

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. 燃料からの漏出分野（1.B.）

今年度の分科会において優先的に検討を行う課題は特になし。

2. 工業プロセス分野（2.）

2.1 石灰石及びドロマイトの使用（石灰石の使用）（2.A.3）CO₂

2.1.1 活動量把握方法の改善

（1）問題点

現在、石灰石の使用に伴う CO₂ 排出量の算定における活動量データとして、経済産業省「資源統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された石灰石の「鉄鋼・製錬用」及び「ソーダ・ガラス用」販売量を用いている。しかし、石灰石の用途は多岐にわたるため、すでに他部門で計上している排出量との二重計上や計上漏れの可能性があり、インベントリレビューにおいても活動量の完全性について指摘を受けている。例えば、「鉄鋼・製錬用」及び「ソーダ・ガラス用」に計上されている石灰石が、生石灰やソーダ灰などの他製品の製造に使用されている場合、インベントリにおいて別途に「生石灰製造（2.A.2）」、「ソーダ灰の生産及び使用（2.A.4）」で計上している CO₂ 排出量と二重計上になっている可能性がある。

加えて、脱硫施設における石灰石の使用に伴う CO₂ 排出量が現時点で未推計になっている。

■ 排出量算定方法

石灰石の鉄鋼・製錬用及びソーダ・ガラス用販売量にわが国特有の排出係数を乗じて排出量を算定する。

■ 排出係数

石灰石鉱業協会「石灰石の話」の石灰石およびドロマイトから取り出せる CaO および MgO の割合と、化学反応式による分子量の関係から、わが国独自の排出係数を設定している（440 kg-CO₂/t）（全年一定）。

■ 活動量

経済産業省「資源統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された、石灰石の鉄鋼・製錬用及びソーダ・ガラス用販売量を用いている。

1990～2007 年度における鉄鋼・製錬用及びソーダ・ガラス用の石灰石消費量は表 1の通り。

表 1 鉄鋼・製錬用及びソーダ・ガラス用の石灰石販売量の推移

	単位	1990	1995	2000	2005	2007
鉄鋼・製錬用	t	22,375,078	22,371,261	22,901,835	23,971,458	25,166,352
ソーダ・ガラス用	t	1,846,490	1,945,667	1,721,893	996,699	1,290,674

(2) 対応方針

石灰石の関連業界（日本石灰協会、石灰石鉱業協会、日本鉄鋼連盟、セメント協会、経済産業省、日本セラミックス協会等）にヒアリングを行い、インベントリにおける石灰石関連排出量の二重計上や計上漏れの有無を調査した。その結果、排出量の二重計上や計上漏れの疑いがある排出源が複数特定された。検討結果を表 2 に示す。

ただし、今回の検討において特定した排出源以外にも計上漏れの排出源が存在する可能性が判明したため、今年度は部分的な改訂は行わず、引き続き活動量の精査を行い、今後の検討において当該排出源全体の改訂方針が固まった後にインベントリに適用することとする。

表 2 二重計上や計上漏れの疑いがある石灰石関連の排出源

石灰石の利用用途	排出源分野	算定方法	活動量	二重計上	計上もれ
セメント	2.A.1. セメント製造	製品製造量×排出係数	クリンカ生産量 (セメント協会データ)		
生石灰	2.A.2. 生石灰製造	製品製造量×排出係数	生石灰生産量 (化学工業統計年報)	←	④
鉄鋼	2.A.3. 石灰石及びドロマイトの使用	原料消費量×排出係数	鉄鋼・精錬用の石灰石販売量 (資源・エネルギー統計年報)	←	
ソーダガラス			ソーダ・ガラス用の石灰石販売量 (資源・エネルギー統計年報)	←	⑤
ソーダ灰	2.A.4. ソーダ灰の生産・使用	製品製造量×排出係数	ソーダ灰出荷量 (ソーダ工業会提供データ)	←	
カルシウムカーバイド	2.B.4. カーバイド製造 (カルシウムカーバイド)	製品製造量×排出係数	カルシウムカーバイド生産量 (カーバイド工業会提供データ)	←	
脱硫	未推計排出源				⑥
鑄物砂					⑦
耐火物					
農業(肥料、農薬等)	排出なし				
建材(大理石、石膏ボード等)					
紙パルプ					
食品(カルシウム添加物等)					
土木(土質安定、発破剤等)					
その他工業	不明				

