

中環審第250号  
平成17年4月8日

環境大臣  
小池百合子 殿

中央環境審議会  
会長 鈴木基之

揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制制度の実施に  
当たって必要な事項について（答申）

平成16年7月1日付け諮問第121号により中央環境審議会に対してなされた「揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について（諮問）」について、大気環境部会に揮発性有機化合物排出抑制専門委員会及び揮発性有機化合物測定方法専門委員会を設置し、検討を行った。さらに、これらの報告を踏まえて大気環境部会において審議した結果、下記のとおり結論を得たので答申する。

## 記

### 1．揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制制度について

大気汚染防止法の一部を改正する法律（平成16年法律第56号）に規定する揮発性有機化合物の排出抑制制度の実施に当たって必要な事項のうち、揮発性有機化合物排出施設の指定及び排出基準値の設定等については、別添1（揮発性有機化合物排出抑制専門委員会報告）のとおりとする。

### 2．揮発性有機化合物（VOC）の測定方法等について

大気汚染防止法の一部を改正する法律（平成16年法律第56号）に規定する揮発性有機化合物の排出抑制制度の実施に当たって必要な事項のうち、揮発性有機化合物の測定方法及び規制対象から除外する物質については、別添2（揮発性有機化合物測定方法専門委員会報告）のとおりとする。

## 揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制制度について

平成17年3月30日

中央環境審議会大気環境部会  
揮発性有機化合物排出抑制専門委員会

## 目 次

1 . 検討の経緯	3
2 . V O C の排出抑制制度の基本的考え方	4
3 . 揮発性有機化合物排出施設及び排出基準	7
( 1 ) 塗装関係施設	7
( 2 ) 接着関係施設	9
( 3 ) 印刷関係施設	10
( 4 ) 化学製品製造関係施設	11
( 5 ) 工業用洗浄関係施設	12
( 6 ) V O C の貯蔵関係施設	13
4 . 排出基準の適用に当たっての留意事項	15
5 . 規制と自主的取組の組み合わせ	15
6 . 今後の課題	16
別紙 1 改正大気汚染防止法による V O C 排出抑制制度の概要等	18
別紙 2 主な V O C 排出施設の類型及びその例	19
別表 揮発性有機化合物排出施設及び排出基準(案)	20
参考資料(揮発性有機化合物(V O C )排出抑制対策検討会小委員会報告書)	

中央環境審議会大気環境部会  
揮発性有機化合物排出抑制専門委員名簿

(五十音順、敬称略)

委員長	坂本 和彦	埼玉大学大学院理工学研究科教授
	伊藤 洋之	(社)日本化学工業協会環境安全委員会環境部会 VOC対策検討SWG主査
	岩崎 好陽	東京都環境科学研究所参事研究員
	浦野 紘平	横浜国立大学大学院環境情報研究院教授
	大野 英弘	(社)日本自動車工業会環境委員会工場環境部会 化学物質管理分科会長
	岡崎 誠	鳥取環境大学環境情報学部環境政策学科教授
	栗田 敏史	昭和シェル石油株式会社環境安全部長
	後藤 彌彦	法政大学人間環境学部教授
	小林 悦夫	(財)ひょうご環境創造協会副理事長
	千本 雅士	大日本印刷株式会社環境安全部シニアエキスパート
	寺田 正敏	東京都中央卸売市場管理部新市場建設室調整担当課長
	土井 潤一	日本産業洗浄協議会理事
	内藤 喜幸	(社)日本造船工業会生産部会長
	中杉 修身	横浜国立大学共同研究推進センター客員教授
	二瓶 啓	日本製紙連合会常務理事
	早瀬 隆司	長崎大学環境科学部教授
	福山 丈二	大阪市立環境科学研究所大気環境課長
	藤田 清臣	(社)日本建材産業協会 品質委員会委員長

## 本専門委員会の開催状況

- 平成16年7月20日 第1回専門委員会  
(今後の検討の進め方及び検討の方向性について審議)
- 平成16年12月14日 第2回専門委員会  
(各施設類型に共通する「横断的」事項について審議)
- 平成17年2月22日 第3回専門委員会  
(報告書の案のとりまとめ)
- 平成17年3月30日 第4回専門委員会  
(報告書のとりまとめ)

本専門委員会は、揮発性有機化合物排出施設及び排出基準値等のVOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について、以下のように結論を得たので、報告する。

## 1. 検討の経緯

浮遊粒子状物質や光化学オキシダントに係る大気汚染の状況は未だ深刻であり、現在でも、浮遊粒子状物質による人の健康への影響が懸念され、光化学オキシダントによる健康被害が数多く届出されており、緊急に対処することが必要となっている。こうした背景により、平成16年2月3日に中央環境審議会より意見具申「揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制のあり方について」がなされ、我が国においても、浮遊粒子状物質及び光化学オキシダントの原因となる揮発性有機化合物（以下「VOC」という。）のうち固定発生源に起因するものについて、包括的に排出の抑制を図っていくことが提案された。これを踏まえて、第159回国会において大気汚染防止法の一部を改正する法律（平成16年法律第56号）が成立し、同年5月26日に公布された。

この法律においては、VOCの排出を抑制するために、法規制と自主的取組の双方の政策手法を適切に組み合わせること（ベスト・ミックス）を基本とし、法規制については、VOC排出事業者に対して、揮発性有機化合物排出施設の届出義務、排出基準の遵守義務等を課すこととしている（18頁の別紙1参照）。

これを受けて、同年7月1日、揮発性有機化合物排出施設の指定、排出基準値の設定など、同法に規定するVOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について、環境大臣より中央環境審議会に対して諮問がなされた。そして同日、中央環境審議会大気環境部会の下に、VOCの測定方法等を調査審議する揮発性有機化合物測定方法専門委員会とともに本専門委員会が設置され、VOCの排出の抑制に関する専門の事項を調査することとなった。

これに併せて、同年7月22日以降、環境省環境管理局长が委嘱した専門家による揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会（委員長：浦野紘平 横浜国立大学大学院環境情報研究院教授）が開催され、本専門委員会での調査審議に必要な情報を収集、整理して、規制対象施設、施設ごとの排出基準値、自主的取組と規制のベスト・ミックスを実現するための方策等の技術的検討を行うこととなった。検討会の下には、施設類型ごとに、事業の実態を熟知する多数の専門家の参画を得た6つの小委員会が設置され、それぞれで5～6回に及ぶ活発な審議が行われた。

本専門委員会においては、平成16年12月14日の第2回会合にて、各施設類型に共通する「横断的」な事項について一定の方向性を示し、これを受けて、前述の各小委員会において施設類型ごとの専門的な審議を行った。各小委員会における検討結果は、平成17年2月22日の第3回の本専門委員会に報告された。

これを踏まえ、本専門委員会は、規制対象施設である揮発性有機化合物排出施設の選定及び排出基準値の設定等VOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について議論を重ね、本報告書のとおり結論を得たところである。

## 2. VOCの排出抑制制度の基本的考え方

### (1) 揮発性有機化合物排出施設の類型について

一施設当たりのVOCの排出量が多く、大気環境への影響も大きい施設は、社会的責任も重いことから、法規制により排出抑制を進めるのが適当である。したがって、法規制の対象となる揮発性有機化合物排出施設は、地域における排出量の削減が特に求められる施設、すなわち、塗装関係、接着関係、印刷関係、化学製品製造関係、工業用洗浄関係及びVOCの貯蔵関係の6つの施設類型(19頁の別紙2参照)を念頭に置いて、VOC排出量の多い主要な施設のみに限定し、排出施設を網羅的に規制の対象としないことが適当である。

また、各施設類型を一括して扱うことにこだわらず、排出の実態、対策技術等を十分に考慮して、必要なものは形態別に細分化することが適当である。

### (2) 揮発性有機化合物排出施設の規模要件について

規制対象となる施設については、今回のVOC規制が、自主的取組を最大限に尊重した上での限定的なものであることを踏まえ、法規制を中心にVOCの排出抑制を図っている欧米等の対象施設に比して相当程度大規模な施設が対象となるよう設定することが適当である。このため、施設の規模を判断するための指標を定め、一定規模以上の施設のみを規制対象とする。

規模を判断するための指標については、これまでの大気汚染防止法においてもそうであったように、施設の規模をその外形から客観的に確認できるものとするのが適当である。したがって、VOCの年間使用量のような指標はとらないこととする。

「相当程度大規模な施設」とは、一施設当たりの潜在的なVOC排出量(処理装置の設置等の排出抑制対策を行わない場合の排出量。VOCを含有する製品の製造に係る施設以外はVOC使用量とほぼ一致する。)が相当程度多い施設と考えることが適当である。また、「相当程度多い」とする量は、施設類型間での公平性の確保の観点から、施設の種類にかかわらず同一の数値とすることが適当である。

「欧米等に比して相当程度大規模」を判断する際には、EUのVOC排出規制(1999年の溶剤指令)が、排出濃度規制を原則としており、我が国の規制体系と類似していることから、最も参考になると考えられる。このEU規制での規制対象施設の規模要件(VOC年間消費量)は、我が国で規制対象になるとと思われる施設については概ね0.5~25トン/年であることから、それと比べて「相当程度多い」量としては、50トン/年程度が適当と考えられる。

以上の考え方により、各施設ごとに設定する規模要件は、いずれも潜在的VOC排出量50トン/年程度を目安として、それに相当するものになるよう設定することが適当である。

### (3) 排出基準値の設定について

今回のVOC規制は、自主的取組とのベスト・ミックスにより全体としてVOC排出量を抑制するという考え方に基づいた規制であり、排出基準値は、現実的に排出抑制が可能なレベルで定めることが適当である。すなわち、既に排出規制を行っているEU等の知見を参考にしつつ、施設ごとの排出抑制技術の採用実態を踏まえて、現時点で適用可能な技術を幅広く採用する方向で、各施設ごとに排出基準値を設定することが適当である。

ただし、排出抑制技術には、処理装置の設置のみならず、原材料の転換等も含まれていることに留意する必要がある。

なお、排出基準値の単位としては、今回の規制ではVOCを包括的に捉えていることから、VOCに該当する物質の炭素原子数に着目し、「排出ガス1立方メートル当たりの炭素の量に換算したVOCの量(立方センチメートル)」とすることが適当である(以下「ppmC」と表記する。)

排出ガスの濃度の測定方法については、中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物測定方法専門委員会の報告書を参照されたい。

### (4) 排出ガスの希釈への対応について

大気汚染防止法に基づく排出濃度規制では、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させるという方法がとられることが懸念されるとの意見がある。しかしながら、VOC排出施設における送・排風量は、製品の品質や作業環境の確保の観点から適正な量が定められるものであり、むやみな送・排風量の増大は製品の品質や作業環境の悪化を招くこととなる。また、送・排風量を増大させるとエネルギーコストも増加させる。このため、VOC排出施設からの送・排風量を大幅に増大させ、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させることは、実態上考えにくい。したがって、排出基準値の設定において、排出ガスの希釈に対応した特段の措置は講じないこととする。

### (5) 排出濃度の測定頻度について

今回のVOC規制により、揮発性有機化合物排出施設を設置する者は、VOC濃度等を測定し、その結果を記録する必要がある。

既存のばい煙発生施設における測定の頻度は、ばいじん及び有害物質においては、原則、大規模施設について2ヶ月に1回以上、小規模施設について年2回以上とされている。また、総量規制基準が適用されている施設については、常時測定することとされている。

VOCは、大気中に放出された場合、光化学反応を経て浮遊粒子状物質や光化学オキシダントとなり、他の原因物質である窒素酸化物等のばい煙と同様の性格を有する。したがって、測定の回数についても、ばい煙と同様の取扱いをすべきであり、測定の回数は、少



なくとも年2回以上が適当である。

#### (6) 経過措置について

規制に対応するに当たっては、VOC排出抑制対策技術の検討や、対策の導入計画の作成等に十分な時間をかけ、費用対効果のより高い対策を講じることが重要である。また、処理装置の設置場所の確保や、対策工事実施期間中に休止する施設の代替施設の確保など、対策の実施に至るまで相当の期間を要するものも多い。さらに、他法令により一定年限の連続運転が認められているものや、他法令に基づく定期点検などが既に予定されているものもあり、これを考慮して対策工事を実施できれば効率的である。

したがって、既設の施設に係る排出基準の適用については、VOCの排出抑制の目標が平成22年度とされていることに留意しつつ最大限の猶予期間、すなわち、平成21年度末までの猶予期間を設けることが適当である。

### 3. 揮発性有機化合物排出施設及び排出基準

塗装関係、接着関係、印刷関係、化学製品製造関係、工業用洗浄関係及びVOCの貯蔵関係の6つの施設類型のうち、規制対象となる揮発性有機化合物排出施設の選定、規模要件の設定及び排出基準の設定については、揮発性有機化合物(VOC)排出抑制対策検討会の各小委員会において議論され、報告書に取りまとめられた(別添の参考資料参照)。

これらの報告書の内容は適切なものと判断されたので、これらを踏まえて、揮発性有機化合物排出施設及び排出基準について以下のとおりとすることが適当である(20頁の別表参照)。

#### (1) 塗装関係施設

##### (a) 施設類型について

「塗装」とは、物体の表面に塗料を用いて保護的、装飾的又は特殊性能を持った塗膜を作る作業のことをいい(磁気テープの製造のために磁性材を塗布することも含むこととする。)塗料の中に溶剤としてVOCを含有するものが多い。このため、被塗物に塗料を塗り付ける塗装施設及び塗装後に被塗物からVOCを蒸発させるための乾燥施設(焼付施設を含む。以下同じ。)よりVOCが排出される。

塗装方法としては、吹付式(スプレーガンで塗料を吹き付ける塗り方)、コーター式(二以上のロール等の間に被塗物を通過させ、ロール等から被塗物に塗料を移行させる塗り方)及び浸せき式(塗料を入れた槽の中に被塗物を浸した後引き上げる塗り方)があるが、これらのうち、コーター式及び浸せき式による塗装施設は、潜在的VOC年間排出量が50トンを超える施設はほとんどないため、吹付式の塗装施設のみ規制対象施設とすることが適当である。

逆に、乾燥施設については、コーター式及び浸せき式による塗装後のもののVOC排出量が多く、吹付式による塗装後のものはVOC排出量が少ない。したがって、吹付式の塗装に係るもの以外の塗装の用に供するVOCを蒸発させるための乾燥施設を規制対象とすることが適当である。

ただし、浸せき式であっても電着塗装(導電性のある物体を水に分散した塗料の中に入れ、物体と他の金属体とが両極になるようにして電流を通して塗着させる塗り方)に係る乾燥施設は、VOC排出量が極めて少なく、かつ専用の塗装装置を用いるため外形的な確認が可能であることから、規制対象施設から除外することが適当である。

##### (b) 施設の規模を判断するための指標について

有機溶剤の生産・使用等を行う事業所に対しては、労働衛生の観点から、労働安全衛生

法の体系において、排気装置及び排気口等を設置することが義務づけられている。これにより、排気口からVOCの多くが排出されていると考え、今回のVOC規制においては、排気口からの排出規制方式を採用したところである。したがって、原則的には、VOCを屋外に排出することを目的とした排気装置に備えられた排風機の排風能力が、施設の規模を示す指標として適当である（この排風能力とは、外形的に判断が可能な定格能力のことを指す。以下同じ。）。

しかしながら、乾燥施設については、一般的には、乾燥のための送風能力がVOC排出量と相関性があるため、送風機の送風能力を規模の指標とすることが適当である（この送風能力とは、外形的な確認が可能な定格能力のことを指す。以下同じ。）。ただし、送風機がない施設であっても、排風機により強制排気をしていれば、前述の原則どおり、排風機の排風能力を規模の指標とすべきである。

一方で、施設内循環のみを目的とする送風についてはVOCの排出との相関性が小さいため、このような送風機のみを設置する施設については、送風機はないものとして判断することが適当である。この場合、排風機があればその能力を規模の指標とし、排風機もない場合は規制対象外となる。

しかしながら、送風機からの送風が施設内で循環するものを含んでいても、潜在的に施設外への送風も可能な設計になっている場合には、その送風機の定格能力全体で規模を判断すべきである。

また、複数の施設からの排出ガスが、1つの排風機により1つの排出口から排出される例がある。この場合には、当該排風機の排風能力が、各施設にどのように割り振られているかを設計図等により確認し、その設計上の定格能力をもって規模を判断する。

なお、専ら非常時において用いられる送風機の送風能力については、規制対象施設の規模要件である送風能力には合算しないこととする。

#### (c) 施設の規模要件について

業界団体からの提出資料及び環境省による排出濃度実測調査等の結果にかんがみ、塗装施設（吹付塗装に限る。）についての潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する規模要件は、排風機の排風能力が 100,000 m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

また、塗装の用に供する乾燥施設（吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。）についての潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する規模要件は、送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が 10,000 m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

#### (d) 排出基準について

環境省による排出濃度実測調査等の結果にかんがみ、塗装施設（吹付塗装に限る。）については、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 700ppmC 程度まで低減可能と

考えられることから、排出基準値は 700ppmC とすることが適当である。ただし、自動車の製造に係る新設の吹付塗装施設については、水性化等により 400ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 400ppmC とすることが適当である。

また、塗装の用に供する乾燥施設（吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。）については、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 600ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 600ppmC とすることが適当である。

ただし、木材の塗装の用に供する乾燥施設については、排出ガス中に木材由来の天然 VOC が無視できない量含まれていることから、他の乾燥施設よりも木材由来の天然 VOC 分だけ高い排出基準値を採用することを検討する必要がある。

## （２）接着関係施設

### （a）施設類型について

「接着」とは、２以上の製品を貼り合わせることをいう。印刷回路用銅張積層板、ドライミネート製品、粘着テープ等のように、接着剤を塗布して貼り合わせるが多いが、ゴム糊や樹脂を布等に貼り合わせるものも含めることとする（例えば、ゴム製品製造業におけるゴム糊引布の製造、染色整理業における布地のコンバーティング、プラスチック製品製造業における押出ラミネート製品の製造等）。はく離剤を塗布したはく離紙（はく離フィルムを含む。）の製造についても、最終的に接着剤を塗布した物を当該はく離紙と貼り合わせることから、この施設類型に含める。

これら接着剤等の中に溶剤として VOC を含有するものが多いため、VOC の発生源となる。ただし、接着剤等を塗布する部分については、吹付式、コーター式、浸せき式のいずれの塗布方式についても、潜在的 VOC 年間排出量が 50 トンを超える施設はほとんどないため、接着の用に供する VOC を蒸発させるための乾燥施設（焼付施設を含む。以下同じ。）のみ規制対象施設とすることが適当である。

また、木材・木製品（家具を含む。）の製造における乾燥施設については、潜在的 VOC 年間排出量が 50 トンを超える施設はないため、規制対象施設から除外することが適当である。

### （b）施設の規模を判断するための指標について

接着の用に供する乾燥施設に係る規模の指標としては、前述の塗装の用に供する乾燥施設と同様の考え方により、送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力。以下同じ。）とすることが適当である。

### (c) 施設の規模要件について

業界団体からの提出資料及び環境省による排出濃度実測調査等の結果にかんがみ、接着の用に供する乾燥施設の規模要件は2つに分けることが適当である。

印刷回路用銅張積層板、合成樹脂ラミネート容器包装、粘着テープ・粘着シート又ははく離紙の製造における乾燥施設については、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する規模要件は、送風機の送風能力が 5,000m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

それ以外の接着の用に供する乾燥施設（木材・木製品（家具を含む。）の製造に係るものを除く。）については、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する規模要件は、送風機の送風能力が 15,000m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

### (d) 排出基準について

環境省による排出濃度実測調査等の結果にかんがみ、接着の用に供する乾燥施設については、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 1,400ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 1,400ppmC とすることが適当である。

## (3) 印刷関係施設

### (a) 施設類型について

「印刷」とは、原稿をもとに印刷版を作り、印刷機を用いて、インキを被印刷物に転移させる行為である。これらインキの中に溶剤としてVOCを含有するものが多いため、VOCの発生源となる。ただし、印刷機のインキ転移部分については、潜在的VOC年間排出量が 50 トンを超える施設はほとんどないため、印刷の用に供するVOCを蒸発させるための乾燥施設（焼付施設を含む。以下同じ。）のみ規制対象施設とすることが適当である。

印刷の方法には様々な種類があるが、それらのうち、工程や使用するインキの性格上、潜在的VOC年間排出量が多いグラビア印刷（非画像部のインキをかき落とし、くぼんだ画像部に残っているインキを被印刷物に転移させる凹版印刷方式）の用に供する乾燥施設及びオフセット輪転印刷（印刷版のインキを転写体に転移し、さらにこれを被印刷物に再転移する平版印刷方式。印刷機としては、円筒状の印刷板を、円筒形の圧胴で押圧する構造の輪転印刷機を用いる。給紙装置が巻取式のものと枚葉式のものがある。）の用に供する乾燥施設のみを規制対象施設とすることが適当である。

なお、枚葉式のオフセット輪転印刷のうち、紙に印刷するものについては、一般に乾燥施設がないので規制対象にならないが、金属に印刷するものについては、乾燥施設があるので規制対象になり得る。また、構造的に一体となっている施設は全体として一施設とな

ることから、振り分け式グラビア印刷機（一つのグラビア印刷機で複数の給紙・排紙装置を有するもの）は一施設とみなすことが適当である。

#### (b) 施設の規模を判断するための指標について

印刷の用に供する乾燥施設に係る規模の指標としては、前述の塗装の用に供する乾燥施設と同様の考え方により、送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力。以下同じ。）とすることが適当である。

#### (c) 施設の規模要件について

業界団体からの提出資料及び環境省による排出濃度実測調査等の結果にかんがみ、グラビア印刷の用に供する乾燥施設については、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する規模要件は、送風機の送風能力が 27,000 m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

オフセット輪転印刷の用に供する乾燥施設については、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する規模要件は、送風機の送風能力が 7,000m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

#### (d) 排出基準について

環境省による排出濃度実測調査等の結果にかんがみ、グラビア印刷の用に供する乾燥施設については、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 700ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 700ppmC とすることが適当である。

オフセット輪転印刷の用に供する乾燥施設については、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 400ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は400 ppmC とすることが適当である。

### (4) 化学製品製造関係施設

#### (a) 施設類型について

「化学製品の製造」とは、日本標準産業分類上の「化学工業」、すなわち、化学肥料製造業、無機化学工業製品製造業、有機化学工業製品製造業、化学繊維製造業等において、化学反応により製品を製造することをいう。化学製品の各製造工程においてVOCが排出されうるが、特に、溶剤として使われたVOCを蒸発させて除去する際に、多くのVOCが排出される。したがって、化学製品製造関係施設については、VOCを蒸発させるための乾燥施設を規制対象施設とすることが適当である。

なお、これには、塗料、印刷インキ、接着剤又は洗浄剤の製造工程における乾燥施設も

概念上含まれる。

プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業等、化学反応を用いず加圧・加熱等のみにより製品を製造する施設は含まれないが、「接着の用に供する乾燥施設」等に該当するVOC排出量が多い施設については、接着等に係る規制対象施設になりうる。

#### (b) 施設の規模を判断するための指標について

化学製品製造の用に供する乾燥施設に係る規模の指標としては、前述の塗装の用に供する乾燥施設と同様の考え方により、送風機の送風能力（送風機がない場合は排風機の排風能力。以下同じ。）とすることが適当である。

#### (c) 施設の規模要件について

業界団体からの提出資料及び環境省による排出濃度実測調査等の結果にかんがみ、化学製品製造の用に供する乾燥施設については、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する規模要件は、送風機の送風能力が3,000 m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

#### (d) 排出基準について

化学製品製造の用に供する乾燥施設における排出ガス処理としては、現在のところ、フレアスタックでの燃焼処理又は吸着処理等による方法がある。フレアスタックで燃焼処理が行われる場合には、VOCの排出はほとんどないと考えられる。吸着処理等が行われる場合には、環境省による排出濃度実測調査等の結果にかんがみ、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は600ppmC程度まで低減可能と考えられる。したがって、排出基準値は600ppmCとすることが適当である。

### (5) 工業用洗浄関係施設

#### (a) 施設類型について

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のいずれにおいてもVOCが蒸発し、排出されうるので、規制対象施設とすることが適当である。さらに、洗浄機及び乾燥機は構造上一体となっている施設（三槽式洗浄機等）が多いため、洗浄施設に乾燥施設を含めて規制対象施設とすることが適当である（以下同じ。）。

## (b) 施設の規模を判断するための指標について

洗浄施設内において、VOCである洗浄剤が空気に接する面(液面又は蒸気空気境界面)の面積は、その面から揮発するVOCの量と相関関係があると考えられる。また、現行の大気汚染防止法においても、有害大気汚染物質に係る洗浄施設について、「空気に接する面の面積」を規模の指標として採用している。

したがって、洗浄施設に係る規模の指標としては、VOCである洗浄剤が空気に接する面の面積とすることが適当である。

## (c) 施設の規模要件について

業界団体からの提出資料からは、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する洗浄剤が空気に接する面の面積は見出せないが、個別に見れば、潜在的VOC年間排出量が 50 トン以上の施設が存在し、その多くは洗浄剤の空気に接する面の面積が 5 m<sup>2</sup>以上である。また、参考にした理論値としては、年間排出量 50 トンに相当する洗浄剤が空気に接する面の面積は概ね 3 m<sup>2</sup>となっている。したがって、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する規模要件は、VOCである洗浄剤の空気に接する面の面積が 5 m<sup>2</sup>以上とすることが適当である。

## (d) 排出基準について

環境省による排出濃度実測調査等の結果にかんがみ、洗浄施設については、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 400ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 400ppmC とすることが適当である。

## (6) VOCの貯蔵関係施設

### (a) 施設類型について

VOCの貯蔵タンクにおいては、VOCを受け入れる時にベント口より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、気温上昇とともにベント口よりVOC蒸気が放出される。しかしながら、密閉式及び浮屋根式(内部浮屋根式を含む。)の貯蔵タンクは、VOCの排出がほとんどない。したがって、これらを除いたVOCの貯蔵タンクを規制対象とすることが適当である。

また、貯蔵タンクは、他の施設と異なり、VOCを使用し揮発させることを目的とした施設ではなく、揮発性の低いVOCの貯蔵タンクからの排出量は少ないことが明らかであるため、VOCのうち特に揮発性の高いもの(=蒸気圧の高いもの)を貯蔵対象物質とす



るタンクのみ規制対象とすることが適当である。

原油及び燃料油の蒸気圧は、摂氏 37.8 度（華氏 100 度）で測る方法が国内外で標準となっている。単一のVOCの蒸気圧についても同様に、摂氏 37.8 度における蒸気圧の値で判断することとする。これは、文献値から換算して求めることができる。貯蔵タンクからのVOC排出量は、ガソリン、原油、ナフサからのものが多いが、これらは摂氏 37.8 度における蒸気圧が 20 キロパスカルを超えるものである。また、現行の大気汚染防止法においては、有害大気汚染物質としてベンゼン（蒸気圧 22.2 キロパスカル）を排出抑制対策の対象としている。したがって、貯蔵対象物質は、摂氏 37.8 度における蒸気圧で 20 キロパスカルを超えるものとするのが適当である。

