When is the economy monocentric? : von Thünen and Chamberlin unified

Masahisa Fujita, Paul Krugman(1994)

Regional Science and Urban Economics, 25 (1995), 505-528

M1　小島元太朗

目次

1. 導入

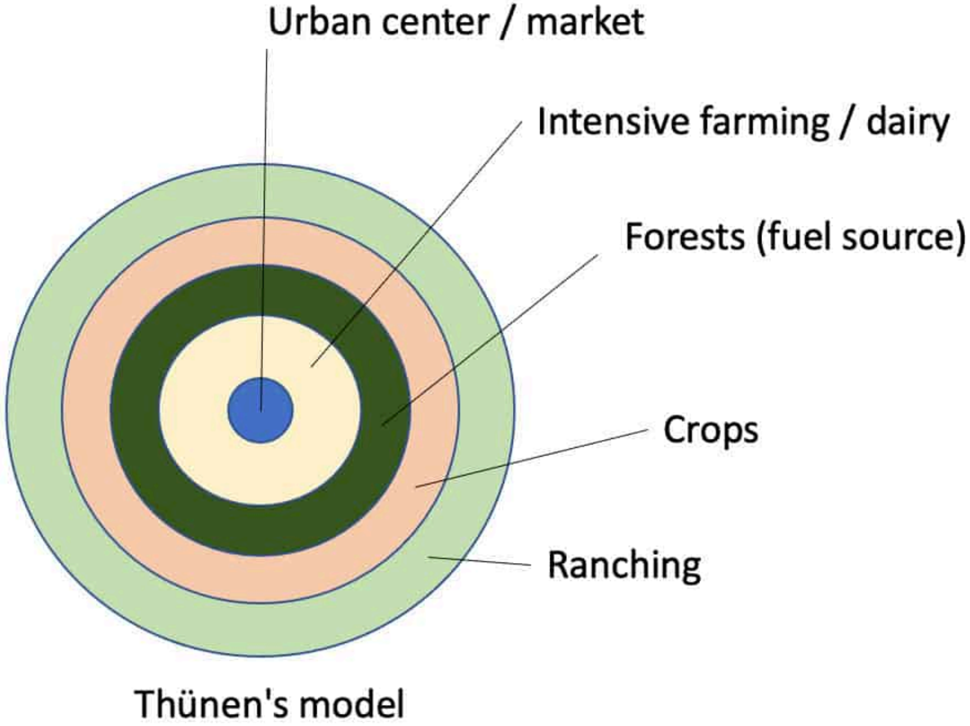
The Isolated State by von Thünen(1826)　孤立国

「地主の収益は、土地の表面の最適な利用法と輸送費とに依存する」

仮定：
1. 町は「孤立国」の中心に位置する
2. 孤立国は荒野に囲まれている
3. 土地は完全に平坦で、川や山はない
4. 土壌の質と気候は一貫している
5. 道路はなく、農民は牛車で土地を越えて、直接中心都市に自分の商品を市場に輸送する
6. 農民は利益を最大化するために合理的に行動する

