

別添3. その他の排出・吸収区分における算定方法

3.1. 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(CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₆)の他に、前駆物質等(NO_x、CO、非メタン炭化水素[NMVOC]、SO₂)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)。

3.1.1. エネルギー分野

3.1.1.1. 固定発生源(1.A.1., 1.A.2., 1.A.4. : NO_x、CO、NMVOC、SO₂)

3.1.1.1.a. ばい煙発生施設等

1) NO_x、SO₂

■算定方法

当該排出源から排出されるNO_xとSO₂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「大気汚染物質排出量総合調査」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。

1. 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]

2. 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_x

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「大気汚染物質排出量総合調査」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。

○ SO₂

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「大気汚染物質排出量総合調査」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_x 排出係数

原料炭または原料コークスからの NO_x 排出量 (工業プロセス分野) の算定に用いられる原料分 NO_x 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。

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

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_x量から処理後のNO_x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。

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

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SO₂量から処理後のSO₂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

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、資源エネルギー庁「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 CH₄ 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 CH₄ 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、資源エネルギー庁「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。

3.1.1.1.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 NO_x、CO、NMVOC、SO₂ 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

○ NO_x、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。

○ 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。

○ 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CH₄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CH₄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排出係数を設定した。

■活動量

NO_x、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。

CO、NMVOCは資源エネルギー庁「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。

3.1.1.1.c. 家庭

■算定方法

当該排出源から排出されるNO_x、CO、NMVOC、SO₂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_x

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_x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。

○ SO₂

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。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。なお、家庭における用途別の燃料消費量は「エネルギー・経済統計要覧」（日本エネルギー経済研究所）の世帯あたり用途別エネルギー源別消費量の構成比を用いている。

3.1.1.1.d. エネルギー利用、エネルギー回収を伴う廃棄物の燃焼

エネルギー利用、エネルギー回収を伴う廃棄物の燃焼に伴う NO_x、CO、NMVOC、SO₂ の排出については、該当する 1.A.1/2 の細区分において Other Fuels の欄で報告を行っている。算定方法、排出係数、活動量についての説明は本章「3.1.5. 廃棄物分野」にまとめて記載している。

3.1.1.2. 移動発生源（1.A.3. : NO_x、CO、NMVOC、SO₂）

3.1.1.2.a. 自動車（1.A.3.b.）

1) NO_x、CO、NMVOC

■算定方法

当該排出源から排出される NO_x、CO、NMVOC については、車両区分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。

■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、車両区分別燃料種別の年間走行量を用いた。

表 A 3-1 自動車の NO_x 排出係数
(出典) 環境省調べ

| 燃料種 | 車両種 | Unit | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------|------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ガソリン | 軽乗用 | gNO _x /km | 0.230 | 0.159 | 0.157 | 0.079 | 0.071 | 0.057 | 0.045 |
| | 乗用 (LPG含む) | gNO _x /km | 0.237 | 0.203 | 0.199 | 0.080 | 0.072 | 0.059 | 0.047 |
| | 軽貨物 | gNO _x /km | 0.873 | 0.658 | 0.375 | 0.200 | 0.181 | 0.154 | 0.128 |
| | 小型貨物 | gNO _x /km | 1.115 | 0.897 | 0.478 | 0.087 | 0.074 | 0.056 | 0.042 |
| | 普通貨物 | gNO _x /km | 1.833 | 1.093 | 0.560 | 0.162 | 0.165 | 0.094 | 0.061 |
| | バス | gNO _x /km | 4.449 | 3.652 | 2.438 | 0.090 | 0.076 | 0.063 | 0.052 |
| | 特殊用途 | gNO _x /km | 1.471 | 0.873 | 0.429 | 0.121 | 0.109 | 0.078 | 0.052 |
| ディーゼル | 乗用 | gNO _x /km | 0.636 | 0.526 | 0.437 | 0.448 | 0.444 | 0.414 | 0.384 |
| | 小型貨物 | gNO _x /km | 1.326 | 1.104 | 1.005 | 1.009 | 0.980 | 0.902 | 0.829 |
| | 普通貨物 | gNO _x /km | 5.352 | 4.586 | 4.334 | 4.497 | 4.430 | 4.235 | 4.028 |
| | バス | gNO _x /km | 4.226 | 3.830 | 3.597 | 4.070 | 3.967 | 3.724 | 3.502 |
| | 特殊用途 | gNO _x /km | 3.377 | 2.761 | 2.152 | 3.626 | 3.555 | 3.358 | 3.164 |