※番号は後述の対応方針と対応

1) 二重計上

これまで、二重計上の疑いのある分野として以下の事項が指摘されていた。

- ① 「石灰石及びドロマイトの使用（鉄鋼・精錬用）（2.A.3.）」と「生石灰製造（2.A.2.）」、
- ② 「石灰石及びドロマイトの使用（ソーダ・ガラス用）（2.A.3.）」と「ソーダ灰生産及び使用（2.A.4.）」
- ③ 「カーバイド製造（2.B.4.）」と「生石灰製造（2.A.2.）」

今回の調査により、①については二重計上の可能性があること、②については計上すべきでない排出量が計上されていること、③については二重計上がないことを確認した。詳細を以下に示す。

① 「石灰石及びドロマイトの使用（鉄鋼・精錬用）（2.A.3.）」と「生石灰製造（2.A.2.）」

鉄鋼・精錬用の石灰石から自家消費用に生石灰を製造しているケースが存在することが確認されたため、「石灰石及びドロマイトの使用（鉄鋼・精錬用）（2.A.3.）」と「生石灰製造（2.A.2.）」で排出量を二重計上している可能性がある。

二重計上分を控除するためには、資源・エネルギー統計の鉄鋼・精錬用石灰石販売量のうち、自家消費用の生石灰生産用途分を把握するか、または生石灰製造量のうち、自家消費用の生石灰生産量を把握する必要がある。しかし、鉄鋼業における自家消費用石灰石は石灰石の販売先での用途に関するデータは公的統計等で把握されていない。また、同じく生石灰製造量の中の自家消費生石灰生産量も把握されていないため、従来の活動量のままとする。

② 「石灰石及びドロマイトの使用（ソーダ・ガラス用）（2.A.3.）」と「ソーダ灰生産及び使用（2.A.4.）」

経済産業省にヒアリングを実施した結果、資源・エネルギー統計年報に示されたソーダ・ガラス用の石灰石販売量は、ソーダ・ガラス製造事業所に販売されたものすべてを対象としているため、ソーダ灰の生産の際に使用される石灰石もそれに含まれることが判明した。

わが国におけるソーダ灰生産プロセスでは、石灰石起源のCO₂のほとんどが製品中へ取り込まれるため、ソーダ灰の生産に使用された石灰石からのCO₂排出量は計上すべきではない。従って、ソーダ・ガラス用石灰石の販売量のうち、ソーダ灰生産用の石灰石消費量を差し引く必要がある。

③ 「カーバイド製造（2.B.4.）」と「生石灰製造（2.A.2.）」

「カーバイド製造（2.B.4.）」では、カルシウムカーバイド製造に使用される生石灰の製造プロセスで発生するCO₂を計上しており、「生石灰製造（2.A.2.）」と二重計上の懸念がある。

カーバイド工業会にヒアリングを実施した結果、カルシウムカーバイド製造用に製造される生石灰は、「生石灰製造（2.A.2.）」の活動量として用いている化学工業統計の「生石灰生産量」には含まれていないことが判明したため、二重計上は起こっていないことが確認された。

2) 計上漏れ

これまで、計上もれの疑いがある分野として以下の事項が指摘または把握されていた。

- ④ 「生石灰製造（セメント用）（2.A.2.）」
- ⑤ 「石灰石及びドロマイトの使用（ガラス用）（2.A.3.）」
- ⑥ 「石灰石及びドロマイトの使用（脱硫用）（2.A.3.）」
- ⑦ 「石灰石及びドロマイトの使用（鋳物砂・耐火物用）（2.A.3.）」

今回の調査により、④については計上漏れはなく、⑤、⑥、⑦については計上漏れが存在することが判明した。⑤、⑦については、ガラス用及び鋳物砂・耐火物用の石灰石消費量を「石灰石

及びドロマイトの使用 (2.A.3.)」の活動量に含めて CO₂ 排出量を算定する必要がある。⑥については、排出量を算定するために必要なデータが不足しているため、今後の検討課題とする。

