

ライフサイクルアセスメント法(LCA)による 環境保全型社会設計

若林宏明*, 平澤英則**

1. 緒論

今日、人類的課題として地球規模の環境問題がある。急激な文明の発展あるいは経済の成長にともなう人口増加が今日の「ゴミ問題」, 「大気汚染」等の環境問題につながり、ますます深刻化しつつある。新しい千年紀を迎え、持続可能な循環型社会の建設を進めるに当たり、あらゆる人間活動にかかわる環境負荷を低減させることが重要課題の一つであり、必要不可欠であるとの認識が一般的である。

典型的な地球環境問題である地球温暖化現象を引き起こす代表的な原因物質は化石燃料燃焼過程より排出される炭酸ガス（以下、CO₂と略記）である。したがって、地球温暖化防止の具体的な対応策としては、直接的でありかつ最大の効果が期待できるという理由で、CO₂排出抑制が中心となっている¹⁾。我が国のCO₂排出量を最終需要項目別にみると、家計消費よりの誘発が顕著である²⁾。しかるに、究極的には我々の日常生活が地球環境問題の原因であるにもかかわらず、現象が地球規模で現れる為に、個人の日常生活との関わりが分かりにくいという現実がある。

近年、日本社会は工業化社会から情報化社会へ変貌を遂げつつある。西暦2000年を境に時代はデジタル経済社会となった。世界的にインターネット技術の進歩に伴う社会変容がますます顕著であり、新しい文化と社会への胎動が続いている。しかし、インターネットは媒体であるに過ぎず、個人レベルにあっては自己に与えられた経験とその過程で確立した価値観の枠内で人生を考えざるをえない。したがって、今は自分の人生・生活はもとより、生存そのものを自分自身で問い直し、個性溢れるライフデザインが求められる時代であるといえる³⁾。しかし、自由な経済社会においてはライフスタイルの選択

* 流通情報学部流通情報学科教授

** (株)イースタン（長野県茅野市）

も各自の自由であるとしても、その結果が地球規模の環境変容に影響するので、家庭ならびに個人レベルでのライフデザインないしライフスタイルの選択が、地球規模の環境保全にとって今後ますます重要な意味を持つようになるであろう。

このような社会経済的背景にあって、我々の日常生活の形態を示す「家計消費構造」と環境負荷影響の関係を明確にし、地球環境問題と日常生活との関わりを定量的に評価できる手法が確立できれば、環境問題緩和に役立ち有意義であると考え本研究を行った。

2. 研究概要

2.1 研究手法

本研究は、差し当たりの未来社会の経済構造が現状の延長の上にあることを前提として、日本人の生活の特徴を家計消費データ構造により整理し、家計消費に由来するCO₂排出量を算出し、家計消費形態と環境負荷量の関係を分析しデータベース化する。その結果を現状の社会システム（社会的制度・形態）の指標として日本の各地域を比較することにより、今後どのような社会システムを選択することが、地域的に、また国レベルにおいてより環境負荷軽減につながるかを分析・評価する。

本研究では世紀にまたがる環境負荷影響を定量的に評価するにあたり、「家計消費データ⁴⁾」を基に、日本人の日常生活の特徴よりCO₂排出量を定量的に評価し、主たる排出要因を評価分析する。採用した評価手法は、産業連関法LCA (Life Cycle Assessment) である(付録参照)。研究の手順としては、まず、品目別のCO₂排出量データ「環境分析用産業連関表⁵⁾」を使用し、各分類項目に対応するCO₂排出量を算出する。次に、CO₂排出量の主要因と地域的生活態様の特徴を比較するため、既存の社会システムと新しい社会システムについて、単位価格ベースCO₂排出量を基準に比較分析する。最後に、これらのデータよりCO₂排出抑制に有効と考えられる社会システムを分析し、より環境影響の少ない社会システムを模索し、結論をうる。

2.2 産業連関法 LCA

2.2.1 概要

代替技術や新技術の導入によってCO₂削減をするには、CO₂の排出抑制効果を知るため、新規技術と既存技術との比較を設備とそのOM (Operation and Maintenance) 活動から誘発するCO₂排出量の比較が必要となる。このプロセスは直裁的ではない。たとえば、設備としての削減効果が認められる技術であっても、素材よりの発生が大きければ、当然のことながら、環境保全効果としては結果的にマイナスになる可能性がある。この様な場合、個々の新技術を採用する際の総合的な効果の評価にあっては産業連関法LCAが包括的情報を与えるといわれる⁶⁾。さらに、産業連関法LCAの分析結果は生産工程で

の技術改善情報として期待される一方、炭素税施行時の負担状況を示す情報となる。すなわち、炭素税の課税方法策定にあたっては、各財から直接・間接に排出されるCO₂の総量に直接課税する課税計画の策定が基本である。例えば、第1段階（鉱業・鉱石輸入）の燃料供給者にのみ課税する方式をとるとすると、税負担と炭素排出量とは直接的には無関係となり、CO₂の排出総量を反映せず不透明となる。その点、CO₂の排出総量に対し炭素税を課税する政策では、当然CO₂誘発排出量の大きい部門で税負担増となるので、生産者によるCO₂の排出削減に向けての技術改良努力が期待できる。又、CO₂排出削減技術開発に向けた補助金として炭素税を目的税化するにあたり、妥当な対象部門を具体的に同定できる⁷⁾。

本研究では、日本人の生活の特徴を示す家計消費データと「環境分析用産業連関表⁸⁾」より算出された「生産1単位当たり誘発CO₂排出表」を利用して、ライフスタイル依存CO₂排出量を日本の各地域ごとに評価・分析する。

2.2.2 生産1単位当たり誘発CO₂排出量表作成手順

生産1単位当たり誘発されるCO₂排出量は、各種財1単位生産に要した直接・間接に燃焼された燃料から誘発するCO₂を合計し算出される⁷⁾。

産業連関表基本表には物量表が付帯されているので、各種燃料消費に関するデータが物量ベースで得られる。物量表にない各種ガス等は別途資料から推計するが、CO₂の場合、排出係数は各種燃料の炭素含有量より算出される²⁾。

産業連関表の項目にある、各々の財の最終需要として、j財(j=1, …, 406)が1単位生産される場合、直接・間接に誘発される生産量x_jは式(1)で示される⁷⁾。

$$x_j = (I - (I - M)A)^{-1}f_j \dots\dots\dots (1)$$

A：406部門の中間投入係数行列

M：内需に輸入が比例すると仮定した輸入係数行列（対角行列）

I：単位行列

x_j：j財1単位を生産するため直接・間接に誘発された生産量ベクトル

$$f_j = [0, 0, \dots, 1(j\text{番目}), 0, 0, 0]^T$$

：j財1単位生産された場合の最終需要ベクトル

次に、CO₂排出量を生産量1単位当たりで求め、排出係数とする。これを各財別のベクトルe_c(CO₂換算kg/100万円)で表す。この時、観察期間内では生産量に比例してCO₂が排出されると仮定すると、j財を1単位生産する時のCO₂の排出量は式(2)で示される。

$$C_j^p = e_c \cdot x_j \quad (j=1, \dots, 406) \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 e_c は生産量1単位当たりの排出係数(CO₂換算 kg/100万円)ベクトル、 C_j^p はj財1単位を生産する際に排出されるCO₂の排出量(CO₂換算 kg)である。