↓

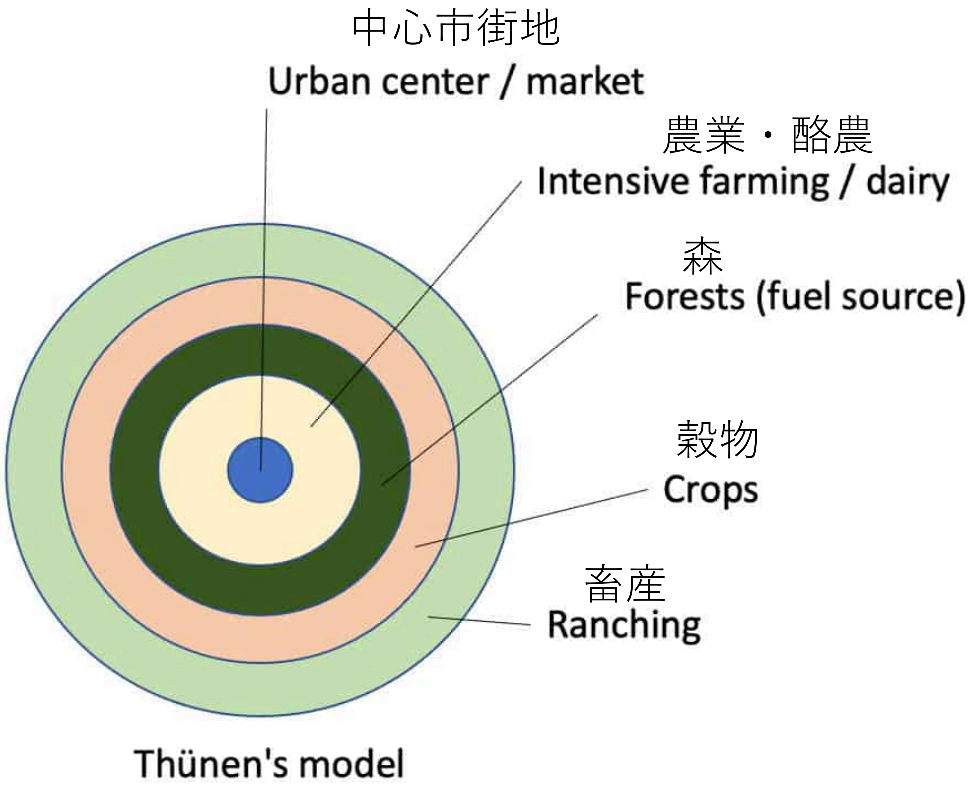
なぜ全ての製造業の製品は孤立した国家の一つの町で生産されなければならないのか？



1. 導入

The Isolated State by von Thünen(1826) 孤立国

「地主の収益は、土地の表面の最適な利用法と輸送費とに依存する」



中心市街地：市場で多くの買い手がいる

農業・酪農：重い農作物や牛乳など、輸送が大変なもの

森：暖房や燃料のため、大きくて運びづらい

穀物：小麦やお米　日持ちがして、運びやすい

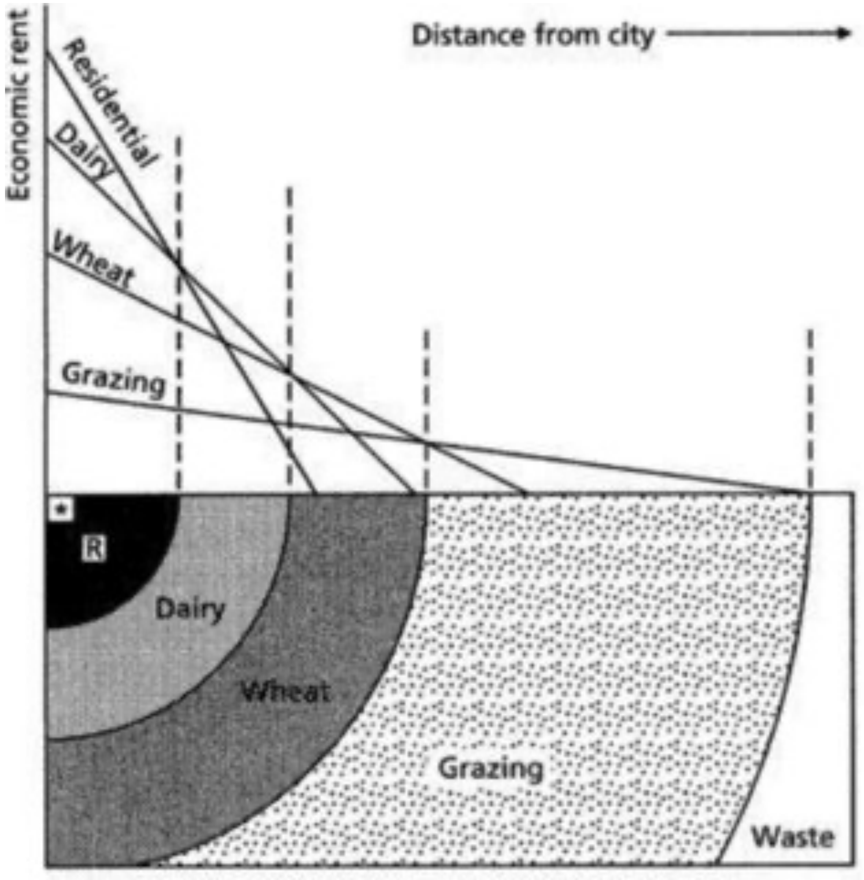
畜産：動物を歩かせて運べる、輸送コストが安い

リング外：荒野で、中心部から離れすぎている

1. 導入

The Isolated State by von Thünen(1826)　孤立国

「地主の収益は、土地の表面の最適な利用法と輸送費とに依存する」



中心市街地 < 農業・酪農 < 森 < 穀物 < 畜産 <リング外

小	土地代	大
小	必要面積	大

$$R = Y(p - c) - YFm$$

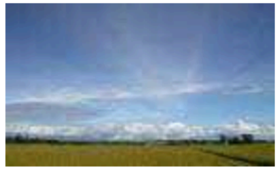
R：地代
Y：単位土地あたりの収穫量
c：商品の単位あたりの生産費
p：商品の単位あたりの市場価格
F：運賃（農業単位あたり）
m：市場までの距離

8 北海道農業の地域別特色

○ 北海道は地形的に大きな広がりを持ち、気象や立地条件などが地域によって異なることから、それぞれの地域において特色ある農業が展開

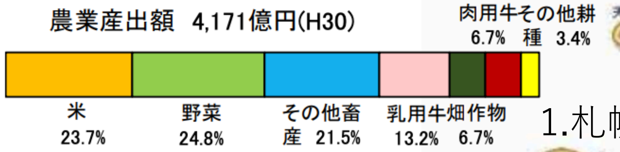
道央地帯

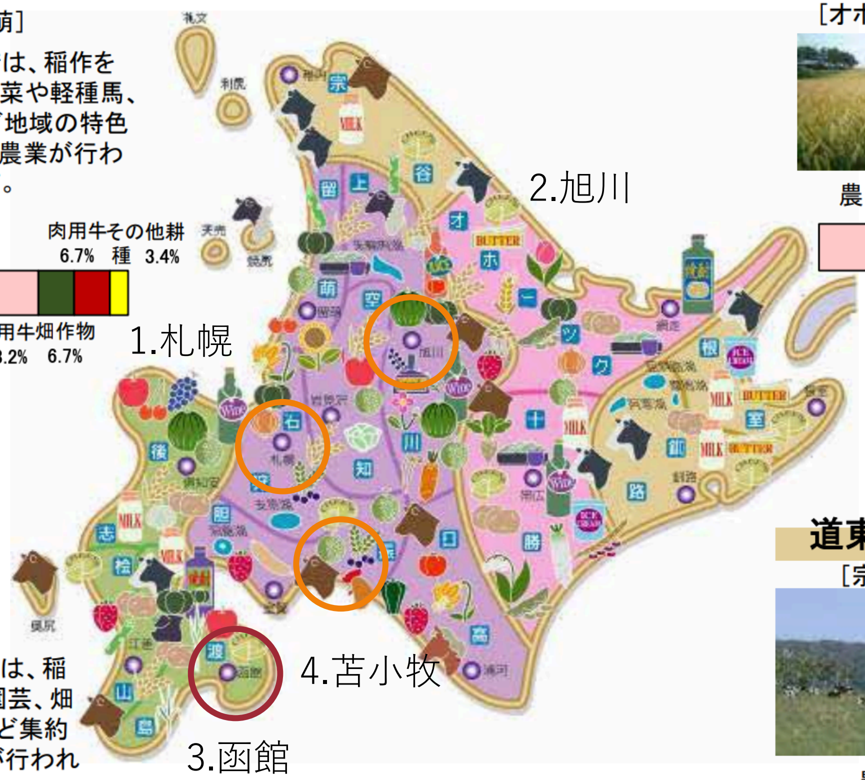
［空知・石狩・胆振・日高・上川・留萌］



この地帯では、稲作を中心に、野菜や軽種馬、肉用牛など地域の特色を生かした農業が行われています。

農業産出額 4,171億円(H30)



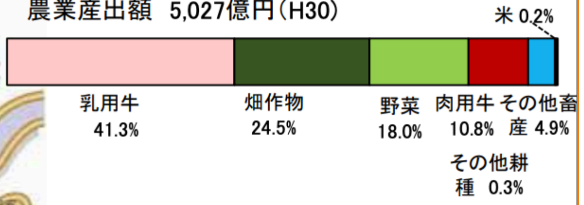


道東（畑作）地帯

［オホーツク・十勝］

この地帯では、麦類、豆類、てん菜、馬鈴しょを中心とした大規模で機械化された畑作や酪農畜産が行われています。

農業産出額 5,027億円(H30)

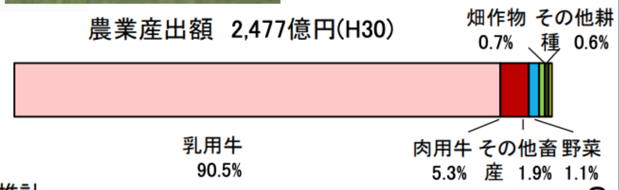


道東（酪農）・道北地帯

［宗谷・釧路・根室］

この地帯では、冷涼な気候を活かしたEU諸国に匹敵する大規模な草地型酪農が展開されています。

農業産出額 2,477億円(H30)

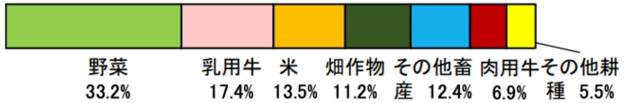


道南地帯

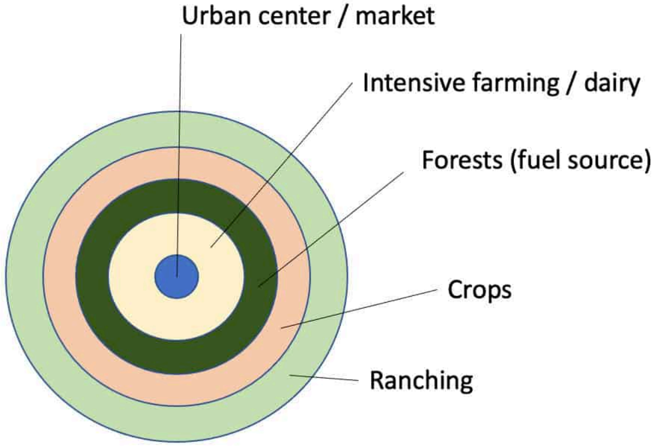
［後志・渡島・檜山］

この地帯では、稲作や施設園芸、畑作、果樹など集約的な農業が行われています。

農業産出額 916億円(H30)



資料：農林水産省「市町村別農業産出額」を基に道で推計



Thünen's model

1. 導入

この論文の位置付け

なぜ全ての製造業の製品は孤立した国の一つの町で生産されなければならないのか？

→体系的な回答した研究はない

この論文の目的

- 孤立国での独占的競争モデルを構築して、すべての製造品が単一の町で生産されるような条件を検討する

→孤立国の中に、複数の町が存在するような条件を考えることになる

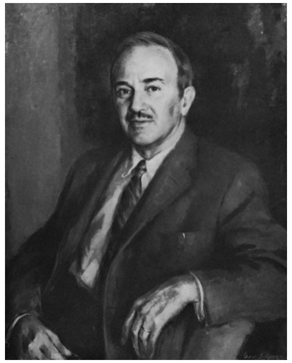
↓

最終的に都市システムの一般均衡モデルの開発につながる

1. 導入

The Theory of Monopolistic Competition by Chamberlin (1966)　独占的競争の理論

「類似しているが同質ではない製品を多くの企業が販売している市場構造」



独占の問題を解明するに際して企業による製品差別化を重視し、製品差別化により企業は独占力を有するようになるが、このような企業が多数存在するため競争的な力も市場に混在するとして、独占と競争の二要素が混交した現実的な市場を提示し、新しい独占的競争の理論を展開した。

