

パウダーコーティング

2024年 新年号

Vol.24 No.1



<パウダーコーティング誌編集委員会よりのお見舞いとお知らせ>

いつも本誌をご購読賜り誠に有難うございます。

2024 年新年号発刊にあたり、1 月 1 日に発生いたしました能登半島地震によりお亡くなりになった方のご冥福と被災された方々に対しお見舞い申し上げます。

依然 1.5 万人の方が避難されている状況が続いており、一日も早い復旧と復興ができますようお祈り申し上げます。

なお、本誌掲載の巻頭言については昨年 12 月にご寄稿いただいたものですので、本震災に触れた記述はございませんが、そのまま掲載させていただいていますこと、ご理解賜りますようお願い申し上げます。

パウダーコーティング誌 編集委員会

パウダーコーティング

2024 年新年号

巻頭言

新年のご挨拶	7
	長谷川智久
新年のご挨拶	8
	高橋 正
新年のご挨拶	9
	坂井 秀也

トピックス

塗装乾燥分野におけるカーボンニュートラル実現への取組	10
	藤田 淳一
熱交換から見た塗装現場の熱ロスと暑熱問題 及び増加するエネルギーコスト問題	17
	岩澤 賢治
コーティング・コンソーシアムの活動報告	24

<組合便り他>

2024 年新年賀詞交歓会	31
新規入会組合員のご紹介 (SEISHIN株式会社)	33
後付	35

編集委員会

編集委員長	柳田 建三 (旭サナック株)	
編集委員	壺岐 富士夫 (日鉄防食株)	妹背 学 (久保孝ペイント株)
	桜井 智洋 (コーティングメディア)	
	八田 崇史 (日本ペイント・インダストリアルコーティングス株)	
	吉田 誠二 (日本パーカラライジング株)	
顧問	河合 宏紀 (カワイEMI)	

掲載広告目次

株式会社ケット科学研究所	1
AGC 株式会社	2
久保孝ペイント株式会社	3
グラコ株式会社	3
株式会社小野運送店	4
日本ペイント・インダストリアルコーティングス株式会社	4
ロックペイント株式会社	5
ナトコ株式会社	5
旭サナック株式会社	6
一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会	6
株式会社三王	26
株式会社板通	27
横浜化成株式会社	27
株式会社明希	28
城南コーテック株式会社	28
株式会社アック	28
筒井工業株式会社	29
大日本塗料株式会社	29
パーカーエンジニアリング株式会社	30

NEW 膜厚計 L-500

測定、統計、プリントアウト。
その場で完結。



N=	1	10.9	μm
N=	2	10.8	μm
N=	3	10.8	μm
N=	4	11.3	μm
N=	5	10.9	μm
N=	6	10.9	μm
N=	7	11.1	μm
N=	8	11.2	μm
N=			
N=			
N=			

BLOCK RESULT			
BLOCK 025			
Total N	20		
Avg.	49.0	μm	
S.D.	0.3	μm	
Max.	49.6	μm	
Min.	48.4	μm	

■ 印字例

測定結果や統計計算結果を即時に印刷できます。



■ 測定例

手持ちでも平置きでも測定しやすい形状です。

- 高精度・多機能なプリンタ搭載器
- 検量線メモリと調整データ搭載の新型プローブ
- 調整方法などを対話形式で表示する大型ディスプレイ搭載
- 統計計算機能内蔵（ブロック統計・グループ統計/測定回数・平均値・標準偏差・最大値・最小値）
- 上下限アラーム、連続/ホールド測定ほか、多くの機能を搭載

スペック詳細や使い方動画などは、コチラ



Kett

株式会社ケット科学研究所

東京本社 〒143-8507 東京都大田区南馬込1-8-1

西日本支店/北海道営業所/東北営業所/東海営業所/九州営業所

URL: <https://www.kett.co.jp/> E-mail: sales@kett.co.jp

AGC

ECO

ここからはじまるECO
塗料用フッ素樹脂粉体

実績と信頼 



AGC化学品カンパニー
AGC株式会社

100-8405 東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸の内ビルディング Tel 03-3218-5040 Fax 03-3218-7843 URL <http://www.lumiflon.com>

SINCE 1967

KING of Powder

NISSIN Powder

国産初の
静電塗装用粉体塗料。
各種産業分野でいち早く
環境保護、省資源化に貢献。

ニッシン パウダー 粉体塗料カラーカードシステム

粉体色見本帳による
受注システム



豊富な塗色を常備在庫

ニッシン パウダー

(ソリッド色) 182色

ニッシン パウダーコートS

(特殊模様塗料) 20色

合計 202色

1カートン (15kg) よりオーダーOK

コンパクトで使いやすく、
模様見本を含め全色掲載

久保考ペイント株式会社

本社・工場：〒533-0031 大阪市東淀川区西淡路3丁目15番27号 TEL (06) 6815-3111 FAX (06) 6323-5881
関東営業所 TEL (048)660-1200 FAX (048)660-1202 九州営業所 TEL (092)411-7011 FAX (092)411-7041
名古屋営業所 TEL (052)261-1125 FAX (052)261-1135 <http://www.kuboko.co.jp>



自動ガン OptiGun GA03

これまでに類のない驚異的な塗装性能
塗料の大幅削減を約束
際立った定量供給を実現
安定した塗装品質を提供
内面自動塗装の世界を変える



GA03用ポンプ
OptiSpray AP01

Gema



<http://www.gemapowdercoating.com>



グラコ 株式会社

ゲマ事業部

〒224-0025 横浜市都筑区早瀬1-27-12
TEL: 045-593-7335 / FAX: 045-593-7336

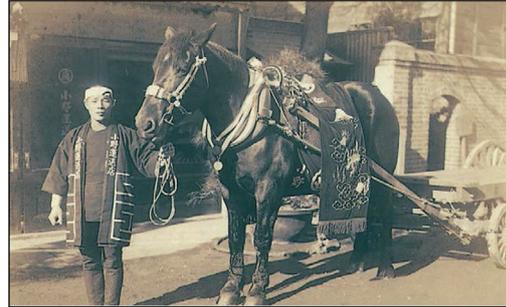
塗料の運搬を始めて 110余年 !

創業明治二十九年

危険物運搬、塗料系の 廃棄物収集運搬はお任せ下さい

TEL・FAXにて 当社の産業廃棄物依頼表をご請求下さい
すぐにお送りいたします。

小缶からドラム缶
粉体フレコンバッグも処理します
廃材、ビニールシート廃ローラー、ウェスなどの産廃物も収集いたします
電着槽 塗装ブースの清掃も承ります



収集運搬費・処理費用は別途ご相談に応じます

お客様の気持ち運ぶ

東京都塗装工業協同組合、東京都塗料商業協同組合
埼玉県塗料商業会、日本塗料商業組合神奈川県支部
神奈川県工業塗装協同組合 埼玉県工業塗装協同組合

指定業者

東京都 品川区南品川4丁目2番33号
まずは ご連絡下さい <http://www.ono-unso.co.jp/>
営業担当 里吉まで

TEL 03-3474-2081
FAX 03-3474-2838



株式会社小野運送店



1 Kg からオーダーメイドできる粉体塗料

耐候性向上タイプ新発売!

超小口短納期調色粉体塗料

アルファ

ビリュージア アルティカラー α

PERFORMANCE

経済的!
1Kg から発注OK!

早い!
オーダー色を短納期で
お届け致します
(当社通常粉体塗料よりも短納期でお届けいたします)

カラフル!
粉体塗料を混合し
お好みの色に調色できます

QUALITY

キレイ!
超微粒子により塗膜外観に優れ、
美しい仕上がり肌が得られます

エコ!
無溶剤で環境に優しい粉体塗料
RoHS 指令対応

つよい!
耐候性に優れています
(ビリュージア アルティカラー α 対比)



日本ペイント・インダストリアルコーティングス株式会社

〒140-8675 東京都品川区南品川4-1-15 TEL 03-3740-1130



工業用塗料

<http://nipponpaint-industrial.com/>

47ロック®

超美粧性粉体塗料

第3世代
HAA
粉体塗料

つや消し性と

高平滑性の両立

▶推奨用途

デスク

ロッカー

配電盤

発電機

間仕切り

什器

照明機器

など



ロックペイント株式会社

詳しい使用方法等については、最寄りの営業所へお問い合わせください。

東京営業部 / 〒136-0076 / 東京都江東区南砂2丁目37番2号
TEL (03)3640-6000 FAX (03)3640-9000
大阪営業部 / 〒555-0033 / 大阪市西淀川区姫島3丁目1番47号
TEL (06)6473-1650 FAX (06)6473-1000

ロックペイントのホームページ <http://www.rockpaint.co.jp>

粉体塗料

エコな粉、ええコナ

エコナ®

1ケースからの少量・短納期を実現
特長ある品種

- 薄膜・高平滑タイプ
- 低温硬化タイプ
- ヤニ臭改善型 (PRTR 法対応)
- 高耐候性タイプ
- 艶消しタイプ
- ファインレザータイプ、
レザーサテンタイプ
- エッジカバータイプ



ユニークな発想で新しい価値を創造する®

ナトコ株式会社

〒470-0213 愛知県みよし市打越町生賀山18

営業管理 TEL 0561-32-9651 FAX 0561-32-9652

支店 中部(愛知)・東部(埼玉)・西部(大阪)・西南部(福岡)



デュアル電界方式静電粉体ハンドガンユニット

Eco Dual

AXR II -100DF・AXR II -100ST・AXR II -100FB
AXR II -200DF・AXR II -100ST・AXR II -100FB

新荷電方式 = デュアル電界方式
高い塗着効率と美粧仕上がりを両立

塗料使用量削減

塗料への帯電効率が高く、塗料使用量の削減、補正量の減少、産廃量の削減も期待できます。

仕上がり性向上

高い帯電効率を保ちながらフリーイオンの発生を抑え、平滑な仕上がり面が得られます。

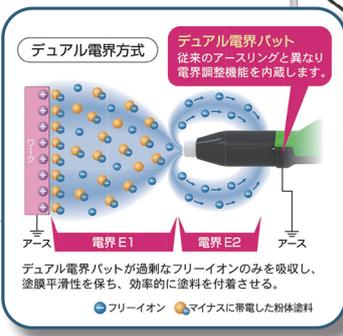
作業時間の短縮

最大吐出量が約350g/minとなり、短時間でより多くの塗料を付着させることができ、作業効率が向上します。

塗料飛散抑制

新設計のインジェクタにより、従来よりも少ないエアで塗料を供給でき、吹き飛ばし等塗料の飛散を抑制します。

豊富な
ノズルバリエーション
最適な条件で
使用可能！



ユニットバリエーション
ご用途に合わせて選択できます

- ・部分流動タイプ
- ・攪拌ホッパタイプ
- ・流動タイプ

塗装FAシステム・機器の総合メーカー
旭サナック株式会社
本社・工場 愛知県尾張旭市旭前町5050番地
TEL (0561) 53-1213(代) 〒488-8688



「Eco Dual」および「Ec' Coater」は旭サナック株式会社の登録商標です。

SDGsやBCPへの対応もISO認証で

LIA-ACは、公平・公正・迅速・丁寧・
親切な審査を心がけています。
プライバシーマークは、個人情報の
保護や運用の状況が適切である
事業者の証です。



一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会
ISO 審査センター (LIA-AC)



〒105-0004 東京都港区新橋 1-18-6 共栄火災ビル 7F
TEL 03-3580-3421 (直通) / 03-5512-7921 (代表)
<https://www.lia.or.jp/lia-ac/>
プライバシーマークの審査についてもご相談ください。

新年のご挨拶

日本パウダーコーティング協同組合
理事長 長谷川 智久

新年あけましておめでとうございます。

謹んで新年のご挨拶を申し上げます。

2024年が皆様にとりまして良き年となりますよう心より祈念申し上げます。

平素は、当組合の活動にご理解をいただき、格別のご高配を賜り感謝申し上げます。

さて、2020年2月1日に新型コロナウイルス感染症が指定感染症となつてから、2022年5月8日に「5類感染症」に移行しするまで長期にわたり日本経済を停滞させた新型コロナウイルス感染症パンデミック問題は終息には至らないまでも、経済活動の正常化に向けてスタートを切りました。

当組合も対面での開催を見送っていた賀詞交歓会、通常総会を一昨年（2022年）の第26回より対面で実施することができ、会員相互の交流も再会できたことは喜ばしいことです。

一方で、2022年2月24日に始まりましたロシアによるウクライナ侵攻は、民主主義国各国の支援もあり、予想以上に長期化しており世界経済においては、原油、食料、半導体分野など広範囲に影響を及ぼしています。また、新型コロナウイルス感染症パンデミックの鎮静化過程における、欧米各国と日本の金利政策の違いに起因するところが大きく、2022年初頭からの急激な円安の進行が相まって値上げラッシュになっていることは、企業経営に対し大きな影響を与えています。

2023年10月のIMFの世界経済成長率の予測は、2022年の3.5%から2023年は3.0%、2024年は2.9%へ鈍化する見込みで、過去20年（2000～19年）の平均である3.8%を大きく下回ります。先進国の成長率は、政策の引き締めの影響が出始める中、2022年の2.6%から、2023年は1.5%、2024年は1.4%へ鈍化する見込みとされていますが、ハマスの奇襲から始まったイスラエルとの戦争は、多くの犠牲者を出しながらも、歴史的背景もあり長期化、複雑化して行く可能性が懸念され、世界の経済成長率の足を引っ張る可能性

