

エネルギー・工業プロセス分野における排出量の算定方法について (エネルギー・工業プロセス分科会)

I. 2020 年提出インベントリに反映する検討課題

1. 燃料の燃焼分野 (1.A.)

1.1 炭素排出係数の改訂 (1.A 全体)

(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は2013年から2014年にかけて実施された実測調査結果に基づき、平成26年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で承認されたものであるが、標準発熱量が概ね5年ごとに改訂される予定であることから、温室効果ガス排出インベントリ(2020年提出)で適用する発熱量および炭素排出係数の改訂が必要となっていた。今回、資源エネルギー庁から提供されたデータ及び業界団体の協力を得て実施した実測調査結果を基に新たな炭素排出係数案を設定し、2018年度の排出量算定から適用することとする。

(2) 対応方針

2013年度以降の各エネルギー源の性状や輸入構成比等の変化を反映するため、資源エネルギー庁が実施する予定の標準発熱量の改訂と併せ、各エネルギー源における2018年度の炭素排出係数(エネルギー当たり炭素含有量)の設定に向けた検討を行うこととする。

今回の標準発熱量・炭素排出係数の改訂の対象とする燃料種およびその方針については、2013年度に全面的な改訂が行われたこと、5年程度では組成が大きく変動しない燃料種もあること、及び実測調査に要するコストや作業負荷と改訂による排出量への影響とのバランス等を踏まえ、下記方針により検討を行うこととする。

【2018年度標準発熱量・炭素排出係数の改訂方針】

- ・ 需給規模やエネルギー関連業界団体の意見などを参考に、改訂対象を絞り込む。
- ・ 改訂方法としては、既存統計・文献などの公開資料や、当該エネルギー源に関連の深い業界団体などが保有するデータを活用する。
- ・ 実測調査に要するコスト及びサンプル提供に要する事業者負担を考慮してデータ収集に努める。

なお、ここでいう標準発熱量・炭素排出係数とは、資源エネルギー庁が公表している、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度や省エネルギー法に基づく定期報告など、各種国内制度において標準値として用いられる値(現行の値は、資源エネルギー庁「エネルギー源別標準発熱量一覧表(H27.4.14改訂、H29.11.17一部訂正、H30.8.30一部訂正)」として公表)を指す。

一方、インベントリにおけるCO₂排出量の算定においては、一部の燃料種において、銘柄別の消費量等、関連するデータ等を用いて毎年度推計した値(実質値)を算定に使用していることから、本改訂作業においては、標準発熱量・炭素排出係数の改訂と併せて、インベントリにおけるCO₂排出量の算定で実際に使用している実質発熱量・炭素排出係数も改訂する。

改訂後の算定方法として、資源エネルギー庁において2017年度、2018年度に実施されたプレ調

査及び検討結果等を踏まえ、標準発熱量・排出係数については、主として下記の3手法を用いて改訂を行った。

1. 業界団体提供データを用いた改訂（実測データを有する業界団体に協力頂き、提供されたデータを用いて改訂）
 今回データ提供を受けた対象燃料種及び業界団体は表1のとおり。これらの燃料種については、業界団体より新たに得られたデータに基づき、発熱量・炭素排出係数の標準値の設定を行う。
2. 既存統計・文献及び推計式等を用いて改訂
 2013年度標準発熱量・炭素排出係数の改訂において設定された推計手法および出典を踏襲し、2018年度値を設定する。類似の燃料種の値を代替値として設定している場合や、複数の燃料種の消費量による加重平均などにより設定する場合も含む。
3. 2013年度値を据え置き
 燃料の組成に大きな変動がない、もしくは国内消費量が小さく排出量に与える影響が小さいと考えられることから、2013年度値を据え置く。

表1 業界団体からデータ提供を受けた燃料種

業界団体	燃料種
日本鉄鋼連盟	コークス用原料炭、吹込用原料炭、コークス、コークス炉ガス、一般高炉ガス、転炉ガス
電気事業連合会	輸入一般炭、国産一般炭、輸入天然ガス
天然ガス鉱業会	国産天然ガス
日本化学工業協会	オイルコークス
日本ガス協会	輸入天然ガス
日本製紙連合会	RPF（発熱量のみ）

今回の改訂において、2013年度標準発熱量・炭素排出係数の改訂時に設定された推計手法および出典を踏襲する場合には、「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数の改訂案について- 2013年度改訂標準発熱量・炭素排出係数表 -（経済産業研究所 戒能一成、2014年10月）（以下、戒能（2014）」を参照している。

また、総合エネルギー統計・インベントリに用いる実質発熱量・炭素排出係数については、基本的に標準値と同じ設定方法を用いて、銘柄別の値を加重平均する際に当該年度の供給量等を使用するなどにより各年の実質値を設定する方針とした。

なお、気体燃料の実質発熱量について、1990年度から2012年度まではNTP基準（101.325kPa、273.15K）、2013年度以降はSATP基準（100kPa、298.15K）の標準状態における発熱量を採用している。2013年度改訂時、標準状態の変更による圧力変化は考慮されていなかったが、今般の改訂で圧力変化も考慮することとし、2013年度から2017年度における実質発熱量についても遡及して変更される予定である。¹なお、以降での現行値は現行の総合エネルギー統計に計上されている値であり、圧力変化は考慮していないことに留意する必要がある。

