

産業連関表を用いた
ライフサイクルインベントリ分析手法の開発

平成 13 年 1 月

本 藤 祐 樹

目 次

第1章 序論	1
1.1 20世紀型社会からの離脱	1
1.2 ライフサイクルアセスメント	1
1.3 産業連関表のインベントリ分析への利用	6
1.4 本研究の目的と構成	11
参考文献	15
第2章 部門別エネルギー消費、CO ₂ 、SO _x 、NO _x 排出量の推計手法	17
はじめに	17
2.1 産業連関表からの投入係数行列の作成	17
2.2 部門別直接排出量に関する既往の推計	18
2.3 各種統計資料の利用可能性の検討	19
2.4 推計手法 ー全体の枠組みと原燃料消費量の推計ー	30
2.5 推計手法 ーエネルギー消費量、CO ₂ 、SO _x 、NO _x 排出量の推計ー	39
2.6 推計結果	45
2.7 他の推計例との比較	50
おわりに	52
参考文献	54
第3章 海外の生産活動に伴う環境負荷を反映した推計手法	56
はじめに	56
3.1 既往の分析における輸入財の取扱い	56
3.2 海外の生産活動を反映した分析手法	56
3.3 輸入財の環境負荷原単位の推計	58
3.4 海外における生産活動の実態を反映した推計結果	70
おわりに	76
参考文献	77
第4章 一財多価を前提とした合理的な環境負荷の配分に基づく推計手法	79
はじめに	79
4.1 一財多価が引き起こす非合理的な配分	79
4.2 一財多価が存在する場合の合理的な推計手法	80
4.3 電力単価の違いを反映した CO ₂ 排出原単位	82
おわりに	87
参考文献	88
第5章 産業連関表を用いて推計された CO ₂ 排出原単位の信頼性評価	89
はじめに	89
5.1 環境負荷原単位の不確実性	89
5.2 感度分析手法	92

5.3 感度分析結果	96
5.4 CO ₂ 排出原単位のばらつきに関する考察	101
おわりに	103
参考文献	105
第6章 産業連関表を用いた費用対効果に優れたインベントリ分析手法	106
はじめに	106
6.1 産業連関表を用いた既往のインベントリ分析	106
6.2 費用対効果に優れたインベントリ分析手法	109
6.3 予備的インベントリ分析手法	111
6.4 Pre-LCIの適用 —乗用車の生産におけるCO ₂ 排出量—	115
6.5 プロセス分析法と産業連関法との融合手法 —一般ケース—	119
6.6 プロセス分析法と産業連関法との融合手法 —特殊ケース—	123
おわりに	127
参考文献	129
第7章 まとめと今後の発展	130
7.1 まとめと結論	130
7.2 今後の課題	132
謝辞	133
研究業績一覧	134
付録	139

第1章 序論

1.1 20世紀型社会からの離脱

化石燃料を大量に消費することで成功した20世紀型の文明は、21世紀を目前にして様々な綻びが見え始めた。人類は化石燃料を燃焼させて取り出したエネルギーを利用して豊かな社会を築いてきた。しかし、化石燃料の大量消費は、我々に様々な恩恵を与える一方で、地球温暖化や酸性雨などの重大な問題を生じさせつつある。このことは、化石燃料の燃焼に伴う副産物、すなわち二酸化炭素や硫酸化物などの排出について積極的に知見を得ることを怠ってきたことによって生じたのである。20世紀型の文明の象徴である化石燃料の燃焼を例に挙げたが、いわゆる環境問題として捉えられる問題の大半が、我々が期待した作用を生み出すために生じた反作用には注意が払われてこなかったことに端を発している。つまり、目的とする物質やエネルギーの流れについては詳しい知見を得るために努力が払われてきたが、目的としない物質やエネルギー、すなわち廃棄物や廃熱の流れには無頓着であった。環境問題が重大なものになってきたのは、その無頓着さにある。人間活動が限定された小さな範囲に留まっているうちは、そのような態度も許された。しかし、人間が自然環境を変化させてしまうかもしれない力を持った現代では、このような態度は自らの身を滅ぼすことに繋がるのである。

今後、我々人類が、自然環境の恵みを楽しむ続けるためには、節度ある自然環境の利用が必要である。そして、そのためには、我々の生活を豊かにすると信じられてきた科学技術、そして、それを具現化した製品が、どのような反作用をもっているのかを明らかにする必要がある。製品や技術の影において、つまり、目的とした物質やエネルギーを取り出す影でどのようなことが生じているのか、その反作用の解明に力を注ぐべきである。より具体的に言うならば、ある製品を利用することによって、どのような物質が、どのようにして、どれだけ生じ、そして、それらの物質は自然環境にどのような影響を与えるかを把握することが求められる。

1.2 ライフサイクルアセスメント

1.2.1 ライフサイクルアセスメントとは何か

製品や技術の影の部分、つまり、自然環境へ与える負荷を明らかにするための方法としてライフサイクルアセスメント(LCA)が注目されている。LCAとは、一言でいえば「社会を構成するひとつひとつの技術や製品を対象とし、それらが自然から人間社会に生み出され役目を終えて自然に戻っていくまでの生涯にわたって、自然環境へどのような影響をあたえるかを定量的に明らかにする」ものである。それゆえに、LCAは「揺り籠から墓場まで」の分析、「土から生まれて土に還るまで」の分析などと呼ばれている。つまり、LCAは、ある正の作用を期待されて社会に生み出された製品の一生涯を追って、その生涯に関わる物質やエネルギーの流

れを把握することで、その製品の反作用を明らかにすることを目的としている。

1.2.2 なぜライフサイクルアセスメントなのか

環境保全・改善に向けた分析・評価ツールには様々なものが存在し、LCAが唯一のツールではない。他の分析・評価ツールとLCAとを分かち、LCAの最大の特徴は、「製品指向(product-oriented)」そして「統合的(integrative)」の2つにあると考えられる。

製品指向 —生産、消費、廃棄をつなぐ—

LCAは、システム分析法の一つと言え、手法を単に数学的に記述するならば、現在に至るまでに提案されてきた様々な評価手法と比べ特に新しいものではない。他の手法とLCAを分かち最大の特徴は、生産、消費、廃棄を繋ぐ「ライフサイクル」という概念を取り入れた「製品指向」にある。環境対策を実施する主体(政府、事業者、消費者など)ではなく、その手段である製品もしくは技術に注目しているのである。例えば、製品の設計段階から、ライフサイクルを見据えることで環境負荷の発生を未然に防ぐ予防的措置をとる際の有用な情報を与えることが可能である。各主体を横断した評価を可能としたことがLCAの最大の特徴である。

統合的分析 —環境問題のシフトを見逃さない—

LCAでは、複数の環境問題を同時に扱うことから、ある特定の環境負荷を減少させることで、他の環境負荷を増やしてしまう可能性を見出すことを可能としている。また、ひとつの特徴に関わるが、生産—消費—廃棄という一連のプロセスを扱うことで、プロセス間のシフトや主体(国、企業、消費者)間のシフトもみつけることが可能となる。環境問題のシフトを見逃さずに、統合的に評価できる仕組みを備えていることがLCAの大きな特徴である。

1.2.3 LCAの起源とエネルギーアナリシス

LCAの起源は一般にはコカコーラ社の委託で米国のMidwest Research Institute(現フラクリン研究所)が1969年に実施した飲料容器の分析であるとされている。この分析は、消費財に注目し、生産から消費そして廃棄に至るまでをひとつのシステムとして捉えているという点で画期的であり、「製品指向」の分析という意味で現在のLCAの出発点と言える。

1970年代には、原油価格の高騰に伴うエネルギー危機を契機に、エネルギーアナリシスが盛んに実施された。エネルギーアナリシスは、社会の構造や製品や技術の価値をエネルギー消費という側面から評価するものである。直接的なエネルギー消費量のみを取り扱うのではなく、間接的な効果を考慮するという考え方がエネルギーアナリシスの根本にある。製品のライフサ

1 Material Flow Analysis (MFA)、Substance Flow Analysis (SFA)、Risk Analysis (RA)、Environmental Impact Analysis (EIA)、EMS (Environmental Management System)、Cost-Benefit Analysis (CBA)、Technology Assessment(TA)など

イクルにわたるエネルギー消費量を分析した例として文献[1.1]が挙げられるが、これは、まさしく、エネルギー消費という環境負荷に注目したLCAであると解釈することができる。ライフサイクルにおけるエネルギー消費を如何に正確に把握するかという手法面に関する研究も数多くなされ、現在のLCAにおけるインベントリ分析の基礎となっている。例えば、インベントリ分析における産業連関表の利用は、エネルギーアナリシスにおける利用が基礎にあり、エネルギーアナリシスは現在のLCAに大きな影響を与えたと考えられる。

エネルギー危機後は、LCAに関わる研究は一時停滞するが、1980年代に入り、世界的に固体廃棄物の処理、水質悪化、化石燃料の大量消費に伴う地球温暖化などの環境問題がクローズアップされ、様々な環境負荷の側面から製品や技術を評価することが求められた。そこで、エネルギーアナリシスの隆盛と時を同じくして開発されたREPA²などのLCA的な分析が再び脚光を浴びることとなった。多様な環境問題が顕在化するにつれて、様々な環境負荷を取り扱うようになったことに伴い、現在のLCAの「統合的分析」という特徴が前面に出てきたと考えられる。

90年代に入り、現在のLCAの骨格が形成されはじめた。アメリカのSETAC³ではLCAに関するワークショップが開かれ、LCA手法の確立に向けて議論がなされた。その結果は一連の報告書^[1.2]としてまとめられている。また、欧州においてもオランダのライデン大学が中心となり、製品のLCA手法に関する報告書^[1.3]を発行した。90年代後半には、これらの報告書をベースに、国際標準規格(ISO⁴)においてLCAの規格化が始まった。

1.2.4 広義のLCAと狭義のLCA

LCAはISO14040シリーズで規格化されている一方で、その枠には収まらないLCAも存在する。LCAは幅広い概念として捉えられており、ISOとは一線を画した分析が実施されてきている。上述のエネルギーアナリシスも一種のLCAであるといえる。LCAに関して述べる際には、ISOに従ったLCAを「狭義のLCA(ISO-LCA)」、それ以外のライフサイクル思考(Life Cycle Thinking)に基づく分析を「広義のLCA」と分けることで^{[1.4][1.5][1.6]}、無用の混乱を回避できる(図1.1)。いずれのLCAも土台となる概念(ライフサイクル思考)は共通であるが、その目的、分析対象、具体的な手法、利用データに関しては、広い幅を持っている。ライフサイクルアプローチとも呼ばれる「広義のLCA」には、特定の環境負荷のみを対象としたライフサイクルインベントリ分析、経済性なども含めたライフサイクルコスト分析、シナリオに基づいて時間の概念を取り入れたシナリオLCAなどが含まれる。

² Resource and Environmental Profile Analysis

³ Society of Environmental Toxicology and Chemistry

⁴ International Standardization for Organization

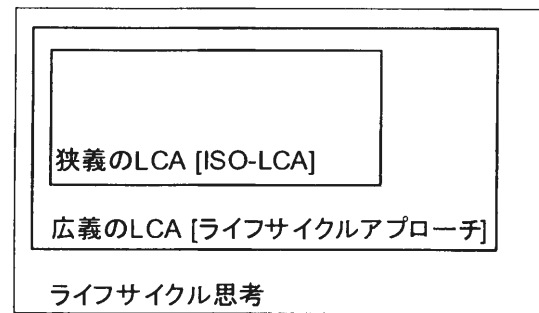


図 1.1 広義の LCA と狭義の LCA

1.2.5 国際標準規格(ISO)に基づく LCA の枠組み

ISO で規格化されている LCA の枠組みは、1997 年 6 月に発行された ISO14040「環境マネジメントーライフサイクルアセスメントー原則及び枠組み」の中に示されている^[17]。ISO-LCA は図 1.2 に示されるような 6 つの段階で構成されている。

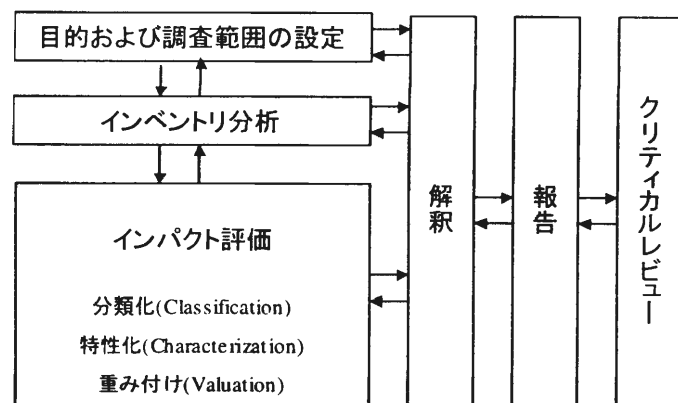


図 1.2 ISO14040 による LCA の枠組み

(1) 目的と範囲の設定

はじめに、LCA を実施する目的と範囲(分析内容)を明確にする。LCA の結果は、これらの前提に基づいて解釈される必要がある。分析の基本的枠組みの設定といえる。その中でもシステム境界の設定、すなわち、分析対象とする製品のライフサイクルの設定は、後の分析・評価結果の信頼性を左右するものとなる。

(2) インベントリ分析

インベントリ分析は、分析の目的と範囲にしたがって、対象となる技術や製品のライフサイクルにおいて投入される物質量やエネルギーなどの入力、および、生産(排出)される物質量やエネルギーなどの出力を明らかにするものである。インベントリ分析は、LCA 手法の基本と

なる重要な過程である。

(3) インパクト評価

インベントリ分析によって得られた結果を、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨などの環境影響カテゴリーに分類し(分類化)、インベントリ分析結果を各カテゴリー別に統合し環境影響を評価する(特性化)。場合によっては、各カテゴリーの影響を全て統合化し(重み付け)、全体として環境に与える影響を分析評価する。

(4) 結果の解釈

インベントリ分析やインパクト評価の結果を単独にまたは総合して解釈する段階である。この解釈が、最初に設定した目的と範囲に基づいて実施した LCA の最終的結論と言える。

(5) 報告

(1)~(4)までの手順に沿って得られた結果を公正かつ正確に報告するための段階である。報告内容や形式は任意であるが、前提、制約条件、使用データおよび収集方法、結果などが明確に示される必要がある。また、第三者への報告書の場合には、ISO14040 の規定に則った項目が報告されなければならない。

(6) クリティカルレビュー

クリティカルレビューでは、実施手法の ISO14040 規定への合致、採用された手法やデータの合理性、目的を反映した解釈であるか等を確認する。LCA の目的や結果の正当性については触れない。

上記のように LCA 全体の枠組みは ISO により規格化されているが、各段階における具体的な手法までは規格化されていない。第一段階である目的と範囲の設定により適切な手法が異なるからであり、そこまで規格化することは出来ない。

1.2.6 インベントリ分析の現状

広義の LCA と狭義の LCA(ISO-LCA)のいずれにおいても、対象となる技術や製品のライフサイクルにおける環境影響物質の排出量を推計するインベントリ分析が基本となる。LCA の根幹となるインベントリ分析は、ISO14041 にも記述されているように手順自体は確立されている。しかし、上述のように ISO においても実際の具体的な手法は記述されていない。原理的には、システム境界を設定し、そのシステム内に含まれるすべてのプロセスにおける入出力をひとつずつ検討し、プロセスの連関を定量的に明らかにすることで、システム全体つまりライフサイクルの環境負荷を求めることが可能である。この手法は積み上げ法もしくはプロセス分析法(Process Analysis)と呼ばれている。プロセス分析法を用いて十分信頼性の高い結果を得るためには、多大な費用と時間が必要となる。なぜなら、信頼性を確保するためには、十分広くシステム境界を設定し、システム内に含まれるプロセスを完全に検討し、品質の高いデー

データを収集することが求められるからである。しかし、現実には、分析に投じられる費用と時間は限られており、システム境界を十分に広く取ることが出来ず、過小評価となる傾向が否めない。また、各プロセスの入出力を見落としなく完全に把握することは困難であり、加えて、すべてのデータが入手できるとは限らない。これらは、結果の客観性そして再現性を損なう原因となり、分析結果に疑念をはさむ余地を与える。このように、結果の信頼性と分析費用との間には負の相関があり、プロセス分析法を用いて、ISOに記載されているような理想的なインベントリ分析を実施することは分析費用の面からみて現実的には極めて困難である。

今後、LCAが有効なツールとして実際に機能するためには、インベントリ分析において、結果の信頼性を犠牲にすることなく、分析費用を低減させることが必要不可欠である。利用され始めたばかりのLCAが、今後、普及するか消え去っていくかは、このことに大きく依存する⁵。したがって、LCAが実用的なツールとして普及するためには、まず、限られた人的、物質的、経済的資源の基で実施可能な、かつ、信頼性の高い合理的な分析手法、言い換えるならば、費用対効果の高いインベントリ分析手法を確立することが鍵となる。

1.3 産業連関表のインベントリ分析への利用

1.3.1 公害・エネルギー・環境分析への産業連関アプローチ

費用対効果の高いインベントリ分析手法の確立を目的とした研究課題のひとつに産業連関表の利用がある。産業連関表とは一国(もしくは地域)の経済をいくつかの部門に分け、ある一定期間内(多くは1年間)における部門間の財・サービスの流れを一覧表のかたちで表したものである。元来、産業連関表は、経済学における一般均衡理論の計量可能な体系として、実際の国民(地域)経済を分析するために作成されたものである。その一方で、産業連関表は、社会における財・サービスの流れを完全に網羅しているため、ある生産活動における間接的な環境負荷を把握するために有効であり、過去においても様々な公害・エネルギー・環境分析へ応用されてきた。産業連関表の創始者であるレオンチェフは、経済活動に伴い発生する市場価値のない廃棄物や環境影響物質の排出量を産業連関表の中に組み込むことで、経済活動と公害発生との関係を分析した^[1.8]。それ以降も、産業連関アプローチによる公害・環境分析が精力的になされてきた。

1.3.2 エネルギーアナリシスにおける産業連関表の利用

他方、LCAに大きな影響を与えたエネルギーアナリシスにおいても産業連関表は利用され

た⁶。1970年代における石油危機を契機に、財やサービスをエネルギーという側面から評価しようというエネルギーアナリシスが盛んになった。エネルギーアナリシスは、社会の生産構造や貿易構造をエネルギーの視点から分析するマクロな分析と、個別の技術や製品をエネルギーの側面から分析するミクロな分析に分類することが可能である。いずれの分析にも産業連関表が利用されたが、ここでは、LCAの源流と言えるミクロな分析における適用について焦点を絞る。

ある製品が完成するまでの累積的なエネルギー消費量を求めるためには、その製品の製造プロセスを天然資源の採取の段階まで遡る必要がある。そのために、資源採取、素材製造、部品製造、加工組立という一連のプロセスをひとつずつ検討し、各プロセスでのエネルギー消費量を積み上げる方法、すなわち、プロセス分析法が採用されてきた。他方、産業連関表を用いることで、ある製品を製造する際に直接的なエネルギー消費だけでなく、他のプロセスにおける間接的なエネルギー消費を漏れなく把握しようという試みがHerendeen^[1.9]によって初めてなされた。この手法は、プロセス分析法に対し産業連関法(input-output analysis)と呼ばれ、対比されてきた。Herendeenによって提案された手法を以下に示す。

図1.3は、産業連関表($n \times n$ 行列)のj部門の生産におけるエネルギーのバランスを示している。 ϵ_j は、財jの1単位あたりの累積(直接間接)エネルギー消費量、すなわち、エネルギー原単位と呼ばれるものである。 a_{ij} と e_j は、財jを1単位生産するためにj部門へ直接に投入される財iの量、および、j部門で直接に消費されるエネルギーを示す。財jのエネルギー原単位(ϵ_j)は、財jの1単位の生産に伴い、j部門で直接消費されるエネルギー(e_j)と他の部門で間接的に消費されるエネルギー($\sum \epsilon_i a_{ij}$)との合計であり、この関係は式(1.1)のように記述される。

$$\epsilon_j = e_j + \sum_i^N \epsilon_i a_{ij} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad \text{式(1.1)}$$

式(1.2)は式(1.1)を行列表示して ϵ について解いた結果である。

$$\epsilon = e^T (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \quad \text{式(1.2)}$$

ここで、 \mathbf{A} 、 \mathbf{e} 、 ϵ はそれぞれ、 a_{ij} 、 e_j 、 ϵ_j を要素とする行列もしくはベクトルである。 \mathbf{A} は産業連関表から得られる投入係数行列であり、直接エネルギー係数ベクトル(\mathbf{e})を推計することで、すべての財・サービスのエネルギー原単位(ϵ)を求めることが出来る。

⁵ LCAの普及に関する議論は文献[1.6]pp.168-198などを参考されたい。

⁶ エネルギーアナリシスの詳細については文献[1.21]を参照されたい。

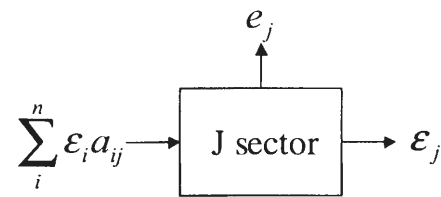


図1.3 財jの生産におけるエネルギーバランス

産業連関表がエネルギーアナリシスに適用されたのは、プロセス分析法において無限遠までプロセスを把握したいという要求を満たす特徴を産業連関表が持っていたからに他ならない。数学的に記述した場合、プロセス分析法と産業連関法は極めて近い形で表現でき、産業連関表のエネルギーアナリシスへの適用がまこと自然なものであることを示している。これは、産業連関法が、生産要素間の代替可能な生産関数ではなく、生産要素間の代替が不可能な固定係数の生産関数を採用しているという特徴に起因している。

1.3.3 インベントリ分析への適用における産業連関表の利点と問題点

産業連関表は、上に示したエネルギーアナリシスにおける手法と全く同じようにして、インベントリ分析にも適用できる。エネルギー消費量が、CO₂やSO_xなどの環境影響物質の排出量に置き換わるだけである。この手法の第1の利点は、既に用意されている産業連関表というデータベースを利用することで、少ない費用と時間で間接影響を完全に把握することが出来ることである。また、プロセス分析法では、必ずしもデータが得られるとは限らず、また、例え得られたとしても非公表のためにその透明性に乏しい場合がある。産業連関表は、公のデータであり、データの透明性と客観性に優れているのが第2の利点である。そして、マクロな環境負荷と整合的なデータを用いて、同じ土俵の上で、工業製品だけでなく農業製品やサービスなどすべての生産物を評価できることが第3の長所である。

その一方で、問題点もある。式(1.2)で示される従来の産業連関法に従って、様々な製品の生産において排出される環境影響物質を推計しようとする、いくつかの障害にぶつかる。インベントリ分析およびエネルギーアナリシスへ産業連関表を適用した研究例から重要な問題点を抽出する。

(1) 環境負荷データの整備

産業連関表を利用したインベントリ分析は、CO₂排出量を中心として実施されてきており、他の環境負荷に関する分析は少ない⁷。これは、産業連関表自体は環境負荷そのものに関するデータは含んでおらず、新たに環境負荷データを整備する困難さを物語っている。具体的には、

産業連関表を利用する場合には、各部門における直接環境負荷を推計することが不可欠である。そして、その推計は、すべての分析の基本となることから、信頼性の高い推計が望まれる。我が国の産業連関表には、物量表(一部の財の投入量を物量単位で示した表)が付帯されており、各部門のエネルギー関連物質の消費量を知ることが出来る。物量表を基に、燃料燃焼などに伴う各部門での直接CO₂排出量が今までも推計されてきた(例えば、文献[1.11][1.12])。しかしながら、物量表は試表と位置づけられており^[1.22: pp.76]、その信頼性は十分とは言えない。CO₂に限らず、部門別直接排出量の推計は、産業連関表を用いる場合の基本であり、透明性、信頼性、客観性の高い推計手法を確立することが課題となっている。

(2) 海外の生産活動に伴う環境負荷の反映⁸

LCAの特徴のひとつは、製品指向であることは既に述べた。製品のライフサイクルがひとつの国もしくは地域で完全に閉じていることは現代では極めて稀である。ところが、産業連関表は、ある国もしくは地域内における生産活動のみを表しており、海外における生産活動については記載されていない。特に、我が国のように、資源や素材の多くを輸入に依存している場合には、海外における生産活動に伴う環境負荷の取扱い如何によって、製品のライフサイクルにおける環境負荷は大きく変化する可能性がある。過去の分析では、国内のみの環境負荷に限定する研究例(例えば、文献[1.10])も見られるが、前述したLCAの特徴を最大限に生かすためには、海外での環境負荷も取り込むことが望まれる。それ故に、海外の生産活動に伴う環境負荷を国内で生産したと仮定して評価した研究例もある(例えば、文献[1.13])。これは、1次近似としては有効だが、実態を反映していない可能性があり、分析結果の信頼性について疑問が残る。

(3) 環境負荷を金額に比例して配分することの是非⁹

既存の産業連関表は、すべての財・サービスの量を金額単位で測定しているため、ある部門の環境負荷は、その部門で生産された財・サービスの各部門への販売額に比例して配分されることになる。一般には、産業連関表の各部門において複数の財が生産されているので、財・サービスの「質」の違いを「価格」が示しており、環境負荷は「質」に従って配分されるという考え方に基づいていると解釈できる。しかし、全く同一財であるにも関わらず単価だけが異なる場合には、この考え方を当てはめることが出来ず、環境負荷の非合理的な配分が生じていると指摘される場合が少なくない¹⁰。

⁷ 数少ない分析例として文献[1.10]などが挙げられる。

⁸ 国民(地域)経済をシステム境界とする産業連関分析と、製品のライフサイクルをシステム境界とするLCAとの本質的な違いに起因する問題と解釈することが出来る。

⁹ 一部門で唯一の財が生産されており、かつ、一財一価であれば、このような問題は生じないが、実際の産業連関表はそうではない。

¹⁰ ISO140401では、経済的価値に基づく配分に優先して、物理的な関係に基づいて配分されるべきであると

(4) 結果の信頼性評価

既存の産業連関表を用いて求められる環境負荷原単位¹¹は不確実性を含んでおり、その信頼性を捉えておくことが重要である。(a)産業連関表の部門の解像度が十分に高くないこと、そして、(b)財の量を金額単位で測定するという特性から、様々な不確実性が発生する。例えば、現実には、同じ財でも複数の生産技術を用いて生産される場合がある。部門の解像度が十分に高くないために、それらの違いを明示することが出来ず、平均的な技術を用いて生産されるという前提の基に環境負荷原単位は推計される。このような不確実性に伴い、環境負荷原単位は確定的な値でなく幅をもった値であると認識することが適切である。つまり、既存の産業連関表を用いて推計された環境負荷原単位は、前述の特性のために、(a)該当部門における平均的な財の値であり、(b)原材料や環境負荷はすべて金額に比例して配分されるという前提の基に推計された値であることを理解しておくべきである。

ところが、環境負荷原単位の信頼性については、ほとんど評価されてこなかった。エネルギーアナリシスにおいては、投入係数の変動に伴うエネルギー原単位の信頼性について分析されているが^{11.19]}、十分な検討はなされていない。また、経済学においては、投入係数の変動に関する議論は、時間的な経過に伴う投入係数の安定性に関するものが主であり^{11.20]}、インベントリ分析の視点から結果の信頼性を検討する必要がある。

(5) 特定の個別製品を評価する際の障害

産業連関表は、一般に、経済を数十から数百部門に分類しており、特定の個別製品のインベントリ分析に利用するには、部門分割の程度が十分でない。このことは、各財・サービスのエネルギー強度(Energy Intensity)¹²を推計するにあたり、エネルギーアナリシスにおいて既に指摘されている¹³。各部門では一般に複数の財が生産されており、求められたエネルギー強度は、それら複数の財の平均といえる仮想的な財の値である。したがって、このエネルギー強度は、同じ部門に属する財の差異を反映しておらず、その差異が重要となる場合、十分な精度をもって現実の個別製品を評価することは出来ない。約 400 の部門で構成されている我が国の産業連関表を用いてインベントリ分析を実施する場合にも、全く同じことが言える。

この問題に対して、エネルギーアナリシスにおいては、プロセス分析法との融合による解決法(hybrid approach)が示された。分析対象とする製品を、産業連関表の部門で生産される典型的な(typical)財・サービスへ分割できるまで十分にプロセスを遡り、それらの各財・サービスが対応する各部門のエネルギー強度とそれらの価格を掛け合わせることで、全排出量を算出

するという方法が提案された^{11.14]}。インベントリ分析においても、この手法が、建築物の評価^{11.10]}や発電所などの資本財の評価^{11.15]}に適用されてきた。この手法は、分析対象とする財を分割することで精度の向上を目指しているが、典型的な財、つまりは、平均的な財になるまで分析対象となる財を分割してプロセスを遡るのは現実的にはかなり困難である。また、価格データの入手が難しい場合も少なくない。実際には、分析対象とする財の一部だけを分割して、残りの投入物は、平均財と同等であると仮定して分析せざるを得ない場合が多い(例えば、文献[1.16]など)。

Hybrid approach の極端な例としては、素材製造まで遡り、物量あたりの排出原単位¹⁴に素材量を掛け合わせることで全排出量を求める方法がある(例えば、文献[1.17]など)。素材まで遡れば、十分ではないにしろ部品などに比べれば典型的な財と言え、かつ、構成素材データと素材の平均単価データは、部品の価格に比べれば入手し易いという点で有効である。しかし、この場合、素材までプロセスを遡るため、その間の部品製造や加工組立プロセスにおける排出量を別途検討しなくてはならない。結果的には、最も複雑なプロセスを個別に検討する必要がある残り、産業連関表を有効に活用しているとは言えない。実際に、これらのプロセスを十分に検討している例は見当たらない¹⁵。また、素材製造まで遡るといふこの考え方は、素材製造以外のプロセスの間接的な環境負荷が大きい場合には、有効ではない。

上記の Hybrid approach とは別に、既存の産業連関表をさらに分割するという方法も利用されている^{11.18]}。しかし、すべてを部門分割に頼ることはできないので、ある特定の製品のみを深く分析するためには優れた方法であるが、様々な製品に適用することは現実的ではない。

LCA の特徴を損なうことなく、特定の個別製品を対象として様々な環境負荷評価する際に、産業連関表を有効に活用する一般的手法が求められる。

1.4 本研究の目的と構成

以上のような背景の基に、本研究では、

『産業連関表を利用して、信頼性を犠牲にすることなく低費用での実施が可能な、実用的なライフサイクルインベントリ分析手法を確立する』

ことを目的としている。LCA が実用的な手法として確立されるためには、限りある費用と時間の基で、信頼に足り得る結果を導くことが求められる。本研究では、まず、産業連関表を用

記述されている^[1.7, pp.11]。

¹¹ 金額あたり環境負荷原単位と物量あたり環境負荷原単位のいずれの場合にも当てはまる。

¹² 金額(米ドル)あたりの累積(直接間接)エネルギー消費量。

¹³ Herendeen が最初にエネルギー強度を推計した際に用いた米国の産業連関表(1963年)は362部門であった。

¹⁴ 物量(重量、体積など)あたりの直接間接排出量を意味する。金額あたりの直接間接排出量に、平均素材の単価を掛け合わせることで求められる。

¹⁵ 一部の部品製造や加工組立プロセスを検討したり、「素材製造以外からの環境負荷は素材製造時の20%」などと仮定している場合が多い。

いて求められる環境負荷原単位の信頼性を向上させるべく、2つの方向からの接近を試みている。第1に、前節で挙げられた問題点をひとつずつ検討し、産業連関表を用いて推計される環境負荷原単位を可能な限り合理的かつ実態を反映したものにすることで、その精度を向上させ、信頼性を高めるというアプローチ。第2に、人的、物質的、経済的資源に限られている現実では、環境負荷原単位には不確実性が存在するという前提の上で、それを上手く制御することで、その信頼性を高め、インベントリ分析へ利用するというアプローチ。そして、これら2方向からの検討を基に、産業連関表の利点を最大限に活用して、信頼性を犠牲にすることなく費用の低減を可能とするインベントリ分析手法を確立する。

本論文の構成を図1.4に示す。第2章～第4章では、第1のアプローチを採用している。既存の産業連関表を用いて環境負荷原単位を推計する際に鍵となる問題に注目し、環境負荷原単位の信頼性を高めるべく、ひとつずつ検討した。第2章では、産業連関表の部門別直接エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x排出量の推計に注目し、これらを、各省庁などの1次統計を用いて可能な限り高い精度で推計するための手法について述べている。さらに、その手法の有効性を確認するために、実際に1990年表に基づいて推計を実施し、他の推計結果と比較分析している。第3章では、国民(地域)経済を対象とした産業連関表では考慮出来ない輸入財の海外生産活動に伴う環境負荷に注目している。我が国が輸入に強く依存している天然資源や素材の生産における国内外の生産技術の違いを考慮して、財・サービスのエネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x排出原単位を推計するための手法について述べている。実際に、1990年表に基づいて推計を実施し、輸入財の海外生産における環境負荷の実態を反映させた本手法による結果と、全ての財・サービスを国内で生産するという仮定に基づいた従来法による結果とを比較分析している。第4章では、一財多価という状況における合理的な環境負荷原単位の推計手法について述べている。財・サービスの量を金額単位で測定している既存の産業連関表を用いて環境負荷原単位を推計すると、同一財にも関わらず単価が異なるだけで、物量あたりの環境負荷原単位に違いが生じるのは非合理的であると指摘されている。これらを解決するための手法を開発し、一財多価の典型である電力に適用し、1990年表に基づいてCO₂排出原単位を推計している。そして、その結果を、従来法による結果と比較分析し、本手法の有効性を確認している。

他方、既存の産業連関表の利用を念頭におくと、その特性から生じる不確実性を制御しながら、如何に活用すべきかという方法論を提示することが有効である。今後、この第2のアプローチがインベントリ分析のみならず、LCA全体において重要となると考えられる。第5章では、産業連関表を利用して求められた環境負荷原単位に含まれる不確実性を、変動率感度という概念を用いて、少ない情報の基で高速に評価する手法を開発した。実際に、1990年表を利用して、「財を金額単位で測定している」そして「プロセスの解像度が低く固定的であるとい

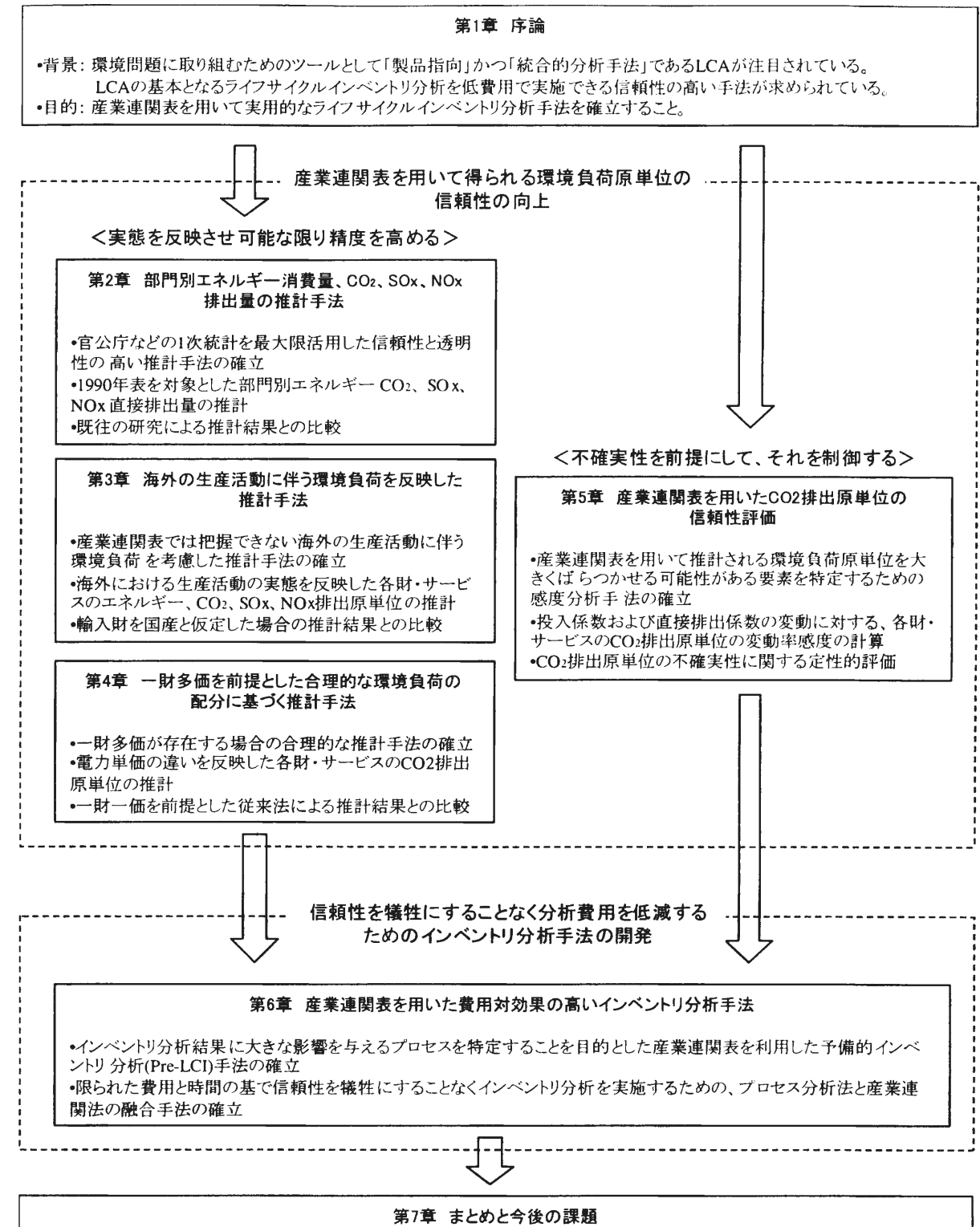


図 1.4 本論文の構成

う」産業連関表の特性から生じる不確実性が、結果にどの程度影響を与えるかを定量的に明らかにしている。

第6章では、第2章から第5章までの検討を踏まえ、産業連関表のインベントリ分析への有効な活用方法は、プロセス分析法との適切な融合にあるとし、費用対効果に優れたインベントリ分析手法について述べている。まず、インベントリ分析結果に大きな影響を与えるプロセスを特定する予備的分析を実施し、影響度に応じて分析費用を配分することで、少ない分析費用で高い信頼性を可能としている。この予備的な分析に基づいて、精度の高い分析が必要となる部分にはプロセス分析法を、それ以外の部分については産業連関法を適用するという具体的なインベントリ分析手法を示している。

最後に、第7章において、本研究で得られた成果を総括している。

参考文献

- [1.1] 科学技術庁資源調査所・資料 69 号「ライフサイクルエネルギーに関する調査報告」、1979 年
- [1.2] SETAC & SETAC foundation, "Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice", 1993
- [1.3] R.Heijungs (final editor), "Environmental life cycle assessment of products Guide—October 1992", Centre of Environmental Science, Netherland Agency for Energy and the Environment, National Institute of Public Health and Environmental Protection, 1992
- [1.4] 本藤祐樹「エネルギー供給システム評価への LCA の適用 —LCA とは何か、そして、LCA はどのように使えるのか—」資源循環及び環境親和型熱・エネルギーシステムのインテリジェント化に対する調査研究分科会研究報告書・I、日本機械学会、pp101-108、2000 年
- [1.5] OECD, "The Life Cycle Approach: An Overview of Products/Process Analysis", OECD own publication, 1995
- [1.6] P.Frankl and F. Rubik, "Life Cycle Assessment in Industry an Business: Adoption Patterns, Applications and Implications", Springer, 2000
- [1.7] "Environmental management - Life cycle assessment - Goal and scope definition and inventory analysis", ISO, 1998
- [1.8] Wassily Leontief, "Environmental Repercussions and The Economic Structure: An Input-Output approach", Review of economics and Statistics, pp.262-271, 1970
- [1.9] Robert A. Herendeen, "The Energy Cost of Goods and Services", Oak Ridge National Laboratory, 1973
- [1.10] 竹林芳久、岡建雄、紺矢哲夫、「産業連関表による建築物の評価 その 2. 事務所建築の建設による環境への影響」、日本建築学会計画系論文報告集 第 431 号、pp31-38、1992 年
- [1.11] 産業研究所環境問題分析グループ「環境分析用産業連関表」慶応義塾大学産業研究所、1996 年
- [1.12] 近藤美則、森口祐一「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」国立環境研究所地球環境研究センター、1997 年
- [1.13] 近藤美則、森口祐一、清水浩、「日本の輸出入に伴う CO₂ 量の経時的分析」、エネルギー・資源 Vol.16 No.3、pp.68-75、1995 年
- [1.14] Clark W. Bullard, Peter S. Penner, David A. Pilati, "Energy Analysis: Handbook For

Combining Process and Input-Output Analysis”, Energy Research and Development Administration, 1976

- [1.15] 吉岡完治、内山洋司、菅幹雄、本藤祐樹「環境分析用産業連関表の応用(5)－火力・原子力発電のCO₂排出量の計算」産業連関、第5巻、第1号、pp.31-56、1994年
- [1.16] Torsten Marheineke, Rainer Friedrich, Wolfram Krewitt, “Application of a Hybrid-Approach to the Life Cycle Inventory Analysis of a Freight Transport Task”, SAE Transaction Vol.107 No.6, pp.2130-2137, 1999
- [1.17] 例えば、野村昇、稲葉敦、外岡豊、赤井誠「発電システムのライフサイクルにおける窒素酸化物、硫黄酸化物排出量」エネルギー・資源、第19巻、第6号、pp.551-557、1998年
- [1.18] 池田明由、菅幹雄、早見均、吉岡完治「環境分析用産業連関表の応用(8)－自動車のLCA分析について－」産業連関、第6巻、第4号、pp.40-57、1996年
- [1.19] 例えば、Clark W. Bullard III and Anthony V. Sebald, “Effects of Parametric Uncertainty and Technological Change on Input-Output Models”, The Review of Economics and Statistics, Vol. 59, No.1, pp.75-81, 1977
- [1.20] 例えば、岡崎不二男、金子敬生「産業連関の経済学」第5章、春秋社、1964年
- [1.21] 茅陽一「エネルギー・アナリシス－エネルギーからみた社会経済活動の計量分析」電力新報社、1980年
- [1.22] 「平成7年産業連関表－総合解説編－」総務庁、1999年

第2章 部門別エネルギー消費、CO₂、SO_x、NO_x 排出量の推計手法

はじめに

産業連関表をインベントリ分析に適用する際には、各部門における直接環境負荷、すなわち、環境影響物質の直接排出量や資源の直接投入量を推計することが必要不可欠である。過去にもCO₂排出量を中心として、いくつかの推計が実施されてきた。各部門における直接環境負荷に関するデータを一度整備してしまえば、同じ土俵の上であらゆる財・サービスの分析が可能となる。それだけに、確固たる方法に基づいた信頼性の高い推計が望まれる。本章では、産業連関表の各部門における直接エネルギー消費量、および、直接CO₂、SO_x、NO_x排出量を推計するための信頼性と透明性の高い手法を開発した上で、1990年表に則して実際に推計している。また、本推計手法の有効性を明らかにするために、他の推計結果と比較し、その違いについて分析している。

2.1 産業連関表からの投入係数行列の作成

本章の主たる目的は、部門別直接環境負荷の信頼性と透明性の高い推計手法を確立することである。しかし、産業連関表からの投入係数行列の作成方法についても検討すべき点があるので、本章の主題に入る前に、それについて述べておく。

前章で述べたように、式(2.1)に従って、すべての財・サービスの環境負荷原単位(1単位あたりの直接間接環境負荷)を推計することが可能である。

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{e}^T (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \quad \text{式(2.1)}$$

ここで、 \mathbf{A} は産業連関表から得られる投入係数行列であり、 \mathbf{e} は直接環境負荷係数ベクトル(各部門における1単位の生産に伴う直接環境負荷を要素とするベクトル)である。 \mathbf{A} と \mathbf{e} が与えられれば、すべての財・サービスの環境負荷原単位($\boldsymbol{\varepsilon}$)を求めることが出来る。 \mathbf{A} は産業連関表から作成されることが可能であり、本節はその作成方法について以下に述べる。

2.1.1 投入係数行列の正方化

式(2.1)に従って環境負荷原単位($\boldsymbol{\varepsilon}$)を求めるためには、 \mathbf{A} は正方行列である必要がある。産業連関表は一般に正方行列ではなく、部門の統廃合によって正方化する必要がある。本章の以下で利用している産業連関表は、我が国の1990年表なので、それに従って具体的な正方化について説明する。1990年表の取引基本表の内生部門は、列部門が411、行部門が527である。行部門を列部門と同じ6桁コードで統合した後に、表2.1にしたがって統廃合し、最終的に列部門、行部門ともに405とした。

表 2.1 部門の統廃合

統廃合前		統廃合後	
コード	部門名	コード	部門名
011301	野菜(露地)	011300	野菜
011302	野菜(施設)		
031101	沿海漁業	031100	海面漁業
031102	沖合漁業		
031103	遠洋漁業		
031201	内水面漁業	031200	内水面漁業・養殖業
031202	内水面養殖業		
261201	鉄屑		削除
271201	非鉄金属屑		削除
511101	事業用原子力発電	511100	事業用電力
511102	事業用火力発電		
511103	水力・その他の事業用発電		

2.1.2 屑・副産物の取り扱い

産業連関表を経済分析ではなく、インベントリ分析へ利用する場合には、屑・副産物の扱い方に注意しなくてはならない。産業連関表では、ある一つの財貨の生産に当たって、生産技術上必然的に、目的とした財貨のほかに、別の財貨が一定量だけ生産される場合がある。その財貨を主生産物として生産する部門が他にある場合はこれを「副産物」といい、ない場合は「屑」という^[2.6:pp.41]。屑と副産物の違いは、それらを主たる財として生産する部門があるか否かの違いであり、いずれも主たる財の生産に伴い副次的に発生する有用物であることに違いはない。本推計では、屑と副産物とを同じに扱い、いずれも発生時には環境負荷は持たないとする。例えば、粗鋼の生産に伴って鉄屑が発生するが、目的物はあくまで粗鋼であり、その生産時の環境負荷はすべて粗鋼に配分し、鉄屑には配分しないということである。この考え方にしたがって、投入係数行列を作成している。我が国の産業連関表では、副産物をマイナス投入方式(ストーン方式)で処理しているため、取引基本表からそのまま投入係数行列を作成すると、非現実的な誘発が生じることになる。具体的には、特殊分類コード2、3、4、5が付いている取引を削除して投入係数行列を作成している。

2.2 部門別直接排出量に関する既往の推計

前述のように、産業連関表を用いたインベントリ分析においては、産業連関表の各部門における環境影響物質の直接排出量の推計が重要な鍵となる。それにもかかわらず、部門別直接排出量の推計に関しては十分に検討されてこなかった。エネルギー消費量、CO₂排出量に関しては、

いくつかの研究成果が公表されているが^{[2.2][2.3]}、それらの推計の基礎となる原燃料消費量の推計に検討の余地が残っている。また、エネルギー消費やCO₂排出量以外の環境負荷についても推計が実施されているが、信頼性と透明性の高い推計手法に基づいたものは非常に少ない。例えば、SO_x、NO_x排出量については、いくつかの推計例があるが、結果が未公表^[2.4]であったり、推計手法自体に再考を要する点^[2.5]¹⁶が残されていたりする。

エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x排出量を求めるためには、その源となる原燃料の消費量を推計することが基本となる。この推計のために、過去に実施されたほとんどの研究では、我が国の産業連関表に付帯している「物量表」を利用してきた^{[2.2][2.3][2.4]}。物量表とは、取引基本表に記述された個々の取引のうち、可能なものについて、各々の財・サービスの各部門への投入量を金額ではなく各財固有の物量単位(トン、立法メートル、kWhなど)で記述した表である。したがって、石油製品や電力などについては、物量表から各部門での直接消費量を把握することが可能である。

しかし、物量表は上記の環境負荷の源となるすべての原燃料を網羅しておらず、高炉ガスや黒液などの重要な原燃料が含まれていない。また、物量表は、取引基本表の金額単位の取引額を単価で割ることで物量単位に変換している。ただし、個々の販売先の違いによる単価の差異が考慮されておらず^[2.6:pp.75]、平均単価を用いて機械的に金額単位から物量単位に変換して作成されている。その結果、物量単位の投入量(消費量)は必ずしも実態を反映しておらず、誤差が大きい可能性が否めない。実際、1995年表までのいずれの年の表でも、物量表は、その推計方法に限界があることから「試算表」として位置づけられている^[2.6:pp.75]。したがって、物量表を用いる場合には、その限界を踏まえる必要がある。

次節では、エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x排出量の推計手法を確立することを目的として、その基礎となる原燃料消費量を実態に即して推計するために、物量表も含め、既存の統計資料の利用可能性について検討している。

2.3 各種統計資料の利用可能性の検討

表 2.2 に、部門別原燃料消費量の推計に利用できる可能性を持つ統計資料を示す。これらの統計資料は、広く産業を網羅したもの(網羅的統計)と各産業に対応したもの(個別統計)とに大きく分けることが出来る。網羅的統計とは、産業全体、製造業、鉱工業など広い範囲の原燃料消費量が記載されている統計を示す。一方、各業種別に刊行されている統計を個別統計とする。製造業における個別統計に収録されている原燃料消費量は、動態統計と同じ通産省による

¹⁶ 文献[2.5]では、部門別原燃料消費量の推計に、事業所ベースの石油等消費構造統計を用いている。石油等消費構造統計を利用することの是非については、第2章の「2.3.2 各種統計の特徴を踏まえた利用方針の検討」に記述している。

調査に基づいており、動態統計のデータと基本的には同じである。それゆえに、これらの個別統計は一部を除いて参照する必要はそれほどない。ただし、鉱工業以外の輸送や民生部門などにおける個別統計は関連省庁による独自の調査に基づいているので、別途、その利用可能性について検討する必要がある。

表 2.2 利用可能統計資料の一覧

網羅的統計	個別統計	
	製造業	製造業以外
産業連関表物量表(物量表)	資源統計年報	運輸経済統計要覧
総合エネルギー統計(エネバラ)	砕石統計年報	鉄道輸送統計年報
エネルギー生産需給統計(需給統計)	エネルギー生産需給統計	自動車輸送統計年報
石油等消費構造統計(構造統計)	繊維統計年報	内航船舶輸送統計年報
石油等消費動態統計(動態統計)	紙・パルプ統計年報	航空輸送統計
	化学工業統計年報	電力需給の概要
	プラスチック製品統計年報	電力調査統計月表
	ゴム製品統計年報	自家用発電設備設置状況
	窯業・建材統計年報	ガス統計年報
	雑貨統計年報	等
	生コンクリート統計年報	
	鉄鋼統計年報	
	機械統計年報	等

()内は、本章で用いている略称

2.3.1 網羅的統計の特徴

これらの統計を利用する場合には、各統計の特徴を正確に把握する必要がある。特に、網羅的統計については、各種統計の産業区分(業種分類)や燃料の定義が、産業連関表のそれと整合的であるかを正確に見極めるために、各々の統計の特徴を十分に検討することが必要である。

表 2.3 は、網羅的統計であるエネバラ、構造統計、動態統計および需給統計の調査範囲と産業分類について、産業連関表の統合大分類を基本にして概略比較した結果である(詳細は付録 A1)。表 2.3 に示されるように、製造業部門については、統合大分類のレベルでは、産業連関表と構造統計の部門分類は良く対応しているようである。しかし、構造統計に限らず、部門名が同じであるとしても、必ずしも、部門(業種)の定義が一致しているとは限らないことに留意すべきである。実際に、各統計における同一名称の産業区分の消費量を比較することで、部門もしくは燃料の定義の違いが存在することを明らかにした¹⁷。

他方、対象とされている燃料種については、表 2.4 で示されるように、エネバラ、構造統計、

¹⁷ 各原燃料種ごとに複数の統計を比較した結果が付録 A2 に示されている。各統計の同一とみなされる部門における同一燃料種の消費量を比較した結果、統計によって消費量が大きく異なることが明らかになった。特に運輸や化学工業などの多消費部門で大きな違いがあるのは注意する必要がある。

動態統計が調査対象としている範囲が広い。物量表が対象としている燃料種は比較的少ないことがわかる。燃料種の定義に関しては、いずれの統計でもほぼ共通である。ただし、物量表などでナフサとしているものの中には改質製精油が含まれている等の問題があることに注意すべきである。

これらのことに留意して、各統計の特徴をまとめた結果を以下に示す(表 2.5)。

(1) 産業連関表物量表(物量表)^[2.8]

物量表は社会全体を約 400 部門の分類で網羅しており、最も詳細かつ網羅的な統計といえる。基本的にアクティビティベースであり、事業所ベースではない。つまり、同じ事業所で異なる財を生産している場合、その事業所の原燃料消費量はそれぞれの財の生産活動に対応する部門に配分されている。ただし、文献[2.6:pp.76]に記載されているように、物量表は取引基本表から輸入品と国産品別の平均単価によって機械的に作成されているため、各財の需要先の違いによる単価の差異は反映されておらず、誤差が大きい可能性がある。それゆえに、現在のところ、試算表として位置づけられている。

(2) 総合エネルギー統計(エネバラ)^[2.12]

エネバラも物量表と同様に社会全体を網羅しているが、32 部門と分類が粗い。エネルギー転換部門に関しては 14 部門と詳細であるが、それ以外の産業部門は 13 部門、民生部門は家庭用と業務用、輸送部門は旅客用と貨物用にしか分類されていない。したがって、本推計には直接利用することは出来ないと考えられる。ただし、原燃料に関しては 29 種類を対象としており、他の統計と比べても対象範囲は広いことから、全体的な確認に用いることが可能といえる。

(3) 石油等消費構造統計(構造統計)^[2.10]

構造統計は、鉱業は鉱業趨勢調査の対象事業所、製造業は従業員 30 人以上の工業統計調査の対象事業所を調査対象としており、業種別に原燃料消費量が記載されている。消費量については、原料用、ボイラー用、直接加熱用、その他用の内訳が記載されている。

業種は、工業統計コードによって分類されており、4 桁コードの細分類では、500 以上の業種に細かく分類されている。構造統計は事業所ベースの統計であり品目ベースの統計ではない。例えば、鉄鋼事業所でコークスを生産していた場合、コークス生産に伴う消費は鉄鋼事業で消費されたことになる。必ずしも業種の名称と実際に生産されている品目が一致しているとは限らないことに留意すべきである。また、同じ事業所でも、生産品目の構成が変化することで、年毎に異なる業種へ分類されることがある。なお、産業連関表に記載されている「産業連関表－工業統計コード対応表」により、産業連関表の部門と対応させることが出来る。また、動態統計の業種別統計表とは異なり業種間の 2 重計上は存在しない。

表 2.3 産業分類

産業連関表物量表		総合エネルギー統計	石油等消費構造統計表	石油等消費動態統計年報	エネルギー生産需給統計年報		
統合大分類部門名	統合中分類部門名				重油	石炭	コークス
1 農林水産業	耕種農業、畜産・養蚕、農業サービス	☆			☆	□	□
2 鉱業	金属鉱物、非金属鉱物、石炭・亜炭原油・天然ガス	○	☆		○	□	□
3 食料品	食料品、飲料、煙草、飼料・有機質肥料	○	★		★	△	△
4 繊維製品	繊維工業製品、衣服・その他の繊維製品	○	☆	★	○	△	△
5 パルプ・紙・木製品	製材・木製品、家具、パルプ・紙、紙加工品	●	☆	★	●	●	△
6 化学製品	化学肥料、無機化学基礎製品、有機化学基礎・中間製品、化学繊維、化学最終製品	○	○	★	○	○	○
7 石油・石炭製品	石油製品、石炭製品	★	○	★	△	★	△
8 窯業・土石製品	ガラス・ガラス製品、セメント製品、陶磁器、その他	○	○	★	○	○	○
9 鉄鋼	鉄鉄・粗鋼、鋼材、鉄鍛造品・その他の鉄鋼製品	○	○	★	○	☆*	☆*
10 非鉄金属	非鉄金属製錬・精錬、非鉄金属加工製品	○	○*	☆	○*	△	○*
11 金属製品	建設・建築用金属製品、その他の金属製品	※	○		△	△	※
12 一般機械	一般産業機械、特殊産業機械、その他の一般機械、事務用・サービス用機器		○	☆※+	△	△	
13 電気機械	民生用電気機械、電子・通信機器、重電機器、その他の電気機器		○	(鉄鍛造品が追加)	△	△	
14 輸送機械	自動車船、その他の輸送機械・同修理		○		△	△	
15 精密機械	精密機械		○		△	△	
16 その他の製造工業製品	[1/3]出版・印刷、[2/3]プラスチック製品、ゴム製品、なめし革・毛皮・同製品、[3/3]その他の製造工業製品	△	△	△*	△	△	△
17 建設	建築、建設補修、土木	○			○	□	□
18 電力・ガス・熱供給	電力、ガス・熱供給	☆			※-	★	□
19 水道・廃棄物処理	水道、廃棄物処理	□			(廃棄物は除く)	□	□
20 商業	商業	□	☆	★*-	□	□	□
21 金融・保険	金融・保険	□			□	□	□
22 不動産	不動産仲介・賃貸、住宅賃貸料	□			□	□	□
23 運輸	鉄道輸送、道路輸送、自家用自動車輸送、水運、航空輸送、倉庫、運輸付帯サービス	☆*			☆※	□	□
24 通信・放送	通信、放送	□			□	□	□
25 公務	公務	□			□	□	□
26 教育・研究	教育、研究	□			□	□	□
27 医療・保健・社会保障	医療・保健、社会保障	□			□	□	□
28 その他の公共サービス	その他の公共サービス	□			□	□	□
29 対事業所サービス	広告・調査・情報サービス、物品賃貸サービス、自動車・機械修理、その他の対事業所サービス	□			□	□	□
30 対個人サービス	娯楽サービス、飲食店、旅館・その他の宿泊所、その他の対個人サービス	□			□	□	□
31 事務用品	事務用品	□			□	□	□
32 分類不明	分類不明				□	□	□
33 内生部門計	内生部門計						
34 家計外消費支出	家計外消費支出	□*			□	□	□
35 民間消費支出	民間消費支出	○*			□	□	□

凡例
 ○：産業分野が連関表統合大分類と同じ用語または同じ語意の用語で表示されている。
 ●：産業分野が連関表統合大分類と同じ用語または同じ語意の用語で表示されているが、一部の分野が欠如している。たとえば、パルプ・紙・木製品とパルプ・紙・紙加工品
 ☆：産業分野が連関表の統合中・小分類の用語で表示されている。これらを総合した該当範囲は統合大分類と同じ。
 ★：産業分野が連関表の統合中・小分類の用語で表示されている。ただし、統合大分類の一部の分野が欠如している。
 ※：産業連関表の統合大分類を複数合併した分類になっている。合成範囲が一部欠如している場合は(-)符号を付した。
 △：その他の製造業に分類されているものと解する部門。
 □：その他の産業に分類されているものと解する部門
 *：連関表の分類の用語と異なる用語で表示されていることを示す。

(1) 総合エネルギー統計には“その他産業”の分類がない。資源エネルギー庁企画調査課に照会したところ、部門分類 19～22、24～38 は民政業務用に含まれるとの説明があった。ここでは家計外消費支出に該当するものとした。
 (2) 石油等消費動態統計年報は指定生産品目だけを対象としている。石油等消費構造統計表の産業分類の概念は当てはまらない。

表 2.4 調査対象燃料種

	産業連関表物量表	総合エネルギー統計	石油等消費構造統計表	石油等消費動態統計年報	エネルギー生産需給統計年報
原油	○	○	○	○	○
揮発油	○	○	○*6	○*6	○
ナフサ	○*1	○*4	○	○	○*14
ジェット燃料油	○	○			○
改質生成油			○*7	○*7	
灯油	○	○	○	○	○
軽油	○	○	○	○	○
A重油	○	○	○	○	○
B重油	○*2	○	○	○	○
C重油		○	○	○	○
炭化水素油			○	○	
液化石油ガス	○	○	○	○	○
石油系炭化水素ガス			○	○	
石油コークス		○	○	○	○
石炭	○	○	○	○	○
石炭コークス	○	○	○*8	○*8	○
コークス炉ガス		○	○	○	
高炉ガス		○*5	○	○	
転炉ガス			○	○	
電気炉ガス			○	○	
炭坑ガス抜ガス			○		
天然ガス		○	○	○	○
液化天然ガス	○*3	○	○	○	○
都市ガス	○	○	○	○	
回収黒液			○*9	○*9	
電力	○	○	○	○	
廃材				○*10	
タール				○*11	
酸素				○*12	
蒸気			○	○	
練豆炭					
天然ガス液(NGL)		○		○*13	
潤滑油		○			○
その他の石油製品		○			
製油所ガス		○			○
新エネルギー		○			
地熱		○			
熱		○			
パラフィン					○
グリース					○
アスファルト					○
精製及び混合原油					○

*1: ナフサは改質生成油を含む。
 *2: B重油、C重油の合計量。
 *3: 産業連関表産出表の金額表示を輸入単価で割り戻して算出する。
 *4: ナフサは改質生成油を含む。
 *5: 高炉ガス、転炉ガスの合計量。
 *6: 工業用ガソリンは除く。自動車用ガソリンで構外運搬に使用したものは含まない。
 *7: 石油化学で芳香族製品を抽出するために使用しているものをいう。
 *8: 非鉄金属地金工業、非鉄金属加工製品工業、鉄鋼業、窯業土石製品工業以外は石炭コークスにピッチコークスを含む。
 *9: パルプ・紙・板紙のみ調査。
 *10: 染色整理業、パルプ・紙・板紙工業、ガラス製品工業のみ調査。
 *11: 鉄鋼業、化学工業のみ調査。
 *12: 鉄鋼業のみ調査。
 *13: 化学工業のみ調査。
 *14: ナフサは改質生成油を含む。

表 2.5 網羅的統計の特徴

	編集元 発行年	最新 データ	期間	範囲及び分類	燃料種
産業連関表 物量表	総務庁 5年毎	1995年	1年間 (暦年)	社会全体 約400部門に分類 活動(財・サービス)ベース	16種類
総合 エネルギー統計	資源 エネルギー庁 1年毎	1999年	1年間 (年度)	社会全体 32部門に分類、エネルギー転換部門は14部門 に分類 事業所ベース	29種類
石油等消費 構造統計	通産省 1年毎	1999年	1年間 (暦年)	商鉱工業 鉱業28、製造業500以上、商業18業種に分類 事業所ベース(製造業は30人以上、商業は20 人以上の事業所が対象)	26種類
石油等消費 動態統計	通産省 1年毎	1999年	1年間 (暦年)	主要製造業 約40種類の指定品目(群)を生産する12業種に わたる事業者を対象 事業所ベース[12]と品目ベース[約40](一部の 品目については小規模事業者は対象外)	29種類
エネルギー 生産・需給統計	通産省 1年毎	1999年	1年間 (暦年)	社会全体 生産者側からの販売量の統計 販売先を10-20程度に分類 事業所ベース(小規模事業者は対象外)	22種類

構造統計では、製造業については30人未満の事業所は対象としていないので、小規模事業所の割合が高い業種における原燃料消費量を使用する場合は注意を要する。また、ある業種に格付けられる事業所の数が極めて少なく、特定の事業所のデータがわかってしまう場合には、値が記載されず、x印が記載されている。最も詳細な4桁コード分類での原燃料消費量データを利用する場合には、このことにも配慮する必要がある。

(4) 石油等消費動態統計(動態統計) [2.9]

動態統計は、製造業を完全に網羅しているわけではなく、指定品目(群)と呼ばれる特定の製品を生産している事業者だけが調査対象となっている。指定品目(群)は約40種類であり、12業種にわたる。

動態統計は、事業所ベースの業種別統計表と生産品目ベースの指定生産品目別統計表の二つで構成されている。業種別統計表(事業所ベース)の原燃料消費量は、調査対象事業所で使用した燃料の総量である。指定生産品目別統計表(品目ベース)の消費量は調査対象事業所において指定生産品目の生産のために消費した原燃料消費量である。品目ベースの統計には直接投入燃料消費量と一次投入燃料換算値とが収録されており、蒸気および電力の自家発生に用いた燃料消費量がわかるようになっている。なお、この統計における調査対象事業所とは、調査の対象となる「指定生産品目(群)」を生産する事業所であって、調査対象業種をまたがる「指定生

産品目(群)」を生産している事業所はそれぞれの業種の調査対象となっている。それゆえに、業種別統計表では、異なる業種に属する複数の指定品目を生産している事業所の消費量は、それぞれの業種に計上されるため、その事業所の消費量は2重に計上されることになる。ただし、合計値に関しては「重複事務所分補正量」を計上して2重計上を回避している。

なお、動態統計には、参考統計に指定品目以外のいくつかの製品の生産に伴う燃料消費量が記載されている。

(5) エネルギー生産需給統計年報(需給統計) [2.11]

需給年報は、石油石炭製品産業の個別統計ともいえるが、その生産物である石油石炭製品の販売先と販売量が記述されている。エネルギー生産需給統計年報は、各産業への石油製品および石炭製品の販売量から各産業の消費量を推計できる。他の統計は、投入された産業側からの消費量の推計であるのに対して、需給統計は生産側から消費側への販売量から消費量を推計することが出来る。販売先は、10-20程度にしか分類されていないため、産業連関表の部門に対応させることは困難である。したがって、産業部門別に消費量を推計するには、あまり適していないが、総消費量を把握するには有効であると考えられる。なお、需給統計の調査対象事業者は製造業者、輸入業者、一定規模以上の販売業者である。

2.3.2 各種統計の特徴を踏まえた利用方針の検討

(1) 我が国全体の消費量の把握

前述したように、我が国全体の原燃料消費量を推計するためには、エネルギー需給統計年報が有効である。

(2) 製造業部門における動態統計の利用可能性

我が国の産業連関表は基本的に、事業所単位ではなく、生産活動単位で分類されている[2.6 pp.23]。商品分類(CC表)に近く工業統計などの分類とは異なる。このことを考慮すると、製造業については、品目ベースであり、調査対象としている燃料種も多岐にわたる動態統計の品目別統計が有効であると考えられる。実際に、産業連関表作成時には、生産動態統計調査の結果が基礎資料として重要な位置を占めている。しかし、動態統計がすべての品目を網羅しておらず、かつ、動態統計の指定品目が産業連関表の部門に直接対応しているとは限らないので、その対応関係を確認した。

表 2.6 に産業連関表の部門と動態統計の品目が良く対応するものをまとめている¹⁸。ただし、化学工業部門では、動態統計の品目が産業連関表の複数の部門に対応している場合が多く、その配分には検討が必要である。部門と品目の対応関係についての詳細は、付録 A3 を参照さ

¹⁸ これらの対応関係については、1995年表を基準に再調査したので、1990年ではなく1995年表を基にした調

りたい。また、動態統計では、原燃料消費量が比較的多い品目を対象としており、それ以外の品目の生産に伴う原燃料消費量を把握することは出来ない。

(3)製造業部門における構造統計の利用可能性

他方、構造統計は、業種別に詳細に原燃料消費量が記載されており、「産業連関表－工業統計コード対応表(以下、コード対応表)」があるため、有効に利用できる可能性がある。動態統計では、限定された部門での消費量しか把握できないが、構造統計では製造業に含まれる全ての部門での消費量を把握することが可能である。そこで、「コード対応表」を用いて産業連関表部門別に原燃料消費量を組み替えた結果が、妥当か否かを確認した。

表 2.7 は、ナフサと改質生成油について構造統計の業種別消費量を産業連関表部門別に組み替えた結果を示している。これらの燃料のほとんどは、実際には、石油化学基礎製品もしくは石油化学系芳香族製品で消費されていることが、化学工業協会へのヒアリングおよび文献調査で明らかになっている。しかしながら、表 2.7 を見ると、幅広く様々な部門で消費されているという結果となった。これは、構造統計が事業所単位の調査であることに起因する。他の原燃料についても多かれ少なかれ同様の結果が見られ、「コード対応表」を用いて組み替えて得られた部門別消費量には、必ずしも十分な信頼性があるとは限らない。

(4)自家発電に伴う燃料(製造業)

産業連関表には、自家発電部門が存在し、各産業で実施された自家発電活動は、この部門に集約される。したがって、すべての産業における自家発電による燃料消費量を推計する必要がある。しかし、自家発電に伴う燃料消費量を明らかに分離して計上している統計資料は物量表だけである。ただし、物量表から得られる自家発電部門の燃料消費量と自家発電量を基に、発電効率を計算してみると 60%以上(1990 年表)と非常に大きい。熱電併給を考慮しても、この値は大き過ぎ、燃料消費量が過少評価されていることを示唆している。逆に言えば、自家発電を実際に行っている各部門の燃料消費量は、過大評価されているといえる。それ故に、他の統計資料から、自家発電部門における燃料消費量が推計可能かどうか探索した。

主要な製造業部門については、動態統計を用いて、自家発電に用いる蒸気の自家生産に伴う燃料消費量は把握できる。また、構造統計によっても、業種別では問題があるが、鉱工業全体における蒸気の自家生産に伴う燃料消費量は把握できる。ただし、発生した蒸気は、自家発電だけでなく、各部門における製造プロセスでも用いられる。したがって、蒸気の生産に伴う燃料消費量を、自家発電分と製造プロセス使用分に分ける必要がある。この方法としては、動態統計の蒸気受払い表の利用、構造統計の産業別蒸気ボイラ設備表の利用、自家用発電設備設置状況により技術面から使用タービンの効率を想定、などが挙げられるが、いずれの方法も一長

査結果を示す。

表 2.6 産業連関表の部門と動態統計の品目との対応

石油等消費動態統計年報			産業連関表	
業種	指定生産品目 (月報の調査品目分類)	対応	部門 コード	部門
パルプ・紙 ・板紙工業	パルプ 紙 板紙	○	1811-01	パルプ
		○	1812-01	洋紙・和紙
		○	1812-02	板紙
化学工業	(1) アンモニア及びアンモニア誘導品	△	2011-01	アンモニア
			2011-02	化学肥料
			2029-09	その他の無機化学工業製品
	(2) ソーダ工業薬品	○	2021-01	ソーダ工業製品
	(3) 無機薬品及び顔料	△	2029-01	無機顔料
			2029-09	その他の無機化学工業製品
(4) 高圧ガス	○	2029-02	圧縮ガス・液化ガス	
(5) 石油化学製品		△	2031-01	石油化学基礎製品
			2031-02	石油化学系芳香族製品
			2032-01	脂肪族中間物
			2032-02	環式中間物
			2033-01	合成ゴム
			2041-02	熱可塑性樹脂
		2041-09	その他の合成樹脂	
(6) 油脂製品及び界面活性剤		△	2039-02	油脂加工製品
			2071-01	石鹼・合成洗剤・界面活性剤等
			2039-09	高級アルコール
化学繊維	化学繊維製品	△	2051-01	レーヨン・アセテート
			2051-02	合成繊維
石油製品	石油製品	○	2111-01	石油製品
ゴム製品	タイヤ・チューブ	○	2311-01	タイヤ・チューブ
窯業・土石製品	板ガラス セメント 耐火煉瓦 炭素製品	○	2511-01	板ガラス・安全ガラス
		○	2521-01	セメント
		○	2599-01	耐火物
		○	2599-03	炭素・黒鉛製品
ガラス製品	ガラス製品	○	2519-09	その他のガラス製品
鉄鋼業	焼結鉱、ペレット、高炉、 その他の炉 フェロアロイ 転炉 電気炉 鍛鋼品 鋳鋼品 圧延(含ム冷間)・鋼管	◎	2611-01	銑鉄
		◎	"	"
		○	2611-02	フェロアロイ
		○	2611-03	転炉
		○	2611-04	電気炉
		◎	2631-01	鋳鍛鋼
		◎	"	"
		△	2621-01	熱間圧延鋼材
			2622-01	鋼管
			2623-01	冷間仕上鋼材
	2623-02	メッキ鋼材		
非鉄金属地金	銅(溶錬)(電解工程) 鉛(溶錬)(電解工程) 亜鉛(電機亜鉛)(蒸留亜鉛)	○	2711-01	銅
		◎	2711-02	鉛・亜鉛*
		◎	"	"
非鉄金属地金 非鉄金属加工製品	アルミニウム アルミニウム二次地金	◎	2711-0313	普通・精製アルミニウム地金
		◎	2711-0314	アルミ再生地金、アルミ合金
			2711-03	アルミニウム
非鉄金属加工製品	電線・ケーブル 伸銅製品 アルミ圧延製品	○	2721-01	電線・ケーブル
		○	2722-01	伸銅品
		○	2722-02	アルミ圧延製品

*: 2711-02 鉛・亜鉛については二次精錬用燃料を別途加算する。
○: 動態統計の分類と連関表の分類がそのまま対応する。
△: 動態統計の一品目が連関表の複数部門の合計に対応する。
◎: 動態統計の複数品目の合計が連関表の一部門に対応する

表 2.7 構造統計によるナフサおよび改質生成油の部門別消費量

部門コード	部門名	ナフサ(kl)	部門コード	部門名	改質生成油(kl)
1117-04	植物油脂	76,915	1117-04	植物油脂	8,090
1511-02	紡績糸	9	1821-09	その他の紙製容器	8
1512-01	綿・スフ織物(含合繊短織物)	9	1911-02	印刷・製版・製本	798
1513-01	ニット生地	17	2011-01	アンモニア	13,543
1514-01	染色整理	822	2011-02	化学肥料	15,090
1829-01	紙製衛生材料・用品	166	2021-01	ソーダ工業製品	19,733
2011-01	アンモニア	82,039	2029-02	圧縮ガス・液化ガス	1,548
2011-02	化学肥料	145,689	2029-09	その他の無機化学工業製品	16,638
2021-01	ソーダ工業製品	307,077	2031-01	石油化学基礎製品	1,411,054
2029-02	圧縮ガス・液化ガス	63,817	2031-02	石油化学系芳香族製品	1,011,674
2029-09	その他の無機化学工業製品	199,485	2032-01	脂肪族中間物	648,769
2031-01	石油化学基礎製品	7,143,294	2032-02	環式中間物	548,950
2031-02	石油化学系芳香族製品	4,406,341	2033-01	合成ゴム	27,544
2032-01	脂肪族中間物	5,727,126	2039-01	メタン誘導品	8,090
2032-02	環式中間物	2,003,505	2039-03	可塑剤	110,204
2033-01	合成ゴム	199,379	2039-04	合成染料	65,436
2039-01	メタン誘導品	87,103	2039-09	その他の有機化学工業製品	136,200
2039-03	可塑剤	694,473	2041-01	熱硬化性樹脂	40,449
2039-04	合成染料	69,507	2041-02	熱可塑性樹脂	394,549
2039-09	その他の有機化学工業製品	1,381,187	2041-03	高機能性樹脂	51,355
2041-01	熱硬化性樹脂	394,598	2041-09	その他の合成樹脂	259,126
2041-02	熱可塑性樹脂	3,486,390	2051-02	合成繊維	16,180
2041-03	高機能性樹脂	394,491	2061-01	医薬品	8,090
2041-09	その他の合成樹脂	2,164,391	2071-01	石けん・合成洗剤・界面活性	1,548
2051-02	合成繊維	153,831	2072-01	塗料	8,090
2061-01	医薬品	87,103	2072-02	印刷インキ	5,453
2071-01	石けん・合成洗剤・界面活性	74,382	2074-01	農薬	5,453
2072-01	塗料	77,271	2079-09	その他の化学最終製品	22,091
2072-02	印刷インキ	4,957	2111-01	石油製品	8,465,037
2074-01	農薬	4,957	2121-01	石炭製品	5,453
2079-01	ゼラチン・接着剤	10,187	2211-01	プラスチック製品	8,090
2079-09	その他の化学最終製品	238,736	2521-01	セメント	3,095
2111-01	石油製品	506,841	2711-03	アルミニウム(含再生)	5,453
2121-01	石炭製品	4,957	2899-09	その他の金属製品	0
2211-01	プラスチック製品	97,124	3019-01	ポンプ及び圧縮機	8,090
2521-01	セメント	107,592	3029-09	その他の特殊産業機械	0
2711-03	アルミニウム(含再生)	4,957	3031-01	金型	5
2811-01	建設用金属製品	1	3031-09	その他の一般機械器具及び	0
2899-02	金属製容器及び製缶板金製	1	3541-03	自動車部品	0
2899-09	その他の金属製品	0	総計		13,350,977
3011-01	ボイラ	1			
3011-02	タービン	0			
3011-03	原動機	1			
3012-01	運搬機械	2			
3019-01	ポンプ及び圧縮機	76,916			
3019-09	その他の一般産業機械及び	1			
3022-01	化学機械	10,021			
3024-01	金属工作機械	1			
3024-02	金属加工機械	30			
3029-09	その他の特殊産業機械	0			
3031-01	金型	0			
3919-06	武器	0			
5111-04	自家発電	7,017			
総計		30,494,715			

一短がある。

他方、製造業のディーゼル機関(DE)やガスタービン(GT)による自家発電、そして、製造業以外の自家発電に伴う燃料消費量を推計するための有用な統計資料は、あまり見当たらない。自家用発電設備設置状況は、設備容量と使用燃料に関するデータは記載されているが、燃料消費量推計には不十分である。したがって、ある程度の想定に基づき計算せざるを得ない。

(5)原料分の把握(製造業)

CO₂排出量などを推計する際には、原燃料消費量から原料として利用された分を控除する必要がある。動態統計では、この原料分を把握することは出来ず、その把握には構造統計を用いる必要がある。構造統計は事業所ベースの消費量が記載されており、その際には、「コード対応表」を用いて、事業所ベースの消費量を品目ベースに変換することになる。ただし、前述したように、鉄鋼や化学工業などでは明らかにおかしい結果となる部分もあるため、その補正が必要である。

(6)製造業以外の消費量の把握

製造業以外の輸送や電力については、個別の統計が有効であると考えられる。ただし、この場合も産業連関表の部門との整合性について確認が必要である。例えば、事業用電力部門については、電力調査統計月表に記載されている一般電気事業者と卸電気事業者との需要実績の合計が産業連関表に記載されている値と完全に一致する。したがって、部門の概念が同じであると認められる。

(7)外航輸送、航空輸送

外航輸送、航空輸送部門に関しては、その活動範囲の定義の如何で消費量が異なる。ただし、産業連関表の国内概念^[2.6:pp.36]によれば、日本企業が運用する船舶および航空機の活動に伴う燃料消費量を計上するのが妥当であると考えられる。したがって、外航路線の邦船や邦機に給油されたボンド扱いの燃料が記載されている、需給統計や運輸エネルギー統計要覧などを利用することが求められる。

(8)統計資料で把握できない部門

エネルギー多消費部門の原燃料消費量は、上述したように、動態統計や構造統計などを用いて推計できる。しかし、産業連関表のすべての部門における原燃料消費量を完全に把握する事は出来ないため、その推計については工夫が必要となる。具体的には、各原燃料の総消費量から、表 2.1 に挙げた統計等から推計可能な部門の消費量を差引いた残りを、産業連関表の物量表の値で比例配分するなどの方法が考えられる。

2.3.3 利用方針の要約

産業連関表の各部門の直接原燃料消費量を推計するために、省庁等から発行されている統計資料が如何に有効利用出来るかを検討した結果を以下に要約する。

- (1) エネルギー需給統計年報は、一部の特殊な燃料を除いて原燃料の我が国全体における総消費量を把握するのに有効である。
- (2) 石油等動態統計の生産指定品目別統計は、部門(品目)分類に関して、産業連関表の部門(基本分類)と良く一致する。したがって、産業連関表の特定部門(燃料消費量の多い部門)の燃

料消費量の推計には、石油等動態統計が有効である。

- (3) 石油等動態統計で把握出来ない部門の消費量、そして、各部門で消費された原燃料の燃料/原料比率の推計には、石油等構造統計が有効である。石油等構造統計は事業所ベースの消費量が記載されており、コード対応表を用いて産業連関表の部門別(基本分類)消費量に組み替える必要がある。ただし、この組み替え後の結果は実態を反映していない場合もあり、注意が必要である。
- (4) 製造業以外の燃料多消費産業である電力や輸送部門などの燃料消費量については、電力調査統計月表や航空輸送統計などの関連省庁による統計資料が有効である。
- (5) 自家発電に伴う燃料消費量の推計には、直接利用できる統計が無く、動態統計、構造統計、自家用発電設備設置状況などの複数の統計資料から、ある程度想定を交えて実施する必要がある。

2.4 推計手法 ー全体の枠組みと原燃料消費量の推計ー

本節では、前節での検討結果を踏まえ、我が国の産業連関表の各部門におけるエネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出(発生)量を推計するための枠組み、そして、その基礎となる原燃料消費量の推計手法について述べる。なお、以下では、1990 年表を対象として推計方法を記述しているが、他の年次の推計にも利用可能な汎用的な推計手法である。

2.4.1 対象とした原燃料

エネルギー消費、CO₂、SO_x、NO_x 排出は、表 2.8 に示す 33 種類の原燃料の消費に伴い生じるとした。検討対象とした原燃料消費量は上記の 4 つの環境負荷を推計するためには十分であると考えられる。まず、これらの環境負荷の起源である原燃料消費量を産業連関表の各部門ごとに推計した。原燃料消費量とは各部門でその用途に関わらず消費される原燃料の量であり、各環境負荷の推計の基礎となる。1990 年産業連関表の取引基本表は列部門が 411、行部門が 527 である。本章の最初に示したように、表 2.1 にしたがって統廃合し、最終的には列部門、行部門ともに 405 とした。ただし、環境負荷の推計は、内生 405 部門に加えて、家計消費および家計外消費部門を付け加えた計 407 部門別を実施した。

本推計では、国内での活動による消費量を対象としているが、我が国の事業者によって運行された船舶および飛行機による国際輸送時に消費される燃料も含んでいる^[2.6:pp.36]。つまり、邦船および邦機が国内外でボンド供給を受けたバンカー油は含まれるが、外国の事業者の船舶および飛行機に国内でボンド供給したバンカー油は含まれていない。

