

第5回塗装技術シンポジウム

研究発表

「VOC規制の予測と対策」

2004. 11. 25

CEMA技術部会

CEMAホームページに掲載

目次

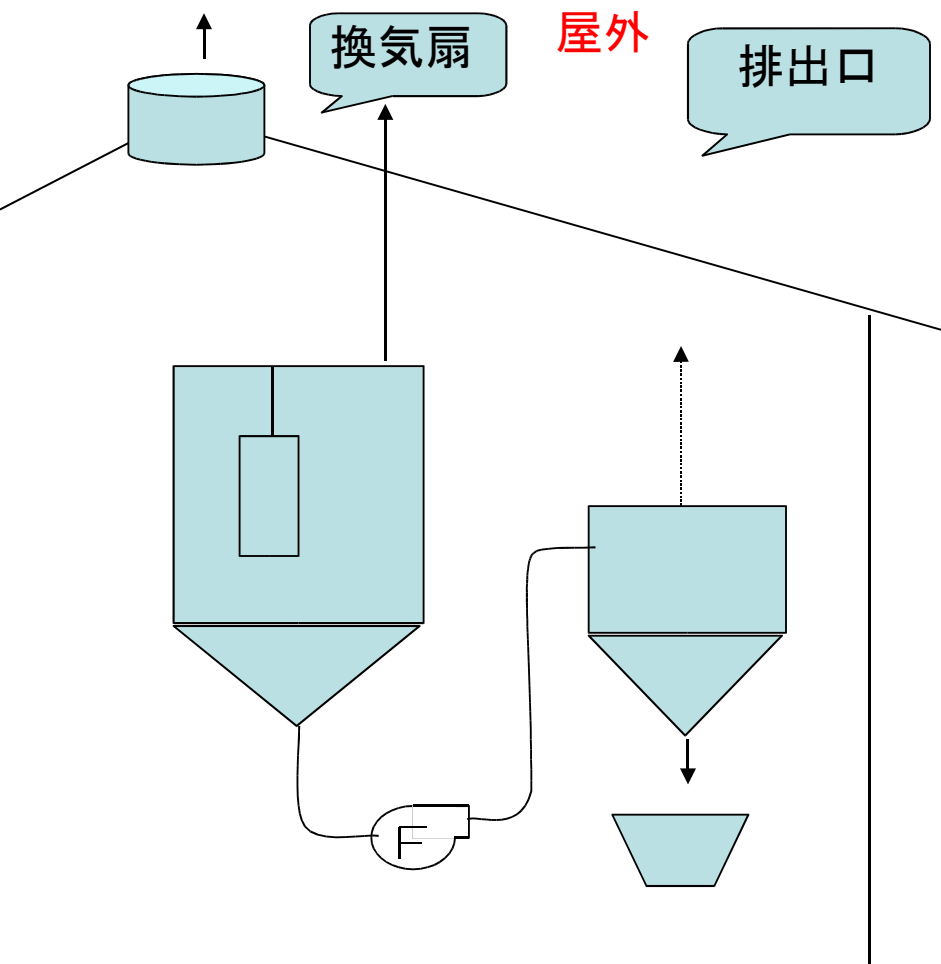
1. 大気汚染防止法の改正概要
2. 塗装分野での政省令の予測
3. VOC規制への対応マップ
4. VOC処理装置の概要と費用
5. 事例研究—1. 2. 3
(水性化、粉体化、処理装置の比較)
6. まとめ

1. 大気汚染防止法

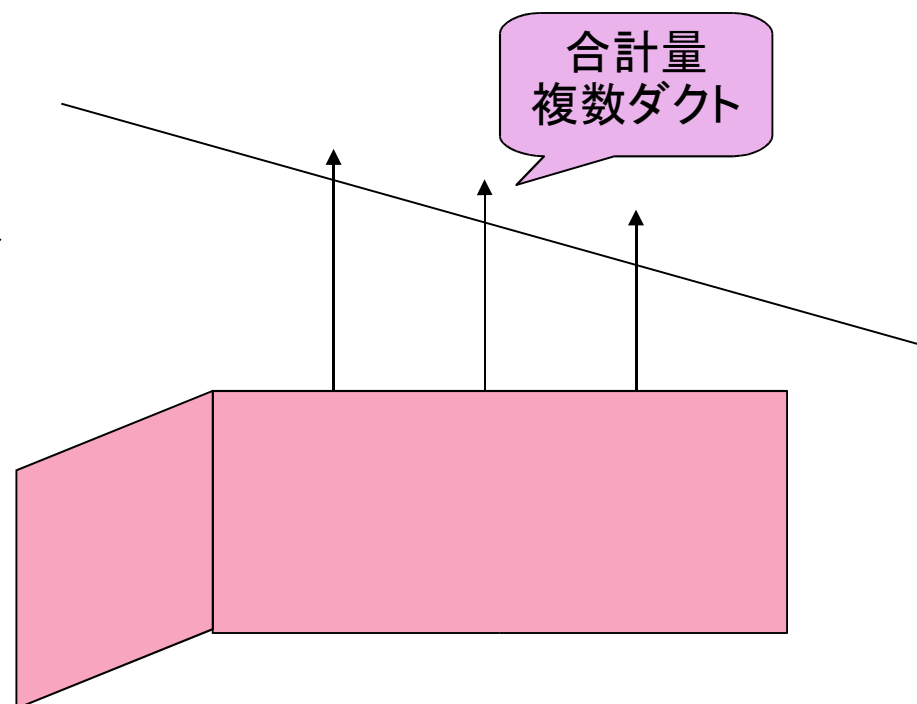
- 第2条: VOCの定義
規制対象施設(排出量が多い)
- 第17条: 排出口濃度規制
届出義務
排出基準の遵守義務
濃度の測定義務
国民の義務

