

Title	環境負荷を内包させた産業連関分析による家計消費に伴う炭酸ガス誘発構造の評価に関する研究
Author(s)	吉田, 登
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3144131
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

環境負荷を内包させた産業連関分析
による家計消費に伴う炭酸ガス
誘発構造の評価に関する研究

1997年

吉田 登

第4章	社会的成熟に伴う家計の炭酸ガス誘発構造の比較分析	33
4.1	緒言	33
4.2	社会的成熟の表れとしての生活様式の差 に伴う炭酸ガス誘発構造の日英比較	33
4.2.1	分析の方法	33
4.2.2	最終需要の中での家計消費の炭酸ガス誘発影響	36
4.2.3	家計消費に伴う食・住・交通・燃料消費の炭酸ガス誘発	38
4.2.4	資本ストック形成に関連する炭酸ガス誘発と家計消費	43
4.3	家計の炭酸ガス誘発構造の時系列比較(1970, 80, 90年)	44
4.3.1	品目別家計消費に伴う炭酸ガス誘発量の時系列変化	44
4.3.2	2時点間誘発量変化の要因分析	45
4.3.3	家計消費に関連する産業部門間の相互依存構造変化	45
4.4	本章のまとめ	47
第5章	経済発展と貿易に伴う炭酸ガス誘発の中での家計のダイナミクス	49
5.1	緒言	49
5.2	工業化の段階に即した家計消費に伴う炭酸ガスの相互誘発	49
5.2.1	日中の炭酸ガス誘発構造の比較	52
5.2.2	炭酸ガス誘発の日中相互影響・感応構造の分析	53
5.2.3	家計を含む最終需要に伴う日中炭酸ガス相互誘発構造の分析	54
5.3	家計の内生化モデルによる輸出成長にともなう炭酸ガス誘発構造の分析	57
5.3.1	家計を内生化した内包炭酸ガス誘発強度の推移	57
5.3.2	輸出拡大の中での家計の寄与	60
5.4	本章のまとめ	62
第6章	成長し選好する家計の動態と炭酸ガス排出抑制の勘定システム	64
6.1	緒言	64
6.2	世帯動態とライフステージが規定する炭酸ガス誘発構造の分析	64
6.2.1	年齢階級別家計の直接間接炭酸ガス誘発構造の分析	64
6.2.2	世帯数と世帯当たり誘発量の変化による将来の炭酸ガス誘発量の動向	68
6.2.3	耐久消費財のフロー・ストックと炭酸ガス誘発へのインパクト	69
6.3	環境家計簿による炭酸ガス排出抑制の学習効果と勘定システム	71
6.3.1	環境家計簿による環境配慮の評価と勘定システム	71
6.3.2	環境家計簿を用いた勘定評価分析	75
6.3.3	環境家計簿による学習効果と炭酸ガス排出抑制の勘定システム	77
6.4	本章のまとめ	89
第7章	結論	91

謝辞

1章 緒論

1.1 研究の背景と目的

COP3を目前に控え、各国では地球温暖化防止に関する活発な議論が展開されている。最近の幾つかの研究は、もはや先進国の最大限の努力をもってしても炭酸ガス濃度の安定化のためには途上国の早期規制参加が不可欠であることを示すなど、地球温暖化問題は、ますます全地球的視点での具体的な取組みが必要とされてきている。

今から約20年前、Lester Brown (1981)の着想による「エコロジカルな持続可能性」というコンセプトが地球白書 (State of the World) などを通じて全世界に広まった。これが87年の国連環境開発委員会のブルントラント報告には持続可能な開発 (Sustainable Development) として取り入れられ、1992年6月に行われた地球サミットで採択されたAgenda21の第4章では、これ以上貧困と不均衡を悪化させることのないように特に工業国に於ける持続可能な消費と生産への変革の必要性を説き、先進国にそのイニシアティブをとることを求めた。サミットに盛り込まれた、2000年時点で炭酸ガス排出量を1990年レベルで安定化するという努力目標は、すでに日本では達成困難な状況にある。その日本がこの度、COP3会議招致国として2000年以降の先進国の規制を入れた議定書締結をおこなうとうたったベルリンマンデートの公約を実行する任務を任され、その進展を担うべく大きな期待と責任が課せられている。その意味で1997年12月の会議は、後発の利益を享受して未曾有の経済発展を遂げた工業国日本が、今度は21世紀へ向け持続可能な消費と生産のあり方について自らの経験と知恵を示していく変革へのkick-off meetingとしての意義が込められているといえよう。

ここで目指すべき持続可能な消費とは何か。幾多の国際会議において議論がなされ、その概念的な枠組みが深められてきている。特に、1994年にオスロで開催されたMinisterial Roundtableで示された、「持続可能な消費：将来世代のニーズの充足を危うくすることのないように、サービスや製品のライフサイクルを見越した廃物や汚染物の排出とともに自然資源や毒性物質の使用を最小限に抑える一方で、基本的なニーズに応えより良い生活の質をもたらすサービスやそれに関連する製品の利用」¹⁾は多くの国々で参考とされる定義となっている。さらにOECDは一連の研究やワークショップをもとに、この定義をさらに意志決定者の目標設定、行動計画、進捗事後評価のプロセスに反映させるために、持続可能な消費をより操作性のある、以下のような測定可能な概念／アプローチに掘り下げて検討をおこなっている²⁾。即ち、

- ・環境容量 (Carrying Capacity) を考慮した消費と再資源化
- ・資源と同化能力の均衡下における持続的な経済 (Steady State Economy)
- ・国、地域、1人あたりレベルの公正な環境空間資源配分 (Ecospace)
- ・財の生産に伴う、自然劣化や資源枯渇、内包環境負荷 (Ecological Footprint / Rucksack)
- ・自然資源勘定にもとづく環境資産の劣化を減価償却したグリーンGDP (Green GDP)
- ・単位最終サービスあたりの資源消費と廃物排出を最小にするためにエネルギーと原材料投入の生産性を最大にする投入産出を考えた戦略 (Eco-efficiency)

これらは、時間軸、空間軸、公平性、生態系の生存可能性など多様な評価軸をもっている。

この中で本研究では、Ecological RucksackやEco-efficiencyに貫かれている内包環境負荷を取り上げる。これはWuppertal研究所の提案による、MIPS (Material Intensity Per Unit Service)³⁾の概念と軌を同じくし、"from cradle to grave"の観点から財やサービスの単位あたりの資源・エネルギーのスループットの最小化の程度を評価する指標および概念である。

地球環境研究の国際的研究推進のイニシアティブをとるIHDP (International Human Dimensions Programme) of Global Environmental Changeの6つの優先課題の1つ、産業社会変革(Industrial Transformation)では持続可能な消費行動(Sustainable Consumption)をその変革の駆動力(Driving Force)の1つとして位置づけているが、そこで強調される視点は、"Consumer behavior"と"Environmental Impacts from Consumption"の2つである⁴⁾。その消費に伴う環境インパクトを評価する方法論として、先に述べたMIPSやEcological Rucksack, Eco-efficiencyなどが取り上げられている。とともに、Consumer Choiceという視点から製品の選択を通じて、産業社会変革を促していく能動的なインパクトへと展開していこうとする姿勢が特徴である。

そこで本研究は、地球温暖化の原因物質である炭酸ガスを取り上げ、この家計消費に内包された炭酸ガスを評価する方法論として産業連関分析に着目した。それは、1つには、それが国際的に広く国民経済計算体系の勘定の1つとして位置づけられていることから産業連関表を通して社会的成熟の国際比較をおこなうことで家計の持続可能な消費社会へ向けた規範形成の側面を捉えることが可能だからであり、2つには産業構造分析とも称せられるとおり、最終消費と炭酸ガス排出との間を「各部門を他のすべての部門につなぎ合わせている取引の流れによって織りあげられた経済の構造」⁵⁾によって解釈することで、財の取引に裏打ちされた工業化の過程を反映した国民経済の中での家計の資源処理⁶⁾の側面を捉えることができるからであり、3つには産業連関表とともに高い整備水準を誇る日本の家計調査データのストックとのリンクを図ることで家計の成長と組織化の側面を捉えうるからである。

すなわち、産業連関分析というツールを用いることにより、持続可能な消費のもつ駆動力について、1) "Consumer behavior"については社会的成熟に伴うグローバル・ライフの規範形成の側面から消費行動及びそれを規定する要因を観察し、2) "Environmental Impacts from Consumption"については化

石燃料消費が工業化に伴う所産であることに着目し、産業メタボリズム(Industrial Metabolism)および家計のメタボリズム(Household Metabolism)的視点を介して、消費に伴う直接間接の環境インパクトのダイナミズムを分析することで持続可能な消費のあり方を検討することを本研究の目的とする。

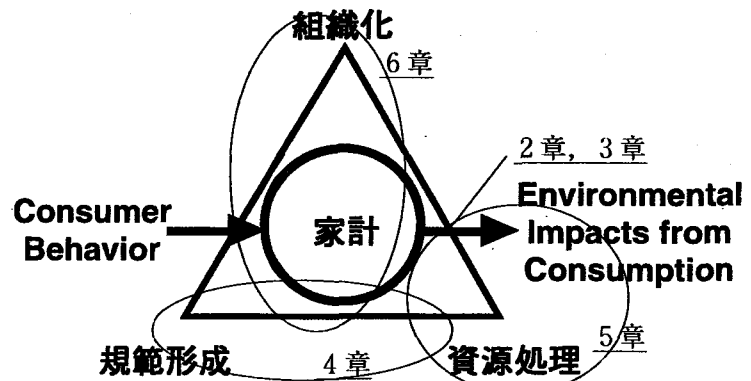


図1. 1-1 持続可能な消費研究と本研究の位置づけ

1. 2 研究の構成

前節の研究の目的を踏まえてなされた本研究内容は、以下の3つの視点（あるいはユニット）によって構成される。即ち、第1の視点では家計が投入する最終消費の内訳と国内の社会経済構造により規定される炭酸ガス誘発強度について国際比較をおこなうことにより、社会的成熟の位相差の中で認知→行動選択→執行・環境資源処理→価値・規範形成のフィードバックを繰り返し、定着、蓄積されている環境配慮型生活様式の表れとしてのConsumer Behaviorやその規定要因としての国土や空間利用、文化的背景を巨視的に捉えようとするものである。他方、環境配慮の規範形成を促す環境家計簿による、個々の世帯レベルでの学習効果についての微視的な分析もおこなう。第2の視点では消費に伴う環境インパクトを国民経済の中での家計の資源処理のダイナミズムを中間項として介在させて分析するものである。経済成長に伴う消費構造の変化や工業化の過程、特に輸出拡大期での所得循環を介した産業活動と家計の連関、貿易と消費に関連したプロダクト・サイクルなどの側面から消費に伴う炭酸ガス誘発の構造を明らかにして、炭酸ガス抑制の制御要因を探ろうとするものである。第3の視点では、世帯の規模、動態や構成変化を捉えて、高齢化や単身世帯増加、世帯規模の縮小などの家計のライフステージに関連した現象が炭酸ガス排出に及ぼす影響と制御の留意点を抽出するものである。さらに、これら各部での消費と炭酸ガス誘発の構造分析を、環境家計簿を中心とする家計の環境資源勘定システムの中に評価のサブシステムとして取り込んで、持続可能な消費行動を評価する勘定体系の概念図を提示する。

以上の研究内容をふまえた本論文の各章の構成は次のとおりである。第1章は緒論であり、持続可能な消費に関する国際的な研究の流れに基づいて本研究の背景及び目的について述べた後、それを受けた本研究の内容とそれが展開される論文の構成について示している。第2章は、内包環境負荷分析の系譜について、エネルギー・アナリシスに始まる集約度分析からLCAインベントリー分析としての展開、さらに持続可能な消費を評価する環境資源勘定指標の中での内包環境負荷分析の取り込みに亘って整理し、各系譜のステージにおける本研究の位置づけを内包環境負荷の駆動力（Driving Force）となる中間投入のフローに着目するという視点から示している。即ち、産業連関の消費－生産の社会経済のメカニズムを介した炭酸ガス集約度分析、LCAのもつ負荷と改善効果の環境情報提示の側面の環境家計簿分析への取り込み、地域、国間の取引に伴う内包炭酸ガス誘発を捉えたEcological Rucksack指標などの側面からの位置づけを述べている。さらに、セミマクロな産業連関モデルの性格に関連して展開される周辺応用分野について、環境負荷の線形計画分析、産業連関表の動学化モデルなどについて基本モデルとの関連を示している。第3章は、炭酸ガス誘発構造評価のための産業連関分析の理論と応用について述べている。均衡産出高の基本モデルを提示して、それを炭酸ガス負荷評価に適用する際のデータやシステム境界の取り扱いを述べ、消費内生の拡張モデルの方法論を示している。さらにこれらを解釈し評価するいくつかの分析手法を提示して、社会統計と産業連関表とのリンクの有効性と問題点について触れている。次にこのような中間投入や主体・地域間の相互依存を明示する産業連関モデルの環境負荷・リスク波及分析への応用例として、労働災害リスク、廃棄物の地域内外相互誘発、流域内での地域間環境負荷波及を扱った分析を適用モデルの方法論的特徴との関わりから論じている。第4章から第6章にかけては、第2章および第3章にもとづいて家計消費に伴う炭酸ガス誘発構

造の具体的な分析をおこなった部分である。第4章は第1の視点の中核および第2の視点の一部分をなすものであり、まずGDPでみた生活水準が同等の日本と英国を比較して、社会的成熟の位相差に起因して国土利用や文化的背景、環境財への認識に表れる生活様式の違いによる炭酸ガス排出構造を比較分析している。続いて、日本の社会的成熟過程を1970年～90年にわたって分析し、主として最終消費構造からみた生活様式の変化を捉え、それと生産部門相互間の中間取引構造との関わりを探り、消費、生産、環境インパクトの連関から炭酸ガス排出削減の方向性について考察している。第5章は第2の視点の中核部分であり、経済発展と貿易に伴う家計消費起因の炭酸ガス排出を取り扱っている。まずプロダクトサイクルや雁行発展といった工業化の過程に注目し、後発工業国を先駆する日本と発展途上の中国との間での内包炭酸ガス誘発の相互依存関係を分析している。消費財に内包される環境負荷リユックサックの定量化を、それをもたらしているプロダクトサイクルに裏打ちされた取引のメカニズムと多様な伝搬経路から捉え、消費行動の駆動力（Driving Force）の側面を解釈している。次にこのような工業化の経済発展のプロセスの中での家計の機能を、消費を内生化したクローズド・モデルを用いて日本を対象に詳細に分析している。特に日本が輸出成長を遂げた自動車部門を通じて、労働および消費主体としての家計が所得循環を通じて炭酸ガス誘発をおこなうダイナミズムを明らかにしている。第6章の前半は第3の視点の中核部分であり、日本の詳細な家計調査の集計データの特長を活かして、世帯動態とライフステージ、それに関連した世帯属性が炭酸ガス誘発に寄与する構造を時系列で分析している。そして世帯の小規模化、高齢化といった世帯動態や世帯構成のトレンドが近い将来の炭酸ガス排出に及ぼす影響を計量し、排出抑制のための生活財共同利用の必要性などについて考察している。後半では環境家計簿の利用による炭酸ガス排出抑制の学習効果と世帯の生活選好に応じた環境配慮の課題抽出をおこなって第1の視点の中でも特に個々の世帯レベルという微視的な部分に対する考察をおこなった後、前節までの家計の炭酸ガスの代謝構造の分析を勘定システムに取り込む考察をおこなっている。第7章では本論文で得られた成果を結論として要約している。地球温暖化防止のために、持続可能な消費を、産業連関表を用いた家計の炭酸ガス誘発構造の評価を通して考察し、第1の視点としては社会的成熟に伴う家計の環境配慮の規範形成を定量的に捉え、第2の視点では家計の資源処理の挙動を主として工業化の経済発展過程から明らかにし、第3の視点からは家計の組織化と成長の排出抑制への影響と課題を述べ、さらにこれらのアプローチを持続可能な家計の環境勘定体系へ取り込む提案をおこなっている。このように家計を環境資源処理主体として系統的に捉えて、炭酸ガス誘発構造を分析し、排出抑制へ向けた持続可能な消費のあり方を論じたものである。

論文の構成

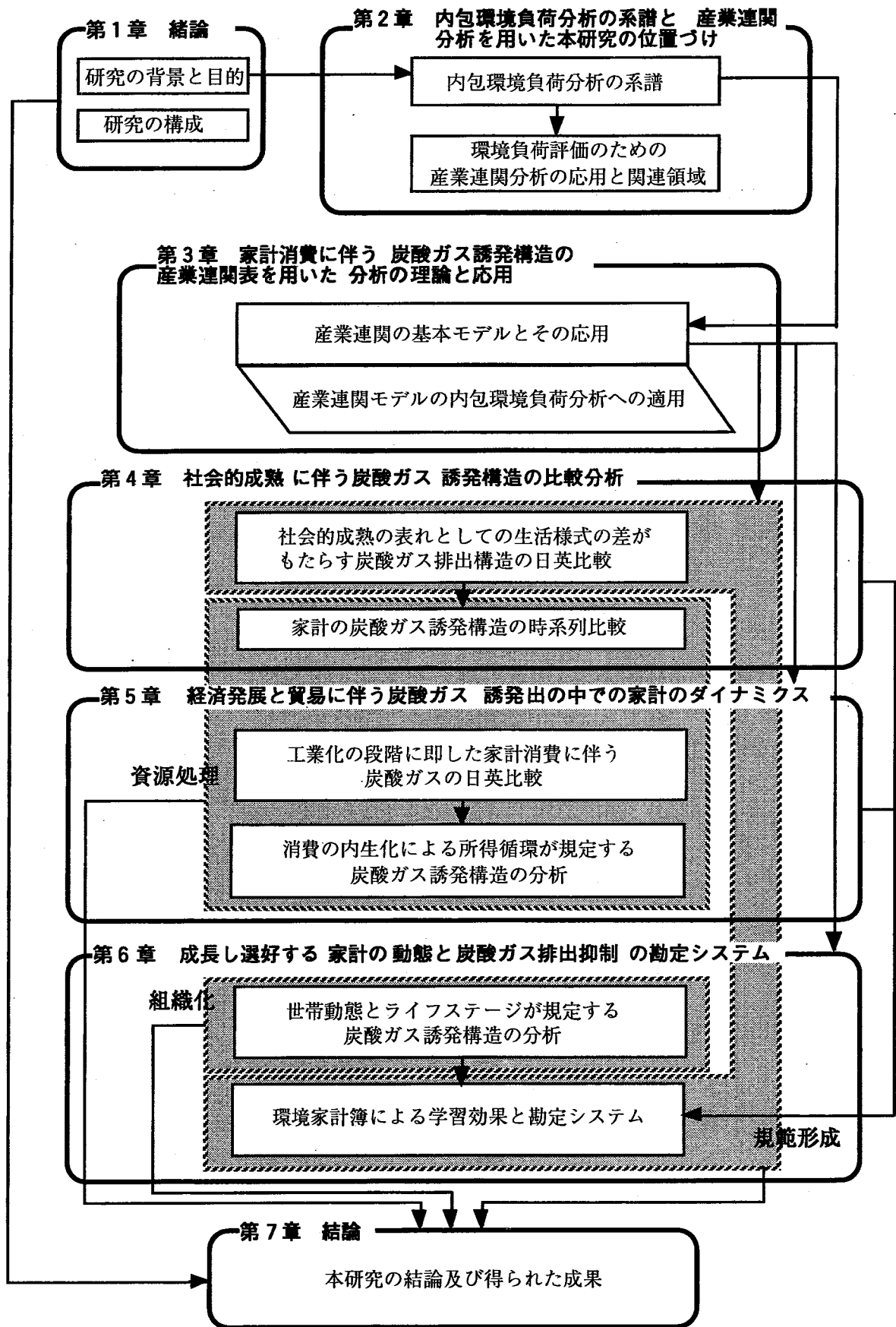


図1. 2-1 論文の構成

参考文献及び注釈

- ¹⁾ Norwegian Ministry of Environment : Report of the Symposium on Sustainable Consumption, 1994によるとされる。
- ²⁾ Sustainable Consumption and Production, OECD; pp.1-57, 1996
- ³⁾ The LCA Sourcebook - A European Business Guide to Life-Cycle Assessment -, SustainAbility, SPOLD and Business and Environment, p.22, 1993
- ⁴⁾ IHDP : Industrial Transformation - An Inventory of Research -, IHDP-IT No.8, p.1-78, 1997
- ⁵⁾ W. レオンチェフ著・新飯田宏：産業連関分析, 岩波書店, p.15, 1969
- ⁶⁾ 一般に資源とは社会システムの中で外部の環境から投入される諸手段の総称であって、いわゆる天然資源や、機械などの人工物、人的資源の他、社会関係や文化など人間社会における生産活動にとって有用性をもたらすものとして定義される（有斐閣「社会学小事典」による）。本研究で扱う資源は人的資源の労働力や人工資源の耐久消費財などを含むものとりわけ化石燃料資源を中心に取り扱っている。その意味で取り扱っている資源は限定されたものであるが、ここでは研究のコンセプトを示す上で、組織化や規範形成といった環境資源処理システムの主要な機能と同じ次元の呼称を用いて軸を提示することで研究内容を明確に示すことができると考えて、あえて包括的な概念をもつ”資源処理”という語を用いた。

第2章 内包環境負荷分析の系譜と産業連関分析を用いた本研究の位置づけ

2.1 緒言

本章では、エネルギー・アナリシス以降、LCAインベントリー分析や持続可能な消費を評価する環境資源勘定指標に至る広義の内包環境負荷分析の系譜を述べる。当初は発電システムや農業活動などの効率を評価する道具として導入された集約度分析が、地球的な制約のもとで持続可能性を評価するに至る系譜を述べ、その中で方法論的な視点から、内包環境負荷分析の系譜と本研究で展開される分析との関連性を示す。次いで、環境負荷評価のための産業連関分析そのものの系譜とそれと同時に展開されてきた線形計画分析や動学化などの関連領域の系譜について述べ、本研究で扱う均衡産出高の静学モデルとこれらの関連領域とのつながりを示す。

2.2 内包環境負荷分析の系譜

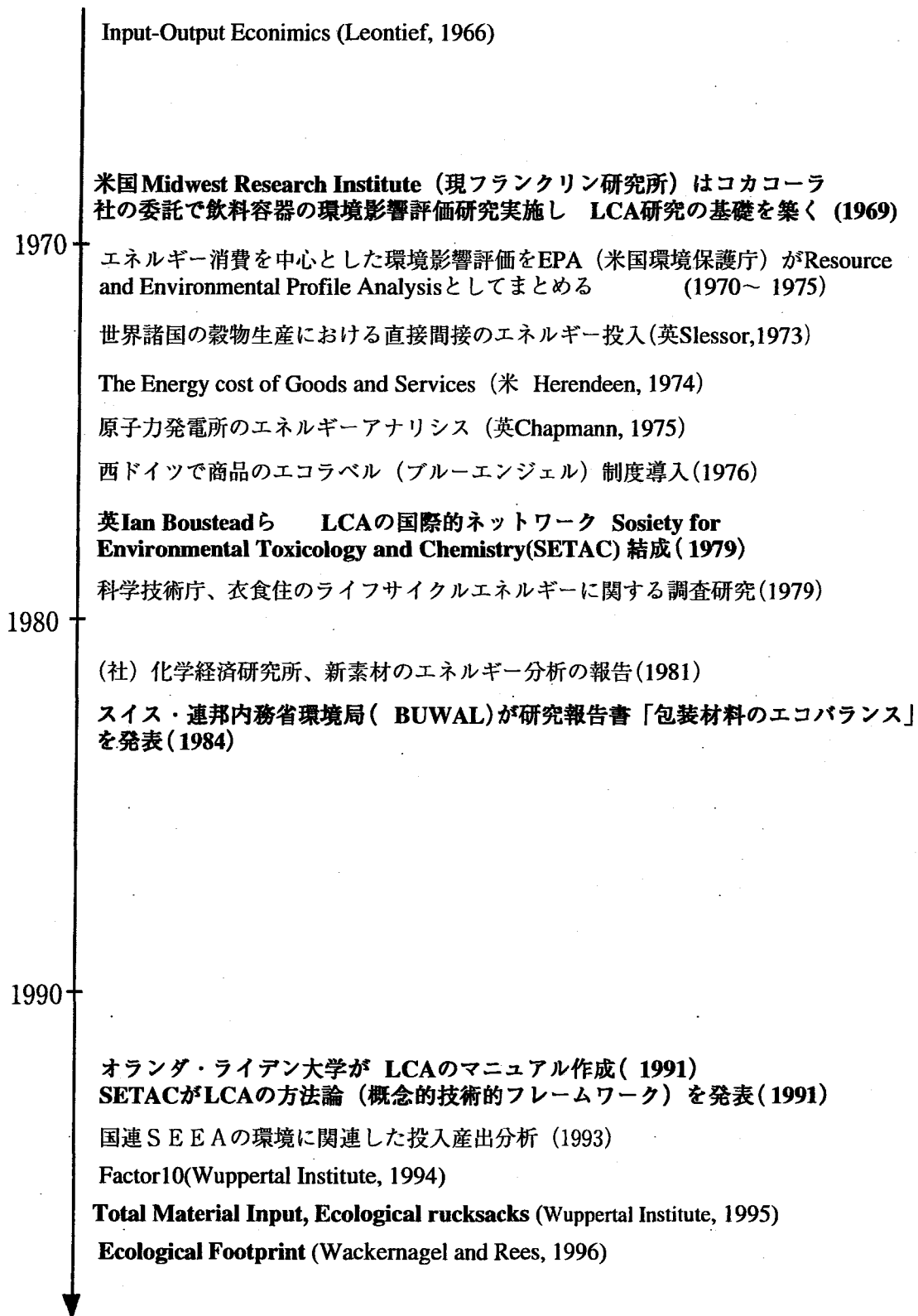
本研究では化石燃料消費に伴う、地球温暖化に最も影響を及ぼす原因物質である炭酸ガスを対象としている。これは家計消費に伴い直接排出される炭酸ガス以外に、最終消費財やサービスが家計に提供されるまでにその生産や流通の過程に付随して間接的に排出される炭酸ガスを含むものであり、ここでは特に後者を中心に取り上げている。この間接的な環境負荷は、かつてエネルギー・アナリシス (Energy Analysis) が捉えた財・サービスに内包された (Embodied) エネルギー概念のアナロジーとして捉えられ、内包環境負荷 (Embodied Environmental Load) と呼ばれるものである。その源泉は、Wassily Leontief (1970) の "Environmental Repercussions"¹⁾ にあり、同様の着想は盛岡 (1986) の "環境依存 (Environmental dependence)"²⁾ に見ることができる。この内包環境負荷の範囲は再資源化を含め必ずしも厳密に定義されたものではないが³⁾、本研究が対象とする炭酸ガス排出に対しては、最終消費者に提供されるまでの上流側の負荷として内包環境負荷を定義している。ともあれ、その意味では本研究は内包環境負荷の分析であるともいえる。

エネルギー・アナリシス以降の広義の内包環境負荷分析⁴⁾の系譜を、表2.2-1に示す。大きな流れとして、エネルギーアナリシス、LCA、環境資源勘定の中での展開をもとに内包環境負荷分析の系譜とその中での本研究の位置づけを述べる。

2.2.1 エネルギー・アナリシスに始まる集約度分析⁵⁾

Herendeen (1970) の "When we consume anything, you are consuming energy"⁶⁾の一文に象徴されるように、日常生活の中で我々は何をするにも何らかのかたちでエネルギーを消費するが、往々にして活動に直接投入されるエネルギーに対してその活動に必要な装置や活動を支える補完的な活動を含め間接的に投入されるエネルギーが無視できない場合が多い。このような直接、間接のエネルギーから社会経済活動を評価する試みはエネルギー・アナリシスと呼ばれ、この種の研究が本格的に取り組み始めたのは1970年代に遡る。エネルギー事情の悪化を背景として1970年代に農業や発電などの1次資源投入活動を対象とした内包エネルギーの分析 (Energy Analysis) が欧米を中心に展開された。例えば、Chapmann (1975) は、

表 2. 2 - 1 内包環境負荷分析の系譜



刺激したと評価されている。Slessor (1973) は、世界諸国の穀物生産における直接・間接エネルギー投入を調べ、エネルギーに関する収穫低減則を提示した。さらにHerendeen (1975) はエネルギーアナリシスに産業連関分析を持ち込むことにより、全ての産業に対して単位生

産額あたりの直接・間接のエネルギー消費を計量し、産業連関表を用いた内包環境負荷分析の方法論的基礎を築いている。日本では石油危機を契機として科学技術庁（1979）が生活財を中心にエネルギー・アナリシスをおこなった⁷⁾。この際には、米国同様数百に及ぶ詳細な分類の基本表を持つ日本の特徴を活かして、素材別のデータによる積み上げ法に産業連関表による計量を併用している。その後、積み上げ型の集約度分析は後述のライフサイクルアセスメントの方法論として受け継がれ、産業連関分析は中間生産物の一国レベルの相互投入を包括的に分析できるという意味での資源勘定的側面をもつ一方で、経済循環を示す本来の勘定表としての特性を活かして資源消費に関する地域間での相互依存や経済メカニズムの中での消費行動の環境影響を分析する方向へ発展した。後者の例では、1980年代には琵琶湖流域の水資源配分を巡る上下流の地域間相互依存がRouviere and Sueishi（1985）⁸⁾、新沢（1987）⁹⁾の水集約度や汚濁集約度分析をもとに評価され、さらに盛岡・中村（1996）¹⁰⁾では地域の経済成長に伴い水資源から炭酸ガスへ地域からグローバルな空間への内包負荷の相互依存が拡大する構造が分析された。

本研究の中心は後者の延長に位置するものであり、上述の均衡産出高モデルが表す三面等価の経済循環収支の構造を内包環境負荷排出に関連づけて消費－生産の社会経済のメカニズムの中で挙動する家計を捉えながら内包炭酸ガス排出構造を分析したところに特徴を持つ。

2. 2. 2 ライフサイクルアセスメントのインベントリー分析手法としての展開

他方、Energy Analysisとほぼ同時期に製品の環境影響評価をその製品のライフサイクルにわたって展開しようとするライフサイクルアセスメント（Life Cycle Assessment, LCA）研究が開始された。環境負荷のインベントリーを計量する方法論はエネルギーアナリシス以来の積み上げ法、産業連関分析を継承したものであるが、エネルギーアナリシスが注目した上流側の負荷に対して、LCAは加えて消費、廃棄、リサイクルのライフサイクルにわたる負荷を対象とするものである。Midwest research Institute（1969）の飲料容器に関する調査研究や米国EPA（1970-75）のエネルギー消費を中心としたResource and Environmental Profile Analysis (REPA)などがその創始にあたる¹¹⁾。1978年には西ドイツ（当時）のエコラベルが導入され、1979年にはLCA研究者の国際的ネットワーク Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)が設立されるなどの社会的な環境情報や評価研究へのニーズと呼応して方法論的研究が深められた。SETAC（1991）¹²⁾のInventory, Impact Analysis, Improvement AnalysisのトライアングルはLCAの技術的フレームワークとして一般化され、Leiden Univ.（1992）¹³⁾のLCAガイドラインはGoal Definition & ScopingからImprovement Analysisに至るLCA評価プロセスの中でインパクト評価の具体的な方法論をClassification, Characterization, Valuationに分けて詳細に提示した技術マニュアルとして認知され、EPA（1993）¹⁴⁾のInventory GuidelinesはLCAにおけるシステム境界の取り扱いをクローズド～カスケードのリサイクルループを対象に提示するなど、基礎的な方法論は90年に入って確立された。日本でも生活協同組合（1995）が容器包装材をLCAで評価¹⁵⁾するなどの試みを先駆に次第にその対象が拡大され、エネルギーや炭酸ガスを指標とした建築構造物¹⁶⁾や地球的なインパクトの大きい都市の供給処理施設¹⁷⁾、土木構造物¹⁸⁾のLCAのインベントリー分析がおこなわれるようになった。同時に最大の最終消費主体である家計の消費行動の評価に内包環境負荷分析の眼が向けられ、産業連関分析を用いた単位消費金額あたりの品目別直接間接の炭酸ガス排出量

データ¹⁹⁾が環境家計簿による自己診断を支援するデータベースとして活用されるに至っている。

本研究ではLCAのもつ環境情報提示の側面に着目し、地球温暖化環境家計簿を用いた消費者の自己診断を支援する内包環境負荷算定の分析フレームを明示するとともに実際の記入データを用いた学習効果の検証をおこなっている。現在、LCAは持続可能な社会経済活動の評価フレーム、手法として世界的に認知されている。1996年9月には事業者の国際環境管理システム企画がISO14000シリーズとして発効し、LCA規格の盛り込みも予定されている。

2. 2. 3 持続可能な消費を評価する環境資源勘定指標としての取り込み²⁰⁾

上記2つの研究領域同様、既に20年以上の研究経緯をもつ環境資源勘定においては様々な勘定フレームの提示が試みられてきた。その先駆けはTobin and Nordhaus (1972)による経済福祉指標 (NEW) の提案に始まるが、このような独立した指標化とは別に、Peskin (1981)などに代表されるように、マクロ国民経済計算のフロー勘定の中で環境サービスと環境被害とをGNPに加減して環境配慮を考慮した経済指標の改良をおこなう取り組みがおこなわれ環境と経済とを統合しようとする流れをつくった。フロー勘定を国レベルで作成する場合には貿易の問題を無視することはできない。貿易に伴う海外への環境負荷の依存は、まさしく内包環境負荷として提示されるものである。井村・森口他 (1993)²¹⁾の世界貿易表を用いたエネルギー消費の世界12地域間の相互依存構造の分析がこのような内包環境負荷分析による勘定評価への方法論を提示した。前述の盛岡・中村 (1996)の研究も国際間のアナロジーとして越境の環境相互依存を環境経済統合勘定に結びつける試みである。国連による環境経済統合サテライト勘定Satellite System for Environmental and Economic Accounting (SEEA)の中でもSEEAの拡張可能性として、環境に関連した投入産出分析を、特定の経済活動に直接間接に結びついた環境保護費用の負担や国際貿易と結びついた間接的な帰属環境費用の明確化に有効なものとして評価している。²²⁾

他方、酸性雨による森林の劣化や熱帯雨林減少、地球温暖化などの問題を背景に、ノルウェーやフランスが取り組んできているように地域間、国際間、あるいは地球規模での相互依存と資源制約を評価する物的資源のフロー・ストック勘定の研究が増加してきた。特にここ数年、持続可能な循環型社会への流れの中でこのような内包環境負荷の範囲を拡大させ、農地の土壌浸食や鉱石採取に付随した土石の採取などHidden Flowと呼ばれる経済市場に現れない資源消費をも含めた総資源投入 (Total Material Input)などを環境政策の目標に掲げるMaterial Flow Analysisあるいは内包資源リユクサック分析などを含む環境資源勘定への展開がなされている²³⁾。環境が資源の配分と密接な関係を持っている本質的な部分に関わっている問題であり、特に社会経済活動に伴う資源エネルギーの投入が、発展に伴い開放系をすすめる、その境界を地球規模に拡大している中でこのような分析はその重要度を増してきている。

本研究では、炭酸ガスと廃棄物を指標として内包環境負荷が卓越する中間投入部門を中心とするフロー勘定における地域間の相互依存を具体的に分析したものと位置づけられる。

2. 3 環境負荷評価のための産業連関分析の系譜と関連領域

産業連関分析は、産業部門間の中間生産物 (intermediate goods) の投入と産出の流れを列

と行に配列した産業連関表を基礎とした分析であるため、この内包環境負荷を巨視的に捉えるのに適している。それだけでなく、本来、産業連関表は国民経済計算体系（あるいは国民勘定体系）の総産出の循環を記録する経済循環表であるから、工業化社会の発展に伴う生産と消費の相互依存のメカニズムから経済主体としての家計と内包環境負荷との関連を解釈できるモデルであるといえる。産業連関分析の基本の第一は均衡産出高モデルによる波及分析であり、オープンモデル、クローズドモデルと称されるように目的に応じてモデルの境界を変えた分析がなされてきた。次に産業連関表には一国の表から国際間の取引を扱う世界表まで様々な形式があり、それぞれの形式を活かした分析がなされてきた。さらに、一次同次を前提とする産業連関表のマトリックスは線形計画の問題になじみやすいところから、線形計画法を用いた最適化への応用がなされてきた。また、これまでの生産-消費の因果連鎖に加え、資本投入をモデルに組み込んでフローとストックの関係を定式化するという意味での動学化への応用がなされてきた。これらの産業連関分析は本来、経済分析のモデルであるが、前述の様に資源エネルギーに直接関連した経済循環の構造をモデル化している特徴を生かして環境問題の分析への取り込みがなされてきている。ここではこのような産業連関分析の環境負荷評価へ向けての展開や応用の系譜について述べ、その中での均衡産出高モデルを基本とする本研究の位置づけを示す。

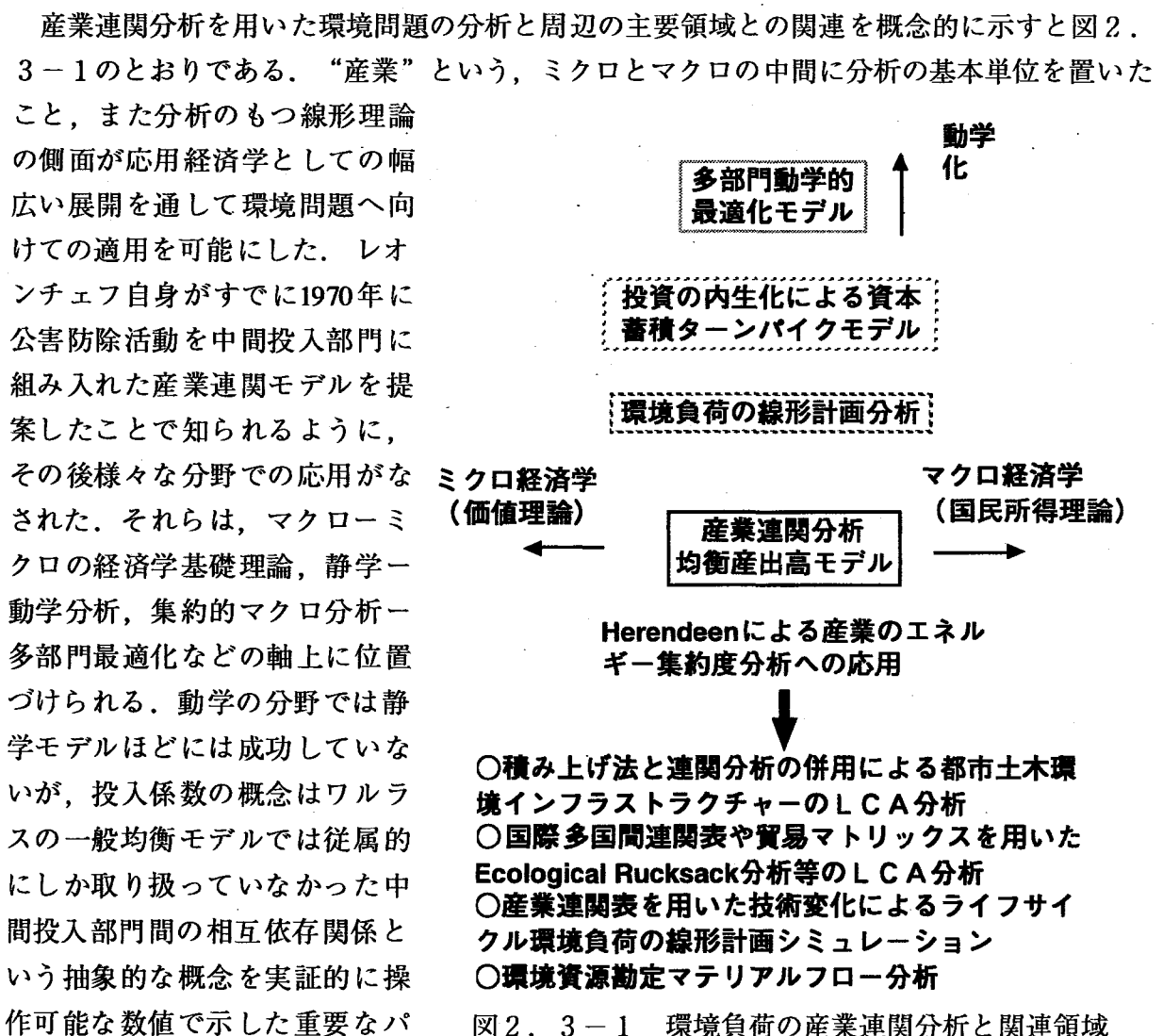


図2. 3-1 環境負荷の産業連関分析と関連領域

ラメーターであり²⁴⁾、動学モデルの中でも市場均衡をモデル的に表現する際の基本的なフレームを提示している。

2. 3. 1 静学分析としての均衡産出高モデル

いわゆる投入産出分析として知られる研究領域である。上述の投入係数の発見は経済循環の中心的な役割を中間財取引に演じさせてモデル化するという革新をもたらし、さっそくエネルギーアナリシスをはじめとする環境負荷の集約度研究の分野に取り入れられた。Herendeenは(単位行列-投入行列)の逆行列で表されるレオンチェフ逆行列をテイラー展開して、産業連関分析を1次、2次、・・・の間接集約の積み上げ方式に利用し、アメリカの各産業のエネルギー集約度を求めるのに用いた。科学技術庁(1979年)の「衣食住のライフサイクルエネルギー」の算定においても積み上げ法に併せこの方法が併用されている。井村ら(1991)²⁵⁾はCostanza(1980)における、レオンチェフモデルを援用したエネルギー収支モデルを線形多部門の物質収支式として一般的に解釈し、貿易マトリックスなどを用いて逐次境界条件を定めることにより、国内他地域及び他国から都市に移輸入される財に内包されたエネルギーを求める研究を展開した。エネルギーアナリシス以降、2.2で述べたように、均衡産出高の静学モデルは、ライフサイクル炭酸ガス等のLCA分析あるいは環境経済資源勘定におけるマテリアルフロー分析などに広く取り入れられることとなる。

本研究が依拠するのはこの研究領域であるが、特に均衡産出高モデルが表す経済循環の側面に注目して、通常の産業連関モデルで外生部門として取り扱われている家計消費をケインズ流の消費関数(の多部門表示)的考え方で再び内生化するという宮沢(1963)²⁶⁾の方法論を適用して、高度成長の輸出拡大に伴い日本の家計部門が炭酸ガス誘発に寄与してきた構造を分析する、また時系列変化の要因分析をおこなうなどの応用分析をおこなっている。

2. 3. 2 環境負荷の線形計画分析

レオンチェフのモデルにおける固定的な投入係数、生産数量と価格決定の分断という大きな制約は、その後の「代替定理」、「双対定理」の証明によって取り除かれ、様々な価値基準を導入した産業構造の分析への拡張が可能となった。産業連関表の基本前提の1つである、生産物に対するアクティビティが1つであるという条件を拡張させてアクティビティの代替を認め、投入係数を変数として変化させて価値基準を満足するような解を得る、産業連関分析の線形計画化への拡張がなされてきた。経済問題では、生産と輸入の代替により付加価値額を最大にする線形計画問題が取り上げられたり、また最終需要を変数化することによる省資源構造の分析に適用されるなど様々な適用が試みられてきた。さらにそれは環境容量を制約条件として含めた最適化といった分析へと展開してゆく。建元(1972)は、いおう酸化物について環境基準を満たすための原料投入、中間製品、脱硫、最終需要のバランスをとるモデルを用いて、環境基準の強化に応じた総社会費用の変化を分析した²⁷⁾。最近では、菅・石川(1995)が、製紙パルプと故紙パルプの比率を変えるシミュレーションをおこない、故紙リサイクルは全体の炭酸ガス排出を減少させるが、黒液起源の炭酸ガスを減らす一方で化石燃料起源の炭酸ガスを増加させるなど故紙リサイクルの効果を分析している²⁸⁾。また、池田ら(1995)は、鉄くず・高炉スラグ・フライアッシュの三大固定発生源の副産物利用がもたらす効果が日本の総排出の2%以上、日本の森林を30%造るのに匹敵する効果があることを示した²⁹⁾。

2. 3. 3 産業連関分析の動学化と一般均衡モデル

資本係数マトリックスを用いた投資の内生化と、来期の生産額を今期の資本係数をもとに解くという時間的変化の導入をおこなうことによる動学化へむけたモデル研究が早くからおこなわれた。1952年の早くからレオンチェフ自身が米国経済構造の研究の中で理論的な枠組みを提示した。投資を決定するために導入される資本係数の行列とレオンチェフ行列から決まる資本蓄積経路が一般に安定でないため³⁰⁾、意味のある資本蓄積経路を求めるために、その後はターンパイクなどの計画モデルを利用する方向に発展している。経済企画庁（1995）は炭酸ガス排出量の抑制が経済成長に及ぼす影響をターンパイク・モデルを利用して推計し、将来的に厳しい生産削減を避けるために家計および産業部門における省エネルギーが不可欠であることを示している³¹⁾。

部門間の産出と価格の同時決定をおこなわない産業連関分析の射程は10年程度であり、50年、100年といった長期的な時間スケールで起こる地球環境問題の研究においては長期的な価格の調整メカニズムを整合的に解析できるモデルとしては一般均衡モデルもしくは部分均衡モデルが用いられている³²⁾。そこでは時間に依存する係数を伴った資本、労働力、エネルギー、資材の4つの生産要素から規定されるコモディティーの価格の変化に応じて投入係数（技術係数）が調整される動的な投入産出モデルが用いられる³³⁾。

2. 4 本章のまとめ

本章では、まずエネルギー・アナリシス以降の広義の内包環境負荷分析の系譜を述べ、次にその中で環境負荷評価のための産業連関分析の系譜を詳細に示した後、産業連関分析に関連する研究領域について触れ、地球環境変化の影響評価に相応しい分析手法としての位置づけを本研究での適用に言及しつつ示した。

エネルギーアナリシスの系譜では、Herendeenがエネルギーアナリシスに産業連関分析を持ち込んだ段階での単なる集約度分析を越えて、本研究では均衡産出高モデルが示す三面等価の経済循環の構造を内包環境負荷誘発のDriving Forceとして解釈する方法論として産業連関分析を用いることを強調した。LCAのインベントリー分析手法としての展開の系譜に関連しては、LCAのもつ環境情報提供の側面に着目し、地球温暖化環境家計簿の自己診断評価の手法として産業連関分析及び積み上げ法を併用して分析をおこなっていることを述べた。持続可能な消費を評価する環境資源勘定指標としての取り込みに関しては、特に交易を介して開放された環境負荷依存の系の境界が拡大していることを炭酸ガスや廃棄物を指標として地域間相互依存として具体的に取り上げ分析していることを示した。

環境負荷評価のための産業連関分析と関連領域については、本研究では静学的基本モデルの拡張を消費の内生化という方向で適用して、輸入拡大の中での所得循環を介した日本の家計の寄与を分析して家計の資源処理の構造を詳細に検討していることを示し、また関連する領域として線形計画分析、産業連関分析の動学化などに触れ、地球環境のモデリングとの射程の違いについて対比した。

