

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.12

太陽光発電主力電源化推進技術開発/
太陽光発電の長期安定電源化技術開発/
太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発/
太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発

発表日：2024年12月27日

山下文晴

株式会社トクヤマ 環境事業開発グループ札幌

問い合わせ先 株式会社トクヤマ

E-mail: t.yamashita.4n@tokuyamagr.com TEL: 011-375-1077

事業概要

1. 目的

太陽光発電システムは多様な環境に設置されるようになってきているが、発電事業終了後の設備廃棄等に対する地元の懸念や長期安定な発電に対する懸念が生じている。調達価格の低減が進んでいることから、正しく処理が行われるための更なる処理コストの低減やリサイクルコストの低減が必要となってきた。こうした背景を受け、本事業では太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発を行う。本研究では、分解処理可能な太陽電池モジュールの種類を限定することで、低コスト専用分解処理技術を開発する。

2. 期間

2020年7月8日～2025年3月31日(予定)

3. 目標（中間・最終）

実モジュールサイズの実証プラントを構築し、連続運転で以下の性能を満たすこと。分離処理コスト3円/W以下の分離技術であること。

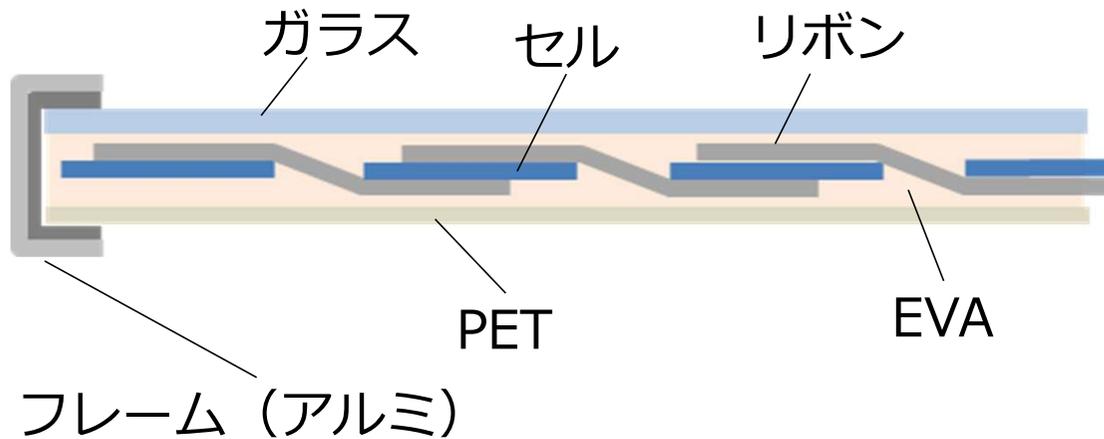
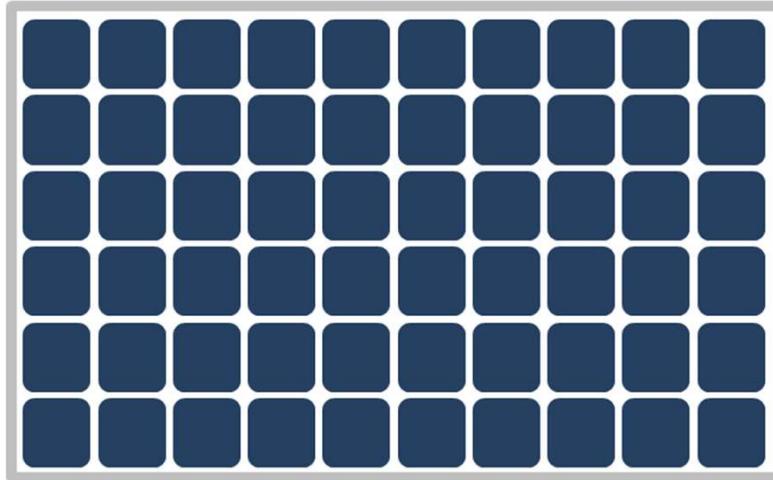
- ・ 資源回収率80%以上の分離技術であること。
- ・ 太陽電池モジュール由来の回収物のマテリアルリサイクル技術を開発し以下の条件を満たすこと。
太陽電池モジュールからガラスを割らずに分離する技術を開発すること
太陽電池モジュール由来のガラスやセルシート等をマテリアルリサイクルできること

