

Multiple Equilibria and Structural Transition of Non-monocentric Urban Configurations

M. Fujita, H. Ogawa

Regional Science and Urban Economics 12 (1982), pp.161-196

理論談話会2019 #1

M1 出原昇馬

2019/4/19

目的

都市構造形成メカニズムを記述する都市モデルの構築
一極型/分散多核型など、都市構造変化の解析

1. Introduction
2. Formulation of the model **モデルの定式化**
3. Equilibrium urban configurations **数値実験**
4. Total net land rent under each urban configuration **モデルを用いた都市解析**
5. Structural transition of urban configuration
6. Conclusion

都市における立地分布形成のメカニズムの説明

Alonso(1964)： 付け値地代曲線 (bid-rent curves)

- 都市内の主体ごと（企業，世帯，農業…）に，土地に対する支払意思額（**付け値地代**）が存在。
- 各地点で最も高い付け値地代を示した主体がその土地を所有。このときの付け値地代 = （最終的な）地代 → **包絡線**として形成
- 都市内における主体別立地分布が決定。
Ex. 企業は都心近くで高い付け値地代 → 都心近くに立地
(Central Business District: CBD(中心業務地区))

➡ 地代を介して都市の空間構造が決定

古典的都市モデル：明示的な中心 (**monocentric**)



実際の都市：分散型都市など様々な形態が存在 (**multicentric**)

理論的，実用的観点から，中心を明示せずに都市構造の形成メカニズムを記述するモデルが必要！ (**a model of non-monocentric urban land use**)

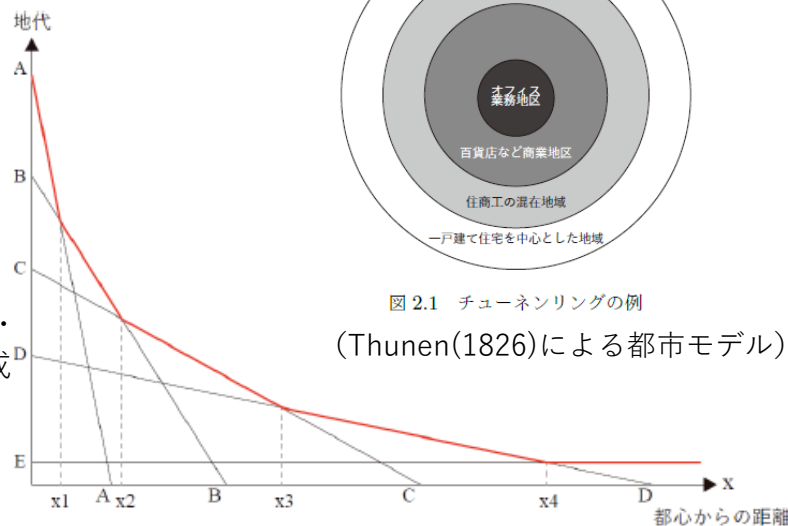


図 2.1 チューネンリングの例
(Thunen(1826)による都市モデル)

図 2.2 付け値地代曲線

前提条件

- 線状都市
- 都市における主体は**N個の世帯**，**M個の企業**から構成される
- 労働市場と土地市場が均衡
- **集積の経済**のメカニズムを導入

世帯

土地，合成財を消費→効用最大化

U : 効用水準 S_h : 土地消費(固定) Z : 合成財消費
 x : 居住地 x_w : 職場 p_Z : 合成財価格
 $W(x_w)$: x_w における賃金 $R(x)$: x における地代
 t : 距離当たり通勤コスト $d(x, x_w) = |x - x_w|$

$$\max U = U(S, Z)$$

$$s. t. W(x_w) = R(x)S + p_Z Z + td(x, x_w)$$



土地消費量Sを固定
→合成財消費最大化

$$\max_{x, x_w} Z = \frac{1}{p_Z} (W(x_w) - R(x)S_h - td(x, x_w))$$

居住地と職場の決定

企業

土地，労働を投入→利潤最大化

π : 利潤 S_b : 土地消費(固定) L_b : 労働投入(固定)
 x : 企業立地 p_0 : 財価格 $f(S, L)$: 生産関数
 $F(x)$: local potential function(集積効果を反映)
 $b(y)$: 位置 y における企業密度 α, β : パラメータ

local potential function

$$F(x) = \int b(y) e^{-\alpha d(x,y)} dy$$

企業密度の高い
地点に近接して
いるほど大

企業密度 距離抵抗

$$\max_x \pi = p_0 f(S_b, L_b) \beta F(x) - R(x)S_b - W(x)L_b$$



定数kを導入

$$\max_x \pi = kF(x) - R(x)S_b - W(x)L_b$$

企業立地の決定

2. Formulation of the model

- local potential functionの特性

$$F(x) = \int b(y)e^{-\alpha d(x,y)} dy$$

$$\alpha = 0; F(x) = M \text{ (const.)}$$

$$\alpha = \infty; F(x) = 0$$

山の
高さ：集積
効果

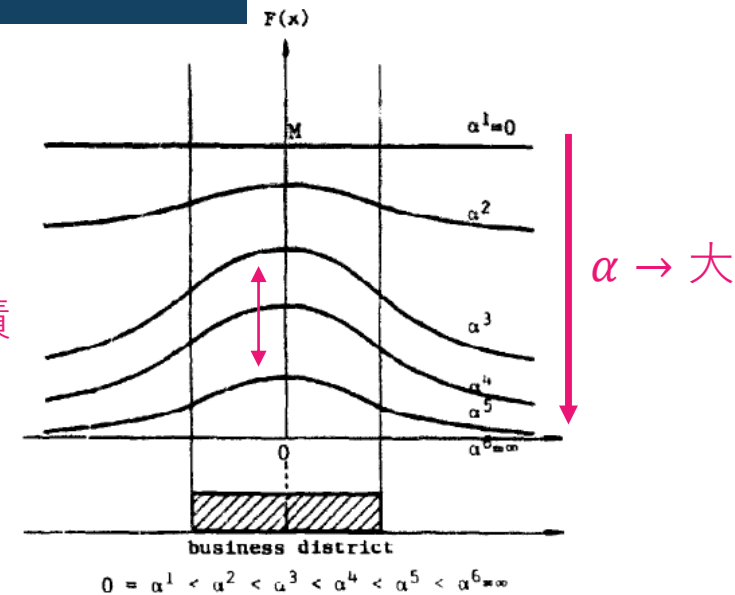


Fig. 1. Effect of agglomeration parameter α on locational potential $F(x)$: monocentric case.

- 都市空間構造は以下の変量によって決定づけられる

$$\{h(x), b(x), R(x), W(x), P(x, x_w), U\}$$

世帯密度 企業密度 地代 賃金 x における x_w への
効用水準 通勤割合

- 付け値地代関数 (bid-rent function)

$$\text{世帯} : \Psi(x) = \max_{x_w} \left\{ \frac{1}{S_h} (W(x_w) - p_z Z - td(x, x_w)) \mid U(S_h, Z) = U \right\}$$

$$\text{企業} : \Phi(x) = \frac{1}{S_b} (kF(x) - \pi - W(x)L_b)$$

- 均衡条件 (Equilibrium conditions)

- 土地市場

$$R(x) = \max\{\Psi^*(x), \Phi^*(x), R_A\}$$

$$R(x) = \Psi^*(x) \text{ if } h(x) > 0 \text{ 世帯立地}$$

$$R(x) = \Phi^*(x) \text{ if } b(x) > 0 \text{ 企業立地}$$

$$R(x) = R_A \text{ (都市周縁)}$$

$$S_h h(x) + S_b b(x) \leq 1 \text{ 農地地代}$$

$$S_h h(x) + S_b b(x) = 1 \text{ if } R(x) > R_A$$

- 労働市場

$$b(x)L_b = \int h(y)P(y, x)dy$$

- 主体総数

$$\int h(x)dx = N \text{ 1世帯につき}$$

$$\int b(x)dx = N/L_b = M \text{ 1人労働}$$

- 符号条件等

$$h(x) \geq 0 \quad b(x) \geq 0$$

$$R(x) \geq 0$$

$$W(x) \geq 0$$

$$1 \geq P(x, x_w) \geq 0$$

$$\int P(x, x_w)dx_w = 1$$

U : 効用水準 S_h : 土地消費(固定) Z : 合成財消費
 x : 居住地 x_w : 職場 p_Z : 合成財価格

$W(x_w)$: x_w における賃金 $R(x)$: x における地代

t : 距離当たり通勤コスト $d(x, x_w) = |x - x_w|$

π : 利潤 S_b : 土地消費(固定) L_b : 労働投入(固定)

x : 企業立地 p_0 : 財価格 $f(S, L)$: 生産関数

$F(x)$: local potential function(集積効果を反映)

$b(y)$: 位置 y における企業密度 α, β : パラメータ

3. Equilibrium urban configurations

- 以上の定式化を踏まえ、**数値実験**を行い、各変量と都市構造の関係をみる

パラメータ

k	企業の生産パラメータ	} この特性を見たい
t	距離当たり通勤費用	
α	集積ポテンシャルパラメータ	
N	総世帯数	} 与件 $\{N, S_h, S_b, L_b\} = \{1000, 0.1, 1, 10\}$
S_h	世帯土地消費 (固定)	
S_b	企業土地投入 (固定)	
L_b	企業労働投入 (固定)	

- 土地利用状況に応じて以下を定義する

residential area: $RA = \{x | h(x) > 0, b(x) = 0\}$ 世帯のみ立地
business area: $BD = \{x | h(x) = 0, b(x) > 0\}$ 企業のみ立地
integrated district: $ID = \{x | h(x) > 0, b(x) > 0\}$ 混在

- 以下の5パターンの都市構造を想定し、それぞれのパラメータ特性を調べる

Monocentric/Completely mixed/Incompletely mixed/Duocentric/Tricentric

3. Equilibrium urban configurations

パターン1: Monocentric urban configuration

$$h(x) = 1/S_h, b(x) = 0 \text{ for } x \in RA$$

$$h(x) = 0, b(x) = 1/S_b \text{ for } x \in BD$$

$h(x)$: x における世帯密度 $b(x)$: x における企業密度
 S_h : 世帯の土地消費(固定) S_b : 企業の土地消費(固定)

