

燃料の燃焼・燃料からの漏出・工業プロセス・ 溶剤及びその他製品の利用分野における算定方法の改善について

1. 燃料の燃焼分野（1.A.）

1.1 炉種別シェアの設定

（1）検討課題

固定発生源からのエネルギー起源 CH_4 、 N_2O 排出量は、「大気汚染物質排出量総合調査（環境省大気環境課）（以下、「マップ調査」という。）」の炉種別燃原料使用量を使用し、固定発生源における使用燃料ごとの業種別炉種別燃料消費量の配分比を設定し、設定された配分比を総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）の部門・業種別燃料消費量に乗じて、炉種別に配分した燃料消費量と国独自の炉種別排出係数を用いて算定を行っている。

各種炉シェアの設定に利用している大気汚染物質排出量総合調査については、燃料消費量のデータ精度の問題等により 2000 年度以降の炉種別シェアを設定できない状況が続いており、2006 年のインベントリ審査において、より実態に即したデータを利用することが指摘されている。

（2）対応方針

1) 概要

インベントリで利用するマップ調査の燃原料使用量等の調査精度を向上させるため、今年度実施されるマップ調査の調査内容の見直しを検討する。

また、昨年度のエネルギー・工業プロセス分科会での検討結果、及び入手した各燃料消費統計（電力調査統計、ガス事業生産動態統計、特定業種石油等消費統計、エネルギー消費統計）とマップ調査を基に新たな炉種別シェアの設定について検討する。

2) 検討結果

① マップ調査の精度向上

今年度実施されているマップ調査（2011 年度実績）については、調査開始前に環境省水・大気環境局大気環境課と協議の上、インベントリで利用する燃原料使用量等の調査精度を向上に資する下記の調査内容の変更を行った。

【調査内容の変更事項】

- 調査の目的に「気候変動枠組条約及び京都議定書に基づく温室効果ガスの排出と吸収目録（インベントリ）の作成」を追加
- 調査報告書の集計事項に「燃原料に係る集計（業種別、施設種別、燃料種別の燃原料使用量）」を追加
- 調査記入要領に「産業区分及び施設種類の細区分での記入」を追加

② 配分比の設定方法の検討

昨年度の検討では、総合エネルギー統計の基となる各燃料消費統計（電力調査統計、ガス事業生産動態統計、特定業種石油等消費統計、エネルギー消費統計）の個票データ（2008年度実績）を入手し、配分比の設定に必要な業種別、施設種別、燃料種別の燃料消費量の整理を行った。

表 1 施設情報の把握方法ごとのデータ件数及び燃料消費量の割合

施設情報の把握方法	データ件数	燃料消費量の割合
エネルギー消費統計より直接施設情報を把握	16,975	30.1%
マップ調査結果から施設情報を把握	33,366	45.5%
業種、燃料種及び事業所情報等から施設情報を把握	126,482	22.6%
施設情報を付加できなかったデータ	1,055	1.8%
合計	177,878	100.0%

今年度は、昨年度中に整理した業種別、施設種別、燃料種別の燃料消費量（2008年度実績）を基に、2008年度の配分比を設定し、排出量の見直しを行う。

i) 2008年度の配分比の設定

各燃料消費統計の個票データ（2008年度実績）を業種別、施設種別、燃料種別に燃料消費量を集計し、2008年度の業種別炉種別燃料消費量の配分比を設定する。新たに設定した配分比を用いて算定したCH₄及びN₂O排出量とその変化量を以下に示す。

【参考：配分比を用いた活動量の算定方法】

表 2 固定発生源の活動量の算定方法

$$A_{ijk} = A_{EBik} \times W_{ijk}$$

A_{ijk} : 燃料種 i 、炉種 j 、部門 k におけるエネルギー消費量 (TJ)

A_{EBik} : 総合エネルギー統計における燃料種 i 、部門 k のエネルギー消費量 (TJ)

W_{ijk} : 燃料種 i 、部門 k における炉種 j のエネルギー消費量の占める割合 (配分比)

i : 燃料種

j : 炉種 (大気汚染防止法のばい煙発生施設の施設種類)

k : 部門 (産業分類)

表 3 燃料の燃焼に伴う固定発生源からの CH₄ 排出量 (単位 : Gg-CH₄)

