

NMVOC 排出量の算定方法について（NMVOC タスクフォース）

I. 2017 年提出インベントリに反映する検討課題

1. 分野全般

1.1 NMVOC 燃焼由来 CO₂ 排出量の把握（分野全般）

（1）検討課題

平成 26 年度のインベントリ WG において、「NMVOC の削減対策の一つとして、溶剤使用施設等において焼却処理が実施されているが、これは NMVOC の削減に寄与する一方、CO₂ の増加につながっているのではないかと、粗々でも推計は可能か」との指摘を受けた。NMVOC の焼却処理に伴う CO₂ については、現行インベントリでもすべては捕捉できていないため、我が国において、どの程度の NMVOC が燃焼処理されており、CO₂ としてどの程度排出されているのかを把握する必要がある。

（2）対応方針

VOC 排出インベントリや PRTR 制度等、既存の排出量をモニタリングする枠組みでは、毎年の NMVOC の焼却処理量までは捕捉されていない。そこで、VOC 排出インベントリの平成 18 年度の調査結果を基に推計した溶剤国内供給量から、VOC 排出インベントリに基づく大気中への排出量と、日本溶剤リサイクル工業会の調査結果を基に推計した溶剤のマテリアルリサイクル量を差し引くことで溶剤の焼却処理量を推定し、NMVOC の焼却処理に伴う CO₂ 排出量を推計した。なお、NMVOC の供給源としては、石油や天然ガス等の化石燃料も存在すると考えられるが、焼却処理が行われている施設は多くが溶剤使用施設と考えられることから、溶剤のフローをベースに推計を行った。なお、排出量は 5 種類の用途別（塗料、洗浄剤、印刷、化学製品、その他）に推計し、その合計値を溶剤の焼却に伴う CO₂ 排出量とする。

【NMVOC の焼却処理量推計方法（図 1 参照）】

- ① VOC 排出インベントリの過去の検討において実施された溶剤供給メーカーからの溶剤販売量調査結果等を基に各年度の溶剤の用途別の国内供給量を推定する。
- ② 日本溶剤リサイクル工業会で調査された国内の用途別溶剤のマテリアルフロー¹及び各年度における溶剤回収量²を基に各年度における用途別のマテリアルリサイクル量を算出する。
- ③ ①の国内供給量から、インベントリにおいて算定している大気中への NMVOC 排出量と②のマテリアルリサイクル量を差し引いて、用途別焼却処理量とする。
- ④ ③の NMVOC の焼却処理量に後述の VOC 平均の炭素含有率、44/12 を乗じて NMVOC の焼却処理に伴う CO₂ 排出量を推計する。

¹ 「有機溶剤使用量・排出処理に関する調査（富士キメラ総研、2012 年 5 月）」

² 「溶剤リサイクル数量調査（日本溶剤リサイクル工業会）」

【NMVOC の焼却処理に伴う CO₂ 排出量推計式】

$$I_i = S_i - E_i - R_i$$

- I_i : 用途 i における NMVOC 焼却処理量[t]
- S_i : 用途 i における溶剤の国内供給量 [t]
- E_i : 用途 i における大気中への NMVOC 排出量[t]
- R_i : 用途 i における溶剤のマテリアルリサイクル量[t]

$$E_{CO_2} = \sum_i \left(I_i \times C_i \times \frac{44}{12} \right)$$

- E_{CO_2} : NMVOC の焼却処理に伴う CO₂ 排出量 [t]
- I_i : 用途 i における NMVOC 焼却処理量 [t]
- C_i : 用途 i における NMVOC の平均炭素含有率[-]

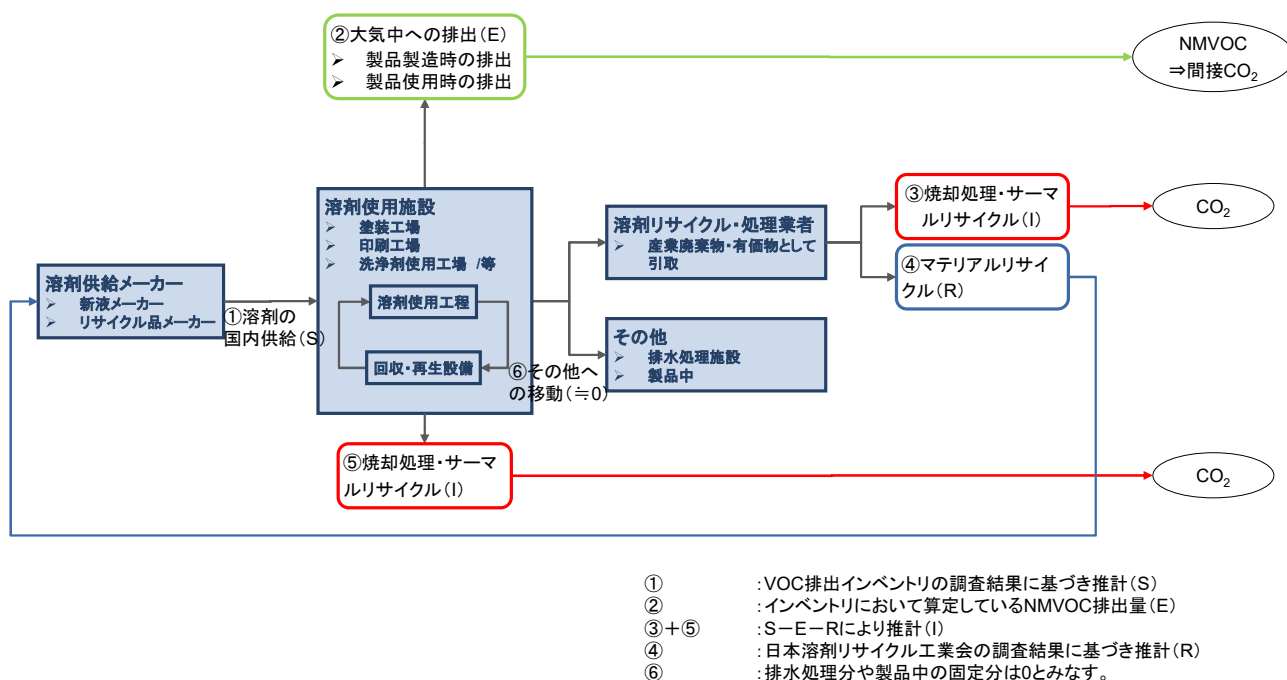


図 1 溶剤のフローと推計方法の概要

なお、製品中に含まれる NMVOC 量については、「VOC 排出抑制の手引き（平成 22 年 10 月、経済産業省・(社)産業管理協会）」における物質収支による VOC 排出量算定方法の記載に倣い、0 とみなせるとした。さらに、一部洗浄用途の溶剤が産業排水として処理されているとみられるが、「有機溶剤使用量・排出処理に関する調査（富士キメラ総研、2012 年 5 月）」に基づき、こちらも 0 とみなすこととした³。

(3) 算定結果

表 1、図 2 に NMVOC 燃焼由来 CO₂ 排出量の推移を示す。2014 年度の NMVOC の焼却処理に伴う CO₂ 排出量は約 200 万 tCO₂ と見込まれ、2005 年度に比べて約 3% 減となっている。2000 年代後半に向けて増加傾向にあったが、それ以降は横ばい傾向になりつつある。また、2014 年度排出量においては、その他を除くと、印刷からの排出量が最も多く、化学製品、塗料と続いている。な

