

# TOSHIBA

東京型スマート農業成果発表会

## 次世代型太陽電池に関する取り組み ～農業への適用検討～

2024年2月5日

東芝エネルギーシステムズ株式会社  
エネルギー・アグリゲーション事業部  
次世代太陽電池開発部

当社の事前許可なくこの資料の一部または全部を複写・複製・第三者に開示することは禁止させていただきます。  
東芝エネルギーシステムズ株式会社

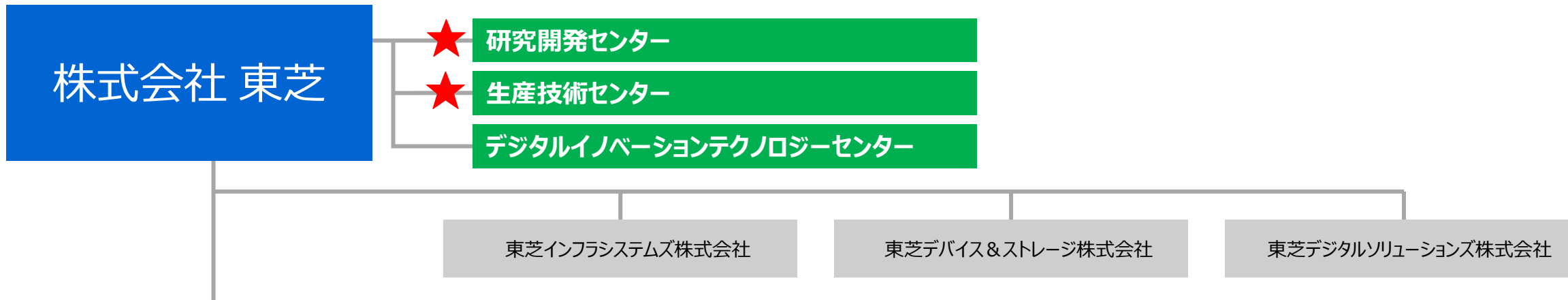
# Contents

- 01 会社紹介・弊社の取り組み
