

# 空間経済学ゼミ @日光

11章 階層的都市システムの発展

12章 都市規模に関する実証分析

13章 港湾, 輸送ハブおよび都市の立地

---

2018年6月23日 (土)

平林新

# 11章 階層的都市システムの発展

---

狙い：今まで考慮していなかった都市の種類の違いを表現する

流れ：アメリカを例にしたイントロダクション  
モデル化

単一中心システムの崩壊と低階層の都市誕生  
階層システムの長期的発展

# アメリカの階層的都市システム

## ◆階層的都市システム

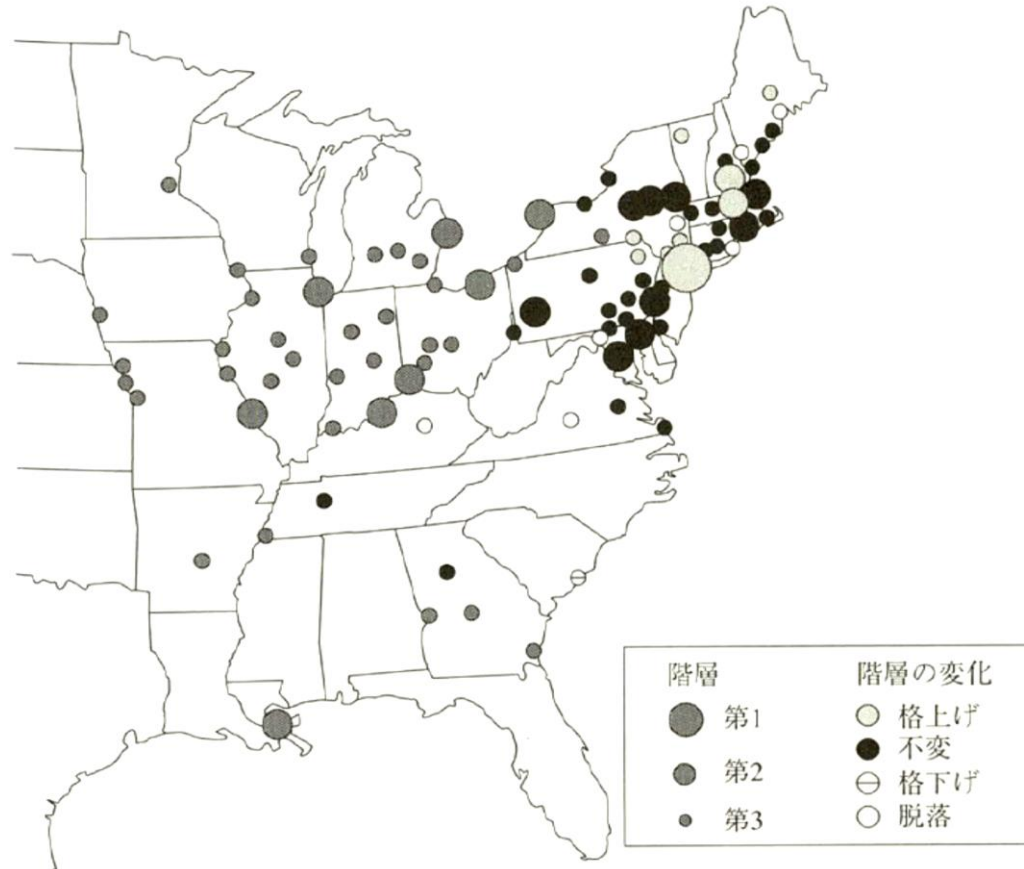
「高次の都市」と「低次の都市」の混在した系

### ◆高次の都市

農業，工業，サービス業  
など様々な財を生む都市

### ◆低次の都市

農業しかない等生産物に  
多様性のない都市



1830～1870年の合衆国の都市システムの発展

# モデル化

名前, 変数	式
効用関数	$U = A^{\mu^A} \prod_{h=1}^H (M^h)^{\mu^h} \quad (11.1)$ <p><math>A, M</math>: 農, 工業品の消費, <math>h</math>: 各産業(1,2,...H), <math>\mu^A, \mu^h</math>: 消費に占める農業, 産業<math>h</math>のシェア.</p>
シェアの合計制約	$\mu^A + \sum_{h=1}^H \mu^h = 1 \quad (11.1)$
各産業の価格指数	$G^h(r) = \left[ \sum_h (L_k^h / \mu^h) w_k^{-(\sigma^h-1)} e^{-(\sigma^h-1)\tau^h  r-r_k } \right]^{-1/(\sigma^h-1)} \quad (11.2)$ <p><math>k</math>: 都市(1,2,...,K), <math>r_k</math>: 都市<math>k</math>の立地, <math>L_k^h</math>: 都市<math>k</math>における産業<math>h</math>の雇用, <math>w_k</math>: 都市<math>k</math>における名目賃金.  <math>\sigma^h</math>: 産業<math>h</math>の生産する財の代替の弾力性, <math>\tau^h</math>: 単位距離で産業<math>h</math>の生産する品が溶ける割合.</p>

$$(4.01) U = M^\mu A^{1-\mu}$$

$$(4.34) G = \left[ \frac{1}{\mu} \sum_{s=1}^R L_s^M (w_s^M T_{sr}^M)^{1-\sigma} \right]^{1/(1-\sigma)}$$

# モデル化

名前, 変数	式
農業地域の大きさ	$ X^A $
各都市における所得	$Y_k = \sum_h w_k^h L_k^h$
各産業の名目賃金	$w^h(r) = \left[ \sum_k Y_k e^{-(\sigma^h-1)\tau^h r_k-r } (G_k^h)^{\sigma^h-1} + \int_{X^A} p^A(s) e^{-(\sigma^h-1)\tau^h s-r } (G^h(s))^{\sigma^h-1} ds \right]^{1/\sigma^h}$ (11.3)
農業の名目賃金(価格)	$w^A(r) = p^A(r)$
各産業の実質賃金	$\omega^h(r) = w^h(r) (p^A(r))^{-\mu^A} \prod_h (G^h(r))^{-\mu^h}$ (11.4)
農業の実質賃金	$\omega^h(r) = w^h(r) (p^A(r))^{-\mu^A} \prod_h (G^h(r))^{-\mu^h}$ (11.4)
各都市における 各産業の実質賃金	$\omega_k^h = \omega^h(k)$

$$(4.35) w_r^M = \left[ \sum_{s=1}^R Y_s (T_{rs}^M)^{1-\sigma} G_s^{\sigma-1} \right]^{1/\sigma}$$

# モデル化(均衡の特徴づけ)

## ◆労働市場の需給バランス

$$\sum_k \sum_h L_k^h + c^A |X^A| = N \quad (11.5)$$

## ◆実質賃金の平等性

$$L_k^h > 0 \text{となるすべての} h, k \text{について} \omega_k^h = \omega^A(r) = \omega^A \quad (11.6)$$

## ◆均衡の持続可能性

$$\text{立地} r \text{産業} h \text{の市場ポテンシャル関数} : \Omega^h(r) \equiv \frac{[\omega^h(r)]^{\sigma^h}}{[\omega^A]^{\sigma^h}} \quad (11.7)$$

各産業  $h = 1, 2, \dots, H$  に対して,

$$\text{すべての} r \text{において} \Omega^h(r) \leq 1 \quad (11.8)$$

以上の条件が成立すれば均衡は持続し, ある  $h$  と  $\tilde{r}^h$  について  $\Omega^h(\tilde{r}^h) = 1$  となれば新都市が  $\tilde{r}^h$  に生まれる.

# 単一中心システム

## ◆単一中心構造の設定

- 都市の立地 :  $r = 0$  (中心)
- 農業後背地の長さ :  $2f$
- 工業全体としての消費シェア :  $\mu^M$
- 工業品の交易費用 :  $\bar{\tau}^M$

$$\mu^M \equiv \sum_{h=1}^H \mu^h = 1 - \mu^A$$

$$\bar{\tau}^M \equiv \frac{\sum_h \mu^h \tau^h}{\mu^h}$$

(11.9)

## ◆単一中心構造の注意点

- すべての工業が中心都市に立地する
- 輸送費用が産業毎に異なれば，生計費指数も異なる

# 単一中心システム( $\Omega$ の導出)

## ◆各産業の市場ポテンシャル関数

$$\begin{aligned} \Omega^h(r) &= e^{\sigma^h [(1-\mu^M)\tau^A - \mu^M\tau^M] |r|} \left[ \left( \frac{1+\mu^M}{2} \right) e^{-(\sigma^h-1)\tau^h r} + \Psi^h(r, f) \left( \frac{1-\mu^M}{2} \right) e^{(\sigma^h-1)\tau^h r} \right] \end{aligned} \quad (11.10)$$

ただし

$$\Psi^h(r, f) = 1 - \frac{\int_0^r e^{-\tau^A s} \left[ 1 - e^{-2(\sigma^h-1)\tau^h(r-s)} \right] ds}{\int_0^f e^{-\tau^A s} ds} \quad (11.11)$$

- $\mu$ が $\mu^M$ に,  $\sigma$ が $\sigma^h$ に,  $\tau$ が $\tau^h$ に置き換わっている
- 市場ポテンシャル関数の[]に左からかかる係数は, 生計費指数を表す

$$(9.22) \Psi(r, f) \equiv 1 - \frac{\int_0^r e^{-\tau^A s} \left[ 1 - e^{-2(\sigma-1)\tau^M(r-s)} \right] ds}{\int_0^f e^{-\tau^A s} ds}$$

$$(9.24) \Omega^h(r) = e^{\sigma[(1-\mu)\tau^A - \mu\tau^M]r} \left[ \left( \frac{1+\mu}{2} \right) e^{-(\sigma-1)\tau^M r} + \Psi(r, f) \left( \frac{1-\mu}{2} \right) e^{(\sigma-1)\tau^M r} \right]$$



# 単一中心システム( $\Omega$ の特性把握)

◆市場ポテンシャル関数の都市均衡での勾配

$$\frac{d\Omega^h(0)}{dr} = \sigma^h [(1 - \mu^M)\tau^A - \mu^M(\bar{\tau}^M + \rho^h\tau^h)] \quad (11.12)$$

単一中心構造を持続可能とするための条件：

$$H個のすべての産業について  $\frac{d\Omega^h(0)}{dr} < 0$$$

◆極限ポテンシャル関数 $\bar{\Omega}^h(r)$

均衡が持続する条件をチェックするために $\bar{\Omega}^h(r)$ を用いる。

$$\bar{\Omega}^h(r) = K^h e^{\sigma^h[\rho^h(\tau^A + \tau^M) - \mu^M(\tau^A + \bar{\tau}^M)]r} + (1 - K^h) e^{-\sigma^h[(1 - \mu^M)\rho^h\tau^h - \Omega_r^h(0)/\sigma^h]r} \quad (11.13)$$

ただし $K^h$ は、

$$K^h = \frac{(1 - \mu^M)\rho^h\tau^h}{(1 - \mu^h)\rho^h\tau^h + \rho^h(\tau^A + \tau^h) - \mu^M(\tau^A + \bar{\tau}^M) - \Omega_r^h(0)/\sigma^h} \quad (11.14)$$

# 単一中心システム(均衡の可能性)

## ◆単一中心構造の崩壊条件の導出

$\bar{\Omega}^h(r)$ の振る舞いは9章と同様.

