

NFE2 に関する質問です。

○素材の説明を行うために

・中身が多すぎる材料のために、理解が難しいです。フッ素イオン化樹脂、Cu,Ag、光触媒等。各々が独立して機能を有すのか？補強・連携または阻害しあうことがあるのか？各々の役割や関係をお教えてください。

→当社光触媒液剤は成分がごくシンプルで内容を全部公開しておりますので「多すぎる材料」はちょっと違うと言う気がします。ご説明不足を反省しております。

フッ素樹脂：粉末成分を素材に付着させるためのバインダーです。銅、銀がイオン化した際のイオンの保持も担っております。

Cu、Ag：光触媒に不足している殺菌、防カビ、抗ウィルス機能を補強するための成分です。

光触媒：消臭、セルフクリーニング機能を担っていますが金属粒子である Cu、Ag をイオン化する作用もあります。

原則的にこれ以外の成分はありません。

・フッ素イオン化樹脂とは何か？ フッ素系イオン交換樹脂のことでしょうか？化学物質名として聞いたことが無いので教えてください(不勉強ですみません)。どの様な構造になっているのでしょうか。

→フッ素樹脂は非常に多岐にわたる種類がありますが、Nafion (商品名) というフッ素樹脂を採用しております。これはネットでそのまま検索しますと性能や構造等々詳細な説明が得られます。採用のポイントとしては「光触媒反応に強靱である」「光触媒反応を阻害しない(むしろ促進する)」「水&アルコールに常温で溶解する」の3点がありました。このようなフッ素樹脂はこれだけです。ちなみに Nafion は水に溶解してはおりますが、いったん硬化乾燥すると熱水にもまったく溶解しなくなるという面白い性質を有しております、あらゆる有機ポリマーになかでのような性質を示すのは Nafion だけです。

・樹脂として塗料となっているのはフッ素系樹脂で、機能を発揮するのが光触媒や Cu,Ag でしょうか？

→その通りです。

・光触媒は酸化能力が強いので、普通の樹脂では長持ちせず、フッ素系樹脂を用いていると考えればよろしいでしょうか？光触媒は接触により機能を発揮すると思うので、塗工後、硬化したフッ素系樹脂内の光触媒は大気中に顔を出しているのでしょうか？それは、乾燥時

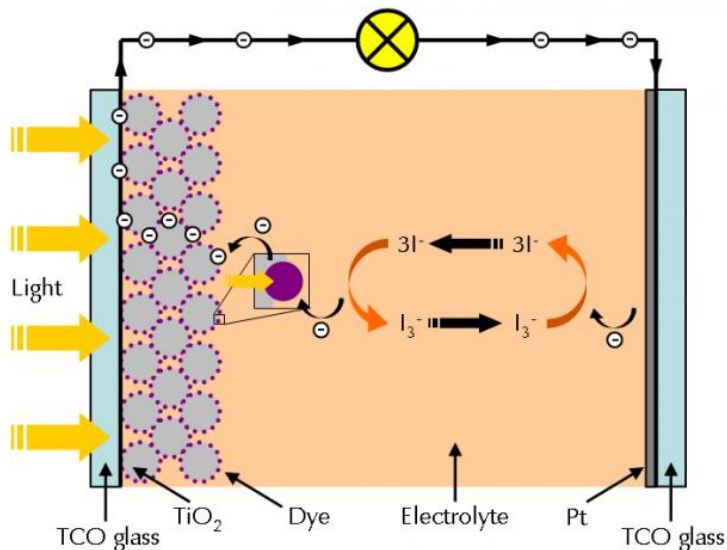
Chemical Technology

に塗膜が薄くなり、自動的に顔を出すのでしょうか？それとも、その周囲に亀裂が入るような仕組みがあるのでしょうか？

→通常の有機ポリマーは光触媒反応で劣化しますが、これは年単位の長い期間を要します。表面で発生する活性酸素は瞬時あるいは短時間で大きな有機物を分解するような激烈な反応を起こさないことが徐々に判ってきました。加えて光触媒が接触に因るしか機能を発揮しないという説は一部の学者の妄言でして、実際には光触媒反応で発生したレドックス対といわれる成分が反応を起こすことが知られておりまして例えば色素増感太陽電池はヨードが光触媒で反応しております。

また、色素自体にもたとえばハイビスカス抽出液等の天然色素を採用している例もあることから「光触媒の酸化反応は有機物を短期間に分解してしまう」という説は否定されます。