しかし、対象物質を蒸気圧のみで示すことは一般に理解が難しいと思われる。このため、揮発性が高く、取扱量も多いガソリン、原油、ナフサについては、規制対象物質の例示として特に掲げることとする。

#### (b) 施設の規模を判断するための指標について

貯蔵タンクに係る規模の指標としては、当該タンクの容量とすることが適当である。なお、ここでいう「容量」とは、消防法に基づく危険物規制において採用されているタンクの「容量」と同義である。

#### (c) 施設の規模要件について

業界団体からの提出資料から、ガソリンの貯蔵タンクにおいて、VOC年間排出量 50 トンに相当する容量は概ね 1,000 キロリットルとなる。ただし、貯蔵される対象物質は様々であり、ガソリンよりも揮発性の低いものを貯蔵するタンクについては、VOC年間排出量 50 トンに相当する容量は 1,000 キロリットルよりも大きくなる。

また、現行の大気汚染防止法において、有害大気汚染物質であるベンゼンの貯蔵タンクのうち既設のものについては、新設のもの 2 倍の規模以上のものに排出抑制基準を適用している。

これらのことから、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する規模要件は、貯蔵タンクの容量が 1,000 キロリットル以上とするが、排出基準の適用に当たっては、既設の貯蔵タンクについては容量が 2,000 キロリットル以上のものを対象とすることが適当である。

#### (d) 排出基準について

貯蔵タンクは、他の施設と異なり、VOCを使用し揮発させることを目的とした施設ではなく、貯蔵タンクへの貯蔵対象物質の受け入れ時などにVOCが排出されるため、その排出ガス量は少ないが、非常に高濃度となっている。

貯蔵タンクにおけるVOC排出抑制対策としては、現在のところ、浮屋根化の他、フレ

アスタックでの燃焼処理や、吸収・吸着による回収処理方法がある。フレアスタックで燃焼処理が行われる場合には、VOCの排出はほとんどないと考えられる。回収処理が行われる場合には、EUの規制では、排出基準値を  $35 \text{ g/m}^3$  と設定している。この基準値はガソリンの場合は、概ね  $54,000\text{ppmC}$  となる。また、米国の規制では、回収処理装置の処理効率を 95 %以上と設定しており、概ねEUの基準値に相当している。したがって、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は  $60,000\text{ppmC}$  程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は  $60,000\text{ppmC}$  とすることが適当である。

#### 4．排出基準の適用に当たっての留意事項

一つの施設に複数の排出口がある場合には、排出口によって排出ガスのVOC濃度が大きく異なることがある。したがって、このような場合には、各排出口からの排出ガスの濃度を排出ガス量で加重平均した値をもって排出基準値への適合を判断できることとすることが適当である。

複数の吸着塔でVOCの吸着・脱着を交互に行う方式の吸着装置などの排出ガス処理装置において、スタート時、切り替え時などに、ごく短時間に限り高濃度の排出が生じる場合がある。このようなやむを得ない特異的な排出については、現行のばい煙発生施設の例にならい、測定範囲から除外することが適当である。

排出ガスをフレアスタックで燃焼処理する場合には、処理後の排出ガスの測定が不可能である。この場合、VOCの排出はほとんどないと考えられることから、処理が行われていることをもって、実際に測定しなくても排出基準を満たすものとみなすことが適当である。

貯蔵タンク（排出ガス処理装置を設置しているものを除く。）にあっては、災害防止のため、計算により求めた排出ガス濃度をもちて測定に代えられるようにすることが適当である。

#### 5．規制と自主的取組の組み合わせ

今回提案したVOC規制制度の内容によれば、規制対象施設全体からの潜在的なVOC排出量は、自動車等を除く固定発生源からのVOC排出総量の2割程度に相当し、屋外塗装等を除く工場からのVOC排出総量の3割程度に相当するものと見込まれる。しかし、規制対象施設のうち既に対策済みのものも相当あると思われることから、固定発生源からのVOCの排出総量を平成12年度から平成22年度までに3割程度削減するという目標において、規制によって削減するのは1割分程度と見込まれる。

これらは、今回のVOC規制が、法規制と自主的取組の双方の政策手法を適切に組み合わせること（ベスト・ミックス）を基本とし、規制対象をVOC排出量の多い主要な施設

のみに限定したことを適切に反映していると言える。これ以外の、規制対象外となる中小規模の施設からの排出、規制対象外の類型に該当する施設からの排出、排出口以外の開口部や屋外塗装作業等からのVOCの飛散については、自主的取組で対応することとなる。

## 6．今後の課題

本専門委員会においては、前述のとおり規制制度に係る審議を進めてきたが、以下のような課題が残されていることを踏まえ、今後は、自主的取組の促進に当たって必要な事項について引き続き検討を進めていくこととする。

### (1) 自主的取組の促進

前述のように、VOCの排出総量を平成22年度までに3割程度削減するという目標において、自主的取組に基づき削減すべき割合は、2割分程度と非常に大きなものとなっている。

しかし、自主的取組による削減の進捗状況を勘案して、必要となれば、最終的には法規制で3割削減を担保するということになるので、事業者の裁量に委ねた柔軟な方式でも排出抑制は進展すると考えられる。

自主的取組の進め方については、今後、事業所、企業、業界団体等の最もふさわしい主体ごとに、製品の低VOC化を促進したり、VOCの排出抑制のためのガイドライン・計画等を策定する等により、適切な方法を検討し、確立することが期待される。この場合、情報の公開や検証の仕組みを内在させることが求められるが、その具体的方法や実施の時期は、それぞれの事業所等の実情に応じて適切に運用されることが望ましい。

行政においては、事業者のこうした自主的取組を円滑に促進するための方策を総合的に検討し、取組の状況を把握・評価していくことが必要である。また、JIS等の規格やグリーン調達に低VOC製品を位置づけたり、環境ラベルを活用するなど推奨的な施策を実施することが適当である。なお、検討に当たっては、自主的取組を行う事業者の意見を十分聴いた上で進めていくべきである。

### (2) ユーザーに対する普及啓発

VOCの排出抑制対策としては、VOC処理装置の導入又はインキ・塗料等の低VOC化が対策手法として考えられる。VOC処理装置の導入は、事業者にとって多額の環境投資を必要とし、製品の価格を上昇させる可能性がある。また、低VOCインキ・塗料等への転換は、これを用いて製造される製品の外観等に影響を及ぼすため、ユーザー企業からの厳しい要求に耐えられないことがある。

したがって、これらの環境対策に取り組んでいる事業者が提供する製品に対するユーザ

一企業及び一般消費者の理解を深め、これらの製品を優先的に調達・購入する動き（グリーン購入）が拡大するよう、普及啓発を進めることが重要である。

### （３）中小企業者等への支援

中小企業者を含めた幅広い事業者がVOCの排出抑制対策に取り組むためには、特に中小企業者向けの低価格で小型のVOC処理装置や、VOCの簡易測定法、低VOCインキ・塗料等についての開発を促進し、また必要な情報提供を行うことが重要である。

### （４）VOCについての情報提供

法律において、規制対象施設（揮発性有機化合物排出施設）の定義は、「工場又は事業場に設置される施設で揮発性有機化合物を排出するもののうち、（以下略）」とされており、前述の施設類型に該当しても、VOCを使用しておらず、排出し得ない施設については、規制対象施設とならない。しかし、ここでいうVOCの定義は、法律において、「大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。）」とされており、非常に多種類の物質が対象となるため、施設で使用している物質がVOCに該当するか否かについてわかりづらいとの指摘もあるところである。

したがって、事業者及び地方公共団体の理解を助けるため、VOCに該当する主な物質又は疑義が生じやすいがVOCに該当しない主な物質のリストを作成し、情報提供を行うことが適当である。

### （５）VOC排出抑制制度の効果の把握

効果的なVOCの排出抑制対策を講じていくためには、自主的取組の状況、法規制の効果などのVOC排出抑制制度の実施状況を把握するとともに、浮遊粒子状物質及び光化学オキシダントの生成に係るより広範かつ精度の高いシミュレーションの実施に向けた取組を推進するなど科学的知見の更なる充実を図っていくことが必要である。

以上

改正大気汚染防止法によるVOC排出抑制制度の概要

1. 対象

大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。）を、「揮発性有機化合物（VOC）」として排出抑制を図る。  
工場・事業場に設置される施設で、VOCの排出量が多いためにその規制を行うことが特に必要なものを「揮発性有機化合物排出施設」として排出規制の対象とする。

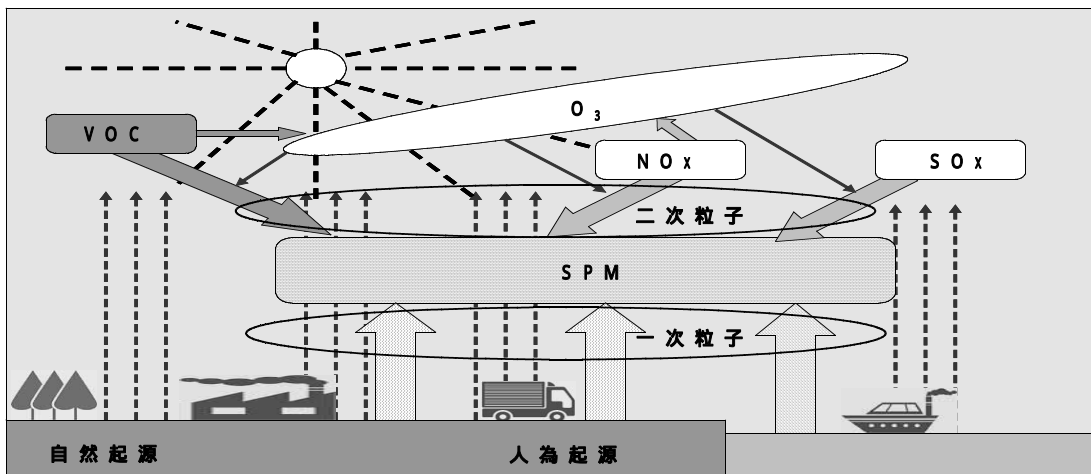
2. 施策の指針

VOCの排出規制と事業者の自主的取組とを適切に組み合わせて（ベスト・ミックス）効果的な排出抑制を図る。

3. 排出規制

- 揮発性有機化合物排出施設の都道府県知事への届出義務
- 排出口からの排出濃度基準の遵守義務
- 排出濃度の測定義務

VOCの大気中での反応



光化学オキシダントは、大気中のVOCと窒素酸化物の混合系が、太陽光（特に紫外線）照射による光化学反応を通じて生成される。

浮遊粒子状物質は、発生源から排出された時点で粒子となっている一次粒子と、排出された時点ではガス状であるが、大気中における光化学反応などにより粒子化する二次粒子とに分類される。

- ・一次粒子には、工場・事業場から排出されるばいじん、粉じん、自動車等から排出される粒子状物質などがある。土壌の巻き上げ粒子や海塩粒子など自然起源のものも含まれる。
- ・二次粒子は、工場・事業場、自動車などから排出されるVOC、硫黄酸化物、窒素酸化物などが原因物質となる。火山などから排出される硫黄酸化物など自然起源のものも考えられる。

主なVOC排出施設の類型及びその例

<p>1. 塗装関係施設</p> <p>例：塗装ブース</p> <p><b>ブース排気</b></p> <p>排気</p> <p>塗装ブース</p> <p>湿式排ガス洗浄</p>	<p>2. 接着関係施設</p> <p>例：接着剤のロールコーターの乾燥施設</p> <p>接着剤</p> <p>コーターヘッド</p> <p>乾燥チャンバー</p> <p>繰り出し</p> <p>巻き取り</p>
<p>3. 印刷関係施設</p> <p>例：グラビア印刷</p> <p>給巻部</p> <p>インフィード部</p> <p>1色目印刷部</p> <p>2色目印刷部</p> <p>アウトフィード部</p> <p>巻取部</p> <p>乾燥施設</p>	<p>4. 化学製品製造関係施設</p> <p>例：樹脂乾燥器</p> <p>製品 + 同伴溶媒</p> <p>乾燥用ガス</p> <p>乾燥器</p> <p>樹脂乾燥器</p> <p>製品</p> <p>冷却媒体 (水) (回収)</p> <p>ガス排出口</p>
<p>5. 工業用洗浄関係施設</p> <p>例：洗浄槽</p> <p>排気</p> <p>排気</p> <p>コンベア</p> <p>洗浄槽</p> <p>乾燥施設</p>	<p>6. VOCの貯蔵関係施設</p> <p>例：固定屋根式タンク</p> <p>受け入れによる液面上昇による排出 (受け入れロス)</p> <p>日中の気温差による排出 (呼吸ロス)</p>

## 別表

## 揮発性有機化合物排出施設及び排出基準（案）

揮発性有機化合物排出施設	規模要件	排出基準	
塗装施設（吹付塗装に限る。）	排風機の排風能力が 100,000m <sup>3</sup> /時以上のもの	自動車製造の用に供する塗装施設（吹付塗装に限る。）	既設 700ppmC 新設 400ppmC
		その他の塗装施設（吹付塗装に限る。）	700ppmC
塗装の用に供する乾燥施設 （吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。）	送風機の送風能力が 10,000m <sup>3</sup> /時以上のもの	600ppmC	
接着の用に供する乾燥施設 （木材・木製品の製造の用に供する施設及び下欄に掲げる施設を除く。）	送風機の送風能力が 15,000m <sup>3</sup> /時以上のもの	1,400ppmC	
印刷回路用銅張積層板、合成樹脂ラミネート容器包装、粘着テープ・粘着シート又は剥離紙の製造における接着の用に供する乾燥施設	送風機の送風能力が 5,000m <sup>3</sup> /時以上のもの	1,400ppmC	
グラビア印刷の用に供する乾燥施設	送風機の送風能力が 27,000m <sup>3</sup> /時以上のもの	700ppmC	
オフセット輪転印刷の用に供する乾燥施設	送風機の送風能力が 7,000m <sup>3</sup> /時以上のもの	400ppmC	
化学製品製造の用に供する乾燥施設	送風機の送風能力が 3,000m <sup>3</sup> /時以上のもの	600ppmC	
工業製品の洗浄施設（洗浄の用に供する乾燥施設を含む。）	洗浄剤が空気に接する面の面積が 5 m <sup>2</sup> 以上のもの	400ppmC	
ガソリン、原油、ナフサその他の温度 37.8 度において蒸気圧が 20 キロパスカルを超える揮発性有機化合物の貯蔵タンク（密閉式及び浮屋根式（内部浮屋根式を含む。）のものを除く。）	1,000kl 以上のもの （ただし、既設の貯蔵タンクは、容量が 2,000kl 以上のものについて排出基準を適用する。）	60,000ppmC	

注)「送風機の送風能力」が規模の指標となっている施設で、送風機がない場合は、排風機の排風能力を規模の指標とする。

注)「乾燥施設」には、「焼付施設」も含まれる。

注)「乾燥施設」はVOCを蒸発させるためのもの、「洗浄施設」はVOCを洗浄剤として用いるものである。

注)その他の用語の定義については、本文を参照されたい。

揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
塗装小委員会 報告書

平成17年2月3日



**揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
塗装小委員会委員名簿**

（五十音順、敬称略）

	あきもと	なおし	株式会社ノダ品質管理統括室長
	秋元	直司	
	あんどう	けんじ	(社)日本塗料工業会VOC研究員
	安藤	研司	
	いの	まさのり	(社)日本自動車工業会VOC規制対応WG委員
	井野	将功	
	うえの	ひろゆき	東京都環境科学研究所応用研究部次席
	上野	広行	
	おかだ	ゆうじ	日本工業塗装協同組合連合会常任理事
	岡田	勇司	
	さきもと	よしお	日本自動車車体整備協同組合連合会常務理事
	崎本	芳雄	
	しまだ	こうじ	立命館大学経済学部教授
	島田	幸司	
	すずき	のぶゆき	日本パウダーコーティング協同組合専務理事
	鈴木	伸行	
	せいの	よしかず	ドラム缶工業会技術委員長
	清野	芳一	
	たかど	みつる	(社)日本自動車工業会工場環境部会化学物質管理副分科会長
	高戸	満	
	たきむら	しゅうぞう	(社)日本自動車部品工業会環境委員会委員
	滝村	修三	
	たじま	ゆみ	大阪府環境農林水産部環境指導室事業所指導課技師
	但馬	由美	
	たにくち	ゆきひろ	(社)日本電機工業会化学物質総合管理専門委員会委員
	谷口	幸弘	
	てらだ	まさとし	東京都中央卸売市場管理部新市場建設室調整担当課長
	寺田	正敏	
	ないとう	よしゆき	(社)日本造船工業会生産部会長
	内藤	喜幸	
委員長	なかすぎ	あさみ	横浜国立大学共同研究推進センター客員教授
	中杉	修身	
	ひめの	しゅうじ	長岡技術科学大学環境・建設系助手
	姫野	修司	
	ほりこし	まさたけ	株式会社岡村製作所環境・品質保証部長
	堀越	正猛	
	みやざき	まさはる	(社)日本アルミニウム協会エネルギー環境委員会委員長
	宮崎	正晴	
	もり	まこと	(社)日本建材産業協会品質委員会委員
	森	実	
	やたが	いみつよし	東京大学大学院農業生命科学研究科教授
	谷田	貝光克	
	よしだ	げん	(社)日本鉄鋼連盟環境保全委員会副委員長
	吉田	言	

## 1．はじめに

浮遊粒子状物質（SPM）及び光化学オキシダントの原因物質である揮発性有機化合物（VOC）の排出を抑制するため、大気汚染防止法が改正され、平成16年5月26日に公布された。

これを受けて、同法に規定するVOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について中央環境審議会において調査審議されることとなった。これに併せて、環境省環境管理局長が委嘱した専門家による揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会を開催し、中央環境審議会での調査審議に必要な情報を収集、整理して技術的検討を行うこととなった。

検討会には、施設類型ごとに本小委員会も含め6つの小委員会を設置し、規制対象施設、施設ごとの排出基準値、自主的取組と規制のベスト・ミックスを実現するための方策等の検討を進めることとなった。

本小委員会では、平成16年7月から現在までのところ、塗装施設に係る規制対象施設及び当該施設の排出基準値を中心に検討を進めてきたところであり、この報告書はその検討結果を取りまとめたものである。

## 2．検討経緯

第1回 平成16年7月29日

小委員長の選出及び検討の進め方・検討の方向性等についての審議

第2回 平成16年9月28日

業界関係委員からの塗装施設におけるVOCの排出実態及び排出抑制への取組等についてのプレゼンテーション

第3回 平成16年11月9日

対象施設の類型分けの方法についての審議

対象施設の裾切り指標についての審議

第4回 平成17年1月18日

塗装に係る規制対象施設についての審議

塗装に係る規制対象施設の排出基準値についての審議

第5回 平成17年2月3日

塗装に係る規制対象施設の排出基準値についての審議

小委員会報告書についての審議

### 3. 塗装に係る規制対象施設

塗装に係る規制対象施設は以下のとおりとすることが適当である。

施設	規模
1. 塗装施設（吹付塗装に限る。）	VOCを屋外に排出するための排風機の排風能力が一時間当たり 100,000 立方メートル以上のもの
2. 塗装の用に供する乾燥又は焼付施設（吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。）	乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり 10,000 立方メートル以上のもの

（理由）

#### 1. 塗装施設（吹付塗装に限る。）

平成16年12月14日に開催された中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物排出抑制専門委員会において、各施設類型の横断的事項として、規制対象施設の裾切り数値は、1施設当たりの潜在的VOC年間排出量50トン程度を目安にこれに相当するものとする合意されたことを受けて検討した。業界提出資料から、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する排風量は概ね100,000～200,000m<sup>3</sup>/時となる（別添表-1参照）。

環境省による排出濃度実測調査等から、排出抑制対策前の排出濃度の中央値は概ね720ppmCとなる。よって、この濃度で排出された場合に年間排出量50トンに相当する排風量は、施設の年間稼働時間を2,000時間と仮定すると51,000m<sup>3</sup>/時、4,000時間と仮定すると26,000m<sup>3</sup>/時、6,000時間と仮定すると17,000m<sup>3</sup>/時となる。

これらのことから、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する裾切り規模は、VOCを屋外に排出するための排風機の排風能力が100,000 m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

なお、塗装施設における塗装方法としては、「吹付式（スプレー式、噴霧式）」の他に、「コーター式」、「浸漬式」があるが、業界提出資料によれば、「コーター式」、「浸漬式」は年間排出量が50トンを超える施設がほとんどないため、規制対象施設から除外する（別添表-2参照）。

#### 2. 塗装の用に供する乾燥又は焼付施設（吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。）

平成16年12月14日に開催された中央環境審議会大気環境部会揮発性有

機化合物排出抑制専門委員会において、各施設類型の横断的事項として、規制対象施設の裾切り数値は、1施設当たりの潜在的VOC年間排出量50トン程度を目安にこれに相当するものとするに合意されたことを受けて検討した。業界提出資料から、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する送風量は概ね10,000～30,000m<sup>3</sup>/時となる（別添表-3参照）。

環境省による排出濃度実測調査等から、排出抑制対策前の排出濃度の中央値は概ね1,200ppmCとなる。よって、この濃度で排出された場合に年間排出量50トンに相当する送風量は、施設の年間稼働時間を2,000時間と仮定すると31,000m<sup>3</sup>/時、4,000時間と仮定すると15,000m<sup>3</sup>/時、6,000時間と仮定すると10,000m<sup>3</sup>/時となる。

これらのことから、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する裾切り規模は、乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が10,000m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

なお、業界提出資料によれば、吹付塗装の用に供する乾燥又は焼付施設については、前工程の塗装部分でVOCの多くが既に揮発していることから、年間排出量が50トンを超える施設がほとんどないため、規制対象施設から除外する（別添表-4参照）。

また、業界提出資料によれば、電着塗装の用に供する乾燥又は焼付施設は、潜在的VOC年間排出量が50トンを超える施設がほとんどないため、規制対象施設から除外する（別添表-5参照）。

#### （用語の定義等）

「塗装」とは、物体の表面に塗料を用いて保護的、装飾的又は特殊性能をもった塗膜を作る作業のことをいう。磁気テープの製造のために磁性材を塗布することも含むこととする。

「吹付塗装」とは、スプレーガンで塗料を微粒化して、吹き付けながら塗る方法のことをいう。

「電着塗装」とは、導電性のある物体を、水に分散した塗料の中に入れ、物体と他の金属体とが両極になるようにして電流を通し、物体に塗料を塗る方法のことをいう。

送風機からの送風が施設内で循環するものを含んでいても、潜在的に施設外への送風も可能な設計になっている場合には、その送風機の定格能力全体で裾切りを判断する。ただし、施設内循環のみを目的とする送風機のみを設置する施設については、送風機はないものとして判断する。この場合、排風機があればその能力を裾切り指標とし、排風機もない場合は規制対象外となる。複数の施設からの排出ガスが、1つの排風機により1つの排出口から排出さ

れる例がある。この場合には、当該排風機の排風能力が、各施設にどのように割り振られているかを設計図等により確認し、その設計上の定格能力をもって裾切り指標とする。

専ら非常時において用いられる送風機の送風能力については、規制対象施設の規模要件である送風能力には合算しないこととする。

#### 4．塗装に係る規制対象施設の排出基準値

塗装に係る規制対象施設の排出基準値は以下のとおりとすることが適当である。

施設	基準値
1. 自動車製造の用に供する塗装施設（吹付塗装に限る。）	既設 700ppmC 新設 400ppmC
2. その他の塗装施設（吹付塗装に限る。）	700ppmC
3. 塗装の用に供する乾燥又は焼付施設（吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。）	600ppmC

（理由）

##### 1．自動車製造の用に供する塗装施設（吹付塗装に限る。）及び2．その他の塗装施設（吹付塗装に限る。）

環境省による排出濃度実測調査等から、排出抑制対策を行う前の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 30～1,700ppmC、対策を行った後の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 3～630ppmC である（別添図 - 1 及び図 - 2 参照）。

このことから、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 700ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 700ppmC とすることが適当である。

自動車製造に係る新設の吹付塗装については、諸外国の情報によれば、水性化等により 400ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 400ppmC とすることが適当である。

##### 3．塗装の用に供する乾燥又は焼付施設（吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。）

環境省による排出濃度実測調査等から、吸着、燃焼等の処理を行う前の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 2～5,500ppmC、処理を行った後

の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 0～590ppmC である(別添図 - 3 参照)。

このことから、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 600ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 600ppmC とすることが適当である。

なお、木材の塗装の用に供する乾燥又は焼付施設については、排出ガス中に木材由来の天然 VOC が無視できない量含まれていることから、他の乾燥施設よりも木材由来の天然 VOC 分だけ高い排出基準値を採用することを検討する必要がある。

#### (基準の適用)

一つの施設に複数の排出口がある場合には、排出口によって排出ガスの VOC 濃度が大きく異なることがある。したがって、このような場合には、各排出口からの排出ガスの濃度を排出ガス量で加重平均した値をもって排出基準値への適合を判断できることとすることが適当である。

複数の吸着塔で VOC の吸着・脱着を交互に行う方式の吸着装置などの排出ガス処理装置において、スタート時、切り替え時などに、ごく短時間に限り高濃度の排出が生じる場合がある。このようなやむを得ない特異的な排出については、現行のばい煙発生施設の例にならい、測定範囲から除外することが適当である。

## 5. 経過措置

規制に対応するに当たっては、VOC 排出抑制対策技術の検討や、対策の導入計画の作成等に十分な時間をかけ、費用対効果のより高い対策を講じることが重要である。また、処理装置の設置場所の確保や、対策工事実施期間中に休止する施設の代替施設の確保など、対策の実施に至るまで相当期間かかるものも多い。さらに、他法令に基づく定期点検など既に予定されている施設点検時に合わせて対策工事を実施できれば効率的である。

したがって、既設の施設に係る排出基準の適用については、VOC の排出抑制の目標が平成 22 年度とされていることに留意しつつ、最大限の猶予期間を設けることが適当である。

## 6．排出ガスの希釈への対応について

大気汚染防止法に基づく排出濃度規制では、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させるという方法がとられることが懸念されるとの意見がある。しかしながら、VOC排出施設における送・排風量は、製品の品質や作業環境の確保の観点から適正な量が定められるものであり、無闇な送・排風量の増大は製品の品質や作業環境の悪化を招くこととなる。また、送・排風量を増大させるとエネルギーコストも増加させる。このため、VOC排出施設からの送・排風量を大幅に増大させ、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させることは、実態上考えにくい。したがって、排出基準値の設定において、排出ガスの希釈に対応した特段の措置は講じないこととする。

以上

(参考資料)

表 - 1 裾切り指標に対する潜在的VOC年間排出量及び施設数  
(吹付塗装施設)

排風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出 量(t/年)	1施設当 たり排出 量(t/年)	施設数の 累積割合 (%)
5,000 未満	240	880	3.7	100
5,000 ~ 10,000	220	970	4.4	85
10,000 ~ 30,000	607	3,580	5.9	71
30,000 ~ 50,000	104	1,673	16.1	33
50,000 ~ 80,000	108	2,208	20.4	27
80,000 ~ 100,000	55	1,727	31.4	20
100,000 ~ 200,000	105	4,723	45.0	17
200,000 ~ 400,000	76	11,306	148.8	10
400,000 以上	86	29,197	339.5	5
合計	1,601	56,263	35.1	-