次に、j財がエネルギー財である場合は、燃焼したものとみなしてCO₂排出量を算出する。これを最終消費による排出量(CO₂換算 kg) C_j^e として計上する。これと、生産過程で誘発されるCO₂排出量 C_j^p を加算してj財が誘発するCO₂の排出量 C_j は式(3)で算出できる。

$$\begin{aligned} C_j &= C_j^p + C_j^e \\ &= e_c \cdot (I - (I - M) A)^{-1} f_j + C_j^e \quad (j=1, \dots, 406) \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

以上の各評価により、各財について1単位の生産により誘発されるCO₂排出量が求められる。これより「生産1単位当たり誘発CO₂排出量表(製品・サービスを1単位生産及び消費する過程で誘発されるCO₂排出量)」が作成される。

3. 日本人の生活とCO₂排出量

3.1 家計支出金額にもとづくCO₂排出量評価

3.1.1 評価手順

20世紀末を対象に、家計消費によるCO₂排出量を評価するため、1991年における日本人の生活指標の一つである「家計消費データ⁴⁾」と産業構造を示す「環境分析用産業連関表⁵⁾」を利用し、各項目に対応する1世帯当たりの年間支出金額より、全国レベルのCO₂排出量を算出する(付録参照)。家計消費全体の概要を見やすくする為、501項目の家計消費データによる評価結果を46項目と10項目に縮約した後、本研究の目的に適した分析に利用する。

本研究におけるCO₂排出量算出手順は以下の通りである。

- ①全国(一世帯当たり)、年間の「家計消費データ(501項目分類)」を読み込む。
- ②「コード対応データファイル」により、501項目に対応する項目を「環境分析用産業連関表(400項目)」の中から探す。
- ③環境分析用産業連関表の対応する係数と、家計消費金額より、全国(年・世帯当たり)の501項目のCO₂排出量を算出し、データをファイル出力する。
- ④501項目に分類された消費金額及びCO₂排出量データを46ないし10項目に縮約し、データをファイル出力する。

3.1.2 評価結果

本研究では、社会システムの基本構造分析を目的としているので、CO₂排出量を評価するにあたり、品目の属性を考慮し、原単位を重複使用が可能である項目を一括した。46項目に縮約した評価結果を表1に示す。表1より、各品目に対する世帯当たり年間支出、ならびにCO₂排出量が概観できる。

尚、表1には計算に用いたCO₂排出量原単位（負荷量／金額：R/P）も併せ示した。各部門の中で、CO₂排出量原単位が大きい部門は、節約がわずかであってもそのCO₂排出抑制効果が顕著であることより、代替案（代替品）選択時の対象になりうると考えられる。

さらに、類似の属性と負荷量であることを条件に家計支出項目を10項目に縮約し、グラフ化したものが図1である。これより、消費削減に余裕のある分野とわずかな消費削減でCO₂排出抑制効果が期待できる分野が把握できる。

単価当たりCO₂排出量を比較することにより省エネルギー効果とその意義を知ることができる。例えば、自動車等関連部門でCO₂排出量は比較的大きな値である。ここで、1リットルあたり10km走る車の燃費と、JRの1ヶ月当たりの定期券を使用する場

表1 世帯当たり年間の支出金額とCO₂排出量（46項目分類）
[金額：円／(年・世帯)]，[負荷量＝CO₂換算10⁻²kg／(年・世帯)]

品目	金額(P)	負荷量(R)	R/P	品目	金額(P)	負荷量(R)	R/P
穀類	114,135	16,918	0.15	和服	19,608	9,674	0.49
魚介類	122,997	44,770	0.36	紳士洋服	41,531	14,161	0.34
他の魚介加工品	16,993	4,922	0.29	婦人洋服	66,184	22,567	0.34
肉類	98,508	16,010	0.16	子供洋服	15,335	5,229	0.34
乳卵類	47,846	11,072	0.23	シャツ・セーター類	56,141	16,232	0.29
野菜海藻	135,520	27,824	0.21	下着類	23,237	6,055	0.26
果物	56,070	6,775	0.12	生地糸類	9,386	8,178	0.87
油脂・調味料	40,916	14,076	0.34	他の被服	20,830	3,939	0.19
菜子類	87,991	16,421	0.19	履物類	27,418	5,301	0.19
調理食	85,013	13,601	0.16	被服関連サービス	22,589	3,540	0.16
飲料	39,886	10,496	0.26	保健医療	10,937	21,502	0.20
酒類	51,563	7,891	0.15	交通	85,815	25,109	0.29
外食	175,905	33,030	0.19	自動車等関連	20,331	387,133	1.90
住居	201,078	32,816	0.16	通信	78,807	7,606	0.10
光熱・水道	215,778	403,046	1.87	授業料等	17,054	30,012	0.18
家事用耐久財	24,525	11,003	0.45	娯楽用耐久財	39,139	8,010	0.20
冷暖房用器具	20,283	6,216	0.31	教養娯楽用品	88,551	19,298	0.22
一般家具	18,715	4,308	0.23	書籍印刷物	50,743	17,834	0.35
室内装飾品	20,480	4,978	0.24	教養娯楽・サービス	211,931	29,556	0.14
寝具類	15,094	39,338	0.22	諸雑費	236,185	55,291	0.23
火事雑貨	33,893	149,621	0.43	こづかい	342,028	162,600	0.48
家事用消耗品	27,422	139,131	0.49	交際費	247,523	117,672	0.48
家事サービス	11,881	1,919	0.16	仕送り金	91,865	43,673	0.48

合とを比較すると、距離当たりの経費は大差ない場合でも、CO₂排出量はガソリン車の方が約2倍大きい。事実、1999年、一部の都市では既にマイカー通勤の途中で公共交通機関に乗り換えるモーダルシフト環境が整備されつつある。また、デジタル情報通信技術の進歩とともに、多角的な情報技術の活用が可能になり、新しい勤務形態であるSOHO(Small Office and Home Office)が進展し省エネルギーに貢献している。さらに、住居部門の単価当たりのCO₂排出量[0.16(CO₂換算10⁻²kg/円)]と、光熱部門での単価当たりCO₂排出量[1.87(CO₂換算10⁻²kg/円)]の比較により、たとえ追加経費を掛けても、あらかじめ省エネ住宅を建設し、家計費のなかで光熱費を圧縮するほうが全体的なCO₂排出量削減に寄与すると言える。今日、経済的にやや割高であるにもかかわらず、省エネルギー住宅の建設が増加しているのはこのためであると言える。

