

## 別添 3. その他の排出・吸収区分における算定方法

### 3.1. 国際バンカー油に関する算定方法

#### ■ 算定方法

当該排出源からの CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出については、ボンド扱いの各燃料種の消費量に排出係数を乗じて、排出量の算定を行った。

#### ■ 排出係数

##### ○ CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> の排出係数については、エネルギー分野における燃料の燃焼 (CO<sub>2</sub>) と同じ排出係数を用いた (第3章参照のこと)。

##### ○ CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の排出係数については、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を採用した。

表 1 国際バンカー油起源の CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出係数

輸送機関	燃料種	CH <sub>4</sub> 排出係数	N <sub>2</sub> O 排出係数
航空機	ジェット燃料油	0.002 [g CH <sub>4</sub> /MJ] <sup>a</sup>	0.1 [kg N <sub>2</sub> O/t] <sup>b</sup>
船舶	A 重油	0.007 [g CH <sub>4</sub> /MJ] <sup>c</sup>	0.002 [g N <sub>2</sub> O/MJ] <sup>c</sup>
	B 重油	0.007 [g CH <sub>4</sub> /MJ] <sup>c</sup>	0.002 [g N <sub>2</sub> O/MJ] <sup>c</sup>
	C 重油	0.007 [g CH <sub>4</sub> /MJ] <sup>c</sup>	0.002 [g N <sub>2</sub> O/MJ] <sup>c</sup>
	軽油	0.007 [g CH <sub>4</sub> /MJ] <sup>c</sup>	0.002 [g N <sub>2</sub> O/MJ] <sup>c</sup>
	灯油	0.007 [g CH <sub>4</sub> /MJ] <sup>c</sup>	0.002 [g N <sub>2</sub> O/MJ] <sup>c</sup>

a. 1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3 Table.1-47

b. // Table.1-52

c. // Table.1-48

#### ■ 活動量

当該排出源からの CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出については、経済産業省「資源・エネルギー統計年報 (旧: エネルギー生産・需給統計年報)」に示された「ボンド輸入」と「ボンド輸出」の合計値を用いた。

ジェット燃料油は航空機、A 重油、B 重油、C 重油、軽油、灯油は船舶での利用と仮定した。なお、外航船舶の推進燃料として用いられるのは重油のみで、軽油、灯油は外航船における自家発電の燃料 (暖房等) に使用されている。

##### ○ CO<sub>2</sub> の活動量

CO<sub>2</sub> の活動量については、経済産業省「資源・エネルギー統計年報 (旧: エネルギー生産・需給統計年報)」に示された「kJ」ベースの消費量を、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された標準発熱量を用いて「J」ベース (高位発熱量) に換算した。

○ CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の活動量

CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の活動量については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインのデフォルト値が低位発熱量ベースの排出係数が示されているため、高位発熱量に換算した値に 0.95 を乗じて低位発熱量に換算した。

なお、航空機の N<sub>2</sub>O の活動量については、1996 年改訂 IPCC ガイドラインの排出係数のデフォルト値が重量当たりの排出係数となっているため、これに合わせるために、「kl」ベースの消費量に石油連盟調べの密度 (0.78 [g/cm<sup>3</sup>]) を乗じて重量に換算した。

■ 活動量の区分について

下図の A、B は、それぞれ「資源・エネルギー統計年報 (旧：エネルギー生産・需給統計年報)」のボンド輸出、ボンド輸入の項に計上される量に対応している。A と B の合計である C を当該排出源の活動量とした。この量は、国際航空、外航海運のための燃料の日本における販売量にほぼ相当すると考えられる。

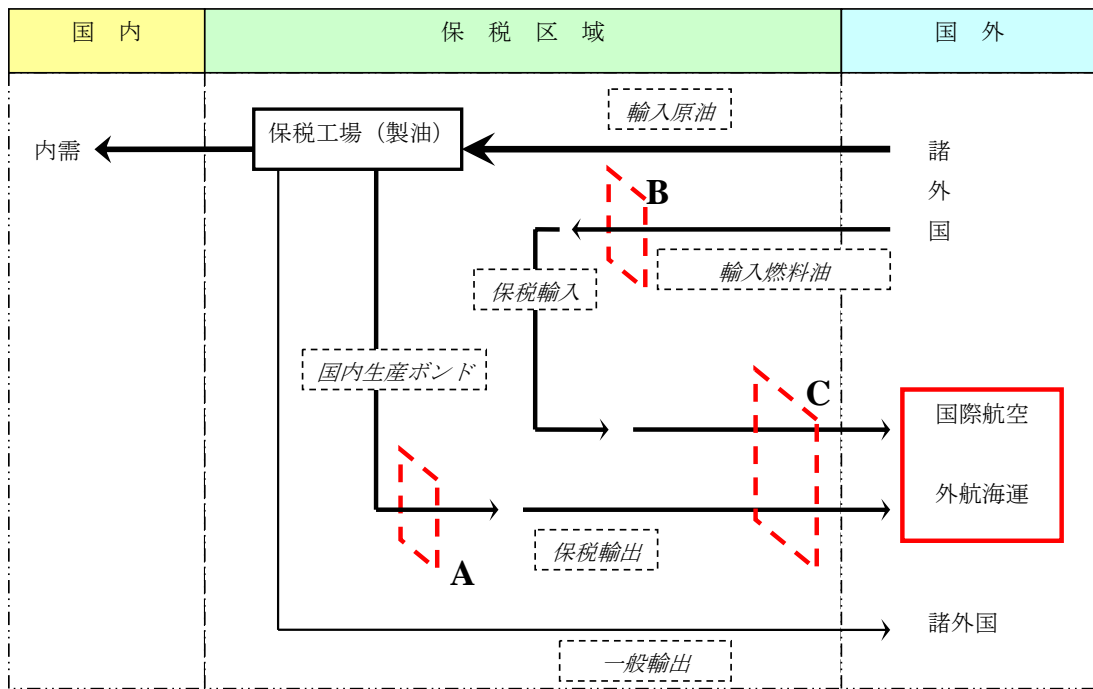


図 1 国際バンカー油の活動量

■ IEA エネルギーバランス表とわが国が利用するエネルギー統計の差異の説明

2004 年度の机上審査<sup>1</sup>において、CRF において報告されたバンカー活動量 (表「1.C」) と国際エネルギー機関 (IEA) に報告されたバンカー消費量データとの間には大きな差異があることが指摘された。以下に差異の原因となる理由を示す。

○ データの新旧によるもの

2004 年度の専門家レビューチームが分析に利用したデータは、下記の IEA エネルギー

<sup>1</sup> Para 27

バランスを使用している。

- ・ 2000～2001 年データ 「ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 2000-2001」  
II 94～95
- ・ 2002～2003 年データ 「ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 2002-2003」  
II 94～95

本冊子発行以降、IEA に提出された 2000、2001 年の数値には、バンカー油について輸入分が計上されていなかったこと、及び軽油の輸出量が誤りであったこと等の誤りがあることが見つかった。この数字の誤りについては 2006 年 3 月に IEA に修正の報告をしており、現在は修正済みである。

○ バンカー油として報告している燃料種の違い

2004 年度 5 月提出インベントリまでは、わが国の海洋バンカーとして、A 重油、B 重油、C 重油のボンド輸入、ボンド輸出量を計上していた。一方、IEA エネルギーバランスでは、上記各重油の他に、軽油、灯油、潤滑油が含まれており、この違いにより誤差が生じていた。なお、2004 年 8 月提出インベントリ以降、軽油と灯油についても海洋バンカーとして計上するよう、算定方法の変更を行った<sup>2</sup>。

○ 比重、換算係数による誤差

IEA エネルギーバランスに用いられるデータは、 $10^3\text{MT}$ （メトリックトン）を用いた提出が求められている。わが国では「資源・エネルギー統計」における燃料消費量（kl）に、「石油資料（石油通信社）」に記載された比重を乗じてメトリックトン換算を行った値を IEA に提出している。IEA エネルギーバランスでは、提出されたメトリックトンの数値に更に換算係数を乗じ、TOE（石油換算トン）に換算した値が掲載されている。なお、IEA エネルギーバランスは真発熱量（NCV）換算で表現されているため、IEA における換算係数は真発熱量ベースの数値であると判断される。

インベントリに記載されている情報を用いて、燃料使用量を TOE 換算する場合は、燃料消費量に標準発熱量（GCV ベース）を乗じて計算が行われる。

従って、換算の過程において、比重と換算係数を使った場合と標準発熱量を使った場合とで誤差が生ずることになる。

<sup>2</sup> 潤滑油は非燃焼用途と考えられるため、燃料の燃焼に伴う排出量の計上対象からは除外した。

### 【用語】

#### ○ 保税ジェット燃料油（ボンドジェット燃料油）

国際線に就航する航空機（邦機、外機）については、関税法上では外国往来機とみなされ、その消費する燃料は、所定の手続を経て関税の免除が受けられる。この適用により、国内製油所で輸入原油から精製された燃料であれば、原油輸入関税と石油税が免税となる。また、製品輸入された燃料であれば製品輸入関税が免税となる。これらを保税ジェット燃料と呼ぶ。

