

特願2022-087435

ガラス及び太陽光パネル向け
帯電防止用防汚コーティング剤

ソーラーパネルの汚れ付着による発電効率低下対策商品

強帯電防止防汚&超親水セルフクリーニングコート

「ソーラーセルフメンテナンスコートCNT」



省エネ

ECO SHOP

消費コート

断熱コート

防汚コート



帯電防止を優先した防汚コート フッ素、光触媒から帯電防止の時代へ

帯電防止機能を最優先した超親水コート剤の開発

第一期;2000年~2021年・スーパーガラスバリア

当社では、これまで防汚コート剤の代表格とも称されてきたフッ素コート、光触媒コートの問題点を把握し、その課題を克服するため、防汚に対する発想の大転換をしました。

汚れは付かないことがベストであると考え「**汚れは付きづらくする。付いても取れやすくする**」をテーマとし、そして開発した防汚コート剤は、帯電防止で黄砂やカーボンのような無機汚れを極力寄せ付けず、付いた汚れは光の有無に関係なく超親水でセルフクリーニングする世界初となる、無機100%の帯電防止・超親水防汚コートです。外壁および外装材、塗装塗膜などに抜群の防汚効果を発揮します。

2000年から、無機密着バインダーをベースに酸化スズの帯電防止効果で、常温で速硬化し、**導電性10の8乗**の帯電防止により、黄砂やカーボンの汚れを呼び込まず、付着を極力少なくします。スーパーガラスバリアの商品名で日本初め世界各国に施工実績あり、累計1000万㎡の材料を販売してきました。

第二期;2022年~ソーラーセルフメンテナンスコートCNT・WSガードコートCNT

今回、スーパーガラスバリアに帯電防止効果を大幅アップさせる目的で**単層カーボンナノチューブ**をバインディングすることに成功し、**導電性10の4乗**という驚異的な帯電防止機能を発揮するCNTバインディング商品を完成させました。単層CNTの添加により、密着性、強度、耐薬品性、耐候性が大幅にアップでき、熱伝導率のアップによる解氷促進機能はじめ、塩害地における防汚対策、寒冷地における防汚対策など使用用途が大幅に広がりました。湿度に依存せず、乾燥時でも**導電性10の4乗**を発揮するため、クリーンルームや砂漠地帯でも帯電防止防汚効果を期待できます。

導電性
10の4乗

単層カーボンナノチューブ=SWCNTとは

「TUBALL」単層カーボンナノチューブは、ルクセンブルグに本拠地を置くOCSiAL社の商品です。

2023年には年間250トン生産設備を誇る世界最大のメーカーで、楠本化成(株)が日本総代理店です。

今回、楠本化成(株)の分散・湿潤技術を使った日本独自の分散液とスケッチのナノテク技術のコラボにより、これまで20年以上世界中に1000万㎡分の販売実績の無機100%の超親水セルフクリーニングコート剤にバインディングすることで強帯電防止10の3~4乗のコーティング剤を開発しました。強帯電防止性能のアップのほかにSWCNTが持つ強度、密着性、耐薬品性、耐候性などの大幅な機能性をアップすることができます。

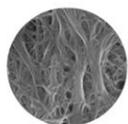
これによりいろいろなマーケットで利用可能になり、新たな用途開発にチャレンジしていきます。ぜひ用途開発にご参加ください



カーボンブラック
CARBON BLACK
20 - 40%



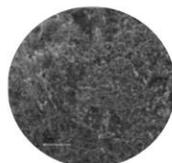
金属フィラー
METAL FILLERS
15 - 35%



カーボンファイバー
CARBON FIBERS
3 - 12%

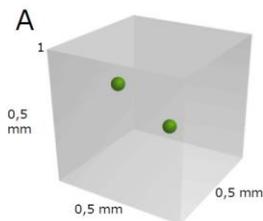


多層カーボンナノチューブ
MWCNT
1 - 6%

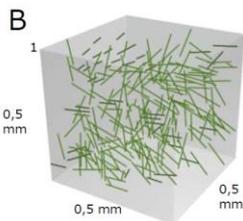


単層カーボン
ナノチューブ
SWCNT
0.001 - 0.01%

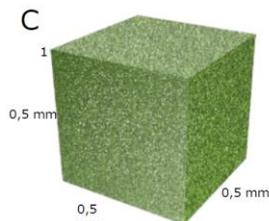
少量添加で、ナノ材料との緻密性が上がり、それによる機械的強度、導電性、熱伝導性を強化できます



