

# すぐにできる VOC対策

塗装で取り組むVOC削減の手引き



## 目次

VOC削減が求められています!.....	2
VOC対策の目的	
VOC削減のメリットや改善効果	
今、あなたの工場でVOCをどれくらい使っていますか?.....	3
VOC排出量を調べてみましょう	
低VOC(代替)塗料の使用.....	4
塗料の選定	
低VOC塗料への変換について	
すぐできるVOC対策.....	5~6
ムダはないですか? 見直しのポイント	
自主的取組による削減のための提案	
塗着効率の向上 — 高塗着効率へのチャレンジ.....	7~8
塗着効率と塗料使用量削減の関係	
塗装条件の最適化	
塗着効率を向上させる塗装機	
ロボット化の効果	
処理装置の導入.....	9
処理方法について	
処理装置導入促進のための技術開発について	
処理装置導入のための低利融資について	
参考資料・問い合わせ先.....	10

# VOC削減が求められています!

VOCとは、揮発性有機化合物のことで、塗装で用いられる塗料、洗浄するときの溶剤等に含まれます。

## VOC対策の目的

VOC (volatile organic compoundsの略)とは、蒸発しやすく大気中で気体となる有機化合物の総称で、**浮遊粒子状物質や光化学スモッグの原因物質**の一つです。昭和40年代に「光化学スモッグ」が社会問題となりましたが、近年再び増加の傾向にあります。このため、大気汚染防止法が改正され、VOCの排出規制が開始されました。VOC対策は、この法律による**規制と事業者の自主的取組の組み合わせ(ベストミックス)**で、平成22年度までに工場等の固定発生源からのVOCの排出総量を、平成12年度と比較して、3割程度削減することを目標としています。



平成15年9月3日(スモッグが発生した様子)



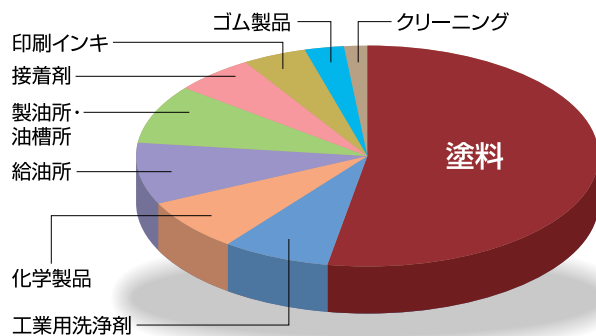
平成15年9月4日(通常の空の様子)

VOCは塗料等に溶剤として含まれるトルエン、キシレン、酢酸エチルなど、主なもので約200種類があり、工業用洗浄、印刷、接着、化学工業等様々な分野で排出されていますが、**塗装関係が全体の排出量のほぼ半分**を占めています。

VOC排出削減の目標を達成するためには、法律による規制だけでなく、法規制の対象となっていない塗装施設や作業でも、VOCの排出を削減するための自主的取組が是非とも必要です。

## 全国のVOC排出量の発生源別構成比

(平成12年の推計※)※現在排出量(推計値)については見直しを行っています。



出典:環境省

## VOC削減のメリットや改善効果

### 作業環境の改善!!

塗料の使用量や飛散量が減ることで、大気中のVOC排出量が低減します。その結果、**作業環境の改善につながります(従業員の健康面でもメリットあり!)**。

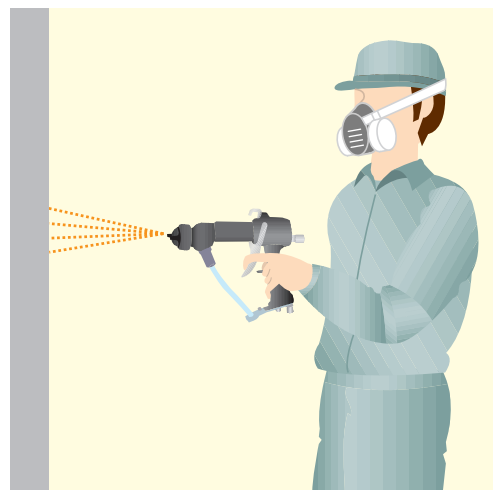
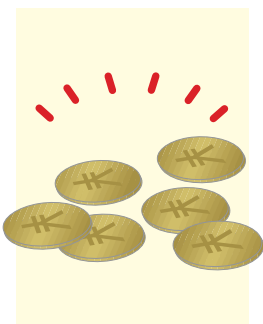
さらに、塗料の飛散量が少ないと**清掃コストや産業廃棄物処理コスト**が削減されます。

