

第9回 技術シンポジウム

「塗装工程におけるVOC削減技術」

2008.10.24

日本塗装機械工業会
技術部会

島田 哲也

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

本日の報告概要

- 1. VOC排出量の現状**
- 2. 塗料・塗装分野の取組み**
- 3. 工塗連との活動**
- 4. VOC削減技術**

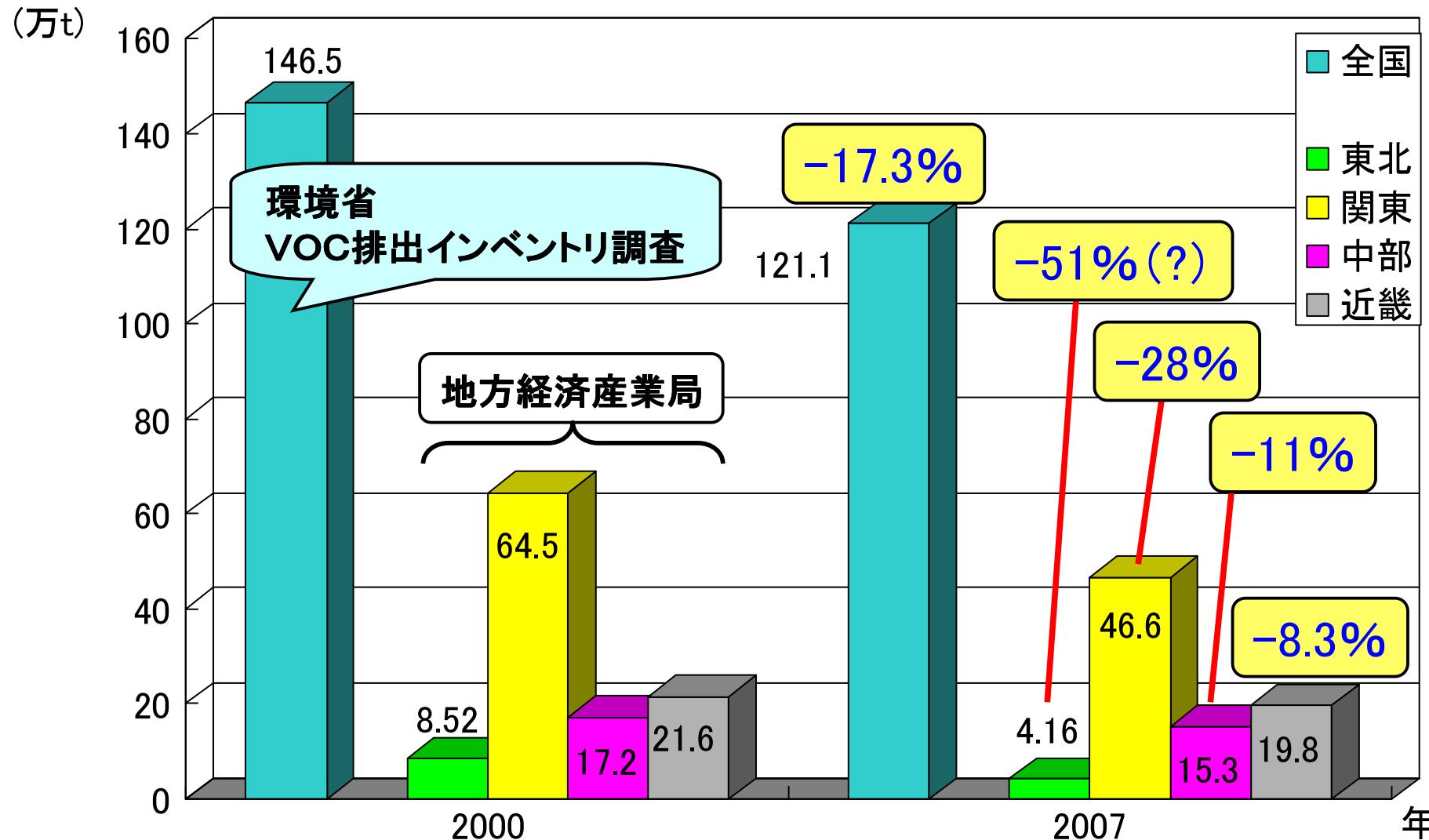
本日の報告概要

1. VOC排出量の現状

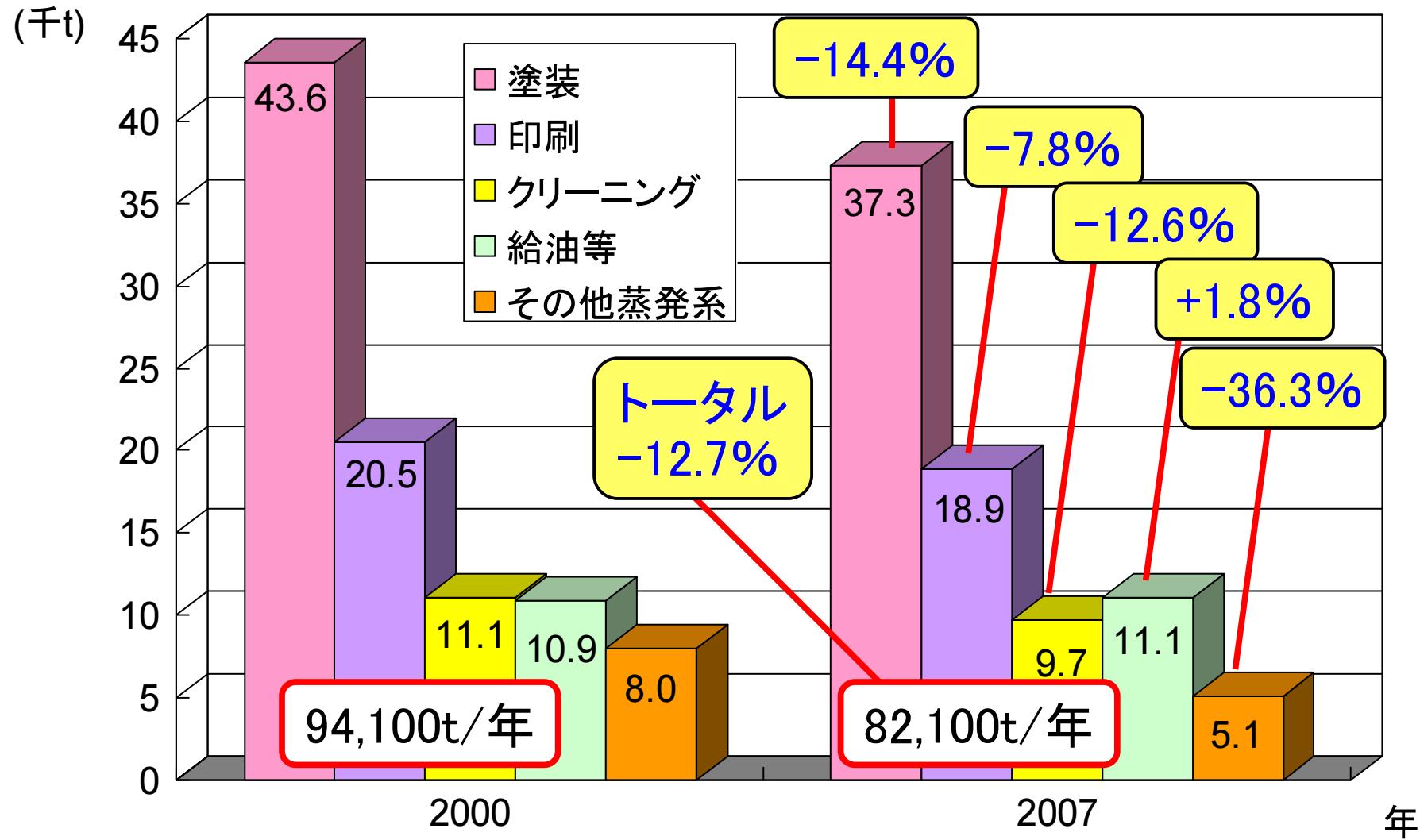
1.1 地域別VOC排出量

1.2 自主的取組みにおける現状

地域別VOC排出量

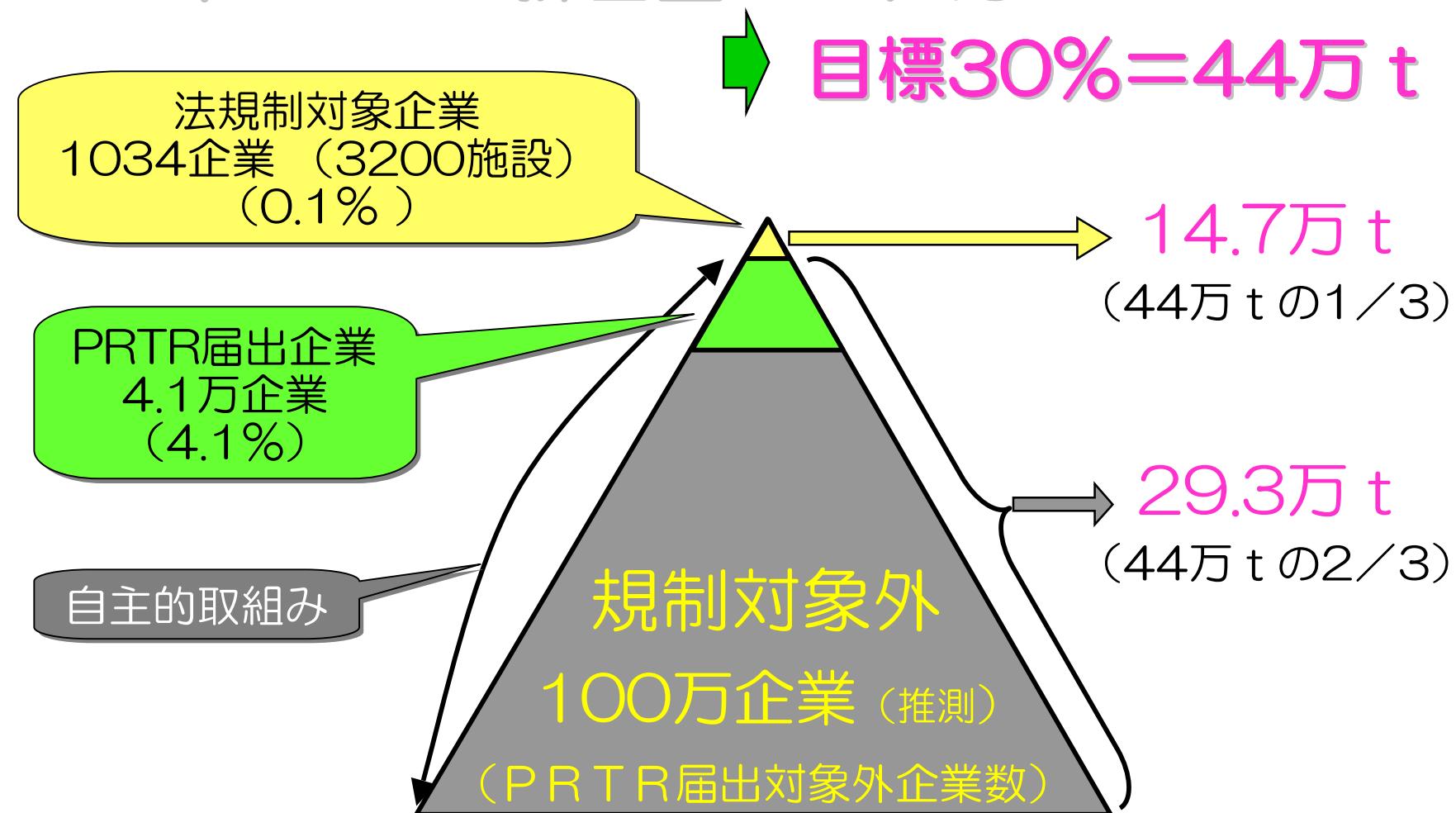


業種別VOC排出量（東京都環境局）

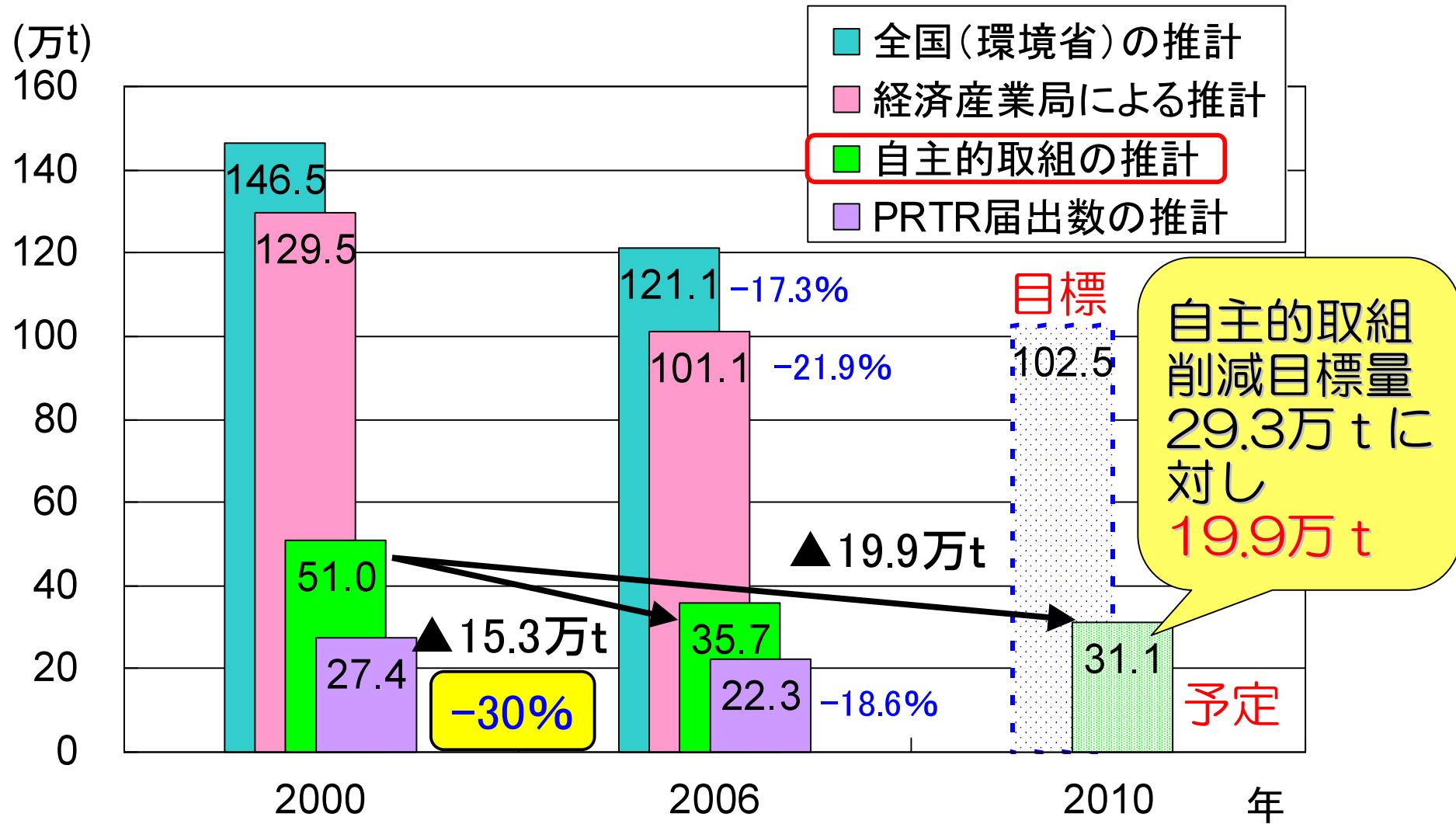


VOC削減量の目標と割り当て

H12年：VOC排出量 146.5万 t

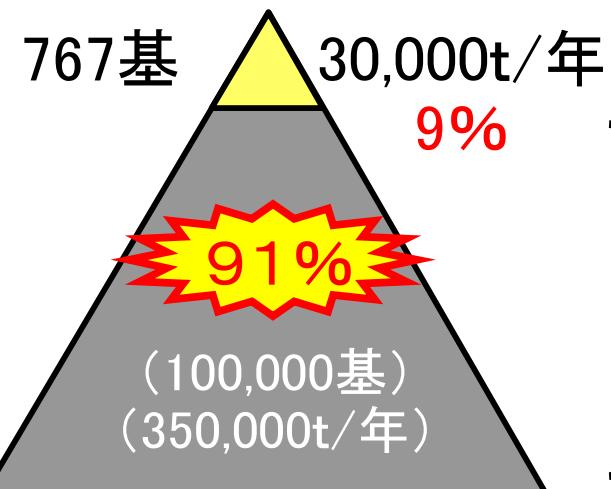


VOC排出量推計と予測

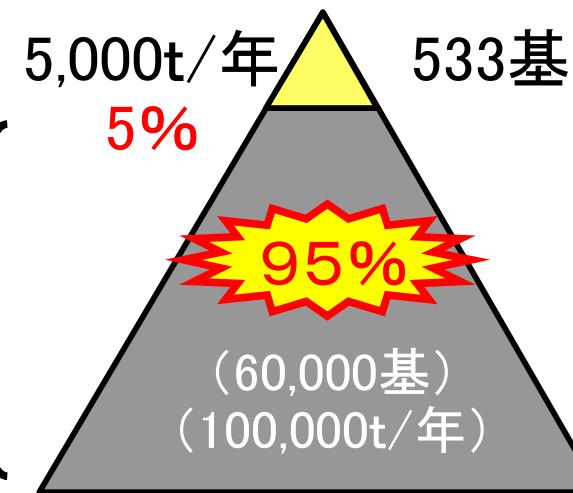


塗装の自主的取組の割合

塗装施設



乾燥施設



VOC削減に向けて各企業のさらなる取組強化が必要

今日の報告概要

2. 塗料・塗装分野の取組み

2.1 塗料業界の取組み

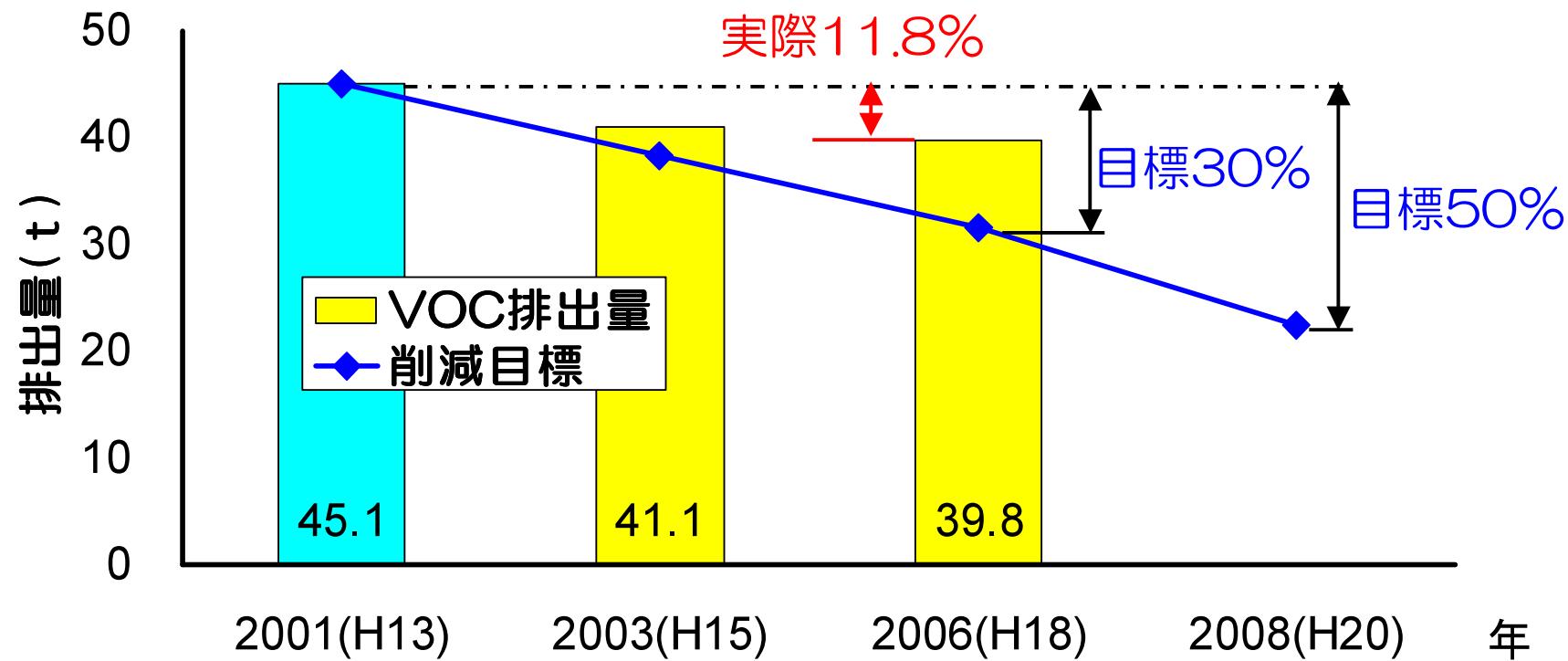