³ 「有機溶剤使用量・排出処理に関する調査（富士キメラ総研、2012 年 5 月）」では、産業排水としての流出量については微量のため除外するとされている。

お、本排出量には、廃溶剤（液体としての NMVOC）の焼却に伴う CO₂ 排出量も含まれているため、二重計上を回避する方法について検討する必要がある。

表 1 NMVOC 燃焼由来 CO₂ 排出量の推移[ktCO₂]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
塗料	353	332	313	289	288	275	282	266	237	227
洗浄剤	81	83	81	89	85	95	98	102	92	86
印刷	485	487	480	495	530	550	591	615	611	640
化学製品	57	47	53	68	104	114	139	159	172	214
その他	399	416	427	435	486	526	529	544	461	524
合計	1,375	1,365	1,354	1,376	1,492	1,559	1,638	1,686	1,573	1,691
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
塗料	237	199	189	180	178	173	166	160	144	124
洗浄剤	86	106	120	126	132	138	132	121	78	97
印刷	669	659	648	636	624	612	617	662	639	595
化学製品	224	253	274	283	294	309	344	355	348	371
その他	524	614	674	709	753	797	841	822	739	836
合計	1,740	1,832	1,904	1,934	1,981	2,030	2,100	2,120	1,948	2,024
	2010	2011	2012	2013	2014					
塗料	127	114	114	128	114					
洗浄剤	87	93	58	61	60					
印刷	574	581	549	544	512					
化学製品	386	380	361	371	385					
その他	852	841	839	897	907					
合計	2,025	2,009	1,920	2,001	1,978					

※2004 年度以前については外挿推計に基づくリサイクル量を推計に使用。

※1990～1999 年度、2006 年度以降については活動量により延長した溶剤の国内供給量を推計に使用。

※2001～2004 年度については内挿補間による溶剤の国内供給量を推計に使用

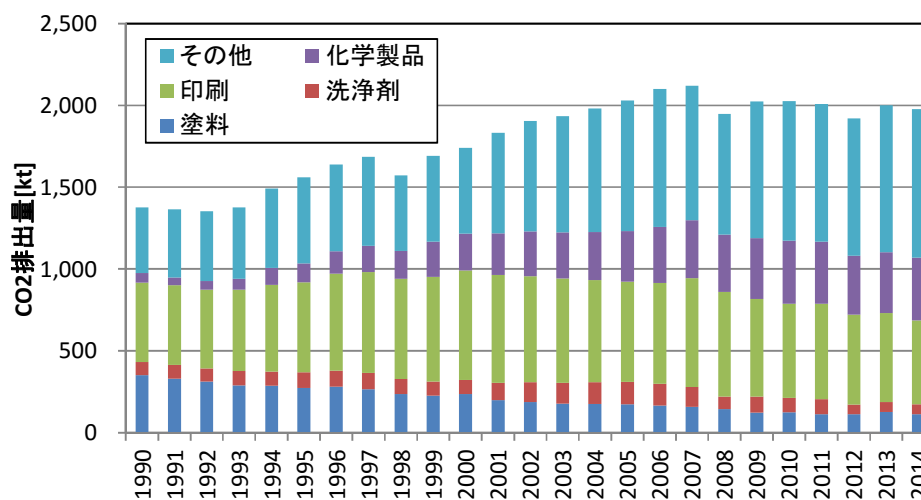


図 2 NMVOC 燃焼由来 CO₂ 排出量の推移

1.2 間接 CO₂ 換算方法の検討（分野全般）

（1）検討課題

NM VOC については長期的には大気中での酸化反応を経て CO₂ に変換されるという CO₂ の前駆物質としての考え方から、現行インベントリでは NM VOC を CO₂ 換算して GHG 総排出量に含めることが可能となっている（義務ではなく各国が選択的に計上可能）。間接 CO₂ に換算するための VOC の平均炭素含有率については、2006 年 IPCC GL にデフォルト値 0.6 との記載があるが、GHG 総排出量における間接 CO₂ 計上の是非を検討するためには、我が国における NM VOC 排出量の排出源別・物質別構成比を踏まえ、実態を反映した平均炭素含有率を設定する必要がある。

（2）対応方針

各排出源から排出される VOC 中に含まれる物質の炭素含有率を各物質の構成比率で加重平均することで排出源別の VOC の平均炭素含有率を算出する。

各物質の炭素含有率は分子式より設定することとし、各排出源から排出される VOC 中に含まれる物質及びその構成比率は、VOC 排出インベントリを中心とした各種資料における排出源別・物質別排出量より推定する。

なお、燃焼起源の CO₂ との二重計上を避けるために自動車からの燃料蒸発ガス⁴を除いた非燃焼起源 NM VOC のみ、またバイオマス起源の CO₂ はインベントリでは計上対象外であるため非バイオマス起源 NM VOC のみが間接 CO₂ の換算対象となることから、非燃焼起源 NM VOC ・非バイオマス起源 NM VOC にのみ平均炭素含有率を設定する。

1) 各物質の炭素含有率

後述の資料において対象となっている全物質について、分子式に基づき、C の分子量／全体の分子量により炭素含有率を設定した。後述の資料中から物質単体での構成比率が把握できず、「その他（炭化水素系）」といったように混合物としてしか把握できないものについては、単体での構成比率が把握可能な物質のみで VOC 全体の平均炭素含有率を算出し、当該平均値を適用するものとする。また、混合物のうち、天然ガス、灯油、ナフサ、LPG については燃料の燃焼由来の CO₂ 排出量算定において使用されている炭素排出係数・発熱量や比重に基づき炭素含有率を設定する。

2) 各発生源における NM VOC 中物質構成比

各発生源から排出される NM VOC に含まれる物質とその構成比率については、主に VOC 排出インベントリ報告書に記載の物質別排出量を使用し、VOC 排出インベントリ報告書で対象外となっている排出源についてはその他の資料における物質別構成比等を引用した。各発生源の物質別構成比の推定に使用した資料は表 2 の通りである。

⁴ 「1.A.燃料の燃焼」の「3.運輸」にて計上。

表 2 物質別構成比率の推定に用いた資料

IPCCセクター	IPCCカテゴリ	発生源名	出典
1.B. 燃料からの漏出	1.B.2.a.iii. 石油の輸送	原油の流通	平成27年度VOC排出インベントリ報告書（環境省）
		船舶	平成24年度 排出規制海域(ECA)設定による大気環境改善効果の算定事業報告書（海洋政策研究財団）、平成17年度船舶からの揮発性有機化合物（VOC）の排出影響に関する調査報告書（海洋政策研究財団）
	1.B.2.a.iv. 石油の精製及び貯蔵	製油所における漏出	平成27年度VOC排出インベントリ報告書（環境省）
		潤滑油の製造	温室効果ガスインベントリ
		貯蔵・出荷施設における漏出	平成27年度VOC排出インベントリ報告書（環境省）
	1.B.2.a.v. 給油所における漏出	給油所における漏出	平成27年度VOC排出インベントリ報告書（環境省）
	1.B.2.b.iii. 天然ガスの処理	天然ガスの製造	平成27年度VOC排出インベントリ報告書（環境省）
1.B.2.b.v. 天然ガスの供給	都市ガス製造	平成27年度VOC排出インベントリ報告書（環境省）	
2. 工業プロセスと製品の使用分野	2.D.3. 溶剤の使用	塗料の使用	平成27年度VOC排出インベントリ報告書（環境省）
		ドライクリーニング	
		金属洗浄	
		製造機器類洗浄用シンナー	
		印刷用溶剤使用	
		ラミネート接着剤	
		溶剤型接着剤の使用	
		ゴム用溶剤の使用	
		粘着剤・剥離剤の塗布	
		防虫剤・消臭剤	
	エアゾール噴射剤	「東京都環境局委託民生部門からの VOC 排出量調査報告書」（平成22年3月、財団法人計量計画研究所）	
	化粧品		
	洗車・補修用品	平成27年度VOC排出インベントリ報告書（環境省）	
化学品の製造			
2.H.2. 食料・飲料産業	食料品等（発酵）	平成27年度VOC排出インベントリ報告書（環境省）	

