施設整備力を、明示的にあつた。可ならず、交通  $R_i = y_i s_i s_i^k = y_i s_i$  (但し、 $s_i = s_i s_i^k$ )

施設整備が、都市生産に与える効果を、競合、集積の2  $y_i(1 - s_i) = C_{ij} + I_i = C_{ij} + \sum_{j=1}^n Z_{ij}$  とす

面からとらえ、さらに、都市生産の拡大が、都市政府の施設<sub>i</sub>の維持管理費<sub>i</sub>より施設<sub>i</sub>を維持して、経常経費は交通施設を小さく施設整備力を増加させ、結果、交通施設<sub>i</sub>を以て施設整備 $k_{ij}$ と人口 $P_{ij}$ によって走る走式化設施整備 $r_{ij}$ と、うつりードバックルーフ<sub>i</sub>と、経常経費 $C_{ij}$ は、

清財政X力=ズムを内生化した。

$$C_{ij} = \sum_{j=1}^n C_{ij} p_{ij} + C_{ij} P_{ij}$$

従つて、都市政府の施設整備力  $S_{ij}$ は、

都市<sub>i</sub>に与える交通施設整備の影響は、まず、都市<sub>i</sub>  $S_{ij} = R_i - C_{ij}$

との輸送費( $C_{ij}$ )の低下( $\Delta C_{ij}$ )など集積の効果( $\Delta f_{ij}$ )により、各施設の整備量  $k_{ij}$ は、各施設への財源分配  $S_{ij}$ と都市純生産<sub>i</sub>、増大可<sub>i</sub>としらね。輸送費の低減補助金などとからみ抜く(年数 $m_{ij}$ )によつて

は、内都市の潜在生産( $f_i, f_k$ )と、都市間交通施設量 $k_{ij}$   $k_{ij} = S_{ij} m_{ij}$

と走るが、交通施設 ( $j=1$ ) は、方向別に、 $k_{in}^j = 1$   
で、 $k_{in}^j = s_{in}^j m_{in}^j$

さらに、都市間交通施設量  $q_i^j$  は、中央政府によると整備され量  $q_i^j$  と、都市政府によると整備すべき量  $q_i^j$  によって決まる。したがって、 $q_i^j = k_{in}^j + q_i^j$   
 $\therefore k_{in}^j = \sum_{j \in E_i} q_i^j$  となる。

$$q_i^j = q_i^j + q_i^j$$

さらに、これを用いて、都市消費  $C_{Mi}$  と  
PCE (AC<sub>i</sub><sup>j</sup>) と考慮して、公共交通施設量によって決まる。

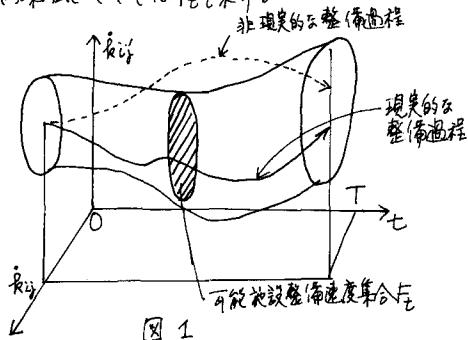
すなはち、 $U_i = U_i(C_{Mi}, AC_i^j, k_{in}^j, s_{in}^j, s_{out}^j, j=1, \dots, n)$  うに設定する。輸送費は、都市間の相対生産性  $a_i^j$ 、  
当該都市の生産量に比例し、交通施設量 反比例して減

少する。一方で、移出は、相対生産性と相手都市の生産量

による。したがって、 $U_i = U_i(C_{Mi}, AC_i^j, k_{in}^j, s_{in}^j, s_{out}^j, j=1, \dots, n)$  となる。

### 整備速度制約

次に、人口によって設置整備制約を考慮した交通施設量  $k_{in}^j$ 、 $T$ 、移入と、相対生産性と当該都市の  
整備速度の概念を導入する。各施設の単位時間当生産量、交通施設量に比例して増大する。この  
整備量を、整備速度とすれば、各時点において、地下、地上、総合開発について2つを設定する。  
域内主体によると設置速度制約、可能速度領域制約 モデル1：総合効果が、地域全体では相殺される  
約となる。以下を示すのが、図1である。可能速  
度制約集合を図1では示す不可。



### 3. 2都市の交通施設整備過程

以上の基本的な考え方について、本研究では、図2

によじて仮想的2都市における交通施設整備過程を明らかにして、モデル1はアノイ。

(i) 2都市 ( $i=1, 2$ ) は、交通施設  $q_i^j$  によると、  
Tより、 $q_i^j$  の整備は、中央政府、都市政府によると、 $q_i^j$  と  $q_i^j$  である。ここで、 $p_{ij}, p_{ij}$  は、 $q_i^j$  に対する補助費、 $p_{ij}, p_{ij}$  は、 $q_i^j$  と  $q_i^j$  の条件を満たす必要である。