2.2 自動車業界の取組み

2.3 造船業界の取組み

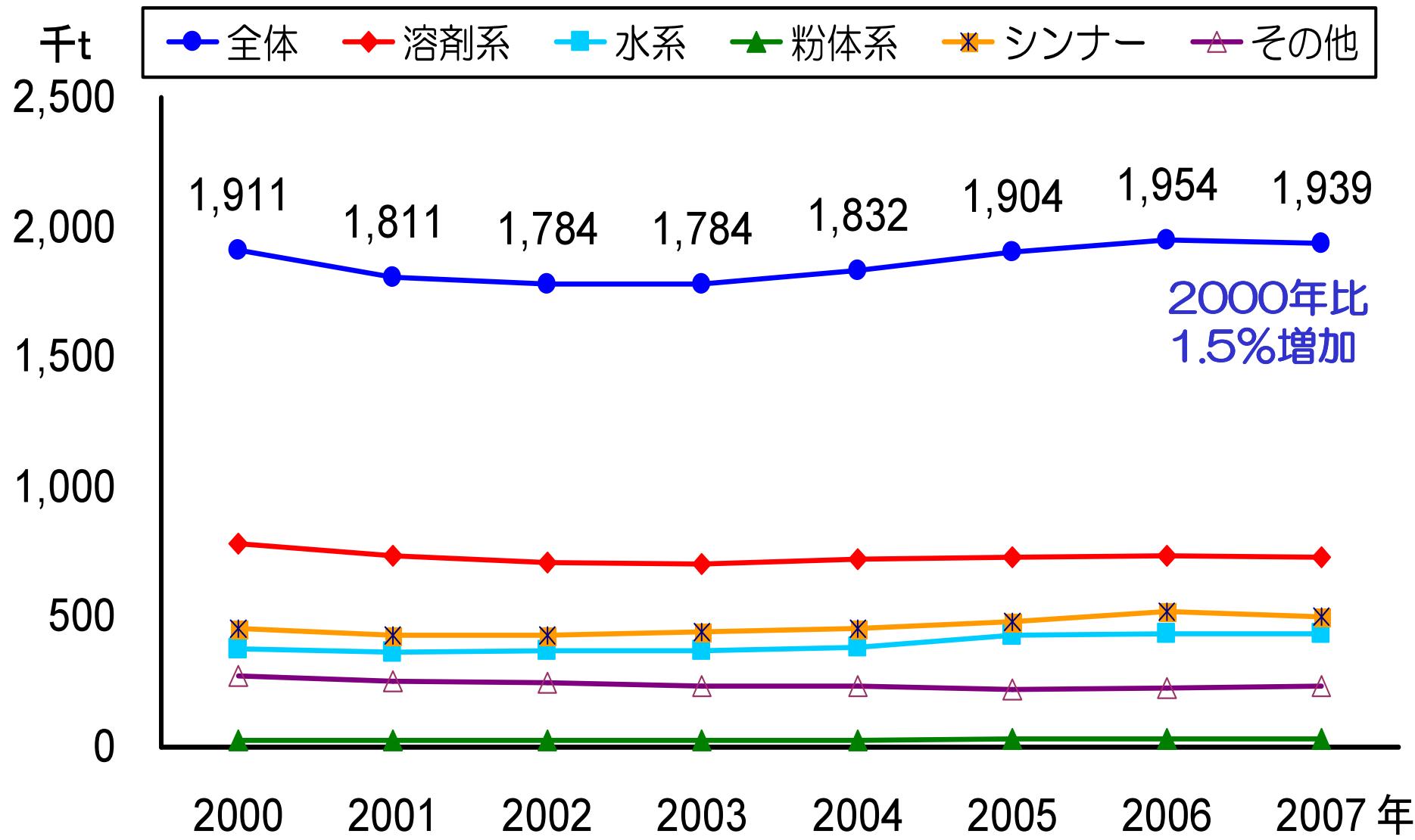
日本塗料工業会 (JPMA) VOC排出抑制目標

(社) 日本塗料工業会 2005 (H17) 年1月発表

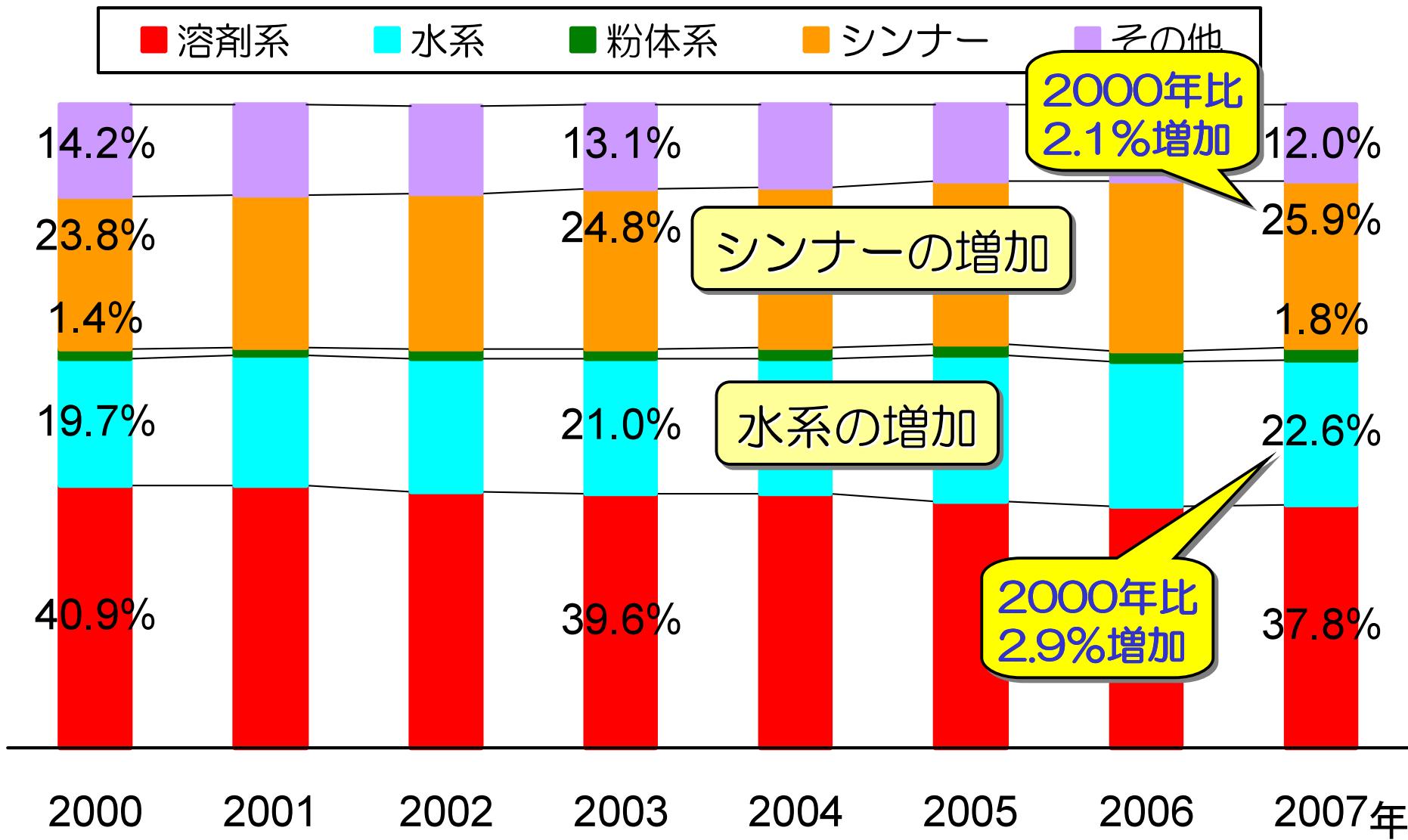
- 2001年度 (H13) の排出量 45万 t (推計値)
- 2006年度 (H13) -30% (31.5万 t)
- 2008年度 (H20) -50% (25.5万 t)



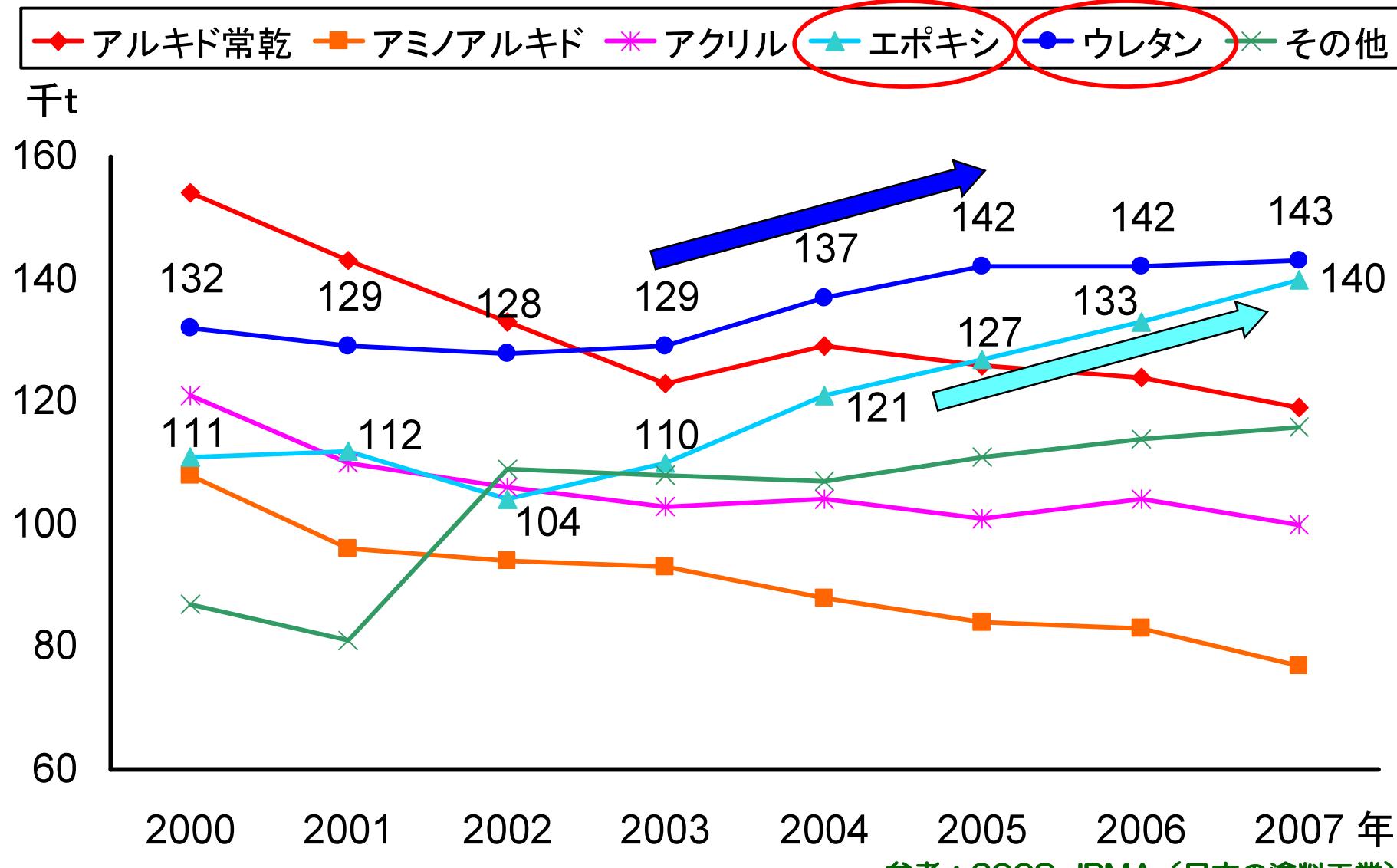
塗料の品種別生産数量の推移



塗料の品種別生産数量の割合



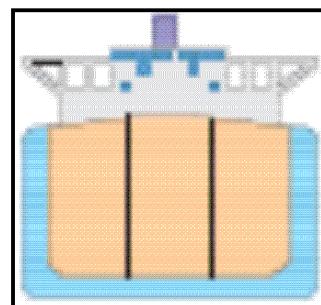
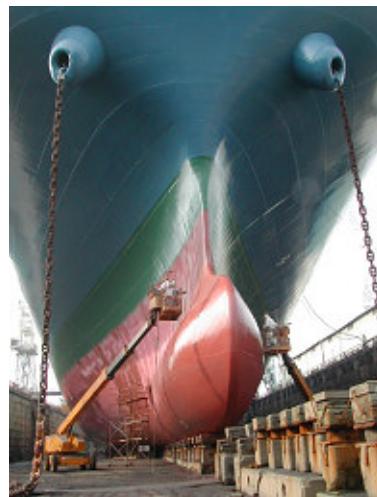
溶剤系（合成樹脂系）塗料の生産数量推移



エポキシ塗料増加の要因

IMO：国際海事機関 (International Maritime Organization)

船舶（500総トン）の安全性と長寿命化のためバラストタンクの塗装性能強化と下地処理（ブラスト・エッジ処理）の基準変更



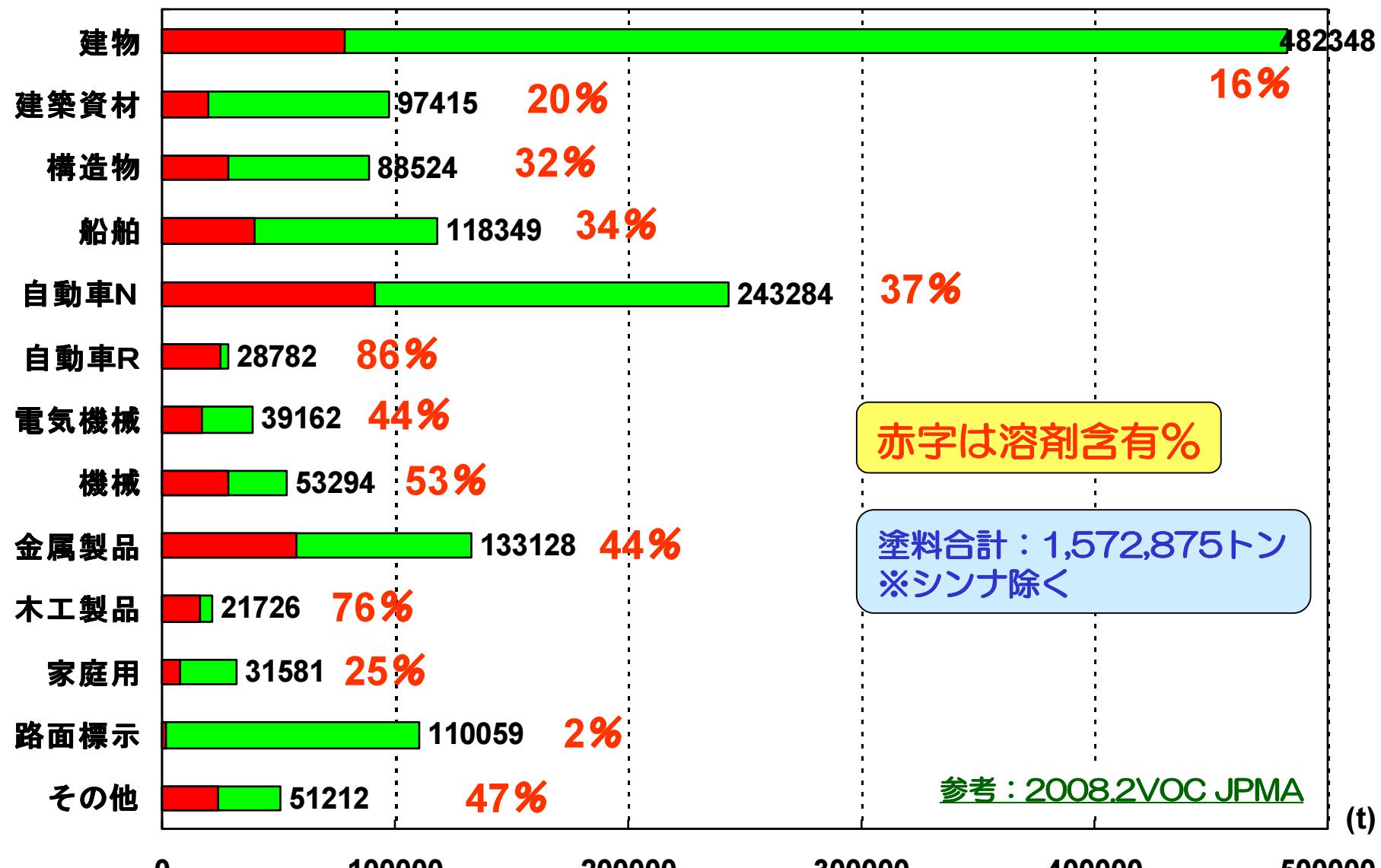
	現行塗装系	IMO塗装基準
下地処理	ハーネルなど (手作業)	ブラスト処理 : Sa 2.5
塗料 (可使時間)	(タル) エポキシ 8h	ハイリッド 变性エポキシ 2h
乾燥膜厚	200～ 250μm	320 μm (90/10法)