	2008 (見直前)	2008 (見直後)	変化量 (Gg-CH ₄)	CO ₂ 換算 (Gg-CO ₂)
固定発生源からの CH₄ 排出量 (合計)	27.70	28.88	1.18	24.75
1. エネルギー産業 (小計)	1.94	1.35	-0.59	-12.34
a. 発電及び熱供給	1.71	1.17	-0.53	-11.17
b. 石油精製	0.06	0.07	0.01	0.25
c. 固体燃料製造及び他エネルギー産業	0.17	0.10	-0.07	-1.41
2. 製造業及び建設業 (小計)	13.21	16.58	3.36	70.64
a. 鉄鋼	3.88	7.22	3.34	70.24
b. 非鉄地金	0.15	0.13	-0.02	-0.36
c. 化学	0.22	1.18	0.96	20.13
d. パルプ紙板紙	1.70	1.94	0.24	5.03
e. 食料品	0.12	0.06	-0.06	-1.20
f. その他	7.15	6.04	-1.10	-23.19
鉱業	0.04	0.01	-0.02	-0.47
建設業	1.90	0.21	-1.70	-35.60
石油製品	0.06	0.62	0.57	11.90
ガラス製品	0.21	0.23	0.02	0.41
窯業土石	3.65	3.86	0.22	4.56
機械	0.42	0.84	0.42	8.84
重複補正	-0.20	-0.12	0.08	1.76
他業種・中小製造業	1.08	0.38	-0.69	-14.58
4. その他部門 (小計)	12.55	10.95	-1.60	-33.56
a. 業務他	5.69	4.18	-1.51	-31.77
b. 家庭	6.64	6.64	0.00	0.00
c. 農林水産業	0.22	0.13	-0.08	-1.78

※家庭部門については配分比を適用せず総合エネルギー統計の燃料種別燃料消費量を活動量としている。

表 4 燃料の燃焼に伴う固定発生源からの N₂O 排出量 (単位 : Gg-N₂O)

	2008 (見直前)	2008 (見直後)	変化量 (Gg-N ₂ O)	CO ₂ 換算 (Gg-CO ₂)
固定発生源からの N₂O 排出量 (合計)	13.38	12.80	-0.58	-179.05
1. エネルギー産業 (小計)	5.80	5.49	-0.31	-96.40
a. 発電及び熱供給	5.58	5.24	-0.34	-106.61
b. 石油精製	0.18	0.19	0.01	3.06
c. 固体燃料製造及び他エネルギー産業	0.04	0.06	0.02	7.15
2. 製造業及び建設業 (小計)	6.48	6.27	-0.20	-63.26
a. 鉄鋼	1.14	1.45	0.32	97.82
b. 非鉄地金	0.03	0.02	-0.01	-1.89
c. 化学	0.86	0.70	-0.16	-49.86
d. パルプ紙板紙	1.09	1.09	0.01	2.12
e. 食料品	0.24	0.24	0.01	2.34
f. その他	3.13	2.76	-0.37	-113.79
鉱業	0.01	0.01	0.00	-0.88
建設業	0.30	0.21	-0.09	-27.35
石油製品	0.40	0.36	-0.04	-12.15
ガラス製品	0.03	0.02	-0.01	-1.70
窯業土石	1.89	1.88	-0.01	-3.04
機械	0.20	0.16	-0.04	-10.92
重複補正	-0.12	-0.11	0.01	2.91
他業種・中小製造業	0.42	0.23	-0.20	-60.65
4. その他部門 (小計)	1.10	1.04	-0.06	-19.39
a. 業務他	0.74	0.72	-0.01	-4.28
b. 家庭	0.27	0.27	0.00	0.00
c. 農林水産業	0.10	0.05	-0.05	-15.10

※家庭部門については配分比を適用せず総合エネルギー統計の燃料種別燃料消費量を活動量としている。

2008年度の配分比の見直しにより、CH₄排出量は2.5万t-CO₂増加（固定発生源の総CH₄排出量に対して4%増加）、N₂O排出量は18万t-CO₂減少（固定発生源の総N₂O排出量に対して4%減少）した。

ii) 2000年度から2007年度までの配分比の設定

2000年度から2007年度の配分比については、1999年度実績の配分比から2008年度実績の配分比へシフトしたと仮定し、業種別、施設種別、燃料種別の配分比ごとに線形補間を行い、設定する。

表5 2000年度から2007年度の配分比の設定方法（案）

配分比(例)	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
炉種A	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
炉種B	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0
炉種C	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
炉種D	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
炉種E	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
合計	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

