

THE INTERVIEW

大学等コアリション地域ゼロカーボンワーキンググループ（WG）

インタビューシリーズ



千葉県匝瑳市のソーラーシェアリングを中心 とした脱炭素化推進プロジェクト

1. 匝瑳市

日時：2024年7月24日（水）

場所：匝瑳市役所

2. 市民エネルギーちば（株）／TERRA（株）／ （株）ソーラーシェアリング総合研究所

日時：2024年9月13日（金）

場所：オンライン

3. 福島大学

日時：2024年11月21日（木）

場所：福島大学キャンパス

取材：地域ゼロカーボンWG事務局（IGES：前田、石川、矢野）

目次

千葉県匝瑳市のソーラーシェアリングを中心とした脱炭素化推進プロジェクト	3
第 1 部 ソーラーシェアリングを中心とした脱炭素化推進プロジェクトの概要	4
ソーラーシェアリング普及のための方策	4
脱炭素先行地域事業の実施体制	7
ソーラーシェアリング・アカデミーについて	8
第 2 部 ソーラーシェアリングの普及策とその展開可能性	10
ソーラーシェアリングの海外展開の可能性	12
ソーラーシェアリング下の地温低下による水田からのメタン発生抑制効果	13
不耕起栽培による炭素の土中貯留効果	16
寒冷地でのソーラーシェアリング普及の可能性	18
レンズ型ペロブスカイトの構造的特性	19
日本でのソーラーシェアリングの普及策	25
ソーラーシェアリングの海外展開の進め方	27
ソーラーシェアリング普及のための農作物生育データの整理	29
ソーラーシェアリング・アカデミーのねらい	31
パーゴラタイプのペロブスカイト太陽光発電	32
第 3 部 ソーラーシェアリング下の不耕起栽培により土壌から農業を見直す	37
農業のフレーム転換：日本初アグロエコロジーが学べる福島大学	37
世界の農業動向：不耕起栽培＝除草剤＋遺伝子組換え技術	39
日本で不耕起栽培が広まらない理由	40
日本で動き始めた不耕起栽培＝カバークロップ＋有機農業	41
ソーラーシェアリングと不耕起栽培	43
半農半 X で不耕起栽培	45
リジェネラティブ農業（環境再生型農業）について	46
里山の本来の役割とつかい方	46

千葉県匝瑳市のソーラーシェアリングを中心とした脱炭素化推進プロジェクト

今年度、大学等コアリション地域ゼロカーボンワーキンググループ(WG)事務局では、「脱炭素先行地域事業における大学の関わり」というテーマで関係者に聞き取りし、インタビュー記事にまとめています。その一つとして、2023年11月に第4回脱炭素先行地域に選定された千葉県匝瑳市の「そうさ！匝瑳モデルで脱炭素！～ソーラーシェアリングを中心とした脱炭素化推進プロジェクト～」(図1)について、匝瑳市ゼロカーボン推進課(7月24日)、市民エネルギーちば株式会社(9月13日)、福島大学(11月21日)にそれぞれ聞き取りさせてもらいました。同プロジェクトは、①畑作の営農型ソーラーシェアリングのノウハウを水田にも展開し、売電やメタン発生抑制のカーボンクレジット化等による収入増による水田経営の安定化、及び②それらのノウハウの集積及び発信を目的とするソーラーシェアリング・アカデミーの運営等による同様の取組の普及拡大を主な目的としています。以下、同プロジェクトの狙いや期待される成果等を3者の視点から見ていきます。

匝瑳市：そうさ！匝瑳モデルで脱炭素！

～ソーラーシェアリングを中心とした脱炭素化推進プロジェクト～

【施策連携モデル】
農業×脱炭素
【地域連携モデル】



脱炭素先行地域の対象：豊和・春海地区、飯倉地区、中央地区

主なエネルギー需要家：戸建・集合住宅2,432戸、民間施設44施設、公共施設11施設

共同提案者：匝瑳みらい株式会社、市民エネルギーちば株式会社、株式会社しおさい電力、株式会社富士テクニカルコーポレーション、学校法人千葉学園 千葉商科大学、国立大学法人福島大学、匝瑳市植木組合、株式会社ETA Network Japan、株式会社エコグリーン、ポーソー油脂株式会社、千葉県大利根土地改良区、クアトロ株式会社、株式会社EG Forest、株式会社カインズ、八日市場金融団、三菱UFJ信託銀行株式会社、特定非営利活動法人環境エネルギー政策研究所、匝瑳市商工会

取組の全体像

市の主要産業である稲作農家が集積し、**従来から畑作営農型ソーラーシェアリング(SS)**が導入されている豊和・春海地区における**水田営農型SSの導入**等により、脱炭素化を実現。福祉・医療施設等を中核に「生涯活躍のまち」づくりを進める飯倉地区、市役所等の公共施設や商業施設が集積する中央地区と連携した**農福・防災連携**の取組により、**高齢者の雇用確保**や市街地での**レジリエンス強化**、更に営農型SSの研究・人材育成を行う**ソーラーシェアリング・アカデミー**事業の実施により、農業振興による**関係・交流人口増加**と**移住・定住の促進**を目指す。

1. 民生部門電力の脱炭素化に関する主な取組

- ① 独自の**細型パネル**を採用し、水田2か所にオフサイト営農型太陽光発電(2,220kW)・蓄電池を導入することにより、日照量減少の影響を軽減
- ② 水田営農型SSにて発電した電力は地域新電力「**しおさい電力**」經由で先行地域内の高圧需要家に供給
- ③ 住宅・民間施設等にオンサイト太陽光発電(6,128kW)・蓄電池を導入



ソーラーシェアリング(豊和・春海地区)

2. 民生部門電力以外の脱炭素化に関する主な取組

- ① **米ぬか**から製造される米油由来のバイオ燃料プラントを豊和・春海地区に導入し、製造された燃料を地域の**農業機械に利用**することにより軽油利用を軽減、生産した米を**ゼロカーボン米**としてブランド化
- ② 市内の植木業者から排出される**剪定枝を燃料**として活用するバイオマスボイラーを導入し、避難所となる公共施設に熱供給を実施
- ③ 植木剪定枝や放置竹林の竹等から**バイオ炭**を製造し、市内の田畑に散布し土壌改良剤として活用しながら、CO₂の**農地貯留**を実施
- ④ 土地改良区による水田の給水時期調整により、**中干期間を延長**しメタンガス発生を抑制

3. 取組により期待される主な効果

- ① **営農型SSによる売電収入、バイオ炭販売**やそのカーボンクレジット収益等、新たな収入源を確保する**新しい農業経営モデル**の構築により、高収益化、新規就農者確保、関係人口増加を推進
- ② 営農型太陽光発電取組支援ガイドブック(農林水産省)の事例として取り上げられている市民エネルギーちばが中心となって運営する**ソーラーシェアリング・アカデミー**を通じ、**水田営農型SSのノウハウ**等を市内外に共有。また、滋賀県米原市、新潟県関川村、熊本県あさぎり町との地域間連携により、細型パネル共同調達によるコスト低減等を図るとともに、**営農型SSの普及拡大**や**人材育成、他地域への横展開**を推進

4. 主な取組のスケジュール

2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
		水田営農型SSの太陽光発電・蓄電池導入			
		民間・公共施設の太陽光発電・蓄電池導入			
		住宅の太陽光発電・蓄電池導入			
		米ぬか由来バイオ燃料の活用			
		植木剪定枝による熱供給			
		バイオ炭による土壌改良・CO ₂ の農地貯留			

図1 匝瑳市の脱炭素先行地域事業の概要 出所:匝瑳市ホームページ

第 1 部 ソーラーシェアリングを中心とした脱炭素化推進プロジェクトの概要

2024 年 7 月 24 日 (水) 10:00~11:00 匝瑳市役所にて

匝瑳市 ゼロカーボン推進課 課長 伊橋史悦氏

脱炭素推進室 計画推進班 主査 齊藤雅裕氏 (2024 年 7 月より環境省から出向)

主査補 伊藤優志氏

ソーラーシェアリング普及のための方策

- 現在 (2024 年度) の FIT 制度による太陽光発電の調達価格 は発電容量 10~50kW¹ で 10 円/kWh、50kW 以上 (地上設置) で 9.2 円/kWh の基準価格 (250kW 以上は入札制度が適用され、調達価格は 8.98~9.2 円/kWh) になっています。特にソーラーシェアリングに対する追加的な補助はなく、野立てと比較して設置費用が割高になります (農作業の支障とならないよう架台を高く設置し、太陽光パネルの設置面積も敷地面積の 1/3 程度となるため)。その普及促進にはどのような方策を考えていますか？

匝瑳市: 方策としては、脱炭素先行地域事業の 1/2 補助を活用したモデルケースを構築し、その制度化により、同様のモデルの横展開を目指しています。昨年 4 月に同事業実施のために設立された 匝瑳みらい株式会社 (本社: 匝瑳市、共同提案者) が FIT・FIP 制度を使わずにソーラーシェアリングを設置し、その再エネ電力を地域新電力である 株式会社しおさい電力 (本社: 匝瑳市、共同提案者)² に販売し、同社が大手バランシンググループ会社 (親バランシンググループ) 保有の再エネ電力と合わせ (インバランスリスクをヘッジして)、オフサイト PPA 事業として高压需要家に、再エネ 100% 電力を一般世帯に供給する計画です (図 2)。

¹ 10kW 以上 50kW 未満の事業用太陽光発電の FIT 新規認定には、自家消費型の地域活用要件が設定される。ただし、営農型太陽光は、3 年を超える農地転用許可が認められる案件については、自家消費を行わない案件であっても、災害時の活用が可能であれば FIT 制度の新規認定対象となる。出所: 経済産業省 資源エネルギー庁 「FIT・FIP 制度 買取価格・期間等 (2024 年度以降)」

² (株) しおさい電力は 2020 年 3 月に 八日市場瓦斯株式会社 (本社: 千葉県匝瑳市) が始めた電気事業

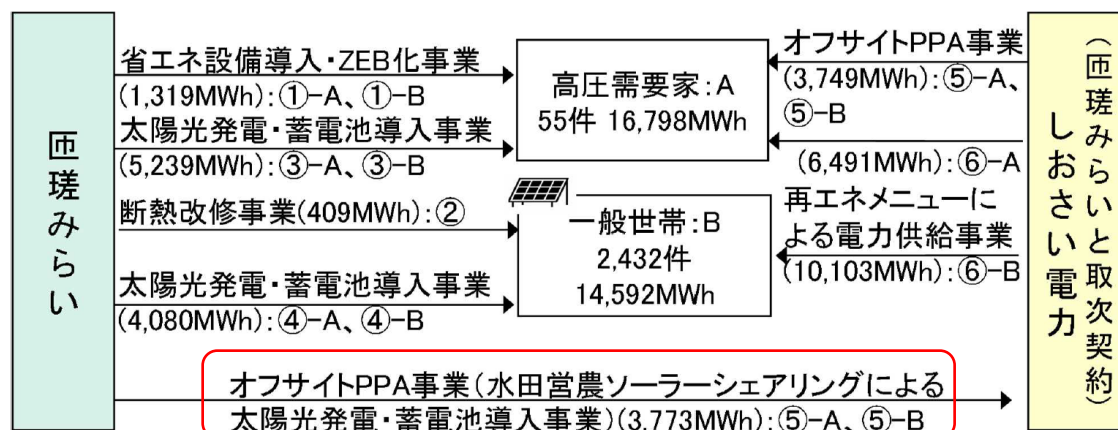


図 2 匝瑳みらい(株)としおさい電力(株)の電力契約の関係

- 出所:匝瑳市脱炭素先行地域事業 提案書

(株)しおさい電力との相対契約により FIT 価格より高く売電できる可能性があり、投資回収年数が融資期間より短くなるようにキャッシュフローと事業性を見直しています。[東京大学生産技術研究所・岩船研究室](#)が進めている自治体向けローカルエネルギープラットフォーム³を活用した需要家のエネルギー分析(診断)を実施し、民生部門等の省エネ(断熱改修)や太陽光発電設備及び蓄電池設置の効果を定量的に把握することで、地域での効率的な電力需給管理(エネルギーマネジメント)のあり方も検討する予定です。

確かに架台コストは非常に高く、構造の安全性等を担保した上で鋼材等を減らす工夫が必要です。架台一体型の細型パネルなどの軽量パネルの採用も検討しており、ペロブスカイト太陽電池の普及にも期待しています。ほかの自治体との連携(共同調達によるスケールメリット)によるコストダウンも図ってまいります。

脱炭素先行地域事業でソーラーシェアリングの導入を進めている滋賀県米原市⁴、新潟県関川村⁵、熊本県あさぎり町⁶と連携協定を締結しています。連携自治体を増やしていき、様々な地域でのソーラーシェアリングのノウハウを蓄積し(関川村の積雪地域、あさぎり村の牧草型など)、横展開

³ 内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「[スマートエネルギーマネジメントシステムの構築社会実装に向けた戦略及び研究開発計画](#)」令和 6 年 4 月 30 日

⁴ 滋賀県米原市:「[農山村の脱炭素化と地域活性～米原市「ECO VILLAGE 構想」～](#)」第 1 回選定(2022 年 4 月)、柏原地区の耕作放棄地に合計 1,600kW の太陽光発電設備を設置するとともに、AI・IoT 等を実装し、再エネを地産地消する環境配慮型栽培ハウス(空調等に省 CO2 設備導入・リユース単管パイプ使用・有機栽培農福連携)を導入する

⁵ 新潟県関川村:「[豊かな自然資源を活用した災害に強い地域づくりと脱炭素化の同時実現～豪雪農山間地域モデル～](#)」第 2 回選定(2022 年 11 月)、耕作放棄地にスマート農業施設とソーラーシェアリング(40kW)・蓄電池を導入する

⁶ 熊本県あさぎり町:「[農業・畜産業の力をフル活用した農村地域脱炭素モデル](#)」第 3 回選定(2023 年 4 月)、耕作放棄地に 2MW のソーラーシェアリングを設置する

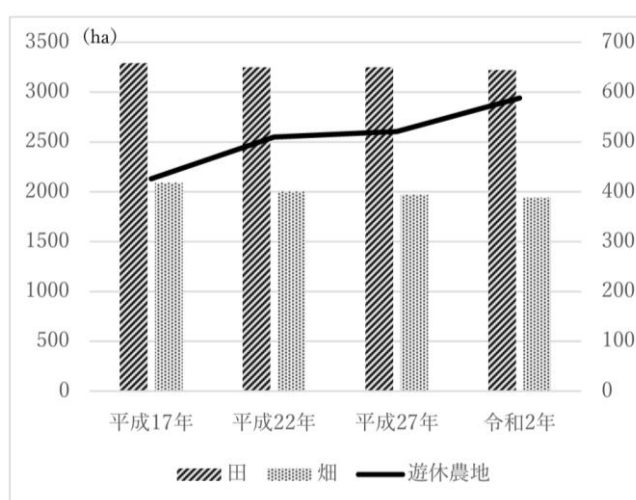
につなげていきたい考えです。

ソーラーシェアリングは農業を継続するための収益の確保手段であり、持続可能な農業の実現が根底の目的です。たとえば営農者が耕作放棄地を活用して有機農業に取り組む際、売電収入を得ることができれば、農業従事へのハードルも下がると期待しています。太陽光発電は設置すれば回っていく（それほど維持管理に手間がかからない）のが強みなので、重要なのは立ち上げ時の支援です。耕作放棄地に野立ての太陽光発電を設置した方が確かに安上がりですが、景観配慮や地域共生型再エネの観点から規制する自治体も増えてきていますし、今後の広がりには難しいと予想されます。その解決の糸口はソーラーシェアリングになると考えています。

参考：匝瑳市の荒廃農地の状況

匝瑳市の耕地面積 5,070 ha のうち（総土地面積 10,152 ha の約 50%）、田耕地面積は 3,200 ha（耕地面積の 63%）、畑耕地面積は 1,880 ha（同 37%）（[千葉県「市町村の姿：グラフと統計でみる農林水産業」](#) 2020 年調査結果）。「[千葉県 荒廃農地の面積 調査結果](#)」（令和 4 年度）によると、匝瑳市の再生利用が可能な荒廃農地（A 分類）は 190ha（うち農用地区域内は 141ha）、再生利用が困難と見込まれる荒廃農地（B 分類）は計上されていない。「[匝瑳市の農業振興を考える ～地域でつくる農業ビジョンで次世代につないでいく～](#)」（匝瑳市 農林水産課 渡

辺崇男）によると、令和 2 年（2020 年）の耕地面積 5,116ha のうち耕作放棄地面積は推計で 530ha あり、耕地面積の約 10%。過去のデータをみると、耕地面積は微減しており、耕作放棄地は増え続けている（図 3）。この 15 年間で農業経営体数が 38% 減少しつつも、耕作面積は約 8% の減少にとどまっていることから、農業経営者が離農する経営者の耕地を引き受けながら大規模化を図っていることがわかる。ただし、それでも耕作放棄地が年々増えており、後継者不足は深刻である。



（出典：2020 年農林業センサス及び作物統計調査）※令和 2 年耕作放棄地面積は、前回調査までの増加率を按分して推定値とした

図 3 匝瑳市の耕地面積及び耕作放棄地面積

出所：「匝瑳市の農業振興を考える ～地域でつくる農業ビジョンで次世代につないでいく～」（匝瑳市 渡辺崇男）

脱炭素先行地域事業の実施体制

脱炭素先行地域事業の実施体制はどうなっていますか？

脱炭素先行事業の実施主体は匠瑳みらい株式会社で、同社に[市民エネルギーちば株式会社](#)と[株式会社富士テクニカルコーポレーション](#)（いずれも本社は匠瑳市）が職員を派遣する形で設立されました。現在、社員 3 名と事務職員の体制です（注：同社ウェブサイトによると「従業員数 7 名（令和 6 年 3 月末）」）。今後、共同提案者である千葉商科大学や福島大学からインターン生を受け入れる予定です。【匠瑳市からの追加情報：匠瑳市初の企業派遣型地域おこし協力隊として、2024 年 11 月から土屋彰さんが匠瑳みらい株式会社に着任し、脱炭素地域づくりの推進に向けた活動を担当している。（広報そうさ No.228 令和 7 年 1 月 1 日）】

