

VOC 簡易測定技術について

1. 技術の概要

(1) VOC 測定技術について

- VOC 測定方法は、VOC の個々の成分の濃度を測定する方法と、全 VOC 濃度を包括的に測定する方法の 2 つに分類される。
- 前者は、労働安全衛生法（作業環境測定基準）により VOC の個々の成分ごとに測定法が定められている。
 - アルデヒド系は DNPH（ジニトロフェニルヒドラジン）-HPLC、その他は GC-MS。
- 後者は、大気汚染防止法改正に伴い、環境省告示で測定法が定められている（公定法）。

(2) 公定法について

- 環境省が定める VOC 濃度の測定法（公定法）は、排出される VOC の種類が多種に及ぶことから個別の物質ごとに測るのではなく、炭素数として包括的に測定するよう定められている（参考資料 2）。
 - 得られる濃度は炭素換算の ppm 値(ppmC)という単位で表記される。
- 公定法に対応する測定方法は、水素炎イオン化検出分析計（FID）法と、触媒酸化-非分散赤外線吸収分析計（NDIR）法の 2 種類である。
- これらの原理を用いた VOC 測定器は、各メーカーから販売されているが、一般的に価格が百数十万円以上と高額である。また、通常、サンプルをバッグで捕集した後、運搬して分析計にかけるため、オンサイトで結果を知ることはできず、その分の時間がかかる。

① 水素炎イオン化検出分析計（FID: Flame Ionization Detector）法

- VOC を水素炎中で燃焼させ二酸化炭素に変換した後イオン化させ、その電流値から VOC 濃度を測定する方法。

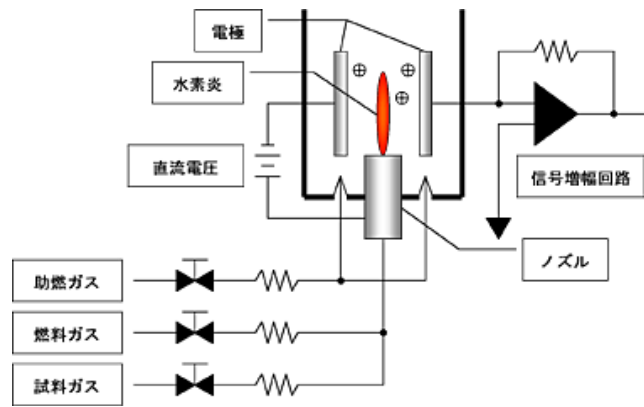


表 1 FID 方式測定原理 (株式会社堀場製作所 HP より引用)

② 触媒酸化—非分散赤外線吸収分析計（NDIR）法

- VOC を触媒により酸化させて二酸化炭素にし、非分散型赤外線検出器 NDIR（Non Dispersive Infra Red）で測定する方法。

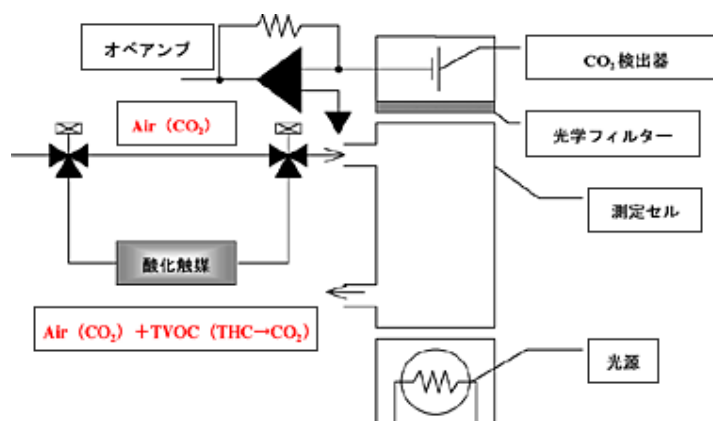


表 2 酸化触媒+NDIR 方式測定原理（株式会社堀場製作所 HP より引用）

(3) 簡易測定技術について

- 公定法で定められた測定方法は、規制のための測定方法であり、コストが高く手間もかかる。そのため、規制対象外の中小事業所が行う自主的取り組みにおいては、より低価格で簡易な測定機器が求められる。
- 公定法以外の VOC 測定方法は、大きく分けて以下の 3 方法に分類される。いずれの測定方法も、公定法と比較して安価で測定方法も簡易であるが、VOC の成分により感度に差があるなどの課題もある。

- ① 光イオン化検出器（PID）を用いる方法
- ② 半導体、高分子膜等のセンサーを用いる方法
- ③ 検知管を用いる方法

- 市販されている VOC 簡易測定器の多くは、VOC を包括的に測定している機器でも、公定法での測定単位である ppmC で測定している機器は少なく、測定結果を管理レベルとして使用する場合は問題ないが、排出規制値と比較するなどの場合は定期的に公定法の測定器による測定結果と比較（クロスチェック）する必要がある。

