

I. 環境パフォーマンス評価係数（JEPiX）

環境政策・法令に基づく日本版エコファクターの開発

宮崎修行

C・ジーゲンターラー

熊谷 敏

篠塚 英一

永山 綾子

第1章 日本の環境希少性評価プロジェクト

環境政策優先度指数：2003 年日本版 (JEPIX: Environmental Policy Priorities Index for Japan) プロジェクトは、環境会計、環境マネジメント、環境報告書作成、環境格付、エコバランスおよびライフサイクル・アセスメント (LCA) などの分野に従事する団体・個人のイニシアティブとして実施された活動である。このプロジェクトは、多くの専門家の自発的な参画により、長い準備期間の後に 2001 年から 2003 年にかけて集中的に実施された。

1.1 プロジェクトチーム

JEPIX プロジェクトは、当初、科学技術振興機構 (JST) から資金援助を受け、社会技術研究推進事業の中の「環境格付指標、手法、公開方法の開発」総合研究プロジェクトの一貫として、研究開始された (現在は、国際基督教大学 (ICU) 文部科学省 21 世紀 COE プログラム「平和、安全、共生研究」の一貫として実施されている)。

総合研究プロジェクトは、環境経営学会 (SMF) 理事、環境経営格付機構 (SMRI) 理事で (株) 日本環境認証機構 (JACO) の (前) 代表取締役社長の福島哲郎氏および事務管理総責任者の辻健氏が統括した。

研究調査は、国際基督教大学 (ICU) の宮崎修行教授を中心とする環境経営格付機構の環境会計専門家チーム (とりわけ特別顧問：国際基督教大学 ICU、トーマス＝ショーエンバウム教授 Prof. Thomas John Schoenbaum) の監督と理論指導のもとに行われ、エコファクターの具体的手法と算出ロジックの実際的算定は、スイス、サイナム社 (Sinum AG) 会長のクロード＝ジーゲンターラー氏 (Claude Siegenthaler) と株式会社 山武の環境マネジメント専門家からなる調査チーム (篠塚英一、熊谷敏、永山綾子) が担当した。

プロジェクトチーム (当初)

- ・ 資金援助と成果公表

科学技術振興機構 (JST)

環境経営学会 (SMF)

環境経営格付機構 (SMRI)

- ・ 開発チーム (SMRI) : 調査監督と公表出願

宮崎修行：国際基督教大学 ICU 教授 (協力：東健太郎：ICU 助手、一橋大学大学院、在マンハイム大学、ドイツ／中村玲未：在ザンクト・ガレン大学、スイス)

古川芳邦：日東電工 (株) サステナブル・マネジメント推進部長、上智大学非常勤講師

山添真喜子：ERM Japan コンサルタント、前新日本監査法人、アメリカ公認会計士
(USCA)

・研究チーム：データ収集と計算

クロード＝ジーゲンターラー：サイナム社会長、国際基督教大学社会科学研究所研究員、
スイス（協力：葛西洋子：サイナム社アシスタント）

熊谷敏：武蔵工業大学助教授、前(株)山武、研究開発本部（藤沢）

篠塚英一：(株) 山武、環境事業推進本部（東京）シニアマネージャー

永山綾子：(株) 山武、環境事業推進本部（東京）

・チーム特別顧問：国際環境政策法・条約解釈／資源エネルギー情報

トーマス＝ショーエンバウム：国際基督教大学 ICU 教授、前ジョージア大学バージニア・
ラスク講座教授、アメリカ

増沢陽子：鳥取環境大学助教授（環境省出向）

トーマス＝オルバッハ：ブッパタール気候・環境・エネルギー研究所リサーチャー、ドイツ

1.2 謝辞

JEPIX プロジェクト・チームは、科学技術振興機構（環境格付研究）、文部科学省（21 世紀
COE プログラム）、環境経営学会、環境経営格付機構および (株) 日本環境認証機構に対して、
継続的な財政的および管理的な支援を頂いたことにつき、心より感謝の意を表する。そして、
JEPIX プロジェクトに全般にわたり協力、協賛して頂いている以下の内外の諸団体・組織に、感
謝とお礼を申し上げたい。

（国内）

- ・環境省
- ・経済産業省
- ・文部科学省
- ・(財) 地球環境財団
- ・(財) 地球人間環境フォーラム
- ・(社) 産業環境管理協会 (JEMAI)
- ・(株) 日本環境認証機構 (JACO)
- ・国際基督教大学ICU社会科学研究所 (SSRI)
- ・国際基督教大学ICU大学院 (行政学研究科)
- ・法政大学大学院 (環境マネジメント専攻科)

- ・武蔵工業大学大学院（工学研究科）
 - ・芝浦工業大学大学院（工学研究科）
 - ・日本社会関連会計学会
 - ・経営行動学会
 - ・地球マネジメント学会
 - ・グリーンコンシューマー東京ネットワーク
 - ・環境監査研究会（EARG）
 - ・バルディーズ研究会
- （国外）
- ・スイス連邦共和国環境庁（BUWAL）
 - ・ザンクト・ガレン大学経済エコロジー研究所（IWÖ）
 - ・スイス環境マネジメント協会（ÖEBU）
 - ・スイス国立材料研究所（EMPA）
 - ・ベルリン・サイエンスセンター（WZB）
 - ・ブッパタール気候・環境・エネルギー研究所（WKUE）
 - ・リューネブルク大学サステイナブル・マネジメント・センター（SMC）
 - ・アウグスブルク大学環境マネジメント研究所（IMU）

また、具体的なデータ資料の提供や検証、実用的で的確なアドバイスとガイダンス等で、特別なご協力を頂いた以下の政府機関等に対して、深くお礼申し上げたい（一部上記と重複）。

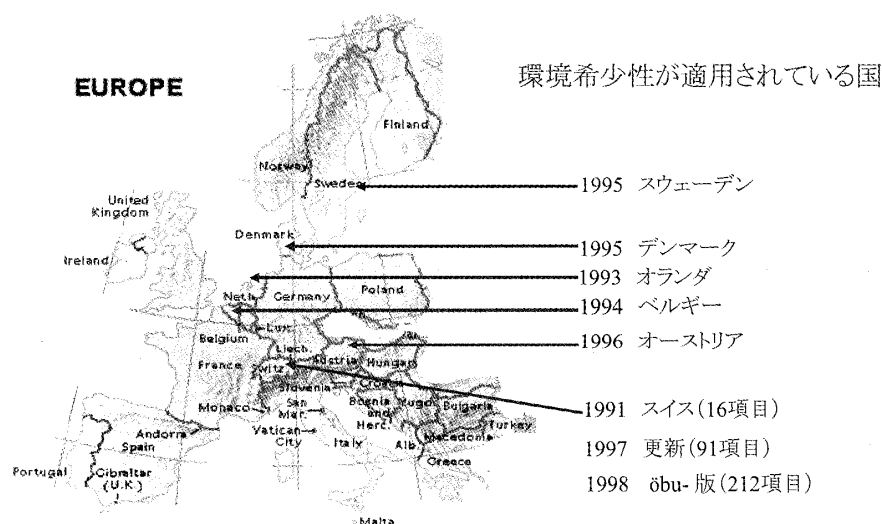
- ・環境省
- ・経済産業省
- ・国土交通省
- ・産業技術総合研究所ライフサイクルアセスメントセンター
- ・国立環境研究所

とりわけ、環境省の一方井誠治（前）政策評価広報課長、川野光一環境経済課長補佐、そして経済産業省の國友宏俊環境調和産業室長のご理解とご協力にお礼申し上げるとともに、さらに、有益な指導と助言、データ資料の提供、専門的知識の共有等によって、JEPIX プロジェクトに学術的援助・御支援をしてくださった多くの環境専門家の皆様、とりわけ東京大学山本良一教授と安井至教授、産業技術総合研究所稲葉敦博士と伊坪徳宏博士、国立環境研究所森口祐一博士と寺園淳博士、日本大学の水谷広教授、千葉大学の倉阪秀史助教授、神戸山手大学のカール＝ハインツ＝フォイアヘルト教授、鳥取環境大学の木俣信行教授ならびに麗澤大学の大橋照枝教授に、ここに心より深甚なる感謝を申し上げたい。

第2章 環境希少性の評価手法について

2.1 背景

JEPIX (Environmental Policy Priorities Index for Japan : 環境政策優先度指数日本版) はスイスの環境希少性 (EcoScarcity) 手法にならっている。環境希少性手法は元来、スイスで開発されてきた。スイスの Ruedi Müller-Wenk は環境会計手法に取り組み、それは 1978 年に発表された¹。この優れた報告書のなかで、企業エコバランスのいくつかの原則が確立された。そのうちの一つの原則が、単一指標つまり環境通貨をつくることであり、その発展がうながされた。今日使用されている環境希少性手法は、1990 年にスイス環境庁 BUWAL 刊行の環境保護シリーズ SRU 133 として発表された²。



その結果は国家戦略や現実の状態を反映したものになる

図1：ヨーロッパにおける環境希少性の広まり

環境希少性評価手法は当初、製品や製造過程のライフサイクルアセスメントに使用されたが、のちにスイス環境経営協会 (Swiss Association for Environmental Management) が開発したいわゆる ÖBU 手法³ に組みこまれ、Braunschweig と Müller-Wenk によって再度出版された。この本は、宮崎修行国際基督教大学教授により日本語に翻訳されている⁴。今日、この手法の最新版はスイス環境庁 BUWAL 環境保護シリーズ SRU 297 であり、欧州諸国にもひろく普及している (上図参照)。2002 年には、南アメリカの人口密度の高い地域のために、さらにこの手法が開発された⁵。

¹ Müller-Wenk, R.: *Die ökologische Buchhaltung -Ein Informations- und Steuerungsinstrument für umweltkonforme Unternehmungspolitik-*, Frankfurt 1978.

² Ahbe, S., Braunschweig, A., Müller-Wenk, R.: *Method for Ecobalancing based on ecological optimisation*, BUWAL 133, 1990.

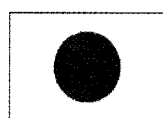
³ Braunschweig, A., Müller-Wenk, R.: *Ökobilanzen für Unternehmungen – eine Wegleitung für die Praxis*, Verlag Paul Haupt, Bern, 1993.

⁴ ミュラー・ヴェンク (宮崎修行訳) 『企業のエコバランス』白桃書房, 1996

⁵ Eugster, M., Siegenthaler, C.: *Ecofactors for Colombia*, unpublished, EMPA Sustec, sinum AG, 2002.

2.2 手法の基本概念

環境希少性評価手法の基本概念⁶は、目標までの距離（Distance to Target）、つまり環境政策と実際の環境状態の乖離を、物質のフローデータにもとづいて評価することである。そこで、政策目標が特定の物質や物質群の目標フローの推定値としてつかわれる。公式の第2項は実際フローと目標フローとの比率を考慮して物質を重みづけしているゆえに、実際フローと目標フローの比が目標までの距離をしめす。そして、「仮想」単位である環境影響ポイント（EIP: Environmental Impact Point）は単一指標としてあらわされる。



年間の政治的目標フローデータ

→ 国の法律、規制値

→ 国際条約、政府発行の白書



年間の(公表)実際フロー

→ 国レベル、あるいは地域レベルでの統計

環境希少性算出の際の重みづけ

すべての物質ごとに環境希少性が算出される

$$\text{エコファクター} = \frac{\text{目標フローデータ}}{\text{実際フロー}} \times \frac{1\text{EIP}}{\text{実際フロー}} \times C = \chi \text{EIP} / \text{g, cm}^3, \text{MJ}$$

図2：重みづけを考慮にいたったエコファクターの算出

(C=1 E+1 2、一定の定数を使用)

2.3 JEPIX 開発の理由

日本では、多くの企業が環境会計を実施し、環境報告書を公表している⁷。環境省が「環境会計ガイドブック」を公表しているので、多くの企業が環境影響の単一評価指数を導入している。

日本の先進企業の中には、事業のエコエフィシエンシー評価のために、スウェーデンの EPS、オランダのエコインディケーター99、スイスの環境希少性評価等、欧州のライフサイクル影響評価手法を導入している例もみられる⁸。このような取りくみは一般的に、ステイクホルダーから歓迎されているが、なかには企業独自の主観的な単一評価指数もあり、評価のわかれるところである。現時点では、客観的なライフサイクル影響評価手法が、実行可能な唯一のアプローチであ

⁶ Life Cycle Impact Assessment (LCIA) 他の手法の詳細：Braunschweig, A., Förster, R., Hofstetter, P., Müller-Wenk, R.: *Developments in LCA Valuation*, IWOE-Discussion Paper Nr. 32, St.Gallen, March 1996.

⁷ Kokubu, K., Nashioka, E., Hirayama, K.: "An Analysis of Environmental Reporting and Accounting in Japan", 5th International Ecobalance Conference, Tsukuba, p. 585. December 2002.

⁸ 宮崎修行著『統合的環境会計論』創成社, 2001

る、という合意や標準はないが、この考え方は受け入れられつつある。

もっとも先進的な企業の現在もちいている方法は、根本的な問題に直面している。それは、企業が、欧州の運命モデルやダメージモデル、政策目標、汚染レベルなど、欧州のデータや手法を参照しているということである。そのため、結果の解釈には高度な技術が必要になり、また間違った結論にもおちいりやすい。

JEPIX プロジェクトは、この状況を克服するため、また日本で公表されているデータを利用して、容易に理解し、適用できるライフサイクル影響評価手法を提供することを目的としてはじめられた。日本ではまもなく、環境科学と社会科学の接点で複雑な科学調査がおこなわれ、それにもとづくダメージ関数型の手法が誕生する。JEPIX プロジェクトは、現在の優先度の高い政策をライフサイクル影響評価手法に反映させていきたいと考えている。したがって、JEPIX プロジェクトはダメージ関数型の手法と補完的な関係にあり、日本でのライフサイクル影響評価にもとづく単一評価指数の合意形成に貢献できると思われる⁹。

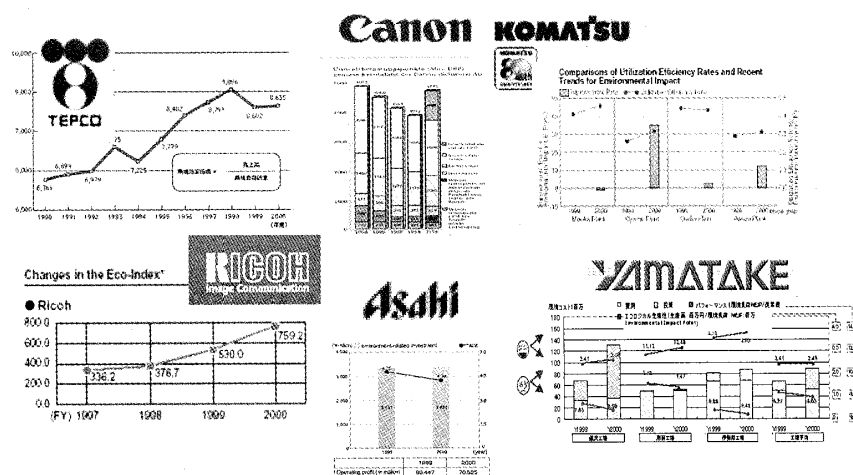


図3：日本において近年導入されはじめた単一評価指標の例

⁹ Siegenthaler, C., Kumagai, S., Shinozuka, E.: "Development of Ecoscarcity Japanese Version", 5th International Ecobalance Conference, Tsukuba, p. 581. December 2002.

