



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.16

太陽光で発電しながら日陰でキクラゲ生産

—宮城県の農地2カ所をメガソーラーで再生—



● 概要

宮城県の北部に広がる田園地帯で、2017年の秋から大規模なソーラーシェアリング（営農型の太陽光発電）を実施中だ。農作物の生産に向かない2カ所の広大な農地に、それぞれ2MW（メガワット）級の太陽光発電設備を建設した。合計で1万3000枚を超える太陽光パネルを農地の上部に並べ、パネルの下にできる日陰を利用してキクラゲを栽培する。キクラゲは日陰で成長するためソーラーシェアリングに適している。このプロジェクトでは自然エネルギー分野のベンチャー企業が太陽光発電事業を運営する一方、地元の農業法人2社が新規事業でキクラゲの生産に挑む。ソーラーシェアリングには農地の一時転用の許可が必要だが、許可を取得するまでに6カ月かかった。事業を開始してからはキクラゲの成長に欠かせない温度や湿度の調整、さらに販路の開拓にも日々苦勞を重ねる。

● 基本データ①（登米市のプロジェクト）

①運営体制	事業者名	登米ソーラー（SPC）	所在地	宮城県登米市米山町善王寺永沢 114 番 1
	発電所の名称	登米善王寺太陽光発電所	発電所の所在地	同上
	運転開始	2017 年 10 月 17 日	運営人員数	2 名（両プロジェクト、営農を除く）
	建設	大和ハウス工業	運転・保守	大和ハウス工業
②発電設備	機器構成	太陽光モジュール、パワーコンディショナー、キクラゲ栽培設備	メーカー名/製品名/台数	JINKO/JKM295M-J/7400 枚、Huawei/SUN2000-33KTL-JP/49 台
	最大出力	2183kW	送電能力	1632kW
	年間発電量	217 万 1000kWh （初年度想定）	想定設備利用率	11.35%
	電力供給先	東北電力	FIT 認定取得	2014 年 3 月 28 日
③収支計画	事業費	6.5 億円	事業期間	20 年間
	売上高	7100 万円/年平均	運転維持費	990 万円/年平均
	年間売電量	217 万 1000kWh （初年度想定）	売電単価	36 円/kWh
	資金調達	設置工事費 5.5 億円：リース（日立キャピタル） その他費用：匿名組合	投資回収年数	15 年
		補助金	なし	

● 基本データ②（加美町のプロジェクト）

①運営体制	事業者名	加美八幡堂ソーラー (SPC)	所在地	宮城県加美郡加美町原八幡堂 西一番 77 番 1
	発電所の名称	加美八幡堂太陽光発電所	発電所の所在地	同上
	運転開始	2017 年 9 月 27 日	運営人員数	2 名（両プロジェクト、営農を除く）
	建設	大和ハウス工業	運転・保守	大和ハウス工業
②発電設備	機器構成	太陽光モジュール、パワー コンディショナー、キクラゲ 栽培設備	メーカー名/製品 名/台数	JINKO/JKM295M-J/6280 枚、 Huawei/SUN2000-33KTL-JP /41 台
	最大出力	1853kW	送電能力	1365kW
	年間発電量	162 万 6200kWh (初年度想定)	想定設備利用率	10.02%
	電力供給先	東北電力	FIT 認定取得	2014 年 3 月 27 日
③収支計画	事業費	5.5 億円	事業期間	20 年間
	売上高	5300 万円/年平均	運転維持費	900 万円/年平均
	年間売電量	162 万 6200kWh (初年度想定)	売電単価	36 円/kWh
	資金調達	設置工事費 4.7 億円:リー ス（日立キャピタル） その他費用:匿名組合	投資回収年数	15 年
		補助金	なし	

1. 発電事業の経緯

宮城県で大規模なソーラーシェアリング（営農型の太陽光発電）を実施している場所は、北部の登米市（とめし）と加美町（かみまち）の2カ所である（図1）。両地域とも平野部に水田や畑が広がる中で、最近では農作物を作らない耕作放棄地が増えている。米などの需要減少とともに過疎化や高齢化が進んだことが大きな要因だ。太陽光発電と農業を両立させるソーラーシェアリングで農地を有効に活用して、地域の活性化と耕作放棄地の再生を目指す。