また、各部門における CO₂、SO_x、NO_x 排出量は、大気へ放出した時点で排出されたとみなして推計する。

表 2.8 原燃料の発熱量と CO₂ 排出係数と硫黄含有量

		原燃料種		発熱量(高位)		CO ₂ 排出係数		硫黄含有率(量)(注 3)	
A	1	原料炭(注 1)(注 4)	7606	kcal/kg	363.00	kg-CO ₂ /Gcal	0.572-0.993	%	
	2	一般炭(注 1)(注 4)	6126	kcal/kg	379.81	kg-CO ₂ /Gcal	0.576-0.917	%	
	3	原油(注 5)	9250	kcal/l	294.18	kg-CO ₂ /Gcal	1.356	%	
	4	LNG	13000	kcal/kg	206.76	kg-CO ₂ /Gcal	0.00047	%	
	5	天然ガス	9800	kcal/m ³	206.76	kg-CO ₂ /Gcal	0.0004	kg-S/1000m ³	
	6	揮発油	8400	kcal/l	280.78	kg-CO ₂ /Gcal	0.008	%	
	7	ジェット燃料油	8700	kcal/l	281.04	kg-CO ₂ /Gcal	0.008	%	
	8	灯油	8900	kcal/l	284.08	kg-CO ₂ /Gcal	0.006	%	
	9	軽油	9200	kcal/l	287.42	kg-CO ₂ /Gcal	0.3983	%	
	10	A 重油	9300	kcal/l	290.08	kg-CO ₂ /Gcal	0.48	%	
	11	BC 重油(注 6)	9700	kcal/l	297.50	kg-CO ₂ /Gcal	1.68	%	
	12	ナフサ	8000	kcal/l	278.86	kg-CO ₂ /Gcal	0.022	%	
	13	LPG	12000	kcal/kg	250.55	kg-CO ₂ /Gcal	0.02	%	
	14	コークス(注 7)	7200	kcal/kg	451.00	kg-CO ₂ /Gcal	0.513	%	
	15	都市ガス	10000	kcal/m ³	214.10	kg-CO ₂ /Gcal	0.0003	kg-S/1000m ³	
B	16	改質生成油	8000	kcal/l	294.90	kg-CO ₂ /Gcal	0	%	
	17	炭化水素油	9800	kcal/l	322.70	kg-CO ₂ /Gcal	0	%	
	18	石油系炭化水素ガス	9400	kcal/m ³	217.20	kg-CO ₂ /Gcal	0	kg-S/1000m ³	
	19	石油コークス	8500	kcal/kg	389.10	kg-CO ₂ /Gcal	2.992	%	
	20	コークス炉ガス	4800	kcal/m ³	168.67	kg-CO ₂ /Gcal	0.0003	kg-S/1000m ³	
	21	高炉ガス	800	kcal/m ³	1096.33	kg-CO ₂ /Gcal	0.00429	kg-S/1000m ³	
	22	転炉ガス	2000	kcal/m ³	767.10	kg-CO ₂ /Gcal	0.00429	kg-S/1000m ³	
	23	電気炉ガス	2000	kcal/m ³	767.10	kg-CO ₂ /Gcal	0.00429	kg-S/1000m ³	
	24	炭鉱ガス抜きガス	8600	kcal/m ³	210.40	kg-CO ₂ /Gcal	0	kg-S/1000m ³	
	25	回収黒液	3000	kcal/kg	394.20	kg-CO ₂ /Gcal	0.002	%	
C	26	石灰石	-		447.33	kg-CO ₂ /t	0.015	%	
	27	事業用電力	860	kcal/kWh	-		-		
	28	自家発	860	kcal/kWh	-		-		
	29	一般廃棄物(注 2)	-		773.64	kg-CO ₂ /t	0.03	%	
	30	産業廃棄物(注 2)	-		1235.73	kg-CO ₂ /t	0.127	%	
	31	鉄鉱石	-		-		0.05	%	
	32	硫化鉱	-		-		49.41	%	
	33	非鉄鉱(注 8)	-		-		-	%	

(注 1) 石炭の発熱量と CO₂ 排出係数は輸入炭と国内炭の加重平均値(1990 年)である。

(注 2) 廃棄物をエネルギーとして有効利用している場合も有るが、1990 年表ベースの推計では検討対象外として廃棄物には発熱量を与えていない。廃棄物の CO₂ 排出係数は各種廃棄物の CO₂ 排出原単位の加重平均値(1990 年)である。なお、1995 年表ベースの推計では、エネルギー回収を考慮しており、廃棄物にも発熱量を与えている。

(注 3) 硫黄含有率(量)は 1990 年における推定値であり原燃料によっては現在(2000 年)では低硫黄化が進んでいる。これらの値は文献[2.29][2.32][2.33][2.34]に加えて環境庁および各業界団体の内部資料を参考に設定している。

(注 4) 石炭は消費部門によって硫黄含有率が異なる(付録 A4)。

(注 5) 原油の硫黄含有率は精製用であり、非精製用は 0.072%としている。

(注 6) BC 重油の硫黄含有率は一般用であり、電力用は 0.92%としている。

(注 7) コークスの硫黄含有率は鉄鋼用であり、鑄物およびその他の用途に用いられるものは 0.7%としている。

(注 8) 非鉄金属および SO_x 発生量の推計に必要な素材などの硫黄含有率は付録 A4 に記載されている。

2.4.2 推計手法の概略

図 2.1 にエネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出(発生)量の推計の概略を示す。

各部門でのエネルギー消費量を求める際には、まず、原燃料消費量にエネルギー比率をかけあわせることで、原料として消費された分を控除しエネルギーとして利用された燃料消費量を求める。例えば、ナフサなどは、燃料としてボイラーへ投入されるよりもプラスチック製品などの原料として利用される場合が多い。その後、燃料消費量に発熱量を掛け合わせることでエネルギー消費量を求める。

一方、CO₂、SO_x、NO_x は、原燃料消費量に起源比率をかけあわせることで、発生源に投入される原燃料量を求める。発生源とは CO₂、SO_x、NO_x を発生する装置、すなわち、ボイラーやエンジン等である。起源比率とは、各部門で消費された原燃料のうち発生源に投入され、CO₂、SO_x、NO_x 排出(発生)の起源となる原燃料の割合を意味している。この比率を用いることで、発生源に投入されない原燃料を控除している。CO₂、SO_x、NO_x は燃料だけでなく原料として用いる石灰石や銅鉱石の消費からも発生する。例えば、石灰石は生石灰とするために、か焼炉に投入される時は CO₂ を発生するが、骨材として用いられる場合は発生しない。

得られた起源原燃料消費量に排出係数を掛け合わせることで排出量を求める。排出係数とは、原燃料の 1 単位の消費に伴ってどれだけの CO₂、SO_x、NO_x が排出されるかを示している値である。CO₂ の場合は、脱炭装置なるものは実用化されていないので、燃焼などにより発生した CO₂ はすべて大気中へ排出される。したがって、CO₂ 排出係数は原燃料がどの部門で消

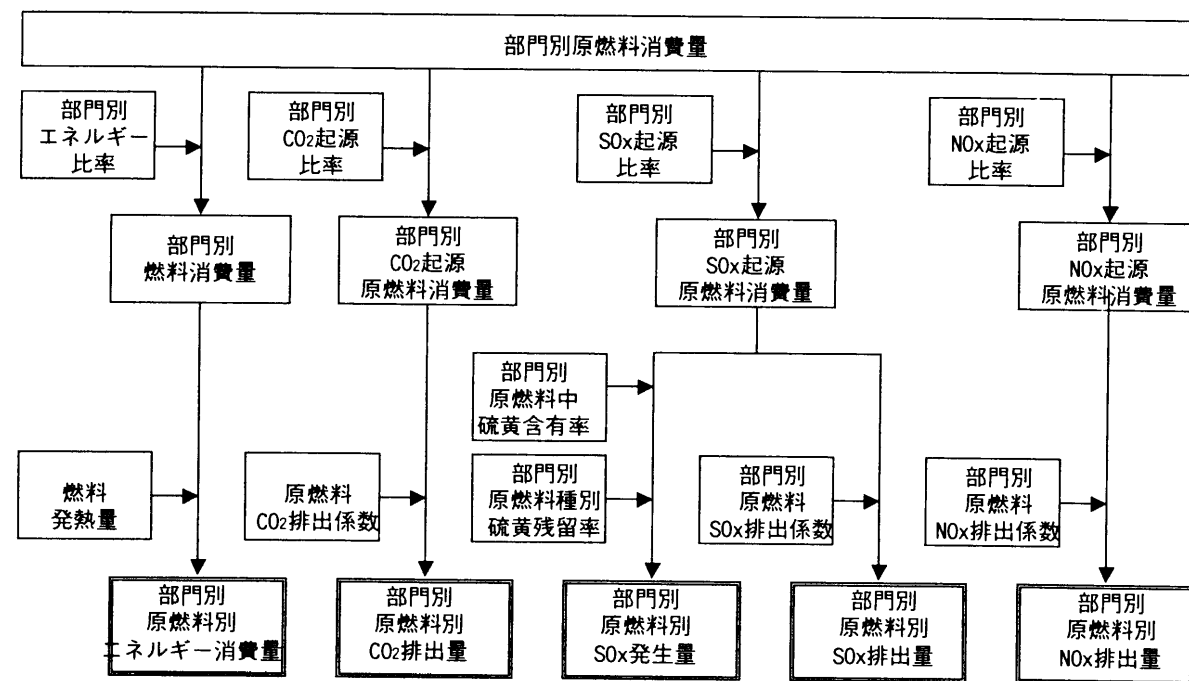


図 2.1 推計方法の概略

費されたかに関わらず、表 2.8 に示されるように原燃料ごとに固有の値をもつ。一方、SO_x および NO_x に対しては対策設備が実用化されており、原燃料の燃焼などに伴い発生する SO_x および NO_x がすべて大気中へ排出されるとは限らない。また、同じ原燃料でも硫黄や窒素含有率が異なるし、NO_x においては燃焼条件によってもその排出量は大きく異なってくる。部門によって、これらの条件が異なるため、SO_x、NO_x 排出係数は、原燃料ごとに固有の値を持たず、どの部門で原燃料が消費されたかに依存して値が異なる。また、SO_x に関しては、排出量だけでなく発生量を求めている。発生量とは仮に脱硫装置が設置されていないとした場合に大気中へ排出される量に等しい。基本的には、各部門で消費している原燃料の硫黄分(表 2.8)から推計している。ただし、一部の硫黄はスラグや製品に取り込まれる。ここでは、大気中へ発生されずにスラグや製品に取り込まれる硫黄分を残留率として定義して、その分を控除している。

以下に、土台となる部門別原燃料消費量の推計手法について述べる。この手法に従って 1990 年の産業連関表の部門別原燃料消費量を推計した結果は付録 A5 に示されている。

2.4.3 原燃料消費量推計手法

前節で検討したように、部門別原燃料消費量について実態を反映した推計を実施するためには、原燃料消費に関する統計を用いて推計する必要がある。しかし、405 部門すべてに関する統計は揃っていない。ここでは、消費量の多い主要部門に関しては詳細に推計し、消費量が比較的少ない部門は大まかに推計するという基本方針を採用している。鉄鋼、化学、窯業、紙パルプ、石油製品、電力、自家発電、都市ガス、輸送に含まれる部門を主要部門とし、すべてもしくは一部の原燃料消費量を表 2.9 に示す統計を利用して詳細に推計した。以下に原燃料を A 種(1-15)、B 種(16-25)、C 種(26-33)に分けて、推計方法について記述する。

表 2.9 利用した統計資料

利用統計	文献	略名	利用統計	文献	略名
産業連関表	2.7-2.8	連関表	鉄鋼統計年報	2.18	鉄鋼統計
石油等消費動態統計表	2.9	動態統計	電気事業便覧	2.19	電気便覧
石油等消費構造統計表	2.10	構造統計	電力調査統計月報	2.20	電力月報
エネルギー生産需給統計年報	2.11	エネ統計	電力需給の概要	2.21	電力需給
総合エネルギー統計	2.12	エネバラ	ガス事業統計年報	2.22	ガス統計
日本貿易月表	2.13	貿易月表	自家発電設備設置状況	2.23	自発設置
資源統計年報	2.14	資源統計	陸運統計要覧	2.24	陸運統計
紙パルプ統計年報	2.15	紙パ統計	運輸エネルギー統計要覧	2.25	運輸要覧
化学工業統計	2.16	化工統計	航空輸送統計年報	2.26	航空統計
窯業建材年報	2.17	窯業統計	日本国報告書	2.27	国報告書

(1) A種およびB種原燃料消費量

A種およびB種に関しては、表2.10に示した各部門を主要部門とし、これらの部門での消費量に関しては精度の高い推計を実施した。それ以外の部門は非主要部門であるとした。

表 2.10 主要部門の一覧

6桁コード	部門名	6桁コード	部門名
1811-01	パルプ	2599-03	炭素・黒鉛製品
1812-01	洋紙・和紙	2611-01	鋳鉄
1813-03	塗工紙・建設用加工紙	2611-02	フェロアロイ
1813-01	板紙	2611-03	粗鋼(転炉)
2031-01	石油化学基礎製品	2611-04	粗鋼(電気炉)
2031-02	石油化学系芳香族製品	2631-01	鑄鍛鋼
2032-01	脂肪族中間物	2621-01	熱間圧延鋼材
2032-02	環式中間物	2622-01	鋼管
2033-01	合成ゴム	2623-01	冷間仕上鋼材
2041-02	熱可塑性樹脂	2623-02	めっき鋼材
2011-01	アンモニア	5111-00	事業用電力
2021-01	ソーダ工業製品	5111-04	自家発電
2039-03	油脂加工製品	5121-01	都市ガス
2071-01	石鹼・合成洗剤・界面活性剤	7121-02	ハイヤー・タクシー
2111-01	石油製品	7141-01	外洋輸送
2121-01	石炭製品	7142-01	沿岸・内水面輸送
2521-01	セメント	7151-01	航空輸送
2599-01	耐火物		

(1-1) 鉱業・製造業の主要部門 [1811-01～2632-02 に対応(表 2-10)]

鉄鋼、化学、窯業、紙パルプ、石油製品産業に関連する主要部門でのA種およびB種の消費量については、動態統計を基礎として図2.2のように推計した。品目ベースで原燃料消費量が記載されている動態統計は、連関表の基本分類と良く対応しており部門別の消費量推計に適している。ただし、連関表では、すべての自家発電活動は自家発電部門にまとめられているため、各品目で自家発電のために用いられた燃料を分離する必要がある。動態統計の一次投入量と直接投入量の差は蒸気生産のためにボイラーで消費された燃料に相当し、発生した蒸気は自家発電もしくは生産工程で用いられている。動態統計の蒸気受払に記載されている蒸気の使用目的別比率を用いて、各品目で自家発電のために用いられた燃料を求めている¹⁹。各品目の1次投入量から自家発電のために用いられた燃料を差引いた残りを、各品目が対応する部門での消費量としている。なお、動態統計では指定品目のみが原燃料調査の対象となっており、上述した5産業

¹⁹ この蒸気比率は事業所ベースであり品目ベースではないが、他に決め手となる方法がないため、この比率を採用している。

に含まれる一部の品目の原燃料消費量は不明である。これらの品目の消費量は相対的に少ないので、それに対応する部門での消費量は後述する非主要部門と同様に取り扱っている。

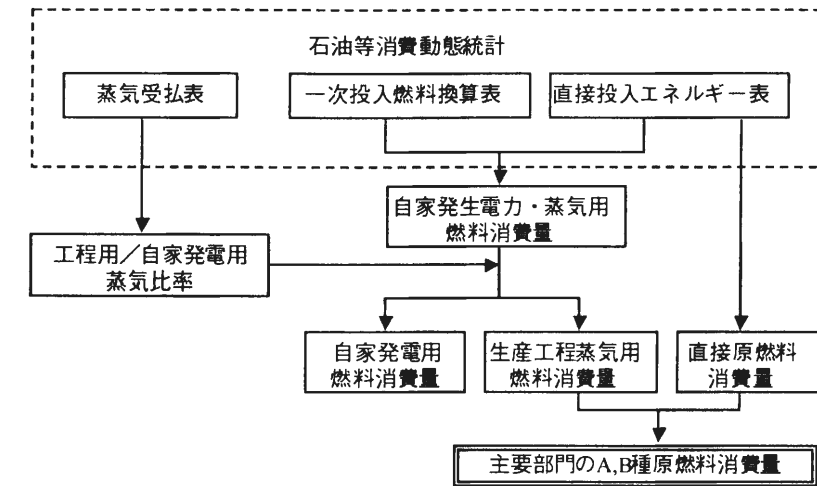


図 2.2 鉱工業主要部門のA種およびB種原燃料消費量推計

(1-2) 事業用電力・都市ガス部門・輸送部門 [5111-00、5121-01～7151-01 に対応(表 2-10)]

事業用電力部門、都市ガス部門におけるA種およびB種の消費量は、それぞれ電力月報、ガス統計を用いて全原燃料種を推計した。タクシー・バス部門のLPG消費は陸運統計、航空輸送部門のジェット燃料消費は航空統計、外洋輸送および沿海内水面輸送の重油消費は運輸要覧と需給統計を用いた。ただし、これらの輸送部門における他の原燃料種の消費量については後述する非主要部門と同様の推計手法を用いている。

(1-3) 自家発電部門 [5111-04 に対応(表 2-10)]

自家発電部門における燃料消費量は、構造統計、動態統計、自発設置、電力月報などを利用して推計した。鉱工業における汽力発電の燃料消費量は、図2.3に示すように、構造統計に記載されている業種別のボイラー用燃料消費量を、動態統計(業種別上記受払表)より得た蒸気比率²⁰を用いて、業種別燃料別に生産工程蒸気用と自家発電用とに分離し、鉱工業全体における自家発電(汽力)用の消費量を推計した。

他方、内燃機関(ガスタービン、ディーゼルエンジン)および鉱工業以外の汽力による自家発電で消費した燃料は、図2.4に示すように自発設置と電力月報を主として推計した。型式別の設備容量と平均設備利用率とから部門別型式別燃料種別発電量を求め、発電効率で割り戻すこ

²⁰ この蒸気比率は事業所ベースであり品目ベースではないが、他に決め手となる方法がないため、この比率を採用している。

とで燃料消費量を求めている²¹。なお、電力月報から得られる総発電量を、仮発電量に比例して各部門へ燃料種別に配分することで、部門別型式別燃料種別発電量を算出している。

(1-4) 非主要部門

一方、表 2.10 に示した主要部門以外の部門（非主要部門）の A 種燃料消費量は、総消費量から主要部門の消費量を差し引いた残りを物量表の値に比例して配分することで推計した。なお、各原燃料の総消費量は、都市ガスはガス統計、それ以外のすべての原燃料はエネ統計と貿易月表より求めている。

非主要部門での B 種消費量は、図 2.3 に示されるように構造統計に基づいて算出している。

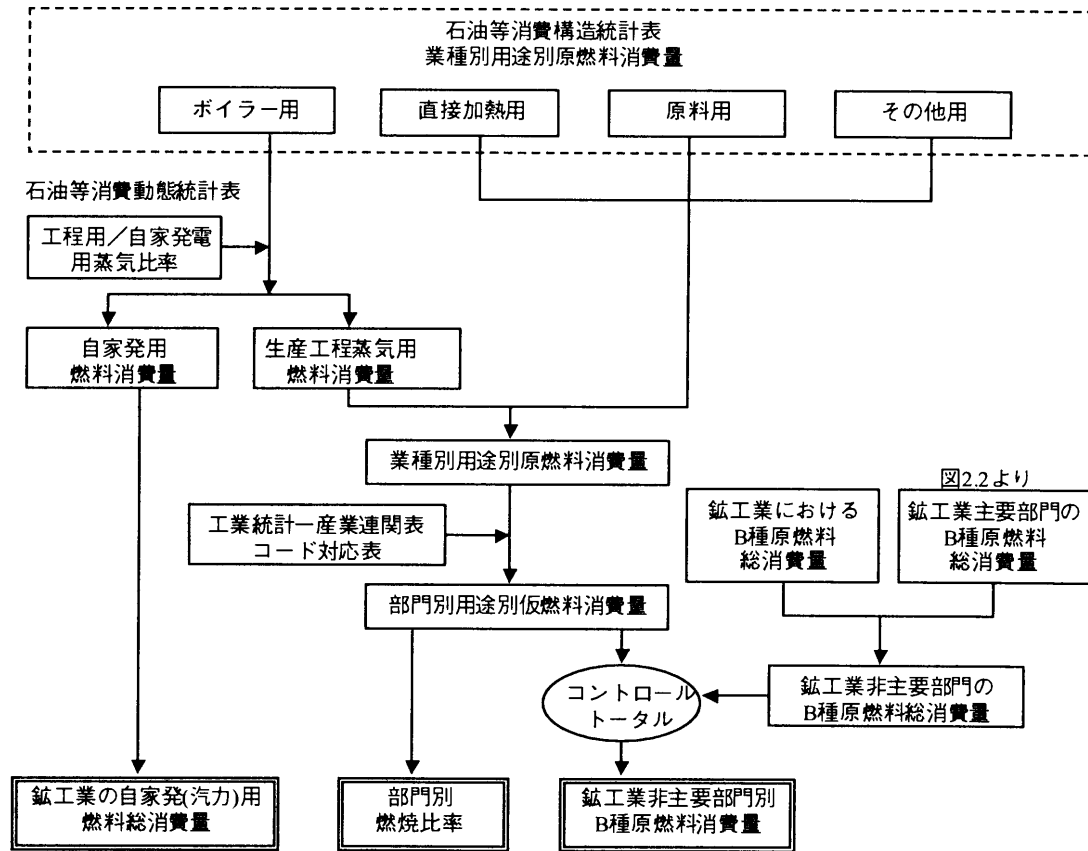


図 2.3 鉱工業非主要部門の B 種原燃料消費量および
全部門の燃焼比率および鉱工業の汽力自家発電用燃料消費量の推計

²¹ 平均設備利用率は、水力 58.72%、汽力 60.69%、ガスタービン 64.27%、ディーゼル 35.33%とした(電力調査統計月報から算出)。発電効率は、汽力 38.74%(電力調査月報より電気事業平均の値を利用)、ガスタービン 31.50%(機械工学便覧 B7 編 5.2.1 発電用ガスタービンより引用)、ディーゼル 37.03%(電力調査月報より電気事業平均の値を利用)とした。

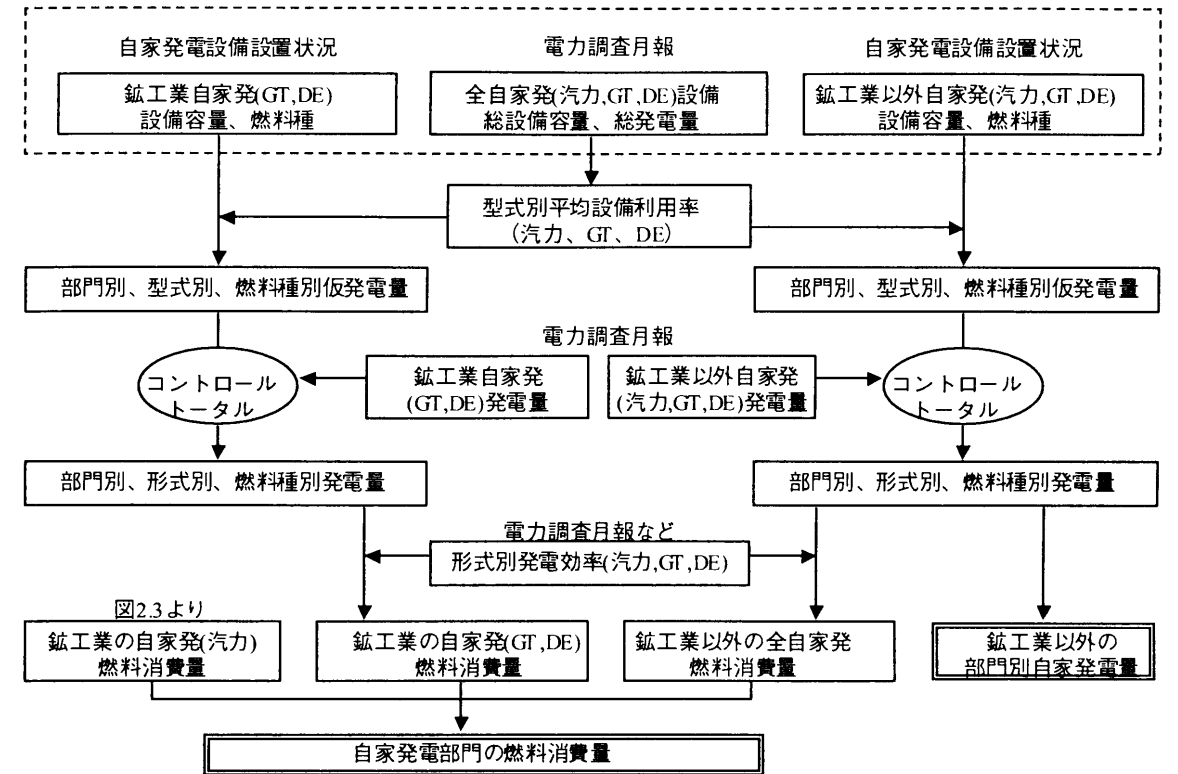


図 2.4 自家発電部門の燃料消費量および鉱工業以外の部門別発電量の推計

構造統計では、工業統計コードで分類された業種別に各原燃料種の消費量が記載されているため、工業統計-産業連関表コード対応表を用いて部門別仮消費量を推計した²²。ただし、既に述べたように各業種の原燃料消費量から自家発のために消費された燃料を分離している。総消費量から主要部門消費量を差し引いた残りを、仮消費量に比例して各部門に配分することで、各非主要部門の消費量を決定した。なお、鉱工業以外の非主要部門での B 種消費量はゼロとしている。

(2) 電力消費量の推計

図 2.5 に電力消費量の推計の流れを示す。まず、3 次産業部門(部門コード 611101-642101、731101-890000)と家計部門(部門コード 912100)の消費量を連関表の産出額を電力単価²³で割ることによって求めた。その上で、電力月報の需要電力量より上記部門の消費量を差し引いた残りを上記部門以外の部門での消費とした。鉱工業主要部門の消費量は動態統計から求め、それ

²² 石油消費構造統計表の工業コードに従った産業分類を「業種」、産業連関表の基本表に従った産業分類を「部門」としている。

²³ 電気事業便覧より家計部門と 3 次産業の電力単価として、それぞれ、1990 年度の電力 10 社平均の電灯料金と業務用電力料金を採用した。

らをさらに差引いた最後の残りを物量表の値に比例して非主要部門に配分した。なお、事業用電力部門での電力消費は所内動力と送配変電ロス分の合計であるとし、電力月報の発電電力量と需要電力量との差であるとした。

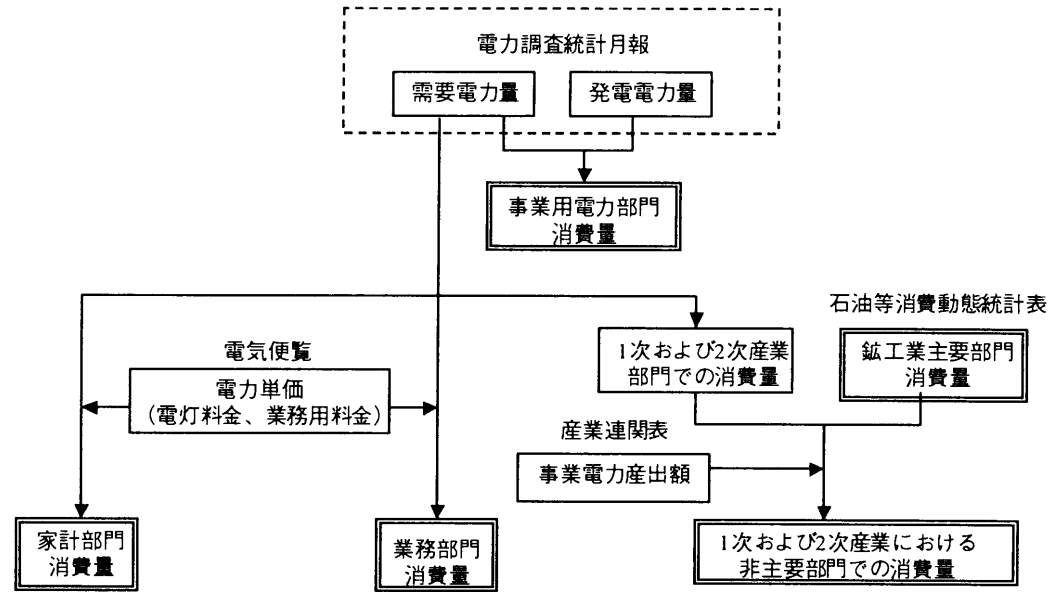


図 2.5 電力消費量の推計

(3) 自家発電電力消費量の推計

自家発電電力消費量の推計の流れを図 2.6 に示す。鉱工業主要部門での消費量は図 2.2 に示すように動態統計から推計しており、鉱工業非主要部門での消費量は構造統計より得られる鉱工業総発電量から主要部門での消費量を差引いた残りを物量表の値に比例して配分している。鉱工業以外の部門においては、図 2.4 のように自発設置を主として推定している。ただし、事業用電力部門での消費量は、自家発電購入量^[2.20]とした。また、自家発電部門での自家消費は、総発電量^[2.20]から、自家発電部門を除いたすべての部門の自家発電電力消費量を差引いた残りであるとした。

(4) C 種原燃料消費量(電力、自家発を除く)の推計

石灰石については、資源統計、窯業建材、鉄鋼統計から推計した。廃棄物の処理量については、国報告書に掲載されている廃棄物種類別処理方法(埋立、焼却)別処理量から推計した。鉄鉱石、硫化鉄、非鉄鉄石の消費量については、それぞれ、鉄鋼統計、資源統計、化工統計から推計した。

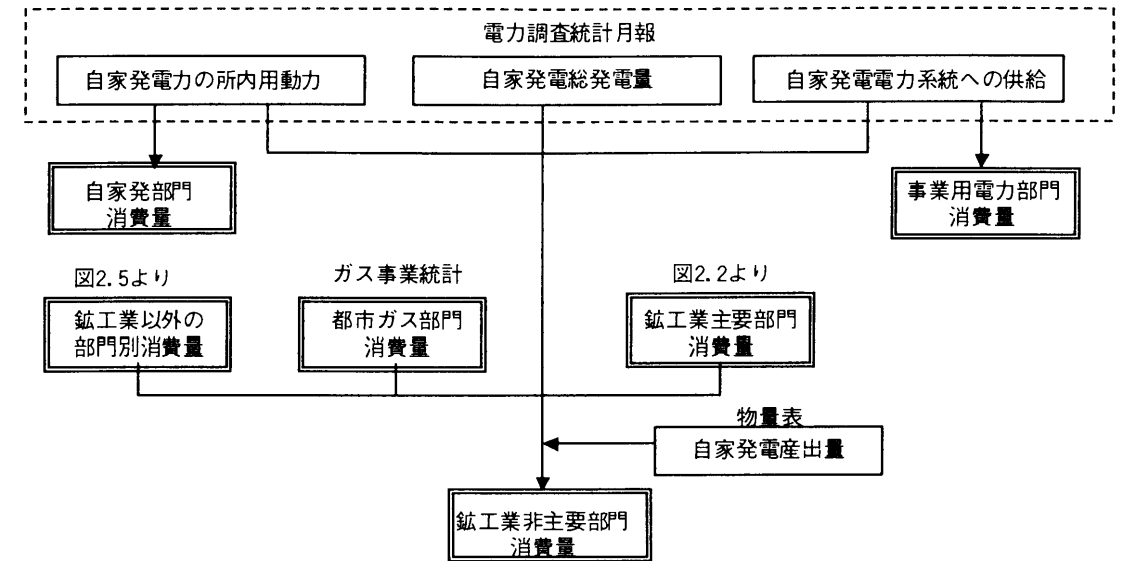


図 2.6 自家発電電力消費量の推計

2.5 推計手法 —エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出量の推計—

2.5.1 エネルギー消費量

図 2.1 に示すように各部門の原燃料消費量からエネルギー消費量を求めるためには、各原燃料の部門別エネルギー比率と発熱量を求める必要がある。式(2.2)はエネルギー消費量の算出式を示す。エネルギー比率は、後述するように石油等構造統計表などを用いて推計している。一方、各燃料の発熱量は同じ燃料でも異なる場合があるが、表 2.8 に示す値と仮定している。

$$E_{ij} = Q_i R_{ij} F_{ij} \quad \text{式(2.2)}$$

F : 原燃料消費量

E : エネルギー消費量

R : 燃料比率

Q : 発熱量

i : 原燃料種

j : 部門

(1)A、B 原燃料種のエネルギー比率

電力部門以外での A 種と B 種の原燃料のエネルギー比率は、消費された原燃料のうち燃焼された比率に等しい。燃焼比率は原燃料消費量に占める燃料消費量の割合として求めた。原燃料の一部を原料として用いている部門は、工業部門の一部と都市ガス部門に限られる。工業部門における燃焼比率は、図 2.2 に示されるように石油消費構造統計表を用いて推計している。原料として用いている業種は、工業統計の 2 桁コードで言うと 20 化学工業、21 石油製品・石炭製品製造業、25 窯業・土石製品製造業、26 鉄鋼業である。各業種の原料および燃料消費量を求め、工業統計―産業連関表コード対応表を用いて、各部門の原料および燃料消費量を推計した。ただし、鉄鋼関連部門(261101～263103)については、別途、鉄鋼統計を利用して原料および燃料消費量を推計した。これら工業部門の燃焼比率については付録 A6 を参考されたい。また、都市ガス部門の燃焼比率は、ガス事業統計を用いて推計し、原料炭は 0、LNG は 0.0051、天然ガスは 0、LPG は 0.0453、コークスは 0.8081、これら以外の A、B 原燃料種はすべて 1 とした。

電力部門 (5111-00、5111-04) では燃焼比率は 1 であるが、エネルギー転換されていると考えられるので、エネルギー比率を単純に燃焼比率と同じと出来ない。電力部門のエネルギー比率は式(2.3)に示されるように、投入されたすべての燃料の熱量に対して電力生産に伴う廃熱の割合であるとした。5111-00 部門と 5111-04 部門における、すべての原燃料のエネルギー比率は、それぞれ、0.6178、0.6178 であるとした。

$$R = \frac{\sum_i Q_i F_i - 860 \cdot G}{\sum_i Q_i F_i} \quad \text{式(2.3)}$$

F : 原燃料消費量

R : エネルギー比率

G : 発電電力量 (需要端)

Q : 発熱量

i : 原燃料種

(2)C 原燃料種のエネルギー比率

事業用電力と自家発電力とはすべての部門でエネルギーとして消費されるので、エネルギー比率は 1 である。電力以外の C 原燃料のエネルギー比率は全部門でゼロである²⁴。

²⁴ 90 年表の分析では本文に記載されているように廃棄物はすべて処理部門で処理されるとしてエネルギー回収がないとした。しかし、実際には、一部の廃棄物は発電燃料として用いられている場合がある。95 年の推計では自家発電部門におけるエネルギー回収を考慮し、自家発電部門におけるエネルギー比率は、一般および産業廃棄物の一部も燃料として計上し、式(2.4)にしたがって求めた。それ以外の部門(例えば、紙パルプ部門)

2.5.2 CO₂ 排出量

CO₂ 排出量は、式(2.4)で示されるように各部門の原燃料消費量と CO₂ 起源比率と CO₂ 排出係数とを掛け合わせることで求められる。CO₂ 起源比率は、後述するように石油消費構造統計などより推計した。一方、CO₂ 排出係数は、表 2.8 に示される値を用いている。同じ原燃料種であっても炭素含有率が異なれば、CO₂ 排出係数は異なるが、ここでは同じであるとしている。

$$E_{ij}^h = K_i^h R_{ij}^h F_{ij} \quad \text{式(2.4)}$$

F : 原燃料消費量

E : 物質 h の排出量

R : 物質 h の起源比率

K : 物質 h の排出係数

h : 排出物質(CO₂, SO_x, NO_x)

i : 原燃料種

j : 部門

(1)A、B 原燃料種の CO₂ 起源比率

A、B 原燃料種の全部門における起源比率は燃焼比率に等しい。電力部門における起源比率は 1 である。したがって、電力部門 (5111-00、5111-04) を除いては、すべてエネルギー比率に等しい。

(2)C 原燃料種の CO₂ 起源比率

石灰石は骨材などとして利用される場合は CO₂ を発生しないが、か燃炉に投入されて生石灰とされる場合は CO₂ を発生する。資源統計年報、窯業建材年報、鉄鋼統計年報から、か燃炉に投入された量を推計して、起源比率を求めている。廃棄物の起源比率は、焼却処理比率に等しいとしている²⁵。廃棄物の焼却処理割合は、国報告書より一般廃棄物を 0.8616、産業廃棄物は 0.7755 としている。電力、各種鉱石はすべての部門でゼロとしている。

2.5.3 SO_x、NO_x 排出量

SO_x、NO_x 排出量の推計は CO₂ と同様に式(2.4)を用いて求めることが可能である。SO_x、NO_x 起源率は、CO₂ と同様に石油消費構造統計等から推計した値を用いている。一方、SO_x、

で消費される場合は熱源として利用されているので、エネルギー比率は 1 とした。廃棄物処理部門で消費(焼却処分)される場合は、エネルギー回収はされていないとするので、エネルギー比率は 1 である。

²⁵ 90 年表の分析では本文に記載されているように廃棄物はすべて処理部門で処理されるとして焼却分に相当する CO₂ が処理部門から排出されるとした。しかし、実際には、一部の廃棄物は発電燃料として用いられている。95 年の推計では、処理部門以外の部門において廃棄物を燃料として消費される場合があるとしたので、その部門では、すべて廃棄物は燃焼されるとして、CO₂ 比率は 1 とした。

NOx 排出係数の推計は、CO₂ 排出係数と異なり複雑である。なぜなら、CO₂ 排出係数は原燃料に固有の値であるが、SOx および NOx 排出係数は同じ原燃料であっても消費する部門に依存して排出係数は異なるからである。SOx、NOx 排出係数は、(a)燃料中の硫黄、窒素含有率、(b)燃焼条件、(c)脱硫、脱硝装置の有無および性能、によって大きく値が異なる。そして、これらの要因は部門によって異なる。したがって、SOx、NOx 排出係数は、各部門で消費された各原燃料がどのような発生源施設に投入されているかを把握した上で、上記の3つの点を考慮して推計する必要がある。

(1)A、B 原燃料種の SOx、NOx 起源比率

A、B 原燃料種の SOx、NOx 起源比率は、銑鉄～粗鋼(電気炉)の4部門を除く全部門で燃焼比率に等しい。また、これら4部門では、高炉熱風炉および焼結炉への投入原燃料のみが起源になるとし、高炉、電気炉、転炉内に投入された原燃料は起源にはならないとしている²⁶。その結果、銑鉄部門における原料炭、一般炭、コークスの SOx、NOx 起源比率はそれぞれ 0.1394、0.1914、0.1134 となり、フェロアロイ、粗鋼(転炉)、粗鋼(電気炉)部門における原料炭、一般炭、コークスの SOx、NOx 起源比率はゼロとなる。これら4部門で消費される他の A、B 原燃料種の SOx、NOx 起源比率は燃焼比率に等しい。

(2)C 原燃料種の SOx、NOx 起源比率

電力の NOx 起源比率は、電炉で発生するサーマル NOx が存在するため、粗鋼(電炉)とフェロアロイ部門のみ 1 としている。その他の部門ではすべてゼロとしている。廃棄物の SOx、NOx 起源比率は、焼却処理比率に等しいとしている。鉱石の SOx 起源比率は、各鉱石を消費している部門ですべて 1 としている。

(3)全原燃料の SOx および NOx 排出係数

図 2.7 に SOx および NOx 排出係数の推計手順の概略を示す。各部門の固定発生源(ばい煙発生施設)からの SOx および NOx 排出係数は、脱硫、脱硝後の実際の排出量に基づく文献[2.28]の業種別・炉種別・原燃料種別集計結果から推計した。ただし、これらの業種区分は産業連関表の各部門分類に直接対応していない。産業連関表の部門と文献[2.28]の業種・炉種区分との対応表(付録 A7)を作成し、それに基づいて、対応する業種および炉種の排出係数を各部門に適用した。また、電力については消費時点での排出係数は通常ゼロであるが、電炉で発生するサーマル NOx が存在するため、ここでは粗鋼(電炉)とフェロアロイ部門にのみ NOx 排

²⁶ 副生ガスをほぼ全量回収していると考えられる炉内への投入原燃料は、燃料であろうが原料であろうが排出起源にはならないとしている。具体的には、石油精製炉、コークス炉、高炉、転炉、電気炉である。なお、CO₂ の場合の推計においては、高炉、転炉、電気炉の炉内に投入された原燃料は CO₂ 排出起源になるとしている。ただし、それに伴い、副生ガス発生部門から消費部門での CO₂ 排出量を差引くことで重複計上を避けている

出係数を与えている。その他の部門で消費された電力はすべて電炉以外で用いられたと仮定し、NOx 排出係数はゼロとした。

移動発生源(輸送機関)の NOx 排出係数は、船舶は用途別規模別に、自動車は車種別エンジン形式別に、飛行機はエンジン種別に推計した。鉄道についてはディーゼル機関車の排出係数を与えている。そして、各部門で用いられている輸送機関を推定し、部門対応表としてまとめた。この部門対応表を基礎として、各部門において移動排出源の燃料として用いられている燃料種の NOx 排出係数を推定した。例えば、道路貨物輸送部門での軽油消費には営業用貨物自動車のディーゼルエンジンの排出係数を与え、自家用自動車貨物輸送部門は自家用貨物自動車のディーゼルエンジンを想定している。また、外洋輸送部門での重油消費は大型船舶のディーゼルエンジンを想定し、沿海内水面輸送では外洋より小型の船舶規模分布を想定、海面漁業ではさらに小型の船舶規模分布を想定して排出係数を与えている。移動発生源の NOx 排出係数の詳細については、付録 A8 を参考されたい。

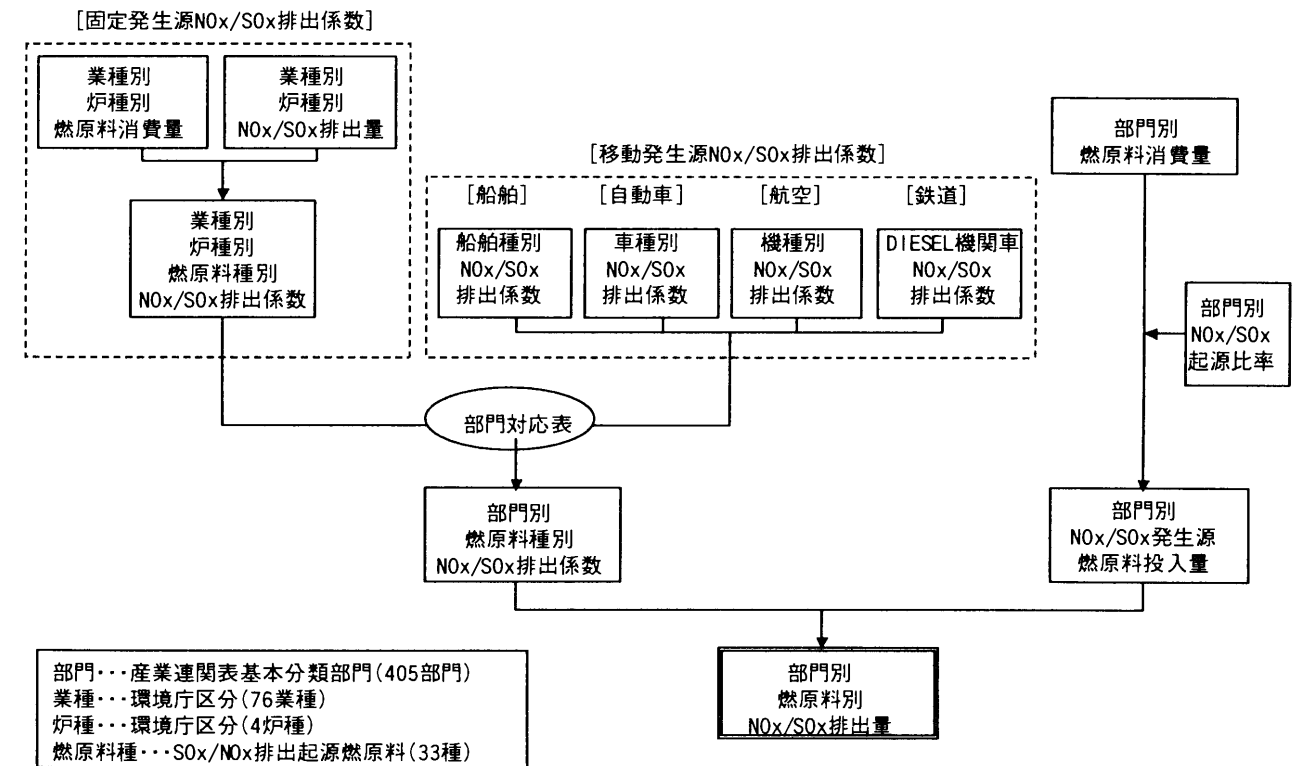


図 2.7 SOx、NOx 排出量の推計の流れ

他方、移動発生源の SOx 排出係数は、燃料中の硫黄分はすべて二酸化硫黄として大気中に排出されるとして求めた。ジェット燃料、ガソリン、LPG、軽油、A 重油、BC 重油の硫黄分は、表 2.8 に示す値であると仮定している。なお、407 全部門において消費されているガソリンは輸送用に用いられたとしている。

なお、405 部門別 33 燃料種別の SO_x および NO_x 排出係数の値については、それぞれ、付録 A9、A10 を参考されたい。

2.5.4 SO_x 発生量

SO_x に関しては、排出量だけでなく発生量についても推計している。我が国では脱硫装置が普及しているが、仮に脱硫装置が設置されていないとした場合に大気中に放出される量を SO_x 発生量と定義している。SO_x は燃料もしくは鉱石などの原料中の硫黄分を起源としており、各原燃料中の硫黄含有率は表 2.8 および付録 A4 に示す値と仮定している。石炭や重油などに含まれる硫黄分は必ずしも一律ではなく、部門別にその違いを考慮している。なお、本推計では、燃料燃焼に伴う SO_x 発生と鉱石や原料炭などの原料起源の SO_x 発生とを区分して推計した。

燃料燃焼に伴う部門別 SO_x 発生量の基本的な推定手順は図 2.1 に示した通りであり、式(2.5)に従って推計した。燃料中の硫黄分の多くは燃焼時に酸化され SO_x となり、大気中へ放出される。ただし、石炭とコークスに含まれる硫黄の一部は灰に残留するために、式(2.5)では、硫黄残留率を定義し、大気中に放出されない硫黄分を控除している。硫黄残留率の値については付録 A4 を参照されたい。

$$E_{ij}^{S'} = (1 - P_{ij}) S_{ij} F_{ij} \quad \text{式(2.5)}$$

$E_{ij}^{S'}$: 硫酸化物発生量

F : 原燃料消費量

S : 硫黄含有率

P : 硫黄残留率

i : 原燃料種

j : 部門

他方、鉄鉱石や原料炭などの原料に含まれる硫黄を起源とする SO_x については、異なる方法を採用した。表 2.11 は、硫黄を含む原料を消費する部門を示している。これらの部門における生産炉から発生する SO_x に関しては、それらの炉における硫黄バランスを明らかにした上で、各部門からの発生量を推計した。これらの炉から発生する廃ガスが、副生ガスとして再度燃料として用いられる場合、発生副生ガス中に含まれる硫黄分は副生ガスの発生部門と消費部門に配分している。石炭製品部門で用いられているコークス炉を例として説明する。図 2.8 に示されるように、コークス炉に投入された原料炭中の硫黄(S_a)は、コークスに S_b 、コークス炉ガスに S_c 移動していく。回収されたコークス炉ガスは脱硫され、 S_e だけの硫黄分を含んだガスとして自家発電部門に投入される。このとき、式(2.6)、(2.7)で示される硫黄バランスが

成立する。

$$S_a = S_b + S_c \quad \text{式(2.6)}$$

$$S_c = S_d + S_e \quad \text{式(2.7)}$$

発電炉にコークス炉ガスが投入される前に、十分に脱硫されていれば、発電炉からの排ガスは脱硫されることなく、 S_e に相当する SO_x が大気中へ排出される²⁷。この場合、石炭製品部門からの SO_x 発生量は S_d に相当し、自家発電部門からの SO_x 発生量は S_e に相当する。

表 2.11 特別な取り扱いをした部門

	硫黄含有原料消費部門	主原料	副生ガス	副生ガス消費部門
2029-09	その他の無機化学工業製品	硫化鉱	—	—
2111-01	石油製品	原油	オフガス	石油製品
2121-01	石炭製品	石炭	コークス炉ガス	石炭製品、銑鉄、自家発電 等
2611-01	銑鉄	鉄鉱石	高炉ガス	銑鉄、自家発電 等
2611-02	フェロアロイ	非鉄鉱	電気炉ガス	自家発電 等
2611-03	粗鋼(転炉)	銑鉄	転炉ガス	自家発電 等
2611-04	粗鋼(電気炉)	鉄屑	電気炉ガス	自家発電 等
2711-01	銅	銅鉱	—	—
2711-02	鉛	鉛鉱	—	—
2711-03	亜鉛	亜鉛鉱	—	—
2711-09	その他の非鉄金属地金	非鉄鉱	—	—
5121-01	都市ガス	石炭	—	—

[注] 生産炉には様々な原燃料が投入されるが、主たる硫黄発生源となる原料を主原料として示している。

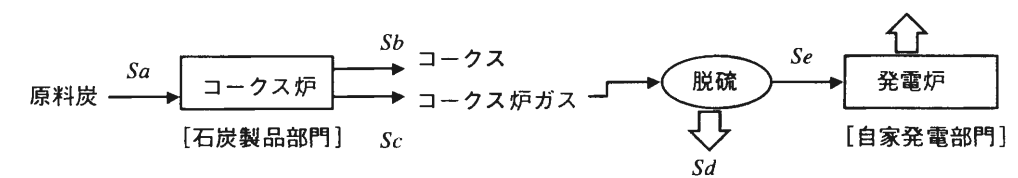


図 2.8 コークス炉における硫黄の流れ

2.6 推計結果

前節で述べた方法に従って 1990 年表に則して各部門の直接環境負荷を推計した結果を示す。

²⁷ 仮に、発電後に脱硫されたとしても、排出量でなく発生量という観点からは、自家発電部門からの発生量は S_e に相当する量となる。

本節では、集約した結果だけを示しており、産業連関表の 407 部門別のエネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出(発生)量については付録 A.11 を参考されたい。

2.6.1 エネルギー消費量

図 2.9 は 1990 年の産業連関表の部門別にエネルギー消費量を推計した結果を示している。消費量の多い上位 30 部門を示しており、それら以外の 377 部門の消費量は集計して「その他」として示している。

我が国の 1990 年のエネルギー総消費量は 4259×10⁹Mcal と推計された。部門別に見ると事業用電力部門が 1098×10⁹Mcal と 3 割近くを占めている。電力部門で消費されるエネルギーは電力生産に伴う転換ロスや送配変電ロスに相当し、他の部門で消費される電力は 860kcal として換算している。次いで家計消費部門が 563×10⁹Mcal と全体の 13.2% を占めている。上位には、素材関連、エネルギー関連、輸送関連部門が並んでいる。資源エネルギー庁が毎年公表している総合エネルギー統計^[2.12]によると平成 2 年度の総エネルギー供給は 4663×10⁹Mcal である。今回の推計と比べ 9% 程大きい主因は、年度の暦年の差に加えてナフサなどの原料分をエネルギーとして計上していることにある²⁸。

2.6.2 CO₂ 排出量

図 2.10 は 1990 年の産業連関表の部門別に CO₂ 排出量を推計した結果を示している。排出量の多い上位 30 部門を示しており、それら以外の 377 部門の排出量は集計して「その他」として示している。

我が国の CO₂ 総排出量は 11.70 億 t-CO₂ と推計された。事業用電力部門からの排出量が約 3.08 億 t-CO₂ と我が国全体の排出量の 26.4% を占めている。次いで、1.17 億 t が家計消費部門から、7900 万 t が自家発電部門から、7300 万 t が鉄鉄部門から排出されている。上位には、エネルギー消費量が多い素材製造部門、エネルギー生産、輸送部門が上位に並んでいる。CO₂ を除去する設備は実用化されていないので、CO₂ 排出量はエネルギー消費量とほぼ同じ傾向を示す。環境庁は我が国の CO₂ 総排出量を毎年公表しており、1990 年の排出量を 11.25 億 t-CO₂ であると推計している^[2.29]。今回の推計より 4% ほど少ないが、外洋輸送からの排出とバイオマス起源の排出が含まれていないためである。

²⁸ 原料として利用されるナフサなどの石油製品は、エネルギー消費としては計上しない方が合理的であると考えられる。仮に、これらをエネルギー消費として計上するならば、原料として用いられた紙や木材など燃焼可能なものもエネルギーとして考えることが出来る。

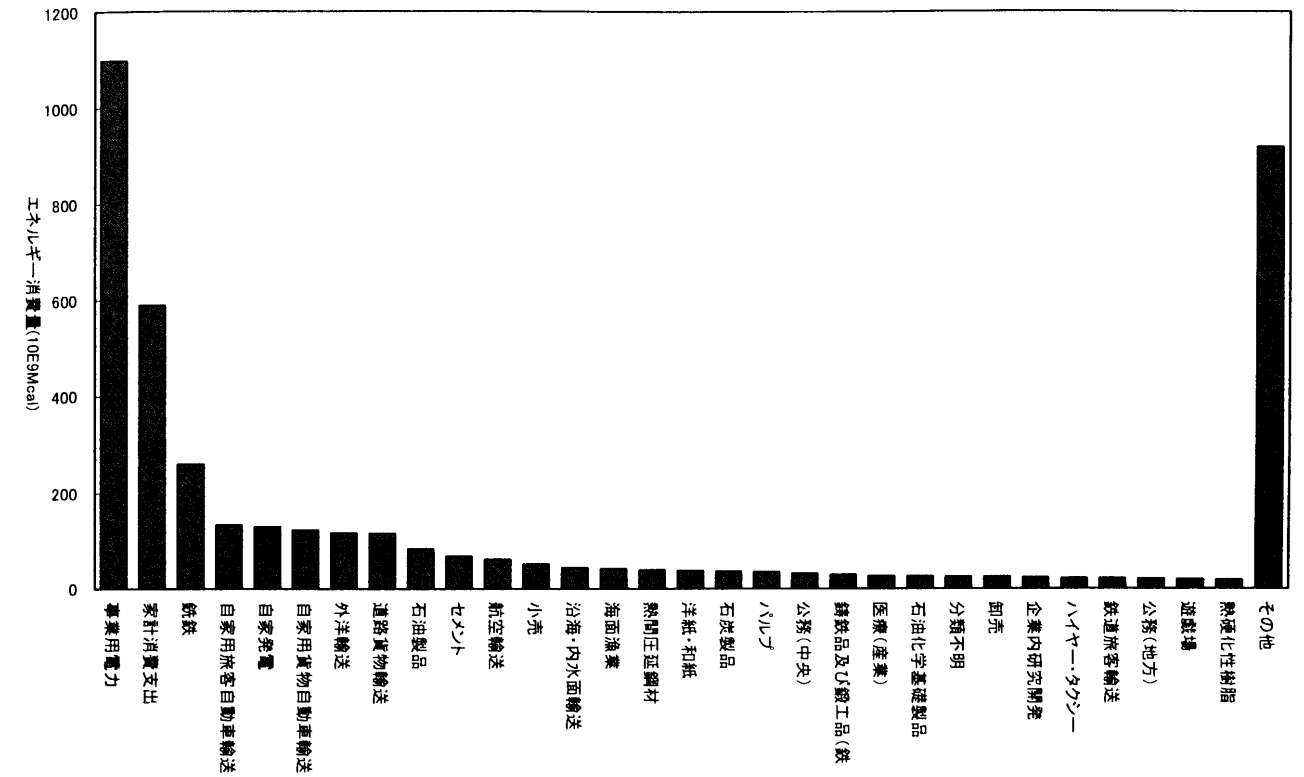


図 2.9 各部門でのエネルギー消費量(1990年)

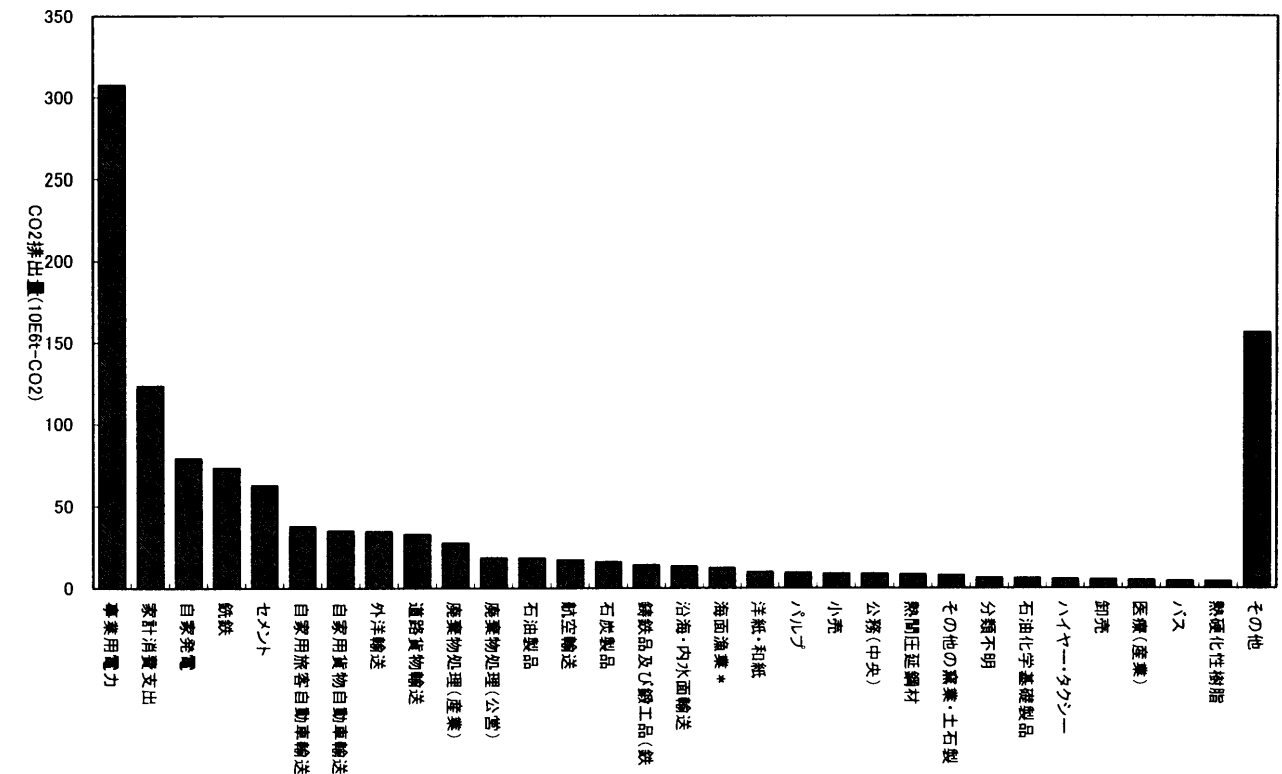


図 2.10 各部門での CO₂ 排出量(1990年)

2.6.3 SOx 発生量と SOx 排出量

図 2.11、12 は、それぞれ 1990 年の産業連関表の部門別に SOx 発生量、排出量を推計した結果を示している。発生量もしくは排出量の多い上位 30 部門を示しており、それら以外の 377 部門の発生量および排出量は集計して「その他」として示している。発生量は脱硫がなされないと仮定した場合であり、排出量は現実の脱硫を考慮している場合である。

我が国の SOx 総発生量は 880 万 t-SO₂ と推計された。全体の 69.2% にあたる 609 万 t-SO₂ は、表 2.11 に示される部門で原料として消費された鉱石、原油、石炭などを起源としている。石油製品部門からの発生量は 258 万 t-SO₂ (29.3%) で最も多く、そのうち原料として用いられた原油起源の SOx は 254 万 t-SO₂ である。銅、亜鉛、鉛などの非鉄精錬部門から発生する SOx は 270 万 t-SO₂ と全体の 30.7% を占めている。他方、全体の 30.8% にあたる 271 万 t-SO₂ は燃料燃焼により発生しており、そのうちの半分近くは事業用電力および自家発電部門から発生している。

一方、SOx 総排出量は 140 万 t-SO₂ と推計された²⁹。産業部門からの SOx 排出量は 139 万 t-SO₂ と全体の 99% 以上を占めており、家計部門からはほとんど排出されていない。SOx については、外洋輸送部門からの排出量が 37 万 t-SO₂ と圧倒的に多く、我が国の排出量の 26% を占めている。発生量では 4% 程度しか占めていないが、現時点では船舶には脱硫装置が設置されていないので、排出量では大きな割合を占めることになる。これに次いで、事業用電力部門、沿海・内水面輸送部門、自家発電部門と続いている。排出される SOx のほとんどが化石燃料起源であるが、鉱石やバイオマス燃料起源のものもある。例えば、鉄部門で排出される SOx は鉄鉱焼結炉からの排出が大きく、その 61% が鉄鉱石に含まれる硫黄を起源としている。また、自家発電部門では 17% がパルプ黒液起源であり、廃棄物処理部門では 9 割以上が廃棄物中の硫黄を起源としている。上位 8 部門は、電力および輸送（含む漁船）に関連する部門であり、全体の排出量の約 7 割を占めている。

産業部門（405 部門）全体での平均脱硫率は約 84.0% と推計される。輸送関連 12 部門を除いた部門（主に工場などの固定発生源）における平均的な脱硫率は、約 91.9% と非常に高いことが認められた。特に、石油製品、石炭製品、非鉄精錬関連 4 部門における主に鉱石や原油などの原料を起源とする SOx の除去率は 99.7% と非常に高い。上記の 16 部門を除いた部門の平均脱硫率、すなわち、主に固定発生源から燃料燃焼に伴って発生する SOx の平均的な除去率は約 72.3% と推計される。

²⁹ 科学技術政策研究所によって、1975 年から 1987 年までに我が国の SOx および NOx 排出量について推計が実施されている [2.30]。

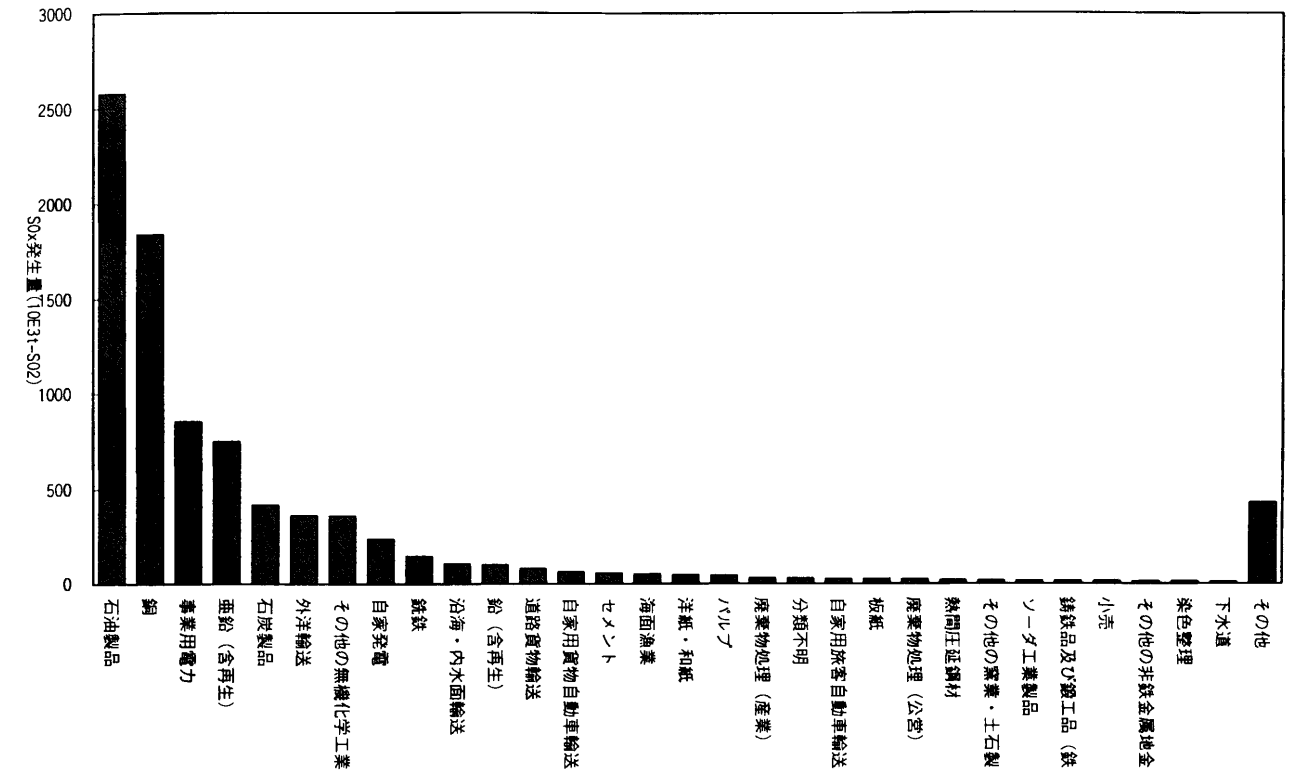


図 2.11 各部門での SOx 発生量(1990 年)

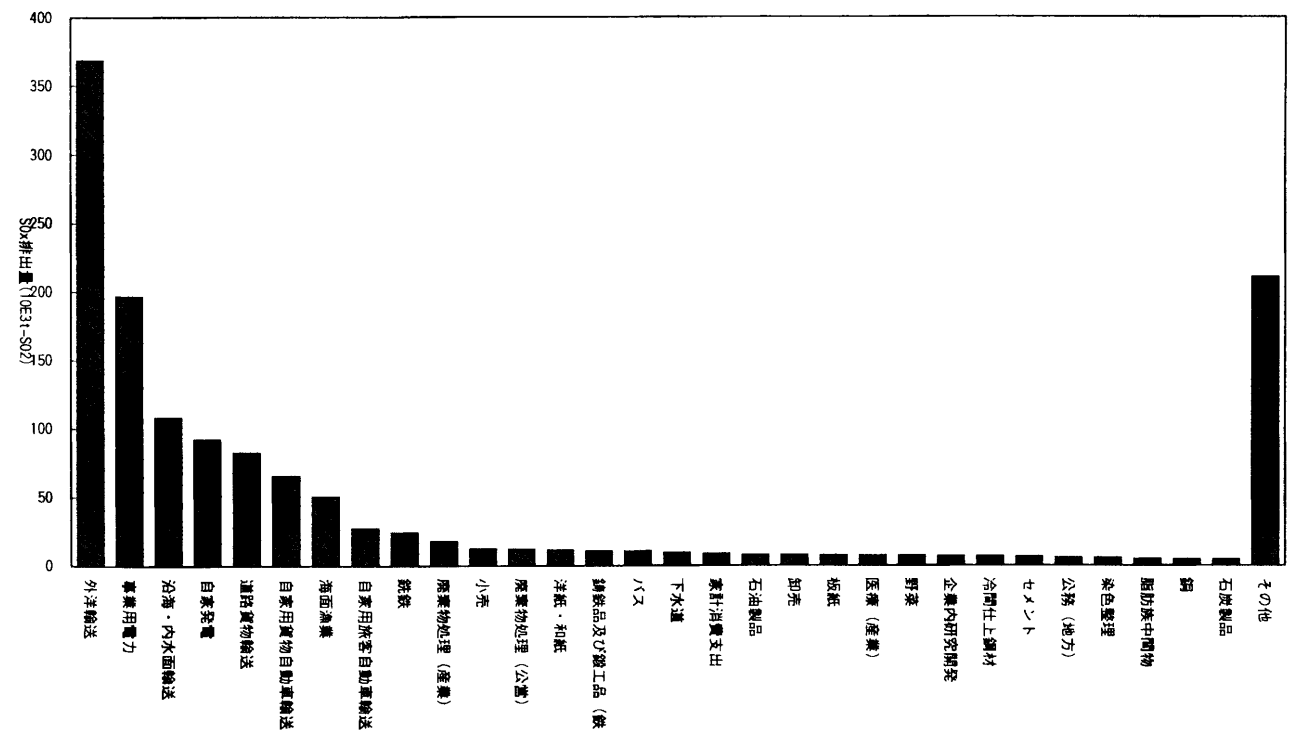


図 2.12 各部門での SOx 排出量(1990 年)

2.6.4 NOx 排出量

図 2.13 は 1990 年の産業連関表の部門別に NOx 排出量を推計した結果を示している。排出量の多い上位 30 部門を示しており、それら以外の 377 部門の排出量は集計して「その他」として示している。

我が国の NOx 総排出量は 284 万 t-NO₂ と推計された。産業部門からの NOx 排出量は 272 万 t-NO₂ と全体の 96% を占め、家計部門からの排出は 4% に過ぎない。NOx についても SOx と同様に、外洋輸送部門からの排出量が 88 万 t-SO₂ と全体の 31% を占めており飛び抜けて大きい。次いで、沿海・内水面輸送、事業用電力と続き、SOx 排出量とはほぼ同じ傾向を示している。ただし、セメント、航空輸送、自家用旅客輸送などの部門では SOx 排出量は少ないが NOx 排出量が多い。輸送関連 12 部門からの排出量が全体の約 6 割を占めている。

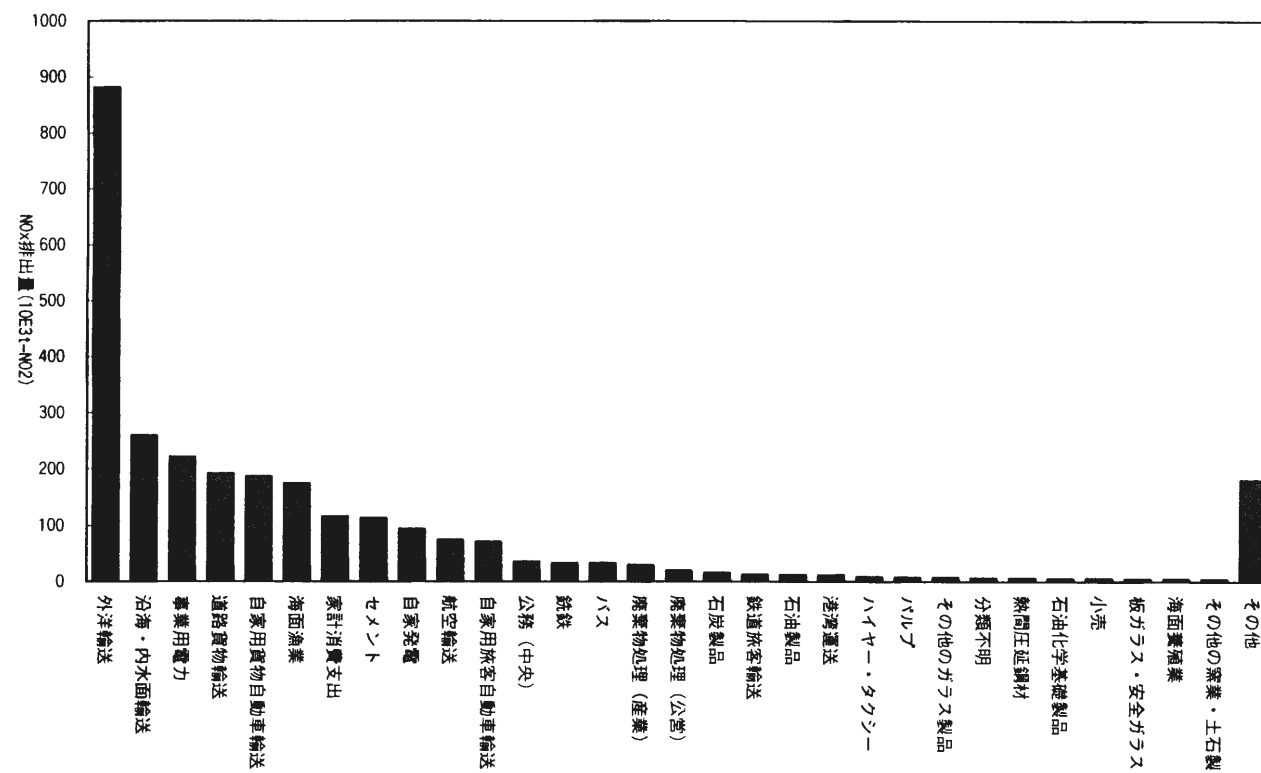


図 2.13 各部門での NOx 排出量(1990 年)

2.7 他の推計例との比較

産業連関表の部門別 CO₂ 直接排出量は他にも推計例があり、本章で示した推計手法に従って得られた結果と比較した。直接 CO₂ 排出量に関する公表データはほとんどないので、式(2.1)に従って、レオンチェフ逆行列を掛け合わせて求められた CO₂ 排出原単位を比較することで、

間接的ではあるが、推計手法の違いによる差異を分析する。1990 年表に基づいた基本分類(405 部門)での部門別 CO₂ 排出原単位については、文献[2.2]と[2.3]において結果が公表されている。以下では、これらの結果と比較することで、本推計手法の特徴を明らかにする。

表 2.12 は、原燃料消費量の推計方法の違いに大きく影響される代表的な部門について、本研究で推計された CO₂ 排出原単位と既往の研究によるものとを比較している。A が本研究の結果、B が文献[2.2]より引用した慶応大学の結果、C が文献[2.3]より引用した国立環境研究所の結果である。B は連関表(物量表)を主として構造統計を補完的に利用しており、C は連関表(物量表、ならびに、屑・副産物発生および投入量)を主として、部門別の直接原燃料消費量を推計している。利用している燃料の CO₂ 排出係数は、高炉ガスと転炉ガスを除いて三者ともほぼ同じである。C で用いている高炉ガス、転炉ガスの CO₂ 排出係数は、A と B のそれらよりも小さい³⁰。なお、CO₂ 排出原単位を推計するにあたって利用しているレオンチェフ逆行列は三者で多少異なるが、それによる影響はそれほど大きくないことが確認されている。

表 2.12 より、各部門の CO₂ 排出原単位は、直接原燃料消費量および CO₂ 排出比率の推計方法の違いにより、大きな差が生じることがわかる。本推計手法(A)により得られた、鉄鋼業を除いた各部門の CO₂ 排出原単位は、全体的には B と C に比べて大きな値となっている。これらの部門の主要な原燃料の消費量を推計する際に、B、C では主として物量表を用いている。物量表は連関表の産出額に平均単価を掛け合わせることで作成されているために、低価格で販売されている部門での消費量は過少評価されることになる(価格の歪み)。エネルギーを多く消費している主要部門へは、他の部門に比べて低価格で販売されていると考えられる。これが、B、C の排出原単位が相対的に小さくなっている大きな要因のひとつである³¹。自家発電部門の排出原単位に関しては、A の値が特に大きくなっている。これは、価格の歪みに加え、連関表の作成時点における各部門の自家発電活動による燃料消費量の自家発電部門への移行が、不十分であったことも大きな要因である³²。実際に、連関表から得られる情報から発電効率を算出してみると 60%以上と極めて高くなる。熱電併給を考慮してもこの値は大きすぎ、燃料消費量が過少評価されていることを示している。

一方、鉄鋼関連部門については異なる傾向が見られる。B、C とも、これらの部門に関しては、実態を考慮した補正を加えているため、鉄鋼下流部門は 3 者とも比較的近い値となっている。表 2.12 を見る限り C の値が大きい、これは高炉ガスと転炉ガスに含まれる CO₂ の配分

³⁰ これら副生ガス中に含まれる CO₂ を、A と B では、副生ガスの消費側へすべて配分しているが、C では消費側だけでなく発生側へも配分しているためである。C では、高炉・転炉ガスの CO₂ 排出係数を 45kg-CO₂/Gcal としており、A および B の半分以下の値となっている。

³¹ B では物量表に記載されていない原燃料種について構造統計を用いて補完しているが、C では鉄鋼副生ガス以外の黒液や炭化水素ガスなどの原燃料については対象外としている。また、B と C とでは用いている CO₂ 排出比率も異なる。そのため、両者とも物量表ベースの推計でありながら値が異なっている。

³² 同じ物量表ベースの推計でありながら、B と C とが大きく異なる主因は高炉ガスと転炉ガスとの排出係数の違いにある。

方法が異なるためである。C では、高炉ガスと転炉ガスに含まれる CO₂を消費熱量に比例して発生側(銑鉄部門、粗鋼(転炉)部門)に配分するという考えを採用しており、C の高炉ガスと転炉ガスの CO₂排出係数は、A と B の値の半分以下となっている。これらの CO₂排出係数を一致させれば3者とも比較的近い値になると予想される。

また、鉄鋼関連部門以外でもいくつかの部門では A の値の方が小さくなっている。これは価格の歪みより CO₂排出比率の違いなど他の要因の影響が大きいためである。

表 2.12 代表的な部門の CO₂ 排出原単位の比較

単位:t-CO₂/百万円

コード	部門名	本研究 A	慶応大 B	国環研 C	(B-A) /A	(C-A) /A
181101	パルプ	18.08	9.02	6.85	-50%	-62%
181201	洋紙・和紙	17.27	15.12	9.19	-12%	-47%
181301	板紙	14.31	11.43	8.70	-20%	-39%
181302	段ボール	9.09	7.27	5.90	-20%	-35%
201101	アンモニア	29.48	15.90	46.92	-46%	59%
202101	ソーダ工業製品	19.27	20.01	17.22	4%	-11%
204101	熱硬化性樹脂	13.97	6.00	6.60	-57%	-53%
204102	熱可塑性樹脂	9.14	9.23	8.15	1%	-11%
204103	高機能性樹脂	7.64	6.21	7.18	-19%	-6%
211101	石油製品	4.36	3.20	4.07	-27%	-7%
212101	石炭製品	20.23	37.43	14.79	85%	-27%
252101	セメント	89.77	84.84	78.59	-5%	-12%
252201	生コンクリート	23.32	21.67	20.72	-7%	-11%
261103	粗鋼(転炉)	29.36	27.87	44.31	-5%	51%
261104	粗鋼(電気炉)	11.22	19.82	13.97	77%	25%
262101	熱間圧延鋼材	17.93	19.52	23.98	9%	34%
262201	鋼管	11.47	11.85	14.17	3%	24%
262301	冷間仕上鋼材	12.43	13.15	15.37	6%	24%
262302	めっき鋼材	9.90	9.58	10.55	-3%	7%
511100	事業用電力	25.23	23.95	23.16	-5%	-8%
511104	自家発電	155.70	84.55	44.59	-46%	-71%
712102	ハイヤー・タクシー	2.51	4.94	2.65	96%	6%
714101	外洋輸送	24.84	9.99	15.21	-60%	-39%
715101	航空輸送	8.64	8.94	9.09	3%	5%

おわりに

産業連関表をインベントリ分析へ適用するにあたって、各部門における直接環境負荷の推計は鍵となる。この推計が産業連関表を用いたインベントリ分析の信頼性を左右すると言っても過言ではない。本研究では、エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出(発生)量について、信

頼性そして透明性の高い推計手法を確立した。そして、その手法に基づいて我が国の 1990 年表の部門別エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出量を実際に推計した。この推計手法は汎用的なものであり、1990 年表だけでなく過去および将来の我が国の産業連関表にも適用可能である。既往の研究においても、これらの環境負荷に関する推計は実施されてきたが、公的統計資料を十分に検討し、できる限り実態を反映させた推計を可能とする手法を開発したところに、本研究の大きな意義がある。

本研究により、各省庁で実施している既存の調査に基づけば、少なくとも、燃料消費量、そして、エネルギー消費に起因する環境負荷については、信頼性の高い推計が十分に可能である事を示した。今後、既存の産業連関表を用いることを念頭において、エネルギー起源の環境負荷だけでなく、それ以外の環境負荷も含めて、信頼できる環境負荷データベースが、公的機関の協力の基に作成されることが期待される。例えば、米国においては、Environmental Protect Agency (EPA)のプロジェクトとして、カーネギーメロン大学を中心として、公的データを用いたデータベースが整備されつつある^[2.31]。我が国でも、環境庁で実施されている大気汚染物質排出量総合調査 (MAP 調査) などの既存データの利用可能性を検討した上で、データベースの整備が望まれる。本章で提案した推計手法は完全なものとは言えないかもしれないが、環境負荷データベースの整備において基礎的な知見を提供していることは間違いない。

ここでは、産業連関表自体には手を加えず、それに環境負荷データベースを付加することで分析を実施するというアプローチを前提としている。しかし、環境分析に適した形に産業連関表自体を拡張するというアプローチもある。将来的には、このような拡張産業連関表の作成が重要性を増してくるであろう。本章の研究結果は、少なくともエネルギー資源およびそれを起因とする環境負荷を含めた拡張産業連関表の可能性を示唆するものでもある。このことをより広い観点から捉えるならば、有価物の流れのみを記述する産業連関表を、そうでない物質も含めて構築し直すことを意味し、本研究は、環境経済学における物質代謝論アプローチ^[2.35]の発展に向けて潜在的な価値をもつといえる。

参考文献

- [2.1] Robert A. Herendeen, "The Energy Cost of Goods and Services", Oak Ridge National Laboratory, 1973
- [2.2] 産業研究所環境問題分析グループ「環境分析用産業連関表」慶応義塾大学産業研究所、1996年
- [2.3] 近藤美則、森口祐一「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」国立環境研究所地球環境研究センター、1997年
- [2.4] 竹林芳久、岡建雄、紺矢哲夫、「産業連関表による建築物の評価 その2. 事務所建築の建設による環境への影響」、日本建築学会計画系論文報告集 第431号、pp31-38、1992年
- [2.5] 「LCA実務入門」付録2 Environmental load of 4000 social stocks、産業環境管理協会、1998年
- [2.6] 「平成7年産業連関表－総合解説編－」総務庁、1999年
- [2.7] 総務庁編「平成2年産業連関表－計数編(1)」全国統計協会連合会
- [2.8] 総務庁編「平成2年産業連関表－計数編(2)」全国統計協会連合会
- [2.9] 通商産業大臣官房調査統計部編「平成2年石油等消費動態統計表」通商産業調査会
- [2.10] 通商産業大臣官房調査統計部編「平成2年石油等消費構造統計表」通商産業調査会
- [2.11] 通商産業大臣官房調査統計部編「平成2年エネルギー生産需給統計年報」通商産業調査会
- [2.12] 資源エネルギー庁長官官房企画調査課編「平成2年総合エネルギー統計」通商産業研究社
- [2.13] 大蔵省編「平成2年日本貿易月表」日本関税協会
- [2.14] 通商産業大臣官房調査統計部編「平成2年資源統計年報」通商産業調査会
- [2.15] 通商産業大臣官房調査統計部編「平成2年紙パルプ統計年報」通商産業調査会
- [2.16] 通商産業大臣官房調査統計部編「平成2年化学工業統計」通商産業調査会
- [2.17] 通商産業大臣官房調査統計部編「平成2年窯業建材年報」通商産業調査会
- [2.18] 通商産業大臣官房調査統計部編「平成2年鉄鋼統計年報」通商産業調査会
- [2.19] 電気事業連合会統計委員会編「平成2年電気事業便覧」日本電気協会
- [2.20] 資源エネルギー庁公益事業部編「平成2年電力調査統計月報」中和印刷
- [2.21] 資源エネルギー庁公益事業部編「平成2年度電力需給の概要」中和印刷
- [2.22] 資源エネルギー庁ガス事業課編「平成2年ガス事業統計年報」日本ガス協会
- [2.23] 資源エネルギー庁公益事業部編「自家用発電設備設置状況(平成3年3月)」
- [2.24] 運輸省運輸政策局編「平成2年陸運統計要覧」
- [2.25] 運輸省運輸政策局編「平成2年運輸エネルギー統計要覧」
- [2.26] 運輸省運輸政策局編「平成2年航空輸送統計年報」
- [2.27] 日本国政府「気候変動に関する国際連合枠組条約に基づく日本国報告書」1994年
- [2.28] 計量計画研究所「大気汚染物質の固定発生源施設種類別排出量調査」平成5年度環境庁委託業務報告書、1994年
- [2.29] 日本国政府「気候変動に関する国際連合枠組条約に基づく第2回日本国報告書」1997年
- [2.30] 科学技術庁科学技術政策研究所編「アジアのエネルギー利用と地球環境」大蔵省印刷局、1992年
- [2.31] 例えば、L. B. Lave, S. Joshi, H. L. MacLean, "Environmental Input-Output Life Cycle Analysis: A Summary of Results Including a comparison with the SETAC Approach", Society of Automotive Engineering Conference Proceeding, pp.283-290, 1998
- [2.32] 堀江宏幸編「石炭年鑑1992」テックスレポート、1991年
- [2.33] 資源エネルギー庁石炭部監修「コールノート1991年版」資源産業新聞社、1991年
- [2.34] 「燃料協会誌」Vol.70、No.7、燃料協会、1991年
- [2.35] 植田和弘、落合仁司、北畠佳房、寺西俊一「環境経済学」有斐閣、1991年