- 02  $\text{Cu}_2\text{O}$ タンデム太陽電池の紹介
- 03 フィルム型ペロブスカイト太陽電池の紹介
- 04 農業分野への適用可能性

# 01

## 会社紹介・弊社の取り組み

# 組織体制



## 東芝エネルギーシステムズ株式会社

2023年12月22日現在

**事業内容** エネルギー事業関連の製品・システム・サービスの開発・製造・販売



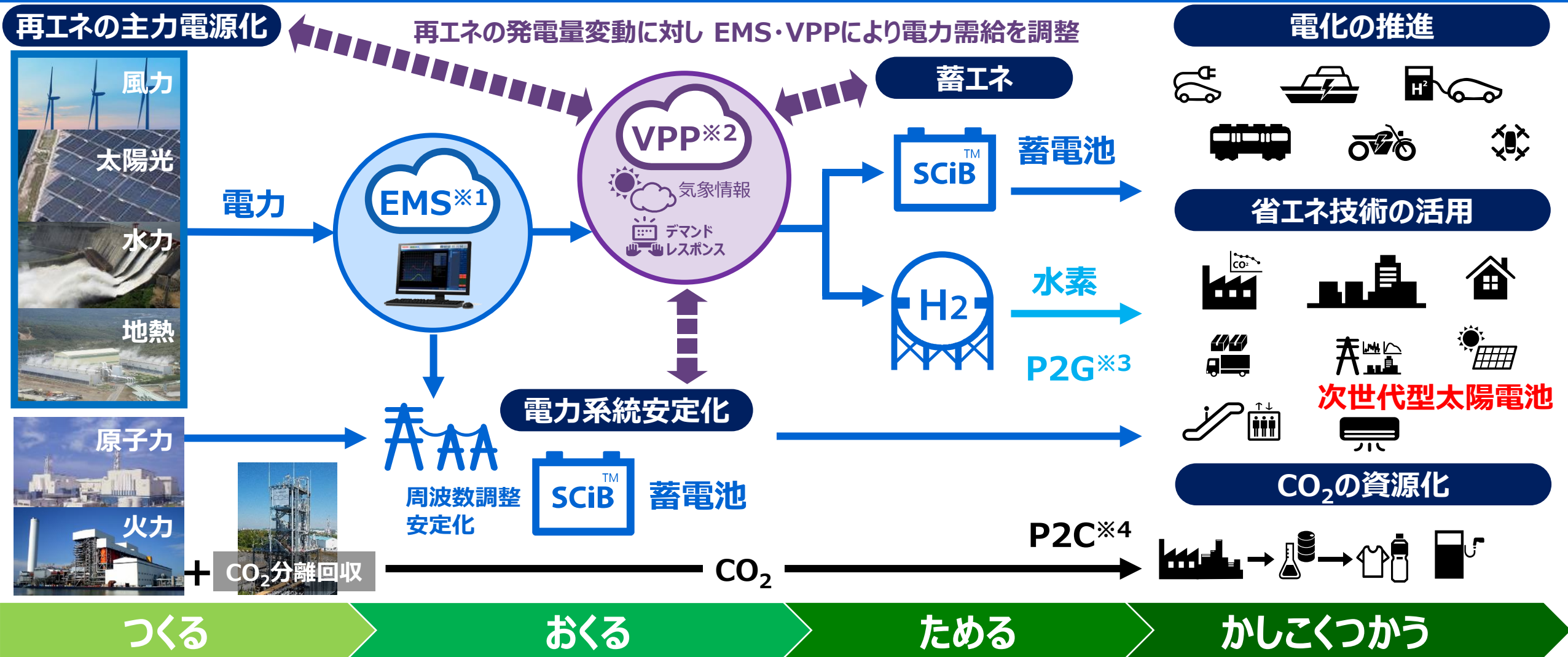
**代表取締役社長**  
島田 太郎 (しまだ たろう)