参考文献

- 1) Wassily Leontief : Environmental Repercussions and the Economic Structure ; An Input-Output Approach, Review of Economic Statistics, No.52, pp.262-271, 1970
- 2) 盛岡通：身近な環境づくりー環境家計簿と環境カルテー，日本評論社，pp.21-30, 1986
- 3) 森口祐一：国際的相互依存と環境資源勘定，開発と環境シリーズ5「環境資源勘定と発展途上国」，アジア経済研究所，pp.83-91, 1994
- 4) 生産流通段階の直接間接の環境負荷以外に，使用，廃棄段階の環境負荷を計量する場合を含めて広義の内包環境負荷分析として扱う。
- 5) 茅陽一編著：エネルギーアナリシス，電力新報社，pp.1-294, 1980
- 6) Robert A. Herendeen and Clark W. Bullard : The energy cost of goods and services - an input-output analysis for the USA, 1963 and 1967, Energy Analysis, Westview Press, pp. 71-81, 1977
- 7) 資源調査会編：ライフサイクルエネルギーに関する調査研究ー衣・食・住のライフサイクルエネルギー，科学技術庁資源調査所，pp.1-418, 1979
- 8) Christian Rouviere and Tomitaro Sueishi : Spatial Allocation of Water Resources and Water Pollution in the Yodo River Basin - Input Output Budget -, Technology Reports of the Osaka University, Vol.36, No.1843, pp.209-220, 1985
- 9) 新沢秀則：財の輸出入による水需要の地域間相互依存，地域学研究，第18巻，pp.19-38, 1988
- 10) 盛岡通，中村信夫他：地域連関に着目した環境経済勘定構築に関する研究ー琵琶湖・淀川流域を事例としてー，環境システム研究Vol.24, pp.125-131, 1996
- 11) 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，pp.1-122, 1994
- 12) Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) : A Technical Framework for Life Cycle Assessment, pp.1-134, 1991
- 13) Centre of Environmental Science(CML), Leiden : Environmental Life Cycle Assessment of Products, pp.1-265, 1992
- 14) Environmental Protection Agency (EPA) : Life-Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles EPA/600/R-92/245, pp.1-108, 1993
- 15) 包装廃棄物のリサイクルに関する定量的分析研究会；(株)野村総合研究所；包装廃棄物のリサイクルに関する定量的分析，pp.1-197, 1995
- 16) 例えば，酒井寛二他：建築物のライフサイクル二酸化炭素排出量とその抑制方策に関する研究，日本建築学会計画系論文集第484号，pp.105-112, 1996など
- 17) 例えば，内山洋司：発電システムのライフサイクル分析，電力中央研究所・研究報告Y94009, pp.1-35, 1995など
- 18) 例えば，盛岡通：土木建設システムにおけるLCAの考え方と事例，第4回地球環境シンポジウム講演集，pp.29-34, 1996
- 19) 国立環境研究所：産業連関表による二酸化炭素排出原単位，pp.1-119, 1997
- 20) 森田恒幸：環境資源勘定，前掲書3，pp.29-59, 1994
- 21) 井村秀文・森口祐一他：環境資源の相互依存に関する研究，環境システム研究 Vol.21, pp.58-65, 1993

- ²²⁾ 国際連合：国民経済計算ハンドブッカー環境・経済統合勘定一，経済企画庁経済研究所国民所得部訳，pp.149-150，1992による。
- ²³⁾ World Resources Institute et al.：Resources Flows - The Material Basis of Industrial Economies, WRI, pp.1-66, 1997
- ²⁴⁾ 新飯田宏：投入係数の算出，やさしい経済学「レオンチェフ3」，日経新聞9/22，1993
- ²⁵⁾ 金川琢，二渡了，井村秀文：産業連関モデルによる都市のエネルギー・環境構造分析，環境システム研究Vol.19，pp.70-75，1991
- ²⁶⁾ 宮沢健一：経済構造の連関分析，東洋経済新報社，pp.1-242，1963
- ²⁷⁾ 建元正弘：環境汚染の投入・産出分析，大阪大学経済学，Vol.22,No.1，pp.21-45，1972
- ²⁸⁾ 菅幹雄・石川雅紀：環境分析用産業連関表の応用(6)―故紙リサイクルの実証分析，産業連関Vol.6,No.1，pp.35-45，1995
- ²⁹⁾ 池田明由他：環境分析用産業連関表の応用(7)―鉄くず・高炉スラグ・フライアッシュ利用のシミュレーション，産業連関Vol.6,No.2，pp.39-61，1995
- ³⁰⁾ 新飯田宏：投入係数の算出，やさしい経済学「レオンチェフ6」，日経新聞9/27，1993
- ³¹⁾ 経済企画庁総合計画局編：シミュレーション2010年の産業経済，大蔵省印刷局，pp.1-146，1995
- ³²⁾ 森田恒幸：人間・社会的側面から見た地球環境問題研究例5.経済モデル，第8回地球環境研究者交流会議，国立環境研究所，pp.35-38，1997
- ³³⁾ 例えば，D. W. Jorgenson and P. J. Wilcoxon：Environmental Regulation and US Economic Growth, The Rand Journal of Economics, Vol.21, pp.314-340, 1991

3章 家計消費に伴う炭酸ガス誘発構造の 産業連関表を用いた分析の理論と応用

3.1 緒言

ここでは2章で述べた環境負荷評価のための産業連関分析の系譜の中で、本研究の骨格となる均衡産出高の静学分析モデルについて、その理論と応用を述べる。

まず、産業連関分析の基本モデルの提示をおこなって、それを炭酸ガス負荷評価に適用する際の燃料消費データとシステム境界の取り扱い、特に前者では産業連関表と燃料消費データの部門間の整合と配分の問題、後者では貿易に起因する内包環境負荷などについて述べる。併せて消費の内生化による産業連関分析の拡張の方法論について述べる。さらに、中間需要部門間の波及構造の詳細な把握のための指標や分析手法を述べたのち、同じく方法論的な核となる家計消費に関する統計と産業連関表とのリンクの有効性と問題点について述べる。

次に、このような主体相互依存を駆動力とする産業連関分析モデルが明示する様々な環境負荷・リスクの波及分析の応用例として、流域内での環境負荷相互波及、廃棄物相互誘発および労働災害リスクの誘発構造の分析を示す。

3.2 産業連関の基本モデルとその応用^{1) 2)}

本研究で扱う産業連関表は、いうまでもなく1968年以降、国際連合によって旧来の国民所得勘定のみで簡素に構成されたフローの体系から新しく5つのフロー・ストック勘定（国民所得勘定、産業連関表、資金循環表、国際収支表、国民賃借対照表勘定）で構成される体系へと改訂された新国民経済計算体系の諸表のうちの1つ³⁾である。これらの国民経済計算諸表はいずれも経済循環の様子を整合的に記録した「記述する (descriptive)」統計表であり、これには統計表が呈する事態が何故実現したのかを解釈し、「説明する (explaining, interpretive)」理論が求められる⁴⁾。ケインズの有効需要に代表される国民所得分析が国民所得勘定表に対して適用されるように、産業連関表に対してある理論が産業連関分析である。さらには、2章でも触れたように、ここで述べる環境負荷評価のための産業連関分析はMaterial Chain AnalysisやSubstance Flow Analysisなど様々な物質・マテリアルフロー分析と併せて広義には国際連合が志向する環境経済統合勘定の理論として位置づけられる。

いうまでもなく産業連関表の特徴は、国民所得勘定が捨象した生産部門間の取引を取り込んだより広範囲な社会勘定的性格をもつ点にあり、したがって「その分析の焦点は諸産業の生産面における結合関係に集中され、その生産面での結合関係が、支出面の最終需要構造や分配面の資本・労働などの雇用構造といかに関連しているか、その間の相互間系を解明すること」⁵⁾にある。このような産業構造分析的性格は、経済市場に伴って流通する資源・エネルギーの消費に伴う複雑な環境負荷の連鎖、相互波及を解くために相応しい。とりわけ、地球温暖化原因物質の中心である化石燃料消費起因の二酸化炭素排出構造の分析には有効である。以下に、環境負荷評価のための産業連関分析の基本モデルとその応用について述べる。

3.2.1 環境負荷評価のための産業連関分析の基本モデルと応用

(1) 環境負荷評価のための産業連関分析の基本モデル

産業連関表は、図3.2-1の雛形に示すように、最終需要者に様々な財やサービスを提

供するために各産業間で行われる取引や、それらの財やサービスが最終需要者にどのように投入されたかを金額ベースでマトリックス表示したものである。産業連関表では、国内生産は消費、投資、輸出の最終需要によって誘発されるものであるとの考えに立っている。炭酸ガスの排出と直接的な関わりをもつ化石燃料の各産業部門での消費がその産業の国内生産額の大きさに比例すると仮定すれば、産業連関表による最終需要と国内生産の対応づけを用いて、消費に伴う炭酸ガスの直接間接の排出構造を定量的に把握することができる。

	産業1	産業2	産業n	最終需要	輸入	国内生産額
産業1	x_{11}	x_{12}	----- x_{1n}	F_1	$-M_1$	X_1
産業2	x_{21}	x_{22}	----- x_{2n}	F_2	$-M_2$	X_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
産業n	x_{n1}	x_{n2}	----- x_{nn}	F_n	$-M_n$	X_n
粗付加価値額	V_1	V_2	----- V_n			
国内生産額	X_1	X_2	----- X_n			

図3. 2-1 産業連関表の雛形

ここで、第j産業部門では、その生産額 X_j に対して原材料として第i産品を x_{ij} だけ投入している場合、線形性の仮定から投入係数を、

$$a_{ij} = x_{ij} / X_j \cdots (1)$$

と定義すると、

$$A \equiv \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

で示される投入係数行列の縦列は各産業部門における他部門からの各原材料投入原単位を示す。次に、最終需要を国内最終需要と輸出とに分離し、それぞれを、

$$F = \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_n \end{pmatrix} \quad Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} \quad E = \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_n \end{pmatrix}$$

F：最終需要、Y：国内最終需要、E：輸出

なる行列で示すと、

$$F = Y + E \cdots (2)$$

となる。輸入M、国内生産Xについても同様にn行1列の行列として表現し、産業連関表の需要側（行方向）の需給バランスを表現すると、

$$AX + Y + E - M = X \cdots (3)$$

を得る。ここで、輸入を国内需要に比例させその比例定数（輸入係数）を対角行列とし、非対角要素を0とする対角行列を \bar{M} とすると、

$$AX + Y + E - \bar{M}(AX+Y) = X \dots (4)$$

より

$$X = [I - (I - \bar{M})A]^{-1} [(I - \bar{M})Y + E] \dots (5)$$

を得る。この式の左辺 $[I - (I - \bar{M})A]^{-1}$ はいわゆるレオンチェフの競争輸入型逆行列と呼ばれるものであり、右辺の国内最終需要 Y に1単位の消費支出を代入することで、それにより誘発される全ての産業からの国内生産額を求めることができる。

産業連関表作成の取組みは古くから行われており、先進主要国の最も古い作成表年次⁶⁾は、1919年（米国）、1935年（イギリス）、1938年（オランダ）、1951年（日本）、1954年（ドイツ（西））、1956年（フランス）などである。また、アジアのNIES、ASEAN諸国についてもアジア経済研究所などの協力をもとに作成が進められ、1970年（韓国）、1970年（フィリピン）、1971年（インドネシア）、1972年（シンガポール）、1975年（マレーシア）、1975年（タイ）、1980年（台湾）、1985年（中国）など中進国、途上国においても比較的早期から実際に適用可能な段階に至っている。

(2) 直接・間接の炭酸ガス排出係数の算定

次に、産業 i がその製造過程で消費した化石燃料データ⁷⁾と燃料種類ごとの炭酸ガス排出原単位（重量ベース、発熱量ベース）⁸⁾から原料固定分等⁹⁾を除いて求められる直接炭酸ガス排出量を国内生産額で除して得られる生産額あたり炭酸ガス排出量を直接炭酸ガス排出係数 DI とすると、 DI の各部門要素 DI_1, DI_2, \dots, DI_n を対角行列とする直接排出係数

表3. 2-1 燃料種別炭酸ガス排出原単位（環境庁）

排出源	燃料種別	熱量(TOE)当たり 排出係数 t C/TOE	熱量換算 単位	二酸化炭素排出係数				原単位 出典
				炭素換算		二酸化炭素換算		
				係数	単位	係数	単位	
石炭	原料炭(国内)	0.9900	7700 kcal/kg	0.7623	kgC/kg	2.795	kgCO2/kg	エネ研
	原料炭(輸入)	0.9900	7600 kcal/kg	0.7524	kgC/kg	2.759	kgCO2/kg	エネ研
	一般炭(国内)	1.0422	5800 kcal/kg	0.6045	kgC/kg	2.216	kgCO2/kg	エネ研
	一般炭(輸入)	1.0344	5800 kcal/kg	0.6000	kgC/kg	2.200	kgCO2/kg	エネ研
	無煙炭等	1.0344	6500 kcal/kg	0.6724	kgC/kg	2.465	kgCO2/kg	エネ研
	コークス	1.2300	7200 kcal/kg	0.8856	kgC/kg	3.247	kgCO2/kg	エネ研
その他固体	木材	1.0751	-	-	-	-	-	IBS換算
	木炭	1.2527	-	-	-	-	-	IBS換算
石油	原油	0.7811	9250 kcal/l	0.7225	kgC/l	2.649	kgCO2/l	エネ研
	NGL	0.7605	8100 kcal/l	0.6160	kgC/l	2.259	kgCO2/l	エネ研
	ガソリン	0.7658	8400 kcal/l	0.6432	kgC/l	2.359	kgCO2/l	エネ研
	ナフサ	0.7605	8000 kcal/l	0.6084	kgC/l	2.231	kgCO2/l	エネ研
	ジェット燃料油	0.7665	8700 kcal/l	0.6668	kgC/l	2.445	kgCO2/l	エネ研
	灯油	0.7748	8900 kcal/l	0.6895	kgC/l	2.528	kgCO2/l	エネ研
	軽油	0.7839	9200 kcal/l	0.7212	kgC/l	2.644	kgCO2/l	エネ研
	A重油	0.7911	9300 kcal/l	0.7358	kgC/l	2.698	kgCO2/l	エネ研
	B重油	0.8047	9600 kcal/l	0.7726	kgC/l	2.833	kgCO2/l	エネ研
	C重油	0.8180	9800 kcal/l	0.8016	kgC/l	2.939	kgCO2/l	エネ研
	軽油	1.0612	8500 kcal/l	0.9020	kgC/kg	3.307	kgCO2/kg	エネ研
	LPG	0.6833	12000 kcal/l	0.8200	kgC/kg	3.007	kgCO2/kg	エネ研
	その他液体	メタノール	0.7851	-	-	-	-	-
COM		0.9825	-	-	-	-	-	-
シェールオイル		1.3008	-	-	-	-	-	-
ガス	天然ガス	0.5639	9800 kcal/立m	0.5526	kgC/立m	2.026	kgCO2/立m	エネ研
	LNG	0.5639	13000 kcal/kg	0.7331	kgC/kg	2.688	kgCO2/kg	エネ研

(注) 1 TOE: 石油換算1トン=10⁷kcal、HHV: 高位発熱量

エネ研: エネルギー経済研究所による IBS換算: 計量計画研究所 資料を換算

行列をレオンチェフ逆行列に乗じて得られるマトリックスを最終需要が誘発する総（直接＋間接）炭酸ガス排出係数行列 TI であり、その各列和をその産業部門の総炭酸ガス排出係数と定義する。ちなみに式（5）の両辺に DI を乗じると、

$$DI \cdot X = TI (I - \bar{M}) Y + TI \cdot E \dots (6)$$

であり、（6）式の左辺の直接排出量が TI によって右辺の各最終需要への帰属分として配分されたことを示しているものと解釈できる。

実際の排出係数算定の際には、燃料消費データの部門別振り分けが重要になる。特に日本では物量表に載らない燃料種、物量表のない海外各国のエネルギー消費量をもとに算定をおこなう場合などである。特に後者では、一般に連関表の部門分類に比してエネルギー統計データの部門数は圧倒的に小さい（製造業で10数部門、サービスでは数部門）。そのため、エネルギー消費量を該当する連関表の部門の連関表上でのエネルギー部門からの投入量の比に応じて案分する方法が考えられる。この方法によれば部門毎のエネルギー消費の寡多に応じて配分がなされる利点があるが、連関表の部門分類が粗い（石油製品部門が統合されている場合など）ときには、卓越する燃料種の消費割合が配分を規定し、対象とする燃料消費の実態が反映されない場合もあることに留意すべきであり、必要に応じて個別のヒアリングで補完する必要がある。本研究では、第5章の日中国際産業連関表を用いた分析において、中国側の燃料消費の部門別振り分けにこの産業連関表による配分方法を用いている。

産業連関分析の静学モデルでは、化石燃料消費のエネルギー効率は国内生産額に比例して産業部門毎に固定した係数（投入係数）として扱われる。この仮定は、現状の炭酸ガス誘発構造を産業構造をふまえて解析する上で有益である一方、将来的な省資源・省エネルギー化に照らした産業構造の考察には不都合である。そのため、このようなある価値基準にもとづく産業構造の分析のためには、産業連関分析本来の投入係数の考え方を拡張させて、線形モデルの中で投入係数を変化させて、その中から最適な解を導出する、産業連関分析の線形計画化などへの応用がなされる。

（3）最終需要に伴う炭酸ガス誘発量の計量

家計消費など最終需要が誘発する炭酸ガス量は、最終需要額にその需要先の部門の総（直接＋間接）排出係数に乗じることにより得られる。この際、産業連関表の表彰形式による分析上の問題に留意する必要がある。宮沢（1991）¹⁰によれば、財貨の流通に伴う流通マージンの比率は、財貨毎に異なるだけでなく、同一財貨でも需要部門によって異なるのが普通であり、このため購入者価格表を用いて分析すると家計部門からの需要は高マージンを含むため電力需要部門に比べて過大な波及効果をもたらす結果となるとされている。そのため、吉岡ら（1993）¹¹の研究のように逆行列計算は生産者価格表を用い、但し家計調査年報は購入者価格表示であるためこれを産業連関表の流通・運輸マージン比率によって生産者価格、流通マージン、運輸マージンに分割し、これをそれぞれ当該産業部門、卸小売部門、運輸部門の排出係数に乗じて別々に算定したのち合計するという手法をとることが望ましい。本研究でも基本的にこの方法に従っている。

（4）輸入財に内包された炭酸ガス排出量の取り扱い

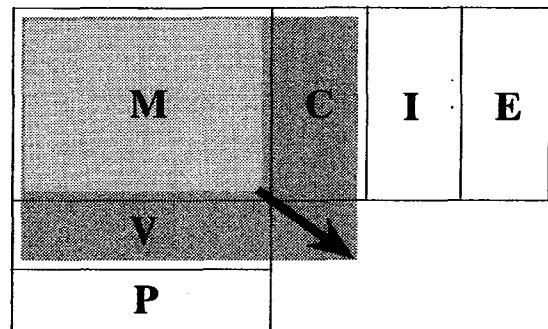
なお、この（6）式を用いる場合、輸入財に内包される海外で排出された誘発分は計量されない。簡便法としては近藤ら（1995）¹²が提案しているように、輸入日本と同様の生産構

造を仮定して計算を行う方法がある。本研究では、主にこの簡便法を用いている。しかしながら、国内外の技術差が大きい財においてはこの簡便法では正確な評価ができない。そこで例えば、金川ら（1991）¹³⁾は産業、都市、国においてそれぞれ内包エネルギーを考慮した物質収支式を立てて、まず閉鎖系とみなせる世界全体について世界産業連関表の代用として輸出入マトリックス¹⁴⁾を用いて境界条件となる輸入財の内包エネルギーを計算し、この値を用いて国内の産業が生産する財の内包エネルギーを計算し、さらにこれを境界条件として地域内連関表で地域（都市）が生産する財の内包エネルギーを計算するという手順をとって算定している。また本藤ら（1996）¹⁵⁾は、輸入係数表を用いて投入係数行列を国産分と輸入分に分割して輸入側については予め積み上げ法で求めた排出係数を適用してより正確な炭酸ガス誘発量を計量している。もちろん、この方法は経時毎、国毎に同様の計算を繰り返す必要があることから、国際比較や時系列の分析を行う場合には作業量が膨大になるため、分析目的に応じて算定方法を使い分け、あるいは簡略化することが肝要であると考えられる。

一方、アジア国際産業連関表のように一定の地域の限られた国間の連関が明示されている連関表を用いる場合にはTiwareeら（1994）¹⁶⁾の分析のように各国別のエネルギー統計を用いることが望ましい。本研究5章の分析も2国間ではあるが方法論についての考え方は同じである。

（5）消費の内生化モデル¹⁷⁾

均衡産出高基本モデルでは中間需要（ $M = AX$ ； A ：投入係数行列， X ：国内生産額ベクトル）を内生化して、国内生産額 X は外生化された最終需要 C （消費支出）， I （固定資本形成）， E （輸出）によって誘発されるものとして扱っている（オープンモデルと呼ばれる）。ここでは家計消費需要は産業連関の中で内生的に決められるものではなくて生産活動とは無関係に与えられる。しかしながら家計は輸出などの外生需要とは対照的に他の最終需要に比べて従属的に決まりやすい側面を持っている。そこで、最終消費部門、粗付加価値部門の中から家計消費 C と雇用者所得 V を取り出して¹⁸⁾、家計部門を、 C の消費財を投入し労働 V を他部門に産出する活動をもった擬似的な産業部門とみなせば、図3. 2-2の矢印のように家計消費が他の外生最終需要に伴い中間需要部門とともに相互波及を繰り返して国内生産額を誘発するモデルを設定することができる（消費内生化のクローズドモデル）。ここで消費内生化モデルの収支式は、



M：中間需要，C：消費支出，I：固定資本形成，E：輸出，V：雇用者所得，P：営業余剰

図3. 2-2 消費内生化モデルの概念

$$\begin{pmatrix} A & C \\ V & O \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} \dots (7)$$

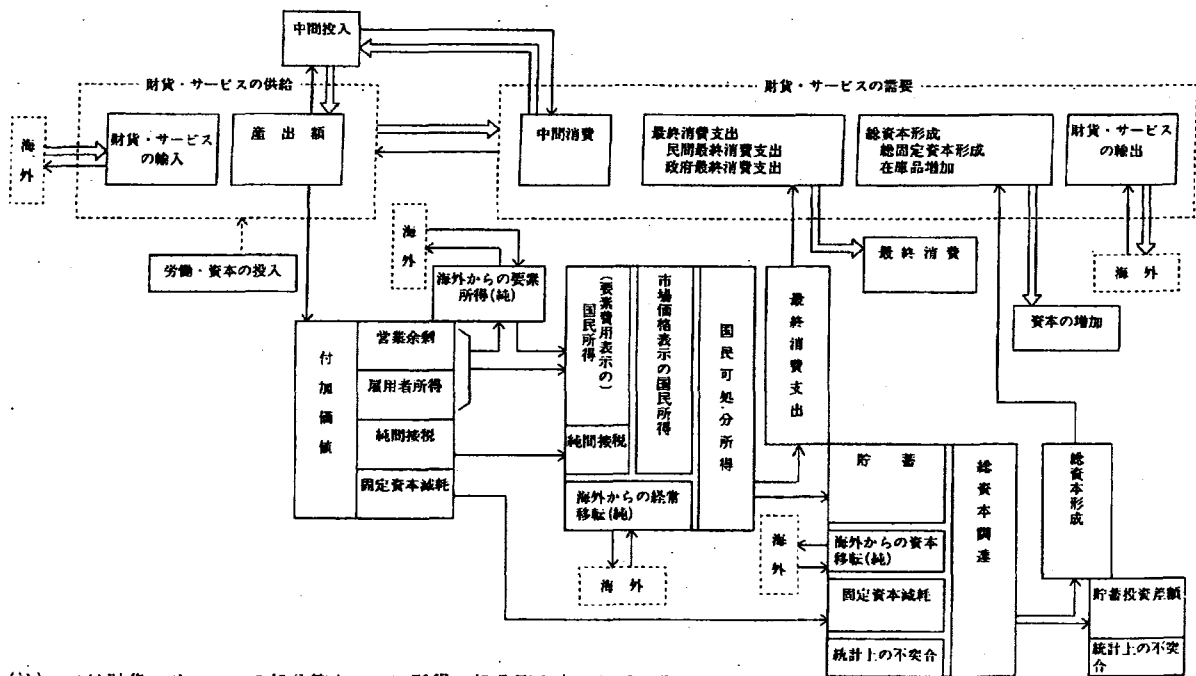
のように記述することができる（簡略化のために輸入を省略している）。この拡張された投入係数行列 A_{ex} と同様に拡張された直接炭酸ガス排出係数対角行列を D_{Iex} ，直接間接を併せた総排出係数を T_{Iex} とすると、レオンチェフ逆行列 $B = (I - A)^{-1}$ に対して拡張された

レオンチェフ逆行列 $B_{ex} = (I - A_{ex})^{-1}$ は,

$$B_{ex} = \begin{pmatrix} I - A & -C \\ -V & I \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} B(I + CKVB) & BCK \\ KVB & K \end{pmatrix} \dots (8)$$

但し, $K = (I - VBC)^{-1}$

であるから、輸出などの外生最終需要に伴う炭酸ガスの誘発経路を、家計以外の産業部門の相互波及に伴う炭酸ガス誘発 BF_x ：中間需要起因、最終需要が国内生産を誘発する結果として所得が増えることによる家計からの直接燃料消費起因の炭酸ガス誘発 $B(CKVB)F_x$ ：所得起因、最終需要が所得循環を経て家計消費を誘発しそれが産業間の相互波及を促して排出される炭酸ガス誘発 $KVBF_x$ ：消費起因の3つに分けて分析することができる。なお、消費及び所得に関連して、家計が国民経済に及ぼす大きな駆動力として貯蓄が取り上げられる。ケインズの所得決定方程式 Y (所得) = C (消費) + I (投資) に示されるように、マクロ経済では所得から消費を差し引いた貯蓄と投資との間には恒等関係が成り立っており、貯蓄から投資を経由した資本ストックの増大という資本蓄積の問題は、産業部門の生産水準を決定づける重要な要因である。しかしながら、本研究で扱う産業連関表は主に図3. 2-3¹⁹⁾中の⇒で示される財貨・サービスの処分を扱うフロー統計であり、→で示される所得の処分については必ずしも明示されていない。このような時間変化とフロー・ストックを扱う問題については賃借対照表などの国民経済計算表や資本マトリックスなどを用いた動学モデル分析に委ねられる。



(注) ⇒は財貨・サービスの処分等を、→は所得の処分等を表わしている。
資料：経済企画庁「国民経済計算年報」より抜粋、簡略化。

図3. 2-3 日本の経済循環 (環境庁, 1993)

本研究では、5章において1960年以降の日本の輸出成長拡大に伴い家計が国民経済の中で所得循環を伴うなかで炭酸ガス排出に与えた寄与を分析する際に本モデルを適用している。この分析においては、家計部門の直接排出係数を家計からの所得当たりの直接燃料消費とし

ており、直接排出係数には電力起因は含まれていない。電力消費を考慮するには炭酸ガスでなくエネルギー消費ベースで分析を進めることが妥当であると考えられる。本研究ではむしろ自家輸送に着目して、日本の輸出拡大の原動力となった自動車輸出と国内での家計自家用車燃料消費との関わりを分析している。

3. 2. 2 誘発構造の詳細分析

(1) 炭酸ガス誘発影響度係数・感応度係数²⁰⁾

一般にレオンチェフ逆行列の列和はある部門に1単位の需要があった場合、それが全ての産業に与える波及効果を示すが、その波及効果が相対的にどの部門で大きいかを、列和の部門間平均値との比較により求めることで明示する方法がラスムッセンにより考案され、影響度係数と呼ばれている。影響度係数が1より大きい部門は、他部門の生産を誘発する割合が大きいことになる。逆に和は影響の受け易さ、誘発されやすさを示すものであり同様に平均に対する比を感応度係数と呼んでいる。影響力係数は一般に各部門からの直接間接の原材料投入率の高い部門で大きく、感応度係数は需要部門が多岐にわたり中間需要比率の高い部門で大きいといわれている。ここでは、3. 2. 1の(6)式において炭酸ガス直接排出係数の対角行列に逆行列を乗じた誘発行列TIに対してこの係数と同様の作業を適用して、炭酸ガス誘発の重み付きの誘発係数の影響度、感応度を求めている。特に、消費を内生化した逆行列への適用(5章参照)では、家計部門が国民経済の中で経時的に炭酸ガス誘発に対して影響側にあったか感応側にあったか、その推移を高度成長の工業化の過程に沿って分析している。

(2) 炭酸ガス誘発の要因分析²¹⁾

エネルギー分析などで用いられる経時変化の要因分析を炭酸ガス誘発に対して適用したものである。炭酸ガス誘発量は(6)式のように、直接排出係数行列、レオンチェフ逆行列、輸入係数行列、最終需要行列などの各行列の積によって求められることに着目し、いま2時点の各年の総誘発量、およびその要因(中間項)の行列をX, A, B, C, D, Eとし、O: 基準年, t: 比較年, Δ変化分とすると

$$\begin{aligned} \Delta X &= X^0 - X^t \\ &= A^t B^t C^t D^t E^t - A^0 B^0 C^0 D^0 E^0 \\ &= (A^0 + \Delta A) (B^0 + \Delta B) (C^0 + \Delta C) (D^0 + \Delta D) (E^0 + \Delta E) \\ &\quad - A^0 B^0 C^0 D^0 E^0 \\ &= \Delta A \cdot B^0 C^0 D^0 E^0 + \Delta B \cdot C^0 D^0 E^0 A^0 + \Delta C \cdot D^0 E^0 A^0 B^0 \\ &\quad + \Delta D \cdot E^0 A^0 B^0 C^0 + \Delta E \cdot A^0 B^0 C^0 D^0 + (\text{交絡項}) \end{aligned}$$

として示されるため、総誘発量の変動要因を、Aの変動、Bの変動、Cの変動、Dの変動、Eの変動、A~Eの合成要因に分けて解釈することができる。本研究の2章では、日本の1970年~90年の経時変化に対して、さらに5章では各年齢階級別世帯の誘発構造の変動要因分析を試みている。

3. 2. 3 家計調査統計と産業連関表とのリンケージ²²⁾

日本の家計調査の歴史は古く、貧民救済や労働問題に対する関心から国民生活の実態を掴むために実施された「東京ニ於ケル二十職工家計調査」(大正5年)は世帯自身が記入するいわゆる自計(家計簿)式の日本最初の近代的家計調査といわれている。昭和に入り、米価を決める基礎資料として、戦時下の消費生活の合理化と戦時割当の基礎資料としても活用されたと報告されている。戦後はインフレ下での消費者物価指数作成のために、現在では国民

生活の分析や経済見通し、景気動向、税額控除資料、各種年金制度、労働問題調整の基礎資料や人事院給与基準改訂に至る幅広い分野での利用がおこなわれている。

ILOによれば世界で家計調査を実施した国は87カ国に上るとされているが、その主要な用途は物価指数のウェイトの資料を得るためにおこなわれているものである。前述したように産業連関表が国民経済計算（National Account）に関連する他の勘定統計とも整合して定期的な整備がなされているのに対して、家計調査は比較的長期あるいは不定というものが多。また例えばイギリスは日本と同じくほぼ全国の消費者を対象としているのに対して、旧西ドイツでは特定の階層の世帯を対象とする典型調査である²⁹など対象も国により一様でない。その中で表3. 2-2に示すように日本の家計調査は毎月しかも45年以上の調査をおこなっている唯一の国であり、しかも調査世帯が6カ月の長期にわたり連関表基本分類レベルの約500の品目に対して家計簿記入をおこなうという方法に示される精度の高さは国際的に評価されている。これにより、世帯主年齢階級別、収入階級別世帯の集計など様々なク

表3. 2-2 先進主要国の家計調査

国名 項目	アメリカ	イギリス	イタリア	カナダ	旧 西ドイツ	フランス	日本
調査開始年	1888	1957	1968	1953	1962	1965	1946
調査周期	毎年	毎年	毎年	2年	5年	5年	毎月
調査世帯数	33 000	11 500	38 600	15 000	50 000	12 000	8 000
調査対象	全国 単身世帯 を含む	全国 単身世帯 を含む	全国 単身世帯 を含む	原則とし て都市部 単身世帯 を含む	全国 単身世帯 を含む	フランス 本土 単身世帯 を含む	全国 農林漁業 単身世帯 を除く二 人以上の 世帯

ロス集計が可能であり、また産業連関表との詳細分類での対応が可能であるなど計量経済分析をおこなう上での有用性は高い。

本研究では、産業連関表に併せてこのような家計調査の精度の高さを活用して、家計消費に伴う炭酸ガス排出を計量し、また6章においては家計の組織化と炭酸ガス排出との関わりについて検討をおこなっている。途上国での家計調査のストックは乏しいが、アジア諸国と軌を同じくする後発工業国の先頭をいく日本において整備された情報を提供しうる意義は大きい。過去の日本の経験をもとに工業化のプロセスに応じた家計消費起因の炭酸ガス排出構造および排出強度の分析を提示できれば、アジア諸国においては自らの工業化の進捗を把握することで日本のデータに照らして間接的な負荷波及の動向を掴むことができ、あるいは自国の家計調査や産業連関表等国民経済計算統計の整備熟度に応じて日本のデータを利用することが可能であると考えられる。

3. 3 産業連関モデルの内包環境負荷分析への適用

産業連関表はこれまでに紹介した全国表の他に地域間比較を考慮した地域表がある。方法的には3. 2に述べたものと全く同じであるが、各地域の下に各産業が階層化された詳細な財の取引が示されているために、地域単位、流域単位などでの解析が可能である。

ここでは、産業連関モデルによる様々な負荷波及への適用として、全国表を用いた炭酸ガス以外の環境リスクの誘発、地域間表を用いた産業廃棄物を例とした地域内外の誘発相互依存、地域間表を用いた淀川流域の内包環境負荷相互依存の分析について述べる。

3. 3. 1 労働災害リスクの波及構造の分析²⁴⁾

(1) 労働災害リスクの定義と誘発リスクの考え方

職業災害 (Occupational injuries) は、第13回国際労働統計家会議 (1982年、ジュネーブ) で採択された職業災害に関する決議の中で、「職業災害は、就業中の事故に起因する死亡、個人的傷害および疾病を含むものとする」

「就業中の事故とは就業中または就業現場で発生した事故により死亡、個人的傷害または疾病となった事故を意味する」と定義され²⁵⁾、統計上は年間延べ労働者あたりの職業災害の度数率や延べ労働時間あたりの発生率で与えられている。

同じ様な指標をとっても、労働災害リスクの統計は依拠する社会統計の目的に起因して取り扱う災害労働者の境界が異なることにより様々である²⁶⁾。大きくは①労働災害補償保険法 (労災) の定める給付事務統計による労災統計年報、②労働基準法の定める届け出に基づく労働災害を集計した労働基準監督年報、③国勢調査に示される労働者の死亡統計、の3つの統計があるが、③では①②が取り上げていない家族事業者なども含まれているが、労働災害との因果関係は明示されていないため取り扱いが困難である。

①と②は社会統計の性格から厳密には数値が一致しないが、大きな差はない。本研究では比較的データの入手しやすかった②の経時的データ²⁷⁾を用いて分析をおこなった。

既往の労働災害リスクとは別に、本研究ではこれらのリスクが最終消費者の財やサービスの享受に伴って発生するとの考え方に立っている。そして、図3. 3-1に示すように、その川上側でのリスクは回り回って同じく労働者としての家計に影響が及ぶという点で炭酸ガスとは違った波及構造を有している。本研究は炭酸ガスというグローバルリスクとは違ったリスク波及への産業連関分析の適用可能性と誘発構造の解釈をおこなうことを目的として分析をおこなった。

(2) 国内生産額あたりの直接労災リスクの計算

前述の労働者のアクティビティベースの労災リスクとは別に、その産業部門が生産する財・

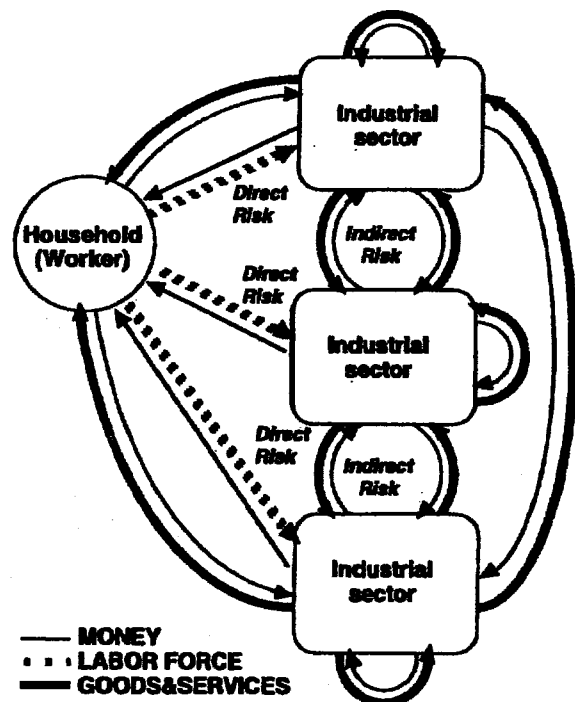


図3. 3-1 内包労災リスクの概念

サービスの大きさ、即ち国内生産額をベースとした直接労災リスク強度を算定した。図3. 3-2は労働者あたりの発生リスクと国内生産額あたりのリスク強度とを併記したものである。経年的に多くの産業部門が労災リスクを減じている中で、鉱業と農業は国内生産額ベースに比べて比較的高いリスクを保っている。その主な要因としては、

- ①高齢者の労働への従事
- ②鉱業の機械化の導入は、生産性の向上と共に労災リスクを上昇させている。²⁸⁾
- ③農業への家族従事者の労働は国内生産額の上昇に寄与するが、労災の統計データには考慮されていないこと。

などが挙げられる。労働者あたりのリスクを国内生産額ベースのリスクで除したものが労働

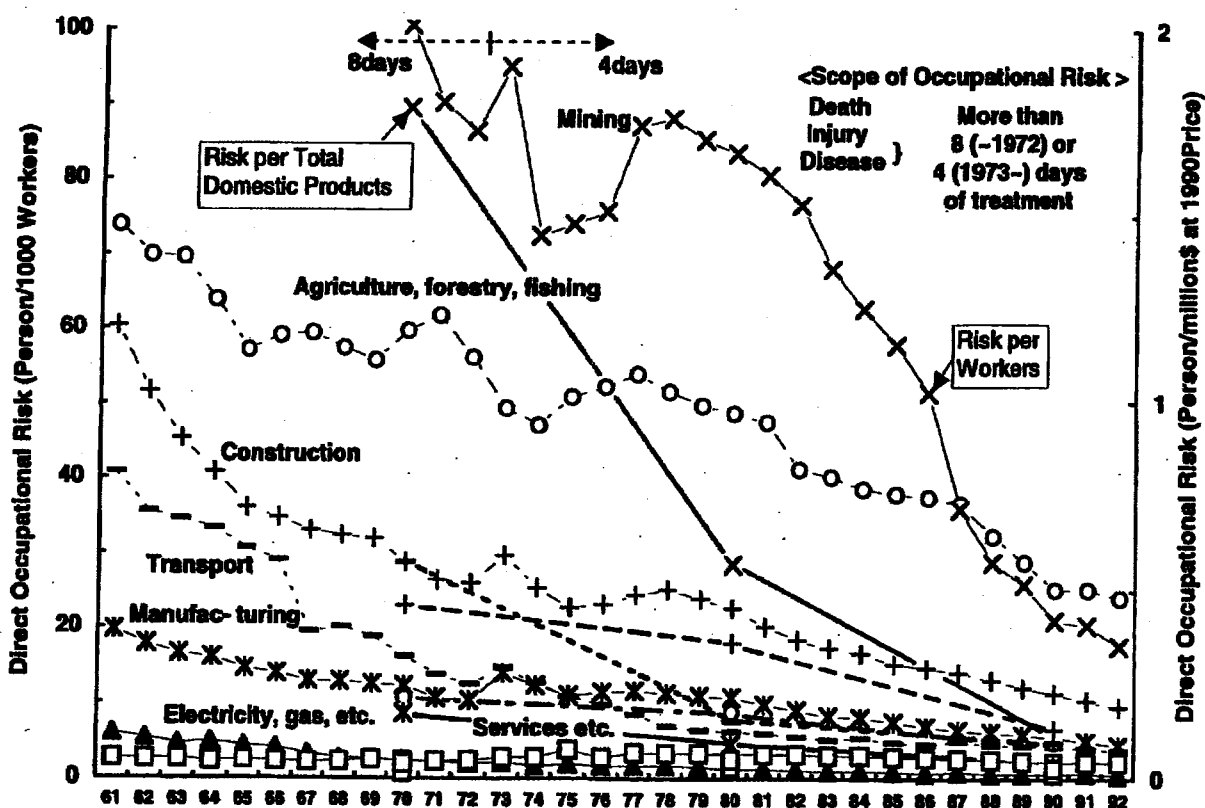


図3. 3-2 労働者あたり及び国内生産額あたりの労災リスクの推移

生産性であるが、高まる労働生産性が鉱業、農業のリスクと機械、製造業、輸送などのそれとの差を拡大させている。

(3) 国内生産額あたり直接間接の労災リスク強度と労災リスク影響度、感応度の変化

労働基準監督年報の労働災害統計の産業部門に応じて産業連関表の部門数を統合して19部門分類について、3. 2で示した分析手法を用いて(炭酸ガスを労働災害と読み換えて)、1970年~90年の国内生産額あたり直接間接の労災リスク強度の変化を分析した。結果を、図3. 3-3に示す。1970年においては鉱業が高い直接労災リスクを有していたのに対して、建設や化学には高い間接労災リスク強度が認められた。鉱業を始め、金属や運輸で経年的に直接労災リスクが低下した一方で化学・石油や鉄鋼では間接労災リスクを大幅に減少させているが、建設や食品、他のサービスでは1990年に至ってもなお一定の間接労災リスク強度を保っている。

この間接労災リスク強度の変化の構造は、図3. 3-4に示す、労災リスクの影響度感応度に詳細に伺うことができる。食品や他のサービスが他の産業との中間取引の関わりを強め影響力を増大させたのに呼応して食品や輸送などの部門が労災リスクの受け手側に回っている

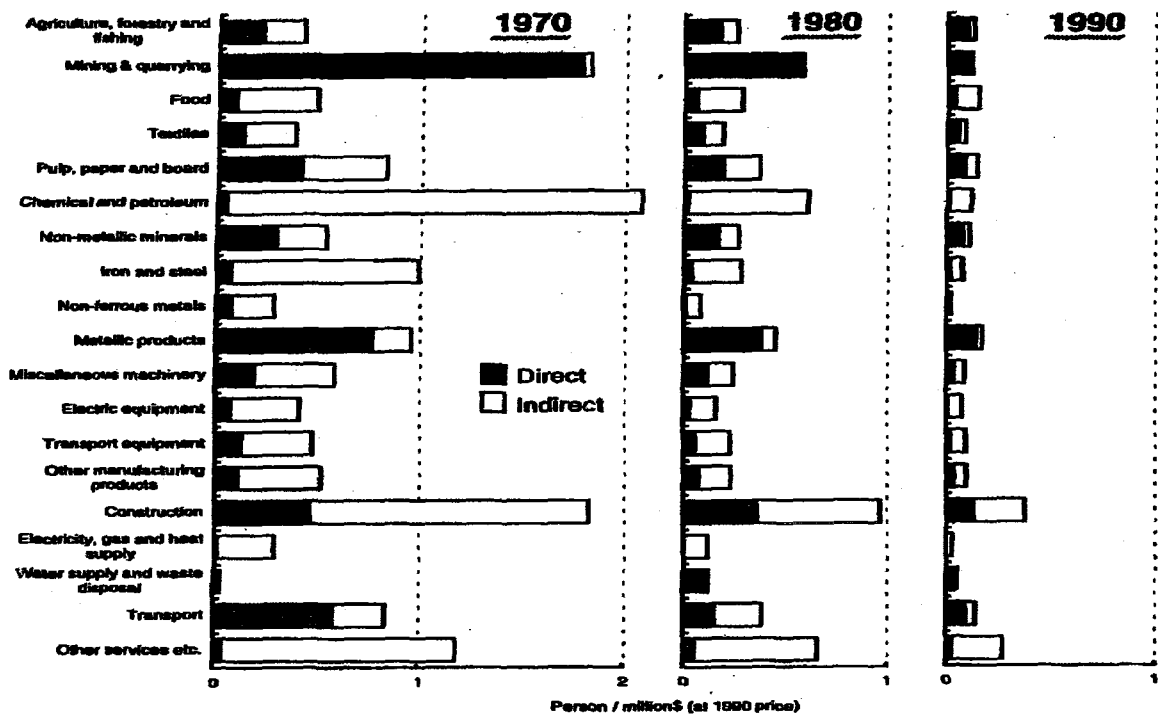


図3. 3-3 直接間接の労災リスク強度の変化 (1970年~90年)

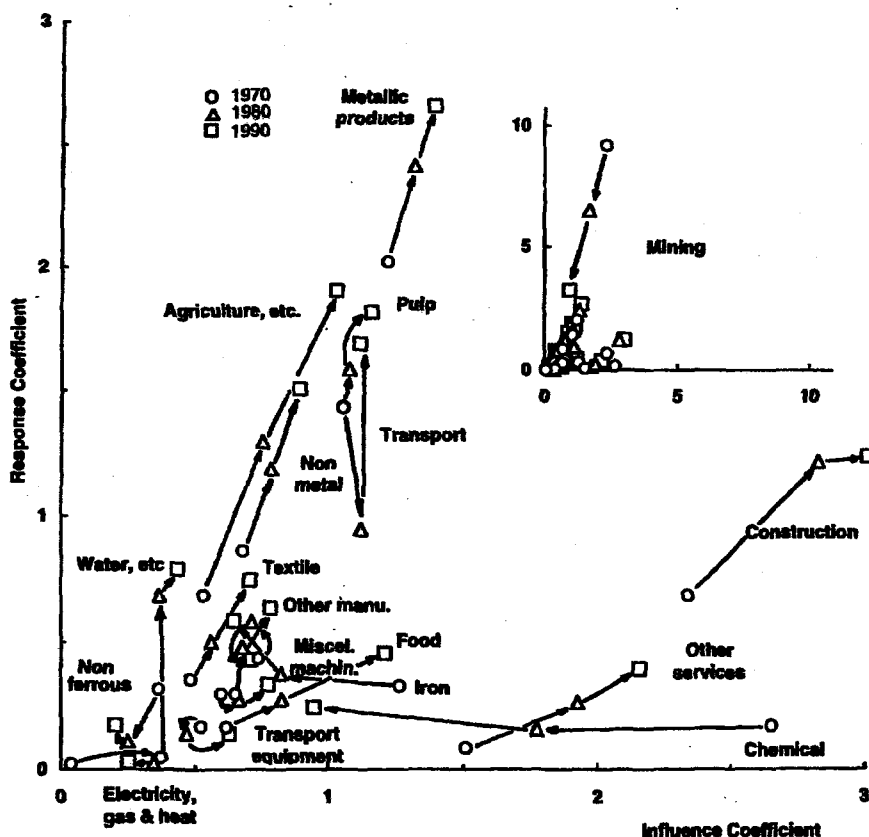


図3. 3-4 労災リスク誘発影響度感応度の変化 (1970年~90年)

