1

地域生態学

1. 地域について

a 等質地域 − 等質的性格を備えそれが外部地域と異質な時、その等質性を区分基準とする

b 結節地域 − 中心とその機能的統一の及ぶ範囲を区分基準とする.

c 実質地域 − 地表面上に区分基準に値する特色がある時それを区分基準とする.

d 形質地域 − 人為的に区分する.

2. 都市のランクサイズ法則とその周辺

a ランクサイズ法則

都市の規模 = 都市の人口規模Pとし、Pのランクを R とすれば

$P = f(R)$ (PはRの関数) で、かつ Auerbach, F 曰く $PR = A.K.$ (絶対集中度) である.

ここで A.K. は総人口に大きく依存することから、この標準化として

$Sp.K. = A.K. / $ (総人口) (相対集中度) を設けるが、今度 Sp.K. は

都市化 (人口集中度・都市人口率) に依存すると分かった。そこで、対数をとり.

$RP = A.K. \Leftrightarrow \log P = -\log R + \log A.K. = -\log R + b$ (bは定数) とすれば、

順位と規模は対数同士の直線的関係に帰する.

cf. Lotka, A.J. 曰く、1920年米国に対しては $\log P = -0.93\log R + \log 5\cdot10^5$ である.

Zipf, G.K. 曰く、さらに一般化して $\log P = a\log R + b$ であり、

$P = BR^a$ ($\log B = b$) である. この時 a は常に負の値を示し、|a| に対し、

$\left\{\begin{array}{l} |a|\text{が大きい} = \text{傾きが急} \rightarrow \text{統合の力 (都市間の開きが大)} \\ |a|\text{が小さい} = \text{傾きが緩} \rightarrow \text{多様化の力 (都市間の開きが小)} \end{array}\right\}$ となる.

(参考)

Sp.K.の具体例と理由(WWI 前)

イギリス	高	産業革命以降の工業一本化、第二次囲い込みなど農村からの農民追放
フランス	低	南方で気温が高くかつ平原が広がり、農村生活が伝統的
アメリカ	低	世界最大の農業国で、農村人口も多い
墺ハンガ	低	ウィーンへの一極集中依存、典型的な農業国
ロシア	低	農奴制の残存で、移動が不自由
オランダ	高	大貿易国家かつ狭い国土で、商業と人が集中しやすい
ベルギー	高	オランダに同じ
スイス	高	狭い平地への集中、精密機械や化学などの都市型工業
イタリア	低	南部は農業地域
スペイン	低	自動車や航空機など都市的側面の一方オリーブなど農業的側面もある

NO.

DATE

(参考2)

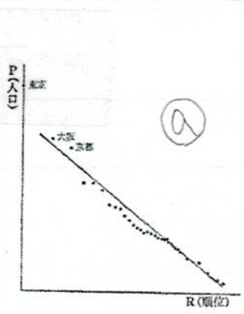


図 1-16 都市の順位規模
（明治8年―1875）

$\log P = -0.809 \log R + 6.423$
($\gamma = -0.9073$)

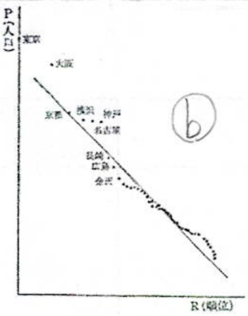


図 1-17 都市の順位規模
（明治41年―1908）

$\log P = -0.7635 \log R + 6.5336$
($\gamma = -0.9890$)

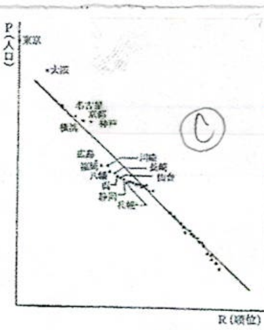
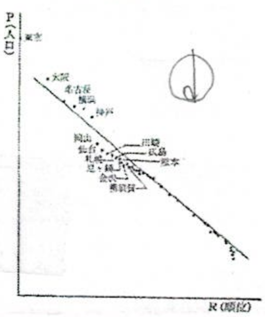
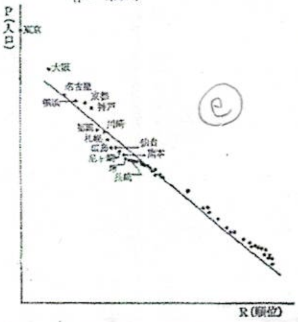
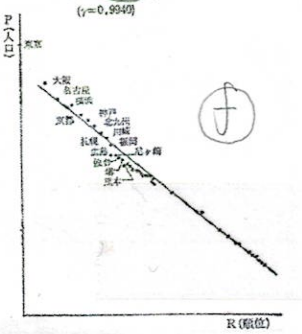


図 1-18 都市の順位規模
（昭和15年―1940）

$\log P = -0.901 \log R + 6.658$
($\gamma = 0.9940$)







ⓐ 1870 明初 0.933 ＋ } 江戸…藩（人の固定・地方結束）と巨大都市江戸 − 分権的

ⓑ 1900 明末 0.9416 ＋ } 明治…廃藩置県（人の移動）、近代産業画一、貿易窓口 − 東京集中

ⓒ 1940 昭初 0.942 − } 戦中の人口減少、戦中の疎開（人・企業）− 現地固定

ⓓ 1950 戦後 0.839 − } 日本外から地方へ人口流入 − 東京集中は絶対的相対的低下

ⓔ 1960 (高度成長) 0.7635 ＋ } 製造業分散、太平洋ベルトの発達など工業地域誕生の

ⓕ 1965 (高度成長) 0.901 } 一方、サラリーマン（ホワイトカラー）の増加 − 人口集中

b ランクサイズ法則のメカニズム

i) Christallerの中心地理論

中心地機能　住民の消費のため都市的集落で供給される財・サービス

中心地　中心機能を持つ都市的集落

低次　機能 − 近隣から消費者を集める機能
　　　中心地 − 上の機能のみ持つ中心地

高次　機能 − 遠方からも消費者を集める機能
　　　中心地 − 上の機能も持つ中心地

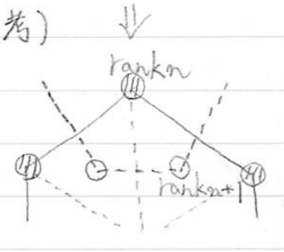
(例) 平坦な農村地帯、人口は均等分布、交通・地形・人口は一様
　B中心地（rank 2）の少数かつ非重複な配置の最適解を求める。
　{ 財の到達範囲 − 消費者が財・サービスを入手する限界距離
　{ 市場地域 − 中心機能を利用するために来る顧客の分布範囲
　次の例では到達範囲が21kmと12kmの財が登場する。

(左図を参考)

到達範囲の短い財を空白なく供給する際に中心地をどう配置すればよいかの最適解

→ { 正六角形の配置
rank n (n番目に大きい規模)の都市の
市場地域が rank n+1 の正六角形に等しい

⇒ [市場原理の中心地システム] (中心地の階層構造) (参考)



※ rank n の都市の市場地域を仮に M_n とすれば

$M_{n+1} = \frac{1}{\sqrt{3}} M_n$

中心地システムには、市場原理のみならず、交通原理や行政原理のものも存在する。

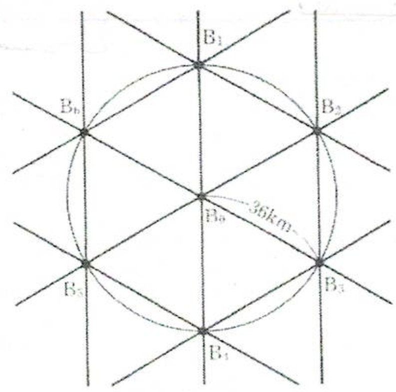


図 2.5　B中心地の立地

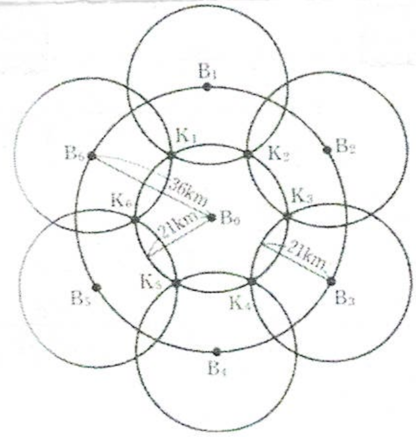


図 2.6　K中心地の立地

ii) Beckmann の説明・Parr の批判

<仮定>

都市の規模は不連続な階層をなす

階層を {下から / 上から} 数えた時の順番を {r_b / r_t} とする

また全階層数をNとするから、$N = r_b + r_t - 1$

さらに最上階層の都市数は1とする。

〈I〉

ある都市において人口をc、財の供給をうける農村地域の人口をrとする。

$c = k(r+c)$ が成立するから $c = \frac{k}{1-k} r$

ここで $\frac{k}{1-k}$ を都市乗数という。

〈II〉

$r_b = m$ の都市の人口をc_m、財の供給をうける人口をr_mとすれば $c_m = k r_m$

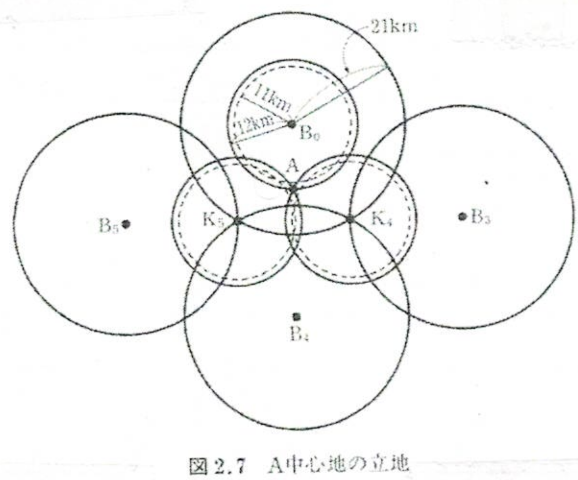


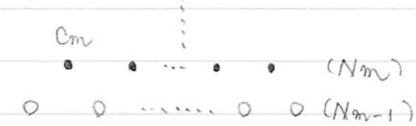
図 2.7　A中心地の立地

〈III〉

隣接する階層 $rb = m$、$m-1$ を考える。

$rb = m$ の都市の数を N_m とする。すると、

(参考)



