

国際的相互依存と環境資源勘定：地域・国・地球のエコバランス

Consideration on the Ecological Interdependence and Balance Among Nations, Regions and Economic Sectors in the Globalized World Economy

井村秀文*、森口祐一**

Hidefumi IMURA, Yuichi MORIGUCHI

Abstract; Use of environmental resources in our economic systems takes two forms; one is their "direct" input as raw material and the other is their "indirect" consumption. This consideration is especially important for the use of energy as it is indispensable for all kinds of our economic activities while it generates CO₂ and other pollutants that cause the impacts upon the environment. Energy consumption per unit gross national product in developing countries is much greater than that in industrialized countries such as Japan. Import and export of goods and services among nations can be regarded as an indirect flow of energy that is embodied in the traded goods and services. If such flow is taken into account, already existing disparity in the balance of environmental resource consumption between North and South might be further expanded. Similar arguments hold on the relationship among various regions or sectors in a country. This paper presents a general review of such consideration of environmental resource accounting or "ecological balance" among nations, regions and various economic sectors, and discusses our common but differentiated responsibilities required for the protection of global environment.

Key Words; Environmental resource accounting, ecological interdependence, embodied energy, energy analysis, input-output analysis

1. はじめに

地球環境は人類あるいは全生物共有の資産（global commons）である。その保全は、文字通り人類共通の責任である。しかし、個人間、地域間、国家間の責任分担の議論は非常に難しい。その最も端的な表れが、多くの資源を消費し豊かな生活を営む先進国と、多くの人口を抱えながら一人当たりの資源消費はまだ小さい発展途上国との間の立場の相違である。このため、国連地球環境サミットのリオ宣言（1992年6月）や気候変動枠組み条約においては、「各国は共通ではあるが異なる責任を有する」との表現が用いられている。

現在の世界経済は貿易を通じて密接不可分の関係に結ばれている。ある国のある地域における経済活動や消費行動は、資源の移動と消費を通じて世界のさまざまな地域と関連し、地球のどこかに負荷を及ぼしている。地球環境に及ぼすインパクトや保全対策の責務は、こうした国際的相互依存の視点から評価する必要がある。これと全く同様の問題は、国内の地域間においても見ることが出来る。たとえば、ある県・市には工場や発電所が立地し、多くのCO₂が排出されているが、それによって生産された財や電力の多くは他の県・市に移出されている。逆に、他地域で生産された財をもっぱら消費することにすれば、見かけ上のCO₂排出量は小さくてすむ。地球温暖化防止のために、多くの県や市が対策のための地域計画づくりに着手している¹⁾。その際、地域内でのCO₂排出量を調査することは是非必要であるが、その大小を他地域と比較することはあまり意味がないとも言える。

*九州大学工学部環境システム工学研究センター、Institute of Environmental Systems, Faculty of Eng., Kyushu University

**国立環境研究所地域環境研究グループ National Institute of Environmental Studies

上の議論をつきつめれば、家計や個人の消費行動にまで議論を発展させざるを得ない。財・サービスの生産のためには、製造や流通の過程で多くのエネルギーが消費されている。財・サービスの消費は、間接的なエネルギー消費に他ならないことをあらためて認識する必要がある。そして、我々が日常消費する財・サービスのかなりの部分が外国からの輸入であることを考えれば、我々の消費行動は地球環境と深く結びついている。

本報文においては、こうした資源消費と環境インパクトに関する地域間あるいは国際的な相互依存について考察し、その体系的分析方法について論じる。また、議論のための具体的な材料として、国や地域の産業連関表、国際貿易表や国際産業連関表を用いた解析事例を紹介する。

こうした分析は、最近関心が持たれ始めた環境資源勘定というフレームの一部を構成するものであり、さまざまな対象レベルでの環境負荷の収支勘定（「エコバランス」）を表現するものである。