表 A 3-2 自動車の CO 排出係数
(出典) 環境省調べ

| 燃料種 | 車両種 | Unit | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------|------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| ガソリン | 軽乗用 | gCO/km | 1.749 | 1.549 | 1.543 | 0.971 | 0.900 | 0.791 | 0.692 |
| | 乗用 (LPG含む) | gCO/km | 2.325 | 2.062 | 2.034 | 0.936 | 0.867 | 0.763 | 0.667 |
| | 軽貨物 | gCO/km | 10.420 | 8.540 | 5.508 | 2.773 | 2.490 | 2.225 | 2.032 |
| | 小型貨物 | gCO/km | 9.656 | 10.079 | 8.309 | 2.075 | 1.745 | 1.330 | 1.013 |
| | 普通貨物 | gCO/km | 12.624 | 10.601 | 8.950 | 3.616 | 3.403 | 2.155 | 1.601 |
| | バス | gCO/km | 26.209 | 25.079 | 21.938 | 2.072 | 1.815 | 1.589 | 1.320 |
| | 特殊用途 | gCO/km | 12.466 | 10.666 | 8.924 | 2.298 | 2.015 | 1.528 | 1.138 |
| ディーゼル | 乗用 | gCO/km | 0.480 | 0.432 | 0.429 | 0.374 | 0.370 | 0.348 | 0.317 |
| | 小型貨物 | gCO/km | 0.975 | 0.896 | 0.808 | 0.601 | 0.559 | 0.483 | 0.413 |
| | 普通貨物 | gCO/km | 3.221 | 2.988 | 2.440 | 2.042 | 1.905 | 1.670 | 1.437 |
| | バス | gCO/km | 2.579 | 2.534 | 2.200 | 2.035 | 1.877 | 1.618 | 1.386 |
| | 特殊用途 | gCO/km | 2.109 | 1.893 | 1.297 | 1.601 | 1.480 | 1.273 | 1.075 |

2) SO₂

■算定方法

当該排出源から排出される SO₂ については、車両区分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。

■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_x、CO、NMVOC、SO₂ 排出については「NE」として報告する。

