

配布用講演テキスト



2024年12月18日開催 【オンライン開催】

テクノロジーNEXT2025 DAY2

ペロブスカイト太陽電池セミナー、
キープレイヤーが語る次の一手

日時：2024年12月18日(水) 12:30～17:15

主催：日経BP 総合研究所／日経クロステック

- ・本ウェビナーの許可のない撮影、録音は固くお断りします。
- ・本テキストは、各講師より配布可能資料としてお預かりしたものをまとめております。講演では、テキストに収録していない資料を投影することがありますので、予めご了承ください。
- ・本テキストは、受講者のみ1部ダウンロードが可能です。
- ・本テキストをコピー等で複製することは、社内用・社外用を問わずお断りしております。無断複製は損害賠償、著作権法の罰則対象となります。

2024年12月18日 日経BPセミナー
パネルディスカッション



ペロブスカイト太陽電池の早期社会実装の取組み ～日揮の目指す「どこでも発電所」～

Enhancing planetary health

日揮株式会社 未来戦略室
プロジェクトマネージャー
永石 暁

※本資料の複製・転載・改変・再配布を禁止します。

※発表で使用される画像データの著作権は日揮グループに帰属します。当社の事前の承諾なく、データの保存、画面の撮影、録画等を行うことができません。

※本資料で使用する商標およびロゴマークに関する権利は、個々の権利の所有者に帰属します。

日揮グループの紹介



Enhancing planetary health

会社紹介 総合エンジニアリングと機能材製造の企業グループ



日揮グローバル株式会社

海外におけるエネルギー・トランジション、ヘルスケア・ライフサイエンス、産業・都市インフラ、資源循環分野の各種プラント、施設のEPC（設計・調達・建設）事業



日揮株式会社

日本国内におけるエネルギー・トランジション、ヘルスケア・ライフサイエンス、産業・都市インフラ、資源循環分野の各種プラント、施設のEPC（設計・調達・建設）事業



日揮触媒化成株式会社

石油精製用、ケミカル用、環境用触媒の開発研究、製造・販売
情報・電子材料、光学材料、化粧品材料、生活関連材料、コロイド材料などの開発研究、製造・販売



日本ファインセラミックス株式会社

電子材料向けを中心とするファインセラミックスの開発研究、製造・販売

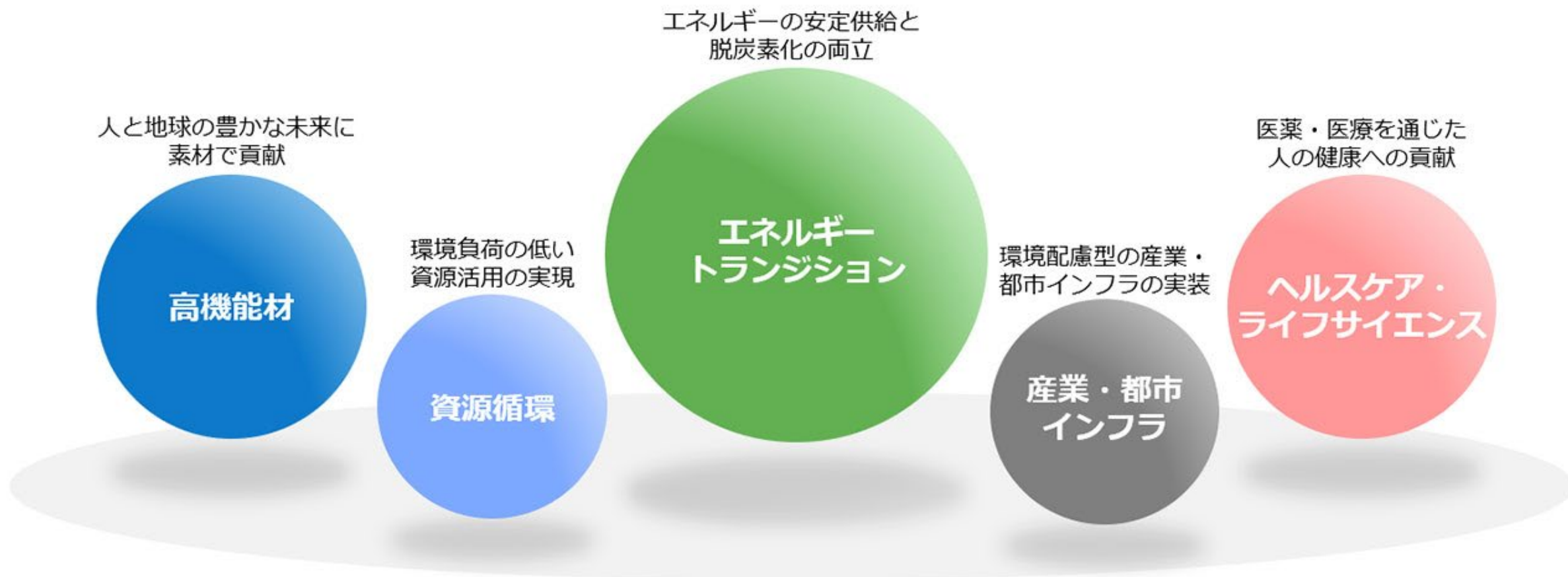


日本エヌ・ユー・エス株式会社

エネルギー、環境保全に関するコンサルティング業務



5つのビジネス領域で Planetary healthの向上に貢献する企業グループ



経営企画と新規事業開発を一気通貫で取り組む



会社紹介 未来戦略室で取り組むイノベーション

JGC 未来戦略室 (新規事業開発)

MIRAI Innovation Fund (CVC)
日揮みらいファンド

エネルギー
環境

再エネ発電所
・蓄電所

プラ代替素材

ネイチャー
ポジティブ

KYOTO FUSIONEERING
核融合

ENECOAT
ペロブスカイト
太陽電池

METRO WEATHER
風況測定

MIRESSO
レアメタル精製

AmicaTerra
生分解性プラ

BIOME
生物多様性
モニタリング

フードテック

かもめミライ水産
陸上養殖

Organoid Farm
クリーンミート

ウェル
ビーイング

難病・希少疾患
医療

在宅医療

Alpha Fusion Inc.
核医学治療

LIFESCAPES
BMI治療

MEDRhythms
音声DTx

デジタル
ロボット

Brownreverse
ファスト
デジタルツイン *他部署発

nat Inc.
空間情報
デジタル化

GITAI
宇宙作業
ロボット

Fairy Devices
音声認識AI

日揮の「どこでも発電所」の取組み

Enhancing planetary health

建物後付け設置の比較 発電コストは屋根から低廉化が進む

設置場所	屋根	壁面
日射量	多い	少ない
アクセス足場	不要	必要
発電コスト	低い	高い

※あくまで概略比較であり、実際にはケースバイケースな面もある

建物後付け設置の比較

軽量と着脱容易を両立する施工法が求められる

タイプ	折板屋根	陸屋根	鋼板	コンクリ	タイル
形状	凹凸	平坦	若干凹凸	平坦	ほぼ平坦
耐荷重	小さい	大きい	小さい	小さい	小さい
建物側の懸念	吹き飛び	ひび・浸水	吹き飛び	ひび・浸水	ひび・浸水
従来の施工法	鋼板と一体化して ボルト固定	防水処理面に 直接貼付	凹凸を埋めて 直接貼付	直接貼付	直接貼付
施工法の課題	重い 着脱の手間	修繕周期の差 建物のメンテ性	取り外しの手間 建物のメンテ性	取り外しの手間 建物のメンテ性	取り外しの手間 建物のメンテ性

