

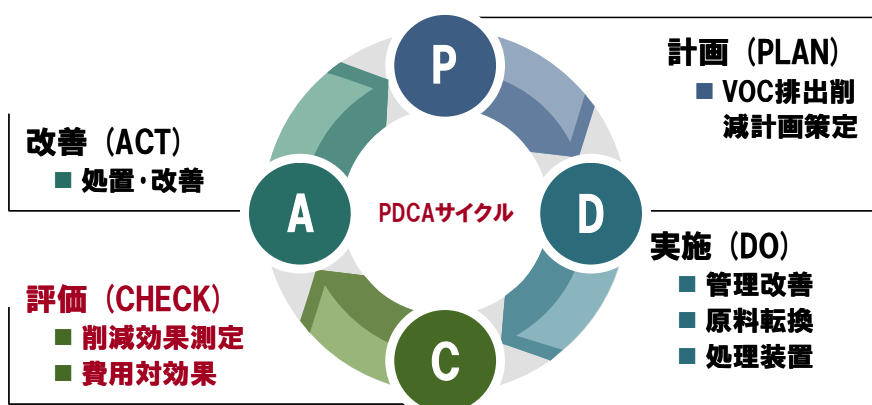
## 実証対象技術の整理について

環境技術実証事業で実証対象とする VOC 簡易測定技術について、使用用途、測定対象とする物質及び測定原理（方法も含む）の観点から、以下のような整理を行った。

### 1. 用途からの整理

- 改正大気汚染防止法では、法規制と事業者の自主的取組のベスト・ミックス手法により、効率的に VOC の排出抑制を実施している。事業者における自主的な取組内容の例としては、原材料又は製品の低 VOC 化、工程の改善・改良等、VOC 処理装置の導入などが挙げられるが、これら取組に際しては、下記の PDCA サイクルを展開していくのが、効果・効率的である。

図表 1 VOC 排出抑制対策における簡易測定技術の位置づけ



- このうち、「CHECK」段階では、事業者は作業環境の改善、溶剤コストの削減といった削減メリットや、期間（月間）ごとの収支による VOC 排出量などで、講じた対策の効果を把握することができる。
- さらに、工程ライン・排出口における VOC 濃度を事業者が必要とする範囲の精度で、（可能であれば）リアルタイムに、簡易に測定し把握できれば、改善・改良すべき箇所が明確になり、有用である。
- 実際に、東京都などでは、事業者の VOC 対策を助言する事業を展開しているが、現場の工程における VOC 濃度の測定が、重要なポイントとなっている。本事業では以上の点に有用と期待できる技術を実証対象とする。

なお、VOC簡易測定器の現状については、販売者より公表されている資料などから、

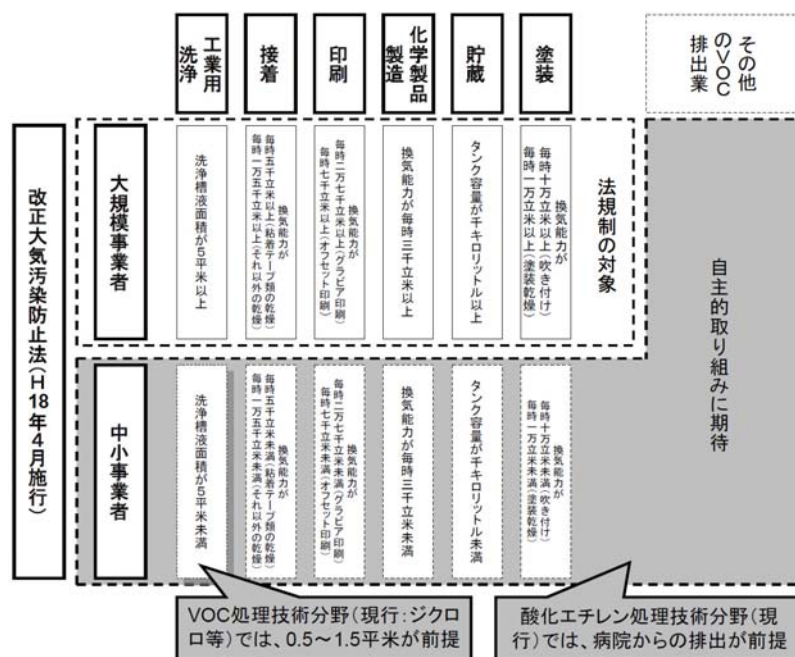
- 法規制により排出基準が定められているエンドオブパイプでの測定
- 工程管理、環境管理、機器管理等の施設内での測定
- その他研究機関や処理装置メーカーの研究／開発での利用

