

産業連関表による LCA 分析システムの開発

環境・エネルギー研究領域

* 福元正明、亀山道弘、平岡克英

1. はじめに

産業連関表の部門分類毎に CO₂、NO_x、SO_x、SPM（浮遊粒子状物質）の排出について LCI（ライフサイクルインベントリ）分析を行うためのソフトウェアツールを開発した。本稿では、このソフトウェアツールの概要について、および、その出力の例として船舶関連部門の CO₂ 排出に関する LCI 分析で得られた表やグラフの主に鋼船部門について報告する。

2. LCI 分析支援ソフトウェアの概要

このツールは、産業連関表と 3EID（独立行政法人国立環境研究所提供の環境負荷原単位データベース）を基準データとして構築したデータベースを基に、パソコン画面上での指示に応じて、統計・分析のリストやグラフを出力するものである。概要図を図 1 に示す。

1) 基準データ

平成 7 年(1995 年)産業連関表を構成する表のうち取引基本表、部門分類コード表、物量表の 3 表。これらの表の説明は割愛する。

上記産業連関表に対応する 3EID のワークシートのうち、部門毎、CO₂、NO_x、SO_x、SPM 毎の直接排出量。

3EID は、石炭系 6 種、石油系 12 種、天然ガス系 3 種、その他燃料 5 種の各部門毎の消費量を、産業連関表「物量表」、「エネルギー生産需給統計」、及び各産業部門の各種統計を勘案しつつ、負荷寄与率、発熱係数や排出係数などを用いて、各部門毎のエネルギー消費量及び CO₂ などの排出量を推計したものである。一連の作成過程で得られた計算結果が表計算ワークシートとして提供されている。

2) データベースの編成

取引基本表、部門分類コード表、物量表をデータベースの表（テーブル）として格納。

取引基本表は行 519 部門 × 列 403 部門で構成さ

れているが、この表を基にして作成した投入係数行列、および、行 399 部門 × 列 399 部門に正行列化した投入係数行列、さらに、この投入係数行列から作成した逆行列表をテーブルとして格納。

3EID から CO₂、NO_x、SO_x、SPM の部門別直接排出量を抽出しテーブルとして格納。

3) メニュー構成と出力リスト

表 1 にメニュー構成を示す。メニューはレベル 1 を選択し、その中からレベル 2 を選択するというやり方で行う。最大で 4 レベルの深さをもつ。各行の最右のレベルを選択すると出力リストが表示される。

4) 言語、利用環境など

使用言語は Microsoft Access 2000 及び Microsoft Visual C# である。

3. 分析方法の概要

投入係数行列の係数値が生産波及の全段階で変わらないという条件下で、ある部門に 1 単位の需要があった場合の各部門毎への生産波及の大きさ（生産額）を、投入係数行列の逆行列表を用いて計算する。逆行列表は、輸入品の生産に関わる生産額は同一産品を国内で生産した場合のそれと同等であるとみなすモデル $(I - A)^{-1}$ を用いる。

生産波及を受ける各部門の生産額にその部門の生産 1 単位当りの排出量を乗算したものを、生産波及によるその部門の排出量とする。生産波及を受ける全部門について排出量を集計したものを、1 単位の需要があった部門における排出原単位（国内生産額 100 万円あたりの直接間接排出量の合計）とする。

ある部門の排出原単位に大きく影響する部門はどこか、また、十分なデータが入手できないときの排出原単位の誤差は幾らになるかなど、について目安を得るために感度計算を行う。本ツールでは、部

部門jの直接排出量の変化率に対する部門iの排出原単位の変化率と、投入係数行列の係数の変化率に対する排出原単位の変化率を求める。

4. 分析の事例

表2に産業全体を32部門に統合したときの国内生産額の大きい部門を10位まで示す。表3に「鋼船」の投入表の一部を示す。

生産波及の分析結果として、表4に「鋼船」の波及効果2.594とその内訳について示す。

表5にCO2直接排出量の多い部門の上位10と、船舶関連部門の直接排出量を示す。「外洋輸送」が全体で6位に入っている。

表6にCO2の単位直接排出量(国内生産額100万円あたりの排出量)と排出原単位を示す。造船4部門は、海運3部門と比べると、単位直接排出量も排出原単位も少ないが、単位直接排出量に対する排出原単位の倍率は大きいことが分かる。