る。建設部門は同様に他への影響力を強めながらも、自ら他の産業からの影響を受ける側へも回りつつある。これらは産業活動の多様化やいわゆるサービス経済化、付加価値型経済の浸透との関連が推察される。

3. 3. 2 産業廃棄物の相互誘発構造の分析²⁹⁾

本項では前項と同様誘発環境負荷・リスクの対象の違いに着目するとともに、地域内外の取引に伴う誘発の相互依存を分析する例として取り上げる。

平成7年の阪神大震災で大きな痛手を被った神戸市は、また早くから産業連関表の作成整

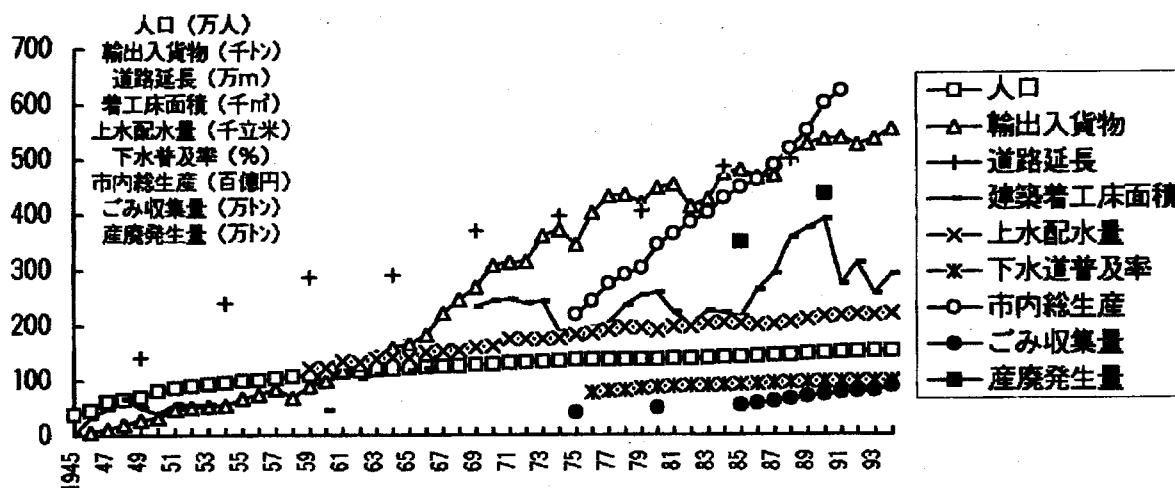


図3. 3-5 都市活動諸量と廃棄物発生量の推移 (神戸市)

備に着手した先駆の自治体としても有名である。特に可燃不燃併せて800万t以上に上った倒壊家屋解体処理にともなう災害廃棄物は、将来にわたる建築構造物更新に伴う解体産業廃棄物(建設廃材)の前倒しであり、他の都市においても同様の潜在的な廃棄物がストックしていることを示唆している。実際、建設廃材に限らず様々な産業廃棄物が炭酸ガス以外に財・サービスの川上において発生している。これらは炭酸ガスと違い、特に地域レベルでの環境インパクトが懸念されるものであり、ここに地域産業連関表を用いた分析の意義がある。

図3. 3-5に示すように、神戸市の現在までの都市活動諸量と廃棄物発生量との関わりをみると、市内生産額の勾配とほぼ比例して産業廃棄物の発生量が推移している様子が伺える。産業廃棄物の発生量が市内生産額に比例するものと仮定することにより、産業連関表による誘発構造の把握が可能である。神戸市は、昭和29年神戸地域産業連関表以来、ほぼ5年おきに神戸市域の生産に市外との移出入を計上した地域内産業連関表の作成をおこなっている。ここでは昭和60年(1985年)の地域産業連関表を用いて分析をおこなった。

(1) 業種別の直接間接の廃棄物排出強度

神戸市産業廃棄物処理指導基本計画³⁰⁾による昭和60年の神戸市産業廃棄物排出量をもとに、これが産業別廃棄物種類別の単純集計であるため、兵庫県のクロス集計値(平成4年度値)³¹⁾における部門別割合を乗じて神戸市データを案分した。県全体の発生構造は神戸市の発生構造を概ね反映したものと仮定している。これと昭和60年神戸地域産業連関表をもとに建設廃材、汚泥、鉱さい、その他の産業廃棄物の直接間接の排出強度を計算した結果を図3. 3-6に示す。直接排出では神戸市の産業廃棄物発生量全体の8割以上を占める汚泥、鉱さい、建設廃材がそれぞれ上下水道、鉄鋼業、建設業でそれぞれ排出される構造はこのような産業

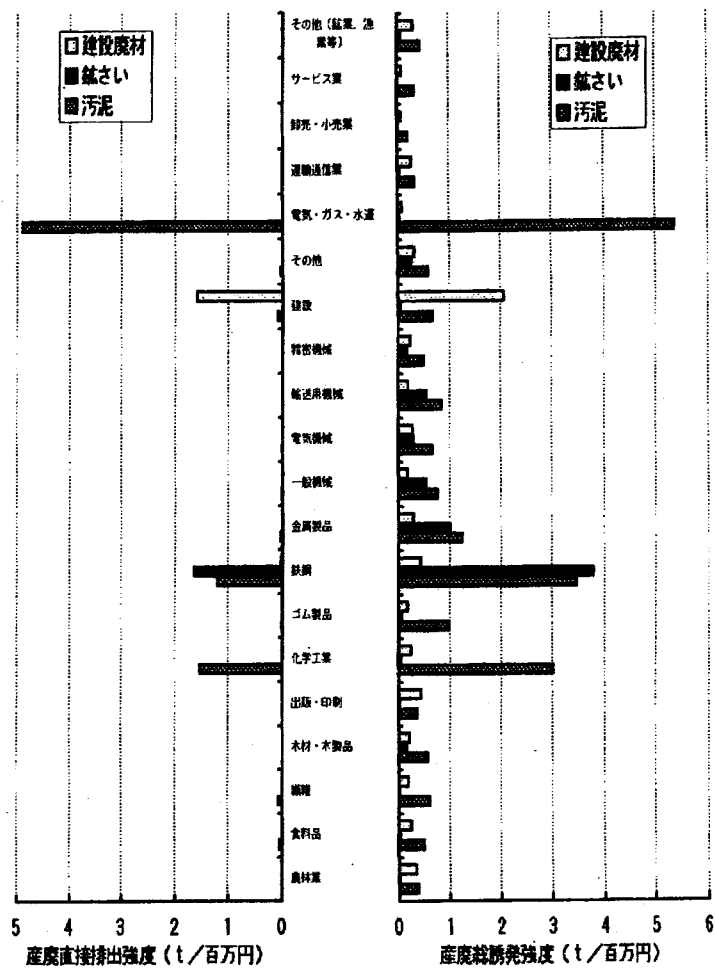


図3. 3-6 産業廃棄物直接・間接排出強度（神戸市，1985年）

が立地する他の都市においても同様に見られるものである。直接排出がごく少数の部門に限定されるのに対して，間接排出強度では，汚泥が一時産業や食品，繊維等軽工業製品において，鉱さいは金属製品や機械において，建設廃材はほぼ全部の部門において誘発がみられる。汚泥や鉱さいにおいて顕著なこのような負荷誘発の産業連鎖は，後述の炭酸ガスの場合とは異なっており産業廃棄物独自の負荷伝搬構造の特徴を表すものである。

（3）地域内外の廃棄物誘発相互依存

（2）で得られた産業部門別誘発強度に域内外の最終需要額を乗じることにより，誘発量の最終需要部門別内訳を求めて，産業廃棄物誘発に関する地域内外の相互依存関係を定量的に把握した。結果を，市内外，さらに神戸市内においては消費と資本形成に分けて図3. 3-7に示す。図中で，直接排出量として通常計量される発生量がこの分析により域内外（市内では市内最終需要，市外は移輸出-移輸入の各合計値）の依存量の収支として示される。汚泥を例に取れば，市内の家計等最終消費者が消費した製品・サービスを通じて域内外に誘発する量（市内のボリューム）のうち，地域内での直接の排出量は誘発量よりも少なくなっており，地域外に排出を依存している。建設廃材についても同様の誘発構造が示されるが，鉱さいの場合はむしろ逆に市内が域外からの誘発の一部を肩代わりしている構造として捉えられる。このような製造段階へ遡った廃棄物の勘定を作成することは，広域での廃棄物処理

処分の費用負担を考える上で有用な情報を提供する意義がある。

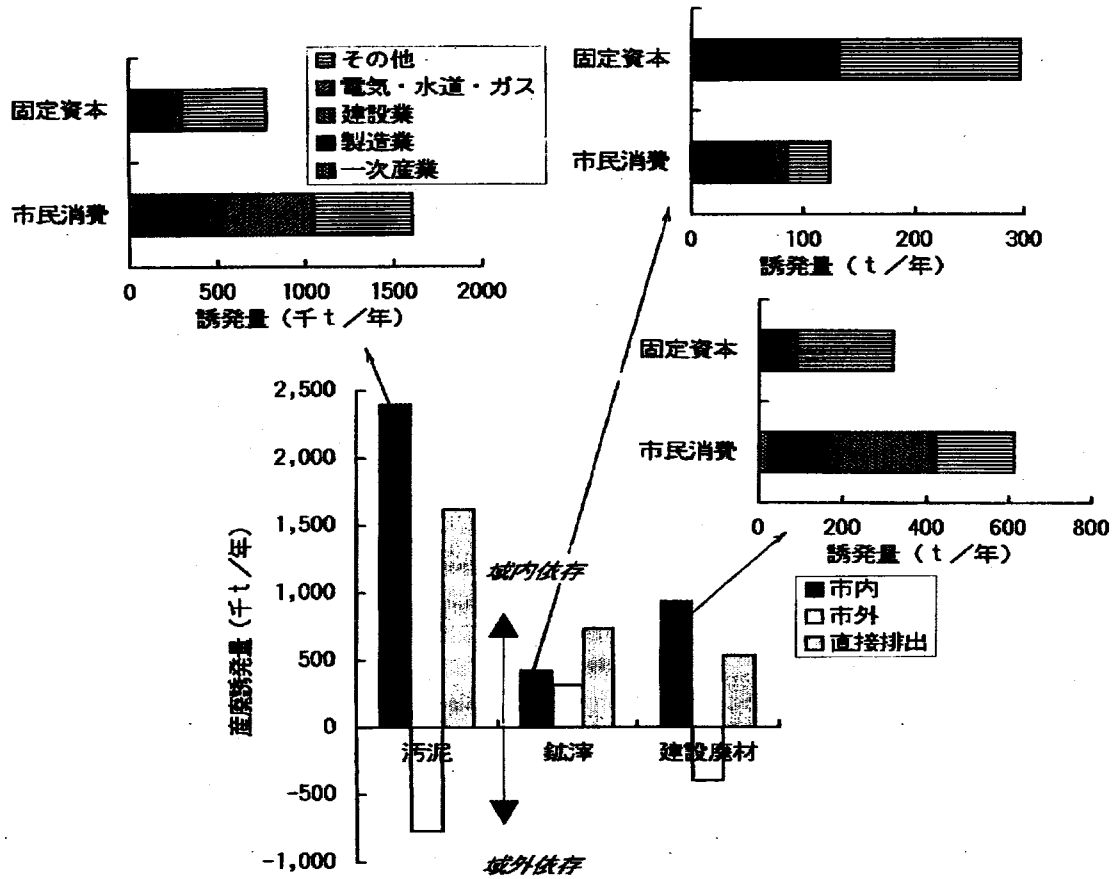


図3. 3-7 産業廃棄物誘発の域内外相互依存

3. 3. 3 流域内での環境負荷相互依存の分析

琵琶湖・淀川流域の地域間の連関構造を整理する環境勘定の枠組みを構築する中村らの研究³²⁾プロセスの一貫としておこなった、水資源と炭酸ガスの地域間での相互誘発負荷構造の検討例について述べる。

新沢(1990)³³⁾が琵琶湖・淀川流域について水集約度を計算した手続きに準じて、流域4府県(滋賀・京都・大阪・兵庫)の各地域産業連関表を用いて府県別の産業別負荷誘発係数を求めた後、物流センサスによって地域間移出入を地域間で配分して相互依存を考慮した誘発係数を再度作成した後、各府県の最終需要額を乗じて1975年と1990年の2時点間における水需要と炭酸ガス誘発の地域間相互依存構造の変化を分析した。

主な結果として、①1975年に比して1990年では水需要誘発量に大きな差はなく、府県間の依存関係の差は縮小してきていること、②90年では食料品、サービスなど最終消費財駆動の誘発構造へと推移してきているなど流域内での需要構造の変化が相互依存に反映されていること、③誘発炭酸ガス排出量では主に排出原単位の改善により誘発量自体の低減が顕著である一方、移輸入による誘発負荷量の割合が相対的に増加している、などの誘発構造変化が把握された。

平成2年度ベースでは47都道府県の全てで地域産業連関表が作成される一方、環太平洋の地域ベースでの多国間連関表の作成も進んでおり、より複雑化する越境型の環境負荷の相

互依存関係に併せてその分析の道具立ても整いつつある。

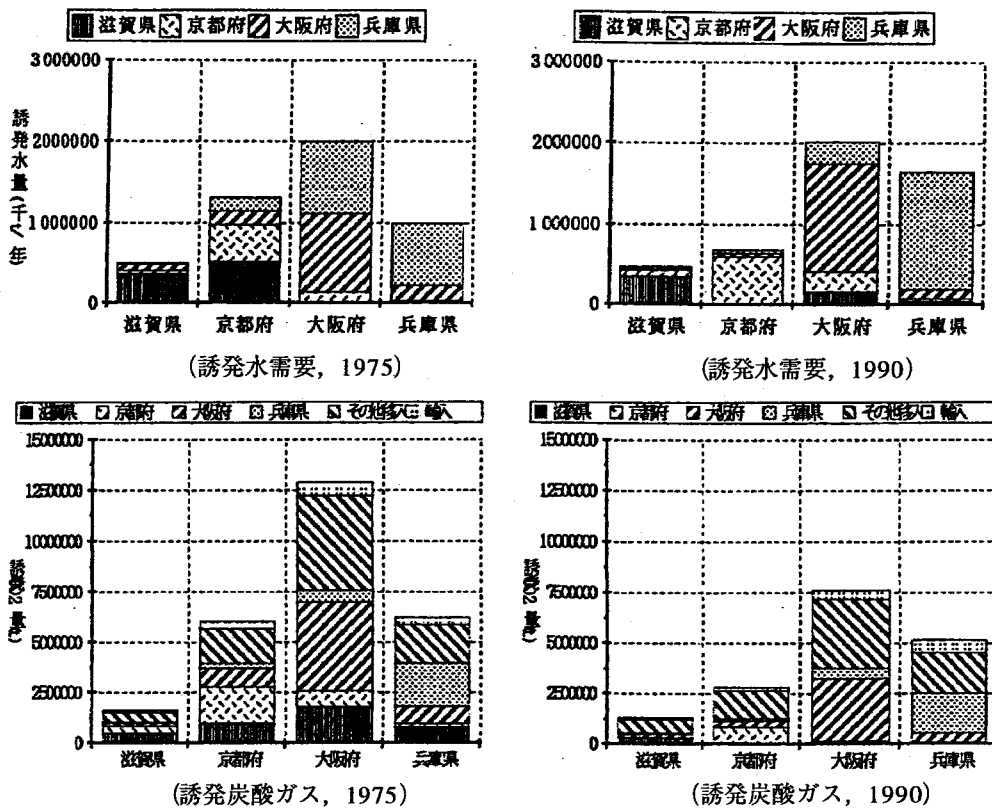


図3. 3-8 琵琶湖淀川流域の地域間水需要・炭酸ガス誘発の変化

3. 4 本章のまとめ

本章では、本研究で展開する環境負荷評価のための産業連関分析の骨格となる均衡産出高の静学分析モデルについて、その理論と方法論の詳細を述べ、次にその応用として多様な環境負荷リスクや越境的な環境負荷依存構造の解析への適用について述べた。

まず、産業連関表の国民経済計算体系の中での位置づけを述べた後、均衡産出高基本モデルを展開して直接・間接の炭酸ガス排出強度の算定ならびに最終需要に伴う炭酸ガス誘発量の計量のプロセスを示した。排出強度の算定では、各種データの所在と燃料データの部門別振り分けの方法、炭酸ガス誘発量の計算では生産者・購入者ベースの産業連関表の価格表の取り扱いとマージンの振り分け、輸入財の内包炭酸ガスの取り扱いについて述べた。さらに、本研究に関連した産業連関分析の応用モデルとして消費を内生化したクローズドモデルを取り上げ、輸出などの外生最終需要に伴う炭酸ガスの誘発経路を中間需要起因、所得循環起因、消費誘発起因の3つに分けて計量する方法を述べた。そして、これらをより詳細に解釈する分析手法として、ラスムッセンの考案による貨幣タームの誘発影響度係数・感応度係数に炭酸ガス直接排出強度を重みづけた誘発の相対的な依存度合いを示す分析、誘発の行列式をいくつかの中間項行列・ベクトルに分解して、2時点間の変動要因解釈する要因分析の方法論を示した。加えて、特に本研究に関連する社会統計として日本の家計調査の質の高さへの着眼と産業連関表との対応、分析の応用を示し他の先進国での家計調査の整備状況を俯瞰しながら、途上国などへの適用可能性に言及した。

前節を受けて、実際の産業連関分析を用いた解析については、炭酸ガス以外の多様な環境

負荷リスクの対象として労働災害リスク、産業廃棄物、水需要を取り上げ、多様な環境依存の対象として地域内外の負荷依存、地域間の相互依存の分析を示した。労働災害では、労働者当たりで表現する通常の労災リスクと国内生産額ベースでのリスクとの差を労災の社会統計の扱う対象労働者の差などに関連して考察した。直接・間接の労災リスクの計算結果においては、産業活動の多様化やサービス経済化などに伴う労働災害に特徴的な影響度感応度の挙動について考察した。産業廃棄物の相互誘発構造の分析では、地域レベルでの環境影響が卓越する廃棄物と地域表を使った分析の意義を述べ、部門別廃棄物誘発係数の分析では、汚泥、鉍さいなどの代表的な産廃について誘発が幾つかの産業群に集約して起こるような廃棄物独自の負荷伝搬構造に言及した。琵琶湖・淀川流域の環境負荷相互依存では、1975年に比べて1990年には流域外への負荷依存が増加し、流域環境管理もよりグローバルな視点でおこなうことの重要性を指摘した。

参考文献

- ¹⁾ 宮沢健一編：日経文庫 産業連関分析入門，日本経済新聞社，pp.1-207，1991
- ²⁾ 岡建雄：産業連関表による建築物の評価その1，日本建築学会計画系論文報告集第359号，pp.17-23，1986
- ³⁾ 産業連関表は、国民経済計算の第2勘定であることには間違いないが、厳密には、国民経済計算年報などで公表される狭義のSNAの一部を産業連関表（同様に資金循環表，国際収支表）が構成しているわけではない。具体的には、産業連関表の基本表であるV表（産業×商品表），U表（商品×産業表）などによって産業連関表はSNAとリンクし、包括的な概念統合がなされている。そのため産業連関表の部門分類や細かい概念規定もSNAとは厳密には一致していない場合もある。（白川一郎／井野靖久：ゼミナールSNA統計見方・使い方，東洋経済新報社，p.13-14，1994による。）
- ⁴⁾ 宮沢健一編：産業構造分析入門，有斐閣双書，p.55，1970
- ⁵⁾ 宮沢健一著：日本の経済循環，春秋社，p.123，1972
- ⁶⁾ 金子敬生著：産業連関の理論と適用，日本評論社，p.28-29，1970.
- ⁷⁾ 日本では産業連関表の付帯表である物量表に主要燃料のデータが掲載されている（原料炭，一般炭・亜炭・無煙炭，原油，揮発油，ジェット燃料油，灯油，軽油，A重油，B重油・C重油，ナフサ，液化石油ガス，コークス）。その他，石灰石生産tも把握できる。その他のコークス炉ガス等については，資源エネルギー庁の総合エネルギー統計による。
- ⁸⁾ 日本の場合，環境庁編：地球温暖化防止ハンドブック5 エネルギー編，第一法規，1992において重量ベース，発熱量ベースの詳細な原単位データが適用できる。国際的には，確立されたデータベースは見受けられないので個々の国々ごとに燃料の炭素含有量から推定されているものと考えられるが，例えば国際比較分析には，日本の環境庁の発熱量ベースの排出原単位とOECDのエネルギー統計が表示する各国ごとの燃料種別平均発熱量を用いておこなう簡便法がある。本研究の4章ではこの方法を用いている。
- ⁹⁾ 原料使用は製造業（化学工業）が中心になるが，資源エネルギー庁の石油等消費構造統計表や総合エネルギー統計による。
- ¹⁰⁾ 前掲1) p.67参照
- ¹¹⁾ 吉岡完治・早見均・池田明由・菅幹雄：環境分析用産業連関表の応用(2)ー環境家計簿作成

- 用のためのCO₂排出点数表－，イノベーション&I-Oテクニーク，Vol.4 No.1，1993
- ¹²⁾ 近藤美則・森口祐一・清水浩：家計消費支出によるCO₂排出構造の経時的分析，第11回エネルギーシステム・経済コンファレンス，pp.235-240，1995
- ¹³⁾ 金川琢・二渡了・井村秀文：産業連関モデルによる都市のエネルギー・環境構造分析，環境システム研究Vol.19，pp.70-75，1991
- ¹⁴⁾ 貿易マトリックスを用いた貿易構造と環境負荷の分析は，白土廣信・水野隆司・藤倉良・井村秀文：アジア太平洋地域の貿易構造と環境負荷に関する研究，第3回地球環境シンポジウム，pp.109-114，1995など
- ¹⁵⁾ 本藤祐樹・西村一彦・内山洋司：産業連関分析による財・サービス生産時のエネルギー消費量とCO₂排出量－産業連関表のLCAへの適用について－
- ¹⁶⁾ Ram Sharma Tiwaree and Hidefumi Imura：Input-Output Assessment of Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission in Asia，環境システム研究，Vol.22，pp.376-382，1994
- ¹⁷⁾ 前掲1) pp.160-164
- ¹⁸⁾ 産業連関表では粗付加価値部門（V及びP）として家計外消費支出，雇用者所得，営業余剰，資本減耗引当，間接税，（控除）補助金から構成され，最終消費部門（C）として家計外消費支出，民間消費支出，一般政府支出が含まれる．本研究の消費内生モデルではVとして雇用者所得（行ベクトル），Cとして民間消費支出（列ベクトル）を取り上げて解析をおこなった．
- ¹⁹⁾ 環境庁：平成5年版環境白書総説，pp.137，1993
- ²⁰⁾ 前掲1) pp.88-89
- ²¹⁾ 行政管理庁：昭和55年産業連関表－総合解説編－第2部 産業連関表の利用，pp.212-213，1984
- ²²⁾ 総務庁統計局：家計調査のしくみと見方，日本統計協会，pp.1-115，1993
- ²³⁾ 総務庁統計局：イギリス及び西ドイツの家計調査結果との比較，家計調査参考資料第41号，pp.1-87，1982
- ²⁴⁾ Tohru Morioka and Noboru Yoshida：Implication of Evaluating Risks with Concept of Cycle and Linkage of Industrial Services，Japan Journal of Risk Analysis，Vol.9 No.1 (in print)，1997
- ²⁵⁾ 国際労働経済統計年鑑，日本ILO協会，pp.977-978，1992
- ²⁶⁾ 岩崎民子・市川雅教・武田篤彦・小林定喜：日本における労働災害のリスク，保健物理Vol.21，pp.145-154，1986などに詳しく解説されている．
- ²⁷⁾ 労働省労働基準局：労働基準監督年報，Vol.14 (1961)～Vol.45 (1992)
- ²⁸⁾ 前掲
- ²⁹⁾ 盛岡通・吉田登：循環型都市の廃棄物管理，厚生省委託平成7年度広域最終処分場計画調査，（社）土木学会，pp.36-44，1996
- ³⁰⁾ 神戸産業廃棄物処理指導基本計画，1993
- ³¹⁾ 兵庫県産業廃棄物処理基本計画，1996
- ³²⁾ 盛岡通・中村信夫・吉田登・藤田壮：地域連関に着目した環境経済勘定構築に関する研究－琵琶湖・淀川流域を事例として－，環境システム研究，Vol.24，pp.125-131，1996
- ³³⁾ 新沢秀則：水資源配分のシステムに関する環境経済学的研究（学位論文），pp.197-228，1990

4章 社会的成熟に伴う家計の炭酸ガス誘発構造の比較分析

4.1 緒言

前章においては、レオンチェフの均衡産出高基本モデルに基づき家計消費に伴う炭酸ガス誘発量を推計する方法論的枠組みを示した。また、炭酸ガス以外の様々な環境負荷・リスクの波及構造を解析することで、最終消費者の効用を満たすための財・サービスの産出は、時間スケールあるいは地域スケールで産業毎に異なる活動量と環境負荷・リスクの低減能力に応じて様々に内包された環境インパクトの波及をもたらすことを明らかにした。これにより、持続可能な社会へ向けて社会経済活動の再編をおこなうために、消費行動がもつ潜在的な駆動力 (Potential driving force)¹⁾ を評価する上で、本論文で展開する産業連関表による環境負荷分析が有効であることを示した。

本章では、まずGDPでみた生活水準が同等の日本と英国を比較することで、社会的成熟の表れとしての生活様式の違いによる炭酸ガス誘発構造とこの行動を規定している1世紀近くの社会的発展の位相差の中に都市構造、比較文化的背景とともに市民の環境財に対する global commonとしての認識などの社会経済的側面 (Human Dimension) を抽出して、今後の持続可能な消費行動へ向けての変革の鍵となる部分を考察する。続いて、日本の発展過程を1970年～90年にわたって詳細に捉えることにより、各年代毎に炭酸ガス誘発をもたらした潜在的駆動力は、消費行動のどの部分に存在し、それが直接的な駆動力である生産部門および生産部門相互の中間取引構造にどのように結びついてきているかを探る。これにより、持続可能な社会変革のための潜在的な駆動力である消費行動と生産活動、環境インパクトの関連性について考察する。

4.2 社会的成熟の表れとしての生活様式の差に伴う炭酸ガス誘発構造の日英比較

いくつかの比較地誌の文献²⁾にも明らかのように、英国と日本は類似する部分が多い。英国も日本も大陸に近い島国であり、ブリテン島の面積216.8千km²は日本の本州の面積230.5千km²にほぼ等しい。いずれも、狭い国土に人口が密集しており、集約的に土地利用をおこなっても食料や原料を海外に依存せねばならず、工業を中心に貿易で経済を維持してきた。このように共通項を持つ一方で、緯度は英国の方が日本より10～20度北にあり、また山地と平地との割合は大きく異なっており、これが気候や土地利用、都市構造の差となって各々の生活様式に影響を及ぼしている。現在、国民所得やエネルギー消費からみた生活水準がほぼ同レベルの工業先進国である日英を比較することにより、特に経済発展のピークを日本より約1世紀近く終え、最終需要主体の付加価値社会への移行を進める中で持続可能な社会へ向けた消費の生活様式が蓄積しつつあるとの仮説のもとに、英国を日本と比較してその社会的成熟とグローバル・ライフについて考察する。

4.2.1 分析の方法

3章に示した均衡産出高オープン・モデルを用いて、 $[I - (I - M)A]$ ⁻¹型のレオンチェフ逆行列を求め、生産部門間の中間取引額に比例してエネルギーが消費されるとの仮定のもとに家計消費に伴う炭酸ガス誘発量を推計し、家計からの直接的な排出と併せて、日英の炭酸ガス排出構造を分析した。基本的な分析の手続きは、国立環境研究所の既往研究³⁾に

準じておこなった。分析フローを以下に示す。

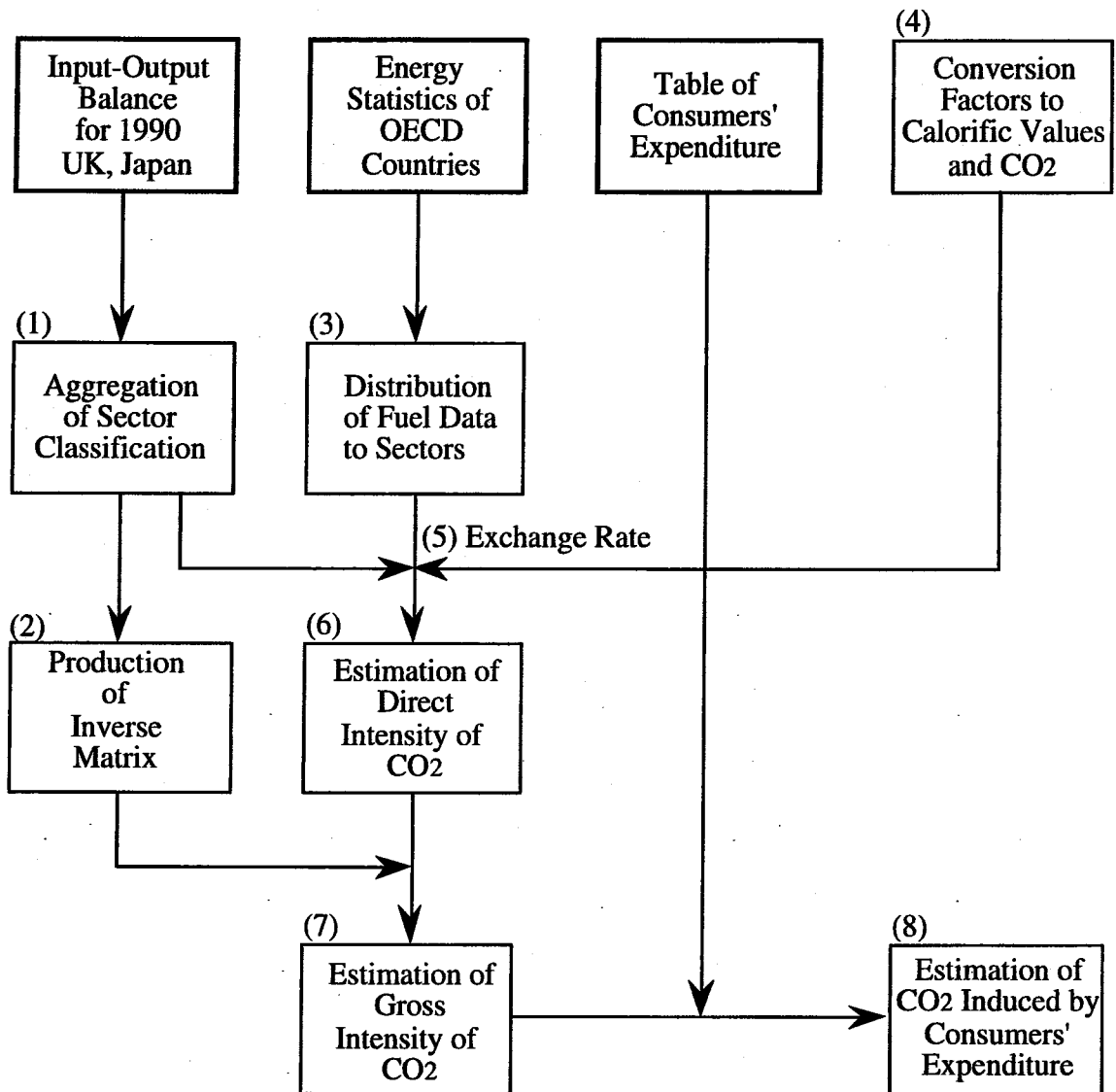


図4. 2-1 家計消費に伴う炭酸ガス排出構造の日英比較分析フロー

分析に用いた基本データは、以下のとおりである。

- 産業連関表取引基本表（1990年）：日本⁴⁾，英国⁵⁾
- OECDエネルギー統計（1990年）⁶⁾
- 家計調査データ（1990年）：日本⁷⁾，英国⁸⁾
- 炭酸ガス排出係数データ^{9) 10) 11)}

また、分析手続きの詳細について、以下に示す。

(1) 部門統合

本研究では、英国のエネルギー統計の制約から、産業連関表の部門数を32部門に統合した統合表を用いて解析をおこなった。日本の基本分類表は400部門以上であるのに対して、英国のそれは123部門と国により整備水準の差が大きい。また、エネルギー消費データについて

は、日本では基本分類に対応した物量表が産業連関表の付表として整備されているのに対して他の国ではこのような取組みをおこなっていないなど水準の違いが分析の制約条件となっている。SNAにおいても環境・経済統合勘定のサテライト勘定としての取り込みが試みられているが、こうした国民経済計算諸表とそれに付随する統計の標準化と整備水準の向上が求められる。

(2) 逆行列の作成

ここでは $[I - (I - M)A]^{-1}$ 型の逆行列を用いることにより、純粋な国内からの排出量に対応した誘発構造を分析した。また、3章で示したとおり、過度の波及計算を避けるため、生産者価格の産業連関表を用いて逆行列を計算し、内包炭酸ガス排出量の計算に際しては家計消費額データを一度、購入者価格から生産者価格に換算している。なお、英国の産業連関表は購入者価格表であるため、英国の産業連関表の付表の各部門ごとの流通マージン比率を一律に補正して、生産者価格表への変換をおこなった。

(3) 部門別の化石燃料等消費の配分

既往文献の補正方法に基づいて適宜燃料データを補正して、各部門への配分をおこなった。主な補正は以下のとおりである。

- コークス分のうちコークス炉ガスおよび高炉ガスへの転換分の控除
- 化学および石油化学のfeedstock分の控除
- 運輸セクターの消費分からの家計の自家用燃料消費分を控除し、家計の直接消費分として計上
- 石灰石消費起因によるセメントおよび鉄鋼部門からの炭酸ガス排出の計上

(4) 炭酸ガス排出係数

日本については前述の環境庁が作成した炭酸ガス排出係数を用いた。英国については、前掲のM. Grubbによる炭酸ガス排出係数を用い、該当しない燃料種については前述の日本環境庁が作成した単位発熱量あたり炭酸ガス排出係数を基本にOECDの国別発熱量変換係数を乗じて適用した。

(5) 価格換算レート

購買力平価 (OECD, 1990)¹²⁾ 換算のGDP換算レート (¥323.92/£) を用いた。日本におけるサービス価格の高いことが日本の購買力平価を高める原因となっている。したがって中間需要や工業部門へのこの購買力平価の適用は厳密に言えば誘発をやや高める方向へ作用している。

(6) 直接排出係数の算定

中間需要部門のエネルギーを(3)の手続きにより配分したものに、(4)の排出係数を乗じたのち、部門別国内生産額で除して、部門別炭酸ガス直接排出係数を算出した。

(7) 総排出係数の算定

直接排出係数を対角要素とする対角行列に(2)の逆行列を乗じた行列の各列の行和からなるベクトルを直接、間接を併せた総排出係数として求めた。

(8) 家計消費支出に伴う炭酸ガス誘発量の算定

(7)の炭酸ガス総排出係数に前掲データによる家計消費支出を乗じて、家計消費支出に伴う炭酸ガス誘発量の算定をおこなった。

4. 2. 2 最終需要の中での家計消費の炭酸ガス誘発影響

誘発構造の違いは、上流側の生産主体の排出構造の違いと家計の支出構造の違いによるが、ここではまず、部門別排出係数を比較し、次いで国民経済の全ての最終需要の中での家計の排出構造の特徴について考察する。

(1) 部門別炭酸ガス排出係数

部門別直接および間接の炭酸ガス排出量を比較して、図4. 2-2に示す。

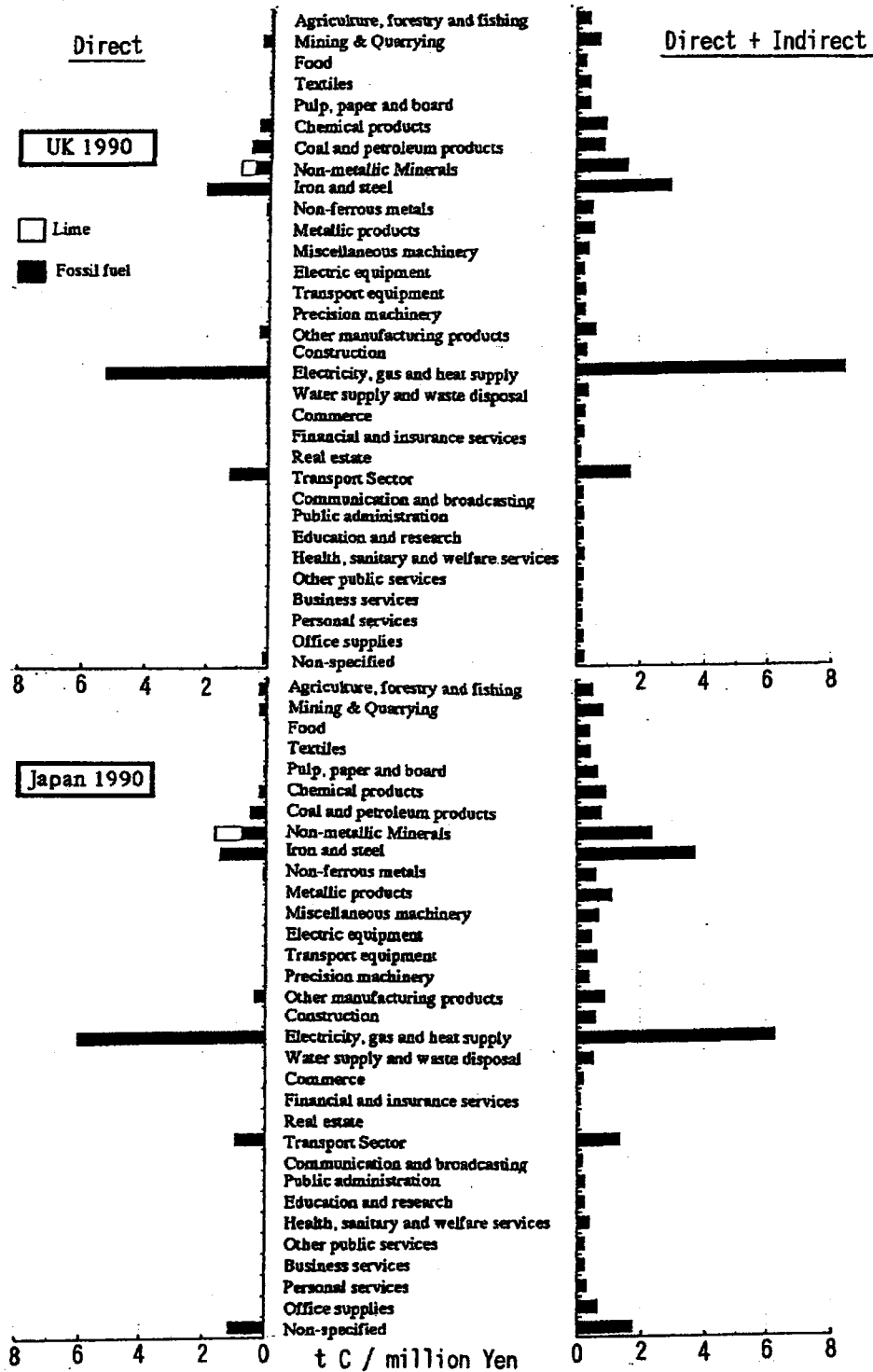


図4. 2-2 部門別直接・間接の炭酸ガス排出係数の日英比較

サービス産業の就業者が全体の5割を越えたとき本格的なサービス経済に入ったといわれる（ダニエル・ベル「脱工業化社会」）が、1990年の第三次産業の割合は英国で71.9%、日本で61.3%とサービス経済化が本格化している。これは、日英双方の排出係数に表れていて、左側の直接排出係数が散立した部門で構成されているのに対して、右側の直接・間接を併せた排出係数では多くの産業に一定の間接排出が認められ、なだらかなスカイラインを形成している。これは、脱工業化の進展に伴い、間接的な環境負荷誘発を考慮することの重要性を示唆していると考えられる。

全体として同じ様な形状を有している日英であるが、より詳細には、様々な差異が認められる。

ア. 英国が日本より高い炭酸ガス排出係数を示している部門

英国が日本より高い炭酸ガス排出係数を示している部門としては、鉱業、鉄鋼業、運輸が挙げられる。鉱業では英国がその97%を北海の原油や天然ガスを採取する活動に起因しているのに対して、日本では78%が砂利採取や採石を専らとするなど採取する鉱物が大きく異なっている。鉄鋼業では、エネルギー効率の差である。日本の1973年の鉄鋼生産tあたりのエネルギー消費¹³⁾を100とすると約10年後の1982年には88の割合まで省エネルギー化を進めたのに対して英国では1973年の139に対して1982年で123であるなどエネルギー消費効率の違いに起因している。運輸では、国土の形状など自然条件の差に加えてそこでの地域経済や輸送体制が運輸部門のエネルギー消費に影響を及ぼす。比較的狭い国である日英は他の大陸国に比べてともに低い値を示すが、国内生産額あたりのエネルギー消費¹⁴⁾は英国で0.603toe/Mill¥に対して日本では0.285toe/Mill¥（ともに1990年値）であるなど特に日本のレベルの低さが顕著である。この輸送部門からのエネルギー消費については、都市の空間配置の分散度の影響が検討されていて、松岡らの研究¹⁵⁾（1992）では、日本の都市の分散度は英国よりもさらに大きく（図4. 2-3参照）、またこの図より東京・大阪圏の人口の3割を他の道府県に均等に分散させる多極分散型の国土利用が実現すれば、輸送エネルギーはさらに約15%の低下が可能であるとの考察がなされていることから、これらの施策は直接、間接の炭酸ガス低減をおこなう上で重要であると考えられる。なお、電力部門については、直接排出係数は日英で同程度であるが、間接を含めると英国の係数が大きくなっている。これは、英国において電力部門の民営化に伴い、電力の生産から送電に携わる多数の事業主体間の部門間取引が多いことに起因するものと考えられる。

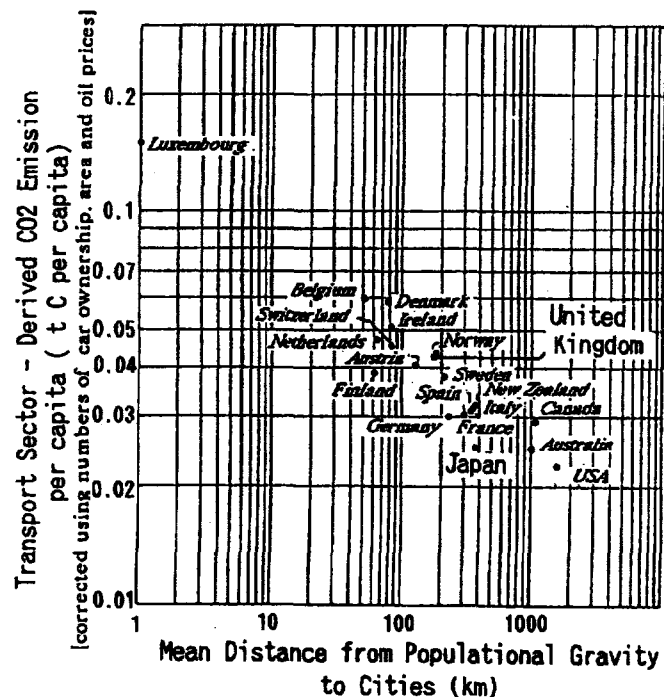


図4. 2-3 都市の空間配置の分散とエネルギー消費

イ. 日本が英国より高い炭酸ガス排出係数を示している部門

農林水産業、窯業・土石においては、日本の方が英国より高い炭酸ガス排出係数を示している。農林業では、森林面積のシェアが、英国3%に対して日本67%であることに示されるようにまず、農林業の土地利用が大きく異なる。加えて、英国では平坦な農地を利用して小麦や穀類の生産性を高めているのに対して、日本では狭い農地に対して米や野菜などの集約的な農業をおこなっていることが差をもたらしていると考えられる。窯業・土石においては英国では天然ガス、日本では石炭主流という消費燃料種の違いはあるが、それ以外の大きな理由については明らかではない。

他方、炭酸ガス間接排出係数については総じて日本の方が高い値を呈している。これはサービス/付加価値経済の進展の差にも起因して、日本では英国に比して特に製造業を中心とする中間需要主体間の財の取引がサービスの取引に比べてまだ大きいためであると考えられる。

このように、内包炭酸ガス排出の構造を改善していくためには上記のような様々な自然的、社会経済的背景を捉えることが必要である。

(2) 最終需要全体の中での家計消費の炭酸ガス誘発影響

最終需要全体の直接・間接の炭酸ガス排出構造は図4. 2-4のとおりである。中間の円に最終需要別シェアを置き、内側の円には各最終需要が需要する部門別のシェアを、外側の円に最終的に排出される部門別のシェアを示している。

日英ともに最終需要の中で家計消費が最も大きい割合を占めているのは当然であるが、英国ではすでに過半を大きく上回り64%に達しており、日本では47%と過半に達しようとしている。次に日英の違いとして大きなのは、英国では固定資本形成が小さく相対的に輸出が大きくなっているのに対して日本では依然フローとしての固定資本形成が大きいことである。この背景には人口と経済成長の段階の違いが想起される(図4. 2-5, 6参照)。日本では、人口爆発が19世紀の終わりから1970年頃まで続き、それ以降は増加率が大きく減少した。これに対して英国では18世紀の終わりに人口の拡大が始まり、着実な人口増加が1世紀近く続いた後、1870年頃から増加割合がゆっくりと減少を始めており、1980年頃を境に人口は減少に移っている。GDPあたりのエネルギー消費は英国では1880年にピークを迎え、日本ではそれより約90年遅れて1970年頃にピークを迎えている。このように、1世紀近くにわたる人口と経済成長の位相の違いが、最終需要、特に家計消費主体の社会経済構造の深化の差となって表れているものと捉えることができる。

特に英国の家計においては、日本に比べ電気、熱エネルギーの直接消費のシェアが大きい。これについては後述するように生活の質の違いも起因している。その他、政府支出も日本に比して大きく、これについては家計消費主体や高齢化などの社会サービスの水準との関連が考えられる。単位最終需要あたりの直接・間接の炭酸ガス排出量を比較した図4. 2-7は、家計消費を除いて、他の消費支出起因の排出係数がいずれも日本より小さいことを示しており、輸出成長による所得拡大や公共インフラ整備の拡大の時期を越えて、ますます持続可能な消費の質が問われる段階に英国が先行していることを伺わせる。

4. 2. 3 家計消費に伴う食・住・交通・燃料消費の炭酸ガス誘発

家計消費支出のデータを用いて、支出項目別消費額と項目別排出係数の矩形により日英の排出構造を比較したものを図4. 2-8に示す。全体支出額では日本が多いが、1世帯あた

