

VOC 排出インベントリにおける燃料(蒸発ガス)の推計方法の詳細

給油所における燃料の供給等に係る VOC 排出量は、ガソリンの販売量に VOC 排出係数を乗じて推計している。推計式は以下のとおり。受入ロス排出係数について、蒸気回収装置の設置に関する条例がある自治体については、PRTR 排出量マニュアル(石油連盟、平成 14 年)に基づき、85%が回収されると仮定して0.15を乗じている。なお、「条例あり」の都道府県における蒸気回収装置の設置率は、平成 12、17～21 年度は PRTR の届出データより推計した数値としていたが、平成 22 年度以降は設置率 100%としている。

<ガソリン受入時>

$$\text{VOC 排出量(kg/年)} = \text{ガソリン販売量(kL/年)} \times \text{受入ロス排出係数(kg/kL)}$$

$$\text{受入ロス排出係数} = (0.46 \times \text{気温}(\text{°C}) + 13.92) / 21$$

※受入時の蒸気回収装置の設置に関する条例がある自治体(表 1)の場合

$$\text{受入ロス排出係数} = (0.46 \times \text{気温}(\text{°C}) + 13.92) / 21 \times 0.15$$

<ガソリン給油時>

$$\text{VOC 排出量(kg/年)} = \text{ガソリン販売量(kL/年)} \times \text{給油ロス排出係数(kg/kL)}$$

$$\text{給油ロス排出係数} = (0.97 \times \text{気温}(\text{°C}) + 11.22) / 21$$

表 1 受入時の蒸気回収装置の設置に関する条例の有無

条例の有無	都道府県
あり	埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、福井県、愛知県、京都府、大阪府
なし	その他の道県

受入ロス・給油ロスの排出係数は、昭和50年3月の資源エネルギー庁の報告書¹⁾の数値を使用しており、昭和49年に販売されたガソリンを用いた実験結果である(表2)。出典は古いですが、その後に行われた環境省による二度の試験結果、東京都の試験結果とも差がなかったため、このデータを使用してきた。

VOC 排出インベントリでは、資源エネルギー庁の夏・冬の実験結果から(表3、表4)、回帰式により排出係数を設定している(図1)。排出係数は全炭化水素(THC)に係る排出係数であるが、大気汚染防止法のVOCに該当しないメタンを除外するデータがないこと、燃焼ガスではないので酸素を含んだアルデヒド類の排出はほとんどないと考えられ、THC 排出係数をVOCの排出係数として採用した。

表2 資源エネルギー庁報告書において使用された燃料の性状

項目	ガソリン	原油	
リード蒸気圧(kg/cm ²)	0.45～0.70	0.28～0.4	
平均分子量	68	49	
組成	C2	—	18.7%
	C3	—	36.9%
	C4	50.5%	34.6%
	C5	34.2%	6.6%
	C6	11.7%	3.2%
	C7	3.6%	—

表3 資源エネルギー庁報告書における受入ロスの実験結果

項目	夏季(8月)	冬季(12～1月)	平均
荷下ろし量	1 kℓ	1 kℓ	1 kℓ
排ガス量	1.15 m ³	1.05 m ³	1.1 m ³
炭化水素ベーパー 排出濃度	42 %	29 %	35 %
排ガス温度	30 °C	20 °C	24 °C
地下タンク内温度	25 °C	15 °C	20 °C
気温	30 °C	9 °C	20 °C
炭化水素排出係数	1.32 kg/kℓ	0.86 kg/kℓ	1.08 kg/kℓ

注:各季節に東京都内および横浜市内のガソリンスタンドにて5～6回実施。表の数値は平均値。
受入ロスと給油ロスの実験は同日に実施。
VOC 排出インベントリに使用している数値を網掛けで示した。

1) 資源エネルギー庁、石油産業における炭化水素ベーパー防止トータルシステム研究調査報告書、S50.3

表 4 資源エネルギー庁報告書における給油ロスの実験結果

項目	夏季(8月)	冬季(12~1月)	平均
給油量	10 ℓ	10 ℓ	10 ℓ
排ガス量	14.1 ℓ	12 ℓ	13.1 ℓ
炭化水素ペーパー 排出濃度	51 %	27 %	39 %
排ガス温度	38 °C	10 °C	24 °C
気温	30 °C	9 °C	20 °C
炭化水素排出係数	1.92 kg/kℓ	0.95 kg/kℓ	1.44 kg/kℓ

