

埼玉県大気環境課主催
令和6年化学物質対策セミナー

工業塗装における化学物質対策について

PRTR・VOC・CO2

坂井技術士事務所 坂井秀也

文部科学省法定登録REG.25938 経営工学部門（工場計画）
公益社団法人日本技術士会登録科学技術鑑定センター会長
東京都VOC対策アドバイザー
日本工業塗装協同組合連合会技術顧問
一般社団法人国際工業塗装高度化推進会議理事長



講演テーマ

作業者の安全衛生

塗装現場における法規類

化学物質と現場整備

作業現場のリスク対応

環境負荷低減への動き

塗装工場の法規類

省エネと環境への取り組み

² 塗料・塗装のLCA

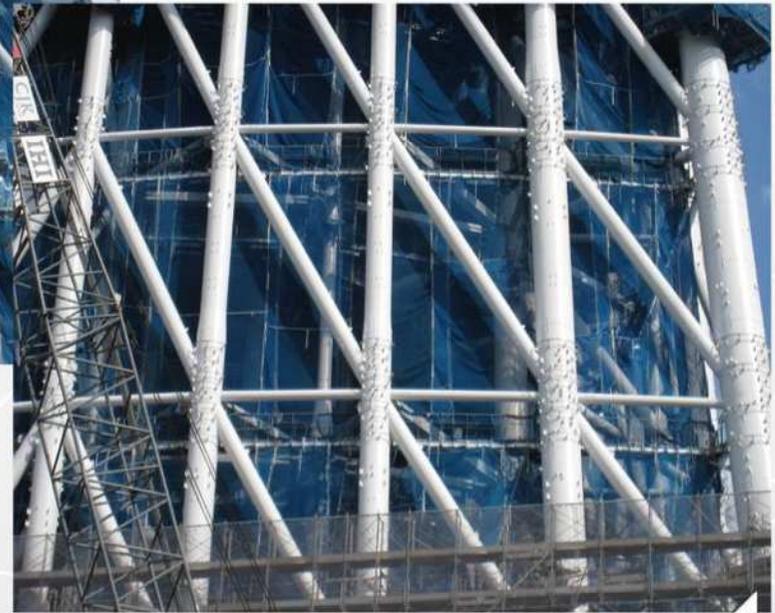
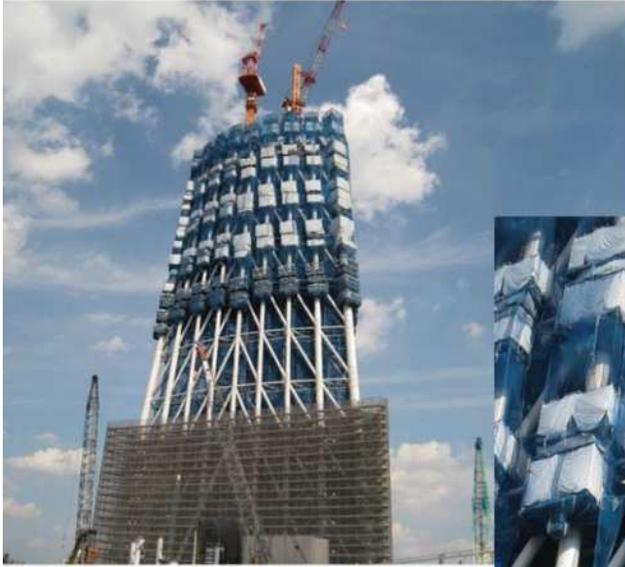


身近な塗装の世界

- DIY や趣味



東京スカイツリーは百年保証



溶接・塗装が行われた分岐継手現場



完成した東京スカイツリー 634m



半世紀たっても塗装は



車両基地で塗装



船舶や航空機も塗装專業



日本の特許第一号は船舶の塗装法です



何が問題なのか

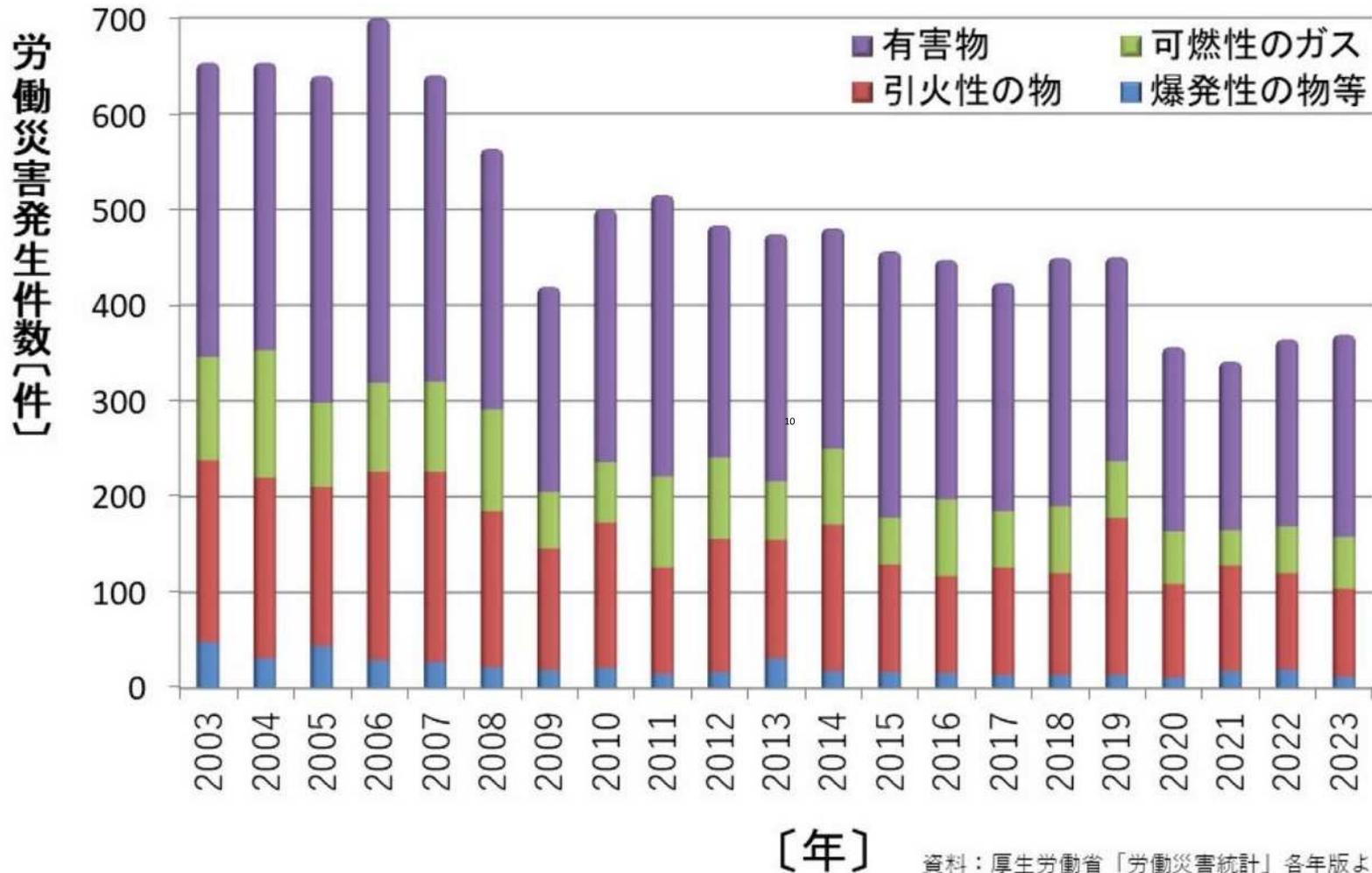
取り扱う塗料類の中には、有害な化学物質や危険物でもある材料がある

工場内では、危険・きつい・汚いの3Kからの作業環境対策が必要である

工場外に対しては、周辺環境から地球環境までの課題がある



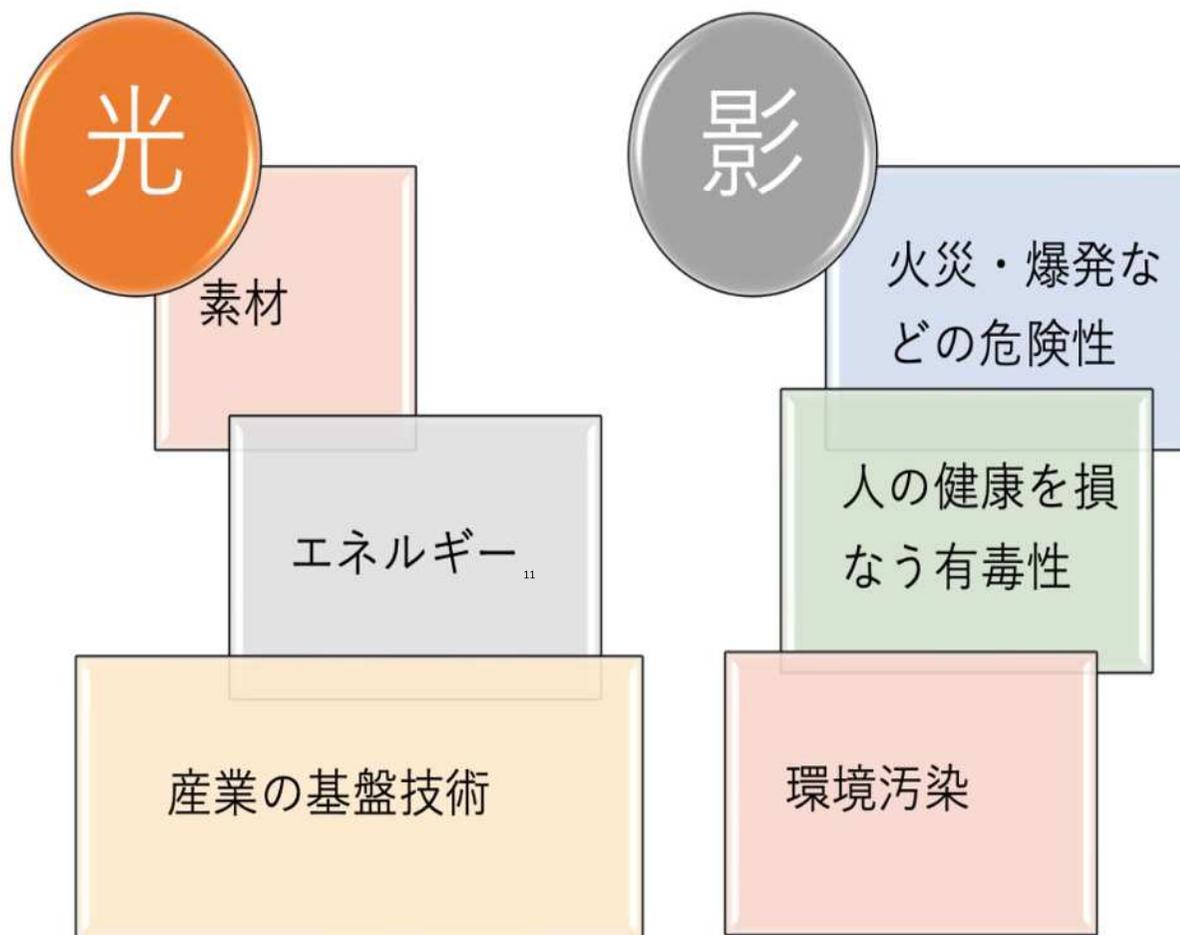
化学物質（危険物、有害物等）に起因する 労働災害（休業4日以上）



資料：厚生労働省「労働災害統計」各年版より作成

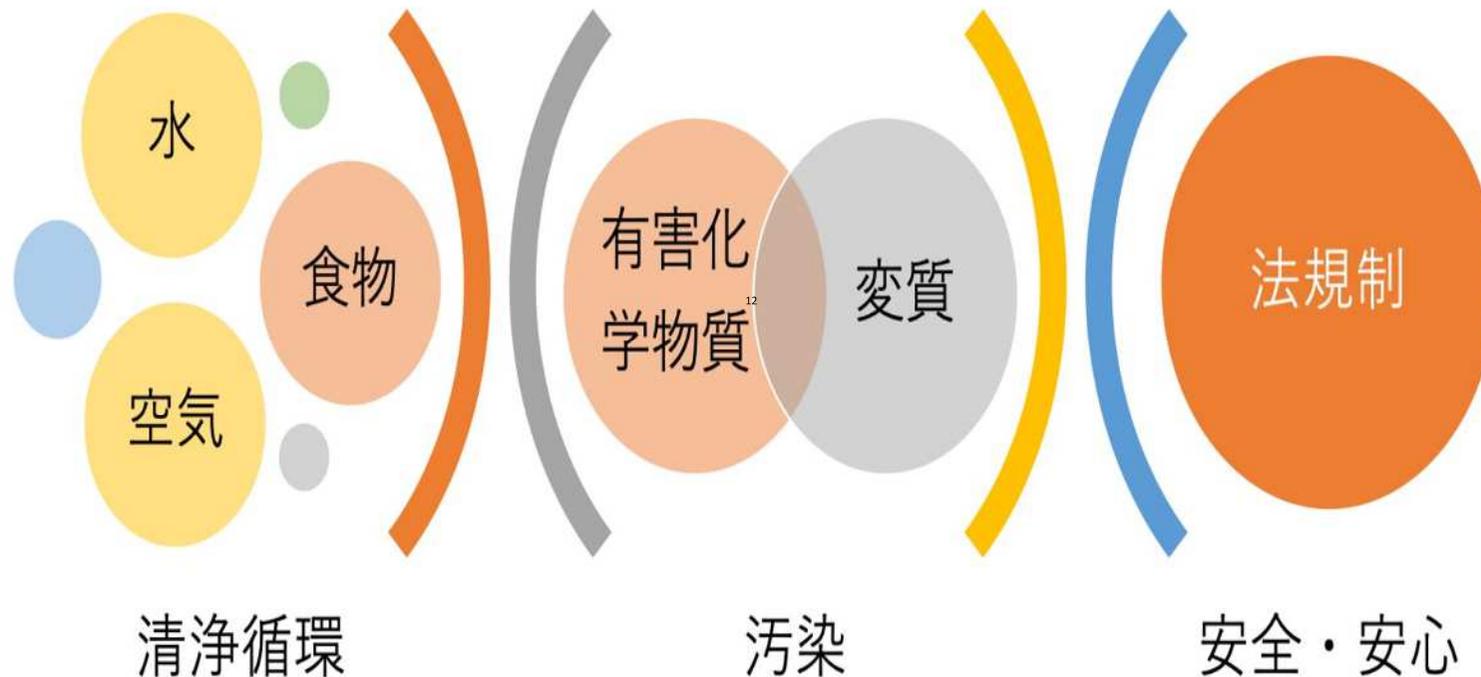


化学物質の功罪



身近な環境変化（ゆでガエル）

DDT・PCB・フロン・アスベスト・トリクロロエチレン



有害化学物質への警鐘

レイチェル・カーソン女史

- 1907生 USA
- 海洋生物学
- 沈黙の春 1965/55歳出版
- 地球環境の変化を訴えた人
- 有害化学物質による環境汚染

ワンガリ・マータイ女史

- 1940生 ケニア
- 生物分析学
- ノーベル平和賞
- グリーンベルト運動
- 砂漠地帯への植林



塗料・塗装の流れ



塗膜の付着

自由表面 2

プラスチック

自由表面 1

塗膜
素材

自由表面 0

素材
接着剤
素材



塗料の成分構成

塗膜となる成分(固形分)