★ エネルギーアグリゲーション事業部	機子エンジニアリングセンター
パワーシステム事業部	京浜事業所
グリッド・ソリューション事業部	浜川崎工場
DX統括部	府中工場
国内営業統括部	
海外営業統括部	
エネルギーシステム技術開発センター	

北海道支社	関西支社	中部支社	四国支社
東北支社	中国支社	北陸支社	九州支社

# 東芝グループのエネルギーソリューション

「つくる」「おくる」「ためる」「かしこくつかう」全領域にソリューションを展開

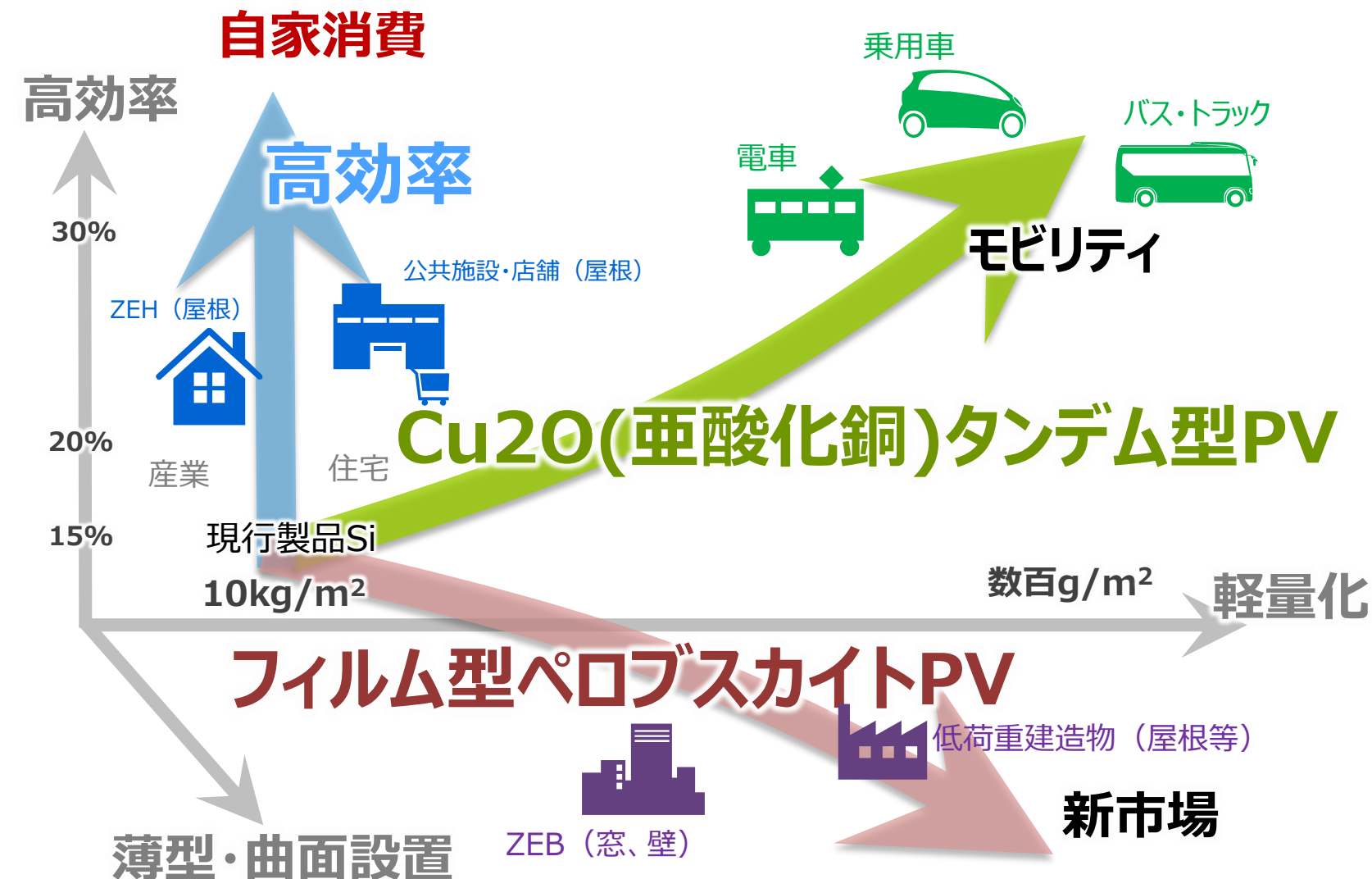


※1 EMS : Energy Management System  
 ※2 VPP : Virtual Power Plant

※3 P2G : Power to Gas  
 ※4 P2C : Power to Chemicals

# 次世代太陽電池の開発

「高効率×軽量化」及び「薄型・曲面設置×軽量化」 両面の開発を加速



## Cu<sub>2</sub>O タンデム型太陽電池



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) の委託事業

## ペロブスカイト太陽電池



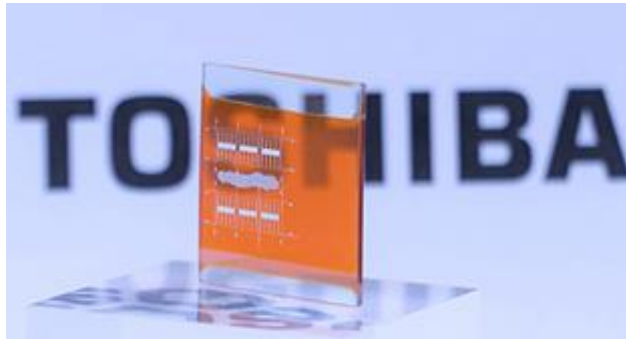
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業