第3章 エコファクター日本版の算出方法

3.1 適用範囲

JEPIX プロジェクトの最大の目標は、日本の環境政策で設定された目標までの距離（Distance to Target）を反映し、環境会計や企業格付に利用しやすい手法を提供することである。

JEPIX は、様々な環境問題に関する公式の統計と日本政府の明示した目標とを比較することによって、政策優先度の高い環境問題を特定する。そして、一連の原則に準拠して個々の優先課題の定量的評価をし、また活動の優先度を把握する。

JEPIX の保全対象として、日本の住民と生態系を考慮に入れる。つまり、JEPIX は物質的な豊かさや資源などの保全というより、むしろ人間の健康や生態系の保全に焦点をあてている。理論的には、資源のような保全対象物を JEPIX にとり入れることは可能である、しかしながら、日本政府は資源の消費にたいする目標値を明示していないので、今回の報告書では物質の排出に焦点をあてている。関連した法規を特定し、また公的な情報源からの統計を使用して、できるだけ多くの物質に対して優先度をあらわす指標を作成する。

JEPIX の結果は、多くの物質のエコファクターである。ある物質が、複数の異なる環境問題に関連する場合、結果としてもっとも高い数値が選ばれる。全物質フローは、国レベル、または特定の法規が対象とする地域レベルに標準化される。地域格差が大きい場合は、地域分化をすすめることで、特異な地域においては独自のエコファクターを使用することができる。

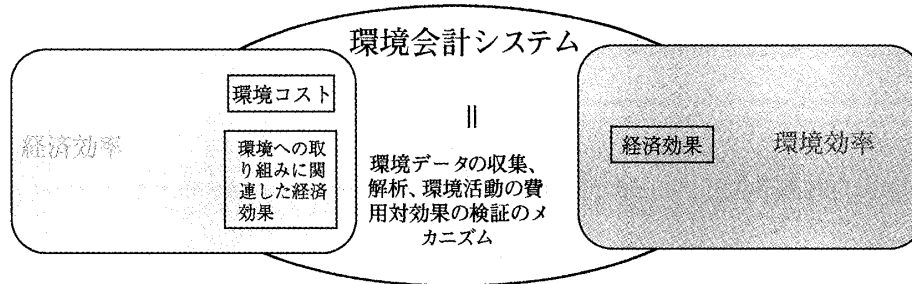
3.2 適用

経済的な意思決定が必要な場合、JEPIX 手法のエコファクターを使用すべきである。貨幣化の本質は、環境の優先事項を評価することと非常に似ているので、JEPIX のエコファクターは自然科学の調査ほど厳密ではない。JEPIX はむしろ実地的であり、「大まかな全体像」を把握するための評価方法である。

JEPIX の適用分野として、環境会計、企業エコバランス、環境格付、エコエフィシアンシー分析およびパフォーマンス評価等があげられる¹⁰。

¹⁰ これらの用語の詳細については、宮崎修行『統合的環境会計論』を参照のこと。（脚注8参照）

→ 環境会計（MOEガイドライン2000）



- 環境側面の評価（ISO14001）
- 環境問題に対応したエコ・プロダクティビティの算出（ISO14001）
- 環境のパフォーマンス評価（ISO14031/32）
- 環境格付、エコファンドのためのエコ・エフィシェンシーの評価

図4：JEPIX の位置付け ¹¹

JEPIX は、主に環境分野の専門家ではない経営者、投資家、消費者や政治家を支援することを意図している¹²。

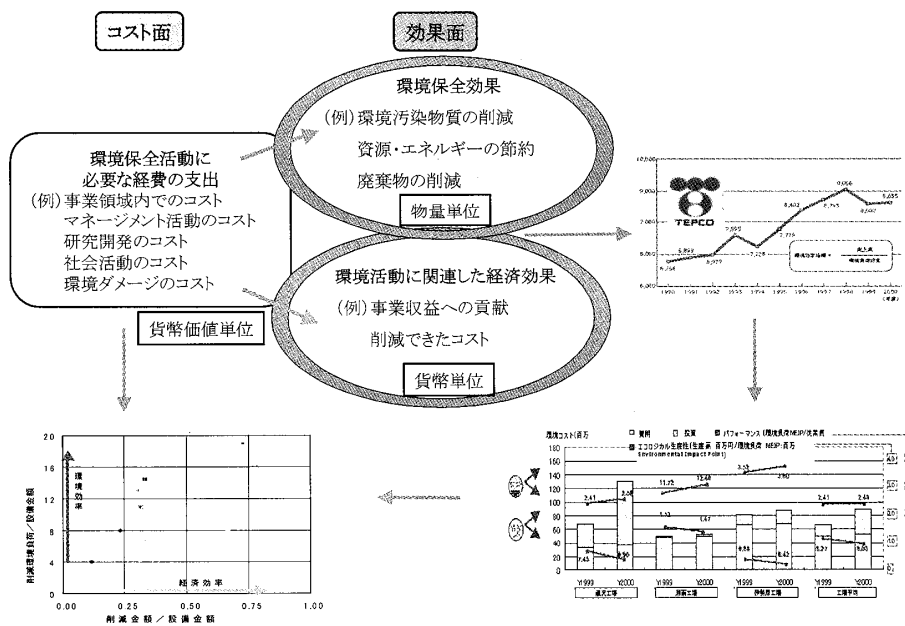


図5：統合的環境会計とはなにか？

¹¹ 環境省
環境報告書ガイドライン（FY2000）, 2001年2月
事業者の環境パフォーマンス指標（FY2000）, 2001年2月
環境会計システムの確立に向けて（FY2000）, 2000年5月

環境会計ガイドブック II, 2001年3月
環境会計ガイドブック 2002, 2002年3月

¹² 使用者の観点から見た環境情報が必要な場合は参照：Inaba, A., Hunkeler, D., Rebitzer, G., Finkbeiner M., Siegenthaler, C., Saur, K.: “The 5th International Conference on Ecobalances, Practical Tools and Thoughtful Principles for Sustainability”, *International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol.8, No. 1 2003, Ecomed publisher, p. 1.

3.3 JEPIX の基本原則

経営との関連性

JEPIX の目的は、法的枠組み内ではあるが、排出基準（物質の濃度レベル。排気中、排水中の $X\text{mg/m}^3$ ）といった特定の規制の遵守という枠組みをこえて、環境パフォーマンスの全面的な改善のための包括的な情報を、企業内外の利害関係者に提供することである。

JEPIX は、以下に該当するすべての物質フローとエネルギーフローを網羅する必要がある。それは、法的規制を受けており、もし日本が国全体、ある特定の地域または都道府県として法的基準を満たしていないなら、近い将来規制対策が強化されるかもしれないようなフローのことである。JEPIX は、したがって、エコロジカルというよりもむしろ政策との関連性を、そして、とくに法的枠組みのトレンドをしめすことを優先している。この点において、JEPIX は LCA や、ある一つの物質のリスク分析、有害性テストなどの限定的な評価手法とは随分ことになっている。

JEPIX によって経営者がつぎのような質問に答えられるようになる。将来の取締法案を回避するため、また法的規制というさらなる政治的圧力から発生するコストを回避するために、どこを改善しなければならないのか？ ちかいう将来、どのような企業活動が行政の焦点になるのか？

事業内では、JEPIX の適用によって、政策的関連性の高い企業活動をみつけ、目標設定をおこない、そして費用対効果の高い行動計画を明確にすることができる。

経営との関連性の原則は、環境問題を評価することに明確な焦点をあてている。環境問題は、企業内外の多くの関係者と活動を調整することを必要とする。ごく少数の活動や関係者によってのみ排出されるようなごく少量の特殊な物質、というような限定された領域を対象とするわけではない。このような場合には、正しい決断をくだすために、より高度な科学的、生態学的知識が必要なので、より複雑なツールがある。たった一つの問題や領域に対する政策はまた大変恣意的になってしまい、限定された関係者、プロセスまた物質にのみ直接影響を及ぼすことが経験的にわかっている。したがって、単一のプロセスや物質の問題をあつかうことは、JEPIX の目的でも領域でもない。

しかし、実際のところ、法的目標にこたえるようには行動するためには、調整が必要な物質、プロセスや関係者が非常にたくさんある。それら法的目標には、地球温暖化、オゾン層破壊、大気、水、土壌の全体的な汚染、河川、湖や領海域の富栄養化が対象となっている。地球環境問題には多くの物質が関与しており、何千もの企業に変化がもとめられ、日常生活の何百万人もの人々による無数のささいな行動が、問題に対処するのに重要な意味をもっている。地球環境問題によって、日本の行政のみならず、より多くの国と国際機関（例：OECD）は、増えつづける物質にたいしてフロー目標を導入し、目標への距離（Distance to Targets）に注意をはらうことを要請されている。この状況が JEPIX の基礎にある。

費用対効果

JEPIX は経営者のための科学にもとづくツールであり、科学そのものではない。事業体の既存の環境関連情報を経済的かつ理解容易なプロセスで統合することによって、意思決定を促進し、担当者と事業体の調整が容易になる。それゆえ、JEPIX は卓越し、きわめて高度なユーザー向けというよりはむしろ、一般ユーザーむけである。

一流企業は、エコロジーについて深い理解をもつ者が取締役にいて、徹底的かつ複雑な分析を実施するための資金をもっているかもしれないが、JEPIX は主に「一流企業」よりも、一般企業、とくに中小企業や初心者への質の向上を意図している。エコロジーに関する傑出した知識を確立することは、企業に競争上の優位をあたえることとみなされている。というのは、関係者に（消費者、政治家、役人そして科学者にさえも）同一の理解や価値を形成するからである。エコロジー知識の確立は非常に望ましいと思われているが、関係者の多くは取りくみの準備がととのっておらず、中短期の将来計画にも組みこまれていない。現状はさらに厄介なことに、こうした高度なツールは、あまりにも複雑で、費用がかかりすぎるため、一般企業が実施することは不可能だと考えられている。

JEPIX の主要な任務は、一般企業がすでに実施していること（データの収集や ISO の導入など）から、また多額の投資なしに実施可能なことから、さらなる利益をあげるようにすることである。

費用対効果の原則は、企業全体を通して既存の情報源を統合することに重点をおき、JEPIX（環境希少性評価手法）を単純に使用できることに専念している。そのため、使用したい者は簡単な研修をうけるか、もしくは独学で JEPIX を使用できるようになる。

もっとも一般に認められた知識

自然科学や社会科学の分野にいる環境専門家は、自然はむしろ抽象概念であり、自然そのものは自然環境の理想的な状態を定義してはいない、と認識している。社会が、人間や他の生物にとって望ましいと思われる環境状態を定義しなければならない、ということは明らかである。人間の価値観、ある特定の環境の特性を人間が好むということが、社会が理解するところの「環境にやさしい」とか「環境汚染」という用語を定義しているのである。このことは、価値観と解釈はつねに多様だということを暗示しており、エコロジカルな真実はどこにも存在しないのである。たとえば、核技術は、そのリスクや放射線を恐れるひとには受け入れられないと思われるが、化石燃料よりも発電時の CO₂ 排出量が少ないため、逆に環境にやさしいと確信しているひともある。自然はこの問いになんの解答もあたえていない。

一方、エコロジーは非常に複雑な科学の分野であり、自然科学や社会科学のかなり専門的な分野を含んでいる。通常、一般の人々は、エコロジーに関する判断ができず、また判断力もないと感じている。そのため、こうした作業は信頼できるとみなされている団体にまかせられる。環境の評価はしなければならないことであり、環境負荷の評価を省略することはできない。しかし、今になって気候変動の危険性からわかるように、環境問題における合意形成には時間がかかるが、

わたしたちの多くはこの合意形成プロセスを迅速におこなうことを望んでいる。各個人は、個人的な判断にもとづく情報源を信頼し、消費者あるいは市民として各自行動をとる。事業内でも優先事項の決定やエコロジーの学習で同じ過程がみられるが、しかし、事業内でのこの過程を支援し促進するためには、実際のデータが必要となる。さらに、企業や他の事業では、だれを信頼できるのか、またどの方向に進むべきか、の判断はかなりことになってくるので、事業のエコロジカルな意識を確立する目的で、多くのツールが開発されてきた。

JEPIX は、こうしたさまざまなツールと対立するのではなく、むしろ、重要な側面を追加することを意図している。すなわち、政治的側面を考慮し、専門家や行政官、政治家、企業がはたすべき優先事項についての政治 / 行政の交渉過程の結果を反映する。事実、実際の環境負荷ではなく、いくぶん保守的な結果を反映するだろう。しかし、民主制度においては、学習と改良は正しい方向にむかうということは、歴史が証明している。

JEPIX は、もっとも一般に認められた知識とみなしうる知識の原則にもとづく。まずはじめに、政府が達成すべき事項を基準としていて、これは実際、推測というよりも現実である。法的枠組みが発展し、変化することで、目にふれる機会が多くなり、意志決定者に考慮されるようになる。JEPIX はまた、環境専門家の間で合意のレベルにたっている、いくつかの科学的な手法をも基礎としているが、こうしたモデルもそれ自体発展し、その結果は変化している。

JEPIX は、たとえば環境運命のモデル形成や毒性指標の算定等の結果を考慮しているので、上記の事柄は事実である。JEPIX は、一定期間または永遠に一つの特定のモデルを支持するのではなく、モデルの多様性とその発展、ならびに、とくに専門家間の合意形成の進展に配慮している。つまり JEPIX は、柔軟な枠組みのモデルにもとづいていて、新規モデルが合意にたっし、既存のモデルが改良された場合に補足することができる。慎重の原則および定期的な JEPIX の更新により、JEPIX は専門家ではない意志決定者にとって信頼できるものとなる。

エコファクター算出のために収集された 2 つの基本データには、実際フロー（実際排出量・放出量）と目標フロー（法律の規制値）がある。実際フローに関しては、政府機関の情報源をつねに優先的に採用しているが、明確に説明され、監視され、定期的に公表され、また国家システムの境界に完全な定義があるものにかぎる。目標フローにかんしても同様に、環境省や経済産業省などの政府の情報源が優先され、法律や、関連法にかんして法的拘束力を有する文書を最優先とする。政府機関と産業間の自発的合意書も、法律上拘束力をもつ公式文書であるとみなす。

慎重さ

環境問題や政策上の優先事項に関する社会的合意について調査をおこなうと、一貫した一連の目標が存在しないことはまぎれもない事実である。上述の通り（上記参照）、環境基準や汚染負荷量の全体的な目標における政治的目標は交渉過程の結果である。価値基準に縛られない研究は原則としてないように、科学者の助言についても同様のことがいえる。しかし、効率的かつ容易に理解できる方法として、一貫した一連の指標とエコファクターの数値が必要になる。同じ環境問題を扱っていたり、あるいは同じ物質に影響をおよぼしたりするが、ことなる法律など、矛盾する情報源が複数ある場合、慎重の原則により、もっとも高い目標を選択することでこの問題を解

決する。しかし、特定の物質に関する政治目標だけでなく、現在の環境状態を調査するにあたってさらに多くの矛盾が見られる場合もある。

公表されている統計に関してはとくに、複数の測定手法が影響したり、複数の研究結果を利用できるため、最終的に、矛盾する結果を手にする可能性がある。というのも、信頼できると広く認められている情報源が複数あるからである。

自然環境の状態はまだ十分に説明されておらず、モニタリング技術、対象範囲また知識もかぎられている。かなり信頼できるデータを入手できたとしても、国全体ではなく、特定の地域に限られている場合もある。くりかえしになるが、慎重の原則とともっとも一般に認められた知識の原則を組みあわせることで、信頼できるエコファクターの算出のために必要なデータの選択がうながされる。

JEPIX は、一つの物質（NO_x など）について、目標フローが（たとえば、毒性、光化学物質、NO_x にたいする法より）複数存在する場合は、慎重の原則により複数のエコファクターを算出する。その結果から、もっともきびしいエコファクター、すなわちもっとも大きいエコファクターが選択され適用される。

適切な時間枠

JEPIX 作成にあたって、もう一つの重要な側面は、適切な時間枠の設定である。どの手法も過去のデータを基準としているが、意思決定の影響は将来にあらわれるため、時間をあつかうのに健全かつ透明性の高い議論が必要である。JEPIX において、時間枠は、実際フローの選択、目標フローの設定に関係するだけでなく、パフォーマンス評価、行動計画の評価、および環境格付など、JEPIX の適用分野における結果の正確な解釈にも関係している。

実際フローデータの時間範囲

エコファクター算出に使用されるデータや手法は、最新の統計を基準としている。JEPIX2003 年度版では、ほとんどの実際フローは、2001 年か 2002 年に公表された情報源にもとづき、1999 年から 2001 年の期間のフローデータを網羅している。完全な公式のデータを取得するには、おそらく時間をようする。したがって、この報告書に記載されているエコファクターはすべて 1999 年度のデータにもとづいている。1999 年にかんしては、上記出版物により完全な指標一式がそろった。さらに古い統計からえた実際フローのデータは、人口、国民総生産などの適切なパラメータによって、または過去にみられる安定したパターンをもとにトレンドを推測することによって、調整されるものとする。

将来的には、現在施行されている法律が確実に実行されれば、法の対象である物質の実際フローは確実に減少すると思われる。事実、過去に、優先度の高い物質の実際フローが減少した。たとえば、ベンゼン排出量は 5 年以内に 40% 減少し、ダイオキシンの排出量はさらに短い期間で 50% 減少した。その他の物質、たとえば SO_x や CO にかんしては、環境基準（Environmental

Quality Standards) を達成するのに 10 年から 20 年を必要としたし、NO_x のように目標を達成できなかった物質もある。実際フローのこうした変化は、エコファクターに影響をおよぼすことがあり、活動の長期的な影響を判断するために JEPIX を利用する場合、削減シナリオのトレンドを考慮にいれる必要がある。たとえば、2020 年までのほとんどの関連物質の排出量を予測した OECD の『環境の見通しに関する報告書 (OECD Environmental Outlook)』を考慮にいれるべきである。

既存の目標フローの時間範囲

目標フローにかんしては、状況はいくぶん複雑さをます。政府と産業間の自発的合意書、水質汚染全体にかんする制定法または京都議定書などの法的な目標は、特定の時間枠に限定される。現在、政治的に持続可能であるとみなされているレベルに近づいていると思われる目標もあるが、こうした持続可能なレベルからほど遠いところで、段階的な改善アプローチに限定されている目標もある。たとえば、COD の目標数値は、現在は法の第 5 次総量規制内で設定されている¹³。各期間において、約 10% の排出量削減が目標フローとして定められているが、環境基準で定められている濃度にはほど遠い状態である。この取り組み方は、実行可能な調整をする政治的交渉や、逆の現象（たとえば藻の異常発生）が消滅するような持続可能なレベルの探求を反映している。

他の物質については、法的文書（気候変動を扱った文書等）で目標値がさらに明確に定義されている。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) や日本政府が法的文書で明確にしているように、深刻な気候変動を回避するためにはより厳格な削減目標を設定すべきである。日本政府は、京都議定書が CO₂ 排出量を制限する第一段階に過ぎない、と断言する¹⁴。しかし、2008 年から 2012 年頃に評価、交渉および設定がおこなわれるため、それ以降、どのような目標が定められるかは現在も不明である。この場合、目標フローを算出するにはどの時間枠組みで目標を設定するのか、という優先順位や明確な原則をきちんと選択しなければならない。

