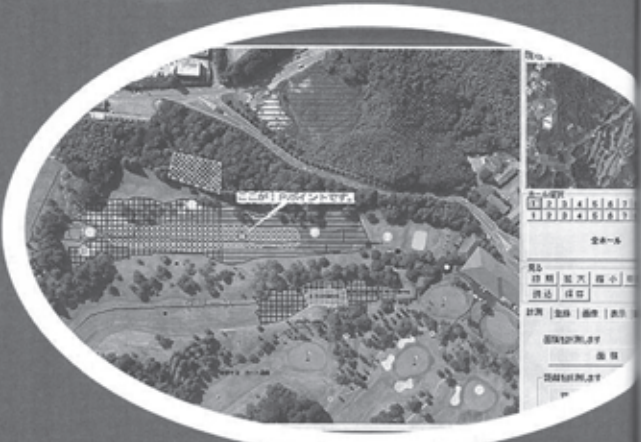




コース管理を  
進化させる

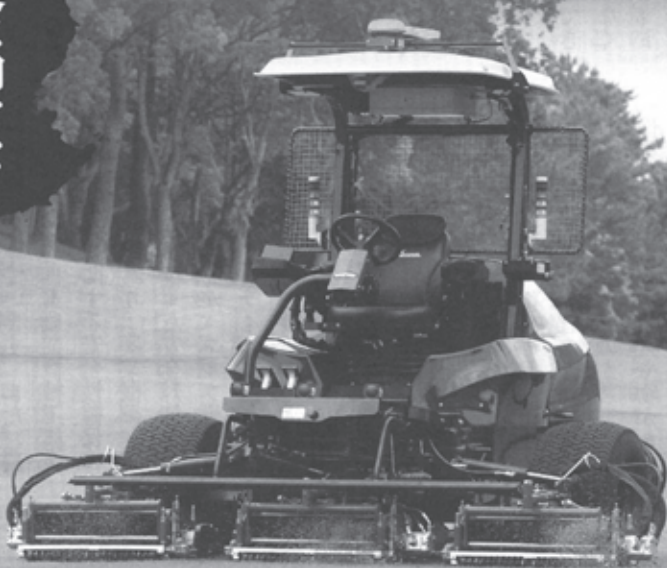
# 最先端技術



世の中のデジタル化が進む中で、  
ゴルフ場コース管理も人力だけではなく  
ハイテク化の時代を迎えつつある。  
最先端技術を駆使することで、  
危惧されている様々な課題にも対応していく。  
これからのコース管理の可能性を覗いてみよう。

High-Technology

将来に向けた  
異常気象、  
労働力不足  
解決のために





## 無人芝刈機

# 少人数でも作業効率が上がり 管理レベル向上が期待できる

2019年にフェアウェイ(FW)の無人芝刈機が登場した。オペレーターが運転しなくても、機械が芝を刈る。

「基本構成は、GNSS受信機(注1)と走行を制御するECU(注2)、動力となる芝刈機です。これらが一



上/本体の上に装着されたGNSS受信機  
左/本体にタッチパネルがあり、そこから操作を行う

体となって機能することで、無人の芝刈りが実現します。もちろん、オペレーターによる刈込も可能です」とは、㈱共栄社・開発部テクニカルアドバイザーの渡邊史郎氏。

同社は、19年9月からテスト販売を開始しているが、すでに購入を決めたゴルフ場もある。

「弊社の場合、すでに5台納品が決まっています。また、個別コースでのデモ要請が25件届いています。しかし、通常のFWモアと違い、事前に電波状況などを確認する作業があるので、デモを実施するにはある程度時間がかかります」(渡邊

氏)

無人芝刈機の核となる機能は、①指定経路を無人走行、②指定場所でモアを自動上げ下ろし、③異常時は安全装置で自動停止の3つである。

①の経路と②の上げ下ろし場所を指定する方法は大きく2つあります。

1つは、ティーチ方式。オペレーターがあらかじめ走行した経路を記憶し再現する方法です。もう1つは、マップ方式。コンピュータがデジタル地図から経路を計算して、機械がその経路通りに刈込を行う方法です。

いずれにせよ、緯度経度という点のデータを繋げて経路を作り、その経路通りに機械を走行させます。また、弊社の場合、この緯度経度のティーチデータは専用のソフトウェアを使用すれば、PC上で編集可能です。

