

資料

産業連関デジタル・データの所蔵状況と利用方法

橋本 貴彦
山田 彌

目次

1. 課題
2. 産業連関表と産業連関分析の基本的枠組み
 - 2.1 産業連関表の読み方
 - 2.2 産業連関分析の基礎
3. 日本及び海外での産業連関表作成状況
4. 立命館大学所蔵の産業連関データとその利用方法
 - 4.1 立命館大学学内での産業連関表所蔵状況
 - 4.2 テキストデータからエクセル形式への置換作業
 - 4.3 米国産業連関表を作成するための作業

1. 課題

産業連関表 (Input-Output tables) および産業連関分析は Leontief, W. W. により開発され、彼の手による最初の産業連関表は1936年にはじめて提示された。産業連関表は、一般に産業部門間の生産活動および消費活動を通じた相互依存関係を把握するために、広く研究者や官公庁エコノミストにより経済分析の道具として用いられてきた。現在では世界各国で作成され、例えば、経済活動による環境への影響の推計や政府の公共事業による国民経済への波及効果などの推計等に用いられている。日本でも通産省と経済企画庁がそれぞれ独自に作成した1951年表を嚆矢として、1955年からは諸省庁の共同作業によって5年ごとにベンチマーク全国表が作成され、現在に至っている。また5年ごとのベンチマーク表をもとにして、それ以外の年についての「延長表」(経済産業省) および異時点の産業連関表を実質化して比較可能にした「接続表」(総務省) が作成・公表されている。これらの全国表以外にも、経済産業省が全国9地域についての「地域内表」および「地域間表」を作成・公表しており、また、各都道府県および政令指定都市もそれぞれ県・市の産業連関表を作成・公表している。さらに経済産業省およびアジア経済研究所によって、日本と外国の産業連関表を連結した国際産業連関表が作成・公表されている。

立命館大学図書館では従来から主として書籍体で産業連関表データが収集・所蔵されてきており、少なくない学生や教員によって研究及び学習目的で利用されてきた。しかし周知の通り最近では多くの官公庁統計が、従来の紙媒体と併せて電子媒体でも公表されるようになってきており、

産業連関表についても例外ではない。産業部門数を30～50部門に統合縮約した統合大分類連関表については例外的に、総務省統計局（ベンチマーク表および接続表）や経済産業省（延長表）のWeb ページからダウンロード可能であるが、多くはCD-ROMなどの電子媒体の形で有料で提供されている。このような動向に対応して立命館大学でも、次章で詳細に紹介するように、この間電子媒体による産業連関表データの購入・所蔵に努めてきている。しかしながら、必ずしも少額とはいえない費用で購入したこれらのデータの存在自体がなお学内の学生・教員に十分に周知されているとはいえないだけでなく、これらのデータがExcel形式ではなくテキスト形式によって「行コード、列コード、当該データ」の形で記述されているため、利用に際しては一定のデジタル・データ操作技術が必要となる。これらの状況をふまえて本稿では、立命館大学における産業連関データの利用の促進の見地から、本学における産業連関データの所蔵状況を概観し、同データの操作技術を解説し、併せて産業連関分析の一端を紹介してその意義を説明することとする。

2. 産業連関表と産業連関分析の基本的枠組み

2.1 産業連関表の読み方

現代の経済活動は広汎な社会的分業のネットワークを通して行われている。たとえば、電力を生産するのに機械が必要であり、機械を生産するのに電力が必要であるように、すべての経済活動は相互依存の関係の中で行われている。しかも現代では、このような相互依存の関係が国境を越えて展開されている。こうした相互依存関係を、産業の次元で表現したものが産業連関表である。一般に産業部門が多くなればなるほど、産業部門間の生産活動および消費活動を通じた相互依存関係を把握することは困難になるが、以下のようなマトリックス形式に図示することで、その把握は容易になる。

縦方向は当該部門の費用構成（中間投入+粗付加価値=粗生産額）を、横方向は需要構成（中間需要+最終需要-輸入=粗生産額）を示している。つまりこの表を縦に読むと、たとえば産業Aは産業A（自部門）から10、産業Bから20を購入して原材料や部品等として用い、固定設備と労働力を使って総計100の生産を行うことが示されている。付加価値は、雇用者所得と営業余剰利潤お

表-1 取引基本表

		中間需要		最終需要			輸 入	生産額
		産業A	産業B	民間消費支出	固定資本形成	輸 出		
中間投入	産業A	10	60	30	20	20	-40	100
	産業B	20	100	60	30	20	-30	200
粗付加価値		70	40					
生産額		100	200					

注) 粗付加価値=雇用者所得+営業余剰

よび減価償却などに分割される。各部門から購入した原材料や部品などの合計は使用者費用（user cost）と呼ばれ、これに付加価値を合計したものが総産出額となる。

この表を今度は横に読むと、たとえば産業 A の生産物（ただし、輸入品も含んでいる）が、自部門に10、産業 B に60販売され（これは中間需要と呼ばれる）、さらに、民間消費、固定資本形成、輸出などの最終需要にそれぞれ30、20、20販売されることを示している。これらの国内生産物と輸入品を合わせた総販売額140（＝総需要額）から輸入40を差し引いたものが国内の各産業によって生産・販売されたものとなり、これが縦に読んだ時の総産出額100と一致する訳である。

2.2 産業連関分析の基礎

このような産業連関表の詳しいデータを用いてどのような経済分析ができるのか、またその分析の基礎となる分析モデルはどのようなものかについて、その一端を簡単に説明しておこう。たとえば、近年の大幅な財政赤字問題への対応として公共投資のいっそうの削減が避けられないであろうが、この場合、建設土木をはじめとする国内の諸産業にどの程度の影響を及ぼすのであろうか。すなわちこれは産業連関表を用いて、公共投資の減少という最終需要が変化した場合の各産業の生産への波及効果の分析という問題である。このような問題に具体的に答えるためには、産業連関表の持つ情報は大変便利である。一般的に説明するために、産業連関表を次のような記号であらわそう。