顔料

塗料に色を着けたり、塗膜に厚みを持たせたり、特別の性質を付与するために使われる。

■着色顔料

チタン白、亜鉛華、カーボンブラック、ベンガラ、モリブデン赤、パーマネントレッド、黄鉛、黄土、ハンザエロー、クロムグリーン、シアニンググリーン、紺青、群青、アルミニウム粉など

■さび止めなど特殊機能顔料

亜鉛末、鉛丹、亜鉛化鉛、シアナミド鉛、塩酸カルシウム、ジンククロメート、雲母状酸化鉄、亜鉛化銅、ガラスビーズなど

■体質顔料

炭酸カルシウム、クレー、タルク、硫酸バリウム、マイカなど

樹脂

塗膜を形作る主体となる原料

■油類

あまに油、大豆油、サフラワー油、きり油、トール油、ひまし油、やし油など

■天然樹脂および加工品

松脂、セラック、エステルガム、クマロン樹脂、タールピッチなど

■合成樹脂

アルキド樹脂、アクリル樹脂、アミノ樹脂、ポリウレタン樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂、アクリルシリコン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂、塩化ビニル樹脂、酢ビエマルジョン、アクリルエマルジョン、石油樹脂、塩素化ポリオレフィン樹脂など

■繊維素誘導体・架橋剤・硬化剤など

塗膜を形作り、または架橋剤などとして、樹脂に反応し硬化させ塗膜となるもの

ニトロセルロース、アセチルセルロース、エチルシリケート、スチレン、トリレン・ジ・イソシアネート、パーオキシサイドなど

添加剤

塗料中顔料の沈殿防止・流展性調整剤・色別れ防止・塗膜柔軟性付与など、いろいろな改質を目的に添加されるもの

■可塑剤・沈殿防止剤・改質剤など

アルキルアミン、ジブチルフタレート、ジエチルフタレート、ステアリン酸アルミニウム、ベントナイト、メチルセルロース、シリコーン、各種界面活性剤、ナフテン酸金属石鹸など

塗膜にならない成分(揮発分)

樹脂や油類を溶解し流動性を与えるために使われるもの

溶剤

石油系混合溶剤、ミネラルスピリット、トルオール、キシロール、エタノール、メチルセロソルブ、ケトン、アノン、酢酸ブチル、酢酸エチル、水など





特殊機能性塗料の分類例

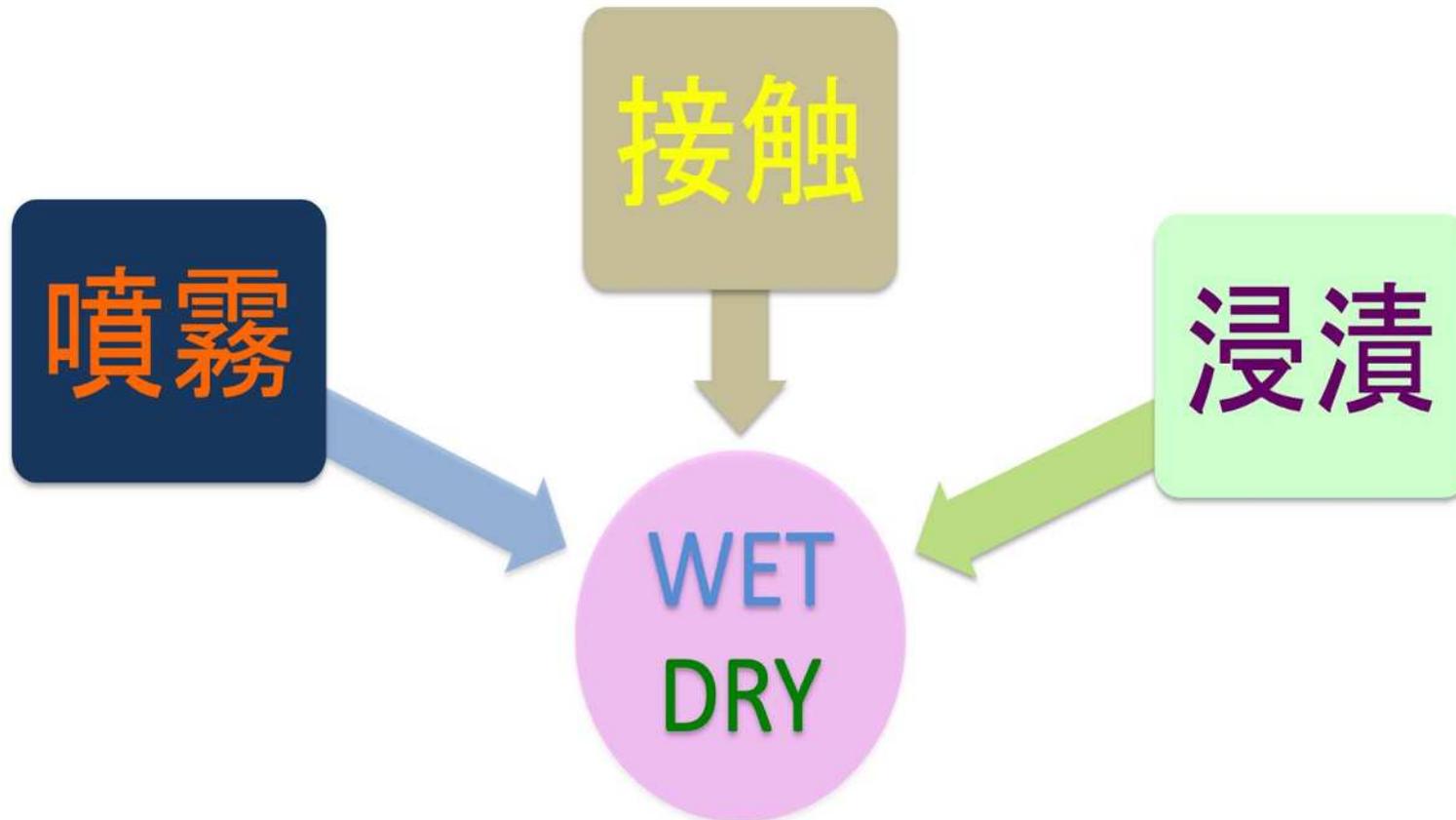
下地保護・美装・表面特性



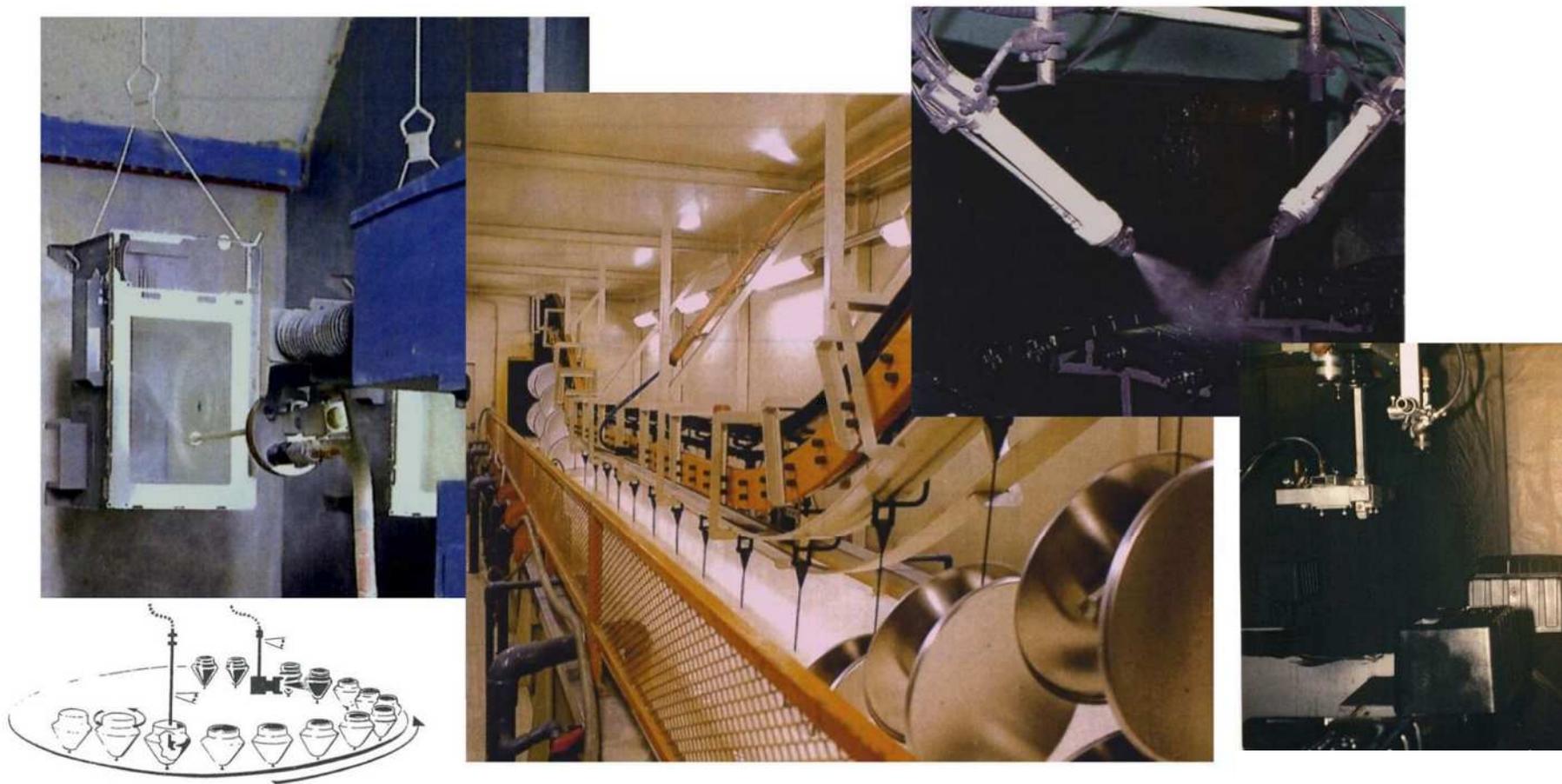
熱的 生物抵抗	エレクトロニクスの	機械的	光学的	環境保全 安全
耐熱 防火 示温 発熱 焦げつき防 止 可溶接 水産栄養 船底防汚 防カビ 殺虫	電気絶縁 半導体 帯電防止 導電 電波吸収 電磁波シールド 電解緩和 二次電子放出 磁性 電子けがき プリント回路 IC リングラフィ	水素脆性防止 破びん防止 弾性 潤滑 ストリッパブル 塗膜保護剤 厚膜	発光 蛍光 蓄光 自然光 再帰反射 熱線吸収 紫外線遮断 光電導 光弾性 レザー光 液晶表示 レンズ・ガラス	結氷防止 着雪防止 結露防止 滑り止め 防音 防振 重防食 放射線遮蔽 リーク感知 貼り紙防止 自己洗浄 超疎水性



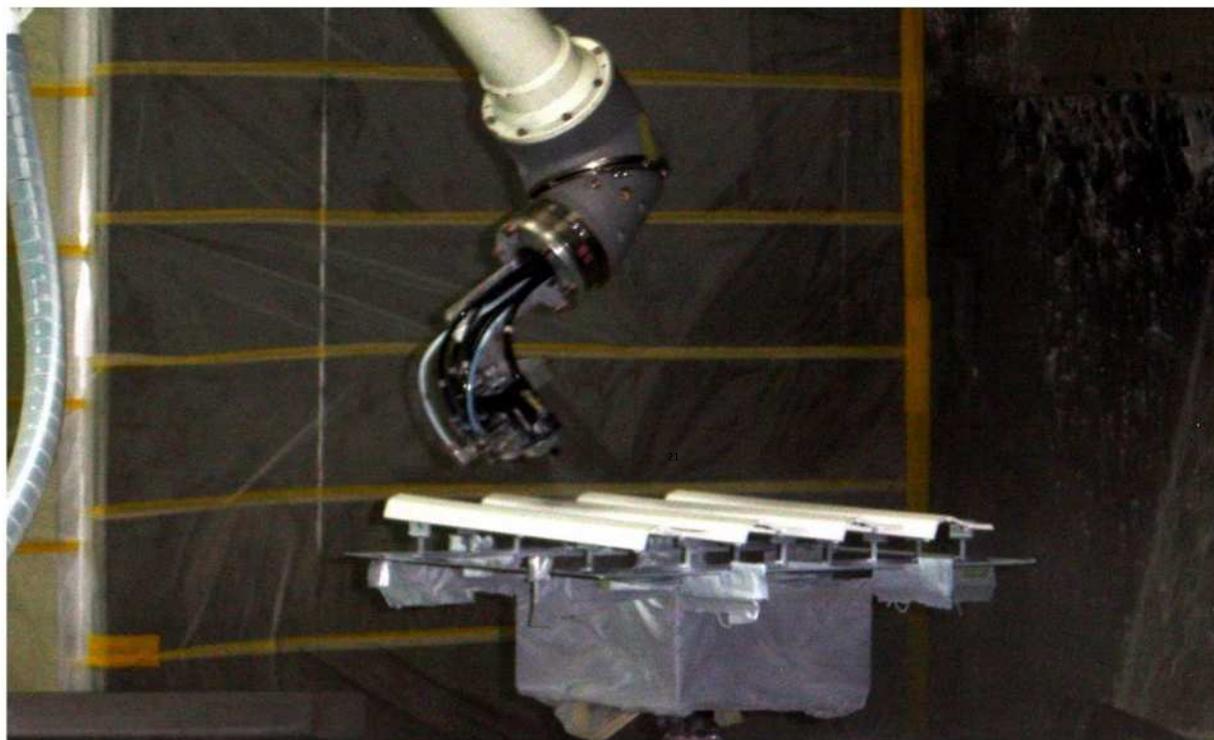
塗装方式の基本



自動塗装方式



塗装ロボットによる樹脂塗装



化学物質管理の企業責任の明確化

- 単一の化学物質：サブスタンス (Substance)
- 2種類以上の化学物質を含む混合物：プレパレーション (Preparation)
- 成形品などの製品：アーティクル(Article)

塗装ビジネス必須条件 『化学物質管理』 RoHS・REACH・TSCA・化審法



化学物質の規制動向

製造・輸入規制

- EU/REACH規制2007
- 台湾・トルコ/REACH2009
- USA/TSCA2011
- 日本/化審法2010
- 中国/化審法2010

日本/化学学品安全性データシート (SDS)

国連/化学品分類表示調和システム (GHS)

使用管理規制

- 日本/化管法2001
- EU/PRTR1976
- USA/TRI1987

環境配慮設計規制

- EU/ROHS指令2006
- 中国/RoHS2007
- 韓国/RoHS2008
- トルコ/RoHS2009
- インド/RoHS2012
- 中国/電子情報産品防治管理法
- EU/ELV指令
- USA/PCリサイクル法 (カリフォルニア州)
- 日本/資源有効利用促進法 (設計・製造)
- EU/Rエコデザイン)