### ムダの削減・利益アップ!!

対策を行う→塗料や溶剤の使用量削減→**ムダがなくなり(コスト削減)、利益が向上します(お金をかけないでできる対策はいろいろあります)**。

※削減方法の改善で、**塗料・溶剤の使用量を20%削減した事例(工業部品)あり!**

さらに、環境対策をしている企業であるということアピールできたり、企業イメージ向上につながります。





# 今、あなたの工場でVOCをどれくらい使っていますか？

## VOC排出量を調べてみましょう

VOCの排出量（塗料中の溶剤分及びシンナー）を知ることで、削減効果（同時にムダやコスト削減）がより明確になります。まず、作業現場での排出状況を知るため、月単位の原材料（塗料、シンナー）購入量と在庫量からスタートしましょう。排出量を知るための簡便な方法は次のとおりです。

### (1) 溶剤系塗料の場合

使用塗料中のVOC量とシンナー量から調べます。

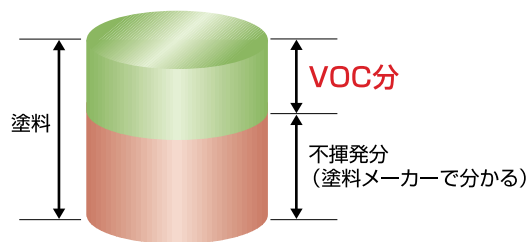
#### ① 塗料

月単位の使用量を計算し（式1）、不揮発分（%）を塗料メーカーに確認し、使用量に乗じて下さい（式2）。

$$\text{式1} \triangleright \text{使用量} = (\text{前月末在庫量} + \text{当月購入量}) - \text{当月末在庫量}$$

$$\text{式2} \triangleright \text{不揮発量} = \text{使用量} \times \text{不揮発分}(\%)$$

$$\text{溶剤系塗料からのVOC排出量(揮発分)} = \text{使用量} - \text{不揮発量}$$



#### ② シンナー

月単位の使用量を計算します（塗料の場合の式1と同じ）。表示がkg（重量）の場合はそのまま、リットル（容量）で表示がされている場合は比重をメーカーに確認し、使用量に乗じて下さい（式3）。

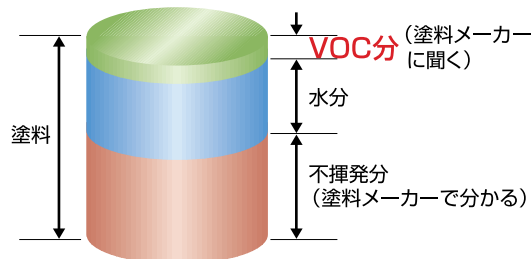
$$\text{式3} \triangleright \text{シンナーからのVOC排出量} = \text{使用量} \times \alpha$$

※ $\alpha$ はkgの場合は「1」、リットルの場合は「比重」

### (2) 水系塗料の場合

月単位の使用量を計算します（塗料の場合の式1と同じ）。揮発分は水と溶剤で構成されているので、溶剤含有率（揮発分）（%）を塗料メーカーに確認します。なお、希釈剤としてシンナーを使用している場合は、溶剤系塗料のシンナーと同様に計算します（式3）。