（出典）平成 27 年度揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリ作成等に関する調査業務報告書（平成 28 年 3 月）

3) NMVOC 中の平均炭素含有率の設定

NMVOC 中の平均炭素含有率は下式の通り、各物質の炭素含有率を排出源別の物質別構成比で加重平均して算出する。炭素含有率が特定できない NMVOC については、炭素含有率が特定できた NMVOC のみで算出した平均炭素排出係数を適用して全 NMVOC の平均炭素排出係数を算出する。

$$C_i = \sum_j (C_{i,j} * E_{i,j})$$

- C_i : 発生源 i からの NMVOC 中平均炭素含有率[-]
- C_{i,j} : 発生源 i からの NMVOC 中の物質 j の炭素含有率[-]
- E_{i,j} : 発生源 i からの NMVOC 中の物質 j の構成比率[%]

なお、年度によって物質別の構成比が変動している可能性があるが、表 2 に示された各資料における物質別排出量の値は対象期間が限定されているため、対象期間外の平均炭素含有率については直近年度の据え置きあるいは内挿補間とした。

4) 間接 CO₂ 排出量の算定

下式に基づき、上記平均炭素含有率を用いて NMVOC 排出量を間接 CO₂ に換算した。

$$E_{CO_2} = \sum_i E_{NMVOC,i} \times C_i \times \frac{44}{12}$$

- ECO₂ : 間接 CO₂ 排出量[kt]
- ENMVOC, i : 発生源 i からの NMVOC 排出量[kt]
- C_i : 発生源 i からの NMVOC 中平均炭素含有率[-]

(3) 算定結果

1) NMVOC 中の平均炭素含有率

表 3、図 3 に各発生源別の間接 CO₂ 排出量合計値を NMVOC 排出量で割った全排出源平均の炭素含有率を示す。我が国の NMVOC 中平均炭素含有率は IPCC の示すデフォルト値 0.6 よりも大きく推移している。

なお、今後、2015 年度以降の間接 CO₂ 排出量を算定する際には、換算係数の精度も踏まえ、2014 年度における全平均の炭素含有率を有効数値 2 桁とした値 0.73 を換算係数として使用していくこととする。

表 3 NMVOC 中全平均炭素含有率の推移

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
換算係数	0.732	0.730	0.729	0.724	0.726	0.723	0.724	0.723	0.722	0.723
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
換算係数	0.725	0.723	0.724	0.721	0.721	0.718	0.720	0.723	0.723	0.722
	2010	2011	2012	2013	2014					
換算係数	0.728	0.728	0.731	0.732	0.728					

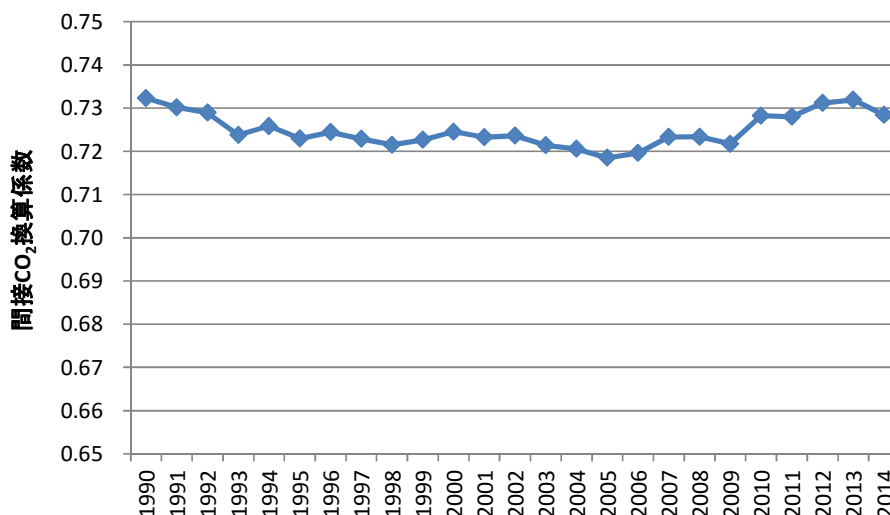


図 3 NMVOC 中全平均炭素含有率の推移

2) 間接 CO₂ 排出量算定結果

図 4 に平均炭素含有率を用いて算出した間接 CO₂ 排出量算定結果、及び IPCC の示すデフォルト値 0.6 を用いて算定した場合との比較を示す。2014 年度の間接 CO₂ 排出量は 2005 年度比約 31.4%

減の 210 万 tCO₂ となった。IPCC のデフォルト値 0.6 を使用した場合に比べ、1990 年度において約 90 万 tCO₂、2005 年度において約 50 万 tCO₂、2014 年度において約 40 万 tCO₂ 排出量が増加する結果となった。

表 4 間接 CO₂ 排出量の推移[ktCO₂]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
間接CO2排出量	4,762	4,620	4,439	4,268	4,292	4,227	4,279	4,136	3,792	3,782
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
間接CO2排出量	3,868	3,474	3,304	3,182	3,106	3,001	2,934	2,799	2,527	2,323
	2010	2011	2012	2013	2014					
間接CO2排出量	2,259	2,181	2,104	2,110	2,059					

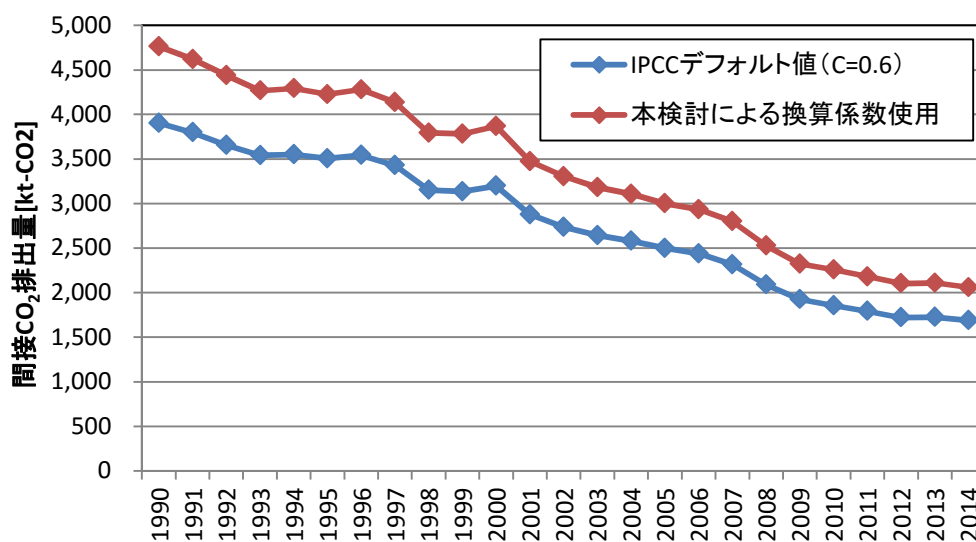


図 4 NMVOC 由来間接 CO₂ 排出量の推移

2. 燃料からの漏出分野 (1.B.)

