

エネルギー・工業プロセス分野における算定方法の改善について (エネルギー・工業プロセス分科会)

I. 第1 約束期間インベントリの検討課題

1. 燃料の燃焼分野 (1.A.)

1.1 天然ガス自動車からの CO₂ 排出 (1.A.3.b.自動車)

(1) 検討課題

天然ガス自動車における燃料消費量については、2009 年度以前は公的統計がなく、総合エネルギー統計の業務部門における燃料消費量の内数であった。そのため、CRF (Common Reporting Format : インベントリの共通報告様式) 上は天然ガス自動車からの CO₂ 排出量は「1.A.4.その他部門」の排出量の内数であるとして、「1.A.3.b.自動車」の気体燃料由来排出を「IE (Included Elsewhere : 既に他の区分の排出・吸収量に含まれて報告されている)」として報告していた。しかし、2010 年度から天然ガス自動車における燃料消費量が公的統計として把握できるようになり、総合エネルギー統計の中で項目として追加されたことから、2010 年度以降の CRF では、「1.A.3.b.自動車」の気体燃料由来排出において、天然ガス自動車からの CO₂ 排出量を報告している (表 1)。

一方、CH₄、N₂O 排出量については、天然ガス自動車の普及台数 (日本ガス協会データ) を基に排出量を算定しており、全年度、「1.A.3.b.自動車」の気体燃料由来排出において計上している。

表 1 CRF 上での「1.A.3.b.自動車」における気体燃料由来排出の報告内容

		1990	1991	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	Gg	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	227	224
CH ₄	Gg	0.0000	0.0000	0.0005	0.0089	0.0402	0.0473	0.0523	0.0573	0.0583	0.0602	0.0591
N ₂ O	Gg	0.0000	0.0000	0.0001	0.0018	0.0076	0.0088	0.0096	0.0105	0.0106	0.0109	0.0107

上記に関して、2013 年のインベントリ訪問審査では、「2010 年度前後で算定方法が異なっており、時系列の一貫性が保持されていない。また、比較可能性の観点から、CH₄、N₂O 排出量同様に、1990 ~ 2009 年度の CO₂ 排出量についても、「1.A.3.b.自動車」の気体燃料由来排出において報告すべき」との指摘を受けた。

(2) 対応方針

CH₄、N₂O 排出量同様に、天然ガス自動車の普及台数 (日本ガス協会データ) を基に 1990 ~ 2009 年度の活動量を設定して全年度に渡る CO₂ 排出量を算定し、「1.A.3.b.自動車」の気体燃料由来排出において計上する。また、現在「IE」と報告している 1990 ~ 2009 年度については、新たな排出量の報告と併せ、「1.A.4.a.業務」の排出量から相当分を控除することとする。なお、今回の検討に当たり、運輸分科会において活動量設定方法の見直しが行われたため、その見直し結果を反映する。算定方法概要は以下の通り。

算定方法

天然ガス自動車の燃料消費量に発熱量、炭素排出係数を乗じて CO₂ 排出量を算定する。

活動量

CH₄、N₂O 排出量算定に使用している天然ガス自動車の走行距離を燃費で割り戻して燃料消費量とする。

天然ガス自動車の走行距離については、天然ガス自動車の普及台数と天然ガス自動車以外の台数あたり走行距離を基に走行距離を推計しているため不確実性が大きいこと、算定に用いている天然ガス自動車台数は「普及台数」であり「登録台数」ではないこと等、算定精度に関する課題が存在したため、今回のCO₂排出量の算定方法検討にあたり、運輸分科会において、活動量の設定方法の見直しが行われた。

燃費については、2010年度以降については、自動車燃料消費量調査において公表されているCNG車の走行距離と燃料消費量を用いて算出した走行1km当たり燃料消費量（全車種平均）を使用し、天然ガス自動車の項目が存在しない2009年度以前については2010年度値を全年度共通で使用することとする。

