

G I S データによる土地利用評価指標の作成

Indicators of land use mixture by using GIS data

福島 徹* 森清 裕与之**

By Tohoru Fukushima and Hiroyoshi Morikiyo

In recent years, studies of geographic information systems (GIS) is made rapid progress. Practical use of GIS is found in some municipal offices. Then we developed indicators of land use mixture by using GIS data. Characteristics of land use has been evaluated by various methods. Most of them are calculated by numerical data, such as floor areas by building use, areas by land use and the like. But we can't understand spatial distributions of land use mixture by these values. Then we propose indicators of land use mixture to evaluate spatial distributions by using GIS data related to polygons of plottages. These methods are applications of the join concept which can evaluate spatial distributions of land use by using grid data. We also validated effectiveness of these indicators by applying to a study area in Kobe city.

1. はじめに

地理情報システム（GIS）に関する研究は最近急速に進展を見せており、自治体への本格的導入も進みつつある。本研究ではGISの導入により整備されつつある地理情報を活用して、都市計画策定作業、特に土地利用の現況把握において、有用な情報の生成を試みた。土地利用の状況を表す要素は多様であるが、従来は定期的に実施されている各種の調査から得られる建築用途別床面積等数値統計情報を中心に、それらを加工することにより様々な指標が作成されてきた。しかしこれらの指標では、面積や土地利用用途の比率と言った量的なものは把握できるものの、各土地利用用途間の空間的な分布の把握

は困難である。そこで本研究では、都市計画へのGIS応用の事例で多く見かけられる、家屋、土地に関わる区画形状データを利用し、土地利用の用途の混在の状況を計量するための指標の作成を行った。土地利用混合度指標の作成は小出や文らがメッシュデータを用いて土地利用用途の分布状況を計量する指標の提案を行っている^{1) 2) 3)}が、本研究では、これにGISにより生成されるデータを活用することを考え、土地利用用途混在の度合を計量する指標の作成を試みた。

2. 土地利用混合度指標に関する従来の研究

(1) JOINの概念

土地利用の混在の度合いを異種用途間の隣接に着目して計量する方法の一つとして小出¹⁾や玉川²⁾はKrishna IyerのJOINの概念を都市に導入している。これは、対象地区をメッシュ化し、各セルの特性に従って2分し（ここでは、黒と白で対象地区を

キーワード：GIS，都市解析，土地利用

*正会員 学博 神戸大学助教授 総合情報処理センター
(〒657 神戸市灘区六甲台町1の1)

**正会員 工修 JR西日本

塗り分ける), 黒と白で色分けされたメッシュ上で, 縦, 横, 斜めに隣接する黒セルの間に線をひき (JOINをひくという) その本数を数え, こうして作られた黒白のメッシュマップのパターンと, ランダムに黒白を配置した場合と比べることにより, 地区の特性を把握しようとするものである (図-1).

各单位区画のJOIN本数の平均値E, 分散V, 実際のJOINの本数をNとすると, ランダムな分布からのかい離を示す尺度であるJOINのクラス値

$$S = \left| \frac{N-E}{\sqrt{V}} \right| \quad (\text{ただし } |x| \text{ は } x \text{ の少数点以下を切り捨てた整数値})$$

を各单位区画の土地利用混合度を測る尺度として用いている.

また, 文ら³⁾は非矩形地域の外側に空メッシュを投入した仮想の矩形2次元空間を作成することにより, 対象地域を非定型地域に拡大してJOINの理論を適用することを試みている.

(2) CLUMPING理論

玉川はまた, 上述メッシュデータに対し, 同種用途のセルが辺を共有する場合, それらをまとめて1つの塊 (CLUMPという) をつくり, この数で特定用途の集塊性・分散性を測るCLUMPING理論の導入を試みている¹⁾ (図-2). 集塊・分散の傾向の基準値として同様に, ランダムな状況におけるCLUMP数の期待値を用いている.

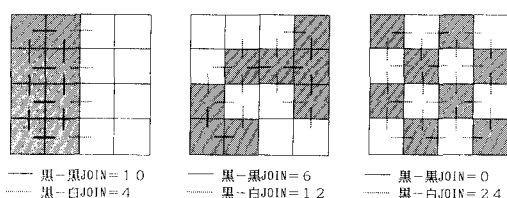


図-1 JOINの概念図

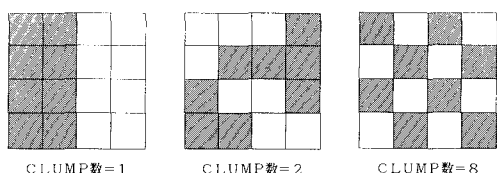


図-2 CLUMPINGの概念図

3. GISデータを用いた土地利用混合度指標

土地利用の混合度を計量する指標を, メッシュデータに対して提案されたJOINとCLUMPの概念による指標の考え方にあてはめて, GISで生成されるポリゴンデータを用いて計算することを試みる.