参考：IMO塗装性能基準に関するガイドライン

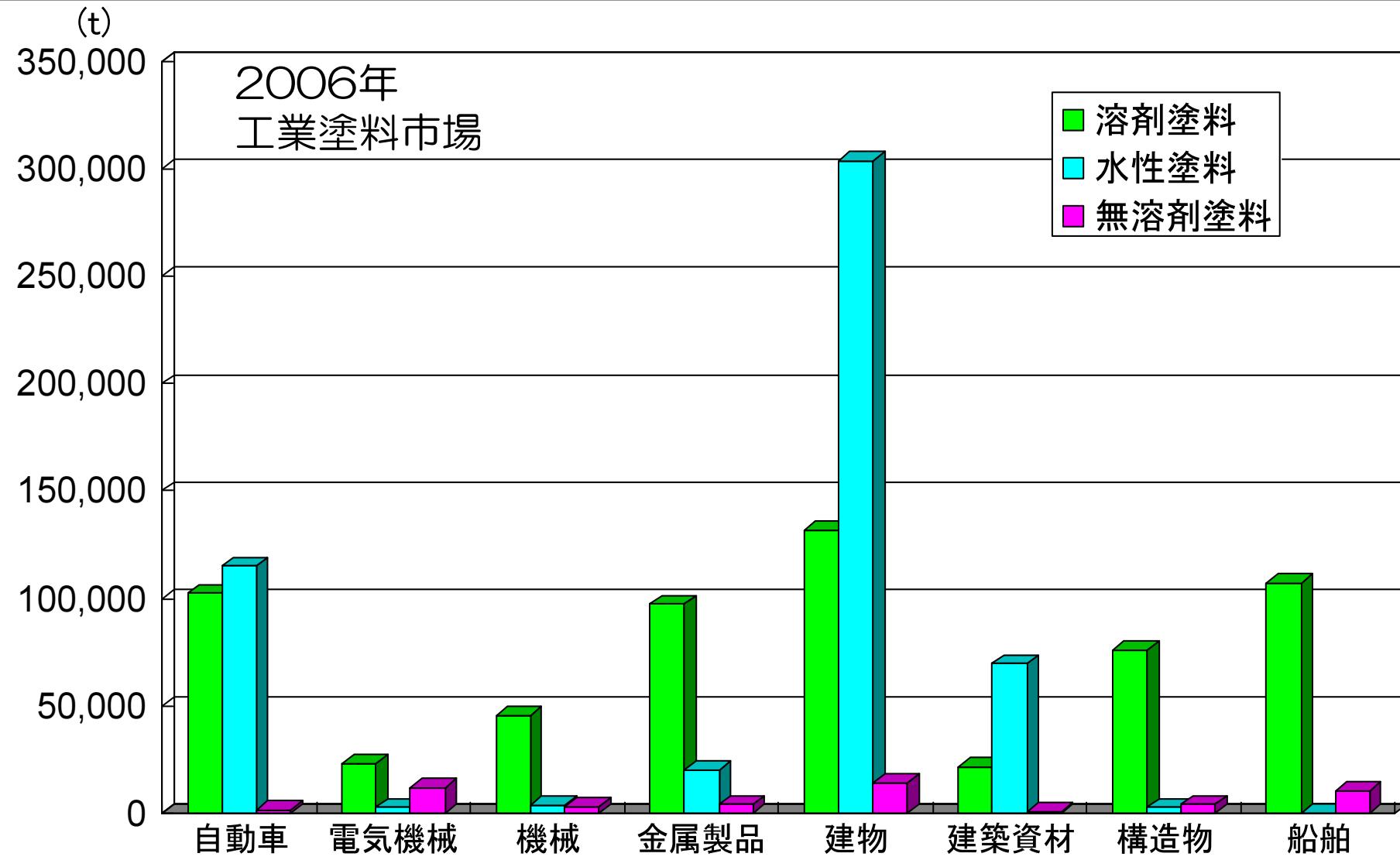
使用量：132～160%以上UP

船舶建造量：2003年→2006年 1.4倍 (1800万t)

市場別塗料中に含まれる溶剤量（2006年）

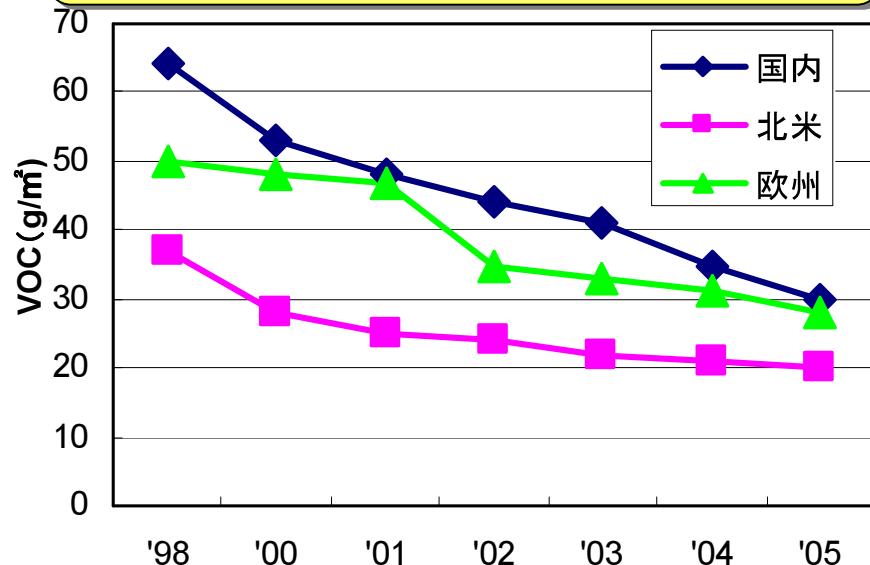


市場別塗料タイプ販売出荷量



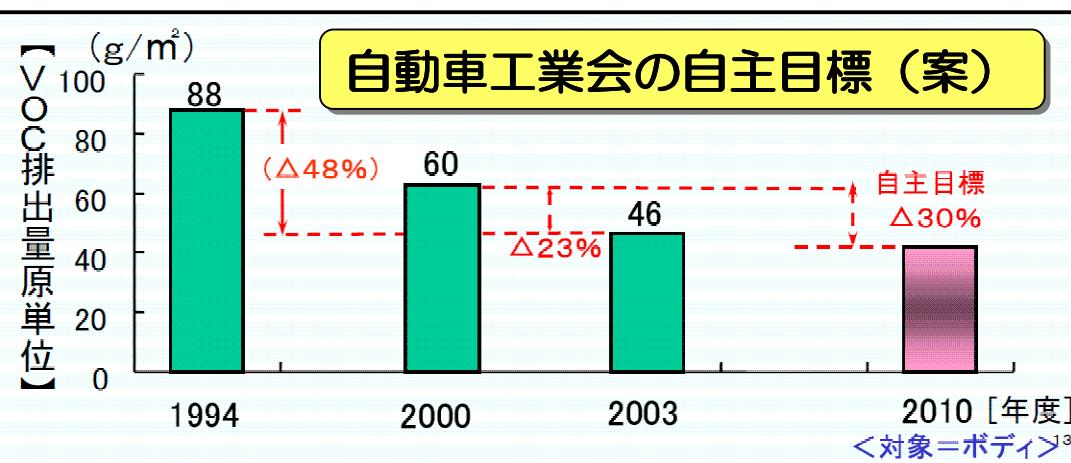
自動車分野のVOC削減対策①

世界自動車業界のVOC削減
(国内は1999年に本格化)



発生源対策で5つの対策、後処理対策として燃焼処理対策が代表的な事例

施策	排出個所	対策内容	対策実施例
発生源対策	塗装ブース	塗着効率向上	①静電ガン、メタリックベル塗装、ロボット塗装化他
		使用量低減	②洗浄用シンナー使用量低減・回収 ③カートリッジタイプ塗料採用
		低VOC塗料の採用	④ハイソリッド塗料の採用 ⑤水系塗料の採用
後処理対策	乾燥炉	排ガス処理装置設置	⑥直燃式/触媒式/蓄熱式の各燃焼処理装置



自動車業界では
CO₂やエネルギー削減

参考：2005（社）日本自動車工業会
産業環境リスク対策合同WG

自動車分野のVOC削減対策②

水系型・無溶剤型は、品質確保・コスト等で技術課題がかなり多い。

VOC排出抑制対策効果とコスト
<1ライン>

区分	概要	技術的課題
溶剤型 (ハイソリッド)	<ul style="list-style-type: none"> ・溶剤又は希釈剤に有機溶剤を使用 ・溶剤含有率は低く、固形分比率が高い 	---
水系型	<ul style="list-style-type: none"> ・溶剤又は希釈剤の主体が水 	多い
無溶剤型	<ul style="list-style-type: none"> ・溶剤又は希釈剤を使用しない ・粉体塗装等 	非常に多い

抑制対策内容	削減量(g/m ²)	費用(億円)	備考
塗着効率向上	5	5~8	・ベル化
シンナー回収	20~30	1~3	・費用対効果大
ハイソリッド塗料	5	3~6	・材料コストアップ
水性塗料	20~30	80~100	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー増大 ・排水処理負荷増大 ・設置スペース大 ・設備改造規模大 ・廃棄物増大

参考：2005（社）日本自動車工業会
産業環境リスク対策合同WG

造船分野のVOC削減対策

屋外塗装が主体

屋内塗装

災害・中毒防止が中心で、大風量強制換気や給排気



塗装仕様面の対策

使用品種の共有

→ 残塗料低減

品種切替の削減

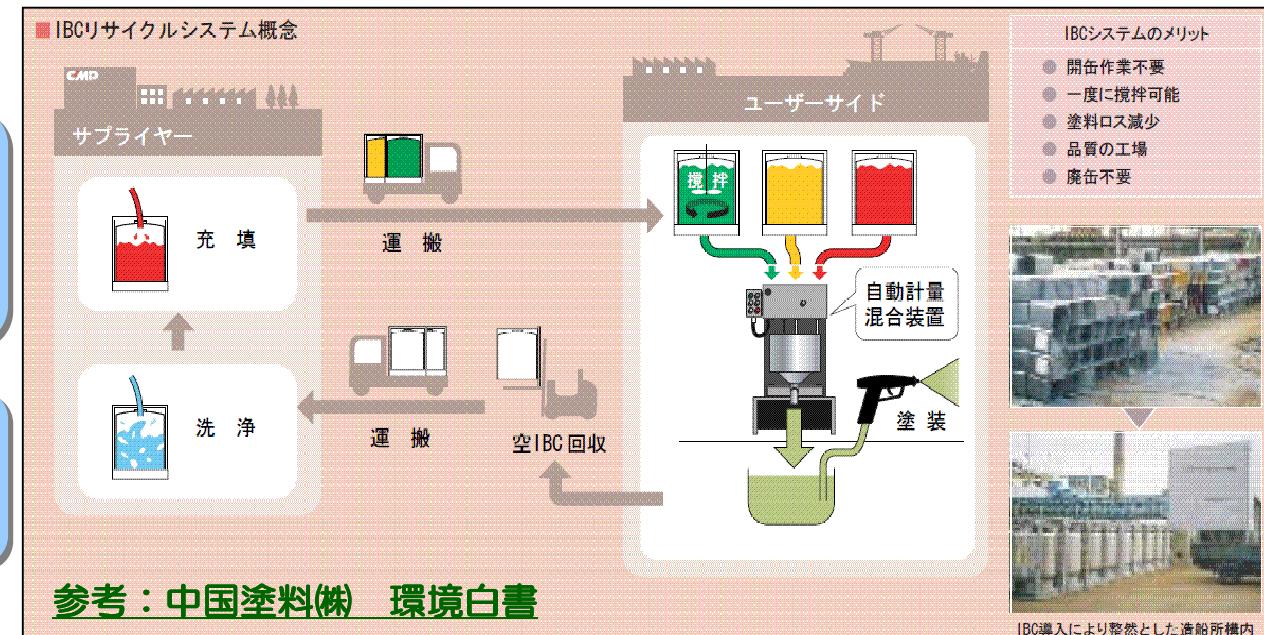
→ 洗浄溶剤使用量削減

VOC削減
コスト削減

« 具体策 »

低VOC
ユニバーサル
プライマー

輸送手段
製品統合コンテナ



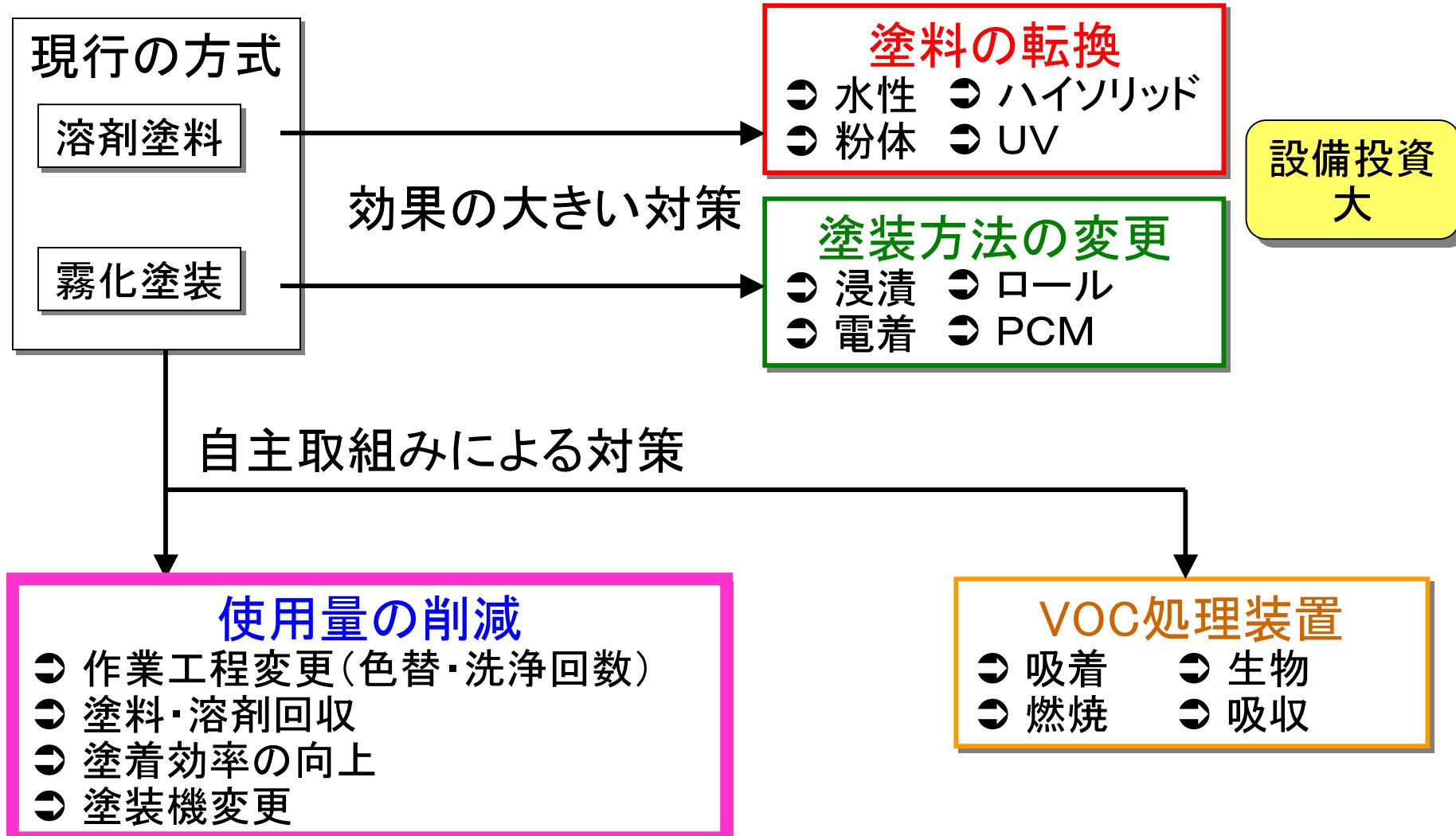
塗料・塗装分野の取り組みのまとめ

塗料を低VOCタイプに変える場合、
設備面、塗装仕様面など課題が多い。

業界全体での取り組みが鍵！

- ・溶剤系を上手に活用する。
- ・シンナー回収が費用対効果を大きくする。

塗料・塗装分野のVOC削減方法の大別



本日の報告概要

3. 工塗連とのVOC削減活動

3.1 工業塗装高度化協議会

(日本工業塗装協同組合連合会と合同の取組み)