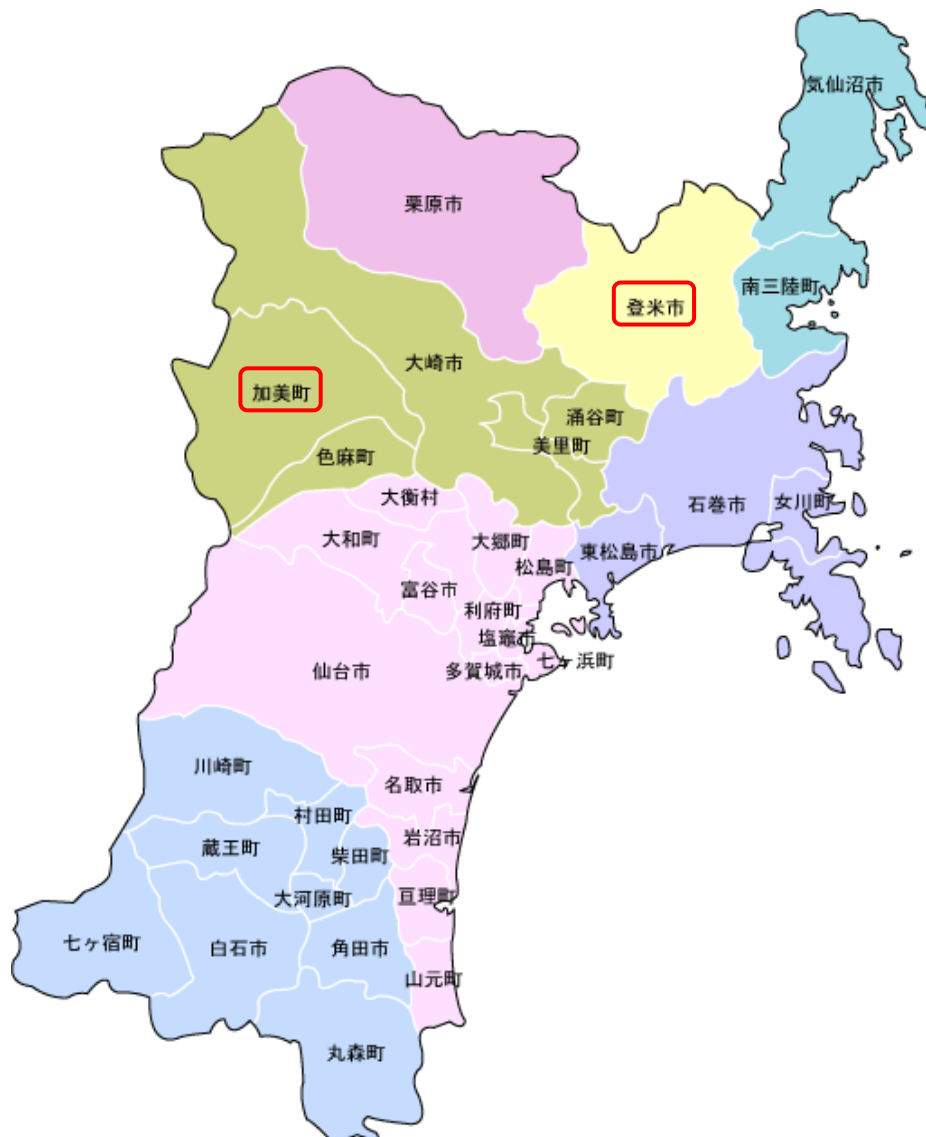


図1◇宮城県の市と町。出典：宮城県庁

登米市と加美町でソーラーシェアリングの構想が動き出したのは、2年前の2016年5月である。東北地方を中心に自然エネルギーの発電事業を展開するベンチャー企業のサステナジー（本社：東京都渋谷区）が2カ所のプロジェクトを同時に手がけることになった。

2カ所のいずれも地元の地権者から相談を持ちかけられて、太陽光発電事業の検討が始まった。登米市の農地は土壌が悪く、長年にわたって農作物を作っていない耕作放棄地だった（写真1）。加美町の農地では牧草などを栽培していたが、地権者が高齢で後継者がいなかった。このような農地を太陽光発電に利用できれば、地権者には賃貸料が安定して入る。