- 脱炭素先行地域事業では、豊和・春海地区の水田 2 ヶ所のソーラーシェアリングに、太陽光発電（出力計 2,220kW）と蓄電池（容量計 11,748kWh、出力計 2,937kW）を設置する計画になっています。それ以外に、一般家庭の断熱改修と太陽光発電及び蓄電池の導入を各 680 件（市内約 14,900 世帯の 5%弱に相当）、公共・民間施設への太陽光発電と蓄電池の導入もそれぞれ 11 件と 44 件あり、業務量が多いですね（図 4）。

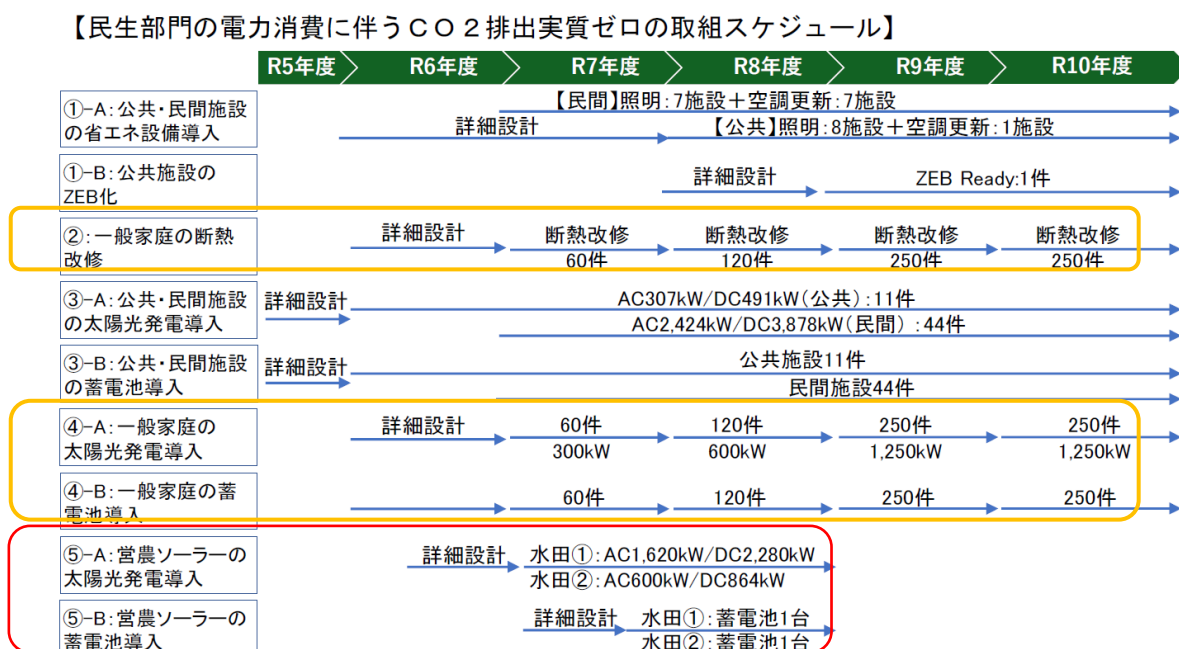


図 4 匠瑳市脱炭素先行地域事業：主な取組のスケジュール

出所：匠瑳市脱炭素先行地域事業 提案書

一般家庭 680 件の断熱改修と太陽光発電及び蓄電池の導入に関する市民への最初の説明会は市が担当し、その後の個別の家庭への導入は匠瑳みらい（株）が EPC 会社と連携して進めることになります。PPA 単価を設定して一般家庭に説明していくことになり、いかに市民にメリットを伝え

られるかがカギと考えています。民生部門の電力需要家の多くとはすでに合意が取れています（一部とは改めて協議が必要ですが）。

－ 匝瑳市ゼロカーボン推進課の体制はどうなっていますか？

今年 4 月に新たな課として設置され、7 名体制です。脱炭素先行地域事業を推進する「脱炭素推進室」と、広く地球温暖化対策を行う「温暖化対策班」があります。農業関連の取組では農林水産課、公共施設への太陽光発電設備等の導入では財政課といったように、他課と連携して進めています。

ソーラーシェアリング・アカデミーについて

－ ソーラーシェアリング・アカデミーの内容や実施体制について教えてください。

市民エネルギーちば（株）や千葉商科大学、福島大学と連携し、1 週間～数ヶ月のプログラムの準備を進めています。主な対象者はソーラーシェアリング事業に関心のある農業従事者、民間企業、自治体職員、学生や一般市民などです。千葉商科大学が再エネ事業等の経営や社会経済に関する分野、福島大学が不耕起栽培や土壌生物などの農業技術分野を担当します。

ソーラーシェアリング・アカデミーはもともと市民エネルギーちば（株）がソーラーシェアリングに関する学習と実践の学びの場や研究・イノベーションと起業の拠点として提唱し、実践してきたものです。同社代表取締役・東光弘さんが代表の一人でもある株式会社ソーラーシェアリング総合研究所 (IRISS)がソーラーシェアリングに関する施設建設・営農シミュレーションや発電・流通マッチングなどのサービスを提供してきています⁷。東さんは 2023 年 4 月から福島大学大学院食農科学研究科に在籍しており、その関係で福島大学も脱炭素先行地域事業の共同提案者として参画しています。

今年 10 月にキックオフとして、匝瑳高校とソーラーシェアリングの視察や講義を実施する予定で、市内の小中学校での環境教育も予定しています。【匝瑳市からの追加情報：10 月 10 日に匝瑳高校の 1 年生約 220 名を対象に、ソーラーシェアリング施設の見学と説明を行いました。また、12 月 17 日に市内の八日市場第一中学校の 3 年生約 100 名に、匝瑳市の脱炭素先行地域の取り組みに関して講義を行いました。生徒達の反応は良好で、「匝瑳市でこのような取り組みを行っているとは知らなかった」「脱炭素の取り組みに興味を持った」などの感想がありました。】また、国内外の研究者や再エネ事業者との交流を通じたソーラーシェアリングの普及も目指しています。共同提案者である認定 NPO 法人環境エネルギー政策研究所 (ISEP) の理事・特任研究員の田島誠氏の協力の下、再エネや環境分野でアメリカの大学と日本の大学の留学交流の構想もあります。ソーラ

⁷ 市民エネルギーちば（株）は一般社団法人 ソーラーシェアリング推進連盟の運営事務局も千葉エコ・エネルギー株式会社と共同で務めている。

ーシェアリング・アカデミーの取組については、RE100 企業からの寄付や別の助成制度への申請も検討しています。

千葉商科大学とは連携協定を準備中で、匝瑳市の環境教育にも協力してもらう予定です（編集注：10月1日に[連携協定に関する包括協定](#)が締結された⁸）。直近でも匝瑳市職員向けに再エネや地球温暖化対策についての講義を行っていただいております、今後もソーラーシェアリング・アカデミーでの市民向けイベントにも協力してもらう予定です。匝瑳みらい（株）での学生のインターン受け入れも検討中です。千葉商科大学や福島大学にはこれらの取組の成果を論文として発表してもらい、それがソーラーシェアリングの普及につながっていくことを期待しています。

脱炭素先行地域事業では、水田の中干期間の延長による水田からのメタン発生抑制と、市内の剪定枝や放置竹林の竹からバイオ炭を製造し農地に還元（炭素貯留）することによるカーボンクレジット化も目指しています。今年度、中干は3名の農家の協力の下、5haで実証実験中です（収益は1haあたり数千円程度ですが）。クレジットの購入は共同提案者である[クレアトゥラ株式会社](#)や農機メーカー紹介のクレジット会社。剪定枝はチップ化しバイオマスボイラーの燃料に、枝葉は炭化して土壌改良材にします。これらの知見もソーラーシェアリング・アカデミーの教材とする予定です。脱炭素先行地域事業の民生部門の電力供給事業以外の関係者相関図は図5に示すとおりです。

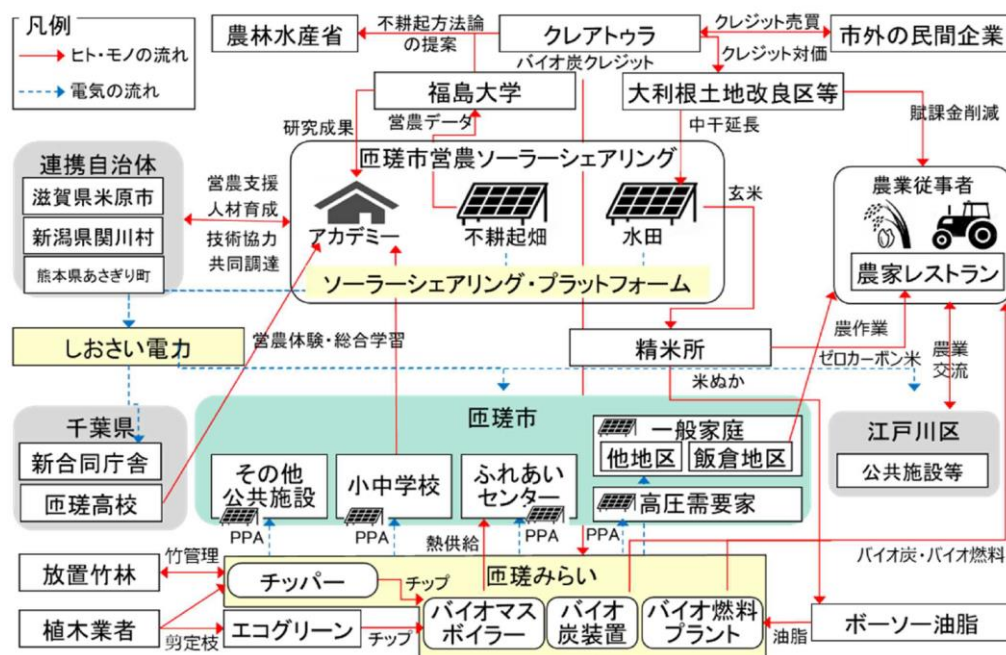


図5 匝瑳市脱炭素先行地域事業の関係者相関図（民生部門の電力供給事業以外）

出所：匝瑳市脱炭素先行地域事業 提案書

⁸ 連携協力事項は、ゼロカーボンシティの実現、脱炭素先行地域の実現、中小企業の活性化、商店街の活性化、創業、市職員等の持続可能な政策に関するスキル向上、学生等の地域の特性を活用した教育、市と大学の共創の場づくり等に関する事、及びその他相互に連携協力することが必要と認められる事項に関する事

第2部 ソーラーシェアリングの普及策とその展開可能性

2024年9月13日(金)10:00~11:00 オンラインにて

市民エネルギーちば株式会社 代表取締役 東 光弘 氏

株式会社 TERRA 及び 株式会社ソーラーシェアリング総合研究所の代表取締役

市民エネルギーちば株式会社 専務取締役 宮下 朝光 氏

株式会社 TERRA 取締役 三瓶 伊万里 氏

匝瑳市のソーラーシェアリングに関する基礎情報(事前にメール等で確認)

匝瑳市飯塚・開畑地区(通称:ソーラーシェアリングの郷)にある市民エネルギーちば(株)関連のソーラーシェアリング設備は低圧設備が計23機(25号機を建設中)、高圧設備が3機あり、**発電容量は計約6MW**(図1の赤色の設備)。同社本社屋根や会議室屋根、駐車場などにも設置。発電した電力のほとんどをFITで売電。2機については1/2補助を活用した同社所有のオフサイトPPA。農家から農地を借り、発電収益から農家に耕作委託金を支払い(年間約500万円)、地域協議会に地域基金を提供している(年間約400万~450万円)。これまでの設備整備に係る累計投資額は約20億円。今年度の予想投資額は13億円。2014年に資本金90万円で創業し、2024年には資本金5億円以上になった。



図1 匝瑳市飯塚・開畑地区にある市民エネルギーちば関連のソーラーシェアリング設備

出所:株式会社匝瑳おひさま畑ウェブサイト

2023年3月竣工の[匝瑳おひさま発電所](#)（発電容量 AC 1.9MW、DC 2.7MW:図2）の農地（約6.5ha）は、2021年度に農地所有適格法人[株式会社匝瑳おひさま畑](#)（市民エネルギーちば（株）の実質的100%出資会社）が買い取り、所有。耕作放棄地にソーラーシェアリングを整備し、農地として復活させた。総工費は約4.5億円。ENEOS イノベーションパートナーズ合同会社が1.4億円、SBI スマートエナジー（株）が1.3億円、市民エネルギーちば（株）が4,500万円、（株）匝瑳おひさま畑が500万円、（株）アグリツリーが100万円を出資し、（株）千葉銀行が2億円を融資している。



図2 大企業との連携によるソーラーシェアリングの例：
匝瑳おひさま発電所 出所:株式会社 TERRA

（株）匝瑳おひさま畑は農地を所有するために設立した農地所有適格法人（売電収入の比重が高い市民エネルギーちば（株）が農業法人として農地を所有できないため）。同社設立のもう一つの大きな動機は、地元からの「土地改良区の余剰地をなんとかしてもらえないか（引き取って使ってもらえないか）」という要請。匝瑳市飯塚・開畑地域では40年以上前に大規模な土地改良事業（約80ha）が実施され、そのときの余剰地約6haが地域の負の遺産になっていた（収入がないまま、毎年管理費だけ発生）。そのほとんどが耕作放棄地で、そこを改良しても農業だけでは採算が成り立たないため、発電と組み合わせたソーラーシェアリングで事業として成立させた。（株）匝瑳おひさま畑はその受け皿会社。長年にわたる問題だった「不法投棄によるゴミ屋敷状態の畑（8反歩）」のクリーンナップには地域基金を活用した。ここ数年、地主の方から「後継者がいないので土地を買い取ってもらえないか」という相談を多く受けるようになってきている。【参考:「みんエネ2022 Autumn」市民エネルギーちば株式会社】

ソーラーシェアリング整備に係る資金調達の方法は、パネルオーナーの募集（1号機、1号機増設、2号機、19号機など）、金融機関からの融資、市民エネルギーちば株式会社の社債を引き受けてもらう（例:パタゴニア日本支社、株式会社サザビーリーグ（ロンハーマン））⁹など。今後は同社が発行する社債を個人に引き受けてもらい、補助金を活用しながら増設していく予定。

⁹ 市民エネルギーちば（株）が運営する千葉県匝瑳市にあるソーラーシェアリング施設からパタゴニア渋谷ストア及びロンハーマン福岡店へ電力供給し、それぞれの店舗の年間電力使用量を賄っている。出所:「[パタゴニア社の新しい目標「The Climate Crisis（気候危機）」を公開 2020年までに再エネ100%、2025年までにカーボン・ニュートラル達成へ:みんな電力と提携し、渋谷ストアの使用電力をソーラーシェアリングに切り替え](#)」パタゴニア日本支社 2019年5月16日

「Ron Herman SOSA」New Project 「この秋、ロンハーマンの再生可能エネルギー事業を始動。ソーラーシェアリング施設を新設いたします」株式会社サザビーリーグ 2021年8月19日

ソーラーシェアリングの海外展開の可能性

- なかなかお忙しそうで、海外にも行かれているのですか？

主な発言者は東さん(以下、略):あちこち行っていて、昨日ベトナムから帰ってきました。このズーム会議の前はジンバブエの人たちと砂漠緑化をやろうということで、先ほど打ち合わせが終わったところです。JICA 調査事業の申請が 9 月にあるので¹⁰、それに向けて、ソーラーシェアリングを活用して砂漠緑化をするというのが私の最終的なゴールなので、悲願と言いますか。ソーラーシェアリングは、学べば学ぶほど、非常にアフリカに有効なんです。まず、夜間は放射冷却が阻害されるので、非常に湿度がたまりやすくなります。いろいろな砂漠緑化技術がありますが、よくあるのが柱を打って蔭の類を巻いて、最初に強い植物で風の壁を作り、中の蒸散を防ぐことで。その点、ソーラーシェアリングは柱があるので、周りを囲うことができます。

アメリカの NGO などが空気中の水分から水を取り出すことをやっています¹¹が、大体ディーゼル発電機で機械を動かしていることが多いので、それをソーラーシェアリングの再エネ電力に替えていって。そこで飲料水も取り、残りを点滴法によって水をポタポタ落とし、植物を育てて。生分解性の高い、おむつの水分を吸収するような植物由来の樹脂ポリマーを使って、そこに種を含ませて点滴法をすれば、おそらく相当いい砂漠緑化プロジェクトができるのではないかと考えています。ソーラーシェアリングでエネルギーを取り出して、水を取り出し、植物を育てて、雇用も生み出すと(図 3)。最初は病院や学校などの小規模システムで始めて、10 年以内に、水電解で水素を取り出し(当社は ENEOS さんともお付き合いがあるので)、それを日本に送るという最終的な出口も考えています。