(1) 異種用途接触線

土地利用用途を住居系, 商業系, 工業系の3つに大別し, 当該地区における土地利用現況を敷地単位で捉えることとする. 同一敷地内に異なる建物用途が混在する場合は, 面積比最大の用途を代表用途とする. そして, これら3用途の混合の度合を用途間の隣接性で捉える. したがって, これに適した指標と考えられるJOINの概念を導入する. まず, 異なった用途の敷地間の敷地境界線上にJOINを引くこととする. これを図示すると図-3のようになる. ここで「JOINを引く」ということは, 実際に地図上にJOINという線分を引くのではなく, 異種用途の敷地の境界線を検索するということになる. 地理情報システムにおいては, リンクの左右にどのような属性を持った面が存在するかを認識できるため, 対象地区内の膨大な数にのぼるであろうと考えられるJOINも, この機能を生かして迅速に検索し, 抽出することが可能である.

従来のJOINの概念の適用においては, メッシュ上での混合度を測る考え方であったために, 地図をメッシュデータ化している. したがって, 異種の用途あるいは同種の用途の接触線の各々はすべてセルの一边と同じ長さである. よってJOINの本数を数えあげることにより, その用途の混合あるいは特化の度合が把握できた. しかし, 地図をメッシュ化する場合, セル内の用途を面積比最大の用途に代表させるといようにセル内の土地を均質なものと

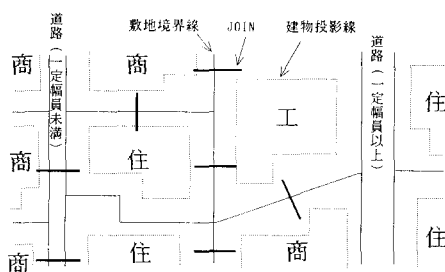


図-3 JOINの設定

してしまうため、セルの大きさが大きくなればなるほど、地区内の現況が忠実に表されているとはいいい難くなり、用途の分散あるいは集塊の現況についての忠実な把握は困難となる。よってセルが一敷地よりも小さくない限り、建物形状データあるいは敷地形状データをもとに、用途の分散あるいは集塊を把握したほうが、より忠実に現況を把握できることは明白である。したがって今回は、これらの形状データを処理できる地理情報システムの機能を生かすことにより、JOINの本数、すなわち異種用途接触線の本数を指標として採用する。また、対象地区の面積は様々であるので、その延長と、単位面積あたりどのくらいの異種用途接触線が存在するかを見るために、異種用途接触線延長を対象地区面積で除して得られる異種用途接触線密度も指標に加えた。

ところで、異なる用途が道路や河川等の遮断物をはさんで存在している場合、その隣接性の程度をどう表現するかが問題となる。たとえば、住居と工場が道路をはさんで向かい合って存在する場合、その道路の幅員が3メートルの場合と20メートルの場合とでは、工場の業種にもよるが、互いに及ぼす影響は明らかに異なる。また、隣接する用途の種類による隣接性の差異についても考慮するべきであると考えられる。たとえば、住居系用途と工業系用途との隣接と住居系用途と商業系用途との隣接ではこの指標により環境を考えようとする場合評価は異なるものと考えられる。したがって、異種用途接触線の本数あるいは延長を算定する際には、直接に隣接する場合を1とし、遮断物をはさんで隣接する場合はその距離に応じて、接触用途の違いに応じて重みを設けることができるようにしている。本研究ではこの重みについては、設けるか設けないかも含めて、その値についてはプランナーの判断にゆだねることとする。

(2) 同種用途集塊敷地

同種用途の集塊の状況をCLUMPING理論を応用して計量する。まず敷地ポリゴンのリンクの情報から、同種用途の敷地の境界線を探索し、それらの敷地の境界線をなくして一つの敷地と見なすことにより、同種用途の敷地の塊を作成する。こうして作成された同種用途の集塊敷地の分布状況を用途別に見ることによって、当該地区における用途の集塊