そしてこの当社の光触媒コーティング液の場合は過酸化水素 H_2O_2 が多彩な酸化反応を生じさせております。



他方実際、光触媒にはその反応を永遠に止めてしまう触媒毒がけっこうありますので、このような触媒毒から護るという観点からも表面はコーティングされる方が好ましいと考えております。

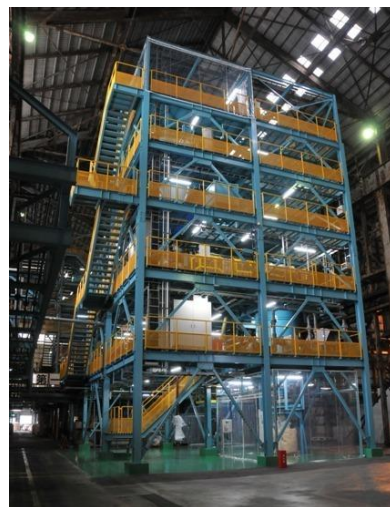
・もともと、光触媒の光感受性（紫外線等による励起？）を高めるのに、Cu,Ag を用いたとも感じますが、改良による光触媒の光感受性は、波長や光強度などがどの様になったのかデータがありますでしょうか。（適当に光感受性などの用語をしましたが、正式には何といえよいのでしょうか）

→上述のように Cu,Ag は光触媒の感度を向上させるために添加しているのではなく殺菌機能を持たせるために添加しております。光触媒が室内光でも反応するという事は単に室内光でも反応するグレードの光触媒を採用しているに過ぎません。これも公開しておりますが当社の場合光触媒としての酸化チタンはダイセルの「セルミューズ」という可視光応答型で実績のある製品を採用しております。酸化チタン以外の光触媒もちろんもうプロ

Chemical Technology

グ等でご紹介のように研究し製品化もしております。ちなみに当社を含めた光触媒コーティング剤メーカーは粉末である光触媒はその専門酸化チタンメーカーから購入せざるを得ず、業界としては完全に分業が成立しております。

光触媒の製造プロセスは大規模でありしかも中間原料は4塩化チタンという劇物ですので小さなベンチャー程度の規模の企業が扱えるような物質ではないという現実的な理由もあります。



今は、光触媒も紫外線でなくても良いようなことは聞いたことがありますが、それは日光中の弱い紫外線でも良いのか、波長的に紫外線でなくても良いとのことでしょうか？

→上述のように「可視光でも反応する」とされている光触媒が最近によく紹介されておりますが光のエネルギーは波長に反比例しますのでやはり UV 光のほうが反応エネルギーの点で好ましいことには変わりなく、光量の多さとコストの安さとも勘案して当社では「室内でもできるだけ太陽光が射す窓側を重点的に施工してください」とアドバイスさせていただいております。ただ、室内光でも反応は致します。消臭機能はモロに光エネルギー反応に因りますが殺菌、防カビ、抗ウイルス性能は層が親水性になる程度の光で十分イオンが発生しますからこの用途では室内光で十分と言えます。つまり、とくに室内では求められる性能により光源のアドバイスが必要な場合が多いです。

・光触媒には超親水性により壁面の雨水による汚れ防止効果などが謳われていますが、この塗料にはどうでしょうか。撥水性の高いフッ素樹脂との組み合わせでも、なぜ、超親水性が出るのでしょうか？(現象は聞いていますが理屈は分かりません。)

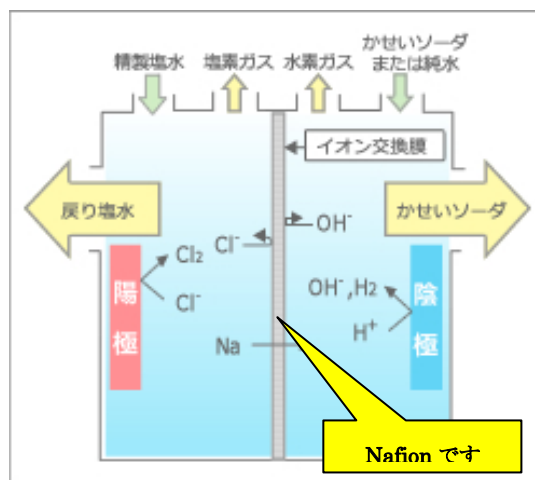
→フッ素樹脂を採用しているものの体積の 60%以上を光触媒が占めている膜構造になっておりますので光触媒の超親水性がよく発現します。また、Nafion というフッ素樹脂はちょっと特異な構造でしてイオン交換樹脂の性質も有しておりますので膜内に結晶水を含みます。これもフッ素樹脂としては特異な「親水性」に繋がります。親水性で防ぐことが可能な汚れはしたがって油性汚染だけです。屋外では煤煙汚れだけに効果がありまして、オールマイティとみなされると期待を裏切ります。反面、室内でも油性汚染は防止しますので手垢の汚れや靴の裏の汚れを防ぐ効果も見込めます。