図4. 2-5
人口成長 (日英, 1700-1980)

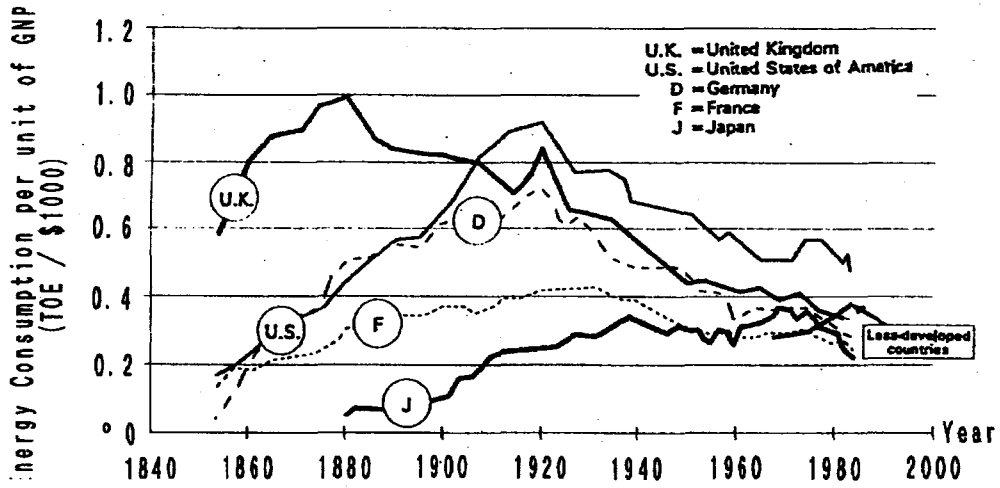
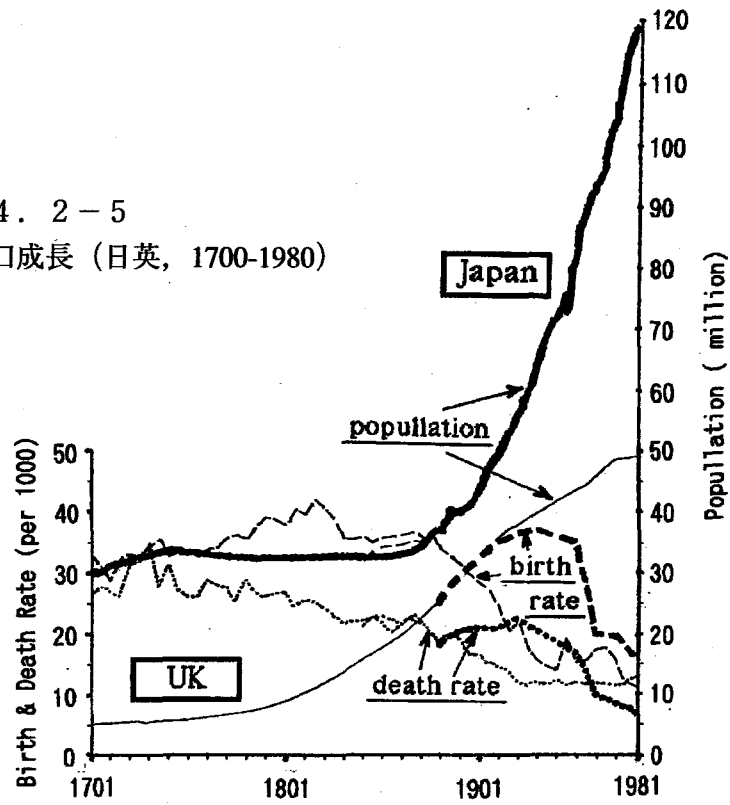


図4. 2-6
エネルギー集約度の変化

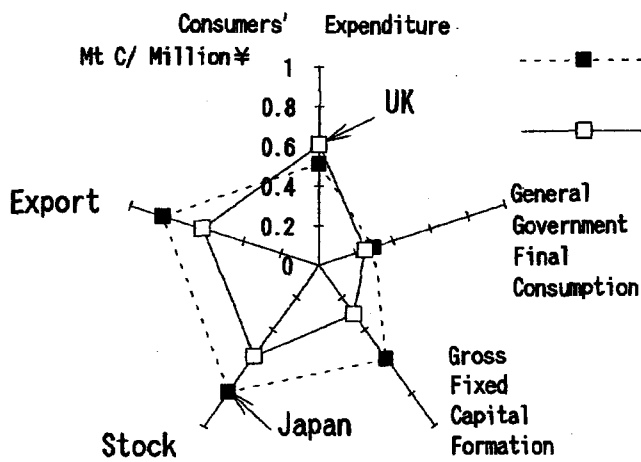


図4. 2-7
最終需要別炭酸ガス排出係数の
日英比較

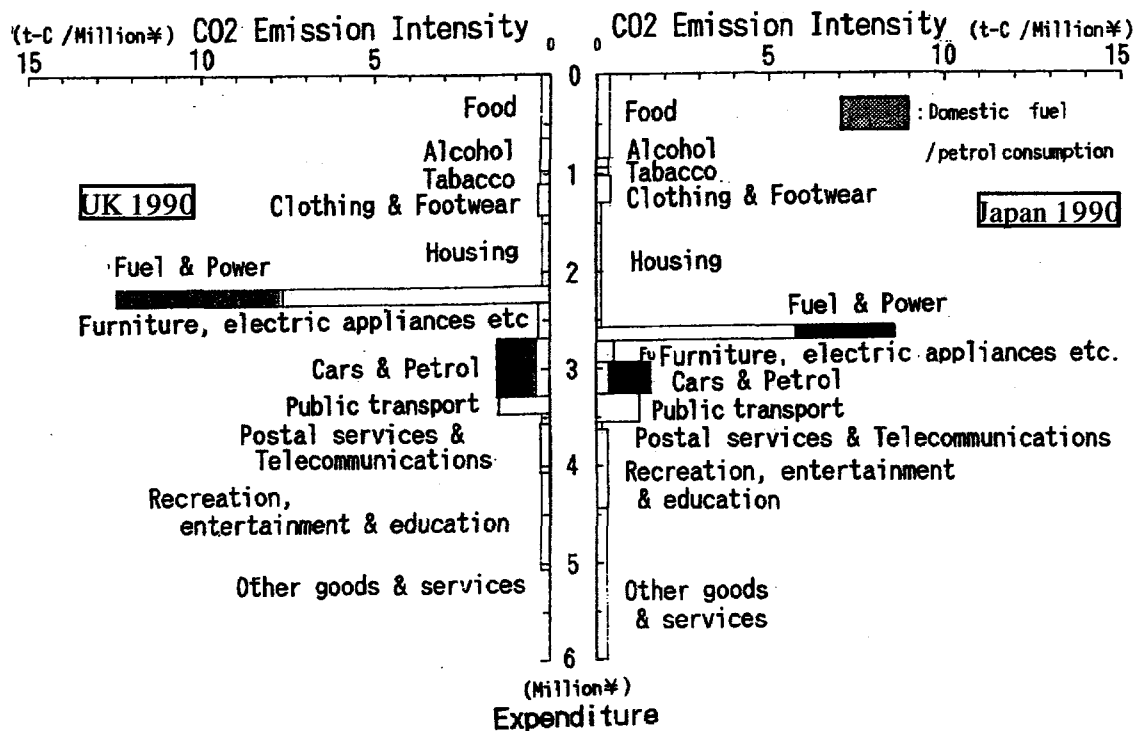


図4. 2-8 家計消費に伴う炭酸ガス排出の日英比較

りに換算すると、日本は3.6tC/世帯・年、英国は4.6tC/世帯・年であり、英国の方が排出係数としては約3割大きい結果となっている。全体のバランスを比較して顕著に異なるものは燃料・電力消費と娯楽・レクリエーションその他費である。燃料・電力消費に関しては後述のように、自国で産出する石炭と天然ガスを採用する上流段階からの排出が内包されていることとエネルギー利用に関する生活の質の違いが考えられる。娯楽・レクリエーションその他費に関しては、交際に関する文化的な違いが支出額に大きく反映されている。

次に日英の家計調査報告データの家計消費費目別金額に対して、先に求めた32部門別の炭酸ガス誘発係数を乗じて、住、交通、燃料・エネルギー関連の誘発構造の詳細を分析した。

(1) 食・衣服

エンゲル係数は日英ともに約2割(1988年)であるが、日本の方が排出強度において英国を上回っており、一概には言えないものの、食に対する質の違いを示している。また、英国のア

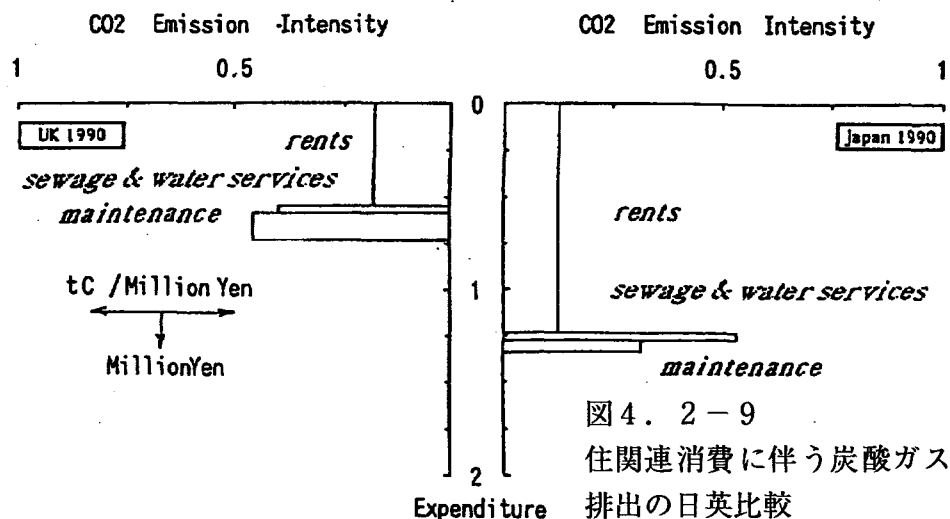


図4. 2-9 住関連消費に伴う炭酸ガス排出の日英比較

ルコールに関する支出額の多さはここにも示されており、お酒好きな英国人資質を伺わせる。衣服に関して排出強度が若干日本が高く、同様の傾向を示している。

(2) 住 (図4. 2-9)

排出量全体はほぼ同様であるが、排出強度と支出内訳が異なっている。英国では賃料などの経済サービスよりもむしろ古いものを大事にしてものを使いこなす美德感覚や、Do It Yourselfの気質を反映して維持補修の支出額と排出係数が高い。日本において高いフローとなっている賃料に関連して、木造住宅に高いニーズがある現状を変えるべきだという認識は短絡的であり、木造であっても耐用年数を延ばせる技術革新を重視する社会的な評価を広げていくような改善が求められる。また、英国で賃貸に供される家は家具付きが多く、リサイクル市等ともあわせて生活財を共有化する環境配慮型の暮らしが生活様式として定着していることに注目すべきである。6章で示すように、世帯の小規模分散化と単身世帯の増大の傾向は炭酸ガス排出の増大に大きく寄与するため、このような環境配慮型の暮らしは今後の日本にとって特に重要である。

(3) 交通 (図4. 2-10)

英国は日本よりも車依存型であり、旅客輸送(人キロ)に占める鉄道と自動車の割合は、英国が6.7%(鉄道)、92.1%(自動車)であるのに対して日本は29.1%(鉄道)、66.7%

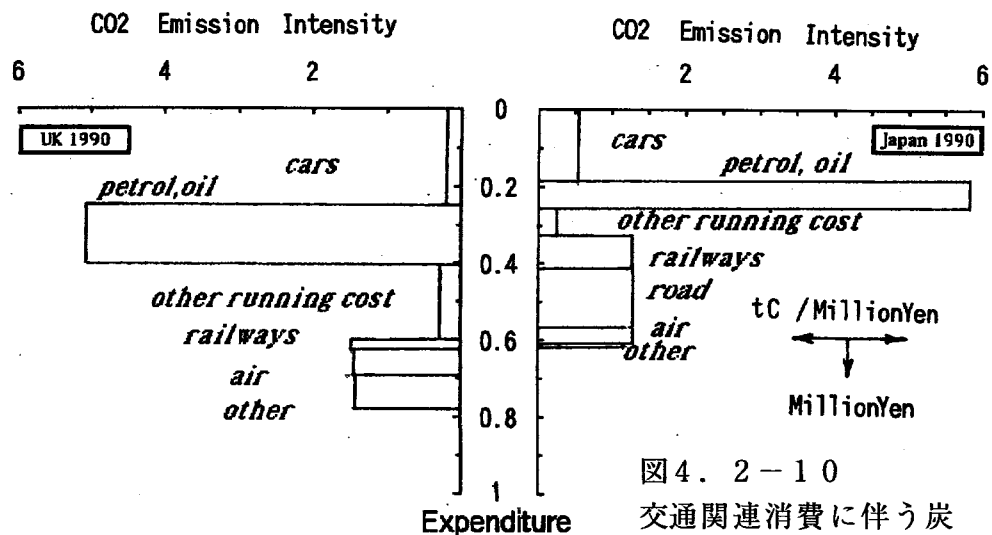
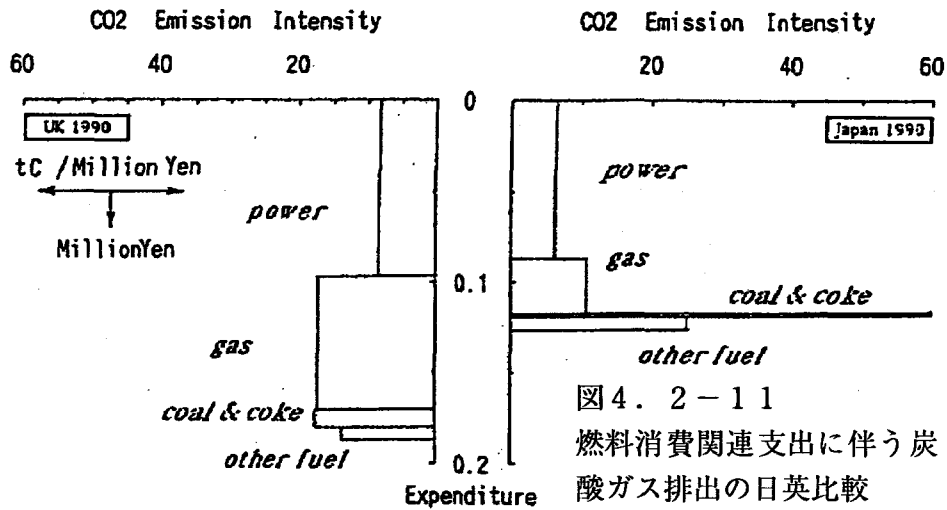


図4. 2-10 交通関連消費に伴う炭酸ガス排出の日英比較

(自動車)であり、交通分担率の違いが排出構造の違いとして端的に示されている。公共交通や燃料の内包炭酸ガス排出係数は日英という国の違いには左右されず、ほぼ同じである。英国のランニングの部分には利用量に比例して補修が多く含まれるものと考えられる。

(4) 燃料・エネルギー (図4. 2-11)

英国はセントラルヒーティングの普及に起因してガス特化型であり、日本はエアコン等の普及に起因して電力特化型の傾向を示している。気候の差は消費量に直接影響を及ぼすが、温度日補正をおこなってもやはり日本の空調エネルギー消費は英国の約3分の1である¹⁰。住宅面積(居室面積)の小さいことを割り引いても、日本の暖房エネルギー消費は小さい。トイレや浴室を含むセントラルヒーティングなどアメニティーに関する考え方の違いや生活時間利用の違いによる屋内滞在時間の差などが起因しているものと考えられる。



4. 2. 4 資本ストック形成に関連する炭酸ガス誘発と家計消費

固定資本形成起因炭酸ガス排出量の部門別需要割合 (図4. 2-12) をもとに家計消費との関連を捉える。

量そのものでは日本の方がかなり大きなウェイトを示していることは前述のとおりである。部門別の構成割合については、英国では建設とサービス部門からの需要起因が大きいのに対して、日本では建設以上に製造業のプラント、工作機械などの民間投資が多くを占める。社会資本投資の需要が大きいのも日本の特徴である。建設については住居及びオフィスビル用途の建設がシェアの多くを占めるが1世帯当たりの建設系炭酸ガス排出量は、0.13tC (英国)、0.32tC (日本)

と、大きく異なっている。社会的成熟の途上にあつて社会資本整備に今後も多くの投資がなされねばならないことを示しており、住宅耐用年数を延ばしライフサイクルで見た環境配慮性が重要になる。

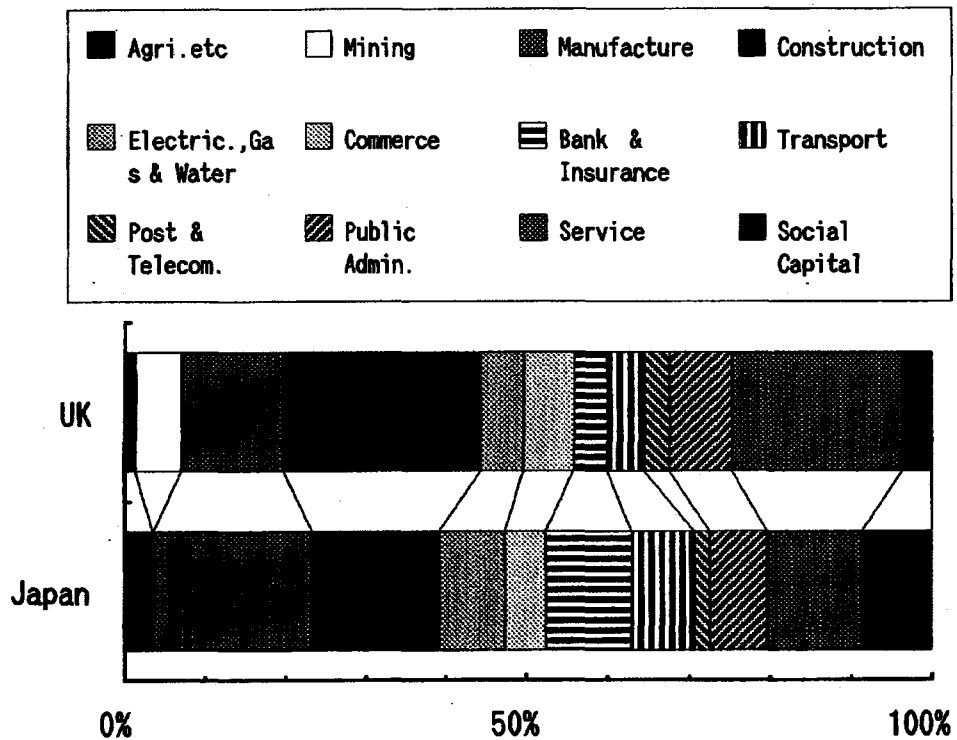


図4. 2-12 固定資本形成起因炭酸ガス排出量の日英比較

4. 3 家計の炭酸ガス誘発構造の時系列比較 (1970年, 80年, 90年)

1970年, 80年, 90年の産業連関表と総合エネルギー統計, 家計調査年報を用いて品目別家計消費に内包される炭酸ガス排出構造を時系列で分析した。方法論は4. 1で示したとおりである。なお特に消費構造の変化と連動した中間部門の相互依存関係の分析に主眼をおいているためここでは直接排出量の計上はおこなっていない。直接消費を含めた時系列でみた分析は5章および6章にておこなう。

4. 3. 1 品目別家計消費に伴う炭酸ガス誘発構造の時系列変化

品目別家計消費 (年間1世帯あたり) を縦軸に, 品目別内包炭酸ガス排出強度 (炭素換算) を横軸にとって1970年, 80年, 90年の3つの時期の炭酸ガス排出構造の変化を調べた (図4. 3-1)。

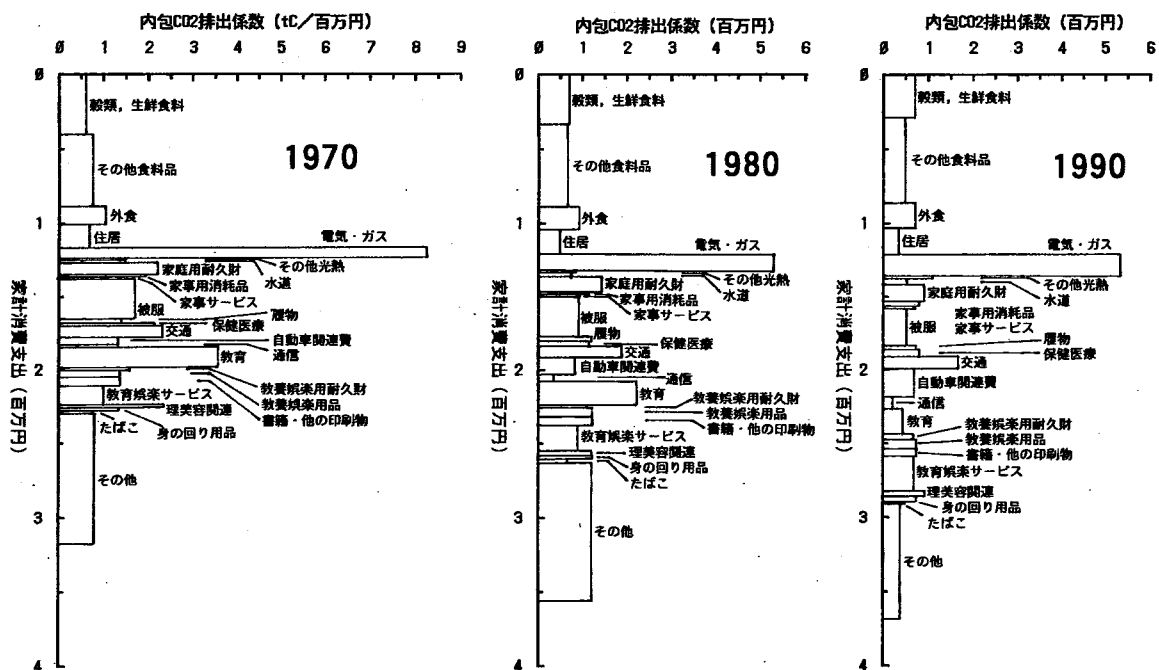


図4. 3-1 家計消費に伴う炭酸ガス誘発量 (1970年~90年)

この時期の特徴は,

(1)総じて家計消費支出は経年的に増加した一方で, 炭酸ガス排出強度は1970年より80年の期間でやや減少しているのが認められる。オイルショックを契機とした産業構造転換の要因が大きいと考えられる。

(2)内包炭酸ガス排出係数は70年には各消費品目毎に異なり凹凸が大きい構造を呈していたのが, 90年では排出強度そのものが低下したのみならず, 凹凸が小さく均質化されてきている。ポスト工業化あるいはサービス経済化により一方向から双方向への相互波及の高まりがこのような内包炭酸ガス排出強度の均質化に寄与しているものと考えられる。

(3)図中の面積は家計支出分野毎の内包炭酸ガス排出量を表すが, 1970年より80年に内包量が顕著に増加している分野には自動車関連費や教育娯楽サービスがある。逆に家計消費支出が大きく変化しないにも関わらず排出強度が低下したために内包炭酸ガス量が減少しているのは住居関連, 被服, 履き物, 交通, 教育娯楽用品, 書籍・ほかの印刷物, 理容関連などがあ

げられる。

(4)排出強度が大きく減少したが、逆に家計消費支出が増大したために内包炭酸ガス排出量が横這いで推移しているのは、電気・ガス消費である。しかも1990年には家計のエネルギー消費の増大や電力特化型の生活機器保有・使用傾向を受けて、電気・ガス消費は最大の炭酸ガス排出量を示す分野となっている。

4. 3. 2 2時点間誘発量変化の要因分析

70年～80年、80年～90年の誘発量変化について、a)排出係数、b)生産技術 (=産業間波及構造)、c)自給率 (=輸入非依存率)、d)品目別投入産業部門構成、e)消費規模の5つの中間項に分解して各要因の規模を調べた。

各年の総誘発量、排出係数、生産技術構造、自給率、消費部門構成、消費規模の行列をX, A, B, C, D, Eとし、O:基準年、t:比較年、△変化分とすると

$$\begin{aligned} \Delta X &= X^t - X^0 \\ &= A^t B^t C^t D^t E^t - A^0 B^0 C^0 D^0 E^0 \\ &= (A^0 + \Delta A) (B^0 + \Delta B) (C^0 + \Delta C) (D^0 + \Delta D) (E^0 + \Delta E) \\ &\quad - A^0 B^0 C^0 D^0 E^0 \\ &= \Delta A \cdot B^0 C^0 D^0 E^0 + \Delta B \cdot C^0 D^0 E^0 A^0 + \Delta C \cdot D^0 E^0 A^0 B^0 \\ &\quad + \Delta D \cdot E^0 A^0 B^0 C^0 + \Delta E \cdot A^0 B^0 C^0 D^0 + (\text{交絡項}) \end{aligned}$$

として示されるため、総誘発量の変動要因を、排出係数の変動、生産技術構造の変動、自給率の変動、消費部門構成の変動、消費規模の変動、合成要因に分けて解釈することができる。要因分析の結果は図4. 3-2に示すとおりである。

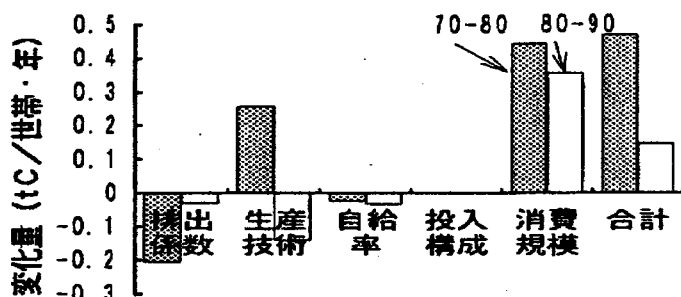


図4. 3-2 家計消費起因炭酸ガス誘発量の変動要因 (1970年～90年)

分析の結果として、

- (1) 経年的に消費拡大が負荷増大へ寄与した
 - (2) 電気・ガス部門を中心とする排出係数の低下 (70/80) や自給率低下による海外への負荷移転が負荷減へ作用した
 - (3) 素材、電気・ガス部門における生産構造変化が増減双方へ寄与した
- などの要因が伺われる。

4. 3. 3 家計消費に関連する産業部門間の相互依存構造変化

生産技術構造に着目し、産業部門の炭酸ガス影響度と感应度 (レオンチェフ逆行列係数に炭酸ガス排出係数を対角線上にもつ行列を乗じて得られる列和のその列和平均値に対する比を影響力、逆に和のその行和平均値に対する比を感应度と呼ぶ) の1970年、80年、90年の

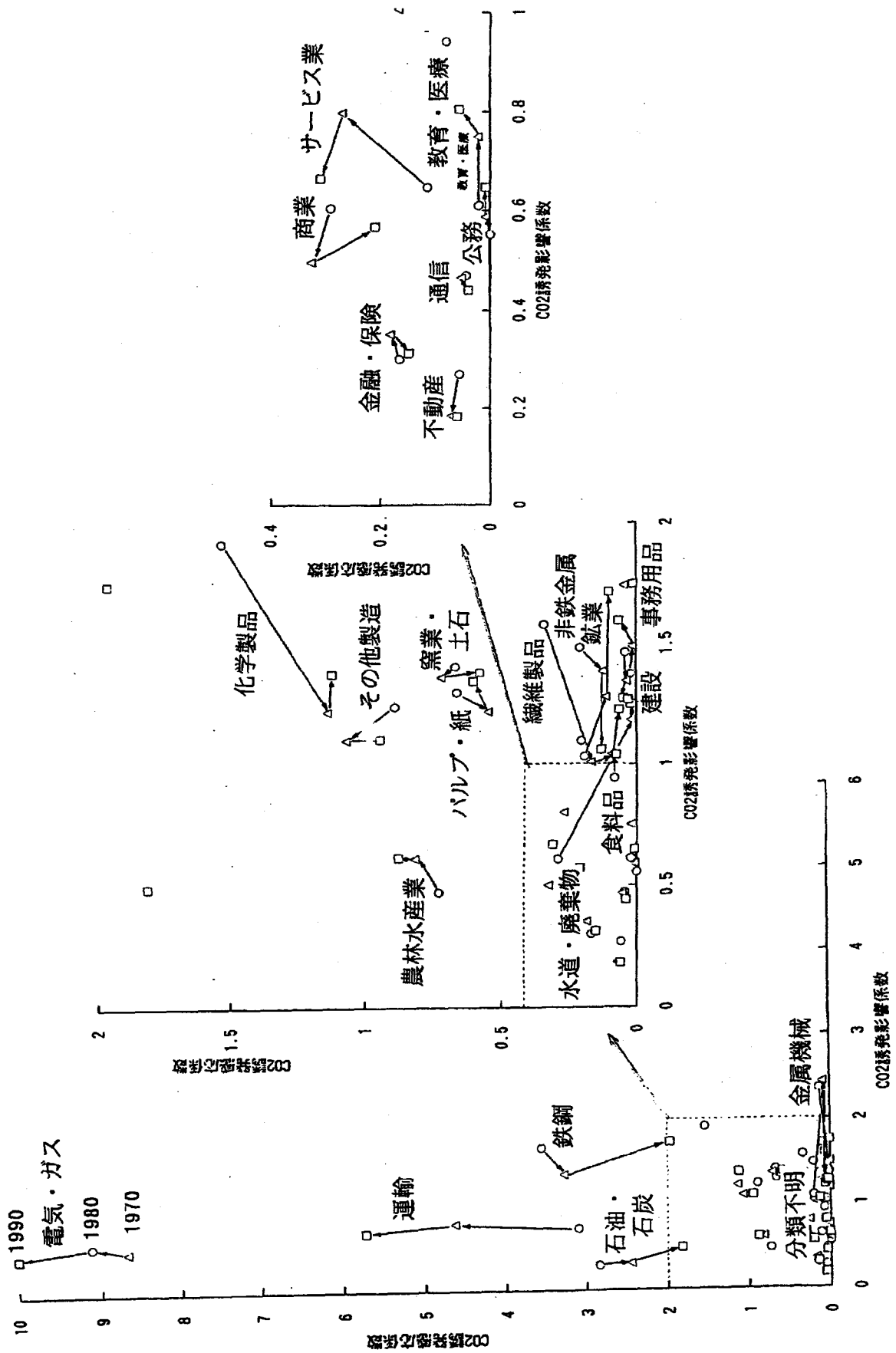


図4. 3-3 炭酸ガス誘発影響度・感応度の変化 (1970年~90年)

変化を調べた(図4.3-3)。これにより、

(1) 重化学部門の鉄鋼や石油・石炭部門の感応度が低下傾向にある。資本集約による輸出成長から付加価値型の生産構造への変化が読みとれる。

(2) サービス部門の影響度の上昇に呼応して、運輸や電気・ガス部門の感応度の上昇が伺われる。電気・ガスや運輸はすべての財やサービスに内包される性格を高めつつある。

など、サービスを志向するライフスタイルに起因する炭酸ガス排出構造が産業間相互依存波及効果との関わりで読みとれる。これらは、社会成熟の深化と共に家計消費の潜在的な(間接的な)環境影響を薄く広くおしなべて拡大させており、より変革の的を絞りにくくさせている。逆に、これらの消費行為を環境配慮型に改善する効果を積み上げて消費主体に表示するシステムを提示することにより、誘発行動の改善への意志決定を自らがおこなうことが可能になる。その意味で持続可能な消費を潜在的な社会変革の駆動力として稼働させるためにはこのような評価の道具が社会化していくことが重要である。

4.4 本章のまとめ

本章では、地球温暖化防止のための持続可能な消費を考える上で、消費行動の背景となる Consumer behavior 的な部分から消費行動による環境影響の程度までを、規範的な記述型よりむしろ空間的(2国間)および時間的(30年の時系列変化)な比較をおこなって事実と照らし、工学的な手法で問題発見をおこなうアプローチにより、持続可能な社会変革のための潜在的な駆動力といわれる消費行動と生産活動、環境インパクトの関連性について考察をおこなった。

本章の分析のねらいは、持続可能な消費の特に環境影響の波及を最小限にするという点から現在の日本の家計行動の特徴をマクロに評価しようとするものである。日英比較においては脱工業化を経済メカニズムの変化のみで捉えるのではなく、情報-資源処理の社会システムの文脈に沿えば、特に経済成長のピークを1世紀前に経過して以来、最終需要主体の社会の中で家計が生活の質を考える自立した個として成長し生活財を global common として認識する姿勢を深めながら環境情報を蓄積しつつ生活規範形成をおこなってきた英国の消費行動の中に持続可能な消費行動の要素を抽出することにあつた。時系列比較においては今その出発点に立っている日本の家計行動が現在に至るまで、特に生産構造との関わりの中でどのように変化してきているかを捉え、環境配慮のための留意すべきポイントを抽出することにあつた。

分析の結果、日英2国間比較では、最終需要の中で6割を越える英国における消費主体の国民経済の中に、日本の将来を見越して家計消費が潜在的な駆動力を有する様子が青写真として認識された。具体的な家計の持つ driving force のポイントを、交通、住宅、熱・エネルギーについてみると、英国のデータからは交通や住宅において維持補修による長寿命と家具などの生活財の共有等の生活技術の重要性が指摘された。一方で公共交通の分担率の高い日本は全体の交通起因誘発強度を低く保つと共にそれに併せた都市配置の分散が負荷低減に寄与していることを整理した。もとより文化や歴史的背景の違う両国であり、単純に日本が英国と同じ社会形成の方向を1世紀遅れて歩んでいると解釈できるわけではないが、最終需要の中

で消費主体の寄与が卓越することは間違いなく、それに相応しい消費行動を取る必要性を示唆的に示す誘発構造の特徴がこの比較分析によって得られた。時系列比較では、排出係数の低減を相殺する支出増大が家計支出起因炭酸ガス誘発の要因であり、特にサービス部門の影響度の上昇に呼応して、運輸や電気・ガス部門の感応度の上昇が伺われ、電気・ガスや運輸はすべての財やサービスに内包される性格を高めつつあることを受けて、生活のあらゆる部門に薄く広く内包されている環境影響へ配慮することの積み上げの効果を集計するしくみが社会化することが重要であることを示した。

参考文献

- ¹⁾ Pier Vellinga et al. : Industrial Transformation - An Inventory Research (revised edition), IHDP-IT no.8, pp.41, 1997の, " The change of consumption patterns can be identified as a potential driving force in a process of transformation of the industrial economics toward sustainability and ..."による。
- ²⁾例えば, 安藤萬壽男, 山鹿誠次:新訂イギリスとアメリカ, 大明堂, pp.1-185, 1994など。
- ³⁾森口祐一・近藤美則・清水浩:わが国における部門別・起源別CO₂排出量の推計, エネルギー・資源, Vol.14 No.1, pp.32-41, 1993
- ⁴⁾総務庁他共同編集:平成2年(1990年)産業連関表, 1994
- ⁵⁾Central Statistical Office: Input-Output Balance for the United Kingdom 1990, HMSO, 1993
- ⁶⁾OECD: Energy Statistics of OECD Countries (1990-1991), OECD, 1993
- ⁷⁾総務庁:家計調査年報1990年, 日本統計協会, 1991
- ⁸⁾前掲5)の付表Table4 (National Accounts Expenditure Categoriesとの対応表) およびCentral Statistical Office: Family Spending - A Report on the 1990 Family Expenditure Survey, HMSO, 1991による
- ⁹⁾OECD: Energy Balances of OECD Countries (1990-1991), OECD, 1993のConversion Factors to Calorific Values and CO₂データ
- ¹⁰⁾日本の化石燃料起源排出係数データについては環境庁編:地球温暖化防止ハンドブック-5 エネルギー編, pp.7, 第一法規, 1992。石灰石起因分については, 前掲3)に準じて, 0.12tC /石灰石 t を用いた。
- ¹¹⁾英国の化石燃料起源排出係数データについては, M. Grubb: Note on Carbon Dioxide Coefficients, Royal Institute for International Affairs, 1988のデータを用いた。
- ¹²⁾OECD: Purchasing Power Parities and Real Expenditures 1990, 1992
- ¹³⁾International Iron and Steel Institute: Steel Statistical Year Book 1982, IISI, 1982による。
- ¹⁴⁾前掲6)のOECD Energy Balanceをもとに計算。
- ¹⁵⁾松岡譲, 森田恒幸, 有村:開発効果と持続可能な都市システム, 環境研究, No.86, pp.151-65, 1992
- ¹⁶⁾住環境計画研究所算出値, およびL.Schipper et al.: INTERNATIONAL COMPARISON OF RESIDENTIAL ENERGY USE, Lawrence Barkly Laboratory, 1981による。

5章 経済発展と貿易に伴う炭酸ガス誘発の中での家計のダイナミクス

5.1 緒言

2章の内包環境負荷分析の系譜の中では、持続可能な消費を評価する上で貿易(Trade)の問題を避けて通ることができないことを述べた。続いて産業連関分析の関連領域ではマクロ経済モデルを用いた研究分野に言及したが、これらが対象とする領域が広いゆえに、具体的な財のレベルに踏み込んだ検討は難しい。そこに一般均衡が捨象する中間取引を明示することに特徴をもつ産業連関分析の適用の有効性がある。

財に内包される環境負荷リユクサックを単に定量化するだけでなく、その内包をもたらしている経済発展のメカニズムから解釈することが、社会変革へ向けた潜在的なdriving forceとしての持続可能な消費のあり方を考える上で必要である。3章ではその鍵となるモデル分析手法を提示している。1つは、内包環境負荷分析の応用として言及した地域間相互依存分析と同様のアナロジーで2国間国際表を用いて分析するモデルであり、もう1つは消費を内生化したクローズド・モデルにより、家計を他の中間需要主体へ労働力を提供する1つの生産部門として擬似的に取り扱い、輸出に伴い労働と消費を介した炭酸ガス誘発を他の生産の中間取引に連動させて解釈する方法である。

そこで、本章では、まずプロダクト・サイクル、雁行発展といった経済発展の典型である後発工業国日本の経験に注目し、日本の後を追う中国とのそれぞれの消費需要とそれを算出するための内包環境負荷の相互依存を分析する。次に4章において分析した日本の家計誘発の時系列変化を消費内生モデルの中で捉え直し、特に日本が飛躍的に輸出成長をおこなってきた自動車部門を通じての家計のダイナミクスを明らかにする。これにより、経済発展と貿易を考えた持続可能な消費のあり方について検討する。

5.2 工業化の段階に即した家計消費に伴う炭酸ガスの相互誘発¹⁾

これまで、日中を含むアジアの経済成長や社会資本整備に伴うエネルギー消費や環境負荷排出の時系列的变化への考察²⁾のもとに、多国間の取引に伴う越境的(Trans-boundary)な環境負荷のマクロな出入りが明らかにされてきた³⁾。ここでは、2国間産業連関表を用いてより詳細な内包負荷誘発の相互依存構造を分析する。本研究では貿易取引によるつながりが深く、またともに後発の利益を享受しながら、熟度の異なる経済発展の段階にある中国と日本を取り上げる。そして2国間連関表に記載された、詳細な取引額データをもとに、特に消費活動を含めて発展段階と需要依存構造の差をもたらす炭酸ガス排出構造を把握することを目的とする。

本分析を含む既往の内包環境負荷分析では、①個々の部門における直接的なエネルギー消費に伴う排出②国内外にわたる部門間誘発・波及、および③最

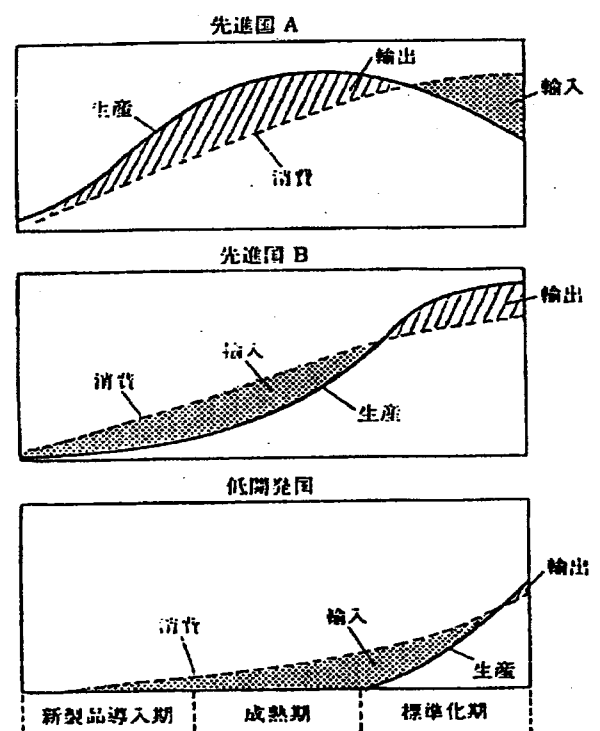


図5.2-1 プロダクトサイクルの概念

終需要部門の誘発依存度の積和により直接間接の誘発環境負荷が計量されるものと捉えることができるが、②および③に関連する、国内外を含む部門間の取引は、経済の体制的な要因に加え、その国の経済発展の段階の差が影響を与える。特にプロダクトサイクル、雁行発展⁴⁾（図5. 2-1）として提唱されているような先進、後発工業国の長期的発展過程からみた場合、生産→輸出→逆輸入、輸入→生産→輸出、といった各類型、過程に応じた生産、消費（需要）、輸出入の変化が産業連関の構造に反映される。図5. 2-2は、日本の代表的な交易国との過去の貿易品

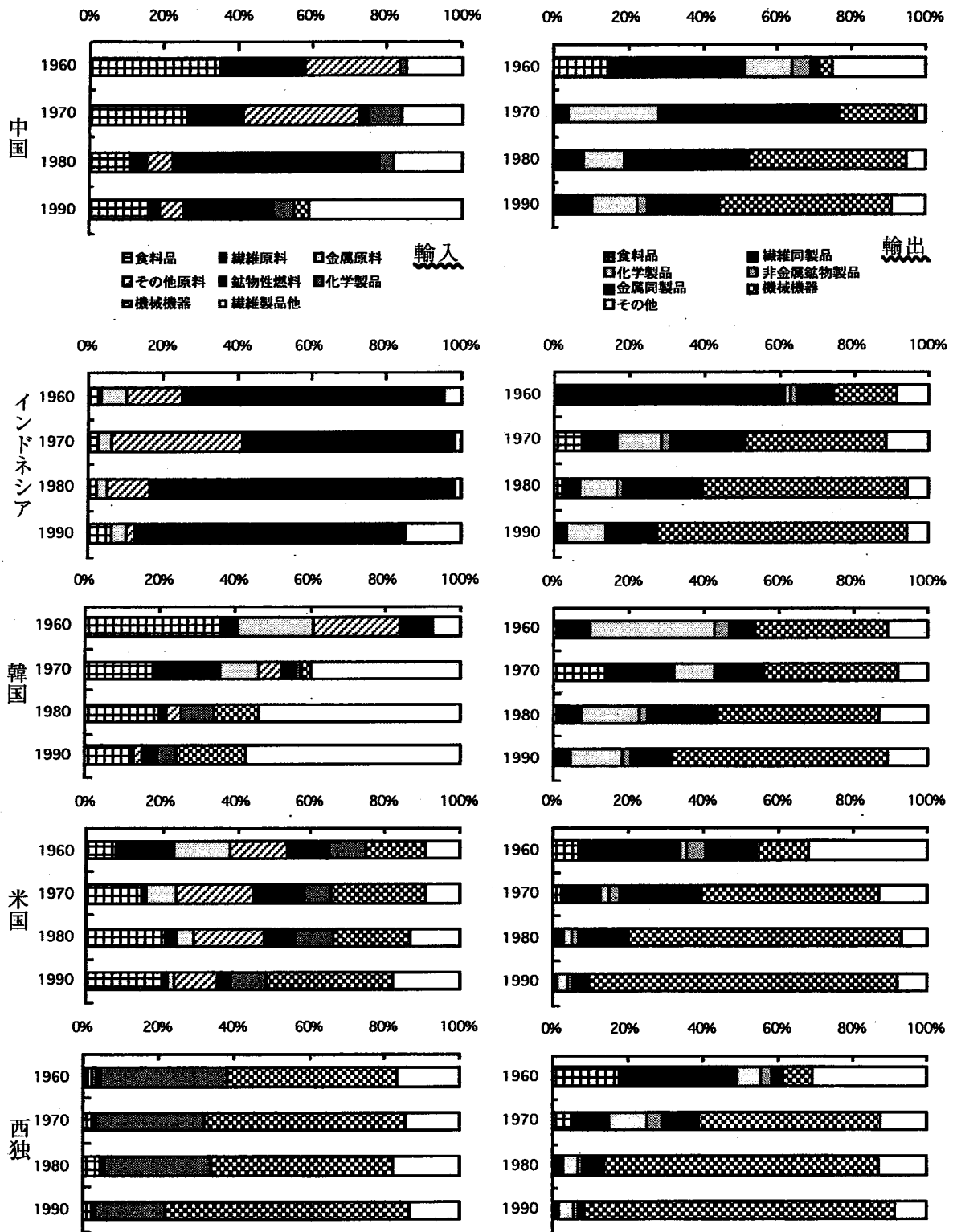


図5. 2-2 日本の輸出入シェア

目のシェアを示したものであるが、日本は米国や西ドイツ等先進工業国へ労働集約的な繊維等を輸出して資本を蓄え機械機器や化学製品を輸入しながら輸入の国内代替化をはかってきたが、1960年のグラフはそれをはっきりと示している。その後、輸出財を付加価値の低い繊維から、競争力の高まってきた鉄鋼等金属製品や自動車等の機械機器へと変えて輸出拡大を図ってきた。そして米国や西独が日本に輸出したように今度は日本が後続の韓国N I E SやインドネシアA S E A N、中国等へ輸出拡大を図ってきた。他方、韓国N I E Sが繊維製品の輸出拡大を日本に対しておこない中国がそれに続いている。特に韓国は1980年以降、機械機器の輸出拡大に乗り出してきている。このようなプロダクトサイクル・雁行発展形態は、単に財単品のみならず、その輸出財を生産する機械を、その財の輸出先から輸入するなどの交易を通じて、内包環境負荷の相互誘発をおこなっている。

この後発工業国型の成長パターンを経て先進工業国の発展形態へと入っている日本の軌跡と後発型の経済成長を進めている中国の状況とを、産業連関表による国内需要の国内代替比率を代用指標として対比させ、連関表の最終需要構造とあわせて貨幣タームでみると、図5. 2-3のとおりであり、i)中国における石炭製品の自給率の高さが代替率に示されており、日本との差異の1つである、ii)中国の繊維製品は輸出成長に入り、日本企業の直接投資による現地生産なども併せて逆輸入され、日本の家計が中国から購入する主要輸入財（日本の家計による中国からの消費財輸入に占めるシェア62%,85年値）となっている、iii)付加価値の高い通信、電気機器とともに、一般機械製品は中国の固定資本形成を支える主要財として逆に日本から輸入されている（中国の固定資本形成による日本からの輸入に占めるシェア92%,85年値）、iv)代替比率は関連取引国の発展段階の交錯した産業構造の断面であり日中を直接比較することは難しいが、85年の中国産業の国内代替率は日本の1950年代の高度成長時期のそれに相当する、家電や通信機械機器類は輸入財の国内代替段階に相当する一方、自動車は中国の重点的な重化学工業化を反映して輸出成長段階に入りつつある、等の様相が伺われる。i)は①の直接排出強度に影響し、ii)~iv)は中間投入比率や最終