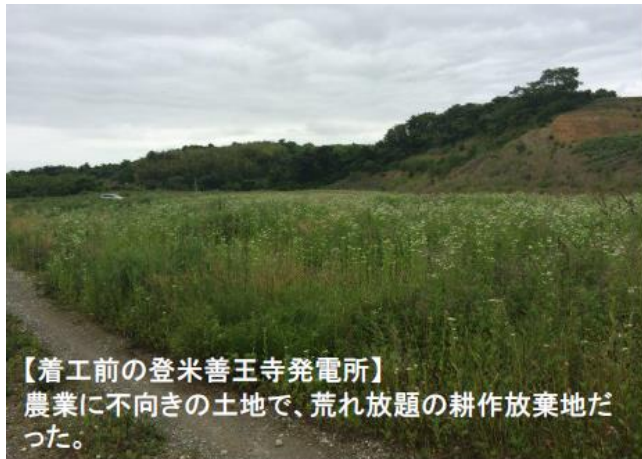


写真1◇ソーラーシェアリングを実施する以前の農地。左が登米市、右が加美町。出典：サステナジー

当初は農業以外の目的に農地を転用できる「農振除外」（農用地利用計画の変更）を申請して、通常の太陽光発電設備を建設する計画を進めていた。その前提で2014年3月に固定価格買取制度の認定を取得したが、農振除外の条件が厳しくて転用許可の取得はむずかしかった。太陽光発電を実施するためには、太陽光パネルの下で農作物の生産を続ける営農型しか選択肢がない。固定価格買取制度の認定を受けてから2年後の2016年5月になってソーラーシェアリングの検討に着手した。

新しいプロジェクトを任されたのは、大学を卒業して同年4月に入社したばかりの菊池美南氏である。社員数が10人強のサステナジーでは、新入社員でもプロジェクトを担当する。菊池氏は宮城県内にある大学の工学部で自然エネルギーの発電技術を学び、その経験を生かすためサステナジーに入社した。先輩社員の指導を受けながら事業計画を策定し、ソーラーシェアリングに必要な農地の一時転用の許可取得、さらに農作物の生産体制の構築までを中心になってやり遂げた。

とはいえソーラーシェアリングを開始するまでには数多くの困難に直面した。特に苦労したのは、農地を一時的に発電事業に転用するための許可を取得する過程だ。農林水産省は自然エネルギーの導入拡大と耕作放棄地の有効利用を目的に、農地を一時的に営農型の太陽光発電設備に転用許可する指針（支柱を立てて営農を継続する太陽光発電設備等についての農地転用許可制度上の取扱いについて）を2013年3月に発表した。

この指針は農地に支柱を立てて太陽光パネルを設置し、その下で農作物を生産することを条件に、農地を一時的に転用して、営農型の太陽光発電事業を認めるという内容である。ただし農作物の収穫量を近隣の同じ年の平均値と比較して、おおむね8割以下にならないように維持することを条件に加えた。

太陽光パネルの下では日射量が少なくなるため、一般的な農作物で 8 割以上の収穫量を維持することは極めてむずかしい。そこで候補に挙げたのが、日射を嫌うキノコの栽培である。数あるキノコの中でも、国産品が少なく今後の需要の伸びが期待できるキクラゲを対象に選んだ。温帯地域に広く分布する「アラゲキクラゲ」（写真 2）と呼ぶ品種で、日本では全国で栽培が可能だが、収穫までに手間がかかるため生産者は少ない。



写真 2◇収穫直前の「アラゲキクラゲ」。出典：サステナジー

菊池氏はキクラゲを栽培する元になる菌床（きんしょう）のメーカーにヒアリングを重ね、生産計画を立てながら地元の生産者を探した。幸いにもキクラゲの生産に意欲を示す農業法人 2 社を見つけることができた。あとは農地の一時転用の許可を取得すればソーラーシェアリングが可能になるが、これが想定以上に難航した。

農地の一時転用許可は、自治体が運営する農業委員会が決めることになっている。ところが登米市と加美町ではソーラーシェアリングを実施した例がなく、農業委員会も判断に困った。「農林水産省の指針をもとに、双方で勉強しながら申請書類を作成していった」（菊池氏）。