「0cm左にずらす」などの操作ができます。現状、運転という操作はなくなりませんが、前述のデータのセットアップや作業開始場所への機械の移動は人の手で行います。将来的には、設定された時間になったら自動でコースに出て、刈込をして帰ってくることも可能になるでしょう」(渡邊

氏)

③の異常時の自動停止については、

有人から無人になった場合に、まず懸念される問題だろう。

「レーダーセンサーや3Dカメラなどで機械が周囲を監視し、人や物が飛び込んだ場合などに自動停止する安全機能が付いています。また、農業には、(一社)日本農業機械工業会の「自動走行に関する安全性確保ガイドライン」があり、農業機械メーカーは、それに従った安全対策をとる必要がありますが、ゴルフ場には、このようなガイドラインはありません。そこで、弊社では、このガイドラインに準拠するようにしています。

技術的には、人が監視していなくても無人で作業可能ですが、万が一を考えて、ゴルフ場には監視役を1名お願いしています」(渡邊氏)

無人芝刈機は、従来のFWモアの倍近くの価格といわれるが、導入のメリットはどこにあるのか。

「作業は、そのエリアに人や物がない状態が前提になるので、プレーヤーがいる中での刈込には適しません。早朝や夕方から夜間にかけての作業がメインになります。無人芝刈機が作業しているエリアで、監視役がラフ刈りやバンカー均しなどを併行して行えば、働き手が減っている状況

注1：全球測位衛星システム(Global Navigation Satellite System)が発する電波を受信する機械

注2：エンジンコントロールユニット (Engine Control Unit)。エンジンを電子制御するコンピュータの機器の1つ

でも、FWの刈込頻度も作業効率も上がるはず。そうならば、FWの品質向上に繋がります。これが、無人刈機の最大のメリットと考えます」(渡邊氏)

**FWモア以外の機種も将来的には無人化へ**

一方、導入には、安定してGNSS電波を受信できる環境と、位置情報の精度を上げる基地局の設置が必要となる。

「まず、移動経路になる管理道路などを含む作業エリア内で、GNSS受信障害がないかを調査します。弊社の場合、受信機を搭載したカートで、移動経路とフェアウェイの外周を回って電波状況を調べます。季節ごとや日ごとの電波状況もある程度予測できるので、障害となりそうな樹木などは、ゴルフ場に伐採などを検討してもらいます」(渡邊氏)

刈込中に電波が受信できないと、機械は止まってしまいが、それ以外にも車両トラブルは考えられる。

「弊社の場合ですが、3G回線を利用した刈機の常時モニタリングシステムを開発しました。エンジンの稼働状況やギア回数の回転数など作動時

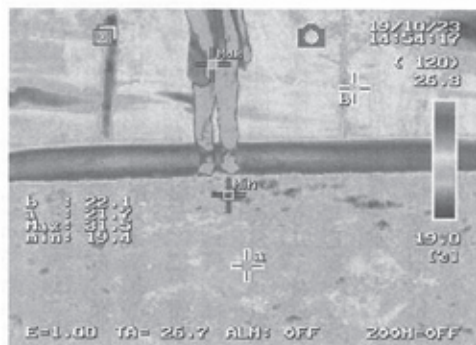
の状態に加え、要求したハンドルの舵角と実際に切られた舵角などに位置情報を加えたデータがリアルタイムに弊社のサーバーに集まってきます。もし機械が急にストップしても、現場の状況に加えて、これらの情報からも原因の分析が可能な体制が整っています」(渡邊氏)

将来的には、FWモア以外の機種の登場もあるのだろうか。

「刈機のユニットの上げ下ろしのように、ゴルフ場の機械では作業部を含めた開発の必要性があります。あくまでも弊社の場合ですが、テストコースでの試験が終わわり、より実践的な状況で実証を重ねていく段階に入りました。そこで、テスト販売を開始したわけですが、問題が特にないようならば、2020年9月から正式に販売します。その頃には、無人のグリーンモアやラフ用ロータリーモアの無人化の話が出てくるかもしれない」(渡邊氏)