2. 分析の枠組み

2. 1 環境インパクトの責任についての考え方：最終需要からのアプローチ

物質やエネルギーを消費する人間活動の総体は一つの経済システムとして捉えることができる。この場合、人間と環境との相互作用は、経済システムに対する外部からの資源投入と、経済システムの内部からその外への廃棄物の排出の2つの断面で生じる。経済システムの外部が「環境」であり、経済システムへの資源投入量あるいはそこからの廃棄物排出量が、環境に対するインパクトの指標となる。

経済システムの内部では、さまざまな産業の間における財・サービスの流れとそれに付随した金銭のやり取りが行われている。エネルギーの例として石油に着目すると、中近東等から輸入された原油は石油精製産業に回され、そこで重油、軽油、ガソリン、灯油等の石油製品となり、それはエネルギー源として電力、鉄鋼、紙パルプと言ったさまざまな産業に投入される。あるいは、直接に家計で消費される部分もある。各産業の生産物は再び他のさまざまな産業に原料として投入される（中間投入）。これが何度か繰り返された後、各産業の最終需要が形成される。最終需要の内容は、家計や政府における最終消費（各種の消費財等）、固定資本形成（機械設備や施設等）などである。この一連の流れに着目すると、エネルギーの形で最初投入された石油が、様々な財・サービスに姿を変えていくこととなり、あらゆる財・サービスにはその生産に要したエネルギーが内包されていると考えることが出来る。これが、「内包エネルギー（"embodied energy"）」の考え方である。

日本の建設業について見ると、それが直接消費するエネルギー量は産業部門全体の3.3%、国全体の1.6%に過ぎない（最終消費ベース、1991年）^四。しかし、日本で生産される鉄の40%近く、セメントの90%あまりが建設業に投入されており、それらの生産のために多量のエネルギーが投入されている。紙・パルプなどもエネルギー消費の多い産業であるが、その生産の多くは消費者の需要に応えるためである。また、発電所で生産される電気のかなりの部分は家庭用である。このように考えると、エネルギーを消費し、CO₂の発生等によって地球環境に負荷を発生させている責任の所在について異なる議論が成り立つ。最も単純で伝統的な議論は、直接にエネルギーを消費し、CO₂等を発生している産業に責任を求める考え方である。もう一つは、最終的に財・サービスを消費し、その効用を享受している者の責任から発想する考え方である。前者の考え方に立った場合には、エネルギーを大量に使用する工場や発電所などに大きな責任を求めることになり、後者においては、最終的に財・サービスを消費する消費者により多くの比重がかかると言えよう。

従来の大気、水の汚染物質排出等の公害問題については、汚染者と被害者の関係が比較的わかりやすく、汚染排出源の責任がもっぱら問題にされた（PPPの原則）が、CO₂による地球温暖化問題については議論の様相がかなり異ならざるを得ない。その理由の第一は、経済システムの中におけるエネルギーという生産要素の特別な役割である。つまり、あらゆるモノの生産にはエネルギーが必要とされ、それは我々の消費ニーズ、生活向上のためである。また、我々の生活自体が、暖冷房・照明・厨房、自動車利用などのあらゆる面で、エネルギーなしでは成立しなくなっている。そして、エネルギー源として大きな割合を占めるのがCO₂発生源である化石燃料である。また、第二には、CO₂による地球温暖化問題は、文字通りグローバルな問題であり、

特定の企業が出した汚染物質が特定の地域の住民に被害を及ぼすと言った因果関係が明確化しにくいことである。

以上のように考察すると、最終的に多くの財・サービス、しかも、製造、流通、廃棄まで含めたトータルで見て誘発するエネルギー消費量の大きい（従って、CO₂排出等で見ても環境負荷の大きい）財・サービスを消費している国、地域、部門（産業、家計、あるいは個人）ほど責任が大きいと言える。その責任は、先進国対発展途上国という図式でも見られるし、国、地域、産業部門、個人といったさまざまなレベルでも見ることができる。そして、その各々が共通ではあるが異なる責任を持つと言える。