特に収穫量を近隣の農地の平均値に対して 8 割以上に維持する条件については、そもそも比較対象になるキクラゲの生産データが県内に存在しないため試算できない。最終的には菌床のメーカーから参考データを出してもらって、ようやく一時転用の許可を取得できた。地域の農業委員会に相談を始めてから 6 カ月が経過していた。

その間にサステナジーはソーラーシェアリングの事業会社を登米市と加美町に、特別目的会社（SPC）として設立した（図 2）。発電事業の運營業務をサステナジーが請け負う一方、設備の設計・調達・建設（EPC）はサステナジーのプロジェクトを数多く手がけている大和ハウス工業に依頼した。

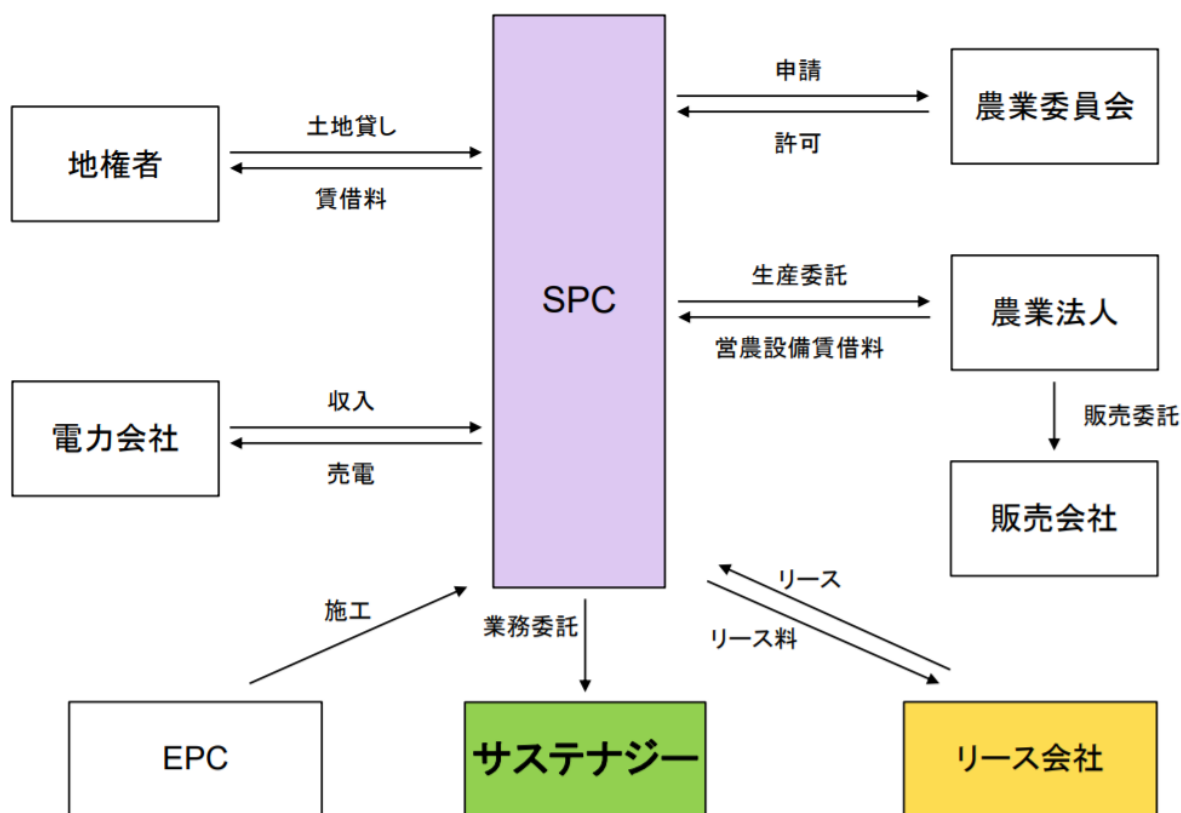


図 2◇ソーラーシェアリングの事業スキーム

SPC：特別目的会社、EPC：設計・調達・建設。出典：サステナジー

ソーラーシェアリングには資金調達の面でも難点があった。農林水産省の指針では、営農型の太陽光発電で農地を一時的に転用できる期間は 3 年間に規定されている。この間に農作物の栽培を順調に続けることができれば、それ以降も 3 年ごとの更新が可能になる。営農の状況によって転用許可を更新できないケースもあるわけだ。固定価格買取制度による 20 年間の売電収入を前提にした事業に対して金融機関は融資しにくい。「いくつかの金融機関に融資を打診したが、検討に時間がかかり、決裁に至らなかった」（菊池氏）。