1.1 VOC排出の形態

吹付塗装施設



乾燥・焼付施設



2. 政省令の予測（塗装分野）

	特定施設	排出口濃度 (mg/m ³) (ppm) (* ppmC)	裾切り指標 (m ³ /min) (* Nm ³ /時)
1	乾燥・焼付施設（塗装の） (熱風循環・赤外) (自然乾燥含む)	50~200ppm	10~50m ³ /min (大阪府10m ³ /min)
2	塗装施設		
	a.吹付塗装施設	50~100	100~500 (大阪府100m ³ /min)
	a.接触塗布施設 (ロール、刷毛、カーテン)	50~100	50
	a.浸漬塗布施設 (電着、DIP)	50~100	50
3	塗装及び乾燥・焼付施設	50~100~200	500~1000

• 特定施設

1. 塗料がVOCを発生させる
(粉体含まず)
2. 各単体の施設
(数ラインあれば各々)
3. 塗装ブースは局排の届出
と照合
(全体換気の場合も)
4. 複数の排風機は合計値

• 排出口濃度

1. 測定値は 平均値
(間欠、タクト運転等)
2. 複数ダクトの場合
平均値以上のダクト測定
3. 希釈対応
既存の場合、技術、コスト
面で困難
* 新設の場合、設計基準
の見直し

3. VOC規制への対応マップ

- 発生源対策

塗料対応	水性化	PM3時
------	-----	------

	粉体化	PM1時
--	-----	------

塗装方式	塗着効率	AM11時半
------	------	--------

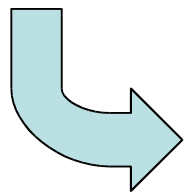
- 後処理対策

燃焼式		PM4時
-----	--	------

大分類	中分類	方式名	VOC低減目安	方法	機器課題	設備課題	その他の課題	
発生源対策	塗料対応	水性化	100%→10%	既設溶剤ラインの改造 水性ライン新設	ガン絶縁	空調	排水処理	
		粉体化	100%→0%	溶剤ラインのSB 粉体ラインの新設		乾燥炉転用	色替え 小口 調色 貯蔵安定性	
		ハイソリッド化	100%→30%	溶剤ラインで適用	塗装機		規制値クリア	
		UV化	100%→0%	塗装・乾燥工程のSB			適用領域	
		塗装方式対応	塗装方式変更	100%→5%	スプレーから他の塗装方法 電着・ロール・PCM・刷毛	被塗物形状	スペース・費用	
		塗着効率向上	100%→30%	静電化・ロボット化	ガン開発			
		溶剤回収	100%→40%	色替・ガン洗浄	サーキュレーション			
後処理対策	処理装置対応	燃焼式 直燃	100%→3%	塗装ブース？ 乾燥炉		ヤニ除去用の フィルター	廃熱回収	
		触媒	100%→3%	塗装ブース？ 乾燥炉		ヤニ除去用の フィルター	触媒毒	
		蓄熱	100%→3%	塗装ブース？ 乾燥炉		ヤニ除去用の フィルター	設備費	
		吸着式 活性炭	100%→10%	塗装ブース 乾燥炉？		塗料ミスト・ダスト等 の除去フィルター	可燃物	
		ゼオライト	100%→10%	塗装ブース 乾燥炉？		塗料ミスト・ダスト等 の除去フィルター	選択性	
		吸収式 高沸点 油	100%→10% 100%→10%	塗装ブース 塗装ブース 乾燥炉？			システム複雑	
		生物	100%→10%	塗装ブース 乾燥炉			スペース	

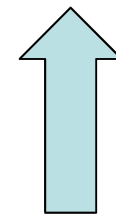
4-1 VOC処理装置の概要と費用 (処理装置の呼称)