¹ 標準圧力を101.325kPaから100kPaへと変更することで発熱量が約1.3%程度低下する。

表 2 炭素排出係数改訂結果（標準及び実質）※すべて高位発熱量ベース

燃料種		単位	標準炭素排出係数			実質炭素排出係数			実質炭素排出係数[gC/固有単位]			
			改訂前	改訂後	増減率	改訂前 (2017年度)	改訂後 (2018年度)	増減率	単位	改訂前 (2017年度)	改訂後 (2018年度)	増減率
石炭	原料炭	tC/TJ	24.53	24.60	0.30%	24.57	24.60	0.14%	gC/kg	706	707	0.18%
	コークス用原料炭	tC/TJ	24.42	24.46	0.18%	24.42	24.46	0.16%	gC/kg	707	707	-0.05%
	吹込用原料炭	tC/TJ	25.06	25.09	0.13%	25.06	25.09	0.14%	gC/kg	702	709	1.03%
	輸入一般炭	tC/TJ	24.42	24.29	-0.54%	24.42	24.29	-0.54%	gC/kg	634	633	-0.09%
	汎用輸入一般炭	tC/TJ	24.42	24.29	-0.54%	24.42	24.29	-0.54%	gC/kg	634	633	-0.09%
	発電用輸入一般炭	tC/TJ	-	24.29	-	24.42	24.29	-0.54%	gC/kg	609	601	-1.27%
	国産一般炭	tC/TJ	23.74	24.21	2.00%	23.74	24.21	1.99%	gC/kg	600	587	-2.19%
無煙炭	tC/TJ	25.92	25.92	0.00%	25.92	25.92	0.00%	gC/kg	721	721	0.00%	
石炭製品	コークス	tC/TJ	30.22	29.88	-1.13%	30.22	29.88	-1.12%	gC/kg	882	867	-1.71%
	コールター	tC/TJ	20.90	20.90	0.00%	20.90	20.90	0.00%	gC/kg	779	779	0.00%
	練豆炭	tC/TJ	-	-	-	-	-	-	項目廃止	-	-	-
	コークス炉ガス	tC/TJ	10.93	10.88	-0.46%	10.93	10.88	-0.44%	gC/m3	209	200	-4.31%
	高炉ガス	tC/TJ	-	-	-	26.52	-	-	gC/m3	87	-	-
	一般高炉ガス	tC/TJ	-	-	-	26.52	-	-	gC/m3	87	-	-
	発電用高炉ガス	tC/TJ	-	-	-	26.52	-	-	gC/m3	101	-	-
転炉ガス	tC/TJ	41.72	41.96	0.58%	41.72	41.96	0.59%	gC/m3	319	316	-0.89%	
原油	精製用原油	tC/TJ	19.00	18.98	-0.09%	18.98	-	-	gC/L	725	-	-
	精製用純原油	tC/TJ	-	-	-	18.98	-	-	gC/L	725	-	-
	精製用粗残油	tC/TJ	-	-	-	19.44	-	-	gC/L	784	-	-
	発電用原油	tC/TJ	19.14	19.18	0.20%	19.28	19.23	-0.25%	gC/L	762	765	0.41%
	瀝青質混合物	tC/TJ	19.96	19.96	0.00%	19.96	19.96	0.00%	gC/kg	448	448	0.00%
	NGL・コンデンセート	tC/TJ	18.26	18.22	-0.20%	18.25	-	-	gC/L	631	-	-
	精製用NGLコンデンセート	tC/TJ	-	-	-	18.25	-	-	gC/L	631	-	-
石油製品	原料	tC/TJ	18.63	18.63	0.00%	18.63	18.63	0.00%	gC/L	621	621	0.00%
	改質生成油	tC/TJ	19.26	19.26	0.01%	19.26	19.26	0.00%	gC/L	650	650	0.00%
	ガソリン	tC/TJ	18.72	18.71	-0.06%	18.70	18.71	0.03%	gC/L	624	624	0.04%
	ジェット燃料油	tC/TJ	18.60	18.59	-0.04%	18.61	18.61	0.00%	gC/L	676	676	0.01%
	灯油	tC/TJ	18.71	18.71	0.00%	18.71	18.71	0.00%	gC/L	683	683	0.00%
	軽油	tC/TJ	18.79	18.79	0.00%	18.79	18.79	0.00%	gC/L	715	715	0.00%
	A重油	tC/TJ	19.32	19.32	0.00%	19.32	19.32	0.00%	gC/L	752	752	0.00%
	C重油	tC/TJ	20.17	20.17	0.00%	20.17	20.17	0.00%	gC/L	827	-	-
	B重油	tC/TJ	19.98	19.98	0.00%	19.98	19.98	0.00%	gC/L	807	807	0.00%
	一般用C重油	tC/TJ	20.17	20.17	0.00%	20.17	20.17	0.00%	gC/L	827	-	-
発電用C重油	tC/TJ	19.82	20.08	1.30%	19.82	20.09	1.36%	gC/L	824	837	1.56%	
潤滑油	tC/TJ	19.89	19.89	-0.02%	19.89	19.89	0.00%	gC/L	799	799	0.00%	
他重質石油製品	tC/TJ	20.41	20.78	1.79%	20.41	-	-	gC/kg	816	-	-	
アスファルト	tC/TJ	20.41	20.78	1.79%	20.41	-	-	gC/kg	816	-	-	
他重質石油製品	tC/TJ	20.41	20.78	1.79%	20.41	-	-	gC/kg	816	-	-	
オイルコークス	tC/TJ	24.50	24.50	0.00%	24.50	24.50	0.00%	gC/kg	816	816	0.00%	
電気炉ガス	tC/TJ	41.72	41.96	0.58%	41.72	41.96	0.59%	gC/m3	319	316	-0.89%	
製油所ガス	tC/TJ	14.44	14.44	0.00%	14.44	14.44	0.00%	gC/m3	675	666	-1.31%	
液化石油ガス(LPG)	tC/TJ	16.38	16.37	-0.06%	16.36	16.36	-0.04%	gC/kg	820	819	-0.03%	
天然ガス	輸入天然ガス(LNG)	tC/TJ	13.95	13.87	-0.55%	13.96	13.87	-0.64%	gC/kg	761	759	-0.21%
	国産天然ガス	tC/TJ	13.97	13.91	-0.44%	13.97	13.91	-0.42%	gC/m3	561	534	-4.81%
	ガス田・随伴ガス	tC/TJ	13.97	13.91	-0.44%	13.97	13.91	-0.42%	gC/m3	561	534	-4.81%
	炭鉱ガス	tC/TJ	-	-	-	-	-	-	項目廃止	-	-	-
原油溶解ガス	tC/TJ	13.97	13.91	-0.44%	13.97	13.91	-0.42%	gC/m3	561	534	-4.81%	
ガ都市	一般ガス	tC/TJ	14.03	13.95	-0.54%	14.04	-	-	gC/m3	580	-	-
	簡易ガス	tC/TJ	16.38	16.37	-0.06%	16.36	16.36	-0.04%	gC/m3	1,582	1,550	-1.99%
バイオマス	木材利用	tC/TJ	-	-	-	29.55	29.55	0.00%	gC/kg	382	402	5.09%
	廃材利用	tC/TJ	-	-	-	29.55	29.55	0.00%	gC/kg	504	504	0.00%
	バイオエタノール	tC/TJ	-	-	-	17.57	17.57	0.00%	gC/L	411	411	0.00%
	バイオディーゼル	tC/TJ	-	-	-	17.57	17.57	0.00%	gC/L	411	411	0.00%
	黒液直接利用	tC/TJ	-	-	-	24.85	24.85	0.00%	gC/kg	338	338	0.00%
	バイオガス	tC/TJ	-	-	-	13.49	13.49	0.00%	gC/m3	289	285	-1.31%
	バイオマスその他	tC/TJ	-	-	-	29.55	29.55	0.00%	gC/M	30	30	0.00%
その他	廃タイヤ	tC/TJ	-	-	-	-	-	-	廃棄物分野で算定			
	廃プラスチック	tC/TJ	-	-	-	-	-	-				
	RDF	tC/TJ	-	-	-	-	-	-				
	廃棄物ガス	tC/TJ	-	-	-	-	-	-				
	再生油	tC/TJ	-	-	-	-	-	-				
RPF	tC/TJ	-	-	-	-	-	-					

※上表の改訂前実質炭素排出係数（2017年度）は、2017年度総合エネルギー統計確報値における値。
 ※標準炭素排出係数が設定されていない燃料種や、総合エネルギー統計作成時に併せて実質炭素排出係数が算定される燃料種については未記載（-）となっている。

