# 合わせガラス型太陽電池の低コスト分解処理技術

ソーラーフロンティア株式会社
宮崎県工業技術センター　溝口進一　下池正彦　田頭宗幸　高橋克嘉

## 開発の背景

■ **期間**
平成27年9月～平成31年2月

■ **背景**
将来発生する多大な廃棄ソーラーパネルへの懸念（2040年には年間80万トン）
→総務省から環境省、資源エネルギー庁に対し対応策を勧告

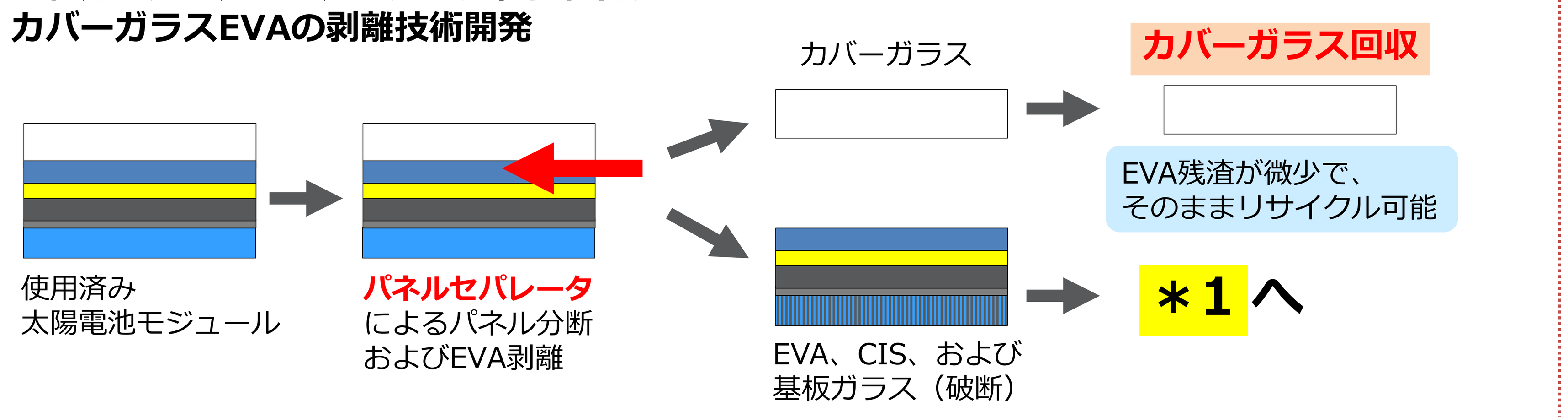
■ **開発コンセプト**
**（低コストリサイクル）** シリコン系に比べ、モジュール製造だけでなくリサイクルにおいても低コストを実現し、CISモジュールの製品生涯におけるコストペイバックタイムの短縮化を図る。
**（高収率リサイクル）** 半導体層まで高収率にてリサイクルを行う。
特にセレンは市場においてCIS用途が大半を占め、企業責任として高効率のリサイクルが必須。