※あくまで概略比較であり、実際にはケースバイケースな面もある

どこでも発電所 薄膜太陽電池の全く新しい施工方法「シート工法」

特長①

軽量

特長③

施工性

特長⑤

耐熱性

特長②

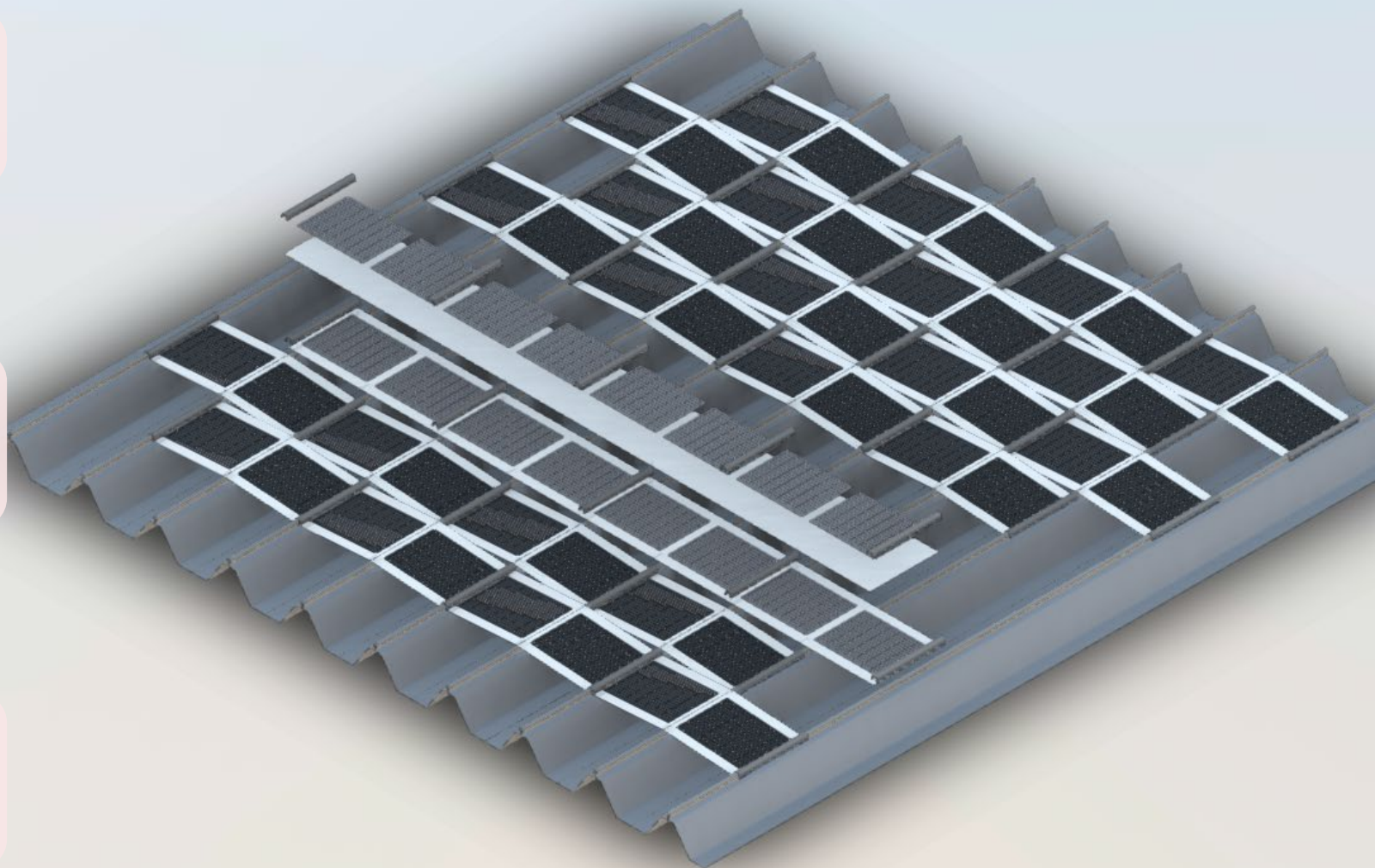
着脱容易

特長④

耐風性

特長⑥

実用済み



※折板屋根以外にも設置可能

どこでも発電所 特長①・②：軽量・着脱容易

直接貼付工法

建物に接着剤等で貼り付ける
フィルム型太陽電池の施工方法

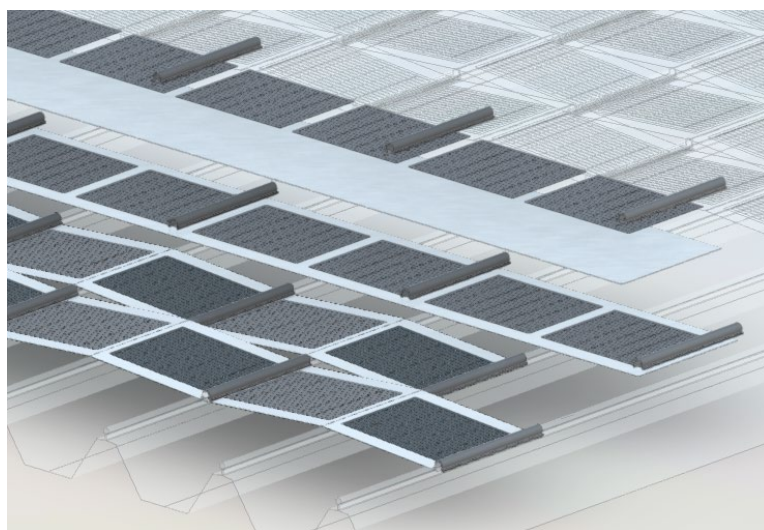


～1 kg/m²

取り外しが困難

シート工法

シート基材を台座にした
当社独自の施工方法

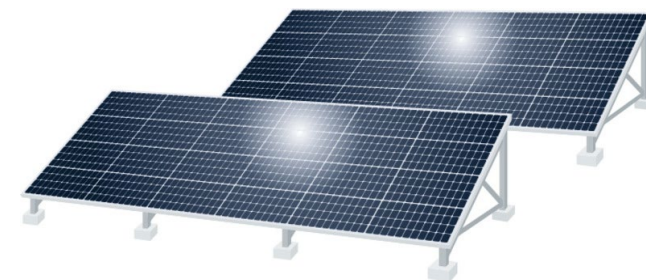


1～2 kg/m²

着脱容易

フレーム工法

金属製フレームと金具で固定する
従来型パネルの施工方法



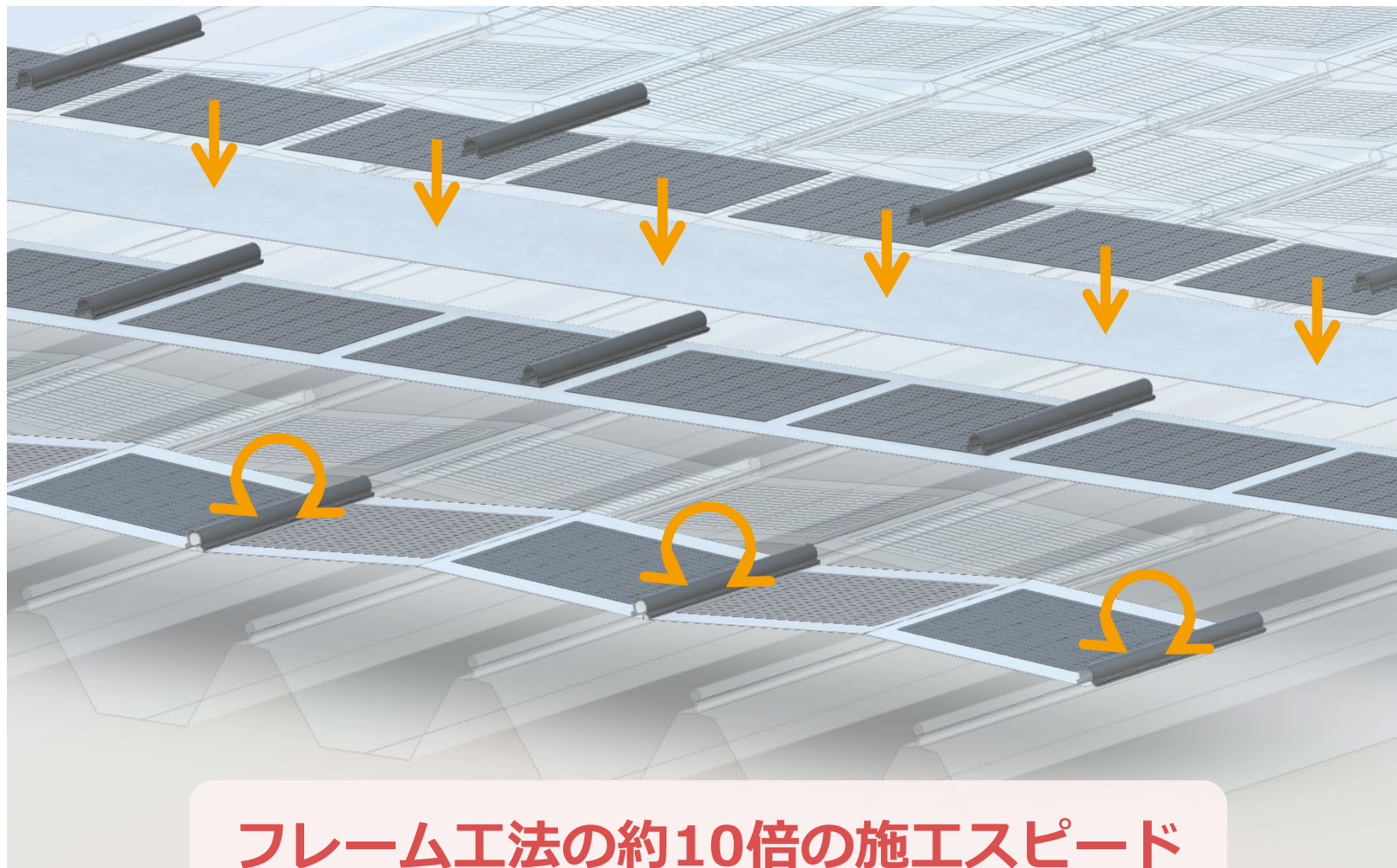
<<
1/6以下

10～12 kg/m²

取り外しが大変



どこでも発電所 特長③：施工性



STEP-0

シートと太陽電池を一体化して
施工モジュールを製造

STEP-1

折りたたんだ施工モジュールを
設置場所に運んで広げる

STEP-2

施工モジュールを屋根などの
突起部に専用金具で挟み込む

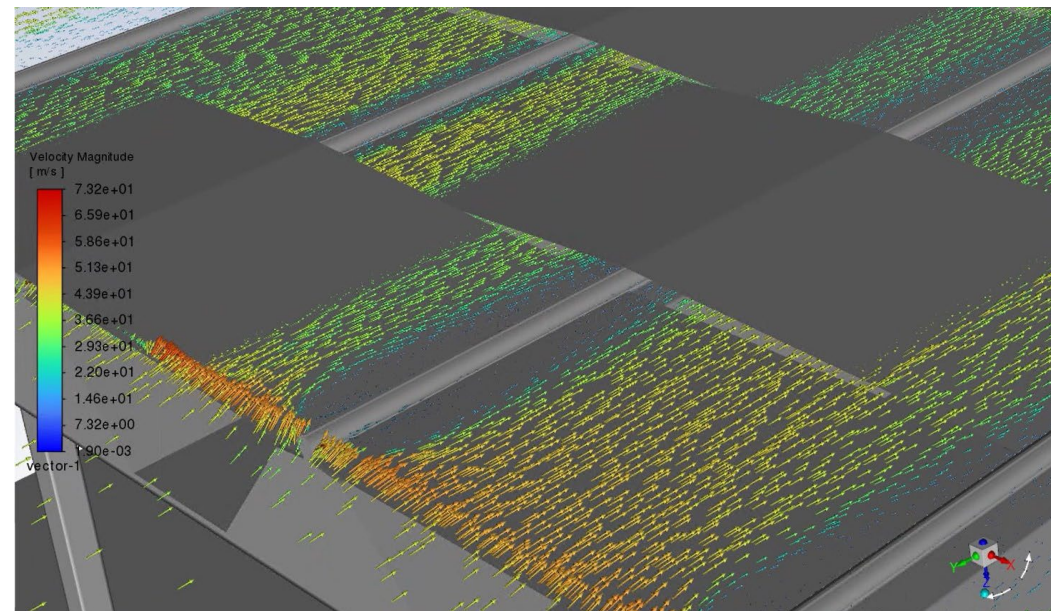
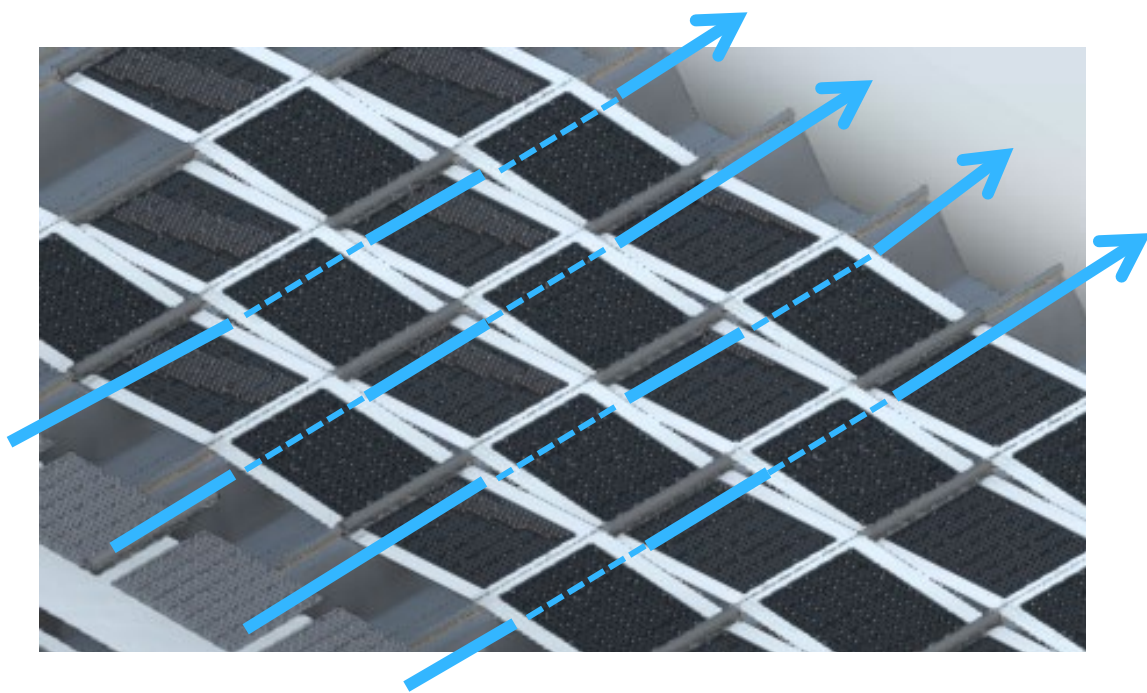
STEP-3

従来型と同じくコネクターを
繋いで配線する

フレーム工法の約10倍の施工スピード

耐風性能

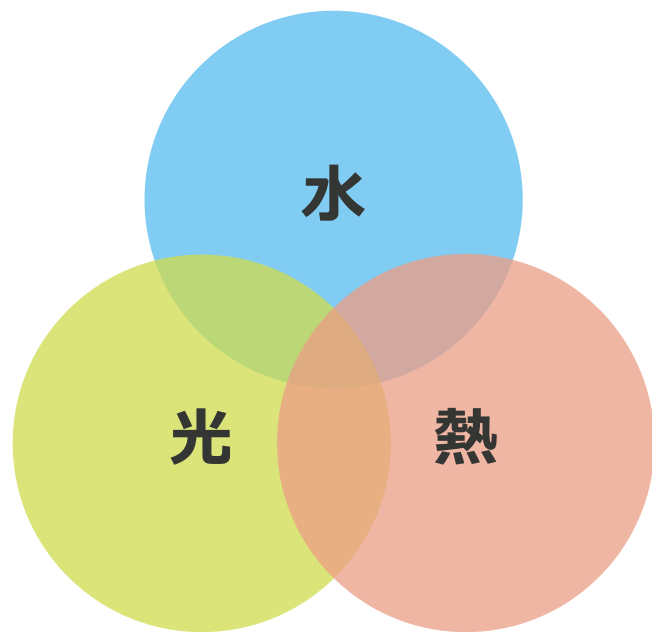
独特の千鳥配置によるシート間の隙間を
風が通り抜けることによって
風の影響を受けにくい構造



流体シミュレーションの一例
(今後風洞試験にて検証予定)

ペロブスカイトの劣化要因

封止・層間ブロッキング

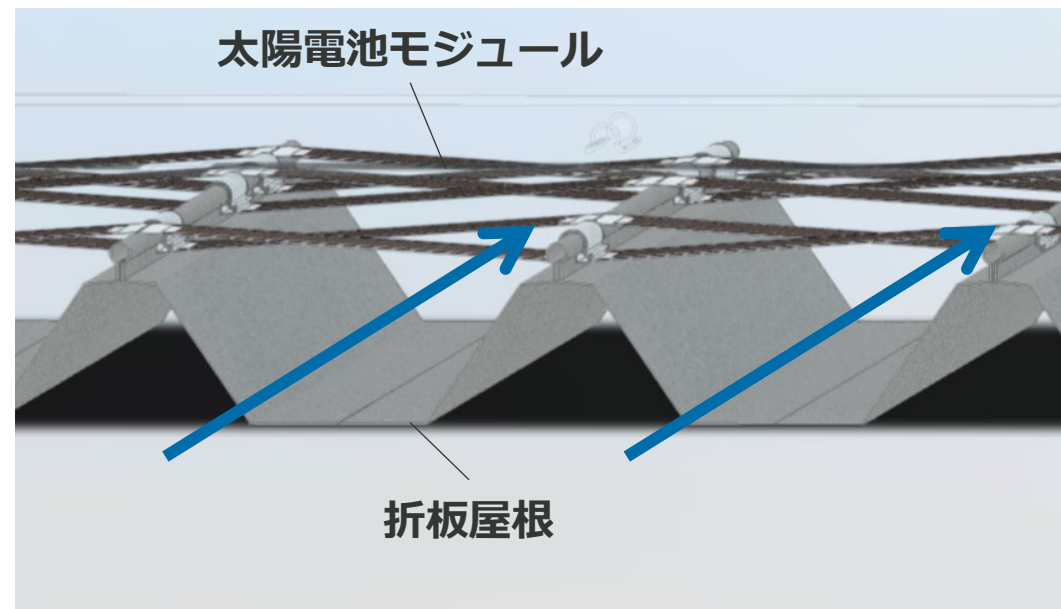


太陽電池である以上
完全シャットアウト不可

**設置施工方法の
影響を最も受ける**

シート工法の冷却効果

建物とモジュールの間に通風空間があるため
太陽電池の温度が上昇しにくく
太陽電池の耐熱性（耐久性）に好影響



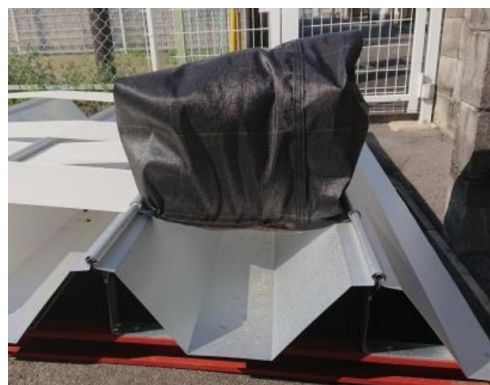
引張試験

建築基準法に適合



等分布荷重試験

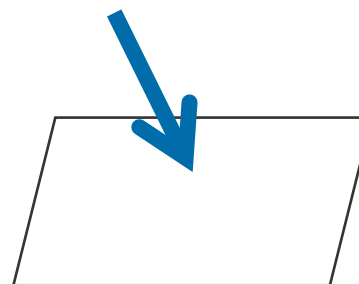
積雪1m相当の耐荷重



耐候性試験

15年相当の耐候性

UV照射+水スプレー



飛火・防災認定

防火地域等に適合



※いずれも試験方法の参考写真

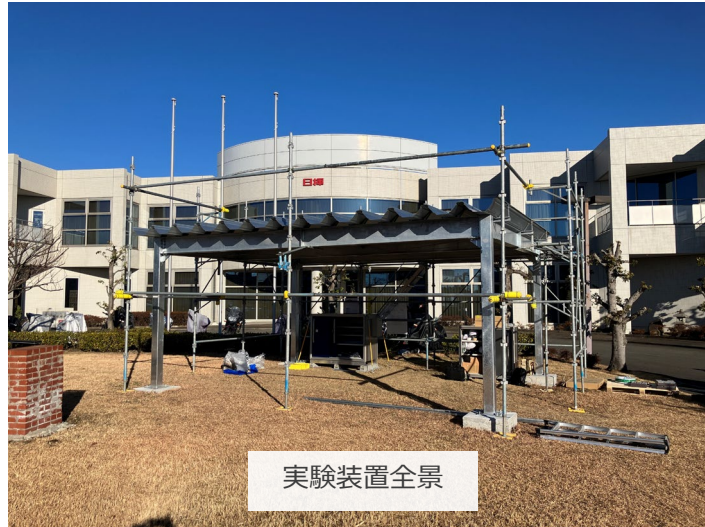
どこでも発電所 横浜で事前検証したモジュールを苫小牧で実装検証

2023年9月～

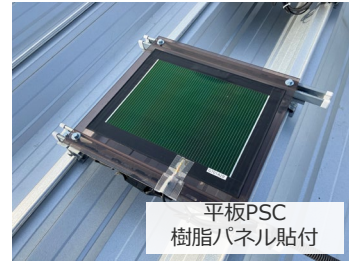
横浜テスト実証



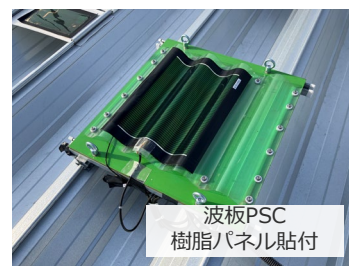
基礎研究フィールドとして
施工法の事前検証と好環境下の発電データの取得



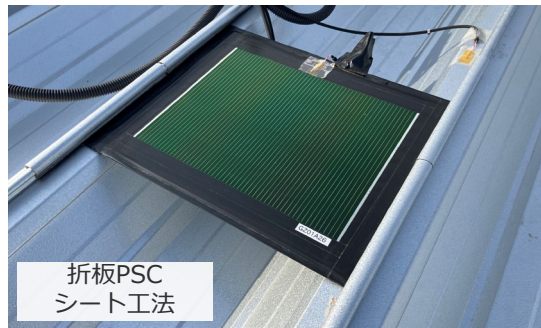
実験装置全景



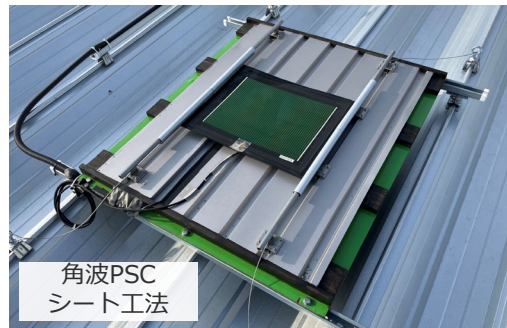
平板PSC
樹脂パネル貼付



波板PSC
樹脂パネル貼付



折板PSC
シート工法



角波PSC
シート工法

2024年2月～

苫小牧フィールド実証



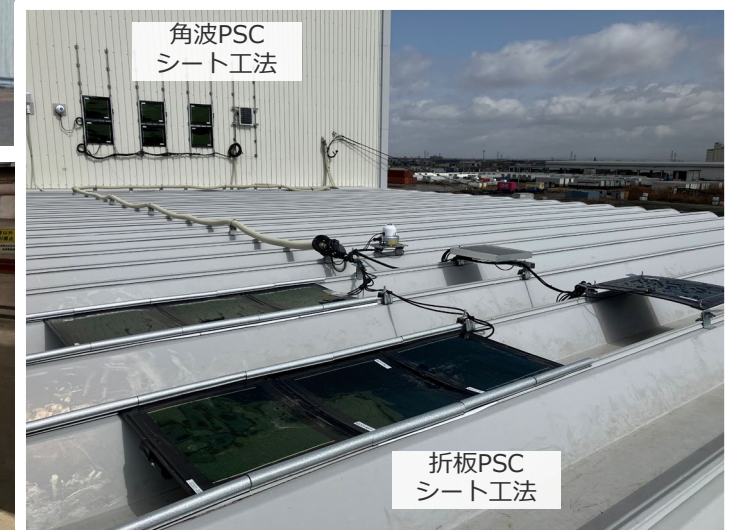
実装検証フィールドとして
厳環境・実用下のモジュールの評価と発電データの取得



実証場所全景



サイロ壁面
(予定)