	1	2	最終需要	輸 入	国内生産額
1	x_{11}	x_{12}	F_1	$-M_1$	X_1
2	x_{21}	x_{22}	F_2	$-M_2$	X_2
付 加 価 値	V_1	V_2			
国内生産額	X_1	X_2			

x_{ij} は第 i 部門が第 j 部門に販売した原材料や部品などの金額である。上でも説明したように、この表を横に読めば各産業の需給均衡式が成立する。すなわち、

$$x_{11} + x_{12} + F_1 - M_1 = X_1$$

$$x_{21} + x_{22} + F_2 - M_2 = X_2$$

さて、 x_{ij} を第 j 部門の国内産出額で除したもの、つまり $\alpha_{ij} = x_{ij}/X_j$ を投入係数とよぶ。投入係数 α_{ij} は、第 j 産業で 1 単位の生産物を生産するために必要な第 i 産業の生産物の大きさを表わすわけである。また、第 i 財の国産品に対する輸入品の比を $m_i (= M_i/X_i)$ とあらわそう。上の需給均衡式を投入係数を用いて置き換えると、

$$\alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + F_1 - m_1X_1 = X_1$$

$$\alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + F_2 - m_2X_2 = X_2$$

と表せるから、これを整理して

$$(1 - (\alpha_{11} - m_1))X_1 - \alpha_{12}X_2 = F_1$$

$$-\alpha_{21}X_1 + (1 - (\alpha_{22} - m_2))X_2 = F_2$$

となる。これは X_1 と X_2 に関する連立方程式だから、投入係数 α_{ij} と輸入比率 m_i が所与のもと

でこれを解けば、最終需要 F_1 および F_2 の値に対応して X_1 と X_2 の値を得ることが出来る。この連立方程式を解いて次のように表すことができる。

$$X_1 = b_{11}F_1 + b_{12}F_2$$

$$X_2 = b_{21}F_1 + b_{22}F_2$$

ここでは、解いた式の係数を b_{ij} で表している。行列で表示すると、

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} \quad \text{または} \quad X = (I - (A - \widehat{M}))^{-1}F \equiv BF$$

$$\text{ただし, } A = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix}, \quad \widehat{M} = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$$

またこの式において、 F_1 および F_2 の代わりにその変化分 ΔF_1 および ΔF_2 を用いれば、最終需要の変化分に対する産出額の変化分 ΔX_1 と ΔX_2 の値を得ることが出来る。

$$\begin{bmatrix} \Delta X_1 \\ \Delta X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta F_1 \\ \Delta F_2 \end{bmatrix}$$

いま、日本の産業連関表(全国表)をもとに、産業を第1次産業(農林水産)、第2次産業(鉱業、製造業、建設土木業)、第3次産業(金融やサービス業など、その他の産業)に分類した場合の b_{ij} を、1980年、1990年および2000年について求めると次のようになる。

$$B_{1980} = \begin{bmatrix} 1.141 & 0.075 & 0.018 \\ 0.49 & 1.903 & 0.305 \\ 0.195 & 0.328 & 1.273 \end{bmatrix} \quad B_{1990} = \begin{bmatrix} 1.134 & 0.049 & 0.009 \\ 0.335 & 1.705 & 0.217 \\ 0.247 & 0.388 & 1.321 \end{bmatrix}$$

$$B_{2000} = \begin{bmatrix} 1.119 & 0.035 & 0.007 \\ 0.335 & 1.609 & 0.174 \\ 0.283 & 0.4 & 1.316 \end{bmatrix}$$

また、各年の公的資本形成(公共投資)が合計で100減少したとした時、 ΔF の産業別の内訳は産業連関表の公的資本形成の列のデータから次のようになる。

$$\Delta F_{1980} = \begin{bmatrix} 0 \\ -96.4 \\ -3.6 \end{bmatrix} \quad \Delta F_{1990} = \begin{bmatrix} 0 \\ -96.6 \\ -3.4 \end{bmatrix} \quad \Delta F_{2000} = \begin{bmatrix} 0 \\ -93.3 \\ -6.7 \end{bmatrix}$$

これらのデータから、公的資本形成(公共投資)が合計100減少した場合の各産業の生産額の減少額 ΔX は、

$$\Delta X_{1980} = \begin{bmatrix} -7.3 \\ -184.6 \\ -36.2 \end{bmatrix} \quad \Delta X_{1990} = \begin{bmatrix} -4.8 \\ -165.4 \\ -42.0 \end{bmatrix} \quad \Delta X_{2000} = \begin{bmatrix} -3.3 \\ -151.3 \\ -46.1 \end{bmatrix}$$

となり、1980年～2000年の生産額の減少合計はそれぞれ、-228、-212および-201となる。これによると、公共投資削減によってもっとも大きな影響を受けるのは一貫して建設土木をはじめとする第2次産業であるが次第にそれは縮小し、逆に第3次産業への影響が大きくなっていること、また公共投資の経済全体への波及効果は次第に小さくなっていることなどがわかる。前者の変化はいうまでもなくこの間の経済サービス化の進展を反映しており、第3次産業が各産業の生産活動において果たす役割がより大きくなっていることを示している。後者については、たとえば2000年については100の公共投資が合計201の生産を誘発するわけで、この比2(=201/100)

