

サポイン21

～塗装技術の認定に向けた協議会の活動～

(地独)東京都立産業技術研究センター
開発本部 第二開発部 表面技術グループ

木下 稔夫

(工業塗装高度化協議会アドバイザー)

講演内容

1. 工業塗装高度化協議会とその活動
2. サポイン(ものづくり基盤技術)と「塗装」指定への取組について
3. 塗装とはどういった技術なのか
～塗装技術をどう表現すれば理解してもらえるのか～
4. 塗装技術において達成すべき市場の課題とニーズの設定
5. 塗装技術に求められている研究開発とその方向性
6. 塗装のネットワーク構築に向けて

1. 工業塗装高度化協議会とその活動

【工業塗装高度化協議会】

塗料・塗装業界の共通課題について、実際に塗装を行っている企業と、これに関連する各業界団体・企業が連携し有効な結果を得る。

工業塗装施工企業の集まり **日本工業塗装協同組合連合会 (工塗連)** 塗装機器設備関連企業の集まり **日本塗装機械工業会 (CEMA)** 両団体が協同して活動を進めるため、2007年4月に発足した。

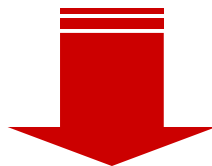
これまでの活動

- (1) VOC 削減とコスト削減につながる取組の方法と普及活動
- (2) 塗装面へのゴミ・異物の付着低減の活動

2. サポイン(ものづくり基盤技術)と 「塗装」指定への取組について

サポインへ塗装技術指定に向けた活動の目的・意義

- ・幅広い産業で使用される塗装では、様々な技術開発が必要であり、良いアイデアを具現化する費用面などへのサポートを得ることで塗装関連産業の技術強化、活性化を図る。
- ・塗装(工業塗装)の地位向上。3Kの廃絶。



工業塗装の**高度化(ネットワーク化)**に繋げる

現在の特定ものづくり基盤技術

| | | | |
|-----------|------|--------------|------------|
| 組込みソフトウェア | 金 型 | 電子部品・デバイスの実装 | プラスチック成形加工 |
| 粉末冶金 | 溶 射 | 鍛 造 | 動力伝達 |
| 部材の結合 | 鑄 造 | 金属プレス加工 | 位置決め |
| 切削加工 | 織染加工 | 高機能化学合成 | 熱処理 |
| 溶 接 | めっき | 発 酵 | 真空の維持 |

2010年4月

ものづくり基盤技術への認定に向け、経済産業省、中小企業庁へ情報提供を行い、働きかけを開始。



塗装指定に向けた指針作成のための取りまとめ

2011年度中の指定が目標

中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律の支援体制

特定ものづくり 基盤技術の指定

国が特定ものづくり基盤技術として、20 技術(組込みソフトウェア、金型、電子部品・デバイスの実装、プラスチック成形加工、粉末冶金、溶射、鍛造、動力伝達、部材の結合、鋳造、金属プレス加工、位置決め、切削加工、織染加工、高機能化学合成、熱処理、溶接、めっき、発酵、真空の維持)を指定。

指針(技術別指針) の策定

国が特定ものづくり基盤技術ごとに、当該技術を活用して最終製品を製造する大企業・発注企業のニーズを十分に整理し、「中小企業が目指すべき技術開発の方向性」を取りまとめた将来ビジョンを指針として策定。

研究開発等計画の 作成・認定

「指針」に基づいて、中小企業が(他の事業者と協力して)自ら行う研究開発計画を作成し、個別に経済産業大臣が認定。

認定企業への 支援

- 戦略的基盤技術高度化支援事業
- 中小企業投資育成株式会社法の特例
- 日本政策金融公庫の低利融資等
- 中小企業信用保険法の特例
- 特許料等の軽減
- 商工中金の低利融資

塗装技術に関して指針作成のための情報提供が必要

3. 塗装とはどのような技術なのか ～塗装技術をどう表現すれば理解してもらえるのか～

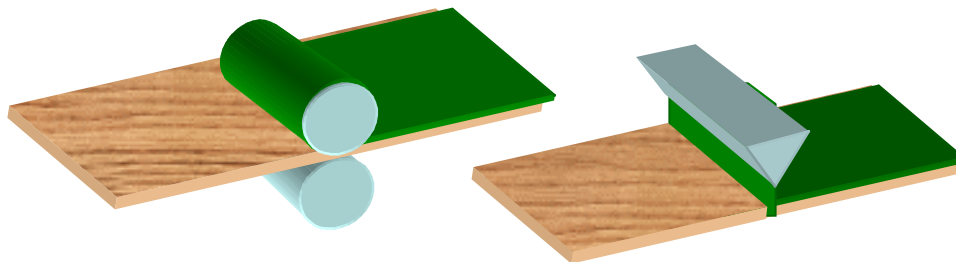
● 塗装とは

素材(被塗物)の表面を塗料を塗布することで、塗膜又は塗膜層を形成させるプロセス(加工工程)である。

||  **何が技術なのか。どこに技術があるのか。**

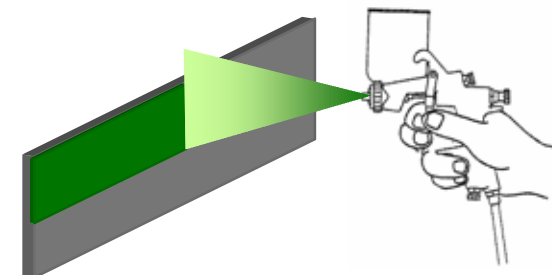
金属、プラスチック、コンクリート、ガラス・セラミック、木材、etc...

塗膜層
(μm ~mm)



ロールコーティング

フローコーティング



スプレーコーティング

バルク塗布...

塗料をそのままの状態 で被塗物へ移行する。

霧化塗布...

塗料を一度「霧」にして移行する。

● 塗装技術とは

塗装の工程である**塗装前処理**、**塗料の調色・調合**、**塗布**、**乾燥**を行う方法や手段で、これらの工程を**設計**し、**制御**、**管理**する技術も含まれる。

これらの工程を支える技術に、**被塗装物の素材及び加工技術**、**前処理薬品**や**塗料**及び**塗装機器**、塗装工場に必要な**周辺設備**などがある。

このように、塗装技術は単なる一作業、一工程の視点では不十分であり、多くの周辺技術とそれらを活用するための**システム化技術**が重要となる。

● 塗装分野における技術と技能とは

塗膜が、その期待されている機能を果たすためには、「**清浄にした物体(被塗物)表面の必要な部分を、最適の膜厚で、異物(ゴミ、ぶつなど)が介在することなく、均一に**」塗装される必要がある。

そのために、**経験や訓練によって人が身につける「能力」は「技能」**であり、熟練度の高さにより**人に帰属**する。塗装作業における、はけやスプレーガンなど器工具の扱い方や操作などがこれにあたる。

これに対し、「**技術**」とは、**理論体系化された「方法や手段」**である。塗装における技術とは、**塗装に関する単位工程を、目的にあうように設計、システム化し、制御、管理すること**にある。

● 塗装の目的

表面に形成させた塗膜により、物体に**美観**与え、物体を**保護**する基本的な機能と、電氣的、磁氣的、熱的、光学的、機械的、化学的、生物的等の**特殊な機能**を付与することにより、製品の付加価値を左右する重要な要素である。



