

# レーザと生物模倣による、 太陽光発電パネルの自己洗浄

ティム・クンツェ

レーザと生物模倣を組み合わせた手法によって、太陽光モジュールやミラーに蓄積する粉塵を取り除くことができる。

太陽光発電(PV)は、世界中の大半の地域で、新たな発電方法として最も費用対効果の高い選択肢となっている。日光が豊富な砂漠地帯に設置される場合が多いが、太陽光モジュールやミラーに蓄積する粉塵によって、PVモジュールの性能はわずか1カ月の間に最大で30%も低下する場合があります、大きな問題の1つとなっている。この問題は、高速レーザソリューションに生物模倣(バイオミメティクス)の手法を組み合わせた、自己洗浄機能によって解決可能で、これは年間数十億リットルもの水の節約につながる。

世界は、環境とエネルギーの深刻な

課題に直面している。世界エネルギー部門は現在、温室効果ガス排出量の約4分の3を占めており、おそらく人類が直面する最大の課題である気候変動の最悪の影響を回避するための鍵を握っている。世界の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量を2050年までに実質ゼロ(ネットゼロ)にすることが、地球平均気温の長期的な上昇を1.5℃に抑えるために必要である。

再生可能エネルギーは、カーボンニュートラルの業界を支えるバックボーンと考えられている。風力エネルギーに加えて太陽光発電システムが、世界の大半の地域における新しい発電方法

の最もコストの低い選択肢として、浮上している。

太陽光システムの集光面の面積は、世界全体で3000km<sup>2</sup>を超えており、PVモジュールはその大半を占めている。オークション、固定価格買取制度(Feed in Tariff: FIT)、ネットメーリング、差額決済契約(Contracts for Difference: CfD)などの各種支援制度が引き続き、太陽光発電設備の導入と発電電力量の増加を促進する、主要な要素となっている<sup>(1)</sup>。

2021年に太陽光発電の設備容量は、179TWh(+22%)という記録的な増加を示して、約1000TWhになった。



ネットゼロの目標に向けた太陽光発電電力量

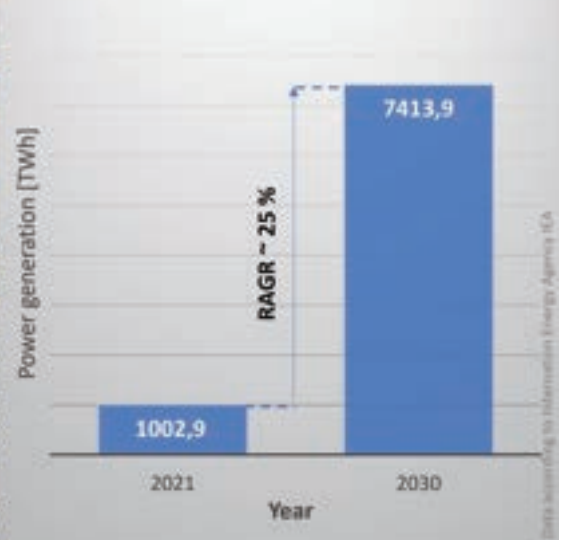


図1 左は、乾燥した気候環境に設置された太陽光発電ファーム。右は、現在の太陽光発電設備容量と、2050年にネットゼロエミッションの目標を達成するために2030年に到達する必要がある太陽光発電設備容量。必要年間成長率(Required Annual Growth Rate: RAGR)は約25%である

2021年の年間発電電力量は、すべての再生可能技術の中で、風力発電に次いで2番目だった。しかし、2030年にネットゼロの状態に相当する、約7400TWhの年間発電電力量に到達するためには、2022～2030年の間に約25%の年間成長率が必要不可欠である(図1)。

2030年までに太陽光発電は、世界発電電力量の33%を占めるようになると予想されており、その設備の多くが、日光の豊富な乾燥地帯に設置されると考えられている。軽視されがちな問題が、「ソイリング」(soiling)と呼ばれる、それらの表面の汚染である。これは、エネルギー収量の著しい低下につながり、エネルギー効率の継続的な改善を無効にするものである。浮遊粉塵による汚染が、ソイリングの最大の要因と考えられるが、鳥の糞、細菌のバイオフィilm、藻類、植物の残骸や花粉、エンジン排気、産業排気ガスも考慮する必要がある。

米マサチューセッツ工科大(MIT)によると、PVパネルの汚染は、粉塵が蓄積していく初期の段階からエネルギー出力の急激な低下につながる可能性があり、洗浄しない場合はわずか1カ月に、エネルギー出力は簡単に30%も低下する可能性があるという。試算では、エネルギー出力が1%低下するだけで、150MWの太陽光発電設備の年間売上高は20万ドル減少する可能性があることが示されている。つまり、太陽光システムの出力が3～4%低下すれば、世界中で33億～55億ドルもの損失が生じる<sup>(2)</sup>、<sup>(3)</sup>。そのため、太陽光発電設備には定期的な洗浄が必須で、産業用の太陽光発電に使われるものは特にそうである。