表 A 3-3 自動車の NMVOC 排出係数

| 燃料種 | 車両種 | Unit | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ガソリン | 軽乗用 | gHC/km | 0.128 | 0.050 | 0.048 | 0.043 | 0.039 | 0.033 | 0.027 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 0.077 | 0.030 | 0.029 | 0.026 | 0.023 | 0.020 | 0.016 |
| | 乗用 (LPG含む) | gHC/km | 0.189 | 0.112 | 0.104 | 0.030 | 0.028 | 0.024 | 0.020 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 0.113 | 0.067 | 0.062 | 0.018 | 0.017 | 0.014 | 0.012 |
| | 軽貨物 | gHC/km | 1.058 | 0.610 | 0.274 | 0.151 | 0.136 | 0.115 | 0.096 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 0.635 | 0.366 | 0.165 | 0.091 | 0.082 | 0.069 | 0.058 |
| | 小型貨物 | gHC/km | 1.188 | 0.882 | 0.346 | 0.068 | 0.056 | 0.041 | 0.030 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 0.713 | 0.529 | 0.208 | 0.041 | 0.034 | 0.025 | 0.018 |
| | 普通貨物 | gHC/km | 1.658 | 0.959 | 0.471 | 0.103 | 0.107 | 0.064 | 0.043 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 0.995 | 0.575 | 0.283 | 0.062 | 0.064 | 0.039 | 0.026 |
| | バス | gHC/km | 3.604 | 3.164 | 2.193 | 0.065 | 0.051 | 0.037 | 0.029 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 2.162 | 1.899 | 1.316 | 0.039 | 0.031 | 0.022 | 0.017 |
| 特殊用途 | gHC/km | 1.619 | 0.786 | 0.317 | 0.081 | 0.072 | 0.050 | 0.035 | |
| | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | |
| | gNMVOC/km | 0.972 | 0.472 | 0.190 | 0.048 | 0.043 | 0.030 | 0.021 | |
| ディーゼル | 乗用 | gHC/km | 0.109 | 0.098 | 0.097 | 0.089 | 0.088 | 0.084 | 0.078 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 0.065 | 0.059 | 0.058 | 0.053 | 0.053 | 0.051 | 0.047 |
| | 小型貨物 | gHC/km | 0.389 | 0.343 | 0.258 | 0.206 | 0.186 | 0.150 | 0.119 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 0.233 | 0.206 | 0.155 | 0.124 | 0.112 | 0.090 | 0.071 |
| | 普通貨物 | gHC/km | 1.634 | 1.488 | 1.040 | 0.753 | 0.692 | 0.588 | 0.488 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 0.980 | 0.893 | 0.624 | 0.452 | 0.415 | 0.353 | 0.293 |
| | バス | gHC/km | 1.273 | 1.255 | 0.995 | 0.807 | 0.729 | 0.604 | 0.495 |
| | | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% |
| | | gNMVOC/km | 0.764 | 0.753 | 0.597 | 0.484 | 0.438 | 0.362 | 0.297 |
| 特殊用途 | gHC/km | 1.101 | 0.965 | 0.526 | 0.575 | 0.521 | 0.431 | 0.350 | |
| | % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | |
| | gNMVOC/km | 0.661 | 0.579 | 0.316 | 0.345 | 0.312 | 0.259 | 0.210 | |

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) 環境省調べ

表 A 3-4 燃料種別の硫黄含有率 (重量比)

| | | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ガソリン | % | 0.008% | 0.008% | 0.008% | 0.008% | 0.008% | 0.008% | 0.008% |
| 軽油 | % | 0.350% | 0.136% | 0.136% | 0.136% | 0.136% | 0.136% | 0.136% |
| LPG | % | 0.002% | 0.002% | 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

3.1.1.2.b. 航空機 (1.A.3.a. : NO_x、CO、NMVOC)

■算定方法

当該排出源から排出される NO_x、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 Turbo-prop Aircraft」のデフォルト値を用いた。

表 A 3-5 航空機の IPCC デフォルト排出係数

| ガス | 排出係数 [g/MJ] |
|-----------------|-------------|
| NO _x | 0.29 |
| CO | 0.12 |
| NM VOC | 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_x、CO、NM VOC 排出については「NE」として報告する。

3.1.1.2.c. 船舶 (1.A.3.d. : NO_x、CO、NM VOC)

■算定方法

当該排出源から排出される NO_x、CO、NM VOC 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 A 3-6 船舶の IPCC デフォルト排出係数

| ガス | 排出係数 [g/MJ] |
|-----------------|-------------|
| NO _x | 1.8 |
| CO | 0.18 |
| NM VOC | 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。

3.1.1.2.d. 鉄道 (1.A.3.c. : NO_x、CO、NM VOC)

■算定方法

当該排出源から排出される NO_x、CO、NM VOC 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 A 3-7 鉄道の IPCC デフォルト排出係数

| ガス | 排出係数 [g/MJ] |
|-----------------|-------------|
| NO _x | 1.8 |
| CO | 0.61 |
| NM VOC | 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。

