



# 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



# 今年度検討を行った課題

- 今年度検討を行った課題は下表のとおり。
- 2024年提出インベントリで算定方法の改訂を行う課題（●,▲）の詳細は次ページ以降のとおり。

## 2023年度におけるエネルギー・工業プロセス分野の課題検討方針

カテゴリー		課題	検討結果
1.A. 燃料の燃焼	1.A. 燃料の燃焼 分野全般	炭素排出係数の改訂	○
1.B. 燃料からの漏出	1.B.2.b. 天然ガス	2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏 まえた排出係数の見直し	▲、○
	1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング	2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏 まえた排出係数の見直し	●
2. 工業プロセス及び 製品の使用	2. 工業プロセス	CO <sub>2</sub> の直接利用実態の把握	●
	2.A.1. セメント製造	環境配慮型コンクリートによるCO <sub>2</sub> 削減効果の定量化	●
	2.D.1. 潤滑油の使用	バイオマス由来潤滑油からの排出量控除	※
	2.E.1.2. 半導体・液晶製造	半導体・液晶製造からのN <sub>2</sub> O排出量算定	○

※検討の結果、改訂不要との判断により従来通りの報告を継続。

- : 改訂・新規算定
- ▲ : 部分改訂
- : 継続検討

## 1. 燃料からの漏出 (1.B.)

- 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し  
(1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング)

## 2. 工業プロセス及び製品の使用 (IPPU) (2.)

- 2.1 CO<sub>2</sub>の直接利用実態の把握 (1.A、2. 全体 (CO<sub>2</sub>) )
- 2.2 環境配慮型コンクリートによるCO<sub>2</sub>削減効果の定量化  
(1.A.、2. 全体 (CO<sub>2</sub>) )

---

# 1. 燃料からの漏出 (1.B.)

---

## 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (1/11)



### 検討課題

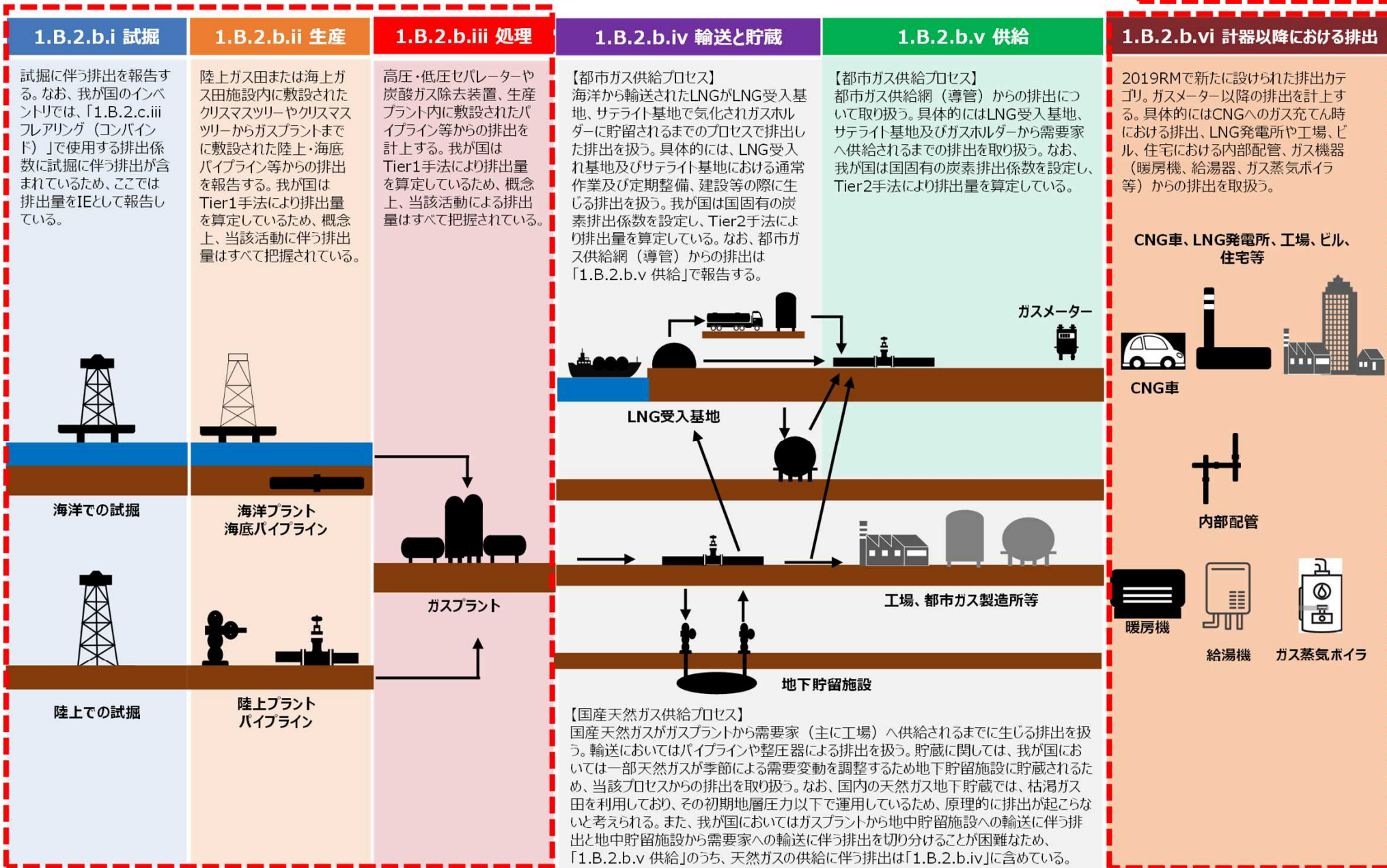
- 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版（以下、2019RM）において、「1.B.2.b. 天然ガス」からの排出量算定方法で使用する排出係数の更新が行われた。現行インベントリでは、多くの排出源において改良前の2006GLで示されたデフォルト排出係数が使用されているため、我が国の実態を踏まえたうえで排出係数の更新に向けた検討を実施する必要がある。

### 対応方針

- 2019RMと2006GL及び我が国のインベントリの算定方法を整理したうえで、排出量の過少・過大推計が可能な限り生じないよう適切な算定方法を検討する。
- 「1.B.2.a. 石油」の算定方法変更は「1.B.2.b.i 試掘（天然ガス）」、「1.B.2.c.ii.F フレアリング」の排出量に影響を与える可能性があるため、昨年度検討した「1.B.2.a. 石油」の算定方法のインベントリへの反映は見送っている。今年度、「1.B.2.b.i 試掘（天然ガス）」、「1.B.2.c.ii.F フレアリング」の算定方法（案）が承認された場合、昨年度、検討・承認を行った「1.B.2.a. 石油」も同時に反映する。

# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (2/11)

今年度算定方法を検討する部門



# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (3/11)

## 排出源概要

天然ガス生産に先立って実施される試掘時からの排出を取り扱う。主な排出源として、掘削時における地層からの排出、同伴水の海洋投棄時における溶解メタンの排出、各種機器（ガス設備のバルブやパッキンなど）からの非意図的な排出の他、バントやフレアリングによる意図的な排出が存在する。なお、2019RMによると、海洋ガス田における試掘時の排出は無視できるとされており、算定対象は陸上ガス田のみとなっている。