将来、法関連の物質リストに新たな物質が追加される可能性がある（たとえば、「製造および使用制限が指定される」クラス 2 の化学物質など）。さらに、現在明確にはわかっていないが、環境に影響をあたえる現象の発生により、あらたに法律が制定される可能性が非常に高いと考えられる（例えば環境ホルモン：現在、世界中の多くの調査プロジェクトのテーマとなっている物質カテゴリー）¹⁵。こうした変化は、JEPIX の優先順位に影響をおよぼす可能性があり、過去から長期的な将来の展望において、エコファクターの数値に影響をあたえる場合もある。

従来、制定法は、通常約 5 年（±2 年）以内に再検討され改訂されている。非常に深刻な問題がある場合、その頻度が高くなることもあるが、これはむしろ単一の局所的な問題であることが多い。経営との関連性の原則で検討したとおり、単一の局所的な問題は JEPIX の中核ではない。

¹³ 1970 年水質汚濁防止法： *Environmental Performance Reviews – Japan*, OECD, Paris, p.85, 2002

¹⁴ 「気候変動に関する国際連合枠組み条約」に基づく第 3 回日本国報告書, p.60, 2002

¹⁵ 環境ホルモンについては、<http://www.env.go.jp/chemi/end/index.html> を参照のこと。

JEPIX 適用のための時間枠との関連性

経営との関連性の原則にたいして、別の時間枠を扱う必要がある。JEPIX によって評価されるデータはどの時間枠をあつかうべきなのか？JEPIX の主な適用分野は、つぎの3つがある。

最初の適用は、企業の環境会計のためにおこなわれる環境パフォーマンス評価（EPE）である。データは、過去と現在の物質やエネルギーフローにかんするものとなる。この場合、とくに問題はない。

「環境生産性（エコ・プロダクティビティ）の原則」による行動計画の評価においては、JEPIX は、たとえば、ある環境対策実施後の予測排出量など、予測データの算出に適用される。行動計画は、ほとんどの場合、短期、中期および長期の見通しからなる。その結果、短期、中期および長期の物質フローがみちびかれる。たとえば、建物への投資は、30 年から 50 年間を考慮する。大型機械は、約 10 年から 20 年間使用される。財政投資計画については、経営者が通常、特定の投資を計画するさいに、資材や燃料の将来の価格を予測しなければならない。同様に、投資期間中の環境状況や政治的圧力を考察して、計画を評価することが適切であるだろう。したがって、短期間（1～5 年）については、使用されるエコファクターが、一般に認められた知識からえられた、現在または過去のデータを参考にしているので、それほど重大ではない。しかし中～長期に影響をおよぼす投資では、環境条件の推移によって、優先順位がかなり変更される場合も考えられる。長期にわたる決定を適切に行うために、シナリオ分析のようなことを実施するべきであろう。

環境格付にかんしては、より慎重な考察が必要になるかもしれない。環境格付の基本的な問題は、財政投資の見通しの考え方に似ている。企業の株価は、理論的には企業の将来の収益（資本資産評価モデル）や将来の割引キャッシュフローによって決定される。しかし現実には、多くの投資家は企業の過去の業績にもとづいて、また証券アナリストの技術的チャート分析を参考にして投資を決定している。これは、過去のデータは将来の業績を予測するために非常に信頼性の高い指標となることをしめす。

環境格付については、環境パフォーマンスやエコ・エフィシアンシー（キャッシュフローにたいする環境影響）を考察することで、企業の実績をもとに環境パフォーマンスを判断することができる。しかし、投資家や消費者が、将来的にエコロジーの点で他者よりもすぐれた業績をのこす企業を選択したい場合、中～長期の影響を予測する指標が必要になる。この場合、法的に考慮が必要な物質だけでなく、企業の技術や製品のポートフォリオを考察し、その将来の製品やサービスの市場寿命を考慮にいれ、また将来関連すると思われる物質についても検討すべきである。

現時点では、環境格付は初期段階にある。多くの格付機関は、質的な基準に目をむけており、主に方針の確立や経営手法の実践に焦点をあてている¹⁶。エネルギー集約度や CO₂ 集約度などの

¹⁶ エコバランスと環境格付けセミナー—2002 年（株）山武・シンポジウム

特定の指標を考慮に入れる格付方法もあるが¹⁷、包括的かつ定量的な格付を実施している機関はまだない。しかし、データが徐々に入手しやすくなってきているため、環境パフォーマンスを網羅し、将来のパフォーマンス予測を統合した格付方法が、ちかい将来に開発されると思われる。したがって、将来の一連のエコファクターを算出するために中～長期のシナリオを使用する場合、過去の実績評価および将来の優先事項にかんする一貫した予測を可能にする点で、JEPIX は大きな貢献をする、と考えることができる。

JEPIX における時間の扱い

上記で議論したとおり、適切な時間枠の設定は、さまざまな観点からきわめて重要であることがわかる。明快な解決策を提供すると、JEPIX の適用におうじて、ことなる 2 つのエコファクターを使用することを勧める。

エコファクター2005

このエコファクターは、非常に厳格かつ純粋に JEPIX を適用した場合のファクターである。これは、実際のフローデータ（2001 年、2000 年および 1999 年）と対応する法的拘束力をもつ目標フローにもとづいて算出されている。慎重の原則により、目標はその時間枠とは無関係に考慮され、ことなる複数の時間枠には割りあてられない。つまり、2010 年の目標数値は、2005 年と 2010 年など 2 つの期間目標にわけられることなく検討される。このエコファクターはほとんどの場合に適用でき、2005 年まで有効である。この報告書は JEPIX の実行可能性にかんする調査であり、翌会計年度（2003 年度）内にデータの入手状況が全面的に改善されるため、この報告書で算出・発表されている数値を草案としてみることを勧める。そして、2003 会計年度末にエコファクターを更新することを強く推奨する。それは、その時点で近年実施された PRTR 法からえられる結果や、産業環境管理協会（JEMAI）による国家 LCA データベース・プロジェクトの最新の調査結果から、データの数や質がいちぢるしく向上するためである¹⁸。したがって、わたしたちはこのプロジェクトの結果を「エコファクター2005 年度案」としておく。そしてエコファクターを 5 年毎に更新することを勧める。

エコファクター2015 年度予測

長期にわたる意思決定に JEPIX を使用するさいには、予定計画や政府の政治課題からみちびきだされる仮定にもとづいて算出される別のエコファクターを使用することを勧める。これは、将来の実際フローと将来の法的目標にたいする予測を考慮にいたったものである。

基本原則についての上記の討議によって、JEPIX 手法の基礎をなす理論的枠組みを理解し、正確な解釈をするのに役だつであろう。

¹⁷ Ikari, M., Kumita, J., Takahashi, S.: Outline of the New Investment Fund Product “Eco-Balance: Sea and Sky” Ecobalance, 5th International Ecobalance Conference, Tsukuba, p. 617. December 2002.

¹⁸ Nakahara, Y., Morimoto, M., Narita, N.: “Current Status of National LCA Project in Japan”, 5th International Ecobalance Conference, Tsukuba, p. 125. December 2002.

第4章 日本のエコファクターの算出

この章では、年間の実際フローと目標フローをさめる手順を詳細に説明する。これらのデータにもとづいて、国全体としてのエコファクターを算出し、可能な場合は各地域の状況において地域エコファクターの算出をこころみる。

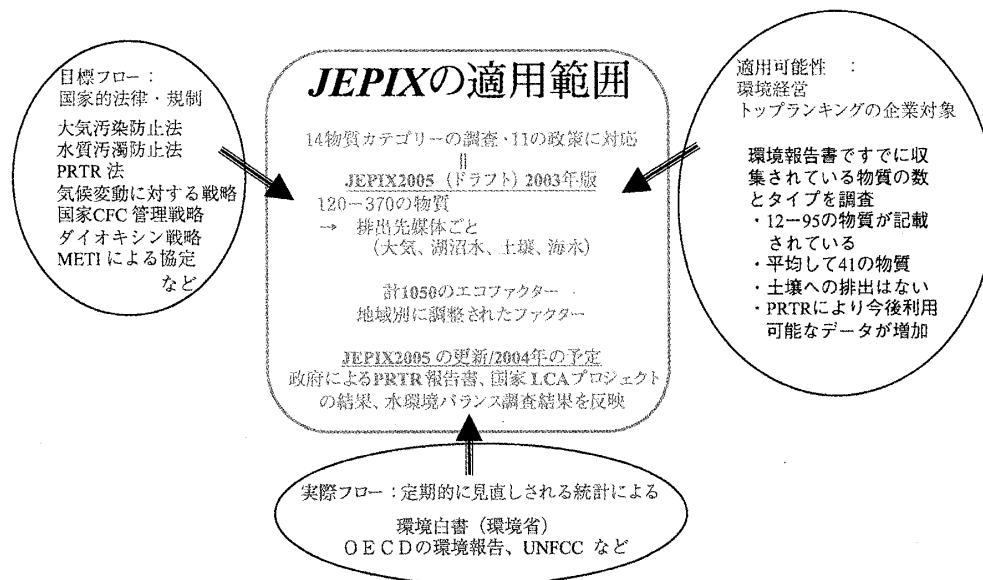


図6：日本でのエコファクター開発の様子

さまざまな算出方法から最終的に算出方法を選択する手順の例として、GHG のエコファクターをみちびきだす方法を詳細に検討する。報告書を簡潔にするため、他のエコファクターについては、最終的に選択された手順と結果のみを提示する。

2001年から2002年にかけて、プロジェクト・チームがフローデータを収集し、法的枠組みについて詳細に研究した。さらに、データの情報源と手法策定にかんして多くの専門家にインタビューした。担当省庁の支援をえてさまざまなデータを検証し、収集を完了した。この報告書では、報告書を簡潔にするため、最終的に使用された文書のみを記載した。それにより、原データや法的文書のくわしい研究をおこなう読者や利用者は、実際に利用した文書のみ集中できる。また、原データ（測定場所から得た濃度値など）や詳細な算出方法、47全都道府県の地域別の情報、（データが入手できれば）重要な海域などの原データと算出方法は、すべて Excel ファイルで入手できる。

Mikrosoft Excel - SubstanceList_030213-cps_korr

File Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Daten Fenster ?

A431 nitrogen dioxide

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	Substance	CAS	ptr number	Formula	Media	Selected Max EIP	GHG EIP/kg EIP/kg	ODG EIP/kg	Toxics EIP/kg	Photoox/NOx EIP/kg	SPM10	
431	nitrogen dioxide	101-02-44-0		inorganic	air	675				310	61	675
432	Di-2-ethylhexylphthalate	117-61-7	272	aromatic	air	672				672		
433	2-Methoxy-Ethanol	108-66-4	45	nonaromatic	air	666					666	
434	Isobutanol	123-42-2		nonaromatic	air	666					666	
435	Isobutane	75-28-5		nonaromatic	air	666					666	
436	metolachlor	51218-45-2	76	pesticide	air	665				665		
437	Cyclohexanone	108-94-1		nonaromatic	air	648					648	
438	R 32			CH2F2	air	640	640.2					
439	Cyclohexane	110-62-7		nonaromatic	air	629					629	
440	carbon disulfide	75-15-0	241	inorganic	air	623				623		
441	1-Propylacetate	136-00-4		nonaromatic	air	596					596	
442	sec-Butyl Acetate	106-46-4		nonaromatic	air	583					583	
443	1-Ethyl Acetate	123-66-4		nonaromatic	air	583					583	
444	R 245ca			C3H6F5	air	552	551.6					
445	berlazon	25067-69-0		pesticide	air	551				551		
446	Ethyl- trans-Butyl Ether	637-62-3		nonaromatic	air	529					529	
447	2,2-Dimethylbutane	75-83-2		nonaromatic	air	522					522	
448	Dichloromethane	75-09-2	145	halogenated	air	510				510	147	
449	folpet	133-07-3		pesticide	air	508				508		
450	2-Methylbutan-2-ol	75-65-4		nonaromatic	air	494					494	
451	isopropyl acetate	109-21-4		nonaromatic	air	457					457	
452	Ethyl Acetate	141-78-0		nonaromatic	air	453					453	
453	trifluorin	1582-09-8	220	pesticide	air	448					448	
454	tin	7440-31-5	176	organic	metal	447					447	
455	deltamethrin	52319-03-5		pesticide	air	417				417		
456	Dimethyl Ether	115-10-6		nonaromatic	air	410					410	
457	isopropanol	67-63-0		nonaromatic	air	409					409	
458	Propane	74-98-6		nonaromatic	air	382					382	
459	Methyl tert-Butyl Ether	1634-04-4		nonaromatic	air	379					379	
460	nonpentane	463-62-1		nonaromatic	air	375					375	
461	oxamyl	23135-22-0		pesticide	air	362				362		

graph / Ecobalance 1999 / Relative Priority 1999 / summary / All_Ecofactor / Ecofactor_Prefectures / GHG CO2 /

図1: Ecofactor2005 (ドラフト) Excel シート *すべての法規制データ、計算詳細をふくむ

報告書の値と Excel シート上の値がわずかにことなることがある。これは Excel で表示される桁数と Excel の四捨五入機能により発生する。正確な参照資料としては、Excel シートの値を使用していただきたい。

4.1 概要: JEPIX2005 年版案の対象となる環境側面

エコファクターを算出するために、つぎの環境側面を特定し、選択した。

- 温室効果ガス (GHG) による地球温暖化
気候条約と京都議定書を遵守するために地球温暖化に焦点をあてた政策がとられて、明確な法律が制定されている。
- オゾン層破壊ガス (ODG) によるオゾン層破壊
ウィーン条約とモントリオール議定書を遵守するために、オゾン層破壊の制御や削減に焦点をあてた政策がとられており、明確な法律が制定されている。
- ダイオキシンを含む有毒物質による有害化学物質
有害物質の管理に重点をおいた政策がとられており、また一部の有毒物質の排除や削減にたいして政府と産業間の自発的合意が存在する。
- 光化学オキシダントによる大気汚染防止
日本の大気汚染防止法は、従来からある環境政策の分野であり、環境基準 (EQS) が定められている。光化学オキシダントは現在も環境基準を越えているため、政策に焦点があたっている。

- 窒素酸化物（NO_x）による大気汚染防止

とくに道路ぞいや人口密度の高い地域では、NO_x の環境基準をみたすには、ほどとおいい状態にある。最近、総合的な汚染管理にたいする法律が修正されたため、政策に焦点があたっている。

- SPM 10 による大気汚染防止

SPM の環境基準は、他国ほど厳格ではないにも関わらず、日本の多くの地域でみたされていない。自動車 NO_x 法が改正され、ディーゼル車の SPM 10 排出量が基準に組みこまれる。そのため、SPM 10 政策に焦点があたっている。

- 生物化学的酸素要求量（BOD）による河川水質

水質保護に関する法律は、従来からある環境政策の分野であり、河川の環境基準を定めている。BOD の環境基準が多くの河川で満たされないため、政策の焦点となっている。

- 化学的酸素要求量（COD）による湖と閉鎖性海域の水質

多くの湖や閉鎖性海域の COD の環境基準は深刻な問題となっている。環境基準にくわえ、総量規制が成立し、指定地域の目標フローをしだいに向上させている。それによって、それが政策の焦点となっている。

- 窒素（N）および磷（P）による湖および閉鎖性海域の水質

N や P などの栄養素にかんする環境基準は、多くの湖や閉鎖性海域で重大な問題をおこしている。環境基準にくわえ、総量規制が成立し、指定地域の目標フローをしだいに向上させている。それによって、これが政策の焦点となっている。

- 埋立地容量による廃棄物管理

廃棄物にかんする政策は、従来から日本の政策の焦点となっている。廃棄物焼却については、有毒物質にかんする法律の対象有害物質の排出量削減が重視されているため、埋立容量不足の問題が政策の焦点となっている。

- 道路交通騒音による騒音公害

日本では現在も騒音公害が多く、騒音規制法によってさだめられる環境基準をみたすには程とおいい状態である。騒音公害の主な原因は道路交通であり、道路ぞいの騒音レベルは高い。したがって、増加傾向にある道路交通が政策の焦点になっている。

JEPIX プロジェクトは、目標状況との明確な差がある分野において、政策の焦点となっている環境問題を考慮にいれている。

国レベル、地域レベルにおける目標フローおよび環境基準の超過

国レベルでの目標フロー

CO₂、CH₄、N₂O および他の温室効果ガス（GWP 対象ガス）：SF₆、PHCs、HFCs etc.
 オゾン層破壊ガス（ODP 対象ガス）：CFCs、HFCs
 ダイオキシシン（有毒性指標を利用）：廃棄物の焼却
 12 種類の重要な有毒物質（ベンゼン、ジクロロメタン etc.）：有害大気汚染物質の自主管理計画

地域レベルでの目標フロー（総排出量規制、自動車 NOx 法）

NOx（6 都府県）、COD、窒素、燐
 → ほとんどの地域で環境基準は達成されていない

環境基準をいちぢるしく達成していない

光化学オキシダント（濃度規制）：どの地域でも基準を超過
 SPM10：どの地域でも基準を超過
 BOD：どの地域でも基準を超過
 道路交通騒音：どの地域でも基準を超過