(ii) 各都市には、生産施設 ( $s_{in}^j$ ) による交通施設 ( $q_i^j$ ) が存在する。  
(iii) 潜在生産は、自都市の生産施設量 ( $s_{in}^j$ ) にのみ依存する。  
したがって、人口、民間施設は一定とする。  
(iv) 施設の劣化はないものとする。

(v) 都市間の施設の移動は生じず、他の都市への投資は  
できないものとする。

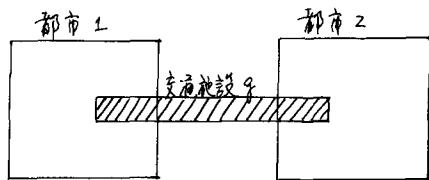


図 2

さらに、交通施設整備による集積、競合効果を、次のよう

うに設定する。輸送費は、都市間の相対生産性  $a_i^j$ 、  
当該都市の生産量に比例し、交通施設量 反比例して減

少する。一方で、移出は、相対生産性と相手都市の生産量

による。したがって、 $U_i = U_i(C_{Mi}, AC_i^j, k_{in}^j, s_{in}^j, s_{out}^j, j=1, \dots, n)$  となる。

モデル1：総合効果が、地域全体では相殺される場合。

$$q_i^j = a_i^j k_{in}^j - \frac{a_i^j}{2} k_{in}^j - p_{ij} q_i^j + \beta_{ij} q_i^j \quad (1)$$

モデル2：競合効果による生産所得の減少が、地域  
全体で相殺されない場合。

$$q_i^j = a_i^j k_{in}^j - \frac{a_i^j}{2} k_{in}^j - p_{ij} q_i^j \quad (2)$$

### 問題の定式化

最適な施設整備過程は、両都市の効用  $U_i$  の目標年次  
(T)までの総和を最大化する目的 (I) 次のように  
定式化できる。

$$\int_0^T (\hat{U}_1 + \hat{U}_2) dT \rightarrow \max$$

$$\left. \begin{array}{l} s_{in}^j = b_{ij} q_i^j - c_{i1} k_{in}^j - c_{i2} k_{in}^j \\ k_{in}^j = m_{i1} (s_{in}^j - s_{in}^{j-1}) \quad (0 \leq s_{in}^j \leq s_{in}^j) \\ k_{in}^j = m_{i2} s_{in}^j \\ a_i^j = u_i^j q_i^j \end{array} \right\} i=1, 2. \quad (3)$$

$$H = \sum_{i=1}^2 (\hat{U}_i + p_{ij} m_{i1} (s_{in}^j - s_{in}^{j-1}) + p_{ij} m_{i2} s_{in}^j) + P_i q_i^j \quad (4)$$

$P_i$  :  $q_i^j$  に対する補助費  $P_{ij}, P_{ij}$  次の  
条件を満たすことを必要である。

(i)  $P_{ij}, P_{ij}$  は、区間  $[0, T]$  で連続かつ正の(微  
分可能

$$(ii) -P_{ij} = 2H/2k_{in}^j, k_{in}^j = 2H/2P_{ij} \quad (i=1, 2, j=1, 2)$$

$$-P_{ij} = 2H/2q_i^j, q_i^j = 2H/2P_{ij} \leq q_i^j(t)$$

$$(iii) \hat{H}((\hat{k}_{in}^j, \hat{q}_{in}^j, \hat{s}_{in}^j, \hat{P}_{ij}, (i=1, 2, j=1, 2)), P) \geq$$

$$H(\hat{R}_{ij}, \hat{g}_{ij}, S_{iz}, P_{ij}, (i=1,2, j=1,2), P) \\ \text{for all } t \in [0, T], (S_{ij}, g_{ij}) \in F_t$$

(iv)  $P_{ij}(T) = 0, (i=1,2, j=1,2), P(T) = 0$   
 $R_{ij}(e) = R_{ij}(0) (i=1,2, j=1,2), g(0) = g_0$

この時の最適解は、(iii)より  $\Delta H/S_{iz}$  の符号により次の通り。  
 モデル②の場合、交通施設と整備不可都市では、  
 の4つのケースに場合分けされる。

①  $P_{11}M_{11} \geq P_{12}M_{12}, P_{21}M_{21} \geq P_{22}M_{22}$  で、  
 生産施設と整備可。

②  $P_{11}M_{11} \geq P_{12}M_{12}, P_{22}M_{22} < P_{21}M_{21}$  で、地域1よりなり、施設整備力  $S_i < 0$  で、最終的に  
 生産施設、地域2は、交通施設を整備。