3.2 実態調査（自主的取組企業）

3.3 洗浄シンナのVOC・使用量削減

工業塗装高度化協議会

VOC削減活動の効果的な対応：
実際の塗装を行っている業界と協力し
取組む

2007年4月：
日本工業塗装協同組合連合会との合同活動
「工業塗装高度化協議会」を発足

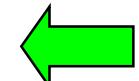
2007年12月：
「環境技術分科会」をスタート

実態調査（アンケート）

業界動向



自主的取組みを支援する
具体的な方法



実情把握

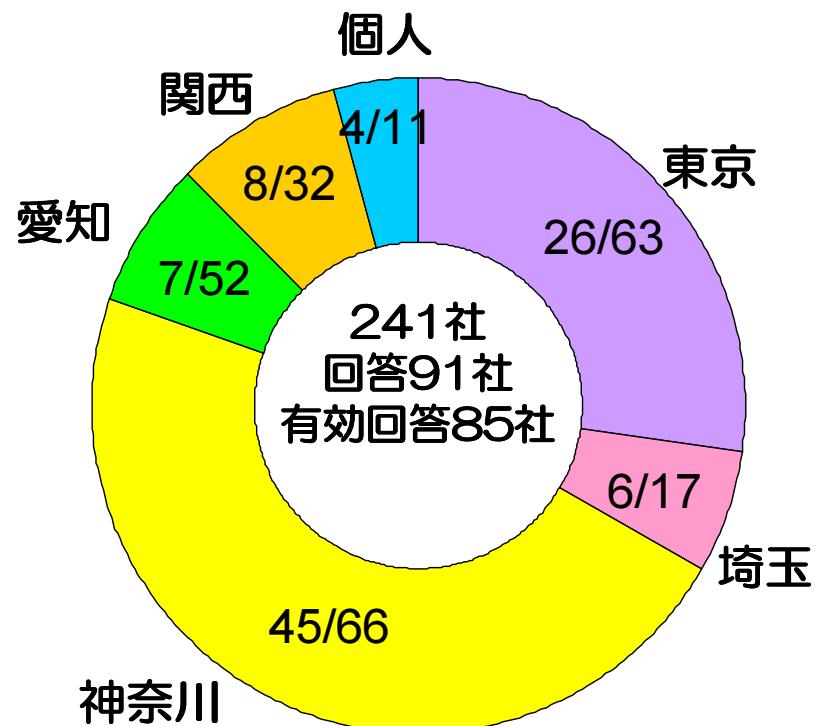
塗装工場における環境（VOC・CO2・産廃）に対する調査。

	項目	詳細項目数
1	公害について	5
2	設備の現状について	11
3	メンテナンスについて	4
4	産業廃棄物について	4
5	塗装環境問題について	8
6	業界の取り組みについて	6

アンケート結果①

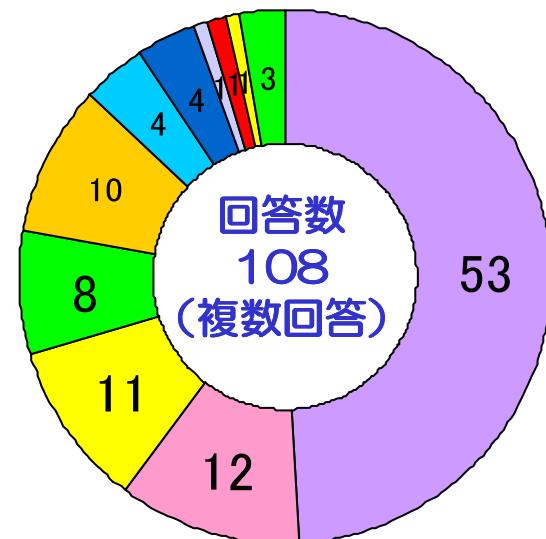
対象企業、使用塗料の割合

回答企業（工塗連会員）



使用塗料について

溶剤系：84%



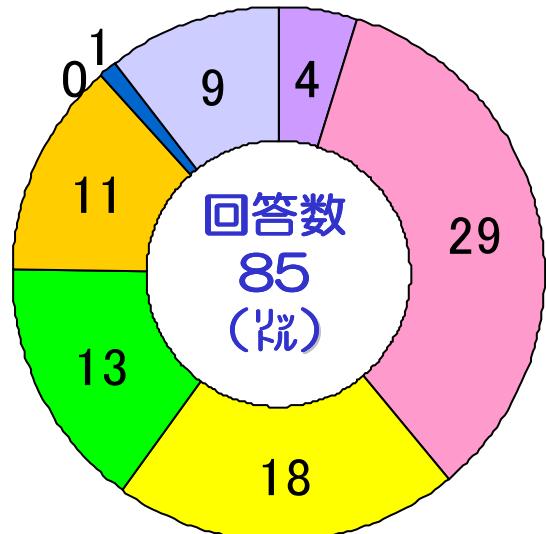
■ メラミン	■ アクリル	■ ウレタン
■ 溶剤	■ 粉体	■ 電着
■ エポキシ	■ アミノアルキド	■ フタル酸
■ ラッカーワニ	■ 不明	

アンケート結果②

使用量

一日の塗料使用量

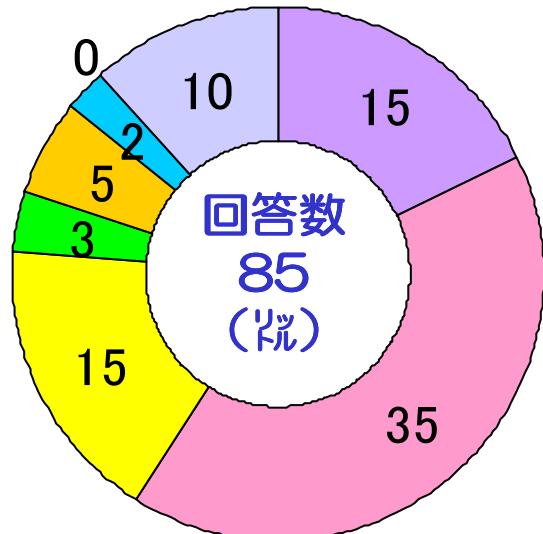
100L未満：60%



- 0~9
- 10~49
- 50~99
- 100~199
- 200~499
- 500~999
- 1000~1999
- 不明

一日の溶剤使用量

100L未満：76%



- 0~9
- 10~49
- 50~99
- 100~199
- 200~499
- 500~999
- 1000~1999
- 不明

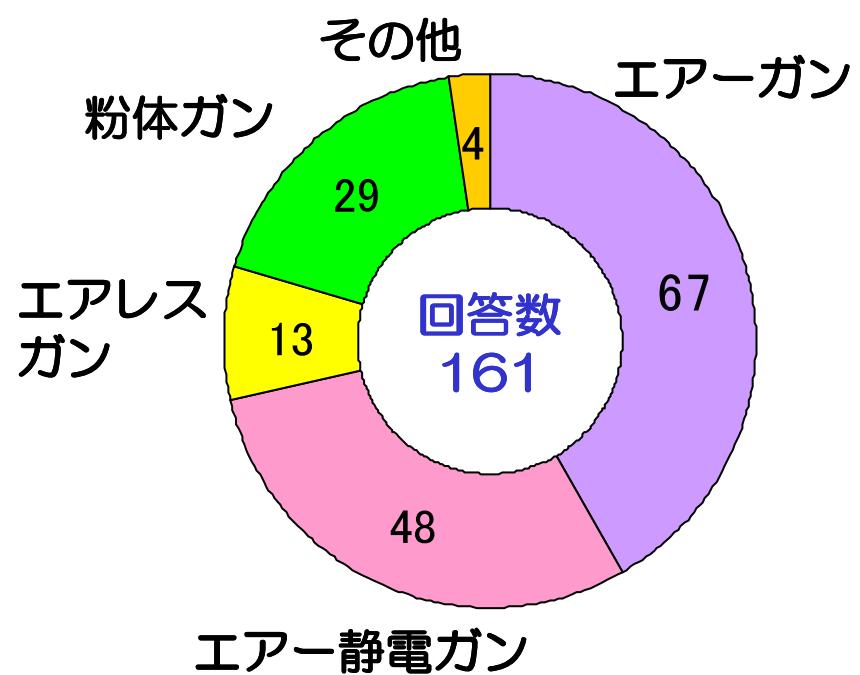
アンケート結果③

塗装機・色替

塗装機（ガン）の種類

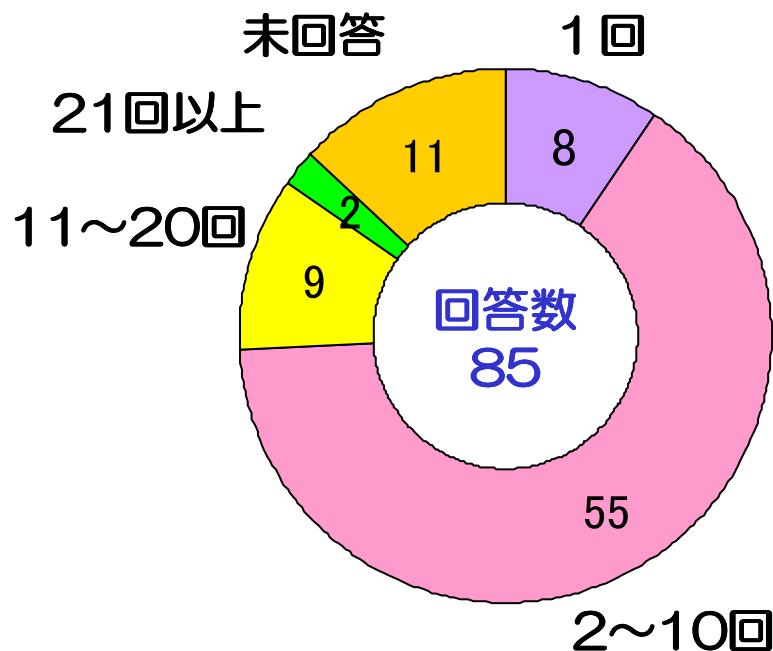
エアーガン：42%

エアー静電ガン：30%



色替回数

2~10回：65%

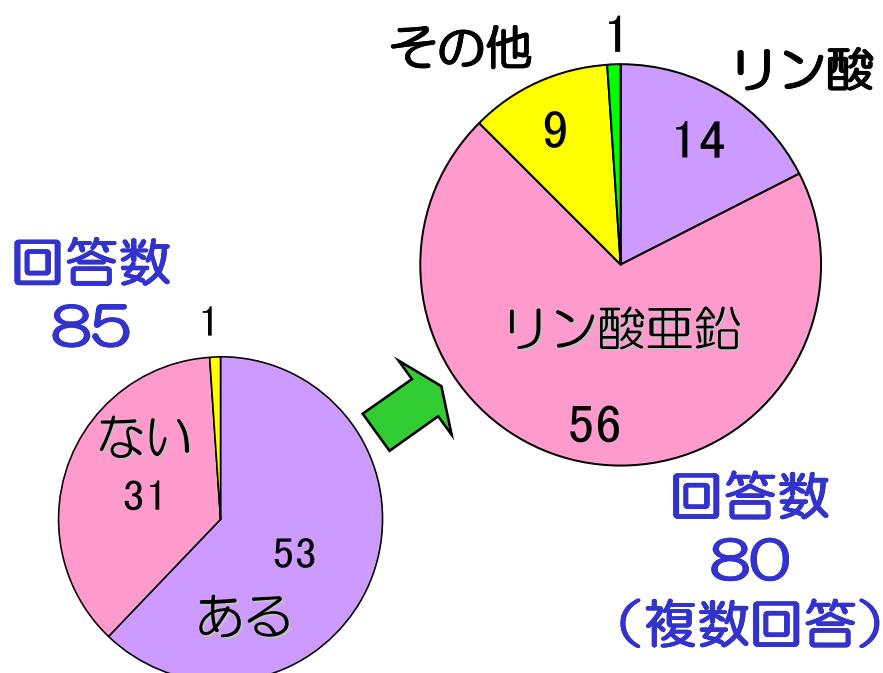


アンケート結果④

前処理・ブース施設

前処理設備

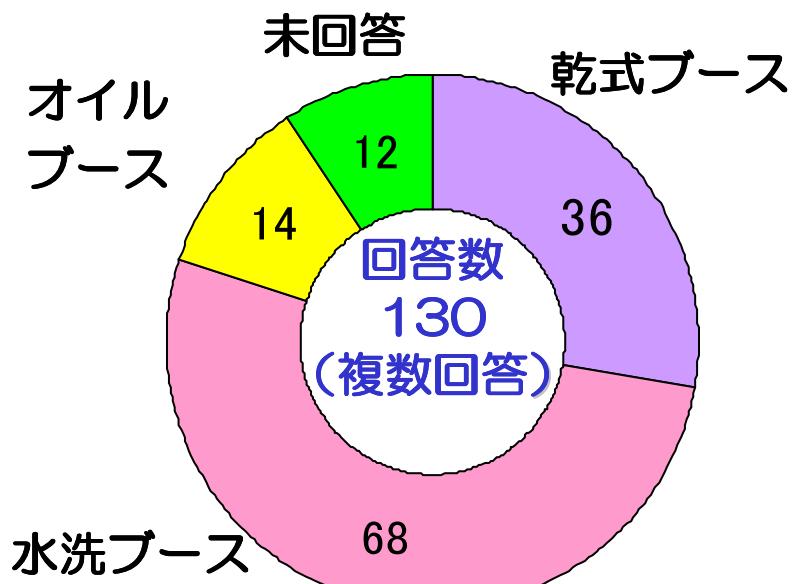
リン酸亜鉛：70%



塗装ブース

水洗ブース：52%

乾式ブース：28%

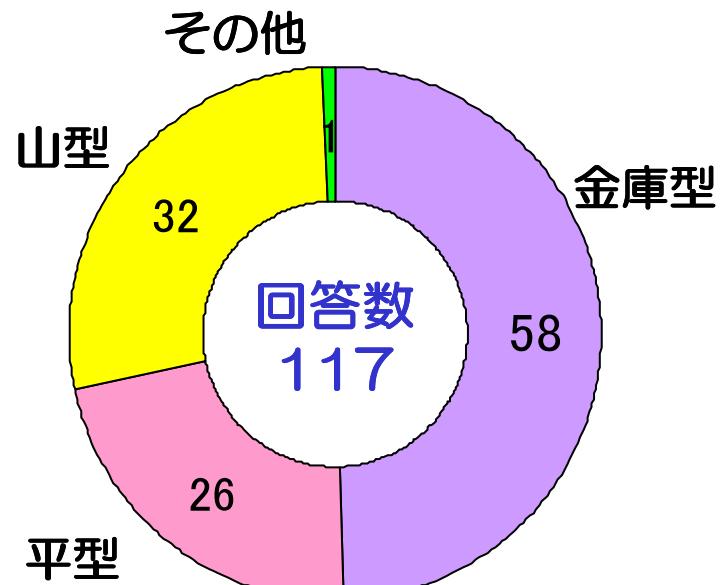


アンケート結果⑤

乾燥設備

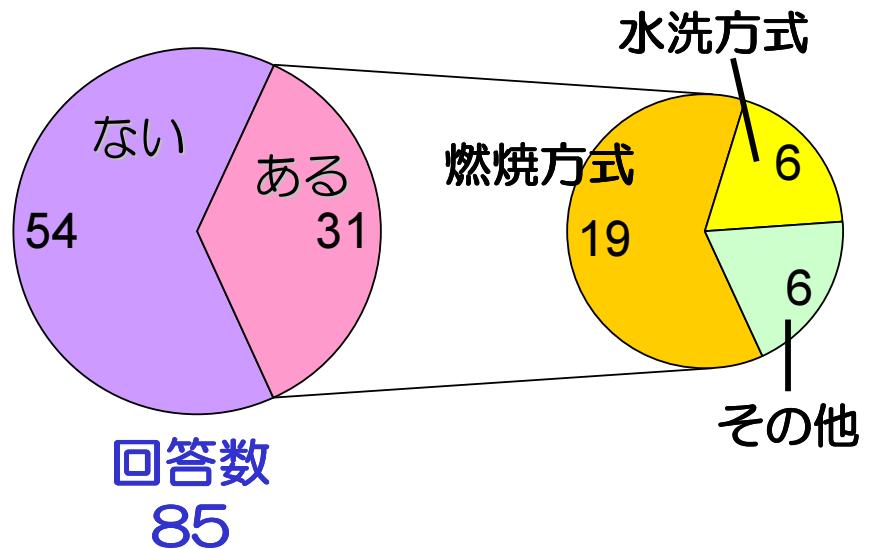
乾燥炉

金庫型：50%



乾燥炉脱臭装置

ない：64%



意識調査 結果①

環境対策と費用

回答数 85

- ① VOC・CO₂・水質汚染等には、自社として何らかの取り組みをしている。



- ② 環境対策に費用をかけることを厭わないか。



いいえの場合、環境対策の障害は何ですか。

工場立地



- ③ VOC・CO₂問題を改善するには一定の費用は仕方ないと思う。



環境改善費用はいくらまで可能か。

～3,000万円



意識調査 結果②

環境問題への取組み姿勢と課題

回答数 85

環境問題について自社は積極的に取り組む姿勢がある。



VOC・CO₂問題を独自で解決すべきである。



業界のVOC削減の取り組みが分かりづらい。



個々の会社に対しての対策アドバイスは必要ですか。



環境技術分化会 活動計画

環境技術分科会のVOC削減活動計画

活動項目	2008				2009					
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
洗浄時のVOC対策										
臭気・ブースの対策										
産廃の対策										
塗料の対策										
塗り方・機器の対策										
セミナー開催 “ECOで儲ける”										