角波PSC
シート工法

折板PSC
シート工法

順次展開

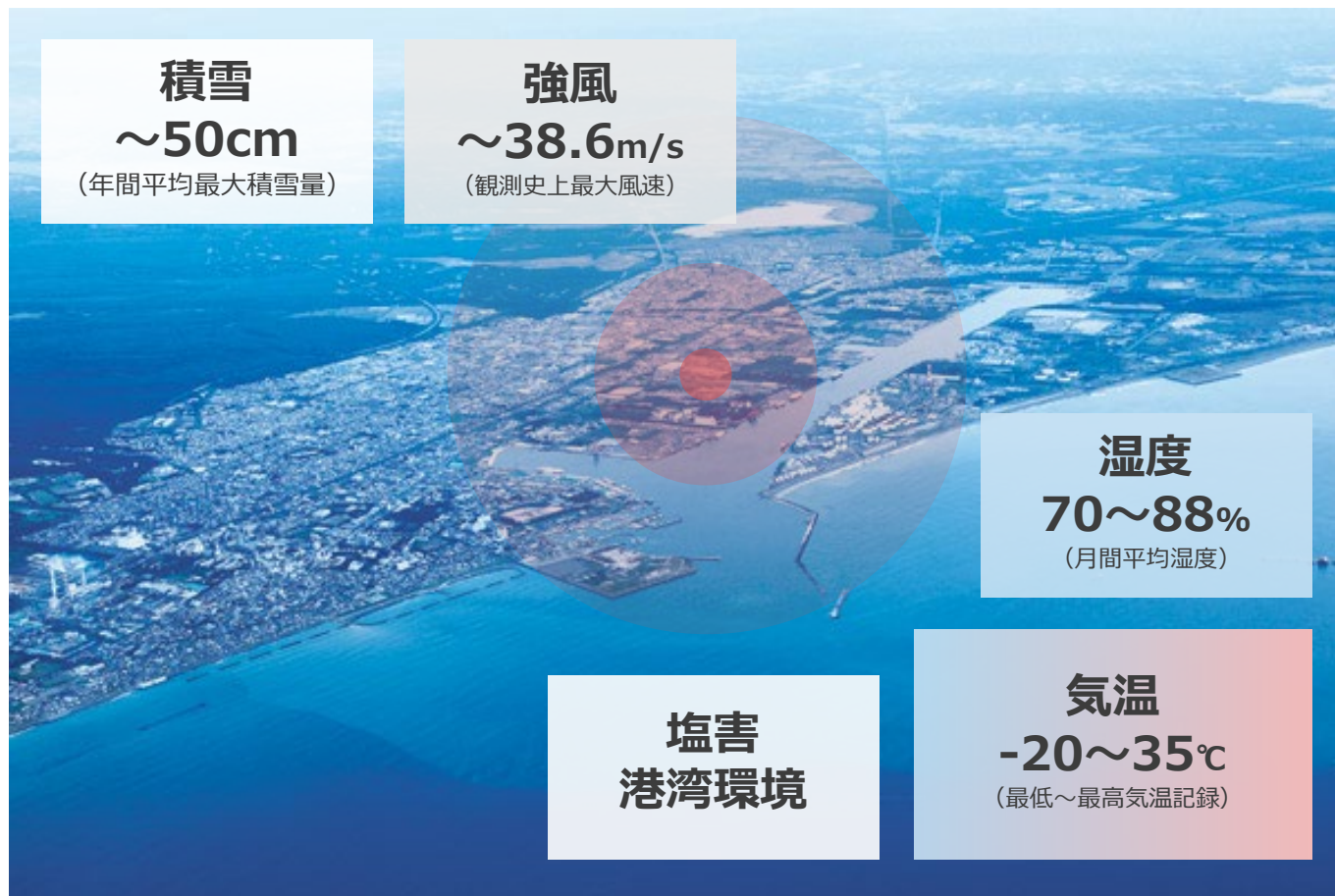


同一の精緻な
計測システム

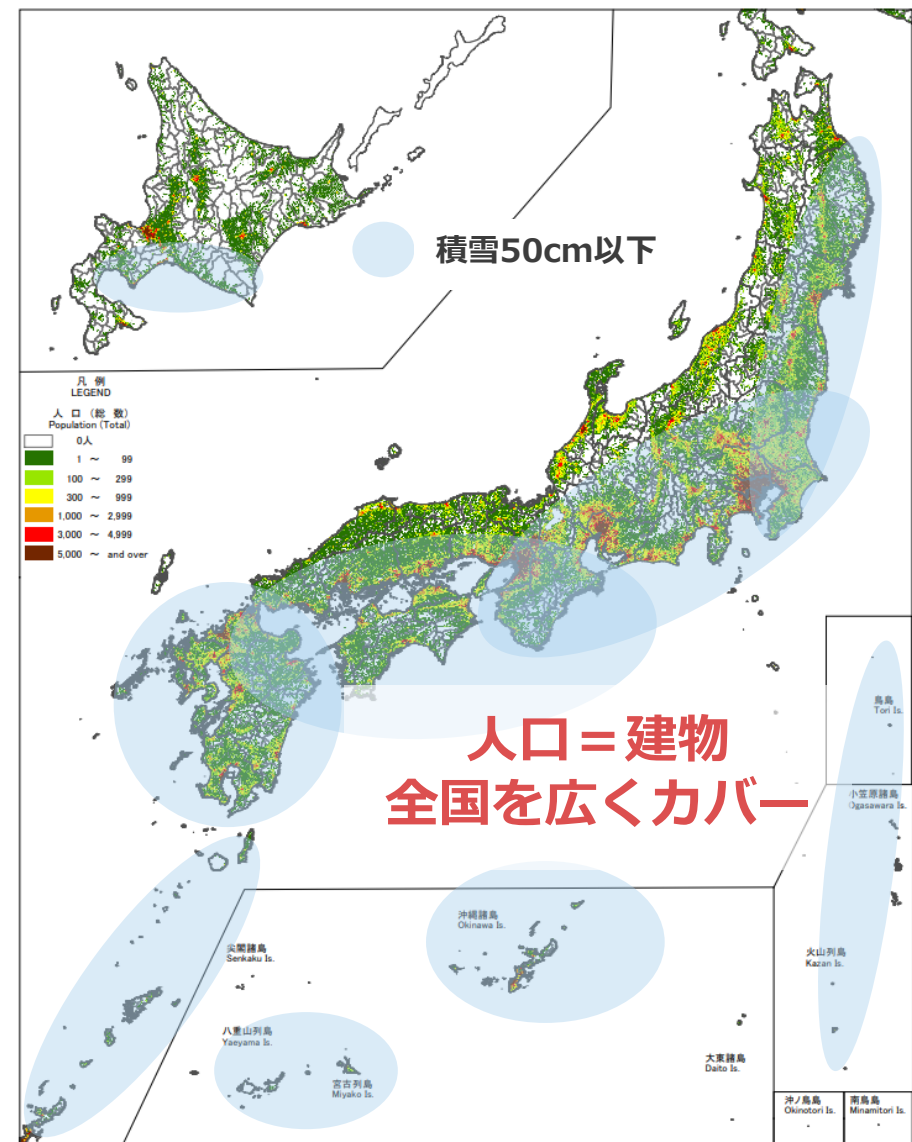


計測システム

どこでも発電所 苫小牧の様々な環境は日本全国を広くカバー

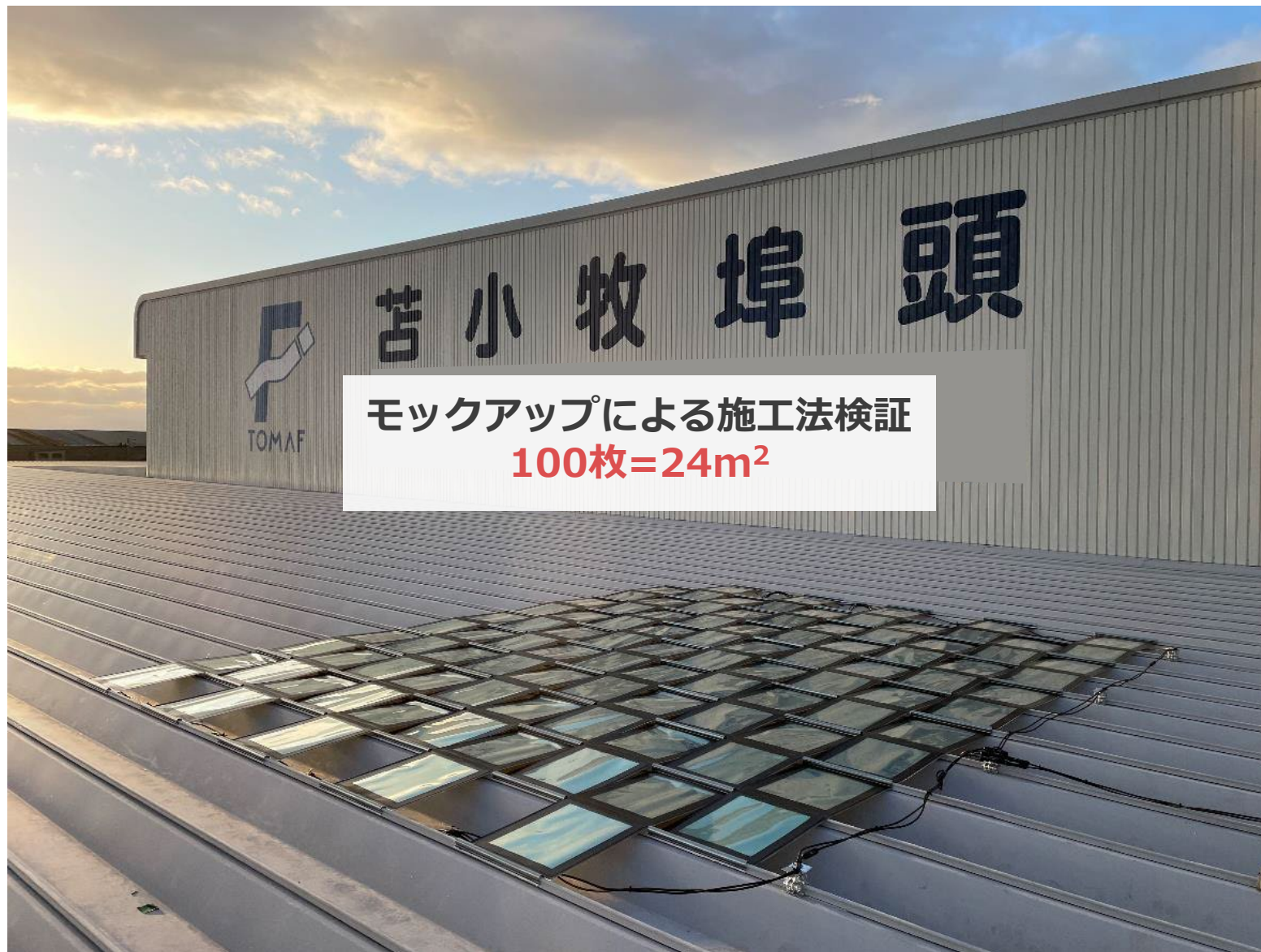


出所：苫小牧港管理組合、気象庁データ



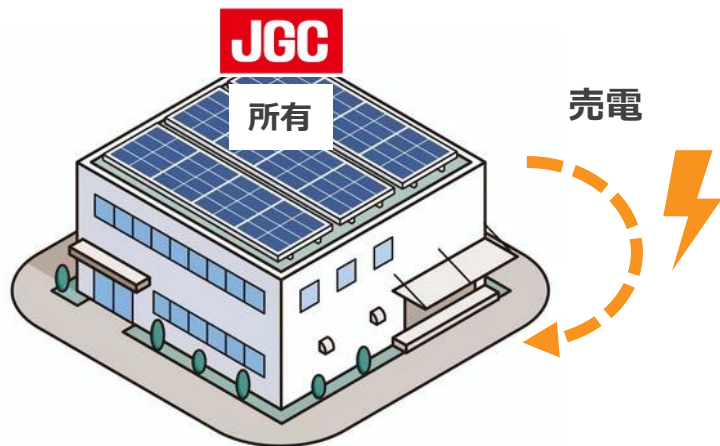
出所：総務省統計局 令和2年国勢調査に関する地域メッシュ統計を当社加工

どこでも発電所 シート工法の実際の設置イメージ



どこでも発電所 軽量・着脱容易な施工方法で新たなPPAを創出

屋根置きオンサイトPPA



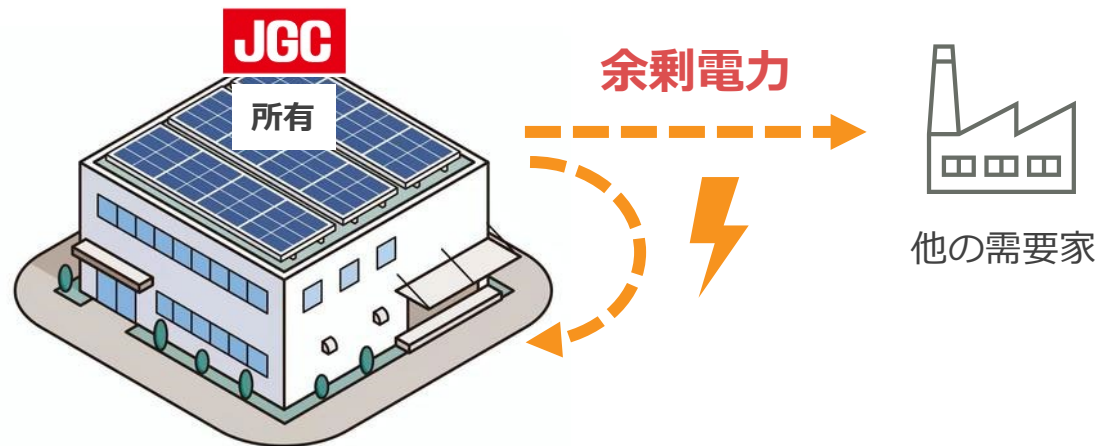
初期費用・維持費用が不要

長期契約

メリット

デメリット

+ 屋根貸しオフサイトPPA



余っている屋根で収益を得られる

長期契約

着脱容易な施工方法によって より手軽に太陽光発電を始められる
軽量な施工方法によって 地域の再エネ資源を最大限活用する



どこでも
発電所®

どんな屋根にも 太陽光エネルギーを

Enhancing planetary health

テクノロジーNEXT2025 DAY2

ペロブスカイト太陽電池セミナー、キープレイヤーが語る次の一手

Kaneka

The Dreamology Company

—Make your dreams come true—

薄膜・結晶シリコンの量産技術を生かした カネカのペロブスカイト太陽電池開発

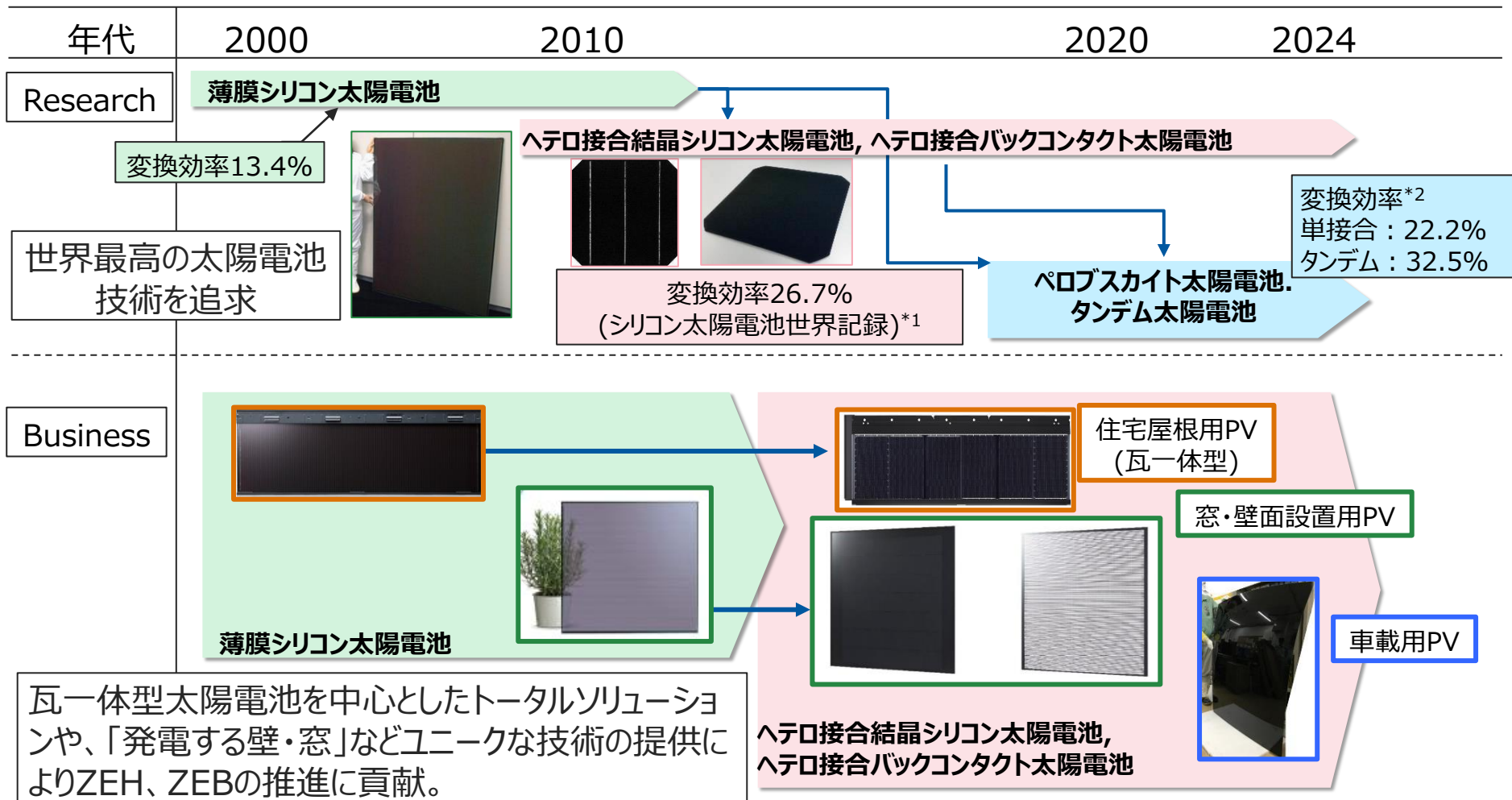
2024年12月18日

株式会社カネカ 太陽電池・薄膜研究所

山本 憲治

1. カネカにおける太陽電池の取り組み
2. 薄膜Si太陽電池
3. ペロブスカイト太陽電池
4. ペロブスカイト／Siタンデム太陽電池
5. カネカのBIPV製品と用途

カナカ太陽電池のR2B (Research to Business)



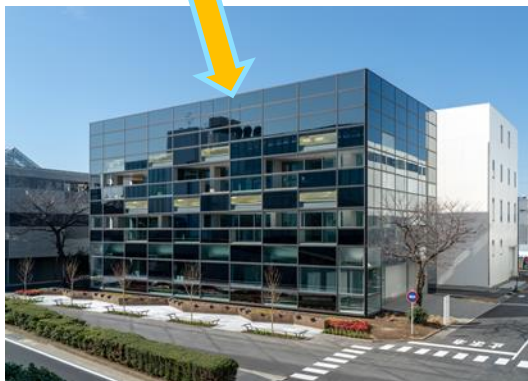
*1 M.Green, et al., Prog. Photovolt. Res. Appl. 30, 687 (2022). *2 第三者機関 [一般財団法人電気安全環境研究所(JET)] での測定結果

ヘテロ接合バックコンタクト太陽電池の実用化 建物壁面適用事例(BIPV)