図1よりわかるように、交通・通信関連部門では比較的余裕があるので支出削減努力によりCO₂排出抑制効果が期待できる。一方、光熱・水道部門での大幅な支出削減は難しいが、たとえわずかな削減であっても、顕著なCO₂排出抑制効果が期待できる。即ち、これらの部門の支出削減に影響を与えるような代替社会システムの選択がCO₂排出抑制につながると言える。

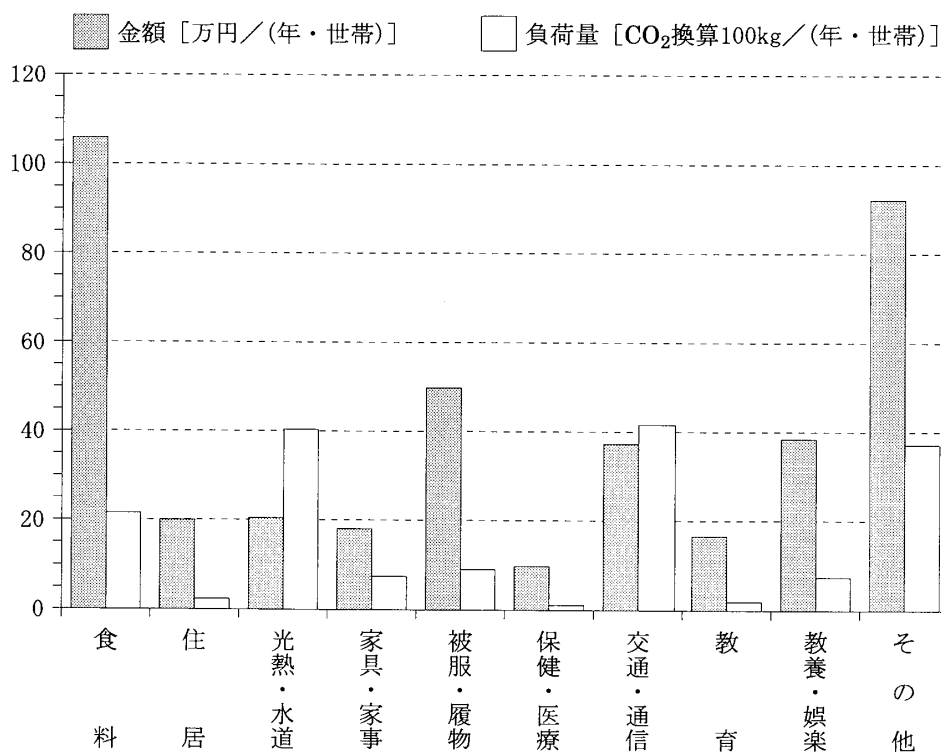


図1 世帯当たり年間の支出金額とCO₂排出量 (10項目分類)

3.2 家計消費による地域別 CO₂ 排出量

3.2.1 地域別一世帯当たりの CO₂ 排出量評価

地域によりライフスタイルには差があるので家計消費形態もその影響を受ける。そこで、地域別の家計消費支出データを概観して地域のライフスタイルの特徴を捉え、消費項目ごとに誘発される CO₂ 排出量を比較することにより、環境負荷の少ない社会システム選択に寄与できる項目を分析・整理する。

3.2.1.1 評価手順

全国を、「北海道・東北・関東・北陸・東海・近畿・中国・四国・九州・沖縄」の10地域に分け、各地域を対象として、91項目分類された「家計消費データ⁸⁾」をもとに、「環境分析用産業連関表(501項目分類)⁹⁾」を使用し、91項目分類の各項目に対する CO₂ 排出量を算出し、さらに、49および10項目に縮約した。

3.2.1.2 評価結果

地域別の一世帯当たりの月間家計消費支出データ(図2)を基に、各項目に対する CO₂ 排出量を算出した(表2)。表2は、10地域の91項目に対応する1世帯当たりの CO₂ 排出量を、49項目に縮約したものである。さらに、それを10項目に縮約しグラフ化したものを図3に示す。

図3より分かるように、北陸、東海地域の一世帯当たりの CO₂ 排出量は高レベルであ

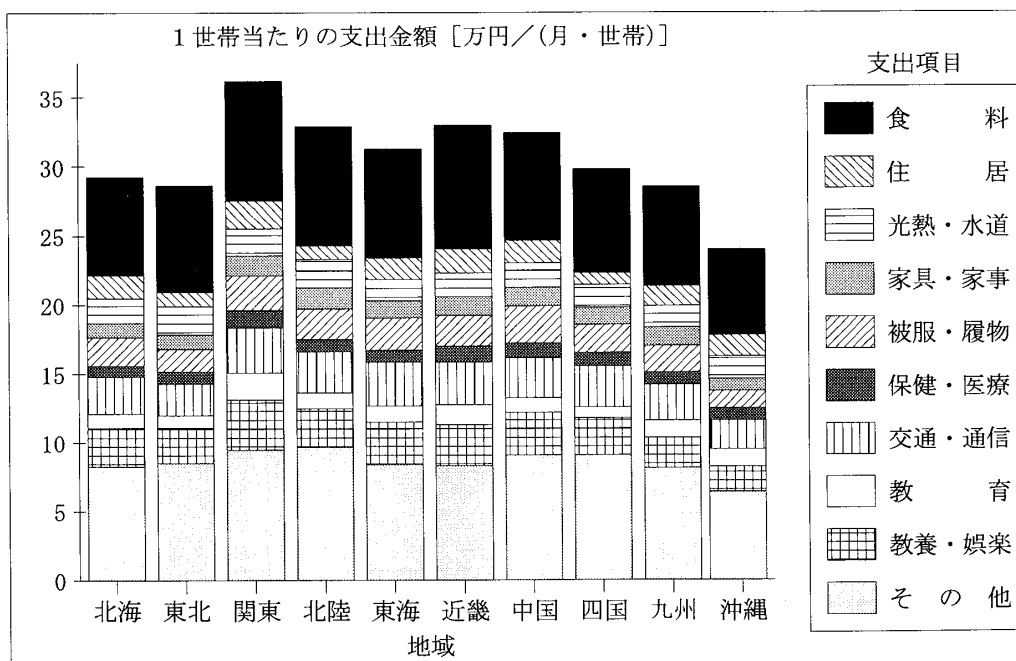


図2 地域別一世帯当たりの月間支出金額 [万円/(月・世帯)]

表2 地域別一世帯当たりのCO₂排出量 (49項目分類) [CO₂換算10⁻²kg/(月・世帯)]

