応用ゼミ @日光

空間経済学 Chapter9-10

-藤田昌久/ポール・クルーグマン/アンソニー・J・ベナブルズ『空間経済学』-

2018年6月23日

福田研究室　M1　今岡 将大

凡例

- このサイズの青字：理解を補助するであろう付加的な説明
- 式の近辺にあるこのボックス　：式中文字の定義（既出のもの中心）
- **このサイズの赤太字**：私のぼやき。共感してくれたら幸いです

◆概説◆

第9章：単一中心経済

我々の最終的な目標は都市システム研究のために単一中心経済を超えた議論をすること…

だけども 単一中心的なケース（つまり陸の孤島）は比較的単純に分析が可能であるから、まずはこの簡単な例からスタートしてみる

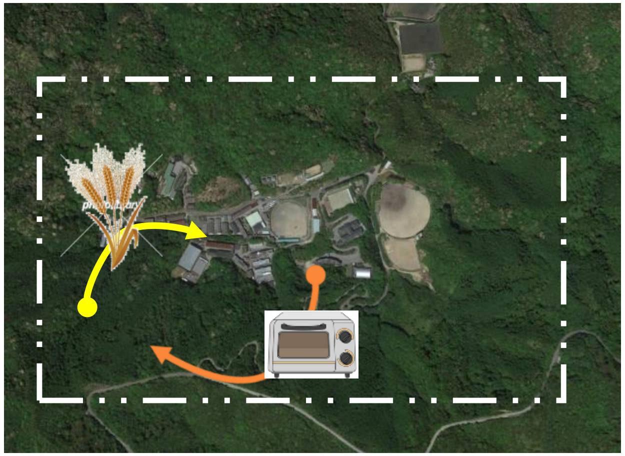

また、複数都市のシステムの誕生は、元をたどればただ一つの都市に端を発するものであるから、尚更順当である

第10章：新都市の形成

9章で捉えた状況から、どのようにして次々に都市が生まれるのか
また、複数都市の経済構造はどのようにして分析するのか
といった内容を考えてみる

第9章　導入

▶想像してみよう…陸の孤島を…



肥沃な平野にポツンと大きな町

- 陸の孤島（外の世界と断絶）
- 耕作可能（肥沃度同じ）
- 周辺の地域に全ての工業品  を供給し、その代わりに全ての食料  を周辺の地域から供給される

▶前提条件：第Ⅱ編からの流れを受け継ぐ

- 経済：①農業（単一の同質的な財を供給）  しか生産しない
  ②工業（差別化された財の連続体）がある
- 集積力：①規模の経済、②輸送費用、③要素移動の相互作用
- 主たる修正点：要素の定義の変更　集積力：経済活動の空間的集中を促進する力⇄分散力
- 経済の全ての労働者は同質的で、自由に移動でき、農業と工業どちらでも働くことができる
- 分散力を生じる移動不可能な要素：農業で使用される土地が新たに導入
  ▶土地市場を導入することでフォン・チューネンモデルの精神を受け継ぐことができる　都市の存在を所与として、地代および土地利用についての帰結を追求する

第9章　導入

▶連続空間での立地分析：**市場ポテンシャル関数（Harris, 1954）**が中心的な概念となる

▶**本章での主な問題：**
全ての工業品が単一の都市において生産されるフォン・チューネン型の地理的分布がどのような場合に実際に均衡となるのか（維持されるのか）

▶ネタバレ回答：
パラメータに対する通常の制約を所与とすれば、単一中心的地理分布は**人口がある臨界値より小さい時にのみ持続可能**となる

9-1. モデル

▶想定用地

・十分に細長い、1次元空間として扱える経済。この直線に沿って同質的な土地が単位距離あたり1単位存在

▶仮定

a) 立地点と就業する部門を自由に選択
b) 経済にはN人の労働者が存在
c) 経済の消費者：労働者に加え自らの所有地に住むと仮定される地主層
▶地代はその生じた場所で支出される 他の土地から地代を賄うことはない 各地点完結型
d) 工業品の生産には労働のみが必要とされ、その生産技術は第Ⅱ編の通り
e) 農業品1単位が、c^A単位の労働と1単位の土地を固定比率で投入して生産される
f) 消費者：第4章で仮定された選好を持つ
g) 輸送費用は第6章の通り 氷塊輸送
▶財が1単位の輸送距離につき一定の率で融けていくため、1単位の農業品[工業品]が距離dを輸送されると、実際に到着するのは$\exp(-\tau^A d)[\exp(-\tau^M d)]$しかない。

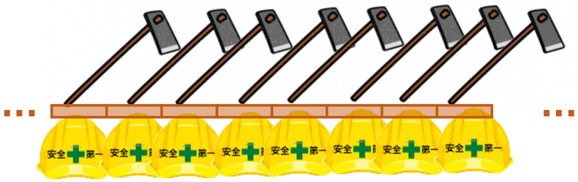
9-1. モデル

h) 農業生産には土地および労働を要するため、農業労働者は直線に沿って広く分布しなければならない

▶農村市場に近接し、また安い農業品を入手するために工業も分散するインセンティブを持つ

i) 他の条件が同じなら、工業労働者の実質所得は他の工業労働者に近接して立地した時により高くなる
（後方連関と前方連関により）

後方連関：川下（労働力）の生産増→川上（工業生産）の需要増
前方連関：川上（工業生産）の生産増→川下（労働力）の需要増



● **推察できること・・・** **←よく推察できるな**

①工業品が互いに十分に差別化されており、また労働人口がそれほど大きくない場合に、集積力は直線上に分布した農家の分散力を凌駕するだけの強さを持つため、全ての工業品の生産が単一の都市に集中する