回収リサイクル規制

- 日本/家電リサイクル法
- 日本/自動車リサイクル法
- 日本/資源有効利用促進法 (PCリサイクル)
- EU/WEEE指令
- 中国/廃旧家電回収利用管理法
- 日本/廃棄物処理法
- 国連/バーゼル条約



REACH規制

Registration Evaluation and Authorization of Chemecals

/化学品の登録、評価、認可に関する規制

対象：化学物質を取り扱う製造業者、輸入業者

発効：欧州化学庁（登録）

目的：予防原則をベースとした、人の健康と環境を化学物質の危険から守るための総合的₂₄化学物質対策

対象物質：1トン/年の製造される化学物質

運用：安全性を企業が評価し、評価に応じてEUが化学物質の使用制限を決める



GHS

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of /化学品の分類及び表示に関する世界調和システム

対象：化学物質を取り扱う製造業者、輸入業者

発効：国連発出2003年

25

目的：世界的に統一されたルールに従って、化学品を危険有害性の種類と程度により分類し、その情報が一目でわかるようラベルで表示し、安全データシートを提供したりするシステム

対象物質：危険有害性化学物質



塗装現場の法規類

対象分類	対象法令	関連事項	
作業関係	労働安全衛生法	施行令・規則	化学物質のリスクアセスメント RoHS規制
	作業環境測定法	基準	管理区分
	有機溶剤中毒予防規則		
	毒物及び劇物取締法		
	廃棄物の処理及び清掃に関する法律	マニフェスト制度	
	特定化学物質等障害予防規則		
安全関係	労働基準法	女性労働基準規則	
	消防法	施行令・規則	
	危険物の規制に関する政令		
事業関係	製造物責任法		
	不正競争防止法	営業秘密	製造ノウハウ・原価データ



スイスチーズモデルによる障害発生



火災誘引現象



ハザードシナリオ

引き金現象 (初期事象)

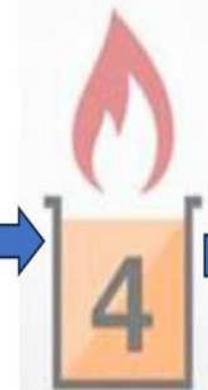
中間事象

結果事象

第4類危険物 (引火性液体)

引火性ガス
(燃焼範囲・空気
混合ガス)

+



燃焼

火災・労災

危険源

点火源

引火

着火

最近の法改正例

・2024.04.01.から「健康障害を起こす恐れのあることが明らかな物質を取り扱う場合の保護具着用が努力義務から**義務**に変わった。

・主な溶剤系塗料に含まれている**エチルベンゼン**が特定化学物質として規制対象となった。

1.作業の記録と保存	
➤ 常時従事する労働者について、1カ月以内ごとに氏名、作業の概要と従事期間等を記録、30年間保存	
2.作業場 ²⁸ に取扱い上の注意事項等の掲示	
➤ 有機則に基づく掲示に加え、エチルベンゼンの名称、使用すべき保護具について表示する	
3.ぼろ等の処理	
➤ 汚染されたぼろ(ウェス等)、紙くず等を、ふた付きの不浸透性容器に納めておく	
4.設備の改造等の作業時の措置	5.立入禁止措置
6.休憩室、洗浄設備の設置	7.喫煙、飲食の禁止
8.容器等への表示と一定の場所での保管	
9.事業を廃止する場合、測定・健診・作業の記録等を所轄労働基準監督署へ報告	



有害化学物質規制の動向



有機溶剤中毒予防規則（有機則）

塗装工場など対象環境における有機溶剤の中毒・障害など人体への危険有害性予防などを目的として、有機溶剤の安全基準を定めた省令

有機則の対象となる主な有機溶剤

キシレン、トルエン、IPA(イソプロピルアルコール)、アセトン、酢酸エチル、メタノール、ノルマルヘキサン、MEK(メチルエチルケトン)、ミネラルスピリット、ガソリン等

有機則で指定された物質を使う場合は、主に以下のことが義務づけらる。

- ・ **有機溶剤作業主任者の選任**

(有機溶剤作業主任者技能講習を修了した者から選任)

- ・ **定期特殊健康診断**

(6ヶ月毎に1回、5年間記録保存)

- ・ **局所排気装置の設置**

(例：周壁の2側面以上、かつ、周壁の面積の半分以上が直接外気に向かって開放されていること)

- ・ **作業環境の定期的な管理**

(6ヶ月毎に1回、3年間記録保存)

- ・ **危険性等の掲示**

- ・ **保護具の着用**

違反した場合には、労働安全衛生法に基づき、3年以下の懲役又は300万以下の罰金～50万円以下の罰金が課される。



特定化学物質障害予防規則（特化則）

特化則とは、有機溶剤のうち特に発がん性、皮膚炎、神経障害等を引き起こすおそれがある物質の管理や取り扱いを規制する省令

特化則の対象となる主な有機溶剤

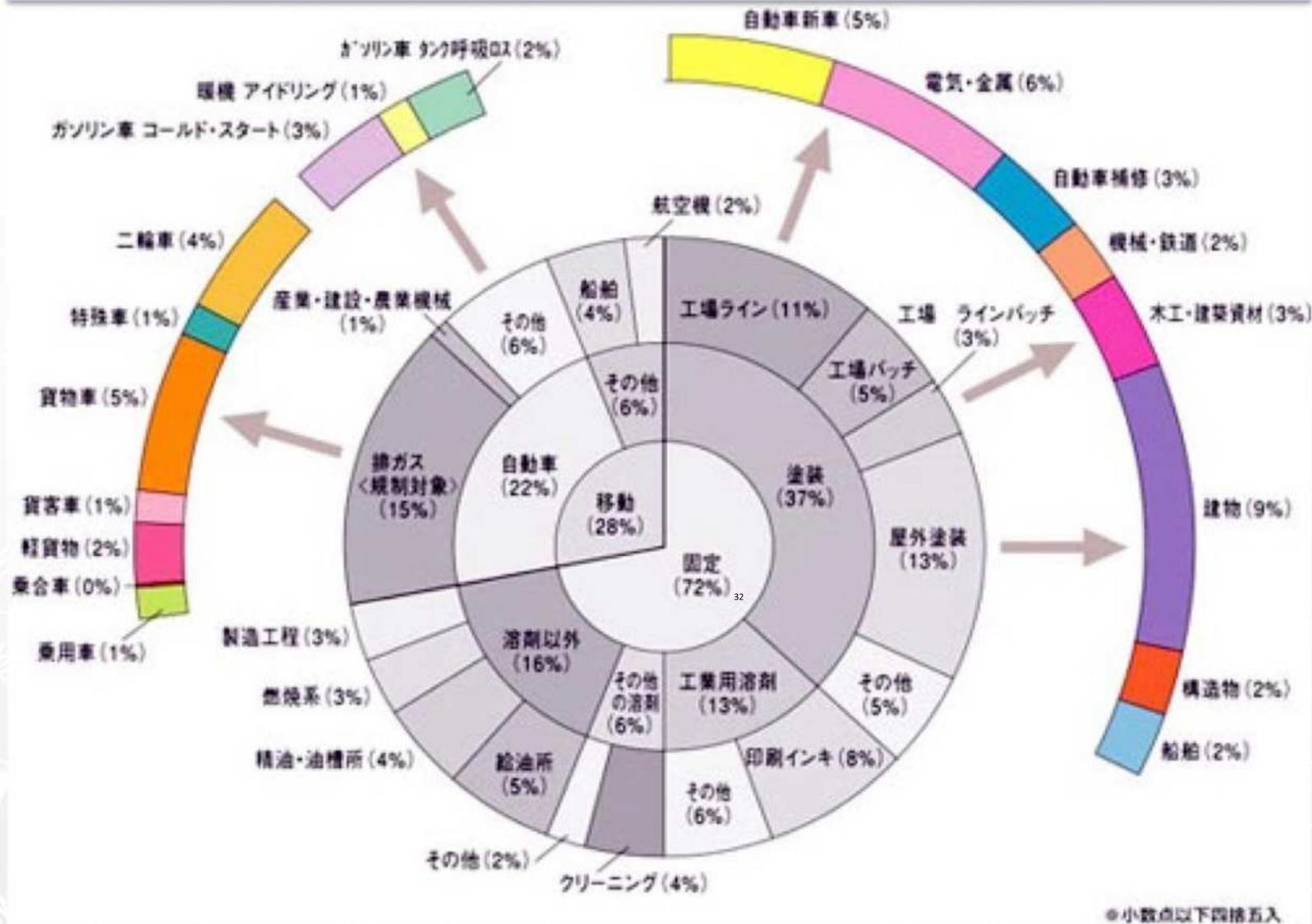
エチルベンゼン、MIBK(メチルイソブチルケトン)、クロロホルム、ジクロロメタン等
特化則で指定された物質を使う場合は、主に以下のことが義務づけられる。

- ・ **作業主任者の選任**
- ・ **蒸気の発散源対策の設備**（局所排気、プッシュプル型装置の設置、定期自主点検）
- ・ **屋内作業等における掲示**
- ・ **作業環境測定**（6ヶ月毎に1回・**30年間**保存）
- ・ **特殊健康診断の実施**（6ヶ月毎に1回・**30年間**保存）
- ・ **作業記録の保存**（月単位で30年間保存）
- ・ **保護具着用、洗顔、うがいができる設備を作業エリアに設置**

違反した場合には有機則同様、労働安全衛生法に基づき、3年以下の懲役又は300万以下の罰金～50万円以下の罰金がかせられる。



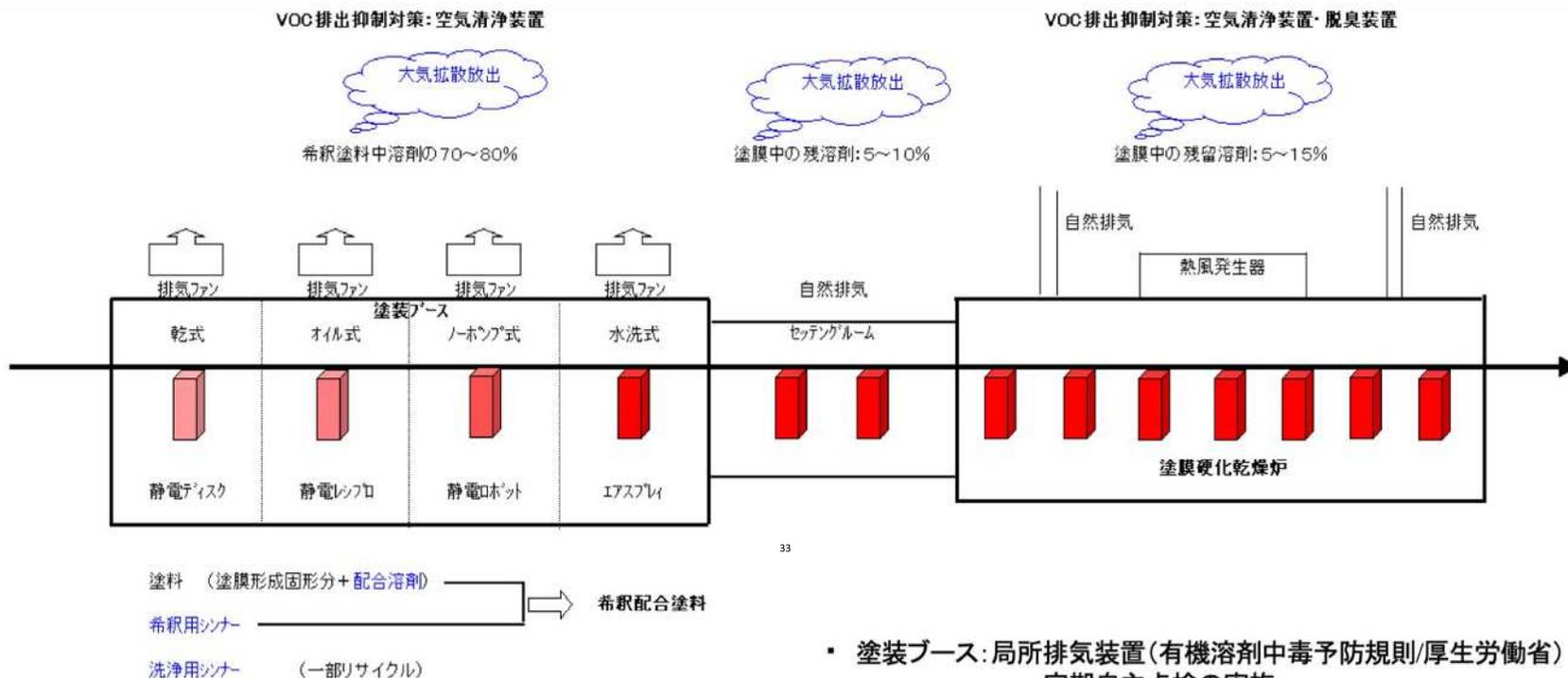
発生源類型別VOC排出量割合の概算結果



国立環境研究所 環境儀No.5



噴霧塗装におけるVOC排出状況



- ・ 塗装ブース: 局所排気装置(有機溶剤中毒予防規則/厚生労働省) 定期自主点検の実施 囲い式の制御風速: 0.4m/sec
- ・ 空気清浄装置等の前処理の必要性 塗装ブースでは、オーバーミストの除去 乾燥炉では、ヤニ除去や排熱の処理
- ・ VOC排出抑制装置は、イニシャルコストが吸収できないほど高価

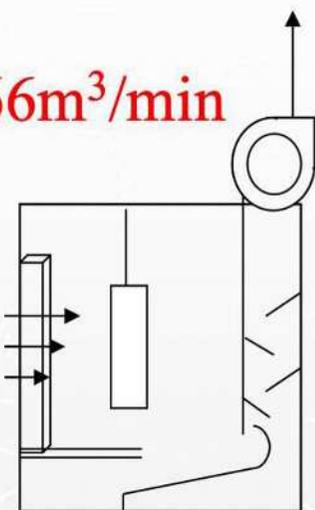


塗装の規制

700ppmC (自動車新設400ppmC)

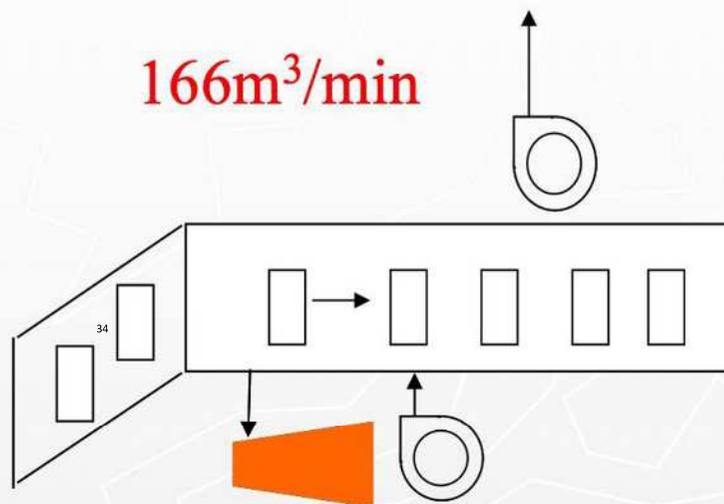
600ppmC (木材1000ppmC)