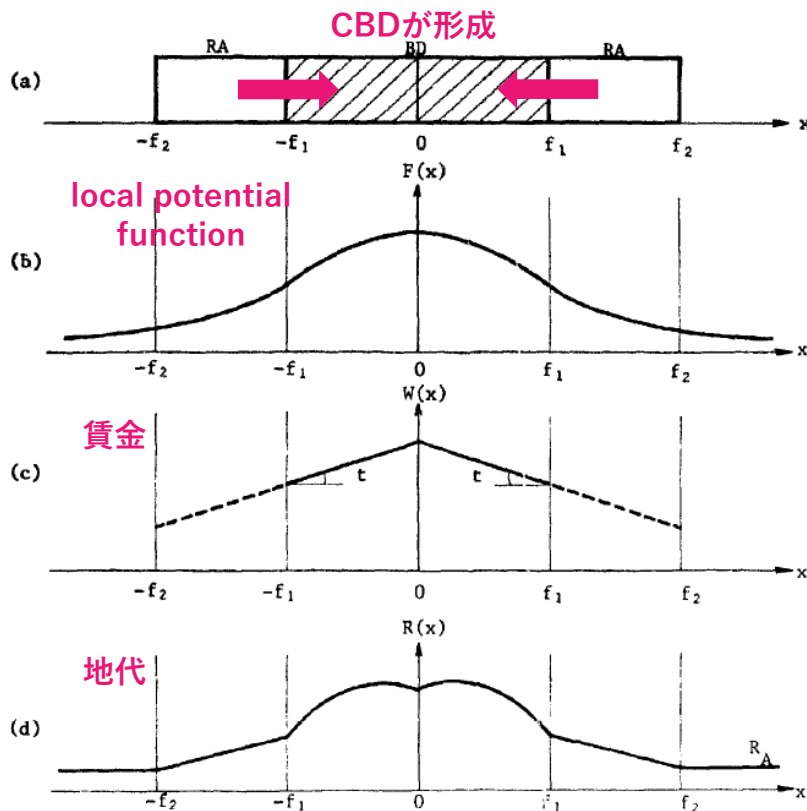


Fig. 2. Monocentric urban configuration.

■ 土地利用境界

$$f_1 = \frac{S_b N}{2L_b} \quad f_2 = \frac{S_b N}{2L_b} \quad \begin{aligned} \int h(x) dx &= N \\ \int b(x) dx &= N/L_b = M \end{aligned}$$

■ 賃金関数

$$W(x) = W(0) - tx$$

t : 距離当たり通勤コスト

■ 地代

$$R(x) = \Phi^*(x) \geq \Psi^*(x) \text{ for } x \in [0, f_1]$$

$$R(x) = \Phi^*(x) = \Psi^*(x) \text{ at } x = f_1$$

$$R(x) = \Psi^*(x) \geq \Phi^*(x) \text{ for } x \in [f_1, f_2]$$

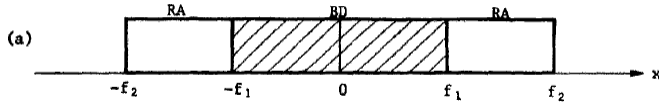
$$R(x) = \Psi^*(x) = R_A \text{ at } x = f_2$$

$$\Psi^*(x) = \frac{1}{S_h} (W(x) - p_Z Z^*)$$

$$\Phi^*(x) = \frac{1}{S_b} (kF(x) - W(x)L_b)$$

3. Equilibrium urban configurations

パターン1: Monocentric urban configuration



- 地代条件を変形するとtおよびkに関する条件を得る

$$\begin{aligned}
 R(x) &= \Phi_{\text{企}}^*(x) \geq \Psi_{\text{家}}^*(x) \text{ for } x \in [0, f_1] & \Psi^*(x) &= \frac{1}{S_h} (W(x) - p_Z Z^*) \\
 R(x) &= \Phi^*(x) = \Psi^*(x) \text{ at } x = f_1 \\
 R(x) &= \Psi^*(x) \geq \Phi^*(x) \text{ for } x \in [f_1, f_2] & \Phi^*(x) &= \frac{1}{S_b} (kF(x) - W(x)L_b) \\
 R(x) &= \Psi^*(x) = R_A \text{ at } x = f_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi^*(0) - \Phi^*(f_1) &\geq \Psi^*(0) - \Psi^*(f_1), \text{ i.e.,} \\
 [k(F(0) - F(f_1)) - f_1 t L_b] / S_b &\geq f_1 t / S_h, \\
 \Phi^*(f_1) - \Phi^*(f_2) &\geq \Psi^*(f_1) - \Psi^*(f_2), \text{ i.e.,} \\
 [k(F(f_1) - F(f_2)) - (f_2 - f_1) t L_b] / S_b &\geq (f_2 - f_1) t / S_h.
 \end{aligned}$$

tとkについての条件

$$\frac{t}{k} \leq \min \left\{ K \frac{F(0) - F(f_1)}{f_1}, K \frac{F(f_1) - F(f_2)}{f_2 - f_1} \right\}$$

(3.12) (3.13)
 $K = S_h / (S_b + S_h L_b)$

local potential function

パラメータ α によって決定

$$F(x) = \int b(y) e^{-\alpha d(x,y)} dy$$

- Monocentricのときのパラメータ領域

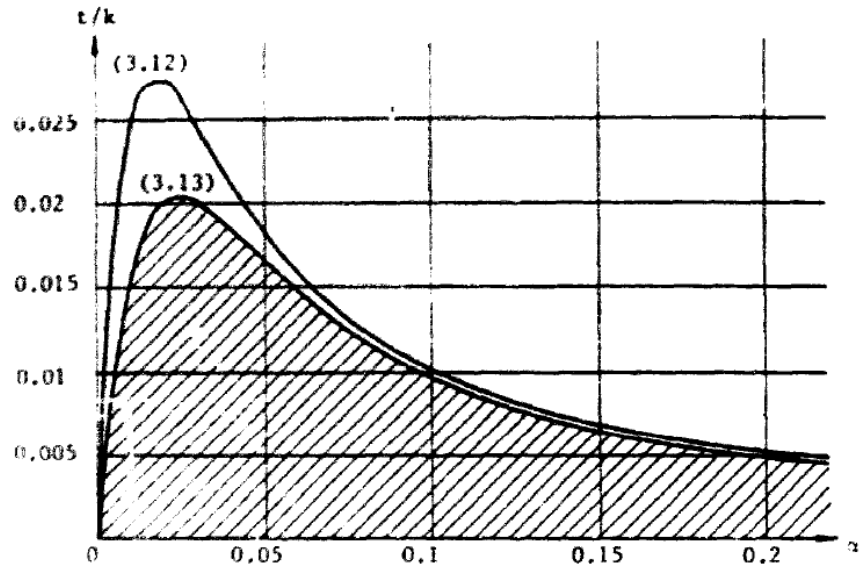


Fig. 3. Equilibrium condition on $\{t/k, \alpha\}$ for monocentric urban configuration.

3. Equilibrium urban configurations

パターン 2 : Completely mixed urban configuration

$$h(x) = L_b / (S_b + S_h L_b),$$

$$b(x) = 1 / (S_b + S_h L_b) \quad \text{for } x \in [-f_1, f_1]$$

S_h : 世帯の土地消費(固定) $b(x)$: x における企業密度
 $h(x)$: x における世帯密度 S_b : 企業の土地消費(固定)

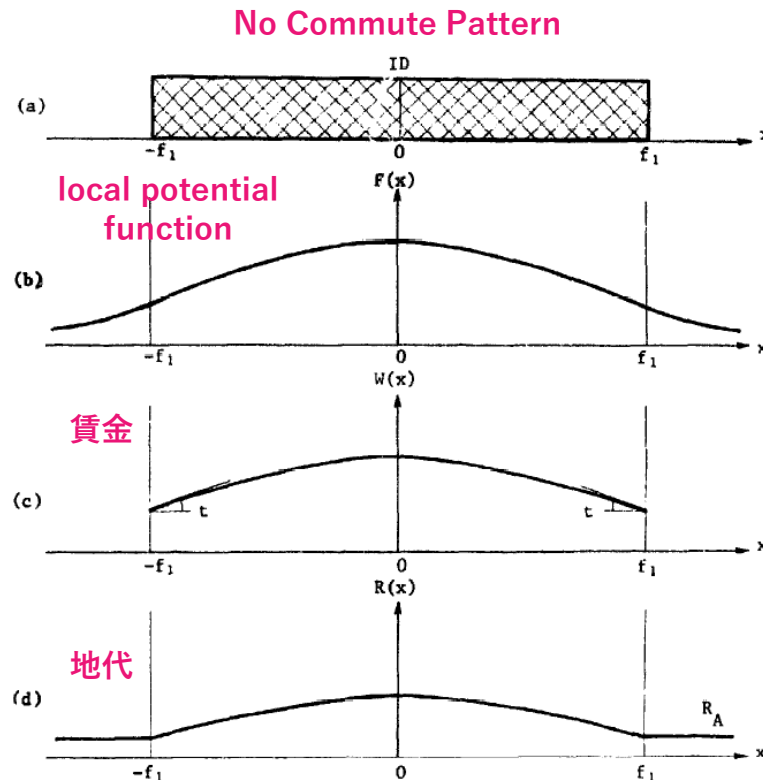


Fig. 4. Completely mixed urban configuration.