#### ○ 保税重油（ボンド重油）

日本と諸外国を往来する外航船舶については、関税法上では外国貿易船とみなされ、その大部分が日本の領域外で消費されるため、関税と石油税が免除されている。これらを保税重油と呼ぶ。

#### ○ 保税輸出（ボンド輸出）

国際線に就航する航空機（邦機、外機）及び外国航路に就航する船舶（邦船、外船）などに給油される燃料需要を保税需要といい、ジェット燃料油が航空機に、C重油等が船舶に積み込まれており、その保税需要のうち、原油から生産された製品が供給されるものは、経済産業省統計において、保税輸出に計上される。

#### ○ 保税輸入（ボンド to ボンド）

海外から製品を輸入し保税地域に陸揚げし、国内に通関せずに保税のままに供給するものは、経済産業省統計において、保税輸入に計上される。

## 参考文献

- IPCC「1996年改訂 IPCC ガイドライン」（1997年）
- 国土交通省作成資料「バンカー油起源温室効果ガスの排出量の新たな算定方法について」（2002年）
- 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
- 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
- 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
- 石油連盟 HP (<http://www.paj.gr.jp/html/statis/kansan.html>)

### 3.2. 前駆物質等に関する算定方法

我が国では、京都議定書の下で報告対象とされている温室効果ガス（CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>）の他に、前駆物質等（NO<sub>x</sub>, CO, 非メタン炭化水素 [NMVOC], SO<sub>2</sub>）の排出についても算定方法を設定し、報告を行っている。以下では、算定方法を設定した排出区分について説明を行う。

算定方法を設定していない排出区分については、排出規模が微小と考えられるため、過去の検討結果に従って「NO」または「NE」として報告している。（場合によっては、「IE」として報告している排出区分もある）。

#### 3.2.1. エネルギー分野

##### 3.2.1.1. 固定発生源（1.A.1., 1.A.2., 1.A.4. : NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC, SO<sub>2</sub>）

###### a) ばい煙発生施設等

###### 1) NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>

###### ■ 算定方法

当該排出源から排出される NO<sub>x</sub> と SO<sub>2</sub> については、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に基づいて算定を行った。ただし、1996年改訂 IPCC ガイドライン及び「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」（以下、「GPG (2000)」）との整合性を図るため、下記の操作に従って「排出量総合調査」に記載された排出量からエネルギー分野における排出量を分離した。

- 以下の施設種または業種からの排出量は、総てエネルギー分野において計上した。
  - 【施設種】 [0101～0103 : ボイラー]、[0601～0618 : 金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、金属鍛造炉]、[1101～1106 : 乾燥炉]、[2901～3202 : ガスタービン、ディーゼル機関、ガス機関、ガソリン機関]
  - 【業種】 [A～D : 旅館・飲食店、医療業・教育学術研究機関、浴場業、洗たく業]、[F～L : 農業・漁業、鉱業、建設業、電気業、ガス業、熱供給業、ビル暖房・その他事業場]
- 上記「1.」及び [1301～1304 : 廃棄物焼却炉] 以外の施設種または業種については、以下の方法に従って工業プロセス分野における排出量を算定し、これを「排出量総合調査」に記載された排出量から差し引くことによってエネルギー分野における排出量を算定した。

###### ○ NO<sub>x</sub>

原料が [44 : 原料炭] または [45 : 原料コークス] に該当する場合は次式を用いた。

$$\begin{aligned}
 & \text{原料炭または原料コークスからの NO}_x \text{ 排出量 (工業プロセス分野計上分) の算定式} \\
 & \text{原料炭または原料コークスからの NO}_x \text{ 排出量 [t-NO}_x\text{]} \\
 & = \text{各原料の NO}_x \text{ 排出係数 [t-NO}_x\text{/kcal]} \times \text{各原料のエネルギー消費量 [kcal]} \\
 & \times (1 - \text{脱硝率 [\%]})
 \end{aligned}$$

原料が [41：鉄・鉄鉱石] または [46：その他原料] に該当する場合は次式を用いた。

$$\begin{aligned} & \text{鉄・鉄鉱石またはその他原料からのNO}_x\text{排出量 (工業プロセス分野計上分) の算定式} \\ & \text{鉄・鉄鉱石またはその他原料からのNO}_x\text{排出量[t-NO}_x\text{]} \\ & = \text{各原料の窒素含有量[t-NO}_x\text{]} \times (1 - \text{脱硝率}[\%]) \end{aligned}$$

ただし、上式より算定された工業プロセス分野の排出量が「排出量総合調査」に記載される排出量より大きくなる場合は、記載された排出量を工業プロセス分野の排出量とした。また、原料のうち [42：硫化鉄] と [43：非鉄金属鉄石] については、データが殆ど得られないため、算定対象から除外した。

#### ○ SO<sub>2</sub>

原料 ([41：鉄・鉄鉱石] ～ [46：その他原料]) の消費量及び硫黄含有量から工業プロセス分野における排出量を算定し、これを「排出量総合調査」に記載された排出量から差し引くことによってエネルギー分野における排出量を算定した。

$$\begin{aligned} & \text{SO}_x\text{排出量 (工業プロセス分野) の算定式} \\ & \text{SO}_x\text{排出量[t-SO}_x\text{]} = \text{各原料の硫黄含有量[t-SO}_x\text{]} \times (1 - \text{脱硫率}[\%]) \end{aligned}$$

### ■ 排出係数

#### ○ 原料炭または原料コークスの NO<sub>x</sub> 排出係数

原料炭または原料コークスからの NO<sub>x</sub> 排出量 (工業プロセス分野) の算定に用いられる原料分 NO<sub>x</sub> 排出係数は、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に基づいて施設種別原料種別に設定した。

#### ○ 脱硝率

脱硝率は、以下の式に従って算定した。

$$\begin{aligned} & \text{脱硝率の算定式} \\ & \text{脱硝率}[\%] \\ & = \text{脱硝効率}[\%] \times (\text{脱硝装置稼働時間[h/yr]} / \text{操炉時間[h/yr]}) \\ & \times (\text{脱硝装置処理能力[m}^3\text{/yr]} / \text{最大排ガス量[m}^3\text{/yr]}) \end{aligned}$$

いずれの項目とも、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」のデータを使用。

脱硝効率：処理前のNO<sub>x</sub>量から処理後のNO<sub>x</sub>量を差し引いた値をばい煙量で除した値

#### ○ 脱硫率

脱硫率は、以下の式に従って算定した。

$$\begin{aligned} & \text{脱硫率の算定式} \\ & \text{脱硫率}[\%] \\ & = \text{脱硫効率}[\%] \times (\text{脱硫装置稼働時間[h/yr]} / \text{操炉時間[h/yr]}) \\ & \times (\text{脱硫装置処理能力[m}^3\text{/yr]} / \text{最大排ガス量[m}^3\text{/yr]}) \end{aligned}$$

いずれの項目とも、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」のデータを使用。

脱硫効率：処理前のSO<sub>2</sub>量から処理後のSO<sub>2</sub>量を差し引いた値をばい煙量で除した値

## ■ 活動量

- 原料炭または原料コークスのエネルギー消費量  
環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された原料消費量（[44：原料炭]、[45：原料コークス]）に、高位発熱量を乗じることによって算定した。
- 鉄・鉄鉱石またはその他原料の窒素含有量  
環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された原料（[41：鉄・鉄鉱石]、[46：その他原料]）の窒素含有率及び消費量に基づいて算出された窒素含有率の加重平均値に、原料消費量を乗じることによって算定した。
- 各種原料の硫黄含有量  
環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された原料（[41：鉄・鉄鉱石]～[46：その他原料]）の硫黄含有率及び消費量に基づいて算出された硫黄含有率の加重平均値に、原料消費量を乗じることによって算定した。

## 2) CO

### ■ 算定方法

当該排出源から排出される CO については、施設種別のエネルギー消費量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

### ■ 排出係数

排出係数は、大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」（1996 年）の集計データに基づいて設定した。

### ■ 活動量

活動量には、「総合エネルギー統計」から求めた施設種別のエネルギー消費量を用いた。

## 3) NMVOC

### ■ 算定方法

当該排出源から排出される NMVOC については、施設種別のエネルギー消費量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