## 開発項目及び担当

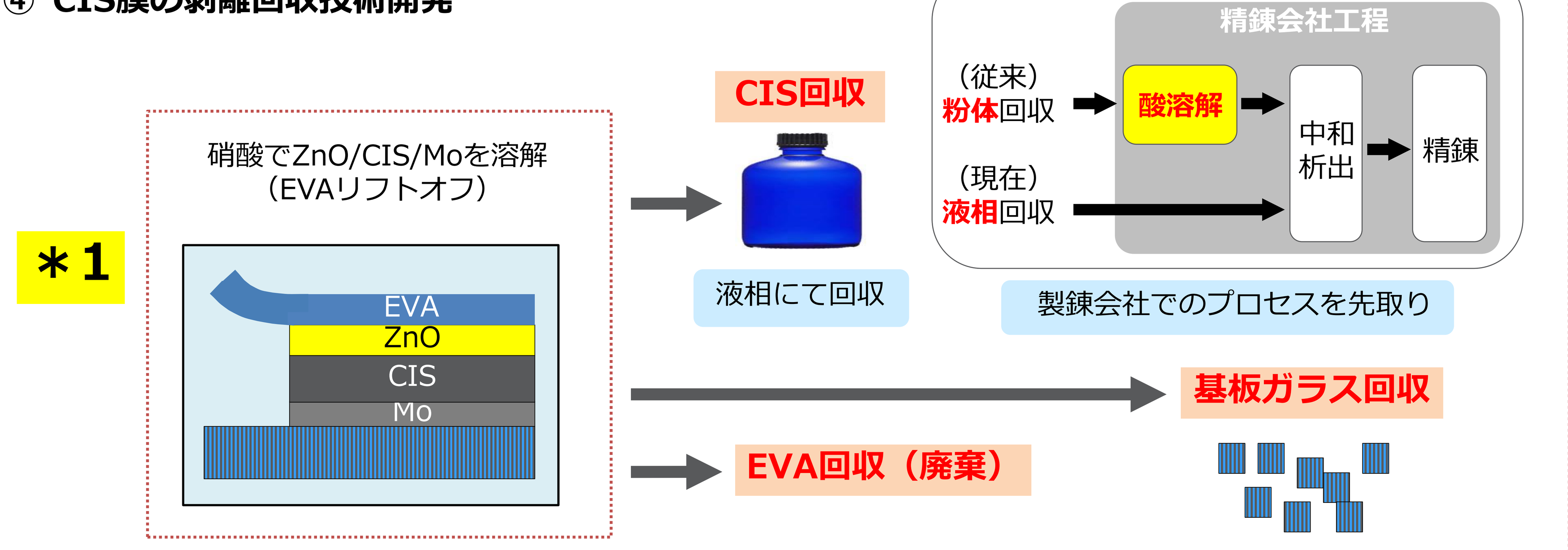
| 開発項目 | 最終目標 | 担当 |
|---|---|---|
| ① 基板ガラスとカバーガラスの解体技術開発 | ・カバーガラス割れ率　≦5%<br>・処理時間　≦100秒／枚 | SF（ソーラーフロンティア） |
| ② カバーガラスEVAの剥離技術開発 | | |
| ③ CIS膜の剥離回収技術開発 | ・CIS回収率　≧90wt%<br>・プロセスコスト　≦1.12円/W | MITC（宮崎県工業技術センター） |
| ④ 試作プラント構築、実証 | 各開発結果から得られたデータに基づいて試作プラントを構築 | SF |