第1項の指数 $\sigma^h[\rho^h(\tau^A + \tau^M) - \mu^M(\tau^A + \bar{\tau}^M)]r < 0 \rightarrow$ 均衡持続(イ)

第1項の指数が1つでも正  $\rightarrow$ 崩壊(ウ)

少なくとも1つの $h$ に対し $(1 - \mu^M)\tau^A - \mu^M(\bar{\tau}^M + \rho^h\tau^h) > 0$	すべての $h$ に対し $(1 - \mu^M)\tau^A - \mu^M(\bar{\tau}^M + \rho^h\tau^h) < 0$	
不可能	すべての $h$ に対し $\mu^M\left(\frac{\tau^A + \bar{\tau}^M}{\tau^A + \tau^h}\right) \geq \rho^h$	少なくとも1つの $h$ に対し $\mu^M\left(\frac{\tau^A + \bar{\tau}^M}{\tau^A + \tau^h}\right) < \rho^h$
	常に可能	小さな $N$ に対し可能

(ア)

(イ)

(ウ)

$d\Omega^h(0)/dr$ が正の勾配  
産業 $h$ が都市から離脱

集積力が非常に強い  
所謂ブラックホール

ある人口規模 $N$ で  
中央都市から離脱

# 単一中心システム(離脱モデル)

## ◆人口増加を経ての離脱のモデル化

$1 \leq \tilde{H} \leq H$ を満たす $\tilde{H}$ を用いて, 産業を以下のように仮定

産業1から産業 $\tilde{H}$ まで : (ウ)

産業 $\tilde{H}+1$ から産業 $H$ まで : (イ)

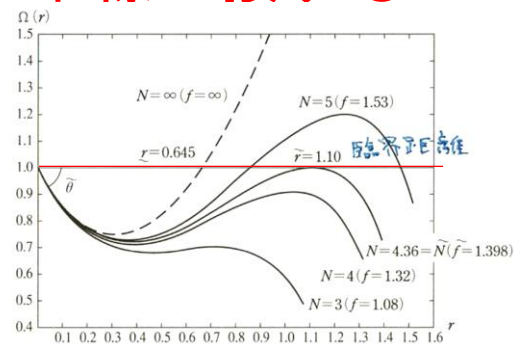
いずれの産業のポテンシャル曲線も,  $N$ が増加すると $f$ が増加し  
ポテンシャル曲線が徐々に上方にシフト



どの産業のポテンシャル曲線が最初に高さ1の水平線に接するか

◎代替の弾力性が大きい

◎輸送費用が大きい



複数の $N$ に対する  
ポテンシャル曲線

# 単一中心システム(最初の離脱)

## ◆ポテンシャル曲線が1に接する早さの比較

$\mu^A \tau^A \leq \mu^M \tau^M$  と仮定

$h \leq \tilde{H}$  かつ  $g \leq \tilde{H}$  である任意の2つの産業  $h$  および  $g$  について  
 $\{\rho^h > \rho^g \text{ かつ } \tau^h \geq \tau^g\}$  または  $\{\rho^h \geq \rho^g \text{ かつ } \tau^h > \tau^g\}$  (11.16)

ならば

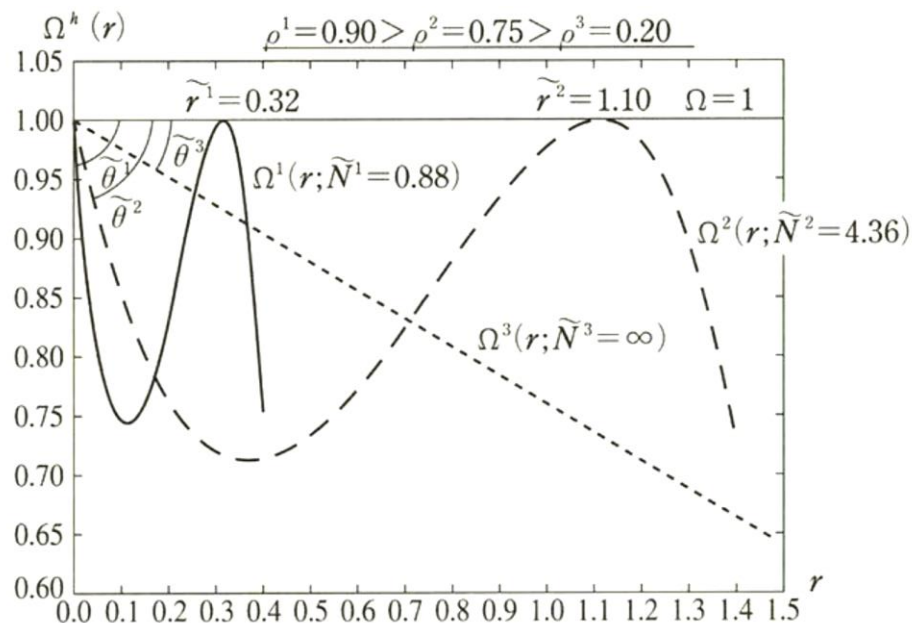
$$\tilde{N}^h < \tilde{N}^g, \quad \tilde{r}^h < \tilde{r}^g \quad \text{かつ} \quad \tilde{\theta}^h > \tilde{\theta}^g. \quad (11.17)$$

ただし,  $\tilde{\theta}^h \equiv |d\Omega^h(0)/dr|$

産業  $h$  の方が先にポテンシャル  
 曲線が1に到達する



「産業  $g$  は産業  $h$  より **高次の階層**  
 にある」という



3種類の産業のポテンシャル曲線

# 単一中心システム(代替の弾力性)

## ◆代替の弾力性に着目した臨界ポテンシャルの比較

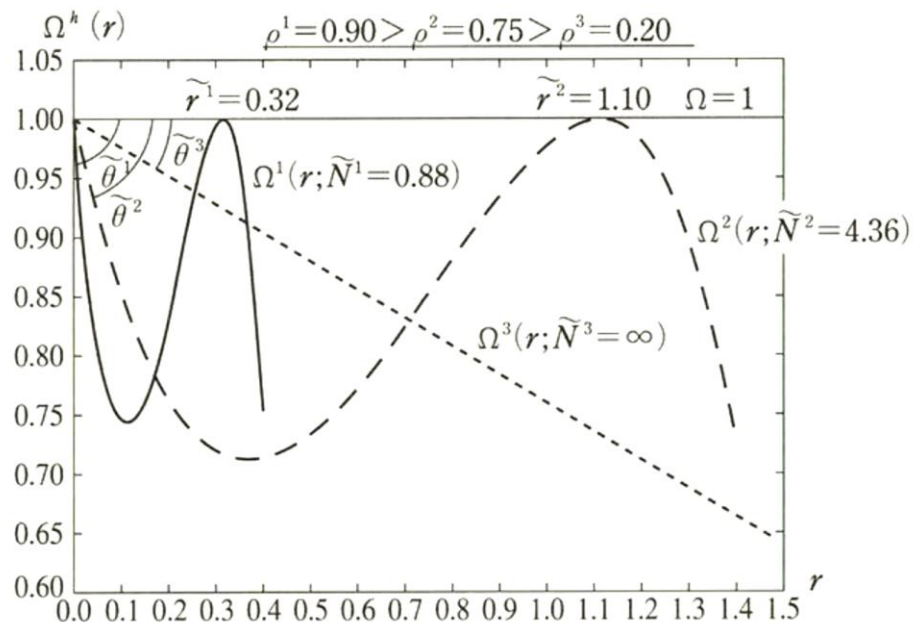
—3つの産業があると仮定

—代替の弾力性パラメータ  $\rho^1 = 0.90 > \rho^2 = 0.75 > \rho^3 = 0.20$  (11.18)

— $\mu^A = 0.5, \mu^1 = \mu^2 = 0.1, \mu^3 = 0.3$

— $\tau^A = 0.8, \tau^1 = \tau^2 = \tau^3 = 1, c^A = 0.5$  (11.19)

—産業 $h$ が最も早く、最も近い  
ところで高さ1の水平線に  
接する結果となっている



3種類の産業のポテンシャル曲線

# 階層システムの自己組織化

ここまでは、まず階層化をモデル化するための布石を打ち、グラフを基にそれを表現（可視化）した。

グラフを通して、最初に生まれる新都市はどの産業から生まれるか、そしてそれは何を意味するかを考えた。

狙い：階層システムの長期的な発展過程を見る

条件：  $\sum_{h=1}^H (\mu^h / \rho^h) \geq 1$  …一極集中+離脱 目的 (11.21)

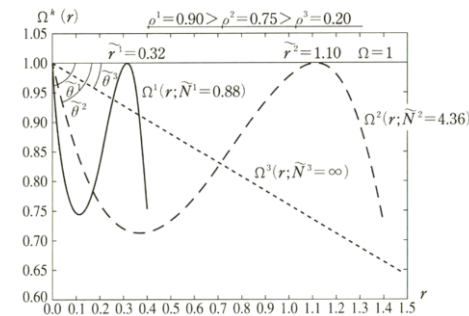
$\rho^1 > \rho^2 > \rho^3$  …高次低次の順序付け 目的

$\tau^1 = \tau^2 = \tau^3$  …順序付けの維持 目的

# 階層システムの自己組織化(不安定性)

## ◆生まれた新都市の不安定性

1. 経済の人口規模  $N(t) < \tilde{N}^1$  を増加させる
2. 人口  $N(t) = \tilde{N}^1$  で産業1のポテンシャル曲線が最初に高さ1の水平線に到達
3. 1対の新都市が  $r = \tilde{r}^1, -\tilde{r}^1$  に発生
4. このとき産業2も産業3もポテンシャル曲線は1より低いいため, 新都市は産業1に特化している状態
5. 連関効果がなく, 発展が見込みづらい