1999年度と2008年度の配分比を基に線形補間で算定

iii) 2008年度以降の配分比の設定

2008年度以降の配分比については、現時点では把握できていないため、2008年度の配分比を設定する。ただし、2011年度実績のマップ調査が利用可能になった場合（2013年度中を予定）は、2011年度の配分比の設定を検討し、2008年度以降の配分比の見直しを行う。

iv) 排出量の試算結果

i)、ii)、iii)で設定した2000年度から2010年度までの配分比を用いて算定したCH₄及びN₂O排出量とその変化量を以下に示す。

表6 燃料の燃焼に伴う固定発生源からのCH₄排出量（単位：Gg-CH₄）

	1990	1999	2000	2005	2008	2009	2010
見直し前	25.9	28.4	28.7	27.7	27.7	26.7	28.0
見直し後	25.9	28.4	28.5	28.9	28.9	28.0	30.6
変化量	Gg-CH ₄	0.0	-0.2	1.2	1.2	1.3	2.5
	Gg-CO ₂	0.0	-4.0	25.9	24.7	27.0	53.4

表7 燃料の燃焼に伴う固定発生源からのN₂O排出量（単位：Gg-N₂O）

	1990	1999	2000	2005	2008	2009	2010
見直し前	7.0	11.5	11.9	13.6	13.4	12.9	12.7
見直し後	7.0	11.5	11.8	13.1	12.8	12.3	12.2
変化量	Gg-CH ₄	0.0	-0.1	-0.4	-0.6	-0.6	-0.5
	Gg-CO ₂	0.0	-25.7	-136.3	-179.0	-177.2	-155.5

1.2 廃プラスチックのコークス利用分からの排出量計上方法の変更

(1) 検討課題

コークス炉で利用された廃プラスチックからの排出量については、2010年度値までは廃棄物分野において再商品化実績（容器包装リサイクル協会）の活動量を用いて推計されていたが、2011年度から当該排出量が総合エネルギー統計で計上されるようになったため、データの妥当性を検証し、インベントリでの新たな計上方法を検討する必要がある。

(2) 対応方針

1) 状況整理

① 容器包装リサイクル協会のデータを用いた石炭製品製造部門のCO₂排出量算定の考え方

2010年度実績までは、「再商品化（リサイクル）実績，（公財）容器包装リサイクル協会」を用いて廃棄物分野で活動量を推計し、コークス原料として用いられた廃プラスチックを起源として排出されるCO₂の量が算定されてきた（廃棄物分野でCO₂排出量を算定し、「廃棄物の原燃料使用に伴うCO₂排出」として、エネルギー分野の石炭製品製造部門におけるその他燃料からのCO₂排出として排出量を報告）。

表 8 廃プラスチックのコークス炉化学原料利用に伴うCO₂排出量（単位：GgCO₂）

2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
15	239	213	194	193	204	245

・ 出典：2012年提出インベントリ

・ 「再商品化（リサイクル）実績，容器包装リサイクル協会」を元に、CO₂排出量を推計

② 総合エネルギー統計を用いた石炭製品製造部門のCO₂排出量算定の考え方

総合エネルギー統計では、コークス製造に用いられる原材料（コークス用原料炭やオイルコークス等）はほぼ密閉状態で燃焼されていると扱っているため、直接コークス・コールタール・コークス炉ガスにエネルギー転換されていると扱っている。石炭製品製造部門におけるCO₂排出量はコークスや鉄鋼系ガス使用量を活動量として算定されており、コークス製造に用いられた原材料の量は直接算定に用いられていない。

ただし、コークス炉におけるエネルギー投入量と産出量の間収支差については、全量がCO₂として排出されていると扱い、収支差分のエネルギーを活動量としてCO₂排出量を算定し、石炭製品製造部門における固体燃料からのCO₂排出に含めて計上している。なお、いくつかの年度において、コークス炉における炭素収支が例外的に「湧出し」となっているが、この場合はCO₂排出量を負の値で計上している（吸収として取扱い）。