3.1.1.3. 燃料からの漏出 (1.B. : NMVOC)

3.1.1.3.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-NM VOC/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。

3.1.1.3.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 A 3-8 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。

3.1.1.3.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、フローティンググループ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。

3.1.1.3.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 A3-9 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 |

3.1.1.3.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 A3-10 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/kl] |
|-------|--------------|
| 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。なお、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。

$$\begin{aligned} & \text{ベーパーリターン施設による燃料受入時の漏出防止分の算定式} \\ & \text{ベーパーリターン施設による燃料受入時の漏出防止分[t]} \\ & = \sum_{\text{都道府県}} \{ (\text{都道府県別ガソリン販売量[MI]} \times \text{燃料受入時の排出係数[kg/kl]}) \\ & \times (\text{都道府県別ベーパーリターン施設設置ガソリンスタンド数} \\ & \text{ / 都道府県別ガソリンスタンド数}) \} \end{aligned}$$

3.1.2. 工業プロセス分野

3.1.2.1. 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_x、SO₂)

■算定方法

当該排出源から排出されるNO_xとSO₂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_x

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。

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

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。

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

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：硫化鉱] と [43：非鉄金属鉱石] 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。

○ SO₂

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_x 排出量（工業プロセス分野）の算定式

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

■ 排出係数

原料炭または原料コークスの NO_x 排出係数

原料炭または原料コークスからの NO_x 排出量の算定に用いられる各原料の NO_x 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

脱硝率[%]

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

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_x量から処理後のNO_x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[%]

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

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。

脱硫効率：処理前のNO_x量から処理後のNO_x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。

3.1.2.2. その他（2.G：NMVOC）

3.1.2.2.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 A 3-11 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。

3.1.2.2.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。

3.1.2.2.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。

3.1.3. 溶剤その他製品の利用分野

3.1.3.1. 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 A 3-12 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 |

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

3.1.3.2.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。

3.1.3.2.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]

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

3.1.3.3. 化学工業製品、製造及び工程 (3.C. : NMVOC)

3.1.3.3.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。

■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。

表 A3-13 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)

3.1.3.3.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

環境省の調査結果又は財団法人 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 A3-14 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 ^{a)} | 0.00033 |
| 芳香族 ^{a)} | 0.00108 |
| アルコール系 ^{a)} | 0.00105 |
| エステル・エーテル系 ^{b)} | 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。

3.1.3.3.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。

3.1.3.3.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。

3.1.3.3.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 A3-15 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」

3.1.3.3.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。

3.1.3.4. その他（3.D. : NMVOC）

3.1.3.4.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。

3.1.4. 農業分野

3.1.4.1. 野外で農作物の残留物を焼くこと (4.F.)

3.1.4.1.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-CO]

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

■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 A3-16 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 ^a と 0.342 ^b の中間値を採用 |
| もみ殻 | 0.344 | 坂東らによる実測値 ^a |
| 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 (CO₂, CO, CH₄, and N₂O) Resulting from Rice Straw Burning," Soil Sci.Plant Nutr.,43(4),849-854,1997

表 A3-17 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 ^a と 0.567 ^b の中間値を採用 |
| もみ殻 | 0.8 | 坂東らによる実測値 ^a |
| 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 (CO₂, CO, CH₄, and N₂O) Resulting from Rice Straw Burning," Soil Sci.Plant Nutr.,43(4),849-854,1997

表 A3-18 稲わら、もみ殻、麦わらの焼却排ガス中の CO と CO₂ のモル比

| | 排ガス中の CO と CO ₂ 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 ^a |
| 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 (CO₂, CO, CH₄, and N₂O) 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「4.F.1.」農作物残渣の焼却からの CH₄、N₂O 排出の算定で用いた焼却量を用いた。なお、麦わらの焼却量は以下の式に従って求めた。

$$\text{麦わらの焼却量} = (\text{小麦} + \text{大麦の焼却量}) \times 0.5$$

※専門家判断によりわら、もみの割合は 1:1 と設定。

3.1.5. 土地利用、土地利用変化及び林業分野

3.1.5.1. バイオマスの燃焼 (5(V))