3種類の産業のポテンシャル曲線

# 階層システムの自己組織化(長期的発展過程)

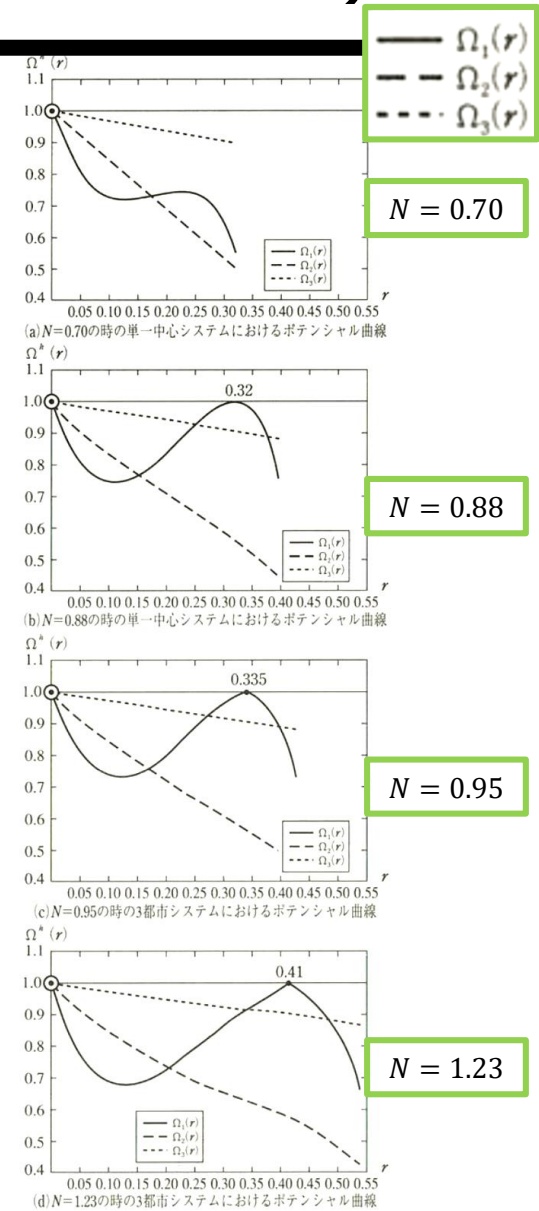
## ◆階層構造が生まれていく過程を見る

$N(t)$

- ◎ 高次の都市
- ⊙ 中位の都市
- 低次の都市
- 消滅した都市



階層的都市システムの発展過程



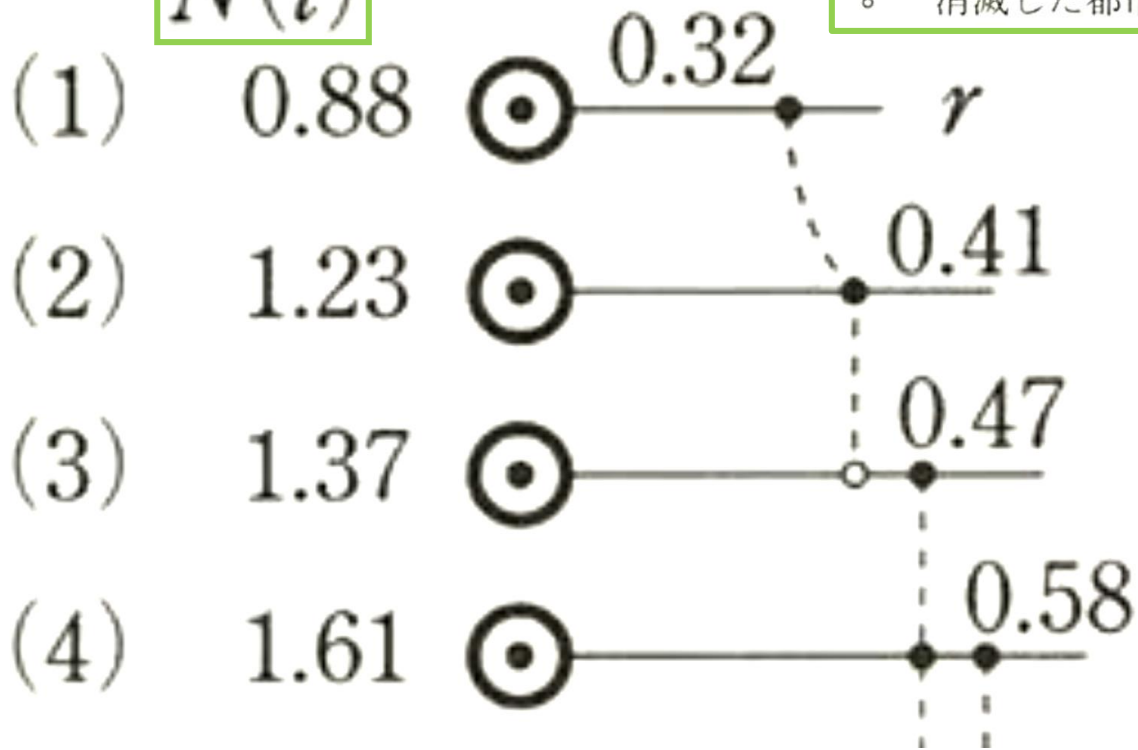
ポテンシャル曲線



# 階層システムの自己組織化(長期的発展過程)

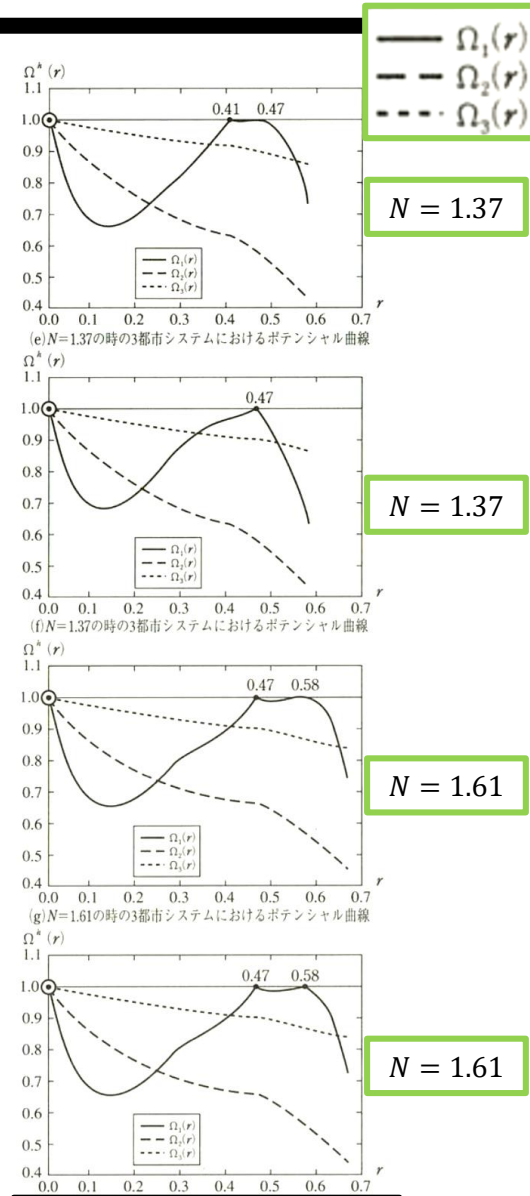
## ◆階層構造が生まれていく過程を見る

$N(t)$



- ◎ 高次の都市
- ◎ 中位の都市
- 低次の都市
- 消滅した都市

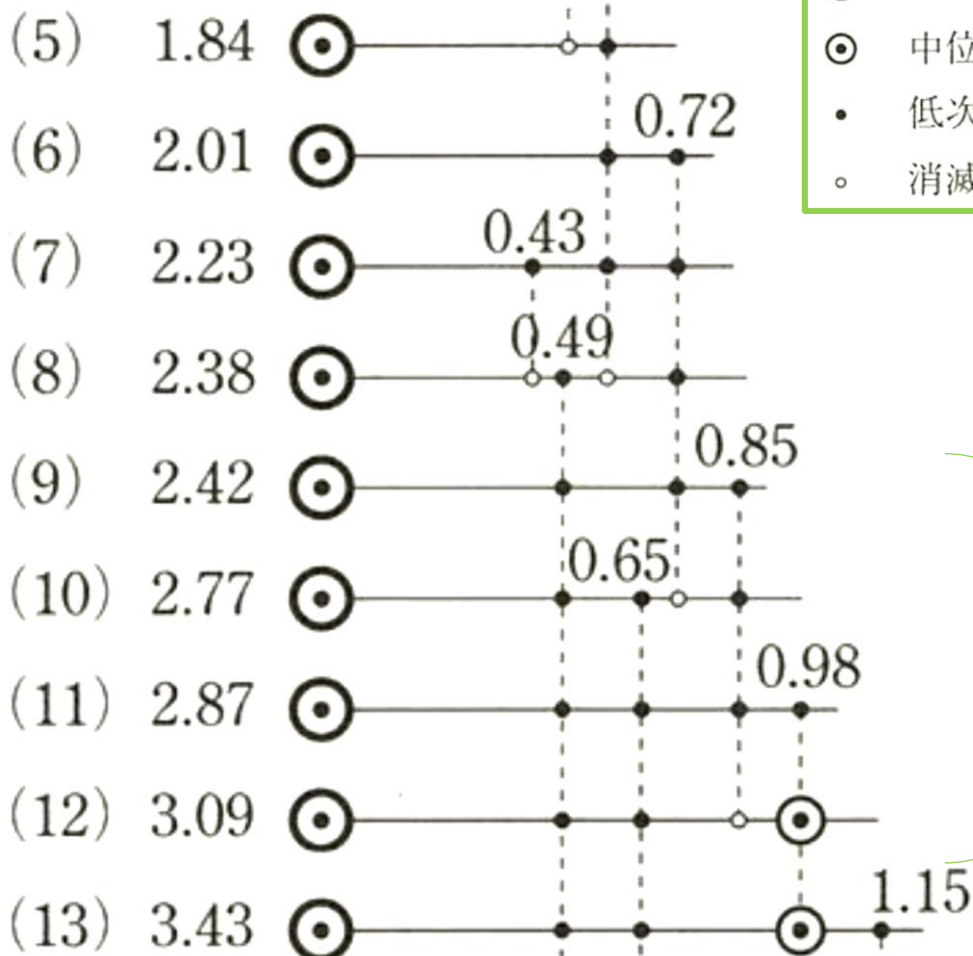
階層的都市システムの発展過程



ポテンシャル曲線

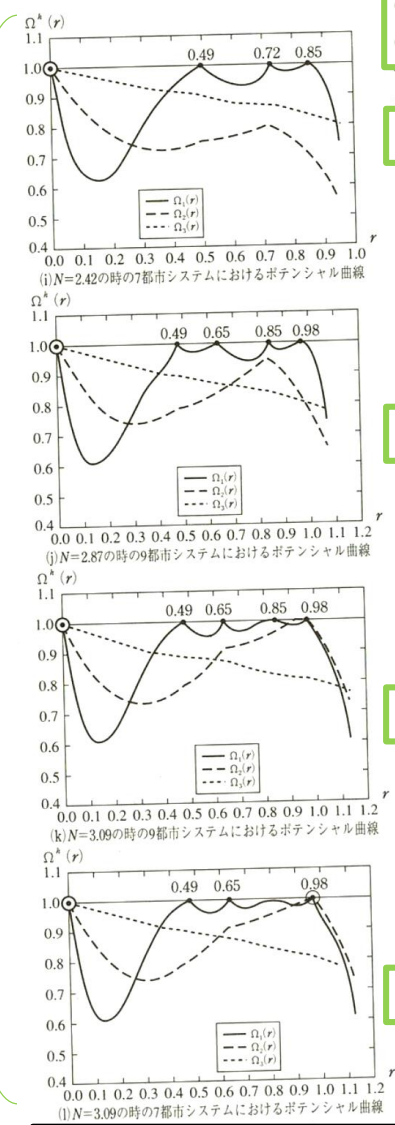
# 階層システムの自己組織化(長期的発展過程)

## ◆階層構造が生まれていく過程を見る



- ◎ 高次の都市
- ⊙ 中位の都市
- 低次の都市
- 消滅した都市

階層的都市システムの発展過程



—  $\Omega_1(r)$   
 - -  $\Omega_2(r)$   