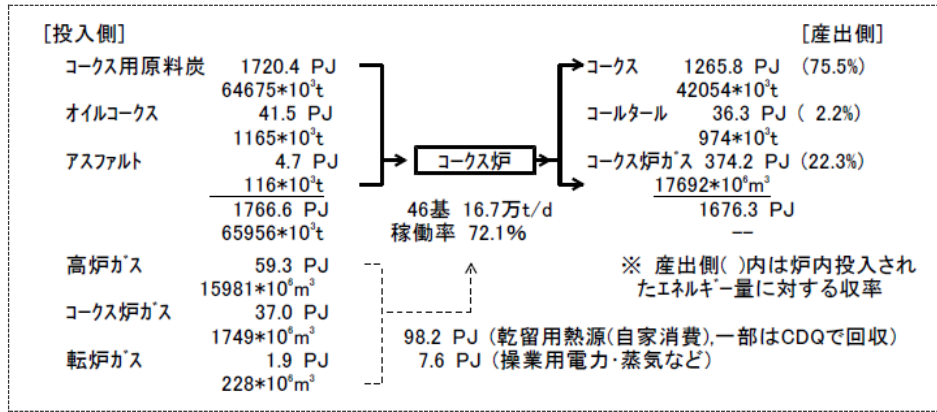


図 1 コークス炉のエネルギー収支・物質収支の試算例 (2002 年度)

出典：総合エネルギー統計の解説 (2010 年度改訂版)

表 9 コークス炉のエネルギー収支差を用いて算定される CO₂ 排出量 (単位：GgCO₂)

1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2,628	4,408	1,398	2,932	-208	-2,825	898	3,966	-195

- ・出典：2012 年提出インベントリ。
- ・負の排出量は、当該年度の炭素収支が「湧出し」であることを意味する。

③ コークス原料として用いられた廃プラの量 (総合エネルギー統計及び容リデータの比較)

総合エネルギー統計及び容器リサイクル協会資料における、コークス原料として用いられた廃プラスチック量は以下の通りである。

表 10 コークス炉原料として利用された廃プラスチック量の比較 (単位：千 t (排出ベース))

出典統計	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
総合エネルギー統計							3 ^{※1}	15 ^{※2}
容リ協会資料からの推計値	15	175	156	143	142	150	180	182

※1：廃プラスチックが調査対象に加わったのは 2011 年実績からであり、2010 年度実績については、部分的に 2011 年 1 月～3 月のデータのみが計上されている。

※2：総合エネルギー統計の 2011 年度の廃プラスチック量は速報値であり、確定値の公表時に変更される可能性がある。

【参考】日本鉄鋼連盟や新日鉄住金の公表するデータは、概ね容リ協会のデータと等しい。例えば、2004～2006 年の平均利用量は年間約 18 万 t (新日鉄資料) となっている。

上記の通り総合エネルギー統計と容リ協資料データには現時点で差異がある。ただし、日本鉄鋼連盟や新日鉄住金が公表しているデータは概ね容リ協のデータと等しく、総合エネルギー統計の値が過小となっている可能性が高い。その理由としては以下が考えられる。

▶ 統計の対象範囲の違い

石油等消費動態統計では報告対象を「廃プラスチック」と指定しているため、廃プラ加工物を投入した場合記入の義務がない。総合エネルギー統計と容リ協資料の値では廃プラの二次加工物が対象に含まれるかどうか異なる可能性がある。

▶ 石油等消費動態統計側の記入漏れ等の統計作成上の問題

廃プラの計上が始まったのは 2011 年度であり、記入漏れなど統計上の問題が残っている可能性がある。

2) 対応方針

廃プラスチックのコークス利用分からの排出については、総合エネルギー統計の石炭製品製造部門における炭素収支および当該分野からの排出量算定方法を踏まえると、総合エネルギー統計の中で取り扱うことが妥当であることから、当該排出量はエネルギー分野で計上することとする。

ただし、表 10に示す通り総合エネルギー統計と容リ協資料データの間には乖離があり、算定方法を変更することで排出量が不連続になってしまうため、下記に示す排出量算定方法・適用時期に従うこととする。なお、本年度開催された廃棄物分科会（第 1 回）において、下記の対応方針に対して承認が得られている。

① 算定方法について

i) 概要

2009 年度以前の排出量は既存の算定方法に従い、容リ協資料データを用いて CO₂ 排出量 (X) を廃棄物分野で計算し、エネルギー分野の石炭製品製造部門で報告する。2010 年度以降は総合エネルギー統計を用いてエネルギー分野で排出量 (Y) を算定・報告するとともに、廃棄物分野で 2009 年度以前と同様に算出した排出量から総合エネルギー統計を用いて算出した排出量を差し引いたもの (X-Y) をエネルギー分野で報告する。これにより、算定方法を変更した後も、算定対象とする廃プラスチック量に変化はない (図 2参照)。