(業界提出資料より作成)

表 - 2 裾切り指標に対する潜在的VOC年間排出量及び施設数  
(吹付塗装以外の塗装施設)

排風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出 量(t/年)	1施設当 たり排出 量(t/年)	施設数の 累積割合 (%)
5,000 未満	107	393	3.7	100
5,000 ~ 10,000	69	676	9.8	69
10,000 ~ 30,000	119	1,422	11.9	49
30,000 ~ 50,000	31	666	21.5	15
50,000 ~ 80,000	13	225	17.3	6
80,000 ~ 100,000	3	30	10.0	2
100,000 ~ 200,000	4	39	9.7	1
200,000 ~ 400,000	0	0		0
400,000 以上	0	0		0
合計	346	3,451	10.0	-

(業界提出資料より作成)



表 - 3 裾切り指標に対する潜在的VOC年間排出量及び施設数  
 (塗装の用に供する乾燥又は焼付施設(吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。))

送風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出量 (t/年)	1施設当たり排出量 (t/年)	施設数の累積割合 (%)
500 未満	28	61	2.2	100
500 ~ 1,000	16	4	0.3	91
1,000 ~ 3,000	104	68	0.7	85
3,000 ~ 5,000	26	383	14.7	51
5,000 ~ 10,000	44	729	16.6	42
10,000 ~ 30,000	45	3,249	72.2	27
30,000 ~ 60,000	26	1,325	51.0	12
60,000 以上	10	1,444	144.4	3
合計	299	7,262	24.3	-

(業界提出資料より作成)

表 - 4 裾切り指標に対する潜在的VOC年間排出量及び施設数  
 (吹付塗装の用に供する乾燥又は焼付施設)

送風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出量 (t/年)	1施設当たり排出量 (t/年)	施設数の累積割合 (%)
500 未満	68	72	1.1	100
500 ~ 1,000	28	9	0.3	88
1,000 ~ 3,000	136	282	2.1	84
3,000 ~ 5,000	47	135	2.9	60
5,000 ~ 10,000	102	414	4.1	52
10,000 ~ 30,000	152	1,541	10.1	35
30,000 ~ 60,000	35	571	16.3	9
60,000 以上	15	221	14.7	3
合計	583	3,243	5.6	-

(業界提出資料より作成)

表 - 5 裾切り指標に対する潜在的VOC年間排出量及び施設数  
 (電着塗装の用に供する乾燥又は焼付施設)

送風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出 量(t/年)	1施設当 たり排出 量(t/年)	施設数の 累積割合 (%)
500未満	0	0	0	100
500～1,000	0	0	0	100
1,000～3,000	3	0	0	100
3,000～5,000	1	0	0	96
5,000～10,000	7	7	1.0	94
10,000～30,000	50	100	2.0	85
30,000～60,000	11	26	2.4	15
60,000以上	0	0	0	0
合計	72	133	1.8	-

(業界提出資料より作成)

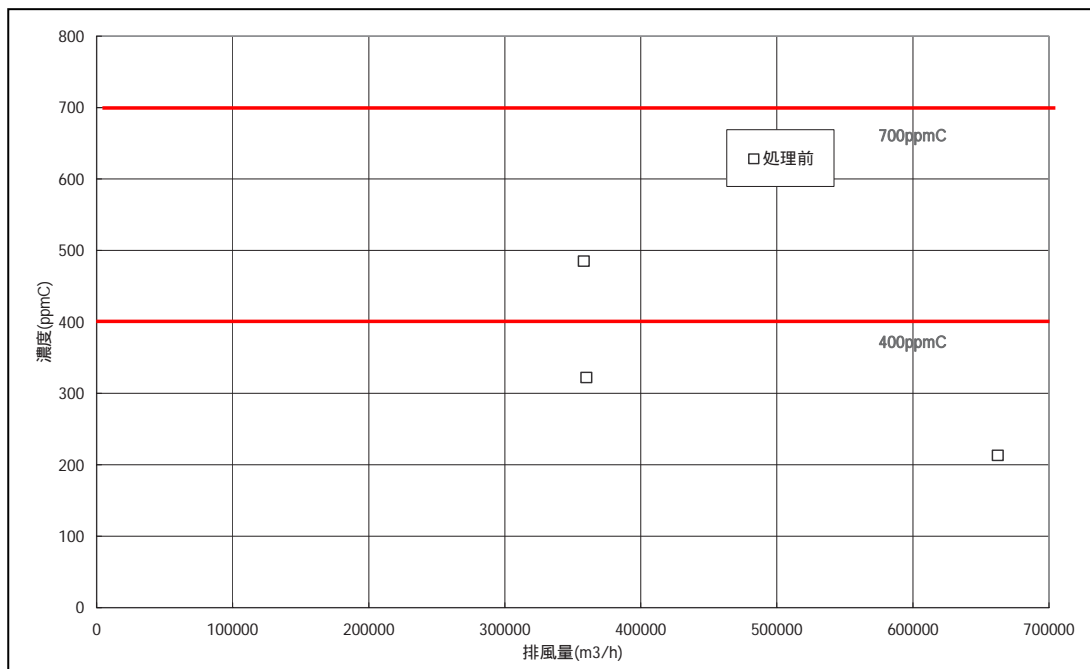


図 - 1 自動車製造に係る塗装施設（吹付塗装に限る。）における  
裾切り指標と濃度の関係  
（平成16年度VOC発生源排出ガス濃度実測調査（環境省）  
自治体提出資料、業界提出資料より作成）

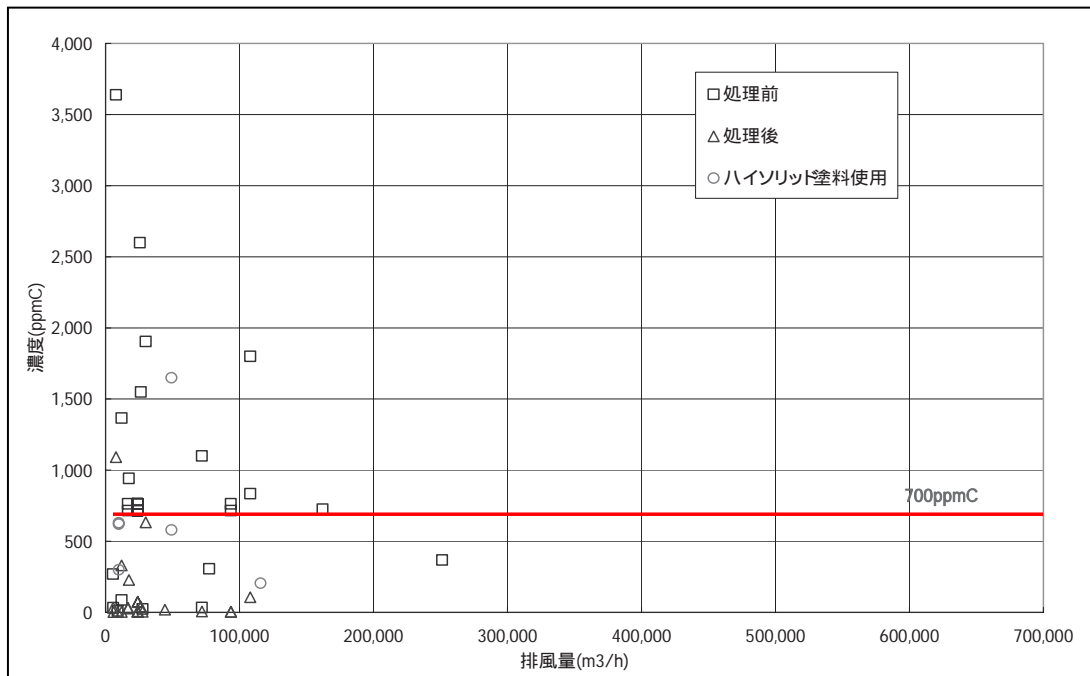


図 - 2 その他の塗装施設（吹付塗装に限る。）における  
裾切り指標と濃度の関係  
（平成16年度VOC発生源排出ガス濃度実測調査（環境省）  
自治体提出資料、業界提出資料より作成）

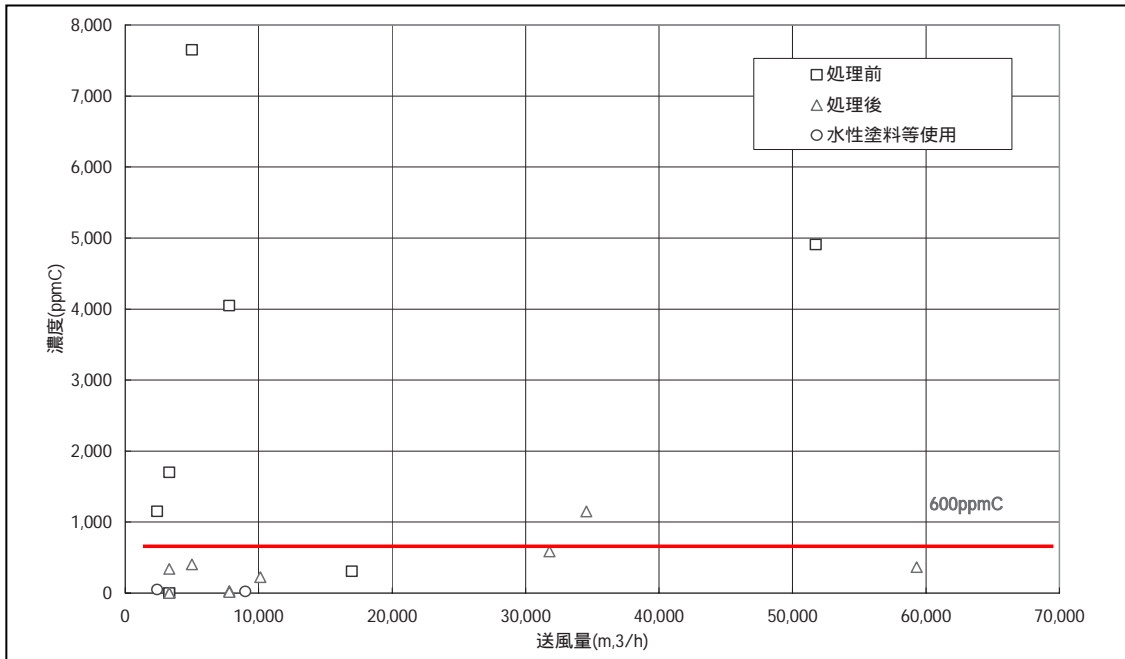


図 - 3 塗装の用に供する乾燥又は焼付施設（吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。）における裾切り指標と濃度の関係  
 （平成16年度VOC発生源排出ガス濃度実測調査（環境省）  
 自治体提出資料、業界提出資料より作成）

揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
化学製品製造小委員会 報告書

平成17年2月1日

揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
化学製品製造小委員会委員名簿

（五十音順、敬称略）

	いとう ひろゆき 伊藤 洋之	（社）日本化学工業協会VOC検討WG主査
委員長	うらの こうへい 浦野 紘平	横浜国立大学大学院環境情報研究院教授
	しまだ こうじ 島田 幸司	立命館大学経済学部教授
	たかはし としかず 高橋 俊和	横浜市環境保全局公害対策部大気騒音課長
	なかお まさひろ 中尾 正博	日本ポリエチレン株式会社生産管理部環境安全 室長
	ひめの しゅうじ 姫野 修司	長岡技術科学大学環境・建設系助手
	ふくやま しょうじ 福山 丈二	大阪市立環境科学研究所大気環境課長

## 1. はじめに

浮遊粒子状物質（SPM）及び光化学オキシダントの原因物質である揮発性有機化合物（VOC）の排出を抑制するため、大気汚染防止法が改正され、平成16年5月26日に公布された。

これを受けて、同法に規定するVOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について中央環境審議会において調査審議されることとなった。これに併せて、環境省環境管理局長が委嘱した専門家による揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会を開催し、中央環境審議会での調査審議に必要な情報を収集、整理して技術的検討を行うこととなった。

検討会には、施設類型ごとに本小委員会も含め6つの小委員会を設置し、規制対象施設、施設ごとの排出基準値、自主的取組と規制のベスト・ミックスを実現するための方策等の検討を進めることとなった。

本小委員会では、平成16年8月から現在までのところ、化学製品製造施設に係る規制対象施設及び当該施設の排出基準値を中心に検討を進めてきたところであり、この報告書はその検討結果を取りまとめたものである。

## 2. 検討経緯

第1回 平成16年8月5日

小委員長の選出及び検討の進め方・検討の方向性等についての審議

第2回 平成16年9月24日

業界関係委員からの化学製品製造施設におけるVOCの排出実態及び排出抑制への取組等についてのプレゼンテーション

第3回 平成16年11月9日

対象施設の類型分けの方法についての審議

対象施設の裾切り指標についての審議

第4回 平成17年1月17日

化学製品製造に係る規制対象施設についての審議

化学製品製造に係る規制対象施設の排出基準値についての審議

第5回 平成17年2月1日

小委員会報告書についての審議

### 3 . 化学製品製造に係る規制対象施設

化学製品製造に係る規制対象施設は、以下のとおりとすることが適当である。

施設	規模
化学製品製造の用に供する乾燥施設	乾燥のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり 3,000 立方メートル以上のもの

#### （理由）

平成16年12月14日に開催された中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物排出抑制専門委員会において、各施設類型の横断的事項として、規制対象施設の裾切り数値は、1施設当たりの潜在的VOC年間排出量50トン程度を目安にこれに相当するものとする合意されたことを受けて検討した。

業界提出資料から、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する送風量は概ね3,000～5,000m<sup>3</sup>/時となる（別添表参照）。

環境省による排出濃度実測調査等から、排出抑制対策前の排出濃度の中央値は概ね8,600ppmCとなる。よって、この濃度で排出された場合に、年間排出量50トンに相当する送風量は、施設の年間稼働時間を7,000時間と仮定すると1,200m<sup>3</sup>/時となる。

これらのことから、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する裾切り規模は、乾燥のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が3,000m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

#### （用語の定義等）

「化学製品」とは、標準産業分類上の「化学工業」において製造される製品と解する。すなわち、化学肥料製造業、無機化学工業製品製造業、有機化学工業製品製造業、化学繊維製造業、油脂加工製品・石けん・合成洗剤・界面活性剤・塗料製造業、医薬品製造業等において、化学反応により製造される製品である。

この類型には、塗料製造業における塗料製造工程での乾燥施設、印刷インキ製造業における印刷インキ製造工程での乾燥施設、接着剤製造業における接着剤製造工程での乾燥施設、洗浄剤製造業における洗浄剤製造工程での乾燥施設を含む。

なお、プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業等において、化学反応を用いず加圧・加熱等のみにより製造される製品は含まれない。ただし、プラス



チック製品製造業、ゴム製品製造業等に関しては、「接着の用に供する乾燥・焼付施設」等に該当するVOC排出量が多い施設も存在し、これらは接着等に係る規制対象施設になりうる。

#### 4．化学製品製造に係る規制対象施設の排出基準値

化学製品製造に係る規制対象施設の排出基準値は、以下のとおりとすることが適当である。

施設	基準値
化学製品製造の用に供する乾燥施設	600ppmC

##### (理由)

化学製品製造の用に供する乾燥施設における排出ガス処理としては、現在のところ、フレアスタックでの燃焼処理や、吸着処理等による方法がある。フレアスタックで燃焼処理が行われる場合、VOCの排出はほとんどないと考えられる。また、環境省による排出ガス濃度実測調査等では、吸着処理を実施している事例が2施設あり、処理を行う前の排出ガス濃度は4,200ppmC及び5,800ppmC、処理を行った後の排出ガス濃度は1,300ppmC及び1,160ppmC(処理効率70～80%)であった。これらの事例について維持管理の改善及び共存する高沸点物質対策を講じること等により処理効率を90%程度まで向上させた場合、排出ガス濃度は430～580ppmC程度まで低減されると期待できる(別添図参照)。

これらのことから、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は600ppmC程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は600ppmCとすることが適当である。

##### (基準の適用)

排出ガスをフレアスタックで燃焼処理する場合には、処理後の排出ガスの測定が不可能である。この場合、VOCの排出はほとんどないと考えられることから、処理が行われていることをもって、実際に測定しなくても排出基準を満たすものとみなすことが適当である。

一つの施設に複数の排出口がある場合には、排出口によって排出ガスのVOC濃度が大きく異なることがある。したがって、このような場合には、各排出口からの排出ガスの濃度を排出ガス量で加重平均した値をもって排出基

準値への適合を判断できることとすることが適当である。

複数の吸着塔でVOCの吸着・脱着を交互に行う方式の吸着装置などの排出ガス処理装置において、スタート時、切り替え時などに、ごく短時間に限り高濃度の排出が生じる場合がある。このようなやむを得ない特異的な排出については、現行のばい煙発生施設の例にならい、測定範囲から除外することが適当である。

## 5．経過措置

規制に対応するに当たっては、VOC排出抑制対策技術の検討や、対策の導入計画の作成等に十分な時間をかけ、費用対効果のより高い対策を講じることが重要である。また、処理装置の設置場所の確保や、対策工事実施期間中に休止する施設の代替施設の確保など、対策の実施に至るまで相当期間かかるものも多い。さらに、他法令に基づく定期点検など既に予定されている施設点検時に合わせて対策工事を実施できれば効率的である。加えて、他法令に基づき4年間の連続運転が認められている設備もあることを考慮する必要がある。

したがって、既設の施設に係る排出基準の適用については、VOCの排出抑制の目標が平成22年度とされていることに留意しつつ、最大限の猶予期間を設けることが適当である。

## 6．排出ガスの希釈への対応について

大気汚染防止法に基づく排出濃度規制では、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させるという方法がとられることが懸念されとの意見がある。しかしながら、VOC排出施設における送・排風量は、製品の品質や作業環境の確保の観点から適正な量が定められるものであり、無闇な送・排風量の増大は製品の品質や作業環境の悪化を招くこととなる。また、送・排風量を増大させるとエネルギーコストも増加させる。このため、VOC排出施設からの送・排風量を大幅に増大させ、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させることは、実態上考えにくい。したがって、排出基準値の設定において、排出ガスの希釈に対応した特段の措置は講じないこととする。

以上

(参考資料)

表 裾切り指標に対する潜在的VOC年間排出量及び施設数  
(化学製品製造の用に供する乾燥施設)

送風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数	合計排出量 (t/年)	1施設当り 排出量 (t/年)	施設数の 類積割合 (%)
< 500	50	1432.4	28.6	100.0
500 - 1,000	19	456.4	24.0	69.9
1,000 - 2,000	17	527.5	31.0	58.4
2,000 - 3,000	0	0	-	48.2
3,000 - 5,000	8	517.0	57.5	48.2
5,000 - 10,000	14	868.0	62.0	43.4
10,000 - 20,000	8	312.9	39.1	34.9
> 20,000	50	1100.5	22.0	30.1
合計	166	5214.7	31.4	-

注： 「排出量」は、排出抑制対策を講じていない場合のVOCの大気への排出量を算出した。  
「送風能力」は、送風機の定格送風量とした。また、送風機がない場合は、排風機の定格排風量とした。送風機も排風機もない場合は、流量計の最大能力とした。送風機又は排風機が複数の施設から集合して設置されている場合は、1施設当たりの設計風量を用いた。送風機が送風だけでなくダンパー等により乾燥施設内での循環を行っている場合があった場合でも、送風と循環を割り振らずに、送風機全体の能力として記載した。

(業界提出資料より作成)

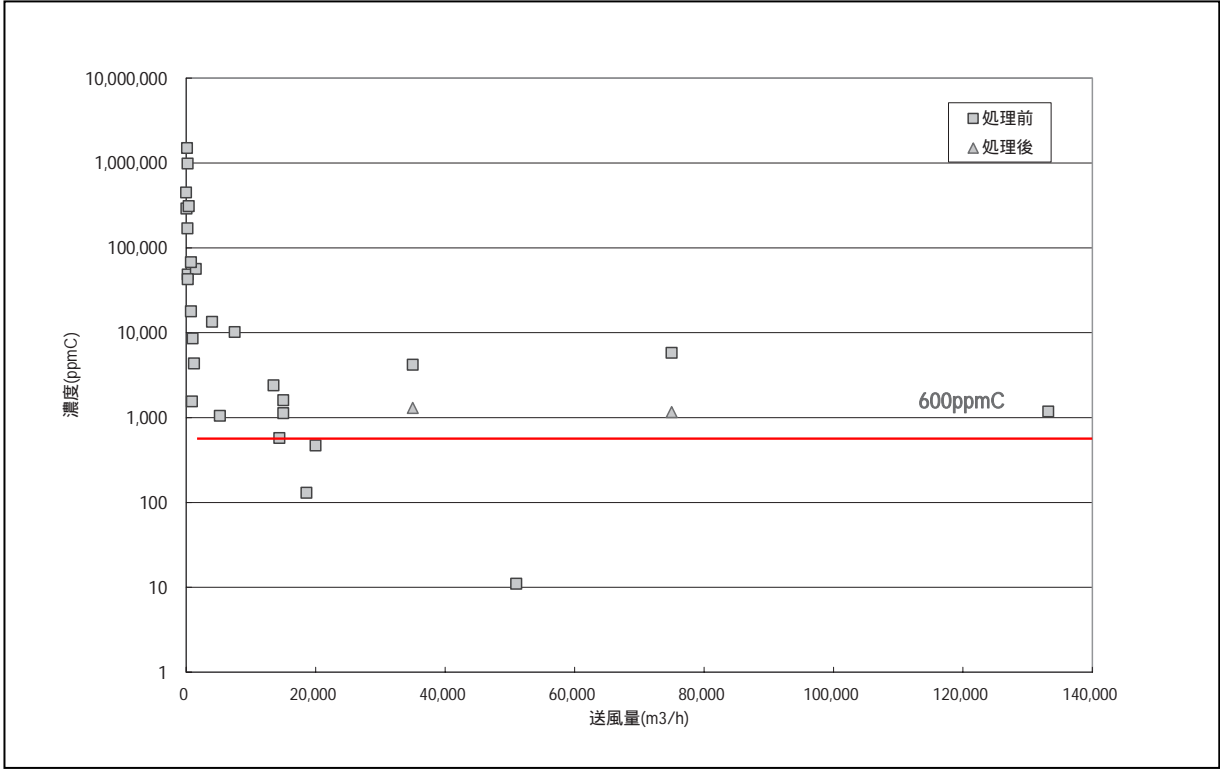


図 化学製品製造の用に供する乾燥施設における裾切り指標と濃度の関係  
 (平成 16 年度 VOC 発生源排出ガス濃度実測調査(環境省) 業界提出資料より作成)

揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
洗浄小委員会 報告書

平成17年2月2日

揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
洗浄小委員会委員名簿

（五十音順、敬称略）

	うざわ 鵜澤	ひとし 等	千葉市環境局環境保全部環境規制課課長補佐
委員長	おかざき 岡崎	まこと 誠	鳥取環境大学環境情報学部環境政策学科教授
	かめや 亀屋	たかし 隆志	横浜国立大学大学院工学研究院助教授
	せき 関	あつお 敦夫	(社)日本電機工業会化学物質総合管理専門委員会委員
	せきぐち 関口	かずひこ 和彦	埼玉大学大学院理工学研究科助手
	たけだ 武田	みつふみ 光史	全国鍍金工業組合連合会技術顧問
	どい 土井	じゅんいち 潤一	日本産業洗浄協議会理事
	はしもと 橋本	くにとし 邦俊	(社)日本鉄鋼連盟環境保全委員会委員
	はやし 林	たかあき 孝明	(社)日本自動車部品工業会環境委員会委員
	まつもと 松本	とある 徹	神奈川県環境農政部大気水質課課長代理（技術調整担当）

## 1. はじめに

浮遊粒子状物質（SPM）及び光化学オキシダントの原因物質である揮発性有機化合物（VOC）の排出を抑制するため、大気汚染防止法が改正され、平成16年5月26日に公布された。

これを受けて、同法に規定するVOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について中央環境審議会において調査審議されることとなった。これに併せて、環境省環境管理局長が委嘱した専門家による揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会を開催し、中央環境審議会での調査審議に必要な情報を収集、整理して技術的検討を行うこととなった。

検討会には、施設類型ごとに本小委員会も含め6つの小委員会を設置し、規制対象施設、施設ごとの排出基準値、自主的取組と規制のベスト・ミックスを実現するための方策等の検討を進めることとなった。

本小委員会では、平成16年7月から現在までのところ、工業製品の洗浄施設に係る規制対象施設及び当該施設の排出基準値を中心に検討を進めてきたところであり、この報告書はその検討結果を取りまとめたものである。

## 2. 検討経緯

第1回 平成16年7月28日

小委員長の選出及び検討の進め方・検討の方向性等についての審議

第2回 平成16年9月16日

業界関係委員からの工業製品の洗浄施設におけるVOCの排出実態及び排出抑制への取組等についてのプレゼンテーション

第3回 平成16年10月27日

対象施設の類型分けの方法についての審議

対象施設の裾切り指標についての審議

第4回 平成17年1月17日

洗浄に係る規制対象施設についての審議

洗浄に係る規制対象施設の排出基準値についての審議

第5回 平成17年2月2日

小委員会報告書についての審議

### 3. 洗浄に係る規制対象施設

洗浄に係る規制対象施設は以下のとおりとすることが適当である。

施設	規模
工業製品の洗浄施設（洗浄の用に供する乾燥施設を含む。）	洗浄剤が空気に接する面の面積が 5 平方メートル以上のもの

#### （理由）

平成 16 年 12 月 14 日に開催された中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物排出抑制専門委員会において、各施設類型の横断的事項として、規制対象施設の裾切り数値は、1 施設当たりの潜在的 VOC 年間排出量 50 トン程度を目安にこれに相当するものとする合意されたことを受けて検討した。業界提出資料から、潜在的 VOC 年間排出量 50 トンに相当する洗浄剤が空気に接する面の面積は見出せない。しかし、個別に見れば、潜在的 VOC 年間排出量が 50 トン以上の施設が存在し（859 施設のうち 6 施設）、その多くは洗浄剤が空気に接する面の面積が 5 m<sup>2</sup>以上である（別添表 - 1 及び表 - 2 参照）。

VOC の潜在排出量と洗浄剤が空気に接する面の面積との関係性を評価するための参考として、開放系の液面からの蒸発に関する Kawamura and Mackay 式を用いて計算した。この式は、洗浄剤、液面面積、温度、風速、風方向の洗浄槽の長さ等を関数として排出量を算出することができるが、トリクロロエチレンについて、参考資料に掲げた条件で、年間排出量 50 トンに相当する場合を求めると、洗浄剤が空気に接する面の面積は概ね 3 m<sup>2</sup>となる。

これらのことから、潜在的 VOC 年間排出量 50 トンに相当する裾切り規模は、洗浄剤が空気に接する面の面積が 5 m<sup>2</sup>以上とすることが適当である。