2. 燃料からの漏出分野（1.B.）

2.1 計上区分の確認（1.B.2.b.v 天然ガスの供給(CH₄）

（1）検討課題

国連気候変動枠組条約（以下、UNFCCC）による専門家審査において、天然ガス供給網からの CH₄ 漏出を取り扱う「1.B.2.b.v 天然ガスの供給」において、「都市ガス供給網からの CH₄ 排出量は把握されているものの、天然ガス供給網からの CH₄ 排出量が把握されていない」との指摘を受けている。このため、我が国の天然ガス供給網における CH₄ 排出の実態を確認し、必要に応じて算定方法の検討を行う必要がある。

なお、ここでいう供給網とは天然ガスの貯留タンクから需要家へ敷設されているパイプラインを指し、ガス製造工場内にあるパイプラインは除く（図 1「POST-METER」とされた部分が該当箇所）。

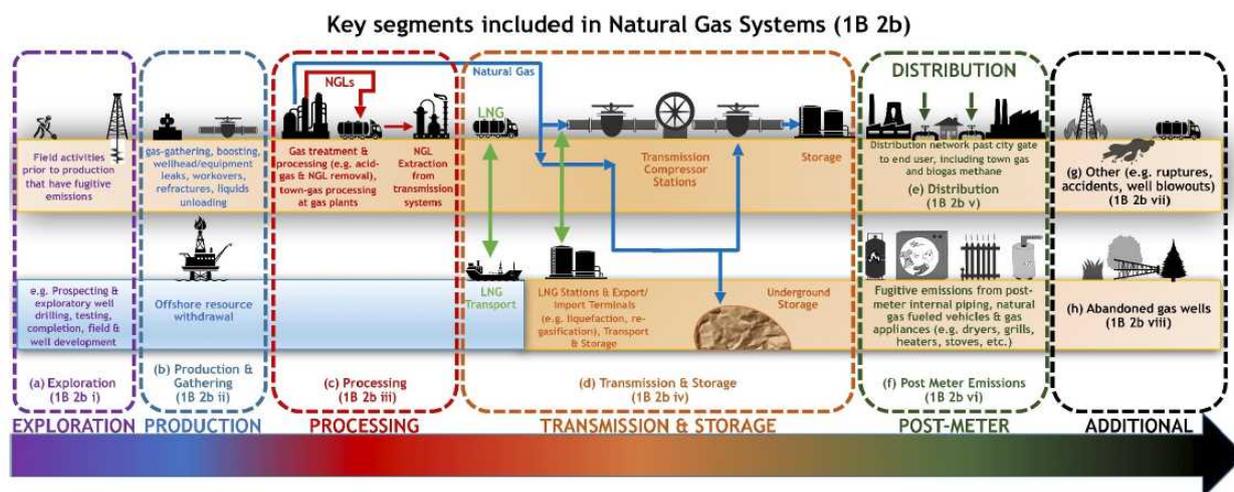


図 1 天然ガスシステムの概要

（出典）2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC)

（2）対応方針

1) 計上区分の確認

天然ガス鉱業会へのヒアリング調査の結果、「天然ガス鉱業会が温室効果ガス排出インベントリ算定の基礎データとして提供しているメタン排出量実績には、国産天然ガスプラントから需要家に至るまでの輸送時に発生した漏出量が含まれている」ことが確認された。現在、上記データは「1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送及び貯留」における排出係数算定に用いられているが、この「1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送及び貯留」に「1.B.2.b.v 天然ガスの供給」で計上されるべき国産天然ガス供給網からの漏出が含まれていることとなる。

2) 計上方法（案）

現在、我が国の温室効果ガスインベントリでは、「1.B.2.b.v 天然ガスの供給」において計上されるべき国産天然ガス供給網からの漏出が「1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送及び貯留」に計上されているものの、専門家審査で指摘されている「天然ガス供給網からの漏出の未計上」が発生していないこ

とが確認された。なお、排出量の計上は2006年IPCCガイドラインに従い「1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送及び貯留」及び「1.B.2.b.v 天然ガスの供給」に分割し計上することが望ましいが、当該排出量の分割が困難であることから、現行と同様に「1.B.2.b.v 天然ガスの供給」のうち国産天然ガス供給網からの漏出は「1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送及び貯留」で計上する。

また、2020年提出日本国温室効果ガスインベントリ報告書(NIR)において、我が国の排出量計上区分を明示したうえで、排出量の計上漏れがないことを説明することで、審査の指摘対応を行うこととする(図2)。

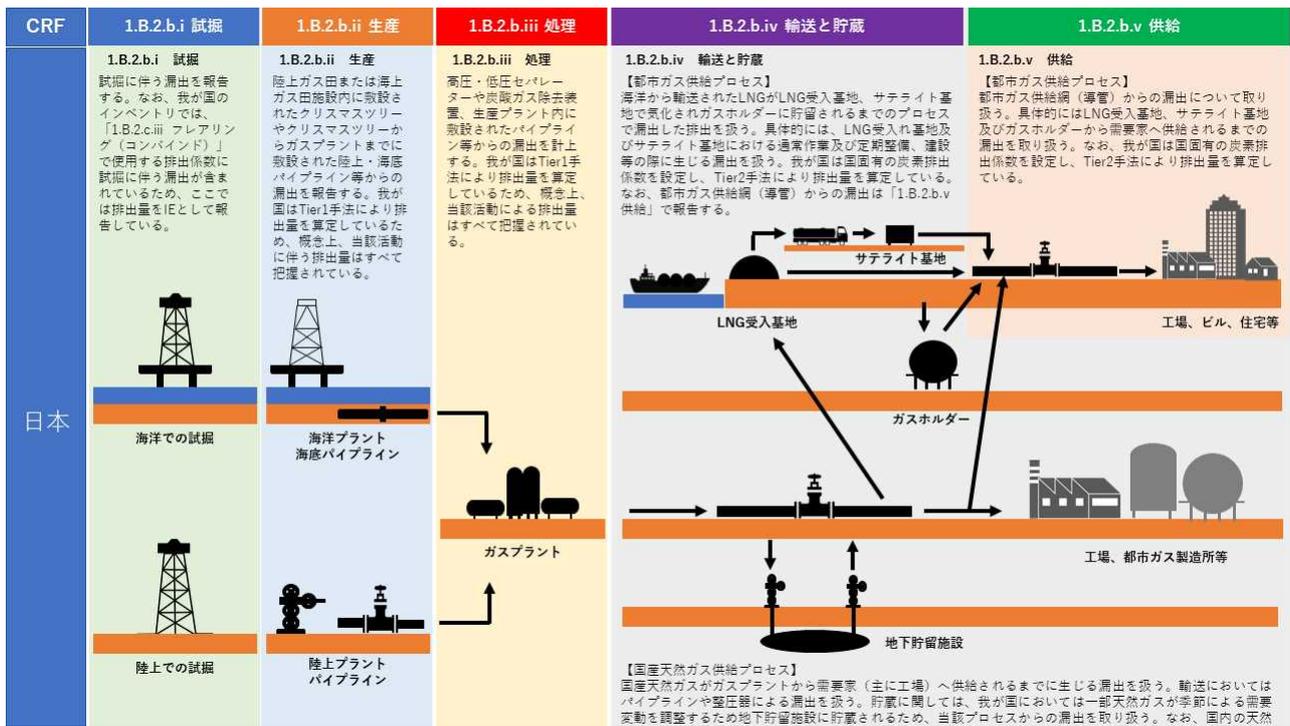


図2 我が国のインベントリにおける「1.B.2.b 天然ガス」の計上区分

(3) 改訂結果

改訂の前後において排出量の変更はない。

3. 工業プロセスと製品の使用（IPPU）分野（2.）

3.1 燃料の非エネルギー利用実態の確認（1.A. 燃料の燃焼、2. IPPU 分野全体）

（1）検討課題

燃料の燃焼に伴う CO₂ 排出量算定において活動量データとして使用している総合エネルギー統計では、一部の部門における最終エネルギー消費量のうち、化学基礎製品や建築材料の原材料など燃料をエネルギー用途以外に使用した量は「非エネルギー利用」部門に別途計上しており、インベントリの CO₂ 排出量の算定においては、CO₂ 排出に至らないものとして活動量から控除している。

