1996年度日本オペレーションズ・リサーチ学会
秋季研究発表会

内々交通に対する交通路と居住地域の配分 - 任意形状の都市 -

01303730　中央大学　田口　東　TAGUCHI AZUMA

1.　はじめに

ある地域の交通がそこに住む人の対に基づいて発生すると仮定した上で，渋滞を起こさない必要十分な交通路面積を確保するように，交通路と居住地域を配分するモデルを提案した[3]．筆者が考えるこのモデルの特長は，交通発生に関して人の対が互いに行き来するという仮定をするだけで，業務地や居住地を特定するといった土地利用に関する仮定を一切しなくても，土地の配分が定まることにある．もちろんこのことは，モデルの現実性が薄いということにもつながっている．

さて，先に論じたモデルでは，計算上の都合から，領域の形状を円形に限定していた．一方，ある地域の中心がどこになるかということは，地形の制約による地域の広がり方からでも説明できる部分がある．たとえば，東京は，1/4の海の部分を除いて周囲を広大な関東平野に囲まれていること，また，そのような条件に恵まれた場所は日本の他の地方には見られないことがあげられる．本報告では，このような地形の特徴を境界条件として取り入れることができるように導いた，任意形状の領域を対象とするモデルについて述べる．実際の地域を対象としてモデルの数値計算を行ない，現実の土地利用と比較することによって，このモデルの説明力を検証することが出来ると考える．

2.　住居と通路の配分

仮想的な都市として領域Ωを考え，その中を人が相互に移動するモデルを考える．領域Ωには穴があってもよいものとする．人の移動に関しては次のように考える．まず，Ω内に選んだ2点をx，yとし，$x\,y$間のΩ内の直線移動による最短経路をL_{xy}，その長さをr_{xy}とする．そして，xとyに住む人の対に対して，1単位の交通（車による移動とする）が，2点間の距離に応じて減衰する因子をともなって，単位時間あたり確率$b\exp(-\gamma r_{xy})$で発生すると仮定する．このとき交通は最短経路L_{xy}を通過するものとする．土地の利用に関しては，Ω内の点xにおいて人の居住に使われる面積の割合を$f(x)$とし，道路として使われる面積の割合を$1-f(x)$とする．また，居住領域の人口密度をρとし，道路幅員の単位長さ･単位時間あたりc台の車が通過できるものとする．

問題は，Ω内の任意の点において，そこを通過する交通を渋滞させないように，居住と道路の割合を求めることである．点$z\in\Omega$の近傍dzにおける土地利用を考えよう．ある最短経路L_{xy}がdzを通過し，その長さを$|dz\cap L_{xy}|$とする．その経路を通過する交通量は，始点・終点の人の対の数に前述の発生確率をかけたものである．その交通量に経路の長さをかけることによって単位時間あたりの延べ走行距離

$$|dz\cap L_{xy}|\,b\exp(-\gamma r_{xy})\,\rho f(x)dx\,\rho f(y)dy$$

を得る．さらに，車１台が単位時間に占有する道路幅員 1/c をかけると必要な道路面積が得られる．そして，dzを通過するすべての最短経路について必要な道路面積を加え，道路として配分された面積と等しいとおくことにより，解くべき方程式を得る．

$$(1)\quad (1-f(z))dz=\iint_{(x,y),\,L_{xy}\cap dz\neq\emptyset} c^{-1}|dz\cap L_{xy}|\,b\exp(-\gamma r_{xy})\,\rho f(x)dx\,\rho f(y)dy\quad \text{for } z\in\Omega$$

3.　離散化

方程式(1)を解析的に解くのは難しいので，離散化したモデルを導いて数値的に解くこととする．そのために，領域Ωを部分領域（要素と呼ぶ）e_i，$i=1,2,\cdots,n$に分割し，e_iの中心点をx_i，e_iにおける居住面積率を一定としてf_iとおく．そして，Ω内の移動経路を，各要素の中心点間の直線移動で近似する．2点間の最短経路を求めるために，各x_iを頂点とし，もしx_iとx_jを結ぶ線分がΩに含まれていればx_iとx_jの間を直線距離を長さとする枝で結び，そうでなければ枝で結ばないとしてグラフを作り，そのグラフ上で最短経路問

題を解く．そして，グラフ上の $x_i\,x_j$ 間の最短経路を，Ω 上の直線の軌跡に写した経路を要素 $e_i\,e_j$ 間の最短経路 L_{ij} とする．図1にこのようにして得られる経路の例を示す．

上述のようにすると，式(1)を次のように離散化することが出来る．

$$(2)\quad (1-f_k)\Delta_k = \sum_{(i,j),\ L_{ij}\cap e_k \neq \emptyset} c^{-1}\left|e_k \cap L_{ij}\right| b\exp(-\gamma r_{ij})\,\rho f_i \Delta_i\,\rho f_j \Delta_j \quad \text{for } k = 1,2,\cdots n$$