は否めません。

このような世界情勢の中で、温対法（地球温暖化対策の推進に関する法律）やライフサイクルアセスメント（LCA）に対するデータ提供等が、自動車業界を中心に要求されており、対応を迫られ始めています。これは国内自動車メーカーの考えが、カーボンニュートラル達成のためには、EV同様に走行中にCO₂を出さない自動車の動力源である、水素エンジンや合成燃料等の技術開発を進めるという手段もあり、ライフサイクルアセスメント（LCA）全体を踏まえた自動車作りが重要であるとの考えかたは、カーボンニュートラル＝EVという欧州を中心とした考えに対抗するものです。

当組合としても、この要求への対応のご参考となるような記事をパウダーコーティング誌に掲載したり、粉体塗装研究会セミナーでのご講演いただく内容の選択を行い実施しています。微力ではございますが貢献できればと思っています。

また、引き続き工業用焼付塗料分野において溶剤型塗料から環境に優しい塗料・塗装方法である粉体塗料・粉体塗装の切り替えを進め、対環境面で大いに意義ある協会活動を進めて参る所存です。塗料メーカー各社様もHAA（ヒドロキシアリルアミド）硬化型に加え新硬化系で低温化を達成されており、VOCを含まない環境に優しい塗料として、市場より注目を集め、粉体化が進むものと期待しております。とは言いまでも当組合のみでは力不足でありますので、一般社団法人日本塗料工業会様、一般社団法人国際工業塗装高度化推進会議様、日本工業塗装協同組合連合会様、日本塗料商業組合様等関連団体様との連携強化により、顧客や関係各省へのPRを進めてゆきたいと考えています。

最後になりましたが皆様のご健康、ご発展とご多幸を心より祈念申し上げ新年のご挨拶とさせていただきます。

新年のご挨拶

日本工業塗装協同組合連合会
会長 高橋 正

令和6年新春を迎え謹んでお慶び申し上げます。

平素は日本工塗連の事業運営にあたり、関係省庁並びに関係団体の皆様をはじめ関係各位の格別のご支援ご厚情を賜わり厚く御礼申し上げます。

昨年はようやく新型コロナが5類相当となり国内の活動も活発になり、海外からの旅行者も円安の影響もあり、コロナ禍前の2019年を上回る訪日観光客数となりました。一方で私たち工業塗装業界は、ロシアのウクライナ侵攻による資源・エネルギー高の影響をもろに受け、価格転嫁は認めて貰えたものの、転嫁を認めて貰うまでの負担は私たち自身がなおも背負ったままであり、簡単には取り返せないのが実情です。一昨年11月頃から全般的に受注量が低迷し、現在に至っており、一日も早い経済対策の実施を望んでおります。また私たち中小企業では政府の要請どおりに賃金を上昇させるのも容易ではありません。社員の生活を守るのは経営者の務めであると認識しておりますが、ない袖はふれないというのが現状です。私たち規模の事業者では現在の資源高によるインフレに対応するだけの余力が乏しく、今こそオール日本で窮地を挽回し、一人ひとりが豊かな生活を享受できる施策を行ってもらうよう切に願っております。

そのような中でも、私たち日本工塗連では、最大課

題でもある人材確保と後継者の育成、更には、組合員増強による工業塗装業界の連帯を目的に、「工業塗装ともの会」を発足しました。その中で組合員が抱える様々な課題を共有化し、その解決方法を皆で見出そうとする座談会も13回を数えるに至りました。座談会では、職場環境、価格転嫁、外国人労働者、SDGsなどその時々的重要な課題をテーマとして議論がなされました。

一方、昨年は理事会、総会もリアル出席方式に重きを置くこととなり、4年ぶりとなる全国大会も愛知県で多くのご来賓、招待の皆様など総勢145名のご出席をいただき、華やかに開催することができました。また、将来を担う若手後継者の集まりであるジュニア会も九州で開催され、工場見学後の意見交流会や懇親会を通してお互いの連帯を強めることができました。

最後に、本年も各地区では、若手の塗装技術者の技能向上を目的とした塗装技能コンクールや工場見学会、勉強会など組合員の役に立つ多くの事業に取り組む所存でございますので、関係官庁及び関係団体の皆様からのご支援をお願いするとともに、関係各位のますますのご隆盛をご祈念申し上げ、年頭のご挨拶とさせていただきます。

新年のご挨拶

一般社団法人 国際工業塗装高度化推進会議

理事長 坂井 秀也

新年あけましておめでとうございます。

日本パウダーコーティング協同組合の皆様におかれましては、2024年の新春をお健やかに迎えにいられたことと心よりお喜び申し上げます。また、弊会の活動に日頃より多くのご指導ご支援を賜り厚く御礼申し上げます。

最近の吉報は、藤井聡太棋士や大谷翔平選手にみられるように若い世代の記録更新が、世界中の話題となる個の活躍があります。また、69年続いてきたモーターショーも昨年からは移動をテーマとしたモビリティショーに変わり、21世紀の変革が動き始めています。その実現には、持続可能な開発目標をベースとした利便性や快適性の高度化を生み出す科学技術の多面的な活用が必要不可欠な存在であり、情報共有化による開発成果が望まれています。塗料・塗装分野においては、社会貢献度の高い塗膜はサステナブルな高付加価値技術として長い歴史により評価されております。さらなる技術の高度化により、その存在を高めていくことが求められています。

緊迫している地球環境問題は、世界共通目標としてSDGs 励行も行われておりますが、気候変動がもたらしている世界の平均気温上昇も昨年末に1.4℃となり、ゆでガエルのリスク回避策である『1.5℃の約束』に対する実行動が注視されております。後戻りできない脱炭素への展開には、新たな原材料やエネルギーの代替技術をはじめ新発想による技術開発が進められております。この避けられない大きな転換期では、今までの主産業におけるものづくりも新素材や新プロセスの採用の高まりにより、塗装レスも一部表面化しております。

IPCOも参画しておりますコーティングコンソーシアム:CoCoは、「塗料・塗装による価値を発信するため、業界の繋がりを図る」「業界外には認知の向上を、業界内には自信と誇りを醸成する」「行政を含む窓口となるべく、先進事業に取り組む」を行動目的の鼎とし

ています。CoCoはカーボンニュートラル推進としてLCAに着目し、2023年には「CO₂排出量に関わる意識調査アンケート」に取り組み、工業塗装事業者のご理解とご協力をいただき、貴重なデータ集計を公表いたしました。この流れは塗料・塗装の関連団体に情報発信されて、今後の事業活動へのスタートを得ることができ、IPCOの業務推進にも大きな力となりました。

IPCOのネットワーク事業としても、会員増加による協業化も進んでおり、各分野の繋がりを展開しております。サポートエンジニアリングとして異分野からの技術協力も現場改善対応として採用されております。特に、工業塗装においては、人手不足や環境課題などのピンチをチャンスに変えるべくIPCOが提案しておりますロスコストや革新技術そして環境改善などのテーマに着手されて先進企業に変身されることを期待しております。

また、IPCOではリカレントなどのカレッジ構想にも挑戦しており、本年から「製品設計者の塗装講座」を高度ポリテクセンターにて実施します。一部の積極的な塗装事業者からは提案型取引も見られますが、工業塗装事業所の多くは受託加工のため、発注元からの塗装スペックによって作業されており、環境適応型塗料類や被塗物の最適プロセスの採用をしたくてもなかなか実現せずしております。このような受発注段階での情報交換活動が、塗装の存在を高める取り組みとなるよう対応してまいります。

塗料業界においても「世界コーティング協議会(WCC)」においてサステナビリティを展開しており、このような潮流からも、国際的視野の中で立ち位置を図ることが必要視されております。IPCOにおいても海外における工業塗装に関する情報交流にも着手しております。

最後に、この一年もみなさまのご健康と御事業のご攻勢を祈念して、新年の挨拶とさせていただきます。

塗装乾燥分野におけるカーボンニュートラル実現への取組

藤田 淳一*

1. はじめに

株式会社ヒートエナジーテック（HET）のカーボンニュートラルに対する取り組みを紹介する。工業用の水素バーナは既に実用化されているが、塗装乾燥分野等の低温域、とりわけダクトインタイプの水素直接燃焼式熱風発生装置については我が国では実用化されていない。その実情に鑑みて塗装乾燥分野における弊社主力製品である AH-NM 型熱風発生装置の水素対応型を東京ガス株式会社と共同開発し、2023 年 3 月 24 日より一般受注を開始した。他に、弊社独自開発品である水素専焼・混焼バーナを搭載した熱風発生装置についても販売を開始しており、両製品の概要について紹介する。

2. HET のカーボンニュートラルに対する取り組み

産業界においてもカーボンニュートラル実現に向けた取り組みが加速し始めている。我々ヒートエナジーテックとしても持続可能な社会の実現のため、工業用水素バーナの開発に既に着手している。弊社のア

プリケーション開発ロードマップを図 1 に示す。2014 年に水素を燃料とした炬火台バーナの開発に着手し、2018 年の福井国体で世界初の 2 MW 級純水素燃焼式炬火台バーナを実用化しており、2021 年には Phase2 に移行、工業用の水素燃焼式バーナの開発に本格的に乗り出した。高温加熱分野においてはシングルエンド方式の水素燃焼ラジアントチューブバーナーを採用した熱処理炉や分解ガス型熱処理炉の商用化も予定している。

3. 水素直接燃焼式熱風発生装置 AH-NMH2

3.1 水素の基本特性

水素と都市ガスの基本特性を表 1 にまとめた。周知の通り、水素は燃焼速度が速いため、従来の炭化水素系燃料とは異なるアプローチが必要である。最小着火エネルギーが 0.02 mJ と非常に低く、この値は人間が指先に僅かに感じる程度の静電気エネルギーである。従って設計施工時には細心の注意が必要であることが分かる。また、燃焼速度については都市ガスの 8 倍程度であり、構造上フラッシュバックしないはずの

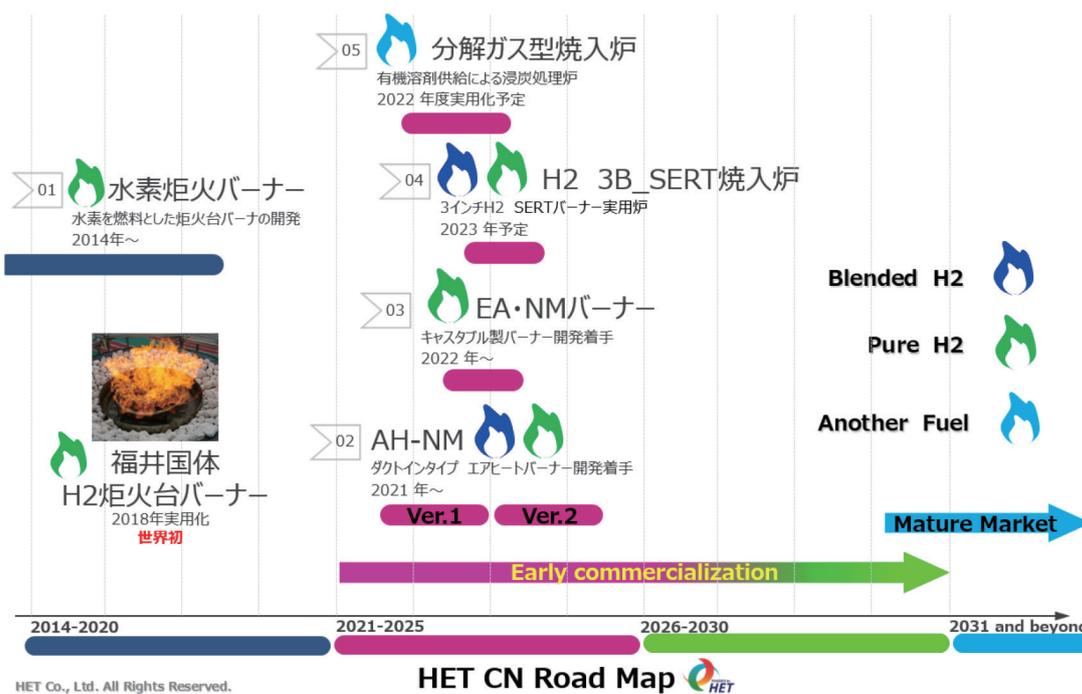


図 1 CN アプリケーション開発ロードマップ

* 株式会社ヒートエナジーテック 技術部

表1 水素と都市ガスの基本特性

ガス種	水素	都市ガス(13A)
比重(空気=1)	0.07	0.638
理論空気量(m ³ /m ³)	2.38	10.7
最大燃焼速度(cm/s)	346	43
最小着火エネルギー(mJ)	0.02	0.28
消炎距離(mm)	0.6	2.0
総発熱量(MJ/Nm ³)	12.78	45
真発熱量(MJ/Nm ³)	10.8	41.6
燃焼範囲(%)	4~75	4.3~14.5
火炎	無色	青色

ノズルミックスバーナーにおいても点火時や消炎時に発生することがあるため、N₂ パージ等の対策をすることが望ましいと考えている。弊社が参画した前述の2018年福井国体水素炬火台プロジェクトにおいてもN₂ パージが導入されており、安全性を高めている。水素燃焼における特筆すべきこととしてもう一点、水分発生量の増加が挙げられる。