潜在排出量と関係がある裾切り指標について、「空気に接する面の面積」と「送・排風機的能力」との間で優劣は見出せなかったため、大気汚染防止法において既に採用されている空気に接する面の面積を指標とした（別添表 - 3 参照）。

なお、潜在的 VOC 年間排出量 50 トン以上の施設は 6 施設であるのに対し、洗浄剤が空気に接する面の面積が 5 m<sup>2</sup>以上の施設は 34 施設となっている。

#### （用語の定義等）

洗浄施設とその後の乾燥施設は、構造上、両者が一体不可分のもの（三槽式洗浄機等）が多いため、「洗浄施設（洗浄の用に供する乾燥施設を含む。）」



とする。

#### 4．洗浄に係る規制対象施設の排出基準値

洗浄に係る規制対象施設の排出基準値は以下のとおりとすることが適当である。

施設	基準値
工業製品の洗浄施設（洗浄の用に供する乾燥施設を含む。）	400ppmC

##### （理由）

環境省による排出濃度実測調査等から、回収、燃焼等の処理を行う前の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 26～1,600ppmC、処理を行った後の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 2～240ppmC である（別添図参照）。

このことから、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 400ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 400ppmC とすることが適当である。

##### （基準の適用）

一つの施設に複数の排出口がある場合には、排出口によって排出ガスの V O C 濃度が大きく異なることがある。したがって、このような場合には、各排出口からの排出ガスの濃度を排出ガス量で加重平均した値をもって排出基準値への適合を判断できることとすることが適当である。

複数の吸着塔で V O C の吸着・脱着を交互に行う方式の吸着装置などの排出ガス処理装置において、スタート時、切り替え時などに、ごく短時間に限り高濃度の排出が生じる場合がある。このようなやむを得ない特異的な排出については、現行のばい煙発生施設の例にならい、測定範囲から除外することが適当である。

#### 5．経過措置

規制に対応するに当たっては、V O C 排出抑制対策技術の検討や、対策の導入計画の作成等に十分な時間をかけ、費用対効果のより高い対策を講じることが重要である。また、処理装置の設置場所の確保や、対策工事実施期間中に休

止する施設の代替施設の確保など、対策の実施に至るまで相当期間かかるものも多い。さらに、他法令に基づく定期点検など既に予定されている施設点検時に合わせて対策工事を実施できれば効率的である。

したがって、既設の施設に係る排出基準の適用については、VOCの排出抑制の目標が平成22年度とされていることに留意しつつ、最大限の猶予期間を設けることが適当である。

## 6．排出ガスの希釈への対応について

大気汚染防止法に基づく排出濃度規制では、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させるという方法がとられることが懸念されるとの意見がある。しかしながら、VOC排出施設における送・排風量は、製品の品質や作業環境の確保の観点から適正な量が定められるものであり、無闇な送・排風量の増大は製品の品質や作業環境の悪化を招くこととなる。また、送・排風量を増大させるとエネルギーコストも増加させる。このため、VOC排出施設からの送・排風量を大幅に増大させ、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させることは、実態上考えにくい。したがって、排出基準値の設定において、排出ガスの希釈に対応した特段の措置は講じないこととする。

以上

(参考資料)

表 - 1 工業製品の洗浄施設（洗浄の用に供する乾燥施設を含む。）における潜在的VOC年間排出量と施設数の関係

年間排出量（トン）	施設数
25 未満	837
25～50	16
50～75	3
75～100	1
100～150	1
150 以上	1
合計	859

（業界提出資料より作成）

表 - 2 工業製品の洗浄施設（洗浄の用に供する乾燥施設を含む。）における潜在的VOC年間排出量と洗浄剤が空気と接する面（液面面積）の関係

液面面積（㎡）	施設数（件）	合計排出量（t/年）	1施設当たり排出量（t/年）	施設数の累積割合（％）
2 未満	713	1,731	2.4	100
2～3	21	423	20.1	8
3～5	10	43	4.3	6
5～7	5	131	26.2	4
7～9	14	335	23.9	4
9 以上	15	189	12.6	2
合計	778	2,852	3.7	-

（業界提出資料より作成）

表 - 3 工業製品の洗浄施設（洗浄の用に供する乾燥施設を含む。）における潜在的VOC年間排出量と排風能力の関係

排風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出量 (t/年)	1施設当たり排出量 (t/年)	施設数の累積割合 (%)
5,000 未満	622	2,037	3.3	100
5,000 ~ 10,000	146	781	5.3	22
10,000 ~ 30,000	20	84	4.2	3
30,000 ~ 50,000	5	152	30.5	1
50,000 ~ 80,000	1	36	36.0	0
80,000 ~ 100,000	0	0	-	0
100,000 以上	0	0	-	0
合計	794	3,090	3.9	-

(業界提出資料より作成)

蒸発速度と液面面積の関係を表わす Kawamura and Mackay 式は下記のとおり。

$$E = Ar \times K_M \times \left\{ (M_W \times P_V) / (R \times T) \right\}$$

E : 蒸発速度 (kg/s) Ar : 液面面積 (m<sup>2</sup>) K<sub>M</sub> : 物質移動係数 (m/s)  
 M<sub>W</sub> : 分子量 (g/mol) P<sub>V</sub> : 蒸気圧 (Pa) R : 気体定数 (J/(kmol・K))  
 T : 気相の熱力学的温度 (K)

上記の式において条件を下記のとおりとした場合の液面面積は概ね 2.8m<sup>2</sup>

(計算条件)

洗浄物質をトリクロロエチレン (分子量 131.4) 気相温度を 328K、気体定数を 8,314、蒸発速度を 0.0069kg/s (年間排出量を 50 t、時間を 2,000 時間と設定した場合) 蒸気圧を 34,555Pa (アントワン式より算出) 物質移動係数を 0.0014m/s (囲いフードの制御風速を 0.4m/s、風方向の洗浄長さを 1m とした場合)

出典は以下のとおり。

<http://response.restoration.noaa.gov/comeo/hcl.pdf>

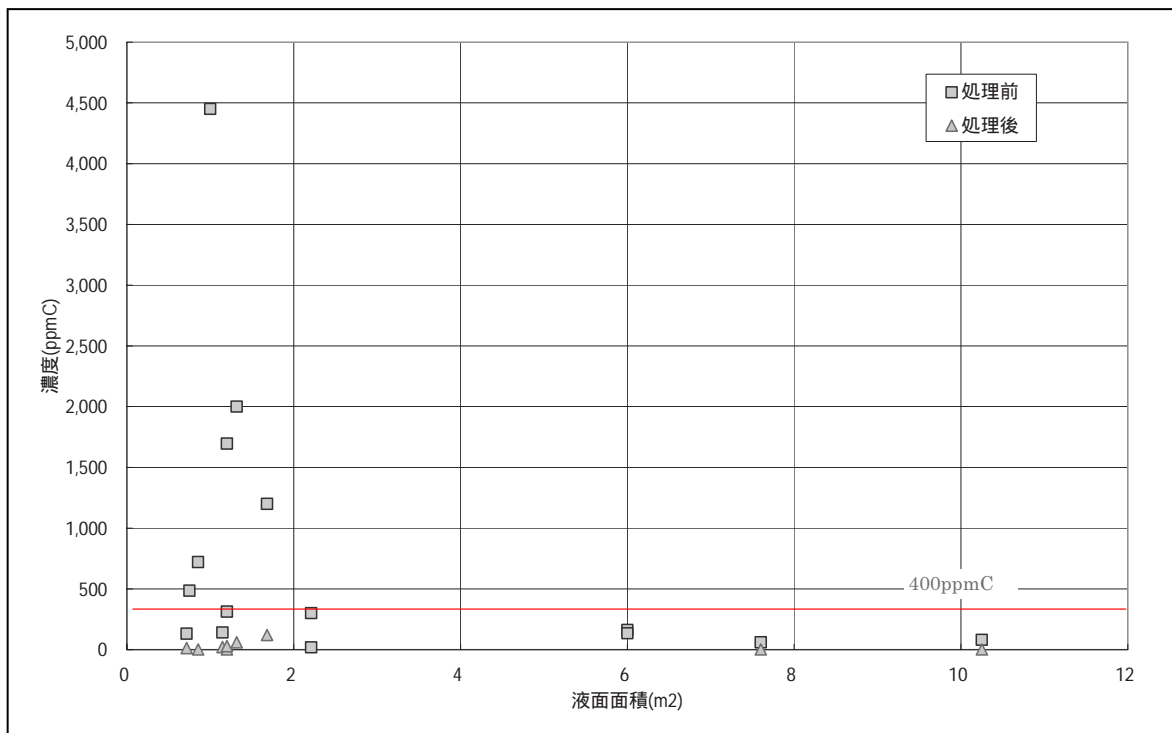


図 工業製品の洗浄施設（洗浄の用に供する乾燥施設を含む。）における液面面積と濃度の関係  
 （平成16年度VOC発生源排出ガス濃度実測調査（環境省）自治体提出資料より作成）

揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
印刷小委員会 報告書

平成17年1月28日

揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
印刷小委員会委員名簿

（五十音順、敬称略）

委員長	あさだ きよとし 浅田 精利	日本ポリエチレンラミネート製品工業会 環境・技術対策委員会委員長
	かめや たかし 亀屋 隆志	横浜国立大学大学院工学研究院助教授
	こばやし えつお 小林 悦夫	(財)ひょうご環境創造協会副理事長兼専務理事
	ささき たけし 佐々木 毅	全日本印刷工業組合連合会常務理事
	すだ はるき 須田 治樹	凸版印刷株式会社生産・技術研究本部 エコロジーセンター長
	たかはし やすあき 高橋 靖明	(社)日本印刷産業連合会テクニカルアドバイザー
	たかまつ ただひこ 高松 忠彦	熱技術開発株式会社代表取締役
	たくち かおる 田口 薫	全国グラビア協同組合連合会理事
	たけうち つねお 竹内 庸夫	埼玉県環境科学国際センター (大気環境担当)主任研究員
	ただ ともき 多田 友紀	王子製紙株式会社環境部上席主幹
	ちもと まさし 千本 雅士	大日本印刷株式会社環境安全部シニアエキスパート
	てらだ まさとし 寺田 正敏	東京都中央卸売市場管理部新市場建設室調整担当課長
ときおか やすたか 時岡 泰孝	川崎市環境局公害部環境対策課技術吏員	
はしもと やすお 橋本 靖雄	大日本インキ化学工業株式会社 グラフィックアーツ研究所長付主任研究員	
ふじの かずお 藤野 和夫	全国グラビア協同組合連合会専務理事	
やすなが けんじ 安永 研二	全国グラビア協同組合連合会理事	

## 1. はじめに

浮遊粒子状物質（SPM）及び光化学オキシダントの原因物質である揮発性有機化合物（VOC）の排出を抑制するため、大気汚染防止法が改正され、平成16年5月26日に公布された。

これを受けて、同法に規定するVOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について中央環境審議会において調査審議されることとなった。これに併せて、環境省環境管理局長が委嘱した専門家による揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会を開催し、中央環境審議会での調査審議に必要な情報を収集、整理して技術的検討を行うこととなった。

検討会には、施設類型ごとに本小委員会も含め6つの小委員会を設置し、規制対象施設、施設ごとの排出基準値、自主的取組と規制のベスト・ミックスを実現するための方策等の検討を進めることとなった。

本小委員会では、平成16年7月から現在までのところ、印刷施設に係る規制対象施設及び当該施設の排出基準値を中心に検討を進めてきたところであり、この報告書はその検討結果を取りまとめたものである。

## 2. 検討経緯

第1回 平成16年7月27日

小委員長の選出及び検討の進め方・検討の方向性等についての審議

第2回 平成16年9月17日

業界関係委員からの印刷施設におけるVOCの排出実態及び排出抑制への取組等についてのプレゼンテーション

第3回 平成16年11月5日

対象施設の類型分けの方法についての審議

対象施設の裾切り指標についての審議

第4回 平成17年1月17日

印刷に係る規制対象施設についての審議

印刷に係る規制対象施設の排出基準値についての審議

第5回 平成17年1月28日

印刷に係る規制対象施設についての審議

印刷に係る規制対象施設の排出基準値についての審議

小委員会報告書についての審議



### 3. 印刷に係る規制対象施設

印刷に係る規制対象施設は以下のとおりとすることが適当である。

施設	規模
1. グラビア印刷の用に供する乾燥施設	乾燥のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり 27,000 立方メートル以上のもの
2. オフセット輪転印刷の用に供する乾燥又は焼付施設	乾燥のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり 7,000 立方メートル以上のもの

(理由)

#### 1. グラビア印刷の用に供する乾燥施設

平成16年12月14日に開催された中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物排出抑制専門委員会において、各施設類型の横断的事項として、規制対象施設の裾切り数値は、1施設当たりの潜在的VOC年間排出量50トン程度を目安にこれに相当するものとするに合意されたことを受けて検討した。業界提出資料から、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する送風量は概ね25,000～27,500m<sup>3</sup>/時となる（別添表-1参照）。

環境省による排出濃度実測調査等から、排出抑制対策前の排出濃度の中央値は概ね2,100ppmCとなる。よって、この濃度で排出された場合に年間排出量50トンに相当する送風量は、施設の年間稼働時間を2,000時間と仮定すると18,000m<sup>3</sup>/時、4,000時間と仮定すると8,800m<sup>3</sup>/時、6,000時間と仮定すると5,800m<sup>3</sup>/時となる。

これらのことから、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する裾切り規模は、乾燥のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が27,000 m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

#### 2. オフセット輪転印刷の用に供する乾燥又は焼付施設

平成16年12月14日に開催された中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物排出抑制専門委員会において、各施設類型の横断的事項として、規制対象施設の裾切り数値は、1施設当たりの潜在的VOC年間排出量50トン程度を目安にこれに相当するものとするに合意されたことを受けて検討した。

業界提出資料から、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する送風量は概ね 5,000～10,000m<sup>3</sup>/時となる（別添表 - 2 参照）。

環境省による排出濃度実測調査等から、排出抑制対策前の排出濃度の中央値は概ね 980ppmC となる。よって、この濃度で排出された場合に年間排出量 50 トンに相当する送風量は、施設の年間稼働時間を 2,000 時間と仮定すると 38,000m<sup>3</sup>/時、4,000 時間と仮定すると 19,000m<sup>3</sup>/時、6,000 時間と仮定すると 13,000m<sup>3</sup>/時となる。

これらのことから、潜在的VOC年間排出量 50 トンに相当する裾切り規模は、乾燥のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が 7,000 m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

#### 印刷機のインキ転移部分

業界提出資料によれば、潜在的VOC年間排出量が 50 トンを超える施設はほとんどないため、規制対象施設から除外する（別添表 - 3、表 - 4 参照）。

#### （用語の定義等）

「印刷」とは、原稿をもとに「版」を作り、印刷機を用いて、インキを被印刷体に転移させる行為である。

「輪転印刷」とは、円筒状の印刷板を、円筒形の圧胴で押圧する構造の印刷機を用いる印刷のことをいう。

枚葉式のオフセット輪転印刷のうち金属印刷については、乾燥又は焼付施設があるので規制対象になり得る。

構造的に一体となっている施設は全体として一施設となることから、振り分け式グラビア印刷機は一施設とみなす。

#### 4 . 印刷に係る規制対象施設の排出基準値

印刷に係る規制対象施設の排出基準値は以下のとおりとすることが適当である。

施設	基準値
1. グラビア印刷の用に供する乾燥施設	700ppmC
2. オフセット輪転印刷の用に供する乾燥又は焼付施設	400ppmC

(理由)

### 1. グラビア印刷の用に供する乾燥施設

環境省による排出濃度実測調査等から、吸着、燃焼等の処理を行う前の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 700～6,600ppmC、処理を行った後の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 8～270ppmC である。

また、使用溶剤等を水性化している場合の排出ガス濃度は、概ね 120～140ppmC である(別添図 - 1 参照)。

業界からの情報によれば、グラビア印刷において、ベタ印刷のみを行った場合、排出ガス濃度は通常の 2 倍程度となることから、このことを考慮する必要がある。

これらのことから、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 700ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 700ppmC とすることが適当である。

### 2. オフセット輪転印刷の用に供する乾燥又は焼付施設

環境省による排出濃度実測調査等から、吸着、燃焼等の処理を行う前の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 270～2,500ppmC、処理を行った後の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 8～150ppmC である(別添図 - 2 参照)。

このことから、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 400ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 400ppmC とすることが適当である。

(基準の適用)

一つの施設に複数の排出口がある場合には、排出口によって排出ガスの V O C 濃度が大きく異なることがある。したがって、このような場合には、各排出口からの排出ガスの濃度を排出ガス量で加重平均した値をもって排出基準値への適合を判断できることとすることが適当である。

複数の吸着塔で V O C の吸着・脱着を交互に行う方式の吸着装置などの排出ガス処理装置において、スタート時、切り替え時などに、ごく短時間に限り高濃度の排出が生じる場合がある。このようなやむを得ない特異的な排出については、現行のばい煙発生施設の例にならぬ、測定範囲から除外することが適当である。

## 5．経過措置

規制に対応するに当たっては、VOC排出抑制対策技術の検討や、対策の導入計画の作成等に十分な時間をかけ、費用対効果のより高い対策を講じることが重要である。また、処理装置の設置場所の確保や、対策工事実施期間中に休止する施設の代替施設の確保など、対策の実施に至るまで相当期間かかるものも多い。さらに、他法令に基づく定期点検など既に予定されている施設点検時に合わせて対策工事を実施できれば効率的である。

したがって、既設の施設に係る排出基準の適用については、VOCの排出抑制の目標が平成22年度とされていることに留意しつつ、最大限の猶予期間を設けることが適当である。

## 6．排出ガスの希釈への対応について

大気汚染防止法に基づく排出濃度規制では、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させるという方法がとられることが懸念されるとの意見がある。しかしながら、VOC排出施設における送・排風量は、製品の品質や作業環境の確保の観点から適正な量が定められるものであり、無闇な送・排風量の増大は製品の品質や作業環境の悪化を招くこととなる。また、送・排風量を増大させるとエネルギーコストも増加させる。このため、VOC排出施設からの送・排風量を大幅に増大させ、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させることは、実態上考えにくい。したがって、排出基準値の設定において、排出ガスの希釈に対応した特段の措置は講じないこととする。

## 7．今後の課題

VOCの排出抑制対策としては、VOC処理装置の導入、あるいはインキの低VOC化が対策手法として考えられる。VOC処理装置導入は事業者にとって多額の環境投資を必要とするものであり、一方、低VOCインキへの転換は、これを用いて製造される製品の品質、外観に影響を及ぼすため、ユーザー企業からの過剰な要求に耐えられないことが多い。

したがって、これらの環境対策に取り組んでいる事業者が提供する製品に対するユーザー企業及び一般消費者の理解を深め、むしろこれらの製品を優先的に調達・購入する動き（グリーン購入）が拡大するよう、普及啓発を進めるこ

とが重要である。

また、中小企業者を含めた幅広い事業者が規制対象となっていることから、VOCの排出抑制対策に取り組むためには、特に中小企業者向けの低価格で小型のVOC処理装置の開発を推進するとともに、低VOCインキの開発を促進することが必要である。

以上

(参考資料)

表 - 1 裾切り指標に対する潜在的 VOC 年間排出量及び施設数  
(グラビア印刷の用に供する乾燥施設)

送風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数(件)	合計排出量 (t/年)	1施設当たり排出量 (t/年)	施設数の 累積割合 (%)
3,000 未満	60	358	6.0	100.0
3,000 ~ 5,000	88	358	4.1	97.1
5,000 ~ 10,000	267	3,984	14.9	92.8
10,000 ~ 15,000	375	12,100	32.3	79.8
15,000 ~ 20,000	305	11,925	39.1	61.6
20,000 ~ 22,500	103	4,143	40.2	46.8
22,500 ~ 25,000	111	4,880	44.0	41.8
25,000 ~ 27,500	113	5,477	48.5	36.4
27,500 ~ 30,000	97	9,171	94.5	30.9
30,000 ~ 35,000	161	16,426	102.0	26.2
35,000 ~ 40,000	99	11,658	117.8	18.4
40,000 ~ 50,000	135	20,674	153.1	13.6
50,000 ~ 80,000	125	11,992	95.9	7.0
80,000 以上	20	1,330	66.5	1.0
合計	2,059	114,476	55.6	-

(業界提出資料より作成)

表 - 2 裾切り指標に対する潜在的 VOC 年間排出量及び施設数  
(オフセット輪転印刷の用に供する乾燥施設)

排風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出量 (t/年)	1施設当たり排出量 (t/年)	施設数の 累積割合 (%)
3,000 未満	228	3,464	15.2	100
3,000 ~ 5,000	880	22,972	26.1	85
5,000 ~ 10,000	392	19,378	49.4	26
10,000 以上	0	0	-	0
合計	1,500	45,813	30.5	-

(業界提出資料より作成)

表 - 3 裾切り指標に対する潜在的 VOC 年間排出量及び施設数  
 (グラビア印刷における印刷インキの転移部分)

排風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出 量 (t/年)	1 施設当たり排 出量 (t/年)	施設数の累 積割合 (%)
3,000 未満	124	280	2.3	100
3,000 ~ 5,000	330	3,905	11.8	94
5,000 ~ 10,000	742	9,774	13.2	78
10,000 ~ 20,000	783	10,221	13.1	42
20,000 ~ 30,000	82	2,412	29.4	4
30,000 以上	0	0	-	0
合計	2,061	26,592	12.9	-

(業界提出資料より作成)

表 - 4 裾切り指標に対する潜在的 VOC 年間排出量及び施設数  
 (オフセット輪転印刷における印刷インキの転移部分)

排風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	1 施設当たり排 出量 (t/年)	施設数の累積 割合 (%)
0	1,500	0.0	100
1 以上	0	-	0
合計	1,500	0	-

(業界提出資料より作成)

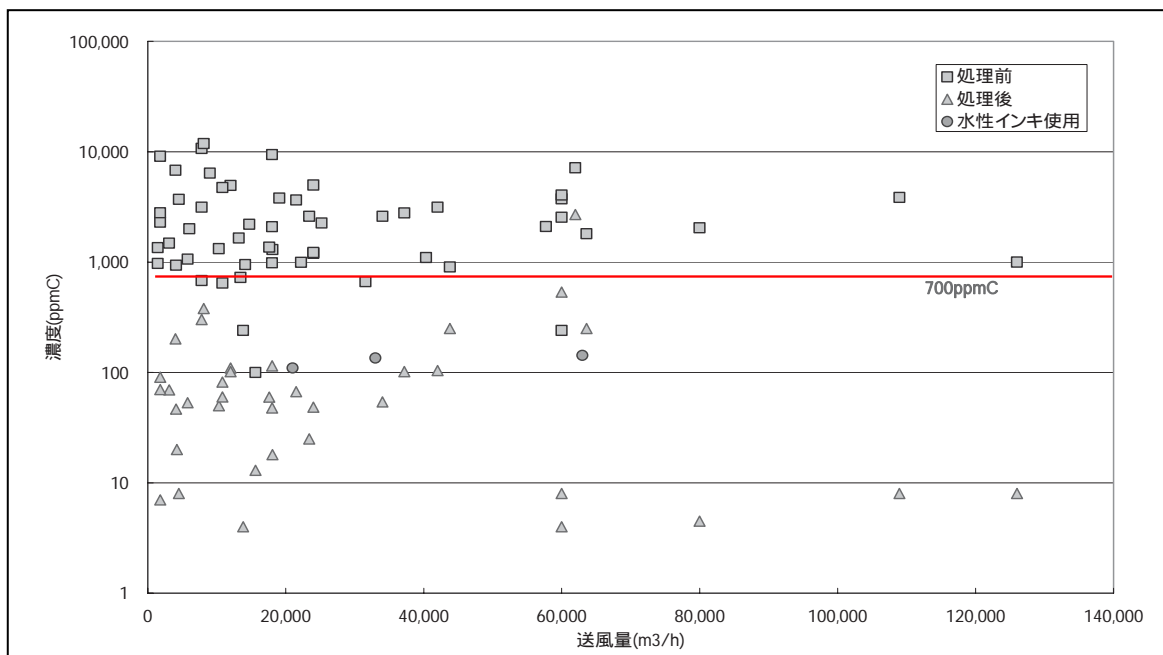


図 - 1 グラビア印刷の用に供する乾燥施設における裾切り指標と濃度の関係  
 (平成16年度VOC発生源排出ガス濃度実測調査(環境省)  
 自治体提出資料、業界提出資料より作成)

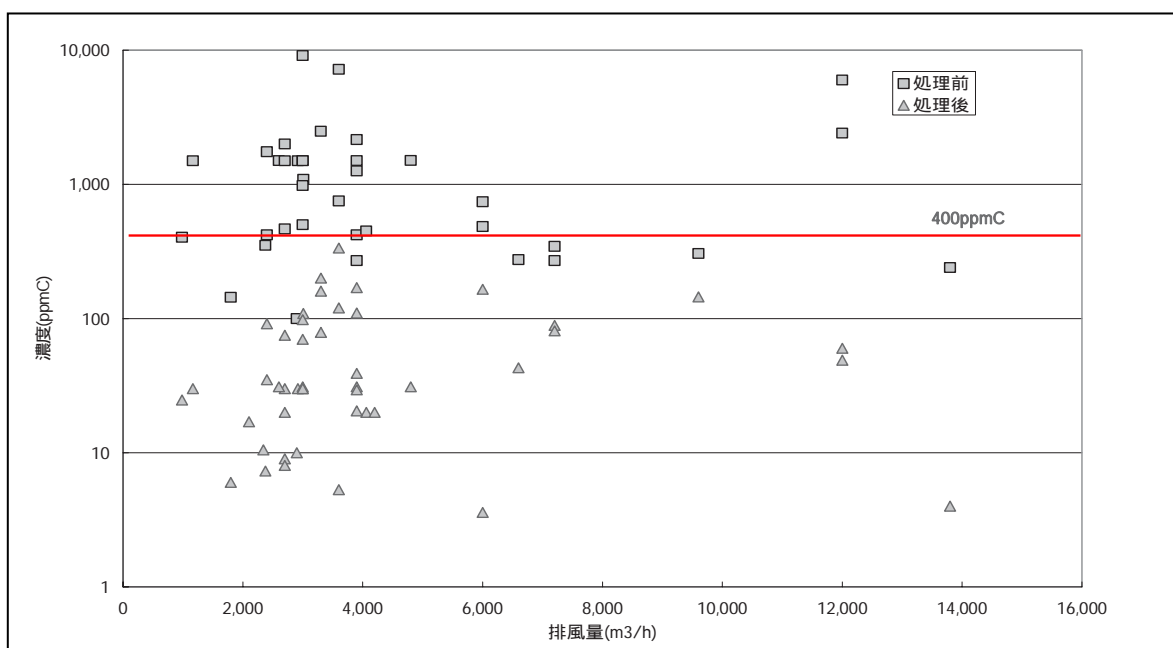


図 - 2 オフセット輪転印刷の用に供する乾燥又は焼付施設における裾切り指標と濃度の関係  
 (平成16年度VOC発生源排出ガス濃度実測調査(環境省)  
 自治体提出資料、業界提出資料より作成)



揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
貯蔵小委員会 報告書

平成17年1月31日

揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会  
貯蔵小委員会委員名簿

（五十音順、敬称略）

	あらい つねお 新井 常生	帝国石油株式会社環境安全部環境室長
	おおたに ひでお 大谷 英雄	横浜国立大学大学院工学研究院教授
	おくもと みきお 奥元 幹雄	新日本石油株式会社社会環境安全部社会環境推 進グループチーフスタッフ
	こし ひでと 古志 秀人	石油連盟技術環境安全部環境・安全グループ長 （第3回以降の小委員会の委員）
	きの としお 佐野 敏郎	出光興産株式会社安全環境室主査
	かみや まさあき 関谷 正明	(社)日本芳香族工業会環境安全委員会委員
	たわ けんじ 田和 健次	石油連盟技術環境部技術・環境グループ長 （第1回～第2回の小委員会の委員）
委員長	はやせ たかし 早瀬 隆司	長崎大学環境科学部教授
	やまもと しんいち 山本 進一	新潟県県民生活・環境部環境対策課長

## 1. はじめに

浮遊粒子状物質（SPM）及び光化学オキシダントの原因物質である揮発性有機化合物（VOC）の排出を抑制するため、大気汚染防止法が改正され、平成16年5月26日に公布された。

これを受けて、同法に規定するVOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について中央環境審議会において調査審議されることとなった。これに併せて、環境省環境管理局長が委嘱した専門家による揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会を開催し、中央環境審議会での調査審議に必要な情報を収集、整理して技術的検討を行うこととなった。

検討会には、施設類型ごとに本小委員会も含め6つの小委員会を設置し、規制対象施設、施設ごとの排出基準値、自主的取組と規制のベスト・ミックスを実現するための方策等の検討を進めることとなった。

本小委員会では、平成16年7月から現在までのところ、VOC貯蔵施設に係る規制対象施設及び当該施設の排出基準値を中心に検討を進めてきたところであり、この報告書はその検討結果を取りまとめたものである。

## 2. 検討経緯

第1回 平成16年7月22日

小委員長の選出及び検討の進め方・検討の方向性等についての審議

第2回 平成16年9月28日

業界関係委員からの貯蔵施設におけるVOCの排出実態及び排出抑制への取組等についてのプレゼンテーション

第3回 平成16年11月12日

対象施設の類型分けの方法及び貯蔵対象VOCについての審議

対象施設の裾切り指標についての審議

第4回 平成17年1月14日

貯蔵に係る規制対象施設についての審議

貯蔵に係る規制対象施設の排出基準値についての審議

第5回 平成17年1月31日

小委員会報告書についての審議

### 3 . 貯蔵に係る規制対象施設

貯蔵に係る規制対象施設は以下のとおりとすることが適当である。

施設	規模
ガソリン、原油、ナフサその他の温度 37.8 度において蒸気圧が 20 キロパスカルを超える揮発性有機化合物の貯蔵タンク（密閉式及び浮屋根式（内部浮屋根式を含む。）のものを除く。）	容量が 1,000 キロリットル以上のもの

ただし、既設の貯蔵タンクは容量が 2,000 キロリットル以上のものについて排出基準を適用する。

#### （理由）

平成 16 年 12 月 14 日に開催された中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物排出抑制専門委員会において、各施設類型の横断的事項として、規制対象施設の裾切り数値は、1 施設当たりの潜在的 VOC 年間排出量 50 トン程度を目安にこれに相当するものとする合意されたことを受けて検討した。業界提出資料から、ガソリン貯蔵タンクにおいて、VOC 年間排出量 50 トンに相当する容量は概ね 1,000 キロリットルとなる（別添表 - 2 参照）。

貯蔵される対象物質は様々であり、ガソリンよりも揮発性の低いものについては、VOC 年間排出量 50 トンに相当する容量は 1,000 キロリットルよりも大きくなる（別添表 - 2 参照）。

大気汚染防止法附則第 9 項の規定に基づく指定物質排出施設であるベンゼンの貯蔵タンクについては、新設は 500 キロリットル以上のものに、また、既設は 1,000 キロリットル以上のものに排出抑制基準を適用している。

これらのことから、潜在的 VOC 年間排出量 50 トンに相当する裾切り規模は、貯蔵タンクの容量が 1,000 キロリットル以上とするが、排出基準の適用に当たっては、既設の貯蔵タンクについては容量が 2,000 キロリットル以上のものを対象とすることが適当である。

#### （用語の定義等）

「貯蔵タンク」は、他の施設と異なり、VOC を使用し揮発させることを目的とした施設ではないため、揮発性の低い VOC の排出量は少ないことが明らかであることから、VOC のうち特に揮発性の高いもの（= 蒸気圧の高いもの）についてのみ規制対象とする。

国際的には、石油系の蒸気圧は摂氏 37.8 度（華氏 100 度）で測るリード法が標準であり、我が国における原油及び燃料油の蒸気圧試験方法においても同

様である（JIS K 2258（原油及び燃料油蒸気圧試験方法））。

単一のVOCの蒸気圧についても、石油系と同様に、摂氏 37.8 度における蒸気圧の値で判断することとする。これは、文献値から換算して求めることができる。

石油類の貯蔵タンクからのVOC排出量は、ガソリン、原油、ナフサからのものが多いが、これらは蒸気圧が20キロパスカルを超えるものである。また、大気汚染防止法では、ベンゼン（蒸気圧 22.2 キロパスカル）を指定物質として排出抑制対策が進められている。これらを勘案すると、貯蔵対象物質は摂氏 37.8 度における蒸気圧で 20 キロパスカルを超えるものとして適当である。

ただし、対象物質を蒸気圧のみで示すことは一般に理解が難しいと思われる。このため、揮発性が高く、取扱い量も多いガソリン、原油、ナフサについては、例示として特に掲げることとする。

ここでいう「容量」とは、消防法に基づく危険物規制において採用されているタンクの「容量」と同義である。

#### 4 . 貯蔵に係る規制対象施設の排出基準値

貯蔵に係る規制対象施設の排出基準値は以下のとおりとすることが適当である。

施設	基準値
ガソリン、原油、ナフサその他の温度 37.8 度において蒸気圧が 20 キロパスカルを超える揮発性有機化合物の貯蔵タンク（密閉式及び浮屋根式（内部浮屋根式を含む。）のものを除く。）	60,000ppmC

（理由）

貯蔵タンクは、他の施設と異なり、VOC を使用し揮発させることを目的とした施設ではなく、貯蔵タンクへの貯蔵対象物質の受け払い、温度変化に伴う呼吸によってVOCが排出されるため、その排出ガス量は少ないが、VOC濃度は高濃度となっている。

貯蔵タンクにおけるVOC排出抑制対策としては、現在のところ、浮屋根化の他、フレアスタックでの燃焼又は吸収・吸着による回収処理方法がある。フレアスタックで燃焼処理が行われる場合は、VOCの排出はほとんどないと考えられる。

回収処理については、EUの規制では、排出基準値を 35 g/m<sup>3</sup>と設定している。

この基準値はガソリンの場合は、概ね 54,000ppmC となる。また、米国の規制では、回収処理装置の処理効率を 95%以上と設定している。この米国の基準は概ね E U の基準値に相当している。

これらのことから、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 60,000ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 60,000ppmC とすることが適当である。

#### (基準の適用)

排出ガスをフレアスタックで燃焼処理する場合には、処理後の排出ガスの測定が不可能である。この場合、V O C の排出はほとんどないと考えられることから、処理が行われていることをもって、実際に測定しなくても排出基準を満たすものとみなすことが適当である。

貯蔵タンク（排出ガス処理装置を設置しているものを除く。）にあっては、災害防止のため、計算により求めた排出ガス濃度をもって測定に代えることができる。

## 5 . 経過措置

規制に対応するに当たっては、V O C 排出抑制対策技術の検討や、対策の導入計画の作成等に十分な時間をかけ、費用対効果のより高い対策を講じることが重要である。また、処理装置の設置場所の確保や、対策工事実施期間中に休止する施設の代替施設の確保など、対策の実施に至るまで相当期間かかるものも多い。さらに、他法令に基づく定期点検など既に予定されている施設点検時に合わせて対策工事を実施できれば効率的である。

したがって、既設の貯蔵タンクに係る排出基準の適用については、V O C の排出抑制の目標が平成 2 2 年度とされていることに留意しつつ、最大限の猶予期間を設けることが適当である。

以上

(参考資料)

表 - 1 裾切り指標に対する施設数

貯蔵容量 (kl)	施設数	
	固定屋根式	浮屋根式
500 未満	209	149
500 ~ 1,000	91	
1,000 ~ 2,000	34	279
2,000 ~ 3,000	28	
3,000 ~ 4,000	8	202
4,000 ~ 5,000	7	
5,000 ~ 10,000	15	368
10,000 ~ 30,000	0	244
30,000 以上	0	508
合計	392	1750

(業界提出資料より作成)

表 - 2 貯蔵タンクの容量とVOC排出量

タンク容量 (kL)	タンク径 (m)	受入量 (kL/年)	VOC排出量(t/年)		
			ガソリン	原油	灯油
1,000	13.5	20,000	46	21	0.05
3,000	18.4	60,000	114	54	0.07
5,000	23.2	100,000	175	85	0.24
10,000	33.3	200,000	320	156	0.48

固定屋根式タンクVOC排出量(受入ロス+呼吸ロス)  
 ガソリン、ナフサ、原油  
 $= k_1 \times (\text{受入量}) + k_2 \times (\text{タンク容量})^{2/3}$   
 灯油、軽油、重油  
 $= k_1 \times (\text{受入量}) + k_2 \times (\text{タンク容量})$   
 $k_1, k_2$ ; 排出実態調査から得られた油種ごとの係数

	ガソリン	原油	灯油
$k_1$	1.00	0.52	0.0024
$k_2$	0.7064	0.3054	$8.3 \times 10^{-5}$

(業界提出資料)

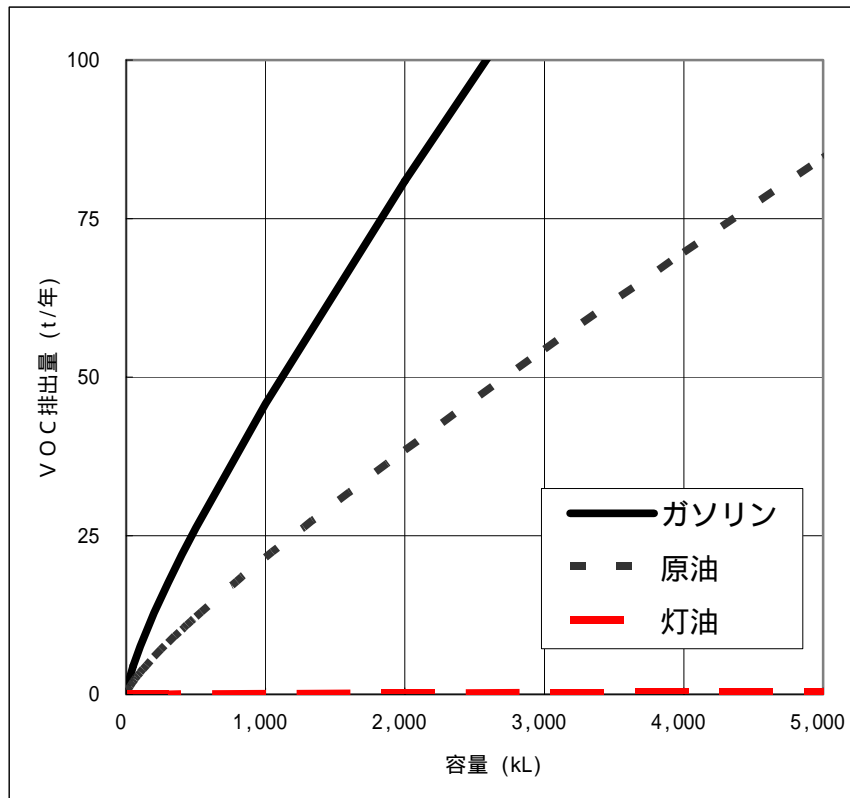


図 VOC排出量と容量の関係(固定屋根式の場合)

(表 - 2 より作成)



揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会

接着小委員会 報告書

平成17年2月1日

# 揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会

## 接着小委員会委員名簿

（五十音順、敬称略）

委員長	あさだ 浅田	きよとし 精利	日本ポリエチレンラミネート製品工業会 環境・技術対策委員会委員長 （第4回以降の小委員会の委員）
	あずま 東	よしひさ 慶久	セイホク株式会社企画開発部コーディネーター
	いとう 伊藤	ゆたか 豊	株式会社スリオンテック総務部環境安全室副技師長
	うらの 浦野	こうへい 紘平	横浜国立大学大学院環境情報研究院教授
	おおひら 大平	たつろう 辰朗	独立行政法人森林総合研究所樹木抽出成分研究室長
	かねこ 金子	やすお 安夫	埼玉県環境防災部青空再生課企画調整・規制担当主幹
	こうさか 高坂	ゆうじ 勇次	日本ゴム工業会環境委員会委員長
	すだ 須田	はるき 治樹	凸版印刷株式会社生産・技術研究本部エコロジ ーセンター長
	たかぎ 高木	やすはる 泰治	(社)日本染色協会技術・環境対策委員会委員
	たかはし 高橋	しん 伸	日本接着剤工業会VOC委員会委員
たかはし 高橋	よしひこ 良彦	千葉県環境生活部大気保全課副主幹	
にしむら 西村	みつお 光男	リンテック株式会社環境保全室長	
のむら 野村	ひろし 博	ゼロファン工業会技術委員会委員長	
ひめの 姫野	とみゆき 富幸	(社)日本建材産業協会品質委員会委員	
ふくやま 福山	じょうじ 丈二	大阪市立環境科学研究所大気環境課長	
もがみ 最上	たけお 武夫	(社)日本自動車部品工業会環境委員会委員	
やじま 矢嶋	たつひこ 龍彦	埼玉工業大学工学部応用化学科教授	
やすだ 安田	ひろし 宏	住友ベークライト株式会社環境保安・再資源化 対策部長	

## 1. はじめに

浮遊粒子状物質（SPM）及び光化学オキシダントの原因物質である揮発性有機化合物（VOC）の排出を抑制するため、大気汚染防止法が改正され、平成16年5月26日に公布された。

これを受けて、同法に規定するVOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について中央環境審議会において調査審議されることとなった。これに併せて、環境省環境管理局長が委嘱した専門家による揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会を開催し、中央環境審議会での調査審議に必要な情報を収集、整理して技術的検討を行うこととなった。

検討会には、施設類型ごとに本小委員会も含め6つの小委員会を設置し、規制対象施設、施設ごとの排出基準値、自主的取組と規制のベスト・ミックスを実現するための方策等の検討を進めることとなった。

本小委員会では、平成16年8月から現在までのところ、接着施設に係る規制対象施設及び当該施設の排出基準値を中心に検討を進めてきたところであり、この報告書はその検討結果を取りまとめたものである。

## 2. 検討経緯

第1回 平成16年8月5日

小委員長の選出及び検討の進め方・検討の方向性等についての審議

第2回 平成16年9月30日

業界関係委員からの接着施設におけるVOCの排出実態及び排出抑制への取組等についてのプレゼンテーション

第3回 平成16年10月26日

対象施設の類型分けの方法についての審議

対象施設の裾切り指標についての審議

第4回 平成17年1月14日

接着に係る規制対象施設についての審議

接着に係る規制対象施設の排出基準値についての審議

第5回 平成17年1月28日

接着に係る規制対象施設についての審議

接着に係る規制対象施設の排出基準値についての審議

第6回 平成17年2月1日

小委員会報告書についての審議

### 3. 接着に係る規制対象施設

接着に係る規制対象施設は以下のとおりとすることが適当である。

施設	規模
1. 接着の用に供する乾燥又は焼付施設（木材製品の製造の用に供する施設及び下欄に掲げる施設を除く。）	乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり 15,000 立方メートル以上のもの
2. 印刷回路用銅張積層板、合成樹脂ラミネート容器包装、粘着テープ・粘着シート又は剥離紙・剥離フィルムの製造における接着の用に供する乾燥又は焼付施設	乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり 5,000 立方メートル以上のもの

（理由）

#### 1. 接着の用に供する乾燥又は焼付施設（木材製品の製造の用に供する施設及び2. に掲げる施設を除く）

平成16年12月14日に開催された中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物排出抑制専門委員会において、各施設類型の横断的事項として、規制対象施設の裾切り数値は、1施設当たりの潜在的VOC年間排出量50トン程度を目安にこれに相当するものとするとして合意されたことを受けて検討した。

業界提出資料から、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する送風量は概ね15,000～20,000m<sup>3</sup>/時となる（別添表-1参照）。

環境省による排出濃度実測調査等から、排出抑制対策前の排出濃度の中央値は概ね1,800ppmCとなる。よって、この濃度で排出された場合に年間排出量50トンに相当する送風量は、施設の年間稼働時間を2,000時間と仮定すると20,000m<sup>3</sup>/時、4,000時間と仮定すると10,000m<sup>3</sup>/時、6,000時間と仮定すると6,800m<sup>3</sup>/時となる。

これらのことから、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する裾切り規模は、乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が15,000m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

## 2. 印刷回路用銅張積層板、合成樹脂ラミネート容器包装、粘着テープ・粘着シート又は剥離紙・剥離フィルムの製造における接着の用に供する乾燥又は焼付施設

平成16年12月14日に開催された中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物排出抑制専門委員会において、各施設類型の横断的事項として、規制対象施設の裾切り数値は、1施設当たりの潜在的VOC年間排出量50トン程度を目安にこれに相当するものとするに合意されたことを受けて検討した。

業界提出資料から、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する送風量は概ね3,000～5,000m<sup>3</sup>/時となる（別添表-2参照）。

環境省による排出濃度実測調査等から、排出抑制対策前の排出濃度の中央値は概ね5,300ppmCとなる。よって、この濃度で排出された場合に年間排出量50トンに相当する送風量は、施設の年間稼働時間を2,000時間と仮定すると6,900m<sup>3</sup>/時、4,000時間と仮定すると3,500m<sup>3</sup>/時、6,000時間と仮定すると2,300m<sup>3</sup>/時となる。

業界からの情報によれば、これらの製品の製造事業者の中には、経営規模が相当程度小さい者が少なからず存在する。また、これらの製品を製造する施設の特性として、他の類型に属する施設と比べて潜在的VOC年間排出量が大きい施設が多いことから、他の類型と同様の考え方で裾切り数値を設定した場合には、規制対象施設の割合が他の類型に属する業種と比べて大幅に大きくなることとなる。なお、送風量と施設規模はある程度相関すると考えられることから、送風量が小さい施設は、比較的経営規模が小さい事業者の施設であると考えられる。以上のような本類型に属する施設の特異性についても考慮する必要がある。

これらのことから、潜在的VOC年間排出量50トンに相当する裾切り規模は、乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が5,000m<sup>3</sup>/時以上とすることが適当である。

### 木材製品の製造における接着の用に供する乾燥又は焼付施設

業界提出資料によれば、潜在的VOC年間排出量が50トンを超える施設はないため、規制対象施設から除外する（別添表-3参照）。

### 接着剤の塗布施設

業界提出資料によれば、吹付塗布、接触塗布、浸漬塗布のいずれの方式についても、潜在的VOC年間排出量が50トンを超える施設はほとんどないため、規制対象施設から除外する（別添表-4参照）。

(用語の定義等)

「接着」とは、2以上の製品を貼り合わせることをいう(例えば、合板、ドライラミネート製品、印刷回路用銅張積層板、粘着テープなど)。樹脂やゴム糊を布等に貼り合わせて乾燥させるものも該当する(例えば、ゴム工業でのゴム糊引布、染色整理業での布地の樹脂コーティング、ポリエチレンラミネート製品製造における押出ラミネートなど)。

剥離紙の製造についても、最終的に接着剤を塗布した物を当該剥離紙と貼り合わせることから、「接着の用に供する」ものと解する。

#### 4. 接着に係る規制対象施設の排出基準値

接着に係る規制対象施設の排出基準値は以下のとおりとすることが適当である。

施設	基準値
1. 接着の用に供する乾燥又は焼付施設(木材製品の製造の用に供する施設及び下欄に掲げる施設を除く。)	1,400ppmC
2. 印刷回路用銅張積層板、合成樹脂ラミネート容器包装、粘着テープ・粘着シート又は剥離紙・剥離フィルムの製造における接着の用に供する乾燥又は焼付施設	1,400ppmC

(理由)

##### 1. 接着の用に供する乾燥又は焼付施設(木材製品の製造の用に供する施設及び2. に掲げる施設を除く)

環境省による排出濃度実測調査結果等から、吸着、燃焼等の処理を行う前の排出ガス濃度の下位10%値～上位10%値は概ね170～21,000ppmC、処理を行った後の排出ガス濃度の下位10%値～上位10%値は概ね4～1,300ppmCである(別添図-1参照)。

このことから、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は1,400ppmC程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は1,400ppmCとすることが適当である。

##### 2. 印刷回路用銅張積層板、合成樹脂ラミネート容器包装、粘着テープ・粘着シート又は剥離紙・剥離フィルムの製造における接着の用に供する乾燥又は焼付施設

環境省による排出濃度実測調査結果等から、吸着、燃焼等の処理を行う前の排出ガス濃度の下位10%値～上位10%値は概ね1,000～17,000ppmC、処理

を行った後の排出ガス濃度の下位 10%値～上位 10%値は概ね 7～850ppmC である（別添図 - 2 参照）。

業界からの情報によれば、粘着テープの製造において、両面テープ等の接着剤塗布量が多い製品の製造を行った場合、排出ガス濃度は通常の 2 倍程度となることから、このことを考慮する必要がある。

これらのことから、適用可能な技術を用いた場合の排出ガス濃度は 1,400ppmC 程度まで低減可能と考えられることから、排出基準値は 1,400ppmC とすることが適当である。

#### （基準の適用）

一つの施設に複数の排出口がある場合には、排出口によって排出ガスの VOC 濃度が大きく異なることがある。したがって、このような場合には、各排出口からの排出ガスの濃度を排出ガス量で加重平均した値をもって排出基準値への適合を判断できることとすることが適当である。

複数の吸着塔で VOC の吸着・脱着を交互に行う方式の吸着装置などの排出ガス処理装置において、スタート時、切り替え時などに、ごく短時間に限り高濃度の排出が生じる場合がある。このようなやむを得ない特異的な排出については、現行のばい煙発生施設の例にならい、測定範囲から除外することが適当である。

### 5．経過措置

規制に対応するに当たっては、VOC 排出抑制対策技術の検討や、対策の導入計画の作成等に十分な時間をかけ、費用対効果のより高い対策を講じることが重要である。また、処理装置の設置場所の確保や、対策工事実施期間中に休止する施設の代替施設の確保など、対策の実施に至るまで相当期間かかるものも多い。さらに、他法令に基づく定期点検など既に予定されている施設点検時に合わせて対策工事を実施できれば効率的である。

したがって、既設の施設に係る排出基準の適用については、VOC の排出抑制の目標が平成 22 年度とされていることに留意しつつ、最大限の猶予期間を設けることが適当である。

### 6．排出ガスの希釈への対応について

大気汚染防止法に基づく排出濃度規制では、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させるという方法がとられることが懸念されたとの意見がある。

しかしながら、VOC排出施設における送・排風量は、製品の品質や作業環境の確保の観点から適正な量が定められるものであり、無闇な送・排風量の増大は製品の品質や作業環境の悪化を招くこととなる。また、送・排風量を増大させるとエネルギーコストも増加させる。このため、VOC排出施設からの送・排風量を大幅に増大させ、意図的に排出ガスを希釈して排出基準に適合させることは、実態上考えにくい。したがって、排出基準値の設定において、排出ガスの希釈に対応した特段の措置は講じないこととする。

以上



(参考資料)

表 - 1 裾切り指標に対する潜在的 VOC 年間排出量及び施設数  
(接着の用に供する乾燥又は焼付施設(木材製品の製造の用に供する施設及び表 - 2 に掲げる施設を除く。))

送風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出 量(t/年)	1 施設当たり 排出量 (t/年)	施設数の 累積割合 (%)
500 未満	13	135	10.4	100
500 ~ 1,000	35	96	2.8	95
1,000 ~ 3,000	59	175	3.0	82
3,000 ~ 5,000	18	201	11.2	59
5,000 ~ 10,000	58	1,892	32.6	52
10,000 ~ 15,000	26	792	30.5	30
15,000 ~ 20,000	13	922	70.9	20
20,000 ~ 25,000	20	2,126	106.3	15
25,000 ~ 30,000	6	1,511	251.8	8
30,000 ~ 50,000	11	2,173	197.5	5
50,000 以上	3	830	276.7	1
合計	262	10,852	41.4	-

(業界提出資料より作成)

表 - 2 裾切り指標に対する潜在的 VOC 年間排出量及び施設数  
 (印刷回路用銅張積層板、合成樹脂ラミネート容器包装、  
 粘着テープ・粘着シート又は剥離紙・剥離フィルムの  
 製造における接着の用に供する乾燥又は焼付施設)

送風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出 量(t/年)	1施設当 たり排出 量(t/年)	施設数の 累積割合 (%)
500 未満	2	172	86.0	100
500 ~ 1,000	2	107	53.5	100
1,000 ~ 3,000	55	1,426	25.9	99
3,000 ~ 5,000	228	14,693	64.4	92
5,000 ~ 10,000	291	38,622	132.7	62
10,000 ~ 30,000	124	69,513	560.6	23
30,000 ~ 50,000	34	30,934	909.8	6
50,000 以上	10	10,624	1,062.4	1
合計	746	166,091	222.6	-

(業界提出資料より作成)

表 - 3 裾切り指標に対する潜在的 VOC 年間排出量及び施設数  
 (木材製品の製造における接着の用に供する乾燥又は焼付施設)

送風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出 量(t/年)	1施設当 たり排出 量(t/年)	施設数の 累積割合 (%)
500 未満	53	53	1.0	100
500 ~ 1,000	1	4	4.0	22
1,000 ~ 3,000	2	2	1.0	21
3,000 ~ 5,000	0	-	-	18
5,000 ~ 10,000	1	0	0.0	18
10,000 ~ 30,000	3	10	3.3	16
30,000 ~ 50,000	1	5	5.0	12
50,000 以上	7	27	3.9	10
合計	68	101	1.5	-

(業界提出資料より作成)

表 - 4 裾切り指標に対する潜在的 VOC 年間排出量及び施設数  
(接着剤の塗布施設)

排風能力 (m <sup>3</sup> /時)	施設数 (件)	合計排出量 (t/年)	1 施設当たり排出量 (t/年)	施設数の累積割合 (%)
10,000 未満	903	13,447	14.9	100
10,000 ~ 30,000	60	358	6.0	7
30,000 ~ 50,000	1	1	0.6	0
50,000 ~ 80,000	2	0	0.0	0
80,000 以上	0	-	-	0
合計	966	13,805	14.3	-

(業界提出資料より作成)

