A scenic view of a rural landscape. In the foreground, there is a vast, lush green rice field. In the middle ground, a small village with traditional Japanese-style houses is visible. In the background, there are rolling green hills and mountains under a clear blue sky with some light clouds.

令和6年度 第3回「脱炭素×農業」研修会

本日のタイムスケジュール

#	プログラム	登壇者	時間
1	開会のご挨拶	高知県林業振興・環境部 環境計画推進課 課長 高橋 宏和	13：30 ～ 13：33
2	先行地域からのご講演（講演50分・質疑応答10分）	高知ニューエナジー株式会社 代表取締役社長 廣見 哲夫	13：33 ～ 14：33
－	休憩	－	14：33 ～ 14：38
3	ペロブスカイト太陽電池の実証事業や開発動向の紹介	デロイト トーマツ リスクアドバイザーズ 高瀬 康平	14：38 ～ 14：48
4	グループワーク進行説明／脱炭素化事例集の紹介	デロイト トーマツ リスクアドバイザーズ 高瀬 康平	14：48 ～ 14：55
5	グループワーク：太陽光発電・ヒートポンプの導入検討	各グループ	14：55 ～ 15：40
6	グループワーク：各グループからの発表・質疑応答	各グループ	15：40 ～ 15：50
7	アンケート記入	各参加者	15：50 ～ 15：55
8	次回研修のご案内	高知県林業振興・環境部 環境計画推進課 課長 高橋 宏和	15：55 ～ 16：00

1. 開会のご挨拶

高知県林業振興・環境部 環境計画推進課 課長

高橋 宏和

2. 先行地域からのご講演

～高知県施設園芸に於ける新加温システム導入の必要性と課題～

高知ニューエナジー(株) 代表取締役社長 廣見 哲夫

3. ペロブスカイト太陽電池の実証事業や開発動向の紹介

デロイト トーマツ リスクアドバイザーズ 高瀬 康平

ペロブスカイト太陽電池は、太陽の光エネルギーを電気に変換する結晶構造を持つ「ペロブスカイト」という鉱物を用いた太陽電池であり、軽く柔軟な特性を持たせることが可能です

ペロブスカイト太陽電池の概要

技術内容・性質	<ul style="list-style-type: none">太陽の光エネルギーを電気に変換する結晶構造を持つ、ペロブスカイトという鉱物を用いた「ペロブスカイト半導体」を使った太陽電池フィルムなどの基板に溶液を塗布して作製するため、“塗る太陽電池”と呼ばれている製造コストを安価にできると見込まれるほか、軽く柔軟な特性を持たせることが可能
用途・効果	<ul style="list-style-type: none">製造コストが安価なため、従来のシリコン太陽電池に比べ、価格が1/5から1/3程度と安価軽く柔軟な特性により、壁や窓、車体、低耐荷重の建物、折り曲げられる柔軟性のある形状への設置が可能従来のシリコン電池に比べ変換効率が低く、近年は上昇傾向にあるものの、世界最高記録は17.9%（パナソニック）となっている（シリコン電池の世界最高効率は26.7%）水分や酸素の影響を受けやすく耐久性が低く、大面積化が困難という課題がある微量だが鉛が利用されている
市場導入時期	<ul style="list-style-type: none">概ね2025年頃※実証・デモンストレーションフェーズ
導入ポテンシャル量	<ul style="list-style-type: none">現時点で日本国内におけるペロブスカイト導入ポテンシャルを推計された事例はない現在、政府施設での導入目標の検討に向けて、政府が保有する建築物において、設置に適した屋根や壁面を調査/確認中（環境省）

従来型の太陽電池と比較して製造コストが低く、軽量性や柔軟性を確保しやすいことが期待されており、大手企業においても技術開発が進められています

ペロブスカイト太陽電池の特徴と開発動向

ペロブスカイト太陽電池の特徴

- ペロブスカイト太陽電池は、既存の太陽電池と異なり、
 - ① 少ない製造工程で製造が可能（製造コスト↓）
 - ② プラスチック等の軽量基板の利用が容易であり軽量性や柔軟性を確保しやすい。
 - ③ 主要な材料であるヨウ素の生産量は、日本が世界シェア30%（世界2位）を占めている。といった特徴を有し、シリコン系太陽電池以外で実用化が可能な技術として期待される。