それと、砂漠緑化のクレジットを主に日本の企業に販売して行って、今苦しんでいる貧しい国の収益がプラス

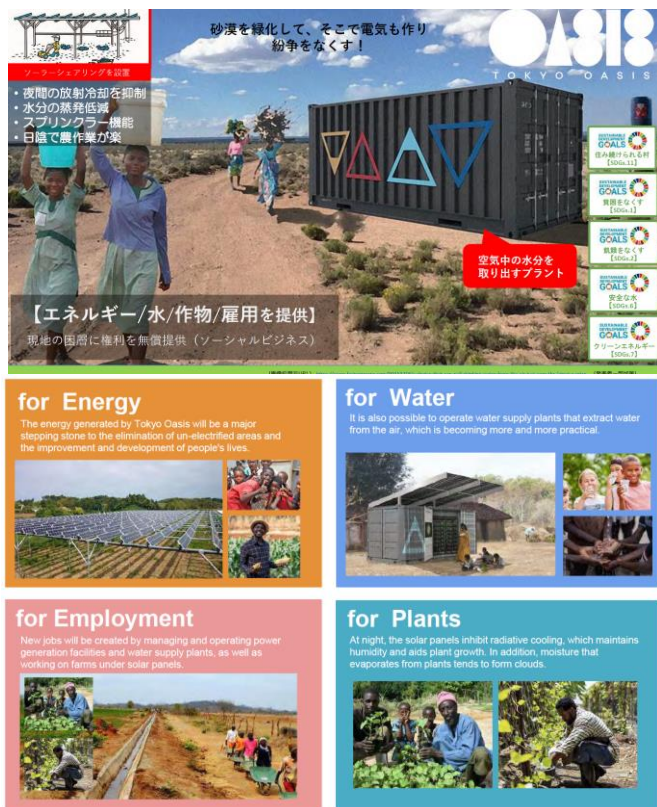


図 3 アフリカでのソーラーシェアリング適用可能性のイメージ

出所: 市民エネルギーちば株式会社

¹⁰ JICA ビジネス化実証事業のうち「[中小企業・SDGs ビジネス支援事業 \(JICA Biz\)](#)」

¹¹ 参考: “Out of thin air: can hydropanels bring water to parched communities? Some skeptics say the technology at present is too inefficient and expensive to be a practical solution to water scarcity”, 5 Oct 2021, The Guardian

「空気中の水分から安全な飲料水を生み出す「AWG」の市場が拡大 | 災害時にも活躍」2024/7/17
TECHABLE

になる新しい形のフェアトレードとしてやっていきたいと思っています。昨今、井戸水が取れなくなって井戸も深くなっている、イタイタイ病みたいな重金属の被害が出ているところもあるので、その対策としても空気中の水分から水を取り出すというのはいいなと。当社はペロブスカイト光電池も開発しているので、それを出していったら、日本で生まれたソーラーシェアリングとペロブスカイトを掛け算することで、世界の国々に貢献していったら、「日本の環境ビジネスはすごいじゃないか」ということを打ち出していきたいというのが当社のベースで、いろいろ頑張っています。

- 中国でもできそうですね。

そうですね。もちろん中国でも、モンゴルでも、リビアや北アフリカでもできますし。日本だけが表土が分厚くて、ほとんどの国は表土が薄いので、非常に砂漠化しやすいです。そこにこの技術を入れるというのは非常にポジティブではないかと思っています。

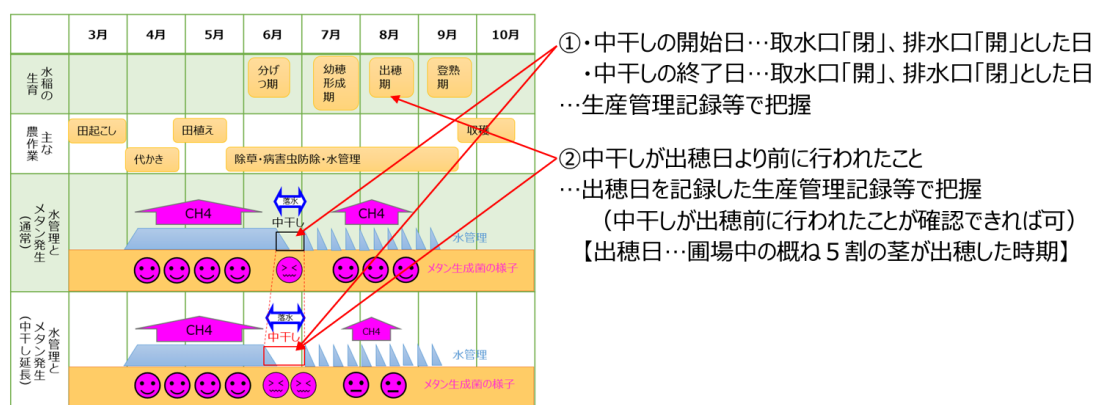


市民エネルギーちば(株)／(株)TERRA／(株)ソーラーシェアリング総合研究所
代表取締役 東 弘光 氏 出所:市民エネルギーちば株式会社

ソーラーシェアリング下の地温低下による水田からのメタン発生抑制効果

- なるほど、日本でどうやって採算を取るのかとか、そういうレベルではないですね。

日本でももちろん取るんですけど。昨日はベトナムに行って。一昨日はウェビナーで経産省の小委員会¹²でお話しさせてもらって、そこをご理解いただいたんですが、特に農水省の方がリアクションしてくれまして。水田から出るメタンについて、欧米を中心にアジア圏に対してバッシングが大きいじゃないですか。それで日本も昨年 3 月から、中干し期間の延長で「38%メタンが減る」ということで J-クレジットがつきました¹³ (図 4)。が、生物多様性の観点からいうと、そこでヤゴなどの水中生物が一回断絶してしまう課題があります。そこで、周りに 30cm ぐらいの溝を掘って、水中生物が逃げられる場所をつくれれば、メタンも減って生物多様性にも迷惑をかけず、すごくポジティブにできます。なので、暗渠や明渠がすごくしっかりしている日本の圃場だと結構機能する仕組みです。が、ベトナムなどのメコンデルタだと水が抜けなかったりするところも多く、機能しない場合もあるので、その対策を考える必要があります。



適用条件を満たすことの証明

<例 (プロジェクトをR6年産から開始する場合)>

年	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
中干し 日数	7	7	14	14	14	14	14	14	14	14

プロジェクト実施前
直近2か年以上の
中干し日数 (平均)

7日間以上 クレジットが得られるのは最大 8 年分
延長 (認証対象期間)
※ 実施日数に加え、開始日・終了日と出穂日も記録する

図 4 「水稻栽培における中干し期間の延長」の J-クレジット制度 出所: 農林水産省

ネイチャーに掲載された論文で、地温とメタン発生量に相当大きい相関性があることを示したものがあります。ソーラーシェアリングを設置すると地温が下がるので、それを仮説として、今年福島大学と共同研究をしてみたところ、ソーラーシェアリング設置により地温が 3℃以上下がり、その結果、

¹² 経済産業省 総合エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会/電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(第 68 回) 2024.9.11

¹³ 「J-クレジットにおいて「水稻栽培による中干し期間の延長」が新たな方法論として承認されました!」 2023.3.1 農林水産省

6月のメタン発生量が50%以上減りました(図5)。東北は元々外気温が低く、地温差が大きいのですが、これだけの結果が出ました。おそらく関東圏や関西圏だと60%以上減と思います。これを中干期間の延長と合わせて実施し、さらに不耕起栽培とも合わせると、相当多くのメタン発生を抑制できるのではないかと。

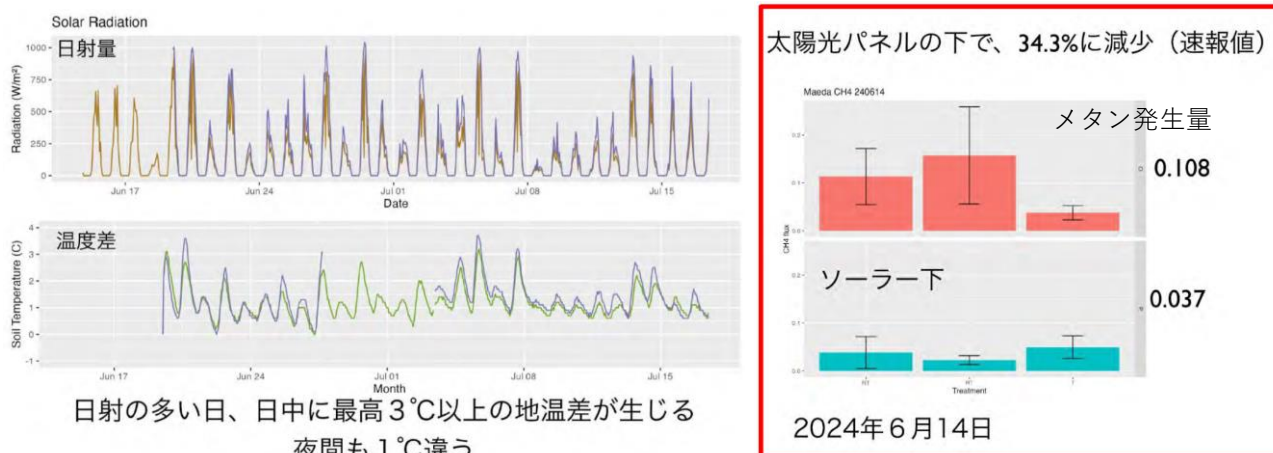


図5 福島大学での水田の地温差とメタン発生量の測定結果 出所:株式会社 TERRA

これはペロブスカイト前提でパネルを南北に配置しているんですけど、なんと設備下の方が稲の生育がいい可能性がでてきています。細型で、日向よりむしろちょっと日陰の方が、これだけ高温障害が出てくると、生育にポジティブになる可能性があるということです。10月下旬に収穫ですが、おそらく白未熟粒米の発生率も下がっていると思います。結構マネタイズしやすい研究なので、いろいろな方に参加していただきたいですね。

- たしかに、暑すぎますからね。宝塚市西谷地区のソーラーシェアリングでは市民農園のところもあって、そのすぐ隣にも普通の市民農園があるのですが、日影がなくて暑いので、ソーラーシェアリングのほうに人が集まるという話でした。

農研機構の報告でも、おそらく2030年には現在の収量が35%ダウンするというのが、ちょうど10日くらい前のレポートに出ていました。

- 逆にソーラーシェアリングがあると収穫量が増えるというのは、農家のいい説得材料になりますね。

そうですね。[アグリノート](#)というほとんどの農業生産法人が導入している毎日の記録をつけるアプリがあるのですが、それを提供している[ベジタリア\(株\)](#)が関与して、去年、中干期間を延長した4,000haのうち1,500haを実施しました。同社のような農地の測定技術の最先端の会社がこの実験にすごい興味を持ってきていて、来年からセンサーの提供等で協力のご検討をいただけると

いうことで、すごく頼もしいなと思っているところです。

一昨日もベトナム農業農村開発省（MARD: Ministry of Agriculture and Rural Development）の方とお話したのですが、先方がこの技術に非常に関心を持たれて、一緒にやりたいということで、ベトナム国立農業大学（VNUA）とカントー大学という二つの農業大学と共同で、来年から継続して検査をしていこうということになっています¹⁴。国内も福島でやって、これから関東圏にも広げ、九州大学が協力してくれということなので、九州でもやって、海外でもやって、確からしさが出れば、これも J-クレジット化していくというような形で進めています。

不耕起栽培による炭素の土中貯留効果

あとはパタゴニアさんとの協力による不耕起栽培ですね（図 6）。[リジェネラティブ・オーガニック（RO）](#)ということで、農水省の [4 パーミル・イニシアチブ](#)の文脈の中で、表土を修復し、気候変動を抑え、食物の栄養価を高めると。これはもう 4 年経ちましたが、非常に作物もよく育ち、炭素貯留量も大きくなっています。あとは日本の場合、雑草がすごいので、不耕起



図 6 不耕起栽培によるリジェネラティブ・オーガニックの取組
出所:株式会社 TERRA

での雑草抑制技術というものができればいいかなというところです。現状、ソーラーシェアリングとオーガニックと、6 次化ももちろんやっていて、テクノロジー的にはそういったところです。

- 昨年 4 月に開設された福島大学大学院[食農科学研究科](#)に就学されているとのことですが、これは[金子信博先生](#)のところで不耕起栽培などを勉強するためですか？

完全にそうです。今、[パタゴニア日本支社にいる木村純平さん](#)（同社環境・社会部門 リジェネラティブ・オーガニック リサーチ担当）が元々、金子先生が横浜国立大学におられた時の研究院生

¹⁴ JICA「[ベトナム国 ソーラーシェアリング導入による農水産業の脱炭素実現に向けたビジネス化実証事業](#)」株式会社アグリツリー（2023 年 6 月～2024 年 9 月）

「[ベトナム国カントー大学、ベトナム国家農業大学と共同で学術ワークショップを開催いたしました](#)」2024.9.20 株式会社アグリツリー

「[ベトナムの農業農村開発省とベトナム国家農業大学の見学をアテンドさせていただきました](#)」株式会社ソーラーシェアリング総合研究所

で、木村さんを通じて金子先生にお会いして、人格も含めて研究内容も含めて非常に素晴らしい方で。私はもともと文系なんですけど、やはりこれから環境問題を考える上で、特に地球温暖化について考える上で、土中での炭素貯留というのが一番重要だなと思ったので、そのメカニズムをきちんと学習しておきたいということで。金子先生は農学出身ではなくて、森林生物、山の小さなトビムシとか、ミミズの研究がご専門で、それらがどのように有機物を分解して、リン、窒素、カリウム、炭素も含めて、どういう森林循環をしているのかを研究されています。ある種、畑は森林に比べると、条件というか要素が少ないので、森林で学んだことがめっちゃくちゃ機能するんですね。そうすると、今までの農学の常識というものを、一旦立ち止まって考えてみるのも有用ではないかということを発言されています。[アグロエコロジー](#)という分野で、海外では少しずつ出てきているコンセプトです。要するにマザーツリーとか、根っこが全部菌根菌でつながって、それぞれ物質のやり取りをしているとか、そういったようなことも含めてですね。【参考資料1】

- 不耕起栽培は水田にも適用ですか？

水田もです。不耕起にするとそれだけでメタン発生量が低くなるというのも、金子先生が論文で出されています。だから不耕起と中干とソーラーシェアリングで、ほぼ100%メタンをなくせるんじゃないかな。90%はいくと思いますね。

- すごいですね。今までの栽培方法を揺るがしそうですね。

おっしゃる通りです。だから山は誰も耕していないのに、土がふかふかであるという。不耕起の畑も4年目なんですけど、収量も耕しているところよりも上がってきていて、土もどんどん柔らかくなっているんですね。

- トラクターが要らないんですね。

要らないです。あともう除草とのバランスだけですね。アジア圏だと雑草の勢いが強いので、それを不耕起でも抑草できる技術が確立すれば一気に広まると思います。

- この取材の企画が大学等コアリションなので、金子先生にもお話を聞きに行こうと思います。

それはとてもいいと思います。実験圃場もあるし、人格的に素晴らしい先生なので。

- 20人定員のところ40人以上が入学したと聞きました。しかも社会人の方が多いようで。

皆さんひとかどの人というか、出来上がってる人たちが集まってしまう。JAの元ナンバー2とかね。すごいですよ。結構大変なんですよ、授業が。正直ギリギリ卒業できるかという感じです。

- なかなかビジネスやりながらの学生はたいへんですね。

これからメタンで論文を書いて、それをソーラーシェアリングの学会に提出して、採用されれば来年 7 月 1~3 日にフライブルクで**フラウンホーファー研究所**がメインの国際大会があるので、そこでペロブスカイトとメタンの 2 つのコンテンツで発表して、それで修了ですね。ぜひ憧れのフライブルクに行ってみたいなと。

- アジアの一番の課題を解決するという話ですし、しかも砂漠緑化にも使える技術なので、ヨーロッパの人の感度もよさそうですね。

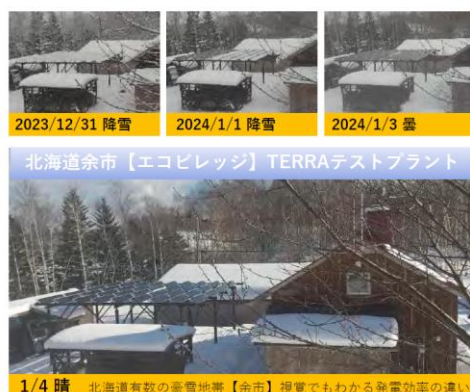
そうですね。だからもう本当に外国の会社とか研究者でもいいんで、つながれる人であれば、誰とでもつながっていきなと思います。

寒冷地でのソーラーシェアリング普及の可能性

あとは横展開としては、東京電力の高圧の系統接続が 3~4 年かかる¹⁵という問題があるので、昨年、北海道に細いパネルを使ったテストプラントを作ったところ、雪が降っていても裏面が発電するので、非常にいいパフォーマンスで。1kW の設備で年間 1,250kWh 発電していて、これは普通の野立ての全国平均とあまり変わらないので、十分投資していけるなと(図 7)。

究極の自然エネルギーを豪雪地帯にも

【新しい価値の創出!!】 細型パネルに傾斜をつけることでパネル上の積雪量が少なく、**両面受光パネル**で、裏面でも発電が可能となりパネルの**温度が上がり表面の雪を解かす**。これまで太陽光発電に不向きだった雪国が、両面受光パネルの採用でトータルとして効率を落とさず発電することが可能に!!



2024年~北海道、秋田県、新潟県等の豪雪地帯へ導入予定!!