1666m³/min



塗装施設

166m³/min



乾燥施設



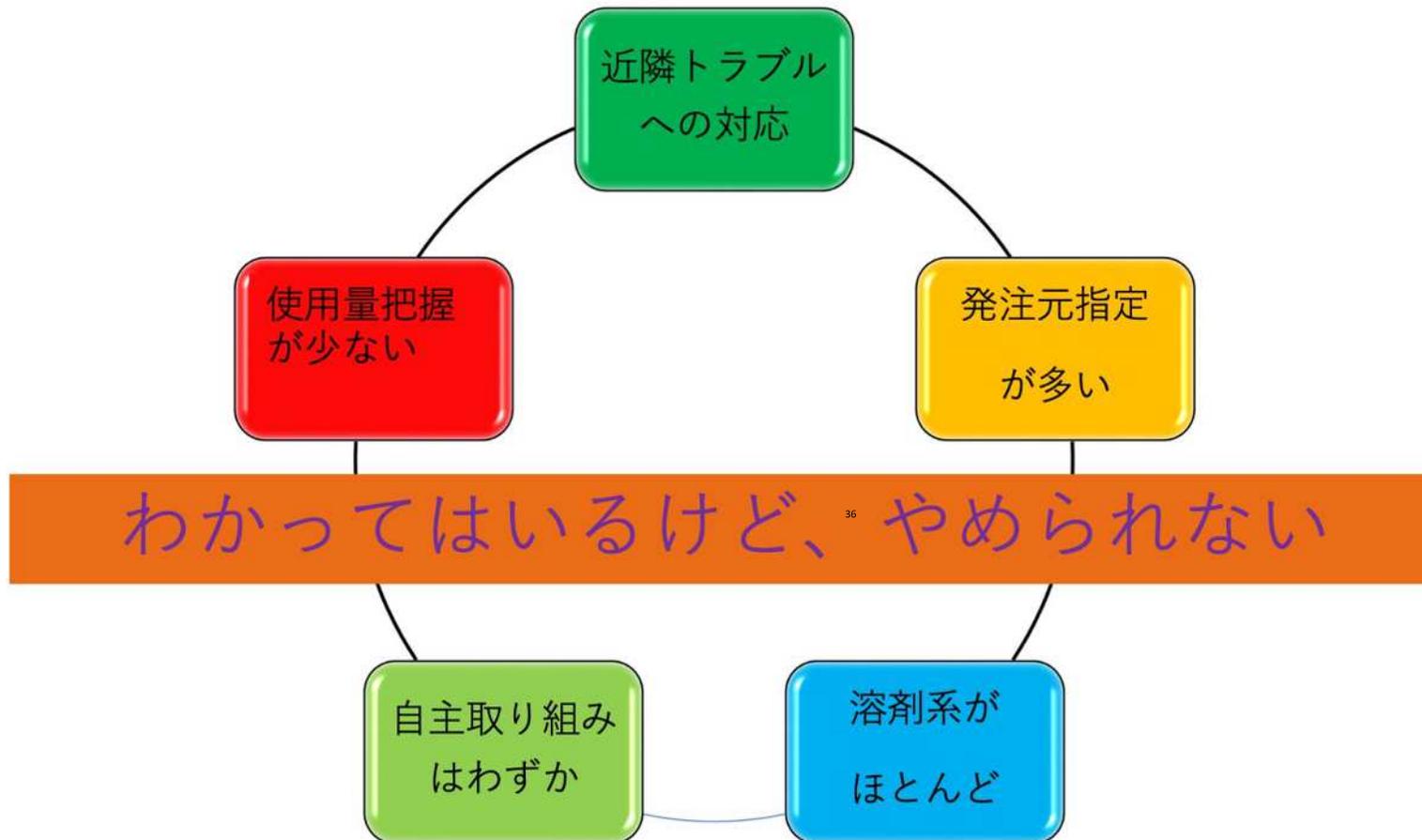
発生源の洗い出し

- 使えるものを捨てている **もったいない** スプレー塗装
- 塗装時よりも **洗浄時** が多い排出量
- 化学物質の **揮発** や **漏れ** を見逃している作業現場
- 使用塗料類に関する **SDS内容** の把握



塗装現場の実態

(ヒアリング結果とアドバイザー訪問)

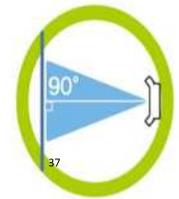
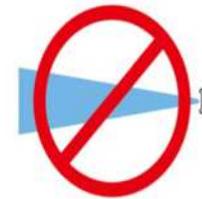


IPCOポスター



塗装現場での作業改善は、
脱VOC対策の第一歩で
す！


ちょっとした工夫で環境対策

注ぎ口をつける 	蓋をする 	選ぼう低 VOC 塗料 
角度は 90° 	パターン幅は狭く 	距離は近く 
エアークは弱く 	漬けたまま禁止 	金属ブラシ使用禁止 

 **IPCO** 一般社団法人
国際工業塗装高度化推進会議
International Promoting Council of Industrial Coating Association
〒162-0805 東京都新宿区矢来町3番地 塗料報知新聞社内
TEL.03-3260-6115 / FAX.03-3260-6116 <https://www.ipco.or.jp>



現場対策の 考え方

- ・インプラント（工程内対策）

境外排出量を少なくする作業・工程・設備・
管理の工夫改善

発生源における代替溶媒あるいは無溶剤系の
採用

- ・エンドオブパイプ（除去設備の設置）

処理単位での導入効果（成分内容の確認と付
帯処理）

最終目標・・・・・・・・・・クローズドシステム
の構築



環境適応型マテリアルへの選定条件

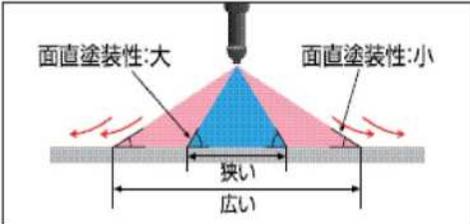
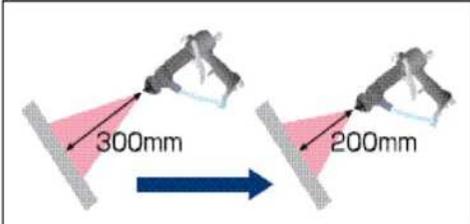
- 使用する代替塗料とのマッチング
- 導入機器の作業性とメンテナンス
- 安全対策への配慮
- 関連法規制の調査
- 周辺設備機器の改善と整備
- 現場における教育と5Sの徹底



塗着効率の向上（塗装条件の最適化）

■ 塗装条件と塗着効率の変化

参考：すぐに行えるVOC対策（環境省）

	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> 	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	霧化エア圧を低くする	<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



要求塗膜厚一定条件下における 塗料消費量の減少対策

$$\text{塗料消費量 (g/m}^2\text{)} = \text{要求塗膜厚 (}\mu\text{m)} \times \text{塗料比重} \times \frac{\text{塗料 (重量)+希釈溶剤(重量)}}{\text{塗料中の塗膜化成分 (重量)}} \times \frac{\text{塗着効率 (\%)}}{100}$$



41

エアスプレィ塗装の場合	180 (g/m ²) = 25 (μm) × 1.2(SG) ×	$\frac{10+5}{5 \times 0.5}$
静電塗装の場合	64 (g/m ²) = 25 (μm) × 1.2(SG) ×	$\frac{10+2}{7 \times 0.8}$
粉体塗装の場合	38 (g/m ²) = 25 (μm) × 1.2(SG) ×	$\frac{10+0}{10 \times 0.8}$



塗装作業におけるリスクアセスメントとは

塗装作業場における危険性または有害性を特定し、それによる労働災害（健康障害を含む）の重篤度（災害の程度）とその災害が発生する可能性の度合いを組み合わせることでリスクを見積もり、その大きさに基づいてリスクを低減するための対策の優先度を決めた上で、リスクの除去又は低減の措置を検討し、その結果を記録する一連の方法を**リスクアセスメント**という。

塗装作業を行う製造業や建設業等の事業者は、労働安全衛生法第28条の2により、リスクアセスメントの実施に努める必要がある。

一般的な溶剤塗料に含まれている**トルエンやキシレンの規制により作業効率やコスト面に大きな負担**を強いられている。



化学物質リスク簡易評価法(コントロール・バンディング)



項目	入力項目
化学物質名	(SDSを確認して入力簡易名でも可)
作業内容 (選択式)	貯蔵・保管、野積み、粉じん処理、充填及び輸送、移送及び輸送、充填、計量、混合、選別、塗装、洗浄及びメッキ、乾燥、成形、その他
作業人数 (選択式)	10人未満、10～49人、50～99人、100人～299人、300人以上
GHS分類区分 (選択式)	急性毒性（急性）、急性毒性（経口）、急性毒性（経皮）、急性毒性（吸収：蒸気）、急性毒性（吸収：粉じん、ミスト）、皮膚腐食性・刺激性、眼に対する重篤な損傷性・眼刺激性、呼吸器感作性、皮膚感作性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性、特定標的臓器毒性（単回ばく露）、特定標的臓器毒性（反復ばく露）、吸引性呼吸器有害性
液体または粉体の別 (選択式)	微細な軽い粉体、結晶状・顆粒状、ペレット ⁴³
沸点（℃）	(SDSを確認して入力)
取扱温度（℃）	(事業場ごとに入力)
取扱量単位 (選択式)	液体：kℓ単位、ℓ単位、ml単位 粉体：トン単位、キログラム単位、グラム単位
 <p>出力</p>	
講ずべき措置	<ul style="list-style-type: none"> ○他の化学物質への代替化 ○全体換気、局所排気装置の設置等 ○呼吸用保護具の使用



塗装工場の環境整備

工場環境の基本条件

汚染物を出すプロセスを使わない
(環境適応プロセスの採用)

使用しても境外に出さない
(クローズドシステム)

排出するときは処理をする
(最終処分までの責任確保)

工場立地計画における環境整備

排熱などのエネルギーの有効活用
(サーマル・リサイクル)

廃棄物のリサイクルなどの減量化/工場排水などの再利用
(マテリアル・リサイクル)

周辺環境への配慮
(工場の緑化)

環境管理システムによる工場監査

何かが起こる前に、異常を感知できる仕組みがあるか

何かが起きた時に、迅速に処置が取れるようになっているか



塗装設備の改善課題



設備内容	改善ポイント	改善項目	改善効果
塗装機器	高塗着効率 複合処理 自動機構	自動機・ロボット 自動検出機能 色替え・洗浄	高品質化 高効率化 作業改善
塗装ブース	無塵化 接液部防錆	プッシュプル給排気 SUS化	作業環境改善 耐久性
乾燥炉	加熱方式 乾燥時間 断熱 温度制御	クリーン熱源 IR追加 炉壁、開口部 高温部、ゾーン制御	省エネ化 乾燥時間短縮 作業環境改善・省エネ化 温度条件の多様化
搬送・保管	ストックゾーン 重量ワーク	ストレージライン追加 負荷荷重の対応	省スペース化 処理能力向上
管理・検査	検査システム 自動管理システム	各プロセスチェック	高品質化



塗装工場の法規類



対象分類	対象法令	関連事項	備考	
環境関係（公害）	悪臭防止法	施行令・規則		
	大気汚染防止法	施行令・規則	VOC排出規制	
	水質汚濁防止法	施行令・規則	河川	
	地盤沈下			
	騒音規制法・振動規制法		コンプレッサー・ファン	
	下水道法			
	土壌汚染対策法		地下浸透	
	廃棄物の処理及び清掃に関する法律		マニフェスト	
	安全関係	消防法	施行令・規則	
		危険物の規制に関する政令		
事業関係	省エネ法	⁴⁶		
	製造物責任法		PL	
	不正競争防止法	営業秘密	製造ノウハウ・原価データ	
	建築基準法			
	工場立地法			
	資源有効利用促進法		リサイクル	
	地球温暖化防止法		CO ₂ 排出量削減	



PRTR法

Pollutant Release and Transfer Register/特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（化管法）

対象：対象化学物質の年間1トン以上を使用する事業所（常用従業員21人以上）

目的：有害性のある多種多様な化学物質が、どのような発生源から、どれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握し、集計し、公表する仕組み

対象物質：第一種指定化学物質/人の健康や生態系に悪影響を及ぼす恐れがあるなどの政情を有するもので、生産量が多く、継続的に存在する物質：届出対象となる354物質、特定第一種指定化学物質/上記のうち人に対する発がん性があると評価された12物質、第二種指定化学物質/製造量、使用量が増加した場合には環境中に広く継続的に存在することが見込まれる81物質