## 検討課題

- 現行の算定方法では、**我が国における試掘時の排出は、油井、ガス井ともにフレアリングによるもののみである**ことから、これらの活動による排出をGPG2000で提供されている試掘時・坑井試験別のデフォルト排出係数を用い、油井とガス井を一括して「1.B.2.c.F.iii フレアリング（コンバインド）」に計上し、**当該部門は「IE」として報告**している。
- 一方、2019RMにおいては、GPG2000と異なり、試掘時・坑井試験別のデフォルト排出係数ではなく、新たに**油井・ガス井別のデフォルト排出係数が提供**されている。
- 以上を踏まえ、双方の設定根拠などを踏まえ、より我が国の実態を反映した算定方法を選択する必要がある。

## 対応方針

- 昨年度の天然ガス鉱業会へのヒアリング調査の結果、GPG2000で使用されているデータは1965年から1975年の調査結果であり、**フレアリング処理に関する現在の技術が反映されていない**のではないかと指摘を受けた。一方で、**2019RMで使用されたデータは1990年から2016年と比較的新しく、GPG2000と比較して、より我が国の実態に即している可能性が高い**との意見も得ている。これを踏まえ、**現在のフレアリング技術も反映されていると考えられる2019RMの排出係数を用いる**。
- 1990年度以降の試掘調査は**深度3,000m以上で実施されることが多く、圧力からほとんどがガス井と想定可能**のことから、我が国で実施される試掘時における排出は、現行の方針と同様に**油井とガス井を一括して「1.B.2.c.F.ii フレアリング（天然ガス）」に計上**する。

# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (4/11)

## 算定方法

- 2019RMに示されたTier 1算定方法に基づき、試掘井数にデフォルト排出係数を乗じて算定する。なお、このデフォルト排出係数は試掘のみでなく試油試ガステストにおける排出も含まれている。

$$E_{exploration} = AD_{conventional\ gas} * EF_{conventional\ gas}$$

E : 試掘に伴う排出量[t]

AD : 陸上における試掘井数[本]

EF : 排出係数[t/本]

## 活動量

- 「天然ガス資料年報」(天然ガス鉱業会) から陸上における試掘井数を使用

## 排出係数

- 2019RMで示された以下のデフォルト排出係数のうちフレアリングのみ使用。なお、2019RMでは水圧破碎の有無別に非在来型技術と在来型技術における排出係数が提供されている。我が国において水圧破碎は実施されないことから、在来型技術における排出係数を使用する。

陸上ガス田（従来技術）における排出係数 [t/本]

		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
陸上ガス田 (在来型技術)	漏洩	0	0	0
	通気弁	5.72	0	0
	フレアリング	0.0578	4.72	3.40E-05

(出典) 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版 (IPCC)

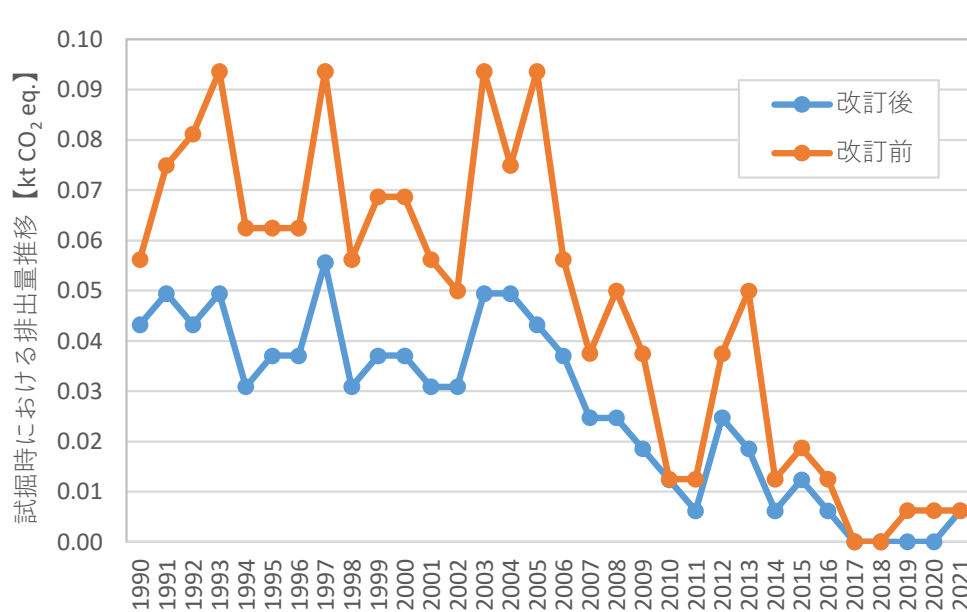


# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (5/11)

## 改定結果

- 天然ガスの試掘におけるフレアリングからの温室効果ガス排出量の推移（改訂前・改訂後）は下図のとおり。改訂後排出量は改訂前排出量と比較し微減している。2019RMでは海上ガス田におけるフレアリングによる排出は無視できるとされており算定対象は陸上ガス田のみとなっているが、現行の算定方法では活動量に海上ガス田の試掘数も含めていることが主な差異の要因である。
- 2021年度は当該活動における排出（フレアリング）は、6tCO<sub>2</sub> eq.。改訂前の値と比較すると、1990年度で13tCO<sub>2</sub> eq.、2013年度で31tCO<sub>2</sub> eq.、2021年度で0.07tCO<sub>2</sub> eq.の減少。

天然ガスの試掘（フレアリング）における排出量の推移



	[kt CO <sub>2</sub> eq.]						
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
改訂後	0.043	0.049	0.043	0.049	0.031	0.037	0.037
改訂前	0.056	0.075	0.081	0.094	0.062	0.062	0.062
差異	-0.013	-0.026	-0.038	-0.044	-0.032	-0.025	-0.025
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
改訂後	0.056	0.031	0.037	0.037	0.031	0.031	0.049
改訂前	0.094	0.056	0.069	0.069	0.056	0.050	0.094
差異	-0.038	-0.025	-0.032	-0.032	-0.025	-0.019	-0.044
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
改訂後	0.049	0.043	0.037	0.025	0.025	0.019	0.012
改訂前	0.075	0.094	0.056	0.037	0.050	0.037	0.012
差異	-0.026	-0.050	-0.019	-0.013	-0.025	-0.019	-0.000
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
改訂後	0.006	0.025	0.019	0.006	0.012	0.006	0.000
改訂前	0.012	0.037	0.050	0.012	0.019	0.012	0.000
差異	-0.006	-0.013	-0.031	-0.006	-0.006	-0.006	0.000
	2018	2019	2020	2021			
改訂後	0.000	0.000	0.000	0.006			
改訂前	0.000	0.006	0.006	0.006			
差異	0.000	-0.006	-0.006	-0.000			

# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (6/11)

## 排出源概要

ガス井から湧出した天然ガスをガスプラントへ輸送するまでの天然ガス生産からの排出を取り扱う。主な排出源として、ガス田施設内に敷設されたクリスマスツリーやクリスマスツリーからガスプラントまでに敷設された陸上及び海底パイプライン等からの非意図的な排出の他、ベントやフレアリングによる意図的な排出が存在する。