・イオン交換樹脂はあるイオンを除去するために用いられることが多く、再生反応をさせなければ取り込んだイオンを放出しないと聞いております。Cu や Ag がイオン化して樹脂内を移動するとの説明を聞きましたが、そのイオンは樹脂に取り込まれて動けなくなるので

Chemical Technology

はないでしょうか。

→Nafion はカチオン交換樹脂の一種です。たとえばイオン交換法により塩水から真水を得るにはカチオン交換樹脂は塩水中の Na^+ を H^+ に置換する働きをしますがだんだん Na^+ に置き換わってくると H^+ の量が減り能力が低下しますので再生しないといけません。この場合には HCl つまり大量の H^+ を流して Na^+ を押し流すという工程になり、決して Na^+ が樹脂と結合してしまったわけではありません。そして実は Nafion の主要な用途はソーダ電解層の隔膜です。食塩電解層で陽極に発生する塩素と陰極で発生する苛性ソーダが再結合して食塩に戻らないようにする隔壁ですが「 Na^+ イオンはスカスカ通すが Cl^- イオンは絶対に通さない」というカチオン交換樹脂独特の性能を活かした結果です。樹脂の中を陽イオン（カチオン）が自由に泳ぎ回っている証拠でもありますね。また Nafion の側鎖官能基はスルホン酸 SO_3H ですから疑似的に硫酸と見なせます。ですから陽イオンと結合して離れにくいかどうかは硫酸塩での水への溶解度が参考になると思います。硫酸銅の水への溶解度 203g/l 、硫酸銀 5.7g/l 、けっこう水によく溶ける、ということはスルホン酸との結びつきが弱いこと、自由に泳ぎ回れることをデータとして示しています。



樹脂内を Cu や Ag のイオンが自由に動き回るのは何故でしょうか？また、通常のプラスチックの中で金属がイオンを放出したり、動き回るのはあまり聞いたことが無いのですが、この樹脂ではなぜ可能でしょうか？高吸水ポリマーを含め、含水高分子等なら多少可能性を感じますが、樹脂のネットワークが荒く水を内部に保持できるなどあるのでしょうか？

→もちろんイオンは水に溶解して水のなかを移動する性質がありますので親水性のまるでない一般的な塗膜やプラスチックでは移動どころか存在自体が不可能ですが、イオン交換樹脂（陽イオン系はカチオン交換樹脂、陰イオン系はアニオン交換樹脂と称しますが）は上述のように一般的にイオンの吸放出を行っております。またたとえば紙おむつに採用されているような含水高分子であれば同様の働きをします。ただ、それらは光触媒に対する耐性が弱いこと、耐水性にも乏しいことから光触媒用原料としてはちょっと使いにくいという欠点があります。