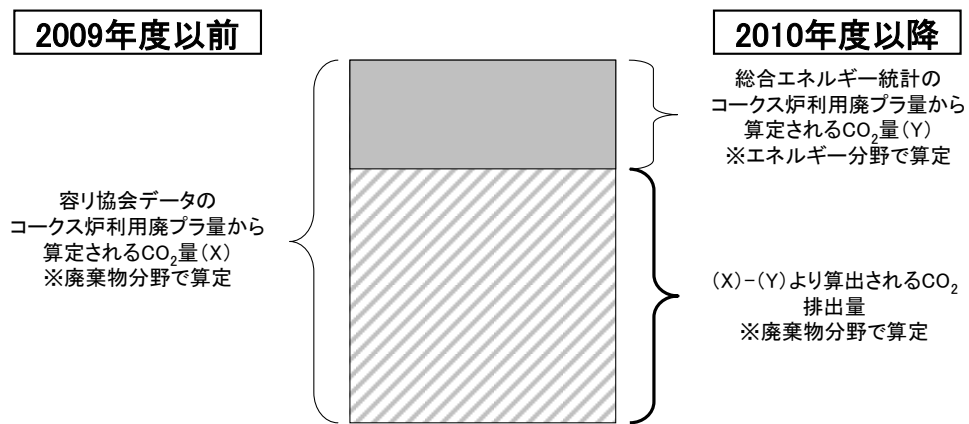


図 2 2010 年度以降のコークス炉原料利用された廃プラスチックからの CO₂ 排出量算定の考え方

ii) 2010 年度以降の排出量算定

総合エネルギー統計に計上されるコークス炉に原料として投入された廃プラスチックについては、エネルギー分野における CO₂ 排出量算定の考え方に従い、コークス炉のエネルギー収支に組み入れて CO₂ 排出量を算定する。

ただし、上記に示すとおり、現状では総合エネルギー統計と容リ協会データで把握される廃プラスチック量に差異があり、データ上、後者の方がデータの把握範囲が広いと考えられるため、2009 年以前と 2010 年以降で算定対象となる廃プラスチックの範囲が異なるという問題が生じる。それ

を防ぐため、総合エネルギー統計で把握されない廃プラスチックからの CO₂ 排出については、廃棄物分野でこれまで用いられてきた算定方法を利用して CO₂ 排出量を算定することとする。

具体的には、図 2 のとおり、総合エネルギー統計で計上されるコークス炉に原料として投入された廃プラスチック量を活動量として CO₂ 排出量を算定し、容リ協会データを用いて算定する廃プラスチックのコークス炉利用に伴う CO₂ 排出量から減じて、廃棄物分野における CO₂ 排出量を算定する（ただし、インベントリ上の CO₂ 排出量の報告分野は、従来どおり「1A 廃棄物の原燃料利用に伴う排出」とする）。

表 11 総合エネルギー統計のコークス炉利用廃プラスチック量を用いて計算される CO₂ 排出量

	単位	2006	2007	2008	2009	2010	2011
エネバラのコークス炉廃プラ使用量	千 t					3	15
算定される CO ₂ 排出量（控除量）	GgCO ₂					4	20

・コークス炉における廃プラスチック使用量に廃棄物分野で設定する CO₂ 排出係数 (1,362kgCO₂/t) を乗じて CO₂ 排出量を算定。

iii) 2009 年度以前の排出量算定

2009 年度以前の総合エネルギー統計では廃プラスチックが計上されていないため、2009 年度以前については、廃棄物分野で従来どおりの算定方法を用い CO₂ 排出量の算定を行い、排出量をエネルギー分野で報告する。

② 適用時期について

2013 年提出インベントリ（2011 年度インベントリ）から上記の算定方法に従い算定することとする。

③ 留意点について

今回、2009 年度以前と 2010 年度以降で、廃プラスチックのコークス炉投入に伴う CO₂ 排出量算定方法が変わることとなるため、UNFCCC インベントリ審査において、「経年的に一貫していない算定方法の使用 (lack of time series consistency)」に関する勧告を受けないよう、「温室効果ガスインベントリ報告書」において、統計データの変更に基づく妥当な算定方法の変更であることを十分に説明する必要がある。

④ 今後の対応

総合エネルギー統計と容リ協資料の廃プラスチック量が乖離している原因について調査し、算定方法についてエネルギー・工業プロセス分科会および廃棄物分科会で継続的な検討を行う。

2. 工業プロセス分野 (2.)