表 2、図 1 に運輸分科会における改訂案を基にした天然ガス自動車における天然ガス消費量の推移を示す。

表 2 天然ガス自動車における燃料消費量の推移（千 m³）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
燃料消費量	78	187	483	980	1,740	3,365	5,526	8,093	13,120	18,809		
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
燃料消費量	27,758	42,806	59,646	75,308	82,061	88,716	98,026	103,687	109,868	107,120	104,181	102,383

（出典）運輸分科会検討結果及び自動車燃料消費量調査（国土交通省）を基に作成

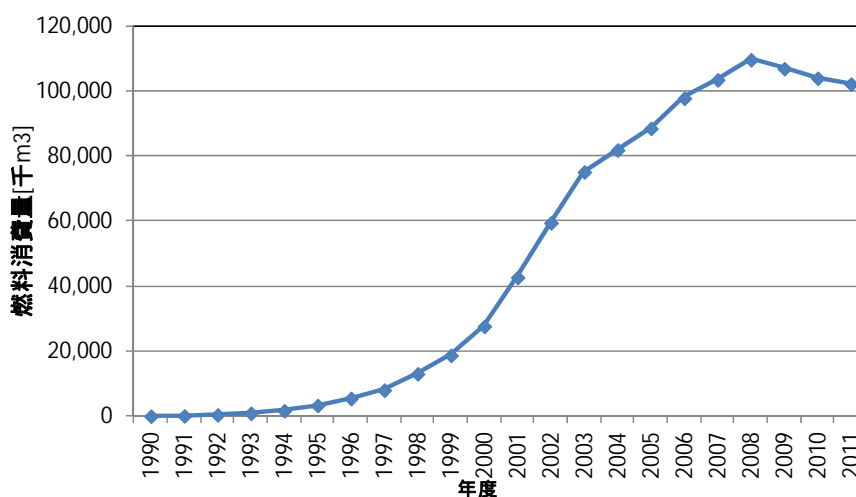


図 1 天然ガス自動車における燃料消費量の推移

排出係数

現行インベントリにおいて、2010年度以降計上しているCO₂排出量同様、総合エネルギー統計に記載の「都市ガス」の発熱量（2011年：44.8MJ/m³N）、炭素排出係数（13.82gC/MJ）を使用してCO₂排出量に換算する。

(3) 試算結果

天然ガス自動車からの CO₂ 排出量の推移を表 3 に示す。2011 年度の CO₂ 排出量は約 23 万 tCO₂ となっており、1990 年度に比べ、約 23 万 tCO₂ 増加している。

なお、2010 年以降の排出量については、現在計上している値から変更はない。

表 3 天然ガス自動車からの CO₂ 排出量の推移 (単位 GgCO₂)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
CO ₂ 排出量	0	0	1	2	4	7	12	17	28	40		
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ 排出量	58	89	124	156	169	199	220	231	247	239	235	232

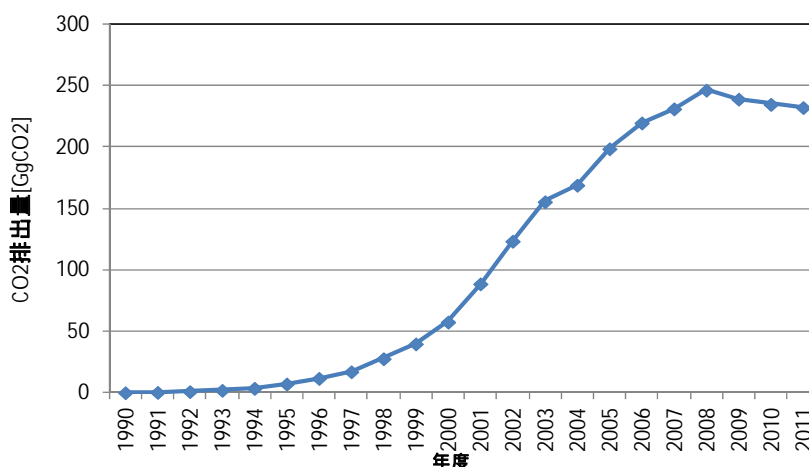


図 2 天然ガス自動車からの CO₂ 排出量の推移

1.2 蒸気機関車からの CO₂ 排出 (1.A.3.c.鉄道)