項目/地域	北海	東北	関東	北陸	東海	近畿	中国	四国	九州	沖縄
穀類	1318	1249	1404	1575	1428	1468	1271	1253	1249	1012
魚介類	3349	4280	3969	4413	3404	4228	3839	3673	3421	2165
肉類	917	924	1266	1124	1166	1667	1351	1294	1340	1089
乳卵類	770	878	928	868	858	924	880	825	815	844
野菜・海草	1807	2295	2448	2364	1967	2326	1849	1765	1820	1575
果物	433	460	506	463	404	469	421	408	380	288
油脂・調味料	895	974	1030	1075	976	1056	971	930	982	840
菓子類	943	967	1107	1080	1049	1066	976	893	905	658
調理食品	778	865	1139	1186	1200	1112	979	859	817	966
飲料	883	766	876	812	791	794	736	756	702	893
酒類	1119	1177	1204	1261	1115	1461	1307	1035	966	602
外食	1892	1811	2954	2214	2433	2456	2247	2043	2040	1865
家賃地代	501	221	495	126	328	445	373	211	324	509
設備修繕・維持	1747	2455	3330	2927	2456	2394	2746	1889	2380	1000
電気代	12112	14081	15089	17085	13992	15694	15633	16802	13378	15792
ガス代	3990	5285	6384	5819	5746	6253	5268	4074	5515	4299
他の光熱費	34752	20866	6606	18787	7205	4949	8746	7928	7540	4370
水道料	1241	1236	1411	1363	1140	1164	1161	1180	1273	1489
家庭用耐久材	1304	1395	1941	2033	1833	2171	2271	1632	1609	1057
室内装飾品	203	335	293	369	301	263	303	274	246	147
寝具類	157	171	287	244	236	228	327	250	249	101
家事雑貨	926	835	1222	922	970	1062	1036	927	955	728
家事用消耗品	1034	1011	1195	1060	1022	1115	1037	1006	1002	1177
家事サービス	114	239	142	200	170	150	191	164	165	109
和服	1002	409	783	794	857	851	381	460	710	495
洋服	2711	2448	3883	2911	2995	3491	5126	2952	2940	1934
シャツ・セーター類	1189	1117	1709	1259	1471	1505	1439	1527	1202	776
下着類	399	391	511	442	459	500	441	477	425	291
生地・糸類	633	644	741	4108	1137	846	660	1286	666	306
他の被服	313	252	343	266	290	284	271	282	254	155
履物類	323	265	374	314	312	326	302	281	282	210
被服関連サービス	203	158	272	208	212	249	200	180	164	92
医薬品	480	461	574	434	487	498	558	465	508	432
保健医療用品	669	723	1044	761	915	966	1036	781	82	1531
保健医療サービス	633	705	884	728	657	847	648	684	647	566
交通	1522	1109	2152	1215	1226	1875	1539	1040	1426	1375
自動車関連費	68873	63878	77259	89602	91563	66589	79015	78888	69385	58138
通信	516	459	535	441	410	491	471	512	464	381
授業料等	614	539	1073	725	741	829	594	504	722	721
教科書・参考書	190	144	180	136	182	138	126	130	155	113
補習教育	866	390	1489	492	908	1406	896	749	823	1187
娯楽用耐久財	497	576	726	480	542	615	759	784	598	434
教養娯楽用品	1873	1574	1925	1774	1732	1727	1738	1756	1451	954
書籍・印刷物	1485	1180	1497	1348	1199	1399	1198	1172	1220	1005
教養娯楽サービス	1859	1592	2904	1851	2175	2184	2183	1544	1580	1306
諸雑費	2641	2940	3893	3817	3102	3648	3608	3494	2870	1875
こづかい	13929	11524	15583	12427	14357	12071	12496	10200	12117	10509
交際費	5729	5755	6391	6591	5215	5439	6119	6106	5499	4376
仕送り金	3932	6277	2486	6256	4097	2983	4530	6788	3837	1889

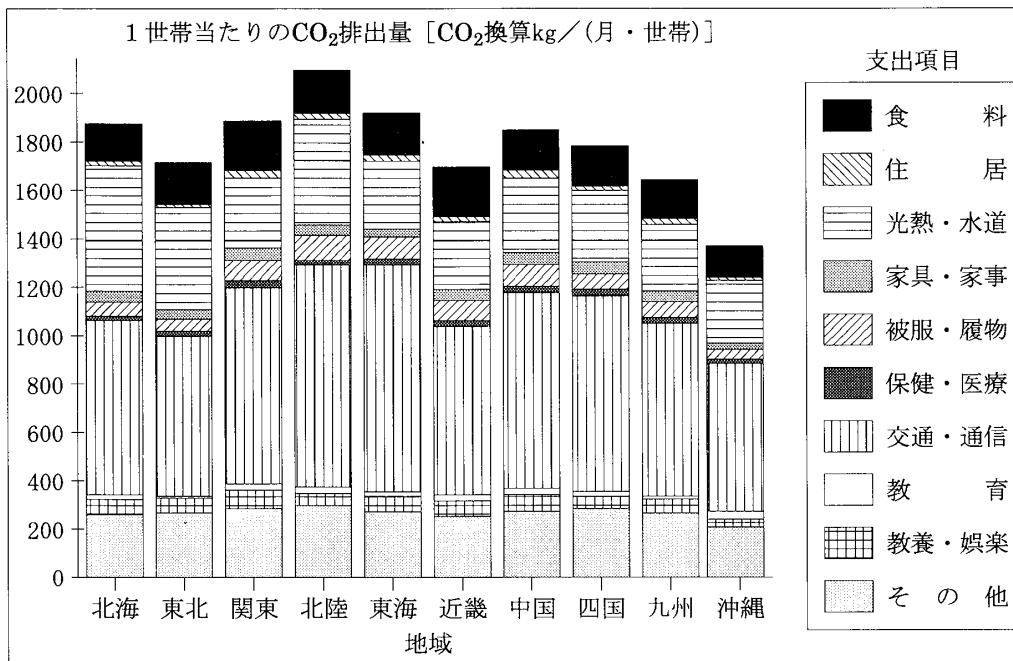


図3 地域別一世帯当たりの月間CO₂排出量(10項目分類) [CO₂換算kg/(月・世帯)]

るが内訳では自動車関連部門からのCO₂排出量の寄与が大きい。これらの地域では、他の公共交通関連部門からのCO₂排出量は比較的低いレベルであるので、鉄道等の公共交通機関の充実を計るとともに、モーダルシフトを計り、自動車関連部門からのCO₂排出抑制政策をとることが考えられる。しかし、人口密度が低く、訪れる人も少ない地域の路線を拡充すると、却ってCO₂排出量増大を招く結果になる。したがって、代替案の評価・選択にあたっては、その地域毎の詳細な特徴をさらに綿密に分析し、最適化する必要がある。

3.2.2 地域別一人当たりCO₂排出量評価

日用品部門のように、世帯当たりの家族数に比例して増える支出項目と電気部門のように世帯単位で比較的一定の固定費を支払っている支出項目があることを考慮する必要があるので、次に、一人当たりの環境負荷排出量を算出する。

3.2.2.1 一人当たりCO₂排出量評価方式

一人当たりCO₂排出量評価方式の基本的考え方は、全国の地域別CO₂排出量評価の場合と同じである。まず、地域別の各地域に対応する91項目分類の家計消費データと、世帯当たりの家族数データ(図4)より、地域別一人当たりの月間消費金額を算出し、「環境分析用産業連関表(501項目分類)⁵⁾」を使用して91項目分類の各項目に対するCO₂排出量を算出し、さらに、基本的な特徴を抽出するために、91項目分類を49ならびに10