2. VOC 簡易測定技術の詳細

(1) 各技術例

① 光イオン化検出器 (PID: Photo-Ionization Detector) を用いる方法

- 試料ガスに紫外線を照射し、VOC をイオン化して生じる電流値を測定する方法。
- VOC を包括的に測定する方法であるが、公定法と比べ VOC の成分によって感度に差がある。気体構成成分に大きな変化がなければ、相対感度の測定には使用可能である(公定法による校正が必要)¹。
- 多くの製品が発売されていて、ハンディタイプも多い。

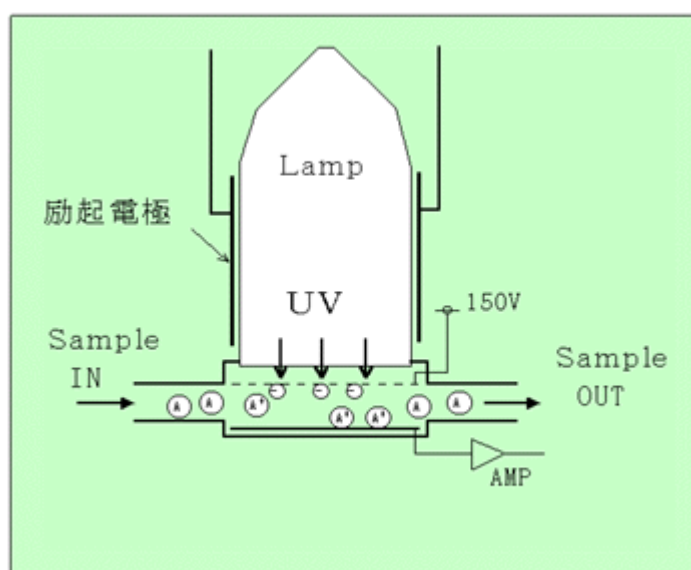


表 3 光イオン化検出器 (PID) の構成例

(横河電機株式会社 HP より引用)



表 4 光イオン化検出法 VOC 測定器 PGM7600

(横河電機株式会社 HP より引用)

¹ 資源環境対策 2005 7月号 「新しいVOCの測定方法」 参照

② センサーを用いる方法

- 各種センサーを用いて VOC を測定する方法。センサーの原理は(a)半導体を用いているもの、(b)高分子膜を用いているもの等が使われている。
- VOC 以外のガス成分にも感度を示す場合があるが、成分構成に大きな変化がなければ、相対強度を把握することはできる（公定法による校正が必要）。¹

(a) 半導体センサ

- 半導体に接触する空気中の VOC による、半導体の電気抵抗値の変動により VOC 濃度を測定する方法。
- 室内環境レベルの VOC ガスをパッシブサンプリングにより測定するハンディ型 TVOC 計測器が販売されている。また、ガスクロマトグラフ法と組み合わせて、個別の VOC 成分を測定可能な計測器も販売されている。



表 5 半導体検出器法 VOC 測定器 FTVR-01

(フィガロ技研株式会社 HP より引用)

(b) 干渉増幅反射法 (IER 法)

- VOC を吸収した高分子薄膜の膨潤による、膜厚と屈折率の変化を用いて VOC 濃度を測定する方法。
- ハンディ型 VOC センサーや設置型 VOC モニターなどが販売されている。

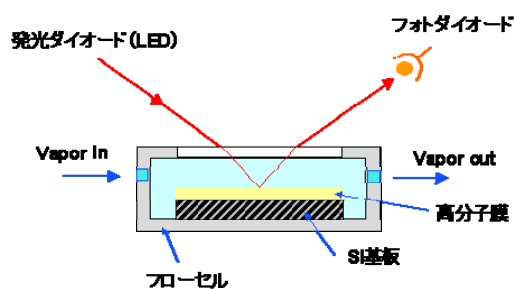


表 6 IER 法 VOC センサーの構成図
(有限会社オー・エス・ピーHP より引用)



表 7 IER 法 VOC 測定器 VOC101H
(有限会社オー・エス・ピーHP より引用)

③ 検知管を用いる方法

- 検知管は VOC 全体を計測するものではなく、VOC をはじめ特定の気体成分を測定するものである。
- 公定法の NDIR 法と同様に、触媒を用いて VOC 全成分を二酸化炭素へと酸化させ、その濃度を検知管で測定する方法が開発されている（触媒酸化 - 検知管法）。
- VOC の包括的な測定が可能であるが、①や②のハンディ型の簡易測定器と比べて測定に時間がかかる。また、測定精度にも限界がある。