洗浄（色替）工程の取組み理由

（1）洗浄シンナの高騰

- ① 15～25% 価格アップ
- ② 洗浄・色替回数が多いほど

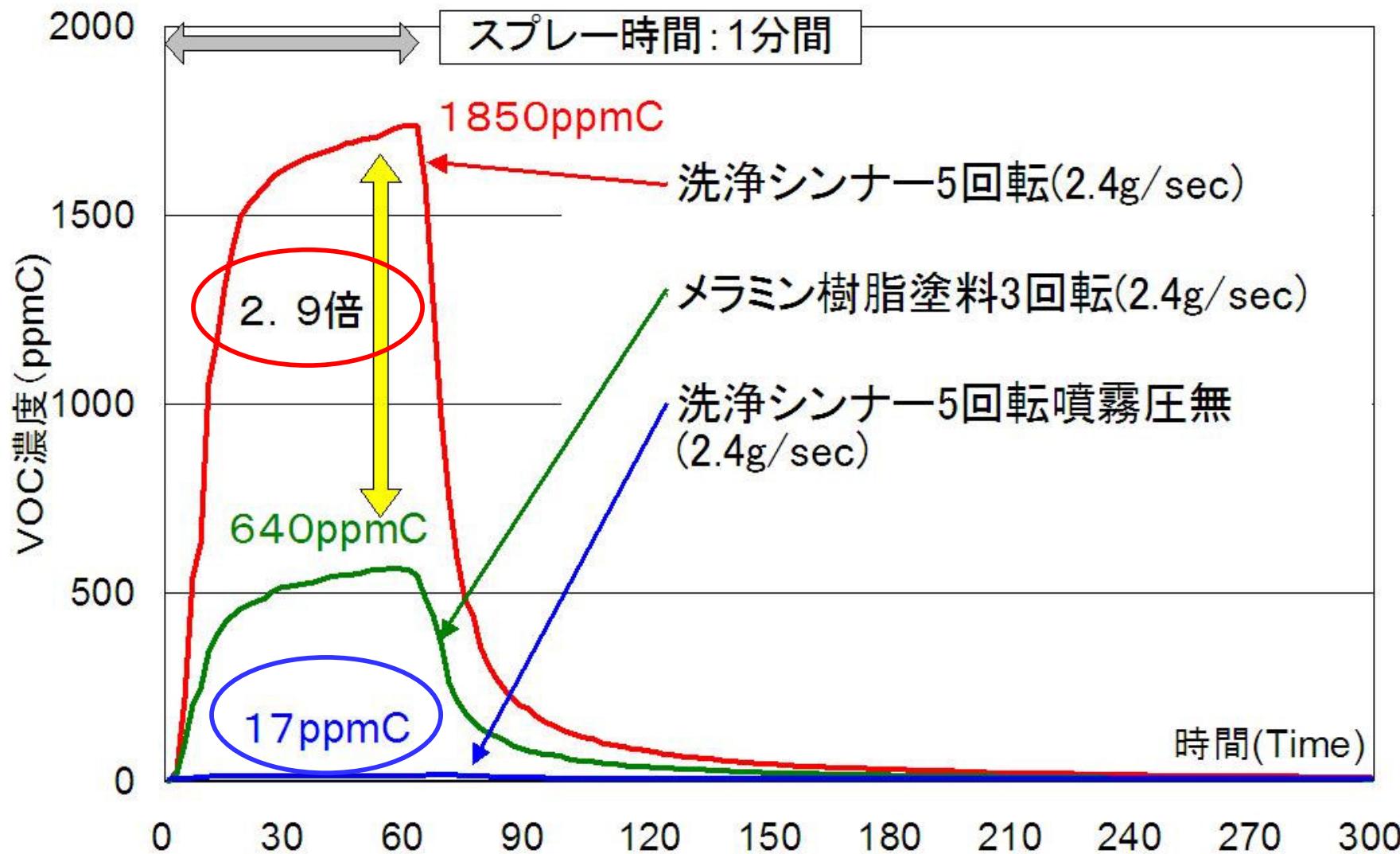
生産コストへの影響が大きい

（2）洗浄時のVOC排出の割合が大きい

- ① VOC測定濃度（排気ダクト）が洗浄時にMAX
(工塗連測定)
- ② 実験確認（協力：東京都産業技術研究所）

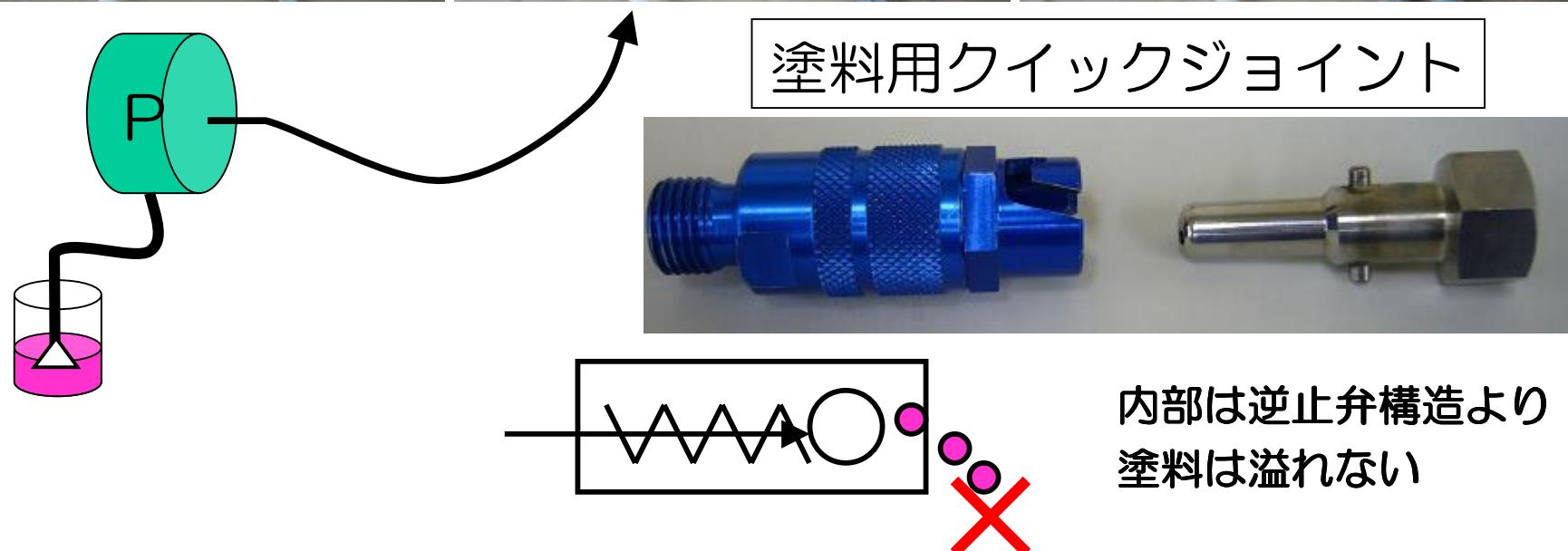
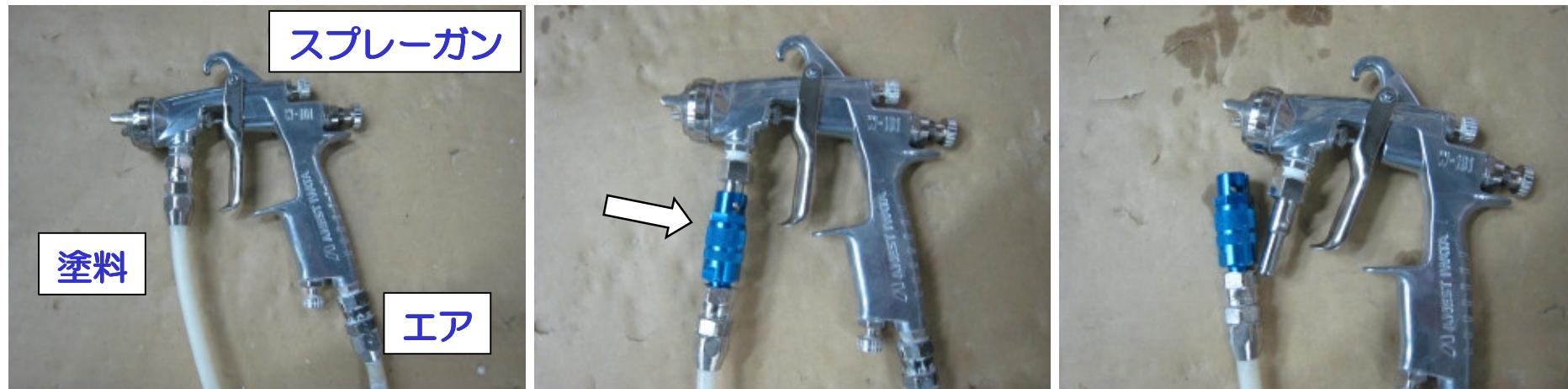
シンナー噴霧時のVOC排出濃度

塗装時に比べ3倍 霧化工ア=0(ゼロ)でVOC排出激減



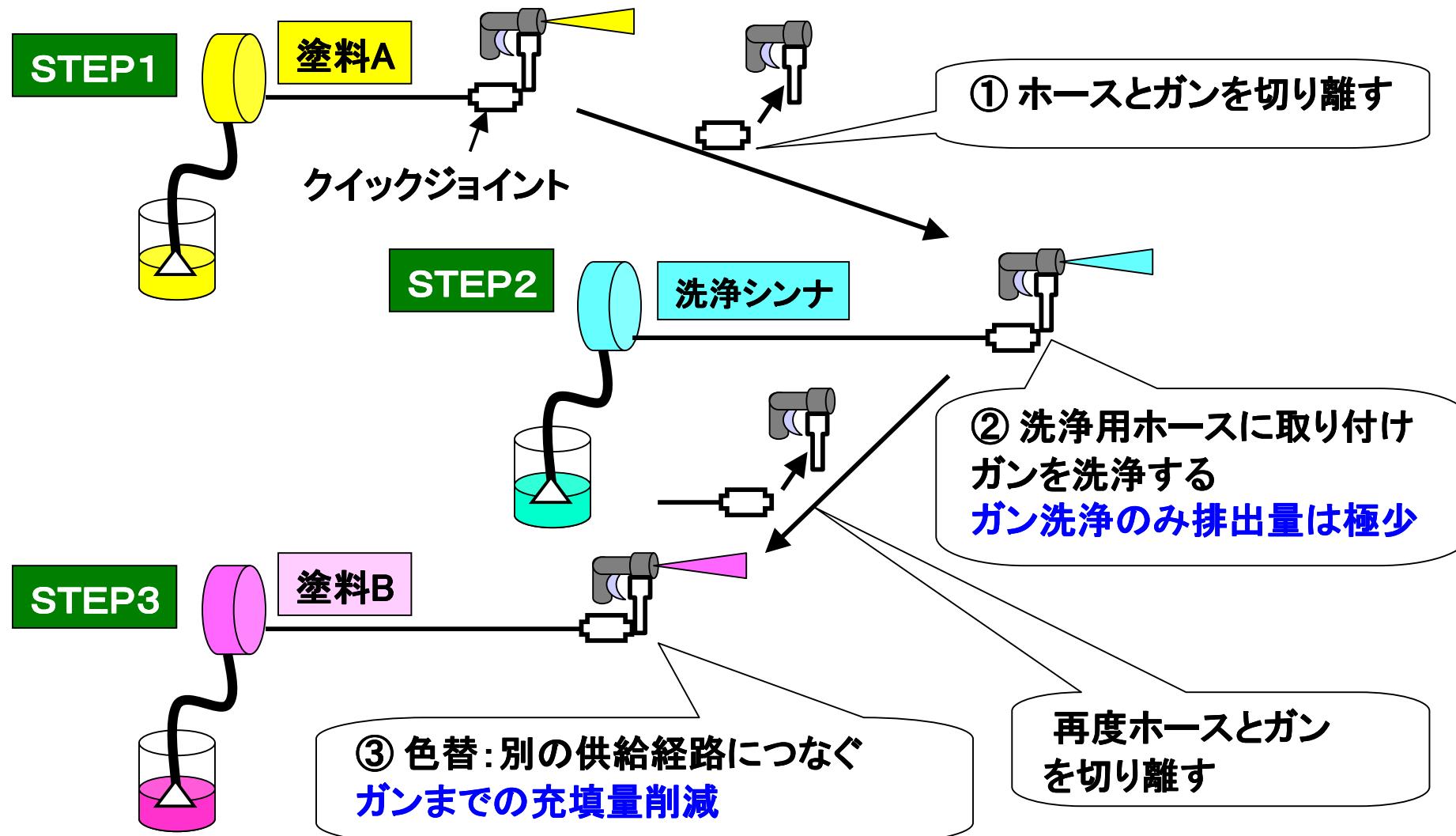
洗浄時のVOC削減対策

塗料用クイックジョイントの使用

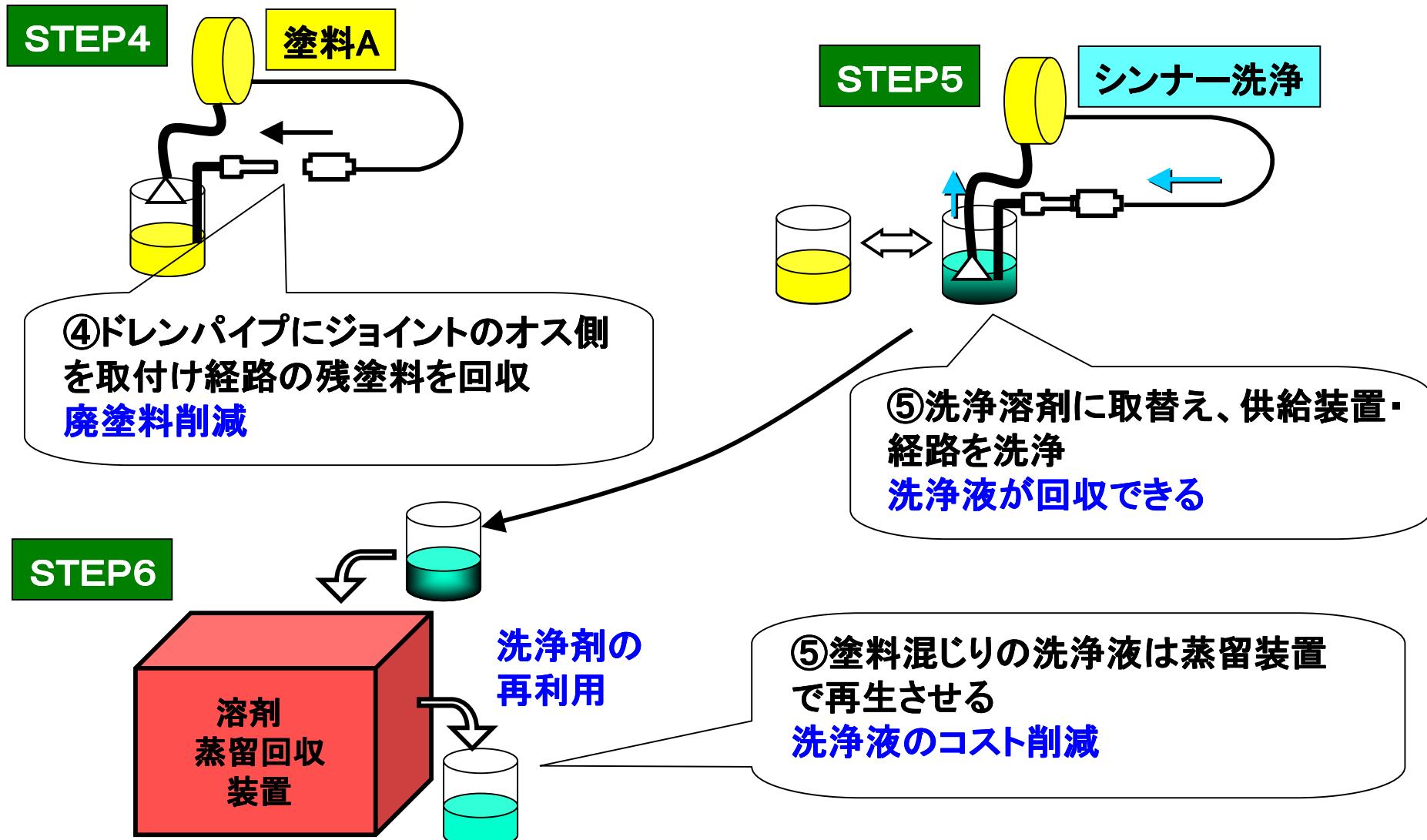


洗浄時のVOC削減対策

効果的な洗浄方法



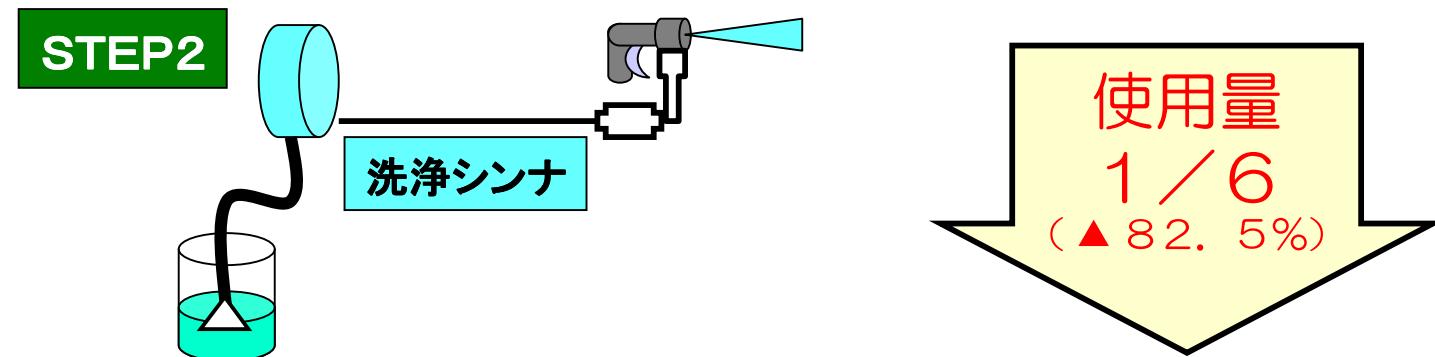
洗浄時のVOC削減対策



洗浄時のVOC削減対策

シンナー使用量削減効果

対策前（現状把握）	1日	2日	3日	4日	5日	平均
シンナー廃棄量（g）	30	20	30	20	20	24 g/1回



対策後	1日	2日	3日	4日	平均
シンナー廃棄量（g）	2	5	5	5	4.2 g/1回

1ライン全体の調査（中）

336 g
(1回の廃棄合計)

