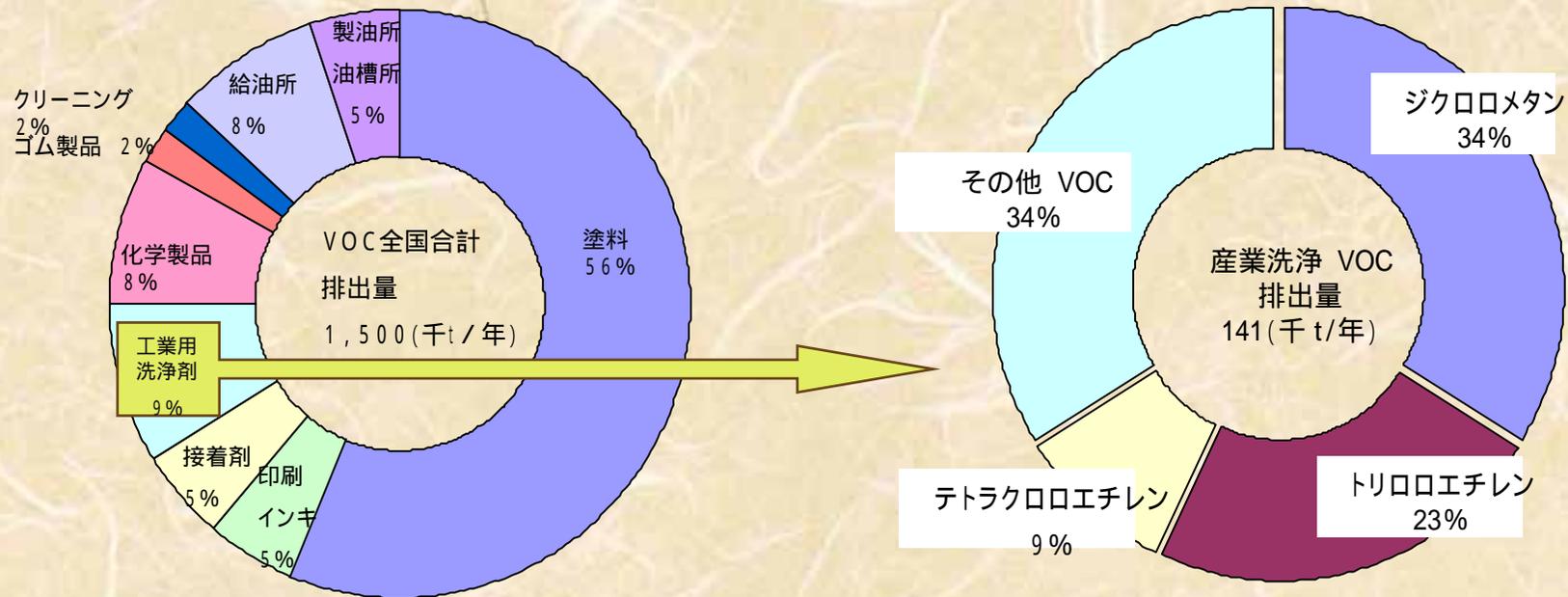


# 産業洗浄におけるVOC対策

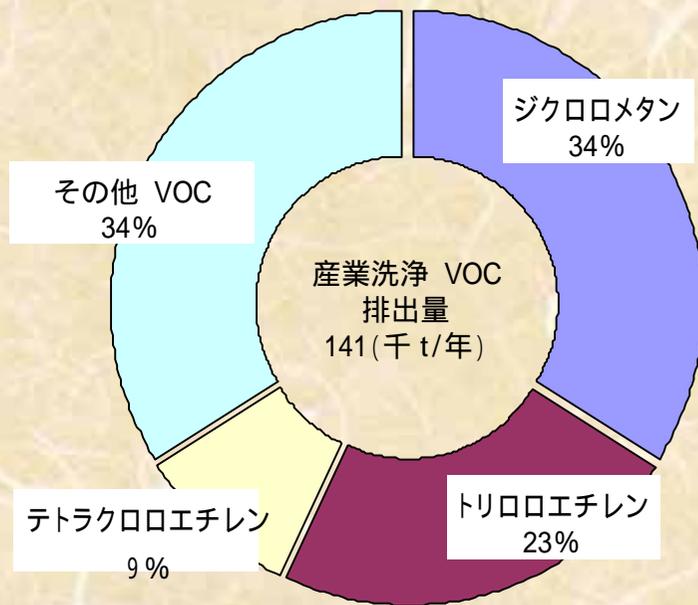
日本産業洗浄協議会  
土井潤一

# 産業洗浄VOC排出量(2000年)

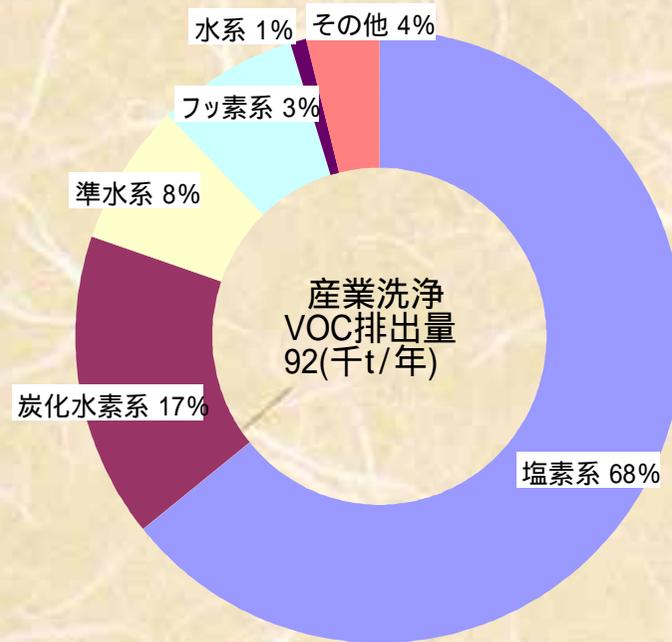


平成14年度 VOC排出インベントリ (社団法人 環境情報科学センター H.15)

# 産業洗浄VOC排出量(2000年) 改訂版



平成14年度 VOC排出インベントリ  
(社団法人 環境情報科学センター H.15)



産洗協推計  
「平成12年(2000年)の産業洗浄VOC排出量」

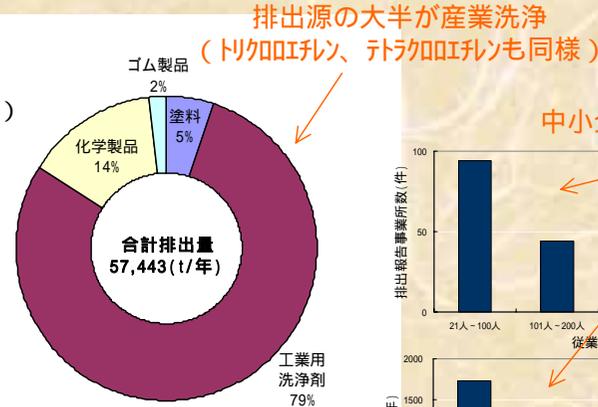
# VOC排出抑制と中小企業

用途は産業洗浄がトップ

塩化メチレンの用途別需要内訳 (2002年推定)

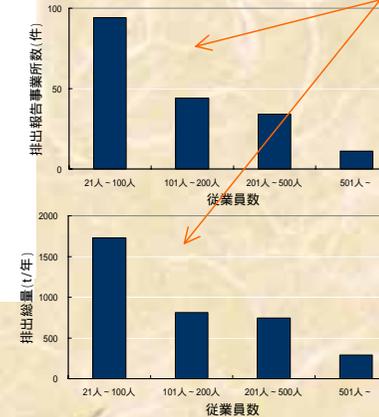
用途	数量 (t)	割合 (%)
工業洗浄 (脱脂)	28,000	41.0
医薬品及び農薬	8,900	13.0
化学品原料	5,300	7.8
塗料剥離剤	5,000	7.3
接着剤	3,900	5.7
フィルム・繊維	2,400	3.5
発泡剤	2,300	3.4
ポリカーボネート	2,000	2.9
試薬・その他	10,500	15.4
合計	68,300	100.0

(クロロカーボン衛生協会での統計値)



塩化メチレンの主要排出源  
(環境省によるVOC成分の発生源別排出量の推計結果)

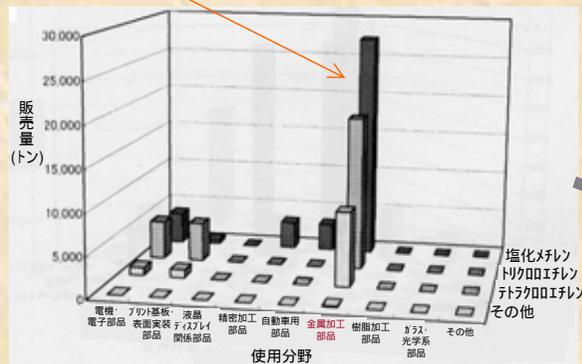
中小企業の割合高い



PRTR届出状況

(金属製品製造業での塩化メチレンの排出)