# 02

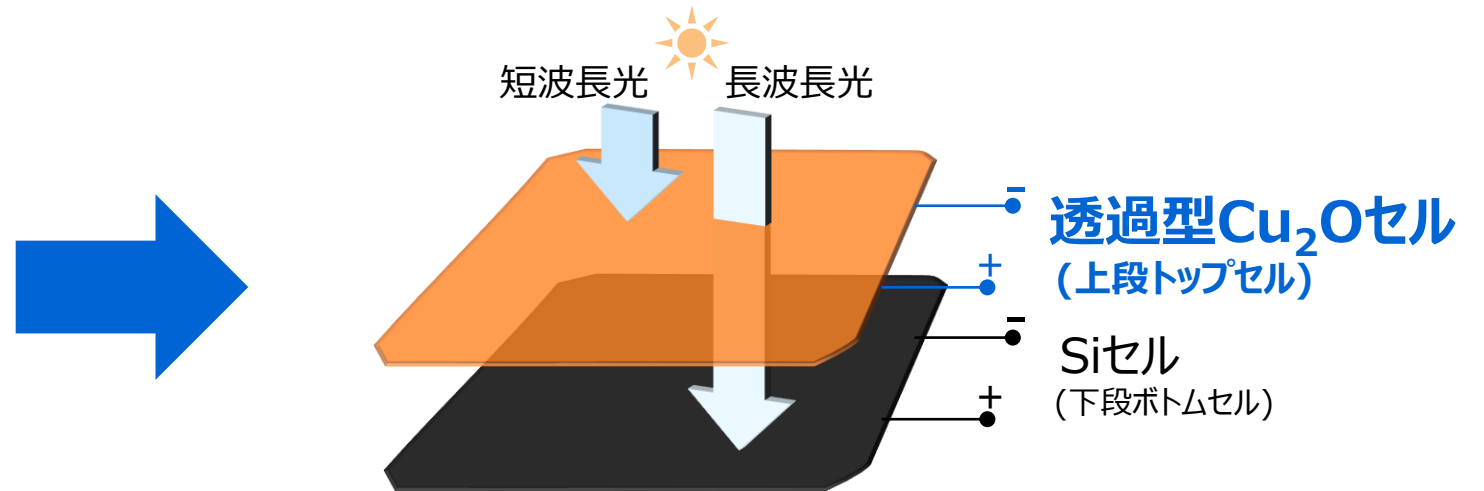
## Cu2Oタンデム太陽電池の紹介

# はじめに – Cu<sub>2</sub>Oタンデム型太陽電池の特長 –

## 透過型Cu<sub>2</sub>Oセル



## 4端子Cu<sub>2</sub>Oタンデム型太陽電池



- ✓ キーデバイスは、安価な透過型Cu<sub>2</sub>Oセル
- ※ 2019年に世界初の透明化に成功
- ✓ Cu<sub>2</sub>OとSiが電氣的に独立に発電する4端子構造

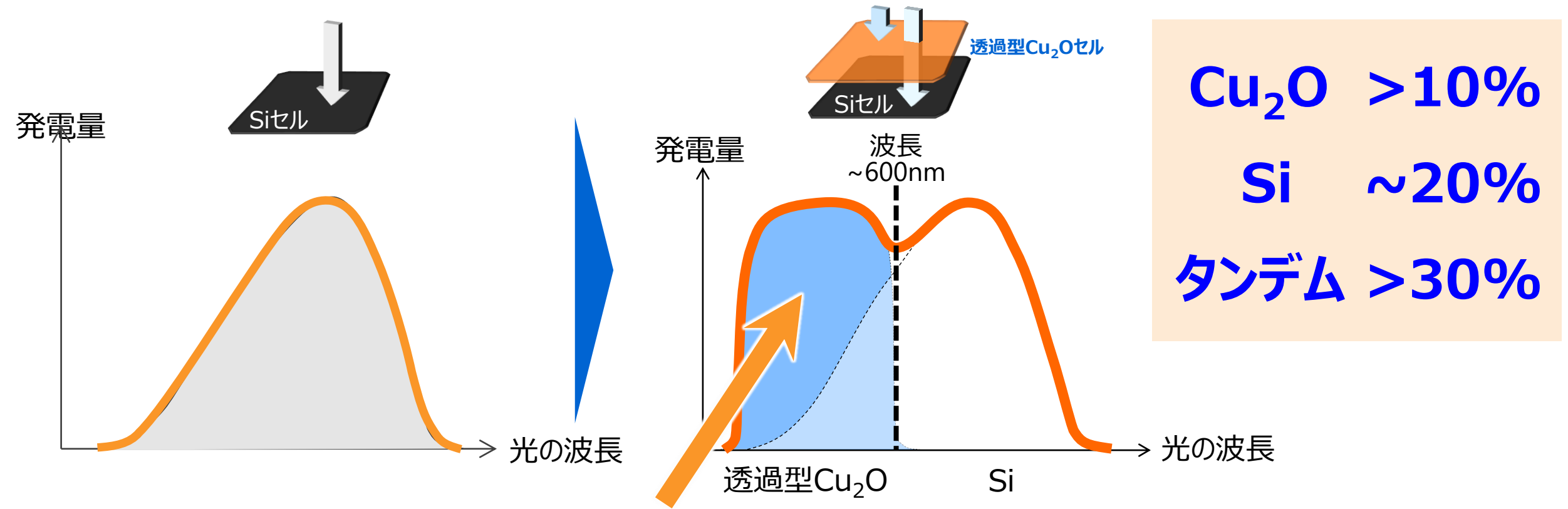


# タンデム化による高効率発電の仕組み

- ✓  $\text{Cu}_2\text{O}$ とSiは発電波長が相補的。下段のSiの効率は~20%
- ✓  $\text{Cu}_2\text{O}$ が効率10%以上で、タンデムとして効率30%以上が実現可能

