

# 2024年度NEDO再生可能エネルギー一部成果報告会 プログラムNo.11

## 太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の 新市場創造技術開発／移動体用太陽電池の研究開発 (超高効率モジュール技術開発)

発表日：2024年12月17日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 十楚 博行 (シャープエネルギーソリューション(株))

団体名(企業・大学名など) シャープエネルギーソリューション(株)、大陽日酸(株)(国研)産業総合技術研究所、(国)東京大学、(株)タカノ、豊田工業大学、(国)名古屋大学、明治大学、(国)宮崎大学

問い合わせ先 シャープエネルギーソリューション(株) <https://www.sharp-sesj.co.jp/inquiry/>

## 1. 目的

2050年に広く一般の電動自動車に搭載されるための技術開発として、自動車形状に追従可能で、高効率、低コストを実現できる太陽電池モジュールを開発

## 2. 期間

2020年7月 ~ 2025年3月

## 3. 目標(最終)

- モジュール効率35%以上(30cmx30cm)
- 上記モジュールと同等の効率をもつセルを使った3D曲面モジュール(曲率半径1mを含む)
- 実用サイズの複数枚処理装置(4インチ以上)において、モジュールコスト200円/W(量産時GWLレベル)を達成するための基板再生装置及び高速成膜装置の実証

## 4. 成果・進捗概要

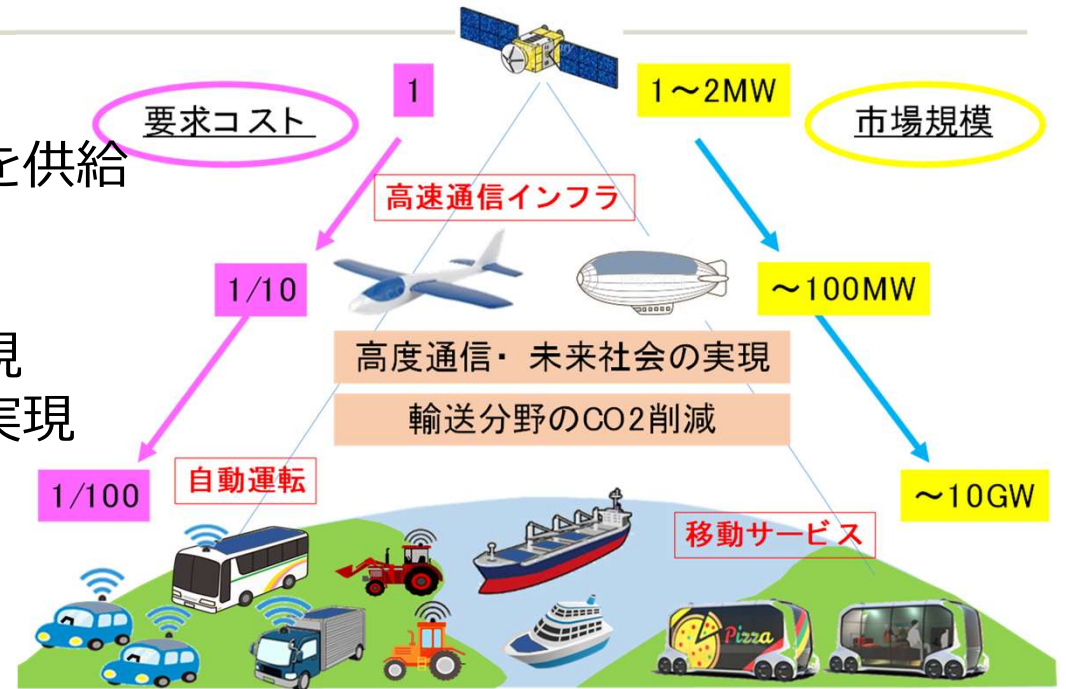
- 化合物2接合セル+Siセル モジュールにて33.7%(世界最高効率)
- 化合物3接合セル モジュールで32.6%
- HVPE法で成長した化合物2Jセル:28.3%(HVPEでは世界最高効率)
- エピ層剥離(ELO)の複数枚同時処理に目処
- 移動する曲面モジュールの発電量評価手法を確認