第3章 海外の生産活動に伴う環境負荷を反映した推計手法

はじめに

我が国の産業連関表は国内の財・サービスの流れは網羅しているが、海外における生産活動は含んでいない。したがって、我が国の産業連関表を用いて間接的な環境負荷を求める場合には、国外で誘発される環境負荷は十分に考慮されてこなかった。既往の多くの研究では、輸入財もすべて国産であると仮定することで、各財・サービスの生産に伴い国外で間接的に誘発される環境負荷を推計している。この仮定は1次近似としては良いが、国内外をまたがる生産活動が当たり前である現在においては、海外における実際の生産活動に伴う環境負荷を反映させることが望まれる。我が国は、天然資源や素材の多くを輸入に依存しており、海外における生産活動を適切に考慮することは、「製品指向」のLCAにおいて必要不可欠である。本研究では、海外の生産活動に伴う環境負荷を取り入れて間接的な環境負荷を推計するための手法を開発し、その手法に従って、実際に、各財・サービスのエネルギー原単位、CO₂、SO_x、NO_x排出原単位を推計した。

3.1 既往の分析における輸入財の取扱い

既往の分析では、輸入財は考慮しない、もしくは、輸入財を国産財と仮定するという2通りの考え方が採用されてきた。前者は、ある財・サービスの生産に伴い国内で誘発される環境負荷のみを計上する方法であり^{13.1)}、後者は、すべての輸入財を我が国で生産したと仮定して、本来であれば海外で誘発される環境負荷を推計する方法である^{13.2)}。

LCAは、製品のライフサイクルにわたる環境負荷を評価することに特徴をもっており、インベントリ分析において、国内の環境負荷のみに限定するのは望ましくない。我が国では、多くの天然資源や素材を輸入に頼っているにも関わらず、それらの海外での生産や輸送に伴う環境負荷を見逃すことになる。もちろん、国内対策を考える上でLCAを利用するならばその限りではないが、LCAの「製品指向」とい特徴を最大限活かすことが出来ない。他方、輸入財を国産財と仮定して、海外で誘発される環境負荷を推計することは、1次近似解としてはある程度の意味をもつ。しかし、国内外の生産技術や産業構造が大きく異なる場合には実態から大きくかけ離れる場合がある。また、輸入財を国内で生産されたと仮定すると、それらの国際輸送に伴う排出が含まれないことも問題となる。

3.2 海外の生産活動を反映した分析手法

産業連関表を用いることで、任意の部門に最終需要が生じた場合に経済全体から排出される環境影響物質量を求めることが可能である。ここでは、ある部門の財・サービス（以下では財）

に対して最終需要が生じた時に、その生産に伴いすべての部門から排出される環境影響物質量の合計を直接間接排出量と呼び、財1単位あたりの直接間接排出量を排出原単位と呼ぶ。財jの排出原単位(ϵ_j)は、財jの1単位の生産に伴い、j部門で直接排出される物質量(e_j)と他の部門で間接的に排出される物質量($\sum \epsilon_i a_{ij}$)との合計であり、この関係は式(3.1)のように記述される。

$$\epsilon_j = e_j + \sum_i^n \epsilon_i a_{ij} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad \text{式(3.1)}$$

ここで、 a_{ij} は財jを1単位生産するために直接に必要な財iの量である。式(3.1)を行列表示して ϵ について解くと式(3.2)が得られる。 n は産業連関表の内生部門数である。

$$\epsilon = e^T (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \quad \text{式(3.2)}$$

ここで、 \mathbf{A} 、 e 、 ϵ は、それぞれ、 a_{ij} 、 e_j 、 ϵ_j を要素とする行列もしくはベクトルである。 T は転置を示す。 \mathbf{A} は産業連関表から得られる投入係数行列であり、部門別直接排出量ベクトル e を推計することで、すべての財・サービスの排出原単位を求めることが出来る。既往の多くの研究では、式(3.2)に従って排出原単位を求めている^{13.2)}。

式(3.2)では輸入財も国産財と同様に我が国と同じ生産技術構造の基で生産されると仮定しているが、現実には生産活動は国内で閉じておらず、多種多様な財が輸入されている。我が国では、一部の素材や天然資源を輸入に大きく依存しており、それらの生産に関わる国々の生産技術構造は我が国のそれと異なっている。したがって、式(3.2)で求められる排出原単位は、実態とそぐわない結果となる可能性がある。輸入財を国産財と仮定せずに排出原単位を求めるためには、海外も含めた産業間の連関および海外の産業での直接排出量を知る必要がある。つまり、我が国の産業連関表と同等に、部門が詳細に分類されている国際連関産業表を作成することを意味する。しかし、それは現時点では不可能といっても過言ではない。次善策として、輸入財の排出原単位すなわち海外生産における現実の排出量をプロセス分析法により求めることが考えられる。国内外の生産技術構造の違いの影響を大きく受ける輸入財については、海外における生産プロセスを検討することで排出原単位を推計する。我が国の場合、それに相当する輸入財は天然資源や素材であり、それらの排出原単位はプロセス分析法により比較的正確に求めることが可能である。しかし、海外での産業間の複雑な相互依存関係の影響を大きく受ける輸入財については、プロセス分析法で排出原単位を正確に求めることは困難となる。そのような輸入財については国産財と仮定したほうが妥当である。このように、それぞれの輸入財の特徴を考慮して、国産財と仮定するものとししないものに分けて考えることで、実態に近い値を

求めることが可能となる。

この考えに基づくと、我が国の j 部門で生産される財の排出原単位 ε_{dj} は式(3.3)のように記述される。

$$\varepsilon_{dj} = e_j + \sum_i^n \varepsilon_{di} a_{dij} + \sum_i^n \varepsilon_{di} a'_{mij} + \sum_i^n \varepsilon_{mi} a''_{mij} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad \text{式(3.3)}$$

ここで、 a_{dij} 、 a'_{mij} 、 a''_{mij} は、それぞれ、j 部門で 1 単位の財の生産のために投入された国産財 i の量、国産財と仮定した輸入財の量、国産財と仮定しない輸入財の量である。 ε_{mi} は、輸入財の排出原単位であり、プロセス分析により求められる。財 j の排出原単位は、部門 j での直接排出量 e_j と、国内での間接的な排出量 ($\sum \varepsilon_{di} a_{dij}$) と、国外での間接的な排出量 ($\sum \varepsilon_{di} a'_{mij} + \sum \varepsilon_{mi} a''_{mij}$) との合計に等しい。

式(3.4)は式(3.3)を行列表示した上で、 ε_d について解いた結果である。

$$\varepsilon_d = e^T (\mathbf{I} - (\mathbf{A}_d + \mathbf{A}'_m))^{-1} + \varepsilon_m^T \mathbf{A}''_m (\mathbf{I} - (\mathbf{A}_d + \mathbf{A}'_m))^{-1} \quad \text{式(3.4)}$$

ここで、 \mathbf{A}_d 、 \mathbf{A}'_m 、 \mathbf{A}''_m はそれぞれ a_{dij} 、 a'_{dij} 、 a''_{dij} を要素とする行列である。 \mathbf{A}_d は国産財の投入係数行列であり、 \mathbf{A}'_m と \mathbf{A}''_m との和は、産業連関表の輸入財の投入係数行列 \mathbf{A}_m に相当し、産業連関表から求めることが可能である。また、 ε_d 、 ε_m 、 e はそれぞれ ε_{di} 、 ε_{mi} 、 e_i を要素とするベクトルである。 ε_m 、 e を推計することで、式(3.4)にしたがって、海外での実際の排出を考慮して実態に近い排出原単位を求めることが可能となる。

3.3 輸入財の環境負荷原単位の推計

3.3.1 検討対象と前提条件

前節で示した式(3.4)にしたがって、輸入財の海外での生産に伴う環境負荷も含めて間接的に誘発される環境負荷を求めるためには、輸入財を国産財と仮定するものとし、ないものに分類する必要がある。我が国は様々な財を輸入しているが、そのすべてについて国外での環境負荷を把握することは極めて困難である。例えば、輸入自動車に関して、資源を採掘して、素材を製造し、部品加工そして組立までの一連の国外での生産活動に伴う環境負荷を把握することは難しい。ここでは、輸入比率が高く、国内外で生産による環境負荷が大きく異なるものだけを対象とした。具体的には、原油、石炭、LNG、鉄鉱石、アルミニウム新地金の 5 種類である(表 3.1)。これらの財の生産活動は、機械製品や電気製品などに比べて生産プロセスが追いやさく、海外における環境負荷を間接分も含めて比較的正確に推計することが出来ると考えられる。

表 3.1 原油、石炭、LNG、鉄鉱石、アルミニウムの輸入量(1990 年)

財	輸入国	輸入量 [千t]	財	輸入国	輸入量 [千t]
石炭	オーストラリア	55,372	鉄鉱石	オーストラリア	53,853
	カナダ	19,012		ブラジル	30,198
	アメリカ	10,766		インド	20,709
	ソ連	7,794		フィリピン	4,849
	南アフリカ	4,547		南アフリカ	4,805
	中国	4,440		チリ	3,950
	朝鮮民主主義人民共和国	528		カナダ	1,923
原油	アラブ首長国連邦	47,784	アルミ新地金	ベネズエラ	1,754
	サウジアラビア	44,456		アメリカ	583
	インドネシア	26,831		オーストラリア	519
	イラン	22,568		ブラジル	278
	中国	15,922		ヴェネズエラ	206
	カタール	13,125		ニュージーランド	163
	オマーン	12,280		アラブ首長国連邦	100
	メキシコ	8,902		ソ連	100
	イラク	8,329		カナダ	72
	クウェート	7,876		アルミナ	オーストラリア
	LNG	インドネシア	17,401		中国
マレーシア		6,380			
ブルネイ		5,341			
オーストラリア		2,907			
アラブ首長国連邦		2,372			
アメリカ	1,010				

文献[3.15]より

対象とした環境負荷は、第 2 章と同様に、エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出量である。

3.3.2 輸入財の国外生産に伴う環境負荷の推計手法とデータ

(1) 石炭、原油、LNG

石炭、原油、LNG の生産および現地輸送のために必要な燃料、電力、消耗資材などについて文献調査および関連事業者への聞き取り調査よりデータを収集した。石炭の生産についてはオーストラリアの炭鉱の実績データ(1997 年度)を得た。石炭の現地輸送については、ディーゼル機関車を用いると仮定し、燃料はすべて軽油として文献[3.3]に記載されている J R 貨物のトンキロあたりのエネルギー消費量を採用した。原油と LNG については、それぞれ、文献[3.4]、[3.5]の値を引用した。原油は中東とノルウェーの実態調査から設定された値であり、LNG は各国別に採取・液化に伴う燃料消費量が記載されている。

これらの調査結果から得られた年間燃料等消費量を年間生産量で割ることで、各化石燃料の 1t(kl)あたりの生産および輸送に必要な燃料と電力を算出した。表 3.2 に石炭と原油の 1t(kl)あたりの燃料および電力消費量を示す。これらの値は各鉱山、各油田により異なる可能性がある。

るが、本研究では表 3.2 に示す値を代表値として採用した。ただし、石炭の採掘および輸送については、それぞれ、各国における採炭方法(表 3.3)と現地輸送距離(表 3.3)の違いを反映させて、1t あたりに必要な燃料と電力を求めている。天然ガスについては、1t あたりの国別燃料消費量を表 3.4 に示す。

採掘時には燃料や電力消費以外にも環境負荷を発生する要因がある。原油採掘時に発生する随伴ガスの一部は焼却処分され CO₂ となり大気中へ放出される。随伴ガス油比とフレア率は地域別に表 3.5 に示す値とした。粗天然ガス中に CO₂ が含まれている場合は、液化前に分離され大気中へ放出される。粗天然ガスの CO₂ 含有率は表 3.4 に示されている。また、これらガスには H₂S が含まれる場合がある。南方と中国以外の随伴ガスには 1.3mol%^[3.4]の H₂S が、UAE とオーストラリアの粗天然ガスにはそれぞれ 2.3mol%^[3.5]、0.004mol%^[3.6]の H₂S が含まれるとした。ただし、粗天然ガス中の硫黄分はほとんどが回収されるとし、精製後の硫黄分は表 2.8(第 2 章)に示す値とした。なお、石炭については、表 3.6 に示される消耗資材の消費を考慮した。

表 3.2 原油・石炭の生産・現地輸送によるエネルギー消費量

	随伴ガス m ³ /kl	軽油 l/t	ガソリン l/t	電力 kWh/t
原油採掘・前処理	9.900			
石炭採掘(露天)		4.5900	0.0272	2.906
石炭採掘(坑内)		0.1641	0.0271	11.220
選炭		0.6582	0.0037	7.765
石炭輸送		0.0128		

原油採掘・前処理の値は文献[3.4]より
 採炭・選炭の値は聞き取り調査より
 石炭輸送の軽油消費量の単位は l/t・km であり、文献[3.3]より

表 3.3 各国の採炭方法比率と陸上輸送距離

国	採炭方法比率		輸送距離 km
	露天掘り	坑内掘り	
オーストラリア	67.5%	32.5%	187
インドネシア	100.0%	0.0%	23
中国	8.2%	91.8%	455
南アフリカ	39.8%	60.2%	534
アメリカ	58.8%	41.3%	1125
カナダ	100.0%	0.0%	1132
ロシア	48.7%	51.4%	2996
コロンビア	100.0%	0.0%	184
その他※	29.6%	70.4%	23

※その他はベトナム、北朝鮮、ニュージーランド。
 カナダ、コロンビア、インドネシアの採炭比率は文献[3.5]より
 上記 3 カ国以外の採炭比率は文献[3.18]より
 距離は文献[3.16][3.17]より

表 3.4 液化燃料量と粗天然ガス中の CO₂ 含有率

国	液化に必要な LNG量	粗ガス中の CO ₂ 量
	kg/t	mol%
マレーシア	95.8	3.7
ブルネイ	81.4	0.7
インドネシア	170.6	11.3
UAE	184.8	5.0
アメリカ	80.5	0.0
オーストラリア	150.0	1.0

文献[3.5][3.6]より

表 3.5 随伴ガス油比とフレア率

地域	随伴ガス油比 scf/bbl	フレア率 mol%
中東	720	6.3
南方	350	5.9
その他※	720	6.3

※その他の地域は中東と同じとした
 文献[3.4]より

表 3.6 採炭時における消耗資材消費量

	鋼材	爆薬	セメント	ゴム
露天掘り		4.0698		0.0003
坑内掘り	0.0550		0.0349	0.0001

聞き取り調査より

以上の調査結果に基づいて、各化石燃料 1 単位の採掘、前処理、現地輸送に伴う排出量(E_h)を式(3.5)に従って求めた。

$$E_h = \sum_j C_j * CF_{hj} + \sum_k M_k * MF_{hk} + P_h \quad \text{式(3.5)}$$

C : 1 単位あたりの燃料(電力)消費量

CF : 燃料(電力)の排出係数

M : 1 単位あたりの消耗資材消費量

MF : 消耗資材の排出原単位

P : フレアおよび粗ガス中含有 CO₂ 放出による 1 単位あたりの排出量

h : 環境負荷の種類(エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出量)

j : 燃料(電力)の種類

k : 消耗資材の種類

各燃料の排出係数は表 3.7 の値を、各消耗資材の排出原単位は表 3.8 の値を用いた。また、電力の排出係数は各国もしくは地域の電源構成を考慮して算出した表 3.9 の値を用いた。

表 3.7 燃料の排出係数

燃料 [物量単位]	熱量 Mcal /物量	排出係数			
		kg-CO ₂ /Gcal	g-SO ₂ /Gcal	g-NO ₂ /Gcal	
随伴ガス [千m ³]	中東	11500	232.2	3217	817.4
	南方	12600	225.4	0	817.5
	中国	11500	229.6	0	817.4
	他地域	11500	232.2	3217	817.4
天然ガス [t]	マレーシア	12036	213.4	0.000	163.1
	ブルネイ	12288	214.3	0.000	163.1
	インドネシア	12076	213.8	0.000	163.1
	UAE	13080	215.9	0.719	163.1
	アメリカ	12338	206.8	0.000	163.1
	オーストラリア	12462	211.6	0.754	163.1
ガソリン [kl]	8400	280.8	0.008%	789.3	
軽油 [kl]	9200	287.4	0.398%	2102.2	
A重油 [kl]	9300	290.1	0.480%	3021.2	
C重油 [kl]	9800	297.5	1.680%	393.5	

- ・ガソリン、軽油、重油の SO_x 排出係数は燃料中の硫黄分(重量百分率)で示されている。
- ・随伴ガス(中東)の熱量、CO₂、SO_x、NO_x 排出係数は文献[3.4]より。
- ・随伴ガス(南方)(中国)の熱量、CO₂、SO_x、NO_x 排出係数は聞き取り調査より。ただし、NO_x は文献[3.4]に記載の 9.4g-NO₂/m³ より計算。
- ・随伴ガスの NO_x 排出係数は燃料として用いた場合であり、フレアによる NO_x 排出係数は 100g-NO₂/Gcal (国に拠らず共通)文献[3.4]とした。
- ・随伴ガス(他地域)は中東と同じとした。
- ・天然ガスの熱量と CO₂ は文献[3.5]より計算。SO₂ は第 2 章の表 2.8 と同じとした。NO₂ は文献[3.11]より大規模ボイラの値を引用。
- ・ガソリン、軽油、A 重油、C 重油の発熱量、CO₂ 排出係数、硫黄分は第 2 章の表 2.8 と同じとした。
- ・天然ガスと重油の NO_x 排出係数は[文献 3.11]より引用。天然ガスと C 重油は大規模ボイラ、A 重油はディーゼル機関での燃焼を想定。
- ・ガソリンと軽油はトラックの燃料と想定し、NO_x 排出係数は文献[3.20]より引用。ただし、軽油がディーゼル機関車に用いられた場合は、4783g-NO₂/Gcal 文献[3.19]とした。

表 3.8 消耗資材の排出原単位

	Gcal/t	t-CO ₂ /t	kg-SO ₂ /t	kg-NO ₂ /t
鋼材	4.43	1.22	2.36	4.82
非鉄金属	31.98	7.51	50.68	32.91
セメント	1.02	0.81	0.21	1.55
電線	8.54	2.25	4.10	3.89
ゴム・タイヤ	12.41	3.81	6.38	7.69
爆薬	3.80	1.31	1.45	2.29

第 3 章で計算した実態反映型の値に、文献[3.31]の部門別品目別国内生産額表の単価をかけることで算出。

表 3.9 電力の排出係数

	kcal/kWh	g-CO ₂ /kWh	g-SO ₂ /kWh	g-NO ₂ /kWh
アメリカ	2,667	593.0	3.26	1.69
カナダ	2,369	167.5	1.05	0.45
ロシア	3,459	861.1	3.69	2.65
中国	2,382	943.9	6.77	3.10
北朝鮮※	2,382	943.9	6.77	3.10
インドネシア	2,258	583.9	2.92	1.81
オーストラリア	2,121	828.5	6.96	2.72
南アフリカ	1,490	804.7	8.36	2.66

※北朝鮮は中国と同じと仮定。
文献[3.21]~[3.28]より算出。計算前提は付録 A12 を参照

(2)鉄鉱石、アルミニウム

鉄鉱石およびアルミニウムの生産および現地輸送のために必要な燃料、電力、消耗資材などについて文献調査によりデータを収集した。

鉄鉱石については文献[3.7]に記載されている代表的なデータを利用した。表 3.10 に鉄鉱石を 1t 生産する際に必要となる燃料量を示す。これらの値を基に式(3.5)にしたがって、エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出量を求めた。

表 3.10 鉄鉱石の生産に伴う燃料消費量

	採掘	陸上輸送	積込
	l-軽油/t	l-軽油/t	l-軽油/t
燃料消費量	1.98	1.33	0.60

文献[3.7]より

アルミニウム新地金については、文献[3.8]により算出された値を利用した。この値の基礎となるデータはヨーロッパアルミ連盟(EAA)によるものであり、ボーキサイトの採掘からアルミ精錬までを網羅している。また、アルミは精錬時に大量の電力を消費するが、その電源構成については我が国のアルミ地金輸入実績を基に設定しており、実態を反映している。表 3.11 にはアルミニウム新地金を 1t 生産する際に発生する環境負荷を示している。ただし、アルミナ(Al₂O₃)の段階で輸入される場合には式(3.6)にしたがって環境負荷を算出した³³。

³³ アルミナの輸入国と新地金の輸入国とは異なるので、アルミナ製造時に消費される電力の生産に伴う環境負荷(エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出量)は表 3.11 の値を用いることは出来ない。電力起源の環境負荷は、式(3.6)の第 2 項に示されるように輸入国の電力の排出係数(表 3.9)を用いて計算し直す必要がある。

$$E = (E^p + E^t) \times Q + \frac{\sum_i E^c \times F_i \times Q_i}{\sum_i Q_i} \quad \text{式(3.6)}$$

E : アルミナ 1t あたりの環境負荷

E^p 、 E^t : アルミナ 1t あたりのプロセス(p)、輸送起源(t)の環境負荷(表 3.11)

E^c : アルミナ 1t あたりの電力消費量[kWh/t] (表 3.11)

F : 電力の排出係数(表 3.9)

Q : アルミナの輸入量(表 3.1)

i : アルミナ輸入国(表 3.1)

表 3.11 アルミニウム新地金の生産に伴う環境負荷

	アルミナ製造			電解精錬			計
	プロセス	電力	輸送	プロセス	電力	輸送	
Energy [Mcal/t]	6,078	818	1,594	6,760	21,066	529	36,845
[kWh/t]		588					
CO ₂ [kg/t]	1,759	205	290	2,358	5,271	141	10,025
SO _x [kg/t]	17.56	0.76	3.97	15.38	19.56	1.97	59.20
NO _x [kg/t]	4.29	0.51	0.39	0.69	13.21	0.17	19.26

電解精錬のプロセスには、電解で用いる電極の生産プロセスも含まれている。
文献[3.8]より

3.3.3 輸入財の国際輸送に伴う環境負荷の推計手法とデータ

輸入財の国際海上輸送に使用されている船舶は様々な種類があり、船舶ごとに推進機関や速力なども異なる。これらに依存して、船舶輸送に伴う環境負荷は変化する。船舶種類、速力、載貨重量などから、船舶輸送に伴う環境負荷を推計するための手法を確立し、それに従って、5種類の輸入財を船舶輸送する際に生じる環境負荷を推計した。表 3.12 に各輸入財の輸送に用いられる船舶の特性を地域別にまとめている。また、表 3.13 は輸入国から我が国までの距離を示している。各国からの輸送距離は積出港が複数ある場合は、積出量に応じて加重平均した。

(1) 石炭、原油、鉄鉱石、アルミニウム

石炭、原油、鉄鉱石は、それぞれ専用船にて輸送される。アルミニウムは他の貨物と同様にコンテナ船で輸送される。これらの船舶のほとんどはディーゼル機関であり、図 3.1 にしたがって上記 4 種の輸入財の船舶輸送における年間燃料消費量を推計した。航海時における船舶の機

関出力(P [PS])は載貨重量(W [t])と速力(V [knot])との関数である^[3.9]として定式化した。出力は速力の 3 乗に比例する^[3.9]として回帰分析を実施した結果、式(3.7)~(3.10)が得られた。

$$P = 0.0280W^{0.443} * V^3 \quad \text{式(3.7) [石炭輸送船]}$$

$$P = 0.0321W^{0.431} * V^3 \quad \text{式(3.8) [原油タンカー]}$$

$$P = 0.0146W^{0.502} * V^3 \quad \text{式(3.9) [鉄石専用船]}$$

$$P = 0.0520W^{0.370} * V^3 \quad \text{式(3.10) [コンテナ船]}$$

他方、燃料消費量(C [kg-fuel/h])は出力に比例する^[3.9]として回帰分析を実施して式(3.11)~(3.14)を得た。式(3.11)~(3.14)の比例係数は、機関の時間あたり 1 馬力あたりの燃料消費量に相当する。式(3.7)~(3.14)の導出には文献[3.10]のデータを用いた。なお、航行時には C 重油が用いられているとした。

表 3.12 船舶特性

資源	地域	載貨重量 t	積載率	速力 ノット	碇泊 h/往復
石炭	1、2、3	90333	100%	14.05	108
	4	112000	100%	14.05	108
原油	1、2	49027	100%	*14.90	48
	3、4	238202	100%	14.90	48
LNG	1、2	46083	96%	19.30	48
	3、4	45444	96%	19.30	48
鉄鉱石	1	9000	100%	13.97	24
	2	19333	100%	13.97	24
	3	44784	100%	13.97	24
	4	42083	100%	13.97	24
アルミニウム	1	3556	100%	22.20	24
	2	20600	100%	22.20	24
	3	34000	100%	22.20	24
	4	40000	100%	22.20	24

地域番号	地域
1	東アジア
2	東南アジア
3	南アジア、豪州 中東(イラク、クウェイト、イラク、バーレーン、サウジ(ペルシャ)、カタール、オマーン、UAE)
4	中東(イエメン、サウジ(紅海岸)、ヨルダン、イスラエル、レバノン、シリア、キプロス、トルコ、ガザ) アフリカ、北米東岸、中米西インド、南米、欧州

※ただし、インドネシア、中国は、速力 15.10 ノット

載貨重量は文献[3.29]より想定

LNG の積載率は文献[3.32]より想定

速力は文献[3.33]などより想定

碇泊は聞き取り調査より想定

表 3.13 輸送距離

単位: km					
資源	国・地域	航行距離	資源	国・地域	航行距離
石炭	オーストラリア	8091	鉄鉱石	オーストラリア	8080
	カナダ	7949		ブラジル	21537
	アメリカ	8593		インド	8453
	ソ連	1772		フィリピン	3310
	南アフリカ	14286		南アフリカ	14283
	中国	2211		チリ	16772
	朝鮮民主主義人民共和国	1732		カナダ	7938
LNG	インドネシア	6008	アルミニウム	ベネズエラ	15664
	マレーシア	5162		アメリカ	8612
	ブルネイ	4304		オーストラリア	8114
	オーストラリア	8108		ブラジル	21542
	アラブ首長国連邦	11862		ヴェネズエラ	15664
	アメリカ	8604		ニュージーランド	8934
原油	アラブ首長国連邦	11860	アラブ首長国連邦	11866	
	サウジアラビア	12353	ソ連	1769	
	インドネシア	6008	カナダ	7938	
	イラン	12486	中国	2211	
	中国	2224			
	カタール	12353			
	オマーン	11256			
	メキシコ	11660			
	イラク	12486			
	クウェート	12620			

文献[3.17][3.30]より

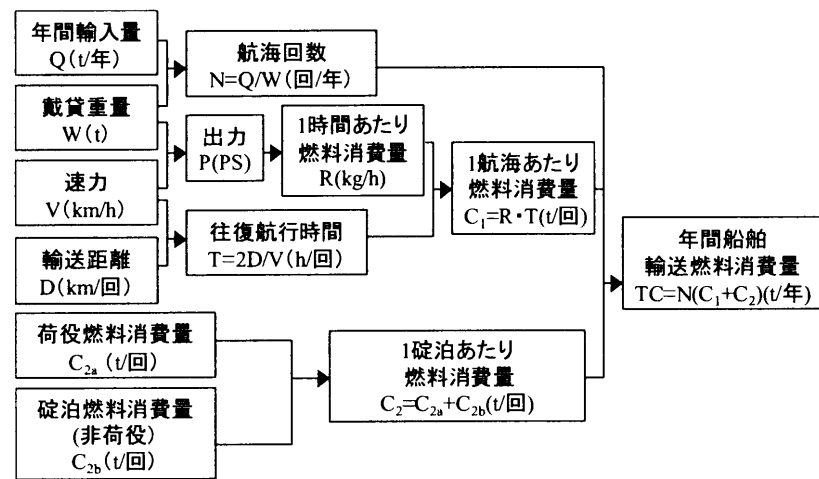


図 3.1 ディーゼル機関船舶の燃料消費量の推計方法概略

$$C = 0.131P \quad \text{式(3.11) [石炭輸送船]}$$

$$C = 0.133P \quad \text{式(3.12) [原油タンカー]}$$

$$C = 0.136P \quad \text{式(3.13) [鉄石専用船]}$$

$$C = 0.135P \quad \text{式(3.14) [コンテナ船]}$$

石炭運搬船と原油タンカーの碇泊時における荷役以外の燃料消費は、それぞれ、116.0kg/h、444.9kg/h^[3.10]とした。荷役の電力および燃料消費は石炭が 0.95kWh/t^[3.5]、原油が 0.28kg/kl^[3.10]とした。碇泊時には石炭の荷役を除いて A 重油が用いられるとした。また、石炭の荷役時の電力は石炭火力によるとした。コンテナ船および鉄石船の碇泊・荷役時の燃料消費量はゼロとした。なお、中国原油と南方原油については文献[3.4]に従いカーゴヒーティングを考慮した³⁴。

各輸入財の輸送に伴う年間のエネルギー消費量、CO₂、SO_x、碇泊時 NO_x 排出量は式(3.15)にしたがって求める事が出来る。エネルギー、CO₂、SO_x 排出係数は表 3.7 に示す値を用いた。NO_x 排出係数はディーゼル補機と補助ボイラーとでそれぞれ 32.7kg/kl^[3.11]、9.3kg/kl^[3.12]とした。各輸入国からの船舶輸送に伴う年間排出量を年間輸入量で除することで、輸入財 1 単位あたりの排出量を各国別に求めた。

$$E_h = \sum_j TC_j * CF_{hj} \quad \text{式(3.15)}$$

TC: 航行中および碇泊中における全燃料(電力)消費量

CF: 燃料(電力)の環境負荷係数

h: 環境負荷の種類(エネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出量)

j: 燃料の種類

各輸入財の輸送に伴う年間の航行時 NO_x 排出量については、図 3.2 に示すように推計した。航行のために主機関で燃焼される燃料の NO_x 排出係数は、その主機関の特性に依存するため、船舶ごとに設定する必要がある。各船舶の馬力から、実測データ^[3.13]から求められた式(3.16)に従い船舶ごとに NO_x 排出係数を推計し、それに年間燃料消費量を掛け合わせることで、各船舶ごとに年間に排出される NO_x 量を求めた。そして、各輸入財の輸送に用いられているすべての船舶からの年間 NO_x 排出量を足し合わせ、それを年間輸入量で割ることで、輸入財 1 単位あたりの航行時における NO_x 排出量を各国別に求めた。

³⁴ 中国、南方からの輸送時には、それぞれ、1 往復あたり 114t、166t の C 重油を消費するとした。中国からの輸入原油は全量、南方からの輸入原油は全体の 64.3%にあたる量の輸送にカーゴヒーティングが必要であるとした^[3.4pp.33-35]。

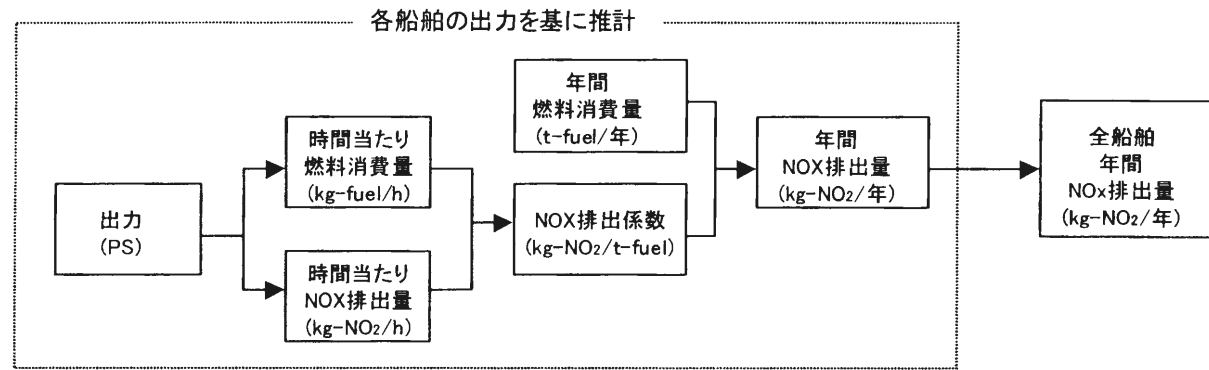


図 3.2 船舶航行時の NOx 排出量の推計

$$f_{NOx} = \frac{1.835 * P^{0.125} * g * (46 / 22.4)}{r} \quad \text{式(3.16)}$$

f_{NOx} : NOx 排出係数[kg-NO₂/kl-fuel]

P : 馬力[PS]

g : 燃料の比重

r : 機関の時間あたり 1 馬力あたりの燃料消費量[kg-fuel/h/PS] (式(3.11)~(3.1)の比例係数) に相当

(2) LNG

LNG 船については、図 3.3 にしたがって燃料消費量を推計した。LNG 船の推進機関は一部ディーゼル機関によるものも在るが、ボイロフガス(BOG)を主燃料とする蒸気タービンがほとんどである。載貨体積 125000m³ クラスの LNG 船の航行中における燃料消費量は 15 隻の平均値を取り 6.875t-fuel/h^[3.10] とした。燃料として BOG の他に C 重油を用いている場合があり、C 重油の比率(重量)を燃料消費量の 30.8%(重量比)^[3.14] とした。なお、碇泊時の荷役以外の燃料消費は 805.6kg/h^[3.10]、荷役の燃料消費は 0.13kg/t^[3.10] とした。碇泊時の燃料は LNG とした。

以上の条件の基にディーゼル機関船舶と同様に、輸入財 1 単位あたりの排出量を各国別に求めた。その際に用いた熱量、CO₂ および SO_x 排出係数は表 3.7 の値であり、NO_x 排出係数は 8g/kg^[3.12] である。

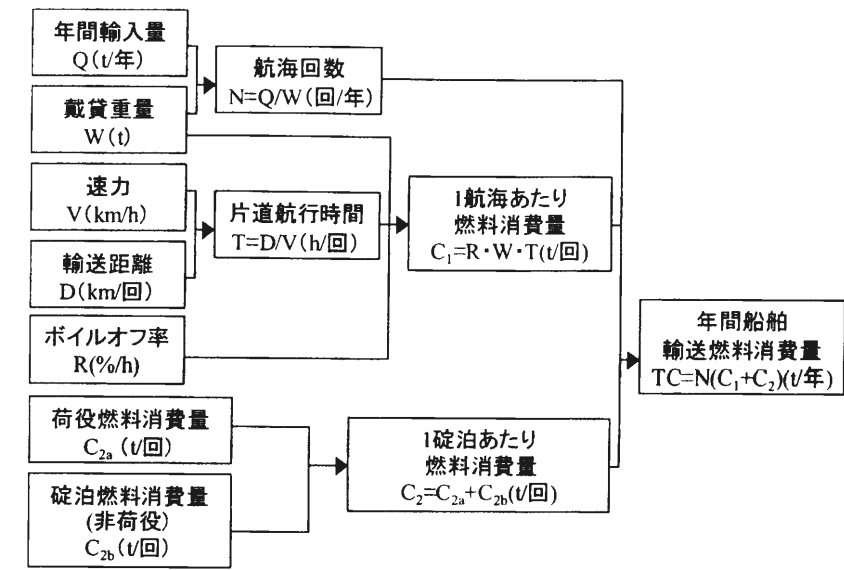


図 3.3 LNG 船の燃料消費量の推計方法概略

3.3.4 輸入財の環境負荷原単位

上述した手法とデータに従って求められた、5 種類の輸入財の環境負荷原単位を表 3.14 に示す。これらの値が、輸入財が海外で生産され我が国の港に到着するまでの、輸入財 1t もしくは 1kl あたりのエネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x 排出量である。なお、表 3.14 に示す結果は、1990 年における輸入国構成に基づいて算出したものであり、その構成が異なれば変化する。

表 3.14 では、採掘・前処理、精錬、輸送の 3 つのプロセスに分類して結果を示している。採掘・前処理プロセスの中に、原油についてはフレア分が、LNG については粗ガス中 CO₂ の大気放出分が含まれている。アルミの採掘・前処理は、ボーキサイトを採掘してアルミナを製造するまでが含まれている。輸送プロセスは、海外における陸上輸送と国際船舶輸送の合計値である。

表 3.14 輸入財の環境負荷原単位

		採掘・前処理	精錬	輸送	合計
石炭	CO ₂ (t-CO ₂ /t)	0.034		0.056	0.091
	SO _x (kg-SO ₂ /t)	0.155		0.410	0.565
	NO _x (kg-NO ₂ /t)	0.161		1.343	1.504
	Energy (Mcal/t)	111		192	304
原油	CO ₂ (t-CO ₂ /t)	0.045		0.033	0.078
	SO _x (kg-SO ₂ /t)	0.512		0.328	0.840
	NO _x (kg-NO ₂ /t)	0.103		0.922	1.025
	Energy (Mcal/t)	196		110	306
天然ガス	CO ₂ (t-CO ₂ /t)	0.535		0.156	0.691
	SO _x (kg-SO ₂ /t)	0.000		0.563	0.563
	NO _x (kg-NO ₂ /t)	0.280		0.460	0.740
	Energy (Mcal/t)	2096		680	2777
アルミニウム	CO ₂ (t-CO ₂ /t)	1.964	7.277	0.596	9.837
	SO _x (kg-SO ₂ /t)	18.320	33.331	7.692	59.343
	NO _x (kg-NO ₂ /t)	4.803	13.258	6.020	24.081
	Energy (Mcal/t)	6896	26543	2673	36112
鉄鉱石	CO ₂ (t-CO ₂ /t)	0.005		0.082	0.087
	SO _x (kg-SO ₂ /t)	0.013		0.843	0.856
	NO _x (kg-NO ₂ /t)	0.038		2.150	2.189
	Energy (Mcal/t)	18		276	294

3.4 海外における生産活動の実態を反映した推計結果

3.4.1 エネルギー原単位と CO₂ 排出原単位

前節で推計した輸入財の環境負荷原単位を基に、式(3.4)にしたがって、海外生産の実態を反映させた場合の各財・サービスのエネルギー原単位と CO₂ 排出原単位を推計した。表 3.15 は、輸入財をすべて国産と仮定した場合(国産仮定型)のエネルギー原単位と、海外生産の実態を反映した場合(実態反映型)のそれを比較している。表 3.16 は、CO₂ 排出原単位に関する結果である。国産仮定の値は式(3.2)にしたがって、実態反映の値は式(3.4)にしたがって推計した値である。表 3.15 と表 3.16 では、実態反映型(A')と国産仮定型(A)との差の比率(A'-A)/A が大きい順に並べている。

表 3.15、3.16 をみてもわかるように、エネルギー原単位と CO₂ 排出原単位は、ほぼ同様な結果となっている。実態反映型の値は、国産仮定の値に比べ、最大で約 3 倍となっており、上位には、アルミに関連した財が並んでいる。また、表には完全に示されていないが、ほぼすべての財に関して、実態反映型の値が国産仮定型の値を上回っている。実態反映型の値が国産仮定型のそれより大きい主たる原因は、LNG の液化とアルミ新地金の製錬について海外での実際の活動を反映したことにある。都市ガスの製造には輸入 LNG が用いられているため、国産

と仮定した場合、天然ガスの液化に伴うエネルギー消費や粗ガス中の CO₂ 放出などが無視され過少評価される。また、輸入アルミの多くは新地金であり、精錬時に電力を多量に消費するためエネルギー消費、CO₂ 排出量ともに多い。国産アルミのほとんどすべては再生地金であり、輸入アルミを国産と仮定すると新地金のアルミナ製造工程や製錬工程が考慮されないため、エネルギー原単位と CO₂ 排出原単位のいずれも過少評価される。その結果、図 3.4、3.5 に示されているように、アルミ新地金の製錬が主たる原因で、多くの機械製品のエネルギー原単位と CO₂ 排出原単位は、実態反映の値の方が 5~10%ほど大きくなる。

表 3.15 国産仮定型と実態反映型とのエネルギー原単位の差が大きい財・サービス

表 3.16 国産仮定型と実態反映型との CO₂ 排出原単位の差が大きい財・サービス

コード	部門	Energy原単位(Gcal/MW)			コード	部門	CO ₂ 排出原単位(t-CO ₂ /MW)		
		(A)	(A')	(A'-A)/A			(A)	(A')	(A'-A)/A
		国産仮定	実態反映			国産仮定	実態反映		
272202	アルミ圧延製品	18.89	60.11	218.2%	272202	アルミ圧延製品	4.89	16.09	228.8%
272203	非鉄金属鑄造品	17.17	40.02	133.1%	272203	非鉄金属鑄造品	4.70	10.90	131.8%
512101	都市ガス	10.53	20.43	94.0%	512101	都市ガス	2.63	5.12	94.6%
281201	建築用金属製品	14.36	22.19	54.5%	281201	建築用金属製品	3.75	5.89	57.0%
271104	アルミニウム(含再生)	25.67	38.30	49.2%	271104	アルミニウム(含再生)	7.08	10.50	48.3%
362901	自転車	9.67	12.48	29.0%	362901	自転車	2.49	3.26	30.6%
391906	武器	8.53	10.18	19.4%	391906	武器	2.34	2.79	19.2%
272101	電線・ケーブル	13.41	15.44	15.1%	342105	内燃機関電装品	2.37	2.74	15.6%
342105	内燃機関電装品	9.28	10.63	14.5%	272101	電線・ケーブル	3.55	4.09	15.3%
354102	自動車用内燃機関・同	11.72	13.29	13.4%	354102	自動車用内燃機関・同	2.98	3.41	14.3%
341101	回転電気機械	11.18	12.61	12.8%	341101	回転電気機械	3.03	3.42	13.1%
301901	ポンプ及び圧縮機	13.07	14.69	12.4%	371902	分析器・試験機・計量	1.74	1.96	12.8%
371902	分析器・試験機・計量	6.92	7.73	11.8%	335909	その他の電子・通信機	2.09	2.34	12.3%
303109	その他の一般機械器具	13.69	15.26	11.5%	301901	ポンプ及び圧縮機	3.79	4.25	11.9%
335909	その他の電子・通信機	8.80	9.76	10.9%	303109	その他の一般機械器具	3.71	4.15	11.8%
371109	その他の光学機械	8.48	9.37	10.5%	289909	その他の金属製品	4.04	4.51	11.6%
289909	その他の金属製品	16.11	17.78	10.4%	371109	その他の光学機械	2.09	2.33	11.4%
259901	耐火物	17.21	18.96	10.2%	354103	自動車部品	3.32	3.65	10.0%
341109	その他の産業用重電機	9.50	10.44	9.9%	272209	その他の非鉄金属製品	4.09	4.50	10.0%
354103	自動車部品	12.47	13.68	9.7%	289902	金属製容器及び製缶板	4.62	5.07	9.8%
272209	その他の非鉄金属製品	16.59	18.13	9.3%	341109	その他の産業用重電機	2.67	2.93	9.6%
301301	冷凍機・温湿調整装置	10.55	11.52	9.2%	321103	ビデオ機器	2.13	2.33	9.6%
301103	原動機	12.63	13.79	9.2%	321109	その他の民生用電気機	2.59	2.84	9.5%
321109	その他の民生用電気機	9.88	10.79	9.2%	301902	マシン・毛糸手編機械	3.08	3.37	9.5%
289902	金属製容器及び製缶板	17.24	18.82	9.2%	362101	鉄道車両	4.26	4.67	9.5%
301902	マシン・毛糸手編機械	11.51	12.55	9.0%	301301	冷凍機・温湿調整装置	2.82	3.09	9.4%
362101	鉄道車両	16.14	17.57	8.9%	301103	原動機	3.53	3.85	9.3%
321103	ビデオ機器	8.57	9.33	8.8%	301903	機械工具	3.99	4.36	9.1%
333201	電気計測器	7.03	7.62	8.3%	333201	電気計測器	1.75	1.91	9.0%
111902	レトルト食品	9.05	9.81	8.3%	331101	電子計算機本体	1.64	1.78	8.9%
252101	セメント	113.20	113.30	0.1%	203102	石油化学系芳香族製品	11.95	11.93	-0.2%
511104	自家発電	258.60	258.50	0.0%	111705	塩	21.95	21.90	-0.2%
111705	塩	66.06	66.01	-0.1%	211101	石油製品	4.36	4.35	-0.3%
203901	コーラル製品	44.00	41.96	-4.6%	203901	コーラル製品	15.59	14.89	-4.5%
212101	石炭製品	54.74	49.38	-9.8%	212101	石炭製品	20.23	18.44	-8.8%

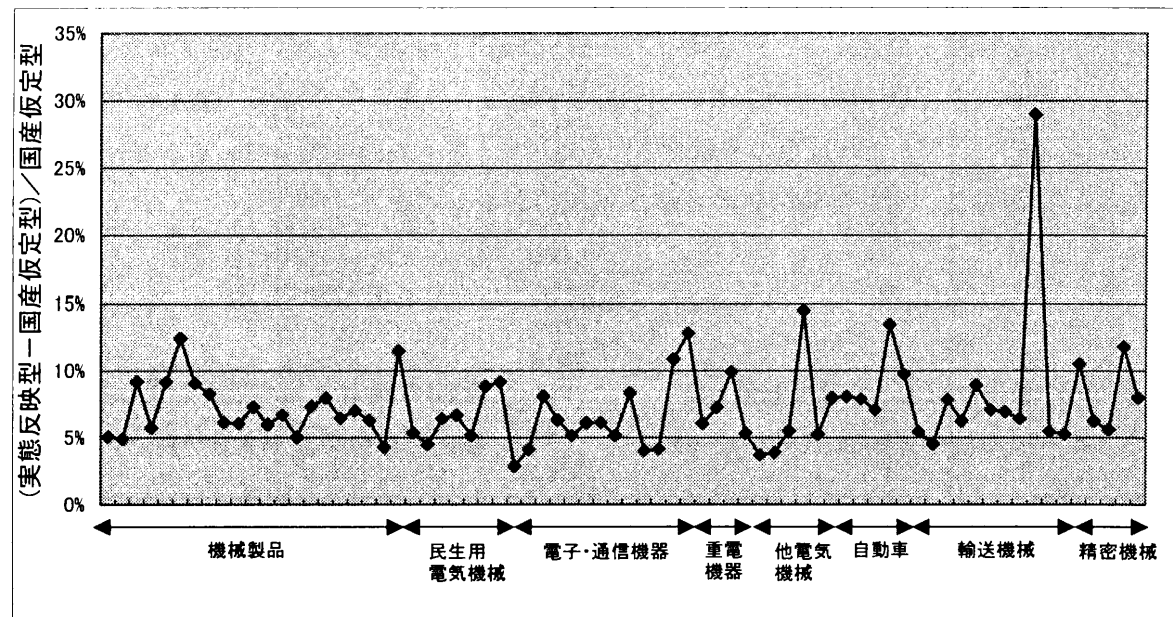


図 3.4 機械製品のエネルギー原単位の国産仮定型と実態反映型との違い

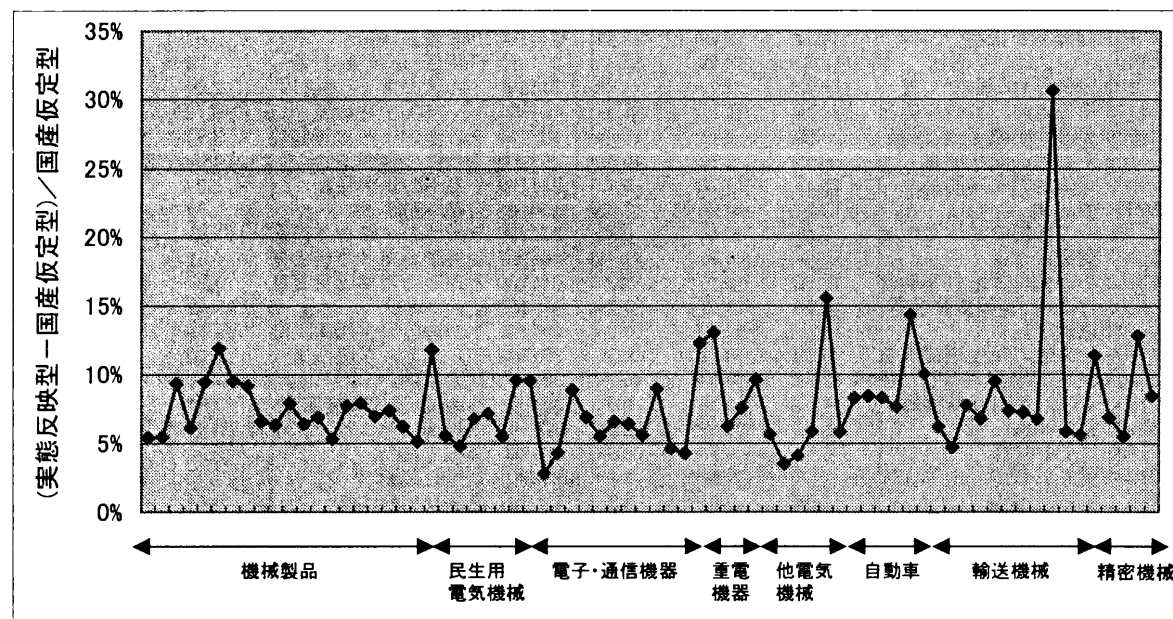


図 3.5 機械製品のCO₂排出原単位の国産仮定型と実態反映型との違い

他方、海外における石炭および原油の採掘は、国内のそれに比べて効率的なため、採掘に伴うエネルギー消費もしくはCO₂排出量が少ない。その結果、この影響を強く受ける石炭製品や石油製品など一部の財は、国産仮定型の値が実態反映型の値を上回っている(表 3.15~16)。ただし、表 3.15 および 3.16 で示した実態反映型の値は、各輸入財の海外における直接間接のエネルギー消費量およびCO₂排出量をプロセス分析法で求めているため、過少評価になっている可能性がある。

なお、すべての財・サービスのエネルギー、CO₂排出原単位の値については、付録 A13 を参考されたい。

3.4.2 SO_x 排出原単位とNO_x 排出原単位

前節で推計した輸入財の環境負荷原単位を基に、式(3.4)にしたがって、海外生産の実態を反映させた場合の各財・サービスのSO_xおよびNO_x排出原単位を推計した。表 3.17 は、実態反映型のSO_x排出原単位と国産仮定型のそれとを比較している。また、表 3.18 はNO_x排出原単位に関する結果である。表 3.17 と表 3.18 では、実態反映型(A')と国産仮定型(A)との差の比率(A'-A)/A が大きい順に並べている。

エネルギーやCO₂と比べると、SO_xとNO_xは、海外の生産活動の実態を反映させた場合と国産仮定の場合とで、値に非常に大きな差異が生じるのが特徴的である。実態反映型のSO_x、NO_x排出原単位は、それぞれ、最大で、国産仮定型の値の約15倍、6倍となっている。実態反映型のSO_x、NO_x排出原単位が、国産仮定型のその2倍以上となっている財は、それぞれ、全体の15%、20%を占めている。また、表 3.17 と表 3.18 では示されていないが、すべての財のSO_x、NO_x排出原単位は、差の大小はあれども、実態反映型が国産仮定型を上回っている。SO_xとNO_xについては、海外の生産活動の実態を反映させるか否かが、排出原単位に大きな影響を及ぼしている。また、表 3.17 と表 3.18 の上位に並ぶ財を、エネルギーやCO₂と比較してみると、アルミに関わる財は同様に上位に位置しているが、鉄に関わる財が多く現れているのが特徴的である。

多くの財において、SO_xとNO_xのいずれも実態反映の値が国産仮定のそれに比べ非常に大きいのは、国内の排出量に比べ国外のそれが多いためである。我が国では、1960年代に公害が激化したのを契機に、環境対策が施され、特に脱硫・脱硝装置は目覚しく普及した。それに従い、国内での生産活動に伴うSO_x、NO_x排出量は激減した。他方、輸入財の海外における生産活動では、我が国ほど脱硫・脱硝設備が普及していないことに加え、国際船舶輸送からの排出量が多い。船舶には脱硫・脱硝装置は設置されておらず、燃焼に伴い発生するSO_xやNO_xは、そのまま大気中へ放出される。それ故に、輸入財をすべて国産と仮定して、SO_x、NO_x排出原単位を推計すると、海外の実態を考慮した場合に比べてかなり過小評価になる。特に、我が国では、生産活動に必要な不可欠なエネルギーのほとんどを輸入に依存しているため、エネ

ルギー資源の国際船舶輸送に伴う SOx、NOx 排出量は、全ての財の排出原単位に多かれ少なかれ影響を及ぼす。実際に、SOx、NOx 排出原単位の内訳を分析すると、図 3.6 と図 3.7 からわかるように、海外において排出される分が大きな割合を占めているのがわかる。固定発生源とは、発電所や工場などからの排出を、移動発生源とは自動車や船舶などからの排出を意味している。また、国内外いずれにおいても、SOx については発電所や工場などの固定発生源の、そして、NOx については船舶や自動車などの移動発生源の影響が大きい。

表 3.17 および表 3.18 からわかるように、鉄鋼関連製品が上位に位置している。鉄鋼の生産には石炭と鉄鉱石を必要とし、いずれもほぼ 100% 輸入に頼っている。その結果、鉄鋼に関わる財、そして、鉄鋼を利用している機械製品などに関しては、海外での誘発排出量の割合が高

表 3.17 国産仮定型と実態反映型との SOx 排出原単位の差が大きい財・サービス

コード	部門	SO2排出原単位(kg-SO2/M*)		
		(A)	(A')	(A'-A)/A
		国産仮定	実態反映	
272202	アルミ圧延製品	5.68	84.53	1387.7%
272203	非鉄金属鑄鍛造品	5.95	49.83	737.1%
211101	石油製品	3.37	20.56	511.0%
281201	建築用金属製品	3.54	19.76	458.0%
261101	鋳鉄	21.87	89.77	310.5%
271104	アルミニウム(含再生)	8.27	32.85	297.3%
261103	粗鋼(転炉)	16.40	55.49	238.4%
362901	自転車	2.56	8.43	229.0%
212101	石炭製品	12.09	38.56	218.9%
203101	石油化学基礎製品	4.88	14.50	197.4%
512101	都市ガス	1.94	5.58	187.2%
203102	石油化学系芳香族製品	5.31	14.90	180.4%
262101	熱間圧延鋼材	10.76	29.79	176.9%
391906	武器	2.39	5.99	150.5%
342105	内燃機関電装品	2.21	5.41	145.3%
289909	その他の金属製品	3.39	8.02	136.4%
262201	鋼管	7.49	17.67	136.0%
301901	ポンプ及び圧縮機	3.27	7.69	135.0%
289902	金属製容器及び製缶板	3.79	8.88	134.0%
303109	その他の一般機械器具	3.28	7.52	129.3%
301903	機械工具	3.27	7.45	128.0%
261104	粗鋼(電気炉)	7.00	15.95	127.9%
341101	回転電気機械	2.89	6.57	127.0%
264901	鉄鋼シャースリット業	7.07	15.91	124.9%
354102	自動車用内燃機関・同	2.84	6.39	124.7%
715101	航空輸送	1.62	3.64	124.2%
289101	ガス・石油機器及び暖	3.65	8.16	123.5%
712102	ハイヤー・タクシー	0.70	1.54	120.5%
281101	建設用金属製品	3.72	8.11	117.8%
362101	鉄道車両	3.69	8.03	117.3%
.
.
521201	廃棄物処理(公営)★	12.90	13.39	3.8%
511104	自家発電	180.70	186.00	2.9%
521202	廃棄物処理(産業)	12.12	12.47	2.9%
714201	沿海・内水面輸送	93.79	95.99	2.3%
714101	外洋輸送	251.10	253.40	0.9%

表 3.18 国産仮定型と実態反映型との NOx 排出原単位の差が大きい財・サービス

コード	部門	NO2排出原単位(kg-NO2/M*)		
		(A)	(A')	(A'-A)/A
		国産仮定	実態反映	
261101	鋳鉄	35.15	212.90	505.7%
272202	アルミ圧延製品	6.78	37.23	449.1%
261103	粗鋼(転炉)	25.05	125.80	402.2%
211101	石油製品	5.46	25.94	375.4%
262101	熱間圧延鋼材	16.38	64.71	295.1%
272203	非鉄金属鑄鍛造品	6.01	23.43	289.9%
212101	石炭製品	27.66	103.70	274.9%
262201	鋼管	11.30	36.92	226.7%
262301	冷間仕上鋼材	12.29	39.91	224.7%
264901	鉄鋼シャースリット業	10.79	32.91	205.0%
281201	建築用金属製品	4.97	14.97	201.3%
263103	鑄鉄品及び鍛工品(鉄)	8.26	24.87	201.2%
261104	粗鋼(電気炉)	11.71	33.05	182.2%
264909	その他の鉄鋼製品	9.00	24.67	174.1%
203901	コールドロール製品	18.72	51.19	173.5%
281101	建設用金属製品	5.85	15.67	167.9%
303102	ベアリング	5.32	14.20	166.9%
263102	鑄鉄管	6.51	17.24	164.9%
289901	ボルト・ナット・リベ	6.05	15.37	153.9%
512101	都市ガス	3.63	9.18	152.5%
301903	機械工具	4.71	11.89	152.4%
262302	めっき鋼材	10.67	26.73	150.5%
361101	鋼船	4.84	12.08	149.8%
289101	ガス・石油機器及び暖	5.37	13.41	149.5%
263101	鑄鍛鋼	7.83	19.23	145.7%
289902	金属製容器及び製缶板	5.86	14.02	139.3%
289909	その他の金属製品	4.75	11.32	138.5%
361110	船舶修理	4.53	10.69	136.1%
301901	ポンプ及び圧縮機	4.13	9.74	135.8%
302903	食料品加工機械	3.53	8.20	132.1%
.
.
111301	冷凍魚介類	54.75	56.12	2.5%
521202	廃棄物処理(産業)	20.71	21.17	2.2%
31100	海面漁業*	94.03	96.06	2.2%
714201	沿海・内水面輸送	224.20	227.00	1.2%
714101	外洋輸送	602.20	605.00	0.5%

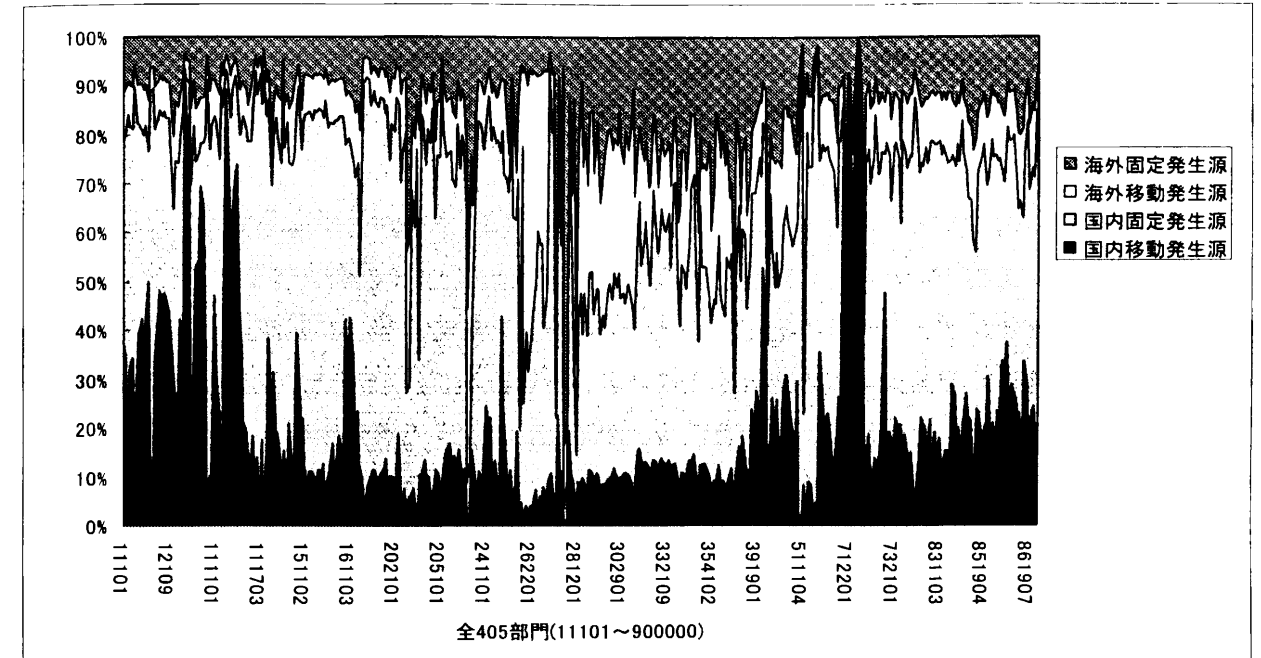


図 3.6 全 405 部門の SOx 排出原単位の内訳

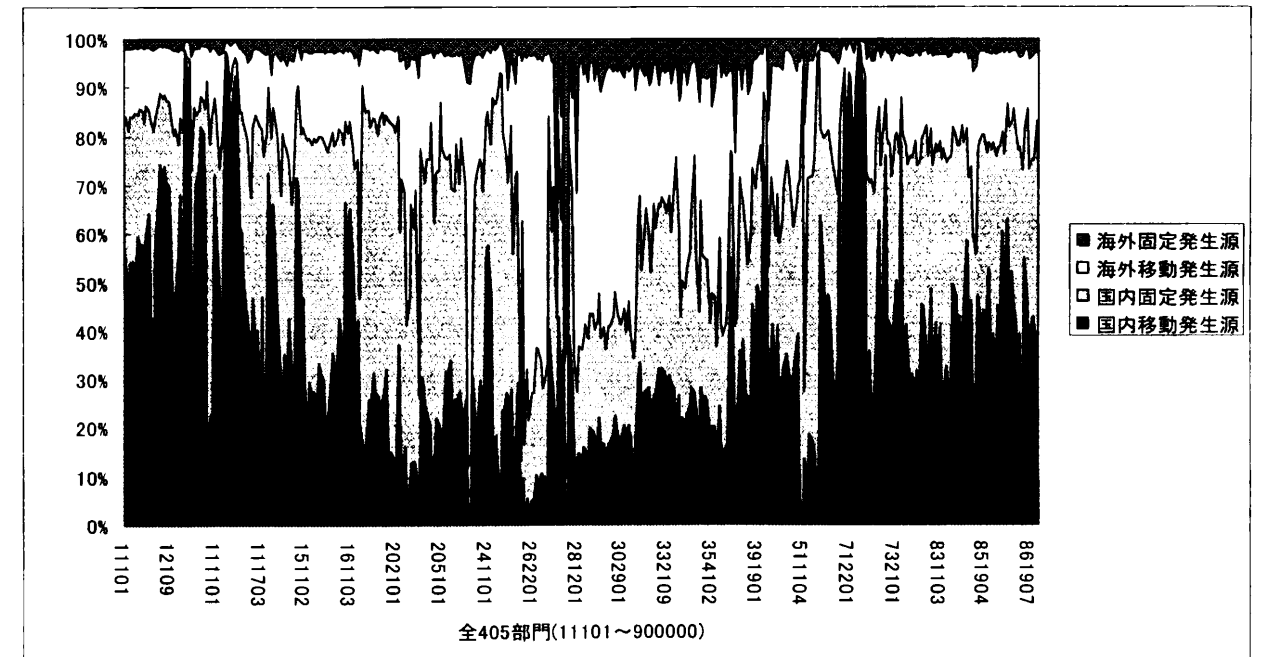


図 3.7 全 405 部門の NOx 排出原単位の内訳

くなるため、実態反映型の SO_x、NO_x 排出原単位は、国産仮定型のそれに比べて全体的に大きな値となっている。また、アルミ関連財の実態反映型の値が大きいのは、エネルギーや CO₂ と同様に、海外でのアルミ新地金の精錬時に多量の電力を消費することに起因する。海外の発電所における脱硫・脱硝設備の設置率は、我が国のそれよりも低い場合が多く、発電時に多くの SO_x、NO_x が排出される。

以上で示された SO_x、NO_x 排出原単位の結果を解釈して利用する場合には、SO_x や NO_x が引き起こす環境問題の特性に留意すべきである。SO_x と NO_x が引き起こす代表的な環境問題に酸性雨があるが、これらは地球温暖化とは異なり、SO_x や NO_x の排出場所や時間が重要となる。例えば、陸地から遠く離れた外洋で排出された NO_x と市街地で排出された NO_x とでは、その環境に与えるインパクトは大きく異なる。

おわりに

本章では、我が国の産業連関表を用いて、国内で誘発される環境負荷だけでなく、輸入財の国外における生産活動によって誘発される分も考慮して、環境負荷原単位を求める手法を開発した。産業連関表は、国内の財・サービスの流れを網羅しているが、国外の生産活動に関する情報は与えない。それ故に、従来の産業連関法では、輸入財をすべて国産と仮定しており、海外で誘発される環境負荷が適切に反映されていなかった。本研究で開発した手法では、アルミ新地金のように国内外で生産技術が大きく異なり、比較的プロセスを追うことが容易な輸入財については、プロセス分析法を用いて輸入財の環境負荷原単位を求めて組み込むという考えを採用している。

実際に、この手法を用いて、エネルギー、CO₂、SO_x、NO_x 排出原単位を推計し、従来の産業連関法による推計結果と比較した。その結果、従来どおり輸入財を国産と仮定して推計した場合、いずれの環境負荷もほとんど全ての財で過小評価されることが明らかになった。エネルギーや CO₂ に関しては、国内には存在しないアルミ精錬や天然ガス液化などの生産活動を取り込んだ影響が大きく、SO_x や NO_x に関しては国際船舶輸送や国外のアルミ精錬の影響が大きいことが明らかになった。ただし、本手法では、輸入財の環境負荷原単位をプロセス分析法により推計しているため、全体としては、まだ過小評価になっている可能性が高い。

今後の展開としては、発電や素材製造など主たる海外の生産活動も投入係数行列に組み込むことが考えられる。もちろん、海外における生産活動のすべての連関を把握するのは現実的には不可能に近い。しかしながら、エネルギー消費に伴う環境負荷を推計する限りは、主たる生産活動だけを組み込むだけで十分に分析精度は向上すると考えられ、また、それは現実的に可能である。さらには、第2章の結果を併せて、LCA の概念を取り入れた投入産出表と呼ぶべき新たな環境分析ツールの作成が今後期待される。

参考文献

- [3.1] 例えば、竹林芳久、岡建雄、紺矢哲夫、「産業連関表による建築物の評価 その2. 事務所建築の建設による環境への影響」、日本建築学会計画系論文報告集 第431号、pp31-38、1992年
- [3.2] 例えば、近藤美則、森口祐一、清水浩、「日本の輸出入に伴う CO₂ 量の経時的分析」、エネルギー・資源 Vol.16 No.3、pp.68-75、1995年
- [3.3] 運輸省運輸政策局情報管理部編「平成10年版運輸関係エネルギー要覧」1999年
- [3.4] (財)石油産業活性化センター「輸送段階を含めた石油製品のライフサイクルインベントリの作成に関する調査報告書」1998年
- [3.5] エネルギー総合工学研究所「火力発電所大気影響評価技術実証調査報告書」1990年
- [3.6] 燃料協会編「燃料便覧」1984年
- [3.7] 「製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発 成果報告書」(平成10年度 新エネルギー・産業技術総合開発機構委託)、(社)産業環境管理協会、1999年
- [3.8] 1990年値に関しては尾上氏からの私信、最新値(1998年値)は、T. Onoye and M. Miyazaki, "Inventory of Primary Aluminum Used in Japan", The 4th Int. Conf. On EcoBalance, Tsukuba, Japan, Nov. 2000
- [3.9] 池田宗雄「船舶知識のABC」成山堂書店、1997年
- [3.10] (社)日本海運集会所「日本船舶明細書」1998年
- [3.11] 環境庁大気保全局大気規制課編「窒素酸化物総量規制マニュアル」公害研究対策センター、1995年
- [3.12] シップアンドオーシャン財団「船舶排ガスの環境への影響と防止技術の調査報告書」1992年
- [3.13] 環境庁編「特殊発生炉(船舶等)調査報告書」1978年
- [3.14] 山田竜也、尹性二、十市勉「我が国における化石エネルギーに関するライフサイクルインベントリ分析」日本エネルギー経済研究所第353回定例研究報告会資料、1999年
- [3.15] 大蔵省編「日本貿易月表(1990年12月号)」
- [3.16] 資源エネルギー庁石炭・新エネルギー部監修「コールノート 1998年版」資源産業新聞社
- [3.17] 堀江宏幸編「石炭年鑑 1997」テックスレポート
- [3.18] IEA Coal advisory group, "Global methane and the coal industry"
- [3.19] U.S. EPA, "Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 5th Edition, Vol. II, 1995"
- [3.20] 環境庁大気保全局自動車公害課編「実走行モードにおける自動車排出ガスの原単位について」1994年

- [3.21] OECD, “OECD Environmental data compendium 1997”
- [3.22] OECD, “IPCC Greenhouse Gas Inventory Reference Manual”
- [3.23] OECD, “Energy Statistics of Non-OECD countries 1996-1997”
- [3.24] OECD, “Energy Balance of OECD Countries 1995-1996”
- [3.25] OECD, “Energy Statistics and Balances on Non-OECD countries 1995-1996”
- [3.26] OECD, “CO2 Emissions from Fuel Combustion 1996”
- [3.27] IEA coal research, “NOx control installations on coal-fired plants”
- [3.28] IEA coal research, “FGD installations on coal-fired plants”
- [3.29] 海事産業研究所「海上輸送の現況」、1990年
- [3.30] 海上保安庁(「距離表」書誌第405号、1995年
- [3.31] 総務庁編「平成2年産業連関表－計数編(1)」全国統計協会連合会、1994年
- [3.32] 日本タンカー協会「LNG海上輸送に関する調査報告書」1987年
- [3.33] (社)日本海運集会所「日本船舶明細書」1998年
- [3.34] 国家統計局編「中国能源統計年鑑(1991-1996)」中国統計出版社

第4章 一財多価を前提とした合理的な環境負荷の配分に基づく推計手法

はじめに

産業連関表では財・サービスの量は金額単位で測定されている。したがって、産業連関表を用いて間接的な環境負荷を遡及計算する場合には、環境負荷は金額に比例して配分される。ところが、ある部門で生産されているまったく同一の財が、販売先によって異なる単価で販売される場合が多々ある(一財多価)。この場合、従来の産業連関法では、合理的な環境負荷の配分がなされないことがある。本章では、同一財の物理量(重量や熱量等)あたりの環境負荷は、その価格の違いに関わらず、同一であるという仮定のもとに、間接的な環境負荷を推計する手法を提示する。

4.1 一財多価が引き起こす非合理的な配分

環境負荷の配分問題は、産業連関表を用いるか否かに関わらずインベントリ分析に必ず付いてまわる問題である。原油精製や製鋼など複数の製品が同時に生産(結合生産)される場合に生じる配分問題については分析されてきた。しかし、結合生産とは関係なく産業連関表の「財の量を金額で測定している」という特性から生じる配分問題については検討されていない。

産業連関表は財・サービスの量を金額(円価値単位)で測定しており、従来の産業連関法を用いる場合、生産額あたりの直接間接環境負荷を遡及計算することは生産物の金額に比例して排出量を配分することを意味する。つまり、ある部門での財の生産に伴い生じる、その部門での直接環境負荷および上流部門での間接環境負荷は、その生産物を購入した各部門へ価格に比例して配分される。ひとつの部門で唯一の財しか生産しておらず、その単価がどの部門に販売されようと同一であれば、金額で財の量を測ることはなんら問題を引き起こさない。しかし、現実の産業連関表では、ひとつの部門で複数の財が生産されていたり(一部門多財)、また、同じ財であっても価格が異なることがある(一財多価)。このような場合でも、ひとつの部門で生産される異種の財に環境負荷を価格に比例して配分することは、価格が質を反映していると考えれば一つの考え方として受け入れられる。一部門多財により生じる配分問題は、部門分割が不十分なために生じるものと結合生産により生じるものに分離できる。前者は産業連関表特有の問題ではあるが、見かけ上は後者と同一の問題に帰着できる。結合生産時の環境負荷の配分問題については、配分方法の違いが結果に与える影響の分析^[4.1]や客観的に配分を決定する方法^[4.2]および3次元産業連関表の提案^[4.3]などがなされてきた。ただし、現時点で、結合生産に伴う配分方法については統一された見解は得られていない。

他方、一財多価は産業連関表特有の配分問題を生じさせる。上述したように各部門での生産物には、その部門での直接環境負荷および上流部門での間接環境負荷が金額で配分される。一財多価が存在する場合、同じ財・サービスであるにもかかわらず、販売される価格が異なるた

めに環境負荷が異なるという非合理的なことが生じる。具体的には電力部門があてはまる。電力部門では電力という単一の財のみを生産しているが(一部門一財)³⁵、電力単価は規模や時間帯などにより異なる(一財多価)。その場合、1kWhあたりの環境負荷は、どの部門に電力が販売されるかに関わらず同一であると見るのが合理的である。しかし、従来の産業連関法では金額に比例して環境負荷が配分されるため、電力単価が異なると1kWhあたりの環境負荷が異なることになる。このような産業連関表特有の一財多価から生じる環境負荷の配分問題については、十分な検討はされていない。過去において、一財多価を考慮した場合とそうでない場合とで、結果にどの程度の影響があるのかを分析した例はある³⁶。しかし、既存の金額表示の産業連関表を用いて、一財多価の問題へ対処するための手法は一般化されていない。本研究では、販売先による単価差を考慮して、同一製品であれば、物理量(個数、熱量、重量など)あたりの環境負荷が同一となるような枠組みをもった手法を開発した。以下、この手法について我が国の1990年産業連関表の利用を念頭において説明する。

4.2 一財多価が存在する場合の合理的な推計手法

従来の産業連関法では、いずれの財も投入(販売)される部門には関係なく金額あたり排出原単位は同一とされている。ここで、排出原単位とは財1単位の生産に伴って直接間接に排出される環境影響物質の量のことである。従って、完全な同一財であっても投入先により単価が異なる場合には、投入先に依存して財の物量あたり排出原単位は異なることになる。本章で提案する手法では、同一財であれば、いずれの部門に投入されようが財の物量あたり排出原単位は一定であるという仮定に基づいている。その結果、財の価格が投入先により異なる場合は、財の金額あたり環境負荷原単位が投入先部門により異なることになる。

従来の産業連関法では、 j 部門における年間の環境影響物質の排出量バランスは式(4.1)のように記述できる。

$$\sum_{i=1}^n \epsilon_i T_{ij} + E_j = \epsilon_j X_j \quad (j=1,2,\dots,n) \quad \text{式(4.1)}$$

³⁵ 同じ1kWhの電力でも、地域や時間によって異なる財であるという考え方も存在する。しかし、それは地域や時間による電力の生産方法の違いから生じる差異であって、電力自体の違いはなく、一部門一財とするのは妥当である。第5章「5.1.2 環境負荷原単位の不確実性」を参照されたい。

³⁶ 文献[4.3]では、エネルギー財(原油や電力など)の各部門への販売単価の違いを考慮して、エネルギー財の量をドル価値単位から熱量単位で表現し直した米国の産業連関表(1967)を用いて、各財のエネルギー原単位を推計し、同一販売単価と仮定して推計した結果の違いについて分析している。また、本章の定式化の基礎となった文献[4.4]においては、乗用車の生産において直接間接に誘発される鉄鋼量に与える一財多価の影響を分析している。

ここで、 ϵ_j [g/円]は財 j ($j=1,2,\dots,n$)の金額あたり排出原単位であり³⁷、財 j がどの部門に投入(販売)されようと変わらない。 T_{ij} [円]は、財 i の j 部門への年間販売額、 E_j [g]は j 部門での年間直接排出量、 X_j [円]は財 j の年間生産額である。 n は産業連関表の内生部門の数である。式(4.1)を ϵ について解いて行列表示したものが式(4.2)である。

$$\epsilon = e^T (I - A)^{-1} \quad \text{式(4.2)}$$

ここで、 A は投入係数行列であり、 $A_{ij} = T_{ij}/X_j$ の関係がある。 e は生産額あたりの直接排出量ベクトルであり、 $e_j = E_j/X_j$ の関係が成り立つ。

他方、 j 部門で1種類の財だけが生産されているが、投入先に依存して単価が異なる場合を考える。財 j の物量あたりの排出原単位(ϵ'_j [g/t])は³⁸、財 j がどの部門に投入(販売)されようと変わらないとする。財 j は投入先により単価が異なるため、財 j の金額あたりの排出原単位は投入部門により異なる。 ϵ_{ji} [g/円]を部門 i に投入される財 j の金額あたり排出原単位とする。 ϵ_{ji} と ϵ'_j との関係は式(4.3)で表すことが出来る。

$$\epsilon'_j = \epsilon_{ji} p_{ji} = \epsilon_{jf} p_{jf} \quad (j=1,2,\dots,n, i=1,2,\dots,n, f=1,2,\dots,m) \quad \text{式(4.3)}$$

ここで、 p_{ji} [円/t]は、財 j が i 部門に投入される場合の単価である。 f は最終需要部門を意味し、 m はその部門数である。この場合、 j 部門の排出量バランスは式(4.4)で示される。

$$\sum_{i=1}^n \epsilon_{ij} T_{ij} + E_j = \sum_{i=1}^n \epsilon_{ji} T_{ji} + \sum_{f=1}^m \epsilon_{jf} Y_{jf} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad \text{式(4.4)}$$

ただし、

$$X_j = \sum_{i=1}^n T_{ji} + \sum_{f=1}^m Y_{jf} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad \text{式(4.5)}$$

である。ここで、 Y_{jf} [円]は最終需要部門 f への財 j の年間投入(販売)額である。式(4.4)の左辺は、式(4.1)と同様にすべての部門からの間接排出量と j 部門からの直接排出量との和を示している。右辺は、投入部門に依存して財 j の金額あたり排出原単位が異なるため、 i 部門への財 j の年間投入額に ϵ_{ji} を掛けあわせた合計となっている。

³⁷ 環境影響物質の量は必ずしも重量で測定されるとは限らないが、説明上、その単位をgとしている。

³⁸ 財・サービスの量は必ずしも重量で測定されるとは限らないが、説明上、その単位をtとしている。

T_{ij} , Y_{ik} , p_{ij} , E_j が既知であれば、物量あたり排出原単位(ϵ_j)および金額あたり排出原単位(ϵ_{ij})、 ϵ_{ij} を式(4.3)と式(4.4)より求めることが可能である。

これらの式をまとめて行列表示すると、物量あたり排出原単位ベクトル ϵ' は、

$$\epsilon' = e^T (I - A \otimes P)^{-1} \quad \text{式(4.6)}$$

と簡単に表現できる。ここで、 \otimes は行列の要素同士の掛け算を意味する演算子であり、

$$[P]_{lm} = \begin{cases} p_j & \text{if } l = j \\ p_{jm} & \\ 1 & \text{if } l \neq j \end{cases} \quad \text{式(4.7)}$$

である。したがって、新たに、単価に関するデータが得られれば、式(4.6)にしたがって、 j 部門で同一財のみが生産されている場合に、その単価の違いに影響されずに、排出原単位を求めることが可能である。なお、ここでは輸入財をすべて国産であると仮定して定式化している。

4.3 電力単価の違いを反映した CO₂ 排出原単位

4.3.1 一財多価である電力部門への適用

上記の手法を用いて、各部門へ電力が販売される際の単価の違いを反映させて各財の CO₂ 排出原単位を推計した。ただし、電力以外の財に関しては、従来通りどの部門に販売されようと金額あたりの排出原単位は同じであるとした。つまり、電力部門に関しては実態を反映して一財多価を考慮しているが、他のすべての部門については一財一価を仮定していると理解できる。

本推計では 1990 年の我が国の産業連関表を用いた。内生部門は第 2 章で示したように統廃合して 405 部門とし、最終需要部門は家計消費支出と家計外消費支出の 2 部門とした。各部門の直接 CO₂ 排出量は第 2 章で述べた推計値を用いた。電力単価は、表 4.1 に示すように 5 段階に設定した。大口(需給調整)契約をしている割合が高い紙パルプや鉄鋼など 20 部門における電力単価は 9.75 円/kWh とした。電力部門での電力消費は 9 電力会社間の融通電力に相当するので、その平均単価 9.64 円/kWh を用いた。業務関連部は業務用単価 23.20 円/kWh、家計部門は従量電灯甲乙単価 24.90 円/kWh とした。これらの電力単価は文献[4.6]より引用した。その他部門の電力単価は全部門の電力購入料と消費量との整合がとれるように 14.91 円/kWh とした。

表 4.1 電力単価

	部門	円/kWh
特定産業 (大口調整)	181101 パルプ - 181301 板紙	9.75
	201101 アンモニア - 202101 ソーダ工業製品	
	203101 石油化学基礎製品	
	252101 セメント	
	261101 銑鉄 - 263103 鋳鉄品および鍛工品	
電力(融通)	511100 事業用電力	9.64
業務	611101 卸売 - 642101 住宅賃貸料	23.20
	731101 郵便 - 861909 その他の対個人サービス	
	911000 家計外消費支出	
家計	912100 家計消費支出	24.90
その他	上記以外の部門	14.91