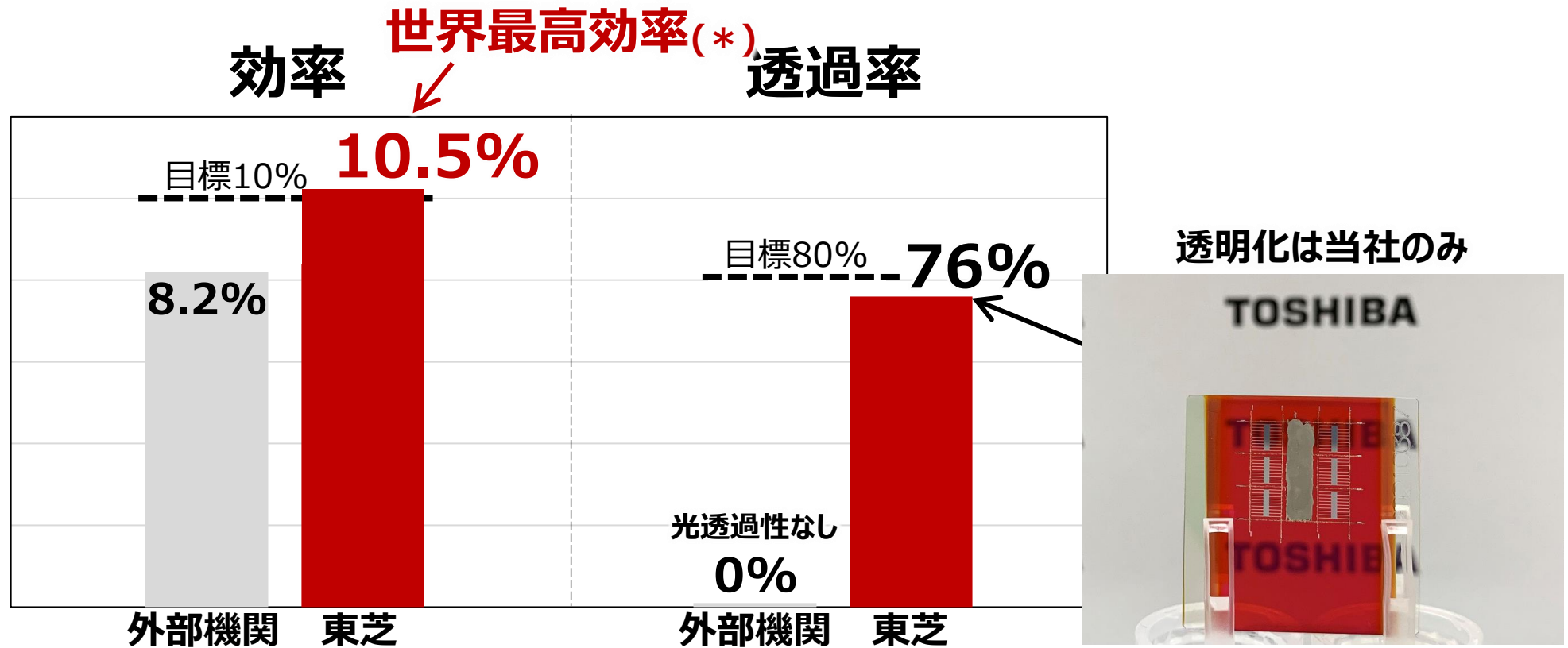
太陽光（短波長光+長波長光）

太陽光（短波長光 長波長光）



**$\text{Cu}_2\text{O}$ で発電量増加  
(Siは短波長領域で発電小)**

# 小型Cu<sub>2</sub>Oセルの開発進捗



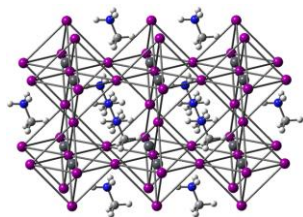
✓ 世界最高効率10.5%(\*)を達成

# 03

## フィルム型ペロブスカイト太陽電池の紹介

## 日本発

桐蔭横浜大・宮坂先生が発案した日本発の技術



ペロブスカイト結晶 ((CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>)PbI<sub>3</sub>の例)