## 超高効率太陽電池の必要性

- 限られた面積（移動体）で必要な電力を供給

## 実用化のインパクト

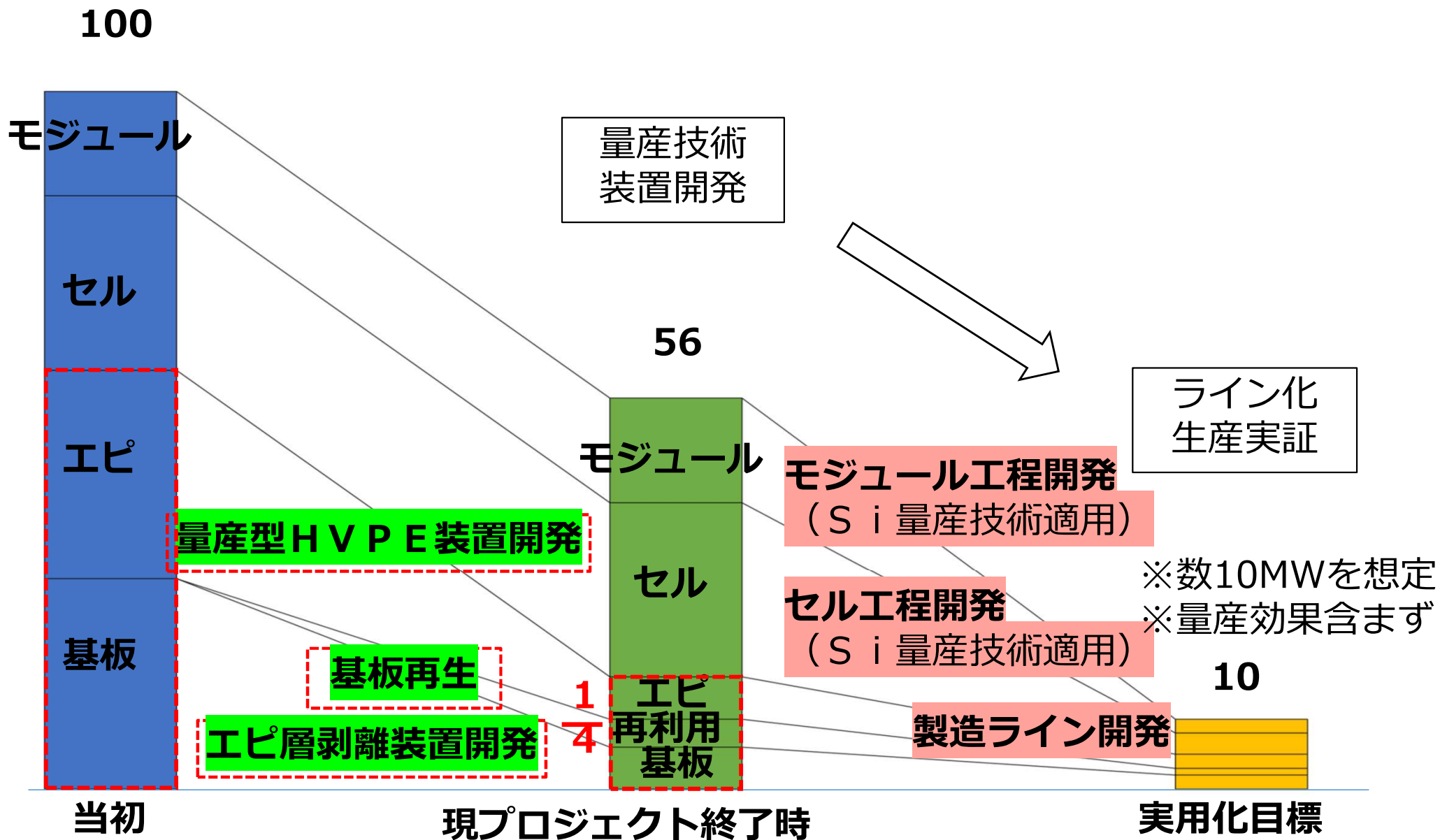
- 高度通信システムによる未来社会の実現
- 輸送分野でのカーボンニュートラルの実現



## 【事業化シナリオ】

	年度	2015～2019 (旧プロジェクト)	2020～2024 (現プロジェクト)	2025～2029	2030～
技術 開発	基板再利用	要素技術開発	量産技術開発	生産実証	事業化
	安価エピ成長				
	モジュール量産自動化	-	(要素技術開発)		

製品 用途	宇宙用	薄膜3接合	→	→	→
	成層圏用	薄膜3接合	→	薄膜2接合	→
	車載用		Si	→	Si+薄膜2接合



## 第1優先

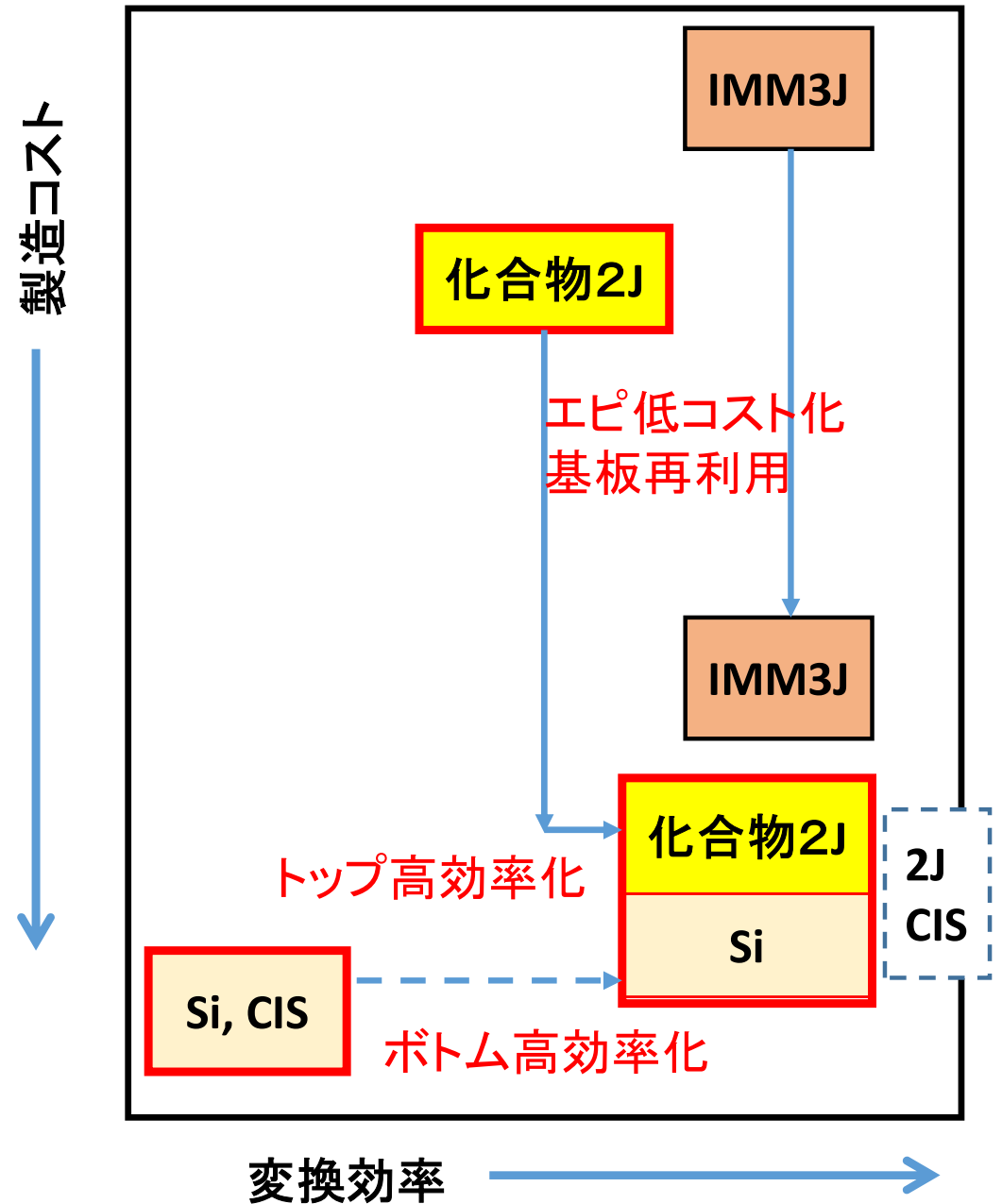
- ①化合物2J+Si  
(メカニカルスタック4端子)