図 7 北海道での細型パネル太陽光発電のテストプラント 出所:株式会社 TERRA

¹⁵ 資源エネルギー庁「[系統接続に関する事例集について](#)」1. 接続検討・接続契約申込みについて

Q1-I 申込みから連系承諾までの標準的なプロセス・検討期間を教えてください。

- ① 事前相談(任意):原則として申込み受付から **1 か月以内**の回答
- ② 接続検討申込み:標準的な回答期間は申込みの受付日から **3 か月**
- ③ 接続検討回答:再検討が必要な場合、**3 か月**の検討期間を要する場合もある
- ④ 接続契約申込み:回答の標準期間は、契約申込みの受付日から **6 か月**

今まで降雪地帯には太陽光パネルが入っていなかったのがシステムに空きがあり、さらにそういうエリアはこれから洋上風力の基幹線が入っていくので。だいたい風車がよく回るときは曇っていることが多いですし、エネルギーミックスとしてもいいかなと思っています。これから北海道でデータセンターの建設が相当進むということもありますし。

あとは、北海道の離農率が今一番高いんですね。それ以外のところは70代後半でもう体が動かないから引退する方が多いんですが、北海道の場合は40代～50代の方の離農が多く、特に畜産関係で問題になっているので、ソーラーシェアリングをつけることで農家のインカムが増強されて。さらにデータセンターにも、システムを使わない形で、隣接型のオンサイトで電力供給できるというなど。当社はペロブスカイト太陽光電池に相当力を入れていて、その実現に向けて、来年には世界初の系統接続ペロブスカイトを量産化する予定です。そうするとコストを下げていきますし、国策として助成金が相当大きいということと、ペロブスカイトについて特別枠のFITができるという議論が進んでいるので¹⁶、それも活用して国内でも進めていきたいと考えています。

レンズ型ペロブスカイトの構造的特性

- ペロブスカイトの図面を見るとレンズ型になっていて、雪の上でも使えるということですね。

そうです。最初、プエルトリコの政府に呼ばれて、マリアという風速100mのハリケーンがあるからということで、それに耐えられるようにあの形を思いついたのですが、結果として雪にも強いですし（図8）。沖縄も台風の影響があって再エネの比率が低いですが、そういう風が強いエリアには特にペロブスカイトでいきたいなと考えています。また曇りの日の発電量もとても高いので、ベトナムのような雨季があるところにも向いています（図9）。

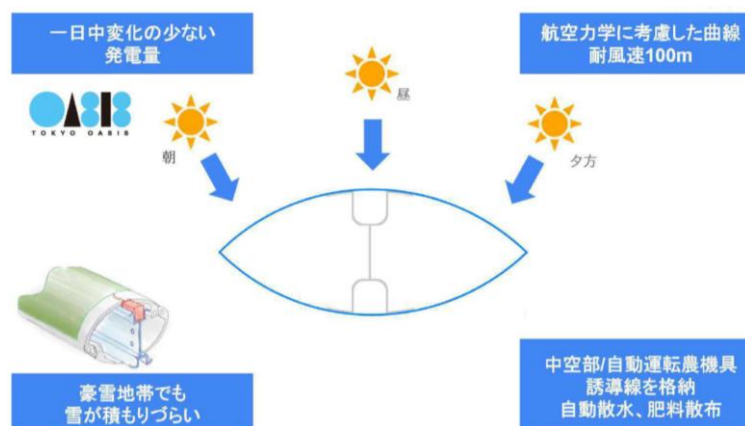


図8 レンズ型ペロブスカイト太陽電池の特徴 出所：株式会社 TERRA

¹⁶ 経済産業省「次世代型太陽電池の導入拡大及び産業競争力強化に向けた官民協議会」（第1回 2024年5月29日）において、次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）の需要創出に向けた取組の検討項目として、導入目標の策定、FIT・FIP制度における導入促進策、大量生産等による価格低減目標を前提とした需要支援策などがあげられている。

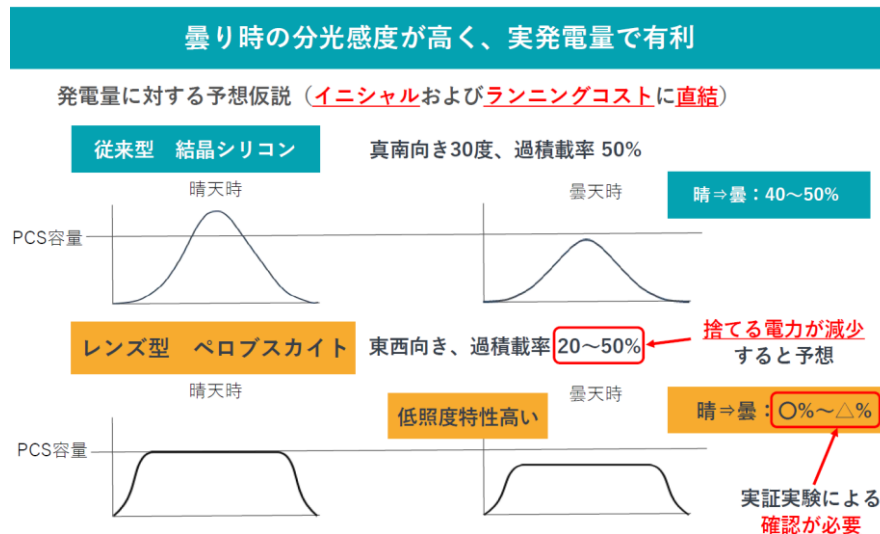


図 9 晴天時と曇天時のペロブスカイト太陽電池の発電量 出所:株式会社 TERRA

- 細型パネルが少し割高だと聞いたのですが、これが徐々にペロブスカイトに置き換わっていくイメージですか？

そうです。細型パネルは過渡期のための技術で、長さ 4m で幅 20cm なんですけど、支持体として物理的にどうなのかというのを、当時はまだペロブスカイトの現物がなかったので、シリコンの細いフレキシブルなものでトライしたんですね。結果としてそれがあったから、その設計思想を発展させる形で今のレンズ型ができました（シリコンを曲げられなかったので）。いずれにしても、4m 支持するのはできるなど。これも棚ばたですけど、裏にアルミがペタッとなっているので、ヒートシンク・熱放散機能が高いので、他のシェルフより圧倒的に発電効率は良いんです。

- 熱くならないということですね。

そうです。下に植物があって、上に風もあって、熱がいつも空冷されていて、ラジエーター機能になっているということです。

- なるほど。裏側にも機能があるんですね。

そうです。大きなパネルはだいたい 6 列セルの幅 1m くらいですが、我々の細いパネルは 30～40cm で、その方がアルミフレームに触れる比率が高いので、同じ太陽光パネル、同じセルでも発電効率がいいんですね。それをサーモメーターみたいな赤外線カメラで見るとよくわかります。野立ての発電所とかは巨大なアレイが組まれていて、その下に碎石や黒い防草シートを敷いているケースが多いので、下の方の温度が高いんですよ。だから本当はストリングの設計を下の段と上の段で分けてやった方が、実は同じ設備なのに発電効率が上がるんですね（図 10）。

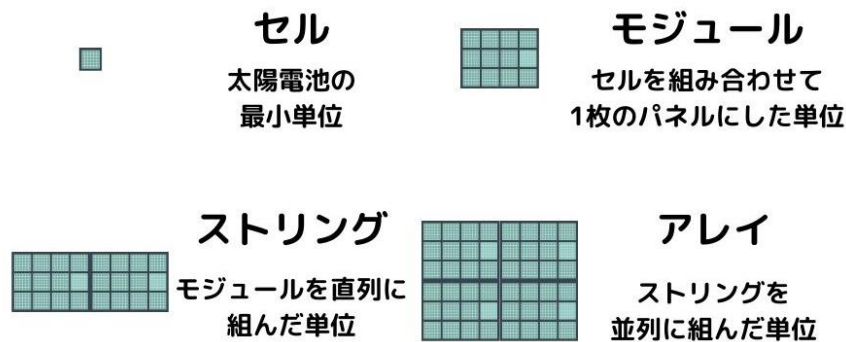


図 10 太陽電池のセル、モジュール、ストリング、アレイ

出所：株式会社ハウスプロデュース ウェブサイト

- なるほど。ラジエーターというのはわかりやすいですね。空気が抜けますもんね。

そうですね。だから輻射熱はバカにならない。ちなみにペロブスカイトは熱の影響が少ないんですよ。

- 熱くなっても問題ないんですね。

はい、シリコンに比べて影響が少ない。

- なるほど、すごい技術ですね。

本当にすごい技術だと思っていて、これまでソーラーシェアリングは野立て技術の応用で十数年過ぎてきたので、どうしても野立てのコストを構造的に超えていけなかったんですね。でもペロブスカイトの出現によって、初めてソーラーシェアリングだからこそ、野立てより安くできる可能性が高まったと私は確信しているんです。

- なるほど。あとは、原価さえ安くなってくればということですね。

そうですね。ペロブスカイトはセルの部分は数年後にシリコンより安くなることが予想されていますが、野立て用に大型化しようとする、結局、今のシリコンと同じようにガラスとアルミニウムのフレームをつけなくてはいけなくなってしまう、価格的には大きな差が出てこないと想像しています。軽いか、曲がるという特性を活かすことで本当の意味でペロブスカイトがシリコンより半額の世界を作れるという。

- なるほど、それで流線形のレンズ型ということですね。

そうですね。中は発泡樹脂—それも植物由来の発泡樹脂にして。

- 以前、ペロブスカイト太陽電池のメーカーから、ペロブスカイト自体は軽いんだけど、ガラスで両面を抑えて 20 年持つようにすると重くなってしまうと聞きました。建材にしようとするのでしょうか。

そういうことです。おっしゃる通りなんです。だから、耐用期が終わったシリコンの上に貼るなどのリプレイス以外では、これから野立てでペロブスカイトはあまり採用されないと思います。

- なるほど、逆にソーラーシェアリングで細型のパネルを並べる方が涼しくなって、作物の生育にもいいということですね。あとは値段が安くなってくれば一気に広がると。それまでは補助でそのマーケットを作っていきましょうと。

そうですね。多分、2028 年にはシリコンより下がっていくのではないかなというのが私自身の総合的な見立てです。私がペロブスカイトを知ったのが 5 年くらい前で、特許出願したのが 4 年前で、その間ずっとペロブスカイトの動向をウォッチしてきて、大体時間軸として想像通りに来ています。2028 年にはコストが何割か下がるだろうし、当社は来年には系統接続を目指しているので、2026 年にはそれなりの量も普及してくるだろうし。

- 実証レベルだったら、もう製品があるということですね。

そうですね。今回の万博にも結構出してますし、[東京電力の新しいビルは全部積水化学工業のもので 1MW 分囲う](#)とのことなので。

- この間、匝瑳市のソーラーシェアリングを見に行ったら、一つ一つが大きいなと思いました。普段見に行く宝塚市西谷地区のものと比較して。

宝塚は今、7~8 個かな。来年また 2 個作るということで、今そのコンサルに入っていて、細型のものを作る予定です。ソーラーシェアリングでは光と影の周波数の問題というのがあって、同じ遮光率が 35% でも光と影の時間サイクルが短い方が植物への影響が全然少ないことがわかっています。だから田んぼの場合、大きなパネルを遮光率 35% で設置すると、やはり 30~40% 収量が落ちることが多い(図 11 の左端)。でも我々が使っている細型だと、収量が変わらないんです。ペロブスカイトはさらにパネルの角度が 90 度横になるので、影が綺麗に左から右に流れて(図 11 の右端)、これがすごく植物にいい影響を与えていて、収穫できるバイオマス量が多いんですよね。

- 南向きに置かなくていいということですか？

そう直角に置くんです。

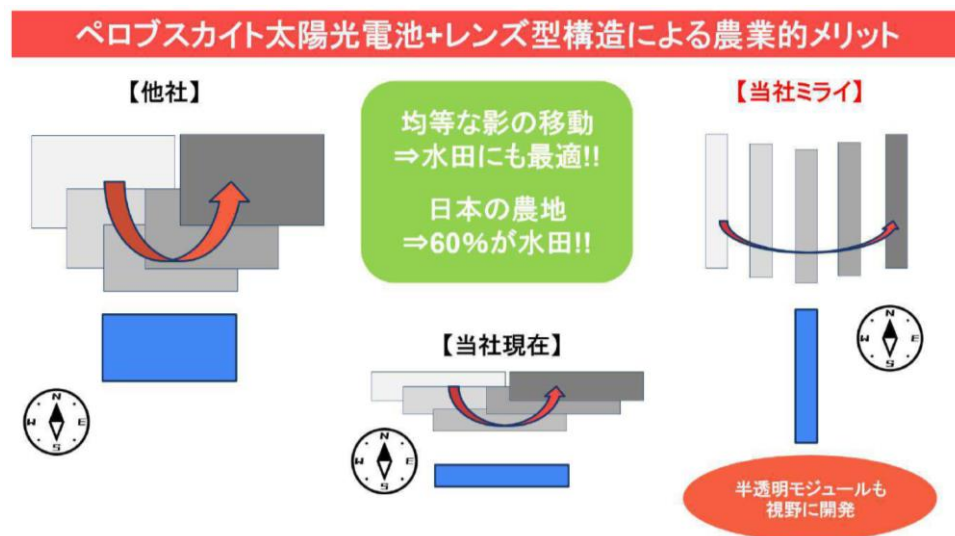


図 11 ソーラーシェアリングにおけるペロブスカイト太陽電池の配置
出所:株式会社 TERRA / 市民エネルギーちば株式会社

- それは新しいですね。だいたい南に向かせますよね。西日と東日をきっちり取りましょうということですか？

はい、そうですね。

- ペロブスカイトの曲面の陰になる部分が発電しないのではないかなと思ったんですが、シリコンのタイプだと影があると抵抗になるので。それはあまり関係ないんですか？

ないです。例えばパネルに手を置くと、その手の面積分だけ発電量が減って、他のところは完全にパフォーマンスするんですね。

- それはすごいですね。電池が直列ではないということですね。

そうですね。後ろのバックコンタクトのところが特殊になっています。あとごみが出ないように、横がファスナーみたいになっていて、開くとすぐ取れるように、分解しやすくなるように設計しているんです(図 12)。ごみが出ない方がよくて、売る気満々なので。

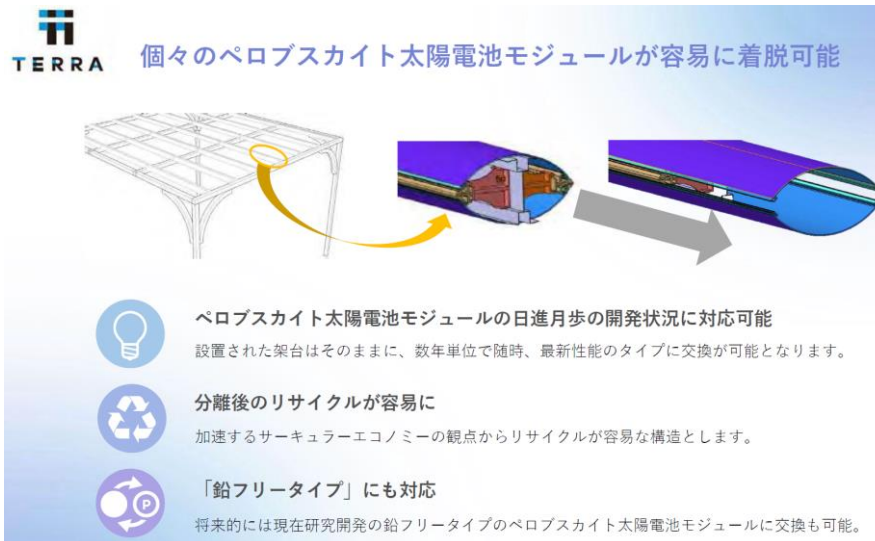


図 12 着脱可能なペロブスカイト太陽電池モジュール 出所:株式会社 TERRA

- これ両面なんですね。

そうです。表にも貼っているし、レンズ型の裏にも貼ってあります。今までのシリコンタイプでは、大体 10%ぐらい発電量が上がります（我々の新しいものは全部両面にしています）。今回実験してみると、シリコンパネル以上に圧倒的に大幅加算されています、裏の分も発電しているのです。ペロブスカイトの 4 つの特徴のうちの 1 つが曇りの日の発電量が大きいということで、それも効いています。

- 軽いので、架台のコストも下がりますね（図 13）。

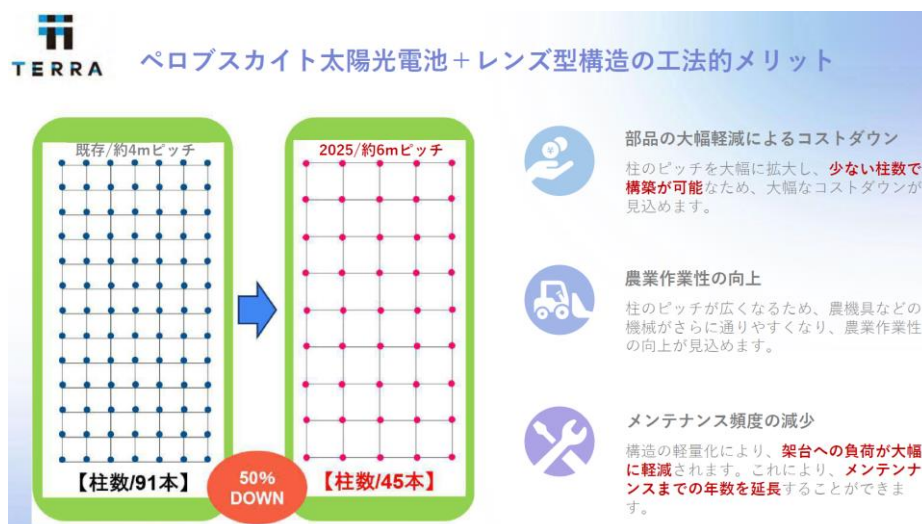


図 13 ペロブスカイト太陽電池（レンズ型）を利用したソーラーシェアリングの工法的メリット

出所:株式会社 TERRA

そうです。あとは、どれくらいの値段になるかですね。来年、積水化学工業さんが一般販売の予定です。経産省がものすごい助成金を出すという噂なので。太陽光パネルは元々12年前ぐらいまでは日本のシェアが一番大きかったのが、中国に完全に取られてしまったので、今回はそうならないようにということですね。