注:各季節に東京都内および横浜市内のガソリンスタンドにて5~6回実施。表の数値は平均値。
 受入ロスと給油ロスの実験は同日に実施。
 VOC 排出インベントリに使用している数値を網掛けで示した。

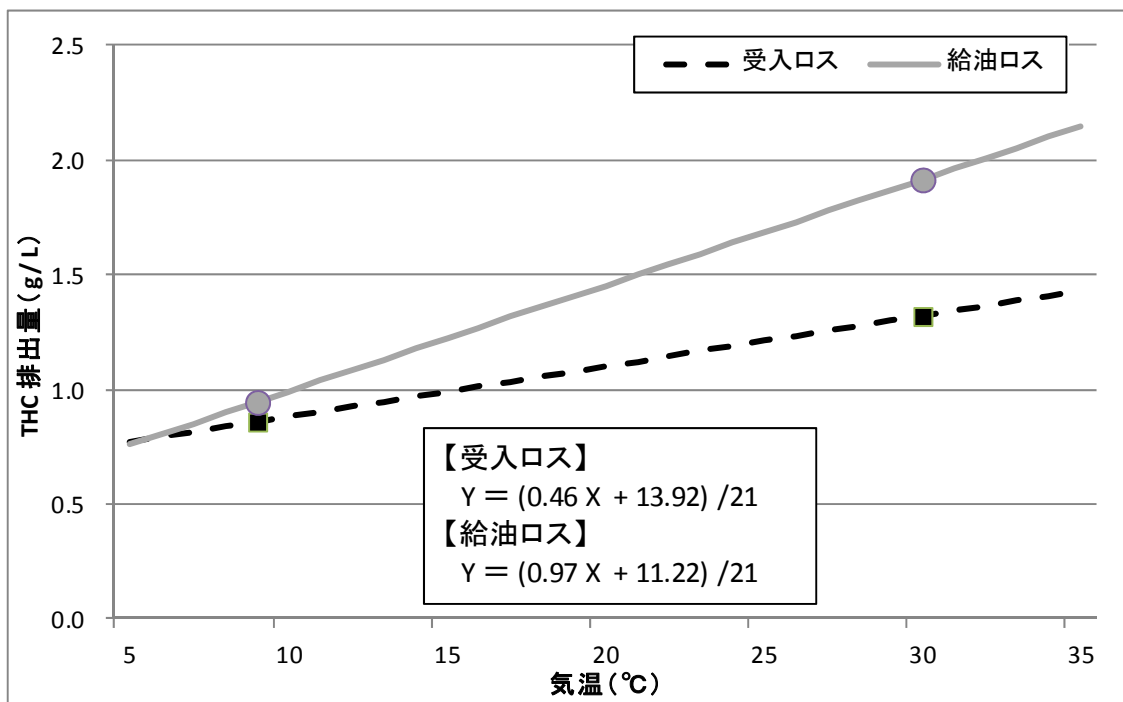


図 1 気温別の受入ロス、給油ロス排出係数

前記のとおり、受入ロス・給油ロス排出係数は、気温によって差があるため、平成22年度以降の排出量推計においては、各都道府県の県庁所在地における年平均気温を用いて、都道府県ごとに排出係数を算出している。平成25年度の数値を表5に示す。