## プロセス概要

① 基板ガラスとカバーガラスの解体技術開発
② カバーガラスEVAの剥離技術開発




③ 基板ガラスEVAの剥離技術開発
④ CIS膜の剥離回収技術開発



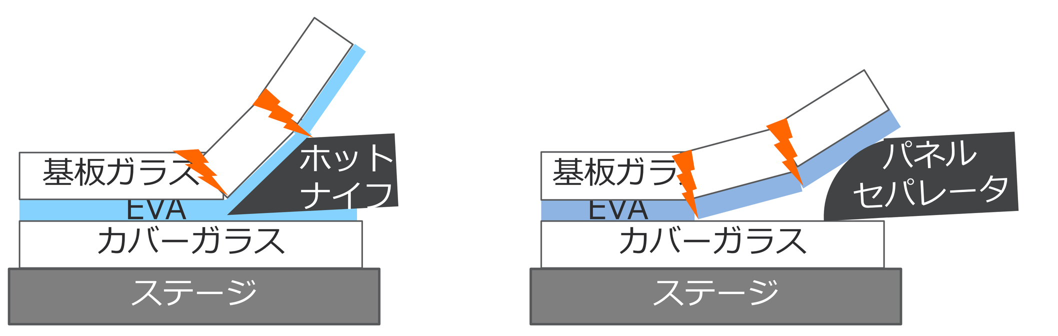

## パネルセパレータプロセス（パネル分解）（SF担当）

### ■プロセス概要

EVAとガラスの密着性を制御した新たな剥離法

- EVAを＜切断＞するのではなく＜剥がし＞ている
- ガラスにEVA残渣が微少でそのままリサイクル可能

設備開発の方向性
① カバーガラス/EVA界面温度制御
② EVA自身の温度制御
③ ステージ速度
④ セパレータ形状（角度）
⑤ EVA膜質（劣化EVA）



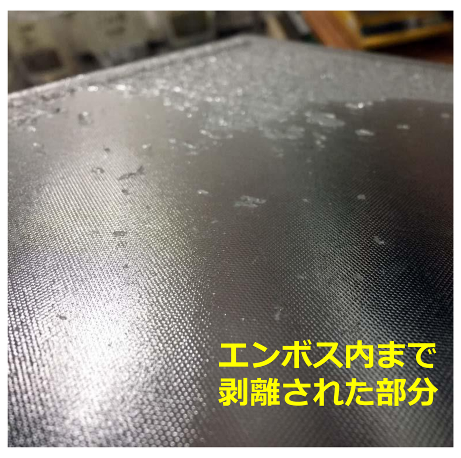

ホットナイフ：従来
（EVAを溶融して切断）

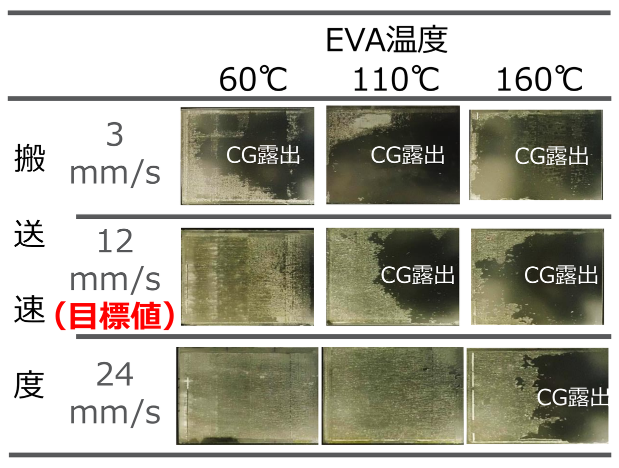
パネルセパレータ：新規開発
（EVAをガラス面から引き剥がし）

### ■EVA剥離特性

パネルセパレータ処理のみでカバーガラス(CG)のエンボス内まで剥離

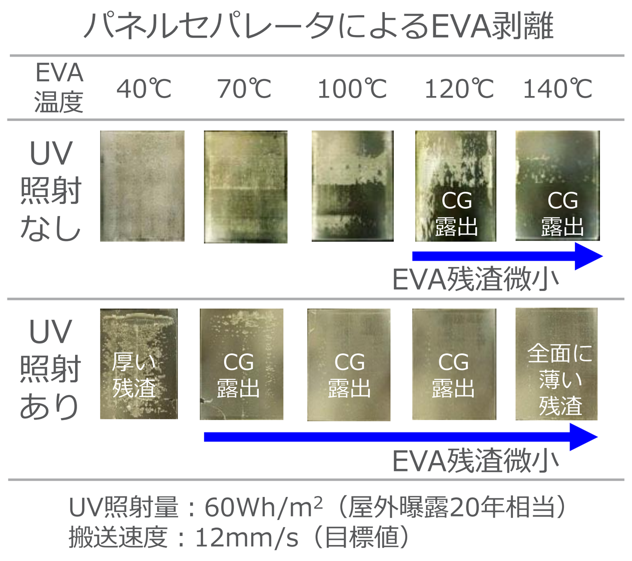
＜制御因子＞
- ガラスとEVA界面の温度
- 搬送速度
- セパレータ侵入角度