- 世界マーケットを取りに行くんですね。

今のところ、結構強い特許を日本がまだたくさん保有しているので。現在、社内でこのペロブスカイトの開発に携わっている職員は私を含め2人だけなのですが、今、駐車場タイプとビニールハウスタイプの新しい特許の申請を準備中です。

日本でのソーラーシェアリングの普及策

- アフリカの砂漠緑化の話もいいですね。適用範囲がものすごく広くて。

正直言って、海外の方が規制が少ないので、ペロブスカイトもある程度海外でスケールしてしまって、コストを下げて、それが日本にいい意味でフィードバックしていくみたいな形もあるかなと。

あと10月2日には東京電力の本店に行って、一般送配電や大手商社などの錚々たる皆さんの前で説明させてもらう予定で、そういった方々ともこれから連携していきたいと思っています。日本では今、新たな設備を入れていくのは大変なんですけど、RE100ということで、お金は集まるようになってきています。2026年から経産省の方でペナルティを課しますし、公表もしますよということで¹⁷。今までの利殖としての太陽光発電への投資から、サプライチェーンの生き残りという文脈で、企業の真剣度も変わってきています。

他方、残念ながら農業はどんどん衰退していますし、耕作放棄地は広がっているんで、逆にソーラーシェアリングの適地は増えているといえます。あとはその下で耕作する農家さんがいないので、農家さんにインセンティブがつかうような農業の仕組みと、その系統接続ができるのかという問題なので、二つの阻害要因ですね。一つは担い手＝農家さんを探していくこと、もう一つは系統との折り合いということですね。

- そうですね。電力を全部自分たちで使いきれないですもんね。売らしてもらわないと。

そうですね。たまに田舎だとコンビニの後ろに田んぼがあったりするので、それを隣接型のオンサイトでやっていくのはすごいいいんですね。データセンターなんか、隣に昔牧場があったら、それを復活させて、ソーラーシェアリングを設置してなど、別に北海道に限らず日本どこでもいいので、そ

¹⁷ [成長志向型カーボンプライシング構想](#)の下、2026年度から日本のCO2排出量の5割超を占める企業群が参画するGXリーグにおいて排出量取引制度の本格稼働が始まる。企業が自主的に設定する排出削減目標に向けた排出量取引(GX-ETS)は2023年度より実施されている。

それはそれで重要なスキームなのでやっていきたいですね。

- それをハンドリングする地域エネルギー会社が地元にあった方がいいということですね。

逆にオンサイトの場合は地域エネルギー会社はいらないので。ただ、そういうエネルギー会社が保守管理や営業も含めて（当社も一応全国の組織を作っていますが）、地元にお金が落ちるといのが自然エネルギー事業で一番大事なことなので、そういう方々とネットワークしていくという意味ではそうですね。

農水省によると、20%以上が農業をちゃんとやっていないソーラーシェアリングだということで、先日 300 機以上が FIT 取り消しという話も出ていました¹⁸（図 14）。今は、その悪いイメージが大きくて、ソーラーシェアリングのネガティブなイメージが広がってしまっています。第一に、太陽光発電そのものについて、国民的なハレーションがすごい起きているので、そうするとソーラーシェアリングも同様に考えられてしまう。ソーラーシェアリングを知っている人も大きいパネルのイメージで、パネルの下は種とか生姜とかみょうがとか、暗い所でしか育たない作物だと思われてしまっています。「あんなの金儲けでしょ」と思われているところもあるので、その勘違いを払拭するのが重要です。当社は今、J リーグさんや脱炭素先行地域のいろいろな自治体の人たちと連携して、健全に地元にお金が落ちるようなソーラーシェアリングの普及に頑張っているところです（図 15）。

営農型太陽光発電の現状と課題

- 営農型太陽光発電は、**農地に支柱**を立てて**上部空間に太陽光パネル**を設置し、農業生産と発電を両立する仕組み（農地の**一時転用許可**が必要）
- 営農型太陽光発電のうち**約2割**が太陽光パネルの**下部農地での営農に支障**が発生

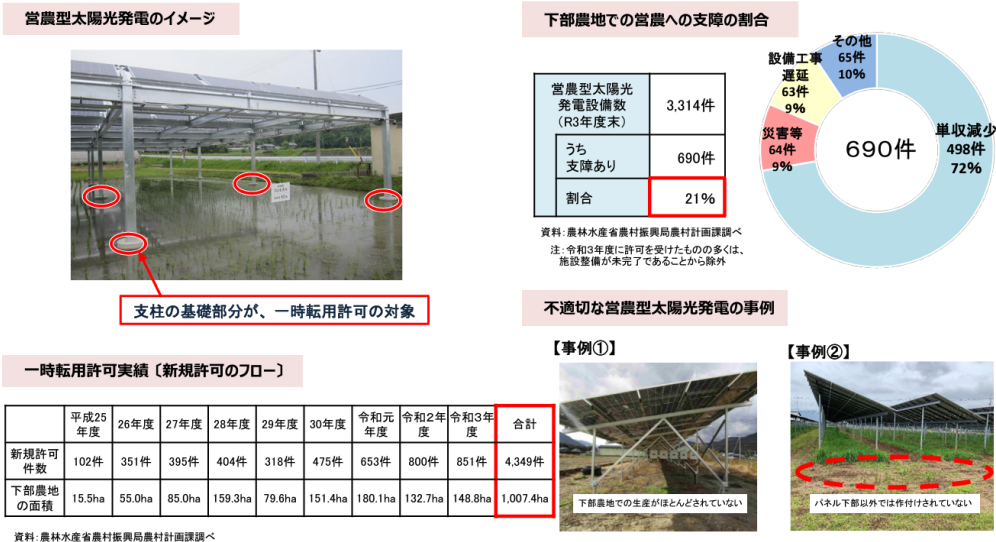


図 14 営農型太陽光発電の現状と課題 出所：農林水産省

¹⁸ 「FIT/FIP 交付金の一時停止措置を行いました」2024 年 8 月 5 日 経済産業省

【 新しいふつうを子どもたちから発電所 】



図 15 (株)TERRA と Jリーグの連携 出所:株式会社 TERRA

ソーラーシェアリングの海外展開の進め方

- 海外と国内の両方を視野に取り組まれているということですね。

そうです。もうそれくらいのスピードでやらないと間に合わない。地球温暖化との戦争だと思って戦っているわけで。

- すごいなと思ってお聞きしていますが、それだけスタッフも充実されているのですか？

いや、スタッフは全然いないです。だから外部リソースと言いますか、それぞれの会社とか組織の皆さんの力を借りつつ、内部のリソースが足りないのを、逆にこういうインタビューの機会も活用させてもらって、皆さんとつながっていくことをしています。実際には、当社はハードであったり、建設であったり、農業の担い手を探すとか、実務が本業なので、それをインフラビジネスとして自立した形で肅々と進めていくための基礎研究をやっていくというスタンスです。アフリカでの取組も全部自分たちでやろうと思ってなくて、基礎調査をして、どういう条件が整って、どういう事業者がいればスケールしていくということを示せばいいと考えています。今回の砂漠緑化も大手企業のみなさまと一緒にやる予定です。こちらからは方法論であったり、砂漠緑化の技術であったり、地元の皆さんとの整合性の取り方だとか、そういったものを提供していきます。何でもかんでも全部自分がやって、お金も全部自分で入れようではなくて。ソーラーシェアリングの「シェア」は「分かち合い」という意味だと解釈しているの。

- こういうことは調整が一番手間がかかるので、東さんの負担が大きいのかなと思いました。

ぜひ、情報をとにかく出しまくるので、ご協力いただいて、助けていただきたい。やはり IGES のような名前がある中で、日本でも海外でもやっていくと向こうのガードが下がるといいますか、確からしさが全然違うので。あと、そちらの研究員の方と一緒に研究していただきたいこともたくさんあるので。

- **確かに、IGES にはベトナムなどいろいろな国の研究員がいます。MARD ともお付き合いがありますし。**

それはありがたいですね。パラメーター自体は全部シンプルなので、それを皆さんにお伝えして、ほかのパラメーターがあればそれも追加してもらって。それでテストプラントを作って、机上のものがどれくらい機能するのかを見て、それぞれ事業評価してもらって。その後、状況に応じて投資を集めていくということで。投資できる良い会社もいっぱいいるので、そういうような立ち位置で十分だと思っています。

- **なるほど。ベースを作って、あとは皆さんプロジェクトにしてくださいという感じですね。**

そうです。だから JCM も、ベトナムとの中干期間の延長も民間企業（三菱商事、クボタ、カネマツ、Green Carbon）等が行っていて¹⁹、Green Carbon はベトナム国立農業大学（VNUA）とも提携していて、去年発表しています²⁰。すでにそのような文脈があるので、そこにソーラーシェアリングによる地温低下の効果をビジネススキームに加えていって。

- **なるほど、J-クレジットだけではなくて、JCM まで行っているんですね。**

そうです。東南アジアはやはり歴史的にメタンがとても出る構造体で、地球が寒かった時に地球を温める係だったと思うんですよ。それを減らせるポテンシャルが大きいので。日本では今、1ha 当たりのクレジットがだいたい 1 万～3 万 6 千円で売買されていますが²¹、向こうは二期作なので、それだけでも倍になるでしょうし。さらに気温が高いので、多分 4～5 倍のメタンが出ているので、それがもし 50%減っていくと、日本以上に 1ha 当たりのクレジット価格は高くなると思うんですね。そういう基礎データを取りたいということです。だから、IGES さんにも JICA さんにも入っていただいて、本当の意味での国際貢献をやりながら、ビジネスの段になったら、逆にそこは、民間企業のみなさん、堂々と競争してくださいと。研究から得られた知見は共有するのと。

¹⁹ 「[農業分野の二国間クレジット制度（JCM）の始動](#) ～水田メタン削減で世界の気候変動対策に貢献～」
2024.6.28 農林水産省

²⁰ [Green Carbon 株式会社のベトナム関係のプレスリリース](#)

²¹ 水田の排水性が十分良く、かつ前作の稲わらを全量すき込んでいる場合のクレジット発行量は 1～4t-CO₂/ha/年程度であり、それが 1 万円/t-CO₂（森林系クレジットの取引事例と同様の価格）で販売できたと仮定した場合。参考：「[「水稲栽培における中干し期間の延長」の J-クレジット制度について](#)」令和 6 年 7 月 農林水産省 農産局農業環境対策課

- 商社が関与しているということは、それがビジネスになると見ているということですね。

見えていますね。だからやはり頭がいいというか。日本の再エネの普及は、去年もすごく悪かったんですけど、今後も導入スピードが落ちると思うんですよ。系統の問題もありますし、円安の問題もあり。そうすると、企業は再エネへの投資だけだと 2026 年には間に合わないので、クレジットを用立てなくてはならないことがわかっていますね。

- なるほど。ソーラーシェアリングによる分散型電源はアジアにもアフリカにもフィットしそうですね。電力系統が弱く、停電もあるし。自分のところに発電所を持っていたらいろいろなものに使えますし。

そうですね。だから、まずテストして、国によってベースとなる発電量が違うので、アフリカの場合は圧倒的にいいでしょうし、ベトナムの場合は雨季があるので、いい時と悪い時があって。その上でまず売価ですよ。電気がどれくらいの価値を持っているのか。リビアだと石油があるので、すごく安かったりします。逆に今アフリカだと水力をやっているところは温暖化の影響で水が貯まらないので、一日のうち 18 時間ぐらい計画停電というところもあり。先ほどお話ししたジンバブエだと、FIT が 13 円/kWh くらいで、多分建設費なども日本の半分以上で、地震と風が少ないので設計も楽で、日本より安上がりになりそうです。あと日照が多分 1.5~2 倍くらいいいので。そうすると FIT が 13 円/kWh だったら日本の 24 円/kWh くらいに相当するのではないかなと。実測してみないとわからないですが。

ただ、海外だと農地法などもないところがほとんどなので、そういう手続きコストもないですね。高圧とか低圧とかいう区分もないんですよ。日本だけなんです。低圧という区分があるのは。韓国も低圧は 100kW と言ったかな。台湾は区分がないとのことでした。

だから日本だと 3,000m² の土地があると、実際には 1,500m² で低圧という 50kW 未満の設備を作ることになるんですけど、台湾だったら 1.5 倍のものが作れて、手続きも一回だし、一号柱も一個でいいし。日本はコストが高いと言われるんですけど、実は法的な制約で高くなってる側面も大きいんですよ。

- なるほど。日本は 50kW で縛ってますね。

そうなんです、あれが迷惑なんです。せめて 100kW にしてほしいです。

ソーラーシェアリング普及のための農作物生育データの整理

今、一番やりたいのは、いろんなタイプの太陽光パネルを、いろんな遮光率で、いろんな配置方法で置いて（ダミーのパネルを想定。本物のパネルだとしてもケーブルは全部切っておいて、農業委員

会の縛りは受けない形で)、全くソーラーシェアリングがない所も含めて、同じ種を、同じ日に、同じ肥料でまくことで基礎データを取る実証実験です(図 16)。我々も見方を変えれば業者なので、業者が良いことを言っても、「自分のことだからいいこと言ってるでしょ」というように見られてしまうので。まずは客観的なものを 1 つ作って、レギュレーションを確立した上で、いろんな方の意見を聞きながら、できれば北海道、東北、関東、関西、九州、さらに四国、沖縄でも、日本のいろいろな気候のところで実証して。そしたら農家さんが、「じゃあこの植物は、トマトは育つのか？ キュウリは育つのか？」と訊いた時に、農業委員会に出せる基礎データを提供してあげられるようなデータベースを作りたいんですね。

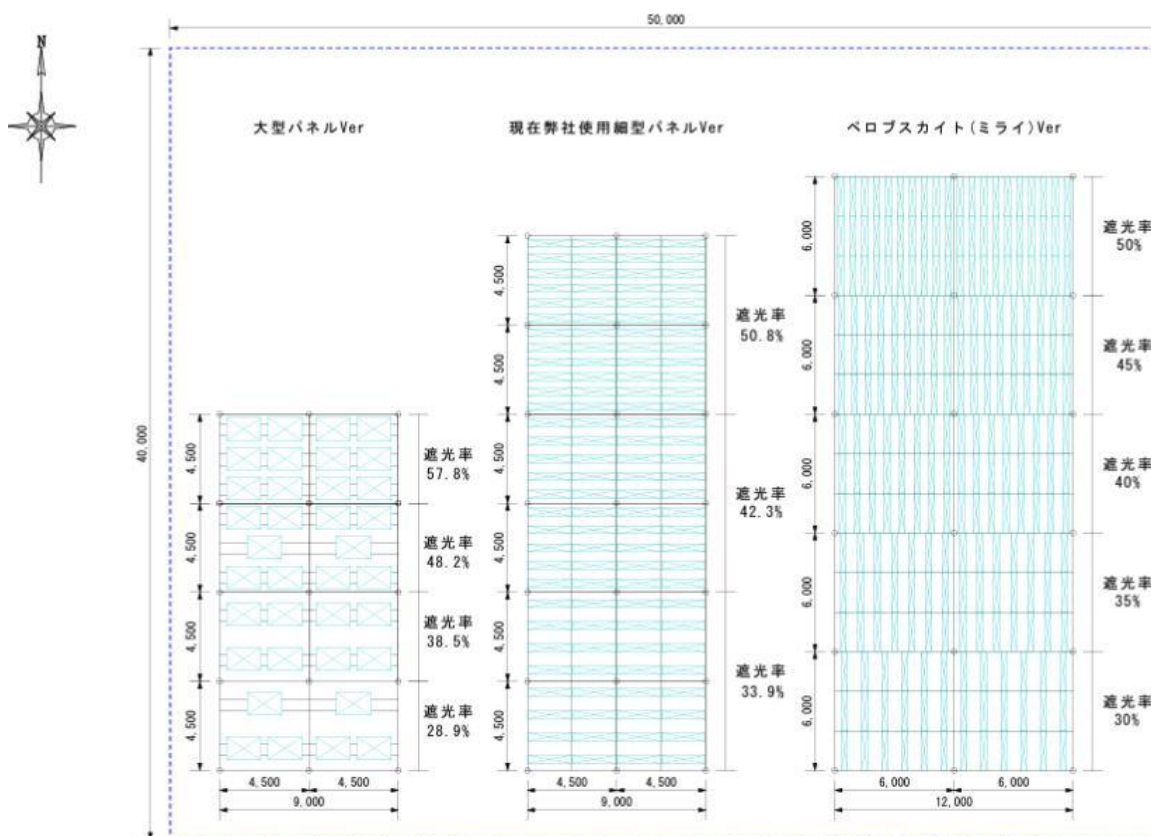


図 16 ソーラーシェアリングのメタン発生量抑制や土中炭素貯留効果等に関する研究

出所:株式会社 TERRA

- なるほど。確かに、農家を説得するデータが要りますね。

そうなんです。こういうのは、できるだけ学術的で客観的なほうがよくて、公的な方々に協力してもらえるとありがたいです。あまり企業の色がついてしまうと、先伸びしなくなって(企業はスケールしていかないと結構すぐに止めてしまうので)、我々の思いとは少しずつれていってしまうので。できるだけそれぞれの国の人に儲けてほしいという思いもあり。

- 農研機構(NARO)や各県の農業技術センターなどが中心になりそうですね。

そうなんです。彼らは計測のプロなので、ぜひ彼らの力もお借りしたいんですよね。

- IGES としては、JCM での現地の CO2 排出削減を支援するという関わり方ができそうです。[ソーラーシェアリング総合研究所](#)²²に協力させてもらう形がいいですかね？