### ■ 排出係数

排出係数は、大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」（1996 年）の集計データに基づいて設定された施設種別燃料種別の CH<sub>4</sub> 排出係数に、NMVOC 排出係数を推定した日本環境衛生センター「地球温暖化問題への対策に関するスクリーニング調査結果報告書」（1989 年）及び財団法人 計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査」（1984 年）に基づいて燃料種別に算定された CH<sub>4</sub> 排出係数に対する NMVOC 排出係数の比を乗じることによって設定した。

## ■ 活動量

活動量には、「総合エネルギー統計」から求めた施設種別のエネルギー消費量を用いた。

### b) 群小施設（業務その他、製造業）

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される  $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{NMVOC}$ 、 $\text{SO}_2$  については、燃料種別のエネルギー消費量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

### ○ $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された業種 [L: ビル暖房・その他事業場] のうち施設種 [0102: 暖房用ボイラー] に該当する施設について、燃料種別排出量及び燃料種別エネルギー消費量を集計することによって、燃料種別に排出係数を設定した。

### ○ $\text{CO}$

大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」（1996年）に基づいて設定された「0102: 暖房用ボイラー」の排出係数を適用した。

### ○ $\text{NMVOC}$

大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」（1996年）に基づいて設定された「0102: 暖房用ボイラー」の  $\text{CH}_4$  排出係数に、 $\text{NMVOC}$  排出係数を推定した日本環境衛生センター「地球温暖化問題への対策に関するスクリーニング調査結果報告書」（1989年）及び財団法人 計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査」（1984年）に基づいて燃料種別に算定された  $\text{CH}_4$  排出係数に対する  $\text{NMVOC}$  排出係数の比を乗じることによって排出係数を設定した。

## ■ 活動量

$\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$  は資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の燃料種別エネルギー消費量から、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」によって把握された燃料種別エネルギー消費量を差し引くことによって、群小施設の燃料種別エネルギー消費量を算定した。ただし、「排出量総合調査」に示された活動量が「総合エネルギー統計」に示される活動量よりも大きい場合は、当該活動量をゼロとした。なお、対象とする燃料種は、都市ガス、LPG、灯油、A重油とした。

$\text{CO}$ 、 $\text{NMVOC}$  は「総合エネルギー統計」から求めたエネルギー消費量を用いた。

### c) 家庭

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される  $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{NMVOC}$ 、 $\text{SO}_2$  については、燃料種別のエネルギー消費量に、日本独自の排出係数または IPCC デフォルト排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。



## ■ 排出係数

### ○ NO<sub>x</sub>

固体燃料（一般炭、練豆炭）については、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を高位発熱量換算した値を用いた。

液体燃料（灯油）及び気体燃料（LPG、都市ガス）については、環境庁大気保全局「群小発生源対策検討会報告書」（1996年）において算定された用途別燃料種別の排出係数を用いた。なお、報告書では、家庭用ガス機器メーカーへのアンケート調査及び業界ヒアリング等より得られた機器別の NO<sub>x</sub> 排出濃度を普及台数で加重平均することによって排出係数が算定されている。

### ○ CO

固体燃料（一般炭、練豆炭）については、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を高位発熱量換算した値を用いた。

液体燃料（灯油）及び気体燃料（LPG、都市ガス）については、財団法人 計量計画研究所「平成8年度前駆物質排出目録検討調査報告書」（1997年）に記載された用途別燃料種別の排出係数を用いた。なお、報告書では、東京都、横浜市、千葉県の実測値を用いて、排出係数を用途別燃料種別にまとめている。

### ○ NMVOC

固体燃料（一般炭、練豆炭）、液体燃料（灯油）、気体燃料（LPG、都市ガス）を対象に、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を高位発熱量換算した値を用いた。

### ○ SO<sub>2</sub>

固体燃料（一般炭、練豆炭）については、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されたデフォルト値を高位発熱量換算した値を用いた。

液体燃料（灯油）については、石油連盟資料に示された灯油の燃料性状に基づき、エネルギー消費量、比重、硫黄含有量より排出係数を算定した。

## ■ 活動量

活動量には、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の民生部門一家庭用の燃料種別消費量を用いた。なお、対象とする燃料種は、一般炭、練豆炭、灯油、LPG、都市ガスとした。

### 3.2.1.2. 移動発生源（1.A.3. : NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC, SO<sub>2</sub>）

#### 3.2.1.2.a. 自動車（1.A.3.b.）

##### 1) NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NO<sub>x</sub>、CO、NMVOC については、車両区別燃料種別の年間走行量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

排出係数については、車両区分別燃料種別の実測データ（環境省環境管理局調べ）に基づいて設定した。ただし、NMVOCの排出係数については、THC（全炭化水素）の排出係数（環境省環境管理局調べ）に、THC排出量に対するNMVOC排出量の割合（環境省調べ）を乗じることによって算定した。2003年度の排出係数は、データ集計が完了していないため2002年度で代替した。

表2 自動車のNO<sub>x</sub>排出係数

燃料種	車両種	Unit	1990	1995	2000	2003	2004
ガソリン	軽乗用	gNO <sub>x</sub> /km	0.230	0.159	0.157	0.119	0.106
	乗用（LPG含む）	gNO <sub>x</sub> /km	0.237	0.203	0.199	0.118	0.107
	軽貨物	gNO <sub>x</sub> /km	0.873	0.658	0.375	0.280	0.248
	小型貨物	gNO <sub>x</sub> /km	1.115	0.897	0.478	0.152	0.121
	普通貨物	gNO <sub>x</sub> /km	1.833	1.093	0.560	0.183	0.107
	バス	gNO <sub>x</sub> /km	4.449	3.652	2.438	0.181	0.116
	特殊用途	gNO <sub>x</sub> /km	1.471	0.873	0.429	0.173	0.136
ディーゼル	乗用	gNO <sub>x</sub> /km	0.636	0.526	0.437	0.491	0.468
	小型貨物	gNO <sub>x</sub> /km	1.326	1.104	1.005	1.016	0.982
	普通貨物	gNO <sub>x</sub> /km	5.352	4.586	4.334	4.548	4.461
	バス	gNO <sub>x</sub> /km	4.226	3.830	3.597	4.265	4.142
	特殊用途	gNO <sub>x</sub> /km	3.377	2.761	2.152	3.574	3.495

（出典）環境省環境管理局調べ

表3 自動車のCO排出係数

燃料種	車両種	Unit	1990	1995	2000	2003	2004
ガソリン	軽乗用	gCO/km	1.749	1.549	1.543	1.320	1.236
	乗用（LPG含む）	gCO/km	2.325	2.062	2.034	1.310	1.235
	軽貨物	gCO/km	10.420	8.540	5.508	4.086	3.535
	小型貨物	gCO/km	9.656	10.079	8.309	3.452	2.772
	普通貨物	gCO/km	12.624	10.601	8.950	4.346	3.033
	バス	gCO/km	26.209	25.079	21.938	3.854	2.807
	特殊用途	gCO/km	12.466	10.666	8.924	2.737	2.249
ディーゼル	乗用	gCO/km	0.480	0.432	0.429	0.406	0.396
	小型貨物	gCO/km	0.975	0.896	0.808	0.674	0.633
	普通貨物	gCO/km	3.221	2.988	2.440	2.446	2.209
	バス	gCO/km	2.579	2.534	2.200	2.349	2.140
	特殊用途	gCO/km	2.109	1.893	1.297	1.828	1.641

（出典）環境省環境管理局調べ

表4 自動車のNMVOC排出係数

燃料種	車両種	Unit	1990	1995	2000	2003	2004
ガソリン	軽乗用	gHC/km	0.128	0.050	0.048	0.048	0.041
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.077	0.030	0.029	0.029	0.025
	乗用 (LPG含む)	gHC/km	0.189	0.112	0.104	0.042	0.038
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.113	0.067	0.062	0.025	0.023
	軽貨物	gHC/km	1.058	0.610	0.274	0.209	0.184
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.635	0.366	0.165	0.125	0.110
	小型貨物	gHC/km	1.188	0.882	0.346	0.116	0.086
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.713	0.529	0.208	0.069	0.052
	普通貨物	gHC/km	1.658	0.959	0.471	0.132	0.081
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.995	0.575	0.283	0.079	0.049
	バス	gHC/km	3.604	3.164	2.193	0.152	0.092
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	2.162	1.899	1.316	0.091	0.055
特殊用途	gHC/km	1.619	0.786	0.317	0.096	0.073	
	%	60%	60%	60%	60%	60%	
	gNMVOC/km	0.972	0.472	0.190	0.058	0.044	
ディーゼル	乗用	gHC/km	0.109	0.098	0.097	0.094	0.092
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.065	0.059	0.058	0.056	0.055
	小型貨物	gHC/km	0.389	0.343	0.258	0.240	0.212
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.233	0.206	0.155	0.144	0.127
	普通貨物	gHC/km	1.634	1.488	1.040	1.019	0.882
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.980	0.893	0.624	0.611	0.529
	バス	gHC/km	1.273	1.255	0.995	1.020	0.900
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.764	0.753	0.597	0.612	0.540
	特殊用途	gHC/km	1.101	0.965	0.526	0.729	0.625
		%	60%	60%	60%	60%	60%
		gNMVOC/km	0.661	0.579	0.316	0.437	0.375