 ····  $\Omega_3(r)$

$N = 2.42$

$N = 2.87$

$N = 3.09$

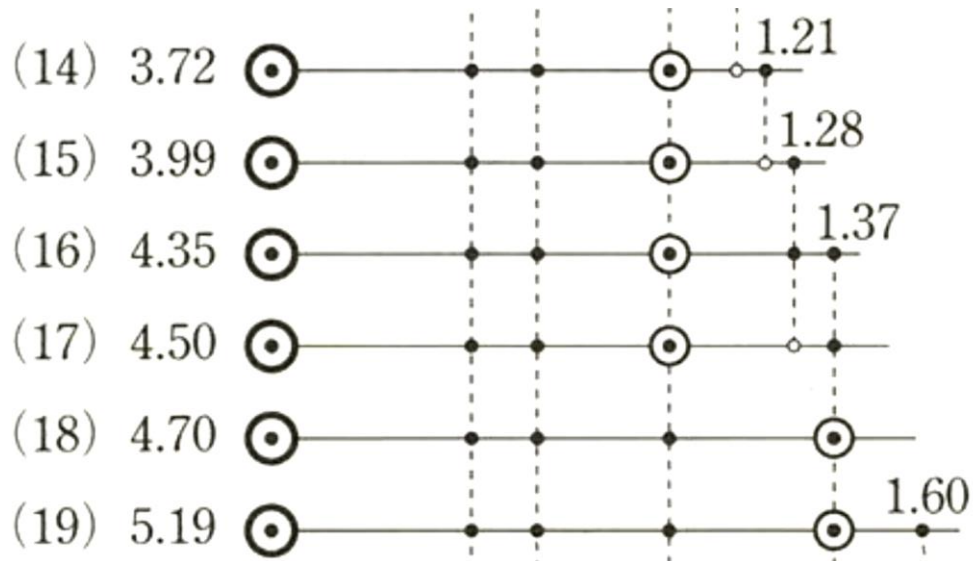
$N = 3.09$

ポテンシャル曲線

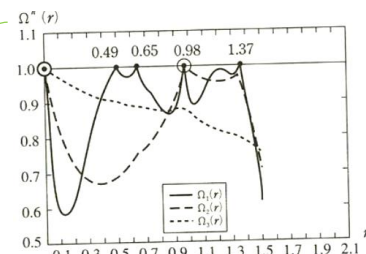
# 階層システムの自己組織化(長期的発展過程)

## ◆階層構造が生まれていく過程を見る

- ◎ 高次の都市
- ⊙ 中位の都市
- 低次の都市
- 消滅した都市

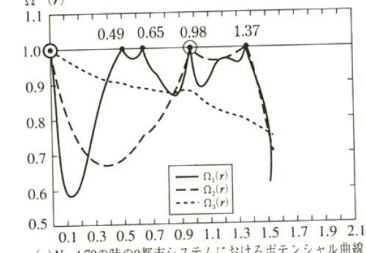


階層的都市システムの発展過程

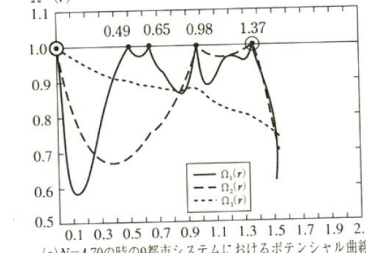


—  $\Omega_1(r)$   
- -  $\Omega_2(r)$   
...  $\Omega_3(r)$

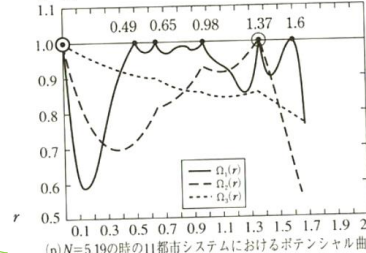
N = 4.60



N = 4.70



N = 4.70



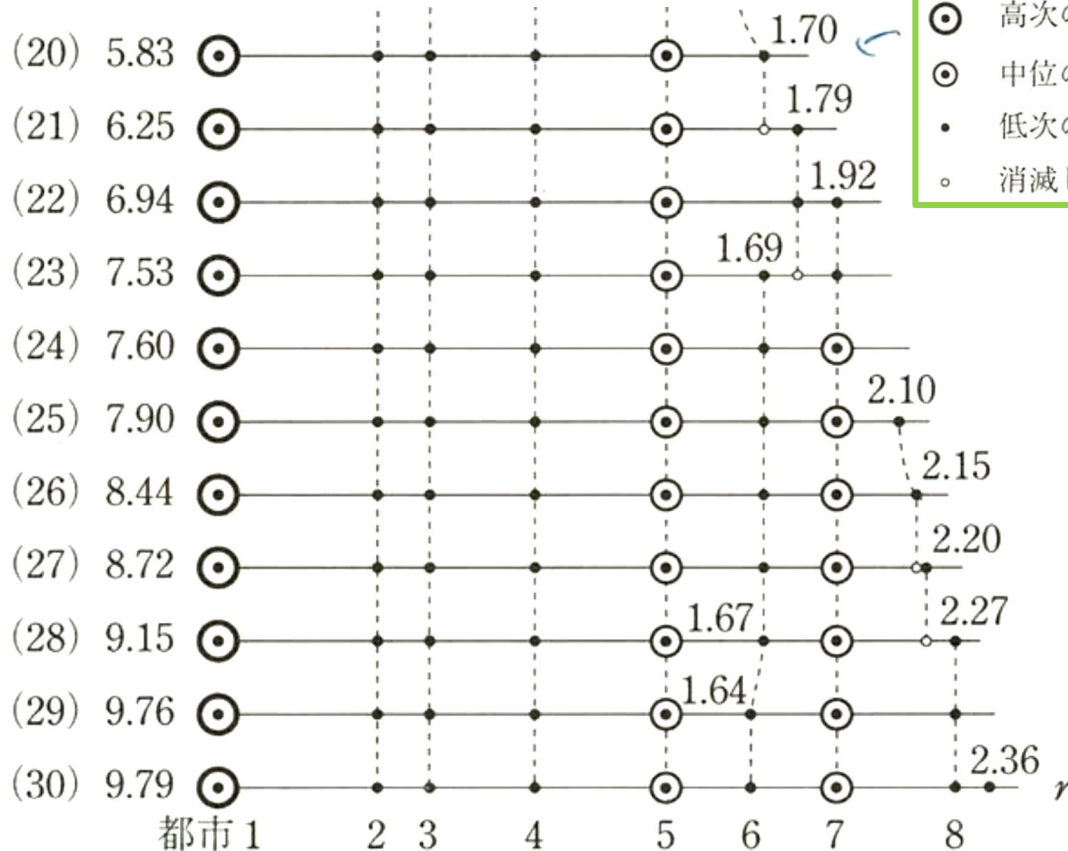
N = 5.19

ポテンシャル曲線

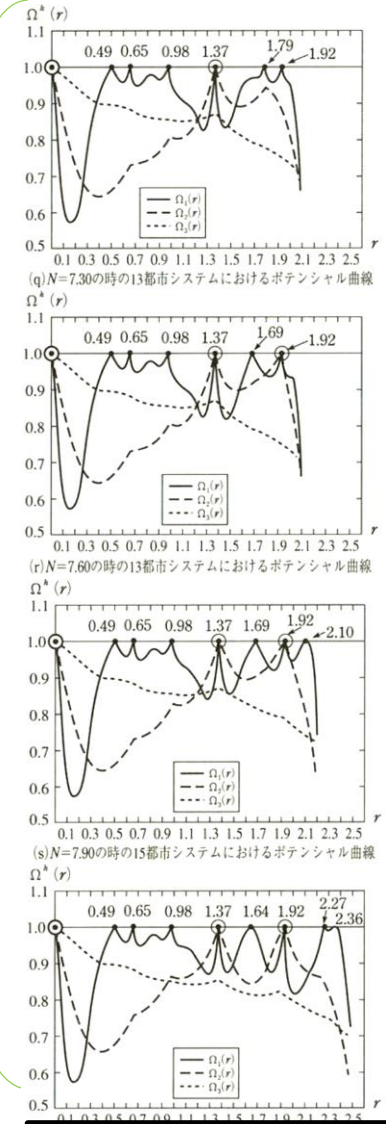
# 階層システムの自己組織化(長期的発展過程)