■ 土地利用境界

$$f_1 = \left(\frac{S_b + S_h L_b}{2L_b} \right) N$$

■ 賃金関数

$$W(x) = \frac{1}{S_b + S_h L_b} \{S_h k F(x) + S_b p_Z Z^*\}$$

■ 地代

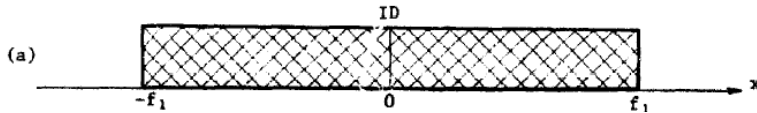
$$R(x) = \Phi^*(x) = \Psi^*(x) \quad \text{for } x \in [-f_1, f_1]$$

$$R(x) = R_A \quad \text{at } x = \pm f_1$$

$$R(x) = \frac{1}{S_b + S_h L_b} \{kF(x) - L_b p_Z Z^*\}$$

$$= \frac{k}{S_b + S_h L_b} (F(x) - F(f_1)) + R_A$$

パターン 2 : Completely mixed urban configuration



- No Commutingを考慮してtとkに関する条件を得る



賃金勾配が単位通勤コスト以下

$$|W'(x)| \leq t \quad \text{for all } x \in [-f_1, f_1]$$

$W'(f_1) \geq -t$ を計算して

tとkについての条件

$$\frac{t}{k} \geq \frac{S_h}{(S_b + S_h L_h)^2} (1 - e^{-2\alpha f_1})$$

- Completely mixedのときのパラメータ領域

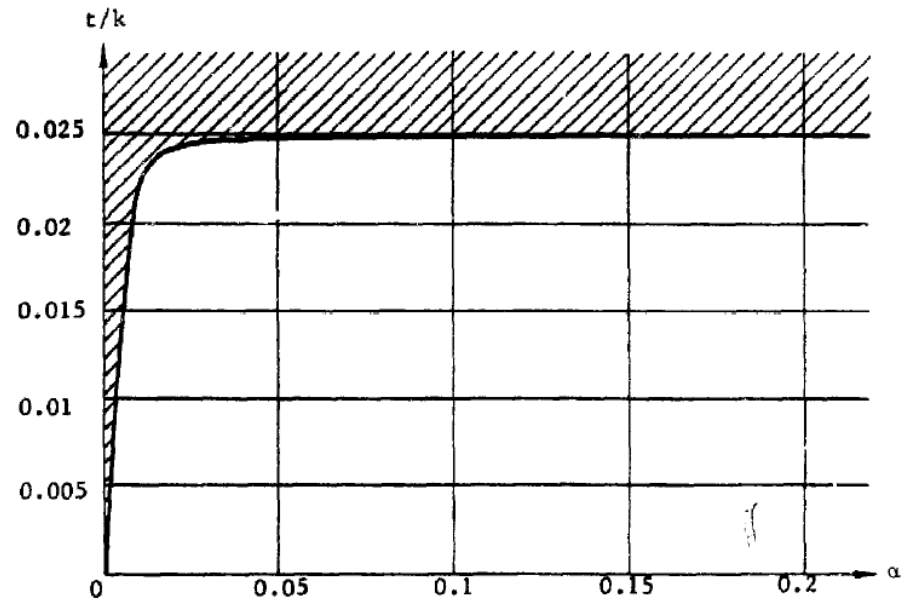


Fig. 5. Equilibrium condition on $\{t/k, \alpha\}$ for completely mixed urban configuration.

3. Equilibrium urban configurations

パターン 3 : Incompletely mixed urban configuration

$$h(x) = L_b / (S_b + S_h L_b), b(x) = 1 / (S_b + S_h L_b) \text{ for } x \in [0, f_1]$$

$$h(x) = 0, b(x) = 1 / S_b \text{ for } x \in [f_1, f_2] \quad h(x) = 1 / S_h, b(x) = 0 \text{ for } x \in [f_2, f_3]$$

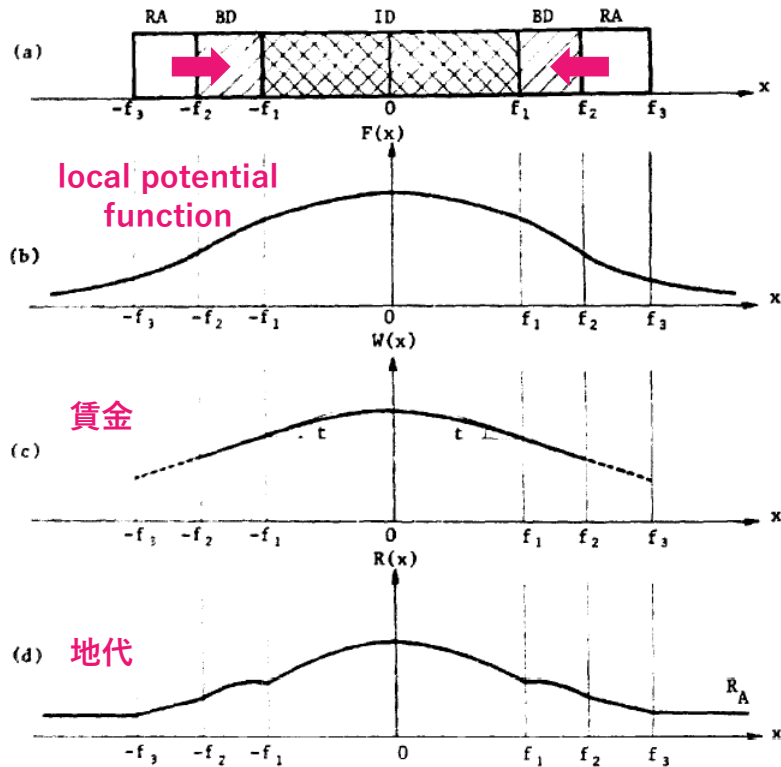


Fig. 6. Incompletely mixed urban configuration.

■ 土地利用境界

$$f_1 \in \left(0, \frac{S_b + S_h L_b}{2L_b} N_h \right), \quad f_2 = \frac{S_h L_b}{S_b + S_h L_b} f_1 + \frac{S_b N}{2L_b}, \quad f_3 = \frac{S_b + S_h L_b}{2L_b} N.$$

■ 地代

$$R(x) = \Phi^*(x) = \Psi^*(x) \text{ for } x \in [0, f_1]$$

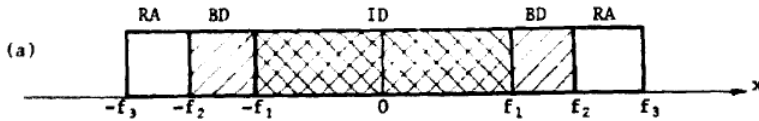
$$R(x) = \Phi^*(x) \geq \Psi^*(x) \text{ for } x \in [f_1, f_2]$$

$$R(x) = \Phi^*(x) = \Psi^*(x) \text{ at } x = f_2$$

$$R(x) = \Psi^*(x) \geq \Phi^*(x) \text{ for } x \in [f_2, f_3]$$

$$R(x) = \Psi^*(x) = R_A \text{ at } x = f_3$$

パターン3: Incompletely mixed urban configuration



- 同様にして

tとkについての条件

$$\frac{t}{k} = K \frac{F(f_1) - F(f_2)}{f_2 - f_1}$$

$$\frac{t}{k} \leq K \frac{F(f_1) - F(f_3)}{f_3 - f_1}$$

$$\frac{t}{k} \geq K|F'(f_1)|$$

$$K = S_h / (S_b + S_h L_b)$$

- Incompletely mixedのときのパラメータ領域

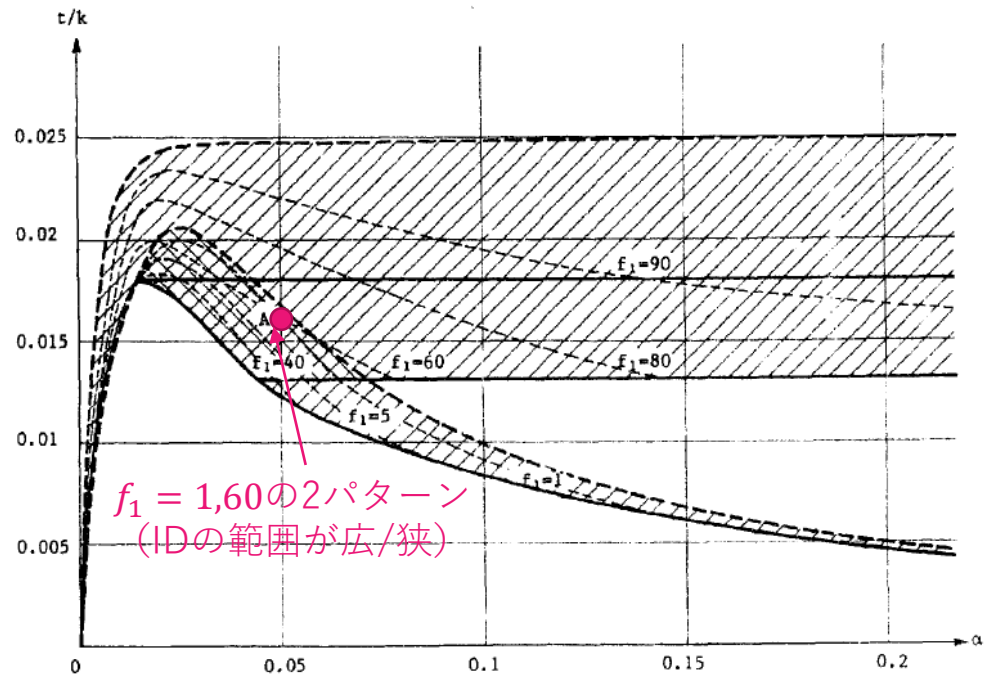


Fig. 7. Equilibrium condition on t/k for incompletely mixed urban configuration.