上段：THCの排出係数、中段：THC排出量に対するNMVOC排出量の割合、

下段：NMVOCの排出係数

(出典) 環境省環境管理局調べ、環境省調べ

## ■ 活動量

活動量には、国土交通省「自動車輸送統計年報」に示された車両区別の走行距離に、燃料消費量と燃費から算出される燃料種別の走行距離割合を乗じることによって算定した、車両区別燃料種別の年間走行量を用いた。

## 2) SO<sub>2</sub>

### ■ 算定方法

当該排出源から排出されるSO<sub>2</sub>については、車両区別燃料種別の燃料消費量に、日

本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

### ■ 排出係数

排出係数には、燃料種別の硫黄含有率（重量比）を用いた。

表 5 燃料種別の硫黄含有率（重量比）

	Unit	1990	1995	2000	2003	2004
ガソリン	%	0.008%	0.008%	0.008%	0.008%	0.008%
軽油	%	0.350%	0.136%	0.136%	0.136%	0.136%
LPG	%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%

（出典）ガソリン、LPG：財団法人 計量計画研究所調べ  
軽油：石油連盟調べ

### ■ 活動量

活動量には、国土交通省「自動車輸送統計年報」に示された車両区分別燃料種別の燃料消費量に、燃料種別の比重を乗じて、重量単位に換算した値を用いた。

### ■ 完全性

天然ガス自動車、二輪車からの NO<sub>x</sub>、CO、NMVOC、SO<sub>2</sub> 排出については「NE」として報告する。

#### 3.2.1.2.b. 航空機（1.A.3.a.：NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC）

### ■ 算定方法

当該排出源から排出される NO<sub>x</sub>、CO、NMVOC については、低位発熱量換算した燃料消費量に、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値を乗じることによって、排出量を算定した。

### ■ 排出係数

1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Jet and Turboprop Aircraft」のデフォルト値を用いた。

表 6 航空機の IPCC デフォルト排出係数

ガス	排出係数 [g/MJ]
NO <sub>x</sub>	0.29
CO	0.12
NMVOC	0.018

（出典）1996年改訂 IPCC ガイドライン Volume 3、Page 1.89、Table 1-47

### ■ 活動量

活動量には、国土交通省「航空輸送統計年報」に示されたジェット燃料消費量（国内定期、その他[コンピューター航空、遊覧、貸切など]）を低位発熱量換算した値を用いた。

## ■ 完全性

航空ガソリンの消費に伴う NO<sub>x</sub>、CO、NMVOC 排出については「NE」として報告する。

### 3.2.1.2.c. 船舶（1.A.3.d. : NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC）

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NO<sub>x</sub>、CO、NMVOC については、低位発熱量換算した燃料消費量に、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値を乗じることによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Ocean-Going Ships」のデフォルト値を用いた。

表 7 船舶の IPCC デフォルト排出係数

ガス	排出係数 [g/MJ]
NO <sub>x</sub>	1.8
CO	0.18
NMVOC	0.052

(出典) 1996年改訂 IPCC ガイドライン Volume 3, Page 1.90, Table 1-48

## ■ 活動量

活動量には、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された船舶の燃料種別燃料消費量（軽油、A 重油、B 重油、C 重油）を低位発熱量換算した値を用いた。なお、当該データは、国土交通省「交通関係エネルギー要覧」に示される海運（内航〔旅客、貨物〕）の値を原統計としている。

### 3.2.1.2.d. 鉄道（1.A.3.c. : NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC）

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NO<sub>x</sub>、CO、NMVOC については、低位発熱量換算した燃料消費量に、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された排出係数のデフォルト値を乗じることによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

1996年改訂 IPCC ガイドラインに示された「Locomotives」のデフォルト値を用いた。

表 8 鉄道の IPCC デフォルト排出係数

ガス	排出係数 [g/MJ]
NO <sub>x</sub>	1.8
CO	0.61
NMVOC	0.13

(出典) 1996年改訂 IPCC ガイドライン Volume 3, Page 1.89, Table 1-47

## ■ 活動量

活動量には、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された鉄道の軽油消費量を用いた。

### 3.2.1.3. 燃料からの漏出 (1.B.: NMVOC)

#### 3.2.1.3.a. 製油所における漏出

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NMVOC については、製油所設備能力 (BPSD: 常圧蒸留装置における 1 稼働日当りの石油製品生産量) に、日本独自の排出係数及び年間稼働日数を乗じることによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

排出係数は、資源エネルギー庁「石油産業における炭化水素ベーパー防止トータルシステム研究調査報告書」(1975年)に基づき、0.05767[g-NMVOC/BPSD]と設定した。また、常圧蒸留装置の年間稼働日数は、350日と設定した。

## ■ 活動量

活動量には、経済産業省の調査結果に基づく常圧蒸留装置における 1 稼働日当りの石油製品生産量 (BPSD) を用いた。

#### 3.2.1.3.b. 潤滑油の製造

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NMVOC については、潤滑油の国内向販売量に、トルエン及びメチルエチルケトンの日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

横浜市の内部資料に基づき、トルエンとメチルエチルケトンのそれぞれについて排出係数を設定した。

表 9 潤滑油製造におけるトルエンとメチルエチルケトンの排出係数

ガス	排出係数 [g/kl]
トルエン	333.2
メチルエチルケトン	415.5

(出典) 横浜市内部資料

## ■ 活動量

活動量には、経済産業省「資源・エネルギー統計年報」に示された潤滑油の国内向販売量を用いた。

## 3.2.1.3.c. 貯蔵施設における漏出

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NMVOC については、全年度の排出量が、1983 年度の製油所と油槽所・基地におけるコーンルーフ型貯蔵タンクの呼吸ロス量及び受入ロス量、フローティングルーフ型貯蔵タンクの払出ロス量(石油連盟調べ)に等しいとして算定した。

## ■ 排出係数

排出係数は設定していない。

## ■ 活動量

活動量は設定していない。

## 3.2.1.3.d. 出荷施設における漏出

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NMVOC については、船舶及びローリー・貨車における 1983 年度の NMVOC 排出量に、石油製品の出荷量または国内向販売量の 1983 年度比を乗じることによって算定した。

## ■ 排出係数

排出係数は設定していない。

## ■ 活動量

活動量には、経済産業省「資源・エネルギー統計年報」に示された非精製用出荷量、ガソリン国内向販売量、ガソリン輸出量、ナフサ国内向販売量、ナフサ輸出量、ジェット燃料油国内向販売量、ジェット燃料油輸出量を用いた。NMVOC 排出源と活動量の対応関係は以下の通りである。

表 10 NMVOC 排出源と活動量の対応関係

NMVOC 排出源		算定に用いた活動量
船舶	原油	非精製用出荷量
	ガソリン	ガソリン国内向販売量
		ガソリン輸出量
	ナフサ	ナフサ国内向販売量
		ナフサ輸出量
	ジェット燃料油	ジェット燃料油国内向販売量 ジェット燃料油輸出量
ローリー・貨車	ガソリン	ガソリン国内向販売量
	ナフサ	ナフサ国内向販売量
	ジェット燃料油	ジェット燃料油国内向販売量

## 3.2.1.3.e. 給油所における漏出

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NMVOC については、ガソリンの国内向販売量に、燃料受入時及び給油時の日本独自の排出係数を乗じ、ベーパーリターン施設による燃料受入時の漏出防止分を差し引くことによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

資源エネルギー庁「石油産業における炭化水素ベーパー防止トータルシステム研究調査報告書」（1975 年）に基づき、燃料受入時及び給油時のそれぞれについて排出係数を設定した。

表 11 給油所における燃料受入時及び給油時の排出係数

	排出係数 [kg/l]
燃料受入時	1.08
給油時	1.44

(出典) 資源エネルギー庁「石油産業における炭化水素ベーパー防止トータルシステム研究調査報告書」（1975 年）

## ■ 活動量

活動量には、経済産業省「資源・エネルギー統計年報」に示されたガソリン国内向販売量（自動車用）を用いた。

ベーパーリターン施設による燃料受入時の漏出防止分は、以下の式に従って算定した。

ベーパーリターン施設による燃料受入時の漏出防止分の算定式

ベーパーリターン施設による燃料受入時の漏出防止分[t]

$$= \sum_{\text{都道府県}} \{ (\text{都道府県別ガソリン販売量[MI]} \times \text{燃料受入時の排出係数[kg/l]}) \times (\text{都道府県別ベーパーリターン施設設置ガソリンスタンド数} / \text{都道府県別ガソリンスタンド数}) \}$$