UNFCCC 事務局へのインベントリの報告フォーマットでは、工業プロセス等、燃料をエネルギー用途以外で利用した場合の排出量の計上有無についての報告欄（当該報告欄はインベントリで既に計上済みの燃料の非エネルギー利用に伴う CO₂ 排出量をエネルギー分野において、再掲して報告する欄であり、改めて総排出量として計上される排出量を表す報告欄ではない。）が存在するが、一部の非エネルギー利用による燃料消費の実態が不明であるため、CO₂ 排出量を「NE（未推計）」として報告している。この点について、2018 年のインベントリ審査において、専門家審査チームより、「現在 NE と報告されている燃料種に由来する CO₂ はすでに他の排出源に計上されている可能性がある。非エネルギー利用に伴う CO₂ 排出量が未計上ではなく、過小評価されていないのであれば、注釈記号を修正すべきである」との指摘を受けている。

上記の指摘を踏まえ、2018 年度の検討において、非エネルギー用途に使用された燃料種からの CO₂ 排出量を「NE（未推計）」として報告している燃料種における消費実態を確認するとともに、総合エネルギー統計において非エネルギー利用とされている他の燃料種についても併せて消費実態を確認し、CO₂ 排出を伴っていないかどうか精査したところ、ほとんどの燃料種において、主な非エネルギー用途は確認されたが、製油所ガスについては用途が不明となっており、引き続き、製油所ガスの非エネルギー利用量の具体的な用途の特定が必要となっている。なお、総合エネルギー統計における化学工業における製油所ガスの非エネルギー利用量の推移は図 3 のとおりとなっており、化学工業部門においてのみ非エネルギー利用量が計上されている。2011 年度から 2012 年度にかけて、非エネルギー利用量が急減しているが、これはアンモニア原料としての製油所ガスの消費がなくなったことによる。なお、当該製油所ガスの消費に伴う CO₂ 排出量については「2.B.1.アンモニア製造」の CO₂ 排出量として既に計上済みである。

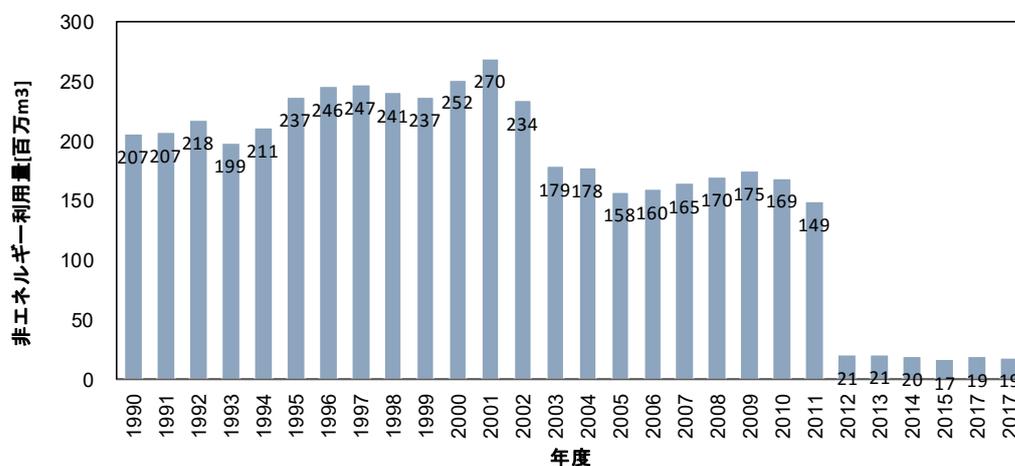


図 3 製油所ガスの非エネルギー利用量の推移（化学工業）

(2) 対応方針

石油化学工業協会において、加盟企業の石油等消費動態統計調査への原料用石油系炭化水素ガス消費量（製油所ガス）の回答状況について確認を行ったところ、1社において、製油所ガス発生量の一部を BTX プラントに原料として投入しており、石油等消費動態統計調査において原料用として消費量を報告していることが明らかとなった（残りについては燃料として燃焼）²。BTX プラントで生産される化学製品については、現状 2006 年 IPCC ガイドラインの IPPU 分野において算定対象となる排出カテゴリーはなく、プロセスにおいてインベントリに計上が必要な CO₂ 排出実態はないものと考えられる。

以上を踏まえ、共通報告様式の報告欄においては、2011 年度まではアンモニア製造において製油所由来の CO₂ 排出量を報告し（現状対応済み）、2012 年度以降については、我が国の製油所ガスの非エネルギー利用においては、CO₂ 排出は認められないことから NO として報告を行うこととし、排出量の追加計上等の対応は行わないものとする。（表 3）

表 3 共通報告様式（CRF）における燃料の非エネルギー利用に伴う CO₂ 排出量報告案

年度	CRF における報告欄	総合エネルギー統計における該当燃料種	改訂前	改訂後	改訂方針
1990 ～ 2011 年度	Other oil	380 製油所ガス	「2.B.1.アンモニア製造（ナフサ）」の排出量を報告。	「2.B.1.アンモニア製造（ナフサ）」の排出量を報告。	変更なし（アンモニア製造以外に非エネルギー利用において CO ₂ 排出は認められない）。
2012 年度～	Other oil	380 製油所ガス	NE	NO	我が国の非エネルギー利用において CO ₂ 排出は認められないことから NO とする。

² 他に未回答の企業も存在するが、回答企業の生産規模と統計上で把握されている製油所ガスの非エネルギー利用量を踏まえると、仮に未回答企業において何らかの CO₂ 排出を伴う用途での利用実態があったとしても、排出量に重大な影響を及ぼす可能性は小さいと考えられることから、ここでは回答のあった企業のみで判断する。

3.2 アルミニウム製造における石灰製造の実態確認 (2.A.2 生石灰製造 (CO₂))

(1) 検討課題

日本が2018年に国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) 事務局に提出した温室効果ガスインベントリに対して実施された専門家審査において、生石灰製造からのCO₂排出量算定について、「アルミニウム産業と協力して、生石灰がアルミニウム製造事業者において生産されていないことを確認するための情報を入手すべきである。そのような情報が確認できない場合には、アルミニウム産業において消費される非市販の生石灰に関連するCO₂排出量を推計し、インベントリに含めること。」との指摘がなされた (原文は下記のとおり)。

【2018年の専門家審査における指摘】

“Work with the aluminium industry to obtain information to confirm that lime is not produced by aluminium manufacturers. If this is not possible, estimate and include in the inventory the CO₂ emissions related to the non-marketed lime that is consumed in aluminium production.”