■算定方法

バイオマスの燃焼による CO 及び NO_x の排出量については、Tier 1 の算定方法を用いた。

【森林】

(CO)

$$bbGHG_f = L_{forestfires} \times ER$$

(NO_x)

$$bbGHG_f = L_{forestfires} \times ER \times NC_{ratio}$$

$bbGHG_f$: 森林によるバイオマス燃焼に伴う温室効果ガス排出量

$L_{forestfires}$: 森林の火災に伴う炭素ストック損失量 (tC/yr)

ER : 排出比 (CO : 0.06、NO_x : 0.121)

NC_{ratio} : NC 比

■排出係数

【排出比】

バイオマスの燃焼に伴う CO 及び NO_x の排出比には以下のパラメータを用いた。

CO : 0.06、NO_x : 0.121

(出典 : GPG-LULUCF デフォルト値 Table3A.1.15)

【NC 比】

バイオマスの燃焼に伴う NO_x の NC 比には、以下のパラメータを用いた。

NC 比 : 0.01 (出典 : GPG-LULUCF p.3.50 デフォルト値)

■活動量

森林における活動に関しては、森林火災による炭素排出量を適用した。詳細に関しては、第7章のセクション7.13の活動量の項目を参照のこと。

3.1.6. 廃棄物分野

3.1.6.1. 廃棄物の焼却 (6.C.)

3.1.6.1.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_x、CO、NMVOC、SO₂ については、一般廃棄物の焼却施設

区分別（全連続式焼却炉、准連続式焼却炉、バッチ燃焼式焼却炉、ガス化溶融炉）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。当該排出量は、NIR 第8章に記載している方法を用いて、エネルギー回収を伴わない単純焼却と、エネルギー回収を伴う焼却に分離し、単純焼却分を廃棄物分野で、エネルギー回収を伴う分をエネルギー分野に分けて報告している。

■排出係数

○ NO_x、SO₂

焼却炉については、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、「全連続燃焼式」、「准連続燃焼式」、「バッチ燃焼式」の3区分で排出係数を設定した。

ガス化溶融炉については、燃焼方式が類似の全連続燃焼式焼却炉の値を代用した。

表 A 3-19 一般廃棄物の焼却施設区分別の NO_x、SO₂ 排出係数

| | 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-----------------|-----------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NO _x | 全連続燃焼式焼却炉 | kg-NO _x /t | 1.238 | 1.213 | 1.127 | 1.127 | 1.127 | 1.127 | 1.127 |
| | 准連続燃焼式焼却炉 | kg-NO _x /t | 1.055 | 1.226 | 1.226 | 1.226 | 1.226 | 1.226 | 1.226 |
| | バッチ燃焼式焼却炉 | kg-NO _x /t | 1.137 | 1.918 | 1.850 | 1.850 | 1.850 | 1.850 | 1.850 |
| | ガス化溶融炉 | kg-NO _x /t | 1.238 | 1.213 | 1.127 | 1.127 | 1.127 | 1.127 | 1.127 |
| SO ₂ | 全連続燃焼式焼却炉 | kg-SO ₂ /t | 0.555 | 0.539 | 0.361 | 0.361 | 0.361 | 0.361 | 0.361 |
| | 准連続燃焼式焼却炉 | kg-SO ₂ /t | 0.627 | 1.141 | 0.712 | 0.712 | 0.712 | 0.712 | 0.712 |
| | バッチ燃焼式焼却炉 | kg-SO ₂ /t | 1.073 | 1.625 | 1.714 | 1.714 | 1.714 | 1.714 | 1.714 |
| | ガス化溶融炉 | kg-SO ₂ /t | 0.555 | 0.539 | 0.361 | 0.361 | 0.361 | 0.361 | 0.361 |