微粒子
MICROPARTICLES



カーボンナノファイバー
CARBON NANOFIBERS



SWCNT

SWCNTの特性

- 1、銅より5倍軽い
- 2、鋼鉄より100倍強い
- 3、真空中で2800℃まで安定
- 4、最高のアスペクト比3000以上
- 5、直径~2nm・長さ~4μm
- 6、アルミの10倍の熱伝導率
- 7、低濃度で強導電性

スケッチのSGBバインダー6つ特徴

- ①、超親水セルフクリーニング性
- ②、帯電防止機能10の9乗
- ③、常温速乾硬化
- ④、無機100%・ハードコート
- ⑤、高透明、低屈折
- ⑥、耐薬品性



大幅機能アップ

- 成分
- ・SiO₂
 - ・SnO₂
 - ・メタノール
 - ・水

- 成分
- ・SiO₂
 - ・SnO₂
 - ・メタノール
 - ・水

+ WO₃
単層CNT

- ①、+強帯電防止10の4乗
- ②、+光触媒、有機物分解
- ③、+密着強化
- ④、+耐摩耗性・ハードコート
- ⑤、+解氷触効効果
- ⑥、+耐薬品性
- ⑦、+耐候性

WO3・単層カーボンナノチューブ添加により大幅機能アップ

実績豊富な従来定番商品；スーパーガラスバリア

帯電防止防止超親水セルフクリーニングコートとして、外装材の防汚コートとして、15年以上の施工実績があり、日本はじめ世界各国に1000万㎡の材料販売実績があるメイン商品です。

スケッチのSGBバインダー6つ特徴

成分

- ・SiO2
- ・SnO2
- ・メタノール
- ・水

- ①、超親水セルフクリーニング性
- ②、帯電防止機能10の9乗
- ③、常温速乾硬化
- ④、無機100%・ハードコート
- ⑤、高透明、低屈折
- ⑥、耐薬品性



ソーラ-セルフメンテコートCNT

特願2022-087435

ガラス及び太陽光パネル向け
帯電防止用防汚コーティング剤

・スーパーガラスバリアに可視光光触媒WO3と単層カーボンナノチューブの機能を追加した高性能タイプ。特許出願中
帯電防止機能の大幅アップ、耐薬品性、耐候性、密着性、耐摩耗性がアップ。

大幅機能アップ

成分

- ・SiO2
- ・SnO2
- ・メタノール
- ・水

+ WO3
単層CNT

- ①、+強帯電防止10の4乗
- ②、+光触媒、有機物分解
- ③、+密着強化
- ④、+耐摩耗性・ハードコート
- ⑤、+解氷促進効果
- ⑥、+耐薬品性
- ⑦、+耐候性

従来型「スーパーガラスバリア」と「ソーラ-セルフメンテナンスコートCNT」との違いとは？

超親水機能とは？

基材に水がはじかなくなり、ベターと伸び広がる状態。汚れの下に水が入り込み、汚れを浮かせて洗い流すセルフクリーニング効果と視界クッキリ、ハッキリもり防止効果が得られます。また雨垂れ、水垢付着抑止効果もあります。

帯電防止機能とは？

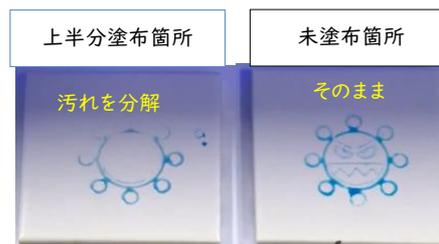
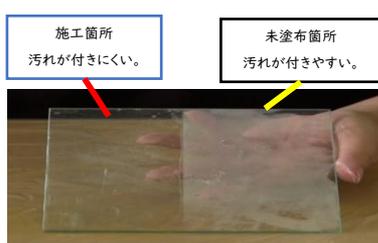
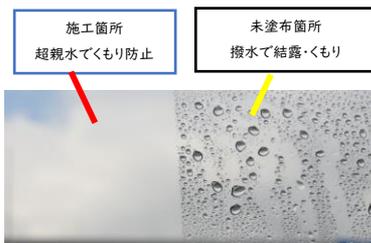
基材から静電気が発生しなくなり、黄砂、土埃など無機の汚れをメインに汚れ自体が付きづらくなる効果が得られます。帯電防止ナノ材料=SnO2を建材向け防汚コートとして製品化できたのは、世界で当社だけのオンリーワン技術です。

光触媒効果

光触媒は太陽や蛍光灯などの光が当たると、その表面で強力な酸化力が生まれ、接触してくる有機の汚れ(油汚れ・樹脂汚れ等)を分解・除去することができる環境浄化材料です。