## ◆階層構造が生まれていく過程を見る

極めて整った形で階層的都市システムが現れた



階層的都市システムの発展過程



ポテンシャル曲線



# 階層システムの自己組織化(財のシェア)

## ◆高次の都市が低次の都市をサポート

### ◇ $M^1$ 財 (低次の財)

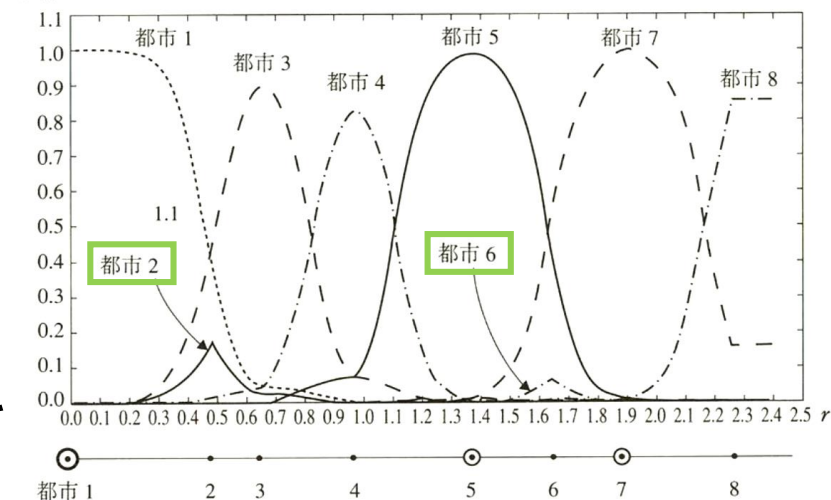
- 都市2, 都市6は自給自足できていない
- 隣接する都市から大部分の $M^1$ 財を供給されている

### ◇ $M^2$ 財 (高次の財)

- 中位の都市5, 7は自らの市場では最大のシェアを有している
- 多くの隣接都市に $M^2$ 財を供給

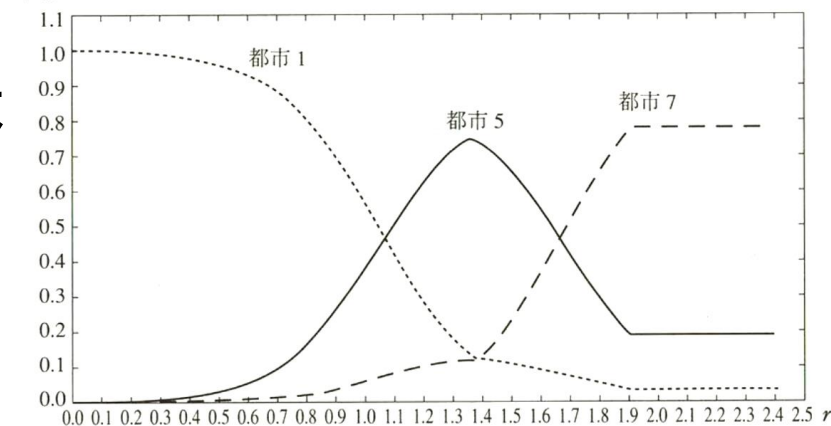
交易に関するも豊かな空間構造

市場シェアー



**$M^1$ 財の市場シェア**

市場シェアー

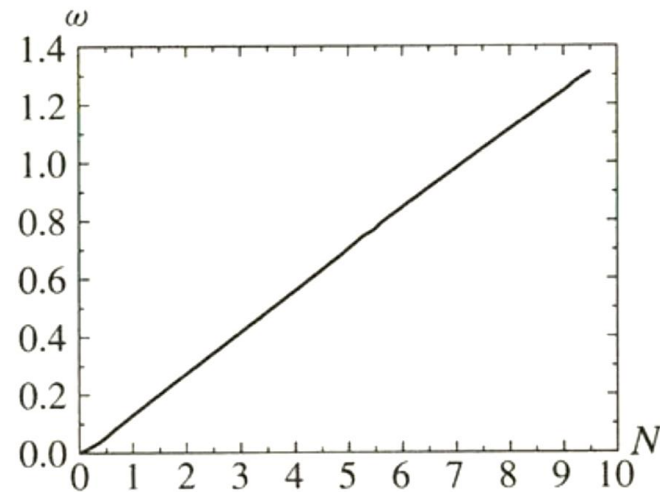


**$M^2$ 財の市場シェア**

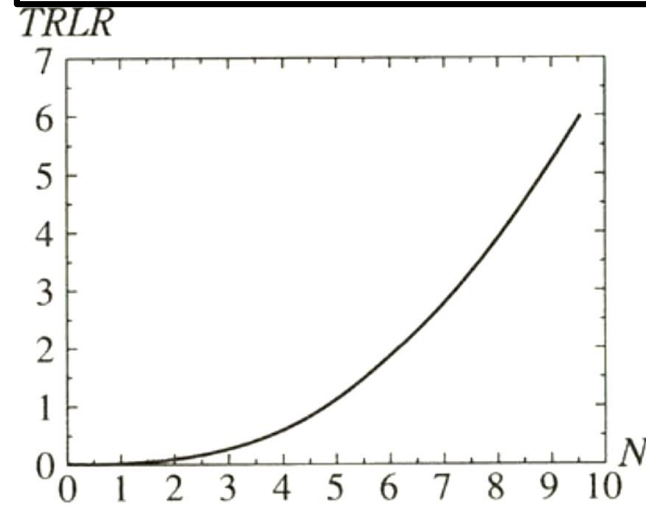
# 階層システムの自己組織化(厚生指標の変化)

## ◆収穫逓減

- 均衡効用水準が人口規模の増大と共に上がっている
- 実質地代は比例以上の割合で上昇
- 経済は恒久的に収穫逓増の局面にある
- これは(11.21)式が満たされるようにパラメータを設定したため、経済が
- 極集中的な空間構造を維持し、大都市（特に最高次の都市）の人口増加がM財の多様性を通じて経済成長のエンジンを動かし続けることとなった。



人口増加に対する実質賃金



人口増加に対する総実質地代

# 結論

---

- 市場レベルでの過程から産業の階層を表現することができた
- これにより、空間構造および産業構造に関して都市が自然と階層を形成するというアイデアを裏づけることができた

# 12章 都市規模に関する実証分析

---

狙い：都市規模を表現するモデルと現実（データ）が適合しないケースを考察する

流れ：都市規模の分布の不可解な安定性  
都市理論によるモデル化  
不規則成長によるモデル化  
課題の総括と今後の展望



# 都市規模の分布の不可解な安定性(既往研究)

## ◆都市規模は冪指数が1の指数法則に従う

$N(S)$ を $S$ 以上の人口を有する都市の数として次の関係が成り立つ

$$N(S) = k \times S^{-a}, a \cong 1$$

[Dobkins and Ioannides, 1996]

1900年に遡り収集したデータを現代都市圏に

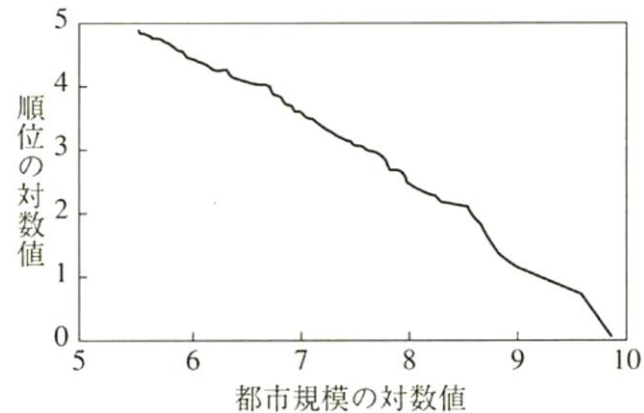
まとめ直し, 国勢調査年ごとに $a$ の推定を行い, 1900年での推定値は1.004

[Rosen and Resnick, 1980]

凡そ1の冪指数を持つ指数法則が, 大抵の国の都市圏規模の分布をうまく記述できることを示唆

[George Zipf, 1949]

社会科学における多くの経験則を集めた書籍において「都市規模は冪指数が1の指数法則に従う」と記述 = **ジップの法則 (順位・規模法則)**



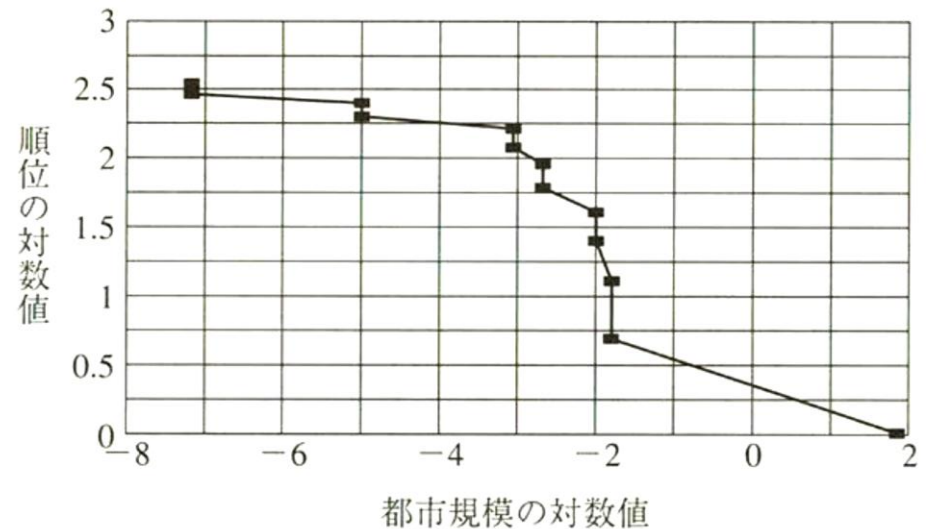
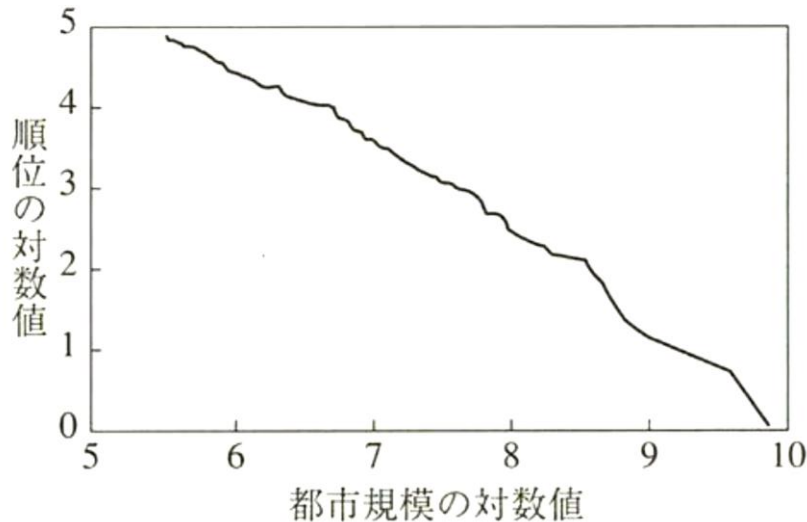
合衆国の都市規模の対数値と  
順位の対数値の関係