多くの環境問題には、物質の目標フローが明確にさだめられているが、そうではない物質もある。国レベルの目標フローがない物質の場合、エコファクターは、地域ごとの明確な目標フローがあればそれにもとづいて算出できるし、あるいは、実際の環境データ（測定場所での濃度レベル等）から物質の目標フローを導きだして算出できる。

SO_x による大気汚染防止のように、国レベルの目標とのいちぢるしい差がみられない環境問題にかんしては、JEPIX ではとくに考慮に入れない。SO_x は環境基準をみたしており、2000 年に濃度が上昇した地域もあったが、その原因は噴火で、人的活動によるものではなかった。

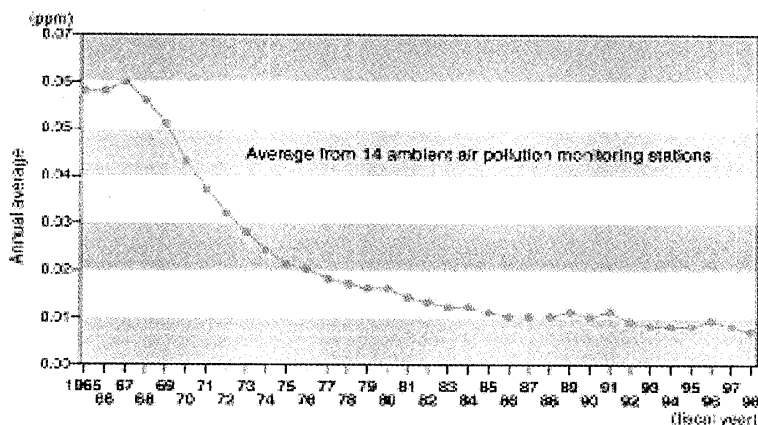


図2：SO₂の年間平均濃度（観測局平均）

利用可能データとその政策（大気汚染防止法など）を比較して、年間物質フローが、年間目標フローをこえている場合のみ、対象となる環境側面をひきおこす物質のエコファクターを算出する。

4.2 温室効果ガス（GHG）による地球温暖化

温室効果ガスは、主にエネルギー転換、冷却、発泡、農業および林業にともなうさまざまな物質で構成される。

GHG の実際フロー

国内と国際的な一連の情報源があるが、これらから報告された物質の年間フローには、ある程度の差がみられる。気候変動条約や京都議定書によって、国内および国際的に有効な公式の情報源を利用できるようになった。この報告書は、2002 年環境省の「気候変動枠組条約に関する第 3 回日本国報告書」を参考にしている。

表1：温室効果ガスに排出量の部門別実績と将来の見通し

(単位：100 万 t-CO₂)

部門名	実際の排出量			2010 年予測			
	基準年	1999 年	増減割合	対策なしケース	基準ケース	対策強化ケース	増減割合
エネルギー起源二酸化炭素	1,053	1,148	9.0%	*2	1,126	1,052	-0.1%
以下の 3 物質	128 (123)	127 (121)	-0.1%	140	122* ³	122* ¹	-4.8%
非エネルギー起源二酸化炭素	77 (72)	77 (77)	-0.3%	88	85	85	10.1%
メタン	29 (30)	25 (27)	-12.4%	25	24	24	-18.2%
一酸化二窒素	22 (21)	25 (17)	10.6%	27	16	16	-27.1%
HFC 等 3 ガス	48	39	-19.3%	107	73	73	51.4%
HFC	20	19	-2.7%				
PFC	11	11	-3.4%				
SF ₆	17	8	-50.1%				
革新的技術開発/国民各界各層のさらなる努力	—	—	—		-4	-26	—
吸収源	—	—	—		—	-48	—
合計	1,229 (1,224)	1,314 (1,307)	6.9% (6.8%)		1,317	1,173	-4.6%

*1 括弧内（ ）の数字は、2001 年に提出されたインベントリで報告された数値（原本第 2 章参照）である。
（原本での脚注 4.2 将来の見通しを参照のこと）。

*2 エネルギー起源二酸化炭素の 2010 年予測（対策なしケース）は、実施されていない。

*3 非エネルギー起源二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素の合計より 300 万 t-CO₂ すくない理由は、地球温暖化対策推進大綱の同部門において、混合セメントの利用拡大等削減量を明記していない対策により 260 万 t-CO₂ 削減することと、していることによる。

GHG の目標フロー

京都議定書に関連する公式文書で、全関連物質の CO₂ 換算の目標値がさだめられている。日本政府は、京都議定書のなかで、温室効果ガスを CO₂ 換算量でおよそ 6% 削減することに同意した¹。気候変動枠組条約に関する第 3 回日本国報告書² にしたがって、基準年を 1990 年、GWP100（時間枠が 100 年の地球温暖化係数）にもとづく CO₂ 換算での目標フローは 11 億 5500 万 t-CO₂ になる。

政府は公式報告書で、気候変動回避には京都議定書以上の削減が必要であると認めているが、どの程度の削減が必要か、については政治的合意にたっていない。IPCC によると、一人当たりの CO₂ 排出量が約 2 t であれば、持続可能なレベルとみなせる。これをもとにすると、日本の CO₂ 国内目標は 2 億 5000 万 t になり、京都議定書からさらに 80% の削減になる。欧州では既にこうした目標を公式に発表した政府もある（たとえば、英国では 2050 年までに 60% 減、貿易産業省の英国エネルギー白書、2003 年 2 月ロンドンで出版）。

日本政府は、いくつかの物質と物質群について詳細な目標値を設定している。エネルギー起源の CO₂ 排出量目標、非エネルギー起源の CO₂ と CH₄ および N₂O による物質群の排出量目標、PFCs、HFCs、SF₆ の物質群の排出量目標は、CO₂ 換算量でさだめられている。さらに、部門ごとの削減目標達成への貢献度を特定している。2002 年に採択された新規気候変動方針実施計画の CO₂ 排出量削減の定量的目標は、エネルギー部門は（±0%）、非エネルギー関連排出源からの CO₂、CH₄ および N₂O 排出は 0.5% 減、CO₂ 吸収源の使用は 3.9% 減、新技術や新たなライフスタイルからの排出は 2% 減とさだめられている。PFC/HFC/SF₆ からの排出量は、CO₂ 換算量で 2% 増加する可能性がある。

GHG のエコファクター算出

このような背景から、対象物質について「目標への距離法 “Distance to Target” Method）」でのエコファクター算出には 4 手法が考えられる。

1. 1990 年から CO₂ 換算量で 6% 削減とする国内目標にもとづく算出
2. 持続可能な排出量を 1 人当たり CO₂ 換算量で 2 トンとする IPCC の想定にもとづく算出
3. 各物質または物質群の CO₂ 換算量での目標限度にもとづく算出
4. 新規気候変動方針実施計画の部門別目標にもとづく算出

JEPIX の基本原則にしたがい、企業が収集および利用可能なデータで適切な結果をえるため、選択肢 1 が最有力である。選択肢 4 は、CO₂ の排出源を特定し、対象部門ごとにデータ収集しなければならないため、企業での利用には適していない。選択肢 1 と 3 は、政治的合意形成過程を

¹ 日本政府は、地球温暖化に関する包括的な法律を制定した。
法律地球温暖化対策の推進に関する法律（1998 年 10 月 9 日）：<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H10/H10HO117.html>
第 3 回日本国報告書（2002 年 3 月 31 日）：<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/kikouhendou/index.html>
気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書の締結の国会承認を求める件及び地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律（2002 年 3 月 29 日）
：<http://www.env.go.jp/press/press.php3?serial=3254>

² 新たな地球温暖化対策推進大綱について（2002 年 3 月 19 日）：<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/taiko/>
「気候変動に関する国際連合枠組条約」に基づく第 3 回日本国報告書（脚注 19 参照）

へているが、選択肢 2 はそうではない。IPCC の目標は、2012 年以降に検討対象となるので、その後新たに法制化されると思われる。選択肢 3 では、GWP が大きくことなる物質がひとまとめになっているため、物質の気候との関連性を個別に判断できないという問題点がある。これは現在、ほとんどの企業に適用不可能である。したがって最終的に、明確で、簡単に使用でき、GWP100 をもちいてすべての関連物質を対象とすることが可能になるという点で、選択肢 1 が基本原則にもっとも適合しているように思われる。

したがって、エコファクターは、選択肢 1 にもとづいて算出される。すべての物質の CO₂ 換算量合計にもとづいてエコファクターを算出するため、各物質のエコファクター算出には、CO₂ のエコファクターに各物質の GWP100³ を乗じる。

目標フロー	実際のフロー	EIP/kg-CO ₂
1,155,000,000,000	1,314,000,000,000	0.98498904

表2：GHG 物質の GWP および各エコファクター

GHG 物質	CO ₂ 換算にもちいた GWP100	エコファクター
CO ₂	1.000	0.98
CH ₄	21.000	20.68
N ₂ O	310.000	305.35
CHF ₃	11,700.000	11,524.37
CH ₂ F ₂	650.000	640.24
CH ₃ F	150.000	147.75
C ₅ H ₂ F ₁₀	1,300.000	1,280.49
C ₂ HF ₅	2,800.000	2,757.97
C ₂ H ₂ F ₄	1,000.000	984.99
C ₂ H ₂ F ₄	1,300.000	1,280.49
C ₂ H ₄ F ₂	140.000	137.90
C ₂ H ₃ F ₃	300.000	295.50
C ₂ H ₃ F ₃	3,800.000	3,742.96
C ₃ HF ₇	2,900.000	2,856.47
C ₃ H ₂ F ₆	6,300.000	6,205.43
C ₃ H ₃ F ₅	560.000	551.59
CF ₄	6,500.000	6,402.43
C ₂ F ₆	9,200.000	9,061.90
C ₃ F ₈	7,000.000	6,894.92
C ₄ F ₁₀	7,000.000	6,894.92
c-C ₄ F ₈	8,700.000	8,569.40
C ₅ F ₁₂	7,500.000	7,387.42
C ₆ F ₁₄	7,400.000	7,288.92
CHClF ₂	1,500.000	1,477.48
CHFClCF ₃	470.000	462.94
C ₂ H ₃ ClF ₂	1,800.000	1,772.98
SF ₆	23,900.000	23,541.24

³ GWP100 は、ライデン大学環境科学センターでみちびきだされたもの。CML 2000、2002 年 7 月第 2.6 版
: www.cml.nl

4.3 オゾン層破壊物質（ODS）によるオゾン層破壊

オゾン層破壊物質は、冷媒や発泡剤、洗浄溶剤などでひろく使用されてきた。もっとも重要なカテゴリーは、フロンガス（CFC）、ハロン、ハイドロクロロフルオロカーボン（HCFC）およびハイドロフルオロカーボン（HFC）である。日本はオゾン層破壊物質の主要排出国にかぞえられ、1988年のCFCの総生産量は年間150,000 tにたった。

1985年オゾン層保護のためのウィーン条約および1987年モントリオール議定書により、オゾン層破壊ガスを抑制する制度が設けられたのうけ、日本政府は1987年にオゾン層保護法を制定し、またCFC戦略を策定してこれを2001年に発表した。これらの文書の中には、オゾン層破壊物質の生産や使用、大気中への放出をしだいに削減するための明確なロードマップがしめされている⁴。

オゾン層破壊物質（ODS）の実際フロー

CFC排出量にかんする正確かつ包括的なデータは入手不可能だが、生産量や輸出入量の統計データが利用できる。1995年以降、生産は段階的に廃止された。排出量は、おもに使用中に発生するため、こうした物質を使用している設備の寿命や用途にふかくかかわっている。日本のCFC管理戦略（2001年7月）の報告書で、さまざまな部門で使用されているODS量（ストック量）が予測された。さらに、使用分野ごとに回収率と寿命が予測されている。

日本における現在のCFCのストック量は、62,000 t（冷蔵庫使用に22,000 t、発泡体に40,000 t）⁵にたっていると公式に推測されている。22,000 tの構成はつぎのとおり：業務用冷凍空調機器に8,000 t、家庭用冷蔵庫に4,000 t、自動車のカーエアコンに10,000 t。OECDもこの数値を報告している。しかし、このストック量は、90年代の生産量と比較した場合、また自動車のカーエアコンの利用人口とそこからの漏出を考慮に入れると少ないように思われる。さらに、中国から不法に輸入されるCFCの闇取引が存在するようだが、この問題についての公式なデータは現在入手できない⁶。したがって、公式のストック量は、現在使用中の最低限の実質量を控えめに予測したものである可能性がある。

CFCのストック量データから排出量を、回収率から1年間の取扱い総量をみちびきだすことができる。回収や破壊処理されていない量は排出量とみなす。わたしたちの予測では、業務用冷凍空調機器の排出量が約512 t、家庭用冷蔵庫が265 t、自動車のカーエアコンが1,865 tで、冷却装置の排出量は合計2,642 tであるとの結果がでている。

回収量は、ストック量に足されるか、あるいは専門の施設で破壊処理される。ストック量を取扱量で割ることで、ストック量の寿命がわかり、これと用途 / 設備の寿命を比較できる。そし

⁴ 日本は、ODGに関する一連の法律文書を制定した。

特定製品に係るフロン類の回収及び破壊の実施の確保等に関する法律（フロン破壊法）：<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H13/H13HO064.html>

特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律：<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S63/S63HO053.html>

⁵ オゾン層保護法に基づく国家CFC管理戦略（2001年7月）

⁶ John L. Perryは2001年8月28日、Newsmaxで、CFC-12の10,000瓶の密輸について報告した。

て、冷蔵庫のストック量の寿命は約 14 年であることをしめす、かなり一貫した数字がえられた。

しかし、おもな CFC 排出源は、発泡剤に使用されている CFC の未回収ストック量である。そこで、つぎの想定にしたがって排出量を予測する。ストック量は発泡剤の寿命の間に特定の割合で拡散する。(物理的寿命 30 年間で全ストック量の 75 % 中 4 %、および解体 / 廃棄処理された発泡剤から 10 %) ⁷。日本の政治的な CFC 戦略の時間枠は、2015 年までに冷媒からの CFC 排出をなくすことに重点がおかれており、発泡剤からの排出もこれと同じ時間枠に調整され、20 年以内にストックがなくなること想定している。この予測の結果、発泡剤からの年間排出量は約 1,400 t になる。この予測はそもそも大まかなものであるが、発泡剤からの排出量が、年間で無視できないほどの規模になっていることを証明している。

リサイクルや再利用によって未排出のストックが循環するため、今後約 14 年間に渡る段階的削減期間中に、CFC の排出は比例的におこる、と想定することが妥当であるとみなされる。そのような前提にもとづくと、現在の CFC ストック量が 61,690 t なので、年間排出量は 4,042 ODP t (R11 換算量) となる。この数値は、回収率や破壊処理量が改善された場合、減少する。

HFC、PFC 等については、公式の予測を経済産業省から入手できる⁸。つまりこれらの物質も地球温暖化効果があるため、京都議定書遵守の状況報告のために算出された。年間の総フローは、約 11,500 t と予測され、R11 換算量で 627 ODP t となる。HFC 480 t (27 ODP t) の破壊処理量を考慮にいれると、純排出フローは、年間 600 ODP t であると予測される。

ODS の目標フロー

CFC や ODS の明白な目標排出量は定められていないが、生産を禁止し、より多くの企業にたいしてこれら物質の回収を求める政府政策の戦略から、定量的目標をえることができる。政府は、回収やリサイクル、無害化による物質の排出回避策を策定する。目標フローは、すべての冷媒 CFC ストックを法律によって収集、リサイクルおよび無害化することを定める政府報告書にもとづいている⁹。すでに発泡剤については対応策が導入済だが、冷蔵庫のような取りくみは他にはみられない。

したがって、発泡剤 40,000 t 中の CFC ストック量の大部分は、発泡剤の使用寿命中に大気中に放出されるとみなされる¹⁰。発泡剤のストックからの排出量削減については、特別な目標は定められていないため、HFC や PFC、SF₆ の純排出量がこの排出量に追加される。したがって、ODP であらわされる目標フローは、CFC の 2,300 ODP t に、HFC 等の 600 ODP t を加えた合計 2,900 ODP t と予想される。

⁷ 寿命中、発泡剤の 75 % が特定の時間枠内で排出される (埋立を想定) 旨の 1999 年 Johnson 報告書を参考にした発泡断熱材に関する A.D.Little の報告書の寿命データに基づく発泡剤からの排出量。情報源は、www.arap.org/adlittle-1999/9.html。

⁸ 2000 年 5 月 METI、HFC、PFC および SF₆ の排出制御に関する日本の対応策。算出に使用されたデータは、www.meti.go.jp/english/information/data/cOzone01e.html の添付資料から入手。

⁹ フロン回収破壊法 (2001 年 6 月)、特定家庭用機器再商品化法 (1998 年 6 月)

¹⁰ オゾン層保護法に基づく国家 CFC 管理戦略 (2001 年 7 月) (脚注 23 参照)