各データは経済産業省「資源・エネルギー統計年報」に示された値を用いた。ただし、2001 年度以降のガソリンスタンド数については、揮発油等の品質の確保等に関する法律に基づく登録給油所数とした。

## 3.2.2. 工業プロセス分野

3.2.2.1. 鉱物製品、化学産業、金属の生産、その他製品の製造 (2.A., 2.B., 2.C., 2.D. : NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>)

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NO<sub>x</sub> と SO<sub>2</sub> については、以下に示す施設種または業種に該当しないものを対象に、工業プロセス分野における排出量を分離することによって算定した。

【施設種】 [0101～0103 : ボイラー]、[0601～0618 : 金属圧延加熱炉、金属熱処理炉、



金属鍛造炉]、[1101～1106：乾燥炉]、[1301～1304：廃棄物焼却炉]、[2901～3202：ガスタービン、ディーゼル機関、ガス機関、ガソリン機関]

【業 種】[A～D：旅館・飲食店、医療業・教育学術研究機関、浴場業、洗たく業]、[F～L：農業・漁業、鉱業、建設業、電気業、ガス業、熱供給業、ビル暖房・その他事業場]

○ NO<sub>x</sub>

原料が [44：原料炭] または [45：原料コークス] に該当する場合は次式を用いた。

原料炭または原料コークスからのNO<sub>x</sub>排出量（工業プロセス分野）の算定式

$$\begin{aligned} & \text{原料炭または原料コークスからのNO}_x\text{排出量[t-NO}_x\text{]} \\ & = \text{各原料のNO}_x\text{排出係数[t-NO}_x\text{/kcal]} \times \text{各原料のエネルギー消費量[kcal]} \\ & \times (1 - \text{脱硝率}[\%]) \end{aligned}$$

原料が [41：鉄・鉄鉱石] または [46：その他原料] に該当する場合は次式を用いた。

鉄・鉄鉱石またはその他原料からのNO<sub>x</sub>排出量（工業プロセス分野）の算定式

$$\begin{aligned} & \text{鉄・鉄鉱石またはその他原料からのNO}_x\text{排出量[t-NO}_x\text{]} \\ & = \text{各原料の窒素含有量[t-NO}_x\text{]} \times (1 - \text{脱硝率}[\%]) \end{aligned}$$

ただし、上式より算定された工業プロセス分野の排出量が「排出量総合調査」に記載される排出量より大きくなる場合は、記載された排出量を工業プロセス分野の排出量とした。また、原料のうち [42：硫化鉄] と [43：非鉄金属鉄石] については、データがほとんど得られないため、算定対象から除外した。

○ SO<sub>2</sub>

原料（[41：鉄・鉄鉱石] ～ [46：その他原料]）の消費量及び硫黄含有量から工業プロセス分野における排出量を算定した。

SO<sub>x</sub>排出量（工業プロセス分野）の算定式

$$\text{SO}_x\text{排出量[t-SO}_x\text{]} = \text{各原料の硫黄含有量[t-SO}_x\text{]} \times (1 - \text{脱硫率}[\%])$$

■ 排出係数

○ 原料炭または原料コークスのNO<sub>x</sub>排出係数

原料炭または原料コークスからのNO<sub>x</sub>排出量の算定に用いられる各原料のNO<sub>x</sub>排出係数は、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に基づいて施設種別原料種別に設定した。

○ 脱硝率

脱硝率は、以下の式に従って算定した。

脱硝率の算定式

$$\begin{aligned} & \text{脱硝率}[\%] \\ & = \text{脱硝装置稼働効率}[\%] \times (\text{脱硝装置稼働時間[h/yr]} / \text{操炉時間[h/yr]}) \\ & \times (\text{脱硝装置処理能力[m}^3\text{/yr]} / \text{最大排ガス量[m}^3\text{/yr]}) \end{aligned}$$

いずれの項目とも、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」のデータを使用。

脱硝効率：処理前のNO<sub>x</sub>量から処理後のNO<sub>x</sub>量を差し引いた値をばい煙量で除した値

○ 脱硫率

脱硫率は、以下の式に従って算定した。

脱硫率の算定式

脱硫率[%]

= 脱硫装置稼働効率[%] × (脱硫装置稼働時間[h/yr] / 操炉時間[h/yr])

× (脱硫装置処理能力[m<sup>3</sup>/yr] / 最大排ガス量[m<sup>3</sup>/yr])

いずれの項目とも、環境省「大気汚染物質排出量総合調査」のデータを使用。

脱硝効率：処理前のNO<sub>x</sub>量から処理後のNO<sub>x</sub>量を差し引いた値をばい煙量で除した値

■ 活動量

○ 原料炭または原料コークスのエネルギー消費量

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された原料消費量（[44：原料炭]、[45：原料コークス]）に、高位発熱量を乗じることによって算定した。

○ 鉄・鉄鉱石またはその他原料の原料分窒素含有量

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された原料（[41：鉄・鉄鉱石]、[46：その他原料]）の窒素含有率及び消費量に基づいて算出された窒素含有率の加重平均値に、原料消費量を乗じることによって算定した。

○ 各種原料の原料分硫黄含有量

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」に示された原料（[41：鉄・鉄鉱石]～[46：その他原料]）の硫黄含有率及び消費量に基づいて算出された硫黄含有率の加重平均値に、原料消費量を乗じることによって算定した。

3.2.2.2. その他（2.G：NMVOC）

3.2.2.2.a. 石油化学製品の製造

■ 算定方法

石油化学製品の製造に伴って排出される NMVOC については、石油化学製品の種類別生産量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

■ 排出係数

財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」（1987年）に基づいて排出係数を設定した。

表 12 石油化学製品の種類別の NMVOC 排出係数

石油化学製品	排出係数 [kg/t]
プロピレンオキシド	0.828
塩化ビニルモノマー	3.288
スチレンモノマー	0.529
酢酸ビニル	1.299
B.T.X.	0.080
エチレンオキシド	0.421
アクリロニトリル	1.035
ブタジエン	0.210
中低圧法ポリエチレン	1.851
高圧法ポリエチレン	1.088
ABS, AS 樹脂	1.472
合成ゴム	0.248
アセトアルデヒド	0.016
テレフタル酸	0.534
ポリプロピレン	2.423
エチレン・プロピレン	0.016

(出典) 財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」(1987年)

### ■ 活動量

活動量には、経済産業省「化学工業統計年報」に示された石油化学製品の種類別生産量を用いた。

#### 3.2.2.2.b. 化学製品貯蔵施設

### ■ 算定方法

化学製品貯蔵施設から排出される NMVOC については、全年度の排出量が財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」(1987年)に示された 1983年度の「石油化学」及び「その他」の排出量に等しいとして算定した。なお、「石油化学」では化学基礎品一般(化学工業原料用)を、「その他」では溶剤等(主として出荷先用途が原料用以外)を取り扱っている。

### ■ 排出係数

排出係数は設定していない。

### ■ 活動量

活動量は設定していない。

#### 3.2.2.2.c. 化学製品出荷施設

### ■ 算定方法

化学製品出荷施設から排出される NMVOC については、全年度の排出量が財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」(1987年)に示された 1983

年度の「石油化学」及び「その他」の排出量に等しいとして算定した。なお、「石油化学」では化学基礎品一般（化学工業原料用）を、「その他」では溶剤等（主として出荷先用途が原料用以外）を取り扱っている。

#### ■ 排出係数

排出係数は設定していない。

#### ■ 活動量

活動量は設定していない。

### 3.2.3. 溶剤その他製品の利用分野

#### 3.2.3.1. 塗料（3.A. : NMVOC）

#### ■ 算定方法

塗装用溶剤の使用に伴って排出される NMVOC については、塗装用溶剤使用量に、NMVOC 排出率（NMVOC が除去されずに大気中へ排出される割合）を乗じることによって、排出量を算定した。

#### ■ 排出係数

NMVOC 除去率の環境省推計値（7.46[%]、1983 年度）に基づいて算定された NMVOC 排出率（92.54[%]=100[%]-7.46[%]）を用いた。