詳細を以下に示す。

④ 生石灰製造（セメント用）（2.A.2.）

「セメント製造 (2.A.1.)」からの CO₂ 排出量の算定においてはクリンカ生産量を活動量としているが、クリンカとは別に生石灰がセメント石灰複合系固化材の製造に使用されるケースが存在することが判明した。この生石灰がセメント事業者において製造され、クリンカ生産量にも計上されていない場合、生石灰製造に係る排出が計上漏れとなっている可能性がある。しかし、調査の結果、この生石灰は全量が石灰製造業からの購入分ということであり、計上漏れにはならないことを確認した。

⑤ 石灰石及びドロマイトの使用（ガラス用）（2.A.3.）

ガラス製造の原料として、石灰石以外に、粒状の石灰石であるタンカル¹も使用されているが、タンカル消費量は石灰石とは別の統計項目で把握されているため、ガラス製造用に使用されたタンカルからの CO₂ 排出量が計上漏れとなっている可能性が判明した。

石灰石鉱業協会「石灰石」に記載のタンカル生産及び用途別出荷量のうち、ガラス用途分に関するタンカル販売量のデータが石灰石鉱業協会より入手できたため、活動量として含め、排出量を計上する必要がある。なお、タンカル販売量は、経済産業省「資源・エネルギー統計年報」において「その他」の区分に含まれており、現在計上している「鉄鋼・製錬用」及び「ソーダ・ガラス用」販売量とは別区分であるため、二重計上にはならない。

⑥ 石灰石及びドロマイトの使用（脱硫用）（2.A.3.）

脱硫による石灰石消費に伴う CO₂ 排出量に関するこれまでの検討では、脱硫用途の石灰石消費量に関するデータが入手できず、未推計となっていた。今回の調査で、石灰石鉱業協会「石灰石」に記載のタンカル生産及び用途別出荷量のうち、脱硫用途分に関するデータを石灰石鉱業協会より入手できたが、脱硫装置には複数の方式（湿式、半乾式、乾式等）が存在し、そのうち CO₂ 排出を伴わないと考えられる方式もあるため、石灰石の使用 (2.A.3) で用いている排出係数（化学式から算出）を適用して排出量を算定することは実態を反映していない可能性がある。そのため、現段階では、脱硫用石灰石消費に伴う CO₂ 排出量の追加計上は行わないこととする。今後、関連団体等の協力を仰ぎつつ、妥当な算定方法の設定について継続的に検討を行う。

⑦ 石灰石及びドロマイトの使用（鋳物砂・耐火物用）（2.A.3.）

鋳物砂は、非鉄金属および鋳鉄の鋳造に使用され、その焼成過程において石灰石の分解により

¹舗装用や工業用、農業用に使用される粒状の石灰石

CO₂ が排出されると考えられる。また、石灰耐火物は石灰石より石灰クリンカ (CaO) を経て製造され、同様に焼成過程において CO₂ が排出される。従って、鋳物砂・耐火物用の石灰石消費量を新たに活動量に含め、排出量を計上する必要がある。

2.1.2 わが国独自の排出係数の更新

(1) 問題点

石灰石及びドロマイトの使用に伴う CO₂ 排出係数の推計過程では、石灰石及びドロマイトから取り出せる CaO、MgO の割合を用いている。これらの値は、石灰石鉱業協会「石灰石の話」に示された割合の範囲の中間値を採用し、全年一定として排出量の算定に用いているが、わが国の実態を反映していない可能性がある。加えて、石灰石の成分が産出地域別や用途別に異なる場合、産出地域あるいは用途別に石灰石起源の排出係数を設定する必要があるかどうか検討する必要がある。

(2) 対応方針

石灰石鉱業協会に対し、石灰石の排出係数設定方法の改善についてヒアリングを実施した。

石灰石の産出地域別成分データについては、1979 年における地区別主要成分データが存在したが、石灰石は試料の採取箇所や採取する年次によって成分組成のばらつきが大きく、ある年の成分組成代表値をもってわが国の排出係数を設定することは適切でないとの指摘があった。また、地域別の石灰石中の CaCO₃ 含有率に関する情報は、企業秘密に当たり、定期的に公開されていないことが判明した。