3.2 開発目標

ダクトインタイプ熱風発生装置は主に塗装乾燥炉の熱源として使用され、図2に示すフロー図の通り、乾燥炉の循環ダクト内に設置され、バーナーにより循環エアを加熱し、乾燥炉に熱風を供給するための装置である。

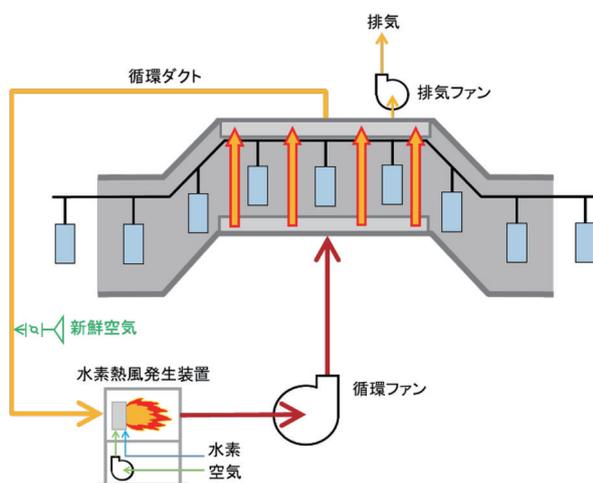


図2 塗装乾燥炉フロー

水素は燃焼時にCO₂が発生しないため、脱炭素社会実現に向けた有望な選択肢の一つであるが、天然ガス・LPGと比べて燃焼速度が速く、火炎温度も高い等の特徴があり、本製品の開発にはNO_xの増大とバーナー部品の焼損が激しくなる等の課題があった。表2に開発目標及び評価項目を示す。

AH-NM型のバーナーヘッドは金属製であるため、プレートの表面温度は耐久性能を考慮し、都市ガス・LPGと比較して+50℃以下を目標とした。ノズルミックス方式のバーナーであるため、炭化水素系の燃料においてはイエローチップ（空気不足状況下で発生する現象）やスーティング（バーナーや炉体への煤の付着）の発生を抑制するため、燃焼用空気と燃料の混合促進を必要とするが、水素燃料の場合は異なったアプローチが必要である。

3.3 開発経過

図3に燃料別の火炎写真を示す。理論上、水素火炎は無色と言われているが、図示の通り輝度の低い火炎が形成されている。従来の火炎検出器が測定している波長域での紫外線強度が低いことから、何らかの対策が必須である。

水素の燃焼範囲は4~75%であり、他の可燃性ガスと比較して広いことが特徴であり、燃焼状態も濃度で大きく異なる。8%程度では燃焼音も殆ど発生しないが、20%を越えると激しい燃焼となる。水素燃焼においては水素と空気の混合方法の最適化が課題となる。図4に本製品の概略断面図を示す。混合機構の検証により緩慢燃焼域を形成することで窒素酸化物及び燃焼騒音抑制に関する知見を得ている。

図5に燃焼排ガス特性(NO_x)を示す。開発初期

表2 AH-NMH2 開発目標

項目	目標性能	備考
ターンダウンレシオ	1:8	13Aと同等性能
騒音値	+3dB以下	13A比較
NO _x (O ₂ 0%換算値)	120ppm以下	13Aと同等性能
プレート表面温度	+50℃以下	13A比較
火炎検知		実証試験機
フラッシュバック抑制		N ₂ パージ
未燃H ₂ 調査		HETラボ
低温乾燥分野での実炉評価		HETラボ
水素用制御機器の評価		実証試験機

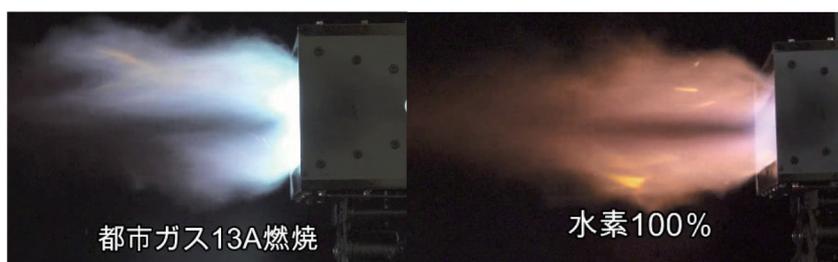


図3 燃料別火炎比較

の段階ではプレートの表面温度上昇が顕著であり、900℃以上となる部位も認められた。超耐熱鋼やセラミック等への材質変更によるアプローチも考えられるが、コストアップ要素となるため、従来と同じ材質での課題クリアを目標とした。

NOx 値を向上させたモデルにおいてはO₂ゼロ%換算値で40ppm（空気過剰率=3）が得られ、プレート表面温度についてもほぼクリアできていたが、従来モデルからの課題である、ミキシングプレートの赤熱を解消させるべく、さらなる最適化を図った結果、NOxベンチマークをクリアしつつ、プレート表面温度は従来モデルを100℃以上下回るパラメータを確立することができた。

図6にバーナミキシングプレート近傍のサーモグラフィを示す。図示の通り、炭化水素系燃料における燃焼状態と比較しても表面温度上昇を大幅に抑制できて

いることが分かる。

3.4 実証試験

循環系ダクト内での燃焼は大気開放状態とは燃焼条件が大きく異なり、水素燃焼ではその傾向が顕著に表れたため、弊社ラボでの実証試験が開発の進捗に大きく寄与した。また、水素は都市ガスと比較して約1.6倍の燃焼由来水分が発生するため、循環雰囲気中の水分増加が及ぼす工業用製品加熱への影響を導入前に検証する必要があると考えている。

ラボ乾燥炉は弊社神奈川工場内（神奈川県綾瀬市）に設置され、2023年3月より試験受付を開始している。ラボスケールではあるが、生産設備と同様の構成であり、水素直接燃焼式熱風発生装置の導入をご検討頂く

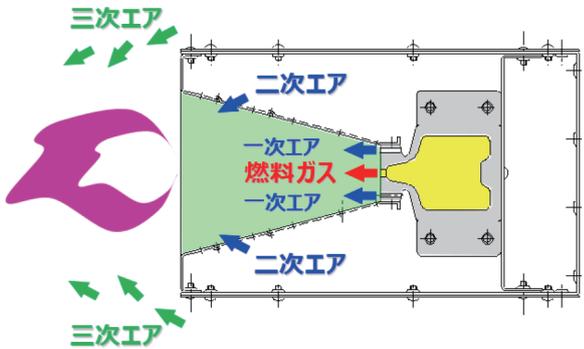


図4 AH-NMH2の混合機構

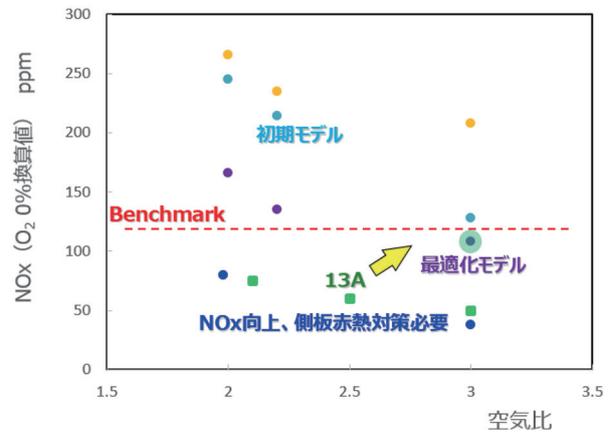


図5 排ガス特性 (NOx)

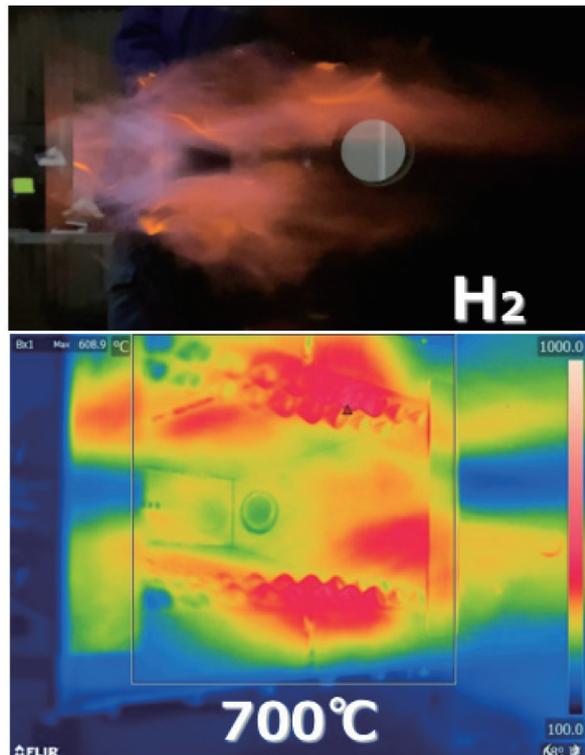
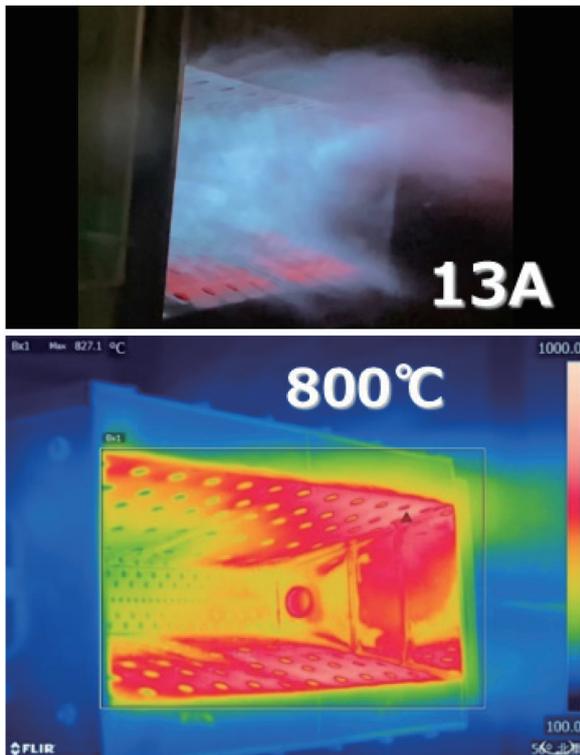


図6 ミキシングプレート表面温度

際の実証試験が可能となっている。図7にラボ乾燥炉外観を、表3に概略仕様を示す。弊社設備をご活用頂き、我が国のカーボンニュートラル促進に向けて、皆様のご協力を賜りたい次第である。

3.5 製品仕様

製品仕様を表4に示す。現在は下記の3ラインナップのみの販売であるが、水素供給価格の低下を見込み、500 kW以上のモデルも順次リリースしていく予定である。

3.6 今後の開発方針

水素100%専焼モデルの販売を開始したが、炭化水素系燃料との混焼を可能としたモデルの開発が必要と考えている。従来モデル（都市ガス専焼モデル）にて水素混焼試験を実施した。

図8に混焼時の燃焼状態及びミキシングプレート表面温度測定結果を示す。僅か15 vol%（熱量ベース5%）の水素混合比でも表面温度の上昇が確認できる。混焼比率に比例して表面温度は上昇し、1000℃程度で安定する結果となった。従来モデルでは15 vol%混焼が限界値と考えている。

今後は水素専焼モデルでの混焼試験を実施してデータの蓄積を進め、混焼モデルの開発に着手する予定である。

4. 水素混焼バーナ搭載熱風発生装置

現在、我が国に流通している水素はほとんどがグレー水素であり、単位発熱量当たりの実勢価格は都市ガスの4倍以上である。再生可能エネルギー由来のグリーン水素の台頭に伴い、水素価格が都市ガスやLPGと同等の価格に低下するまでは炭化水素系の燃料との混焼バーナを採用することで段階的なカーボンニュートラルへの移行が可能と考えている。弊社では2022年10月に需要家へ初号機を納入し、稼働状況が順調であることから、一般向けの受注を開始している。

4.1 製品の特長

本製品の外観写真（46 kW）を図9に、製品仕様を表5に示す。最大燃焼量は1.86 MWまで対応可能となっている。最大の特徴は混焼比率を無段階で切り替えることが可能な点である。混焼可能な燃料は都市ガ



図7 HET ラボ乾燥炉外観

表3 HET ラボ乾燥炉仕様

No.	項目	仕様
1	炉構成	JETゾーン + 熱風循環ゾーン
2	JETゾーン仕様	燃料 LPG, H2
		JET吹出風速 (MAX) 50 m/sec
		JET吹出温度 (MAX) 300℃
3	熱風循環仕様	燃料 LPG
		炉内雰囲気温度 (MAX) 300℃
4	投入可能TP	寸法 (MAX) 1,000W × 1,000L × 1,000H (mm)
		台車使用時 (MAX) 200 kg
		総重量 吊り下げ時 (MAX) 50 kg (分散荷重)
5	搬送装置	型式 往復型フローコンベヤー（固定台車搬送）
		速度 0.5 ~ 2.5 m/min

表4 AH-NMH2 製品仕様

項目	仕様		
バーナ型式	NMAH-200H2	NMAH-300H2	NMAH-400H2
定格出力	233kW	349kW	465kW
バーナ連数	2	3	4
燃料混合方式	ノズル先混合		
ガス種類	水素		
供給圧力	10kPa		
TDR	1 : 10		
NOx (0%換算値)	120ppm以下		
主な安全装置	N2パーージ フレイムアRESTA ガス漏れ警報器		