注： 「排出量」は、排出抑制対策を講じていない場合の VOC の大気への排出量を算出した。  
(1 施設当たりの接着剤の年間使用量に接着剤の平均 VOC 含有率を掛け合わせた数値を年間排出量とした場合もある。)

「排風能力」は、労働安全衛生法有機溶剤中毒予防規則に規定されて届出を行っている、「局所排気装置にある排風機」又は、「プッシュプル型換気装置にある排風機」の排風量とした。

排風機が複数の施設から集合して設置されている場合は、1 施設当たりの設計風量を用いた。

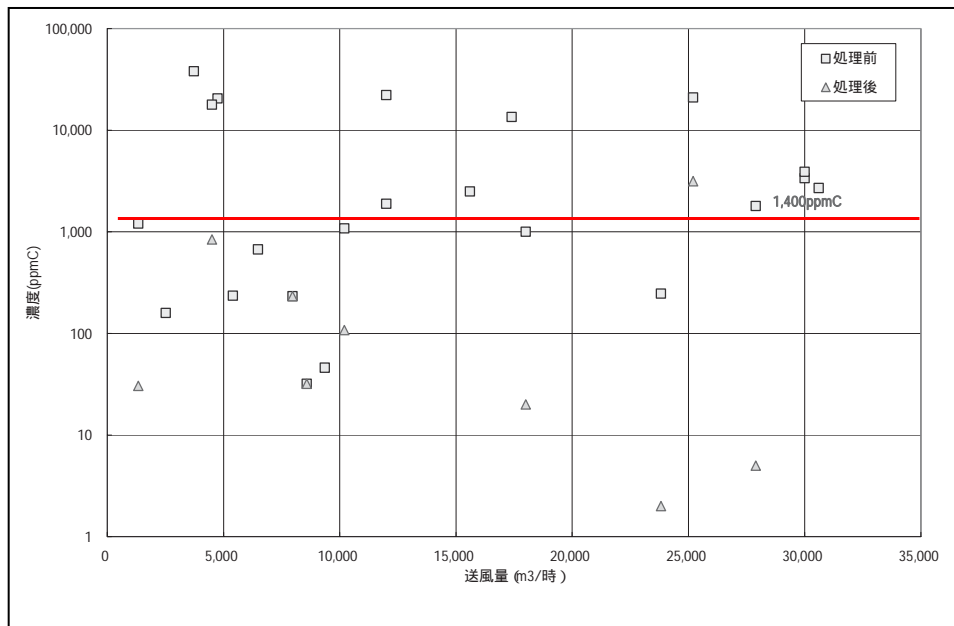


図 - 1 接着の用に供する乾燥又は焼付施設（木材製品の製造の用に供する施設及び図 - 2 に掲げる施設を除く。）における裾切り指標と濃度の関係（平成 16 年度 VOC 発生源排出ガス濃度実測調査（環境省）自治体提出資料、業界提出資料より作成）

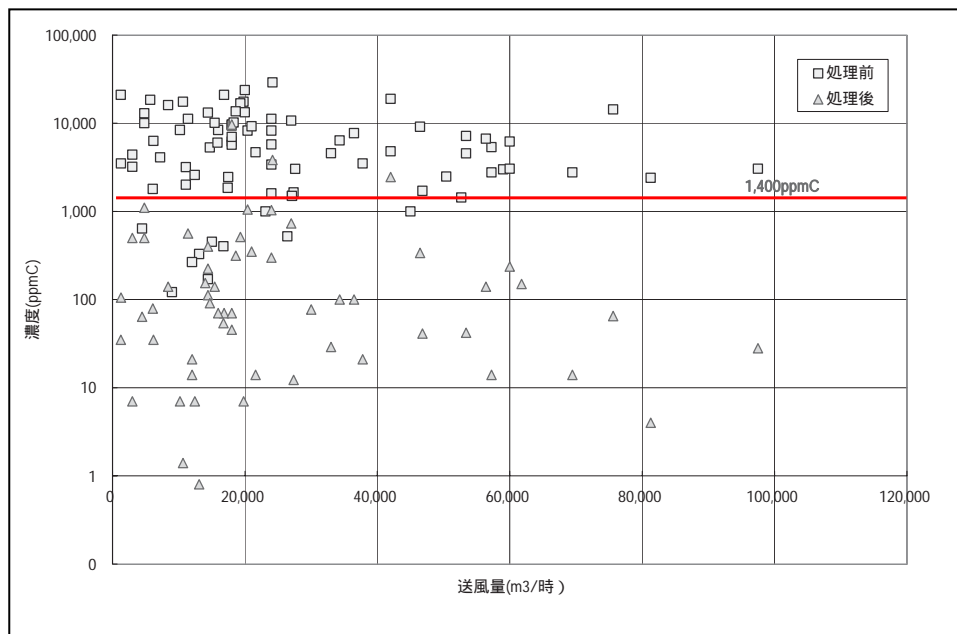


図 - 2 印刷回路用銅張積層板、合成樹脂ラミネート容器包装、粘着テープ・粘着シート又は剥離紙・剥離フィルムの製造における接着の用に供する乾燥又は焼付施設における裾切り指標と濃度の関係（平成 16 年度 VOC 発生源排出ガス濃度実測調査（環境省）自治体提出資料、業界提出資料より作成）

## 揮発性有機化合物（VOC）の測定方法等について

平成17年3月30日

中央環境審議会大気環境部会  
揮発性有機化合物測定方法専門委員会

## 目 次

1 . 検討の経緯	3
2 . 排出ガス中のVOCの測定方法についての基本的考え方	4
(1) 分析計について	4
(2) 排出ガスの採取方法について	5
(3) その他留意事項	5
3 . 除外物質についての基本的考え方	6
(1) 除外物質の選定について	6
(2) 除外物質の補正方法について	6
(3) 除外物質の測定方法について	7
4 . 今後の課題	7
別紙1 排出ガス中の揮発性有機化合物の測定方法	9
別紙2 除外物質	17
別紙3 除外物質(メタンに限る。)の測定方法	19
別紙4 除外物質(メタンを除く。)の測定方法	23
参考資料1 VOCの分析計に係る調査結果	31
参考資料2 捕集バッグのVOC吸着特性に係る調査結果	34
参考資料3 試料採取時間に係る調査結果	35
参考資料4 VOCのオゾン生成能に係る調査結果	36

中央環境審議会大気環境部会  
揮発性有機化合物測定方法専門委員名簿

(五十音順、敬称略)

委員長	岩崎 好陽	東京都環境科学研究所参事研究員
	指宿 堯嗣	(社)産業環境管理協会常務理事
	白石 寛明	国立環境研究所化学物質環境リスク研究センター長
	中杉 修身	横浜国立大学共同研究推進センター客員教授
	平野耕一郎	横浜市環境科学研究所基礎研究部門主任技術吏員
	本田 城二	共同印刷株式会社環境管理部長
	安田 憲二	元神奈川県横須賀三浦地区行政センター環境調整課長
	芳住 邦雄	共立女子大学大学院家政学研究科教授
	若松 伸司	国立環境研究所 PM2.5・DEP 研究プロジェクトリーダー

## 本専門委員会の開催状況

- |             |                                            |
|-------------|--------------------------------------------|
| 平成16年7月21日  | 第1回専門委員会<br>(今後の検討の進め方及び検討の方向性についての審議)     |
| 平成16年9月24日  | 第2回専門委員会<br>(揮発性有機化合物の測定方法及び分析計についての審議)    |
| 平成16年11月22日 | 第3回専門委員会<br>(VOC分析計の規格及び試料採取方法についての審議)     |
| 平成17年1月25日  | 第4回専門委員会<br>(揮発性有機化合物の測定方法及び除外物質についての審議)   |
| 平成17年2月21日  | 第5回専門委員会<br>(除外物質の測定方法についての審議及び報告書案の取りまとめ) |
| 平成17年3月30日  | 第6回専門委員会<br>(報告書の取りまとめ)                    |



本専門委員会は、揮発性有機化合物の測定方法及び規制対象から除外する物質について、以下のように結論を得たので、報告する。

## 1. 検討の経緯

平成16年2月3日に中央環境審議会からなされた意見具申「揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制のあり方について」（以下「意見具申」という。）を踏まえ、第159回国会に提出していた大気汚染防止法の一部を改正する法律案（平成16年法律第56号）が成立し、同年5月26日に公布された。この法律においては、揮発性有機化合物（VOC）の排出を抑制するために、法規制と自主的取組の双方の政策手法を適切に組み合わせること（ベスト・ミックス）を基本とし、法規制については、VOC排出事業者に対して、揮発性有機化合物排出施設の届出義務、排出基準の遵守義務、VOC濃度の測定義務等を課すこととしている。

これを受けて、同年7月1日、揮発性有機化合物排出施設の指定、排出基準値の設定等同法に規定するVOCの排出抑制制度の実施に当たって必要な事項について、環境大臣より中央環境審議会に対して諮問がなされた。そして同日、中央環境審議会大気環境部会の下に、規制の制度を中心に調査審議する揮発性有機化合物排出抑制専門委員会とともに、本専門委員会が設置された。本専門委員会においては、排出ガス中のVOCの測定方法及び規制対象から除外する物質（以下「除外物質」という。）について、これまでに6回の審議を行い、本報告書のとおり結論を得たものである。

## 2 排出ガス中のVOCの測定方法についての基本的考え方

排出ガス中のVOCの測定方法は、別紙1のとおり、捕集バッグを用いて採取した後、触媒酸化 - 非分散形赤外線分析計（以下「NDIR」という。）又は水素炎イオン化形分析計（以下「FID」という。）により測定する方法とすることが適当である。その基本的考え方は以下のとおりである。

### （1）分析計について

大気汚染防止法においては、VOCは「大気中に排出され、又は飛散したときに気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。）」と包括的に定義されており、この定義に含まれるVOCが適切に測定できる方法とする必要がある。

また、VOCは非常に多種に及ぶことにかんがみ、排出抑制対策を行う事業者や地方公共団体がVOCの個別物質を全て測定するのは煩雑であり、かつ、コストが膨大になるということにも配慮する必要がある。

このため、VOCを測定する分析計は、個別の物質ごとに測定するものではなく、炭素数として包括的に測定できるものを採用することが適当である。

VOCを包括的に測定する分析計としては、測定原理から区分すると、NDIR、FID、光イオン化検出器（PID）の3種類の方法がある。これらの分析計について各種VOCに対する感度を調査した。その結果、ほぼ全ての有機化合物に感度を有し、かつ、炭素数に比例した感度が得られるNDIR及びFIDを採用することが適当である。ただし、測定対象とするVOCは非常に多種に及ぶことにかんがみ、主要なVOCに対する感度に関する性能を新たに設定する必要がある。なお、分析計の性能試験方法についても別途定めることが望ましい。

#### (a) NDIR

NDIRは、JIS K 0151（赤外線ガス分析計）に規定する赤外線分析計に、試料前処理部として酸化触媒を充填した燃焼炉等を備え付けた分析計である。全てのVOCに対して適正な相対感度を持っており、VOC分析計として高く評価できるが、現在のところ、市販機がないことから、要求性能を新たに設定する必要がある。また、試料ガス中の二酸化炭素濃度が高くなると測定精度が低下することから、燃焼過程を経たガスを含まない排出ガスの測定に限定する必要がある。

#### (b) FID

FIDによる測定方法については、JIS D 1030（自動車排出ガス中の一酸化炭素、二酸

化炭素、全炭化水素及び窒素酸化物の測定方法)において、FIDを用いた全炭化水素の測定方法を規定しているため、それを活用することができる。ただし、含酸素化合物など一部の物質に感度が低いものがあるため、要求する感度を適切に設定する必要がある。

## (2) 排出ガスの採取方法について

VOCの多くは可燃性であり、排出ガス中のVOC濃度は発火点を超えるものもあることから、排出ガスの採取・分析は、防爆を前提として行う必要がある。このため、排出口に分析計を設置して直接測定を行うのではなく、排出ガスを容器で採取し、容器内の試料ガスを別の場所で分析することが適当である。容器の種類としては、分析計への試料導入が容易である、捕集バッグが適当である。

また、VOCが排出される工程では、バッチ式の操業が行われるなど、常に平均的な濃度でVOCが排出されるとは限らない状況が多いことにかんがみ、サンプリングの時間についても検討する必要がある。このため、実測調査によって得られた代表的なVOC排出パターンを抽出し、そのVOC排出パターンにおける移動平均値を算出することにより、サンプリングの平均化を行った場合の濃度変動を調べた。この結果、20分程度で比較的平均化した濃度把握ができることから、捕集バッグによる試料採取は、20分とすることが適当である。

さらに、捕集バッグにVOCが吸着することが考えられるため、試料採取から分析までの時間を検討する必要がある。このため、各種材質に対する捕集バッグの吸着特性を調査した結果から、ふっ素樹脂フィルム製及びポリエステル樹脂フィルム製の捕集バッグは8時間の保存で試料中のVOCの減衰が10%程度にとどまるため、捕集バッグによる試料採取後、分析までの時間については、原則8時間以内とし、8時間以内の分析が困難な場合であっても、24時間以内とすることが適当である。

## (3) その他留意事項

環境省が実施した調査の結果では、排出ガス中のVOCの濃度は様々であり、試料によっては、分析計の測定レンジを超えることが考えられるため、その場合には、試料を希釈する方法を規定する必要がある。

また、同調査結果では、排出ガス中の水分濃度は一般に低く、湿りガスにおける濃度と乾きガスにおける濃度にはほとんど差がなかった。このため、測定方法を簡略化する観点から水分測定は行わず、湿りガスにおける濃度をVOCの濃度とすることが適当である。

### 3 除外物質についての基本的考え方

除外物質は、別紙2のとおり、メタン等の8種の物質とすることが適当である。これらの物質は、排出濃度が排出基準値を上回る場合のみ測定し補正することとし、その測定方法は、別紙3及び別紙4のとおり、排出ガスを捕集バッグで採取した後、水素炎イオン化検出器を用いるガスクロマトグラフ法、電子捕獲検出器を用いるガスクロマトグラフ法又は質量分析器を用いるガスクロマトグラフ法によることが適当である。その基本的考え方は以下のとおりである。

#### (1) 除外物質の選定について

大気汚染防止法において、VOCは、「大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。）」と定義されている。これは、排出規制の対象となるVOCを、排出口からガス状で排出される有機化合物と包括的に定義した場合、浮遊粒子状物質及び光化学オキシダント双方の生成能がないと認められる物質も含まれることから、このような物質は、個別に対象から除外していくこととしたものである。

除外物質を検討するに当たっては、従来から行われている大気中の炭化水素濃度の抑制対策において、光化学オキシダントの生成能が低い物質としてメタンを対象物質から除いている（昭和51年8月13日中央公害対策審議会答申参照）ことを踏まえる必要がある。

このため、VOCである各物質について、光化学オキシダントの大部分を占めるオゾンの生成能調査を行った結果、メタンと同等以下の光化学反応性を有するものとされた物質を除外物質とすることが適当である。

ただし、光化学反応性が低い物質であっても、我が国のVOC年間排出量に占める割合が極めて少ない物質（0.01%以下）や、生産中止になっている物質については、あえて除外する必要はないと考えられる。

なお、今後、メタンと同等以下の光化学反応性を有する物質が新たに開発されたり、生産量が増加することも想定される。その際には、当該物質を生産する事業者等から、当該物質の光化学反応性や測定方法に係る情報の提供を受けて、適宜、除外物質の追加の是非を検討することが適当である。

#### (2) 除外物質の補正方法について

揮発性有機化合物排出施設において除外物質を使用し、又は発生させている場合において、NDIR又はFIDで測定した排出ガス中の揮発性有機化合物の濃度から、個別に測定した当該除外物質の濃度を差し引くことを基本とする（いずれも炭素換算濃度）。

ただし、メタンについては大気中に 2ppmC 程度存在することから、当該施設でメタンを使用し、又は発生させていない場合であっても、NDIR又はFIDで測定した揮発性有機化合物の濃度から 2ppmC 差し引くこととする。

また、測定に係る負担の軽減の観点から、NDIR又はFIDで測定した揮発性有機化合物の濃度が排出基準値以下の場合には、除外物質の測定をする必要はないこととする。

### (3) 除外物質の測定方法について

排出ガス中のメタンの測定は、排出ガスを捕集バッグで採取した後、水素炎イオン化検出器を用いるガスクロマトグラフ法によることが適当である。

また、メタン以外の除外物質の測定は、排出ガスを捕集バッグで採取した後、水素炎イオン化検出器を用いるガスクロマトグラフ法、電子捕獲検出器を用いるガスクロマトグラフ法又は質量分析器を用いるガスクロマトグラフ法によることが適当である。

なお、今回採用する質量分析器を用いるガスクロマトグラフ法では、対象とする除外物質の濃度が高く、かつ、安定した定量分析が可能であるため、内部標準を使用する相対検量線法を採用せず、対象物質で検量線を作成する絶対検量線法によることが適当である。

## 4. 今後の課題

測定技術は適正な環境規制の基盤であり、また環境産業の発展が我が国の重要な政策課題であることにかんがみ、新しい測定技術の開発が阻害されないよう、新規の測定技術の開発状況に絶えず留意し、これの有効性を検証する必要がある。有効性が認められた場合には、今回提案した公定法に追加し、又は修正することが必要である。

さらに、事業者における自主的取組を促すため、使用するVOCの種類が明らかである場合の日常的な測定等に用いる簡易な測定方法について、情報提供を行うことが適当である。

また、今回提案した施設からの排出ガス中のVOCの測定方法とは別に、VOCの環境モニタリングを行うために、一般大気中のVOCの測定方法も必要である。これについては、現在、JIS B 7956（大気中の炭化水素自動計測器）の中で示されているが、計測器の使用実態や問題点を把握し、必要に応じて改善を図ることが適当である。



## 排出ガス中の揮発性有機化合物の測定方法

## 1 測定方法の種類

( 1 ) 揮発性有機化合物排出施設から排出される排出ガス中の揮発性有機化合物の測定方法としては、以下の 2 種類のものがある。

(a) 直接測定：分析計の測定レンジを超えない濃度の試料の場合に用いる。  
排出ガスを採取した捕集バックから、直接分析計に導入する。

(b) 希釈測定：分析計の測定レンジを超える濃度の試料の場合に用いる。  
排出ガスを採取した捕集バッグから、排出ガスの一部をシリンジを用いて採取し、一定量の高純度空気の入った捕集バッグに注入し、分析計の測定レンジ内の濃度になるよう希釈して、分析計に導入する。

( 2 ) 排出ガス中の揮発性有機化合物の測定には、以下の 2 種類のいずれかの分析計を用いる。

(a) 触媒酸化 - 非分散形赤外線分析計（以下「NDIR」という。）

排出ガス中の揮発性有機化合物を加熱した触媒で二酸化炭素に酸化し、その濃度を赤外線の吸収強度から測定する分析計（別添参照）。ただし、燃焼過程を経たガスを含む排出ガス中の揮発性有機化合物の測定には不適當である。

(b) 水素炎イオン化形分析計（以下「FID」という。）

水素炎に試料を加えたときに生じるイオン電流を測定して、揮発性有機化合物の濃度を測定する分析計（加熱形水素炎イオン化形分析計を含む。）。

## 2 装 置

( 1 ) 試料採取装置

下図に掲げる構成のものであって、次の条件を具備しているものとする。

(a) 試料採取管は、排出ガスの温度及び流速に対して十分な耐熱性及び機械的強度を持ち、試料中の揮発性有機化合物の吸着及び変質が生じないものとする。

(b) フィルターは、ダストの除去率がよく、圧力損失の少ないものであって、揮発性有機化合物の吸着及び変質が生じないものとする。

(c) 導管は、内径4～25mm程度であって、揮発性有機化合物の吸着及び変

質が生じないものとする。導管の長さは、なるべく短くする。

- (d) ドレンポットは、捕集バッグ内に試料中の水分が凝縮しないよう冷却除湿を行うもので、必要に応じて用いることとする。
- (e) 捕集バッグは、ふっ素樹脂フィルム製又はポリエステル樹脂フィルム製で、揮発性有機化合物の吸着、透過及び変質が生じないもの又は同等以上の性能を有するものとする。容量は20リットル以上のものとする。捕集バッグは、再使用しないこととする。
- (f) 吸引用気密容器は、容器内の捕集バッグが外部から見え、気密が保たれる構造のものとする。
- (g) 流量調整バルブは、0.5～5リットル/分の流量の制御ができるもので、揮発性有機化合物の吸着及び変質が生じないものとする。
- (h) 吸引ポンプは、防爆上の必要がある場合は、手動ポンプ又は防爆型電動ポンプを用いることとする。
- (i) 流量計は、流量0.5～5リットル/分の計測が可能なものとする。

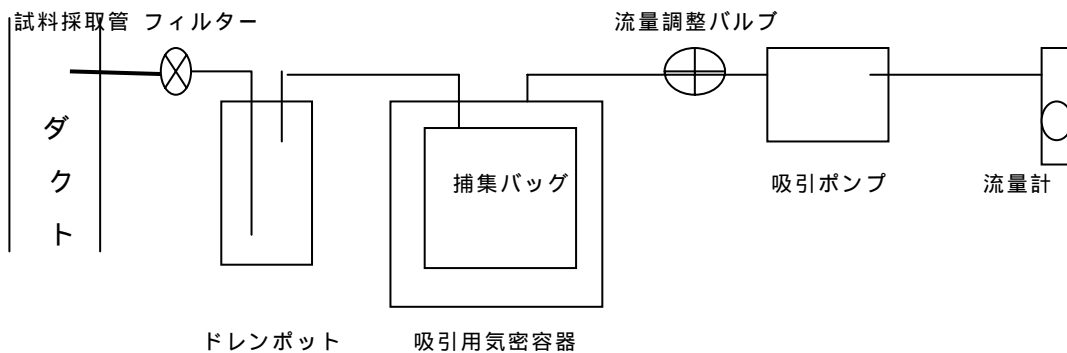


図 試料採取装置の構成

## (2) 分析計

### (a) 測定範囲

分析計が測定できる濃度の範囲は、10～5,000vol ppmC (炭素換算の体積百万分率) とする。

### (b) 分析計の作動性能

分析計の作動性能は、試料導入部から校正ガスを導入した場合に、1,000vol ppmC 又はその付近の濃度において、表 - 1 又は表 - 2 を満足しなければならない。



表 - 1 N D I R 分析計の作動性能の基準値

項 目	作動性能の基準値
ゼロドリフト	最大目盛値の ± 2 % 以内 / 2 4 時間 (注 1)
スバンドリフト	最大目盛値の ± 2 % 以内 / 2 4 時間 (注 2)
繰返し性	最大目盛値の ± 2 % 以内 (注 2)
指示誤差	最大目盛値の ± 2 % 以内 (注 2)
9 0 % 応答時間	1 2 0 秒以下 (注 2)
感度	トルエン、酢酸エチル、メチルエチルケトン、2-プロパノール、ジクロロメタン及びクロロベンゼンに対して 9 0 % 以上 (注 3)
無機体炭素の影響	最大目盛値の ± 6 % 以内 (注 4)

注) 1 . ゼロガスとして、高純度空気 (又は高純度窒素) (不純物として含まれる揮発性有機化合物、一酸化炭素及び二酸化炭素の許容濃度は 1 vol ppmC とする。) を用いた場合の値。

2 . JIS K 0007 (標準物質 - 標準ガス - プロパン) に規定するプロパン標準ガスを高純度空気 (又は高純度窒素) で薄めたものを用いた場合の値。

3 . それぞれの標準物質について、分析計で分析した値 (vol ppmC) を標準物質の濃度 (vol ppmC) で除して、100 を乗じた値。

4 . プロパン標準ガスを 1,000vol ppmC 程度に、二酸化炭素を 1,500vol ppmC 程度にそれぞれ調製した試料で試験をした場合の値。

表 - 2 F I D 分析計の作動性能の基準値

項 目	作動性能の基準値
ゼロドリフト	最大目盛値の ± 1 % 以内 / 8 時間
スバンドリフト	最大目盛値の ± 1 % 以内 / 8 時間
繰返し性	最大目盛値の ± 1 % 以内
指示誤差	最大目盛値の ± 1 % 以内
9 0 % 応答時間	6 0 秒以下
感度	トルエンに対して 90 ~ 105%、酢酸エチルに対して 70% 以上、トリクロロエチレンに対して 95 ~ 110%
酸素干渉	できるだけ少ないこと

注) 用語の定義は、表 - 1 と同じ。

### 3 試 薬

#### ( 1 ) 校正ガス

N D I R 及び F I D の校正ガスは、以下のとおりとする。

- (a) ゼロガスは、高純度空気（又は高純度窒素）とする。不純物として含まれる揮発性有機化合物、一酸化炭素及び二酸化炭素の許容濃度は 1 vol ppmC とする。なお、F I D のゼロガスは、上記の他、通常空気を石英ガラス管等で加熱燃焼して炭化水素を除去したものでよい。
- (b) スパンガスは、校正する測定レンジのフルスケールの 80 ~ 100 % に相当する濃度とし、JIS K 0007(標準物質 - 標準ガス - プロパン)に規定するプロパン標準ガスを高純度空気（又は高純度窒素）で薄めたものを用いる。

#### ( 2 ) 燃料ガス

F I D の燃料ガスは、ヘリウムで薄められた  $40 \pm 2$  vol % の水素又は純水素のうち分析計に指定されたガスを用いる。いずれも不純物として含まれる揮発性有機化合物の許容濃度は 1 vol ppmC とする。

#### ( 3 ) 助燃ガス

F I D の助燃ガスは、高純度空気又は通常空気を石英ガラス管等で加熱燃焼して炭化水素を除去したのものを用いる。不純物として含まれる揮発性有機化合物の許容濃度は 0.5 vol ppmC とする。

### 4 測定の手順

#### ( 1 ) 試料の採取

##### (a) 試料の採取位置

ダクトの試料採取位置は、JIS K 0095（排出ガス試料採取方法）に定める方法による。貯蔵施設の試料採取位置は、通気口とする。

##### (b) 捕集バッグの前処理

試料採取前に、捕集バッグに少量の排出ガスを採取し、押し出す。

##### (c) 試料採取回数及び時間

試料採取回数は 1 回とし、試料採取時間は 20 分とする。ただし、一工程の時間が 20 分に満たない場合は、一工程の時間で足りる。

(d) 捕集バッグの運搬

捕集バッグは、遮光して運搬する。

(e) 保存

試料の保存は、室温・暗所で行う。

(f) 採取から分析に供するまでの時間

捕集バッグによる試料採取後、分析までの時間は、8時間以内が望ましいが、それが困難な場合でも24時間以内とする。

(2) 測定

N D I R 及び F I D による揮発性有機化合物の測定は、以下により行う。

(a) ゼロ及びスパン調整

3(1)に示すゼロガス及びスパンガスを用いて、JIS D 1030(自動車-排気ガス中の一酸化炭素、二酸化炭素、全炭化水素及び窒素酸化物の測定方法)の7.3に規定する方法に準じて行う。

