



公益財団法人

自然エネルギー財団

RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

## ■ 自然エネルギー活用レポート No.11

# 駐車場 500 台分の上部空間にメガソーラー —茨城県・阿見町の商業施設で全量自家消費—



出典：三菱地所・サイモン

● 概要

茨城県の阿見町にある大規模商業施設「あみプレミアム・アウトレット」では、国内最大級のカーポート型太陽光発電設備が 2016 年 2 月に稼働した。平置き駐車場の上部空間を活用して設置したメガソーラーが作り出す電力は施設内で全量を自家消費している。2016 年度には施設内共用部の電力の 85%を太陽光発電で賄った。補助金を活用しつつ電気代を削減することにより、十数年で投資の回収が見込める。環境を重視する企業として CO2 削減に直接貢献するとともに、カーポート型の発電設備による遮熱や悪天候時の雨避けの効果もあり、駐車場の利用者の満足度を向上させる。

● 基本データ

①運営体制	事業者名	三菱地所・サイモン株式会社	本社の所在地	東京都千代田区大手町 1-9-7 大手町フィナンシャルシティサウスタワー19階
	発電所の名称	あみプレミアム・アウトレット カーポート型太陽光発電設備	発電所の所在地	茨城県稲敷郡阿見町よしわら 4-1-1
	運転開始	2016 年 2 月	運営人員数	—
	建設担当	日本コムシス株式会社	運転・保守担当	関東電気保安協会
②発電設備	機器構成	カーポート架台 モジュール パワーコンディショナー	メーカー名/製品名/台数	カーポート架台：SCHLETTER 社 /Park@Sol モジュール： 京セラ/KK265P-3CD3C パワーコンディショナー： TMEIC/7A30448(500kW×2)
	最大出力	1000kW	送電能力	—
	想定発電量	115 万 kWh/年	パワーコンディショナー出力	1000kW
	実績発電量	125 万 5000kWh/年 (2016 年度)	設備利用率	14% (2016 年度)
	電力供給先	全量自家消費	年間電力需要	非公開
③収支計画	事業費	約 3.6 億円	事業期間	非公開
	売上高	—	運転維持費	非公開
	資金調達	自社調達	投資回収年数	非公開
			補助金	一般社団法人新エネルギー導入促進協議会「平成 26 年度独立型再生可能エネルギー発電システム等対策費補助金」(1 億円)

## 1. 発電事業の経緯

茨城県の阿見町（あみまち）は、霞ヶ浦に面する人口4万7000人の町である（図1）。東京から約60キロメートル、成田空港から約30キロメートルに位置しており、JR常磐線や常磐自動車道、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）があることから交通利便性に恵まれている。2017年2月には、圏央道の茨城県内区間が全線開通した。これにより近隣の埼玉県や千葉県からのアクセスが一段と容易になった。



図1◇阿見町の位置と交通アクセス。出典：阿見町役場

1975年ごろから、首都圏や筑波研究学園都市への通勤を見込んだ宅地開発、恵まれた交通アクセスを生かした企業誘致や工業団地の造成が進んだ。現在も町内の吉原地区において土地区画整理事業が進んでおり、その区域の一画に大規模商業施設「あみプレミアム・アウトレット」がある。



写真 1◇あみプレミアム・アウトレット。出典：三菱地所・サイモン

あみプレミアム・アウトレットは、2009年7月に開業した観光型商業施設である。三菱地所株式会社と米 Simon Property Group, Inc.（世界最大の商業専門不動産会社）の合併会社である三菱地所・サイモンが運営する。開業当初の敷地面積は約 16.5 万平方メートル（うち店舗面積は約 2.2 万平方メートル）、店舗数は 104 店舗であった。その後、2011 年 12 月に第 2 期の増設を実施して、現在の敷地面積は約 21 万平方メートル（うち店舗面積は約 3.1 万平方メートル）、店舗数は約 150 店舗に拡大している。

来場者の大半が車を利用するため、あみプレミアム・アウトレットは収容台数 3200 台という大規模な駐車場を備えている。商業施設を取り囲むように配置した駐車場エリアは複数に分かれており、いずれも屋根がない平置き型の駐車場であった。駐車した車は真夏の直射日光や悪天候時の風雨にさらされてしまう。駐車場利用者の満足度向上、さらには広大な平面スペースとその上部空間の活用策を以前から模索していた。