石灰石中の CaCO₃ 含有率は、使用用途により品質規格が各社で設定されており、わが国の石灰石の消費実態を反映させるためには、用途別の CaCO₃ 含有率を用いて排出係数を設定することが望ましい。しかし、用途別の CaCO₃ 含有率については現在のところデータが存在しないため、用途別の排出係数の設定には至っていない。

以上より、現行のわが国特有な排出係数を引き続き使用する。

2.2 ソーダ灰生産及び使用（ソーダ灰の使用）（2.A.4.）CO₂

(1) 問題点

当該排出源における排出係数は、わが国における実測データが存在しないため、1996年改訂 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値 (0.415[t-CO₂/t]) を用いている。しかし、デフォルトの排出係数は、ソーダ灰の Na₂CO₃ 純度が 100%であると仮定して設定されたものであり、現在の排出係数では CO₂ 排出量を過大に算定している可能性がある。

また、現在は国内で生産されたソーダ灰、輸入ソーダ灰及び輸入された其他炭酸二ナトリウム（主にトロナ灰）のすべてに対して同じ排出係数を用いているが、これらは代表的な純度が異なる可能性があるため、正確な排出量算定のためにはそれぞれについて排出係数を設定する必要がある。

昨年度の検討においては、国内でソーダ灰の製造を行っている 2 社より各社で製造しているソーダ灰純度データの提供を受けており、2 社のデータにおいてソーダ灰の種類別純度が若干異なることを確認した。国内産ソーダ灰を代表する純度を設定するためには、両社のソーダ灰の種類別生産

量等で加重平均等をする必要があったが、生産量は秘匿情報にあたり未入手の状況であった。

■ 現状の算定方法

ソーダ灰の使用量に排出係数を乗じて CO₂ 排出量を算定している。ソーダ灰の使用量については、①ソーダ工業会提供データの出荷量計、②貿易統計におけるソーダ灰の輸入量、③貿易統計におけるその他炭酸二ナトリウム（主にトロナ灰）の輸入量の合計値を使用している。

表 3 ソーダ灰の使用量の推移

	単位	1990	1995	2000	2005	2007
ソーダ灰の出荷量	t	1,097,946	976,824	633,982	426,616	429,925
ソーダ灰輸入量	t	2	8,254	53,124	131,135	120,298
その他炭酸二ナトリウムの輸入量	t	308,392	299,176	360,280	303,043	269,001
合計	t	1,406,340	1,284,254	1,047,386	860,794	819,224

**ソーダ灰輸入量及びその他炭酸二ナトリウムの輸入量は暦年値データである。

■ 現状の排出係数

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されているデフォルト値 (0.415 [t-CO₂/t]) を全年において用いている。デフォルト値は以下のように設定されている。

1 モルの Na₂CO₃ (分子量 105.99) を使用するごとに 1 モルの CO₂ (分子量 44.01) が排出されることから、

$$\begin{aligned}
 \text{デフォルト排出係数} &= \text{CO}_2 \text{ 分子量} / \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 分子量} \\
 &= 44.01 / 105.99 \\
 &= 0.415
 \end{aligned}$$

(2) 対応方針

国内 2 社のソーダ灰生産量は各企業の秘匿情報にあたり、引き続き入手は困難であったため、2 社のソーダ灰純度の算術平均を国内産ソーダ灰の代表純度として排出係数を設定することとする（国内 2 社の生産バランスが大きく変動したとしても、CO₂ 排出量は最大 0.05% 程度しか変わらないため、算術平均でも問題ないものと判断した）。なお、ソーダ灰の純度は経年変動が少ないため、排出係数は経年固定とする。

輸入ソーダ灰および輸入されたその他炭酸二ナトリウムの純度については、代表値を求めるための十分な情報が得られていないため、従来どおりデフォルト値を用いることとする。

■ 改訂後の排出係数

国内産ソーダ灰については純度を用いて以下のように排出係数を設定する。

$$\begin{aligned}
 \text{国内産ソーダ灰排出係数} &= \text{ソーダ灰純度 (国内 2 社平均)} \times \text{CO}_2 \text{ 分子量} / \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 分子量} \\
 &= 0.995 \times 44.01 / 105.99 \\
 &= 0.413
 \end{aligned}$$