金属加工分野が圧倒的

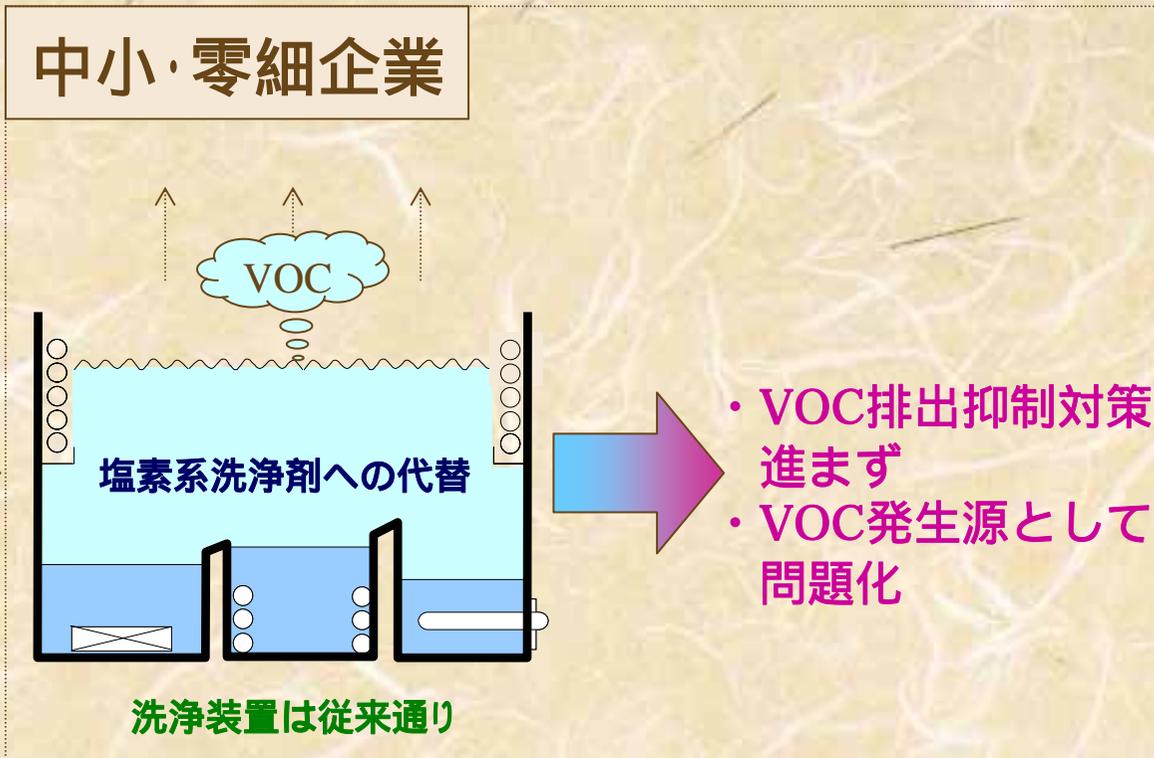
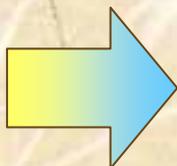


塩素系洗浄剤の使用分野別販売量 (2000年)  
(日本産業洗浄協議会での調査結果)