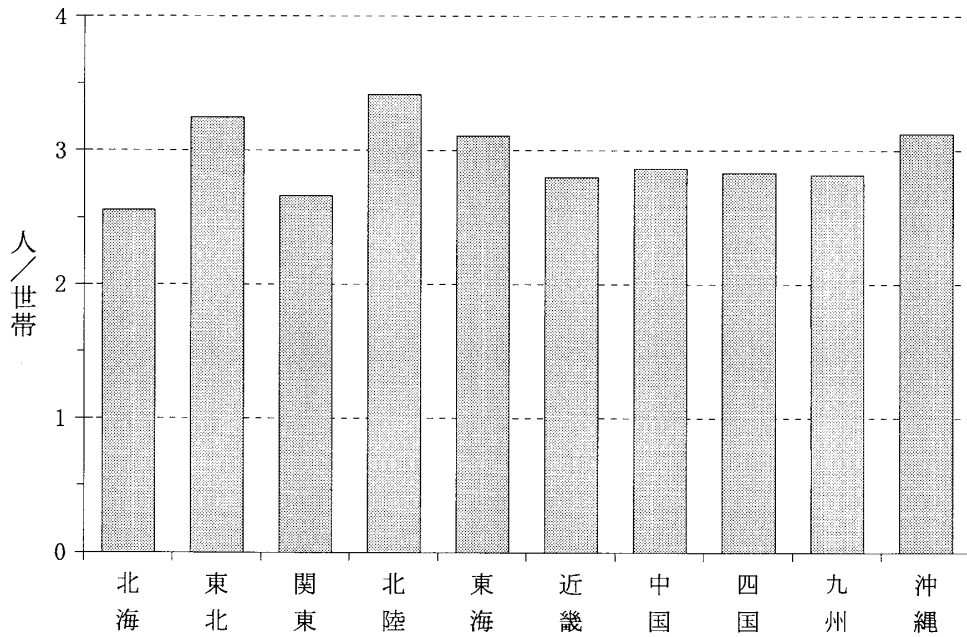


図4 地域別の世帯当たり家族数

項目に縮約する。

3.2.2.2 評価結果

地域別の一人当たりの月間家計消費支出金額（図5）をもとに、各々の項目に対するCO₂排出量を算出した。表3は、10地域の91項目に対応する1人当たりのCO₂排出量

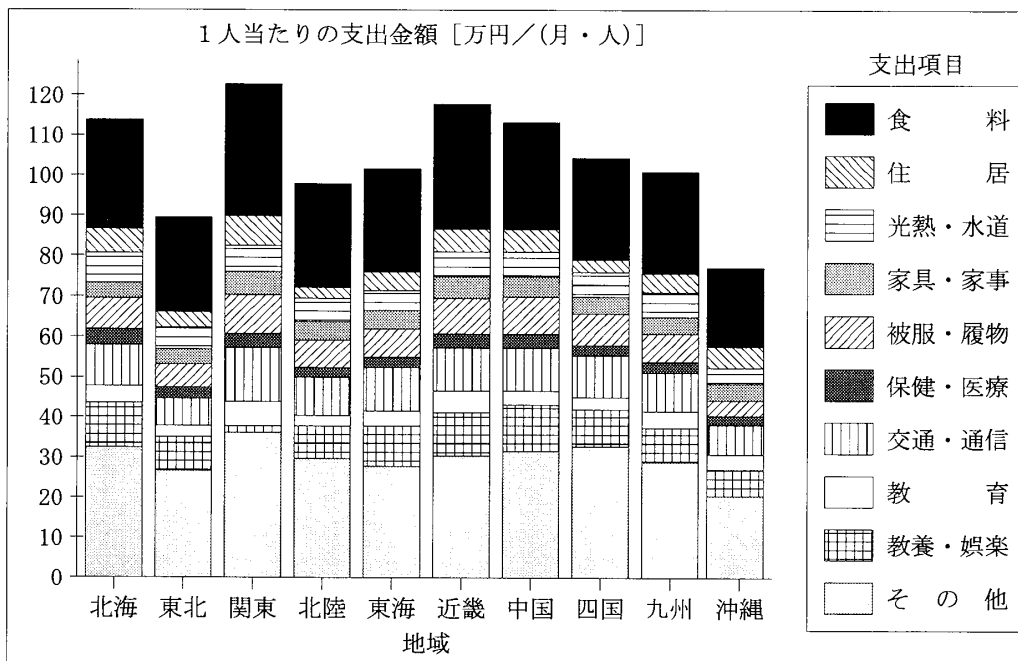


図5 地域別一人当たりの月間消費支出金額 [万円/(月・人)]

表3 地域別一人当たりの月間CO₂排出量(49項目分類) [CO₂換算10⁻²kg/(月・人)]

項目/地域	北海	東北	関東	北陸	東海	近畿	中国	四国	九州	沖縄
穀類	511	385	520	463	459	521	441	438	438	321
魚介類	1298	1321	1470	1298	1095	1499	1333	1284	1200	687
肉類	355	285	469	331	375	591	469	452	470	346
乳卵類	298	271	344	255	276	331	306	288	286	268
野菜・海草	700	708	907	695	632	825	642	617	639	500
果物	168	142	187	136	130	166	146	143	133	91
油脂・調味料	347	301	381	316	314	374	337	325	345	267
菓子類	366	298	410	318	337	378	339	312	318	209
調理食品	302	267	422	349	386	394	340	300	287	307
飲料	342	236	324	239	254	282	256	264	246	283
酒類	434	363	446	371	359	518	454	362	339	191
外食	733	559	1094	651	782	871	780	714	716	592
家賃地代	194	68	183	37	105	158	130	74	114	162
設備修繕・維持	677	758	1233	861	790	849	953	660	835	317
電気代	4695	4346	5589	5025	4499	5565	5428	5875	4694	5013
ガス代	1547	1631	2364	1711	1848	2217	1829	1424	1935	1365
他の光熱費	13470	6440	2447	5526	2317	1755	3037	2772	2646	1387
水道料	481	381	523	401	367	413	403	413	447	473
家庭用耐久材	505	431	719	598	589	770	789	571	565	336
室内装飾品	79	103	109	109	97	93	105	96	86	47
寝具類	61	53	106	72	76	81	114	87	87	32
家事雑貨	359	258	453	271	312	377	360	324	335	231
家事用消耗品	401	312	443	312	329	395	360	352	352	374
家事サービス	44	74	53	59	55	53	66	57	58	35
和服	388	126	290	234	276	302	132	161	249	157
洋服	1051	756	1438	856	964	1238	1780	1032	1032	614
シャツ・セーター類	461	345	633	370	473	534	500	534	422	246
下着類	155	121	189	130	148	177	153	167	149	92
生地・糸類	245	199	274	1208	366	300	229	450	234	97
他の被服	121	78	127	78	93	101	94	99	89	49
履物類	125	82	139	92	100	116	105	98	99	67
被服関連サービス	79	49	101	61	68	88	69	63	58	29
医薬品	186	142	213	128	157	177	194	163	178	137
保健医療用品	259	223	387	224	294	343	360	273	288	169
保健医療サービス	245	218	327	214	211	300	225	239	227	180
交通	590	342	797	357	394	665	534	364	500	437
自動車関連費	26695	19715	28614	26354	29441	23613	27436	27583	24346	18457
通信	200	142	198	130	132	174	164	179	163	121
授業料等	238	166	397	213	238	294	206	176	253	229
教科書・参考書	74	44	67	40	59	49	44	45	54	36
補習教育	336	120	551	145	292	499	311	262	289	377
娯楽用耐久財	193	178	269	141	174	218	264	274	210	138
教養娯楽用品	726	486	713	522	557	612	603	614	509	303
書籍・印刷物	576	364	554	396	386	496	416	410	428	319
教養娯楽サービス	721	491	1076	544	699	774	758	540	554	415
諸雑費	1024	907	1442	1123	997	1294	1253	1222	1007	595
こづかい	5399	3557	5771	3655	4616	4280	4339	3566	4252	3336
交際費	2221	1776	2367	1939	1677	1929	2125	2135	1929	1389
仕送り金	1524	1937	921	1840	1317	1058	1573	2373	1346	600