美観・保護機能



特殊機能

● 塗装の分類

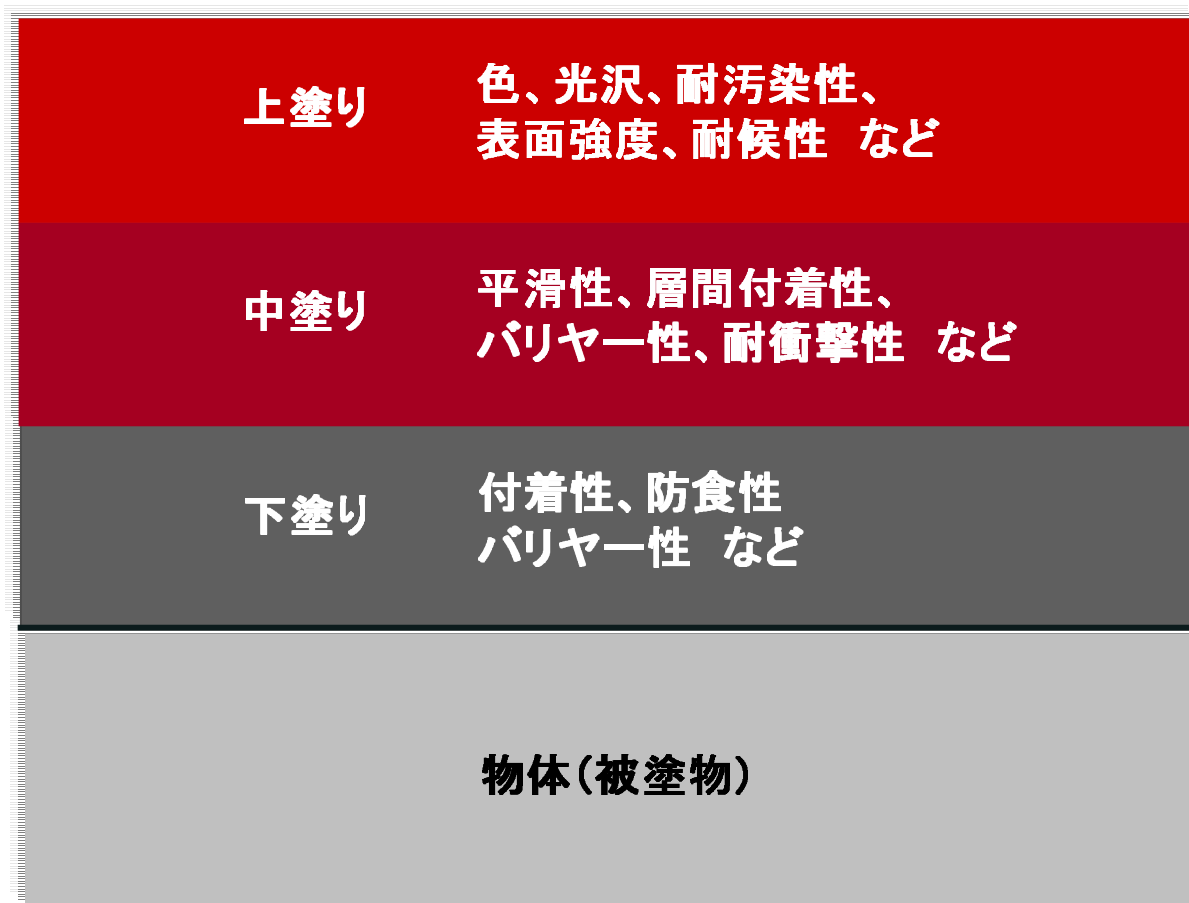
塗装を行う形態による分類

塗装者が住宅や橋梁、化学プラントなどの大型構造物などの対象物に出向いて塗装する**現場塗装**、塗装設備を有する工場内で自動車、家電製品、家具、建築部材等の製品および部材に塗装する**工場内塗装**に大別できる。

塗料の用途区分による分類

一般に広くいろいろな被塗物に使用される塗料で、刷毛、ローラー、スプレー等で塗装でき、常温で乾燥する汎用塗料を塗装する**建築塗装**や**自動車補修塗装**の分野、巨大な塔、橋梁など長期の保護を必要とする構造物、構築物など防食を主目的とした構築物用塗料を塗装する**橋梁・鋼構造物塗装**の分野、自動車、車輛、家電製品、建材部品、鋼製家具等の工業製品用の塗料を塗装する**工業塗装**の分野に大別できる。