今後、様々な機械や作業の無人化が予想される。こうした状況下では、無人化できない作業を見極めることの方が大切になってくるのかもしれない。

赤外線カメラで撮影した画像。黒い斑点が、水分が多く低温の箇所。漏水が疑われる



**非破壊検査**

**土中など目に見えないものを確認してリスクヘッジできる**

ものを壊さずにその表面や内部の状態を確認できる「非破壊検査」。この技術が、今後コース管理でも大いに活用できそうだ。

たとえば、場所の特定が難しい小規模な漏水。症状が芝生表面に現れにくい。近くがジクジクジュクぬかるむこともあるが、それが漏水箇所とは限らず、数m離れた場所がぬかる

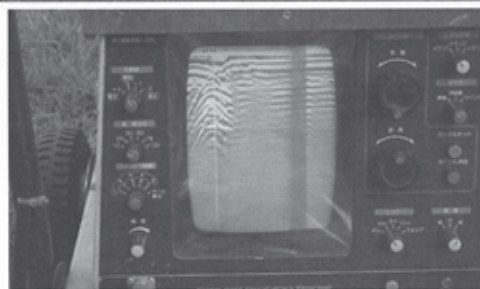
むこともある。また、そういった症状が出ずに、送水ポンプが停止しないことで推察できる場合もある。配管から少量の水が漏れ続けるため、水圧が安定しないのだ。この場合、補修工事のための正確な場所の特定はかなり難しい。

「赤外線カメラで広範囲の温度分布を調べて、芝生の温度の低い箇所から水分の多い箇所を調べていきます。そして、配管ルートと照らし合わせて、怪しい場所をピックアップします。それから、地中探査レーダーなどで土中の水溜りや水みちなどを探しつつ、だんだんと範囲を絞っていく、地中の音を拾う漏水探査機などを使い、漏水箇所を特定していきます。ゴルフ場の場合、工場などと違って周囲が静かなので、精度の高い検査ができることが期待できます」と語るのは、東京理学院・構造物検査技術部長の森田達雄氏。





画面を見ながら地中探査レーダーで、土中の空洞などを調査している様子



コース上の広範囲を多角的に調査可能

ドローン調査では、コースの枯木調査をしているゴルフ場もあるのではないだろうか。単に上空から撮った写真から本数を算出するだけでなく、伐採後の廃棄量の計算もできる。撮影時に、測量データを取得することで、枯木の高さが分かり、そこから、廃棄量を

コースの様々な情報を集約することができ、コース管理システムは、

インターネットを活用し、新たなかたちに変貌しつつある。

## コース管理システム

記録することが  
出会うや発見に繋がる

「弊社は、東京ガス㈱のグループ会社として、建物や地中に埋設されるガス管などの調査を実施してきましたが、現在はかなり検査対象が広がってきています」(森田氏)

コースには、電線、塩ビパイプ、鉄管、ヒューム管など多種多様な埋設物がある。こうしたものに柔軟に対応できる会社は少ないという。とはいえ、たくさん検査機器を使用した調査では、コストが高くないのだろうか。「あくまでも弊社の場合ですが、ビルなどの施設メンテナンスの年間契約ではない単発の調査では、人工計算をします。たとえば、機器を3つ使用しても、5つ使用しても、特殊な検査機器を使用しない限りは、1日のコストは同じになります。概算ですが、10〜20万円程度ではないでしょうか。とはいえ、ケースによりかなり幅はあると思います」(森田氏)

「弊社では、東京ガス㈱のグループ会社として、建物や地中に埋設されるガス管などの調査を実施してきましたが、現在はかなり検査対象が広がってきています」(森田氏)

コース内の埋設物などは、目視ができないため、計画的な修繕が難しかった。こうした検査を活用して、トラブルを予防したい。

配管図がなかったり補修などでルートが変更され、正確な図面がないこともある。こうした場合は、管路探査機を使って新しい配管図を作成することも可能だ。

一方、深さが数百mある井戸を持つゴルフ場も少なくないが、経年により、水を吸い上げるパイプが腐食していることもある。長いパイプだけに腐って途中から落ちるようなことがあったら、井戸が潰れる可能性すらある。

「パイプのような空洞のものについては、工業用の内視鏡で、内部を目視で検査し、腐食の進み具合を確認できます。老朽化の程度や改修のタ

イミングなどを知るのに役立つ」（森田氏）

広範囲の状況を調べる方法としては、ドローンを活用した方法もある。たとえば、芝生の排水状況を調査することができるといふ。

「ドローンに通常のカメラの他に赤外線カメラを搭載してコース全体を撮影します。水分が多く含まれる箇所は他よりも低温になりやすいので、赤外線カメラの画像と通常のカメラの画像を重ねると、排水不良箇所を表す図面になります」(森田氏)

