

IV - 19

産業構造化における構造化手法の比較分析

東北大学工学部 学生員 ○乳井 孝憲
東北大学工学部 正 員 徳永 幸之
東北大学工学部 正 員 稲村 肇

1. 本研究の目的

著者ら^{1) 2)}は産業間の連関構造を視覚的に捉え、交通施設整備の影響や誘致産業の選定を検討する方法を提案している。その際、産業構造化手法としてFSM法^{3) 4)}を用いているが他の構造化手法であるISM法⁵⁾、DEMATEL法⁵⁾との比較検討についてはあまり議論されていない。本研究ではこれらの手法を産業構造分析への適合性の観点から検討する。

2. 各手法の特徴及び適合性

上記3手法において手法間の相違点は以下の2点に集約できる。従って産業構造分析への適合性をその2点に絞って説明する。

- ① 間接的影響の加味
- ② 直接的関係のカットの仕方

① 間接的影響の加味

ISM法、FSM法は各要素間の直接的関係に基づいて構造化を行うのに対し、DEMATEL法は直接的関係に加え、間接的影響を全て加味した総合影響行列に基づいて構造化を行う。例えば図1のような要素間の関係は直接影響行列Xとしてつぎのように表される。

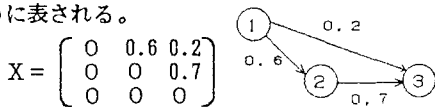


図1 直接関係

DEMATEL法では、①→③には②を媒介とした間接的影響として、 $0.6 \times 0.7 = 0.42$ という影響を考えている。これらの間接的影響を全てに加味した総合影響行列Tは次の式で定義される。

$$T = X(I - X)^{-1}$$

総合影響関係は図2のようになる。

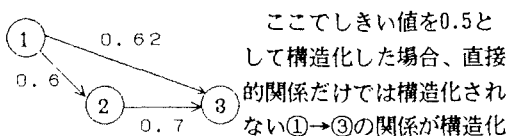


図2 総合影響関係

ここでしきい値を0.5として構造化した場合、直接的関係だけでは構造化されない①→③の関係が構造化されてしまうことになる。

交通施設整備の影響分析のように産業間の取引に着目する場合、実際の取引構造と異なる構造化をする恐れがあるため、間接的影響を加味することは適さない。

② 直接的関係のカットの仕方

ISM法およびFSM法は、構造グラフの視覚化の目的で次のような直接的関係のカットを行っている。

ISM法においては要素 $i \rightarrow j$ に直接的関係がありかつ要素 k を介した間接的影響も存在する場合、 $i \rightarrow j$ という直接的関係は無条件にカットされる。

FSM法においてはこのような要素 i, j, k の關係に0～1の数値を与え、あいまい構造パラメータ λ の導入により、 $i \rightarrow j$ の間接的影響 $i \rightarrow k$ の強弱を考慮して、直接的関係 $i \rightarrow j$ をカットするか否かの判定を行っている。

$i \rightarrow j, i \rightarrow k$ にしきい値 p 以上の関係があり、 $i \rightarrow k$ に αp 以上の関係がある場合、 $i \rightarrow j$ をカットすることとする。この時の λ は次式のようになる。

$$\lambda = \frac{1 - (1 + \alpha)p}{\alpha p^2} \cdots (1)$$

式(1)において $\alpha = 1$ のとき、直接的関係のカットの仕方がISM法と同様になり、 $\alpha = 1/p$ のとき全ての直接的関係を取り込んだグラフとなる。このため $1 \leq \alpha \leq 1/p$ の条件を満たす α 使つて λ を設定することになる。

実際に「全国昭和50年産業連関表」(52部門)をもとにISM法およびFSM法を適用して構造化を行った。しきい値は0.096, λ は38.48 ($\alpha = 2$)とした。一部を図3に示す。

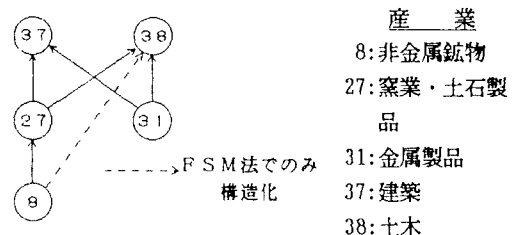


図3 産業構造図

産業間の取引関係には当然強弱があるため、ISM法のように直接的関係を無条件にカットするのではなく、FSM法のようにその強弱を考慮できる構造化が望ましい。

3. 産業間の関連を表す指標について

産業間の関連を表す指標として一般には投入係数 t_{ij} 、産出係数 s_{ij} を用いる。 t_{ij} 、 s_{ij} はともに $i \rightarrow j$ への取引の流れを表す。 s_{ij} は i の j に対する依存度を表し、取引の方向と一致するが、 t_{ij} は j の i に対する依存度を表し、取引の方向とは逆である。このように財・サービスの流れと依存関係の方向は一致しない。