などが、その主な利用用途であるが、中小企業にはVOC簡易測定の有用性・技術情報などは十分認知されていないことから、環境技術実証事業において、技術情報を広く公表していくことは意義があるものと考えられる。

## 2. 対象物質等からの整理

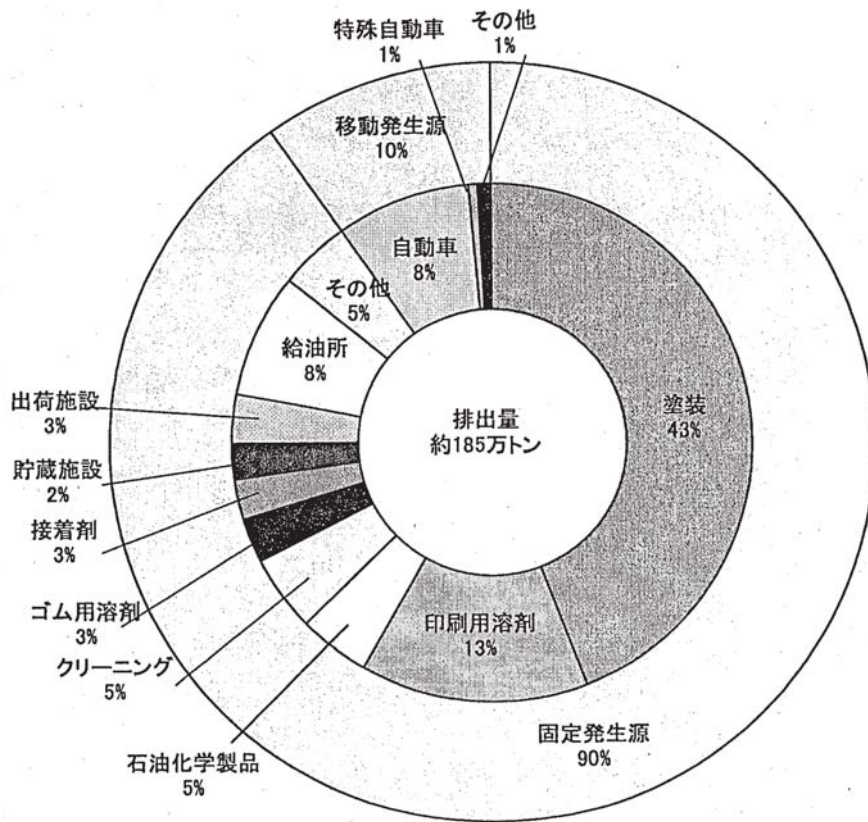
- いわゆる規制 6 施設からの VOC の排出状況については、以下に示すとおり。排出量から重要な VOC は一つに特定できない（塗装は、一つの事業所において、少量多品種の塗料を扱っている場合が多い。）。
- したがって、VOC 簡易測定技術については、まずは、複数の物質に対応可能なものを優先的に実証対象としていく。一方、今回の実証対象の VOC 簡易測定器の趣旨は、各事業所における取扱溶剤の種類等の実情に応じた自主的取組に資するものであるという点では、必ずしも各物質ごとの測定値を合計（ここでは、物質ごとの測定値にある程度の加成性が成り立つという意味）して ppmC で表示する機器に実証範囲を限定する必要はなく、また対象物質は限定しない。したがって、測定原理（方法も含む）についても限定するものではない。

図表 2 改正大気汚染防止法における「自主的取組み」の位置づけ



出典 H17 第3回 VOC 処理技術ワーキンググループ 資料5

図表 3 VOCの排出量内訳 (2000年)