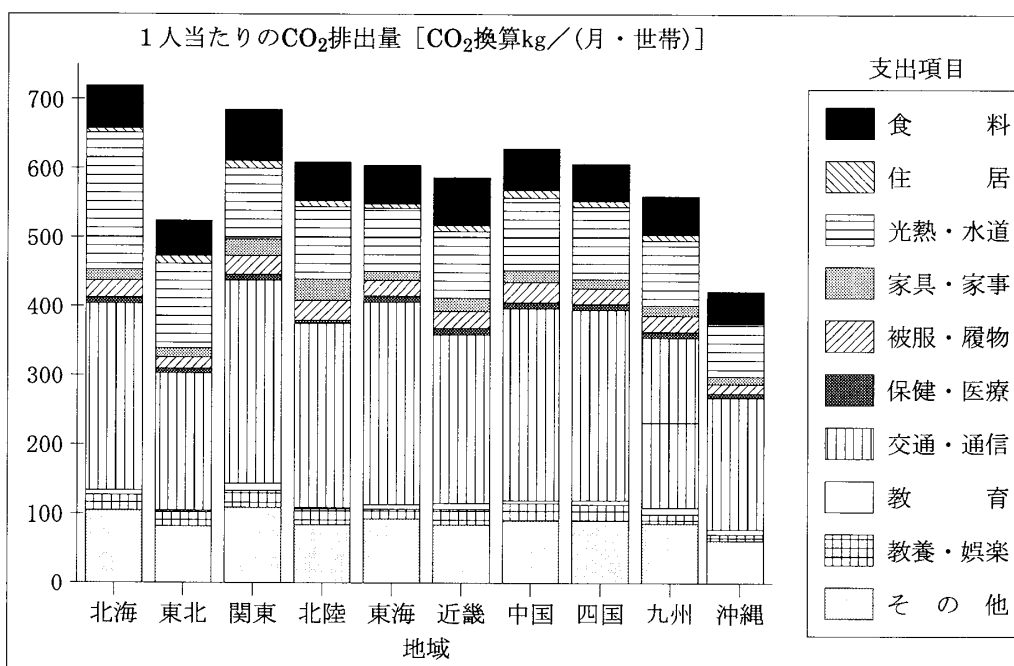


図6 地域別一人当たりの月間CO₂排出量 [CO₂換算kg/(月・世帯)]

を、49項目に縮約したものである。さらに、それを10項目に縮約したものを図6に示す。

図6より全般的にいえることは、保健・医療関連部門のように、地域を問わずほぼ同量のCO₂を排出している部門がある一方、光熱・水道部門や、交通・通信部門のように、地域差のある部門がある。即ち、光熱・水道部門や、交通・通信部門では、気候条件のみならずライフスタイルの相違が、CO₂排出量に影響を与えることが指摘できる。

図3の地域別一世帯当たりのデータを見ると、北陸では世帯当たりの支出金額当たりのCO₂排出量が大きい。これは、単価当たりのCO₂排出量が比較的大きい電力利用の割合を反映していると考えられる。しかし、図6では、世帯当たりの家族数が多いため、一人当たりのCO₂排出量は平均的なレベルにとどまっている。同様に、地域別一世帯当たりの北海道のデータでは光熱費の割合が大きいが、これは気候の影響であると考えられる。図6では、北海道では世帯当たり家族数が少ないため、一人当たりCO₂排出量も比較的大きくなっている。このように、気候変化の著しい地域では光熱部門のCO₂排出量の抑制が今後の課題の一つであるが、それらの地域では一部光熱部門消費から住居部門消費への転換が効果的であると考えられる。

北陸、東北、沖縄、東海のように世帯当たりの家族数が多い地域では、1人当たりCO₂排出量は低いレベルにとどまっている。核家族化と高齢者の独り暮らしの増加傾向より、小家族世帯が増える中、集合住宅スタイルの選択がCO₂排出抑制にとって効果的である可能性がある。一方、少子高齢化社会への推移とともに、家族の意味が変化し、友人家族、同郷家族など多様な家族形態が発生すると考えられる。そのとき、それらを吸収する社会システムの家屋形態として居住型集合住宅スタイルを設計できれば、多様な家族

形態の広範囲な社会的受容を促進することができるであろう。しかし、基本的に新しい社会制度・風習等へむけた変革が必然となるので、新社会の設計と社会システム工学的分析が必要である。

近畿では交通・通信関係、光熱・水道関係など単価当たりのCO₂排出量大きい項目での消費が低いので、全体としての消費が高レベルであるにもかかわらず、CO₂排出量は低いレベルにとどまっている。

関東では交通・通信関係、光熱・水道関係消費が共に比較的低レベルであるにもかかわらず、全体的な消費レベルが高いため、CO₂排出量が大きくなっている。

また、同じ寒冷地であっても、北陸では電力使用量が大きく、北海道では少ない。これは北陸では暖房器具用電気の使用が多いのに対し、北海道では主に石油・石炭を直接使用する為である。このようにして家計消費形態により、地域的特色が生れることがわかる。

4. 考察

家計消費からのCO₂排出は、主として光熱と交通関連部門から誘発されている。又、「光熱・水道部門」と「交通・通信部門」でのCO₂排出量は、ライフスタイルの違いに大きく影響され、これらの部門でのライフスタイル変更による消費削減政策が大幅なCO₂排出抑制につながる可能性がある。したがって、「光熱・水道部門」と「交通・通信部門」での消費削減につながるような「社会システム」の選択により、CO₂排出量抑制効果が期待できる。