2.1 2006年 IPCC ガイドラインの適用 (1.B.燃料からの漏出)

(1) 検討課題

2006年 IPCC ガイドラインでは「1.B.燃料からの漏出」分野において、いくつか新たに NMVOC デフォルト排出係数が示されているため、現行インベントリでは未計上となっている排出源が存在しないか確認する必要がある。

(2) 対応方針

2006年 IPCC ガイドラインで NMVOC のデフォルト排出係数が示されている全排出源について、現行インベントリでの NMVOC 排出量の計上状況を確認したところ、表 5 の通りとなっている。

表 5 2006年 IPCC ガイドラインで排出係数が示された排出源とインベントリでの計上状況

カテゴリ	サブカテゴリ	排出源	状況
試掘	全般	通気弁及びフレアリング	未推計
生産テスト		通気弁及びフレアリング	
点検		通気弁及びフレアリング	
天然ガスの生産	全般	漏出 フレアリング	未推計
天然ガスの処理	Sweet Gas raw gas feed Plants	漏出	1.B.2.b.iii. 天然ガスの処理(天然ガスの製造)として計上済み
		フレアリング	
	Sour Gas Plants	漏出	排出なしとされているため対象外とする
		フレアリング	
	Deep-cut Extraction Plants (Straddle Plants)	漏出	1.B.2.b.iii. 天然ガスの処理(天然ガスの製造)として計上済み
		フレアリング	
全平均	漏出	排出なしとされているため対象外とする	
	フレアリング		
天然ガスの輸送と貯蔵	輸送	漏出	1.B.2.b.iii. 天然ガスの処理(天然ガスの製造)として計上済み
	貯蔵	全般	
ガス供給	全般	全般	都市ガスの主成分は CH ₄ であり、CH ₄ の排出量は別途計上しているため対象外とする。
NGL の輸送	コンデンセート	全般	CH ₄ 等、その他のガスの算定で対象外活動とされているため、対象外とする
	LPG		NMVOC のデフォルト値なしのため対象外とする
	LNG		
石油の生産	一般原油	漏出 (陸上油田)	未推計
		漏出 (海上油田)	
		通気弁	
		フレアリング	
	重油 / ビチューメン	CH ₄ 等、その他のガスの算定で対象外活動とされているため、対象外とする	
Thermal Oil Production			
合成石油 (オイルサンドより)			
合成石油 (オイルシエールより)			
石油のアップグレード	全般	全般	NMVOC のデフォルト値なしのため対象外とする
石油の輸送	パイプライン	全般	1.B.2.a.iii. 石油の輸送(原油の流通)として計上済み
石油精製	全般	全般	1.B.2.a.iv. 石油の精製及び貯蔵(製油所における漏出)として計上済み
石油製品の供給	ガソリン	全般	1.B.2.a.v. 給油所における漏出(給油所における漏出)として計上済み

表 5 を踏まえ、以下の 7 排出源における NMVOC 排出量について、IPCC ガイドラインに記載された算定方法、排出係数デフォルト値に基づいて算定し、追加計上を行う。

- 石油の生産時の漏出 (1.B.2.a.ii.)
- 天然ガスの生産時の漏出 (1.B.2.b.ii.)
- 石油・天然ガス生産井の点検時の漏出 (1.B.2.a.ii., 1.B.2.b.ii.)
- 通気弁 (石油産業) (1.B.2.c.Venting.i)
- フレアリング (石油産業) (1.B.2.c.Flaring.i)
- フレアリング (天然ガス産業) (1.B.2.c.Flaring.ii)
- フレアリング (コンバインド) (1.B.2.c.Flaring.iii)

各排出源の算定方法は以下の通りである。

1) 石油の生産時の漏出 (1.B.2.a.ii.)

① 算定方法

下式の通り、海上・陸上油田別の原油生産量に 2006 年 IPCC ガイドラインにおける NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = \sum_i (AD_i * EF_i)$$

E	: 石油の生産時の漏出に伴う NMVOC 排出量[kt-NMVOC]
AD_i	: 海上・陸上油田別の原油生産量 (コンデンセートを含まない) [千 kL]
EF_i	: 海上・陸上油田別の原油生産量当たりの排出係数[kt-NMVOC / 千 kL]

② 活動量

活動量には、海上・陸上油田別の原油生産量 (コンデンセートを含まない) を用いる。海上油田における原油生産量 (コンデンセートを含まない) については、コンデンセート生産量に国内における天然ガス総生産量中の海上油田分の割合を乗じて海上油田におけるコンデンセート生産量を推計し、海上油田における原油生産量からこの推計値を減じて求める。陸上油田における原油生産量 (コンデンセートを含まない) については、国内における原油総生産量 (コンデンセートを含まない) から海上油田における原油生産量 (コンデンセートを含まない) を減じて求める。天然ガス、原油、コンデンセートの国内における総生産量は、「エネルギー生産・需給統計年報」、「資源・エネルギー統計年報」を用いて把握する。海上油田からの天然ガス、原油生産量は、天然ガス鉱業会「天然ガス資料年報」を用いて把握する。

③ 排出係数

排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている一般原油の陸上油田および海上油田からの漏出の排出係数デフォルト値 (陸上油田: 2.25×10^{-3} 、海上油田: 7.4×10^{-7} kt-NMVOC / 千 kL) を用いる。なお、陸上油田の排出係数についてはデフォルト値 ($1.80 \times 10^{-6} \sim 4.50 \times 10^{-3}$) の中間値を用いている。

2) 天然ガスの生産時の漏出 (1.B.2.b.ii.)

本排出源については、現行インベントリにおける CH₄、CO₂ 排出量の算定方法に整合するよう、洋上ガス田・陸上ガス田別に排出量を算定することとする。

① 算定方法

海上・陸上油田別の天然ガス生産量に 2006 年 IPCC ガイドラインにおける NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = \sum_i (AD_i * EF_i)$$

E : 天然ガスの生産時の漏出に伴う NMVOC 排出量[kt-NMVOC]

AD_i : 海上・陸上油田別の天然ガス生産量 [百万 kL]

EF_i : 海上・陸上油田別の天然ガス生産量当たりの排出係数[kt-NMVOC / 百万 kL]

② 活動量

表 6 に示す把握方法による洋上ガス田・陸上ガス田別の生産量を用いる。

表 6 洋上ガス田・陸上ガス田別の生産量の把握方法

排出源	生産量の把握方法
洋上ガス田	「天然ガス資料年報」(天然ガス鉱業会) ⁵ の海域からの天然ガス生産量を用いる。
陸上ガス田	「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」(ともに経済産業省)に示された天然ガス生産量から、洋上ガス田からの天然ガス生産量を減じて算出する。

③ 排出係数

排出係数については、2006 年 IPCC ガイドラインに示されている一般原油の陸上油田および海上油田からの漏出の排出係数デフォルト値(陸上油田: 5.5×10^{-4} 、海上油田: 9.1×10^{-5} kt-NMVOC / 百万 kl) を用いる。

3) 石油・天然ガス生産井の点検時の漏出 (1.B.2.b.ii.)

