

直線交通路上の連続的地利値の性質

02005260 慶應義塾大学 *鶴飼孝盛 UKAI Takamori
01107680 慶應義塾大学 栗田 治 KURITA Osamu

1 はじめに

店舗や住宅の立地を論じる際に、地の利という言葉を目にする。この地の利を定量的に表す指標として、文献 [1], [2] では以下に示すような地利値を定義している。交通網の結節点を頂点、交通路を辺としたグラフ G を考える。このグラフ G に対しその隣接行列 A を考える。隣接行列とは、頂点 i と頂点 j とが辺により結ばれているならば、 $a_{ij} = a_{ji} = 1$ 、そうでないならば、 $a_{ij} = a_{ji} = 0$ としてその要素を定めた行列である。この交通網に対応したグラフ表現の隣接行列 A の固有値として地利値は定義されている。

$$Ax = \lambda x \quad (1)$$

このように定義される地利値は、ある頂点 i における値が、それに隣接する全ての頂点における値の総和に比例するという性質を持つ。事実、上記の方程式を i 番目の頂点に対応する値 x_i について解けば、

$$x_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{j \neq i} x_j \quad (2)$$

と表される。

しかしこのような定義は交通網の位相的な構造のみに依存し、交通路間の距離や移動に要する時間といった、行動を決定する際に必要となるであろう情報を無視している。これに対し文献 [3] では、隣接行列 A を作成するにあたり、距離や時間に対し閾値 δ を設け、頂点 i から頂点 j まで、 δ 以下で到達可能であれば $a_{ij} = a_{ji} = 1$ 、そうでなければ 0 とすることで、この問題を克服している。閾値 δ は、およそこの範囲内であれば、1つのまとまりと見做しうる程度の値である。

また、文献 [1], [2] では街路網を対象として計算を行っているが、その際頂点を交差点としている。移動が街路上の任意の地点から発生することを考慮すると、これは欠陥と言わざるを得ない。これに対し文献 [3] では都市平面をメッシュ分割することで、対象を平面全体へと拡張している。しかしながら、基本的な道路網を有するような都市空間における地利値の計算は未だなされていない。

本稿では一次元の直線状の交通路を対象に、先行研究の定義を拡張した連続的な地利値を定義し、計算した結果を示す。

2 直線状の都市における地利値

長さ r の直線状の交通路を考える。人々はこの交通路の上のみ存在し、これ以外の地点にはいないものとする。このとき、原点から x だけ離れた地点の地利値を $f(x)$ と表し、地点 x と地点 y の距離を $d(y, x)$ とする。前節の定義に従って地点 x における地利値が、地点 x から距離 δ 以内で到達可能な領域における地利値の総和に比例するように定める。

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} \int_{d(y,x) \leq \delta} f(y) dy \quad (3)$$

2 点 x, y の距離 d は

$$d(y, x) = |x - y| \quad (4)$$

と表されるから、式 (3) は以下のように場合分けして表すことができる。

(i) $0 \leq x < \delta, x \leq r - \delta$ の場合

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} \int_0^{x+\delta} f(y) dy \quad (5)$$

(ii) $0 \leq x < \delta, x > r - \delta$ の場合

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} \int_0^r f(y) dy \quad (6)$$

(iii) $\delta \leq x \leq r, x \leq r - \delta$ の場合

$$f(x) = \frac{1}{\lambda} \int_{x-\delta}^{x+\delta} f(y) dy \quad (7)$$

(iv) $\delta \leq x \leq r, x > r - \delta$ の場合

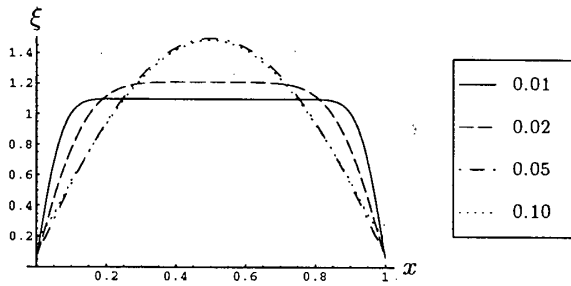
$$f(x) = \frac{1}{\lambda} \int_{x-\delta}^r f(y) dy \quad (8)$$

すなわち、地点 x から距離 δ 以内の領域を考え、この領域と交通路の境界の交わり方により場合わけが生じるのである。さらに $f(x)$ を規格化するため、 λ を