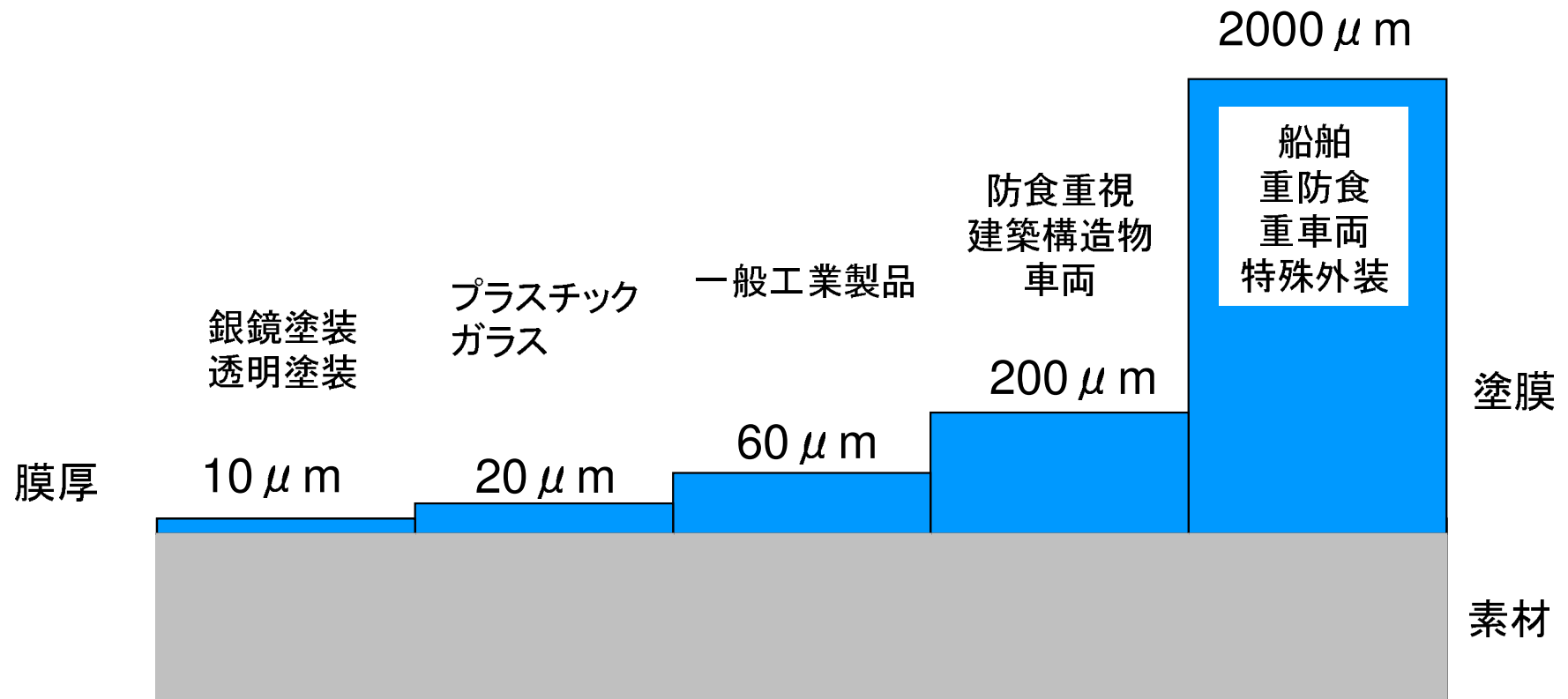
●塗膜の役割分担



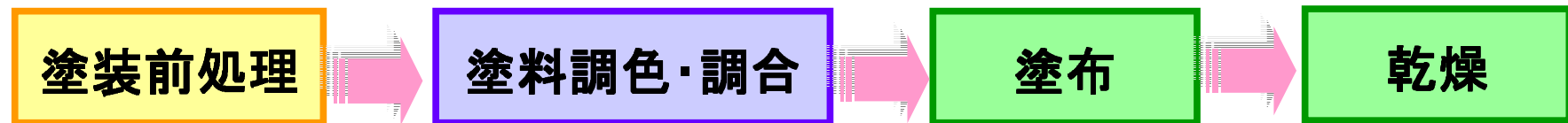
数 μm から数千 μm の厚さで、保護、美観、特殊機能付与の目的に応じて塗膜に多くの特性が要求
複層膜では、それぞれの膜に役割を持ち、総合的に塗膜の役割を達成

前処理:
付着性、防食性、平滑性、塗料のぬれ性など

● 塗装膜厚と用途



● 塗装工程



(1) 塗装前処理

被塗物表面の油、さび、異物などを除き、**清浄にする**。必要に応じ、凹部にパテを充填することにより**表面の平滑さを整え**、研磨あるいは化学的な表面処理(りん酸塩処理など)を行い、塗料を塗り付けるのに**適当な状態に調整する**。

この工程は、塗料の塗り広がり性や塗膜と素材の密着性、美観・保護機能の向上に影響する。

(2) 塗料調色・調合

複数の塗料を混合して用いる多液形塗料や色合わせ(調色)のために異なる色の**塗料を配合、調合する**。また、塗り付け方法や塗り付け時の環境に最適な流動性をもつようにシンナー(希釈剤)を混合・攪拌して調整する。

この工程は、塗料の性能、塗り付け時の作業性、塗り付け直後の塗料薄膜の平坦性、塗料の乾燥性、塗膜の色に影響する。

塗装前処理

塗料調色・調合

塗布

乾燥

(3) 塗布

適当な方法で、塗料を塗り付けて被塗物の表面に**塗料の薄層を形成させる**。その方法は、塗料や被塗物の種類、塗装の目的に応じて、はけ塗り、ローラーブラシ塗り、エアスプレー、静電塗装、ロールコーティング、浸せき塗装、電着塗装など、さまざまな塗布方法が利用される

この工程は、塗膜の厚さとその均一性を左右し、塗膜表面の光沢や色、テクスチャーなどの外観、被塗物の保護及び特殊機能などすべての性能に影響する。

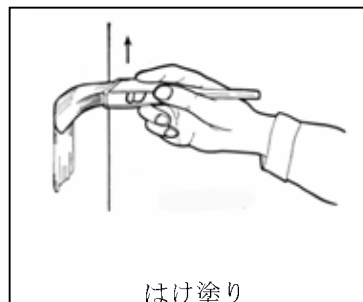
(4) 乾燥

常温乾燥または**加熱乾燥**により、塗料を塗膜に変化させる。**常温乾燥**には、塗り付け後特に手を加えない**自然乾燥**と加熱以外のエネルギーである**紫外線・電子線を照射**する方法がある。また、自然乾燥形の塗料を、乾燥時間を早めるために70～80℃程度の温度を限界に加温することを**強制乾燥**という。**加熱乾燥**は、焼付乾燥とも呼ばれ、熱風、赤外線、電磁誘導などで加熱して乾燥させる。