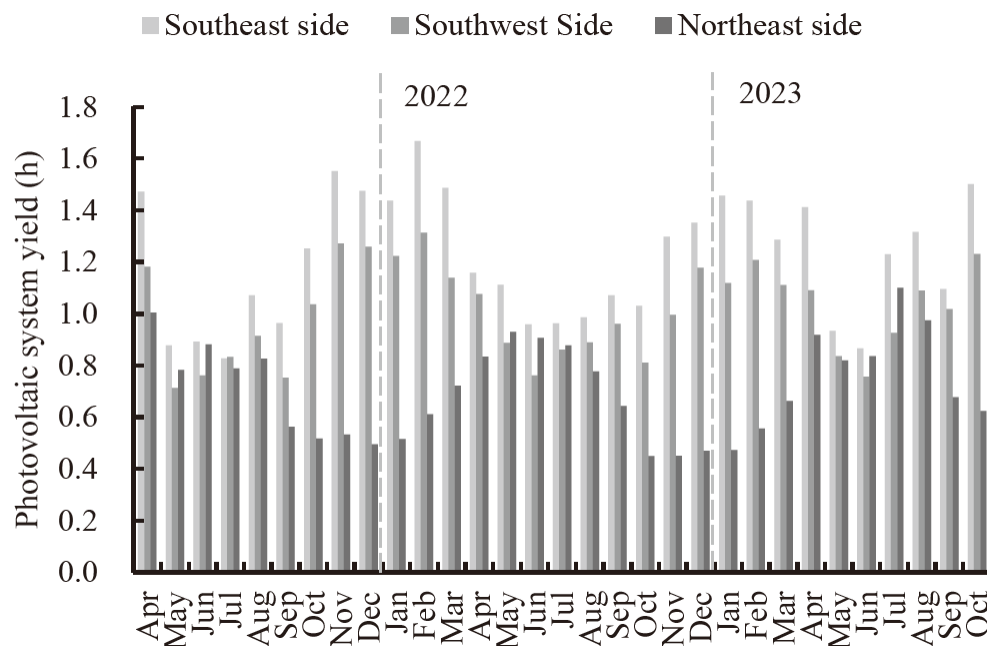
建物向けヘテロ接合バックコンタクト太陽電池モジュール (Zero-energy building)



- 409枚の太陽電池モジュール（24種類のサイズバリエーション）を壁面に設置
- モジュールの出力を設置以来モニタリングし、太陽電池の向きや季節変動による出力変化を解析している*



人と空間のラボ (ZEB 実証棟)
大成建設株式会社



*J. Nakamura et al., Journal of Japan Solar Energy Society 50, 23 (2024)

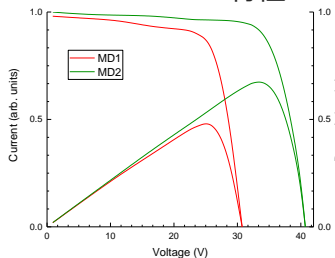
ヘテロ接合バックコンタクト太陽電池の実用化 太陽電池 (VIPV)向け太陽電池の開発

弊社太陽電池のカーroofへの適用

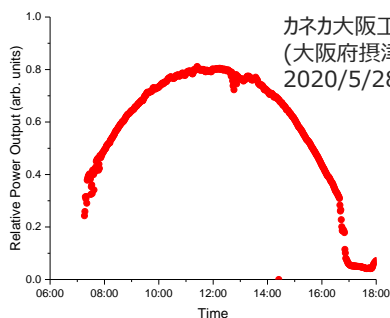


カナカの曲面太陽電池 (プロトタイプ)

曲面太陽電池の
I-V特性



曲面太陽電池の発電特性(1日推移)



大型曲面VIPVモジュール



バックコンタクトヘテロ接合結晶Si
太陽電池曲面モジュール
モジュールサイズ1200 x 1150 mm

車載用PVは、2023年
から本格出荷を開始※

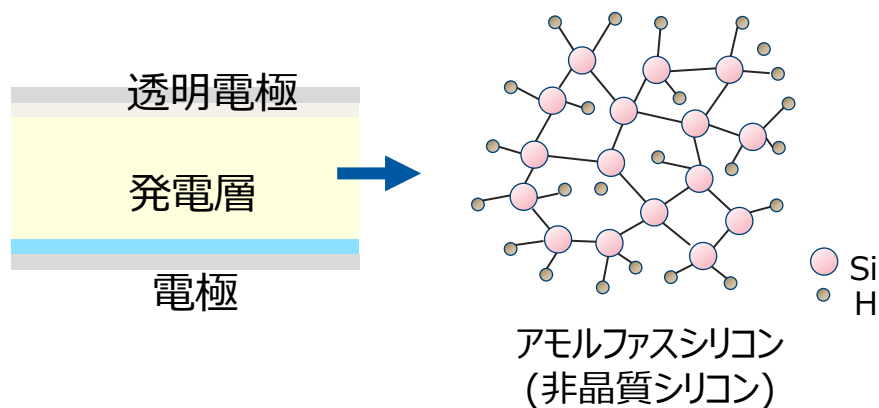


トヨタ自動車ホームページより

※カナカニュースリリース：カナカ高性能太陽電池 トヨタの「プリウスPHEV」に採用 (2023/03/28)

薄膜シリコン太陽電池

- ・発電層に薄膜シリコン（アモルファスシリコン等）を用いた太陽電池
- ・基本構造は、ペロブスカイト太陽電池と同様、発電層をp, n層、電極で挟み込んだ構造。
- ・カネカでは1980年代に開発を開始。1999年にアモルファスシリコン太陽電池の量産を開始した。
- ・アモルファスシリコンと微結晶シリコンを積層したタンデム型で13.4%の効率を実現。



薄膜シリコン太陽電池の構造例と発電層の構造

カネカでの製品例

建材一体型モジュール

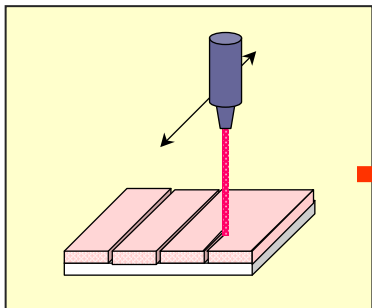


シースルー太陽電池

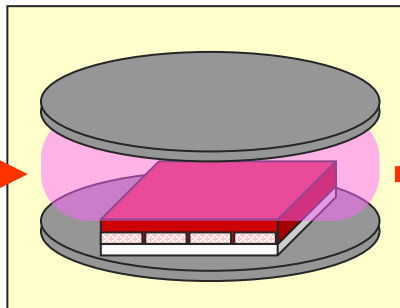


薄膜シリコンタンデム太陽電池の製造工程

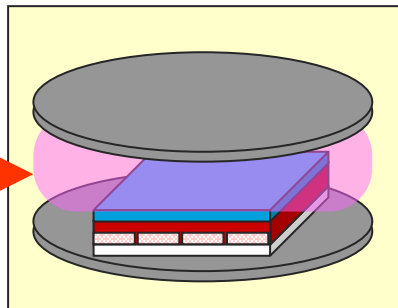
透明電極レーザースクライブ



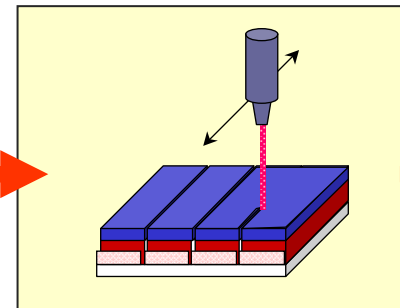
a-SiセルCVD



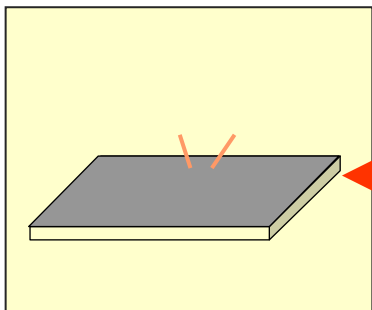
微結晶SiセルCVD



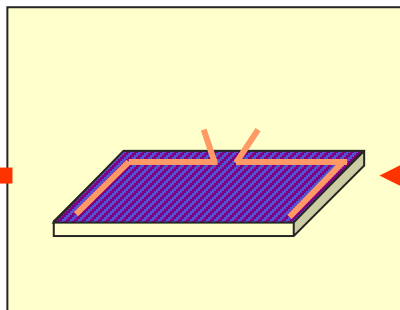
Si膜レーザースクライブ



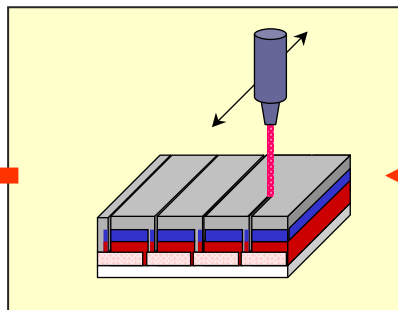
封止



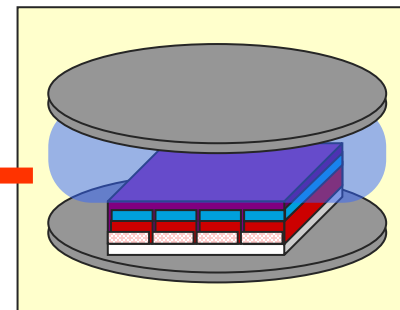
ワイヤー取り付け



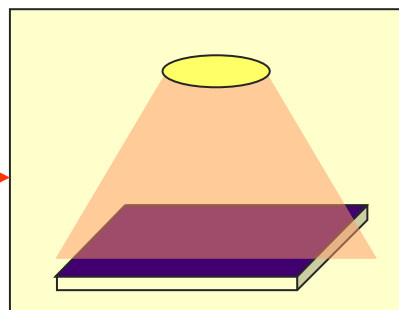
裏面電極レーザースクライブ



裏面電極形成



特性評価

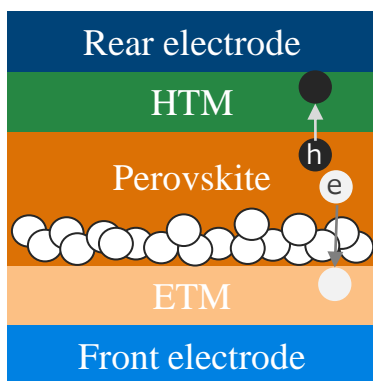


ペロブスカイト太陽電池

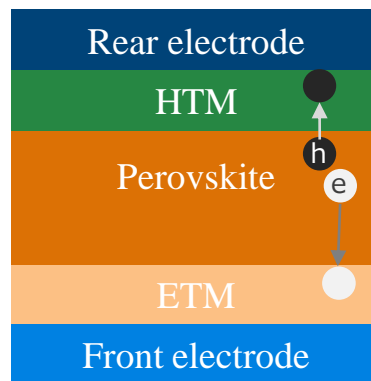
- 塗布法などの比較的簡便な手法で高品質な発電層を形成でき、高い変換効率を得られる
- 組成の変更により簡単に発電層のバンドギャップを変更可能（1.25～2.3eV等）
- タンデム太陽電池セルの要素セルとしても幅広く活用可能

ペロブスカイト太陽電池の一般的な層構成

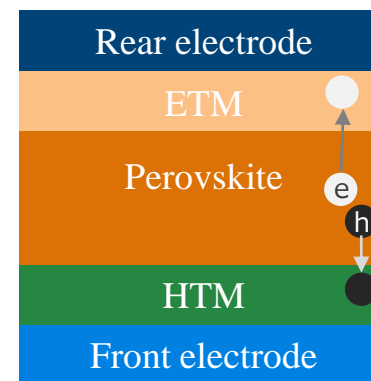
HTM: Hole Transport Materials
ETM: Electron Transport Materials



順構造
(メソポーラス)



順構造



逆構造

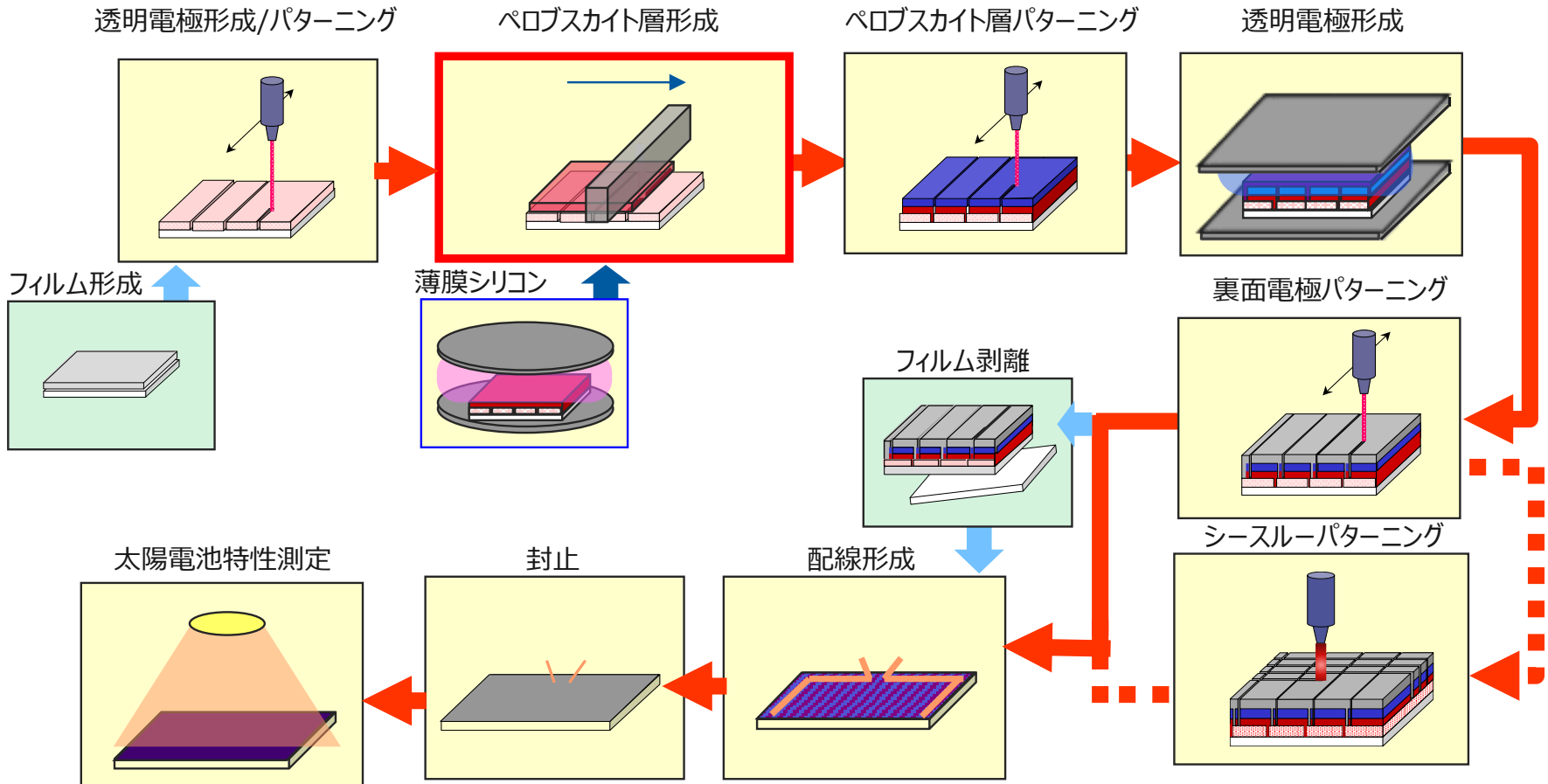
ホール輸送材料 (HTM)

逆構造のHTMとしては、PTAAやNiOが例として挙げられるが、近年ではドイツのHelmholtz-Zentrum Berlin (HZB) がタンデム太陽電池において使用した自己組織化単分子膜 (Self-Assembled Monolayer: SAM) も※、多く使用されるようになってきている。

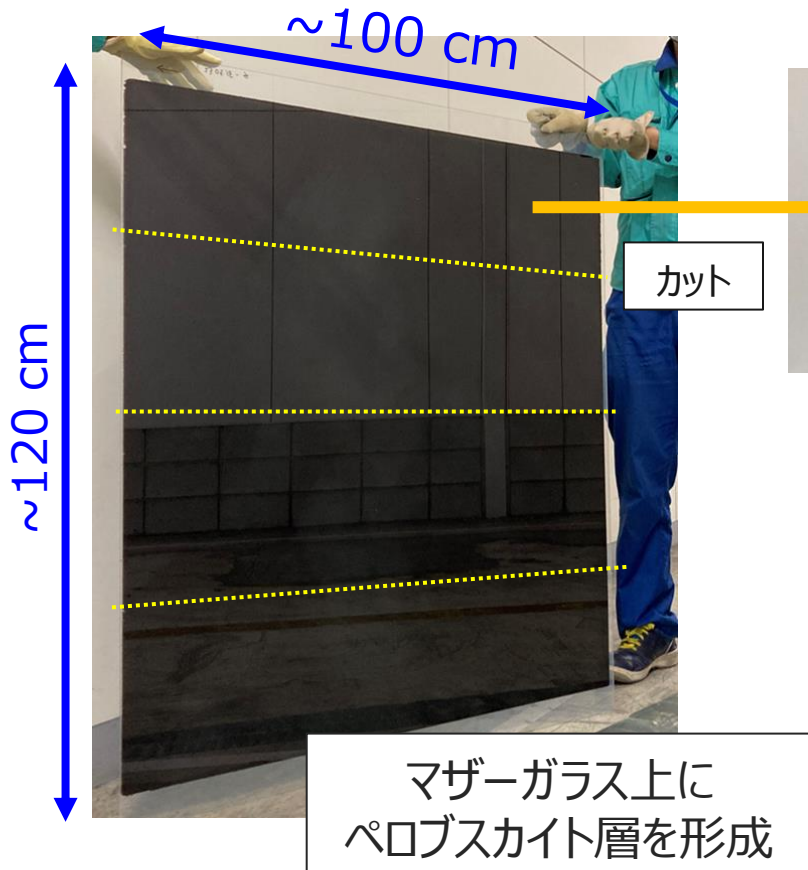
また、逆構造のペロブスカイト太陽電池は、後述するタンデム太陽電池においても広く使用されている。

※A. Al-Ashouri *et al.*, Science 370, 1300 (2020)