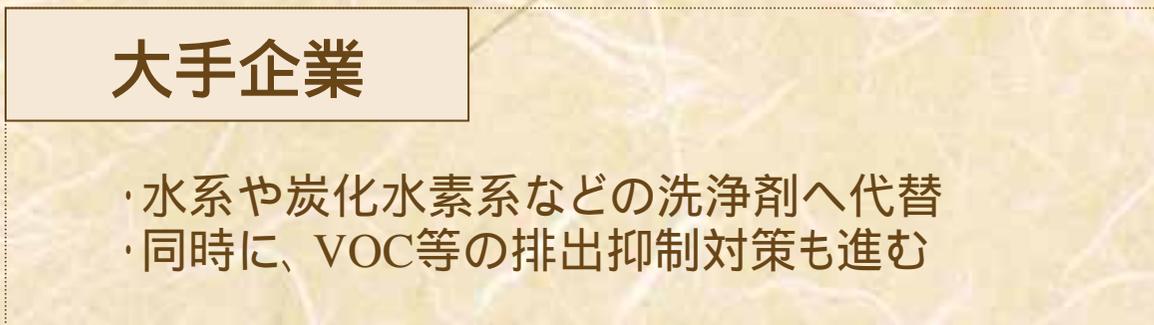
## 排出削減の対象企業

塩素系洗浄剤を使用している  
金属加工業  
(プレス加工、切削加工など)  
ほとんどが中小企業

1995年末  
オゾン層破壊物質全廃



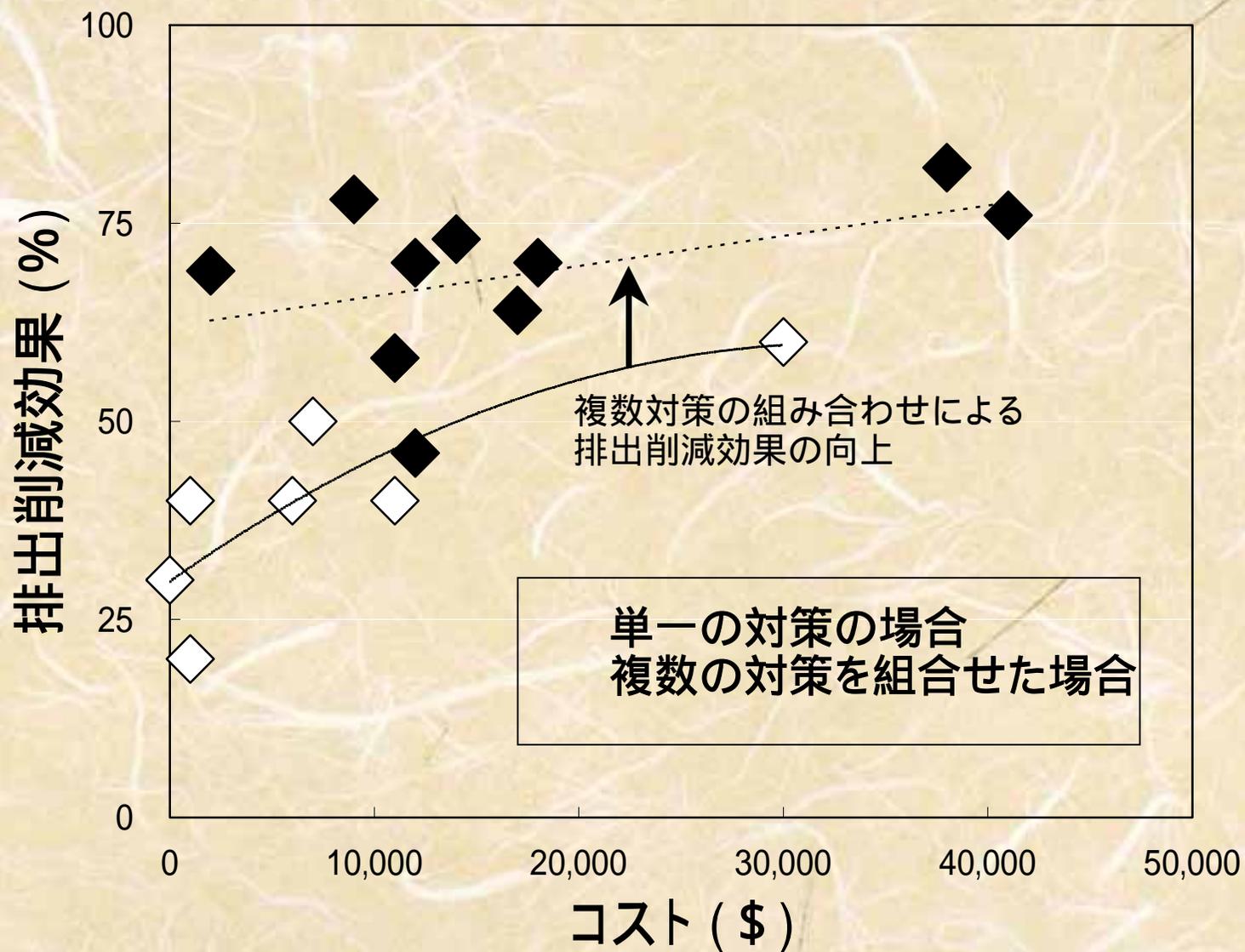
- ・ VOC排出抑制対策  
進まず
- ・ VOC発生源として  
問題化



# 産業洗浄工程における排出抑制のための主な対策

対策の種類	具体的方法	VOC排出抑制効果	必要なコスト
使用方法の見直し	<ul style="list-style-type: none"> <li>●洗浄の必要性、清浄度の基準</li> </ul>	<p>単独ではVOC排出抑制効果が低い。 しかし、複数対策の組み合わせによって、半減できる。</p> <p><b>専門知識やノウハウが必要</b></p>	数万～数十万円
運転・操作の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>●洗浄機周辺の風の減少</li> <li>●洗浄物による液持出量の削減</li> <li>●ドゥエル方法の検討</li> <li>●局排方法の検討</li> <li>●冷却水温度の適正化</li> <li>●洗浄物の移動速度の適正化</li> <li>●作業方法の適正化など</li> </ul>		
洗浄装置の改造	<ul style="list-style-type: none"> <li>●蓋、カバーの設置</li> <li>●フリーボード高さ／比の確保</li> <li>●局排方法の変更</li> <li>●冷却水温度など</li> </ul>		
再生・回収装置の導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>●活性炭吸着法</li> <li>●圧縮深冷凝縮法</li> </ul>	60～80% 抑制	数百万～数千万円
装置の密閉化	<ul style="list-style-type: none"> <li>●密閉型洗浄装置</li> </ul>	70～80% 抑制	数百万～数千万円
代替洗浄剤の導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>●水系、準水系、炭化水素系、ハロゲン系(フッ素系、臭素系)などの洗浄剤</li> </ul>	100% 抑制 (但し、代替物質の排出は別)	数千万円 (装置入れ換えも必要)

# 複数対策の組み合わせによる排出削減効果向上の例



# EVABAT導出の具体例(試算)

中小企業事業団「金属洗浄における塩素系有機溶剤の自主管理計画達成マニュアル 平成9年度」に記載されている事例を元にした検討結果

## 要素モデル

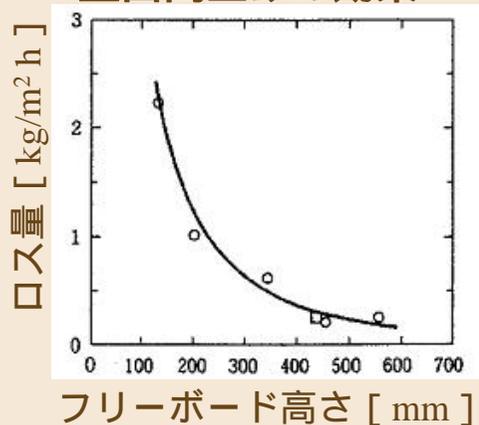
### 洗浄操作に伴う持ち出し

温度	ロス量
13 [ ]	0.100 [kg/m <sup>2</sup> 回]
20 [ ]	0.150 [kg/m <sup>2</sup> 回]

### フタの効果

フタあり	92 [g/m <sup>2</sup> h]
フタなし	150 [g/m <sup>2</sup> h]