強帯電防止機能とは？

単層カーボンナノチューブのバインディングにより、導電性が大幅にアップ。帯電防止防汚により汚れの付着を大幅に削減できます。



導電性
10の4乗

帯電防止強化



+帯電防止

+密着強化

+耐摩耗性

+耐薬品性

+解氷促進

+耐候性

開発品『従来品スーパーガラスバリアSGB+単層CNT』の評価試験

目的
世界最大生産を誇るルクセンブルグのOCSIAL社のTUBALL単層カーボンナノチューブを日本で分散、スケッチのスーパーガラスバリアにバインディングすることにより、帯電防止性能のアップをテスト。

単層カーボンナノチューブを添加するだけで素材の特性(機械的強度、電気導電性、熱伝導性)を大幅に改善できる。今回添加対象となるスケッチ製スーパーガラスバリア(以下SGBとする。)は帯電防止機能と超親水機能を併せ持つ無機透明のコーティング剤である。バインダーとしても使用でき、相性のいいナノ材料を添加することによってその他の機能性を付与することもできる。
本試験の目的は上記単層カーボンナノチューブを添加することにより、SGBの導電性もしくは塗膜強度の向上やその他新機能性追加の確認となる

まとめ
SGBに試作品TUBALLのSWCNT (Single Wall Carbon Nano Tube) を添加したものが液体での安定性もよく、当初の期待通り単層CNTによる導電性 および機械的強度(=耐摩耗性)の向上が確認できた。

単層カーボンナノチューブ添加により大幅機能アップ

従来品
SGB



+



帯電防止強化

導電性
10の4乗

大幅機能アップ

+帯電防止

+密着強化

+耐摩耗性

+耐薬品性

+解氷促進

+耐候性

今回SGBにSWCNT添加後、段階的に以下検証を行った。

- 1) 液体状での相性について
- 2) 塗布後の外観について
- 3) 表面抵抗値と可視光透過率について
- 4) 親水性について
- 5) 乾式摩擦および湿式摩擦での塗膜強度について
- 6) 摩擦後の導電性、親水性について

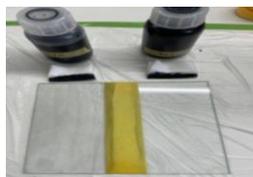
1) 液体状での相性について 相性◎

SGBとの馴染みが一番いい。細かい粒径も見受けられず、安定している様子。



2) 塗布後の外観について

ガラスの下地調整はなし、ウェスで1回塗りを行った。



3) 表面抵抗値と透過率について: 10Ω4・透過率は若干アップ

塗膜の水分が残っている等の可能性を考慮し、加熱や1日時間において検証してみたがやはり10Ω4を発揮していた。可視光透過率は、コートした後も低下せず、若干アップした。

SGB単体 error

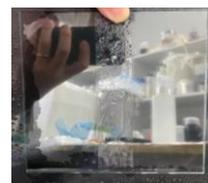


SGB+SWCNT+WO3 10Ω4



※ガラスにコート、表面抵抗値計にて10の4乗の導電性を実証。

4) 親水性について SGBと同じように従来通りの親水性を発揮



通常ガラス表面は水をかけた際水滴状になる撥水(=水滴接触角の高い)の状態となってしまう。SGBはその表面が広がれる親水(=水滴接触角が低い)の状態に改質することができる。
ナノ材料を添加した際も同様の親水性が向上する場合、変化がない場合、低下してしまう場合の3パターンがある。

5) 乾式摩擦および湿式摩擦での塗膜強度について

SGBは200nmの凹凸の膜を常温環境下で成膜し、帯電防止性と超親水性を付与するコーティング兼バインダーである。構造上摩耗に弱いという課題があり、定期メンテナンスを行うような箇所への適応の為、過去ナノダイヤやWO3などで耐摩耗性の強化を試してきた。
今回各箇所を湿式30回、乾式30回でふき取り摩擦を行い、塗膜の状態を観察した。通常SGB単体の場合、湿式摩擦では塗膜に影響の出ないものの、乾式摩擦を行った場合少しずつコーティング面に薄い傷(おそらく塗膜が削げている)ができてしまい、それを繰り返していくとコーティング膜が完全に剥げてしまう。
SGB+SWCNTは既定回数以上乾式摩擦を行っても塗膜への傷が見受けられず明らかな耐摩耗性の向上が確認できた。