▲34.2%

221 g
(1回の廃棄合計)

ブースの対策

環境技術分科会のVOC削減活動計画

活動項目	2008				2009					
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
洗浄時のVOC対策	↔									
臭気・ブースの対策		↔	↔							
産廃の対策				↔						
塗料の対策					↔					
塗り方・機器の対策						↔				
セミナー開催 “ECOで儲ける”										◆

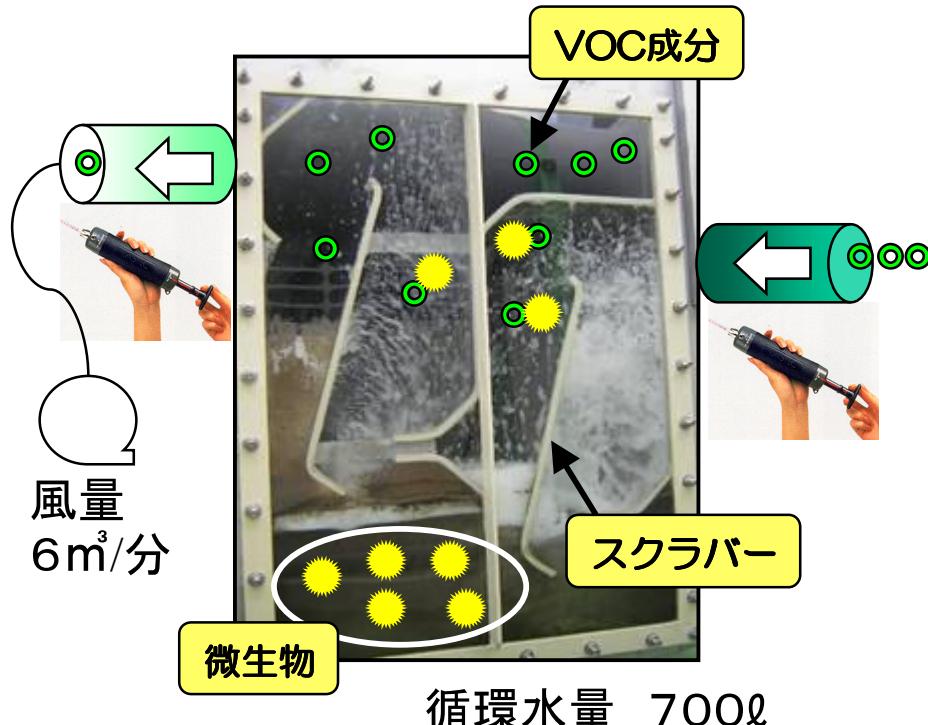
ブースの対策

バイオ・スクラバーによるVOC成分のバイオ処理実験

揮発性有機溶剤
(VOC成分)
は水に溶込み難い

微生物処理スクラバー

水に溶込んだ
VOC成分の
微生物処理



テスト対象VOC	揮発性有機溶剤
測定器具	吸引式ガス測定器
測定方法	入口／出口の濃度差を比較
風量	$6\text{ m}^3/\text{分}$
循環水量	700ℓ

入口濃度 (ppm)	55
出口濃度 (ppm)	29
VOCカット率	47.2%

本日の報告概要

4. VOC削減技術

4.1 スプレー工程のVOC削減

4.2 具体的な削減方法と技術

4.3 水性塗料の静電塗装

スプレー塗装工程のVOC削減ステップ

STEP	VOC削減手段		具体的方法	効果(%)	イニシャル(万円)	ランニング(万円)
1 現状 (ムダ・ロス) の実態把握	塗料・シンナ使用量の把握	ワーク別調査	—	—	—	—
	色替回数	色替え方式・調色順序の見直し	5	1	0	0
2 シンナ使用量の削減	回収・再利用	ブース排出を減らす	5~10	1~10	0	0
	供給配管・装置の見直し	色替装置の採用	5~20	~100	~10	~10
3 塗着効率の向上	スプレー作業改善	研修による塗装技能向上	10~20	1	0	0
	スプレーガンタイプ選択	塗着効率の高い ガンに変更	10~20	1~10	0	0
	静電塗装タイプ選択		20~50	100	~10	~10
	自動塗装タイプ選択	ロボットの採用	20~50	1000~	~100	~100
塗装ブース	制御風速の調整	風速調整	5~10	1	0	0
	高濃度で採取 (排ガス処理装置設置下)	局所排気装置の設置	5~20	~100	~10	~10

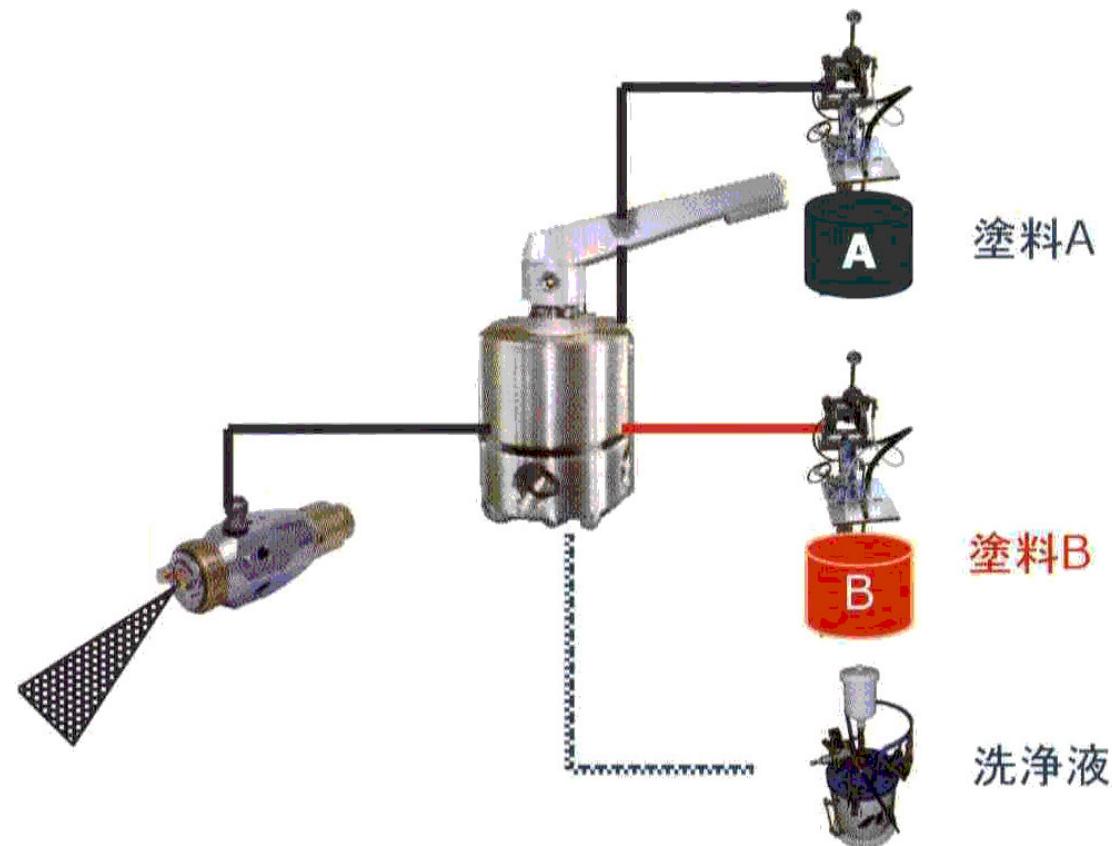
参考：東京都VOC対策ガイド

シンナー使用量の削減（ハンド塗装）

塗料バルブの切替え操作による洗浄方法

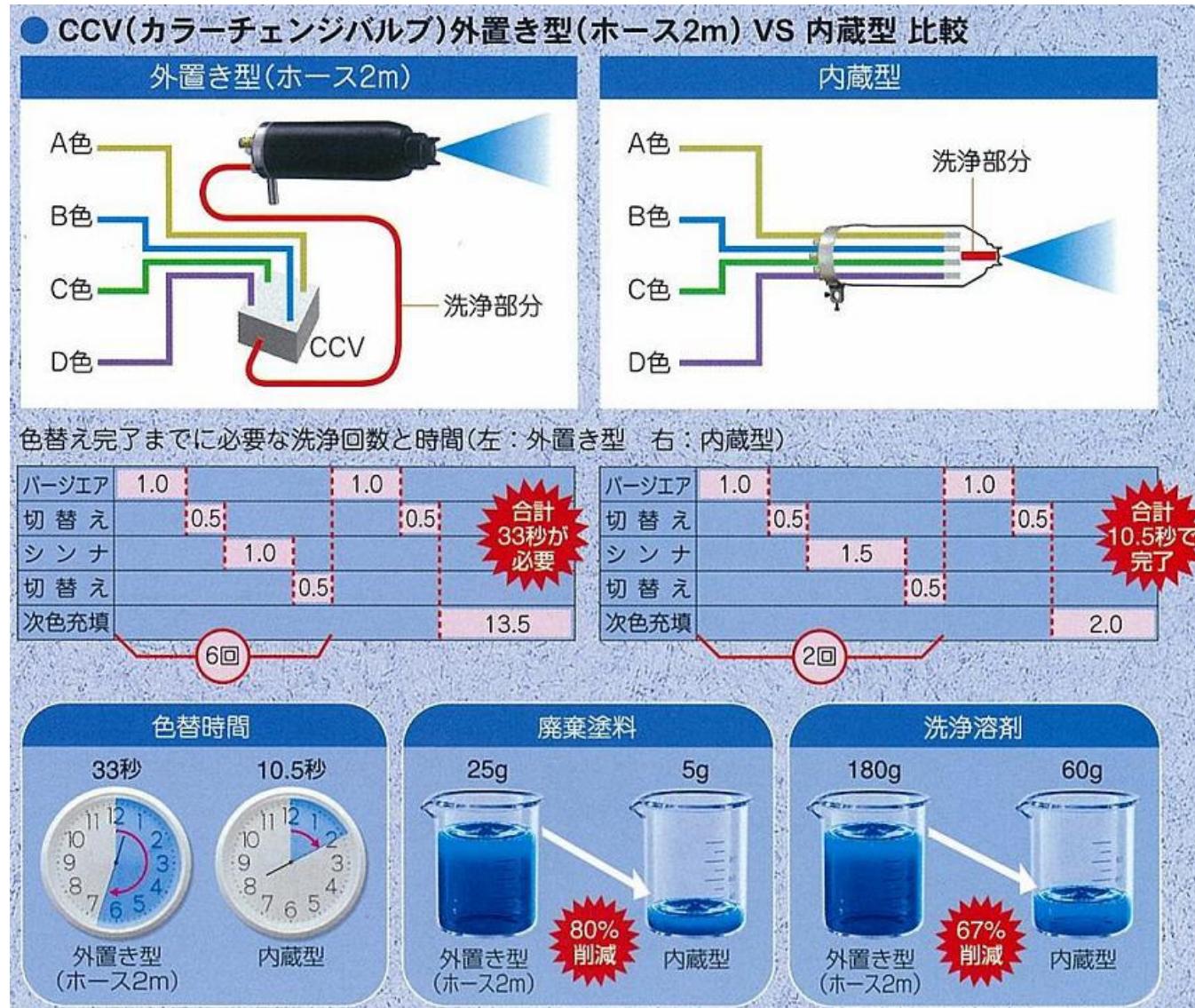


塗料用クイックジョイント



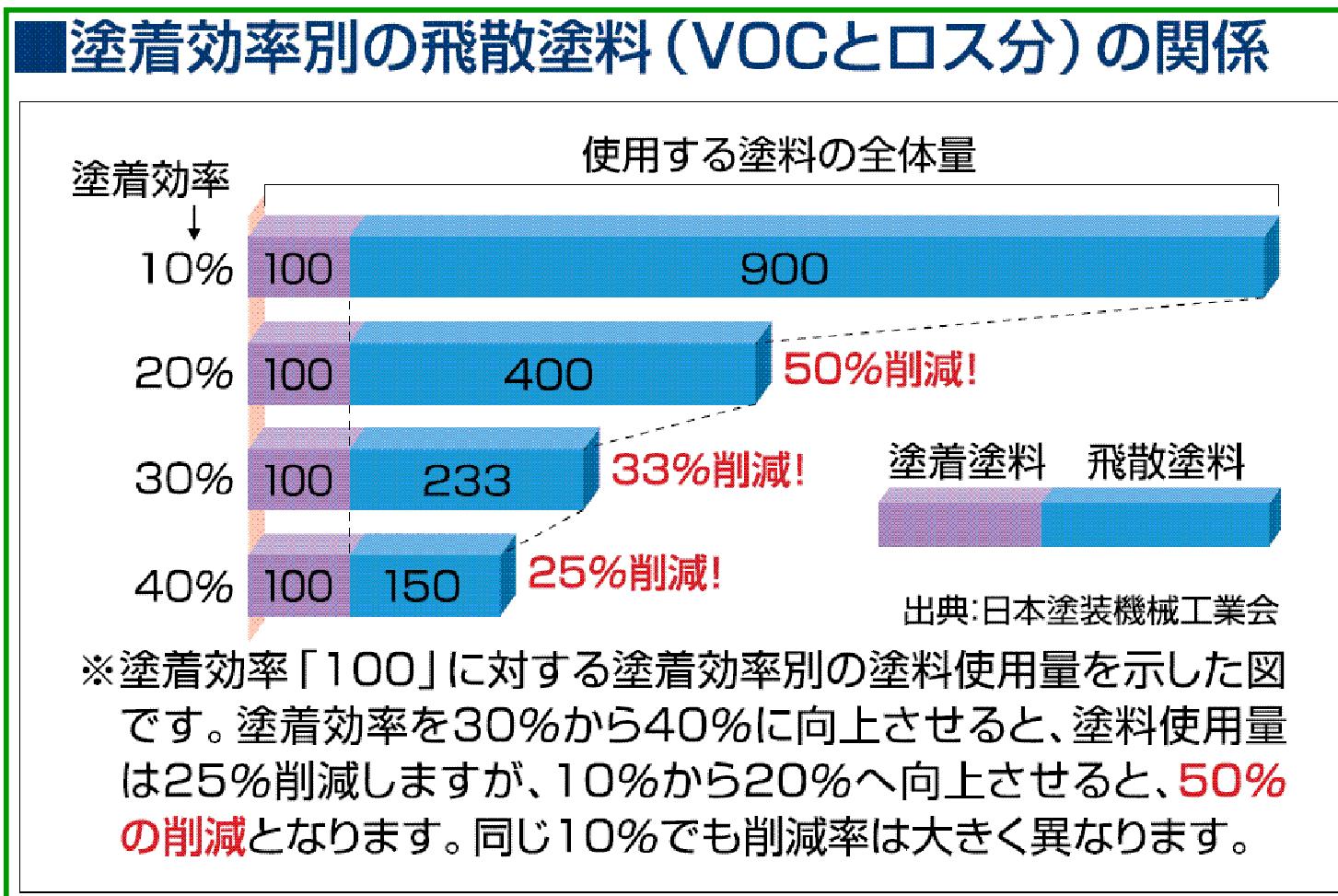
シンナー使用量の削減（自動塗装）

塗料切替え回路を塗装ガン先端でおこなう



① 塗着効率と使用量

塗着効率と塗料使用量を把握する

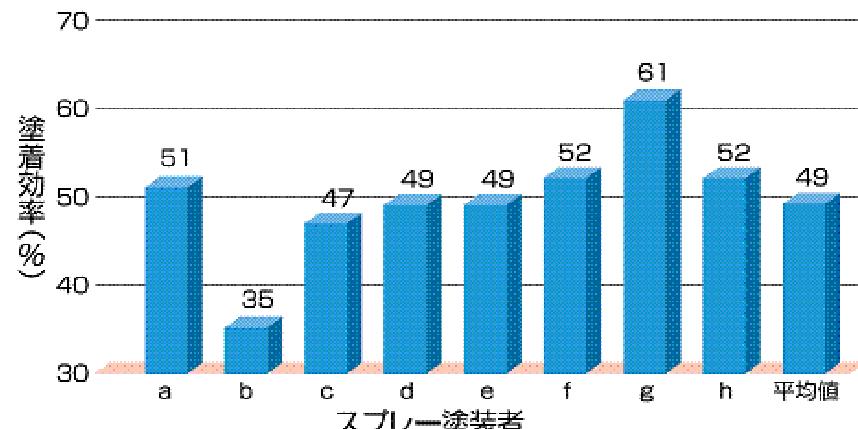


参考：すぐにできるVOC対策（環境省）

② ガン操作の改善

ガンの操作方法を見直す

■作業者による塗着効率の違い



※塗装する人によって塗着効率は35%～61%と、2倍近い差があります。

出典:木下稔夫「スプレーガンの基礎とその活用技術の上達法」塗装技術(2005年5月号)

参考 : すぐにできるVOC対策（環境省）

- 無駄な捨て吹きをしない。
- 塗装機の特徴に合った操作。

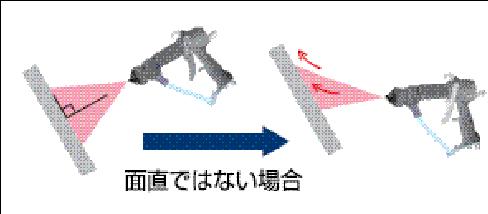
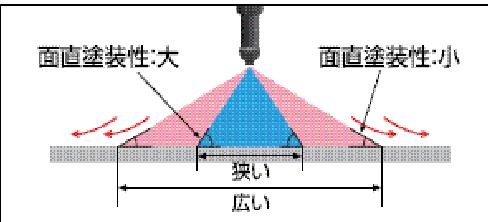
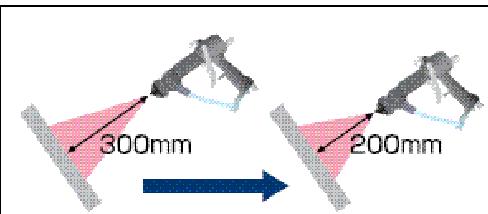
各社のハンドガン