を公共投資の生産誘発係数とよぶ。これは投資需要の波及効果を表すという意味でケインズの投資乗数と類似した指標であるが、投資乗数が付加価値レベルでの生産増→所得増→消費需要増という波及過程を問題にしているのに対して、生産誘発係数は中間財の投入産出関係のネットワーク上の産業間波及過程を問題にする点で両者は全く別ものである。上で示した産業連関モデルは、最終需要のたとえば増加によって誘発された生産水準の上昇そのものが、雇用・賃金の増加をもたらす、消費需要を増加させ、最終需要のさらなる増加をもたらすといった波及効果を生むことが考慮されていない。しかしながらこのような乗数過程を産業連関の波及モデルを拡張してこれに組み込むことは比較的簡単である。また生産増は企業利潤を大きくし設備投資の増加をもたらすと考えられるが、この面からの波及過程を組み込むことも可能である。

3. 日本及び海外での産業連関表作成状況

本節では海外の産業連関表作成状況を概観する。産業連関表の有効性は前項で述べたとおりであるが、発祥の地の米国やいわゆる先進国だけでなく産業連関表は世界各地で作成公表されている。海外の産業連関表作成状況について調査したものに総務庁編（1991）と総務省編（2002）がある。総務省編（2002）のアンケート調査の結果、回答31カ国の内20カ国が産業連関表を作成・公表していることが分かっている。海外の産業連関表の作成状況は、表-2に掲げた。

表-2に紹介されている国は、総務省の行ったアンケートに対して回答を行った場合に、取り上げられることになる。つまり、産業連関表を作成しているとしても、総務省のアンケートに回答していない国も存在しているということである。

表内では、作成周期と作成概要、そして刊行年月について列記している。この表からわかることについていくつか概観する。

まず、表より作成周期であるが概ね5年周期で作成していることが見て取れる。産業連関表は、作成のために多くの人員と多額の資金、膨大な作業日数が必要であることは周知の事実である。このことから産業連関表を作成することが如何に労力がかかるかが分かる。

ところで、産業連関表はベンチマーク表と延長表の2種類の表が作成されている。日本では、ベンチマーク表は入念な調査を基に5年毎に作成される。一方で、延長表は速報性を追及するために、ベンチマーク表に基づき、簡単な調査を基に毎年作成されている。表-2内の結果表はベンチマーク表にあたり、延長推計表は延長表にあたる。海外でもこの傾向は同様である。

4. 立命館大学所蔵の産業連関データとその利用方法

4.1 立命館大学学内での産業連関表所蔵状況

本学に所蔵されている産業連関表のデータ（産業連関データ）の中には、エクセル形式のデータと、テキストデータ形式のデータがある。エクセル形式のデータであれば、組み込み関数を用いることで容易に計算を行うことができる。その点から、エクセル形式のデータは利用が容易で、

表-2 海外の産業連関表作成状況

国名	作成周期	作成概要	対象年次	刊行年
日本	5年	結果表 延長推計表	1995 1997	1998年3月
インド	5年	結果表 延長推計表	1993-94	2000年3月
インドネシア	5年	結果表 延長推計表	1995 1998	1998年3月 2000年7月
イラン	不定期	結果表 延長推計表	1991	1997年
ヨルダン	不定期	結果表 延長推計表	1987	1991年
韓国	5年	結果表 延長推計表	1995 1998	1998年4月 2001年4月
クウェート	3年	結果表 延長推計表	1995	1999年8月
モンゴル	5年	結果表 延長推計表	1997	1999年8月
パキスタン	不定期	結果表 延長推計表	1990-91	
中国	5年	結果表 延長推計表	1997 1995	1999年9月 1997年10月
台湾	2-5年	結果表 延長推計表	1996 1994	2000年1月 1997年2月
トルコ	5-6年	結果表 延長推計表	1990	1994年
ベトナム	5年	結果表 延長推計表	1989, 96	1992年, 98年
ニュージーランド	5年	結果表 延長推計表	1986-87 1994-95	1991年 1997年
エジプト	5年	結果表 延長推計表	1996-97 毎年	1996年4月 毎年
チェコ		結果表 延長推計表	1995	1999年9月
デンマーク	1年	結果表 延長推計表	1996	1999年12月
ドイツ	不定期	結果表 延長推計表	1995 1997	2000年7月 2000年8月
ギリシャ	1年	結果表 延長推計表	1996	1998年
アイスランド	不定期	結果表 延長推計表	1992	1998年
ルクセンブルク	5年	結果表 延長推計表		
ノルウェー	1年	結果表 延長推計表	毎年 毎年	2000年6月 2000年6月
ウクライナ	1年	結果表 延長推計表	1999 毎年	2001年5月 2001年5月
エルサルバドル	2年	結果表 延長推計表	1998 毎年	2000年3月 毎年
アメリカ合衆国	5年	結果表 延長推計表	1992 1997	1997年 2000年
アルゼンチン	不定期	結果表 延長推計表	1997	2001年6月
ブラジル	1年	結果表 延長推計表	1996	1999年

出所) 総務省編(2002)の第2表より抜粋。

表-3 電子媒体保存の産業連関表

番号	名称	対象年	詳細	発行
(1)	接続産業連関表	昭和35-45年 昭和40-45-50年 昭和50-55-60年 昭和60-平成2-7年	取引額基本表, 付帯表	(財)経済産業調査会： 経済統計情報センター
(2)	地域内産業連関表	S45年～H7年(隔年)	取引額基本表	同上
(3)	地域間産業連関表	S45年～H7年(隔年)	取引額基本表	同上
(4)	地域内接続表	S40-45-50年 S50-55-60年 S55-60-H2年	取引額基本表	同上
(5)	日欧二国間国際産業連関表	1985年, 1990年	取引額基本表	同上
(6)	日米国際産業連関表	1985年, 1990年, 1995年	取引額基本表	同上
(7)	日・米・EU・アジア 国際産業連関表	1985年, 1990年	取引額基本表, 付帯表	同上
(8)	産業別生産性と経済成長： 1970-98年	1970年から1998年(隔年)	取引額基本表	内閣府経済社会総合研究所