エコファクターの算出

政府が講じた措置での時間的枠組みは、おもに冷媒のストックの寿命に焦点があてられており、法的要件がみたされるのはせいぜいこのストックがゼロになったときである。したがって、ODS問題はその時点で解決され、さらなる措置は必要なくなる。すべてのストックについても同じ時間枠を想定すると、目標フローを算出するためには発泡剤からも今後 14 年間にわたって排出があると想定する。その結果、CFC の年間排出量は約 2,900 t となり、このストック量に対して回収および破壊処理の規定がないため、この排出量は許容されているとみなす。

目標フロー	実際のフロー	EIP / kg (R11 の ODP 換算値)
2,902,777	3,617,180	429,282

各 ODP 物質について ODP 係数（オゾン層破壊係数）を使用することで、一連の物質のエコファクターを算出できる（詳細は Excel シート参照）。

4.4 ダイオキシンやフランを含む有毒物質

日本では、化学物質を市場にだすさいに政府に報告しなければならない。各物質は、生物分解性、生体内蓄積、長期毒性などのいくつかの環境基準にもとづいて分類される。特定化学物質は生産と輸入が禁止されている。生産量や輸入量だけでなく、許容使用量の統制が必要な物質もある。指定化学物質は、クラス 3 に該当し、生産量や輸入量に関する報告義務が生じている。

2000 年現在、クラス 1 の禁止物質に 11 種類が登録され、クラス 2 は 23 種類、クラス 3 には指定化学物質として 422 種類が分類され登録された。

一方、ダイオキシンは、燃焼過程で排出される非常に毒性の高い物質であるとみなされている。日本では、ゴミ焼却場や鉄鋼業の電炉鋼、あるいは焼結施設などの金属加工施設がおもな排出源と考えられている。ダイオキシンは、75 種類のポリ塩化ジベンゾダイオキシン（PCDD 類）と 135 種類のポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF 類）、さらには 10 以上のコプラナー PCB とよばれるダイオキシン類化合物で構成される、非常に毒性の高い化合物群と定義されている。

毒性の観点から、ODP や GHG のように 1 つのエコファクターですべての有毒物質にたいして一貫した見方をすることに意味がある。保全対象は、人間や環境への毒物曝露の回避である。

ダイオキシンを含む有毒化学物質の実際フロー

1997 年 7 月、PRTR 法および化学物質管理促進法が発布され、2002 年から年 1 度の PRTR 報告義務がスタートした。これにより、VOC や有機塩素化合物、ダイオキシン、農薬、金属化合物、オゾン層破壊物質など、354 種類の有害物質について、年間の実際フローデータが利用しやすくなると思われる。重点管理を要求される企業は、年間フローを報告しなければならない。こ

の新法により報告を義務づけられていない、家庭、農場、中小企業等規模の小さい排出源については、経済産業省と環境省が排出量の予測を発表するようになる¹¹。

現時点では、新規制度が実施段階にはいっているが、既存の情報源にかんしては、はなはだ一貫性を欠いている状態である。現在利用できるもっとも総合的な研究を比較したつぎの表からあきらかなように、信頼できる公式発表から日本の年間総フローをひきだすのは困難である。

表3：各報告書における各物質の年間総フロー

物質	METI 報告書 1998 トン/年	経団連パイ ロット事業 報告書 1998 トン/年	差	METI WG 文書 1999 トン/年	OECD ¹² 1999 トン/年	差	METI WG 文 書 2001 トン/年	PRTR パイ ロット事業 報告書 2001 トン/年	差
アクリロニトリル	1,521	1,631	7%	1,094	1,015	7%	726	61	92%
アセトアルデヒド	122	224	84%	195	85	56%	111	77	31%
塩化ビニル	1,831	1,520	-17%	1,595	1,620	-2%	764	22	97%
クロロホルム/ トリクロロメタン	1,724	2,309	34%	525	1,538	-193%	428	470	-10%
1,3-ブタジエン	1,177	869	-26%	769	711	8%	576	5	99%
ベンゼン	10,781	3,346	-69%	1,814	9,055	-399%	903	458	49%
1,2-ジクロロエタン	2,087	1,662	-20%	2,017	1,635	19%	942	35	96%
ジクロロメタン	22,598	19,303	-15%	11,281	19,221	-70%	8,037	3,958	51%
テトラクロロエチレン	1,521	1,601	5%	288	1,353	-370%	163	249	-53%
トリクロロエチレン	4,594	3,211	-30%	228	4,094	-1696%	144	672	-367%
ホルムアルデヒド	416	480	15%	82	295	-260%	86	69	20%

これらの物質比較のほかにも、大気、水、土壌などの媒体への排出の総フローにも、大きな差がみられる。経団連の1999年報告書¹³では、土壌に放出された化合物が約740トンである一方、2001年度のPRTRパイロット・プロジェクト報告では、土壌への放出量は、わずか10トンにすぎない。また、各媒体への最大の排出量を占める物質が、研究ごとにかなりことなることがわかっていて、したがって、PRTR法にもとづく報告が実施され、すべての企業にデータ報告義務がかせられる2003年に、信頼できる総合的公式データが発表されると予想される。

日本のもっとも重要な排出源にかんする、経済環境省と環境省の予測にもとづく、ダイオキシンの実際排出量データを入手できる。排出総量は、各化合物をもっとも毒性の強いダイオキシン類である2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-p-ジオキシン(TCDD)の毒性換算である毒性等量(TEQ)であらわされる。各化合物の総量にかんするデータは入手不可能である。また、注意す

¹¹ 日本で、PRTRに関する一連の法律文書が發布された。
 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律の概要
 : <http://www.prtr.nite.go.jp/pdf/summary.pdf>
 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律
 : <http://www.env.go.jp/chemi/prtr/0716prtr.html>
 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律の施行令
 : <http://www.env.go.jp/chemi/prtr/0716prtr.html>

¹² Environmental Performance Reviews – Japan, OECD, Paris, p. 66, 2002

¹³ 第3回PRTR（環境汚染物質排出・移動登録）調査結果報告書
 : <http://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2000/027/index.html>

べき点としては、他国では重要とみなされる家庭ゴミの「野焼き」など違法な排出源を考慮にいれないにも関わらず、日本の公式統計による排出量は、1990年代には世界最高の約 7,000 g TEQ を占めた¹⁴。

有害化学物質およびダイオキシンの目標フロー

日本の大気汚染防止および水質汚染防止に関する法律は、いくつかの有毒化学物質について、環境基準（EQS）をさだめている。監視対象となる物質は、大気中濃度についてはベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンおよびダイオキシン、表層水については 23 種類の有毒化学物質を対象としている。ほとんどすべての調査物質が、さだめられた濃度レベルをみたした。ただし、ベンゼンでは環境基準をみたしたのは全監視所中 77% にすぎない。

こうした環境基準のほかに、日本政府は、最近さらに予防措置的な取りくみを選択した。施行されたばかりの PRTR 法の主目的は、「人の健康や環境に有害な影響を及ぼす事を証明する根拠の有無に関わらず、有毒化学物質から環境」をまもることにある¹⁵。PRTR 法では、この目的達成の手段として、最重要物質に関する科学的毒性評価および定量的目標の報告をもとめている。

報告は 2003 年に完全に実施される予定だが、毒性評価は知識向上のため継続実施される。現在、毒性評価は複数の研究機関が、PRTR 物質を比較し、包括的な統合毒性指標の定式化をおこなっている。この調査には、特定の気候環境や生態環境を考慮にいた、日本の運命予測モデルがふくまれる。さらに、人間や生態系へのダメージに関する調査も進展中である。数年内に、ヒト毒性や生態毒性に関し、日本特有の手法やデータにもとづき、人間または生態系への潜在的ダメージが判定可能となる¹⁶。したがって、PRTR で報告された物質の潜在的毒性の目標フローを算出するため、こうしたモデルを適用可能になり次第、利用することが推奨される。有毒化学物質の目標フローは、2 つの公式な情報源からみちびきだせる。1 つは、1997 年度の排出レベルから 90% 削減を目標とする「ダイオキシン法」¹⁷である。

¹⁴ ダイオキシンは通常、LCA インベントリ・データベースや環境報告書で報告されていない。しかし、ダイオキシンのインベントリの算出は、次のような排出要素を使用することで、比較的簡単に追加できる。

1999 年のゴミ処理施設によるダイオキシンの総排出量：2,400 gr TEQ

1999 年のゴミ処理施設が処理するゴミ総量：4 億 5000 万トン

その結果、0.0053 ピコグラム/トン（ゴミ量）となる。

¹⁵ 日本 PRTR 法概要、第 1 条、p. 1, 2001 年 1 月

¹⁶ 日本の運命予測モデルに関する調査は、以下から入手できる。

Pennigton, D.W., Joliet, O., Tauxe, A. : 日本の化学物質の運命予測モデルおよび有害物質の人間の曝露モデル—日本国家のライフ・サイクル・アセスメントのイニシアティブに関するデータ収集、未発表、2001 年

Kawamoto, K., MacLeod, M., Mackay, D. : 化学物質の運命予測の複数媒体のマス・バランスの評価および比較：日本の化学圏における 68 種類の化学物質に対する EUSES および ChemCan の利用、2001 年

Fushimi, A., Kajihara, H., Yoshida, K. and Nakanishi, J. : PRTR データおよび大気拡散モデルを用いた大気汚染物質のリスク・アセスメントへの取り組み、2000 年第 3 回化学物質のリスク評価・リスク管理に関する国際ワークショップ議事録、pp. 106-118

¹⁷ ダイオキシン類対策特別措置法、1999 年 7 月

表4：日本における各事業部門からのダイオキシンの予測排出量にかんする目標削減量
(1998年 WHO-TEF 参照)

事業部門	削減目標量 (g-TEQ/年)	(参照) 予測放出量	
		1997年の放出量 (g-TEQ/年)	1999年の放出量 (g-TEQ/年)
1. 廃棄物処理部門	576～622	6,841～7,092	2,320～2,522
(1) 一般廃棄物焼却施設	310	5,000 水 0.037	1,350 水 0.028
(2) 産業廃棄物焼却施設	200	1,500 水 0.51	690 水 0.50
(3) 小規模の廃棄物焼却炉	66～112	340～591	279～481
2. 工業部門	264	454	293
(1) 電炉鋼	130.3	228.5	141.5
(2) 鉄鋼業、溶接工程	93.2	135.0	101.3
(3) 亜鉛回収業（焙焼炉、焼結炉、溶鋳炉、溶解炉および乾燥炉）	13.8	42.3	18.4
(4) アルミニウム合金製造業（焙焼炉、溶解炉および乾燥炉）	11.8	21.3	13.6
(5) その他の事業	15	26.7	18.0
3. その他	3～5	3.32～5.92 水 0.093	3.42～6.12 水 0.093
合計	843～891	7,300～7,550	2,620～2,820

注1：目標削減量は、年間放出量であらわされる排出ガスおよび排出量にかんする削減措置がとられたものの放出量をさす。

注2：目標削減量の合計は、1997年の予測放出量と比較すると、88.2% から 88.5% 減となる。

注3：「その他」は、火葬場、タバコの煙、自動車および端末処理施設からの排出ガスをしめす。

一方、特定の化学物質の目標フローは、産業界と政府間の自発的合意からの既存の制度からみちびきだせる。いわゆる自主管理物質は 1997 年以降、定量的目標を基準としてきた。最近の変更で 12 種類の物質がふたたび追加され、関連企業の定量的目標がさだめられている¹⁸。

表5：自主管理対象物質（有害大気汚染物質削減対策対象物質）

物質	CAS	PRTR 物質番号	METI WG 文書	METI WG 文書	基準フローにおける目標フロー (%)
			2005	1999 (基準年)	
			t/年	t/年	
アクリロニトリル	107-13-1	7	693	1,094	63%
アセトアルデヒド	75-07-0	11	118	195	61%
塩化ビニル（モノマー）	75-01-4	77	461	1,595	29%
クロロホルム／トリクロロメタン	67-66-3	95	373	525	71%
1,3-ブタジエン	106-99-0	268	466	769	61%
ベンゼン	71-43-2	299	850	1,814	47%
1,2-ジクロロエタン	107-06-2	116	735	2,017	36%
ジクロロメタン	75-09-2	145	8,442	11,281	75%
テトラクロロエチレン	127-18-4	200	202	288	70%
トリクロロエチレン	79-01-6	211	160	228	70%
ホルムアルデヒド	50-00-0	310	71	82	87%
エチレンオキシド	75-21-8	42	81	142	57%

¹⁸ METI, 有害大気汚染物質自主管理計画（第2期）フォローアップ報告書, 2002 年

エコファクターの算出

ODP や GHG などの環境側面は、ある種の指標（GWP100 または ODP）にもとづき算出される。指標は関連する法律文書に明記されている（IPCC ガイドラインやモントリオール議定書ガイドラインなど）。有毒物質については、こうした公式ガイドラインはさだめられていないが、ケミカルサイエンスによって、物質の化学的特性や、分布、自然界での振るまいにもとづき指標が策定されてきた。現在では、LCA やエコバランスでの総合的評価は、1999 年/2000 年 Hujibregts の潜在的毒性モデルや、EUSES 運命予測モデルといった、すでに確立したモデルをもちいて実施されている。

こうした研究のほとんどは、米国あるいは欧州を対象として研究されてきた。これらの研究の日本版は、今後 1 年から 3 年以内に利用可能になると予想される¹⁹。したがって、この報告書で算出されるエコファクターは、欧米の手法にもとづく原案にすぎず、エコファクターは日本版データが利用可能になり次第、更新すべきものである。ここでは基本原則を明示し、取りくみの有効性を証明するために、2000 年 Hujibredgts によるヒト毒性指標 HTP inf.を利用し試算をおこなった²⁰。

目標値として、経済産業省の自主管理プログラムの改訂版が対象とする 12 種類の物質にたいし、各環境媒体でのヒト毒性評価値を使用した²¹。結果はジクロロベンゼン換算量 kg であらわされ、ジクロロベンゼン換算量 kg での目標値合計と実際フロー合計を算出する。算出は他のデータと同様に、1999 年を基準年としている。この方法はまた、TEQ で表される定量的目標が定められていることと、Hujibregts がダイオキシンの大気および水への排出に関するジクロロベンゼン換算量を算出しているので、ダイオキシンにも適用できる。

実際フローは、12 種類のすべての自主管理物質とダイオキシンのヒト毒性換算量合計からみちびきだす。

目標フローは、12 種類の自主管理物質にかんする 2005 年度の目標値からみちびきだされたヒト毒換算量と、ダイオキシンにかんする政府の目標フローから算出されている。

目標フロー	実際のフロー	EIP/kg (ジクロロベンゼン換算)
7,986,677,544.54	16,454,961,481.506	258

上記の目標フロー、実際フロー、EIP/kg（ジクロロベンゼン換算）は、2003 年 3 月発行の科学技術振興事業団報告書「環境パフォーマンス評価係数 (JEPIX)」に掲載された数値である。

¹⁹ Pennigton, D.W., Jolliet, O., Tauxe, A. : 日本の化学物質の運命予測モデルおよび有害物質の人間の曝露モデルの解釈—日本国家のライフ・サイクル・アセスメントのイニシアティブに関するデータ収集、未発表、2001 年

²⁰ 2000 年 Hujibregts によるヒト毒性情報のデータは、ライデン大学環境科学センターの Excel シートから入手した。2002 年 7 月 CML 2000、第 2.6 版、www.cml.nl

²¹ 公共用水の PRTR のカテゴリーは、淡水として、土壌のカテゴリーは農業用土壌として査定された。大気への排出量は、想定なく両方のデータ・ソースに適合している。

その後、2001 年度（平成 13 年度）PRTR 届出データが公表されたことにより、それらのデータを活用して、上記の値を再計算した。

2001 年度（平成 13 年度）PRTR 届出データより、化学物質ごとの大気、水域、土壌別の排出量にジクロロベンゼン換算係数を乗じて、実際換算排出量を算出した。その結果、合計値は、32,910,676 t と修正前の実際フロー（実際排出量）のほぼ 2 倍のジクロロベンゼン換算排出量となった。

しかし、全国の実際排出量の算出においては、PRTR 届出データ以外に家庭、移動体、届出対象外事業者などからの届出外排出量を考慮する必要があり、それらは国が推計している。2001 年度の届出外排出量の推計値は、585 千 t であり、また届出排出量は、314 千 t であることより、全物質合計排出量は 898 千 t である。（いずれもジクロロベンゼン換算前の排出量である。）

（「平成 13 年度 PRTR データの概要 ―化学物質の排出量・移動量の集計結果―」の 45 p (5)全国の届出外排出量の推計値の集計結果 より引用）

以上のデータを基にジクロロベンゼン換算後の実際排出量（F'）を計算するが、届出外排出量については、化学物質別・排出媒体別のデータは公表されていないため、下記のように推計した。

F'（実際排出量・ジクロロベンゼン換算）

=2001 年度届出実際排出量・換算後

×（届出排出量・換算前＋届出外排出量・換算前）／届出排出量・換算前

=32,910,676 t ×（314,000 t + 585,000 t）／314,000 t = 94,225,151 t

となり、現状の換算後実際フローの約 5.7 倍となった。

サイト（企業）の換算環境負荷量（EIP）は、サイトの排出量 a を用いて、また変形してつぎの算式となる。

換算環境負荷量（EIP）=エコファクター× a = $(F/F_k)^2 \times (a/F) \times c$

2001 年度 PRTR データに対応する目標フローの算定は困難であることより、重みづけ係数に相当する $(F/F_k)^2$ は、2003 年 3 月発行の科学技術振興事業団報告書「環境パフォーマンス評価係数（JEPIX）」に掲載された数値を使用した。そのことは、重みづけ係数に相当する $(F/F_k)^2$ に使用する実際フロー（F）は、目標フロー（F_k）と同様に当初のままとする。