1. 多数の売り手
2. 製品差別化
3. 参入・退出の自由

⇅

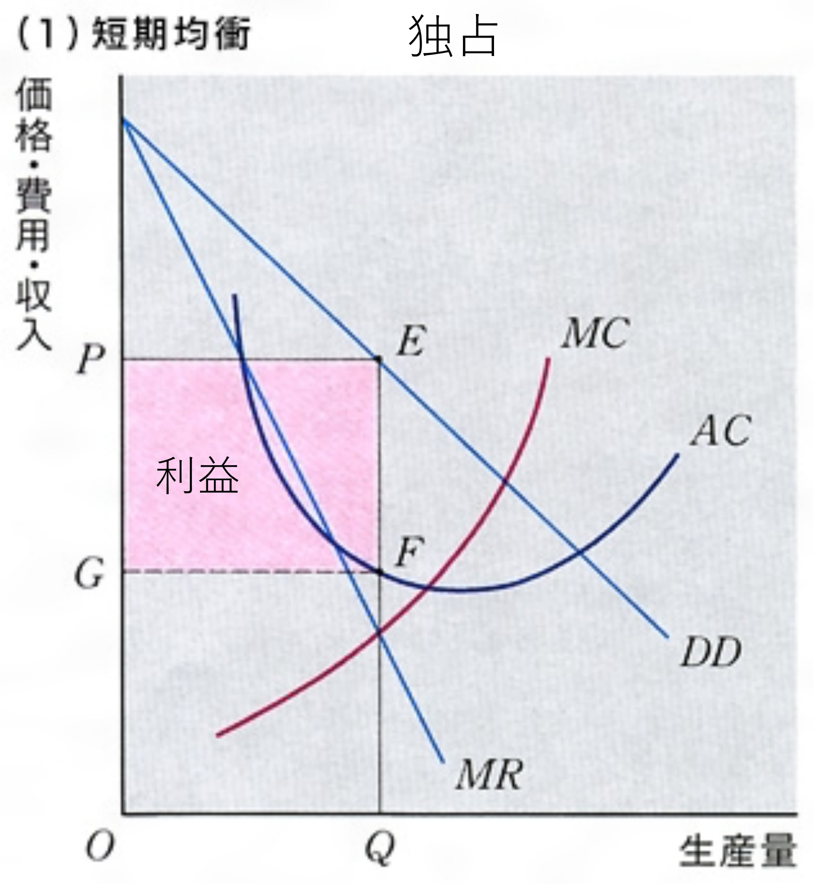
独占市場

1. 生産者は一社
2. 価格をコントロールできる

ex. たばこ、競馬

1. 導入

独占的競争の理論



競争

MC：限界費用?

（生産量をわずかに増加させたとき、

総費用がどれだけ増加するか）

MR：限界収益（＝配給価格）

AC：平均費用

DD：需要曲線

1. 導入

製造業企業が集中する基本的なメカニズム

- 均質な労働者（＝消費者）の集団がある
- 各労働者は、同質的な農業財（A財）と、差別化された多種多様な製造財（M財）を消費する
- M財の各品種は、単一の企業によって生産される
- 生産されたM財は、独占的価格になる

↓

集積の経済・規模の経済：
個々の企業で利益増大し、都市も拡大する

集積の不経済：
A財の町への輸送距離が長くなる

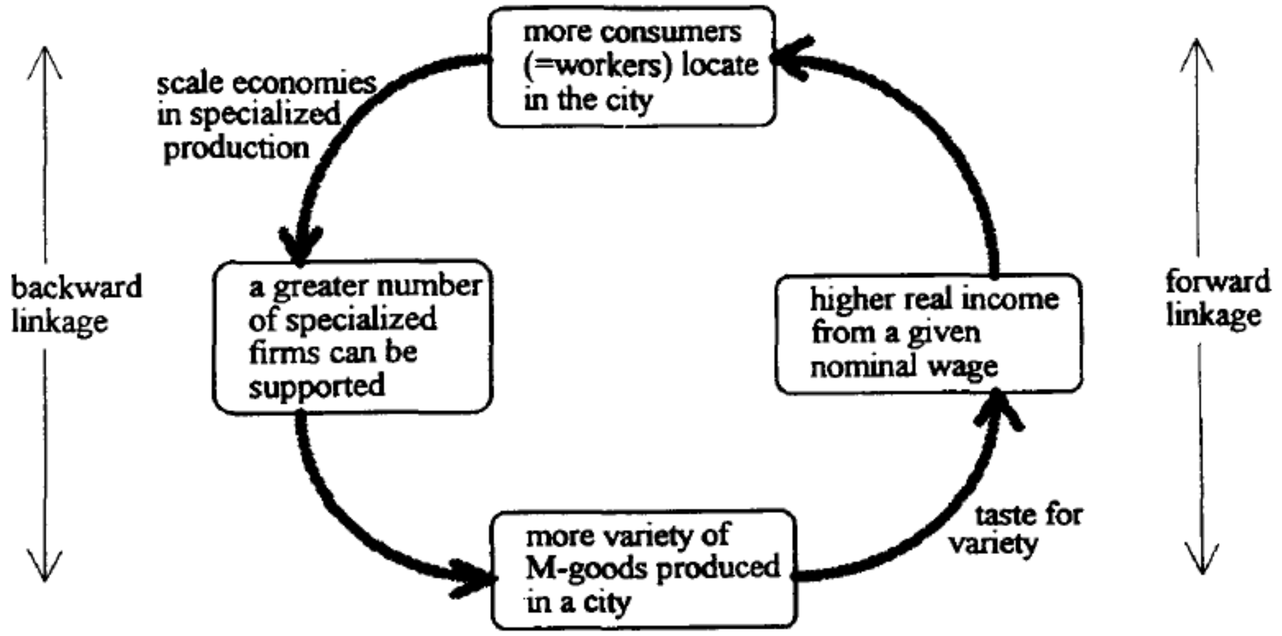


Fig. 1. Circular causality in spatial agglomeration of firms and workers.

⇅

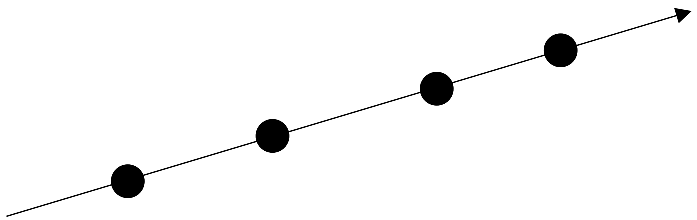
全てのM財企業が集積するとは限らない

ex.　M財の輸送コストが高い
　　都市から離れて周辺の農業地域の農家を主な顧客とする

2. 空間経済学モデル

細長い国の条件

- 面積は一次元
- 土地は同質で密度は1
- 各労働者は1単位の労働力
- 国内の任意の場所と仕事（製造業や農業）を自由に選ぶことができる
- 国の消費者は、労働者と地主で構成されている
- 全ての地主は自分の土地に執着しており、土地からの収入を全てその場で消費する



細長い国

消費者の効用関数(u)

$$u = \alpha_A \log \boxed{z} + \alpha_M \log \left\{ \int_0^n \boxed{q(\omega)}^{\rho} \, d\omega \right\}^{\boxed{1/\rho}}, \qquad (2.1)$$

z : A財の消費量
n：M財を製造する企業数
q(ω)：M財の∈[0, n]に対する各品種の消費量(密度)
$\alpha_A + \alpha_M = 1$　かつ　$0 < \rho < 1$の**正の定数**
ρが小さければ小さいほど、消費者はM財のバラエティをより強く好むことになる