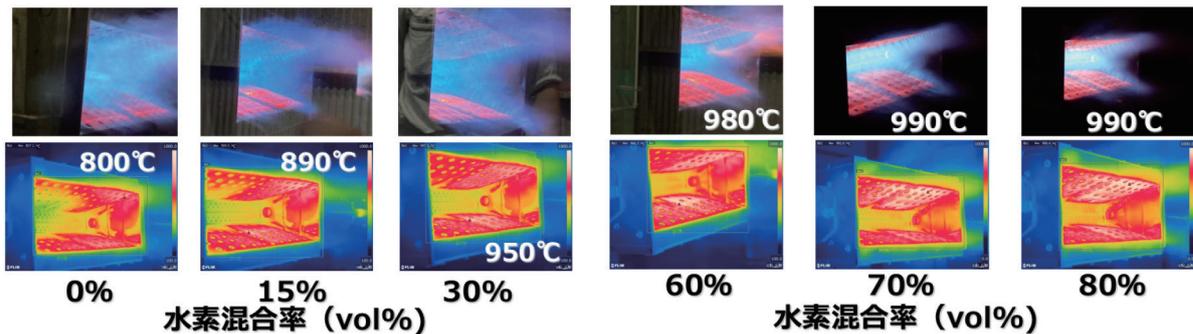


図8 混焼時の燃焼状態及びミキシングプレート表面温度（都市ガス専焼モデル）



図9 熱風発生装置外観 (46 kW)

表5 製品仕様

項目	仕様	備考
型式	DF-40~1600	
定格出力範囲	46~1860kW	
ガス種類	水素/13A	水素/LPG可能
供給圧力	10kPa	
TDR	1:10(H ₂ >80vol%) 1:5(H ₂ <50vol%)	
NOx 0%換算値	100ppm以下	混焼比率によりEGR実施
水素混焼比率範囲	任意	
主な安全装置	N ₂ パーージ フレイムアレスタ ガス漏れ警報器	拡散/吸引

ス及びLPGの何れも対応可能となっている。

4.2 開発経過

図10に混焼バーナの配管フロー抜粋を示す。主な安全増対策としてフレイムアレスタ、N₂パーージ、ガス漏れ警報器(吸引及び拡散式)を搭載している。弊社ではバーナ構造とN₂パーージの最適化により、フラッシュバックの発生を回避し、フレイムアレスタレスを実現しているが、販売段階においては施行された工業用ガス燃焼設備の水素燃焼に関する安全指標に従って設計・製作を進めていく考えである。

図11に混焼バーナの構造概略図を示す。前述の通り水素の火炎温度を低下させるための手法として緩慢燃焼域の形成が有効であることを述べたが、炭化水素系燃料との混焼の場合は未燃分の生成が助長されるため、トレードオフの関係にある。本製品では混合促進域と緩慢燃焼域を混在させる構造を採用し、課題を解決した。

水素の理論空気量は2.38 Nm³/m³であり、単位発熱量当りに換算すると0.186 Nm³/MJとなる。都市ガス13A及びプロパンガスの単位発熱量当り理論空気量は何れも0.238 Nm³/MJであり、水素と炭化水素系燃料の間には20%程度の乖離があることが分かる(表6)。燃焼空気量と燃料ガス量を比例制御する際、混

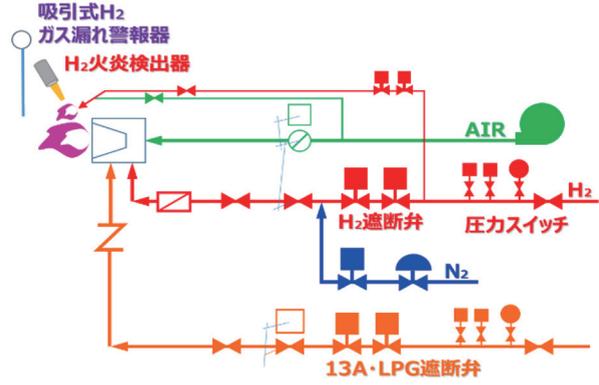


図10 混焼バーナ配管フロー抜粋

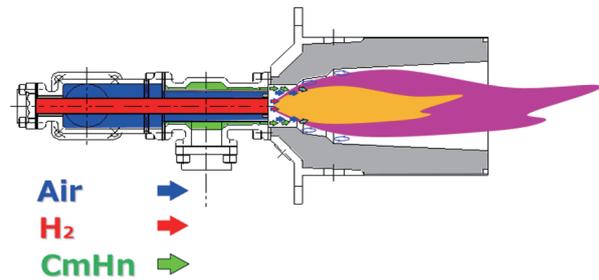


図11 混焼バーナ構造概略

表6 ガス種別の理論空気量

ガス種	理論空気量 Nm ³ /m ³	単位発熱量ベース Nm ³ /MJ
水素	2.38	0.186
都市ガス(13A)	10.7	0.238
プロパン	23.8	0.238

焼比率によって燃焼空気量及び燃料ガスの供給量を可変させる必要がある。図12及び図13に概念図を示す。厳密に空気比制御を掛ける場合はマスフローコントローラ等を用いて流量制御を実施するのが望ましいが、弊社のシステムではエア、水素、都市ガス流量制

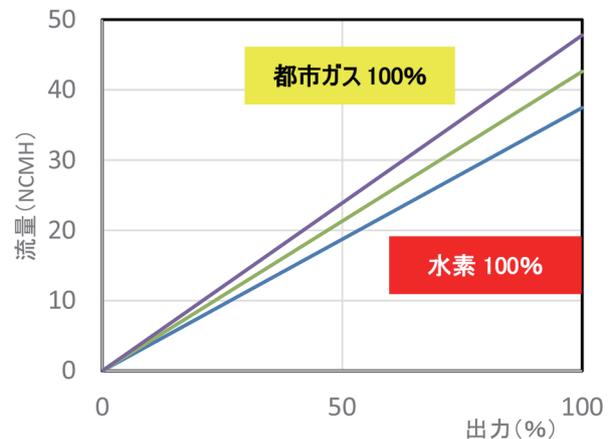


図12 混焼時燃焼用エア流量 (46 kW)

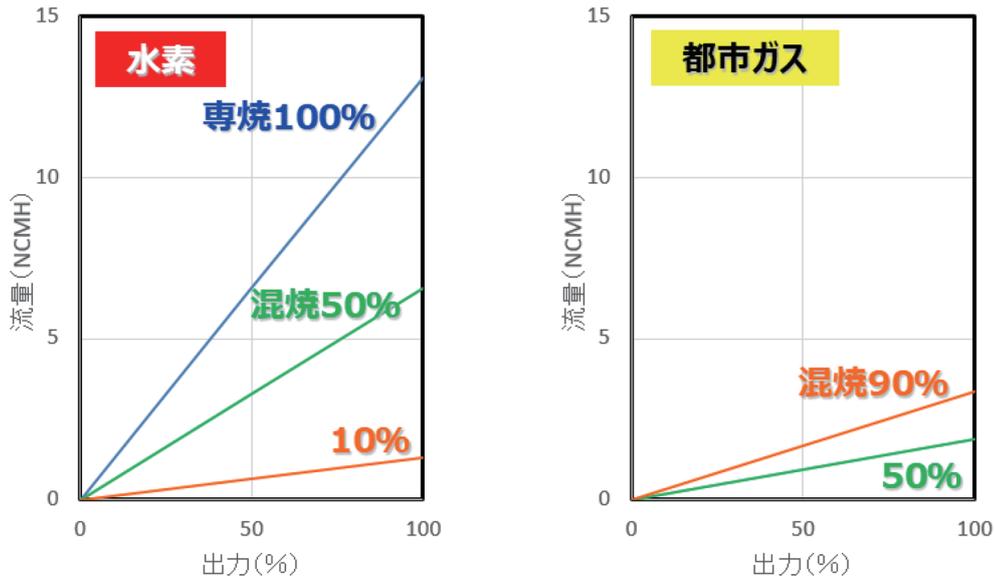


図 13 混焼時燃料ガス流量 (46 kW)

御弁に対して混焼比率に応じたバイアスを掛けることで安価なシステムで混焼比率の無段階制御を実現している。

図 14 ~ 16 に混焼バーナの排ガス特性 (NO_x) を示す。図 14 は水素専焼時のデータであるが、排ガス再循環 (EGR) を掛けることにより全域平均で

100ppm (O₂ ゼロ%換算値) 以下となっていることが分かる。図 15 は都市ガス専焼時における排ガス特性 (NO_x) を示す。構造の変更により弊社標準品よりも低い NO_x 値が得られた。図 16 は混焼比率 50% (熱量比) における排ガス特性 (NO_x) を示す。出力が 85% を越えると NO_x が増大するため、高出力域にお

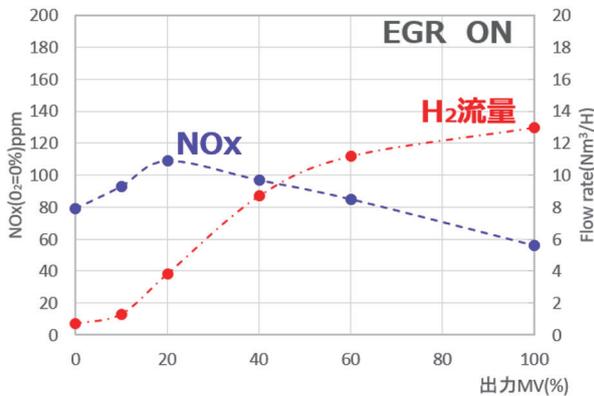


図 14 水素専焼時排ガス特性 (NO_x)

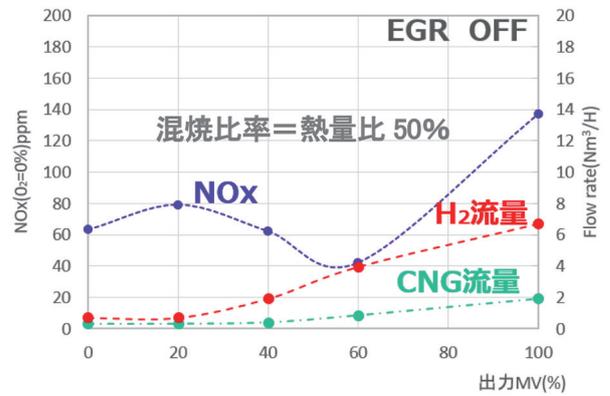


図 16 混焼時排ガス特性 (NO_x)

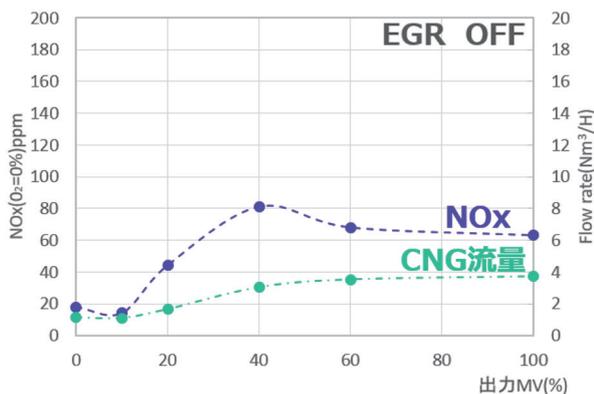


図 15 都市ガス専焼時排ガス特性 (NO_x)

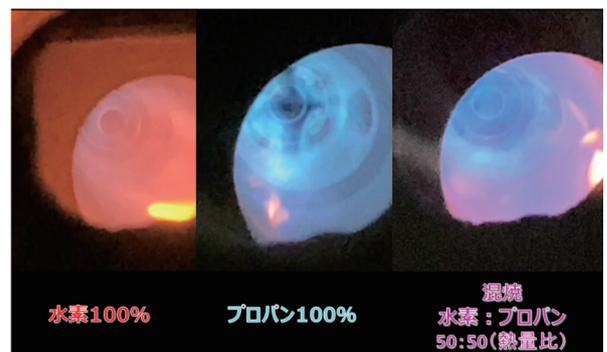


図 17 混焼バーナ燃焼状態 (燃料別)

表7 混焼バーナ性能

項目	水素	都市ガス (13A)	混焼 (1 : 1)
NOx (全球平均) O ₂ 0%換算値	80ppm	70ppm	80ppm
フレイム電圧 (V)	4.2V	4.3V	4.2V
ターンダウンレシオ※	1 : 18	1 : 8	1 : 7.5
水分量 (vol%)	21%	13%	15%
EGR	ON	OFF	OFF

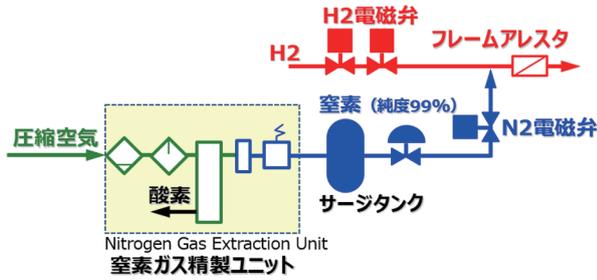


図18 N₂ パージシステム配管フロー

いては局所的に EGR を掛けることで低減することが可能である。図17に各燃料における燃焼状態(写真)を示す。水素の割合が増大すると共に輝度が減少し、火炎色にも変化が見られる。水素専焼時は火炎から放出される紫外線強度が減少し、火炎検知器のフレイム電圧も減少することから光学的に増幅することで課題を解決している。

