

補足資料4 サプライチェーンの視覚化

この種の分析に対する従来のアプローチでは、第6章でみたように、産業間の相互連結の「強さ」を参照するのが一般的である。経済間の前方連鎖・後方連鎖の強度は国際産業連関表のゴッシュ／レオンチェフ逆行列を用いて計算される。しかし第7章では、サプライチェーンを評価するための新しい手法として、平均波及世代数（average propagation length: APL）の産業連関モデルを併用した（詳細は Dietzenbacher et al. 2005を参照）。

平均波及世代数は、以下のように定義される。

$$v_{ij} = 1 \times a_{ij} / (l_{ij} - \delta_{ij}) + 2 \times [A^2]_{ij} / (l_{ij} - \delta_{ij}) + 3 \times [A^3]_{ij} / (l_{ij} - \delta_{ij}) + \dots$$

$$= \sum_{k=1}^{\infty} k \left([A^k]_{ij} / \sum_{k=1}^{\infty} [A^k]_{ij} \right)$$

ただし、 A は投入係数行列、 a_{ij} はその要素、 l_{ij} はレオンチェフ逆行列係数、 δ_{ij} はクロネッカー・デルタ（ $i=j$ であれば $\delta_{ij}=1$ 、それ以外の場合は $\delta_{ij}=0$ ）、 k は波及経路上の生産工程数である。また、 $(l_{ij} - \delta_{ij}) = 0$ であれば $v_{ij}=0$ とする。

上式右辺の最初の項が示すのは、生産波及が各経路を一段階（一世代）経たとき（ $k=1$ ：直接波及）、その効果の規模が全波及効果に占めるシェアは、 $a_{ij} / (l_{ij} - \delta_{ij})$ になるということである（全波及効果は、対角要素を1ずつ減じたレオンチェフ逆行列の各係数によって示されている）。同様に、全波及効果に占める2段階（2世代： $k=2$ ）波及のシェアは $[A^2]_{ij} / (l_{ij} - \delta_{ij})$ 、3段階（3世代： $k=3$ ）波及のシェアは $[A^3]_{ij} / (l_{ij} - \delta_{ij})$ になる。これは、 $L = I + A + A^2 + A^3 + \dots$ （ L ：レオンチェフ逆行列）が、 $L - I = A + A^2 + A^3 + \dots$ 、すなわち $(L - I)_{ij} = A_{ij} + [A^2]_{ij} + [A^3]_{ij} + \dots$ に置き換えられることから明らかである。

仮設例として右図のサプライチェーンについて考えてみよう。各経路の波及シェアは経路の末端に示すとおりとする。

ここで、A産業からE産業への平均波及世代数は以下のように求められる。

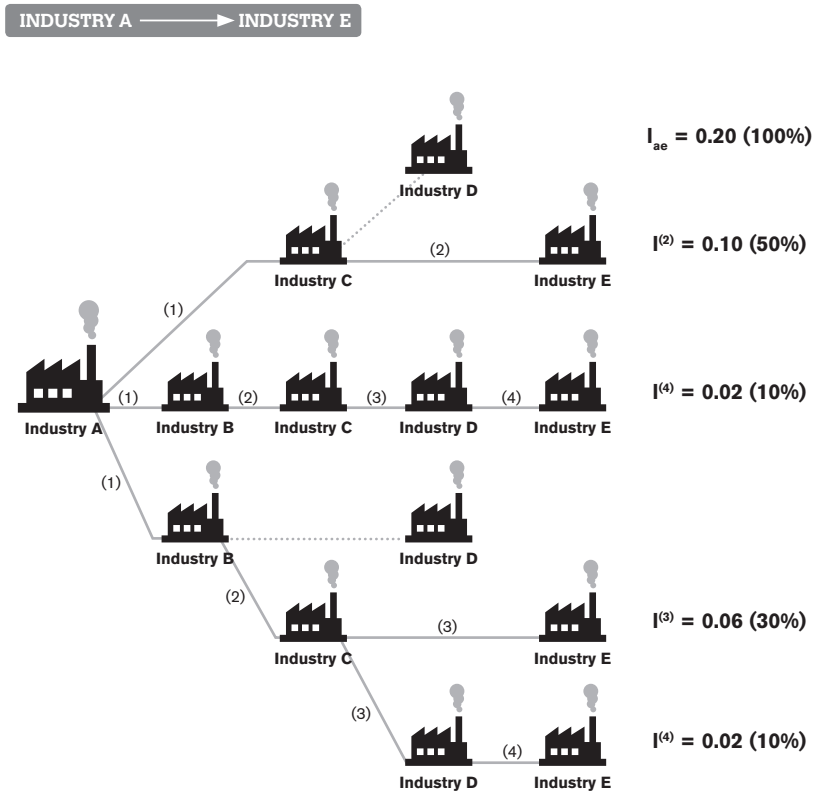
$$v_{ea} = 1 \times 0\% + 2 \times 50\% + 3 \times 30\% + 4 \times (10 + 10)\% + 5 \times 0\% \dots = 2.7$$