輸入ソーダ灰および輸入されたその他炭酸二ナトリウムは 1996 年改訂 IPCC ガイドライン

(vol.3 p2.13)に示されるデフォルト値 (0.415 [t-CO₂/t-Na₂CO₃]) を用いる。

(3) 改訂結果

排出係数改訂前後の CO₂ 排出量の推移を表 4に示す。排出係数の改訂により、2007 年度の CO₂ 排出量は約 800 t-CO₂ 減少した。

表 4 排出係数改訂前後の排出量

年度		単位	1990	1995	2000	2005	2007
改訂前	国産ソーダ灰	千t-CO ₂	456	405	263	177	178
	輸入ソーダ灰	千t-CO ₂	128	128	172	180	162
	合計	千t-CO ₂	584	533	435	357	340
改訂後	国産ソーダ灰	千t-CO ₂	454	403	262	176	178
	輸入ソーダ灰	千t-CO ₂	128	128	172	180	162
	合計	千t-CO ₂	582	531	433	356	339
増減	国産ソーダ灰	千t-CO ₂	▲ 2.1	▲ 1.9	▲ 1.2	▲ 0.8	▲ 0.8
	輸入ソーダ灰	千t-CO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	千t-CO ₂	▲ 2.1	▲ 1.9	▲ 1.2	▲ 0.8	▲ 0.8

2.3 カーバイド製造（カルシウムカーバイド）（2.B.4.）CO₂

(1) 問題点

現在の 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示された排出係数（表 5）は、他国における実測値を基に設定された参考値であり、わが国の実態を正しく表していない可能性がある。

昨年度の検討においてカーバイド工業会にヒアリングを行った結果、カルシウムカーバイドを製造している国内の製造事業者 2 社うち、1 社のデータが得られ、石灰石起源および還元剤起源の排出係数がデフォルト値よりも小さいことを確認した。

カーバイド工業会によると、もう一方の製造事業者は製造プロセス等が異なるため、代表的な排出係数の設定には両製造事業者の情報を得る必要があるとのことであった。従って、1 社のみの情報ではわが国独自の排出係数を設定するのに十分なデータではないと判断し、従来どおりデフォルトの排出係数を用いていた。

■ 現状の算定方法（カルシウムカーバイド）

カーバイド工業会より提供されたカルシウムカーバイドの生産量にデフォルトの排出係数を乗じて算定している。本排出源で算定しているのは、カルシウムカーバイド製造に使用される生石灰を石灰石から製造する過程で発生する CO₂、カルシウムカーバイド製造時に発生する CO が燃焼することにより生成する CO₂、及び、カルシウムカーバイドを水と反応させて水酸化カルシウム（生石灰）とアセチレンをつくり、アセチレンが使用される際に発生する CO₂ である。

■ 現状の排出係数（カルシウムカーバイド）

1996 年改訂 IPCC ガイドラインに示されているカルシウムカーバイドの生産に伴う石灰石起

源、還元剤起源及び使用時の排出係数のデフォルト値を使用している（表 5）。

表 5 カルシウムカーバイドの生産に伴う現状の排出係数

単位		石灰石起源 (生産時)	還元剤起源 (生産時)	使用時
排出係数	t-CO ₂ /t-カーバイド	0.76	1.09	1.1

*デフォルト排出係数はノルウェーの工場での実測値を基に設定されている。

(2) 対応方針

今回新たに未把握であったもう 1 社からの排出係数に関する情報を受け、国内 2 社のカーバイド生産量で加重平均した 2008 年の排出係数（石灰石起源、還元剤起源）をカーバイド工業会より提供頂いたため、わが国を代表する排出係数として設定する。

ただし、1990 年まで遡っての過去の排出係数データは存在せず、生産規模や製造技術改良等の要因によって経年で変動すると考えられることから、2007 年度以前の算定にはデフォルトの排出係数を使用する。2009 年度以降は、新たな排出係数が提供され次第、随時更新する。