算出した都道府県ごとの受入ロス・給油ロス排出係数に都道府県別のガソリン販売量を乗じてVOC排出量を算出する。

表5 県庁所在地における平成25年度の年平均気温による排出係数

	都道府県	年平均気温(℃)	受入ロス排出係数(kg/kL)	給油ロス排出係数(kg/kL)
1	北海道	9.38	0.868	0.967
2	青森県	10.66	0.896	1.027
3	岩手県	10.70	0.897	1.029
4	宮城県	12.76	0.942	1.124
5	秋田県	12.03	0.926	1.090
6	山形県	12.06	0.927	1.091
7	福島県	13.44	0.957	1.155
8	茨城県	14.18	0.974	1.189
9	栃木県	14.28	0.976	1.194
10	群馬県	15.11	0.994	1.232
11	埼玉県	15.49	0.150	1.250
12	千葉県	16.49	0.154	1.296
13	東京都	16.98	0.155	1.319
14	神奈川県	16.52	0.154	1.297
15	新潟県	13.98	0.969	1.180
16	富山県	14.56	0.982	1.207
17	石川県	15.07	0.993	1.230
18	福井県	14.91	0.148	1.223
19	山梨県	15.11	0.994	1.232
20	長野県	12.20	0.930	1.098
21	岐阜県	16.32	1.020	1.288
22	静岡県	17.09	1.037	1.324
23	愛知県	16.37	0.153	1.290
24	三重県	16.46	1.023	1.295
25	滋賀県	15.58	1.004	1.254
26	京都府	16.21	0.153	1.283
27	大阪府	17.09	0.156	1.324
28	兵庫県	17.06	1.037	1.322
29	奈良県	15.28	0.998	1.240
30	和歌山県	16.96	1.034	1.318
31	鳥取県	15.46	1.001	1.248
32	島根県	15.43	1.001	1.247
33	岡山県	16.47	1.024	1.295
34	広島県	16.65	1.028	1.303
35	山口県	15.79	1.009	1.264
36	徳島県	16.81	1.031	1.311
37	香川県	16.88	1.033	1.314
38	愛媛県	16.88	1.033	1.314
39	高知県	17.28	1.041	1.333
40	福岡県	17.73	1.051	1.353
41	佐賀県	17.18	1.039	1.328
42	長崎県	17.60	1.048	1.347
43	熊本県	17.25	1.041	1.331
44	大分県	16.87	1.032	1.313
45	宮崎県	17.78	1.052	1.356
46	鹿児島県	18.98	1.079	1.411
47	沖縄県	23.04	1.168	1.599

表 6 平成 25 年度の VOC 排出量(受入ロス・給油ロス)

都道府県	年平均気温 (°C)	ガソリン販売量 (kL/年) (a)	受入ロス排出係 数(kg/kL) (b)	受入ロス (t/年) (a)×(b)	給油ロス排出 係数(kg/kL) (c)	給油ロス (t/年) (a)×(c)
1 北海道	9.38	2,377,279	0.87	2,064	0.97	2,300
2 青森県	10.66	571,909	0.90	513	1.03	587
3 岩手県	10.70	610,268	0.90	548	1.03	628
4 宮城県	12.76	1,322,564	0.94	1,246	1.12	1,486
5 秋田県	12.03	476,090	0.93	441	1.09	519
6 山形県	12.06	492,145	0.93	456	1.09	537
7 福島県	13.44	948,520	0.96	908	1.16	1,096
8 茨城県	14.18	1,611,086	0.97	1,568	1.19	1,916
9 栃木県	14.28	1,023,566	0.98	999	1.19	1,222
10 群馬県	15.11	968,566	0.99	963	1.23	1,193
11 埼玉県	15.49	2,508,891	0.15	377	1.25	3,136
12 千葉県	16.49	2,437,733	0.15	374	1.30	3,159
13 東京都	16.98	7,394,194	0.16	1,148	1.32	9,751
14 神奈川県	16.52	2,507,905	0.15	385	1.30	3,253
15 新潟県	13.98	1,197,653	0.97	1,161	1.18	1,413
16 富山県	14.56	485,760	0.98	477	1.21	586
17 石川県	15.07	653,742	0.99	649	1.23	804
18 福井県	14.91	381,028	0.15	57	1.22	466
19 山梨県	15.11	397,514	0.99	395	1.23	490
20 長野県	12.20	1,079,010	0.93	1,004	1.10	1,185
21 岐阜県	16.32	951,495	1.02	971	1.29	1,225
22 静岡県	17.09	1,677,139	1.04	1,740	1.32	2,220
23 愛知県	16.37	3,631,917	0.15	556	1.29	4,686
24 三重県	16.46	1,265,683	1.02	1,295	1.29	1,638
25 滋賀県	15.58	649,627	1.00	652	1.25	814
26 京都府	16.21	732,603	0.15	112	1.28	940
27 大阪府	17.09	3,051,643	0.16	475	1.32	4,040
28 兵庫県	17.06	1,882,204	1.04	1,951	1.32	2,489
29 奈良県	15.28	455,188	1.00	454	1.24	565
30 和歌山県	16.96	333,117	1.03	345	1.32	439
31 鳥取県	15.46	308,432	1.00	309	1.25	385
32 島根県	15.43	299,564	1.00	300	1.25	373
33 岡山県	16.47	1,006,947	1.02	1,031	1.29	1,304
34 広島県	16.65	1,248,046	1.03	1,282	1.30	1,627
35 山口県	15.79	697,316	1.01	703	1.26	881
36 徳島県	16.81	326,536	1.03	337	1.31	428
37 香川県	16.88	607,407	1.03	627	1.31	798
38 愛媛県	16.88	601,391	1.03	621	1.31	790
39 高知県	17.28	262,856	1.04	274	1.33	350
40 福岡県	17.73	2,111,399	1.05	2,219	1.35	2,857
41 佐賀県	17.18	335,745	1.04	349	1.33	446
42 長崎県	17.60	561,031	1.05	588	1.35	756
43 熊本県	17.25	587,561	1.04	611	1.33	782
44 大分県	16.87	568,368	1.03	587	1.31	746
45 宮崎県	17.78	499,067	1.05	525	1.36	677
46 鹿児島県	18.98	862,110	1.08	930	1.41	1,216
47 沖縄県	23.04	593,407	1.17	693	1.60	949