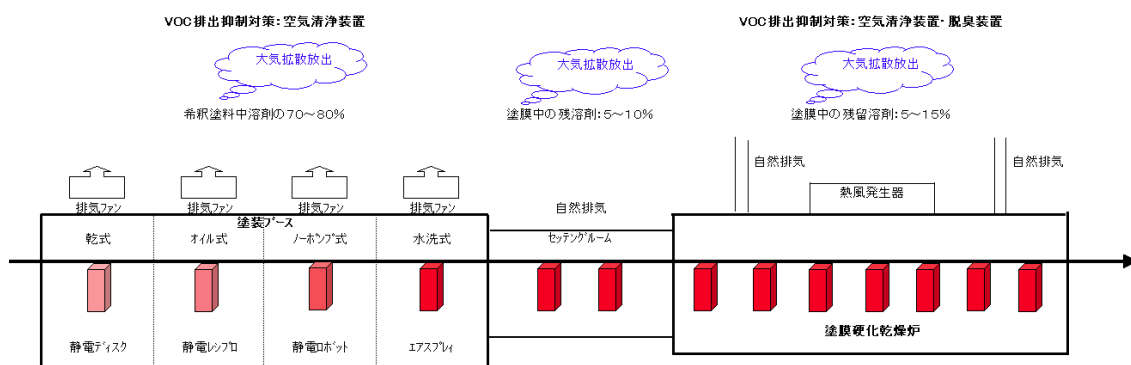
出典 VOC排出抑制セミナー 関係資料集より引用

(1) 塗装

① VOC 排出工程

- 被塗装物に塗料を塗り付ける塗装施設及び塗装後に被塗装物から VOC を蒸発させるための乾燥施設（焼付施設を含む）が主要な VOC 排出源である。

図表 4 噴霧塗装における VOC 排出状況



出典 東京都 VOC 対策セミナー資料より引用

② VOC 排出状況

- 塗料に含まれる、主要 VOC 成分及びその排出量の推移を以下に示す。

図表 5 塗料の使用に係る物質別 VOC 排出量の推計結果の推移

物質詳細コード	物質詳細名	VOC 排出量(t/年)		
		平成 12 年度	平成 17 年度	平成 18 年度
100100	トルエン	75,674	48,635	43,332
100200	キシレン	139,880	79,883	77,616
100300	エチルベンゼン	37,200	33,178	27,488
200300	イソプロピルアルコール	19,386	10,252	8,067
210004	ブタノール	22,886	13,224	13,780
300200	メチルエチルケトン	1,030	4,108	4,277
300300	メチルイソブチルケトン	16,736	11,951	12,210
400100	酢酸エチル	25,199	21,032	20,304
1110001	石油系炭化水素類	83,161	81,946	87,929
400200	酢酸ブチル	57,745	24,385	22,368
9910000	特定できない物質		69,609	62,553
合計		478,897	398,203	379,924

出典 環境省 揮発性有機化合物排出インベントリ（平成 18 年度排出量）

- 以下に示す様に、塗料に用いられる溶剤は複数の成分（VOC）から構成されていることが多い。
- このため、塗装関係の事業所での使用を前提としたVOC簡易測定機器は複数成分のVOCが測定可能であると、より有用な場合が多いと思われる。

図表 6 塗料別の物質別塗料溶剤含有率の例（建物；平成12年度）

塗料種類	塗料溶剤含有率									合計	
	100100 トルエン	100200 キシレン	100300 エチルベンゼン	200300 メチルエチルケトン	210004 メチルイソブチルケトン	300200 メチルエチルケトン	300300 メチルイソブチルケトン	400100 酢酸エチル	1110001 石油系炭化水素類		9910000 特定できない物質
1 ラッカー	20%			5%						10%	35%
2 電気絶縁塗料											
3 溶剤(アルキド樹脂、ワニスエナメル)									45%		45%
4 溶剤(アルキド樹脂、調合ペイント)									25%		25%
5 溶剤(アルキド樹脂、さび止ペイント)									20%		20%
6 溶剤(アミノアルキド樹脂)		20%			8%	2%		2%	8%		40%
7 溶剤(アクリル樹脂、常温乾燥)		30%	10%							5%	45%
8 溶剤(アクリル樹脂、焼付乾燥)											
9 溶剤(アクリル樹脂、焼付ハイソリッド)											
10 溶剤(エポキシ樹脂、一般)		10%	10%		10%		5%				35%
11 溶剤(エポキシ樹脂、ハイソリッド)											
12 溶剤(ウレタン樹脂)	10%	5%							20%		35%
13 溶剤(不飽和ポリエステル樹脂)										25%	25%
14 溶剤(船底、一般)	3%	18%			3%	3%	3%			3%	33%
15 溶剤(ハイソリッド)											
16 溶剤(その他、ビニル樹脂)	25%	5%						10%		5%	45%
17 溶剤(その他、塩化ゴム)		45%	45%								90%
18 溶剤(その他、シリコン等)	5%	10%	10%								25%
19 溶剤(その他)		10%			8%			10%	12%		40%
20 水系(エマルジョン)				5%						1%	6%
21 水系(厚膜型エマルジョン)				5%						3%	8%
22 水系(水性樹脂)											
23 無溶剤(粉体)											
24 無溶剤(トライフック)											
25 無溶剤(エポキシ樹脂)											
26 無溶剤(ウレタン樹脂)											
27 その他	4%	28%			4%				4%		40%