2. 2 産業連関分析

上の議論を定量化する一つの方法が産業連関表を用いた分析である。特に、内包エネルギーの算定については、エネルギー・アナリシスと呼ばれる解析が各種なされてきている。この方法によれば、外部から経済システムに投入されたエネルギーは、産業部門間の取引金額に応じてさまざまな産業に波及する。そして、最終需要当たり（例えば百万円当たり）によって誘発されたエネルギー、つまり内包エネルギーが求められる。また、消費、固定資本形成、輸出等の最終需要の区分に応じた内訳が得られる^[3]。

産業 j に流出入するエネルギーの収支式を立てると、

$$E_j + \sum_{i=1}^n \varepsilon_i X_{ij} = \varepsilon_j X_j \quad (1)$$

である。これを行列形式で表せば、

$$E + \varepsilon X = \varepsilon \hat{X} \quad (2)$$

ただし、E j は経済システムの外部から投入されるエネルギー、X={Xij} は産業連関表の中間投入行列である。また、

$$\hat{X}_{ij} = X_i \delta_{ij}$$

は需要合計を成分とする対角行列、

$$\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)$$

$$E = (E_1, E_2, \dots, E_n)$$

である。

式(2)を解けば、

$$\varepsilon = E(\hat{X} - X)^{-1} \quad (3)$$

から内包エネルギーが得られる。

ここで内包エネルギーが大きいと言うことは、その産業の生産によって誘発されるエネルギー消

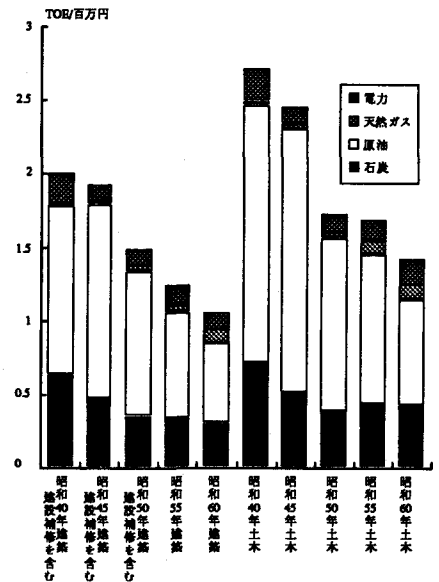


図1 社会資本整備によって誘発されるエネルギー原単位の推移

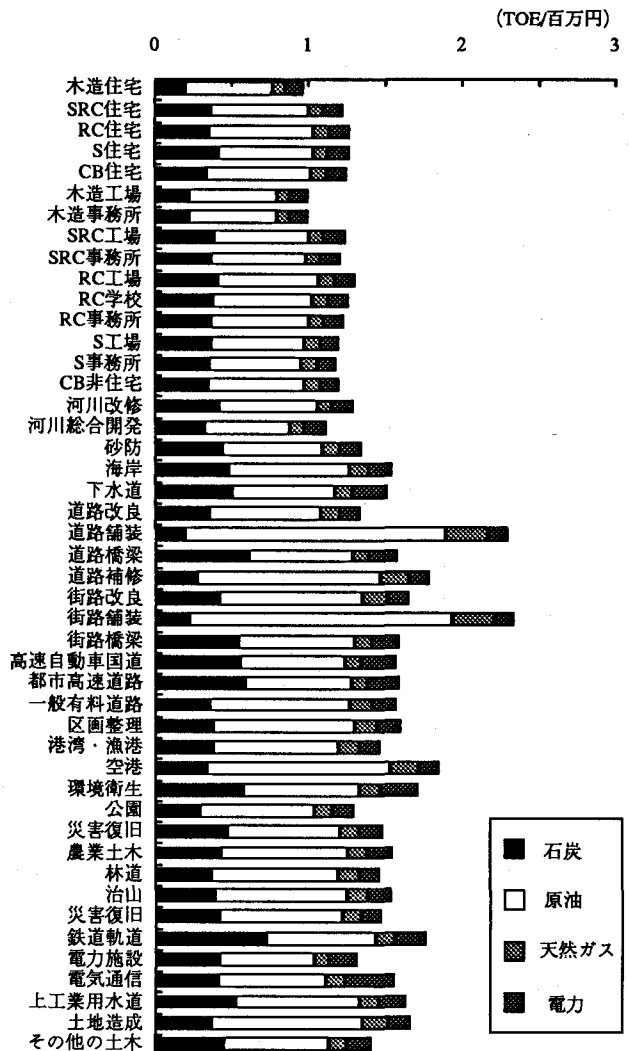


図2 社会資本別誘発エネルギー原単位

費量がそれだけ大きく、環境への負荷も大きいということである。また、エネルギー価格が上昇した場合、その産業の生産する製品の価格は内包エネルギー量に比例して上昇することになる（ただし、産業構造を一定とした分析）。これは、エネルギー税や炭素税を賦課した場合に受ける影響（たとえば財の価格上昇）を分析するのに利用できる。あるいは、内包エネルギーそのものを、エネルギーを尺度として測った財の価値（シャドウプライス(shadow price)、あるいは帰属価格(imputed price)）と見ることもできる。以上、エネルギーに着目して議論を展開したが、エネルギーの代りに、各産業で排出されるCO₂量を用いれば、各産業の単位最終需要当たりのCO₂排出量を求めることが出来る^[4]。