パターン4 : Duocentric urban configuration

$$h(x) = 1/S_h, b(x) = 0 \quad \text{for } x \in [0, f_1], x \in [f_3, f_4]$$

$$h(x) = 0, b(x) = 1/S_b \quad \text{for } x \in [f_1, f_3]$$

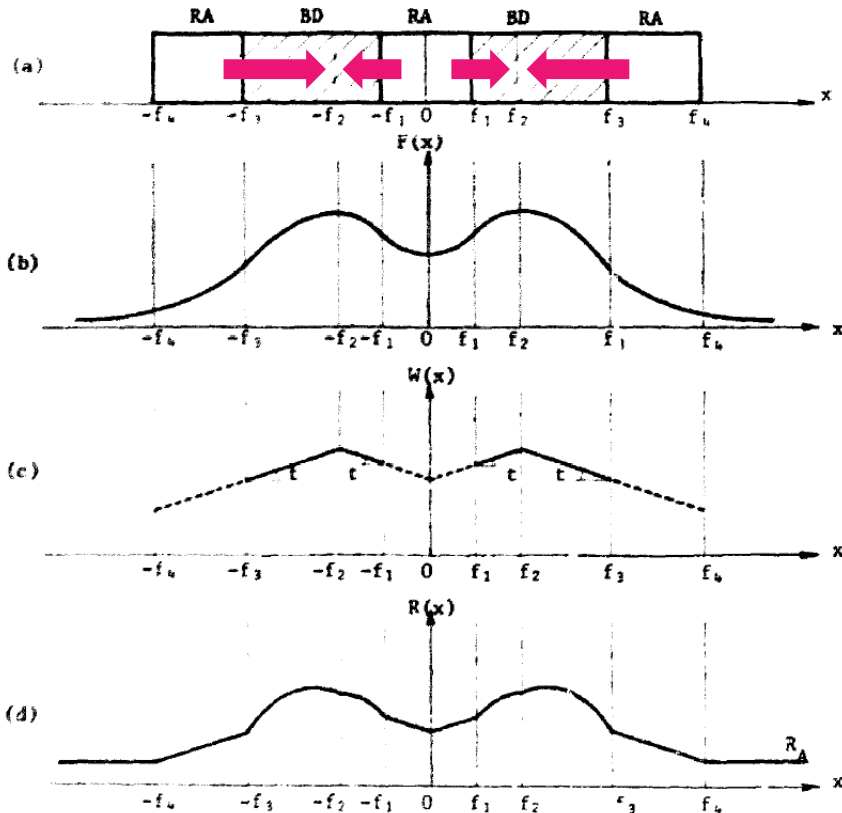


Fig. 8. Duocentric urban configuration

■ 土地利用境界

$$f_1 \in \left(0, \frac{S_h N}{4}\right), \quad f_2 = \frac{S_b + S_h L_b}{S_h L_b} f_1,$$

$$f_3 = f_1 + \frac{S_b N}{2L_b}, \quad f_4 = \frac{S_b + S_h L_b}{2L_b} N.$$

■ 地代

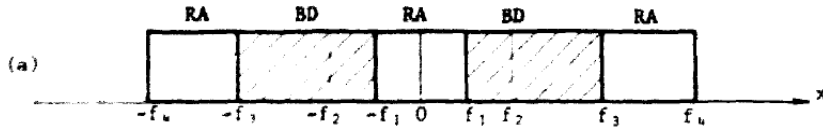
$$R(x) = \Psi^*(x) \geq \Phi^*(x) \quad \text{for } x \in [0, f_1], x \in [f_3, f_4]$$

$$R(x) = \Psi^*(x) = \Phi^*(x) \quad \text{at } x = f_1, f_3$$

$$R(x) = \Phi^*(x) \geq \Psi^*(x) \quad \text{for } x \in [f_1, f_3]$$

$$R(x) = \Psi^*(x) = R_A \quad \text{at } x = f_4$$

パターン4 : Duocentric urban configuration



- 同様にして

tとkについての条件

$$\frac{t}{k} = K \frac{F(f_1) - F(f_3)}{f_1 + f_3 - 2f_2}$$

$$\frac{t}{k}$$

$$\leq \min \left\{ K \frac{F(f_2) - F(f_1)}{f_2 - f_1}, K \frac{F(f_1) - F(0)}{f_1}, K \frac{F(f_1) - F(f_4)}{f_1 + f_4 - 2f_2} \right\}$$

Duocentric pattern

- 2つのBD(Business District)をもつ都市
- 近接による集積効果をもった2都市として解釈。

- Duocentricのときのパラメータ領域

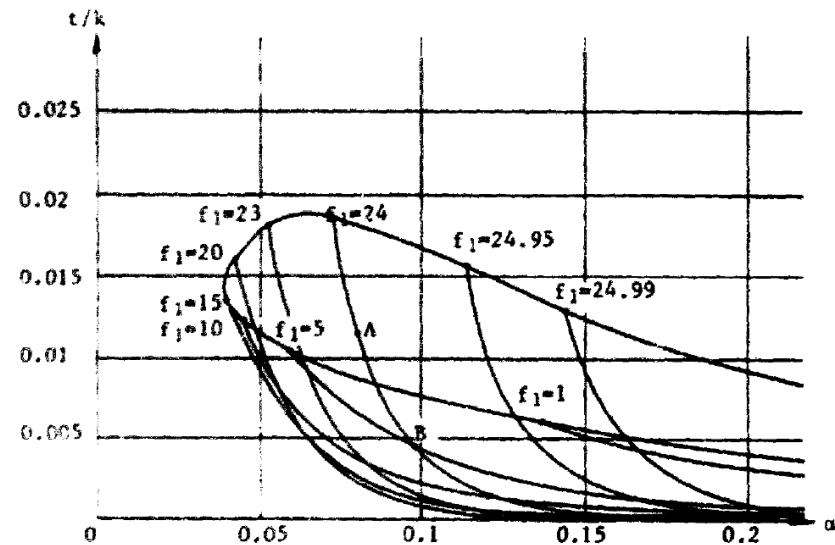


Fig. 9 Equilibrium condition on t/k for duocentric urban configuration.

3. Equilibrium urban configurations

パターン5: Tricentric urban configuration

通勤パターンによる分類

Type A : 1 CBD & 2 subcenters

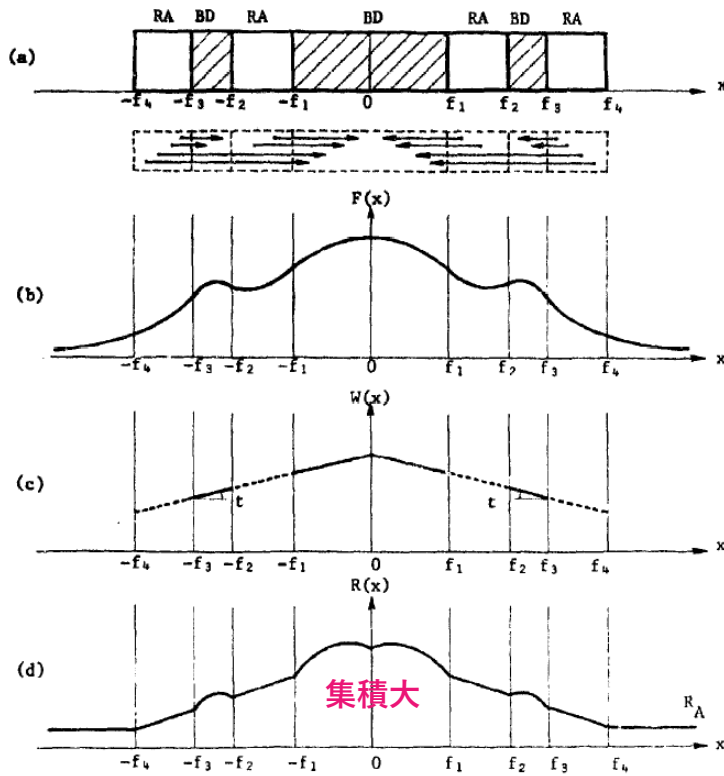


Fig. 10. Tricentric urban configuration: Type A.

Type B : 3 cities OR 3 subcenters

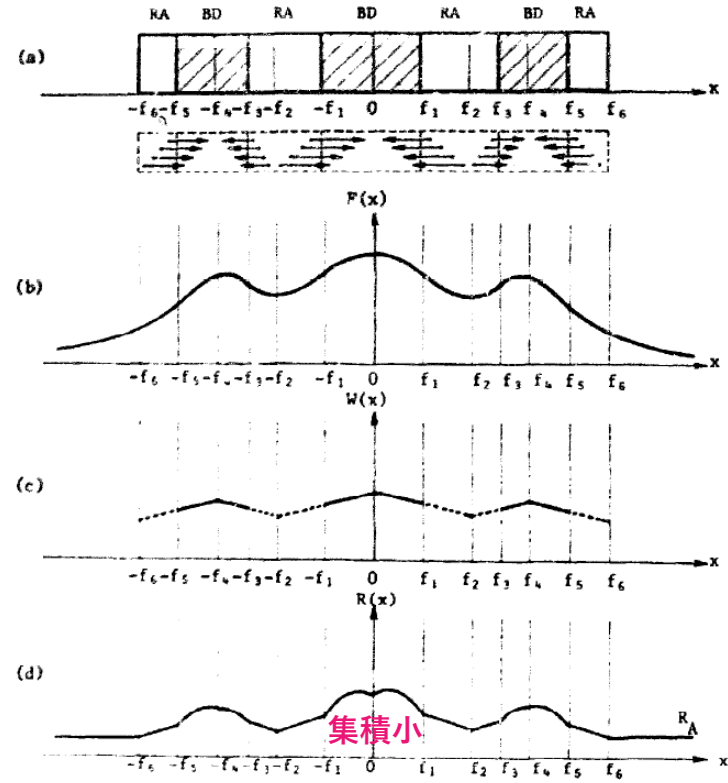


Fig. 11. Tricentric urban configuration: Type B.