# 都市理論によるモデル化

## ◆11章で展開した都市階層モデル（中心地理論）の都市規模の分布への適用

パラメータを恣意的に決めても、実データとシミュレーションの間に大きな乖離が見られる。

※都市規模の分布においては、「綺麗な理論v.s.複雑なデータ」という関係ではなく、「不完全な理論v.s.綺麗なデータ」が成り立つ。



# 不規則成長によるモデル化

## ◆サイモンのモデル（簡潔版）

都市理論 : 11章で定式化された中心地理論は規模の経済( $\rho$ )と距離のトレードオフの関係の筋書き

**不規則成長** : 広範囲に渡る都市規模は、規模の影響を受けずに成長・存在すると見做す

$S$ 以上の人口を有する都市の数 $N$ は、 $N = kS^{-a}$ と書くことで、分布の右裾（都市規模の大規模な箇所）をうまく記述できる。

都市規模の密度 $n$ は、 $n = akS^{-a-1}$ と書ける。（?）

規模に関する密度の弾力性は $\frac{dn/dS}{n/S} = -a - 1$  (12.1)

# 不規則成長によるモデル化(状況設定)

## ◆人口の増加する様子のモデリング

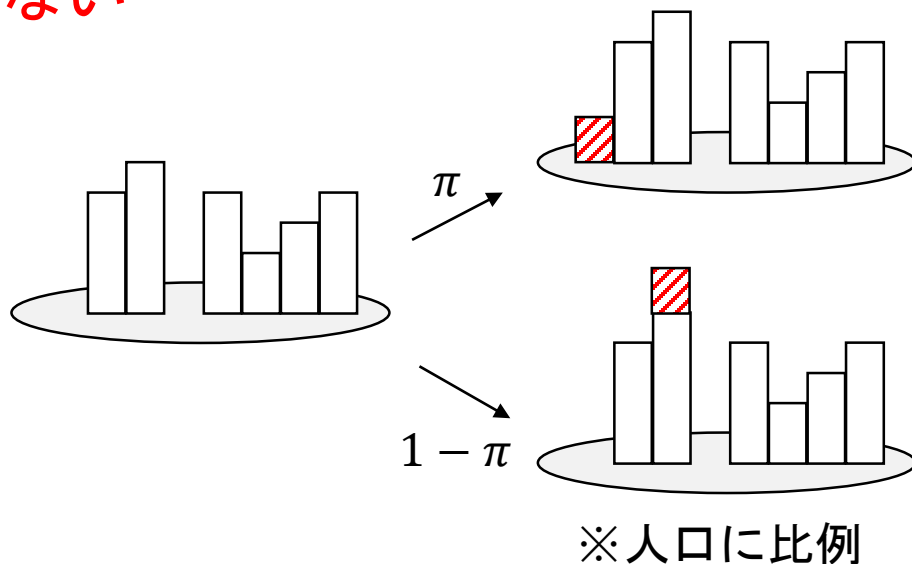
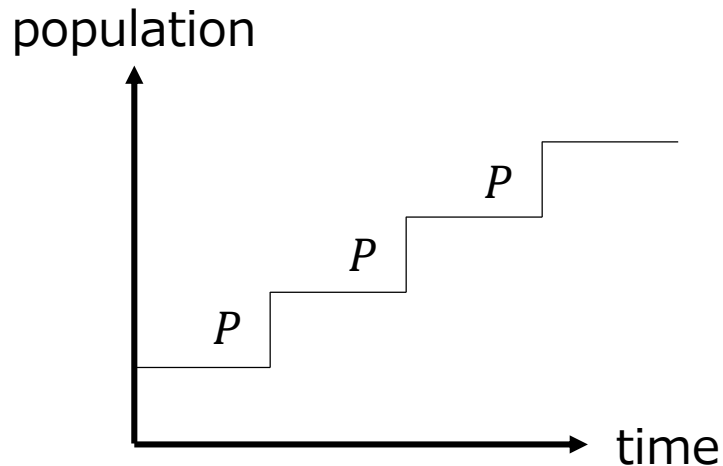
— 時間の経過により都市人口が離散的な増分（塊）ずつ増えるプロセスを想定

— 一塊で測られた人口  $P$  は

確率  $\pi$  でこれまで人のいなかった場所へ生じる

確率  $1 - \pi$  で既存の都市へ，人口に比例した確率で生じる

— 都市規模には有利も不利もない



# 不規則成長によるモデル化(分析)

## ◆都市規模の分布の定常状態を仮定

— 規模 $S$ の都市の数 $n_S$ の全人口 $P$ に対する比率 $n_S/P$ が収斂すると仮定

## ◆ $n_S/P$ が変動するパターンの列挙

1. 規模 $S-1$ の都市 ( $n_{S-1}$ 個) が塊1つ分増大するとき

$$\text{確率は}(1 - \pi) \frac{(S-1)n_{S-1}}{P}$$

2. 規模 $S$ の都市 ( $n_S$ 個) が塊1つ分増大するとき

$$\text{確率は}(1 - \pi) \frac{Sn_S}{P}$$

3. 全人口 $P$ が増大するとき

確率は1

# 不規則成長によるモデル化(分析続き)

◆  $n_s/P$  の変化の期待値を見る

$$E \left[ \frac{d}{dP} \frac{n_s}{P} \right] = \frac{1}{P^2} [(1 - \pi)(S - 1)n_{s-1} - (1 - \pi)Sn_s - n_s] \tag{12.2}$$

定常状態では期待値が0である. (12.2)を整理すると

$$\begin{aligned} \frac{n_s}{n_{s-1}} &= \frac{(1 - \pi)(S - 1)}{(1 - \pi)S + 1} \\ &= \frac{(1 - \pi)S + 1 - 1 - (1 - \pi)}{(1 - \pi)S + 1} \\ &= \frac{(1 - \pi)S + 1 + \pi - 2}{(1 - \pi)S + 1} \end{aligned} \tag{12.3}$$

$$\frac{n_s - n_{s-1}}{n_{s-1}} = \frac{\pi - 2}{(1 - \pi)S + 1} \tag{12.4}$$

# 不規則成長によるモデル化(分析対象の限定)

◆Sが大きな値となる分布の右裾に着目し分布を近似  
Sが変化したときのnの変化を見る上,  $n_S$ と $n_{S-1}$ に大きな差がないことに着目する. (12.4)と合わせて

$$\frac{dn/dS}{n} \cong \frac{n_S - n_{S-1}}{n_{S-1}} = \frac{\pi - 2}{(1 - \pi)S + 1} \quad (12.5)$$

これについて, 両辺にSを掛けることで, nのSに対する弾力性を表すことができる.

$$\frac{dn/dS}{n/S} = \frac{\pi - 2}{(1 - \pi) + 1/S} \cong \frac{\pi - 2}{1 - \pi} \quad (12.6)$$

ここで, (12.1)で得ていた同様の弾力性の式を用いると

$$\begin{aligned} -a - 1 &= \frac{\pi - 2}{1 - \pi} \\ a &= \frac{1}{1 - \pi} \end{aligned}$$

都市規模分布の右裾が冪指数  
 $a = 1/(1 - \pi)$ である指数法則  
により特徴づけられることを  
意味している

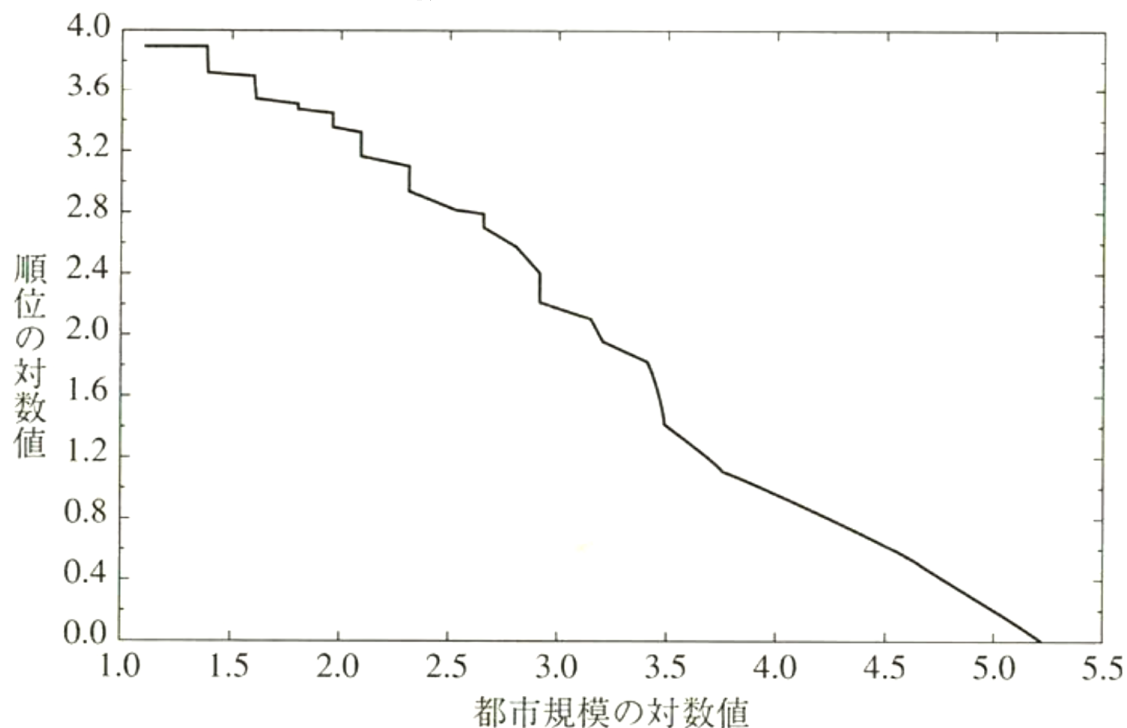
# 不規則成長によるモデル化(シミュレーション)