▶経済の地理的分布は単一中心的

②工業品が密接な代替財であるか、または人口が十分に大きい場合、個別生産者は中心都市から遠く離れた位置に立地するインセンティブを持つ

▶単一中心的構造は持続可能ではなく、あらたな都市が生まれるはず

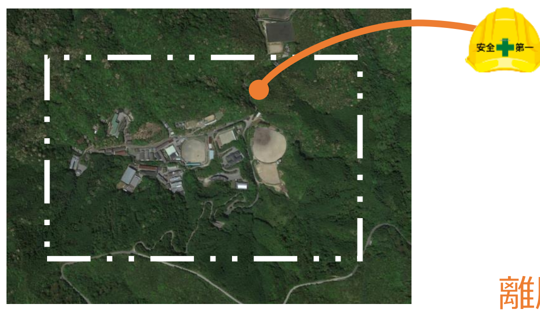
上記2点を、これから2段階で検証する

9-1. モデル

▶検証の2ステップ

①まず、単一中心的な地理分布を仮定し、こうしたフォン・チューネン型経済における活動および価格の分布を計算

②次に、仮定された集積地から離脱しようとする企業が工業部門にいないかを調べることにより、単一中心的な地理分布という仮定の妥当性をチェック



離脱を許せば、即ち新しい都市が誕生してしまう

▶その他注意点

a) 財と財の種類の測定単位は、第4章のように規準化
しかし、我々は人口規模の変化が引き起こす影響を検討したいので労働の測定単位は規準化しない 人口増加のプロセスを考えるから

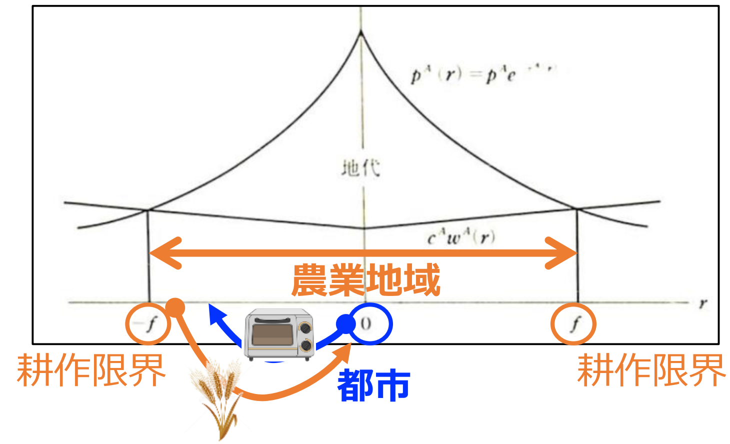
b) 経済空間が連続であることを考慮するための表記法の修正：
rにおける工業賃金をw_r^Mのように立地点を添字にするのではなく、全ての変数が連続的に変化する位置の関数として考え、$w^M(r)$と表す
※rは直線上のある位置に相当

9-2. フォン･チューネン型経済：基本式の導出

▶**全ての工業品が唯一つの都市で生産されていると仮定**

a) 都市は工業品を農業後背地に移出し、
代わりに農業品を移入

この状態を、ひとまず経済の空間構造と仮定し、ここから均衡における財の価格、要素価格および土地利用を決定



b) 都市からrの距離に立地する農家の受取価格 $p^A(r)$ は

$$p^A(r) = p^A \underbrace{e^{-\tau^A |r|}}_{\text{輸送費用}} \tag{9.1}$$

c) 距離rにおける地代$R(r)$は

$$R(r) = \underbrace{p^A(r)}_{\text{受取価格}} - \underbrace{c^A w^A(r)}_{\text{労働者への支払額}} = p^A\ e^{-\tau^A |r|} - c^A w^A(r)$$

A：Agriculture（農業）
c^A：農業労働者　$w^A(r)$：rにおける農業賃金

d) 耕作限界(r=f)においては、地代が0ゆえ

$$w^A(f) = \frac{p^A e^{-\tau^A f}}{c^A} \tag{9.2}$$

9-2. フォン･チューネン型経済：基本式の導出

e) 都市における工業の総所得は $w^{\mathrm{M}}(0)L^{\mathrm{M}}$

M：Manufacture（工業）
L^M：工業労働者 $w^M(r)$：rにおける工業賃金

それ以外の立地点rでの所得は、すなわち農業生産物の価値 $p^A(r)$

f) 中心都市における工業品の価格を価値尺度財とする。これは即ち

$$p^{\mathrm{M}}(0) = w^{\mathrm{M}}(0) = 1 \qquad (9.3)$$

式(4.30):$p_r^M = w_r^M$と都市での工業賃金$w^M \equiv w^M(0)$も1であることも考えて

g) 工業が中心のみに立地するという仮定により、価格指数$\mathrm{G}(r)$は式(4.34)より、以下のような非常に単純な形となる

$$\mathrm{G}(r) = \left(\frac{L^M}{\mu}\right)^{1/(1-\sigma)} e^{-\tau^M|r|} \qquad (9.4)$$

工業品に輸送費用がかかるため、都市から離れた場所ほど値が増加

均衡を決定するための全ての情報は以上

①農業生産物市場で需給バランスすること
②農業労働者と工業労働者の実質賃金が等しくなること
という2つの条件により均衡が決定されるとして、これらを見ていく

9-2. フォン･チューネン型経済：均衡状態

p^A：農業品価格

a) 都市での農業品の消費は $D^A = \underbrace{(1-\mu)}_{\text{の割合が農業品に支出}} \underbrace{w^{\mathrm{M}} L^{\mathrm{M}}}_{\text{都市で稼得される所得}} / p^A$

b) 農業地域の各地点では、単位面積あたり、所得のうち$(1-\mu)$の割合が農業品に支出され、残りμ単位の農業品が都市に輸送される

c) 立地点sから輸送された財のうち、$e^{-\tau^A|s|}$の割合しか到達しないから、都市への農業品の供給は $S^A = 2\mu \int_0^f e^{-\tau^A|s|}\, ds$ 両端を考えるから2がつく

d) 都市労働者の数は、全労働者数から農家の数を引いた $L^M = N - 2\, c^A f$ 両端を考えるから2がつく
であり、都市での賃金は $w^{\mathrm{M}} = 1$