注) (1)から(7)には(財)経済産業調査会の前身の(財)通商産業調査会発行のものもある。

図-1 テキストデータ(数値例)

コード(列番号)	コード(行番号)	データ
0011111	0011111	00005000
0011112	0011112	00000040
0011113	0011113	00002350
0011114	0011114	00006800

注) この図は罫線をつけているが、本来はデータに罫線はない。

テキスト形式のデータのままで利用が難しいといえよう。また、テキスト形式のデータは、計算処理を行うためにはさらなる作業を必要とする。例えば、表-3の(8)のみはエクセル形式で発行されている。表-3内の(1)から(7)は、テキストデータで公開されている。図-1に掲げたようなテキストデータは以下のような形式のデータを指す。

表-3の産業連関表の内、(1)から(7)と(8)は日本国内を対象にしたデータである。(5)から(7)は、国際産業連関表として区分され、日本と特定の国との産業連関構造を表したデータとなっている。

総務省が作成している産業連関表は、毎年5年毎に公表されている。この三カ年分の産業連関表を基に接続産業連関表を作成している。接続産業連関表は最新の年次に価格を統一し、三カ年分の表を比較可能にしている点が特徴である。表-3内に掲げた(1)接続産業連関表はもともと総務省が作成したものを財団法人経済産業調査会が電子媒体(CD-ROM)として発売している。(2)から(7)までは、経済産業省が作成し財団法人経済産業調査会が電子媒体(CD-ROM)として発売してきた。(2)地域産業連関表は、日本全国を9つの地域に分割した表である。この表では、ある地域の表において、当該地域で生産を行い他地域で消費された場合は、移出として処理される。

一方で表内の(3)地域間産業連関表では、移出としてではなく、どの地域の産業でどのように消費されたかが明示されている。表内(4)の地域内接続表では、地域表の3ヵ年分について価格統一を行い、比較可能にしている表である。

表内の日本を対象とした産業連関表では、海外で消費された商品を輸出として扱うが、(5)から(7)の国際産業連関表は、対象となる国の産業でどのように消費されたかが明示されている。対象としている国は、(5)では日本とイギリス、日本とフランス、日本とドイツである。(6)は表題の通り日本とアメリカ、そして(7)では対象国が広く日本とアメリカ、EU諸国、アジアとなっている。

4.2 テキストデータからエクセル形式への置換作業

先に見たようにテキストデータにより提供される産業連関データは、テキストデータのままで利用に際し、困難性が伴うことは明らかである。そこでより多くの学生や研究者に利用してもらうためにも、処理が容易なエクセルデータに修正する作業の必要があるといえるであろう。そこで以下では産業連関表をテキストデータからエクセルデータに置き換えをおこなうための作業工程を紹介する。

以下ではまず対象となる産業連関表について確認し、産業連関表のテキストデータからエクセルデータに置換する作業工程を示すこととする。

まず変換作業の対象となる産業連関表は、表-3に示した以下の(1)から(7)になる。表内の名称は資料名を示し、次にどの年次のデータかを明示している。さらに(1)から(7)までの取引基本表と部門別の就業者数を示す雇用表が含まれている。表内では記載していないが、表毎に3種類の部門分類(例;大分類,中分類,小分類)が存在している。

産業連関表のテキストデータからエクセルデータへの変換作業に際して、今回は、表-3に記した各表から特に(1)のデータを取り上げることとする。その中でも総務庁が2000年に公表し、経済産業調査会が電子媒体として販売している『昭和60-平成2-7年接続産業連関表』を用いる。

本節の目的であるテキストデータからエクセルデータへの変換は、表計算ソフト‘エクセル’に搭載されている Visual Basic for Application (VBA) という機能を用い、独自の置換作業用のプログラムを実行することにより可能となる。VBAは、エクセル上で Visual Basic (VB) というプログラム言語を動作させることのできるアプリケーションである。まず、ここでは日本の産業連関データを読み込む作業について説明する。そのためにまず、VBAの説明を行い、テキストデータ読み込み用プログラム、そして部門統合用プログラムの説明をおこなう。この2つのプログラムを実行することにより、産業連関表をテキストデータからエクセルデータへの変換と任意の部門数への統合が可能となる。つぎに第4節にて米国の産業連関データを作成する方法について説明する。

VBAの説明

VBAは、プログラム言語VBを用いて演算処理や各種処理を行うことができるエクセル上の機能である。先に紹介したVBは、基本的に上の行から下の行へ、左から右へと命令文が実行される。ただし、数式は上の行から下の行へかつ右辺から左辺へと実行される。

図-3は、産業連関データを読み込むためのプログラムである。²⁾まず、このプログラムについ

図-2 コード表

コード(列番号)	統合用コード(列番号)	コード(行番号)	統合用コード(行番号)
0011111	1	0011111	1
0011112	1	0011112	1
0011113	2	0011113	2
0011114	2	0011114	2

て作成する前に、エクセル上で VBA を用いた作業が可能な状態にする必要がある。

エクセル上で VBA の起動方法は以下の通りである。まず、エクセルコマンドの「ツール (T)」→「マクロ (M)」→「Visual Basic Editor (V)」をクリックし、Visual Basic Editor を起動させる。つぎに、Visual Basic Editor の「挿入 (I)」→「標準モジュール (M)」をクリックする。すると、「Book1 Module1 (コード)」が表示される。さらに、プログラムを実行するためには以下の手順が必要である。さきほどの標準モジュールにプログラムを入力し、Visual Basic Editor の「実行 (R)」→「Sub / ユーザーフォームの実行 F5」をクリックするとプログラムが実行される。