- 脱臭(消臭)装置
- 排気処理装置
- 排ガス処理(除去)装置
- 溶剤処理(除去)装置
- 溶剤回収装置
- 除塵装置



VOC処理装置

VOC処理装置+排ガス
4000件



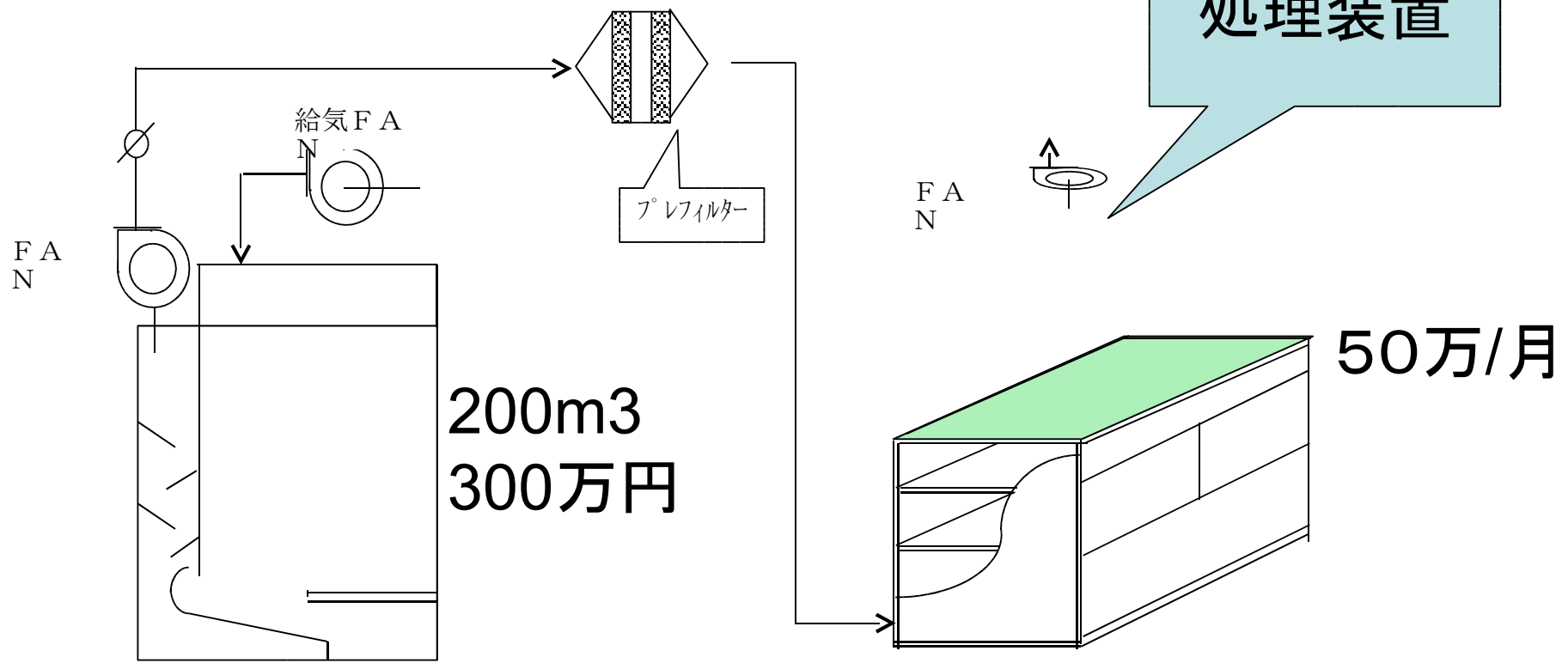
Google 14000件

4-2

塗装ブース 排ガス処理フロー

3000~4000万円

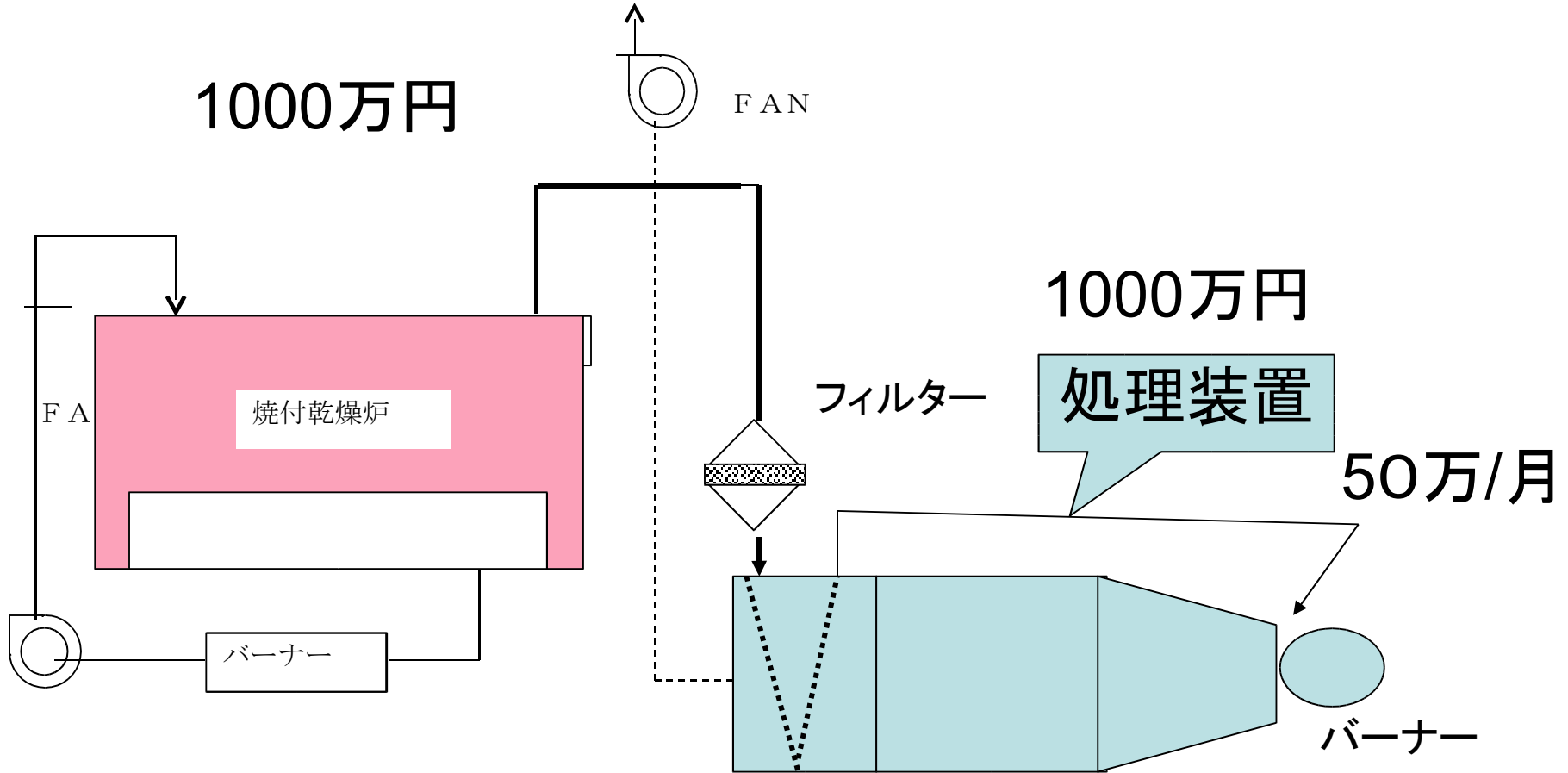
処理装置



4. 3

乾燥炉 排ガス処理フロー

廃熱利用？ ≒ 400 (50m³/min)