## 検討課題

- 現行の算定方法では、**陸上ガス田・海上ガス田別に排出量を算定している**。また、排出量の算定に使用する活動量として天然ガス生産量を用いている。
- 一方、新たに提供された算定方法（以下、2019RM）では、陸上ガス田・海上ガス田別に排出量の算定が可能であり、さらに**陸上ガス田については低排出技術（ノンブリード型天然ガスレギュレーター等）の実装の有無別でも算定が可能**となった。
- これらを踏まえ、どちらの算定方法がより我が国の排出実態を反映するか検討する必要がある。

## 対応方針

- 2019RMでは、ノンブリード型ガスレギュレーターが使用されていない場合は「高排出技術」における排出係数を使用するよう指定されている。我が国ではエア又は電気駆動型計装機器を使用しているが、**ガスコンプレッサーに備え付けられているガス検知器はLDAR常設であり、それ以外の配管等については圧力計や流量計により漏洩検知体制が取られている。また、異常を認めた場合は直ぐに修理を実施しており漏洩は微々たるものだと考えられる。**
- 以上を踏まえ、我が国における当該活動からの排出は限定的であると考え、**2019RMで提供されている、「低排出技術」による排出係数を用いる。**
- 通気弁からのCO<sub>2</sub>排出量については国固有の排出係数で算定しており、我が国の排出実態に即していると考えられるため、現行算定方法からの変更は行わない。また、通気弁からのCH<sub>4</sub>排出量については、「1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送・貯蔵」に既に計上されているためIEと報告する。なお、N<sub>2</sub>Oは本排出源において原理的に生じない。

IE : Included Elsewhere (他の部門に計上されている)

# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (7/11)

## 算定方法

- 2019RMに示されたTier 1算定方法に基づき、天然ガス生産量にデフォルト排出係数を乗じて算定する。なお、通気弁からのCO<sub>2</sub>排出量については、国固有の排出係数を使用しているため変更は行わない。また、通気弁からのCH<sub>4</sub>排出量については、国固有の排出係数を用いて1.B.2.b.iv 天然ガスの輸送・貯蔵に計上されているため、算定方法の変更は行わない。

$$E = AD_{\text{onshore gas production}} * EF_{\text{onshore gas production}} + AD_{\text{gathering}} * EF_{\text{gathering}} + AD_{\text{offshore gas production}} * EF_{\text{offshore gas production}}$$

E : 生産に伴う排出量[t]

AD : 陸上・海上における天然ガス生産量[10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>]

EF : 排出係数[t/15<sup>6</sup>m<sup>3</sup>]

gathering : 集ガス

## 活動量

- 海上ガス田からの天然ガス生産量は「天然ガス資料年報」(天然ガス鉱業会)における海域からの天然ガス生産量を用いる。陸上ガス田からの天然ガス生産量は「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省)、「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省)、「生産動態統計」(経済産業省)に示された国内全体の生産量から海上ガス田からの生産量を減じて算出する。

## 排出係数

- 2019RMで示された以下のデフォルト排出係数を使用。

天然ガスの生産における排出係数

[t/ 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>]

		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
漏洩	陸上 ガス田	0.39	0.072	0	ガス集積 (陸上 ガス田)	3.20	0.35	0	海上 ガス田	0.68	0	0
フレアリング		0	3.31	6.10E-5		0	0	6.00-E6		0	4.75	8.20-E5

(出典) 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版 (IPCC)

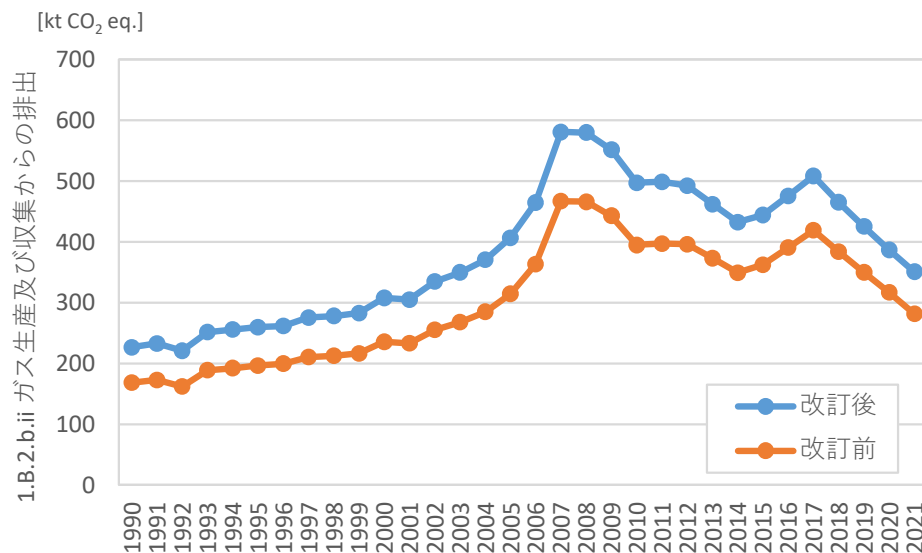
# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (8/11)

## 改定結果

- 天然ガスの生産における漏洩・通気弁・フレアリングからの温室効果ガス排出量の推移（改訂前・改訂後）は下図のとおり。改訂後排出量は改訂前排出量と比較し微増している。近年、漏洩検知技術の向上により、従来考えられていた以上のメタン漏洩が観測されるようになっており、この結果がデフォルト排出係数に反映されたためだと考えられる。
- 2021年度は当該活動における排出は、34万tCO<sub>2</sub> eq.。改訂前の値と比較すると、1990年度で5万tCO<sub>2</sub> eq.、2013年度で8万tCO<sub>2</sub> eq.、2021年度で6万tCO<sub>2</sub> eq.の増加。

天然ガスの生産（漏洩、通気弁、フレアリングの合計）における排出量の推移

[kt CO<sub>2</sub> eq.]



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
改訂後	220.0	225.9	213.8	244.0	248.4	252.3	254.4
改訂前	168.4	172.6	161.9	188.9	192.3	196.3	199.5
差異	51.6	53.2	51.9	55.1	56.2	56.0	55.0

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
改訂後	268.1	270.6	275.4	299.9	297.4	326.3	340.9
改訂前	210.3	212.5	216.4	235.6	233.1	255.2	267.7
差異	57.9	58.2	59.1	64.2	64.3	71.1	73.2

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
改訂後	361.4	397.1	454.2	569.7	568.7	541.1	487.1
改訂前	284.8	314.3	363.5	466.7	465.9	442.7	394.8
差異	76.6	82.8	90.7	103.0	102.8	98.4	92.3

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
改訂後	488.9	483.2	453.1	424.0	436.2	467.1	499.9
改訂前	396.9	395.9	372.7	349.4	362.3	390.5	419.0
差異	92.0	87.3	80.3	74.7	73.9	76.6	81.0

	2018	2019	2020	2021
改訂後	457.3	417.9	380.1	344.2
改訂前	383.6	349.9	316.5	281.5
差異	73.7	68.1	63.5	62.7

# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (9/11)

## 排出源概要

天然ガス処理施設において発生する排出を取扱う。天然ガス処理施設では液体天然ガスや硫黄などが分離除去されるが、高圧・低圧セパレーターや炭酸ガス除去装置、生産プラント内に敷設されたパイプライン等から温室効果ガスが大気中に放出される。LDAR（赤外線カメラを使用して漏洩検知と修理を行う）やプロセスガス遠心圧縮機へのドライシールの使用有無別に排出係数が提供されている。なお、これらの情報が不明な場合、LDARプログラムが制限されている場合、ドライシールを使用している圧縮機の割合が50%未満の場合は、これらの対策を実施していない排出係数を使用すべきとされている。