$r_m = c_m + \frac{N_{m-1}}{N_m} r_{m-1}$ が成立する

ここで式変形のために、$\frac{N_{m-1}}{N_m} = s$ とおく。

$r_m = c_m + s r_{m-1}$ に対し、$c_m = k r_m$ より

$r_m = k r_m + s r_{m-1}$　∴ $r_m = \left(\frac{s}{1-k}\right) r_{m-1}$

ゆえに等比数列から $r_m = \left(\frac{s}{1-k}\right)^{m-1} \cdot r_1$　$c_1 = k r_1$ より

$r_m = \left(\frac{s}{1-k}\right)^{m-1} \cdot \frac{c_1}{k}$　また、$c_1 = \frac{k}{1-k} r_1$ より、

$r_m = \left(\frac{s}{1-k}\right)^{m-1} \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{k}{1-k} r_1 = \frac{s^{m-1}}{(1-k)^m} r_1$

さらに、$c_m = k r_m = \frac{k r_1}{s} \left(\frac{s}{1-k}\right)^m$

〈IV〉

全階層の総都市数をTとする。〈III〉でおいた $s = \frac{N_{m-1}}{N_m}$ を用いれば

$T = 1 + s + \cdots + s^{N-1}$ (Nは〈仮定〉でおいた全階層数)

$rt = n$ の都市は全部で s^{n-1} 個あるが、そのうち最も順位の高い都市の順位は、

R_n として、$R_n = 1 + \cdots + s^{n-2} + 1 = \frac{s^{n-1}-1}{s-1} + 1$

$rt = n$ の都市 s^{n-1} 個の平均順位は、

$\overline{R_n}$ として、$\overline{R_n} = 1 + \cdots + s^{n-2} + \frac{1}{2} \cdot s^{n-1} = \frac{s^{n-1}-1}{s-1} + \frac{s^{n-1}}{2}$

$\overline{R_n}$ において $s^{n-1} \gg 1$ を用いて近似すると、$\overline{R_n} \simeq s^{n-1}\left(\frac{1}{s-1} + \frac{1}{2}\right)$ である。

〈V〉

〈仮定〉において $N = rb + rt - 1$ と述べた　$rb = m$、$rt = n$ としていたから、

改めて $N = m + n - 1$　ゆえに $m = N - n + 1$

$rt = n$ の都市における人口と平均順位の積を考えよう。

$$c_m \cdot \overline{R_n} = c_{N-n+1} \overline{R_n} = \frac{k r_1}{s} \left(\frac{s}{1-k}\right)^{N-n+1} \cdot s^{n-1} \left(\frac{1}{s-1} + \frac{1}{2}\right)$$
$$= \frac{k r_1}{s} \frac{s^N}{(1-k)^{N-n+1}} \cdot \frac{s+1}{2(s-1)}$$
$$= \frac{1}{s} \cdot (1-k)^n \cdot \frac{k r_1 \cdot s^N}{(1-k)^{N+1}} \cdot \frac{s+1}{2(s-1)}$$
$$= (1-k)^n \cdot \left(\frac{k r_1}{s(1-k)} \cdot \frac{s+1}{2(s-1)} \cdot \left(\frac{s}{1-k}\right)^N\right)$$
$$= C(1-k)^n$$

ここで、Cは定数、$k \ll 1$ より $(1-k)^n$ は大きく変化しない

∴ $C(1-k)^n = Q$ (定数)、つまり人口と順位の積は一定と言える。

ゆえに $PR = Q$　$\log P = -\log R + \log Q$ が成立する

3

〈Parrの批判〉

$r_b = m$ の都市が $1 \cdot 2 \cdots m$ 次の財を供給するものと考える.

逆に m 次の財を考えれば、これは供給する都市階層に関わらず一定である.

以上から再考する.

m 次の財の供給範囲のうち、その都市の範囲を除く範囲の人口を r'_m とすれば

$$r_m = c_m + r'_m$$

$$= kr_m + r'_m \quad \text{より} \quad r'_{m-1} = (1-k) r_{m-1}$$

以上のことは、Beckmannが都市の財供給において、その都市に見合った財供給しか考慮しておらず、低次の財供給を見落としていたことを示している.

$r_m = c_m + s r_{m-1} + r'_{m-1}$ となるから、

$$r_m = kr_m + s r_{m-1} + (1-k) r_{m-1}$$

$$r_m = \left(\frac{s}{1-k} + 1\right) r_{m-1}$$

ゆえに等比数列より $r_m = \left(\frac{k}{1-s} + 1\right)^{m-1} r_1$ 前と同様に、$c_m = \frac{kr_1}{1-k}\left(\frac{s}{1-k} + 1\right)^{m-1}$

ここでBeckmannの仮定の c_m を $c_{(1)m}$、Parrの批判の c_m を $c_{(2)m}$ とする.

$c_{(1)m} = \frac{kr_1}{1-k}\left(\frac{s}{1-k}\right)^{m-1}$、$c_{(2)m} = \frac{kr_1}{1-k}\left(\frac{s}{1-k} + 1\right)^{m-1}$ より

$c_{(1)m} - c_{(2)m} = \frac{kr_1}{1-k}\left\{\left(\frac{s}{1-k}\right)^{m-1} - \left(\frac{s}{1-k} + 1\right)^{m-1}\right\}$ これをDとする.

$\frac{s}{1-k} \gg 1$ を仮定すれば自明に $D < 0$

これの意味するところは、Beckmannの仮定が人口規模を過小評価していることである.

1

3. 空間的相互作用モデル

a 重力モデル

空間的相互作用…地点と地点を結ぶあらゆる関係の総称概念（移動、通信）

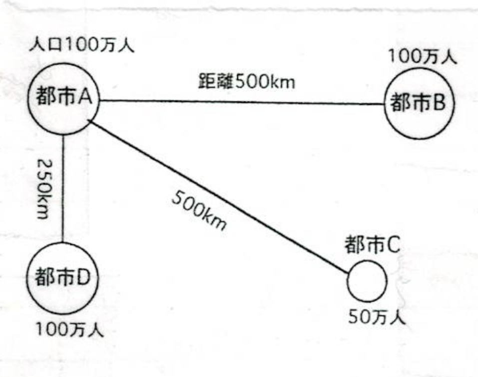
重力モデル…空間的相互作用の量を量的に表現するためのモデル

空間的相互作用の特徴

1. 距離に応じて逓減（距離と反比例）
2. 発着地の性質に依存

都市i, jの人口規模p_i, p_j、i-j間の距離をd_{ij}とする。

右の図で空間的相互作用は $AB > AC > AD$



上記の特徴や右図の例からも分かることを式化してみると、

I_{ij}をi-j間の空間的相互作用とすれば、

$I_{ij} = k \cdot \frac{p_i \cdot p_j}{d_{ij}}$ と表せ、この形式のモデルを重力モデルという。

次にこのモデルの適合性を考える。

実はこの式の形では不適合であり、いろいろなモデルを考える。

I $I_{ij} = k \cdot \frac{p_i \cdot p_j}{d_{ij}}$ の対数をとる。式変形して、

$\log \frac{I_{ij}}{p_i \cdot p_j} = a \log d_{ij} \ (+b)$ となる（この形ではグラフ上に逓減直線として現れる）

つまり $\frac{I_{ij}}{p_i p_j} = b \cdot d_{ij}^{a}$ である（距離のべき乗に応じて逓減することを表す）

II Iをふまえた式を考える。すなわち

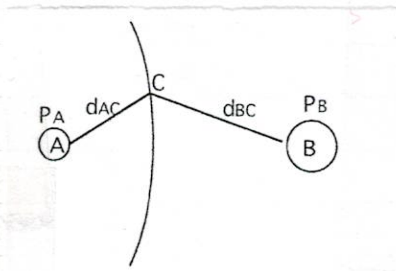
$I_{ij} = k \cdot \frac{p_i \cdot p_j}{d_{ij}^{\alpha}}$ / $I_{ij} = k \left(\frac{p_i \cdot p_j}{d_{ij}}\right)^{\alpha}$ （このαを距離パラメータという）