日本における主な取組状況

<積水化学工業（株）>

ビルの壁面や耐荷重の小さい屋根などへの設置が可能な軽量で、柔軟なフィルム型太陽電池を開発。

出所：積水化学工業（株）



<（株）東芝>

メソカス塗布法を用いて、フィルム型の太陽電池を作製。エネルギー変換効率の向上と生産プロセスの高速化の両立を目指す。

出所：（株）東芝



<（株）カネカ>

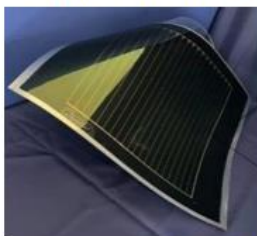
建材一体型への展開を目指し、既存のシリコン太陽電池製造技術を活用した技術開発。



ペロブスカイト太陽電池サブモジュール（モックアップ）
寸法：100 cm × 30 cm（建材一体型太陽電池サイズ）

出所：（株）カネカ

<（株）エネコートテクノロジーズ>



出所：（株）エネコートテクノロジーズ

京大発ベンチャーIoT機器、建物などへの展開も念頭に太陽電池を開発。

<（株）アイシン>

ペロブスカイト材料を均一に塗布するスプレー工法の技術を開発。



出所：（株）アイシン

日本はペロブスカイト太陽電池の技術開発における大型化・耐久性の分野で世界をリードしており、特に積水化学工業は2025年の事業化を目指し実用化を進めています

日本におけるペロブスカイト太陽電池の研究開発状況

日本におけるペロブスカイト太陽電池の研究開発状況

- ペロブスカイト太陽電池は、ヨーロッパや中国を中心に技術開発競争が激化している状況にあるが、日本は世界最高水準に位置し、特に製品化のカギとなる大型化や耐久性の分野でリードしている状況。
- 例えば、積水化学工業は、現在、30cm幅のペロブスカイト太陽電池のロールtoロールでの連続生産が可能となっており、耐久性10年相当、発電効率15%の製造に成功。既に建物壁面への実装工事も行われるなど、実証の取組も進捗が見られており、11月15日には、世界初となる1 MW超の建物壁面への導入計画が公表された※。
※なお、現行のシリコン系太陽光パネルは出力保証20～25年、発電効率20%程度が一般的
- 今後、1 m幅での量産化技術を確立させ、2025年の事業化を目指している。



ロールtoロールによる製造

出所：積水化学工業（株）HP



建物壁面への実装工事の様子

出所：積水化学工業（株）HP

内幸町一丁目街区南地区第一種市街地再開発事業
世界初 フィルム型ペロブスカイト太陽電池による
高層ビルでのメガソーラー発電を計画

第一生命保険、中央日本土地建物、東京センチュリー、
東京電力PG、東電不動産、東京電力HD

内幸町一丁目街区南地区第一種市街地
再開発事業完成イメージ



スパンドレル部（※）外壁面内部

（※）本計画では、ビルの各階の床と天井の間に位置する防火区画に位置する外壁面

1 MW導入計画プレスリリース

出所：中央日本土地建物グループ・東京電力HD HPより一部加工

5

出典：経済産業省「分野別投資戦略 参考資料（次世代再エネ）」（2023年12月22日GX実行会議取りまとめ）

<https://www.meti.go.jp/press/2023/12/20231222005/20231222005-14.pdf>

県・市町村としては、実証事業への協力、域内における需要の喚起に向けた施策を展開することで、いち早くペロブスカイト太陽電池の導入に取り組むことができるものと思料します

ペロブスカイト太陽電池の社会実装に向けた今後の政策の方向性

次世代太陽電池の早期社会実装に向けた今後の政策の方向性

第56回再エネ大量導入・次世代電力NW小委員会（2023年11月7日）資料2より抜粋・一部加工

- 次世代太陽電池については、中国や欧州など諸外国でも研究開発競争が激化している状況にあり、諸外国に先駆け、早期の社会実装が必要。
- 早期の社会実装に向けては、量産技術の確立、生産体制整備、需要の創出に三位一体で取り組んで行く。
 - ① 引き続き低コスト化に向けた技術開発や大規模実証を支援し、社会実装を加速。
 - ② 2030年までの早期にGW級の量産体制を構築し、国内外市場を獲得。
 - ③ 次世代型太陽電池の導入目標の策定を通じて、官民での需要を喚起するとともに、予見性を持った生産体制整備を後押し。