(出典 : UNFCCC, Report on the individual review of the annual submission of Japan submitted in 2018, 27 September 2019, p.12 <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2018_JPN.pdf>)

上記指摘を踏まえて、1990年度以降の日本のアルミニウム産業における生石灰製造の実績有無を確認し、日本が2020年4月に提出予定の次期温室効果ガスインベントリにおいて適切な対応を行う必要がある。

(2) 対応方針

現行の温室効果ガスインベントリでは、生石灰の原料である石灰石の使用に伴うCO₂排出については、表4に示すようなプロセスからのCO₂排出量を算定、報告している。生石灰製造からのCO₂排出については、生石灰を販売用に製造する専門の事業者のみを対象としており、アルミニウム製造事業者など生石灰以外の製品を主に製造する事業者は対象外となっている。また、アルミニウム産業に関連する温室効果ガス排出量としては、「1.A.燃料の燃焼」において、燃料のエネルギー利用に伴う排出、「2.C.3.アルミニウム製造」において、アルミニウム精錬における氷晶石と陽極の炭素の反応によるPFCs (FC-14 (CF₄), PFC-116 (C₂F₆)) 排出を計上している³。

³ 温室効果ガス排出・吸収量算定方法の詳細情報 (環境省)
<<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/methodology/ippu.html>>

表 4 UNFCCC へ提出する温室効果ガスインベントリにおける石灰石関連の CO₂ 排出

UNFCCC への報告源区分	内容
2.A.1.セメント製造	セメント製造事業者において、石灰石を焼成してセメントを製造する際に排出される CO ₂ 。
2.A.2.生石灰製造	窯業土石製品製造業において、石灰石を焼成して生石灰を製造する際に排出される CO ₂ 。
2.A.3.ガラス製造	窯業板ガラス製造業、板ガラス製品製造業等において、石灰石を原料にソーダ石灰ガラスを製造する際に排出される CO ₂ 。
2.A.4 その他プロセスでの炭酸塩の使用	発電所等での排煙脱硫、カルシウムカーバイドやプロピレンオキサイド製造等において石灰石が消費される際に化学反応により排出される CO ₂ 。
2.C.1 鉄鋼製造	高炉で鉄鉱石を還元して銑鉄を得る際に、副原料として投入される石灰石・ドロマイト等の焼成により排出される CO ₂ 。

日本ではアルミニウム精錬は 2013 年度を最後に行われておらず、現在は圧延プロセスのみとなっているが、1990 年度以降の生石灰の生産実績について日本アルミニウム協会に確認したところ、「1990 年度以降、石灰石を焼成して生石灰を製造していた実績はなく、一般的にアルミニウム製造において生石灰が使用されることはない。ただし、バイヤー法によるアルミナ製造工程にて、不純物除去の目的で消石灰が使用されることがある」とのことであった。

以上を踏まえ、今回の 2020 年 4 月提出インベントリでは生石灰製造からの排出量算定方法の改訂は行わないこととし、次期インベントリ審査に備え、日本ではアルミニウム産業において生石灰の製造実績はないことが業界団体より確認が得られた旨、必要に応じて国家インベントリ報告書にて報告することとする。

3.2 活動量の見直し (2.C.1. 鉄鋼製造における電気炉の使用 (CO₂))

(1) 検討課題

現行の算定方法では、炭素電極消費量を活動量として排出量を算定しているが、電気炉では炭素電極以外にも還元剤として消費される燃料種が存在するため、炭素電極のみでは活動量としては不適であるとの指摘を受けている。

(2) 対応方針

総合エネルギー統計の電気炉における燃料消費量の計上状況も踏まえ、還元剤起源 CO₂ を漏れなく計上できるよう活動量の精査を行ったところ、現行インベントリで計上済みの活動量以外に、一部の電気炉においては、廃プラスチックの再生燃料である RPF が投入されている事例も確認されたことから、廃棄物分科会に対して情報提供を行い、電気炉での RPF の使用に伴う排出量の追加計上に向けて検討を行った。以下は今年度の廃棄物分科会における検討結果である。

(3) 第2回廃棄物分科会における検討結果

「電炉における RPF 使用に伴う CO₂・CH₄・N₂O 排出量」は約 100tCO₂であり、「未推計排出源のインベントリへの追加にあたっての統一的な判断基準」で排出量を算定しないと判断できる閾値の3千 tCO₂を大きく下回ることから、電炉における RPF 使用に伴う CO₂・CH₄・N₂O 排出量はインベントリに計上しないことと整理する⁴ (判定 C として整理)。

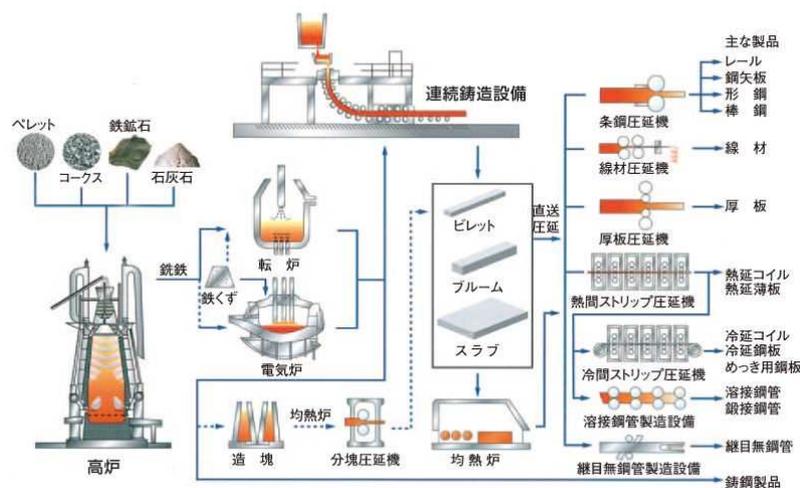


図 4 鉄鋼製造プロセスにおける電気炉の位置づけ
(一般社団法人 日本鉄リサイクル工業会ホームページより引用)

⁴ 現行インベントリの「RPF の燃料利用に伴う CO₂・CH₄・N₂O 排出」の活動量に電炉での RPF 使用量を追加する考え方もあるが、電炉において RPF の炭素は主に還元剤として作用しており、燃料利用とは CO₂ 発生プロセスが異なるため、別の排出源として扱った。

3.3 非エネルギー起源 CO₂の計上区分変更（1.A.2. 製造業及び建設業、2.C.金属産業）

（1）検討課題

鉄鋼業及びフェロアロイ製造業において還元剤として用いられるコークス等は、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、エネルギー分野で包括的に扱った方が正確であるとの認識から、コークス等の還元剤に由来する CO₂ 排出は全量エネルギー分野で計上し、工業プロセス及び製品の使用分野（IPPU 分野）には含めず報告している。しかし、2006 年 IPCC ガイドラインに従うと、本来還元剤中の炭素に由来する CO₂ については IPPU 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割計上については、各国間での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状況にあるため、排出量算定・分割計上する案を検討する必要がある。