$$\text{水系塗料からのVOC排出量(揮発分)} = \text{使用量} \times \text{揮発分}(\%)$$



★塗料とシンナーそれぞれの排出量を合計すると、1ヵ月のVOC排出量となります。毎月の排出量の比較を行ったり、1年後の削減目標を決めるなどしてみましょう。

★目安として、まず20%減らしてみましょう（可能なら30%を目標にするといいいですが、できる範囲で減らすことが大事です）。

より正確に排出量を把握したい場合は、VOC含有率や産業廃棄物としての処分量も含めて計算します。なお、詳しい計算方法も公表されています。

#### ◆東京工業塗装協同組合

<http://www.d4.dion.ne.jp/~tktk/>（化学物質管理マニュアル〈経済産業省へリンク〉）

#### ◆社団法人産業環境管理協会

<http://www.jemai.or.jp/japanese/tech/voc/pdf/sankou10.pdf>

（VOC排出抑制の手引き 参考資料〈経済産業省の受託事業〉）

# 低VOC (代替) 塗料の使用

## ▶ 塗料の選定

作業面 (日常の管理や塗着効率の向上など) 以外では、使用する塗料によってもVOC排出量は違います。そのため、塗料を選定する時は、**低VOC塗料**を使用しましょう。**低VOC塗料**とは、塗料中に含有するVOCである**有機溶剤が少ない塗料タイプ**のことです。

### ■ VOC排出量

溶剤系

ノンソル系・ハイソリッド系

粉体系・水系

※塗料は発注元指定のものを使用しなければならない場合もありますが、国や自治体などはグリーン購入の一環として、製品や塗装について塗料中のVOC含有率の基準を設けています (低VOC塗料を使用することを求めています)。

塗料の種類	VOC含有率	VOCの組成	塗装時の希釈率	塗装方法
粉体系	0.5%以下	焼付硬化時の非反応性物質	0%	静電
水系	7%以下	アルコール系他	0%	刷毛、ローラー、吹付け、静電、電着
ノンソル系	1%以下	不純物としての低分子量	0%	コテ、ヘラ、レーキ他
ハイソリッド系	30%以下	炭化水素系他	5%以下	吹付け、静電
溶剤系	30~60%	炭化水素系他	8~46%	刷毛、ローラー、吹付け、静電

## ▶ 低VOC塗料への変換について

低VOC塗料への変換には、次のステップにより作業性、仕上がりに性や塗膜性能の確認を忘れないで下さい。

- 1 VOC削減量及び比率の目標を決める。
- 2 塗装塗膜の要求品質の見直し確認をする。(光沢、塗膜の硬さ、耐薬品性、耐候性能など)
- 3 候補塗料タイプのVOC量と希釈シンナー量の比較をする。(塗料種類、低VOC塗料タイプ)
- 4 塗料作業性、外観仕上り性の確認テストをする。
- 5 VOC削減量及び比較の検証をする。
- 6 設備の変更や改善をする。
- 7 本番実施をし、総合評価をする。(外観仕上り性、安全性、経済性など)

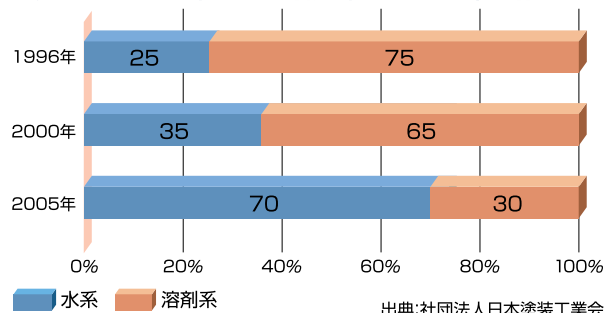
## 建築塗装工事での水系塗料の割合がここまで高くなりました

社団法人日本塗装工業会 (以下「日塗装」という) の統計では、建築塗装工事の約3/4が塗り替え工事で、塗り替え工事は生活する場での塗装が中心です。

近年、生活者の視点は環境問題や健康問題に向いており、使用される塗料への関心はますます高まっています。そのため、日塗装では戸建て住宅塗り替えに関して「戸建て住宅リフォームサービスシステム」を運営し、施工マニュアルを標準化していますが、この中では使用塗料は水系塗料を主体としています。

そして、溶剤系塗料を使用することが多かった外壁塗装では、水系化が進んでいます。

### ■ 外壁塗装の水系塗料と溶剤系塗料の比率の推移





# すぐできるVOC対策

## ムダはないですか？ 見直しのポイント

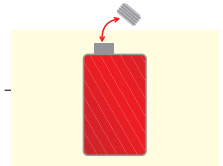
- 噴霧塗装は「もったいない」ことをしています。つまり、使えるものを捨てている（半分以上捨てている）といってもいい場合があります。
- 洗浄時も重要です。塗装時よりVOCが多くなっていることもあります。
- 作業現場でのVOCの蒸発や漏れを見逃している場合があります。