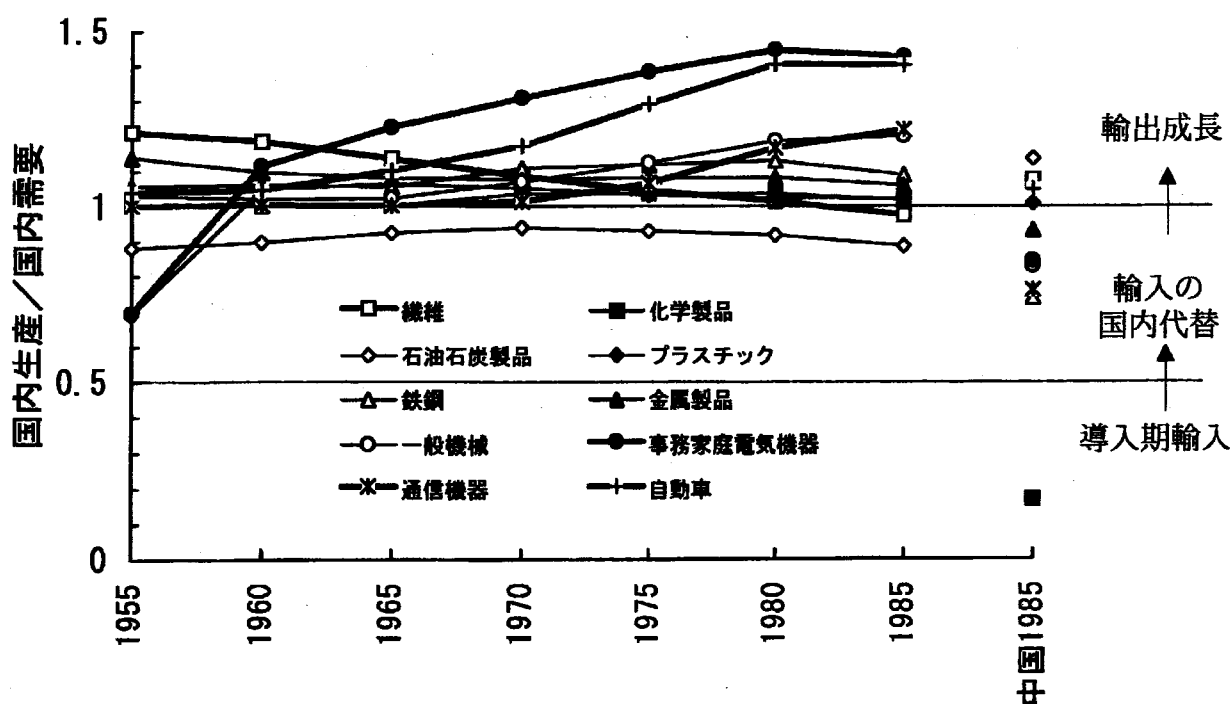


図5. 2-3 国内需要の国内生産代替からみた日中の経済発展の位置

需要依存度の差となって②や③の誘発負荷に寄与している。

もちろん、経済発展のメカニズムがこのようなプロダクトサイクル・雁行発展形態のみで決定されるほど現実の世界は単純ではない。特に、中国の場合、中ソ対立という政治的・軍事的緊張下でGDPレベルの低い段階から重工業化の強硬な拡大を図ってきた背景を持つことや図5. 2-4に示すように朝鮮戦争などのさまざまな事件がシステムの外乱として作用している。しかしポスト冷戦の今後は、社会主義市場経済を標榜する中国经济の近代化は、米国、日本等の先進後発の工業国やNIEsによるこのような構造変動のダイナミズムの伝搬を招くだろうという将来の構図も描かれている⁹⁾。併せて古くから日本にとって交易の主要国であり、現在は香港に次ぐ中国の貿易相手国は日本である。これらのことから、中国を本研究の対象として扱うことは妥当であると考えられる。以上のような両国の位置づけのもと、本章では相互依存を含むこれらの排出負荷構造を定量的に分析し、これによりNIEs等経済発展を続ける国々が今後迎える段階を含めて経済発展と貿易を考えた持続可能な消費のあり方について検討することを目的とするものである。

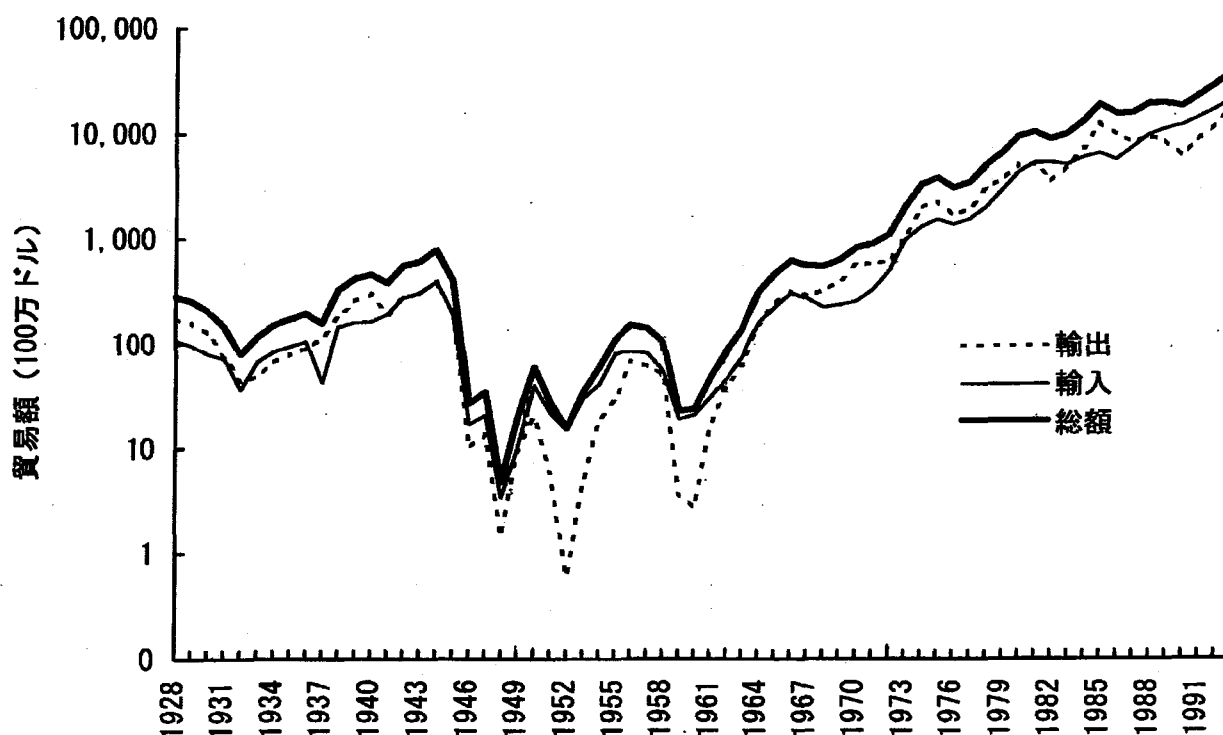


図5. 2-4 日本の中国との貿易額 (1928~93)

5. 2. 1 日中の炭酸ガス誘発構造の比較

分析に用いた産業連関表は、アジア経済研究所の作成によるInternational Input-Output Table China-Japan, 1985⁶⁾であり、日中共通89部門の $[I - A_0]$ ⁻¹型逆行列係数とOECDエネルギー統計⁷⁾による化石燃料消費起因の直接間接の炭酸ガス排出量を算定した。内包炭酸ガス誘発係数の基本的な算定方法は、既往研究⁸⁾に準じた。また、OECDエネルギー統計の燃料消費データを連関表の各部門に配分するため、表5. 2-1に例示する対応表を作成し、産業連関表における各部門の石油製品、石炭製品、ガス部門への投入金額の比によりエネルギー消費量を配分した。当然ながら化学部門等、化石燃料の製品原料等非燃料用途は除いている。石灰石とパルプ廃液は考慮していない。同連関表における為替換算レートは238.54 (¥/\$) および2.9367 (元/\$) であり、1985年価格値とした。

表5. 2-1 OECDエネルギー統計と日中
I-O表との対応

OECD/NonOECDエネルギー統計部門分類	日中2国産業連関表の部門分類
1 Petroleum Refineries	030 Coal Products and Petroleum Refinery
2 Coal Mines	005 Coal Mining
3 Oil and Gas Extraction	006 Crude Oil and Natural Gas
4 Electric Plants	029 Electricity, Steam and Hot Water
5 Iron And Steel	047 Iron and Steel
6 Chemical And Petrochemical	031 Basic Chemical Materials
	032 Chemical Fertilizer and Pesticides
	033 Organic Chemical Products
	034 Chemical Products for Daily Use
	035 Other Chemical Products
	036 Medicine
	037 Chemical Fiber
	038 Rubber Products
	039 Plastic Products
	048 Non-ferrous Metal
7 Non-ferrous Metals	040 Cement
8 Non-Metallic Minerals	041 Cement Products and Special Cement
	042 Bricks, Tiles, Lime and Other Building Materials
	043 Glass Products
	044 Ceramics
	045 Fire-clay products
	046 Other Non-metallic Mineral Products
	056 Railway Transport Machinery
9 Transport Equipment	057 Road Transport Machinery

図5. 2-5は日中における最終需要が誘発する、直接間接をあわせた炭酸ガス総排出強度を示したものである(38統合部門による図示)。特に直接排出強度の差に起因した排出強度の差は電力で最も大きく中国のそれは日本の10倍以上に相当する。購買力平価換算でなく最終需要の実勢とは必ずしも一致しない⁹⁾ため、排出係数の差が実際より過大に評価されている傾向にあることも考慮する必要がある。このような場合には物量ベースによる誘発強度の比較が有効である。アジア9カ国+米国のアジア国際産業連関表を用いた既往の他の論文¹⁰⁾でも同じ様な傾向を示している。成長期に入っている繊維、化学、機械部門での高さが顕著である。化学肥料や金属加工部門で高い排出強度を示しているがこれは前述論文のデータによると中国特有である。非鉄金属の排出強度が高いことは韓国にも共通する。また石炭採掘の高さはエネルギー自給に伴う中国の特性を示している。

5. 2. 2 炭酸ガス誘発の日中相互影響・感応構造の分析

この排出強度ベクトルのもととなる排出強度行列の要素を波及国ごとに分けて縦横に集計し、炭酸ガス誘発の影響度、感応度を求めたものが図5. 2-6である。算定方法は2国に分けて相互の影響・感応を求めたことを除けば既報¹¹⁾と同様であり、ある部門の排出強度行列の列和を全89部門の列和の平均値で除したものを、その部門への単位あたりの最終需要の投入による各部門への誘発の強さを示す影響度として定義し、行和のそれを各部門からの誘発の受け易さを示す感応度として定義している。総じて日本の影響感応度の広がり中国に比べ小さく、直接排出強度の差

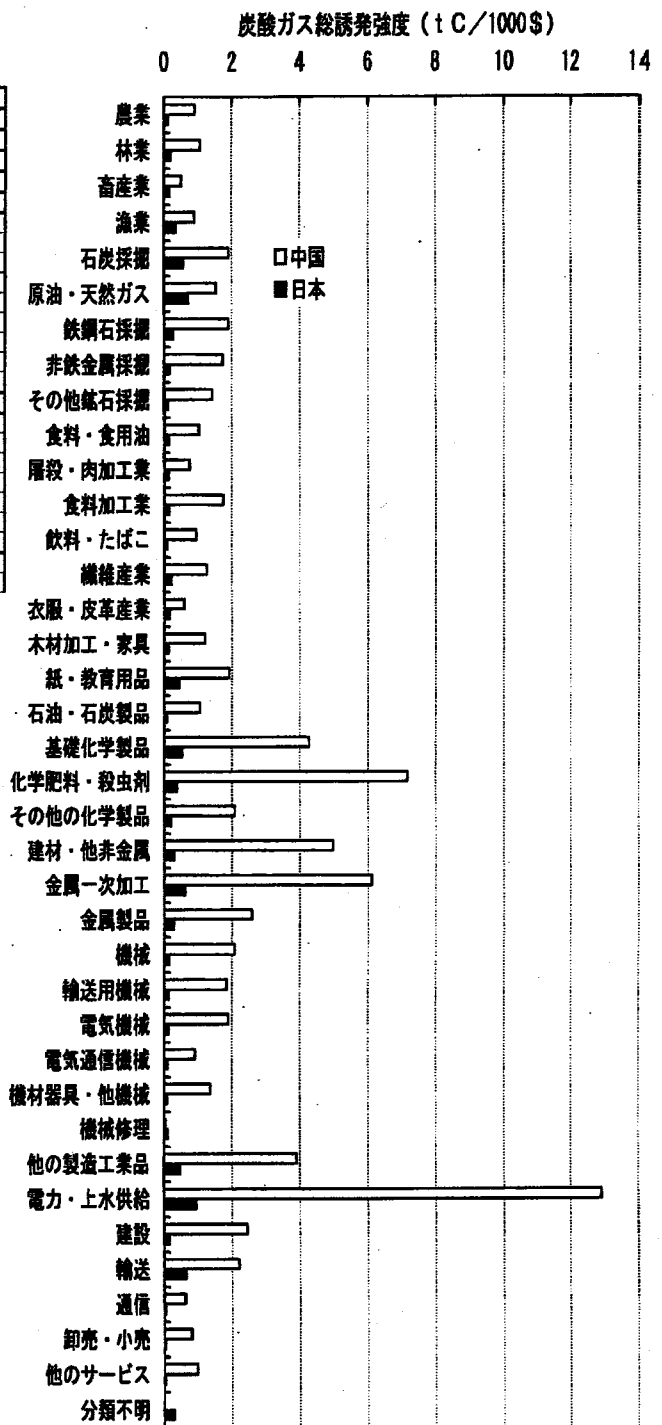


図5. 2-5 日中の炭酸ガス排出強度の比較
(1985年)

に加え、重化学工業化の進展に伴い中間投入比率を高めつつある中国と、安定成長の中で付加価値率を高めつつある日本との経済成長の段階の差を示している。また、①電力等のライフライン系、セメントや建材などの素材部門の位置が類似②輸送系の違いを反映し、中国では鉄道輸送、日本は道路輸送で感应度が高い、等の産業基盤からみた特性の反映に

$$\text{炭酸ガス誘発影響度} = \frac{\text{部門 } i \text{ の排出強度行列要素の列和}}{\text{全部門の列和の平均値}} \quad \text{: 他部門への誘発の強さ}$$

$$\text{炭酸ガス誘発感应度} = \frac{\text{部門 } i \text{ の排出強度行列要素の行和}}{\text{全部門の行和の平均値}} \quad \text{: 他部門からの誘発の受け易さ}$$

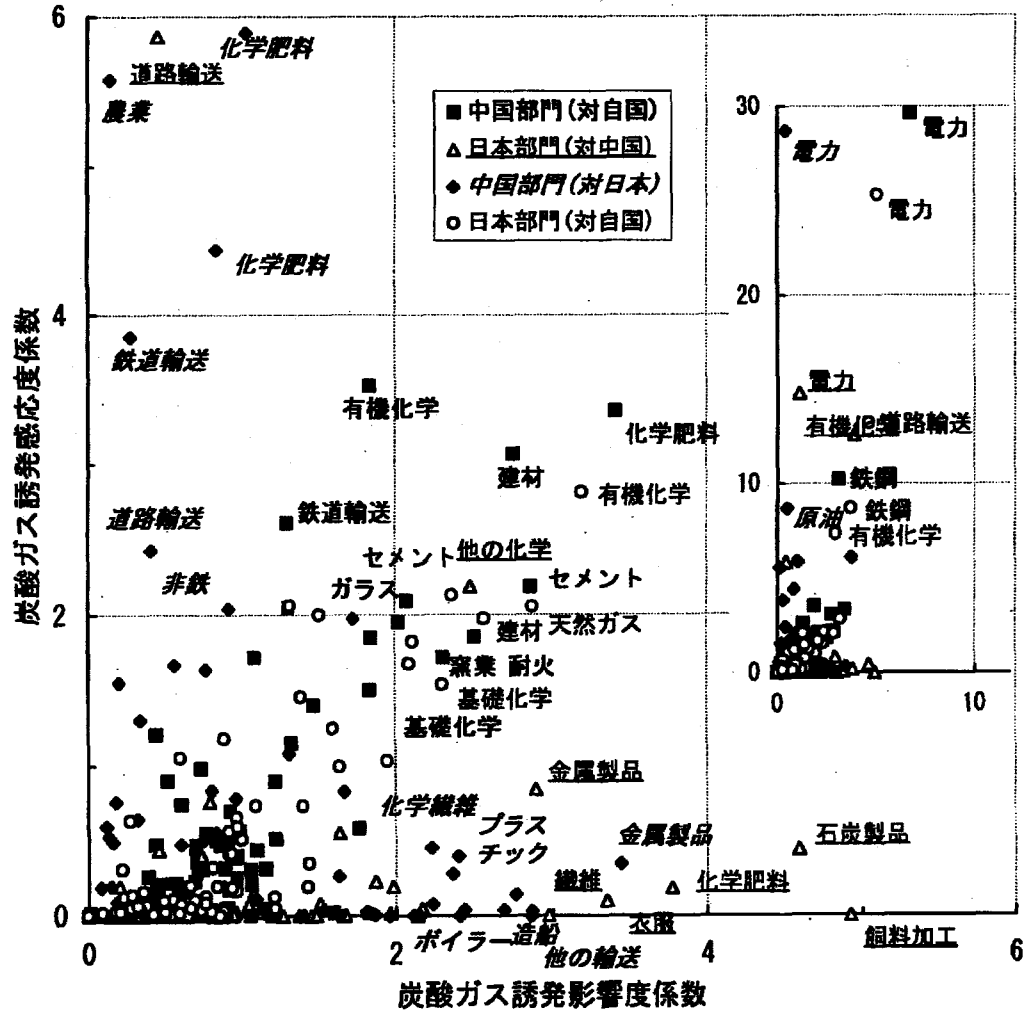


図5. 2-6 日中部門相互誘発からみた炭酸ガス誘発影響度・感应度

に加え、③中国の農業や化学系は日本の最終需要の影響を受けやすい④日本の石炭製品や繊維部門は中国への影響度が高い、などの2国間の財の取引を反映した炭酸ガスの影響・感应を読みとることができる。

5. 2. 3 家計を含む最終需要に伴う日中炭酸ガス相互誘発構造の分析

5. 2. 1で示した誘発強度に日中各最終需要部門の各国中間部門への投入額を乗じて、最終需要からの総誘発量を求めた結果を図5. 2-7に示す。これは誘発主体の需要側に即してシェアを分析した結果である。中国と日本以外の国への消費、投資、輸出需要を除く、日中2国への最終需要(ストック除く)はそれぞれ389MtC(中国)、152MtC(日本)である。その消費、投資の

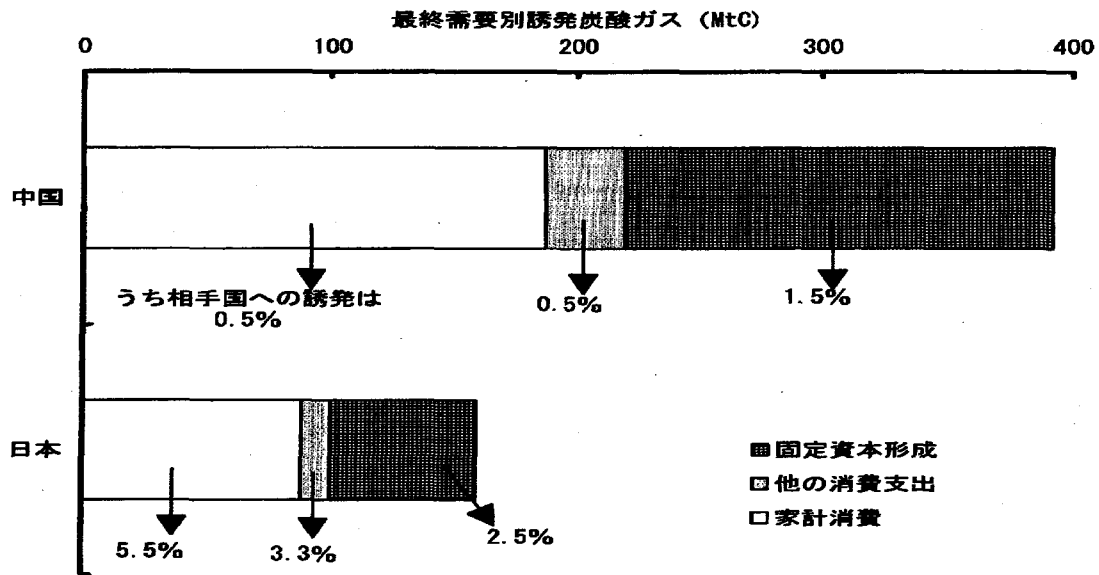
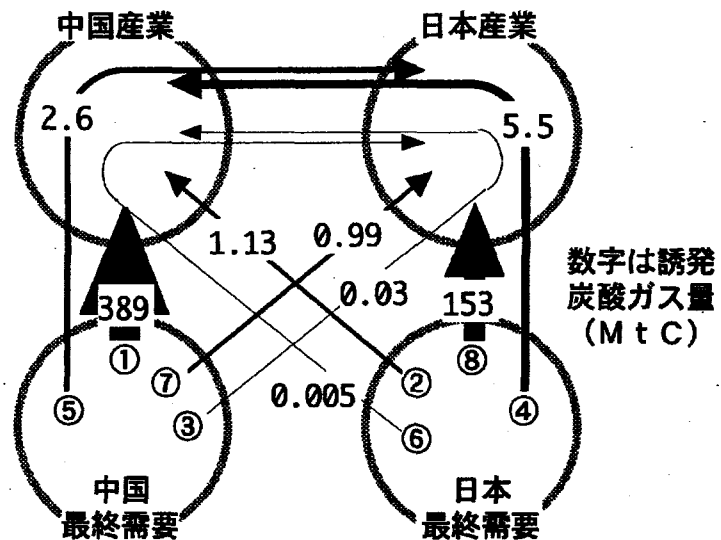


図5. 2-7 日中炭酸ガス誘発の最終需要別依存度

シェアは家計依存度の高い日本（56%）と固定資本への依存度が高い中国（44%）が対比的に示されており、経済発展の段階の違いを示唆している。この中で2国間の相互誘発が寄与している割合はそれぞれ1%および5%である。これを、誘発先およびその経路（直接誘発するか、中間財などを通して間接に誘発するか）に着目して分析した結果が、図5. 2-8である。現在、中国が日本に最も多く誘発するのは中国国内産業製品を経由してその製造機械等固定資本を日本から輸入する経路であるが、図5. 2-9¹²⁾に示すような近年の日本からの輸出機械の増大にも裏打ちされるように、輸入国内代替や輸出拡大に伴って今後も拡大する



- ①中国←（国内）←中国：輸出入を介さない自国内誘発（国内製品消費、原料なども国内）
- ②日本←（輸入）←中国：輸入に伴う直接誘発（中国製衣類等の輸入、消費）
- ③中国←（輸入）←日本←（輸入）←中国：輸入に伴う間接逆誘発（日本製機械で燃料等一部中国から調達など）
- ④日本←（国内）←日本←（輸入）←中国：国内生産に伴う輸入誘発（食料品、繊維、化学製品で中国から原料調達し日本で加工）
- ⑤中国←（国内）←中国←（輸入）←日本：国内生産に伴う輸入誘発（国産消費だが製造機械等固定資本を日本から調達）
- ⑥日本←（輸入）←中国←（輸入）←日本：輸入に伴う間接逆誘発（中国製衣類輸入、消費だが製造機器は日本製）
- ⑦中国←（輸入）←日本：輸入に伴う直接誘発（機械製品等固定資本投資）
- ⑧日本←（国内）←日本：輸出入を介さない自国内誘発（国内製品消費、原料なども国内）

図5. 2-8 日中炭酸ガスの相互誘発（1985年）

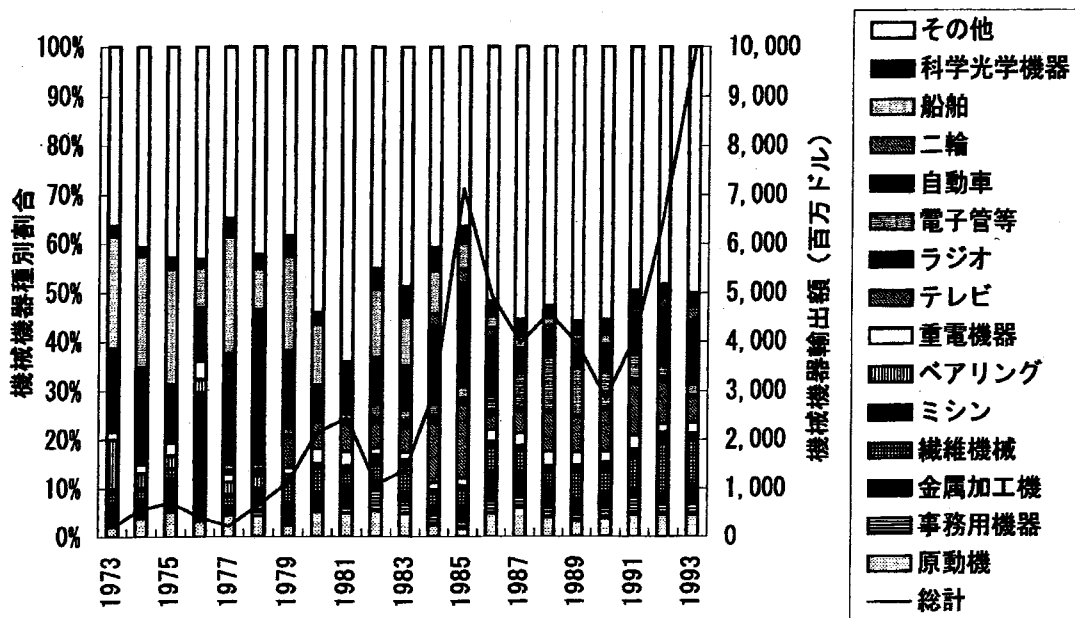


図5. 2-9 中国への輸出機械機器種別シェアと輸出額の推移

ことが予想される。日本からは製品の直接輸入による誘発よりも、むしろ原料輸入による間接的な誘発の方が大きい。しかしながら、直接投資の増大や生産拠点の海外移転などで直接誘発の割合が高まることが予想される。その際には、全てが中国内での波及に置き換わるため、単位サービスあたりの誘発量は高まることが危惧される。直接投資に併せた環境負荷低減技術の移転が望まれる。図5. 2-10にこれらの相互誘発の内訳を示す。中間投入材の輸入を経由した誘発は直接輸入による場合の3.8倍に相当している。詳細を見ると、①中国の固定資本による機械の直接輸入が大きい（固定資本起因の94%）②食料品、繊維製品の直接輸入は家計消費起因の7割を占める（日本最終需要→中国）③中国最終需要が及ばず日本からの固定資本間接輸入誘発は建設（79%）と機械（20%）④日本の中国からの間接輸入起因は食料品、繊維、化学製品の寄与が高い（7割）、の特徴が挙げられる。

このように、財に内包される Ecological Rucksack には、最終製品を直接輸入するよりも、どちらかといえば消費者には見えにくい中間材料輸入に伴って誘発される炭酸ガスが多く含まれることや最終財の輸入に内包される準PLCA的な炭酸ガスの誘発とともに、その値を往々にして上回る

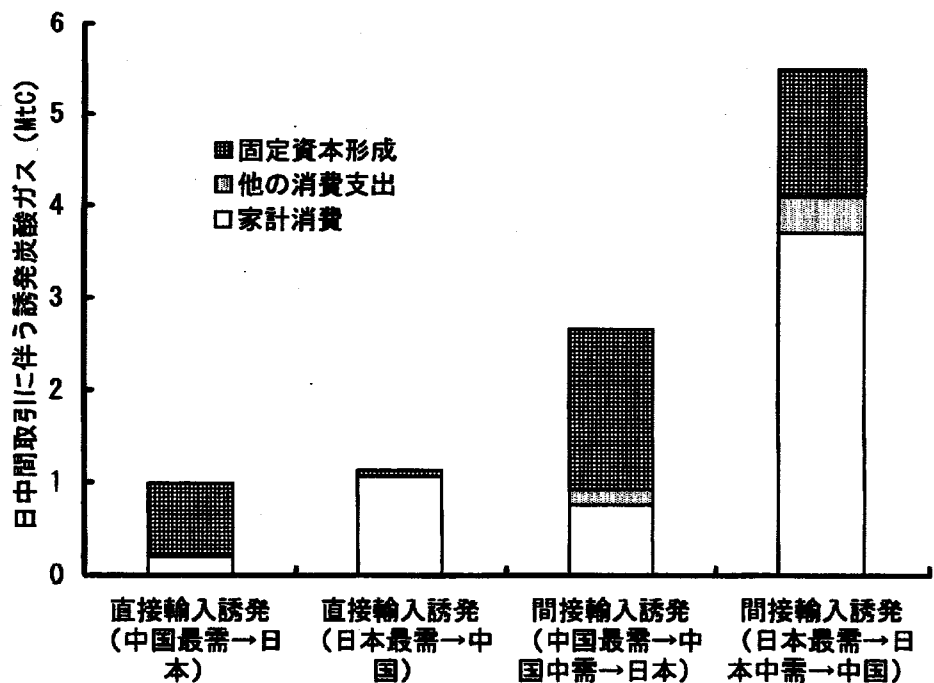


図5. 2-10 日中間取引に伴う相互誘発量の内訳

オーダーでその財を生産するための産業固定資本の誘発が逆に最終製品の受け入れ国側（先進工業国）に対して起こることが示された。前者のような経路は、日本のサービス経済の進捗とともに拡大していくことが予想される。また、後者は日本がN I E Sや中国等におこなった様に、今度はN I E Sが中国やA S E A Nに対して経済発展に応じて波及を伝搬していくものと推測される。Joint Implementationといった施策は、このような財の生産消費を通したProduct Chain的内包の連鎖を踏まえて講じることが望まれる。また、今後はこれまでのような南北の交易という図式から工業化段階の異なる国々が錯綜する複雑な交易の中で3カ国以上にわたってProduct Chain的内包が形成されていくであろうから、アジア表のような多国間多部門の連関表を部門別だけでなく、地域のProduct Chainを考慮して誘発構造の分析をおこなっていく方法論の確立とそれにもとづく持続可能な産業社会変革（Industrial Transformation）が益々重要になってくると考えられる。

5. 3 家計の内生化モデルによる輸出成長にともなう炭酸ガス誘発構造の分析¹³⁾

工業化による経済発展に伴い、家計は直接間接の炭酸ガス排出へより大きく寄与を与える。通常の均衡産出モデルでは、家計消費を外生的な最終需要部門と捉え、ケインズが説くような消費を賄うための生産の結果もたらされる所得の増大がさらに消費を誘発するというような所得循環は捉えない。この家計消費部門を内生化して擬似的な産業部門とみなして連関表の中間部門の中に取り込むことにより、これまで最終消費支出とライフスタイル側から一意的に解釈されてきた家計消費について、生産に伴う付加価値の分配すなわち所得を中間項として所得循環を伴う誘発構造を捉えることができる。特に輸入依存→輸入の国内代替→輸出という雁行発展形態と称される後発工業国の長期的発展パターンを顕著に示すといわれる日本がとげた成長の中での消費の果たした役割の詳細なメカニズムを描くことは、これから急激な成長を遂げるであろう東アジア諸国との国際的な財の取引の拡大をふまえて、日本の家計消費が環太平洋の持続可能性を高めるための役割を考え、さらには東アジア諸国の家計ライフスタイルを環境配慮型に推移させるための貴重な情報を示すものと考えられる。

5. 3. 1 家計を内生化した内包炭酸ガス誘発強度の推移

すでに4章では1970年、80年、90年の産業連関表を用いて解析をおこなっているが、4章で用いた連関表に加え、高度成長時期を捉えるために60年の連関表を付加して解析をおこなった。具体的には、1960-65-70接続表（159部門）、1970-75-80接続表（158部門）、1980-85-90接続表（179部門）の各接続表を必要最小限部門整合して112部門に統合して、これに家計消費部門を加えて113部門表として解析をおこなった。60年および70年の90年価格への換算は国内生産品、輸入品、需要品のデフレーターを各部門に適用することによりおこなった。

家計を内生化したレオンチェフ逆行列に直接排出強度の対角行列を乗じることにより得られる内包炭酸ガス排出強度を、a)家計以外の産業間誘発強度（家計以外の中間投入による負荷波及）、b)消費誘発強度（所得循環を通して最終的に家計消費を増大させることにより中間投入へ負荷波及させたもの）、c)所得波及強度（所得分配を通して最終的に家計所得を増大させることにより家計での燃料直接消費を促したもの）の3つに分割して、輸出など家計以外の外生最終需要から誘発される炭酸ガス排出強度を求め、それを輸出額に乘じることにより、輸出成長における家計の寄与の程度を分析した。直接間接の部門別排出強度を図5. 3-1に、これを全部門を集約して3つに分割した誘発プロセスごとの排出強度として示したものを図5. 3-2に示す。

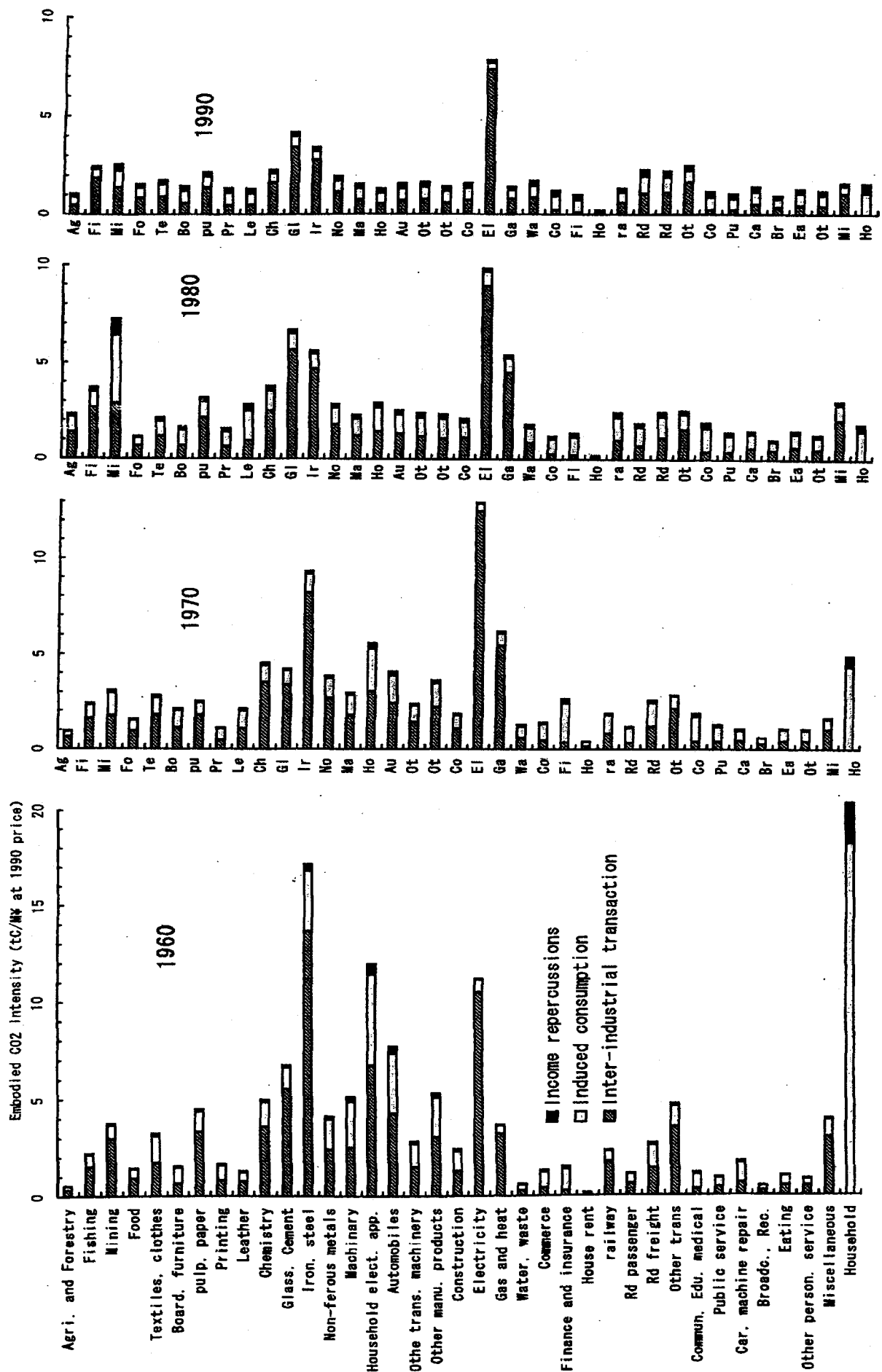


図5. 3-1 消費を内生化した中間需要部門別炭酸ガス排出強度 (1960~90年)

(1) 30年間の排出強度の推移中で、全体的な強度は60年から70年にドラスタックに低下しその後漸減してきたが、b)家計消費やc)所得波及を経由する排出の割合は高くなっていく。

(2) 60年には特に機械、鉄鋼、家電、自動車で消費誘発の強度が高いのが特徴的である。輸出需要がこれらの部門に起こると、所得分配を通して家

計消費を喚起し、結果的に他の産業部門から炭酸ガスを誘発させる構造をもっていた。この時代にはこれらの部門にかなりの労働力の投入があったことと関連づけられる。労働集約産業で知られる繊維等の

軽工業では、炭酸ガス強度そのものは低いですが、消費誘発強度の排出強度にしめるシェアで見るとこれらの4つの部門よりはるかに高い。1970年から年を追って次第に消費誘発の強度は低下し、他方で所得波及強度のシェアが拡大してきている。海外の輸出先から見れば、日本から自動車を輸入することは、日本国

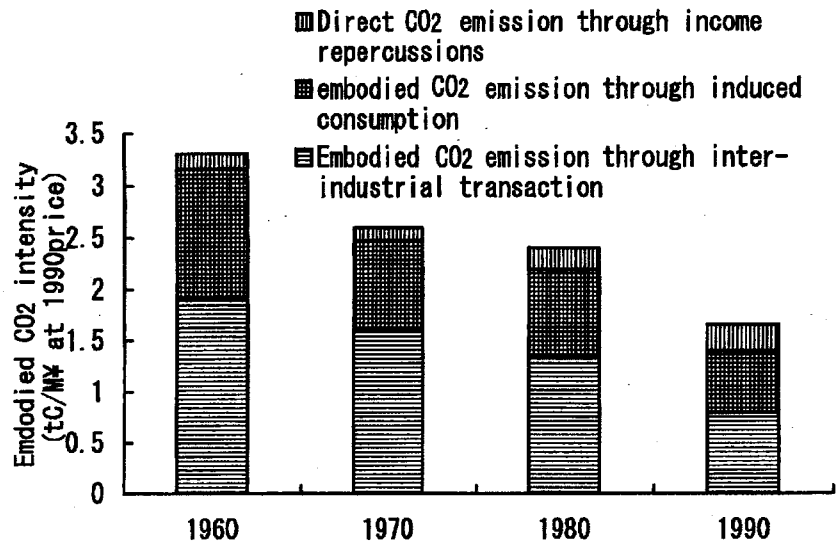


図5. 3-2 消費内生の経路別誘発係数の推移

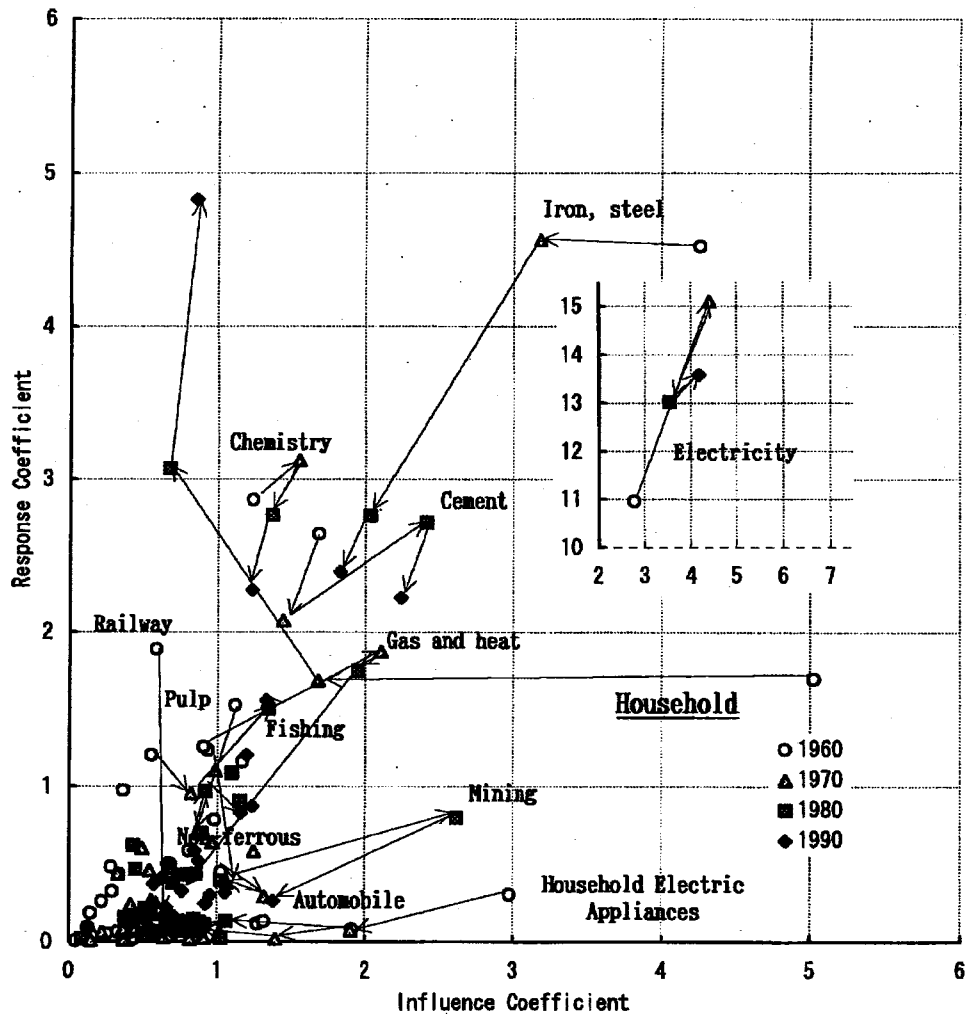


図5. 3-3 消費内生の炭酸ガス誘発影響度・感応度の推移 (1960-90)

内での自動車生産に伴う中間取引と所得分配を経て、産業部門：消費誘発：所得波及＝1：0.8：0.4の割合で炭酸ガスを誘発していることになり、炭酸ガス誘発にしろる家計の寄与の大きさを示している。

(3) 家計部門の内包炭酸ガス排出強度の影響度、感応度を調べると70年には影響度が卓越し、他の部門に対して誘発を喚起する側にあったのが、70年で影響と感応の比率が等しくなり、それ以降は付加価値型社会へのシフトとともに、誘発を受ける側に回っている(図5.3-3)。極端な見方をすれば、海外の国々が日本から輸入する財には高賃金とともに多くの炭酸ガスが帰属されてきていることになる。日本の後を追って経済成長を遂げつつある東アジア諸国はこのような付加価値社会への分岐点を見越して家計の炭酸ガス消費を低減させることが肝要である。

5.3.2 輸出拡大の中での家計の寄与

1960年から90年への10年置きの輸出誘発量を輸出財別に見ると、工業化の進展に伴いプロダクト・サイクルで知られるように、繊維から機械、家電、自動車への輸出財の交代が起こっている(図5.3-4~5)。

この中で所得は急に伴う家計からの直接排出が増大しているが、特に自家用車燃料起因の伸び率が非常に高い(図5.3-5~6)。日本は自動車輸出大国といわれるが、自動車の輸出需要に伴う内包炭酸ガス量を上回る16MtCの自国内での自家用車燃料消費起因の直接排出が認められ、自動車製品の国内代替を図り輸出成長をおこなう中で飛躍的に自動車普及をおこなってきたことが示されている。自動車の普及はこのような生産側の要因の他に所得弾力性、インフラ整備など

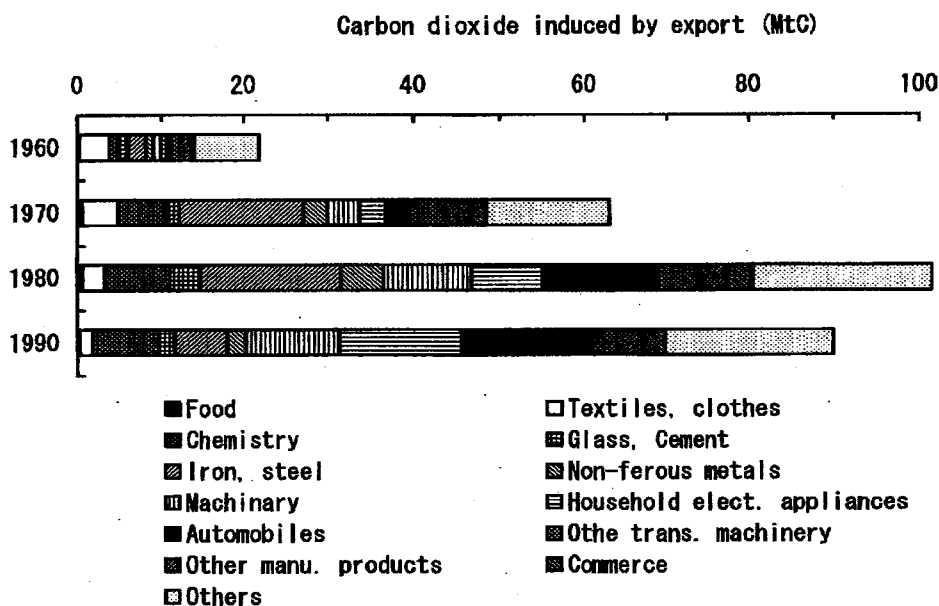


図5.3-4 輸出起因炭酸ガス誘発量の誘発セクター別シェア

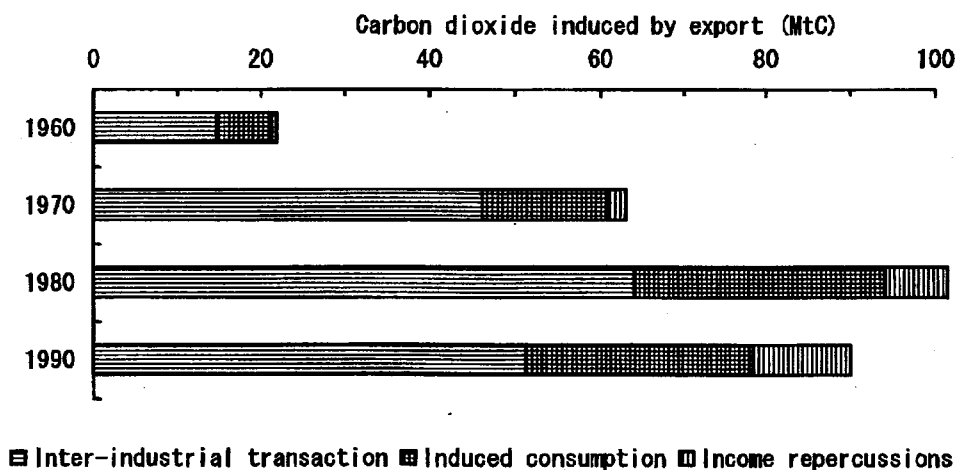


図5.3-5 輸出起因炭酸ガス誘発量の誘発経路別シェア

が相補しておこるものと考えられるが、日本の場合、追随型の道路インフラ整備を強いてきたことを考えると自動車部門の国内代替と輸出拡大、それにとまなう所得拡大が飛躍的な普及に大きく寄与したものと考えられる。このような自動車普及を巡る因果連鎖を解くには、動的なモデル分析をまたねばならない。しかし、この分析により、自動車のような大きな産業複合体を有する財を単に輸入するだけでなく、国内に生産拠点をもって輸出拡大することは、関連する産業を介して大きな所得連鎖→消費拡大を招くということが言えるわけである。これは、自動車所有の国内波及のタイミングとそれを見越したCar sharingなどの関連持続可能な社会サービス整備と関連産業のEco-efficiencyなどProduct Chainに沿った構造変革の重要性を示唆するものである。経済発展の途上にある国々への情報だけでなく、日本にとっても、電気自動車や高付加価値型のIT製品などのこれからの普及、消費と持続可能性を考える際への応用が今後、重要な意味をもつと考えられる。