しかし、サイト（企業）の換算環境負荷量（EIP）は、 $(F/F_k)^2 \times (a/F) \times c$ であり、国内実際排出量に対するサイトの排出量 a の割合を示す (a/F) においては、今回算出した、F' を使用する。エコファクターは、この実際排出量 F'（ジクロロベンゼン換算後）を使用して、つぎのとおりとなる。

エコファクター = $(F/F_k)^2 \times (1/F') \times c$

$$\begin{aligned}
 &= (16,454,961 \text{ t} / 7,986,677 \text{ t})^2 \\
 &\quad \times (1 / 94,225,151 \text{ t}) \times 10^{12} \\
 &= 45 \text{ EIP/kg}
 \end{aligned}$$

結果として、エコファクターは、259 EIP/kg から 45 EIP/kg となる。

なお、ダイオキシンやフランをふくむ有毒物質（有害大気汚染物質）算出過程での、ジクロロベンゼン換算係数が、ライデン大学環境科学センターのヒト毒性情報のデータを使用しており、そのうち土壌の換算係数が、農業用土地の係数がつかわれていた。しかし、日本の PRTR 報告事業所の特性を考慮して、より実態にちかい工業用土地の係数に変更して、2001 年度（平成 13 年度）PRTR 届出データより上記の実際換算排出量を算出した。

目標フロー	実際のフロー	EIP/kg（ジクロロベンゼン換算）
	(F) 16,454,961,481.506	
7,986,677,544.54	(F') 94,225,151,000.000	45

4.5 大気汚染防止法：光化学オキシダント

光化学スモッグは、2001 年に政府基準を満足する測定場所は 0.6 % にすぎないため、日本の深刻な環境問題となっている²²。光化学スモッグは、もはや大都市だけの問題ではなく、全国的问题と認識されている。光化学スモッグは、日光と、揮発性有機化合物（VOC）や窒素酸化物などのさまざまな化学物質が反応して起こる、複雑な化学的プロセスによって発生する。

POCP による光化学オキシダント実際フロー

O₃ などの光化学オキシダントは直接排出されないが、他の排出物との反応で生成する有害物質とみられるため、光化学スモッグの原因となる排出物の年間総フローを見つめることが役に立つ。LCA やエコバランスでは通常、物質の POCP 評価で見つめられる。POCP は「光化学オゾン生成効果」（“Potential to Create Ozone Photochemically”）の略である。POCP の実際フローは、123 種類の物質に利用できる CML 2000 の POCP 指標（Jenkin&Hayman, 1999; Derwent et al. 1998; high Nox）を適用し算出できる。POCP は、エチエチレン換算量（kg）であらわされる。この手法はひろく受けいれられており、その使用を推奨している業界もある²³。

日本の POCP 合計を見つめるためには、つぎの POCP 物質のフローに関して現在入手可能なデータを利用することができる。POCP 物質は自発的な合意による優先順位の高い物質（12 種類の化学物質については毒性の項を参照）、SO_x、NO_x、CO および NMVOC である。POCP 総フ

²² 2002 年 9 月 28 日付ジャパン・タイムズ、p. 2

²³ たとえば、化学工業のレスポンシブル・ケアの推進、www.cefic.be/activities/hse/rc/guide/10.htm

ローは、各物質の POCP を用いて見つもられ、NMVOC 群については、すべての物質の POCP 平均 (1kg あたりエチレン換算量 0.48kg) を用いて予測される。その結果、年間 POCP は、エチレン換算量 1,097,247,394kg となる。

表6：日本における年間 POPC の概算

物質	1 キログラムあたりの POCP	1999 年度の排出量	1999 年度 POCP (エチレン換算 kg)
クロロホルム／トリクロロメタン	0.023	525	12,075
テトラクロロエチレン	0.029	288	8,352
塩化ビニル	0.027	1,595	43,065
ジクロロメタン	0.068	11,281	767,108
ベンゼン	0.218	1,814	395,452
トリクロロエチレン	0.325	228	74,100
ホルムアルデヒド	0.519	82	42,558
アセトアルデヒド	0.641	195	124,995
1,3-ブタジエン	0.851	769	654,419
自主規制 POPC 合計		16,777	2,122,124
OECD ー 自主規制物質	0.48	1,833,223	898,279,270
SOx	0.049	870,000	41,760,000
NOx	0.028	1,996,000	55,888,000
CO	0.027	3,674,000	99,198,000
1999 年度 POCP の総フロー		kg (エチレン換算)	1,097,247,394

POCP による光化学オキシダントの目標フロー

日本では、光化学オキシダントの環境基準は設定されているが、POCP 年間目標フローは未設定である。近年、全測定場所で日中の年間平均値は環境基準を満足している。日中の最大値の年間平均が環境基準を満足させない測定場所は全体の約 0.25 % である。しかし、日中の最大値の環境基準を満足した測定場所は、1,185 カ所のうち 3 カ所にすぎなかった。したがって、光化学オキシダントの問題は、主に最大濃度の最高点にある。全国で、この最高点は、一年に数日間この特別な状況で苦しむ身体障害者の問題のようなもの、としてとらえられている。この状況はもはや首都圏に限ったものではなく、農村地域でも確認されている。

したがって、年間目標フロー算出には、最高点を発生させる排出フローへの関連づけが有用である。1999 年に発生した最大値 (0.13588 ppm) は、環境基準である 0.06 ppm を 226 % 超えた。この最高値を環境基準まで下げるには、POCP の排出レベルを 126 % 削減しなければならないが、断続的に毎時間の平均に合わせて調整をおこなうべきある。最大値の平均 (0.10743 ppm) と年間の時間あたり平均 (0.02987 ppm) の比を利用して、排出物の連続フローの削減率を算出した ($-126 \% / (0.10743 \text{ ppm} / 0.02987) = -35 \%$) 。

エコファクターの算出

算出値は、日中の最大濃度値の最高点を環境基準以下にするために、平均濃度レベルから削減すべきフロー量をしめす。もちろん、最高点は地域的に発生し、それには気象条件等の多くの要因も関係している。ここで作成する指標は、環境基準を超える最高点の回避に必要な POCP の連続フローの削減予測としては、控えめな推測である。他の国でも同様に NMVOC の目標が定められてきた。たとえば、スイス、オーストリア、ドイツでは、NMVOC については 1980 年代のレベルから 70～80 % 削減を目標としている。35 % の削減で環境基準を満足するという想定は、おそらくかなり低めの削減目標だろう。

目標フロー	実際のフロー	EIP / kg (エチレン換算量)
711,447,591	1,097,247,394	2,168

ほとんどすべての最大値が環境基準を超えていても、光化学オキシダントの分布は、地域ごとにかなり異なっている。したがって、POCP のエコファクターは、日中の最大値と平均最大値の比をもちいて都道府県ごとに差異をつけた。各都道府県の特定のエコファクターは、エチレン換算量の 1kg 当たりの EIP (環境インパクト・ポイント) であらわされている (詳細は Excel シート参照)。これは、下は鹿児島県の 1,581 EIP から、上は群馬県の 2,742 EIP までさまざまである。対象となる 123 種類の物質それぞれに POCP 潜在値を乗ずることで、各都道府県の特定の EIP 値をえることができる。

4.6 大気汚染防止法 : NO_x

窒素酸化物 (NO_x) は、従来、日本の環境政策において最優先物質とされてきた。NO_x は、燃焼過程で発生し、暖房設備やゴミ焼却場、とくに対処が困難な自動車、トラックおよび航空機などの交通手段から大量に排出される。

一般の測定場所では環境基準の遵守は継続的に改善され、2000 年には WHO ガイドラインを下回り、99 % の地点で環境基準が遵守されている。しかしまだ環境基準を満足させていないところもある。おおむね、2001 年は、道路ぞいの測定場所の 21 % が環境基準をこえているが、東京や大阪などの大都市では、基準を満足するにはほど遠い状態である。

NO_x の実際フロー

日本政府は、NO_x の実際フローを UNFCCC (国連気候変動枠組条約) 事務局に毎年報告している。1999 年度の総量は、1,996,000 トンであると概算されている。

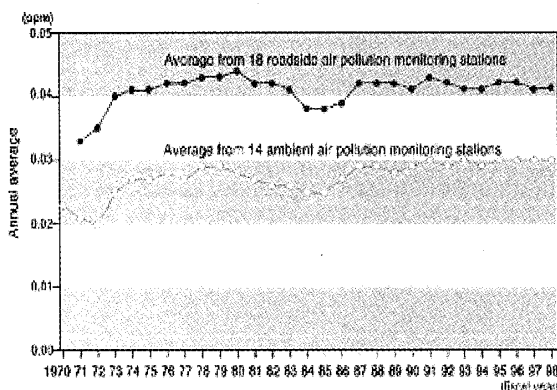


図3：NO_xの年間平均濃度（観測局平均）

NO_x の目標フロー

環境基準のほかにも、交通手段からの NO_x 排出量を削減するために、政府は特別な規制を設定している。1992 年に制定された「自動車 NO_x 法」にもとづき²⁴、6 都道府県が独自の NO_x 年間目標総フローを定めており、交通手段からの排出量について明確な削減目標を設定する。しかし、自動車による交通量が激増しているため、目標は未達成である。1992 年から 1997 年にかけて、自動車からの排出量は 3%しか削減されていない。

全国の測定場所で環境基準を超過しているこのような背景から、NO_x は現在も国が優先すべき排出物であることがわかる。一方、もっとも厳しい状況に直面している都道府県によって総合的な公害防止策が策定されてきた。したがって、濃度レベルを超過する環境基準の構造と都道府県の目標フローにもとづいて、国の目標フローを定めることが妥当であると思われる。

JEPIX のために、つぎのような手順を開発した。自動車から排出される NO_x の削減量が 6 都道府県で定められているので、他の都道府県で必要な削減を類推できる。指定地域の道路ぞいの測定場所での年間平均値は、平均して環境基準 0.04 ppm を 213 %超過している。慎重の原則にしたがい、算出には低いほうの環境基準である 0.04 ppm を使用した。道路ぞいの測定場所で、平均濃度は環境基準 0.04 ppm にたいして 153 %も上回っている。したがって指定地域は、未指定地域よりも 139 %の排出フローの削減が必要になる。

指定地域の交通手段からの NO_x 排出フローの削減は、改訂自動車 NO_x 法で 31 %に定められている。政府は環境基準に達成するにはこの数値で十分とみなしている。したがって、未指定地域は、交通手段による排出量を 31 % / 1.39、すなわち 22 %削減することで環境基準を達成すると思われる。

エコファクターの算出

全国の総フローは、固定排出源と交通排出源にわけられる。1999 年の合計 1,996,000 t のうち、

²⁴ 自動車から排出される窒素酸化物の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法

約 856,000 t が固定排出源からの排出だった。のこりが交通手段から排出されており、指定地域と未指定地域のフローにわけられる。固定施設からの排出フロー、未指定地域の交通からの排出量のうち 78 %、および指定地域の交通からの排出量の 69 %を合計することで、総目標フローは、NOx 1,718,437,282kg となる。

目標フロー	実際のフロー	EIP / kg NOx
1,718,437,282	1,996,000,000	676

NOx の濃度は地域によってかなり異なるため、エコファクターは、地域の状況におうじて調整が可能である。このエコファクターは、上記のエコファクターに地域の年間平均濃度と全国の年間平均濃度の比をかけることで求められる。その結果、NOx のエコファクターは、下は和歌山県の 273 EIP kg から上は東京の 1,579 EIP kg まで地域ごとに大きな差がでる。指定地域の平均は、1,179 (国の NOx EIP 負荷合計の 25 %) であり、未指定地域の平均は 602 となる (国の NOx EIP 負荷合計の 75 %) これは、合理的かつ一貫した結果であるとみなすことができる。

4.7 大気汚染防止法 : SPM 10

浮遊粒子状物質 (SPM 10) は、大気中に浮遊する粒子状物質や粉じんのうち、その粒径が 10 マイクロメータ以下のものをさす。これらの粒子は、有害物質や刺激物質を運び、非常に小さいため、人間の呼吸器系にはいりこむ。SPM 10 はおもに、元素状炭素 (すす)、有機物 (タイヤの磨耗など)、他の汚染物質から大気中で形成される粒子、あるいは花粉などで構成される。

環境技術の確立によって全体としての粒子状物質の排出量は削減されたが、SPM 10 排出量はいまだに呼吸器系の健康問題の一因である、とみなされている。日本では、SPM の環境基準濃度は 0.2 mg/m³ と定められている。

SPM 10 の実際フロー

日本には、SPM 10 の総フローにかんする公式な統計はないが、固定排出源からの PM 排出量は、約 75,000 t (1999 年) と報告されている²⁵。他の文献²⁶から、固定排出源からの SPM 10 の排出量 (粒子状物質合計の 55%)、および交通手段と固定廃出源 (SPM 10 総量の 16%) からの SPM の排出量がわかり、PM の排出量と構成要素から、SPM の総排出量が予測できる。SPM 10 の年間フローは、約 257,813 t であると予測される。

²⁵ 環境省による 1999 年度の大気環境に係る固定発生源状況調査

²⁶ The Survey of Fixed Emission Sources Relating to the Air Quality by the Ministry of Environment, 1999.

²⁶ Dockery, D.W., Pope, C.A.: Acute respiratory effects of particulate air pollution, Annual Review of Public Health 15: p. 107-132, 1994.

SPM 10 の目標フロー

日本は、SPM の環境基準を定めており、状況を監視しているが、SPM 10 の明確な目標フローは設定されていない。しかし、改訂自動車 NOx 法は、SPM 10 に対する措置をより強化して NOx の排出量と同様の制度につなげることを予見させる。指定都道府県にこうした目標フローがないので、目標フローは、政府が測定する濃度レベルから策定しなければならない。環境基準の遵守率は、通常の監視所で 2000 年に 84%、2001 年には 66%であり、道路ぞいの監視所では 47%だった。

27 都道府県では、環境基準の遵守率は、通常の監視所で 100%に到達したものの、千葉の 23%、茨城県の 53%、東京都の 75%など準拠率の低い都道府県もある。

年間フローと環境基準とを関連づけるために、監視所からえたすべてのデータをまとめた。平均濃度と環境基準を上回る日とを一貫して関連づける明確な傾向がみられないため、目標フローの予測は、控えめな基準にもとづいておこななければならない。平均値が環境基準 (0.1 mg/m^3 から 0.2 mg/m^3) を上回っていない、すなわち、環境基準を満足させている都道府県であっても環境基準を満足させていない日数が多い場合や、基準を満足させていない都道府県であっても基準を満足させていない日数が少ない場合があるため、状況の傾向と年間フローとを一貫して関連づけることは困難である。光化学オキシダントとは異なり、SPM については、最高点が重要な問題であるとはみなされない。むしろ、呼吸器系で SPM 10 が蓄積され、健康への悪影響につながる平均濃度が重要な問題となる。

日中の濃度をしめす別の明確な指数は、基準を満足させている都道府県の濃度である。実際フローに対応する監視所の平均濃度 ($0.026593287 \text{ mg/m}^3$) と、基準を満足させている都道府県の平均濃度 (0.023662 mg/m^3) との関係より次式で、実際フローに対する削減率が算出される。

$$\frac{0.026593287 - 0.023662}{0.026593287} \times 100 = 11.02\% \rightarrow 11.02\% \text{削減}$$

$$\text{目標フロー} = 257,812,500 \text{ [kg]} \times (100 - 11.02) \text{ [\%]} = 229,394,711 \text{ [kg]}$$

日本の SPM 10 の環境基準 (0.1 mg/m^3 から 0.2 mg/m^3) がスイス (0.02 mg/m^3) などと比較すると 5 倍も高いこと、また平均では基準を満足させている都道府県で基準を満足させていない日数が多い場合があるということは、日本ではまだ SPM 10 が最優先環境課題としてあつかわれていない、ということをしめしている。したがって、目標フローの予測は、必要最低限の削減レベルであると思われる。

エコファクターの算出

SPM 10 の状況は地域によってかなり異なるため、各都道府県の平均濃度と全国的な年間平均の比率をもちいてエコファクターを調整できる。都道府県別のエコファクターは、鳥取県の 3,009 から東京都の 7,935 まで幅広い結果を反映しており、基準を満足させている都道府県の平均は 4,337、基準を満足させていない都道府県の平均は 5,595 となっている。

目標フロー	実際のフロー	EIP/kg SPM 10
229394711	257812500	4,899

水質汚染防止

近年、日本では水質が著しく改善されてきた。工場廃水に対する規制の結果、法律の対象となっているもっとも危険な化学物質（重金属を含む）による水質汚染がいちぢるしく減少した。しかし一方で、日本の全水域の約 30 %では、現在も有機性汚濁の環境基準は満足されていない。とくに、首都圏の河川や、内海、入り江、湖、貯水池などの閉鎖性海域では改善がほとんどみられない。