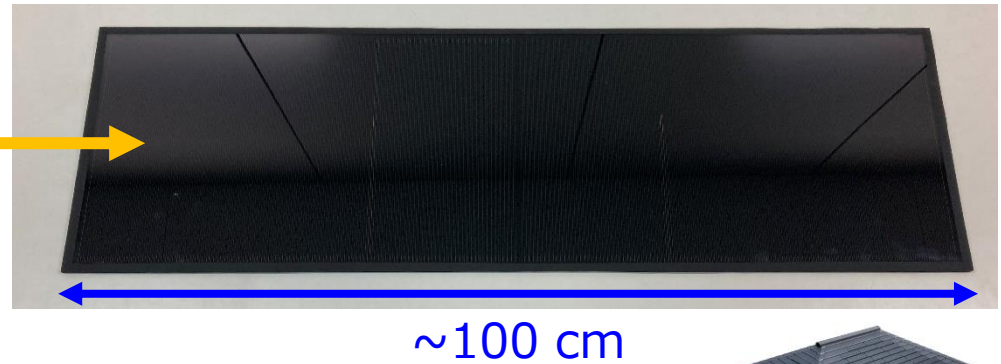
ペロブスカイト太陽電池モジュールの作製プロセス例 (薄膜太陽電池技術の活用)



「サイズフリー」の特長を活用した 建材一体型ペロブスカイト太陽電池の開発



瓦一体型ペロブスカイト太陽電池 モジュールのモックアップ

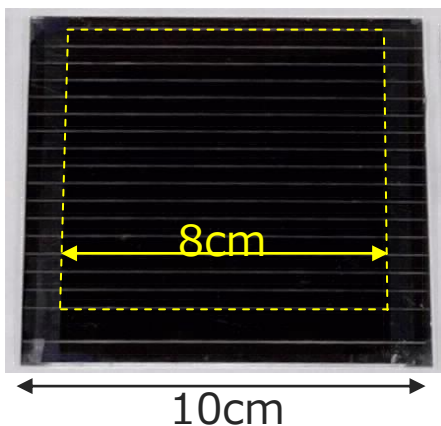


当社の住宅用
太陽電池を搭載した
住宅のイメージ



片面入射モジュール

両面受光モジュール

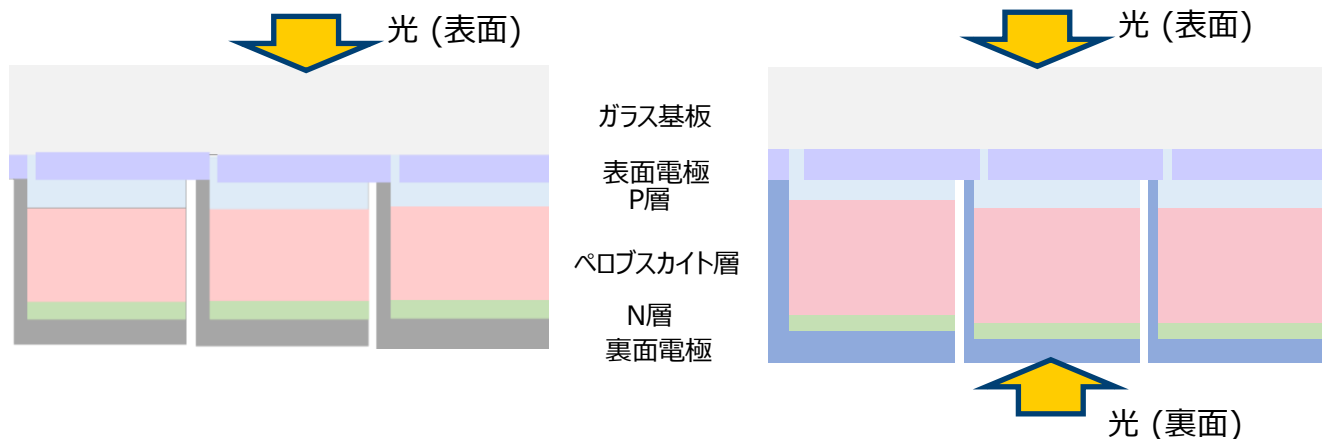


面積 [cm ²]	Isc [mA]	Voc [V]	FF [%]	変換効率 [%]
64	95.62	19.34	76.9	22.2

JETでの測定結果 (2022年度)

面積 [cm ²]	Isc [mA]	Voc [V]	FF [%]	変換効率 [%]
64	43.9	38.75	78.3	20.8

産業技術総合研究所での測定結果 (2022年度)
(裏面からの光照射がない状態で測定)



両面受光モジュールのメリット

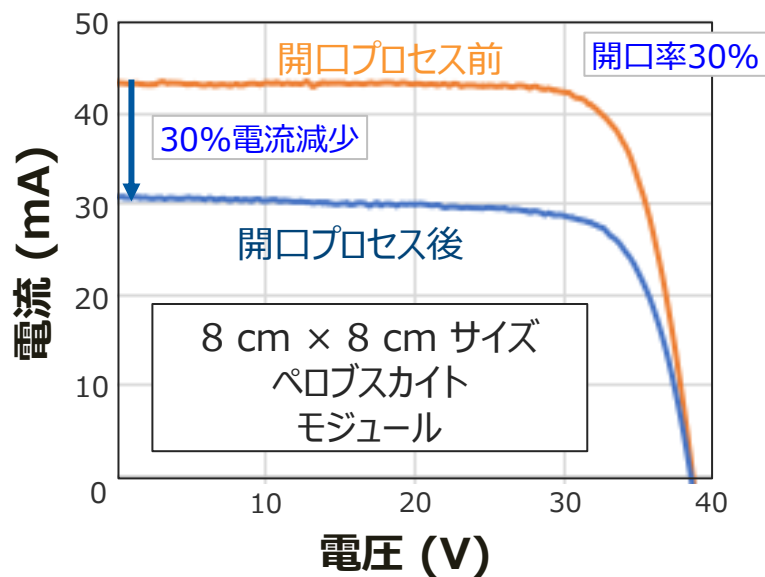


- タンデム型太陽電池への応用
- 実発電量+2~3%が見込まれる

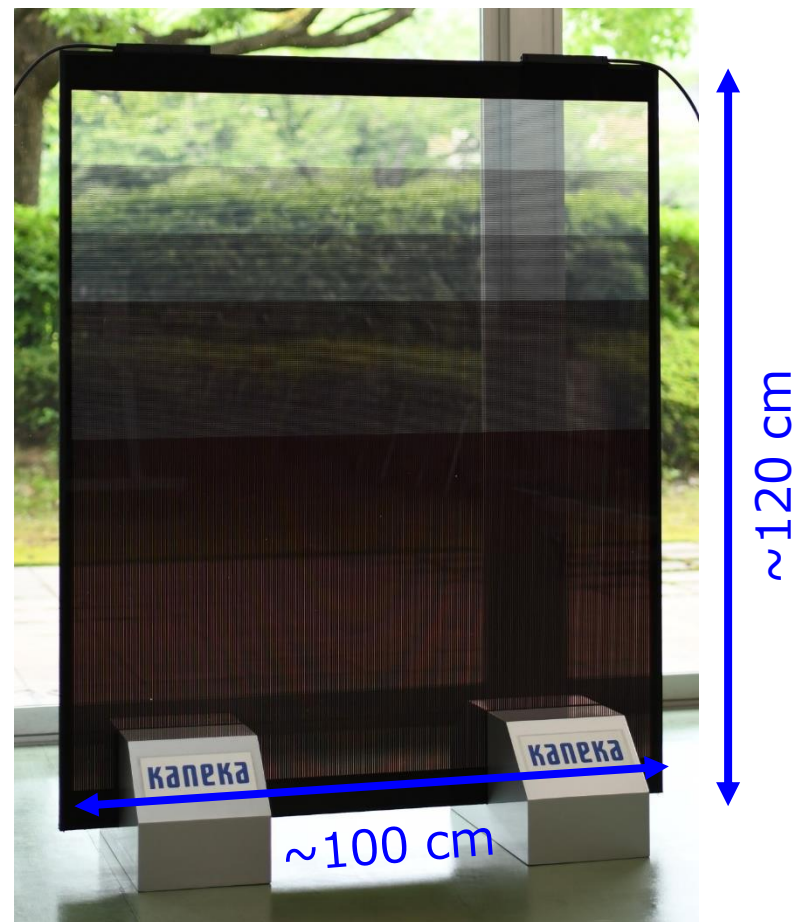
シーセルモジュール（モックアップ）

8cm×8cmサイズの両面受光型ペロブスカイト太陽電池を用いて作製したシーセルモジュール（開口率30%）

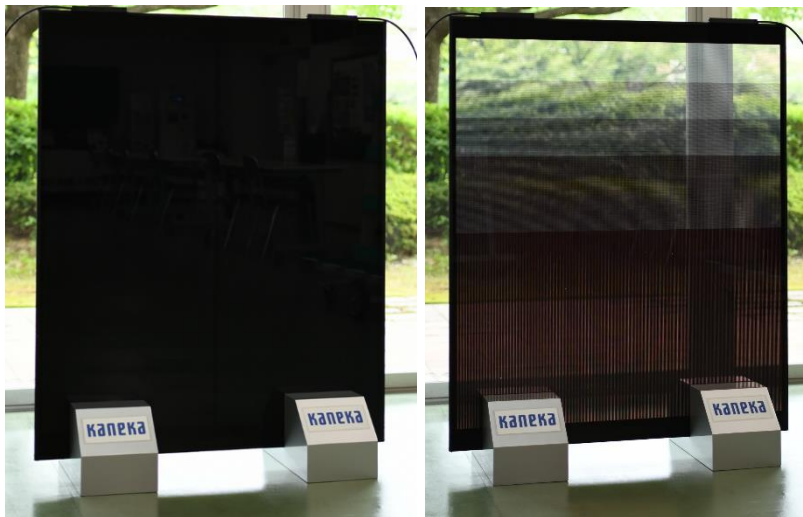
発電特性（I-Vカーブ）



電流低下は開口率の設計に対応



ビルの窓・壁等への展開: ペロブスカイト太陽電池モジュール (モックアップ)



ペロブスカイト
高意匠モジュール

ペロブスカイト
シースルーモジュール
(グラデーション)

ペロブスカイト太陽電池モジュールの 垂直設置での屋外評価 (当社建物屋上)



結晶シリコン
モジュール

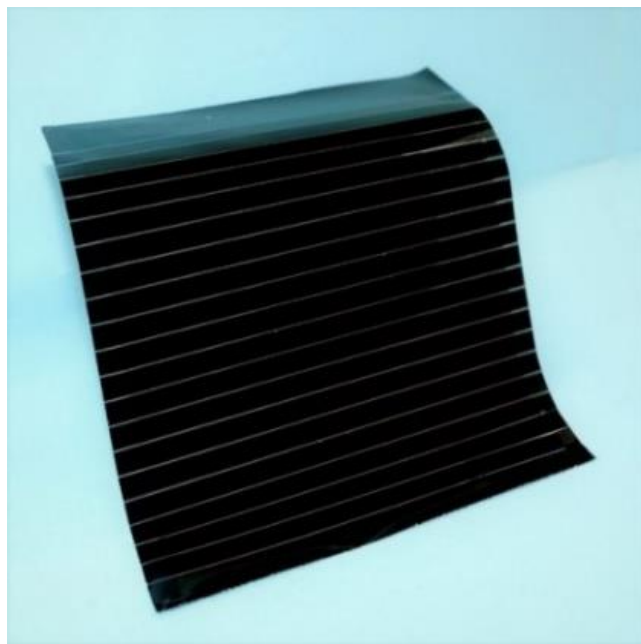
ペロブスカイト
シースルーモジュール

ペロブスカイト
高意匠
モジュール

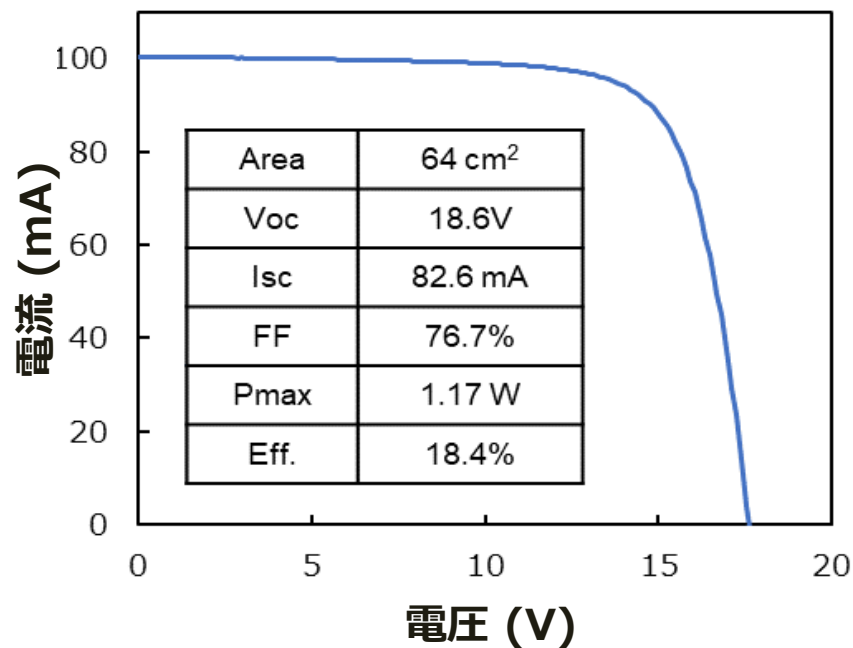
ペロブスカイト
シースルーモジュール
(グラデーション)

超軽量フィルム型ペロブスカイト太陽電池の開発

自社設計のポリイミドを基板に用い、世界最薄水準の約10 μ m厚の
超薄型ペロブスカイト太陽電池を開発



ポリイミドを基板に用いた10cm角サイズの
超薄型ペロブスカイト太陽電池の開発品

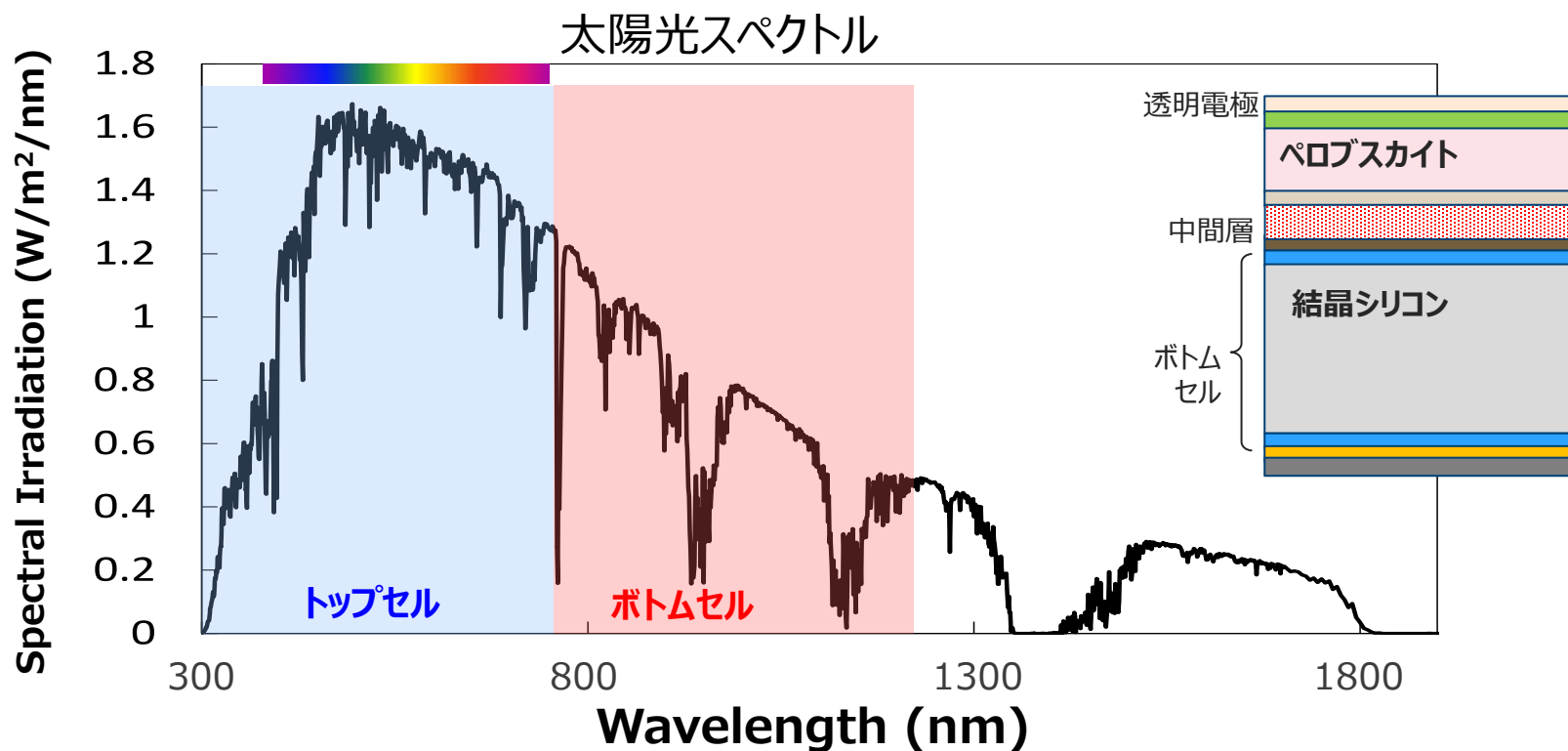


ポリイミド基板の上に形成したペロブスカイト太陽電池
ミニモジュールの典型的なI-V特性 (社内測定)