三菱地所・サイモンは、全国に 9 か所ある施設の照明・空調の効率化や、2016 年には国内商業施設として最大規模のグリーン電力証書の購入を開始するなど、環境対策に力を入れている。「環境面の取組を一層強化するために、太陽光発電の導入を検討していたところ、外部の企業から駐車場を活用する提案があった」（三菱地所・サイモン経営企画部の須佐美麻結氏）。それがカーポート型の太陽光発電設備（ソーラーカーポート、以下 SCP と略）である。提案したのは全国で自然エネルギー事業の開発・運営を手掛けるオリックスだ。



オリックスはリース事業をはじめとする多角的金融サービス会社である。エネルギー分野にも早くから注力しており、1995年の風力発電事業への出資を皮切りに、2009年には電力小売事業、2011年には発電事業を開始した。太陽光発電に関しては、2010年に太陽光発電システムの販売を開始したほか、2012年から屋根設置型と地上設置型のメガソーラーによる発電事業を展開している。2016年3月末現在、計画・着工・運転開始分を合わせて全国に88.7万キロワットの案件を有する。

三菱地所・サイモンはアウトレットセンターの開発・運営が本業であり、発電事業の経験は乏しい。ましてや国内でSCP導入事例は少なく、メガソーラークラスともなれば1件の事例もなかった。事業経験の豊富なオリックスが開発全体をアレンジすることで円滑な事業化を図った。オリックスはSCPの導入にあたり、これまでの太陽光発電システム販売における事業スキームを活用した(図2)。太陽光パネルの一括大量発注やメーカーからの直接仕入れなどスケールメリットを生かした調達を実施するとともに、ファイナンスから設計・施工・メンテナンスまでをサポートした。

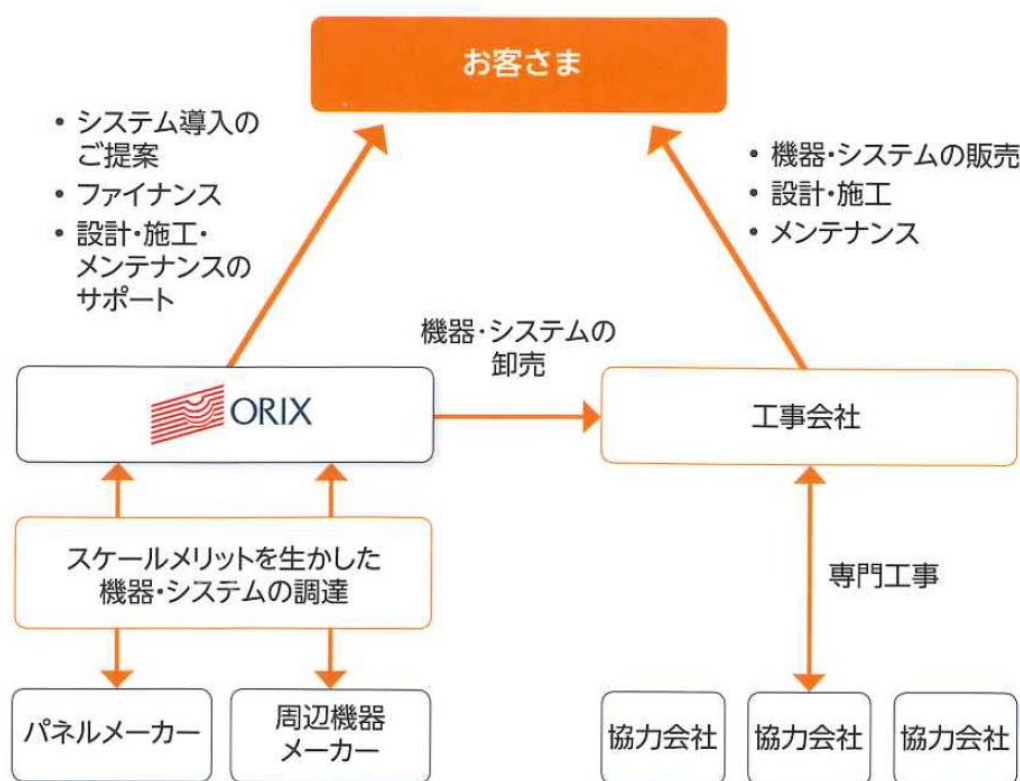


図2◇太陽光発電システム販売の事業スキーム。出典：オリックス

SCPの設置場所は、駐車場の形状や利用客の動線、パワーコンディショナー（PCS）等の電気設備の配置を考慮して、施設西側の第2駐車場を選択した(図3)。ただしSCPを設置するとなれば、工事期間中は駐車場が使えなくなる。施設運営への影響を極力避けるために、工事期間の短縮など工夫が求められた。合わせて「繁忙期をなるべく避けることや、お客様の入場経路を適切に確保できるかも確認した」(須佐美氏)。