点検時の油田・ガス田に伴う排出量については、2006 年 IPCC ガイドラインでは活動量としては原油生産量を用いることとされているが、天然ガス井の点検に伴う排出量と原油生産量との相関関係が不明であることから、CO₂、CH₄、N₂O 排出量の算定においては、GPG 2000 に従い試掘井・テスト井数を活動量として用いている。しかし、NMVOC については、GPG 2000 にも生産井数に基づく排出係数が示されていないことから、2006 年 IPCC ガイドラインに基づく原油生産量を用いた算定方法を採用することとする。

① 算定方法

原油生産量に NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD * EF$$

E : 油田・ガス田の点検時の NMVOC 排出量[kt-NMVOC]

AD : 原油生産量 [千 kL]

EF : 原油生産量当たりの排出係数[kt-NMVOC / 千 kL]

⁵ 天然ガス資料年報に示されている陸域・海域別の天然ガス生産量は天然ガス鉱業会の会員企業が生産した量のみを対象としているが、洋上油田・ガス田を運営する主体となっている事業者は全て天然ガス鉱業会の会員企業なので、日本の洋上油田・ガス田からの生産量の全量がカバーされている。

② 活動量

活動量には、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された我が国における原油生産量を使用する。

③ 排出係数

排出係数については、2006年 IPCC ガイドラインに示されている点検時の油田・ガス田のフレアリングにおける原油生産量当たりの排出係数デフォルト値 (1.7×10^{-5} kt-NMVOC / 千 kl) を用いる。なお、CO₂, CH₄, N₂O 排出量の算定としては、点検時の排出としてフレアリング以外のプロセスによる排出も計上されているが、点検時の NMVOC 排出量算定に使用可能な排出係数は 2006年 IPCC ガイドラインに示された点検時のフレアリングの排出係数デフォルト値のみのため、当該排出係数を用いることとする。

4) 通気弁（石油産業）（1.B.2.c.Venting.i）

① 算定方法

原油生産量に 2006年 IPCC ガイドラインにおける NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD * EF$$

E : 油田の通気弁における NMVOC 排出量[KT-NMVOC]
 AD : 原油生産量 [千 kL]
 EF : 原油生産量当たりの排出係数[kt-NMVOC / 千 kL]

② 活動量

活動量には、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された我が国における原油生産量を使用する。

③ 排出係数

排出係数については、2006年 IPCC ガイドラインに示されている油田の通気弁における排出係数デフォルト値 (4.3×10^{-4} kt-NMVOC / 千 kl) を用いる。

5) フレアリング（石油産業）（1.B.2.c.Flaring.i）

① 算定方法

原油生産量に 2006年 IPCC ガイドラインにおける NMVOC のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD * EF$$

E : 油田のフレアリングにおける NMVOC 排出量[KT-NMVOC]
 AD : 原油生産量 [千 kL]
 EF : 原油生産量当たりの排出係数[kt-NMVOC / 千 kL]

② 活動量

活動量には、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された我が国における原油生産量を使用する。

③ 排出係数

排出係数については、2006年 IPCC ガイドラインに示されている油田のフレアリングにおける排出係数デフォルト値 (2.1×10^{-5} kt-NMVOc / 千 kl) を用いる。

6) フレアリング (天然ガス産業) (1.B.2.c.Flaring.ii)

① 算定方法

天然ガス生産量に2006年 IPCC ガイドラインにおける NMVOc のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD * EF$$

E : ガス田のフレアリングにおける NMVOc 排出量[KT-NMVOc]
AD : 天然ガス生産量 [千 kL]
EF : 天然ガス生産量当たりの排出係数[kt-NMVOc / 千 kL]

② 活動量

活動量には、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された我が国における天然ガス生産量を使用する。

③ 排出係数

排出係数については、2006年 IPCC ガイドラインに示されているガス田のフレアリングにおける排出係数デフォルト値 (6.2×10^{-7} kt-NMVOc / 千 kl) を用いる。

7) フレアリング (コンバインド) (1.B.2.c.Flaring.iii)

試掘時の油田・ガス田のフレアリングに伴う排出量については、2006年 IPCC ガイドラインでは活動量としては原油生産量を用いることとされているが、CO₂、CH₄、N₂O 排出量の算定においては、天然ガスの試掘に伴う排出量と原油生産量との相関関係や、試掘時の排出と商業プラントからの生産量との相関関係が不明とのことから、点検時の排出と同様、GPG2000 に従い試掘井・テスト井数を活動量として用いている。特に試掘時の排出については、我が国の場合、既存の生産井数と比較して試掘井・テスト井の数が極めて少なく、原油生産量を活動量とすると過大推計となる懸念がある。しかし、GPG2000 には試掘井・テスト井数を活動量とする NMVOc の排出係数デフォルト値は示されていないことから、NMVOc については、2006年 IPCC ガイドラインに従い、原油生産量を活動量とする算定方法を採用することとする。また、試掘時のフレアリングに伴う NMVOc 排出については石油・天然ガス産業別の排出係数デフォルト値が示されていないが、両者を統合した排出係数デフォルト値は示されているため。本カテゴリーにおいて、まとめて算定・計上することとする。

① 算定方法

原油生産量に2006年 IPCC ガイドラインにおける NMVOc のデフォルト排出係数を乗じて排出量を算定する。

$$E = AD * EF$$

E : 油田・ガス田の試掘・生産テスト時のフレアリングにおける NMVOc 排出量[KT-NMVOc]
AD : 原油生産量 [千 kL]
EF : 原油生産量当たりの排出係数[kt-NMVOc / 千 kL]

② 活動量

活動量には、経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」及び「資源・エネルギー統計年報」に示された我が国における原油生産量を使用する。

③ 排出係数

排出係数については、2006年 IPCC ガイドラインに示されている試掘・生産テスト時の油田・ガス田のフレアリングにおける原油生産量当たりの排出係数デフォルト値（試掘： 8.7×10^{-7} kt-NMVOC / 千 kl、生産テスト： 1.2×10^{-5} kt-NMVOC / 千 kl）を用いる。

(3) 算定結果

今回新たに算定を行った新規追加計上対象となる NMVOC 排出量の推移を表 7、図 5 に示す。合計排出量は 2014 年度で約 2,155t となっており、1990 年度に比べ約 275t 増、2005 年度に比べ約 556t 減となっている。