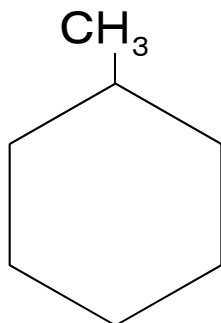
4.4 VOC処理のコスト目安

方式	装置費用	ランニング費用
吸着 (吸収)	排ガス量に比例 15～25万円 /m ³	濃度(溶剂量)に比例 2000円 /kg溶剤
燃焼	排ガス量に比例 10～20万円/ m ³	排ガス量に比例 1万円/m ³ /月 (濃度は \propto 逆比例)

4-5 VOC処理の分類

方式別

VOC
例 トルエン
C6H5CH3



分解
CO2 + H2O

そのまま
気体、液体
(回収)

酸化
 燃焼 直接燃焼
 触媒燃焼
 蓄熱燃焼
 プラズマ

オゾン
UV
化学薬品

生物処理

凝縮(冷却)

吸着(活性炭)

吸収(油、アルコール)

4-6

排ガス処理法の比較

◎:適している、○:ほぼ適当、△:問題あり、×:不適当

	対象ガス		設備費	稼働費	適用				
	濃度大	排気量大			電着炉	粉体炉	溶剤炉	溶剤ブース	備考
直接燃焼方式	◎	△	△	△~ ×	○	○	○	×	ランニング大
触媒酸化方式	◎	○	△	△	△	△	○	△~×	設備費大
蓄熱式脱臭方式	◎	○	×	△	△	△	△	△~×	設備費大
吸着方式	○	◎	○~ △	○	○	○	○~△	○~△	再生方法に難
生物脱臭方式	△	×	○	○	△	△	△	×	安定性に難
水吸収方式	○~×	○~×	◎	○	○~△	○~△	×	×	廃水処理必要
油吸収方式	○	△	△	△	—	—	—	○~△	油の安定性
オゾン・プラズマ	△~×	△	○	◎	△	△	×	×	設備費大
消臭酸化方式	△~×	△	○	△	△	△	△	△	濃度に限界有
マスキング方式	△~×	△	○	△	△	△	△	△	個人差有
拡散方式	▷	○	◎	◎	▷	▷	▷	▷	濃度規制時