2.1 排煙脱硫からの排出量算定方法の精緻化 (2.A.3 石灰石およびドロマイトの使用(CO₂))

(1) 検討課題

現在、「2.A.3 石灰石およびドロマイトの使用」において排煙脱硫からの排出量算定に使用している不均一価格物量表の排煙脱硫用途石灰石消費量は、石炭及び C 重油中の硫黄分がすべて石灰石の燃焼を伴う脱硫方式により処理されたとして石灰石消費量を推計しており、石灰石の燃焼を伴わない脱硫方式により処理される硫黄分が考慮されておらず、過大推計になっている可能性がある。

昨年度の検討では、国内で石灰石の消費に伴い CO₂ を排出していると見られる石灰石-石膏法と炉内脱硫法について、脱硫方式別の排出量算定方法の検討を行ったが、脱硫施設の稼働状況が反映されていないという指摘を受け、継続検討課題となった。

(2) 対応方針

昨年度の検討結果を受け、本年度の検討では、「大気汚染物質排出量総合調査 (環境省)」(マップ調査) の調査個票から SO_x 排出量、ばい煙処理施設の種類、燃料消費量等のデータを抽出・集計することにより、施設の稼働実績に基づく、より実態を反映したパラメータを設定することとする。

マップ調査を活用した脱硫方式別 CO₂ 排出量算定方法は以下の通りである。

1) 湿式脱硫

【湿式脱硫による石灰石消費量算定式】

下式の通り、国内の石炭・C 重油消費量と硫黄含有率より算出した硫黄含有量に、湿式排煙脱硫の導入率を乗じることで、湿式脱硫による石灰石消費量 (湿重量)¹ を推計して活動量とする。

$$L = (A_{coal} * C_{coal} + A_{heavyoil} * C_{heavyoil}) * W * R * \frac{100.87}{32.065} / P / (1 - U)$$

L : 排煙脱硫用途石灰石消費量 (湿重量)

A_{coal} : 国内石炭消費量 (総合エネルギー統計における発電用・産業蒸気用石炭消費量)

C_{coal} : 石炭の平均硫黄含有率²

A_{heavyoil} : 国内 C 重油消費量 (総合エネルギー統計における発電用・産業蒸気用 C 重油消費量)

C_{heavyoil} : C 重油の平均硫黄含有率³

W : 湿式脱硫装置の導入率

R : 硫黄回収率 (99%と仮定)⁴

100.87 : 炭酸カルシウム分子量

32.065 : 硫黄分子量

¹ 脱硫を含む石灰石関連排出源全般の活動量の出典としている「不均一価格物量表 (RIETI, 2010)」では、湿重量ベースで石灰石消費量が表現されているため、整合性をとるため、ここでも湿重量ベースの石灰石消費量を推計する。

² マップ調査より新たに設定。

³ マップ調査より新たに設定。

⁴ 現行算定方法と同様。国内の発電所・大規模ボイラーの大部分が「湿式法」による排煙脱硫を用採用していることから、湿式法の一般的な硫黄回収率が 95~99%より安全側を取り、99%と設定。

P：石灰石純度（乾重量ベース）（「石灰石の話（石灰石鉱業協会）」を基に算出された値 98.88%）

U：水分含有率（セメント協会提供によるセメント原料用石灰石の値を使用）

ここで、湿式脱硫の導入率、石炭・C 重油中の硫黄含有率については、下記手順により、マップ調査結果を集計することで、実績値に基づく値を新たに設定する。

➤ 湿式脱硫の導入率

マップ調査の各施設別の調査結果より、ばい煙処理施設種類の調査項目において、排煙脱硫施設を抽出。そのうち「湿式排煙脱硫（アルカリ吸収法）」に該当する施設における SOx 排出量を集計し、全排煙脱硫施設に占める割合を算定、湿式脱硫設備の導入率とする。処理能力ベースではなく、SOx 排出量実績ベースの導入率を設定することで、実際の脱硫処理状況を反映した導入率とする。

➤ 硫黄含有率

湿式脱硫装置導入率同様にマップ調査から抽出した排煙脱硫施設のデータ項目のうち、各施設における一般炭消費量と C 重油消費量、及び各燃料種の硫黄含有率から、施設別の硫黄含有量を算出。さらに各燃料中の硫黄含有量の全脱硫施設合計を、一般炭と C 重油消費量の全脱硫施設合計で各々割ることにより、排煙脱硫施設において消費される石炭と C 重油の平均硫黄含有率とする。