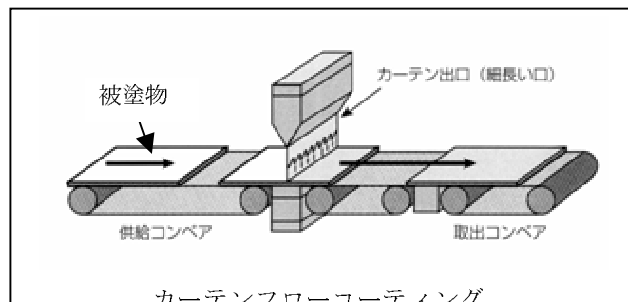
この工程は、穴やあわなどの塗膜欠陥の発生や塗膜の硬化状態に影響する。

● 塗布方法

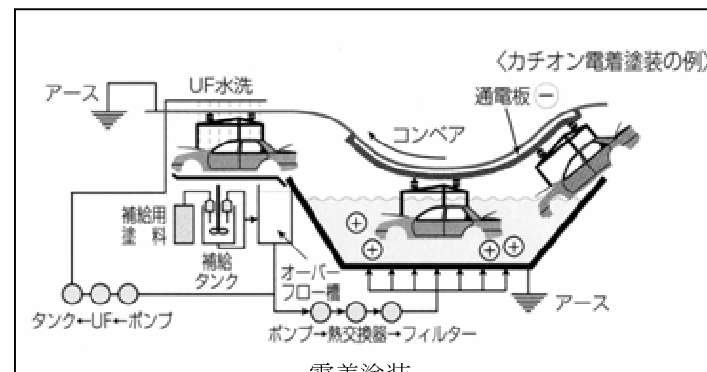
(1) バルク塗布



はけ塗り

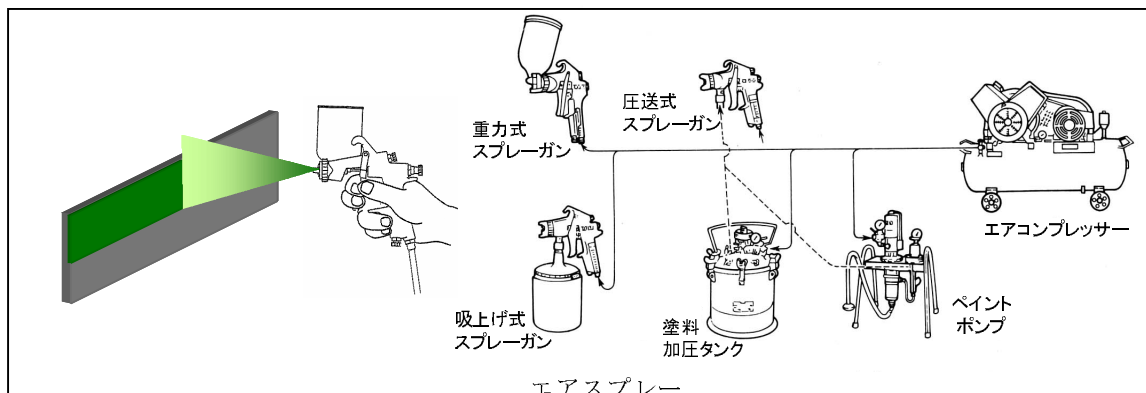


カーテンフローコーティング

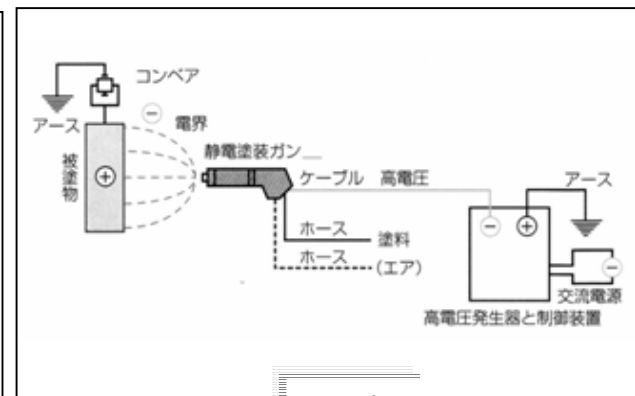


その他：ローラーブラシ塗り、浸せき塗装、ロールコーティング

(2) スプレー塗布



その他：エアレススプレー、エアエアレススプレー

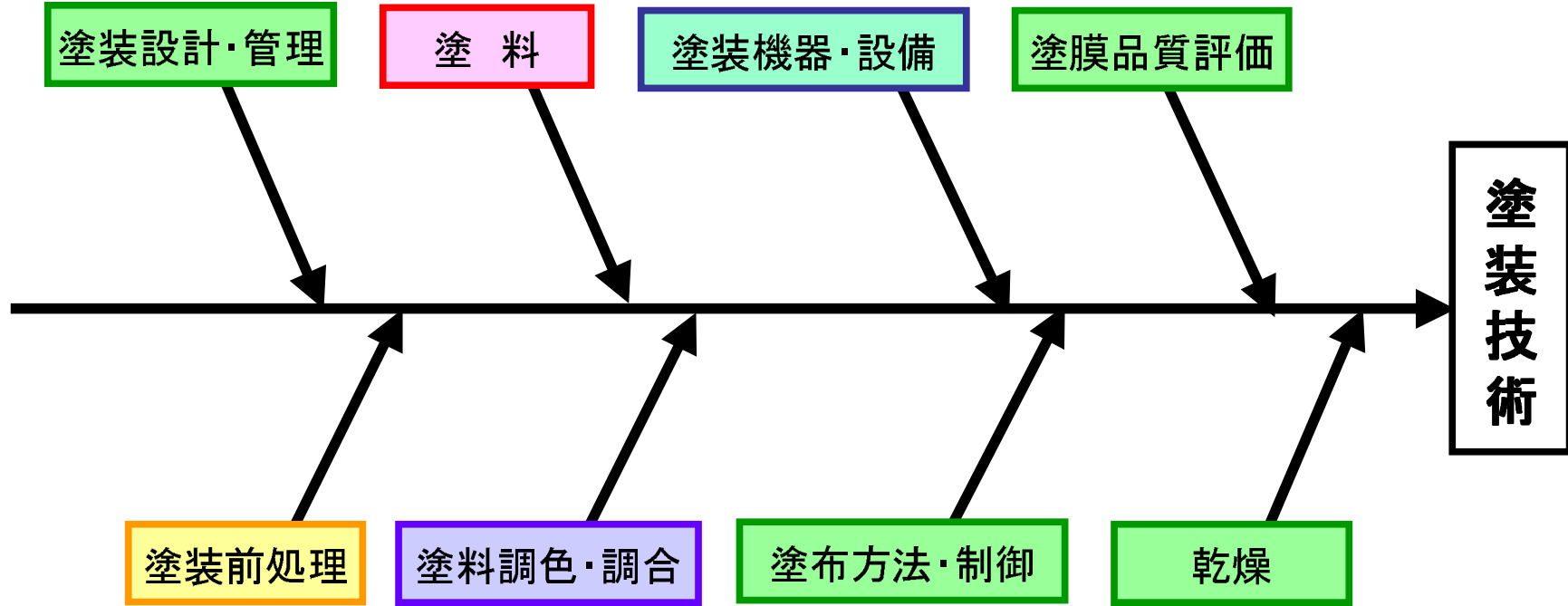


静電塗装

(3) 粉体塗布

流動浸せき法、静電粉体塗装

● 塗装要因図



 塗料製造者

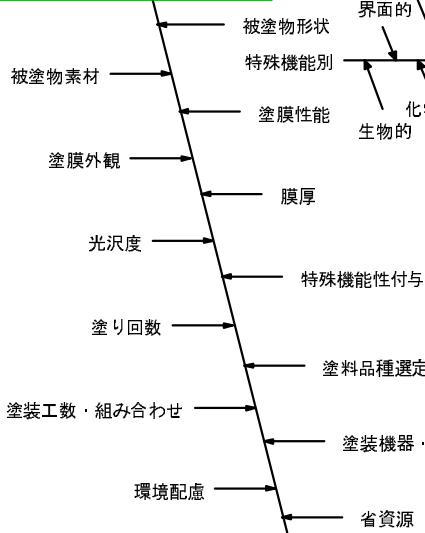
 塗装機械製造者

 塗装専門家、製造メーカー

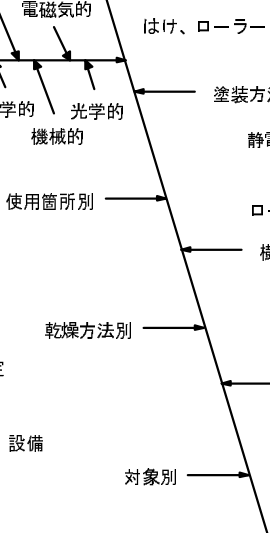
 塗装専門家、製造メーカー、
表面処理業者

 塗装専門家、製造メーカー、
塗料代理店

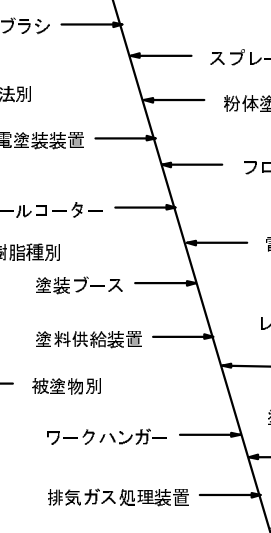
塗装設計・管理



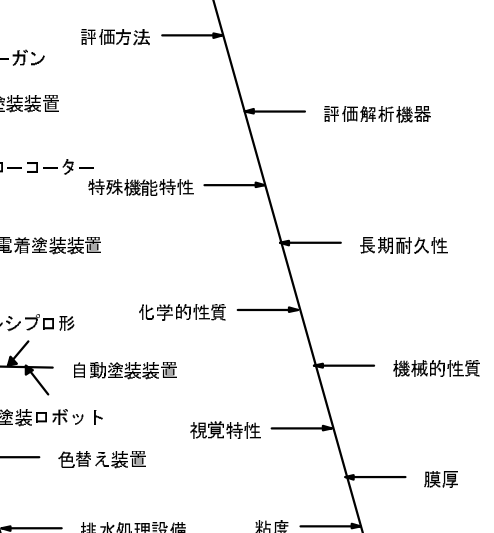
塗料



塗装機器・設備

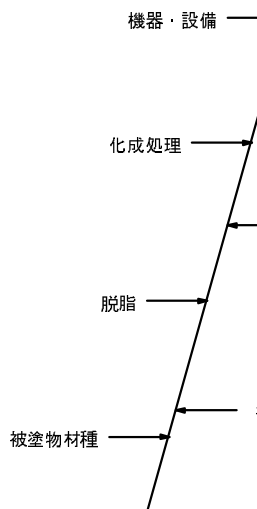


塗膜品質評価

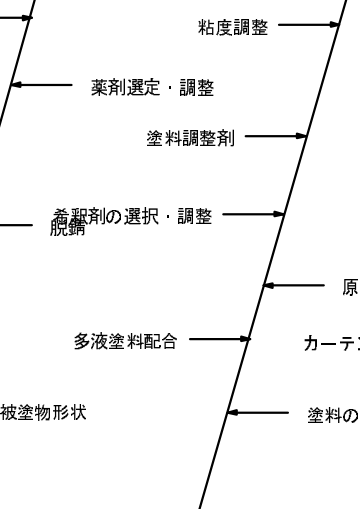


塗装技術

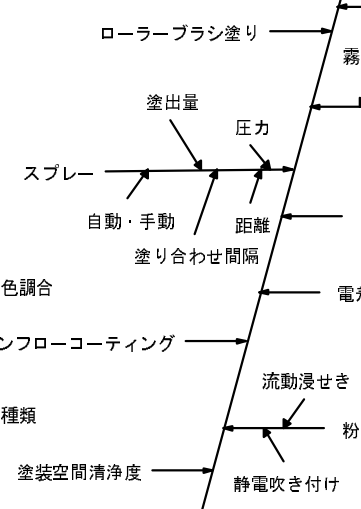
塗装前処理



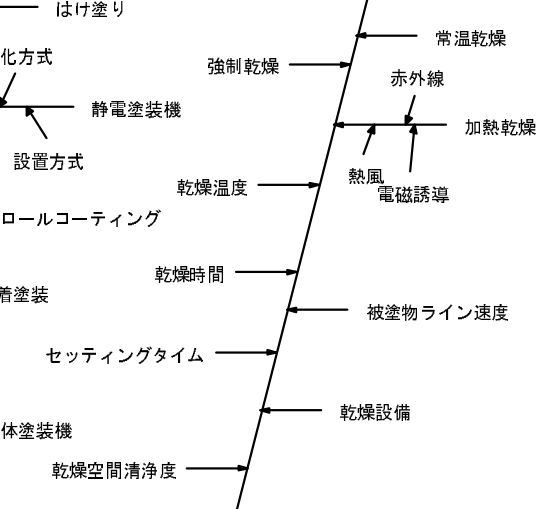
塗料調色・調合



塗布方法・制御



乾燥



● 塗装技術の特徴

塗装技術の特徴として、特に他の表面処理技術(めっき、蒸着、熱処理など)と比べて、以下の特徴を有する。

(1) 処理することの応用範囲が広い。

- ① 物体(被塗物)の大きさや形状に制限されず、塗装が可能である。
- ② どんな材質の物体(被塗物)にも塗装が可能である。

(2) すべての産業でのいろいろな製品に塗装が施されている。

世の中に塗装されていない製品を探すのが難しいくらい、塗装技術は幅広い分野で利用されている。

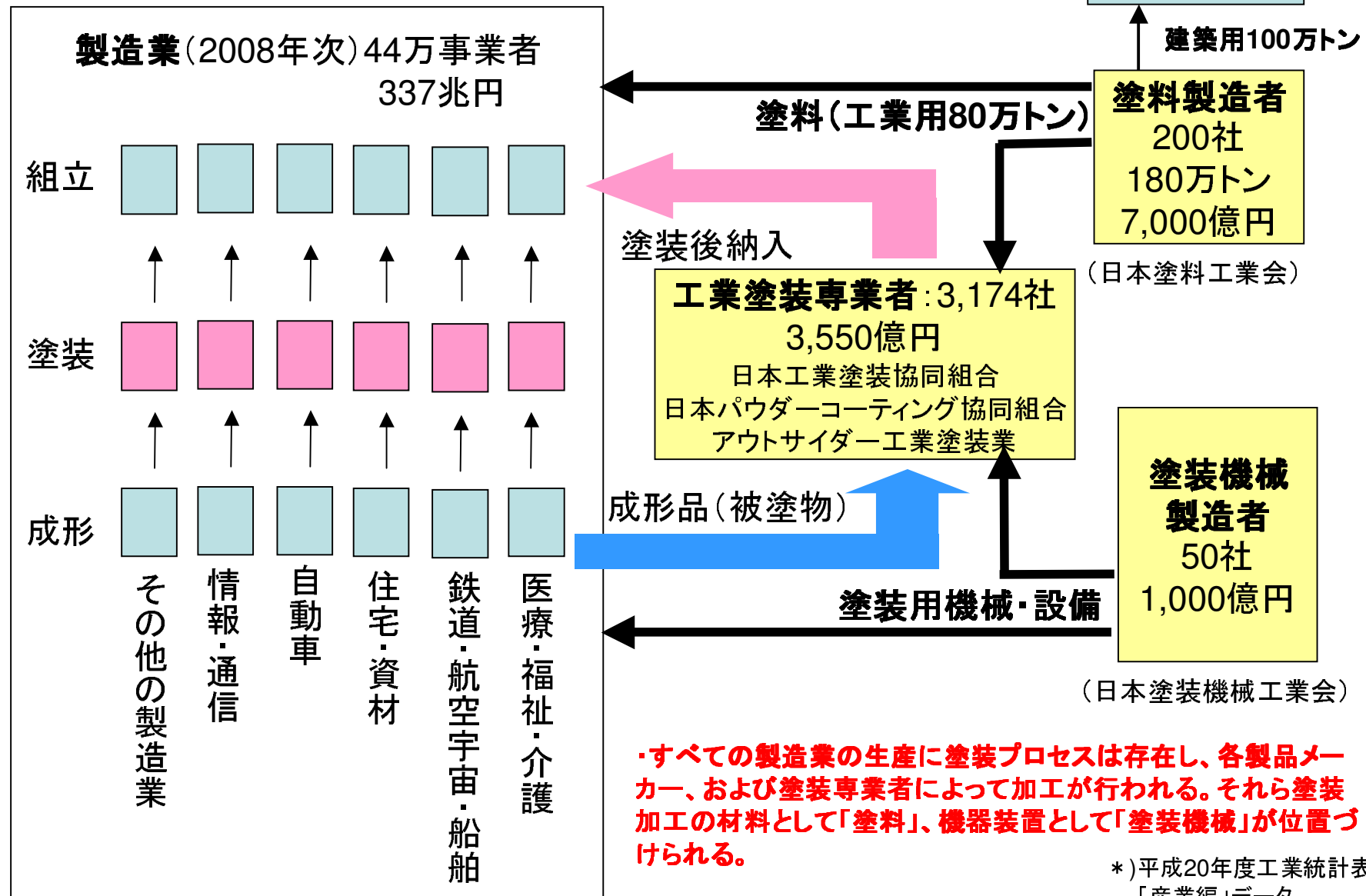
(3) 塗装技術における塗料を塗り付ける手段(塗布方法)が多種、多様である。

(4) 膜厚が数 μm ~数千 μm と、他の表面処理(めっきや蒸着など)に比べて、非常に広い範囲で処理が可能である。

● 塗装分野の関連団体

| 項 目 | 団体・機関名 | 項 目 | 団体・機関名 |
|----------|------------------|------|-----------------|
| 塗料・塗装団体 | 日本工業塗装協同組合連合会 | 学術団体 | 日本塗装技術協会 |