そこにも何かしらの形で関与していただければ、とてもありがたいです。全然儲かっていない研究所で研究ばかりしているんですが、今回初めてある民間企業と顧問契約を締結し、研究費をいただけることになりました。

ソーラーシェアリング・アカデミーのねらい

- 先日、千葉商科大学・田中信一郎先生のご紹介で、長野県上田市で合原さん（株式会社ガリレオ 代表取締役）のソーラーシェアリング施設を見せられました。合原さんも、東さんのことをよくご存知とのこと。

そうそう、合原さんも総合研究所の共同代表なので。田中先生は、ソーラーシェアリング・アカデミー（図 17）で今一緒にやらせてもらっています。

やはりただの金儲けではなくて、心から環境問題が好き人は集まってくるというか。合原さんも、自分で無農薬のお米を作っていて、ベースがそういう人なんですよ。



- ソーラーシェアリング・アカデミーにも、いろいろと関わらせてもらいたいと思っています。

図 17 ソーラーシェアリング・アカデミーの概要 出所：市民エネルギーちば株式会社

そういう意味では、IGES さんから環境問題全般についてのレクチャーで講師派遣してもらえるとありがたいです。これからいろいろなオンライン講座をいろいろなテーマでやっていって、学生さんは無料で参加できて、企業がちょっとずつスポンサーして（運営費を稼ぎつつ）、そこで環境大好きな学生さんたちの名簿を作っていって、年に一回くらいは 10～20 人で合宿をやって、フィールドワークも入れて。さらに、そこで発表した内容が面白い学生さんは、いろいろな企業の環境セクションでインターンができるような、そういう仕組みにしていきたいんですよね。遠回りのようで、やはり教育というのが一番重要なので。

²² 株式会社ソーラーシェアリング総合研究所：東光弘氏が代表の一人。ほかには合原亮一氏（[株式会社ガリレオ](#) 代表取締役）と西光司氏（[株式会社アグリツリー](#) 代表取締役）。事業内容は、農家向け DX システムの運用、各種研究、コンサルティングなどを通じたソーラーシェアリングの普及・展開。

- 正攻法だと思います。大学等コアリションとしてもそこが一番の関心になると思います。

田中先生には次回冬に匝瑳市で開催するアカデミー合宿を企画していただいています。この間も1週間、アフリカやアメリカの方にも入ってもらい、日本の学生さんも含め、[NHK の堅達さん](#)、[J リーグの辻井さん](#)（Jリーグの執行役員としてサステナビリティ部を担当、元パタゴニア日本支社長）にも来てもらい、農水省、経産省、環境省の皆さんにもお話いただくということをやりました。

パーゴラタイプのペロブスカイト太陽光発電

- 貴社ウェブサイト「国内初、営農型ペロブスカイト太陽電池の共同実証実験開始」（2024.8.6）とあり、第1回無担保社債（2年債）の利率が年3.50%になっていて、どうしてこれだけの高利率を提供できるのかが気になりました。これはFIT売電ですか？施設規模はどの程度ですか？

これは売電のための汎用設備のためではなくて研究のための資金で、ペロブスカイトの設置に関して東京都の助成金を活用して²³、千代田区さんとコラボして、都市部タイプのものを設置しようと（図18）。2/3助成なので、利率3.5%でも十分できるなど。おそらく1年半か2年くらいで助成金がもらえるので、金利が高めでも、プロジェクトを早く進める価値の方が大きいということで。図中の白い四角のものが空気中から水分を取り出す機械です。それらの金型を作ったり、調査をしたり、テストプラントや研究の費用も含みます。



図18 パーゴラタイプのペロブスカイト太陽光発電の実証実験 出所：株式会社

²³ [次世代型ソーラーセル社会実装推進事業](#) 助成限度額 4,000 万円、助成率：助成対象と認められる経費の2/3 以内、事業期間 令和8年3月31日まで、申請書提出期間 令和6年7月11日～令和7年3月31日、予算額 1 億 2,000 万円

- なるほど、そういうモデルプロジェクトですね。

ノーマルなタイプは 1.5~2%くらいの利率で、「こういう新しい設備を作るので、皆さんも社債という形で参加しませんか？」という形で、継続的にやっていこうとしています。当社は元々資本金が 90 万円しかなくて、お金がないからパネルオーナーといって、市民の皆さんから融資してもらったのがスタートなので。今では資本金も 5 億円を超えてだいぶ体力がついてきましたが、やはりこのような市民が参加できるようなスキームは残しておきたいなという思いで、今回一口 100 万円ですけど、次からはもっと小さな金額で、また 1 個 1 個やっていきたいなと。

お金もありがたいのですが、一人一人のそのメッセージもありがたいです。年に一回アースデーという収穫祭みたいなイベントをやっているの、そこに皆さんに集まってもらくと、みんな環境問題が好きな人たちばかりなので、「こういうのもいいね」とか「こういうプロジェクトもあるよ」みたいな、そういうエネルギーと食べ物を通じて、人々がコミュニケーションできるようなメディアとしてソーラーシェアリングがあってほしいなと、そんな願いを持っています。

- 以前、宝塚すみれ発電の井上さんから、いろいろな人に出資してもらって、収益から出資金をお返ししたら、「返してくれなくていい」という反応があったという話を聞きました。

井上さんのところと僕らのところは、そういう性質はめちゃくちゃ似ているんですね。

- 最後に匝瑳市の先行地域事業の実施体制についても確認させてください。先日、匝瑳市ゼロカーボン推進課の伊橋さん、伊藤さん、齊藤さんにお話を伺いましたが、エースを集めているという印象でした。また、匝瑳市に富士テクニカルコーポレーション(EPC 会社)があって、地域新電力のしおさい電力も立ち上げられていて、地元キープレイヤーが揃っているのがすごいと思いました。この辺りも東さんの調整なのでしょうか？

いえいえ、そんなこともなくて。神様が与えてくれたチャンスなんだろうという感じです。できるだけ地元のハレーションをなくすためには、やはり地元で頑張ってる人に入ってもらった方がいいだろうと。私は元々東京生まれで、東京で商売やっていたんですけど、地方でプロジェクトとか商売やる時に、物理的に相手の正面に座らないようにしているんです。横に座るようにする。それが地方のコツだなと。だから、中に入れる。株主としても中に入ってもらって、対立ではなく一緒にやる方が、仲間の中として意見交換もできるので。

インタビューを終えて

インタビューを通じ、東さんのお人柄と八面六臂の活躍の様子がよくわかりました。ソーラーシェアリングの普及のため、民間企業からの出資や銀行の融資で大規模な施設を建設し（計 6MW、10 年間の累計投資額 20 億円、今年度も 13 億円の投資を予定）、民間企業とペロブスカイト太陽電池を使ったレンズ型のパネルを開発し、パネル下では不耕起栽培による土中の炭素貯留を進め、水田の中干し期間の延長による J-クレジット化を進め、地温低下によるメタン発生抑制効果を研究し、それらによる農業収入の多角化と耕作放棄地の農地化を目指し、その技術の海外展開も試行し、砂漠緑化まで見据えていて、それらの知見をソーラーシェアリング・アカデミーで集積し、実践的な研修を通じてその担い手を育成し、さらなる拡大を目指す。いやはやすごいなと。匝瑳市の脱炭素先行地域事業の聞き取りのつもりが、世界が広がり、大幅な紙数になってしまいました。

海外でもすでに JICA ビジネス化実証事業にも参画していて、それをマネタイズ（クレジット化）するため、その効果を裏付ける科学的な研究を現地の大学や省庁と連携して進めていると。農林水産省やアジア開発銀行（ADB）も、ベトナムやフィリピンにおいて、水田からのメタン削減に関する二国間クレジット制度（JCM）の方法論を検討しています²⁴。アジアやアフリカでのソーラーシェアリングの適用ポテンシャルはものすごく大きいと感じられます（それで IGES としても研究協力させてもらうことにしました）。たとえば、日本政府の拠出により ADB に設立された信託基金である [二国間クレジット制度日本基金（JFJCM）](#) を利用した事業形成の可能性もあり、フィリピンの地方自治体災害リスク削減・管理基金（LDRRMF）²⁵ を利用した、地域のエネルギー自治やレジリエンシーの向上に向けた使い方もできると思います。国内での脱炭素先行地域事業等による成果や知見が、そのような形でアジア・アフリカの脱炭素化に役立つようにできればと思います。

²⁴ 「農業分野の二国間クレジット制度（JCM）の始動 ～水田メタン削減で世界の気候変動対策に貢献～」令和 6 年 6 月 28 日 農林水産省

²⁵ フィリピンでは [災害リスク削減・管理法（Disaster Risk Reduction and Management Act）](#) において、地方自治体は毎年予算の 5% をプールして災害に備え、そのうちの 3 割を緊急時の予算に、7 割を普段の防災・減災活動に使えることになっており、それが分野横断的に、福祉や教育や交通など、レジリエントな災害に強いまちづくりに投資されている。

参考資料Ⅰ 福島大学大学院食農科学研究科での不耕起草生栽培の研究

「[「耕さない農業」は、私たちの食の未来を変える。『ミミズの農業改革』著者・金子信博さんに聞く、不耕起草生栽培のすべて](#)」(2024.02.22 greenz.jp)からの抜粋(一部編集・要約)

不耕起草生栽培の普及の鍵となるのは収益性。耕さずに草を抜かないということは、手間がかからないので労働コストは下がり、農薬や化学肥料など資材の費用もかからないため、収益性が高くなる。耕さなくてよくなれば、農業機械も軽量化し、電動化も可能になる。地域単位で充電ステーションを設けて農作業に必要な電気を発電すれば、化石燃料に頼らない持続的な営農が可能になる。

収益性及び生産性の向上のため、ライ麦の持つ「アレロパシー」という他の植物の発芽を抑える働きがある物質を利用することも一案。秋から春にかけて2mくらいに生長したライ麦をクリンパーという機械で地面に押し倒すことで、その成分を土に投下でき、地面を覆うことで日光を遮断し、ライ麦を天然のビニールマルチとして利用できる(図 19)。クリンパーを既存のトラクターなどに装着することで、大規模な農場の作業性も高めることができる。

不耕起草生栽培の畑の土は、水を入れた瓶の中で攪拌しても濁らない(図 20)。ミミズなどの土壤生物が活発な畑では耐水性団粒が豊富で水と土壌が速やかに分離するため。それに対し、耕起して手で除草した畑の土(左端)、耕起して除草剤を使った畑の土(左から 2 番目)、耕さずに除草剤を使った畑の土(右端)は濁る。つまり、耕す畑では降雨のたびに土が流され川の水が濁るが、ミミズがいる畑では肥沃な土が残り川の水は濁らない。



図 19 ライ麦を押し倒すクリンパーの使用例 出所:
福島大学・金子信博先生のインタビュー記事
(2024.02.22 greenz.jp)

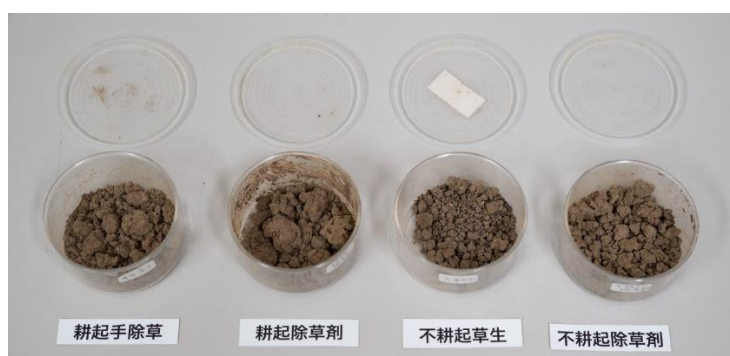


図 20 不耕起草生栽培の畑の土(左から 3 番目)は水と攪拌しても濁らない
出所:福島大学・金子信博先生のインタビュー記事(2024.02.22 greenz.jp)

不耕起草生栽培の普及には、その基準となる指標づくりや知識やノウハウの体系化が必要。2023 年 4 月から福島大学大学院に新設された食農科学研究科では、国内の大学院として初めてアグロエコロジー（農業生態学）を履修できる。アグロエコロジーは不耕起草生栽培などの生態系の機能をうまく活用しながら、農家や家畜、環境への負荷が少なく、持続可能で安全な食を生み出すための新しい科学。その実践に向け、現役の農家などの社会人も「学び直し」できるプログラムになっている。募集定員 20 名のところ、応募者が多く、46 名が入学し、うち 14 名が社会人で、専業農家 4 名を含む農業関係者も多い。2023 年 10 月から授業開始。

脱炭素先行地域事業における福島大学との連携は、①ソーラーシェアリング下の田畑での不耕起栽培の適用によるメタングス排出量の抑制と CO2 貯留に伴う CO2 発生抑制量の定量化及びそのカーボנקレジット方法論の確立、②それによる農家の収入源の多角化、そして③それらの内容のソーラーシェアリング・アカデミーでの講義（教材化）を目的としており、(株)TERRA がそのハブ的な役割を担っている（図 21）。

本研究により得られる将来経済効果

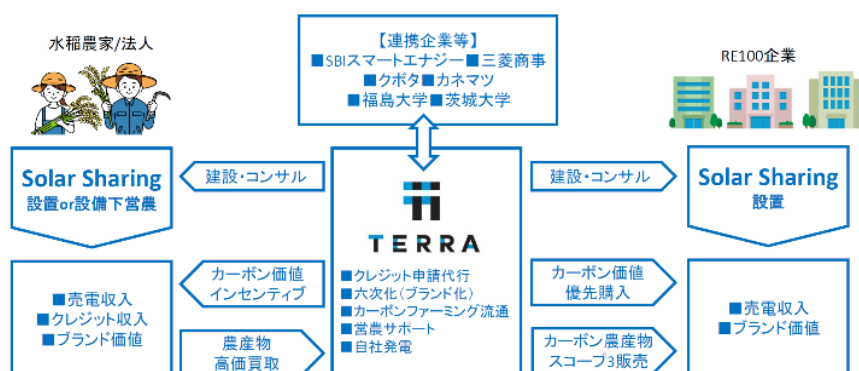


図 21 ソーラーシェアリングと不耕起栽培による農業収入の多角化に向けた全体構成図 出所:株式会社 TERRA

第3部 ソーラーシェアリング下の不耕起栽培により土壌から農業を見直す

福島大学 食農学類 特任教授(横浜国立大学 名誉教授) 金子 信博 先生

2024年11月21日(木) 10:00-12:00 福島大学キャンパスにて

農業のフレーム転換: 日本初アグロエコロジーが学べる福島大学

- 市民エネルギーちば・東さんから、金子先生の下で勉強するために福島大学大学院に就学したと聞きました。まずは食農科学研究科の概要を教えてください。

金子先生: 福島大学では2019年4月に農学群食農学類を開設することになり、私はその設立を手伝うため、その一年前に横浜国立大学から移ってきました。当時、農学群食農学類の学部の骨子は大体決まっていたのですが、大学院食農科学研究科(修士課程)のカリキュラムがまだだったので、私が中心になって構想を固めました。一般に地方大学の農学系の大学院はほぼ定員が充足していないため、リカレント教育は文部科学省の方針でもあるので最初から社会人の受け入れを想定し、それに適したプログラムとしました。日本では修士課程や博士課程などの高等教育への進学割合が極めて低いと言われていますが、AI やスマート農業に関しては学び直す価値があると思います。農業は経営も大切なので、経営者の方が学べる仕組みにすることも大事です。



インタビュー時の様子(金子先生の研究室にて)

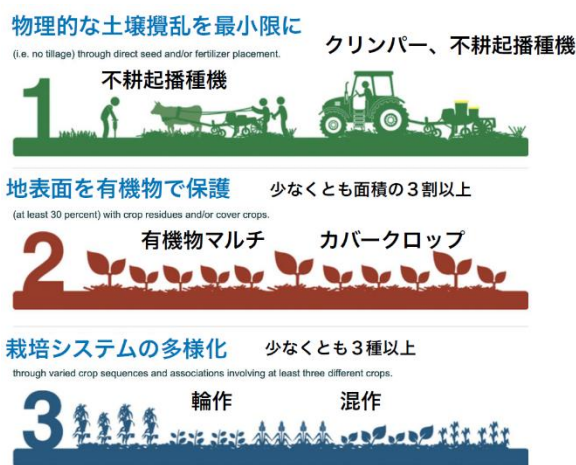
食農科学研究科では国立大学修士課程で初となるアグロエコロジー（農業生態学）を履修できるようにしました。アグロエコロジーの授業をしている教員は日本に何人かいますが、コースという形ではないんですね。それから有機農業に関しても日本の大学には学科やコースがありません。私の友人の中国の大学教授に聞くと、中国では農学部といえどどこでもアグロエコロジーのコースがあるそうで、実際に優れた研究成果も多く出ています。アメリカでも同様です。中南米でも広がっていて（アグロエコロジーが小農家の権利保護のために使われているという側面が強いのですが）、大きなフレーム転換が起こりつつあります。アグロエコロジーとは、言い換えれば総合農学とも言えると思います。

アグロエコロジーは国連食糧農業機関（FAO: Food and Agriculture Organization）やフランス政府なども推進しています²⁶。小規模の就農者支援を増やしていくことが食のセキュリティにつながり、雇用も生み、社会構造の変革にもつながるという考えがベースにあります。フランスは大型農業が盛んな国ですが、地域での取組も推進していて、例えば給食をオーガニックにして、地域の作物を地域のシェフが調理して子どもたちに食べさせるといった取組もあります。