#### ■ 活動量

塗装用溶剤使用量については、社団法人 日本塗料工業会「塗料産業における VOC の現状と将来像」に示された 1990 年の種類別塗装用溶剤使用量に、経済産業省「化学工業統計年報」に示される塗料生産用溶剤消費量の 1990 年比を乗じることによって算定した種類別塗装用溶剤使用量を用いた。ただし、2002 年以降の塗料生産用溶剤消費量は統計廃止により把握できないため、2001 年の値で代替した。

#### X 年における塗装用溶剤の使用量の算定式

X 年における塗装用溶剤の使用量 [t]

= 1990 年における塗装用溶剤の使用量 [t]

× (X 年における塗料生産用溶剤の消費量 [t]

／1990 年における塗料生産用溶剤の消費量 [t])

表 13 算定に用いた塗装用溶剤及び塗料生産用溶剤の対応関係

塗装用溶剤の種類	算定に用いた塗料生産用溶剤の種類
脂肪族系炭化水素	ミネラルスピリット
脂環族系炭化水素	トルエン、キシレン及びその他の芳香族
芳香族系炭化水素	トルエン、キシレン及びその他の芳香族
石油系混合溶剤	ミネラルスピリット
アルコール系溶剤	アルコール系
エーテル・エーテルアルコール系溶剤	アルコール系
エステル系溶剤	エステル系
ケトン系溶剤	ケトン系
塩素系溶剤	高沸点溶剤
その他の非塩素系溶剤	高沸点溶剤

### 3.2.3.2. 脱脂洗浄及びドライクリーニング (3.B. : NMVOC)

#### 3.2.3.2.a. 脱脂洗浄 (金属洗浄)

##### ■ 算定方法

脱脂洗浄に伴って排出される NMVOC については、脱脂洗浄に用いられる有機溶剤(トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン)の使用量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

##### ■ 排出係数

財団法人 計量計画研究所「炭化水素類固定発生源対策調査報告書」(1991年)に示された 1983 年の溶剤出荷量及び NMVOC 排出量に基づき、排出係数を出荷量に対する排出量の比率 ( $0.66[\text{Mg/t}] = 88,014/133,000$ ) として設定した。

##### ■ 活動量

経済産業省「化学工業統計年報」に示されたトリクロロエチレンとテトラクロロエチレンの販売数量に、パークロ協会資料に示された 1983 年度の有機塩素系 3 溶剤の用途別出荷量における「金属洗浄」の割合 ( $0.2 = 11,266/56,350$ ) を乗じることによって、有機溶剤使用量を算出した。

#### 3.2.3.2.b. ドライクリーニング

##### ■ 算定方法

ドライクリーニングに伴って排出される NMVOC については、ドライクリーニングに用いられる溶剤(石油系溶剤及びテトラクロロエチレン)の使用量が NMVOC 排出量に等しいとして、排出量を算定した。

##### ■ 排出係数

ドライクリーニングに用いられる溶剤は、その全量が大気中に放出されると仮定したため、排出係数は設定していない。

■ 活動量

1990年度及び1991年度の石油系溶剤及びテトラクロロエチレンの使用量については、クリーニング総合研究所の推計値を用いた。

1992年度以降の石油系溶剤及びテトラクロロエチレンの使用量については、溶剤使用量が機械稼働台数に比例すると仮定した上で、以下の算定式に従って算出した。

X年における溶剤使用量の算定式  
 X年における溶剤使用量 [t]  
 =  $\sum_{\text{石油系溶剤, テトラクロロエチレン}} \{1991\text{年の石油系溶剤またはテトラクロロエチレン使用量 [t]} \times (\text{X年の機械稼働台数} / 1991\text{年の機械稼働台数})\}$

3.2.3.3. 化学工業製品、製造及び工程 (3.C. : NMVOC)

3.2.3.3.a. 塗料製造

■ 算定方法

塗料製造に伴って排出される NMVOC については、原料である溶剤の使用量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

■ 排出係数

環境庁大気保全局「炭化水素類排出抑制マニュアル」(1982年)に基づいて、排出係数を設定した。

表 14 塗料原料として取り扱われる溶剤の排出係数

溶剤	排出係数 [%]
トルエン	0.3
キシレン	0.2
その他の芳香族	0.2
ミネラルスピリット	0.2
アルコール系	0.3
エステル系	0.3
メチルイソブチルケトン	0.3
その他のケトン	0.2
高沸点溶剤	0.1

(出典) 環境庁大気保全局「炭化水素類排出抑制マニュアル」(1982年)

■ 活動量

活動量には、経済産業省「化学工業統計年報」に示された塗料原料としての各種溶剤使用量を用いた。ケトン系溶剤の使用量は、環境庁大気保全局「炭化水素類排出抑制マニュアル」(1982年)におけるヒアリング結果に基づいて、「メチルイソブチルケトン」と「その他のケトン」に配分した(メチルイソブチルケトンの配分比率は約63%)。なお、2002年以降の溶剤使用量は統計廃止により把握できないため、2001年の値で代替した。

## 3.2.3.3.b. 印刷インキ製造

## ■ 算定方法

印刷インキ製造に伴って排出される NMVOC については、原料である溶剤の使用量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

環境省の調査結果または財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」（1987 年）に基づいて、排出係数を設定した。

表 15 印刷インキの原料として取り扱われる溶剤の排出係数

溶剤	排出係数
石油系 <sup>a)</sup>	0.00033
芳香族 <sup>a)</sup>	0.00108
アルコール系 <sup>a)</sup>	0.00105
エステル・エーテル系 <sup>b)</sup>	0.00117

(出典) a: 環境省調べ

b: 財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」（1987 年）

## ■ 活動量

活動量には、経済産業省「化学工業統計年報」に示された印刷インキ原料としての各種溶剤使用量を用いた。なお、2002 年以降の溶剤使用量は統計廃止により把握できないため、2001 年の値で代替した。

## 3.2.3.3.c. 印刷用溶剤使用

## ■ 算定方法

印刷用溶剤使用に伴って排出される NMVOC については、「炭化水素類発生源基礎解析検討調査」（計量計画研究所、1987 年）に示された 1983 年度における溶剤別 NMVOC 排出量に、溶剤別出荷量の 1983 年度比を乗じることによって算定した。

## ■ 排出係数

排出係数は設定していない。

## ■ 活動量

活動量には、経済産業省「化学工業統計年報」に示された各印刷インキの出荷量を用いた。なお、一部の印刷インキについては、統計廃止により 2002 年以降の溶剤使用量が把握できないため、2001 年の値で代替した。

## 3.2.3.3.d. ポリエチレンラミネート加工

## ■ 算定方法

ポリエチレンラミネート加工に伴って排出される NMVOC については、全年度の排出

量が財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」（1987年）に示された1983年度の排出量に等しいとして算定した。

#### ■ 排出係数

排出係数は設定していない。

#### ■ 活動量

活動量は設定していない。

### 3.2.3.3.e. 溶剤系接着剤の使用

#### ■ 算定方法

溶剤系接着剤の使用に伴って排出される NMVOC については、接着剤に用いられる溶剤（キシレン、トルエン）の使用量が NMVOC 排出量に等しいとして、排出量を算定した。

#### ■ 排出係数

接着剤に用いられる溶剤は、その全量が大気中に放出されると仮定したため、排出係数は設定していない。

#### ■ 活動量

接着剤に用いられる溶剤使用量は、日本接着剤工業会「接着剤実態調査報告書」に示された接着剤の種類別出荷量（暦年値）に、日本接着剤工業会「接着剤実態調査報告書」に示された種類別溶剤含有率を乗じることによって算定した。

表 16 接着剤の種類別溶剤含有率

接着剤	溶剤含有率 [%]
酢酸ビニル樹脂系溶剤形接着剤	65
その他の樹脂系溶剤形接着剤	50
CR 系溶剤形接着剤	71
その他の合成ゴム系溶剤形接着剤	76
天然ゴム系溶剤形接着剤	67

（出典）日本接着剤工業会「接着剤実態調査報告書」

### 3.2.3.3.f. ゴム用溶剤の使用

#### ■ 算定方法

ゴム用溶剤の使用に伴って排出される NMVOC については、ゴム用溶剤使用量に、NMVOC 排出率（NMVOC が除去されずに大気中へ排出される割合）を乗じることによって、排出量を算定した。

#### ■ 排出係数

財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」（1987年）に示された NMVOC 除去率の1983年度推計値（7.3[%]）に基づいて算定された NMVOC



排出率 (92.7[%]=100[%]-7.3[%]) を用いた。

#### ■ 活動量

ゴム用溶剤使用量は、経済産業省「ゴム製品統計年報」または日本ゴム工業会調査結果より得られた溶剤用揮発油使用量に、財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」(1987年)に示されたゴム揮発油の使用割合 (0.42 = 21,139/50,641) を乗じることによって算定した。