| | 日本パウダーコーティング協同組合 | | (社)色材協会 |
| | 日本塗装工業会 | | (社)表面技術協会 |
| | 全国マスチック事業協同組合 | 関連団体 | (財)日本塗料検査協会 |
| | 日本外壁仕上業協同組合連合会 | | 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会 |
| | 日本樹脂施工協同組合 | | (社)日本防錆技術協会 |
| | 全国防水工事業協会 | | (社)日本漆工協会 |
| | 日本左官業組合連合会 | 研究機関 | 大学 |
| | 日本自動車車体整備協同組合連合会 | | 産業技術総合研究所 |
| | 日本屋外広告業団体連合会 | | 地方公設試験研究機関 |
| | 日本塗装機械工業会 | | |
| | (社)日本塗料工業会 | | |
| | 日本建築仕上げ材工業会 | | |
| | 日本塗り床工業会 | | |
| 日本塗料商業組合 | | | |

● 塗装と業界の関係(工業塗装の例)



4. 塗装技術において達成すべき市場の課題とニーズの設定

5. 塗装技術に求められている研究開発とその方向性

● 鑄造技術に係る事例

■ 採択事例

開発テーマ：極薄肉鑄造技術の自動車用鑄物部品軽量化への応用開発

共同研究体

自動車産業

協力者
自動車部品メーカー

マーケットニーズ
自動車の運動性能向上や
燃費向上等に向けた軽量化

鑄造技術

中小企業群

A社、B社、C社

- 溶湯調整技術の開発
- 鑄造品評価手法の確立

鑄造技術

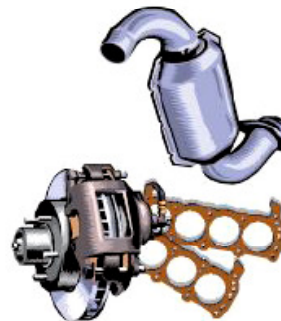
高度化の方向性
薄肉化及び軽量化

高度化目標

自動車部品の軽量化を可能にする鑄造技術の開発（薄肉化及び軽量化を実現するための鑄造技術の開発）

技術目標

- 溶湯調整技術の開発：
化学的処理による脱酸素処理の最適化技術の確立
- 実験結果のデータベース作成
→ 鑄物薄肉化による軽量化



研究機関等

| | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|
| D大学 溶湯調整技術 | E大学 鑄造品 評価手法の確立 | F協会 事業化における 助言等 |
|---------------|-----------------------|-----------------------|

指導・助言

応用展開例

■ 自動車のブレーキ系等構造部品（自動車用鑄鉄部品）

■ その他の分野（農業機械・産業機械他）

● 基盤技術が想定している川下産業(1)

| No. | 技術名 | 「特定ものづくり基盤技術」ごとに想定している川下産業 | | | | | | |
|-----|-------------------|----------------------------|-----------|------------|--------------|-------------|------|----------|
| 1 | 組込みソフトウェアに係る技術 | 産業機械及び塗装ロボット | サービスロボット | 情報家電及び携帯電話 | 自動車 | 川下分野横断 | | |