ここで，Δ_i は e_i の面積を表わす．

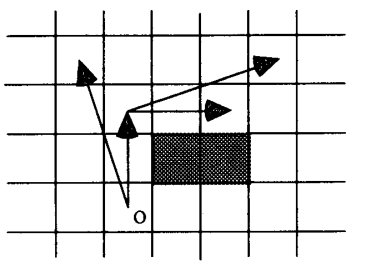

図1 要素oからの最短経路の例

4. 数値計算例

例題とした半径20kmの円の東南の1/4を切り取った領域を図2に示す．$\rho = 0.01$ 人$/m^2$, $c = 300$ 台/m·時, $b = 5\times10^{-6}$, $\gamma = 10^{-4} m^{-1}$ とした．また，要素は1辺が1kmの正方形とした．

図3に各要素の道路率を高さ方向に表示したグラフを示す．完全な円であれば東南部分を通過するはずの交通が中心近くに集中するため，そこでの道路率が急に高くなっている．最も高い値が80%であり，領域全体の約20%が道路として使われている．図4は，皇居と荒川の東側に相当する部分を切り取った計算例である．中心部に加えて，皇居を迂回する地域の道路率が高くなっていることが分かる．今後さらに計算例を重ねてモデルの検証を行ないたいと考えている．

本研究は文部省科学研究費（基盤(B)084558097)の援助をうけて行われたものである．

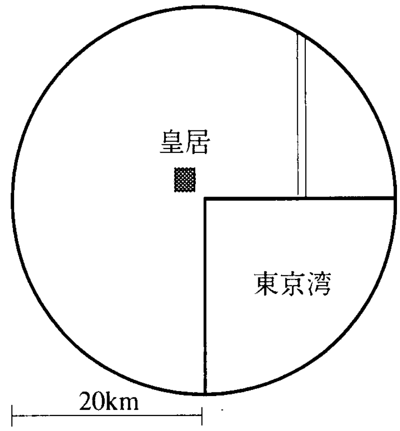

図2 計算例の対象とした領域

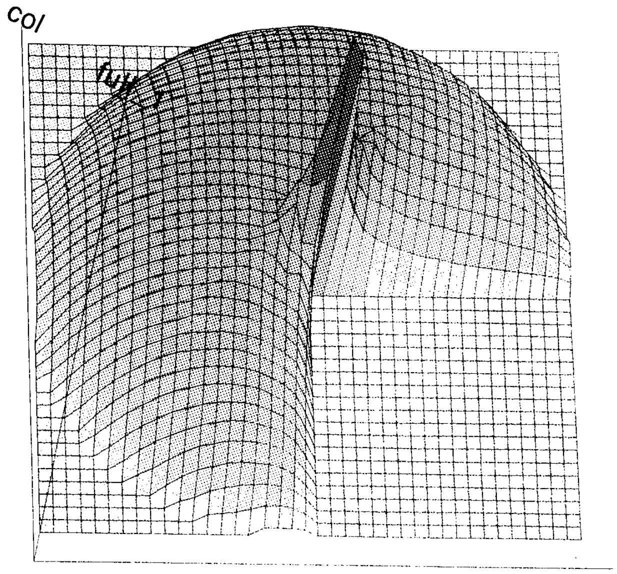

図3 図2の3/4円を対象とした計算例．道路率分布

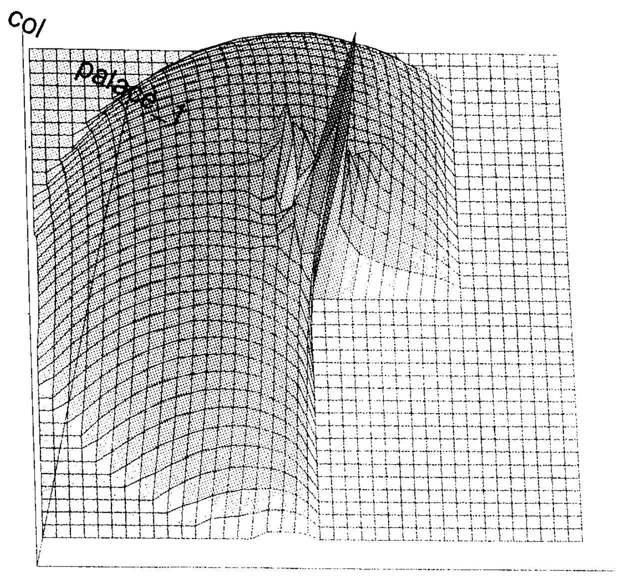

図4 中心部分と東隅を除外した地域．道路率分布

参考文献

[1] 奥平耕造：都市工学読本．彰国社，1976.

[2] 田口　東:大規模超高層ビルにおける内々交通とエレベータ通路 , JORSJ, Vol.37, No.3, pp.232-242(1994).

[3] 田口　東:都市空間の道路と住居への配分, JORSJ, Vol.38, No.4, pp.398-408(1995).