本課題に関しては、これまでも排出量算定・分割計上する案を検討してきたが、対応方針は確定しておらず、インベントリへの反映は見送られている状況にあり、来年度以降のインベントリ審査においても継続的に指摘を受けることが想定される。

（2）対応方針

1) 平成 28 年度第 2 回エネルギー・工業プロセス分科会での対応方針

平成 28 年度第 2 回エネルギー・工業プロセス分科会で承認された今後の対応方針は以下の通りとなっていた。なお、これ以降のエネルギー・工業プロセス分科会では本課題の検討は行われていない。

2016 年 10 月に実施された 2016 年提出インベントリ審査（2016 年 10 月 17～21 日）においても、これまで同様、本課題についての指摘を受けたため、前回検討会にて報告した方針（次ページ参照）にて回答を行ったが、専門家審査チーム（Expert Review Team：ERT）には受け入れられず、現在のところ、インベントリ審査報告書に勧告事項として記載される見込みが高くなっている。

一方で、今後予定されている 2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良版の作成に当たっては、鉄鋼製造からの CO₂ 排出量算定について方法論の精緻化等が予定されており、当該分野に係る有識者を Lead Author（LA）の候補者として IPCC 登録し、改訂作業に参加頂く方向で調整を進めているところでもある。

このような状況の下、インベントリ審査における指摘に対応するため、分割計上する算定方法案について、改めて関係省庁・業界団体と協議を行った結果、“ガイドラインの改訂作業に LA として参画しようとする中で、現行ガイドラインの報告規定に従うことは、今後の改訂作業に係る議論に影響を及ぼす懸念がある”という業界団体の意見を踏まえ、2019 年改良版 IPCC ガイドラインの改訂方針が定まるまでは、鉄鋼関連 CO₂ 排出量については、引き続きエネルギー用途と還元剤用途を区別することなく、エネルギー分野にて包括的に報告する方針とする。ただし、改良版のガイドラインにおいても、当該方針が受け入れられないことが明らかになった場合には、改めて分割計上の方針について検討を行うこととする。（平成 28 年度第 2 回エネルギー・工業プロセス分科会資料 2-2 より）

上記方針に従い、本年 5 月に 2006 年 IPCC ガイドラインの 2019 年改良版が採択されたことから、2019 年改良版の改訂方針を踏まえ、改めて今後の対応方針を検討する必要がある。

2) 2006年IPCCガイドライン2019年改良版における改訂内容

今回の鉄鋼製造の算定方法の改訂作業には、日本からは日鉄総研株式会社の岡崎氏がLA (Lead Author) として参画した。当初方針として、還元剤起源の排出量について、エネルギー分野での計上も可能とする記述の記載を目指していたが、今回の改良版では大幅な算定方法の変更は困難であったため、代わりに以下の内容が盛り込まれた。

- ・ 4.2.2.5 COMPLETENESS の”RELATIONSHIP TO THE ENERGY SECTOR”の記述修正と図の追加。
 - 「様々な形式の製鉄所が存在する場合、CO₂ 排出量を明確にエネルギー分野と IPPU 分野に分割して計算することが困難となる可能性がある」との記述が追加。
 - 製鉄所の各プロセスについて、エネルギー分野と IPPU 分野の計上対象範囲を図示。
 - 「二重計上を回避し、完全性を確保するため、エネルギー分野及び IPPU 分野の間で排出量が適切に配分されていることをクロスチェックし、それらの排出量がインベントリのどこどのように報告されているか文書化することを推奨する」との記述が追加。
- ・ 4.2.2.5 COMPLETENESS の”RELATION TO OTHER METHODOLOGICAL APPROACHES”に、還元剤起源 CO₂ 排出量をエネルギー分野の排出として扱う、その他の事例の紹介として、以下の内容が追加された。
 - 鉄鋼業界には、製鉄所の CO₂ 排出量とエネルギー消費原単位の算定を目的とした世界共通の方法論を確立し、実績把握と CO₂ 削減対策における国際協力を促進するために継続的なデータ収集を行う取り組みが存在する。
 - 世界鉄鋼協会は 2007 年に最初の世界共通の方法論を作成し、それ以降、各国の製鉄所における CO₂ 排出量などのデータ収集を行い、2013 年には ISO14404”Calculation method of carbon dioxide emission intensity from iron and steel production”として確立した⁵。ISO14404 は製鉄所における CO₂ 排出およびエネルギー管理に適しており、各国の政策にも沿ったものとなっている。
 - 製鉄所からの CO₂ 排出原単位は、製鉄所からの正味の CO₂ 排出量を当該製鉄所で生産された粗鋼生産量で割った値として算定され、プロセス、製品、地理的特性によらず算定される。製鉄所への投入量と産出量のみが算定に使用され、プロセス効率や複雑なフロー、廃熱等の実測調査を必要とせず、必要となるデータは製鉄所がプラント管理に一般的に使用されるデータのみである。地域によって燃料種や原料が異なるため、算定結果は、EU-ETS 等の排出権取引制度の指標としては使用できないが、世界中の製鉄所の評価検証に使用可能である。
 - 2006年IPCCガイドライン2019年改良版とISO14404の間には、CO₂ 排出量のエネルギー分野と IPPU 分野への計上方法に関して差異があり、ISO14404 では、高炉、直接還元、コークス製造、再加熱炉および圧延はエネルギー分野で計上され、石灰石およびドロマイトの使用からの排出量のみが IPPU 分野で計上される。

⁵ 元々、日本の自主行動計画の算定方法をベースにしたものであり、APP 鉄鋼タスクフォースの方法論として 2006 年から環太平洋地域で使用されている。

3) 2006年 IPCC ガイドライン 2019年改良版を踏まえた対応方針案

① 今後のインベントリにおける計上方針

2006年 IPCC ガイドライン 2019年改良版における改訂内容は、日本の計上方針を全面的に容認するような内容ではないものの、新しく追加された以下の記載内容については、日本の計上方法の正当性を主張するための根拠となる可能性がある。

- ・ CO₂排出量を明確にエネルギー分野と IPPU 分野に分割して計算することが困難である可能性がある。
- ・ エネルギー分野及び IPPU 分野の間で排出量が漏れなく重複なく計上されていることのクロスチェックと計上状況の説明が推奨される
- ・ ISO 14404 では 2006年 IPCC ガイドラインとは異なり、日本の計上方針に類似する計上方針が示されている。

2006年 IPCC ガイドライン 2019年改良版は、現時点ではインベントリへの適用は決定しておらず、今後の UNFCCC 下の交渉に委ねられているが、将来的にはインベントリへの適用が義務化されるものと考えられる。上記の記載を踏まえると、全ての国が完全にエネルギー分野と IPPU 分野に分割して計算することは困難である可能性があることから、エネルギー分野及び IPPU 分野の間で排出量が漏れなく重複なく計上されていることの説明を行えば、業界標準として国際的にも認められている日本の計上方針も許容される可能性もある。