である。今回は後者を考えて、対数をとると、

$\log I_{ij} = \log k + \alpha \log \frac{p_i \cdot p_j}{d_{ij}}$ となる。（これが相関性の最も高いグラフとなる）

b 重力モデルの適用

① 小売引力の法則…右図で $d_{BC} = \frac{d_{AB}}{1 + \sqrt{\frac{P_A}{P_B}}}$



$\alpha = 2$とすると、I_{KC}…C→Kの消費者移動とおけば

$I_{AC} = k \cdot \frac{P_A P_C}{d_{AC}^2}$ $I_{BC} = k \frac{P_B P_C}{d_{BC}^2}$

$I_{AC} = I_{BC}$とすると、$\frac{P_A}{P_B} = \left(\frac{d_{AC}}{d_{BC}}\right)^2$

$\therefore \sqrt{\frac{P_A}{P_B}} = \frac{d_{AC}}{d_{BC}} = \frac{d_{AB} - d_{BC}}{d_{BC}} = \frac{d_{AB}}{d_{BC}} - 1$

変形して、$d_{BC} = \frac{d_{AB}}{1 + \sqrt{\frac{P_A}{P_B}}}$ となる。

② Huffの確率モデル（消費者行動選択モデル）

P_{Ai}…Aの消費者がセンタiを選択する確率

t_{Ai}…Aからセンタiまでの時間距離

S_i…センタiの規模　α…距離パラメータ

（右の等確率線を参考）

今回センタ数 $n=3$ とする

$$\to P_{Ai} = \frac{\dfrac{S_i}{t_{Ai}^{\alpha}}}{\dfrac{S_1}{t_{A1}^{\alpha}} + \dfrac{S_2}{t_{A2}^{\alpha}} + \dfrac{S_3}{t_{A3}^{\alpha}}}$$

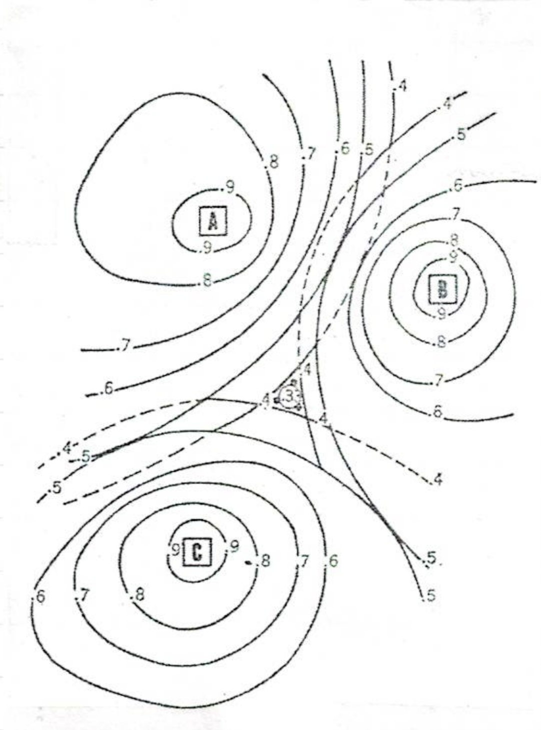


図 2·16　消費者が3つのセンターで買物する確率の等高線

C エントロピー最大化モデル

重力モデルは一般に

$T_{ij} = k v_i w_j d_{ij}^{-2}$ と表される

（v_iは放出性、w_jは吸収性の測度）

またさらに一般化して

$T_{ij} = k v_i^{\alpha} w_j^{\gamma} f(d_{ij})$ とも表せる。

〈制約条件とOD表〉

T_{ij}にはi側とj側で制約がつく。

i側（発生量）の制約 → $O_i = \sum_j T_{ij}$

j側（吸収量）の制約 → $D_j = \sum_i T_{ij}$

O_i、D_jを働かせるかどうかは

重力モデルのパラメータkに影響する

このパラメータを均衡因子という。

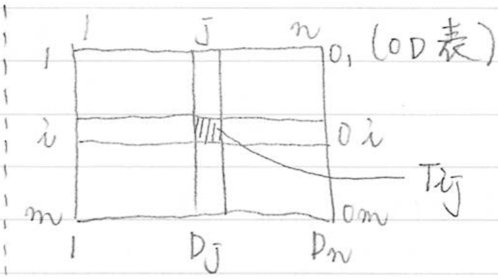
以下、O_i、D_jの均衡因子をA_i、B_jとする

0 無制約モデル　$T_{ij} = k v_i^{\alpha} w_j^{\gamma} f(d_{ij})$

1a 発生制約モデル　$T_{ij} = A_i O_i w_j^{\gamma} f(d_{ij})$

1b 吸収制約モデル　$T_{ij} = B_j v_i^{\alpha} D_j f(d_{ij})$

2 発生吸収制約モデル　$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j f(d_{ij})$



1aにおいて　$\sum_j T_{ij} = O_i = A_i O_i \sum_j w_j^{\gamma} f(d_{ij})$ より　$A_i = 1/\sum_j w_j^{\gamma} f(d_{ij})$

1bにおいて　$\sum_i T_{ij} = D_j = B_j D_j \sum_i v_i^{\alpha} f(d_{ij})$ より　$B_j = 1/\sum_i v_i^{\alpha} f(d_{ij})$

2において。$\sum_j T_{ij} = O_i = A_i O_i \sum_j B_j D_j f(d_{ij})$ より　$A_i = 1/\sum_j B_j D_j f(d_{ij})$

$\sum_i T_{ij} = D_j = B_j D_j \sum_i A_i O_i f(d_{ij})$ より　$B_j = 1/\sum_i A_i O_i f(d_{ij})$

である。

2

〈二重制約モデル〉

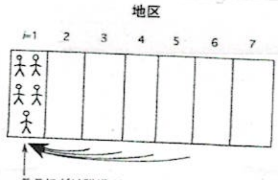
制約条件　(発生) $\sum_j T_{ij} = O_i$　(吸収) $\sum_i T_{ij} = D_j$　(各々、m本、n本の式である)

コスト制約　$\sum_i \sum_j T_{ij} C_{ij} = C$　(C_{ij} - i-j の移動コスト) (C_{ij} を d_{ij} で代替可能)

ここでトリップパターン $\{T_{ij}\}$ (OD表上で見られる特定のパターン) を実現しうる状態の数 W を考えれば、トリップパターンが最も起こりやすいのは、上記の条件を満たしつつ W を最大化する時である。

〈トリップパターンの状態数〉

右図のモデルケースを考える。地区1にある5人分の職場に行くとき5人がどの地区に住むかを考える。



ここにだけ職場がある（5人分）
この5人はどこに住むか？

ここで吸収の条件から、$D_1 = 5$、$D_2 = \cdots = D_7 = 0$

また総コスト $C = 6$ の条件もつけると、

$\sum_{i=1}^{7} T_{i1} C_{i1} = 6$ もかわる。

これら条件下でのトリップパターンは右のようになる

パターンの番号

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_{11}	4	3	3	3	2	2	1	1	2	
T_{21}			1		2	1	2	3		4
T_{31}				1		1	2		3	1
T_{41}		2				1		1		
T_{51}				1	1					
T_{61}			1							
T_{71}	1									
状態数 $W(T_{ij})$	5	10	20	20	30	60	30	20	10	5

ある T_{ij} に対する状態の数 $W(T_{ij})$ を考える

対象人数を N とする。始めに地区1→地区1の移動に T_{11} 人割り当てるから、

$${}_N C_{T_{11}} = \frac{N!}{T_{11}!(N-T_{11})!}$$

次に地区1→地区2の移動に T_{12} 人割り当てるから、

$${}_{N-T_{11}} C_{T_{12}} = \frac{(N-T_{11})!}{T_{12}!(N-T_{11}-T_{12})!}$$

これをくり返すと、そして、かけ合わせると、

$$W(T_{ij}) = \frac{N!}{T_{11}!(N-T_{11})!} \cdot \frac{(N-T_{11})!}{T_{12}!(N-T_{11}-T_{12})!} \cdot \cdots$$

$$= \frac{N!}{T_{11}! \cdots T_{ij}! \cdots} = N! / \prod_{ij} T_{ij}!$$ となる。

トリップパターン $\{T_{ij}\}$ が最も起こりやすいのは、条件を満たし $N!/\prod_{ij} T_{ij}!$ を最大にするときであり、上の例ではパターン6 $W=60$ である。

$W(T_{ij}) = N!/\prod_{ij} T_{ij}!$ の対数をとって

$\log W(T_{ij}) = \log N! - \log \prod_{ij} T_{ij}!$　ここで近似 (Stirling の近似) から、

$\log N! \simeq N \log N - N$ が成立するから

$$\log W(T_{ij}) = (N \log N - N) - \sum_i \sum_j (T_{ij} \log T_{ij} - T_{ij})$$ となる

この式の最大化を考える。

No.