| 2 | 金型に係る技術 | 自動車 | 情報家電 | 燃料電池 | ロボット | その他 | | |
| 3 | 電子部品・デバイスの実装に係る技術 | 情報通信機器 | 自動車 | ロボット | バイオテクノロジー・医療 | | | |
| 4 | プラスチック成形加工に係る技術 | 情報家電 | 自動車 | 光学機器 | 医療機器 | その他 | | |
| 5 | 粉末冶金に係る技術 | 自動車 | 情報機器・家電 | 医療機器 | その他 | | | |
| 6 | 溶射に係る技術 | 半導体・液晶製造装置 | 自動車 | 航空宇宙 | 鉄鋼 | 製紙機械・印刷機械 | 産業機械 | 橋梁・鉄鋼構造物 |
| 7 | 鍛造に係る技術 | 自動車 | 土木建設機械 | 重電機器 | 造船・産業機械・農業機械 | 航空機 | その他 | |
| 8 | 動力伝達に係る技術 | 自動車 | 建設機械 | ロボット | その他 | | | |
| 9 | 部材の結合に係る技術 | 自動車 | 工作機械・建設機械 | その他の産業機械 | 情報家電及び事務機器 | 建物、プラント及び橋梁 | ロボット | その他 |
| 10 | 鋳造に係る技術 | 自動車 | 工作機械 | 家電 | 重電機器・環境機器 | その他 | | |

● 基盤技術が想定している川下産業(2)

| No. | 技術名 | 「特定ものづくり基盤技術」ごとに想定している川下産業 | | | | | |
|-----|--------------------|----------------------------|-------------|------------|-----------------|---------|------|
| 11 | 金属プレス加工に係る技術 | 自動車 | 情報家電 | ロボット | 医療・福祉・バイオ関連 | 燃料電池 | その他 |
| 12 | 位置決めに係る技術 | 工作機械 | 半導体製造装置 | ロボット | その他 | | |
| 13 | 切削加工に係る技術 | 自動車 | 電機機器 | 航空機 | 医療機器 | その他 | |
| 14 | 織染加工に係る技術 | 情報家電 | 医療・福祉・安心・安全 | 環境・エネルギー | 自動車 | 衣料・生活資材 | |
| 15 | 高機能化学合成に係る技術 | 情報家電 | 自動車 | 太陽電池 | 印刷・情報記録 | | |
| 16 | 熱処理に係る技術 | 自動車 | 建設機械・工作機械 | 情報家電 | ロボット | その他 | |
| 17 | 溶接に係る技術 | 自動車 | 建設機械 | 発電・工業用プラント | 鉄道・船舶・鉄鋼構造物・橋梁等 | 航空・宇宙 | 電子機器 |
| 18 | めっきに係る技術 | 燃料電池 | ロボット | 情報家電 | 自動車 | | |
| 19 | 発酵に係る技術 | 食品製造業 | 化学工業 | 環境対応 | | | |
| 20 | 真空の維持に係る技術 | 情報家電 | ロボット | 自動車 | その他 | | |
| 21 | 塗装に係る技術(想定) | 医療・福祉・介護等 | 鉄道・航空宇宙・船舶等 | 住宅・資材 | 自動車 | 情報・通信 | |