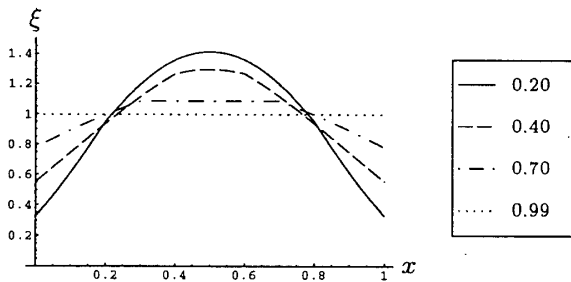
$$\lambda = \int_0^r \int_{d(y,x) \leq \delta} f(y) dy dx \quad (9)$$

と定める。

上記の方程式は解析的に解くことが難しいので、折線関数 $\xi(x)$ によって近似する。対象となる交通路上に



(a) $\delta = 0.01, 0.02, 0.05, 0.10$



(b) $\delta = 0.20, 0.40, 0.70, 0.99$

図 1: 直線路における地利値

$x_i = ir/N$, ($i = 0, \dots, N$) という $N+1$ 個の節点をとり、隣り合う節点間では関数は 1 次に変化するものとして計算した。図 1 に $r = 1.0$, $n = 250$ として δ を変化させたときの地利値の様子を示す。

δ が直線路の長さに対して小さいときには、両端で急激に立ち上がり、中央部では一定の値を示すが、 δ が大きくなると単峰性の概形を示し、その後再び一定の値を示すようになる。

閾値 δ は、どの範囲までを一つのまとまりとして見做すかという値であり、先述の通り距離や時間と考えることができる。しかし、我々の普段の移動を決定する本質的な要素は、距離よりも時間であろう。領域内で移動速度が一定であると考えれば、ある時間内に到達可能な距離は移動速度に比例する。 δ が大きくなるということは、移動手段の発達による移動速度の向上を示しているのである。

移動手段が未発達で、社会が小さな単位で動いていた時代には、位置による有利・不利はあまり存在しなかった。その後移動手段が発達するにつれて、交通路上の往来の激しい地点の重要性が高まるが、移動手段が極度に発達すると、再び位置による有利・不利はなくなるということを示している。

いま少し現実味を含ませるには、考える対象を人の流れから情報の移動へと置き換えられればよい。通信が

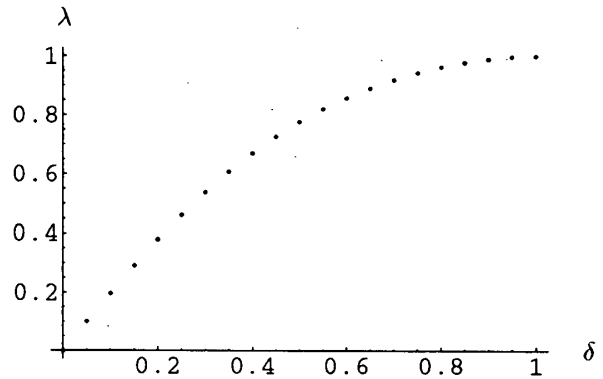


図 2: 比例定数 λ の変化

人を介してしかできなかった時代には、自ずと人が集まる場所の価値が高くなった。これに対し、現在のようにインターネットが普及し、世界中のどこからでも同じ情報を得ることができるならば、位置の重要性は著しく減ることとなるのである。

ここで注意しなければならないのは、図 1 で示したものはあくまで相対的な値であり、交通機関が未熟な状態と極度に発達した状態では、都市全体としては同じではないということである。これを示すのが λ であり、式 (9) に定義されているように領域内の地利値を積分したものとなっている。図 2 に δ に対する λ の変化の様子を示す。これを見ると、 δ が大きくなるにつれ、 λ も大きくなっており、都市全体での利便性の向上が伺える。

3 おわりに

ある場所の地利値が、その周辺の地利値に影響されるという再帰的な定義の下で、地利値を数値的に計算した。交通や通信といった技術の進歩が、究極的には全ての場所の価値を一定にし、社会全体としては異なるものの、技術がまったくなくと同じ状況を作り出すことを示すことができた。

今回は説明の便宜のために 1 次元で議論したが、本稿と同様の手順により、円盤状の都市に無限に稠密な放射・環状型の交通網を想定した場合や、矩形領域に格子状の交通網を仮定した場合でも計算可能である。

参考文献

- [1] 野田 洋 (1995): 街路網の形態的特性に基づく定量的地利値の導入とその基礎的考察, 日本建築学会計画系論文集, 第 470 号, pp.139-148
- [2] 野田 洋 (1999): 定量的地利尺度を用いた都市街路網の分析的研究, 日本建築学会計画系論文集, 第 519 号, pp.171-178
- [3] 鶴飼孝盛, 栗田 治 (2003): 首都圏鉄道網における地利値の計算, 日本 OR 学会春季学術研究発表会アブストラクト集, pp.46-47