表7に混焼バーナの性能抜粋を示す。NO_xは全球

平均値で100ppm以下を達成している。また、燃焼排ガス中の水分量についても測定しているが、理論値通りの結果が得られた。昇温開始時は燃焼炉内に想定以上の結露が発生するため、ダクト接続部のガスケット材質の変更も必要であった。

4.3 N₂ パージについて

N₂ パージはフラッシュバックの発生を回避させるため、点火前と消炎時に実施することが好ましい。特に消炎時は低燃焼位置で消炎させる際にリスクが高まるため、配管内ガス流速が燃焼速度を上回るように設計することが重要である。窒素はシリンダー供給が一般的であるが、高価であるため、大容量のバーナを使用する際は、圧縮空気から窒素ガスを精製するユニットを採用し、ランニングコストの低減を図ることが可能である。図18にシステムフローを示す。

5. おわりに

水素専焼バーナはグループ会社である桂精機製作所の粉体塗装ラインへの導入を検討しており、燃焼排ガス中の水分量増加が及ぼす塗膜性能への影響に関する評価を実施している。混焼バーナは1 MW級商用機の納入を2024年度に控えており、初号機で得られた知見を元にアップデートを予定している。今年度は塗装乾燥分野と共に、熱処理分野におけるカーボンニュートラルアイテムの開発にも取り組んでいきたいと考えている。

熱交換から見た塗装現場の熱ロスと暑熱問題 及び増加するエネルギーコスト問題

岩澤 賢治*

1. MDI 株式会社とは？

排熱回収専門の熱交換器メーカーとして 2005 年に設立してから、各地の大手自動車工場、食品工場、中小企業の現場調査、従来の問題点の指摘コンサルタント業務、熱回収設計、機器設置を行ってきた。最近では省エネルギーセンター様をはじめ、多くの電力、ガス等のエネルギー会社様の委託契約の元で、東北から九州までの企業への訪問、CO₂削減のための改善業務を行っている。排熱回収を語る上では単なるメーカーではいられないため、過去の不具合経験、現場側の悩みを含めて理解する必要がある、常に現場側とのやり取りが必要となる場面が多い。(それでもすべての現場を知り尽くしているということではないが)

2. 排熱とは？

日本の工場はそのほとんどは昭和またはそれ以前から多くの経験と改善を繰り返し、より良い品質、ローコスト化、合理化を行っている結果、現在の形になったものと思われる。

さらには昨今の環境問題、省エネ、CO₂削減ブームの波にも、VOC 処理、LED 化、自動化、材料の再検討なども進めている箇所が多く見受けられる。それらを見た MDI からの見解としては、大手企業であっても、その多くは最新の改善対策をしているにも関わらず、熱に関してはほぼ垂れ流して排出し、知らんぷりしている、または本当に気が付いていないと感じている。簡単に言うと、排熱 1 kW を捨てたら、その 1 kW 分以上のお金を出して再び購入しなくてはいけなくなることに気が付いていない場合がある。もし 1000 kW 捨てているのであれば、少なくとも 1000 kW 分のガスまたは電気を購入しないと工場運営ができないということになる。例えば 1000 kW 排出して、購入するエネルギーは常に 500 kW でもよいということであれば、工場内で何らかの自然発熱をしているということになるため、一般的には考えにくい状況となる。では、どのようなものが排熱、熱ロスというものなのか？を考える必要がある。

- ・排気 … 煙突、換気、コンプレッサ排気、集塵機排気、洗浄槽湯気、エアコン排気、空冷チラー排気、ダクトや機械からの輻射熱等
- ・排水 … 洗浄水、下水、冷却塔水、活性汚泥処理排水等

これらの排熱は一部では数百度ある場合もあるが、そのほとんどは数十度であるため、気が付いていないことがほとんどだ。さらには排熱に関して現時点では日本政府は何の規制もないために、垂れ流しが何も問題が無いという認識だと思ふ。

私が住んでいる神奈川県には、多摩川という川がある。この川もかつては排水規制がなく多くの工場、家庭から有害物質や、高温排水が垂れ流しされていた。その結果、ヘドロ堆積が多くなり、色は濁り、異臭を放ち、背骨が曲がった魚が出現するまでになった。その後ようやく排水規制制度が発足して綺麗な自然が徐々に復活を遂げるといふ歴史がある。皆様も地域が違えど同じような川、山などの現場はあると思う。

現在では、世界規模の温暖化（沸騰化）が発生しているからこそ、京都議定書からスタートした“CO₂削減”、“脱炭素化社会”、“SDGs”等という言葉が出現している。要は川だけではなく、海や空気までもが排熱や温暖化ガスを含む有害ガスで汚染されてしまったため何とかしないとイケないという国際ルールができた。しかもその時間的なリミットがもうほとんど残されていない現実を多くの人は理解していないのか、対策を知らないのか、無視しようとしているのかわからないが、取り組みをしていないのが日本の現実だと捉えている。

しかも、対策案を知っている人でも、“投資回収”とか“予算が無い”という一言で相変わらず何もしないという声をよく聞くようになっている。

もう一度言うと、排熱回収とは、回収することができればできるほど、購入するエネルギー代は要らないということである。もっとわかりやすく言うと、いまままで捨てていた熱を回収することができたら営業マンが不要の純利益に変わるということだ。

しっかりとした不具合対策やメンテナンス対策を行うことができれば、以降のエネルギーコストがほぼ無くなるだけでなく、排熱を地球に放出しないという画期的な結果が伴う。

熱回収で利益増大+温暖化防止アピールができるため、納品先や社会全体へのイメージアップ、対策の内容によっては、イメージアップ+環境改善により新入社員を獲得しやすい会社になる（一部実現している）。

それでもその結果を求めずに、目を背けた“従来通り”、“事なかれ主義”、“実績偏重主義”という日本特有の思想のまま活動している企業が多いという現実を知っていただきたい。その活動結果は、もうすぐに

* MDI 株式会社 代表取締役

発表されると思うが、各大手企業が公表しているCO₂削減ロードマップの実際の対策として、熱エネルギーに関しては、有効的な対策が取れないまま期限を迎える企業が多く発生すると考えている。しかしそれでも数値だけをそろえようとしているが、どのような取り組みをするかという、排熱を多く発生している現場だけ別会社にしてしまうという取り組み？である。

そうすれば、“自社”ではなくなるため、そっくりとCO₂が減るといってお門違いな取り組みを裏で行い、表ではちゃんとやっています！というアピールをコマercialで堂々と言うというトンデモ企業が多く出始めているのも事実である。

中小企業は、そのような行為はしてはいけなし、できないと思う。ではどうすればいいのか？簡単だ。しっかりと排熱の箇所を探し、熱が必要な所と結べば良い。

3. 塗装、表面処理工場の排熱

以下が現時点で気が付いている塗装プロセスにおける排熱回収が可能であろうと思われる箇所となる。

3.1 洗浄工程

洗浄槽の加温を、40℃～70℃前後にするため、蒸気ボイラを使用している。その結果、温水槽からの湯気熱、蒸気管からの輻射熱や火傷リスクがある。作業現場は、熱気だけでなく、高湿度により作業現場は常に地獄（図1、図2参照）。

(1) 熱回収+作業環境改善の両立対策：

洗浄槽の加温に、部屋の熱気を利用する。簡単に実現するために超小型ヒートポンプを耐熱ホース

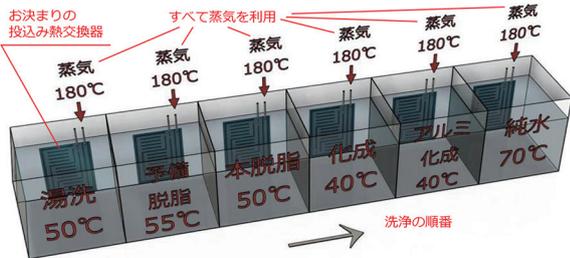


図1 塗装前洗浄フロー 蒸気熱利用

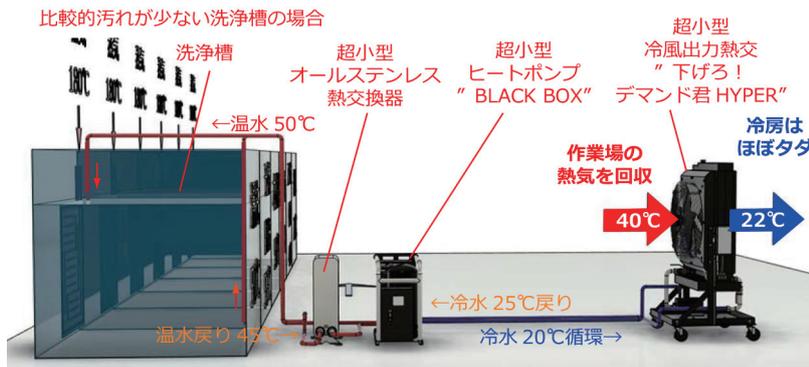


図2 比較的小汚れが少ない温水槽

で接続することで、現場担当者が自身で設置、運転することも可能。

結果、冷房はほぼタダになり、熱回収した分、温水槽が加熱できるため蒸気ボイラの負荷が大幅に削減。

効果試算では、1トンボイラ（実運転は50% = 0.5トンボイラとして試算）した場合、本システムへ置き換えがうまく進んだ場合、温水加温に必要なガス代9,531,200円/年がほぼ不要となり、エアコン代5,546,564円が不要となるため、合計-15,000,000円/年の従来の光熱費が削減できる。CO₂は、約65%削減されることから、排熱を大きく削減できた証拠となる。

（運転時間3360時間/年、都市ガス100円/Nm³、電気代25円/kWとして試算）

このシステムに必要な電力代は年間+5,412,960円/年と想定されるため、差額約-1000万円のランニングコスト削減となる。これが実利益として会社に即還元されるのである。

（理論計算値であり、環境、エネルギーコスト、運転時間、管理温度により都度異なるため補償値ではない。）

このシステムの特徴はすべてがハンドキャリー可能であり、高温ホース接続でも稼働できるため、現場担当者がやる気があれば自身で構築が可能なので、大幅な工事コストを削減できる可能性がある。もしくは苦手な作業のみを外注することで投資回収どころの騒ぎではなくなってしまうメリットがある。

さらには、すべてを同時に施工する必要がなく、一か所だけ小型で試験的に運用をしながら、評価を行い、問題なければ少しずつ増設することも可能であるため、中小企業の経営者から見た負担も少なくさせることも可能である。

(図3参照)

(2) リスク対策：

塗装工場内は、場所により粉体塗料の粉が舞っているため、一般的なエアコンのようなフィンチューブでは閉塞、故障してしまう。粉体塗料工場での実績がある“高圧洗浄できる可能な”冷風熱交換器を提供すれば解決できる。

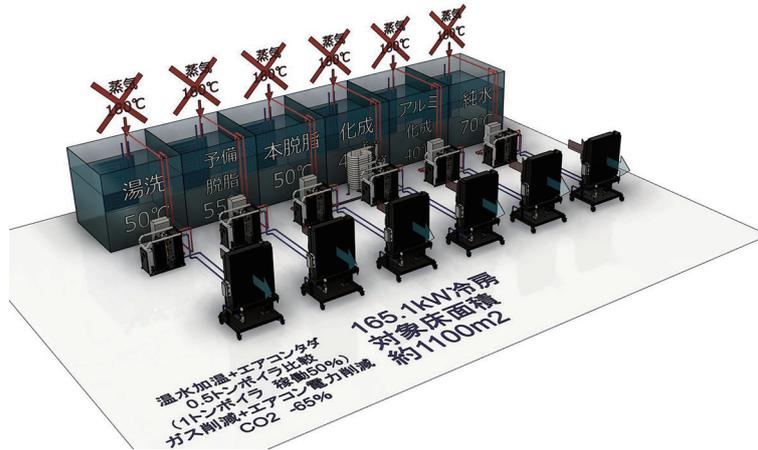


図3 温水槽 1500-1500-H2000-2 v7

表面処理工場では、水を加熱させているだけでなく、酸性薬品を加熱している箇所もあるため、空気自体が強酸になっている場合も珍しくない。このような現場でもエアコンを導入すると即故障、交換の繰り返しとなるが酸腐食に比較的強い熱交換器を独立させて、チラーを遠隔場所に設置することで大きな故障トラブルを避けられる。ヒートポンプは、高温を作るものが高効率だと思っている人がいるが、逆である。できるだけ高温を作らずに液を加熱させるほうが省エネであるのは当たり前であり、そのために熱交換器が高効率化しなければならず、現場ごとに汚れリスクの評価がかならず必要となるのである。MDIでは、汚れの度合いにより熱交換器の選択肢がある。油汚れ、スラッジなどの汚れの質の違いにも対応した対策提案を行うことが可能である。

3.2 電着液冷却工程

電着液は電気により金属表面へ塗装を行うので、電気エネルギーが液の加温に直結してしまう。そのため

にチラーを用いる必要がある。

- (1) チラー効率の見直し、縁切り熱交換器の効率改善対策：

液体を冷やすからチラーという簡単な発想ではなく、そのチラーが膨大に電力を消費してしまうからこそ、しっかりとした効率チェック及び縁切り熱交換器の性能チェック、見直しが必要である。大手メーカーが製造しているから安心とか、実績あるエンジニアリング会社が設置したものだから安心とかという思想は論外である。

さらに昨今の電着液温度は、過度な冷却温度ではなく、少し常温に近い 25°C 管理を可能としている場合も多い。液体を常に 25°C に維持するためであれば、むやみに電力消費が莫大なチラーを常時稼働させる必要はなく、日本は四季があることを利用したクーリングタワー主体のフリークーリングシステム制御により秋、冬、春の冷却ニーズはほぼタダとなる。