6) 摩擦後の導電性、親水性について

湿式摩擦、乾式摩擦を行った後再度測定を行った。測定結果は表で以下に記載する

従来品SGB

開発品SGB+単層CNT

表面抵抗値 indurative→indurative
超親水性 ○→×

表面抵抗値 10の4乗→10の4乗
超親水性 ◎→◎

超親水セルフクリーニング・強帯電防止防汚コートの効果まとめ

1, 強帯電防止機能

土埃、カーボンなどの汚れが付きづらく、落ちやすい。**帯電防止10の4乗**

2, 常温速乾

コーティング後、速乾し、即効果を発揮

3, 超親水性

バインダー自体が基材にナノサイズの微細な凹凸面を作り、**超親水効果**を発揮。
雨・流水だけで汚れを洗い流すセルフクリーニング

4, ハードコート

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)をバインディングすることにより、
強密着性とハード性アップ

5, 耐薬品性

酸性雨なども簡単クリーニング
鳥の糞、虫の死がいの付着も簡単に取りれる

6, 解氷促進機能

SWCNTの熱伝導率により寒冷地向き、雪の多い地域で解氷促進効果

7, 高透明・低屈折

反射・映り込みを抑制し、可視光透過率低下防止

8, 超耐候性

経年劣化なし。超耐候性

ソーラーセルフメンテナンスコートCNTの特性

砂塵の多い砂漠地帯向けハードコートタイプ
雪が多き寒冷地向け解氷促進コートタイプ

ソーラーセルフメンテナンスコート・・・ソーラーパネル専用

- 成分①SiO₂・シリカ……………超親水密着バインダー機能
②SnO₂・酸化錫……………帯電防止機能
③SWCNT……………強帯電防止10の4乗・強密着性・耐薬品性・超ハードコート性・解氷促進効果
④WO₃・酸化タングステン……………薬品性・超ハードコート性
⑤メタノール・水

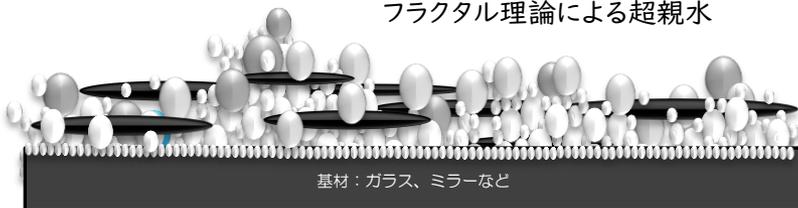
ソーラーセルフメンテナンスコートCNTは、10ナノ以下の複数のシリカの粒子を使用し、SiO₂+SnO₂の無機100%バインダーの持つ、高透明・常温硬化・即乾・超親水性機能に、強帯電防止機能材料の単層カーボンナノチューブ(SWCNT)をバインディングすることにより、表面抵抗値で10の4乗の導電性を発揮させ、WO₃酸化タングステンと合わせて、密着性、耐薬品性とハードコート性を大幅アップさせ、可視光透過率を下げずに、ソーラーパネルにコーティングできるガラス用コーティング剤です。帯電防止で黄砂やカーボンのような汚れが付きづらく、砂で表面が削られるような中東地域、砂漠地帯向けに最適です。また、熱伝導率でアルミの10倍の単層カーボンナノチューブと超親水コート面により雪国での解氷促進機能にも力を発揮します。

◆帯電防止・超親水防汚コートのメカニズム

超薄い水膜(水滴接触角5°以下)=超親水膜



フラクタル理論による超親水



当社は、ガラス基材表面に100~200ナノクラスのシリカを使って凹凸面を作り、常時超親水膜を作るベースコートを作ります。それらは、基材に密着する無機100%の糊として活用します。その上に酸化スズの塗膜を形成し、帯電防止=静電気防止機能が付くことで、汚れが付着しづらくなります。SGBに・WO₃と単層CNTを追加することで、密着性、耐候性、耐薬品性を上げ、帯電防止の大幅に機能UPできます。全て最先端ナノテクノロジーが生んだ世界初のコーティング技術です。

シリカ：密着&超親水性能

酸化スズ：帯電防止機能

WO₃：光触媒・機能アップ

単層CNT：帯電防止、機能アップ

ソーラーセルフメンテナンスコートCNT性能評価

ソーラーパネルの汚れ付着による発電効率低下対策商品

溶媒	メタノール
帯電防止性（表面抵抗）（湿度50%）	10 ⁴ Ω/□
帯電防止性（表面抵抗）（湿度25%）	10 ⁴ Ω/□
超親水性（ガラス）	水滴接触角5度以下
透過性	透過率変化なし
表面硬度（耐磨耗性）	7H以上
施工性	ムラが出なく簡単
基材への密着性	ガラス、金属、タイル等
摩擦性	低い
ガラス塗布後透過率	透過率維持
通常ガラス塗布	透過率維持