参考 : CEMAホームページVOC集大成

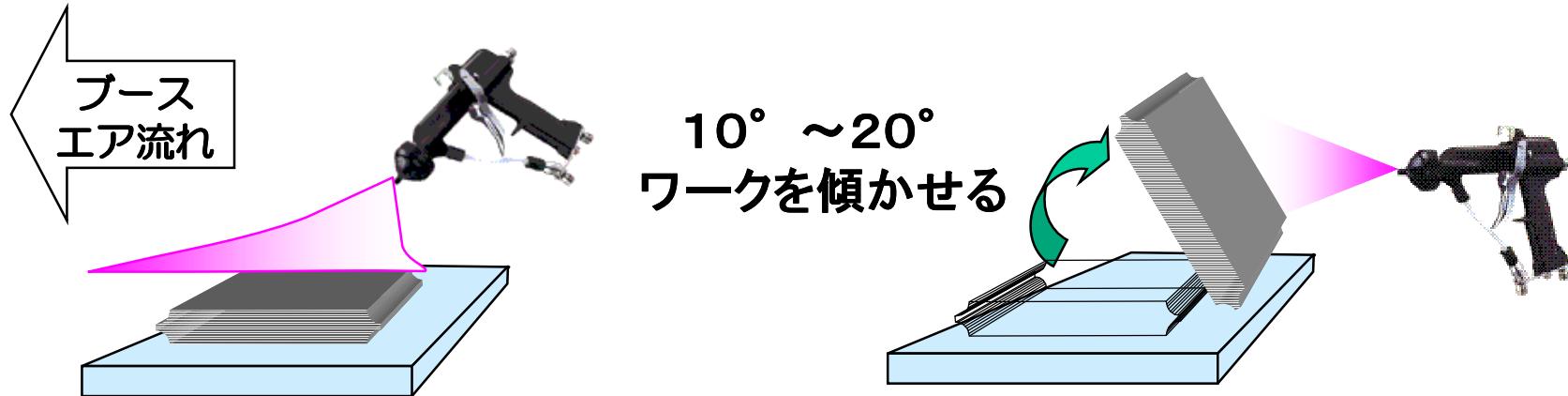
③ 塗装条件の最適化

■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	<p>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。</p>  <p>面直ではない場合</p>	30%以上
②	パターン幅を狭くする	<p>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。</p> 	20%以上
③	霧化工ア圧を低くする	<p>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。</p>	15%以上
④	スプレー距離を近づけ、一定に保つ	<p>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。</p> 	12%以上

ワークの置き方の工夫

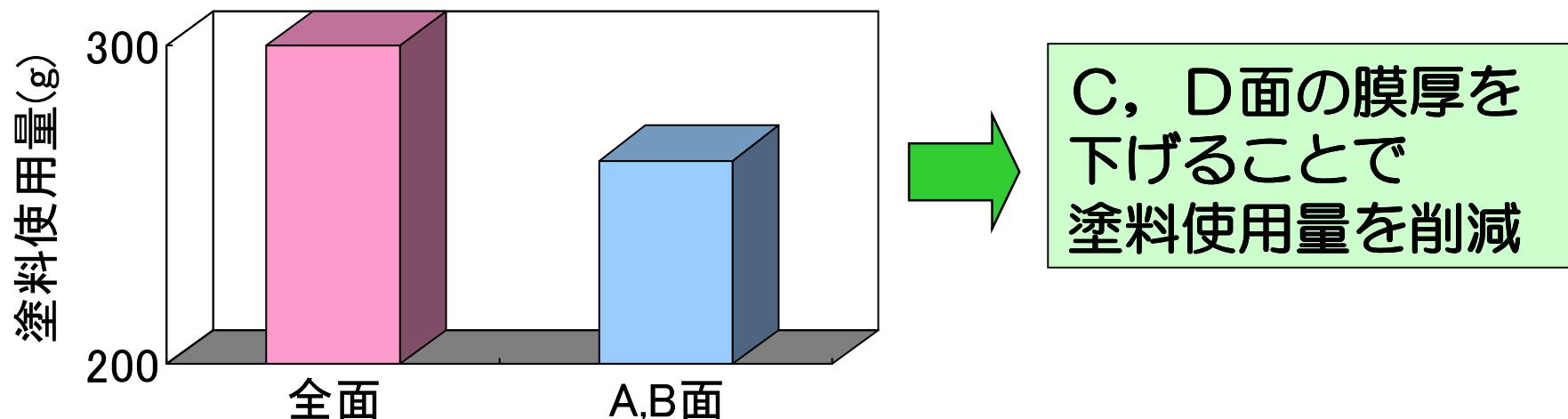
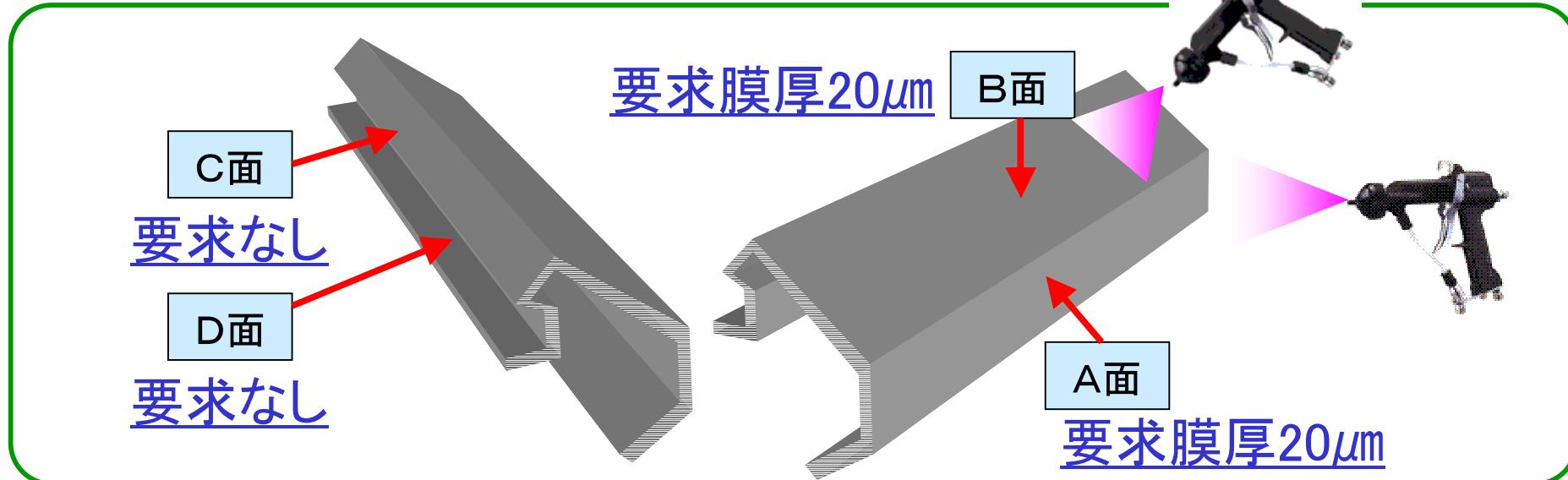
塗装しやすい位置にワークを置く



傾き	10°	20°
塗着効率UP	10%以上	20%以上

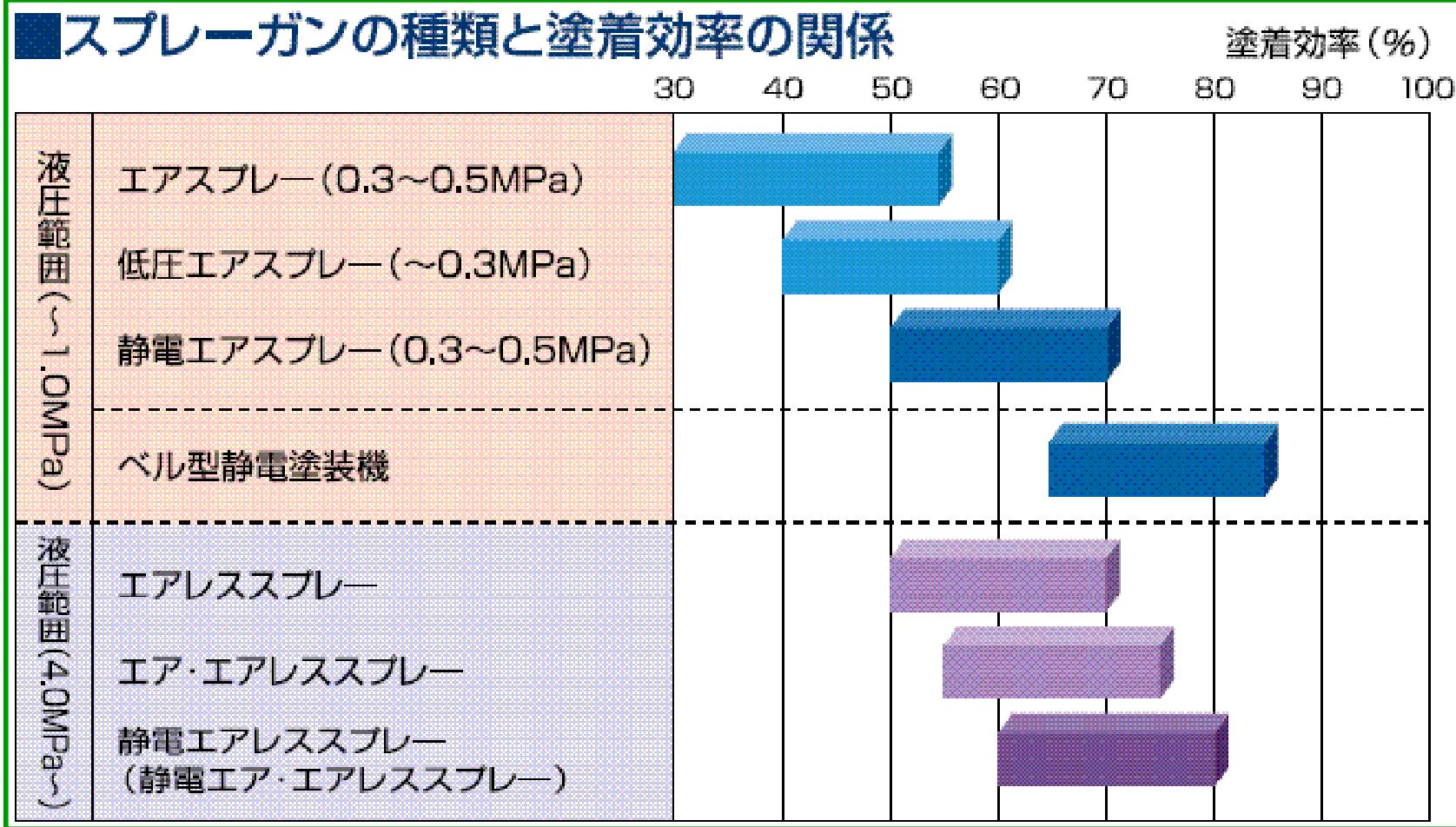
必要な部位のみ塗装

要求される塗装面以外は極力塗装しないようする



④ スプレーガンと塗着効率

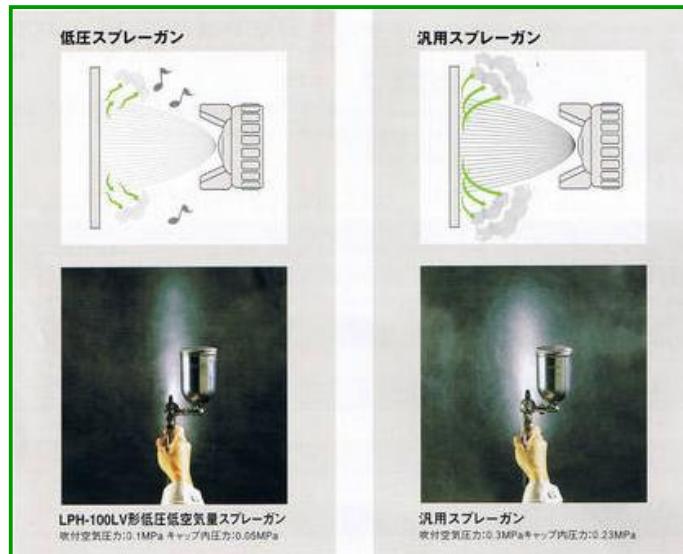
用途に応じてスプレーガンを選定する



参考：すぐにできるVOC対策（環境省）

低圧スプレーガンの塗着効率

低圧エアーガンの効果



各社のハンドガン

参考 : CEMAホームページVOC集大成



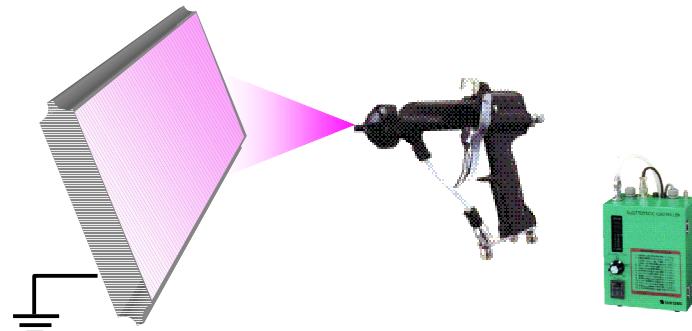
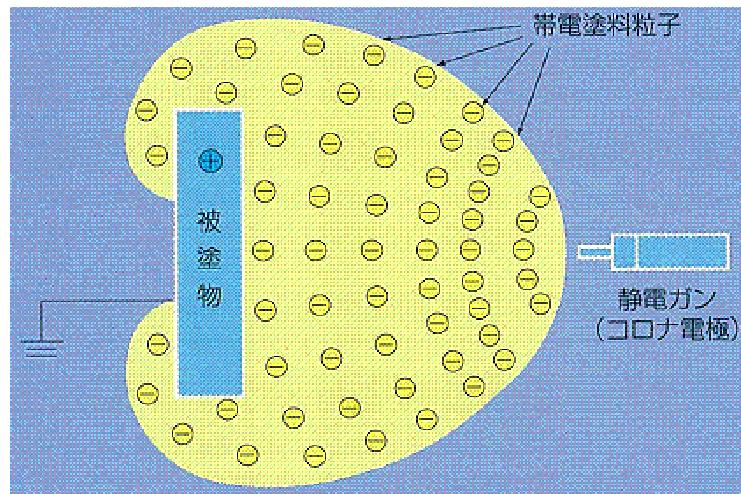
参考 : CEMAホームページVOC集大成

塗装ガン	塗料 (メラミン)			塗装条件		塗着効率 (%)	VOC 削減割合 (%)	塗料 使用量 削減割合 (%)
	タイプ	原液 不揮発分 (%)	希釀後 不揮発分 (%)	エア圧 (MPa)	エア 消費量 (L/min)			
エア スプレー	ハイ ソリッド 系	75	60	0.35	85	48	100	100
低圧エア スプレー				0.12 240	200	55 ▲10	▲10	▲10

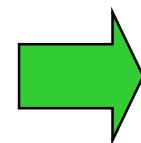
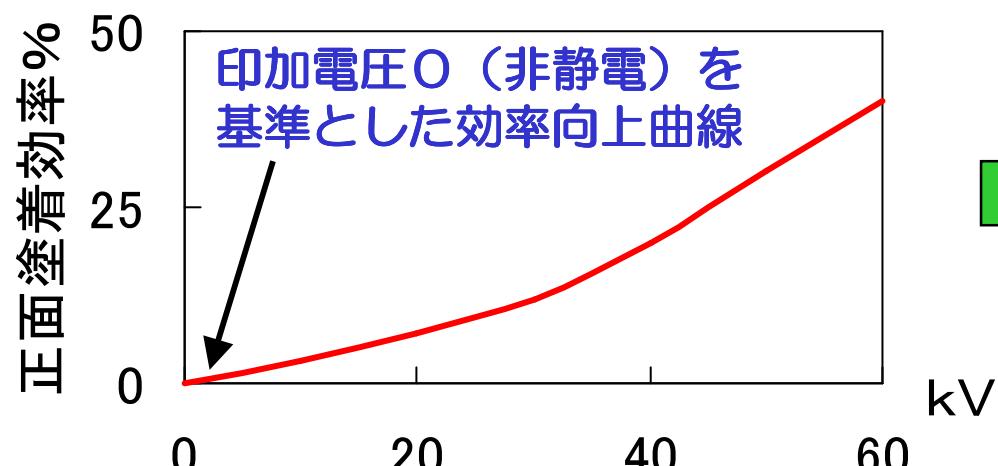
参考 : 塗装工学2008/VOL.43 NO.8