● 塗装技術において設定した川下産業から見えてくる具体的な製品

| 設定した川下産業分野 | その産業から見えてくる具体的な製品（部品も含む） |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 医療・福祉・介護等 | <ul style="list-style-type: none"> ・福祉（介護）ロボット・胃カメラなどの体内視鏡（チューブ表面） ・医療用照明装置・器具・X線、MRI、内視鏡、注射など検査機器、メスなど手術器具・人工心臓、動脈瘤クリップなど体内医療器具・体温計、コンタクトレンズ、車椅子など日常医療器具・福祉、介護用器具、住宅部材 |
| 鉄道・航空宇宙・船舶等 | <ul style="list-style-type: none"> ・鉄道車両、航空機、船舶関連資材・部品 ・特殊な環境（真空、高放射線、急激な温度変化、超低温、高熱、海水中への浸せき）等に耐える部材の製作、これに関わる塗料、塗装方法。窓口は大手の電気、機械メーカーだが実際の製作は中小企業依頼が多い。 |
| 住宅・資材 | 住宅衛生設備機器、ソーラー発電機器設備、照明器具、ハンドル・取っ手などの住宅開口部材、キッチン・バスルーム・トイレなどの構成部材、外構・エクステリア、土木・道路・公園資材など。 |
| 自動車 | 自動車用の外装部品（バンパー、ミラーカバー、スポイラー、ドアピラー、ドアハンドル、ルーフモール、アルミホール、ワイパー、エンブレム）、内装部品（ダッシュボード、スイッチ、トリム）、燃料電池用部材 |
| 情報・通信 | 携帯電話、デジカメ、パソコン、通信基地基材、GPS、等の情報機器 |

● 塗装技術において設定した川下産業の課題及びニーズ

| 設定した川下産業分野 | 川下製造業者の課題及びニーズ | | | | |
|-------------|----------------|----------|----------------|-----------|------|
| 医療・福祉・介護等 | 高機能化 | 生体適合性 | 安心・安全性 | 軽量部材の開発 | |
| 鉄道・航空宇宙・船舶等 | 軽量化 | 耐環境性能の向上 | 長寿命化、維持管理技術の向上 | 環境・安全対応 | |
| 住宅・資材 | 高機能化 | 低コスト化 | 環境・安全対応 | メンテナンス性 | |
| 自動車 | 高機能化 | 低コスト化 | 短納期化 | 環境対応 | |
| 情報・通信 | 高機能化 | 低コスト化 | 短納期化 | 少量多品種への対応 | 環境対応 |

●鉄道・航空宇宙・船舶等製造業者の塗装技術課題及びニーズ

| 川下製造業者の課題及びニーズ | 課題及びニーズに対応した塗装技術の高度化目標 |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ア. 軽量化 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 軽量化、新材料部材への塗装方式の開発〔材料、塗装方式一体化の開発が必要〕 ・ 要求性能が維持可能な塗膜の薄膜化。 |
| イ. 耐環境性能の向上 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 過酷な環境に対応可能な塗膜形成技術の開発 (強い紫外線、急激な温度変化、強い風圧の中での雨・雪・粉塵との衝突、海面・海中および海塩粒子による腐食環境) |
| ウ. 長寿命化、維持管理技術の向上 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 要求される耐食性、耐候性などの高耐久性塗膜形成技術 (材料、塗装方法など幅広い塗装技術)の開発 ・ 塗膜の検査測定技術、寿命予測手法、対策技術の確立 |
| エ. 環境・安全対応 | <ul style="list-style-type: none"> ・ VOC、CO₂、塗料廃液、スラッジの削減とゼロエミッションを目的とした塗装技術の確立 ・ 低VOC塗料と塗料に対応した塗装設計・制御、塗装機器・設備の開発 ・ 人体および生物影響のない安全な塗料、塗膜形成技術の確立 |

●鉄道・航空宇宙・船舶等の分野における 塗装技術の高度化目標まとめ

- (1) 軽量化、新材料部材への塗装方式の開発と要求性能が維持可能な塗膜の薄膜化。
- (2) 過酷な環境に対応可能な塗膜形成技術の確立
- (3) 高耐久性塗膜形成技術と塗膜の検査測定技術、寿命予測手法、対策技術の確立
- (4) VOC、CO₂排出量低減など地球環境保護と人体および生物影響のない安全な塗料、塗膜形成技術の確立

●塗装技術に求められている研究開発

(1)高機能化

①塗膜性能向上に資する塗装技術の開発

- ア. 多機能な製品に対応できる、機械的特性、電磁気的特性、光学的特性、熱的特性、界面特性等様々な新機能を付与するための塗装技術の研究開発
- イ. 塗膜の耐候性、耐食性等の向上を目指した長期耐久性塗装技術の研究開発(環境配慮のための代替技術開発を含む。)
- ウ. 軽量化、新材料部材への塗装方式の研究開発[材料、塗装方式一体化の開発が必要]

②機能を発現するための成膜技術の開発

- ア. 塗膜の機能を発現させるための塗装設計・最適化制御、塗装機器・設備の研究開発
- イ. 複雑形状の被塗物表面に均一に塗膜を形成させるための塗装制御、塗装機器・設備の研究開発
- ウ. 金属、樹脂、ガラス等の異種素材部品に対して同様の塗装外観の実現する塗装技術の開発
- エ. 性能を維持した塗膜の薄膜化やアルミ、マグネシウム、軽量プラスチックなどの軽量材料への塗料、塗装方法