2. 空間経済学モデル

消費者の需要関数

$$\boxed{z} = (\alpha_A Y)/p_A \,, \tag{2.2}$$

$$\boxed{q(\omega)} = (\alpha_M Y/p_M(\omega))\left(p_M(\omega)^{-\gamma} \Big/ \int_0^n p_M(\omega)^{-\gamma}\, d\omega\right), \tag{2.3}$$

$$E = 1/(1-\boxed{\rho}) = 1 + \gamma \,. \tag{2.4}$$

Y：消費者の収入
p_A , p_M ：A財、M財の価格
$\gamma = \rho/(1-\rho)$
E：M財の価格弾性力（ある製品の需要や供給が変化する度合いを示す数値）

↓代入

$$u = \log\{\alpha_A^{\alpha_A} \alpha_M^{\alpha_M} Y p_A^{\alpha_A}\} + \frac{\alpha_M}{\gamma} \log\left\{\int_0^n (\omega)^{-\gamma}\, d\omega\right\}. \tag{2.5}$$

A財1単位につき、
土地1単位と労働力A単位を消費する(a_A)
M財は労働力のみで生産される

$$L = f + a_M Q \,, \tag{2.6}$$

L：総労働投入量
f：固定労働力（工場のキャパ）？
Q：任意の製品の数量
a_M：限界労働力？

$$p_M(y|x) = p_M(x)\, e^{t_M|y-x|} \,. \tag{2.7}$$

$e^{-t_i d}$：距離dの時、実際に財iが届く個数（t_i）は正の定数

xで生産されたM財のyでの納入価格
y：消費者の位置
x：M財生産場所

$$p_M(x) = a_M W(x)/\rho \,, \tag{2.8}$$

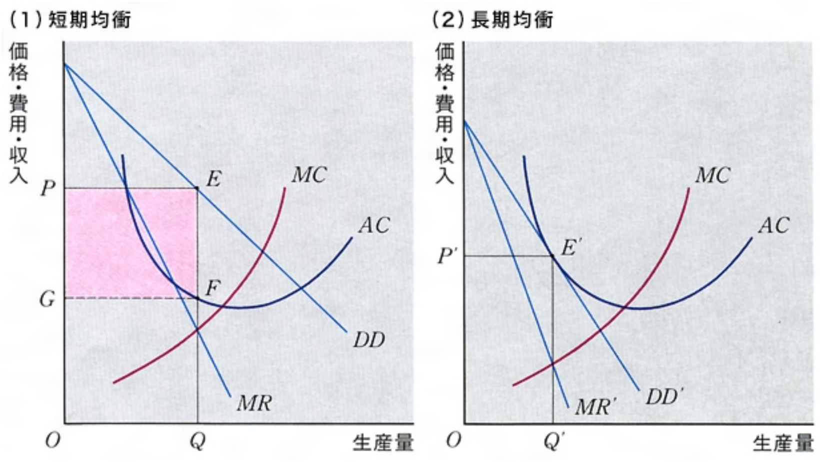
p_M (x)：f.o.b価格（荷物の運搬費用）？
W(x)：xにおける均衡賃金率（求職者数/求人数）？

Quantity

2. 空間経済学モデル

消費者の需要関数

$$\pi(x) = p_M(x)Q - W(x)(f + a_M Q) = a_M \gamma^{-1} W(x)(Q - \gamma f/a_M). \qquad (2.9)$$



π (x)：Qが企業の生産量の時の利益
a_MW(x)：限界費用
マークアップ：原価に加えられた利潤

MC：限界費用
（生産量をわずかに増加させたとき、総費用がどれだけ増加するか）
MR：限界収益（＝配給価格）
AC：平均費用
DD：需要曲線

$$Q^* = \gamma f/a_M, \qquad (2.10)$$

Q*：均衡生産高（場所に依存しない定数）？
（工場の労働力/人の労働力）？

モデルの残りの未知数

I. p_A (y)：各yでのA財の価格
II. W(y)：各yにおける均衡賃金率
III. R(y)：各yにおける地代
IV. u：労働者の均衡効用水準
V. 労働者の空間的分布
VI. M財生産の空間的分布
VII. 各財の貿易パターン

3. 単一中心の平衡状態

注目する空間特性

- すべてのM財の生産は中心に位置する都市で行われる（y = 0）
- 農業地域は-lからlまで広がっていると仮定
- すべてのM企業が都市に立地していると仮定して、すべての未知数を決定する
- M企業が都市からの逸脱を望まないような立地均衡条件を検討する（4章）

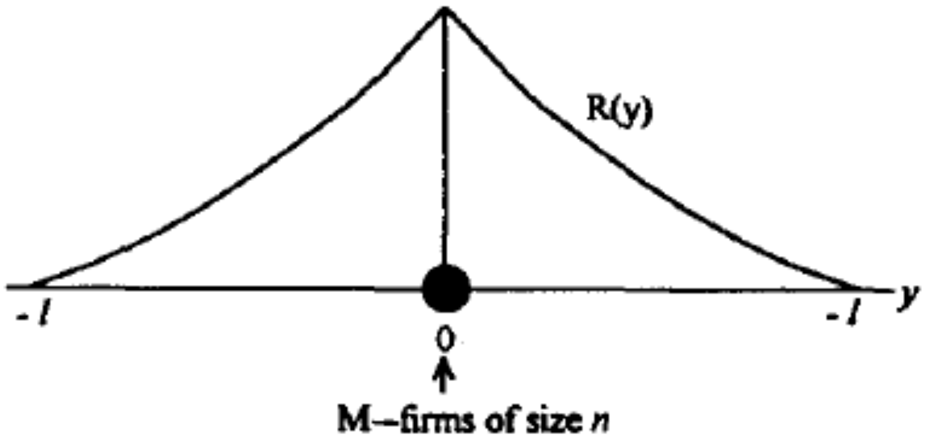
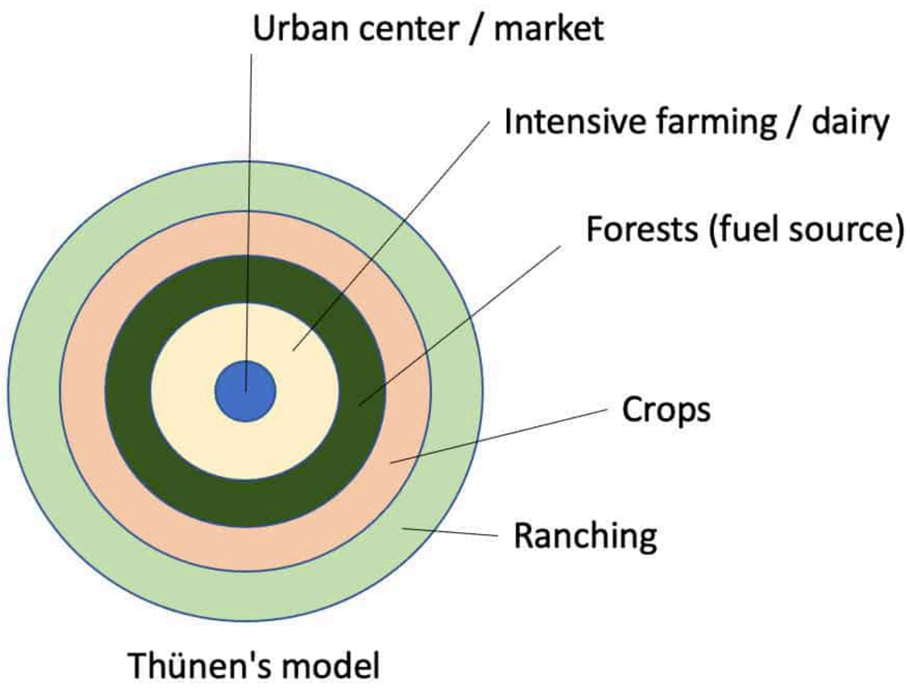


Fig. 2. The monocentric spatial configuration.