4. 成果・進捗概要

投入⇒アルミ枠除去⇒熱分解⇒選別までの全体工程の全自動化を完成させて、熱分解の処理速度15枚/hrを達成。省人化を実現した。熱分解処理後のガラスを板ガラスへのリサイクル原料として、30tの評価テスト用のサンプルを準備、板ガラスメーカーへ供給し、うち5tをフロート板ガラス向けリサイクル実証試験を行い、製品化に成功した。

1. 開発概要

➤ 太陽電池モジュールの構造



リサイクル処理するには、、、

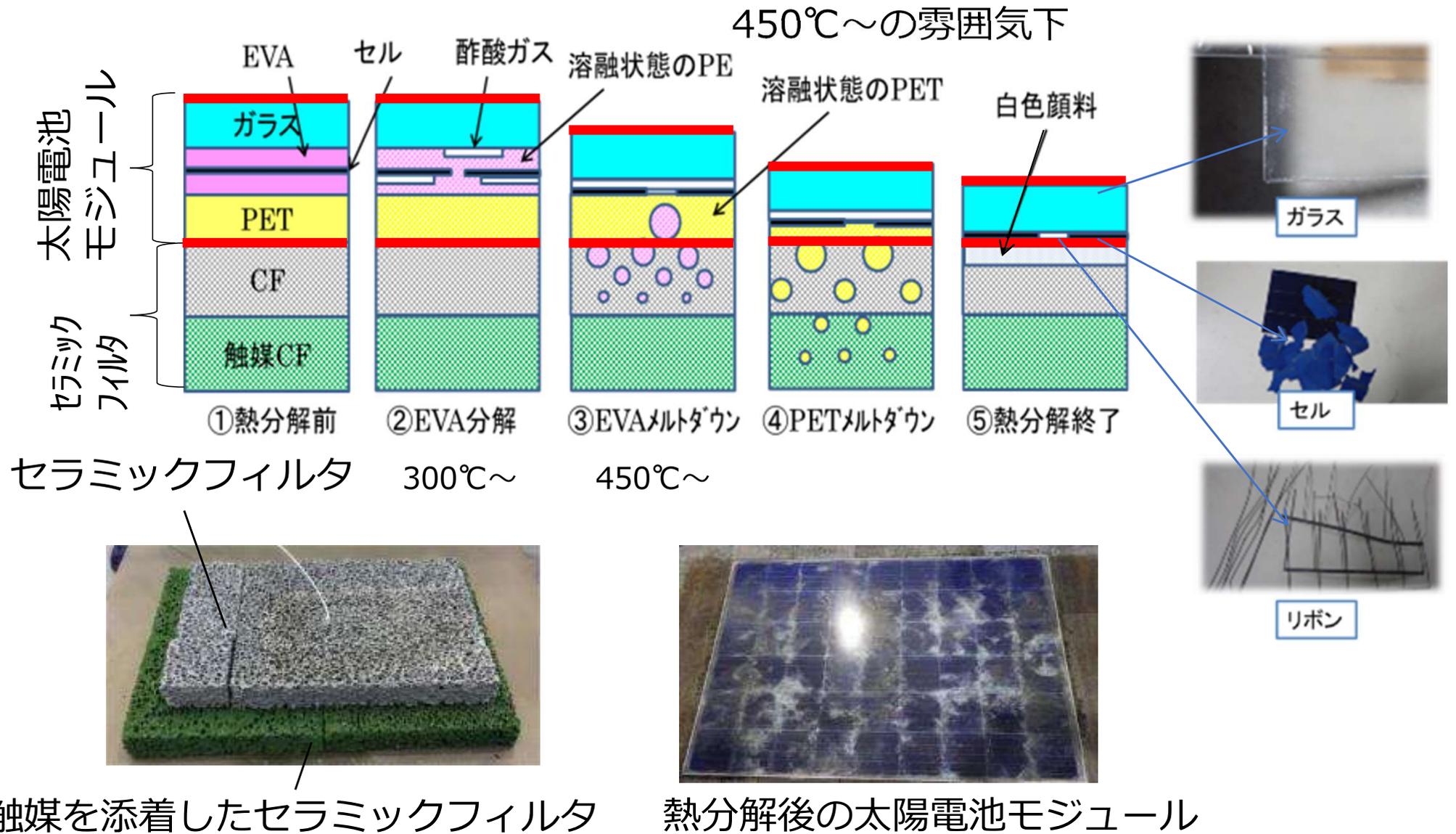
フレームは解体してアルミとして再生可能だけど、、、

モジュール部分は、

ガラス、樹脂 (EVA/PET)、セル、リボンが強固に結合しており解体分離が非常に困難！

1. 開発概要

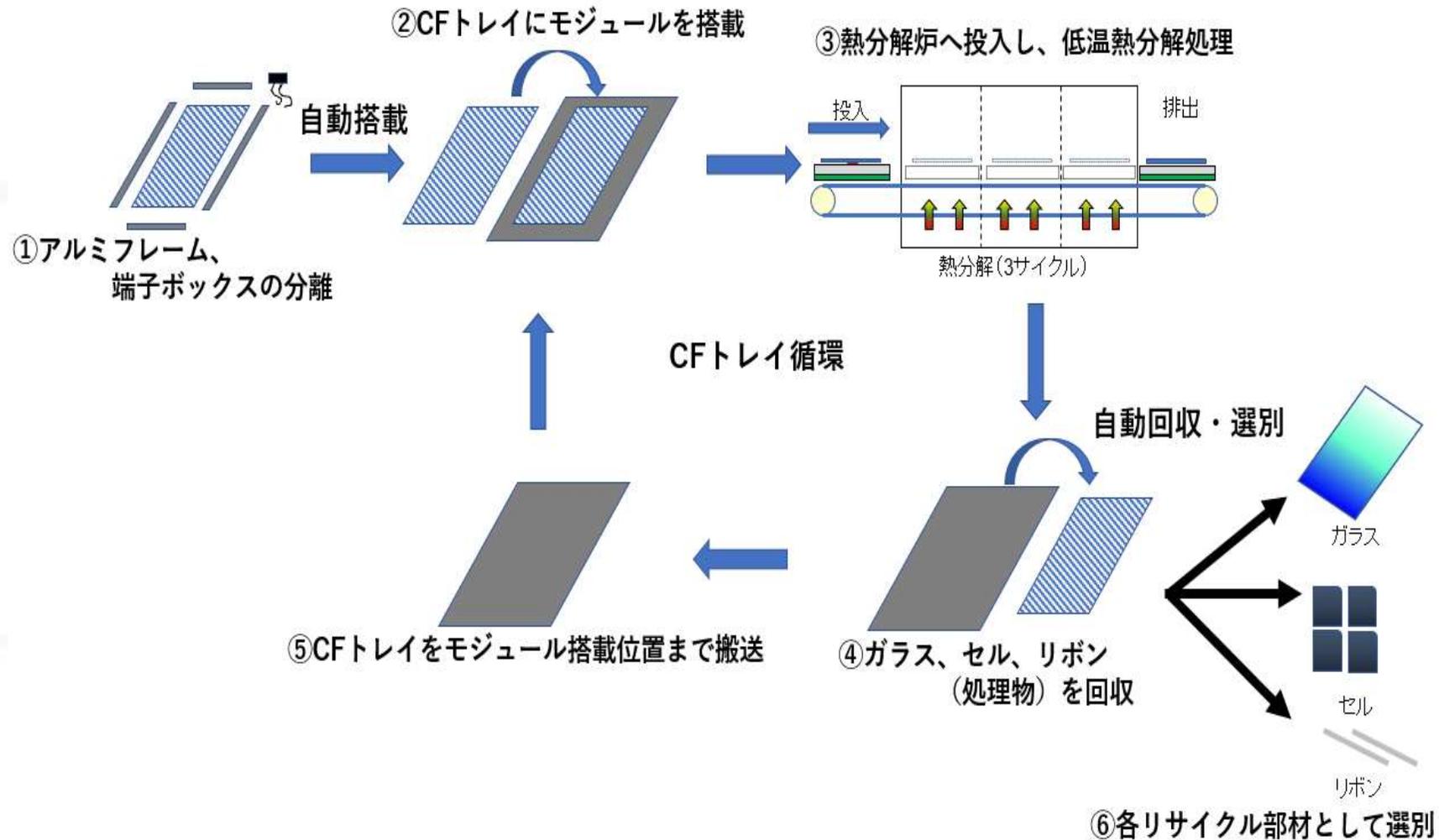
トクヤマの低温熱分解法



一度の処理でガラス・セル・リボンを分離できる

1. 開発概要

～熱分解処理のながれ～