(図4 参照)

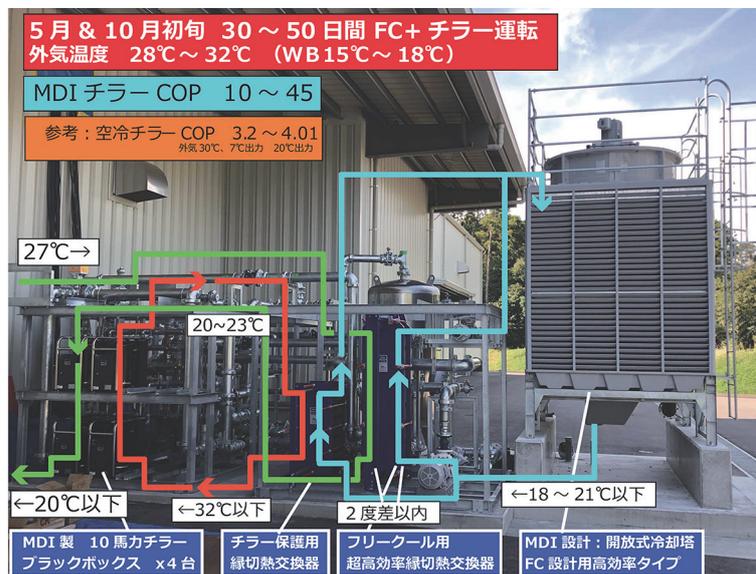


図4 冷房はタダでボイラを削減

(2) リスク対策：

チラーシステムの効率アップ、性能維持に最も大切なのは、どのメーカーなのかという議論などはほぼ意味がなく、最終放熱の冷却塔性能がすべてを支配する。この冷却水がしっかりと冷えていなければすべてが台無しであり、空冷チラーなどは近い将来温暖化の影響でパンクすることから、しっかりと水冷システムの見直しが急務である。現在では場合により無薬注化させるための取り組みが可能となっており、レジオネラ菌対策、SS 汚れ、スラム、スケール対策を含めた改善が実績として出てきている。これらの冷却水側の汚れ、腐食問題が解決できるトライアルを行うことで、今後のチラーまたはフリークーリングシステムによるほぼタダでの冷却も夢ではない。

3.3 乾燥工程

塗装したワークを乾燥炉に導入し、高温空気をういて焼付を行う。

そのプロセスでは、断熱材が施工されているが、効果は薄く炉の周囲は輻射熱が多く発生し続けているため、長時間作業者が居続けることが難しい環境である。

しかし中小企業では、直近の場所で粉体塗料を塗布する必要があるため、コンプレッサエアを直接作業着の中に導入し涼を取らざるを得ない現場も多い。

炉から排出される排気は、低沸点 VOC を含んでいる可能性が多いがそれでも洗浄による解決が前提でしっかりと熱回収を行うことで、大幅な熱回収が実現できる。

熱回収をすでにしている！という工場もあるが、その熱回収効率は十分に良いものが入っているのだろうか？私を知る限り、あまり良い効率のものは付いておらず昭和の設計のまま、形だけは付いているが熱回収効果はほとんどないようなものが多いため、見直しを行うことも重要である（図5参照）。

回収方法は、排ガス熱回収/吸気加温のガス/空気熱交換器が最有力候補であり、その熱回収効率は70～80%の実績がある（図6、図7参照）。

現場の設置場所が狭く、ダクト施工もしにくい現場の場合には、排ガス/液加温熱交換器にて、いったん液体へ熱を移動させ、吸気側に別の液/空気加温熱交換器で吸気加温を実現させることで、現場側の設置問題を解決できる場合がある。その場合の効率は50～64%前後である。

こんなの付いてませんか？

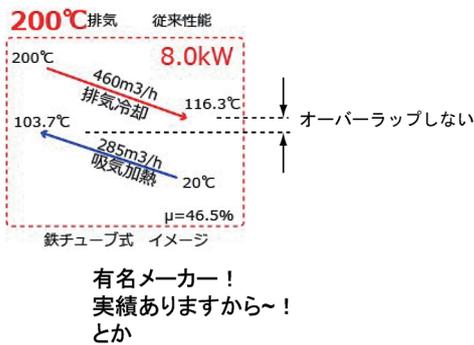


図5 塗装工場の排気熱回収/吸気加熱 (1)

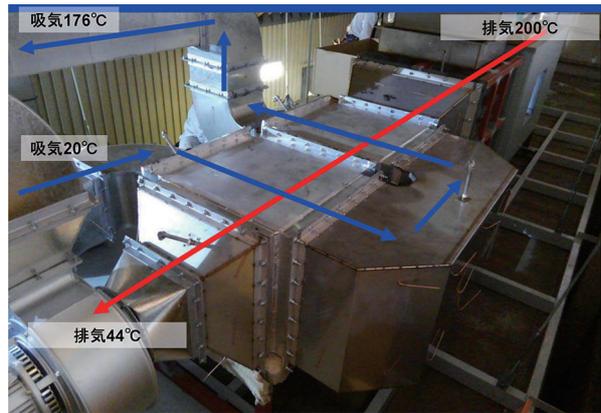
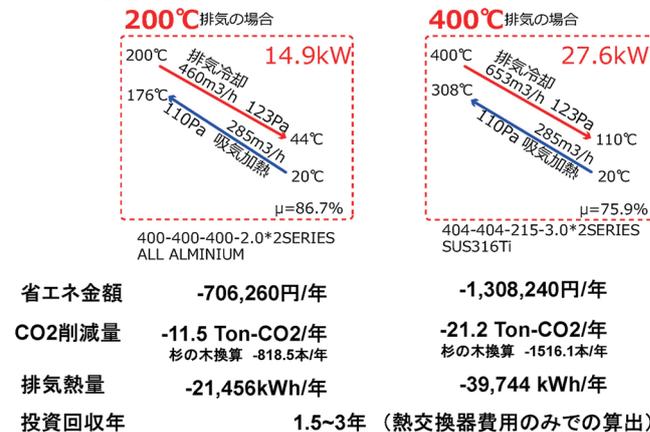


図6 塗装工場の排気熱回収/吸気加熱 (2)

MDIによる実績



都市ガス単価 130円/m3、運転時間3360日/年、バーナー熱効率70%、電力単価30円/kWhとして算出

図7 塗装工場の排気熱回収/吸気加熱 (3)

塗装排ガス熱 200~400℃ 前後は、1 度回収しただけでは、まだ排気熱は 100℃ 前後残っている可能性があり、その残りの排熱も回収できる可能性がある。その排熱回収用途は、上記 1 と同じ手法で洗浄用温水又は乾燥空気のプレ加熱への投入ができるうまいくと塗装排ガスの排気温度は最終的に常温前後に低下させることも可能である (図 8 参照)。

(1) リスク対策：

排ガスのリスク対策は、ヤニの堆積問題が多いが、排ガスの VOC 処理と合わせてしっかりとした触媒対策により VOC を処理し、徹底的な熱回収の両立を行うことで、ヤニの減少も実現できる。それでもなお、絶対に汚れないということにはならないため、万が一でも熱交換器内部に堆積してしまう

ヤニのリスクには以下の 2 つの手法がある。

- 1) 熱交換器内部のヤニ対策用薬液洗浄 — MDI 製 “ダイナミック GC-S” により実績あり (図 9 参照)
- 2) 熱交換器の分解、交換 — 交換しやすい取り付け構造としておく

3.4 空気コンプレッサ (及び集塵機)

塗装プロセスには、コンプレッサが必須であるが、そのコンプレッサは膨大な電力を必要とする。例えば定格 22kW コンプレッサは、吸気が高温になればなるほど、効率が悪くなるため消費電力は 22kW 以上必要とるのは容易に想像できるであろう。その排気熱はどれくらい出ているのかというと、22kW 以上排気されていることをご存じだろうか？

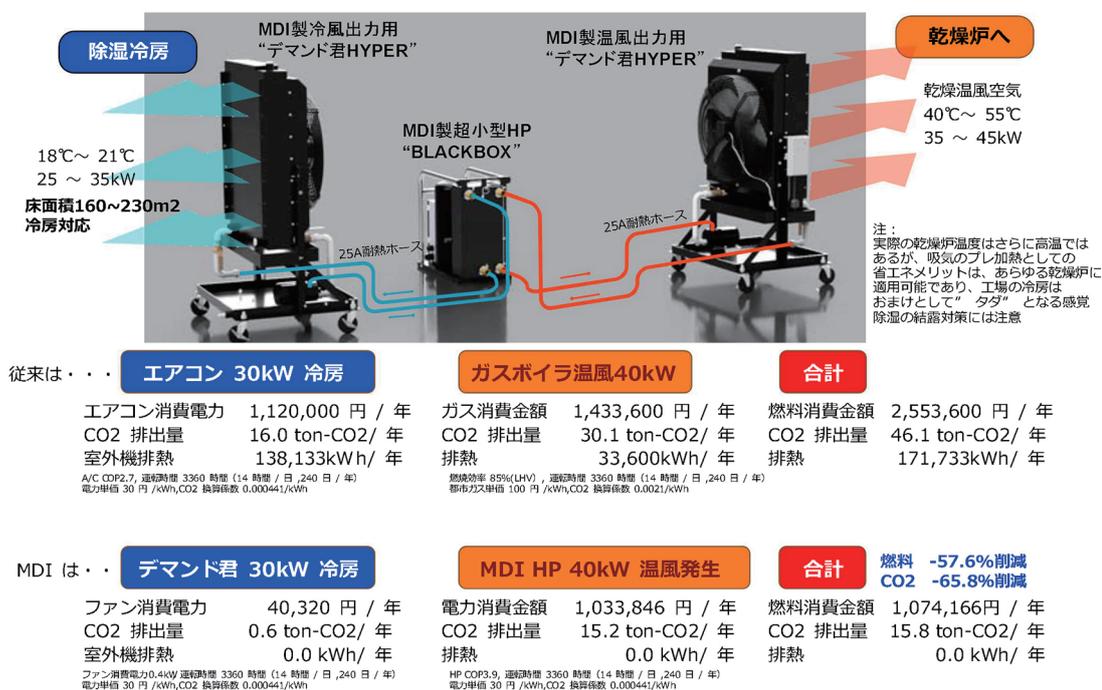


図 8 乾燥炉用 吸気加熱+工場冷房のすすめ



図 9 ダイナミック GC-S

22 kW の電力消費しかしていなかったとしても、コンプレッサの全体発熱量は 22 kW 以上の発熱をしていることから、従来のいい加減なコンプレッサ室の換気扇設計では、当然室内の温度はこもるだけで、すぐに 40℃ を超えてオーバーヒート＝運転停止問題に直結するのである。

コンプレッサの簡単な省エネ対策は、吸気冷却による機械効率向上が最優先である。

2023 年現在の日本国内の夏季の外気温度は異常な高温、高湿度であるが、コンプレッサは吸気 40℃ を超えた時点でどのメーカーであってもオーバーヒートで停止となってしまう (図 10 参照)。

塗装工場ではコンプレッサ室の高温環境である場合が多く、オーバーヒートリスクが高い。そこでエアコンを導入すればいいじゃないか？ というのは大きな過ちでありさらにエネルギーロス招いてしまうばかりか、エアコンの排気熱量は膨大であるため、温暖化に拍車をかけてしまう。そこで考えられる冷熱源は何かというと、冷却塔である。しっかりと設計された冷却塔と、超高効率熱交換器の組み合わせにより、40℃ を超える空気を 32℃ 前後へ冷却させることができる。

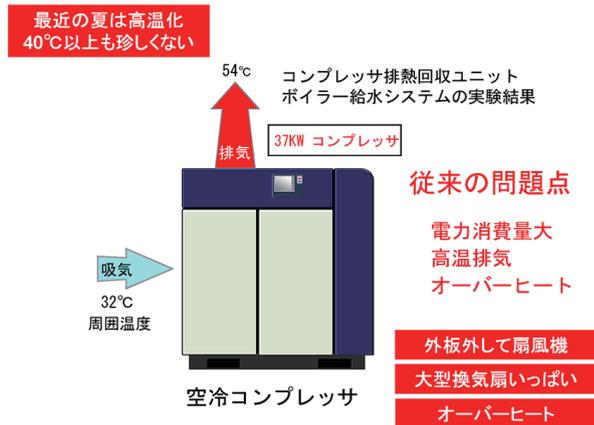


図 10 エアコンプレッサのオーバーヒート問題と対策最新情報

この冷房に必要な動力はポンプ、ファンのみでありエアコンと比較するまでもなく、省エネである。吸気温度が低下したコンプレッサは機械効率の改善が自動的にできるため安定化が可能である (図 11 参照)。

一方コンプレッサ (または集塵機) 排気熱で困っている場合、とくに排気熱が作業場に排出させてしまっている現場では、冷房したいのに暖房エネルギーが室内に投入されているために、環境悪化を自ら進んで行っているようなものである。この排気熱回収も吸気同様のシステムで行うことが可能であるため、工場内または環境にむやみに排気熱を排出させないということが実現できるのである (図 12 参照)。

3.5 エネルギーコストと今後の設備投資

従来の工場運営では、前記の通り多くの経験により構築されているものの、エネルギーコストが格安であることが前提であり、作業環境についても今日ほど灼熱化していなかったことが大きな違いである。今後も