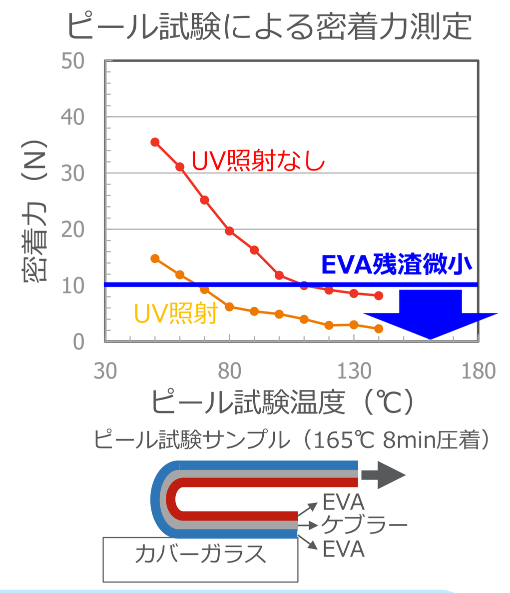



### ■紫外線(UV)照射により疑似劣化したEVAの剥離特性

剥離可能な密着力を定量化




- UV照射により密着力が低下
- EVA残渣が微小となる密着力は10N以下
- EVA温度120℃以上であればUV劣化有無に関わらずEVA残渣微小となる

## CIS回収プロセス（SF及びMITC担当）

### ■プロセス概要

粉体回収から液相回収へ
目的：プロセスコストの低減とCIS回収効率の安定化

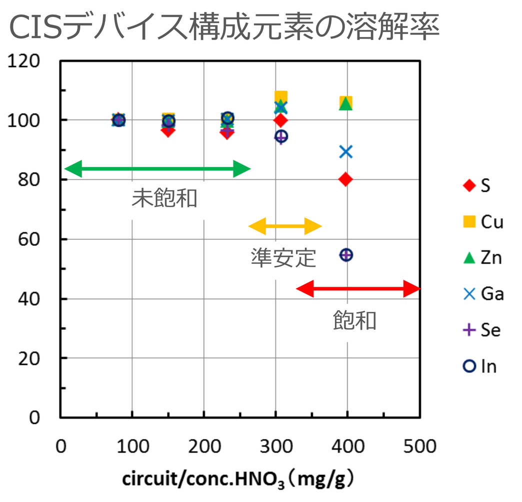
| | 粉体回収（従来） | 液相回収（現在） |
|---|---|---|
| プロセス概要 | ZnO膜とMo膜を2回に分けて選択的にエッチングし、CIS膜をリフトオフすることで粉体として回収 | ZnO/CIS/Moを硝酸で一括エッチングし、CISデバイス構成元素が全て溶けたCIS溶解液として回収 |
| メリット | 回収後のハンドリング | プロセスコスト（短手番） |
| デメリット | プロセスコスト（長手番） | 溶解液の運搬コスト |
| CIS回収効率への懸念事項 | 設備内への付着ロス | 溶解液の持出しロス |

### ■CIS溶解液の飽和濃度

運搬コストを算出する為にCISの硝酸に対する飽和濃度を測定

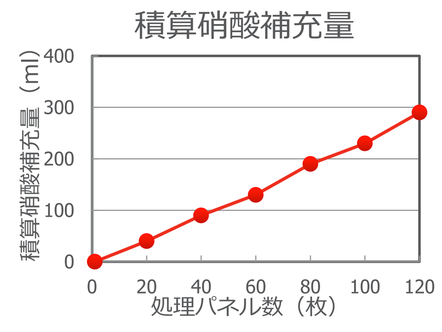
（実験）
①CIS粉末を硝酸に添加
②室温48H静置
③上清をICPにて定量

- CIS飽和溶解液は30wt%程度
200MW/年のリサイクル工場において4～5 t/年に相当
⇒運搬コストは比較的リーズナブル
- 溶解性は元素間に差がある
良 Cu,Zn＞Ga＞S＞Se,In 悪