融資以外の方法として、プロジェクトのパートナーである大和ハウス工業が提案したのはリース方式である。日立キャピタルが自然エネルギーを対象にしたリース事業を実施している。大和ハウス工業の仲介により、登米市と加美町のソーラーシェアリングの設備を日立キャピタルがリース契約で提供することで話がまとまった。ただしリースの対象は設備費と工事費に限られる。このほかに発電設備を送電線に接続する連系工事の負担金などが必要になる。その資金は匿名組合を組成して拠出した。

ソーラーシェアリングでは太陽光パネルの下にも十分な日射量が届くように、細長い形のパネルを使って、横の間隔を空けて設置する方法をとる場合が多い。しかしキクラゲは日射を必要としないので、通常の大きさのパネルを使うことができ、さほど間隔を空けずに設置できる。2014年に取得した固定価格買取制度の認定要件に合わせて出力を確保できるように、太陽光パネルの枚数と配置を決めて設備構成を確定した。

開発計画に着手して10カ月後の2017年3月に、2カ所の農地で建設工事が始まった。登米市の農地は約3万平方メートルの面積に、出力295ワットの太陽光パネル7400枚を設置した（写真3）。合計の出力は2.18MW（メガワット）である。建設した場所は農地とはいえ小高い丘の上であり、近くに民家はない。山林に囲まれているため、周辺から太陽光発電設備は見えない地形になっている。



写真3◇登米市の農地に建設した「登米善王寺太陽光発電所」の全景。出典：サステナジー

一方の加美町の建設用地は田んぼに囲まれた平坦な場所にある。約2万平方メートルの農地に、同じ295ワットの太陽光パネル6280枚を設置した（次ページの写真4）。全体の出力は1.85MWである。

太陽光発電設備を建設するにあたって、どちらの農地も草を刈る程度で済み、本格的な造成工事は必要なかった。農林水産省の指針に合わせて、農地に支柱を立てて架台を造り、その上に2メートル以上の高さで太陽光パネルを搭載した。



写真 4◇加美町の農地に建設した「加美八幡堂太陽光発電所」の全景
太陽光パネルが並んでいる区画だけが対象の農地。出典：サステナジー

キクラゲは気温が高くなる春から秋にかけて栽培する必要がある。初年度の栽培に間に合わせるために工事期間を3カ月に短縮して、2カ所とも2017年6月に発電設備と栽培設備を完成させた。完成直後からキクラゲの栽培を開始する一方、太陽光発電設備は加美町で9月から、登米市では10月から売電を開始した。

こうして農作物の生産に向いていない広大な農地で大規模な太陽光発電事業が始まり、太陽光パネルの下では新たな農作物を作る試みが進んでいった。

2. 発電事業の詳細

登米市の農地に建設したソーラーシェアリングの設備を見ると、外観は通常の太陽光発電所とさほど変わらない（写真 5）。太陽光パネルが人の背丈よりも高い位置にあり、パネルの下にキクラゲを栽培する棚が並んでいるだけの違いである。加美町の設備も架台の組み方は違うが、それ以外はほぼ同じ構造になっている。



写真 5◇「登米善王寺太陽光発電所」の太陽光パネルの設置状態

宮城県は年間の日射量が全国平均よりも 1 割ほど少なく、太陽光発電の設備利用率（年間の発電効率）は相対的に低い。出力が 1MW を超えるメガソーラーの場合、設備利用率の全国平均は 15%程度だが、登米市のソーラーシェアリングでは設備利用率を 11.35%と想定した。これをもとに年間の発電量を計算すると 217 万 kWh（キロワット時）になる。一般家庭の電力使用量（年間 3600kWh）に換算して 600 世帯分に相当する。

発電した電力は全量を固定価格買取制度で売電している。認定を受けたのが 2013 年度（2014 年 3 月）だったため、買取価格は 1kWh あたり 36 円（税抜き）と高い。年間の売電収入は 7100 万円を見込み、20 年間の合計では 14 億 2000 万円になる。これに対して事業費は 6 億 3000 万円で、年間の運転維持費は 950 万円（20 年間で 1 億 9000 万円）を想定している。リース料の支払いを含めて、おおむね 15 年で採算をとれる見通しだ。