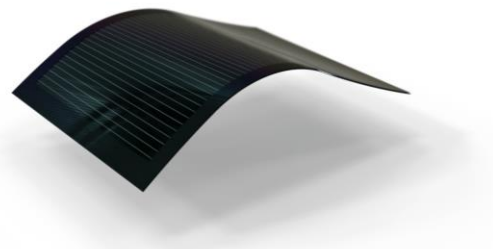
## 高効率

理論限界値は30%を超える高効率PVが作製可能

既存のSi-PVの理論限界値は、29%

## 塗って作れる

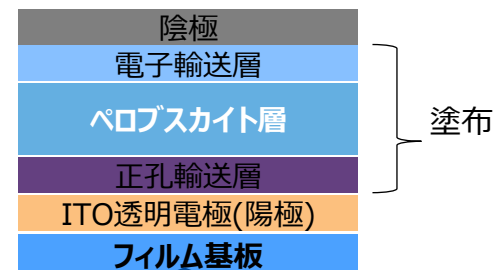
フィルムに塗ればフィルム型太陽電池



## 軽い、薄い、割れない

発電層の厚みは1μm以下

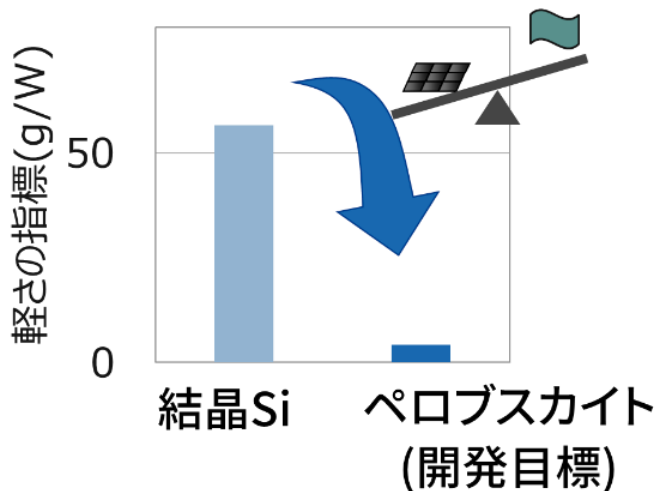
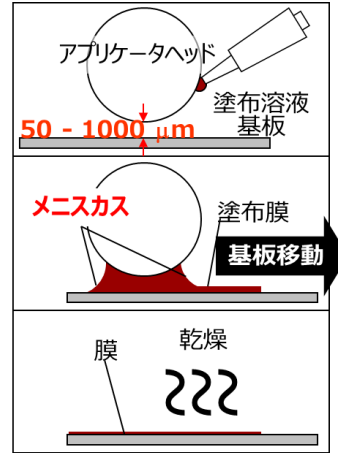
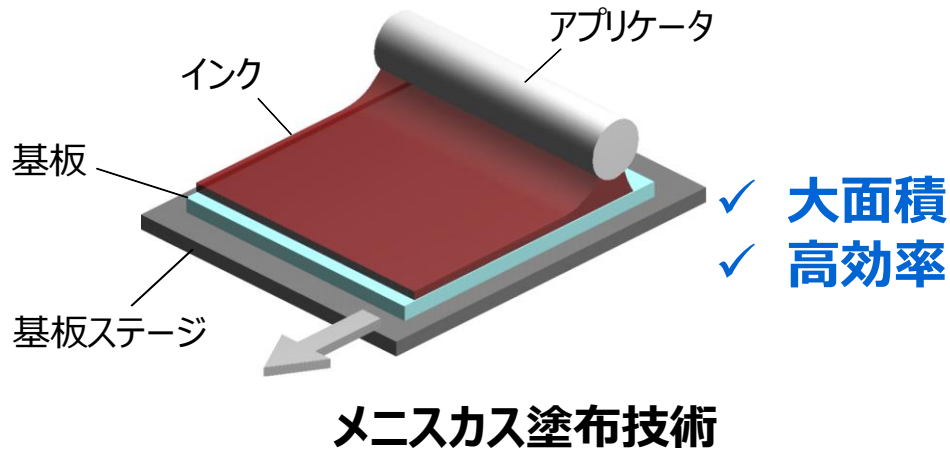
プレーナ型逆構造セル