Date

〈Lagrange乗数法〉

n個の変数 $x_1 \cdots x_n$ からなる関数 $Z = f(x_1 \cdots x_n)$ に対し、
m個の制約がある中 Z の最大値を求めるとする。
制約式は $g_j(x_1 \cdots x_n) = 0 \quad (j = 1 \cdots m < n)$
Lagrange関数Lは、
$L = f(x_1 \cdots x_n) + \lambda_1 g_1(x_1 \cdots x_n) + \cdots = f(x_1 \cdots x_n) + \sum_{j=1}^{m} \lambda_j g_j(x_1 \cdots x_n)$ で、
Lの最大値が求まるとき、全ての $g_1 \cdots g_m = 0$
そしてLの最大値が求まることと、制約下でZが最大になることは同値
Lの最大値の出し方 → 偏微分 $\frac{\partial L}{\partial x_i} = 0 \quad (i = 1 \cdots n)$
∴制約式 $g_j(x_1 \cdots x_n) = 0$ (m本) と $\frac{\partial f}{\partial x_i} + \sum_{j=1}^{m} \lambda_j \frac{\partial g_j}{\partial x_i} = 0$ (n本) を解くことになる。
このLagrange乗数法を用いて解く。

$$\begin{cases} \text{発生} - O_i - \sum_j T_{ij} = 0 & (\text{Lagrange乗数 } \lambda_i) \\ \text{吸収} - D_j - \sum_i T_{ij} = 0 & (\text{Lagrange乗数 } \gamma_j) \\ \text{コスト} - C - \sum_i \sum_j T_{ij} C_{ij} = 0 & (\text{Lagrange乗数 } \beta) \end{cases}$$

$$L = N \log N - N - \sum_i \sum_j (T_{ij} \log T_{ij} - T_{ij})$$
$$+ \sum_i \lambda_i \left(O_i - \sum_j T_{ij}\right) + \sum_j \gamma_j \left(D_j - \sum_i T_{ij}\right) + \beta \left(C - \sum_i \sum_j T_{ij} C_{ij}\right)$$

Lを T_{ij} で偏微分すなわち、$\frac{\partial L}{\partial T_{ij}} = 0$
Lを分割して見ると、

$$\frac{\partial (N \log N - N)}{\partial T_{ij}} = 0, \quad \frac{\partial \left(\sum_i \sum_j (T_{ij} \log T_{ij} - T_{ij})\right)}{\partial T_{ij}} = \log T_{ij} + \frac{T_{ij}}{T_{ij}} - 1 = \log T_{ij}$$

$$\frac{\partial \left(\sum_i \lambda_i (O_i - \sum_j T_{ij})\right)}{\partial T_{ij}} = -\lambda_i, \quad \frac{\partial \left(\sum_j \gamma_j (D_j - \sum_i T_{ij})\right)}{\partial T_{ij}} = -\gamma_j, \quad \frac{\partial \left(\beta (C - \sum_i \sum_j T_{ij} C_{ij})\right)}{\partial T_{ij}} = -\beta C_{ij}$$

$$\therefore \frac{\partial L}{\partial T_{ij}} = -\log T_{ij} - \lambda_i - \gamma_j - \beta C_{ij} = 0 \text{ となる。}$$

ゆえに $T_{ij} = \exp(-\lambda_i - \gamma_j - \beta C_{ij}) \quad (= e^{(-\lambda_i - \gamma_j - \beta C_{ij})}$ eはネピア数)
これを還元してゆく。

$$\sum_j T_{ij} = O_i = \sum_j \exp(-\lambda_i - \gamma_j - \beta C_{ij}) = \exp(-\lambda_i)\sum_j \exp(-\gamma_j - \beta C_{ij})$$ より

$$\exp(-\lambda_i) = O_i \Big/ \sum_j \exp(-\gamma_j - \beta C_{ij})$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j = \sum_i \exp(-\lambda_i - \gamma_j - \beta C_{ij}) = \exp(-\gamma_j)\sum_i \exp(-\lambda_i - \beta C_{ij})$$ より

$$\exp(-\gamma_j) = D_j \Big/ \sum_i \exp(-\lambda_i - \beta C_{ij})$$

ここで $A_i = \dfrac{1}{\sum_j \exp(-\gamma_j - \beta C_{ij})}$ とすれば $\exp(-\lambda_i) = A_i O_i$

$B_j = \dfrac{1}{\sum_i \exp(-\lambda_i - \beta C_{ij})}$ とすれば $\exp(-\gamma_j) = B_j D_j$

$$\therefore T_{ij} = \exp(-\lambda_i)\exp(-\gamma_j)\exp(-\beta C_{ij})$$
$$= \underline{A_i B_j O_i D_j \exp(-\beta C_{ij})}$$

二重制約モデルでは $T_{ij} = \underline{A_i B_j O_i D_j f(d_{ij})}$

例えばここで移動コスト C_{ij} は距離の対数で表される
ある種の抵抗と考えて、C_{ij} を $\log d_{ij}$ として考えてみると、

$$C' = \sum_i \sum_j T_{ij} \log d_{ij}$$

Lagrange 関数でも上の式で置き換えてゆくと

$$\frac{\partial\left(\beta\left(C' - \sum_i \sum_j T_{ij}\log d_{ij}\right)\right)}{\partial T_{ij}} = -\beta \log d_{ij}$$ となるから、

$$T_{ij} = A_i' B_j' O_i D_j d_{ij}^{-\beta}$$

ただこのとき、$A_i' = \dfrac{1}{\sum_j (\exp(-\gamma_j) d_{ij}^{-\beta})}$ 、$B_j' = \dfrac{1}{\sum_i (\exp(-\lambda_i)\cdot d_{ij}^{-\beta})}$ と
改めて定義し直せることに注意する。

$T_{ij} = A_i' B_j' O_i D_j d_{ij}^{-\beta}$ より、 $T_{ij} = \dfrac{A_i' B_j' O_i D_j}{d_{ij}^{\beta}}$

$\therefore$ T_{ij} は d_{ij} のべき乗の抵抗をもって重力モデルとして表される。

□1

No.

Date

4. 最適施設配置論

a 最適施設配置

施設をどこに置けばよいか？

→ 測度（基準）＝目的関数（最大化／最小化）

※ 目的関数は1つとは限らない／見方によっても変化する

※2 恣意的な使用がありうる（ある用いやすい面だけで目的関数を提示）

※3「最適」とは何か自体社会的価値観に依存する。

b 平均アクセス距離と最適施設配置

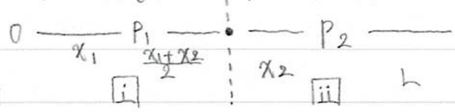
線状地域

仮定：長さLの線状地域に人口Nが均等分布

施設P_1、P_2を配置、左端を0、$OP_1 = x_1 < x_2 = OP_2$とする。

P_1、P_2の利用者境界は、両者の中間地点 $\frac{1}{2}(x_1+x_2)$ である。

右図において



i → $(x-x_1)-(x_2-x) = 2x-x_1-x_2 < 0 \Rightarrow P_1$

ii → $(x-x_1)-(x_2-x) = 2x-x_1-x_2 > 0 \Rightarrow P_2$

人口密度は仮定から$\frac{N}{L}$、各人のアクセス距離の総和を考える。

微小区間Δxに対し$\frac{N}{L}|x-x_i|\Delta x$がアクセス距離の総和（$i=1,2$で近い方）

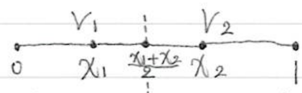
ここで上記の結果、および$|x-x_i| = \sqrt{(x-x_i)^2}$を用いて、総アクセス距離を$T$とすれば

$$T = \int_0^{\frac{x_1+x_2}{2}} \frac{N}{L}\sqrt{(x-x_1)^2}\,dx + \int_{\frac{x_1+x_2}{2}}^{L} \frac{N}{L}\sqrt{(x-x_2)^2}\,dx$$

また平均アクセス距離$M = \frac{T}{N}$を考えると、距離を相対化し$L=1$として、

$$M = \int_0^{\frac{x_1+x_2}{2}} \sqrt{(x-x_1)^2}\,dx + \int_{\frac{x_1+x_2}{2}}^{1} \sqrt{(x-x_2)^2}\,dx$$

ここで右図を参考にして



$0 < x < \frac{x_1+x_2}{2}$ 領域をV_1、$\frac{x_1+x_2}{2} < x < 1$ 領域をV_2とすれば（これをボロノイ領域という）

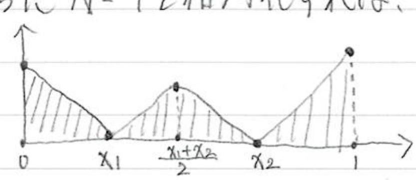
$$M = \int_{V_1}\sqrt{(x-x_1)^2}\,dx + \int_{V_2}\sqrt{(x-x_2)^2}\,dx = \sum_{i=1}^{2}\int_{V_i}\sqrt{(x-x_i)^2}\,dx$$

$\therefore \min_{(x_1,x_2)} M = \min_{(x_1,x_2)} \sum_{i=1}^{2}\int_{V_i}\sqrt{(x-x_i)^2}\,dx$ 　さらに$N=1$と相対化すれば、

$\min_{(x_1,x_2)} T = \min_{(x_1,x_2)} \sum_{i=1}^{2}\int_{V_i}\sqrt{(x-x_i)^2}\,dx$

平均アクセス距離の最小化を考えよう。

右のグラフを参考にして。



$T = \frac{1}{2}x_1^2 + \frac{1}{4}(x_2-x_1)^2 + \frac{1}{2}(1-x_2)^2$ である。

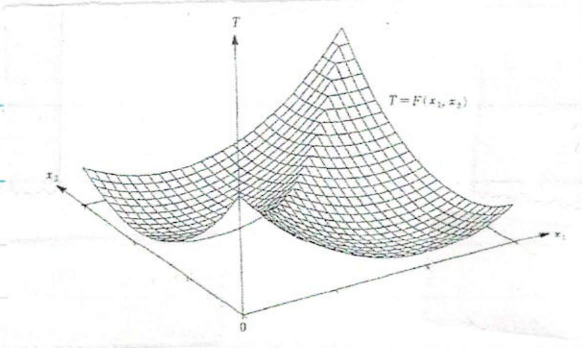
偏微分を行う。Tをx_1で微分して$\frac{\partial T}{\partial x_1} = 0$とすれば、$x_1 - \frac{1}{2}(x_2-x_1) = 0$

Tをx_2で微分して$\frac{\partial T}{\partial x_2} = 0$とすれば$\frac{1}{2}(x_2-x_1) - \frac{1}{2}(1-x_2) = 0$ 解いて、

$x_1 = \frac{1}{4}$ 　$x_2 = \frac{3}{4}$ 　（つまり四分点）

No.