：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

焼却炉については、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）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、「全連続燃焼式」、「准連続燃焼式」、「バッチ燃焼式」の3区分で排出係数を設定した。

ガス化溶融炉については、燃焼方式が類似の焼却炉である全連続燃焼式ストーカ炉の値を代用した。

表 A 3-20 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|----|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CO | 全連続燃焼式焼却炉 | gCO/t | 557 | 557 | 555 | 554 | 554 | 554 | 554 |
| | 准連続燃焼式焼却炉 | gCO/t | 548 | 548 | 567 | 591 | 607 | 610 | 610 |
| | バッチ燃焼式焼却炉 | gCO/t | 8,237 | 8,237 | 8,298 | 8,341 | 8,344 | 8,347 | 8,347 |
| | ガス化溶融炉 | gCO/t | 567 | 567 | 567 | 567 | 567 | 567 | 567 |

（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

焼却炉及びガス化溶融炉ともに、CH₄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/CH₄」を、炉種別燃料種別のCH₄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 A 3-21 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-------|-----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| NMVOC | 全連続燃焼式焼却炉 | gNMVOC/t | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| | 准連続燃焼式焼却炉 | gNMVOC/t | 7.8 | 7.8 | 8.5 | 2.2 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| | バッチ燃焼式焼却炉 | gNMVOC/t | 9.1 | 9.1 | 9.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| | ガス化溶融炉 | gNMVOC/t | - | - | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |

(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

焼却炉の活動量には、環境省「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「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。

ガス化溶融炉の活動量には、環境省「日本の廃棄物処理」より算出されるガス化溶融炉の焼却量を用いた。

3.1.6.1.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_x、CO、NMVOC、SO₂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。当該排出量は、NIR第8章に記載している方法を用いて、エネルギー回収を伴わない単純焼却と、エネルギー回収を伴う焼却に分離し、単純焼却分を廃棄物分野で、エネルギー回収を伴う分をエネルギー分野に分けて報告している。

■排出係数

○ NO_x、SO₂

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 A 3-22 産業廃棄物の焼却施設区分別の NO_x、SO₂ 排出係数

| | 項目 | 単位 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-----------------|-----------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NO _x | 「木材23」 | kg-NO _x /t | 1.545 | 1.312 | 5.828 | 5.828 | 5.828 | 5.828 | 5.828 |
| | 「産業廃棄物54」 | kg-NO _x /t | 0.999 | 1.158 | 1.415 | 1.415 | 1.415 | 1.415 | 1.415 |
| SO ₂ | 「木材23」 | kg-SO ₂ /t | 1.528 | 1.274 | 2.118 | 2.118 | 2.118 | 2.118 | 2.118 |
| | 「産業廃棄物54」 | kg-SO ₂ /t | 1.179 | 1.882 | 1.352 | 1.352 | 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 A 3-23 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 紙くず又は木くず | gCO/t | 1,334 | 1,334 | 1,334 | 1,334 | 1,334 | 1,334 | 1,334 |
| 廃油 | gCO/t | 127 | 127 | 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 | 1,790 | 1,790 |
| 汚泥 | gCO/t | 2,285 | 2,285 | 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 | 1,334 | 1,334 |
| 死体 | gCO/t | 1,334 | 1,334 | 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

CH₄ 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/CH₄」を、炉種別燃料種別の CH₄ 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 A 3-24 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 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|----------|----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 紙くず又は木くず | gNMVOC/t | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 25.28 | 25.28 | 25.28 | 25.28 |
| 廃油 | gNMVOC/t | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| 廃プラスチック類 | gNMVOC/t | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| 汚泥 | gNMVOC/t | 1.61 | 1.61 | 1.61 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 |
| 繊維くず | gNMVOC/t | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 25.28 | 25.28 | 25.28 | 25.28 |
| 死体 | gNMVOC/t | 2.48 | 2.48 | 2.48 | 25.28 | 25.28 | 25.28 | 25.28 |