2. 3 最終需要から見た日本のエネルギー消費構造：建設部門の例

図1は、土木・建築部門について百万円当たり（1985年物価で調整）の誘発エネルギー消費量の経年変化を求めた結果である。また、図2は、建設部門ごとの内訳を細かく見たものである（1985年）^[5]。ただし、ここでの電力は、非化石燃料（水力及び原子力）のみを計上している。

建設部門は、他のさまざまな産業で製造された資材を組み立てるという色彩の濃い産業である。また、そこには設計やデザイン等のサービスの要素も多く含まれている。したがって、エネルギー消費やCO₂排出の面から見た建設部門の特徴は、自らの直接的寄与よりは、財・サービスの消費を通じての他産業への誘発が大きいことである。また、その最終需要の大部分は、政府や民間の固定資本形成（各種の建築構造物や施設のストック）であるが、これらの資本も見方を変えればその建築に要したエネルギーが姿を変えたものである。

2. 4 消費生活と環境負荷

現在、わが国では408部門の産業連関表（基本表）が作成されている。これを用いれば、各産業の生産する財・サービスの品目ごとにより細かくCO₂排出量等の計算が行え、我々の消費するさまざまな財・サービスが地球環境上どのような意味を持つかが分析できる。基本表に基づく分析結果としては、近藤ら^[6]、吉岡ら^[7]の報告があり、最終需要の中の家計消費によって誘発されるCO₂量が分析されている。これらの報告によれば、国民一人当たりの消費によって誘発されるCO₂排出量は年間1,070kgCにもなる（1985年）。その費目別内訳で見ると、光熱水費やガソリン（交通費）の分は当然として、食料品、衣服等の消費財の購入、教育医療等のさまざまなサービスによってもCO₂排出が誘発されている。

家計の消費と環境負荷の関係については盛岡の「環境家計簿」^[8]の考えがあるが、これと上記のような計算結果を組み合わせ、世帯の属性（収入、人数、世帯主年齢）によるCO₂排出構造の分析を行なうことも出来る^[10]。こうした分析により、我々の消費行動による環境負荷のランクづけや定量化も可能となる。