### どれくらいムダがあるか、チェックしてみましょう。

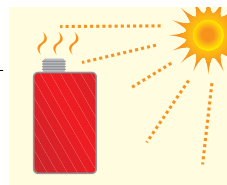
#### 日常管理でのチェックポイント

塗料の保管方法など適切か確認しましょう。日常の管理の見直しは簡単にできて、VOC削減対象にとっても有効です。

容器（塗料・希釈剤、洗浄等に使用したウエス）にふたをする（揮発させない）

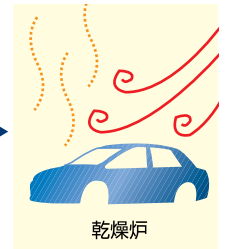
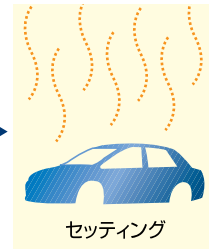
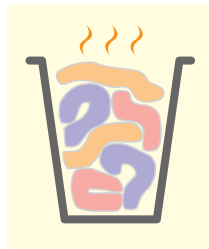
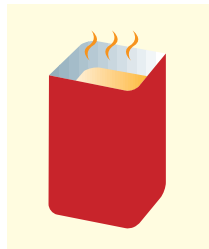


密閉化や覆いをする



容器を高温の場所（ボイラーの横など）に置かない（保管場所の温度管理）

#### 工場内でのVOC発生源



#### 作業でのチェックポイント

塗装や洗浄などの作業でも見直しできるポイントはたくさんあります。手間やコストを掛けずにでき、かつ、効果が大きいものもあります。

スプレー作業（距離・吐出量・角度・空気圧）の改善の余地の検討  
→ 塗着効率向上については7ページ参照

スプレーガンのタイプを変更できないか（高効率ガン）  
→ スプレーガンの種類については8ページ参照

適正な希釈率管理により、塗装必要量の希釈調合（被塗物に対する希釈塗料量の設定）

次ページに続く

## 作業でのチェックポイント

- 調色や色替え時の見直し（色替えロス削減のため少ない洗浄、カップガンや重量式タンク、クイックカラーチェンジバルブの採用）
- 塗料の供給配管の長さや太さ、材質を変えられないか（テフロン等の塗料ホースの材質や配管が長すぎないか）
- 洗浄溶剤の回収と洗浄方法（洗浄後のタイムリーな少量対策によるリサイクル）
- 塗装ブースの風速は強すぎないか（塗装ロスの少ないブース吸引力）

## 管理面でのチェックポイント

- 適正なスペックの選定（受発注段階での塗装レベル調整）
- 材料手配でのロスをなくす（使用塗料量の把握・生産調整によるオーバーストック回避）
- 作業場の整理整頓（不要なものはないか）、清掃がされているか（不良率の防止や安全管理）

## 潜在不良をなくすためのチェックポイント

- 被塗物の表面洗浄（前工程からの持ち込み不良因子の排除）
- 作業者の防塵服着用（塵埃やはね返りによるオーバースプレーダストの排除）
- 設備機器のメンテナンス（定期的な点検・清掃の実施）

## ▶ 自主的取組による削減のための提案

- 塗装ブースに頼らない塗装方法の選択（VOCのみの回収）  
『噴霧塗装 → 接触塗装 → 浸せき塗装』
- 自社分析による環境によい投資効果  
『エコ塗装による実利メリット』
- 決め手となる塗着効率の改善  
『微粒化とつきまわり性のよい高効率ガンの採用』→高効率ガンについては8ページ参照
- 脱VOCによる塗装コストダウン  
『購入から廃棄までの把握（ライフサイクルアセスメント（LCA））による塗料類の見直し』  
→低VOC塗料については4ページ参照