出典 環境省 揮発性有機化合物排出インベントリ（平成18年度排出量）

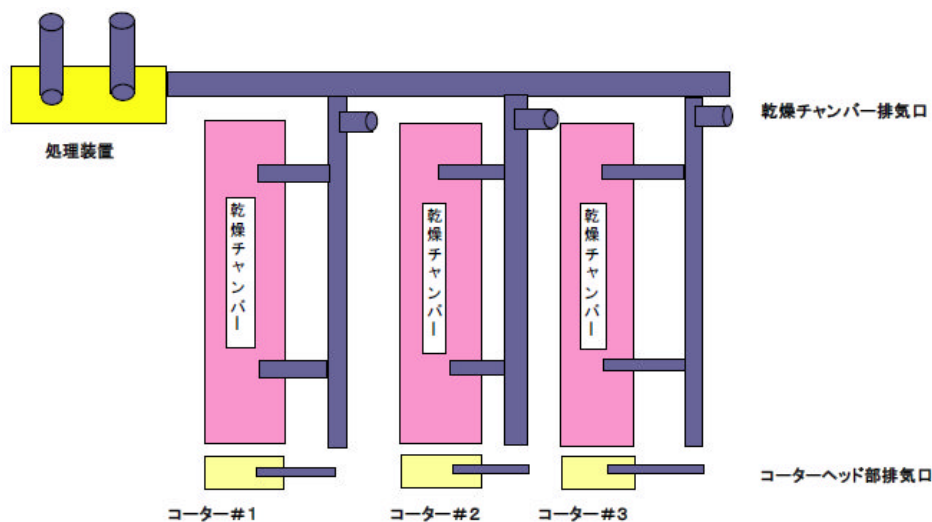


(2) 接着

① VOC 排出工程

- 接着剤を塗布する施設及び塗布後に VOC を蒸発させるための乾燥施設（焼付施設を含む）が主要な VOC 排出源である。

図表 7 接着及び乾燥施設のVOC排出形態（ゴム糊引布のコーター施設例）



出典 環境省資料

② VOC 排出状況

- 接着剤に含まれる、主要 VOC 成分及びその使用量の推移を以下に示す。

図表 8 接着剤の製造に係る VOC 使用量

物質詳細コード	物質詳細名	VOC 使用量(t/年)		
		平成 12 年度	平成 17 年度	平成 18 年度
100100	トルエン	17,011	10,187	9,428
100200	キシレン	2,270	2,023	2,187
100500	n-ヘキサン	4,287	2,578	3,028
100700	シクロヘキサン	1,305	2,862	2,936
200100	メチルアルコール	9,887	8,381	9,675
300100	アセトン	3,904	3,636	3,433
300200	メチルエチルケトン	4,252	3,394	4,429
400100	酢酸エチル	10,505	10,397	10,288
1000200	工業ガソリン 2 号(ゴム揮発油)	3,529	1,309	945
合計		56,951	44,768	46,350

出典 環境省 揮発性有機化合物排出インベントリ（平成 18 年度排出量）

- 以下に示す様に、各分野で用いられる接着剤に含まれる VOC は概ね多岐にわたっている。
- このため、接着関連事業所での使用を前提とした VOC 簡易測定機器は複数成分の VOC が測定可能であると、より有用な場合が多いと思われる。

図表 9 需要分野別・物質別 VOC 使用量の推計結果 (平成 18 年度)