・水系塗料と思いますが、濃度はどの程度でしょうか？

→これは残念ながら企業秘密です。

Chemical Technology

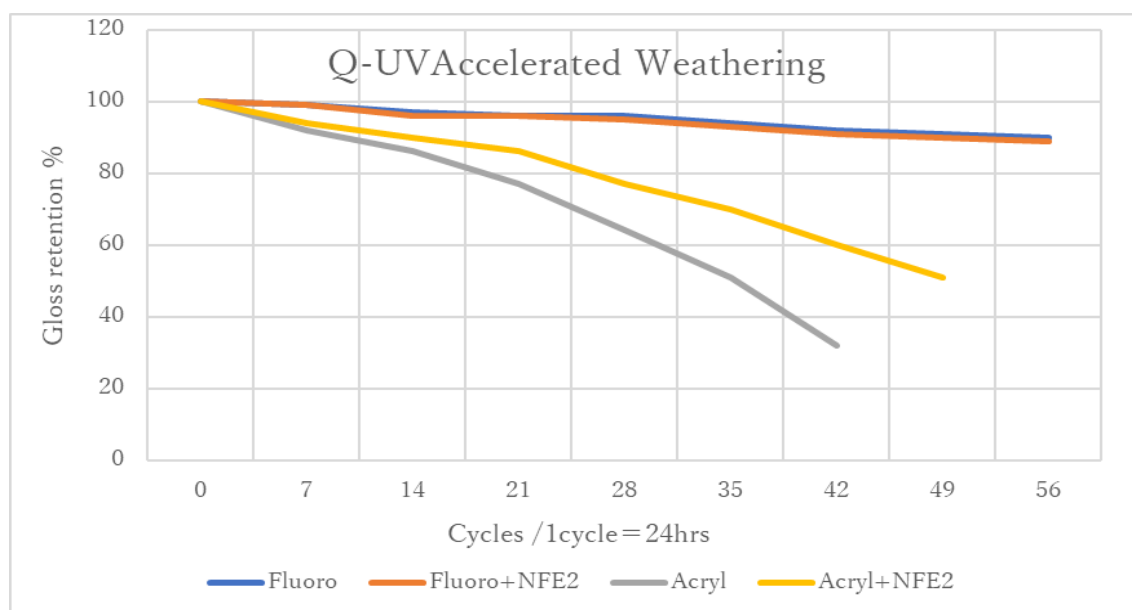
・皮膜の耐薬品性はいかがでしょうか？酸、アルカリ、溶剤等お教えてください。

→ソーダ電解槽や燃料電池内では90℃以上、強酸、強アルカリの環境中で何年も稼働を続けている実績がありますので耐薬品性は折り紙付きです。耐水性は前述のように沸騰水にも十分に耐えるほどの強靭さを示します。1点だけご注意ください、膜が常温で数週間の時間をかけた完全乾燥状態でないと耐アルコール性が出ないことです。完全乾燥まではアルコールによる清拭は避けていただきますようお願いします。

○塗膜の耐久性、用途等

・この塗膜の特徴として、耐久性はどうでしょうか。暴露試験や加速劣化（熱、雨水、塩害、紫外線等光）のデータをお教えてください。どの様な性質がどの程度低下するのでしょうか？

→上述のように赤道直下での屋外の耐久性にまで実績を有している光触媒はこれだけですが促進耐候性等のデータはホームページをご参照ください。もっとも短時間で低下が危惧される性能は殺菌、防カビ、抗ウィルス機能で、金属銅、銀粒子が消耗しつくされると機能も失われます。その期間を屋外であればおよそ5年と見積もっております。屋内では消耗する要因がありませんので下地面が健全である限りは半永久的に持続すると考えております。



・この皮膜の耐摩耗性はいかがでしょうか？皮膜の硬度はどの程度でしょうか？椅子などの座る面や歩行面や駐車場や道路などへの適用は可能でしょうか。

→光触媒皮膜は既述のようにごく薄膜ですのでふつうに考えれば耐摩耗性を求められる部位に施工するには無理がありますが、当社では施工仕様や下地状態も工夫してそれを可能にしております。現に屋外駐車場床面にも施工されて性能を発揮し続けておりますが、これはノウハウに属する項目でございますので個別に NDA 締結後にお伝えしたいと思います。

Chemical Technology

す。

・この塗膜の柔らかさはどの様でしょうか？つまり、曲げる面などへの施工は可能でしょうか。

→可能です、フッ素樹脂は柔軟性が特徴ですので。逆に硬度はそれほど高くなりません。

・この塗料を使える対象の素材はどのようなもので、その理由はなぜでしょうか？逆に適性のない素材(ゴム、プラスチック etc)は何でしょうか？

→ゴムやプラスチックを含むほとんどすべての素材に付着して能力を発揮するように設計しておりますが、手摺りやドアノブ等の耐摩耗性の求められる部位へは第 3 成分を加えて耐摩耗性を向上させたそれ専用の液剤をご用意しております。当社光触媒は「検証可能」であることが特長なので逆説的には「剥離するとすぐわかる」という性質もありますから無責任に「〇年の耐久性がある」とは言えません。シリコンシーラントにはさすがに直接は接着しにくいのでプライマーをご用意しております。

・この塗料を塗ったときの耐久性は何年程度とみればよろしいでしょうか？雨風に当たる面、直射日光の強く当たる面、摩擦力のかかる面など何年程度とみればよろしいでしょうか？

→屋外での実際の耐久性を正確に評価するためには現在でも大手を含めて塗料各社は沖縄や九州や海浜部で屋外曝露試験を実施しておりますが、当社はほぼ赤道直下のブルネイ大学理学部屋上に曝露場を有しており、そこでの屋外曝露試験を実施しております。南シナ海を望む熱帯雨林の水平曝露で一番古い曝露サンプルは5年経過しておりますが劣化は見られません。ちなみに光触媒コーティングメーカーでそもそも屋外曝露試験を実施しているのは当社だけです。