## コース上の広範囲を多角的に調査可能

見積もることができるのだ。

このように、非破壊検査では、検査機器の特性を活かしながら、様々な対象についての調査ができる。ゴルフ場は広大な面積だけに有効な手段だと言えよう。

また、非破壊検査の技術は、医療用の検査機器などのように、身近な存在でもある。ゆえに、工業から医療のように利用する分野が広く、その対象も多いため、検査機器の種類は多岐にわたる。そのため、どの会社も自分たちの得意分野に特化する傾向がある。

「システムはクラウド化の方向に進むでしょう。そうすることで、システムの操作が、PCだけでなくスマートフォンやタブレットなど様々な機器から可能となり身近になります。また、PCが故障してもデータ損失のリスクが減ります」

と、インフォニア㈱代表取締役の中村太郎氏は言う。

だが、クラウド化によるメリットはそこだけではないという。「インターネットを活用したサービスとして期待できるのが、コミュニティサイトとしての機能です。コミュニティサイトは、共通のテーマを持つ人たちが、チャットや掲示板などで情報を共有する場所です。コース管理の場合、キーパーの知りたいことや、有益な情報を共有し、芝など専門知識の学習やリクルート活動ができる場所としての活用が考えられます。しかし、こうしたコミュニティサイトには、話題の提供が欠かれません。たとえば、クラウドシステムで蓄積した日報データ（当日の作業、資材、天気、来場者数など）など管理情報の一部を、地域ごとの統計データにし、提供することが非常に有益になるかもしれません」（中

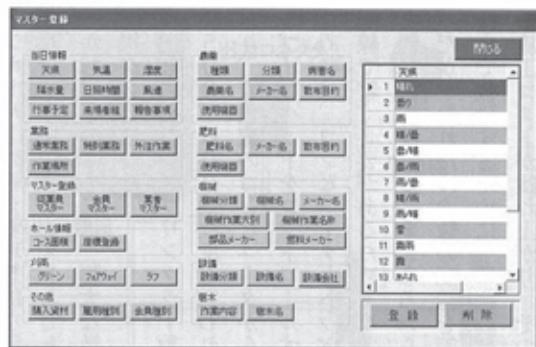
村氏）

情報の共有という点では、たとえば病虫害の発生状況を共有した「病虫害発生分布情報」も十分実現可能だ。この情報から、「隣県で虫害が発生しているようだ。自分の地域へは2週間後に来るかもしれない」といった予測を立てることも可能だ。さらに、東北のキーパーが関東の情報を参考にし、その詳細をキーパーともできるだろう。

他には、ゴルフ場の相互補助サービスが可能だ。

「機械運用に関するサービスとして、機械の貸し借りを行うコース管理者専用の掲示板なども計画しています。また、ネット通販の共同購入のように、複数のコースでまとめて1つの資材を購入する資材調達に関するサービスの要望もあります」（中村氏）

実際に、同社が今後リリースを予定しているクラウドシステムでは、貸出可能な機械を、有償・無償や搬送方法、貸出可能なエリアなどの条件を指定して、情報を公開することができ、同様に中古で販売したい機械を公開して買い手を募ることも可能だ。なお、こうした情報は、ク



初期データの入力画面。スタッフ名や面積など様々なデータが必要だ

クラウドシステムのユーザー以外は、閲覧できず公開相手も指定できる仕組みになっているという。

運営側が対応すれば、他にも、複数の活用方法がある。

「発注をサポートする機能も弊社のクラウドシステムには組込まれています。ゴルフ場によっては弱い仕入ルートもあり、それをサポートする目的で、参加する様々な販売会社から購入を検討可能にすることも考えられます。とはいえ、現状の販売ルート置き換えるのではなく、あくまでニーズのサポートのためのものです。ゴルフ場にとって、新しい

情報の提供になればと思っ  
「す」（中村氏）

**情報**をビジュアル化して  
**新たな知見**を得る

位置情報を軸にデータを分析する地理情報システム（GIS）（注3）もコース管理に活用できる。

GISは、「〇月〇日／△△をした」「〇月〇日／□□が起きた」といったデータに位置情報を組み合わせることで、データをビジュアル化した地図にしたり、必要なデータだけを地図上に表示させたりできるという。