タンデムのポイントは、トップの高効率ペロブスカイト太陽電池

ペロブスカイト太陽電池の特長 → タンデム太陽電池のトップに最適

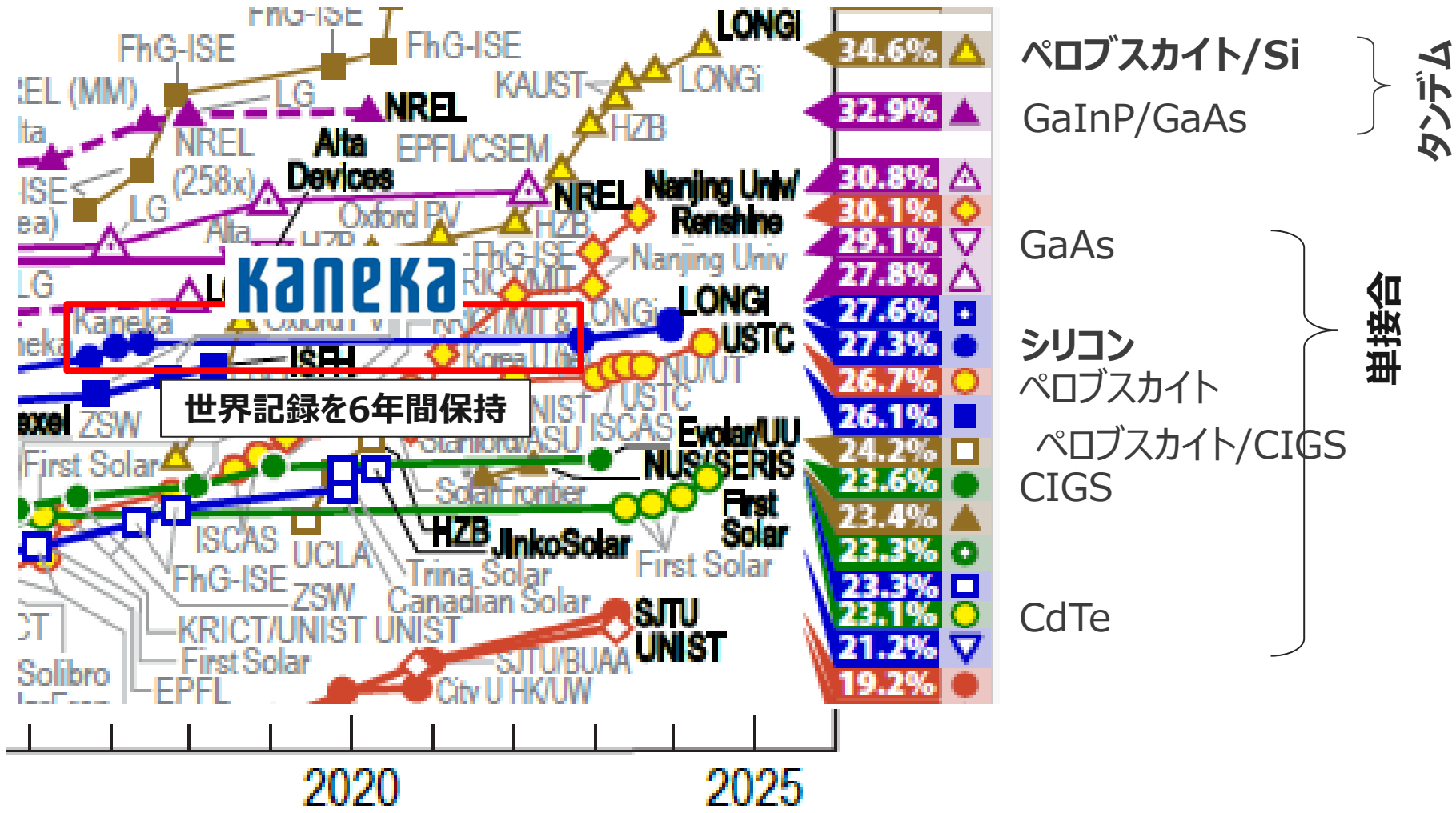
- (1) 発電層のバンドギャップが調整可能 (2) 特にワイドギャップで高効率が得られる



タンデム化により、高いエネルギーを持つ短波長の光を吸収できるトップセルから高い電圧を得ることができ、高変換効率を実現できる。

山本他、第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム, 2022

各種太陽電池の変換効率記録 (NREL: 米国国立再生可能エネルギー研究所)

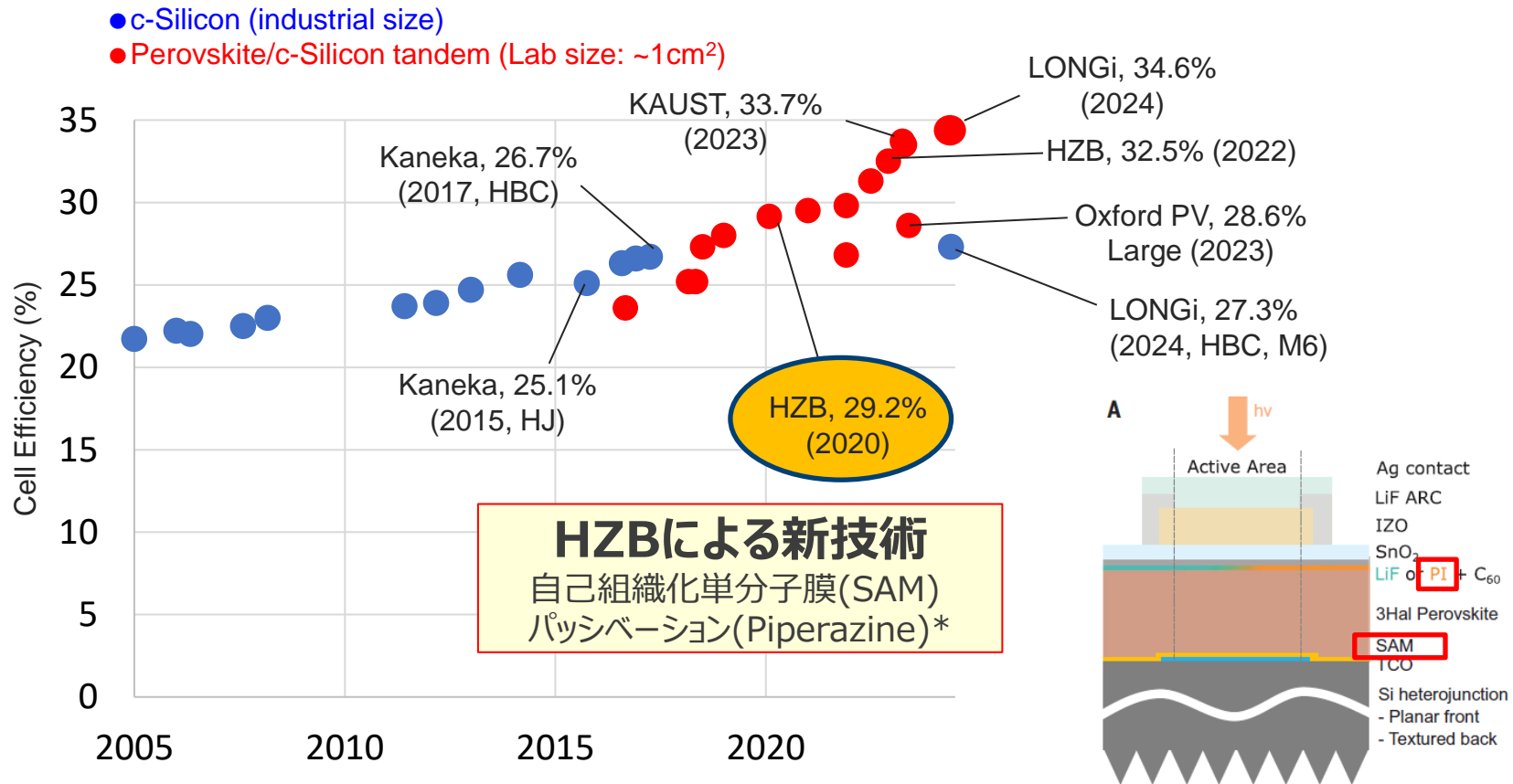


This plot is courtesy of the National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO.

HZBによる新技術 (2020年)

SAM, パッシベーション, 添加剤...

HZB(ドイツ)が発表した新技術により、ペロブスカイト/Siタンデム太陽電池の研究が大きく進展。しかし、大部分の発表が小サイズセルでの結果 (~1cm²)。

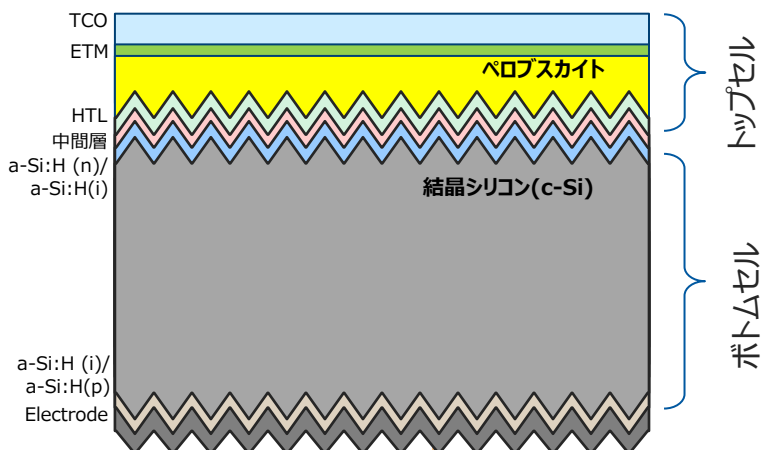


*S. Mariotti *et al.*, Science 381, 63 (2023)

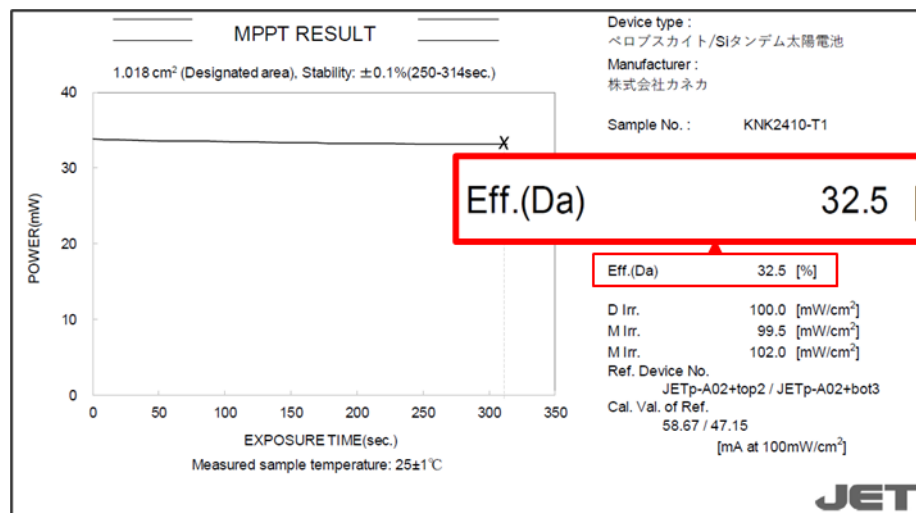
カナカでのタンデム太陽電池の開発状況

セル高効率化技術開発

開発構造の一例



セル効率**32.5%**を確認 (面積:約1cm²)



IV特性では33.4%

瓦一体型ペロブスカイト/Siタンデム
太陽電池モジュール(試作品)

現行製品(ヘテロ接合結晶Siセル)の
1.2倍以上の出力を確認

— 都市のカーボンニュートラルを目指して —

カネカのBIPV製品と用途

Kaneka

カガクでネガイをカナエル会社



シースルータイプ
(Si→ペロブスカイト)



ソリッドタイプ
(Si→ペロブスカイトタンデム)



眺望を確保する「シースルータイプ」



視線カットと眺望確保「ハーフタイプ」



視線をカットする「ソリッドタイプ」

<https://www.kaneka.co.jp/topics/news/2022/nr2210112.html>

— 都市のカーボンニュートラルを目指して —

カナカのBIPV製品と用途

施工事例 新築

ヒューリックスクエア札幌



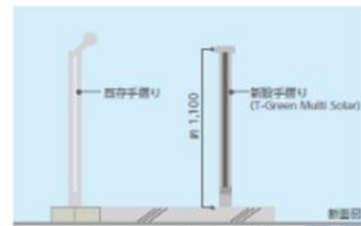
建物上部にソリッドタイプを設置

札幌の中心部において、1期工事・2期工事として段階的に建て替えを行っている複合施設（地上20階建て延床面積約3.3万㎡）。1期部分（地上11階建て）屋上部にソリッドタイプを導入しました。屋上の設備機屋の外壁として、下階の窓と連続するデザインを実現しました。自然光に頼ることで、積熱の発生を受けにくく、高度の低い太陽光や曇りの朝日を通して活かした創エネを実現しています。

ソリッドタイプ：131㎡
#13AW ソフト

所在地：北海道札幌市
竣工年：2022年8月
延床面積：11,190㎡
階数：地下1階/地上13階

東京国際展示場（東京ビッグサイト）



再生エネ技術を率先的に導入して「創エネ見える化」

東京国際展示場では、駅と展示場の主要線に近い場所の大層付近にシーソータイプ3枚、ソリッドタイプ6枚による「発電する手すり」(高さ約17m)を設置しました。発電した電力は、見える化設備の稼働電力とし、手すり周辺LEDライン照明の夜間点灯、及び見える化設備内の充電時間コンセント・USBの電源として使用することができます。

シーソータイプ：2.5㎡
ソリッドタイプ：4.3㎡
#10AW ソフト シェード

所在地：東京都大田区
設置年度：2023年4月
～2027年3月

施工事例 リニューアル

T-Green Multi Solar

大成建設 横浜支店



リニューアル工事① 外壁のスパンドレル部にソリッドタイプ、執務室窓にはシーソータイプを採用

既存建物のZEB化の推進が求められる中で、中規模の既存オフィスビルの改修工事に様々な「創エネ」「創エネ」技術を導入しZEB Readyを達成しました。従来の広い窓面を占める各階のスパンドレル部はグレー色（特注）のソリッドタイプの外壁とし、執務室の窓部はシーソータイプに交換しています。窓壁外壁にもソリッドタイプを設置して、建物全体での創エネを回りました。

シーソータイプ：131㎡
ソリッドタイプ：325㎡
#12AW ソフト シェード

所在地：横浜市中区
竣工年：2023年3月
延床面積：9,339㎡
階数：地下2階/地上9階

大成建設 関西支店



リニューアル工事② 外付け多機能ルーバーや窓部にシーソータイプ、壁面にソリッドタイプを採用

事務所と同様に、中規模の既存オフィスビルの改修工事に様々な「創エネ」「創エネ」技術を導入しZEB Readyを達成しました。既存外壁の外壁には多機能ルーバーを設置し、日射制御や緑化、シーソータイプによる発電を行います。また一部の窓部にシーソータイプ、上階の既存外壁窓部・屋上設備機室部にソリッドタイプを設置して創エネを回りました。

シーソータイプ：244㎡
ソリッドタイプ：377㎡
#10AW ソフト シェード

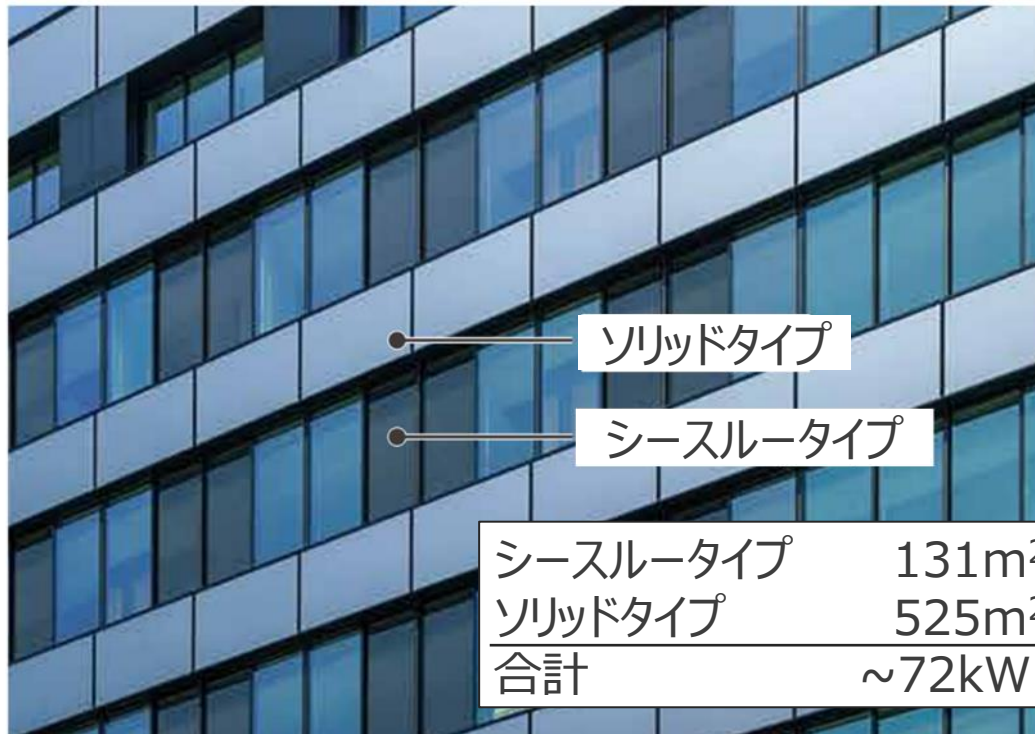
所在地：大阪府大田区
竣工年：2023年3月
延床面積：13,673㎡
階数：地下2階/地上9階

資料提供：大成建設株式会社

— 都市のカーボンニュートラルを目指して —

カナカのBIPV製品と用途

大成建設 横浜支店



資料提供：大成建設株式会社

ソリッドタイプ：シリコンからペロブスカイトタンデムへの置き換えを目指す

- ペロブスカイト太陽電池には薄膜Si太陽電池の技術が展開可能（光閉じ込め、集積化、タンデム等）
- **64cm²サイズ**（集積構造）のペロブスカイト単接合ミニモジュールにて変換効率**22.2% (scan)**及び**21.5% (MPPT保持後)**を達成（2022年度）
- ペロブスカイト/ヘテロ接合タンデム太陽電池セルでは、**32.5%**の変換効率を達成（2024年度）