4-8 排ガス中のVOC濃度

0.01%
100ppm

塗装ブース

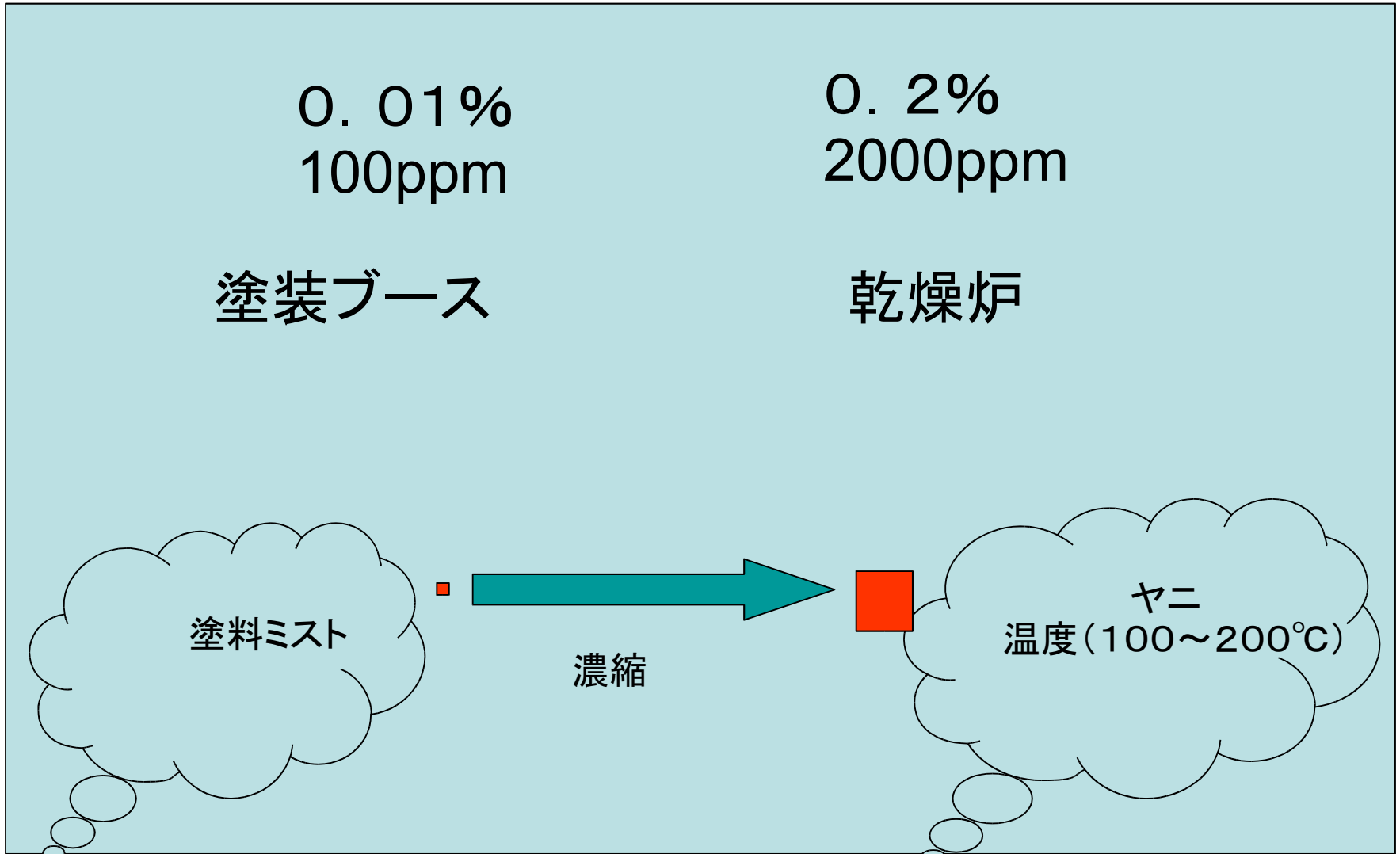
0.2%
2000ppm

乾燥炉

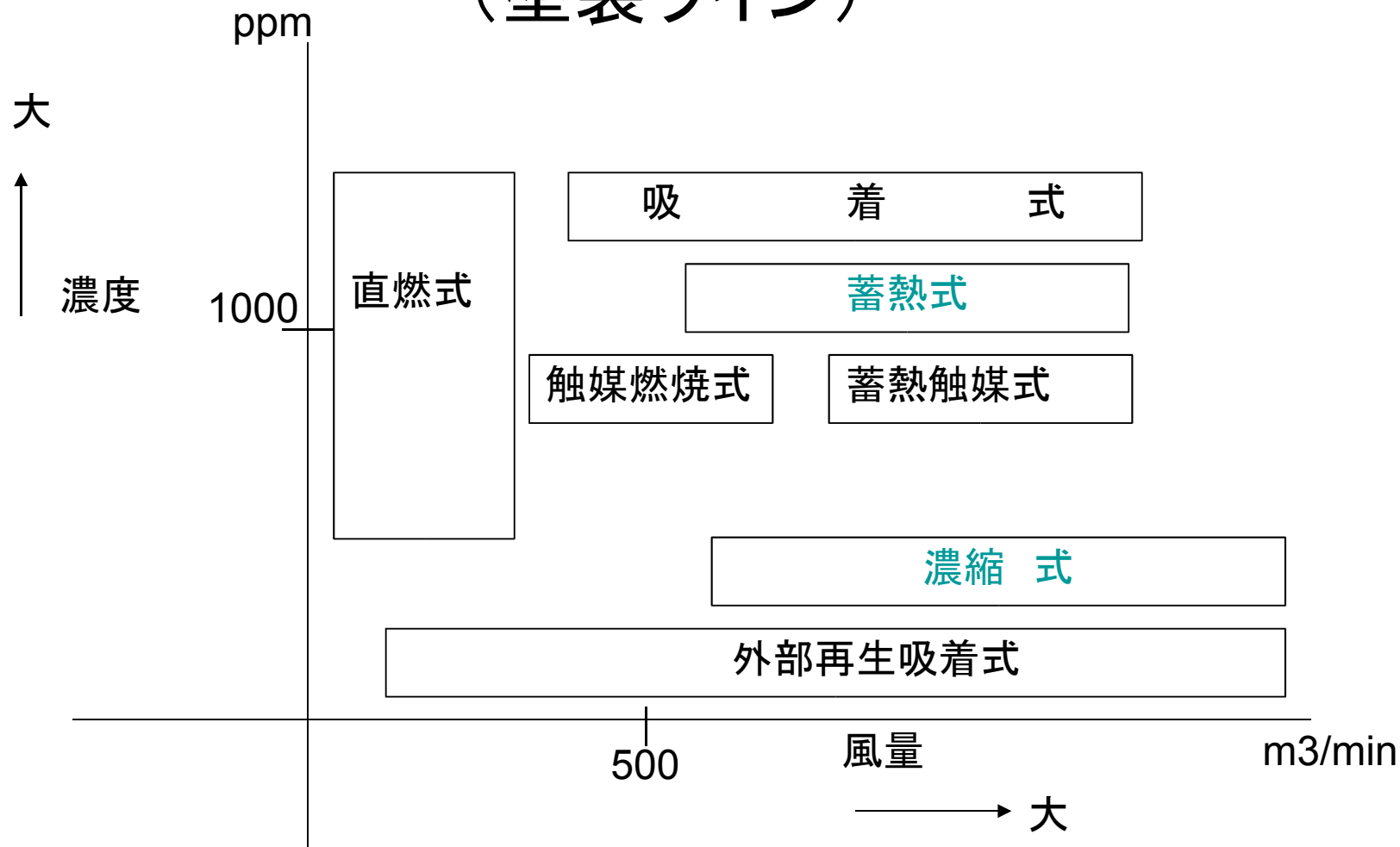
塗料ミスト

濃縮

ヤニ
温度(100~200°C)



4-9 排ガスの状態と適用装置 (塗装ライン)



4-10 乾燥炉用VOC処理装置コスト比較

	処理量 Nm ³ /min	直燃式脱臭炉	触媒式脱臭炉	蓄熱式脱臭炉
		定価(千円)	定価(千円)	定価(千円)
1	10Nm ³ /min	4,500	10,000	
2	20Nm ³ /min	6,000	12,000	
3	30Nm ³ /min	7,000	15,000	
4	50Nm ³ /min	10,000	18,000	28,000
5	100Nm ³ /min	17,000	28,000	31,000
6	150Nm ³ /min	25,000	33,500	37,000
7	200Nm ³ /min	32,000	39,000	49,000

4-11 吸着装置の分類(108通り)

吸着剤材質

形状

装置機構

再生機構

活性炭	粒状	固定床	TPS (温度差)
ゼオライト	粉末	流動床	PSA (圧力差)
樹脂	繊維	移動床 (回転)	交換式 (外部再生)
	ハニカム		

4-12 活性炭の再生方法

- 工場内再生
 - コスト大(再生装置付き)
 - 方法: 蒸気脱着
減圧脱着
 - 排水処理が必要
 - スペースが大(固定床と流動床)
 - 可燃性
 - 塗料ミスト・ケトン対策
- ダスキン方式で外部にて再生、再搬入
 - コスト安価
(自社で溶剤回収しても混合溶剤で、使用価値がすくない)
 - 現在、量産効果がなく割高
 - 量的効果で200円/kg以下を目指す