需要分野	VOC使用量(t/年)									合計
	100100	200100	100500	100700	300100	300200	400100	100200	1000200	
	トルエン	メチルアルコロール	ロソキシラン	シクロヘキサン	アセトン	メチルエチルケトン	酢酸エチル	キシレン	工業ガソリン2号(ボム揮発油)	
合板					7,932					7,932
二次合板	262				192					454
木工	125	486	435	422	234	493	636	1,478	210	4,519
建築現場	3,165	468	1,095	1,061	1,057	1,241	1,601	3,720	202	13,611
建築工場	1,171	176	290	281	121	329	424	985	76	3,853
土木	17	9	11	10		12	15	36	4	114
製本	7									7
ラミネート	263	22	55	54		63	81	188	10	735
包装	475	87	195	189		221	285	662	38	2,152
紙管	65				1					66
繊維	108	2	3	3		4	5	11	1	136
ブロック加工	8									8
自動車	525	518	344	333		389	502	1,167	224	4,002
その他輸送機	157	39	20	19		22	29	67	17	370
靴履物	859	18	146	142		166	214	497	8	2,050
ゴム製品	154	37	19	18		21	27	63	16	355
電機	161	42	45	44	0.3	51	66	153	18	581
家庭用	104	24	13	13		15	20	45	10	244
その他	1,802	259	358	347	137	406	523	1,216	112	5,160
合計	9,428	2,187	3,028	2,936	9,675	3,433	4,429	10,288	945	46,350

出典 環境省 揮発性有機化合物排出インベントリ (平成 18 年度排出量)

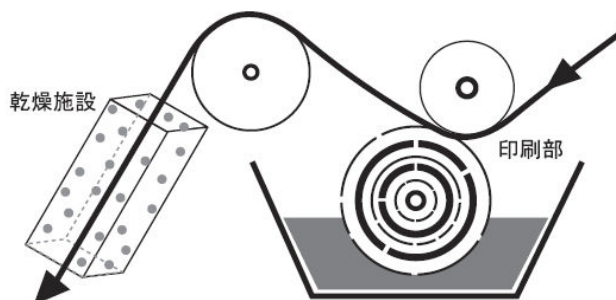


### (3) 印刷

#### ① VOC 排出工程

- グラビア印刷の用に供する乾燥施設及びオフセット輪転印刷の用に供する乾燥又は焼付施設が主要な VOC 排出源である。

図表 10 印刷関連事業所の VOC 排出工程



出典 環境省資料

#### ② VOC 排出状況

- 印刷用インキに含まれる、主要 VOC の使用量を以下に示す。

図表 11 印刷用インキ中の VOC 使用量の調査結果（平成 18 年度、業界団体調べ）

物質詳細コード	物質詳細名	使用量(t/年)			構成比 (%)
		インキ溶剤	希釈溶剤	合計	
100100	トルエン	30,771	7,199	37,969	19%
100200	キシレン	831	136	967	0.5%
100300	エチルベンゼン	475	86	561	0.3%
110032	メチルシクロヘキサン	1,005	215	1,220	1%
200100	メチルアルコール	2,587	1,001	3,587	2%
200200	エチルアルコール	6,370	471	6,842	3%
200300	イソプロピルアルコール	18,593	6,468	25,061	13%
200400	n-ブチルアルコール	222	21	243	0.1%
210002	n-プロピルアルコール	908	75	983	0.5%
300200	メチルエチルケトン	18,143	5,887	24,030	12%
300300	メチルイソブチルケトン	1,395	515	1,910	1%
310001	シクロヘキサノン	876	187	1,063	1%
310006	イソホロン	417	1	418	0.2%
400100	酢酸エチル	25,424	7,948	33,372	17%
400200	酢酸ブチル	2,854	458	3,313	2%
410003	酢酸ノルマルプロピル	3,761	1,010	4,771	2%
410004	酢酸イソブチル	404	6	410	0.2%
500100	エチレングリコール	786	0.4	787	0.4%
600300	エチレングリコールモノブチルエーテル	290	10	300	0.2%
600400	プロピレングリコールモノメチルエーテル	1,397	265	1,661	1%
1010004	高沸点溶剤	47,500		47,500	24%
9910000	特定できない物質	1,242	472	1,715	1%
	合計	166,250	32,432	198,681	100%