# ▶▶ 塗着効率の向上 — 高塗着効率へのチャレンジ

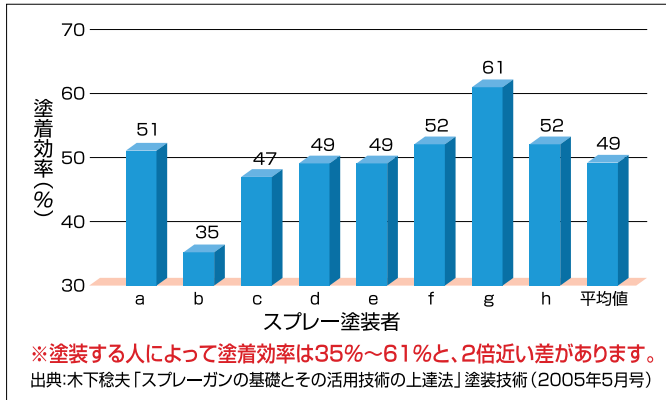
## ▶▶ 塗着効率と塗料使用量削減の関係

塗着効率の向上は

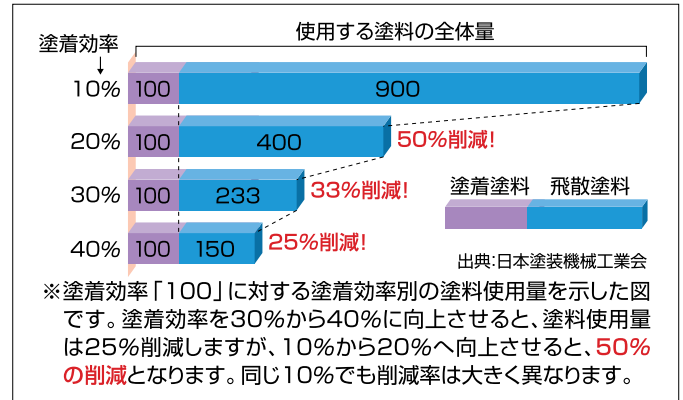
- ①VOC削減 ②コスト削減(塗料購入量、設備メンテナンス費) ③廃棄物削減(塗料スラッジ)

につながり、もとの塗着効率が低いほど、削減効果は大きくなります。

### ■ 作業者による塗着効率の違い



### ■ 塗着効率別の飛散塗料(VOCとロス分)の関係



## ▶▶ 塗装条件の最適化

### ● 今の塗り方を見直してみましょう

各塗装条件の最適化を図ることで、塗着効率の向上が得られます。

### ■ 塗装条件と塗着効率の変化

	塗装条件	塗着効率の変化	塗料削減率
①	スプレー角度を塗装面に対し垂直にする	角度45°で塗着効率50%程度の場合、90°(面直)にすると、70%以上へアップすることが望める。 	30%以上
②	パターン幅を狭くする	幅150mmで塗着効率60%程度の場合、80mmにすると、75%以上へアップすることが望める。 	20%以上
③	霧化エア圧を低くする	0.3MPaで塗着効率60%程度の場合、0.2MPaにすると、70%以上へアップすることが望める。	15%以上
④	スプレー距離を近づけ、一定に保つ	距離300mmで塗着効率70%程度の場合、200mmにすると、80%程度へアップすることが望める。 	12%以上

※上記塗着効率の数値は、静電塗装機を使用し塗装条件を変更した状態を示します。  
※上記数値は効果の一例であり、被塗物、塗料や塗装環境などにより異なります。  
※仕上り品質に影響が生じない範囲で塗装条件を調整します。

出典: 日本塗装機械工業会



## ▶▶ 塗着効率を向上させる塗装機

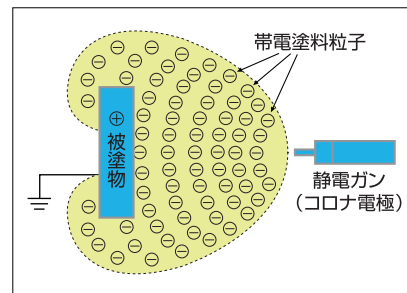
塗着効率を向上させる方法のひとつとして、静電気の力を利用した静電塗装機が効果的です。スプレーガンで塗着効率30%程度の場合、静電塗装機（静電ガン）に変更すると、**50%程度へアップ**することが望めます。また、塗料の削減量は40%で、大きな効果があります。