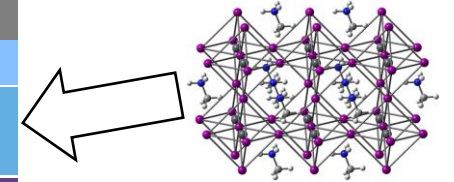
# 弊社フィルム型ペロブスカイト太陽電池技術

## フィルムに塗って作れるペロブスカイト太陽電池

- 良質な大面積塗布膜を形成できるメニスカス塗布法



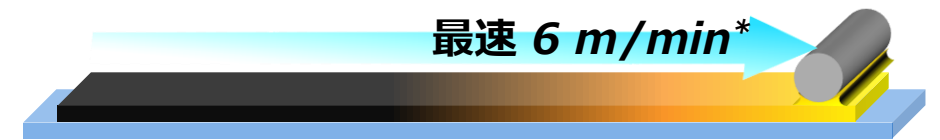
## プレーナ型逆構造セル



## フィルム型ペロブスカイト太陽電池

### <開発進捗>

- ✓ 1ステップメニスカス塗布法により従来（2ステップ）の最大25倍以上の塗布速度



インク開発、塗布プロセス開発、装置開発により  
高速で、大面積均一塗布可能な1ステッププロセスを実現

# 適材適所での利用

結晶系Si太陽電池 と 次世代太陽電池は、各々の特長が生かせる場所に適用する

汎用（現行技術）

土地を確保できる、重量などの課題がない場所

結晶系Si

モジュール効率	重量	コスト
○	△	○



次世代（開発中）

従来の太陽光パネル取付が困難な場所

フィルム型  
ペロブスカイト

モジュール効率	重量	コスト
○	◎	○※（現状△）

※軽量化により、架台・工事費等の低減が見込まれる。  
また量産効果によりトータルコスト低減を目標としている。



# 04

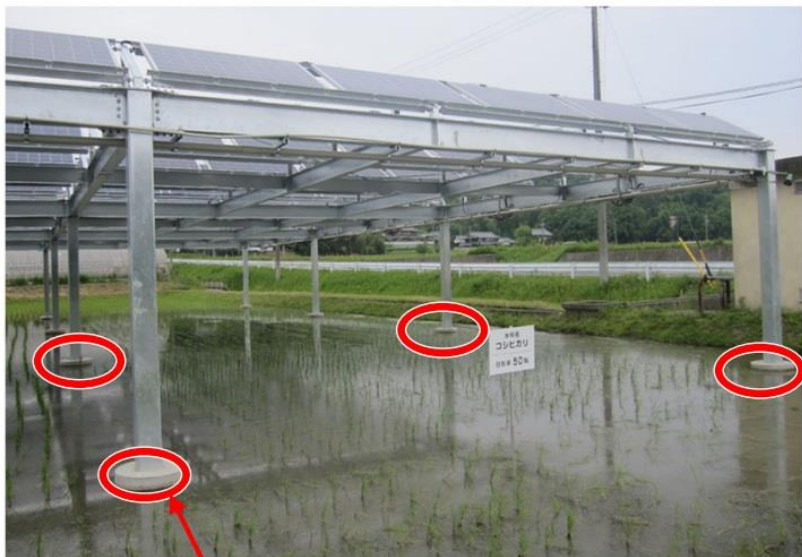
## 農業分野への適用可能性

# 今までの農業分野における 太陽光発電の貢献

平成26年に施行の「農山漁村再生可能エネルギー法」により、  
農林漁業の健全な発展と調和のとれた再生可能エネルギー電気の発電を促進

**営農型太陽光発電** 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イメージ



支柱の基礎部分が、一時転用許可の対象

## 一時転用許可実績〔新規許可のフロー〕

	平成25年度	26年度	27年度	28年度	29年度	30年度	令和元年度	令和2年度	合計
新規許可件数	102件	351件	395件	404件	318件	474件	651件	779件	3,474件
下部農地の面積	17.6ha	54.7ha	84.9ha	159.3ha	79.2ha	149.6ha	182.6ha	144.8ha	872.7ha