### 3.2.3.4. その他 (3.D.: NMVOC)

#### 3.2.3.4.a. その他溶剤の使用

#### ■ 算定方法

その他溶剤の使用に伴って排出される NMVOC については、全年度の排出量が財団法人 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」(1987年)に示された 1983 年度の排出量に等しいとして算定した。

#### ■ 排出係数

排出係数は設定していない。

#### ■ 活動量

活動量は設定していない。

### 3.2.4. 農業分野

#### 3.2.4.1. 野外で農作物の残留物を焼くこと (4.F.)

##### 3.2.4.1.a. 稲わら、もみ殻、麦わら (4.F.1.: CO)

#### ■ 算定方法

当該排出源から排出される CO については、以下に示す日本独自の算定方法を用いることによって、排出量を算定した。なお、ライ麦、オート麦については我が国独自の排出係数がないため、算定対象から除外した。

#### 稲わら、もみ殻、麦わらの焼却に伴う CO 排出量の算定式

稲わら、もみ殻、麦わらの焼却に伴う CO 排出量 [t-CH<sub>4</sub>]

$$= \sum_{\text{稲わら, もみ殻, 麦わら}} (\text{稲わら or もみ殻 or 麦わらの焼却量 [t]} \times \text{炭素含有率 (乾重量)} \\ \times \text{CO として排出される炭素の割合} \times \text{排ガス中の CO と CO}_2 \text{ のモル比})$$

#### ■ 排出係数

各種パラメータは、我が国の実測値に基づいて設定した。

表 17 稲わら、もみ殻、麦わらの炭素含有率

	炭素含有率	備考
稲わら	0.356	0.369 <sup>a</sup> と 0.342 <sup>b</sup> の中間値を採用
もみ殻	0.344	坂東らによる実測値 <sup>a</sup>
麦わら	0.356	稲わらと同じと仮定

(出典) a : 坂東、酒巻、守富、鈴木「バイオマス燃焼による放出量の解明に関する研究」(国立環境研究所「平成3年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書」(1992))

b : Yoshinori Miura and Tadanori Kanno "Emissions of Trace Gases (CO<sub>2</sub>,CO,CH<sub>4</sub>,and N<sub>2</sub>O) Resulting from Rice Straw Burning", Soil Sci.Plant Nutr.,43(4),849-854,1997

表 18 稲わら、もみ殻、麦わらのCOとして排出される炭素の割合

	COとして排出される炭素の割合	備考
稲わら	0.684	0.8 <sup>a</sup> と 0.567 <sup>b</sup> の中間値を採用
もみ殻	0.8	坂東らによる実測値 <sup>a</sup>
麦わら	0.684	稲わらと同じと仮定

(出典) a : 坂東、酒巻、守富、鈴木「バイオマス燃焼による放出量の解明に関する研究」(国立環境研究所「平成3年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書」(1992))

b : Yoshinori Miura and Tadanori Kanno "Emissions of Trace Gases (CO<sub>2</sub>,CO,CH<sub>4</sub>,and N<sub>2</sub>O) Resulting from Rice Straw Burning", Soil Sci.Plant Nutr.,43(4),849-854,1997

表 19 稲わら、もみ殻、麦わらの焼却排ガス中のCOとCO<sub>2</sub>のモル比

	排ガス中のCOとCO <sub>2</sub> のモル比	備考
稲わら	0.219	出典 a 及び b に示される値の中間値を採用
もみ殻	0.255	坂東らによる実測値 <sup>a</sup>
麦わら	0.219	稲わらと同じと仮定

(出典) a : 坂東、酒巻、守富、鈴木「バイオマス燃焼による放出量の解明に関する研究」(国立環境研究所「平成3年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書」(1992))

b : Yoshinori Miura and Tadanori Kanno "Emissions of Trace Gases (CO<sub>2</sub>,CO,CH<sub>4</sub>,and N<sub>2</sub>O) Resulting from Rice Straw Burning", Soil Sci.Plant Nutr.,43(4),849-854,1997

## ■ 活動量

稲わら、もみ殻、麦わらの焼却量は「4F.1.」農作物残渣の焼却からのCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出の算定で用いた、水稻、小麦(子実用)、大麦(子実用)の焼却量を、以下の式に従って、稲わら、もみ殻、麦わらの焼却量に配分して求めた。

稲わらの焼却量 = 水稻の焼却量 × 0.5 もみ殻の焼却量 = 水稻の焼却量 × 0.5、 麦わらの焼却量 = (小麦 + 大麦の焼却量) × 0.5
--

※専門家判断により藁、籾の割合は、水稻、麦ともに1:1と設定。

## 3.2.5. 廃棄物分野

## 3.2.5.1. 廃棄物の焼却 (6.C.)

## 3.2.5.1.a. 一般廃棄物の焼却 (6.C.-)

## ■ 算定方法

当該排出源から排出される NO<sub>x</sub>、CO、NMVOC、SO<sub>2</sub>については、一般廃棄物の焼却施設区分別の焼却量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

○ NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」によって把握された排出量及び廃棄物処理量を用いて、焼却施設区分別の排出係数を設定した(対象施設は[1301: 廃棄物焼却炉(一般都市廃棄物用、連続)]と[1302: 廃棄物焼却炉(一般都市廃棄物用、バッチ)]、対象燃原料は[53: 一般廃棄物])。なお、「大気汚染物質排出量総合調査」では焼却施設区分が「連続」と「バッチ」の2区分とされているが、「連続」のうち操炉時間3000時間以下のものを「准連続」とした上で、「連続」、「准連続」、「バッチ」の3区分で排出係数を設定した。

表 20 一般廃棄物の焼却施設区分別の NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub> 排出係数

	項目	単位	1990	1995	2000	2003	2004
NO <sub>x</sub>	一般廃棄物焼却炉、連続	kg-NO <sub>x</sub> /t	1.238	1.213	1.127	1.127	1.127
	一般廃棄物焼却炉、准連続	kg-NO <sub>x</sub> /t	1.055	1.226	1.226	1.226	1.226
	一般廃棄物焼却炉、バッチ	kg-NO <sub>x</sub> /t	1.137	1.918	1.850	1.850	1.850
SO <sub>2</sub>	一般廃棄物焼却炉、連続	kg-SO <sub>2</sub> /t	0.555	0.539	0.361	0.361	0.361
	一般廃棄物焼却炉、准連続	kg-SO <sub>2</sub> /t	0.627	1.141	0.712	0.712	0.712
	一般廃棄物焼却炉、バッチ	kg-SO <sub>2</sub> /t	1.073	1.625	1.714	1.714	1.714

: 2001年以降のデータは2000年データで代替している。

(出典) 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」

## ○ CO

大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」(1996年)等において集計された個々の施設の排出係数データに基づいて、焼却施設区分別の排出係数を設定した。なお、「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」では焼却施設区分が炉種(ストーカ炉、流動床炉等)によって細区分されているが、炉種別焼却量を用いて加重平均した上で、「連続」、「准連続」、「バッチ」の3区分で排出係数を設定した。

表 21 一般廃棄物の焼却施設区分別の CO 排出係数

	炉種	単位	1990	1995	2000	2003	2004
CO	全連続燃焼式	gCO/t	557	557	555	552	552
	准連続燃焼式	gCO/t	550	550	567	589	589
	バッチ燃焼式	gCO/t	8,239	8,239	8,298	8,323	8,323

(出典) 大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」(1996年)等

## ○ NMVOC

CH<sub>4</sub>及びNMVOCの発熱量当り排出量を推計した資料(日本環境衛生センター「地球

温暖化問題への対策に関するスクリーニング調査結果報告書」(1989)、計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査」(1984)を用いて設定した燃料種別の排出量比「NMVOC/CH<sub>4</sub>」を、炉種別燃料種別のCH<sub>4</sub>排出係数に乗じることによって、NMVOC排出係数を設定した。

表 22 一般廃棄物の焼却施設区分別の NMVOC 排出係数

	炉種	単位	1990	1995	2000	2003	2004
NMVOC	全連続燃焼式	gNMVOC/t	0.925	0.925	0.925	0.925	0.925
	准連続燃焼式	gNMVOC/t	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
	バッチ燃焼式	gNMVOC/t	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1

(出典) 日本環境衛生センター「地球温暖化問題への対策に関するスクリーニング調査結果報告書」(1989)

計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査」(1984)

## ■ 活動量

活動量には、環境省廃棄物・リサイクル対策部「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書(廃棄物等循環利用量実態調査編)」に示された一般廃棄物焼却量に、環境省廃棄物・リサイクル対策部「日本の廃棄物処理」より算出される焼却施設区分別の焼却割合を乗じることによって算定した焼却施設区分別焼却量を用いた。