3. 国際貿易と環境インパクト収支

世界各国のGDP100万ドル当たりの一次エネルギー消費量（1989年）^[11]を比較すると、日本の153TOEに対して米国は399TOEと、同じ先進国でも2.6倍の差がある。また、中国の値は、1,884TOEと日本の実に12倍である。全体的に見て、発展途上国や旧社会主義国の単位GDP当たりエネルギー消費量（エネルギー原単位）は西側先進国よりかなり大きいのが実情である。もちろん、GDP一つをとっても、異なる社会経済体制の国同士の実体を反映するような比較は難しいのであるが、財や通貨についての国際市場を前提とする限り、こうした格差が厳然として存在する。したがって、ある国の財を輸入することは、間接的にその国のエネルギー消費を増大させ、地球環境に負荷を及ぼしていることになる。中国のような原単位の大な国からの輸入は、金額的には比較的小さくともエネルギー的には重大な意味を持つ可能性がある。

一般的に見て、先進国と発展途上国との間の貿易は、産業構造や資源賦存条件の面での両者の大きな違いのため、環境負荷の収支において何らかの不均衡を発生させている可能性がある。日本の場合には、特にアジア諸国との関係において、その実態に関心が持たれる。産業連関表の代りに各国間の貿易表を用いれば、上と同

表1 国際貿易を通じてのCO₂収支勘定

From	To	貿易を通じての間接的投入量 e X (百万TC)												e × 国内消費 (百万TC)
		西欧	カナダ	アメリカ	日本	オセアニア	アフリカ	ラテン アメリカ	中東	発展途上 アジア	社会主義 アジア	東欧	ソ連	合計
西欧		158.7	2.6	17.8	4.4	1.9	6.8	3.0	6.6	8.4	1.5	3.0	3.1	217.7
カナダ		3.1	0.0	24.1	2.1	0.2	0.3	0.5	0.2	1.2	0.6	0.0	0.3	32.6
アメリカ		22.9	19.4	0.0	10.4	2.2	1.5	9.8	2.5	12.5	1.4	0.2	0.8	83.7
日本		6.9	0.8	11.1	0.0	1.0	0.5	0.6	1.0	8.3	1.2	0.1	0.4	31.8
オセアニア		2.1	0.2	1.4	3.2	0.9	0.1	0.1	0.4	2.7	0.4	0.1	0.2	12.1
アフリカ		16.2	0.2	4.3	0.9	0.1	1.9	0.4	1.0	1.1	0.2	0.8	0.7	27.6
ラテンアメリカ		7.9	0.6	11.3	2.0	0.1	0.5	3.4	0.7	1.3	0.5	0.5	0.4	29.2
中東		5.3	0.1	2.1	4.4	0.2	0.9	1.0	3.1	3.8	0.1	0.4	0.3	21.7
発展途上アジア		21.9	2.3	35.0	18.9	2.7	2.1	0.8	3.9	26.3	8.2	0.4	1.0	123.5
社会主義アジア		7.9	0.7	5.3	11.9	0.6	2.5	0.6	4.4	30.0	0.8	3.6	5.3	73.6
東欧		20.2	0.3	1.6	0.6	0.1	2.5	0.8	3.7	1.1	1.9	25.1	42.9	100.9
ソ連		8.1	0.0	0.2	0.7	0.0	0.6	0.0	0.7	1.2	2.8	20.3	0.0	34.7
合計		281.3	27.2	114.3	59.5	10.1	20.1	21.0	28.3	97.8	19.8	54.5	55.4	789.1