図 3◇SCP を設置した第 2 駐車場の位置。出典：三菱地所・サイモン

自然条件に恵まれた地域であることも SCP の事業化を後押しした。茨城県は全国有数の太陽光発電の適地であり、2017 年 3 月末時点の固定価格買取制度における都道府県別の太陽光発電認定導入量（移行認定を含む）は全国 1 位だ（表 1）。県内の他地域と同様、阿見町も日射量に恵まれている。全国平均といわれる東京の約 1.1 倍で、気温も比較的安定しており積雪も少ない。

順位	都道府県名	新規認定導入量	移行認定導入量	合計
1	茨城県	204.7	13.3	218.0
2	愛知県	159.6	36.6	196.2
3	千葉県	168.4	18.3	186.7
4	福岡県	152.5	23.2	175.7
5	兵庫県	153.8	20.6	174.4

表 1◇固定価格買取制度における太陽光発電認定導入量の上位 5 県。単位：万キロワット

設備機器や施工業者の選定にあたってはオリックスが複数の選択肢を提示した。駐車場としての機能を損なわない点はもちろん重要だが、一般のメガソーラーと異なり、設備の真下を人や車が行きかい、屋根としての機能も求められる。このため「安全性と信頼性を重視して設備機器を選定した」（オリックス電力事業第二部副部長の桑原武氏）。

太陽光パネルは導入実績がある京セラ製を選んだ。安価な海外メーカー製のパネルもあったが、信頼性を重視して国内メーカーに選択肢を絞った結果である。同様の理由から PCS は東芝三菱電機産業システムの製品を選択し、EPC（設計・調達・施工）の担当会社は日本コムシスを選んだ。日本コムシスはオリックスとパートナーシップを組んでいる企業の 1 つであり、地上設置型と屋根設置型の両方の土木・建設工事で実績がある。

SCP において特に重要な部分は架台だ。屋根を支える架台が損傷して利用客に支障があってはいけない。設備の信頼性は最重要事項である。加えて施設のコンセプトとの調和も求められた。駐車場であっても米国西海岸をイメージした商業施設のコンセプトとマッチしたデザインにする必要があった。

カーポート型架台のサプライヤーは国内外に複数社存在していた。しかし 2~3 台規模を供給できるサプライヤーはあっても、500 台規模で架台設備を供給できる事業者は 2 社しか確認できなかった。コストや機能性に加えて、信頼性やデザイン・意匠性を考慮した結果、豊田通商の関連会社である豊通ファシリティーズの製品を選定した。

豊通ファシリティーズは、ドイツに本社を置く世界的な太陽光発電架台メーカーである Schletter（シュレッター）社の製品を販売している。ただし日本では建築基準法により、Schletter 社のカーポート型架台をそのまま輸入して設置することができない。2011 年 3 月に国土交通省が出した通達「太陽光発電設備等に係る建築基準法の取扱いについて」によれば、「設備自体のメンテナンスを除いて架台下の空間に人が立ち入らない」かつ「架台下の空間を屋内的用途に供しない」との条件に合致しない場合は、建築基準法の適用対象となる。つまり SCP は建築基準法の対象に入る。

建築基準法では、市区町村ごとに設定する「基準風速」と「積雪荷重」に対応しなければならない。基準風速と積雪荷重に関しては、50 年に 1 度の確率で発生するような稀頻度の暴風や積雪量も想定しなければならない。基準風速で見れば、30~46 メートル/秒の風速に耐えられる設計が求められる。ドイツのように台風が通過することもなく、豪雪地帯もない国の基準で設計された架台では対応が困難だった。