洗浄は、砂漠環境などの水が不足している地域で主に適用されている、ド

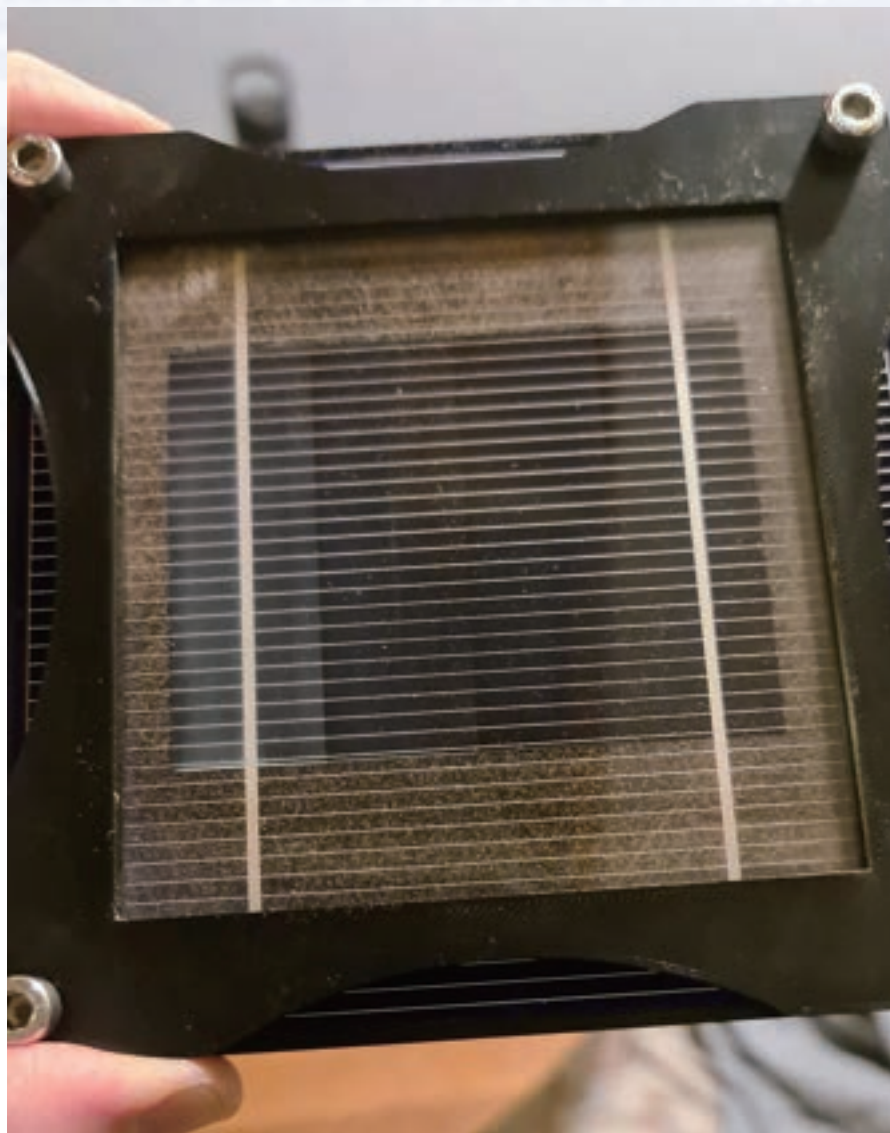


図2 フュージョン・バイオニック社のレーザーテクスチャリング技術を採用した、汚染フリーのPVデモ機

ライ洗浄技術によって行うことができるが、ウェット洗浄技術のほうが、洗浄効率が高く、傷つける可能性が低いいため、一般的に望ましい。ソーラーパネルと、ミラー、ヘリオスタット、PVパネルなどの反射性表面の洗浄には、1MWhあたり約75.71リットルの水が必要と推定されている<sup>(4)</sup>。つまり、2021年には年間で757.1億リットルの水が洗浄に消費されたことになり、それは、約1億3800万人に毎日1.5リットルの水を1年間供給できるだけの量

に相当する。ネットゼロの目標に向けたシナリオ通りにいくと、2030年にPV洗浄に消費される水の量は、約5600億リットルにまで増加し、それは、約10億人に毎日1.5リットルの水を1年間供給できる量である。太陽光発電の未来は、持続可能な水資源の利用に密接に関連している。