表 7 NMVOC 排出量の推移 (1.B.燃料からの漏出追加分) [t]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1) 石油の生産 (1.B.2.a.ii.)	552	578	601	556	542	521	514	528	509	487
2) 天然ガスの生産 (1.B.2.b.ii.)	979	1,004	974	1,039	1,055	1,059	1,039	1,093	1,100	1,119
3) 石油・天然ガス生産井の点検時の漏出 (1.B.2.b.ii.)	11	16	17	15	15	15	14	14	13	12
4) 通気弁 (石油産業) (1.B.2.c.Venting.i)	281	407	422	386	371	372	359	361	332	313
5) フレアリング (石油産業) (1.B.2.c.Flaring.i)	14	20	21	19	18	18	18	18	16	15
6) フレアリング (天然ガス産業) (1.B.2.c.Flaring.ii)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7) フレアリング (コンバインド) (1.B.2.c.Flaring.iii)	41	43	46	52	56	49	43	44	46	48
合計	1,880	2,069	2,081	2,069	2,057	2,035	1,987	2,060	2,018	1,996

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1) 石油の生産 (1.B.2.a.ii.)	491	423	451	495	564	663	617	570	548	492
2) 天然ガスの生産 (1.B.2.b.ii.)	1,214	1,219	1,340	1,381	1,441	1,561	1,711	1,953	1,951	1,868
3) 石油・天然ガス生産井の点検時の漏出 (1.B.2.b.ii.)	13	12	13	14	15	15	15	17	17	16
4) 通気弁 (石油産業) (1.B.2.c.Venting.i)	327	315	325	357	370	392	389	421	418	394
5) フレアリング (石油産業) (1.B.2.c.Flaring.i)	16	15	16	17	18	19	19	21	20	19
6) フレアリング (天然ガス産業) (1.B.2.c.Flaring.ii)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7) フレアリング (コンバインド) (1.B.2.c.Flaring.iii)	51	52	52	52	59	59	57	12	12	11
合計	2,113	2,038	2,199	2,318	2,469	2,711	2,811	2,996	2,968	2,802

	2010	2011	2012	2013	2014
1) 石油の生産 (1.B.2.a.ii.)	483	468	471	439	430
2) 天然ガスの生産 (1.B.2.b.ii.)	1,752	1,746	1,657	1,527	1,420
3) 石油・天然ガス生産井の点検時の漏出 (1.B.2.b.ii.)	14	14	13	11	11
4) 通気弁 (石油産業) (1.B.2.c.Venting.i)	367	355	326	287	269
5) フレアリング (石油産業) (1.B.2.c.Flaring.i)	18	17	16	14	13
6) フレアリング (天然ガス産業) (1.B.2.c.Flaring.ii)	2	2	2	2	2
7) フレアリング (コンバインド) (1.B.2.c.Flaring.iii)	10	10	10	10	10
合計	2,647	2,613	2,496	2,291	2,155

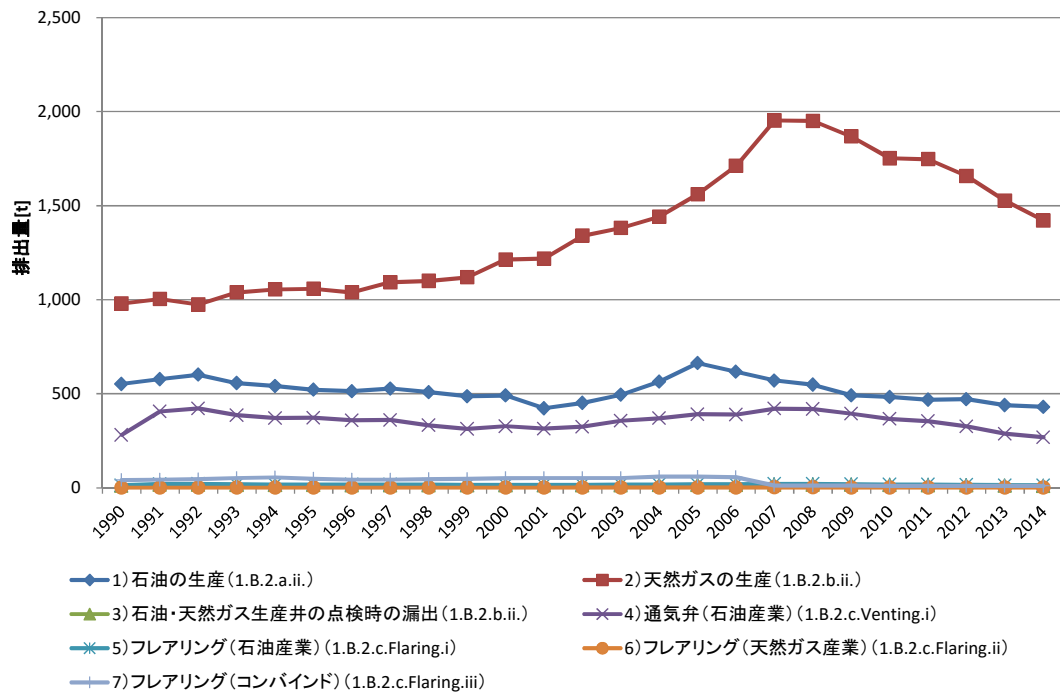


図 5 NMVOC 排出量の推移 (1.B.燃料からの漏出追加分)

2.2 活動量の見直し（1.B.2.a.iv. 石油の精製及び貯蔵）

（1）検討課題

原油基地、製油所、油槽所における燃料（ガソリン、原油、ナフサ等）の貯蔵・出荷の際の燃料蒸発ガスの漏出に伴う NMVOC 排出量の算定に用いている活動量として、原油及び NGL の精製量を採用しているが、石油製品の輸出入分が考慮されていない、油種別に排出係数を設定すべき等といった指摘を受けており、算定方法の見直しを行う必要がある。

1) 現行の算定方法

① 算定方法

「原油、NGL 精製量」を活動量とし、精製量当たりの NMVOC 排出係数を乗じることで、原油基地・製油所・油槽所における燃料の貯蔵・出荷に係る排出量を算定している。

なお、現行インベントリでは、貯蔵施設からの排出と出荷施設からの排出を分けて計上しているが、VOC 排出インベントリでは両者を合算して計上しており、その内訳は不明となっていることから、本改訂案では両者を分割せず、貯蔵・出荷施設からの VOC 排出量として算定する。

$$E = AD * EF$$

E ：燃料の貯蔵・出荷施設における漏出に伴う NMVOC 排出量[g-NMVOC]

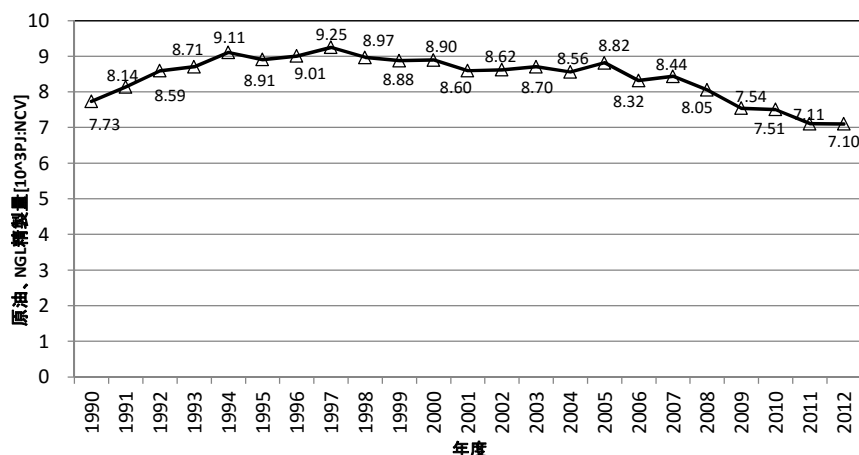
AD ：原油、NGL 精製量[PJ]