PRTR-coat



PRTR-coatは、工業塗装事業者向けのPRTR法報告支援プログラムです



PRTR-coatの**確認事項**

- 使用材料類のSDS入手確認。
- 使用材料類の年間使用量等の把握。
- 各作業条件及び各ルート of 把握。

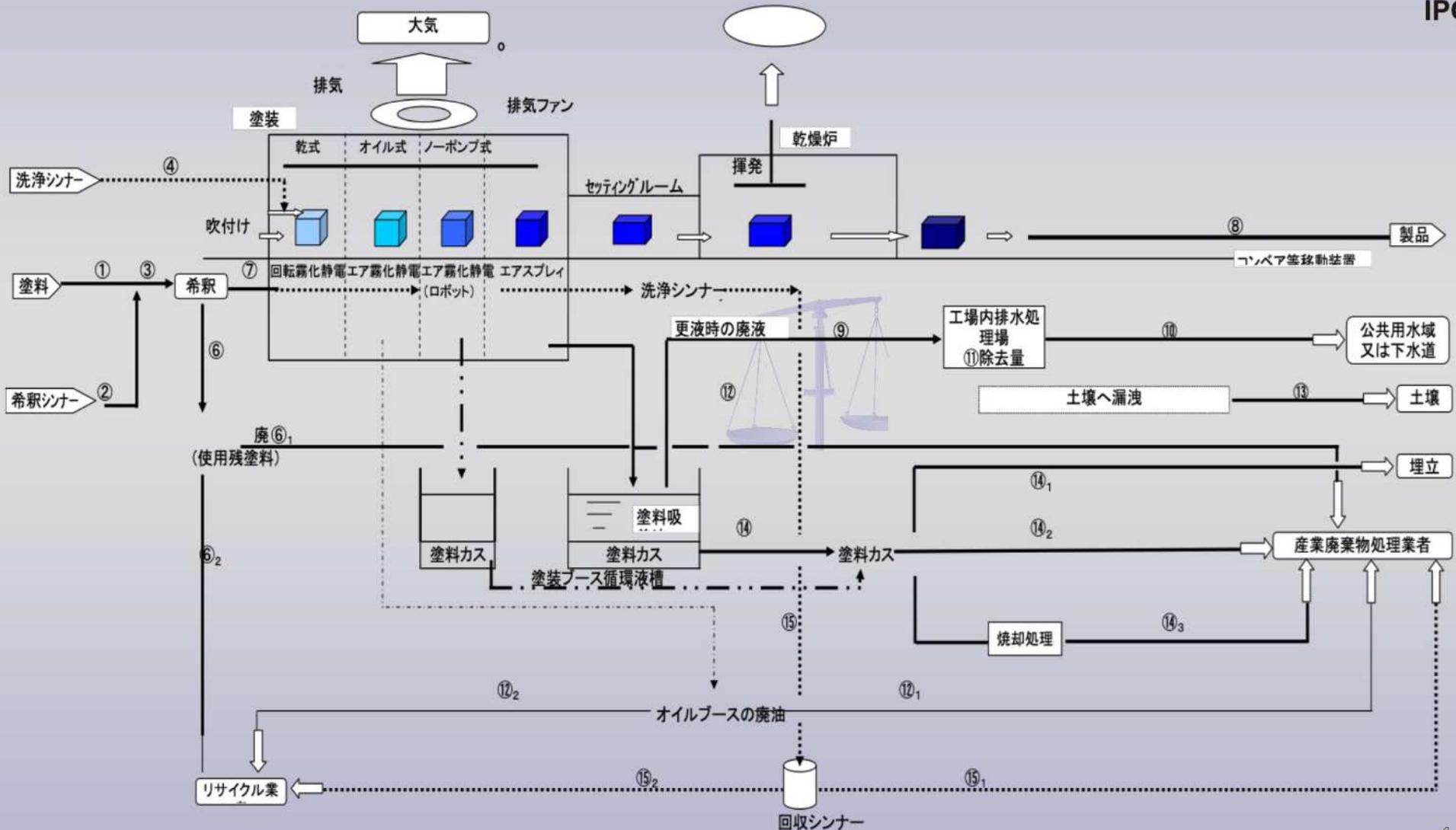


49



塗装工場のフロー例

算出事例: 日本工業塗装株式会社 東京工場 Aラインのフローシート



PRTR-coatプロセス入力例



■前処理作業

作業工程	作業方法	作業内容	廃棄物の内容	廃棄物量
脱脂・洗浄	手作業	塩素系溶剤	ウェス (溶剤を含む前の重量: 20Kg)	25Kg

■前処理の作業施設

設備形式	除去効率	排出経路	排出内容
活性炭フィルター付き局所排気	80%	廃ガス処理	廃ガス 廃活性炭

51

■廃ガス処理施設

設備形式	除去効率	排出経路	排出内容
直接燃焼	99.5%	大気	廃ガス



PRTR-coatプロセス入力例

■塗装設備などの作業施設

設備形式	除去効率	排出経路	排出内容
乾式ブース	99%	廃ガス処理	廃ガス・廃活性炭・スラッジ
ノーポンプブース	99.5%	大気	廃ガス・産廃物(汚泥)
水洗ブース	99.2%	大気	廃ガス・産廃物(汚泥)
オイルブース	99.8%	大気	廃ガス・産廃物(廃油)
熱風乾燥炉(連続)		大気	廃ガス

■廃ガス処理施設

設備形式	除去効率	排出経路	排出内容
廃ガス処理	吸着(活性炭)	大気	廃ガス

■廃水処理施設

設備形式	排水量	除去効率	排出経路	排出内容
凝集沈殿	2000Kg/日 (年間稼働日数 220日)	70	公共用水域	廃水



PRTR-coatプロセス入力例



■塗装作業

塗装方法	塗装設備型式	平面形状		立体形状		フレーム形状		小物(網)	
		塗着効率	使用比率	塗着効率	使用比率	塗着効率	使用比率	塗着効率	使用比率
手動 エアスプレー	水洗ブース			45%	5%	45%	5%	45%	10%
自動 静電(ベル型)	乾式ブース (フィルター)	85%	25%	70%	10%	70%	5%		
手動 静電(エア霧化)	ノーポンプブース	75%	15%	70%	5%	70%	10%		
自動 エアレス	オイルブース	65%	10%						



PRTR-coatプロセス入力例



■後処理作業

作業工程	作業方法	作業内容	廃棄物の内容	廃棄物量
シルクスクリーン 印刷	手作業	炭化水素系溶剤		

■廃ガス処理施設

設備形式	除去効率	排出経路	排出内容
吸着(活性炭)	80%	大気	廃ガス



PRTR-coat材料類入力例

入力項目	入力内容	備考
作業工程名	塗装	
メーカー名	海山ペイント株式会社	
商品名	エポテックス2000	
種類	エポキシ樹脂系焼き付け型塗料	
期首在庫量	980Kg	
年間購入量	44000Kg	
期末在庫量	660Kg	
年間廃棄量	150Kg	
年間使用量	44170Kg	
対象科学物質名	ビスフェノールA型固形エポキシ樹脂	対象外
CAS-No	25068-38-6	
成分組成比率	25%	
対象科学物質名	トルエン	
CAS-No	108-88-3	
成分組成比率	30%	
対象科学物質名	N-ブチルアルコール	対象外
CAS-No	71-36-3	
成分組成比率	20%	
対象科学物質名	メチルイソブチルケトン	対象外(東京は対象)
CAS-No	108-10-1	
成分組成比率	5%	
対象科学物質名	セロソルブアセテート	対象外
CAS-No	111-15-9	
成分組成比率	5%	
対象科学物質名	ホルムアルデヒド	
CAS-No	50-00-0	
成分組成比率	2%	



国への届け出



第一種指定化学物質の名称並びに排出量及び移動量

第一種指定化学物質の名称		トルエン	
第一種指定化学物質の号番号		227	単位: ①. Kg 2. mg-TEQ
排出量	イ 大気への排出	13000	
	ロ 公共水域への排出	0.0	排出先の河川、小沼、海域などの名称
	ハ 当該事業所における土壌への排出	0.0	
	ニ 当該事業所における埋立処分	0.0	埋立処分場所: 1. 安定型 2. 管理型 3. 遮断型
移動量	イ 下水道への移動	0.0	
	ロ 当該事業所外への移動	0.0	



東京都への届け出



適正管理化学物質の使用量など

番号	39	51	54
適正管理化学物質名	トルエン	ホルムアルデヒド	メチルイソブチルケトン
使用目的	溶剤	溶剤	溶剤
使用量(Kg/年)	13000	880	2200
製造量(Kg/年)	0	0	0
製品としての出荷量(Kg/年)	0	0	0
環境への排出量(Kg/年)	13000	880	2200
大気(Kg/年)	13000	880	2200
公共水域(Kg/年)	0	0	0
その他(Kg/年)	0	0	0
事業外への排出量(Kg/年)	0	0	0
廃棄物(Kg/年)	0	0	0
廃水(下水道)(Kg/年)	0	0	0
国への届け出の有無		(有)・無	



大気汚染防止法：VOC排出規制

VOC: Volatile Organic compounds

大気汚染防止法施行規則：揮発性有機化合物の排出の規制等

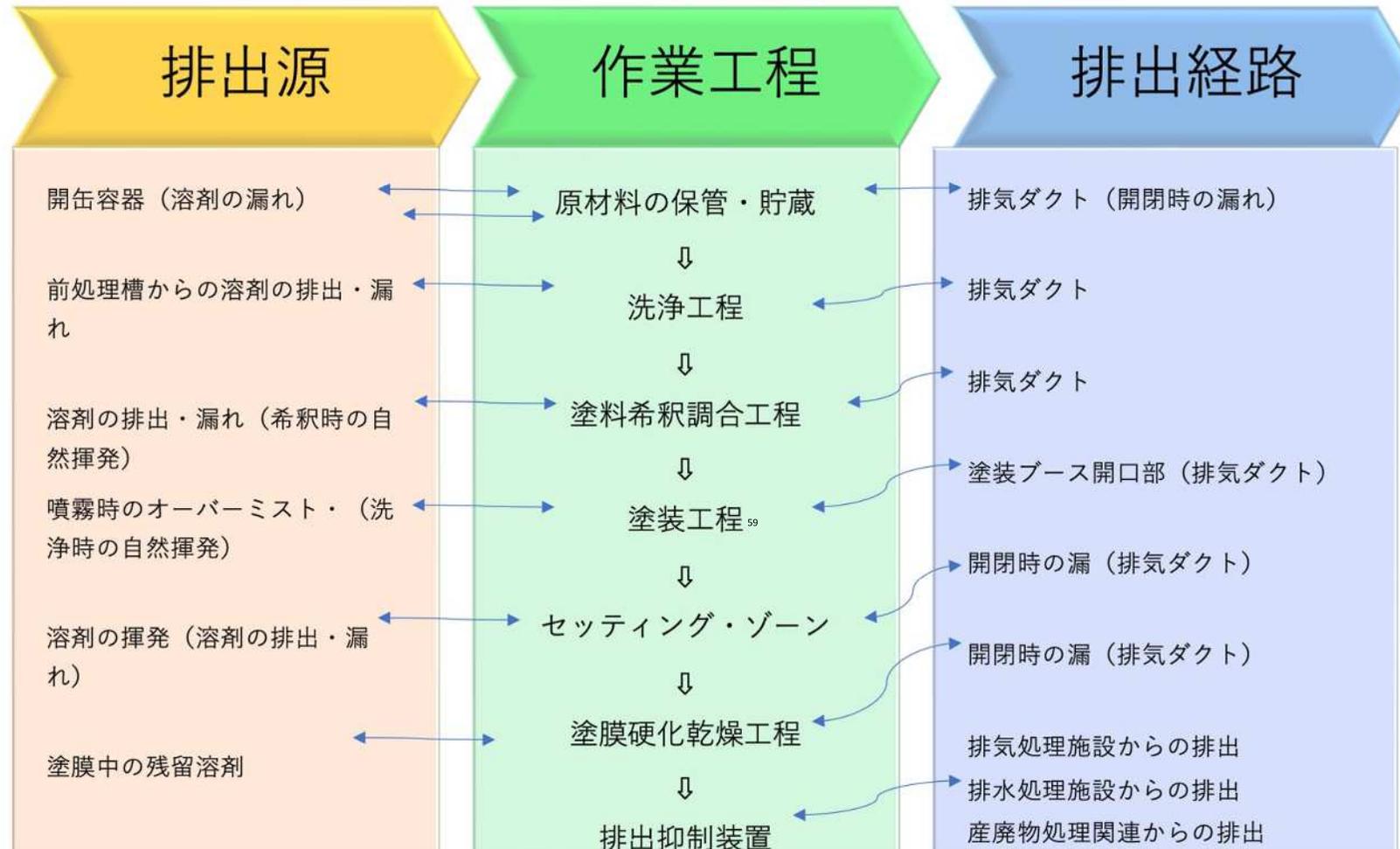
対象：塗装、接着、印刷、洗浄などで、規制対象となる揮発性有機化合物の排出施設及び排出基準が定められている。排出基準値については、吹付塗装施設で、排風機の排風能力が $100.000\text{m}^3/\text{時}$ 以上のもの、既設 700ppmC 、新設 400ppmC となる。乾燥施設は、排風機の排風能力が $10.000\text{m}^3/\text{時}$ 以上のもの、既設 600ppmC である。

目的：浮遊粒子状物質やSPM、光化学オキシダントの原因物質に対する間接的なリスクの軽減に着目し、排出規制と事業者の自主的取り組み（ベストミックス）

対象物質：トルエン、キシレン、酢酸エチルなど塗料溶剤（シンナー）、接着剤、インキ、脱脂洗浄剤に含まれる工場用途の主なもの（約200種類）



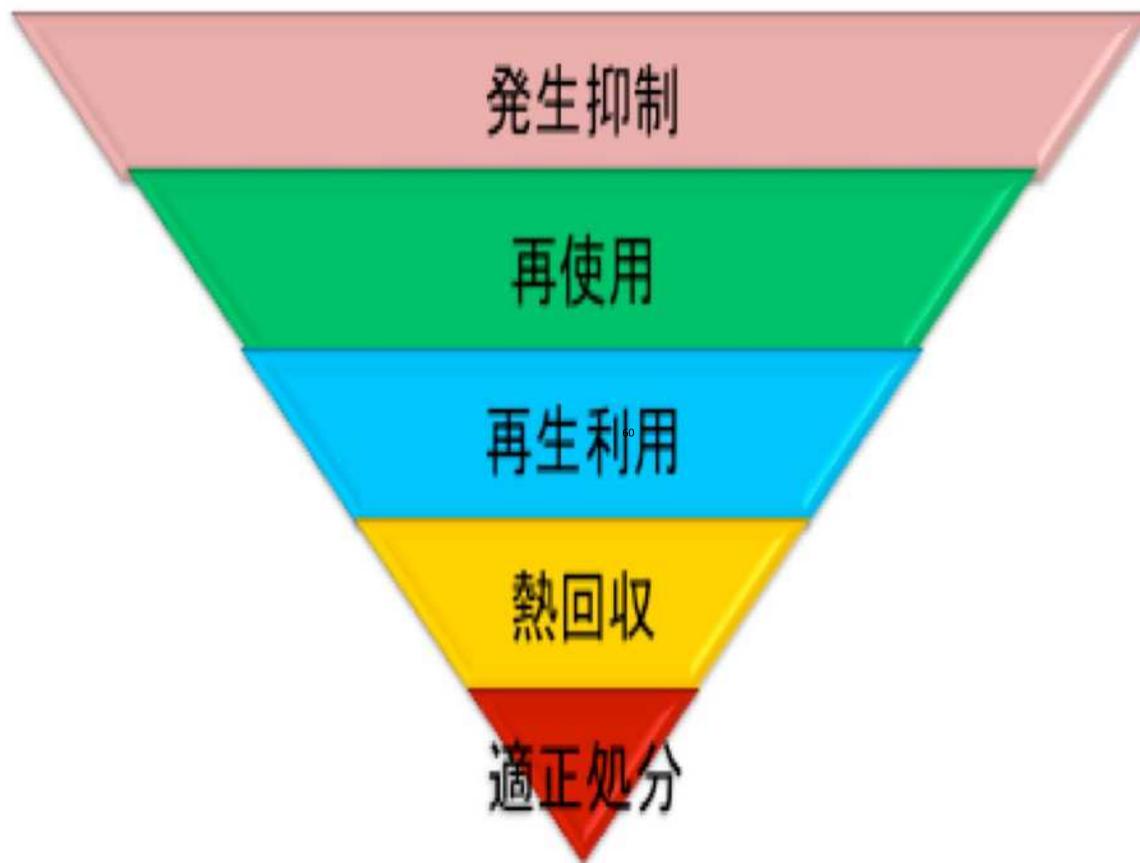
塗装工場からの排出状況 (生産施設からの排出・移動・漏れ)



SAKAI PROFESSIONAL CONSULTING ENGINEER OFFICE



循環型社会形成推進基本法 (適正処理優先順位)