## 検討課題

- 2006GLで提供されている**デフォルト排出係数に天然ガス生産量を乗じることで排出量を算定**している。なお、**デフォルト排出係数は、サワーガス（硫化水素を多く含む）、スイートガス（硫化水素を全く含まない）別に提供**されている。
- 一方、2019RMでは、更に**LDARや遠心圧縮機へのドライシール使用有無別にデフォルト排出係数が新たに提供**されている。

## 対応方針

- 現行の算定方法で使用している2006GLで使用されているデータは1965年から1975年の調査結果であり、**現在の技術や測定手法が反映されていない可能性**がある。一方で、2019RMで使用されたデータは1990年から2016年と比較的新しく、**2006GLと比較しより我が国の実態に即している可能性**がある。
- 我が国で産出される天然ガスはスイートガスであり、**サワーガスの処理による排出は起こりえないため、当該活動における排出は算定しない**。
- 2019RMでは、LDARが使用されていない場合は「高排出技術」における排出係数を使用するよう指定されている。我が国では、LDARを常設している天然ガス処理施設がほぼないものの、**圧力計や流量計により同等の漏洩検知体制が取られており、プロセスガス遠心圧縮機やパイプライン、昇圧のために使用されるコンプレッサ等にドライシールが使用されており、当該活動における漏洩は非常に少ないと考えられるため「低排出技術」による排出係数を用いる**。

# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (10/11)

## 算定方法

- 2019RMに示されたTier 1算定方法に基づき、天然ガス生産量にデフォルト排出係数を乗じて算定する。

$$E = AD_{gas\ processed} * EF_{gas\ processed}$$

E : 処理に伴う排出量[t]

AD : 天然ガス生産量[10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>]

EF : 排出係数[t/15<sup>6</sup>m<sup>3</sup>]

## 活動量

- 「エネルギー生産・需給統計年報」(経済産業省)、「資源・エネルギー統計年報」(経済産業省)、「生産動態統計」(経済産業省)から天然ガス生産量を使用。

## 排出係数

- 2019RMではLDAR及びドライシールの使用状況別にデフォルト排出係数が提供されている。我が国ではLDARを常設している施設がほぼないものの、**圧力計や流量計により漏洩を監視する体制が整えられている**。また、**プロセスガス遠心圧縮機やパイプライン、昇圧のために使用されるコンプレッサ等にドライシールが使用されており、当該活動における漏洩は非常に少ないと考えられる**ことからLDARが実装されている場合の排出係数を使用する。なお、サワーガスの処理時におけるデフォルト排出係数も提供されているが、我が国において産出するガスはスイートガスであることから、当該活動における排出は存在しない。

天然ガスの処理における排出係数 [t/ 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>]

		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
天然ガスの処理 (ドライシールの利 用あり)	漏洩	0.0285	0	0
	通気弁	0.542	0.0721	0
	フレアリング	0	7.14	7.90-E5

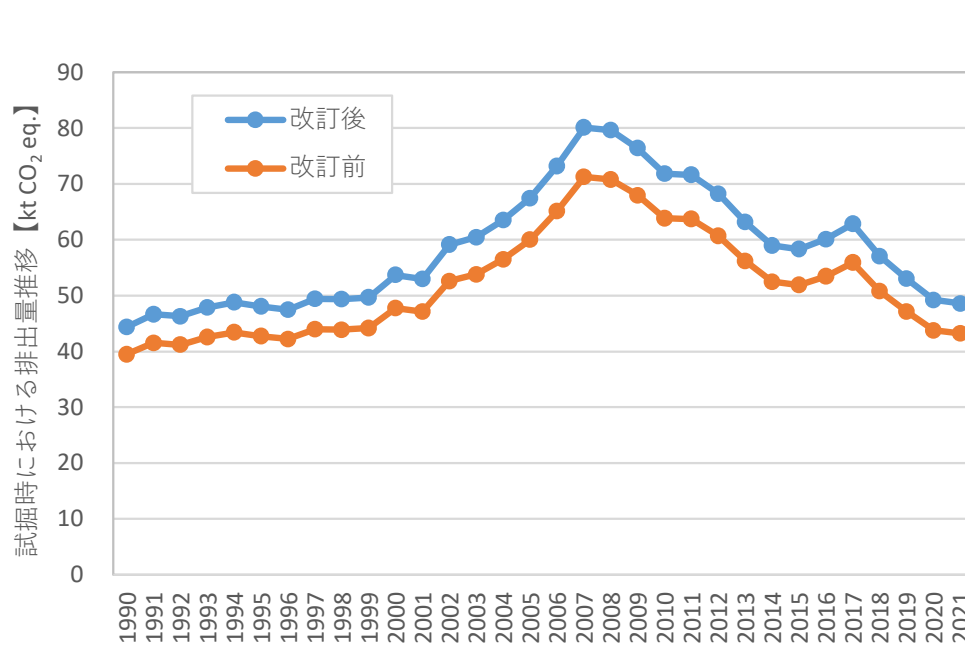
(出典) 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版 (IPCC)

# 1.1 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版を踏まえた排出係数の見直し (1.B.2.b. 天然ガス、1.B.2.c. 通気弁及びフレアリング) (11/11)

## 改定結果

- 天然ガスの処理における漏洩・通気弁・フレアリングからの温室効果ガス排出量の推移（改訂前・改訂後）は下図のとおり。改訂後排出量は改訂前排出量と比較し増加している。現行の算定では当該活動における通気弁及びフレアリングによる排出が含まれていないが、改訂後排出量には通気弁及びフレアリングによる排出が含まれたことが要因である。
- 2021年度は当該活動における排出（フレアリング）は、5万tCO<sub>2</sub> eq.。改訂前の値と比較すると、1990年度で5千tCO<sub>2</sub> eq.、2013年度で7千tCO<sub>2</sub> eq.、2021年度で5千tCO<sub>2</sub> eq.の増加。

天然ガスの処理（漏洩、通気弁、フレアリングの合計）における排出量の推移



	[kt CO <sub>2</sub> eq.]						
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
改訂後	44.4	46.7	46.3	47.9	48.8	48.1	47.5
改訂前	39.5	41.5	41.2	42.6	43.4	42.7	42.2
差異	4.9	5.2	5.1	5.3	5.4	5.3	5.2
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
改訂後	49.4	49.3	49.7	53.7	53.0	59.1	60.5
改訂前	44.0	43.9	44.2	47.8	47.1	52.6	53.8
差異	5.5	5.5	5.5	5.9	5.9	6.5	6.7
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
改訂後	63.5	67.5	73.2	80.1	79.6	76.4	71.8
改訂前	56.5	60.0	65.1	71.3	70.8	67.9	63.9
差異	7.0	7.5	8.1	8.9	8.8	8.4	7.9
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
改訂後	71.6	68.3	63.2	59.0	58.3	60.1	62.9
改訂前	63.7	60.7	56.2	52.5	51.9	53.5	55.9
差異	7.9	7.5	7.0	6.5	6.4	6.6	6.9
	2018	2019	2020	2021			
改訂後	57.1	53.0	49.2	48.6			
改訂前	50.8	47.1	43.8	43.2			
差異	6.3	5.9	5.4	5.4			