出典 環境省 揮発性有機化合物排出インベントリ（平成 18 年度排出量）



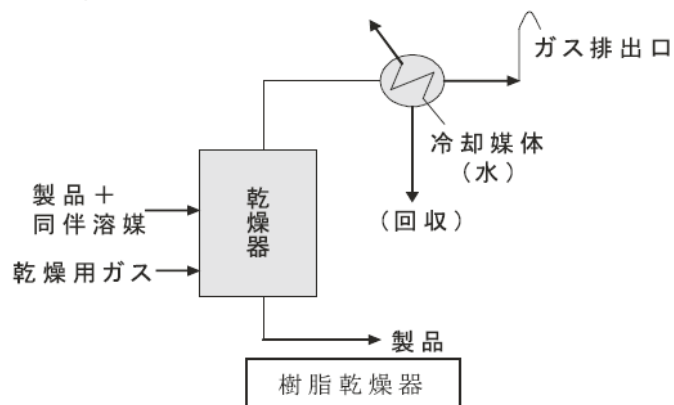
#### (4) 化学製品製造

##### ① VOC 排出工程

- 化学製品の製造工程において排出される VOC は、主に溶剤として使用された VOC を蒸発させて除去する際に排出されるものである。

図表 13 化学製品製造事業所の VOC 排出工程

例：樹脂乾燥器



出典 環境省資料

##### ② VOC 排出状況

- 次ページに化学製品製造の際に排出される主要な VOC を示す。
- 化学製品製造事業所は、化学肥料製造業、無機化学工業品製造業、有機化学工業品製造業、化学繊維製造業等多岐にわたり、取り扱う VOC の種類も多い。

図表 14 物質別 VOC 使用量 (平成 18 年度)

物質詳細コード	物質詳細名	排出量(t/年)		
		平成 12 年度	平成 17 年度	平成 18 年度
100100	トルエン	11,065	6,072	5,205
100200	キシレン	3,361	1,572	1,265
100300	エチルベンゼン	273	183	224
100400	1,3,5-トリメチルベンゼン	1,776	284	24
100500	n-ヘキサン	11,346	10,033	10,076
100700	シクロヘキサン	6,113	4,052	3,819
110005	ベンゼン	2,313	479	455
110006	スチレン	2,000	972	1,034
110007	イソプロピルベンゼン	1,329	351	400
110032	メチルシクロヘキサン	0.4	1	1
200100	メチルアルコール	16,562	10,084	9,675
200200	エチルアルコール	7	6	5
200300	イソプロピルアルコール	2,114	1,796	1,811
210002	n-プロピルアルコール	0.5	0.1	0.2
210004	ブタノール(構造不明)	69	74	80
300100	アセトン	10,379	7,499	7,080
300200	メチルエチルケトン	6,770	2,433	2,789
300300	メチルイソブチルケトン	90	95	88
310001	シクロヘキサノン	25	26	27
400100	酢酸エチル	3,060	2,163	3,114
400200	酢酸ブチル	9	20	21
410003	酢酸ノルマルプロピル	3	4	6
410011	酢酸ビニル	2,384	1,532	1,246
500100	エチレングリコール	5	2	1
600300	エチレングリコールモノブチルエーテル		5	4
600400	プロピレングリコールモノメチルエーテル	4	3	2
800100	ジクロロメタン	8,193	4,483	3,218
810007	クロロメタン	4,994	853	597
810008	1,2-ジクロロエタン	1,714	495	273
810009	クロロエチレン	1,588	302	268
810010	テトラフルオロエチレン	1,481	308	547
810011	クロロエタン	1,224	138	115
900400	N,N-ジメチルホルムアミド	3,024	283	394
910002	ホルムアルデヒド	0.03	0.03	0.04
910003	二硫化炭素	3,071	4,271	3,239
910004	アクリロニトリル	1,089	390	333
1000200	工業ガソリン 2 号(ゴム揮発油)	37	14	10
1110002	炭素数が 4~8 までの鎖状炭化水素	10,615	9,105	11,544
9910000	特定できない物質	15,041	8,997	7,806
	合計	133,130	79,382	76,797

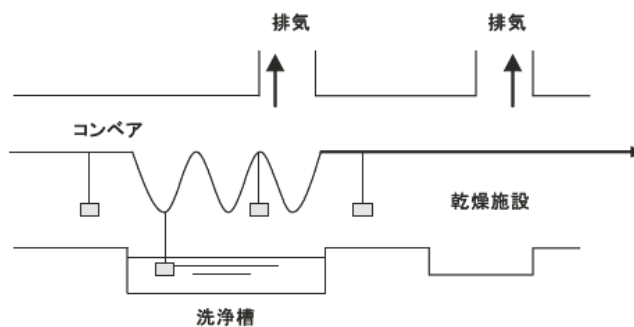
出典 環境省 揮発性有機化合物排出インベントリ (平成 18 年度排出量)