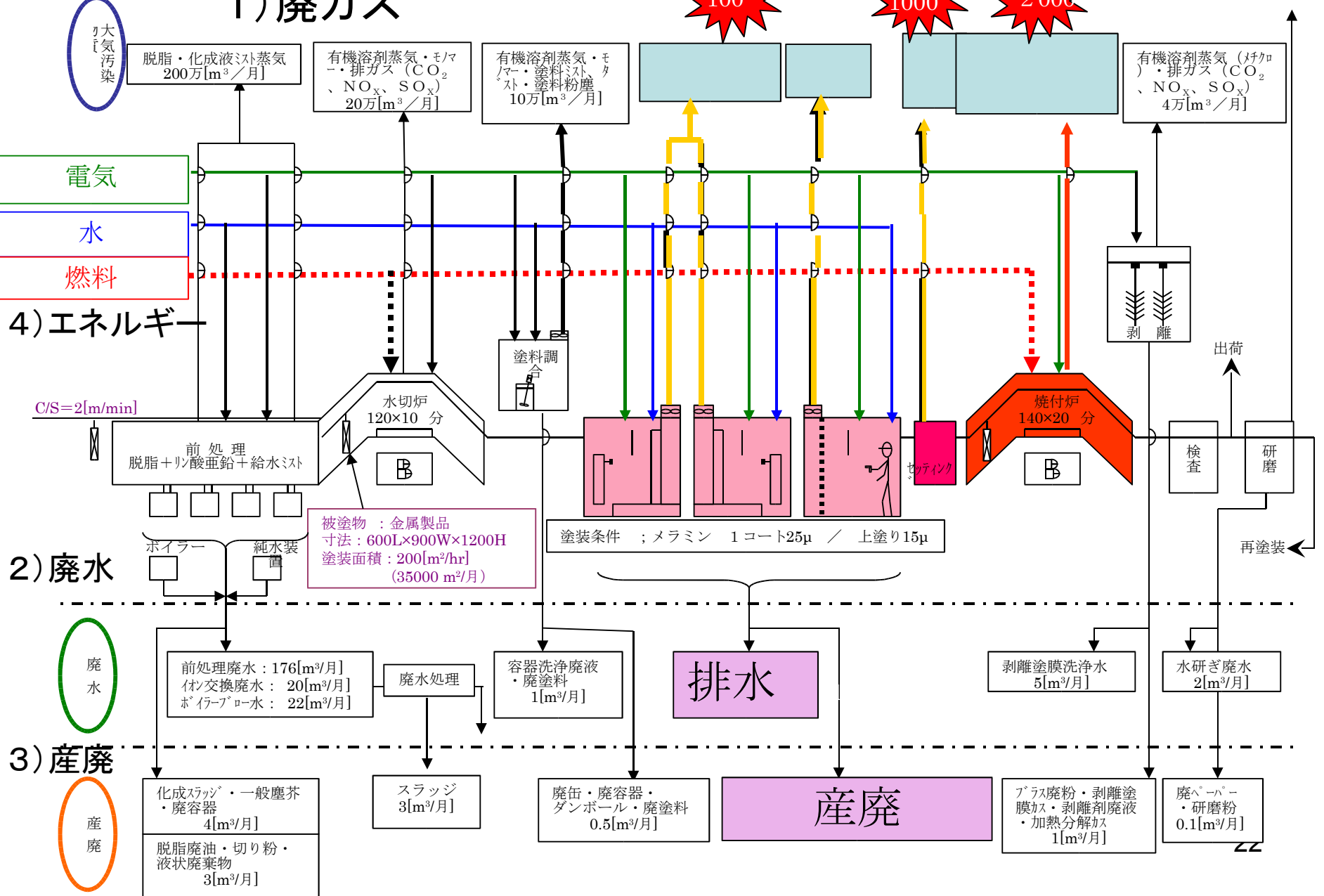
5. ライン・シミュレーション

ライン (被塗物形状)	ラインスピード m/分	塗装系	塗装面積 m2/月
金属製品 (板状・箱状)	3	2C2B メラミン	10万
部品 (小物・ハンガー)	1	1C1B メラミン	2万
大型 (建設機械)	1	1C1B ウレタン	1万

5. 1 塗装ライン

1) 廃ガス

100 1000 2000



5-2 塗装費算出基準

- 変動(方式別)費

塗料代、排水処理代(産廃含む)、燃料代、
設備償却費、処理装置維持費

- 固定(共通)費

前処理関係(水切含む)、コンベア関係(ハン
ガー剥離)、塗装副資材等

- 除外費用

人件費、間接経費等

5-3 ライン仮定条件 (鋼製家具、物置等)

- 金属塗装面積
- 100000m²/月
- コンベアスピード
- 3m/分連続ライン
- リン酸亜鉛＋メラミン2回
- 焼付 140°C (LPG)
- 塗膜 30μm
- 塗着効率 40%
- NV 50%
- 単価
- 塗料 350円/kg
- 溶剤 120円/kg
- LPG 100円/kg
- 電気 15円/kw

材料・動力費

1200万円/月

120円/m²

5-4 100000m²ライン

現行	処理装置	粉体化	水性化
(設備投資)	2億円	8000万円	6000万円
(償却費)	24円/m ²	10円/m ²	7円/m ²
(維持費)	30円/m ²		
塗料代/月	680万円	350万円	875万円
680万円		(700円/k)	(450円/k)
計塗装代/月	1200万円	652万円	1500万円
1200万円		* 1コート化	
m ² 当り			
120円	174円	75円	157円
増減率	45%	-35%	30%

5-5 ライン仮定条件 (自動車部品等)