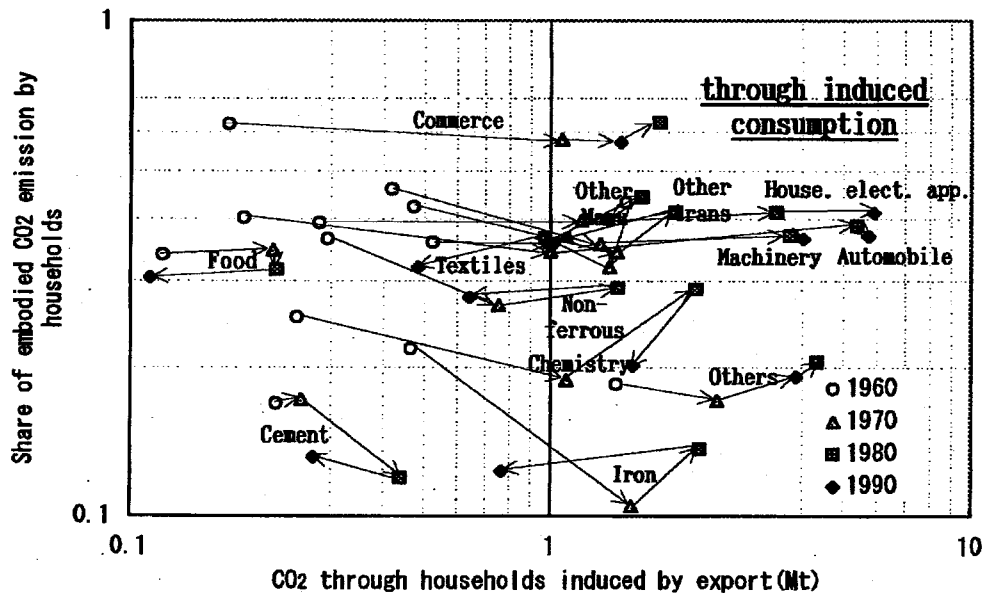


図5. 3-6 輸出に伴う消費誘発を經由した炭酸ガス誘発シェアと誘発量

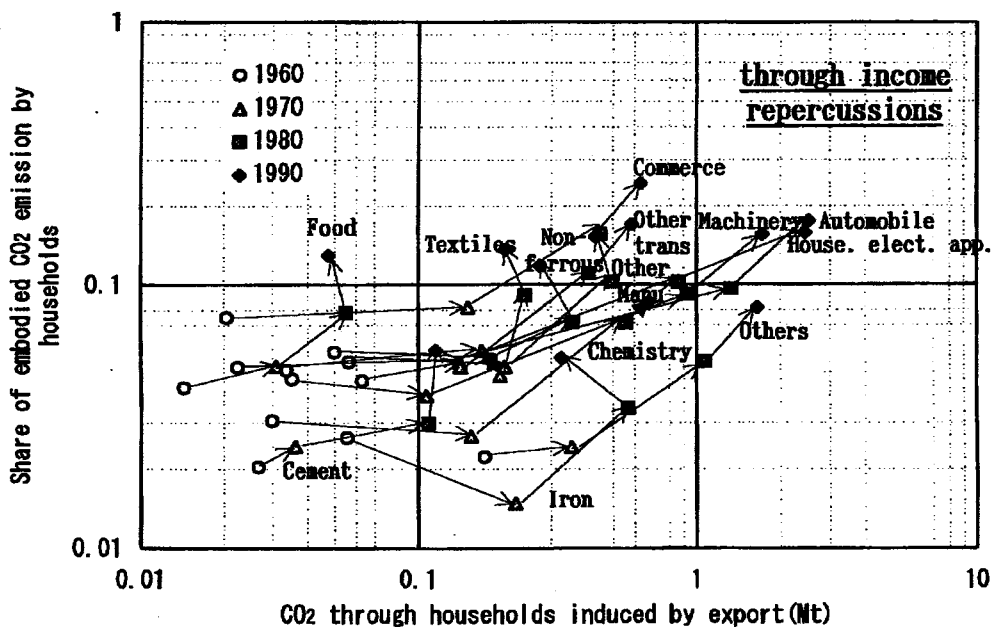


図5. 3-7 輸出に伴う所得循環を經由した炭酸ガス誘発シェアと誘発量

5. 3 本章のまとめ

本章では、消費行動が工業化という経済発展のメカニズムの中で、どのように環境負荷を相互に波及させていくかについて、それを1つには経済発展の段階の違う国どうしの交易を通しての相互誘発と、2つには特に輸出拡大に伴う生産と消費の相互誘発という2つの断面から解析して、消費行動が内包環境負荷として伝搬するメカニズムを明らかにし、持続可能な社会変革のための消費行動のあり方についての考察をおこなった。分析に際しては、多国間産業連関分析（日中国際産業連関表）およびクローズド・モデルによる消費内生の産業連関分析とを用いた。

分析のねらいは、日中比較分析においては、後発工業国日本と後進工業国中国との工業化の段階の違いがもたらすプロダクト・サイクルに裏打ちされた消費行動と環境インパクトの関連を消費財のみならず、財を生産する原料や装置の輸出入を含めた複数の波及伝搬経路に亘って明らかにすることにあつた。消費内生モデルの時系列分析においては、日本がプロダクト・サイクルに沿って輸出拡大をおこなってきた財の象徴として自動車を取り上げ、輸出生産拡大→所得波及→消費拡大→生産拡大の連鎖の中での家計部門の寄与のメカニズムを労働を算出し生活財を消費する擬似的な生産部門としてみなして解析し明らかにすることに分析の目的をおいた。

分析の結果、日中比較では、①直接排出強度の差に起因した炭酸ガス排出強度の差は電力部門で10倍以上などの大きな開きを示し、また繊維、機械、化学部門で高い。それは中国における石炭自給などの固有の条件以外に、技術レベルの差、そして経済成長段階にある繊維、機械、化学部門で中間需要間の相互投入が大きいことに起因している。②炭酸ガスの日中相互誘発の影響度感応度は、重化学工業化の進展に伴い中間投入比率を高めつつある中国と付加価値率の高い産業へ移行しつつある日本との差を明示していること、素材や電力の位置が日中で類似する一方で輸送系では中国で鉄道、日本で道路輸送の感応度が高いなどの分担率の違いを示していること、中国の農業・化学の日本からの感応度の高さと日本の石炭製品・繊維の中国への影響度の高さがプロダクト・サイクルに沿った相互誘発のメカニズムの特徴を示している、など発展段階と産業基盤の違いを反映している。③相互誘発のパターンと最終需要部門別シェアでは直接的な完成品輸入による誘発よりもむしろ、国内産業を経由した中間財の輸入による間接誘発の寄与が高く今後も日本のサービス経済の進捗とともに拡大していくことが予想されること、相互誘発の要因として機械機器を中心とした産業部門の固定資本形成（中国）、家計最終需要による衣類等消費財の消費を通じた誘発（日本）など発展段階に即して多様な需要構造が特徴的であること、などこのような見えにくい間接的環境負荷インパクトが持続可能な消費を考える指標として重要であることを多国間多部門解析などの必要性などにも言及しつつ述べた。消費内生による所得循環誘発の分析では、①家計以外の輸出など外生的な最終需要に伴う炭酸ガス誘発強度の時系列変化では30年間で1割減少するなど中間財投入起因の誘発シェアの低下が見られる一方で、所得波及を通じた家計からの直接エネルギー消費による炭酸ガス誘発が拡大し、工業化が進む段階では財の消費を通じての負荷伝搬が大きいのが現在は直接排出が無視できないなどの家計からの排出構造の変化がみられること、②輸出拡大の中での家計の寄与は、工業化の進展に伴いプロダクト・サイクルで知られるように、繊維から機械、家電、自動車への輸出財の交代が起こり、この中で所得波及に伴う家計からの直接排出が増大しているが、自動車製品の国内代替を図り輸出成長をおこなう中で飛躍的に自動車普及をおこなってきたことが分かる。自動車のような大きな産業複合体を有する財を単に輸入するだけでなく、国内に生産拠点をもって輸出拡大することは、関連する産業を介して大きな所得連鎖→消費拡大を招くことから、自動車所有の国内波及のタイミングとそれ

を見越した関連持続可能な社会サービス整備と関連産業のEco-efficiencyなどProduct Chainに沿った構造変革の重要性が示唆される、などの結果を得た。

参考文献

- ¹⁾ 吉田登・盛岡通・宮原宏朗：産業連関表を用いた日中間の相互依存と環境負荷に関する分析，第4回地球環境シンポジウム講演論文集，pp.223-226，1996
- ²⁾ 井村秀文，白土廣信，藤倉良：アジア地域の経済成長とエネルギー消費構造に関する研究，環境システム研究，Vol.22，pp.369-375，1994
- ³⁾ 例えば，Ram Sharma Tiwarae and Hidefumi Imura：Input-Output Assessment of Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission in Asia，環境システム研究，Vol.22，pp.376-382，1994など
- ⁴⁾ 宮沢健一：産業の経済学，経済学入門叢書16，東洋経済新報社，pp.1-341，1990
- ⁵⁾ 例えば，渡辺利夫・白砂堤津耶：図説中国経済，日本評論社，pp.1-143，1995など
- ⁶⁾ アジア経済研究所：International Input-Output Table China-Japan 1985，1992
- ⁷⁾ IEA：Energy Statics of OECD, Non-OECD Countries，OECD
- ⁸⁾ Tohru Morioka and Noboru Yoshida：Comparison of Carbon Dioxide Emission Patterns due to Consumers' Expenditure in UK and Japan，JGEE Vol.1，pp.59-78，1995
- ⁹⁾ 早見均・木地孝之：日中環境問題の産業連関分析(1)，イノベーション& I-Oテクニク，Vol.5 No.2，pp.13-27，1994
- ¹⁰⁾ 前掲Ram Sharma Tiwarae and Hidefumi Imura：Input-Output Assessment of Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission in Asia，環境システム研究，Vol.22，pp.376-382，1994
- ¹¹⁾ 吉田登，盛岡通：都市とライフスタイルの相互依存に関する基礎的研究，第3回地球環境シンポジウム講演集，pp.327-332，1995
- ¹²⁾ 貿易統計主要国別品別輸出額表（1973～93年）
- ¹³⁾ Noboru Yoshida and Tohru Morioka：Carbon Dioxide Emission Patterns in Linkage of Industries with Involvement of Consumers' Expenditure，環境システム研究，Vol.24，pp.168-178，1996

6章 成長し選好する家計の動態と炭酸ガス排出抑制の勘定システム

6.1 緒言

これまで4章では、社会的成熟の中での衣食住の幅広い消費行動と生産活動、環境インパクトの関連性を、5章では工業化という経済発展の中での消費行動が炭酸ガス誘発に寄与するメカニズムについて、ともに標準的／平均的な家計行動に対して分析をおこなった。しかし、鷲田(1992)¹⁾が指摘するように、実際の家計は多様な消費行動をおこなっていて消費の支出構成がまったく同じであるような家計は存在しないだろうが、支出構造は家計の世帯主の年齢、所得水準、居住地域などの属性毎に良く似たパターンを有する。本章では、世帯動態とライフステージ、生活選好など家計主体の多様性が炭酸ガス誘発に寄与する構造を捉える。そして4、5、6章第1節をもとに6章の第2節では、環境家計簿を中心とする持続可能な消費の勘定システムを用いて、排出抑制へ向けたブレイクポイントを抽出する。世帯動態とライフステージでは、世帯の小規模化及び高齢化にも関わらず高い活動が持続していることを取り上げて、世帯規模と消費支出、世帯全ライフステージでの炭酸ガス排出の変化のトレンドが、近い将来の誘発構造に及ぼす寄与を分析する。次にこれまでの家計のメタボリズムの様々なdriving forceの分析をもとに持続可能な消費社会を展開する上で、具体的な実践を促し、それを蓄積、集計して生産段階へフィードバックを与える社会変革の戦略的な政策立案をはかり、そして持続可能な生活様式として現実社会の中に内部化していくために、環境家計簿を中心とする勘定システムについて検討をおこなうものである。具体的な実践において環境家計簿が果たす学習効果、世帯の属性に応じた炭酸ガス排出抑制のウィークポイント抽出を通して、環境家計簿が捉える直接／間接、フロー／ストックの物質収支を活用するインターフェイスをもった勘定システムの構築について考察をおこなう。

6.2 世帯動態とライフステージが規定する炭酸ガス誘発構造の分析²⁾

家計調査の詳細データを用いて、世帯動態とライフステージが規定する炭酸ガス誘発構造の分析をおこなった。家計調査は欧米をはじめ86カ国に及ぶ³⁾様々な国々において実施されており、物価変動や景気の動向を捉える貴重なデータを提供している。特に日本においては8000の調査世帯数に対して毎月実施、約500の品目分類という、他国に例をみない標本調査の質の高さを有する。これを活かして同様に部門数の多さではトップレベルにある日本の産業連関表とのリンクをおこない、可能な限りaggregateされない分析をこころがけた。世帯主年齢階級別の集計データは世帯動態やライフステージにより変化する炭酸ガス排出構造の分析に好都合であり、また各年の家計調査データがそれぞれの都市の世代のデータを概ね代表しているとの仮定にたち、世帯主年齢階級の間隔にあわせた時系列の家計調査データをコーホータ的に取り扱うことにより、世代毎の炭酸ガス排出構造や財のフロー・ストック分析への適用を試みた。

6.2.1 年齢階級別家計の直接間接炭酸ガス誘発構造の分析

家計調査年報および全国消費実態調査報告の世帯主年齢階級別消費の集計データを用いて、1960年～90年の10年毎の内包炭酸ガス排出量の推移を分析した。特に、各年のデータはそれぞれの年の世代のデータを代表しているものと仮定した。即ち、1960年の20歳台の世代の消

費データは、1970年には30歳台の世代のデータとして家計調査年報上に概ね表現されているとの仮定の下に、これらの世代別データをコーホータ的に取り扱って解析をおこなった。全国消費実態調査報告は、家計調査年報が捉える一般世帯以外に単身世帯のデータを集計していることと、耐久消費財の保有数量というストックのデータを集計していることが特徴である。年の平均的な活動時期にあたる11月⁹⁾の1カ月の集計データに基づく。毎月データを集計する家計調査年報に比べてデータの精度は粗くなるが、先に述べたような集計項目の独自性を尊重してこれを併せて用いることとした。ほぼ年平均値とみなし、1.2倍して用いた。なお、全国消費実態調査の統計調査年は産業連関表よりも1年早い。本解析では、消費構造は1年後もほぼ同じであると仮定して、単純にデフレータのみを乗じて用いた。

(1) 年齢階級別家計の直接間接炭酸ガス排出量の経年変化

1960年、70年、80年、90年の産業連関表に併せて家計調査年報の一般世帯データと全国消費実態調査の単身世帯データを用いた。家計調査データの年齢階級区分は1960年以降、若干のばらつきがあり30歳～60歳の10歳区分が最も整合がとれる。そこで30歳未満、30～39、40～49、50～59、60歳以上の5つの年齢階級に統一してデータを集計して適用した。既往の分析⁹⁾と同様に、 $[I - A]^{-1}$ の逆行列を乗じて、輸入財の内包負荷は、日本国内と同じ生産構造と同じで排出されるものと仮定した。また購入者価格での排出量を求めるために、家計調査の消費額は各年の産業連関表の当該の部門ごとの生産者価格、流通マージン、運輸マージンの比率で案分され、流通マージンは卸部門へ、運輸マージンは運輸部門への需要として配分して計量し、直接間接の炭酸ガス排出量の経年変化を調べた。この手法は吉岡ら(1993)⁶⁾の分析以降、一般的に用いられている。年齢階級別家計の直接間接炭酸ガス排出量の経年変化を図6. 2-1に示す。

普通世帯全体の炭酸ガス排出量は1960年には普通世帯35.8MtC、単身世帯3.4MtCであったのが1990年には普通世帯141.0MtC(60年比3.9倍)、単身世帯22.4MtC(60年比6.5倍)へと増加しており、単身世帯の増加が見られる。単身世帯は全世帯排出量の約14%を占めるに至っている。後述のように1人あたりの排出で見ると単身世帯は普通世帯の2倍近くに相当する。家計の小規模化に伴い炭酸ガス削減の効果が相殺されることが懸念される。

1人あたりの炭酸ガス排出量は1960年には普通世帯0.4tC、単身世帯0.8tCであっ

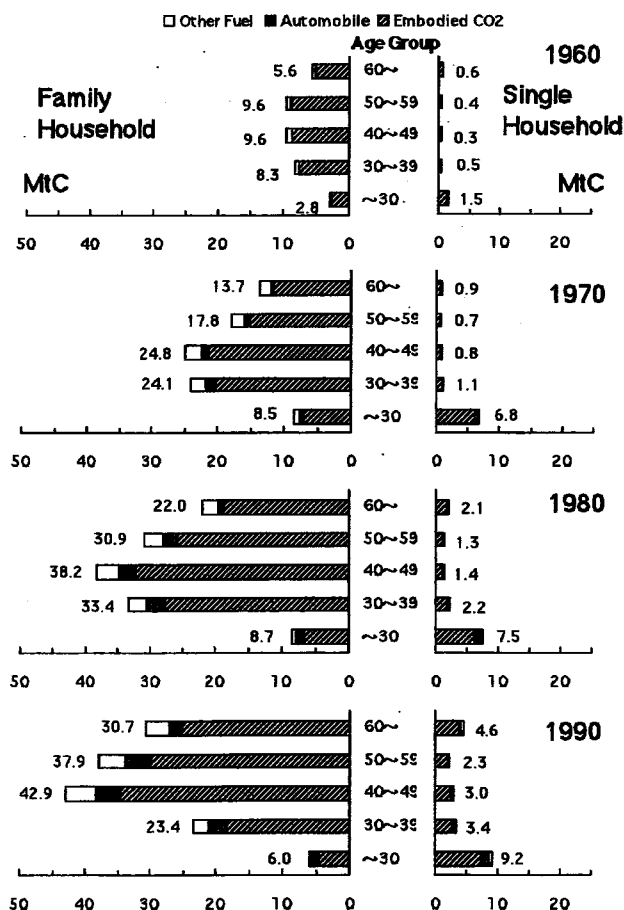


図6. 2-1 世帯主年齢階級別炭酸ガス排出量の経年変化

たのが、1990年には普通世帯1.2tC（60年比3倍）、単身世帯2.0tC（60年比2.5倍）となっており、普通世帯の場合は主として1人あたり排出量の増加が、単身世帯の場合は1人あたりの排出量の増加に加え、単身世帯数の増加が寄与してきたことが分かる。

間接的な排出量の増加とともに、直接排出の増加も著しい。普通世帯全体の内包炭酸ガス量の増加率は1960年から90年にかけて3.6倍で推移したのに対して、住居での燃料消費起因の排出増加は5.5倍に、自動車燃料消費起因の排出は37倍に相当している。

（2）年齢階級別家計の直接間接炭酸ガス排出量の費目別シェアの推移（1960年～90年）

1960年と1990年の年齢階級別家計の直接間接炭酸ガス排出量の費目別シェアを比較した（図6. 2-2）。

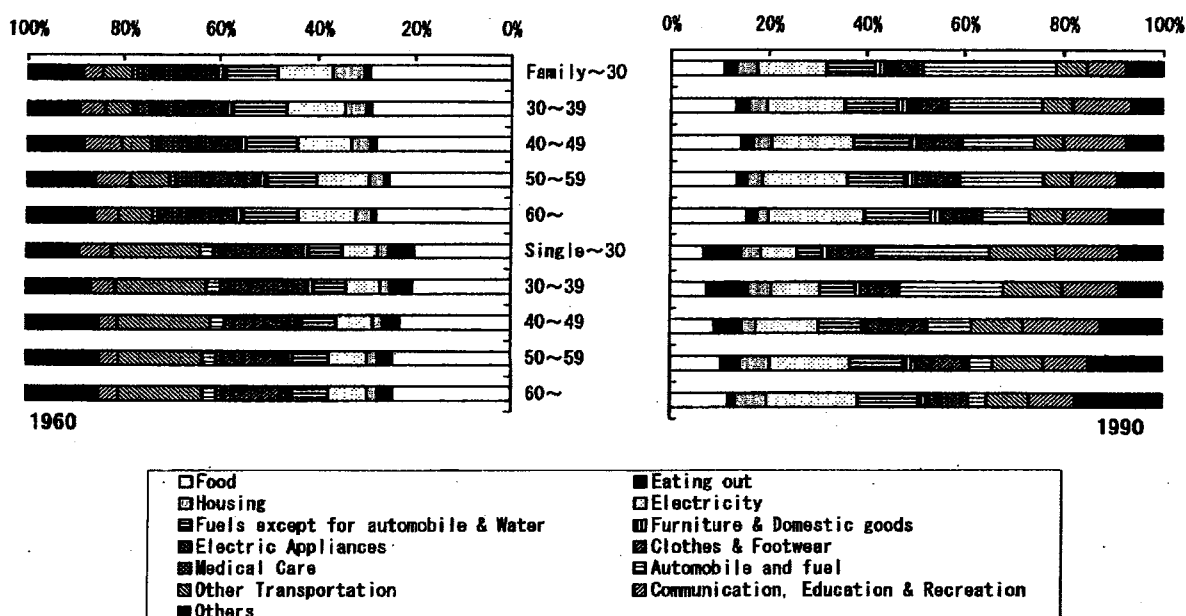


図6. 2-2 年齢階級別家計の炭酸ガス排出量の費目別シェア（1960年～90年）

1960年では20～30%のシェアを占めた食料品起因は1990年では7～15%程度に減少し、代わりに外食起因が若年世帯を中心に2倍近くに拡大している。

電力消費と他の住居系・自動車燃料消費起因が増加している。普通世帯、単身世帯とも電力消費は40代以降の年配世帯で、燃料消費は30代およびそれ以下の若年世帯での増加が顕著である。家電製品起因は普通世帯ではシェアはほぼ同等で推移したが、単身世帯ではむしろ減少している。消費支出先の財・サービスの多様化の反映と考えられる。衣類は普通世帯、単身世帯とも半分近くのシェアに減少している。単身世帯での他の交通（鉄道、航空機、船等）起因のシェアが大きく減少している。可処分所得の増大と共に移動性の高い自動車交通へシフトしたことが原因と考えられる。通信、教育、娯楽では普通世帯の30代～40代を中心に増加が認められる。教育関連の支出との関連が伺われる。

（3）年齢階級別世帯の動態と炭酸ガス誘発

家計調査年報の10年おきのデータに併せて10歳づつ年配のデータを1つの世代データとみなして抽出し、1920年代、30年代、40年代生まれの世代を中心に各世代毎の世帯数と世帯当たり炭酸ガス排出量の推移を一般世帯、単身世帯のそれぞれについて調べた（図6. 2-3）。

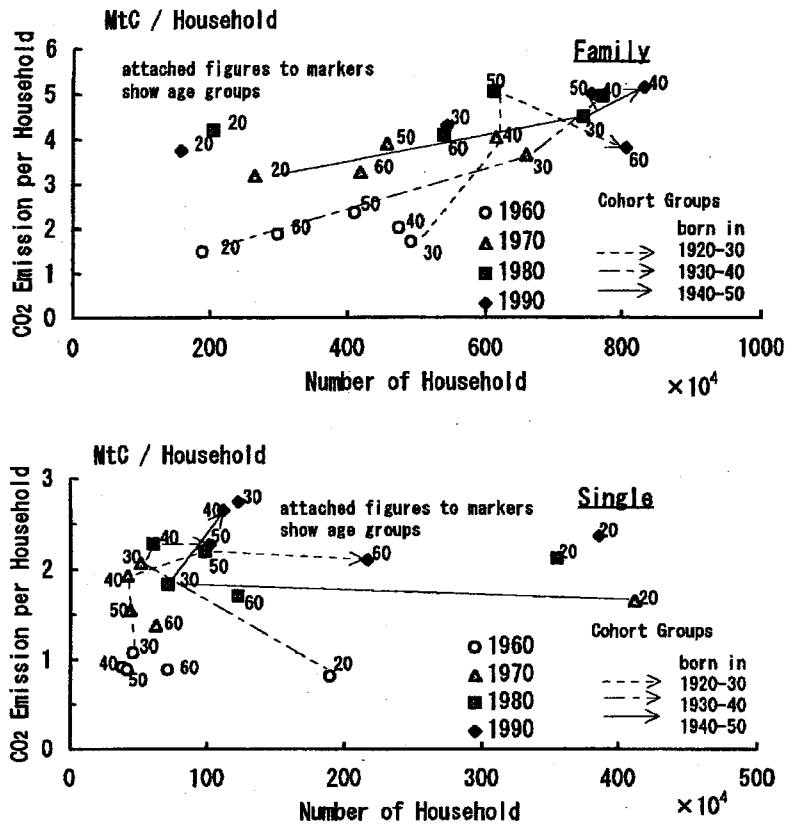


図6. 2-3 年齢階級別世帯数と世帯当たり炭酸ガス排出量の推移 (1960年~90年)

ライフステージの上昇に伴う世帯当たりの炭酸ガス排出量の変化をみると、全体的には核家族化などを反映して世帯当たり排出量のピークは50代から40代に移ってきていることと、世帯数では高齢世帯において大きくなる一方で世帯当たり排出量は、高年、若年ともに増大しており削減が望まれることが示された。詳細には、20~30代では普通世帯は年を追って世帯当たりの排出量のレベルは上昇しているが変化量そのものは20代と30代との間で小さくなってきている。DINKS等による子育て期間の遅れ等が影響しているものと考えられる。単身世帯は変動している。即ち、60~70年では上昇し、70~80年では微増、80~90年では再び増加している。70~80年の微増はオイルショック等を受け安定成長になったことの影響も考えられる。30~40代、40~50代では普通世帯は20~30代同様、年を追って上昇しているが変化量そのものは小さくなってきている。同様の傾向は単身世帯についても認められる。

ライフステージの上昇に伴う世帯当たりの炭酸ガス排出量の変化の要因を世帯人員、1人当たり支出、支出あたり炭酸ガス排出量、その他の合成的要因から探った。普通世帯は40代までの世帯が60~70年、70~80年にかけて軒並み増加を示したが、30代は支出増が支配的な要因であり、40代では支出増による増分を世帯人員の減少が削減する傾向が年々強まっていることが示された。他方、若年層では20代から30代に至るときに最も増加に寄与するのは支出額でなく世帯人数の増加であり、80~90年の直近の10年では炭酸ガス排出強度の低下が増加を相殺する方向に働いていたことが分かる。晩婚化の影響が考えられる。さらに50代の高齢層では支出や炭酸ガス排出強度の減少は80年あるいは90年になって見られたのに対して、世帯人数の減少による寄与は60~70年から継続的に認められた。一方で単身高齢世帯の排出

量増加が見られる。さらに若年の単身世帯の増加は支出増加を支配的な要因として著しい。以上より、晩婚化と核家族化の進行は、単身若年層、高齢層など互いに質的には異なるもののアクティビティの高い世帯を普通世帯から分離することにより世帯のコンパクト化とともに全体の排出量は削減効率の悪い方向へ進みつつあることが示されている。高齢単身には2世帯住宅など、単身若年世帯では家具付き貸家などで生活装置利用の効率利用の社会化を進めると共に、エネルギー的にはコジェネレーションなどのように分散しつつある需要をまとめる装置の共同利用が課題としてあげられる。(図6. 2-4)

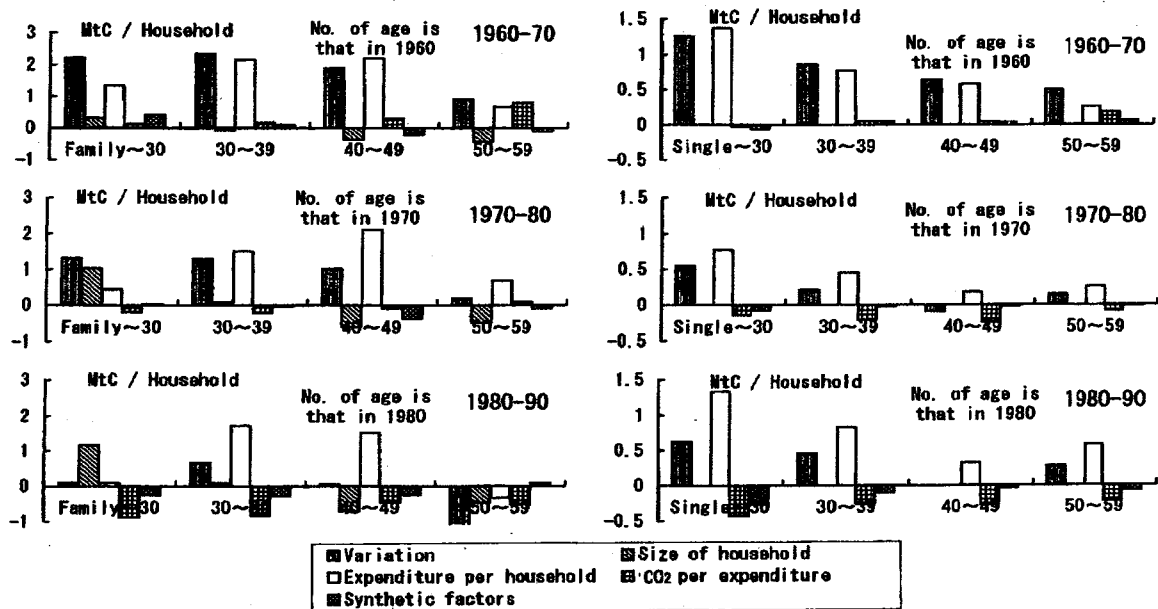


図6. 2-4 世帯当たり炭酸ガス排出量の変化要因

6. 2. 2 世帯数と世帯当たり誘発量の変化による将来の炭酸ガス誘発量の動向

これまでのデータをもとに世帯数、世帯当たり支出、支出あたり炭酸ガス排出強度の中間項を独立変数として、世帯数については厚生省人口問題研究所による予測値⁷⁾を用いて、他についてはこれまでのデータから過去のトレンドを用いてその動向を予測した(図6. 2-5, 表6. 2-1)。この世帯数推計は晩婚化や晩婚化によって若い世代での世帯形成プロセスに変化が生じており、高齢層において子供と同居しないケースが世代を下るごとに増加しているなどの世帯動態のトレンドを考慮した推計モデルであり、前項までの分析で明らかになった世帯動態とも一致しているので、本分析で適用するに相応しい予測値といえる。排出係数については、60年から70年にかけての石油ショックを契機としたドラスチックなエネルギー効率の上昇による炭酸ガス排出強度の低下よりもむしろそれ以降の着実なエネルギー効率の上昇を反映したトレンドを採用して1970年以降のデータによる回帰をおこなった。より現実的かつ安全側の設定といえる。結果は減少する炭酸ガス排出強度を相殺するように支出額と、50代の普通世帯数および30以下および60以上の単身世帯が増加することによって2000年では1990年レベルを13%、2010年でも6%上回ることが予想される。世帯の小規模化による資源利用の効率の低下を補う共同の生活装置利用が重要となると思われる。

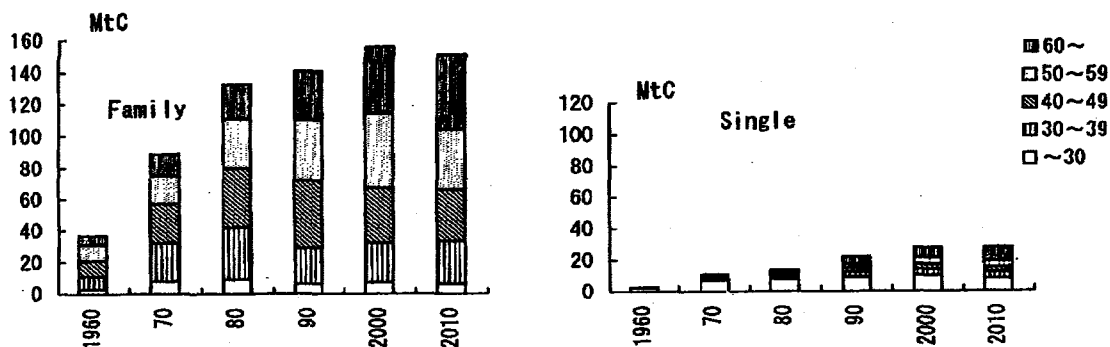


図 6. 2-5 炭酸ガス排出量の将来動向

表 6. 2-1 炭酸ガス排出量の将来動向

Case	Type of Household	Family					Single				
		~30	30~39	40~49	50~59	60~	~30	30~39	40~49	50~59	60~
Year 2000	Number of Household (Million)	1.84	5.44	6.6	8.63	11.21	4.01	1.48	1.32	1.73	3.65
	CO ₂ / Expenditure (MtC/M¥)	0.82	0.80	0.73	0.85	0.81	0.71	0.63	0.60	0.68	0.66
	Expenditure/Household (M¥)	4.92	5.67	7.23	6.37	4.60	3.64	4.22	4.13	3.31	2.96
	CO ₂ (MtC)	7.4	24.8	34.7	46.6	41.8	10.4	3.9	3.3	3.9	7.2
Year 2010	Number of Household (Million)	1.53	6.14	6.82	7.01	14.44	3.02	1.74	1.54	1.98	5.98
	CO ₂ / Expenditure (MtC/M¥)	0.70	0.69	0.58	0.73	0.61	0.61	0.49	0.41	0.51	0.43
	Expenditure/Household (M¥)	5.60	6.45	8.48	7.38	5.33	4.33	5.01	4.97	4.00	3.62
	CO ₂ (MtC)	6.0	27.4	33.4	37.6	46.6	8.0	4.2	3.1	4.0	9.4

6. 2. 3 耐久消費財のフロー・ストックと炭酸ガス排出へのインパクト

電力消費に伴う炭酸ガス排出量は、毎年の家計調査にみられる耐久財購入のフローデータよりもむしろ、世帯の保有台数に大きく依存することは自明である。ここでは、全国消費実態調査が世帯の年齢階級別の耐久財ストックデータを扱っていることに着目し、まずは資源エネルギー庁の機器別消費電力データをもとに電力起因の炭酸ガス誘発量を配分した後、それを各年齢階級別世帯の機器保有ストック数の比によって、各世帯毎の炭酸ガス誘発量を求めた。盛岡 (1975)⁹⁾が適用した以下のErlang分布の耐久財の減失関数：

$$f(\tau) = (S\lambda)^S \cdot \tau^{S-1} \cdot e^{-S\tau} / (S-1)!$$

但し、 τ ：年、 λ ：耐用年数、 S ：減失の程度を示す定数

を用いて、集計データからのフローストック分析の適用可能性を分析した。なお、機器別電力消費データの集計開始年次の制約により、対象年次を1980年および90年とした。

(1) 耐久家電のエネルギー消費に伴う炭酸ガス誘発量 (図 6. 2-6, 7)

1980年および90年の耐久家電のエネルギー消費に伴う直接間接の炭酸ガス排出量を年齢階級別世帯あたり炭酸ガス排出量と世帯数の2軸にてプロットした。図 6. 2-6の図中の点から各軸へ降ろした垂線と軸線で構成される矩形が炭酸ガスのボリュームを示している。多くの世帯で世帯数の増加とともに排出原単位の増加が明確に示されている。高齢、特に50代、60歳以上の世帯の寄与は1990年において顕著である。これらの排出量を機器別のシェアに分けて分析すると図 6. 2-7のとおりであり、高齢世帯になるほど冷蔵庫、エアコン、洗濯機、掃除機、TV以外のシェア（照明その他）が大きく、1980年よりも1990年の方がそれが顕著になっている。高齢世帯での家電利用のニーズの多様化が想定される。エアコン消費起

因は中堅世帯において比較的大きなシェアを有している。

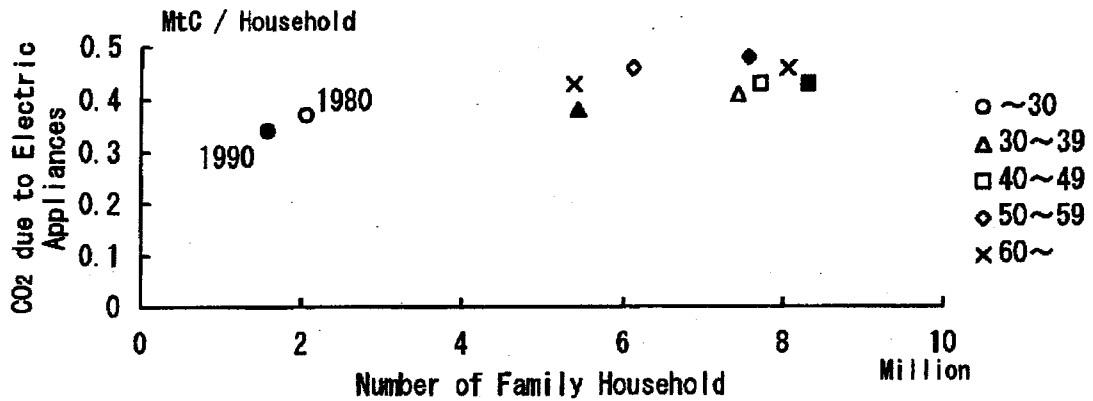


図6. 2-6 電力消費起因の世帯当たり炭酸ガス排出と世帯数 (1980, 90年)

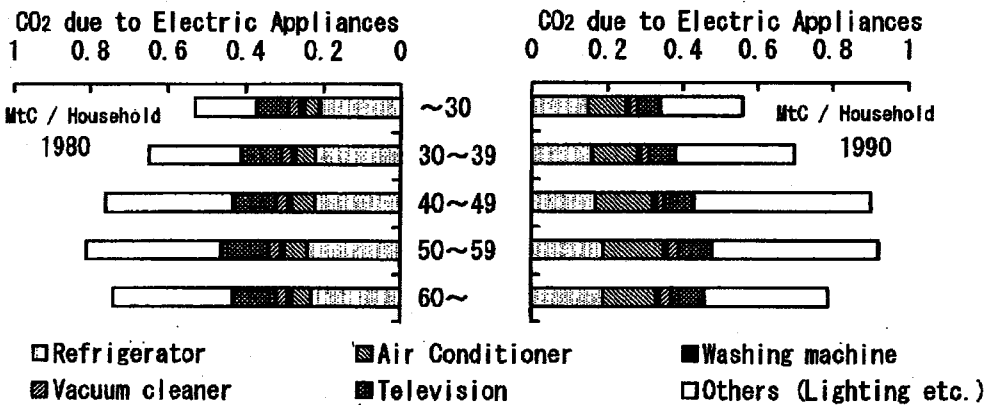


図6. 2-7 主要家電別消費電力起因炭酸ガス排出シェア (1980, 90年)

(2) 耐久財のフローストック (図6. 2-8, 9)

他方、財の寿命はライフサイクルでの炭酸ガス負荷に影響を及ぼす。先に示した、Erlang分布の関数により、冷蔵庫を例にとって廃棄関数を推定した例を図6. 2-8に示す。これは集計データによる適用可能性があることを示している。全国消費実態調査をもとにおこなった範囲では同様の解析は、10年以上のフローストックのデータ蓄積がある耐久家電において

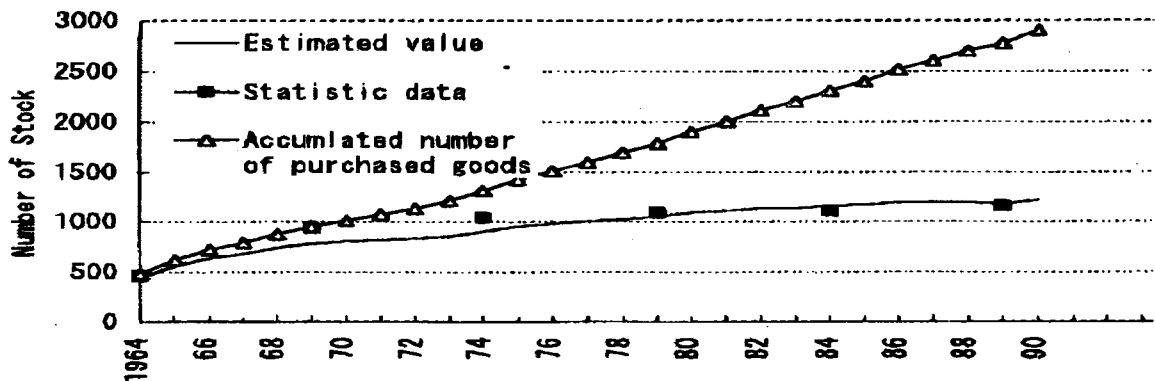


図6. 2-8 廃棄関数の推定例

概ね適用可能であった。このようにして求めた耐用年数を機器を所有する世代別に比較したものが、図6. 2-9である。1940~49生まれの若い世代は世帯の成長に伴って他の年配の世代よりも頻繁に償却をおこなう傾向にあることが分かる。但しこのような傾向は、詳細には財により異なっている。自動車の場合は若い世代でこの傾向が顕著である。自動車の場合には市場を通じた買い換えのメカニズムを通じたフロー・ストックの収支やリサイクル産業部門を含めたライフサイクル的視点が不可欠であり、そのため産業連関分析を越えた、モデル分析や積み上げ型の詳細な分析が必要である。一方TVや洗濯機は最も年配の世代で耐用年数が短い。これは製品の機能が高まったり、世帯構成が変化するなどの要因が寄与しているものと考えられる。本分析では炭酸ガス排出量の計量へは至っていないが、家庭生活機器のライフサイクルエネルギーの研究⁹⁾や製品の経時的な性能変化のデータなどを取り入れることにより寿命の変化によるライフサイクル炭酸ガス排出量の推計が可能になり、耐用年数を延ばすことによる家計のメタボリズム全体での効果が評価できる。

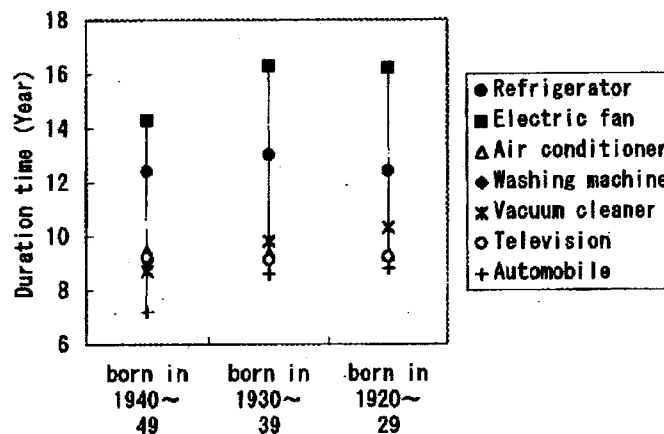


図6. 2-9 世代ごとの家電機器耐用年数

6. 3 環境家計簿による炭酸ガス排出抑制の学習効果と勘定システム¹⁰⁾

本節ではこれまでの家計消費に伴う炭酸ガスの直接、間接の排出構造分析をもとに、今後目指すべき社会システムにおける家計行動を考える上で、環境家計簿の果たす役割を住み手の環境配慮と生活装置利用における制御的側面から評価をおこなうものである。そこで、まず研究の背景として環境家計簿による環境配慮の評価の系譜を述べ、次に環境家計簿を用いた調査分析の枠組みと分析の手続きを示す。最後に、分析の結果を用いて環境家計簿による住み手の環境配慮の制御的役割を、環境家計簿による炭酸ガスの排出抑制効果、環境学習による環境行動の相互波及効果、環境ライフスタイルによる類型化と排出抑制効果の各点から評価する。

6. 3. 1 環境家計簿による環境配慮の評価と勘定システム

ここでは、研究の背景として環境家計簿による環境配慮の評価を（1）環境家計簿の取り組み、（2）環境配慮の評価手法、（3）環境家計簿と生活装置利用の各点における系譜をもとに整理して、本研究の位置づけを示す。

(1) 環境家計簿の取り組み

環境に配慮した行動を評価する試みは、環境家計簿に限らず様々な主体において取り組まれている。下表に示すとおり、国レベルでの環境・経済統合勘定、地方公共団体レベルの自治体環境監査スキーム、事業所レベルのプロジェクト費用便益分析・環境会計・環境パフォーマンス評価、家計の環境家計簿などがある。これらの勘定の環境面での拡張評価は共通して、まずは自らが直接、排出に関わる環境負荷や廃棄物を物質代謝の観察、記録、評価、管理の各段面で評価するものであるが、さらにライフサイクル的な視点で、間接的に誘発する環境負荷をも含めて環境への配慮を点検する方向で取り組まれてきている。

表6. 3-1 環境配慮の行動評価への取り組み^{11) 12) 13) 14)}

国レベルの環境・経済統合勘定	国連は、国民経済計算体系(SNA)の改訂(1993年)の中で、環境・経済統合勘定をサテライト勘定の1つとして導入。SNAのフロー・ストックへの実際環境費用に加えて帰属環境費用を推計し環境調整済国内純生産EDP(Eco Domestic Product)として計上。
地方公共団体の自治体環境監査スキーム	英国環境省らは自治体のための環境監査ガイドEco-Management and Audit Schemeを作成(1993)。行政事務に伴うDirect Effectsだけでなく公共事業等に伴うService Effectsも監査の対象とする。
事業所レベルの費用便益分析・環境会計・環境監査	プロジェクト計画段階において事業行為の直接的な環境影響を評価する費用便益分析は以前からおこなわれてきた。環境会計は、英国の付加価値会計やドイツの社会賃借対照表などの社会責任家計からの展開としてピアス(1989)グレイ(1990)らにより確立されてきた。事業所勘定の具体的な環境情報が環境報告書の形で開示されてきている。
家計の環境家計簿	盛岡(1980)が「新しい家計簿」の名で提案。大津生協のくらしの点検表(1980)年の当初から、環境依存による外部化された社会的費用を診断、計上する試みが導入された。