(5) 工業用洗浄

① VOC 排出工程

- VOC を洗浄剤として用いている工業用洗浄施設においては、洗浄工程及びその後の乾燥工程が主要な VOC 排出源である。

図表 15 工業用洗浄事業所の VOC 排出工程



出典 環境省資料

② VOC 排出状況

- 工業用洗浄剤の使用に係る物質別 VOC 排出量の推移を以下に示す。
- 現在、工業用洗浄に用いられているのは主に塩素系洗浄剤である。

図表 16 工業用洗浄剤の使用に係る物質別 VOC 排出量

物質詳細コード	物質詳細名	排出量(t/年)			平成18年度排出量の対平成12年度比
		平成12年度	平成17年度	平成18年度	
800100	ジクロロメタン	38,095	20,089	17,080	45%
800300	トリクロロエチレン	23,827	16,951	15,170	64%
800400	テトラクロロエチレン	5,145	2,825	2,458	48%
810012	ジクロロメタン/トリクロロエチレン/トリクロロエチレン以外の塩素系溶剤	241	143	125	52%
810013	HFC系の工業用洗浄剤	809	809	809	100%
810014	その他のフッ素系工業用洗浄溶剤	8	8	8	100%
810015	N-プロモプロパン	948	948	948	100%
1010001	n-パラフィン系	4,072	5,028	4,829	119%
1010002	i-パラフィン系	1,022	1,761	1,691	165%
1010005	ナフテン系	1,557	1,404	1,511	97%
1110003	n-パラフィン系/iso-パラフィン系/ナフテン系以外の炭化水素系溶剤	1,290	1,607	1,475	114%
9910000	特定できない物質	4,280	4,286	4,289	100%
合計		81,294	55,859	50,392	62%

出典 環境省 揮発性有機化合物排出インベントリ（平成18年度排出量）



- 以下に業種別・物質別 VOC 排出量を示す。
- 業種により、塩素系洗浄剤の使用割合が異なる。

図表 17 工業用洗浄剤の使用に係る業種別・物質別 VOC 排出量（平成 18 年度）

業種 コード	業種名	排出量(t/年)											合計	
		800100	800300	800400	810012	810013	810014	810015	1010001	1010002	1010005	1110003		9910000
		ジクロロメタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	ジクロロメタン/トリクロロエチレン/テトラクロロエチレン以外の塩素系溶剤	HFC系の工業用洗浄剤	その他のフッ素系工業用洗浄剤	ペトロエチレン	ペナフライン系	ペンタフライン系	ナフテン系	ペナフライン系/Isoparナフライン系以外の炭化水素系溶剤	特定できない物質	
5	金属鉱業	0.01			0.0001								0.01	
9	食料品製造業	3			0.02								3	
10	飲料・たばこ・飼料製造業	266	14	48	2								330	
11	繊維工業(衣類、その他の繊維製品を除く)		7	7	0.04								14	
12	衣服・その他の繊維製品製造業	2,124			12								2,135	
13	木材・木製品製造業(家具を除く)	307			2								309	
14	家具・装備品製造業	82	0.1		0.4								82	
15	パルプ・紙・紙加工品製造業	105	37	25	1								167	
16	印刷・同関連業	2,231	605	122	14								2,971	
18	石油製品・石炭製品製造業	2,592	59	2	14								2,667	
19	プラスチック製品製造業	275	229	39	2		6			26	535		1,111	
20	ゴム製品製造業	42	30	116	1								189	
21	なめし革・同製品・毛皮製造業	263	551	4	2								820	
22	窯業・土石製品製造業	772	860	236	6	3	268	1	119	125	11	316	2,716	
23	鉄鋼業	769	734	144	6								1,653	
24	非鉄金属製造業	2,330	6,169	1,043	26								9,568	
25	金属製品製造業	511	1,712	62	5	316	3	268	2	240	507	857	6,085	
26	一般機械器具製造業	1,091	936	157	8								2,192	
27	電気機械器具製造業	501	482	7	3								994	
28	情報通信機械器具製造業	501	482	7	3					3			997	
29	電子部品・デバイス製造業	501	482	7	3	667	1,079	316		268	1,438	535	468	5,765
30	輸送用機械器具製造業	570	725	1	4	412	130	1,601		3	4	2,839	458	6,747
31	精密機械器具製造業		20	20	0.1									41
32	その他の製造業	1,146	862	64	8									2,080
33	電気業	0.1			0.001									0.1
36	水道業	10			0.1									10
42	鉄道業	45			0.2									45
47	倉庫業			1	0.01									1
60	その他の小売業	0.1	77	340	2									418
76	学校教育	10		0.4	0.1									10
80	専門サービス業	3	81		0.1									84
85	廃棄物処理業	23	13	0.1	0.1									36
87	機械修理業(別掲を除く)			4	0.02									4
90	その他の事業サービス業	10			0.1									10
98	特定しない業種					122			13				0.4	136
	合計	17,080	15,170	2,458	125	1,520	1,486	2,186	134	665	2,495	4,231	2,843	50,392