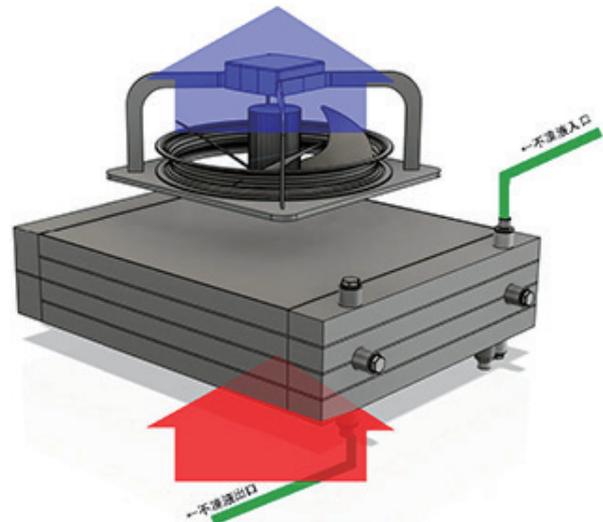


図 12

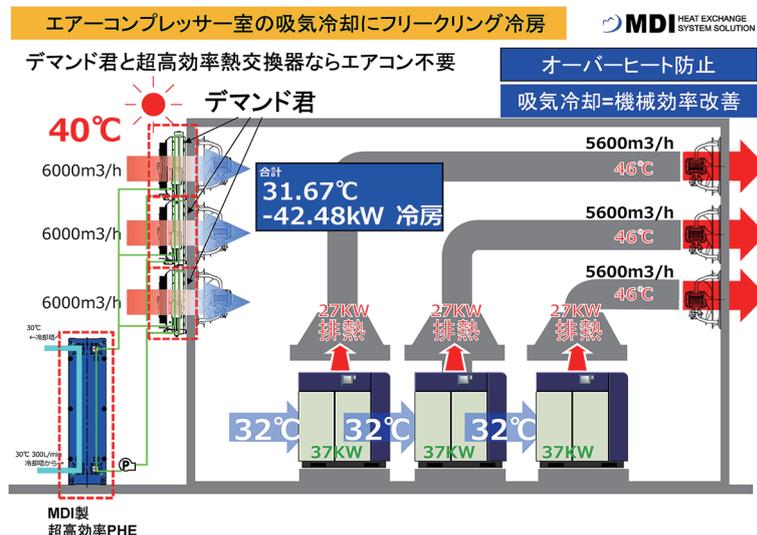


図 11 エアコンプレッサ室の吸気冷却にフリーリング冷房

エネルギーコストは下がる気配どころか、中東への紛争拡大や、円相場の弱気情勢が広がることが予想されることから一向に改善する気配はない。この現実を踏まえて工場運営側としてどうするべきかは、明確であり選択方向を間違え“従来通り”とか言っていると、納品先の大手企業からは製品を受け入れてもらえないばかりか、ESG 投資家からも環境悪化企業というレッテルを張られ大切な企業イメージも棄損してしまう。今度ばかりは方向づけをしっかりとしないとランニングコストが安くないかな？とか祈るばかりの経営思想では没落への道に直結してしまう可能性を示している。実際に他の業界ではあるが、しっかりと熱回収、環境改善を行った町工場と、従来通りのまま運営していた町工場では、明らかな違いが生まれてきており、

大きなランニングコストの違いだけでなく、新入社員の採用においても 3K、4K ともいわれる灼熱工場での根性論的な現場で働きたいという日本人は皆無であるため、近未来の人材確保においても大きな違いがあるため、死活問題に発展ししまっている現場も少なくな。できることならば、熱の“ね”の字くらいは知ってもらいたいものである。MDI では有償ではあるが熱の基礎セミナー、工場の CO₂ 削減のための熱コンサルタント業務も行っているのご興味ある方はご連絡をいただければありがたい。

MDI 株式会社

本社：神奈川県川崎市川崎区

044-201-6822 www.mdirect.jp

コーティング・コンソーシアムの活動報告

コーティング・コンソーシアム（略称：CoCo）は、（一社）日本塗料工業会、日本塗装機械工業会、（一社）国際工業塗装高度化推進会議により設立された新たなプロジェクトです。このCoCoが設立された経緯と、今回手始めに取り組んだ「CO₂排出量の意識調査アンケート」についてご紹介します。

工業塗装を取り巻く情勢は、従来からの環境問題や少子高齢化問題に加え、SDGsや脱炭素をターゲットとしたカーボンニュートラル推進、IoT・DX化が求められています。また、中小企業の後継者問題は工業塗装にとっても重要な問題であり、次世代への継承のため工業塗装の価値を再認識し伝えていかなければなりません。これらの諸問題は、工業塗装企業だけで取り組むのではなく、塗料メーカー・塗装機器設備メーカーとの連携、専門家・有識者・学術関係者などの協力も必要であると考えます。この繋がりを強固にして、さらなる科学技術の進展により、工業塗装が社会貢献度の高い存在となるために、CoCoは設立されました。

◆理念と目的

『サステナブル社会に向けた塗料・塗装業界の先進的な取組み』を理念とし、目的は以下の3点にまとめています。

- ①塗料・塗装による価値を発信するため、業界の繋がりを図る。
- ②業界外には認知の向上を、業界内には自信と誇りを醸成する。
- ③行政を含む窓口となるべく、先進事業に取り組む。

◆事業への取組み

現段階では、以下4点を課題として着手しています。

- ①塗料・塗装が社会に貢献している姿を発信する。
→各団体の会員から事例を収集し共有する。
- ②一例として、橋梁など社会資本を支えている防食塗料・塗装が、CO₂削減に貢献していることを実績として示す。→改めて行政・ユーザーへアピールする。
- ③「つくる～ぬる」のLCA算出モデルを作成する。
- ④さらに、塗料・塗装業界としてベクトルを合わせ、カーボンニュートラルへの業界宣言を発せられるように取り組む。

上記課題のうち③、④に取り組むにあたって、現時点でCO₂排出に関して工業塗装業界のみなさまがどのくらい取り組まれているのか、意識されているのかを知り、適切な課題解決に役立てようとの意図からアンケートを実施しました。

◆CO₂排出量の意識調査アンケート

アンケート実施に先立ち、工業塗装におけるCO₂排出源の排出係数を算出しました。日本塗料工業会で、代表的な工業塗料11種類のCO₂排出係数を算定しました。次に工業塗装の塗装プロセスでの熱源となる電

気・ガスのCO₂排出係数、前処理や廃棄物のCO₂排出係数を調査しました。電気・ガスは地域による違いがあり、前処理・廃棄物は詳細に作成されたものはまだなく、文献上発表されているものを用いることとしました。

◆調査内容

期間：2023年4月17日（月）～6月16日（金）

対象：工業塗装事業者の皆様

方法：インターネット、関係者訪問による紙面回答

本紙面上ではアンケート結果の一部を説明させていただきます。

◆CO₂削減に取り組んでいるか（図1）

現時点でCO₂削減に取り組んでいるかという問いに対しては、取り組んでいない事業者が63%と半数を超えました。その理由として「今は考えていない」が大半を占めました。カーボンニュートラルへの取組みは2015年国連サミットで「持続可能な開発目標（SDGs）」が採択され、日本でも2050年までにCO₂排出量を実質ゼロとする目標が宣言されるなど、サステナビリティへの意識は高まっているものの、人手や資金不足などを含め、各事業所において優先度は低い現状が明らかとなりました。

◆CO₂排出割合（図2）

工程別のCO₂排出割合調査では“塗料製造によるもの”、“電気”、“ガス”の3項目で全体の90%を占め、ライン全体の排出量が少ない事業者では塗料製造によるもの、排出量が多い事業者ではガス・電気の割合が多いなど、ライン全体の排出量により、効果的な対策は異なることが考えられました。

◆CO₂削減目標（図3）

CO₂削減目標を設定している企業の設定目標は、2025年までに50%削減から2030年までに10%削減

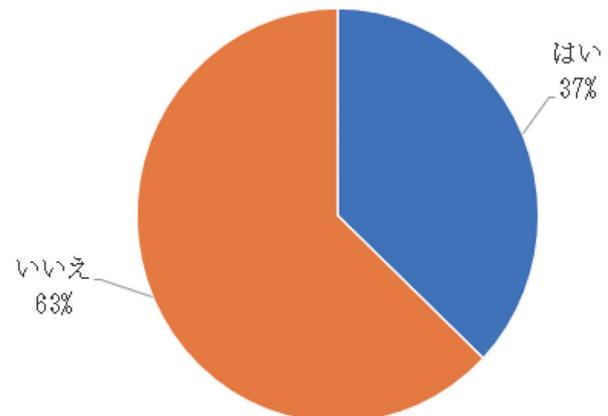


図1 CO₂削減に取り組んでいるか

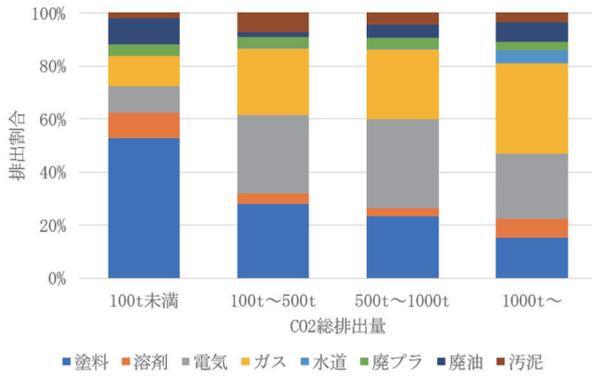


図2 CO₂ 総排出量と排出割合

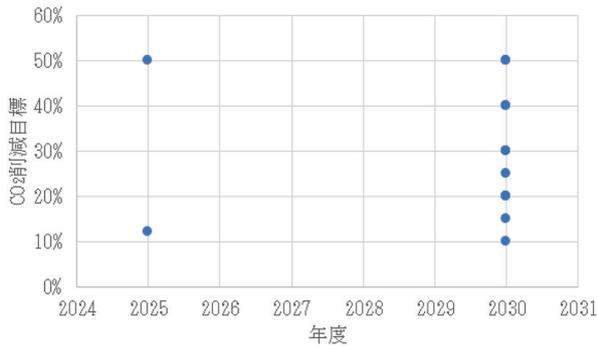


図3 CO₂ 削減目標 目標年限と目標値

まで様々でありました。

◆今後の展開

今回のアンケートにより、母数は少ないものの各工業塗装企業の実態とCO₂排出源の傾向が読み取ることができました。ここまでがステップIとなります。

ステップIIでは、アンケートによる実態調査を定期的実施し定点観測を行いながら、CO₂排出量をどのように減らしていくのか等を検討する予定としています。世界の潮流である「脱炭素」は、マテリアル、エネルギーいずれも塗料・塗装業界が直面する重要課題です。また、塗料が、すべて塗膜として使えないのは、もったいないことであり、特に工業塗装での排出や産廃部分が大きいため、実態を把握し、それをもとに塗料・塗装・塗装機器設備の改善・革新・高度化を推進していきます。

アンケート結果レポートでは巻末に塗料・塗装・機器といった着眼点の異なる3つの方向性からCO₂削減事例を紹介しているため、各社状況に合わせて取組みへのヒントとしていただければ幸いです。文末のQRコードよりご参照・ご活用ください。



CO₂ 排出量に関わる意識調査アンケート報告書



On demand powder coatings
conall[®]
 コナール

環境にやさしい、小ロット短納期、オンデマンドオーダー粉体塗料・コナール

- 1 ケース **5kg** からの指定色を製造[※]
- ご希望の色を忠実に再現
- 鮮鋭性・平滑性にすぐれ、美しい仕上がり
- 短納期

用途に応じた、豊富なラインナップ

標準タイプ	スーパーコナール	FL フッ素	屋外用最高級グレード。最高ランクの耐候性を有するフッ素樹脂粉体塗料です。
	ハイパーコナール	FH フッ素ポリエステル	屋外用高級グレード。フッ素樹脂を使いコストパフォーマンスに優れた中間グレード。
	コナール	PK 高耐候ポリエステル	1 ランク上の屋外用。耐候性と付着性のバランスが取れた使いやすい粉体塗料です。
		PU ポリエステル	一般屋外用。平滑性に優れ艶有から 3 分艶有まで調整可能です。
		PH ポリエステル	一般屋外用低温型、160°C×20分での焼付が可能です。焼付時にヤニが出ません。
		HT エポキシポリエステル	一般屋内用。強靱で鮮鋭性に優れた塗膜です。
		HL エポキシポリエステル	一般屋内用低温型、150°C×20分での焼付が可能です。
意匠性タイプ	コナール	ウェーブ	意匠性凹凸模様。溶剤系では表現できない立体的な模様で、重厚感と高級感を演出します。
		メタリック	ボンディングタイプ。溶剤系とは違うメタリックで重厚感と高級感を演出し、塗装も容易です。
		スリックスエード	新たな色彩表現とめらかな感触で商品に新しい可能性を開きます。
	コナールトーン	ハンマートーン	ハンマートーン模様。溶剤系でも長く親しまれてきたハンマートーンです。模様再現性は溶剤に比較して容易です。
		リンクルトーン	リンクル模様。縮み、チリメン、リンクルなど溶剤系でも様々な名称で親しまれてきました。粉体の模様は溶剤と比較して緻密で均一になります。
		スネークトーン	スネーク模様。リンクルトーンに似ていますが、まさに蛇革です。色を工夫することで斬新なイメージを与えることができます。
		アンティークトーン	アンティーク模様。粉体塗料独特の模様です。アンティーク、パンビー、フラッシュトーン、ハンマートンなど様々な呼称で呼ばれています。
		キャンディトーン	カラークリヤー。発色・塗装作業性だけでなく塗膜性能にもこだわり、今までのカラークリヤーを凌駕します。
	テラトーン	テラコッタ調模様。南欧素焼風の模様も粉体塗料であれば 1 コートで再現できます。	
	チョコナ	各種	ペットボトル入粉体塗料。即日出荷の 100 色カラーバリエーション。粉体塗料をより多くの人に、より多くのものに。1 本 330gx2 本入りでオンラインショップにて販売中。