3. 単一中心の平衡状態

未知数を決定する

$$p_A(y) = e^{-t_A|y|}. \quad (3.1)$$

$e^{-t_i d}$：距離dの時、実際に財iが届く個数,（t_i）は正の定数

A財の価格曲線を$p_A(0) = 1$となるよう正規化する
余剰のA財は都市に輸送される

$$p_M(y|x) = p_M(x)\, e^{t_M|y-x|}. \quad (2.7)$$

$$p_M(y) \equiv p_M(y|0) = p_M\, e^{t_M|y|}. \quad (3.2)$$

各M財のf.o.b.価格を$p_M = p_M(0)$とする
(2.7)より(3.2)

$$W(y) = e^{u} \alpha_A^{-\alpha_A} \alpha_M^{-\alpha_M} n^{-\alpha_M/\gamma} p_M^{\alpha_M}\, e^{(\alpha_M t_M - \alpha_A t_A)|y|}. \quad (3.3)$$

W(y)：yにおける均衡賃金率
(2.5)より

$$R(y) = p_A(y) - a_A W(y) \equiv e^{-t_A|y|} - a_A W(y) \quad \text{for } y \in [-l, l]. \quad (3.4)$$

各地(y)の地代　A財の価格 – 限界費用(コスト)

↓ y = l代入

$$e^{-t_A l} = a_A W(l)$$

$$W(y) = \{a_A^{-1} e^{-t_A l}\}\, e^{(\alpha_A t_A - \alpha_M t_M)(l-|y|)}$$
$$= a_A^{-1} e^{-\alpha_M(t_A+t_M)l}\, e^{(\alpha_M t_M - \alpha_A t_A)|y|}. \quad (3.5)$$

y = lのとき、R(l) = 0
(3.3), (3,4)よりW(y)：yにおける均衡賃金率が得られる

$$p_M \equiv p_M(0) = a_M(a_A \rho)^{-1}\, e^{-\alpha_M(t_A+t_M)l}. \quad (3.6)$$

(3.5)を(2.8)に代入

$$p_M(x) = a_M W(x)/\rho, \quad (2.8)$$

$$N_A = 2a_A l, \quad (3.7)$$

$$N_M = n(f + a_M Q^*) = nf(1+\gamma), \quad (3.8)$$

N_A：都市内の農業従事者数
N_M：都市内の製造業従事者数　　$N_A + N_M = N$（雇用者数）

$$n = \frac{N - 2a_A l}{f(1+\gamma)}. \quad (3.9)$$

(2.10), (3.8)より
n：M財を製造する企業数

3. 単一中心の平衡状態

未知数を決定する

$y \neq 0$ equals $1-(\alpha_A Y(y)/p_A(y)) = 1-\alpha_A = \alpha_M$

$$\boxed{S_A(0)} \equiv \int_{-l}^{l} \alpha_M \, e^{-t_A|y|} \, dy = 2\alpha_M t_A^{-1}(1-e^{-t_A l}) , \tag{3.10}$$

都市におけるA財の総需要

$\boxed{\alpha_A Y(0)}/p_A(0)$ (where $Y(0) = W(0)N_M$ and $p_A(0)=1) = \alpha_A W(0) N_M$

N_Mについて解く

$$\frac{S_A(0)}{\alpha_A W(0)} = N_M , \tag{3.11}$$

or, since $N_M = N - N_A = N - 2a_A l$, if we define

$$N_C(l) \equiv \frac{S_A(0)}{\alpha_A W(0)} = \frac{2\alpha_M t_A^{-1}(1-e^{-t_A l})}{\alpha_A a_A^{-1} \, e^{-\alpha_M(t_A+t_M)l}} , \tag{3.12}$$

$$N_M(l) \equiv N - 2a_A l , \tag{3.13}$$

$$N_C(l) = N_M(l) . \tag{3.11a}$$

$N_C(l)$ is increasing in l, $N_C(0)=0$ and $N_C(\infty)=\infty$

$$n^* = \frac{N-2a_A l^*}{f(1+\gamma)} , \tag{3.14}$$

$$u^* = -\alpha_A \alpha_M (t_A + t_M) l^* + \frac{\alpha_M}{\gamma} \log \frac{N-2a_A l^*}{f(1+\gamma)} + \log \alpha_A^{\alpha_A} \alpha_M^{\alpha_M} a_A^{-\alpha_A} a_M^{-\alpha_M} \rho^{\alpha_M} , \tag{3.15}$$

$$W^*(y) = a_A^{-1} \, e^{-\alpha_M(t_A+t_M)l^*} \, e^{(\alpha_A t_M - \alpha_A t_M)|y|} . \tag{3.16}$$

$y\neq0$における、単位距離あたりのA財の過剰配給
(3.4)を利用して、都市へのA財の総正味供給量を求める

都市におけるA財の総需要
したがって、需要と供給が等しくなるから

これらより、(3.11)を(3.11a)に言い換えられる
N_C(l)：供給されるA財を全て消費できる都市の消費者数
N_M(l)：耕作距離(l)のであるときの都市の労働者数

N_C(l) = N_M(l)のとき、均衡耕作距離(l*)が決まる
またこれによって、都市人口N^*_M、農村人口N^*_Aが決まる

l*を(3.4) – (3.9)に代入すると、全ての未知数が決まる

3. 単一中心の平衡状態

未知数を決定する

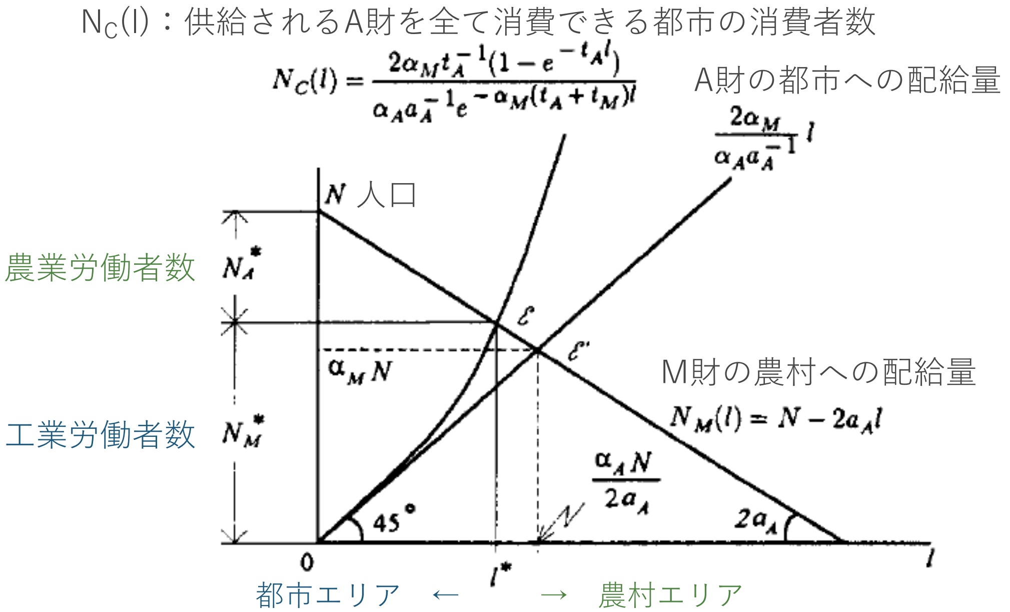


Fig. 3. Determination of the fringe distance l^* for a monocentric equilibrium.