これらの主体毎の環境配慮の共通性を、SNA体系の展開に符合して基本勘定、勘定拡張、非金融資産勘定に分けて示したものが、図6. 3-1である¹⁵⁾。

環境家計簿は自治体での運用をはじめとして、様々な主体で取り組まれている。点検表タイプ(板橋区ほか)から消費、廃棄品目の記帳方式(環境庁ほか)、これらの折衷タイプ(生協ほか)など様々である(表6. 3-2)。前者の得点方式は、取り組みやすい方式であるが、正確な物質収支の把握は難しい。代わりに環境配慮行動の分野毎の受入易さや経時的な環境学習効果の把握を読みとることができる。本研究では、この点検表タイプに注目し、居住者の属性や生活装置に関する最小限の情報の下に、LCA研究で用いられる積み上げ計算と産業連関分析を併用して、標準的な環境改善効果を提示することで、環境情報の提示機能面での環境家計簿の実用性を高めることをめざしたものである。

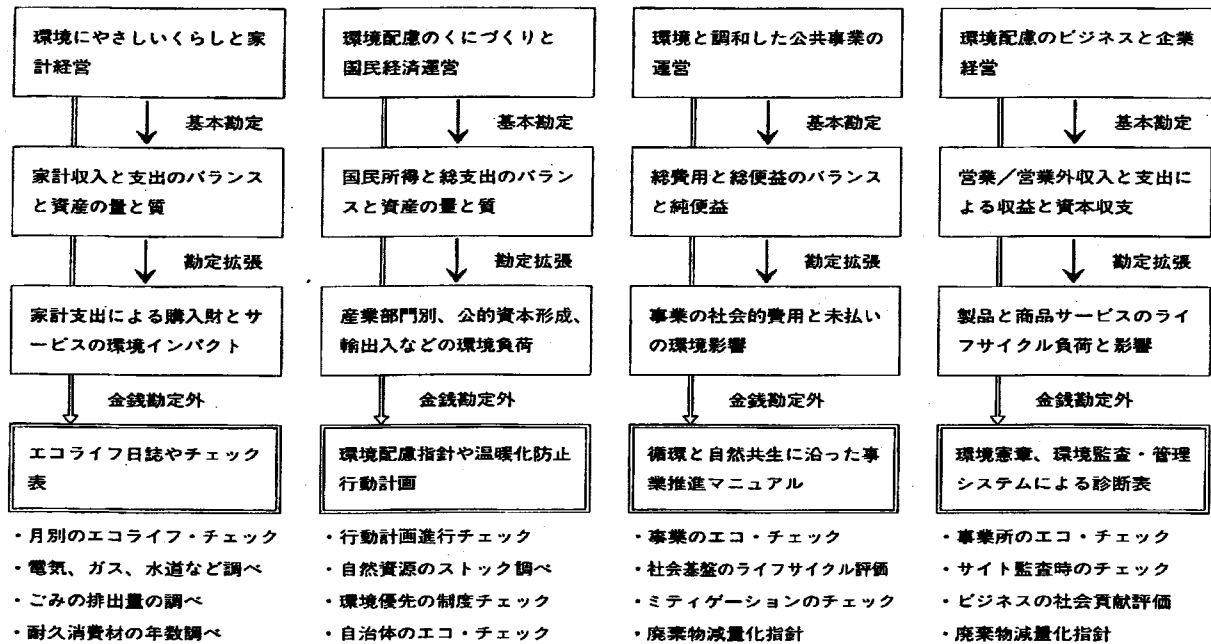


図 6. 3 - 1 家計，企業会計，国民経済の環境配慮の共通性（盛岡，1994）

表 6. 3 - 2 環境家計簿の実用例（盛岡，1994）¹⁶⁾

1970年代	洗剤や水まわりへの関心が高まり、くらしを見つめる
1980	大津生協のくらしの点検表Ⅰの開発と記入
1983	土木学会環境問題シンポジウムで環境家計簿の成果を発表
1980年代	身近な生活環境や都市環境とかかわる行動を診断
1985～	地方自治体やNGOによって環境家計簿の多様な記入
1990	コープこうべによるくらしのチェック運動
	地球環境家計簿の提案が書物でなされる
1990年代	地域環境と地球への責任を考えた環境家計簿の記入
1991	板橋区で環境家計簿によるくらしの見直し運動
1992	日本生活協同組合連合会の環境度チェック
1992	板橋区の環境家計簿第2版、練馬区などが取り組む
1993	生協の環境かけいば（エコライフダイアリー）

（2）環境配慮の評価手法

環境家計簿が提案された当初から、家計の直接排出する環境負荷以外にも、環境依存（Environmental Dependence）（盛岡，1984）という概念を通して、電力のように使用する財やサービスを通して間接的に排出される環境負荷の存在を見いだす道具として環境家計簿を活用する着想がなされていたが、それを家計の購入財一般を取り上げて具体的に定量化して示した例は少ない。吉岡ら（1994）¹⁷⁾は、産業連関表の最も詳細な基本表をもとに、数百種の財・サービス単位購入額あたりの直接間接の炭酸ガス排出量を示し、環境に配慮した購買行動を選択する貴重な情報を与えている。一方、青柳ら（1992）¹⁸⁾は、購買行動に関わらず数十の具体的な環境配慮行動を取り上げ、既往の知見データ等を積み上げてそれらの行動による炭酸ガス排出の削減効果を示して、それらの削減効果と実際の実行難易度をもとに、炭酸ガスの削減可能量の推計をおこなっている。

本研究で用いる環境家計簿では、基本的にはエネルギー消費に伴う直接的な炭酸ガス排出を中心に上げながら、購買行動やリサイクルではこれらの産業連関表および積み上げ法を併用し、間接的な炭酸ガス排出量を最終需要者である家計に帰属させて評価をおこなっている。

(3) 環境家計簿と生活装置利用

我々の生活はその殆どが基本的には道具ないしは装置を利用して営まれているものであり、生活財の購入支出という形でそれが家計簿に計上される。その意味では、環境家計簿による環境配慮行動の評価とは言い換えれば生活装置利用の評価であり、どのように環境に配慮した形で財を利用、消費しているかの評価であるといえる。このようなどちらかといえば、生活財を環境影響の受け手側と捉える受動的な見方に対して、近年は環境共生住宅の名に示されるように、生活装置をそれにより住み手を環境配慮の方向へ促す能動的なものとして捉えるようになってきた。

環境家計簿も住み手の環境配慮の熟度に応じて進化してゆく存在であるといえる。装置の利用に際して、住み手が担う環境配慮と制御的役割を環境生活技術と定義して、環境家計簿に記載された配慮行動メニューから環境生活技術の程度を示す変数を抽出し、家計簿による環境ライフスタイル変更と内包炭酸ガス排出量を指標とする環境改善効果との関連性を分析することで、環境生活技術の介在が、居住空間における環境適合性を大きく高めることを検証することができる。環境生活技術は既存の生活装置にとどまらず今後普及が見込まれる環境共生装置活用の鍵となるものと捉えており、高装備型の集合居住で熱電比を高めて動力変換から常温まで熱システムのハイブリッドな利用を図るコジェネレーション装置では蓄熱とともに多様な主体が複合的な空間利用でスケール効果を図る運用が環境生活技術であり、太陽熱ボイラーや太陽光発電などの装置を用いて分散型の自然エネルギーを最適化していく居住では、蓄熱や系統連係とともに装置寿命を延ばす住み手のハンドリングや維持管理から暮らしの質を落とさず平準化を図る生活時間制御までの段階的な環境生活技術を想定している。現在、環境先進国オランダを対象として進められている調査では、環境共生住宅の居住者を対象として、太陽熱利用のために生活時間利用の制御をおこなう行動などを環境家計簿のメニューとして取り上げ、環境ライフスタイル変更の可能性とそこでの環境家計簿の効果の評価を試みている。

本研究では、その中でまず既存の生活装置に即して解析したものである。

6. 3. 2 環境家計簿を用いた勘定評価分析

環境情報科学センターを事務局として、環境庁が1995年3月におこなった、全国の環境モニターを対象とした4週間にわたる環境家計簿の記載調査の結果を用いて解析した。

分析フローを図6. 3-2に示す。

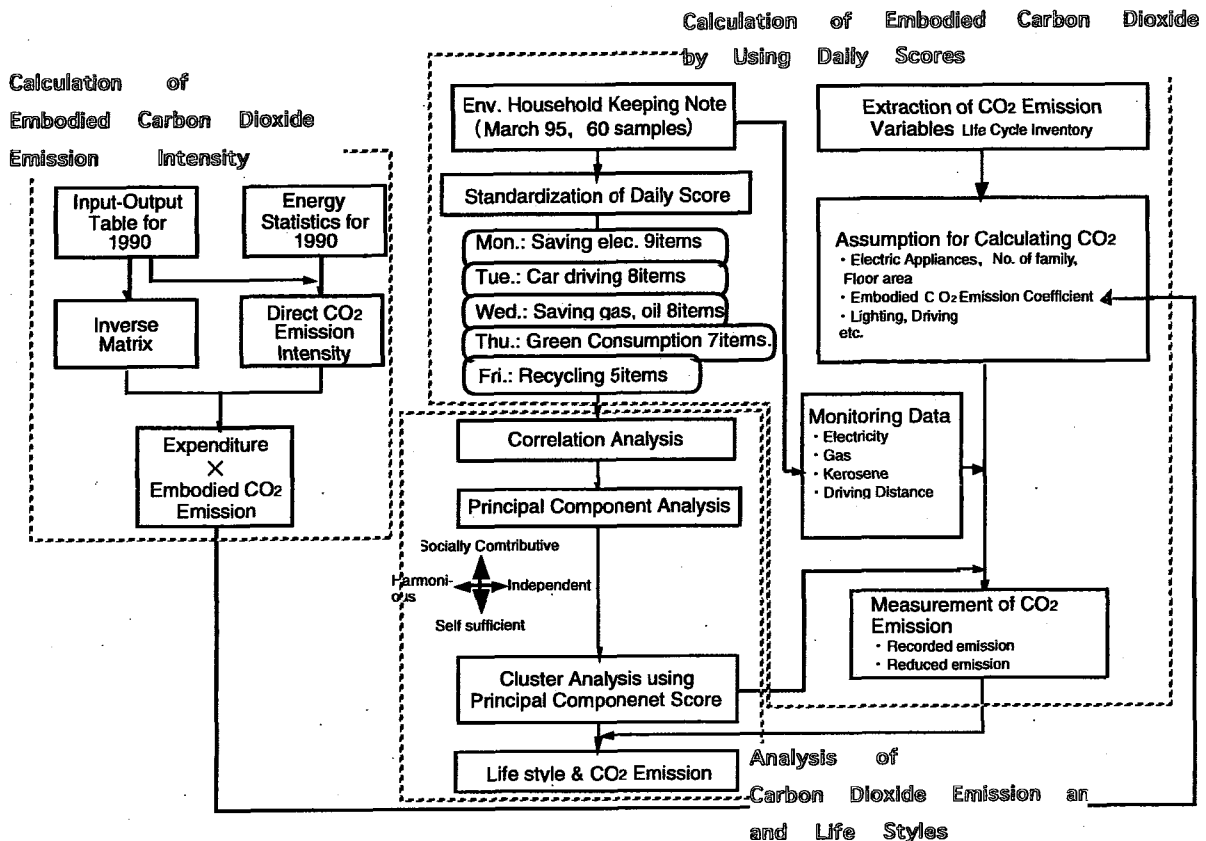


図6. 3-2 分析フロー

(1) データ

- ・ 環境家計簿記載データ (95年3月, 有効サンプル数60)
- ・ 機器保有データ個表 (同上)
- ・ 90年産業連関表 (基本分類) および物量表
- ・ 90年総合エネルギー統計

(2) 分析手法

フロー図に示すとおり, 分析の手続きは, 以下の3つにより構成される。

①内包炭酸ガス排出量の計算

90年産業連関表の競争輸入型レオンチェフ逆行列とエネルギーデータを用いて, 財・サービス別単位支出額あたりの炭酸ガス誘発量を計算する。

②環境家計簿の自己診断項目を用いた炭酸ガス削減効果の算定

環境家計簿の各曜日毎の環境配慮行動に対し, その実行度に応じて, 回答者の機器保有データ, エネルギー消費データと①の誘発炭酸ガス量排出原単位および青柳ら (1992)¹⁹⁾, 石川 (1995)²⁰⁾, 大野 (1994)²¹⁾, 省エネルギー便覧 (1995)²²⁾などの積み上げ炭酸ガス削減効果原単位を併用して, 表6. 3-3に示すとおり対象とするアイテム (財), 製造-流通

—使用—廃棄の各段階の排出量算定方法（レベル変数）を設定して、環境配慮行動の達成度に応じたライフサイクル炭酸ガス排出削減量の算定をおこなう。

③環境家計簿による炭酸ガス排出削減効果およびライフスタイルとの関連評価

②により得られた環境家計簿による1人1週間あたり炭酸ガス排出量に対して、

- ・炭酸ガス排出量のボリューム
- ・4週間の削減量

の2軸から、環境配慮の度合いの違う群を見出し、各グループの炭酸ガス削減量と削減項目の経時変化と各曜日毎の生活財・装置利用の相互関係を環境学習効果に照らして評価する。

次に、標準化された家計簿スコアによる環境配慮行動の選択の仕方から、環境ライフスタイルの特性を示す成分を主成分分析によって抽出し、それぞれの主成分に解釈を加えた後、これらの環境ライフスタイル主成分得点をもとにクラスター分析をおこない、環境ライフスタイルの違うグループに類型化して、環境配慮行動および炭酸ガス削減効果との関連性を評価する。

表6. 3-3 環境配慮行動のレベル変数

曜No	環境配慮行動	もの(アイテム)	製造(積上げ, 運搬)	流通(運搬)	使用(積上げ)	廃棄(積上げ)
月1	人のいない部屋の照明はこまめに消す	蛍光灯, 白熱灯			電灯使用時間→電力量	
月2	テレビを見る時間を1時間減らす	TV			TV視聴時間→電力量	
月3	冷蔵庫の出し入れはまとめて行う	冷蔵庫			冷蔵庫開閉数→電力量	
月4	洗濯はまとめて行う	洗濯機, 洗剤, 水	洗剤, 水→製造エネ	洗剤, 水→流通エネ	洗濯機使用電力量	排水→水処理エネ
月5	炊飯器・電気ポットで長時間保温しない	炊飯器, 電気ポット			炊飯器等使用電力量	
月7	掃除機やエアコンのフィルターを掃除する	掃除機, エアコン			掃除機等使用電力量	
月8	アイロンはまとめてかける	アイロン			アイロン使用電力量	
月9	テレビは電源をOFFにする	TV			TV主電源使用電力量	
火1	急発進, 急加速をしない	自動車			急発進, 加速→燃料消費量	
火2	目的地までの道順を調べ, うろうろ走らない	自動車			走行距離減→燃料消費量	
火3	しばらく停車するときはエンジンをとめる	自動車			7分以内→燃料消費量	
火4	トランクを物置代わりにしない	自動車			加重→燃料消費量	
火5	乗車前に点検を行う	自動車			空気圧→燃料消費量	
火6	近くまで歩いたり, 自転車で行く	自動車			自動車走行燃料消費量	
火7	必要がないのに運転しない	自動車			自動車走行燃料消費量	
火8	週に1日自動車を使わない日をつくる	自動車			車, バス, 電車の燃費差	
水1	1日火はこまめに消す	給湯器			1日火燃料消費量	
水2	お風呂のお湯を湯かすときはふたをする	風呂釜			放熱量→燃料消費量	
水3	家族続けて入浴する	風呂釜			放熱量→燃料消費量	
水4	暖房は20℃を目安にこまめに調節する	暖房機器			暖房燃料消費量	
水5	給湯器でお湯をくんでから, 湯を湯かす	給湯器, 風呂釜			給湯器, ふろ釜の熱効率差	
水6	コンロの火はこまめに調節する	コンロ			コンロ火調節による熱効率	
水7	バーナーの目詰まりを掃除する	コンロ			バーナー掃除による熱効率	
水8	シャワーの出しっぱなしはしない	シャワー	水→製造エネ	水→供給エネ	シャワー節水→熱, 水削減	
水9	浴槽の水はわかす直前にためる	風呂釜			水温差→燃料消費削減	
木1	トイレットペーパーは再生紙のものを買う	トイレットペーパー	パージン製造, 再生紙リサイクル			
木2	紙コップや紙ナプキンは使わない	紙コップ, ナプキン	パックスと台ふきの製造エネ			パックスと台ふき廃棄
木3	買った商品の必要以上の包装は断る	包装紙(PSP)	PSP包装紙製造	PSP包装紙流通		PSP包装紙廃棄
木4	トレーのつった商品は買わない	トレー(PSP)	PSPトレー製造	PSPトレー流通		PSPトレー廃棄
木5	洗剤は詰め替えタイプを選ぶ	PET容器, PE詰替袋	PET容器, PE詰替袋製造			PET容器, PE詰替袋廃棄
木6	ハウス栽培の野菜や果物は買わない	温室, 燃料	ハウス栽培燃料消費			
木7	買い物袋をもって買い物に行く	買物袋	PE使用袋, 綿袋製造			PE使用袋, 綿袋製造
金1	古新聞・古雑誌はちり紙交換に出す	古新聞, 古雑誌	パージン製造, 再生紙リサイクル			新聞・雑誌廃棄
金2	牛乳パック, 食品トレーは回収所まで持参	牛乳パック, トレー	パージン製造, マリ77794702			パック・トレー廃棄
金3	アルミ・スチール缶は分別して指定目に出す	7缶・8缶缶	パージン製造, マリ77794702			7缶・8缶缶廃棄
金4	ピンは色分けして指定目に出す	ピン	パージン製造, マリ77794702			ピン廃棄
金5	段ボールはまとめて回収に出す	段ボール	パージン製造, マリ77794702			段ボール廃棄

6. 3. 3 環境家計簿による学習効果と炭酸ガス排出抑制の勘定システム

環境家計簿調査データについて、「診断得点による環境学習効果と炭酸ガスの排出抑制効果」、「学習による環境行動の相互波及効果」、「環境ライフスタイルによる類型化と生活装置利用の排出抑制効果」の各点から解析をおこなった結果について順に示す。

1) 環境家計簿による環境学習と炭酸ガス排出削減効果

環境家計簿が家計の環境配慮行動に与える効果について、回答された記帳データをもとに分析し、炭酸ガス排出削減への寄与の程度とそのメカニズムについて考察をおこなった。

(1) 診断得点による環境学習効果

①回答者毎の平均的な得点と得点の幅の推移

回答者の自己診断は、自分の行動を主観的に診断するため、得点の絶対値を回答者間で直接比較することは難しいが、回答者全体の平均的な得点の推移や回答者間の得点の散らばり具合をみることで、およその寄与の仕方を見ることが可能である。

図6. 3-3は回答者の各週の平均得点と得点の標準偏差の推移を示したものである。週を追って左上方向に移行する様子が伺える。同時に回答者全体の平均得点と平均標準偏差を示しているが、これらがこの移行の様子をより鮮明に示しているといえる。得点は全体として上昇している。なおかつ得点間の散らばり幅は小さくなっていることから、環境家計簿により、個々の環境行動が個別部分的により環境配慮型に変化したというよりはむしろ、何らかの相互作用と共に全体的に改善されてきた可能性を示唆している。

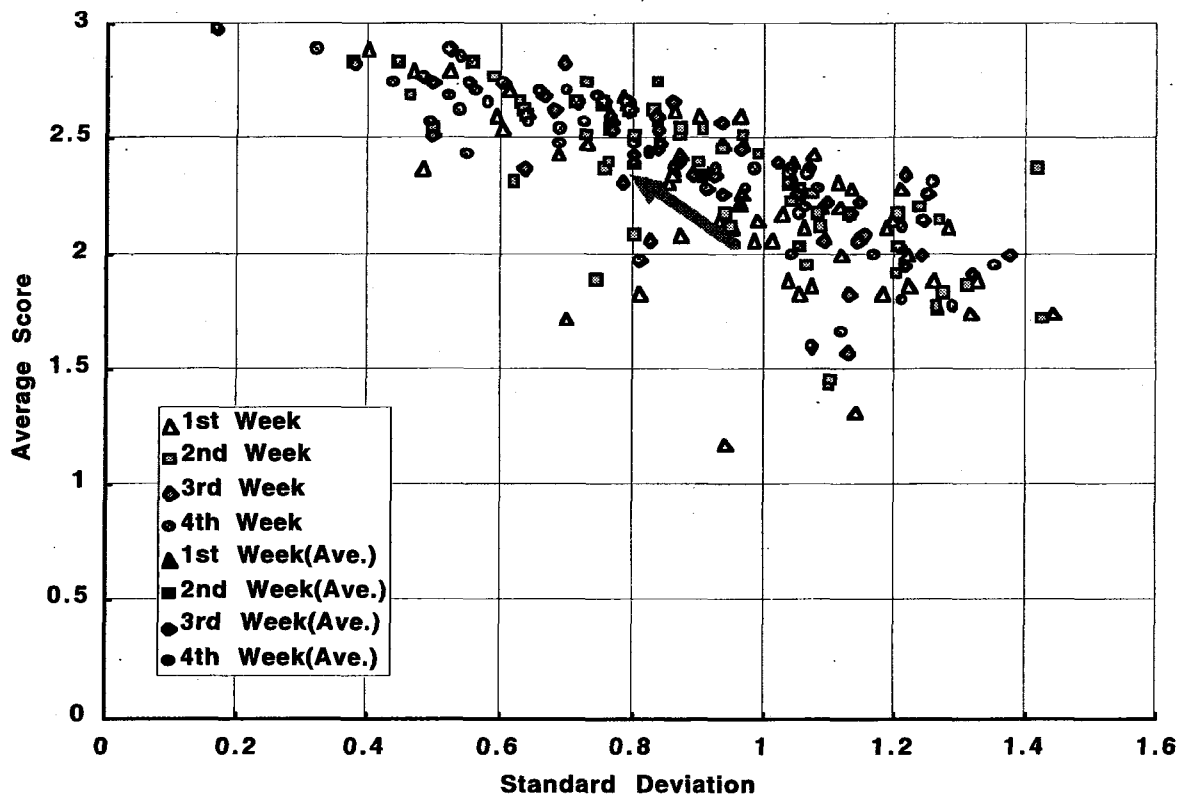


図6. 3-3 回答者毎の平均得点と得点幅の推移

②項目毎の平均得点と得点幅の推移

次に、診断項目への得点による学習効果は、図6. 3-4に示す通りである。前述のとおり点数の絶対値そのものの評価については議論があるが、週を追って変化する得点のレベルと項目間の変化の幅を示す横軸の標準偏差の変化に注目すると、以下のような変化が得られる。

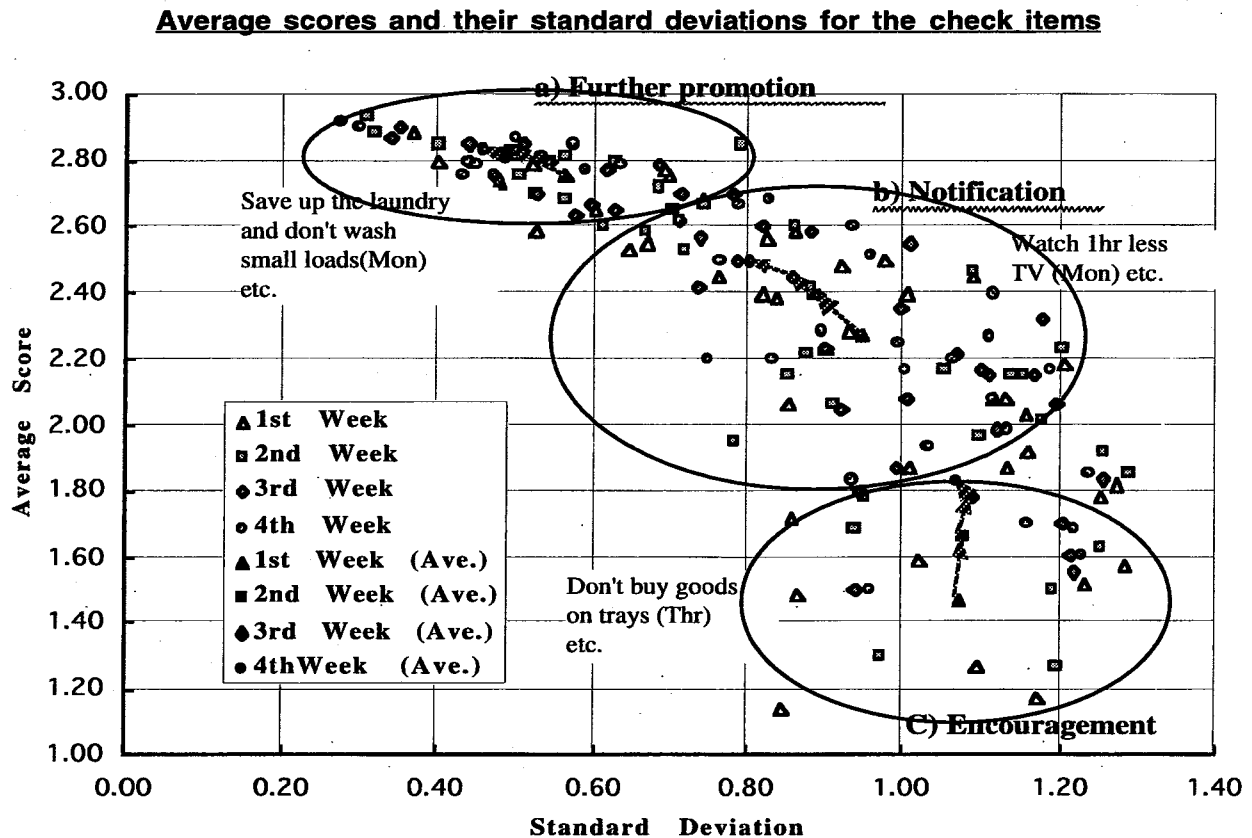


図6. 3-4 項目毎の平均得点と得点幅の推移

①全体として、週を追って左上方向への推移が見られ、学習効果が伺われる。

②低い得点レベルの項目群（概ね1.8程度迄、Cグループ）では平均得点の上昇にも関わらず、標準偏差には余り変化はみられない。特定の回答者に対しての効果は得られるが、これを苦手とする回答者は依然として残り、それが項目間の得点の隔たりを保ったままで推移していることを示している。「トレイにのった商品を購入しない」などの環境ライフスタイル変更の比較的難しい項目を示している。環境家計簿はこれらの難易度の高い項目について推奨し、底上げを図る機能を有している。

③中位の得点レベルの項目群（概ね1.8~2.6）になると、週を追っての得点の上昇とともに、各項目の得点の標準偏差自体も減少している。「TVを見る時間を1時間少なくする」などの項目であり、気づいてもらうことによって改善を図る余地が多くあることを示しているとともに、項目間の得点の開きをも小さくする方向へ動いている。環境家計簿による負荷削減の効果が定量的に大きく現れる部分である。

④高位の得点レベルの項目群（概ね2.6以上）は、「洗濯はまとめて行う」など既にかんりの取り組みがなされている項目であり、これらの項目においては環境家計簿により、より以上の取り組みの普及がなされることにより得点の向上よりむしろ回答者間の得点の差が小さくなってきている。

総じて、診断得点で見た場合には週を追って全体的には配慮行動のレベルが向上している。そして難易度の異なる項目に応じた寄与が伺える。

（2）炭酸ガス排出削減効果

炭酸ガスの排出削減効果は、より客観的な環境配慮の結果を提示するものである。ここでは、1人あたりに換算した炭酸ガス排出量のボリュームと4週間の間に削減した炭酸ガス量をもとに回答者

を分類した。結果を図6. 3-5に示す。図に示すように大きく3つのグループに類型化された。即ち、環境家計簿により明らかに削減効果が認められた回答者群に対しては、

・Group 1：比較的排出規模が小さく削減量も小さい。すでに環境配慮型の暮らしが営まれているが、家計簿により、さらに排出を削減。

・Group 2：比較的排出規模が大きく削減量も大きい。環境家計簿による気づきの学習効果が最も大きく現れている。

・Group 3：環境家計簿記帳の取り組みにも関わらず炭酸ガス排出量が逆に増加した。

の類型が認められた。このGroup 1と2を併せて6割を越える回答者に対し、環境家計簿による炭酸ガス排出量の削減効果が認められた。

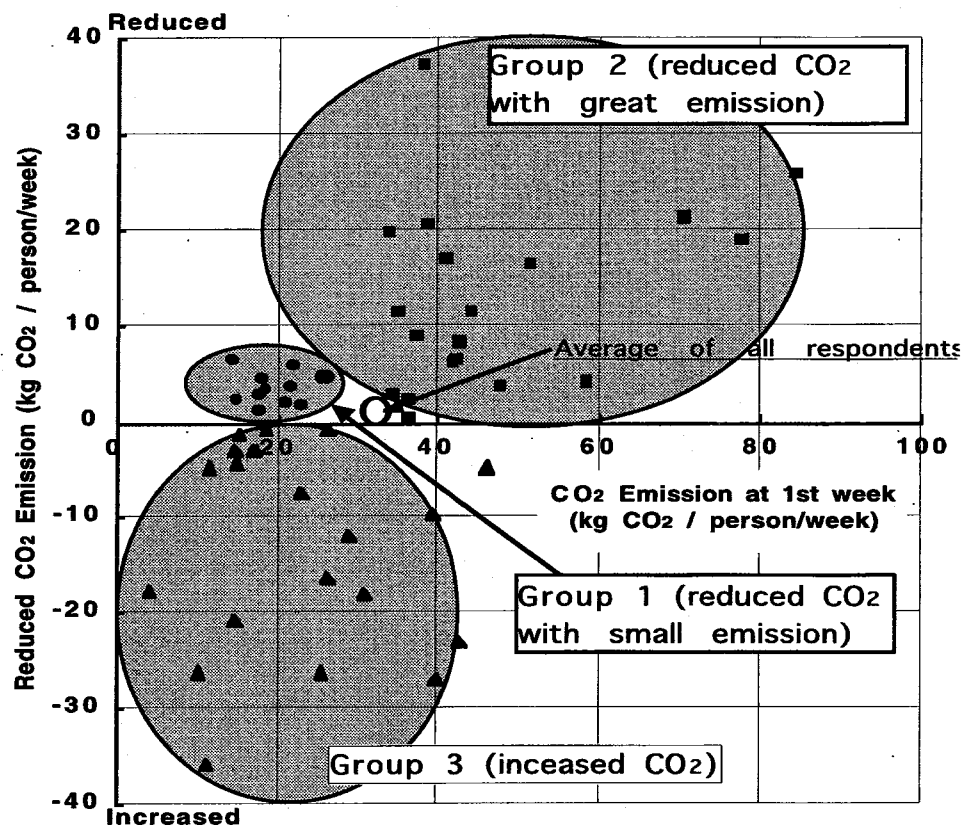


図6. 3-5 炭酸ガス排出量と削減量による類型化

これらの3つのグループにおける4週間での削減量（増加量）の変化の内訳を示したものが、図6. 3-6である。グループ1では本来、電力や車の使用量が少ない暮らしを心がけていることもあって、これらの削減量は小さく、削減量は主として暖房、給湯の熱利用に負っている。グループ2は最も排出量の大きいグループであるが、4週を経過してグループ3程度の排出量に低下している。グループ1同様に熱利用を中心とする削減であるが、電力や若干ながら車利用での削減効果も見られる。グループ3では4週間を経過して各項目とも排出量を増加させており、熱利用と特に車での排出量増加が顕著である。

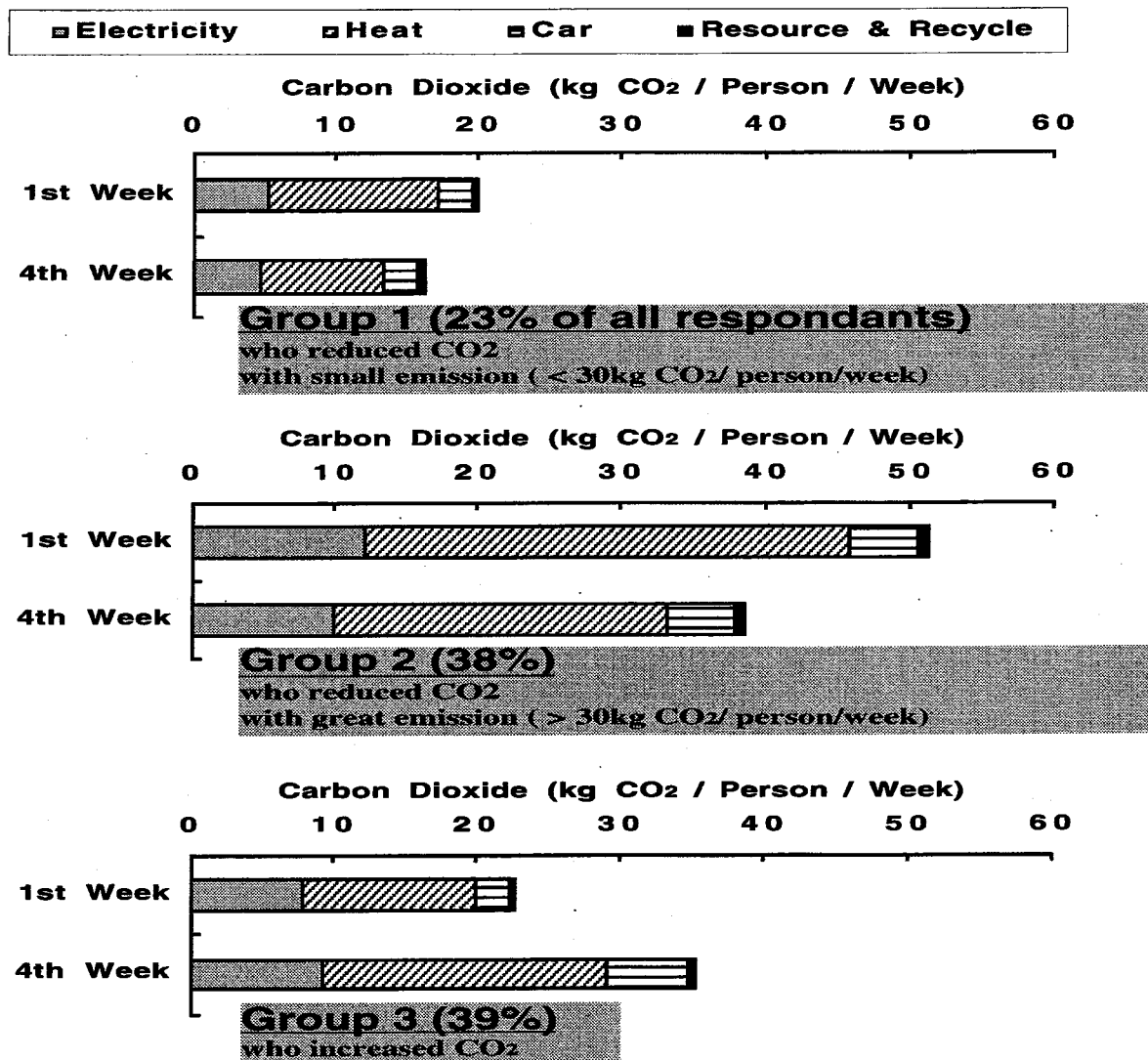


図1. 3. 4 排出類型ごとの炭酸ガス排出量の変化

また、これらの排出量の変化を各週毎に示したものが、図6. 3-7である。グループ1は週を追って着実なエネルギー消費の削減をおこなっている。グループ2は、早い段階の週では熱とともに電気を中心に削減し、最終週段階になって車使用が削減されるに至っており、週毎の環境配慮行動の変化が伺われる。グループ3では電気および熱利用の炭酸ガス排出が増減を繰り返して不安定に推移してきた様子が伺われる。この中で注目されるのがグループ

2の挙動である。曜日間を越えて削減効果が多様に現れ、最終週には各項目ともに、グループ2にも似た各項目で併行した削減が伺われていることが特筆される。

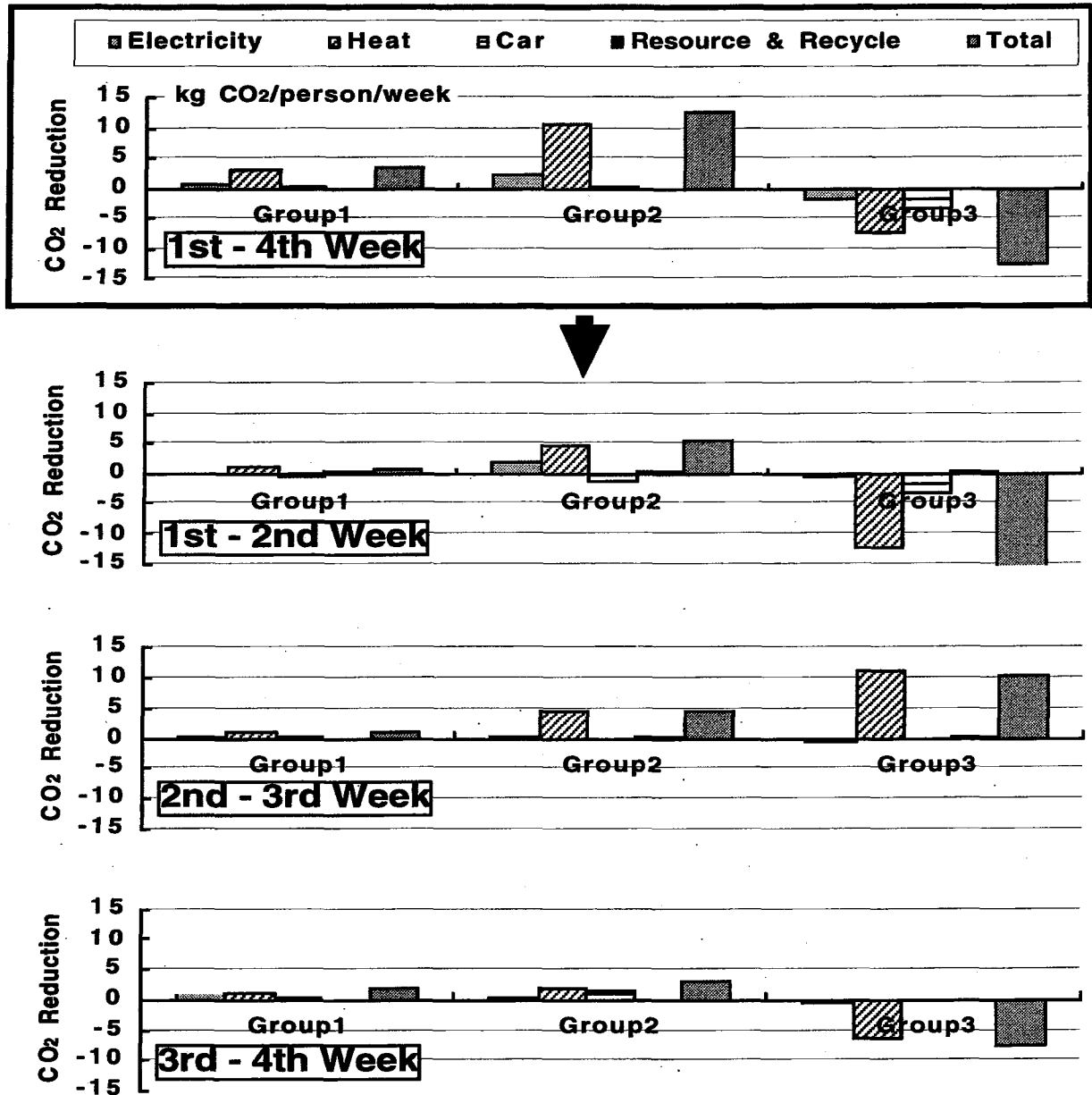


図1. 3. 5 排出類型毎の削減量の各週の推移

2) 学習による環境行動の相互波及効果

前述にてグループ2の排出量削減の変化で示されたような項目間の相互波及がどのように行われたかを単相関分析により考察する。

排出構造による類型Group 1~3のそれぞれについて、1~2週、2~3週、3~4週の各週間において、各項目の得点を標準化して偏差値として表示し、その偏差値得点の変化量について各項目間での相関を調べた。まず、比較対象のためにグループ1における項目間の単相関を見ると、図6. 3-8に示すように、すでに1~2週の段階で、各項目間にわたり互いに相関を有している。これに対して同時期のグループ2の項目間の相関は図6. 3

- 9 のとおりであり，グループ1に比して項目間の相関は高くない．火曜日の自動車利用に特徴づけられるように特定の項目間で高めあうにとどまっている．ただし，その後の推移を

Correlation among daily activities in the process of the book keeping

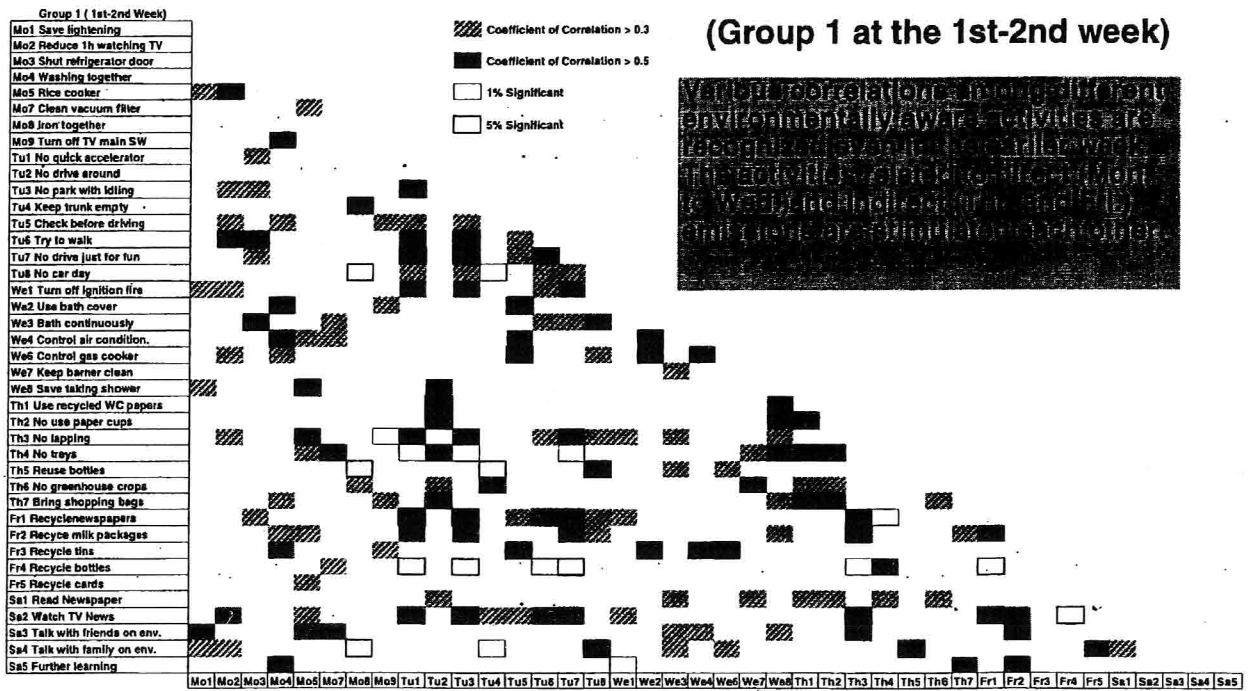


図6. 3-8 自己診断項目間の相関分析 (グループ1 1週～2週)

Correlation among daily activities in the process of the book keeping

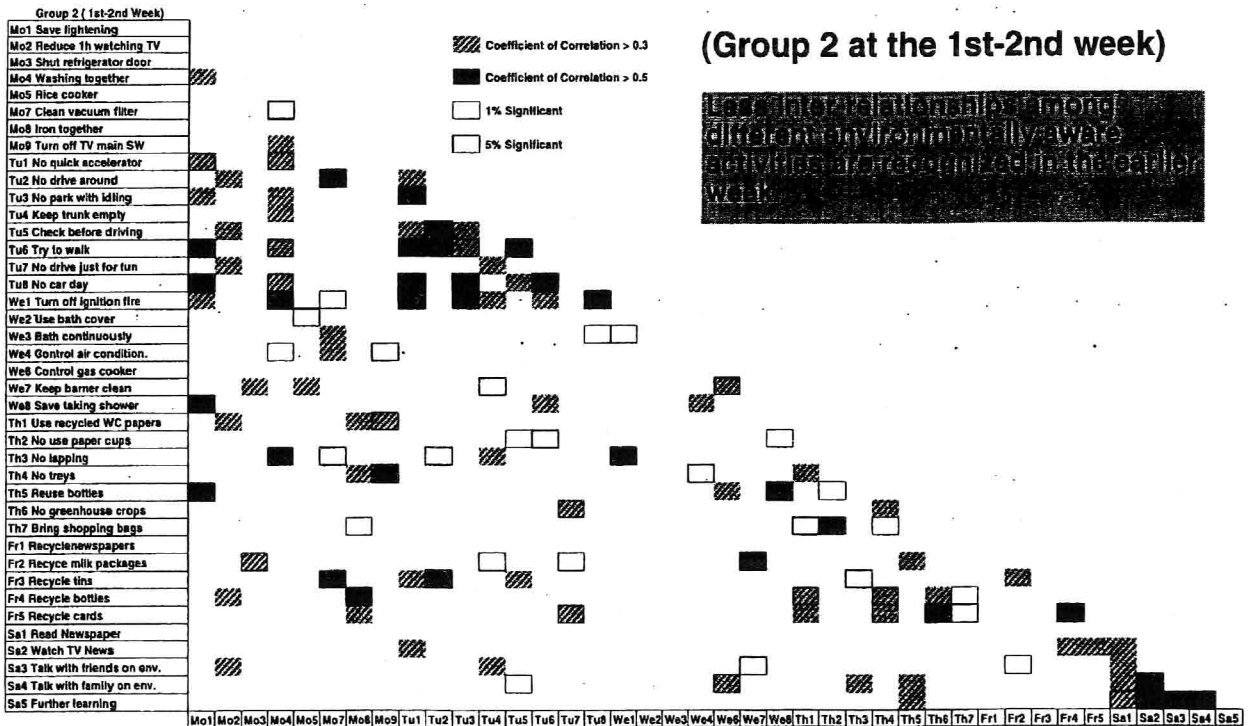


図6. 3-9 自己診断項目間の相関分析 (グループ2 1週～2週)

みると週を追って項目間の相関が見られるようになり、第3～4週ではグループ1においてみられたような相互に関連した診断得点の向上が伺われ、環境家計簿による寄与の構造の一面を示すものである（図6. 3-10）。