パターン5: Tricentric urban configuration

Type A : 1 CBD & 2 subcenters

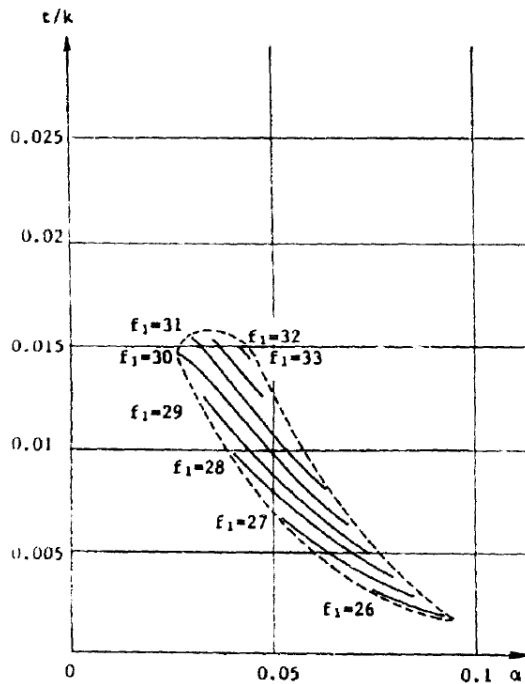


Fig. 12. Equilibrium condition on t/k for tricentric urban configuration of type A.

α 小・ t/k 大

Type B : 3 cities OR 3 subcenters

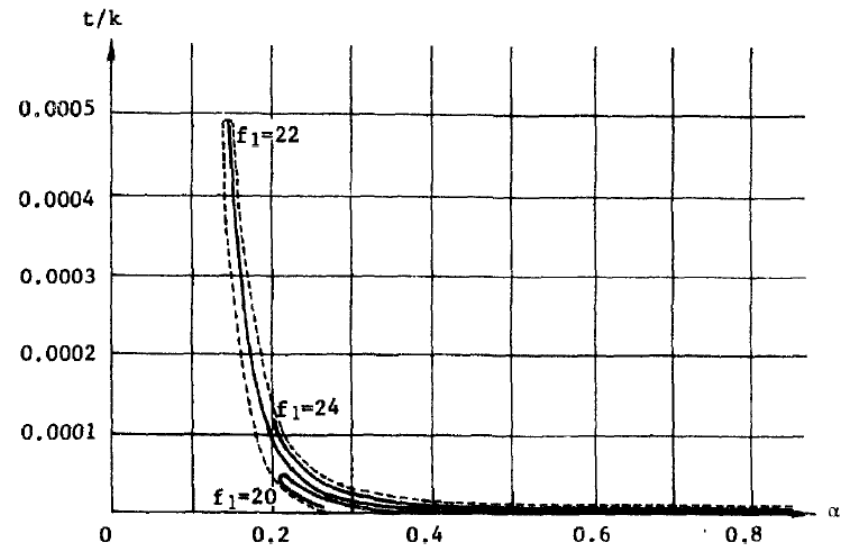


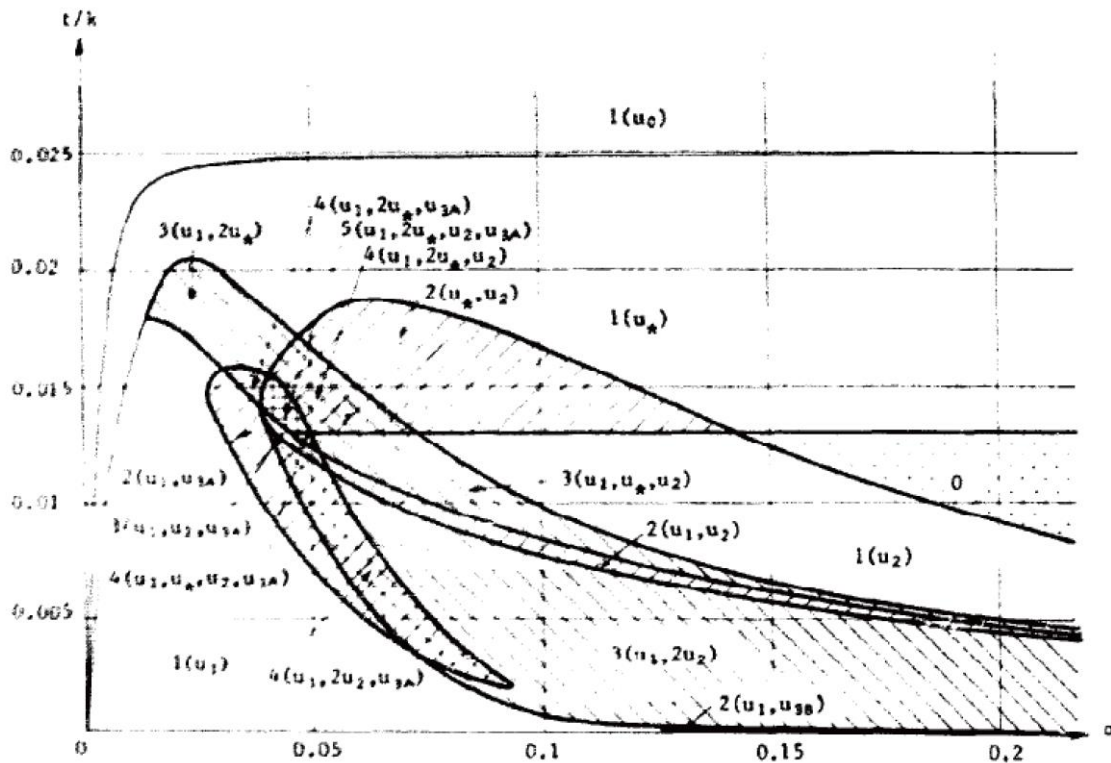
Fig. 13. Equilibrium condition on t/k for tricentric urban configuration of type B.

α 大・ t/k 小

様々なサイズ・配置の都市を考えるのは更なる課題
(このモデルでも複雑だが可能)

3. Equilibrium urban configurations

以上をまとめると



- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

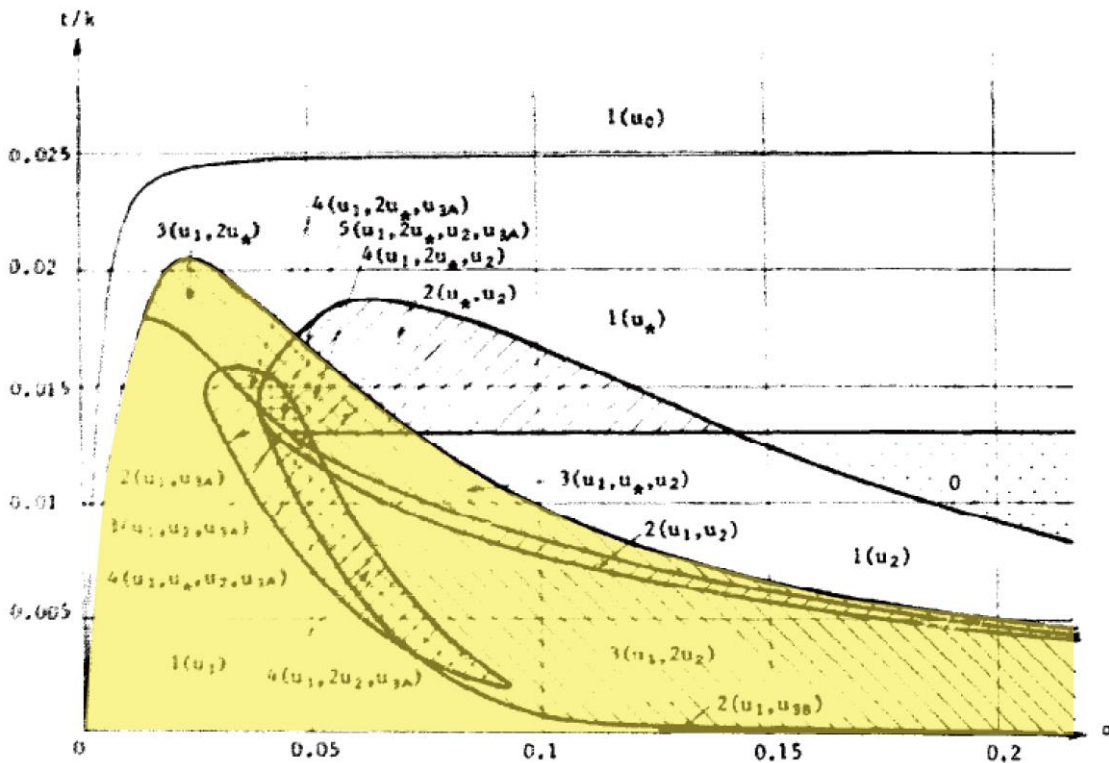
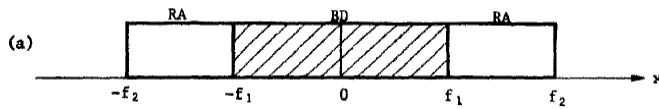
Fig. 14. Number of equilibrium solutions.