量産技術の確立

【GI基金によるR&D・社会実装加速】

- 「次世代型太陽電池の開発プロジェクト」（498億円）を通じて、2030年の社会実装を目指す。
- 本年8月、WGを開催し、支援の拡充（498億円→648億円）について合意。
- 技術開発に加えて、導入が期待される様々なシチュエーションにおけるフィールド実証を行うべく、今年度中に、③次世代型太陽電池実証事業を公募開始予定。

生産体制整備

【サプライチェーン構築】

- 2030年までの早期にGW級の量産体制構築に取り組む。
- 令和6年度予算案として、GXサプライチェーン構築支援事業（R6年度548億円（国庫債務負担行為を含め総額4,212億円））を計上。
- Tier1に限らず、Tier2以下も含めたサプライチェーン全体に対する生産体制整備支援を実施することで、高い産業競争力を有する形で国内製造サプライチェーンの確立を目指す。

需要の創出

【需要創出に向けて想定される取組】

- 導入目標の策定（特に公共施設は先行検討）
- FIT・FIP制度における導入促進策や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の検討
- 太陽電池の製造からリサイクル・廃棄までを見据えたビジネスモデルの普及・制度設計やルール作り
- 諸外国とも連携した耐久性などの評価手法等の国際標準化
- アジア、欧米など、有志国と連携した海外市場獲得

6

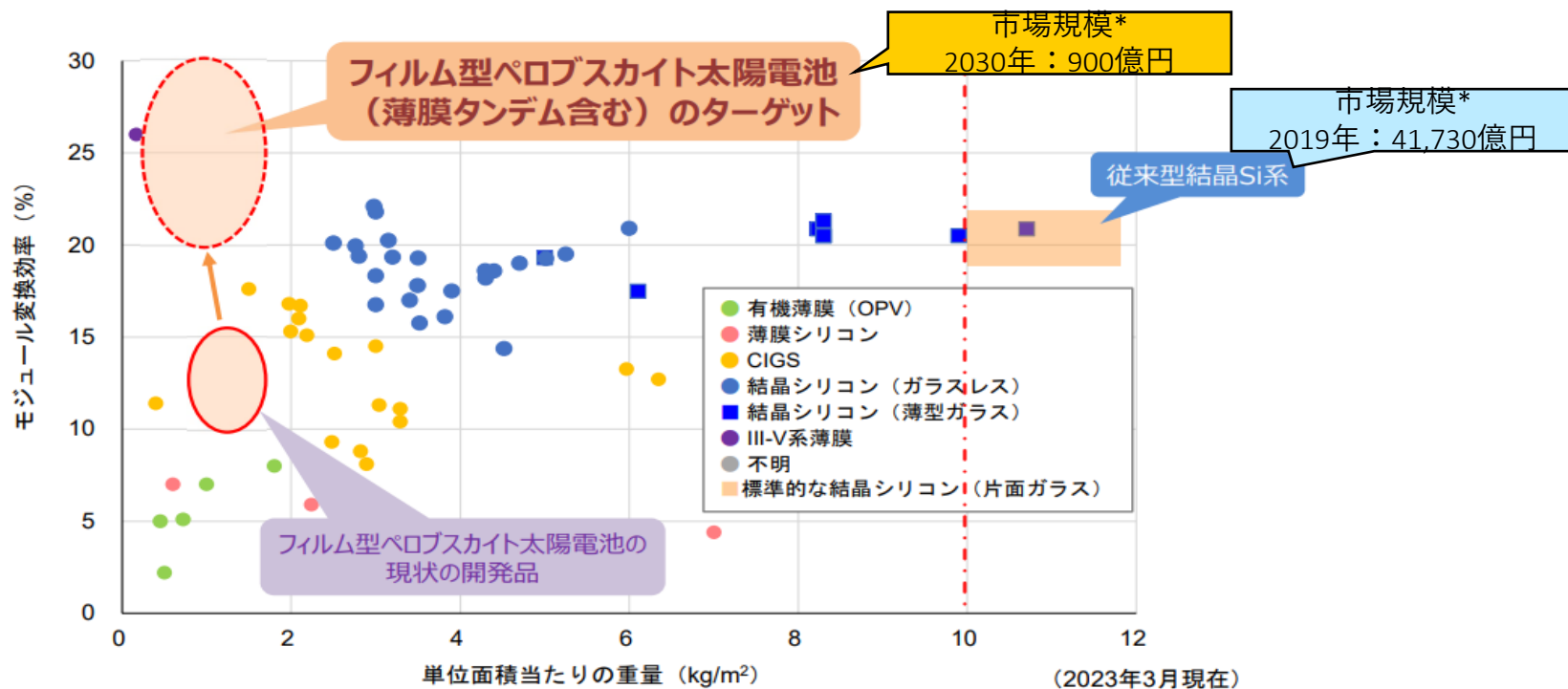
出典：経済産業省「分野別投資戦略 参考資料（次世代再エネ）」（2023年12月22日GX実行会議取りまとめ）