テキストデータ読み込み用プログラム

事前の準備

テキストデータ読み込みのプログラムを実行するにあたりいくつかの準備が必要である。それは、プログラムを実行する前に必要なコード表の作成である。コード表をどのように使うかは後述する。コード表は図-2 で表される。図-2 内第1列と第3列のコードをテキストデータ読み込み用プログラムでは用いている。図-2 とさらに財団法人経済産業調査会 (2000) を参考にコードを入力する必要がある。このコード表を記すエクセルシート名を 'CODE185' としておく。さらにエクセルに産業関連データを出力するためのシート名 'PRO185' も用意し、このシートの196行206列はすべて数値0を入力しておく。今回使用する産業関連データが格納されているテキストデータの名前は、'22951219999.DAT' である。この表には『昭和60-平成2-7年接続産業連関表』の名目表が格納されている。このテキストデータをノートパッド (Notepad) で開き、最終行に9999と入力し、元々データのある CD-ROM から別の記憶媒体に保存しておく。保存場所はパソコン内外のどの場所でも良いが、今回は、USB メモリーやフロッピー・ディスク (今回は E ドライブ) に保存した場合を想定している。

以下では、図-3 のプログラムを上から1行毎に説明をおこなう。

プログラムの始まりは必ず「Sub プログラム名」、終わりは「End Sub」と書き込む規則となっている。今回は、テキストからエクセルへの変換をおこなうためのものなのでプログラム名を「Conv」とした。さらにプログラムの文章と文章との間にメモを残すことが有効な場合が多い。「'(カンマ)」以降に文を入力すると「'(カンマ)」以降の1行は、プログラムとしては認識されない。であるから「'(カンマ)」以降がメモとなる。

図-3 内左端にある縦に並ぶ数値は、説明のためにつけた数値であり、実際のプログラムには

図-3 読み込みプログラム

1	Sub CONV ()
2	'総合小分類 (184部門) データ読み込み1995年名目値
3	
4	Dim R (196), C (206)
5	Open "E:22951219999.DAT" For Input As #1
6	
7	'コードの読み込み
8	For i=1 To 196
9	R(i)=Worksheets ("CODE185"). Cells(i, 2)
10	Next i
11	For j=1 To 206
12	C(j)=Worksheets ("CODE185"). Cells(j, 5)
13	Next j
14	
15	'データの読み込み
16	For K=1 To 30000
17	Line Input #1, DATA
18	C1=Val (Mid (DATA, 3, 4))
19	R1=Val (Mid (DATA, 11, 4))
20	XX=Val (Mid (DATA, 64, 12))
21	If C1=9999 Then GoTo 99
22	
23	'コードの対応
24	For i=1 To 196
25	If R1=R(i) Then RC=i
26	Next i
27	For j=1 To 206
28	If C1=C(j) Then CC=j
29	Next j
30	
31	'データの出力
32	Worksheets ("PRO185"). Cells (RC+2, CC+2)=XX
33	
34	Next K
35	99 Reset
36	
37	End Sub

書き込まれてはいない。以下では、説明を容易に進めるためにプログラムから書き出した文章及び文は括弧でくくることとする。以下では、「配列宣言」→「読み込みファイルの指定」→「コードの読み込み」→「データの読み込み」→「コードの対応」→「データの出力」という順に説明を行う。

配列宣言

まず、Dimにより使用する変数を定義する。今回読み込む産業関連データは、451行385列の

大きさの表である。プログラム3行目には「R(196)」と「C(206)」とあるが、この数値は、Rという箱に196個の変数、Cという箱に206個の変数を格納可能と定義したという意味である。もし読み込みを希望するデータの個数が変われば、この「R(196)」や「C(206)」という数値を変更することにより対応可能である。

読み込みファイルの指定

プログラム5行目の「Open "E:22951219999. DAT" For Input As #1」は、パソコン内のEドライブ（USBメモリーやフロッピー・ディスク等）にある「22951219999. DAT」というテキストファイルを開き、そして「#1」という名前とするという意味である。このファイルを開いたことによりデータの読み込みが可能となる。

コードの読み込み

VBAでは同じ作業を繰り返したいときには、「For 変数=1 To 指定した回数, Next 変数」を用いて、指定した回数だけ作業を繰り返して行うことができる。この作業はループと呼ばれている。8行目から13行目では右辺のエクセルファイル「CODE1」のセル*i*行2列の値をR(*i*)に代入する作業を行っている。「CODE1」の値は、下の作業において産業関連テキストデータの読み込みに使われる。

データの読み込み

17行目にある「Line Input #1」はファイル#1のテキストデータを1行毎に読み込み、さらに18行目の「C1=Val(Mid(DATA, 3, 4))」は、テキストデータの左から3文字目から4文字分データを切り取り、「変数C1」に格納するという意味である。何文字目から何文字目にどのようなデータが格納されているかは、「昭和60-平成2-7年接続産業関連表（全国表）磁気テープ等利用のしおり³⁾」を参考にしていただきたい。ここで、C1は列番号でR1は行番号として用いている。XXは産業関連表内の数値にあたる。

コードの対応

最後の24行目から29行目までは、条件分岐と呼ばれる作業をしている。「If」以降に続く条件に合致するならば、「then」以降の命令を行うことができる。この作業により、8行目から13行目で読み込んだコード（R(*i*)及びC(*j*))を、完成予定の産業関連表の列数（RC）と行数（CC）に対応させている。後の作業を容易にするためである。

データの出力

32行目では読み込んだデータXXをエクセルファイルPro185へ出力を行っている。

部門統合用プログラム

図-4のプログラムを用いてテキストからエクセルデータに読み込んだ産業関連データは、分析目的に応じて、関心のある部門は細かく、そうでない部門を統合する必要がある場合がある。