(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。

3.1.6.1.c. 廃棄物の原燃料利用に伴う焼却 (1.A.-)

■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 NIR 第 8 章に記載した区分に応じて、エネルギー分野 (1.A) で報告している。

■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。2005 年度以降の廃タイヤの発熱量については、資源エネルギー庁「2005 年度以降に適用する標準発熱量の検討結果と改訂値について」(2007) の値を用いた。

表 A 3-25 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 (2004年 度以前) | 廃タイヤ (2005年 度以降) | 廃プラ | 木くず |
|--------|--------|-------|------|------|------------------------|------------------------|-------|------|
| 単純焼却 | kgCO/t | 0.13 | 1.79 | 1.79 | 1.79 | 1.79 | | |
| ボイラー | kgCO/t | 0.052 | 0.24 | 0.39 | 0.28 | 0.44 | 0.034 | 3.64 |
| セメント焼成 | kgCO/t | 49.1 | 19.8 | 32.2 | 23.0 | 36.5 | 32.2 | |
| その他の炉 | kgCO/t | 0.052 | 0.24 | 0.39 | 0.28 | 0.44 | | |
| 乾留炉 | kgCO/t | | | | 0.021 | 0.033 | | |
| ガス化 | kgCO/t | | | | 0.015 | 0.024 | | |

○ NMVOC

一般廃棄物、産業廃棄物の焼却時と同様に、CH₄ 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 A 3-26 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 (2004年 度以前) | 廃タイヤ (2005年 度以降) | 廃プラ | 木くず |
|--------|-----------|-------|---------|---------|------------------------|------------------------|-------|------|
| ボイラー | kgNMVOC/t | 0.015 | 0.00027 | 0.00043 | 0.00031 | 0.00049 | 0.010 | 0.12 |
| セメント焼成 | kgNMVOC/t | 0.048 | | 0.043 | 0.031 | 0.049 | 0.043 | |
| 乾留炉 | kgNMVOC/t | | | | 0.0051 | 0.0080 | | |
| ガス化 | kgNMVOC/t | | | | 0.0089 | 0.0141 | | |

■活動量

廃棄物の原燃料利用に伴う CH₄ 排出量の推計に用いた活動量をそのまま用いた。

3.1.7. その他分野

3.1.7.1. 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。

■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

1. 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」
2. 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)
3. 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))
4. 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)
5. 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)
6. 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)
7. 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)
8. 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)
9. IPCC「1996年改訂 IPCC ガイドライン」(1997年)
10. 日本接着剤工業会「接着剤実態調査報告書」
11. 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)
12. 日本塗料工業会「塗料産業における VOC の現状と将来像」
13. 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)
14. 農林水産省「作物統計」
15. 経済産業省「ゴム製品統計年報」
16. 経済産業省「化学工業統計年報」
17. 経済産業省「資源・エネルギー統計年報」
18. 経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」
19. 国土交通省「航空輸送統計年報」
20. 国土交通省「自動車輸送統計年報」
21. 国土交通省「交通関係エネルギー要覧」
22. 環境省「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)」
23. 環境省「大気汚染物質排出量総合調査」
24. 環境省「日本の廃棄物処理」
25. 環境庁大気保全局「炭化水素類排出抑制マニュアル」(1982年)
26. 環境庁大気保全局「群小発生源対策検討会報告書」(1996年)
27. 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」(2009年版)
28. 日本たばこ協会 HP (<http://www.tioj.or.jp/index.html>)
29. Yoshinori Miura and Tadanori Kanno "Emissions of Trace Gases (CO₂, CO, CH₄, and N₂O) Resulting from Rice Straw Burning," *Soil Sci.Plant Nutr.*, 43(4), 849-854, 1997