たとえば、配管補修工事を行うたびに、日付、施工中の写真やコメント、位置情報を記録しておけば、それらの地図上への図示や、表への一括表示が可能となるわけだ。また、それらのデータに対して、期間を指定して表示件数を絞ることもできる。

詳細を確認したいデータの写真やコメントを、必要ときに表示させることも可能である。

コース管理の場合、位置情報といっても、「フェアウェイとティーの間のラフ」といったエリアだったり、カッパ位置のようにポイントだったり、様々なかたちで表現される。





GISで上空から俯瞰しつつ、関連写真やデータを確認できる

アの距離や面積の概算も出せます。また、現場写真などのファイリング情報を日報データと地図に関連付けで登録することができます」（中村氏）

この活用例としては、イノシシの被害エリアと補修にかかった時間の関連付けがある。被害エリアを地図上に表示し、頻発箇所を割り出し、その場所に費やした補修の時間を計算することができる。これで、補修に費やした資材だけでなく、作業時間も細かいエリアごとに計算できるといふ。

現在このGIS機能は、同社システムのデスクトップ版のみだが、クラウド版のリリースも予定される。インターネットの活用などで、コース管理の日々の情報をデータにするメリットが高まっている。

## 自動散水

### 初期&運営コストを下げつつ、 改修コストも下げ、拡張性を広げる

自動散水システムは、これまでの効率的な水の利用から、さらに2つ

の進化を遂げようとしている。その1つが、機材の最適化である。

レインバード日本地域代表の森山正志氏によると、

「自動散水をするためには、たくさん機器とそれらを繋ぐ配線が必要でした。これらが、イニシャルやランニングのコストを上げる1つの要因でした。そこで、必要な機材を減らす統合制御システム（ICシステム）が開発されました」といふ。

たとえば、スプリングラーヘッドに電磁弁機能が付いており、管理棟のコンピュータなどからダイレクトに制御できるバルブインヘッド。これを採用した自動散水は、ヘッドごとに散水量を細かく調整して、グリーンキーパーの考える理想的な散水に近づける先鋭的なシステムである。しかし、そのためには、膨大な数の配線が必要になる。

18日に必要なスプリングラー数は約500〜600個程度と言われており、管理棟のコンピュータからバルブインヘッドをコントロールするためには、コンピュータとヘッドを配線で繋ぐ必要があるため、ヘッドと同じ数の配線が必要になるからだ。

だが、それだけの数の配線を管理棟まで敷設するために、資材コストや施工コストが跳ね上がり、その後

のメンテナンスも大変で、現実的ではない。

そこで、コースの途中で配線をまとめる中継機器を設置する。ゴルフ場では、デコーダとサテライトの2方式の採用が多く、それぞれにメリットとデメリットがある。機材の量に関して言えば、デコーダは機器の数が多くなり、サテライトは配線が増える傾向にある。

「弊社では、ヘッドや電磁弁など各機器にデコーダ機能などを持たせることで、それぞれが中継機器としても機能するようにしました。極論ですが、1本の配線ですべての機器をひと繋ぎにできます」（森山氏）