$t_A = t_M = 0$のとき（輸送コストがないとき）
$NC(l) = (2a_A\alpha_M/\alpha_A)l$となる

したがって、
$N^*_A = \alpha_A N$,　$N^*_M = \alpha_M N$　となる

N：人口
$N_C(l)$：供給されるA財を全て消費できる都市の消費者数
$N_M(l)$：耕作距離(l)のであるときの都市の労働者数
l*：都市と農村の境目の均衡する距離
$\alpha_A + \alpha_M = 1$　かつ　$0 < \rho < 1$の**正の定数**
a_A：A財生産の限界労働力

4. ポテンシャル関数とM企業の均衡位置

都市が一つしか存在しないことを確認するためには

i. 既存のM企業が都市から離れることで利益を増やすことができないこと

ii. 新規M企業が市場に参加しないこと

$$p_{\mathrm{M}}(y|x) = a_{\mathrm{M}} W^*(x)\rho^{-1}\, \mathrm{e}^{t_{\mathrm{M}}|y-x|}\,. \tag{4.1}$$

$p_M(y|x)$：xからyに配給されるM財の価格

$$D(x, W^*(x)) = \frac{\alpha_{\mathrm{A}}\gamma f}{2a_{\mathrm{M}}}\left(\frac{W^*(0)}{W^*(x)}\right)^{1+\gamma}\varphi(x) \quad \text{for } x \geqslant 0\,, \tag{4.2}$$

(4.1)を用いて、そこでの市場賃金率W*(x)の関数として、xに位置する企業の総需要を求める

where

$$\varphi(x) \equiv \mathrm{e}^{-\gamma t_{\mathrm{M}} x}\left\{\frac{2\alpha_{\mathrm{M}}}{\alpha_{\mathrm{A}}} + \frac{t_{\mathrm{A}}}{1-\mathrm{e}^{-t_{\mathrm{A}} l^*}}\,\mathrm{e}^{\gamma t_{\mathrm{M}} x}\int_{-l^*}^{l^*} \mathrm{e}^{-t_{\mathrm{A}}|y|}\,\mathrm{e}^{\gamma t_{\mathrm{M}}(|y|-|y-x|)}\,\mathrm{d}y\right\}$$
$$= \mathrm{e}^{-\gamma t_{\mathrm{M}} x}\left\{\frac{1+\alpha_{\mathrm{M}}}{\alpha_{\mathrm{A}}} + \frac{t_{\mathrm{A}}}{2\gamma t_{\mathrm{M}} - t_{\mathrm{A}}}\,\frac{\mathrm{e}^{(2\gamma t_{\mathrm{M}} - t_{\mathrm{A}})x} - 1}{1-\mathrm{e}^{-t_{\mathrm{A}} l^*}} + \frac{1-\mathrm{e}^{-t_{\mathrm{A}}(l^*-x)}}{1-\mathrm{e}^{-t_{\mathrm{A}} l^*}}\,\mathrm{e}^{(2\gamma t_{\mathrm{M}} - t_{\mathrm{A}})x}\right\}. \tag{4.3}$$

The resulting firm's profit is

$$\pi(x, W^*(x)) = a_{\mathrm{M}} W^*(x)\rho^{-1} D(x, W^*(x)) - W^*(x)[f + a_{\mathrm{M}} D(x, W^*(x))]$$
$$= a_{\mathrm{M}}\gamma_{\mathrm{M}}^{-1} W^*(x)\{D(x, W^*(x)) - \gamma f/\alpha_{\mathrm{M}}\}\,, \tag{4.4}$$

which implies that $\pi(x, W^*(x)) \gtreqless 0$ as $D(x, W^*(x)) \gtreqless \gamma f/a_{\mathrm{M}}$. For convenience, let us define

$$\Omega(x) \equiv \frac{D(x, W^*(x))}{\gamma f/a_{\mathrm{M}}}\,, \tag{4.5}$$

利潤ゼロ条件（(2.10)参照）によって決定され、既存のM企業の均衡生産量を示す

4. ポテンシャル関数とM企業の均衡位置

$$\Omega(x) \leq 1 \quad \text{for } x \geq 0\,, \qquad (4.7)$$
$$\Omega(0) = 1$$

$$\Omega(x) = \frac{\alpha_A}{2}\varphi(x)\,e^{(1+\gamma)(\alpha_A t_A - \alpha_M t_M)x}$$
$$= \frac{\alpha_A}{2} e^{-\tau x}\left\{\frac{1+\alpha_M}{\alpha_A} + \frac{t_A}{2\gamma t_M - t_A}\,\frac{e^{(2\gamma t_N - t_A)x} - 1}{1 - e^{-t_A l^*}} + \frac{1 - e^{-t_A(l^* - x)}}{1 - e^{-t_A l^*}}\,e^{(2\gamma t_M - t_A)x}\right\}, \qquad (4.8)$$

where

$$\tau \equiv (1+\gamma)(\alpha_M t_M - \alpha_A t_A) + \gamma t_M\,. \qquad (4.9)$$

Table 1
Possibility of a monocentric equilibrium

$\alpha_A t_A \leq (1+\rho)\alpha_M t_M$		$\alpha_A t_A > (1+\rho)\alpha_M t_M$
$\alpha_M \geq \rho$	$\alpha_M < \rho$	Never
Always	For small N	

Ω(x)をM企業の（市場）ポテンシャル関数とし、M企業の各位置における相対的な収益性を表すものとする

x ≧ 0 のとき、次のようになる

単心がどのような条件下で均衡状態にあるかをそれぞれ示す

4. ポテンシャル関数とM企業の均衡位置

$$\Omega'(0) = (1+\gamma)\left\{-\frac{W^{*\prime}(0)}{W^{*}(0)} + \frac{\varphi'(0)}{\varphi(0)}(1+\gamma)^{-1}\right\}$$

$$= (1+\gamma)\left\{\boxed{\underbrace{(\alpha_A t_A - \alpha_M t_M)}_{\substack{\text{wage-pull}\\ \text{towards}\\ \text{the fringe}}} - \underbrace{\rho\alpha_M t_M}_{\substack{\text{demand-pull}\\ \text{of city workers}\\ \text{towards the center}}}}\right\}, \qquad (4.10)$$

Table 1
Possibility of a monocentric equilibrium

$\alpha_A t_A \leqslant (1+\rho)\alpha_M t_M$		$\alpha_A t_A > (1+\rho)\alpha_M t_M$
$\alpha_M \geqslant \rho$	$\alpha_M < \rho$	Never
Always	For small N	

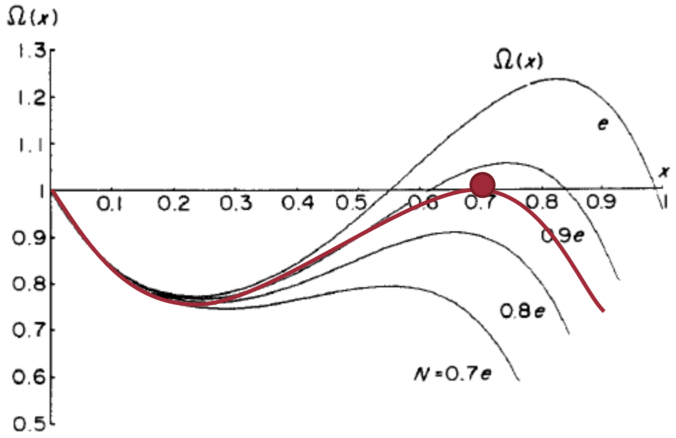


Fig. 4. Potential curves for the monocentric configuration under various N [$\alpha_A = \alpha_M = 0.5$, $t_A = 0.9$, $t_M = 1.0$, $\rho = 0.8$, $a_A = 0.5$, $a_M = f = 1$].