出典 環境省 揮発性有機化合物排出インベントリ（平成 18 年度排出量）



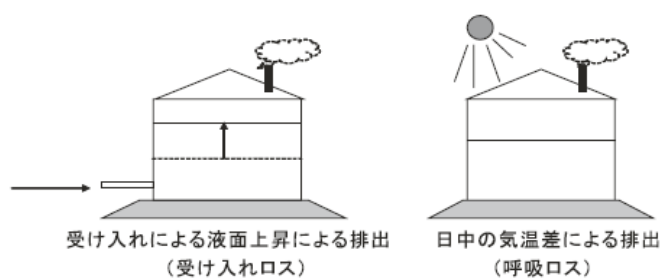
## (6) 貯蔵

### ① VOC 排出工程

- VOC の貯蔵タンクにおいては、VOC を受け入れるときにベント口から VOC 蒸気が放出される。また、貯蔵中に外気温の変化によりタンク内の気相部分が膨張・収縮し、気温上昇と共にベント口より VOC 蒸気が放出される。

図表 18 貯蔵施設の VOC 排出工程

例：固定屋根式タンク



出典 環境省資料

### ② VOC 排出状況

- 次ページに燃料（蒸発ガス）の貯蔵・出荷に係る VOC 排出量を示す。
- 貯蔵施設は VOC を直接使用することを目的としていないため、揮発性が高く漏洩しやすい VOC（ガソリン等）を取り扱う事業所が主な排出源である。

図表 19 燃料（蒸発ガス）の貯蔵・出荷に係る VOC 排出量

物質詳細 コード	物質詳細名	排出量(t/年)		
		平成 12 年度	平成 17 年度	平成 18 年度
100100	トルエン	2,049	2,112	2,031
100200	キシレン	337	347	334
100300	エチルベンゼン	84	87	83
100400	1,3,5-トリメチルベンゼン	4	4	4
100500	n-ヘキサン	4,310	4,442	4,272
100700	シクロヘキサン	188	194	186
100800	n-ヘプタン	245	252	243
110002	オクタン	25	26	25
110005	ベンゼン	375	386	371
110008	1,2,3-トリメチルベンゼン	1	1	1
110009	1,2,4-トリメチルベンゼン	18	19	18
110010	1,4-ジエチルベンゼン	0.1	0.1	0.1
110011	1-ヘキセン	68	70	67
110012	1-ヘプテン	295	304	293
110013	2,2,4-トリメチルペンタン	20	20	20
110014	2,2-ジメチルブタン	1,756	1,809	1,740
110015	2,3,4-トリメチルペンタン	0.7	0.7	0.7
110016	2,3-ジメチルブタン	1,901	1,959	1,887
110017	2,4-ジメチルペンタン	553	570	549
110018	2-メチル-1,3-ブタジエン	85	87	83
110019	2-メチル-1-ブテン	3,791	3,906	3,757
110020	2-メチル-2-ブテン	5,737	5,911	5,686
110021	2-メチルペンタン	7,408	7,633	7,342
110022	3-メチルヘキサン	661	682	656
110023	3-メチルヘプタン	97	100	96
110024	cis-2-ブテン	17,662	18,199	17,503
110025	cis-2-ペンテン	2,977	3,067	2,950
110026	n-ブタン	43,178	44,486	42,770
110027	n-プロピルベンゼン	0.6	0.6	0.6
110028	n-ペンタン	18,822	19,394	18,652
110029	trans-2-ブテン	11,403	11,749	11,299
110030	trans-2-ペンテン	3,130	3,226	3,103
110031	イソブタン	40,800	42,034	40,403
110032	メチルシクロヘキサン	233	240	231
110033	メチルシクロペンタン	1,544	1,591	1,531
1110007	ナフサ	87	27	
	合計	169,847	174,937	168,188

出典 環境省 揮発性有機化合物排出インベントリ（平成 18 年度排出量）