表7に「鋼船」の直接排出量に対する変動率感度の上位10を示す。この変動率感度から関係部門の単位直接排出量を1(100%)減少できれば「鋼船」の排出原単位を幾ら減らせるかが分かる。「鋼船」では自部門よりも関連部門の方がはるかに多くのCO2を排出することが分かる。LCA的にみると「鋼船」におけるCO2排出原単位向上のためには他部門での直接排出量の削減が欠かせない。

5. まとめ

(1)産業連関表と3EIDを用いて、CO2、NOx、SOx、SPMの排出に関するLCI分析ソフトウェアツールを開発した。

(2)このツールで分析すると、「鋼船」自体からの直接排出量は少ないが、関連部門から間接的にはるかに多くの排出が行われていることが分かる。LCA的にみると「鋼船」における排出原単位向上のためには他部門での直接排出量の削減が欠かせない。

参考文献

- 平成7年(1995年)産業連関表 総合解説編
- 産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)、国立環境研究所、2002/3/29
- 本藤祐樹：「産業連関表を用いたインベントリ分析手法への感度分析の導入」、エコマテリアル研究会WS No46、2001/5/18

- 福元正明他：「船舶へのLCAの適用研究 産業連関表に基づく造船の関連産業の影響分析」、平成14年度海上技術安全研究所研究発表会講演集pp.181-184

表2 国内生産額の上位10

順位	部門(大分類)	国内生産額 (100万円)	国内生産額グラフ
1	商業	102,321,555	*****
2	建設	88,149,287	***
3	不動産	64,185,198	*****
4	対事業所サービス	62,691,269	*****
5	対個人サービス	54,173,255	*****
6	電気機械	50,385,454	*****
7	運輸	50,113,776	*****
8	輸送機械	41,855,798	*****
9	食料品	38,856,530	*****
10	金融・保険	36,334,562	*****
10~32	～		
	合計	937,100,631	

表3 「鋼船」部門の投入係数

順位	部門	生産者価格額 (100万円)	投入係数	グラフ
1	船用内燃機関	198,669	0.154	*****
2	熱間圧延鋼材	97,243	0.075	*****
3	卸売	87,900	0.068	*****
4	金融	42,931	0.033	*****
5	鉄鋼シャースリット業	42,512	0.033	*****
6	ポンプ及び圧縮機	25,296	0.020	****
7	物品賃貸業(除貸自動車)	23,397	0.018	****
8	運搬機械	20,497	0.016	***
9	その他の金属製品	19,638	0.015	***
10	回転電気機械	18,592	0.014	***
	内生部門計	899,705	0.696	
	付加価値計	392,362	0.304	
	国内生産額	1,292,067	1.000	

表4 「鋼船」の生産波及効果

順位	部門	投入係数	生産波及効果	生産波及効果グラフ
1	鋼船	0.000	1.000	*****
2	船用内燃機関	0.154	0.192	*****
3	卸売	0.068	0.123	*****
4	熱間圧延鋼材	0.075	0.115	*****
5	金融	0.033	0.086	*****
6	粗鋼(転炉)	0.000	0.050	****
7	鉄鋼シャースリット業	0.033	0.043	****
8	事業用電力	0.013	0.041	****
9	物品賃貸業(除貸自動車)	0.018	0.038	****
10	冷間圧延鋼材	0.011	0.032	***
	(合計)		2.594	

表5 直接CO2排出量

順位	部門	直接CO2排出量 (t-c)	国内比率	グラフ
1	事業用電力	83,957,453	0.278	*****
2	銑鉄	29,964,592	0.099	*****
3	セメント	19,821,390	0.066	*****
4	自家用旅客自動車輸送	12,713,679	0.042	*****
5	道路貨物輸送	11,978,282	0.040	*****
6	外洋輸送	11,157,149	0.037	*****
7	自家発電	10,737,650	0.036	*****
8	自家用貨物自動車輸送	9,198,829	0.030	*****
9	石油製品	7,683,059	0.025	*****
10	航空輸送	6,486,295	0.021	****
	(合計)	301,954,776	1.000	
	鋼船	26,781.36	0.000	
	その他の船舶	2,423.45	0.000	
	船用内燃機関	33,373.72	0.000	
	船舶修理	4,675.79	0.000	
	6外洋輸送	11,157,148.70	0.037	*****
	沿海・内水面輸送	3,014,947.76	0.010	**
	港湾運送	291,589.51	0.001	