3. Equilibrium urban configurations

以上をまとめると

都市形状

monocentric



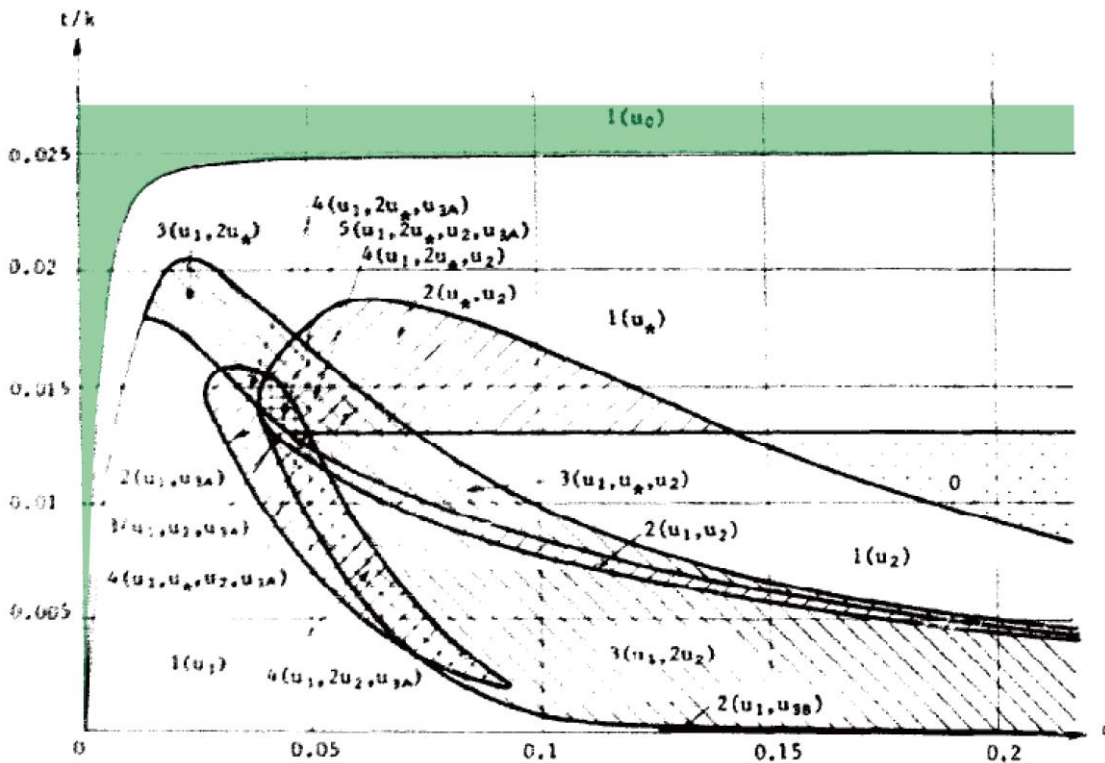
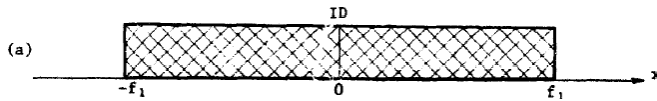
- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

Fig. 14. Number of equilibrium solutions.

3. Equilibrium urban configurations

以上をまとめると

都市形状 completely mixed



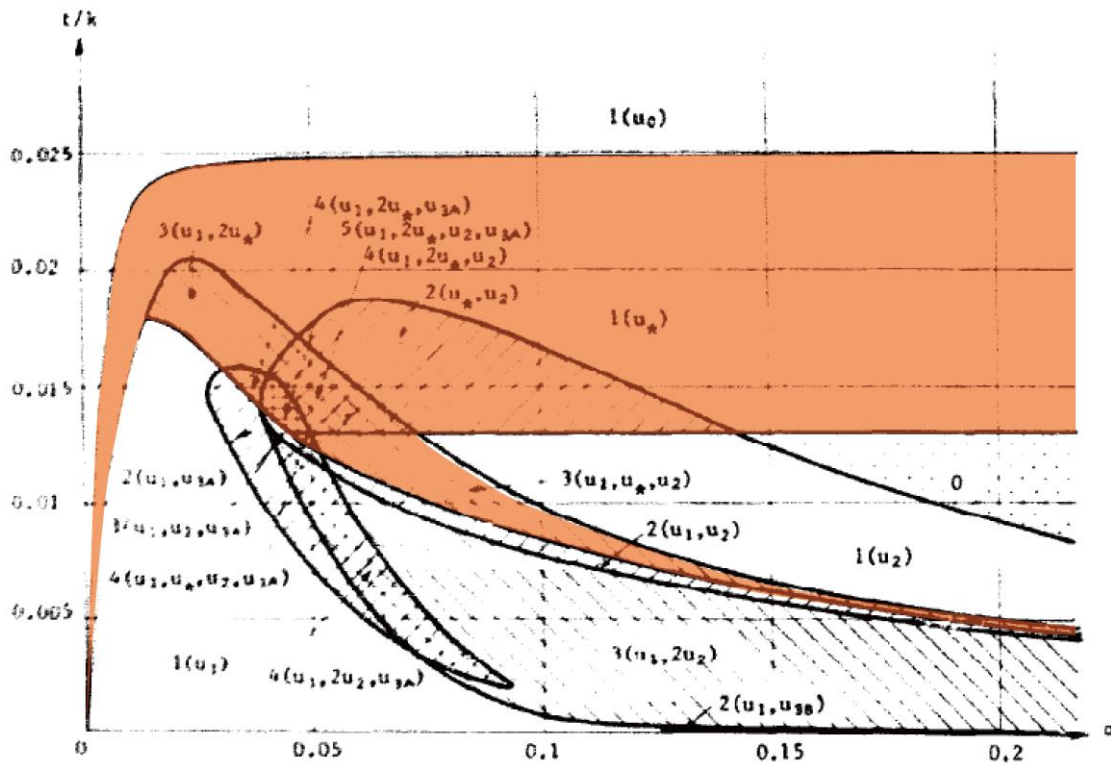
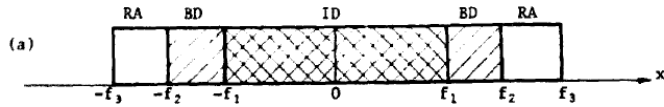
- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

Fig. 14. Number of equilibrium solutions.

3. Equilibrium urban configurations

以上をまとめると

都市形状 incompletely mixed



- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

Fig. 14. Number of equilibrium solutions.

3. Equilibrium urban configurations

以上をまとめると

都市形状

duocentric

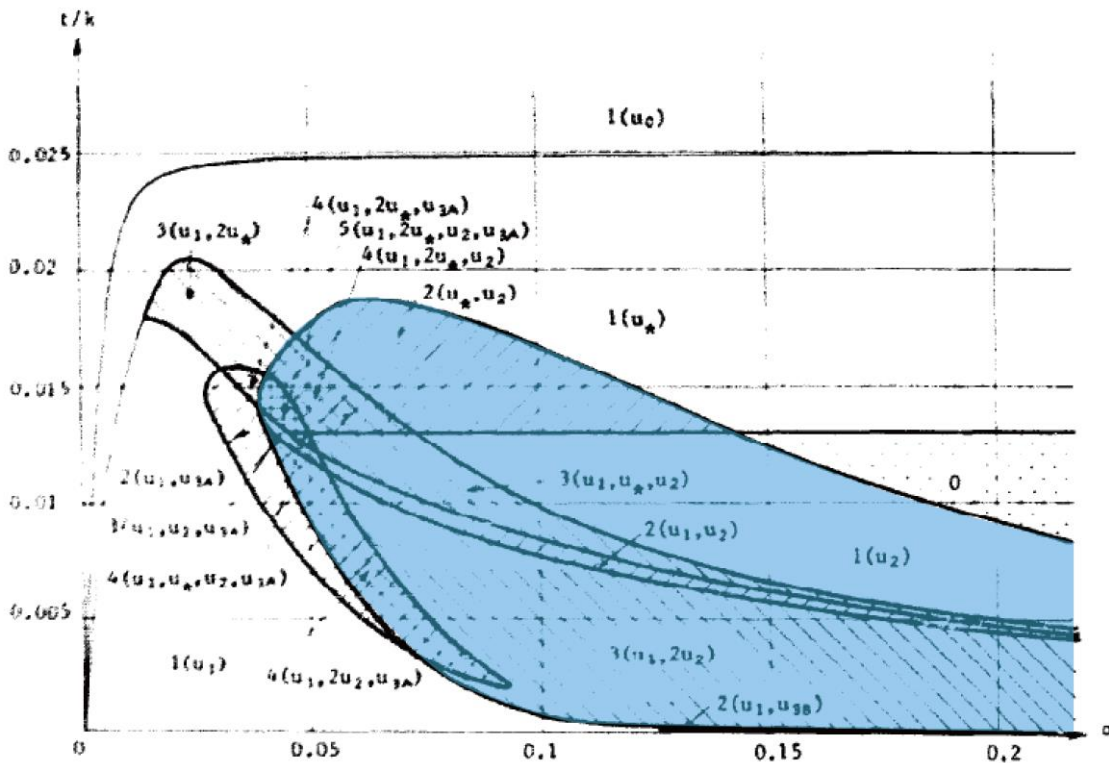
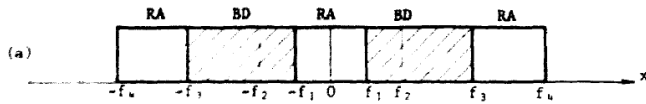


Fig. 14. Number of equilibrium solutions.

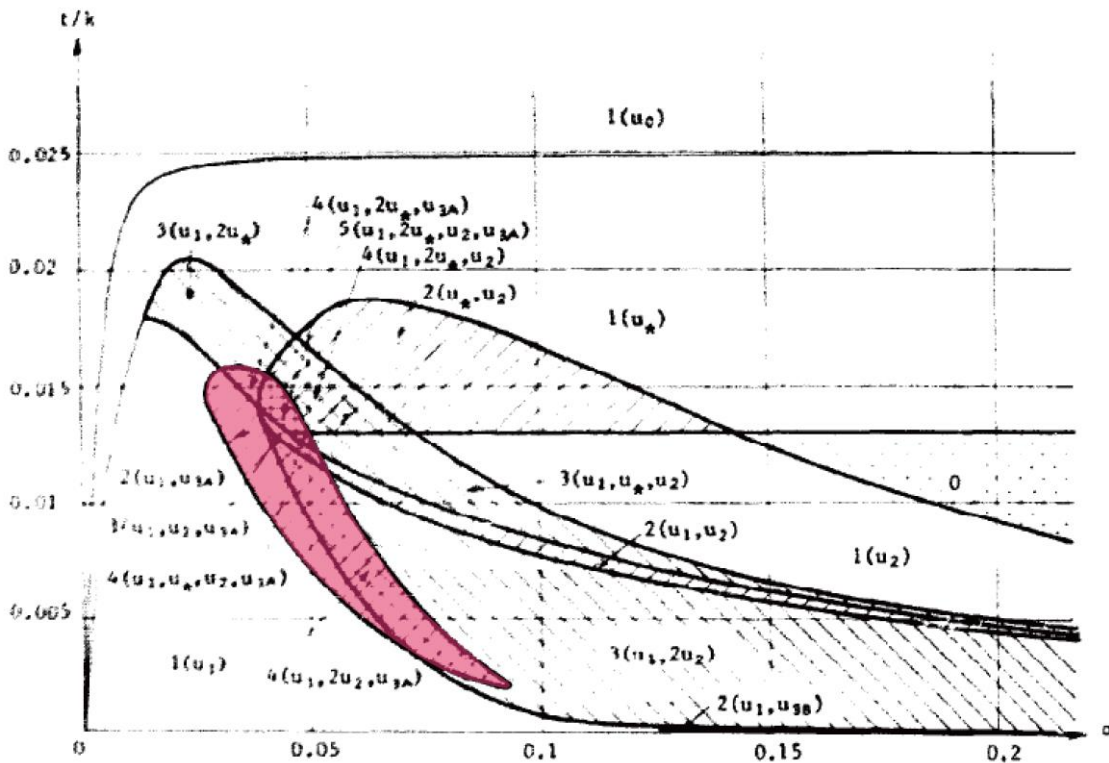
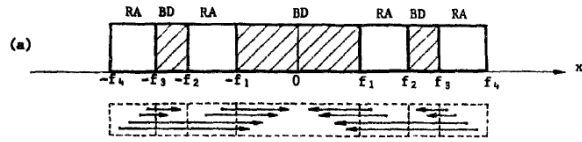
- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