(1) 検討課題

蒸気機関車の走行に伴う CO₂ 排出については、鉄道における石炭消費量を把握している公的統計が存在せず、総合エネルギー統計から鉄道における石炭消費量のみを切り出すことができないため、現行インベントリでは「1.A.4.その他部門」においてまとめて排出量を計上し、「1.A.3.c.鉄道」の固体燃料由来排出においては「IE」として報告している。一方、CH₄、N₂O 排出量については、鉄道会社が購入した石炭購入金額と輸入一般炭単価から推計した石炭消費量を活動量として算定を行っており、「1.A.3.c.鉄道」の固体燃料由来排出において計上している (表 4)。

表 4 CRF 上での「1.A.3.c.鉄道」における固体燃料由来排出の報告内容

		1990	1991	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	Gg IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
CH ₄	Gg	0.0042	0.0035	0.0049	0.0073	0.0032	0.0028	0.0023	0.0019	0.0029	0.0029	0.0029
N ₂ O	Gg	0.0006	0.0005	0.0007	0.0010	0.0005	0.0004	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004

上記に関して、2013 年のインベントリ訪問審査において、蒸気機関車の走行に伴う CO₂ 排出量についても、CH₄、N₂O 排出同様に、「1.A.3.c.鉄道」の固体燃料由来排出において報告すべきとの指摘

を受けた。

(2) 対応方針

CH₄、N₂O 排出量同様に、石炭消費量を活動量として CO₂ 排出量を算定し、「1.A.3.c.鉄道」の固体燃料由来排出において計上することとする。また、新たな排出量の報告と併せ、現行インベントリにおいて蒸気機関車由来の CO₂ 排出量が含まれている「1.A.4.a.業務」の排出量から相当分を控除することとする。なお、今回の検討に当たり、運輸分科会において活動量の設定方法の見直しが行われたため、その見直し結果を反映する。算定方法概要は以下の通り。

算定方法

蒸気機関車の石炭消費量に発熱量、炭素排出係数を乗じて CO₂ 排出量を算定する。

活動量

CH₄、N₂O 排出量算定に使用している蒸気機関車における石炭消費量を活動量とする(表 5、図 1)。石炭消費量については、これまで、鉄道会社の石炭購入量(金額ベース)と石炭単価から推計しており、石炭単価(「鉄道統計年報(国土交通省)」の「その他の燃料 代価」を使用)については、鉄道用燃料以外の用途に使用される石炭(暖房用など)や石炭以外の燃料種(ガソリンカーや作業用車両で消費されるガソリン等)あるいは石炭の輸送費・貯蔵費等が含まれている可能性が高く、活動量の精査が必要であった。そのため、今年度の運輸分科会において、活動量設定方法の見直しが行われたため、運輸分科会での検討結果を反映した石炭消費量を活動量として設定することとする。運輸分科会では、現行の石炭購入量(金額ベース)と石炭単価から石炭消費量を推計する方法から、蒸気機関車の走行距離に石炭燃費を乗じる方法へと活動量の設定方法の変更が行われた。

表 5 蒸気機関車における石炭消費量の推移(千 t)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
石炭消費量	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.2	1.2	1.3	1.3	1.6		
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
石炭消費量	1.7	1.8	1.7	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.5	1.7	1.7	1.7