---

## 2. 工業プロセス及び製品の使用 (IPPU) (2.)

---



## 2.1 CO<sub>2</sub>の直接利用実態の把握（1.A、2. 全体（CO<sub>2</sub>））（1/7）

### 【検討課題】

- 我が国のインベントリにおけるCCU（Carbon Capture and Utilization：CO<sub>2</sub>の回収・利用）の暫定的な計上方針としては、2006年IPCCガイドラインに従い、原則として、「**回収されたCO<sub>2</sub>がCCSで長期貯留される**」場合のみ、**CO<sub>2</sub>固定量を発生源分野の排出量から控除することとする。**」としている。これに従い、CCUのためのCO<sub>2</sub>回収量は原則として発生源分野から控除しない方針であった。
- 一方、今後、イノベーションの進展により、一定期間CO<sub>2</sub>が固定されるCCU技術の社会実装が進むことが予想されている。CO<sub>2</sub>の回収・利用による我が国の温暖化対策への寄与を適切にインベントリへ反映するため、CCU小分科会を立ち上げ先進的なCCU技術のインベントリでの取り扱いに関する検討を進めているところであるが、**従来型の液化炭酸ガスやドライアイスとしてのCO<sub>2</sub>の回収・利用（CO<sub>2</sub>の直接利用）に関するインベントリにおける取り扱いについても同様に検討を行う必要がある。**

### 【対応方針】

- 我が国がこれまで上流側の排出として報告していたCO<sub>2</sub>排出について、対策評価の観点から、**可能な限り下流側（溶接、食品・飲料等、炭酸ガスの需要側）で排出量を計上する可能性について検討**するため、**国内のどの産業からどれだけのCO<sub>2</sub>が回収され、どのような用途でCO<sub>2</sub>が使用されているかを把握する。**
- 本調査に当たっては、日本産業・医療ガス協会及びドライアイスメーカー会が会員企業に対して既に原料炭酸ガス・ドライアイスの回収・利用に関する調査を実施していることから、当該調査結果を活用する形で検討を行った。
- さらに、調査結果から把握した産業別・用途別のCO<sub>2</sub>回収・利用量に基づき、インベントリにおいて、**CO<sub>2</sub>の回収が行われているカテゴリーから回収量を差し引き、CO<sub>2</sub>が利用されるカテゴリーに付け替える（IPCCガイドラインの考え方に基づき、上流で差し引いたCO<sub>2</sub>は、全量下流で漏れなく排出量として計上する）**方針を検討する。

## 2.1 CO<sub>2</sub>の直接利用実態の把握（1.A、2. 全体（CO<sub>2</sub>））（2/7）

### 【CO<sub>2</sub>回収量調査結果】

- 日本産業・医療ガス協会とドライアイスメーカー会の協力のもと、**インベントリのどの排出源からどれだけのCO<sub>2</sub>回収量を差し引くか**を把握するための調査を実施した。日本産業・医療ガス協会提供データによる液化炭酸ガス向け発生源別CO<sub>2</sub>回収量、およびドライアイスメーカー会提供データによるドライアイス向けのCO<sub>2</sub>回収量は下図のとおり。
- ✓ 液化炭酸ガスについては、石油精製およびアンモニア製造からのCO<sub>2</sub>回収量が7～8割を占める。
- ✓ ドライアイスについては、ドライアイスメーカー会へのヒアリングによると、発生源別の回収量は把握していないとのことであったが、**発生源は、石油精製・石油系燃焼ガス・アンモニア・ウレタン・天然ガスとのことであった**。なお、提供されたドライアイス出荷量データをドライアイス向けCO<sub>2</sub>回収量としてみなすこととする。

### 【CO<sub>2</sub>利用量調査結果】

- 同様に、日本産業・医療ガス協会とドライアイスメーカー会の協力のもと、**インベントリのどの排出源にどれだけのCO<sub>2</sub>利用量を追加計上するか**を把握するための調査を実施した。日本産業・医療ガス協会及びドライアイスメーカー会提供データによる、液化炭酸ガス及びドライアイス向けの国内における用途別CO<sub>2</sub>利用量は下図のとおり。
- ✓ 液化炭酸ガスについては**溶接用が最も多く、次いで飲料用、あるいは冷却用が多くを占めている**。
- ✓ ドライアイスについては、ドライアイスメーカー会へのヒアリングによると、用途別の利用量は把握していないが、**最大の用途は食品の保冷輸送であり、その他にはドライアイスブラスト・金属の低温処理など工業用分野等**とのことであった。なお、ここでは提供されたドライアイス出荷量をドライアイスのCO<sub>2</sub>利用量としてみなすこととする。

## 2.1 CO<sub>2</sub>の直接利用実態の把握（1.A、2. 全体（CO<sub>2</sub>））（3/7）

### 【インベントリカテゴリーへの対応案】

- 本調査におけるCO<sub>2</sub>の発生源区分・利用区分とインベントリカテゴリーとの対応関係は下表のとおり。
- ✓ 同じ発生源において、エネルギー起源と非エネルギー起源の両方が存在するものについては、より排出量の大きな排出源から差し引く（アンモニア製造については、非エネルギー起源（IPPU分野）、製鉄についてはエネルギー起源（「1.A. 燃料の燃焼」分野））。
- ✓ ドライアイスの利用に伴うCO<sub>2</sub>については、全量「2.H.3. ドライアイス」として計上する。

#### CO<sub>2</sub>回収量の部門対応

本調査における区分	インベントリカテゴリー
石油精製	1.A.1.b. 石油精製
アンモニア	2.B.1. アンモニア製造
酸化エチレン※	2.B.8. 酸化エチレン製造※
製鉄	1.A.2.a. 鉄鋼製造

#### CO<sub>2</sub>利用量の部門対応

本調査における区分	インベントリカテゴリー
溶接用	2.H.3. 溶接※
飲料用	2.H.2. 食品・飲料産業
冷却用	2.H.3. 冷却※
ドライアイス	2.H.3. ドライアイス※
製鋼用	2.C.1. 鉄鋼製造
化学用	2.B.10. 化学産業その他
鋳物用、その他	2.H.3. その他の炭酸ガスの利用※