なお、現在インベントリで使用可能なマップ調査データは 1989, 1992, 1995, 1996, 1999 年度実績のみとなっているため、適用可能なデータのない年度については内挿等により補完を行い、2000 年度以降は 1999 年度実績を据え置いて使用するものとし、最新のマップ調査結果が使用可能となった段階で各パラメータを更新するものとする。以上より、算定に使用する各パラメータの 1990～2010 年度にかけての推移は表 12 の通りとなる。

表 12 湿式脱硫からの排出量算定に使用する各パラメータの推移

		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
石炭の平均硫黄含有率	%	0.58%	0.57%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%
C重油の平均硫黄含有率	%	1.9%	2.1%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%
湿式脱硫導入率	%	71.1%	73.6%	72.9%	72.9%	72.9%	72.9%	72.9%	72.9%	72.9%
脱硫率(硫黄回収率)	%	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%

【湿式脱硫による CO₂ 排出量算定式】

下式の通り、石灰石消費量に現行の算定方法における排出係数を乗じて湿式脱硫による CO₂ 排出量とする。投入された石灰石スラリはプロセス内において循環利用されるため、現行の算定方法通り、石灰石はすべて排ガス中の硫黄分と反応して分解され CO₂ を発生させるとみなす。

$$E_{CO_2} = L * (1 - U) * EF$$

E_{CO₂}：湿式脱硫による CO₂ 排出量

- L：湿式脱硫用途石灰石消費量（湿重量）
- U：水分含有率（セメント協会提供によるセメント原料用石灰石の値を使用）
- EF：石灰石消費量当たりのCO₂排出量（現行算定方法の乾重量ベースの排出係数）

2) 乾式脱硫

【乾式脱硫による石灰石消費量算定式】

乾式脱硫のうち、石灰石が投入されるのは、前述の通り炉内脱硫のみと見られる。そこで、下式のとおり、国内の石炭・C重油消費量より算出した硫黄含有量に炉内脱硫の導入率を乗じることで炉内脱硫によって処理される硫黄量を推計し、さらに、硫黄分に対する石灰石の投入比率（Ca/S比）を乗じて石灰石量換算したものを炉内脱硫における石灰石消費量（湿重量）⁵とする。

$$L = (A_{coal} * C_{coal} + A_{heavyoil} * C_{heavyoil}) * D * Ca / S * \frac{100.870}{40.078} / P / (1 - U)$$

- L：乾式脱硫用途石灰石消費量（湿重量）
- A_{coal}：国内石炭消費量（総合エネルギー統計における発電用・産業蒸気用石炭消費量）
- C_{coal}：石炭の平均硫黄含有率⁶
- A_{heavyoil}：国内C重油消費量（総合エネルギー統計における発電用・産業蒸気用C重油消費量）
- C_{heavyoil}：C重油の平均硫黄含有率⁷
- D：炉内脱硫の導入率⁸
- Ca/S：炉内脱硫における硫黄分に対する石灰石の投入比率（文献値等より3と設定）
- 100.870：炭酸カルシウム分子量
- 40.078：カルシウム分子量
- P：石灰石純度（「石灰石の話（石灰石鉱業協会）」を基に算出された値98.88%）
- U：水分含有率（セメント協会提供によるセメント原料用石灰石の値を使用）

ここで、炉内脱硫の導入率については、湿式脱硫同様に、下記手順により、マップ調査結果を集計することで、実績値に基づく値を新たに設定する。

- ▶ 乾式（炉内）脱硫の導入率
マップ調査の各施設別の調査結果より、ばい煙処理施設種類の調査項目において、排煙脱硫施設に該当する施設を抽出。そのうち、炉内脱硫にあたると見られる「乾式排煙脱硫（その他）」に該当する施設におけるSO_x排出量を集計し、全排煙脱硫施設に占める割合を算定、湿式脱硫設備の導入率とする。
- ▶ 石炭・C重油中の硫黄含有率
湿式脱硫と同様の値（マップ調査からの算出値）を使用。