・分散の状況を把握する。CLUMPING理論もJOINの概念と同じく、メッシュデータをもとに考えられた理論であり、従来の研究ではCLUMPの数をもって用途の集塊性および分散性を把握している。それに対してポリゴンをベースとするGISデータの場合は、同種用途の集塊敷地数に加え、その面積に着目し、個々の同種用途集塊敷地について、その面積をその周長で除して算出される単位周長あたり面積を指標として採用する。これは、その形状を把握するために採用したものである。周長を一定とした場合、面積が最大となる図形は円であるので、単位周長あたり面積が大きいほどその集塊程度が大きく、逆にその値が小さいほどその形状が複雑であるといえる。すなわち、この値によって、ある用途の敷地が凝縮して存在しているのか、それとも他の用途の敷地と複雑に入り組んで存在しているのかを把握でき、そのような観点から用途の集塊・分散の状況が把握できると考えられる。

3. 指標の算出方法

(1) 異種用途接触線に関する指標

異種用途接触線の本数及びその延長を求めるには敷地リンクファイルにおいて、敷地リンクの左右敷地ポリゴン番号を取り出し、その敷地ポリゴン属性ファイルの土地利用用途を検索することにより行う。すなわちこれらの用途番号が異なれば、その敷地リンクは異種用途の敷地の境界線を成していることになり、この場合、敷地リンク属性ファイルにおいて、現在見ている敷地リンク番号に対応する長さの本数をカウントする。ただし、左右のいずれかの敷地ポリゴンが道路である場合、街路リンクファイルを参照し、対面する土地利用用途を検索する。

なお、先述したように、異種用途の接触線を考える際には、隣接する用途の種類による隣接性の差異、および道路等を挟む場合はその幅員による隣接性の程度を考慮し、プランナーによって設定、入力された重みを本数に乗ずることによって、実際の接触線本数のほかに、重み付き本数も算出する。

以上のような作業を対象地区内のすべての敷地リンクに対しておこなうことにより、対象地区全域における異種用途接触線本数とその延長が算出できる。

(2) 同種用途集塊敷地に関する指標

隣接する同種用途の敷地を合体させて集塊敷地を作成する際も、まずは上述の異種用途接触線の抽出と同様のプロセスをたどる。すなわち、敷地リンクファイルにおいて、各敷地リンクの左右の敷地ポリゴン属性ファイルから同種の用途を持つことが確認されたリンクはこれを取り除き両側の二つの敷地ポリゴンを合体させ一つのポリゴンと見なす。この作業を、対象地区内のすべての敷地リンクについておこなうことにより、対象地区内の住居系、商業系、工業系、およびその他の用途別の集塊敷地が作成される。

作成されたこれらの各集塊敷地について、周長、面積を算出し、あわせて面積を周長で除すことにより単位周長あたり面積を算出する。また、これらを用途別に集計することによって、対象地区内におけ

るその平均および分散を算出する。さらに対象地区内のすべての集塊敷地についても集計し、その平均および分散を算出する。

4. モデル街区による指標の有効性の検証

提案した指標の有効性を、モデル街区を作成し、検証する。モデル街区に対して提案する用途混合度指標に加えて既存の指標についても計算し、新たに提案した指標の用途混合度指標としての有効性を検討した。

(1) モデル街区の作成

モデル街区として、図-4に示すような街区を設定し、対象地区を外側の道路の道路中心線に囲まれた地区とした。このモデル化に基づいて、モデル街区の敷地および街路の地図データベース、それぞれの属性データベースを作成した。

(2) 既存の指標による検証

本研究で提案する指標の、土地利用用途混合度指標としての有効性を議論する資料の一つとして、これまでにメッシュデータに対して提案された指標の1つ、JOINのクラス値を用いる。

JOINのクラス値を採用するにあたり、対象地区すなわちモデル街区をメッシュデータ化する必要がある。先述した研究^{1) 2)}では、100mメッシュや25mメッシュのデータを独自に作成し、計算を行っている。そこで本研究では、作成したモデル街区において、ほとんどの敷地について1敷地を20m四方の正方形としていることから、敷地部分を中心に20mメッシュをかけることとする。またメッシュの用途は、そのメッシュ内に含まれる用途のうちの面積比最大の用途を代表用途とする。

また、本研究では用途別敷地面積構成比を一定とし、各用途の分布パターンのみが変化することによって、作成した指標がどのような値を示すかを見ることとする。これは、ある複数の対象地区を比較する

場合、既存の用途別面積構成比だけを見ると同じような用途の混在があると判断される場合でも、その分布パターンが異なっていることが考えられることから、作成した指標がいかにかその差異を表現できるかが問題となるためである。