※ コナールトーンなど一部の塗料を除きます。詳しくはお問い合わせください。

- 樹脂により艶の調整範囲が異なります。詳しくはお問い合わせください。
- 模様系塗料は、塗装設備・機器の種類、膜厚、焼付条件などで模様の状態が変化することがあります。
- メタリックは、塗装機器の種類、膜厚等により輝度やメタリック感が変わる場合があります。
- キャンディトーンは下地が透ける塗料ですので、下地の状態や膜厚により表情が変わります。



塗料・塗装資材の総合商社
 小ロット溶剤調色
 小ロット粉体製造
 塗装機器・設備のコーディネート

化学で人と自然の共生する明日へ



株式会社 三王 粉体事業所
 埼玉県草加市弁天 4-17-18
 TEL: 048-931-2001
 FAX: 048-931-2141
 www.san-oh-web.co.jp
 info@san-oh-web.co.jp

快適と信頼が
私たちの商品です。

表面処理の総合商社…



株式会社 **板通**

<http://www.itatsu.co.jp>

本社 〒326-0802 栃木県足利市旭町 553 TEL 0284 (41) 8181 FAX 0284 (41) 1250

本部 〒373-0015 群馬県太田市東新町 330 TEL 0276 (25) 8131 FAX 0276 (25) 8179

両毛支店/埼玉支店/高崎支店/小山支店/宇都宮支店/水戸支店/東北営業所
フィリピン/タイ/インドネシア/中国

横浜化成株式会社

本 社 ☎108-8388 東京都港区高輪2丁目21番43号 ☎03(5421)8266(大代)
大 阪 支 店 ☎530-0047 大阪市北区西天満5丁目1番9号 ☎06(6364)4981 (代)
千 葉 支 店 ☎263-0001 千葉市稲毛区長沼原町804番地 ☎043(259)2311 (代)
静 岡 営 業 所 ☎422-8067 静岡駿河区南町13番3号(TKビル) ☎054(282)5366 (代)

地球に優しい環境型塗装技術はこれからの優先課題です！！

地球環境に優しい次世代の塗装法 Powder Coating (粉体塗装)

「長さ 17.5m」「重量2.0t」最先端の生産環境におまかせください。

妥協を許さない信念で、高品質を保ち保ち続けます。

株式会社 明希

代表取締役会長 新井 かおる (薫) 代表取締役社長 新井 裕喜

〒675-1202 兵庫県加古川市八幡町野村字蟹草 616-44

TEL 079-438-2737 (代) FAX 079-438-2771 (代)

HP:<http://www.e-orca.net/~meiki/> Email:meiki_qa@e-orca.net



 城南コーティング株式会社

樹脂からマグネシウムまでをラインシステム化した多量生産方式を採用

新素材をコーティングする

粉体塗装

電着塗装

溶剤塗装

本社 〒142-0063 東京都品川区荏原 6-17-16 ☎03(3787)0711(代)

上里工場 〒369-0315 埼玉県児玉郡上里町大字大御堂字長久保1450の37 ☎0495(34)0801(代)

児玉工場 〒367-0206 埼玉県本庄市児玉町共栄 800-9 ☎0495(72)6191(代)

ISO 9001・14001 登録企業

アックでは、塗料・塗装方法・設備・機器の提供はもちろん、塗料専門商社としての経験と知識を活かして、皆様が抱える問題に対し、環境時代に最適な「アイデア」を提案します。

環境時代が求める
エコロジカル・
ペインティングへ



お客様に「信頼と満足」を

株式会社アック

www.a-c-c.co.jp

本社/名古屋市港区十一屋2-12 〒455-0831 TEL(052)381-5599

名古屋・小牧・三河・豊川・弥富・浜松・いわき・山口・東京

塗装会社が、
風土改革コンサル
はじめましたw!

自主的**考動**を育む**製造業**による**働きがい改革**

『**T-CX**』

ツツイ式 企業風土
トランスフォーメーション

自主的に考動できない…

連携できない…

やらされ感…、他人事…

離職が多い…、採用できない…



SDGs、DX、働き方改革をスムーズに運用する為には…

【自主的考動を育むアプローチ】が有効です。

聴く

問う

伝える

待つ

【お客様の声】

- ・社員だけに変化を強いていたことに気づいた。
- ・コーチがいることで実践できるようになった。
- ・ストレス無く、充実した経営ができるようになりました。
- ・家族との関係性も劇的に改善出来ました。

詳しくは**T-CX**チラシへ!



働きがい改革とわくわくSDGsと粉体塗装のパイオニア

筒井工業株式会社

素材の付加価値を向上する

地球にやさしい粉体塗料

V-PET Series

高意匠性シリーズ 特殊模様粉体塗料

エポキシ/ポリエステル系

V-PET 特殊模様 サテン

落ち着いた高級感あるサテン調仕上げ

エポキシ/ポリエステル系

V-PET 特殊模様 リンクル

立体的な3分つやからグロスの凸凹模様仕上げ

パウダーフロンシリーズ ふっ素粉体塗料

ふっ素樹脂系

パウダーフロンCW

3分つや〜フルグロスまで光沢調整が可能

ふっ素樹脂系

パウダーフロンSELA

ふっ素樹脂とポリエステル樹脂の二層分離形

…彩りに優しさをそえて…
未来へつなぐ

大日本塗料株式会社

DNT
DAI NIPPON TORYO

お問い合わせは
●大阪 ☎06-6266-3134 ●東京 ☎03-5710-4505
●小牧 ☎0568-76-5578 <https://www.dnt.co.jp/>
塗料相談室フリーダイヤル 0120-98-1716

粉体塗装のパイオニア。



独自のパルス制御で美しい仕上がりへ

新製品

Pulse Power 9000 シリーズ



Pulse Power9000S
塗料タンクモデル

Pulse Power9000TS
2丁取塗料タンクモデル

Pulse Power9000B
塗料箱モデル

Pulse Power9000TB
2丁取塗料箱モデル

東京営業 : 03-3278-4800
北関東営業所 : 028-662-7641

名古屋営業所 : 052-823-1751
大阪営業所 : 06-6386-6132

北陸出張所 : 0766-26-5131
九州営業所 : 093-631-7464



組合だより

2024年新年賀詞交歓会を開催致しました。

2024年1月26日（金）に下記会場にて、新年賀詞交歓会を開催することができましたので概略をご報告いたします。

<新年賀詞交歓会>

開催場所：第一ホテル東京 21階 「ルミエール」の間

開催時間： 16:00～17:30

ご来賓： 15名

出席者： 35名

総数： 50名

司会の立花立花が開催を宣言し、2024年1月1日に発生した能登半島地震で亡くなられて多くの方のご冥福と被災した方々へのお見舞いのため、出席者一同にて黙祷を捧げました。

その後、理事長 長谷川 智久が、ダーウィンの「最も強いものが生き残るのではなく、最も変化に敏感なものが生き残る」という言葉を引用し、我々も現在の習慣にとらわれず、新しいことにチャレンジして行きたいと新年の挨拶を行いました。



理事長 長谷川 智久

続いて、ご来賓を代表し2名の方にご挨拶を賜りました。

最初に経済産業省製造産業局素材産業課 課長補佐 井出 大志様より新年のご挨拶を賜り、産業界の現状を踏まえ、経済産業省の施策を含めご挨拶とご説明を賜りました。

お二人目として、当組合の発足当時よりお世話になっています全国中小企業団体中央会の事務局次長 佐久間一浩様よりご挨拶を賜りご来賓の挨拶を終了し、乾杯に移り日本塗装機械工業会 副会長 服部 修一様のご発声により乾杯を行いました。



経済産業省 素

材産業課 課長補佐 井出 大志様 日本塗装機械工業会副会長 服部 修一様

乾杯の後、相互の親睦を深めていただくべく、歓談の時間とご挨拶を頂戴した方以外のご来賓の方々のご紹介をさせていただきました。

新型コロナウイルス感染症が5類に移行して最初の新年賀詞交歓会でしたが、事務局の調整の不備もあり、関連団体の下部組織の新年賀詞交歓会と重複したことで、ご参加者数は予想を下回ってしまいましたが、ご多忙な折にもかかわらず50名の方にお集まりいただけたことは喜ばしいことでした。

次回この様にお集まりいただける機会は、5月21日（火）に開催を予定しております第28期の通常総会となりますので、是非ご参加賜りますようお願い申し上げます。



以上

-新規入会組合員のご紹介-

2024年9月に理事の承認を得て新たに当組合メンバーとしてご入会が有りましたので御紹介させていただきます。

<新規ご入会法人様情報>

法人名 : SEI SHIN株式会社
代表者 : 代表取締役社長 望月 聖之
住 所 : 静岡県静岡市駿河区弥生町2番58号
電 話 : 054-204-1100
事業内容 : 各種塗料・溶剤・化学薬品、塗装関連用品、塗装関連機器・設備の販売
工業用塗料の調色工場での製造
作業環境改善製品、抗菌・抗ウイルス関連、カーマット販売

<代表者様からのご挨拶>

この度、日本パウダーコーティング協同組合の組合員となりましたSEI SHIN株式会社の望月でございます。静清塗料株式会社としては既に組合員として微力ながら業界の発展に貢献すべく努力をしておりますが、この度はグループ会社であるSEI SHIN株式会社も組合員となり、更なる粉体塗料/塗装の拡大に貢献すべく、グループ一丸となって挑戦を続けて参りますので、今後とも皆様の変わらぬお引き立てを賜りますようお願い申し上げます。

以下に弊社についてのご紹介をさせていただきます。

<経営理念>

PHILOSOPHY

多くの人に必要とされ多くの人に幸せをお届けする

1. Mission

世界の未来を彩る

お取引様のお力を借りながら、社会を・人を・時代を彩るお手伝いをします。

2. Vision

塗料の枠を超えた新しい価値の提供

これまでの事業（塗料、化成品、設備など）における基盤を大切に、かつ強化しながらこれまでの事業にとらわれず、新しい目線でお取引先様ほか、多くの方に期待される価値を創造・提供してまいります。

3. Value

Challenge・Change・Chanceを軸に誠意と感謝を持って挑戦し続ける

Challenge

失敗を恐れることなく、変えることへの喜びをもって挑戦する

Change

現状にとらわれることなく、皆様の信頼と期待に応えるべく変革する

Chance

何事においても好機ととらえ、どうすれば出来るかを情熱を持って取り組む

<事業について>

弊社では、以下の4つの分野を中心に事業を展開し社会に貢献すべく努力を続けています。

1. 塗料関連事業

色彩やコスト、用途など塗料や塗装を見直すきっかけは多種多様です。

お客様のご要望をお伺いし、最適な塗料や塗装機器、塗装システム、設備・工程のご提案をさせていただきます。

2. 作業環境改善事業

作業環境や安全衛生の改善、向上を図れる製品を扱っています。

「床への漏洩を防ぎたい」「立ち仕事の疲労を軽減したい」など、お客様の不満・不安を解消いたします。現場で実際にサンプルをご利用いただき、効果を実感してから導入することも可能です。

3. 抗菌・抗ウイルス関連事業

新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、感染症対策への意識が高まっています。

「安心安全な環境を提供したい/お客様の健康を守りたい」という想いから、抗菌・抗ウイルス対策をご提案させていただいております。

4. カーマット販売事業

当社ブランド”レゴプラ”は国産カーマットメーカーとしてお客様に喜んでいただける商品開発を行なっております。



SEISHIN株式会社
代表取締役社長 望月 聖之

表紙解説

表紙絵画：小島輝夫

表紙写真

「富士黎明」

山小屋を午前3時過ぎに出発し、夜明け前に撮影スポットに到着した。やがて、東の空が白みだし始めると富士山がくっきりと姿を現した。天空は徐々に黄金色に染まり荘厳な景色と化した（南アルプス南部「中盛山」2806mと「大沢岳」の鞍部から）。

パウダーコーティング

ISSN 1346-6739

2024年2月13日 Vol.24 No.1

発行所：日本パウダーコーティング協同組合(JAPCA)

東京都港区芝5-31-16 YCCビル9F

TEL: 03-3451-8555 FAX: 03-3451-9155

URL: <http://www.powder-coating.or.jp>

制作：パウダーコーティング誌制作部

©2024 日本パウダーコーティング協同組合

本誌に記載されたすべての記事内容について、日本パウダーコーティング協同組合の許可なく転載・複写することを禁じる。

パウダーコーティング
二〇二四年二月十三日
定価 二〇〇〇円

ISSN 1346-6739
Vol.24 No.1

発行：日本パウダーコーティング協同組合 (JAPCA)
東京都港区芝五丁目一六 YCCビル
制作：パウダーコーティング誌制作部