家計消費より排出されるCO₂の中、交通関連（通勤）により約10%が誘発されている。これは、自動車等、交通関連部門に於ける単価当たりのCO₂排出量大きいことが原因である。一方、単価当たりのCO₂排出量が小さい部門として通信関連部門がある。即ち、「通勤」を「通信」で代替し、勤労者の時間的及び、精神的ゆとりが得られる社会システムが構築できるならば、環境負荷軽減に有効である。一例として在宅勤務方式が挙げられる。この「在宅勤務方式」は、環境負荷削減効果が期待でき、今後、推進すべき勤務形態であるといえる。デジタル経済化の発展の中でSOHOの発展が期待される。

家計消費関連CO₂排出のうち、発電由来が大きな割合（10%）を占めるので、電力消費量削減型社会システムの選択が、CO₂排出抑制策として効果的である。

生活水準を維持しつつ、余暇活動の充実による「ゆとりある生活」への転換を促すと共に、電力消費量削減効果が期待できる社会システムのひとつとして「サマータイム制度」が挙げられる⁹⁾。

5. 結論

本研究では、地球環境問題を緩和するにあたり、家計消費データにより現在の生活の特徴と環境負荷発生原因を分析し、ライフスタイルを対象として社会システムの選択を試みた。社会経済システムの安定を前提に、日本人の生活の特徴を指標としての家計消費データ構造を利用してCO₂排出量を算出し、家計消費形態と環境負荷量との関係を把握した。これをデータベースとして、「社会システム（社会的制度・形態）」の地域的特性とCO₂排出量との関係を求め、今後、いずれの地域を参考にしつつ「社会システム代替案」を選択すれば、より環境負荷軽減の可能性があるかを分析した。

本研究により得られた結果をまとめると以下の通りである。

- ①北陸、東海では、自動車関連部門からのCO₂排出量が顕著であるので、今後、鉄道等の公共交通機関を充実させるべきである。
- ②全国的に、今後のCO₂排出量抑制型住環境として集合住宅スタイルが効果的である。
- ③気象条件により光熱費の割合が大きい北海道では、一世帯当たりの家族数が少ないので一人当たりCO₂排出量は比較的大きい。光熱部門から住居部門での省エネルギー化と集合住宅スタイルの選択が効果的であると考えられる。
- ④世帯当たり家族数が多い北陸、東北、沖縄、東海地域では、1人当たりCO₂排出量は低いレベルにとどまっている。したがって、一般的にCO₂排出抑制型社会システムにとって、集合住宅スタイルが有効である。（しかし、集合住宅スタイルへの転換を促進するには、受容性のある制度・風習等の社会的改革が併せ必要となる。）
- ⑤近畿では単価当たりのCO₂排出量が大きい項目での支出金額が低いため、全体としての支出の割にCO₂排出量が低い。これより、一般的に全国的に光熱費ならびに自動車の利用節約につき、近畿を参考とすべきである。
- ⑥関東では全体の消費レベルが高く、CO₂排出量の原因である。今後、全国的に地方分権をすすめ、地域分散を促進すべきである。

付録：LCA(ライフサイクルアセスメント)の概要

ライフサイクルアセスメント（LCA）は環境負荷影響を定量的に評価するための有力な手法の一つである。LCAは、製品、あるいはサービスに関する資源・エネルギーの消費と、環境に及ぼす各種の負荷を製品のライフサイクルである「原料採取－生産－流通－使用－リサイクル・最終廃棄等」の全生涯を終えた時点で、その全過程に由来した項目を総合的に評価し、資源・エネルギーの消費削減、環境影響抑制法を検討する手法であり、1980代より主として欧米で発達してきたが、我が国でも科学技術庁において「エコ

「マテリアル研究プロジェクト」が取り上げられる一方、「日本 LCA 研究会」が設立される等、社会的に多大の関心を集めた^{A1)}。また、最近では国際標準化機構の環境管理システム規格である ISO14000s においても、定量的な環境影響評価手法として LCA が採用されようとしている。しかし、通常的环境 LCA の手法では、環境負荷項目を、大気、水、土壌の汚染物質や固形廃棄物に限定しており、製品の機能としての効用や文化的価値等の分析は含まれてないという意味で完全ではない。それは、各環境負荷項目に客観的加重係数を付与してえられるような総合評価が困難なためである。

製品や技術に関する環境影響評価の手法としての代表的な LCA は、一般的に「積み上げ法 LCA」を用いている。我が国で利用されている LCA では、基本的な手法としての積み上げ法 LCA とともに本研究でも採用した「産業連関法 LCA」方式がある。以下にこれら 2 つの手法の概要を示す^{A2)}。

(1) 積み上げ法 LCA

図 A 1 のような製品のライフサイクルのプロセスを考え、各項目ごとのエネルギー量と環境負荷量を合計し、影響評価をする方法である。即ち、「積み上げ法 LCA」とは、ある製品のライフサイクルに着目し、その構成要素である「製造段階で必要な原材料（部品・部材・素材・原料等）」、「使用段階で必要な燃料等の原材料」, 「廃棄段階で必要な燃料等の原材料」を抽出し、考慮する範囲の境界を設定する。次に、各構成要素間の連関を明らかにする。つまり、ある製品のライフサイクルに関わるマテリアルフローを 1 枚のフロー図として完成させ、各フローに付随した各環境負荷項目について調査し、負荷

