

産業連関表とネットワーク中心性尺度

I-O Table and Network centrality Measures

田村 肇^{*1}
Hajime Tamura

^{*1} 筑波大学 図書館情報メディア系
University of Tsukuba, School of Library and Information Media

In this study, we attempted to analyze the network for information and communication industry input-output tables. This time, we examine whether there is some tendency when there is a change to focus on network-centric indicators, and also, whether there is a change in those indicators, depending on the degree of coarse-graining of qualitative input-output table.

1. はじめに

本研究では、産業連関表を情報産業に注目して組み替えた情報通信産業連関表を素材として、質的産業連関表を作成し、ネットワーク分析を試みる。

具体的には、今回は、ネットワーク中心性指標に注目し、質的産業連関表の粗視化の度合いによって、それらの指標に変化があるかどうか、また変化がある場合なんらかの傾向が存在するか調べる。

また、この結果を用いて、平成12年から平成21年の10年間で、情報産業に着目した日本の産業構造になんらかの変化が見られたかを明らかにする。

2. 産業連関表と情報通信産業連関表

産業連関表は、国内経済において一定期間(通常1年間)に行われた財・サービスの産業間取引を一つの行列に示した統計表である。5年ごとに関係府省庁の共同事業として作成されている。産業連関表は、我が国の経済構造を明らかにする基礎統計として、経済の波及効果分析や予測、国民経済計算などの経済統計の基準値として利用される。

産業連関表は、横軸に支出勘定としての産業部門と最終需要部門を取り、縦軸に受取勘定としての産業部門と付加価値部門を取っている。産業連関表は、これらの部門の取引を行列表示した会計データである。

総務省では、高度情報通信ネットワーク社会の形成に伴う産業構造の変化を迅速かつ的確に把握するため、「情報通信産業連関表」を毎年作成している。本表は、産業連関表(基本表)を基に、情報通信産業の詳細な分析に適するよう、基本表における情報通信関連部門の細分化及び組替えを行うとともに、5年ごとの作成である基本表を補完する速報性の高い分析ツールとすることを目的に作成している。

3. 産業連関表とネットワーク分析

3.1 産業連関表にネットワーク分析を適用するには

産業連関表では、最終需要部門及び粗付加価値部門を外生部門(exogenous sector)という。また、中間需要部門及び中間投入部門を内生部門(endogenous sector)という。これは、

外生部門の数値が他の部門とは関係なく独立的に決定されるのに対して、内生部門間の取引は、外生部門の数値によって「波及的かつ受動的」に決定されるというメカニズムの存在が前提にあるからである。

さて、この内生部門を表す正方行列を「隣接行列」とみなすならば、中間財の取引は、重み付きのネットワークと考えることができ、産業連関表の中間財取引(産業間取引)にネットワーク分析を適用できるようになる。

産業連関表のネットワーク分析を行った先行研究としては、安田(1996)がある。この研究では、産業部門同士の取引関係と産業部門内部の結束度を調べ、ネットワーク内における各産業の優位性を求めている。

3.2 質的産業連関表

質的産業連関表とは、産業連関表の取引を1または0の二値変数(binary variable)に置き換えることにより、重要な取引(IC:Important Coefficient)を抽出する方法である。質的産業連関表が提案された背景には、産業連関表の作成には産業間取引に関する詳細な情報が必要となるため、特に途上国においてはその精度を確保することが難しく、厳密な定量分析が困難であったことなどがある。

本研究では、質的産業連関表を情報の粗視化のための手法として用いることを考える。我が国の産業連関表は、精度の点において、厳密な定量分析が十分可能なレベルにあるが、ネットワーク分析を行うにあたって、第一次接近として、各産業部門をノード、取引関係をリンクと考えた「つながり方」のみに着目するため、産業連関表を質的産業連関表に変換して用いる。

質的産業連関モデルには、大別して Aroche-Reyes (1996) などによる投入係数行列を用いる方法と、取引額を用いた Minimal Flow Analysis(MFA)の2つがあるが、今回は、前者の投入係数行列に基づく方法を用いることとする。