■ 改訂後の排出係数

1990 年～2007 年はデフォルトの排出係数、2008 年以降はカーバイド工業会提供の排出係数を使用する。

(3) 改訂結果

カルシウムカーバイド生産量・排出係数・排出量は秘匿扱いである。

2.4 エチレン製造 (2.B.5) CO₂

(1) 問題点

エチレン製造に伴う CO₂ 排出量の算定では、我が国独自の排出係数を全年一定として使用しているが、実態を反映していない可能性がある。

■ 従来算定方法

経済産業省「化学工業統計年報」に示されたエチレンの製造量(t)にわが国独自の排出係数を乗じて排出量を算定している。

■ 従来排出係数

エチレン製造に伴う CO₂ 排出係数は 2005 年度インベントリ以降、他分野の排出源情報における秘匿性確保の関係上、秘匿データとして扱っている。

■ 従来の活動量

経済産業省「化学工業統計年報」に示されたエチレンの製造量を用いている。

(2) 対応方針

石油化学工業協会がエチレン製造に伴う CO₂ 排出係数に関する調査を 2009 年に実施したので、その調査結果を用いる。なお、エチレン製造に伴う CO₂ 排出係数は 2005 年度インベントリ以降、前述の通り、秘匿データとして扱っている。

■ 改訂後の排出係数

石油化学工業協会提供の排出係数を使用する。

(3) 改訂結果

エチレン製造に伴う CO₂ の排出係数・排出量は秘匿扱いである。

3. 溶剤及びその他製品の利用 (3.)

3.1 麻酔 (3.D.1) N₂O

(1) 問題点

麻酔からの N₂O 排出量の算定においては、麻酔剤として使用される N₂O の全量が大気中に放出されると仮定し、麻酔剤として医薬品の製造事業者又は輸入販売業者から出荷された N₂O の量を排出量としてそのまま計上している。しかし、近年麻酔の N₂O 分解装置の導入によって病院施設において発生する N₂O 量が低減されているが、現状の排出量算定方法では、N₂O 分解装置の導入による排出削減量が反映されない。

■ 現状の算定方法

「薬事工業生産動態統計年報」に示された薬事用 N₂O の量を排出量として報告している。

表 6 現状の排出量

	単位	1990	1995	2000	2005	2007
薬事用N ₂ O生産量	kg	926,030	1,411,534	1,099,979	859,389	519,011
排出量	千t-N ₂ O	0.93	1.41	1.10	0.86	0.52
排出量(CO ₂ 換算)	千t-CO ₂	287	438	341	266	161

(2) 対応方針

麻酔の N₂O 分解装置を製造している昭和電工株式会社にヒアリングを実施した結果、わが国では、2006 年に東京大学医学部附属病院、熊本大学医学部附属病院、群馬大学医学部附属病院で N₂O 分

解装置が導入されていることが判明した。

そこで、3病院における年間N₂O使用量にN₂O分解装置の分解率（99.9%）を乗じることでN₂O削減量を算定し、「薬事工業生産動態統計年報」に示された薬事用N₂O量から差し引いた量を排出量とする。

■ 改訂後の算定方法

「薬事工業生産動態統計年報」に示された薬事用N₂O量からN₂O分解装置を導入している3病院におけるN₂O削減量を差し引く。

(3) 改訂結果

算定方法改訂前後のN₂O排出量の推移を表7に示す。算定方法の改訂により、2007年度のN₂O排出量は約3t-N₂O（約900t-CO₂）減少した。

表7 算定方法改訂前後の排出量

		単位	1990	1995	2000	2005	2007
改訂前	薬事用N ₂ O生産量	kg	926,030	1,411,534	1,099,979	859,389	519,011
	排出量	千t-N ₂ O	0.93	1.41	1.10	0.86	0.519
改訂後	薬事用N ₂ O生産量	kg-N ₂ O	926,030	1,411,534	1,099,979	859,389	519,011
	3病院におけるN ₂ O回収量	kg-N ₂ O	0	0	0	0	3,045
	排出量	千t-N ₂ O	1	1.41	1.10	0.86	0.516
増減	排出量	千t-N ₂ O	0	0	0	0	▲ 0.003
	排出量(CO ₂ 換算)	千t-CO ₂	0	0	0	0	▲ 0.9