(2)コスト低減、短納期化

①少量生産に資する塗装技術

- ア. 小ロット、多品種塗料に対応した供給方式の開発
- イ. 塗装ラインにおける色替え時の塗料および時間ロスを極小化するシステムの開発

②不良率低減に資する塗装技術

- ア. 塗装加工における直行率および歩留まりの向上のための研究開発
- イ. 塗膜の検査測定技術、寿命予測手法、対策技術の向上のための研究開発

③自動化・生産速度向上に資する塗装技術

- ワーク形状の自動認識技術、ティーチングのシミュレーション技術などの自動化・可視化技術の開発

④生産リードタイム短縮に資する塗装技術

- 塗料調合・変更、塗布、乾燥時間などの塗装工程における短縮化技術の開発

(3) 環境配慮、安全安心

① 塗料・塗膜中の有害物質フリーに資する塗装技術の開発

ア. 低VOC塗料の研究開発

イ. 鉛、クロム等の有害物質を含有しない塗料に関する研究開発

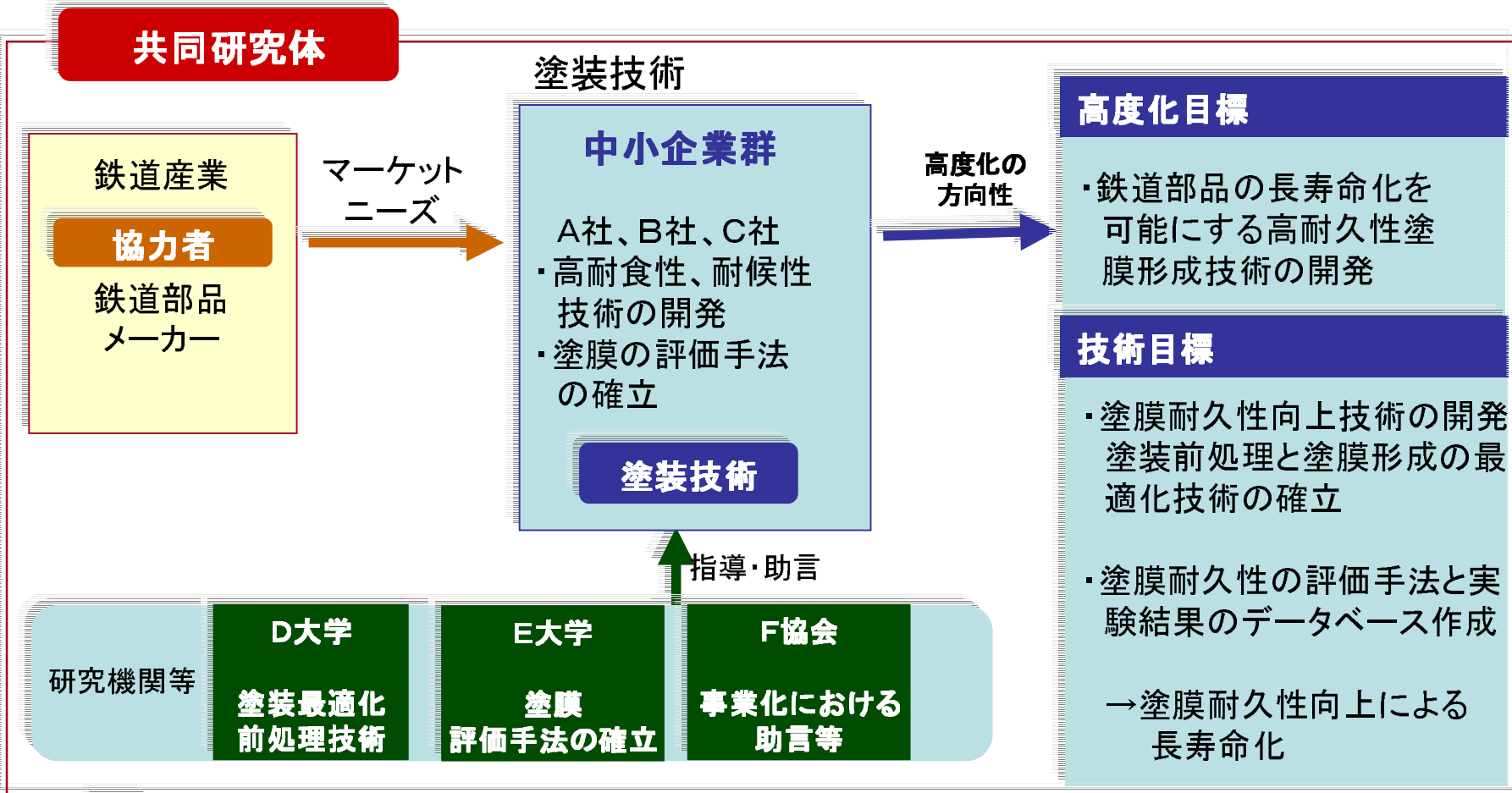
② 塗装に係るプロセスの環境負荷低減に資する塗装技術の開発

ア. 塗着効率向上と塗膜品質の両立による環境負荷低減のための研究開発

イ. VOC、CO₂、塗料廃液、スラッジの削減とゼロエミッションのための塗装システムの開発

● 塗装技術分野における研究開発設定事例

開発テーマ: 高耐久性塗膜形成技術の鉄道部品の長寿命化への応用開発

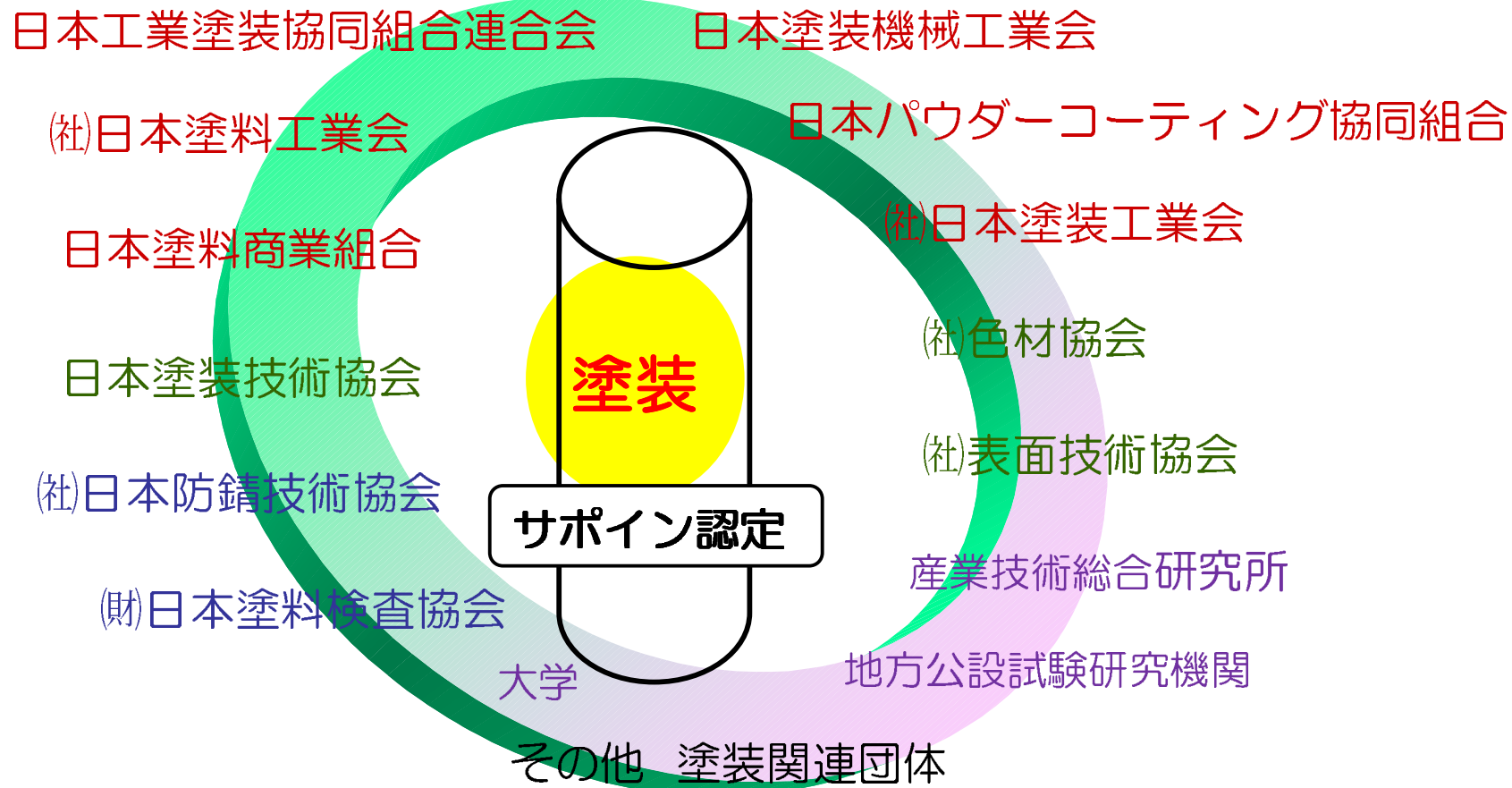


応用展開例

■ 鉄道車両の外装部品(鉄道用塗装部品)

■ その他の分野(自動車・建築部材等)

6. 塗装のネットワーク構築に向けて



工業塗装ネットワーク

引用文献:

- (1) 中小企業庁 経営支援部 創業・技術課, 中小ものづくり高度化法「応援します! 中小企業のものづくり」(2010)
- (2) (社)日本塗料工業会, 「日本の塗料工業」
- (3) 塗料報知新聞社, 「塗料年鑑」(2010)
- (4) (社)表面技術協会, 「表面技術便覧」, 日刊工業新聞社(1998)
- (5) 石井淳介他編, 「最新工業塗装技術」, 幸書房(1977)
- (6) JIS K5500「塗料用語」(2000)