この例が示すように、平均波及世代数は生産工程数の加重平均として定式化される。その際、起点産業から終点産業への波及において、各段階（世代）で生じる波及効果のシェアをウェイトとしている。したがってそれは、サプライチェーン上の全ての経路に沿って立ちならぶ生産業務の平均数、すなわち生産工程の細分化レベルを表している。

これら二種類の情報（産業連関の「強さ」と「長さ」）を用いてサプライチェーンを視覚化することができる。表1は、1985年におけるアジア・米国経済圏の平均波及世代数を、原産国別（左欄）・仕向国別（上欄）にまとめたものである。まず、7産業部門のデータを用いて平均波及世代数を計算する。続いて、生産額シェアをウェイトとして加重平均し、最終的に各国1部門の形で集約した。

次に、補足資料5の技術注で定義されている連関の「強さ」を参照する。ここで、連関の「強さ」が0.018未満の場合はその経路を考察対象から外し、表中の対応するセルが空欄となる。一方、「強さ」が0.025を超える場合、それは主要な経路とみなされ、表中の対応するセルが強調表示（太字）される。

表2はこうした処理の結果であるが、ここに示された情報は、第7章の図1の中で、1985年のインドネシア、日本、マレーシア、シンガポールのサプライチェーンとして視覚化されている。なお、この分析では国際連関（表中の非対角部分）のみを対象とし、また、平均波及世代数は小数点以下を四捨五入して整数にしている点に注意されたい。



(出所) IDE-JETRO。

表 1

アジア・米国経済圏の平均波及世代数、1985年

	China	Indonesia	Japan	Korea, Rep. of	Malaysia	Chinese Taipei	Philippines	Singapore	Thailand	United States
China		3.45	3.21	4.55	3.09	4.59	2.80	2.72	2.97	3.27
Indonesia	3.33		3.27	3.23	3.05	3.35	2.67	2.67	3.19	3.26
Japan	3.84	3.48		3.74	3.35	3.90	3.57	3.39	3.52	3.76
Korea, Rep. of	5.24	3.18	3.35		3.09	3.63	3.09	3.01	3.35	3.45
Malaysia	3.41	3.19	3.30	3.27		3.30	2.59	2.48	2.85	3.20
Chinese Taipei	3.70	3.16	3.32	3.63	3.14		3.27	3.00	3.29	3.37
Philippines	3.39	3.05	3.41	3.33	2.83	3.45		2.87	3.02	3.22
Singapore	3.33	2.44	3.10	3.15	2.60	3.28	2.97		2.80	3.09
Thailand	3.43	2.91	3.46	3.48	2.74	3.45	3.04	2.74		3.18
United States	3.82	3.26	3.74	3.62	3.44	3.68	3.40	3.34	3.30	

(出所) アジア国際産業連関表 (IDE-JETRO)、1985年。

表 2

アジア・米国経済圏の平均波及世代数 (選別処理後)、1985年

	China	Indonesia	Japan	Korea, Rep. of	Malaysia	Chinese Taipei	Philippines	Singapore	Thailand	United States
China								3		
Indonesia			3							
Japan										
Korea, Rep. of										
Malaysia			3					2		
Chinese Taipei										
Philippines										
Singapore					3					
Thailand										
United States										

(出所) アジア国際産業連関表 (IDE-JETRO)、1985年。