## ◆得られた関係を用いてシミュレーション実行

—  $\pi = 0.2$

— 初期の都市：10箇所（大きさはすべて塊1つ分）

— 人口が100倍になるまで続ける



対数グラフを用いたシミュレーションの結果



# 不規則成長によるモデル化(進歩)

---

◆ 冪指数1の指数法則の持つ表面的な適合により得られた進歩が、経済理論より良いと言える理由

1. サイモンのモデルは、都市システムなどと比較して指数法則を予測できた
2. 劇的に変化した都市の通勤費用等と比較して、指数法則の冪指数は安定している
3. 新都市形成よりも、既存都市の人口が増加するケースの方が冪指数1が得られる傾向がある

# 不規則成長によるモデル化(退化の問題)

---

## ◆ 冪指数が1であることの問題と妥協案

問題： 冪指数が1だとサイモンのモデルは指数法則を生み出さない

具体的には，大都市の人口のシェアが1となってしまう，現実世界と矛盾する

妥協案： 世の中には整数しか存在しないので， $n_S$ が1よりも小さい部分等は無視する

# 不規則成長によるモデル化(退化の問題)

## ◆具体的な算出手順

人口 $S$ 以上の都市数 $N$ , 定数 $k$ と $a$ , 最小規模の人口 $S_{min}$ ,  
その都市数 $N_{min}$ とする

$$N = kS^{-a}$$
$$N_{min} = kS_{min}^{-a}$$

それぞれ両辺に $S, S_{min}$ をかけて人口 $S$ 以上の都市に住む人口を  
算出する (後者は全人口と言える)

$$NS = kS^{1-a}$$
$$N_{min}S_{min} = kS_{min}^{1-a}$$

したがって規模 $S$ 以上の都市に住む人のシェアは

$$NS/N_{min}S_{min} = (S/S_{min})^{1-a}$$

故に $a = 1$ のときは大都市部(人口 $S$ 以上としているので大都市と  
表現)の人口のシェアが1になり, モデルが不合理となる.

# 不規則成長によるモデル化(退化の問題)

---

しかし現実には、 $S$ が最大になったとき（最大の都市の人口になったとき） $N$ は1となり、 $S$ がそれを超えたとき $N$ は0となる。

一方で理論上は、 $S$ が $m$ 倍になったとき、 $N$ は $1/m$ 倍となり、人口 $S$ 人の都市の数が小数点個、となってしまう。これは現実から乖離しており不合理だと考えられる。故に、現実世界では冪指数が1または1に準じるものでも、滑らかな指数法則を導くことができる。

# 結論

---

- 順位・規模法則を生み出す過程についてのもっともらしい筋書きは未明.
- 不規則成長モデルの他，確率モデルなどもあるが，いずれも収穫不変を前提にしており，都市経済モデルはそうではなく，潜在性がある.

# 13章 港湾， 輸送ハブおおよび都市の立地

---

狙い：分岐点で都市が形成される理由を明らかにする

流れ：分岐点の基本

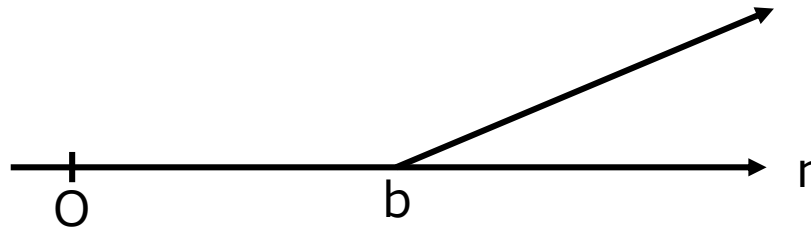
単一中心経済での分岐点の分析

市場ポテンシャルに基づく～

経済の可能な空間的發展パターンの考察

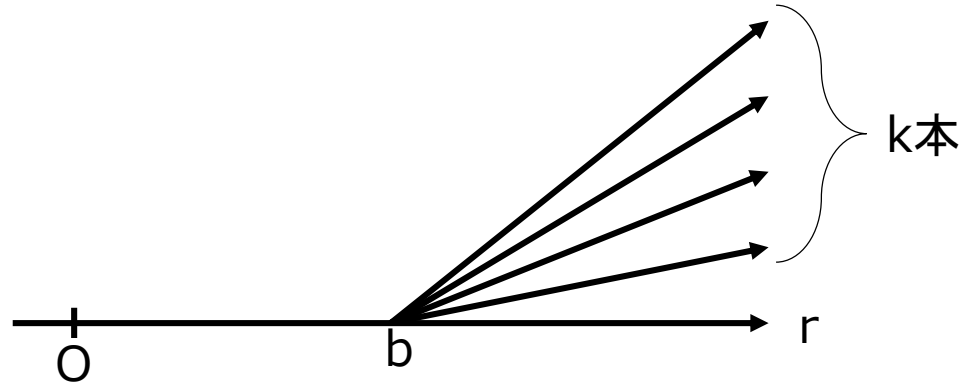
# 分岐点の基本

- 河川、運河、良港
- Yの字や\*（アスタリスク）を用いて次元性を保ちつつ、ハブの概念を導入していく
- 第9・10章の展開を適用する



- bから支線に進むと他の支線から遠くなってしまいう
- 工業の市場ポテンシャル曲線は分岐点において、そこに都市がなくても尖点を持つ
- 分岐点は市場ポテンシャル曲線の極大点となる傾向がある

# 単一中心経済での分岐点の分析



— 耕作限界までの距離  $f$  と分岐点までの距離  $b$  について,  $\delta$  を設ける

$$\delta = \begin{cases} 0, & f \leq b \\ 1, & f > b \end{cases} \quad (13.1)$$

— 農業地代は  $2f + \delta k(f - b)$



# 単一中心経済での分岐点の分析

## ◆市場ポテンシャル関数の定義

$$\Omega(r) \equiv \frac{\omega^M(r)^\sigma}{\omega^A(r)^\sigma} = \frac{w^M(r)^\sigma}{w^A(r)^\sigma} = [w^M(r)]^\sigma e^{\sigma[(1-\mu)\tau^A - \mu\tau^M]|r|} \quad (13.2)$$

## ◆賃金方程式

$$\begin{aligned} & [w^M(r)]^\sigma \\ &= L^M w(0) e^{-(\sigma-1)\tau^M|r|} G(0)^{\sigma-1} \\ &+ \int_{-f}^f p^A(s) e^{-(\sigma-1)\tau^M|r-s|} G(s)^{\sigma-1} ds \\ &+ \delta k \int_b^f p^A(s) e^{-(\sigma-1)\tau^M} d(r,s) G(s)^{\sigma-1} ds \end{aligned} \quad (13.3)$$

$$d(r,s) = \begin{cases} s - r, & r \leq b \\ (r - b) + (s - b), & r > b \end{cases} \quad (13.4)$$

# 単一中心経済での分岐点の分析

## ◆市場ポテンシャル関数の完全系の定義

(9.1)(9.4)に加え,  $S_A$  も参考にし, また

$$A(f) \equiv 2 \int_0^f e^{-\tau^A s} ds + \delta k \int_b^f e^{-\tau^A s} ds \quad (13.6)$$

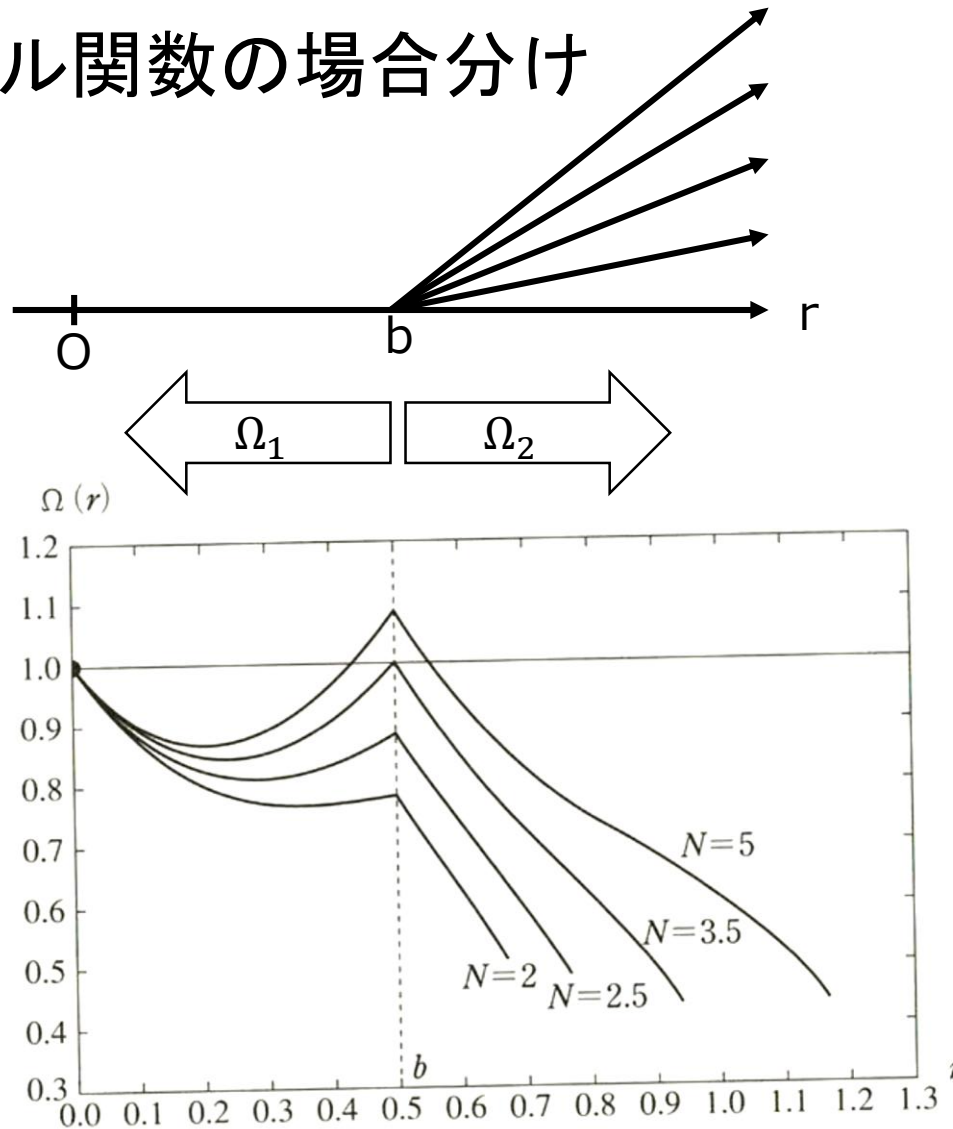
も用いて市場ポテンシャル関数を書き直す.

$$\begin{aligned} & \Omega(r) \\ &= e^{\sigma[(1-\mu)\tau^A - \mu\tau^M]|r|} \left\{ \mu e^{-(\sigma-1)\tau^M|r|} + \frac{(1-\mu)}{A(f)} \right. \\ & \times \left( 2 \int_0^f e^{-\tau^A s} e^{(\sigma-1)\tau^M|s-|r-s||} ds \right. \\ & \left. \left. + \delta k \int_0^f e^{-\tau^A s} e^{(\sigma-1)\tau^M|s-d(r,s)|} ds \right) \right\} \quad (13.8) \end{aligned}$$

このポテンシャルが全域で1を超えない場合にのみ, 単一中心構造は持続可能となる.