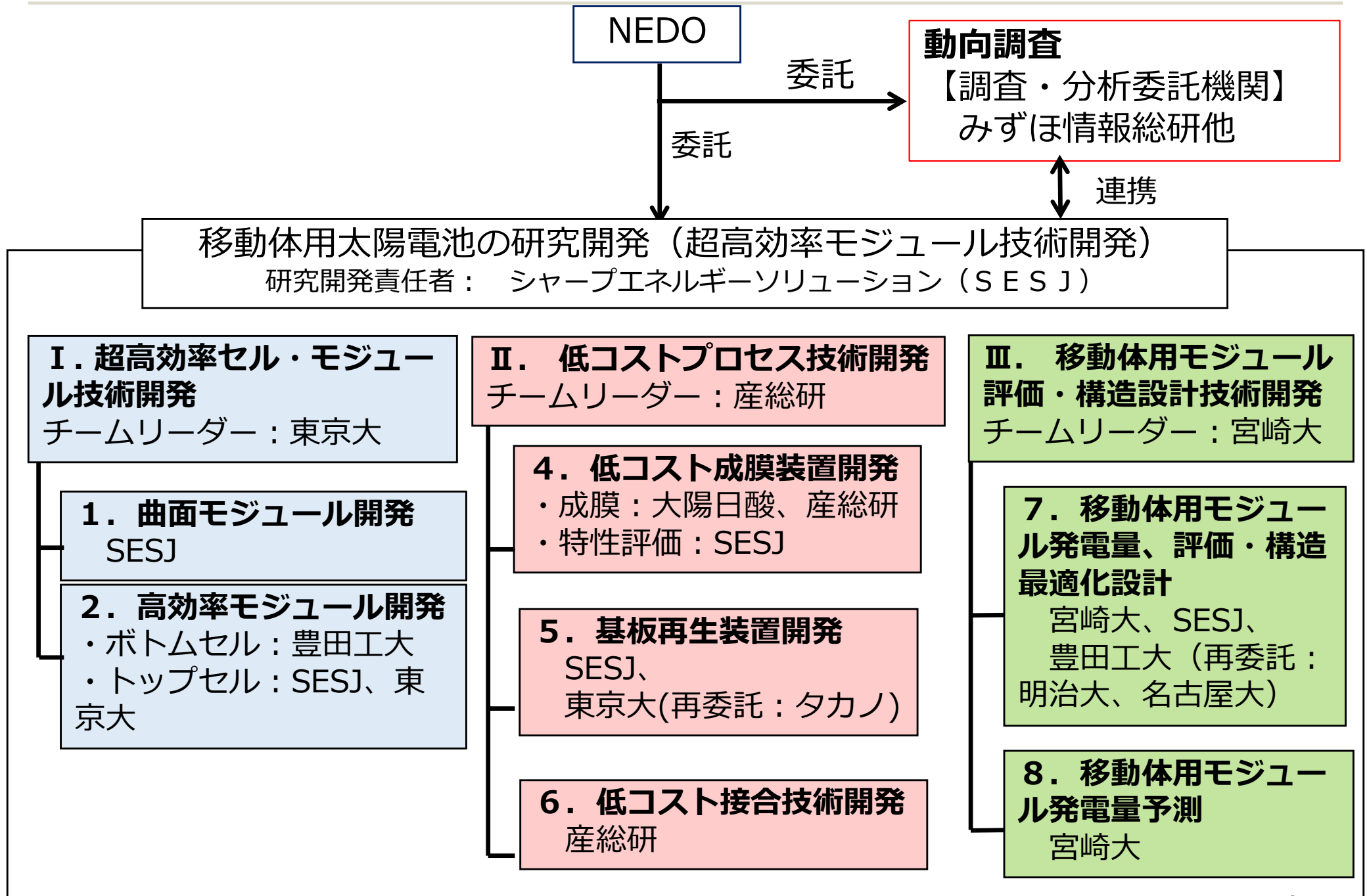
## 第2優先

- ②IMM3J(2端子)

## 第3優先(①②の代替案)

- ③化合物2J+CIS  
(スマートスタック2端子)





- |  | 進捗 |
|--|----|
| ➤ 透過型化合物2接合セル+ Siセルの積層型モジュールにて<br>33.7%（世界最高効率）  | ○  |
| ➤ HVPE法（開発機）で成長した化合物2Jセル：28.3%<br>（HVPEでは世界最高効率） | ○  |
| ➤ HVPE量産機での成長においてGaAsおよびInGaP単層の<br>成膜を確認        | △  |
| ➤ エピ層剥離（ELO）の複数枚同時処理に目処                          | ○  |
| ➤ 曲面モジュール試作。移動する曲面モジュールの発電量評価<br>手法を確認           | ○  |