3. Equilibrium urban configurations

以上をまとめると

都市形状

tricentric A



- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

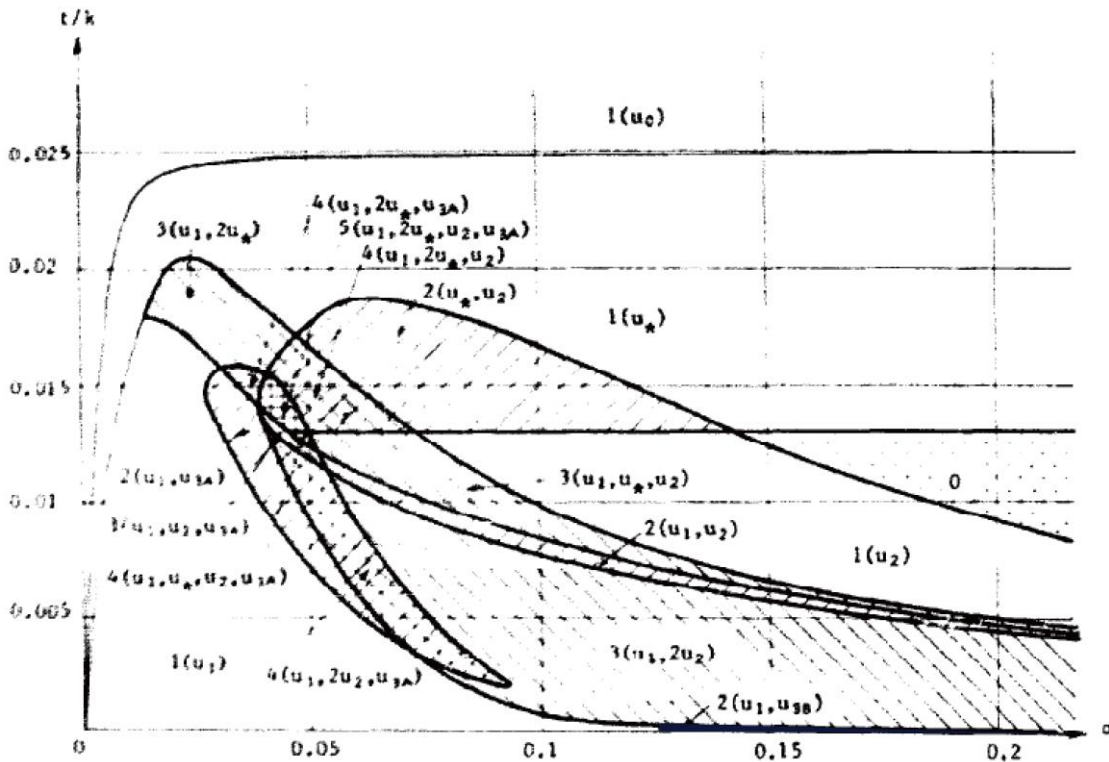
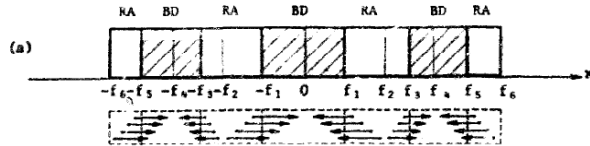
Fig. 14. Number of equilibrium solutions.

3. Equilibrium urban configurations

以上をまとめると

都市形状

tricentric B



- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

Fig. 14. Number of equilibrium solutions.

3. Equilibrium urban configurations

以上をまとめると

都市構造を

- α : 集積パラメータ
 - t : 単位通勤コスト
 - k : 企業生産パラメータ
- の3つのパラメータで説明できる！

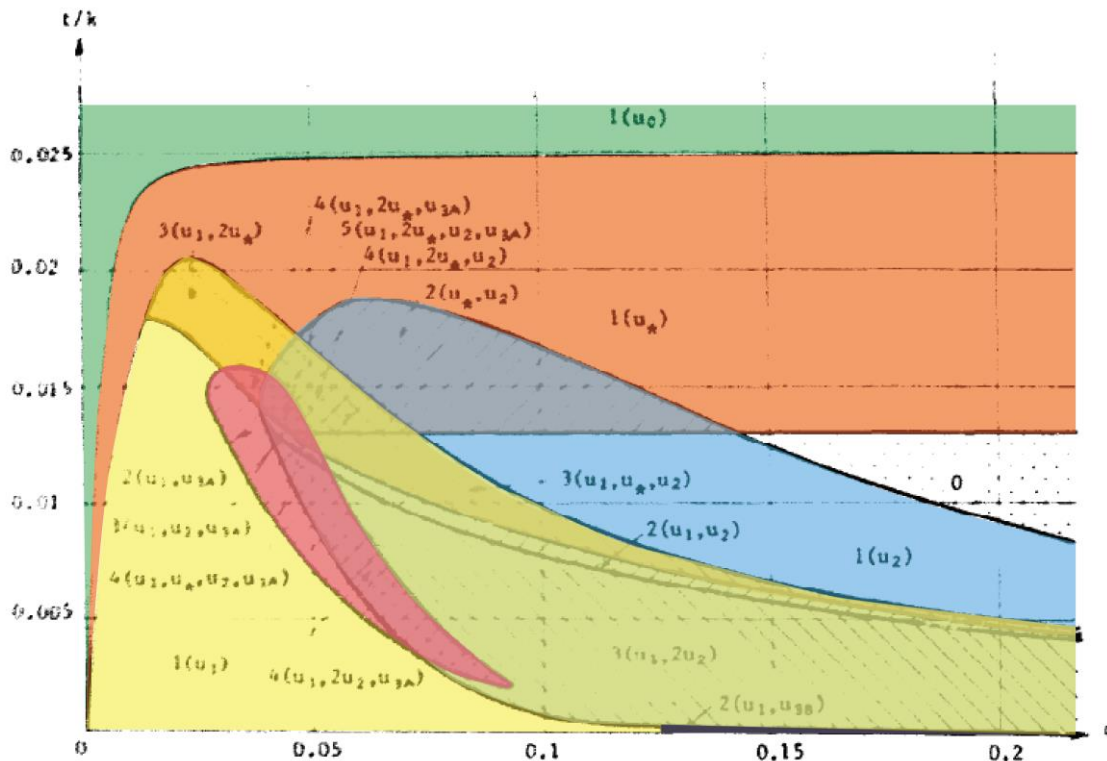


Fig. 14. Number of equilibrium solutions.

- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

4. Total net land rent under each urban configuration 26

Total net land rent : 地代の総和 (積分) から機会費用である農地地代を差し引いたもの

$$R(x) = \begin{cases} Ak + B_1 t + R_A & \text{for } x \in [0, f_1] \\ B_2 t + R_A & \text{for } x \in [f_1, f_2] \end{cases} \quad \left| \quad \begin{aligned} A &= \frac{1}{S_b} (F(x) - F(f_1)) \\ B_1 &= -\frac{L_b}{S_b} (f_1 - x) + \frac{1}{S_h} (f_2 - f_1) & B_2 &= \frac{1}{S_h} (f_2 - x) \end{aligned}$$

monocentricの際のTotal net land rent (TNR)は

$$\begin{aligned} TNR &= 2 \int_0^{f_2} (R(x) - R_A) dx \\ &= 2 \left\{ \int_0^{f_1} (Ak + B_1 t) dx + \int_{f_1}^{f_2} B_2 t dx \right\} \\ &= 2(A'k + B't) \end{aligned} \quad \left| \quad \begin{aligned} A' &= \int_0^{f_1} A dx \\ B' &= \int_0^{f_1} B_1 dx + \int_{f_1}^{f_2} B_2 dx \end{aligned}$$

したがって

$$\boxed{\frac{TNR}{k} = 2 \left(A' + B' \frac{t}{k} \right)}$$

4. Total net land rent under each urban configuration 27

$$\frac{TNR}{k} = 2 \left(A' + B' \frac{t}{k} \right)$$

$$A' = \int_0^{f_1} A dx$$

$$A = \frac{1}{S_b} (F(x) - F(f_1))$$

$$B' = \int_0^{f_1} B_1 dx + \int_{f_1}^{f_2} B_2 dx$$

$$B_1 = -\frac{L_b}{S_b} (f_1 - x) + \frac{1}{S_h} (f_2 - f_1) \quad B_2 = \frac{1}{S_h} (f_2 - x)$$

図示すると

□の箇所では
最大の $\frac{TNR}{k}$ をとる都市パターンが他のパターンよりも優位(dominate) tricentricが優位になる状態は見られない

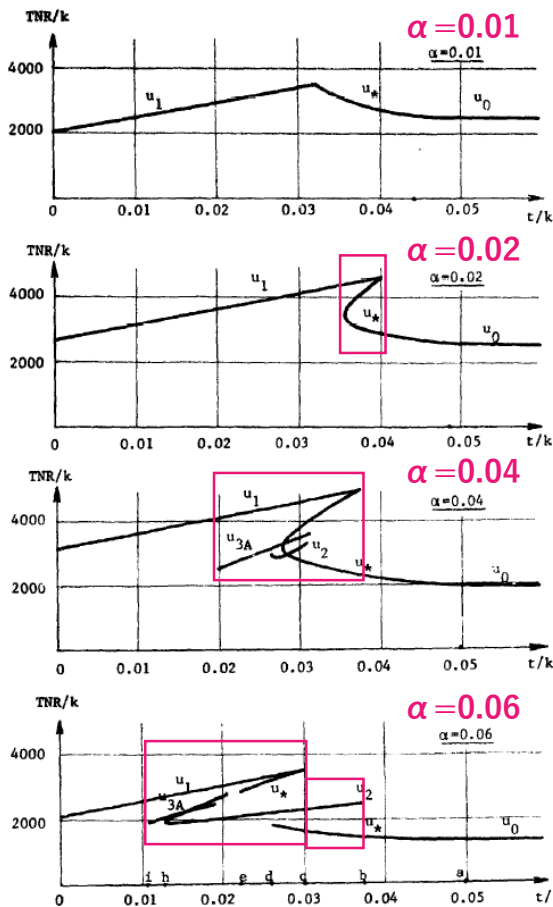


Fig. 16. The profiles of total net land rents.