4.3.2 分析結果

表 4.2 は上述した手法にしたがって求めた代表的な財・サービスの金額あたりの CO₂ 排出原単位(t-CO₂/百万円)を示している。比較のため、通常のリオンティエフ逆行列 $(I - A)^{-1}$ を用いた従来法による推計値も併せて示している。

電力の金額あたり CO₂ 排出原単位は、どの部門に投入されるかに依存して異なる。従来の産業連関法では 25.23t-CO₂/百万円と一定であるが、本手法では各部門での電力単価に依存して異なる。特に単価の安い産業向けは 45.38t-CO₂/百万円と大きくなった。逆に、単価の高い業務向けおよび家計向けでは、それぞれ 19.07、17.77t-CO₂/百万円と小さくなった。なお、電力量 kWh あたりの CO₂ 排出原単位は 442.5g-CO₂/kWh と、いずれの部門に販売されようが同じ値になる。

各部門向けの電力単価の違いは、他の財の CO₂ 排出原単位にも影響を及ぼす。全体的な傾向として、従来の推計に比べて製造業部門の値は大きい。特に、ソーダ工業製品、圧縮ガス、粗鋼(電炉)などの生産には特別に安価な電力を多量に直接消費しているため、従来法による値は 20%以上の過小評価になっている。洋紙・和紙やパルプの生産でも安価な電力が消費されているが、電力投入係数がそれほど大きくないため、7~8%の差にとどまった。また、直接に消費している電力の単価自体は特に安くはないが電力直接投入比率が高い財(鉄道輸送、半導体、上水道など)も、従来法では過小評価される傾向が強い。一方、ボイラー、鋼船、カメラ、時計などは、電力単価もそれほど安くなく電力の投入係数も大きくないが 6~9%の差異が認められた。これは、他の製造業部門で誘発される間接的な電力消費が多いためである。特に、ボイラーや鋼船は鉄鋼の影響を強く受けている。セメントは安価な電力を多量に消費しているため変化量(B-A)は 1.85t-CO₂/百万円と大きい。しかし、石灰石や石炭などからの排出量が多いため変化率((B-A)/B)は 2.1%と小さい。

業務部門は製造業に比較して全体的に電力単価が高いとしたため、値は小さくなった。映画館や電気通信などは、直接投入される電力単価が製造業に比べて高く、かつ、電力の投入係数が相対的に大きいため、従来法は過大評価になっている。ただし、自然科学研究機関などではここで設定した単価より安い電力を消費している場合もあり、今回の結果は過少評価になっている可能性も有る。

表 4.2 代表的な財・サービスの金額あたりの CO₂ 排出原単位(t-CO₂/百万円)

単位: t-CO₂/百万円

財・サービス	新手法 (A)	従来法 (B)	A-B	(A-B)/B
電力 [特定産業部門(大口調整)へ販売]	45.38	25.23	20.15	79.9%
[電力部門へ販売]	45.90	25.23	20.67	81.9%
[業務部門へ販売]	19.07	25.23	-6.16	-24.4%
[家計消費部門へ販売]	17.77	25.23	-7.46	-29.6%
[その他の部門へ販売]	29.69	25.23	4.46	17.7%
洋紙・和紙	18.41	17.27	1.14	6.6%
板紙	15.47	14.31	1.16	8.1%
複合肥料	7.10	6.34	0.76	12.0%
ソーダ工業製品	24.60	19.27	5.33	27.7%
圧縮ガス・液化ガス	15.32	12.56	2.76	22.0%
石油化学基礎製品	9.60	9.00	0.60	6.7%
プラスチック製品	4.65	4.39	0.26	5.9%
セメント	91.62	89.77	1.85	2.1%
生コンクリート	23.81	23.32	0.49	2.1%
粗鋼(転炉)	30.56	29.36	1.20	4.1%
粗鋼(電炉)	13.79	11.22	2.57	22.9%
熱間圧延鋼	19.61	17.93	1.68	9.4%
鑄鍛鋼	8.73	7.44	1.29	17.4%
ボイラー	3.24	2.99	0.24	8.1%
ラジオ・テレビ受信機	2.34	2.20	0.14	6.4%
電子計算機本体	1.70	1.64	0.06	3.8%
半導体素子・集積回路	2.65	2.46	0.19	7.7%
乗用車	2.97	2.78	0.19	7.0%
鋼船	4.50	4.14	0.36	8.7%
カメラ	1.87	1.77	0.11	5.9%
時計	2.08	1.94	0.14	6.9%
熱供給業	9.34	8.81	0.53	6.0%
上水道・簡易水道	4.19	3.67	0.52	14.1%
下水道	6.13	5.76	0.37	6.5%
鉄道旅客輸送	3.06	2.83	0.24	8.4%
鉄道貨物輸送	3.78	3.46	0.32	9.3%
国内電気通信	0.63	0.69	-0.06	-9.3%
自然科学研究機関(国)	1.65	1.87	-0.22	-11.8%
映画館	2.19	2.44	-0.25	-10.1%
劇場・興行場	1.27	1.40	-0.13	-9.1%

4.3.3 配電における流通の煩雑さの影響に関する考察

販売先によって単価が異なる原因のひとつに、末端での流通の煩雑さの違いが挙げられる。ここで取り上げた電力で例えると、大規模工場などの大口契約者は、高電圧による配電が可能であり、加えて、一般家庭などの配電に必要である複雑な配電網も必要としない。これらの末端における違いが、大口契約者と一般家庭の単価の差異のひとつの原因となっている可能性がある。

ここでは、同じ 1kWh の電力でありながら、単価の違いにより CO₂ 排出原単位が異なるのは合理的ではないという考えの基に分析を実施した。しかしながら、正確には、同じ 1kWh の電力でも、末端での配電の違いで CO₂ 排出原単位が異なる。高電圧での単純な配電が可能であれば、配電に伴うロスも少なく、かつ、配電設備も大幅に少なくすることが可能である。したがって、大口向けの電力の使用端での CO₂ 排出原単位は、一般家庭などの小口のそれに比べて小さいと考えられる。つまり、電力単価の違いは末端での配電の違いに依存しており、その違いによって環境負荷にも違いが生じるならば、1kWh あたりの環境負荷を等しいとするより、1円あたりの環境負荷を等しいとした方が、合理的であるとも考えられる。

では、いずれが合理的であるのか。末端での配電の複雑さを仮に定量的に示すことが出来るとして、その複雑さを示す指標を x とする。その複雑さに伴うコスト上昇分は、すべて価格に跳ね返るとして、価格上昇分を $P(x)$ とする。他方、その複雑さに伴う CO₂ 排出量の増加分を $E(x)$ とする。配電網に入る前の電力の価格と CO₂ 排出量をそれぞれ、 p_0 、 e_0 とするならば、配電網の複雑さ x を変数として、使用端での電力の価格および CO₂ 排出量は、

$$p = p_0 - P(x) \quad \text{式(4.7)}$$

$$e = e_0 + E(x) \quad \text{式(4.8)}$$

と表現できる。

x の変化に伴う p と e の変化について考察する。仮に複雑さ x が 1% 変化したときに、 p も e も x と同様に 1% 程度変化するのならば、つまり、

$$\frac{\Delta E(x)/E(x)}{\Delta x/x} \cong \frac{\Delta P(x)/P(x)}{\Delta x/x} \quad \text{式(4.9)}$$

が、成立するならば、1円あたりの CO₂ 排出原単位は等しいとしたほうが合理的である。なぜなら、 x の変化率に対する、 p の変化率および e 変化率がほぼ等しければ、価格の違いは、CO₂ 排出量の違いを代表していると考えられるからである。他方、

$$\frac{\Delta E(x)/E(x)}{\Delta x/x} \ll \frac{\Delta P(x)/P(x)}{\Delta x/x} \quad \text{式(4.10)}$$

もしくは、

$$\frac{\Delta E(x)/E(x)}{\Delta x/x} \gg \frac{\Delta P(x)/P(x)}{\Delta x/x} \quad \text{式(4.11)}$$

であれば、1kWhあたりのCO₂排出原単位が等しいとしたほうが合理的である。式(4.10)は、複雑さの変動に伴い、単価は大きく変動するが、CO₂はあまり変動しないことを示しており、価格とCO₂排出量との間に密接な関係がないといえる。

式(4.9)~(4.11)のいずれが成立するかはP(x)とE(x)に依存しているが、現時点では把握されていない。また、これらの関数は、財によって異なると考えられる。ただし、送変配電に関するCO₂排出量の分析結果^[4.7]によると、我が国の電力平均の送電端でのCO₂排出原単位は394g-CO₂/kWhであり、使用端でのそれは413g-CO₂/kWhである。送電端と使用端の差は、送変配電におけるCO₂排出量と解釈することが出来、その差はそれほど大きくない。したがって、変電および配電の違いによって、使用端におけるkWhあたりのCO₂排出原単位はそれほど大きく異ならないと言える。他方、それに比べ、表4.1に示されるように、電力単価の差は大きい。つまり、式(4.10)が成立することが予想される。したがって、電力の場合については、1kWhあたりのCO₂排出量を等しいとしたほうが、合理的である。つまり、本章で示された手法を電力に適用することは妥当であると結論できる。もちろん、購入者別に単価の違いを考慮すると同時に、配電の違いによるCO₂排出量の違いを考慮すれば、より実態を反映した説得力のある結果となる。

上述した内容は、一般化すれば、環境負荷は何を基準に配分するのが合理的か、という問題である。電力に関しては、金額で配分するより、kWhで配分したほうが、多くの人を納得させる可能性が高いので、前節で定式化した手法を採用している。しかし、他の財に関しては、必ずしも式(4.10)もしくは(4.11)が成立しているとは限らない。式(4.9)が成立する場合には、金額で配分したほうが良いと考えられる。

配分問題は、産業連関表を用いるか否かに関わらず、インベントリ分析において重要な問題である。現状では、配分方法についてコンセンサスは得られていない。実用的な分析手法の確立という観点からは、この種の価値に関わる問題については、本章で示したような事例研究を積み上げることが有効であると考えられる。

おわりに

本章では、全ての財の量が金額単位で測られている既存の産業連関表を、インベントリ分析に適用する場合に問題となる一財多価による非合理的な環境負荷の配分を回避する方法を提示した。電力を事例として、その単価の違いによる非合理的な配分を修正することで、より合理的なCO₂排出原単位を推計した。その結果、直接電力を多量に消費する財はもちろん、それらの財を間接的に消費する財のCO₂排出原単位は、従来の産業連関法による値と比べて、1割から2割程度大きくなることが明らかになった。ただし、単価設定については不十分な点もあることには留意すべきである。

産業連関表を用いるか否かに関わらず、インベントリ分析における環境負荷の配分は重要な問題である。産業連関表を用いて間接的な環境負荷を推計する際には、環境負荷はすべて金額にしたがって配分される故に、得られた結果は非合理的であると指摘されることが多々ある。金額による配分が合理的でないと考えられる場合は、本章で示したように他の基準で配分することが求められる。ただし、重量や熱量などの物量よりも金額を配分基準に選択した方が合理的な場合もあることに留意すべきである。今後、実用的なインベントリ分析手法を確立するにあたり、事例研究を積み重ねることで、多くの人が納得する配分基準を構築していく必要がある。

参考文献

- [4.1] 森口祐一、近藤美則「資源輸入に伴う環境負荷の定量化と負荷の配分方法が LCI に与える影響の分析」日本エネルギー学会誌、第 77 巻、第 11 号、pp.1062-1069、1998 年
- [4.2] 吉岡理文、石谷久、松橋隆治「線形計画法を用いた LCA 手法の検討」シミュレーション第 15 巻、第 1 号、pp.72-78、1996 年
- [4.3] 吉田好邦、石谷久、松橋隆治「結合生産を表現するための三次元産業連関分析とその枠組み」エネルギー・資源、第 19 巻、第 5 号、pp.73-78、1998 年
- [4.4] Clark W. Bullard III, Robert A. Herendeen, "The Energy Cost of Goods and Services", Energy Policy, Vol.3, No. 4, pp.268-278, 1975
- [4.5] Hiroki Hondo and Yohji Uchiyama, "Life Cycle Analysis of Material Consumption with an Input-Output Table", International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Oct. 1994
- [4.6] 通商産業省資源エネルギー庁「平成 3 年版電気事業便覧」1991 年
- [4.7] 本藤祐樹、内山洋司、森泉由恵「我が国の電力生産におけるライフサイクル CO₂、SO_x、NO_x 排出量の推計」電力中央研究所 [非公表]、1999 年

第 5 章 産業連関表を用いて推計された CO₂ 排出原単位の信頼性評価

はじめに

前章までは、産業連関表をインベントリ分析に適用する際に生じる問題点について、ひとつずつ検討を重ね解決していくというアプローチを採用した。主要な問題点については、このようなアプローチが有効である。しかし、産業連関表の適用において、すべての問題点をひとつずつ解決しようとするならば、最終的には産業連関表を作成し直すという結論になると考えられる。それは現時点では非現実的であり、既存の産業連関表の利用を念頭におくと、むしろ、問題点を抱えたまま、如何に活用すべきかという方法論を提示することが有効である。本章では、産業連関表の特性から生じる問題点を制御しながら利用するためには、信頼性工学に基づいたアプローチが有効であると考え、その基礎的な検討を実施した。

産業連関表を用いて推計される環境負荷原単位³⁹の信頼性は、その推計の基礎となる投入係数(a_{ij})と部門別直接環境負荷(e_j)の信頼性に依存している。本章では、不確実性を含む各要素(a_{ij} 、 e_j)のいずれが、環境負荷原単位の信頼性に大きな影響を及ぼすのかを、「変動率感度」という指標を用いて定量的に評価している。そして、実際に、第 2 章で推計された結果を基に、すべての要素(a_{ij} 、 e_j)に対する CO₂ 排出原単位の変動率感度を求め、各財・サービスの CO₂ 排出原単位に大きな影響を及ぼす要素を特定した。この特定された要素のばらつきが大きい場合、CO₂ 排出原単位の基準値も大きく振れることになる。後半では、これら影響度の高い要素にばらつきが生じる可能性、そして、それが基準値に与える不確実性について「変動率感度」を応用して考察している。

5.1 環境負荷原単位の不確実性

5.1.1 産業連関表を用いて推計された環境負荷原単位の有効性

我が国の産業連関表では、社会に存在する極めて多種多様な財を約 400 種類に分類して、円価値単位(金額)というすべての財に共通の測定単位を採用することで、複数種類の財をひとつの部門に統合している。その特性上、産業連関表を用いて推計された環境負荷原単位は、現実の財を評価する上で有効なのか否かについて議論がある。例えば、複数の異なる財が生産されている部門の投入係数ベクトルや直接環境負荷は、その部門に含まれる複数の財の平均値であるとみなされ、実際には幅を持っていると考えられる。それ故に、推計された環境負荷原単位は、仮想的な平均財の値、言い換えれば、ばらつきを持った複数の値の代表値であると解釈できる。もちろん、プロセス分析法による推計でも結合生産における配分方法や生産規模の違い等の要因から値はばらつきを持つ。問題は、産業連関表に特有の性質によって、それを用い

³⁹ 本章において、環境負荷原単位とは、ある財・サービスの 1 単位(金額単位)の生産に伴い直接間接に排出さ

て推計された環境負荷原単位がどの程度ばらつく可能性があるか、そして、そのばらつきの要因は何かを明らかにすることである。この問題を解くことは、今後、インベントリ分析へ産業連関表を適用するために必要不可欠である。しかし、産業連関表を用いて推計された環境負荷原単位の不確実性に関する一般的手法は確立されていない⁴⁰。過去、エネルギーアナリシスにおいて不確実性に関する分析は実施されたが^{5.3[5.4]}、統計誤差と時間経過に伴う投入係数の変動によって生じるばらつきに焦点があてられてきた⁴¹。インベントリ分析への利用という視点から、後述する様々な不確実性要因を考慮して結果の信頼性を評価するためには、それに適した手法が求められる。

5.1.2 環境負荷原単位にばらつきが生じる要因

既に、前章において説明したように、各財・サービスのCO₂排出原単位(ε [g-CO₂/¥])は、産業連関表を用いて式(5.1)にしたがって推計される。ここでは、説明例としてCO₂を挙げているが、他の環境影響物質についても同様である。

$$\varepsilon = \mathbf{e}^T (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \quad \text{式 (5.1)}$$

ここで、 \mathbf{A} は投入係数行列、 \mathbf{e} は生産額あたりの直接CO₂排出量ベクトルである。また、 T は転置行列を示す。式(5.1)では、輸入財もすべて国産であると仮定している。

式(5.1)から明らかのように、 \mathbf{A} 、 \mathbf{e} の要素である a_{ij} [¥/¥]、 e_i [g-CO₂/¥] ($i, j=1 \sim n$)にばらつきがある場合、CO₂排出原単位もばらつきを持つ。実際、 a_{ij} と e_i には、多くの不確実性要因が内在しており、それらは、産業連関表の特性に起因するものもあれば、そうでないものもある。まずは、これらの不確実性要因について整理する。

(1) データの誤差

統計資料の記載値が、測定誤差や調査表の記入・集計ミスなどにより、 a_{ij} および e_i のいずれも誤差を持つ可能性がある。

(2) 結合生産

実際の産業連関表では円価値単位で財の量を測っている。石油製品やコージェネレーションな

れる環境影響物質量を意味する。2.1節参照。

⁴⁰ LCA研究においては不確実性分析の重要性が認識されており[5.1]、事例分析も実施されつつある[5.2]。

⁴¹ 文献[5.3]を発展させた文献[5.4]では、取引額、生産額、最終需要額を確率変数として扱い、それぞれに確率密度分布を想定し、モンテカルロ法を用いて各部門のエネルギー原単位の確率密度関数を求めている。この分析で鍵となる、取引額、生産額、最終需要額の確率密度分布の想定はBureau of Economic Analysis (BEA)などへの面接調査に基づいている。後述する様々な要因を考慮して想定したものではなく、むしろ、産業連関表を作成する際の推計上の不確実性を基に、つまり、「(1)データの誤差」のみを考慮して想定したものと考えられる。

どのように、複数の製品が同じプロセスから同時に生産(結合生産)される場合、各部門へ投入される結合生産物の構成比率が異なるため、財の測定単位(重量や熱量など)に依存して a_{ij} と e_i は変動する。

(3) 一部門多財

産業連関表では、社会に存在する膨大な種類の財を約400部門に分類しているため、ほとんどの部門で複数種類の財が生産されている(一部門多財)⁴²。したがって、 a_{ij} や e_j は、複数異種の財を含む部門において生産される仮想的な平均財に対応するものであり、実際には、それらの値はばらつきを持つ。

(4) 一財多価

同一財であっても部門によって異なる単価で販売(一財多価)されることがある。実際の産業連関表では円価値単位で財の量を測っているが、それ以外の単位(重量や熱量など)を用いると、 a_{ij} や e_j は変化する。一財多価の典型例としては、時間帯や契約形態により単価が大きく異なる電力やガスが挙げられる。

(5) 一財多技術

電力などのように、同一財が複数の技術で生産(一財多技術)される場合がある。採用技術の違いにより、同一財であっても単位生産量あたりの原材料投入や廃棄物排出の量は異なる。同じ財でも、環境対策設備が設置されているプラントで生産されているか否かによって e_j は異なる。これは採用技術の違いとみなせ、一財多技術の例と言える。

(6) 一財多事業所

同一技術によって同一財を生産する場合でも、事業所(生産者)が異なれば、生産規模などの違いにより歩留まりや運用に差異が存在し、単位生産量あたりの原材料投入や廃棄物排出の量は異なる。

これらの要因のうち、(3)と(4)が、実際の産業連関表が持つ特有の性質に基づくものであり、プロセス分析法においては不確実性を生み出す要因とはならない。それら以外については、プロセス分析法においても分析結果に不確実性を生じさせる要因となり得る。

いずれかの要因により a_{ij} と e_j にばらつきが存在する場合、これらの値は確定的なものではなく、不確実性を含んだ基準値であると理解する方が妥当である。ところが、 a_{ij} と e_j あわせて十数万にのぼる値に対して、上述した各要因によって生じるばらつきがどの程度かを明らか

⁴² 一部門多財は、現実的には不可能であるが、理論的にはプロセスを十分に調査し一部門一財まで部門を分割すれば解消する問題である。したがって、一部門多財は、見かけ上結合生産と同じ問題に帰結できるが、本質的には異なる。

にすることは現実的には極めて困難である。まずは、 a_{ij} と e_j の変動に対するCO₂排出原単位の感度を求めることによって影響度の高い要素を特定化し、その上で、それらの要素が上に述べた要因によりどの程度ばらつきを持つかを明らかにすることが賢明である。

5.2 感度分析手法

直接CO₂排出量(e_j)および投入係数(a_{ij})のばらつきに関する情報(分散、確率密度関数)が得られない場合に、 e_i および a_{ij} の不確実性がCO₂排出原単位(ϵ_k)にどの程度影響を与えるかを評価する指標として、変動率感度が有効である⁴³ [5.5][5.6]。変動率感度は、無次元量であり様々な要因の影響度を一律に相対することが可能である。

変動率感度は、直接排出量の変動(Δe_i)もしくは投入係数の変動(Δa_{ij})に伴い、財 k のCO₂排出原単位(ϵ_k)が変動するとき、基準値における e_i もしくは a_{ij} の変動率に対する ϵ_k の変動率の比として定義され、式(5.2)、式(5.3)のように表現できる。

$$s_i^k = \lim_{\Delta e_j \rightarrow 0} \left(\frac{e_i^0}{\epsilon_k^0} \right) \left(\frac{\Delta \epsilon_k}{\Delta e_i} \right)_{e_i^0} \quad (i, k=1 \sim n) \quad \text{式(5.2)}$$

$$s_{ij}^k = \lim_{\Delta a_{ij} \rightarrow 0} \left(\frac{\bar{a}_{ij}}{\epsilon_k^0} \right) \left(\frac{\Delta \epsilon_k}{\Delta a_{ij}} \right)_{\bar{a}_{ij}} \quad (i, j, k=1 \sim n) \quad \text{式(5.3)}$$

ここで、 e_i^0 、 \bar{a}_{ij} は基準値であり、それぞれ、基準となる直接CO₂排出量ベクトル(\mathbf{e}^0)と投入係数行列($\bar{\mathbf{A}}$)の要素である。また、それらに対応するCO₂排出原単位ベクトルを $\boldsymbol{\epsilon}^0$ とする。 s_i^k もしくは s_{ij}^k が大きい要素は、財 k のCO₂排出原単位へ影響度が高く、その値を大きく変動させ得るといえる。したがって、すべての要素に対して変動率感度を求めることで、影響度の高い要素を特定することが可能となる。

なお、本節では、CO₂を例に挙げて感度分析手法を説明しているが、他の環境影響物質についても全く同じである。

(1) 直接CO₂排出量の変動(Δe_m)に対する変動率感度

財 m の直接CO₂排出量の変動(Δe_m)に対する財 k のCO₂排出原単位の変動($\Delta \epsilon_k$)は、式(5.4)にしたがって求めることができる。

$$\begin{aligned} \Delta \epsilon_k &= \sum_{i=1}^n \bar{b}_{ik} (e_i^0 + \Delta e_i) - \sum_{i=1}^n \bar{b}_{ik} e_i^0 \\ &= \sum_{i=1}^n \bar{b}_{ik} \Delta e_i \end{aligned} \quad \text{式(5.4)}$$

ただし、

$$\bar{b}_{ij} = [\bar{\mathbf{B}}]_{ij} = [(\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^{-1}]_{ij} \quad \text{式(5.5)}$$

$$\Delta e_i = \begin{cases} \Delta e_m & i = m \\ 0 & i \neq m \end{cases} \quad \text{式(5.6)}$$

である。式(5.4)を式(5.2)に代入することで、変動率感度(s_m^k)は、次式で表現できる。

$$\begin{aligned} s_m^k &= \frac{\sum_{i=1}^n \bar{b}_{ik} \Delta e_i / \epsilon_m^0}{\Delta e_m / e_m^0} \\ &= \frac{\bar{b}_{mk} e_m^0}{\epsilon_k^0} \end{aligned} \quad \text{式(5.7)}$$

(2) 投入係数の変動(Δa_{im})に対する変動率感度

投入係数に対するCO₂排出原単位の変動率感度は、各要素に個別に変動を与えてCO₂排出原単位を再計算することで、数値計算により求めることは可能である。しかし、このような直接的な方法を用いた場合、変動を与えた a_{im} の数と少なくとも同じだけの逆行列の計算が必要となり、計算量が膨大となる。我が国の産業連関表(1990年)を利用すると、405×405の正方行列の逆行列計算を16万回以上実施する必要がある。また、複数の要素が同時に変動することを考えると、それ以上の計算負荷が生じる。要素数が多い非線形システムにおける応答値の感度分析において、酒井ら^{5.7}は逐次近似解法である摂動法の応用が有効であることを示している⁴⁴。ここでは、酒井らにより提案された摂動法を用いた感度分析手法を利用して、式(5.3)で定義される変動率感度を導出する。

⁴³ この指標の大小でもって、CO₂排出原単位のばらつきの大きさを直ちに評価するものではない(5.4節参照)。なお、変動率感度は影響度指数とも呼ばれる。

⁴⁴ 文献[5.8]では、摂動法を用いることで計算時間が極めて短縮されることを示している。

(2)・a 投入係数行列の変動に伴う排出原単位ベクトルの変動量の導出

まず、投入係数行列の ij 要素が Δa_{ij} だけ変動する場合の、CO₂ 排出原単位ベクトルの変動量 ($\Delta \boldsymbol{\varepsilon}$) を誘導する。式(5.1)から明らかなように式(5.8)が成立する。

$$(\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^T \boldsymbol{\varepsilon}^0 = \mathbf{e}^0 \quad \text{式(5.8)}$$

Δa_{ij} の変動が与えられた時、変動後の投入係数行列 \mathbf{A} は式(5.9)のように表現できる。

$$\mathbf{A} = \bar{\mathbf{A}} + \mathbf{A}' \Delta a_{ij} \quad \text{式(5.9)}$$

ここで、 \mathbf{A}' は、 \mathbf{A} の a_{ij} に対する一階微分で式(5.10)で定義される。

$$\mathbf{A}' = \frac{\partial}{\partial a_{ij}} \mathbf{A} = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & a_{lm} \\ & & \\ & & \end{bmatrix} \quad \text{式(5.10)}$$

ここで、

$$a_{lm} = \begin{cases} 1 & \text{if } l=i \text{ and } m=j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{式(5.11)}$$

である。したがって、変動後の投入係数行列に対応する CO₂ 排出原単位ベクトル $\boldsymbol{\varepsilon}$ は、

$$(\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}} - \mathbf{A}' \Delta a_{ij})^T \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{e}^0 \quad \text{式(5.12)}$$

を解くことにより得られる。 $\boldsymbol{\varepsilon}$ が Δa_{ij} のべき級数近似解として

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \boldsymbol{\varepsilon}^0 + \boldsymbol{\varepsilon}' \Delta a_{ij} + \boldsymbol{\varepsilon}'' \Delta a_{ij}^2 + \cdots + \boldsymbol{\varepsilon}^N \Delta a_{ij}^N + \cdots \quad \text{式(5.13)}$$

と表現できると仮定して式(5.12)を解く。式(5.13)を式(5.12)に代入し、両辺にある Δa_{ij} の 0 次項、1 次項、2 次項…の係数がそれぞれ一致することを要求すると、

$$0 \text{ 次項} \quad (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^T \boldsymbol{\varepsilon}^0 = \mathbf{e}^0 \quad \text{式(5.14)}$$

$$1 \text{ 次項} \quad -(\mathbf{A}')^T \boldsymbol{\varepsilon}^0 + (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^T \boldsymbol{\varepsilon}' = \mathbf{0} \quad \text{式(5.15)}$$

$$2 \text{ 次項} \quad -(\mathbf{A}')^T \boldsymbol{\varepsilon}' + (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^T \boldsymbol{\varepsilon}'' = \mathbf{0}$$

⋮

$$n \text{ 次項} \quad -(\mathbf{A}')^T \boldsymbol{\varepsilon}^{n-1} + (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^T \boldsymbol{\varepsilon}^n = \mathbf{0}$$

を得る。ここで求めるべき変動率感度は、上述のように、評価点である基準値 ($\bar{\mathbf{A}}$) における a_{ij} の変動率に対する ε_k の変動率の比であり、2 次項以上は意味を持たず、1 次項のみで評価される。 $\boldsymbol{\varepsilon}^0$ と $\bar{\mathbf{A}}$ は既知であり、式(5.14)と式(5.15)より、 $\boldsymbol{\varepsilon}'$ は、

$$\boldsymbol{\varepsilon}' = ((\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^T)^{-1} (\mathbf{A}')^T \boldsymbol{\varepsilon}^0 \quad \text{式(5.16)}$$

と算出される。したがって、求めるべき CO₂ 排出原単位ベクトルの変動量 ($\Delta \boldsymbol{\varepsilon}$) は、

$$\begin{aligned} \Delta \boldsymbol{\varepsilon} &= \boldsymbol{\varepsilon}' \Delta a_{ij} \\ &= \bar{\mathbf{B}}^T (\mathbf{A}')^T \boldsymbol{\varepsilon}^0 \Delta a_{ij} \end{aligned} \quad \text{式(5.17)}$$

で表される。ここで、

$$\bar{\mathbf{B}} = (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^{-1} \quad \text{式(5.18)}$$

である。

(2)・b 投入係数 a_{lm} に対する財 k の排出原単位の変動率感度の導出

以上で導出された式(5.17)より、投入係数行列の第 lm 成分の変動 Δa_{lm} による、財 k の排出原単位の変動量 $\Delta \varepsilon_k$ は、

$$\Delta \varepsilon_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \varepsilon_i^0 q_{ij} \bar{b}_{jk} \Delta a_{lm} \quad \text{式(5.19)}$$

と表現できる。ただし、

$$q_{ij} = \begin{cases} 1 & i = l, j = m \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad \text{式(5.20)}$$

である。式(5.19)を式(5.3)に代入することで、変動率感度は次式で表現できる。

$$s_{lm}^k = \frac{\bar{a}_{lm} \varepsilon_l^0 \bar{b}_{mk}}{\varepsilon_k^0} \quad \text{式(5.21)}$$

上記のように、基準となる部門別直接 CO₂ 排出量と投入係数行列が与えられれば、すべての要素の変動に対するすべての財の感度を計算することが可能である。なお、ここでは、すべての要素は独立であると仮定して定式化を行っているが、変動の要因によっては要素間の従属関係を考慮する必要がある。本研究では、様々な要因から生じる変動に対する感度を明らかにするという点から、全ての要素の変動は独立であると仮定して感度分析を実施した⁴⁵。

5.3 感度分析結果

我が国の平成 2 年の産業連関表を利用して求められる CO₂ 排出原単位に対して感度分析を実施した。投入係数行列を作成する際の特種コードの取扱いおよび部門の統廃合、そして、部門別直接 CO₂ 排出量については第 2 章を参考されたい。以下では、素材とそれ以外の工業製品に分けて、その CO₂ 排出原単位について感度分析を実施した結果を示す。

5.3.1 工業製品(素材を除く)

表 5.1~5.8 に、産業機械から精密機械まで代表的な工業製品を取り上げて、CO₂ 排出原単位の感度値が 0.05 以上となる要素を大きい順に並べている。表題の()内の数字は産業連関表の部門コードである。表中の「直」は直接 CO₂ 排出量を、「投」は投入係数を意味する。例えば、複写機では、電力部門の直接排出量の変動に対する感度が 0.315 と最も大きい(表 5.3)。これは、事業用電力からの直接排出量が 1% 変化した場合、複写機の CO₂ 排出原単位が 0.315% 変化するということを意味している。上位には、複写機部門への電力や素材の投入係数、複写機から複写機への自部門投入係数などが並んでおり、これらの変動が、複写機の CO₂ 排出原単位に大きな影響を与えることを示している。また、テレビについては電子製品関連の投入係数が、乗用車については自動車関連の投入係数が、影響度の高い要素である(表 5.4、表 5.7)。

⁴⁵ 我が国の産業連関表は円価値単位という一種の物量単位を用いた物量表示の表であると解釈できる。円価値単位という物量単位で表現された産業連関表を、均衡産出高モデルとして利用する場合には、投入係数の列和=1は制約条件とならない。

このように、財に依存して、CO₂ 排出原単位に大きな影響を与える要素は異なる。

ただし、共通点も観察できる。第 1 に、いくつかの要素は、幅広くほとんどの財の CO₂ 排出原単位に大きな影響を与えている。いずれの財にも共通して、事業用電力、自家発、銑鉄の各直接 CO₂ 排出量、そして、粗鋼(転炉)→熱間圧延鋼、熱間圧延鋼→冷間仕上鋼の各投入係数のあわせて 5 要素の変動に対する感度が大きい。図 5.1 は、これら 5 要素の変動が、工業製品の CO₂ 排出原単位に与える影響を示している。横軸は工業製品の種類(産業連関表の 2811-01~3919-09 の 88 部門)を、縦軸は感度を示している。電力の直接排出量はいずれの財においても影響度が大きく、特に、電子製品や精密機械などでは 0.4 前後と感度値が高い。鉄鋼関連の投入係数の変動に対する感度は、各財の鉄鋼依存度によって異なり、産業機械や自動車などでは感度が高い一方、電子製品や精密機械などでは感度が低い。

第 2 に、電力および鉄の直接排出量を除くと、直接排出量よりも投入係数の変動が結果に大きな影響を及ぼす傾向がある。特に、部品製造工程以降の自部門投入係数、そして、対象とする財を生産する部門への部品やエネルギーなどの投入係数の影響が大きいことが注目される(表 5.3~5.8)。例えば、乗用車では、部品→乗用車が 0.385、部品の自部門投入が 0.228 という結果となっている(表 5.7)。この傾向は、精密な加工が要求される電気・電子機械や精密機械において顕著に表れており、電力や半導体に関わる投入係数の影響度が大きい。例えば、時計では、時計→時計が 0.250、電力→時計が 0.155、半導体→時計が 0.068 という結果になっている(表 5.8)。ただし、ボイラなどの大型産業機械では、自部門投入などより鉄鋼に関わる投入係数の影響が大きい(表 5.1、5.2)。

表 5.1 ボイラ (3011-01)

要素	感度値
投 粗鋼(転炉)→熱圧鋼	0.284
投 銑鉄→粗鋼(転炉)	0.278
直 銑鉄	0.243
直 事業用電力	0.228
投 鋼管→ボイラ	0.225
投 熱圧鋼→鋼管	0.182
投 ボイラ→ボイラ	0.148
直 自家発電	0.116
投 他一般産業機械→ボイラ	0.101
投 熱圧鋼→冷仕上鋼	0.094
投 冷仕上鋼→ボイラ	0.077
投 粗鋼(電気炉)→熱圧鋼	0.067
投 他一般機械器具→ボイラ	0.059
直 ボイラ	0.059
投 銑鉄鍛工品→ボイラ	0.056
投 熱圧鋼→ボイラ	0.056
投 石炭製品→銑鉄	0.053
投 事業用電力→ボイラ	0.051

表 5.2 ポンプ・圧縮機 (3019-01)

要素	感度値
投 銑鉄鍛工品→ポンプ・圧縮機	0.314
直 事業用電力	0.213
投 粗鋼(転炉)→熱圧鋼	0.210
直 銑鉄	0.209
投 銑鉄→粗鋼(転炉)	0.206
直 銑鉄鍛工品	0.177
直 自家発電	0.103
投 熱圧鋼→ポンプ・圧縮機	0.101
投 熱圧鋼→冷仕上鋼	0.091
投 ポンプ・圧縮機→ポンプ・圧縮機	0.086
投 事業用電力→ポンプ・圧縮機	0.063
投 鉄鋼シャ→ポンプ・圧縮機	0.057
投 冷仕上鋼→ポンプ・圧縮機	0.054

表 5.3 複写機 (3111-01)

要素	感度値
直 事業用電力	0.315
投 複写機→複写機	0.227
直 自家発電	0.137
投 半導体→複写機	0.085
投 電力→複写機	0.081
投 鋳鍛品→複写機	0.078
投 粗鋼(転)→熱圧鋼	0.075
投 銑鉄→粗鋼(転)	0.073
直 銑鉄	0.070
投 他化学製品→複写機	0.065
投 他電子部品→複写機	0.064
投 卸売→複写機	0.062
投 プラ製品→複写機	0.061
投 熱圧鋼→冷仕上鋼	0.055

表 5.4 ラジオ・テレビ (3211-02)

要素	感度値
直 事業用電力	0.333
投 他電子部品→テレビ	0.161
投 電子管→テレビ	0.150
直 自家発電	0.146
投 プラ製品→テレビ	0.127
投 粗鋼(転炉)→熱圧鋼	0.078
投 銑鉄→粗鋼(転炉)	0.076
投 熱圧鋼→冷仕上鋼	0.075
投 半導体→テレビ	0.072
投 他電子部品→他電子部品	0.072
直 銑鉄	0.064
投 冷仕上鋼→テレビ	0.060
投 他ガラス→電子管	0.054
投 熱可塑性→プラスチック	0.054

表 5.5 民生用電気機器 (3211-04)

要素	感度値
直 事業用電力	0.285
投 民生電気機器→民生電気機器	0.210
投 粗鋼(転炉)→熱圧鋼	0.157
投 銑鉄→粗鋼(転炉)	0.152
直 自家発電	0.151
直 銑鉄	0.129
投 鉄鋼シャ→民生電気機器	0.123
投 熱圧鋼→冷仕上鋼	0.115
投 プラ製品→民生電気機器	0.090
投 事業用電力→民生電気機器	0.076
投 熱圧鋼→鉄鋼シャ	0.074
投 研究開発→民生電気機器	0.055

表 5.6 電子計算機 (3311-01)

要素	感度値
直 事業用電力	0.397
投 研究開発→電子計算機	0.239
投 半導体→電子計算機	0.208
投 電子計算機→電子計算機	0.191
直 自家発電	0.120
投 他電子部品→電子計算機	0.112
投 事業用電力→研究開発	0.093
投 事業用電力→電子計算機	0.070
投 事業用電力→半導体	0.061
直 企業内研究開発	0.056
投 他電子部品→他電子部品	0.055

表 5.7 乗用車 (3511-01)

要素	感度値
投 自動車部品→乗用車	0.385
直 事業用電力	0.302
投 自動車部品→自動車部品	0.228
投 内燃機関→乗用車	0.163
直 自家発電	0.131
投 粗鋼(転炉)→熱圧鋼	0.124
投 銑鉄→粗鋼(転炉)	0.122
直 銑鉄	0.114
投 自動車車体→乗用車	0.092
投 鋳鉄品→自動車部品	0.076
投 熱圧鋼→冷仕上鋼	0.074
投 内燃機関→内燃機関	0.070
直 鋳鉄品	0.061

表 5.8 時計 (3712-01)

要素	感度値
直 事業用電力	0.358
投 時計→時計	0.250
投 事業用電力→時計	0.155
直 自家発電	0.124
投 身辺細貨品→時計	0.089
投 粗鋼(転炉)→熱圧鋼	0.082
投 銑鉄→粗鋼(転炉)	0.080
投 半導体→時計	0.068
直 銑鉄	0.068
投 プラ製品→時計	0.064
投 熱圧鋼→冷仕上鋼	0.055

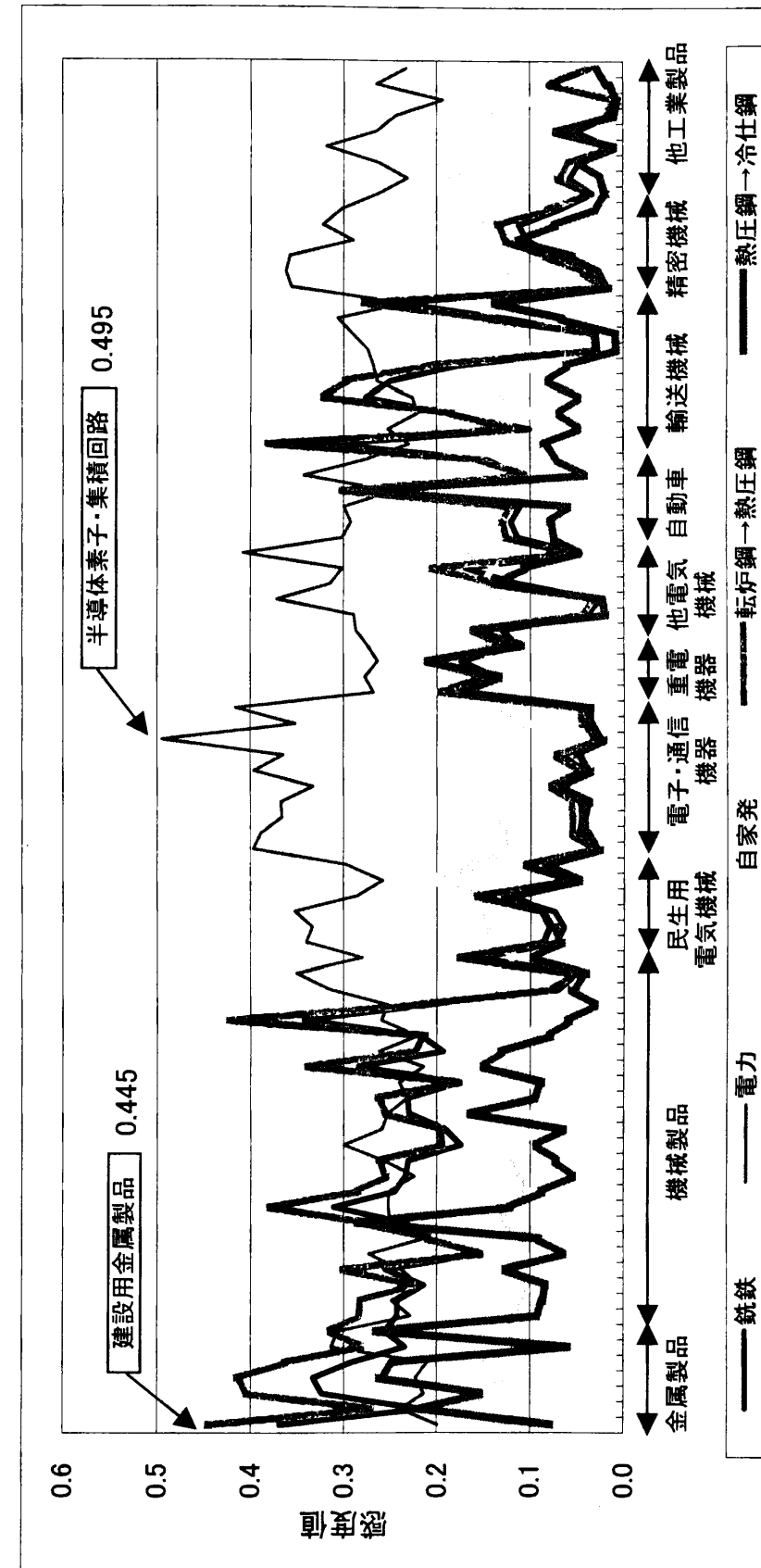


図5.1 影響度の高い5つ要素の変動に対する各工業製品の感度

これらのことから、産業連関表を用いて工業製品の CO₂ 排出原単位を推計する際には、電力および鉄鋼の生産における直接排出量の正確な把握が重要であることが理解できる。加えて、鉄鋼のフローそして部品製造から加工組立などの下流部門における物質のフローが実態を反映しているかが鍵となる。

5.3.2 素材

表 5.9～5.14 には、代表的な素材を取り上げて、CO₂ 排出原単位の感度値が 0.05 以上となる要素を大きい順に並べている。素材では、上述した工業製品とは異なり、投入係数よりむしろ直接排出量の変動の影響が大きい。例えば、表 5.9 からわかるように、洋紙・和紙では、自家発電が 0.407、洋紙・和紙が 0.219、パルプが 0.217 と上位に並んでいる。また、影響の大きな投入係数は、パルプ→洋紙・和紙や自家発電→洋紙・和紙など対象となる素材に直接関わるものに限られている。加えて、感度値が 0.05 以上の要素の数は比較的少なく、上位いくつかの要素の変動に対する感度が非常に高いという結果が得られた。

以上の結果は、素材は生産工程の上流に位置しており、物質の流れが比較的単純であることに起因している。それ故に、素材の CO₂ 排出原単位を推計する際には、幹となるプロセスにおける素材の流れと直接 CO₂ 排出量を捉えることが重要であることが理解される。

なお、ここでは、前述したように、各要素は独立であるとした場合の感度を示しているが、実際には従属関係にある場合もある。例えば、表 5.12 において、石炭製品→銑鉄の投入係数の変動は、銑鉄の直接排出量も同時に変化させると考えられ、これらの変動による感度は表 5.12 に示す値より高いと予想される。

表 5.9 洋紙・和紙 (1812-01)

要素	感度値
直 自家発電	0.407
投 パルプ→洋紙・和紙	0.399
投 自家発電→洋紙・和紙	0.286
直 洋紙・和紙	0.219
直 パルプ	0.217
投 自家発電→パルプ	0.105
直 事業用電力	0.092

表 5.10 熱可塑性樹脂 (2041-01)

要素	感度値
直 自家発電	0.314
投 石化基礎製品→熱可塑性樹脂	0.310
直 石化基礎製品	0.179
投 自家発電→熱可塑性樹脂	0.173
投 環式中間物→熱可塑性樹脂	0.173
直 事業用電力	0.144
直 熱可塑性樹脂	0.114
投 脂肪族中間物→熱可塑性樹脂	0.100
投 石油製品→石化基礎製品	0.096
直 石油製品	0.056
投 芳香族→環式中間物	0.051

表 5.11 板ガラス・安全ガラス (2511-01)

要素	感度値
直 板・安全ガラス	0.351
直 事業用電力	0.272
投 板・安全ガラス→板・安全ガラス	0.200
投 事業用電力→板・安全ガラス	0.178
直 自家発電	0.139
投 ソダ工業製品→板・安全ガラス	0.109

表 5.13 鉛 (2711-02)

要素	感度値
直 鉛	0.602
投 非鉄金属→鉛	0.166
直 事業用電力	0.145
直 自家発電	0.081
投 石炭製品→鉛	0.080
投 事業用電力→鉛	0.070
投 事業用電力→非鉄金属	0.055

表 5.12 粗鋼(転炉) (2611-03)

要素	感度値
投 銑鉄→粗鋼(転炉)	0.965
直 銑鉄	0.717
投 石炭製品→銑鉄	0.156
直 自家発電	0.131
直 石炭製品	0.096
直 事業用電力	0.080
投 自家発電→粗鋼(転炉)	0.060
投 石炭→石炭製品	0.057

表 5.14 アルミニウム (2711-04)

要素	感度値
直 自家発電	0.425
投 自家発電→アルミ	0.361
投 アルミ→アルミ	0.270
直 アルミ	0.235
直 事業用電力	0.195
投 事業用電力→アルミ	0.122
投 非鉄金属→アルミ	0.105

5.4 CO₂ 排出原単位のばらつきに関する考察

5.4.1 ばらつきの定性的評価

感度分析によって特定された影響度の高い要素が大きくばらつく場合、CO₂ 排出原単位は基準値から大きく乖離することになる。感度分析では影響を及ぼす程度を評価できるが、不確実性の評価にあたっては、ばらつきの絶対値に関する評価も重要である。そこで、前節で推計された感度値を応用してばらつきに関して考察する。

変動率感度(s_i^k もしくは s_{ij}^k)に基づいて財 k の CO₂ 排出原単位のばらつき($\Delta \epsilon_k$)を、式(5.22)もしくは式(5.23)にしたがって評価する。

$$\Delta \epsilon_k = s_i^k \Delta e_i \quad \text{式(5.22)}$$

$$\Delta \epsilon_k = s_{ij}^k \Delta a_{ij} \quad \text{式(5.23)}$$

ここで、 Δe_i および Δa_{ij} は、それぞれ、直接 CO₂ 排出量および投入係数のばらつきの絶対量である。大きなばらつきを有する要素に対する評価では誤差を伴うものの、定性的な傾向は把握することが可能である。

以下では、影響度が高いと特定された 3 つの要素(事業用電力の直接排出量、自家発電の直接排出量、粗鋼から熱圧鋼への投入係数)を取り出し、それらの要素がどの程度ばらつくか、

そして、その結果、工業製品の CO₂ 排出原単位は基準値からどの程度振れるかについて、定性的評価を試みる。

5.4.2 影響度の高い要素のばらつきに伴う CO₂ 排出原単位の不確実性

(1) 事業用電力の直接排出量

発電技術は複数存在するが、産業連関表では1年間の平均の電源構成に基づく平均的な技術を採用しているとみなされる。電力は一財多技術の典型であり、時間帯によって採用される発電技術の組み合わせが異なるため、事業用電力部門の直接排出量には、ばらつきが生じる。例えば、東京電力では、年間平均の kWh あたり CO₂ 排出量は 315g-CO₂/kWh であるが、昼間および夜間のそれらは、それぞれ、341 g-CO₂/kWh、260 g-CO₂/kWh となる⁴⁶。つまり、基準値から 7~8%の変動があり得る。他方、ほとんどの工業製品において、事業用電力の直接排出量の変動に対する感度値は 0.2~0.4 の間に収まっており、最も大きな場合で半導体素子・集積回路の 0.495 である(図 5.1)。したがって、各部門の昼夜間別電力消費量を考慮して CO₂ 排出原単位を推計した場合、基準値からの振れは 4%程度に留まると予想される⁴⁶。

(2) 自家発電の直接排出量

自家発電は産業連関表では一部門に集約されているが、実際には、特定の部門で実施されている。したがって、鉄鋼や紙・パルプなど各部門での自家発電力は異なる財とみなす方が合理的であり、自家発電部門の直接排出量には一部門多財によるばらつきが存在するといえる。第 2 章における自家発電部門の直接 CO₂ 排出量の推計手法に基づいて、紙パルプ関連部門および鉄鋼関連部門における自家発電の kWh あたりの直接 CO₂ 排出量を求めると、使用燃料や発電効率の違いのために、それぞれ、827g-CO₂/kWh、1374g-CO₂/kWh となる。また、自家発電全体の値は 887g-CO₂/kWh であるので、7~55%の幅を持っていると言える。他方、図 5.1 に示すほぼすべての製品において、自家発電力の直接排出量の変動に対する感度値は 0.1~0.2 の間に収まっている。したがって、自家発電の直接 CO₂ 排出量のばらつきによって、CO₂ 排出原単位は基準値から 1~10%ほどばらつくことが予想される⁴⁷。

(3) 粗鋼から熱圧鋼への投入係数

一例として粗鋼から熱圧鋼への投入係数について考える。熱圧鋼には、様々な用途の鉄鋼が含まれており、普通鋼と特殊鋼の違い、転炉鋼と電炉鋼の違い、形状の違いがある。つまり、

⁴⁶ 直接排出量に対する感度に比べて、電力から各部門への投入係数に対する感度は小さい。しかし、これら投入係数は、電力が一財多価であるため、測定単位を kWh と円価値単位のいずれかにするかによってばらつきを持つ。このばらつきのために、財によっては CO₂ 排出原単位は基準値の 3 割近い差が生じる(第 4 章参照)。

⁴⁷ 自家発電部門の直接排出量を各部門へ割り当て、自家発電部門の直接排出量をゼロとして CO₂ 排出原単位を求めると、基準値と 3-8%の差が生じるという報告にはほぼ一致する[5.10]。

粗鋼から熱圧鋼への投入係数には、一部門多財と一部門多技術によるばらつきが存在する。例えば、熱圧鋼部門で生産される財のひとつである普通鋼小棒の 9 割以上は建設・土木用へ産出されており、普通鋼小棒の生産における粗鋼(転炉)の投入量は少ないと予想される。仮に普通鋼小棒に投入されている全粗鋼の 1~2 割が転炉鋼であるとするならば、粗鋼(転炉)部門から熱圧鋼部門への投入係数は下方へ大きく振れることになる。鋼材の単価の違いを考慮しても、その投入係数は、基準値の 2 分の 1 以下まで振れる可能性は十分にある。他方、一部の財では、投入係数(粗鋼(転炉)→熱圧鋼)の変動に対する感度値は 0.3~0.4 ほどであり、建設用金属製品では 0.445 に達する(図 5.1)。したがって、CO₂ 排出原単位は 20%を超える幅を持つ可能性がある。

ここでは、各要素のばらつきの情報と前節で求めた変動率感度から、CO₂ 排出原単位のばらつきについて考察した。しかしながら、その解釈においては以下のことが十分に留意される必要がある。

- (a) 前述したように、 a_{ij} と e_i が同時に変化する場合があります、それによって感度値は異なる可能性がある。
- (b) 本章では、 a_{ij} と e_i の代表的なばらつき要因を取り上げたが、それら以外のばらつき要因が存在する。例えば、電力の直接 CO₂ 排出量は、事業者による違い、つまり、一財多事業所によるばらつきが存在するとも言える⁴⁸。
- (c) 投入係数のばらつきに伴う CO₂ 排出原単位の幅は、 $b_{mk} \Delta a_{lm} \ll 1$ が満たされる場合には、妥当な結果となる。しかし、各要素のばらつきが大きい場合⁴⁹、すなわち、 $b_{mk} \Delta a_{lm} \ll 1$ が満たされない場合には、結果は異なる可能性がある。例えば、上記(3)の検討において、建設用金属製品の CO₂ 排出原単位が大きく触れる可能性を指摘しているが、 $b_{mk} \Delta a_{lm}$ は約 0.1 であり十分に小さいとは言えない⁵⁰。

おわりに

産業連関表を用いた CO₂ 排出原単位の推計では、投入係数と部門別直接 CO₂ 排出量が基礎となる。本研究の意義は、それら各要素が変動した場合の CO₂ 排出原単位への影響度を横並びで定量的に評価したことにある。CO₂ 排出原単位に影響を与える要因に関する分析は部分的

⁴⁸ 例えば文献[5.11]。

⁴⁹ 部門によってはエネルギー財の投入係数は大きなばらつきを持っていることが報告されている[5.12]。

⁵⁰ 電子計算機や無線通信機器などでは、投入係数(粗鋼(転炉)→熱間圧延鋼)の変動に対する $b_{mk} \Delta a_{lm}$ は 0.01 未満である。

に実施されつつあるが[5.12][5.13]、本研究では、極力全体を見渡せるように体系的な説明を試みている。その結果、工業製品に関しては、電力や自家発の直接 CO₂ 排出量が鍵であるという従来の知見を定量的に確認した。さらに、鉄鋼関連部門や下流部門の投入係数の変動は CO₂ 排出原単位に大きな影響を及ぼし、それら投入係数のばらつき具合によっては CO₂ 排出原単位が大きく振れる可能性があるという新たな知見を得た。なお、ここでは、各要素はすべて独立であるとして感度分析を実施したが、従属関係にある場合には結果は異なる可能性があることに留意する必要がある。このことについては今後の課題として挙げられる。

また、感度分析によって特定された影響度の高い要素を取り上げ、それらの要素のばらつきに起因する CO₂ 排出原単位の幅について定性的に検討した。その検討結果から、今後、産業連関表を LCI へ実用的に活用するためには、部門分割などによる精度の向上、そして、確率的なアプローチによる信頼性の把握、という 2 方向が有り、そのバランスが重要であると言える。本章で検討した素材やエネルギー部門などは、各要素のばらつき具合は比較的把握しやすい。しかし、部品製造や組立加工など下流部門では、一部門多財そして一財多業種の影響が非常に大きいと推測され、それらの部門における各要素のばらつき具合を見積もることが困難であると考えられる。したがって、特に、下流部門における各要素のばらつきに伴う環境負荷原単位の信頼性評価においては、確率的アプローチが非常に重要である。

ばらつきがあることは、産業連関表の有効性を否定するものではない。むしろ、そのばらつきを適切に制御することで、ある特定の財の値ではなく平均的な財の値であるという特徴を有効に利用することが可能である。本研究は、感度分析やばらつき分析により、産業連関表を用いて推計された基準値の信頼性を踏まえた上で積極的に活用の幅を広げようという試みのひとつである。

参考文献

- [5.1] M. A. Huijbregts, "Application of Uncertainty and Variability in LCA", *International Journal of Life Cycle Assessment* Vol. 3, No. 5, pp. 273-280, 1998
- [5.2] 伊藤健司「日本事務機械工業会における感度分析、誤差分析の取り組みについて」平成 10 年度環境基本計画推進調査費「物質・材料の研究開発および選択における LCA の導入に関する調査」調査報告書 pp.19-25、科学技術庁、2000 年
- [5.3] Clark W. Bullard III and Anthony V. Sebald, "Effects of Parametric Uncertainty and Technological Change on Input-Output Models", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 59, No. 1, pp.75-81, 1977
- [5.4] C. W. Bullard, D. L. Amado, D. L. Putnum and A. V. Sebald, "Stochastic Sensitivity Analysis of U.S. Input-Output Model", EPRI EA-518, 1980
- [5.5] M. Shinozuka, "Development of Reliability-based Aircraft Safety Criteria", AFFDL-TR-76-36, Wright-Patterson Air Force Base, 1976
- [5.6] 酒井信介「機械製品の環境負荷評価への感度解析技術の応用(1)」*機械の研究*、第 52 巻、第 6 号、2000 年
- [5.7] S. Sakai, K. Halada and K. Yokoyama, "Sensitivity Analysis in LCA Using Perturbation Method", *The 4th International Conference on EcoBalance*, Tsukuba, Japan, 1998
- [5.8] 丹野史朗「摂動法を用いた産業連関分析の感度分析」*東京大学大学院工学系研究科修士論文*、2000 年
- [5.9] 東京電力「東京電力環境行動レポート 1999」pp.121、1999 年
- [5.10] 南齊規介、東野達、笠原三紀夫、森口祐一「平成 7 年産業連関表による CO₂ 排出強度の算出と平成 2 年値との比較分析」第 16 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス(2000.1 東京)
- [5.11] 松野泰也、稲葉敦「我が国における電力 10 社の受電端基準電力のライフサイクルインベントリ」*日本エネルギー学会誌*、第 77 巻、第 12 号、pp.1162-1176(1998)
- [5.12] 吉田好邦、石谷久、松橋隆治、大熊裕之「LCA の感度分析—産業部門におけるエネルギー消費量の不確かさを考慮して—」第 16 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス(2000.1 東京)
- [5.13] 南齊規介、東野達、笠原三紀夫、森口祐一「産業連関表を用いた LCI 分析結果の精度」*エネルギー・資源学会第 19 回研究発表会*(2000.6 大阪)

第6章 産業連関表を用いた費用対効果に優れたインベントリ分析手法

はじめに

LCAが実用的なツールとして普及するためには、インベントリ分析に必要な費用や時間を、分析結果の信頼性を犠牲にすることなく、低減することが鍵となる。つまり、費用対効果に優れたインベントリ分析手法の開発が不可欠である。産業連関表は、少ない費用と時間で、ある製品の生産に伴う環境負荷を間接的な効果を漏れなく推計できることから、そのインベントリ分析への応用が期待されている。しかし、産業連関表では、国(もしくは地域)の経済は数十から数百の部門にしか分割されていないため、十分な精度で、特定の個別製品の環境負荷を推計することは難しい。1970年代に盛んに実施されたエネルギーアナリシスにおいても同様の問題が提起され、財の生産に伴う累積エネルギー消費量を、産業連関法とプロセス分析法とを融合した方法(Hybrid Approach)によって推計することが試みられた。現在のインベントリ分析においても、エネルギーアナリシスに端を発するハイブリッド手法が利用されている。しかし、既往のハイブリッド手法におけるプロセス分析法と産業連関法との融合は、費用対効果という面からみて合理的でなく、産業連関表の有効性を十分に活用しているとは言えない。

本章では、経済全体を網羅している産業連関表を用いて、分析結果に重要な影響を及ぼすプロセス群を前もって特定することで、プロセス分析法によって詳細に検討すべき範囲を合理的に決定できるスクリーニング手法を開発している。このスクリーニングによって、重要度が高いプロセスほど詳細に検討することが可能となり、限られた費用と時間を効率的に利用できる。その上で、スクリーニングによって相対的に重要度が低いと判断されたプロセス群からの排出量の推計に、産業連関法を適用するという融合手法を開発している。このように、産業連関表の特徴を活かし、それを2段階にわけて利用することで、費用対効果の高いインベントリ分析を可能としている。

6.1 産業連関表を用いた既往のインベントリ分析

6.1.1 既往のハイブリッド手法

インベントリ分析は国際標準化機構(ISO)の14041で既に規格化されており、その手順自体は確立しているが、具体的な手法は定まっていない。LCAが実用的な手法として普及するためには、十分な信頼性をもつ低費用の分析手法、つまり、費用対効果の高い実用的な手法の開発が必要不可欠である。この費用対効果の高いインベントリ分析手法の確立に産業連関表は寄与する可能性がある。

LCAの源流のひとつとも言えるエネルギーアナリシスにおいても、産業連関表は、ある製品の生産に伴う累積エネルギー消費量の推計を目的として利用されてきた^[6.1]。しかし、産業

連関表では、国(もしくは地域)の経済は数十から数百の部門にしか分割されていないため、十分な精度で、特定の個別製品の累積エネルギー消費量を推計することは難しい。推計の精度を高めるため、プロセス分析法と融合した手法(Hybrid Approach)が提案された^[6.2]。この手法は、エネルギー消費だけでなく他の環境負荷も対象としたインベントリ分析においても利用されている(例えば、文献[6.3][6.4][6.5]など)。

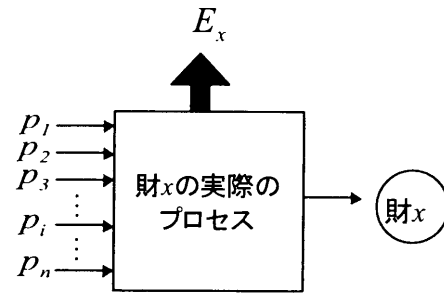
この既往のハイブリッド手法は、分析対象とする財を分割することで、精度を高めることを目指している。例えば、鉄筋コンクリート造のオフィスビルはすべて、我が国の産業連関表では非住宅建設(非木造)部門に含まれ、様々なオフィスビルの違いを精度良く反映させることが出来ない。しかし、それらを構成する各種機器(空調機械、エレベータなど)や建築資材(鉄筋、コンクリートなど)に分割して評価することで、その違いを反映させることが可能となる(図6.1)。もし、それでも十分な信頼性が得られない場合は、各種機器などをさらに細かく分割することになる。これは、産業連関法において、1次波及から順に遡ってプロセスを検討していくことを意味する(図6.2)。

この手法の問題点は、第1に、結果に大きな影響を与えるプロセスの入力と出力を把握しないままに、1次波及から順にプロセスに分解していくことにある。費用対効果の高いインベントリ分析とするためには、結果に大きな影響を与えるプロセスの入出力から順に詳細に検討することが求められる。第2に、価格データの入手が難しい場合が多いことである。精度を向上させるために高次の波及分まで遡れば遡るほど、価格データの入手は困難となり、また、必ずしも価格がついていない財もある。実際には、なるべく入手し易いデータで分析が実施されることが望まれる。

これらの問題点のために、素材製造時の負荷が大きいことが予想されるCO₂排出量の分析においては、価格データが得やすく、部門内における財の違いも比較的小さい素材製造部門まで遡る場合が多い。しかし、この場合、新たな問題が生じる。素材までプロセスを遡れば、個別に検討しなければならないプロセスの数が飛躍的に増加するため、結局は、その検討に多大な時間と費用がかかるために、産業連関表を利用する意味がなくなる。実際には、十分な検討をせずに、それらのプロセスからの排出量は「素材製造時の20%」などと仮定されている場合が多い。また、素材製造時の環境負荷が必ずしも大きくない場合には、素材製造部門まで遡るという方法は適切ではない。

6.1.2 費用対効果と解像度

いずれにしろ、産業連関表だけでは十分な精度をもって特定の個別製品を分析することは難しく、プロセス分析法との融合が必要なのは間違いない。しかし、このエネルギーアナリシス以来の伝統的なハイブリッド手法は、上述したように、1次波及から順にプロセスに分解していくため、費用対効果の高い手法とは言えない。費用対効果の高い手法に求められることは、



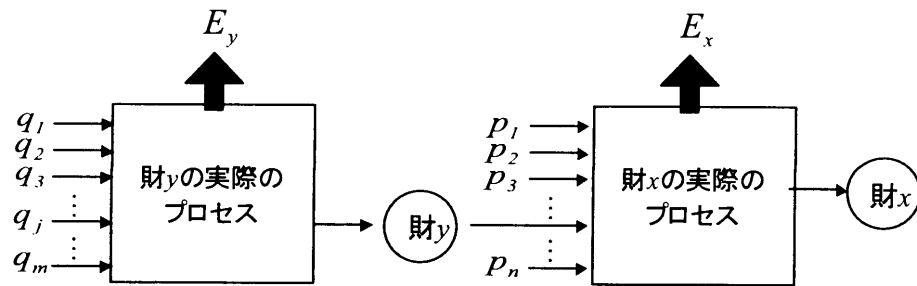
E_x : 財*i* ($i=1,2,3,\dots,n$) [各種機器に相当] を用いて財*x* [オフィスビルに相当] を生産する際の直接排出量

p_i : 財*x* を生産する際に必要となる財*i* の量 (金額単位)

ε_i : 財*i* が対応する部門の排出原単位 (金額あたりの排出量)

$$\text{財}x\text{の直接間接排出量} = E_x + \sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i$$

図 6.1 既往のハイブリッド手法



E_y : 財*j* ($j=1,2,3,\dots,m$) [空調機器の原材料に相当] を用いて財*y* [空調機器に相当] を生産する際の直接排出量

q_j : 財*y* を生産する際に必要となる財*j* の量 (金額単位)

$$\text{財}x\text{の直接間接排出量} = E_x + \sum_{i=1, i \neq y}^n p_i \varepsilon_i + (E_y + \sum_{j=1}^m q_j \varepsilon_j)$$

図 6.2 既往のハイブリッド手法 (2次波及までプロセスに分割)

結果に大きな影響を与えるプロセスほど、解像度を高くすることである。ここで、解像度とは、プロセスの記述の詳細さを意味しており、プロセスが詳細に分割されていればいるほど解像度が高いと言える。産業連関表は、前もって部門数が決められているので、それ以上に解像度を高くすることは出来ない。他方、プロセス分析法は、時間と費用をかけることで解像度を高められ、精度の高い詳細な分析を可能とする。したがって、高い解像度を要求する部分には、プロセス分析法を適用し、残りの部分には産業連関法を適用するのが、費用対効果の高い手法である。言い換えるならば、従来のハイブリッド手法における、1次波及から順にプロセス分析

法を適用していくという方法は、必ずしも高い解像度が求められる部分にプロセス分析法を適用しておらず、効率的でない。すなわち、分析結果に要求される精度、そして、分析のために与えられた費用・時間を考慮して、プロセス分析法を適用する範囲が合理的に決められていない。1次波及から順にプロセスを追うのではなく、結果に大きな影響を及ぼすプロセスから順にプロセス分析法を適用していくことが合理的である。しかし、このような考えに基づいたインベントリ分析手法は今までに提案されていない。

6.2 費用対効果に優れたインベントリ分析手法

6.2.1 解像度を考慮したゾーンの設定

今までの LCA においては、ISO で定義されている LCA も含めて、システム境界の外か内かという概念しか存在しなかった。このことは、インベントリ分析において、システム境界内に含まれるプロセスは全く同等に検討されていることを意味する。本研究では、システム境界内のプロセスを検討する際に重み付けを行うことを目的として、ゾーンという概念を導入する。分析対象とする製品のライフサイクルに関連するプロセスを、それらの結果への影響度の強さに応じて複数のゾーンに分類する⁵¹。一例として、図 6.3 では、3つのゾーンに分類している。第 1 ゾーンが、結果に大きな影響を与えるプロセスが含まれているゾーンであり、第 3 ゾーンには結果に与える影響が小さいプロセスが含まれている。外側のゾーンほど、そのゾーンに含まれているプロセスの結果に与える影響は小さくなる。ここでは、第 2 ゾーンと第 3 ゾーンの間システム境界が設定されている。その場合、第 3 ゾーンに含まれるプロセスはすべて除外されることになる。システム境界内の解像度を一律に設定するのではなく、第 1 ゾーンの

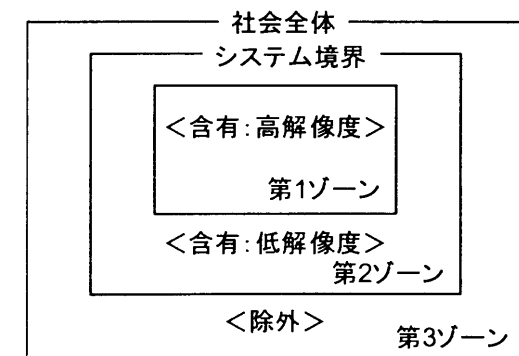


図 6.3 ゾーン概念の導入

⁵¹ 文献[6.6]では、システム境界内を意思決定者の影響や興味が強くなるか否かで、システム内を複数のゾー

解像度は高くし、第2ゾーンの解像度を低く設定することで、少ない費用で信頼性の高い結果を得ることが可能となる。つまり、分析のために利用可能な時間と費用を、中心ゾーンに向かうほど厚く配分することで、インベントリ分析の費用対効果の向上を目指す。

6.2.2 費用対効果に優れたインベントリ分析手法

このゾーンという概念に基づいて、費用対効果の高いインベントリ分析手法を確立するためには、まず、分析対象である製品のライフサイクルに含まれるすべてのプロセスの入力そして出力のうち、いずれが結果に重要な影響を及ぼすかを見極めることが必要になる。つまり、勘や経験に頼るのではなく、客観的かつ定量的な指標の基に、プロセスの入出力の重要度を評価するスクリーニングが求められる。このようなスクリーニングを実施すれば、重要なプロセスを見落とすこともなく、かつ、重要度に応じて解像度を決定することが出来るため、低費用で信頼性の高いインベントリ分析が可能となる⁵²。費用対効果の高いインベントリ分析のためには、図6.4に示されるように、インベントリ分析の前に、プロセスの入出力の重要度を客観的に順位付け、ゾーン設定をするための予備的分析を実施することが必要となる。

しかし、ゾーン設定のために、プロセスをひとつずつ追っていくという手法を用いて、どの入出力フローが結果にどの程度の影響を与えるかを判断するためには、「全て」の入出力フローを定量的に把握しなければならない。つまり、多大な時間と費用をかけて「完全な」インベントリ分析を実施しなければ、ゾーンの設定については適切なシステム境界の設定も原理的に不可能である。見過ごしたプロセスや入出力が結果に大きな影響を与えないと証明できないからである。しかし、ここでは、費用対効果の高いインベントリ分析を実施するために、ゾーンという概念を導入しているのであり、ゾーン設定のために多大な時間と費用をかけてインベントリ分析を実施したのでは全く意味をなさない。その一方で、産業連関表は、経済社会を粗いながらも約400部門(日本の場合)に分割し、それら部門間の「全て」の財・サービスのフローを定量的に記載しているため、このスクリーニングを少ない費用と時間で実施できる潜在力を持っている。この予備的インベントリ分析(Preliminary Life Cycle Inventory Analysis: Pre-LCI)手法については、次節で説明される。

分析結果に要求される精度、そして、分析のために与えられた費用・時間に応じて、ゾーン設定が完了したならば、インベントリ分析が実施される。高解像度が要求されるプロセス群からの排出量はプロセス分析法によって詳細に検討そして推計され、低解像度ゾーンに含まれるプロセス群からの排出量は産業連関法を用いて推計される(図6.4)。この融合手法については6.4節で説明される。

ンに区分することが提案されている。

⁵² ISO14041においてもシステム境界の設定に際しての感度分析などによる予備的検討(preliminary work)の重要性が記載されているが[6.7]、分析の費用対効果の面からは言及されていない。

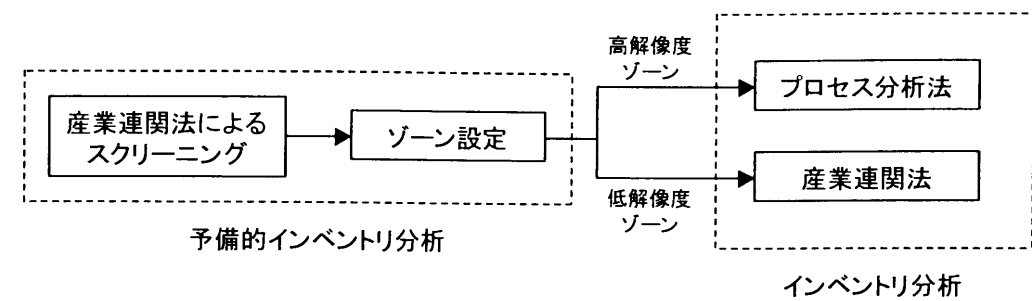


図6.4 費用対効果の高いインベントリ分析手法

6.3 予備的インベントリ分析手法

6.3.1 産業連関表を用いた排出原単位の推計

我が国の産業連関表は、生産活動を約400部門に分割しており、約400種類の仮想的な生産プロセスで構成された社会を記述していると理解することが出来る。仮想生産プロセスは産業連関表の部門に相当し、そこから生産物として生み出される財は仮想財と呼べる(図6.5)。前章でも説明されたように、n部門で構成されている産業連関表のj部門で生産される仮想財の排出原単位 ϵ_j は、基本的には式(6.1)にしたがって求めることが出来る。

$$\epsilon_j = e_j + \sum_i^n \epsilon_i a_{ij} \quad (j=1 \sim n) \quad \text{式(6.1)}$$

ここで、 a_{ij} は、財jを1単位生産するために直接に必要な財iの量である。つまり、財jを生産するプロセスへの財iの入力であり、投入係数に相当する。他方、 e_j は財jを1単位生産する際に排出される物質であり、言い換えれば、財jの生産プロセスから経済の外への物質の出力を示す。式(6.2)は式(6.1)を行列表示して ϵ について解いた結果である。

$$\epsilon = e^T (I - A)^{-1} \quad \text{式(6.2)}$$

ここで、 A 、 e 、 ϵ はそれぞれ、 a_{ij} 、 e_j 、 ϵ_j を要素とする行列もしくはベクトルである。各財の1単位の生産に伴う直接間接排出量、すなわち、各財の排出原単位は、産業連関表から得られる投入係数行列 A と部門別直接排出量ベクトル e とから求められる。式(6.2)から明らかのように、ある財の排出原単位を求める際には、すべての財の生産プロセスにおける入力(a_{ij})と出力(e_j)に依存する。いずれのプロセスの入出力が結果に大きな影響を及ぼすかは、第5章で述べた変動率感度によって定量的に把握することが可能である。

産業連関表は経済全体を網羅しており、現実の社会で生産される財(実在財)は、約 400 種類の仮想財のいずれかに対応する。産業連関表で記述された社会から生み出される仮想財は、それに対応する複数の実在財を平均化した財(平均財)とも認識できる。したがって、仮想財の生産における直接間接排出量の推計において、いずれの入力および出力が結果に大きな影響を及ぼすかを明らかに出来れば、実在財のインベントリ分析を実施する前のスクリーニングのための貴重な情報となる。

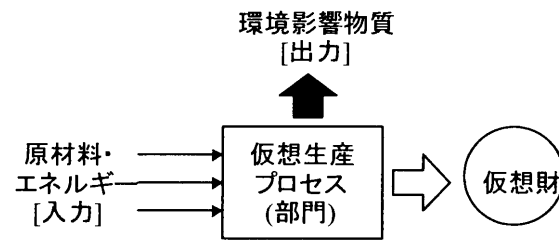


図 6.5 仮想財の生産

6.3.2 入出力の重要度の定量的評価手法 —変動率感度の応用—

Pre-LCI において、入出力の重要性を定量的に評価するために、第 5 章で述べた変動率感度を利用する。変動率感度は、一般に式(6.3)のように、あるシステムにおける入力量の変動率に対する応答量の変動率の比として定義される。

$$s = \frac{\Delta\beta / \beta}{\Delta\alpha / \alpha} \quad \text{式(6.3)}$$

α : 入力量

β : 応答量

Δ : 各量の変動量

Pre-LCI では、 α は各部門における入力(a_{ij})および出力(e_i)に相当し、 β が排出原単位(ϵ_k)に相当する。つまり、財 k の排出原単位の変動率感度は式(6.4)および(6.5)のように、基準値における、入力(a_{ij})もしくは出力(e_i)の変化率に対する排出原単位(ϵ_k)の変化率と定義される。

$$s_i^k = \lim_{\Delta e_j \rightarrow 0} \left(\frac{e_i^0}{\epsilon_k^0} \right) \left(\frac{\Delta \epsilon_k}{\Delta e_i} \right)_{e_i^0} \quad (i=1 \sim n) \quad \text{式(6.4)}$$

$$s_{ij}^k = \lim_{\Delta a_{ij} \rightarrow 0} \left(\frac{\bar{a}_{ij}}{\epsilon_k^0} \right) \left(\frac{\Delta \epsilon_k}{\Delta a_{ij}} \right)_{\bar{a}_{ij}} \quad (i,j=1 \sim n) \quad \text{式(6.5)}$$

ここで、 e_i^0 、 \bar{a}_{ij} は基準値であり、それぞれ、基準となる直接排出量ベクトル(e^0)と投入係数行列($\bar{\mathbf{A}}$)の要素である。また、それらに対応する排出原単位ベクトルを ϵ^0 とする。変動率感度が小さな入出力が変化しても、排出原単位はあまり変化しない。これは、排出原単位の推計において、変動率感度が小さな入出力はそれほど重要でないことを意味する。ある財の排出原単位の推計において、各プロセスの入出力の重要度は、変動率感度を用いて定量的に順位付けることが出来る。

(1) 各プロセスの出力(Δe_m)の変動に対する変動率感度

財 m の生産プロセスにおける出力の変動(Δe_m)に対する財 k の排出原単位の変動($\Delta \epsilon_k$)は、式(6.6)にしたがって求めることが出来る。

$$\begin{aligned} \Delta \epsilon_k &= \sum_{i=1}^n \bar{b}_{ik} (e_i^0 + \Delta e_i) - \sum_{i=1}^n \bar{b}_{ik} e_i^0 \\ &= \sum_{i=1}^n \bar{b}_{ik} \Delta e_i \end{aligned} \quad \text{式(6.6)}$$

ここで、

$$\bar{b}_{ij} = [\bar{\mathbf{B}}]_{ij} = [(\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^{-1}]_{ij} \quad \text{式(6.7)}$$

$$\Delta e_i = \begin{cases} \Delta e_m & i = m \\ 0 & i \neq m \end{cases} \quad \text{式(6.8)}$$

である。式(6.6)を式(6.4)に代入することで、変動率感度は式(6.9)で表現できる。

$$s_m^k = \frac{\bar{b}_{mk} e_m^0}{\epsilon_k^0} \quad \text{式(6.9)}$$

(2) 各プロセスの入力の変動(Δa_{lm})に対する変動率感度

財 m の生産プロセスにおける入力(a_{lm})に変動(Δa_{lm})が与えられたとき、財 k の排出原単位の変動($\Delta \epsilon_k$)は、逐次近似解法である摂動法を利用して式(6.10)のように誘導できる。式(6.10)の導出の詳細については、第 5 章の 5.2 節を参照されたい。

$$\begin{aligned} \Delta \varepsilon_k &= \sum_{i=1}^n b'_{ik} e_i^0 - \sum_{i=1}^n \bar{b}_{ik} e_i^0 \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \varepsilon_i^0 q_{ij} \bar{b}_{jk} \Delta a_{lm} \end{aligned} \quad \text{式(6.10)}$$

ただし、

$$b'_{ij} = [\mathbf{B}']_{ij} = [(\mathbf{I} - (\bar{\mathbf{A}} + \Delta \mathbf{A}))^{-1}]_{ij}$$

$$[\Delta \mathbf{A}]_{ij} = \begin{cases} \Delta a_{lm} & \text{if } i=l, j=m \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{式(6.11)}$$

$$q_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } i=l, j=m \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{式(6.12)}$$

である。式(6.10)を式(6.5)に代入することで変動率感度は式(6.13)で表現できる。

$$s_{lm}^k = \frac{\bar{a}_{lm} \varepsilon_l^0 \bar{b}_{mk}}{\varepsilon_k^0} \quad \text{式(6.13)}$$

式(6.9)、(6.13)にしたがって求められた各入出力に対する変動率感度を横並びで比較することで、財 k の排出原単位の推計において、いずれのプロセスの入出力が重要であるかを定量的に特定することが可能となる。なお、式(6.9)、(6.13)で表される変動率感度は、すべての入力と出力は独立であるという仮定の基に定式化されているが、各入出力の間に従属関係が存在する場合もあることに留意する必要がある。また、ここでは、すべての生産活動は国内で閉じていると仮定し、第4章で述べた一財多価による不合理な配分についても考慮していない。

6.3.3 Pre-LCI の手順と効用

以上のように、各部門の直接排出量と投入係数行列が与えられれば、任意の入出力の変動に対する仮想財の排出原単位の感度値を計算できる。実在する特定の製品は、特定のプロセスの基に生産されており、関連する入出力フローの重要度は、産業連関表を用いて得られた仮想財の分析結果とは正確には一致しないであろう。しかし、それほど大きく乖離することはなく、ゾーン設定という目的からすれば十分有用であると考えられる。

図 6.6 に Pre-LCI の手順を示す。Pre-LCI を実施することで、(1) 重要なプロセスを見落とす可能性の低減、(2) システム設定における分析者の恣意的な判断の回避、(3) 分析に投じる

費用と時間の各ゾーンの重要度に応じた配分、が可能となる。その結果、Pre-LCI を実施し、重要な入出力を特定した上でインベントリ分析を実施すれば、同じ分析費用をかけたとしても Pre-LCI を実施しない場合に比べて信頼性の高い結果が得られる。