▶**①農業品の需給バランス条件は、 $\boldsymbol{D^A = S^A}$** つまり、

$$p^A = \frac{(1-\mu)N - 2\, c^A f}{2\mu \int_0^f e^{-\tau^A|s|}\, ds} \qquad (9.5)$$

耕作限界までの距離fと都市における農業品の価格 p^Aの関係式になる

9-2. フォン・チューネン型経済：均衡状態

e) 式(9.2)は、耕作限界に立地する農家の受け取る名目賃金である。
一方で、その実質賃金は ↓実質賃金を異なる地点で比較するための式

$$\underbrace{\omega^A(f)}_{\text{実質賃金}} = \underbrace{w^A(f)}_{\text{名目賃金}}\ G(f)^{-\mu}\ p^A(f)^{-(1-\mu)} = \frac{1}{c^A}(p^A)^{\mu}\ G^{-\mu}\ e^{-\mu(\tau^A+\tau^M)f} \quad (9.6)$$

なぜ耕作限界で比べる？→農業の実質賃金一定だから

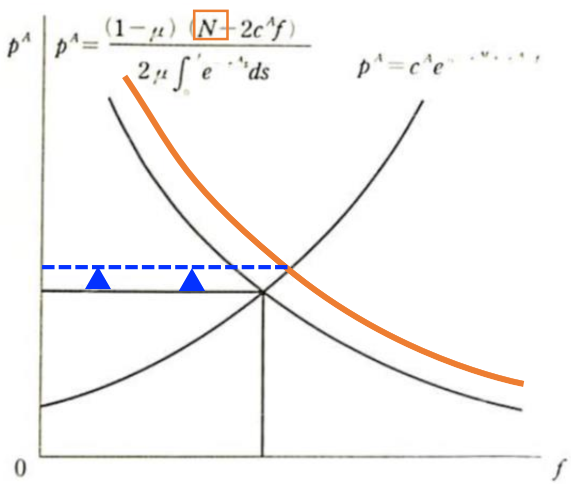
f) 都市労働者の実質賃金は

$$\omega^M = G^{-\mu}(p^A)^{\mu-1} \quad (9.7)$$

▶**②農業労働者と工業労働者の実質賃金が等しくなる条件は、** $\boldsymbol{\omega^A(f) = \omega^M}$

$$p^A = c^A e^{\mu(\tau^A+\tau^M)f} \quad (9.8)$$

▼**①需給バランス条件(式9.5)と②実質賃金均等条件(式9.8)により、農業品価格p^Aと農業後背地の大きさfが同時決定される様子**



人口(N)増加に伴い、
均衡時のp^Aが上昇し耕作限界は外側に移動
▶**Nの増大はfの増大**

9-2. フォン·チューネン型経済：均衡状態

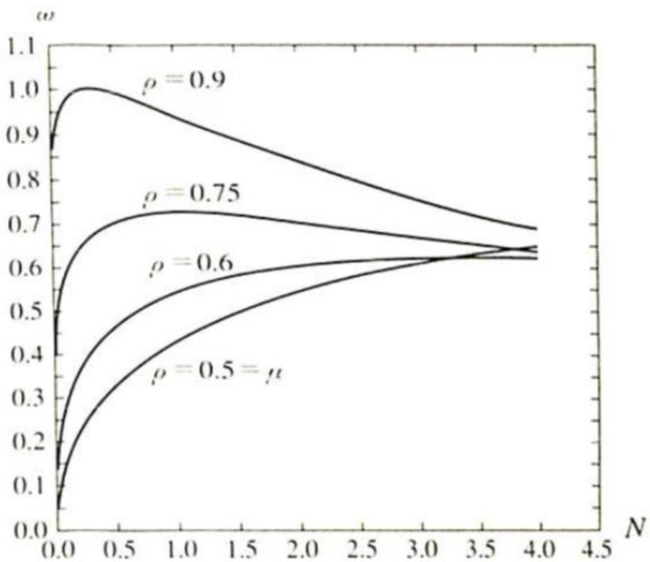
ところで

g) 工業の実質賃金式(9.7)にGとp^Aを代入すると、農業後背地の大きさfの関数となる

σ：価格の弾力性

$$\omega \equiv \omega^M(0) = \left[\frac{2\left(1-e^{-\tau^A f}\right)}{(1-\mu)\tau^A}\right]^{\mu/(\sigma-1)} \left[c^A e^{\mu(\tau^A+\tau^M)f}\right]^{\frac{\mu\sigma}{\sigma-1}-1} \qquad (9.9)$$

▼ μ=0.5(一定)としながら、様々な$\rho(=(\sigma-1)/\sigma)$の値に対するグラフ



工業実質賃金（＝農業実質賃金）と人口増加の関係性

▶曲線の主な特徴は(9.9)式をfに関して微分

$$\frac{d\omega}{df} = \underline{C}\omega\left\{\frac{\mu-\rho}{1-\rho} + \frac{\tau^A}{\tau^A+\tau^M}\frac{e^{-\tau^A f}}{1-e^{-\tau^A f}}\right\} \qquad (9.10)$$

正の定数

Nの増大はfの増大

(i) $\rho \leq \mu$

- $\frac{d\omega}{df}$は常に正▶人口増加と共に常に工業の実質賃金が増加

(ii) $\rho > \mu$

ブラックホールの非存在条件（第4章）

- $\frac{d\omega}{df}$はfの値に応じて変動 左図からわかる

人口が低い水準から増加する頃は工業部門拡大の利益が大きいが、
人口が増加し続けると農業の耕作限界がさらに遠方になることへの不利益が次第に勝るようになる

9-3. 市場ポテンシャル関数：導入

▶集積地から離脱しようとする企業が工業部門にいないかを調べる
▶都市より高い実質賃金を与えられる立地点がなければ、前節での単一中心構造は持続可能

a) 工業の（市場）ポテンシャル関数を定義

$$\Omega(r) \equiv \frac{\omega^M(r)^{\sigma}}{\omega^A(r)^{\sigma}} \qquad (9.11)$$