手順としては、Aroche-Reyes (1996) などによる下式のような定式化によって、重要な取引(IC:Important Coefficient)を抽出し、その取引に対応する行列の要素を1とし、それ以外は0とする

$$r_{ij} = 1 / a_{ij}[b_{ji} + (b_{ii} / x_i) x_j]$$

ここで、 a は投入係数、 b はレオンチェフ逆行列の係数、 x は生産高である。この式で、 r が閾値以下の取引を重要な取引と見なす。

4. 本研究における問題設定

Aroche-Reyes (1996) は、1970 年と 1980 年の 22 部門より構成されるメキシコの質的産業連関表を用いて、中心性の尺度を求め、1970 年から 1980 年にかけての産業構造の変化を明らかにしている。彼は、中心性の尺度 (Centrarity Index (CI)) として、次のような指標を考案した。

$$CI_i = (\text{部門 } i \text{ に対しての他部門からの供給}) / (\text{部門 } i \text{ から他部門への需要})$$

彼は、 CI_i の値が 1 より大きい産業を相対的に多くの産業に供給する供給者とみなし、 CI の値が 1 より小さな産業を相対的に需要者の性格をもつ産業とみなした。また CI が丁度 1 の産業を中位的な産業と見なしている。Ghosh and Roy (1998) は、異なる時点について CI_i を計測し、上の 3 つの分類の変化を調べることにより、構造変化の有無を見つけることができるとしている。

Aroche-Reyes の定義した中心性の尺度は、いわゆるネットワーク分析における中心性の尺度とは異なるが、いずれの尺度を用いるにしても、次のような問題が生じる。すなわち、異なる時点で二つの質的産業連関表を比較する場合、閾値 rij の値の変化に応じて中心性の尺度で測った産業のランキングに相違がある場合、このような比較は無意味になる。つまり、二つの質的産業連関表の相違は、閾値 rij の値によって異なってくるからである。

そこで閾値 rij の変化に対して頑強なネットワーク中心尺度はどれかを明らかにする。具体的には、平成 12 年度と 21 年度の実質情報通信産業連関表を用いて、Aroche-Reyes と同じ方法で、いくつかの粗視化の度合いの異なる質的情報通信産業連関表を作成する。

今例えば、粗視化の度合いの異なる質的産業連関表を表甲、表乙、表丙とする。産業連関表はこの順に稠密なるものとする。このとき、それぞれの表の中心性尺度を求めこれをそれぞれ甲尺度、乙尺度、丙尺度とする。二つの尺度ベクトルの順位相関係数を、相関 (乙尺度、丙尺度) のように表すならば、相関 (乙尺度、丙尺度) の値が十分大きく、かつ、相関 (甲尺度、丙尺度) と相関 (乙尺度、丙尺度) の値にあまり差が無いならば、この中心性尺度は頑健ということになる。なぜならば、このことが意味するのは、閾値 rij の変化に対して中心性尺度の順位はあまり変わっていないことを意味しているからである。このような方法で、複数のネットワーク中心性尺度から頑健なものを選び出す。

5. 今回行ったこと

今回は、次のような中心性について、平成 12 年度と平成 21 年度の実質情報通信産業連関表のデータを用いて、頑健性を調べた。

- (1) 離心中心性
- (2) 近接中心性
- (3) Aroche-Reyes (1996) の中心性の尺度
- (4) 次数中心性 (入力)
- (5) 次数中心性 (出力)
- (6) 次数中心性 (入力 + 出力)
- (7) PageRank

- (8) 媒介中心性
- (9) 情報中心性

さらに、頑健性が確認された中心性を用いて、産業の順位付けを行い、平成 12 年度から平成 21 年度の 10 年間で、順位で表される産業構造に何か変化が起こっていないかを明らかにする。

参考文献

- [Aroche-Reyes 1996] Aroche-Reyes, F., "Important Coefficients and Structural change: A Multi-layer Approach," *Economic Systems Research*, 8(3), 235-246, 1996.
- [安田 1996] 安田雪、日米市場のネットワーク分析、木鐸社、1996 年。
- [Ghosh 1998] Ghosh, S. and J. Roy, "Qualitative Input-Output Analysis of the Indian Economic Structure," *Economic Systems Research*, 10(3), 263-274, 1998,