- 人口臨界点
- 臨界距離

x = 0のとき、Ω'(0) ≡ dΩ(x)　である

このとき、 $\alpha_A t_A - \alpha_M t_M > \rho\alpha_M t_M$ であるとすると、

企業が都市から少し離れたところに移動した場合、製品の需要があまり減らないのに賃金率が十分に減少していることになる。この場合、企業は都市から離れた方が利益が大きいと判断する

したがって、単心型の構成では並行状態になることはない。
これはA財の輸送コストがM財の輸送コストと比べて非常に高いときに起こりうる。

$\alpha_A t_A \leqslant (1+\rho)\alpha_M t_M$ のとき、企業が都市から遠く離れた場所に移動するかを考える

$\alpha_M > \rho$ となるとき、各M財の価格弾力性は非常に小さくなる。この場合企業が周縁部に進出しても、ローカルな需要が増加することはあまりなく、都市の中心にいることが最も有益だと考える

$\alpha_M < \rho$ となるとき、単心型が常に均衡状態となる。
人口Nが大きいとき、周辺部に進出する企業は都市部の企業より**収益が大きくなる**。また均衡した空間構成には複数の都市が含まれることになる 。人口Nが十分小さい場合にのみ、単心型の構成が均衡となる。

Ω(x)をM企業の（市場）ポテンシャル関数とし、M企業の各位置における相対的な収益性を表すものとする

⇒人口Nが少ない時は収益率が低く、人口Nが増えると収益率が高くなる

5. 比較統計学

$$\alpha_A t_A < 2\alpha_M t_M \,. \tag{5.1}$$

Table 2
Effect of a marginal increase in each parameter on the monocentric equilibrium

	l^*	$N_M^* \equiv N - N_A^*$	n^*	u^*
$\alpha_A \equiv 1 - \alpha_M$	+	−	−	I
a_A	−	−	−	+ if $\alpha_M < \rho$ and both $\alpha_A t_A / \alpha_M t_M$ and N large − otherwise
a_M	0	0	0	−
t_A	$\pm^A$	$\mp^B$	$\mp^B$	+ if $\partial l^* / \partial t_A < 0$ and ρ small − otherwise
t_M	−	+	+	+ for small ρ − for large ρ
ρ	0	0	−	I
f	0	0	−	−
N	+	+	+	− if $\alpha_M < \rho$ and N large + otherwise

Notes: A: + if $\alpha_A > \alpha_M$ and N small, − otherwise.
B: − if $\alpha_A > \alpha_M$ and N small, + otherwise.
I: irrelevant.

$$N_C(l) = \frac{S_A(0)}{\alpha_A W(0)} = \frac{2\alpha_M l}{\alpha_A a_A^{-1} \mathrm{e}^{-\alpha_M t_M l}} \,, \tag{5.2}$$

where

$$S_A(0) = 2\alpha_M l \quad \text{and} \quad W(0) = a_A^{-1} \mathrm{e}^{-\alpha_M t_M l} \,. \tag{5.3}$$

ρ ＜1より、 $\alpha_A t_A \leqslant (1+\rho)\alpha_M t_M$ は次のように示せる

表2は、各パラメータの限界値の増加が単一均衡の主要な変数に与える影響を調べ、まとめたものである

(5.1)を用いると、関数Nc(l)がlに厳密に凸であることが、数学的に容易に確認できる

また、、A財の輸送コストがM財の輸送コストと比較してあまり高くないことが分かる

5. 比較統計学

$$\alpha_A t_A < 2\alpha_M t_M . \tag{5.1}$$

Table 2
Effect of a marginal increase in each parameter on the monocentric equilibrium

	l^*	$N_M^* \equiv N - N_A^*$	n^*	u^*
$\alpha_A \equiv 1 - \alpha_M$	+	−	−	I
a_A	−	−	−	+ if $\alpha_M < \rho$ and both $\alpha_A t_A / \alpha_M t_M$ and N large − otherwise
a_M	0	0	0	−
t_A	$\pm^A$	$\mp^B$	$\mp^B$	+ if $\partial l^* / \partial t_A < 0$ and ρ small − otherwise
t_M	−	+	+	+ for small ρ − for large ρ
ρ	0	0	−	I
f	0	0	−	−
N	+	+	+	− if $\alpha_M < \rho$ and N large + otherwise

Notes: A: + if $\alpha_A > \alpha_M$ and N small, − otherwise.
B: − if $\alpha_A > \alpha_M$ and N small, + otherwise.
I: irrelevant.

$$N_C(l) = \frac{S_A(0)}{\alpha_A W(0)} = \frac{2\alpha_M l}{\alpha_A a_A^{-1} e^{-\alpha_M t_M l}} , \tag{5.2}$$

where

$$S_A(0) = 2\alpha_M l \quad \text{and} \quad W(0) = a_A^{-1} e^{-\alpha_M t_M l} . \tag{5.3}$$

ρ ＜1より、 $\alpha_A t_A \leqslant (1+\rho)\alpha_M t_M$ は次のように示せる

表2は、各パラメータの限界値の増加が単一均衡の主要な変数に与える影響を調べ、まとめたものである

(5.1)を用いると、関数Nc(l)がlに厳密に凸であることが、数学的に容易に確認できる

また、A財の輸送コストがM財の輸送コストと比較してあまり高くないことが分かる

極端な例として、$t_A = 0 < t_M$のときに(5.1)が常に満たされることを考える。

(3.5), (3.12)より

$t_A = 0$だとすると、 A財の都市への供給はlに比例して増加する
一方、M財の輸送コストのために、都市での均衡賃金率W(0)は、lに比例して減少する

5. 比較統計学

$N_C(l)$：供給されるA財を全て消費できる都市の消費者数

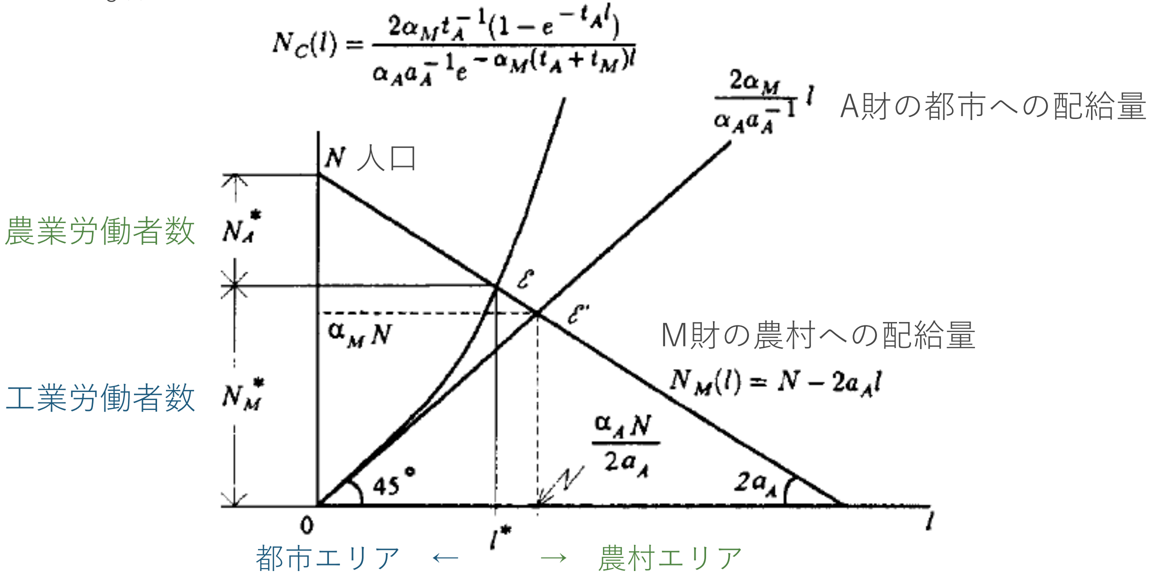


Fig. 3. Determination of the fringe distance l^* for a monocentric equilibrium.