⑤ 静電塗装機の採用

静電塗装により正面（狙い部分）の塗着効率を上げる



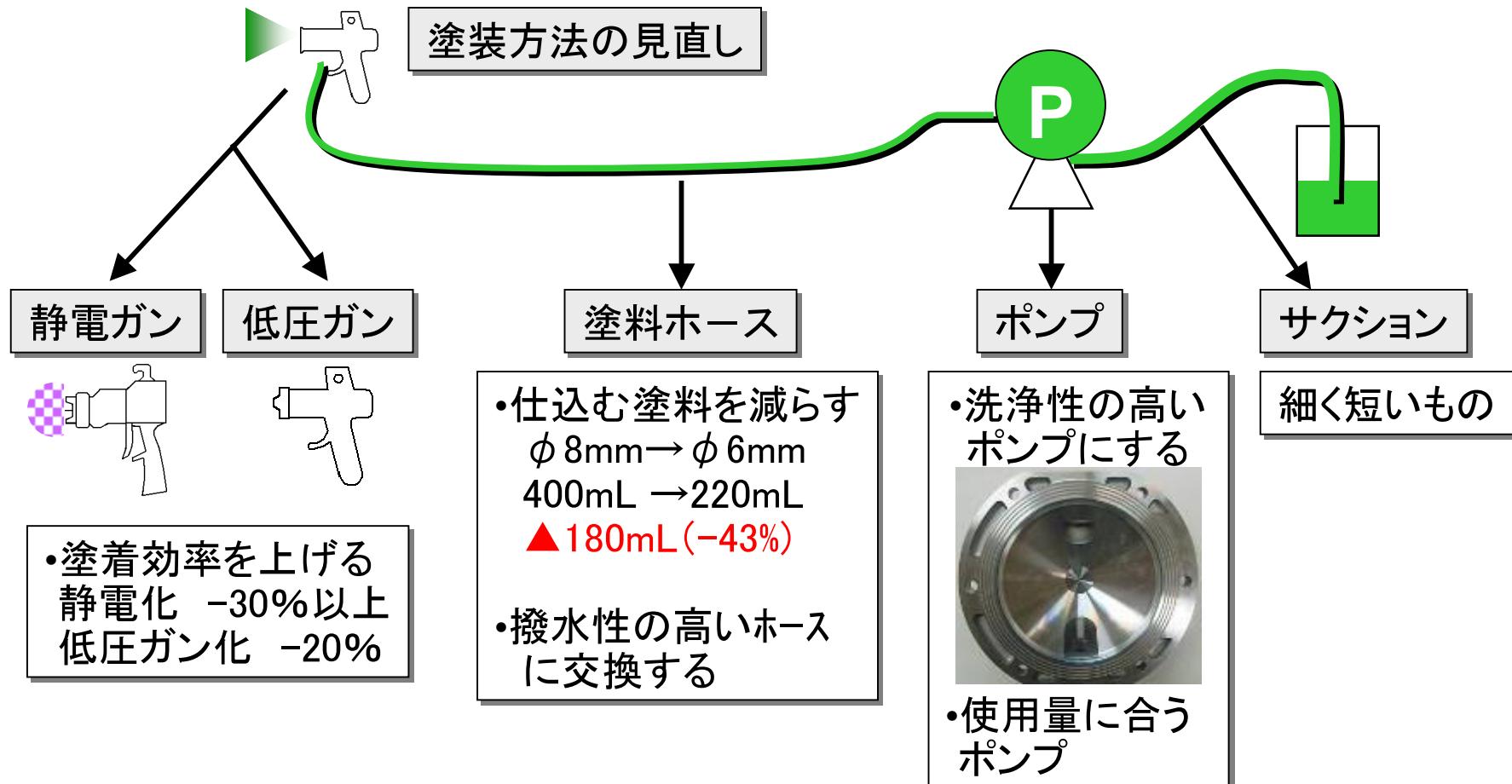
正面の塗着効率UP



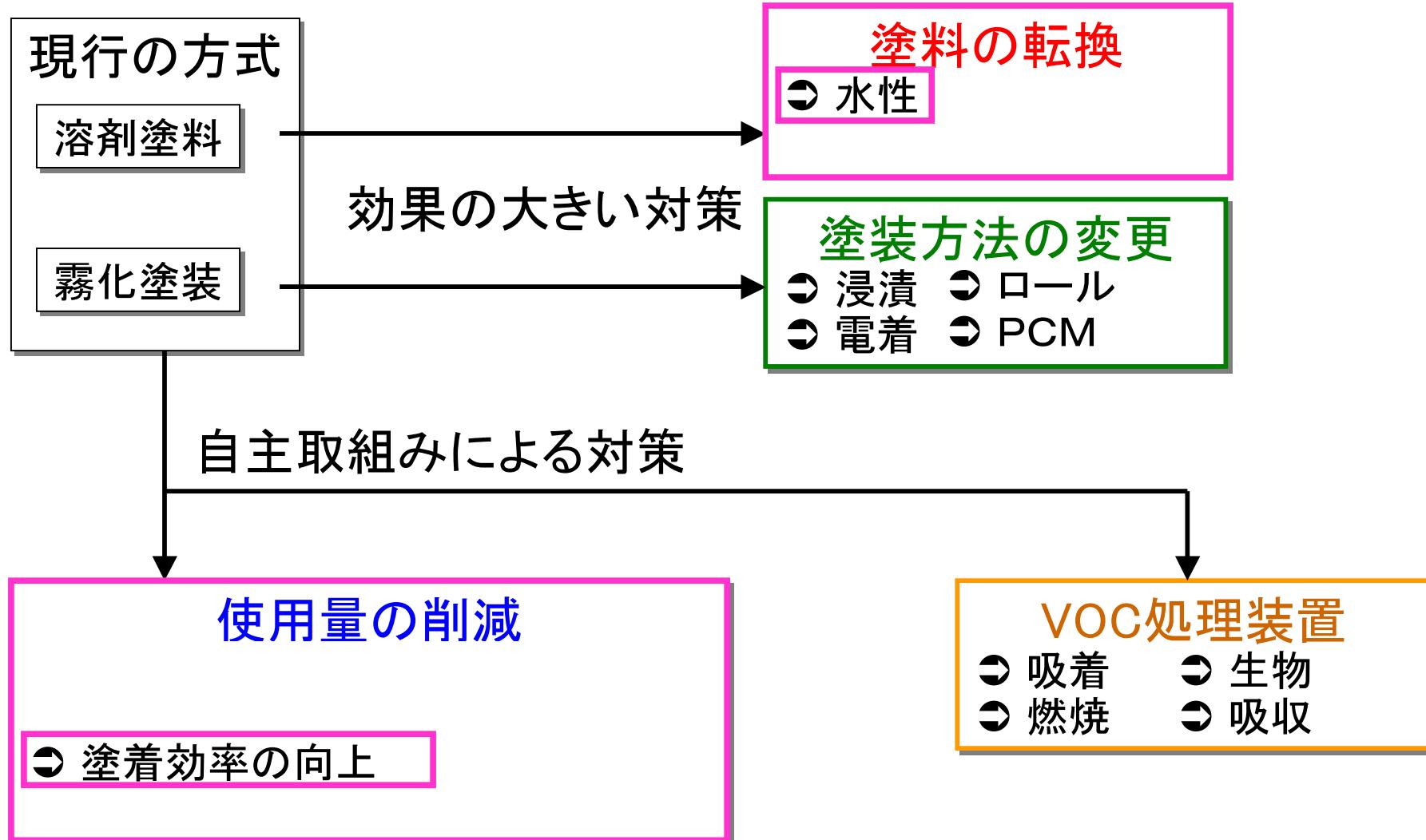
静電塗装ガンに
変えることで
塗料使用量を削減

システム全体の見直し

無駄な塗料の使用、色替・洗浄ロスを減らす

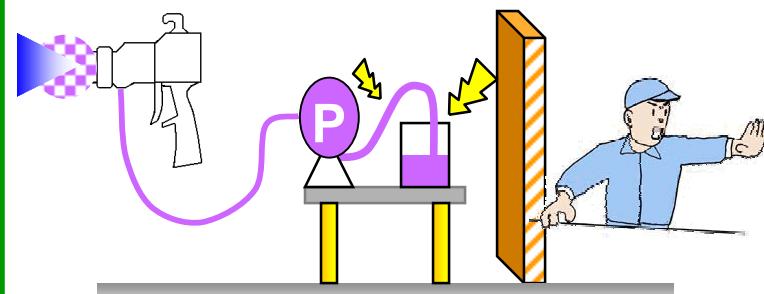


水性塗料の静電塗装



水性塗料の静電塗装

絶縁架台式



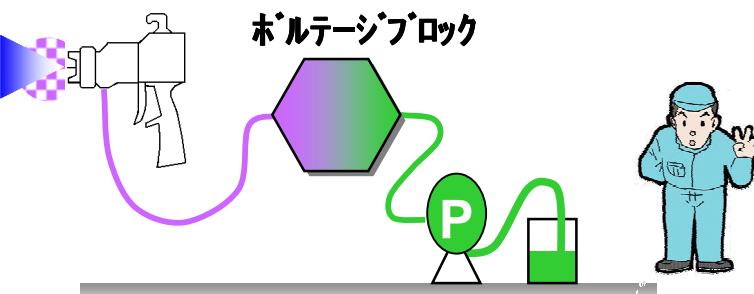
効果

- 既存機器流用可
- 高い塗着効率

課題

- ◆塗料補給
- ◆色替工程

中間絶縁式（ボルテージブロック）



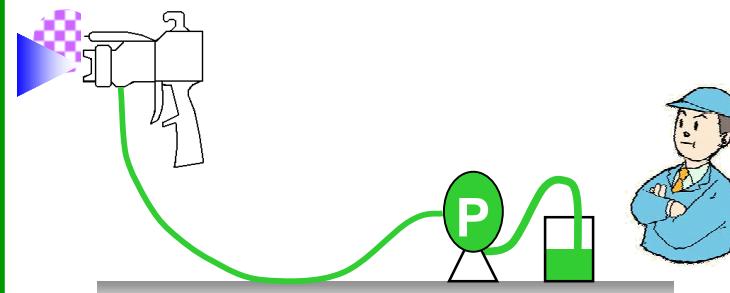
効果

- 既存機器流用可
- 高い塗着効率
- 塗料補給可

課題

- ◆コスト
- ◆耐久力

間接帯電方式（外部帯電）



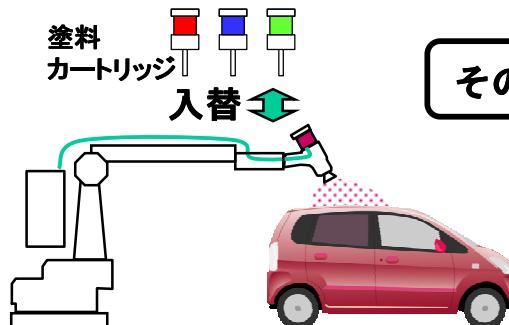
効果

- 既存機器流用可
- 塗料補給可

課題

- ◆塗着効率
- ◆汚れ

カートリッジ式（自動車ボディ向け）



その他: タンク式

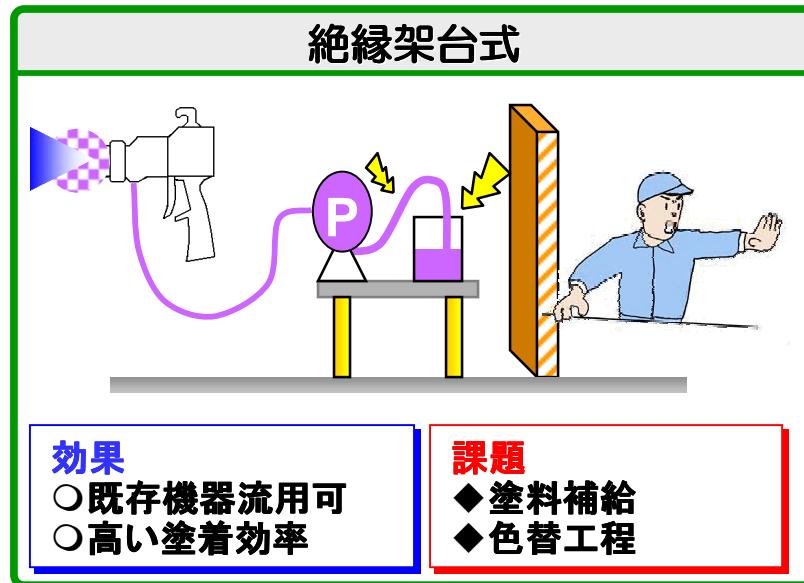
効果

- 高い塗着効率
- 高速色替

課題

- ◆コスト大
- ◆設備大型化

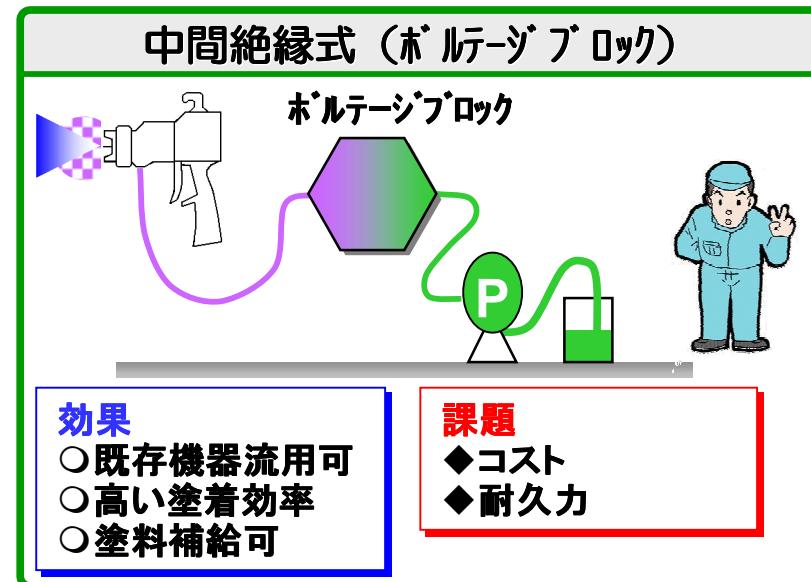
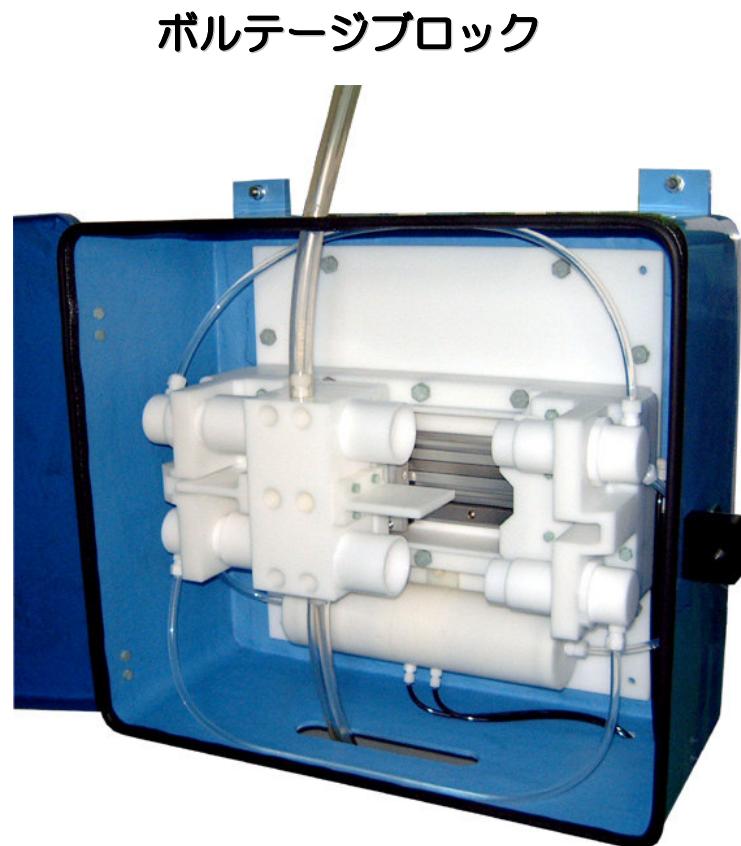
水性塗料の静電塗装



絶縁架台

参考：CEMA ホームページ
VOC集大成

水性塗料の静電塗装



参考：CEMA ホームページ
VOC集大成

水性塗料の静電塗装

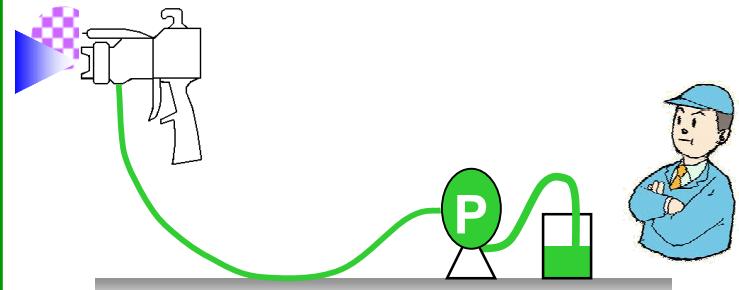
ハンドガン



自動ガン



間接帶電方式（外部帶電）



効果

- 既存機器流用可
 - 塗料補給可

課題

- ◆ 塗着効率
 - ◆ 汚れ

参考：CEMA ホームページ
VOC集大成

今回使用した参考文献・情報

- 1) 社団法人 産業環境管理協会：環境負荷物質対策調査
(揮発性有機化合物(VOC)自主的取組の普及・推進調査) 報告書(2008.3)
- 2) 社団法人 産業環境管理協会 ホームページ： 環境技術 VOC自主取組み
<http://www.iemai.or.jp/japanese/tech/voc/index.cfm>
- 3) 社団法人 日本塗料工業会： 日本の塗料工学、p14,15 (2008)
- 4) 社団法人 日本自動車工業会： 「VOC抑制専門委員会報告資料」 (2005)
<http://www.env.go.jp/council/07air/y074-06/mat03-4.pdf>
- 5) 中国塗料株式会社： 環境報告書2007 (2008報告)
http://www.cmp.co.jp/eco/eco_report2007.pdf
- 6) 財団法人： 日本海事協会IMO塗装性能基準に関するガイドライン (2008.8)
http://www.classnk.or.jp/hp/Publications/Publications_image/guideline_painting_i.pdf
- 7) 日本工業塗装協同組合連合会 日本塗装機械工業会： 塗装と塗料 2008.10 p23 (2008.10)
- 8) 環境省： すぐにできるVOC対策 塗装で取組むVOC削減手引き
<http://www.env.go.jp/air/osen/voc/pamph4/index.html>
- 9) 東京都環境局： 東京都VOC対策ガイド[工業内偏]
<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/chem/voc/vocguide/guide18.htm>
- 10) 平野克己： 塗装工学、2008/Vol.43 NO.5、p168 (2008)
- 11) 木下稔夫： 塗装工学、2008/Vol.43 NO.8、p256 (2008)
- 12) 日本塗装機械工業会ホームページ： VOC集大成
http://cosmos.amris.co.jp/cema/voc_info/index.html

第9回 技術シンポジウム

「塗装工程におけるVOCの削減技術」

ご清聴ありがとうございました。

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