# これまでの成果の概要 (2023年度まで)

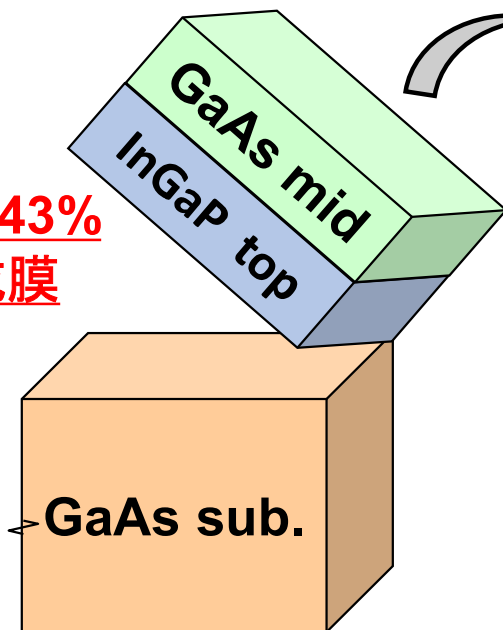
## 第一優先構造: 化合物2J+Si or CIS

④HVPE  
産総研 28.3%  
大陽日酸

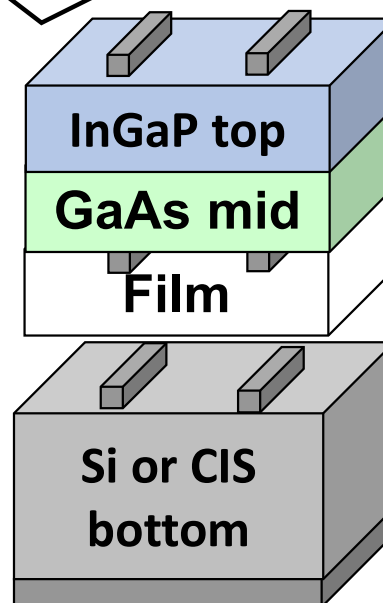
GaAs: 240 $\mu$ m/h, 43%  
InGaP: ~1 $\mu$ m/h成膜

⑤ELO  
SESJ  
東京大学  
タカノ

25枚剥離装置作製



転写  
メカニカルスタック  
4端子型



②高効率モジュール  
(透過型2接合セル)  
SESJ  
東京大学 30.4%  
モジュール用ARC設計  
(Siボトムセル)  
豊田工業大学  
名古屋大学 5.9%  
明治大学  
2J+Si(47.5cm<sup>2</sup>) 33.7%