### 壁面嵩上げの効果

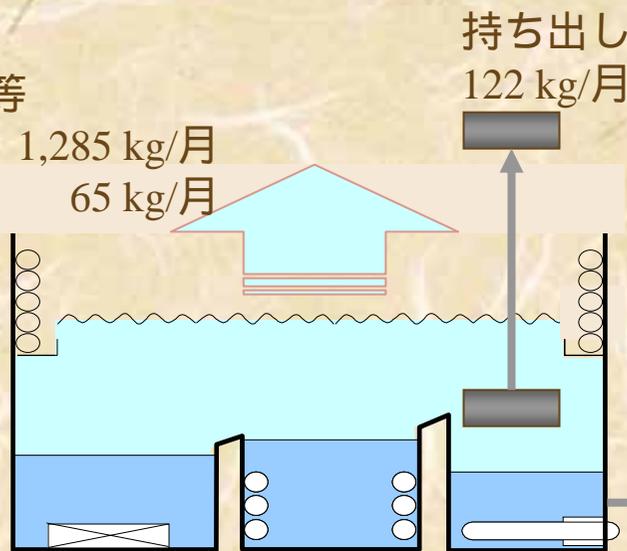


ここに示す要素モデルは、旭硝子及びトクヤマのデータ

## 現状

### 局所排気等

- 稼働時 1,285 kg/月
- 停止時 65 kg/月

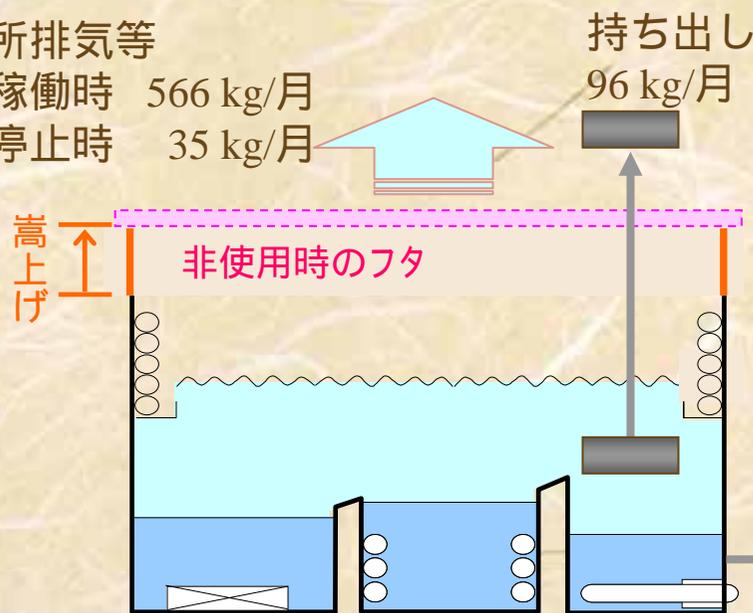


**洗浄剤使用量**  
1,692 kg/月

## EVABAT

### 局所排気等

- 稼働時 566 kg/月
- 停止時 35 kg/月



**洗浄剤使用量**  
918 kg/月  
(46%削減)

設備費

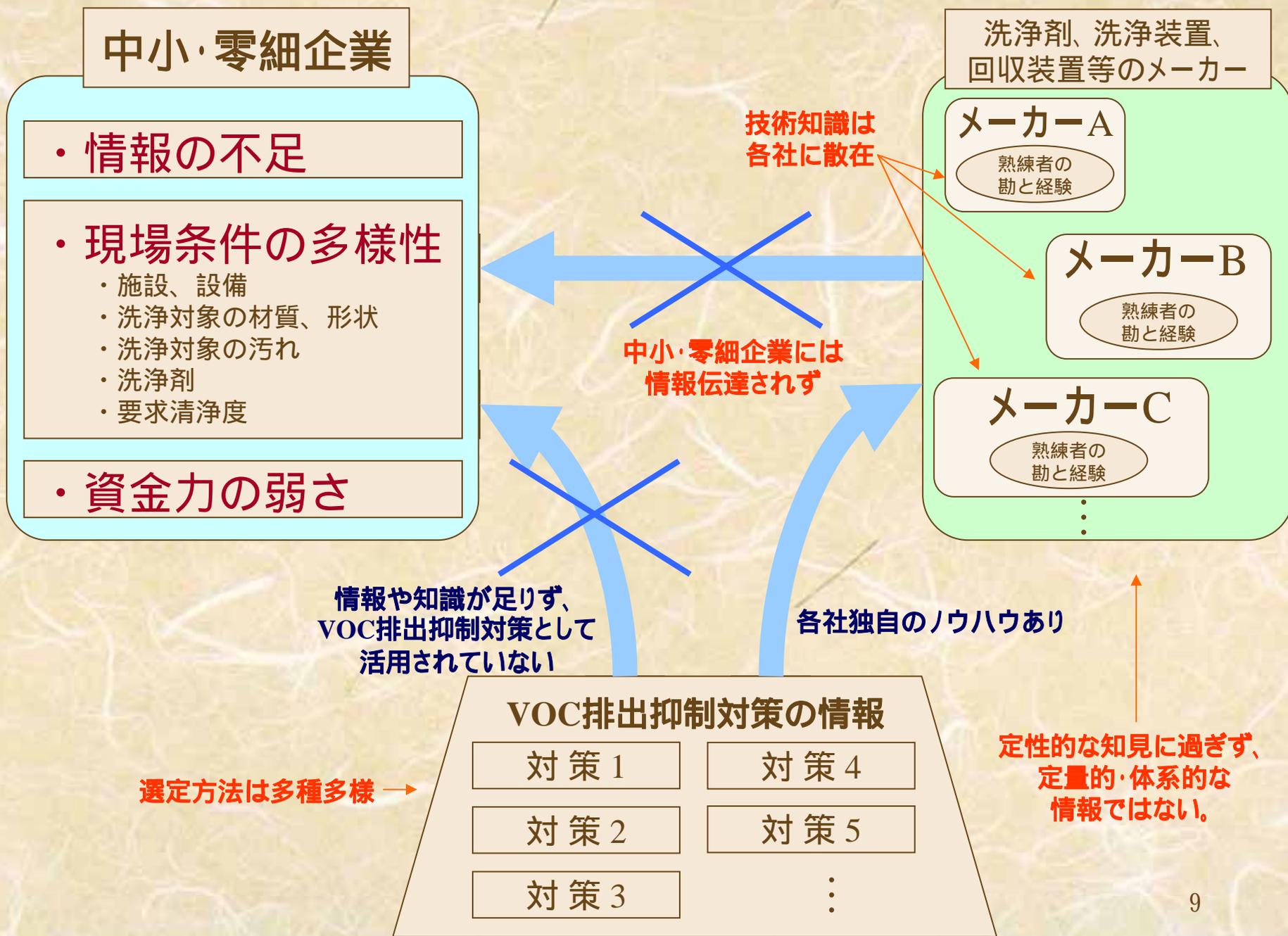
約20万円

洗浄剤購入費

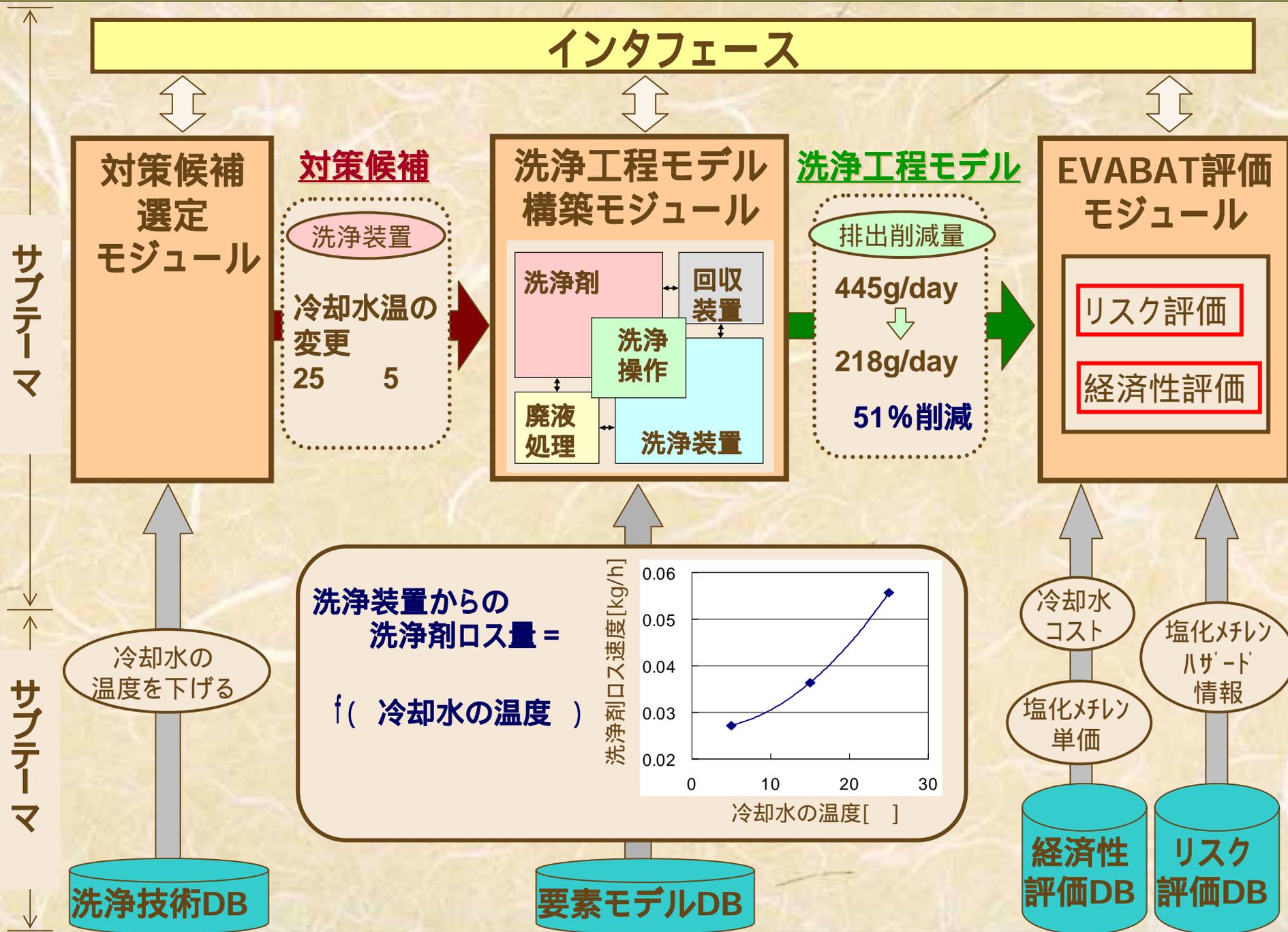
-14万円/月

廃液 221 kg/月

# 中小・零細企業の抱える課題



# 技術開発の具体的内容 (モジュール、EVABAT評価、モデルDB)

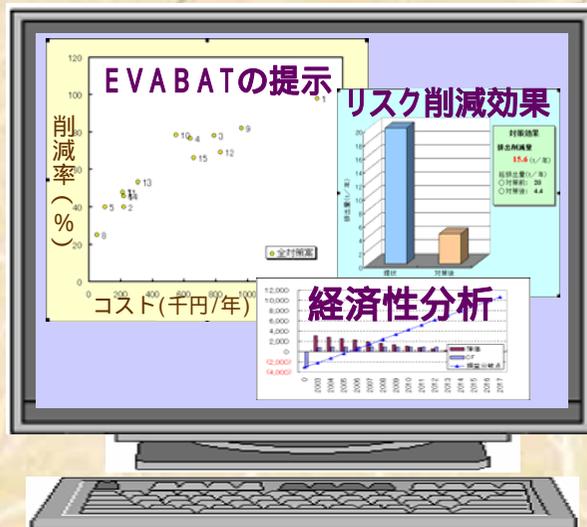


# EVABAT導出・支援システム(技術情報の体系化)

ユーザー  
(中小・零細企業)