# 単一中心経済での分岐点の分析

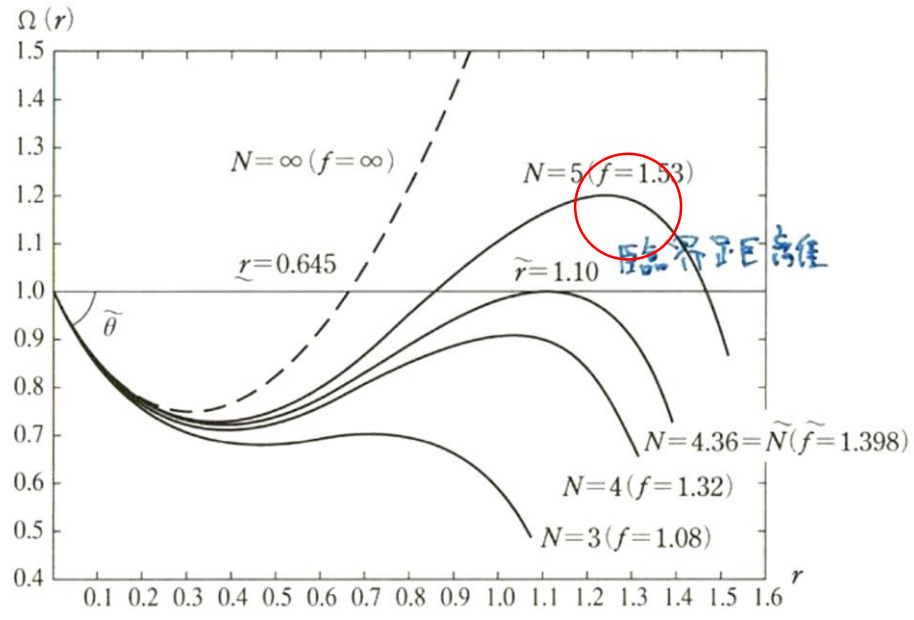
## ◆ポテンシャル関数の場合分け



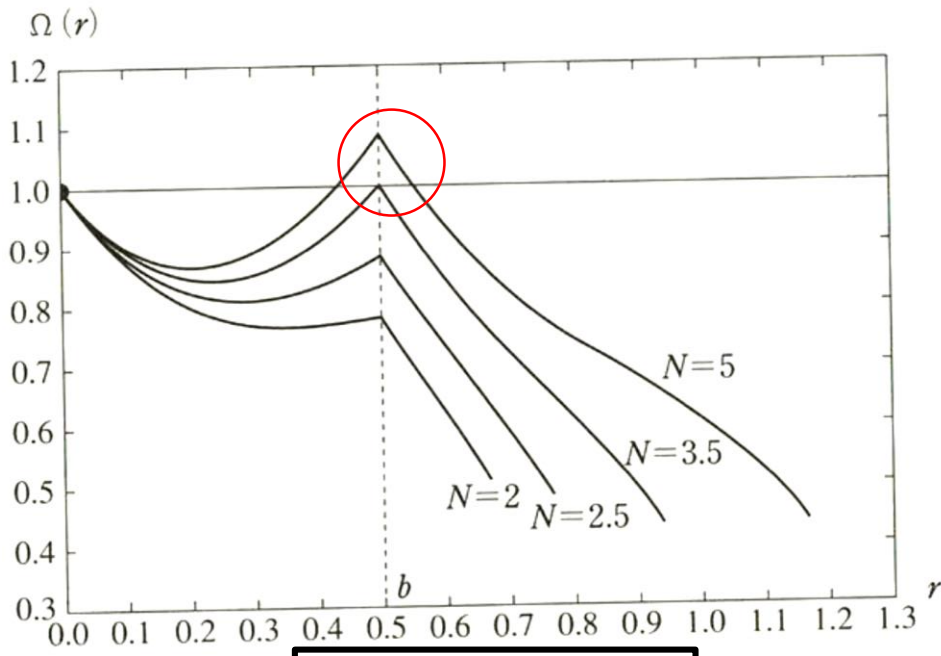
ポテンシャル関数の推移

# 単一中心経済での分岐点の分析

## ◆ポテンシャル関数の場合分け



直線構造



分岐点あり構造

$$\Omega'_2(b) - \Omega'_1(b) = \phi(f) \times func. > 0$$

bが尖点であることが確認された

# 単一中心経済での分岐点の分析

## ◆微係数の差 $\Omega'_2(b) - \Omega'_1(b)$ からわかること

1. 分岐点 $b$ において不連続
2. 関数 $\phi(f)$ は $f$ とともに増加するので農業地域が $b$ を超えて拡大するほど強くなる
3. 支線数 $k$ が増加するほど $\phi(r)$ が増加する＝支線が多いほど分岐点の魅力は大きくなる

## ◆その他図から分かること

1. 人口増加につれてポテンシャル関数は上方にシフトする
2. 分岐点 $b$ が尖点であり，新都市が生まれやすい場所である

# 経済の可能な空間的發展パターンの考察

## ◆分岐点 $b$ の位置を変える ことで發展の様子を見る

分岐点 $b$ に新都市は生まれない。  
分岐点 $b$ を超えたところに生まれる。

分岐点 $b$ に新都市が生まれる。  
場合によっては既存の都市が消滅する。

分岐点 $b$ に新都市は生まれない。  
分岐点 $b$ の手前に生まれる。  
また同じ状況に戻る。

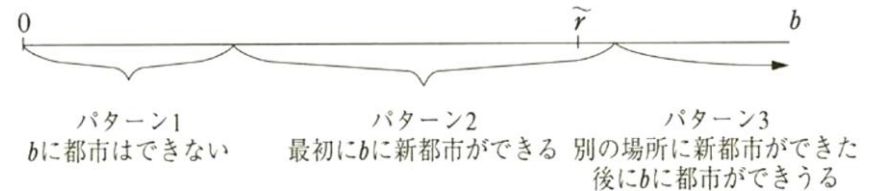
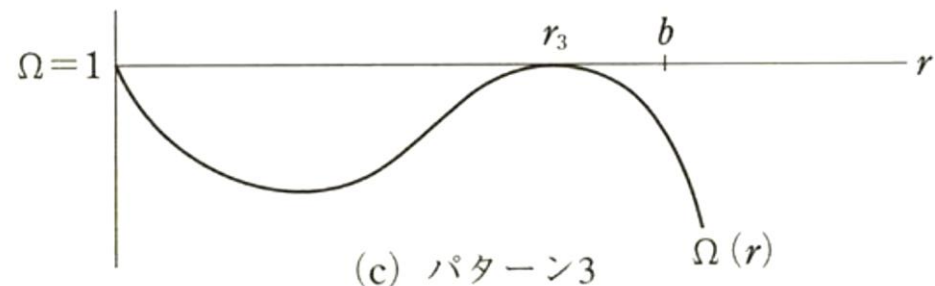
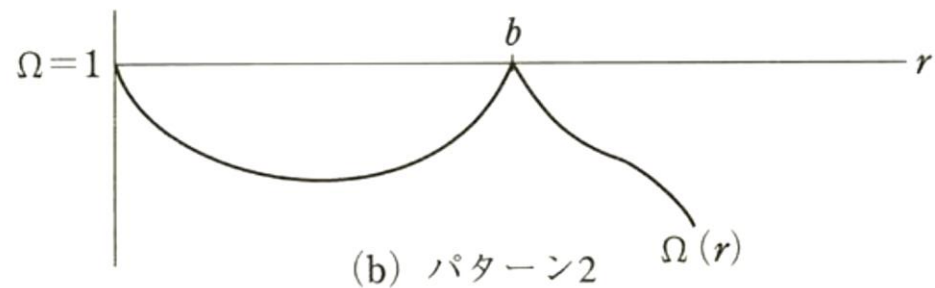
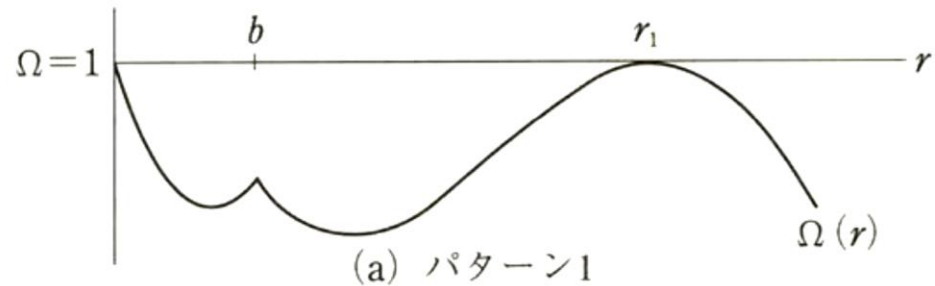


図 13.3 空間的發展の可能なパターン



# 経済の可能な空間的发展パターンの考察

---

## ◆結論

一分岐点は新都市の生まれる条件が幅広い