これまで、洗浄を不要にすることができる、表面コーティングによる受動的なアンチソイリング技術は存在しなかった。

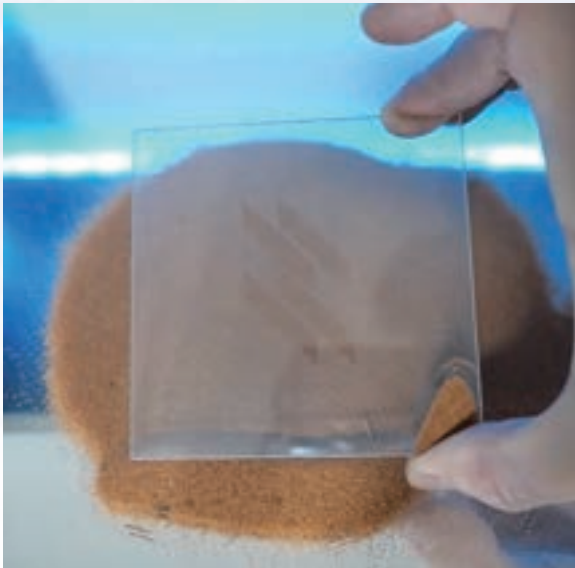


図3 カラハリ砂漠の砂を使った、フュージョン・バイオニック社のアンチソイリング表面の応用試験

## レーザを使用した、製品イノベーションの実現技術

レーザ技術を使用した表面の機能化は、業界で今日広く利用されている、機能的なコーティングに代わるソリューションである。

独フ라운ホーファー材料・ビーム技術研究所 (Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology : Fraunhofer IWS) からスピノフした、フュージョン・バイオニック社 (Fusion Bionic) は、レーザ表面テクスチャリングを使用した、機能表面に対する代替手法を提供している。Direct Laser Interference Patterning (DLIP) という独自のレーザ技術を活用することにより、摩擦の低減や接触性能の改善など、その他にも多くの高度な効果を提供する、高性能な表面が得られる。多くの場合でそれらの表面は、ハスの葉や蛾の目など、自然表面を模倣して設計され、自己洗浄や反射防止といった新しい表面機能が、レーザを使用して実現される。

これまで、レーザ生成の機能表面の商用活用は、レーザ加工技術が比較的低速なために、実現可能とは言い難い

状態だった。これが、DLIP技術によって解決されている。DLIP技術は、 $1\text{m}^2/\text{分}$ レベルの速度で機能表面を実現する。レーザテクスチャリングは、機能的コーティングに対する強力な代替策となっている。機能的コーティングは、REACH規則に準拠しない場合が多く、過酷な条件下で劣化プロセスの影響を非常に受けやすい。

## ハスの葉に似た性質を持つ、汚染フリーのPVパネル

フュージョン・バイオニック社は、塵や埃によるガラス表面のソイリングを大幅に軽減する、生物に発想を得たマイクロ／ナノ構造を実現するために、DLIP技術に基づく独自のレーザプロセスを開発した。

ハスの葉効果をモデルとするその構

造は、ガラス基板上の汚れに対して選択的な自己洗浄作用を発揮することができる(図2)。使用するレーザテクスチャリングプロセスは、追加のコーティングは一切不要で、ガラスの透明性に影響を与えない。

このプロセス独自の特長は、一定の試験条件下において、ガラス基板の汚染洗浄に水が全く必要ないことで、確立されている受動的なアンチソイリングPVソリューションに対する強力な代替策であるといえる。ガラス表面を約 $25^\circ$ 傾げるだけで、洗浄効果が得られる。

サハラ砂漠、ルブアルハリ砂漠、ナミブ砂漠、カラハリ砂漠の砂を使った試験も行った。最初の試験では、すべての砂漠の砂に対して、粉塵実験と同等の効果が確認されており(図3)、この手法が実際の条件下でのさらなる応用試験に非常に適していることが示された。

フュージョン・バイオニック社は、商用化に向けて市場関係者らとともに、この有望な手法の試験を開始している。

その作業の一環として、この技術を大面積処理に向けてさらにスケールアップするための取り組みが進められている。フュージョン・バイオニック社は2021年末までに、同社のレーザテクスチャリングプラットフォームの速度を $3\text{m}^2/\text{分}$ に増加させることが、一般的に可能であることを実証することに成功した。この処理速度は、大面積処理の需要に対応するために必要である。

### 参考文献

- (1) See [www.iea.org/reports/solar-pv](http://www.iea.org/reports/solar-pv).
- (2) See <https://news.mit.edu/2022/solar-panels-dust-magnets-0311>.
- (3) K. Ilse et al., *Joule*, 3, 2303-2321 (Oct. 16, 2019); <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.08.019>.
- (4) See [www.seia.org/initiatives/water-usemanagement](http://www.seia.org/initiatives/water-usemanagement).

### 著者紹介

ティム・クンツェは、独フュージョン・バイオニック社 (Fusion Bionic) の最高経営責任者 (CEO)。e-mail: [tim.kunze@fusionbionic.com](mailto:tim.kunze@fusionbionic.com) URL: <https://fusionbionic.com>