※インベントリに対応するカテゴリーがないため、「2.H.3. その他」に今回新たにカテゴリーを設定 18

## 2.1 CO<sub>2</sub>の直接利用実態の把握（1.A、2. 全体（CO<sub>2</sub>））（4/7）

### 【データのない期間のCO<sub>2</sub>の回収・利用量の推計方法】

- 1990年度以降の発生源別・用途別のCO<sub>2</sub>回収量・利用量のうち、データ欠損期間については以下の方針で推計を行う。

項目	液化炭酸ガス	ドライアイス
CO <sub>2</sub> 回収量	<p>【合計回収量】 （データ欠損期間：1990,1991,1993～1995年度） ✓ 他の年の合計回収量から内挿推計。</p> <p>【発生源別内訳】 （データ欠損期間：上記に加え、1998,1999,2001～2004,2006～2008,2010,2012,2014,2020年度） ✓ 調査対象年度の発生源別構成比を内挿することで欠損期間の発生源別構成比を推計し、各年度の合計回収量に乗じて、各年度の発生源別回収量を推計。</p>	<p>（データ欠損期間：1990～2009年度） ✓ 「経済産業省生産動態統計年報 化学工業統計編」における「炭酸ガス」の生産量に対する本調査におけるCO<sub>2</sub>回収量の比率を各年度の炭酸ガス生産量に乗じて各年度のCO<sub>2</sub>回収量を推計。 ✓ ドライアイスの発生源は主に石油精製とアンモニア製造とされることから、各年度の回収量を液化炭酸ガスの石油精製とアンモニア製造の発生源別構成比で按分。</p>
CO <sub>2</sub> 利用量	<p>（データ欠損期間：1990～2003年度） ✓ CO<sub>2</sub>の直接利用においては、回収されたCO<sub>2</sub>は全量利用され大気中の排出されると考えられることから、各年度のCO<sub>2</sub>利用量はCO<sub>2</sub>回収量に等しいものとする。 ✓ データ欠損期間である1990～2003年度については、2004年度の用途別構成比で各年度の合計CO<sub>2</sub>利用量を按分して各年度の用途別利用量を推計。</p>	<p>（データ欠損期間：1990～2009年度） ✓ CO<sub>2</sub>の直接利用においては、回収されたCO<sub>2</sub>は全量利用され大気中の排出されると考えられることから、各年度のCO<sub>2</sub>利用量はCO<sub>2</sub>回収量に等しいものとする。</p>

## 2.1 CO<sub>2</sub>の直接利用実態の把握（1.A、2. 全体（CO<sub>2</sub>））（5/7）

### 【インベントリカテゴリー別排出量への反映方針】

- CO<sub>2</sub>の回収が行われているカテゴリーから回収量を差し引き、CO<sub>2</sub>が利用されるカテゴリーに付け替え（IPCCガイドラインの考え方にに基づき、上流で差し引いたCO<sub>2</sub>は、全量下流で漏れなく排出量として計上する）。

改訂前					改訂後
カテゴリー	排出量[ktCO <sub>2</sub> ]		回収量[ktCO <sub>2</sub> ]		排出量[ktCO <sub>2</sub> ]
1.A.1.b. 石油精製	31,267		556		30,711
1.A.2.a. 鉄鋼製造	124,299		22		124,277
2.B.1. アンモニア製造	4,072		364		3,708
2.B.8. 酸化エチレン製造※	196		52		218
2.B.10. 化学産業その他	-		-	38	38
2.C.1. 鉄鋼製造	5,310	—	-	25	5,334
2.H.2. 食品・飲料産業※	81		-	90	90
2.H.3. 輸入炭酸ガス	秘匿値		-	-	秘匿値
2.H.3. ドライアイス	-		-	369	369
2.H.3. 冷却	-		-	108	108
2.H.3. 溶接	-		-	270	270
2.H.3. その他の炭酸ガスの利用	-		-	95	95
合計	165,225		994	994	165,225

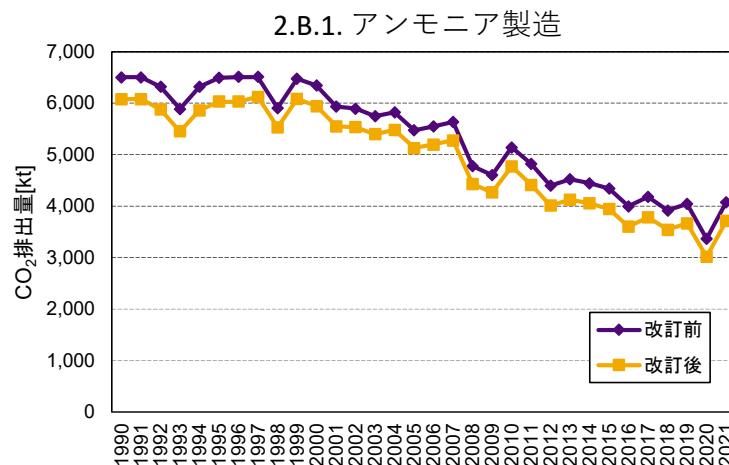
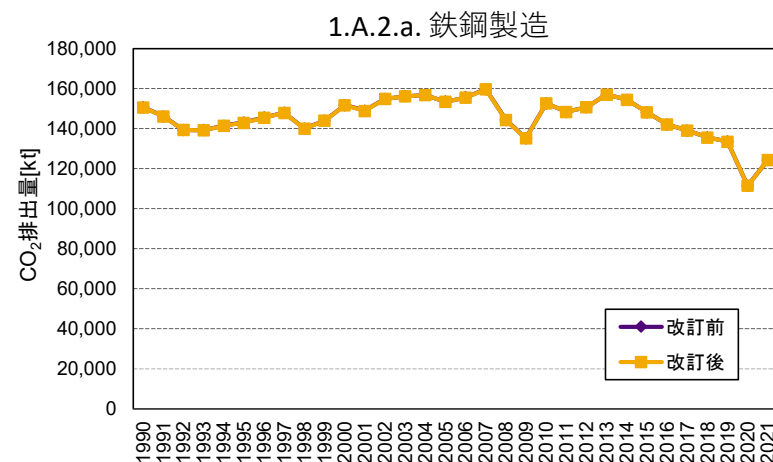
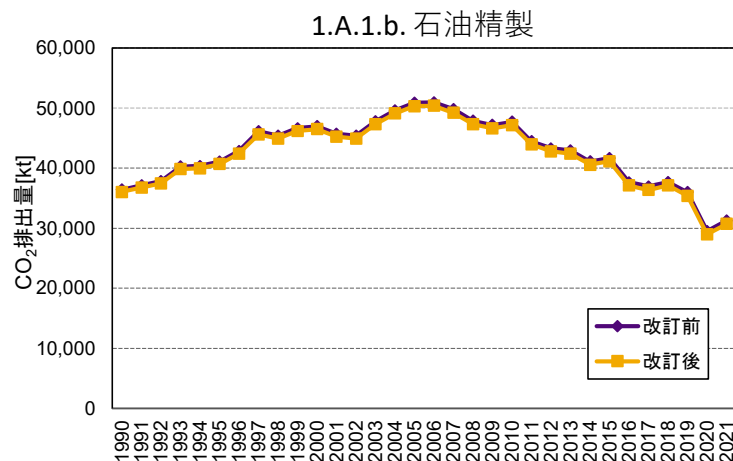
※酸化エチレン製造は、これまでCO<sub>2</sub>回収前後の排出係数を基にCO<sub>2</sub>回収量を推計して排出量から差し引くと共に、別途、食品・飲料産業に排出量として計上していたが、今回CO<sub>2</sub>回収量実績データが得られたため、差し替えることとする（上記改訂前の値はCO<sub>2</sub>回収量を差し引く前の値のため現行インベントリとは異なる）。

- CO<sub>2</sub>回収量のうち、回収元の排出源が特定できない、「その他」からのCO<sub>2</sub>回収量については、排出量から差し引かず、CO<sub>2</sub>利用量からも「その他」のCO<sub>2</sub>回収量分を除いて計上する（各用途別利用量の比率に応じて按分）。