⑦⑧発電量評価・予測  
宮崎大学  
豊田工業大学

部分影対策(ダイオード付)  
振動対策、セル変形検出  
車載モジュールPR予測

①曲面モジュール  
SESJ

曲面モジュール作製

## 第二優先構造: 化合物3J

②高効率モジュール  
SESJ 32.65%

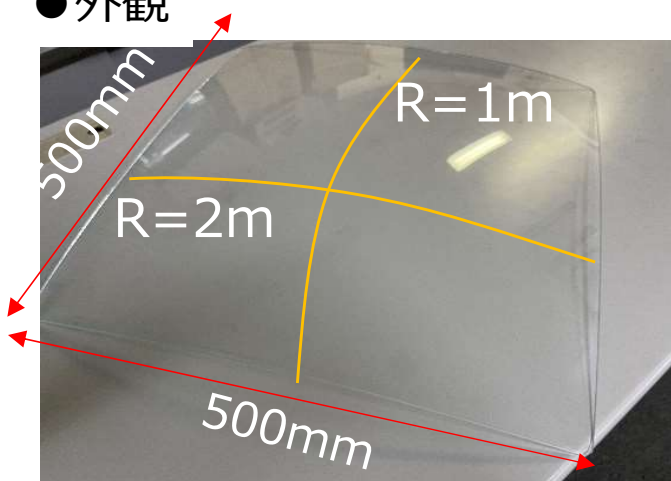
## 第三優先構造: スマートスタック

⑥スマートスタック  
産総研 29.3% 化合物2J+CIGS

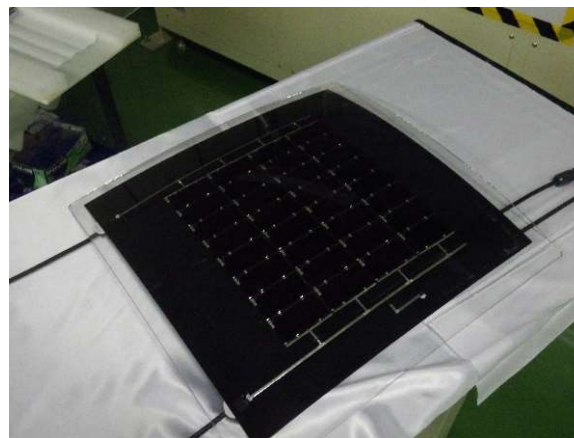


### R = 1 mを含む3D曲面

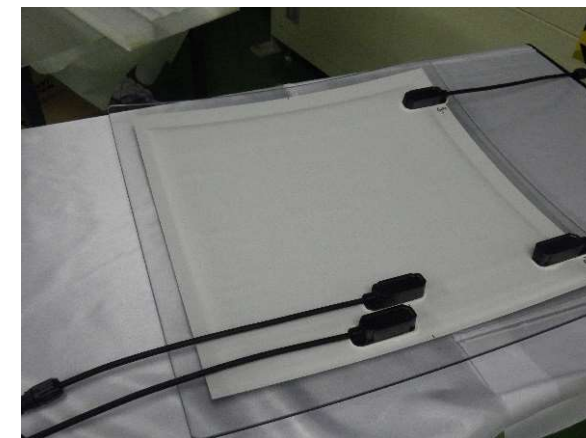
#### ● 外観



ガラス

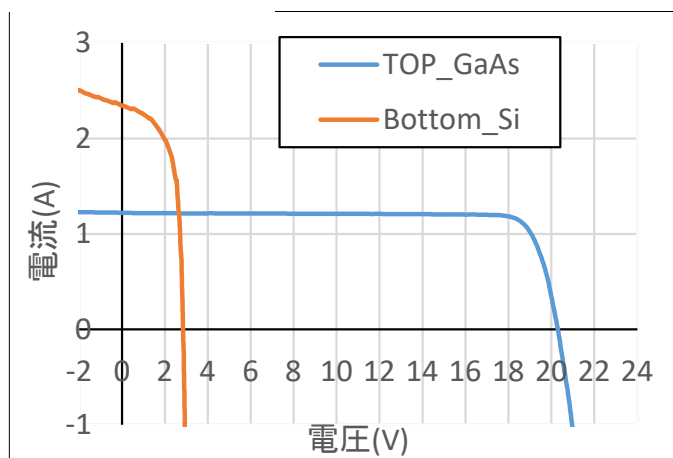


表

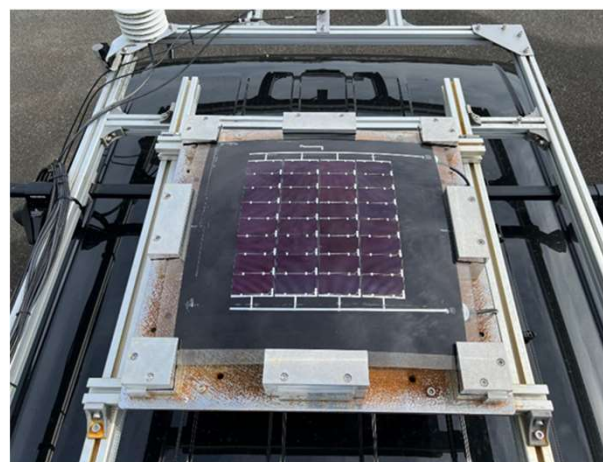


裏

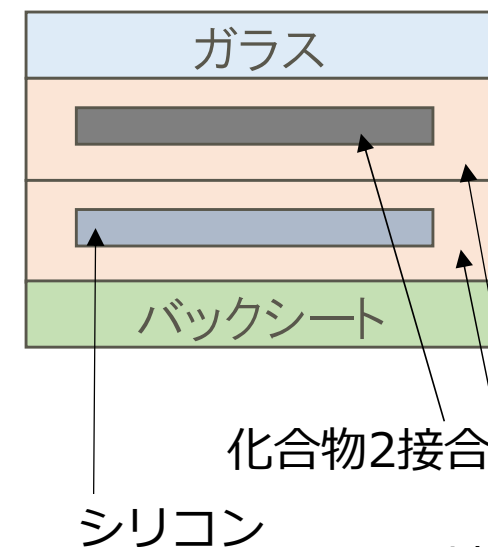
#### ● 電気特性



#### ● 屋外評価



#### ● 断面構造



	Isc[A]	Voc[V]	Pm[W]	FF[%]
化合物2接合	1.22	20.42	21.66	86.4
シリコン	2.34	2.84	4.19	62.8

セルの高効率化、モジュールの充填率向上に取組

変換効率 31.17%（プロジェクト前） → **32.65%**

### ● 断面構造

透明フィルム
接着層
セル
接着層
フィルム

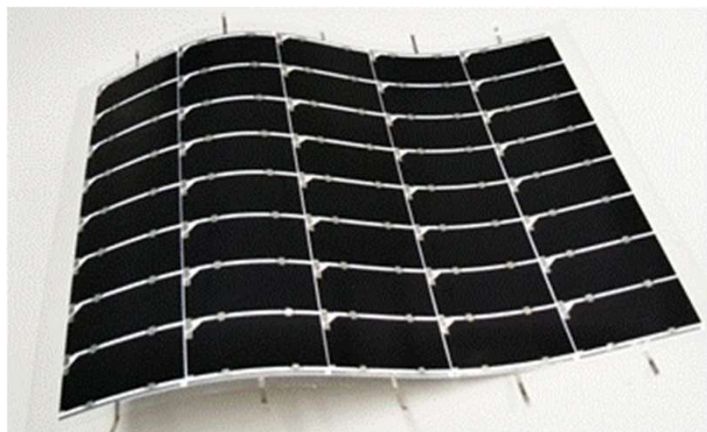
軽量&フレキシブルな  
フィルムタイプを採用

⇒ 約0.51 g/m<sup>2</sup>

### ● 電気特性

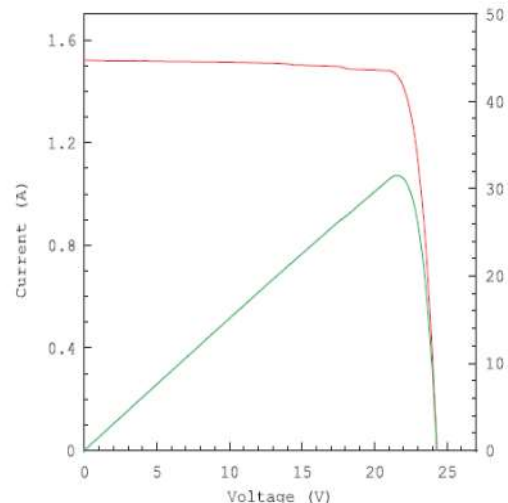
Isc	Voc	Pm	FF	Eff
1.520	24.30	31.51	0.853	<b>32.65</b>

### ● モジュール外観



有効面積  
965cm<sup>2</sup>

I-V CURVE  
IEC60904-3:2019 965 cm<sup>2</sup>(designated area)  
LAMS



Date : 02 Feb 2022  
Data No :  
SC-NEDO20000947-01-1  
Sample No :  
SC-NEDO20000947-01  
Repeat Times : 1