表 8 触媒酸化-検知管法 VOC 測定器 VOC-1 (光明理化工業)

(2) VOC 簡易測定技術のニーズ

- 各省庁において VOC 対策がなされており、VOC を排出する事業所や公共機関、一般家庭など様々な場所で、VOC 簡易測定技術に対するニーズがあると考えられる（資料 2-4 参照）。特に大気汚染防止法改正に伴う VOC 排出削減目標達成のための自主的取り組みの対象となる事業所は多く、これら事業所での VOC 簡易測定機器の導入が望まれる。

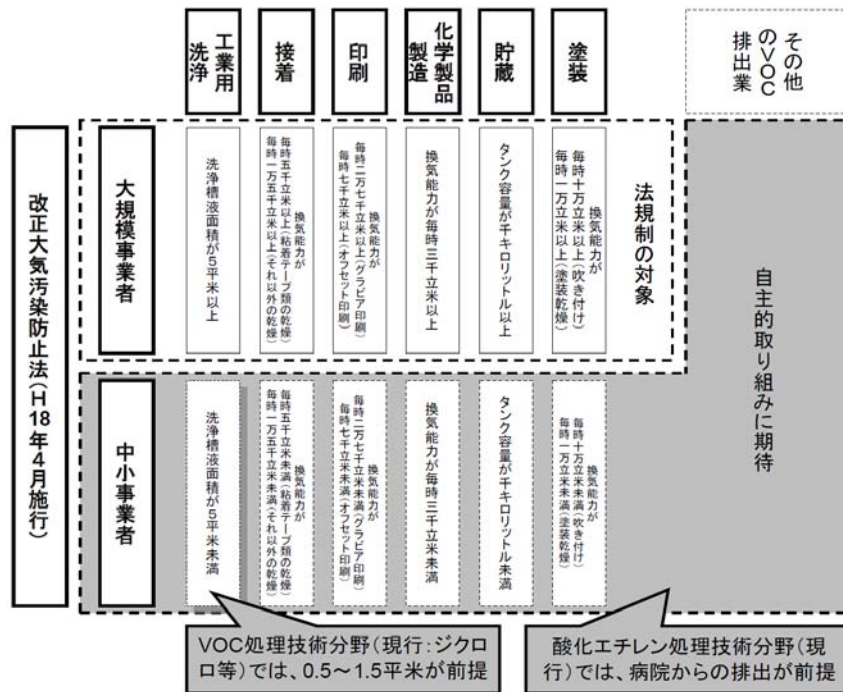


表 9 改正大気汚染防止法における「自主的取り組み」の位置づけ
(H17 第 3 回 VOC 処理技術ワーキンググループ 資料 5 より引用)

- また、一部の自治体では、独自の VOC 関連規制を行っているため（表 10）、各規制条例の対象とする施設においても VOC 簡易測定技術に対するニーズがあると考えられる。

表 10 改正大気汚染防止法における「自主的取り組み」の位置づけ
(H17 第 3 回 VOC 処理技術ワーキンググループ 資料 5 参照)

法令名・施行年	VOC の定義	対象施設
埼玉県 「埼玉県生活環境保全条例」 2002 年(2003 年一部改正:ディーゼル車の運行禁止)	①原油、ガソリン及びナフサ ②単一物質であって、1 気圧の状態で沸点が 150℃以下であるもの ③混合物であって、1 気圧の状態で留出物が 5%の時の温度が 150℃以下の揮発性物質	○貯蔵用屋外タンク(500kl 以上) ○給油用地下タンク(27kl 以上) ○出荷用ローディングアーム(1,000kl 以上) ○ドライクリーニング施設 (洗濯機の洗濯定格能力 23kg 以上) ○炭化水素類等の製品を製造する施設でろ過、混合、攪拌又は過熱をする施設(定格容量が 180l 以上) ○使用施設(塗装、印刷、接着施設等で使用量が ⁵ 500kg/日以上等の事業場等)
東京都 「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」 1972 年(2000 年追加、2008 年改正予定:CO ₂ 排出量削減と排出権取引について)	①燃焼用揮発油 ②有害ガス(ベンゼン、トルエン、キシレン、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、メタノール、など 42 物質を特定)	○貯蔵施設(有機溶剤 5kl 以上、燃料用揮発油 5kl 以上、燃料用揮発油・灯油・軽油のすべての合計 50kl 以上) ○出荷施設(燃料用揮発油 50kl 以上) ○有害ガス取扱施設(印刷・製本工場、塗料・染料・絵具吹付け工場、ドライクリーニング工場、ガソリンスタンド等)
神奈川県 「神奈川県生活環境の保全等に関する条例」 1978 年(2008 年一部改正:廃棄物の規定、水質・排水の調査の公定法)	①原油 ②揮発油 ③ナフサ ④ジェット燃料	次の施設に搬入するタンクローリー車 ・貯蔵施設(容量が ¹ 1,000kl 以上) ・出荷施設(揮発油をタンク車、タンクローリーに給油する油槽所又は製油所に設置される施設で貯蔵容量が 1,000kl 以上) ・給油施設(貯蔵容量の合計が ⁶ 30kl 以上)
愛知県 「愛知県公害防止条例」 1976 年(2003 年改正:ばい煙発生施設と炭化水素系物質発生施設の規定追加と排出口濃度規制基準策定)	①原油 ②ガソリン ③ナフサ ④農耕用燃料油 ⑤ジェット燃料油 ⑥有機溶剤(石油系炭化水素、ハロゲン化炭化水素、アルデヒド類、ケトン類及びアルコール類)	○貯蔵施設(1,000kl 以上) ○ガソリンスタンドに設置されるガソリンの貯蔵施設 (貯蔵能力の合計 40kl 以上)