### ● 静電塗装システムについて

静電塗装システムは、スプレーガン（静電ガン）を取り替える以外に、静電気を制御するコントローラと接続ケーブルが必要となります。



出典: 日本塗装機械工業会



出典: 日本塗装機械工業会

## スプレーガンの種類と塗着効率

スプレーガンによって塗着効率が異なるため、例えばエアスプレーガンからエアレススプレーガンなどへの選定見直しを検討することも効果的です。

### ■ スプレーガンの分類

エアスプレーガン  
被塗物に対して万能タイプ

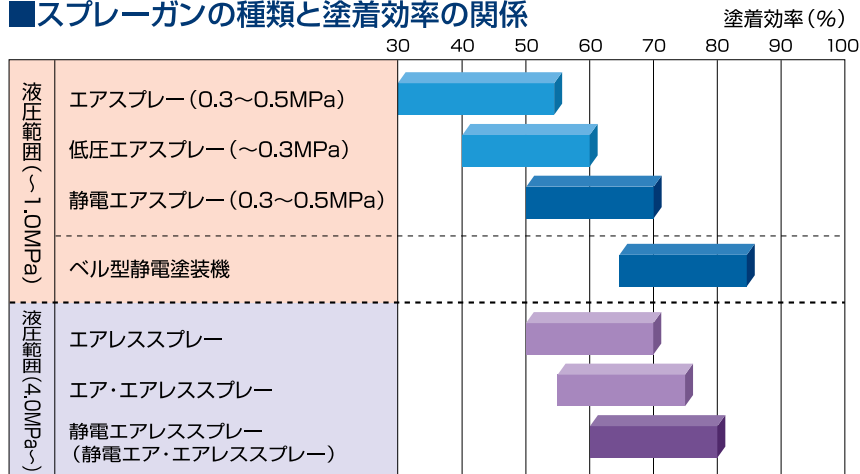


用途別エアスプレーガン  
少量スプレータイプやパターン小タイプなど、被塗物に合わせ、最適な機能を付加したタイプ



静電エアスプレーガン

### ■ スプレーガンの種類と塗着効率の関係



※ ( ) 内数値は霧化するエア圧力を示します。  
 ※ 塗装品目、形状、塗装条件により塗着効率の数値は変わります。  
 ※ 塗膜の仕上がり要求を満たす塗装機を選ぶ必要があります。  
 ※ 塗料の種類により塗装機を選ぶ必要があります。

出典: 日本塗装機械工業会

## ▶▶ ロボット化の効果

ロボット化は、品質の安定化、省人化、作業環境の安全の他に、塗着効率向上のメリットがあります。



出典: 日本塗装機械工業会

## 具体的な効果の紹介

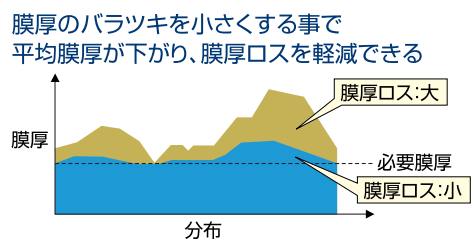
① ロボット塗装は、複雑な形状のワークに対して面直塗装ができ、塗膜厚を均一にコントロールできます。そのため、仕上がり品質と塗料使用量の削減を両立することが可能です。

### ＜ロボット塗装事例＞



出典: 日本塗装機械工業会

### ＜ロボット塗装による膜厚分布データ＞



出典: 日本塗装機械工業会

② 高い塗着効率が期待できるベル型静電塗装機の活用も行き、塗着効率を向上させるシステムとして効果的です。



出典: 日本塗装機械工業会



## 処理装置の導入

塗着効率の向上や低VOC塗料の使用などの対策も有効ですが、導入コストや設置スペースなどが必要となり、塗装ブースや乾燥炉からの排出ガスを処理するための処理装置の導入も効果的です。一般的な処理方法、支援策（技術開発、低利融資）について紹介します。