注) スパンガスにはプロパン標準ガスを用いるので、プロパンの vol ppm の値に、3を乗じた値が vol ppmC となる。

(b) 試料の測定

試料ガスを採取した捕集バッグを、分析計の試料導入部に直接接続し、試料ガスを分析計に吸引させ、測定し、得られた値を試料の濃度(vol ppmC)とする。

直接測定の場合の測定値が分析計の測定範囲を超えた場合には、希釈測定を行い、測定値に希釈倍率を乗じて、排出ガス中の揮発性有機化合物の濃度を求める。

## 備 考

### 1 . 試料採取の時期

試料の採取は、一工程で揮発性有機化合物の排出が安定した時期とする。ただし、貯蔵タンクの試料の採取は、揮発性有機化合物の注入時期とする。

### 2 . 一施設で複数の排出口を有する場合の測定方法

以下のいずれかの方法をとることもできる。

(1)施設の構造等から最高濃度の排出ガスを排出している排出口が特定できる場合は、当該排出口で測定する。

(2)各排出口からの排出ガス濃度を測定し、その値を排出ガス流量で加重平均する。この場合、排出ガス流量の測定は、JIS Z 8808 (排ガス中のダストの測定方法) に規定する方法による。

なお、施設の構造等から、排出ガスの濃度をいくつかの排出口で代表させることができる場合には、当該排出口での排出ガス濃度の測定でよい。

### 3 . フレアスタックにより排出ガスを処理している場合の測定

フレアスタック(グランドフレアを含む。)により排出ガスを燃焼処理している場合には、前述による測定が不可能であるため、測定は不要とする。

### 4 . 固定屋根式貯蔵タンクの場合の測定

固定屋根式貯蔵タンク(排出ガス処理装置を設置しているものを除く。)にあっては、災害防止のため、計算により求めた排出ガス濃度をもって測定に代えることができる。

### 5 . その他

この測定方法における用語その他の事項でこの測定方法に定めのないものについては、JIS K 0095 (排ガス試料採取方法)、JIS D 1030 (自動車 - 排気ガス中の一酸化炭素、二酸化炭素、全炭化水素及び窒素酸化物の測定方法)、JIS K 0151(赤外線ガス分析計)その他の日本工業規格の定めるところによる。

## (別添)NDIRの構成

### 1. 構成

分析計は、下図に示す試料導入部、試料前処理部及び検出部で構成する。

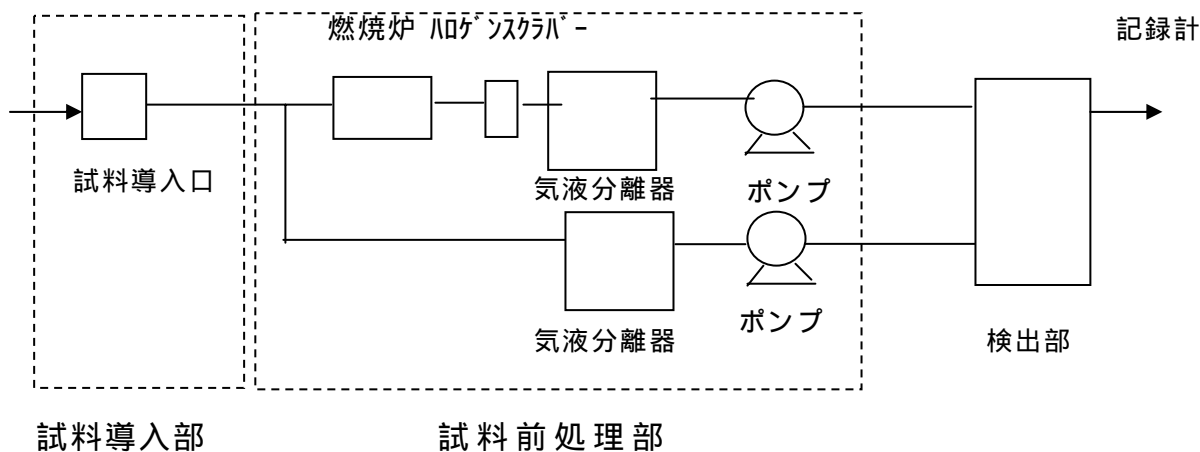


図 分析計の構成 (一例)

### 2. 試料導入部

試料導入口から試料導管を通じて試料前処理部に試料を導入する部分であって、捕集バックを接続できるもの。

### 3. 試料前処理部

#### (1) 燃焼炉

試料ガスを、白金などの酸化触媒を充填した燃焼管に連続して通気して、揮発性有機化合物を燃焼するもの。

#### (2) ハロゲンスクラバー

燃焼炉で生成するガスから、塩化水素、フッ化水素等のハロゲン化合物を除去し、二酸化炭素を通過させるもの。

#### (3) 気液分離器

試料ガス中の水分を除去する部分で、電子又は電気冷却器、凝縮管及びドレントラップで構成するもの。

### 4. 検出部

2(2)(b)に定めるNDIR分析計の作動性能の基準値その他 JIS K 0151 (赤外線ガス分析計) に定める二酸化炭素に係る性能規定に適合するもの。



## 除外物質

報告書に示す基本的考え方を踏まえて検討した結果、浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として揮発性有機化合物の定義から除外する物質は、以下のものとするのが適当である。

## メタン

クロロジフルオロメタン (HCFC - 22)

2 - クロロ - 1, 1, 1, 2 - テトラフルオロエタン (HCFC - 124)

1, 1 - ジクロロ - 1 - フルオロエタン (HCFC - 141b)

1 - クロロ - 1, 1 - ジフルオロエタン (HCFC - 142b)

3, 3 - ジクロロ - 1, 1, 1, 2, 2 - ペンタフルオロプロパン (HCFC - 225ca)

1, 3 - ジクロロ - 1, 1, 2, 2, 3 - ペンタフルオロプロパン (HCFC - 225cb)

1, 1, 1, 2, 3, 4, 4, 5, 5, 5 - デカフルオロペンタン

(HFC - 43 - 10mee)





## 排出ガス中の除外物質（メタンに限る。）の測定方法

### 1 測定方法の種類

メタンについては、捕集バッグを用いて採取した後、水素炎イオン化検出器を用いるガスクロマトグラフ法（以下「GC - FID」という。）により測定する。

### 2 装置

#### （1）試料採取装置

試料採取装置は、別紙1の「排出ガス中の揮発性有機化合物の測定方法」の2（1）に規定する試料採取装置とする。

#### （2）分析計

排出ガス中のメタンの測定には、以下のGC - FIDを用いる。

表 - 1 GC - FIDの仕様

項目	仕様
検出器	水素炎イオン化検出器
キャリアガス	高純度窒素
燃料ガス	水素
助燃ガス	空気又は酸素
カラム用管	内径 3～5mm、長さ 1.5～3m のガラス管、ステンレス管又はふっ素樹脂管。
カラム充填剤	合成ゼオライト担体（粒径 170～250 μm）又はこれと同等以上の分離性能を有するもの。

### 3 試薬

#### （1）標準ガス

JIS K 0006（メタン標準ガス）に規定するメタン標準ガス又は JIS K 0055（ガス分析装置校正方法通則）の4に準拠する方法で調製されたメタン標準ガス。

#### （2）検量線用ガス

高純度窒素の入った検量線用ガス瓶（JIS K 0095（排出ガス採取方法）の6.8に定める真空捕集瓶。以下同じ。）に、メタン標準ガスを段階的に注入したもの。

## 4 測定の手順

### (1) 試料の採取

試料の採取方法は、別紙1の「排出ガス中の揮発性有機化合物の測定方法」に規定する試料の採取方法による。

### (2) 測定

#### (a) 分析条件の設定

GC - FIDの分析条件は、以下に示すとおりとする。

表 - 2 GC - FIDの分析条件

項目	条件
カラム温度	常温～70
試料気化室温度	常温～70
キャリアガス流量	30～60ml/min
燃料ガス流量	30～50ml/min
助燃ガス流量	300～500ml/min

#### (b) 検量線の作成

3(2)で調整した検量線用ガスを、検量線用ガス瓶から気体用シリンジを用いて正確にとり、GC - FIDに導入してクロマトグラムを記録する。メタン濃度とピーク面積（又はピーク高さ）との関係線を作成する。

#### (c) 試料の測定

4(1)によって捕集バッグに採取した試料ガスの一定量を、捕集バッグのシリコーンゴム栓を通して気体用シリンジで正確にとり、GC - FIDに導入してクロマトグラムを記録する。試料導入量は0.1～3mlとし、あらかじめ作成した検量線の範囲内に入るよう試料の量を調整する。

クロマトグラムからメタンのピーク面積（又はピーク高さ）を測定し、あらかじめ作成した検量線から試料ガス中のメタン濃度を求める。

(注) この測定方法の測定範囲は1～5,000vol ppmCである。測定範囲を超える場合には、高純度窒素の入った検量線用ガス瓶に、試料ガスの一部を気体用シリンジを用いて注入し希釈して測定する。

### (3) 濃度の算出

試料ガス中のメタンの炭素換算濃度を、次の式によって算出する。

$$C = (V - V_c) / V_s \times 10^3 \times D \times F$$

C : 排ガス中のメタン濃度 (vol ppmC)

V : 検量線から求めた採取容器中のメタン (ガス) 量 (μl)

V<sub>c</sub> : 検量線から求めた空試験用採取容器中メタン (ガス) 量 (μl)

V<sub>s</sub> : ガスクロマトグラフへのガス注入量 (ml)

D : 希釈率

F : 炭素換算係数 (メタンは 1)

### 備考

この測定方法における用語その他の事項でこの測定方法に定めのないものについては、別紙 1 の「排出ガス中の揮発性有機化合物の測定方法」、JIS K 0050 (化学分析方法通則)、JIS K 0114 (ガスクロマトグラフ分析通則) その他の日本工業規格の定めるところによる。



## 排出ガス中の除外物質（メタンを除く。）の測定方法

## 1 測定方法の種類

以下の除外物質（以下単に「除外物質」という。）については、捕集バッグを用いて採取した後、水素炎イオン化検出器を用いるガスクロマトグラフ法（以下「GC-FID」という。）電子捕獲検出器を用いるガスクロマトグラフ法（以下「GC-ECD」という。）又は質量分析器を用いるガスクロマトグラフ法（以下「GC-MS」という。）により測定する。

表 - 1 除外物質（メタンを除く。）

名 称	別 名
クロロフルオロメタン	HCFC-22
2-クロロ-1,1,1,2-テトラフルオロエタン	HCFC-124
1,1-ジクロロ-1-フルオロエタン	HCFC-141b
1-クロロ-1,1-ジフルオロエタン	HCFC-142b
3,3-ジクロロ-1,1,1,2,2-ペンタフルオロプロパン	HCFC-225ca
1,3-ジクロロ-1,1,2,2,3-ペンタフルオロプロパン	HCFC-225cb
1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-デカフルオロペンタン	HFC-43-10mee

## 2 装置

## (1) 試料採取装置

試料採取装置は、別紙1の「排出ガス中の揮発性有機化合物の測定方法」の2(1)に規定する試料採取装置とする。

## (2) 分析計

排出ガス中の除外物質の測定には、以下の分析計を用いる。

当該除外物質や共存する物質の特性を踏まえ、分析計を適切に選択する。

表 - 2 分析計の仕様

項 目	GC-FIDの仕様	GC-ECDの仕様	GC-MSの仕様
検出器	水素炎イオン化検出器	電子捕獲検出器	四重極方式又は二重収束方式の質量分析器（イオン化方法は、電子衝撃イオン化法によるものとする。）

キャリアガス	高純度窒素	同左	ヘリウム (99.999vol%以上)
燃料ガス	水素	-	-
助燃ガス	空気又は酸素	-	-
カラム	内径 0.25 ~ 0.32mm、長さ 25 ~ 60mの熔融シリカ製の毛管カラムであって、内壁にジフェニールを 25%、ジメチルポリシロキサンを 75%の割合で混合したものを膜厚 0.1 ~ 3 μm 程度で被覆したもの又はこれと同等の分離性能をもつもの。	同左	同左
カラム恒温槽	温度制御範囲が 35 ~ 350 であり、測定対象物質の最適分析条件の温度にできるような昇温プログラムの可能なもの	同左	同左

### 3 試薬

#### (1) 標準ガス

JIS K 0055 (ガス分析装置校正方法通則) に準拠する方法で調製された除外物質の標準ガス。

#### (2) 検量線用ガス

高純度窒素の入った検量線用ガス瓶 (JIS K 0095 (排出ガス採取方法) の 6.8 に定める真空捕集瓶。以下同じ。) に、除外物質の標準ガスを段階的に注入したもの。

### 4 測定の手順

#### (1) 試料の採取

試料ガスの採取方法は、別紙 1 の「排出ガス中の揮発性有機化合物の測定方法」に規定する試料の採取方法による。

## ( 2 ) 測定

### (a) G C - F I D

#### i) 分析条件の設定

G C - F I Dの分析条件は、測定対象の除外物質のクロマトグラム上でのピークが他の除外物質及び試料排出ガス中に共存する揮発性有機化合物と良好な分離が得られ、測定対象除外物質の保持時間が適切な範囲にあり、安定した応答が得られるように、カラム温度、試料気化室温度、キャリアガス流量などを設定する。

表 - 3 G C - F I Dの分析条件の例

項 目	条 件
試料注入法	スプリット注入法 (スプリット比 2 0 : 1 )
カラム温度	昇温条件の例 40 ( 5 / min ) 90 ( 20 / min ) 200
試料気化室温度	100
キャリアガス流量	1.0ml/min
燃料ガス流量	30 ~ 50ml/min
助燃ガス流量	300 ~ 500ml/min

#### ii) 検量線の作成

3 ( 2 ) で調整した検量線用ガスを、検量線用ガス瓶から気体用シリンジを用いて正確にとり、G C - F I Dに導入してクロマトグラムを記録する。除外物質の濃度とピーク面積 ( 又はピーク高さ ) との関係線を作成する。

#### iii) 試料の測定

4 ( 1 ) によって捕集バッグに採取した試料ガスの一定量を、捕集バッグのシリコーンゴム栓を通して気体用シリンジで正確にとり、G C - F I Dに導入してクロマトグラムを記録する。試料導入量は 0.1 ~ 0.5ml とし、あらかじめ作成した検量線の範囲内に入るよう試料の量を調整する。

クロマトグラムから除外物質のピーク面積 ( 又はピーク高さ ) を測定し、あらかじめ作成した検量線から試料ガス中の除外物質の濃度を求める。

( 注 ) この測定方法の測定範囲は表 - 4 のとおりである。測定範囲を超える場合には、高純度窒素の入った検量線用ガス瓶に、試料ガスの一部を気体用シリンジを用いて注入し希釈して測定する。

表 - 4 GC - F I D の測定範囲

除外物質	測定範囲(vol ppmC)
HCFC-22	20 ~ 1,000
HCFC-124	10 ~ 2,000
HCFC-141b	20 ~ 2,000
HCFC-142b	20 ~ 2,000
HCFC-225ca	30 ~ 3,000
HCFC-225cb	30 ~ 3,000
HFC-43-10mee	20 ~ 5,000

(b) GC - E C D

i) 分析条件の設定

GC - E C D の分析条件は、測定対象の除外物質のクロマトグラム上でのピークが他の除外物質及び試料排出ガス中に共存する揮発性有機化合物と良好な分離が得られ、測定対象除外物質の保持時間が適切な範囲にあり、安定した応答が得られるように、カラム温度、試料気化室温度、キャリアガス流量などを設定する。

表 - 5 GC - E C D の分析条件の例

項目	条件
試料注入法	スプリット注入法 (スプリット比 20 : 1)
カラム温度	昇温条件の例 40 (5 /min) 100 (20 /min) 200
試料気化室温度	100
キャリアガス流量	0.5ml/min

ii) 検量線の作成

3 ( 2 ) で調整した検量線用ガスを、検量線用ガス瓶から気体用シリンジを用いて正確にとり、GC - E C D に導入してクロマトグラムを記録する。除外物質の濃度とピーク面積 ( 又はピーク高さ ) との関係線を作成する。

iii) 試料の測定

4 ( 1 ) によって捕集バッグに採取した試料ガスの一定量を、捕集バッグのシリコーンゴム栓を通して気体用シリンジで正確にとり、GC - E C D に導入してクロマトグラムを記録する。試料導入量は 0.1 ~ 0.5ml とし、あらかじめ作成した検量線の範囲内に入るよう試料の量を調整する。

クロマトグラムから除外物質のピーク面積 ( 又はピーク高さ ) を測定し、あらかじめ作成した検量線から試料ガス中の除外物質の濃度を求める。



(注) この測定方法の測定範囲は表 - 6 のとおりである。測定範囲を超える場合には、高純度窒素の入った検量線用ガス瓶に、試料ガスの一部を気体用シリンジを用いて注入し希釈して測定する。

表 - 6 G C - E C D の測定範囲

除外物質	測定範囲 (vol ppmC)
HCFC-22	10 ~ 100,000
HCFC-124	1 ~ 5,000
HCFC-141b	1 ~ 10,000
HCFC-142b	10 ~ 100,000
HCFC-225ca	1 ~ 1,000
HCFC-225cb	1 ~ 1,000
HFC-43-10mee	1 ~ 5,000

(c) G C - M S

i) 分析条件の設定

G C - M S の分析条件は、測定対象の除外物質のクロマトグラム上でのピークが他の除外物質及び試料排出ガス中に共存する揮発性有機化合物と良好な分離が得られ、測定対象除外物質の保持時間が適切な範囲にあり、安定した応答が得られるように、カラム温度、試料気化室温度、キャリアガス流量などを設定する。

表 - 7 G C - M S の分析条件の例

区分	項目	条件
ガスクロマトグラフ	試料注入法	スプリット注入法(スプリット比 20:1)
	カラム温度	昇温条件の例 40 (5 /min) 90 (20 /min) 200
	試料気化室温度	100
	キャリアガス流量	1.0ml/min
	インターフェイス温度	200
質量分析器	イオン源温度	200
	電子加速電圧	70eV

ii) 検量線の作成

3 ( 2 ) で調整した検量線用ガスを、検量線用ガス瓶から気体用シリンジを用いて 0.1ml 正確にとり、G C - M S に導入してマスクロマトグラム

を記録する。除外物質の濃度とピーク面積（又はピーク高さ）との関係線を作成する。

iii) 試料の測定

4 ( 1 ) によって捕集バッグに採取した試料ガスを、気体用シリンジを用いてGC - MSに導入する。測定対象の除外物質の測定用質量数に対してマスクロマトグラムを作成し記録する。試料導入量は0.1mlとする。

マスクロマトグラムから除外物質のピーク面積(又はピーク高さ)を測定し、あらかじめ作成した検量線から試料ガス中の除外物質の濃度を求める。

表 - 8 測定イオンの質量数の例

除外物質	測定イオンの質量数	
	定量用	確認用
HCFC-22	5 1	6 7
HCFC-124	6 7	6 9
HCFC-141b	8 1	8 3
HCFC-142b	6 5	8 5
HCFC-225ca	8 3	8 5
HCFC-225cb	6 9	1 0 0
HFC-43-10mee	6 9	9 5

(注) この測定方法の測定範囲は表 - 9 のとおりである。測定範囲を超える場合には、高純度窒素の入った検量線用ガス瓶に、試料ガスの一部を気体用シリンジを用いて注入し希釈して測定する。

表 - 9 GC - MSの測定範囲

除外物質	測定範囲(vol ppmC)
HCFC-22	1 ~ 1,000
HCFC-124	1 ~ 2,000
HCFC-141b	1 ~ 2,000
HCFC-142b	1 ~ 2,000
HCFC-225ca	1 ~ 3,000
HCFC-225cb	3 ~ 3,000
HFC-43-10mee	2 ~ 5,000

( 3 ) 濃度の算出

試料ガス中の除外物質の炭素換算濃度を、次の式によって算出する。

$$C = (V - V_c) / V_s \times 10^3 \times D \times F$$

- C : 排ガス中の除外物質濃度 (vol ppmC)  
 V : 検量線から求めた採取容器中の除外物質 (ガス) 量 (μl)  
 V<sub>c</sub> : 検量線から求めた空試験用採取容器中除外物質 (ガス) 量 (μl)  
 V<sub>s</sub> : ガスクロマトグラフへのガス注入量 (ml)  
 D : 希釈率  
 F : 炭素換算係数

HCFC-22	;	1
HCFC-124	;	2
HCFC-141b	;	2
HCFC-142b	;	2
HCFC-225ca	;	3
HCFC-225cb	;	3
HFC-43-10mee	;	5

## 備 考

この測定方法における用語その他の事項でこの測定方法に定めのないものについては、別紙 1 の「排出ガス中の揮発性有機化合物の測定方法」、JIS K 0050(化学分析方法通則)、JIS K 0114(ガスクロマトグラフ分析通則)、JIS K 0123(ガスクロマトグラフ質量分析通則)その他の日本工業規格の定めるところによる。



## V O C の分析計に係る調査結果

## 1 調査方法

## (1) 調査対象機器

機種区分	測定原理	調査対象数
FID1 FID2	試料ガスを直接F I D (水素炎イオン化検出器) によって測定する方法	5 機種 ・配管加熱方式 (FID1) 2 機種 ・配管非加熱方式 (FID2) 3 機種
FID3	試料ガスからメタンを除き、残ったガスをF I D によって測定する方法	1 機種
NDIR	試料ガスを、酸化して二酸化炭素としN D I R (非分散形赤外線分析計) で測定する方法	2 機種 (試作機)
PID	試料ガスをP I D (光イオン化検出器) によって測定する方法	2 機種

## (2) 調査対象物質

については、芳香族炭化水素、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、エステル類、エーテル類、含塩素化合物、含窒素化合物、フロン類等。

、については、プロパン、トルエン、イソプロピルアルコール、アセトン、テトラクロロエチレンの5種類。

## (3) 調査内容

試料ガス調整装置を用いて調整した(2)の物質の濃度が既知のガスを、それぞれの調査対象機種で測定して(a)から(c)の調査を行い、分析計の特性を把握する。

## (a) 感度特性調査

濃度が既知のV O C 成分ガスを測定し、各分析計がV O C 成分に対してどの程度の感度を有するかを調査する。

## (b) 酸素干渉の調査

酸素濃度の異なるV O C 成分ガスを測定し、V O C の測定に与える酸素の影響(酸素干渉)を調査する。

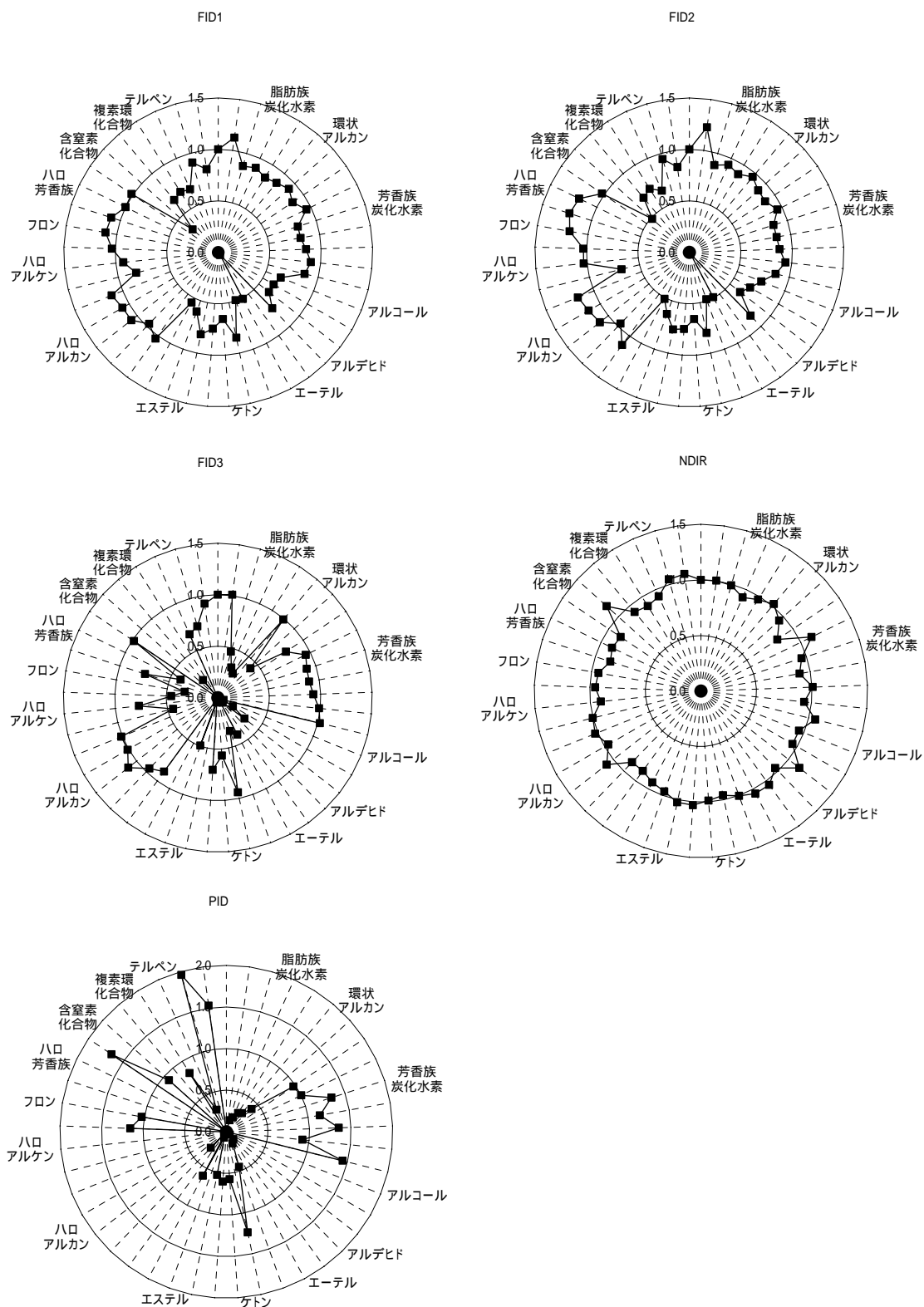
## (c) 水分影響調査

水分濃度の異なるV O C 試料ガスを測定し、V O C 測定に与える水分濃度の影響を調査する。

## 2 調査結果

図 - 1、図 - 2 及び図 - 3 のとおり。

図 - 1 感度特性調査結果



(既知VOC濃度を1.0としたときの各分析計における相対感度)