表6 単位直接CO2排出量とCO2排出原単位 (t-C/百万円)

順位	399部門	単位直接	排出原単位	CO2排出原単位グラフ
1	セメント	28.28	30.17	***
2	鉄鉄	25.03	27.68	*****
3	自家発電	16.59	17.99	*****
4	粗鋼(転炉)	-0.63	12.98	*****
5	外洋輸送	6.19	10.75	*****
6	アンモニア	8.45	10.28	*****
7	フェロアロイ	7.10	9.60	*****
8	塩	5.78	7.08	*****
9	熱間圧延鋼材	0.28	7.04	*****
10	石炭製品	5.08	6.79	*****
	鋼船	0.02	1.30	**
	その他の船舶	0.03	0.84	*
	船用内燃機関	0.07	1.05	**
	船舶修理	0.02	1.05	**
5	外洋輸送	6.19	10.75	*****
	沿海・内水面輸送	2.30	2.58	****
	港湾運送	0.20	0.34	*

表7 「鋼船」における直接排出量に対する変動率感度(CO2)

順位	部門/	感度e	感度eグラフ
1	鉄鉄	0.48	*****
2	事業用電力	0.16	*****
3	自家発電	0.06	*****
4	石炭製品	0.04	****
5	フェロアロイ	0.04	****
6	鉄製品及び鍛工品(鉄)	0.03	***
7	熱間圧延鋼材	0.03	***
8	道路貨物輸送	0.02	**
9	鋼船	0.02	**
10	自家用旅客自動車輸送	0.01	*