### 3.2.5.1.b. 産業廃棄物の焼却 (6.C.-)

## ■ 算定方法

当該排出源から排出されるNO<sub>x</sub>、CO、NMVOC、SO<sub>2</sub>については、産業廃棄物の種類別(燃原料別)焼却量に、日本独自の排出係数に乗じることによって、排出量を算定した。

## ■ 排出係数

### ○ NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>

環境省「大気汚染物質排出量総合調査」によって把握された排出量及び廃棄物処理量を用いて、産業廃棄物の種類別の排出係数を設定した(対象施設は[1303: 廃棄物焼却炉(産業廃棄物用、連続)]と[1304: 廃棄物焼却炉(産業廃棄物用、バッチ)]、対象燃原料は[23: 木材]と[54: 産業廃棄物])。廃棄物の種類は「紙くずまたは木くず」、「汚泥」、「廃油」、「廃プラスチック」、「繊維くず」、「動植物性残渣、家畜の死体」の6区分とし、「紙くずまたは木くず」、「繊維くず」、「動植物性残渣、家畜の死体」には[23: 木材]を、「汚泥」と「廃油」と「廃プラスチック」には[54: 産業廃棄物]を適用した。ただし、複数の廃棄物の混焼は、排出係数の設定対象から除外した。

表 23 産業廃棄物の焼却施設区分別の NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub> 排出係数

	項目	単位	1990	1995	2000	2003	2004
NO <sub>x</sub>	「木材23」	kg-NO <sub>x</sub> /t	1.545	1.312	5.828	5.828	5.828
	「産業廃棄物54」	kg-NO <sub>x</sub> /t	0.999	1.158	1.415	1.415	1.415
SO <sub>2</sub>	「木材23」	kg-SO <sub>2</sub> /t	1.528	1.274	2.118	2.118	2.118
	「産業廃棄物54」	kg-SO <sub>2</sub> /t	1.179	1.882	1.352	1.352	1.352

\* : 2001年以降のデータは2000年データで代替している。

(出典) 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」

### ○ CO

大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」(1996年)等において集計された個々の施設の排出係数データに基づいて、産業廃棄物の種類別の排出係数を設定した。廃棄物の種類は「紙くずまたは木くず」、「汚泥」、「廃油」、「廃プラスチック」、「繊維くず」、「動植物性残渣、家畜の死体」の6区分とし、実測例のない「繊維くず」、「動植物性残渣、家畜の死体」には「木くず」の排出係数を適用した。また、複数の廃棄物の混焼は、排出係数の設定対象から除外した。

表 24 産業廃棄物焼却施設の操業形態別の CO 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2003	2004
紙くず又は木くず	gCO/t	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334
廃油	gCO/t	127	127	127	127	127
廃プラスチック類	gCO/t	1,790	1,790	1,790	1,790	1,790
汚泥	gCO/t	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285
繊維くず	gCO/t	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334
動植物性残渣・家畜の死体	gCO/t	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334

(出典) 大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」(1996年)等

### ○ NMVOC

CH<sub>4</sub>及びNMVOCの発熱量当り排出量を推計した資料(日本環境衛生センター「地球温暖化問題への対策に関するスクリーニング調査結果報告書」(1989)、計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査」(1984))を用いて設定した燃料種別の排出量比「NMVOC/CH<sub>4</sub>」を、炉種別燃料種別のCH<sub>4</sub>排出係数に乗じることによって、NMVOC排出係数を設定した。

表 25 産業廃棄物の焼却施設区分別の NMVOC 排出係数

項目	単位	1990	1995	2000	2003	2004
紙くず又は木くず	gNMVOC/t	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48
廃油	gNMVOC/t	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
廃プラスチック類	gNMVOC/t	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
汚泥	gNMVOC/t	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61
繊維くず	gNMVOC/t	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48
動植物性残渣・家畜の死体	gNMVOC/t	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48

(出典) 日本環境衛生センター「地球温暖化問題への対策に関するスクリーニング調査結果報告書」(1989)

計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査」(1984)

■ 活動量

活動量には、環境省廃棄物・リサイクル対策部「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書（廃棄物等循環利用量実態調査編）」に示された廃棄物の種類別の焼却量を用いた。

3.2.5.1.c. 廃棄物の原燃料利用に伴う焼却（6.C.-）

■ 算定方法

当該排出源から排出される CO、NMVOC については、廃棄物の種類別原燃料利用焼却量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。当該排出量は廃棄物の焼却による排出の内数となる。NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>は 1A 固定発生源からの燃焼に含まれるため「IE」として報告した。

■ 排出係数

○ CO

1A 固定発生源からの排出計上に用いている各種炉における CO 排出係数（固有単位ベース）を、総合エネルギー統計における発熱量を用いて重量ベースの排出係数に換算して求めた。

表 26 廃棄物の原燃料利用に伴う焼却の CO 排出係数

用途	単位	廃油	RDF	RPF	廃タイヤ	廃プラ	木くず
単純焼却	kgCO/t	0.13	1.79	1.79	1.79		
ボイラー	kgCO/t	0.052	0.24	0.36	0.28	0.034	3.64
セメント焼成	kgCO/t	49.1	19.8	29.4	23.0	32.2	
その他の炉	kgCO/t	0.052	0.24	0.36	0.28		
乾留炉	kgCO/t				0.021		
ガス化	kgCO/t				0.015		

○ NMVOC

一般廃棄物、産業廃棄物の焼却時と同様に、CH<sub>4</sub>及び NMVOC の発熱量当り排出量を推計した資料から排出係数を求めた。

表 27 廃棄物の原燃料利用に伴う焼却の NMVOC 排出係数

用途	単位	廃油	RDF	RPF	廃タイヤ	廃プラ	木くず
ボイラー	kgNMVOC/t	0.015	0.00027	0.00039	0.00031	0.000	0.00
セメント焼成	kgNMVOC/t	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
その他の炉	kgNMVOC/t	0.000	0.00	0.00	0.01		
乾留炉	kgNMVOC/t				0.009		
ガス化	kgNMVOC/t				0.000		

■ 活動量

廃棄物の原燃料利用に伴う CH<sub>4</sub> 排出量の推計に用いた活動量をそのまま用いた。

### 3.2.6. その他分野

#### 3.2.6.1. 喫煙 (7.- : CO)

##### ■ 算定方法

当該排出源から排出される CO については、煙草の販売数量に、日本独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した（詳細については「7-2006.xls」参照）。

##### ■ 排出係数

日本たばこ産業株式会社から提供された排出係数 (0.055 [g-CO/本]) を用いた。

##### ■ 活動量

活動量には、社団法人 日本たばこ協会の HP (<http://www.tioj.or.jp/index.html>) において公表されている紙巻たばこの販売数量を用いた。

## 参考文献

- IPCC「1996年改訂 IPCC ガイドライン」(1997年)
- IPCC「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」(2000年)
- Yoshinori Miura and Tadanori Kanno "Emissions of Trace Gases (CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O) Resulting from Rice Straw Burning", Soil Sci. Plant Nutr., 43(4), 849-854, 1997
- 環境庁大気保全局「炭化水素類排出抑制マニュアル」(1982年)
- 環境庁大気保全局「群小発生源対策検討会報告書」(1996年)
- 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」
- 環境省廃棄物・リサイクル対策部「日本の廃棄物処理」
- 環境省廃棄物・リサイクル対策部「廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書(廃棄物等循環利用量実態調査編)」
- 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
- 経済産業省「化学工業統計年報」
- 経済産業省「ゴム製品統計年報」
- 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
- 国土交通省「航空輸送統計年報」
- 国土交通省「交通関係エネルギー要覧」
- 国土交通省「自動車輸送統計年報」
- 資源エネルギー庁「石油産業における炭化水素ベーパー防止トータルシステム研究調査報告書」(1975年)
- 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
- 農林水産省「作物統計」
- 計量計画研究所「炭化水素類排出量概要推計方法確立調査」(1984年)
- 計量計画研究所「炭化水素類発生源基礎解析検討調査報告書」(1987年)
- 計量計画研究所「炭化水素類固定発生源対策調査報告書」(1991年)
- 計量計画研究所「平成8年度前駆物質排出目録検討調査報告書」(1997年)
- 大気環境学会「温室効果ガス排出量推計手法調査報告書」(1996年)
- 日本環境衛生センター「地球温暖化問題への対策に関するスクリーニング調査結果報告書」(1989年)
- 日本接着剤工業会「接着剤実態調査報告書」
- 日本たばこ協会 HP (<http://www.tioj.or.jp/index.html>)
- 日本塗料工業会「塗料産業における VOC の現状と将来像」
- 坂東、酒巻、守富、鈴木「バイオマス燃焼による放出量の解明に関する研究」(国立環境研究所「平成3年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書」(1992年))