<https://www.meti.go.jp/press/2023/12/20231222005/20231222005-14.pdf>

ペロブスカイトは短期的には従来型結晶Si系を補完する役割を果たすと想定され、壁面や耐重性が低い屋根への導入が優先されると推察します

ペロブスカイトと従来型結晶Si系との住み分け

- ペロブスカイトは従来型結晶Si系と比較して単位面積当たりの重量の軽さに特徴があり、これまで設置困難だった屋根や壁面への設置が可能
- 今後、モジュール変換効率が従来型結晶Si系と同等レベルに到達し、製造も安価(1/3~1/5程度)であるため、長期的には結晶Si系と競合すると推察
- その一方で、2030年時点のペロブスカイト市場規模予測は900億円で、現時点の結晶Si系の約1/45であり、本格的に結晶Si系と競合するのは2030年以降と見られる
- ペロブスカイトは結晶Si系を補完する役割に着目し、短期的には壁面や耐重性が低い屋根への導入が優先されると推察



直近の動きとして、政府施設におけるペロブスカイト太陽電池の導入が検討されており、まずは屋根や壁面の面積をもとにポテンシャルの把握が必要であるとされています

ペロブスカイト太陽電池の導入に向けた動き方

政府施設におけるペロブスカイト太陽電池の率先導入に向けて

令和6年3月25日
環境省

1. 経緯

- 「政府施設における太陽光発電の率先導入について」(令和5年9月27日公共部門等の脱炭素化に関する関係府省庁連絡会議)において、「ペロブスカイト太陽電池のような新技術について、現時点では考慮していないが、今後実用化された際にはこれまで設置できなかった箇所に設置できるようになる可能性があるため、新技術の詳細が明らかになった段階で、改めて検討する」ことされている。
- GX 実現に向けた投資促進策を具体化する「分野別投資戦略」(2023年12月22日GX実行会議取りまとめ)において、次世代型太陽電池について、公共施設の導入目標の先行した検討や公共施設での率先導入に取り組むこととされた。

2. ポテンシャルの把握について

- ペロブスカイト太陽電池は軽量であるため、これまで太陽光発電設備が設置困難だった屋根や壁面への設置が可能になるとされている。ペロブスカイト太陽電池が2025年の実用化が目指されている(参考1)ことを踏まえ、政府施設での導入目標の検討に向けて、政府が保有する建築物において、設置に適した屋根や壁面の面積を調査・確認する必要がある。
- 調査内容については、環境省・経済産業省が保有する施設での先行的な調査や、関連事業者へのヒアリングを通じて整理を行う。(参考2)(参考3)

3. 政府施設におけるペロブスカイト太陽電池の目標について

- 2で把握したポテンシャルを踏まえつつ、ペロブスカイト太陽電池について2025年からの事業化を見据え、2020年代年央に100MW/年規模、2030年を待たずにGW級の量産体制が構築されることを前提に検討する。

4. 今後のスケジュール

- 2024年実施予定の政府実行計画の実施状況調査で、各府省庁保有施設におけるペロブスカイト太陽電池の設置に適した屋根や壁面についての調査を実施。
- 調査結果を踏まえて、ペロブスカイト太陽電池に関する目標の検討を行う。