図-4 部門統合用プログラム

1	Sub AGG ()
2	
3	Dim X(44, 52) As Long
4	Dim R(196) As Integer, C(206) As Integer
5	
6	'統合データの読み込み
7	For i=1 To 196
8	R(i)=Worksheets ("CODE185"). Cells (i, 3)
9	Next I
10	
11	For j=1 To 206
12	C(j)=Worksheets ("CODE185"). Cells (j, 6)
13	Next j
14	
15	'統合ルーチン
16	For i=1 To 196
17	For j=1 To 206
18	X(R(i), C(j))=X(R(i), C(j))+Worksheets ("90年184部門"). Cells (i+2, j+2)
19	Next j
20	Next i
21	
22	'統合された産業連関表の出力
23	For i=1 To 44
24	For j=1 To 52
25	Worksheets ("PRO5"). Cells (i+2, j+2)=X(i, j)
26	Next j
27	Next i
28	
29	End Sub

そこで、以下では図-4に記した部門統合を行うためのプログラムを紹介する。今回使用するコードは、図-2のコード表内の第2列と第4列のように統合後の部門番号が割り振られている。さらに、先に読み込んだデータのシート名を‘90年184部門’に変えている。

配列宣言

最初に変数を定義する。個々で定義する変数は産業連関表の取引基本表にあたる「X(44, 52)」と列コードと行コードの3種類である。変数Xは44×52個の変数を格納可能であるという意味である。

コードの読み込み

テキストデータ読み込み用プログラムで説明したので割愛する。

統合ルーチン

16行目から20行目は、繰り返し同じ作業を行うためにループを用いている。ここではエクセルファイル95年184部門のデータ（196行206列）を読み込み、44行52列の産業連関表に統合している。18行目の部分はその計算式であり、 i と j についてループを行ったうえで、右辺のデータを同じ行番号 i と列番号 j の値 X を足し合わせていくよう機能している。

出力

最後に23行目から27行目で i と j のループを用いて、16行目から20行目で計算した変数 X をエクセルファイルPRO185に出力している。

以上により、産業連関データが格納されたテキストデータをエクセルに出力し、任意の部門に統合することができることが可能になった。次に、米国の産業連関表を作成する手順について説明する。

4.3 米国産業連関表を作成するための作業

そもそも産業連関表は、生産活動と消費活動を表現した表である。その点でいえば経済活動のフローの部分に特化した表であるともいえる。このフローと新たにストックを加えた経済体系を現した経済勘定にSystem of National Accounts (SNA, 国民経済計算)がある。産業連関表は、このSNAの一部を構成している。

SNA体系のフローを模したものを表-4に掲げている。この表と産業連関表との違いは、生産活動・消費活動をおこなう主体である産業と対象となる商品とを明確に識別している点である。

記号の定義は以下の通りである。

$A=[a_{ji}]$: 第 i 商品1貨幣単位の生産に投入される第 j 中間投入量と粗付加価値量（行列）。

$U=[u_{ij}]$: 第 i 商品の第 j 産業への中間投入の量。ただし、スクラップ・屑を除く（行列）。

$V=[v_{ij}]$: 第 i 産業で生産された第 j 商品の量（正方行列）。

$q=[q_i]$: 第 i 商品の産出量（列ベクトル）。

$g=[g_i]$: 第 i 産業の産出量（列ベクトル）。

$y=[y_i]$: 第 i 産業における付加価値（列ベクトル）。

$e=[e_i]$: 第 i 産業における最終需要（列ベクトル）。

表-4の $V=[v_{ij}]$ は、第 i 産業がどのような商品を生産しているかを表している。 $U=[u_{ij}]$ は、第 i 商品がどの産業で生産活動のために消費されたかを示している。この U と V の役割を併せもつ表が A である。表-5は、表-4の A と商品別産出額 q 、そして最終需要 e を用いて作り直した商品×商品の産業連関表である。ここでいう商品×商品の産業連関表であるとは、経済主体も商品毎かつ経済対象も商品毎に編成した表を意味する。表-5の産業連関表は、日本では公開されているものと同じ編成である。

ところで、米国の産業連関表は、商品×商品の産業連関表は公開していない。そのかわり米国の産業連関データは、 V 表 (make matrix) と U 表 (use matrix) を公開している。ここでいう V 表とは国内産業の粗産出構成を記したもので表-4の V にあたる。当該産業がどの商品を生産したかが表記されている。また、 U 表は商品がどの産業で消費されたかが記されており、表-4

表-4 SNAの投入・産出構造

	1. 商品, 生産者 価額	2. 産業	3. その他すべて の勘定	4. 合計
1. 商品, 生産者価額	A	U	e	q
2. 産業	V			g
3. その他すべての勘定			y	
4. 合計	q'	g'		

出所) 倉林・作間(1980)を参考に筆者作成。

表-5 商品×商品の産業連関表

	1. 商品, 生産者価額	2. 産業	3. その他すべての勘定
1. 商品, 生産者価額	A	e	q
3. その他すべての勘定	商品別付加価値		
4. 合計	q		

出所) 倉林・作間(1980)を参考に筆者作成。

のUとeを加えたものである。

商品×商品の米国産業連関表を作成する場合には、一旦、V表とU表をテキストデータからエクセルデータへと変換した後に、V表とU表を用いて計算を行い、そしてA表を作成する必要がある。このA表とは、商品×商品の産業連関表の中間投入と中間需要にあたる部分（商品別付加価値部分も含む）である。表-5と表-4ではAにあたる。Aと商品別付加価値を作成する前に事前に用意されているデータは、UとV、eとyそしてqとgである。これらはU表・V表に掲載されている。つぎにV表とU表を用い商品×商品の米国産業連関表を組み立てる方法を説明する。V表とU表のテキストデータからエクセルデータへの変換のためのプログラムの紹介は、4.2のプログラムを小幅に変更することで可能なので割愛する。