発電設備のうち通常と比べてコストがかかったのは、太陽光パネルを支える架台の部分である。パネルの位置が2メートル以上になると、下からの風の影響を受けやすく、架台の強度を高める必要があった。支柱は合金メッキを施したH形鋼の汎用品で、地下1メートルの深さまで打ち込んだ（写真6）。「架台のコストは通常よりも割高になり、施工費も多くかかった」（菊池氏）。



写真6◇架台の構造。太陽光パネルを地上2メートル以上に設置するため強度を高めた

登米市は宮城県の中で太平洋側にあるため降雪量は少ないが、一方の加美町は内陸部にあつて降雪量が多い。太陽光パネルの上に雪が積もり、支柱も雪に埋まってしまう可能性がある。冬の積雪に備えて、斜めの支柱を加えた4本の構造で架台の強度を上げた（写真7）。太陽光パネルの傾斜角は登米市の5度に対して、加美町では10度に傾けて雪が落ちやすくなるように設置した。



写真7◇「加美八幡堂太陽光発電所」の架台。出典：サステナジー

2017 年の秋に発電を開始して、登米市と加美町の発電量は計画値を少し上回っている。「事業計画では発電量を厳しく見込んでおいたので、ほぼ予想どおりの結果になっている」（菊池氏）。加美町の場合には積雪の影響も考慮して、設備利用率を 10.02%という低い水準で想定した。実際に冬のあいだに雪が太陽光パネルの表面に積もり、20 日間ほど発電できなかった。それでも登米市のプロジェクトと比べて事業費が少ないため、同様に 15 年で投資を回収できる予定だ。

少ない日射量で発電量を最大限に増やせるように、パワーコンディショナーは小型の装置を分散する方式を採用した。太陽光パネルを連結した列（ストリング）ごとに、出力 33kW（キロワット）の小型のパワーコンディショナーを配置している（写真 8）。



写真 8◇太陽光パネルの列ごとに小型のパワーコンディショナー（左側の装置）を設置、さらに複数の列の電力を集電箱（右側の装置）で集約した後、受変電設備から送電線へ送る

登米市の設備では合計 49 台、加美町では 41 台のパワーコンディショナーを使って、太陽光パネルで発電した直流の電力を一定のパネル枚数ごとに交流に変換する。列単位で電力を変換することによって、天候の変化に応じて発電量が最大になるように個別に電流・電圧を制御できる。さらに 1 台のパワーコンディショナーが故障した時の影響を最小限に抑えられるメリットもある。

2 カ所の太陽光発電所の運転状況は、ほぼ中間地点にあるサステナジーの宮城営業所（大崎市）のパソコンで監視する。列ごとの発電量や電流・電圧のほか、売電量、日射量、気温のデータも現地に設置した計器で収集して、インターネット経由で営業所のパソコンに送る仕組みだ。営業所では 1 人の運用管理者が他の発電所と合わせて遠隔で監視を続ける。

その一方でキクラゲの生産は、担当する農業法人にも経験がなく、苦勞の連続だ。太陽光パネルの下には、アラゲキクラゲの菌を入れた四角い形の菌床が3段に並べられている（写真9）。アラゲキクラゲの栽培には温度を25℃程度に保ちながら、湿度を90%以上に高める必要がある。「ハウス栽培ならば温度・湿度を維持しやすいが、外気にさらされるソーラーシェアリングでは温度と湿度の調整がむずかしい」（菊池氏）。



写真9◇太陽光パネルの下に並ぶキクラゲの菌床（上）。菌床の中には、おが粉・栄養体・菌が詰め込まれている。前面と側面に入れた切り込み（右の写真の濃い茶色の直線部分）から、内部で成長したキクラゲが伸びて出てくる



登米市のプロジェクトでは、農業法人の「スワンドリーム」がキクラゲの生産を担当している。社員の白鳥駿氏が毎日9時から17時まで菌床の状態を見て回り、温度・湿度計を確認する。菌床を並べた棚の前面には、太陽光パネルの列全体をカバーするカーテンがあり、これを手動で上げ下げする（写真10）。実際に操作してみると、かなりの力が必要なことがわかる。現在のところ菌床は合計20列の太陽光パネルの下に設置されている。すべてのカーテンを上げ下げするのは重労働だ。