- 金属塗装面積
 - 20000m²/月
 - コンベアスピード
 - 1m/分連続ライン
 - リン酸亜鉛＋メラミン1回
 - 焼付 140°C(LPG)
 - 塗膜 20μm
 - 塗着効率 40%
 - NV 50%
- 単価
 - 塗料 350円/kg
 - 溶剤 120円/kg
 - LPG 100円/kg
 - 電気 15円/kw

材料・動力費

290万円/月

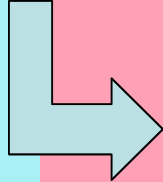
145円/m²

5-5 20000m²ライン

現行	処理装置	粉体化	水性化
(設備投資)	5000万円	8000万円	6000万円
(償却費)	30円/m ²	12円/m ²	9円/m ²
(維持費)	40円/m ²		
塗料代/月 84万円	84万円	42万円	81万円
計塗装代/月 290万円	290万円	218万円	325万円
m ² 当り 145円	215円	121円	175円
増減率	50%	-16%	21%

5-6 ライン仮定条件 (建設機械等)

- 金属塗装面積
- 10000m²/月
- コンベアスピード
- 1m/分連続ライン
- リン酸亜鉛+ウレタン1回
- 焼付 100°C(LPG)
- 塗膜 30μm
- 塗着効率 40%
- NV 50%
- 単価
- 塗料 450円/kg
- 溶剤 120円/kg
- LPG 100円/kg
- 電気 15円/kw



材料・動力費
290万円/月
290円/m²

5-7 10000m²ライン

現行	処理装置	粉体化	水性化
(設備投資)	1.8億円	6000万円	1000万円
(償却費)	215円/m ²	70円/m ²	12円/m ²
(維持費)	80円/m ²		
塗料代/月 81万円	81万円	32万円	81万円
計塗装代/月 290万円	290万円	217万円	286万円
m ² 当り 290円	585円	287円	298円
増減率	102%	-1%	3%

5-8 比較表

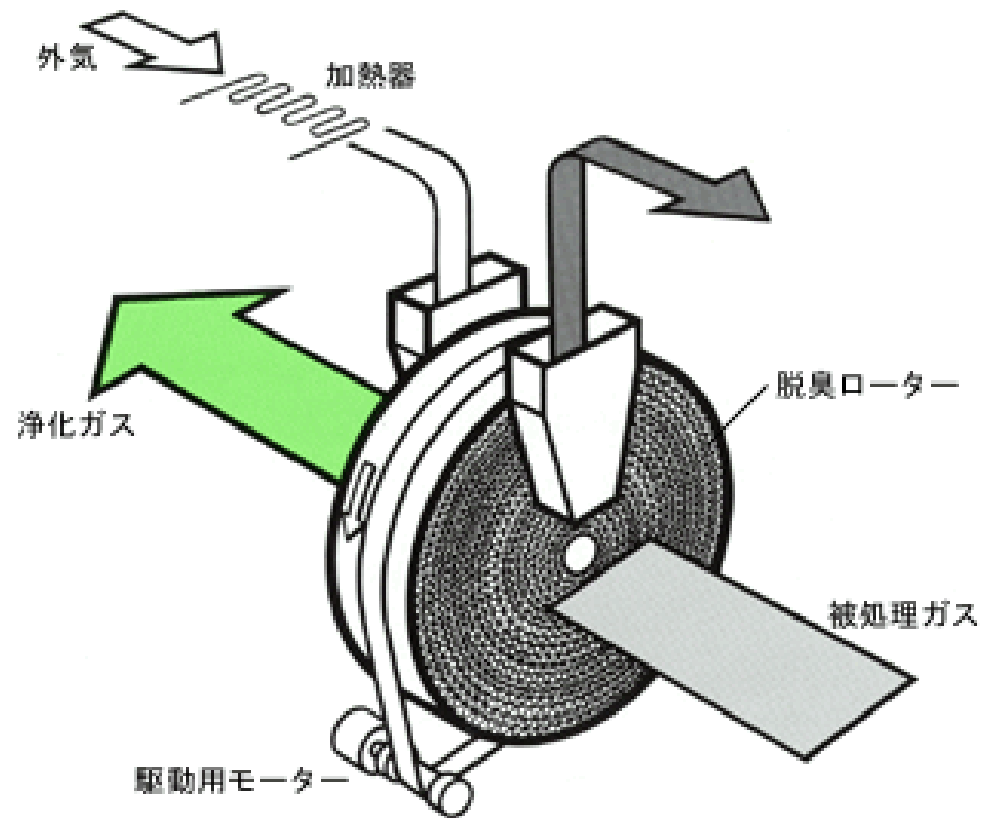
	金属塗装 10万m ² /月 120円/m ²	部品塗装 2万m ² /月 145円/m ²	大型」塗装 1万m ² /月 290円/m ²
処理装置	174円 45%	215円 50%	585円 102%
粉体化	75円 * -35%	121円 -16%	287円 -1%
水性化	157円 30%	175円 21%	297円 3%

6. まとめ

水性化・粉体化に総力を！

- 塗装ブースへの新技術の開発・適用
 1. 疎水性ゼオライトによる吸着処理
火災の心配せずに運転
 2. 生物処理によるVOC処理
ランニングコストの低減
 3. 排気のクローズド化
塗装ブースの排気量を系統的に減量