$\omega^A(r)$：各立地点rにおいて成立している農業労働者の実質賃金率
（＝中心都市の工業労働者の実質賃金）均衡時？→はい、そうです

$\omega^M(r) \equiv w^M(r)\, G(r)^{-\mu}\, p^A(r)^{-(1-\mu)}$：各立地点rにおいて利潤ゼロの企業が払えるであろう最大実質賃金

実質賃金　名目賃金

なんで利潤ゼロ？→工業が地点rに立地したと仮定するから

b) $\omega^A(r) = \omega^M(0)$より都市におけるポテンシャルは1ゆえ、
単一中心的な地理分布が持続可能となるための必要十分条件は、

$$\Omega(r) \leq 1 \quad for\ all\ r \qquad (9.12)$$

▶企業が利潤ゼロを達成しながら労働者に現行実質賃金より高い額を支払える立地点は存在しないという状況

9-3. 市場ポテンシャル関数：導入

c) ポテンシャル関数導出のため、式を書き換える

$$\Omega(r) = \underbrace{\frac{\omega^M(r)^{\sigma}}{\omega^A(r)^{\sigma}}}_{\text{実質賃金}} = \underbrace{\frac{w^M(r)^{\sigma}}{w^A(r)^{\sigma}}}_{\text{名目賃金}} = w^M(r)^{\sigma}\ \underbrace{e^{\sigma[(1-\mu)\tau^A-\mu\tau^M]|r|}}_{1/\,\omega^A(r)^{\sigma}} \qquad (9.13)$$

式(9.1),(9.4)から導出

d) 工業の賃金方程式を定義（賃金方程式(4.35)を連続空間化） 知る必要がある

$$w^M(r) = \left(Y(0)\ e^{-(\sigma-1)\tau^M|r|}\ G(0)^{\sigma-1} + \int_{-f}^{f} Y(s)\ e^{-(\sigma-1)\tau^M|r-s|}\ G(s)^{\sigma-1} ds\right)^{1/\sigma} \qquad (9.14)$$

地点rで工業立地していないと仮定しているくせに、
賃金方程式を求めている矛盾、、用意周到やな

M：Manufacture（工業）
L^A：工業労働者 $w^M(r)$：rにおける工業賃金

e) 上式(9.14)を評価するためには、工業品の価格指数((9.4)式)と以下の都市における所得が必要

$$\mathrm{Y}(r) = \begin{cases} \omega^M(r)L^M, & r = 0 \quad \text{都市における所得=工業賃金総額} \\ p^A e^{-\tau^A|r|}, & r \neq 0 \quad \text{その他の立地点の所得＝農業品の価値 } p^A(r) \end{cases} \qquad (9.15)$$

導出よくわからん

L^M：工業労働者, $e^{-\tau A|r|}$:輸送費用

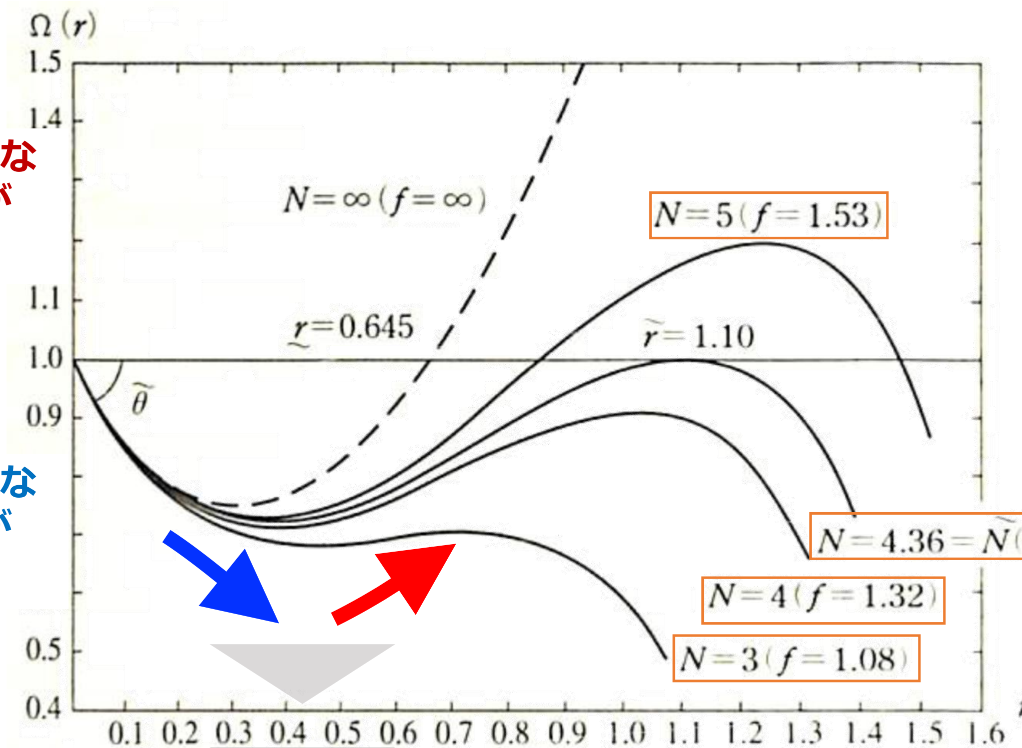
ポテンシャル関数を導出するために必要な全ての情報が揃った！

9-3. 市場ポテンシャル関数：結果

▶パラメーター定、人口規模Nを様々に変えた時の変化の様子

単一中心的な地理分布が崩壊

単一中心的な地理分布が均衡



① **人口が増加**すると、市場ポテンシャル曲線は**上方**にシフト

② ある**人口臨界値$\tilde{N}$**で、ポテンシャル曲線が高さ1に接する

(工業部門の**臨界距離$\tilde{r}$**)