Isc	1.520	A
Voc	24.30	V
Pmax	31.51	W
Ipmax	1.462	A
Vpmax	21.55	V
FF	85.2	%
<b>Eff (da)</b>	<b>32.65</b>	<b>%</b>

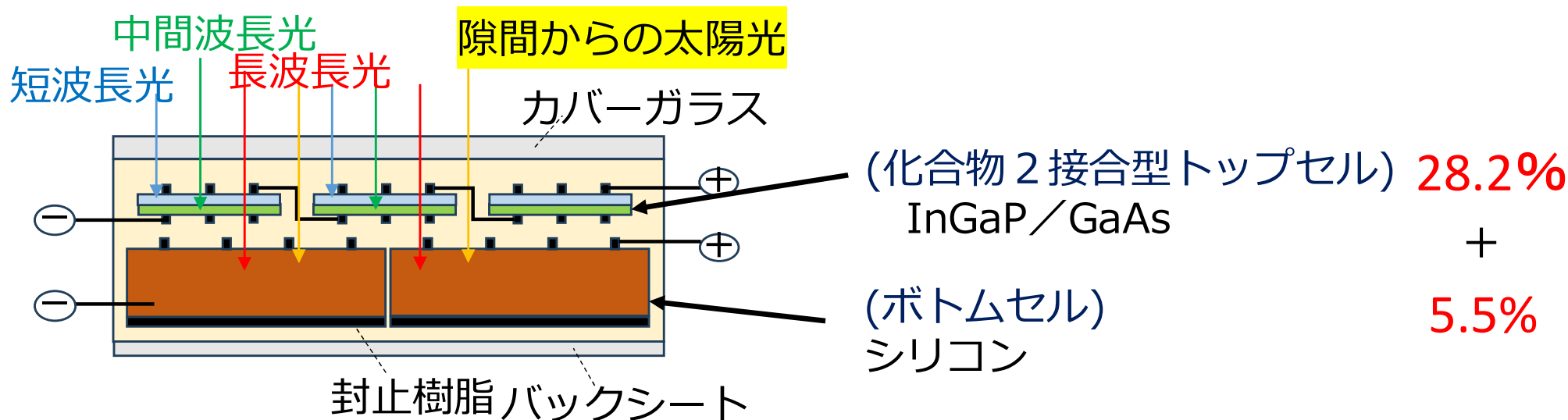
DiTemp. 25.0 °C  
MTemp. 25.0 °C  
DIrr. 100.0 mW/cm<sup>2</sup>  
MIrr. 100.2 mW/cm<sup>2</sup> (to  
MIrr. 100.2 mW/cm<sup>2</sup> (mi  
MIrr. 99.7 mW/cm<sup>2</sup> (bo

Scan Mode  
Isc to Voc

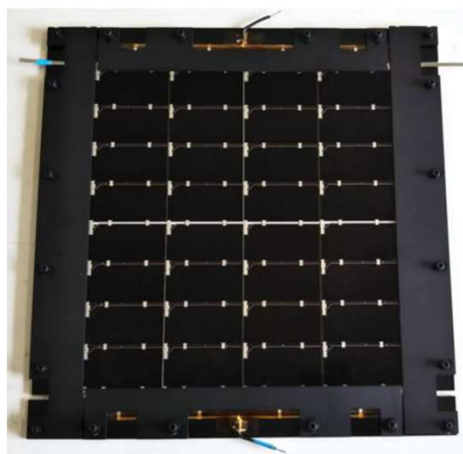
化合物2接合 (28.17%) + Si (5.49%) = 33.66% (世界最高効率※)

※ : 2023年10月時点 当社調べ

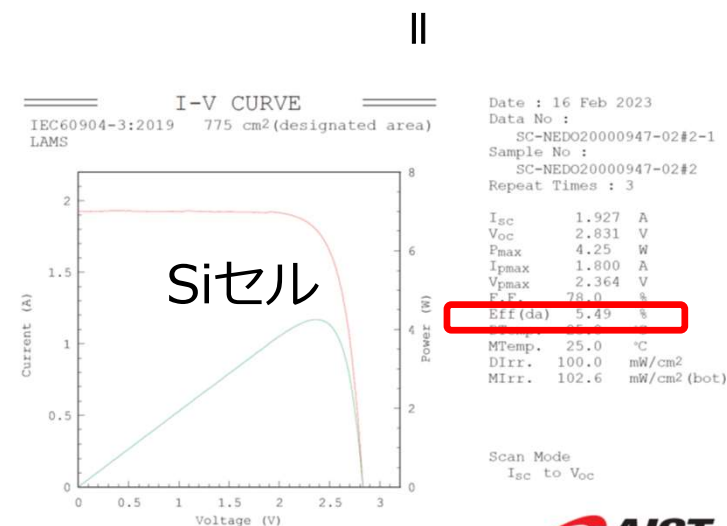
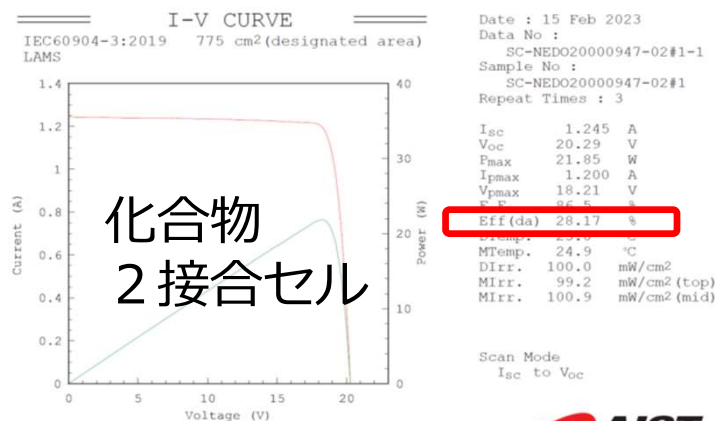
### ● モジュール構造