豊通ファシリティーズは、日本仕様で再設計したうえで建築基準法に対応したカーポート型架台「そらぽーと」として商品化した。基準風速 38 メートル/秒、積雪 40 センチメートルまでの地域であれば設置可能となった。4 種類ある架台は東西南北の向きと 1 列か 2 列かの違いがある（図 4）。いずれのデザインも架台全体を支える基礎の部分に大きな荷重がかかるため、特に基礎部分が強固な造りとなっている。抜けにくい特殊な加工を施した杭を地下深くまで打ち込み、その上にコンクリート基礎を築く工法である。

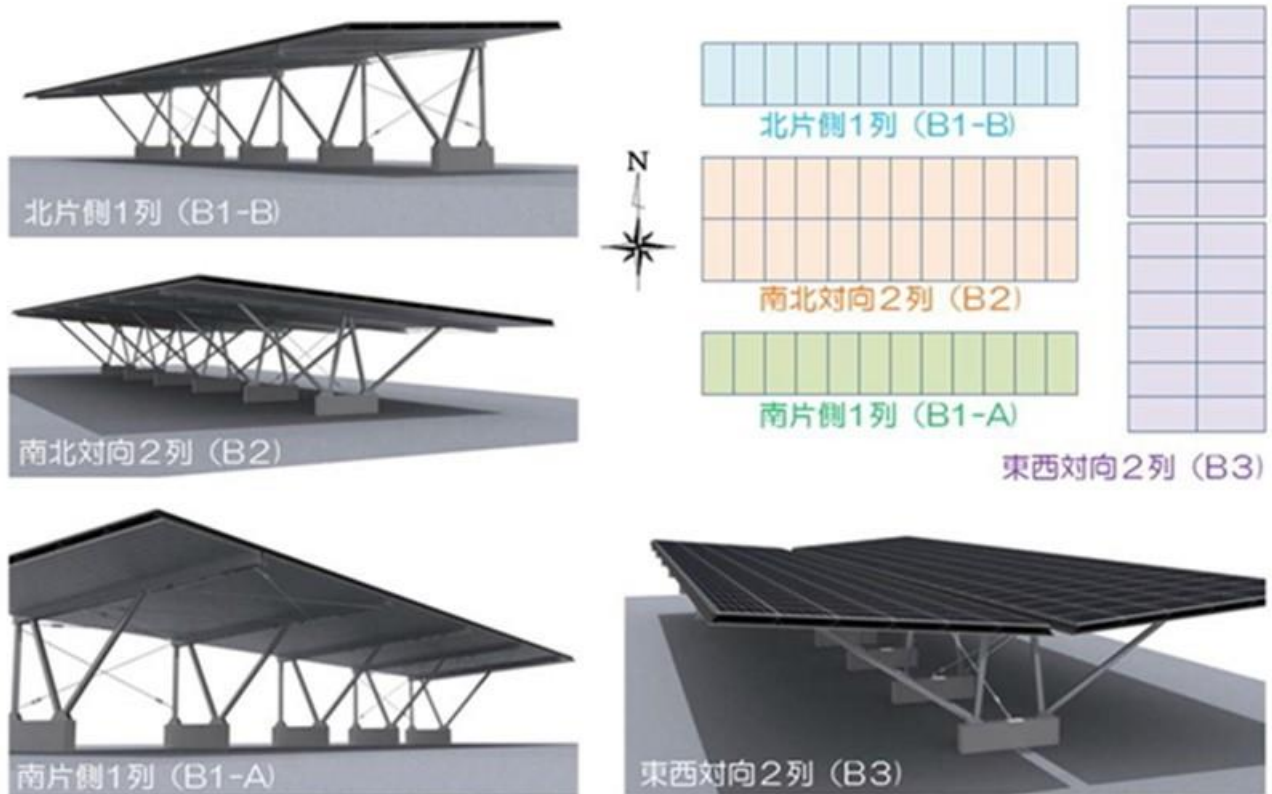


図 4◇4 種類のカーポート型架台。出典：豊通ファシリティーズ

オリックスと日本コムシスは 2016 年 1 月初めに設置工事を開始した。工事の対象である第 2 駐車場を完全に閉鎖したうえで、1 か月半という短期間で完了させた。既設の駐車場の改変を最小限にとどめるため、アスファルトは基礎の部分のみをはがして工事を行った。