様にして、貿易に伴う間接的エネルギーあるいは環境インパクトのフローを計算することができ。

貿易表Xとして
国連貿易統計
(1988年)^[11]に基

百万TC	e × 国内消費 A	e × 輸出 B	e × 輸入 C	純投入 A-B+C	輸出入収支 C-B	B/A %	C/A %	(B-C)/A %
西欧	931	218	281	994	63	23.4	30.2	-6.8
カナダ	123	32	27	118	-5	26.4	22.1	4.3
アメリカ	1,439	84	114	1,470	30	5.8	7.9	-2.1
日本	305	32	59	332	28	10.4	19.5	-9.0
オセアニア	72	12	10	70	-2	16.6	13.9	2.7
アフリカ	154	28	20	147	-8	17.9	13.0	4.9
ラテンアメリカ	237	29	21	229	-8	12.3	8.8	3.5
中東	169	22	28	175	7	12.8	16.7	-3.9
発展途上アジア	336	123	98	311	-25	36.5	29.0	7.5
社会主義アジア	528	74	20	474	-54	13.9	3.7	10.2
東欧	359	101	54	313	-46	28.0	15.2	12.9
ソ連	994	35	55	1,014	21	3.5	5.6	-2.1
合計	5,646	788	788	5,646	0	14.0	14.0	0.0

づいて世界を12

地域に分類し、地域間のCO₂排出量収支を計算した結果を表1に示す。日本への流入に着目すると、発展途上アジア地域（中国と北朝鮮を除くアジアのほぼ全域）からが最も大きく、次いで米国、社会主義アジア地域（中国及び北朝鮮）からである。流出では、対米、対発展途上アジア地域が大きく、流出入の全体収支では、28百万TCの流入超過である。

一方、発展途上アジア諸国に着目すると、流出では米国、西欧、日本へのフローが大きく、逆に、流入では、社会主義アジア及び自地域からのフローが大きい。なお、アフリカ、ラテンアメリカについても、先進地域への流出超過が目につく。

4. 国際産業連関表による分析

前章の分析は、貿易品目を区分せずに一国の製品を一律に扱ったものであるため、世界各地域間における間接的エネルギーフローの大局的関係は把握できるが、貿易品目を細かく見た場合に比べて過大あるいは過小な見積もりになっている可能性がある。

この問題をより精確に分析する方法の一つは、貿易品目ごとに、輸出国の内において誘発されたエネルギー消費やCO₂排出量を算定し、貿易に伴ってその分の負荷が輸入国に移動したと考えるやり方である。この場合、どのような製品が多く取引されるか、また、同じ種類の製品であっても、国による産業構造や技術の違いによって負荷発生がどう異なるかが注目される。これは、個別の貿易品目に着目したアプローチであるが、これをより統一的に実行するもう一つの方法は国際産業連関表の利用である。たとえば、わが国では、アジア経済研究所の作成した二国間及び多国間の連関表^[12]がある。

現在のところ、様々な統計的問題のため、各国ごとに作成されている産業連関表を比べると、国ごとに産業分類が異なるなどの問題がある。国際産業連関表はこれと同じ分類に揃えるという作業を経て作成されたものである。その恩恵として、同じ産業分類によって各国の資源消費構造の比較が可能となる点があげられる。し