⁵ 湿式脱硫同様に「不均一価格物量表（RIETI, 2010）」と整合性をとるため、湿重量ベースの石灰石消費量を推計する。

⁶ マップ調査より新たに設定した湿式脱硫と同じ値を使用。

⁷ マップ調査より新たに設定した湿式脱硫と同じ値を使用。

⁸ マップ調査より新たに設定した値を使用。

また、硫黄分に対する石灰石の投入比率（Ca/S 比）については、昨年度の検討結果に従い Ca/S = 3 と想定する⁹。

なお、湿式脱硫同様にマップ調査の調査対象外の年度については、内挿等により補完を行い、2000 年度以降は 1999 年度実績を据え置いて使用するものとし、最新のマップ調査結果が使用可能となった段階で各パラメータを更新するものとする。算定に使用する各パラメータの 1990～2010 年度にかけての推移は表 13 の通りとなる。

表 13 乾式（炉内）脱硫からの排出量算定に使用する各パラメータの推移

		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
石炭の平均硫黄含有率	%	0.58%	0.57%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%	0.51%
C重油の平均硫黄含有率	%	1.9%	2.1%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%
乾式（炉内）脱硫導入率	%	0.3%	1.2%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%
Ca/S比率	-	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

【乾式脱硫による CO₂ 排出量算定式】

下式の通り、石灰石消費量に現行の算定方法における排出係数を乗じて乾式脱硫（炉内脱硫）による CO₂ 排出量とする。炉内脱硫では投入された石灰石が、SO₂ との反応の有無に関わらず炉内ですべて焼成され、CaO となる過程で CO₂ が排出されるため、前述の式により算定された石灰石消費量はすべて CO₂ 発生源になるとみなして問題ないと考えられる。

$$E_{CO_2} = L * (1 - U) * EF$$

E_{CO₂}：乾式脱硫による CO₂ 排出量

L：乾式脱硫用途石灰石消費量（湿重量）

U：水分含有率（セメント協会提供によるセメント原料用石灰石の値を使用）

EF：石灰石消費量当たりの CO₂ 排出量（現行算定方法の乾重量ベースの排出係数）

(3) 算定方法改訂結果

算定方法改訂前後における脱硫用途石灰石消費量の推移を表 14 に示す。算定方法の変更により、2010 年度の脱硫用途石灰石消費量は約 47 万 t 減少する¹⁰。

これは、改訂前の推計方法においては湿式脱硫による石灰石消費量とみなされていた石灰石以外の吸収剤・吸着剤等による脱硫処理分が、今回の改訂により控除されたためである。

⁹ 脱硫装置メーカー等へのヒアリングでは、各事業者の運用方法によって異なり、決まった投入比率があるわけではないが湿式の数倍程度とのこと。

¹⁰ 試算値であり、実際の不均一価格物量表において示される値とは異なる可能性がある。

表 14 算定方法改訂前後の石灰石消費量（試算値）

			1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
改訂前		千t	2,120	2,230	2,202	2,580	2,493	2,658	2,412	2,163	2,216
改訂後	湿式	千t	1,825	2,075	1,790	2,055	1,875	2,121	1,945	1,642	1,693
	乾式	千t	20	81	54	63	57	65	59	50	52
	合計	千t	1,844	2,157	1,844	2,118	1,932	2,186	2,004	1,692	1,745
差異		千t	▲ 276	▲ 74	▲ 358	▲ 462	▲ 561	▲ 472	▲ 407	▲ 472	▲ 471

表 14の石灰石消費量を元に算定した改訂前後の CO₂ 排出量の推移を表 15に示す。算定方法の変更による脱硫用途石灰石消費量の減少に伴い、2010 年度の CO₂ 排出量は約 23 万 t-CO₂ 減少することになる¹¹。

表 15 算定方法改訂前後の排出量（脱硫用途）（試算値）

			1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
改訂前		千t-CO2	901	981	969	1,135	1,097	1,170	1,061	952	975
改訂後	湿式	千t-CO2	776	883	763	877	799	903	829	699	720
	乾式	千t-CO2	8	35	23	27	24	27	25	21	22
	合計	千t-CO2	784	918	786	904	824	931	854	720	742
差異		千t-CO2	▲ 117	▲ 64	▲ 183	▲ 231	▲ 273	▲ 239	▲ 207	▲ 232	▲ 233

なお、排煙脱硫用途の石灰石消費量推計方法変更に伴い、不均一価格物量表におけるその他部門の石灰石消費量も再計算されるため、不均一価格物量表の石灰石消費量を活動量として使用している「2.A.2.生石灰製造」、「2.A.3.石灰石及びドロマイトの使用」の CO₂ 排出量も変更されることに留意する必要がある。

¹¹試算値であり、実際の不均一価格物量表を基にした CO₂ 排出量算定結果とは異なる可能性がある。