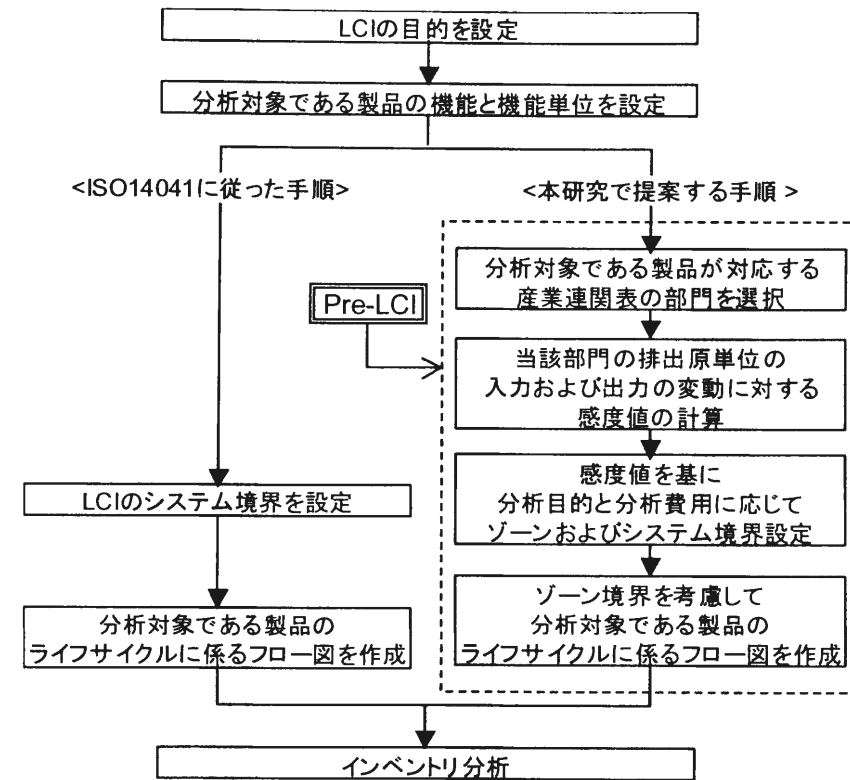


図 6.6 Pre-LCI 手法の手順

6.4 Pre-LCI の適用 —乗用車の生産における CO₂ 排出量—

複雑な生産工程の基に生産される乗用車を例に、地球温暖化の主因とされている CO₂ を取り上げて、上述した手法に従い予備的インベントリ分析を実施した。乗用車のライフサイクル CO₂ 排出量の推計は過去に精力的に実施されており、本研究で提案した Pre-LCI 手法が有効か否かを判断するためには適切である。

投入係数行列 \mathbf{A} は、我が国の産業連関表(1990 年表)を基に作成された 405×405 部門の正方行列である。部門の統廃合に関する詳細は第 2 章に述べられている。また、各部門の直接 CO₂ 排出量は、第 2 章で推計した値を用いている。

6.4.1 変動率感度の計算 スクリーニング

図 6.7 は、各プロセスにおける入力(投入係数)および出力(直接 CO₂ 排出量)に対する乗用車の CO₂ 排出原単位の変動率感度を式(6.9)と(6.13)にしたがって計算した結果である。図 6.6 では、変動率感度が 0.02 以上の入出力を大きい順に並べている。網掛けの棒が入力を示しており、白い棒が出力を示している。乗用車生産プロセスへの自動車部品の投入の影響が最も大きく、この投入量が 1%変化すると乗用車の CO₂ 排出原単位が 0.385%変化することを示している。また、事業用電力部門からの直接 CO₂ 排出量の影響が次に大きい。変動率感度が大きい入出力ほど、乗用車の CO₂ 排出原単位を求める際に重要となる。

6.4.2 ゾーンの設定

図 6.8 は、変動率感度が 0.02 以上となる入出力を持つプロセスだけが抜き出されており、乗用車生産プロセスの根幹となる部分が描かれているといえる。乗用車生産プロセスをゾーン 1(感度値 0.05 以上の入出力を持つプロセス群)、ゾーン 2(感度値 0.02 以上、0.05 未満の入出力を持つプロセス群)、ゾーン 3(ゾーン 1、2 以外)の 3 つに分類している。黒もしくは網掛けの太い矢印は、各プロセスからの出力、すなわち、各プロセスにおいて燃料の燃焼などに伴い直接排出される CO₂ 量を示している。実線の矢印は、各プロセスへの入力、すなわち、原材料や部品の投入を示している。太い実線が結果に非常に大きな影響を与える入力(変動率感度 0.05 以上)であり、細かい実線で示される入力は、結果に与える影響が太い実線で示される入力よりは小さいもの(変動率感度 0.05 未満 0.02 以上)である。実際には、乗用車の生産工程は極めて複雑に入り組んでいるが、変動率感度を指標として、その中から重要な部分を取り出すことが可能となる。乗用車の生産においては、発電と鉄鋼製造に伴う CO₂ 排出量の把握、そして、鉄鋼のフローの把握が重要であることが視覚的に容易に理解できる。

図 6.8 のように、仮に、変動率感度が 0.02 以上の入出力だけで自動車生産システムとした場合、網掛けのプロセスの入出力について検討しても結果に反映されない。例えば、ガラス部門からの出力(CO₂ 排出量)は省かれており、かつ、他部門からのガラス部門への入力も省かれている。したがって、乗用車部門へのガラスの入力量を詳細に検討しても、その入力量は乗用車の CO₂ 排出原単位には影響をあたえない。また、自家発電プロセスからの出力(CO₂ 排出量)の変動に対する感度は大きいですが、生産された電力の流れが途切れているために、この出力量を検討しても乗用車の CO₂ 排出原単位には影響をあたえない。産業連関表では、すべての生産活動における自家発電は、自家発電部門に集約されているため、自家発からの CO₂ 排出量の変動に対する感度は大きいですが、各部門への自家発の入力の感度はそれほど大きくないということが生じる。感度の閾値を小さくして 0.005 とすると、熱間圧延鋼、粗鋼、熱可塑性樹脂などの生産プロセスへの自家発電の入力という流れも含まれる。同様なことが、道路貨物輸送に関しても言える。

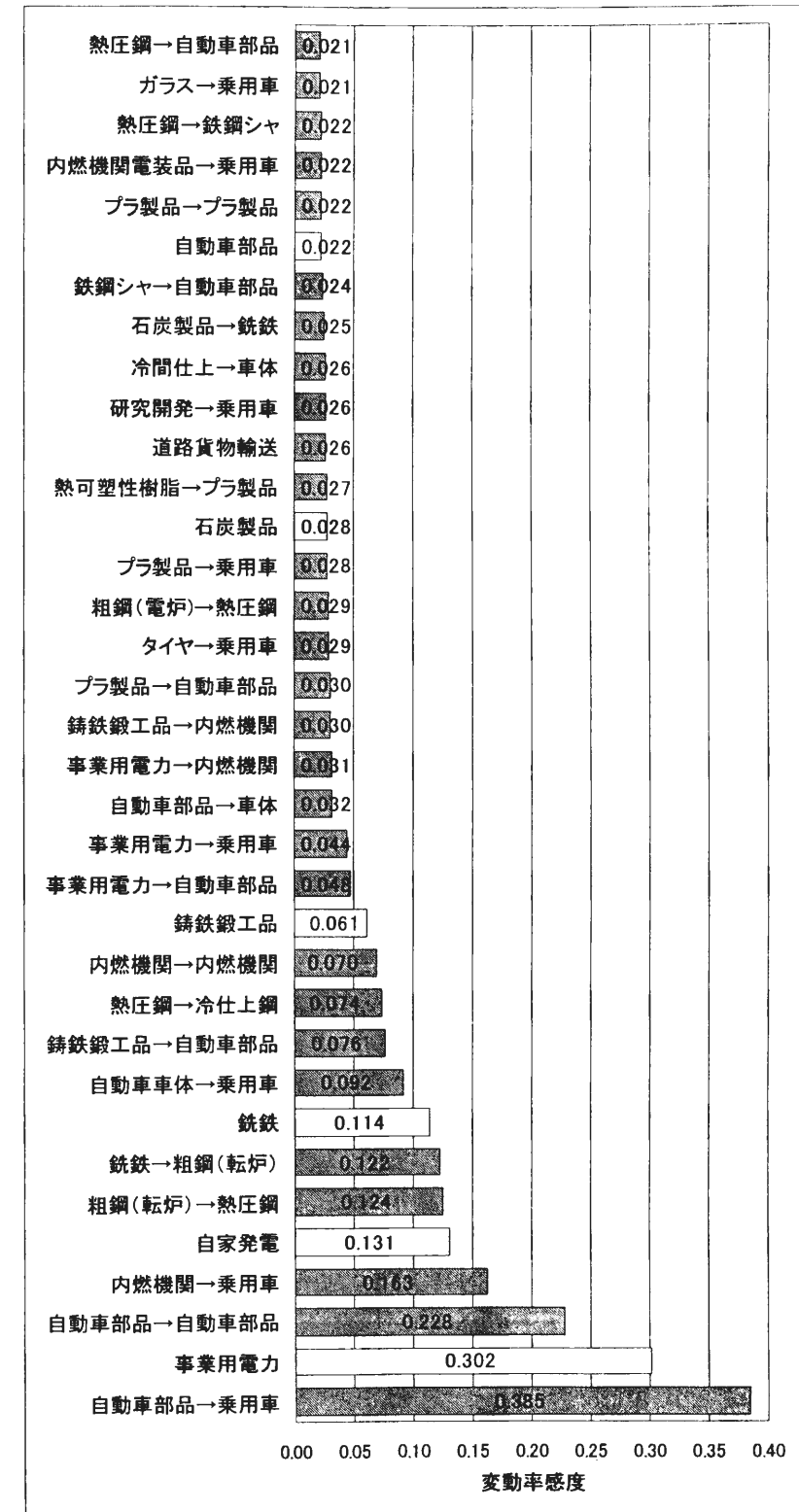


図 6.7 変動率感度

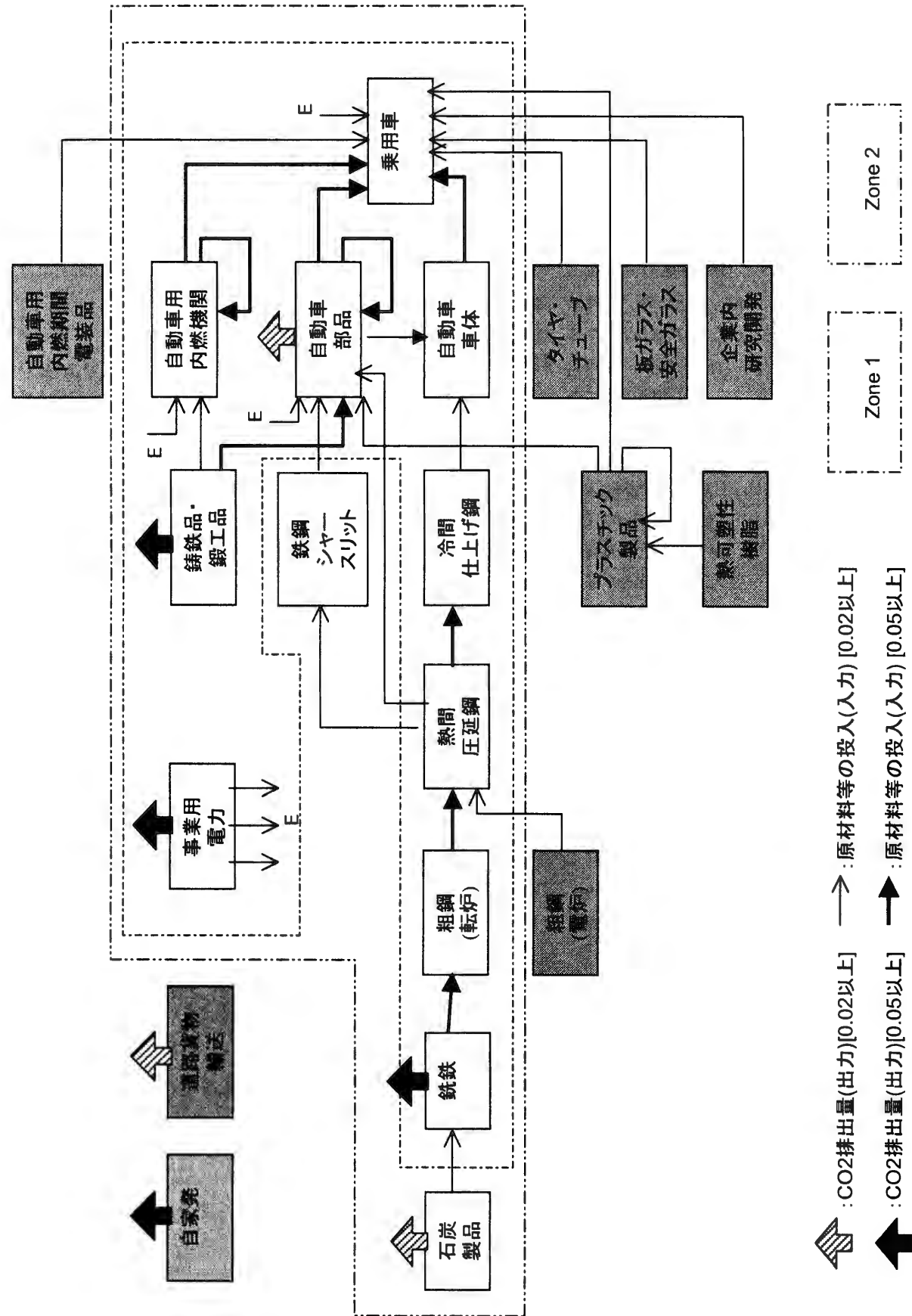


図6.8 乗用車生産システム(閾値が0.02の場合)

なお、図 6.8 では、変動率感度が 0.02 以上の入出力を取り出しているが、閾値をより低くすれば、より正確なプロセスフロー図を描くことができる。

6.4.3 実在する乗用車を対象とした LCI への利用

前述したように、実在する特定の乗用車を対象として詳細なインベントリ分析を実施するためには、プロセスをひとつずつ検討するプロセス分析法が有効である。その際に、図 6.7 および図 6.8 で示される結果を利用することで、合理的にプロセス分析法を適用する範囲を決定できる。例えば、変動率感度が 0.01 以上の入出力のみを検討し、それ以外の入出力は検討しないなどの客観的な判断基準を与えられる。また、LCI を実施する際に、限られた時間や労力を各プロセスの入出力の検討に一律に配分するのではなく、例えば変動率感度が 0.05 以上の入出力の検討に重く配分することで、より精度の高い分析が可能となる。ここで示した閾値はあくまで例であり、実際には、分析のために与えられた時間と費用、そして、結果に求められる精度との兼ね合いで決定されるものである。時間や労力に余裕がある場合には、閾値を十分に小さくとり、変動率感度が低い入出力まで含めることも可能である。閾値の設定においては、間接的な排出量を完全に考慮した場合と比べて、ある閾値に基づいた検討範囲内からの排出量がどの程度の割合を占めているかを知ることが重要であるが、それについては次節で述べる。

実在する乗用車は、特定の生産プロセスの基に製造されており、各プロセスにおける入出力の重要度は、仮想財の分析結果とは正確には一致しないであろう。しかしながら、それほど大きく乖離することはなく、閾値をある程度小さくすれば実用上は問題無いと考えられる。Pre-LCI 手法を用いて重要な入出力を定量的に特定した上でインベントリ分析を実施すれば、同じ分析費用をかけたとしても、Pre-LCI を実施しない場合に比べて客観的かつ信頼度の高い結果が得られる。

6.5 プロセス分析法と産業連関法との融合手法 —— 一般ケース ——

6.5.1 プロセス分析法に不可欠な過小評価

LCI を実施する前に、前述したように Pre-LCI を行うことにより、効果的にプロセス分析法で検討する範囲を限定することが可能である。しかし、その範囲外に存在するプロセスを検討することなく切り捨てれば、過小評価となる。特に、インベントリ分析のために十分な時間と費用が確保できない場合、切り捨てられる範囲は大きくなる。LCI にプロセス分析法を用いる場合、多かれ少なかれ未検討プロセスが残るため、過小評価になることは不可避である。このことが誤った結論を導く可能性も否定できない。したがって、プロセス分析により検討されていないプロセス群からの排出量がどの程度かを見積もることが要求される。

産業連関表は、再三述べているように社会全体の生産活動を網羅しているため、この過小評

価分の見積もりに利用できる。特定の個別製品を対象としたインベントリ分析において、プロセス分析法では十分に検討が行き届かない部分からの排出量を、産業連関表を利用して推計することが可能である。以下では、この未検討部分からの排出量を定量的に把握する手法について説明する。

6.5.2 推計手法

(1) 把握比率の定義

Pre-LCIにより、財 k の変動率感度が x 以上の入出力だけを考慮して式(6.14)にしたがって推計した排出原単位を ε'_k とする。 ε'_k は式(6.15)および(6.16)に示されるように、変動率感度が x 未満である入出力に対応する投入係数および直接排出量をゼロとして計算した結果である。

$$\varepsilon'_k = \sum_{i=1}^n e'_i [(\mathbf{I} - \mathbf{A}')^{-1}]_{ik} \quad \text{式(6.14)}$$

ここで

$$a'_{ij} = \begin{cases} a_{ij} & \text{when } s_{ij}^k \geq x \\ 0 & \text{when } s_{ij}^k < x \end{cases} \quad \text{式(6.15)}$$

$$e'_i = \begin{cases} e_i & \text{when } s_i^k \geq x \\ 0 & \text{when } s_i^k < x \end{cases} \quad \text{式(6.16)}$$

変動率感度が x 以上の入出力のみを考慮して計算した財 k の排出原単位が、間接効果を完全に考慮した排出原単位に比べてどの程度をカバーしているかを示す指標を、把握比率(R_k)として次式のように定義する。

$$R_k = \frac{\varepsilon'_k}{\varepsilon_k} = \frac{\sum_{i=1}^n e'_i [(\mathbf{I} - \mathbf{A}')^{-1}]_{ik}}{\sum_{i=1}^n e_i [(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}]_{ik}} \quad \text{式(6.17)}$$

ここで、 $[\mathbf{X}]_{ij}$ は行列 \mathbf{X} の ij 要素を意味する。 R_k が大きいほど、プロセス分析法によって検討されている範囲からの排出量が多いと言える。

(2) 排出量推計

仮想財 k に対応する実在財 k_1 を対象としてインベントリ分析を実施する場合を想定する。

変動率感度が x 以上となる入出力に対応する範囲をプロセス分析法によって求められた実在財 k_1 の排出原単位を $\varepsilon_{k_1}^{major}$ とする。このとき、その範囲外におけるプロセスからの排出量 ($\varepsilon_{k_1}^{minor}$) も含めた実在財 k_1 の排出原単位 ($\varepsilon_{k_1}^{all}$) は、

$$\begin{aligned} \varepsilon_{k_1}^{all} &= \varepsilon_{k_1}^{major} + \varepsilon_{k_1}^{minor} \\ &= \varepsilon_{k_1}^{major} + (1 - R_k) \varepsilon_k p_{k_1} \end{aligned} \quad \text{式(6.18)}$$

と表すことが出来る。ここで、 p_{k_1} は実在財 k_1 の単価を表す。式(6.18)は、実在財 k_1 の生産プロセスのうち、プロセス分析法によって検討されなかった生産プロセスは、仮想財 k のそれとまったく同じであると仮定していることになる。したがって、第2項が第1項に比べて大きい場合には、つまり、 R_k が小さい場合には、誤差が大きくなる。しかし、 R_k が十分に大きい場合には、良い近似解となる。

式(6.18)にしたがって、特定の实在財の排出原単位を求めるということは、LCIを実施する際に、Pre-LCIによって特定された重要な部分は十分詳細なプロセスへ分割して解析するが、それほど重要でない部分については粗い分析に留めておくということに相当する。つまり、詳細な分析を得意とする積み上げ法と網羅的な分析を得意とする産業連関法を合理的に融合した手法であるといえる。

6.5.3 把握比率の計算 —乗用車の生産におけるCO₂排出量—

前節で、乗用車を例に挙げて、変動率感度を計算した。ここでは、ある値以上の変動率感度を持つ入出力のみで算出された乗用車のCO₂排出原単位の把握比率(R_k)を算出した。

前節の図6.7に示すように、変動率感度が0.02以上となる入力(投入係数)、出力(直接CO₂排出量)は、それぞれ、28個、7個であった(表6.1)。これらの入出力以外をゼロとして式(6.14)にしたがって計算した結果、乗用車のCO₂排出原単位は0.612t-CO₂/百万円となった。間接効果を完全に考慮した乗用車のCO₂排出原単位は2.775t-CO₂/百万円であり、かなりの過小評価になることがわかる。式(6.17)に従って、把握比率を計算すると22%となる。ただし、把握比率を計算するにあたって、前述したように図6.8において網掛けされたプロセスの入出力は関係しないので、実際に検討すべき入力と出力はそれぞれ、18、5個であるということに留意すべきである。例えば、自家発電の直接CO₂排出量に対する感度値は、0.131と大きな値を示しているが(図6.7)、任意のプロセスへの自家発電の入力に対する感度は0.02未満であり、図6.8に現われてこない。産業連関表では、すべての生産活動における自家発電は、自家発電部門に統合されているため、自家発電の直接CO₂排出量の変動に対する感度は大きい、各部門への自家発電の入力に対する感度はそれほど大きくないということが生じる。道路貨物輸送も同様である。その結果、式(6.14)にしたがって計算した乗用車のCO₂排出原単位には、間接的に

誘発される自家発電プロセスや道路貨物輸送からのCO₂排出量は計上されていない。

もちろん、より閾値を小さく設定すれば、この問題は解決する。ただし、閾値を小さくすればするほど、プロセス分析法で検討すべき入出力の数は増加する。表 6.1 には、閾値を変化させた場合に、検討すべき入出力の数がどのように変化するかを示している。その結果、分析に必要な費用と時間も増大する。他方、プロセス分析法で検討すべき範囲が広がれば、把握比率は高まり精度はあがる。実際に、閾値の変化に伴い、どのように把握比率が変化するかを図 6.9 に示す。図 6.9 の横軸は対数表示となっている。閾値が小さくなるに従い、把握比率は大きくなる。閾値を 0.02 とした場合は、把握比率は 22% と小さいが、変動率感度が 0.0005 以上となる入出力をすべて考慮すると、把握比率 77% と高い値を示す。把握比率が小さいと特定の実在財と平均的な仮想財との違いが顕著になるため、式(6.18)に従って推計した排出原単位の誤差は大きくなる。

表 6.1 プロセス分析法による検討対象となる入出力の数

閾値	入力数	出力数
0.02	28	7
0.01	56	16
0.005	102	25
0.001	383	61
0.0005	596	85

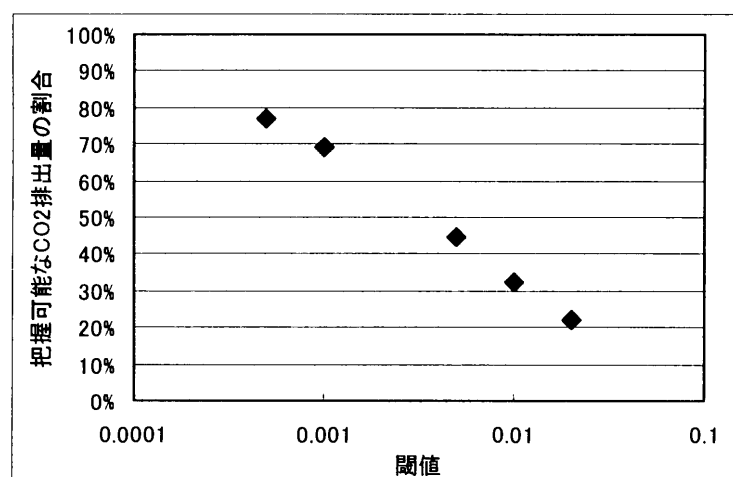


図 6.9 閾値の違いによる把握比率の差異

ここでは、すべての財は国内で生産され、かつ、一財一価であるという仮定の基に把握比率を求めている。第 3 章で示したように、鉄鋼やアルミの CO₂ 排出原単位に関しては、国産仮

定型に対する海外実態反映型の比が、他の財と比べて大きい。また、第 4 章で示したように、電力単価の違いを考慮して CO₂ 排出原単位を算出した場合も、鉄鋼は他の財に比べて値が大きくなる傾向がある。これらのことを考慮すると、図 6.9 で示した把握比率はもう少し大きいと予想される。

6.6 プロセス分析法と産業連関法との融合手法 —特殊ケース—

6.6.1 素材製造以外における把握困難なプロセスの存在

前節で述べたように、実用的なインベントリ分析手法としては、プロセス分析法と産業連関法との長所を生かした手法が適当である。つまり、分析目的上重要な部分は十分詳細な単位プロセスへ分割して解析し、それほど重要でない部分については粗い分析に留めておくのが実用的な分析手法としては合理的である。そして、その具体的手法についてはすでに述べたとおりである。ここでは、その特殊ケースとして、素材製造時の環境負荷が大きい場合にのみ適用できる手法について述べている。

工業製品を対象としたインベントリ分析の現状では、素材製造時の環境負荷データは部品製造や加工組立などに比べて得られ易い場合が多い。また、第 2 章の分析で明らかにされたように、主に化石燃料の消費に伴い発生する CO₂、SO_x、NO_x については素材製造時の負荷が大きな影響を占めることがわかっている。これらのことから、スクリーニングを実施することなく、素材製造プロセスからの排出量をプロセス分析法により詳細に分析し、それ以外の複雑に入り組んだ素材製造以降の下流プロセスについては産業連関表を用いて大まかに分析するという方法が考えられる。以下では、素材製造時の排出量は積み上げ法により詳細に分析し、それ以外のプロセスからの排出量は産業連関表を用いて推計するという融合手法を説明する。もちろん、前節で述べた手法が最も合理的かつ一般的な方法であるが、CO₂ などに限定して分析する場合には、このような手法も有効に機能する⁵³。

6.6.2 推計手法

ある財 k の生産に伴う環境負荷を推計することを想定する。式(6.19)のように、素材製造に関わるプロセス群 G_k^M とそれ以外のプロセス群 G_k^U とに分けて、財 k の排出量 (E) を推計する。それぞれのプロセス群からの排出量を EG_k^M 、 EG_k^U とした時、財 k の排出量は、

$$E = EG_k^M + EG_k^U \quad \text{式(6.19)}$$

⁵³ 産業連関表を用いて、プロセスの把握が困難な部品製造や加工組立における環境負荷を、製品を構成する素材量から推計しようという試みは他にもある。例えば、文献[6.8][6.9][6.10]など。

として求めることが可能となる。

財 k の排出量を推計する際に、素材製造に関わるプロセス群 G_k^M については、十分詳細にプロセス P_h ($h=1, \dots, n$) に分割でき、各プロセス P_h を解析することで排出量 (EP_h [g]) が求められるとする。この場合、式(6.20)に示されるようにプロセス群 G_k^M からの環境負荷 (EG_k^M [g]) は各単位プロセスからの排出量の合計として求められる。

$$EG_k^M = \sum_{h=1}^n EP_h \quad \text{式(6.20)}$$

他方、 G_k^M に含まれないプロセスで構成されるプロセス群からの排出量 (EG_k^U [g]) は、そこに含まれるプロセスを一つずつ検討することなく産業連関法から得られた結果から推計する。つまり、 EG_k^U は素材製造プロセス以外からの環境負荷に相当し、その値を産業連関表を用いて推計された平均財の排出原単位を用いて推計する。

産業連関表は社会の生産活動を完全に網羅しているので、すべての財は産業連関表のいずれかの部門に必ず分類できる。分析対象とされている財 k が対応する部門を S_k とする。財 k は S_k 部門で生産される平均財 K とは異なるが、財 k と平均財 K の生産プロセスは素材製造を除いて同じであるとして、 EG_k^U を推計する。例えば、特定の発電用ボイラーを分析対象とする場合、 S_k はボイラー部門(1990年産業連関表部門コード 3011-01)に相当し、素材製造以外の生産プロセスはボイラー部門で生産される平均的なボイラーと同じであるとする。また、財 k の製造に必要な素材 i ($i=1, 2, \dots, n$) は産業連関表の部門 j ($j=1, 2, \dots, m$) に対応するとする。例えばステンレスであれば熱間圧延鋼部門に相当する。ステンレスと炭素鋼のように異なる素材でも同じ部門にあてはまる場合もある。したがって、素材の種類数 (n) と対応する部門数 (m) は一致するとは限らない。異なる素材でも同じ部門に属すれば、その素材が平均財 K の一部になるまでに辿ったプロセスは全く同じことになる。この考えに基づくと、 EG_k^U は式(6.21)にしたがって求めることが出来る。 $(EF_k - \sum_{j=1}^n X_j \times EF_j)$ は素材製造以外のプロセスからの金額あたり排出量であり、 $\sum_{j=1}^n X_j \times EF_j$ は平均財 K の生産に伴う素材製造プロセスからの金額あたり排出量に相当する j これらの比を、素材製造に伴う排出量 ($\sum_{j=1}^n M_j \times EF_j'$) に掛けあわせることで、 EG_k^U を求めることが出来る。

$$EG_k^U = \sum_{j=1}^n M_j \times EF_j' \times \frac{EF_k - \sum_{j=1}^n X_j \times EF_j}{\sum_{j=1}^n X_j \times EF_j} \quad \text{式(6.21)}$$

EF_k [g/円·K] : 平均財 K の金額あたり排出原単位

EF_j [g/円·j] : 素材部門 j で生産される平均的素材の金額あたり排出原単位

EF_j' [g/t] : 素材部門 j で生産される平均的素材の物量あたり排出原単位

M_j [t] : 素材部門 j にあてはまる素材の合計重量

X_j [円·j/円·K] : 1 単位の平均的財 K の生産により誘発される素材部門 j の生産額

6.6.3 ボイラーを対象にした事例分析

石炭火力発電に用いられるボイラーの製造に伴う CO_2 排出量を式(6.19)~(6.21)にしたがって推計した。発電ボイラーには、高温に耐えられるように特殊な耐熱材料が用いられている。したがって、通常の鉄鋼に比べ厳しい成分調整が必要であり、かつ、非鉄金属が含まれる割合も高い。これら特殊鋼の製造に伴う CO_2 排出量は普通鋼とは大きく異なる可能性が高く、製造プロセスを解析することが必要である。

石炭火力発電ボイラーに用いられている特殊鋼の CO_2 排出原単位は、文献[6.11]にしたがって製造プロセスを積み上げて推計した結果、3.956t- CO_2 /t という値を得た。他方、素材製造以外のプロセスからの排出量は、ボイラー重量を 10550t^[6.12]として式(6.21)にしたがって算出した。ここで、ボイラーはボイラー部門に、ボイラー用特殊鋼は熱間圧延鋼部門に対応するとした。なお、ボイラーと熱間圧延鋼の CO_2 排出原単位は、第3章で推計された表 6.2 に示す値(海外の生産活動の実態を反映した値)を用いた。

表 6.2 ボイラーと熱間圧延鋼の CO_2 排出原単位

	値	単位
ボイラ	3.15	t- CO_2 /百万円
熱間圧延鋼	19.39	t- CO_2 /百万円
熱間圧延鋼	1.22	t- CO_2 /t

図 6.10 には、式(6.19)~(6.21)に従ってボイラー1台の製造に伴う CO_2 排出量を推計した結果(A)を示している。比較検討のために、ボイラー用特殊鋼の CO_2 排出原単位かわりに産業連関法より得られた熱間圧延鋼の値を用いた場合(B)も併せて示している。

素材製造に伴う CO_2 排出量は全体の7割ほどに過ぎず、素材製造以外の部品製造や加工組立など他のプロセスからの排出量も無視できないことがわかる。つまり、プロセス分析法では把握が困難な素材製造時以外の排出量について何も補正しないと過少評価となる。

他方、産業連関法による素材の原単位を使った場合(B)の値は、今回の手法による推計値(A)の半分程度である。産業連関表の熱間圧延鋼部門では、あまり厳密な成分調整が必要とされない建設用鋼材から厳密な成分調整を必要とする特殊鋼まで様々な種類の鉄鋼が生産されている。

したがって、産業連関法により得られる原単位はそれらの平均値であり、ボイラー鋼のような特殊鋼に比べて小さい。その結果、ボイラーの場合には過少評価されることになる。

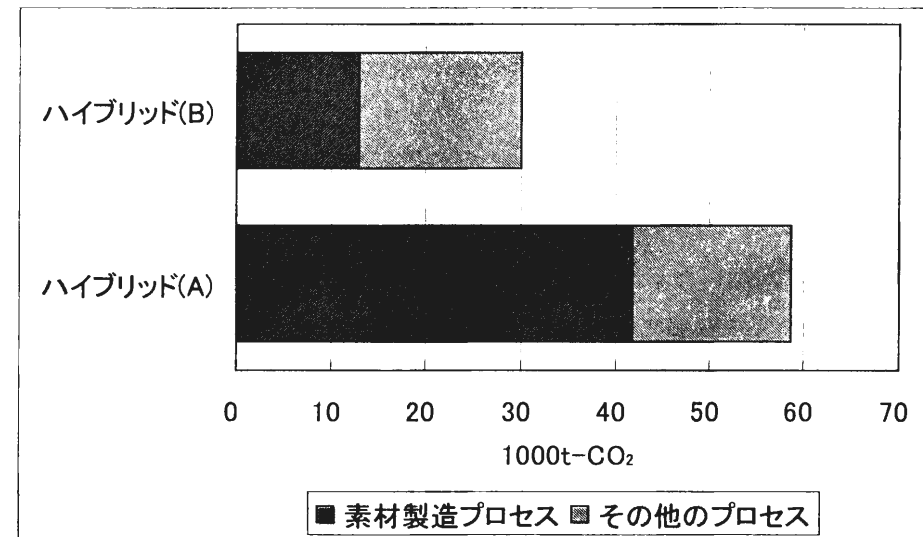


図 6.10 ボイラー1 台の製造に伴う CO₂ 排出量

ただし、ここで示した手法では、発電用の大型ボイラーから町工場の小型ボイラーまですべてが、素材から完成品まで同じプロセスを辿ると仮定しているため、それに応じた誤差が生じている。素材製造以外のプロセスからの排出量が多い製品の場合には、誤差が大きくなると考えられる。素材製造に伴う環境負荷が大きいこと前もってが予想される場合のみに、このような素材量をもとに環境負荷を推計するという手法を適用することが出来る。また、製造プロセスが大きく異なる製品を含む部門(例えば、その他の民生用電気機器部門)で生産される製品の場合にも誤差が大きくなるであろう。なお、式(6.12)では素材の誘発額を用いているので、推計値は過少評価されている可能性がある⁵⁴。これらの点を踏まえて、ここで示した推計手法を利用する必要がある。つまり、家電製品などの大衆消費財ではなくボイラーのように社会インフラに用いられている財を対象にし、かつ、素材製造時の環境負荷が大きい場合、誤差は比較的小さく、ここで確立した手法は有効であると考えられる⁵⁵。

⁵⁴ 素材誘発額には財を構成している素材だけでなく、廃棄された素材や他財の生産誘発に伴い必要となる素材も含んでいる。それ故に、式(6.12)では、それらの素材生産に伴う排出量も差引かれているため、EG_Uは過少評価されている可能性が有る。これらの影響に注目したハイブリッド手法として文献[6.10]が挙げられる。
⁵⁵ 同様の考え方の基に、産業連関法を用いた場合の類似部門における素材エネルギーと組立エネルギーとの比率を用いて、組立エネルギーを推定するという「素材組立比法」が、文献[6.9]で提案されている。

おわりに

本章では、産業連関表を有効に活用することで、費用対効果の高い実用的なインベントリ分析手法を開発した。この手法は、スクリーニングを目的とした予備的インベントリ分析(Pre-LCI)手法、および、プロセス分析法と産業連関法とを融合したインベントリ分析手法とで構成されている。

(1) 予備的インベントリ分析(Pre-LCI)手法の開発

実用的なインベントリ分析手法では、限られた費用と時間の中で、信頼性の高い評価が要求される。特に、プロセスが複雑に入り組んでいる生産段階における環境負荷の推計には多大な時間と費用がかかるため、社会における生産活動を網羅した産業連関表の利用が期待される。本研究では、ゾーンと変動率感度という2つの概念を新たに導入することで、産業連関表を用いたPre-LCI手法を開発した。Pre-LCIは、インベントリ分析に先立って実施される分析であり、ある財の生産に伴う環境負荷の推計において、いずれのプロセスの入出力が重要なかを定量的に特定する。このスクリーニングによって、重要性の高いプロセスを優先的に検討することが可能となり、Pre-LCIを実施しない場合と比べて、同じ費用・時間でもより高い信頼性を確保できる。今までにも、産業連関表の「経済全体を網羅している」という特徴を活かして、予備的な分析に利用しようという考えはあったが、具体的な手法は開発されていなかった。実際に、乗用車を事例として、Pre-LCI手法がその生産に伴うCO₂排出量の推計において有効であることを確認した。

(2) プロセス分析法と産業連関法とを融合したインベントリ分析手法

プロセス分析法と産業連関法とのハイブリッド手法は、LCAの前身とも言えるエネルギーアナリシスにおいて既に提案され、その手法を用いたインベントリ分析の研究例も散見される。しかし、この手法は、費用対効果という面から産業連関表の有効性を十分に活用したものではない。本研究では、Pre-LCIの結果を基に、投入できる費用と時間に応じて、結果に大きな影響を及ぼす部分にプロセス分析法を適用し、プロセス分析法で検討出来なかった残りのプロセス群からの環境負荷を産業連関法の結果を用いて推計する手法を開発した。この手法の鍵は、産業連関表を利用して算出できる把握比率という指標を用いることにある。把握比率とは、プロセス分析法を用いて検討すべき重要なプロセス群からの環境負荷が、一連の生産プロセスを完全に検討した場合のそれに比較して、どの程度の割合を占めているのかを示す指標である。この手法は、いかなる場合にも利用できる一般的な手法である。

他方、上述の一般的な手法とは別に、素材製造に伴う環境負荷が大きいという特定の場合に適用できる手法を開発した。素材製造に伴う環境負荷をプロセス分析法により把握し、それ以外の加工組立などの複雑な生産プロセスからの環境負荷を産業連関法の結果を用いて推計す

る。実際に、石炭火力発電所のボイラーの生産に伴う CO₂ 排出量の推計に適用し、その有効性を確認した。なお、ここで指摘しておくべき点は、過去のインベントリ分析では CO₂ 排出量を対象とした例が圧倒的に多いため、素材製造プロセスを抑えておけば十分であるという経験則があるが、それは一般的には成立しないということである。

なお、本章で示した Pre-LCI 手法および融合手法に関する定式化は、(1)すべてのプロセスにおける入出力が独立、(2)すべての財は国内で生産される、(3)環境負荷の配分はすべて金額単位で測られた財の量に比例する、という仮定の基でなされている。今後、本章で示した手法をさらに実用的なものとするためには、これらの仮定をより実態に近いものにして定式化することが求められる。

また、本論文で示した事例研究では、乗用車の生産段階にのみ焦点をあてた。乗用車による移動という機能を得るためには、使用段階においてガソリンや消耗部品が必要となる。これらについても、本章で提示したスクリーニング手法が適用できる。ただし、廃棄段階においては、産業連関表では、静脈部門があまりにも貧弱なため、実用上十分な結果が得られないことが予想される。今後、さらなる事例分析を通して、利用の可能性と限界を明らかにしていくことが求められる。

参考文献

- [6.1] Robert A. Herendeen, "The Energy Cost of Goods and Services", Oak Ridge National Laboratory, 1973
- [6.2] Clark W. Bullard, Peter S. Penner, David A. Pilati, "Energy Analysis : Handbook For Combining Process and Input-Output Analysis", Energy Research and Development Administration, 1976
- [6.3] 吉岡完治、内山洋司、菅幹雄、本藤祐樹「環境分析用産業連関表の応用(5)－火力・原子力発電の CO₂ 排出量の計算」産業連関、第 5 巻、第 1 号、pp.31-56、1994 年
- [6.4] 竹林芳久、岡建雄、紺矢哲夫、「産業連関表による建築物の評価 その 2. 事務所建築の建設による環境への影響」、日本建築学会計画系論文報告集 第 431 号、pp31-38、1992 年
- [6.5] Torsten Marheineke, Rainer Friedrich, Wolfram Krewitt, "Application of a Hybrid-Approach to the Life Cycle Inventory Analysis of a Freight Transport Task", SAE Transaction Vol.107 No.6, pp.2130-2137, 1999
- [6.6] W. Trinius and J. F. Le Teno, "System Boundaries According to Decision Scope: A Concept of Focal Zone", International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 4, No. 5, pp. 253-256, 1999
- [6.7] "Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis", ISO, 1998
- [6.8] Kazuhiko Nishimura, Hiroki Hondo and Yohji Uchiyama, "Derivation of energy-embodiment functions to estimate the embodied energy from the material content", Energy, Vol.21, No.12, pp.1247-1256 (1996)
- [6.9] 汐崎剛、森口祐一、「地域特性を考慮した地域冷暖房システムのライフサイクル分析」、環境システム研究 Vol.24、1996、pp.260-271
- [6.10] 内山洋司、西村一彦、本藤祐樹「ハイブリッド LCA 手法による洗濯機の環境負荷」電力経済研究、No.41、pp.47-55 (1999)
- [6.11] 「環境負担性評価システム構築のための基礎調査研究調査報告(別冊)－金属素材インベントリデータ」未踏科学技術協会、1995 年
- [6.12] 「環境負担性評価システム構築のための基礎調査研究調査報告」pp. 70、未踏科学技術協会、1995 年

第7章 まとめと今後の発展

7.1 まとめと結論

様々な環境問題が顕在化しつつある現在、LCAは、製品や技術の環境性を評価する手法のひとつとして期待されている。LCAの第1の特徴は、製品のライフサイクルの各段階において関連する主体(消費者、企業、政府など)を取り込むことで、より効果的な環境対策を考慮することができる点、つまり、「製品指向」にある。第2の特徴は、主体間やプロセス間における環境負荷のシフト、そして、異なる環境負荷間(例えば、地球温暖化と固体廃棄物発生など)のシフトを把握できること、つまり、「統合的」という点にある。

LCAの土台となるインベントリ分析では、社会に存在する数多くの製品を対象に、様々な環境影響物質の排出量を推計することが求められる。製品のライフサイクルにおけるプロセスをひとつずつ検討していくプロセス分析法を用いて、信頼性の高い結果を生み出すためには、多大な費用そして時間が必要となる。LCAが実地的なツールとして社会に受け入れられるためには、インベントリ分析における費用対効果の向上が不可欠である。

費用対効果の高いインベントリ分析手法の開発において、経済分析のツールのひとつである産業連関表が注目されている。LCAの源流とも言えるエネルギーアナリシスにおいても産業連関表は盛んに利用されてきた。産業連関表の第1の長所は、少ない費用と時間で間接影響を完全に把握することが出来ることである。また、プロセス分析法では、必ずしもデータが得られるとは限らず、また、例え得られたとしても非公表のためにその透明性に乏しい場合がある。産業連関表は、公のデータであり、データの透明性という点で優れているのが第2の点である。そして、マクロな環境負荷と整合的なデータを用いて、同じ土俵上で、すべての財・サービスを評価できることが第3の長所である。

本研究は、「産業連関表を用いて、信頼性を犠牲にすることなく低費用での実施が可能な、実用的なライフサイクルインベントリ分析手法を確立すること」を目的として、以下に示す成果を得た。

- (1) 産業連関表を用いて、実態を反映した合理的な環境負荷原単位を推計するための手法を開発し、実際に、1990年表を利用して財・サービスのエネルギー原単位、CO₂、SO_x、NO_x排出原単位を推計した。その結果を、インベントリ分析へ利用するという観点から、従来手法によるものと比較することで、本手法の有効性を確認した(第2章～第4章)。

第2章では、各省庁などの1次統計を利用することで、産業連関表部門別の直接原燃料消費量を推計するための信頼性と透明性の高い手法を確立した。本手法によって推計された原燃料消費量を基に求められたCO₂排出原単位を、産業連関表に付帯の物量表を主として推計された既往の研究結果による値と比較分析した。その結果、物量表の問題点

として指摘されていた「同一単価による金額から物量単位への機械的変換」と「各部門の自家発による燃料消費量の自家発電部門への不十分な移行」が認められた。つまり、本推計手法は、これらの問題を回避することができる実態を反映した推計手法であることが確認された。

第3章では、国民(地域)経済を対象とした産業連関表では考慮できない海外の生産活動に伴う環境負荷を含めて、各財・サービスの生産に伴う環境負荷原単位を推計するための手法を開発した。本手法による推計値と、輸入財を国産財と仮定した従来手法による推計値を、各財・サービスのエネルギー原単位、CO₂、SO_x、NO_x排出原単位について、それぞれ比較分析した結果、海外の生産活動の実態を反映させるか否かで値が大きく異なることが明らかになった。この違いは、エネルギーとCO₂に関しては、アルミ新地金の製造と天然ガス液化について海外での実際の活動を反映させたことによる。SO_xとNO_xについては、海外の発電と船舶輸送の影響が大きく、国産仮定の場合と比べて、2倍以上の値となる財が全体の2割近くを占めている。

第4章では、財・サービスの量を金額で測定しているという既存の産業連関表の特性から生じる非合理的な配分を、合理的と考えられる基準に基づいて配分する手法を開発した。産業連関表をインベントリ分析に利用する場合に指摘されてきた、全く同一財でありながら販売先によって価格が違うために環境負荷が異なるという問題についてひとつの指針を与えた。実際に、本手法を用いて、一財多価の典型である電力を例に、kWhあたりの環境負荷が同一であるとして、各財・サービスのCO₂排出原単位を推計した。得られた値を、金額あたりの環境負荷が同一であるとして求められた従来手法による値と比較した結果、多くの最終工業製品で、5-10%程度の差が生じることが認められた。

- (2) 既往の産業連関表を用いて得られた環境負荷原単位をインベントリ分析へ適用する際には、不確実性の存在を前提に、それを制御しながら利用するという考え方が重要である。第5章では、産業連関表を利用して求められた環境負荷原単位に含まれる不確実性を、変動率感度という概念を用いて、少ない情報の基で高速に評価する手法を開発した。実際に、CO₂を対象に本手法を適用した結果、一般に、工業製品のCO₂排出原単位の不確実性は、発電と鉄鋼製造における直接CO₂排出量、そして、鉄鋼製品のフローに含まれる不確実性から大きな影響を受けることが定量的に明らかになった。特に、既存の産業連関表における鉄鋼製品のフローの不確実性は大きいと予測され、各工業製品のCO₂排出原単位は20%程度の幅をもつ可能性があることが認められた。
- (3) 第6章では、信頼性を犠牲にせず分析費用を低減するために、産業連関表を利用したイ

ンベントリ分析手法を開発し、その有効性を確認した。この手法は、スクリーニングを目的とした予備的インベントリ分析(Pre-LCI)手法、および、プロセス分析法と産業連関法とを融合したインベントリ分析手法とで構成されている。

予備的インベントリ分析:

インベントリ分析の前に、産業連関表の「網羅的であるが詳細ではない」という特性を活かし、経済社会における全てのプロセスを粗いながらも漏れなく検討し、目的とするインベントリ分析における各プロセスの重要度を定量的に特定する。このスクリーニングによって、プロセスの重要度に応じて限られた費用と時間を適切に配分することができ、インベントリ分析を効率的に実施することを可能とする。その結果、インベントリ分析結果の信頼性を犠牲にすることなく、分析費用の低減を可能にする。

プロセス分析法と産業連関法とを融合したインベントリ分析手法:

Pre-LCI によって特定された重要度の高いプロセスについては、費用はかかるが高精度な分析が可能なプロセス分析法を適用する。他方、限られた費用と時間の下では、比較的重要度の低いプロセスについては、手間をかけずに産業連関表を利用して環境負荷を推計する。Pre-LCI で定量的に特定された重要度の高い順番にプロセス分析法を適用することが、既往のハイブリッド手法とは異なる本手法の特徴である。この特徴により、優れた費用対効果を実現できる。

7.2 今後の課題

本研究によって、インベントリ分析への産業連関表の基本的な活用方法についての道筋はつけられた。第2章～第4章で述べたように、その適用においては、輸入の取扱いや一部多財などの問題点があるが、本研究で開発した手法を用いることで完全とは言わないまでも改善されることが期待される。しかし、現実には、産業連関表を利用する場合に問題となるすべての点を完全に解決することは不可能といっても過言ではない。今後、実際の場面で、インベントリ分析へ既存の産業連関表を適用していくためには、第5章で議論した信頼性評価を深めることで、様々な不確実性を制御しながら利用することが肝要である。インパクト評価も視野に入れ、結果をばらつかせる原因を把握して、LCA 結果の信頼性を定量的に把握することが、最終的な LCA 結果を誤り無く解釈し利用するためには極めて重要である。LCA が実用化していくためには、つまり、意思決定において価値ある情報を提供できる手法として成立するためには、データ品質の評価手法そして結果に伴う不確実性の分析手法の開発が重要な課題として挙げられる。

謝辞

本学位論文を作成するにあたり、ご多忙の中貴重なお時間を割いて頂きました佐和隆光教授に厚くお礼申し上げます。東京と京都という地理的な制約にも関わらず、終始親身になってご指導いただいたことに深く感謝いたします。

筑波大学の内山洋司教授には、電力中央研究所ご在職中に、本研究の基礎となりましたライフサイクルアセスメントを始めとして、入所当所より様々な面からご指導いただきましたことに心よりお礼申し上げます。また、本研究の基礎を培う上で、埼玉大学の外岡豊教授には環境負荷データの分析手法について、東京大学の酒井信介教授には信頼性工学全般に関してご指導いただいたことに感謝いたします。

ライフサイクルアセスメントに関する専門知識を蓄えていく上で、委員会などを通してお世話になりました東京大学の松橋隆治助教授、国立金属材料研究所の原田幸明博士、国立環境研究所の森口祐一博士にもお礼申し上げます。特に、松橋助教授には、本研究のスタートとも言える電力中央研究所への入所のきっかけを作ってくくださったことにも大変感謝しております。また、産業連関分析に関する素養を身につける上で、慶応大学の吉岡完治教授、東海大学の菅助教授には共同研究および委員会活動を通して大変お世話になりました。

住友原子力工業(株)の一字正三氏、岩上透氏には、産業連関表のデータ処理、そして、環境関連データの収集におきましては、大変お世話になりました。

本研究を行うことが出来たのは、電力中央研究所と京都大学という二足のわらじを認めてくださった経済社会研究所の荒井泰男前所長、そして、森清堯所長を始めとした経済社会研究所の皆様のお陰であります。特に、永田豊博士には、私が京都大学に在学中、エネルギー研究科の助教授として勤務されており、大変お世話になりました。

また、本研究を行うに際して、手塚哲央助教授そして大内玲さんには、直接お会いする機会は多くはありませんでしたが、E-mail や電話を通して大変お世話になりました。

研究業績一覧

[○付き論文が本学位論文に直接関連するもの]

A. 査読付き論文(筆頭著者)

- [1] 本藤祐樹、内山洋司「超々臨界圧微粉炭火力の導入による CO₂ 削減効果－社会基盤技術の環境性評価手法の開発」電力経済研究、No.38、pp.47-55 (1997)
- [2] 本藤祐樹、外岡豊、内山洋司「産業連関表による実態を反映した環境分析－部門別直接燃料消費量の推計と輸入財の取り扱い－」エネルギー・資源、第 20 巻、第 1 号 pp.93-99(1999)
- [3] 本藤祐樹、内山洋司、外岡豊「化石燃料の国内消費に伴い海外で誘発される環境影響物質－CO₂、SO_x、NO_x 排出量－」エネルギー・資源、第 20 巻、第 6 号、pp.578-585 (1999)
- [4] 本藤祐樹、内山洋司「産業連関表を用いた実用的なインベントリ分析手法の確立－財多価による配分問題および積み上げ法との融合方法－」日本エネルギー学会誌、第 78 巻、第 10 号、pp.861-868(1999)
- [5] 本藤祐樹、酒井信介、丹野史朗「産業連関法を用いて推計された CO₂ 排出原単位の感度分析」エネルギー・資源、第 22 巻、第 4 号(2001)[掲載予定]
- [6] Hiroki HONDO, Shinsuke Sakai, “Screening Method using an economical input-output table for life cycle inventory analysis” (International Journal of Life Cycle Assessment 投稿予定)

B. 査読付き論文(共著者)

- [1] Kazuhiko Nishimura, Hiroki Hondo and Yohji Uchiyama, “Derivation of energy-embodiment functions to estimate the embodied energy from the material content”, Energy, Vol.21, No.12, pp.1247-1256 (1996)
- [2] Kazuhiko Nishimura, Hiroki Hondo and Yohji Uchiyama, “Estimating the embodied carbon emissions from the material content”, Energy Conversion and Management, vol. 38, Supplement, pp. S589-S594 (1997)
- [3] 時松宏治、本藤祐樹、山地憲治、桂井誠「トカマク型核融合動力炉のエネルギー収支及び CO₂ 排出に関する研究」プラズマ・核融合学会誌、第 74 巻、第 1 号、pp.54-66 (1998)
- [4] 西村一彦、本藤祐樹、内山洋司「プロセスモデルによる製品製造時の包含負荷量の比較分析－ガソリン車と EV との比較－」エネルギー・資源、第 19 巻、第 2 号、pp.182-187 (1998)
- [5] 内山洋司、西村一彦、本藤祐樹「ハイブリッド LCA 手法による洗濯機の環境負荷」電力経済研究、No.41、pp.47-55 (1999)
- [6] 杉山大志、中田実、本藤祐樹、明日香寿川、市川陽一「日本の酸性雨対策としての国際協力の費用効果性－中国・韓国の脱硫への出資は安価なオプションか－」エネルギー・資源、第 20 巻、第 3 号、pp.289-296 (1999)
- [7] K. Tokimatsu, H. Hondo, Y. Ogawa, K. Okano, K. Ymaji and M. Katsurai, “Evaluation of CO₂ emissions in the life cycle of tokamak fusion power reactors”, Nuclear Fusion, Vol. 40,

No. 3Y, pp.653-659 (2000)

- [8] 時松宏治、本藤祐樹、岡野邦彦、小川雄一、桂井誠、山地憲治「トカマク型核融合動力炉の経済性及び環境適合性に関する定量的評価研究」エネルギー・資源、第 21 巻、第 5 号、pp.452-458 (2000)
- [9] K. Tokimatsu, H. Hondo, Y. Ogawa, K. Okano, K. Ymaji and M. Katsurai, “Energy Analysis and carbon dioxide emission of Tokamak fusion power reactors”, Fusion Engineering and Design, Vol. 48, pp.483-498, 2000

C. 電力中央研究所報告(筆頭著者)

- [1] 本藤祐樹、内山洋司「火力発電プラントの環境対策コスト分析」Y92009 (1993)
- [2] 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」Y95013 (1996)
- [3] 本藤祐樹、外岡豊、内山洋司「産業連関表を用いた我が国の生産活動に伴う環境負荷の実態分析」Y97017 (1998)
- [4] 本藤祐樹、内山洋司「我が国の電力生産におけるライフサイクル CO₂、SO_x、NO_x 排出量の推計」Y98509 (1999)
- [5] 本藤祐樹、内山洋司、森泉由恵「ライフサイクル CO₂ 排出量による発電技術の評価－最新データによる再推計と前提条件の違いによる影響－」Y99009 (2000)
- [6] 本藤祐樹「エネルギー消費に伴う環境負荷の推計における各種統計の利用－産業連関表の LCA への利用を念頭において－」Y99912 (2000)
- [7] 本藤祐樹、内山洋司「石炭ガス化複合発電の導入による CO₂ 排出量削減効果」Y99505(2000)

D. 電力中央研究所報告(共著者)

- [1] 山地憲治、岡田健司、長野浩司、今村栄一、永田豊、山本博巳、杉山大志、本藤祐樹「世界のエネルギー資源：資源量、需給、経済性と関連技術動向」Y94001(1994)
- [2] エネルギー経済研究会「エネルギー経済学の基礎理論総説」Y94002(1994)
- [3] 西村一彦、本藤祐樹、内山洋司「産業連関表を用いたエネルギー消費量の推定」Y95007(1996)
- [4] 内山洋司、西村一彦、本藤祐樹「産業連関表を利用した製品の LCA 手法」Y97015(1998)
- [5] 杉山大志、本藤祐樹、大隈多加志「排煙脱炭技術の費用－電気事業の温暖化対策における位置づけについての考察」Y98903(1998)
- [6] 内山洋司、本藤祐樹「CO₂ 対策技術のコスト分析」(2000)

E. 学会および国際会議での発表(主報告者)

- [1] 本藤祐樹、内山洋司「火力発電プラントの環境対策技術における経済性」化学工学会浜松大会、浜松、Nov.1992
- [2] 本藤祐樹、内山洋司「産業連関表を用いた製品の素材消費量に関する分析」第 13 回エネルギー資源学会研究発表会、大阪、Apr. 1994

- [3] Hiroki Hondo and Yohji Uchiyama, "Life Cycle Analysis of Material Consumption with an Input-Output Table", International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Oct. 1994
- [4] 本藤祐樹、内山洋司、西村一彦「製品製造時に排出される CO₂ の工程別分析」第 14 回エネルギー資源学会研究発表会、東京、Apr. 1995
- [5] 本藤祐樹、内山洋司、西村一彦「工業製品の製造工程別環境負担性分析－製品製造時の CO₂ 排出における鉄素材の影響－」第 129 回鉄鋼協会春期講演大会、東京、Apr. 1995
- [6] Hiroki Hondo and Yohji Uchiyama, "Effect of heat-resistant steel on CO₂ emission from coal-fired power plants" International Ecomaterials Conference, Xi'an, China, Sep. 1995
- [7] 本藤祐樹、西村一彦、内山洋司「産業連関表を利用した社会インフラ施設の LCA 手法－石炭火力プラントの CO₂ 排出インベントリ分析と改善分析－」第 12 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、東京、Feb. 1996
- [8] Hiroki Hondo and Yohji Uchiyama, "Methodology of Life Cycle Analysis for Evaluating Environmental Performance of Technology- Concept of Life Cycle Marginal Emission and its Application -" The Second International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Nov. 1996
- [9] 本藤祐樹「産業連関表を用いた技術の環境性評価手法」第 13 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、東京、Jan. 1997
- [10] 本藤祐樹、内山洋司「発電システムの主特性からのライフサイクル CO₂ 排出量の推計」第 17 回エネルギー資源学会研究発表会、大阪、Apr. 1998
- [11] 本藤祐樹、内山洋司「国内エネルギー消費により誘発される海外での環境負荷」第 15 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、東京、Jan. 1999
- [12] Hiroki Hondo, "Pre-LCI method using an economic input-output table", The Forth International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Nov. 2000
- [13] 本藤祐樹、酒井信介「費用対効果の高いインベントリ分析手法の提案」第 17 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス、東京、Jan. 2001

F. 学会および国際会議での発表(共同報告者)

- [1] 内山洋司、西村一彦、本藤祐樹「太陽光発電システムのライフサイクル分析－技術進歩による改善効果について－」第 11 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、東京、Jan. 1995
- [2] 西村一彦、本藤祐樹、内山洋司「産業連関表を用いた任意の製品のエネルギー消費量の推定」第 12 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、東京、Feb. 1996
- [3] Yohji Uchiyama, Hiroki Hondo and Kazuhiko Nishimura, "Development of advanced LCA software for manufactured products -Hybrid method of process analysis and input/output analysis-" The Second International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Nov. 1996
- [4] Kazuhiko Nishimura, Hiroki Hondo and Yohji Uchiyama, "Estimating the embodied liability of consumer goods from the material content " The Second International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Nov. 1996

- [5] 外岡豊、本藤祐樹、内山洋司「LCA への基礎解析－産業連関表による SO_x, NO_x 誘発排出分析－」第 16 回エネルギー資源学会研究発表会、東京、Apr. 1997
- [6] 時松宏治、本藤祐樹、山地憲治、桂井誠、「トカマク型核融合炉の経済性、エネルギー収支及び環境負荷に関する研究」、電気学会プラズマ研究会、鳥取、1997 年 7 月
- [7] 時松宏治、本藤祐樹、山地憲治、桂井誠、「核融合炉の経済性評価及びエネルギー分析」、電気学会電力・エネルギー部門大会論文Ⅱ、鳥根、1997 年 7 月
- [8] 時松宏治、本藤祐樹、山地憲治、桂井誠、「トカマク型核融合炉のエネルギー収支と CO₂ 排出に関する研究」、環境経済・政策学会、北九州、1997 年 9 月
- [9] 時松宏治、本藤祐樹、山地憲治、桂井誠、「核融合動力炉の経済性及び環境負荷に関する研究」、日本原子力学会、沖縄、1997 年 10 月
- [10] 時松宏治、本藤祐樹、山地憲治、桂井誠、「トカマク型核融合動力炉の経済性、エネルギー収支、及び環境負荷に関する研究」、プラズマ核融合学会、大阪、1997 年 11 月
- [11] K.Tokimatsu, H.Hondo, K.Yamaji, M.Katsurai, "Economy, Energy Analysis, and Environmental Impacts on Tokamak Fusion Power Reactors", First Asia-Pacific International Symposium on the Basic and Application of Plasma Technology, Taiwan, Dec.1997
- [12] 内山洋司、西村一彦、本藤祐樹「産業連関表を利用した製品の LCA 手法」第 14 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、東京、Jan. 1998
- [13] 時松宏治、本藤祐樹、山地憲治、桂井誠、「トカマク型核融合動力炉の経済性、ライフサイクル分析、及び放射性廃棄物量に関する研究」、エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス、東京、1998 年 1 月
- [14] Suga, Yoshioka, Uchiyama, Hondo and Wong, "An application of the input-output approach in environmental analysis: Estimating the CO₂ emission of fossil-fired and nuclear power generation", The Twelfth International Input-Output Techniques, New York, USA, May 1998
- [15] T. Ikaga, Y. Tonooka and H. Hondo, "Development of data base for life cycle assessment of building (Part 3)", The Third International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Nov. 1998
- [16] Y. Tonooka, H. Hondo, Y. Uchiyama and T. Ikaga, "Comparison analysis of fundamental data for LCA -Energy and emissions from material production-", The Third International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Nov. 1998
- [17] 外岡豊、本藤祐樹、内山洋司「LCA への基礎解析－素材生産の排出原単位分析－」第 15 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、東京、Jan. 1999
- [18] 伊香賀俊治、外岡豊、本藤祐樹、内山洋司「建築物の LCA-CO₂ と大気汚染排出評価－」第 15 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、東京、Jan. 1999
- [19] 外岡豊、本藤祐樹、内山洋司、神成陽容、佐藤治「大気環境影響濃度を考慮した LCA 手法」エネルギー・資源学会第 18 回研究発表会、東京、Jun. 1999
- [20] 酒井信介、丹野史朗、本藤祐樹「振動法の導入による産業連関分析の感度分析」第 16 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、東京、Jan. 2000

- [21] 石井敦、杉山大志、本藤祐樹「日本における排煙脱硫技術普及に伴う設備費低減に関する考察」
エネルギー・資源学会第 19 回研究発表会、大阪、Jun. 2000
- [22] Y. Tonooka, Y. Moriguchi, H. Hondo, K. Halada, T. Ikaga, A. Kannari, H. Shiba, K. Hagiwara, "Emission factor analysis of air pollutants for I/O table" The Forth International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Nov. 2000
- [23] S. Sakai, S. Tanno and H. Hondo, "Uncertain analysis for I/O analysis using perturbation method" The Forth International Conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Nov. 2000
- [24] 外岡豊、本藤祐樹、神成陽容、森口祐一、南斎規介「LCA への基礎解析－1995 年産業連関表による大気汚染物質誘発排出分析」第 17 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス、東京、Jan. 2001
- [25] 森泉由恵、本藤祐樹、外岡豊、神成陽容「地球温暖化を対象とした LCI のための基礎データ－産業連関表(1995 年表)を用いた CO₂ および CH₄ 排出原単位の推計」第 17 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス、東京、Jan. 2001

G. その他

- [1] 本藤祐樹、内山洋司「火力発電プラントの環境コスト－NO_x、SO_x、CO₂ 対策の分析－」電力経済研究 No.32、pp.37-44(1993)
- [2] 吉岡完治、内山洋司、菅幹雄、本藤祐樹「環境分析用産業連関表の応用(5)－火力・原子力発電の CO₂ 排出量の計算」産業連関、第 5 巻、1 号、pp.31-56(1994)
- [3] K. Yoshioka, Y. Uchiyama, M. Suga, H. Hondo and Y. C. Wong, "An application of the input-output approach in environmental analysis: Estimating the CO₂ emission of fossil-fired and nuclear power generation" KEO Discussion Paper, Keio Economic Observatory
- [4] 電力中央研究所編著「人類の危機トリレンマ－エネルギー濫費時代を超えて－」[第 6 章執筆分担](1998)

付 録

付録目次

A1. 各種統計表の産業分類の対応141
 A2. 各統計の原燃料消費量の比較145
 A3. 産業連関表の部門と動態統計の品目の対応関係155
 A4. 原燃料種の硫黄含有率の詳細164
 A5. 405 部門別の原燃料消費量(1990 年表)165
 A6. 燃焼比率179
 A7. 部門(産業連関表)一業種・炉種(環境庁調査)対応表185
 A8. 移動発生源の NOx 排出係数190
 A9. 405 部門別 33 燃料種別の SOx 排出係数(1990 年表)213
 A10. 405 部門別 33 燃料種別の NOx 排出係数(1990 年表)227
 A11. 407 部門別のエネルギー消費量、CO2、SOx、NOx 排出(発生)量(1990 年表) ..241
 A12. 海外における電力の排出係数の計算前提246
 A13. 各財・サービスのエネルギー、CO2、SOx、NOx 排出原単位(1990 年表)247

A1 各種統計表の産業分類の対応

産業連関表物量表		総合エネルギー統計	石油等消費構造統計表	石油等消費動態統計年報
統合大分類部門名	統合中分類部門名			
1 農林水産業	耕種農業、畜産・養蚕、 農業サービス、林業、漁業	○農林業 ○水産業		
2 鉱業	金属鉱物、 非金属鉱物、 石炭・亜炭 原油・天然ガス	○鉱業	○金属鉱業 ○石炭・亜炭鉱業 ○原油・天然ガス鉱業 ○非金属鉱業	
3 食料品	食料品、飲料、煙草 飼料・有機質肥料	○食料品	○食料品(製) ○飼料・飲料・煙草(製)	
4 繊維製品	繊維工業製品、 衣服・その他の繊維製品	○繊維	○繊維工業 ○衣服その他の繊維製品(製)	○化学繊維工業 ○染色整理業(毛織物用、織物用)
5 ハルブ・紙・木製品	製材・木製品、家具・装飾品、 ハルブ・紙、紙加工品	○紙・ハルブ	○木材・木材製品(製) ○家具・装飾品(製) ○ハルブ・紙・紙加工品(製)	○ハルブ・紙・板紙工業 ハルブ、紙、板紙
6 化学製品	化学肥料、無機化学基礎製品、 有機化学基礎・中間製品、 合成樹脂、化学繊維、 化学最終製品	○化学工業	○化学工業 化学肥料、無機化学工業製品、 有機化学工業製品、化学繊維 油脂加工品・石鹼・合成洗剤・ 界面活性剤・塗料、 医薬品、その他の化学工業	○化学工業 石油化学製品、 アンモニア及びアンモニア誘導品、 ソーダ工業製品、高圧ガス 無機薬品及び顔料 油脂製品及び界面活性剤
7 石油・石炭製品	石油製品、 石炭製品	○石油精製、○石油化学 ○ユークス製造	○石油製品・石炭製品(製)	○石油製品 *6
8 窯業・土石製品	ガラス・ガラス製品、セメント製品、 陶磁器、その他の窯業・土石製品	○窯業土石	○窯業・土石製品(製)	○窯業土石製品工業 セメント、板硝子、石灰 耐火煉瓦、炭素製品 ○ガラス製品工業 ○珪藻土工業
9 鉄鋼	鉄鉄・粗鋼、鋼材、 鑄造品・その他の鉄鋼製品	○鉄鋼	○鉄鋼業	○鉄鋼業 *7 (鑄鉄管は含まれる)
10 非鉄金属	非鉄金属製錬・精錬、 非鉄金属加工製品	○非鉄金属	○非鉄金属(製)	○非鉄金属地金工業 ○非鉄金属加工製品工業 伸銅製品、アルミニウム圧延製品 電線及びケーブル、 アルミニウム二次地金
11 金属製品	建設・建築用金属製品、 その他の金属製品		○金属製品(製)	
12 一般機械	一般産業機械、特殊産業機械、 その他の一般機械 事務用・サービス用機器		○一般機械器具(製)	○機械工業 一般機械工業製品 電気機械工業製品 輸送機械工業製品 精密機械工業製品 鑄造品 *7
13 電気機械	民生用電気機械、電子・通信機器、 重電機器、その他の電気機器	○金属機械	○電気機械器具(製)	
14 輸送機械	自動車、船舶・同修理、 その他の輸送機械・同修理		○輸送用機械器具(製)	
15 精密機械	精密機械		○精密機械器具(製)	
16 その他の製造工業製品	[1/3]出版・印刷、 [2/3]プラスチック製品、 [2/3]ゴム製品、 [2/3]なめし革・毛皮・同製品、 [3/3]その他の製造工業製品	○その他の製造業	○出版・印刷・導管産業 ○プラスチック製品(製) ○ゴム製品(製) ○なめし革・同製品・毛皮(製) ○その他の製造業	○ゴム製品(製) *8 タイヤ、チューブ
17 建設	建築、建設補修、土木	○建設業		
18 電力・ガス・熱供給	電力、 ガス・熱供給	○電気事業者、 ○揚水発電、○自家発電 ○都市ガス ○鉄鋼系ガス ○熱供給事業者		
19 水道・廃棄物処理	水道、廃棄物処理	*3		
20 商業	商業	*3	○卸売業、○小売業 *5	○百貨店、○セルフ店
21 金融・保険	金融・保険	*3		
22 不動産	不動産仲介・賃貸、住宅賃貸料	*3		
23 運輸	鉄道輸送、道路輸送、 自家用自動車輸送 水運、航空輸送、 倉庫、運輸付帯サービス	○旅客用 ○貨物用		
24 通信・放送	通信、放送	*3		
25 公務	公務	*3		
26 教育・研究	教育、研究	*3		
27 医療・保健・社会保障	医療・保健、社会保障	*3		
28 その他の公共サービス	その他の公共サービス	*3		
29 対事業所サービス	広告・調査・情報サービス、 物品賃貸サービス 自動車・機械修理、 その他の対事業所サービス	*3		
30 対個人サービス	娯楽サービス、飲食店、 旅館・その他の宿泊所 その他の対個人サービス	*3		
31 事務用品	事務用品	*3		
32 分類不明	分類不明			
33 内生部門計	内生部門計			
34 家計外消費支出	家計外消費支出	○民政業務*3		
35 民間消費支出	民間消費支出	○民政家庭		

A2. 各種統計の燃原料消費量の比較

原料炭消費量(t)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動
		1990年度	P154.162	P154.162				
1 エネルギー転換	電気事業	0	0					
	自家発電	0	0					
	石油、コークス、ガス、DHC	73,999,259	64,937,000	5,605,021	18,674,004			
	+ コークス	71,612,024	63,533,000	4,942,681	18,674,004			
	+ 都市ガス	2,387,235	1,404,000	662,340				2,019,236
+ 小計	73,999,259	64,937,000	5,605,021	18,674,004				
2 産業	農林水産・鉱業	0	0					
	建設	0	0					
	廃棄物処理	0	0					
	その他(上下水道、工業用)	0	0					
	紙パルプ	0	0	0				0
	化学工業	262,075	70,000	69,672	2,423,486	22,274,369		
	窯業土石	492	0	0	18,192	3,588,140		
	鉄鋼	376,958	6,650,000	63,067,888	43,125,336	42,926,195		
	非鉄金属	0	0	0		0		
	その他製造業	0	1,000	9,209		0		
	+ 製造業計	639,525	6,721,000	63,146,769	45,567,014	68,788,704		
+ 小計	639,525	6,721,000	63,146,769	45,567,014	68,788,704			
3 民生(業務)		0	72,000					
4 民生(家庭)		0	19,000					
5 運輸	鉄道	0	0					
	自動車(旅客)	0	0					
	自動車(貨物)	0	0					
	船舶	0	0					
	航空	0	0					
+ 小計	0	0						
6 分類不明		34,810	152	1,030				-18,144,921
7 国際ハンカ-油		0						
合計		74,673,594	71,749,152	68,752,820	64,241,018	50,643,783		

4 国内炭(68200885)と輸入炭(551935)の合計

「電気事業」は「電気業」
「石油、...」は「コークス業」と「ガス業」の合計

5 原料用の値

6 原料用の値
「鉄鋼」は「コークス製造用炭(原料炭)」の値

一般炭消費量(t)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動
		1990年度	P154.162	P154.162				
1 エネルギー転換	電気事業	26,937,182	27,238,000	26,264,500				
	自家発電	1,934,331	4,789,000					
	石油、コークス、ガス、DHC	470,824	84,000	148,231	473,385	473,385		
	+ 小計	29,342,337	32,111,000	26,432,731	473,385	473,385		
	2 産業	農林水産・鉱業	8,768	0		1,301,612		
建設	1,778	0						
廃棄物処理	9,626			1,301,612				
その他(上下水道、工業用)	329		547,439					
紙パルプ	1,348,514	1,808,000	3,030,639	3,161,555	3,307,433			
化学工業	1,511,818	1,594,000	4,232,942	5,579,465	6,784,928			
窯業土石	7,164,969	9,495,000	8,285,935	8,449,930	10,648,646			
鉄鋼	2,661,918	177,000	2,092,537	5,923,169	6,340,377			
非鉄金属	141,359	164,000		237,454	670,610			
その他製造業	186,711	667,000	1,789,868	498,099	1,785,080			
+ 製造業計	13,015,289	13,905,000	19,431,921	23,849,672	29,537,074			
+ 小計	13,035,790	13,905,000	19,979,360	26,452,896	29,537,074			
3 民生(業務)		574,930	72,000					
4 民生(家庭)		29,837	19,000					
5 運輸	鉄道	1,188						
	自動車(旅客)	4,353						
	自動車(貨物)	0						
	船舶	0						
	航空	0						
+ 小計	5,541	0						
6 分類不明		19,923						-6,685,653
7 国際ハンカ-油		0						
合計		43,008,358	46,107,000	46,412,091		23,324,806		

4 「一般炭」と「無煙炭等」の合計

「電気事業」は「電気業」
「石油、...」は「コークス業」と「ガス業」の合計

5 原料用以外の消費合計

6 原料用以外の消費合計

原油消費量(kl)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー-生石油等消費構;石油等消費動態統計年報 1990年度 P58 P4,P126					
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC	20,282,846 0 204,991,725	21,860,000 0 204,173,000	0 0 201,053,828	0 0 201,053,828	0 0 0	0 0 0	0 0 0
	+ 小計	225,274,571	226,033,000	201,053,828	0	0	0	0
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業	0 0 0 0 971 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 20,000 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 642,588 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
	+ 製造業計	971	20,000	0	642,588	0	0	0
	+ 小計	971	20,000	0	642,588	0	0	0
3 民生(業務)		0	0	0	0	0	0	0
4 民生(家庭)		0	0	0	0	0	0	0
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
	+ 小計	0	0	0	0	0	0	0
6 分類不明		0	0	0	0	0	0	0
7 国際ハンカ-油		0	0	0	0	0	0	0
	合計	225,274,571	226,033,000	201,053,828	0	0	0	0

4 石油製品製造業者への原油投入量
6 化学工業は「X」であり値がわからない

LNG消費量(t)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー-生石油等消費構;石油等消費動態統計年報 1990年度 無し P4,P126					
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC	30,006,945 14,629 9,221,795	27,624,000 0 8,057,000	0 0 0	0 0 6,511	0 0 6,511	0 0 6,511	0 0 6,511
	+ 小計	39,243,369	35,681,000	0	6,511	6,511	6,511	6,511
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業	776 0 0 0 1,921 585,039 17,473 188,992 19,837 18,175	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 148,794 26,847 478,226 45,810 38,144	0 0 0 0 5,538 401,214 8,657 477,279 42,002 79,065	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
	+ 製造業計	831,437	31,000	0	743,359	1,008,217	1,008,217	1,008,217
	+ 小計	832,213	31,000	0	743,359	1,008,217	1,008,217	1,008,217
3 民生(業務)		0	0	0	0	0	0	0
4 民生(家庭)		0	0	0	0	0	0	0
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
	+ 小計	0	0	0	0	0	0	0
6 分類不明		0	0	0	0	0	0	0
7 国際ハンカ-油		0	0	0	0	0	0	0
	合計	40,075,582	35,712,000	0	6,511	6,511	6,511	6,511

2 天然ガスとの合計

天然ガス消費量(1000m3)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー-生石油等消費構;石油等消費動態統計年報 1990年度 P22 P4,P126					
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC	552,000 43,000 967,000	652,741 0 907,656	0 0 537	0 0 537	0 0 537	0 0 537	0 0 537
	+ 小計	0	1,010,000	1,560,397	537	537	537	537
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用水) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業	0 0 0 0 0 524,000 0 0 0 0	348,090 0 0 0 0 519,709 0 0 0 0	12,895 0 0 0 0 518,552 5,032 9,108 2,633 6,846	0 0 0 0 0 465,156 5,032 9,108 2,633 6,846	0 0 0 0 0 465,156 5,032 9,108 2,633 6,846	0 0 0 0 0 465,156 5,032 9,108 2,633 6,846	0 0 0 0 0 465,156 5,032 9,108 2,633 6,846
	+ 製造業計	0	63,000	49,234	6,846	6,846	6,846	6,846
	+ 小計	0	587,000	568,943	545,155	486,289	486,289	486,289
3 民生(業務)		0	0	0	0	0	0	0
4 民生(家庭)		0	0	0	0	0	0	0
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
	+ 小計	0	0	0	0	0	0	0
6 分類不明		0	0	0	0	0	0	0
7 国際ハンカ-油		0	0	0	0	0	0	0
	合計	0	1,597,000	2,568,913	91,483	91,483	91,483	91,483

2 LNGと合算されている
4 「原油・天然ガス鉱業」向け
分類不明は「サービス業」と「その他産業」向けの合計
6 窯業土石は「X」であり、値がわからない

ガソリン消費量(kl)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー-生石油等消費構;石油等消費動態統計年報 1990年度 無し P4,P126 P42					
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC	0 0 400,154	0 0 0	0 0 0	0 0 646	0 0 493	0 0 493	0 0 493
	+ 小計	400,154	0	0	646	493	493	493
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業	91,494 259,797 1,058 6,755 8,748 9,485 11,946 2,137 3,348 231,497	0 0 0 0 0 0 0 0 0 117,000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 3,680 3,110 6,147 4,420 1,736 158,001	0 0 0 0 419 518 959 5,815 854 116,664	0 0 0 0 419 518 959 5,815 854 116,664	0 0 0 0 419 518 959 5,815 854 116,664
	+ 製造業計	267,161	117,000	0	177,094	125,229	125,229	125,229
	+ 小計	626,265	117,000	0	177,787	125,229	125,229	125,229
3 民生(業務)		471,467	0	0	0	0	0	0
4 民生(家庭)		24,263,189	0	0	0	0	0	0
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空	0 11,356,709 4,026,200 12,340 25,225	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
	+ 小計	15,420,474	44,665,000	0	0	0	32,914,853	32,914,853
6 分類不明		614,364	152	0	0	0	0	0
7 国際ハンカ-油		0	0	0	0	0	0	0
	合計	41,795,913	44,782,152	0	646	493	32,914,853	32,914,853

ジェット油消費量(kl)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動;航空輸送統計年報 1990年度 無し P4,P126					
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 小計		0	0				
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用水) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 製造業計 小計		36,331	0				
3 民生(業務)			36,331	0				
4 民生(家庭)			36,331	0				
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 小計		7,621,235	3,740,000			7,088,771	7,088,771
6 分類不明								
7 国際ハンカ-油								
合計			8,669,414	3,740,000			7,088,771	

灯油消費量(kl)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動;統計年報 1990年度 P106,P42 P4,P126					
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 石油製品 小計	9,786 218 728,415	0 0 43,000	248,564 0 6,406				10,439
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 製造業計 小計	950,294 1,102,378 232,871 49,837 300,102 847,638 473,019 259,726 125,296 2,238,384 4,244,165 6,579,545	3,317,000 1,389,000 0 34,000 309,000 122,000 0 386,000 208,000 4,204,000 5,263,000 9,969,000	3,209,523 1,356,491 0 77,817 630,358 411,086 505,091 216,459 4,952,907 4,952,907 9,518,921	18,118 0 0 77,817 630,358 411,086 505,091 216,459 1,587,239 3,428,050 3,446,168			39,765 976,042 156,519 428,182 255,999 624,605 2,481,112
3 民生(業務)		10,378,702	4,411,000					
4 民生(家庭)		9,554,189	12,275,000					
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 小計	52,630 61,619 34,428 15,190 18,193 182,060		245,922 120,364 0 9,482 375,768			16,180,904	
6 分類不明		9,304						
7 国際ハンカ-油		1,597						
合計		27,443,816	26,698,000	26,324,157				

4「電気事業」は「電気ガス熱供給水道業」
「その他製造業」は「製造業」
「自動車(旅客)」は「道路旅客運輸業・道路貨物運輸業」
「分類不明」は「運輸通信業その他」と「その他」の合計

軽油消費量(kl)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動;鉄道統計年報 自動車輸送統計年報 1990年度 P106,P42 P4,P126 P465 P42					
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 石油製品 小計	114,997 9,032 817,222	154,000 0 23,000	266,897 0 62			2,573 1,557	
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 製造業計 小計	473,728 2,630,337 35,858 44,198 91,858 26,156 249,803 7,828 9,157 394,351 779,153 3,963,274	3,177,000 3,722,000 0 0 2,000 2,000 18,000 30,000 5,000 2,205,000 2,262,000 9,161,000	3,130,346 3,574,289 0 0 6,789 2,000 209,256 40,052 9,207 2,182,878 2,182,878 8,887,513	149,877 0 0 0 6,789 16,868 209,256 40,052 9,207 215,596 497,768 647,645			2,489 21,024 27,666 37,110 7,691 95,304 191,284
3 民生(業務)		3,385,365	83,000					
4 民生(家庭)		530,265	0					
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 小計	317,389 5,269,229 21,748,990 218,175 3,722 27,557,505		506,370 13,332,080 0 180,312			356,224	5,221,604 25,866,576
6 分類不明		450,196		14,018,762				
7 国際ハンカ-油		13,303		14,004,355				
合計		36,841,159	37,665,000	37,177,527				

4「電気事業」は「電気ガス熱供給水道業」
「その他製造業」は「製造業」
「自動車(旅客)」は「道路旅客運輸業・道路貨物運輸業」
「分類不明」は「運輸通信業その他」と「その他」の合計