Date



（右図はTを関数として表したもの）

c 平均アクセス距離の探索的方法(例)

①最急降下法… ある地点における最急降下方向に進みどこかで止まる

Ⅰ 最急降下方向

(x_1, x_2)において x_1方向の傾き：$\frac{\partial T}{\partial x_1}$、$x_2$方向の傾き：$\frac{\partial T}{\partial x_2}$ より

最急降下方向は $\left(x_1 - \frac{\partial T}{\partial x_1}, x_2 - \frac{\partial T}{\partial x_2}\right)$

(例)

(最急降下方向)

Ⅱ 直線探索

どれほど進めば最小化されるのかを探索

x_1方向：$x_1(t) = x_1 - \frac{\partial T}{\partial x_1}t$ / x_2方向：$x_2(t) = x_2 - \frac{\partial T}{\partial x_2}t$ となるから

これを元の式に代入すればよい（偏微分等で最小値を導出）

停止規則 − ある許容範囲以下の距離になったら終了

→ 局所的最適解（→ 誤差が生じる（精度との兼ね合い）、最小値非保証（再設定））

No.
Date

[1]

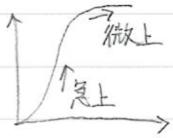
5、ネットワーク・空間的シミュレーション

a、空間的発散とモンテカルロシミュレーション

事物が時間とともに地点から全体へ広がってゆく過程（確率的要因を含む）を乱数を用いた数値実験で再現し規則性を見出そうとする。

量的規則 ― ロジスティック曲線（右図）

空間的規則 ― ？？？



〈前提〉

1.変革の受容が論点

2.変革受容者は原初的凝集 → 放射状伝播 → 二次凝集 → 飽和 とたどる

3.個人的情報を介した伝播

4.モデル地域は、地理的に均質・9×9の方格・変革受容過程にある、とする

Ⅰ〈仮定〉

1.変革の情報を住民は得ている

2、個人的情報は量的・質的に同一

3、変革受容の順位は空間的にランダム

〈シミュレーション〉

1、9×9の方格1つに30人入るとして 9×9×30＝2430の乱数表を作る。

2.乱数表を引き受容者を順に決定

Ⅱ〈仮定〉

1、近接効果を考える → 人口移動が代替尺度

2、最初は一人、個人的情報のみを介し、一定の時間間隔で伝達

3、情報をうけとる＝変革受容

4、平均情報圏と浮動方格の導入

① 方格間距離を、移動距離と単位面積あたりの移動単位数の関係式に代入することで方格ごとの移動数理論値を出す（中央が起点）

② 全体で割って確率とする → 平均情報圏（情報伝播の空間的確率）

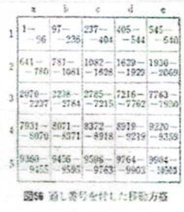
③ 平均情報量に応じて番号をふる → 浮動方格（移動方格）

〈シミュレーション〉

1、移動方格での乱数を求める

2、上の乱数に対応する元方格を求める

3、乱数を引き方格内位置を求める。



	a	b	c	d	e
1	1–96	97–236	237–404	405–544	545–640
2	641–780	781–1081	1082–1628	1629–1929	1930–2069
3	2070–2237	2238–2784	2785–7215	7216–7762	7763–7930
4	7931–8070	8071–8371	8372–8918	8919–9219	9220–9359
5	9360–9455	9456–9595	9596–9763	9764–9903	9904–[illegible]

図56 通し番号を付けた移動方格

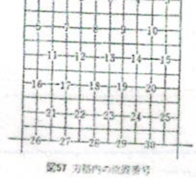


図57 方格内の位置番号

No.
Date

Ⅲ 〈仮定〉

1. 抵抗条件 − 変革受容は何回かの情報伝達の後になされ、その回数は人による。今回はⅰ〜ⅴまでの抵抗水準に対していずれの方格でも 2:7:12:7:2 の割合とする。

〈シミュレーション〉

1. 中央が起点
2. 情報受取りは乱数、変革受容に達したらその人も発信者となる。

Ⅳ 〈仮定〉

1. 人口は方格ごとで不均等
2. 平均情報圏（各方格の情報受取り確率）は、人口を考慮し $Q_i = P_i N_i / \sum_{i=1}^{25} P_i N_i$ とする（P_i − 元の平均情報圏確率、Q_i − 今の平均情報圏確率、N_i − 人口）
3. 障壁効果 − 情報伝達の障害となる地理的条件
0接触（一切伝達しない）と $\frac{1}{2}$ 接触（$\frac{1}{2}$ の確率で伝達）
4. 初期の変革受容者が1人でなく複数人

※現実への応用（例：インフルエンザ）
初期流行地から拡散 → 遠隔地に飛び火、そこを中心に拡散

b. フラクタル分析

フラクタル − 自己相似性 → ある図形の一部が元の図形と同じ形になる

〈フラクタル次元〉

ある図形が、その図形を $\frac{1}{a}$ 縮小した図形 a^D 個からなる時のDの値
上記において $a^D = b$ とすれば $D = \frac{\log b}{\log a}$ である。
実用性 − 曲線を長さ r の線分 $N(r)$ 本で近似することを考える。
$N(r)$ は r^{-D} に比例

〈ボックスカウント次元〉

空間を一辺 r の箱に分割し元の図形を含む箱数 $N(r)$ を数える。
やはり $N(r)$ は r^{-D} に比例（ここでのDをボックスカウント次元という）

〈次元と測度〉

長さL、面積S、体積Vに対し $L \propto S^{\frac{1}{2}} \propto V^{\frac{1}{3}}$（$\propto$ は比例）
またフラクタル次元Dの量Xに対しては、$L \propto S^{\frac{1}{2}} \propto V^{\frac{1}{3}} \propto X^{\frac{1}{D}}$

例：島を囲む海岸線

① 正方形網をかけ、島を含むセル(A)を黒く塗り、Aのうち
白いセルに接するセル(B)も考える。
Aの個数 S_N、Bの個数 X_N に対し $S_N^{\frac{1}{2}} \propto X_N^{\frac{1}{D}}$ なる
Dが存在すれば Dはフラクタル次元

② 海岸線一部の両端距離 L と海岸線の長さ X_N について考える。
$L \propto X_N^{\frac{1}{D}}$ なるDが存在すれば Dはフラクタル次元

〈地形とフラクタル〉

1. 海岸線
長さrのものさしで海岸線の
長さを測定しLと測れた。
$L = rN(r)$ であるが $N(r) \propto r^{-D}$ より
$L = r \cdot kr^{-D} = kr^{1-D}$ とでき 対数をとって
$\log L = \log k + (1-D)\log r$ となるから
右のようなグラフとなる。

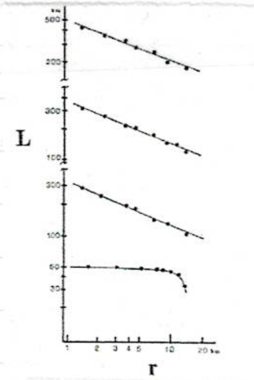


図2.1 ものさしの長さ(r)と，その長さを単位に測った海岸線の長さ(L)の関係．上から，三陸海岸，志摩半島，四国西部，半径8kmの円

2. 河川
本流の長さLと流域面積Aとの関係(これをHackの法則という)
$L = 1.89A^{0.6}$　言わば $A^{\frac{1}{2}} \propto L^{\frac{1}{1.2}}$
これはつまり河川本流のフラクタル次元が1.2ということである。

※支流網フラクタル－ボックスカウント次元　(ここでは1.85程度)

〈都市形態とフラクタル〉

都市境界を長さrの線分で近似しフラクタル次元Dを求める。
必要な線分の本数を $N(r)$ とすれば、$N(r) \propto r^{-D}$ $(\to N(r) = kr^{-D})$
$rN(r) = L$ とすれば　$L = r \cdot kr^{-D} = kr^{1-D}$　$\log L = (1-D)\log r + \log k (=\alpha)$

{ 基準値Jに対しrをその 2^n 倍とする
{ またJもその0.4～5.0倍を基準とする　$(\to$ Dはおよそ1.2～1.3)

年次比較も行う
例：Cardiffでは Dが減少 → 直線状の改修により不規則性の減少
大都市ではボックスカウント法からフラクタル次元を求める。
例：北京、L.A. → 高い、面的な市街地、密集
東京、台北 → 低い、線的な市街地、非密集

No.