## 現場の状況、制約

- < 現状の洗浄工程 >
- ・現状設備、洗浄工程
- ・対象(材質、汚れ等)
- ・予算など



## EVABAT

個別の状況に最適な  
効果的で低コストな  
リスク削減対策

インターネット

## 洗浄工程モデルの構築

対策候補の選定

洗浄剤

回収装置

洗浄操作

廃液処理

洗浄装置

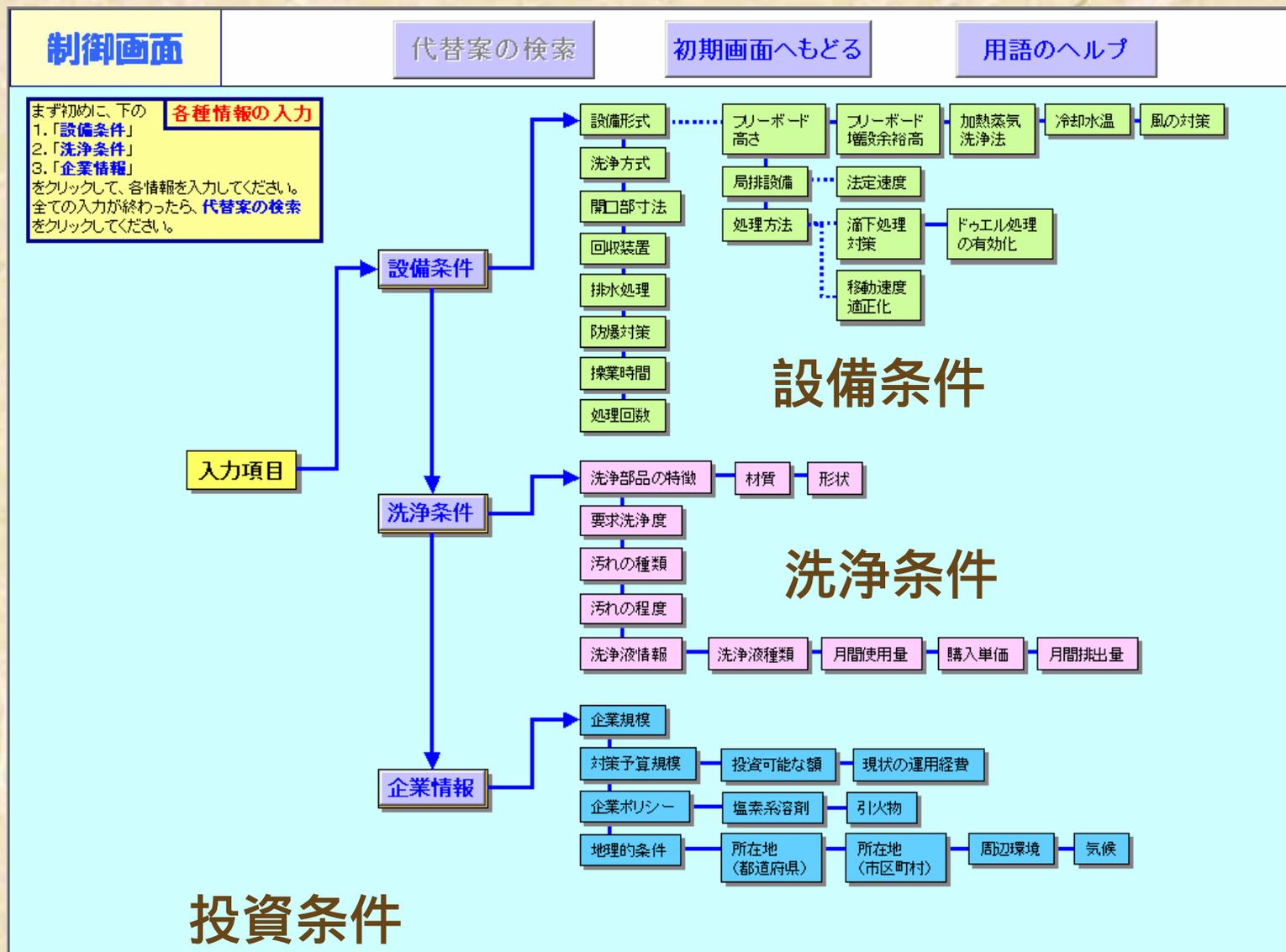
リスク評価  
コスト評価

洗浄に関するVOC等の排出抑制対策データベース

要素モデルの開発

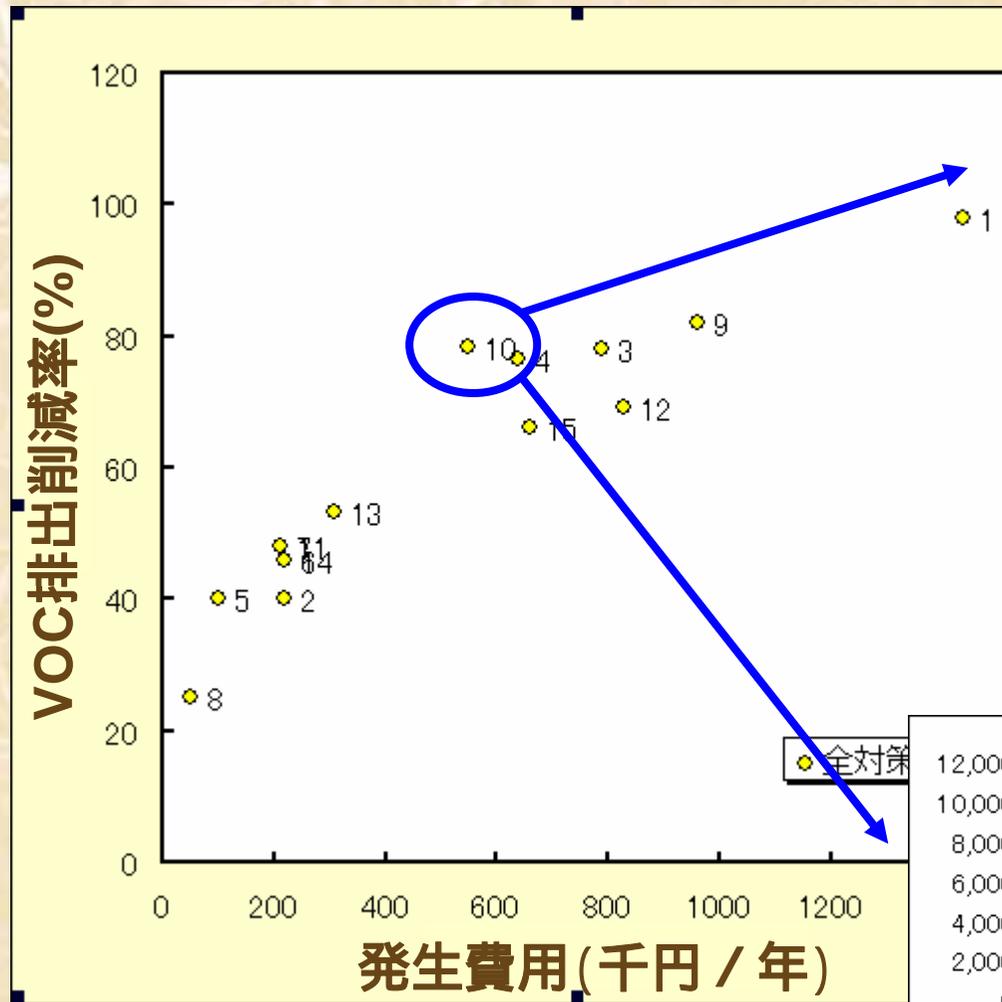
注)EVABATとは、経済的に実行可能な最良利用可能技術(Economically Viable Application of Best Available Technology)のことで、ISO14001で提示されている考え方である。

# EVABAT導出・支援システム(ユーザー条件の体系化)

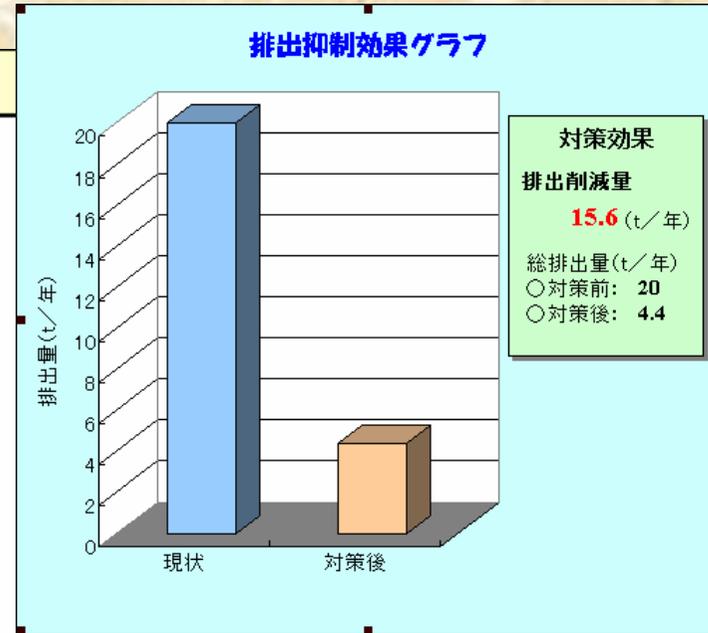


# EVABAT導出・支援システム(リスクと経済性情報の体系化)

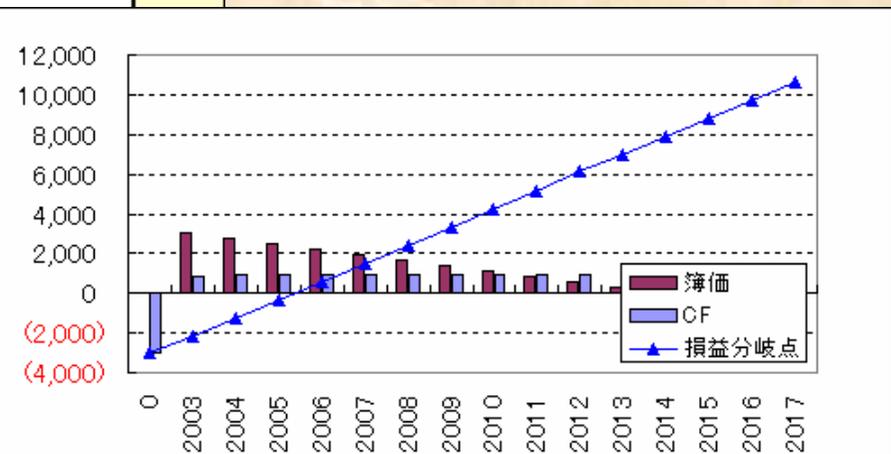
## EVABATの提示



## リスク削減効果



## 経済性分析



# EVABAT

## Economically Viable Application of Best Available Technology

経済的に実行可能な最良利用可能技術

### 【特徴】

- ・ 個々の状況に対して効果的
- ・ 経済的に実行可能
- ・ リスク削減対策

ISO14001で、技術上の選択肢を考慮する際の考え方として提示されている。

# ユーザーニーズ(アンケート調査の結果)

## PRTR届出事業者

(有効回答数: 37件)



## PRTR届出外事業者

(有効回答数: 29件)