ペロブスカイト太陽電池について、まずは公共施設における導入目標を検討し、導入に取り組むことが明記される

導入目標の検討にあたり、屋根や壁面の面積を調査・確認することで、導入ポテンシャルの把握が必要とされている

今後は各府省庁保有施設での調査を進める想定であるが、農業部門においても導入ポテンシャルの調査は必須の作業であると資料される

出典：環境省「政府施設におけるペロブスカイト太陽電池の率先導入に向けて」

<https://www.env.go.jp/content/000211383.pdf>

壁面へのペロブスカイト設置可能建造物の条件として、壁面が湿式で築40年以下である 必要があり、ポテンシャル推計には壁面面積と方角を把握する必要があります

ペロブスカイトの設置条件およびポテンシャル推計に必要な情報

【参考2】関連事業者へのヒアリングを踏まえた想定される設置条件と調査項目

ペロブスカイト太陽電池は軽量であり、これまで太陽光発電設備が困難だった屋根や壁面・窓への設置が可能になるとされていることから、既存の太陽電池が設置困難とされていた屋根、壁面・窓について調査を行うこととする。

設置する条件については、関連事業者へのヒアリングを行ったところ、ペロブスカイト太陽電池は現在事業化に向けて開発が進められているところであり、建築物への設置方法についても特定されているわけではないが、例えば壁に設置する場合は主に下記のような条件を満たす必要があると考えられている。

- ・ペロブスカイト太陽電池は壁面にアンカーを打ち込んで固定することが想定される。このため、壁面の性質として、アンカーが打ち込める湿式（コンクリート）であれば設置が可能。乾式（サイディング）の場合は事前調査で可否を判断することとなる。
- ・湿式（コンクリート）であっても経年劣化で脆くなっていることが考えられるため、築40年以内を対象とするのが好ましい。

このため、政府施設の調査において、

○壁面の材質や築年数

について確認することとする。また、その他の調査項目として下記が想定される。

○壁面・窓の面積：壁面・窓の面積については、床面積から推計する方法や、図面から計算する方法があるが、調査の負担も考慮して計算方法を検討する。

○方角：対象の政府施設の壁面の方角を確認する。壁面に垂直に太陽光発電設備を設置する場合、南面だけでなく、東面、西面も設置する壁面として想定する。また、方角ごとに周辺の建築物等を確認し、年間を通じて日陰になるかどうかを確認する。

※なお、北面については、1年のうちの一定期間、朝夕の短い時間帯に直接日光が当たり、それ以外の期間でも散乱光によって発電することもあるため、太陽光発電設備を設置した場合全く発電しないわけではないが、発電量は他面に比べて期待できないため、調査対象から除外することとする。

（条件1）設置建造物の壁面素材

- ・湿式（コンクリート）：○
- ・乾式（サイディング）：△（事前調査で確認必要）

（条件2）設置建造物の築年数

ペロブスカイト太陽電池を打ち込む建築年数：築40年以下

（必要な情報1）設置建造物の壁面・窓の面積

壁面の算定方法：床面積から推計する方法、図面から計算する方法

（必要な情報2）設置建造物の壁面の方角

- ・南面だけでなく、東面、西面も設置すると想定
- ・方角ごとに周辺の建築物を確認し、年間を通して日陰になるか確認

出典：環境省「政府施設におけるペロブスカイト太陽電池の率先導入に向けて」

<https://www.env.go.jp/content/000211383.pdf>

まずは県が保有する建築物を対象として推計を進めるのが一案であるが、農業部門においてはJAの施設や牛舎や施設園芸でも同様の手法での推計が実施できるものと思料します

ペロブスカイト導入ポテンシャルの把握の進め方

現状	<ul style="list-style-type: none">現時点で日本国内におけるペロブスカイト導入ポテンシャルを推計された事例はない現在、政府施設での導入目標の検討に向けて、政府が保有する建築物において、設置に適した屋根や壁面を調査/確認中（環境省）
示唆	<ul style="list-style-type: none">民間にてどの程度導入ポテンシャルがあるのかについては、建築物対象の絞り込みが困難<ul style="list-style-type: none">➢ 想定導入先：ビルの壁面、商業施設の壁面、工場の屋根 etcまずは高知県が保有する建築物への導入を検討し、そのポテンシャルを推計するのが妥当ではないか
今後の方向性	<ul style="list-style-type: none">高知県が保有する建築物へのペロブスカイト導入を想定し、高知県における2030年のペロブスカイト導入ポテンシャルとして、メーカーとの交渉材料とすることはいかがか

ポテンシャル推計手順(案)