私は前職の横浜国立大学大学院環境情報研究院に在籍していた時は環境分野が専門でしたし、元々は森林生態学を専門としてきたので、農業は全然わからなかったのですが、東さんたちも取り組まれている不耕起栽培には 10 年以上前から興味があり関わってきました。不耕起栽培の第一人者である茨城大学農学部・小松崎将一教授にお声がけいただき、畑の土を見せてもらったところ、もともとミズの研究をしていたこともあり、素直におもしろいと感じて、そこから勉強を始めました。不耕起栽培は FAO でも保全農業（Conservation Agriculture）として 10 年以上推進してきていて（図 1）、その延長線上にアグロエコロジーがあり、土壌生態学から見ても理想的な農法です（そう言うと、日本ではびっくりされるのですが）。世界的には学術的にも実用的にもアグロエコロジーが広がってきているのですが、なぜか日本では広がっていません。

FAO 保全農法の 3 原則

小規模家族農家に推奨



保全農法の世界的な拡大



²⁶ [Agroecology Knowledge Hub](#), FAO

[Agroecology, INRAE](#)（フランス国立農業・食料・環境研究所）

図 1 FAO 保全農法の 3 原則 (左) と保全農法の世界的な拡大 (右)

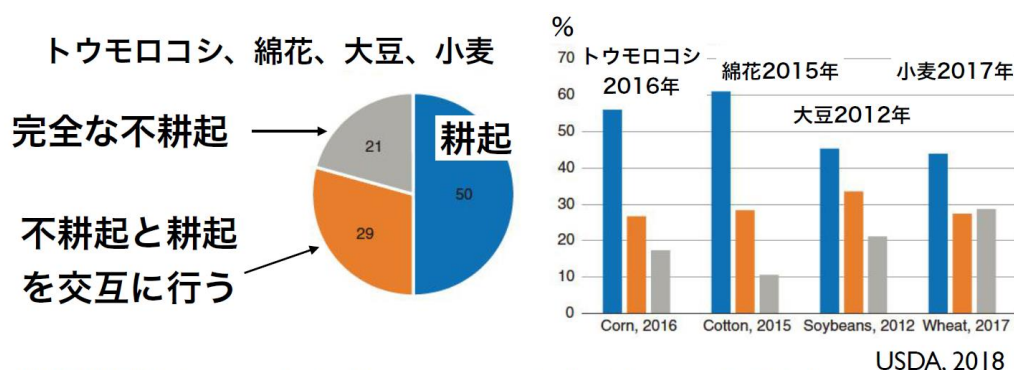
出所: 「「ミミズの農業改革」有機農家のための不耕起草生栽培」金子信博

東北ハイテク研究会セミナー「[有機農業における土づくりと肥培管理:現状とこれから](#)」2024.12.5

世界の農業動向:不耕起栽培=除草剤+遺伝子組換技術

- ご著作「[ミミズの農業改革](#)」(みすず書房)に、アメリカの大規模農業でも耕起と不耕起の割合は約半々とありました(図 2)。

そうですね。ただ、アメリカでは除草剤を使うんです。除草剤を使う不耕起の場合、強力な除草剤で枯れないようにした遺伝子組換の技術がセットですが、それも日本では広まっていません。



燃料消費は 1973 年に比べて 2002 年には 60% に減少

収穫量あたりの燃料消費は 40% に減少

Triplett, Dick 2008

図 2 アメリカ農業における不耕起・省耕起の取組

出所: 「「ミミズの農業改革」有機農家のための不耕起草生栽培」金子信博

東北ハイテク研究会セミナー「[有機農業における土づくりと肥培管理:現状とこれから](#)」2024.12.5

- 不耕起栽培と耕起栽培の収穫量の差はありますか？

収穫量はほとんど変わりませんが、管理コストが大幅に下がります。私も勉強してわかりましたが、農法はいろんな作業を高度に組合せた技術なので、全体を見る視点をもたないといけないと思います。現在の耕起の慣行農業が広まった一番の理由は除草のためです。除草剤がない頃に、除草のために耕し始めたんです。耕すと作業もやりやすいですね。その後、除草剤を使った不耕起栽培がブラジルから始まり、劇的なコストダウンを実現しました。ブラジルの大豆の生産量は今やアメリカ以上です(図 3)。単位面積当たりの収量も大きく、彼らはすごく儲かっているわけです。

今は分かれ道の時期で、世界的な文脈でいくと不耕起栽培は除草剤+遺伝子組換になります。強い除草剤をかけても枯れない種子を使うわけです。ただ、裏を返すとそこまでやっても雑草が生えて困っているということなんです。除草剤を使わないと不耕起はできないとなっていますが、除草剤を使えば使うほど、それでは枯れない耐性のある雑草が新たに生えてきます。これは終わりのない

戦争で、結果的に収益性を圧迫します。日本で農業を変えるには、有機農業+不耕起をちゃんとやるべきだと思います。一般的な雑草は耕すのをやめると発芽しません。そういう生き物なんです。農家の農作業に合わせて生態をチューンナップしたのが雑草です。

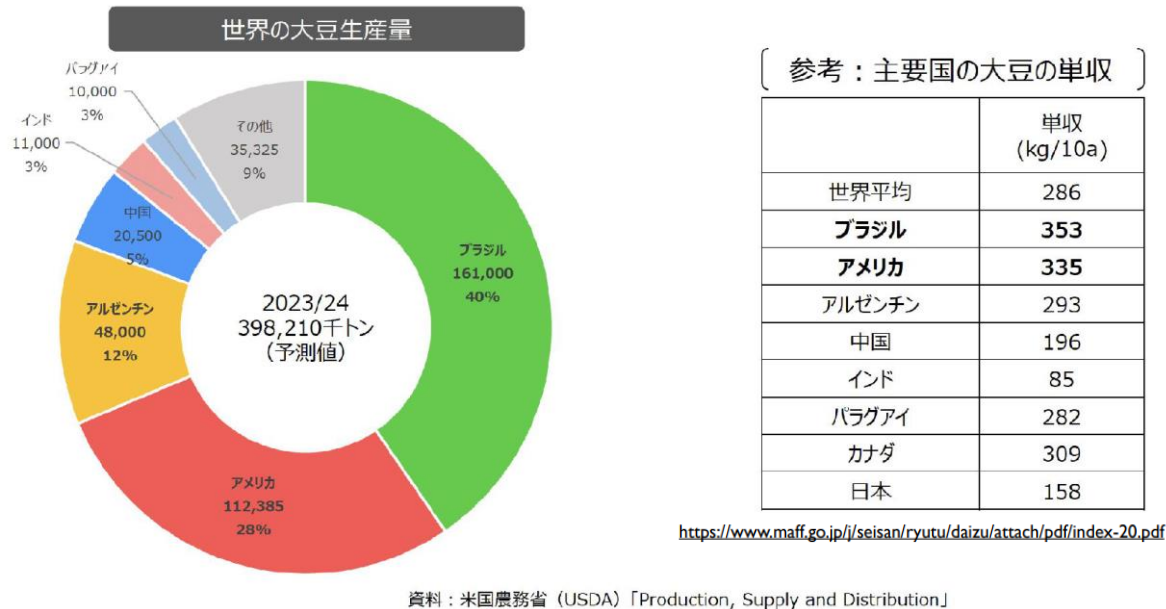


図 3 世界の大豆生産量と主要国の大豆の単収

出所：「ミミズの農業改革」有機農家のための不耕起草生栽培」金子信博

東北ハイク研究会セミナー「有機農業における土づくりと肥培管理：現状とこれから」2024.12.5

日本で不耕起栽培が広まらない理由

－ 日本でなかなか不耕起栽培が広まらないのはなぜですか？

福島大学に来てから農家と話す機会ができて、実際にお話を聞いてみると、農家も失敗すると困るので、経営上なかなか従来の農法を切り替えられないということがわかりました。そこで 2 年ほど前に二本松市の耕作放棄地で有機農業を実践している[あだたら食農 school farm](#)²⁷と連携し、耕す区画と耕さない区画を分けて、同じ日に同じ苗や種子を植えるという実験をしてみたんです。誰でも参加できる仕組みにしたところ 50 人くらい集まってくれて、ベテラン農家もいれば、新規就農者もいるし、料理人もいれば、子ども連れの方もいるというように幅広い層のメンバーになり、非常に反応も良かったです。そこで感じたのは、そこに参加してくれた農家の方も、なかなか自分の畑ではそのような取組ができないということです。ただ、あだたらでの取組は効果的だったので、いろいろな所で展開したいと思っています。

²⁷ 耕作放棄地を活用し、二本松の有機農業を学び、身近な農地で誰でも実践できる不耕起栽培やオーガニックガーデンの維持を参加者が工夫をしながら開発する「参加型実証農場」。アグロエコロジーを実践し、持続可能な農業を目指している。2020 年 8 月設立 事業主体：二本松市永田中山間地集落 福島県地域創生総合支援事業

日本で動き始めた不耕起栽培=カバークロップ+有機農業

- なかなか従来の慣習を変えるのは抵抗があるんですね。そうした農家への説得材料の一つとすべく、ソーラーシェアリング下の水田や畑でメタン発生を抑制できることがわかったのも、そのデータを集計しているところだと東さんから聞きました。

今まさに東さんが本学の大学院でやっていることで、水田の上にソーラーパネルを立てて、メタンの発生にどういった影響があるのかを実験しています。畑については茨城大学がデータを取っているのも、そちらはお任せしていて、福島大学では水田+ソーラーシェアリングですね。理論的には、まずソーラーパネルで日射しを遮ることにより、地温の上昇を抑えられます。メタンの発生は微生物の活動に依るので、地温を下げると発生量が減少します。稲に真夏の光合成は光が十分に飽和している状態なので、太陽光 100%は必要なくて、もう少し日陰でも大丈夫なんです。むしろ高温で白濁する米が出ている問題を考えると、日陰がある方が良いのかもしれません。

もう一つは、不耕起による稲作です。千葉の農家だった故岩澤信夫さんが 1993 年に [日本不耕起栽培普及会](#) を設立してその普及に取り組まれてきて、2 社ほど不耕起用の田植え機を開発したのですが、技術が未完成で、後継者もおらず、という状況です。が、その後、アメリカで不耕起+有機農業の技術が発達して、秋にライ麦を植え、それを春に収穫せず、押し倒して地面を覆う有機物のマルチとして使う手法が広まってきて(図 4 左)、「あだたら食農」でもやっています。ライ麦にはアレロパシーという他感物質があり、これが他の植物の発芽を抑制するので、雑草の抑制に効果があるんですね。この効果を発揮するために、どのくらい茂らせたらいいのか等の研究も既に終わっていて、データもあります。

他にも冬に育つ麦やイタリアンライグラスという牧草をカバークロップとして使う手法もあります。アメリカではこうした技術が非常に研究されていて、日本でも実際にやってみると上手くいくんです。これは田んぼにも応用できますし、むしろ田んぼの不耕起はこれをやらないと上手くいかないと思います。田んぼに水を入れる時まで先ほどの麦などを茂らせておきます。不耕起なので代掻き(はじめに耕起した後に水を入れて機械でかき混ぜ泥状にする作業)もいりません。茂らせた麦などは倒して水を入れれば自然に枯れるので、その状態でも植えられる田植え機を作ればいいわけです。そこで [神戸大学大学院農学研究科の庄司浩一先生](#) (食料共生システム学専攻 圃場機械・栽培学) をお願いしてそれを開発してもらい、昨年、茨城大学がその改良版を作りました。今ある田植え機を少し改造するだけで、そこそこ植えられるようになります。今は GPS で田植え機もまっすぐ走り正確に植えられるので、岩澤さんたちの頃の機械からは随分変わって、歩留まりもいいんですよ。これをソーラーパネルの下でやってみたのが今年の実験です。カバークロップは一切刈らずにそのまま倒した方が上手くいきます。生物学的にも雑草を抑えるという観点で、カバークロップをそのまま倒して地面を覆うことはとても大事です。ローラークリンパーという倒す専用の農業機械もあります(図 4 右)。



図 4 不耕起栽培+除草剤と不耕起栽培+カバークロップ (左) とローラークリンパーと不耕起播種機によるライ麦押し倒しと不耕起播種 (右)

出所: 「「ミミズの農業改革」有機農家のための不耕起草生栽培」金子信博

東北ハイテク研究会セミナー「有機農業における土づくりと肥培管理: 現状とこれから」2024.12.5

ただ、日本の農家からすると地面を藁が覆っているというのはかなり抵抗があるみたいです。病気がうつるという誤った知識が根付いているので、アジアでもそうですが、藁を焼くんですね。逆にその煙害等が問題になっています。調べると、アメリカではこの 30 年で農業機械の燃料消費量が 4 割減っています。不耕起だから当たり前ですが、こうした情報はなかなか広まらないですね。

- カバークロップの活用はマメ科の植物を植えて窒素固定するのと似ていますね。

植物を育てるには新鮮な窒素と炭素が土壌に必要です。新鮮な窒素の確保には化学肥料を使うのが一般的ですが、それをマメ科の植物で代替することはできます。一方で、皆さん見落としているのは、新鮮な炭素の方なんです。これは根から土に入れる必要があります。光合成で生成した糖類の 1 割程度は根から土に出ていき、微生物の餌になります。土を耕してしまうと根っこもなくなり、炭素の供給が止まり、微生物の生態系も壊れてしまいます。ライ麦を生やして倒すというのは、微生物を元気にするためというのが一番の目的です。常に冬も根が深く張る状態にしておいて、それを掘り起こさずに溝だけ切って次の作物を植えます。そうすると次の作物が夏の間に根を張るという循環です。

- あだたら食農 school farm の実験で、耕起区画の土壌と比較して不耕起区画の土壌炭素量が増加したというデータ²⁸がありましたが、1~2 年で大きく変わるのには驚きました。

先ほども申し上げましたが、「あだたら」は 10 年くらい耕作放棄地だったんですね。耕作放棄地

²⁸ 「[有機、不耕起の参加型実証農園での学び: あだたら食農 school farm の経験から](#)」金子 信博、根本 敬、渡邊 芳倫 有機農業研究【特集】第 23 回大会 全体セッション I 2023 年 15 巻 2 号 p. 23-31

だと当然土は耕されていないので、土壤炭素が多いと予測していたのですが、実際は全然多くなかったんです。なぜかという、外来種のつる植物アレチウリが覆っていたからなんです。つる植物は非常に軽くて、葉っぱも薄くて、それが繁茂していたので他の草が生えなかったんですね。ということは、アレチウリの根っこでは十分な炭素が土壤に供給されていなかったということです。ライ麦も外来種ということで嫌う人もいますが、作物として品種改良され続けているので、すごく茂り、こうした恐れがありません。ライ麦を育てるとバイオマスも稼げて、根からたくさん有機物も供給されますし、地面を覆う有機物のマルチとしても有効なので、プラスチックのマルチを使う必要もないんです。最終的には経営コストに効いてきます。耕さないことで作業時間が減り、雨の日でも畑がぬかるまないので作業性が上がります。

－ 耕作放棄地を再生しようとする、一度更地にして作物を植え直すことが必要ですか？

そうですね。あとは多年生のセイタカアワダチソウのような植物があると、ライ麦を撒いても抑えられないんです。ライ麦で雑草が抑えられるのは、春先に発芽する 1 年生種ですね。したがって、今まで普通に栽培していたところに、秋にライ麦を撒いて栽培するのが一番上手くいく方法です。耕作放棄地でも実験してみましたが、なかなか上手くいきませんでした。

茨城大学がいろいろデータを出していますが、不耕起栽培にすれば土壤炭素が増えるということと、土壤が CO₂、メタン、N₂O の 3 種類の温室効果ガスの吸収源になることがわかっています。有機農業でも耕起して栽培すると温室効果ガスの排出源になってしまいます。他方、カバークロップを使う不耕起栽培にすると、土壤に炭素を貯留でき、メタンが分解され、N₂O が出にくくなるので、畑自体が吸収源になるということです。

今一番のネックは、先ほども申し上げた日本の環境に合った、農家にとって使い勝手の良いサイズの農業機械ができていないことです。農家の方は経験を積み上げ上手に栽培されるので、とりあえず色々な道具を準備して、使ってもらって、その結果、これまでの作業量や収穫量と比較してどうなったか、そのデータを全部記録することが大事だと思います。日本全国の田んぼにソーラーシェアリングを入れるのは難しいですが、農家の近くや学校でやるのはおもしろいと思います。

ソーラーシェアリングと不耕起栽培

－ やはり身近なところから変えていくことが大事ですね。

東さんたちのソーラーシェアリングの構想ですごくいいと思うのは、売電収入が安定して入るという点で、農業経営としては非常に助かりますよね。農家の規模に応じてパネルを設置して、その下で不耕起栽培をして、パネルのないところでもやってそれを比較して、という形で広がっていくといいなと思います。今後、農地で電気が作れるとなると農業機械も電動化していくと思いますし、水をコントロールするゲートも電気を使うので、エネルギーが自給できますよね。

- 農業全般でエネルギー管理ができるようになりますね。そうすると、ソーラーシェアリング・アカデミーでの金子先生の役割は、実験圃場の管理のようなイメージですか？

そうですね。私がお手伝いできるとしたら、ちゃんとしたデータを取るための立案をするということですね。私は環境屋なので、環境の揺らぎなども考慮して測定していますので、農学の人とは野外実験の仕方が全然違うと思います。

私はミズや土壌生物の食物連鎖などの研究をしていますが、土壌生物の多様性が増すと、いろいろな生態系サービスが増えます。逆に農家の立場からすると、そのような難しい話は意味がないんですよ。だけど、農法として、例えばライ麦をこの時期に撒いて、これぐらい茂らせて押し倒すというポイントさえ押さえてもらえば、あとは普通の栽培をすればいいだけでいいんです。耕さない仕組みに変えると土が変わります。それは普通の自然の草原や森林と同じ仕組みなんですよ。本来の自然の中においては、害虫などの大発生もないんです。元々の自然の摂理からすると、土を耕すこと自体が不自然ですから。