Date

C. スモールワールドとネットワーク

＜スモールワールド＞

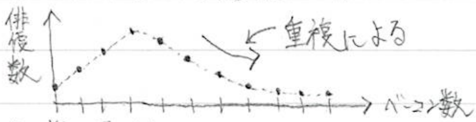
ミルグラム実験 - あるA→Bの手紙の取り次ぎを人を介して行う

→ A→Bまでのステップ数は約6 (6次の隔たり)

ベーコン数 - 俳優 Kevin Baconとの共演関係についての隔たり次元

ベーコン数nの共演者 = ベーコン + [の共演者]×n

ベーコン数と俳優数の関係(右図)



エルディッシュ数 - 数学者 Paul Erdösとの共著関係

＜スモールワールドネットワーク＞

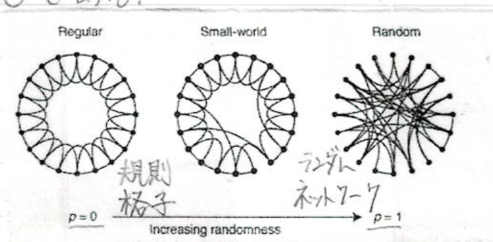
グラフ理論 - 頂点と辺、辺の集合によって接続された頂点の集合がグラフ

最短パス長 d_{ij} - 頂点i-j間の最短ルートに含まれる辺の数

固有パス長L - 頂点vにおける最短パス長の平均 $\bar{d}_v$ に対し、全てのvに対する $\bar{d}_v$ のメジアンを求めたもの。

クラスタリング係数 C_v - ある頂点vに隣接する頂点数 k_v、実際に隣接している辺数 e_v に対し、$C_v = \frac{e_v}{{}_{k_v}C_2}$ である。さらに、全てのvに対する C_v の平均がCである。

＜ランダムネットワーク＞ (右図参照)



pはリンクのつなぎ替え確率

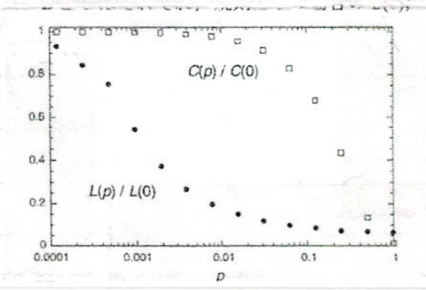
リンクのつなぎ替え - 他頂点へのつなぎ変え

p=0 - 規則格子　p=1 - ランダムネットワーク

固有パス長とクラスタリング係数をpから考えたのが右のグラフである

(L(0)、C(0)をとって正規化している)

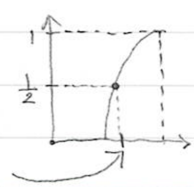
C(p)とL(p)の間(Ⅲ)でスモールワールドネットワークは成立する



例: 伝染病のシミュレーション

感染力 - 一人から何人に感染するかの指標

感染力閾値 - 感染率が $\frac{1}{2}$ に達する感染力の値



感染力閾値は p が小さくても低くなりやすい

感染時間 $T(p)$ と固有パス長 $L(p)$ の低下傾向はほぼ同じ

→ 固有パス長、すなわち p (=ランダム性) が伝染病大流行のカギ

<スケールフリーネットワーク>

ネットワークにおいて頂点につながる辺の数の分布を考える

ランダムネットワーク → ほぼ同数のリンク ()

スケールフリーネットワーク → 少数が膨大、多数は少数のリンク ()

確率密度 $p(k)$ − リンク数 k の指数関数と一致 ($p(k) = k^{-\gamma}$)

<ネットワーク成長モデル>

最初 $t=0$ のとき少数の点があり時間経過とともに1つずつ頂点が加わる

加えられた頂点には m 本のリンクが張られる。このリンクの張り方はランダムではない。すでにある頂点の各リンク数に比例した確率がつく (優先的選択)

確率は、$\Pi(k_i) = k_i / \sum_i k_i$ (k_i はリンク本数)

$t=0$ のときの頂点数を m_0 とすると、t 期の頂点数は $m_0 + t$ であり、

リンク数 (初期リンクは除く) は、mt である。

$p(k)$ はべき乗則に一致し べき乗 γ は $2.1 \sim 3.0$ である。

仮に優先的選択がなく $\Pi(k_i) = \frac{1}{m_0 + t - 1}$ とすれば、

$p(k)$ はほぼ $e^{-\beta k}$, (k = リンク数、ネットワークスケールに依存する)

改めて $p(k)$ は、k_i 本のリンクを持つ頂点 i の確率密度である。

$t \to t+1$ k_i の増加は、$m \times \Pi(k_i) = m \times \frac{k_i}{2mt} = \frac{k_i}{2t}$ ($= \frac{\partial k_i}{\partial t}$ である)

頂点 i のネットワーク参入が t_i 期だったとする。

$\int_m^{k_i} \frac{1}{k_i} dk_i = \int_{t_i}^{t} \frac{1}{2t} dt$ となるから、

$[\log k_i]_m^{k_i} = [\frac{1}{2}\log t]_{t_i}^{t}$

$\log k_i - \log m = \frac{1}{2}\log t - \frac{1}{2}\log t_i$ より $\log k_i = \log m + \frac{1}{2}\log\frac{t}{t_i}$ $k_i = m\sqrt{\frac{t}{t_i}}$

これは t_i が小さいと k_i が大きくなることを示している (金持ちはより金持ちに)

頂点 i のリンク数が k より小さい確率 $P[k_i(t) < k]$ を考える。

$k_i(t) = m\sqrt{\frac{t}{t_i}} < k$ $\frac{m^2}{k^2}t < t_i$ となるから、

$P[k_i(t) < k] = 1 - P[t_i \leqq \frac{m^2}{k^2}t]$ である。

$t_i \leqq \frac{m^2}{k^2}t$ を満たす頂点は $\frac{m^2}{k^2}t$ 個、より $P[t_i \leqq \frac{m^2}{k^2}t] = \frac{m^2}{k^2}t \cdot \frac{1}{m_0 + t}$

確率密度 $p(k)$ を求めるべく $P[k_i(t) < k]$ を微分すると (k で)

$-\frac{(-2)}{k^3}m^2 t \cdot \frac{1}{m_0 + t} = \frac{2m^2}{k^3(1 + m_0/t)}$ となり t が十分大きいと $p(k) = \frac{2m^2}{k^3}$ ($\gamma = 3$ のべき乗則)

地域生態学（月曜２時限：荒井）試験　2006年2月6日2時限

試験時間：90分　答案用紙：両面1枚　計算用紙：なし　持ち込み：不可

1．次の語句を授業の内容に即して簡単に説明しなさい。

(1) 都市乗数　(2) 放出性の測度　(3) 最急降下法　(4) 形式地域
(5) 確率モデル　(6) 相対都市数 (7) コスト制約式　(8) Parr
(9) Lotka　(10) 所得分布

2．次のA、Bのいずれかを選んで解答しなさい。

A－1　都市のランクサイズ法則に関する Simon の説明で使われた次の式について答えなさい。

$$\frac{f(i,k+1)}{f(i,k)} = \frac{k+1}{k} \qquad \text{(for all } i,k\text{)}$$

ただし、　ある国（地域）の都市人口の総数：k

〃　　人口 i の都市の数：$f(i,k)$

(1)　この式が提示している仮定の内容を説明しなさい。
(2)　現実の都市の状況から、上の仮説の妥当性を検討しなさい。

A－2 最適施設配置問題に代表されるような社会における政策的選択における「望ましさ」「望ましくなさ」は、どのように考えられるべきだろうか。自由な発想から論じなさい。

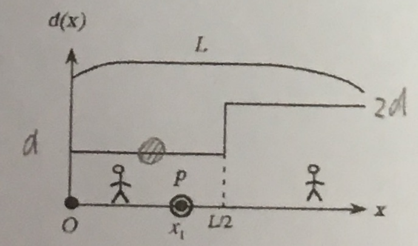
B. 長さ L の線状の地域に合計 N 人の住民が住んでおり、その中の１地点 p に住民サービス用の施設を設置したい。図のように、原点 O からの距離 x で位置を表すことにする。人口密度（線密度）$d(x)$は図の右側半分が左側半分のちょうど２倍になっている。この施設が提供するサービスの需要はアクセス距離 l によって変化し、利用確率 p は $p = ae^{-l/L}$（ただし、e は自然対数、a は定数）で与えられるという。

(1)　左半分の人口密度を d としたとき、利用者数 U を表す式を示しなさい。
(2)　利用者数最大となる p の位置 x_1 を求めさい。（数値解は求めなくて良い）
ヒント：アクセス距離を授業でやったような方法で一般化すると難しくなる。すなおに場合分けした方がやさしい。p が左半分側か右半分側かを常識的に考えて・・・。