架台全体を支える基礎部分の工事は施工全体の中でも特に重要なパートだ。特殊な杭を機械で圧入したうえで型枠をつくり、コンクリートを流し込む。高さ 0.6 メートルのコンクリート基礎の上に架台の支柱を組み上げた。比較的安価な施工が可能となる地上設置型のメガソーラーであれば、打ち込む杭の深さは 1 メートル程度だが、当該事業の場合には、1 つの基礎につき摩擦杭（スクリー杭）2 本を 4 メートル程度まで深く打ち込む必要がある。「鋼材の費用もかかるが、なんといっても基礎部分の施工コストが高くなる」（桑原氏）。

カーポート型の架台は南北対向 2 列のタイプと北片側 1 列、南片側 1 列の両タイプの計 3 種類を採用した（写真 2）。駐車場利用者の歩道や車の動線、駐車場の形状などを考慮して最適なタイプを配置した。パネルの角度は 5 度である。発電するうえでは最適角ではないが、屋根としての機能を考慮すると傾斜をつけることは難しい。





写真 2◇南北対向 2 列のタイプ (上)

南片側 1 列のタイプ (下写真左) 北片側 1 列のタイプ (下写真右)

利用者への配慮も随所に見られる。駐車場内には「高さ制限 2.3 メートル」や「駐車時接触注意」といった掲示板を設置した。駐車スペースには降車の際に利用者がドアや頭をぶついたりしないよう注意書きがある (写真 3)。特に設備全体の強度を上げるため、斜めに入っている筋交い (プレス) にドアが当たる可能性がある。さらにスペースの都合上、コンクリート基礎が降車の邪魔になってしまうところは、車止めを前方にずらした (写真 4)。車体の短い軽自動車であれば問題ないが、大型のワンボックスカーなどは停めにくいからだ。



写真 3◇架台の筋交い部分（左）や接続箱（右）に貼った注意書き



写真 4◇車止めを前方にずらした

太陽光パネルの設置にあたっては周辺地域への配慮も欠かせない。施設の近くには住宅地があるものの、設置場所となる第 2 駐車場の周辺に住居はない。ところがパネルから近距離に高速道路がある（写真 5）。通行する車に対して、パネルの反射光の影響がないかを確認する必要があるがあった。傾斜角が 5 度と緩やかであり、反射が弱いパネルを使ったことで、高速道路の通行車両への影響を回避できた。





写真 5◇第 2 駐車場の付近を通る高速道路（写真左の高架橋部分）

デザインにも配慮した。駐車スペースの屋根となるパネルの裏側をカバーで覆い、利用者から配線などが見えないように工夫した。施設のコンセプトを考えると、接続箱から PCS に至る構内ケーブルはすべて地中に埋設した（写真 6）。



写真 6◇接続箱からの構内ケーブル（左）、パネル裏のカバー（右）

## 2. 発電事業の詳細

2016年2月26日、国内最大規模のカーポート型太陽光発電設備が運用を開始した。出力は1000キロワットで、第2駐車場内の約500台分に設置した。SCP設置により環境負荷の低減が図れるだけでなく、真夏時の遮熱効果や悪天候時の雨避けとなることで施設利用者の満足度を高めることができる。



写真7◇SCP外観

SCPで発電した電力はすべて施設内で消費している。三菱地所・サイモンが固定価格買取制度（FIT）による全量売電ではなく、自家消費モデルを採用した背景には、「商業施設として電力の地産地消に取り組みたい思いがあり、自社でCO2削減を進めるには自家消費が必要だった」（須佐美氏）。コストや設置場所確保の観点から蓄電池は併設していない。SCPが発電した電力は洗面所やフードコートといった施設内共用部で全量消費している。夜間や悪天候時にSCPが発電しない時間帯は、外部から購入した電力で賄う（写真8）。施設の営業時間は10時から21時である。詳細は非公開としながらも、施設内の電力の需要カーブとSCPの供給カーブはある程度マッチしているようだ。



写真8◇施設内共用部分の電力の多くはSCPが賄う（左）。夜間は購入した電力で営業（右）



2016年2月の運転開始以降、発電実績は想定を上回っている。当初の想定発電量は年間115万キロワット時であった。2016年度実績は125.5万キロワット時となり、想定から約1割も上回った(図5)。パネルの傾斜角を5度に抑えたが、設備利用率は14%となり、一般的なメガソーラーと比べてその色はない。2016年度の月別の発電量は春から夏にかけて増加、秋から冬にかけて低下した。地域の日射量も同様の傾向である。