(例) 瓦一体型ペロブスカイト/Siタンデム太陽電池モジュール

現行製品(ヘテロ接合結晶Siセル)の1.2倍以上の出力を確認

謝辞

本成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）との共同研究および助成事業の結果得られたものです。

カガクで
ネガイを
カナエル会社

KANEKA

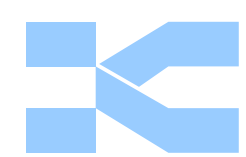
ペロブスカイト太陽電池事業

早期量産化を目指して

世界の実績技術と日本の技術の融合により、日本市場適合性の高い、
生産・量産技術の確立に向けて

2024年12月18日 日経BPセミナー
テクノロジーNEXT2025 DAY2
ペロブスカイト太陽電池セミナー 資料

株式会社倉元製作所
KURAMOTO



- ・ 日本が中国に勝つには？
- ・ 日本での早期量産と低価格化、同時的に実現できる？
- ・ 技術的優位性は？
- ・ 研究開発、特許戦略は？

会社概要

社名	株式会社倉元製作所
証券コード	5216（東京証券取引所スタンダード市場）
代表者	代表取締役社長 渡邊 敏行
本店所在地	〒989-5508 宮城県栗原市若柳武鎗字花水前1-1
電話・FAX	電話：0228-32-5111 FAX:0228-32-6451
ホームページ	http://www.kuramoto.co.jp
設立	1980年8月29日（創業1975年10月13日）
資本金	8,000万円（2024年10月31日現在）
決算期	12月
社員数	84名（2023年12月末）
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> ■ 基板（研削・研磨）事業：フラットパネル（FPD）用ガラス基板の開発、製造ならびに販売 ■ 半導体加工事業（SiCウェハ、石英・SiC パーツの研削・研磨加工） ■ 次世代半導体パッケージ向けのTGV(Through Glass Via：ガラス貫通電極)・TSV (Through silicon via：シリコン貫通電極)関連製品の製造・販売 ■ DXツールの販売事業 ■ ペロブスカイト太陽電池製造販売事業 ■ AI 主導型表面検査（AI高速カメラ）販売事業 ■ AIロボット事業（グループ） ■ 不動産賃貸事業



東証スタンダード上場



ISO9001 認証登録証明書

ビジネスを通じて

時代の半歩先を行く

時代の半歩先を歩み続ける

ビジョン・目指すところ



世界の最先端技術を取り入れ
日本のモノづくりの原点に回帰し、ヒト・モノ・カネ・情報の良い循環を作り、未来に向けて進化する

組織力



全社員が一致団結し、誇りと情熱を持って取り組むことの出来るモノづくりのプロ集団

株式会社倉元製作所はこれらの理念の下、明るい未来づくりに貢献致します。

事業拠点



本社・若柳工場
敷地面積14.6万㎡

〒989-5508

宮城県栗原市若柳武鎗字花水前1-1

TEL 0228-32-5111

FAX 0228-32-6451

花泉工場
敷地面積3.9万㎡

〒029-3207

岩手県一関市花泉町油島字内別当19-1

TEL 0191-82-5110(代)

FAX 0191-82-5100



神栖工場
敷地面積2,600㎡

〒314-0112

茨城県神栖市知手中央十丁目6番8号

TEL 0299-97-1216(代)

FAX 0299-90-5666



ペロブスカイト太陽電池事業

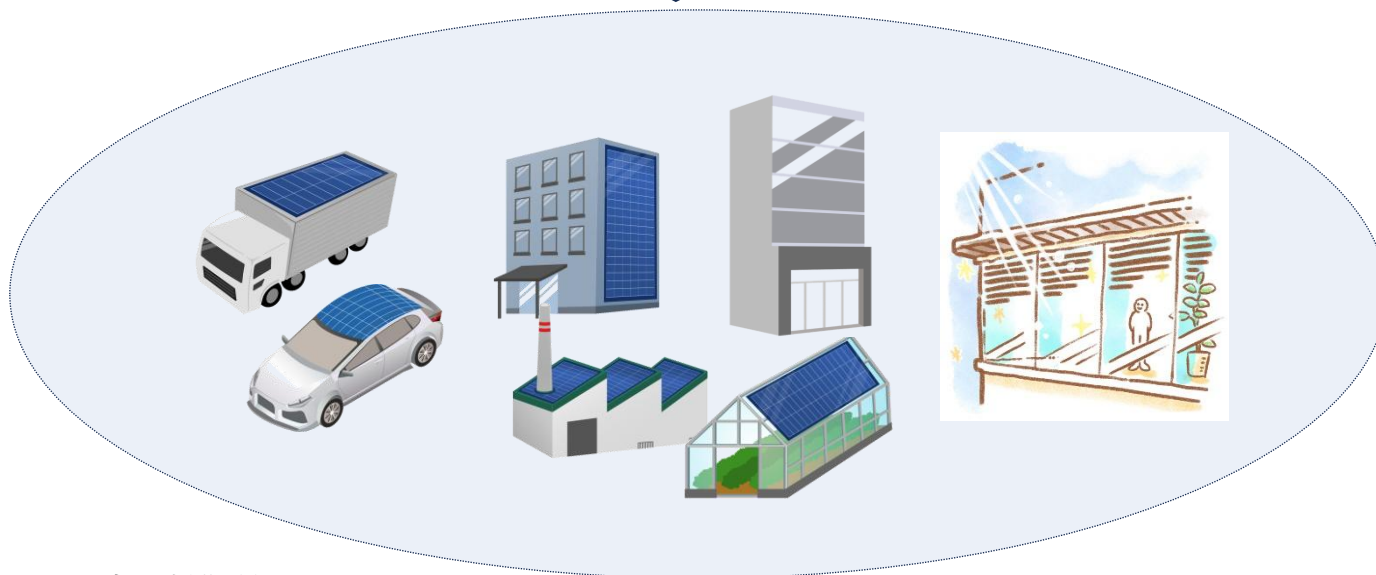
株式会社倉元製作所
KURAMOTO

ペロブスカイト太陽電池とは



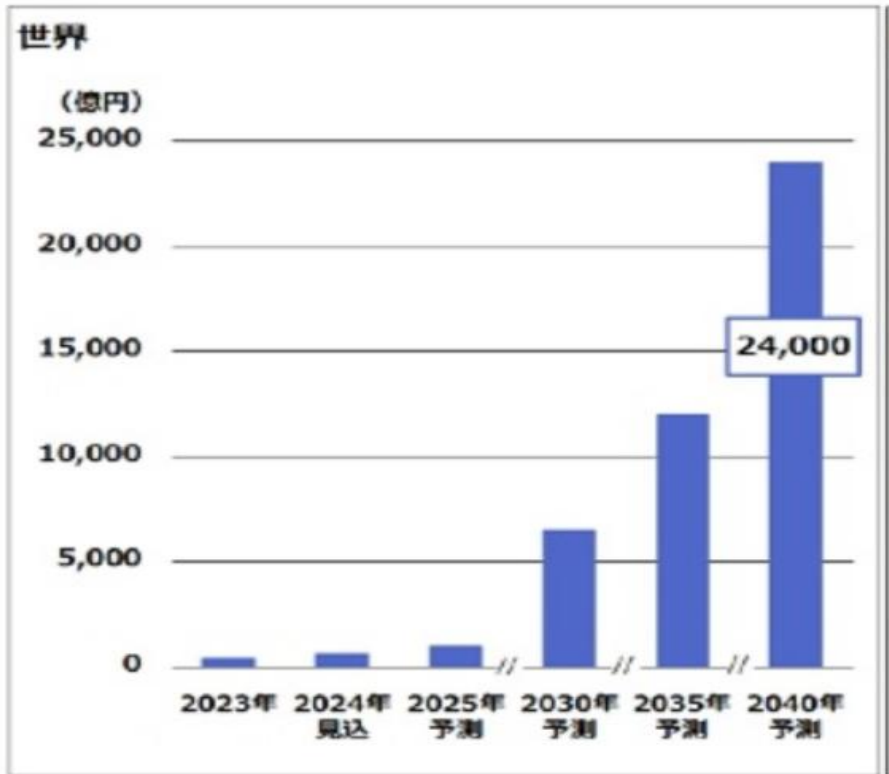
【設置場所】

軽量、薄型、柔軟性、低製造コスト、主要材料の国内生産量豊富などの特徴により、**これまで設置できなかった場所**での太陽光発電が可能。



市場規模 & 政府支援策の拡充

ペロブスカイト太陽電池の世界市場、2040年に2兆4000億円



ペロブスカイト太陽電池・世界市場と国内市場の推移
(出所：富士経済)

2023年に約630億円だったペロブスカイト太陽電池の世界市場は2040年には2.4兆円に膨らむ見通し。

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**

出所：経済産業省HP

経済産業省GXサプライチェーン 2024年度補助金決定

予算額	421,200,000,000円(令和10年度までの国庫債務負担含む)
補助率	原則 大企業 1/3以内 中小企業等 1/2以内
事業期間	令和6年9月17日～令和11年3月31日
補助対象要件	1) ペロブスカイト太陽電池 ・完成品(ペロブスカイト結晶構造の発電層を有するフィルム型の太陽電池) ・レーザー加工装置 2) 浮体式等洋上風力発電設備 ・ブレード※、タワー、ナセル、係留索・係留チェーン、アンカー、浮体基礎

予算総額
4,212億円

【事業環境】

（社会面）

- 2050年カーボンニュートラルに向けて再生可能エネルギー（以下「再エネ」）供給を拡大させることは不可欠である一方、従来の再生可能エネルギーの主力である、シリコン型太陽光パネルの設置の問題点顕在化（設置場所の不足、環境破壊、系統連携問題など）
- 既に、日本の太陽光発電の国土面積あたりの日本の太陽光導入容量は主要国の中で最大級（資源エネルギー庁）で飽和状態。
- ペロブスカイト太陽電池は、日本の再エネ拡大の切り札（資源エネルギー庁）として位置づけ。

（経済面）

- 太陽光パネルの生産は、中国が世界の8割を供給しており、エネルギー安全保障上きわめて高価値であるにもかかわらず、国内生産は減少の一途である。

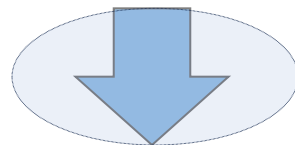
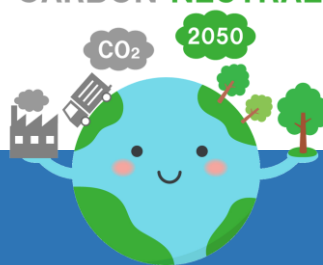
（政策面）

- 2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画（経済産業省）では、2022年21.7%であった再エネ比率を2030年に36～38%（うち太陽光20～22%）を目指すこととされ、量産技術確立、生産体制整備、需要の創出のための諸施策が実施されている。
- 「次世代太陽電池戦略（案）」では、主にフィルム型ペロブスカイト太陽電池を屋根上主体に建物に設置するケースを前提に、「2025年度から国内市場を立ち上げ、2040年に約20GWの導入を目指す」とした（タンデム型へのリプレースにより66.8GWリプレース容量も試算）。

（技術面）

- 量産製造技術（フィルム基材、塗布材料開発等）は、日進月歩で技術革新がなされており、大型化、耐久性の問題もクリアしつつある。

CARBON NEUTRAL



【当社の経営ビジョン】

- ◆ カーボンニュートラル実現と社会のニーズに応えるために、**ペロブスカイト太陽電池（フィルム型）を迅速に日本に普及させること**

対象市場と製品、販売戦略

① 対象市場詳細

<B to C>

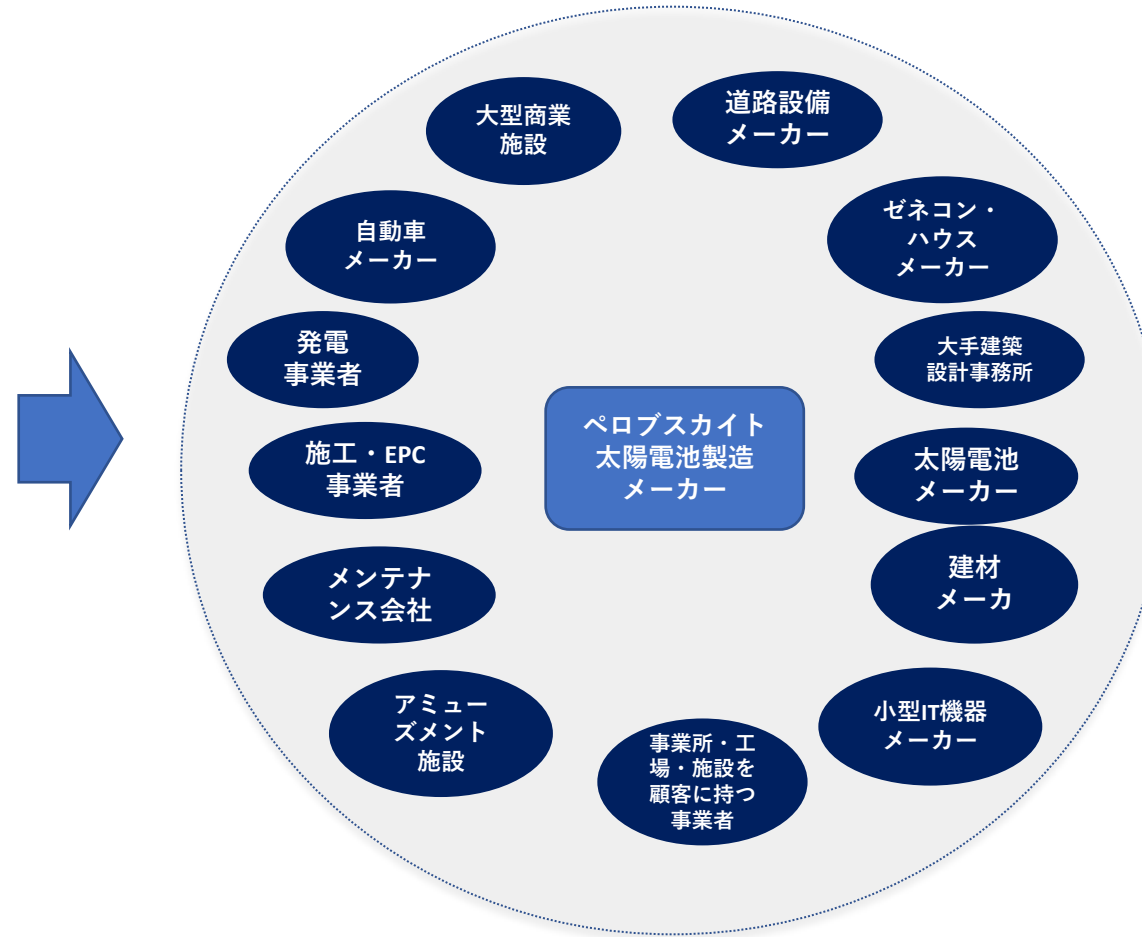
- ・個人住宅
- ・マンションベランダ
- ・アウトドア・キャンプ
- ・携帯用充電器（小型IoTデバイス向け）

<B to B>

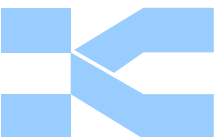
- ・公共事業 国、地方自治体等
- ・自動車関係。駐車場、急速充電器等。
- ・高速道路防音壁
- ・街路灯（独立電源用途）
- ・既存結晶系パネル設置不可（低耐荷重）箇所（工場屋根、倉庫等）
- ・自動販売機
- ・農業（ビニールハウス等）
- ・災害時の非常用電源
- ・小規模店舗（コンビニ等）
- ・耐荷重の小さい工場屋根
- ・建物壁面
- ・EVステーション連携、自動車搭載