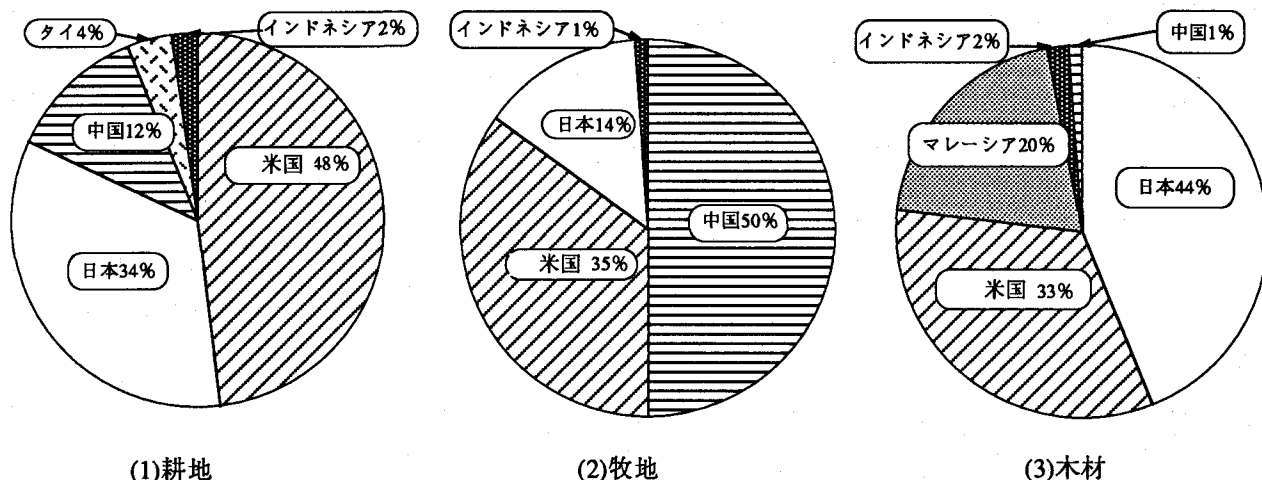


図4 日本の最終需要形成に必要な環境資源の対外依存度（対象7ヶ国内のみの内訳）

かし、各国別々に作成された国内産業連関表を統合する過程で、産業分類が大きめにまとめられてしまうという問題がある。特に、エネルギー関連部門の細分化がなされていないため、エネルギーやCO₂の正確な分析には困難な面がある。

こうした問題点はあるが、土地（耕地、牧地）、森林資源（木材）に着目して、日本の最終需要が誘発する各国の環境資源消費を試算した結果を図4に示す。これは、環太平洋地域の多国間表（アジア経済研究所の多国間表^[12]から日、米、韓国、中国、インドネシア、タイ、マレーシアの7ヶ国を抜粋したもの）を用いて計算したものである。計算実行においては、耕地は農業、牧地は畜産業に投入した。森林資源としては、森林面積を利用する方法もあるが、ここでは、木材の伐採量を林業に投入した。ただし、ここでの計算には、世界のこれ以外の地域を介しての波及経路は考慮されていない。

5. 地域間の環境インパクト収支

現在、わが国の多くの県や政令市でも産業連関表が作成されている。しかし、国内の地域間においては、国間以上に財の移動が激しい。従って、ある地域内部において発生する環境インパクトだけを比較するわけにはいかない。その一番典型的な問題が、電力の取り扱いである。つまり、電力の移出県か移入県かによって地域内部でのCO₂排出量は大きく異なる。また、工業都市と商業・業務系都市とでも大きな差がある。

筆者ら^[13]は、福岡市、北九州市等を対象に、国内の他地域から移入される財に内包されるエネルギー（間接エネルギー）も考慮した上での都市（地域）のエネルギー流入バランスを分析した。その結果、総じて言えば、最終需要の中の消費（政府及び家計）によって誘発される環境インパクト（最終生産百万円当たり）の差は比較的小さい。

	区分		福岡市	北九州市	横浜市	愛知県
投入エネルギー	直接		0.51	1.87	1.22	1.03
	間接		0.78	0.93	1.12	0.91
	合計		1.29	2.80	2.34	1.94
最終需要別内訳	消費	直接	0.19	0.35	0.25	0.28
		間接	0.27	0.22	0.29	0.17
		計	0.46	0.57	0.54	0.45
	資本形成	直接	0.06	0.08	0.07	0.11
		間接	0.19	0.09	0.18	0.11
		計	0.25	0.17	0.25	0.22
	移輸出	直接	0.26	1.45	0.89	0.64
		間接	0.32	0.63	0.65	0.63
		計	0.58	2.08	1.54	1.27
	合計	直接	0.51	1.87	1.22	1.03
		間接	0.78	0.93	1.12	0.91
		計	1.29	2.80	2.34	1.94