地球環境保全への取り組み

作業域 ⇔ 地域 ⇔ 越境 ⇔ 地球

環境課題

- ◆温暖化・砂漠化
- ◆オゾン層破壊
- ◆酸性雨
- ◆廃棄物・化学物質
- ◆気候変動
- ◆森林伐採
- ◆生物多様性の損失

環境対策

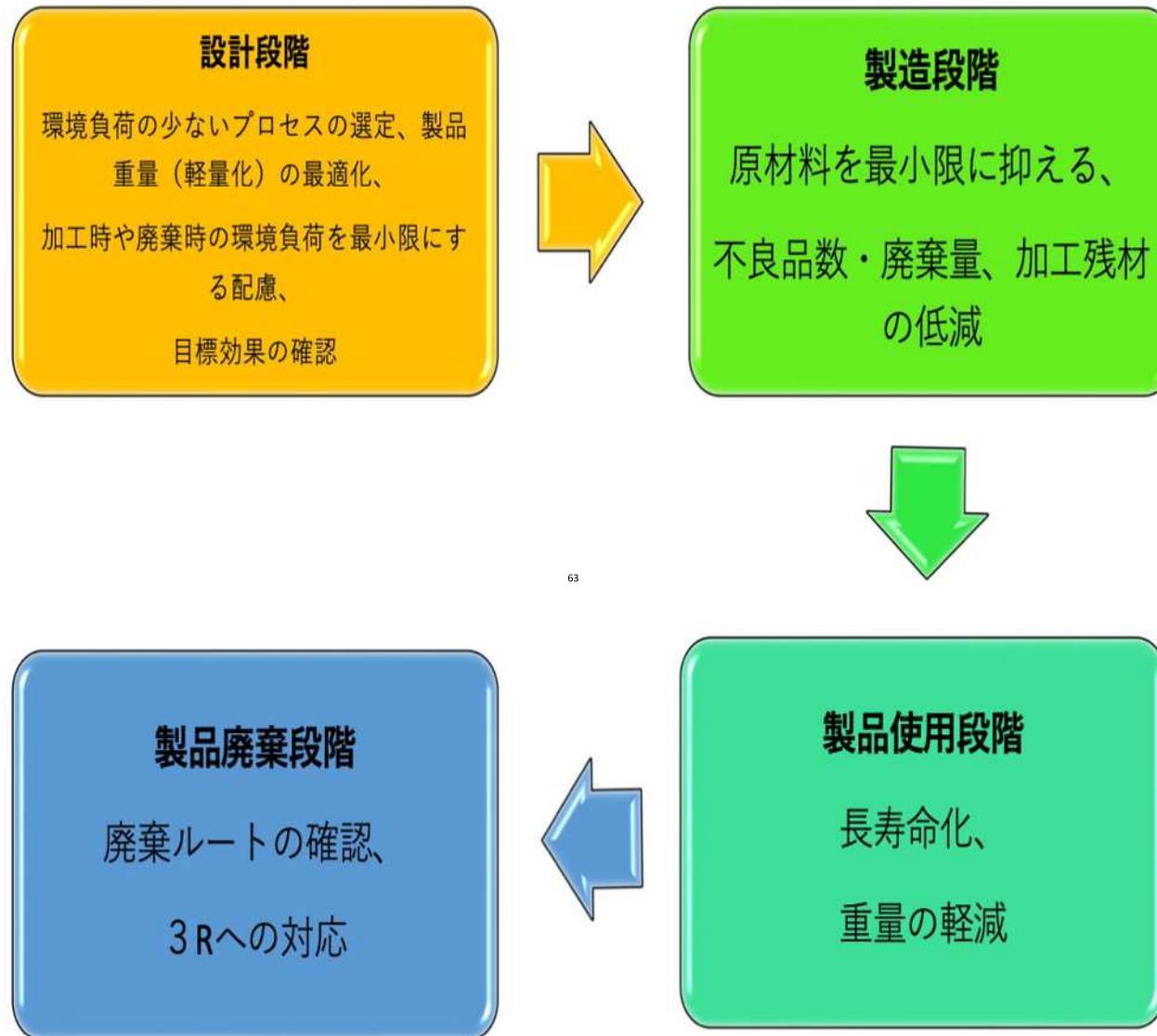
- ◆持続可能な開発による環境保全
- ⁶¹◆循環型社会の構築
- ◆各レベルでの協調行動



公害と地球環境の異なる視点



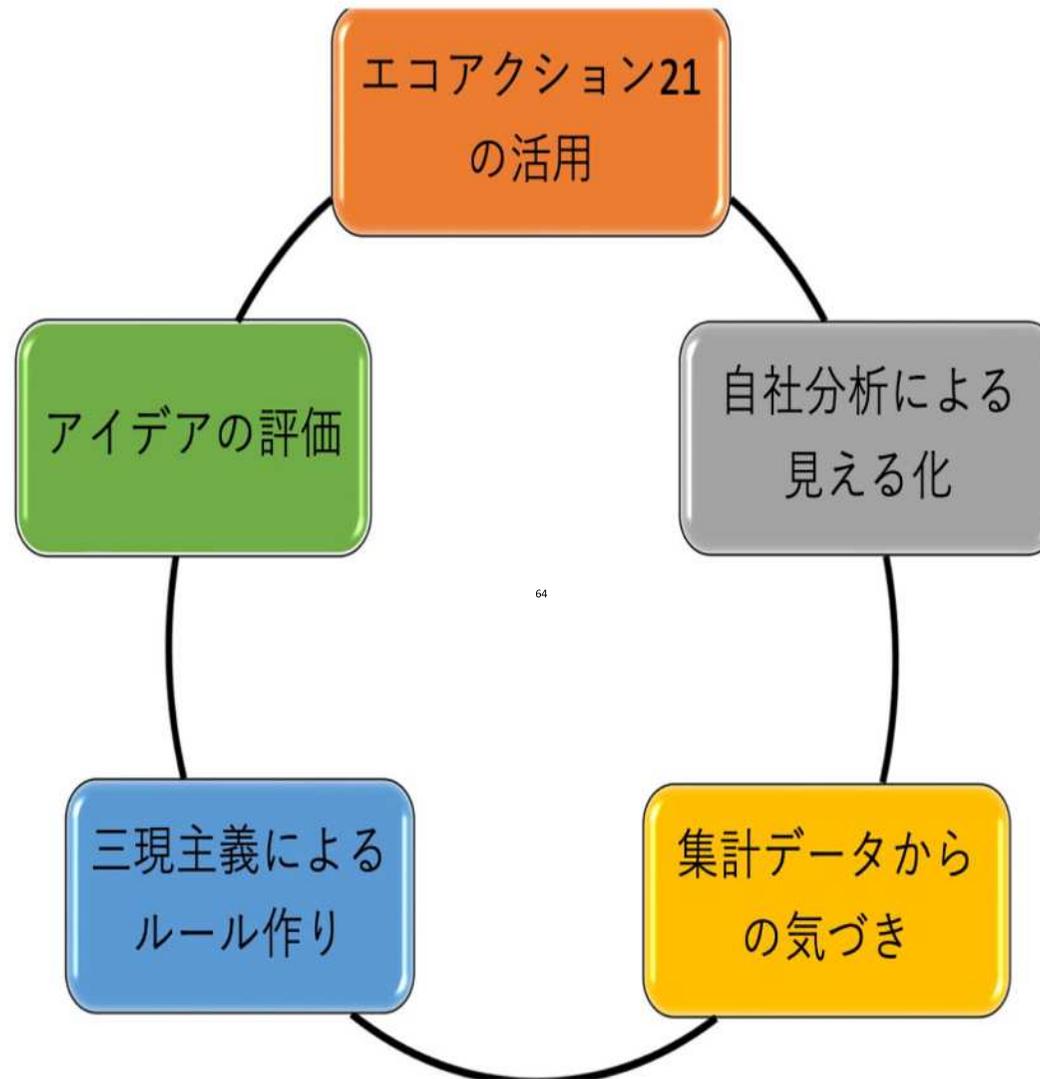
まずは省資源対策から



63



省エネ活動の取り組み



64



省エネの改善事例

設備改善

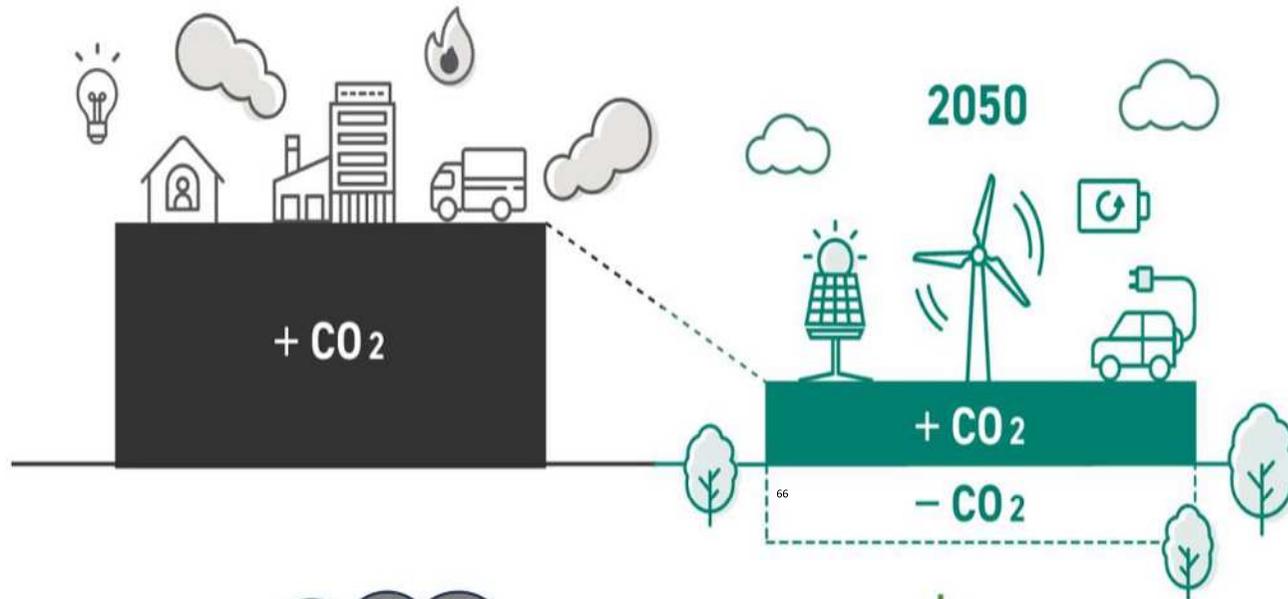
コージェネレーション設備の導入
設備や工程ごとに電力モニターの設置
高効率省エネ空調（ヒートポンプ）への更新
工場照明の変更（LED）
送風機のインバータ駆動
エア駆動からモーター駆動へ

運用改善

休み時間などに機械（特にヒーターなど）を止める
運転条件の見直し
定期点検整備（メンテナンス）／稼働率を上げる
省エネパトロール実施（エア漏れなど）



カーボンニュートラルへの取り組み



CO₂などの温室効果ガス
排出量



植林・森林管理
による吸収量

脱炭素
0



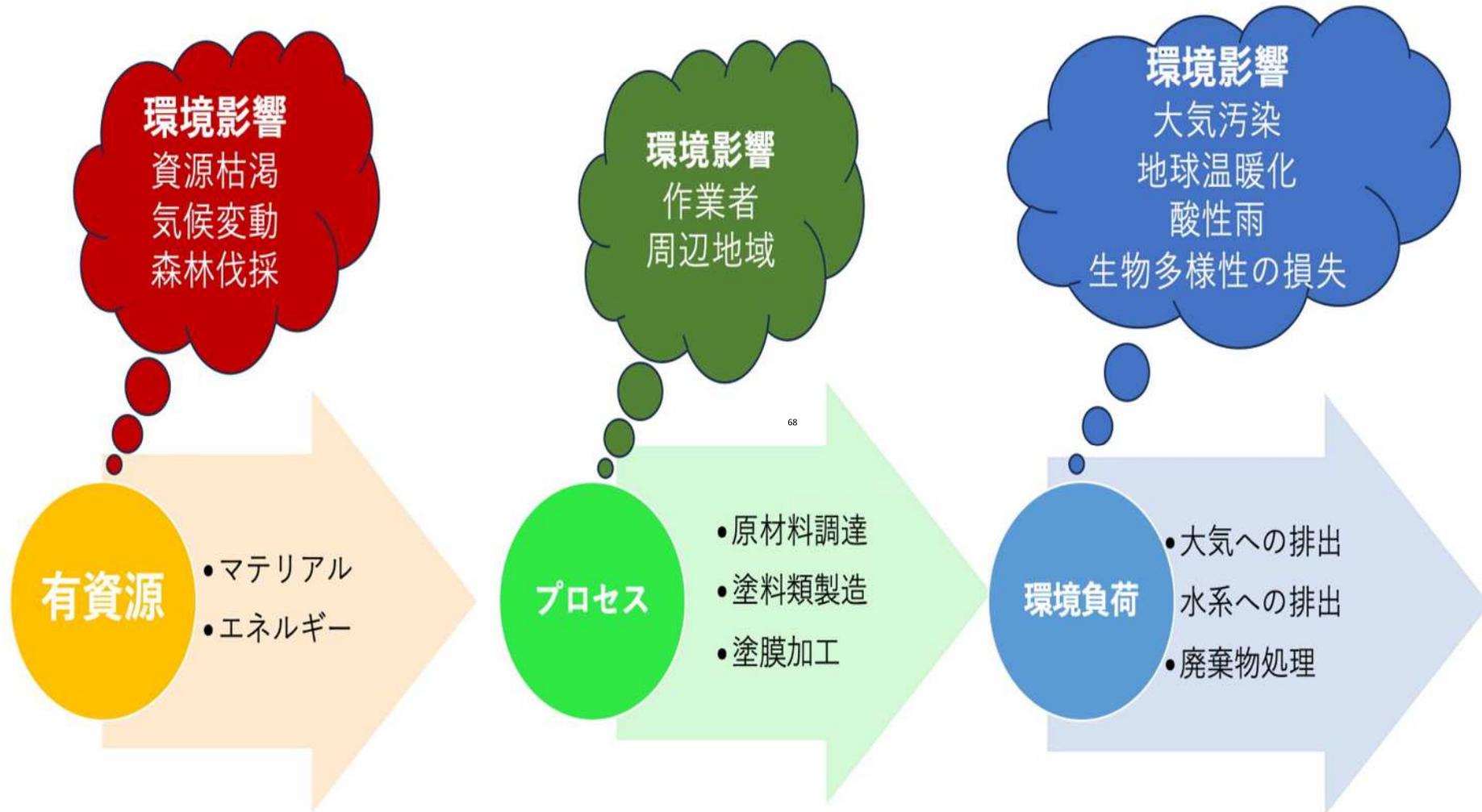
LCAへの取り組み

(製品の設計から廃棄までが問われる時代)

- 製品のLCA（ライフサイクルアセスメント）として、原材料の採掘、製造、輸送、製品製造、製品の使用、廃棄に至るまでの環境への影響を評価する。
- これからは、廃棄に至るまでの製品設計が求められる。
 - 環境負荷物質 (EHS:Environmental Hazardous Substances)
 - 環境適合型設計 (DfE:Design for Environment)
 - 環境配慮設計 (ECD:Environmentlly Conscious Design)



塗装におけるLCA課題



工業塗装高度化推進協議会

- ◆2007.4 日本工業塗装協同組合と日本塗装機械工業会にて発足
(現在日本パウダーコーティング協同組合も参加)
- ◆環境技術分科会：平成22年度VOC対策功労者特別表彰＋大気環境保全活動功労者表彰（環境省）
- ◆安全対策分科会：塗装作業のリスクアセスメントの進め方（厚生労働省）
- ◆2012.4.12 サポイン「19.塗装に係る技術」（経済産業省）業種指定
- ◆2017.5 一般社団法人化【国際工業塗装高度化推進会議】