ソーラーパネルの汚れによる発電効率の低下……汚れ対策が重要

ヨーロッパにおける実績で、汚れが原因による発電効率の低下が、年間最大9.3%の数字が発表されています。中国や東南アジア、中東地区では、さらに汚れがひどいことから、年間10%以上の発電効率低下が予想されます。

モジュール表面の汚染による効率低下



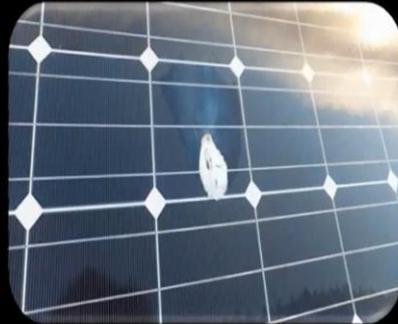
ほこりによる汚染



黄砂による汚染

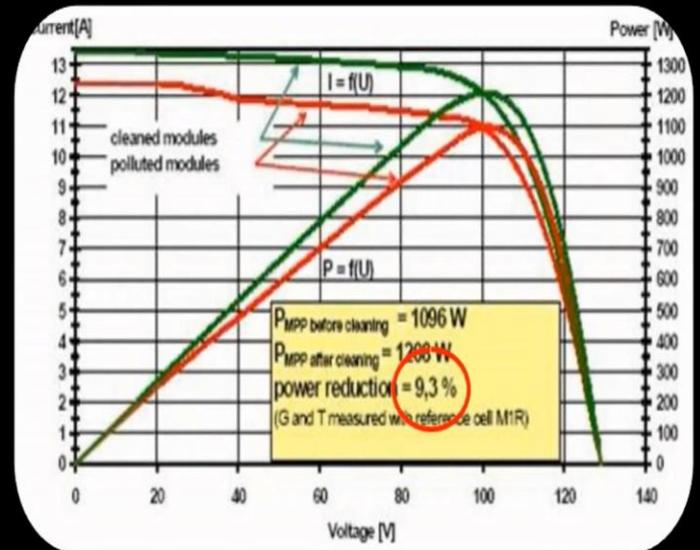


雨水による汚染



鳥の分泌物による汚染

モジュールの汚染による出力低下



source : 19th European PV conference, 2004

汚染による太陽光発電出力低下最大 **9.3%**

なぜ汚れるのか、どうすれば汚れないか、汚れの原因に対する防汚対策

〈汚れの種類〉	〈対策分析〉	〈SSMC-CNT防汚対策〉
<ul style="list-style-type: none"> ・砂塵、鉄粉、酸化物が、帯電して汚れがつく・・・無機の汚れ、光触媒では分解できず。→ ・カーボン、石炭灰、ばい煙、排気ガス・・・有機の汚れでも、光触媒では分解できず。→ 	<p>帯電防止機能で汚れを寄せ付けない。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・花粉、樹液、油汚れの付着・・・光触媒による分解が簡単に洗浄できるようにする。→ 	<p>超親水、ハードコートで簡単に汚れを落とす。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・鳥の糞や虫の付着死がい・・・耐薬品性をよくし、ハードコートまたは光触媒による分解。 ・NOX, SOXと酸性雨、化学品による化学変化による劣化退色・・・耐薬品性をよくする。 	<p>耐薬品性をよくする。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・紫外線による劣化退色、形状劣化・・・紫外線カットまたは無機コートにする。→ 	<p>無機コート</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・カビの発生による汚れ・・・抗菌対策または光触媒処理 → 	<p>無機コート</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・熱や酸化による劣化退色・・・有機より無機コート剤をコート → 	<p>無機コート</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・塩害による塩化ナトリウム、ミネラルの付着・・・耐薬品性、ハードコートにより落ちやすくする。→ 	<p>耐薬品性、ハードコート性をよくする</p>	