### 処理方法について

処理方法	導入できる工程	処理方法の特徴
直接燃焼法	セッティング、乾燥	650～800℃で処理を行う方法で処理効率が高く、高濃度（1,000ppm以上）のVOCに適しています。ランニングコスト（燃料費）がかかります。
触媒燃焼法	セッティング、乾燥	触媒を用いて、200～350℃の低温で処理を行います。処理効率も高く、燃料費も直接燃焼法より低く抑えられますが、触媒の劣化が分かりにくいなどの点があります。
活性炭吸着法	塗装、セッティング、乾燥	処理（回収）能力は90%以上ですが、活性炭の定期的な交換が必要です。VOC対策とともに <b>悪臭対策</b> も兼ねることができます。
生物処理法	塗装	燃焼法や活性炭吸着法に比べ、処理効率は高くありませんが、コスト（イニシャル、ランニング）を低く抑えられます。



### 処理装置導入促進のための技術開発について

処理装置は大型で、除去効率が高い一方で、高額なものが一般的です。そのため、中小企業などでも導入が進むように、一定程度の除去効率があり、省スペースで購入可能な価格帯にとどめた装置の開発や販売がされています。また、環境省では、平成15年度よりベンチャー企業等が開発した環境技術の普及促進を図るため「環境技術実証モデル事業」を実施しています。

#### ●環境技術実証モデル事業とは…

すでに適用段階にあり、有用と思われる先進的環境技術でも客観的な評価がされていないため、使用されず、普及が進んでいない技術を、第三者機関（自治体等）が実証する事業です。中小事業所向けVOC処理技術（分解、回収等）も対象となっています。



### 処理装置導入のための低利融資について

中小企業金融公庫、国民生活金融公庫、沖縄振興開発金融公庫、日本政策投資銀行では、対象となる除去設備※の設置または運転資金について低利融資を行っています。また、独自に融資制度を設けている自治体や、エコアクション等の第三者認証を取得している企業、環境保全に取り組んでいる企業を対象にした特別（低利）融資を行っている金融機関もあります。最寄りの自治体や金融機関にお問い合わせ下さい。

※対象事業の一例：中小企業金融公庫・国民生活金融公庫・沖縄振興開発金融公庫では、揮発性有機化合物等処理施設に特別利率による融資を行っています。



## 参考資料・問い合わせ先

### ◆VOC対策・測定について

環境省 水・大気環境局 大気環境課

電話 03-5521-8293(直通)

<http://www.env.go.jp/air/osen/voc/voc.html> (VOC対策について)

<http://www.env.go.jp/air/osen/voc/sokuteiho.html> (測定について)

### ◆VOC除去装置(環境技術実証モデル事業)について

環境省 水・大気環境局 総務課 環境管理技術室

電話 03-5521-8297(直通)

[http://www.env.go.jp/policy/etv/O2\\_list\\_h17.html](http://www.env.go.jp/policy/etv/O2_list_h17.html)

### ◆塗装の技能・技術について

日本工業塗装協同組合連合会

電話 03-3808-0515

<http://www.coat-japan.jp>

### ◆塗料について

社団法人日本塗料工業会

電話 03-3443-2011

<http://www.toryo.or.jp/>

### ◆塗装機器・塗装設備等について

日本塗装機械工業会

電話 03-5695-8240(代)

<http://www.cema-net.com/>

### ◆VOC対策のための支援

◎アドバイザー派遣

東京都 環境局 環境改善部 有害化学物質対策課

電話 03-5388-3503(直通)

<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/chem/voc/adviser/advisersystem.htm>

◎相談窓口

独立行政法人 中小企業基盤整備機構 経営基盤支援部 経営支援企画課(環境安全)

電話 03-5470-1517(直通)

<http://www.smrj.go.jp/keiei/kankyo/000229.html>

※上記以外にも自治体や工業会等でも情報提供や支援を行っている場合があります。  
最寄りの自治体などにお問い合わせ下さい。

---

◎作成・発行



環境省 水・大気環境局 大気環境課

---

◎請負元

社団法人 産業と環境の会

電話 03-3580-2141 (代表)

<http://www.sankankai.com>

---



**R100**

古紙配合率100%再生紙を使用しています

平成19年3月発行