## 2.1 CO<sub>2</sub>の直接利用実態の把握（1.A、2. 全体（CO<sub>2</sub>））（6/7）

### 【改訂結果（2020年度排出量が減少する排出源）】

- 本調査結果によるCO<sub>2</sub>の回収・利用量を、前述の方針によりインベントリに反映させた場合、2020年度排出量が減少する排出源の改訂結果は以下のとおり。
- 改訂の結果、2021年度の排出量は、「1.A.1.b. 石油精製」が約56万t減（約2%減）、「1.A.2.a. 鉄鋼製造」が約2万t減（約0.02%減）、「2.B.1.アンモニア製造」が約36万t減（約9%減）となる。

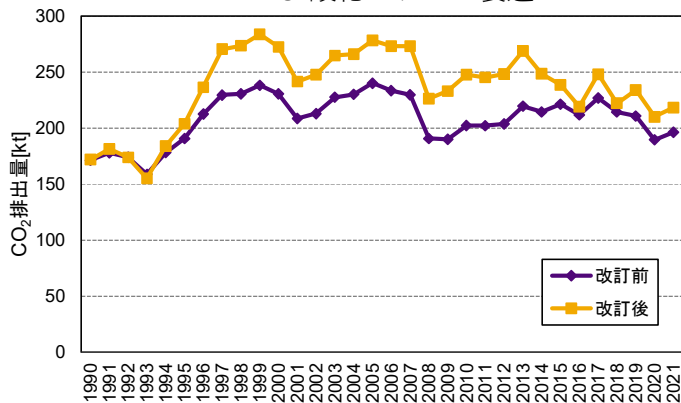


## 2.1 CO<sub>2</sub>の直接利用実態の把握（1.A、2. 全体（CO<sub>2</sub>））（7/7）

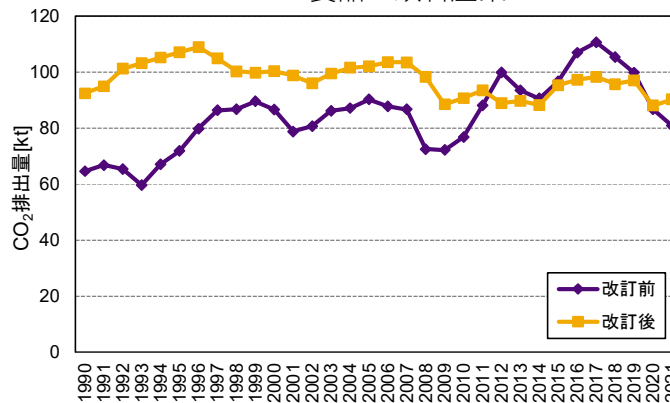
### 【改訂結果（2020年度排出量が増加する排出源）】

- 2020年度排出量が増加する排出源の改訂結果は以下のとおり。改訂の結果、2021年度の排出量は、新たに「2.B.10. 化学産業その他」に約4万t追加計上され、「2.B.8. 酸化エチレン製造」が約2万t増（約11%増）、「2.C.1. 鉄鋼製造」が約2万t増（約0.5%増）、「2.H.2. 食品・飲料産業」が約1万t増（約11%増）、「2.H.3. その他」が約84万t増（約11,464%増）となる。
- 「2.B.8. 酸化エチレン製造」は現行インベントリですでにCO<sub>2</sub>回収量を差し引いており、下記はCO<sub>2</sub>回収量データを今回の調査結果に改めて差し替えたことによる変化である。また、「2.H.3. その他」は、現行インベントリでは、「輸入炭酸ガス」からのCO<sub>2</sub>排出量のみを計上しているところ、今回の改訂案にて、「ドライアイス」、「冷却」、「溶接」、「その他」でのCO<sub>2</sub>利用に伴う排出量を新たにまとめて追加計上したことによる増加である。

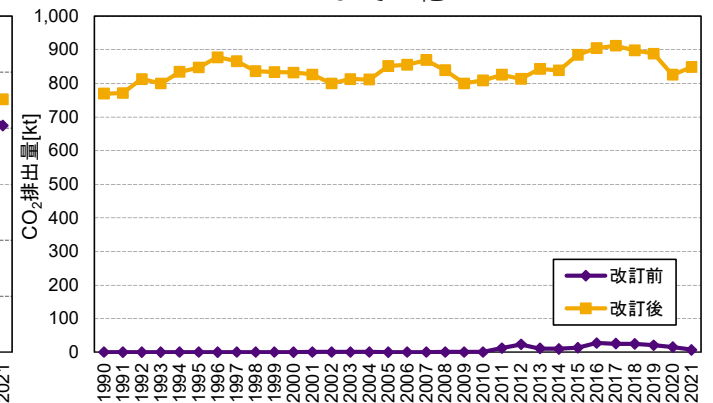
2.B.8. 酸化エチレン製造



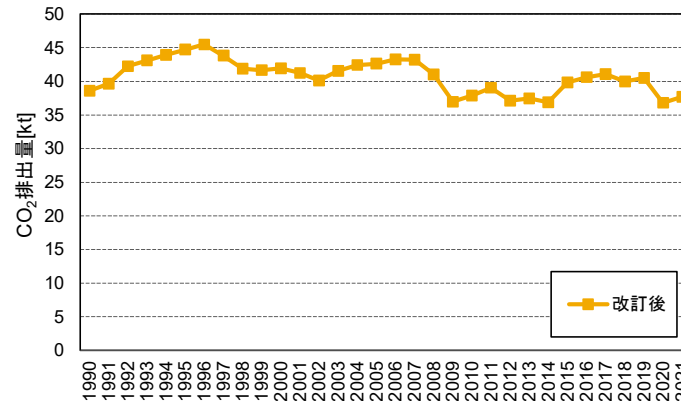
2.H.2. 食品・飲料産業



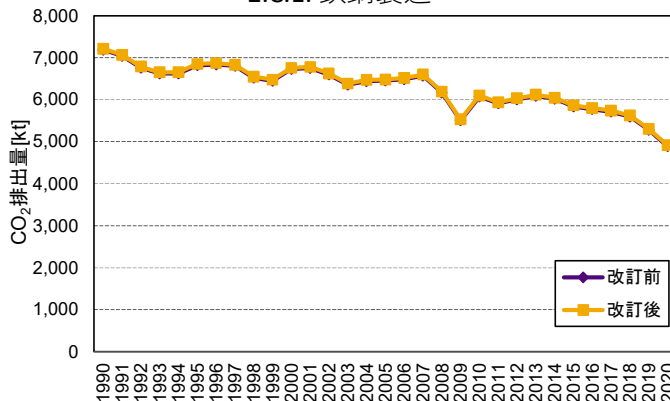
2.H.3. その他



2.B.10. 化学産業その他



2.C.1. 鉄鋼製造



※2.B.10. 化学産業その他、2.C.1. 鉄鋼製造については新規計上のため、改訂前の推移はない

## 2.2 環境配慮型コンクリートによるCO<sub>2</sub>削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO<sub>2</sub>) ) (1/4)

### 【検討課題】

- CCUについては、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和3年10月22日閣議決定）において、「『カーボンリサイクル技術ロードマップ』（令和元年6月7日経済産業省策定、令和3年7月26日改訂）を踏まえて、競争優位性を確保しつつ、コスト低減や用途開発のための技術開発・社会実装、そして国際展開を推進していくことが求められる」とされている。また、同じく2021年10月に閣議決定された地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）においても、CCUSに関するイノベーションの推進等が盛り込まれている。
- また、CCU技術の社会実装に向け、環境省や経済産業省の実証事業等においても、メタネーションや人工光合成技術、排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>をコンクリートに吸収・反応させる環境配慮型コンクリート等の実証が実施されている。
- CCUS技術は先進的であるため、IPCCガイドラインにおいてCO<sub>2</sub>吸収量の算定方法が明確に規定されていないケースが多く、我が国として、インベントリへの計上方法を科学的見地から独自に検討していく必要がある。
- 今後、各分野において様々なCCUS（主としてCCU）の事例が出てくると予想されるため、**実質的に温室効果ガスの排出削減に寄与するCCUを推進するとともに、科学的に適切なCCUの計上方法を検討するためのプロセスを新たに設定する必要がある。**