資料：農林水産省農村振興局農村計画課調べ



# 今後の次世代太陽電池の適用可能性

2050年までに目指す姿として、食料・農林水産業分野における脱炭素と生産力向上／持続性の両立に向けた取組（GX）を推進

- ビニールハウスの照明、温湿度制御に活用。ICTと融合して生産量の向上をはかる
- 装置／システム電源は再生可能エネルギーで対応。
- AI+ドローンで農業の省力化
- CO<sub>2</sub>の見える化によるカーボンクレジット取引に参入



# ソーラーエネルギー利用システム 共同研究の実施

## 目的

停電対策やオフグリッドが可能となるよう、ビニールハウスの天井などに簡単に設置して使える“軽量フレキシブル太陽電池”の利用技術を開発する。

## 役割分担

共同研究者	役割分担
(公財) 東京都農林水産振興財団	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハウス・栽培ベッドの設置・維持管理</li> <li>・苗等の準備、イチゴ栽培管理</li> <li>・側窓自動開閉装置等の整備・維持管理</li> <li>・ハウス内環境調査、消費電力調査</li> <li>・イチゴの収量・品質調査</li> </ul>
東芝エネルギーシステムズ株式会社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽電池等の整備・維持管理</li> <li>・太陽電池の設置方法と耐久性検討</li> <li>・電源供給システムの整備・維持管理</li> <li>・発生電力量の調査・データ管理</li> <li>・太陽電池の費用対効果等</li> </ul>



# ソーラーエネルギー利用システム構成

- 太陽電池で蓄電した電気を用いて、ハウス内側窓の自動開閉と自動灌水を行った。  
 使用機器：ハウス内外温湿度計（2台）、側窓モータ（4台）、灌水用の電磁弁（3台）  
 スマートルー（1台）
- 側窓の開閉は温湿度計によるハウス内外温度差による温度制御であり、灌水の電磁弁の開閉はタイマー制御とした。



# 蓄電池の容量

- 悪天候が続いた場合蓄電池容量40Ahでは夜間にハウス環境制御機器が止まる場合があったが、蓄電池容量を150Ahへ増加したことで環境制御機器は止まることなく円滑に稼働した。

## 蓄電池容量とSOC

	蓄電池容量40Ah	蓄電池容量150Ah	備考
①発電量	1050Wh/日 (約70W×5時間×3枚)		晴天1日のパネル発電量 70W
②蓄電量	480Wh (12V×40Ah)	1800Wh (12V×150Ah)	蓄電池電圧12V
③消費電力量	370Wh/日 (最大)		最大定常負荷360Wh/日 最大一次負荷10Wh・/日
④SOC	77%	21%	③÷②
現地状況	・晴天日は朝10～11時に満充電	・環境制御機器に円滑に給電 ・曇天が3日程度続いても電力供給可	

# 実証結果

- 本研究より、供給電力システム及び利用システムの最適化を求めた。
- 軽量フレキシブル太陽電池モジュール3枚を農業用ハウス（面積1a、高さ3.3mの南北建）の天井部に設置し、発生した電力でイチゴ促成栽培のハウス側窓の開閉と灌水を自動化した。年間を通してハウス側窓の開閉と灌水に必要な電力を不足なく得ることができ、今回の設置方法では軽量フレキシブル太陽電池によるイチゴの収量と食味には影響はなかった。

	内 容
供給電力システム	軽量フレキシブル太陽電池（125W）×3枚 蓄電池：150Ah
利用システム	自動側窓開閉（ハウス内外温度差制御） 自動灌水（灌水量・灌水時間）
被覆率	3%



# 今後の次世代太陽電池の適用可能性

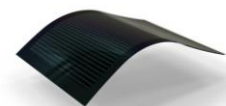
必要な電力 および 農業ハウスで栽培する作物に応じて、  
適材適所で 最適容量の次世代太陽電池を検討

## 太陽電池種類／規模

## 適用機器

## 用途

### 天面設置 小容量



ペロブスカイト  
太陽電池

### 天面設置 大容量

### モビリティ適用



Cu2Oタンデム  
太陽電池

センサー、通信機器  
監視カメラ

照明  
灌水、側窓開閉  
換気扇

空調、暖房機器  
売電用

作業車/トラクター  
ドローン

・データドリブンな農業（見える化、制御）  
温度、湿度、灌水、CO<sub>2</sub>濃度等計測

・鳥獣被害、盗難、無人販売所の対応  
生育監視と収穫支援

・温度調整、凍結防止  
・売電による収入

・無充電走行  
走行距離の延長

ご清聴ありがとうございました