EF ：精製量当たりの排出係数[g-NMVOC/PJ]

さらに、上記排出量算定結果には、「1.B.2.a.iii. 石油の輸送」において別途計上される船舶による「原油」、「石油製品（ガソリン）」荷役時の排出量が含まれるため、本カテゴリーでは当該排出量を差し引いたうえで報告する。

② 活動量（AD）

資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に示された、石油精製業で精製された原油及び NGL 精製量の低位発熱量換算値を活動量とする（図 6 参照）。



（出典）総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）

図 6 原油、NGL 精製量（低位発熱量換算値）の推移

③ 排出係数 (EF)

VOC 排出インベントリにおいて算定された原油基地・製油所・油槽所における燃料の貯蔵・出荷に係る排出量と、前述の活動量(原油、NGL 精製量(低位発熱量換算値))を用いて設定する。VOC 排出インベントリに示されている排出量は 2000 年度と 2005 年度以降に限られるため、1990 年度以降の各年度における設定方法は表 8 に示す通りとする。また、各年度別の排出係数の推移は図 7 の通り。

1990～1999 年度については、自主行動計画による取り組みの開始前であり、対策の普及状況等に関する情報がないため、2000 年度の排出係数を一律で適用するものとする。

また、2001～2003 年度については、石油連盟加盟企業において継続的に自主的対策が実施されてきたことから、内挿補間により、排出係数が直線的に低下していると想定した。

表 8 原油基地・製油所・油槽所における燃料の貯蔵・出荷に係る排出係数設定方法

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度の排出係数を全年度に適用。
2000 年度	VOC 排出インベントリにおける排出量を活動量(原油、NGL 精製量(低位発熱量換算値))で割り戻して設定。
2001～2003 年度	2000 年度と 2004 年度の値から内挿補間により算出。
2004 年度	石油連盟の自主行動計画で報告されている排出量を活動量(原油、NGL 精製量(低位発熱量換算値))で割り戻して設定。
2005 年度～	VOC 排出インベントリにおける排出量を活動量(原油、NGL 精製量(低位発熱量換算値))で割り戻して設定。

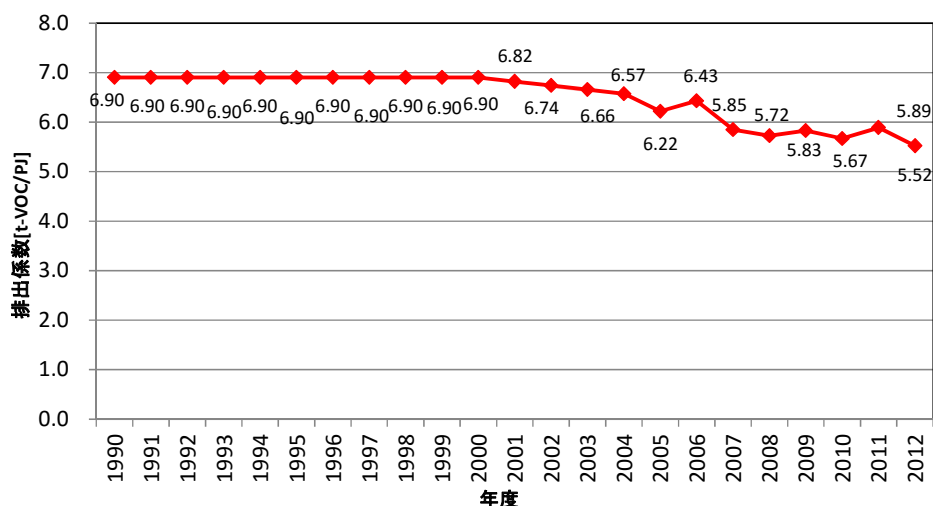


図 7 貯蔵・出荷施設における漏出に伴う排出係数の推移

2) 本排出源についての平成 26 年度のインベントリ WG での指摘事項

平成 26 年度のインベントリ WG において上記算定方法の報告を行ったところ、下記指摘を受けた。

- 貯蔵・出荷施設の活動量として原油及び NGL の精製量を採用しているが、輸出入分を考慮すべきではないか。日本は大量のナフサを輸入しているため、輸入分も足すべきではないか。
- VOC の排出率は油種によって異なるため、油種別に排出量を算定することができるのではないか。

(2) 対応方針

本排出源の排出量の基礎データとなっている石油連盟の自主行動計画では、原油・ガソリン・ナフサを対象に貯蔵タンク容量、受入量、出荷量を活動量として排出量が算定されている（表 9）。そこで、温室効果ガスインベントリでも同様の活動量を設定することが望ましいと考えられる。ただし、貯蔵タンクからの排出量については、固定屋根式タンク及び浮き屋根式タンク 1 基ごとに排出量を算定する必要があり、また各社のタンク容量は企業機密となっており取得が困難である。さらに、自主行動計画では表 9 にある活動量別の排出量は公表されておらず、各排出量を対応する活動量で割り戻して排出係数で割り戻すといった方法を採用することも困難である。

そこで、タンクや出荷時の漏出量も各年の石油製品受入量に比例すると仮定し、各社の原油・ガソリン・ナフサの（輸入分も含んだ）受入量を本排出源全体の活動量として設定することとする。

表 9 石油連盟の自主行動計画における VOC 排出量算定方法

排出源		算定式	排出係数[kg/kl]	
			原油	ガソリン・ナフサ
固定屋根式 タンクから の排出量	受入時（受入ロス）	排出係数×受入量	0.52	1.00
	貯蔵時（呼吸ロス）	排出係数×（タンク容量） ^{2/3}	0.3054	0.7064
浮き屋根式 タンクから の排出量	払出時（払出ロス）	排出係数×（タンク容量） ^{2/3}	0.0141	0.047
出荷時の排 出量	出荷時	排出係数×出荷量	船出荷： 0.12	船出荷：0.19 ローリー・タンク車：0.89

（出典）平成 16 年度 VOC 排出実行計画及び実績報告（経済産業省）

※灯油、軽油、重油等のタンクは排出量が微少であるとのことから対象外となっている。

改訂後の算定方法の詳細は以下の通り。

1) 算定方法

「原油、ガソリン、ナフサの受入量」を活動量とし、受入量当たりの NMVOC 排出係数を乗じることによって、原油基地・製油所・油槽所における燃料の貯蔵・出荷に係る排出量を算定する。

$$E = (AD_1 + AD_2 + AD_3) * EF$$

E : 燃料の貯蔵・出荷施設における漏出に伴う NMVOC 排出量[kg-NMVOC]

AD_1 : 原油の受入量[kl]