(出典) 運輸分科会検討結果より

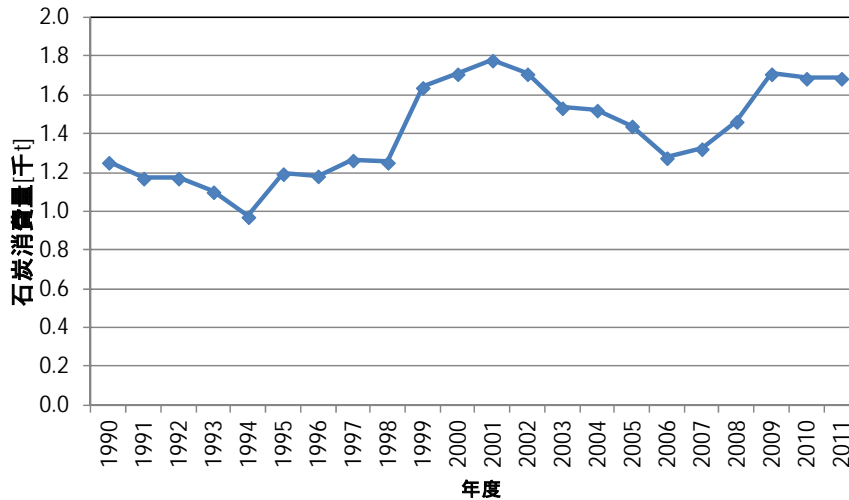


図 3 蒸気機関車における石炭消費量の推移

排出係数

総合エネルギー統計に記載の「輸入一般炭」の発熱量（2011年：25.7MJ/kg）、炭素排出係数（24.71gC/MJ）を使用してCO₂排出量に換算する。

(3) 試算結果

運輸分科会での検討結果を基に算出した蒸気機関車からのCO₂排出量の推移を表6、図4に示す。2011年度のCO₂排出量は約1,100tCO₂となっており、1990年度に比べ、約300tCO₂増加している。

表 6 蒸気機関車からのCO₂排出量の推移（単位 GgCO₂）

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
CO ₂ 排出量	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1		
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ 排出量	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	1.1	1.1	1.1

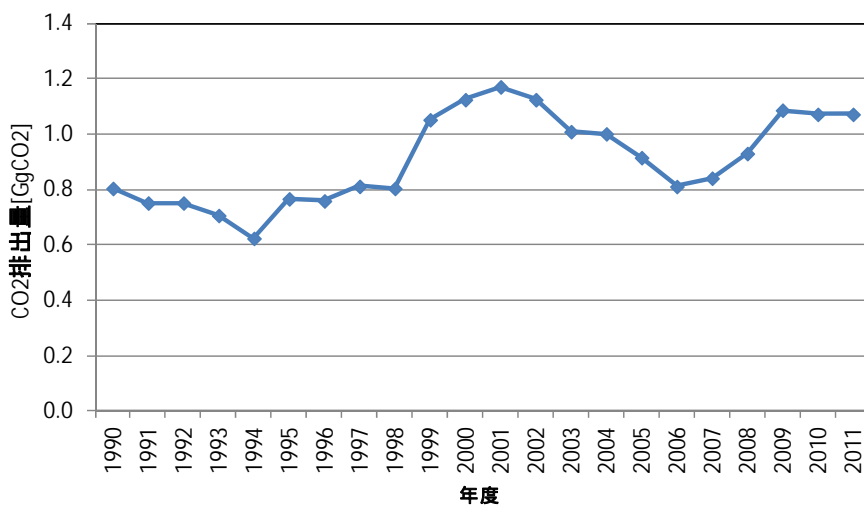


図 4 蒸気機関車からのCO₂排出量の推移

2. 工業プロセス分野 (2.)

2.1 活動量の見直し (2.B.4 シリコンカーバイド製造 (CH₄))

(1) 検討課題

「2.B.4 シリコンカーバイド製造」の CH₄ 排出量算定においては、「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)」の電気炉 (カーバイド用) における電力消費量を活動量として使用しているが、マップ調査のデータが 2002 年度実績以降使用不可となったため、2013 年提出インベントリまで、2000 年度以降は 1999 年度実績値を据え置きとしていた。

この点については、2008 年度のマップ調査結果を用いて活動量の更新を行う予定で準備を進めていたが、今年度のインベントリ訪問審査において、専門家審査チームより、新しいデータを用いて 2011 年排出量を修正すべき旨勧告がなされたことを受け、2008 年度以降の活動量について、最新の 2008 年度のマップ調査結果に更新し、インベントリの修正・再提出を行った。

活動量の更新により、専門家審査チームからは「潜在的課題は解消された」との回答が得られたものの、マップ調査は調査年度が一部の年度に限られるため、今後も同様の指摘を受ける可能性がある。