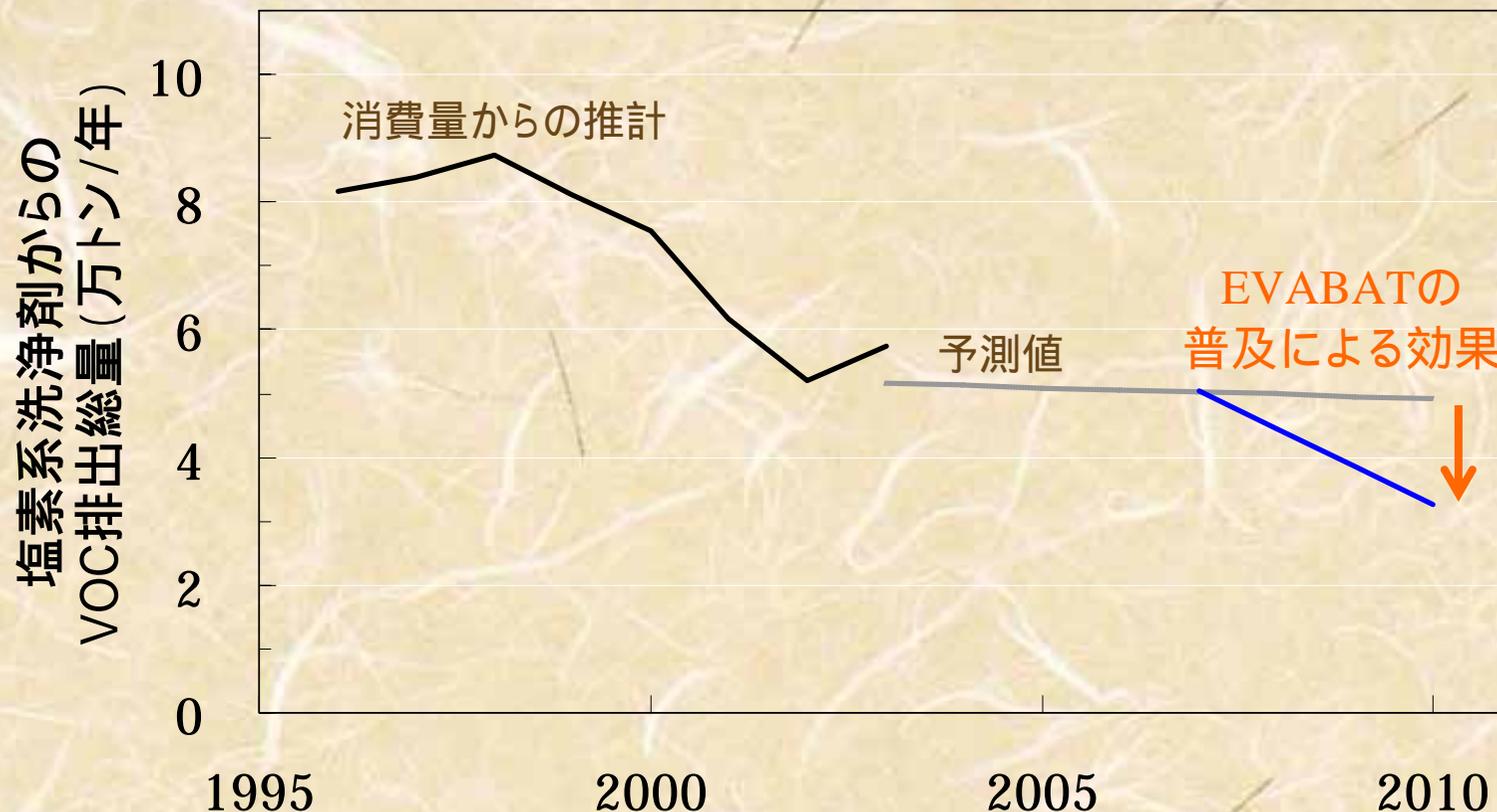
< アンケート実施日 >

2003国際洗浄産業展「新しい時代の化学物質管理 - EVABAT - 」(主催者:日本産業洗浄協議会等) (2003.9.10 ~ 12).

2004洗浄総合展「新しい時代の化学物質管理 - EVABAT - 」(主催者:日本産業洗浄協議会等) (2004.9.29 ~ 10.1). 15

日本金属ハウスウェア工業組合「トリクロロエチレン等を含むVOC(揮発性有機化合物)排出抑制規制セミナー」(2005.2.28).

# VOC排出削減効果



## 削減対象物質

- ・塩化メチレン
- ・トリクロロエチレン
- ・テトラクロロエチレン

事業所	2002年度時点	2010年度時点での予測			
	排出総量	排出総量		想定普及率	EVABAT普及による排出削減効果
		EVABAT普及なし	EVABAT普及あり		
PRTR届出 [1,128事業所]	22,443 t/年	21,321 t/年	12,313 t/年	65%	9,008 t/年削減 (42%削減)
PRTR届出外[47,521事業所]	29,573 t/年	28,094 t/年	20,607 t/年	41%	7,487 t/年削減 (27%削減)
合計	52,016 t/年	49,415 t/年	32,920 t/年	-	16,495 t/年削減 (33%削減)

注1) 「事業所」の数は、2002年度のPRTRデータでの数値である。

注2) 2002年までの「排出総量」は、国内消費量に排出係数(0.70)を乗じた。排出係数は、PRTRでの排出量と国内消費量の比と見なす。

注3) 「想定普及率」は、アンケート調査の結果に基づいた。

## 関連工業会との連携(太字は具体的な連携が進んでいる)

業種	工業会名	塩素系溶剤の 排出量(トン/年) <small>注)</small>
出版・印刷・同関連産業	日本印刷産業連合会など	3,695
ゴム製品製造業	日本ゴム履物協会など	2,122
なめし革・同製品・毛皮製造業	日本靴工業会など	905
鉄鋼業	日本鉄鋼連盟、線材製品協会など	2,050
非鉄金属製造業	日本アルミニウム協会、日本伸銅協会、日本電線工業会、 全国鉛錫加工団体協議会、新金属協会など	1,521
金属製品製造業	<b>全国鍍金工業組合連合会、日本金属ハウスウエア工業組 合、全国金属洋食器工業組合、日本金属熱処理工業会、 軽金属製品協会、日本金属プレス工業協会、カメラ映像機 器工業会、日本時計協会、日本ベアリング工業会など</b>	18,964
一般機械器具製造業	日本産業機械工業会、日本事務機械工業会など	6,367
電気機械器具製造業	情報通信ネットワーク産業協会、電子情報技術産業協会ビ ジネス機械・情報システム産業協会、日本電機工業会など	5,039
輸送用機械器具製造業	日本自動車工業会、日本自動車部品工業会、日本航空宇 宙工業会など	5,391
精密機械器具製造業	日本光学硝子工業会など	2,948
その他の製造業	全国楽器協会、日本スポーツ用品工業会、日本釣用品工 業会など	2,713
塩素系溶剤等の化学工業	<b>クロロカーボン衛生協会</b>	-

注) 排出量は、平成14年度PRTR届出データおよび推計データにおける塩化メチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンの排出量の合計である。

## 産業洗浄における VOC 対策

日本産業洗浄協議会

土井 潤一

日本産業洗浄協議会（以下 産洗協）は、オゾン層保護の推進を契機として産業洗浄分野における洗浄装置、洗浄剤、周辺装置の異業種交流団体として創設されました。その活動の重点には、フロン・エタン代替洗浄技術の開発・普及に象徴される、産業洗浄現場の適切な化学物質管理であり、近年その課題は多様化し重要度も増している。

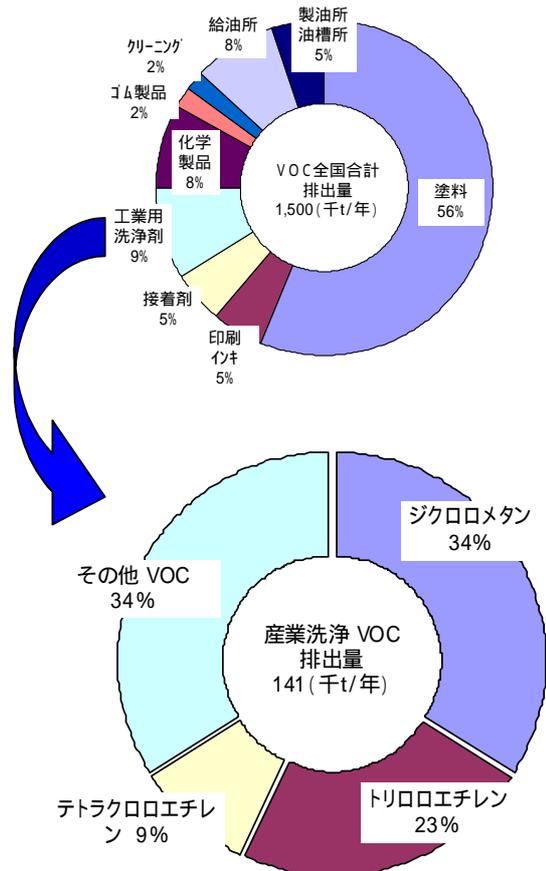
### 1. 産業洗浄におけるVOC排出量

今回の VOC 排出抑制政策の枠組みにおける自主的取組の進め方については、従来の有害大気汚染物質の自主管理のような統一的手法を取らず、情報公開とチェックアンドレビューを前提とした「事業者がそれぞれの事情に応じて取り組むという柔軟な方式でも排出抑制は進展する」と考え、「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、適切な方法を検討し、確立すること」(中環審意見具申)を期待するものとなっている。