算出した VOC 排出量は、文献の数値²⁾を用いて物質別に配分している。引用元の文献では、ガソリン種類別(プレミアムガソリン/レギュラーガソリン)の数値が示されているが、平成24年度以降は全てレギュラーガソリンであると仮定してレギュラーガソリンの夏仕様と冬仕様の単純平均値を使用している。なお、平成23年度以前は、ガソリン種類別の販売量を用いてプレミアムガソリンとレギュラーガソリンの数値を案分した値を使用していた。

表7 燃料(蒸発ガス)に含まれる物質

	物質コード	物質名	プレミアムガソリン(%)		レギュラーガソリン(%)	
			夏仕様	冬仕様	夏仕様	冬仕様
1	110041	イソペンタン	35.9	23.4	26.2	22
2	110026	n-ブタン	8.11	25.8	14.9	15.8
3	110031	イソブタン	4.58	18.4	10.5	20.3
4	110028	n-ペンタン	4.59	3.2	12.8	9.6
5	110020	2-メチル-2-ブテン	6.75	3.81	1.49	2.25
6	110019	2-メチル-1-ブテン	5.01	3.14	3.11	2.32
7	110029	trans-2-ブテン	4.3	1.85	1.94	3.69
8	110021	2-メチルペンタン	3.51	2.31	3.64	2.18
9	110030	trans-2-ペンテン	5.66	3.04	1.1	1.71
10	110025	cis-2-ペンテン	2.76	1.76	1.12	1.05
11	100100	トルエン	2.75	1.44	1.76	0.61
12	110042	1-ブテン	1.46	0.96	1.14	2.97
13	110043	イソブテン	1.10	0.71	1	2.91
14	110044	3-メチルペンタン	1.61	1.04	1.96	1.04
15	100500	n-ヘキサン	0.64	0.43	3.24	1.27
16	6005	ETBE	0.81	0.32	2.46	1.77
17	110047	1-ペンテン	1.82	1.44	0.67	0.95
18	110045	プロパン	0.17	1.24	1.26	1.38
19	110033	メチルシクロペンタン	0.9	0.58	1, 61	0.58
20	110046	シクロペンタン	0.52	0.46	1.28	0.51
21	110048	3-メチル-1-ブテン	0.73	0.52	0.31	0.42
22	110050	cis-3-メチル-2-ペンテン	0.43	0.24	0.83	0.17
23	110022	3-メチルヘキサン	0.26	0.14	0.64	0.46
24	110049	2-メチルヘキサン	0.3	0.15	0.61	0.45
25	110051	シクロペンテン	0.63	0.39	0.18	0.23
26	110005	ベンゼン	0.32	0.17	0.42	0.26
27	110052	trans-2-ヘキセン	0.51	0.29	0.16	0.18
28	110016	2,3-ジメチルブタン	0.4	0.27	0.25	0.19
29	110053	2-メチル-1-ペンテン	0.43	0.28	0.14	0.16
30	100800	n-ヘプタン	0.12	0.06	0.34	0.23
31	110013	2,2,4-トリメチルペンタン	0.29	0.24	0.1	0.07
32	100700	シクロヘキサン	0.07	0.05	0.38	0.11
		合計	97.44	98.13	97.54	97.82