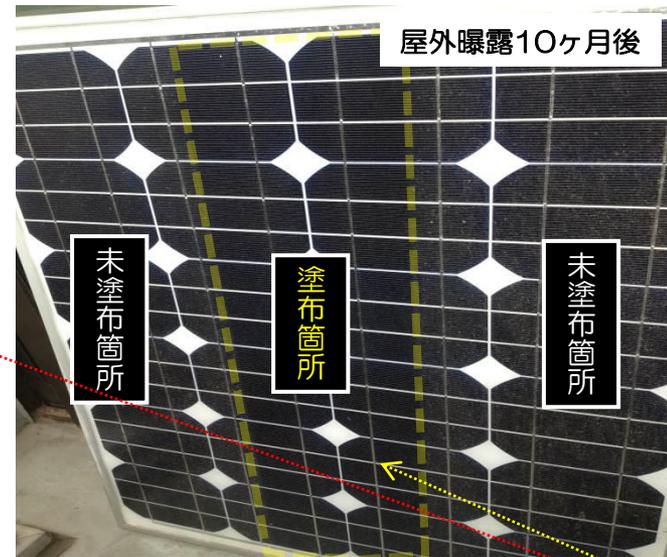
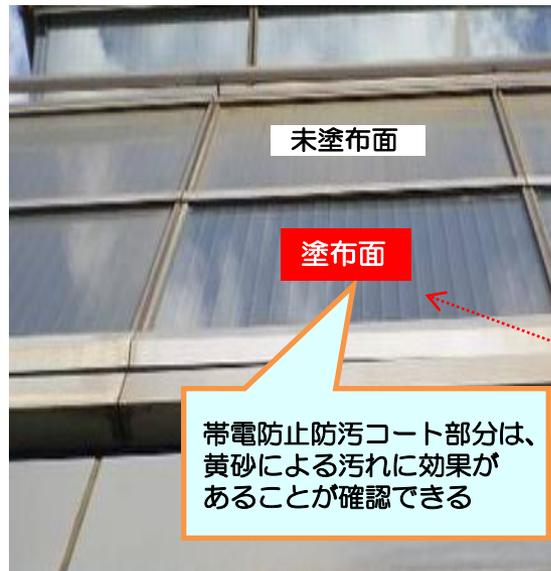
塗料の種類	水滴接触角	基材の接触角による汚れ具合
テフロン	110~115	汚れがとれやすい
建材用フッ素樹脂塗料	100~105度	汚れやすい
シリコン塗料	100~105度	汚れやすい
アクリルウレタン塗料	85度	汚れやすい
日本油脂ベリクリーン塗料	30~40度	汚れづらい
酸化チタンコーティング剤	~10度~	超親水セルフクリーニング、光触媒分解
帯電防止防汚コート	~5度	超親水セルフクリーニング、帯電防止、

ソーラーパネルの防汚コーティングの重要性

現在、太陽光パネル市場は日本をはじめ世界中に急速に広まりつつあります。特に平均日照時間12時間以上と多い中東(日本は5.5時間)を中心に太陽光発電施設建設が進んでいます。しかし、日照時間が多いということ=雨が降らない砂漠地帯ということで砂汚れによる発電量の低下が問題となっています。その為、発電効率を維持するために、常時パネルの清掃をしており、清掃しないと砂汚れによって~20%発電量が低下している現状となります。

(アメリカのカリフォルニア地方でも16%低下の数値が出ています)

日本、中国で汚れによる発電量低下が5%~10%になっております。

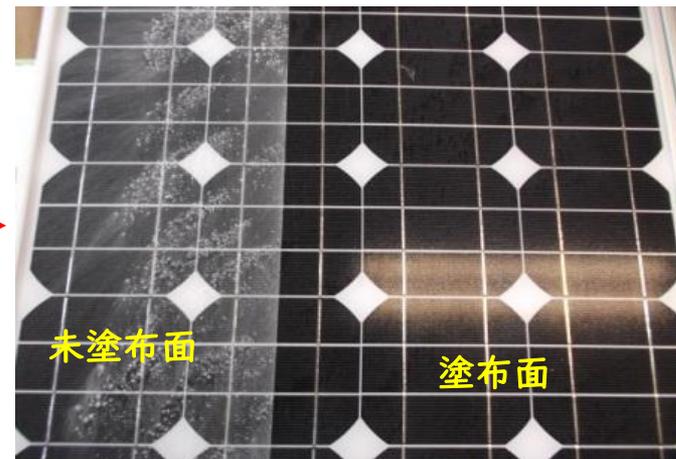


上記左写真のパネル用のように雨が降らない砂漠地帯では空気が乾燥し、砂が帯電し、付着しやすくなっている為、**帯電防止機能**によって付着しにくい表面にすることが太陽光パネルガラスに求められています。上記右写真は、1枚だけ塗布していたガラスに対して帯電防止効果で黄砂が付着しにくいことを証明した写真となります。