### 【対応方針】

- エネルギー・工業プロセス分科会の下に設置したCCU小分科会において、様々なCCU技術によるCO<sub>2</sub>吸収量のインベントリへの反映方法について検討を行う。



## 2.2 環境配慮型コンクリートによるCO<sub>2</sub>削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO<sub>2</sub>) ) (2/4)

### 【2021・2022年度のCCU小分科会における検討内容】

- 2021・2022年度のCCU小分科会では、CCU技術全般に関するCO<sub>2</sub>排出・吸収量のインベントリでの取扱いや、環境配慮型コンクリートの算定方法に関して、検討が必要な全般的・技術的論点についての議論を行った。

### 【2023年度のCCU小分科会における検討内容】

- 2024年提出のインベントリにおけるCCU技術に伴うCO<sub>2</sub>排出・吸収量の計上に向け、環境配慮型コンクリートあるいはその他の個別技術に関する算定方法について検討を行った。

### 1. 環境配慮型コンクリートの算定方法

環境配慮型コンクリートについて、製造時CO<sub>2</sub>固定型（コンクリート製造時にCO<sub>2</sub>を固定させるタイプ）とCO<sub>2</sub>由来材料使用型（CO<sub>2</sub>由来の炭酸塩原料等を使用してコンクリート等を製造するタイプやバイオ炭を混合することでコンクリート中に炭素を固定するタイプ）に分類し、各々について排出・固定量算定方法の検討を行う。

## 2.2 環境配慮型コンクリートによるCO<sub>2</sub>削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO<sub>2</sub>) ) (3/4)

### 【参考】2023年度第1・2回CCU小分科会での検討結果

#### 【①製造時 CO<sub>2</sub>固定型コンクリートの算定方法について】

- ✓ 製造時CO<sub>2</sub>固定型コンクリートの生産量に、実測値に基づく製品全体の平均的なCO<sub>2</sub>固定係数を乗じてCO<sub>2</sub>固定量を算定する。
- ✓ CO<sub>2</sub>固定量は、CO<sub>2</sub>を固定するコンクリートの製品の表面積、空隙等の構造の他、配合比率、製造方法（温度、ばく露濃度）等によって変化することから、製品種や配合比率、製造方法を確認し、異なる固定係数を設定することが妥当であることが確認された場合には、その区分ごとにCO<sub>2</sub>固定量を算定する。
- ✓ ただし、製品種別や配合比率、製造方法等が異なっても、固定係数に大きな差異が生じないものと考えられ、同一の固定係数が設定可能と判断される場合には、活動量データの把握が複雑にならないよう、適宜まとめて算定する方針も検討する。
- ✓ 今年度はCO<sub>2</sub>固定量の算定に必要なデータが得られている製造時CO<sub>2</sub>固定型コンクリート（CO<sub>2</sub>-SUICOM）によるCO<sub>2</sub>固定量を算定、インベントリに反映する。

#### 【②CO<sub>2</sub>由来材料使用型コンクリートの算定方法について】

- ✓ 把握可能なデータに応じて、「1.CO<sub>2</sub>由来炭酸塩使用量を活動量とする場合」と、「2.コンクリート生産量を活動量とする場合」の2種類を設定。CO<sub>2</sub>固定量は、使用されるCO<sub>2</sub>由来炭酸塩の種類や配合（調合）によって変化することから、同一のCO<sub>2</sub>由来炭酸塩原料及び配合比率を用いている製品種別にCO<sub>2</sub>固定量を算定する。
  - 1.CO<sub>2</sub>由来炭酸塩使用量を活動量とする場合  
CO<sub>2</sub>由来炭酸塩使用型コンクリート製造におけるCO<sub>2</sub>由来炭酸塩使用量にCO<sub>2</sub>由来炭酸塩の平均的なCO<sub>2</sub>固定係数を乗じてCO<sub>2</sub>固定量を算定する。
  - 2.コンクリート生産量を活動量とする場合  
CO<sub>2</sub>由来炭酸塩使用型コンクリートの生産量に、コンクリート生産量当たりのCO<sub>2</sub>固定係数を乗じてCO<sub>2</sub>固定量を算定する。
- ✓ 今年度はCO<sub>2</sub>固定量の算定に必要なデータが得られているCO<sub>2</sub>由来炭酸塩使用型コンクリート（TeConcrete/Carbon-Recycle、クリーンクリートN）によるCO<sub>2</sub>固定量を算定、インベントリに反映する。

## 2.2 環境配慮型コンクリートによるCO<sub>2</sub>削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO<sub>2</sub>) ) (4/4)

### 【参考】2023年度第3回CCU小分科会での検討結果

#### 【バイオ炭使用型コンクリートの算定方法について】

- ✓ コンクリート中に混和したバイオ炭は全量がコンクリート中に固定されるとし、CO<sub>2</sub>固定量はバイオ炭種ごとに変わるため、バイオ炭種別にCO<sub>2</sub>固定量を算定する。
- ✓ 算定方法として、土地利用、土地利用変化及び林業分野（LULUCF分野）で使用されている、「伐採木材製品（HWP）に関する方法論」のTier3手法を適用する。バイオ炭使用型コンクリート（を使用した土木・建築構造物）製造時に投入されるバイオ炭の炭素量をインフローとして、バイオ炭使用型コンクリート（を使用した土木・建築物）解体時において排出されるバイオ炭の炭素量をアウトフローとして算定し、合算してバイオ炭の炭素ストック量変化としてインベントリに計上する。
- ✓ なお、HWPに関する方法論では、使用中（in-use）と使用後（廃棄後）の2段階について算定する必要があるが、バイオ炭使用型コンクリートについては、現時点では廃棄後の排出有無に関するデータが存在しないため、使用中（in-use）のみを算定対象としてインベントリに反映する。また、インフローが使用期間経過後にアウトフローになるとみなし、バイオ炭使用型コンクリートの使用期間については、日本建築学会建築工事標準仕様書に基づき、通常のコンクリートと同様の65年を設定する
- ✓ ただし、廃棄後の取扱いについては、次年度以降も情報収集を継続し、何らかの使用後（廃棄後）のバイオ炭使用型コンクリート製品の処理に関するデータが得られた場合には、改めて廃棄後の取り扱いについても検討を行い、必要に応じて算定方法の見直しを行うこととする（現時点では廃棄後の事例は未確認のため、計上はない。）。
- ✓ 今年度はCO<sub>2</sub>固定量の算定に必要なデータが得られているバイオ炭使用型コンクリート（SUSMICS-C）によるCO<sub>2</sub>固定量を算定、インベントリに反映する。