a_A：労働力土地比率

a_Aが低下したときの影響を考える（省力化技術が導入）

- a_Aが減少すると、農業エリアが広がる
- 都市人口N^*_Mが増加し、都市で生産されるM財の種類(n*)も増加する

これらは途上国でよくみられ、農業における省力化技術の開発は、農業エリアの拡大と工業化・都市化の両方を促進する

輸送コストの変化の影響

- t_M(M財の輸送コスト率)がわずかに増加したとする（t_Aは変わらない）
- $N_C(l)$が上方にシフトし、それによってl^*とN^*_Aが減少し、N^*_M（n*も）増加する

都市部の賃金率は都市周辺部の賃金率に比べて相対的に低くなる。これにより、都市のM産業の拡大が促され、後背地から都市への人口移動が起こる。

- t_A (A財の輸送コスト率)がわずかに増加したとする（t_Mは変わらない）
- $S_A(0)$と$W(0)$がともに減少する
- $N_C(l)$が増加する($\alpha_A > \alpha_M$, Nが非常に小さいときを除く)

A財やM財の輸送コストの低下は、農業エリアの拡大と、都市から内陸部への人口移動の両方を引き起こす可能性が高い。

ex. 19-20世紀のアメリカで西部への人口移動

5. 比較統計学

$$u^* = \alpha_A \log W(0) + \frac{\alpha_M}{\gamma} \log n^* + \log \alpha_A^{\alpha_A} \alpha_M^{\alpha_M} a_M^{-\alpha_M} \rho^{\alpha_M}, \tag{5.4}$$

where

$$W(0) = a_A^{-1}\, e^{-\alpha_M (t_A + t_M) l^*} \tag{5.5}$$

and

$$n^* = \frac{N_M^*}{f(1+\gamma)}. \tag{5.6}$$

$$\frac{du^*(N)}{dN} = A\left\{\frac{\alpha_M - \rho}{1-\rho} + \frac{t_A}{t_A + t_M}\,\frac{e^{-t_A l^*(N)}}{1 - e^{-t_A l^*(N)}}\right\}, \tag{5.7}$$

A：正の定数

$$\frac{\rho - \alpha_M}{1-\rho} = \frac{t_A}{t_A + t_M}\,\frac{e^{-t_A l^*(N)}}{1 - e^{-t_A l^*(N)}}. \tag{5.8}$$

パラメータの変更が均衡効用水準u*に与える影響

(3.3)でy=0とし、(3.5)と(3.6)を用いることで、(3.15)を次のように書き換えることができる

人口Nの増加がu*に与える影響を考えてみると、

- 都市部の賃金率を低下させ、u*の低下に寄与する
  （A配給による人口Nの規模の不経済）
- N^*_Mを増加させ、M財の製品種類n*が増加する
  （M財消費における人口Nの規模の経済 ）

u*に対する正味の効果は、2つの相反する効果の相対的な大きさに依存する

人口増加がu*に与える正味の効果を調べるために、各Nにおけるl*とu*の均衡値をそれぞれl*(N)とu*(N)とすると、(5.4)～(5.6)により、次のように示す

αM ≧ ρ （ M財が高度に差別化されている）とすると、

M財消費における人口Nの規模の経済 >> A配給による人口Nの規模の不経済

- u*はNの増加とともに増加する
- l*とR(y)も増加する（労働者と地主全ての厚生を改善する）

αM ≦ ρ （ M財が高度に差別化されていない）とすると、

M財消費における人口Nの規模の経済 << A配給による人口Nの規模の不経済

(5.7)の右辺を0にすると、この限界人口レベル $\hat{N}$, は、次の式をNについて解くことで一意に決定できる

5. 比較統計学

$$\frac{\rho - \alpha_{\mathrm{M}}}{1-\rho} = \frac{t_{\mathrm{A}}}{t_{\mathrm{A}} + t_{\mathrm{M}}} \frac{\mathrm{e}^{-t_{\mathrm{A}} l^*(N)}}{1 - \mathrm{e}^{-t_{\mathrm{A}} l^*(N)}} . \tag{5.8}$$

$$\frac{\mathrm{d}\hat{N}(\rho)}{\mathrm{d}\rho} < 0 . \tag{5.9}$$

パラメータの変更が均衡効用水準u*に与える影響

Ｐに着目し、(5.8)の解を $\hat{N}(\rho)$ とする
l*はNに増加し、ρに依存しないので (5.9)と表せる

つまり、M財がより差別化されている（ρが小さい）ほど、限界人口レベルは大きくなる

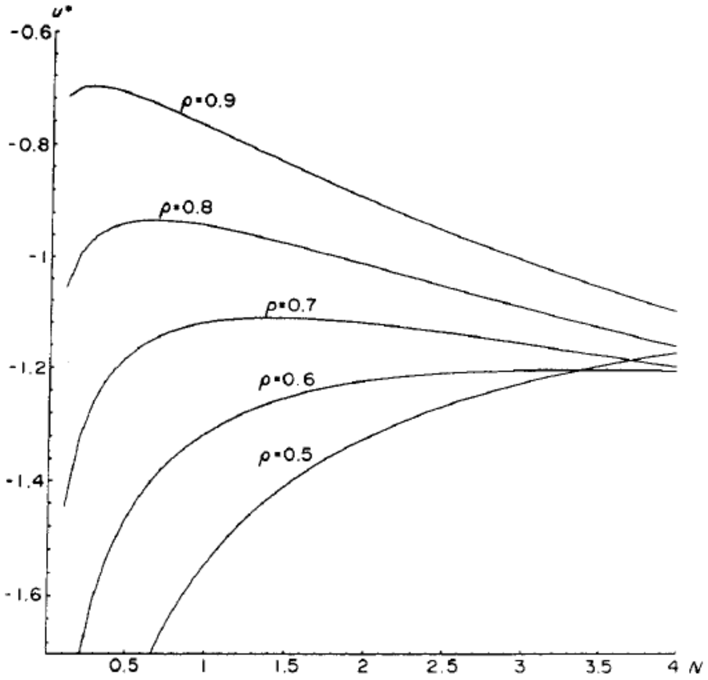


Fig. 5. The effect of N and ρ on u^* in monocentric equilibria [$\alpha_{\mathrm{A}} = \alpha_{\mathrm{M}} = 0.5$, $t_{\mathrm{A}} = 0.9$, $t_{\mathrm{M}} = 1$, $a_{\mathrm{A}} = 0.5$, $a_{\mathrm{M}} = f = 1$].

Nとρが均衡効用水準u*に及ぼす影響を示している(パラメータ固定)

ρ ＞ αM＝0.5のとき、臨界人口はρで減少する

ρ ≦ αM＝0.5のとき、 u*(N)はすべてのNに対して増加する

6. まとめ

本論文の構成

1. 差別化された消費財を生産する製造業企業の独占的競争行動に基づいて、孤立した国家の一般的な空間均衡モデルを提示した
2. すべての製造業企業が単一の都市に集積する条件を検討した
3. この単心均衡の比較統計学を通して、技術的変化が均衡の空間構成、特に経済の都市化率に与える影響を検証した

今後の課題

1. **複数の都市を含む均衡空間構成の研究**

   経済が複数の都市を持つ場合を示唆している
2. **複数の製造財グループを導入し、様々な階層的都市システムを内生的に生成する拡張モデルの検討**
   - 輸送コスト
   - 製品差別化の度合い
   - 生産技術の異なる特性を持つ
3. **中間財の生産物の多様性を導入**

   ex. 下請けや中小企業の導入
4. **多拠点企業を考慮する**
   - 各企業が複数のユニット(本社、研究所、工場)からの構成され、それぞれ別に配置されている
   - ユニットごとに異なる集積力を持つ
   - 現実的特徴（政治的制約、地理的特徴、歴史的・文化的要素など）を導入する
   - ある国や複数の国の将来的な経済地理研究に役立つ、現実的な地域モデルを開発できる