ソーラーパネルの汚れによる発電効率低下防止&メンテナンス清掃コスト削減対策

ソーラーパネル表面の汚れ付着による発電効率低下対策、メンテナンス清掃削減対策に「帯電防止防汚・超親水セルフクリーニングコート」を塗布

- ①清掃メンテナンスにおいても、洗剤いらずで 超親水セルフクリーニング効果で簡単に水洗いだけでOKとなり、また清掃回数が減ることでメンテナンスコスト削減効果を得られる。
- ②ソーラーパネルの発電効率は、地域・環境によっては汚れによって発電効率が落ちる為、パネル表面に防汚コートを塗布することで、発電効率低下抑止効果が得られる。
- ③ソーラーパネルは、設置角度が低く、鳥のフンや黄砂、花粉などが固着しやすい為、コーティング材の塗膜表面を帯電防止機能とハードコートにして、耐薬品性を上げる 酸化タングステン及びSWCNTを添加した「ソーラーセルフメンテコートCNT」で対応。
- ④低屈折材料のナノ材料を使用することにより、塗布してもソーラーパネルの可視光透過率は下がらない為、発電効率が下がることはありません。「ソーラーセルフメンテコートCNT」をコートすると、帯電防止機能と超親水機能により、汚れによる発電効率の低下を防ぐことができます。

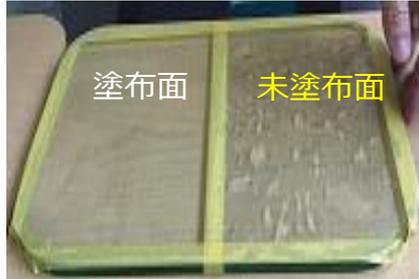


ソーラーセルメンテナンスコートCNTによる解氷促進効果

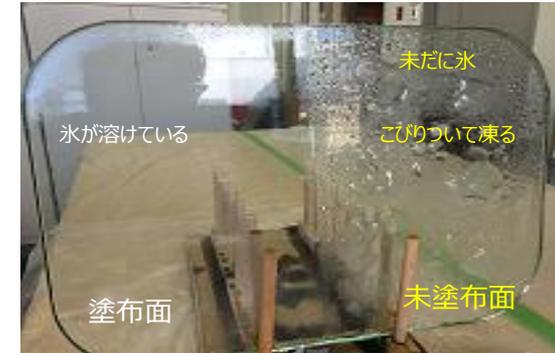
解氷促進試験

本製品を半分塗布、もう半分を未塗布としたガラスを準備し、水をかけ冷凍庫へと入れる。

塗布面は薄い膜として凍る。→溶けやすい
未塗布面は塊として凍る。→溶けにくい



結果



中国、徐州にて1000㎡施工2、3日後雪が降った結果解氷促進効果を確認

雪が降った後、未塗布面では雪が基材にこびりつき凍る。しかし、表面が超親水状態の場合、雪が薄い氷の膜として凍る。

その後、気温が上昇し雪が解け始めた際、表面と面している薄い氷の膜が早い段階で解け始め、その雪解け水が超親水効果によって雪全体の下部へ入り込む。その結果表面の雪が一塊のまま簡単に流れ落ちる結果を確認できる。



2017年10月～2019年9月(現在も測定中):台湾 太陽光発電所;実証試験

■計測場所:台湾 太陽光発電所

■測定対象:ソーラーパネル 中間1列18枚

■測定目的:

ソーラーパネルを6列準備し、中間の1列のみコーティングを塗布した。毎日各ストリングの発電量を測定し、塗布済みの1列を理想発電量とし残りの未塗布5列と比較することにより、発電効率の低下具合及び抑制具合を測定した。