Step.1 高知県が所有する建築物の情報を収集し、対象とするものを選別

- ...
- 条件1：湿式(コンクリート)の建築物
 - 条件2：築年数40年以下

Step.2 対象とする建築物の延床面積から壁面面積を推計

- ...
- 延床面積から壁面面積を推計する方法*
延床面積(m²)×係数(=1.1)

Step.3 推計した設置可能な壁面面積を基に設置可能容量を算定

- ...
- 壁面面積×単位当たり設置可能容量(kW/ m²)

* 出典：【早見表付き】外壁塗装の面積(平米・坪数)を計算する方法 | 外壁塗装110番 (gaiheki110.com)

積水化学工業とTERRAは、千葉県匝瑳市において営農型太陽光発電へのペロブスカイト太陽電池の導入を目指し、共同で実証事業を行っています

積水化学工業(株)と(株)TERRAによる実証実験

取組の詳細

事業開始 の背景

- ・ 積水化学は独自技術である「封止、成膜、材料、プロセス技術」を活かし、フィルム型ペロブスカイト太陽電池開発の肝といわれる屋外耐久性において、10年相当を確認し、30cm幅のロール・ツー・ロール製造プロセスを構築
- ・ 発電効率15%のフィルム型ペロブスカイト太陽電池の製造に成功しており、さらなる耐久性や発電効率の向上、1m幅の製造技術の確立に向けて開発を加速
- ・ 一方、TERRAは営農型太陽光発電に特化して発電事業等を行う企業であり、千葉県匝瑳市の先行地域の事業に参画

実証実験の 内容

- ・ 営農型太陽光発電（ソーラーシェアリング）へのフィルム型ペロブスカイト太陽電池の設置方法の確立
- ・ レンズ型モジュールにおける曲面での発電効率の測定、予測値と実測値の比較
- ・ 営農型太陽光発電（ソーラーシェアリング）設備下で栽培する農作物への影響調査

今後の展開

- ・ 本実証により営農型太陽光発電（ソーラーシェアリング）への再エネ導入手法を確立し、日本全国、水田を含めさまざまな圃場へ展開、さらに農業分野における適用範囲を広げ、遊休農地、耕作放棄地へのペロブスカイト太陽電池の適用なども共同開発することを計画

● 曲面レンズ型に配置したフィルム型ペロブスカイト太陽電池



● 実証で使用する設備



自社農園でのブドウ栽培等を手掛けるスタートアップであるノウタス社は、宮坂力特任教授と連携して、農地におけるペロブスカイト太陽電池の実証に取り組んでいます

ノウタス(株)によるペロブスカイト太陽電池の実証実験

取組の詳細

事業開始の背景

- ・ 自社農園での「シェアツリー」サービスや農業コンサルティングを手掛けるノウタス(株)の自社農園（高槻市）にて、ペロブスカイト太陽電池の開発者である宮坂力特任教授（桐蔭横浜大学）が共同で実証事業を開始
- ・ 農場ではツキノワグマやアライグマの被害が深刻化しており、省電力で監視カメラを動かせないか検証していた

実証実験の内容

- ・ 1,000平方メートルのブドウ畑の一角に、ペロブスカイト太陽電池3枚をつなげた監視カメラを設置。ペロブスカイト太陽電池による電力でのカメラの稼働実験を行う
- ・ 発電部分の面積は約1,200平方センチメートルで、重さは約300グラム
- ・ 監視カメラにはリチウムイオン電池も接続し、余った電気を溜められる仕組みを構築

今後の展開

- ・ ノウタスが提携している長野県のブドウ畑や愛媛県のミカン畑で同様の実証実験を行うことを計画
- ・ ペロブスカイト太陽電池は軽量であるため、移動・再設置が容易であり、柔軟に獣害対応装置を稼働させることが可能になると期待している