一般社団法人国際工業塗装高度化推進会議

International Promoting Council of Industrial Coating



- 塗装現場対応が基本姿勢
- 個人参加が基本
- 国内外での技術支援
- 実務報告のセミナー開催



コーティング コンソーシアム (CoCo) の活動

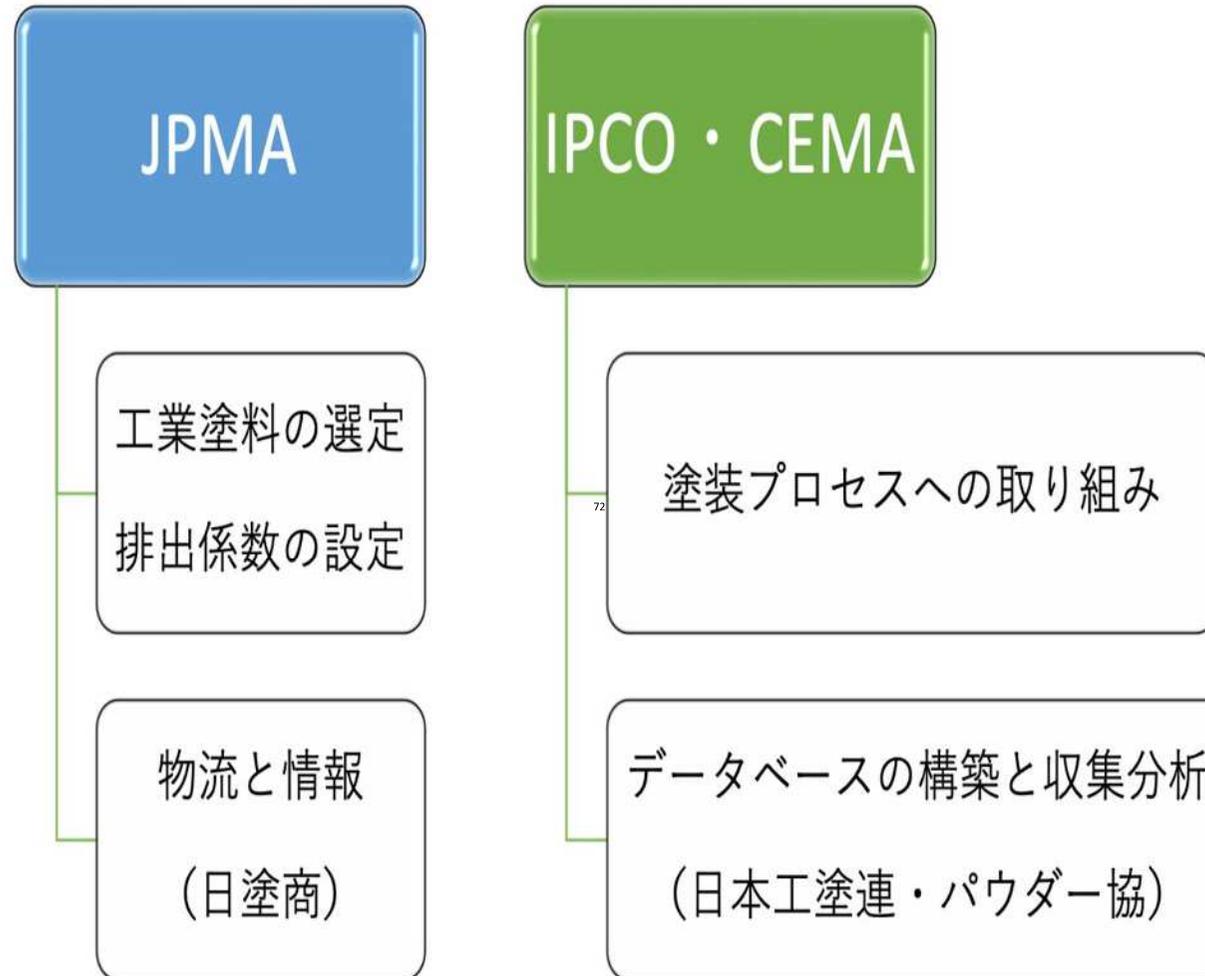


世界コーティング協議会 (WCC)/サステナビリティレポート

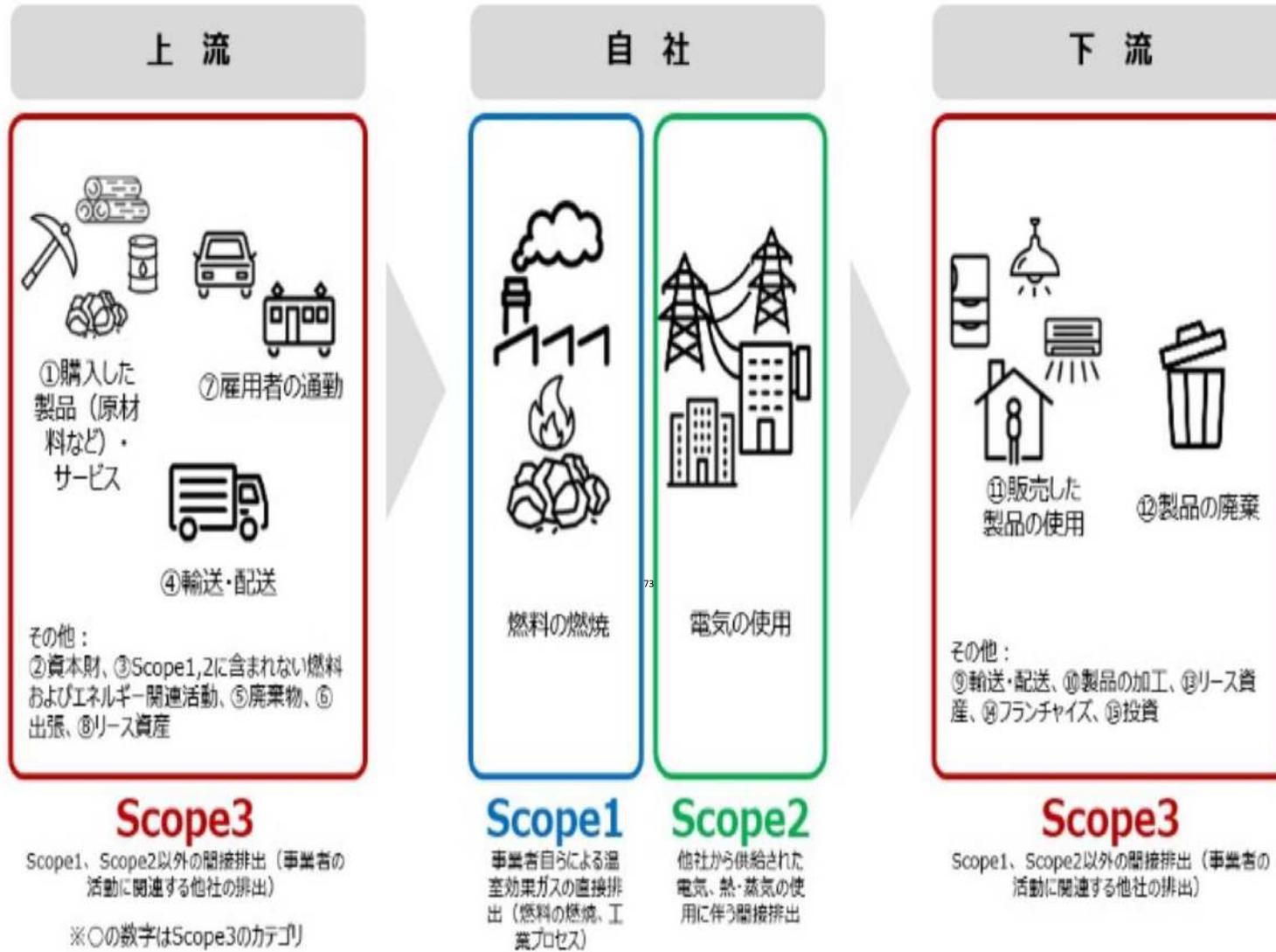
								
SDG 3 — すべての 人に健康と 福祉を	SDG 4 — 質の高い 教育を みんなに	SDG 6 — 安全な水と トイレを 世界中に	SDG 8 — 働きがいも 経済成長も	SDG 9 — 産業と 技術革新の 基盤を つくろう	SDG 11 — 住み続け られるまちづく りを基盤を つくろう	SDG 12 — つくる責任 つかう責任	SDG 13 — 気候変動に 具体的な 対策を	SDG 14 — 海の豊かさ を守ろう



コーティング・コンソーシアムの立ち上げ



CO₂ 排出の流れ



経済産業省 資源エネルギー庁



塗装プロセスのファクター



74

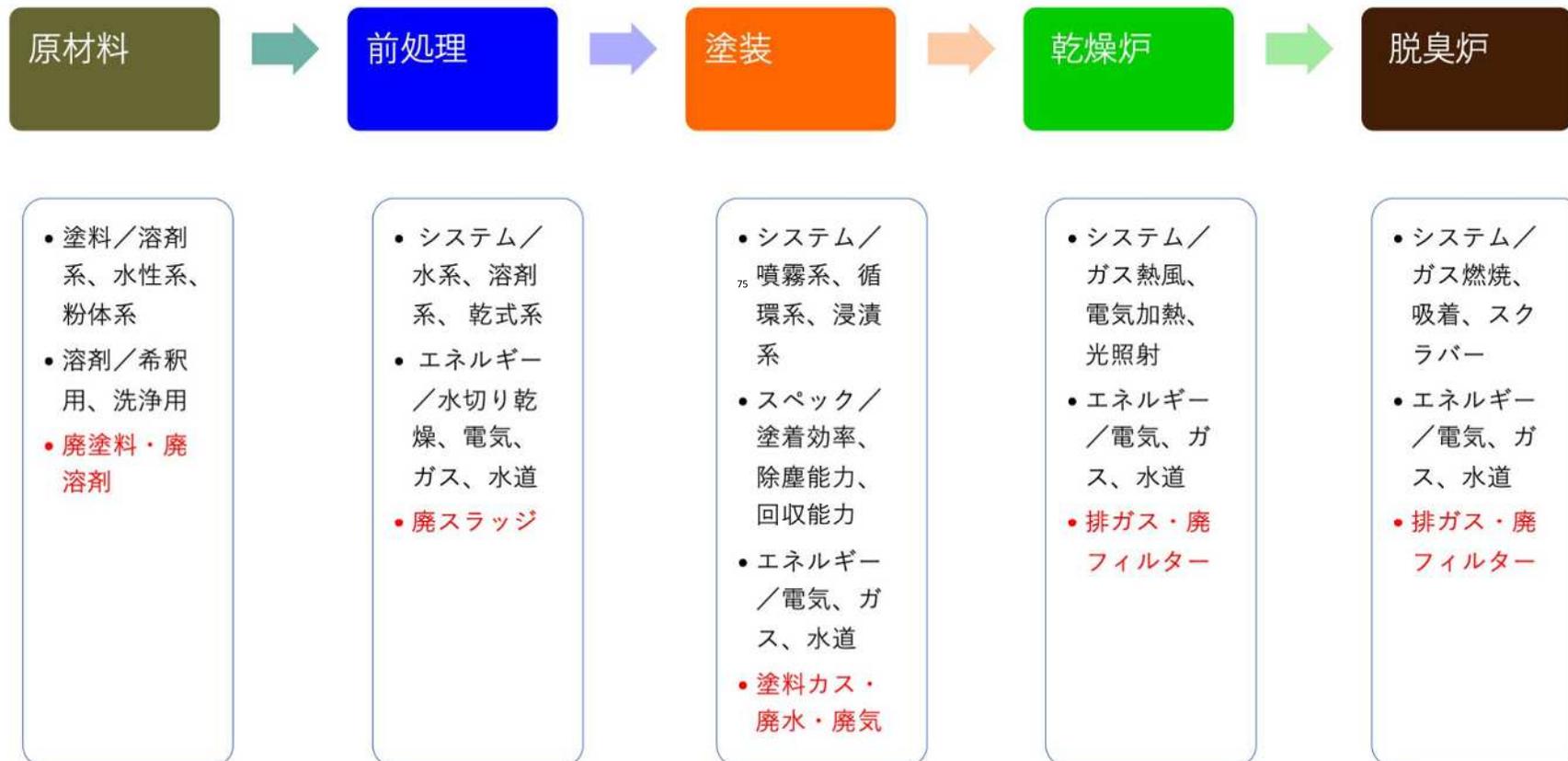
洗浄効率
除去効率

塗着効率
除去効率

脱臭効率
除去効率

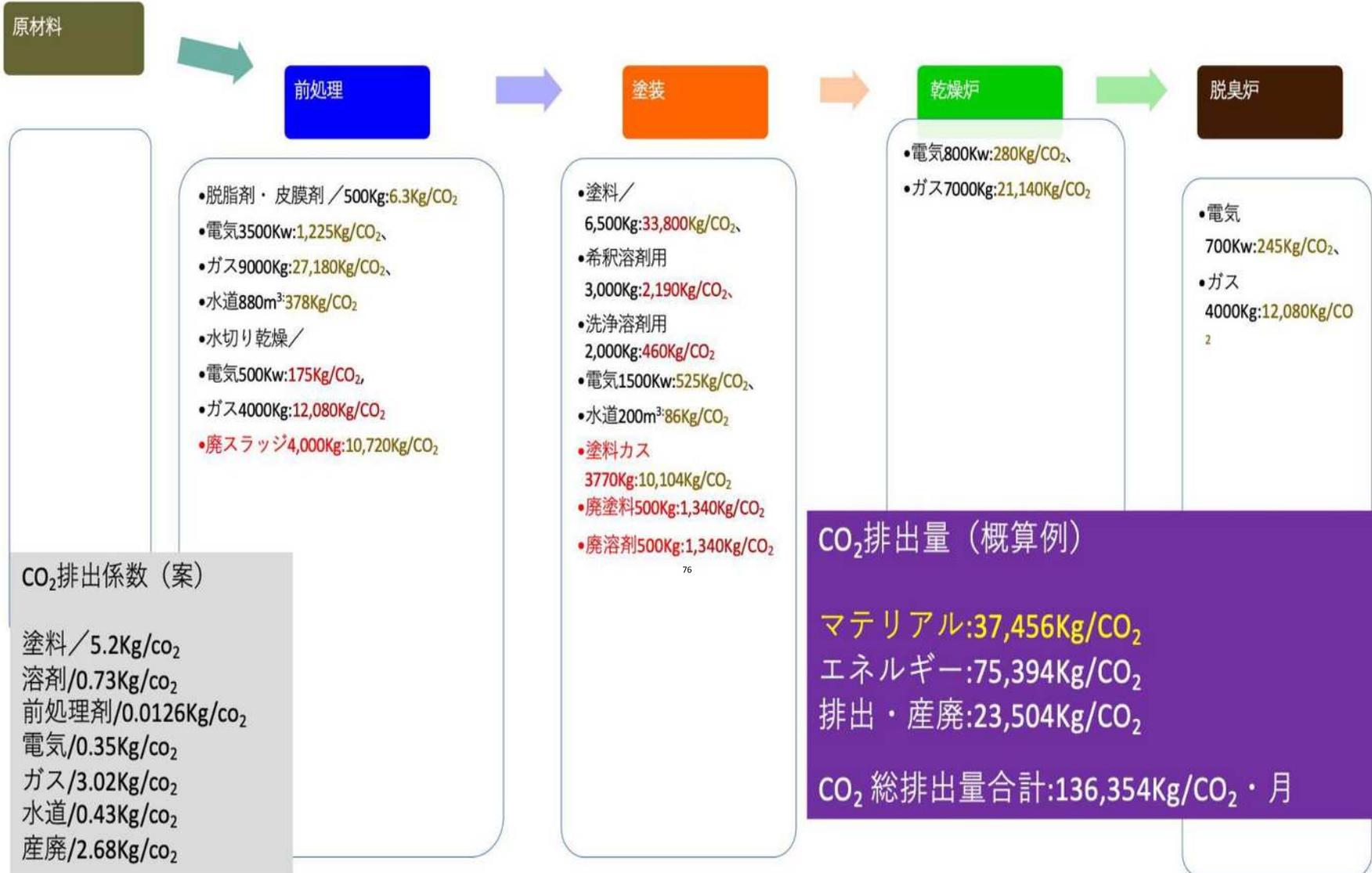


塗装プロセスにおけるパターン



CO₂排出量の算出事例

塗膜 ⇒ 2,730Kg (14,196Kg/CO₂)