(2) 対応方針

1990 年度以降の全年度に渡り把握可能なデータとして、国内唯一のシリコンカーバイド製造事業者より、シリコンカーバイド製造に使用される電気炉における電力消費量データの提供を受けることができたため、新たに活動量として設定することとする。なお、当該データは秘匿情報である。

(3) 改訂結果

改訂後のシリコンカーバイド製造における排出量は秘匿情報であるため未掲載。

II. 2013 年以降インベントリの検討課題（優先検討課題）

1．燃料の燃焼分野（1.A.）

1.1 エネルギー源別炭素排出係数の改善（1.A.燃焼の燃焼（CO₂））

（1）検討課題

現在のインベントリで使用されている炭素排出係数の多くは、「二酸化炭素排出量調査報告書」（環境庁 1992 年 5 月）に示されたエネルギー源別排出係数が使用されているが、本報告書における炭素排出係数のなかにはその算定根拠が明示されていないものがあるとともに、調査実施から既に 20 年以上の時間が経過してしまっている。

（2）対応方針

資源エネルギー庁にて実施されたプレ調査の結果を基に作成された炭素排出係数調査案を基に、協力依頼団体との協議を行いつつ本調査設計を実施した。現在、実測調査及びデータ収集を実施中である。今後、収集した情報・データを基に炭素排出係数改訂案の検討を行い、平成 26 年度のエネルギー・工業プロセス分科会での検討・承認を経た上で、2015 年 4 月提出予定の 2013 年度インベントリから新規炭素排出係数を適用する。

1.2 総合エネルギー統計の改訂による計上方法の改善（1.A.燃焼の燃焼）

（1）検討課題

現在の総合エネルギー統計の最終エネルギー消費部門の一部（非製造業、他業種・中小製造業、業務他部門など）は、利用できる需要側の統計が存在せず、推計によりエネルギー消費量を求めていることから、今後の統計整備状況を踏まえ、需要側の統計を用いた計上方法を検討する必要がある。また、潤滑油の部門別消費量など、統計の廃止などにより値が据え置きになっているものについては、実態を踏まえ、毎年度値を更新することが望ましい。

（2）対応方針

資源エネルギー庁では、我が国の産業部門・業務部門におけるエネルギー消費実態を産業別・都道府県別に把握するために平成 20 年より開始された「エネルギー消費統計」を組み込んだ新しい総合エネルギー統計の作成に向けた検討が行われている。この改訂作業の進捗を踏まえつつ、インベントリへの適用について検討を行う。

1.3 接触分解・触媒再生・水素製造プロセスからの CO₂ 排出量の算定（石油精製部門における炭素収支差との整合性に関する検討を含む）（1.A.燃焼の燃焼）

（1）検討課題

石油精製プロセスの流動接触分解装置（FCC：Fluid Catalytic Cracking）では、重油留分の分解反応に伴って低下した触媒活性を取り戻すため、触媒表面に蓄積した炭素分（FCC コーク）を燃焼除去する際に CO₂ が排出されると共に、その際に発生する CO 等を含む燃焼ガスがボイラーで熱回収される際にも CO₂ が排出される。これらの CO₂ 排出がインベントリでは未計上となっており、追加計上を行う必要がある。

また FCC 以外の触媒再生プロセスにおいても、同様の原理により、CO₂ が排出されるが未計上となっている可能性がある。その他、水素製造装置から排出される非エネルギー起源 CO₂ についても現在未計上となっている。

(2) 対応方針

石油精製業界各社における FCC コークのエネルギー利用量については、石油連盟より当該データの提供を受けることができたため、流動接触分解プロセスからの CO₂ 排出量算定を行う。また、CO₂ だけでなく、CH₄ についても適切な炉種別排出係数を設定し、排出量を計上する。

水素製造プロセスにおける CO₂ 排出についても、同様に石油連盟が取りまとめているデータの提供を受けることができたため、排出量を計上する。

なお、追加計上対象となるこれらの CO₂ 排出量については、総合エネルギー統計の石油精製部門における炭素収支と比較検証を行い、整合が取れているか確認を行う。

1.4 農業機械、建設機械、産業機械からの CH₄, N₂O 排出 (1.A.2. 製造業及び建設業、1.A.4. その他)