● ブドウ畑にペロブスカイト太陽電池を設置する様子



● ノウタス社の取り組み（一例）



4. グループワーク進行説明／脱炭素化事例集の紹介

デロイト トーマツ リスクアドバイザーズ 高瀬 康平

「導入が進んだ要因」「導入でうまくいかなかった点」「導入に向けた懸念点・悩み・相談」を挙げたうえで、それに対する解決策の案を出し合ってください

ワークショップの進め方

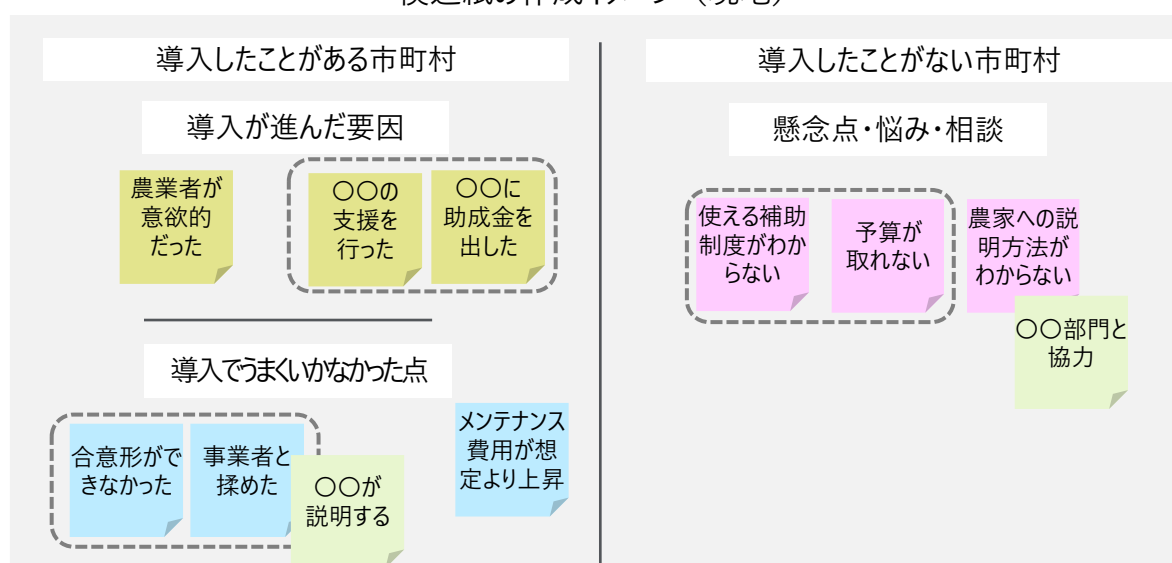
第1ラウンド

- 農地において太陽光発電/ヒートポンプを導入したことがある市町村は、「**導入が進んだ要因**」および「**導入でうまくいかなかった点**」を付箋に書きます
- 農地において太陽光発電/ヒートポンプを導入したことがない市町村は、「**懸念点・悩み・相談したいこと**」を付箋に書きます
- 作成した付箋は、模造紙の対応する領域に貼ってください
- 各テーブルの県職員は、貼られた付箋を見て、類似する内容を近くに貼ってマルで囲むなど**グルーピング**を行ってください
- オンラインでは、事務局の誘導に沿ってご発言ください。皆様の発言は事務局でメモを取り、画面共有で投影します

第2ラウンド

- 他自治体の「導入が進んだ要因」等を参考に、「導入でうまくいかなかった点」や「懸念点・悩み・相談したこと」が**どのように解消できるのか**を考え、付箋に書きます
- 他自治体が記入した「うまくいかなかった点」や「懸念点・悩み・相談したこと」に対する解決策を考えても、自団体が記入したものに対する解決策を考えても構いません
- 記入した付箋はグループ内で発表したうえで、対応する「うまくいかなかった点」や「懸念点・悩み・相談したこと」の付箋の傍に貼ってください
- オンラインでは、事務局の誘導に沿ってご発言ください。皆様の発言は事務局でメモを取り、画面共有で投影します

模造紙の作成イメージ（現地）



太陽光発電/ヒートポンプを導入したことがある市町村

導入が進んだ要因

[illegible]

導入でうまくいかなかった点

解決策

[illegible]

太陽光発電/ヒートポンプを導入したことがない市町村

懸念点・悩み・相談

解決策

[illegible]

5. グループワーク：太陽光発電・ヒートポンプの導入検討

6. グループワーク：各グループからの発表・質疑応答

7. アンケート記入

現地でご参加の方は表示されたQRコードを読み取って、アンケートへご回答ください
オンラインでご参加の方は、チャットでお送りしたURLよりアンケートへご回答ください

- お手数をおかけしますが、以下のURLまたはQRコードよりアンケートにご回答お願いいたします（所要時間：5分）

<https://forms.office.com/e/b1ZtWTGHkr>



8. 研修総括・閉会挨拶

高知県 林業振興・環境部 環境計画推進課
課長 高橋 宏和