#### 2000年（平成12年）産業洗浄VOC排出量

そこでまず産洗協は、VOC 排出量推計、その経年変化把握の手法検討を始めている。図 1 は、VOC 排出に関する研究会（環境省 H14）の数値である。産洗協は、その後利用可能な統計検索、追加調査の実施をおこない、その精度を上げる取り組みを行っている。その推計修正の留意点は、塩素系・フッ素系洗浄剤の販売量調査を基点に、生産統計、各洗浄剤別 VOC 含有量、排出係数などの再整理にある。

図 1 平成12年(2000年)の産業洗浄VOC排出量



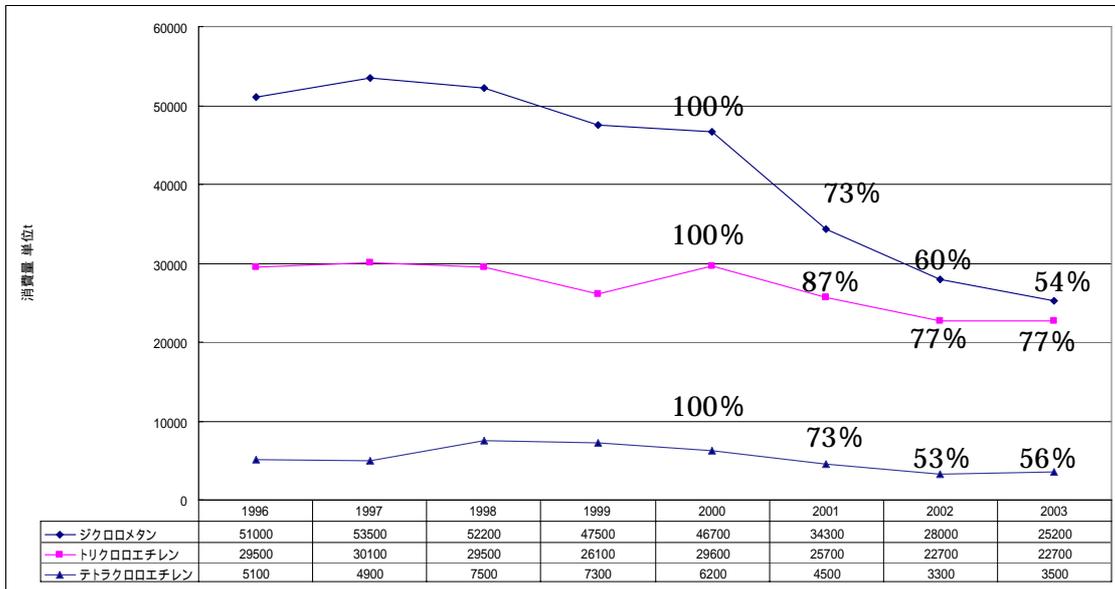
(出典：社団法人 環境情報科学センター「平成15年度排出インベントリ」)

#### 産業洗浄VOC排出量の経年変化

今回のVOC排出抑制の枠組みは、固定発生源 150 万 t を 2010 年までの 10 年間で 30% 程度排出抑制することで、浮遊粒子物質およびオキシダントの大気汚染が相当程度改善されることを目標としている。

産洗協は「情報公開とチェックアンドレビュー」の基点となる産業洗浄VOC排出量の

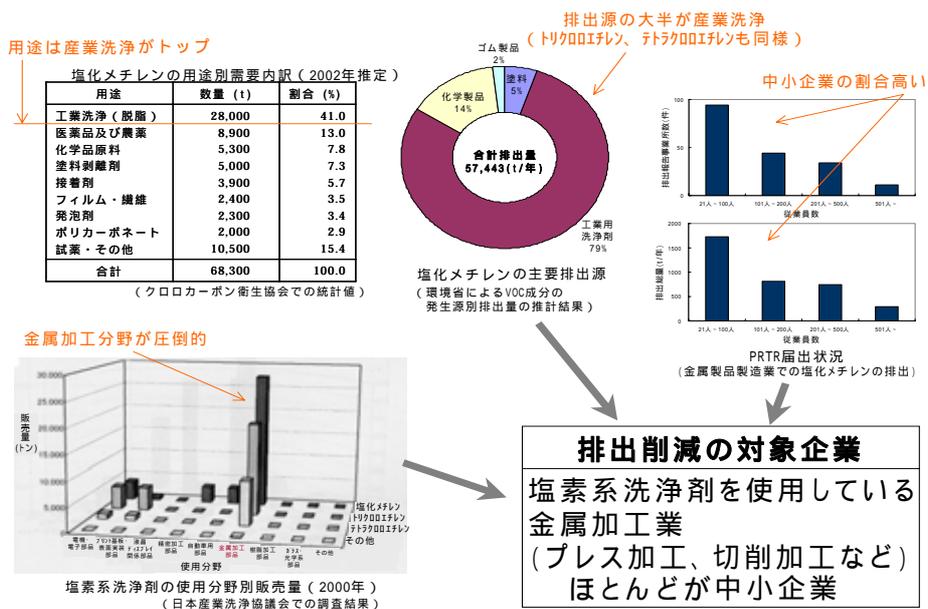
図 2 塩素系溶剤（産業洗浄用途）の消費量（出典協力 クロロカーボン衛生協会）



経年変化を 溶剤生産統計(年次統計)の活用。  
 新たに昨年度実施「第2次工業洗浄に関する調査報告」の継続実施と活用を中心として  
 近日情報公開いたします。(図2は、塩素系  
 溶剤メーカーによる国内消費量の推移集計)

2. VOCの主要発生源は 中小企業  
 産業洗浄は、素材の成形後や、部品の加工  
 前後、製品の組立後に生じる工程であり、金  
 属加工の脱脂洗浄等を中心として広範な工  
 業分野で実施されている。  
 洗浄剤には溶剤が使われるケースが多く、

図 3 VOCの主要排出源



以前は、1,1,1-トリクロロエタンと CFC113 が一般的に広く使用されていた。

その後、大手企業は水系、炭化水素系などの代替洗浄剤を使用するようになったのに対して、プレス加工、切削加工、メッキなどの金属加工業を中心とした中小・零細企業の多くは、移行コストが安く、洗浄性能も高い塩素系洗浄剤（塩化メチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン）へと移行した（図3）。

これらの中小・零細企業では、環境対策への関心が低かった時代に開発された既設洗浄機を継続して使用し、十分な排出抑制対策が取られていない現場が多い。

PRTR 集計データでは、塩化メチレンは、調査開始以来、常に排出量第3位である。

### 3. VOC排出抑制と中小企業対策 中小企業におけるVOC排出対策

VOC 排出量の経年変化はその低減傾向を示している。しかしその主たる塩素系溶剤の企業規模別発生源は中小企業領域であり、今後 VOC 排出抑制の取組はこの中小企業対策

の視点が重要となる。

しかし、平成9年以降の「有害大気汚染物質自主管理計画」の成果をふまえ、産業洗浄工程から一層の VOC 排出抑制を実現するには、中小・零細企業単独での自主的な取組に頼るだけでは極めて困難である。

これらの中小・零細企業で排出抑制対策が進まない理由としては、情報の欠如、資金面での脆弱性、専門知識の不足が挙げられる。また VOC 排出抑制対策の選定ルールが未整備であることも要因である（表1）

したがって、VOC 有害大気自主管理や PRTR 制度、あるいはグリーン調達によって、VOC 排出抑制に対する取組意欲はあっても、進展しにくい状況にある。

さらに現状では、限定された情報から対策を検討せざるを得ず、検討範囲が狭いために、効果的な対策を見逃す可能性や、場合によっては逆効果や無駄な投資が発生している可能性もある。