6-1 濃縮式処理装置



ダイキン工業資料

6-2 吸着剤の比較

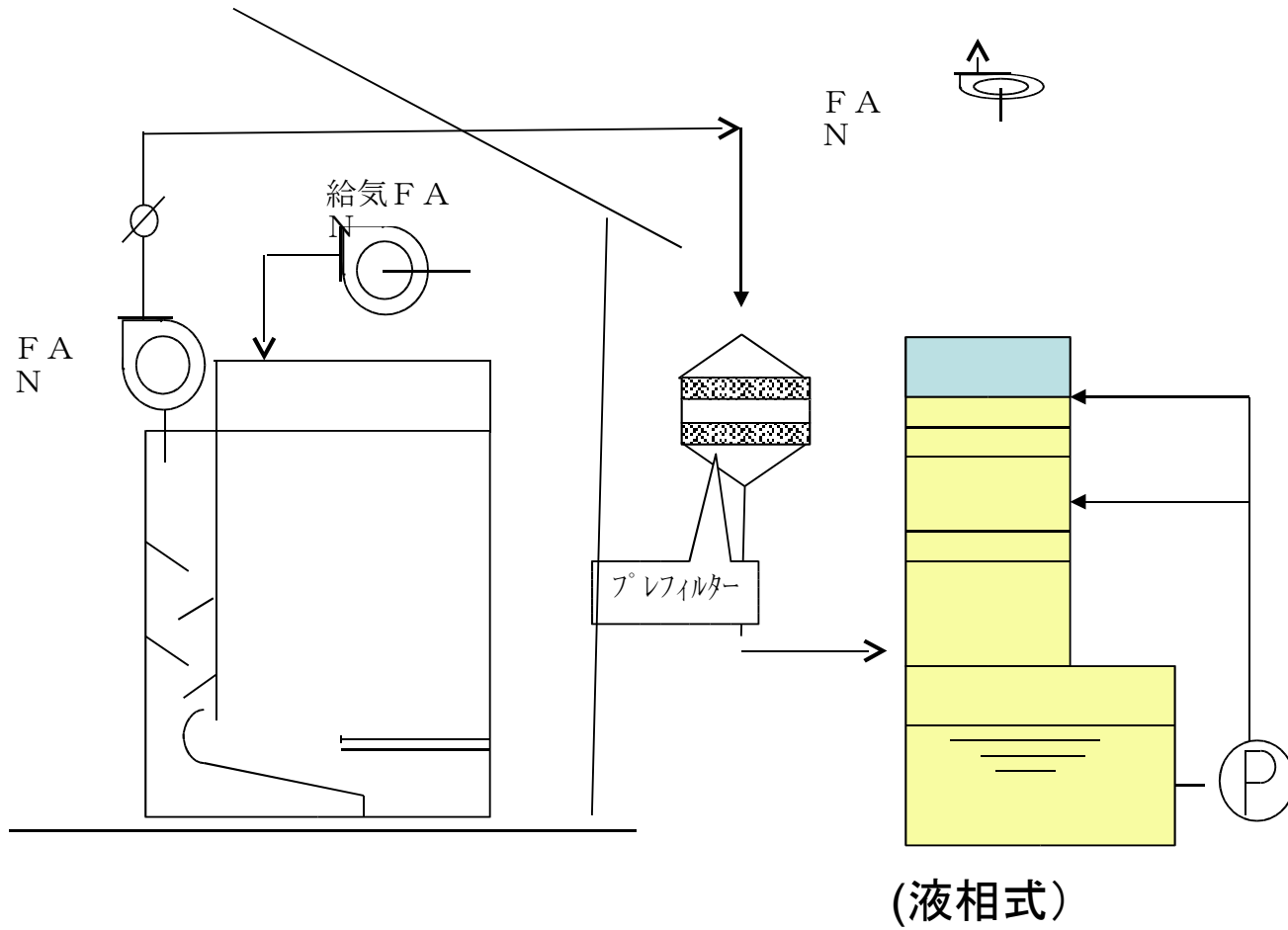
日本機械工業連合会資料

比較項目	活性炭(繊維)	疎水性ゼオライト
耐火性	可燃性	不燃性
耐熱温度	140°C	800°C
再生温度	110~130°C	Max250
再生熱量	低い	高い
湿度の影響	大(0.145g/g)	小(0.035g/g)
吸着成分沸点	Max130	Max220
細孔径	分布(10~40)	均一(5~8)
選択性	ケトン系要注意	少ない
価格	安い	高い

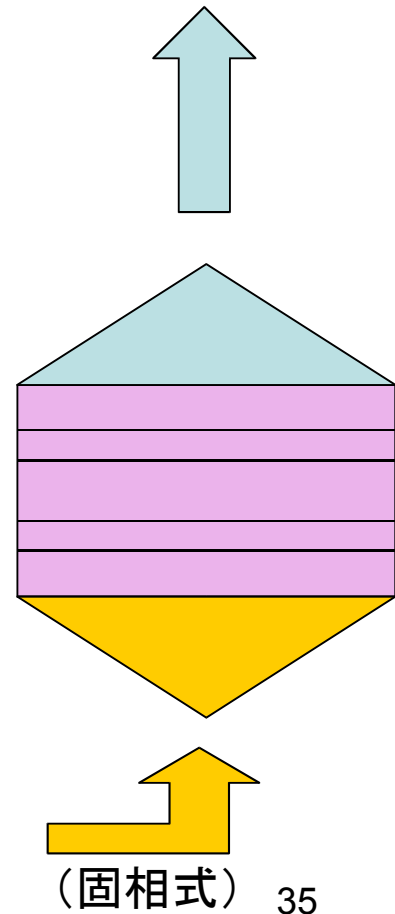
6-3 生物処理方式

- 欧米ではスクラバー式生物処理のメーカーが30社以上あり、多数の実績がある。
- メリット
 - 1. 安全性が高い
 - 2. ランニングコストが非常に安い
 - 3. 2次汚染の心配が無い
- 技術課題は季節に対応する微生物制御

6-4 スクラバー式生物処理装置



固定床式



6-5 処理装置メーカー

- 欧米の排ガス処理装置メーカー数
(燃焼・吸着・吸収・生物脱臭)
- 米国 100社
- EC 207社
- 平成8年調査(日本機械工業連合会)
(日本産業機械工業会)
- 日本 * 推定 50社(潜在200社)
(日本塗装機械工業会で調査中)