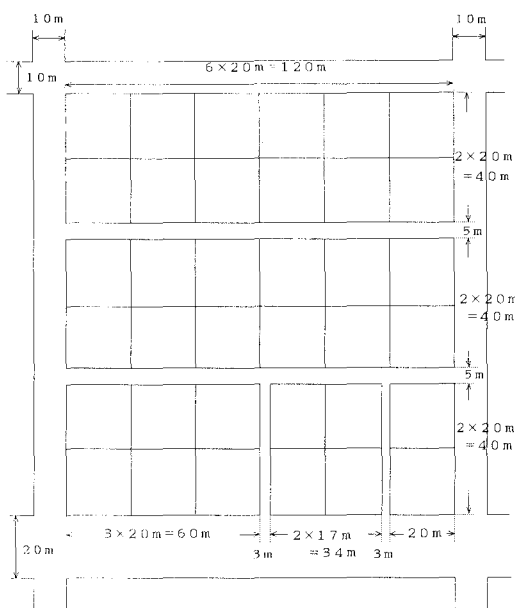


図-4 モデル街区の概要

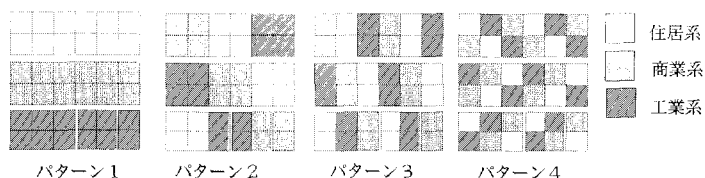


図-5 土地利用用途の分布パターン

そこで、今回は対象地区内の用途別面積構成比を住居系、商業系、工業系とも等しくおよそ33%ずつに設定し、図－5に示すような4パターンの用途分布パターンについて検証をおこなった。

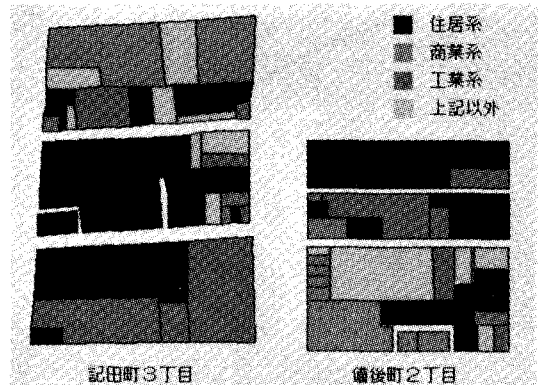
表－1 モデル街区によ指標値

		土地利用用途パターン			
		1	2	3	4
接触線数	総数	56	68	82	100
	住商間	0	4	8	14
	住工間	0	4	10	15
	商工間	0	4	8	15
集塊敷地数		5	11	18	36
集塊敷地の平均面積÷周長	全体	11.6	8.7	6.6	5.0
	住居系	15.0	10.0	6.6	5.0
	商業系	15.0	8.2	6.7	5.0
	工業系	9.3	8.2	6.6	5.0
集塊敷地の分散面積÷周長	全体	10.7	3.2	0.1	0.0
	住居系	0.0	0.0	0.1	0.0
	商業系	0.0	3.5	0.0	0.0
	工業系	4.8	3.5	0.1	0.0
J O I N 値	住商間	-0.5	-0.4	0.0	0.4
	住工間	-1.0	-0.4	0.0	0.4
	商工間	-0.5	-0.4	0.0	0.4

4パターンの土地利用分布それぞれについて各指標を算出した結果を表－1に示す。結果をみると、異種用途の混在の程度が増すごとに、接触線数及び集塊敷地数は漸増し、周長あたり集塊敷地面積の平均は減少しており、J O I Nのクラス値と同じ傾向を表している。また周長あたり集塊敷地面積の分散は同種用途の集塊サイズのバラツキの程度を示している。これらのことは、図－5から視認できる土地利用状況と一致しており、用途混合度指標としての有効性が認められる。

5. 土地利用混合度指標の神戸市への適用

提案する土地利用混合度指標を、実際に神戸市における街区にあてはめて現況把握を試みる。適用地区は用途別延床面積構成比が類似している灘区の記田町3丁目と備後町2丁目の2町丁を対象地区とし



図－6 対象地区の敷地別用途および街路の状況

た。2地区の敷地の用途および街路の状況を図－6に示す。

また、対象地区を10mメッシュに区切り、セル内の面積比最大の用途をそのセルの代表用途としてJ O I Nのクラス値を算出した。

異種用途隣接性のウェイトは、双方の対象地区とも住居系用途の面積が最大であることから、住工間＝1.0、住商間＝0.8、商工間＝0.6、道路幅員による用途隣接性のウェイトは、5m未満は1.0、5m～10mは0.5、10m以上は0.0と仮定して計算を行った。それぞれの指標の値、およびそれらに関連する値を算出した結果を表－2に示す。