・透明塗料でしょうか、白色塗料でしょうか、着色（顔料系、染料系）は可能でしょうか？

→光触媒塗料は厚みが1ミクロン前後の薄膜なので完全な着色は不可能ですがカラークリヤー程度の着色は可能です。しかし着色顔料に貴重なエネルギー源の光を吸われてしまうため効率はかなり低下します。あまりお奨めしません。逆に光触媒として採用している酸化チタンは白色顔料でもありますから透明といえどもうっすらと白くなります。濃色下地への適用には別の手段がございますので個別にご相談ください。

・この塗膜がダメになる場合は、塗料として剥がれるときでしょうか、粉が吹くときでしょ

ChemicalTechnology

うか、脱臭能力や抗菌能力や光触媒機能が低下したとき（粒子の欠落？）でしょうか？

・塗り直しが必要になる場合、何を根拠に判断すればよいでしょうか？特に、外観的要素があればお教えてください。（粉拭き、部分欠落、着色、不透明化 etc）

→上述のように薄膜であるためいちばんの劣化因子である UV 光をこの層だけで止めることはできません。ある程度この層を突き抜けた UV が下地層を劣化させてそれと一緒に剥落するという劣化プロセスが想定されます。室内用途ではルーペで銅粉が確認できなくなればそれが剥落の目安ですが屋外用途では汚染の進行やカビの発生が目安になると考えております。

○機能について

・抗ウイルス性は、おそらく非伝染性ウイルスでしていると思いますが、新型コロナウイルス（伝染性）を用いての試験ではないと判断してよろしいでしょうか？（新型コロナウイルスへの効果を否定しているわけではありません。）

一般的なバクテリオファージ、インフルエンザウイルス、ノロウイルス以外にももちろん新型コロナウイルスに関するエビデンスも繰り返し得ておりましてホームページで公開しています。また、ブログで解説しておりますが新型コロナウイルスは発症したときの症状が重篤なものの生命力？はそれほど強くなく殺菌作用にインフルエンザウイルスの不活性化程度の能力があれば十分に不活性化できることが明らかになりました。

・抗菌、殺菌は、白癬菌に対しても効果が出てるのはすごいです、それ以外の菌のデータはどのようなになっているのでしょうか？

→大腸菌、黄色ブドウ球菌での試験も経ております。

・ウイルスは不活化という表現が適切でしょうか。除去という表現は不適切では。感染対価数値とは何でしょうか？どのような試験を行い、どのような数値なら良いのでしょうか。

→ウイルスは生物ではないので死滅という言葉が適当ではなく、不活性化とか除去とかという用語を業界では使っております。同義と考えていただいて差し支えございません。感染価はたとえば10000000が10になれば1/10000000と表現しますがゼロの数が多すぎて分かりにくいのでゼロの数で表現します。これを対数値といいますが、この例では6.0となります。2.0以上であれば合格としている場合が多いですが試験条件の詳細は日本食品分析センター等の試験機関のホームページをご参照ください。

・脱臭は、極性基の臭い（有機無機、酸アルカリ：代表：アンモニア、硫化水素、メチルメルカプタン、トリメチルアミン）、無極性の臭い（ベンゼン等）に対して、効果の優劣等はいかがでしょうか？

→光触媒は広義の電解反応つまり電解質としての水の中で進行する反応なので水に溶けな

ChemicalTechnology

い無極性ガスはまず「水に溶解する」というプロセスがないのでこれに対する効果は理論上ないか非常に少ないです。

・各機能の特徴として、塗料面が濡れている場合、空気中が高湿度の場合、乾燥時の場合、高温や低温（零下含む）の場合など、抗ウィルス、抗菌抗カビ、脱臭、空気浄化、セルフクリーニングなどの各機能の機能低下や機能向上があるでしょうか。

→上と同じくある程度の湿気、水分がないと反応は進みません。表面が親水性になっていない光触媒（モドキ）の面では抗ウィルス、抗菌抗カビ、脱臭、空気浄化、セルフクリーニングのすべての機能はないか弱いです。

・長期持続性という観点から、各々の機能のどの様なデータがあるのでしょうか。

→促進耐候性や現実の屋外曝露データを揃えております。とくに当社では上述のように赤道直下のブルネイでの屋外曝露を継続実施しており、このような過酷な環境での長期持続性の試験を実施している塗料関連メーカーはニッペ、カンペ等の大手も含めてどこもありません。