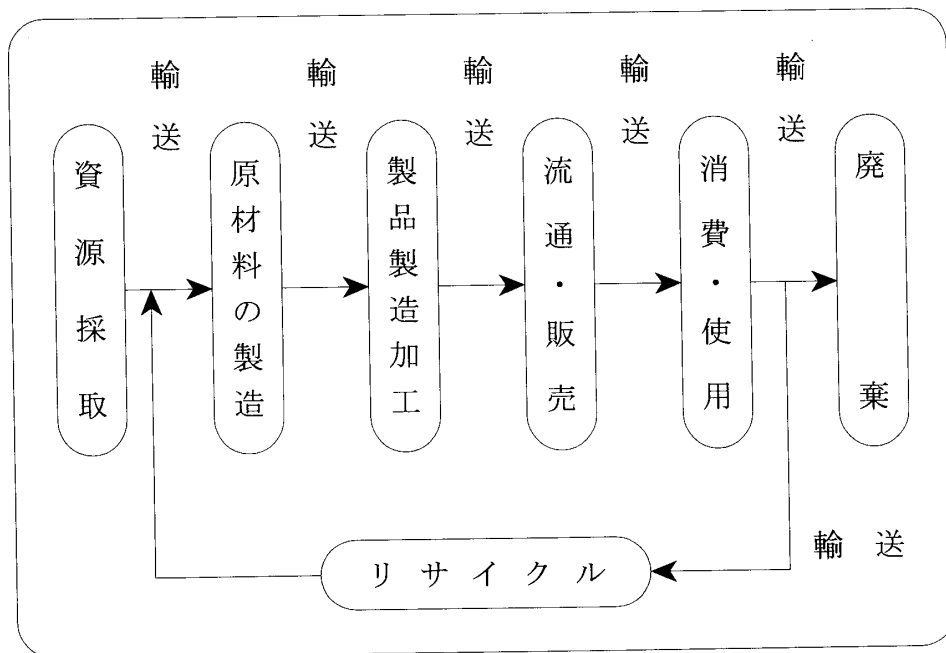


図 A 1 製品ライフサイクルのプロセス

量を評価する。最終的に各環境負荷項目毎に負荷量を合計する手法である。

(2) 産業連関法 LCA

産業連関法 LCA では、基本的な経済体制に大幅な変化が無いと考えられる社会経済システムを前提にして問題を検討する。「製造段階でのマテリアルフロー」が表 A 1 のような産業連関表 LCA により与えられたとき、そのデータを用いて製造段階でのエネルギー消費、CO₂ 排出量を求め、環境負荷の指標とする。しかし、積み上げ法 LCA とは異なり、産業連関法 LCA では使用並びに廃棄の各段階のマテリアルフローは求められない。製造と使用に関わるエネルギー消費、CO₂ 排出量以外の環境負荷因子は積み上げ法で求めざるをえない。産業連関法に於ける構成要素数として日本産業連関表をそのまま用いるとすると、最大約500で各要素間の年間単位の連関が合計値の矩形マトリックスで表現される。ただし、境界については積み上げ法と考え方が異なっている。すなわち、わが国の産業連関表の境界は日本国内経済の境界に設定されているので、日本国内でのフローは行列計算の段階で考慮されるが、輸入品については品種と数量の算出に限られる。また、産業連関法 LCA は産業全体のバランスの評価に立脚しているため、個別製品について積み上げ法のような詳細なライフサイクルプロセスの評価はできない。以上より、産業連関法 LCA は製品の環境影響評価よりも、エネルギー消費を伴う製造プロセスや、社会システムの分析評価の目的に適しているといえる。

産業連関表から、ある製品のライフサイクルに関わる全エネルギーと CO₂ 排出量を求めるには、製品の製造・流通段階にあるエネルギー資源の総投入量を表 A 1 に例示するような産業連関表を利用して求め、各々のエネルギー資源の投入量を熱量ベースに変換して、製品の製造・流通段階でのエネルギー消費とする。これを、燃料ごとに炭素含有量に換算することにより CO₂ 排出量がえられる。本研究でえられた世帯当たり年間の支出金額と CO₂ 排出量評価結果の一部（穀類と魚介類）の計算結果を表 A 2 に示す。総量としては、これらに、別途、消費にかかわるエネルギー・CO₂ 排出量を加算する必要がある。

産業連関法 LCA の特徴として消費エネルギーと対応のつかない項目の環境負荷評価には向かないという欠点をもつことが指摘できる。例えば、水使用量は投入量として表中に出てこないため水汚染の評価はできない。また、たとえば SO_x 等の投入物である S

表 A 1 産業連関表 (541×407部門基本表の一部) [投入単位：100万円/年]

需要部門 供給部門	特殊林 産物	メチルア ルコール	出 版	合成樹 脂製品	事業用 電力	卸 売	道路貨 物輸送	...
塗料	592	500	411	0	21,911	64,417	7,524
化粧品	0	9	77	6,604	1,833	3,852	2,082
カメラ	0	0	40	1,297	1,974	18,843	2,315
...

表A2 世帯当たり年間の支出金額とCO₂排出量(501項目のうち、穀類と魚介類の例示)
 [金額：円/(年・世帯)]，[負荷量=CO₂換算10⁻²kg/(年・世帯)]

(1) 穀類

項目	金額円/(年世帯)	負荷量10 ⁻² kg/(年・世帯)
穀類 (合計)	114,135	16,906
うるち米	60,691	7,603
他の米	1,139	142
食パン	7,110	963
他のパン	20,480	2,774
ゆでうどん・そば	4,164	996
干しうどん・そば	4,776	1,143
即席めん	6,181	1,479
中華めん	4,282	1,024
他のめん類	635	152
小麦粉	669	99
モチ	3,051	382
その他	957	160

(2) 魚介類

項目	金額円/(年世帯)	負荷量10 ⁻² kg/(年・世帯)
魚介類 (合計)	122,997	44,770
まぐろ	8,736	3,546
あじ	2,987	1,212
いわし	1,425	578
かつお	2,285	927
かれい	3,097	1,257
さけ	2,798	1,136
さば	532	216
さんま	1,941	788
たい	2,518	1,022
たら	403	164
ひらめ	516	209
ぶり	4,524	1,836
いか	6,037	2,450
たこ	2,053	833
えび	8,128	3,299
かに	3,025	1,228
他の鮮魚	11,745	4,767
さしみ盛合わせ	9,756	3,960
分類不能の群魚	1,646	668
あさり	1,717	697
しじみ	797	324
かき	1,560	633
ほたて貝	1,651	670
他の貝	1,070	434
塩さけ	6,567	1,838
たらこ	3,890	1,089
しらす干し	1,092	306
干しあじ	2,092	586
干しいわし	839	235
煮干し	1,105	309
するめ	522	146
他の塩干魚介	12,433	3,480
さつま揚げ	3,473	1,010
ちくわ	2,818	820
かまぼこ	4,742	1,380
魚肉ソーセージ	605	176
他の魚肉練製品	1,872	545

(硫黄)の含有量は既知ではあるが、CO₂とは異なり、脱硫処理が普通であることを考慮すると産業連関法での排出量算出項目に該当し難い。すなわち、それらの環境負荷にあつては基本的には積み上げ法 LCA に依らざるをえない。

参考文献

- 1) 日本エネルギー経済研究所, 「主要国における CO₂ 排出の部門別要因変化」, pp.15-16, 1993.
- 2) 吉岡完治, 「環境分析のための産業連関表の作成」, 慶應義塾大学産業研究所, pp.1-2, 1992.
- 3) ライフデザイン研究会, 「ライフデザインの時代」, 誠文堂新光社, pp.5-7, 1989.
- 4) 総務庁統計局, 「家計調査年報」, 財団法人日本統計協会, pp.108-117, pp.204-287, 1992.
- 5) 吉岡完治, 「環境分析用産業連関表の応用」, 慶應義塾大学産業研究所, pp.43-47.
- 6) 吉岡完治, 「省エネ住宅の環境負荷に対するシミュレーション分析」, 慶應義塾大学, p.1, 1993.
- 7) 既出 5), pp.42-43.
- 8) 既出 4), pp.204-287.
- 9) 平澤英則, 「環境負荷の少ない社会システムの選択に関する研究」, 金沢工業大学大学院経営工学専攻修士課程学位論文, 1994.
- A1) エコマテリアル研究会, 「日本における LCA 研究の現状と将来の課題」, 未踏科学技術協会, p.4, 1994.
- A2) 既出 A1), pp.31, 39-42.