文献2)においては指標として「投入・産出係数の最大値 A_{ij} 」を用いて構造化を行っている。

$$A_{ij} = \max \{t_{ij}, s_{ij}\} \quad \dots (2)$$

例えば図4は○印の産業にとって重要な取引である。 A_{ij} を用いてFSM法により構造化図を描くと①→③の直接的関係がカットされることになる。ところが①、③間の依存関係の方向は③→①であるため、個のようなカットの仕方は適切ではない。

そこで本研究では依存関係の方向を表す指標として B_{ij} を考えた。

$$B_{ij} = (s_{ij} + t_{ji}) / 2 \quad \dots (3)$$

s_{ij} 、 t_{ji} はともに i にとっての j の重要性を表す。この指標を用いた構造化図は図5のようになる。

すなわち B_{ij} を用いることによって①、③間の関係の方向を③→①とその依存関係の方向とすることができ、③→①の直接的関係も残すことができる。

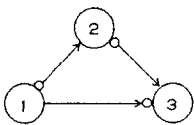


図4 A_{ij} による構造化図

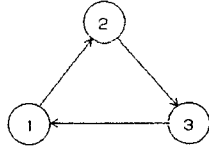


図5 B_{ij} による構造化図

5. パラメータの設定について

FSM法で用いるパラメータとしてしきい値 p 、あいまい構造パラメータ λ があるが、構造グラフはこれらの設定の仕方によってその形を大きく変える。そこでこれらのパラメータの設定方法について検討する。

全国昭和50年産業連関表にFSM法を適用したときのしきい値とグラフ数の関係を図6に示す。グ

ラフ数が部門数より多くなるに従って、グラフの交錯が著しく増大する。構造グラフの視覚化を目的とする場合、グラフ数と部門数がほぼ一致するようにしきい値を設定すればよい。図6より、グラフ数と部門数が一致するしきい値は $1/\text{部門数}$ より大きくする必要があることが分かる。

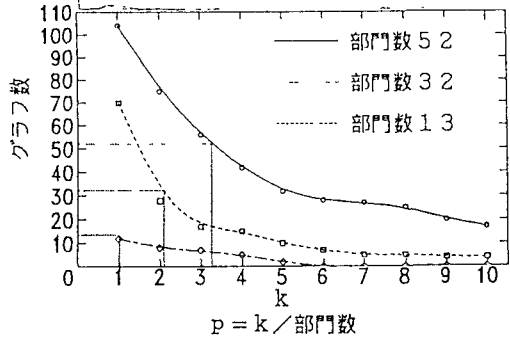


図6 しきい値とグラフ数の関係図

λ については、誘致産業の選定のような産業群を抽出する場合、産業間の直接的関係をカットしても間接的關係で連結されているため式(1)において $\alpha = 1$ とした λ を用いればよい。一方、産業間の取引を忠実に構造化したい場合には、 $\alpha > 1$ とした λ をとる必要がある。ただし視覚には個人差があるため、 p と λ は最終的にグラフ作成者が主観により定めることになる。

6. まとめ

本研究の成果をまとめると次のようになる。

- ① ISM法、FSM法、DEMATEL法の比較より、産業間の取引構造を忠実に視覚化でき、かつ自由度のあるFSM法が産業の構造化手法として適合していることを示した。
- ② 構造化に用いる指標として「従属関係の方向を考慮した指標 B_{ij} 」を提案した。
- ③ FSM法においてパラメータの適切な設定方法を示した。＜参考文献＞

- 1) 稲村・馬場・徳永：産業連関表に基づく産業立地分析，土木計画学会論文集，NO.9，1991
- 2) 徳永・稲村・安井：産業構造の時系列比較による交通施設整備の影響分析法，土木学会第47回年次学術講演会講演集
- 3) 木下栄蔵：「わかりやすい意思決定論入門」，啓学出版，1991
- 4) 田崎栄一郎：あいまい理論による社会システムの構造化，数理科学，NO.191，1979
- 5) 河村・楳木：「参加型システムズアプローチ」，日経工業新聞社，1981