単一中心構造の崩壊

前方・後方連関効果を反映した都市近くの立地点の魅力

VS

他方でライバル企業から距離により守られる立地点を選択しようとするインセンティブ

新橋は立地として魅力的だから
ここに居酒屋をオープンさせたい

しかし競合他社が多すぎるから、少し離れた場所にしよう…

9-4. ポテンシャル関数と都市の持続性：

▶**少し解析してみよう**

積分区間を分けて各種代入

解析的に検討するためには、積分をなくしたい

a) 賃金方程式(9.14)を分解[途中省略]

$$[w^M(r)]^\sigma = \left(\frac{1-\mu}{2}\right) e^{-(\sigma-1)\tau^M r}\psi(r,f) + \left(\frac{1+\mu}{2}\right) e^{-(\sigma-1)\tau^M r} \qquad (9.21)$$

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

b) ポテンシャル関数の完全体が求まる

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

c) ポテンシャル曲線の勾配は

$$\frac{d\Omega(0)}{dr} = \sigma[(1-\mu)\tau^A - (1+\rho)\mu\tau^M] \qquad (9.25)$$

(i) $(1-\mu)\tau^A - (1+\rho)\mu\tau^M > 0$

- **単一中心構造は決して持続可能とならない**

都市に近い場所はより高い賃金の支払いが可能となるから

▶**都市から離れるにつれてポテンシャル関数が増加するため、必ず都市から脱出する企業が存在**

9-4. ポテンシャル関数と都市の持続性：

(ii) $(1-\mu)\tau^A-(1+\rho)\mu\tau^M<0$

・都市の近傍におけるポテンシャル関数の勾配は、p.14図のようになる

d) 全てのポテンシャル曲線の上限となる極限曲線$\bar{\Omega}(r)$を求めてみる

$$\bar{\Omega}(r)=\mathrm{K}e^{\sigma(\rho-\mu)(\tau^A+\tau^M)r}+(1-K)e^{-[(1-\mu)(\sigma-1)\tau^M-\Omega_r(0)]r} \quad (9.26)$$

式(9.24)のfを∞に飛ばしたもの

$$K\equiv\frac{(1-\mu)\rho\tau^M}{(1-\mu)\rho\tau^M+\boxed{(\rho-\mu)}(\tau^A+\tau^M)-\Omega_r(0)/\sigma} \quad (9.27)$$

(ii-1) $\rho>\mu$ ブラックホールの非存在条件

・Kは正となり、十分に大きなrに対して$\bar{\Omega}(r)>1$となるため、
単一中心的構造は持続不可能

(ii-2) $\rho\leq\mu$ ブラックホールの非存在条件が満たされない

・$\bar{\Omega}(r)$はrに関して減少している：**単一中心的構造は常に持続可能**

**▶Nの増加につれて単一中心構造が持続可能となるかは、
ブラックホールの非存在条件に依存**

10-1. 調整過程と空間システムの安定性

▶9章のアプローチ
＋時間の経過に伴う人口増加と工業立地に関する動学的調整過程
（予想）：「臨界値を超えて人口が増加すると新都市誕生」が永遠に続く

▶仮定

a) 内因的変化（労働者がより高い賃金が提供される場所に移動する）に比較して外因的変化（外生的な人口増加）は非常にゆっくり起こる

b) 特定時点でのk番目の立地点の人口：L_k $(k = 1,2,\ldots,K)$

▶全人口：$N = \sum_k L_k + L^A$ 工業労働者（都市住民）全体の数+農業労働者

c) k番目の都市の実質賃金：$\omega_k \equiv \omega_k^M$

▶経済の平均実質賃金：$\bar{\omega} \equiv \{\underbrace{L^A\omega^A}_{\text{農業}} + \underbrace{\sum_k L_k\omega_k}_{\text{工業}}\}/\mathrm{N}$

d) 各都市の人口増加は、**そこでの実質賃金と経済全体での平均との差に比例する**と仮定

$$\dot{L}_k = L_k(\omega_k - \bar{\omega}) \tag{10.1}$$

▶工業労働者の移動に関する動学過程式が導出された

※農業人口は、簡単のため、実質賃金を均等化するよう瞬時に移動するものとする（全ての農業労働者に共通の実質賃金ω^A）

10-1. 調整過程と空間システムの安定性

d) 市場ポテンシャル関数は前章と同様以下のように定義

$$\Omega(r) \equiv \frac{\omega^M(r)^{\sigma}}{\omega^A(r)^{\sigma}} \tag{10.2}$$

$\omega^A(r)$：各立地点rにおいて成立している農業労働者の実質賃金率(＝中心都市の工業労働者の実質賃金)
$\omega^M(r)$：各立地点rにおいて利潤ゼロの企業が払えるであろう最大実質賃金

以上の仮定のもと

単一中心経済で人口が単一中心性を持続不可能とするまで増加するというケースで何が起こるかを検討。
つまり、以下の式を満たす場合を考える

(ii-1) $(1-\mu)\tau^A - (1+\rho)\mu\tau^M < 0$ かつ $\mu < \rho$ (10.3)

10-2. 1都市から3都市へ

- **Nが臨界値に達した時、新たな都市は$\tilde{r}$と$-\tilde{r}$の両側に一つずつできると仮定**
  - ・解析における簡易性もある
  - ・両側に同規模の「小都市」が生まれるものとする
- 5章で紹介された分岐図を作成してみる
  都市間の労働分配の結果として生じる**新都市での実質賃金とその他の地点でのそれとを比較した**ものを求め、**安定な人口分布と不安定な人口分布**を示す

a) 経済の動学過程は以下の式

$$\begin{cases} \dot{L}_1 = L_1(\omega_1 - \bar{\omega}) \\ \dot{L}_2 = L_2(\omega_2 - \bar{\omega}) \end{cases} \qquad (10.4)$$