（単位：TOE）

表2 最終生産百万円当たりの直接・間接エネルギー消費量の都市（地域）間比較（1985年）

表2は、都市（地域）に投入された直接エネルギー（化石燃料等）と間接エネルギーとが、産業連関を通じて最終的に消費、資本形成、移輸出にどのように配分されるかを比較したものである^[14]。北九州市のような工業都市では、直接エネルギーの投入が大きく、CO₂排出量も全国平均よりかなり大きくなる。しかし、それは移出される財によって誘発される部分が多い。移輸出によって誘発される分を差し引けば、地域間の違いはそれほど大きくはない。逆に、福岡市のような業務都市では、移入財による間接的投入が直接的投入よりも大きく、域内で発生する環境インパクトは見かけ上小さいが、その分を他地域に依存している。

6. まとめ

本報告においては、最終需要が誘発する環境インパクトに着目し、世界、国、地域、産業、家計や個人と言ったさまざまなレベルにおけるエコバランスを考察した。ただし、ここでの議論はある時点での消費フローだけに注目している。各種施設を中心とする社会資本整備に着目する場合には、固定資本としての特性やライフサイクルに対する考慮が必要である^[15]。環境資源勘定の一つの体系として完成させるには、フローとストックの両面から整合性のとれた収支バランス表を作成する必要がある。

エネルギー多消費の重厚長大産業は発展途上国にシフトするのが望ましいと言った議論も耳にする。こうした形での国際分業は、資源消費量について現存する見かけ上の不均衡を是正するのには有効かもしれない。しかし、同じ鉄1トンをつくるとすれば、日本国内の方がかなり効率がよい。さらに、最終需要からの誘発で見える場合におけるその効率の差は、単に鉄のような基礎素材の製造技術効率だけの問題ではない。あらゆる産業間の波及効果を考慮した経済システム全体としての効率の差が問題となる。この議論は、特に、加工組立型産業や、他の各種産業で生産された資材を多く利用する建設業においてあてはまる。技術移転に際しても、特定の技術だけでなく、こうした総合的な効率や相互の波及効果に目を向ける必要がある。また、我々一人一人の消費生活によって誘発される環境負荷に対する配慮も不可欠である。

参考文献

- [1] 新潟県、広島県、兵庫県、愛知県、北九州市：「地球温暖化対策地域推進モデル計画調査報告書」、1992
- [2] 日本エネルギー経済研究所：「エネルギー・経済統計要覧'93」（省エネルギーセンター、1993）
- [3] R.E.Miller and D.D.Blair: "Input-Output Analysis" (Prentice-Hall, Inc., New Jersey), pp.200-235, 1985
- [4] 森口祐一ほか：エネルギー・資源、Vol.14(1), pp.32-41, 1993
- [5] 池田秀昭、井村秀文：環境システム研究、Vol.21（投稿中、1993）
- [6] 近藤美則、森口祐一、清水 浩：エネルギー・資源学会第9回エネルギーシステム経済コンファレンス講演論文集、pp.233-238, 1993
- [7] 近藤美則、森口祐一、清水 浩：環境科学会1992年会講演要旨集、p.183, 1992
- [8] 吉岡完治ほか：イノベーション&I-Oテクニク、Vol.3 No.4, pp.31-57, 1993
- [9] 環境庁編：平成4年版環境白書総説（大蔵省印刷局）、pp.304-305, 1992
- [10] 青柳みどり、近藤美則、森口祐一、清水 浩：文献[6]、pp.307-312
- [11] 国際連合：「国際連合貿易統計年鑑」（原書房）、Vol.38, 1989
- [12] Institute of Developing Economies: I.D.E.Statistical Series, No.57-65, 1992
- [13] 金川 琢、井村秀文：環境システム研究、Vol.20, pp. 242-251, 1992
- [14] 井村秀文：文部省科学研究費補助金重点領域研究最終報告書「人間-環境系の変化と制御」（総合班代表鈴木基之編）、pp.152-162, 1992