まず、米国産業連関表の電子データを用意する必要がある。この電子データは、テキスト形式で米国商務省により無料で公開されている⁴⁾。商務省は、様々な年度や種類の産業連関表を公表しているが、ここでは1992年ベンチマーク表を用いることにしたい⁵⁾。

商品×商品の産業連関表の作成

U表とV表から投入係数表Aと商品別付加価値を作成するためには、以下の(4)式に基づき計算を行う必要がある⁶⁾。

本節で計算を行うAは、

$$A=B(I-\hat{p})^{-1}D \quad (4)$$

となる⁷⁾。ただし、新たな記号 $\hat{p}=[p_i]$ は対角要素にスクラップ・屑率をもつ対角行列である。また、第i産業のスクラップ・屑/第i産業の産出量（行列）、ただし、 $B=U\hat{g}^{-1}$ 、 $D=V\hat{q}^{-1}$ である。ハットマークは対角行列を表す。

図-5 商品×商品の産業関連表作成プログラム

1	Sub AWC ()
2	'A 表作成92年用
3	
4	Dim D(94, 94), InO(94)
5	Dim B(100, 94), CoO(94)
6	Dim W(94, 94), IP(94)
7	Dim A(100, 94)
8	N1=100:N2=94
9	
10	'データの読み込み
11	For I=1 To N1
12	For J=1 To N2
13	B(I, J)=Worksheets ("92USE"). Cells (I+2, J+2)
14	Next J
15	Next I
16	
17	For J=1 To N2
18	InO(J)=Worksheets ("92USE"). Cells (103, J+2)
19	CoO(J)=Worksheets ("92MAKE"). Cells (97, J+2)
20	IP(J)=Worksheets ("I-P"). Cells (J+2, 5)
21	Next J
22	
23	For I=1 To N2
24	For J=1 To N2
25	D(I, J)=Worksheets ("92MAKE"). Cells (I+2, J+2)
26	Next J
27	Next I
28	
29	'割り算
30	For I=1 To N2
31	For J=1 To N2
32	D(I, J)=D(I, J)/CoO(J)
33	Next J
34	Next I
35	
36	'割り算
37	For I=1 To N1
38	For J=1 To N2
39	B(I, J)=B(I, J)/InO(J)
40	Next J
41	Next I
42	
43	'割り算
44	For I=1 To N2
45	For J=1 To N2
46	W(I, J)=D(I, J)/IP(I)
47	Next J
48	Next I
49	
50	'ベクトルの内積

```

51 For I=1 To N1
52 For J=1 To N2
53 For K=1 To N2
54 A(I, J)=A(I, J)+B(I, K)*W(K, J)
55 Next K
56 Next J
57 Next I
58
59 '掛け算
60 For I=1 To N1
61 For J=1 To N2
62 A(I, J)=A(I, J)*CoO(J)
63 Next J
64 Next I
65
66 '出力
67 For I=1 To N1
68 For J=1 To N2
69 Worksheets ("C×C産業連関92"). Cells (I+2, J+2)=A(I, J)
70 Next J
71 Next I
72
73 End Sub

```

商品×商品の産業連関表作成プログラム

事前の準備

Aを計算するためのプログラムは、図-5の通りである。プログラム名はAWCとした。テキストからエクセルへと変換した際にU表の数値を読み込んだシート名を'92USE'、そして産業別スクラップ・屑の数値を除いたV表の数値を読み込んだシート名を'92MAKE'とする。また、V表にある産業別スクラップ・屑の数値と産業別生産額を用いて作ったスクラップ率を入力したシート名を'I- \hat{P} 'とする。最後に出力先のシート名を'C×C産業連関92'とする。以下では「配列宣言」、「データの読み込み」、「割り算」、「ベクトルの内積」、「掛け算」、「出力」という順で説明を行う。

配列宣言

今回の計算は(4)式の展開に基づく。その計算のために必要な変数はDとBである。図-5内のプログラムにおいてこの変数は上記の記号説明と同義である。しかし、Aは最終的には中間投入率・粗付加価値率ではなく、中間投入額と粗付加価値額という意味で用いている。また、InOとCoOは、それぞれ産業別産出額と商品別産出額として使うこととする。IPはI- \hat{p} の代わりとして定義している。

データの読み込み

17列目から27列目に掛けては、事前に読み込んだU表とV表から読み込みを行っている。

割り算

30行目から48行目の作業は、変数 D と B, W を作成するためのものである。変数 W は(4)では $(I-\hat{p})^{-1}D$ にあたる。

ベクトルの内積

行列 B と行列 W の内積を計算している。

掛け算

最後に行列 A に商品別産出額を掛けることにより、中間投入額と粗付加価値額が算出できる。

出力

エクセルファイル‘C×C 産業連関 92’へ出力を行っている。

以上の作業により米国の産業連関表を作成することができる。こうして作成した米国産業連関表は表-6と表-7に掲げている。

産業を2.2の日本の産業連関表の産業分類と同様に、第1次産業（農林水産）、第2次産業（鉱業、製造業、建設土木業）、第3次産業（金融やサービス産業など、その他の産業）の3つに分割している。また、日本にはない屑・スクラップは、特掲部門として計上している。2.2では日本の産業連関表を用いて最終需要（公共投資）が変化した場合の生産額への影響を計算した。ここでは、1992年と1997年の米国の産業連関表を用いて同様の計算を行う。

まず、行列 B であるが、1992年と1998年について計算を行った。それは以下ようになる。

$$B_{1992} = \begin{bmatrix} 1.357 & 0.072 & 0.012 \\ 0.462 & 1.676 & 0.183 \\ 0.468 & 0.454 & 1.387 \end{bmatrix}, \quad B_{1997} = \begin{bmatrix} 1.324 & 0.075 & 0.012 \\ 0.431 & 1.657 & 0.182 \\ 0.430 & 0.436 & 1.350 \end{bmatrix}$$