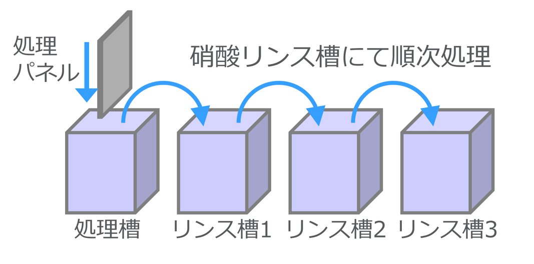

### ■CIS溶解液の回収効率

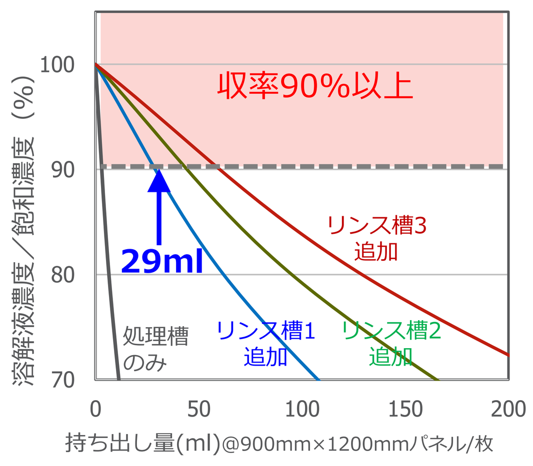
120枚連続処理を行い、CIS溶解液の持ち出し量を測定




- 20パネル処理毎に硝酸を補充＝持出し量
- 持ち出し量は約290ml/120パネル @300mm角
⇒ 29ml/パネル @900×1200mm に相当

CIS溶解液の持出し量測定結果からCIS収率を検討



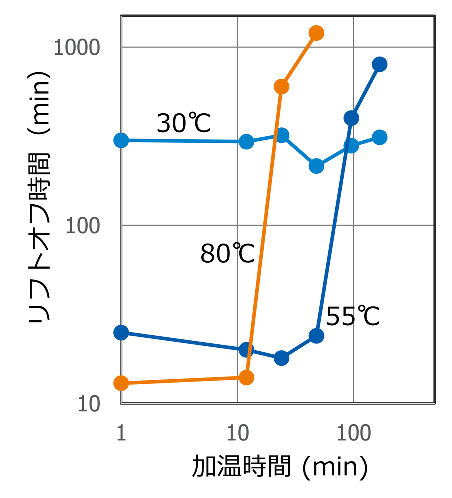




120枚連続処理の結果から、2槽以上のリンス槽で構成することによりCIS回収率90%以上を達成見込み（飽和状態までCISを溶解した場合）

### ■エッチャント（硝酸）の寿命

＜背景＞
- 硝酸の加温によりエッチング速度は増加
- エッチング槽の容量および、飽和溶液濃度を勘案すると、硝酸を長期(1週間程度)使用する可能性あり

＜結果＞
- 加温によりエッチャントの寿命が悪化
⇒設備タクト(エッチンググレート)と液寿命を考慮して量産設備仕様(槽の容量および槽構成)を検討する

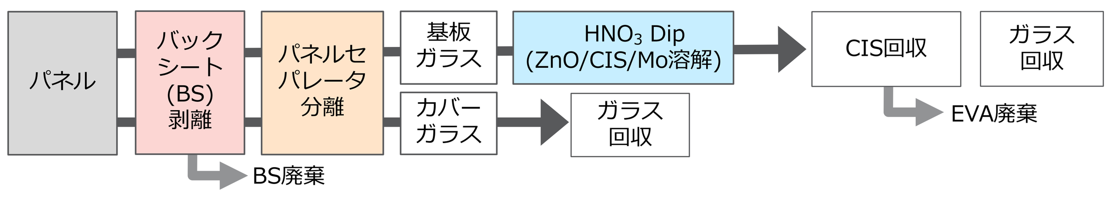



## 破損モジュールの処理（SF担当）

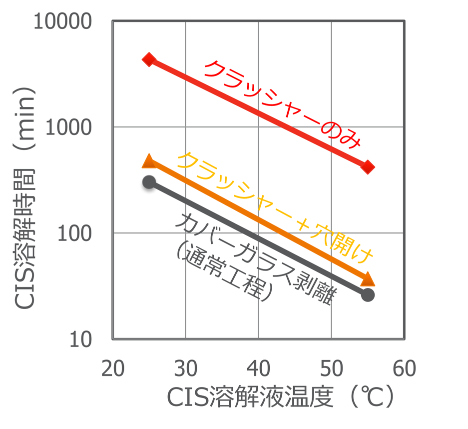
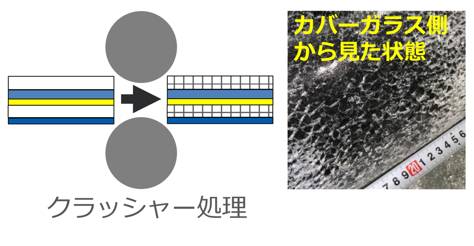
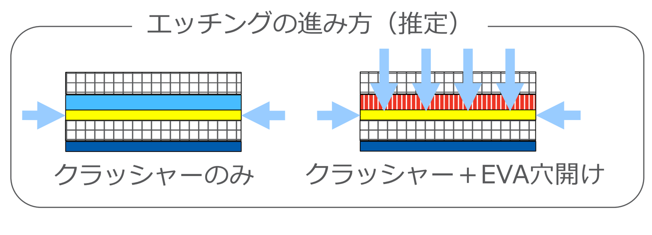
### ■割れガラス専用プロセス

- カバーガラスが割れたモジュールがある確率で発生
- 基本プロセスではハンドリングできないため割れガラス専用の処理ラインが必要
⇒基本プロセスを応用したプロセスを検討

出展：日経BP



### ■クラッシャー破砕後のCIS回収プロセス

- クラッシャー処理後のカバーガラスは数mm角に破砕
- 通常のパネルセパレータプロセスに対しCIS酸溶解処理時間が大幅に増大
- EVAに穴を開けることにより短時間化

⇒硝酸はEVAを通してCISをエッチングしていると考えられる
⇒歯付きクラッシャーを検討