- 畑だといろいろな作物をミックスして栽培できますが、田んぼだと画一的にならないですか？

FAO の保全農法のルールの一つに、なるべく3種類以上の作物を植えましょうというのがあって、おっしゃる通り田んぼだとそれを満たさないんですよ。ただ、日本の場合おもしろいのは、田んぼのサイズが小さいから常に畦という陸があって、それとのミックスで多様性が確保できているというのが一つ。もう一つは、中山間地域だと隣りはもう森林で、非常に細かいモザイク状の生態系が存在している点です。

日本の田んぼの場合、今は収穫後に完全に土地を遊ばせているんですよ。昔は裏作として麦を育てているところもありました。なので、そこでライ麦を育てて、冬の間に太陽エネルギーをちゃんと有機物にして貯めて、それを押し倒してカバークロップにすれば、除草剤を使わない有機農業に転換できます。田んぼの方が畑よりも有機栽培は楽ですよ。やっぱりちゃんと裏作を行うことを考えると、土が消耗してしまいます。

それから日本でもっと小麦を育てろという声もありますが、小麦は乾燥地帯に適しているのに、水はけの悪い田んぼで育てるのはなかなか難しいんですよ。今は田畑輪換といって、夏作で大豆を作ろうという動きがあるのですが、すぐ田んぼに戻せるようにしておくという縛りがあるので、みんな苦労して水はけの悪いところに大豆を作るとことをしています。それでも有機で取り組んでいる人たちは、水はけが悪いのはしかたないとして、何年かに一度大豆を作って、また田んぼに戻してというような輪作を上手く活用していて、そうすれば全然病気も出ません。害虫も出ないし、雑草も抑えられます。

有機農業や不耕起栽培、アグロエコロジーというのは、まだまだ世間の風当たりが強くて、慣行農法でやってきた農家に理解してもらうのは難しいですが、多くの農家は60歳以上が6〜7割です

から、10 年経たないうちにやめていく人がたくさん出てきます。その後の新規就農者のうちの何％かが新しい農業をやってくれればいいと思っています。

半農半 X で不耕起栽培

- 今は個人でも 6 次産業化ができて、顧客を押さえておけば、収益もそれほど大きくする必要もなく、大規模化する必要もないので、不耕起栽培を試してみたい人は多そうですね。

そうですね、慣習とか規模ではなく、大事なのは収益性なんです。そこは農業関係の人は曖昧で、見えない肉体労働でカバーしていて、すごく体を酷使していますよね。そういった状況を現場で見ている、かなりまずいと思います。新規就農の若者ががんばりすぎて、体を壊してやめるというのも結構見ます。従来の農家からするとへなちょこだと思うのかもしれませんが、単純に労働がきつすぎると思います。

ソーラーシェアリング・アカデミーでターゲットにしたいのは、やはり新規就農者や半農半 X の人たちですね。今の農家も兼業が 9 割なので、最初から兼業で、半 X のところで稼いでもらって、半農のところは不耕起栽培で楽にしてあげれば、すごく楽しくなるんじゃないかなと思っています。しんどくて儲からない農業じゃなくて、楽しくてそこそこ儲かる農業にしないと、担い手もいなくなってしまうですね。

あとは、生態学的な原則というのを皆さんあまりわかっていなくて、そこを外すと環境に悪影響を与えたりするので、それをソーラーシェアリング・アカデミーの仕組みの中で、どのように理解してもらうかというのは大きな課題だと思います。2016 年にコーネル大学から [Comprehensive Assessment of Soil Health](#) (CASH) という書籍が出版されていますが、これは元々農家の「自分たちの農場の土の健康状態を知りたい」という希望に応えるためにできたものだったようで、ここで「土壌の健康」という概念が出てきました。その背景には、農家が実際に土壌の劣化を感じていたということがあると思います。このような動きが重なり、不耕起栽培やカバークロップの効果が非常に評価されるようになりました。CASH に載っている土の測定方法は、例えばたんばく態の窒素の測定とか、活性炭素の測定というように日本では見たことがないものばかりで、食農科学研究科の学生に見せても驚かれます。日本では土壌の化学分析や物理分析が主流で、生物性に関してはすぐに微生物や遺伝子となるので、CASH にあるような測定はされていません。アメリカでは農家自身が土壌に関心を持ったことで、すごく変わってきました。このことが肝心だと思います。自分たちの農場の土をよく理解して、そこでできることをやるというのが農業経営のスタートですから。

やはり生き物相手ですから、生物学がわからないと農業はできないと思います。生物も植物生理学などまで全部学ぶ必要はないですが、生態学の基本的なところは押さえておく。他方で、土壌学は農業の立場からすると足し算の考え方なので、あまり必要ないかもしれません。農業的視点では、「作物が 1 年でこのくらい育つから、(土壌の状態は無視して) これくらい化学肥料や堆肥を撒きましょう」としか考えてきませんでした。

リジェネラティブ農業(環境再生型農業)について

- IGES でも廃棄物管理の研究活動の一環で、北九州市と連携して生ごみコンポスト化の取組の海外展開をしてきましたが、コンポストもいかに微生物を増やして生ごみを発酵・分解させるかという点がポイントで、そこが不耕起栽培とカバークロップの関係に似ていると思いました。生ごみも有機物のかたまりなので、それを発酵・分解した微生物と一緒に畑に撒くと、作物の根がよく張るようになります。

新しく農業をやる人たちは、経営上堆肥もセットで考える必要があると思います。自分たちの畑から出たものをどうやって堆肥にして、畑に戻すかということです。物質循環は一般的にあまり理解されていなくて、たとえば「アメリカ産の餌を食べて出た畜糞を堆肥にして使うのはおかしいでしょ?」と言ってもなかなかピンとこないようです。あと、畜糞は窒素が豊富で栄養満点とされていますが、つくる時に窒素は 8 割方アンモニアで飛んでしまっているの、これはただの思い込みです。窒素分が多かったら腐敗するので。

- リジェネラティブ農業(環境再生型農業)²⁹も不耕起栽培やアグロエコロジーと同じような考え方ですか？

最近食品企業も理解が進んできており、会社のホームページを見ると「リジェネラティブ農業に取り組む」と宣言しているグローバル食品企業もたくさんあります。ただ、その中身を冷静に見ると、除草剤を使った不耕起栽培であることが多いです。なので、やはり今はすごく大事な時期なんです。除草剤を使った不耕起が広まるか、有機農業の技術として始まったカバークロップを使う不耕起が広まるか。もっと言うと、慣行農業をやってきた農家に「土を良くして経営を改善できる方法」だと思ってもらえるかどうか、という岐路に立っていると思います。

里山の本来の役割とつかい方

- やはり実地で習える場所が必要ですね。そういう意味でも、匝瑳市自体が面白い実験場だと思いました。あれだけの規模のソーラーシェアリングはなかなか見れませんし。

東さんたちの所は造成した農地ですが、その周辺にある元々の農地の田んぼも見てください。日本の問題の縮図がそこにあって、田んぼの脇の木が大きくなりすぎて、日陰が広がっているのですが、伐採は危険なので倒すにも倒せない状態になっています。なぜそうなったかというと、燃料革命が起きて、プロパンガスと灯油で地方でも暮らせるようになり、山のものを燃料として使わなくなったからなんです。皆さんまるでユートピアのように「里山」と言いますが、あれは間違いで、元々農家に

²⁹ [パタゴニアによるリジェネラティブ・オーガニック農法の推進](#)

とって、山のものは何でも田や畑の栄養源だったんです。落ち葉も使ったし、もっとすごいのは緑の植物を刈り取って田んぼに入れていました。農地を維持するために、きつい労働をして、一説には農地の 10 倍くらいの面積から山のものを色々取って来て、農地に入れていたそうです。その結果、山はすごく痩せて、アカマツ林ができました。それを 50 年放置したら、今は土壌が富栄養化してナラ枯れ、マツ枯れの原因になっています。中山間地域を元の燃料林として使うことが大事です。

山の木をチップにした小規模ボイラーを匝瑳市の取組の中にも入れてもらっています。バイオマス発電だとエネルギーの 2 割くらいしか使えませんが、ボイラーだと 8 割以上使えます。中山間地域の農家が冬には木を伐って燃料として売ることができれば、農業の単収が低い分をそれでカバーできます。太陽光発電（ソーラーシェアリング）で電気という良質なエネルギーを得つつ、あとは熱を自給できれば、自給自足にかなり近づきます。それを良い暮らしだと思ってもらえるようになれば、中山間地域にもそこそこ人が住むことにつながると。昔風の炭を焼くとか、薪を焚くという話ではなくて、高性能のボイラーがあるので、いかにそれを普及していくかということです。

- **アグロエコロジーは日本の循環思想とも通じるので、もっと普及しそうに思いますが、そこは半農半Xや新規就農の方に期待ということですね。ソーラーシェアリングと不耕起栽培の組合せは、気候変動の緩和と適応や、生物多様性の保全や資源循環にもつながるので、ものすごく普及ポテンシャルが高いと思います。**

どうしても農地の土壌となると農林水産省の管轄になるのですが、一次産業は環境省のアイディアも入れて、まさに持続可能にしていけないといけませんね。

- **金子先生の福島大学での任期は今年度までですか？**

そうです。私は元々今年 3 月で定年の予定でしたが、大学院があるので 1 年延長しているんです。退職後は地元の島根県松江に戻って、小規模でも不耕起栽培を続けたいと思っています。

インタビューを終えて

金子先生のご専門は森林生態学やミミズなどの土壌生物で、農業はこれまで門外漢。でもその視点で日本の農業を見てみたら、おかしい慣行が続いていることに気付いたと。土の健康状況を知るためにも、農業には生物学・生態学の知識が要る（これまで欠けていた）とのこと。それがアグロエコロジー（農業生態学）という学問として発展し、実践している欧米や国連 FAO。日本はすっかり出遅れてしまっているようです。ソーラーシェアリングと不耕起栽培の組合せは、それを打破する可能性を秘めているように見えます。農地で電力を自給し、里山で燃料も自給し、土壌で炭素を固定し温室効果ガス（CO₂、メタン、N₂O）の排出も抑制し（それだけでなく、むしろそれを吸収し）、有機農法で無農薬の米や野菜も自給し、生活費は半農半 X の X で確保すると。なんだか簡単にできそうで、「楽しくそこそこ儲かる農業」ならやりたい人も多いのではないかと。

ソーラーシェアリング・アカデミーはその実践的なノウハウを提供するプログラムになるのでしょう。需要は大きそうです。

余談(こぼれ話)：

その1 インタビュー後に、NHK 出版「趣味の園芸 やさいの時間」12・1 月号の「[〈畑の菌活〉この冬 畑を休ませない!](#)」の記事を見せてもらいました。記事中に、冬の間何もせず土がむきだしだと土壌生物の活動が低下して土も固まってしまうので、畑の微生物や菌のすみかを守る(土壌生物の働きを促し、春からの栽培をスムーズにスタートする)ため、「冬も野菜を育てる」「有機物で畑を覆い、太陽熱で土作りする」「緑肥を育てる」という 3 つの方法が紹介されています。この記事を見せると、普通に園芸をしている人も不耕起栽培やカバークロップの意味や効果を理解してくれるとのこと(さすが NHK の信用力です)。でも同じ冊子にきれいに整地された農地に播種している写真も載っていて、読者はそれが普通だと思い込んでしまうとも(筆者も同じでした。勉強になりました)。

その2 金子先生の著作でも紹介されている愛知県新城市・松沢正満さんの自然農法([金子先生の手記](#)³⁰、[YouTube の映像](#)³¹)は衝撃的でした。耕さなくていい(そのほうがいい)ことが如実にわかります。それには土壌の健康状況や自然条件(日照、水はけなど)と作物の相性を把握していることが必要のようですが、自給的な小規模農家(半農半X)だったら、生産量や質的にはそれで十分と思われます。

その3 不耕起栽培やアグロエコロジーの考え方は、故宮脇昭先生³²の森林再生手法「宮脇方式³³」と通じるものが感じられました。金子先生は宮脇先生がセンター長を努められた横浜国立大学環境科学センターでも勤務されていました。

その4 書店で「土と脂」(デイビット・モントゴメリー+アン・ビクレ著)を見かけ、帯に金子先生の推薦とあったので、買って読んでみたところ、金子先生ご指摘の点が裏付けられる(その大本になっている)内容でした。健康な土壌に健康な食物や牧草が育ち、それを食べた家畜³⁴や人が健康になる。健康な土壌には菌根菌などの土壌生物が豊富で、

³⁰ 「農業のありかたを土壌の保全とともに考えなおす」金子信博 2021 年 10 月 14 日 パタゴニア

³¹ 【大注目】水も肥料やらない!? 甘くて美味しい野菜ができる"耕さない農業"とは『every.特集』日テレ NEWS

³² 横浜国立大学名誉教授。公益財団法人地球環境戦略研究機構(IGES)国際生態学センター(JISE)終身名誉センター長

³³ 徹底した現場調査から、その土地に自生し、最も安定して存続する樹種群(潜在自然植生)を探し出し、それらの苗を育て、多種類の苗を密植・混植させ、自然の成り行きに任せて競争・共存させ、自然の森のような状態に植える手法(参照:一般社団法人森の防潮堤協会ウェブサイト「宮脇昭先生」)

³⁴ 放牧牛のオメガ 3 脂肪酸(白血球の働きを抑制する;血中の中性脂肪や悪玉コレステロールを減少させる;抗炎症作用;細胞膜の透過性を向上させる)とオメガ 6 脂肪酸(白血球を活性化する;炎症作用;細胞膜を固くする)の比率は 1:1~3 程度に対し(いずれも食物から摂る必要のある必須脂肪酸)、完全混合飼料(TMR)で育った牛の同比率は 1:10 以上にもなるとのこと。放牧された牛は草や葉を選んで食べるにより自分でそのバランスを整

それが植物の微量栄養素（銅、鉄、亜鉛、マンガン、マグネシウムなど）の取り込みを助け、それが植物のファイトケミカル³⁵の生成による病虫害や風水害・干ばつなどへの耐性を高め、反対に土壌生物が植物からの滲出液（光合成により得られた有機物など）をもらい土壌有機物量を増加し（それが土壌の保水性を高め）、両者が共生関係にある。健康な土壌をつくるには、これまでの化学肥料や農薬に頼る高収量を目的とした慣行農法をやめ、耕起せず、多種多様な作物を輪作し、農地を被覆作物で覆う保全農業に転換すること（2016年時点で世界の耕地の1/10がそのような農法に転換しているとのこと）。それにより、病虫害の発生が抑制され、化学肥料や農薬の支出も減り、栄養価の高い多種多様な作物を生産でき、それを近隣住民に販売することにより農家の収入も維持できる。すなわち[リジェネラティブ・オーガニック農法](#)ですね。そういった農産品が購入できると周りの住人もうれしく、そういった需要が増え、そのような農家も増えていく。ソーラーシェアリングとセットでそれを普及していくと、その広がりはずいぶん早そうです。それが生物多様性を高め、農業からの環境汚染を減らし、エネルギー消費量の削減にもつながり。それがソーラーシェアリング・アカデミーの一つの重要な役割になると思われます。

えていて、それによりゲップからのメタン発生も抑制される。オメガ3/オメガ6の比率はその肉や乳製品を食べたヒトにも反映されるとのこと。まさしく本の原題の「What your Food Ate」のとおりで。でもグラスフェッド（grass-fed）ミルクを購入したくても、日本ではほとんど流通していませんね（タイにはありましたが）。需要（それが高くても購入する人）が増えないと生産も増えないということなのでしょう。それにはその健康的な効果や価値（反対にオメガ6の比率の高い食品を摂取することのリスク）が、広く知られることが第一歩と思われます。

³⁵ ファイトケミカル（phytochemical）とは、植物が紫外線や昆虫など、植物にとって有害なものから体を守るために作りだされた色素や香り、辛味、ネバネバなどの成分のこと。ファイトケミカルは「第7の栄養素」とも言われており（「第6の栄養素」は食物繊維）、その摂取により抗酸化力の向上が期待されている。ヒトは自力でファイトケミカルを作り出すことができないので、それを含んだ野菜や果物などから摂取する必要がある。ヒトが呼吸の際に取り込んだ酸素の一部は活性酸素やフリーラジカルになり、タンパク質と反応してその機能を損なったり、脂質を酸化して過酸化脂質を生じさせたり、遺伝子の損傷を引き起こしたりすることで、老化、がん、動脈硬化、生活習慣病などの原因となると考えられている。体内にも、それを防止するメカニズムがあるが、抗酸化物質の摂取により、そのリスクを低下させることが期待できる。代表的なファイトケミカルは以下のとおり。

ポリフェノール類：野菜の色素やアクの成分

- ・アントシアニン類【ぶどう、ブルーベリー、なす、紫芋】：抗酸化作用、視力の維持・回復
- ・イソフラボン類【大豆】
- ・フラバノール（カテキン）類【緑茶、果実類、カカオ】

カロテノイド類：主に緑黄色野菜に含まれる黄色やオレンジ、赤などの色素成分

- ・α-カロテン【ニンジン、カボチャ】
- ・リコペン【トマト】：がん予防やその抑制。紫外線から皮膚を守る
- ・ルテイン【ほうれん草、ブロッコリー、キャベツ】：がんの予防や視力の維持・回復、老化予防

含硫化合物

- ・アリシン【にんにく、ねぎ、玉ねぎ、ニラ】：強い殺菌作用。疲労回復
- ・イソチオシアネート【キャベツ、大根、かぶ、ブロッコリー】：がん、血栓予防

参考：「健康長寿ネット」公益財団法人長寿科学振興財団、あかね薬局 株式会社ハートファーマシー等のウェブサイト（農林水産省、厚生労働省のウェブサイトには、ファイトケミカルについて説明するサイトが見当たりませんでした）