中心都市における経済の動学過程
人口 実質賃金
各新都市における経済の動学過程

ただし、

$$\bar{\omega} = \frac{(L_1\omega_1 + 2L_2\omega_2 + L^A\omega^A)}{N} \qquad (10.5)$$

$$L^A = \mathrm{N} - L_1 - 2L_2 \qquad (10.6)$$

N：労働者全数
A：Agriculture（農業）

- L_1, L_2およびNを所与とした場合のω_1, ω_2およびω^Aの値を決定したい

L_2を分配していく

10-2. 1都市から3都市へ

▶農業生産物が無費用で輸送されるという特殊ケースから考える

b) 各都市における実質賃金ω_1, ω_2：
各立地点における工業品の価格指数Gと企業が収支均等する労働者の賃金を価格指数でデフレートすることにより求まる

ただし、

$$\omega_1 = G_1^{-\mu}(p^A)^{-(1-\mu)} \qquad (10.11)$$

ω_1 = 1が隠れている

$$\omega_2 = w_2 G_2^{-\mu}(p^A)^{-(1-\mu)} \qquad (10.12)$$

c) 農業部門の実質賃金ω_A：
農業労働者L^Aは各々 c^Aだけの土地を使用しており、耕作限界で地代0となるところから求まる

$$\omega_A = w_A(f)G(f)^{-\mu}(p^A)^{-(1-\mu)} = G(f)^{-\mu}(p^A)^{\mu}/c^A \qquad (10.13)$$

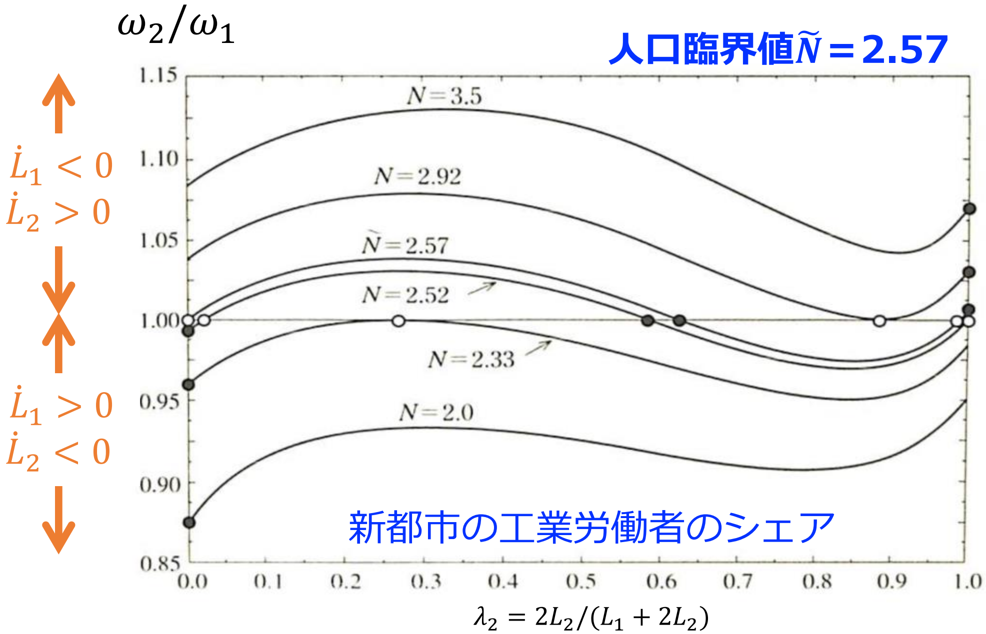
農業の賃金は一定となっている

▶上記3式を式(10.4)に代入することで、
中心都市、各新都市における経済の動学過程が比較できる

式(9.2)などを使っているんやな

10-2. 1都市から3都市へ

▶Nの増加につれて起こる分岐の性質（ρ=0.75, μ=0.3, τ^A=0, τ^M=1, c^A=0.5）



▶各新都市へある労働者数L_2を割り当て、$\omega_A=\varpi$となるまでL_2と農業労働者数を調整する

▶$\omega_2/\omega_1=1$：端点含む
長期均衡　**安定均衡[●]**

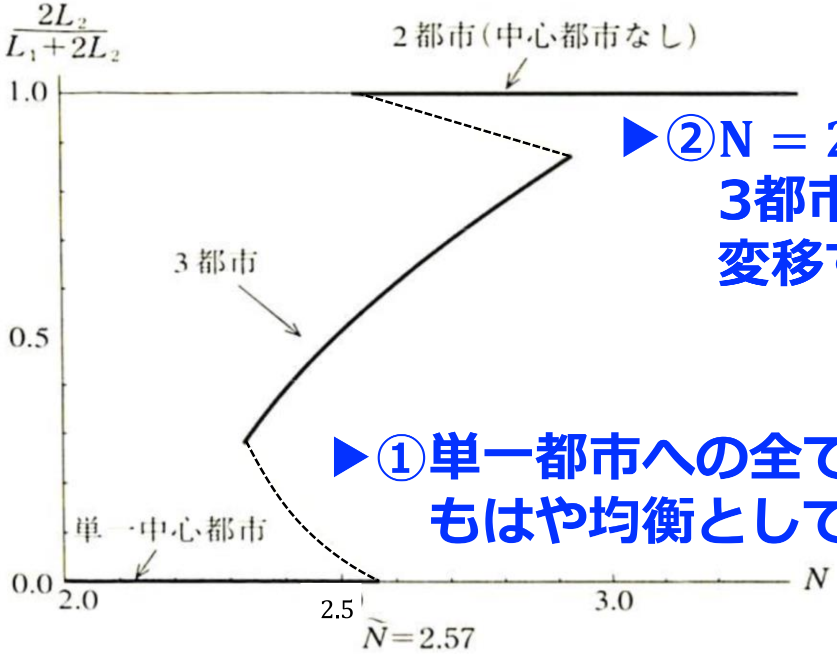
▶ $\omega_2/\omega_1\neq 1$：
L_2とλ_2が変化　**不安定均衡[○]**