図 - 2 酸素干渉調査結果

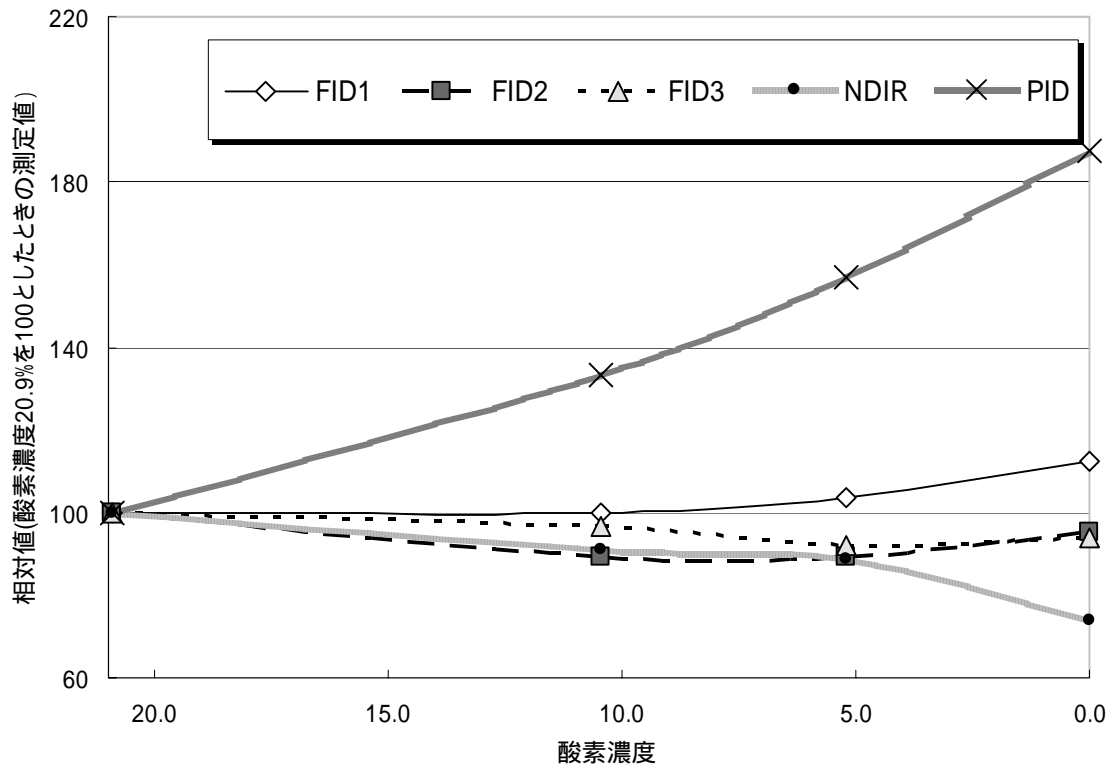
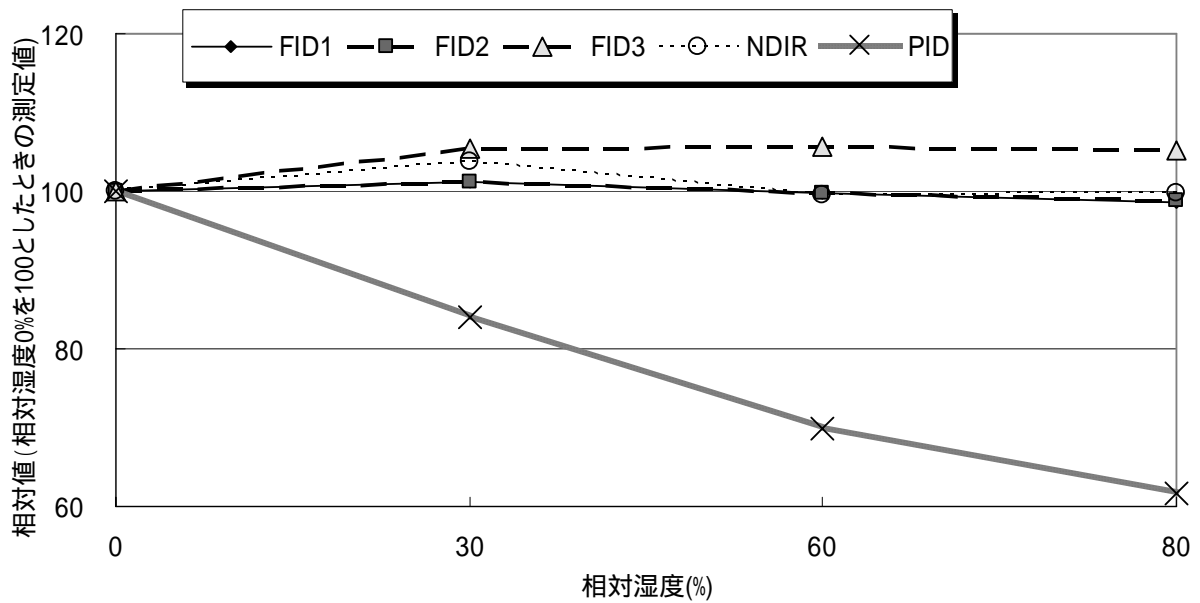


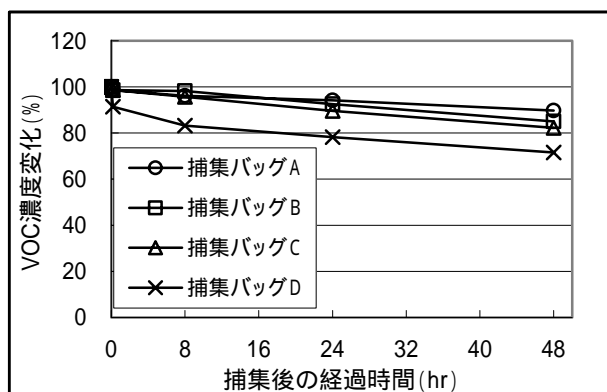
図 - 3 水分影響調査結果



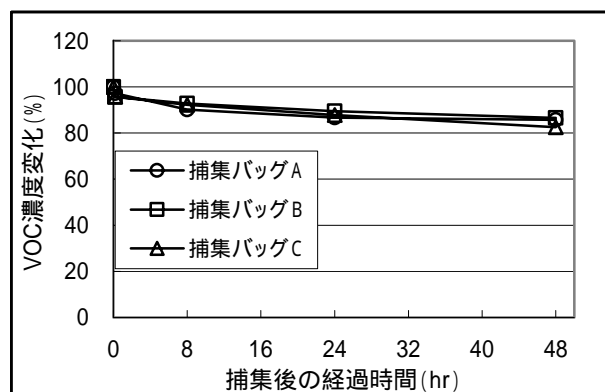
## 捕集バッグのVOC吸着特性に係る調査結果

濃度既知のVOC試料ガスを材質の異なる捕集バッグ内に保存し、一定時間経過後に濃度を測定して、各種捕集バッグのVOC濃度減衰率を表すことにより、捕集バッグによるVOC吸着特性を比較した。

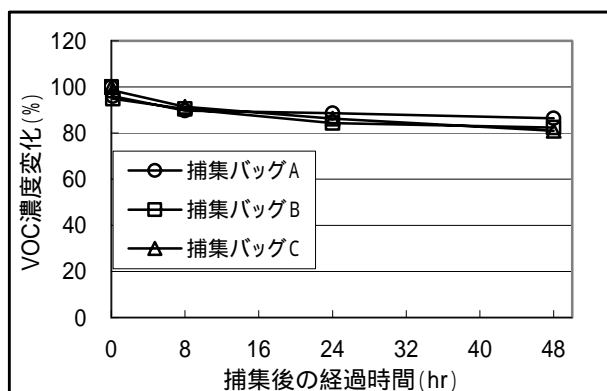
(25、0分後の濃度を100としたときの濃度変化。数値は14物質の平均)



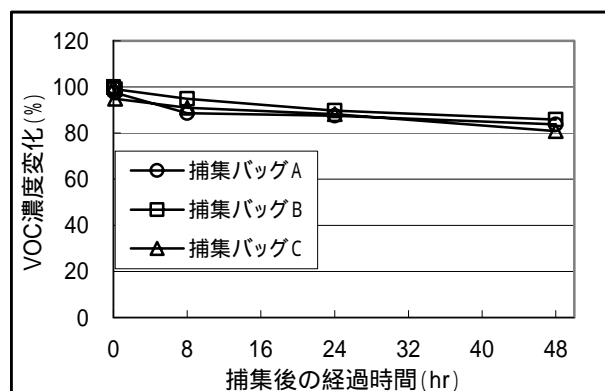
湿度0%



湿度30%



湿度60%



湿度80%

(注1) 調査対象物質

メタン、プロパン、シクロヘキサン、トルエン、m - キシレン、クロロベンゼン、メタノール、イソプロパノール、ホルムアルデヒド、アセトン、メチルエチルケトン、酢酸エチル、ジクロロメタン、トリクロロエチレン

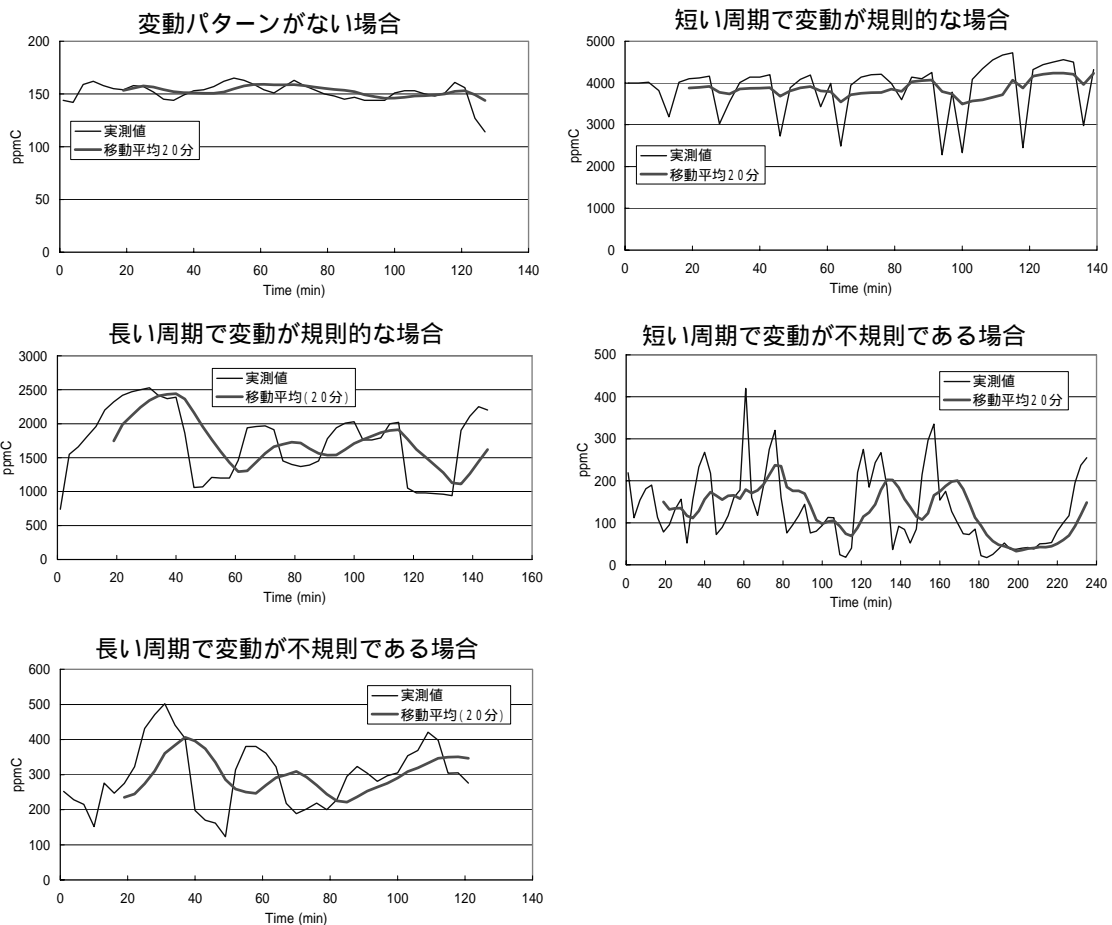
(注2) 捕集バッグの材質

捕集バッグA：ポリフッ化ビニル製  
 捕集バッグB：ポリエチレンテレフタレート製  
 捕集バッグC：ポリテトラフルオロエチレン製  
 捕集バッグD：アルミニウム製



## 試料採取時間に係る調査結果

VOCが排出される工程では、バッチ式の操作が行われるなど、常に平均的な濃度でVOCが排出されるとは限らない状況がある。そのため、実測調査によって得られた代表的なVOC排出パターンについて、サンプリングの平均化時間について検討を行った。



実測値は3分ごとの測定値を示す

移動平均は、前20分間の平均値を示す

## VOC のオゾン生成能に係る調査結果

### 1. 調査内容

日本国内の大気環境条件下でのシミュレーションを行い、個別 VOC 毎のオゾン生成能を計算した。具体的には、米国 EPA で MIR(Maximum Incremental Reactivity)の計算に使われているシミュレーションモデル SAPRC-99 を用いて、米国と同一の方法で MIR の算出を行った。

### 2. シミュレーションモデルの概要

SAPRC-99 は光化学反応モデルを含むボックスモデルであり、チャンバー実験を数値的に行うものである。VOC・NO<sub>x</sub>の初期濃度・排出量、気象条件等を設定し、基本となるケースに対して対象となる物質の排出量をわずかに増加させた際に、生成されるオゾンの変化量を計算し、両者の割合をもってオゾン生成能とするものである。

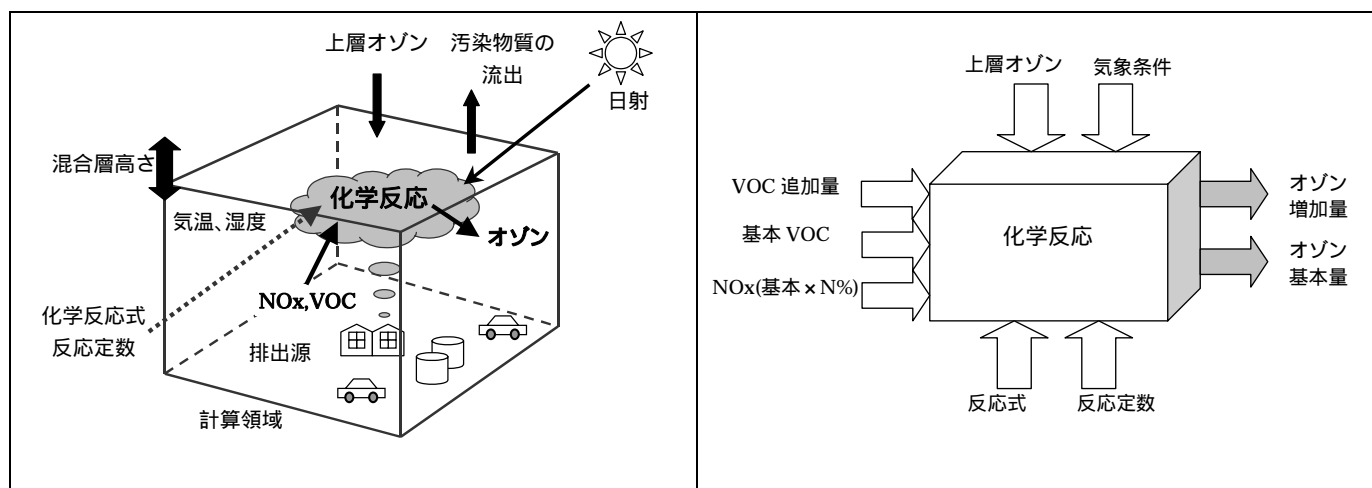


図 - 1 SAPRC-99 の計算イメージ

MIR の評価手順は以下のように NO<sub>x</sub> 濃度について感度解析を行い、基本ケースに追加した VOC に対するオゾンの最大増加割合を見るものとなっている。

- (1) 基本ケースに対して VOC/NO<sub>x</sub> 比が 4~40 となるよう、NO<sub>x</sub> 初期濃度および排出量を変化させ、それぞれのケースでボックス内の最大オゾン存在量を計算する。
- (2) 調査対象となる個別 VOC を、全ての VOC の初期濃度および排出量に対し 5%追加した上で、基本ケースと同様に NO<sub>x</sub> 初期濃度および排出量を変化させ、それぞれのケースでボックス内の最大オゾン存在量を計算する。
- (3) (1)と(2)のオゾン存在量の差を VOC/NO<sub>x</sub> 比ごとに求め、このうちの最大量を(2)の VOC 追加量で除した値が MIR となる。

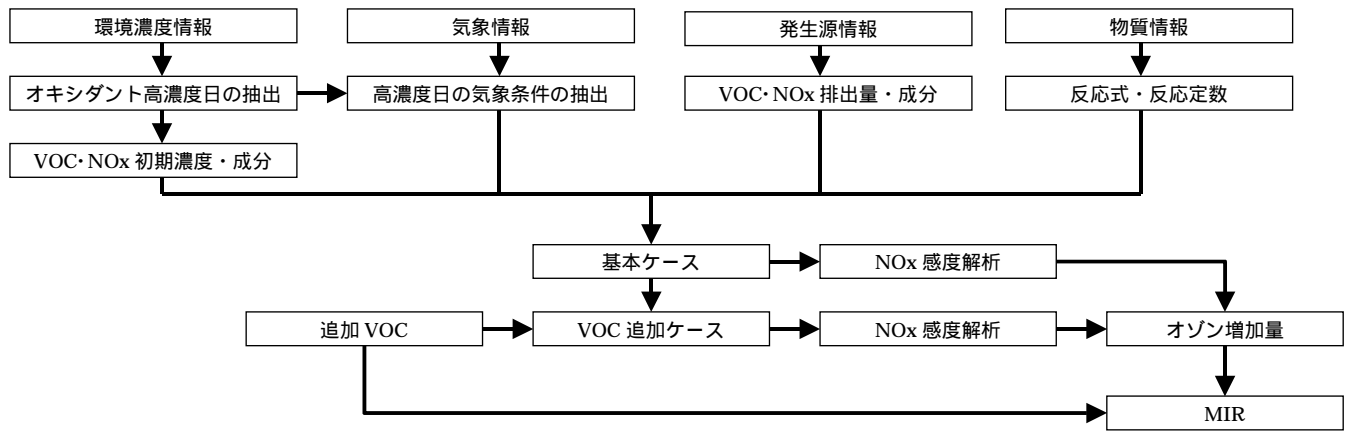


図 - 2 MIR の評価手順

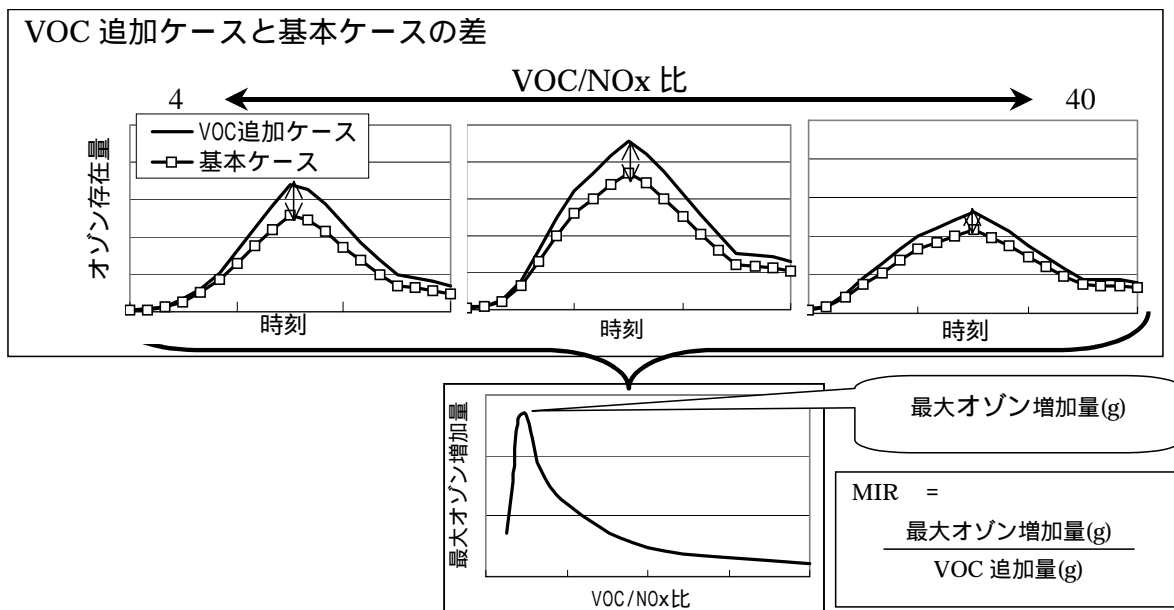


図 - 3 MIR の算出方法 (概念図)

### 3 . 計算結果

日本国内において関東地区及び関西地区を選定し、オゾン高濃度日を表すような環境条件・気象条件を定め、計算結果がオゾン高濃度をもたらすことを確認した上で基本ケースとし、個別 VOC について計算を行い、MIR を求めた。

計算対象とした VOC は、日本国内において排出量の多い代表的な VOC と、文献調査等から光化学反応性が低いと考えられる VOC であり、結果は表のとおりとなった。

計算結果として得られた日本国内における MIR は、図 - 4 に示すように、米国での MIR と類似したものとなった。

表 VOC のオゾン生成能調査結果

物 質	日本(関東・関西平均)		(参考)米 国	
	MIR	メタン比	MIR	メタン比
trans-2-ブテン	13.28	907.6	13.90	1,000.00
cis-2-ブテン	13.00	888.5	13.22	951.1
1,3,5-トリメチルベンゼン	12.54	857.3	11.22	807.2
m-キシレン	11.71	800.4	10.61	763.3
o-キシレン	7.45	509.5	7.48	538.1
トルエン	4.66	318.6	3.97	285.6
p-キシレン	4.04	275.9	4.24	305.0
エチルセロソルブ(エチルグリコール)	3.69	252.5	3.76	270.5
ブチルセロソルブ	2.34	160.2	2.88	207.2
メチルエチルケトン	2.10	143.5	1.48	106.5
シクロヘキサン	1.42	96.9	1.44	103.6
n-ペンタン	1.40	95.9	1.53	110.1
イソブタン	1.29	88.2	1.34	96.4
n-ブタン	1.25	85.5	1.32	95.0
n-ヘキサン	1.21	83.0	1.43	102.9
メタノール	1.10	75.3	0.69	49.6
酢酸エチル	0.60	41.0	0.64	46.0
トリクロロエチレン	0.59	40.2	0.60	43.2
アセトン	0.50	34.0	0.43	30.9
イソプロピルアルコール	0.47	32.2	0.71	51.1
デカン	0.46	31.4	0.81	58.3
ウンデカン	0.32	22.0	0.72	51.8
エタン	0.30	20.3	0.31	22.3
クロロエタン(塩化エチル)	0.25	17.1	0.25	18.0
酢酸 tert-ブチル	0.20	13.6	0.20	14.4
1,2-ジクロロエタン(二塩化エチレン)	0.106	7.3	0.098	7.1
ジクロロメタン	0.070	4.8	0.066	4.7
ギ酸メチル	0.067	4.6	0.064	4.6
1,1,2-トリクロロエタン	0.064	4.3	0.058	4.2
テトラクロロエチレン	0.046	3.2	0.040	2.9
エチレンオキシド(酸化エチレン)	0.045	3.1	0.044	3.2
クロロホルム	0.038	2.6	0.034	2.4
クロロメタン(塩化メチル)	0.036	2.5	0.034	2.4
メタン	0.0146	1.0	0.0139	1.0
HCFC-225ca	0.0058	0.4	-	-
HFC-43-10mee	0.0040	0.3	-	-
HCFC-22	0.0039	0.3	-	-
HCFC-142b	0.0035	0.2	-	-
HCFC-141b	0.0031	0.2	-	-
HCFC-225cb	0.0029	0.2	-	-
HCFC-124	0.0027	0.2	-	-

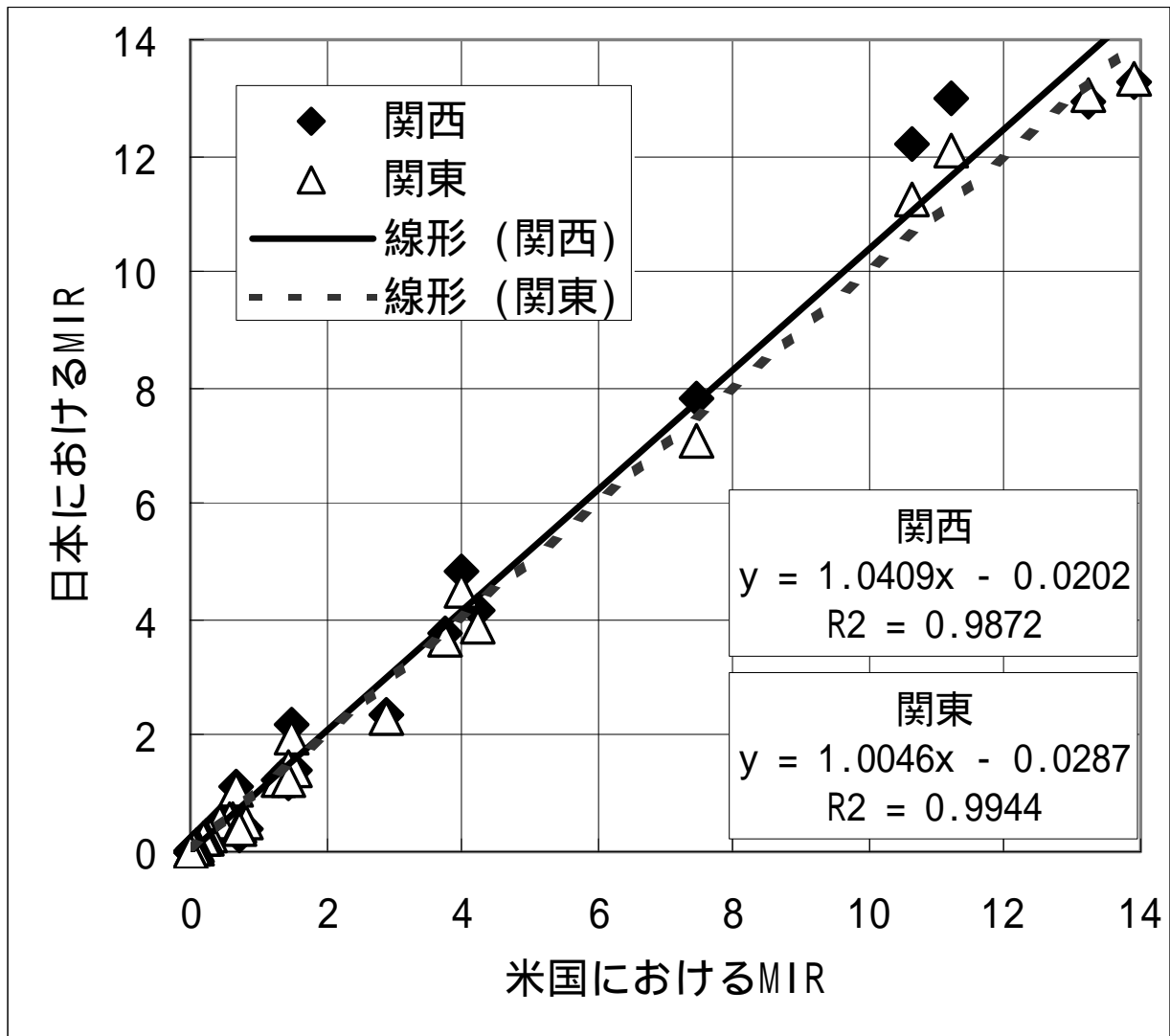


図 - 4 日本と米国のMIRの比較