また、各年の公的資本形成（公共投資）が合計で100単位減少した場合に、最終需要変化分の産業別内訳は、実際の産業連関データから次のようになる。

$$\Delta F_{1992} = \begin{bmatrix} 0 \\ -96.9 \\ -3.1 \end{bmatrix}, \quad \Delta F_{1997} = \begin{bmatrix} 0 \\ -84.7 \\ -15.3 \end{bmatrix}$$

これらのデータから、公的資本形成（公共投資）が合計100単位減少した場合の各産業の生産額の減少分 ΔX は、

$$\Delta X_{1992} = \begin{bmatrix} 7.3 \\ -161.2 \\ -46.4 \end{bmatrix}, \quad \Delta X_{1997} = \begin{bmatrix} 6.3 \\ -144.8 \\ -59.7 \end{bmatrix}$$

となる。これによれば1992年と1997年の生産額減少分の合計はそれぞれ、-215、-211となった。結果、公共投資削減によりもっとも影響を受けるのは、建設土木を含む第2次産業であることがわかる。一方で、92年から97年にかけて第2次産業の数値は低下し、逆に第3次産業の影響が増大していることがわかる。やはり、日本と同様に米国でも経済のサービス化が進展していることが読み取れる。以上は、2.2でみた日本と同様の傾向といえる。

表-6 産業連関表 (米国, 92年)

(単位: 100万ドル)

	第1次	第2次	第3次	政府消費	民間消費	在庫純増	公の資本形成	民間資本形成	輸出	輸入	国内総支出
第1次	54,908	127,530	15,163	833	27,054	4,847	0	0	19,857	-14,601	235,591
第2次	42,143	1,362,340	577,672	170,925	842,257	3,459	196,992	699,409	351,259	-529,126	3,717,329
第3次	43,951	720,675	1,592,251	868,032	3,355,692	3,577	6,240	121,875	158,296	4,946	6,875,536
特設部門	47	20,083	31,981	12,921	-16,285	1,529	1,851	-30,293	73,197	-92,856	2,175
粗付加価値	94,542	1,488,209	4,659,138								
国内生産額	235,591	3,718,837	6,876,205								

表-7 産業連関表 (米国, 97年)

(単位: 100万ドル)

	第1次	第2次	第3次	政府消費	民間消費	在庫純増	公の資本形成	民間資本形成	輸出	輸入	国内総支出
第1次	74,155	155,110	24,222	2,602	34,735	3,697	0	0	23,495	-22,910	295,106
第2次	54,721	1,836,348	767,982	191,149	1,034,151	38,564	222,676	1,067,597	535,722	-833,665	4,915,247
第3次	56,578	956,810	2,385,785	1,018,653	4,469,698	7,663	40,297	306,090	247,652	-7,840	9,481,384
特設部門	60	29,842	43,975	10,881	-9,300	2,251	1,643	-46,033	94,782	-126,559	1,542
粗付加価値	109,592	1,937,874	6,260,226								
国内生産額	295,106	4,915,984	9,482,190								

公的資本形成の変化から第3次産業の生産額変化をみることでわかる経済のサービス化の進展度を日本と比較すると、米国の方がより進展していることといえる（米国 -59.7, 日本 -46.1）。

注

- 1) 概略を説明すると、まずマクロ消費関数 $C = \alpha + \beta Y_d$ (Y_d は可処分所得) を推定して限界消費性向 β を求める。各部門の産出額あたりの雇用者所得を $w_i = W_i/X_i$ (W_i は第 i 産業の雇用者所得) とすると、生産増 ΔX によって誘発される消費需要の増分の合計は $\sum_i \beta w_i \Delta X_i$ であり、これが消費需要の産業別構成比 $c_j (C_j/C)$, ただし C_j は第 j 財への消費需要額, C は消費需要総額) にそって各産業に向かうため各部門への波及的需要は, $c_j \sum_i \beta w_i \Delta X_i$ となる。これが需給均衡式に付加されるわけだ。すなわち, $\Delta X = (A - \tilde{M}) \Delta X + \beta c w' \Delta X + \Delta F$ 。ただし, c は c_j からなる列ベクトル, w' は w_i からなる行ベクトル。したがって, $\Delta X = (I - (A - \tilde{M}) - \beta c w')^{-1} \Delta F$ となる。
- 2) 今回紹介する図-3のテキストデータ読み込み用プログラムと図-4の部門統合用プログラムは、藤川（2005）を全面的に参考にした。
- 3) 電子データ『昭和60-平成2-7年接続産業連関表（全国表）』に添付されている。
- 4) <http://www.bea.gov/>
- 5) <http://www.bea.gov/bea/dn2/home/benchmark.htm>
- 6) より詳しい式の展開や理論的な意味については、さしあたり倉林・作間（1980）を参考のこと。
- 7) (4)式の導出については、先に紹介した電子データの1992年ベンチマーク表に添付されている 'Mathematical Derivation of the Total Requirements Tables for Input-Output Analysis' を参考にさせていただきたい。

参考文献

- 倉林義正・作間逸雄（1980），『国民経済計算』，東洋経済新報社。
- 財団法人経済産業調査会（2000），『昭和60-平成2-7年接続産業連関表（全国表）磁気テープ等利用しおり』。
- 総務庁統計局統計基準部編（1991），『諸外国における産業連関表等作成状況調査結果報告書—暫定版—』。
- 総務省統計局統計基準部編（2002），『諸外国の産業連関表作成状況調査結果報告書』。
- 藤川清史（2005），『産業連関分析入門—ExcelとVBAでらくらくIO分析—』，日本評論社。
- 三土修平（1993），『経済学史』，新世社。
- Leontief, W. W. (1951), *The structure of American economy, 1919-1939: an empirical application of equilibrium analysis*, Oxford University Press.