#### 複数対策の組合せによって低コストで効果的な排出削減が実現可能

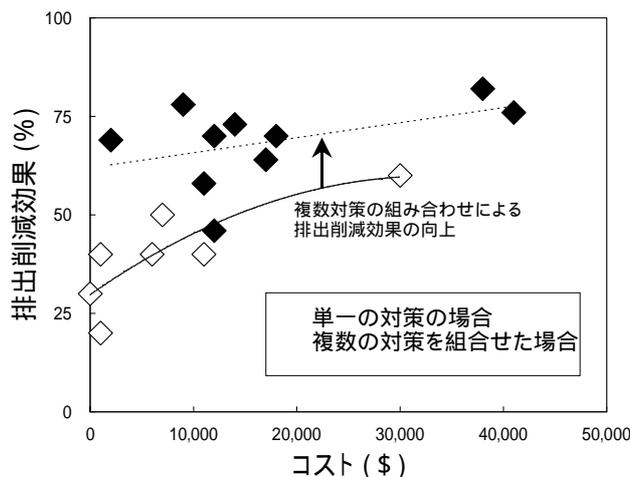
表 1 中小・零細企業でVOC排出抑制対策が困難な理由

理由	内容
技術情報が届いていない	中小・零細企業には技術情報自体、十分に届いていないという実態がある。VOC 排出抑制対策の情報発信元である技術販売側からすると、大手企業に比べて、製品の購入単価が安く、実際に購入に至る可能性が低いので、情報発信するメリットが薄い。 また、中小・零細企業の数が増大であるために情報が行き渡らず、工業会や工業組合等の企業団体に所属していない企業もある。
資金力が乏しい	中小・零細企業では、VOC 排出抑制のための投資額が小さい。 また洗浄という工程は、製品そのものを直接加工する工程ではなく、付随的な工程であるため、元々コストを掛けにくく、投資額が低くならざるを得ないという事情もある。
専門知識が不足している	後述するように、自社に最適な VOC 排出抑制対策を選定し、調整するには、専門的な知識が必要である。しかし、産業洗浄の現場となっている中小・零細企業は、VOC 排出抑制の専門家ではなく、VOC 排出抑制という観点からの適切な判断を行うのが困難な状況にある。
対策選定ルールが未整備である	中小・零細企業だけに限らないが、現状では、VOC 排出抑制対策を選定するための共通ルールは存在せず、選定方法は整備されていない。そのため、現場では独自の判断による対策の選定が行われている。

表 2 産業洗浄工程における排出量削減のための主な対策

対策の種類	具体的方法	VOC 排出抑制効果	必要なコスト
使用方法の見直し	・洗浄の必要性、清浄度の基準	単独では VOC 排出抑制効果が低い。 しかし、複数対策の組み合わせによって、半減できる。 (専門知識やノウハウが必要)	数万～数十万円
運転・操作の改善	・洗浄機周辺の風の減少 ・洗浄物による液持出量の削減 ・ドゥエル方法の検討 ・局排方法の検討 ・冷却水温度の適正化 ・洗浄物の移動速度の適正化 ・作業方法の適正化など		
洗浄装置の改造	・蓋、カバーの設置 ・フリーボード高さ/比の確保 ・局排方法の変更 ・冷却水温度など		
再生・回収装置の導入	・活性炭吸着法 ・圧縮深冷凝縮法	60～80% 抑制	数百万～数千万円
装置の密閉化	・密閉型洗浄装置	70～80% 抑制	数百万～数千万円
代替洗浄剤の導入	・水系、準水系、炭化水素系、ハロゲン系（フッ素系、臭素系）などの洗浄剤	100% 抑制 (但し、代替物質の排出は別)	数千万円 (装置の入れ換えも必要のため)

図 4 複数対策の組み合わせによる排出削減効果向上の例



(出典：EPA で実施された塩素系洗浄剤の排出抑制対策検討より。)

John B. Duke, "The Chlorinated Solvents NESHP-Results to Date, Recommendations, & Conclusions, 1997 International Conference on Ozone Protection Technologies)

**a 複数の VOC 排出抑制技術の組合せが重要**

表 2 に示すように、産業洗浄工程に対する VOC 排出抑制対策技術は既に多数存在する。ただし、排出抑制効果の高い対策は、コストも高く、中小・零細企業での導入は困難である。逆に、中小・零細企業でも実施可能な低コストな対策（使用方法の見直し、運転・操作の改善、洗浄装置の改造など）は、単独では VOC 排出抑制効果が低い。

一方で、中小・零細企業でも実施可能な対策は、複数対策の組合せによって、低コストでありながら、VOC 排出を効果的に抑制することが可能である（図 4）。

**b 最適な組合せの難しさ**

しかし、中小・零細企業がこの対策技術の最適な組合せを独力で実施するには、洗浄の現場が千差万別なため、単なるマニュアルでは対応不可能である。したがって、自社に最適に組合せを検討するには、専門知識やノウハウが必要とる。

**c EVABAT という考え方**

ISO14001 においては、技術上の選択肢を考慮する際に配慮する考え方として、経済的に実行可能な最良利用可能技術（EVABAT: Economically Viable Application of Best Available Technology）が提示されている（図 5）。この考え方は、経済産業活動を行いながら現実的な化学物質のリスク削減対策を考える上で経済面が強調されているという点で、特に中小企業対策を考える際には重要である。しかし、ISO14001 においては EVABAT は考え方として提示さ

れているだけで、具体的な導出手法や判断基準が示されている訳ではない。

**図 5 EVABATの定義**  
**EVABAT**

**Economically Viable Application of Best Available Technology**

経済的に実行可能な最良利用可能技術

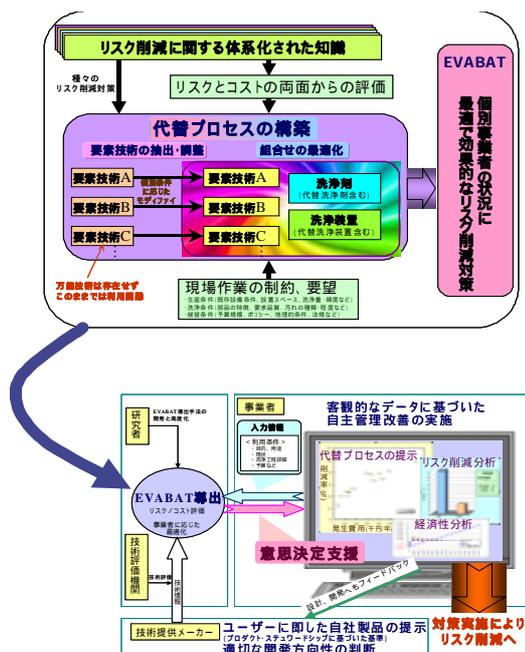
- 【特徴】
- ・個々の状況に対して効果的
  - ・経済的に実行可能
  - ・リスク削減対策

ISO14001で、技術上の選択肢を考慮する際の考え方として提示されている。

**4. 排出抑制支援システムとしての EVABAT構築**

産洗協は、EVABAT という考え方を具現化するため、事業者個別の状況に応じた最適なリスク削減対策の組合せを導出することによって、上記のような課題を

**図 6 EVABAT支援システム**



総合的に解決する「産業洗浄におけるEVABATの確立」を急いでいる。

EVABATでは、中小・零細企業から排出されている塩素系洗浄剤由来のVOC排出量を抑制するために、図7に示すような選択肢が様々にある洗浄剤、洗浄装置、洗浄操作、周辺設備等の複雑な組合せの中から、現場作業の制約、要求清浄度等の個々の状況に対して、効果的で経済的に実行可能なVOC排出抑制を含むリスク削減対策を環境ソリューションとして提供するシステムをめざしている。

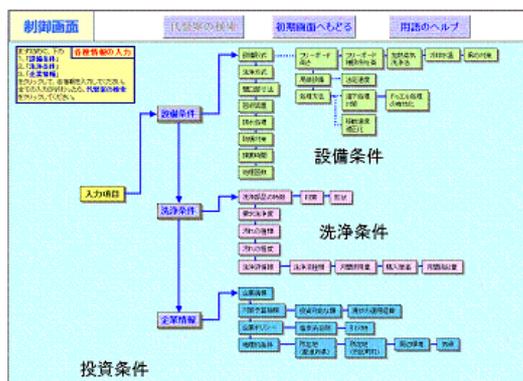
また、この支援システムを洗浄現場へと広く普及させるために、インターネッ

ト上で利用できるように整備し、中小・零細企業への利用環境を提供する。

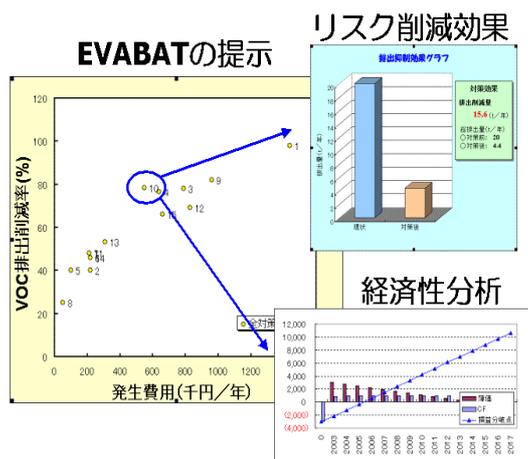
図7はEVABAT支援システムのWeb上での画面イメージであるが、( )入力画面に個々の現場実態、事業者の経済面を含む制約情報などを入力すれば、( )出力画面にリスク削減効果、経済性分析を含む複数対策技術の組合せが提示されるものである。

同時に産洗協は、事業者の要請にもとづくアドバイザリー制度、認証登録制度も同時に具体化する予定である。

図7 EVABAT 支援システムの画面イメージ



( )入力画面



( )出力画面

注) 本画面は、新エネルギー・産業技術総合開発機構「化学物質リスク削減による使用エネルギーの最適化等に関する技術評価手法調査」で開発したものである。