$-\frac{P-\frac{L}{2}}{L}$

$-\frac{P}{L}+\frac{1}{2}$

$ae^{-\frac{l}{L}}$



$2e^{2x-1} = e^{\frac{1}{2}}+1$

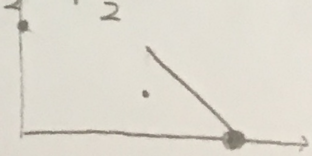
$e^{2x-1} = \frac{\sqrt{e}+1}{2}$

$2x-1 = \log\frac{\sqrt{e}+1}{2}$

$x = \frac{1}{2}\log\frac{\sqrt{e}+1}{2}+\frac{1}{2}$

$U = \int_0^{\frac{L}{2}} d\cdot ae^{-\frac{P-x}{L}}dx$

$+\int_{\frac{L}{2}}^{L} 2d\cdot ae^{-}$



$2e^{x-1} = \sqrt{e}+1$

$x-1 = \log\frac{\sqrt{e}+1}{2}$

注意：以下の事項を守らない場合、不正行為とみなされることがある。
※学生証、時計、および筆記用具以外のものを机の上に置かない。筆入れなども鞄等にしまい、鞄は机の中、脇の椅子または床の上に置く。
※携帯電話等を時計の代わりに使用してはならない。
※特に出題者からの持ち込み可の指定がないかぎり、教科書、参考書、ノート等は鞄にしまう。
※解答用紙や計算用紙は所定の枚数以上に取らない。

地域生態学（月曜５時限：荒井）試験

（90分　解答用紙　両面１枚　持込不可）

１．次に上げる語句を授業での内容に即して簡単に説明しなさい．

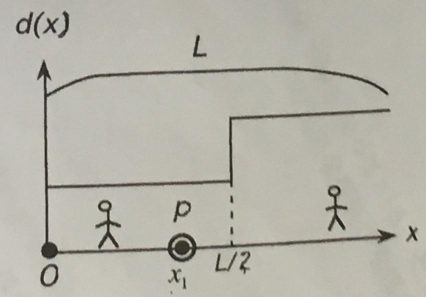
(1) 自己相似性
(2) 農業地域
(3) 近接効果
(4) Hack の法則
(5) 状態数
(6) K 中心地
(7) 距離知覚
(8) 都市乗数

２．Watts のランダムネットワークとはどのようなものか．(1)それを生成する手順と，(2)そうした考え方を用いる理由を説明しなさい．

３．長さ L の線状の地域に合計 N 人の住民が住んでおり，その中の１地点に住民サービス用の施設を設置したい．図のように，原点 O からの距離 x で位置を表すことにする．人口密度（線密度）$d(x)$は図の右側半分が左側半分のちょうど２倍になっている．この施設が提供するサービスの需要はアクセス距離 l によって変化し，利用確率 p は $p=a\left(l/L\right)^{-2}$（ただし，a は定数）で与えられるという．

(1) 左半分の人口密度を d としたとき，利用者数 U を表す式を示しなさい．
(2) 利用者数最大となる p の位置 x_1 を求めさい．（数値解は求めなくて良い）

ヒント：アクセス距離を授業でやったような方法で一般化すると難しくなる．すなおに場合分けした方がやさしい．p が左半分側か右半分側かを常識的に考えて･･･．



2013 年 7 月 22 日 5 時限

地域生態学（月曜５時限：荒井）試験

（90 分　解答用紙　両面 1 枚，持込不可）

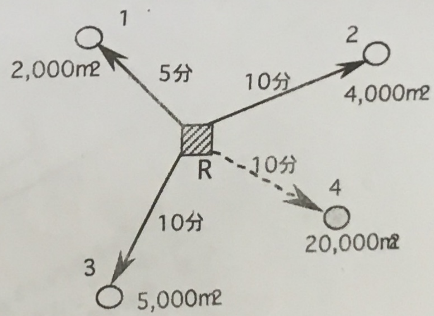
1．次に上げる語句を授業での内容に即して簡単に説明しなさい．

(1)　ロジスティック曲線
(2)　最急降下法
(3)　市場原理
(4)　浮動（移動）方格
(5)　相似性次元
(6)　スケールフリー・ネットワーク
(7)　吸収性の測度
(8)　都市の階層

2．最近，さまざまな地域スケールで伝染病が社会的問題となっている．そうした伝染病の中から一つの例を取り上げて，今日，その急激な蔓延が危惧される理由を，授業の内容に対応させて考察しなさい．

3．現在、下図のように 1〜3 の 3 つの商業センターがある。図の R の位置に住む消費者が 1 のセンターを利用する確率を p_1 とする。なお、各センターと R との間の時間距離および各センターの規模（売場面積）は図に示す通りである。

(1)　Huff モデルの距離パラメータが 2 である場合の p_1 を求めなさい。
(2)　図の 4 の位置に新しいセンターを新設した場合、p_1 は何%変化するか。変化率を求めなさい。
(3)　もし、距離パラメータが 1 であるなら、(2)の変化率は何%になるか求めなさい。



科目名	教員名	7 月 22 日 5 時限 試験時間 90 分
地域生態学	荒井　良雄	持ち込み：無

指定クラス	解答用紙	計算用紙
なし	1 枚	なし

注意：以下のことを怠った場合には、不正行為として取り扱われることがある。

- 試験中は、本人確認のため、常に学生証を机の上に置いて受験すること。
- 机の上には、学生証の他、筆記用具、時計、教員から特に認められた物以外は置かないこと。これ以外の物(筆入を含む)は見えることのないよう鞄等に収納した上で、机の中、脇の椅子または床の上に置くこと。
- 携帯電話等は必ず電源を切った状態(マナーモード不可)で鞄等にしまうこと。 また、携帯電話等を時計や電卓の代わりに使用してはならない。
- 解答用紙や計算用紙は所定の枚数を超えて取ってはならない。 また、答案を提出せずに持ち帰ってはならない。
- 試験監督者並びに科目担当教員の試験に関する指示に従うこと。 明らかに試験に支障を来たす行為は行ってはならない。

2014年7月28日5時限
期末

統D

地域生態学（月曜5時限：荒井）試験

（90分　解答用紙　両面1枚，持込不可）

1．次に上げる語句を，ペアになる語句の関係がわかるように簡単に説明しなさい．

(1) 抵抗水準と普及曲線
(2) 農業地域と等質地域
(3) 探索的方法と停止規則
(4) 近接効果と平均情報圏
(5) ミルグラム実験と固有パス長
(6) 財の到達範囲と市場地域

2．空間的相互作用モデルをインターネット・ブラウジングに応用してみよう．ある地域内に居住するインターネット利用者が同じ地域内にあるHPを閲覧するヒット数を考える．地域内の各地区に居住する利用者のアクセス総数および地区ごとのHPアクセス総数は既定であるとしよう．なお，地域外とのアクセスのやり取りは考えないこととする．Wilsonによる導出に倣って，もっとも起こりやすいトリップ（アクセス）・パターンを求めたい．

(1) どのような制約式を仮定するのが適当と考えられるか．具体的な制約式を示し，その理由を述べなさい．なお，記号はWilsonに準じること．

(2) あるトリップ（アクセス）・パターンを実現する状態の数の対数を

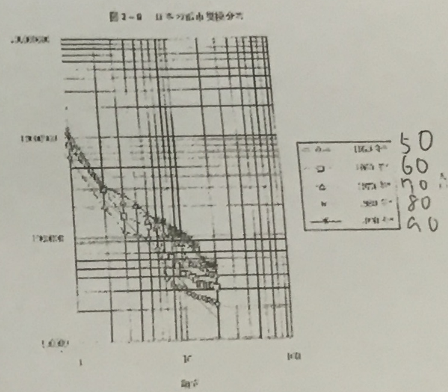
$$\log W(T_{ij}) = (N\log N - N) - \sum_i \sum_j (T_{ij}\log T_{ij} - T_{ij})$$

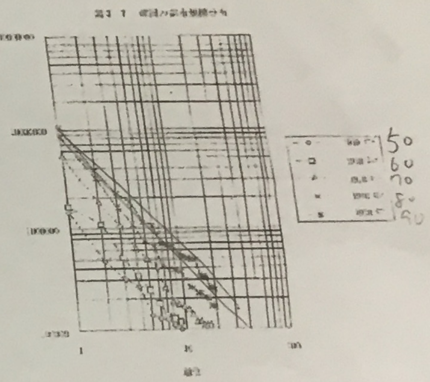
とするとき，その最大値を求めるLagrange関数を示しなさい．

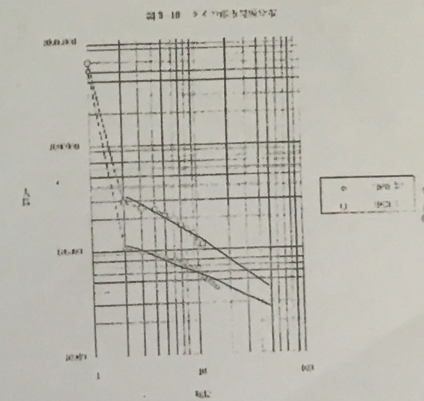
科目名	教員名	7月28日5時限
地域生態学	荒井　良雄	試験時間90分

指定クラス	解答用紙	計算用紙	持ち込み
なし	1枚	なし	無

3．下図は，日本，韓国，タイ各国の主要都市のランクサイズ（順位・規模）曲線を示している．各国のランクサイズ曲線の変化を比較して，各国の20世紀後半における都市のシステムとその変化の特徴を，それぞれの社会・経済変化を踏まえながら論じなさい．