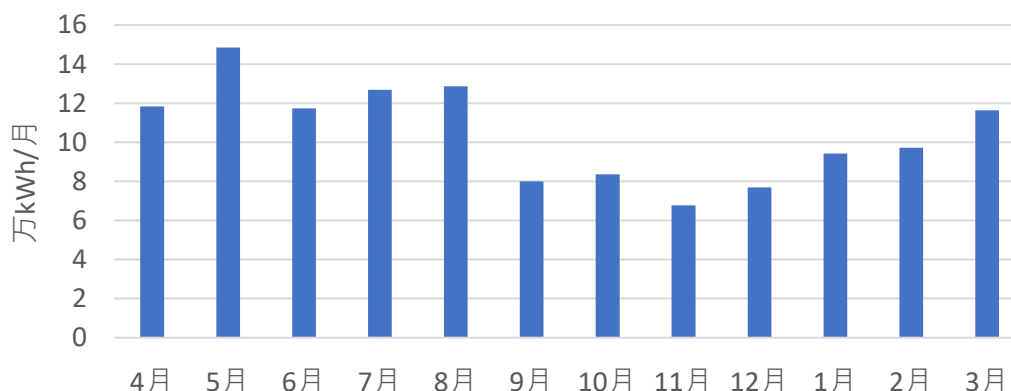


図5◇月別の実績発電電力量(2016年度)

当初想定では施設内共用部の8割を太陽光発電で賄う見通しだったが、2016年度には85%に達した。仮に1キロワット時あたり15円(東京電力の業務用特別高圧料金メニューの標準的単価)の契約だった場合、年間約2000万円の電気代削減になる。年間約58万キログラムを想定していたCO2削減量も約63万キログラムへと上積みできた。FITでの全量売電であれば賦課金を負担する消費者全体に広く帰属するCO2削減価値も、全量自家消費なので環境貢献としてアピールできる。商業施設の利用者はインフォメーションセンターにあるモニターで発電状況をリアルタイムに確認することができる。

SCP設備の点検・保守は、施設内の他の電気設備を管理する関東電気保安協会が担当している。ただし、SCPだからといって「メンテナンスで特別なことをする必要はない」(オリックス電力事業第二部の長岡裕也氏)。発電状況は遠隔監視システムによって常時モニタリングが可能であり、設備に異常があれば関係者に通知が届く。これまでのところ「特に設備の故障などは起きていない」(三菱地所・サイモンの須佐美氏)。パネルメーカーの保証は20年間だ。火災・天災などの突発的な事故にも備えて、カーポート型架台およびパネルの破損を保障する内容で保険をかけている。

総工費は3.6億円で、そのうち1億円は国の「平成26年度独立型再生可能エネルギー発電システム等対策費補助金」を活用した。残りは三菱地所・サイモンの自己資金で賄った。投資回収年数は非公表だが、総工費から補助金を引いた金額を試算した電気代削減分で割ると、13年ほどで回収できる計算だ。2015年度のFIT買取価格を適用して売電した場合には11年弱なのでさほど変わらない。設備の法定耐用年数は一般的な電気設備と同様に17年だが、経済耐用年数では地上設置型のメガソーラーなどと同様、25~30年の運用も可能だ。PCSは15年程度で1回の交換を想定している。自家消費ということもあり、「特に事業期間を決めているわけではない」(須佐美氏)。設備が使える限り発電を続ける予定だ。

三菱地所・サイモンは阿見町のほかにも全国 8 か所で同様の大規模商業施設を展開している。いずれの施設も数千台規模の駐車場を併設しており、あみプレミアム・アウトレットの SCP で培ったノウハウを他の商業施設に横展開することが可能だ。

2017 年 12 月 20 日には千葉県酒々井町（しすいまち）にある酒々井プレミアム・アウトレットで、第 2 弾の SCP が運用を開始した（写真 9）。太陽光発電の出力や屋根でカバーする駐車台数は、あみプレミアム・アウトレットとほぼ同じ規模である。前回と同様にオリックスが事業全体をアレンジした。酒々井の SCP は東西対向 2 列タイプを採用するとともに、あみでの経験を踏まえ、架台設備を改善した。あみの SCP では降車の障害となっていたコンクリート基礎の部分と筋交い（プレス）をなくした。これにより「駐車場の利便性がさらに向上する」（須佐美氏）。