(1) 検討課題

農業機械、建設機械、産業機械からの CH₄, N₂O 排出量算定に固定発生源の排出係数を適用しているため、実態から乖離している可能性がある。

(2) 対応方針

農業機械、建設機械、産業機械の年度別保有台数や稼働時間、平均出力割合等を基に農業機械、建設機械、産業機械における燃料消費量を推計し、1996 年改訂 IPCC ガイドラインにおける農業機械、建設機械、産業機械の CH₄ 及び N₂O のデフォルト排出係数を乗じることにより、CH₄ 及び N₂O 排出量を算定する。

農業機械、建設機械、産業機械の燃料消費量推計方法については、現在運輸分科会において検討が行われているところであるが、燃料消費量の推計方法に精度上の課題があることが明らかとなったため、運輸分科会において、引き続き、より実態を反映した燃料消費量の推計方法を検討していく予定。

2 . 燃料からの漏出分野 (1.B.)

2.1 算定方法・排出係数・報告区分の検討 (1.B.2 石油及び天然ガス)

(1) 検討課題

表 7 に示された排出源について、2006 年 IPCC ガイドラインに新たな算定方法もしくは排出係数が示されたことに伴い、新しい算定方法もしくは排出係数の適用について検討する必要がある。また、「石油・天然ガスの試掘に伴う排出」及び「石油・天然ガス生産井の点検に伴う排出」については、2006 年 IPCC ガイドラインで新たな報告区分が示されているため、報告区分についても合わせて検討する必要がある。

表 7 2006 年 IPCC ガイドラインの算定方法・排出係数・報告区分の適用を検討する排出源

検討課題	排出源
算定方法・報告区分の検討	石油・天然ガスの試掘 (1.B.2.a.1 石油の試掘、1.B.2.b.1 天然ガスの試掘)
	石油・天然ガス生産井の点検 (1.B.2.a.2 石油の生産、1.B.2.b.2 天然ガスの生産)
算定方法の検討	石油の精製 (1.B.2.a.4 石油の精製及び貯蔵 (CH ₄))
	石油の貯蔵 (1.B.2.a.4 石油の精製及び貯蔵 (CH ₄))
	天然ガスの輸送 (1.B.2.a.4 天然ガスの輸送 (CH ₄))
	都市ガスの供給 (1.B.2.a.5 天然ガスの供給 (CH ₄))
排出係数の検討	石油の生産 (1.B.2.a.2 石油の生産)
	天然ガスの生産 (1.B.2.b.2 天然ガスの生産)
	天然ガスの処理 (1.B.2.b.3 天然ガスの処理)
	通気弁及びフレアリング (1.B.2.c 通気弁及びフレアリング)

(2) 対応方針

下記の対応方針(案)とする。

- ・ 「石油・天然ガスの試掘に伴う排出」については、現行の算定方法を用いて排出量を算定し、2006年 IPCC ガイドラインに示された報告区分に基づいて排出量を報告する。
- ・ 「石油・天然ガス生産井の点検に伴う排出」については、現行の算定方法・報告区分に基づいて排出量の算定・報告を行う。
- ・ 上記以外の排出源については、2006年 IPCC ガイドラインに示された算定方法もしくは排出係数に基づいて排出量を算定する。

ただし、「石油・天然ガスの試掘に伴う排出」、及び「都市ガスの供給に伴う CH₄ 排出」については、適切な活動量の設定方法を引き続き検討することとする。

3. 工業プロセス分野(2.)

3.1 非エネルギー起源 CO₂ の計上区分変更(鉄鋼製造等における還元剤起源排出量の工業プロセス分野での計上)(2.C.1. 鉄鋼製造、2.C.2. フェロアロイ製造、2.C.3. アルミニウム製造)

(1) 検討課題

鉄鋼業等において用いられるコークス等の還元剤については、総合エネルギー統計における燃料消費量の内数として含まれており、燃焼用途と還元剤用途の分離が困難であるため、還元剤起源の CO₂ については全量エネルギー分野で計上し、工業プロセス分野では「IE」として報告している。しかし、1996年改訂 IPCC ガイドライン及び GPG2000 に従うと、本来還元剤の酸化に伴う CO₂ 排出量は工業プロセス分野で計上すべきものである。