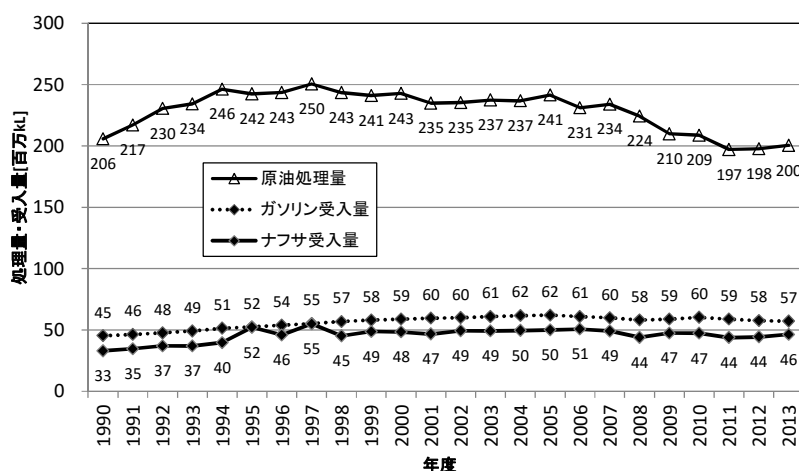
AD_2 : ガソリンの受入量[kl]

AD_3 : ナフサの受入量[kl]

EF : 石油製品の受入量当たりの排出係数[kg-NMVOC/kl]

2) 活動量

「資源・エネルギー統計年報（経済産業省）」における原油処理量、及び「資源・エネルギー統計年報（経済産業省）」のガソリン・ナフサの受入量を活動量とする。なお、原油の受入量が確認できなかったため、処理量を使用する。



(出典) 資源・エネルギー統計年報 (経済産業省)

図 8 原油処理量、ナフサ・ガソリン受入量の推移

3) 排出係数

VOC 排出インベントリにおいて算定された原油基地・製油所・油槽所における燃料の貯蔵・出荷に係る排出量と、前述の活動量（原油、ガソリン、ナフサの受入量）を用いて設定する。VOC 排出インベントリに示されている排出量は 2000 年度と 2005 年度以降に限られるため、1990 年度以降の各年度における設定方法は表 8 に示す通りとする。また、各年度別の排出係数の推移は図 7 の通り。現行の算定方法同様、1990～1999 年度については、自主行動計画による取り組みの開始前であり、対策の普及状況等に関する情報がないため、2000 年度の排出係数を一律で適用し、2001～2003 年度については、石油連盟加盟企業において継続的に自主的対策が実施されてきたことから、内挿補間により、排出係数が直線的に低下していると想定する。

表 10 原油基地・製油所・油槽所における燃料の貯蔵・出荷に係る排出係数設定方法

年度	排出係数の設定方法
1990～1999 年度	2000 年度の排出係数を全年度に適用。
2000 年度	VOC 排出インベントリにおける排出量を活動量（原油処理量、ナフサ・ガソリン受入量の合計値）で割り戻して設定。
2001～2003 年度	2000 年度と 2004 年度の値から内挿補間により算出。
2004 年度	石油連盟の自主行動計画で報告されている排出量を活動量（原油処理量、ナフサ・ガソリン受入量の合計値）で割り戻して設定。
2005 年度～	VOC 排出インベントリにおける排出量を活動量（原油処理量、ナフサ・ガソリン受入量の合計値）で割り戻して設定。

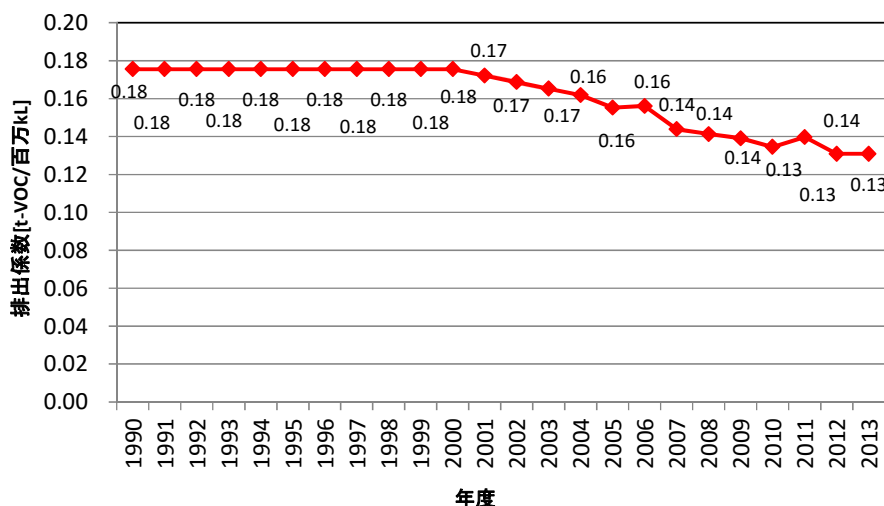


図 9 貯蔵・出荷施設における漏出に伴う排出係数の推移

(3) 算定結果

改訂前後の NMVOC 排出量の推移を表 11、図 10 に示す。活動量の変更に伴い、1999 年度以前の排出量が変化しており、1990 年度の NMVOC 排出量は約 2 千 t 減少することになる。なお、VOC 排出インベントリにおける算定結果とやや乖離が見られるのは、船舶の荷役に伴う排出量については、「1.B.2.a.iii.石油の輸送」においてすでに計上済みのため、本排出源から該当排出量を差し引いているためである。

表 11 改訂前後の NMVOC 排出量の推移[kt]
(石油の精製及び貯蔵：貯蔵・出荷施設における漏出)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999				
改訂前	38.8	41.2	44.5	44.8	47.2	47.2	48.0	50.4	48.8	49.1				
改訂後	36.8	38.9	41.7	41.9	44.2	47.0	46.8	50.4	47.9	49.2				
VOC排出インベントリ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
改訂前	50.7	47.4	46.7	46.5	44.4	42.6	41.1	40.4	37.4	36.1	34.5	33.4	30.5	31.3
改訂後	50.7	47.5	46.7	45.9	44.3	42.5	41.1	40.5	37.4	36.1	34.5	33.4	30.5	31.3
VOC排出インベントリ	61.4	-	-	-	-	54.9	53.5	49.3	46.1	44.0	42.6	41.9	39.2	39.3

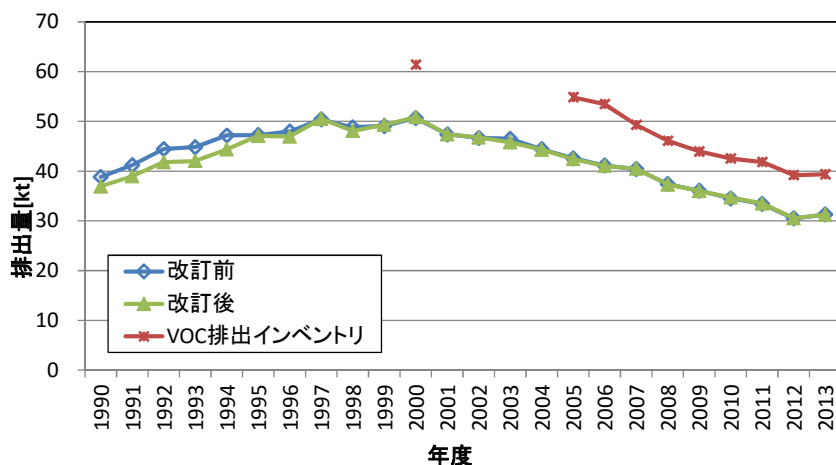


図 10 改訂前後の NMVOC 排出量の推移
(石油の精製及び貯蔵：貯蔵・出荷施設における漏出)

II. 次年度以降提出のインベントリに反映する検討課題

NMVOC 排出量の検討課題に関して、次年度以降、算定方法を変更する排出源はなし。