以上より、2006年 IPCC ガイドライン 2019年改良版の記載を踏まえて、今後のインベントリにおける鉄鋼関連 CO₂排出量については、引き続きエネルギー用途と還元剤用途を区別することなく、エネルギー分野にて包括的に報告する方針とする。ただし、2020年に実施されるインベントリ審査において、後述の方針に沿って回答を行った場合でも当該方針が受け入れられず、引き続き勧告を受ける場合には、改めて分割計上の方針について検討を行うこととする。

② インベントリ審査対応について

今回のインベントリ審査において、本課題について指摘を受けた場合には以下の趣旨に沿って、回答案を作成し、対応することとする。

- ・ 総合エネルギー統計を通じて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当該方法が二重計上や計上漏れを防ぐより正確な方法であると考えている。
- ・ 2006年 IPCC ガイドライン 2019年改良版においても、全ての国がエネルギー用途と還元剤用途を完全に区別して計上することが困難である可能性に言及されており、各国が固有の事情に応じて、多様な計上方針を採らざるを得ないことが暗に示唆されている。
- ・ また、2006年 IPCC ガイドライン 2019年改良版では、エネルギー分野及び IPPU 分野の間で排出量が漏れなくダブリなく計上されていること、排出量がどのカテゴリーで計上されているか説明することが推奨されており、日本はエネルギー用途と還元剤用途を完全に区別して計上することは困難であるが、漏れなくダブリなく確実に計上されていることを確認しており、その計上カテゴリーについても NIR において適切に説明を行っている。

- ・ 我が国の鉄鋼業界では、製鉄所に投入される石炭等はすべてエネルギーとしてみなし、トータルで管理していく方針をすでに採っており、その方が温暖化対策の取り組みをより正確に捕捉し、インベントリに反映できる方法であると考えている。
- ・ 2006年 IPCC ガイドライン 2019年改良版では、日本と同様の計上方針が規定されている ISO 14404 における算定方法が紹介されている。ISO 14404 は鉄鋼業界において世界標準とされているものであり、日本の計上方針も国際的に支持され得るものである。

③ その他

i) 鉄鋼中に固定された炭素の扱い

2006年 IPCC ガイドラインにおいては、鉄鋼中に固定された炭素分に相当する CO₂ 排出量については、鉄鋼製造からの排出量から控除する必要があるが、鉄鋼中の炭素含有率に関する正確な情報が不足していることから、過小推計を回避するために、従来同様、鉄鋼中に固定された炭素分は控除しない方針とする。なお、2006年 IPCC ガイドラインでは、鉄鉱石中に含有される炭素に由来する CO₂ の取り扱いについては明示されておらず⁶、インベントリ審査では鉄鋼中に固定された炭素や鉄鉱石中に含有される炭素については特に指摘はされていない。

ii) 鉄鋼製造以外の金属産業の扱い

活動量が総合エネルギー統計に含まれることから、現行インベントリのエネルギー分野において CO₂ 排出量を一括計上している、「2.C.2.フェロアロイ製造」、「2.C.3.アルミニウム製造」、「2.C.5.鉛製造」、「2.C.6.亜鉛製造」についても、「2.C.1.鉄鋼製造」同様、引き続きエネルギー用途と還元剤用途を区別することなく、エネルギー分野にて包括的に報告する方針とする。

⁶ “IPCC Good Practice Guidance 2000”, Ch.3, p.3.26 には” The amount of carbon in ore is almost zero”との記載あり。

3.4 活動量の精査（2.C.2. フェロアロイ製造（CO₂））

（1）検討課題

2018年のインベントリ審査において、専門家審査チームより、「日本は、フェロアロイ製造からのCO₂排出はエネルギー分野で計上したと述べているが、その他の炭素含有材料（鉱石およびスラグの形成材料）や製品に残存する炭素を考慮していない」との指摘を受けた。

フェロアロイ製造からの還元剤由来のCO₂排出量は、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いることから、鉄鋼製造同様、全量エネルギー分野で計上し、工業プロセス及び製品の使用分野（IPPU分野）には含めず報告している。しかし、現行インベントリにおいて、指摘にある「その他の炭素含有材料（鉱石およびスラグの形成材料）」は考慮しておらず、場合によっては過小推計になっているものと考えられることから、今後も引き続き指摘を受け続ける可能性がある。なお、製品に残存する炭素については、現行インベントリではフェロアロイが鉄鋼製造において副原料として投入されることにより、最終的にはCO₂として排出されることから、考慮の必要はないとの整理としている。

なお、鉄鋼製造からのCO₂排出においても、製品に残存する炭素や、原料である鉱石およびスラグ形成材料中に含まれる炭素等を考慮する必要があると考えられるが、2006年IPCCガイドラインには鉱石およびスラグ形成材料中に含まれる炭素の考慮については明示されておらず、こちらはこれまでの審査においては指摘を受けていない。

（2）対応方針

2018年のインベントリ審査において、専門家審査チームより、「日本は、フェロアロイ製造からのCO₂排出はエネルギー分野で計上したと述べているが、その他の炭素含有材料（鉱石およびスラグの形成材料）や製品に残存する炭素を考慮していない」との指摘を受けた。

原料鉱石に含有される炭素については、我が国のフェロアロイの主要な原料であるマンガン鉱、ニッケル鉱、クロム鉱などは、いずれも炭酸塩鉱物として輸入されることはほとんどないと考えられ⁷、CO₂排出量への寄与が小さいと考えられることから算定対象外とすることとし、スラグ形成材料として投入されている石灰石及びドロマイトに由来するCO₂については、「2.C.1.鉄鋼製造」からの石灰石及びドロマイトに由来するCO₂排出量として計上済みである。

さらに、製品に残存する炭素については、算定式上はフェロアロイ製造の排出量から差し引く必要があるが、フェロアロイが鉄鋼製造において副原料として投入されることにより、最終的にはCO₂として排出されることから、現行インベントリでは考慮の必要はない。

以上より、「2.C.2.フェロアロイ製造」については、インベントリ審査の指摘を受けた算定方法の変更は行わず、上記の計上状況について説明を行うこととする。

⁷ マンガンについては炭酸マンガン鉱（菱マンガン鉱（MnCO₃））などが我が国でも産出するが、我が国で流通しているマンガン鉱の多くが高品位の酸化マンガン鉱（MnO₂）であり、低品位の炭酸マンガン鉱は少ないとみられる。

3.5 輸入炭酸ガスからの排出 (2.H.3. その他)

(1) 検討課題

炭酸ガスの利用に伴う CO₂ 排出の排出源である液化炭酸ガス及びドライアイスについては、我が国ではアンモニア工場や製油所から排出された CO₂ を回収して原料にしており、現行インベントリにおいては、各回収元の排出源の排出量として計上している(ただし、酸化エチレン製造のみ、回収された CO₂ を差し引いて、別途食品・飲料産業からの排出量として計上している)。近年、原料炭酸ガスの不足により韓国などからの輸入量が増加しており、それら輸入炭酸ガスからの排出量が現行インベントリでは未計上となっている可能性がある。なお、炭酸ガスは輸出も行われているが、IPCC ガイドラインにおいて、輸出した炭酸ガスを控除するための規定はない。

(2) 対応方針

1) 輸出入された炭酸ガスの取り扱い

輸入された炭酸ガスについては、一般社団法人日本産業・医療ガス協会によると、現在輸入している炭酸ガスはすべてドライアイスであり、ドライアイスは主に保冷用途などで利用されていることから、使用時に昇華した炭酸ガスは大気中に放出されているとみられるとのことであり、当該排出量をインベントリに追加計上する必要があると考えられる。

輸出された炭酸ガスについては、2006 年 IPCC ガイドラインにおいては、輸出した炭酸ガスをインベントリから控除するための規定はないものの、回収された CO₂ に関して以下の記載がある。

Where CO₂ emissions are captured from industrial processes or large combustion sources, emissions should be allocated to the sector generating the CO₂ unless it can be shown that the CO₂ is stored in properly monitored geological storage sites as set out in Chapter 5 of Volume 2. Emissions from CO₂ captured for use, for example in greenhouses and soft drinks, and transported offsite should be allocated to the sector where the CO₂ was captured.