用途別敷地面積比を見ると、住居系および商業系の敷地面積比は備後町2丁目記田町3丁目を上回り、工業系については逆に記田町3丁目のほうが若干大きい値を示している。しかし、住工間および商工間の異種用途接触線の実本数、重み付き本数、異種用途接触線延長とも記田町3丁目のほうが小さい値となっている。よって、工業系用途の敷地については、備後町2丁目のほうが分散性の強い分布パターンを成していると考えられる。その他の異種用途接触線の本数についても、その実本数、重み付き本数とも、面積の小さい備後町2丁目のほうが各用途間にわたって大きな値を示している。また、異種用途接触線密度では、備後町2丁目は記田町3丁目の3倍におよんでいる。このことから、相対的に住居系数敷地面積比率はやや大きいものの備後町2丁目の

表－2 神戸市への適用結果

地 区 名		記田町 3	備後町 2	
地区面積 (㎡)		27,530	14,198	
敷地総面積 (㎡)		18,586	12,054	
用途別敷地 面積比率	住居系	30.5	35.8	
	商業系	11.6	15.4	
	工業系	17.8	16.5	
	道路他	40.1	32.3	
道路率		32.0	15.0	
道路線密度(㎡/㎡)		0.02	0.03	
異種用途接触線 本数	住商間	10	18	
	住工間	13	25	
	商工間	3	3	
	総本数	26	46	
異種用途接触線 延長(㎡)	住商間	410	731	
	住工間	818	1160	
	商工間	55	247	
	総延長	1283	2138	
接触線密度(㎡/㎡)		0.05	0.15	
集塊敷地の単位 周長あたり面積 (㎡ ² /㎡)	住居系	平 均	1.8	1.3
		分 散	2.6	2.6
	商業系	平 均	3.3	0.4
		分 散	13.9	0.1
	工業系	平 均	2.0	0.9
		分 散	2.4	0.2
	全 体	平 均	2.1	0.8
		分 散	5.2	0.9
JOINの クラス値	住商間	-3.6	-3.0	
	住工間	-2.6	-0.0	
	商工間	-3.2	-2.4	

ほうが用途が混在していると考えられる。

次に同種用途集塊敷地の単位周長あたり面積についてその平均、分散を見ると、住居系に関しては、記田町の方が少し大きいもののほぼ類似した値を示している。したがって、その集塊状況および集塊敷地形状はともに類似しており、若干敷地形状にばらつきがあることが推測される。商業系に関しては、記田町の分散の値が大きく敷地の集塊の状況にばらつきがあり、形状が複雑な集塊敷地も存在している

ことがうかがわれる。これに比べて、備後町2丁目は、比較的小規模、均一の敷地となっていると思われる。工業系についても、商業系と類似した集塊の状況を示しているものと読みとれる。図－6を見ると、備後町2丁目のほうが敷地単位も小さくまた混在も高いことがわかり、指標値はこれらの状況を反映した値となっていると言える。

また、JOINのクラス値も備後町2丁目のほうがやや大きな値を示していることから相対的に混在の度合いが大きい結果となっており、これは実状および今回検討している指標の結果と一致している。

6. 結論

提案する指標の有効性について、実際に神戸市の地区データを利用して指標の作成をおこない、評価を行った。その結果、土地利用の混在度を計量する指標は、敷地用途の空間的分布の状況を定量的に把握できることが確認され、これまでの用途別面積比等の指標を補って、よりの確な地区の現況把握を可能にすることがわかった。このことはメッシュデータに対してこれまでに提案された指標でも同様の結果が得られたが、ここでのメッシュサイズが10mと小さく、このような微小サイズのデータ作成は実際上非常に困難であること、またメッシュサイズを大きくすれば誤差は大きくなることが予想されることなどから、GISデータの整備を前提とすればポリゴンデータをもとに指標値を求める本方法の方が有効であると思われる。

参 考 文 献

- 1) 小出 治：土地利用混合度の適用並びにその検定，日本都市計画学会論文集，Vol. 12, pp79-84, 1977
- 2) 玉川 英則：土地利用の秩序性の数理的表現に関する考察，日本都市計画学会学術研究論文集，Vol. 17, pp73-78, 1982
- 3) 文 泰憲，萩島 哲，大貝 彰：土地利用混合度指標に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，Vol. 25, pp505-510, 1991