写真10◇保温・保湿のためにカーテンを下げた状態（上）。カーテンは手動で巻き上げる（右）。



適切な温度・湿度に加えて、キクラゲを良好な状態で成長させるためには水と換気、わずかな太陽光が必要になる。列ごとに自動散水装置を使って、1日に3～4回の頻度で菌床の上部から水をまく(写真11)。それでも足りない場合には、タンクに水を入れた散水機を白鳥氏が移動させながら散水する。



写真 11◇自動散水装置

黒いパイプが栽培棚の上部を通して、ビニールシートで囲われた菌床の上部から散水

手間がかかるのは、キクラゲが成長する段階だけではない。キクラゲは菌床の中で成長した後に、菌床に入れた切り込みから外側に伸びてくる(写真12)。「大きさが6～8センチメートルになった時に収穫するのが最適。ただし根元の石づきまで切り取らないと次のキクラゲが出てこないの、ひとつずつ丁寧に収穫する必要がある」(スワンドリームの白鳥氏)。



写真 12◇収穫直前のキクラゲ(2017年夏)

出典：サステナジー

こうして人手をかけて栽培・収穫するキクラゲは5月から10月にかけて繰り返し生産できる。1回の成長に20日程度かかるため、収穫する場所を変えながら、ほぼ20日間のサイクルで全体の収穫作業を繰り返していく。

収穫したキクラゲは2つの地域の間にある大崎市の販売会社で加工して出荷する。地元の自治体に勤務していた三浦菊雄氏が早期退職して、キクラゲを販売するための新会社「イマジン・ジャパン」を2017年4月に立ち上げ、販路の開拓に取り組んでいる。初年度は販売先を十分に確保できず、大量の在庫が発生した。ただし余ったキクラゲは乾燥させて長く販売できるため、無駄にはならない（写真13）。



写真13◇乾燥キクラゲの商品パッケージ

今年度は東京の大田市場などで生のキクラゲを販売できるメドが立ち、地元の道の駅でも取り扱ってもらえるようになった。国内で流通するキクラゲは9割以上が中国産で、元になる菌を含めて純国産は約1%しかないのが現状だ。農薬を使わずに生産する純国産のキクラゲの需要は見込めるものの、「中国産と比べた価格の高さを受け入れてもらえるかどうかの販売量を拡大する決め手になる」（菊池氏）。

登米市と加美町のプロジェクトともに、現在の生産規模は約5000菌床である。当初の計画は2万菌床で、まだ4分の1の規模にとどまっている。「キクラゲの販売が軌道に乗っていない現状では、菌床の数を増やせない。できるだけ早く採算をとれる状態にして、合計4万菌床のフル生産体制を実現したい」（同）。

3. 今後の計画

登米市と加美町の農地で始まったソーラーシェアリングは、3年目の2019年が1つの節目になる。農地の一時転用許可の最初の期限が訪れる。収穫量の目安である基準値の8割以上の水準をクリアして、次の3年間の許可延長につなげなくてはならない。

計画どおりにキクラゲの生産・販売体制が軌道に乗れば、固定価格買取制度の適用を受けられる20年間にわたってソーラーシェアリングを継続できる。「20年間の買取期間が終了した後も事業を継続していきたい。太陽光パネルは30年くらい使えるので、21年目からは発電した電力を地域に安く供給することを想定している」（菊池氏）。その時点で投資を回収できていれば、以降は運転維持費をカバーできる収入を得ることで発電事業は成り立つ。

これまでに積み上げたソーラーシェアリングの知識と経験を生かして、他の地域にも事業を展開していく計画だ。すでに具体的な案件が進んでいる。ただし太陽光発電の買取価格は2018年度に認定を受けた場合に1kWhあたり18円になる。登米市と加美町のソーラーシェアリングの買取価格（36円/kWh）の2分の1の水準まで下がるため、事業費を回収するのは簡単ではない。

登米市と加美町のプロジェクトでは、キクラゲの栽培設備の建設費を発電事業者のSPCが負担した。SPCから農業法人に設備を貸す形をとっている。新たにキクラゲの生産に乗り出す農業法人が初期投資なしに事業を始められるようにするためだ。キクラゲの生産・販売事業が赤字の現状を考えて、今のところ賃料はもらっていない。