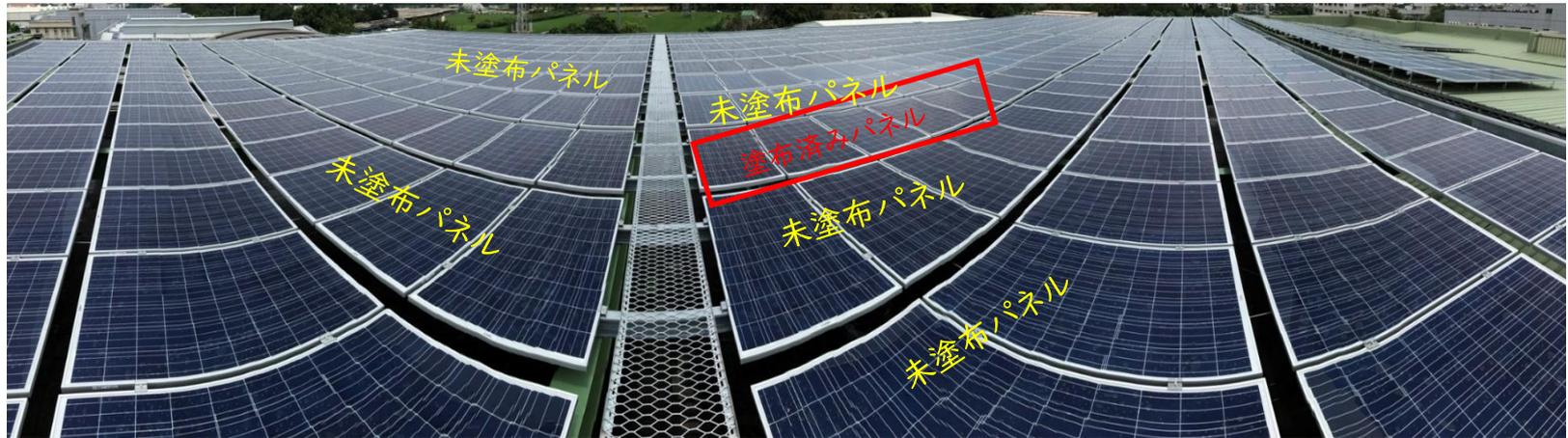
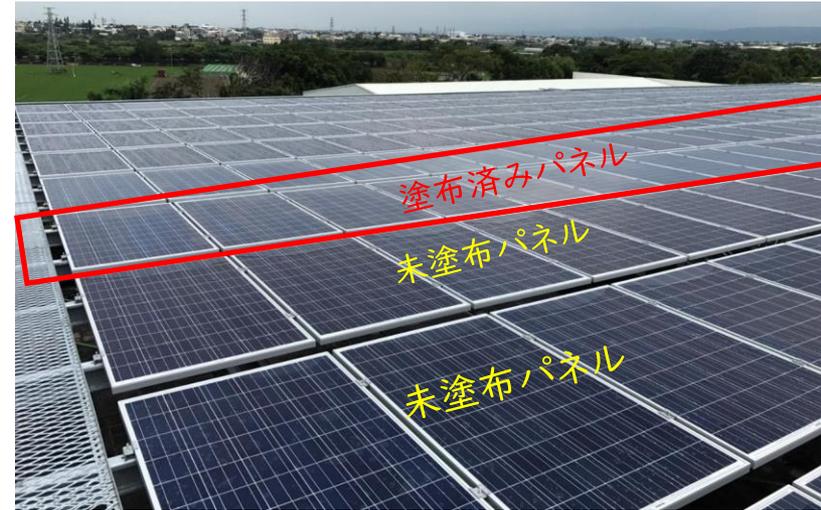
■記録

2017年6月30日工場内で測定用の18枚に対し塗布。

2017年8月10日ソーラーパネルを現地に設置。

2017年9月末より発電及び売電開始。

2017年10月より発電量を測定開始。



2017年10月～2019年9月台湾測定データ:約2年間の測定記録

1年目 : 6.03%

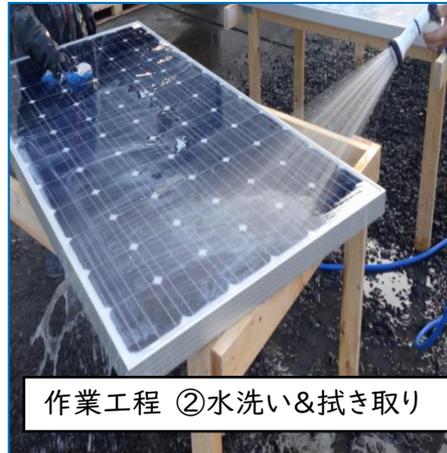
日時	発電効率の差(%)
2017.10月	2.89%
2017.11月	8.83%
2017.12月	17.75%
2018. 1月	10.85%
2018. 2月	12.9%
2018. 3月	5.97%
2018. 4月	3.23%
2018. 5月	1.26%
2018. 6月	2.7%
2018. 7月	2.56%
2018. 8月	2.2%
2018. 9月	1.25%

2年目 : 5.64%

日時	発電効率の差(%)
2018. 10月	4.61%
2018. 11月	10.83%
2018. 12月	7.37%
2019. 1月	13.53%
2019. 2月	5.16%
2019. 3月	6.03%
2019. 4月	5.04%
2019. 5月	5.54%
2019. 6月	4%
2019. 7月	1.81%
2019. 8月	2.63%
2019. 9月	1.2%

施工実績

栃木県・工場内にて、4000㎡施工



岡山県にて 198枚(508.8㎡)施工



施工実績

韓国



日本・岡山県



日本・茨城県



タイ