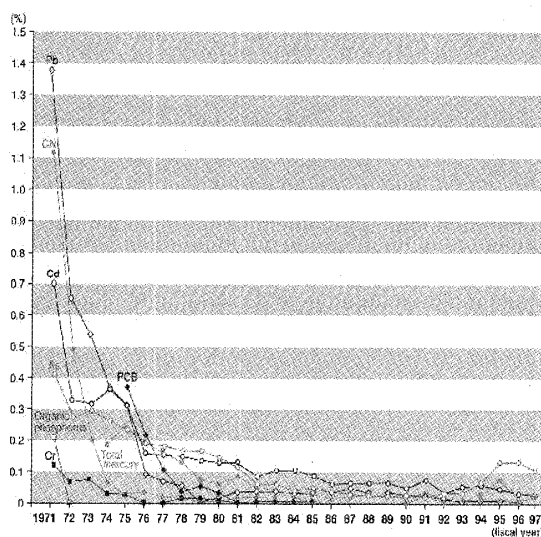


図4：危険化学物質（重金属ふくむ）による水質汚染改善の状況

水の利用や環境保全といった観点から、特定水域では環境基準はきびしく設定されなくてはならない。通常、生物化学的酸素要求量（BOD）や化学的酸素要求量（COD）等のパラメータをもちいて水質があらわされる。これらのほかにも、窒素（N）やリン（P）等の物質群、指定された重金属や農薬などの特定の化学物質を利用して水質をあきらかにしている。浮遊物（SS）や pH、溶存態有機炭素（DOC）、大腸菌群についても環境基準が定められている。全国では合計 26 種類の物質にたいして環境基準が定められており、22 種類以上の物質については予備的な観測がおこなわれている。

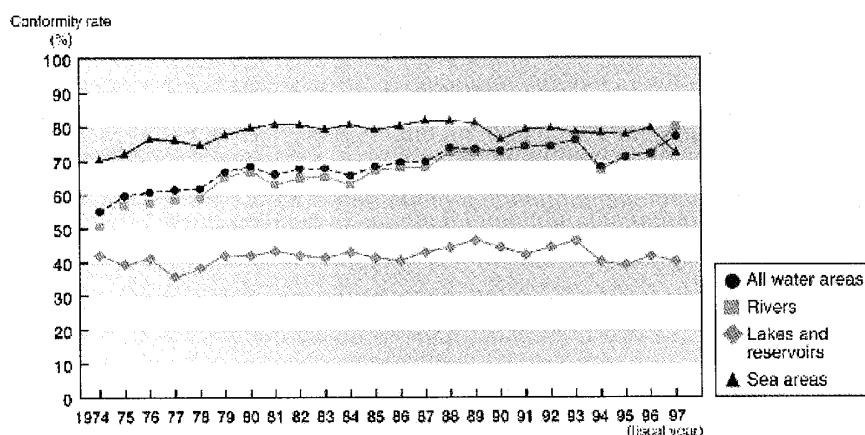


図5：環境基準達成率（BOD ないしは COD）（水域ごと）

全国的には、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレンおよびヒ素を除外する²⁷多くの化学物質は環境基準の達成率が高く、約 99 %である。しかし、水の優先課題は富栄養化²⁸に関連する物質である。このいわば反対のエコロジカル現象は藻の異常発生（赤潮等）をひきおこし、魚類やその他の海洋生物にたいして毒作用をひきおこす。湖や閉鎖性海域、河川に設置された水質観測所は、BOD については 82 %という停滞気味の達成度を、湖の COD は 45 %、沿岸の COD は 75 %の達成率をしめしている。富栄養化の原因物質である N や P のそれぞれの達成率は 79 %である。この報告書は、COD や BOD、N、P などの指標にエコファクターを定める。

有毒物質による特有な水質汚染は、毒性のエコファクターの対象となることを留意しておく必要がある。毒性にかんしては、淡水または海水への 170 種類もの排出物のエコファクターが定められている。

4.8 BOD による河川の水質

BOD の実際フロー

家庭や工場から排出される BOD（生物化学的酸素要求量）の実際フローデータで、定期的に発表されるデータはなかった。環境省の平成 14 年度環境白書²⁹にしたがい、家庭からの BOD 排出量にもとづいて、ことなるレベルの排水処理を考慮して予測をおこなった。その他の BOD 排出源については、公式データがないため、わたしたちが予測した 1999 年の家庭からの排出量と、1996 年に日本の専門家³⁰が予測した、他の排出源からの排出総量を組みあわせて算出した。そうして、さまざまな排出源からの BOD の総排出フローは、年間約 10,150,000 t であると見つめられた。

一方、BOD 濃度は政府によって観測されている。河川内の酸素をコントロールする化学反応

²⁷ *Environmental Performance Reviews – Japan*, OECD, Paris, p. 92, 2002

²⁸ 日本における最新の富栄養化に関するレビュー：Hirotsaki, J., Itsubo, N., Furota, T., Inaba, A.: “Estimation of the Damage by Eutrophication”, *Proceedings of the 5th Ecobalance Conference, Tsukuba 2002*, pp. 45 – 48.

²⁹ 平成 14 年環境白書（環境省）：www.env.go.jp/policy/hakusyo/hakusyo.php3?kid=215

³⁰ 伊坪徳宏：東京大学博士論文、『材料の環境影響評価に関する研究』, p. 191, 1997

が複雑で地域によってことなるため、BOD 濃度をみるだけでは、こうした河川への年間フローを予測することは不可能である。したがって、BOD 濃度は実際フローとしてではなく、トレンドと両立する間接的な指標としてのみ使用されうる。河川への排出量とその結果生じる濃度の未知関数を認めると、BOD 仮想フローとして線形関係を想定できる。この指標をつかって河川の状況を統合し、地域特有の数値をだすことのできるエコファクターを提供することができる。その地域特有の数値は汚染レベルとその傾向を反映する。

主要河川のフロー率とその BOD 濃度に関する統計データがあり、もっとも重要な河川のために、このデータは収集される。フロー率のない部分は、集水地域 km^2 あたりの平均水量をもちいて数値を予測できる。これらは、BOD の年間仮想フローの算出にもちいられる。1999 年には 109 の河川についてデータがまとめられた。そのうち基準を満足させていない主要 26 河川については BOD 濃度値がある。それ以外の河川は、BOD の濃度が $1 \text{ mg} / \ell$ 、つまり飲料水の A 級レベルであると想定することによって、基準を満足させていると分類した。1999 年の BOD の年間仮想フローは、 $213,193 t$ であると見積もられ、平均濃度は、 $1.30 \text{ mg} / \ell$ である。

つぎの 2 つの予測数値 — BOD の予測排出フローと濃度にもとづく仮想フロー — を比較すると、比率は 47 対 1 である (BOD の排出フローは、濃度にもとづく仮想フローよりも 47 倍多い)。

BOD の目標フロー

同様の手順を使用して、河川における BOD 仮想フローの目標レベルが決定された。これも同じ原則にしたがっている。基準を満足させない河川の流水量にもとづき、それらの BOD フローを算出する (基準を満足させていない河川の平均は $2.6 \text{ mg} / \ell$)。つぎに、A 級レベルの環境基準が $1 \text{ mg} / \ell$ つまり飲料水程度であることにもとづいて BOD フロー予測をおこなう。基準を満足させていない河川の総フローは $108,178 t$ であり、約 $50,462 t$ が削減目標となる。年間の実際フローから削減目標をひくと、目標濃度にもとづく BOD の仮想フローは、 $162,730 t$ になる。

BOD の実際排出フローを予測してみると、濃度にもとづく仮想フローよりも 47 倍多いことがわかった。目標濃度にもとづく仮想フローにこの係数をかけることで、排出量の目標フローが見つめられる。その結果、年間 $7,474,000 t$ となる。

エコファクターの算出

BOD 排出フローのエコファクターを算出する。このファクターは、BOD の環境基準濃度と、ある特定の河川の実際濃度との関係にもとづいて特定の河川に調整することができる。基準を満足させている河川の平均エコファクター (水質クラス A : 1ℓ あたりの BOD の濃度が 1 mg 以下) は、BOD 排出量 1 kg 当たり 165 EIP であり、基準を満足させていない河川については、平均は BOD 1 kg 当たり 440 EIP である。極端に高い濃度が発生する河川もあり、鶴見川の最大エコファクターは、BOD 排出量 1 kg 当たり 1,420 EIP である。

目標フロー	実際のフロー	BOD 排出量 1kg 当たりの EIP
7,747,307,454	10,149,742,537	169

4.9 COD としての湖および閉鎖性海域の水質

河川にかんしてもっとも重要な指標は BOD だが、湖や閉鎖性海域の水質は、COD の環境基準と測定によって評価される。湖での基準の達成率は 45 %にすぎず、それは COD が日本の環境政策にとって深刻な問題であることを示唆する。

COD の実際フロー

日本の COD 総排出フローにかんしては、定期的に更新されている政府の統計はないが、東京湾や伊勢湾、瀬戸内海などの指定地域にかんしてのみは統計がある。日本の専門家による 1994 年の予測と比較すると、これらの地域の排出フローは同年の年間フローの約 4 %を占めていた。

藻の異常発生などの悪影響が発生する湾岸地域のみならず、環境基準を適用することが法に明記されているが、COD のほとんどは法の対象となっていない水域に排出されている。そのため、日本全国における COD の実際フローを算定することが困難になっている。しかし、多くの地域や湖で COD の環境基準が満足されていないため、COD にかんする指標を算出することは重要であり、COD についても BOD と同様のアプローチを採用した。したがって、環境基準にかんするデータがあるので、湖と湾の仮想濃度を算出する。そして、地域のデータで入手可能なもののみを考慮に入れる。

東京湾や伊勢湾、瀬戸内海では、年間の総排出フローが公表されており、さらに、こうした閉鎖性海域での COD の平均濃度もまた定期的に公表されている。1999 年の年間フローは、こうした指定地域では 416,000 t であった。

最大規模の 15 の湖について、COD の濃度レベルと水容量のみが公式に発表されている。これらの湖について、仮想濃度にもとづくフローを算出すると、1999 年では 129,000 t になる。

COD の目標フロー

湖については、環境基準を使用して濃度レベルにもとづく仮想目標フローを予測できる。湖にかんしては水質 AA および A 級が、沿岸水にかんしては A 級が、水質の目標レベル（飲料水レベル）であるとする。これに相当する環境基準は、1 l あたり COD 2 mg である。湖の目標フローは水容量を使用して見積もることができ、また目標フローを上回る実際フローと比較できる。その結果、湖については 43,000 t の削減となる。

閉鎖性海域については、総汚濁負荷量の管理のもとで排出フローの目標値が存在する³¹。目標値は、5 年間を一区切りとして定められ、有害影響が確認されるかぎり更新される。この方法によりたいていは、COD 排出フローの 7~8 %の削減を見込んでいる。これらの地域の濃度にもと

³¹ 水質汚濁防止法に準拠

づく仮想目標フローは、現在のフローを実際の濃度レベルでわって求める。その結果、仮想水容量がえられ、つぎの段階で $2 \text{ mg} / \text{l}$ の環境基準にもとづく目標フローを予測するために使用される。その目標フローは湖の場合と似た基準にもとづいていて、足すことができる。そして総目標フローは $394,000 \text{ t}$ になる。

エコファクターの算出

このエコファクターは、実際には、15 の最大の湖と指定された 3 つの閉鎖性海域から算出されているため、日本全国を対象としているわけではない。第 2 に、このエコファクターは、対象となる湖への COD の排出量と濃度の関係が利用できないため、非常におおまかな指標にすぎない。したがって、指標は、濃度にもとづく仮想フローと閉鎖性海域の排出フローを組み合わせて算出される。しかし、実際の汚染レベルでは地域的な違いを考慮にいれて判断できる。湖への排出と湖での濃度の比率は、巨大な水塊への排出量とその濃度の比率よりも小さい、とみなすことは妥当である。

したがって、COD のエコファクターは、湖や閉鎖性海域の実際の濃度レベルと基準を超える水域の平均濃度の比率を使用して調整される。もっとも低いエコファクターは、猪苗代湖の 606 EIP、もっとも高いものは手賀沼の 21,379 EIP である。閉鎖性海域の平均は、3,772 EIP であるのにたいし、湖は 5,502 EIP である。

目標フロー	実際のフロー	EIP / kg COD
409,398,049	548,374,285	3,272

4.10 N（窒素）および P（磷）による湖および閉鎖性海域の水質

富栄養化の問題に対処するために、日本の水管理では、栄養物質である窒素とリンについて環境基準を定めた。藻が異常発生するなどの特定の有害な影響が確認される指定地域に、この環境基準が適用される。1999 年には、環境基準の準拠率は湖で 41 %、沿岸水で 79 %である。これにより、指定地域の総合汚濁負荷が設定され、N および P の目標フローが定められた。

N および P の実際フロー

COD の場合の手順が、N および P にも適用される（上記参照）。つまり、目標フローと実際フローを湖と閉鎖性海域について個々に予測したのちに合計するという方法である。

東京湾や伊勢湾、瀬戸内海については、年間の総排出フローが発表されている。さらに、閉鎖性海域の N および P の平均濃度は定期的に更新されている。1999 年の年間フローは、これらの指定地域では N が $363,175 \text{ t}$ 、P が $27,996 \text{ t}$ であった。

10 の湖については、N と P の濃度および水容量のみが公式に発表されている。これらの湖について、仮想濃度にもとづくフローを算出すると 1999 年は N が $11,197 \text{ t}$ 、P が 227 t となる。

これらの2つの指標を合計した結果、仮想年間フローとして、Nが374,372 t、Pが28,272 tとなる。

NおよびPの目標フロー

政府は、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海の3つの閉鎖性海域の目標フローを定めている。この目標フローをもちいて仮想水容量を算出したのち、環境基準を適用して閉鎖性海域の目標フローを予測する。閉鎖性海域と湖については、環境基準であるクラスIとクラスIIの平均濃度を適用した。すなわち、Nは1ℓあたり0.25 mg、Pは1ℓあたり0.025 mgである。水容量と環境基準から、濃度にもとづく仮想目標フローを直接算出する。

この算出は、排出量と濃度にもとづく数値であるため正確ではないが、現状は入手可能なデータの傾向と合致していることをしめしている。閉鎖性海域のフローに占める湖の割合が低いため、実現可能な手順であるとされる。湖へのNとPの排出フローのデータがあれば、指標を修正して、より正確なものとなろう。

エコファクターの算出

NとPのエコファクターの算出手順は、CODの手順と同様である。最大規模の湖や指定閉鎖性海域のエコファクターのほかにも、各水域について特定のエコファクターが定められており、これは、実際の濃度と基準を超える湖の平均濃度の比率をもちいて算出されている。

Nにかんしては、もっとも低いエコファクターは野尻湖の2,515 EIP / kgで、もっとも高いエコファクターは手賀沼の77,462 EIP / kgである。湾岸の平均濃度をすべての湾岸の平均濃度でわった比率でエコファクターの調整をおこなうことで、閉鎖性海域によってことなる状況を考慮にいれられる。この調整係数をもちいると、東京湾で23,171 EIP、瀬戸内海で2,180、伊勢湾で3,492となる。

目標フロー	実際のフロー	EIP / kg N
216,688,759	374,372,191	7,973

Pの場合も同じ手順をとることで、東京湾のエコファクターは、211,588 EIP / kg、瀬戸内海では29,278 EIP、伊勢湾では53,375 EIPとなる。湖については、もっとも低いエコファクターは琵琶湖の4,330 EIP、もっとも高いエコファクターは手賀沼の368,316 EIPとなる。

目標フロー	実際のフロー	EIP / kg P
18,299,597	28,272,854	84,428

4.11 廃棄物管理：埋立地容量

ゴミ廃棄は、市民から重要な環境問題であると認識されている。焼却場からダイオキシンやその他の有害物質が排出される一方、埋立によるゴミ廃棄は、多くの地域の人口密度が高いために制限されている。

日本は、リサイクルにもとづく社会を作る方向にむかい、埋立地へのゴミ廃棄の流れを制限しようとしている。

埋立地への廃棄物の実際フロー

廃棄物の全フローは、環境省によって毎年発表されている。1999 年には、廃棄物は都市から約 51,450,000 *t* が排出されており、そのうちの 23 %が、また都市以外から出た廃棄物については収集量約 399,799,000 *t* のうちの 16 %が埋立地に運ばれた。1999 年には合計約 7,600 万トンの廃棄物が埋立地に運ばれたことになる。

埋立地への廃棄物の目標フロー

廃棄物フローの定量的目標がいくつかあり、それによって廃棄物収集率とリサイクル率が決定される。2001 年には、環境省が埋立地への廃棄物のフローの目標を定めた³²。それぞれのカテゴリーについて、短期（2005 年）と長期（2010 年）の目標が定められている。

表7：各ゴミの排出量

廃棄物のカテゴリー ³³	1999 年	2005 年目標	2010 年目標
都市の廃棄物	1180 万 <i>t</i>	800 万 <i>t</i>	600 万 <i>t</i>
都市以外の廃棄物	6430 万 <i>t</i>	3600 万 <i>t</i>	3000 万 <i>t</i>
合計	7610 万 <i>t</i>	4400 万 <i>t</i>	3600 万 <i>t</i>

エコファクターの算出

エコファクターは、ある問題の現在の政治的圧力を表現するので、計算は常時、現在あるもっともきびしい目標を基準として適用すべきである。したがって、この場合は 2010 年の目標を基準とする。都市の廃棄物と都市以外の廃棄物の容量に明確な差はなく、埋立地に運ばれる廃棄物