2) 横田ほか、(技術調査報告)ガソリン給油ロスによる VOC の排出について、大気環境学会誌、第47巻、第5号、(2012)。

VOC 排出インベントリにおける燃料(蒸発ガス)の排出量

VOC 排出量の推移を図 2 に示す。燃料(蒸発ガス)は、塗料(コード:311)に次ぐ 2 番目に大きい発生源品目であり、平成 25 年度排出量では VOC 排出量全体の約 20%を占めている(図 3)。

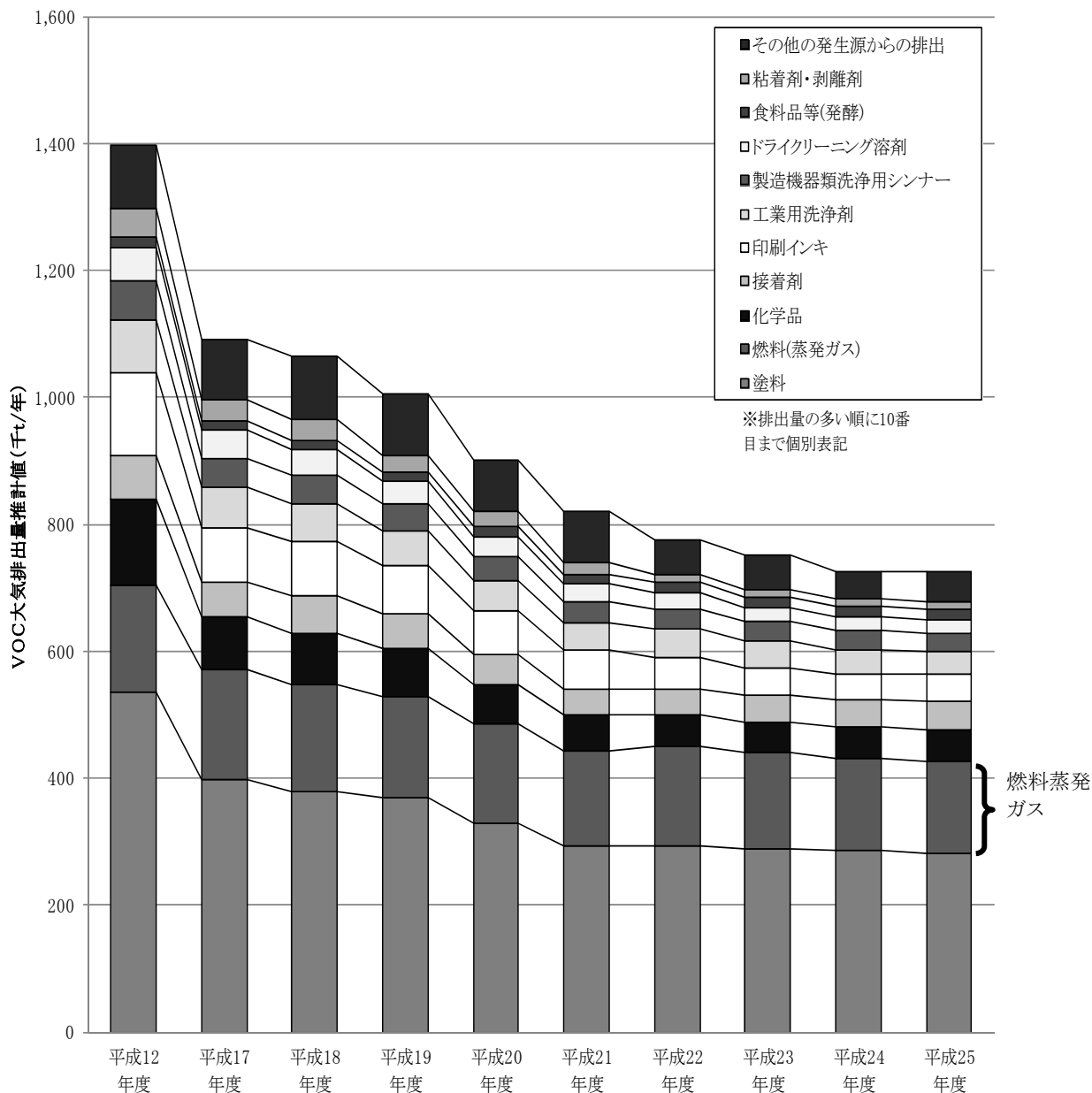


図 2 発生源品目別排出量の推移

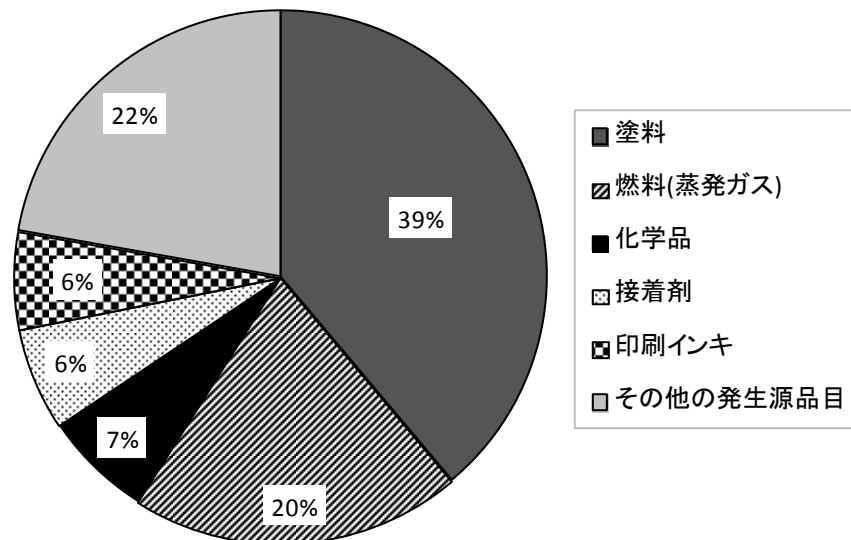


図 3 発生源品目別の構成比(平成 25 年度排出量)

燃料(蒸発ガス)の内訳は、図 4 に示すとおりであり、給油時・受入時の排出量が多い。

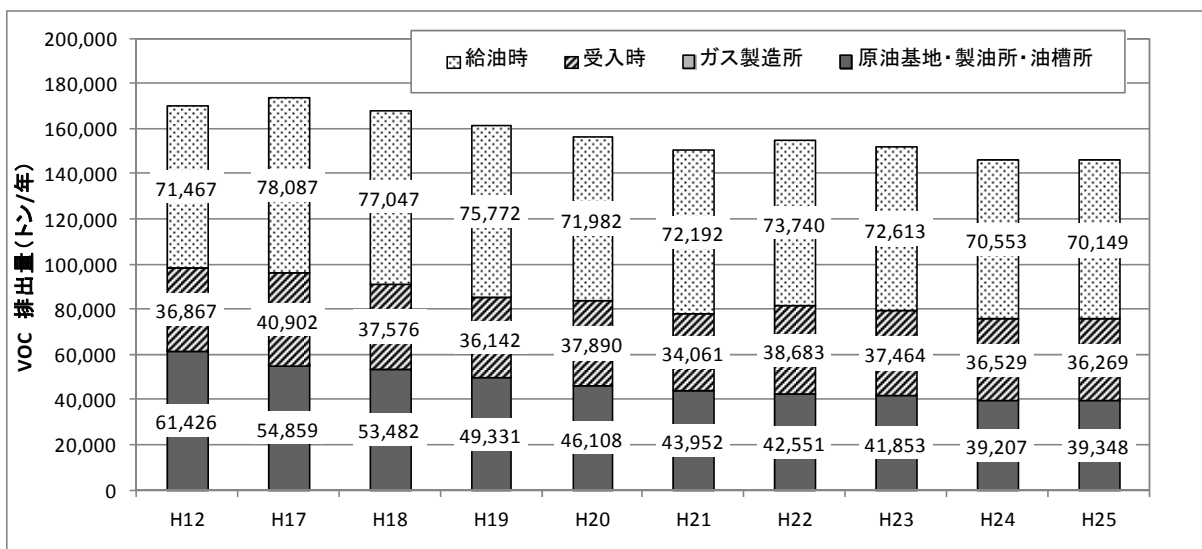


図 4 燃料(蒸発ガス)に係る排出量の推移