しかし買取価格が18円に下がると発電事業の収益にも余裕は見込めない。「今後は農作物を栽培するために立派な設備を作ることはむずかしくなる。その点も含めて、専門家に相談しながら最適な農作物を選定していく」（菊池氏）。次のプロジェクトでは、キクラゲ以外の農作物を選択することも検討中だ。

さらに農作物の生産に従事する営農者を見つけられるかどうか重要なポイントになる。加美町のプロジェクトでは、農業法人の「アグリ古川農産」がキクラゲの生産を引き受けた。栽培や収穫の作業は地元の高齢者10人が交代で担当している（写真14）。登米市のプロジェクトでは農業法人の若手社員（スワンドリームの白鳥氏）が現地に常駐しながら、収穫時にはパートタイムの2人を加えて作業をこなす。

写真14◇キクラゲの菌床の設置作業
出典：サステナジー



2018年に入って、法制度の面でソーラーシェアリングを後押しする動きがあった。農林水産省が営農型の太陽光発電に関する指針の内容を変更して、一定の条件を満たした場合には農地の一時転用の許可期間を3年から10年に延長できるように改正した（図3）。

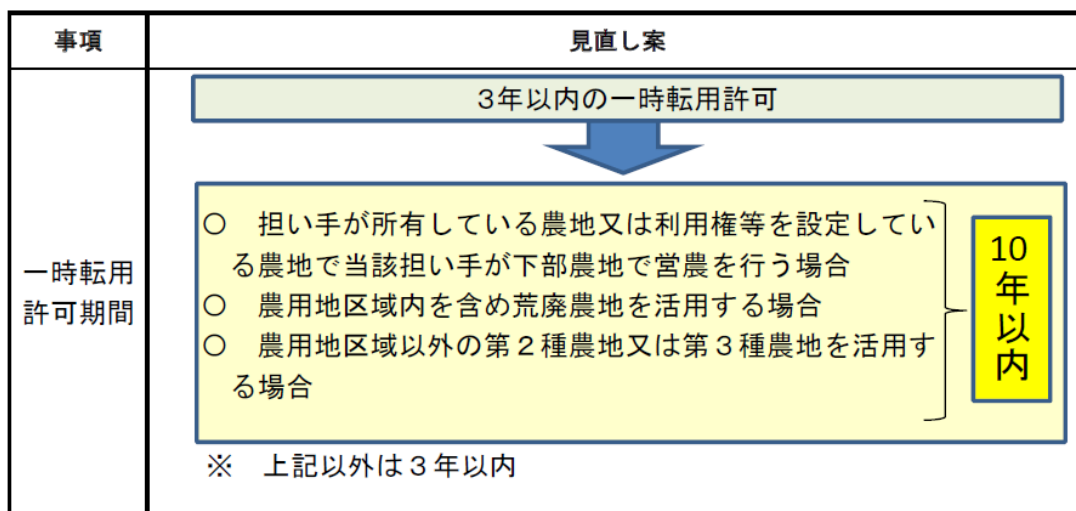


図3◇営農型太陽光発電設備の農地転用許可上の取扱いの変更（2018年5月15日付け）

出典：農林水産省

この改正により、客観的に判断して作物の栽培が不可能とみなせる農地（荒廃農地）は10年間の一時転用が可能になった。一度だけ転用許可を更新すれば、20年間のソーラーシェアリングを実施できる。登米市のプロジェクトでは耕作放棄地を一時転用しているので、次回の更新で10年間の一時転用を許可される可能性がある。

新規にソーラーシェアリングのプロジェクトを開始する場合には、10年間の一時転用許可を取得できるように荒廃農地を選べば、従来よりも事業計画を立てやすい。固定価格買取制度の20年間を対象に、金融機関も融資しやすくなる。

全国各地で増え続ける耕作放棄地の多くは荒廃農地である。ソーラーシェアリングの取り組みが今後さらに広がって、耕作放棄地の減少につながることを期待したい。

*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：2018年6月6日

ヒアリング/レポート作成協力：サステナジー、スワンドリーム

レポート作成者：石田雅也（自然エネルギー財団 自然エネルギービジネスグループマネージャー）