### ● モジュール外観



### ● 電気特性 (産総研測定結果)

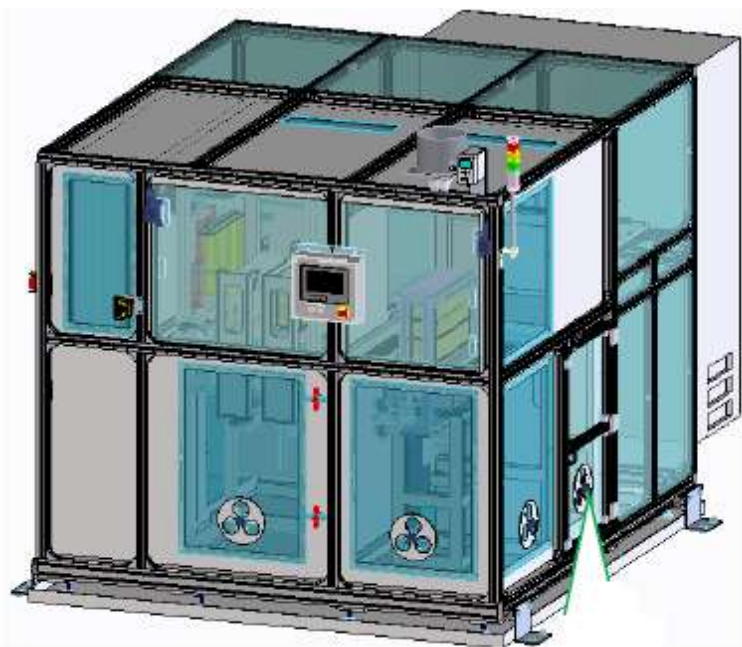


量産性評価装置を導入し、評価開始

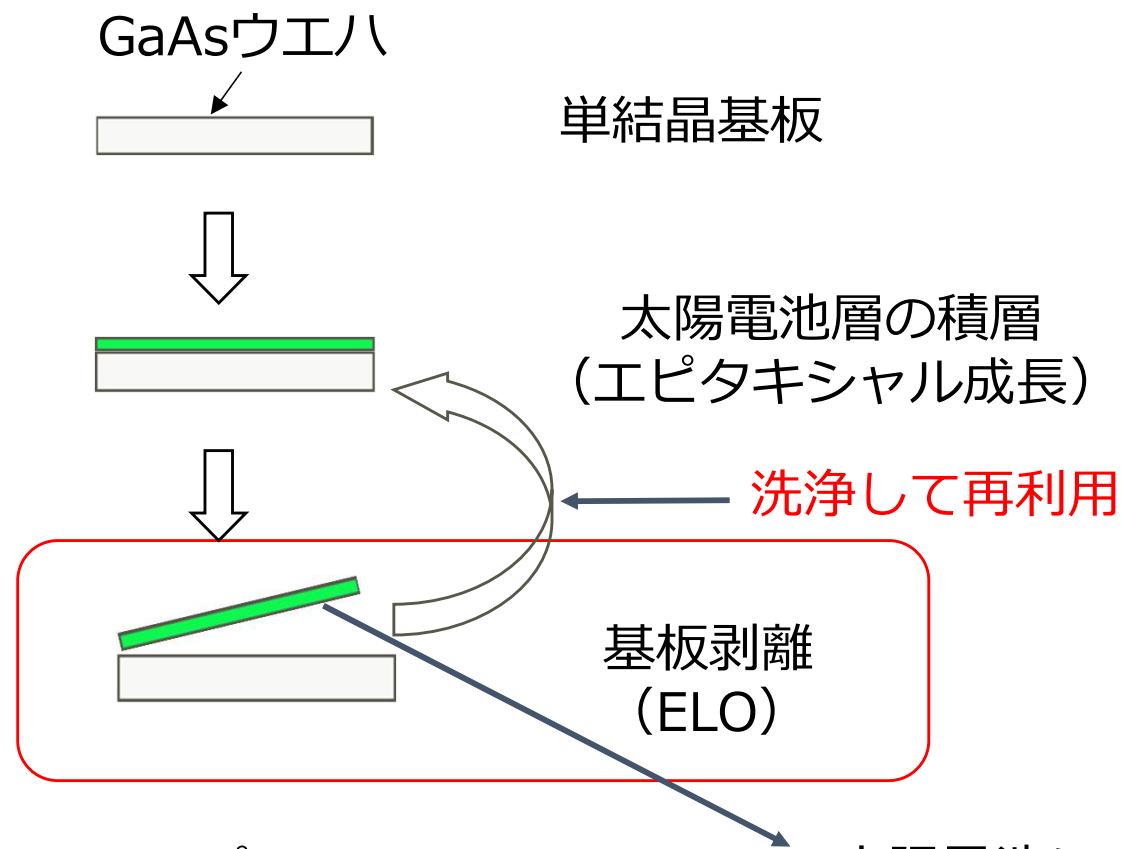
5枚同時に剥離可能な治具で検討

→良好な結果を得た

→量産性を評価するために25枚同時に処理が可能な設備を作製し評価中



■ 量産性評価装置イメージ

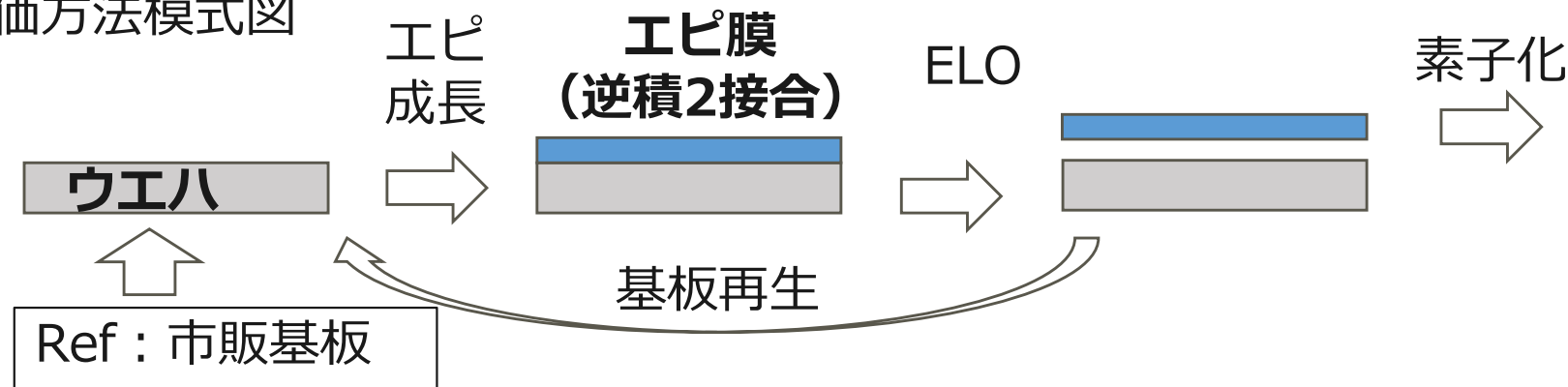


■ プロセスフロー

太陽電池に

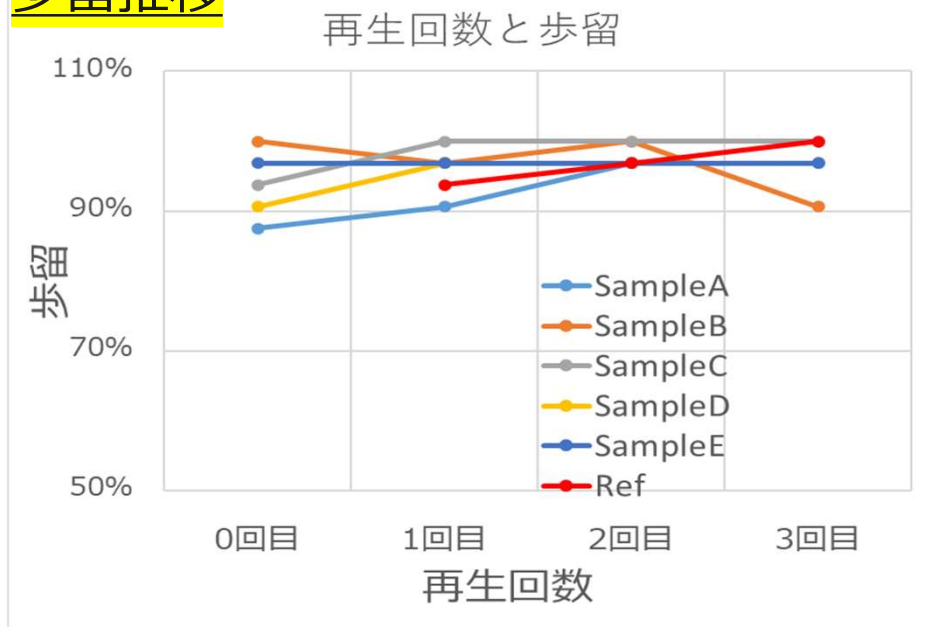