③ ④の逆

④  $P_{11}M_{11} \leq P_{12}M_{12}, P_{21}M_{21} \leq P_{22}M_{22}$ 、両地域なし。  
 a. 交通施設を整備可。

ここで、(1)は、交通施設整備がなされない場合である。以上より明らかなる通り、本研究では、都市群レベルにて、速度制約を考慮しない場合のみである。

$$P_{11} = \frac{1}{(A_1 + B_1 - A_2 + B_2)(m_1 - m_2)} \left[ A_1(A_2 + B_2 - A_1 + B_1) - B_1A_2m_1 + B_2A_1m_2 + (A_2B_2 - A_1B_1)(P_{t+1}^{11}g_{11} + (m_1 + A_2 - P_{t+1}^{21}A_2)e^{m_2(t-t_0)}) \right]$$

$$+ \left\{ A_1(A_2B_2 - A_1B_1) + B_1A_2m_2 + (A_2B_2 - A_1B_1)(-P_{t+1}^{21}A_2 - P_{t+1}^{11}(A_2 + m_2)) \right\} e^{m_1(t-t_0+1)}$$

$$- A_2B_1 \]$$

ここで、 $m_1, m_2$  は、 $A_1^2 + (A_2 + B_2)X + A_1B_2 - A_1B_1 = 0$  により、現実的な施設整備過程の満足可能な条件として整備速度制約と、都市の各主体と関連させて導入した。

$$A_1 = U_{11}(A_{11} - \frac{\alpha_1}{g} + \beta_1 g) - B_1 g U_{11}$$

$$B_1 = \frac{\partial \tilde{U}_{11}}{\partial k_{11}} + \frac{\partial \tilde{U}_{21}}{\partial k_{11}}$$

$$A_2 = m_{11}(S_{11}(A_{11} - \frac{\alpha_1}{g} + \beta_1 g) - C_{11})$$

$$B_2 = m_{21}(S_{21}(A_{21} - \frac{\alpha_2}{g} + \beta_2 g) - C_{21})$$

$A_3 = \delta_2(-\beta_2 g)m_{21}, B_3 = \delta_1(-\beta_1 g)m_{11}$   
 となり、同様に、 $P_{21}$  を計算すれば、次に、 $T$ 、 $P_{12}, P_{22}$   
 を求める。

この場合、 $R_{11}=0, R_{21}=0$  を位相図に書き、図3の  
 ようになる。ここでは、斜線部でのみ各施設は整  
 備され、それ以外の領域では、施設がとりこま  
 れて、本研究の対象外となる。このときの整備過程  
 は、両都市の生産施設比率  $R_{11}/R_{21}$  が一定となる均衡  
 過程となる。

モード②のときの位相図は、図4、5である。モード  
 ①はモード②をもつてよい。これからも、明  
 らかなる通り、モード上では、最適過程によく、均  
 衡点

$(k_{11}=0, k_{21}=0)$  が到達可能で均衡点である。

モード2では、到達可能な均衡点  $G$  がある。これは、  
 モード2では、生産施設に対応してバランスサインで交  
 通施設水準が、均衡点として存在するのである。

この時の最適解は、(iii)より、 $\Delta H/S_{iz}$  の符号により次の通り。モード②の場合、交通施設と整備不可都市では、

の4つのケースに場合分けされる。

①  $P_{11}M_{11} \geq P_{12}M_{12}, P_{21}M_{21} \geq P_{22}M_{22}$  で、  
 傷害力が増加していく。もし、都市1の生産施設  
 が整備により、交通施設整備の競合が影響を受ける

$S_i = 0$  の限界までいく。これが、長期的見込み

② ③の過程では、交通施設整備の上限が存在する。

#### 4. まとめ

ここで、(1)は、交通施設整備がなされない場合である。以上より明らかなる通り、本研究では、都市群レベルにて、速度制約を考慮しない場合のみである。

以下は都市間交通施設整備過程を、都市成長過程の中で  
 ①都市間の生産と開拓、競合関係を明示的に取り入れたこと。  
 ②長期的計画における収生化可能となる必要な施設整備力を  
 都市政府の財政リンクさせて設定した点である。

これにより、現実的な施設整備過程の満足可能な条件として整備速度制約と、都市の各主体と関連させて導入した。

以上のモデルを用いて、最大原理により、長期的見込みで  
 最適な交通施設整備過程を都市の地域に適用分析し、

その結果、交通施設水準は、長期的見込みには上限がある。  
 1. 生産施設の整備もうまくリンクしない場合は、必ず  
 一方の都市マイナス影響を引き立てる形となる。

2. 生産施設の整備もうまくリンクする場合は、必ず  
 一方の都市マイナス影響を引き立てる形となる。