(i) N < 2.33	新たな都市は存在しない　単一中心的地理分布が安定均衡 L_2をどれだけ変化させても（割り当てても）、ω_2/ω_1<1が保たれる
(ii) N = 2.33	労働者が新都市に移動した均衡が1つ生じる
(iii) 2.33 < N < 2.52	3つの均衡が存在し、中間のλ_2の点は不安定
(iv) 2.52 ≤ N < 2.57	更に2つの均衡が生じ、その1つは安定：**新都市に工業集中**
(v) 2.57 ≤ N < 2.92	最初の単一中心構造は均衡ではなくなり、3つの均衡が存在

N > 2.57

10-2. 1都市から3都市へ

▶分岐図(実線：安定均衡、破線：不安定均衡)



▶②$\mathrm{N}=2.92$より大きい人口になると、
3都市も持続不可能となり、2都市構造へ
変移する

※これは現実には起こりにくいため、
2つの新都市の規模を制限する

▶①単一都市への全ての工業集中は
もはや均衡として持続できなくなる

▶農業生産物が無費用であるという仮定を取り除くと、農業地域の各地点からどの都市に農業品が輸送されるのかという輸送パターンを決定する必要があるため、分析は困難を極めるが、分岐の性質は変化しない

分岐の問題は$L_2=0$の近傍での動学過程に依存するため

10-3. 長期にわたる新都市形成

▶人口増加と都市形成の**「継続的」**プロセスを考える

悠久の時を経るとどうなっていくか

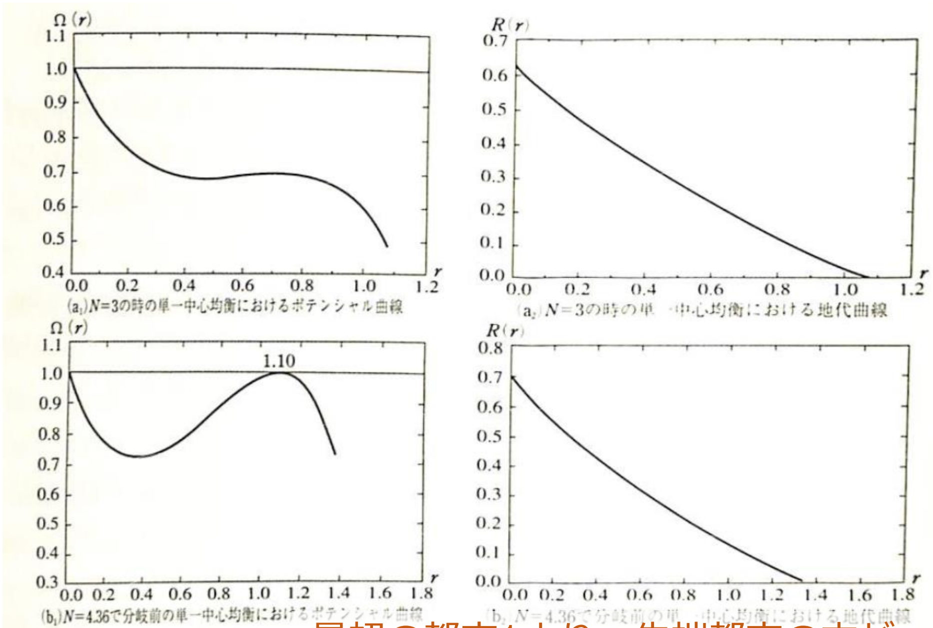
a) パラメータを

$\rho=0.75$, $\mu=0.5$, $\tau^A=0.8$, $\tau^M=1$, $c^A=0.5$ （$\boldsymbol{\tilde{N}}$**=4.36,** $\boldsymbol{\tilde{r}}$**=1.10**）