原図：水野　勲

<u>注意：以下のことを怠った場合には、不正行為として取り扱われることがある。</u>

- 試験中は、本人確認のため、常に学生証を机の上に置いて受験すること。
- 机の上には、学生証の他、筆記用具、時計、教員から特に認められた物以外は置かないこと。
- これ以外の物(筆入を含む)は見えることのないよう鞄等に収納した上で、机の中、脇の椅子または床の上に置くこと。
- 携帯電話等は必ず電源を切った状態(マナーモード不可)で鞄等にしまうこと。 また、携帯電話等を時計や電卓の代わりに使用してはならない。
- 解答用紙や計算用紙は所定の枚数を超えて取ってはならない。 また、答案を提出せずに持ち帰ってはならない。
- 試験監督者並びに科目担当教員の試験に関する指示に従うこと。 明らかに試験に支障を来たす行為は行ってはならない。

科目名	教員名	7月28日5時限
地域生態学	荒井　良雄	試験時間90分

指定クラス	解答用紙	計算用紙	持ち込み
なし	1枚	なし	無

2015 年 7 月 27 日 5 時限

S. 期末 D.

地域生態学（月曜５時限：荒井）試験

（90 分　解答用紙　両面 1 枚　持込不可）

1．次に上げる語句を授業での内容に即して簡単に説明しなさい．

(1)　エルデッシュ数

(2)　政策変数

(3)　1/2 接触の障壁

(4)　ランダムネットワーク

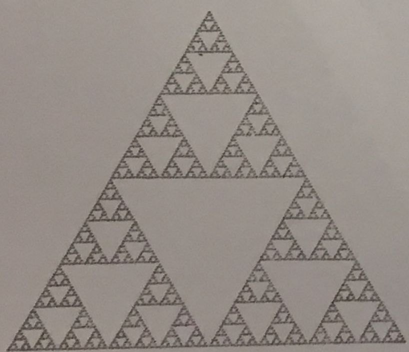
(5)　コスト制約式

(6)　相対都市数

(7)　Lotka の再発見

(8)　均衡因子

2．右のフラクタル図形（シルピンスキーのギャスケット）の相似性次元を求めなさい．ただし，細かい数値を計算する必要はない．



科目名	教員名	7 月 27 日 5 時限
地域生態学	荒井　良雄	試験時間 90 分

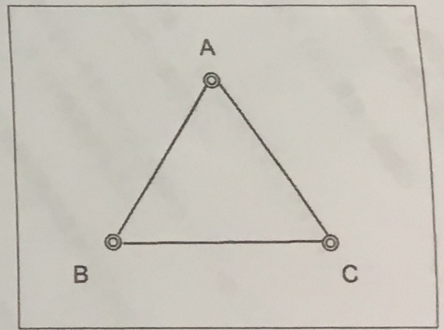
指定クラス	解答用紙	計算用紙	持ち込み
なし	1 枚	なし	無

3．最適施設配置論に関する以下の問いに答えなさい．

(1)　「何をもって『最適』とするかは，社会的価値観に依存する」という命題を，授業で取り上げた以外の具体的例を示して，説明しなさい．

(2)　授業で扱った線状の地域における最適施設配置問題を 2 次元に広がった地域に拡張することを考える．

左図のように，四角形の地域内に人口が均等に分布しており，正三角形の頂点の位置に 3 つの施設が立地しているものとする．それぞれの施設に属するボロノイ領域 V_A, V_B, V_C の間の境界を幾何学的に求めるやり方を考えなさい．解答は，答案用紙に下図を写し，そこに適当な記号等を書き加えた図を用いて，説明しなさい．



科目名	教員名	7 月 27 日 5 時限
地域生態学	荒井　良雄	試験時間 90 分

指定クラス	解答用紙	計算用紙	持ち込み
なし	1 枚	なし	無

2016 年 7 月 25 日 5 時限

地域生態学（月曜５時限：荒井）試験

（90 分　解答用紙　両面 1 枚　持込不可）

1．次に上げる語句を授業での内容に即して簡単に説明しなさい．

(1)　自己相似性
(2)　統合の力
(3)　Hack の法則
(4)　距離パラメータ
(5)　状態の数
(6)　ベーコン数
(7)　ボロノイ領域
(8)　都市乗数

2．Hägerstrand のシミュレーションモデルについての下記の設問に答えなさい．

(1)　下の図 1 のような人口移動データから図 2 のような移動方格を求める手順を説明しなさい．

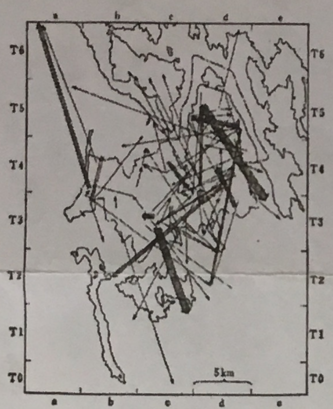


図50 スウェーデン Kinda-Ydre 地方の Asby 地域における人口移動（1935年）（T. Hägerstrand,

	a	b	c	d	e
1	1— —96	97— —236	237— —404	405— —544	545— —640
2	641— —780	781— —1081	1082— —1628	1629— —1929	1930— —2069
3	2070— —2237	2238— —2784	2785— —7215	7216— —7762	7763— —7930
4	7931— —8070	8071— —8371	8372— —8918	8919— —9219	9220— —9359
5	9360— —9455	9456— —9595	9596— —9763	9764— —9903	9904— —10000

図56 通し番号を付した移動方格

(2)　移動方格と乱数を使って，変革の伝達先をシミュレーションする手順を説明しなさい．ただし，第Ⅱモデルの仮定に従うこととする．

3．Watts のランダムネットワークとはどのようなものか．
(1)それを生成する手順と，(2)そうした考え方を用いる理由を説明しなさい．

科目名	教員名	
地域生態学	荒井　良雄	7 月 25 日 5 時限 試験時間 90 分

指定クラス	解答用紙	計算用紙	持ち込み
なし	1 枚	なし	無

2018 年 7 月 23 日 5 時限

地域生態学（月曜５時限：荒井）試験

（90 分　解答用紙　両面 1 枚，持込不可）

1．次に上げる語句を授業での内容に即して簡単に説明しなさい．

(1)　規則格子

(2)　停止規則

(3)　近接効果

(4)　状態数

(5)　ボックス・カウント次元

(6)　エルデッシュ数

(7)　最急降下法

(8)　吸収性の測度

2．次の(1)〜(4)の問に答えなさい．

(1)　都市のランクサイズ法則に関する Beckmann の説明に対する Parr の批判の概要を，両者の取った仮定の違いが明らかになるように説明しなさい．

(2)　Auerbach の Sp. K.について，(a)算定方法，(b)これを算定する目的，(c) (a)の方法を用いることによって(b)の目的が達成される理由，を述べなさい．

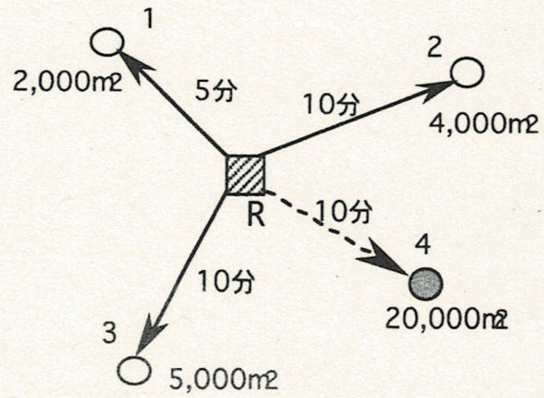
(3)　市町村などの行政区域は，見方によっては実質地域とも形式地域とも言える．その理由を，具体的例を挙げて説明しなさい．

科目名		教員名		
地域生態学		荒井　良雄		7 月 23 日 5 時限 試験時間 90 分
指定クラス	解答用紙		計算用紙	持ち込み
なし	1 枚		なし	無

3　現在，下図のように 1〜3 の 3 つの商業センターがあるとする．図の R の位置に住む消費者が 1 のセンターを利用する確率を p_1 とする．なお，各センターと R との間の時間距離および各センターの規模（売場面積）は図に示す通りである．

(1)　Huff モデルの距離パラメータが 2 である場合の p_1 を求めなさい．

(2)　図の 4 の位置に新しいセンターを新設した場合、p_1 は何%変化するか．変化率を求めなさい．



注意：以下のことを怠った場合には、不正行為として取り扱われることがある。
・試験中は、本人確認のため、常に学生証を机の上に置いて受験すること。
・机の上には、学生証の他、筆記用具、時計機能だけの時計(通信機能があるものは不可)、教員から特に認められた物以外は置かないこと。
　これ以外の物(筆入を含む)は見えることのないよう鞄等に収納した上で、机の中、脇の椅子または床の上に置くこと。
・携帯電話等は必ず電源を切った状態(マナーモード不可)で鞄等にしまうこと。また、携帯電話等を時計や電卓の代わりに使用してはならない。
・解答用紙や計算用紙は所定の枚数を超えて取ってはならない。また、答案を提出せずに持ち帰ってはならない。
・試験監督者並びに科目担当教員の試験に関する指示に従うこと。明らかに試験に支障を来たす行為は行ってはならない。

科目名 地域生態学	教員名 荒井　良雄	7 月 23 日 5 時限 試験時間 90 分

指定クラス	解答用紙	計算用紙	持ち込み
なし	1 枚	なし	無