実際は、所々で分岐させる方が効率的だ。サテライト方式のバルブインヘッドで施工したシステムと比較すると、ワイヤーは90%、配線などの結線部は50%も削減される。

### ✓ 散水以外の機器と連携し 集中制御する

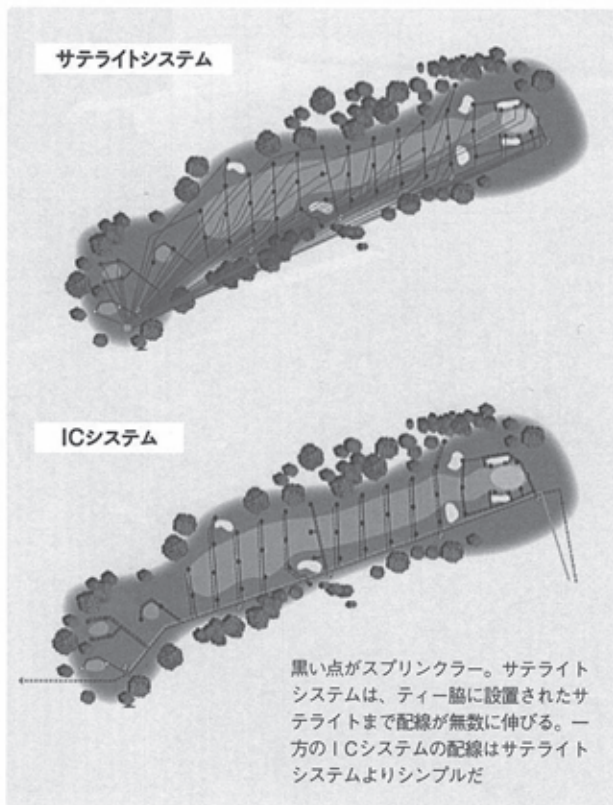
もう1つの進化が、IT技術駆使した形態への発展である。

「ICシステムにより、システム全体がシンプルに構成されることで、拡張性が上がりました。制御コンピュ

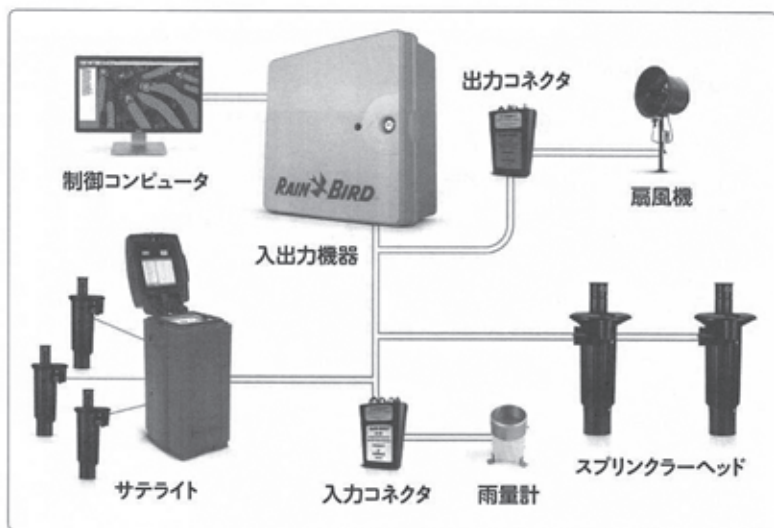
「以前から雨量計や土壌水分計のデータから散水量を柔軟にコントロールすることはできた。各計器のデータを自動散水プログラムに反映させるのだ。特に近年は局所的な雨がが増えてきて、数ホールだけ雨が降るといふこともある。対策として、コース内にいくつか雨量計を設置する方法もあるが、そのためには、コース内から管理棟の制御コンピュータま

でそれぞれ配線を引かなければならない。それでは、コスト面に問題が出る可能性がある。「ICシステムなら、既設の散水用の配線に専用コネクタを取り付けて接続することもできます。散水のために敷設した配線の二次利用が可能だ」と(森山氏)

同様の方法で、コースにある照明やグリーンファンといった設備も技術的にはコントロール可能だという。また、散水システムの寿命は15、20年と言われており、経年による改



黒い点がスプリンクラー。サテライトシステムは、ティー脇に設置されたサテライトまで配線が無数に伸びる。一方のICシステムの配線はサテライトシステムよりシンプルだ



コネクタで既存の配線を利用して、散水以外の機器を繋げることができる

修が必要となるものも増えている。この点についても、進歩している。「導入した年代やメーカーで散水システムの細かい仕様が変わってきま

すが、ICシステムに組み入れることのできる部品の開発も始まっている。既存の機器を生かしつつ、散水システムのアップグレードが可能になってきました」と(森山氏)

「異常気象などで水資源の有効活用システムの重要性が高まっているが、散水システムに対し、初期投資や改修費用などで二の足を踏んでいたゴルフ場もあるだろう。だが、新しい技術開発で、これまでよりも身近な存在に変わりつつある。

現在、電子機器が有線ではなく無線で繋がり、データをやり取りするIoT技術が注目を浴びる。ゴルフ場にとっては、期待の技術ではないだろうか? 「無線を使った散水システムは、すでに技術的には実用段階ですが、電磁弁などを作動させるためには電気の供給が必要であり、配線をゼロにするまでには至っていないのが現状です。また、屋外で365日24時間安定して稼働させる必要があるため、今後、様々な実証が積まれてから、本格的に普及していくのではないのでしょうか」と(森山氏)。