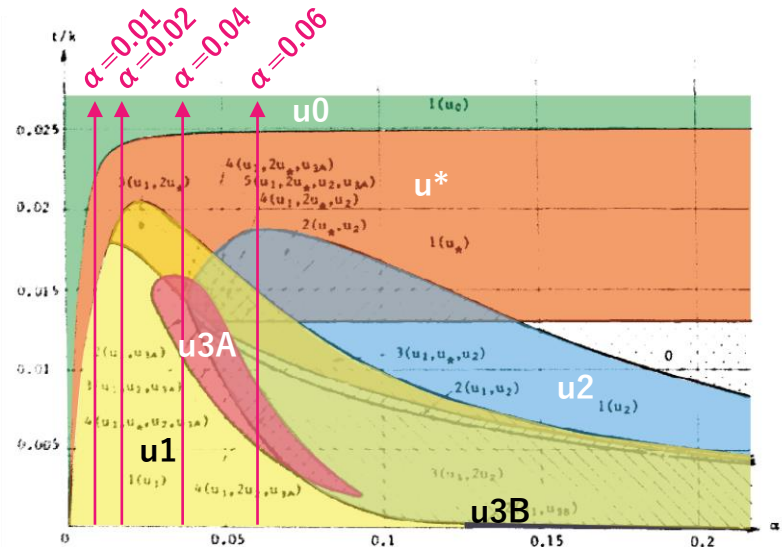


Fig. 14. Number of equilibrium solutions.

- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

■ パラメータの変化による都市構造の変化

① $\alpha = 0.06$, t/k が減少

→ 6 パターンの推移

- (i) $u_0 \Rightarrow u_* \xrightarrow{d} u_1$,
- (ii) $u_0 \Rightarrow u_* \xrightarrow{d} u_2 \xrightarrow{h} u_1$,
- (iii) $u_0 \Rightarrow u_* \xrightarrow{d} u_2 \xrightarrow{h} u_{3A} \xrightarrow{i} u_1$,
- (iv) $u_0 \Rightarrow u_* \xrightarrow{d} u_*$ (smaller ID) $\xrightarrow{e} u_1$,
- (v) $u_0 \Rightarrow u_* \xrightarrow{d} u_*$ (smaller ID) $\xrightarrow{e} u_2 \xrightarrow{h} u_1$,
- (vi) $u_0 \Rightarrow u_* \xrightarrow{d} u_*$ (smaller ID) $\xrightarrow{e} u_2 \xrightarrow{h} u_{3A} \xrightarrow{i} u_1$,

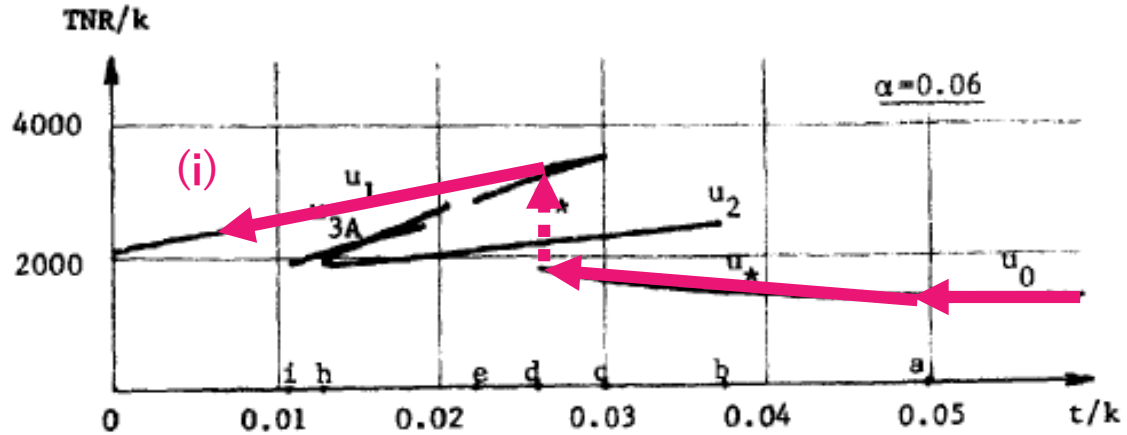


Fig. 16. The profiles of total net land rents.

- u_0 = completely mixed urban configuration,
- u_* = incompletely mixed urban configuration,
- u_1 = monocentric urban configuration,
- u_2 = duocentric urban configuration,
- u_{3A} = tricentric urban configuration (type A),
- u_{3B} = tricentric urban configuration (type B).

② $\alpha = 0.06$, t/k が増加

→ 2 パターンの推移

- (i') $u_1 \xrightarrow{c} u_* \Rightarrow u_0$,
 - (ii') $u_1 \xrightarrow{c} u_2 \xrightarrow{h} u_* \Rightarrow u_0$.
- どのような推移をたどるかは都市により異なる

⇒ : (連続) 緩やかな変化
 → : (非連続) 急激な変化
 (catastrophic structural transitions)

t/k の減少 = 通勤コスト減少 or 企業の生産活動大
 → monocentric (一極型) ^

t/k の増加 = 通勤コスト増加 or 企業の生産活動小
 → completely mixed (職住混在) ^

■ パラメータの変化による都市構造の変化

① α 減少

→ 2パターンの推移

(i) $u_2 \xrightarrow{k} u_1$

(ii) $u_2 \xrightarrow{k} u_{3A} \xrightarrow{j} u_1$

② α 増加

→ 1パターンの推移

(i') $u_1 \xrightarrow{n} u_2$

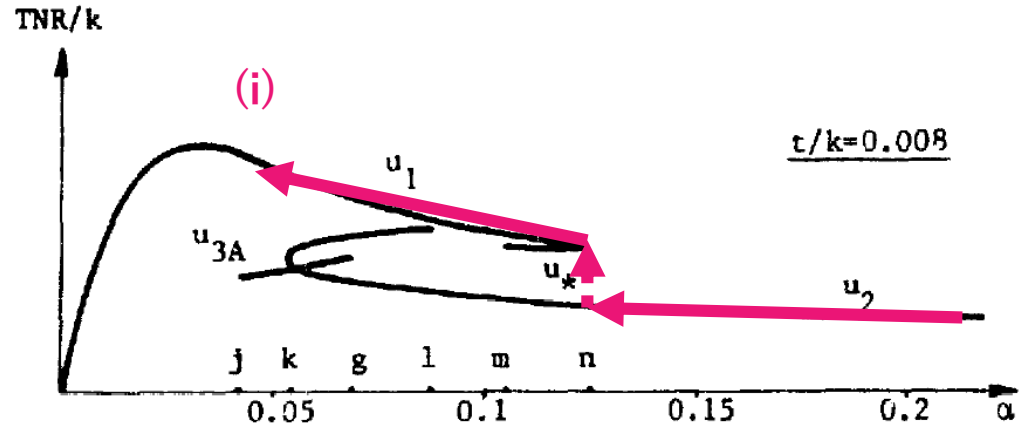


Fig. 17. Total net land rent curve for $t/k = 0.008$.

■ 人口変化による都市構造の変化

世帯数Nの変化 = α の変化ととらえられる

$N \rightarrow nN$

均衡の変化：

$\{t, k, \alpha, N, S_h, S_b, L_b\} \rightarrow \{t, k, \alpha/n, nN, S_h, S_b, L_b\}$

人口増加 ($n > 1$) + α 変化せず = 人口変化なし + α 大

u_0	= completely mixed urban configuration,
u_*	= incompletely mixed urban configuration,
u_1	= monocentric urban configuration,
u_2	= duocentric urban configuration,
u_{3A}	= tricentric urban configuration (type A),
u_{3B}	= tricentric urban configuration (type B).

人口増加 ($\Leftrightarrow \alpha$ 大) \rightarrow monocentric (一極型) になりにくい
 人口減少 ($\Leftrightarrow \alpha$ 小) \rightarrow monocentric (一極型) へ

まとめ

- 古典的土地利用モデルに対して、中心の扱い方を改良し、都市構造形成のメカニズムを記述するモデルを構築した。
- いくつかのパラメータの変化によって、都市構造の大幅な変化(a catastrophic structural transition)が生じることを理論枠組みの中で説明した。
- 特に、古典モデルの中で明示的に扱われてきたmonocentric(一極型)の都市構造は人口の増加・通勤パターンの変化により、その均衡が破れる。
- 本論文では線状都市かつ比較的単純な構造の都市を扱っていたが、複雑な都市についても適用研究が必要。
- a catastrophic structural transitionの背景にある動的メカニズムの解明もさらなる課題