と設定し、Nが次第に増加するにつれて空間システムが時間の経過とともにどのように発展していくかを見ていく

ポテンシャル曲線図　　地代曲線図

N=3
単一中心均衡



全てのrに対して$\Omega(r) < 1$

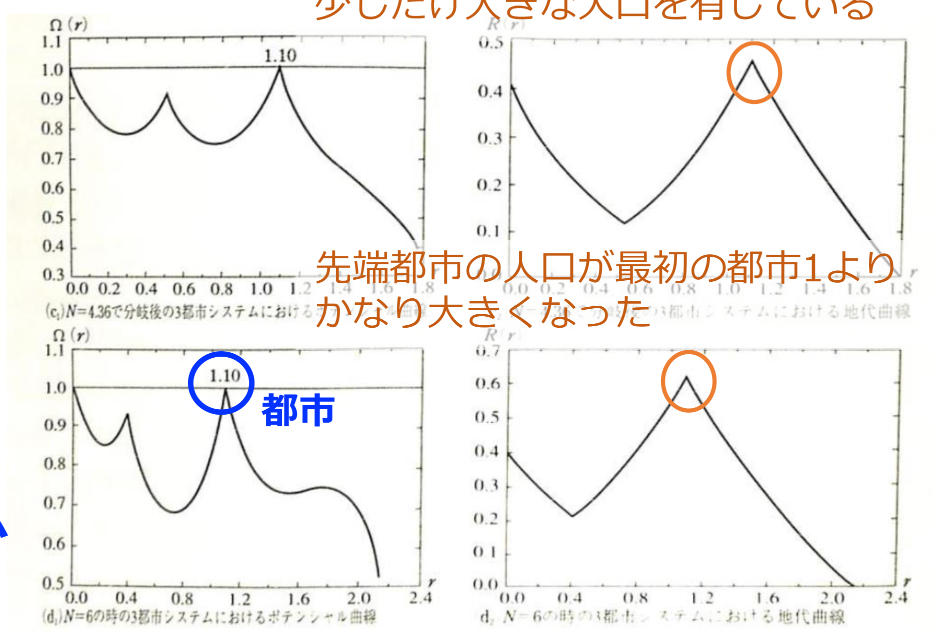
N=4.36
分岐前の
単一中心均衡

$\tilde{r}$=1.10において高さ1の水平線に接する

単一中心的システムは持続不可能

最初の都市1より、先端都市の方が少しだけ大きな人口を有している

N=4.36
分岐後の
単一中心均衡



先端都市の人口が最初の都市1よりかなり大きくなった

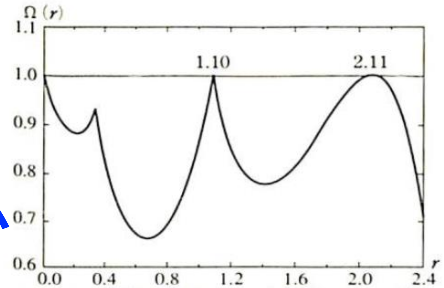
任意に工業労働者を既存の年から移転させ調整させた結果新たに生じた安定な空間システム

N=6
3都市システム

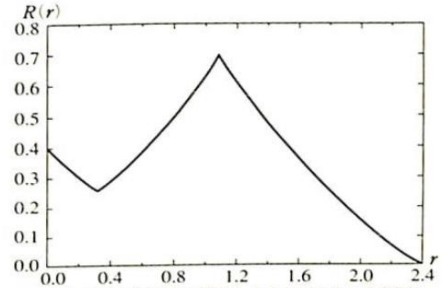
※一般的に、地代は人口に比例する
※先端都市：最初に発生した新都市

ポテンシャル曲線図　　地代曲線図

N=7.47
分岐前の
3都市システム

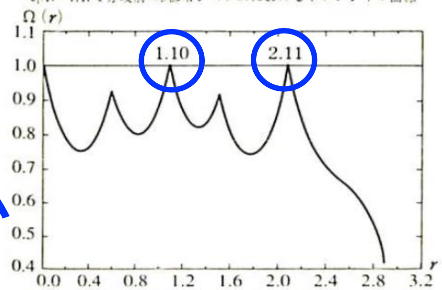


(e₁) N=7.47で分岐前の3都市システムにおけるポテンシャル曲線

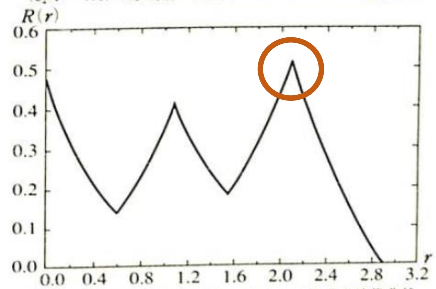


(e₂) N=7.47で分岐前の3都市システムにおける地代曲線

N=7.47
分岐後の
5都市システム

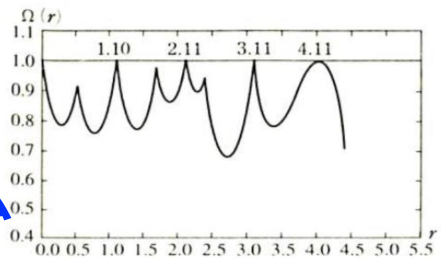


(f₁) N=7.47で分岐後の5都市システムにおけるポテンシャル曲線

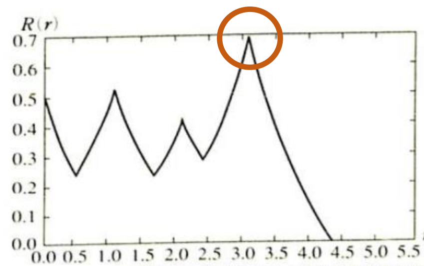


(f₂) N=7.47で分岐後の5都市システムにおける地代曲線

N=13.625
分岐前の
7都市システム

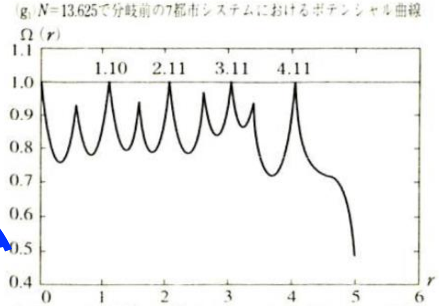


(g₁) N=13.625で分岐前の7都市システムにおけるポテンシャル曲線

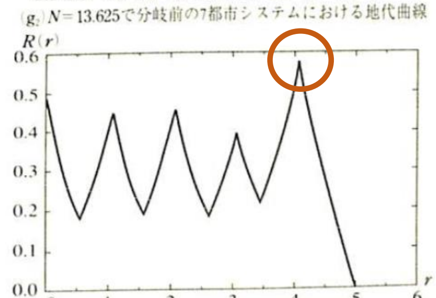


(g₂) N=13.625で分岐前の7都市システムにおける地代曲線

N=13.625
分岐後の
9都市システム



(h₁) N=13.625で分岐後の9都市システムにおけるポテンシャル曲線



(h₂) N=13.625で分岐後の9都市システムにおける地代曲線

Nの増加
▼
都市の数増加
▼
全ての都市が
概ね同じ規模となっていく
[非常に規則的な
中心地システム]

2つの先端都市は
常に最大となり
それらに隣接する都市は
最小となる

その外縁には
競合する都市が存在しないため