A重油消費量(kl)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー-エネルギー生産石油等消費構;石油等消費動;内航船舶輸送(運輸関係エネルギー) 1990年度 P108,P42 P4,P126 P53 統計要覧					
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 石油製品 小計	211,535 155,899 221,157	0 399,000 0	325,918 0 46,922			106,541 71,034	
2 産業	農林水産・鉱業 漁業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 製造業計 小計	5,308,828 4,115,308 906,568 81,625 1,127,881 398,558 895,329 904,136 922,529 421,976 5,453,625 8,996,153 14,304,981	6,280,000 3,934,000 763,000 0 280,000 1,520,000 1,089,000 807,000 859,000 5,409,000 9,964,000 16,244,000	6,327,812 4,017,514 754,172 0 403,819 1,686,656 1,066,300 829,281 884,510 5,303,892 10,174,458 16,502,270	15,309 0 0 0 579,498 1,220,584 1,113,190 757,567 427,064 5,070,673 9,168,576 16,502,270			393,215 443,143 523,874 709,136 365,308 1,638,316 4,072,992
3 民生(業務)		7,901,083	7,710,000					
4 民生(家庭)		0	0					
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 小計	127,054 1,081 26,798 1,944,959 29,272 2,129,164		134,624 81,658 0 1,661,203			1,245,799	2,166,000
6 分類不明		126,083		76,000				
7 国際ハンカ-油		868,681		7,305,562				
合計		25,918,583	26,332,000	26,011,235				

4「電気事業」は「電気ガス熱供給水道業」
「その他製造業」は「製造業その他」と「食料品...」と「繊維」との合計
「自動車(旅客)」は「道路旅客運輸業・道路貨物運輸業」
「分類不明」は「運輸通信業その他」と「その他」の合計
7 船舶は外航も含む

BC重油消費量(k)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー 1990年度	エネルギー P110,P42	生石油等消費 P4,P126	石油等消費動 P53	内航船舶輸送 P53	陸運関係 統計要覧
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 石油製品 + 小計	24,139,527 4,142,234 1,447,025 29,728,786	23,808,000 7,448,000 18,000 31,274,000	24,087,017 2,150,588 24,087,017	2,848,484 2,848,484	2,137,419		
2 産業	農林水産・鉱業 + 漁業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 + 製造業計 + 小計	1,327,511 1,277,275 115,896 128,762 179,970 3,549,541 4,410,675 2,167,774 916,677 358,388 3,443,560 14,846,615 17,876,029	277,000 42,000 23,000 2,570,000 1,202,000 1,794,000 1,374,000 607,000 2,834,000 10,381,000 10,723,000	298,603 67,143 32,983 4,454,377 4,131,147 2,008,087 1,759,952 669,595 3,730,401 16,753,559 17,152,288	15,193 4,866,852 5,238,010 2,475,914 1,601,466 555,760 3,065,831 17,997,344 18,012,537	4,866,852 5,238,010 2,475,914 1,601,466 555,760 3,065,831 17,997,344		
3 民生(業務)		23,391	4,293,000					
4 民生(家庭)		0	0					
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 + 小計	0 0 0 2,728,432 2,784 2,731,216	0 0 0 1,983,248 1,650,000	365,595 52,036 1,983,248		1,835,547	13,952,000	
6 分類不明		925,673	4,136,924					
7 国際ハッカー油		6,183,988						
合計		57,469,083	47,940,000	47,777,108				

- 4 「電気事業」は「電気ガス熱供給水道業」
「その他製造業」は「製造業」
「自動車(旅客)」は「道路旅客運輸業・道路貨物運輸業」
「分類不明」は「運輸通信業その他」と「その他」の合計
7 船舶は外航も含む

ナフサ消費量(k)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー 1990年度	エネルギー P42	生石油等消費 P4,P126	石油等消費動 P53	統計要覧	エネルギー P5
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 石油製品 + 都市ガス + 小計	391,378 0 720,358 391,467 1,111,736	151,000 870,000 294,000 294,000 1,315,000	166,458	907,076	363,318		
2 産業	農林水産・鉱業 + 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 + 製造業計 + 小計	0 0 0 0 0 36,605,295 0 0 0 0 36,605,295 36,605,295	0 0 0 0 0 31,947,000 0 0 0 190,000 32,137,000 32,137,000	0 0 0 0 0 27,144,896 0 1,014 27,145,910	0 0 0 0 0 27,552,925 0 0 27,552,925	27,552,925		
3 民生(業務)		0	0					
4 民生(家庭)		0	0					
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 + 小計	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0				
6 分類不明		9,322	0					
7 国際ハッカー油		0	0					
合計		37,726,353	33,452,000	28,052,986	27,916,243			

液化石油ガス消費量(t)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー 1990年度	エネルギー P116	生石油等消費 P4,P126	石油等消費動 P53	統計要覧	エネルギー P5
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 都市ガス + 小計	1,082,701 49,576 2,934,489 2,672,333 4,066,766	892,000 77,000 2,337,000 2,337,000 3,306,000	1,105,683 0 0 2,353,748 3,459,431	543,606	226,209	2,256,000	
2 産業	農林水産・鉱業 + 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 + 製造業計 + 小計	28,011 22,607 0 6,112 215,391 3,016,881 396,265 323,005 74,415 1,400,414 5,426,371 5,483,101	0 0 0 56,000 2,267,000 200,000 647,000 199,000 3,301,000 6,670,000 6,670,000	0 0 0 94,797 2,331,850 3,690,600 200,000 787,815 267,975 1,692,238 2,331,850 6,722,230	199	56,462	4,698,260	240,288
3 民生(業務)		2,323,456	1,449,000					
4 民生(家庭)		6,587,582	5,430,000	6,688,494				
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 + 小計	2,091 4,068,355 35,291 1,117 10,929 4,117,783	0 1,875,552 0 0 0	0 1,875,552 0 0 0			1,723,800	
6 分類不明		76,048	0					
7 国際ハッカー油		0	0					
合計		22,654,736	18,765,000	18,745,707				

- 2 「石油化学基礎製品」部門から副産物として3,925,000t発生
4 「電気事業」は「電力用」
「化学工業」は「化学原料用」
「産業計」は「化学原料用」と「工業燃料用」の合計
「民生(家庭)」は「家庭燃料用その他」
「自動車(旅客)」は「自動車用」
5 「石油、コークス、ガス、DHC」は「石油石炭製品」
「農林水産・鉱業」は「鉱業」
8 「自動車(旅客)」は「自動車用」
「自動車輸送統計年報」では2873059ki(平成2年度)である

コークス消費量(t)

		1	2	3	4	5	6	7
		I-O table	総合エネルギー 1990年度	エネルギー P172,P188	生石油等消費 P4,P126	石油等消費動 P53	統計要覧	エネルギー P5
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 都市ガス + 小計	0 0 296,552 391,467 1,111,736	0 0 23,000 294,000 1,315,000	0 0 0 166,458	907,076	363,318		
2 産業	農林水産・鉱業 + 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 + 製造業計 + 小計	66,840 0 0 0 52,595 1,334,761 987,950 39,251,159 1,212,917 828,692 43,668,074 43,734,914	0 0 0 0 0 139,000 348,000 41,103,000 284,000 544,000 42,418,000 42,418,000	0 0 0 0 943,882 138,497 344,907 44,818,055 259,284 508,969 46,069,712 47,013,594	213	0	18,549,002	808,599
3 民生(業務)		122,603	974,000					
4 民生(家庭)		0	0					
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 + 小計	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0				
6 分類不明		1,099,747	0					
7 国際ハッカー油		0	0					
合計		45,253,816	43,415,000	47,013,594				

- 3 「一般炭」と「無煙炭等」の合計
4 「鉄鋼」は「販売・鉄鋼業」と「生産・製鉄業」の合計、P173の注5参照のこと

都市ガス消費量(1000m3)

		総合エネルギー-エネルギー-生石油等消費構;石油等消費動向;ガス事業統計年報					7
		1	2	3	4	5	
I-O table		1990年度	P172,P188	P4,P126	P7		
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 小計	3,627 165 434,848 438,640	0 0 127,000 127,000		228 228	16	
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 製造業計 小計	628 475,036 35,404 40,068 129,973 391,540 187,285 335,825 105,055 1,526,091 2,675,769 3,226,905	0 0 0 0 139,000 490,000 241,000 633,000 186,000 1,687,000 3,376,000 3,376,000	52	125,801 318,986 172,211 272,728 92,270 1,634,036 2,616,032 2,616,084	101,406 177,670 127,630 223,969 93,630 763,812 1,488,117	3,838,785
3 民生(業務)		3,446,862	3,306,000				2,525,845
4 民生(家庭)		8,496,019	7,796,000				7,644,885
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 小計	14,400 33,078 38,370 11,599 11,257 108,704	0				
6 分類不明		94,183					1,003,420
7 国際ハッカー油		1,918					
合計		15,813,231	14,605,000				15,012,935

6「都市ガス(A)」の値
7「産業計」は「工業用」
「民生(家庭)」は「家庭用」
「民生(業務)」は「商業用」
「分類不明」は「その他」

コークス炉ガス消費量(1000m3)

		総合エネルギー-エネルギー-生石油等消費構;石油等消費動向;ガス事業統計年報					7
		1	2	3	4	5	
I-O table		1990年度	P172,P188	P4,P126	P7		
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 小計		2,869,000 1,072,000 929,000 4,870,000		1,651,391 1,651,391	0	
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用水) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 製造業計 小計			0	891,300 421,376 10,784,696 14 24,065 12,121,451 12,121,451	0 6,364,930 952,727 0 2,264,850 20,439,685 20,439,685	
3 民生(業務)							
4 民生(家庭)							
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 小計						
6 分類不明							
7 国際ハッカー油							
合計			0	13,569,000			

高炉ガス消費量(1000m3)

		総合エネルギー-エネルギー-生石油等消費構;石油等消費動向;ガス事業統計年報					7
		1	2	3	4	5	
I-O table		1990年度	P172,P188	P4,P126	P7		
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 小計		40,180,000 25,058,000 3,552,501 65,238,000			0	
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用水) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 製造業計 小計		7,000	0	0 19,651 76,366 81,474,063 39,000 2,053,000 48,090,000 48,097,000	0 35,897,683 54,812 80,886,690 432,509 6,570,542 123,842,236 123,842,236	
3 民生(業務)							
4 民生(家庭)							
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 小計						
6 分類不明							
7 国際ハッカー油							
合計			0	113,335,000			

3 高炉ガスと転炉ガスとの合計

転炉ガス消費量(1000m3)

		総合エネルギー-エネルギー-生石油等消費構;石油等消費動向;ガス事業統計年報					7
		1	2	3	4	5	
I-O table		1990年度	P172,P188	P4,P126	P7		
1 エネルギー転換	電気事業 自家発電 石油、コークス、ガス、DHC 小計				329,990 329,990	0	
2 産業	農林水産・鉱業 建設 廃棄物処理 その他(上下水道、工業用水) 紙パルプ 化学工業 窯業土石 鉄鋼 非鉄金属 その他製造業 製造業計 小計			0	138,448 141,261 4,774,864 0 0 5,054,573 5,054,573	0 2,323,365 223,220 4,752,388 0 7,298,973 7,298,973	
3 民生(業務)							
4 民生(家庭)							
5 運輸	鉄道 自動車(旅客) 自動車(貨物) 船舶 航空 小計						
6 分類不明							
7 国際ハッカー油							
合計			0	0			

石油等消費動向統計年報の引用できる運搬製造業部門名の選定

石油等消費動向統計年報 業種	引用 可否	産業連関表		備考
		指定生産品目 (月報の調査品目分類)	部門名又は品名	
液体塩素 その他のノリ工業製品 101塩素ガス、201・202塩酸ガス、 301塩酸、401高度さらし粉 402さらし液、403塩素酸ナトリウム、 404亜塩素酸ナトリウム、405次亜塩素酸ナトリウム	△	2021-013 液体塩素 2021-019 その他 2021-01計	44,554 210,044 497,829 0.9452	2021-013 液体塩素 2021-019 その他 2021-01計
化学工業(3) 無機薬品及び原料	△	2029-01 無機原料 2029-011 酸化チタン 2029-012 カーボンプラック * 2029-019 その他の無機原料 2029-089 活性炭 2029-09 その他の無機化学工業 製品	89,014 89,014 89,455 12,959 41,111 60,258 143,084 292,797 31,771 749,772 31,771 781,543 174,855 1,074,340	生産額表では、指定品目は2029-01と2029-09に分類される。 生産額(百万円) 動向統計(A) 生産額(B) 比率(A/B) 89,014 89,014 89,455 89,455 12,959 12,959 41,111 41,111 60,258 60,258 143,084 143,084 292,797 292,797 31,771 31,771 749,772 749,772 31,771 31,771 781,543 781,543 174,855 1,074,340 0.4887 0.0407
(4) 高圧ガス	○	2029-02 圧縮ガス・液化ガス	92,483 83,015 26,222 76,990 201,720 278,710 0.7238	* 各部門の燃料消費量を比率(A/B)を乗じた数字で動向統計燃料消費量を比例配分する。 * 2029-01の配分量(酸化チタン、亜鉛素、酸化チタン)を比率(A/B)0.4887で再度補正して2029-01部門の燃料消費量とする。 * 動向統計高圧ガスの原燃料消費量を比率(A/B)0.7238で補正して2029-02部門の燃料消費量とする。
(5) 石油化学製品(別紙参照)	△	2031-01 石油化学基礎製品 2031-02 石油化学系芳香族製品 2032-01 脂肪族中間物 2032-02 環式中間物 2033-01 合成ゴム 2041-02 熱可塑性樹脂 2041-09 その他の合成樹脂 石油化学製品 計	899,400 608,680 1,209,860 861,990 554,069 1,275,806 33,485 5,443,310 905,224 608,680 1,860,378 2,263,702 554,069 1,574,358 444,875 7,211,296	* 化工統計年報と生産額表の生産量は一致している。備考欄は生産額表の生産額で整理したものである。動向統計対象 品目(A)の金額も生産額表から引用したものである。 * 動向統計の石油化学製品部門燃料消費量は一括して示されているので、2041-09を除く6部門に配分する。 * 各部門の燃料消費量を比率(A/B)を乗じた数字で動向統計燃料消費量を比例配分する。 * これらの配分した燃料消費量を比率(A/B)で再度補正して各部門の燃料消費量とする。
(6) 油脂製品及び界面活性剤	△	2039-02 油脂加工製品 2039-0211 硬化油 2039-0212 脂肪酸 2039-0213 硬化脂肪酸 2039-0214 分別・分溜脂肪酸 2039-0215 クリヤル 2039-0216 その他の油脂加工製品	1,723 23,482 13,453 12,903 14,025 19,713 65,586 85,299 0.7689	指定品目の生産額(百万円) 動向統計(A) 生産額(B) 比率(A/B) 1,723 1,723 23,482 23,482 13,453 13,453 12,903 12,903 14,025 14,025 19,713 19,713 65,586 85,299 0.7689

石油等消費動向統計年報の引用できる運搬製造業部門名の選定

石油等消費動向統計年報 業種	引用 可否	産業連関表		備考
		指定生産品目 (月報の調査品目分類)	部門名又は品名	
化学工業	*	2071-01 石鹼・合成洗剤・ 界面活性剤等 2071-0111 石鹼 2071-0112 合成洗剤 201家庭用合成洗剤 202工業用合成洗剤 2071-012 界面活性剤 2071-01計 2039-09 高級アルコール	168,759 191,951 647,644 109,296 237,960 261,404 285,290 157,161 248,075 595,331 811,248 3,720 216,985 599,051 1,601,130 0.3741	2071-01 石鹼・合成洗剤・ 界面活性剤等 2071-0111 石鹼 2071-0112 合成洗剤 201家庭用合成洗剤 202工業用合成洗剤 2071-012 界面活性剤 2071-01計 2039-09 高級アルコール
化学繊維 工業	△	化学繊維製品 再生・半合成繊維 ビスコース長繊維 ビスコース短繊維 キョウラクセーテ繊維 合成繊維 ナイロン長繊維・短繊維 ポリエステル長繊維 ポリエステル短繊維 アクリル長繊維・短繊維 ビロロン長繊維・短繊維 ビロロン短繊維・短繊維 ポリビニル長繊維・短繊維 ポリエチレン長繊維 その他の合成繊維	24,730 133,329 257,195 618,309 83,929 138,494 138,494 118,882 1,032 1,000 186,348 166,348 69,420 106,544 21,580 32,935 36,337 59,253 598,783 598,783 737,277 736,858	生産額(百万円) 動向統計(A) 生産額(B) 比率(A/B) 24,730 24,730 133,329 133,329 257,195 257,195 618,309 618,309 83,929 83,929 138,494 138,494 138,494 138,494 118,882 118,882 1,032 1,032 1,000 1,000 186,348 186,348 166,348 166,348 69,420 69,420 106,544 106,544 21,580 21,580 32,935 32,935 36,337 36,337 59,253 59,253 598,783 598,783 598,783 598,783 737,277 736,858
石油製品 工業	○	2111-01 石油製品	492,0627 492,0627 1,0000 1,0000	生産額 動向統計 生産額表 比率 指定品目(A) 部門計(B) (A/B) 4920627 4920627 10000 10000
ゴム製品 工業	○	2311-01 合成ゴム	492,0627 492,0627 1,0000 1,0000	生産額(新ゴム量) 動向統計 生産額表 比率 指定品目(A) 部門計(B) (A/B) 4920627 4920627 10000 10000

石油等消費動態統計年報の引用できる速報製造業部門名の選定

業種	引用の可否	産業連関表 の 列コード	部門名又は品名	備考	
				指定生産品目 (月報の調査品目分類)	対象品目(A) 部門計(B) (A/B) 10493363 1.057613 0.9922
窯業・土石 製品工業			板ガラス	○	2511-011 板ガラス 2511-011 板ガラス 2511-012 安全ガラス・被覆ガラス 計 * 動態統計板ガラスの生産量32255000箱について生産能力の注記あり。窯業・建材統計年報の年間生産量に差替えた。 * 2511-01 部門の板ガラスの生産額比率は0.3939である。比率は低いが2511-011・2511-012の稼働は類似するので、動態統計の板ガラスの燃料消費量を比率(A/B)0.3939で補正して2511-01部門の燃料消費量とする。
			セメント	○	2521-01 セメント * 窯業建材統計年報の生産量と生産額表の生産量は一致している。 * 動態統計では、セメントの生産量をリンカ-89015000tと記しているが、セメントの生産額に差し替えた。 * 動態統計セメントの燃料消費量を2521-01部門の燃料消費量とする。
			耐火煉瓦	○	2599-011 耐火煉瓦 2599-0112 耐火煉瓦、耐火煉瓦、不定型耐火物 計 * 動態統計耐火煉瓦の生産額：156006 X 686036/713065 * 動態統計不定型耐火物の生産額：84111 X 738717/907661 * 動態統計セメントの燃料消費量を2521-01部門の燃料消費量とする。
			炭素製品	○	2599-03 炭素・黒鉛製品 * 動態統計炭素製品の生産額：208547 X 237007/237026 * 動態統計炭素製品の燃料消費量を2599-03部門の燃料消費量とする。
			生石灰	X	2599-099 0993 石灰 * 2599-09 その他の窯業・土石製品の中で2599-0993石灰の占める比率は0.1483 * 動態統計の石灰の燃料消費量は利用しない。
ガラス製品 工業			ガラス製品 ガラス製加工工業材 101 光学ガラス製品 102 電球用ガラスハルブ 103 電子管用ガラスハルブ 104 ガラス管・棒・球 (電球用を除く) 105 その他のガラス製加工工業材 2519-099 101 光学ガラス製品 2519-099 102 電球用ガラスハルブ 2519-099 103 電子管用ガラスハルブ 2519-099 104 ガラス管・棒・球 (電球用を除く) 2519-099 105 その他のガラス製加工工業材 * 動態統計と燃料消費統計年報の生産量の整合性を確認することはできない。 * 生産額表と燃料消費統計年報の生産量については電球用ガラスハルブの上向き一致しないものがある。 * その他のガラス製品については単位が違っているので比較ができない。 * 生産額表と燃料消費統計年報は、調査品目がほぼ一致しており、燃料消費の出荷額と生産額表の生産額も釣り合っている。同統計は対応しているものと理解される。 * ガラス製品工業は従業員10名以上の事業所が調査対象になっているが、補正はできない。 * 動態統計のガラス製品の燃料消費量を2519-09部門の燃料消費量とする。		
鉄鋼業			煉結、ペレット、高炉、その他の炉	◎	2611-01 鉄鋼 出荷額・生産額(百万円) 出荷額 生産額 動態統計 燃料統計 燃料統計 生産額表 3,395,682 3,395,682 894416 896378

石油等消費動態統計年報の引用できる速報製造業部門名の選定

業種	引用の可否	産業連関表 の 列コード	部門名又は品名	備考	
				指定生産品目 (月報の調査品目分類)	対象品目(A) 部門計(B) (A/B) 1,187,959 1,187,959 1,0000
非鉄金属 地金工業			銅(溶錬)(電解工程)	○	2711-01 銅 * 動態統計の非鉄金属地金 銅の燃料消費量を2711-01部門の燃料消費量とする。 * 鉄鋼統計年報の原燃料石油等消費統計を利用する。
			鉛(溶錬)(電解工程) 亜鉛(電機亜鉛)(蒸留亜鉛)	◎	2711-021 鉛 2711-0215 亜鉛 2711-0215 亜鉛 計 226564 216556 663562 662861 455644 455163 159938 159769 47980 47929 * 資源エネルギー統計と生産額表の鉛・亜鉛の生産量は一致しない。 * 資源統計年報の鉛の生産量 P80 鉛 226564t、P158 電気鉛 227096t、P160 再生鉛 59883 * 動態統計の鉛の生産量は226564tとなっている。生産額表は電気鉛の生産量216556t * 生産額表、動態統計の亜鉛の生産量は一致している。生産額表は電気鉛の調査範囲も一致するものと理解する。 * 生産額表には0212再生鉛、0213減摩合金、0214鉛、0216再生亜鉛、亜鉛合金を合算している。 これらの二次製錬の生産額は37.9%であるが、石油等消費構造統計表でみる(二次/一次)の燃料消費量比率は小さい。 燃料消費量(原油換算値 W) 比率 一次製錬 4309 二次製錬 6441 鉛 266077 10750 0.0388 亜鉛 266077 10750 * 動態統計の非鉄金属地金 鉛・亜鉛の燃料消費量を比率(A/B)0.0388で補正するか、または石油等消費構造統計表の鉛・亜鉛二次製錬用燃料を加算して2711-02部門の燃料消費量を推定する。(灯油 90t、軽油 123.8t、重油 2469.8t、重油 110.0t、重油 1354.4t、石油ガス 1071.3t、ガス 1832.0t、都市ガス 249t) 生産額表は金、銀、銅、アルミニウム等8種類の金属を対象としている。
非鉄金属 地金工業			ニッケル、マグネシウム、チタン、モリブデン、2酸化モリブデン、タングステン、その他	X	2711-09 その他の非鉄金属地金 * 動態統計の非鉄金属地金 鉛・亜鉛の燃料消費量を比率(A/B)0.0388で補正するか、または石油等消費構造統計表の鉛・亜鉛二次製錬用燃料を加算して2711-02部門の燃料消費量を推定する。(灯油 90t、軽油 123.8t、重油 2469.8t、重油 110.0t、重油 1354.4t、石油ガス 1071.3t、ガス 1832.0t、都市ガス 249t) 生産額表は金、銀、銅、アルミニウム等8種類の金属を対象としている。
非鉄金属 地金工業			アルミニウム(再生地金、アルミニウム合金)	◎	2711-03 アルミニウム 2711-0313 普通・精製アルミニウム地金 * 動態統計参考統計アルミニウム地金の生産量としては普通アルミニウムの生産量18034tが示されている。資源統計年報により、精製アルミニウムの生産量を加算した。生産額(A)、(B)は整合するものと理解した。 * 動態統計参考統計アルミニウム地金の燃料消費量を2711-0313部門の燃料消費量とする。 * 動態統計参考統計アルミニウム二次地金の生産量は979519tの内訳は不明。アルミニウム母合金は含まれていないようである。 * 資源統計年報のアルミニウム二次地金の生産量は214533t、アルミニウム合金の生産量は152432tである。(アルミニウム粉末は計上しなかった。) * 動態統計アルミニウム二次地金の燃料消費量を比率(A/B)0.5535で補正して2711-0314部門の燃料消費量とする。 * 動態統計アルミニウム二次地金の燃料消費量と補正したアルミニウム二次地金の原燃料消費量の合計量を2711-03部門の燃料消費量とする。

石油等消費動態統計年報 業種	指定生産品目 (月報の調査品目分類)	引用 の 可否	産業連関表 のコード	部門名又は品名	備考	指定品目の生産量		
						指定品目(A)	部門計(B)	比率 (A/B)
非鉄金属 加工製品 工業	電線・ケーブル	○	* 2721-01	電線・ケーブル	2721-01	654,595	654,594	
	伸銅製品	○	* 2722-01	伸銅製品	2722-01	555,153	493,594	
	アルミニウム圧延製品	○	2722-02	アルミニウム圧延製品	2722-02	2,411,528	2,411,528	
機械工業	[機械器具製品] 一般機械工業 電気機械工業 輸送機械工業 自動車 その他 精密機械工業 鍛造工業 鍛造品 鍛造品+鍛造品+可鍛鍛鉄 非鉄金属+鍛造品+可鍛鍛鉄	X X X X X X X X	* 3011-01~3112-01 * 3211-01~3421-09 * 3511-01~3541-03 * 3622-01~3629-09 * 3711-01~3719-03 * 2631-01~(鍛造品・鍛造品) * 2722-03	一般機械工業 電気機械工業 輸送機械工業 精密機械工業 鍛造品 鍛造品 鍛造品+鍛造品 鍛造品+鍛造品+可鍛鍛鉄 非鉄金属+鍛造品+可鍛鍛鉄	動態統計と生産額表の調査品目は一致するが動態統計の1品目群を連関表の多数部門に細分類しなければならぬ 調査対象事業所の範囲が、機械器具製品 従業者500人以上、輸送品 従業者100人以上となっている。 動態統計 機械統計 生産額表 P502 年報(P16)	8,697,312 24,998,847 21,646,940 776,943 1,428,808 3,309,283 116,555 59,883 329,542 616,016	12,909,057 28,466,047 22,736,445 939,217	2,243,763 4,530,130 146,959 109,263 482,231 808,276

A3.2 石油等消費動態統計年報 化学工業部門調査品目の整理

石油等消費 動態統計年報 指定生産品目	月報記載の品目	連関生産額表 番号	品名	生産額(百万円)		比率 (B/A)
				6桁部門 計(A)	月報に記載の ない品目(B)	
石油化学基礎製品		203101	エチレン プロピレン ブタン・ブチレン ブタジエン ノルマルパラフィン 分解ガソリン	2031011 エチレン 2031012 プロピレン 2031019 その他の石油化学基礎製品 101 ブタン・ブチレン 102 ブタジエン 103 ノルマルパラフィン 104 分解ガソリン 105 その他の石油化学基礎製品 X	5824	
			計	905224	5824	0.006433767
芳香族製品		203102	純ベンゼン 純トルエン キシレン オルソキシレン パラキシレン 芳香族溶剤	2031021 純ベンゼン 2031022 純トルエン 2031023 キシレン 2031029 その他の石油化学系芳香族製品 101 オルソキシレン 102 パラキシレン 103 芳香族溶剤	608690	0
脂肪族中間物		203201	合成高級アルコール イソプロピルアルコール 合成オクタノール ノルマルブタノール イソブタノール 第2級ブタノール ? 合成グリセリン、エチルアルコール 酢酸 二塩化エチレン アクリロニトリ エチレングリコール	2032011 脂肪族中間物 合成アルコール類 101 合成高級アルコール 201 イソプロピルアルコール 301 合成オクタノール 401 ノルマルブタノール 402 イソブタノール 403 第2級ブタノール 501 その他の合成アルコール ? 2032012 酢酸 2032013 二塩化エチレン 2032014 アクリロニトリ 2032015 エチレングリコール 2032016 酢酸ビニルモノマー X 2032019 その他の脂肪族中間物 109 酸化エチレン 110 ホリエチレングリコール 111 エチレングリコールエーテル 112 アセアルデヒド 113 酢酸エチル 114 酢酸ブチル 115 酸化プロピレン 116 プロピレングリコール 117 ホリアプロピレングリコール 118 エピクロールヒドリン 119 合成アセトン 120 メチルイソブチルケトン 121 アクリル酸エステル 122 メチルエチルケトン 101 無水酢酸 X 102 モノクロル酢酸 X 103 1,1,1-トリクロルエタン X 104 トリクロルエチレン X 105 テトラクロルエチレン X 106 ペンタエリスリール X 107 無水マレイン酸 X 108 マラミン X 123 塩化ビニル(モノマー) X 124 メタクリル酸エステル(モノマー) X 125 その他の脂肪族中間物 X	98416	
			計	1860378	650518	0.3497

石油等消費 動態統計年報 指定生産品目	月報記載の品目	連関生産額表 番号	品名	生産額(百万円)		比率 (B/A)
				6桁部門 計(A)	月報に記載の ない品目(B)	
環式中間物		203202	環式中間物			
スチレンモノマー		2032021	スチレンモノマー			
合成石炭酸		2032022	合成石炭酸			
テレフタル酸		2032023	テレフタル酸			
		2032024	カプロラクタム	X	118237	
		2032029	その他の環式中間物			
アルキルベンゼン		101	アルキルベンゼン			
アルキルフェノール		102	アルキルフェノール			
無水フタル酸		103	無水フタル酸			
テレフタル酸ジメチル		104	テレフタル酸ジメチル			
		105	トリイソシアンネート	X	38595	
		106	ジフェニルメチンイソシアンネート	X	88250	
		107	シクロヘキサン	X	36152	
		108	アニリン	X	56601	
		109	ニトロベンゼン	X	20948	
		110	クロルベンゼン	X	4052	
		111	その他の環式中間物	X	38877	
			計	1263702	401712	0.3179
合成ゴム		2033011	合成ゴム			
ハイスチレンラバー		101	SBR ハイスチレンラバー			
クラム(油入りを除く)		102	SBR クラム(油入りを除く)			
クラム(油入り)		103	SBR クラム(油入り)			
ラテックス		104	SBR ラテックス			
アクリロニトリルブタジエンラバー		105	アクリロニトリルブタジエンラバー			
ポリクロロプレン		106	ポリクロロプレン			
ポリブタジエン		107	ポリブタジエン			
エチレンプロピレンラバー		108	エチレンプロピレンラバー			
その他		109	その他			
			計	554069	0	0.0000
プラスチック		204102	熱可塑性樹脂			
ポリエチレン		20410211	ポリエチレン(低密度)			
		20410221	ポリエチレン(高密度)			
ポリスチレン		20410231	ポリスチレン			
ポリプロピレン		20410241	ポリプロピレン			
		20410251	塩化ビニル樹脂	X	298552	
			計	1574358	298552	0.1896
		204109	その他の合成樹脂			
ポリブテン		20410991	石油系樹脂			
石油樹脂			ポリブテン			
			石油樹脂			
		20410992	メタクリル樹脂	X	81394	
		20410993	ポリビニルアルコール	X	79913	
		20410994	塩化ビニル樹脂	X	39488	
		20410995	ふっ素樹脂	X	48057	
		20410996	アセチルセルロース	X	33552	
		20410997	その他の樹脂	X	128976	
			計	444875	411380	0.9247
			熱可塑性樹脂・その他の合成樹脂 計	2019233	709932	0.3516
石油化学製品月報の 調査品目を連関表の 基本分類で整理した もの			石油等消費動態統計年報 石油化学製品の範囲 (連関表の基本分類)	生産額(百万円) 6桁部門 計(A)	月報に記載の ない品目(B)	比率 (B/A)
		203101	石油化学基礎製品	905224	5824	0.0064
		203102	芳香族製品	608690	0	0.0000
		203201	脂肪族中間物	1860378	650518	0.3497
		203102	環式中間物	1263702	401712	0.3179
		203301	合成ゴム	554069	0	0.0000
		204102	プラスチック 熱可塑性樹脂	1574358	298552	0.1896
		204109	その他の合成樹脂	444875	411380	0.9247
			計	7211296	1767986	0.2452

石油等消費 動態統計年報 指定生産品目	月報記載の品目	連関生産額表 番号	品名	生産額(百万円)		比率 (B/A)
				6桁部門 計(A)	月報に記載の ない品目(B)	
油脂製品及び 界面活性剤	硬化油 脂肪酸 硬化脂肪酸 分別・分溜脂 グリセリン	203902	油脂加工製品			
		20390211	硬化油			
		20390212	脂肪酸			
		20390213	硬化脂肪酸			
		20390214	分別・分溜脂肪酸			
		20390215	グリセリン			
		20390216	その他の油脂加工	X	19713	
			計	811248	19713	0.0243
石鹼・合成洗剤	石鹼	207101	石鹼・合成洗剤・界面活性剤			
		2071011	石鹼・合成洗剤			
		20710111	石鹼			
		20710112	合成洗剤			
		201	家庭用合成洗剤			
		202	工業用合成洗剤			
			酸・アルカリ洗剤			
界面活性剤	界面活性剤	2071012	界面活性剤			
		20710121	陰イオン活性剤			
		20710122	陽イオン活性剤			
		20710123	非イオン活性剤			
		20710124	両性イオン活性剤			
		20710125	その他の助剤			
		20710126	柔軟仕上げ剤			
			高級アルコール	X	(3720)	
			計	811848	811848	1
			合成洗剤は、月報では身体洗剤、合成洗剤(洗濯用、台所用、住宅・家具用)、漂白剤、酸・アルカリ洗剤、クレンザーに分類されており、連関表の分類とは異なっている。適宜配分した。石鹼・合成洗剤の生産量は生産額表と化工統計年報で若干相違する。30人以下の事業所裾切の影響か? 連関表では高級アルコールは 2039-09 その他の有機化学工業製品に分類されている。これらの差額の比率は小さいので無視することとした。			
アンモニア及びアンモニア 誘導品	アンモニア	201101	アンモニア			
		2011011	101 アンモニア			
		2011011	102 アンモニア水			
			計	79713	0	0
		201102	化学肥料			
		20110211	窒素質肥料			
		101	尿素			
		102	硝酸アンモニウム			
		103	石灰窒素	X	10804	
		104	その他のアンモニウム系肥料			
			計	49127	10804	0.2199
		20110212	燐酸質肥料	29701	29701	
		20110213	その他の化学肥料	34555	34555	
		20210214	化成肥料	148165	148165	
		20210215	配合肥料	80353	80353	
			201102 計	341901	303578	0.8879
その他の無機化学工業製品		20290991~0997		149209	149209	
		20290998	その他の無機化学工業製品			
		802	硝酸			
		803	硝酸ナトリウム			
		804	亜硝酸ナトリウム			
			その他(801,805~827)			
			計	632334	595282	0.9414
			202909 計	781543	744491	

A4 燃原料の硫黄含有率

燃原料	コード	部門	硫黄含有率(%)	硫黄残留率(%)
原料炭	2011-01~2111-01	化学工業、石油製品	0.572	21.5%
	2121-01~2121-02	石炭製品	0.629	21.5%
	2511-01~2599-09	窯業土石製品	0.993	21.5%
	2611-01~2611-04	鉄鋼	0.575	21.5%
	2621-01~2649-09	鉄鋼	0.629	21.5%
		その他の鉱工業部門	0.601	21.5%
	5121-01	都市ガス	0.636	21.5%
	~0731-01, 5211-01~	その他	0.909	40.0%
	4111-01~4132-09			
	一般炭	1611-01~1829-09	パルプ、紙、木製品	0.704
2011-01~2111-01		化学工業、石油製品	0.729	72.9%
2121-01~2121-02		石炭製品	0.917	91.7%
2511-01~2599-09		窯業土石製品	0.657	65.7%
2611-01~2611-04		鉄鋼	0.62	62.0%
2621-01~2649-09		鉄鋼	0.576	57.6%
		その他の鉱工業部門	0.707	70.7%
5111-01~5111-03		事業用電力	0.746	74.6%
5111-04		自家発電	0.76	76.0%
5121-01~5122-01		都市ガス、熱供給	0.85	85.0%
~0731-01, 5211-01~	その他	0.774	40.0%	
4111-01~4132-09				

燃原料	用途	硫黄含有率(%)	硫黄残留率(%)
コークス	鉄鋼業用	0.513	4.8%
	鋳物用	0.7	70.0%
	その他用	0.7	5.9%

燃原料	硫黄含有率(%)
潤滑油	0.2
パラフィン	0
アスファルト	4.8
精製及び混合原油	1.356
タール	0.4
硫安	24
焼結鉱	0.011
ペレット	0.03
銑鉄	0.029
鉄屑	0.03
鉄屑-炭素鋼	0.03
鉄屑-合金鋼	0.03
その他の鉄源	0.02
鉄鋼石	0.05
砂鉄	0.05
鉄マンガン鉱石	0.1
石灰石	0.015
生石灰	0.03
ドロマイト	0.019
焼成ドロマイト	0.04
蛇紋石	0.031
珪石	0.005
蛍石	0.1
マンガン鉱石	0.03
クロム鉱石	0.01
タングステン鉱石	0.21
モリブデン鉱石	0.046
バナジウム鉱石	0.025
ニッケル鉱石	0.018
電極	0.25
フェロマンガン	0.02
シリコマンガン	0.03
フェロシリコン	0.0003
フェロクロム	0.03
シリコクロム	0.03
カルシウムシリコン	0.05
フェロニッケル	0.01
フェロタンブステン	0.01
フェロモリブデン	0.054
フェロバナジウム	0.05
フェロニオブ	0.02
その他のフェロアロイ	0.03
高炉スラッグ	0.99
転炉スラッグ	0.07
電気炉スラッグ	0.434
フェロアロイスラッグ	0.07
銅鉱石	28.58
鉛鉱石	18.64
亜鉛精鉱石	30.78
故銅類	0.003
鉛スクラップ類	0
亜鉛スクラップ	0
珪酸鉱	0.005

A5 各部門の直接燃原料消費量

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	ジェット燃料油	灯油	軽油	A重油	B重油	ナフサ	LPG	コークス	都市ガス	改質生成油	炭化水素油
	t	t	kl	t	1000m3	kl	kl	kl	kl	kl	kl	kl	t	1000m3	kl	kl	kl
11101 米	0	0	0	0	0	14,445	0	144,233	104,677	11,909	0	0	0	0	0	0	0
11102 麦類	0	0	0	0	0	677	0	10,901	10,449	1,042	0	0	0	0	0	0	0
11103 雑穀	0	0	0	0	0	83	0	0	1,909	0	0	0	0	0	0	0	0
11201 いも類	0	0	0	0	0	1,081	0	188	17,478	3,275	0	0	0	0	0	0	0
11202 豆類	0	0	0	0	0	463	0	740	6,148	447	0	0	0	0	0	0	0
11300 野菜*	0	0	0	0	0	10,864	0	11,977	30,485	670,976	0	0	0	0	0	0	0
11401 果実	0	0	0	0	0	5,737	0	1,985	12,757	42,725	0	0	0	0	0	0	0
11501 砂糖原料作物	0	0	0	0	0	309	0	370	4,700	223	0	0	0	0	0	0	0
11502 砂糖原料作物	0	0	0	0	0	416	0	168	389	0	0	0	0	0	0	0	0
11509 その他の食用耕種作物	0	0	0	0	0	190	0	67	839	223	0	0	0	0	0	0	0
11601 飼料作物	0	0	0	0	0	2,091	0	9,656	10,575	558	0	0	0	0	0	0	0
11602 薯類	0	0	0	0	0	855	0	20,355	860	0	0	0	0	0	0	0	0
11603 雑穀	0	0	0	0	0	368	0	5,955	2,056	24,191	0	0	0	0	0	0	0
11604 花き・花木類	0	0	0	0	0	3,338	0	106,787	2,581	250,616	0	0	0	0	0	0	0
11609 その他の非食用耕種作物	0	0	0	0	0	48	0	908	294	1,712	0	0	0	0	0	0	0
12101 飼養	0	0	0	0	0	855	0	2,658	8,414	930	0	0	0	0	0	0	0
12102 鶏卵	0	0	0	0	0	736	0	3,936	3,210	1,042	0	0	0	0	0	0	0
12103 肉類	0	0	0	0	0	594	0	5,114	147	1,265	0	0	0	0	0	0	0
12104 豚	0	0	0	0	0	1,188	0	2,523	1,070	1,191	0	0	0	0	0	0	0
12105 肉用牛	0	0	0	0	0	1,580	0	1,312	3,735	1,898	0	0	0	0	0	0	0
12109 その他の畜産	0	0	0	0	0	131	0	538	483	261	0	0	0	0	0	0	0
12201 養蚕	0	0	0	0	0	202	0	4,172	315	74	0	0	0	0	0	0	0
13101 獣医療	0	0	0	0	0	0	0	100,485	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13102 農業サ-ビス(除獣医)	0	0	0	0	0	891	0	171,586	105	4,875	0	0	0	0	0	0	0
21101 森林	0	0	0	0	0	3,112	0	4,845	25,493	74	0	0	0	0	0	0	0
21201 木材	0	0	0	0	0	630	0	7,940	63,721	595	0	0	0	0	0	0	0
21301 特用林産物(含狩猟業)	0	0	0	0	0	29,424	0	202,236	105	135,245	0	0	0	0	0	0	0
31100 海面漁業*	0	0	0	0	0	0	0	17,865	54,027	3,823,289	593,029	0	0	0	0	0	0
31104 海面漁業*	0	0	0	0	0	0	0	10,833	692	167,995	2,001	0	0	0	0	0	0
31200 内水面漁業・養殖業*	0	0	0	0	0	2,649	0	3,129	2,098	142,018	763	0	0	0	0	0	0
61101 鉄鉱石	0	0	0	0	0	0	0	34	63	37	0	0	0	0	0	0	0
61201 非鉄金属鉱物	0	0	0	0	0	59	0	303	1,679	1,377	186	0	0	0	0	0	0
62101 石灰石	0	0	0	0	0	3,564	0	135	71,337	1,414	21	0	0	0	0	0	0
62109 その他の窯業原料鉱物	0	0	0	0	0	1,782	0	370	12,589	4,838	598	0	0	0	0	0	0
62201 砂利・採石	0	0	0	0	0	3,944	0	16,654	12,736	14,701	8,023	0	0	0	0	0	0
62202 砕石	0	0	0	0	0	3,777	0	10,689	13,701	17,417	12,396	0	0	0	0	0	0
62909 その他の非金属鉱物	0	0	0	0	0	119	0	101	1,133	1,079	908	0	0	0	0	0	0
71101 石灰	0	0	0	0	0	178	0	168	4,217	409	1,134	0	0	0	0	0	0
72101 原油	0	0	0	0	0	1,651	0	101	797	37	21	0	0	0	0	0	0
73101 天然ガス	0	0	0	0	0	0	0	101	5,182	74	144	0	0	0	0	0	0
111101 と畜(畜肉処理)	0	0	0	0	0	59	0	8,680	567	45,776	413	0	0	0	0	0	0
111201 肉加工品	0	0	0	0	0	0	0	437	42	6,252	990	0	0	0	0	0	0
111202 畜産びん・かん詰	0	0	0	0	0	0	0	740	210	5,434	6,270	0	0	0	0	0	0
111203 動物油脂	0	0	0	0	0	511	0	6,830	3,420	204,728	91,021	0	0	0	0	0	0
111204 酪農品	0	0	0	0	0	713	0	8,411	4,196	33,495	1,176	0	0	0	0	0	0
111301 冷凍魚介類	0	0	0	0	0	380	0	11,675	1,427	78,527	4,270	0	0	0	0	0	0
111302 塩・干・くん製品	0	0	0	0	0	59	0	505	168	17,306	3,341	0	0	0	0	0	0
111303 水産びん・かん詰	0	0	0	0	0	0	0	4,138	147	32,862	3,444	0	0	0	0	0	0
111304 ねり製品	0	0	0	0	0	0	0	538	483	18,422	5,363	0	0	0	0	0	0
111305 魚油・魚かす	0	0	0	0	0	594	0	7,368	420	18,422	4,765	0	0	0	0	0	0
111309 その他の水産食品	0	0	0	0	0	226	0	6,729	9,945	20,469	681	0	0	0	0	0	0
111401 糖類	0	0	0	0	0	119	0	5,753	210	28,359	5,404	0	0	0	0	0	0
111402 製粉	0	0	0	0	0	119	0	10,161	1,343	142,651	12,231	0	0	0	0	0	0
111501 めん類	0	0	0	0	0	356	0	10,261	3,714	53,071	6,002	0	0	0	0	0	0
111503 菓子類	0	0	0	0	0	59	0	40,710	1,888	133,607	25,411	0	0	0	0	0	0
111601 農産びん・かん詰	0	0	0	0	0	59	0	2,019	399	21,623	13,200	0	0	0	0	0	0
111602 農産保存食品(除び	0	0	0	0	0	416	0	5,047	2,119	33,495	2,681	0	0	0	0	0	0

原料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	ジェット燃料油	灯油	軽油	A重油	BC重油	ナフサ	LPG	コークス	都市ガス	改質生成油	炭化水素油
	t	t	kl	t	1000m3	kl	kl	kl	kl	kl	kl	kl	t	t	1000m3	kl	kl
111701 砂瀝	0	0	0	0	0	154	0	4,407	504	35,914	105,562	0	0	0	49,113	0	0
111702 でん粉	0	0	0	0	0	0	0	2,019	210	26,684	18,563	0	29,874	0	0	0	0
111703 ふどう糖・水あめ・異	0	0	0	0	0	0	0	3,533	0	64,310	63,960	0	2,345	0	11,715	0	0
111704 植物油	0	0	0	0	0	59	0	1,850	63	54,038	49,708	0	799	0	13,764	0	14
111705 糖	0	75,198	0	0	0	0	12	1,312	21	1,042	5,136	0	0	19,101	0	0	0
111706 調味料	0	0	0	0	0	273	0	10,228	1,532	121,921	48,945	0	3,598	0	45,903	0	13
111901 冷凍調理食品	0	0	0	0	0	59	0	4,206	315	27,764	7,136	0	3,198	0	3,326	0	1
111902 レトルト食品	0	0	0	0	0	0	0	673	0	3,238	2,846	0	0	0	443	0	0
111903 そう菜・まし・弁当	0	0	0	0	0	59	0	5,888	587	75,140	4,950	0	6,556	0	18,021	0	0
111908 その他の食品	0	0	0	0	0	0	0	14,871	9,232	286,604	73,840	0	119,150	0	40,032	0	90
112101 清酒	0	0	0	0	0	178	0	572	4,889	28,247	13,448	0	1,466	0	3,468	0	0
112102 ビール	0	0	0	0	0	356	0	1,312	1,196	66,506	41,726	0	1,572	0	79,798	0	0
112103 蒸留用アルコール	0	0	0	0	0	12	0	1,346	63	6,587	15,531	0	426	0	435	0	0
112104 ウイスキー類	0	0	0	0	0	83	0	875	252	13,807	1,980	0	320	0	1,898	0	0
112109 その他の酒類	0	0	0	0	0	95	0	3,062	315	29,810	62,723	0	1,253	0	3,139	0	0
112901 茶・コーヒー	0	0	0	0	0	0	0	47,506	2,140	29,810	14,417	0	2,865	0	3,876	0	0
112902 清涼飲料	0	0	0	0	0	653	0	41,248	357	243,768	48,285	0	11,992	0	7,627	0	0
112903 製氷	0	0	0	0	0	0	0	202	0	112	0	0	0	0	0	0	0
113101 飼料	0	0	0	0	0	95	0	2,725	1,846	39,301	3,888	0	3,491	0	1,632	0	1
113102 有機質肥料(除別掲)	0	0	0	0	0	0	0	336	1,259	744	5,156	0	799	0	0	0	3
114101 たばこ	0	2,572	0	0	0	416	0	10,060	6,106	20,544	12,747	0	0	0	106	0	0
151101 製糸	0	0	0	0	0	119	0	0	0	7,146	3,156	0	0	0	0	0	0
151102 綿糸	0	56	0	0	0	0	0	336	63	10,495	10,746	0	266	0	284	0	0
151103 化学繊維紡績糸	0	0	0	0	0	83	0	505	965	9,974	6,105	0	107	0	27	0	338
151104 毛糸	0	56	0	0	0	12	0	505	231	9,602	7,240	0	27	0	807	0	0
151109 その他の紡績糸	0	56	0	0	0	71	0	202	294	8,671	1,464	0	160	0	98	0	0
151201 綿・スフ織物(含合繊)	0	0	0	0	0	178	0	1,615	168	60,291	19,017	0	187	0	302	0	5
151202 絹・人絹織物(含合繊)	0	0	0	0	0	95	0	4,542	63	38,221	17,635	0	400	0	630	0	338
151203 毛織物	0	0	0	0	0	12	0	978	0	5,285	12,788	0	107	0	772	0	10
151209 その他の織物	0	0	0	0	0	36	0	370	21	3,610	2,516	0	160	0	1,632	0	0
151301 ニット製品	0	2,348	0	0	0	297	0	12,347	84	41,645	9,632	0	1,892	0	2,740	0	0
151401 染色整理	0	0	0	0	0	0	0	18,471	1,028	249,872	268,133	0	13,964	0	48,466	0	0
151901 絹・絹	0	112	0	0	0	83	0	2,994	63	16,710	5,115	0	2,931	0	35	0	0
151902 じゅうたん・床敷物	0	0	0	0	0	178	0	3,869	21	3,052	3,795	0	0	0	4,807	0	0
151903 繊維製衛生材料	0	0	0	0	0	0	0	1,245	0	227	0	0	0	0	0	0	0
151908 その他の繊維工業製品	0	168	0	0	0	1,449	0	4,340	336	51,694	16,913	0	2,718	0	6,004	0	1,098
152101 衣服	0	112	0	0	0	0	0	116,409	3,630	177,113	12,705	0	2,025	0	2,625	0	0
152201 その他の衣服・身の回	0	0	0	0	0	83	0	3,667	0	1,749	495	0	480	0	248	0	0
152901 製襪・寝具	0	0	0	0	0	143	0	1,918	378	33,420	6,126	0	346	0	319	0	0
152909 その他の繊維製品	0	0	0	0	0	380	0	4,475	692	9,602	7,054	0	1,013	0	337	0	5
161101 製材	0	0	0	0	0	1,473	0	17,058	63,196	11,798	0	0	0	0	0	0	0
161102 合板	0	0	0	0	0	535	0	5,215	10,281	18,980	12,375	0	799	0	35	0	0
181103 木材チップ	0	0	0	0	0	0	0	1,581	6,420	0	0	0	0	0	0	0	0
181909 その他の木製品	0	0	0	0	0	0	0	8,075	3,336	4,354	1,403	0	6,876	0	204	0	0
171101 木製家具・装飾品	0	0	0	0	0	891	0	18,134	3,756	39,822	6,085	0	400	0	3,760	0	0
171102 木製建具・装飾品	0	0	0	0	0	48	0	4,004	189	15,035	1,153	0	133	0	124	0	0
171103 金属製家具・装飾品	0	0	0	0	0	630	0	21,061	220	28,247	908	0	3731	194	7,104	0	19
181101 ハルプ	0	760,170	0	0	0	12	0	2,736	220	20,863	991,343	0	333	0	204	0	0
181201 洋紙・和紙	0	728,690	0	0	4	4	0	23,067	715	35,912	1,026,941	0	15,917	0	37,639	0	0
181301 紙類	0	210,957	0	0	0	232	0	1,532	1,268	101,738	733,601	0	14,338	0	15,298	0	0
181302 段ボール	0	0	0	0	0	238	0	1,951	378	62,561	12,561	0	1,732	0	2,297	0	0
181303 塗工紙・建設用加工紙	0	0	0	0	47	0	0	1,641	81	87,288	23,036	0	9,262	0	1,992	0	25
182101 段ボール箱	0	0	0	0	0	1,425	0	18,202	2,056	26,833	32,032	0	3,171	0	798	0	0
182109 その他の紙製容器	0	0	0	0	0	641	0	5,450	315	8,039	4,909	0	7,515	0	10,731	1	0
182801 紙製衛生材料・用品	0	7,380	0	0	0	214	0	908	189	7,853	27,205	0	4,131	0	913	0	0
182909 その他のパルプ・紙・	0	0	0	0	555	0	0	5,686	84	21,437	13,819	0	3,997	0	2,066	0	12
191101 新聞	0	0	0	0	0	59	0	1,682	84	15,333	1,444	0	1,359	0	24,370	0	0
191102 印刷用紙	0	0	0	0	89	2,138	0	28,799	2,581	30,071	887	0	28,889	0	71,817	92	0
191103 出版	0	0	0	0	0	48	0	437	0	3,238	0	0	1,812	0	12,283	0	0
201101 アーモンド	336,773	9,785	0	94,471	215,833	0	0	98	269	1,009	37,632	219,906	286,337	9,858	2,847	0	29,598
201102 単質肥料	0	671	0	0	0	12	0	168	63	3,126	8,477	0	1,706	0	491	0	2,628

原料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	ジェット燃料油	灯油	軽油	A重油	BC重油	ナフサ	LPG	コークス	都市ガス	改質生成油	炭化水素油
	t	t	kl	t	1000m3	kl	kl	kl	kl	kl	kl	kl	t	t	1000m3	kl	kl
201103 複合肥料	0	1,118	0	0	0	71	0	2,927	629	12,802	17,305	612,359	3,731	0	5,800	491	2,780
202101 ソーダ工業製品	0	451,900	0	664	89	0	0	525	23	23,204	322,776	0	1,020	41,922	12,519	0	4,267
202101 硫酸	0	0	0	0	200	0	0	2,288	63	11,128	5,383	0	906	291	1,747	0	328
202902 無機肥料	0	1,454	0	0	811	12	0	3,398	105	3,871	18,459	0	6,316	4,105	8,061	0	223,187
202903 圧縮ガス・液化ガス	0	0	0	0	0	0	0	168	63	37	6,848	0	133	0	7,104	0	1,537
202909 その他の無機化学工業	655,174	2,180	0	0	911	190	0	36,605	797	105,583	216,342	0	52,952	308,012	17,675	981	28,338
203101 石油化学基礎製品	0	11,105	0	0	0	0	0	763,782	0	6,295	140,365	21,875,152	2,038,979	0	19	2,978,310	156,109
203102 石油化学系芳香族製品	0	3,420	0	0	0	60	0	15,946	7	322	27,087	5,095,532	1,202,874	0	11	1,331,428	69,429
203201 脂肪族中間物	0	83,991	0	488	838	0	0	27,644	0	5,087	280,090	185,194	132,140	0	3,750	612,939	88,008
203202 環式中間物	0	18,073	543,182	365	615	0	0	7,391	375	11,865	183,856	33	45,064	0	7,085	954,857	121,256
203301 重合樹脂	0	20,384	0	0	39	0	0	873	492	631	239,537	58,207	58,207	0	560	57,878	59,094
203901 コーラル製品	0	4,696	0	0	0	178	0	2,456	84	4,243	3,857	0	1,732	0	27	0	8,029
203902 油脂加工製品	0	6,262	0	0	83,899	0	0	26,646	0	17,120	28,443	0	240	0	71	1,346	3,526
203903 可塑剤	0	2,180	0	0	0	120	0	4,860	3	12,027	16,985	0	2,911	0	2,928	0	1,536
203904 合成香料	0	1,006	0	0	0	511	0	3,331	0	5,061	3,754	0	426	0	3,485	5,725	9,505
203909 その他の有機化学工業	178,956	27,455	0	3,867	15,336	0	0	3,869	1,070	16,747	27,741	5,198	14,737	0	1,605	6,869	18,052
204101 熱硬化性樹脂	0	100,078	0	0	6,512	0	0	44,987	0								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	ジェット燃料油	灯油	軽油	A重油	BC重油	ナフサ	LPG	コークス	都市ガス	改質生成油	炭化水素油
t	t	kl	t	1000m3	kl	kl	kl	kl	kl	kl	kl	t	t	1000m3	kl	kl
262201 備蓄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
262301 片面仕上鋼材	0	0	0	583	30,935	0	3,658	26,226	82,199	219,452	82,199	26,226	8	6,934	0	0
262302 めっき鋼材	0	0	0	937	49,751	0	25,952	68,908	219,452	73,409	0	68,908	0	29,744	0	0
263101 鉄鋼	0	0	0	80	0	0	26,253	7,335	42,766	1,819	0	42,766	0	23,016	0	0
263102 鉄鋼	0	0	0	1,259	14,358	0	59,404	134	121,200	52,487	0	36,583	190	1,664	0	0
263103 鉄鋼	0	0	0	711	0	0	22,744	629	24,377	4,352	0	5,863	101,518	7,458	0	0
264901 鉄鋼(非木造)	0	0	0	144	1,200	0	23,686	2,728	30,366	11,860	0	6,236	3,083,742	25,151	0	0
264909 その他の鉄鋼製品	0	0	0	155	0	0	3,465	210	11,314	2,186	0	28,275	0	470	0	0
271101 鋼	0	0	0	0	0	0	2,389	2,560	13,286	8,498	0	1,226	14,641	816	0	928
271102 鋼(含再生)	0	0	0	0	0	0	67	63	2,010	13,551	0	560	35,779	443	0	0
271103 亜鉛(含再生)	0	0	0	0	0	0	1,043	189	21,897	12,231	0	53	112,895	275	0	0
271104 アルミニウム(含再生)	0	0	0	89	677	0	11,170	3,231	126,908	45,438	0	4,131	135,487	630	0	0
271109 その他の非鉄金属地金	0	0	0	5,311	0	0	2,961	252	3,498	30,175	0	2,212	84,324	293	491	31,692
272101 銅	0	0	0	56	618	0	11,607	1,175	32,267	0	0	160	42,210	3,379	0	55
272201 アルミニウム	0	0	0	689	356	0	21,936	797	28,508	6,951	0	12,605	23,271	0	0	25
272202 アルミ圧延製品	0	0	0	5,019	321	0	30,953	1,196	54,597	41,664	0	6,929	259	42,542	0	0
272203 非鉄金属精錬品	0	0	0	111	832	0	27,050	1,679	106,663	2,269	0	15,776	99,999	12,327	0	3,649
272204 磁石	0	0	0	0	0	0	1,615	0	11,463	0	0	693	0	1,277	0	2,433
272208 その他の非鉄金属製品	0	4,529	0	0	0	0	5,518	378	17,938	4,641	0	480	8,953	62	0	540
281101 建設用金属製品	0	168	0	111	7,697	0	34,923	33,969	20,506	124	0	4,424	5,656	8,594	0	0
281102 建設用金属製品	0	335	0	0	1,806	0	79,703	5,539	87,049	9,715	0	23,238	3,975	16,673	0	0
289101 ガス・石油機器及び配管	0	0	0	0	416	0	14,803	1,595	12,393	144	0	7,515	1,002	6,767	0	0
289901 ポンプ・バルブ・バルブ	0	1,789	0	0	1,437	0	78,694	9,421	19,501	5,837	0	33,205	7,304	13,391	0	0
289902 金属製容器及び貯蔵設備	0	0	0	0	535	0	19,917	1,259	8,746	2,351	0	73,659	3,479	48,475	0	0
289903 配管工事用付属品・粉末	0	0	0	633	0	0	21,869	629	35,765	2,640	0	25,983	8,048	5,250	0	0
289909 その他の金属製品	0	112	0	0	2,732	0	70,417	4,553	123,968	1,238	0	40,134	16,354	28,645	0	2,084
301101 ボイラー	0	0	0	0	143	0	7,503	3,756	9,118	722	0	2,052	970	1,383	0	0
301102 タービン	0	0	0	0	107	0	5,787	818	9,304	1,134	0	2,772	582	1,410	0	0
301103 原動機	0	0	0	0	2,198	0	18,807	11,750	14,998	124	0	4,420	3,891	129	0	0
301201 建設機械	0	0	0	0	1,425	0	9,319	2,182	13,584	124	0	2,425	3,323	3,813	0	0
301301 冷凍機・通風機・送風機	0	0	0	0	1,140	0	6,291	1,049	9,453	144	0	2,345	614	7,946	0	0
301901 ポンプ及び圧縮機	0	0	0	44	1,010	0	19,110	6,085	24,042	4,084	0	16,016	2,165	4,044	1,346	3,464
301902 ミシン・毛糸手織機	0	0	0	0	107	0	5,013	189	5,173	83	0	1,572	0	647	0	0
301903 機械工具	0	0	0	238	0	0	16,755	0	23,037	21	0	3,891	129	2,616	0	0
301909 その他の一般産業機械	0	0	0	1,354	0	0	22,508	2,098	47,674	598	0	10,846	2,747	5,720	0	1
302101 鉱山・土木建設機械	0	0	0	7,721	0	0	29,876	37,515	47,972	1,712	0	10,980	3,458	6,022	0	0
302201 化学機械	0	0	0	713	0	0	17,024	1,049	10,383	1,031	0	3,651	259	2,359	0	60
302301 産業用ロボット	0	0	0	0	48	0	1,514	0	1,191	0	0	480	65	2,146	0	0
302401 金属加工機械	0	0	0	0	1,010	0	33,678	1,175	30,406	165	0	3,278	1,454	4,523	0	1
302402 金属加工機械	0	0	0	641	0	0	17,091	650	28,471	557	0	6,556	646	2,261	0	0
302901 農業機械	0	0	0	78	618	0	13,559	1,259	13,993	1,073	0	10,740	1,164	2,137	0	0
302902 繊維機械	0	0	0	0	475	0	9,050	608	8,523	103	0	4,184	1,681	922	0	0
302903 食料品加工機械	0	0	0	0	119	0	4,317	231	4,317	124	0	1,386	420	328	0	0
302909 その他の特殊産業機械	0	0	0	0	1,188	0	32,500	1,133	22,107	701	0	4,344	25,177	5,667	0	0
303101 金型	0	0	0	915	0	0	30,112	546	18,459	165	0	6,076	420	3,672	0	0
303102 ベアリング	0	0	0	0	1,188	0	37,076	5,880	16,375	124	0	17,189	5,139	1,774	0	0
303109 その他の一般機械器具	0	0	0	0	4,158	0	26,579	10,596	23,930	309	0	6,423	9,825	4,878	0	0
311101 複写機	0	0	0	309	0	0	5,955	378	10,793	268	0	533	1,131	2,669	0	0
311109 その他の事務用機械	0	0	0	344	0	0	8,108	357	13,324	248	0	799	1,099	3,450	0	0
311201 サーチ用機器	0	0	0	843	0	0	6,090	965	7,667	660	0	8,874	65	2,155	0	0
321101 電気音響機器	0	0	0	1,307	0	0	4,845	944	24,823	103	0	3,305	32	8,159	0	0
321102 ラジオ・テレビ受信機	0	0	0	107	0	0	3,768	378	2,084	0	0	2,745	549	993	0	0
321103 ビデオ機器	0	0	0	297	0	0	4,542	420	14,179	41	0	3,118	0	2,519	0	0
321109 その他の民生用電気機器	0	0	0	7,650	0	0	14,736	6,798	37,738	1,155	0	7,089	3,232	16,965	0	0
321201 磁気テープ・フロッピーディスク	0	0	0	546	0	0	2,355	399	17,566	62	0	2,452	129	2,869	0	0
321209 その他の電気音響機器	0	0	0	511	0	0	3,788	378	18,832	144	0	2,425	97	1,969	0	0
331101 電子計算機本体	0	0	0	56	523	0	13,020	294	14,887	186	0	1,759	0	3,592	0	0
331102 電子計算機付属装置	0	0	0	167	760	0	25,872	504	20,841	103	0	4,411	0	5,702	0	0
332101 有線電気通信機器	0	0	0	154	0	0	5,955	84	24,116	41	0	1,279	4,072	5,605	0	0
332102 無線電気通信機器	0	0	0	95	0	0	3,768	63	12,579	144	0	400	162	3,343	0	0
332109 その他の電気通信機器	0	0	0	83	0	0	1,312	63	5,248	144	0	906	32	1,082	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	ジェット燃料油	灯油	軽油	A重油	BC重油	ナフサ	LPG	コークス	都市ガス	改質生成油	炭化水素油
t	t	kl	t	1000m3	kl	kl	kl	kl	kl	kl	kl	t	t	1000m3	kl	kl
333101 電子応用装置	0	0	0	0	0	0	22,777	1,364	13,063	0	0	2,319	194	3,547	0	0
333201 電子計測器	0	0	0	0	83	0	3,331	84	5,285	268	0	613	0	2,155	0	0
334101 半導体素子・集積回路	0	0	0	0	962	0	27,857	1,427	85,114	0	0	8,021	6,820	16,673	0	0
335901 電子管	0	0	0	0	24	0	2,086	21	41,459	371	0	9,914	905	9,959	0	0
335909 その他の電子・通信機	0	0	0	133	13,601	0	58,608	15,044	78,936	2,413	0	21,399	129	10,482	0	2,554
341101 回転電気機械	0	0	0	366	1,699	0	18,101	2,455	14,775	804	0	3,391	1,842	2,235	0	0
341102 閉閉制装置及び配電機	0	0	0	78	154	0	4,946	231	60,365	103	0	3,464	65	6,607	0	0
341103 その他の送配電機器	0	0	0	0	0	0	3,230	105	4,652	21	0	1,492	129	639	0	0
341109 その他の産業用電気機器	0	0	0													

品名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	原料炭 t	一般炭 t	原油 kl	LNG t	天然ガス 1000m ³	揮発油 kl	ジェット燃料油 kl	灯油 kl	軽油 kl	A重油 kl	BC重油 kl	ナフサ kl	LPG t	コークス t	都市ガス 1000m ³	改質生成油 kl	炭化水素油 kl
512201 紙供給業	0	19,624	0	0	0	0	0	9,319	0	14,849	7,219	0	2,052	0	50,931	0	0
521101 上水道・簡易水道	0	168	0	0	0	1,057	28,026	28,745	0	0	5,651	0	0	0	30,286	0	0
521102 工業用水	0	0	0	0	0	0	6,291	1,972	0	0	62	0	613	0	1,073	0	0
521103 下水道★	0	0	0	0	0	6,225	11,944	15,296	0	0	78,233	0	3,758	0	869	0	0
521201 廃棄物処理(公営)★	0	2,236	0	0	0	558	94,170	18,275	35,356	35,414	0	0	0	11,387	0	0	
521202 廃棄物処理(産業)	0	2,684	0	0	0	582	121,994	19,051	43,208	24,648	0	0	0	17,089	0	0	
611101 卸売	0	0	0	0	0	1,616	752,117	50,922	1,075,557	0	0	0	480	0	179,825	0	0
611201 小売	0	0	0	0	0	1,045	1,487,749	33,801	1,768,454	0	0	0	0	0	95,309	0	0
621101 金融	0	0	0	0	0	440	49,289	2,014	8,374	0	0	0	30,620	0	56,261	0	0
621201 生命保険	0	0	0	0	0	202	14,433	2,644	1,675	0	0	0	19,188	0	21,849	0	0
621202 損害保険	0	0	0	0	0	95	8,680	1,049	2,307	0	0	0	8,821	0	20,114	0	0
641101 不動産仲介・管理業	0	0	0	0	0	59	59,786	7,511	21,139	0	0	0	6,289	0	20,285	0	0
641102 不動産賃貸業	0	0	0	0	0	0	286,279	35,459	101,378	0	0	0	7,782	0	80,046	0	0
642101 住宅賃貸料	0	0	0	0	0	0	356,528	44,670	126,350	0	0	0	3,251	0	3,272	0	0
711101 鉄道旅客輸送	0	615	0	0	0	0	43,704	295,756	103,425	0	0	0	1,253	0	11,369	0	0
711201 鉄道貨物輸送	0	0	0	0	0	0	5,148	34,683	18,869	0	0	0	240	0	213	0	0
712101 バス	0	0	0	0	0	0	37,749	1,579,722	893	0	0	0	799	0	3,148	0	0
712102 ハイヤー・タクシー	0	2,236	0	0	0	31,111	10,194	52,790	149	0	0	0	1,723,800	0	14,997	0	0
712201 道路貨物輸送	0	0	0	0	0	135,038	28,900	12,198,801	25,382	0	0	0	426	0	27,536	0	0
712202 運送	0	0	0	0	0	4,775	101	104,320	409	0	0	0	27	0	408	0	0
713101 自家用旅客自動車輸送	0	0	0	0	0	11,629,065	9,252	3,843,086	0	0	0	0	38,215	0	8,460	0	0
713201 自家用貨物自動車輸送	0	0	0	0	0	3,999,336	2,961	9,690,771	0	0	0	0	24,757	0	2,918	0	0
714101 外洋輸送	0	0	0	0	0	0	1,480	13,848	1,480	564,000	1,505,000	0	0	0	1,543	0	0
714201 内水面輸送	0	0	0	0	0	0	774	138,604	1,602,000	2,973,000	0	0	0	0	8,951	0	0
714301 港湾輸送	0	0	0	0	0	13,304	13,323	88,542	82,062	57,401	0	0	799	0	479	0	0
715101 航空輸送	0	0	0	0	0	27,167	16,889	3,882	28,173	1,299	0	0	7,808	0	9,055	0	0
716101 倉庫	0	0	0	0	0	2,898	15,241	10,029	4,466	0	0	0	1,093	0	2,625	0	0
717101 郵便	0	0	0	0	0	1,307	5,215	4,196	9,341	0	0	0	933	0	2,625	0	0
717102 郵便物取扱	0	0	0	0	0	13,209	3,701	48,677	3,424	0	0	0	0	0	10,607	0	0
717901 道路輸送施設提供	0	0	0	0	0	0	2,994	1,301	9,118	1,691	0	0	187	0	204	0	0
717902 水運付帯サービス(公)	0	0	0	0	0	0	67	965	3,536	846	0	0	187	0	89	0	0
717903 水運付帯サービス(産)	0	0	0	0	0	0	974	189	447	0	0	0	266	0	488	0	0
717904 航空付帯サービス(産)	0	0	0	0	0	1,687	942	11,897	484	0	0	0	453	0	3,547	0	0
717905 航空付帯サービス(産)	0	0	0	0	0	0	4,777	0	447	0	0	0	3,704	0	35,225	0	0
717909 旅行・その他の運輸付	0	0	0	0	0	78,424	11,136	13,289	64,050	0	0	0	799	0	30,082	0	0
731101 郵便	0	0	0	0	0	0	471	0	1,005	0	0	0	0	0	1,499	0	0
731201 国内電気通信	0	0	0	0	0	0	3,364	0	0	0	0	0	0	0	745	0	0
731202 国際電気通信	0	0	0	0	0	0	370	0	21,027	0	0	0	107	0	1,871	0	0
731909 その他の通信サービス	0	0	0	0	0	0	538	0	86,231	0	0	0	320	0	5,631	0	0
732101 公共放送	0	0	0	0	0	119	303	0	2,977	0	0	0	53	0	319	0	0
732102 民間放送	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
732103 有線放送	0	0	0	0	0	33,724	87,340	109,272	232,603	0	0	0	31,979	0	24,743	0	0
811101 公務(中央)★	0	1,006	0	0	0	76,998	299,097	210,970	726,429	0	0	0	39,974	0	56,891	0	0
811201 公務(地方)★	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143,562	0	0
821101 学校教育(国公立)★	0	69,328	0	0	0	0	219,159	157,089	0	0	0	0	0	0	81,439	0	0
821102 学校教育(私立)★	0	66,979	0	0	0	0	157,623	96,977	0	0	0	0	0	0	9,888	0	0
821301 社会教育(国公立)★	0	23,594	0	0	0	23,532	70,687	7,532	0	0	0	0	27	0	9,888	0	0
821302 社会教育(非営利)★	0	0	0	0	0	0	3,701	1,406	0	0	0	0	0	0	1,517	0	0
821303 その他の教育訓練機関	0	7,100	0	0	0	0	21,970	13,638	243,619	0	0	0	28,410	0	10,252	0	0
821304 その他の教育訓練機関	0	1,510	0	0	0	81,501	82,899	242,421	270,713	0	0	0	0	0	1,082	0	0
822101 自然科学研究機関(国)	0	0	0	0	0	7,044	48,851	2,539	0	0	0	0	0	0	19,413	0	0
822102 人文科学研究機関(国)	0	0	0	0	0	416	2,994	567	0	0	0	0	0	0	275	0	0
822103 自然科学研究機関(非)	0	0	0	0	0	119	202	21	0	0	0	0	0	0	27	0	0
822104 人文科学研究機関(非)	0	0	0	0	0	0	370	21	0	0	0	0	0	0	44	0	0
822105 自然科学研究機関(産)	0	12,356	0	0	0	3,290	2,523	7,176	0	0	0	0	42,746	0	1,517	0	0
822106 人文科学研究機関(産)	0	0	0	0	0	309	135	734	0	0	0	0	0	0	364	0	0
822201 企業内研究開発	0	54,847	0	0	0	56,721	56,186	1,256,354	0	0	0	0	0	0	80,605	0	0
831101 医療(国公立)★	0	0	0	0	0	867	79,939	61,896	222,331	0	0	0	35,284	0	31,456	0	0
831102 医療(非営利)★	0	0	0	0	0	2,851	289,744	123,476	309,492	0	0	0	47,756	0	43,553	0	0
831103 医療(産業)	0	0	0	0	0	226	380,920	204,633	839,269	0	0	0	127,624	0	315,796	0	0
831201 保健衛生(国公立)★	0	1,901	0	0	0	2,067	17,731	9,043	7,778	0	0	0	0	0	6,811	0	0
831202 保健衛生(非営利)★	0	2,013	0	0	0	440	3,533	4,616	0	0	0	0	0	0	2,687	0	0

品名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	原料炭 t	一般炭 t	原油 kl	LNG t	天然ガス 1000m ³	揮発油 kl	ジェット燃料油 kl	灯油 kl	軽油 kl	A重油 kl	BC重油 kl	ナフサ kl	LPG t	コークス t	都市ガス 1000m ³	改質生成油 kl	炭化水素油 kl
831203 保健衛生(産業)	0	559	0	0	0	178	0	908	1,700	0	0	0	0	0	905	0	0
831301 社会保険事業(国公立)	0	0	0	0	0	0	3,835	0	0	0	0	0	0	0	21,595	0	0
831302 社会保険事業(非営利)	0	0	0	0	0	0	4,441	0	0	0	0	0	0	0	22,668	0	0
831303 社会福祉(国公立)★	0	503	0	0	0	487	60,190	12,820	0	0	0	0	28,621	0	21,861	0	0
831304 社会福祉(非営利)★	0	447	0	0	0	546	37,883	8,866	0	0	0	0	23,345	0	18,482	0	0
841101 対企業民間非営利団体	0	0	0	0	0	0	60,963	7,532	65,054	0	0	0	13,865	0	6,097	0	0
841102 対家庭民間非営利団体	0	0	0	0	0	0	150,726	28,892	39,449	0	0	0	14,631	0	26,073	0	0
851101 広告	0	0	0	0	0	0	19,850	15,799	167,363	0	0	0	560	0	5,968	0	0
851201 情報サービス	0	0	0	0	0	0	151,433	35,501	44,809	0	0	0	0	0	19,670	0	0
851202 ニュース供給・発信所	0	0	0	0	0	0	12,718	713	0	0	0	0	0	0	1,046	0	0
851301 物品賃貸業(除貸自動車)	0	0	0	0	0	0	91,613	20,709	36,435	0	0	0	0	3,878	2,785	0	0
851401 賃自動車業	0	0	0	0	0	2,692	11,540	336	0	0	0	0	373	0	1,162	0	0
851510 自動車修理	0	0	0	0	0	21,073	45,016	37,284	3,759	0	0	0	25,850	0	3,893	0	0
851610 機械修理	0	0	0	0	0	59,394	21,884	21,884	0	0	0	0	80	0	3,893	0	0
851901 建物サービス	0	2,795	0	0	0	0	33,880	33,025	11,351	0	0	0	640	0	4,044	0	0
851902 法務・会計サービス	0	0	0	0	0	0	99,520	336	0	0	0	0	1,173	194	5,986	0	0
851903 土木建築サービス	0	0	0	0	0	0	344,618	85,752	0	0	0	0	1,919	0	4,470	0	0
851904 労働者派遣サービス	0	1,789	0	0	0	0	2,725	336	968	0	0	0	560	0	789	0	0
851909 その他の対事業所サービス	0	0	0	0	0	0	656,115	0	80,350	0	0	0	86,771	1,293			

A5 各部門の直接原燃

Table with columns 18 through 33, listing various industrial materials and their quantities. The first column lists material names (e.g., 米類, 小麦粉, 植物油), and subsequent columns list quantities in units like 1000m3, t, or 10E6kWh.