<p>三重県</p> <p>「三重県生活環境の保全に関する条例」</p> <p>1974年</p>	<p>①原油</p> <p>②揮発油</p> <p>③ナフサ</p> <p>④ジェット燃料</p> <p>⑤有機化学物質の製造用に供する有機溶剤</p> <p>(1気圧の状態における沸点が摂氏150℃以下のもの)</p>	<p>○貯蔵施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・貯蔵能力が5,000kl以上の施設 ・有機溶剤を貯蔵する施設で、貯蔵能力が50kl以上のもの(圧力式除く)
<p>大阪府</p> <p>「大阪府生活環境の保全等に関する条例」</p> <p>1994年(2006年一部改正:アスベスト飛散防止)</p>	<p>1)単一物質で、1気圧の状態では沸点が150℃以下</p> <p>2)単一成分でないもので、1気圧の状態では留出量が5%の時の温度が100℃以下</p>	<p>○貯蔵施設(50kl以上)</p> <p>○出荷施設(燃料用ガソリンをタンクローリーに積み込むもの)</p> <p>○燃料小売業に供する地下タンク(貯蔵容量が合計30kl以上)</p> <p>○ドライクリーニング施設</p> <p>(洗濯能力1回当たり30kg以上)</p> <p>○溶剤洗浄施設(洗浄槽の液面積0.5m²以上)</p> <p>○製造施設(容量が200l以上)</p> <p>○製造に係る塗装施設</p> <p>(排風機の能力が100立方メートル/分)</p> <p>○印刷施設(排風機の能力が10立方メートル/分)</p> <p>○接着乾燥施設(排風機の能力が10立方メートル/分)</p>
<p>大分県</p> <p>「大分県生活環境保全等に関する条例」</p> <p>2001年(2006年改正案作成:アスベストに関する規制強化(予定))</p>	<p>①原油、揮発油、ナフサ、ジェット燃料</p> <p>(1気圧の状態において留出量が5%の時の温度が100℃以下)</p> <p>②有機溶剤(単一成分ではないものにあつては1気圧の状態において留出量が5%の時の温度が100℃以下であるもの及び単一成分であるものにあつては1気圧の状態において沸点が100℃以下であるもの。</p>	<p>○貯蔵施設(容量が1,000kl以上)</p> <p>○出荷施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・揮発油をタンクローリーに給油する油槽所、製油所に設置される出荷施設
<p>横浜市</p> <p>「横浜市生活環境の保全等に関する条例」</p> <p>2003年</p>	<p>①原油</p> <p>②揮発油</p> <p>③ナフサ</p> <p>④ジェット燃料</p>	<p>次の施設に搬入するタンクローリー車</p> <ul style="list-style-type: none"> ・貯蔵施設(容量が1,000kl以上) ・出荷施設(揮発油をタンク車、タンクローリーに給油する油槽所及び製油所に設置される施設で貯蔵容量が1,000kl以上) ・給油施設(貯蔵容量の合計が30kl以上)

- その他、事業所が VOC の簡易測定を定期的に行うことで、作業環境の改善、環境情報の透明化による CSR の確保、化学物質管理の進展、悪臭の防止等、企業の環境配慮経営をより促進させることが可能であることから、事業所の積極的な VOC 簡易測定器導入が考えられる。

(3) 実証の必要性

- 中小事業者が自らの排出量を正確に把握し、最適な排出防止策を自主的に講じることができるよう、また作業環境や室内環境を安全に保てるよう、小型で簡便かつ安価な VOC 測定器の普及が必要である。
- これら簡易型の測定器は多くのメーカーから多様な機種が販売されているが、その精度、操作性、解析に要するコスト等の客観的なデータは提供されていない。

以上