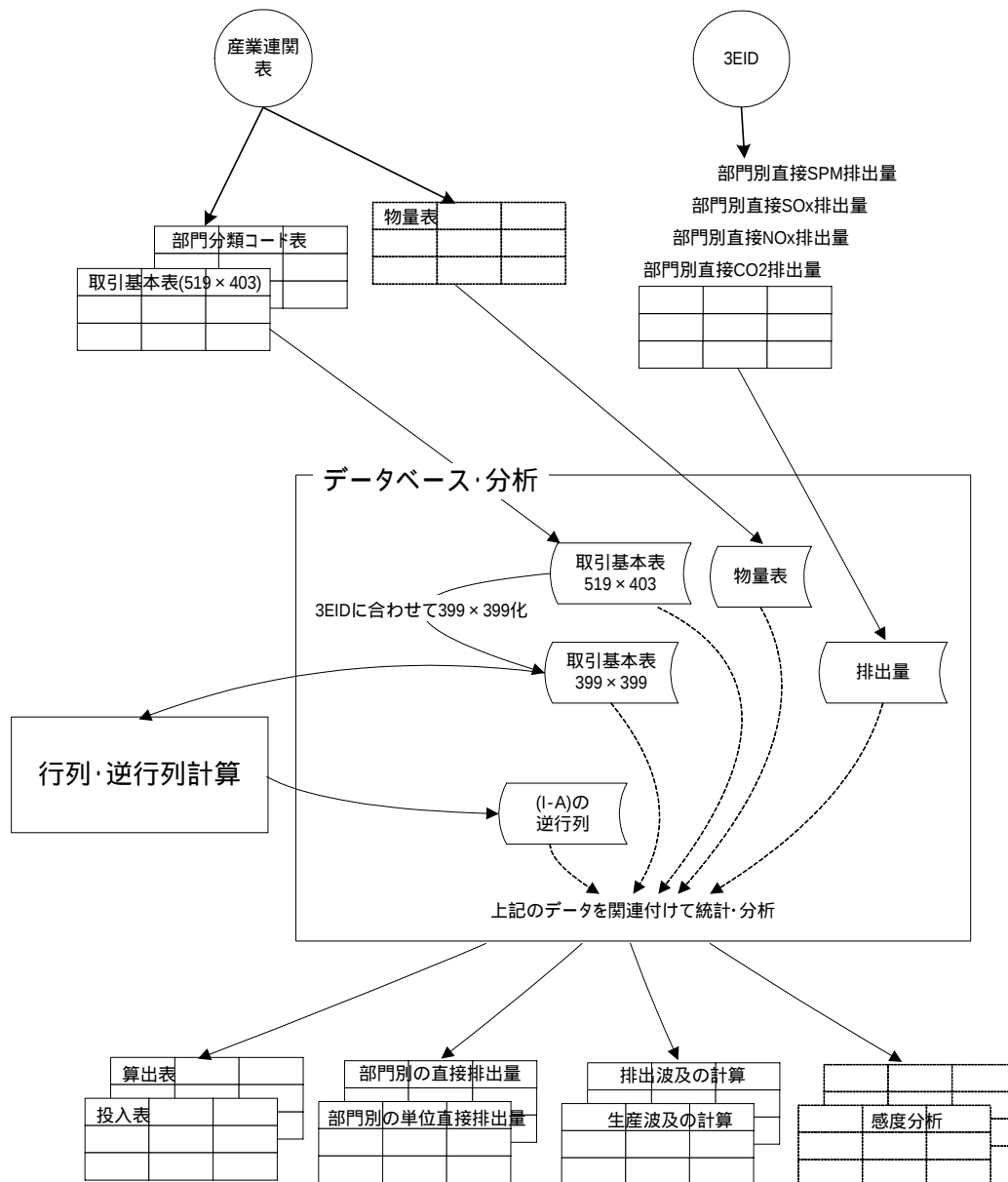


図1 産業連関表によるLCA分析支援ソフトの概要

表1 メニュー構成

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
産業連関表の国内生産額・投入表・算出表・・・	国内生産額	大分類毎に表示	
		基本分類(列)毎に表示	
		3EID分類毎に表示	
	投入表	大分類毎に表示	
		基本分類(列)毎に表示	
		3EID分類毎に表示	
		部門を指定し、その部門の中間投入を表示・・・	指定された産業部門の投入額を大分類毎に表示
			指定された産業部門の投入額を基本分類(列)毎に表示
			指定された産業部門の投入額を3EID分類毎に表示
	算出表	大分類毎に表示	
		基本分類(列)毎に表示	
		3EID分類毎に表示	
	部門を指定し、その部門の中間需要を表示・・・	指定された産業部門の算出額を大分類毎に表示	
		指定された産業部門の算出額を基本分類(行)毎に表示	
		指定された産業部門の算出額を3EID分類毎に表示	
産業部門間の生産波及の推計・・・	部門(i)に1単位の最終需要が発生した場合に、全部門で誘発される生産額を一部門(i)毎に推計		
	部門(i)に1単位の最終需要が発生した場合に、各部門(1～399)毎に誘発される生産額を推計		
	部門(i)に1単位の最終需要が発生した場合に、各部門(1～399)毎の生産誘発の推移をグラフ表示(第1次～6次、∞次) (1-A)モデルで推計		
国立環境研3EIDに産業部門毎の直接排出量・・・	部門毎の1年分の直接排出量(エネルギー、CO2、NOx、SOx、SPM)		
	上記を大分類毎に集計(エネルギー、CO2、NOx、SOx、SPM)		
	部門毎の単位直接排出量(生産100万円あたりの直接排出量)(エネルギー、CO2、NOx、SOx、SPM)		
産業部門毎の排出原単位とその内訳・・・	(1単位(100万円)の需要の発生によって、自部門及び関連部門で連鎖的に誘発される排出量の合計)		
	単位直接排出量と排出原単位の比較		
	単位直接排出量に対する排出原単位の倍率		
	部門に1単位(100万円)の需要が発生した場合に連鎖的に誘発される排出量を、自部門及び関連部門毎に表示)		
感度分析・・・	排出量に対する変動率感度(エネルギー、CO2、NOx、SOx、SPM)		
	投入係数に対する変動率感度(エネルギー、CO2、NOx、SOx、SPM)		
その他(物量表、部門分類)・・・	物量表	物量表の物品一覧	
		物品の販路(数量順)	
		物品の販路(単価順)	
		部門への物品の投入実績(金額、数量)	
	取引基本表	基本分類(列)	
		基本分類(行)	
	3EID	基本分類(列)と3EID分類の対応表	
		対応表の差分	