³² Environmental Performance Reviews – Japan, OECD, Paris, p. 108, 2002

³³ Environmental Performance Reviews – Japan, OECD, Paris, p. 107, 2002 と 2003 年 1 月に環境省水管理部から入手した 1999 年のデータ（口頭）

の総目標がエコファクター算出に使用される。その結果、エコファクターは埋立地に処分される廃棄物 1 kg あたり 58.7 EIP となる。

目標フロー	実際フロー	EIP/kg (埋立)	EIP / kg (発生する廃棄物)
36,000,000,000	76,035,456,500	58.67	9.9

処分率を考慮に入れると、発生した廃棄物（収集および削減前）のエコファクターは 1kg あたり 9.9 EIP となる。企業のエコバランスの EIP を算出するにはこの係数を使用する。廃棄物が直接埋立地に送られる場合には、埋立のエコファクターを使用する。

4.12 道路交通騒音

日本の環境政策の最重要課題の 1 つとして騒音があげられる³⁴。毎年、市民が届けでる騒音の苦情は 15,000 件以上になる。騒音には特定の環境基準が定められているが、測定場所からのデータは、現在のところ、道路交通の騒音にかんする環境基準の達成率が低いことをしめしている。すべての測定場所のうち環境基準を満足させるのは 12 %にすぎず、測定場所の約 58 %がっねに基準を満足させていない。

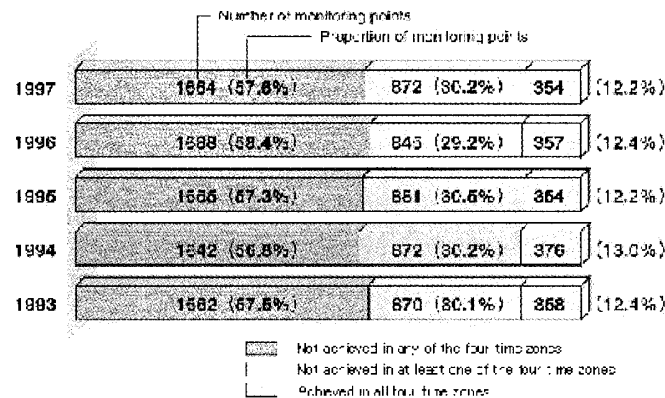


図6：環境基準達成の割合（1877 局のデータより）

道路交通の騒音レベルは、人の移動や貨物の輸送をへらし、近代的な設備をつかい、ルートプランを巧妙に練ることで低減効果がえられる。したがって、道路交通のエコファクターは、交通量と自動車の騒音の特徴にもとづいて算出され、1 km あたりの EIP であらわされる。

騒音キロメートルにおける道路交通の年間フロー

道路交通の騒音は政府によって測定され、約 1,900 の測定場所で環境基準の達成を評価してい

³⁴ 騒音に係わる環境基準

る。騒音が測定されている道路の種類についての詳細な報告書があり、環境基準の超過レベルに関する統計データもある。交通量と関連づけるために、騒音 km という仮想単位を定義する。スイス環境省 BUWAL SRU 329 によると³⁵、10 台の乗用車の騒音は 1 台のトラックの騒音に相当するという現実的な予測がある。したがって、騒音 km は、日本での乗用車の年間走行距離に、トラックや他の大型車両の走行距離に 10 倍かけた距離を足した数値であると定義される。日本の総交通量については、国土交通省が定期的に統計を行っている。1999 年の総交通量は、乗用車と大型車両を含む 952,019,191,000 km³⁶である。乗用車にかぎった場合は、66 %にあたる 630,000,000,000 km をしめている³⁷。

大型車両の走行距離 (km) に係数 10 をかけることで、年間の総騒音 km が得られる (3,843,396,910,000 N km)。

騒音キロメートルにおける道路交通の目標フロー

仮想単位である騒音 km にもとづいて、目標フローをつぎのとおり算出する。すべての測定場所が環境基準を満足させるには、主要道路の交通量をある程度削減する必要がある。遵守レベル別に、つぎの統計³⁸がある。一番左の列から、環境基準を満足させる測定場所の数、1 db から 5 db 以内で環境基準を超過する測定場所の数、5 db から 10 db 以内で環境基準を超過する測定場所の数、一番右の列は 11 db を超過する測定場所の数をしめている。

表8：主要道路における環境基準達成の割合

	基準に合致	1-5 db 超過	5-10 db 超過	>11 db 超過
日中	46.20 %	37.10 %	14.30 %	2.40 %
夜間	51.40 %	28.10 %	15.30 %	5.20 %
平均	48.80 %	32.60 %	14.80 %	3.80 %

環境基準を満足させるためには現在の技術でどれだけの交通量を減少させる必要があるかを想定する。騒音レベルを表現する db という単位は対数尺をつかっているため、必要な削減は各カテゴリで指数的に増加する。最近の調査³⁹によって、交通量を 50 %削減すると、騒音が 3 db 減少する、という結果がえられた。この削減率を使用して、上記の各カテゴリに必要な削減率は % で算出される。それから騒音 km の年間総フローは 4 つのカテゴリに配分され、それは各カテゴリで発生する交通量を表現している。つぎに各カテゴリで削減量を算出し、全 4 カテゴリの削減量を合計する。その結果、騒音 km の目標フローが見つもられ、騒音のエコファクターが算出される。

³⁵ 2002 年 BUWAL SRU 329, Lärmbekämpfung in der Schweiz, p. 51

³⁶ 2003 年 2 月国土交通量の口頭報告

³⁷ 環境省『平成 14 年環境白書』：www.env.go.jp/policy/hakusyo/hakusyo.php3?kid=215

³⁸ www.env.go.jp/air/car/noise/noise_h11.html.

³⁹ BUWAL SRU 329, p. 94

エコファクターの算出

エコファクターは、実際の道路交通量と騒音 km の目標フローを比較して、仮想単位である騒音 km で算出する。このエコファクターは、乗用車の評価をおこなう場合にはそのまま使用できるが、トラックの場合はエコファクターに 10 を乗じて、騒音キロメートルを実際の走行距離 (km) にもどす。その結果、トラックのエコファクターは 5.6 EIP/km となる。

目標フロー	実際のフロー	EIP / 騒音 km
2,618,929,088,443.10	3,843,396,910,000.000	0.56

多種多様なトラックや自動車の騒音の特性を区別するために、実験室で騒音を測定する状況が実際の状況とはことなり、騒音の特性の点で一致しないこと、を考慮することが大切である。実験室では通常、この点を考慮にいれられないが、実験ではエンジンや排気装置、冷却装置などの騒音を測定できる。最新の規格によると、車両内にあるほとんどの騒音源はかなり軽減されてきた。

しかし、道路上ではスピードや道路の表面が、騒音公害の主要要因となっている。したがって、車の取扱説明書の技術仕様書を参照してエコファクターを調整できるが、車両によりことなる騒音削減の差を十分に説明するものではない。さまざまな種類の技術に存在する実際的かつ直接的な差異について明記するのは、そのためである。

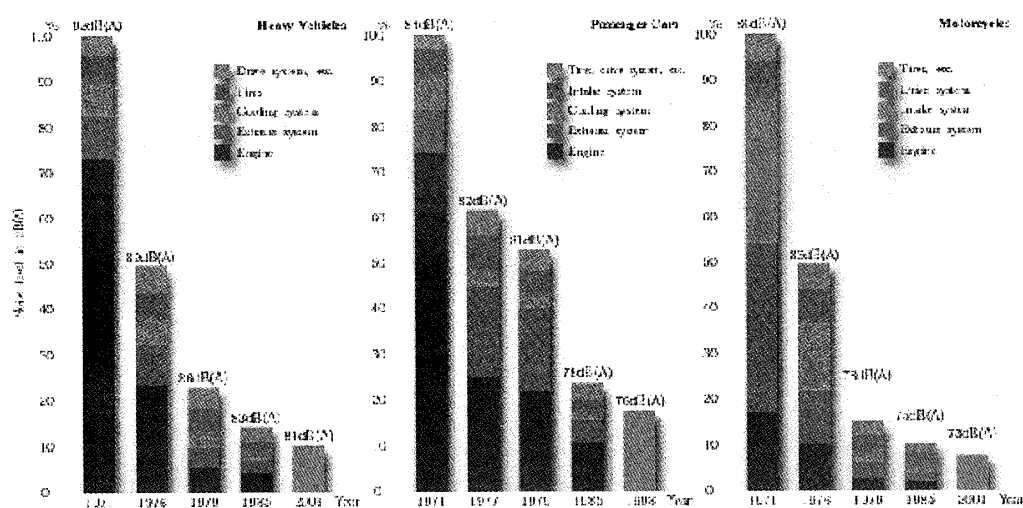


図7：交通騒音改善の様子（左から、重量車、乗用車、2 輪車）⁴⁰

⁴⁰ http://www.jama.or.jp/eco/eco_car/en/en_1_10_01.html

現在の騒音レベルは、1985 年の基準を満足させる平均的な量販車が原因である、と想定されている。簡単にいうと、車両のエコファクターは上下のカテゴリーの差で調整できる。

表 9：車種別のエコファクター

車両	1979 年のレベル	1985 年のレベル	2001 年のレベル
大型車両	+50 % = 8.4 EIP	100 % = 5.6 EIP	-35 % = 3.64 EIP
乗用車	+75 % = 0.98 EIP	100 % = 0.56 EIP	-25 % = 0.42 EIP

つまり、騒音キロメートルからえられる総 EIP は、すべての交通量が現在の技術基準に合致している車両であれば、約 35 % 削減される。もちろん、基準以上の乗用車やトラックもある。これらについても、特定のエコファクターを算出するために上記手順を使用できる。

第5章 JEPiX を基礎とする日本のナショナル・エコバランス

この章では、11 の政策の焦点となる項目について、日本におけるエコファクターの算出方法の説明をおこなう。それにつづき、算出結果を簡潔にまとめ、1999 年を基準年とする日本のエコバランスにこのエコファクターを応用する。

5.1 1999 年の日本のエコバランス

つぎの表は、この技術報告書の結果をまとめたものであり、各政策の焦点にかんして、1999 年の実際フロー、目標フロー、エコファクターおよび日本全国の合計スコアを表現している。合計スコアは、1999 年の全国のエコバランスを表現する。

表 9：各カテゴリーの実際フロー（1999 年）、目標フロー、エコファクター

1999	実際のフロー (kg)	目標フロー (kg)	エコファクター (1 kg あたり)	ナショナル・スコア
温室効果ガス	1,314,000,000,000	1,155,000,000,000	0.984989037	1,294,275,594,535
ODP	3,617,180	2,902,777	429,282	1,552,790,555,421
光化学オキシダント	1,097,247,394	711,447,591	2,168	2,378,610,273,297
Nox	1,996,000,000	1,717,227,299	677	1,351,031,597,205
SPM 10	257,812,500	225,871,208	5,053	1,302,825,328,407
ダイオキシンを含む有毒物質	16,454,961,482	7,986,677,545	258	4,244,841,113,388
COD（指定地域）	548,374,285	409,398,049	3,272	1,794,166,014,238
N（指定位置群）	374,372,191	216,685,232	7,973	2,985,028,857,629
P（指定地域）	28,272,854	28,272,854	84,414	2,386,633,114,585
BOD（最大河川）	213,193,584	162,730,851	8,051	1,716,360,333,086
埋立	76,035,456,500	36,000,000,000	58.67	4,460,949,571,885
道路騒音（1 騒音 km あたり）	3,843,396,910,000	2,618,929,088,443	0.56	2,153,689,022,882
1999 年合計				27,621,201,376,557

これらの結果は JEPiX 2005 にもとづく中間結果であることに留意が必要である。合計スコア自体は、それ自体絶対量としては意味のない単独の数値である。1995 年から 2000 年までのナショナル・エコバランスなど、この数値を時系列に使用することができれば、合計スコアの傾向は有意なものになる。現段階では、個々の合計スコアより、他の項目との比較のほうが注目にあたいする。

1999 年の国家のエコバランス（ナショナル・エコバランス）の円グラフから、どれが優先度の高い政策課題であるかがわかる。埋立とダイオキシンをふくむ有毒物質は、実際フローが目標フローを大きく超えているため、それぞれ国のエコバランスの 15% を占有する最重要課題である。

閉鎖性海域の富栄養素であるリンと窒素が 20% で 2 位にランクされる。しかし、現段階の JEPIX では、水質汚染にかんするデータは日本全国が対象ではなく、15 の最大の湖と 3 つの閉鎖性海域に限定されるため、このランクの解釈には注意が必要である。現在の結果は、これらの水質汚染（P、N、COD）のスコアを過大評価している可能性もある。来年度には、水にかんするより適切なデータが入手可能となるため、エコファクターを再策定できる。

その他の優先度の高い課題として、道路騒音と光化学オキシダントがある。一方、ODP や SPM 10、NO_x、GHG は、目標への距離法（Distance-to-target 法）を使用した場合、それほど緊急の問題とはみなされない。

日本のエコバランスを解釈するさいに念頭におかねばならない、いくつかの項目がある。第 1 は、それが 1999 年に利用可能なデータを基準にしていることである。有毒物質や、P、N および COD などの水質汚染物質にかんするデータの有効性は、すぐに改善されると思われるが、現在は十分なレベルに達していない。第 2 は、国の合計スコアは、産業特定のデータだけでなく、全国的なデータをすべてふくんでおり、これには家庭や公共団体からの排出量がふくまれている点である。さらに、公的廃棄物処理施設から排出され、有毒物質の合計スコアの一因となるダイオキシンなどの特定排出物もある。一方、企業では GHG や NO_x、SPM、光化学オキシダントに重点がおかれるので、企業エコバランス算出に JEPIX エコファクターを利用すると、かなり想像とことなる結果が生じる可能性がある。

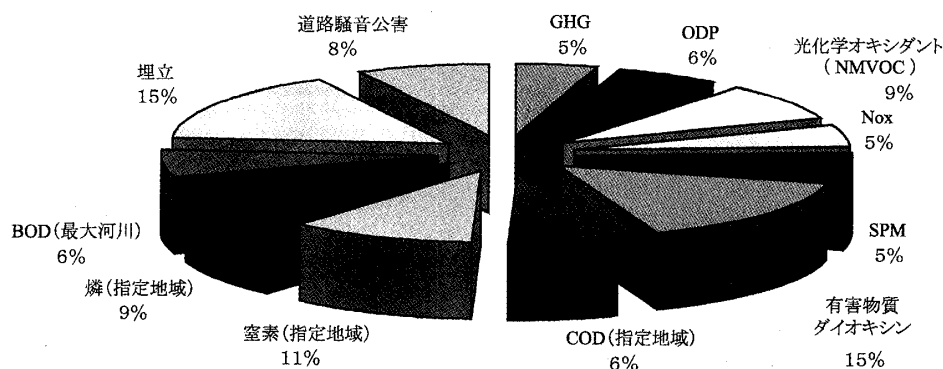


図1：日本におけるナショナル・エコバランス（1999 年）

（政府発表の統計値による実際フローをもとに算出されたもの）

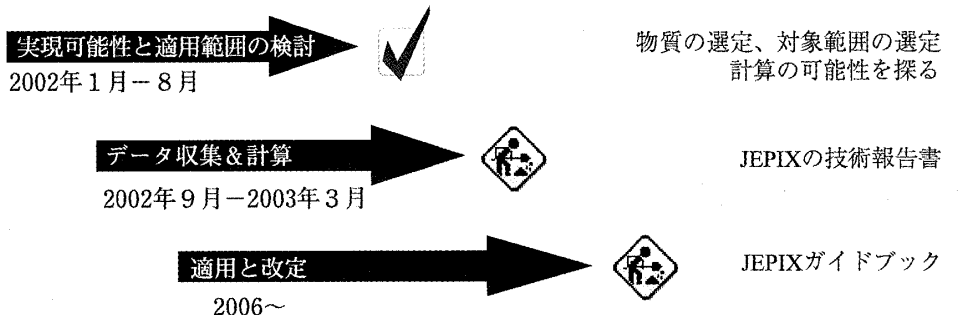
5.2 まとめと今後の見通し

JEPIX の適用の観点では、この報告書はスタート地点にすぎない。この報告書では、国の環境統計や環境法にたいする幅ひろい検索の結果をまとめ、政策の焦点があてられる 11 項目につい

て、エコファクターの算出結果を詳細に記述している。また添付の Excel シートには約 1,050 物質のエコファクター記載され、内容に関心のある個人や団体が無料で使用できるようになっている。いくつかの物質については、国内各地域に JEPIX を適切に利用するため、地域ごとのエコファクターを記載した。さらに、この報告書では、データの質と JEPIX 手法の基本原則にかんするさまざまな検討も実施している。



3段階のプロジェクト・スケジュール



だれでもJEPIXを利用することができ、それにより、環境会計や環境格付がたいへんわかりやすく、あつかいやすいものになる。

図2：日本版環境希少性のロードマップ

日本版エコファクターのそれぞれの活動内容にそう評価と適用の開始は、この手法の将来の利用者にゆだねられている。JEPIX プロジェクト・チームは、経験の共有と、手法改善にむけ、たえず努力をおしまない。