太陽電池層形成→剥離→洗浄 を繰り返し実施し品質を評価 ⇒ 品質の低下はなし  
 洗浄方法はコストが従来法と比較して大きく低下する手法を採用

### ■ 評価方法模式図

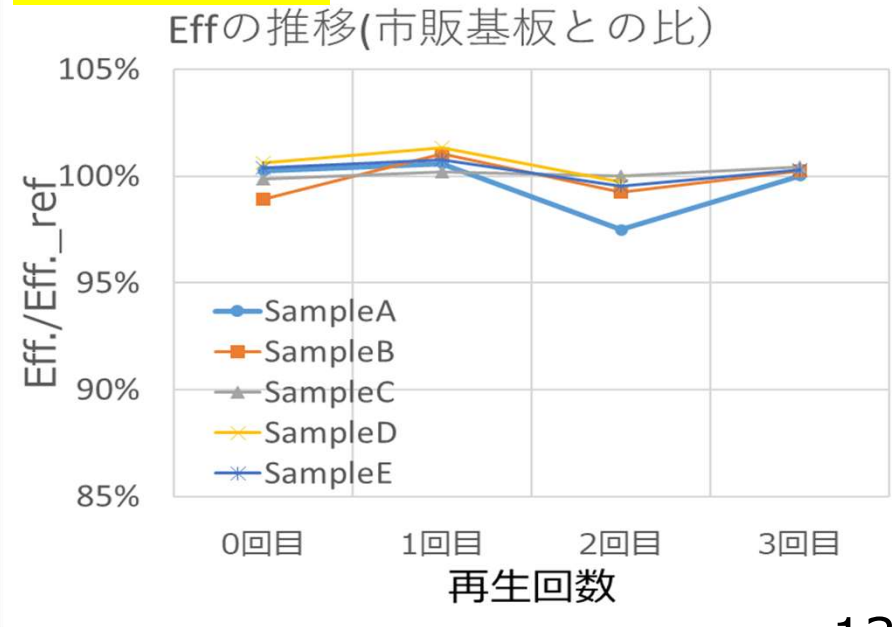


### ■ 評価結果

#### 歩留推移



#### 変換効率推移



- モジュール効率 35%への挑戦
  - 化合物セルの高効率化
  - 長波長領域に特化したSiセルの高効率化
  - モジュール構造の適正化
- エピ層成長装置、基板再利用プロセスの確立
  - HVPEの検証
  - 基板剥離、洗浄プロセスの確立
- 上記を踏まえたコスト試算

**SHARP**

Be Original.