地域計画のための評価要因分析に関する一考察（２）

京都大学工学部　正会員　長尾　義三
京都大学工学部　正会員　若井　郁次郎
京都大学工学部　学生員　○石井　信隆

1. はじめに

本研究(1)で述べたように今日の地域計画は多くの問題を取り扱うことが要請されている。すなわち，多くの問題点を同時に考慮した地域計画を考え，しかもその中から最適な計画案を選択しなければならない。しかしながら，いくつかの代替案の中から最適な代替案を選択する過程に至る以前に地域計画が持っている要因の重要性，相互関連性について調べておくことも重要であると思われる。一般に地域計画に限らず社会システムや意識構造などの複雑なシステムを考察の対象とする場合がある。このとき，対象とするシステムを多数の要素から構成されると考えれば，グラフ理論の援用が可能となる。すなわち，グラフ理論における点や辺を，それぞれ要素（要因）と関係（選好）とに対応させることにより定量的取り扱いが可能となる。本研究では，グラフ理論を基礎におくＩＳＭ法により，地域計画における評価要因分析を行ない，それによって得られる要因間の系統性について調べることを目的としている。

2. 評価要因分析

地域計画における評価要因分析の第１の段階は，定性的要因を抽出することである。これにはこれまで多くの方法が提案されており，本研究(1)でも述べたので省略する。そして，本研究に用いた評価要因は，本研究(1)と同じものである。しかし，ＩＳＭ法では，ある要素とそれに隣接する要素との間に関係があれば１，なければ０という２値関係のみを取り扱うので，別の考慮をする必要があった。そして，本研究で取り扱った評価要因については本研究(1)と同じであるので省略することにする。

3. 評価要因分析の手法

本研究で用いるＩＳＭ法（<u>I</u>nterpretive <u>S</u>tructural <u>M</u>odeling）は，Battel研究所で開発された手法である。そして，その開発には，J.N.Warfieldが中心的役割を果した。ＩＳＭ法は，グラフ理論を基礎として多数の要素間の相互関連性を多階層の有向グラフによって表現するものと考えられる。本方法は，以下のもとに構成されている。システムにおける構成要素を $u, v, w, \cdots\cdots$ とする。このとき，各一対の要素間に関係Ｒがあれば，uRv と書かれる。すなわち，要素 u と要素 v とが直接的に関係している場合である。次に，要素 u, v, w が選ばれたとき，uRv，vRw ならば，uRw である。これを推移律というが，ＩＳＭ法では，この推移律が成立する場合を取り扱う。これを推移的有向グラフという。以上から理解されるように，要素 u と要素 v との間に直接的関係（影響）があれば１，なければ０という２値関係を与えて，各要素には点が，関係（影響）には有向辺が対応している。

以上の前提のもとに，次に隣接行列と可到達行列について述べる。

隣接行列 $A(D)=[a_{ij}]$（D：有向グラフ）は，有向グラフが与えられたとき，有向グラフの各点に対して1つの行と列をもつ正方行列であり，要素の値は次のように与えられる。

$$a_{ij}=\begin{cases}1,\ \text{辺}\ v_iv_j\ \text{が有向グラフの中に存在する場合}\\0,\ \text{そうでない場合}\end{cases}$$

次に可到達行列 $R(D)$ について述べる。可到達行列の各要素 r_{ij} は次の値をもつ。

$$r_{ij}=\begin{cases}1,\ \text{点}\ v_j\ \text{は点}\ v_i\ \text{から到達できる場合}\\0,\ \text{そうでない場合}\end{cases}$$

可到達行列を作る場合，各点はそれ自身から可到達であるとする。それゆえ，可到達行列の対角要素は値1をもつことになる。

以上より，一般には2つの要素 v_i と v_j とに関係（影響）があるかどうかを質問して評価要因で構成された行列の全要素に数値を与えれば隣接行列が完成することになる。そして手続きとしては，この隣接行列から可到達行列を求めることになる。それは次の演算により求められる。

$$R_n=(I+A)^n=(I+A)^{n+1} \qquad (1)$$

ただし，Ｉは単位行列，そして，行列演算にはブール演算を適用する。

以上の過程を終えた後，可到達行列より多階層有向性グラフを得る手続きを述べる。

$$\mathcal{R}_i=\{v_i\in D \mid r_{ij}=1\}$$
$$\mathcal{A}_i=\{v_j\in D \mid r_{ji}=1\}$$

ここで，$\mathcal{R}_i$ は要素 v_i から到達可能なすべての要素を含み，$\mathcal{A}_i$ は要素 v_i に到達可能なすべての要素を含む。

$$\mathcal{R}_i\cap\mathcal{A}_i=\mathcal{R}_i$$

をみたす v_i の集合を考えると，この集合はこれに属さない要素のどれにも到達できる要素の集合である。次に要素 a_i に対応する行，列を可到達行列から除外し，同様の手順を最後まで繰り返す。こうして，多階有向性グラフが求まる。

4．計算結果と考察

本研究で対象とした地域は，本研究（1）と同様に京都府を選び，そして京都府を北部，中部，南部の3地域に分割した。本研究と本研究（1）とを直接に比較することは出来ないが，要素間のつながり方やパターンについて相互比較が可能であると考えられる。しかしながら，本研究ならびに本研究（1）で得られた結果を図示したものは非常に大きいために省略し，講演時に得られた結論や考察をあわせて発表することにする。ＤＥＭＡＴＥＬ法やＩＳＭ法は，適用例が少ない。そのため，今後は適用例を蓄積し，さらに改良工夫が加えられなければならないと思われる。

参考文献

1. Frank Harary et al：Structural Model, John Wiley & Sons, 1965
2. 河村和彦：複雑な社会問題を取り扱う一手法：ＩＳＭ，計測と制御，Vol.16, No.1, 昭52.1
3. 片山徹：ＩＳＭ手法について，多目的システム研究分科会，日本自動制御協会，昭52.3