写真 9◇酒々井プレミアム・アウトレットに完成した新型 SCP。東西対向 2 列タイプを採用。

出典：三菱地所・サイモン

改良型の架台は駐車スペースを広げるため、基礎の工法を変えている。大きく変更したのは地面に打ち込む杭の部分だ。あみの SCP の場合、1 つの基礎を造るのに 4 メートル程度の杭を 2 本打ち込んでいたが、酒々井では 1 本の大きな杭を 5 メートルの深さまで打ち込んでいる。杭を大きくする一方、数を減らすことで、強度を保持したままスマートな形状の架台を実現した。その半面、基礎工事は大掛かりなものとなった。酒々井ではビルの建設現場で使うような大型の杭打機で工事を実施した。駐車場の路面を傷つけないよう、鉄板を敷いて重機を入れた。

酒々井の場合、あみのように駐車場を全面閉鎖せず、全体エリアを複数のブロックに分けて段階的に施工した。施設の雰囲気や来場者から工事が見えないよう仕切り壁を設置した。さらに商業施設の営業に配慮して、土日には工事や資材の搬入をしない、セール期間を避ける、などの対策をとった。酒々井の SCP は複数年度にまたがる補助金を活用できたことから、余裕をもって工期を設定した。工事に半年程度をかけた。

### 3. 今後の計画

SCP は土地を有効活用して環境対策を推進できるうえに、駐車場利用者の満足度を向上できる。「工事で一部の駐車場が使えなくなるものの、そのほかのデメリットは特にはない。ただし同業他社が同規模のものを実施しているという話もそれほど聞かない。」(三菱地所・サイモンの須佐美氏)。メリットの多い SCP だが、さらなる普及にはいくつかの課題を克服する必要がある。

最大の課題はコストだ。あみの SCP の場合、事業費を太陽光発電の出力で割った資本コストはキロワットあたり 36 万円となる。国の調達価格等算定委員会が公表した 1000 キロワット以上の資本コスト (29.4 万円、2015 年通年実績) に比べて 2 割程度高い。しかも SCP は建築基準法の適用対象となる。「特に架台の基礎部分の施工コストが高くなってしまう」(オリックスの長岡氏)。

地上部の架台ユニットは豊通ファシリティーズが製品化したようにパッケージ化できる。一方、基礎部分は地質や気象条件の違いから案件ごとにオーダーメイドとなり、工事に必要な建築確認も案件ごとに取得する必要がある。地域によってコスト差も生まれる。とはいえ施工自体は技術的に難しいわけではない。市場が拡大すれば、効率的な施工方法の開発や新規参入する施工業者の増加も見込め、コストダウンが期待できる。

商業施設の駐車場に大規模 SCP を設置する場合は、用地が自社所有地か借地かも重要になってくる。自家消費であれば設置期間は 25~30 年におよぶ可能性がある。駐車場が借地の場合、SCP 設置に伴う土地改変のハードルは一段上がる。

さらに一時的にせよ工事期間は駐車場の一部が使えなくなる。新規開業に合わせて設置するなら比較的容易だが、既存の駐車場に後付けする場合は施設運営への影響を最小限に抑える工夫が求められる。三菱地所・サイモンの場合、段階的に店舗面積を増やす方針をとっているため、現在駐車場として使用しているエリアであっても、将来は商業施設に変わる可能性がある。SCP の検討には施設全体の長期戦略との整合性が課題になる。

近年、国内外で自然エネルギーによる電力の調達を増やそうとする企業の動きが活発化している。三菱地所・サイモンのように自社施設に設置して全量自家消費する企業も増えてくるだろう。そのとき SCP は有効な選択肢の 1 つになる。

自動車大国である日本は駐車場も多く、その分 SCP のポテンシャルは豊富だ。国土交通省の調べでは 2016 年 3 月末現在、国内の駐車場は約 500 万台分にのぼる (住宅の車庫や月極駐車場等を除く)。あみや酒々井の SCP は 500 台分の駐車スペースで出力 1000 キロワットである。単純計算ではその 1 万倍 (1000 万キロワット) の太陽光発電の可能性を秘めていることになる。

\*本レポートの内容はヒアリング実施日（下記）の時点の情報です。

ヒアリング実施日：2017年12月27日、2018年1月10日、2018年1月29日

ヒアリング/レポート作成協力：三菱地所・サイモン、オリックス

レポート作成者：北風 亮（自然エネルギー財団 上級研究員）

©自然エネルギー財団 Renewable Energy Institute 2018