CO₂ が工業プロセスや大規模燃焼源から回収された場合、第 5 巻 2 章で詳説されているように、適切に監視された地層貯留サイトに CO₂ が貯留されていることが示されない限り、排出量は CO₂ を発生している分野に割り当てられるべきである。例えば、グリーンハウスや飲料に使用するために回収された CO₂ からの排出量およびオフサイトへ輸送された CO₂ からの排出量は、CO₂ が回収されたセクターに割り当てられるべきである。

(出典：2006 年 IPCC ガイドライン第 1 巻 ※Volume 2 の Chapter 5 は CCS に関する章。)

Quantities of CO₂ for later use and short-term storage should not be deducted from CO₂ emissions except when the CO₂ emissions are accounted for elsewhere in the inventory.

後で使用するための CO₂ 量や短期貯蔵のための CO₂ 量は、CO₂ 排出量がインベントリのどこかで計上される場合を除き、控除すべきでない。

(出典：2006 年 IPCC ガイドライン第 3 巻)

さらに、我が国のインベントリにおける CCU (Carbon Capture and Utilization : CO₂ の回収・利用)

の暫定的な計上方針として、「2006年 IPCC ガイドラインに従い、原則として、「回収された CO₂ が CCS に長期貯留される」場合のみ、CO₂ 固定量を発生源分野の排出量から控除することとする。」との方針が平成 28 年度の第 1 回インベントリワーキンググループにおいて承認されている。

以上を踏まえ、輸入炭酸ガスについては国内で排出実態があることから、インベントリに追加計上が必要であるが、輸出炭酸ガスについては、国内で回収された CO₂ であるものの、インベントリから控除が可能な「回収された CO₂ が CCS に長期貯留される」場合には該当しないと考えられ、排出規模も微小であり、世界全体での排出量の過小推計を回避するためにも、インベントリの排出量からは差し引かない方針とする。

したがって、輸出入された炭酸ガスに由来する CO₂ 排出については、輸入炭酸ガスの使用による CO₂ 排出量のみを、インベントリの「2.H.3. その他」に新たに追加計上することとする。

2) 排出量算定方法

① 算定方法

炭酸ガスの輸入量を全量 CO₂ 排出量として計上する。

② 活動量

「貿易統計（財務省）」における「2811.21-000 二酸化炭素」の輸入量[t]を炭酸ガス輸入量として使用する。

③ 排出係数

活動量をそのまま排出量とするため排出係数は設定しない。

(3) 改訂結果

輸入炭酸ガスからの CO₂ 排出量の推移を図 5 に示す。2017 年度の CO₂ 排出量は約 2 万 6 千 tCO₂ となっており、2005 年度比で約 14,000%増、2013 年度比で 128%増となっている。

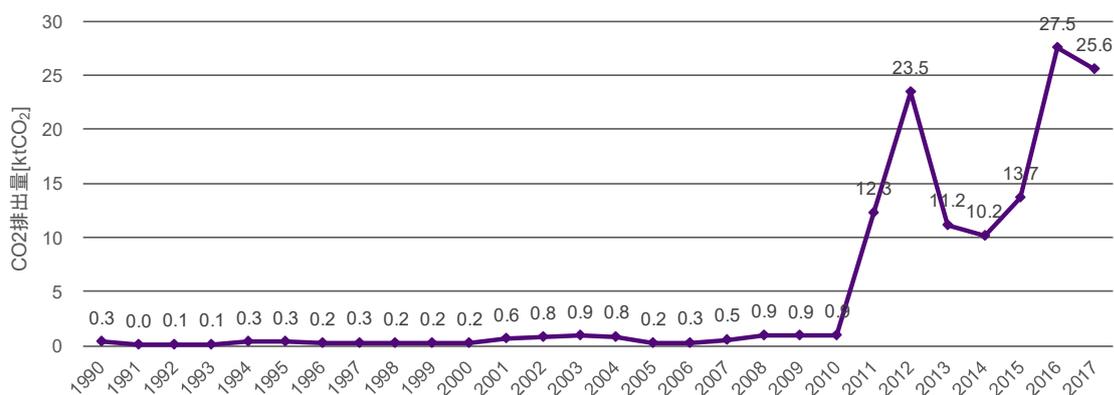


図 5 輸入炭酸ガスからの CO₂ 排出量の推移

II. 次年度以降提出のインベントリに反映する検討課題（優先検討課題）

1. 燃料の燃焼分野（1.A.）

1.1 炭素排出係数の改訂（1.A 全体）

（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は、2013年から2014年にかけて実施された実測調査結果に基づき、標準発熱量の改訂に併せて平成26年度温室効果ガス排出量算定方法検討会で承認されたものであるが、標準発熱量が概ね5年ごとに改訂される予定であることから、次回の標準発熱量及び炭素排出係数の改訂に向け、改訂対象や改訂方法等の検討を開始する必要がある。

今年度は今次改訂対象となる燃料種のうち、オイルコークス以外の燃料種について、資源エネルギー庁から提供されたデータ及び業界団体の協力を得て実施した実測調査結果を基に作成された新たな発熱量及び炭素排出係数改訂案が承認されたが、オイルコークスについては、同様に実測データの収集を行ったものの、炭素排出係数について、我が国の実態を反映する改訂値とするに足る試料数が確保できなかったことから、今年度は改訂を行わず、来年度改めて十分な試料数を確保したうえで引き続き改訂案の検討を行う必要がある。

（2）対応方針

今年度改訂が見送られたオイルコークスについては、来年度に改めて今年度同様、資源エネルギー庁より業界団体にデータ提供依頼を行い、業界団体より得られたデータに基づき、発熱量・炭素排出係数の改訂値の設定を行うこととし、2019年度総合エネルギー統計及び温室効果ガス排出・吸収量確報値に適用する方針とする。データ提供依頼に当たっては、発熱量・炭素排出係数共に同一試料に基づく実測値とすること、我が国の実態を反映するに足るサンプル数を確保することを念頭に事前に資源エネルギー庁と調査方針について協議しておくこととする。

2. 工業プロセスと製品の使用（IPPU）分野（2.）

次年度以降提出のインベントリに反映する主な優先検討課題は特になし。