生産収支の算出事例



- 前処理剤:500,000
- 電気:700,000,
- ガス:900,000,
- 水道:70,400
- 水切り乾燥/
- 電気:100,000,
- ガス:400,000
- 廃スラッジ:400,000

- 塗料:13,000,000
- 希釈溶剤:2,400,000
- 洗浄溶剤:1,600,000
- 電気:300,000,
- 水道:16,000
- 塗料カス:377,000
- 廃溶剤:50,000
- 廃塗料:50,000

- 電気:160,000,
- ガス:700,000

- 電気:140,000,
- ガス:400,000

基準条件 (案)

生産量：35,000m²/月
 塗装代/3,000円/m²
 塗膜量/180g/m²
 歩留まり95%
 塗着効率60%

塗料2,000/円/Kg
 溶剤800/円/Kg
 前処理剤1,000/円/Kg
 電気/200円/KW
 ガス/100円/Kg
 水道/80円/m³
 産廃/100円/Kg

生産収支 (概算例)

塗膜売上/99,750,000円/月 (正の製品)

固定管理費/60,000,000円/月 ⇒ (負の製品▲ 3,000,000)

マテリアル/17,500,000円/月 ⇒ (負の製品▲ 875,000+▲ 4,000,000)

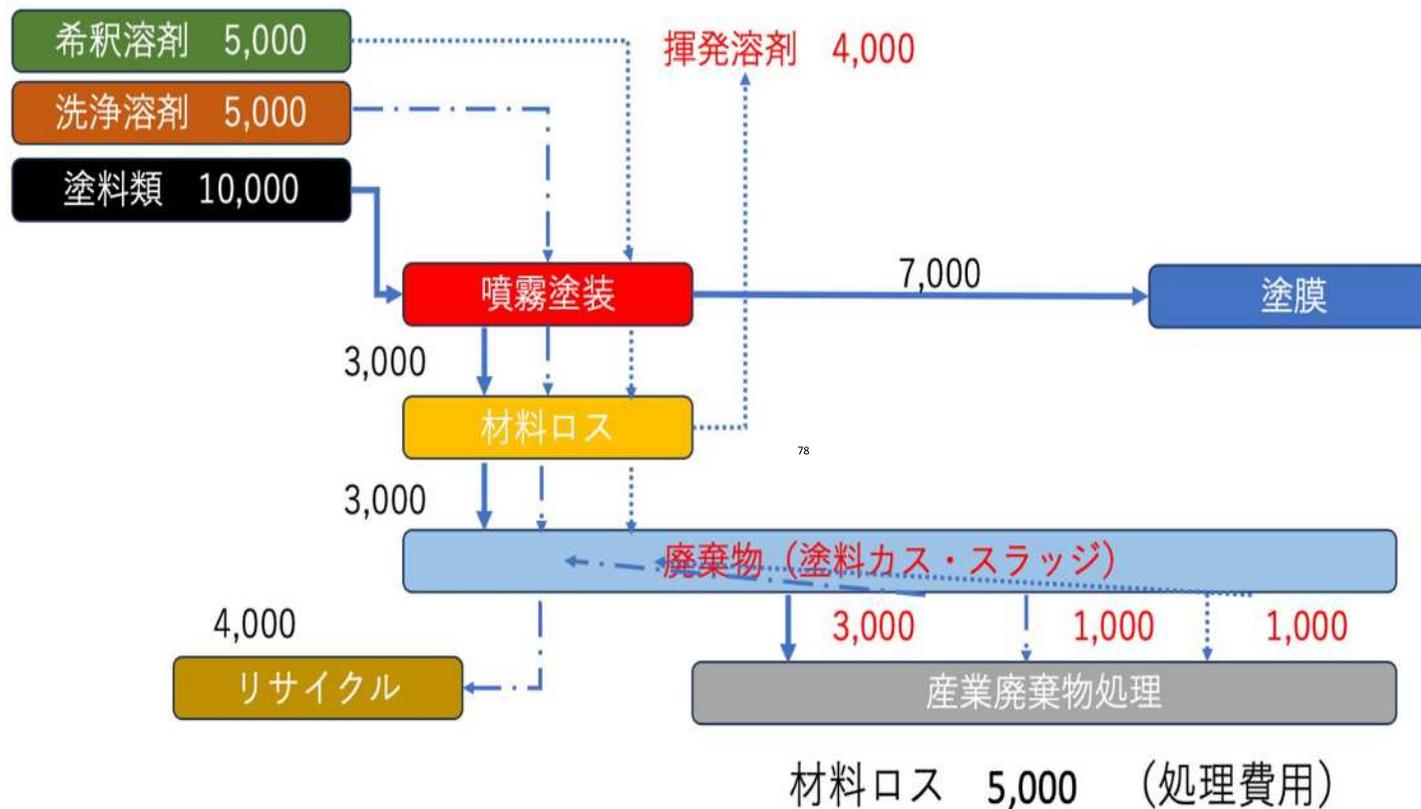
エネルギー/3,886,400円/月 ⇒ (負の製品▲ 194,320)

排出・産廃/877,000円/月 (負の製品計▲ 7,946,320)

合計/17,486,600円/月 ⇒ 8,540,280円-α/月



現場見直しによるロスコスト試算



材料費のロス計算例

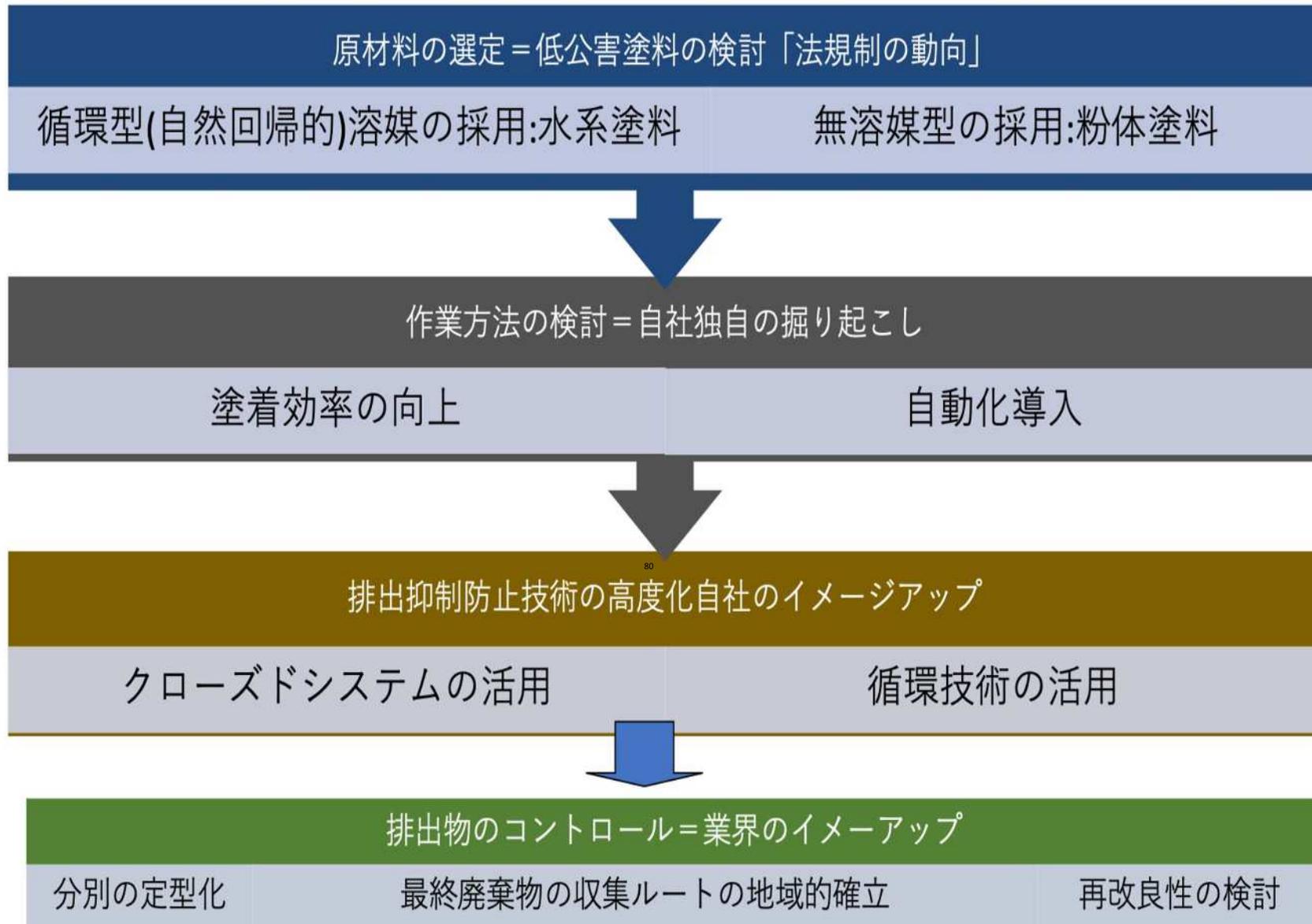
項目	単位	塗料類	希釈溶剤	洗浄溶剤	材料合計
購入材料	Kg	10,000	5,000	5,000	20,000
製品	Kg	7,000	0	4,000	13,000
材料ロス	Kg	3,000	5,000	1,000	9,000
材料購入単価	円/Kg	1,000	500	300	
材料購入費	円	10,000,000	2,500,000	1,500,000	13,000,000
正の製品コスト	円	7,000,000	0	1,200,000	8,200,000
負の製品コスト	円	3,000,000	2,500,000	300,000	5,800,000

• MFCAの採用効果

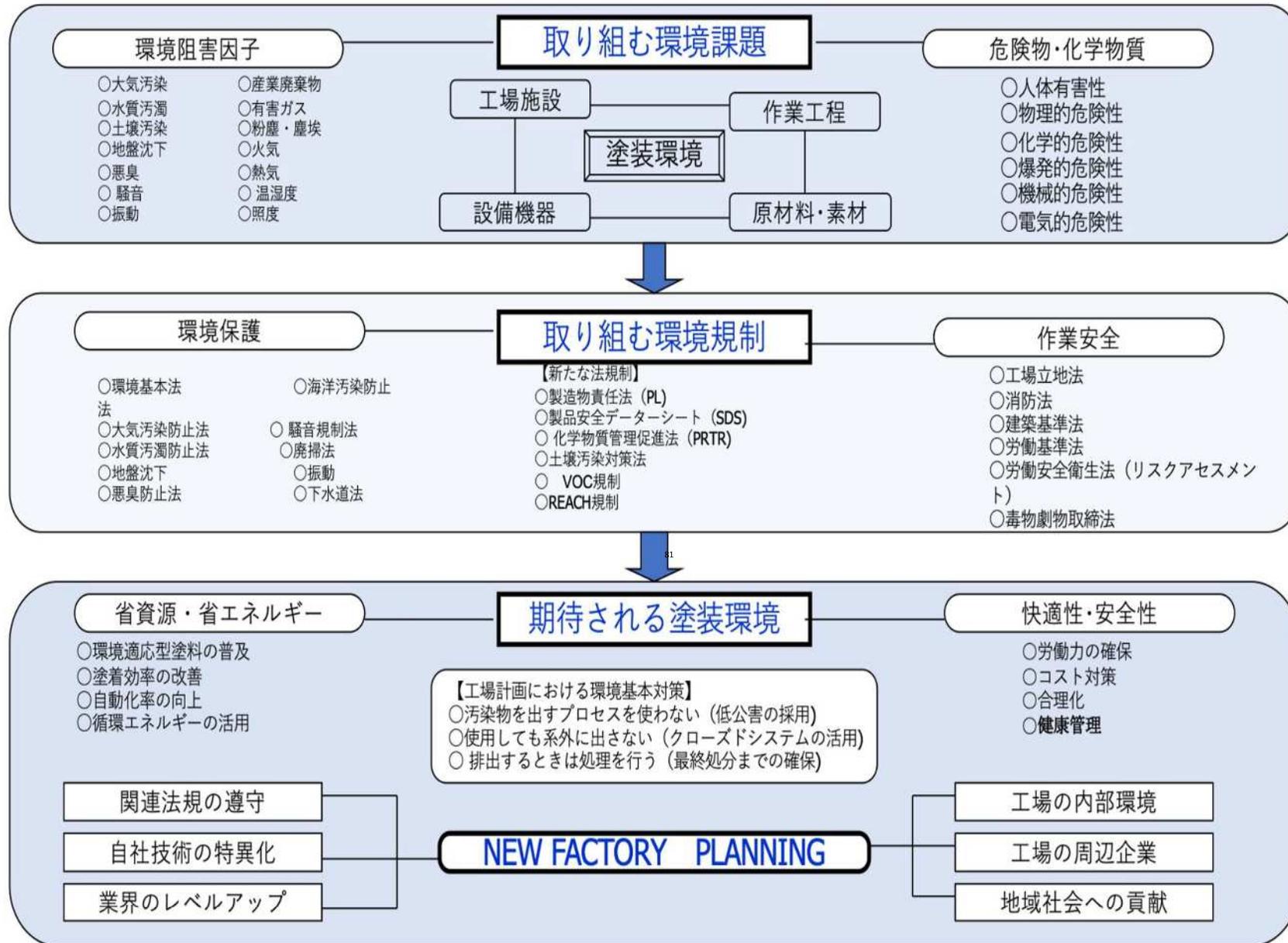
- ① 環境負荷低減は、環境経営の重要テーマです。
- ② 廃棄物発生量の削減につながる改善を促進します。
- ③ 材料投入の削減や材料費の削減に直結し、コストダウンにつながります。
- ④ ロスコストは経済的損失であり、プロセスの「見える化」ともなります。



環境適応への課題



塗装工場の環境対策



ご清聴いただきありがとうございます
ございました

82