当該排出源からの排出量の分離計上については、比較可能性の観点から、過去のインベントリ審査において繰り返し強い改善勧告がなされているため、対応方法について検討が必要である。

(2) 対応方針

還元剤起源の CO₂ 排出量については、エネルギー用途と還元剤用途を区別することなく包括的に捕捉する方が正確であるとの認識は変わらないことから、2014年提出インベントリにおいても、現状通り報告を行う。ただし、2014年提出インベントリに対する審査に向けた対応として、2006年 IPCC

ガイドライン tier1 手法による試算結果を準備しておくこととする。tier2 手法の適用については、十分な検討を要することから、引き続き継続検討課題として扱っていく。

3.2 未推計排出源の算定（2.B.4. カプロラクタム、グリオキサール、グリオキシル酸製造（N₂O））

（1）検討課題

カプロラクタム、グリオキサール、グリオキシル酸製造からの N₂O 排出について、新規排出源として算定方法を検討する必要がある。2006 年 IPCC ガイドライン Tier1 手法においてデフォルト値として示されている排出係数は N₂O の回収が実施されていないと仮定して設定されたものであり、我が国の製造工程において回収技術が使用されている場合、デフォルト値を使用して排出量を算定すると過大推計になる可能性がある。また、グリオキサール、グリオキシル酸については、活動量として使用する生産量が統計値として整備されていない。

（2）対応方針

カプロラクタムについては事業者別に tier1～tier3 手法、グリオキサール・グリオキシル酸については事業者より提供を受けた生産量データ・排出係数を基に tier3 手法により排出量を算定し、新規排出源として 2013 年以降のインベントリにおいて排出量を計上することとする。

3.3 未推計排出源の算定（2.B.8. 石油化学製品及びカーボンブラック製造）

（1）検討課題

酸化エチレン、アクリロニトリル、カーボンブラック製造からの CO₂、CH₄ 排出について、新規排出源として算定方法を検討する必要がある。製造プロセスや回収・処理技術の有無によって排出係数が異なるため、我が国固有の実態を反映した排出係数を設定する必要がある。

（2）対応方針

国内総生産量に、業界団体から提供を受けた事業者別データを基に設定した我が国独自の排出係数を乗じて排出量を算定し、新規排出源として 2013 年以降のインベントリにおいて排出量を計上する。なお、酸化エチレン製造については、製造時に排出された CO₂ の一部を回収し、炭酸ガスやドライアイスの原料用として外販を行っているため、CO₂ 回収量についても別途算定し、「2.H.その他」において炭酸ガス・ドライアイスに由来する CO₂ 排出量として計上することとする。

3.4 潤滑油の使用に伴う CO₂ 排出量の算定方法の検討（2.D.1 潤滑油の使用（CO₂））

（1）検討課題

潤滑油の使用に伴う CO₂ 排出量は、従来「1.A.燃焼の燃焼」分野において報告すべき排出量であったが、2006 年 IPCC ガイドラインにおいて「2.D.1. 潤滑油の使用」として報告区分が新設されたため、算定方法を検討する必要がある。また、使用時の酸化に伴い消費される潤滑油の量について、国内向けの販売量や潤滑油由来の廃油の排出量との整合性を検証する必要がある。

(2) 対応方針

潤滑油については、他の燃料と混合されエンジン中で燃焼される「全損タイプ」の潤滑油と、「全損タイプ以外」のエンジン用潤滑油に分類して消費量を推計した上で、それぞれについて別々の ODU (Oxidized During Use) 係数を設定して排出量を算定する。グリースについては、用途別の消費量の把握が困難であることから、国内総消費量に一律の ODU 係数を設定して排出量を算定する。

また、使用時に酸化される量と潤滑油由来の排出量との整合性については、廃油の排出実態が不明であるため、潤滑油由来の廃油排出量の把握が困難であることから、廃油の排出実態について調査を行い、潤滑油由来の廃油排出量が把握できた段階で検証を行うこととする。