② 対象製品

- ・フィルム型
- ・都市型再エネ・蓄電システム



ペロブスカイト太陽電池の
各業界大手企業との提携

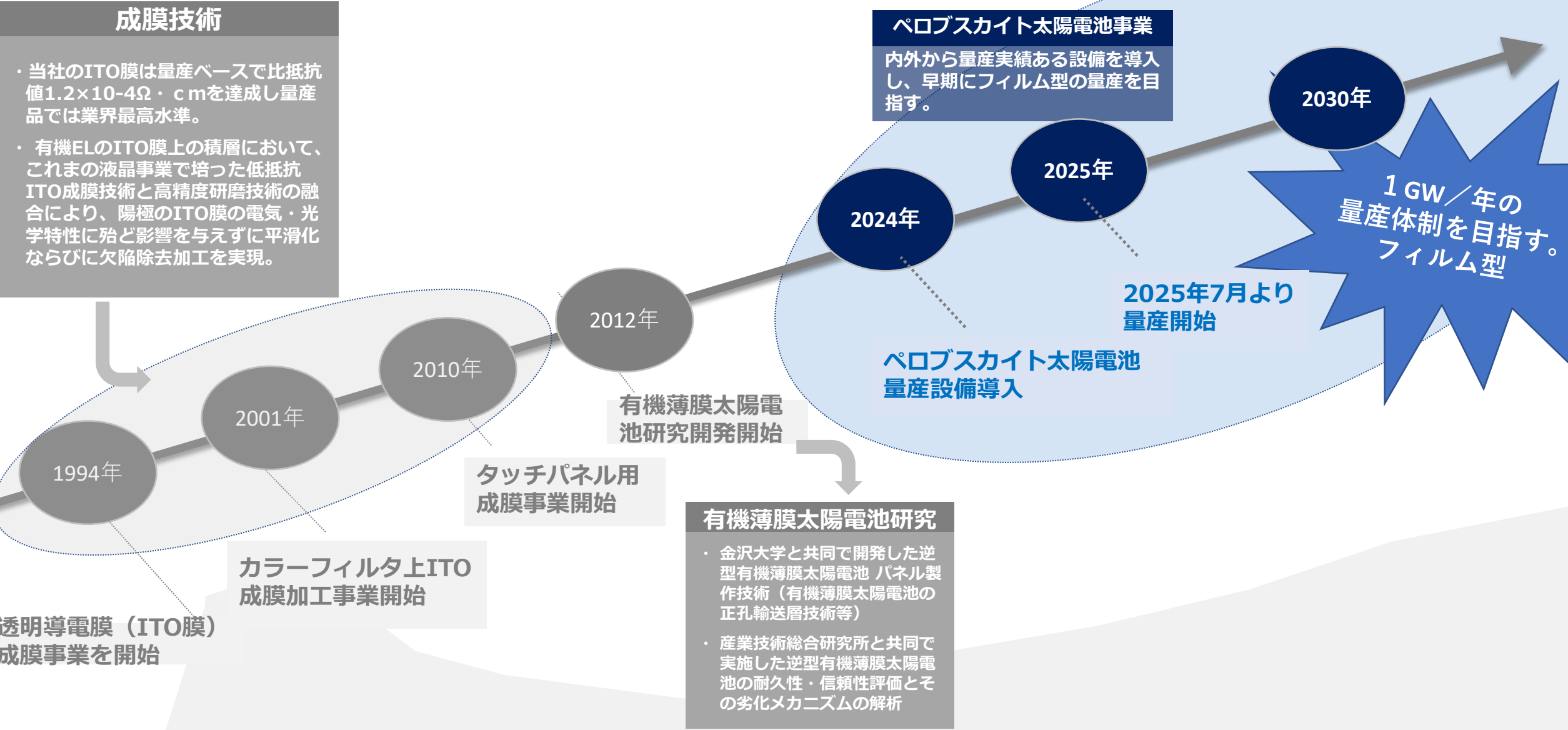


当社の目指すところ 2030年1GWの量産体制

成膜技術

- ・ 当社のITO膜は量産ベースで比抵抗値 $1.2 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ を達成し量産品では業界最高水準。
- ・ 有機ELのITO膜上の積層において、これまでの液晶事業で培った低抵抗ITO成膜技術と高精度研磨技術の融合により、陽極のITO膜の電気・光学特性に殆ど影響を与えずに平滑化ならびに欠陥除去加工を実現。

ペロブスカイト太陽電池事業
 内外から量産実績ある設備を導入し、早期にフィルム型の量産を目指す。



1994年

2001年

2010年

2012年

2024年

2025年

2030年

タッチパネル用成膜事業開始

カラーフィルタ上ITO成膜加工事業開始

有機薄膜太陽電池研究開発開始

ペロブスカイト太陽電池量産設備導入

2025年7月より量産開始

1GW/年の量産体制を目指す。フィルム型

有機薄膜太陽電池研究

- ・ 金沢大学と共同で開発した逆型有機薄膜太陽電池 パネル製作技術（有機薄膜太陽電池の正孔輸送層技術等）
- ・ 産業技術総合研究所と共同で実施した逆型有機薄膜太陽電池の耐久性・信頼性評価とその劣化メカニズムの解析

透明導電膜（ITO膜）成膜事業を開始

【当社の保有技術①】

◆ 有機薄膜太陽電池技術（2014年研究開発開始）

- [金沢大学](#)と共同で開発した逆型有機薄膜太陽電池 パネル製作技術
(有機薄膜太陽電池の正孔輸送層技術)
- [産業技術総合研究所](#)と共同で実施した逆型有機薄膜太陽電池の耐久性・信頼性評価とその劣化メカニズムの解析

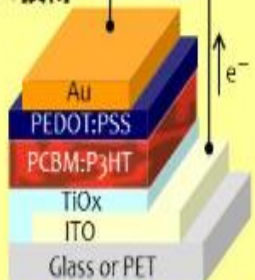
当社の技術的背景 ① 有機薄膜太陽電池技術

理工研究域
サステナブルエネルギー研究センター

有機薄膜太陽電池部門概要

低コスト、軽量、柔軟性かつ高耐久性を示す逆型有機薄膜太陽電池の研究開発

シーズ技術



- ・太陽電池心臓部ITO からAu 膜厚が数百ナノメートルと非常に薄い
- ・大気中作製が可能で、耐久性が比較的高い
- ・フレキシブル素子作製や大面積化が容易



発電効率の向上	発電効率8%以上の達成
信頼性の確保	未封止素子の太陽光連続照射1000時間における性能維持率80%以上の達成
生産技術の革新	大気中製造技術の確立および大面積フィルム太陽電池製作の基盤技術の確立

要素技術開発

- ・高効率発電層有機材料の創製
- ・耐久性フィルム素子構造の開発
- ・簡易封止技術開発
- ・印刷技術導入による新規プロセスの開発
- ・モジュール化

研究開発が連携して推進できる基盤ネットワークを形成し、目標達成を目指す。



金沢大学 理工研究域
サステナブルエネルギー研究センターHP



逆型有機薄膜太陽電池の実証実験

栗駒高原駅バス停通路屋根 (金沢大学(株)、倉元製作所、(株)イdealスター)

倉元製作所のシーズ

- ・実証段階にある逆型太陽電池パネルの製造



有機薄膜太陽電池試作サンプル(左:パネル型、右:ブラインド型)

独立行政法人 産業技術総合研究所

産総研支援方法

- ・同社の有機薄膜太陽電池サンプルの屋内加速試験および屋外曝露試験を実施
- ・試験データによる研究者間での劣化メカニズムの解明に向けた検討

フレキシブルデバイス
適応技術

【当社の保有技術②】

◆ ITO成膜技術

- ・ETFE基板最適化技術、陰極成膜技術、背面電極金属膜成膜技術、nmレベルの膜厚技術
(低比抵抗業界No.1)
- ・低抵抗ITO成膜技術と高精度研磨技術を融合させた陽極ITO膜の平滑化と欠陥除去加工技術
- ・岩手大学と共同で行った、低抵抗ZnO系透明導電膜の低温成膜スパッタリング実用化技術
([フレキシブルデバイス適応技術](#)) (次頁)
- ・樹脂基盤ITO成膜供給実績
(株)東レ、帝人デュポンフィルム(株)、三菱エンジニアリングプラスチック(株)他)

フレキシブルデバイス
適応技術

低抵抗 ZnO 系透明導電膜の低温成膜スパッタリング 実用化技術

育成研究：JSTイノベーションサテライト岩手 平成17年度採択課題
「スパッタ法による ZnO 系透明導電膜の実用化技術の開発」



代表研究者：岩手大学 工学部・電気電子工学科
教授 道上 修

研究概要

ZnO 系透明導電膜は、ポスト ITO の位置付けに止まらず、新たな製品の創生が期待される。本研究では、大面積成膜、量産性に優れたスパッタリング法での実用化を目的に、ZnO 系に適するのスパッタ条件を追及すると共に ZnO 系焼結ターゲットを開発し、将来のフレキシブルデバイスに適応できる 50℃で低抵抗薄膜が得られる低温成膜技術を可能にした。

研究内容、研究成果

透明導電膜 ZnO はポスト ITO (In と Sn の酸化物) の位置づけにあり、ZnO 系薄膜の実用化への試みがなされている。本研究では、スパッタリングにより ZnO 系透明導電膜の成膜技術を確立し、資源的に豊富な ZnO 系透明導電膜の企業化への道を切り拓くことを目的としている。

ITO 仕様のスパッタリング装置で ZnO 系透明導電膜を作製した場合、抵抗の低い薄膜が得られず、スパッタ法による大型薄膜の生産に至っていない。スパッタ法で薄膜を作製する場合、薄膜特性は、スパッタ条件と薄膜の原料となる焼結ターゲットの性能に大きく左右されるため、双方は高品質薄膜作製の両輪となっている。本研究では、良質薄膜が得られるスパッタプラズマ環境を明らかにするため、1mサイズの大型スパッタ装置を試作し、種々の条件で薄膜を作製した。一方、低抵抗薄膜が得られる焼結ターゲットを開発するため、多くの元素添加と種々の焼結条件（9 元素添加、添加量、バイнда、仮焼結温度・回数、本焼結温度、焼結雰囲気等）を調べ、低抵抗薄膜が得られる独自の焼結ターゲット及び作製法を開発した。開発したターゲットを用いて、最適なスパッタ条件により、50℃の低温成膜で、比抵抗 $\rho = 3.9 \times 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ を得、フレキシブルデバイスへの展開の可能性を見出した。また、開発したターゲットを大型量産スパッタリング装置（ターゲット電極長：1-2m）での生産を狙い、大型電極用の角型焼結ターゲットを試作し、現状機能で得られる ZnO 系薄膜の特性評価を行うため、現在、薄膜作製に入った段階に来ている。今後は、量産機の現状機能および焼結ターゲットの課題を抽出し、電極の一部改造とターゲットの焼結条件の改良を行い、ZnO 系透明導電膜の生産技術の確立に繋げて行く。



図1 実用スパッタ装置搭載用焼結ターゲット
開発したB-Ga-ZnO焼結ターゲット。実験用では丸型、実用機用では角型ターゲットが使用されている。



図3 ZnO系薄膜で試作したモノクロ液晶ディスプレイ
開発したエッチング液でのパターニングで 100 μm パターンが明確に確認されている。5 μm パターンも実現できている。

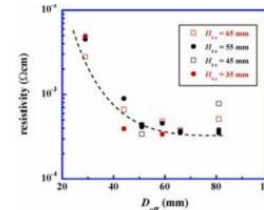


図2 比抵抗率（薄膜）の基板位置依存性
D_{off}: ターゲットからの偏心距離
H_{in}: ターゲット面からの高さ

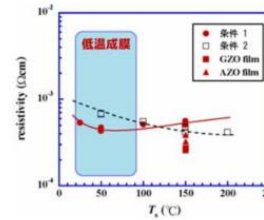


図4 比抵抗率（薄膜）の基板温度依存性
ZnO系ターゲットを使用して、50℃で低抵抗薄膜を実現した（プラスチック用低温成膜）。

研究体制

- ◆ 代表研究者
岩手大学 工学部・電気電子工学科 教授 道上 修
- ◆ 研究者
小田島聡 (JST 研究員)、太田靖之 (JST 研究員)
越後谷淳一 (岩手大学 教授)

共同研究機関

株式会社倉元製作所

国立研究開発法人科学技術振興機構HPより

当社花泉工場での使用装置



インライン式スパッタ装置
2号機

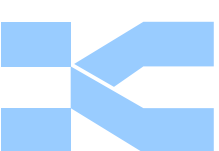


インライン式スパッタ装置
3号機



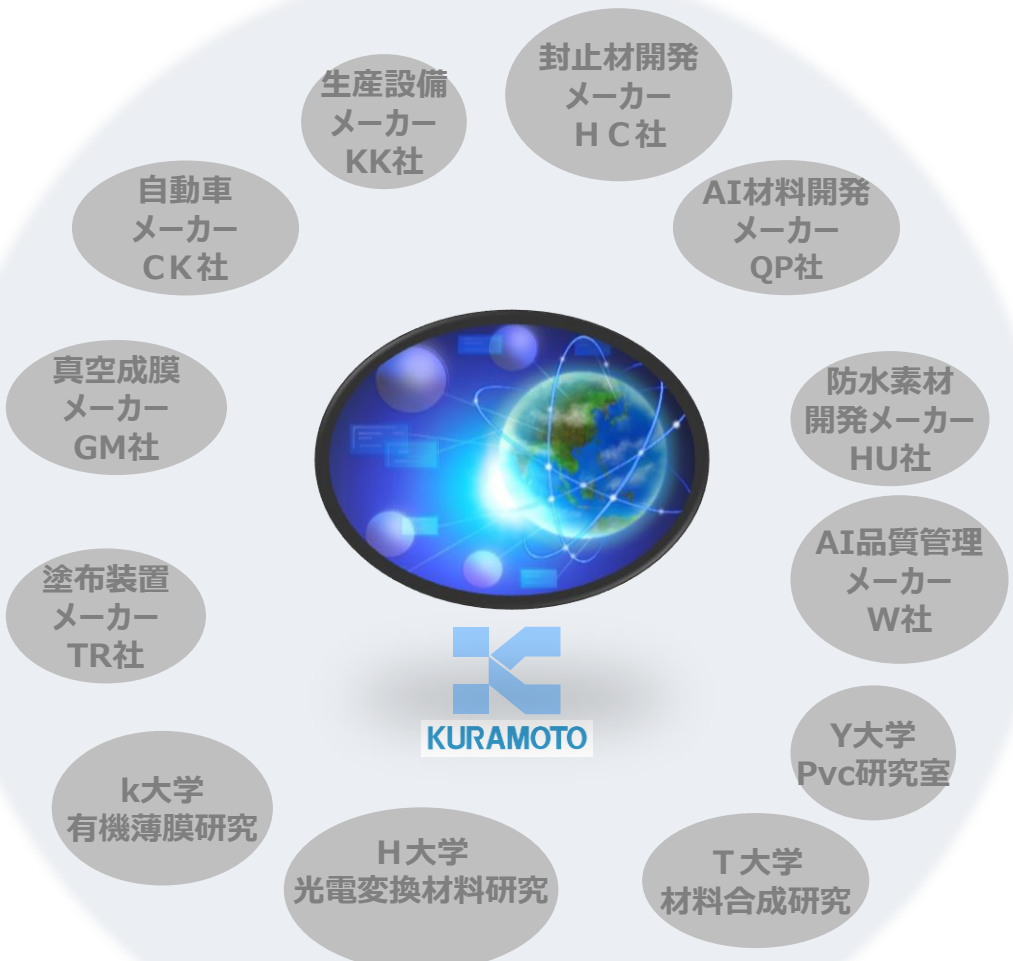
14槽式超音波洗浄機
2号機

※ 当社花泉工場の成膜設備。当該設備は、2024年10月より、ペロブスカイト太陽電池量産設備にリプレース中。



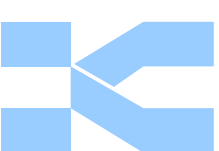
2030年、1GW量産に向けて研究開発を加速

世界の実績技術と日本の技術の融合により、日本市場に適合性の高い、生産・量産技術を迅速に確立する！

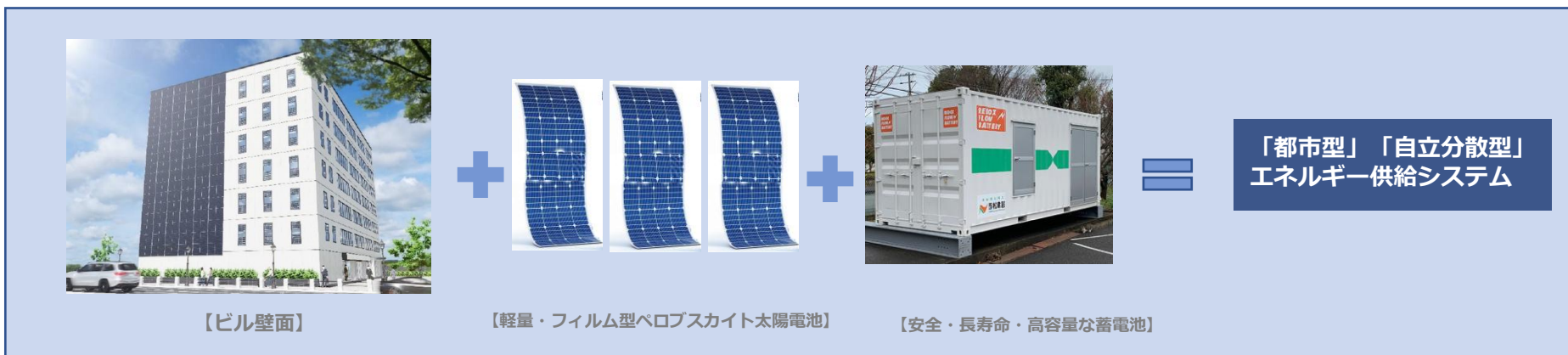


- ◆ **フィルム型高効率Roll to Roll技術開発 (KK社)**
- ◆ **タンDEM型建材応用製品技術開発 (KK社)**
- ◆ **低環境負荷製造プロセス開発 (TH大学)**
- ◆ **高耐久性封止材開発 (H社、Hu社)**
- ◆ **溶剤塗布大面積高耐久性化基板開発 (K大学)**
- ◆ **自動車実装技術開発 (C社)**
- ◆ **AI高性能表面検査システムによる歩留率向上 (W社)**
- ◆ **鉛回収リサイクル技術 (Y大学)**
- ◆ **太陽光パネルリサイクル技術の共同研究 (T大学)**

生産技術及び材料技術の共同開発先 (未契約を含む)



ペロブスカイト太陽電池と バナジウムレドックスフロー電池と連携した「都市型」「自立分散型」エネルギー供給システムを展開



【バナジウムレドックスフロー電池の特徴】

項目	特徴
安全	◆不燃性電解液、難燃性セルスタックにより火災の可能性が極めて低い
長寿命	◆充放電回数無制限、電解液は劣化がなく半永久的に利用可能
充電残量	◆充電残量の正確な把握が可能
電池容量	◆電解液量を増やせば電池出力容量を容易に増やせる

【導入事例】

NEDOと住友電工、日米初の蓄電池による実配電網でのマイクログリッド構築・運用に成功

© 2022/1/27



【国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構】

CREATING THE FUTURE

ビジネスを
通じて

半歩先行く技術と商品力で未来を創る

ビジョン
目指すところ

世界の最先端技術を取り入れ
日本のモノづくりの原点に回帰し、ヒト・モノ・カネの
良い循環を生み出し、未来に向けて進化する

組織の理念は

全社員が
情熱を持って

全社一丸となれる組
織の仕組を持つ

モノづくりの
プロ集団