Table with columns 18 through 33, listing various industrial materials and their quantities. The first column lists material names (e.g., 砂糖, 小麦粉, 植物油), and subsequent columns list quantities in units like 1000m3, t, or 10E6kWh.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	エツト燃料	灯油	軽油	A重油	BC重油	ナフサ	LPG	コークス
203202 環式中間物	0.282	1	0.013	0	0.5765	0	0	0.3148	0.9598	0.9962	0.9989	0.0062	0.1905	0.7673
203301 合成ゴム	0	1	0	0	0.5511	0	0	0.3129	0.9971	0.9999	0.9394	0	0.0388	0.1129
203901 コールタール製品	0	1	0	0	0	0	0	0.0618	0	0.0999	0.8723	0	1	0
203902 メタン誘導品	0.9272	1	0	0	0.4585	0	0	0.2156	0.9136	0.9998	0.9995	0	0.2191	0
203903 油脂加工製品	0	0	0	0	0	1	0	0.9887	0.973	1	1	0	1	0
203904 可塑剤	0	1	0	0	0	0	0	0.9501	0	0.9862	1	0	0.1585	0
203905 合成染料	0.2085	1	0	0	0	0	0	0.8674	0.9579	1	1	0	0.1815	0
203909 その他の有機化学工業	0.6054	1	0	0	0.4879	0	0	0.8397	0	0.996	0.9997	0.0016	0.1381	0
204101 熱硬化性樹脂	0	1	0	0	0.5329	0	0	0.2186	0	0.9996	0.9965	0	0.21	0
204102 熱可塑性樹脂	0.4861	1	0	0	0.5492	0	0	0.1993	0	0.981	0.994	0	0.2027	0
204103 高機能性樹脂	0.7218	1	0	0	0.5515	0	0	0.1934	0	1	0.9971	0	0.2066	0
204109 その他の合成樹脂	0.8207	1	0	0	0.5415	0	0	0.2162	0	0.9985	0.995	0	0.2079	0
205101 レーヨン・アセテート	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0
205102 合成繊維	0.9768	1	0	0	0	1	0	0.6681	0.9739	1	0.9999	0	0.6568	0
206101 医薬品	0.505	1	0	0	0	1	0	0.7923	0.969	1	0.9998	0	0.577	0
207101 石けん・合成洗剤・界	0	0	0	0	0.7575	1	0	0.9723	0.935	1	0.996	0	0.2898	0
207102 化粧品・歯磨	0	0	0	0	0	1	0	0.9928	0	1	1	0	0.835	0
207201 塗料	0	1	0	0	0	1	0	0.7668	0.7098	1	0.9968	0	0.3139	0
207202 印刷インキ	0	1	0	0	0	1	0	0.9822	0.2687	0.9998	1	0	0.0676	0
207301 写真感光材料	0	0	0	0	0	0	0	0.9956	0	1	1	0	0.8283	0
207401 農薬	0.4153	0	0	0	0	0	0	0.729	0	0.9996	0.9651	0	0.5368	0
207901 火薬類	0	0	0	0	0	1	0	0.99	0.368	0.9995	0.9997	0	0	0
207902 ゼラチン・接着剤	0.0022	1	0	0	0	0	0	0.9783	0	0.9999	1	0	0.697	0
207909 その他の化学最終製品	0.6474	1	0	0	0.89	1	0	0.818	0.7956	1	0.9561	0	0.1235	0.2831
211101 石油製品	0	1	0	0	1	1	0	0.0303	0.7416	0.9991	0.7441	0.1652	0.2436	0
212101 石灰製品	0.0065	1	0	0	0	1	0	0.3522	0.9809	0.6335	0.8543	0	0	0.9158
212102 舗装材料	0	0	0	0	0	0	0	0.9827	1	1	1	0	1	0
221101 プラスチック製品	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0.953
231101 タイヤ・チューブ	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
231901 ゴム製履物	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
231902 プラスチック製履物	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
231909 その他のゴム製品	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
241101 革製履物	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
241201 製革・毛皮	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
241202 かばん・袋物・その他	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
251101 板ガラス・安全ガラス	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
251201 ガラス繊維・同製品	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
251909 その他のガラス製品	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
252101 セメント	0	1	0	0	0	1	0	0.8986	1	0.9985	0.9934	0	0	0.8917
252201 生コンクリート	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
252301 セメント製品	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
253101 陶磁器	0	1	0	0	1	1	0	1	0.9998	1	1	0	1	0
259901 耐火物	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0.998	0.7453
259902 その他の建設用土石製	1	1	0	0	1	1	0	0.9999	1	1	1	0	1	0
259903 炭素・黒鉛製品	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0.4748
259904 研磨材	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0.2594
259909 その他の窯業・土石製	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0.9983
261101 鉄鉄	0.1165	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0.9992
261102 フェロアロイ	0.443	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0.4306
261103 粗鋼(転炉)	0.5423	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0.4519
261104 粗鋼(電気炉)	0.5423	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
262101 熱間圧延鋼材	0.1205	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0.996
262201 鋼管	0.1182	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0.9978
262301 冷間仕上鋼材	0.1189	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0.9973
262302 めっき鋼材	0.1165	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0.9992
263101 鋳鋼	0.5462	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0.7576
263102 鋳鉄管	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
263103 鋳鉄品及び鍛工品(鉄)	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0.99
264901 鉄鋼シャースリット業	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
264909 その他の鉄鋼製品	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0.9968
271101 銅	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
271102 鉛(含再生)	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
271103 亜鉛(含再生)	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
271104 アルミニウム(含再生)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
271109 その他の非鉄金属地金	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
272101 電線・ケーブル	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
272201 伸銅品	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
272202 アルミ圧延製品	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
272203 非鉄金属鑄造品	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
272204 核燃料	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
272209 その他の非鉄金属製品	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
281101 建設用金属製品	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
281201 建築用金属製品	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
289101 ガス・石油機器及び暖	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
289901 ボルト・ナット・リベ	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
289902 金属製容器及び製缶板	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
289903 配管工事付属品・粉末	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
289909 その他の金属製品	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
301101 ボイラ	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
301102 タービン	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
301103 原動機	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
301201 運搬機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
301301 冷凍機・温湿調整装置	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
301901 ポンプ及び圧縮機	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
301902 ミシン・毛糸手織機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
301903 機械工具	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
301909 その他の一般産業機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
302101 鉱山・土木建設機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
302201 化学機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
302301 産業用ロボット	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1
302401 金属工作機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
302402 金属加工機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	エツト燃料	灯油	軽油	A重油	BC重油	ナフサ	LPG	コークス
302901 農業機械	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
302902 織機	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
302903 食料品加工機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
302909 その他の特殊産業機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
303101 金型	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
303102 ベアリング	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
303109 その他の一般機械器具	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
311101 複写機	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
311109 その他の事務用機械	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
311201 サービス用機器	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
321101 電気音響機器	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
321102 ラジオ・テレビ受信機	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
321103 ビデオ機器	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
321109 その他の民生用電気機	0	0	0	0	0									

A6 燃焼比率

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	都市ガス・質生成・炭化水素系・炭化水素系・油・コークス・炉・高炉ガス・転炉ガス・電炉ガス・ガス抜き回収黒液										
111101 と畜(含肉鶏処理)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
111201 肉加工品	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
111202 畜産びん・かん詰	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111203 動物油脂	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
111204 酪農品	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111301 冷凍魚介類	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111302 塩・干・くん製品	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111303 水産びん・かん詰	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111304 ねり製品	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111305 魚油・魚かす	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
111309 その他の水産食品	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111401 精穀	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111402 製粉	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111501 めん類	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111502 パン類	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111503 菓子類	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111601 農産びん・かん詰	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111602 農産保存食料品(除び)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111701 砂糖	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111702 でん粉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111703 ぶどう糖・水あめ・異	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111704 植物油	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
111705 塩	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111706 調味料	1	0	1	0.3084	0.2141	0	0	1	1	0	0
111901 冷凍調理食品	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
111902 レトルト食品	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111903 そう菜・すし・弁当	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
111909 その他の食料品	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
112101 清酒	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112102 ビール	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112103 添加用アルコール	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112104 ウイスキー類	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112109 その他の酒類	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112901 茶・コーヒー	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112902 清涼飲料	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112903 製氷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113101 飼料	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
113102 有機質肥料(除別掲)	0	0	1	1	0.0541	1	0	0	0	0	0
114101 たばこ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151101 製糸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151102 繻糸	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
151103 化学繊維紡績糸	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
151104 毛糸	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151109 その他の紡績糸	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
151201 綿・スフ織物(含合織)	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
151202 絹・人絹織物(含合織)	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
151203 毛織物	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
151209 その他の織物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151301 ニット製品	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
151401 染色整理	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
151901 綱・網	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151902 じゅうたん・床敷物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151903 繊維製衛生材料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151909 その他の繊維工業製品	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
152101 衣服	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
152201 その他の衣服・身の回	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152901 製綿・寝具	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152909 その他の繊維既製品	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
161101 製材	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
161102 合板	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
161103 木材チップ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
161909 その他の木製品	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171101 木製家具・装備品	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
171102 木製道具	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171103 金属製家具・装備品	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
181101 バルブ	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
181201 洋紙・和紙	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
181301 板紙	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
181302 段ボール	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
181303 塗工紙・建設用加工紙	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
182101 段ボール箱	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
182109 その他の紙製容器	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
182901 紙製衛生材料・用品	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
182909 その他のバルブ・紙・	1	0	1	0.3729	1	0.2114	0	0	0	0	1
191101 新聞	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
191102 印刷・製版・製本	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
191103 出版	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201101 アンモニア	1	0	1	0.972	0.0856	0.5486	0	0	0	0	0
201102 単質肥料	1	0	0.9518	0.9479	0.0834	1	1	1	1	0	0
201103 複合肥料	1	0	0.9545	0.9539	0.0861	1	0	1	1	0	0
202101 ソーダ工業製品	1	0	0.984	0.9638	0.1933	0.9753	1	1	1	0	0
202901 硫酸	1	0	1	0.841	0.8952	1	1	1	1	0	0
202902 無機顔料	1	0	0.0492	0.6957	0.2132	1	1	1	1	0	0
202903 圧縮ガス・液化ガス	1	0	1	1	0.1364	1	1	0.2228	0	0	0
202909 その他の無機化学工業	1	0	0.2074	0.5758	0.2078	1	1	1	1	0	0
203101 石油化学基礎製品	1	0	1	0.9996	0.9581	1	1	1	1	0	0
203102 石油化学系芳香族製品	1	0	0.9977	0.9998	0.9423	1	1	1	1	0	0
203201 脂肪族中間物	1	0	0.9874	0.9938	0.8353	0.9528	1	1	1	0	0

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	都市ガス・質生成・炭化水素系・炭化水素系・油・コークス・炉・高炉ガス・転炉ガス・電炉ガス・ガス抜き回収黒液										
203202 環式中間物	1	0	0.9373	0.9988	0.1772	0.9973	1	1	1	0	0
203301 合成ゴム	1	0	1	0.8733	0.4523	0	0	0	0	0	0
203901 コールタール製品	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
203902 メタン誘導品	1	0	1	0.9722	0.5923	0.8668	0	0	0	0	0
203903 油脂加工製品	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
203904 可塑剤	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
203905 合成染料	1	0	0.9018	1	0.0035	1	0	0	0	0	0
203909 その他の有機化学工業	1	0	0.9842	0.997	0.7704	1	1	1	1	0	1
204101 熱硬化性樹脂	1	0	1	0.9977	0.9326	0	0	1	1	0	0
204102 熱可塑性樹脂	1	0	0.9962	0.9993	0.8048	1	1	1	1	0	0
204103 高機能性樹脂	1	0	0.9892	1	0.6338	1	0	0	0	0	0
204109 その他の合成樹脂	1	0	0.9943	0.9984	0.5293	1	1	1	1	0	0
205101 レーヨン・アセテート	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
205102 合成繊維	1	0	0.9956	1	0.9884	1	0	0	0	0	0
206101 医薬品	1	0	0.9734	0.979	0.9751	0.8839	0	0	0	0	0
207101 石けん・合成洗剤・界	1	0	1	0.6476	0.7379	0.1429	0	0	0	0	0
207102 化粧品・歯磨	1	0	0	0.3723	1	0.1429	0	0	0	0	0
207201 塗料	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
207202 印刷インキ	1	0	1	0.4022	1	0.1429	0	0	0	0	0
207301 写真感光材料	1	0	0	0.3723	1	0.1429	0	0	0	0	0
207401 農薬	1	0	0.1779	0.9681	0.206	1	0	1	1	0	0
207901 火薬類	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
207902 ゼラチン・接着剤	1	0	1	0.4026	0.3809	0.6679	0	0	1	0	0
207909 その他の化学最終製品	1	0	0.985	0.554	0.8457	0.2413	0	1	1	0	0
211101 石油製品	1	0	1	0.973	0.7549	1	1	0.9825	0	0	0
212101 石炭製品	1	0	0.893	1	0.0164	0.9999	1	1	1	0	0
212102 舗装材料	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
221101 プラスチック製品	1	0	0.9836	0.979	0.9715	0.9086	1	1	1	0	0
231101 タイヤ・チューブ	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
231901 ゴム製履物	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
231902 プラスチック製履物	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
231909 その他のゴム製品	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
241101 革製履物	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
241201 製革・毛皮	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
241202 かばん・袋物・その他	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
251101 板ガラス・安全ガラス	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
251201 ガラス繊維・同製品	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
251909 その他のガラス製品	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
252101 セメント	1	0	1	0.8285	0.9925	1	1	1	1	0	0
252201 生コンクリート	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
252301 セメント製品	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
253101 陶磁器	1	0	0	0	0.1158	1	0	0	0	0	0
259901 耐火物	1	0	1	0.3981	0.9722	1	1	1	1	0	0
259902 その他の建設用土石製	1	0</									

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	都市ガス	質生成	水業	派炭化水	石油	コークス	炉ナ	高炉ガス	転炉ガス	電気炉	ガス抜き	回収黒液
302901 農業機械	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
302902 繊維機械	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
302903 食料品加工機械	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
302909 その他の特殊産業機械	1	0	1	1	0.5133	1	1	0	0	0	0	0
303101 金型	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
303102 ベアリング	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
303109 その他の一般機械器具	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
311101 複写機	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
311109 その他の事務用機械	1	0	0	0.3723	1	0.1429	0	0	1	0	0	0
311201 サービス用機器	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
321101 電気音響機器	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
321102 ラジオ・テレビ受信機	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
321103 ビデオ機器	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
321109 その他の民生用電気機械	1	0	0	0	1	0.3161	0	0	0	0	0	0
321201 磁気テープ・フレキシ	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
321209 その他の電気音響機器	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
331101 電子計算機本体	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
331102 電子計算機付装置	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
332101 有線電気通信機器	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
332102 無線電気通信機器	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
332109 その他の電気通信機器	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
333101 電子応用装置	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
333201 電気計測器	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
334101 半導体素子・集積回路	1	0	0	0	1	0.4749	1	1	0	1	0	0
335901 電子管	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
335909 その他の電子・通信機	1	0	0.0337	1	0.2742	1	0	0	1	0	0	0
341101 回転電気機械	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
341102 開閉制御装置及び配電	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
341103 その他の送配電機器	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
341109 その他の産業用重電機	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
342101 電気照明器具	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
342102 電池	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342103 電球類	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342104 配線器具	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342105 内燃機関電装品	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342109 その他の軽電機器具	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
351101 乗用車	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
352101 トラック・バス・その	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
353101 二輪自動車	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
354101 自動車車体	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
354102 自動車用内燃機関・同	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
354103 自動車部品	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
361101 鋼船	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
361102 その他の船舶	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
361103 船用内燃機関	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
361110 船舶修理	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
362101 鉄道車両	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
362110 鉄道車両修理	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
362201 航空機	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
362210 航空機修理	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
362901 自転車	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
362909 その他の輸送機械	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
371101 カメラ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
371109 その他の光学機械	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
371201 時計	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
371901 理化学機械器具	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
371902 分析器・試験機・計量	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
371903 医療用機械器具	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
391101 玩具	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
391102 運動用品	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
391901 楽器	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
391902 レコード	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
391903 筆記具・文具	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
391904 身辺細貨品	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
391905 畳・わら加工品	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
391906 武器	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
391909 その他の製造工業製品	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

A7 部門(産業連関表)-業種・炉種(環境庁調査)対応表

1990年連関表		環境庁資料						
番号	コード	部門名	コード	炉種名	コード	業種名	コード	業種名
1	11101	米	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
2	11102	麦類	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
3	11103	雑穀	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
4	11201	いも類	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
5	11202	豆類	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
6	11300	野菜*	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
7	11401	果実	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
8	11501	砂糖原料作物	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
9	11502	飲料用作物	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
10	11509	その他の食用耕種作物	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
11	11601	飼料作物	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
12	11602	葉たばこ	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
13	11603	種苗	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
14	11604	花き・花木類	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
15	11609	その他の非食用耕種作物	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
16	12101	酪農	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
17	12102	鶏卵	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
18	12103	肉鶏	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
19	12104	豚	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
20	12105	肉用牛	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
21	12109	その他の畜産	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
22	12201	養蚕	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
23	13101	獣医業	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
24	13102	農業サービス(除獣医業)	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
25	21101	育林	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
26	21201	素材	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
27	21301	特用林産物(含狩猟業)	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
28	31100	海面漁業*	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
29	31104	海面養殖業	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
30	31200	内水面漁業・養殖業*	2	生産暖房炉計	93	農業・漁業	温室・畜産等	
31	61101	鉄鉱石	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
32	61201	非鉄金属鉱物	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
33	62101	石灰石	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
34	62109	その他の窯業原料鉱物	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
35	62201	砂利・採石	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
36	62202	碎石	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
37	62909	その他の非金属鉱物	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
38	71101	石炭	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
39	72101	原油	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
40	73101	天然ガス	2	生産暖房炉計	95	鉱業		
41	111101	と畜(含肉鶏処理)	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
42	111201	肉加工品	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
43	111202	畜産びん・かん詰	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
44	111203	動物油脂	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
45	111204	酪農品	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
46	111301	冷凍魚介類	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
47	111302	塩・干・くん製品	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
48	111303	水産びん・かん詰	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
49	111304	ねり製品	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
50	111305	魚油・魚かす	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
51	111309	その他の水産食品	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
52	111401	精穀	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
53	111402	製粉	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
54	111501	めん類	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
55	111502	パン類	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
56	111503	菓子類	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
57	111601	農産びん・かん詰	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
58	111602	農産保存食料品(除びん・)	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
59	111701	砂糖	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
60	111702	でん粉	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
61	111703	ぶどう糖・水あめ・異	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
62	111704	植物油脂	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
63	111705	塩	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
64	111706	調味料	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
65	111901	冷凍調理食品	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
66	111902	レトルト食品	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
67	111903	そう菜・すし・弁当	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
68	111909	その他の食料品	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
69	112101	清酒	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
70	112102	ビール	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
71	112103	添加用アルコール	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
72	112104	ウイスキー類	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
73	112109	その他の酒類	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
74	112901	茶・コーヒー	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
75	112902	清涼飲料	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
76	112903	製水	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
77	113101	飼料	2	生産暖房炉計	67	食料品製造業		
78	113102	有機質肥料(除						

1990年連関表		環境庁資料					
番号	コード	部門名	炉種名	コード	業種名	コード	業種名
83	151104	毛糸	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
84	151109	その他の紡績糸	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
85	151201	綿・スフ織物(含合繊短繊維)	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
86	151202	綿・人絹織物(含合繊長繊維)	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
87	151203	毛織物	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
88	151209	その他の織物	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
89	151301	ニット製品	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
90	151401	染色整理	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
91	151901	絹・絹	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
92	151902	じゅうたん・床敷物	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
93	151903	繊維製衛生材料	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
94	151909	その他の繊維工業製品	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
95	152101	衣服	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
96	152201	その他の衣服・身の回	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
97	152901	製綿・寝具	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
98	152909	その他の繊維既製品	2 生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
99	161101	製材	2 生産暖房炉計	69	木材・木製品		
100	161102	合板	2 生産暖房炉計	69	木材・木製品		
101	161103	木材チップ	2 生産暖房炉計	69	木材・木製品		
102	161909	その他の木製品	2 生産暖房炉計	69	木材・木製品		
103	171101	木製家具・装飾品	2 生産暖房炉計	69	木材・木製品		
104	171102	木製建具	2 生産暖房炉計	69	木材・木製品		
105	171103	金属製家具・装飾品	2 生産暖房炉計	69	木材・木製品		
106	181101	パルプ	2 生産暖房炉計	49	パルプ・紙	パルプ	
107	181201	洋紙・和紙	2 生産暖房炉計	50	パルプ・紙	紙	
108	181301	紙板	2 生産暖房炉計	50	パルプ・紙	紙	
109	181302	段ボール	2 生産暖房炉計	53	パルプ・紙	段ボール	
110	181303	塗工紙・建設用加工紙	2 生産暖房炉計	52	パルプ・紙	加工紙	
111	182101	段ボール箱	2 生産暖房炉計	52	パルプ・紙	加工紙	
112	182109	その他の紙製容器	2 生産暖房炉計	57	パルプ・紙	その他	
113	182901	紙製衛生材料・用品	2 生産暖房炉計	57	パルプ・紙	その他	
114	182909	その他のパルプ・紙・紙加工	2 生産暖房炉計	54	パルプ・紙	セロファン	55 パルプ・紙 繊維板
				57	パルプ・紙	その他	
115	191101	新聞	2 生産暖房炉計	62	印刷		
116	191102	印刷・製版・製本	2 生産暖房炉計	63	製本業		
117	191103	出版	2 生産暖房炉計	61	出版		
118	201101	アンモニア	2 生産暖房炉計	23	化学工業	化学肥料	
119	201102	単質肥料	2 生産暖房炉計	23	化学工業	化学肥料	
120	201103	複合肥料	2 生産暖房炉計	23	化学工業	化学肥料	
121	202101	ソーダ工業製品	2 生産暖房炉計	21	化学工業	無機	
122	202901	硫酸	2 生産暖房炉計	21	化学工業	無機	
123	202902	無機顔料	2 生産暖房炉計	21	化学工業	無機	
124	202903	圧縮ガス・液化ガス	2 生産暖房炉計	21	化学工業	無機	
125	202909	その他の無機化学工業製品	2 生産暖房炉計	21	化学工業	無機	
126	203101	石油化学基礎製品	2 生産暖房炉計	20	化学工業	石油化学	
127	203102	石油化学系芳香族製品	2 生産暖房炉計	20	化学工業	石油化学	
128	203201	脂肪族中間物	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
129	203202	環式中間物	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
130	203301	合成ゴム	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
131	203901	コーラール製品	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
132	203902	メタン誘導品	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
133	203903	油脂加工製品	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
134	203904	可塑剤	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
135	203905	合成染料	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
136	203909	その他の有機化学工業製品	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
137	204101	熱硬化性樹脂	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
138	204102	熱可塑性樹脂	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
139	204103	高機能性樹脂	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
140	204109	その他の合成樹脂	2 生産暖房炉計	22	化学工業	有機	
141	205101	レーヨン・アセテート	2 生産暖房炉計	24	化学工業	化学繊維	
142	205102	合成繊維	2 生産暖房炉計	24	化学工業	化学繊維	
143	206101	医薬品	2 生産暖房炉計	25	化学工業	薬品	
144	207101	石けん・合成洗剤・界面活	2 生産暖房炉計	26	化学工業	洗剤	
145	207102	化粧品・歯磨	2 生産暖房炉計	28	化学工業	化粧品	
146	207201	塗料	2 生産暖房炉計	27	化学工業	塗料	
147	207202	印刷インキ	2 生産暖房炉計	27	化学工業	塗料	
148	207301	写真感光材料	2 生産暖房炉計	29	化学工業	その他	
149	207401	農業	2 生産暖房炉計	29	化学工業	その他	
150	207901	火薬類	2 生産暖房炉計	29	化学工業	その他	
151	207902	ゼラチン・接着剤	2 生産暖房炉計	29	化学工業	その他	
152	207909	その他の化学最終製品	2 生産暖房炉計	29	化学工業	その他	
153	211101	石油製品	2 生産暖房炉計	32	石油・石炭製造業	石油精	33 石油・石炭製造業 潤滑油
				34	石油・石炭製造業	グリース	
154	212101	石炭製品	2 生産暖房炉計	38	石油・石炭製造業	コークス	
155	212102	鑛炭材料	2 生産暖房炉計	35	石油・石炭製造業	その他	
156	221101	プラスチック製品	2 生産暖房炉計	71	その他の製造業		
157	231101	タイヤ・チューブ	2 生産暖房炉計	70	ゴム・皮革		
158	231901	ゴム製履物	2 生産暖房炉計	70	ゴム・皮革		
159	231902	プラスチック製履物	2 生産暖房炉計	70	ゴム・皮革		
160	231909	その他のゴム製品	2 生産暖房炉計	70	ゴム・皮革		
161	241101	革製履物	2 生産暖房炉計	70	ゴム・皮革		
162	241201	製革・毛皮	2 生産暖房炉計	70	ゴム・皮革		
163	241202	かばん・袋物・その他	2 生産暖房炉計	70	ゴム・皮革		
164	251101	板ガラス・安全ガラス	2 生産暖房炉計	11	窯業土石	ガラス	
165	251201	ガラス繊維・同製品	2 生産暖房炉計	11	窯業土石	ガラス	
166	251909	その他のガラス製品	2 生産暖房炉計	11	窯業土石	ガラス	

1990年連関表		環境庁資料					
番号	コード	部門名	炉種名	コード	業種名	コード	業種名
167	252101	セメント	2 生産暖房炉計	10	窯業土石	セメント	
168	252201	生コンクリート	2 生産暖房炉計	10	窯業土石	セメント	13 窯業土石 陶磁器
169	252301	セメント製品	2 生産暖房炉計	10	窯業土石	セメント	
170	253101	陶磁器	2 生産暖房炉計	12	窯業土石	かわら	
171	259901	耐火物	2 生産暖房炉計	13	窯業土石	陶磁器	
172	259902	その他の建設用土石製	2 生産暖房炉計	13	窯業土石	陶磁器	
173	259903	炭素・黒鉛製品	2 生産暖房炉計	14	窯業土石	炭素黒鉛	
174	259904	研磨材	2 生産暖房炉計	14	窯業土石	炭素黒鉛	
175	259909	その他の窯業・土石製	2 生産暖房炉計	15	窯業土石	石綿	16 窯業土石 石灰製造業
				17	窯業土石	その他	
176	261101	鉄鉄	2 生産暖房炉計	1	鉄鋼	製鉄	
177	261102	フェアラロイ	2 生産暖房炉計	1	鉄鋼	製鉄	
178	261103	粗鋼(転炉)	2 生産暖房炉計	1	鉄鋼	製鉄	
179	261104	粗鋼(電気炉)	2 生産暖房炉計	1	鉄鋼	製鉄	
180	262101	熱間圧延鋼材	2 生産暖房炉計	2	鉄鋼	鋼材	
181	262201	鋼管	2 生産暖房炉計	2	鉄鋼	鋼材	
182	262301	冷間仕上鋼材	2 生産暖房炉計	3	鉄鋼	表面処理鋼材	
183	262302	めっき鋼材	2 生産暖房炉計	3	鉄鋼	表面処理鋼材	
184	263101	鋳鉄鋼	2 生産暖房炉計	4	鉄鋼	鋳鋼	5 鉄鋼 鋳鋼
185	263102	鋳鉄管	2 生産暖房炉計	6	鉄鋼	鋳鉄鋳物製造	
186	263103	鋳鉄品及び鍛工品(鉄)	2 生産暖房炉計	6	鉄鋼	鋳鉄鋳物製造	
187	264901	鉄鋼シャースリット業	2 生産暖房炉計	7	鉄鋼	その他	
188	264909	その他の鉄鋼製品	2 生産暖房炉計	7	鉄鋼	その他	
189	271101	銅	2 生産暖房炉計	41	非鉄金属	非鉄製練	42 非鉄金属 精製
190	271102	鉛(含再生)	2 生産暖房炉計	41	非鉄金属	非鉄製練	42 非鉄金属 精製
191	271103	亜鉛(含再生)	2 生産暖房炉計	41	非鉄金属	非鉄製練	42 非鉄金属 精製
192	271104	アルミニウム(含再生)	2 生産暖房炉計	41	非鉄金属	非鉄製練	42 非鉄金属 精製
193	271109	その他の非鉄金属地金	2 生産暖房炉計	41	非鉄金属	非鉄製練	42 非鉄金属 精製
194	272101	電線・ケーブル	2 生産暖房炉計	45	非鉄金属	電線	46 非鉄金属 ケーブル製造
195	272201	伸銅品	2 生産暖房炉計	43	非鉄金属	圧延	
196	272202	アルミ圧延製品	2 生産暖房炉計	43	非鉄金属	圧延	
197	272203	非鉄金属鋳造品	2 生産暖房炉計	44	非鉄金属	鋳物製造業	
198	272204	核燃料	2 生産暖房炉計	47	非鉄金属	その他	
199	272209	その他の非鉄金属製品	2 生産暖房炉計	47	非鉄金属	その他	
200	281101	建設用金属製品	2 生産暖房炉計	73	金属製品		
201	281201	建築用金属製品	2 生産暖房炉計	73	金属製品		
202	289101	ガス・石油機器及び暖房	2 生産暖房炉計	73	金属製品		
203	289901	ボルト・ナット・リベット・スプ	2 生産暖房炉計	73	金属製品		
204	289902	金属製容器及び製缶板金	2 生産暖房炉計	73	金属製品		
205	289903	配管工事付属品・粉末冶金	2 生産暖房炉計	73	金属製品		
206	289909	その他の金属製品	2 生産暖房炉計	73	金属製品		
207	301101	ボイラ	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
208	301102	タービン	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
209	301103	原動機	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
210	301201	運搬機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
211	301301	冷凍機・温湿調整装置	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
212	301901	ポンプ及び圧縮機	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
213	301902	ミシン・糸糸手編機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
214	301903	機械工具	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
215	301909	その他の一般産業機械・装	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
216	302101	鉱山・土木建設機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
217	302201	化学機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
218	302301	産業用ロボット	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
219	302401	金属工作機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
220	302402	金属加工機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
221	302901	農業機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
222	302902	繊維機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
223	302903	食料品加工機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
224	302909	その他の特殊産業機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
225	303101	金型	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
226	303102	ベアリング	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
227	303109	その他の一般機械器具・部	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
228	311101	複写機	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
229	311109	その他の事務用機械	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
230	311201	サービス用機器	2 生産暖房炉計	74	機械工業	一般機械	75 機械工業 その他機械
231	321101	電気音響機器	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
232	321102	ラジオ・テレビ受信機	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
233	321103	ビデオ機器	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
234	321109	その他の民生用電気機	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
235	321201	磁気テープ・フレキシブルディス	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
236	321209	その他の電気音響機器	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
237	331101	電子計算機本体	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
238	331102	電子計算機付属装置	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
239	332101	有線電気通信機器	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
240	332102	無線電気通信機器	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
241	332109	その他の電気通信機器	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
242	333101	電子応用装置	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
243	333201	電気計測器	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
244	334101	半導体素子・集積回路	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
245	335901	電子管	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
246	335909	その他の電子・通信機器部	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
247	341101	回転電気機械	2 生産暖房炉計	77	機械工業	電気機械	
248	341102						

1990年連関表		環境庁資料		1990年連関表		環境庁資料		
番号	コード	部門名	コード	炉種名	コード	業種名	コード	業種名
252	342102	電池	2	生産暖房炉計	77	機械工業 電気機械		
253	342103	電球類	2	生産暖房炉計	77	機械工業 電気機械		
254	342104	配線器具	2	生産暖房炉計	77	機械工業 電気機械		
255	342105	内燃機関電装品	2	生産暖房炉計	77	機械工業 電気機械		
256	342109	その他の軽電機	2	生産暖房炉計	77	機械工業 電気機械		
257	351101	乗用車	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
258	352101	トラック・バス・その他の自動車	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
259	353101	二輪自動車	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
260	354101	自動車車体	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
261	354102	自動車用内燃機関・同部品	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
262	354103	自動車部品	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
263	361101	船舶	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
264	361102	その他の船舶	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
265	361103	船用内燃機関	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
266	361110	船舶修理	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
267	362101	鉄道車両	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
268	362110	鉄道車両修理	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
269	362201	航空機	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
270	362210	航空機修理	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
271	362901	自転車	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
272	362909	その他の輸送機械	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
273	371101	カメラ	2	生産暖房炉計	79	機械工業 精密機械		
274	371109	その他の光学機械	2	生産暖房炉計	79	機械工業 精密機械		
275	371201	時計	2	生産暖房炉計	79	機械工業 精密機械		
276	371901	理化学機械器具	2	生産暖房炉計	79	機械工業 精密機械		
277	371902	分析器・試験機・計量器・測	2	生産暖房炉計	79	機械工業 精密機械		
278	371903	医療用機械器具	2	生産暖房炉計	79	機械工業 精密機械		
279	391101	玩具	2	生産暖房炉計	74	機械工業 一般機械	75	機械工業 その他機械
280	391102	運動用品	2	生産暖房炉計	74	機械工業 一般機械	75	機械工業 その他機械
281	391901	楽器	2	生産暖房炉計	74	機械工業 一般機械	75	機械工業 その他機械
282	391902	レコード	2	生産暖房炉計	74	機械工業 一般機械	75	機械工業 その他機械
283	391903	筆記具・文具	2	生産暖房炉計	74	機械工業 一般機械	75	機械工業 その他機械
284	391904	身辺細貨品	2	生産暖房炉計	74	機械工業 一般機械	75	機械工業 その他機械
285	391905	量・わら加工品	2	生産暖房炉計	68	繊維・衣服		
286	391906	武器	2	生産暖房炉計	80	機械工業 武器製造		
287	391909	その他の製造工業製品	2	生産暖房炉計	74	機械工業 一般機械	75	機械工業 その他機械
288	411101	住宅建築(木造)	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
289	411102	住宅建築(非木造)	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
290	411201	非住宅建築(木造)	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
291	411202	非住宅建築(非木造)	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
292	412101	建設補修	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
293	413101	道路関係公共事業	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
294	413102	河川・下水道・その他	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
295	413103	農林関係公共事業	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
296	413201	鉄道軌道建設	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
297	413202	電力施設建設	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
298	413203	電気通信施設建設	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
299	413209	その他の土木建設	2	生産暖房炉計	96	建設業 アスファルトプラント		
300	511100	事業用電力*	1	発電計	100	電気業		
301	511104	自家発電	1	発電計	100	電気業を除く全業種		
302	512101	都市ガス	2	生産暖房炉計	103	ガス製造業		
303	512201	熱供給業	2	生産暖房炉計	105	熱供給業		
304	521101	上水道・簡易水道	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
305	521102	工業用水	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
306	521103	下水道★★	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
307	521201	廃棄物処理(公営)★	3	ゴミ処理炉計	104	ゴミ処理業		
308	521202	廃棄物処理(産業)	3	ゴミ処理炉計	104	ゴミ処理業		
309	611101	卸売	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
310	611201	小売	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
311	621101	金融	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
312	621201	生命保険	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
313	621202	損害保険	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
314	641101	不動産仲介・管理業	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
315	641102	不動産賃貸業	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
316	642101	住宅賃貸料	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
317	711101	鉄道旅客輸送	2	生産暖房炉計	88	国鉄	89	民鉄
318	711201	鉄道貨物輸送	2	生産暖房炉計	88	国鉄	89	民鉄
319	712101	バス	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
320	712102	ハイヤー・タクシー	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
321	712201	道路貨物輸送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
322	712202	運送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
323	713101	自家用旅客自動車輸送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
324	713201	自家用貨物自動車輸送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
325	714101	洋輸送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
326	714201	沿海・内水面輸送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
327	714301	港湾運送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
328	715101	航空輸送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
329	716101	倉庫	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
330	717101	こん包	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
331	717901	道路輸送施設提供	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
332	717902	水運付帯サービス(公営)	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
333	717903	水運付帯サービス(産業)	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
334	717904	航空付帯サービス(国公営)	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
335	717905	航空付帯サービス(産業)	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
336	717909	旅行・その他の運輸付帯サ	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
337	731101	郵便	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		

1990年連関表		環境庁資料		1990年連関表		環境庁資料		
番号	コード	部門名	コード	炉種名	コード	業種名	コード	業種名
338	731201	国内電気通信	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
339	731202	国際電気通信	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
340	731909	その他の通信サービス	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
341	732101	公共放送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
342	732102	民間放送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
343	732103	有線放送	2	生産暖房炉計	90	その他運輸・通信		
344	811101	公務(中央)★★	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
345	811201	公務(地方)★★	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
346	821101	学校教育(国公立)★	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
347	821102	学校教育(私立)★	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
348	821301	社会教育(国公立)★	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
349	821302	社会教育(非営利)★	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
350	821303	その他の教育訓練機関	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
351	821304	その他の教育訓練機関	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
352	822101	自然科学研究機関(国公立)	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
353	822102	自然科学研究機関(国公立)	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
354	822103	自然科学研究機関(非営利)	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
355	822104	自然科学研究機関(非営利)	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
356	822105	自然科学研究機関(産業)	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
357	822106	自然科学研究機関(産業)	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
358	822201	企業内研究開発	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
359	831101	医療(国公立)★★	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
360	831102	医療(非営利)★	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
361	831103	医療(産業)	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
362	831201	保健衛生(国公立)★	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
363	831202	保健衛生(非営利)★	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
364	831203	保健衛生(産業)	2	生産暖房炉計	111	学校・病院(含研究所)		
365	831301	社会保険事業(国公立)	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
366	831302	社会保険事業(非営利)	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
367	831303	社会福祉(国公立)★	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
368	831304	社会福祉(非営利)★	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
369	841101	対企業民間非営利団体	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
370	841102	対家計民間非営利団体	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
371	851101	広告	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
372	851201	情報サービス	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
373	851202	ニュース供給・興信所	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
374	851301	物品賃貸業(除貨自動車)	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
375	851401	貸自動車業	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
376	851510	自動車修理	2	生産暖房炉計	78	機械工業 輸送機械		
377	851610	機械修理	2	生産暖房炉計	74	機械工業 一般機械	75	機械工業 その他機械
					77	機械工業 電気機械	79	機械工業 精密機械
378	851901	建物サービス	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
379	851902	法務・財務・会計サー	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
380	851903	土木建築サービス	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
381	851904	労働者派遣サービス	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
382	851909	その他の対事業所サー	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
383	861101	映画制作・配給業	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
384	861102	映画館	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
385	861103	劇場・興行場	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
386	861104	遊藝場	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
387	861105	競輪・競馬等の競走場・競	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
388	861106	運動競技場・公園・遊園地	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
389	861107	興行団	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
390	861109	その他の娯楽	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
391	861201	一般飲食店(除喫茶店)	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
392	861202	喫茶店	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
393	861203	遊興飲食店	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
394	861301	旅館・その他の宿泊所	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
395	861901	洗濯・洗張・染物業	2	生産暖房炉計	86	洗濯業(含リネンサプライ)		
396	861902	理容業	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
397	861903	美容業	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
398	861904	浴場業	2	生産暖房炉計	113	浴場業(含特殊浴場)		
399	861905	写真業	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
400	861906	葬儀業	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
401	861907	各種修理業(除別掲)	2	生産暖房炉計	110	旅館・飲食(含娯楽業)		
402	861908	個人教授所	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
403	861909	その他の対個人サービ	2	生産暖房炉計	109	その他の事業所 ビル暖房		
404	890000	事務用品	2	生産暖房炉計	122	業種不明		
405	900000	分類不明	2	生産暖房炉計	122	業種不明		

A8 移動発生源のNOx排出係数

A8.1 自動車

各部門で使用されている車種およびエンジン形式を想定して、自動車輸送関連6部門(712101~713201)でのガソリン、軽油、LPGのNOx排出係数、そして、405全部門でのガソリンのNOx排出係数を決定した。なお、ハイヤー・タクシー部門におけるLPGのNOx排出係数はガソリンのそれと同じであるとした。

車種別・エンジン型式別NOx排出係数

車種	エンジン型式	NOx排出係数		燃費		NOx排出係数		台数比	走行キロ 百万km	燃料種類	熱量 kcal/l
		g-NO2/台km (a) 文献[A1]	g-NO2/台km (b) 文献[A2]	l-fuel/台km (c)=(b)/(h)	l-fuel/台km (c)=(b)/(h)	g-NO2/l-fuel (d)=(a)/(c)	g-NO2/10 ⁶ kcal (e)=(d)/(h)*10 ³				
軽乗用車	4サイクル	0.29	654	0.0779	3.72	44.29	99.83%	15235	26	ガソリン	8400
	2サイクル	0.3069	654	0.0779	3.94	46.90	0.17%				
乗用車	ガソリン	0.3031	905	0.1077	2.81	33.45	91.04%	318928	ガソリン	8400	
	ディーゼル	0.7153	905	0.0984	7.27	79.02	8.96%	31388	軽油	9200	
乗用車平均	ガソリン				2.85	33.93		334189	ガソリン	8400	
	ディーゼル				7.27	79.02		31388	軽油	9200	
バス	ガソリン	1.7595	2408	0.2867	6.14	73.10	1.99%	142	ガソリン	8400	
	ディーゼル	5.5046	2408	0.2617	21.03	228.59	98.01%	6969	軽油	9200	
乗用車バス平均	ガソリン				2.86	34.05		334330	ガソリン	8400	
	ディーゼル				9.77	106.20		38358	軽油	9200	
軽貨物車	4サイクル	0.8148	716	0.0852	9.56	113.81	99.10%	84568	ガソリン	8400	
	2サイクル	0.2833	716	0.0852	3.32	39.52	0.90%	768	ガソリン	8400	
小型貨物車	ガソリン	0.8149	992	0.1181	6.90	82.14	41.12%	37999	ガソリン	8400	
	ディーゼル	1.1972	992	0.1078	11.10	120.65	58.88%	54410	軽油	9200	
普通貨物車	ガソリン	1.8435	2337	0.2782	6.63	78.93	1.38%	927	ガソリン	8400	
	ディーゼル	4.9123	2337	0.2540	19.34	210.22	98.62%	66224	軽油	9200	
貨物車平均	ガソリン				8.69	103.45		124261	ガソリン	8400	
	ディーゼル				15.62	169.78		120635	軽油	9200	
全自動車平均	ガソリン				4.44	52.86		458591	ガソリン	8400	
	ディーゼル				14.21	154.46		158993	軽油	9200	

[注1] 斜体の値は文献から得られたものであり、それ以外は計算値である。

[注2] 文献[A1]から得られたNOx排出係数(g-NO2/台km)は、15-20km/hでの走行時の値である。

[注3] エンジン型式別の走行キロは、文献[A2]より得られる車種別走行キロを台数比で比例配分した値である。

[注4] 乗用車平均、乗用車バス平均、貨物平均、全自動車平均のエンジン型式別NOx排出係数(g-NO2/l-fuel)は、走行キロで加重平均して得られた結果である。

産業連関表の部門と車種との対応

産業連関表	車種
712102 ハイヤー・タクシー	乗用車平均
712101 バス	バス
712201 道路貨物輸送	貨物車平均
712202 通運	貨物車平均
713101 自家用旅客自動車輸送	乗用車バス平均
713201 自家用貨物自動車輸送	貨物車平均
912100 家計消費支出	乗用車バス平均

全部門におけるガソリンのNOx排出係数は全自動車平均の値を当てはめた。

A8.2 鉄道

鉄道輸送関連部門(711101、711102)で消費されている軽油には、文献[A3]に記載されているディーゼル機関車のNOx排出係数(44kg-NO2/kl)を用いた。

A8.3 飛行機

ジェット燃料はすべて飛行機用燃料として消費されたとしている。NOx排出係数は、文献[A4]と文献[A5]のデータに基づいて文献[A6]に示されている推計方法を用いて算出した値を用いている。

	kg-NO2/10 ⁶ kcal
362201 航空機	124.3 民間(国内線・国際線)の平均値
715101 航空輸送	124.3 "
717904 航空付帯サービス(国営)	124.3 "
717905 航空付帯サービス(産業)	124.3 "
811101 公務(中央)	132.79 防衛

A8.4 船舶

船舶関連6部門(31100,31104,31200,714101,714201,714301)で消費されている軽油、A重油、BC重油は船舶の燃料として消費されたとした。これら6部門において用いられる各船舶の出力を推定し、図A8.1に示されるように、船舶ごとに年間NOx排出量を求め、それらを合計することで各部門における全船舶の燃料消費に伴う総NOx排出量を求めた。それを、各部門の軽油、A重油、BC重油の合計燃料消費量で割ることで、NOx排出係数(g-NO2/kg-fuel)を求めた。なお、各船舶に関して、その出力からNOx排出係数を求める際には、図A8.2に示される関係式に従った。

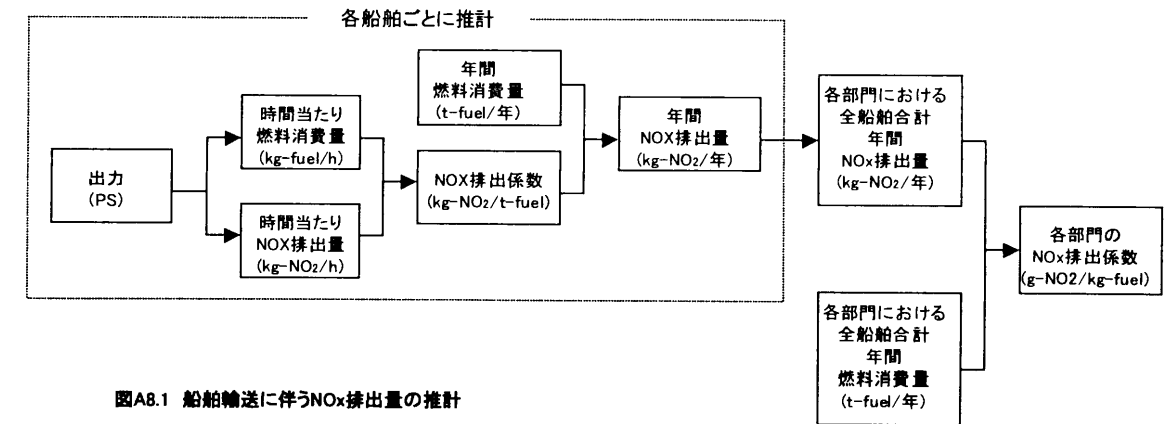
各部門の燃料種別NOx排出係数

全燃料に共通の重量あたりNOx排出係数を、各燃料(軽油、A重油、BC重油)の重量あたり熱量(kcal/kg)で割ることによって、各燃料の熱量あたりのNOx排出係数を算出している。なお、各部門の重量あたりのNOx排出係数は、次ページ以降の表を参照されたい。また、各部門において使用される船舶の馬力は、漁船に関しては文献[A7]を、輸送船に関しては文献[A8]と文献[A9]を用いて推計している。

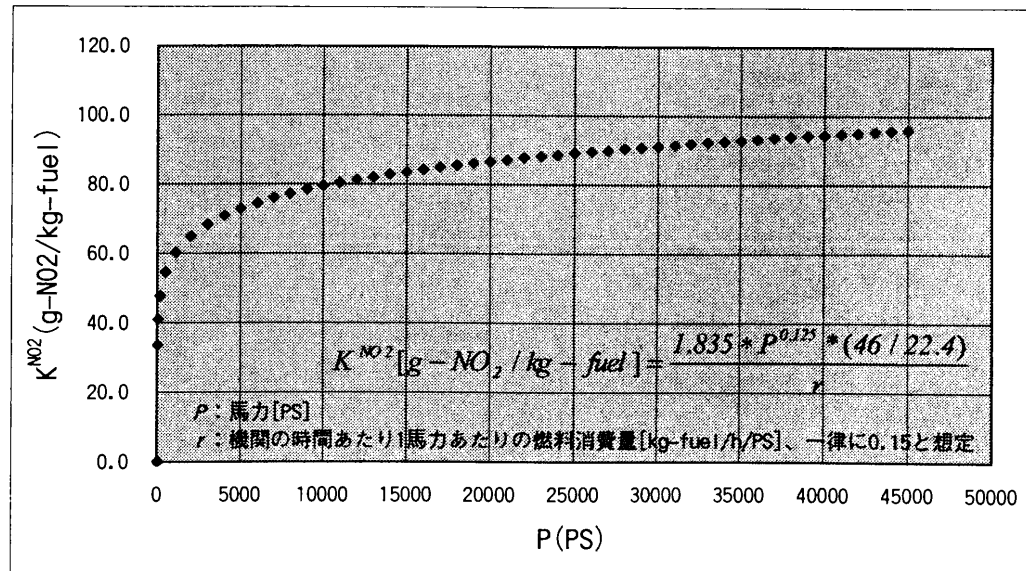
コード	部門	全燃料共通排出係数				軽油			A重油			BC重油		
		g-NO2/kg	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	kg-NO2/10 ⁶ kcal	
31101	沿岸漁業	30	269	274	287									
31102	沖合漁業	53	478	486	510									
31103	遠洋漁業	51	466	475	498									
31100	海面漁業*		308	416	430									
31104	海面養殖	38	349	355	373									
31201	内水面漁業	38	349	355	373									
31202	内水面養殖業	38	349	355	373									
31200	内水面漁業・養殖業*		349	355	373									
714101	外洋輸送	78	708	721	755									
714201	沿海輸送	60	549	559	586									
714301	港湾輸送	60	549	559	586									

[注1] 海面漁業、内水面漁業・養殖業部門のNOx排出係数は、それぞれ、311101-311103、312101-312102のNOx排出係数を、各部門の燃料消費量(熱量)で加重平均することによって求めた。

[注2] 港湾輸送に用いられている船舶に関するデータが得られなかったため、港湾輸送のNOx排出係数は、沿海輸送のそれと同じであると仮定した。



図A8.1 船舶輸送に伴うNOx排出量の推計



[注] 船舶と馬力の関係式は文献[A10]と文献[A11]より推計している。

図A8.2 船舶の馬力とNOx排出量の関係

移動発生源のNOx排出量の推計に用いた文献

- [A1]環境庁大気保全局自動車公害課編(1994)「実走行モードにおける自動車排出ガスの原単位について」
- [A2]運輸省「平成4年度運輸関係エネルギー要覧」(1993)
- [A3]US.EPA(1995),Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 5th Edition, Vol. II
- [A4]US.EPA(1992),Procedures for Emission Inventory Preparation, Vol.IV, MobileSources,EPA-450/4-81-026d(revised)
- [A5]Exxon(1993),Turbine-Engined Fleets of the World's Airlines,1993 Survey
- [A6]外岡豊(1997)「航空機排出量の推計(未発表原稿、公開可能)」
- [A7]水産庁(1991)「平成2年漁船統計表」
- [A8]運輸省(1991)「平成2年船舶統計」
- [A9]日本船舶機関学会(1995)「船舶排出大気汚染物質削減手法検討調査報告書」
- [A10]航海便覧編集委員会編(1991)「航海便覧(三訂版)」海文堂出版
- [A11]環境庁編(1978)「特殊発生源(船舶等)調査報告書」

漁船一覽(海水動力船):漁業種別の勢力(船質、船型別)(「平成2年漁船統計表」水産庁)

	総計			5GT未満			5-9GT			10-14GT	
	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数
総計	384300	2356947.17	16455594	348945	606786.21	10505986	18106	142211.63	1431183	6124	78002.31
内水面	831	734.75	23292	831	734.75	23292					
採介藻	113526	158544.73	3396323	111725	139750.1	3233975	1224	8739.49	99778	236	2958.92
定置	12550	51913.7	524626	9829	20880.23	294624	1337	10102.1	85582	731	9053.89
一本つり	115656	346808.19	4222500	108166	181163.14	3251612	4531	35488.69	383913	1142	14450.24
はえなわ	12583	90351.33	676413	10591	22365.77	366268	1008	8135.18	84920	232	3035.24
刺網	57532	225741.04	2279207	53700	92596.53	1685560	2490	19121.77	214872	289	3650.5
まき網(鋼船)	1990	56656.5	319181	868	3394.22	49031	200	1727.35	15045	313	4342.36
まき網付属船	3757	149790.17	680667	1275	4158.52	69587	549	4259.57	51985	393	4878.27
敷網	2272	16582.32	150512	1499	3989.16	56237	344	2712.29	28725	266	3428.27
底ひき網	21141	142828.82	854219	17744	67906.51	406139	1778	14928.55	91245	901	12160.72
遠											
以西底ひき網	247	33745.28	125270								
遠洋底ひき網	164	163621.99	220870								
ひき網	9435	50060.28	488302	6795	23813.79	268799	1941	16334.23	146583	547	7245
(遠) かつお・まぐろ	1916	343019.45	780804	27	117.11	2414	50	437.6	4955	51	628.14
遠											
捕鯨	20	4406.54	23670	8	12.09	480	1	9.97	70		
官公庁船	1001	73637.9	224470	625	1111.28	20051	60	466.8	7124	19	239.37
遠											
運搬船	2657	325926.58	454628	1073	3248.53	49068	737	5812.12	73075	346	4101.76
遠											
冷凍運搬および	4	45628.5	20570								
養・内											
雑漁業	27018	76949.1	990070	24189	41544.48	728849	1856	13935.92	143311	658	7829.63

漁船一覽(淡水動力船):漁業種別の勢力(船質、船型別)(「平成2年漁船統計表」水産庁)

	総計			5GT未満			5GT以上		
	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力
内	11151	11809.19	223449	11132	11661.2	221566	19	147.99	1883

漁船の燃料消費に伴うNOx排出量

	総計			5GT未満			5-9GT			10-14GT	
	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数
沿											
内水面	831	0.88	28.03	831	0.88	28.03	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!
[2] 燃料消費量	kg/h/ship						4			12	
[3] 稼働率	%						7%	沿		7%	沿
燃料消費量	kg/a/ship						2426			7055	
燃料消費量	kg/a		2015765			2015765				8635112	
消費比率	%		100.00%			100.00%				2.70%	
[4] NOX排出量	Nm3/h/ship					0.076088399				0.251538103	
NOX排出量	Nm3/kg					0.018097619				0.020571177	
[5] NOX排出量	g-NO2/kg					37.16				42.24	
NOX排出量	t-NO2/a		75			75				365	
排出比率	%		100.00%			100.00%				3.00%	
沿・沖											
採介藻	113526	1.40	29.92	111725	1.25	28.95	1224	7.14	81.52	236	12.54
[2] 燃料消費量	kg/h/ship						4			12	
[3] 稼働率	%						7%	沿		7%	沿
燃料消費量	kg/a/ship						2505			7055	
燃料消費量	kg/a		319388313			279878707				8635112	
消費比率	%		100.00%			87.83%				2.70%	
[4] NOX排出量	Nm3/h/ship					0.078881771				0.251538103	
NOX排出量	Nm3/kg					0.018167664				0.020571177	
[5] NOX排出量	g-NO2/kg					37.31				42.24	
NOX排出量	t-NO2/a		12167			10442				365	
排出比率	%		100.00%			85.82%				3.00%	
沿・沖											
定置	12550	4.14	41.80	9829	2.12	29.97	1337	7.56	64.01	731	12.39
[2] 燃料消費量	kg/h/ship						4			10	
[3] 稼働率	%						7%	沿		7%	沿
燃料消費量	kg/a/ship						2594			5540	
燃料消費量	kg/a		103702926			25497718				7406544	
消費比率	%		100.00%			24.59%				7.14%	
[4] NOX排出量	Nm3/h/ship					0.082029458				0.191867381	
NOX排出量	Nm3/kg					0.018243989				0.019982916	
[5] NOX排出量	g-NO2/kg					37.47				41.04	
NOX排出量	t-NO2/a		4349			955				304	
排出比率	%		100.00%			21.97%				6.99%	
沿・沖											
一本つり	115656	3.00	36.51	108166	1.67	30.06	4531	7.83	84.73	1142	12.65
[2] 燃料消費量	kg/h/ship						5			13	
[3] 稼働率	%						7%	沿		7%	沿
燃料消費量	kg/a/ship						2602			7333	
燃料消費量	kg/a		604266653			281405070				33225079	
消費比率	%		100.00%			46.57%				5.50%	
[4] NOX排出量	Nm3/h/ship					0.082294138				0.262665726	
NOX排出量	Nm3/kg					0.018250287				0.020666807	
[5] NOX排出量	g-NO2/kg					37.48				42.44	
NOX排出量	t-NO2/a		25958			10547				1410	
排出比率	%		100.00%			40.63%				5.43%	

[2]y=0.15x(馬力-燃料消費量)、[A10]より
 [3]稼働率に関する実データがないので、年間総消費量が産業連関表の部門の軽重油消費量に一致するように想定
 [4]logy=1.12*logx-2.74(馬力-NOx排出量)回帰式、[A11]より
 [5]22.4l=1mol(標準状態)として換算

	船名	総計			5GT未満			5-9GT			10-14GT		
		隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	
沿・沖	はえなわ	12583	7.18	53.76	10591	2.11	34.58	1008	8.07	84.25	232	13.08	
[2]	燃料消費量	kg/h/ship											
[3]	稼働率	%					沿			沿			
	燃料消費量	kg/a/ship											
	燃料消費量	kg/a		150182131		31698023			7349253				
	消費比率	%		100.00%		21.11%			4.89%				
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship				0.096277643			0.260984904				
	NOX排出量	Nm3/kg				0.018559753			0.020652597				
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg				38.11			42.41				
	NOX排出量	t-NO2/a		6977		1208			312				
	排出比率	%		100.00%		17.31%			4.47%				
沿・沖	刺網	57532	3.92	39.62	53700	1.72	31.39	2490	7.68	86.29	289	12.63	
[2]	燃料消費量	kg/h/ship											
[3]	稼働率	%					沿			沿			
	燃料消費量	kg/a/ship											
	燃料消費量	kg/a		351372014		145873840			18595721				
	消費比率	%		100.00%		41.52%			5.29%				
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship				0.086373859			0.268100816				
	NOX排出量	Nm3/kg				0.018345144			0.020712208				
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg				37.67			42.53				
	NOX排出量	t-NO2/a		15696		5496			791				
	排出比率	%		100.00%		35.01%			5.04%				
沿・沖	まき網(鋼船)	1990	28.47	160.39	868	3.91	56.49	200	8.64	75.23	313	13.87	
[2]	燃料消費量	kg/h/ship											
[3]	稼働率	%					沿			沿			
	燃料消費量	kg/a/ship											
	燃料消費量	kg/a		131424165		4243302			1302043				
	消費比率	%		100.00%		3.23%			0.99%				
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship				0.166795815			0.229892954				
	NOX排出量	Nm3/kg				0.019685337			0.020373808				
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg				40.43			41.84				
	NOX排出量	t-NO2/a		6657		172			54				
	排出比率	%		100.00%		2.58%			0.82%				
沿・沖	まき網付属船	3757	39.87	181.17	1275	3.26	54.58	549	7.76	94.69	393	12.41	
[2]	燃料消費量	kg/h/ship											
[3]	稼働率	%					沿			沿			
	燃料消費量	kg/a/ship											
	燃料消費量	kg/a		286400653		6022285			4498951				
	消費比率	%		100.00%		2.10%			1.57%				
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship				0.160494473			0.297483162				
	NOX排出量	Nm3/kg				0.01960428			0.02094428				
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg				40.26			43.01				
	NOX排出量	t-NO2/a		14450		242			194				
	排出比率	%		100.00%		1.68%			1.34%				
沿・沖	敷網	2272	7.30	66.25	1499	2.66	37.52	344	7.88	83.50	266	12.89	
[2]	燃料消費量	kg/h/ship											
[3]	稼働率	%					沿			沿			
	燃料消費量	kg/a/ship											
	燃料消費量	kg/a		39697830		4866933			2485955				
	消費比率	%		100.00%		12.26%			6.26%				
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship				0.105469521			0.2584079				
	NOX排出量	Nm3/kg				0.018741968			0.020630651				
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg				38.49			42.37				
	NOX排出量	t-NO2/a		1790		187			105				
	排出比率	%		100.00%		10.47%			5.88%				
沿・沖	底ひき網	21141	6.76	40.41	17744	3.83	22.89	1778	8.40	51.32	901	13.50	
[2]	燃料消費量	kg/h/ship											
[3]	稼働率	%					沿			沿			
	燃料消費量	kg/a/ship											
	燃料消費量	kg/a		219121623		35148589			7896639				
	消費比率	%		100.00%		16.04%			3.60%				
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship				0.060642619			0.14979958				
	NOX排出量	Nm3/kg				0.017662961			0.019459963				
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg				36.27			39.96				
	NOX排出量	t-NO2/a		10244		1275			316				
	排出比率	%		100.00%		12.44%			3.08%				
遠	以西底ひき網	247	136.62	507.17	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	
[2]	燃料消費量	kg/h/ship											
[3]	稼働率	%											
	燃料消費量	kg/a/ship											
	燃料消費量	kg/a		116539621									
	消費比率	%		100.00%									
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship											
	NOX排出量	Nm3/kg											
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg											
	NOX排出量	t-NO2/a		6131									
	排出比率	%		100.00%									

[2]y=0.15x(馬力-燃料消費量)、[A10]より
 [3]稼働率に関する実データがないので、年間総消費量が産業連関表の部門の軽重油消費量に一致するように想定
 [4]logy=1.12*logx-2.74(馬力-NOX排出量)回帰式、[A11]より
 [5]22.4l=1mol(標準状態)として換算

	船名	15-19GT			20-29GT			30-49GT			50-99GT	
		隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	
沿・沖	はえなわ	116.01	405	19.03	153.09	34	28.99	176.18	81	46.54	243.70	114
[2]	燃料消費量	kg/h/ship										
[3]	稼働率	%			沖		沖		沖		沖	
	燃料消費量	kg/a/ship										
	燃料消費量	kg/a		57245		75539		86932		120253		
	消費比率	%		13280917		30593234		2955701		9740491		
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship										
	NOX排出量	Nm3/kg										
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg										
	NOX排出量	t-NO2/a		0.373462644		0.50948226		0.596295668		0.857601605		
	排出比率	%		0.021460978		0.022187131		0.022564332		0.023460226		
沿・沖	刺網	119.62	511	19.00	160.26	9	29.59	202.22	34	48.15	260.88	106
[2]	燃料消費量	kg/h/ship										
[3]	稼働率	%			沖		沖		沖		沖	
	燃料消費量	kg/a/ship										
	燃料消費量	kg/a		59025		79081		99784		128730		
	消費比率	%		17058195		40410207		898059		4376806		
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship										
	NOX排出量	Nm3/kg										
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg										
	NOX排出量	t-NO2/a		0.386489519		0.536311199		0.695870369		0.925588749		
	排出比率	%		0.021539962		0.022309463		0.022940781		0.023652775		
沿・沖	まき網(鋼船)	112.60	305	19.05	149.70	12	29.56	189.17	43	39.60	254.19	77
[2]	燃料消費量	kg/h/ship										
[3]	稼働率	%			沖		沖		沖		沖	
	燃料消費量	kg/a/ship										
	燃料消費量	kg/a		55563		73870		93342		125425		
	消費比率	%		17391266		22530436		1120107		5393291		
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship										
	NOX排出量	Nm3/kg										
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg										
	NOX排出量	t-NO2/a		0.361193194		0.496894736		0.645752304		0.899021155		
	排出比率	%		0.021384304		0.02212774		0.02275779		0.023579085		
沿・沖	まき網付属船	115.48	753	18.72	145.77	1	29.00	190.00	136	43.09	257.46	206
[2]	燃料消費量	kg/h/ship										
[3]	稼働率	%			沖		沖		沖		沖	
	燃料消費量	kg/a/ship										
	燃料消費量	kg/a		56984		71929		93753		127042		
	消費比率	%		22394740		54162359		93753		1727775		
[4]	NOX排出量	Nm3/h/ship										
	NOX排出量	Nm3/kg										
[5]	NOX排出量	g-NO2/kg										
	NOX排出量	t-NO2/a		0.371554191		0.482291018						

	馬力	15-19GT			20-29GT			30-49GT			50-99GT
		隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数
遠洋底びき網	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	46
[2] 燃料消費量											
[3] 稼働率											
[4] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] 排出比率											
沿沖 ひき網	105.80	152	17.55	98.98	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0
[2] 燃料消費量	16			15							
[3] 稼働率	38% 沖			38% 沖							
[4] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] 排出比率											
遠沖沿 かつお・まぐろ	109.90	326	19.22	147.64	0	#DIV/0!	#DIV/0!	32	46.68	240.00	479
[2] 燃料消費量	16			22				36		36	
[3] 稼働率	38% 沖			38% 沖				38% 沖		38% 沖	
[4] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] 排出比率											
遠 捕鯨	#DIV/0!	1	15.20	180.00	0	#DIV/0!	#DIV/0!	5	45.11	406.00	0
[2] 燃料消費量				27				61		61	
[3] 稼働率				72% 遠				72% 遠		72% 遠	
[4] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] 排出比率											
官公庁船	138.95	49	18.83	221.73	11	27.10	404.55	49	41.18	533.67	40
[2] 燃料消費量	21			33			61			80	
[3] 稼働率	0%			0%			0%			0%	
[4] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] 排出比率											
遠沖沿 運搬船	112.86	293	18.27	143.87	1	29.71	115.00	9	42.16	219.44	10
[2] 燃料消費量	17			22			17			33	
[3] 稼働率	38% 沖			38% 沖			38% 沖			38% 沖	
[4] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] 排出比率											
遠 冷凍運搬および	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0
[2] 燃料消費量											
[3] 稼働率											
[4] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] NOX排出量											
[5] 排出比率											

	総トン数 馬力		100-199GT			200GT以上		
	隻数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力
遠洋底びき網	86.38	230.22	0	#DIV/0!	#DIV/0!	118	1352.95	1782.03
[2] 燃料消費量		35						267
[3] 稼働率		72% 遠						72% 遠
[4] NOX排出量		214173						1657840
[5] NOX排出量		9851956						195625061
[5] 消費比率		4.79%						95.21%
[4] NOX排出量		0.804627189						7.96206789
[5] NOX排出量		0.023300504						0.029786444
[5] NOX排出量		47.85						61.17
[5] NOX排出量		471						11966
[5] 排出比率		3.79%						96.21%
沿沖 ひき網	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!
[2] 燃料消費量								
[3] 稼働率								
[4] NOX排出量								
[5] NOX排出量								
[5] NOX排出量								
[5] 排出比率								
遠沖沿 かつお・まぐろ	69.22	342.88	195	168.09	504.26	756	354.69	594.51
[2] 燃料消費量		51			76			89
[3] 稼働率		38% 沖			72% 遠			72% 遠
[4] NOX排出量		169191			469114			553078
[5] NOX排出量		81042462			91477136			418126706
[5] 消費比率		13.04%			14.72%			67.27%
[4] NOX排出量		1.257073391			1.936286418			2.328406162
[5] NOX排出量		0.024441393			0.025599231			0.026110061
[5] NOX排出量		50.19			52.57			53.62
[5] NOX排出量		4068			4809			22419
[5] 排出比率		12.44%			14.70%			68.55%
遠 捕鯨	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	5	828.75	4182.00
[2] 燃料消費量								627
[3] 稼働率								72% 遠
[4] NOX排出量								3890546
[5] NOX排出量								19452730
[5] 消費比率								88.34%
[4] NOX排出量								20.69903562
[5] NOX排出量								0.032997028
[5] NOX排出量								67.76
[5] NOX排出量								1318
[5] 排出比率								91.31%
官公庁船	68.79	593.00	42	148.79	614.05	106	562.08	978.11
[2] 燃料消費量		89			92			147
[3] 稼働率		0%			0%			0%
[4] NOX排出量		#DIV/0!			#DIV/0!			#DIV/0!
[5] NOX排出量		2.32178102			2.414272558			4.066640842
[5] NOX排出量		0.026102091			0.026211567			0.027717588
[5] NOX排出量		53.60			53.83			56.92
[5] NOX排出量		0			0			0
[5] 排出比率		#DIV/0!			#DIV/0!			#DIV/0!
遠沖沿 運搬船	92.40	351.00	31	161.94	483.87	157	1917.56	1469.30
[2] 燃料消費量		53			73			220
[3] 稼働率		38% 沖			72% 遠			72% 遠
[4] NOX排出量		173197			450149			1366900
[5] NOX排出量		1731972			13954613			214603334
[5] 消費比率		0.61%			4.95%			76.11%
[4] NOX排出量		1.290458286			1.848830568			6.414510571
[5] NOX排出量		0.024510129			0.025472777			0.029104623
[5] NOX排出量		50.33			52.31			59.77
[5] NOX排出量		87			730			12827
[5] 排出比率		0.55%			4.59%			80.57%
遠 冷凍運搬および	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	4	11407.13	5142.50
[2] 燃料消費量								771
[3] 稼働率								72% 遠
[4] NOX排出量								4784106
[5] NOX排出量								19136425
[5] 消費比率								100.00%
[4] NOX排出量								26.09247142
[5] NOX排出量								0.033825923
[5] NOX排出量								69.46
[5] NOX排出量								1329
[5] 排出比率								100.00%

	総計			5GT未満			5-9GT			10-14GT	
	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数
内漁養 雑漁業	27018	2.85	36.64	24189	1.72	30.13	1856	7.51	77.21	658	11.90
[2] 燃料消費量	kg/h/ship					5			12		
[3] 稼働率	%					16%	他		16%	他	
燃料消費量	kg/a/ship					6396			16391		
燃料消費量	kg/a		210163149			154713506			30420769		
消費比率	%		100.00%			73.62%			14.47%		
[4] NOX排出量	Nm3/h/ship					0.08250913			0.236714979		
NOX排出量	Nm3/kg					0.018255389			0.020437743		
NOX排出量	g-NO2/kg					37.49			41.97		
NOX排出量	t-NO2/a		8209			5800			1277		
排出比率	%		100.00%			70.65%			15.55%		
内漁養 淡水漁業	11151	1.06	20.04	11132	1.05	19.90	19	7.79	99.11	0	#DIV/0!
[2] 燃料消費量	kg/h/ship					3			15		
[3] 稼働率	%					16%	他		16%	他	
燃料消費量	kg/a/ship					4225			21037		
燃料消費量	kg/a		47431743			47032036			399706		
消費比率	%		100.00%			99.16%			0.84%		
[4] NOX排出量	Nm3/h/ship					0.051856298			0.313060537		
NOX排出量	Nm3/kg					0.017369221			0.021059126		
NOX排出量	g-NO2/kg					35.67			43.25		
NOX排出量	t-NO2/a		1695			1678			17		
排出比率	%		100.00%			98.98%			1.02%		

[2]y=0.15x(馬力-燃料消費量)、[A10]より

[3]稼働率に関する実データがないので、年間総消費量が産業連関表の部門の軽重油消費量に一致するように想定

[4]logy=1.12*logx-2.74(馬力-NOX排出量)回帰式、[A11]より

[5]22.4l=1mol(標準状態)として換算

漁業関連部門のNOx排出係数

各船舶の用途を「沿岸」「沖合い」「遠洋」「内水面+養殖」の4つに分類して、各船舶から排出される年間NOx量を合計して求めた各部門における年間NOx排出量を各部門の軽重油消費量(付録A5の各部門の直接原燃料消費量より算出)で割ることで、各部門のNOx排出係数を求めた。

コード	部門名	軽重油消費量 (1000t)	年間NOx排出量 (t-NO2)	NOx排出係数 (g-NO2/kg)
31101	沿岸漁業	1,226	36,349	30
31102	沖合い漁業	1,490	78,390	53
31103	遠洋漁業	1,101	56,588	51
31104	海面養殖業	139		
31201	内水面漁業	41		
31202	内水面養殖業	77		
	上記3部門計	258	9,904	38

	馬力	15-19GT			20-29GT			30-49GT			50-99GT
		隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数	総トン数	馬力	隻数
内漁養 雑漁業	94.62	270	17.72	123.04	1	29.92	140.00	1	33.00	140.00	9
[2] 燃料消費量	14			18			21			21	
[3] 稼働率	16%	他		16%	他		16%	他		16%	他
燃料消費量	20085			26117			29718			29718	
燃料消費量	13215992			7051643			29718			29718	
消費比率	6.29%			3.36%			0.01%			0.01%	
[4] NOX排出量	0.297235864			0.398878077			0.460960169			0.460960169	
NOX排出量	0.020942413			0.0216129			0.021950484			0.021950484	
NOX排出量	43.01			44.38			45.08			45.08	
NOX排出量	568			313			1			1	
排出比率	6.92%			3.81%			0.02%			0.02%	
内漁養 淡水漁業	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	#DIV/0!	0
[2] 燃料消費量											
[3] 稼働率											
燃料消費量											
燃料消費量											
消費比率											
[4] NOX排出量											
NOX排出量											
NOX排出量											
排出比率											

	100-199GT		200GT以上	
	隻数	馬力	隻数	馬力
内漁養 雑漁業	84.12	412.22	21	183.11
[2] 燃料消費量		62		71
[3] 稼働率		16%	他	16%
燃料消費量		87503		100071
消費比率		0.37%		0.86%
[4] NOX排出量		1.545066471		1.795667026
NOX排出量		0.024987598		0.026424725
[5] NOX排出量		51.31		54.27
NOX排出量		40		110
排出比率		0.49%		1.20%
内漁養 淡水漁業	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!
[2] 燃料消費量				
[3] 稼働率				
燃料消費量				
消費比率				
[4] NOX排出量				
NOX排出量				
[5] NOX排出量				
NOX排出量				
排出比率				

内航船舶の用途、トン数及び機関の種類別隻数、トン数(「平成2年船舶統計」運輸省)
(内航のうち内航船)

	合計		5G/T以上		20G/T以上		100G/T以上		200G/T以上		300G/T以上		500G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全船舶合計	7216	4030487	661	10477	1170	73438	2240	397253	270	72738	1563	725133	573	386948
ディーゼル	7179	4020830	655	10391	1162	73198	2225	394693	266	71605	1561	724169	573	386948
タービン	20	6873	2	37	5	137	7	1216	4	1133	1	493	0	0
焼玉	1	48	0	0	1	48	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	16	2736	4	49	2	55	8	1344	0	0	1	471	0	0
貨物船計	2922	1065762	65	1081	231	14499	1357	249278	111	30552	950	445409	130	87049
ディーゼル	2912	1063559	64	1076	230	14451	1351	248092	111	30552	948	444445	130	87049
タービン	3	890					2	397			1	493		
焼玉	1	48			1	48								
その他	6	1265	1	5			4	789			1	471		
専用船計	867	896208	11	196	34	2433	218	39101	44	12058	195	88643	158	106776
ディーゼル	867	896208	11	196	34	2433	218	39101	44	12058	195	88643	158	106776
タービン	0	0												
焼玉	0	0												
その他	0	0												
貨客船計	76	68935	15	213	15	758	13	2172	4	1000	12	5091	2	1390
ディーゼル	76	68935	15	213	15	758	13	2172	4	1000	12	5091	2	1390
タービン	0	0												
焼玉	0	0												
その他	0	0												
客船計	685	116072	196	3020	276	15313	129	19509	32	8246	26	10153	6	3468
ディーゼル	663	109071	193	2973	269	15121	123	18554	28	7113	26	10153	6	3468
タービン	17	5983	2	37	5	137	5	819	4	1133				
焼玉	0	0												
その他	5	1018	1	10	2	55	1	136						
自動車航送船計	497	1072096	14	262	38	3056	94	16715	29	7370	47	19620	79	52334
ディーゼル	496	1071952	14	262	38	3056	93	16571	29	7370	47	19620	79	52334
タービン	0	0												
焼玉	0	0												
その他	1	144					1	144						
油送船計	2169	811414	360	5705	576	37379	429	70478	50	13512	333	156217	198	135931
ディーゼル	2165	811105	358	5671	576	37379	427	70203	50	13512	333	156217	198	135931
タービン	0	0												
焼玉	0	0												
その他	4	309	2	34			2	275						

内航船舶の燃料消費に伴うNOx排出量および沿海輸送部門のNOx排出係数

	合計		5G/T以上		20G/T以上		100G/T以上		200G/T以上		300G/T以上		500G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全ディーゼル船	7179	4020830	655	10391	1162	73198	2225	394693	266	71605	1561	724169	573	386948
総トン数	G/T			16		63		177		269		464		675
[1] 馬力	PS			269		535		898		1107		1453		1753
[2] 燃料消費量	kg/h/ship			40		80		135		166		218		263
[3] 稼働率	%	35.12%		35%		35%		35%		35%		35%		35%
燃料消費量	kg/a/ship			122420		243944		409363		504283		662007		798717
燃料消費量	kg/a	4082323513		80185003		283463078		910832561		134139388		1033392355		457664727
消費比率	%	100.00%		1.96%		6.94%		22.31%		3%		25.31%		11.21%
[4] NOx排出量	Nm3/h/ship			0.95651718		2.07044604		3.697092		4.66975771		6.33380259		7.81589398
NOx排出量	Nm3/kg			0.02373622		0.02578364		0.0274361		0.02813133		0.02906517		0.02972737
[5] NOx排出量	g-NO2/kg	80.40		48.74		52.95		56.34		57.77		59.69		61.05
NOx排出量	t-NO2/a	246940		3909		15009		51318		7749		61680		27939
排出比率	%	100.00%		1.58%		6.08%		20.78%		3.14%		24.98%		11.31%

[1]y=67.45*x^0.50(総トン数-馬力)、[A9:pp.33]より

[2]y=0.15x(馬力-燃料消費量)、[A10]より

[3]稼働率に関する実データがないので、年間総消費量が714201沿海・内水面輸送部門の軽重油消費量に一致するように想定

[4]logy=1.12*logx-2.74(馬力-NOx排出量)回帰式、[A11]より

[5]22.4l=1mol(標準状態)として換算

内航船舶の用途、
(鋼船のうち内航)

	700G/T以上		1000G/T以上		1600G/T以上		2000G/T以上		3000G/T以上		4000G/T以上		5000G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全船舶合計	170	165247	139	195020	45	83014	128	336065	90	314803	50	229941	69	442907
ディーゼル	169	164430	139	195020	45	83014	128	336065	89	310946	50	229941	69	442907
タービン	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3857	0	0	0	0
焼玉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1	817	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
貨物船計	9	8968	9	12597	6	11758	13	33798	24	85159	9	40385	8	45229
ディーゼル	9	8968	9	12597	6	11758	13	33798	24	85159	9	40385	8	45229
タービン														
焼玉														
その他														
専用船計	52	50777	41	56632	6	10814	27	66444	23	81451	29	132356	19	122174
ディーゼル	52	50777	41	56632	6	10814	27	66444	23	81451	29	132356	19	122174
タービン														
焼玉														
その他														
貨客船計	1	796	2	2547	1	1796	0	0	4	14096	4	19443	3	19633
ディーゼル	1	796	2	2547	1	1796	0	0	4	14096	4	19443	3	19633
タービン														
焼玉														
その他														
客船計	5	4276	3	3374	2	3624	3	7632	4	13242	1	4906	0	0
ディーゼル	4	3459	3	3374	2	3624	3	7632	3	9385	1	4906		
タービン									1	3857				
焼玉														
その他	1	817												
自動車航送船計	25	23189	26	34307	11	20424	28	71891	25	88212	7	32851	38	250024
ディーゼル	25	23189	26	34307	11	20424	28	71891	25	88212	7	32851	38	250024
タービン														
焼玉														
その他														
油送船計	78	77241	58	85563	19	34598	57	156300	10	32643	0	0	1	5847
ディーゼル	78	77241	58	85563	19	34598	57	156300	10	32643	0	0	1	5847
タービン														
焼玉														
その他														

内航船舶の燃料

	700G/T以上		1000G/T以上		1600G/T以上		2000G/T以上		3000G/T以上		4000G/T以上		5000G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全ディーゼル船	169	164430	139	195020	45	83014	128	336065	89	310946	50	229941	69	442907
総トン数		973		1403		1845		2626		3494		4599		6419
[1] 馬力		2104		2526		2897		3456		3987		4574		5404
[2] 燃料消費量		316		379		435		518		598		686		811
[3] 稼働率		35%		35%		35%		35%		35%		35%		35%
燃料消費量		958718		1151267		1320119		1574891		1816734		2084333		2462496
燃料消費量		162023388		160026094		59405377		201586041		161689314		104216633		169912232
消費比率		3.97%		3.92%		1.46%		4.94%		3.96%		2.55%		4.16%
[4] NOX排出量		9.5894263		11.7710668		13.7209926		16.7193444		19.6202696		22.8845185		27.5828617
NOX排出量		0.03038591		0.03106064		0.03157497		0.03225072		0.03280834		0.0333538		0.03402784
[5] NOX排出量		62.40		63.79		64.84		66.23		67.37		68.49		69.88
NOX排出量		10110		10207		3852		13351		10894		7138		11873
排出比率		4.09%		4.13%		1.56%		5.41%		4.41%		2.89%		4.81%

内航船舶の用途、
(鋼船のうち内航)

	8000G/T以上		10000G/T以上		20000G/T以上		30000G/T以上		40000G/T以上		50000G/T以上		65000G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全船舶合計	15	139341	32	435021	1	23141	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル	15	139341	32	435021	1	23141	0	0	0	0	0	0	0	0
タービン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
焼玉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
貨物船計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル														
タービン														
焼玉														
その他														
専用船計	3	28415	6	74797	1	23141	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル	3	28415	6	74797	1	23141								
タービン														
焼玉														
その他														
貨客船計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル														
タービン														
焼玉														
その他														
客船計	2	19309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル	2	19309												
タービン														
焼玉														
その他														
自動車航送船計	10	91617	26	360224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル	10	91617	26	360224										
タービン														
焼玉														
その他														
油送船計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル														
タービン														
焼玉														
その他														

内航船舶の燃料

	8000G/T以上		10000G/T以上		20000G/T以上		30000G/T以上		40000G/T以上		50000G/T以上		65000G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全ディーゼル船	15	139341	32	435021	1	23141	0	0	0	0	0	0	0	0
総トン数		9289		13594		23141								
[1] 馬力		6501		7864		10261		0		0		0		0
[2] 燃料消費量		975		1180		1539		0		0		0		0
[3] 稼働率		35%		35%		35%		35%		35%		35%		35%
燃料消費量		2962359		3583636		4675574		0		0		0		0
燃料消費量		44435382		114676368		4675574		0		0		0		0
消費比率		1.09%		2.81%		0.11%		0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
[4] NOX排出量		33.9260174		41.9895795		56.5605699		0		0		0		0
NOX排出量		0.03479091		0.03559493		0.03674934		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
[5] NOX排出量		71.45		73.10		75.47		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
NOX排出量		3175		8382		353		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
排出比率		1.29%		3.39%		0.14%		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!

内航船舶の用途、
(網船のうち内航船)

	10000G/T以上	
	隻数	総トン数
全船舶合計	0	0
ディーゼル	0	0
タービン	0	0
焼玉	0	0
その他	0	0
貨物船計	0	0
ディーゼル		
タービン		
焼玉		
その他		
専用船計	0	0
ディーゼル		
タービン		
焼玉		
その他		
貨客船計	0	0
ディーゼル		
タービン		
焼玉		
その他		
客船計	0	0
ディーゼル		
タービン		
焼玉		
その他		
自動車航送船計	0	0
ディーゼル		
タービン		
焼玉		
その他		
油送船計	0	0
ディーゼル		
タービン		
焼玉		
その他		

内航船舶の燃料消費

	10000G/T以上	
	隻数	総トン数
全ディーゼル船	0	0
総トン数		
[1] 馬力	0	
[2] 燃料消費量	0	
[3] 稼働率	35%	
燃料消費量	0	
燃料消費量	0	
消費比率	0.00%	
[4] NOX排出量	0	
NOX排出量	#DIV/0!	
[5] NOX排出量	#DIV/0!	
NOX排出量	#DIV/0!	
排出比率	#DIV/0!	