Correlation among daily activities in the process of the book keeping

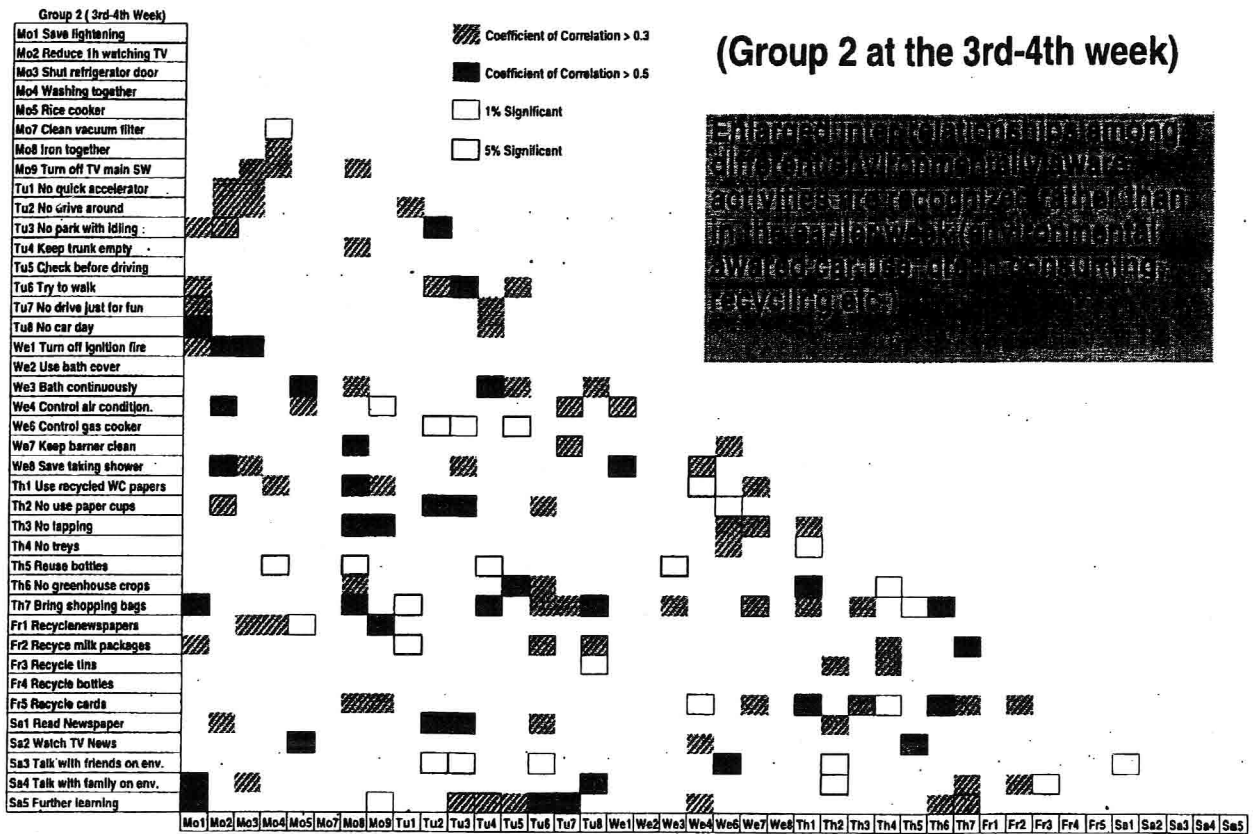


図6. 3. 10 自己診断項目間の相関分析（グループ2 1週～2週）

3) 環境ライフスタイルによる類型化と生活装置利用の排出抑制効果

環境配慮行動の実行レベルとは別に、ここでは環境ライフスタイルによる類型化と排出抑制効果について分析をおこなう。異なる居住環境や世帯属性をもとに各世帯が環境配慮行動を選択しており、それが具体的には診断得点として家計簿に計上されているものとする。実際の生活においては、世帯毎に環境配慮行動の実行のしやすさは異なるものであり、図6.3-4で示した環境配慮項目のどれをとっても、それを確実に実行できる世帯と不得手とする世帯があることが分かっている。規範的な目標設定をおこなうよりもむしろ、環境ライフスタイルの類型に特有の、得意な項目の実行度を伸ばしたり、制約されやすい項目を診断して提示したりすることが実際的であり、今回のような分析はそれを可能にすることができる。以下に順を追って手続きとともに分析結果を述べる。

(1) 環境ライフスタイルを表す主成分の抽出

各世帯に特有の環境条件や世帯属性に基づく環境配慮行動の選択が、自己診断得点に現れていると考え、家計簿データを対象に主成分分析をおこなって、環境ライフスタイルを示す主成分の抽出を試みた。環境への認識や態度について別に設問を設定する方法も考えられるが、方法論としての社会化を考えると、家計簿項目に加えさらに多くの設問を設けることは得策ではないこと、また意識レベルの調査データよりはむしろ環境配慮の具体的な行動をデータとして観察をおこなう方が、より客観的な情報という観点からは望ましいのではないかと考えた。分析に際して、対象とするデータについて標準化をおこなっている。

主成分分析の結果を表6.3-4に示す。全体的な実行度を示す第1主成分、環境配慮に大きな影響を与えている車利用での配慮行動の選択性を示す第2主成分の次に、環境配慮行動の選び方を示すと思われる主成分を抽出するこ

表6.3-4 環境配慮を含む主成分とその重み係数

Item	Weighting Coefficient (Δ:+, ▼:-)				
	Performance	Car Use	Sociable	Harmonious	Continuous
Mo1 Save lightening	△ 0.40	0.01	▼-0.39	△ 0.38	0.09
Mo2 Reduce 1h watching TV	0.16	0.07	-0.01	0.18	-0.03
Mo3 Shut refrigerator door	0.26	△ 0.24	-0.22	-0.09	-0.13
Mo4 Washing together	0.21	△ 0.29	-0.06	-0.17	-0.05
Mo5 Rice cooker	0.16	△ 0.21	0.13	0.12	0.13
Mo7 Clean vacuum filter	0.20	0.11	-0.05	0.11	-0.07
Mo8 Iron together	0.16	-0.23	0.12	△ 0.49	-0.03
Mo9 Turn off TV main SW	▼ 0.07	0.17	0.11	-0.06	0.21
Tu1 No quick accelerator	△ 0.57	▼-0.61	▼-0.36	▼-0.43	△ 0.57
Tu2 No drive around	△ 0.42	-0.05	0.13	▼-0.34	▼-0.29
Tu3 No park with idling	0.19	▼-0.30	0.13	-0.22	△ 0.30
Tu4 Keep trunk empty	0.23	▼-0.32	0.07	△ 0.27	0.09
Tu5 Check before driving	0.19	-0.19	0.06	0.03	-0.11
Tu6 Try to walk	0.23	▼-0.34	-0.09	▼-0.25	-0.08
Tu7 No drive just for fun	△ 0.46	▼-0.42	△ 0.81	-0.06	-0.09
Tu8 No car day	0.21	-0.24	0.15	-0.15	0.07
We1 Turn off ignition fire	0.19	-0.19	▼-0.31	-0.08	0.01
We2 Use bath cover	▼-0.05	-0.03	-0.02	0.15	▼-0.35
We3 Bath continuously	0.19	0.08	0.06	△ 0.33	-0.12
We4 Control air condition.	0.16	0.05	0.01	-0.14	▼-0.30
We6 Control gas cooker	△ 0.45	0.00	▼-0.50	0.20	0.18
We7 Keep burner clean	0.21	0.09	-0.18	0.06	-0.02
We8 Save taking shower	0.27	0.13	▼-0.36	-0.24	▼-0.28
Th1 Use recycled WC paper	▼ 0.06	-0.06	-0.10	-0.13	▼-0.32
Th2 No use paper cups	0.13	△ 0.34	0.10	▼-0.25	△ 0.28
Th3 No lapping	0.23	0.11	0.13	0.15	0.10
Th4 No trays	0.18	0.03	-0.17	0.20	0.04
Th5 Reuse bottles	0.13	△ 0.22	-0.08	-0.12	△ 0.30
Th6 No greenhouse crops	0.15	0.16	0.06	△ 0.27	0.16
Th7 Bring shopping bags	0.11	0.16	0.09	-0.08	-0.22
Fr1 Recycle newspapers	▼ 0.05	-0.01	0.12	-0.22	0.21
Fr2 Recycle milk packages	0.10	△ 0.22	0.12	▼-0.26	-0.06
Fr3 Recycle tins	0.18	0.10	△ 0.33	0.04	-0.06
Fr4 Recycle bottles	▼ 0.07	0.01	△ 0.30	-0.03	-0.22
Fr5 Recycle cards	▼ 0.04	-0.03	△ 0.30	0.08	0.03
Eigenvalue	5.75	3.35	2.71	2.15	2.03
Contribution rate	0.16	0.10	0.08	0.06	0.06
Cumulative Contr. rate	0.16	0.26	0.34	0.40	0.46
Interpretation of principal components	Good performance	Not care for cars	Sociable	Harmonious	Not so continuous
	⊕ ↑ ⊖ ↓	⊕ ↑ ⊖ ↓	⊕ ↑ ⊖ ↓	⊕ ↑ ⊖ ↓	⊕ ↑ ⊖ ↓
Bad performance.	⊖ ↓ ⊕ ↑	⊖ ↓ ⊕ ↑	⊖ ↓ ⊕ ↑	⊖ ↓ ⊕ ↑	⊖ ↓ ⊕ ↑
	Care for cars	Care for cars	Self Sufficient	Independent	Prefer continuous

とができた。即ち、

第3主成分：缶、瓶、段ボールのリサイクルなどを得意としてむしろ規範的な環境配慮行動を選び取るPro-socialなライフスタイル指向性

第4主成分：部屋の照明をこまめに消したり風呂に家族続けて入るなど、単独よりはグループコミュニケーションを大事にするHarmoniousのライフスタイル指向性

第5主成分：紙コップを使わない、瓶の再利用をおこなうなど、まめで持続的なContinuousのライフスタイル指向性

などの主成分が抽出された。これらの固有値は全て2以上と主成分としての条件は備えており、また累積寄与率は46%であり、環境配慮行動の実行水準にはさらに多くの要因が関係していることが推察される。

この5つの主成分に対して、それぞれの主成分得点をもとに60のサンプルのクラスター分析をおこなった。クラスターの判別にはユークリッド平方距離およびワード法を用いている。各クラスターの5つの主成分ごとの平均得点から解釈し、控えめ (Modest)、やや調和志向 (Rather harmonious)、堅実 (Moderation)、賢明 (Smart)、やや社会構築 (Rather Contributive) と名付けた。これを先ほどの主成分の第3、第4主成分を2軸とする座標上に

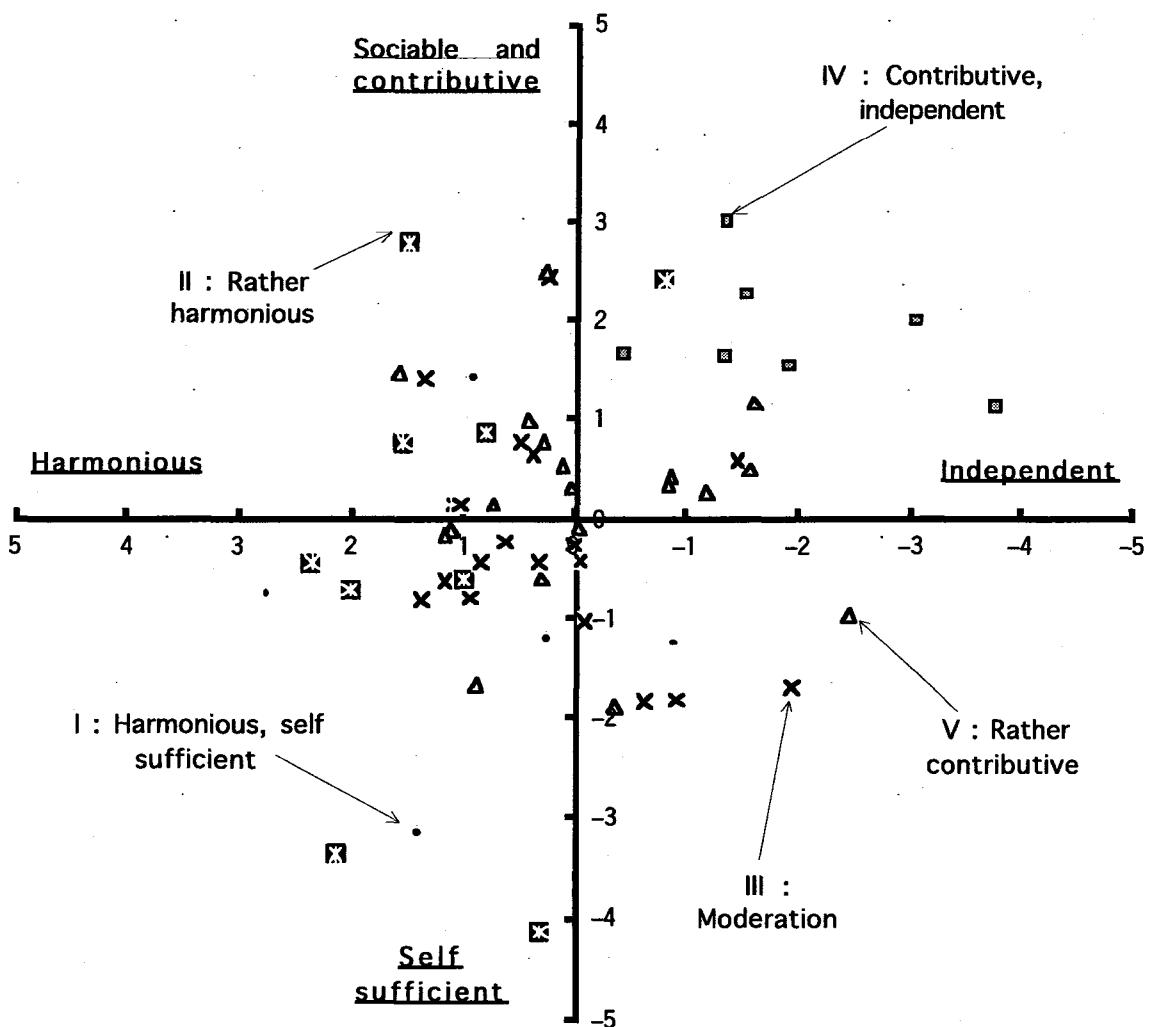


図6. 3-11 社会構築と調和志向の主成分軸上でのクラスターの位置づけ

プロットすると各クラスターの位置づけが明確に示される (図6. 3-11)。

(2) 各クラスター毎の環境ライフスタイルと負荷特性

5つの各クラスター毎に、前節で示した産業連関分析と積み上げ法の併用により、環境配慮行動の実行度に応じた炭酸ガス排出量と削減効果を第1週目と第4週目の比較により示した。同時に、各クラスターの平均的な世帯属性を併記した。結果を図6. 3-12に示す。各類型ごとの環境ライフスタイルは以下のように、独自の環境負荷特性を有しており、環境配慮行動を選び取っていることが分かる。

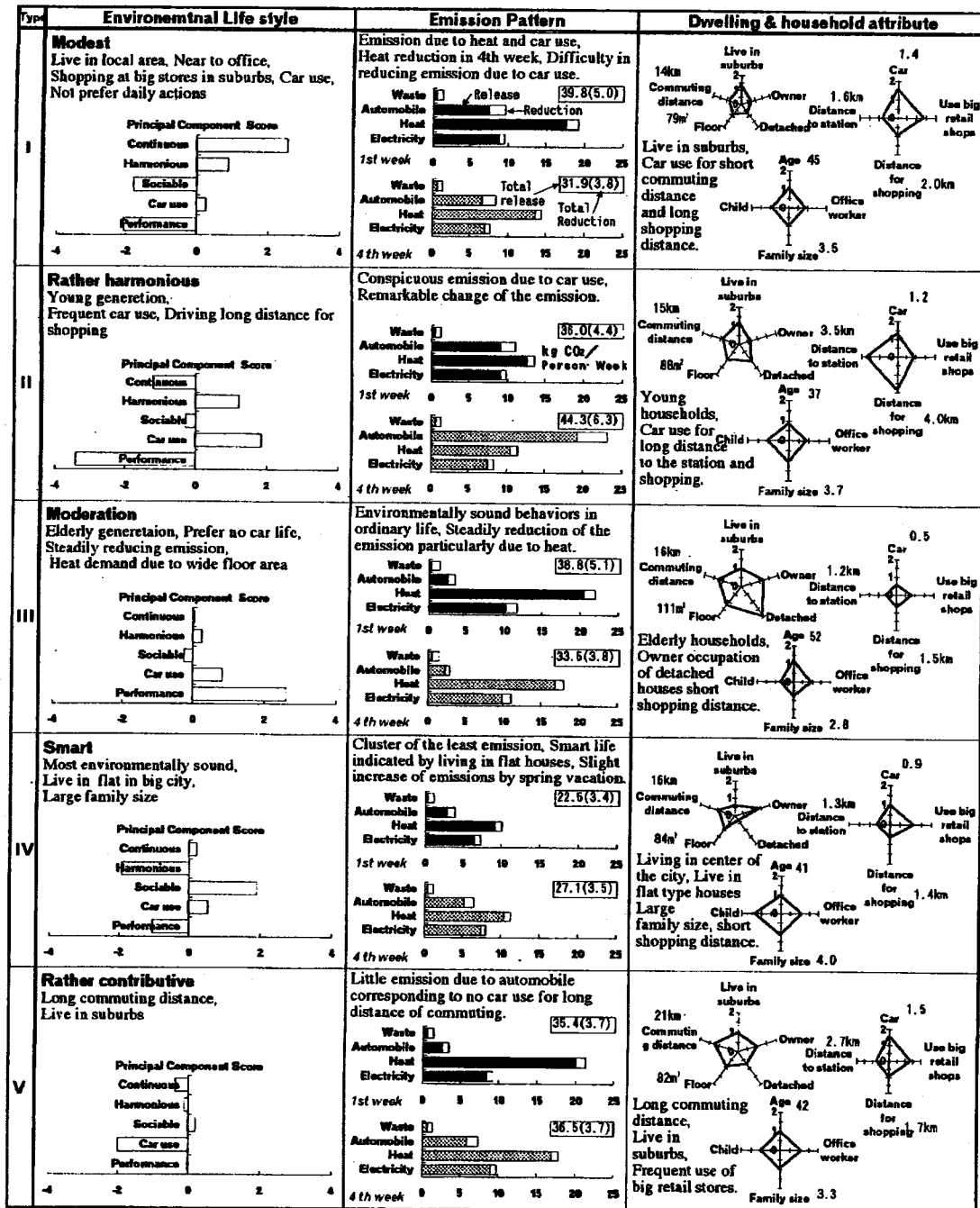


図6. 3-12 環境配慮行動の選択によるクラスターと負荷特性

I 控えめ派 (Modest)

電力や熱利用において一定の削減量を示しており、控えめながら着実な取り組みをおこなっている。車利用は1週～4週でほぼ一定しており、排出量は比較的多い。地方居住の指数が高く、それに付随して車の保有台数や大手スーパー利用の割合も高い。車依存の生活圏利用であるため、日々の僅かな削減により年間を通じては、大きな削減効果となる。

II 利便派 (Rather Harmonious)

車利用による負荷が最も大きいとともに、週ごとの変動も大きい。運転時の配慮による負荷削減効果を上回る需要増加がある。駅までの距離、買い物距離が一番長い。同様に車利用への配慮が課題。他方、電気、熱に加え省資源リサイクルの取り組みには特に精力的である。車の利便性への選好は高いが、車以外の環境負荷への配慮は欠かさないところに調和志向が伺われ、バランスのとれた配慮行動が負荷削減の上で重要であると推察される。

III 堅実派 (Moderation)

負荷量の規模自体はコンパクトとは言えないが、週を追って全ての項目で着実な環境負荷削減が伺える。特に他の資源エネルギー利用に比較して車利用による排出量がずっと少ないことが特徴である。車の保有は少なく、買い物距離は短いなどコンパクトな生活圏利用と控えめな車利用が明確に対応している。年配の層であり、戸建て比率は高く、床面積も一番大きいので住宅でのエネルギー利用に負担がかかることに配慮した環境配慮が望まれる。

IV 賢明派 (Smart)

最も負荷量の少ない類型である。他方、年齢層は比較的若く、集住型の都心居住である。1週から4週へかけて増大しているが、これは世帯人数が多い(夫婦+子供2人)ことと、春期休暇等の影響が想定される。リサイクルの取り組みに熱心な社会構築志向であり、都心の生活圏は車の控えめな利用には適している。このコンパクトネスをさらに活かして買い物行動やリサイクルへのよりいっそうの取り組みが望まれる。

V 平凡派 (Rather Contributive)

車の保有そのものは少ないが、排出量の変動が大きい。通勤時間も長く都市の郊外居住のため、単位サービスあたりの輸送などのエネルギー投入は大きく、少しの行動量の増加が負荷の増大に大きく跳ね返る可能性を示唆している。現在比較的抑えられている車利用を控えて、また買い物距離に示されるコンパクトな生活圏利用を活かして、環境配慮型の購買行動などにつながる取り組みが求められる。

上記のように、この分析により各類型毎に環境負荷を削減しやすい、あるいは環境負荷の削減が求められる生活項目分野を明らかにすることができ、より実効性の高い自己診断が可能になることを示した。

(3) 環境家計簿を中心とした家計の環境資源勘定システム

今後、現在こころみられている環境家計簿は、すでに盛岡(1994)がくらしの診断システムの概念設計で示しているように、a)ライフスタイル型の診断、b)家計調査と産業連関表による直接間接のライフサイクル負荷分析、c)家計の負荷のフローストック分析などを含む環境配慮行動への支援システムへの拡張が求められる。1章で述べたように持続可能な消費は、環境容量(Carrying Capacity)、持続的な経済(Steady State Economy)、公正な環境空間資

源配分 (Ecospace), 財の生産に伴う自然地劣化や資源枯渇, 内包環境負荷 (Ecological Footprint / Rucksack), グリーンGDP (Green GDP), エコエフィシエンシー (Eco-efficiency) など, 異なる空間的, 時間的境界や物的, 貨幣的尺度をもつものであり, これらの多様な持続可能性の評価指標に対しての情報を与える家計の環境資源勘定システムが求められる。これらの概念柱となる直接間接のライフサイクル負荷と, 家計の負荷のフローストック分析について前節までで方法論的に深めている。とともに, そのシステムはすでに持続可能な消費運動を目指すGlobal Action Plan (GAP)で参加者の実践によりすでにオランダの炭酸ガス排出を二酸化炭素換算で年間1.4千トン削減する効果にあたることを示している²³⁾ように, 1人1人の実践をグローバルな視点で評価する国レベルのマクロな炭酸ガスインベントリーとリンクした勘定システム求められる。家計調査と産業連関表を用いた国レベルのマクロな炭酸ガスインベントリー分析については本論文で幾度となく用いてきた手法である。今後はこれに併せて環境配慮の支出品目を盛り込んだ家計調査の拡張, 再資源化のアクティビティを評価しうる国民経済計算諸表や産業連関表の拡張が求められる。自発的な努力だけでは効果の持続性に乏しい。このような環境を考慮した家計勘定システムの社会化は, 環境家計簿による学習効果を継続させ, 持続可能な消費行動の形成を相乗的に高めるものと考えられる。

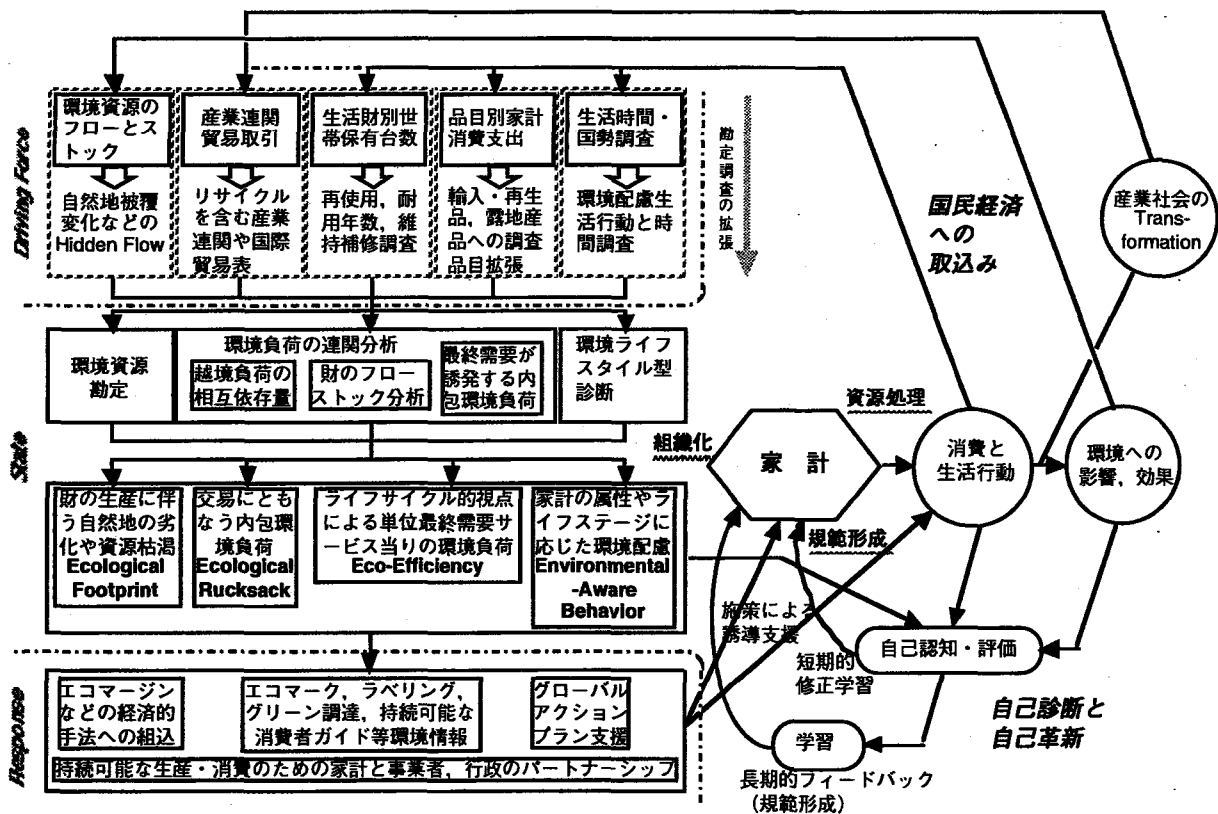


図6. 3-13 家計の環境勘定システム

6. 3 本章のまとめ

本章では、世帯形成の動態とライフステージの側面から成長する家計主体の炭酸ガス排出構造を分析した。次にtentativeな環境家計簿調査データを用いて学習効果と環境ライフスタイルに応じた炭酸ガス排出抑制の改善点の抽出をおこない、これまでの4章から6章前節までの分析とを併せて、環境家計簿を中心とした持続可能な消費の自己診断を促す家計の環境資源勘定システムのフレームについて考察した。

詳細な日本の家計調査の特徴を活かしておこなった年齢階級別家計の炭酸ガス排出量の計量では、世帯規模の縮小や1人あたりの排出で見ると普通世帯の2倍近くにあたる単身世帯の増加が生産時の省エネ等による炭酸ガス排出の効果を相殺することが懸念され、また核家族化の進行などを反映して世帯当たり排出量のピークは50代から40代に変化するなど炭酸ガス排出抑制を考える上でのライフステージでの排出パターンの変化が見られること、フローストック分析により若年世代で車の使用年数縮小傾向がみられるなどの結果を得た。これらのトレンドをもとに将来の炭酸ガス排出の動向は世帯の分散による非効率な資源利用が炭酸ガス削減の目標達成を困難にしており、これを補う生活装置や資源の共同利用の必要性が指摘された。

環境家計簿を用いた代表的な直接間接炭酸ガス削減行動の実行と効果の計量をおこなった結果、環境モニターの約6割において削減効果が認められ、また週を追って項目間の相互波及の学習効果が伺われた。さらに家計簿データをもとにライフスタイルの類型化をおこない、それぞれの世帯類型に対して環境負荷の削減の標的となる項目分野を抽出することができ、より実効性の高い負荷削減の自己診断の方法論を示した。

最後にこれまでの解析から環境家計簿を中心とする持続可能な消費を促進する勘定システムについて考察し、多様な持続可能性の評価指標に対して情報を与える家計の環境資源勘定システム概念の柱となる直接間接のライフサイクル負荷と、家計の負荷のフローストック分析についての前節までの方法論を再編し、1人1人の実践をグローバルな視点で評価する国レベルのマクロな炭酸ガスインベントリーとリンクした勘定システムの必要性を論じた。さらに環境配慮の支出品目を盛り込んだ家計調査の拡張、再資源化のアクティビティを評価しうる国民経済計算諸表や産業連関表の拡張について提案した。

参考文献

- ¹⁾ 鷲田豊明：環境とエネルギーの経済分析—定常循環系への課題—，p.88，白桃書房，1992
- ²⁾ Tohru Morioka and Noboru Yoshida：Carbon Dioxide Emission Patterns due to Consumers' Expenditure in Life Stages and Life Styles，Journal of Environmental Systems and Engineering，No.559 VII-2，JSCE，pp.91-101，1997
- ³⁾ 総務庁統計局：家計調査のしくみと見方，p.1-115，日本統計協会，1993
- ⁴⁾ 1960年～93年の家計調査報告データを用いた計算によると，11月の家計消費は年平均値の0.98～1.08倍（平均1.04）である。
- ⁵⁾ 近藤美則・森口祐一・清水浩：家計消費支出によるCO₂排出構造の経時的分析，第11回エネルギーシステム・経済コンファレンスプログラム，pp.235-240，1995など

- ⁶⁾ 吉岡完治・早見均・池田明由・菅幹雄：環境分析用産業連関表の応用(2)ー環境家計簿作成のためのCO₂排出点数表ー，イノベーション&I-Oテクニーク，Vol.4 No.1，pp.57，1993
- ⁷⁾ 厚生省人口問題研究所編集：日本の世帯数の将来推計1990-2010，厚生統計協会，pp.1-227，1995
- ⁸⁾ T. Morioka：Urban Metabolic Analysis on Obsolescence of Environmental Constituents，technical reports of Osaka University，Vol.25，pp.343-362，1975
- ⁹⁾ 資源協会編：家庭生活のライフサイクルエネルギー，pp.1-407，あんほるめ，1994
- ¹⁰⁾ 前掲1)及びTohru Morioka and Noboru Yoshida：Consumers' Audit of Embodied Carbon Dioxide Emission by Means of Environmental Household Book，1997 Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community (Oral Presentation)，1997
- ¹¹⁾ 経済企画庁経済研究所訳，国際連合：国民経済計算ハンドブック環境・経済統合勘定，p.149
- ¹²⁾ A Guide to the Eco-Management and Audit Scheme for UK Local Government，HMSO，pp.1-256，1993
- ¹³⁾ 山上達人・菊谷正人編著：環境会計の現状と課題，同文館，pp.1-362，1995
- ¹⁴⁾ 盛岡通：身近な環境づくりー環境家計簿と環境カルテー，日本評論社，pp.21-30，1986
- ¹⁵⁾ 盛岡通：省資源・リサイクル社会の構築ー暮らし方の自己診断ー，自治体・地域の環境戦略4，pp.243-259，1994
- ¹⁶⁾ 前掲
- ¹⁷⁾ 吉岡完治・早見均・池田明由・菅幹雄：環境分析用産業連関表の応用(2)ー環境家計簿作成のためのCO₂排出点数表ー，イノベーション&I-OテクニークVol.4 No.1，1993
- ¹⁸⁾ 青柳みどり・森口祐一・清水浩・近藤美則：生活に関連した二酸化炭素削減対策の可能性の評価，環境科学会誌Vol.5 No.4，pp.291-303，1992
- ¹⁹⁾ 前掲
- ²⁰⁾ 石川雅紀：包装廃棄物リサイクルの可能性，資源環境対策 Vol.31 No.9，pp.16-26，1995
- ²¹⁾ 大野正人：環境負荷の削減とリサイクル社会，PLASPIA No.87，pp.30-40，1994
- ²²⁾ 資源エネルギー庁監修：省エネルギー便覧（平成6年度版），（財）省エネルギーセンター，pp.197-203，1995
- ²³⁾ Environmental News from the Netherlands，April No.2，pp.12，1997

第7章 結論

本論文は、地球温暖化防止のための炭酸ガス排出抑制について、家計と炭酸ガス排出の間の人間・社会的側面を①社会的成熟に伴う家計の環境配慮の規範形成、②工業化と経済発展の過程を通じた国民経済の中での家計の資源処理、③ライフステージや生活選好の中での家計の成長と組織化、の側面から捉えて持続可能な消費のあり方について研究をおこなったものである。

これらの側面は、本論文で方法論や対象の類似に沿って編成され4章から6章にかけて展開されている。以下、各論文の章に沿って、かつ①～③の側面に照らしつつその内容を示す。

第1章では持続可能な消費に関する国際的な研究の流れに基づいて本研究の背景及び目的について述べた後、それを受けた本研究の内容とそれが展開される論文の構成について示している。

第2章では、まずエネルギー・アナリシス以降の広義の内包環境負荷分析の系譜の中でのグローバルな集約度分析への変遷を述べ、その方法論としての産業連関分析の系譜を詳細に示した後、動学モデリング等産業連関分析に関連する地球環境変化の研究領域との関わりについて述べる中で、本研究の位置づけを示した。

内包環境負荷分析の系譜の各段階に即して、本研究での産業連関分析の位置づけを、i)財や施設、活動単体の集約度分析を越えて経済循環の構造を内包環境負荷誘発のDriving Forceとして解釈する道具として、ii) LCA的な環境情報提供機能をもつ地球温暖化環境家計簿の自己診断評価の手法として、そしてiii) 交易を介して開放された環境負荷依存の系の境界が拡大していることを示し持続可能な消費を評価する環境資源勘定指標を導出する方法論として、それぞれ示した。

次に関連する領域として線形計画分析、産業連関分析の動学化などに触れて、地球環境のモデリングとの射程の違いを示した上で、本研究では静学的基本モデルの拡張を消費の内生化という方向で適用して、輸入拡大の中での所得循環を介した日本の家計の寄与を分析して家計の資源処理の構造を詳細に検討することを示した。

第3章は、本研究で展開する環境負荷評価のための産業連関分析の骨格となる均衡産出高の静学分析モデルの理論と方法論の詳細を述べたものであり、さらに炭酸ガス以外の多様な環境負荷リスクや越境的な環境負荷依存構造の解析を通じて、炭酸ガスと比較した解釈の違いとともに内包環境負荷分析が扱うもう1つの大きな領域である交易を捉える視点について述べた。

まず、i) 産業連関表の国民経済計算体系の中での位置づけを述べた後、均衡産出高基本モデルを展開して直接・間接の炭酸ガス排出強度の算定ならびに最終需要に伴う炭酸ガス誘発量の計量のプロセスを排出強度の算定、炭酸ガス誘発量の計算、輸入財の内包炭酸ガスの取り扱いのそれぞれについて解析技術的側面から整理した。次に、ii) 本研究に関連した産業連関分析の応用モデルとして消費を内生化したクローズドモデルを取り上げ、輸出などの外生最終需要に伴う炭酸ガスの誘発経路を中間需要起因、所得循環起因、消費誘発起因の3つに分けて計量する方法を述べた。そして、iii) これらをより詳細に解釈する分析手法として、炭酸ガス排出を重みづけた誘発影響度係数・感応度係数で相対的な依存度合いを示す分析や2時点間の変動要因解釈する要因分析の方法論を示した。加えて、特に本研究に関連する社会統計として日本の家計調査の質の高さへの着眼と産業連関表との対応、分析の応用を示し他

の先進国での家計調査の整備状況を俯瞰しながら、途上国などへの適用可能性に言及した。

そして内包環境負荷分析の幅広い適用領域を示すために、炭酸ガス以外の多様な環境負荷リスクの対象として労働災害リスク、産業廃棄物、水需要を取り上げ、多様な環境依存の対象として地域内外の負荷依存、地域間の相互依存の分析を示した。i)労働災害では、産業活動の多様化やサービス経済化などに伴う労働災害に特徴的な影響度感応度の挙動を解析し、ii)地域レベルでの環境影響が卓越する産業廃棄物と地域表を使った分析では、汚泥、鉱さいなどの代表的な産廃について誘発が幾つかの産業群に集約して起こるような廃棄物独自の負荷伝搬構造などに言及し、iii)琵琶湖・淀川流域の環境負荷相互依存では、1975年に比べて1990年には流域外への負荷依存が増加し、流域環境管理もよりグローバルな視点でおこなうことの重要性を指摘した。

第4章では、空間的（2国間）および時間的（30年の時系列変化）な比較をおこなって消費行動に示された生活様式の違いと生産活動、環境インパクトの関連性について考察をおこなっているが前段は①の環境規範形成の側面から、後半はむしろ②の資源処理の側面から検討をおこなっている。

日英比較においては、最終需要主体の社会の中で家計が生活の質を考える自立した個として成長し環境配慮への認識を深め環境情報を貯蔵しながら生活規範形成をおこなってきた日英の消費行動の中に持続可能な消費行動の要素を抽出するべく解析を行い、分析の結果、最終需要の中で6割を越える英国の消費主体の国民経済の中に、日本の将来を見越して家計消費が潜在的な駆動力を有する様が青写真として認識された。具体的な家計の持つdriving forceのポイントとしては、交通、住宅、熱・エネルギーであり、交通では分担率のみならず都市配置の分散の重要性、住宅においては維持補修による長寿命と家具などの生活財の共有、熱・エネルギーでは電力特化の需要の削減等が課題として抽出された。

日本の時系列比較においては家計行動が現在に至るまで、特に生産構造との関わりの中でどのように変化してきているかを捉え、環境配慮のための留意すべきポイントを抽出することになった。時系列比較では、排出係数の低減を相殺する支出増大が家計支出起因炭酸ガス誘発の要因であり、特にサービス部門の影響度の上昇に呼応して、運輸や電気・ガス部門の感応度の上昇が伺われ、電気・ガスや運輸はすべての財やサービスに内包される性格を高めつつあることを受けて、生活のあらゆる部門に薄く広く内包されている環境影響へ配慮することの重要性をしめし、このようなフロー型の消費から社会成熟にあわせてストック型の消費に変更していくことの必要性を述べた。

第5章では、②の資源処理の側面から、前章で検討した側面を深く掘り下げ、消費行動が工業化という経済発展のメカニズムの中で、どのように環境負荷を相互に波及させていくかについて、それを1つには経済発展の段階の違う国どうしの交易を通しての相互誘発と、2つには特に輸出拡大に伴う生産と消費の相互誘発という2つの断面から多国間産業連関分析（日中国際産業連関表）およびクロズド・モデルによる消費内生の産業連関分析により解析して、消費行動が内包環境負荷として伝搬するメカニズムを明らかにし、持続可能な社会変革のための消費行動のあり方についての考察をおこなった。

日中比較では、経済成長段階にある中国の繊維、機械、化学部門で中間需要間の相互投入が大きい中で、炭酸ガスの日中相互誘発の影響度感応度は、i)重化学工業化の進展に伴い中間投入比率を高めつつある中国と付加価値率の高い産業へ移行しつつある日本との差を明示していること、ii)素材や電力の位置が日中で類似する一方で輸送系では中国で鉄道、日本で

道路輸送の感応度が高いなどの分担率の違いを示していること、iii)中国の農業・化学の日本からの感応度の高さと日本の石炭製品・繊維の中国への影響度の高さがプロダクト・サイクルに沿った相互誘発のメカニズムの特徴を示している、など発展段階と産業基盤の違いにより、i)直接的な完成品輸入による誘発よりもむしろ、国内産業を経由した中間財の輸入による間接誘発の寄与が高く今後も日本のサービス経済の進捗とともに拡大していくことが予想されること、ii)相互誘発の要因として機械機器を中心とした産業固定資本形成（中国）、家計最終需要による衣類等消費財の消費を通じた誘発（日本）など発展段階に即して多様な需要構造が特徴的であること、などこのような見えにくい間接的環境負荷インパクトが持続可能な消費を考える指標として重要であることを多国間多部門解析などの必要性などにも言及しつつ述べた。

消費内生化による所得循環誘発の分析では、i)家計以外の輸出など外生的な最終需要に伴う炭酸ガス誘発強度の時系列変化では30年間で1割減少するなど中間財投入起因の誘発シェアの低下が見られる一方で所得波及を通じた家計からの直接エネルギー消費による炭酸ガス誘発が拡大し、工業化が進む段階では財の消費を通じての負荷伝搬が大きいが現在は直接排出が無視できないなどの家計からの排出構造の変化がみられること、ii)輸出拡大の中での家計の寄与は、工業化の進展に伴いプロダクト・サイクルで知られるように、繊維から機械、家電、自動車への輸出財の交代が起こりこの中で所得波及に伴う家計からの直接排出が増大しているが、自動車製品の国内代替を図り輸出成長をおこなう中で飛躍的に自動車普及をおこなってきたことが分かる。自動車のような大きな産業複合体を有する財を単に輸入するだけでなく、国内に生産拠点をもって輸出拡大することは、関連する産業を介して大きな所得連鎖→消費拡大を招くことから、自動車所有の国内波及のタイミングとそれを見越した関連持続可能な社会サービス整備と関連産業のEco-efficiencyなど産業連関に沿った構造変革の重要性が示唆される、などの結果を得た。

第6章の前段では、③の組織化の側面から消費に伴う炭酸ガス排出が、単に消費財の選択行動に帰着する事象ではなく、世帯動態という人口学的な側面の影響を受けたものであることを強調し、世帯形成のとライフステージに応じた炭酸ガス排出抑制の必要性を論じた。詳細な日本の家計調査の特徴を活かしておこなった年齢階級別家計の炭酸ガス排出量の計量では、i)世帯規模の縮小や1人あたりの排出で見ると普通世帯の2倍近くに当たる単身世帯の増加が生産時の省エネ等による炭酸ガス排出の効果を相殺することが懸念され、ii)また核家族化の進行などを反映して世帯当たり排出量のピークは50代から40代に変化するなど炭酸ガス排出抑制を考える上でのライフステージでの排出パターンの変化が見られること、iii)フローストック分析により若年世代で車の使用年数縮小傾向がみられるなどの結果を得た。これらのトレンドをもとに将来の炭酸ガス排出の動向は世帯の分散による非効率な資源利用が炭酸ガス削減の目標達成を困難にしており、これを補う生活装や資源の共同利用の必要性が指摘された。次に後段では環境家計簿調査データを用いて学習効果と環境ライフスタイルに応じた炭酸ガス排出抑制の改善点の抽出をおこない、これまでの4章から6章前節までの分析とを併せて、環境家計簿を中心とした持続可能な消費の自己診断を促す家計の環境資源勘定システムのフレームについて考察した。①の規範形成の側面から消費行動を捉えたものであるが、解釈論的な捉え方でなく、学習効果およびライフスタイル選好に応じて排出抑制の課題を各個人には提示し、同時に社会的なブレークスルーの標的を抽出する方法論としての適用可能性を示した。環境家計簿を用いた代表的な直接間接炭酸ガス削減行動の実行と効果の計

量をおこない、環境モニターの約6割において削減効果が認められ、また週を追って項目間の相互波及の学習効果が伺われた。さらに家計簿データをもとにライフスタイルの類型化をおこない、それぞれの世帯類型に対して環境負荷の削減の標的となる項目分野を抽出することができ、より実効性の高い負荷削減の自己診断の方法論を示した。

最後にこれまでの解析から環境家計簿を中心とする持続可能な消費を促進する勘定システムについて考察し、多様な持続可能性の評価指標に対しての情報を与える家計の環境資源勘定システムの概念の柱となる直接間接のライフサイクル負荷と、家計の負荷のフローストック分析についての前節までの方法論的吟味の整理と1人1人の実践をグローバルな視点で評価する国レベルのマクロな炭酸ガスインベントリーとリンクした勘定システムの必要性を論じた。さらに環境配慮の支出品目を盛り込んだ家計調査の拡張、再資源化のアクティビティを評価しうる国民経済計算諸表や産業連関表の拡張について提案した。

総じて、家計を環境資源・情報処理の社会システムの主体として捉え、規範形成、資源処理、組織化の各側面から炭酸ガス誘発の挙動を捉えた研究であり、炭酸ガス削減の対策効果についてはさらなる解析が必要とされるが、持続可能な消費へのブレークスルーを考える上での、家計の駆動力およびメカニズムについては概ね明らかにしている。

謝 辞

本論文は、大阪大学環境工学科助手に着任して以降のこれまでの研究成果のとりまとめであります。昭和61年に大阪大学工学部環境工学科第6講座に所属して以来、今日まで終始、ご指導をたまわりました盛岡通教授に謹んで心より深甚なる謝意を表します。先生が当時著された書「身近な環境づくり」は私に環境システム学の基礎を教えてくださいました。卒業後、環境コンサルティングに従事してからも、先生が当時幹事長を務めた土木学会の環境保全型都市研究小委員会などに参加させていただくなど内包環境負荷分析に関連する様々な一流の研究者にお会いし、数々の知見を学ぶ機会を得ました。第6講座助手に着任後も、先生ご自身震災をはじめ心労の絶えぬ中を、毅然として振舞われ、たびたび行き詰まる私を辛抱強く導いてくださいました。こうして学位論文をまとめることができ、本当に有り難うございました。

本論文をまとめるにあたり、大阪大学環境工学科の山口克人教授、水野稔教授には社会的成熟における工学の役割から内包環境負荷評価技法の詳細に至るまでのたくさんの貴重なご意見をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

研究室配属時には愚鈍な私の研究を長い目で見守って下さいました京都精華大学末石富太郎教授（平成3年まで大阪大学環境工学科教授）に謹んで心より感謝の意を表します。当時の実質的研究指導をいただいた和歌山大学日下正基教授（平成元年まで環境工学科講師）に謹んで謝意を表します。常日頃から有益なご討議、ご指導を賜りました鳥取大学城戸由能助教授（平成5年まで環境工学科助手）をはじめ先輩諸氏に深く感謝します。

八千代エンジニアリングの小寺重郎会長には英国Maunsell社出向の貴重な機会を与えて下さいました。三戸完五専務、味蓼導哉技術副本部長（現国立公園協会常務理事）、鶴巻峰夫主幹には様々な環境研究調査業務に携わる機会を与えて下さいました。これらの実務経験が何よりも今日の研究活動の基礎を支えてくれています。心より報恩と感謝の意を表します。

研究の遂行にあたり、貴重な資料の提供、学会発表でのコメントなど数多くのご協力をいただきました英国統計局、英国Sheffield Hallam大学、（社）環境情報科学センター、国立環境研究所等の諸研究機関の方々に深く謝意を表します。

この間、研究室の皆様には大変お世話になりました。あらためてここにお礼申し上げます。

最後に、研究生活を支えてくれた妻政美と息子達、双方の父母、兄弟姉妹に感謝します。そしてこの一書を今後のさらなる研究への決意と共に亡母の霊前に捧げます。

1997年