外航船舶の用途、トン数及び機関の種類別隻数、トン数(「平成2年船舶統計」運輸省)
(網船のうち外航船)

	合計		5G/T以上		20G/T以上		100G/T以上		200G/T以上		300G/T以上		500G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全船舶合計	576	20604218	0	0	2	116	7	1201	12	3298	36	17095	29	19857
ディーゼル	555	18375433	0	0	2	116	7	1201	12	3298	36	17095	29	19857
タービン	20	2175803	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
焼玉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1	52982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
貨物船計	237	3737396	0	0	2	116	5	902	10	2786	25	11923	17	11605
ディーゼル	236	3735440			2	116	5	902	10	2786	25	11923	17	11605
タービン	1	1956												
焼玉	0	0												
その他	0	0												
専用船計	231	9344732	0	0	0	0	0	0	2	512	9	4295	10	6885
ディーゼル	220	8359090							2	512	9	4295	10	6885
タービン	10	932660												
焼玉	0	0												
その他	1	52982												
貨客船計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル	0	0												
タービン	0	0												
焼玉	0	0												
その他	0	0												
客船計	9	81346	0	0	0	0	1	159	0	0	1	378	0	0
ディーゼル	9	81346					1	159			1	378		
タービン	0	0												
焼玉	0	0												
その他	0	0												
自動車航送船計	3	21342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル	3	21342												
タービン	0	0												
焼玉	0	0												
その他	0	0												
油送船計	96	7419402	0	0	0	0	1	140	0	0	1	499	2	1367
ディーゼル	87	6178215					1	140			1	499	2	1367
タービン	9	1241187												
焼玉	0	0												
その他	0	0												

外航船舶の燃料消費に伴うNOx排出量および外洋輸送部門のNOx排出係数

	合計		5G/T以上		20G/T以上		100G/T以上		200G/T以上		300G/T以上		500G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全ディーゼル船	555	18375433	0	0	2	116	7	1201	12	3298	36	17095	29	19857
総トン数	G/T													
[1] 馬力	PS													
[2] 燃料消費量	kg/h/ship		0											
[3] 稼働率	%	92.40%												
燃料消費量	kg/a/ship													
燃料消費量	kg/a	6570930594												
消費比率	%	100.00%												
[4] NOX排出量	Nm3/h/ship													
NOX排出量	Nm3/kg													
[5] NOX排出量	g-NO2/kg	77.66												
NOX排出量	t-NO2/a	512278.331												
排出比率	%	100.00%												

[1]y=67.45*x*0.50(総トン数一馬力)、[A9:pp.33]より

[2]y=0.15x(馬力一燃料消費量)、[A10]より

[3]稼働率に関する実データがないので、年間総消費量が714201沿海・内水面輸送部門の軽重油消費量に一致するように想定

[4]logy=1.12*logx-2.74(馬力一NOX排出量)回帰式、[A11]より

[5]22.4l=1mol(標準状態)として換算

外航船舶の用途、
(網船のうち外航)

	700G/T以上		1000G/T以上		1600G/T以上		2000G/T以上		3000G/T以上		4000G/T以上		5000G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全船舶合計	18	16342	19	26234	17	32331	13	31977	35	127872	28	126893	24	151350
ディーゼル	18	16342	19	26234	16	30375	13	31977	34	124578	28	126893	24	151350
タービン	0	0	0	0	1	1956	0	0	1	3294	0	0	0	0
焼玉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
貨物船計	11	9874	10	13545	14	26775	7	16929	26	95928	17	76007	9	60072
ディーゼル	11	9874	10	13545	13	24819	7	16929	26	95928	17	76007	9	60072
タービン					1	1956								
焼玉														
その他														
専用船計	6	5469	7	9862	3	5556	6	15048	5	16817	9	41885	9	54981
ディーゼル	6	5469	7	9862	3	5556	6	15048	4	13523	9	41885	9	54981
タービン									1	3294				
焼玉														
その他														
貨客船計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル														
タービン														
焼玉														
その他														
客船計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17930
ディーゼル													3	17930
タービン														
焼玉														
その他														
自動車航送船計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4994	1	6591
ディーゼル											1	4994	1	6591
タービン														
焼玉														
その他														
油送船計	1	999	2	2827	0	0	0	0	4	15127	1	4007	2	11776
ディーゼル	1	999	2	2827					4	15127	1	4007	2	11776
タービン														
焼玉														
その他														

外航船舶の燃料消費

	700G/T以上		1000G/T以上		1600G/T以上		2000G/T以上		3000G/T以上		4000G/T以上		5000G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全ディーゼル船	18	16342	19	26234	16	30375	13	31977	34	124578	28	126893	24	151350
総トン数	908		1381		1898		2460		3664		4532		6306	
[1] 馬力	2032		2506		2939		3345		4083		4541		5356	
[2] 燃料消費量	305		376		441		502		612		681		803	
[3] 稼働率	92%		92%		92%		92%		92%		92%		92%	
燃料消費量	2436563		3004808		3523380		4010592		4894885		5443787		6421654	
燃料消費量	43858134		57091355		56374075		52137695		166426097		152426031		154119689	
消費比率	0.67%		0.87%		0.86%		0.79%		2.53%		2.32%		2.35%	
[4] NOX排出量	9.22482426		11.6659981		13.9431763		16.1198365		20.1501718		22.6974142		27.3106258	
NOX排出量	0.03025997		0.03103082		0.03162936		0.03212479		0.03290215		0.03332448		0.0339917	
[5] NOX排出量	62.14		63.72		64.95		65.97		67.57		68.43		69.80	
NOX排出量	2725		3638		3662		3440		11245		10431		10758	
排出比率	0.53%		0.71%		0.71%		0.67%		2.20%		2.04%		2.10%	

外航船舶の用途、
(網船のうち外航)

	8000G/T以上		10000G/T以上		20000G/T以上		30000G/T以上		40000G/T以上		50000G/T以上		65000G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全船舶合計	15	138993	42	627688	29	714186	51	1772541	42	1906414	27	1459700	65	5419884
ディーゼル	15	138993	42	627688	29	714186	51	1772541	42	1906414	26	1406718	65	5419884
タービン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
焼玉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	52982	0	0
貨物船計	6	55661	21	296881	6	158379	17	579620	11	480767	5	266331	18	1573295
ディーゼル	6	55661	21	296881	6	158379	17	579620	11	480767	5	266331	18	1573295
タービン														
焼玉														
その他														
専用船計	6	55099	18	286114	19	461411	25	853664	24	1098908	10	541551	36	3009252
ディーゼル	6	55099	18	286114	19	461411	25	853664	24	1098908	9	488569	36	3009252
タービン														
焼玉														
その他											1	52982		
貨客船計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル														
タービン														
焼玉														
その他														
客船計	1	9772	2	29767	1	23340	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル	1	9772	2	29767	1	23340								
タービン														
焼玉														
その他														
自動車航送船計	1	9757	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル	1	9757												
タービン														
焼玉														
その他														
油送船計	1	8704	1	14926	3	71056	9	339257	7	326739	12	651818	11	837337
ディーゼル	1	8704	1	14926	3	71056	9	339257	7	326739	12	651818	11	837337
タービン														
焼玉														
その他														

外航船舶の燃料消費

	8000G/T以上		10000G/T以上		20000G/T以上		30000G/T以上		40000G/T以上		50000G/T以上		65000G/T以上	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
全ディーゼル船	15	138993	42	627688	29	714186	51	1772541	42	1906414	26	1406718	65	5419884
総トン数	9266		14945		24627		34756		45391		54105		83383	
[1] 馬力	6493		8246		10585		12575		14370		15689		19477	
[2] 燃料消費量	974		1237		1588		1886		2156		2353		2922	
[3] 稼働率	92%		92%		92%		92%		92%		92%		92%	
燃料消費量	7784167		9885726		12690185		15075591		17228412		18809538		23350684	
燃料消費量	116762500		415200483		368015370		768855144		723593316		489048001		1517794469	
消費比率	1.78%		6.32%		5.60%		11.70%		11.01%		7.44%		23.10%	
[4] NOX排出量	33.8785429		44.2768512		58.5667677		71.0287893		82.4825024		91.0061325		115.947851	
NOX排出量	0.03478569		0.03579779		0.03688683		0.03765721		0.03826526		0.03867057		0.03968727	
[5] NOX排出量	71.43		73.51		75.75		77.33		78.58		79.41		81.50	
NOX排出量	8341		30523		27877		59457		56860		38837		123701	
排出比率	1.63%		5.96%		5.44%		11.61%		11.10%		7.58%		24.15%	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	ジェット燃料油	灯油	軽油	A重油	BC重油	ナフサ	LPG	コークス	都市ガス	改質生成油	炭化水素油
	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg
111701 砂炭	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00
111702 でん粉	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
111703 ぶどう糖・水あめ・異	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
111704 植物油類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	103.12
111705 調味料	0.00	148.85	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	80.42	0.58	0.00	0.00
111706 調味料	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	103.12
111901 冷凍調理食品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
111902 レトルト食品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00
111903 そう菜・すし・弁当	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
111909 その他の食品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
112101 清酒	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	103.12
112102 ビール	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
112103 添加用アルコール	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
112104 フォスファー	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
112109 その他の酒類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
112901 その他の酒類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
112902 その他の酒類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
112903 調味料	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
113101 飼料	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
113102 有機質肥料(除別掲)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.41	0.00	0.58	0.00	0.00
114101 たばこ	0.00	148.85	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	103.12
151101 製糸	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.22	159.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151102 絹糸	0.00	135.27	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151103 化学繊維紡績糸	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151104 毛糸	0.00	135.27	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151108 その他の紡績糸	0.00	135.27	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151201 綿・スパン織物(含合繊)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151202 絹・人絹織物(含合繊)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151203 毛織物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151209 その他の織物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151301 ニット製品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151401 染色整理	0.00	135.27	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151901 綿・絹	0.00	135.27	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151902 ジャウタン・圧軟物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151903 繊維製衛生材料	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
151909 その他の繊維工業製品	0.00	135.27	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
152101 衣服	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
152201 その他の衣服・身の回	0.00	135.27	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
152901 製履・履具	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
152908 その他の繊維製製品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
161101 製材	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.22	159.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
161102 合板	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
161103 木材チップ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
161909 その他の木製品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
171101 木製家具・装備品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
171102 木製運具・装備品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
171103 金属製家具・装備品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
181101 パルプ	0.00	2.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	1.90	81.76	35.02	0.00	0.00	128.84	0.08	0.00	25.08
181201 洋紙・和紙	0.00	12.27	0.00	0.00	6.46	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
181301 荷紙	0.00	12.27	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
181302 段ボール	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
181303 巻工紙・建設用加工紙	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
182101 段ボール類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
182109 その他の紙製容器	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
182901 繊維衛生材料・用品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
182909 その他のバルブ・紙・	0.00	4.50	0.00	0.00	9.71	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
191101 新聞	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
191102 印刷・製版・製本	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
191103 出版	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
201101 アンモニア	3.03	117.55	0.00	0.00	5.29	0.00	0.00	0.69	7.92	61.55	113.87	24.12	0.00	0.00	0.00	0.00	20.83
201102 単質肥料	0.00	117.55	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	1.48	1.81	76.99	261.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.83

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	ジェット燃料油	灯油	軽油	A重油	BC重油	ナフサ	LPG	コークス	都市ガス	改質生成油	炭化水素油
	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg	kg-SO2/10 ³ kg
201103 複合肥料	0.00	117.55	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	0.69	7.92	61.55	1						

A9 各部門の原燃料種

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
	日系炭化水素・石油・石油・CO ₂ /10 ³ kg	日系炭化水素・石油・石油・CO ₂ /10 ³ kg	日系炭化水素・石油・石油・CO ₂ /10 ³ kg	電気炉ガス・高炉ガス	転炉ガス	電気炉ガス・CO ₂ /10 ³ kg	転炉ガス・CO ₂ /10 ³ kg	回収黒炭	石灰石	事業用電力	自家発電	一般廃棄物	産業廃棄物	鉄鉱石	硫化鉄鉱石	非鉄鉱石
11101 米	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11102 雑穀	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11103 雑穀	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11201 いも類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11202 豆類*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11300 野菜*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11401 果実	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11501 砂漠産作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11502 飲料用作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11509 その他の食用耕種作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11601 飼料作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11602 葉たばこ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11603 雑草	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11604 花き・花木類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11609 その他の非食用耕種作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12101 酪農	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12102 鶏卵	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12103 肉鶏	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12104 豚	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12105 肉用牛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12109 その他の畜産	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12201 養蚕業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13101 畜産業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13102 農業サービス(除獣医)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21101 木材	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21201 素材	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21301 特用林産物(含樟葉業)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31100 海面漁業*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31104 海面漁業*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31200 内水面漁業・養蠶業*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61101 鉄鉱石	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61201 非鉄金属鉱物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62109 石灰石	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62109 その他の非金属鉱物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62201 砂利・採石	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62202 砕石	0.00	0.00	0.00	4.60	1.61	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62909 その他の非金属鉱物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
71101 石灰	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
72101 原油	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
73101 天然ガス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111101 と畜(含肉鶏処理)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111201 肉加工品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111202 畜産びん・かん詰	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111203 動物油脂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111204 酪産品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111301 冷凍魚介類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111302 塩・干・くん製品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111303 水産びん・かん詰	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111304 おひ製品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111305 魚油・魚かす	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111309 その他の水産食品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111401 穀類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111402 製粉	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111501 おん類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111502 パン類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111503 菓子類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111601 農産びん・かん詰	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111602 農産保存食品(除び	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
	日系炭化水素・石油・石油・CO ₂ /10 ³ kg	日系炭化水素・石油・石油・CO ₂ /10 ³ kg	日系炭化水素・石油・石油・CO ₂ /10 ³ kg	電気炉ガス・高炉ガス	転炉ガス	電気炉ガス・CO ₂ /10 ³ kg	転炉ガス・CO ₂ /10 ³ kg	回収黒炭	石灰石	事業用電力	自家発電	一般廃棄物	産業廃棄物	鉄鉱石	硫化鉄鉱石	非鉄鉱石
111701 砂瀧	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111702 でん粉	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111703 ぶどう糖・水あめ・異	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111704 植物油類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111705 塩	0.00	110.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111706 調味料	0.00	110.04	0.00	0.00	4.50	16.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111901 冷凍調理食品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111902 レトルト食品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111903 そう菜・すし・弁当	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111909 その他の農料品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
112101 清酒	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
112102 ビール	0.00	0.00	0.00	0.00	0.											

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /10 ⁴ kg	kg-SO ₂ /t	kg-SO ₂ /t	kg-SO ₂ /t	kg-SO ₂ /t	kg-SO ₂ /t
831203 保健衛生(産業)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
831301 社会保険事業(国公立)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
831302 社会保険事業(非営利)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
831303 社会福祉(国公立)★	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
831304 社会福祉(非営利)★	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
841101 社会福祉(非営利)★	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
841102 社会福祉(非営利)★	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851101 広告	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851201 情報サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851202 ニュース供給・費集所	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851301 社会保険事業(非営利)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851401 社会福祉(国公立)★	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851501 社会福祉(非営利)★	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851610 機械修理	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851901 運輸・郵便サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851902 運輸・郵便サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851903 土木建築サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851904 労働者派遣サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851909 その他の対事業所々々	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861101 映画館	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861102 映画館	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861103 劇場・興行場	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861104 遊藝場	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861105 遊園地・競馬等の競走場	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861106 運動競技場・公園・遊	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861107 興行団	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861108 その他の娯楽	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861201 一般飲食店(除喫茶店)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861202 喫茶店	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861203 遊園地・その他の宿泊所	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861301 旅館・その他の宿泊所	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861901 洗濯・洗滌・染物業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861902 美容業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861903 美容業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861904 浴場業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861905 写真業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861906 葬儀業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861907 各種修理業(除別掲)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861908 その他の個人サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861909 その他の個人サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
900000 分類不明	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
911000 家計外消費支出	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
912100 家計消費支出	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A10 各部門の原燃料種別NO2排出係数

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg	kg-NO ₂ /10 ⁴ kg
11101 米	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11102 麦類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11103 穀類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11201 いも類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11202 豆類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11300 野菜*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11401 果実	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11501 砂糖原料作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11502 飲料用作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11509 その他の食用耕種作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11601 飼料作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11602 葉たばこ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11603 種苗	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11604 花き・花木類	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11609 その他の非食用耕種作物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12101 酪農	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	22.06	30.63	29.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	原料炭	一般炭	原油	LNG	天然ガス	揮発油	ジェット燃料油	灯油	軽油	A重油	BC重油	ナフサ	LPG	コーラス	都市ガス	改質生成油	炭化水素油
	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg	kg-NO2/10 ⁴ kg
262201 鋸屑	0.00	0.00	0.00	5.81	14.30	0.00	0.00	61.35	0.00	24.74	25.16	0.00	19.19	22.82	14.27	0.00	0.00
262301 外周仕上鋼材	0.00	0.00	0.00	16.27	4.89	0.00	0.00	23.11	0.00	23.69	44.06	0.00	22.57	0.00	17.65	0.00	0.00
262302 めっき鋼材	0.00	0.00	0.00	16.27	4.89	0.00	0.00	23.11	1.38	23.69	44.06	0.00	22.57	0.00	17.65	0.00	0.00
263101 鋼線鋼	0.00	0.00	0.00	25.97	23.23	52.86	0.00	18.97	6.08	20.11	29.37	0.00	22.57	8.51	13.83	0.00	0.00
263102 鋼線鋼	0.00	0.00	0.00	4.32	4.32	52.86	0.00	14.28	1.18	20.53	19.96	0.00	23.24	0.15	15.47	0.00	0.00
263103 鋼線鋼及び鋼工品(鉄)	0.00	16.67	0.00	0.00	4.32	52.86	0.00	14.28	1.18	20.53	19.96	0.00	23.24	0.15	15.47	0.00	0.00
264901 鉄鋼シャースリット鋼	0.00	0.00	0.00	0.00	7.71	52.86	0.00	62.72	2.63	50.76	58.42	0.00	22.41	7.68	16.41	0.00	18.57
264909 その他の鉄鋼製品	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	62.72	2.63	50.76	58.42	0.00	22.41	7.68	16.41	0.00	18.57
271101 鉛	0.00	10.97	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	24.39	2.29	24.51	70.89	0.00	29.89	3.33	12.85	0.00	0.00
271102 鉛(含再生)	0.00	10.97	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	24.39	2.29	24.51	70.89	0.00	29.89	3.33	12.85	0.00	0.00
271103 亜鉛(含再生)	0.00	10.97	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	24.39	2.29	24.51	70.89	0.00	29.89	3.33	12.85	0.00	0.00
271104 アルミニウム(含再生)	0.00	10.97	0.00	0.00	14.08	52.86	0.00	24.39	2.29	24.51	70.89	0.00	29.89	3.33	12.85	0.00	124.39
271109 その他の非鉄金属地金	0.00	10.97	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	24.39	2.29	24.51	70.89	0.00	29.89	3.33	12.85	0.00	124.39
272101 電線ケーブル	0.00	0.00	0.00	0.00	7.10	52.86	0.00	18.16	1.52	23.18	39.32	0.00	30.47	0.00	14.20	0.00	15.91
272201 伸縮品	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	52.86	0.00	19.86	1.93	31.28	54.23	0.00	46.90	4.73	10.30	0.00	0.00
272202 アルミ圧延製品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	19.86	1.93	31.28	54.23	0.00	46.90	4.73	10.30	0.00	21.52
272204 非鉄金属製品	0.00	0.00	0.00	0.00	24.59	52.86	0.00	18.82	1.61	23.89	23.64	0.00	37.66	12.97	8.10	0.00	13.66
272209 その他の非鉄金属製品	0.00	64.94	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	14.82	0.00	24.90	45.58	0.00	18.14	1.06	16.14	0.00	16.78
281101 建築用金属製品	0.00	76.31	0.00	0.00	36.42	52.86	0.00	18.13	1.91	23.93	35.43	0.00	29.44	7.41	0.15	0.00	0.00
281201 建築用金属製品	0.00	76.31	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	18.13	1.91	23.93	35.43	0.00	29.44	7.41	0.15	0.00	0.00
289101 ガス・石油機器及び備	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	18.13	1.91	23.93	35.43	0.00	29.44	7.41	0.15	0.00	0.00
289901 ポリ・ネット・リブ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	18.13	1.91	23.93	35.43	0.00	29.44	7.41	0.15	0.00	0.00
289902 金属製容器及び製缶板	0.00	76.31	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	18.13	1.91	23.93	35.43	0.00	29.44	7.41	0.15	0.00	0.00
289903 配管工事用金属製品	0.00	76.31	0.00	0.00	36.42	52.86	0.00	18.13	1.91	23.93	35.43	0.00	29.44	7.41	0.15	0.00	0.00
289909 その他の金属製品	0.00	76.31	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
301101 ポイ・ラ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
301102 タービン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
301103 原動機	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
301201 運搬機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
301301 冷凍機・運送装置	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
301901 ポンプ及び圧搾機	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
301902 ミシン・毛糸手編機	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
301903 機械工具	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
301909 その他の一般産業機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
302101 鉱山・土木建設機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
302201 化学機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
302301 産業用ロボット	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
302401 金属工作機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
302402 金属加工機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
302901 金属加工機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
302902 繊維機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
302903 食料品加工機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
302909 その他の特殊産業機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
303101 金型	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
303102 ペアリング	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.52	25.68	23.35	46.01	0.00	29.47	48.06	14.04	0.00	48.61
303109 その他の一般機械器具	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
311101 複写機	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
311109 その他の事務用機械	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
311201 サイ・ビス用機器	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
321101 電気音響機器	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
321102 ラジオ・テレビ受信機	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
321103 ビデオ機器	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
321109 その他の民生用電気機	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
321201 送気タービン・フレキシ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
321209 その他の電気音響機器	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
331101 電子計算機本体	0.00	0.00	0.00	0.00	54.40	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
331102 電子計算機付属装置	0.00	0.00	0.00	0.00	54.40	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21	0.00	0.00
332101 有線電気通信機器	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.86	0.00	20.31	27.75	25.18	37.90	0.00	31.47	6.33	16.21		

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
	自系炭化水素	石油	石油	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂
	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴	kg-NO ₂ /10 ⁴
831203 保健衛生(産業)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
831301 社会保険事業(非営利)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
831302 社会保険事業(非営利)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
831303 社会福祉(非営利)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
831304 社会福祉(非営利)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
841101 対企業民間非営利団体	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
841102 対企業民間非営利団体	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851101 広告	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851201 情報サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851202 ニュース供給・興行所	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851301 物品賃貸業(除貸自動車)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851401 貸自動車業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851510 自動車修理	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851610 機械修理	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851901 洗車サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851902 洗車サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851903 洗車サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851904 労働者派遣サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
851909 その他の対事業所サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861101 映画制作・配給業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861102 映画館	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861103 劇場・興行場	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861104 遊藝場	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861105 競馬・競馬等の競走場	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861106 運動競技場・公園・遊	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861107 興行団	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861109 その他の娯楽	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861201 一般飲食店(除喫茶店)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861202 喫茶店	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861203 遊藝飲食店	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861301 旅館・その他の宿泊所	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861901 洗濯・洗車・染物業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861902 理容業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861903 美容業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861904 浴場業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861905 葬儀業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861906 葬儀業(除別掲)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861907 各種娯楽業(除別掲)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861908 個人教授所	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
861909 その他の対個人サービス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
890000 事務用品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
900000 分類不明	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
910000 燃料外消費支出	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
912100 燃料消費支出	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A11 各部門の直接環境負荷

	エネルギー消費量 Gcal	CO ₂ 排出量 t-CO ₂	SO _x 発生量 t-SO ₂	SO _x 排出量 t-SO ₂	NO _x 排出量 t-NO ₂
11101 米	2,610,700	707,600	810	784	675
11102 麦類	212,828	59,598	79	76	57
11103 雑穀	18,257	5,244	13	12	6
11201 いも類	201,835	58,030	143	141	63
11202 豆類	71,192	20,429	45	42	22
11300 野菜*	6,848,000	1,946,700	5,741	7,176	1,994
11401 果実	584,860	167,578	438	524	182
11501 砂糖原料作物	51,203	14,696	33	31	16
11502 飲料用作物	8,660	2,461	3	3	3
11509 その他の食用耕種作物	11,985	3,438	7	7	4
11601 飼料作物	216,299	58,806	76	72	60
11602 葉たばこ	196,294	55,750	8	8	46
11603 種苗	312,051	86,625	214	265	85
11604 花き・花木類	3,555,890	960,797	2,096	2,641	917
11609 その他の非食用耕種作物	27,969	7,806	16	20	8
12101 酪農	295,041	42,148	64	62	50
12102 鶏卵	136,013	29,157	30	31	33
12103 肉鶏	117,768	18,773	12	15	18
12104 豚	168,553	15,224	17	19	17
12105 肉用牛	98,460	22,041	41	43	25
12109 その他の畜産	23,279	4,131	5	6	5
12201 養蚕	44,993	12,059	3	3	10
13101 獣医薬	921,060	254,100	10	14	197
13102 農業サービス(除獣医)	2,578,982	450,129	57	76	356
21101 育林	390,200	87,998	171	157	97
21201 素材	716,266	194,343	430	396	204
21301 特用林産物(含狩猟業)	3,407,666	945,868	1,139	1,441	898
31100 海面漁業*	42,044,140	12,226,386	50,641	50,642	174,235
31104 海面養殖業	1,942,346	491,240	1,455	1,455	5,673
31200 内水面漁業・養殖業*	1,821,676	408,057	1,220	1,229	4,806
61101 鉄鉱石	2,946	352	1	0	0
61201 非鉄金属鉱物	256,361	9,678	28	2	5
62101 石灰石	1,108,760	201,303	487	10	78
62109 その他の窯業原料鉱物	379,546	56,014	154	9	25
62201 砂利・採石	801,939	168,951	469	87	487
62202 砕石	1,981,616	255,366	1,225	153	189
62909 その他の非金属鉱物	84,567	9,082	45	9	5
71101 石炭	3,252,908	564,600	2,086	405	1,439
72101 原油	51,547	3,888	7	0	7
73101 天然ガス	851,314	108,234	40	25	132
111101 と畜(含肉鶏処理)	14,132	3,183	17	14	3
111201 肉加工品	1,062,991	170,683	472	402	148
111202 畜産びん・かん詰	140,598	22,843	83	70	21
111203 動物油脂	166,347	35,186	243	198	41
111204 酪農品	4,992,93				

	エネルギー消費量 Gcal	CO2排出量 t-CO2	SOx発生量 t-SO2	SOx排出量 t-SO2	NOx排出量 t-NO2
151301 ニット製品	1,383,965	184,256	650	409	172
151401 染色整理	8,201,533	1,729,851	12,007	5,757	2,038
151901 網・網	357,679	68,507	301	183	68
151902 じゅうたん・床敷物	323,048	48,544	145	80	48
151903 繊維製衛生材料	88,332	7,577	17	6	4
151909 その他の繊維工業製品	1,391,840	235,167	1,142	595	238
152101 衣服	5,610,320	833,485	1,897	1,342	667
152201 その他の衣服・身の回	139,015	17,848	32	21	15
152901 製綿・寝具	580,771	115,749	472	299	111
152909 その他の繊維既製品	447,987	64,090	307	171	67
161101 製材	2,037,270	245,534	520	142	89
161102 合板	2,005,636	131,508	616	414	122
161103 木材チップ	241,730	20,977	43	4	5
161909 その他の木製品	1,038,800	66,987	103	68	96
171101 木製家具・装飾品	1,792,907	193,536	548	466	172
171102 木製建具	447,918	55,291	162	152	51
171103 金属製家具・装飾品	1,004,230	162,019	270	264	156
181101 パルプ	35,400,910	9,286,517	44,647	4,311	8,335
181201 洋紙・和紙	38,159,825	9,706,142	45,816	11,548	3,411
181301 板紙	16,542,549	3,597,873	26,368	7,660	1,110
181302 段ボール	953,057	234,080	916	703	208
181303 塗工紙・建設用加工紙	1,787,398	634,104	1,504	667	328
182101 段ボール箱	1,485,910	243,291	1,249	342	250
182109 その他の紙製容器	902,940	97,567	224	203	126
182901 紙製衛生材料・用品	770,208	117,376	925	833	149
182909 その他のパルプ・紙・	2,044,526	325,932	813	388	208
191101 新聞	1,242,958	106,416	173	114	83
191102 印刷・製版・製本	5,546,162	403,414	297	105	162
191103 出版	470,442	41,702	27	19	23
201101 アンモニア	7,884,922	1,735,345	3,565	787	3,249
201102 単質肥料	804,241	193,348	631	126	220
201103 複合肥料	1,406,915	237,022	1,032	308	1,048
202101 ソーダ工業製品	13,168,879	1,990,991	16,549	3,143	2,042
202901 硫酸	382,646	94,214	362	115	81
202902 無機顔料	1,863,843	291,071	729	173	168
202903 圧縮ガス・液化ガス	7,445,041	116,480	278	72	74
202909 その他の無機化学工業	10,482,578	2,900,246	360,961	3,238	2,063
203101 石油化学基礎製品	26,295,813	5,982,738	5,462	788	6,029
203102 石油化学系芳香族製品	11,133,209	2,566,214	1,292	158	2,740
203201 脂肪族中間物	12,019,615	2,355,411	10,596	4,868	3,137
203202 環式中間物	10,895,078	2,218,068	6,263	3,249	2,710
203301 合成ゴム	4,958,383	1,068,792	7,834	3,645	1,550
203901 コールタール製品	988,532	279,993	181	123	198
203902 メタン誘導品	1,273,127	252,363	1,163	555	245
203903 油脂加工製品	466,155	113,831	636	313	147
203904 可塑剤	461,932	89,449	366	122	86
203905 合成染料	1,252,862	245,307	1,035	558	328
203909 その他の有機化学工業	5,537,595	765,193	2,746	724	455
204101 熱硬化性樹脂	18,617,410	4,120,483	8,160	4,120	4,936
204102 熱可塑性樹脂	8,109,296	1,896,282	9,349	3,846	2,234
204103 高機能性樹脂	2,077,151	186,477	1,238	578	261
204109 その他の合成樹脂	2,928,844	532,555	2,813	827	570
205101 レーヨン・アセテート	3,185,770	504,234	5,893	2,017	701
205102 合成繊維	7,514,510	945,399	8,888	1,456	1,257
206101 医薬品	5,806,470	524,545	3,053	525	433
207101 石けん・合成洗剤・界	1,770,473	337,000	1,727	206	363
207102 化粧品・歯磨	619,141	99,990	161	85	67
207201 塗料	1,090,589	188,934	393	167	137
207202 印刷インキ	236,570	33,548	119	31	26
207301 写真感光材料	1,934,112	275,871	976	325	305
207401 農薬	792,009	116,097	646	98	138
207901 火薬類	125,142	21,399	142	23	27
207902 ゼラチン・接着剤	676,599	133,289	389	100	164
207909 その他の化学最終製品	4,210,872	809,722	4,194	1,270	858
211101 石油製品	84,294,626	18,385,734	2,578,437	7,914	12,633
212101 石炭製品	36,499,541	15,946,320	419,263	4,555	15,947
212102 鑛装材料	1,367,973	290,585	1,292	626	285
221101 プラスチック製品	18,109,656	1,612,861	6,987	4,126	1,578
231101 タイヤ・チューブ	3,551,421	681,091	3,943	3,472	1,019
231901 ゴム製履物	202,655	25,982	104	35	35
231902 プラスチック製履物	410,096	87,458	252	305	125
231909 その他のゴム製品	3,880,683	537,243	2,223	2,325	664
241101 革製履物	312,347	49,588	142	199	59
241201 製革・毛皮	475,059	82,772	566	535	120
241202 かばん・袋物・その他	241,848	30,813	68	122	40
251101 板ガラス・安全ガラス	4,492,905	954,506	8,205	2,126	5,785
251201 ガラス繊維・同製品	1,895,755	347,564	1,843	428	1,539
251909 その他のガラス製品	7,253,366	1,848,680	8,495	2,242	8,164
252101 セメント	69,000,419	62,901,226	58,737	6,627	113,738
252201 生コンクリート	2,143,435	506,913	607	171	316
252301 セメント製品	5,122,493	1,187,183	5,218	2,371	2,139
253101 陶磁器	6,868,262	1,519,529	3,267	1,463	1,840
259901 耐火物	2,196,029	547,760	3,391	2,033	713
259902 その他の建設用土石製	4,211,657	1,104,942	3,666	1,511	1,261
259903 炭素・黒鉛製品	2,901,875	602,490	2,607	449	791
259904 研磨材	1,280,704	128,809	650	110	132
259909 その他の窯業・土石製	10,187,586	7,966,028	17,725	2,873	5,048
261101 鉄鉄	261,376,806	73,407,011	146,762	23,995	33,513
261102 フェアラロイ	6,978,577	1,293,754	7,185	1,768	1,356
261103 粗鋼(転炉)	-7,002,128	-8,996,683	1,868	488	1,564
261104 粗鋼(電気炉)	16,855,662	1,215,089	1,842	471	4,252
262101 熱間圧延鋼材	39,187,597	8,435,706	19,078	4,415	6,995

	エネルギー消費量 Gcal	CO2排出量 t-CO2	SOx発生量 t-SO2	SOx排出量 t-SO2	NOx排出量 t-NO2
262201 鋼管	5,083,376	1,095,900	2,829	635	893
262301 冷間仕上鋼材	13,800,990	2,588,934	7,531	6,838	2,278
262302 めっき鋼材	8,298,120	1,984,222	529	329	1,303
263101 鋳鉄鋼	3,983,669	821,822	2,663	2,072	709
263102 鋳鉄管	1,831,387	689,780	1,247	553	130
263103 鋳鉄品及び鍛工品(鉄)	29,785,392	14,120,978	16,104	10,826	821
264901 鉄鋼シャースリット素	856,398	133,047	164	63	163
264909 その他の鉄鋼製品	2,070,491	1,078,878	830	395	432
271101 鋼	1,864,418	564,111	1,837,274	4,565	435
271102 鉛(含再生)	1,048,847	529,072	102,203	527	88
271103 亜鉛(含再生)	3,487,051	1,298,276	747,037	2,084	363
271104 アルミニウム(含再生)	5,849,202	896,022	3,664	1,318	1,044
271109 その他の非鉄金属地金	2,122,955	317,392	12,790	391	244
272101 電線・ケーブル	2,436,735	226,547	468	320	194
272201 伸銅品	2,215,618	273,024	527	212	261
272202 アルミ圧延製品	3,096,262	429,489	1,786	747	540
272203 非鉄金属鋳造品	3,268,356	807,563	2,288	1,681	452
272204 核燃料	274,586	37,097	95	30	91
272209 その他の非鉄金属製品	1,380,820	161,363	505	320	94
281101 建設用金属製品	2,730,510	304,651	489	250	165
281201 建築用金属製品	3,873,969	602,508	1,125	740	451
289101 ガス・石油機器及び暖	810,025	116,819	132	93	81
289901 ボルト・ナット・リベ	3,043,743	450,883	519	321	322
289902 金属製容器及び製缶板	2,938,521	427,651	229	146	335
289903 配管工事付属品・粉末	2,579,977	284,582	499	357	226
289909 その他の金属製品	8,735,216	779,173	1,319	981	566
301101 ボイラ	376,707	68,815	136	93	61
301102 タービン	407,215	62,073	126	91	64
301103 原動機	956,064	165,319	223	151	149
301201 運搬機械	834,502	91,078	136	95	77
301301 冷凍機・温湿調整装置	776,223	73,485	98	70	62
301901 ポンプ及び圧縮機	1,754,017	220,430	428	273	215
301902 ミシン・糸手繰り機械	285,803	33,734	47	33	28
301903 機械工具	1,366,409	122,858	194	139	100
301909 その他の一般産業機械	2,095,176	254,193	465	337	229
302101 鉱山・土木建設機械	2,466,083	384,736	751	500	349
302201 化学機械	789,706	96,466	133	91	84
302301 産業用ロボット	217,743	13,405	11	8	10
302401 金属工作機械	1,897,231	197,654	287	205	159
302402 金属加工機械	1,287,834	153,404	267	192	135
302901 農業機械	789,996	120,715	174	121	111
302902 繊維機械	522,323	68,908	101	72	61
302903 食料品加工機械	208,122	32,233	47	33	27
302909 その他の特殊産業機械	1,927,284	257,014	549	396	230
303101 金型	1,737,942	157,784	170	122	129
303102 ペアリング	2,166,937	229,135	251	177	205
303109 その他の一般機械器具	1,927,385	234,650	454	296	213
311101 複写機	641,903	57,672	116	82	47
311109 その他の事務用機械	729,941	73,345	153	100	60
311201 サービス用機器	561,039	74,030	92	63	71
321101 電気音響機器	1,067,316	114,346	247	163	102
321102 ラジオ・テレビ受信機	333,819	28,603	28	14	25
321103 ビデオ機器	1,091,576	66,502	123	92	60
321109 その他の民生用電気機	2,415,974	246,585	439	273	226
321201 磁気テープ・フレキシ	562,372	69,999	163	114	63
321209 その他の電気音響機器	533,903	73,515	178	124	66
331101 電子計算機本体	1,012,241	88,720	132	101	75
331102 電子計算機付属装置	2,420,811	147,915	182	139	124
332101 有線電気通信機器	978,474	110,002	257	157	84
332102 無線電気通信機器	507,814	52,743	107	81	44
332109 その他の電気通信機器	178,824	23,400	49	37	21
333101 電子応用装置	1,056,633	112,557	122	87	92
333201 電気計測器	489,276	29,556	45	34	25
334101 半導体素子・集積回路	7,221,719	393,118	819	556	320
335901 電子管	1,428,790	172,426	366	273	156
335909 その他の電子・通信機	6,926,702	528,043	840	572	497
341101 回転電気機械	1,299,813	118,871	190	117	101
341102 開閉制御装置及び配電	2,011,469	259,636	511	390	224
341103 その他の送配電機器	309,899	26,963	41	31	22
341109 その他の産業用重電機	511,396	31,059	42	31	28
342101 電気照明器具	502,434	51,938	43	32	51
342102 電池	834,681	91,185	207	143	76
342103 電球類	395,619	40,724	39	30	41
342104 配線器具	640,571	53,111	78	43	44
342105 内燃機関電機	1,549,034	156,140	240	149	120
342109 その他の軽電機	2,645,435	218,892	415	315	190
351101 乗用車	6,345,968				

	エネルギー消費量 Gcal	CO2排出量 t-CO2	SOx発生量 t-SO2	SOx排出量 t-SO2	NOx排出量 t-NO2
371101 カメラ	452,789	49,710	117	94	37
371109 その他の光学機械	680,861	50,184	63	51	36
371201 時計	598,349	51,185	99	90	43
371901 理化学機械器具	42,437	2,708	1	1	2
371902 分析器・試験機・計量	890,477	95,338	91	80	83
371903 医療用機械器具	650,795	64,023	182	92	46
391101 玩具	280,752	20,524	46	32	16
391102 運動用品	512,884	70,052	130	83	62
391901 楽器	176,827	24,781	55	37	20
391902 レコード	164,799	11,373	19	13	9
391903 筆記具・文具	335,908	38,936	94	66	35
391904 身辺細貨品	347,193	29,343	52	35	26
391905 畳・わら加工品	58,662	9,692	17	13	7
391906 武器	381,057	49,521	87	33	35
391909 その他の製造工業製品	1,732,222	290,473	1,172	759	300
411101 住宅建築(木造)	3,296,480	576,128	609	191	523
411102 住宅建築(非木造)	6,609,828	1,297,280	1,232	604	1,239
411201 非住宅建築(木造)	260,374	43,587	47	17	41
411202 非住宅建築(非木造)	13,196,360	2,147,084	2,390	1,281	1,980
412101 建設補修	7,538,663	1,241,702	2,218	1,234	1,260
413101 道路関係公共事業	11,335,620	2,550,072	5,881	1,556	2,628
413102 河川・下水道・その他	13,681,090	2,861,644	7,121	1,711	2,967
413103 農林関係公共事業	4,973,391	998,416	2,444	146	1,015
413201 鉄道軌道建設	85,520	739,225	210	8	87
413202 電力施設建設	1,009,803	127,965	307	25	129
413203 電気通信施設建設	175,479	17,659	37	14	20
413209 その他の土木建設	8,788,946	1,922,497	4,730	537	1,931
511100 事業用電力*	1,098,086,210	307,634,300	852,777	196,538	221,521
511104 自家発電	129,608,285	79,383,698	239,875	92,173	94,351
512101 都市ガス	5,105,560	954,750	9,402	52	517
512201 熱供給業	1,253,960	245,280	510	277	233
521101 上水道・簡易水道	13,973,558	230,904	373	236	188
521102 工業用水	531,417	25,434	16	9	18
521103 下水道**	15,544,580	3,253,291	11,510	9,389	2,730
521201 廃棄物処理(公営)*	3,603,787	18,501,918	21,683	12,216	20,248
521202 廃棄物処理(産業)	2,564,829	27,610,717	31,528	17,850	29,920
611101 卸売	25,420,130	5,328,954	9,286	7,755	3,761
611201 小売	52,562,438	8,827,945	14,959	12,596	6,014
621101 金融	3,093,526	366,124	88	73	355
621201 生命保険	1,261,217	150,877	33	24	169
621202 損害保険	776,759	103,172	27	22	105
641101 不動産仲介・管理業	2,731,370	290,060	230	181	212
641102 不動産賃貸業	8,105,880	1,285,870	1,100	866	868
642101 住宅賃貸料	5,047,430	1,377,180	1,374	1,078	870
711101 鉄道旅客輸送	21,727,407	1,201,138	2,856	2,846	13,354
711201 鉄道貨物輸送	1,248,030	156,828	390	389	1,581
712101 バス	15,242,056	4,286,625	10,651	10,650	33,311
712102 ハイヤー・タクシー	22,122,816	5,459,454	453	432	8,912
712201 道路貨物輸送	116,686,812	32,780,271	82,419	82,393	191,851
712202 通運	1,055,357	289,473	707	706	1,673
713101 自家用旅客自動車輸送	133,896,040	37,746,400	27,289	27,290	71,029
713201 自家用貨物自動車輸送	123,433,730	35,150,173	65,772	65,772	186,532
714101 外洋輸送	117,010,460	34,765,666	368,147	368,147	881,797
714201 沿海・内水面輸送	45,204,139	13,288,407	108,054	108,054	259,307
714301 港湾運送	2,456,778	689,588	3,089	3,090	12,090
715101 航空輸送	61,853,060	17,259,669	1,139	1,083	74,897
716101 倉庫	3,584,370	95,252	105	35	65
717101 こん包	384,610	60,987	106	69	52
717901 道路輸送施設提供	3,962,680	201,155	354	32	98
717902 水運付帯サービス(公)	151,844	41,488	136	116	41
717903 水運付帯サービス(産)	58,854	15,455	62	51	15
717904 航空付帯サービス(国)	448,942	67,335	8	6	271
717905 航空付帯サービス(産)	620,361	48,083	83	5	19
717909 旅行・その他の運輸付	849,577	88,706	4	4	63
731101 郵便	1,398,350	272,517	140	123	435
731201 国内電気通信	3,614,408	273,212	530	464	269
731202 国際電気通信	140,329	7,111	8	7	6
731909 その他の通信サービス	118,230	10,100	0	0	7
732101 公共放送	487,187	61,993	174	152	68
732102 民間放送	1,041,538	247,263	712	622	276
732103 有線放送	69,109	9,780	25	22	11
811101 公務(中央)**	32,195,383	8,774,817	3,032	2,394	36,232
811201 公務(地方)**	20,981,160	3,697,700	7,436	5,854	3,109
821101 学校教育(国公立)*	7,955,580	1,438,200	1,711	1,197	930
821102 学校教育(私立)*	5,160,920	1,040,600	1,286	866	806
821301 社会教育(国公立)*	1,882,054	274,761	276	167	229
821302 社会教育(非営利)*	212,370	16,323	10	8	9
821303 その他の教育訓練機関	3,482,490	866,780	2,169	1,894	722
821304 その他の教育訓練機関	6,409,120	1,775,617	3,864	3,265	1,474
822101 自然科学研究機関(国)	1,545,380	191,897	37	28	134
822102 自然科学研究機関(産)	39,830	10,638	4	3	8
822103 自然科学研究機関(非)	4,981	905	0	0	1
822104 自然科学研究機関(非)	3,926	1,085	0	0	1
822105 自然科学研究機関(産)	1,376,970	193,616	164	105	241
822106 自然科学研究機関(産)	21,931	3,790	5	4	3
822201 企業内研究開発	23,294,300	3,898,000	8,880	6,851	2,503
831101 医療(国公立)*	5,654,343	1,141,095	2,255	1,962	873
831102 医療(非営利)*	12,144,990	2,137,574	3,404	2,948	1,599
831103 医療(産業)	27,243,898	4,828,433	8,326	7,265	3,409
831201 保健衛生(国公立)*	523,960	113,598	144	116	81
831202 保健衛生(非営利)*	175,286	32,616	50	35	24
831203 保健衛生(産業)	47,150	10,450	17	12	7

	エネルギー消費量 Gcal	CO2排出量 t-CO2	SOx発生量 t-SO2	SOx排出量 t-SO2	NOx排出量 t-NO2
831301 社会保険事業(国公立)	944,130	55,926	0	1	45
831302 社会保険事業(非営利)	913,820	59,760	1	1	48
831303 社会福祉(国公立)*	1,744,872	321,269	96	56	305
831304 社会福祉(非営利)*	1,282,564	231,388	67	39	233
841101 対企業民間非営利団体	1,448,340	372,467	593	487	263
841102 対家計民間非営利団体	2,670,620	663,710	532	395	477
851101 広告	3,261,500	557,924	1,488	1,224	436
851201 情報サービス	3,670,580	639,790	620	456	416
851202 ニュース供給・興信所	216,220	36,274	6	4	20
851301 物品賃貸業(除貸自動)	2,351,670	403,213	498	584	323
851401 貸自動車業	381,736	90,635	80	44	129
851510 自動車修理	2,678,860	378,040	286	49	390
851610 機械修理	3,328,393	206,631	153	60	327
851901 建物サービス	837,280	214,192	317	201	158
851902 法務・財務・会計サー	1,058,648	275,969	40	39	166
851903 土木建築サービス	4,429,330	1,113,440	603	344	676
851904 労働者派遣サービス	70,733	13,763	10	8	11
851909 その他の対事業所サー	9,820,460	2,169,981	760	724	1,546
861101 映画制作・配給業	492,100	53,623	11	3	44
861102 映画館	451,243	54,131	121	114	43
861103 劇場・興行場	163,539	16,982	28	27	34
861104 遊戯場	19,508,200	3,115,010	3,314	3,104	2,375
861105 競輪・競馬等の競走場	2,275,570	431,357	627	428	344
861106 運動競技場・公園・遊	3,234,380	597,590	879	581	494
861107 興行団	132,382	12,033	13	11	9
861109 その他の娯楽	729,360	118,141	96	80	103
861201 一般飲食店(除喫茶店)	17,952,880	3,245,564	1,836	1,605	3,542
861202 喫茶店	2,517,403	513,222	424	385	551
861203 遊興飲食店	6,454,520	1,317,493	852	786	1,519
861301 旅館・その他の宿泊所	10,271,900	1,620,660	1,408	1,149	3,827
861901 洗濯・洗張・染物業	5,009,290	1,195,610	500	47	832
861902 理容業	1,435,900	343,560	9	19	268
861903 美容業	1,809,800	432,820	12	24	334
861904 浴場業	4,152,110	982,180	1,171	127	659
861905 写真業	589,820	125,099	75	31	96
861906 葬儀業	1,771,890	348,109	634	533	675
861907 各種修理業(除別掲)	276,040	54,551	58	60	56
861908 個人教授所	1,752,240	225,487	99	277	213
861909 その他の対個人サービ	1,988,910	356,663	239	311	285
890000 事務用品	0	0	0	0	0
900000 分類不明	25,507,220	6,257,649	28,905	2,475	7,011
内生部門合計	3,689,113,948	1,044,762,942	8,788,597	1,394,046	2,723,888
911000 家計外消費支出	7,122,167	2,003,506	40	40	752
912100 家計消費支出	589,823,509	123,638,396	8,911	8,911	117,325
全部門合計	4,286,059,624	1,170,404,844	8,797,548	1,402,997	2,841,965

A12 海外における電力の排出係数の計算前提

	発電電力量 [発電端] GWh	所内動力 GWh	揚水動力 GWh	発電電力量 [送電端] GWh
アメリカ	3677022	227706	28611	3420705
カナダ	577142	17164	210	559768
ロシア	846325			846325
中国	1080017			1080017
インドネシア	67062			67062
オーストラリア	177672	10296	677	166699
南アフリカ	198346			198346

アメリカ、カナダ、オーストラリアの発電電力量、所内動力、揚水動力は文献[3.23]より、発電電力量には揚水発電も含む。
上記3国以外は発電量は文献[3.25]より、発電電力量には揚水発電は含まない。

	CO2排出係数計算前提 出所 g-CO2/kWh	CO2排出係数計算前提 (参考値) 出所 g-CO2/kWh
アメリカ	593.0 [3.24]、表2.8(第2章)	557.7 [3.26]
カナダ	167.5 [3.24]、表2.8(第2章)	169.9 [3.26]
ロシア	861.1 [3.24]、表2.8(第2章)	903.4 [3.26]
中国	943.9 [3.24]、表2.8(第2章)	1035.2 [3.26]
インドネシア	583.9 [3.24]、表2.8(第2章)	598.4 [3.26]
オーストラリア	828.5 [3.24]、表2.8(第2章)	843.3 [3.26]
南アフリカ	804.7 [3.24]、表2.8(第2章)	778.3 [3.26]

参考値は文献[3.26]に記載されている各国別CO2排出量を基に計算した値である。
文献[3.26]の値には電力生産だけでなく、熱を単独生産する場合のCO2排出量も含まれている。

	SOx排出係数計算前提 出所 g-SO2/kWh
アメリカ	3.256 [3.21]
カナダ	1.051 [3.21]
ロシア	3.687 [3.24][3.25]
中国	6.766 [3.34]
インドネシア	2.923 [3.24][3.25]
オーストラリア	6.960 [3.24][3.25]
南アフリカ	8.363 [3.24][3.25]

ロシア、インドネシア、オーストラリア、南アフリカについては電力部門におけるSOx排出量データが入手できなかったため、石炭、原油、石油製品の硫黄分を1重量%、天然ガスには硫黄は含まれないとして、電力部門の年間SOx排出量を推計した。
石炭、原油、石油製品の硫黄分を1重量%、天然ガスには硫黄は含まれないとして、電力部門の年間SOx排出量を推計した。
文献[3.28]によるとロシア、インドネシア、オーストラリア、南アフリカには脱硫設備がほとんど設置されていないので脱硫率をゼロとした。

	NOx排出係数 出所 g-NO2/kWh
アメリカ	1.690 [3.21]
カナダ	0.446 [3.21]
ロシア	2.654 [3.22][3.24][3.25]
中国	3.105 [3.22][3.24][3.25]
インドネシア	1.811 [3.22][3.24][3.25]
オーストラリア	2.723 [3.22][3.24][3.25]
南アフリカ	2.661 [3.22][3.24][3.25]

ロシア、中国、インドネシア、オーストラリア、南アフリカについては電力部門におけるNOx排出量データが入手できなかったため、文献[3.22]に記載されているエネルギー産業における石炭、原油、石油製品の燃焼時のNOx排出係数を用いてNOx排出量を推計した。
文献[3.27]によるとロシア、中国、インドネシア、オーストラリア、南アフリカには脱硝設備がほとんど設置されていないので脱硝率をゼロとした。

A13 各財・サービスのエネルギー、CO2、SOx、NOx排出原単位(1990年表)

コード	部門	Energy原単位 (Gcal/百万円)			CO2排出原単位 (t-CO2/百万円)			SO2排出原単位 (kg-SO2/百万円)			NO2排出原単位 (kg-NO2/百万円)		
		国外ゼロ	国産仮定	実態反映	国外ゼロ	国産仮定	実態反映	国外ゼロ	国産仮定	実態反映	国外ゼロ	国産仮定	実態反映
11101	米	4.14	4.72	4.78	1.11	1.27	1.29	1.40	1.57	1.94	2.73	2.98	3.50
11102	麦類	6.89	7.84	7.94	1.84	2.11	2.13	2.26	2.53	3.10	4.41	4.82	5.61
11103	雑穀	5.14	5.65	5.69	1.44	1.58	1.58	2.73	2.88	3.38	2.88	3.10	3.72
11201	いも類	5.13	6.01	6.07	1.38	1.63	1.64	2.18	2.42	2.90	3.66	4.03	4.70
11202	豆类	4.88	5.75	5.81	1.33	1.57	1.59	1.98	2.22	2.68	3.53	3.90	4.55
11300	野菜*	6.20	6.89	6.95	1.72	1.91	1.93	4.11	4.30	4.74	3.48	3.77	4.36
11401	果実	3.90	4.44	4.50	1.04	1.20	1.21	1.61	1.77	2.11	2.62	2.84	3.31
11501	砂糖原料作物	5.15	6.07	6.14	1.39	1.65	1.67	2.08	2.35	2.81	4.10	4.50	5.15
11502	飲料用作物	5.22	6.38	6.46	1.41	1.73	1.75	2.00	2.34	2.82	4.28	4.79	5.51
11509	その他の食用耕種作物	4.52	5.50	5.57	1.23	1.51	1.52	1.83	2.11	2.57	3.24	3.65	4.32
11601	飼料作物	4.44	5.23	5.28	1.23	1.45	1.46	1.70	1.96	2.35	3.53	3.89	4.43
11602	葉たばこ	4.76	5.31	5.36	1.31	1.47	1.48	1.47	1.62	2.06	3.62	3.84	4.42
11603	種苗	4.87	5.56	5.62	1.34	1.53	1.54	2.77	3.01	3.36	2.37	2.66	3.13
11604	花き・花木類	10.55	11.38	11.49	2.84	3.07	3.09	6.28	6.52	7.21	4.11	4.44	5.33
11609	その他の非食用耕種作物	4.40	5.09	5.16	1.19	1.38	1.39	1.87	2.06	2.48	3.16	3.44	4.02
12101	酪農	3.86	5.02	5.10	1.01	1.32	1.34	1.57	2.12	2.51	3.15	3.84	4.35
12102	鶏卵	7.09	9.31	9.47	1.83	2.43	2.47	3.39	4.43	5.14	6.69	8.24	9.17
12103	肉鶏	8.07	10.17	10.36	2.03	2.60	2.64	3.28	4.24	4.98	6.56	8.00	8.97
12104	豚	6.28	8.22	8.36	1.58	2.11	2.15	2.85	3.75	4.36	5.66	7.00	7.79
12105	肉用牛	4.34	5.75	5.84	1.15	1.53	1.55	1.95	2.54	2.99	3.92	4.81	5.41
12109	その他の畜産	3.32	4.27	4.35	0.86	1.12	1.14	1.43	1.84	2.17	2.74	3.34	3.78
12201	養蚕	4.85	5.52	5.60	1.29	1.47	1.49	1.43	1.63	2.04	3.18	3.47	4.04
13101	獣医薬	10.77	11.59	11.70	2.94	3.16	3.18	1.38	1.59	2.34	3.96	4.28	5.21
13102	農業サービス(除獣医)	12.33	13.21	13.46	2.94	3.18	3.24	2.20	2.45	3.18	4.64	5.01	5.99
21101	育林	2.85	3.21	3.26	0.74	0.84	0.85	0.89	0.98	1.28	1.52	1.67	2.07
21201	素材	5.10	5.56	5.63	1.37	1.50	1.51	2.19	2.30	2.84	3.83	4.02	4.71
21301	特用林産物(含狩猟業)	16.83	17.83	17.96	4.61	4.88	4.90	6.88	7.15	8.34	6.69	7.11	8.58
31100	海面漁業*	25.22	26.35	26.45	7.23	7.53	7.55	27.66	27.94	29.55	93.54	94.03	96.06
31104	海面養殖業	11.03	12.48	12.61	2.98	3.38	3.41	8.43	9.41	10.22	28.20	31.16	32.21
31200	内水面漁業・養殖業*	19.97	21.48	21.81	4.88	5.28	5.36	10.80	11.39	12.48	36.68	37.94	39.39
61101	鉄鉱石	31.78	32.98	33.86	6.66	6.99	7.20	4.13	4.42	6.07	6.94	7.40	9.70
61201	非鉄金属鉱物	20.22	20.96	21.37	5.01	5.21	5.31	5.23	5.41	6.47	9.76	10.06	11.50
62101	石灰石	20.67	21.69	22.03	5.10	5.38	5.46	5.08	5.32	6.94	12.20	12.59	14.64
62109	その他の非金属原料鉱物	19.60	20.97	21.36	4.73	5.09	5.18	5.31	5.65	7.24	12.69	13.30	15.33
62201	砂利・採石	14.50	15.48	15.64	3.99	4.25	4.29	6.58	6.81	8.51	17.72	18.08	20.24
62202	砕石	17.80	18.91	19.18	4.64	4.94	5.00	7.05	7.32	9.15	17.86	18.28	20.62
62909	その他の非金属鉱物	20.33	21.62	22.03	4.91	5.25	5.34	6.14	6.45	7.94	12.59	13.18	15.15
71101	石炭	46.67	47.61	47.94	14.31	14.57	14.65	14.09	14.31	15.57	24.79	25.15	27.31
72101	原油	12.30	12.91	13.18	3.30	3.46	3.53	2.87	3.01	3.80	4.44	4.68	5.82
73101	天然ガス	19.36	19.95	20.24	4.47	4.63	4.71	3.21	3.34	4.00	5.51	5.77	6.76
111101	と畜(含肉鶏処理)	5.64	7.24	7.37	1.45	1.88	1.92	2.45	3.16	3.72	4.90	5.96	6.69
111201	肉加工品	5.57	8.01	8.20	1.37	2.02	2.07	1.99	3.00	3.57	2.72	4.52	5.23
111202	畜産びん・かん詰	7.78	10.05	10.42	1.96	2.57	2.67	3.04	3.91	5.08	3.84	5.38	7.11
111203	動物油脂	12.71	16.25	16.60	3.09	4.01	4.09	9.28	10.97	12.12	4.24	6.27	7.86
111204	酪農品	9.06	10.46	10.73	2.22	2.61	2.67	4.30	4.87	5.61	3.93	4.60	5.52
111301	冷凍魚介類	16.08	17.73	17.85	4.44	4.90	4.93	15.51	16.64	17.72	51.22	54.75	56.12
111302	塩・干・くん製品	10.61	14.93	15.08	2.82	4.01	4.05	8.19	11.87	12.77	23.93	35.78	36.94
111303	水産びん・かん詰	11.93	16.11	16.61	3.14	4.29	4.43	7.11	10.16	12.02	16.29	25.72	28.47
111304	ねり製品	9.60	12.45	12.71	2.46	3.25	3.31	5.39	7.46	8.30	12.95	19.09	20.10
111305	魚油・魚かす	21.61	22.74	23.00	5.65	5.95	6.01	18.00	18.36	19.83	49.76	50.55	52.41
111309	その他の水産食品	10.11	11.79	11.99	2.72	3.18	3.24	7.28	8.31	9.19	21.39	24.30	25.39
111401	精穀	5.50	6.10	6.20	1.39	1.56	1.58	1.81	1.97	2.41	3.49	3.75	4.34
111402	製粉	6.62	8.76	8.93	1.58	2.16	2.20	2.31	3.00	3.57	3.79	4.99	5.76
111501	めん類	7.87	9.13	9.34	2.00	2.34	2.40	3.41	3.82	4.50	3.76	4.44	5.24
111502	パン類	7.54	8.75	9.04	1.78	2.11	2.18	2.50	2.95	3.56	2.89	3.49	4.22
111503	菓子類	7.72	9.20	9.60	1.86	2.26	2.36	2.95	3.57	4.47	2.99	3.70	4.57
111601	農産びん・かん詰	9.29	11.04	11.45	2.38	2.85	2.96	4.78	5.44	6.79	3.98	4.69	6.73
111602	農産保存食料品(除びん)	7.18	8.18	8.34	1.80	2.08	2.12	3.10	3.46	3.98	3.23	3.68	4.39
111701	砂糖	9.77	15.75	16.06	2.63	4.25	4.33	8.51	13.09	13.98	4.62	7.37	8.57
111702	でん粉	10.54	13.19	13.38	2.51	3.25	3.29	5.07	6.27	7.02	4.24	5.61	6.59
111703	ぶどう糖・水あめ・異	23.94	26.18	26.61	6.10	6.71	6.82	17.08	17.95	19.32	8.22	9.28	11.09
111704	植物油脂	7.79	11.13	11.38	2.01	2.93	2.99	4.60	5.87	6.73	3.58	5.70	6.83
111705	塩	60.54	66.06	66.01	20.21	21.95	21.90	45.74	48.54	51.57	24.50	26.94	33.98
111706	調味料	9.65	11.24	11.57	2.49	2.92	3.01	4.47	5.06	5.96	4.39	5.28	6.38
111901	冷凍調理食品	8.31	10.38	10.60	2.03	2.60	2.65	3.55	4.78	5.40	5.00	8.34	9.14
111902	レトルト食品	7.37	9.05	9.81	1.89	2.35	2.55	3.47	4.12	5.78	4.00	5.12	6.26
111903	そう菜・すし・弁当	7.27	8.77	9.13	1.81	2.22	2.31	3.15	3.85	4.77	4.63	6.19	7.06
111909	その他の食料品	8.01	9.23	9.49	1.97	2.31	2.37	3.47	3.94	4.65	3.63	4.43	5.27
112101	清酒	4.97	5.55	5.73	1.25	1.42	1.46	1.95	2.11	2.62	2.37	2.62	3.21
112102	ビール	4.58	5.34	5.58	1.13	1.33	1.39	1.66	1.89	2.49	1.68	2.00	2.83
112103	添加用アルコール	13.31	15.40	15.62	3.63	4.20	4.25	11.34	12.18	13.20	5.49	6.32	7.65
112104	ウィスキー類	4.10	4.96	5.15	1.09	1.33	1.37	1.56	1.84	2.33	1.84	2.22	2.75
112109	その他の酒類	7.91	9.03	9.48	2.10	2.4							

コード	部門	Energy原単位 (Gcal/百万円)			CO2排出原単位 (t-CO2/百万円)			SO2排出原単位 (kg-SO2/百万円)			NO2排出原単位 (kg-NO2/百万円)		
		国外ゼロ	国産仮定	実態反映	国外ゼロ	国産仮定	実態反映	国外ゼロ	国産仮定	実態反映	国外ゼロ	国産仮定	実態反映
151209	その他の織物	12.05	14.64	14.92	3.04	3.73	3.79	4.38	5.15	5.97	4.29	5.30	6.45
151301	ニット製品	10.26	12.24	12.46	2.63	3.16	3.21	3.50	4.10	4.82	3.68	4.51	5.52
151401	染色整理	17.00	19.88	20.24	4.55	5.36	5.44	7.95	8.87	10.07	6.02	7.15	8.85
151901	絹・絹	15.11	19.11	19.36	4.03	5.14	5.20	5.31	6.49	7.78	5.53	7.08	8.89
151902	じゅうたん・床敷物	14.03	16.72	16.99	3.67	4.40	4.47	4.82	5.61	6.66	5.19	6.25	7.73
151903	繊維製衛生材料	8.39	10.59	10.81	2.13	2.73	2.79	2.17	2.93	3.49	2.61	3.78	4.56
151909	その他の繊維工業製品	10.75	13.11	13.39	2.71	3.35	3.42	3.96	4.73	5.60	3.66	4.72	5.86
152101	衣服	7.50	9.51	9.70	1.86	2.39	2.44	2.49	3.12	3.69	2.73	3.52	4.31
152201	その他の衣服・身の回	6.62	8.40	8.57	1.64	2.11	2.15	2.21	2.87	3.37	2.60	3.49	4.17
152901	製綿・寝具	7.78	10.67	10.85	1.99	2.76	2.80	2.92	3.92	4.60	2.96	4.37	5.30
152909	その他の繊維既製品	7.60	9.10	9.30	1.89	2.29	2.34	2.54	3.00	3.59	2.77	3.40	4.21
161101	製材	4.98	6.69	6.81	1.20	1.66	1.69	1.51	2.16	2.71	2.83	3.96	4.67
161102	合板	9.05	11.34	11.58	2.11	2.73	2.78	2.55	3.33	4.11	3.68	4.98	6.01
161103	木材チップ	6.74	7.52	7.68	1.60	1.81	1.84	1.99	2.24	2.80	3.68	4.12	4.85
161909	その他の木製品	6.11	7.51	7.70	1.49	1.87	1.91	1.73	2.16	2.83	3.05	3.74	4.69
171101	木製家具・装備品	6.79	8.27	8.57	2.07	2.15	2.03	2.46	3.35	2.99	3.65	4.82	
171102	木製建具	6.97	8.47	8.74	1.81	2.21	2.28	2.30	2.73	3.59	3.38	4.06	5.23
171103	金属製家具・装備品	10.07	11.97	12.71	2.62	3.14	3.35	2.61	3.05	5.63	3.76	4.44	8.90
181101	バルブ	55.34	58.21	58.58	17.34	18.08	18.17	13.09	13.98	15.22	19.31	20.74	22.66
181201	洋紙・和紙	44.12	51.10	51.45	15.18	17.27	17.35	15.36	17.13	18.65	14.82	17.49	19.85
181301	板紙	41.82	46.70	47.10	12.86	14.31	14.40	17.47	18.69	20.18	12.05	13.91	16.05
181302	段ボール	26.46	30.12	30.41	8.00	9.09	9.15	11.49	12.51	13.60	8.71	10.06	11.58
181303	塗工紙・建設用加工紙	19.11	21.86	22.12	6.22	7.02	7.08	6.76	7.48	8.58	6.76	7.81	9.32
182101	段ボール箱	13.75	15.61	15.80	3.97	4.51	4.56	5.52	6.03	6.71	4.82	5.51	6.45
182109	その他の紙製容器	14.43	16.97	17.22	4.37	5.14	5.20	5.17	5.88	6.68	5.19	6.14	7.21
182901	紙製衛生材料・用品	14.03	16.21	16.53	3.97	4.60	4.68	6.09	6.66	7.67	5.04	5.87	7.12
182909	その他のバルブ・紙	16.52	18.85	19.09	4.95	5.64	5.69	5.50	6.12	6.89	5.57	6.46	7.57
191101	新聞	11.91	13.76	13.93	3.78	4.33	4.37	3.89	4.37	4.93	4.40	5.12	5.91
191102	印刷・製版・製本	9.92	11.79	11.98	2.93	3.50	3.54	3.00	3.50	4.08	3.54	4.27	5.06
191103	出版	8.69	10.15	10.29	2.71	3.15	3.18	2.81	3.20	3.66	3.43	4.01	4.65
201101	アンモニア	117.34	121.00	121.30	28.44	29.48	29.51	16.64	17.59	22.51	49.64	51.22	60.15
201102	単質肥料	31.26	35.05	35.39	8.98	10.04	10.11	7.22	8.32	9.85	13.04	14.71	17.34
201103	複合肥料	20.35	24.21	24.47	5.22	6.34	6.40	5.07	6.28	7.55	10.63	12.23	14.51
202101	ソーダ工業製品	61.63	67.54	68.95	17.45	19.27	19.61	18.42	21.69	24.37	18.54	20.94	25.13
202901	硫酸	13.29	15.20	15.50	3.73	4.25	4.32	4.47	5.04	5.77	5.52	6.35	7.39
202902	無機顔料	20.25	27.20	27.40	5.89	8.09	8.12	6.04	7.85	10.47	7.47	10.42	15.94
202903	圧縮ガス・液化ガス	65.53	67.81	70.13	11.93	12.56	13.13	8.16	8.72	11.02	9.83	10.68	14.23
202909	その他の無機化学工業	28.98	34.30	34.56	8.82	10.44	10.49	9.33	10.94	13.16	9.47	11.73	16.11
203101	石油化学基礎製品	27.15	35.25	35.59	6.96	9.03	9.07	3.21	4.88	14.50	7.77	10.42	22.01
203102	石油化学系芳香族製品	36.93	46.25	46.40	9.47	11.95	11.93	3.41	5.31	14.90	11.27	14.49	27.37
203201	脂肪族中間物	30.17	35.48	35.90	8.68	10.10	10.18	9.64	10.98	15.33	11.33	13.21	18.94
203202	環式中間物	30.55	38.78	39.06	8.15	10.43	10.47	7.35	9.22	14.13	10.81	13.80	21.07
203301	合成ゴム	28.76	32.63	32.93	9.02	10.05	10.11	13.40	14.28	18.04	11.91	13.28	18.30
203901	コーラ・飲料	32.68	44.00	41.96	12.03	15.59	14.89	7.21	10.45	22.00	12.88	18.72	51.19
203902	メタン誘導品	25.97	30.99	31.49	6.56	7.96	8.08	9.08	10.71	12.50	8.62	10.56	13.21
203903	油脂加工製品	11.62	13.96	14.29	3.07	3.70	3.78	5.59	6.61	7.81	4.60	5.77	7.42
203904	可塑剤	16.97	24.92	25.25	4.59	6.82	6.88	5.42	7.53	9.83	6.89	9.81	13.25
203905	合成染料	17.86	26.09	26.34	4.70	6.93	6.99	7.65	9.68	11.66	7.53	10.51	13.45
203909	その他の有機化学工業	24.34	28.58	29.04	6.63	7.80	7.90	7.17	8.41	10.46	8.43	9.99	12.79
204101	熱硬化性樹脂	48.41	53.03	53.27	12.69	13.97	14.02	13.22	14.41	16.60	16.48	18.21	21.48
204102	熱可塑性樹脂	25.99	31.58	31.91	7.70	9.19	9.25	8.15	9.41	14.19	10.30	12.23	18.39
204103	高機能性樹脂	22.98	27.58	27.85	6.37	7.64	7.69	7.83	9.00	11.52	9.62	11.31	14.92
204109	その他の合成樹脂	26.07	31.08	31.37	7.41	8.79	8.85	8.68	9.91	12.71	10.65	12.47	16.37
205101	レーヨン・アセテート	38.72	43.95	44.23	11.65	13.20	13.26	20.55	21.92	23.63	16.19	18.15	20.54
205102	合成繊維	29.65	34.40	34.68	8.52	9.82	9.88	10.16	11.36	13.67	11.89	13.64	17.00
206101	医薬品	7.98	9.52	9.79	2.06	2.49	2.55	2.23	2.66	3.43	3.03	3.64	4.64
207101	石けん・合成洗剤・界	12.30	16.09	16.40	3.29	4.34	4.42	3.65	4.74	6.06	4.99	6.42	8.23
207102	化粧品・歯磨	6.54	8.05	8.24	1.78	2.21	2.26	2.03	2.45	3.11	2.78	3.38	4.28
207201	塗料	15.93	20.26	20.55	4.33	5.56	5.63	4.55	5.71	7.74	6.47	8.11	11.13
207202	印刷インキ	13.66	17.49	17.77	3.68	4.75	4.81	4.02	5.07	7.01	5.62	7.08	9.82
207301	写真感光材料	11.86	14.34	14.59	3.40	4.11	4.16	3.70	4.39	5.23	4.35	5.33	6.59
207401	農薬	10.89	15.79	16.04	2.95	4.32	4.38	3.24	4.60	6.02	4.55	6.01	8.82
207901	火薬類	10.08	11.74	12.00	3.60	4.07	4.13	3.41	3.87	4.73	4.85	5.51	6.72
207902	ゼラチン・接着剤	19.38	22.87	23.19	5.10	6.06	6.13	5.54	6.54	8.13	7.29	8.60	10.81
207909	その他の化学最終製品	14.00	18.25	19.16	3.68	4.85	5.08	4.41	5.65	8.38	5.53	7.15	9.78
211101	石油製品	10.65	17.35	17.64	2.57	4.36	4.35	1.81	3.37	20.56	3.03	5.46	25.94
212101	石炭製品	31.18	54.74	49.38	13.03	20.23	18.44	5.03	12.09	38.56	15.26	27.66	103.70
212102	舗装材料	11.69	14.60	14.86	3.00	3.78	3.82	4.29	4.97	10.48	6.24	7.34	14.02
221101	プラスチック製品	14.26	17.11	17.43	3.62	4.39	4.47	4.02	4.76	6.34	4.87	5.92	8.06
231101	タイヤ・チューブ	16.33	19.30	19.61	4.46	5.30	5.37	8.24	9.12	10.80	6.16	7.38	9.81
231901	ゴム製履物	7.48	8.91	9.11	1.81	2.19	2.24	2.76	3.20	3.81	2.51	3.07	3.92
231902	プラスチック製履物	9.43	11.19	11.40	2.49	2.97	3.02	3.80	4.30	5.21	3.62	4.29	5.56
231909	その他のゴム製品	10.91	12.64	12.96	2.81	3.29	3.37	4.12	4.60	5.82	3.80	4.48	6.23
241101	革製履物	4.47	6.30	6.43	1.10	1.58	1.61	2.01	2.74	3.18	2.20	3.29	3.86
241201	製革・毛皮	5.04	9.75	9.94	1.18	2.42	2.46	3.22	5.21	5.85	1.91	5.48	6.33
241202	かばん・袋物・その他	6.26	8.36	8.57	1.58	2.13	2.18	2.42	3.21	3.97	2.88	4.07	5.07
251101	板ガラス・安全ガラス	15.69	17.48	17.83	4.00	4.48	4.56	6.56	7.88	13.40	14.17	15.91	
251201	ガラス繊維・同製品	19.09	21.45	22.01	4.84	5.47	5.61	5.23	5.86	7.30	11.60	12.74	14.48
251909	その他のガラス製品	16.66	18.54	19.05	4.55	5.08	5.20	5.01	5.55	6.87	12.46	13.25	14.90
252101	セメント	109.52	113.20	113.30	88.67	89.77	89.73	16.99	18.04	22.48	157.41	159.20	169.40
252201	生コンクリート	33.59	35.78	35.91	22.37	23.32	23.34	8.82	9.34	11.21	47.44	49.08	52.49
252301	セメント製品	17.70	19.34	19.66	8.53	9.07	9.16	5.19	5.57	7.48	16.75	17.58	21.40
253101	陶磁器	13.18	14.60	15.11	3.39	3.77	3.90	3.29	3.67	5.02	4.61	5.26	6.67
259901	耐火物	15.06	17.21	18.96	4.71	5.29	5.75	8.43	9.01	12.86	6.60	7.62	10.33
259902	その他の建設用土工製	24.20	26.09	26.43	7.06	7.57	7.65	8.39	8.87	10.30	9.38	10.27	12.22
259903	炭素・黒鉛製品	30.43	35.37	35.47	8.88	10.46	10.45	7.60	8.85	12.82	11.29	13.50	21.88
259904	研磨材	17.85	20.28	21.71	5.14	5.80	6.17	5.40	6.09	9.39	6.70	7.83	10.42
259909	その他の窯業・土工製	17.32	19.36	19.69	9.13	9.68	9.76	5.12	5.65	7.63	9.84	10.79	14.28

コード	部門	Energy原単位 (Gcal/百万円)			CO2排出原単位 (t-CO2/百万円)			SO2排出原単位 (kg-SO2/百万円)			NO2排出原単位 (kg-NO2/百万円)		
		国外ゼロ	国産仮定	実態反映	国外ゼロ	国産仮定	実態反映	国外ゼロ	国産仮定	実態反映	国外ゼロ	国産仮定	実態反映
362210	航空機修理	3.28	7.84	8.34	0.81	1.98	2.12	0.71	1.64	2.80	1.60	3.93	5.00
362901	自転車	7.41	9.67	12.48	1.88	2.49	3.26	1.94	2.56	8.43	2.49	3.33	7.26
362909	その他の輸送機械	11.15	13.05	13.76	3.00	3.52	3.72	2.80	3.25	5.98	3.62	4.31	9.45
371101	カメラ	5.98	7.22	7.60	1.45	1.77	1.87	1.60	1.93	2.85	2.18	2.68	3.59
371109	その他の光学機械	6.97	8.48	9.37	1.69	2.09	2.33	1.72	2.13	4.02	2.84	3.54	5.00
371201	時計	6.24	7.98	8.48	1.49	1.94	2.08	1.61	2.11	3.34	2.39	3.23	4.63
371901	理化学機械器具	6.14	7.39	7.80	1.70	2.05	2.16	1.66	1.98	3.18	2.40	2.89	4.59
371902	分析器・試験機・計量	5.80	6.92	7.73	1.44	1.74	1.96	1.42	1.71	3.61	2.02	2.45	4.29
371903	医療用機械器具	6.62	7.92	8.55	1.67	2.02	2.19	1.76	2.10	3.67	2.30	2.81	4.40
391101	玩具	7.43	8.90	9.25	1.93	2.32	2.41	2.24	2.64	3.75	3.49	4.08	5.38
391102	運動用品	10.10	11.86	12.30	2.66	3.14	3.25	3.07	3.55	5.04	4.39	5.13	7.14
391901	楽器	6.07	7.33	7.57	1.56	1.89	1.95	1.76	2.09	2.91	2.99	3.50	4.61
391902	レコード	7.23	8.23	8.42	1.79	2.07	2.11	1.87	2.12	2.73	2.95	3.36	4.18
391903	筆記具・文具	8.12	9.38	9.62	2.10	2.45	2.51	2.39	2.73	3.68	3.59	4.10	5.57
391904	身辺細貨品	5.76	11.72	11.94	1.50	3.02	3.07	2.48	4.54	5.40	5.85	10.35	11.51
391905	量・わら加工品	4.88	5.72	5.81	1.28	1.51	1.53	1.83	2.07	2.53	3.47	3.88	4.48
391906	武器	6.99	8.53	10.18	1.92	2.34	2.79	1.92	2.39	5.99	2.82	3.45	6.04
391909	その他の製造工業製品	9.92	11.77	12.32	2.63	3.14	3.28	3.31	3.83	5.47	4.43	5.17	6.98
411101	住宅建築(木造)	5.74	6.95	7.40	1.72	2.05	2.18	1.65	1.99	3.33	3.49	4.04	5.69
411102	住宅建築(非木造)	7.88	9.31	10.01	2.51	2.91	3.10	2.02	2.38	4.58	4.50	5.08	8.18
411201	非住宅建築(木造)	6.18	7.41	7.91	1.86	2.20	2.34	1.77	2.11	3.60	3.79	4.35	6.17
411202	非住宅建築(非木造)	7.97	9.34	10.01	2.47	2.86	3.05	1.97	2.31	4.45	4.27	4.82	7.93
412101	建設補修	9.10	10.53	11.33	2.67	3.07	3.29	2.41	2.78	5.03	4.68	5.25	8.03
413101	道路関係公共事業	10.38	11.63	11.92	3.72	4.09	4.17	2.79	3.09	4.80	7.31	7.84	10.93
413102	河川・下水道・その他	10.33	11.44	11.72	3.76	4.10	4.17	2.76	3.03	4.44	7.57	8.06	10.48
413103	農林関係公共事業	11.01	12.19	12.53	3.83	4.19	4.28	2.52	2.81	4.32	7.14	7.66	10.18
413201	鉄道軌道建設	10.40	12.23	12.77	3.71	4.24	4.39	2.79	3.38	5.47	6.97	7.75	11.39
413202	電力施設建設	7.58	9.05	9.53	2.27	2.67	2.81	2.01	2.48	4.13	3.96	4.56	7.13
413203	電気通信施設建設	6.27	8.12	8.73	1.77	2.28	2.44	2.05	2.80	4.46	3.27	4.06	5.93
413209	その他の土木建設	10.09	11.36	11.76	3.30	3.66	3.77	2.87	3.19	4.92	6.67	7.19	9.99
511100	事業用電力*	86.80	89.96	95.00	24.39	25.23	26.48	16.06	16.76	21.11	19.02	20.21	26.92
511104	自家発電	255.18	258.60	258.50	154.73	155.70	155.60	179.81	180.70	186.00	186.20	187.70	196.80
512101	都市ガス	6.66	10.53	20.43	1.67	2.63	5.12	1.18	1.94	5.58	2.32	3.63	9.18
512201	熱供給業	38.19	39.57	41.32	8.44	8.81	9.24	8.15	8.47	10.18	8.10	8.64	11.46
521101	上水道・簡易水道	17.74	18.62	19.26	3.43	3.67	3.83	2.59	2.82	3.69	3.39	3.72	4.97
521102	工業用水	13.16	13.66	14.12	2.54	2.68	2.79	1.79	1.93	2.53	2.41	2.61	3.47
521103	下水道**	23.22	24.19	24.66	5.50	5.76	5.88	10.56	10.81	12.02	5.39	5.76	7.38
521201	廃棄物処理(公営)*	7.64	8.10	8.27	18.62	18.75	18.79	12.78	12.90	13.39	21.53	21.72	22.38
521202	廃棄物処理(産業)	3.98	4.35	4.43	17.99	18.09	18.11	12.03	12.12	12.47	20.55	20.71	21.17
611101	卸売	3.30	3.69	3.76	0.88	0.98	1.00	0.98	1.07	1.38	1.87	2.07	2.49
611201	小売	5.54	5.91	6.05	1.38	1.48	1.52	1.47	1.56	1.95	2.16	2.31	2.82
621101	金融	1.65	1.89	1.94	0.44	0.51	0.52	0.41	0.47	0.59	0.66	0.77	0.94
621201	生命保険	1.59	1.78	1.82	0.42	0.47	0.48	0.39	0.44	0.55	0.66	0.74	0.89
621202	損害保険	2.22	2.50	2.58	0.59	0.67	0.68	0.53	0.60	0.78	0.90	1.03	1.26
641101	不動産仲介・管理業	2.64	2.87	2.96	0.61	0.67	0.70	0.48	0.53	0.70	0.69	0.78	1.02
641102	不動産賃貸業	2.86	3.02	3.12	0.66	0.70	0.73	0.49	0.52	0.70	0.66	0.72	0.96
642101	住宅賃貸料	1.01	1.20	1.25	0.29	0.34	0.36	0.25	0.30	0.47	0.45	0.53	0.74
711101	鉄道旅客輸送	10.93	11.44	11.80	2.69	2.83	2.92	2.64	2.77	3.41	5.01	5.21	6.14
711201	鉄道貨物輸送	14.26	14.96	15.43	3.27	3.46	3.58	3.92	4.09	5.08	10.34	10.61	12.02
712101	バス	9.88	10.42	10.51	2.75	2.89	2.91	6.18	6.31	7.20	18.42	18.62	19.70
712102	ハイヤー・タクシー	9.51	10.05	10.12	2.37	2.51	2.53	0.58	0.70	1.54	3.99	4.19	5.21
712201	道路貨物輸送	14.94	15.64	15.74	4.15	4.34	4.36	10.05	10.21	11.50	23.07	23.33	24.89
712202	運送	9.55	10.07	10.16	2.61	2.75	2.77	5.49	5.61	6.46	12.58	12.77	13.81
713101	自家用旅客自動車輸送	36.16	38.55	38.83	9.97	10.61	10.66	8.59	9.16	14.48	20.61	21.48	27.87
713201	自家用貨物自動車輸送	43.01	45.37	45.65	12.02	12.65	12.70	22.21	22.76	27.70	60.29	61.14	67.07
714101	洋輸送	54.50	84.07	84.18	16.15	24.84	24.86	166.82	251.10	253.40	399.84	602.20	605.00
714201	沿海・内水面輸送	41.95	43.28	43.44	12.25	12.60	12.64	93.49	93.79	95.99	223.69	224.20	227.00
714301	港湾運送	3.62	3.92	3.99	0.98	1.06	1.08	2.78	2.85	3.21	9.85	9.97	10.45
715101	航空輸送	29.12	31.49	31.64	8.03	8.64	8.67	1.16	1.62	3.64	33.16	34.09	36.52
716101	倉庫	7.45	7.90	8.16	1.51	1.63	1.70	1.16	1.27	1.65	1.57	1.75	2.31
717101	ごん包	6.57	7.78	7.95	1.85	2.19	2.24	2.25	2.58	3.27	2.77	3.26	4.47
717901	道路輸送施設提供	5.11	5.44	5.62	1.09	1.18	1.23	0.78	0.86	1.18	1.16	1.29	1.74
717902	水運付帯サービス(公)	5.95	6.58	6.83	1.69	1.86	1.93	2.52	2.68	3.49	2.36	2.61	3.69
717903	水運付帯サービス(産)	1.39	1.55	1.58	0.49	0.53	0.54	0.66	0.70	0.82	0.72	0.78	0.94
717904	航空付帯サービス(国)	10.32	10.89	11.18	2.31	2.47	2.54	1.31	1.45	1.95	4.60	4.83	5.52
717905	航空付帯サービス(産)	4.84	5.21	5.37	1.04	1.15	1.19	0.80	0.90	1.19	1.17	1.34	1.74
717909	旅行・その他の運輸付	3.75	4.17	4.31	0.88	1.00	1.03	0.74	0.84	1.07	1.22	1.40	1.72
731101	郵便	3.41	3.71	3.78	0.89	0.97	0.99	0.89	1.01	1.30	2.68	2.92	3.28
731201	国内電気通信	2.67	2.87	2.96	0.63	0.69	0.71	0.60	0.65	0.81	0.88	0.98	1.20
731202	国際電気通信	3.25	3.51	3.63	0.75	0.83	0.86	0.67	0.72	0.93	1.04	1.16	1.45
731909	その他の通信サービス	3.26	3.53	3.68	0.76	0.83	0.87	0.58	0.64	0.92	1.00	1.12	1.50
732101	公共放送	4.63	5.12	5.26	1.16	1.29	1.33	1.17	1.28	1.61	1.80	2.03	2.47
732102	民間放送	3.76	4.39	4.49	1.02	1.19	1.22	1.19	1.35	1.68	1.78	2.07	2.51
732103	有線放送	2.69	2.96	3.06	0.67	0.74	0.76	0.71	0.77	1.00	1.01	1.13	1.43
811101	公務(中央)**	8.51	9.31	9.59	2.33	2.54	2.62	1.33	1.52	2.36	7.39	7.74	8.70
811201	公務(地方)**	4.72	5.02	5.15	1.44	1.52	1.56	1.42	1.49	1.85	2.01	2.13	2.59
821101	学校教育(国公立)*	2.32	2.52	2.60	0.60	0.66	0.68	0.60	0.66	0.83	0.85	0.95	1.19
821102	学校教育(私立)*	3.80	4.15	4.27	0.99	1.09	1.12	0.85	0.94	1.24	1.27	1.42	1.83
821301	社会教育(国公立)*	9.26	9.83	10.11	2.19	2.35	2.42	1.67	1.81	2.31	2.48	2.73	3.46
821302	社会教育(非営利)*	7.76	8.31	8.59	1.78	1.93	2.00	1.42	1.57	2.01	2.03	2.26	2.88
821303	その他の教育訓練機関	10.68	11.20	11.39	2.82	2.96	3.01	4.58	4.70	5.31	3.21	3.45	4.24
821304	その他の教育訓練機関	9.34	9.88	9.98	2.58	2.72	2.75	4.10	4.23	4.95	2.78	3.00	3.90
822101	自然科学研究機関(国)	7.89	8.29	8.58	1.76	1.87	1.94	1.15	1.25	1.66	1.89	2.07	2.65
822102	自然科学研究機関(国)	2.61	2.92	2.97	0.73	0.82	0.83	0.58	0.66	0.87	1.07	1.20	1.46
822103	自然科学研究機関(非)	3.43	3.71	3.80	0.96	1.04	1.06	0.71	0.78	1.03	1.40	1.52	1.85
822104	自然科学研究機関(非)	2.06	2.27	2.31	0.71	0.78	0.79	0.51	0.57	0.71	0.91	1.00	1.19
822105	自然科学研究機関(産)	6.83	7.32	7.52	1.60	1.74	1.79	1.25	1.37	1.78	1.98	2.18	2.77
822106	自然科学研究機関(産)	3.19	3.59	3.66	0.87	0.98	1.00	0.86	0.96	1.19	1.36	1.54	1.84
822201	企業内研究開発	8.45	9.22	9.47	2.08	2.29	2.35	2.21	2.40	2.98	2.33	2.65	3.44
831101	医療(国公立)**	5.04	5.80	5.96	1.30	1.50							