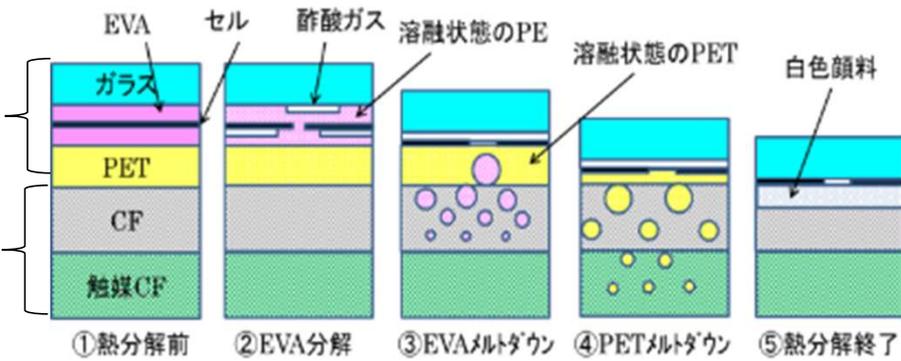


1. 開発概要

～開発項目について～

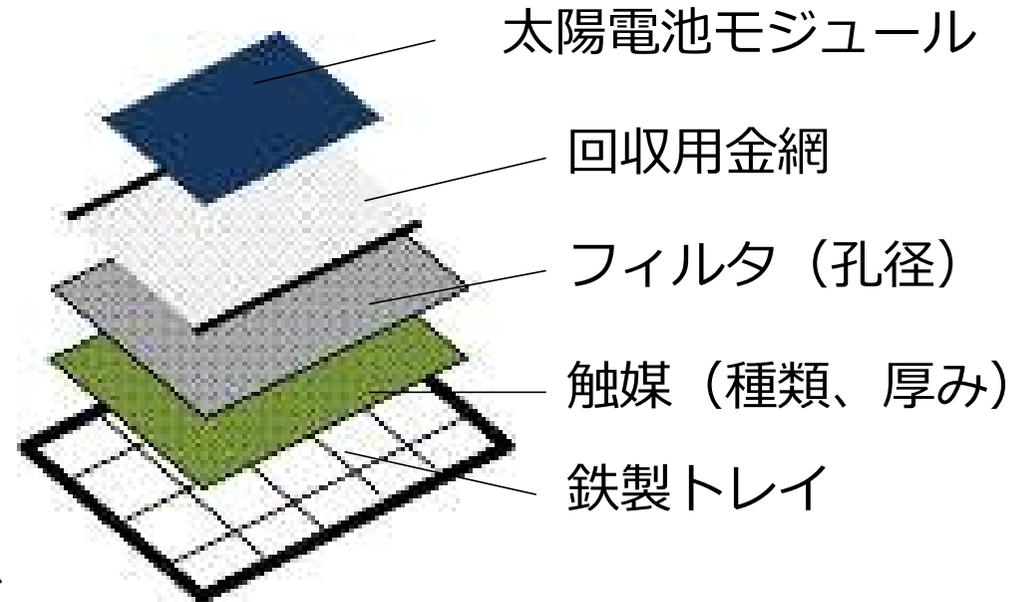
分離技術の確立

セラミックフィルタ
太陽電池モジュール

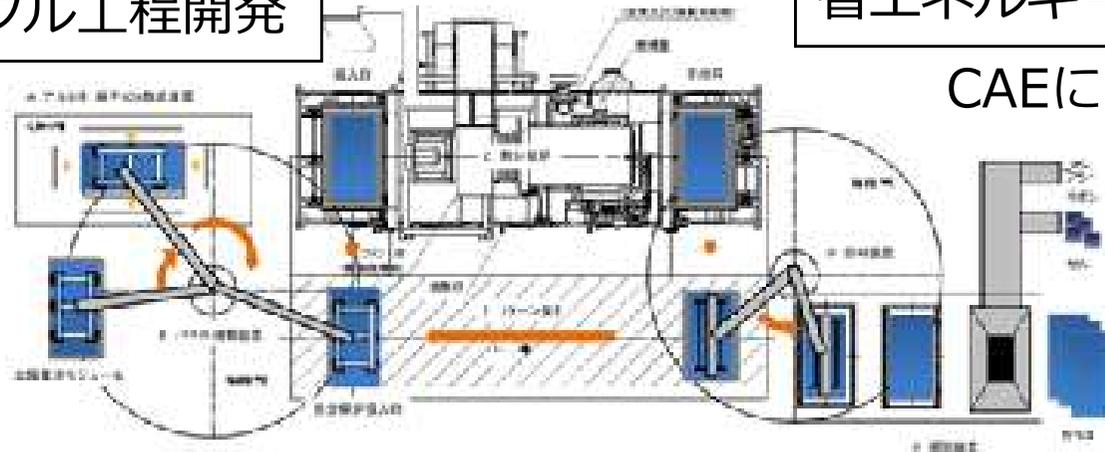


処理時間、温度管理、モジュール材質、

最適化されたフィルタ開発



リサイクル工程開発



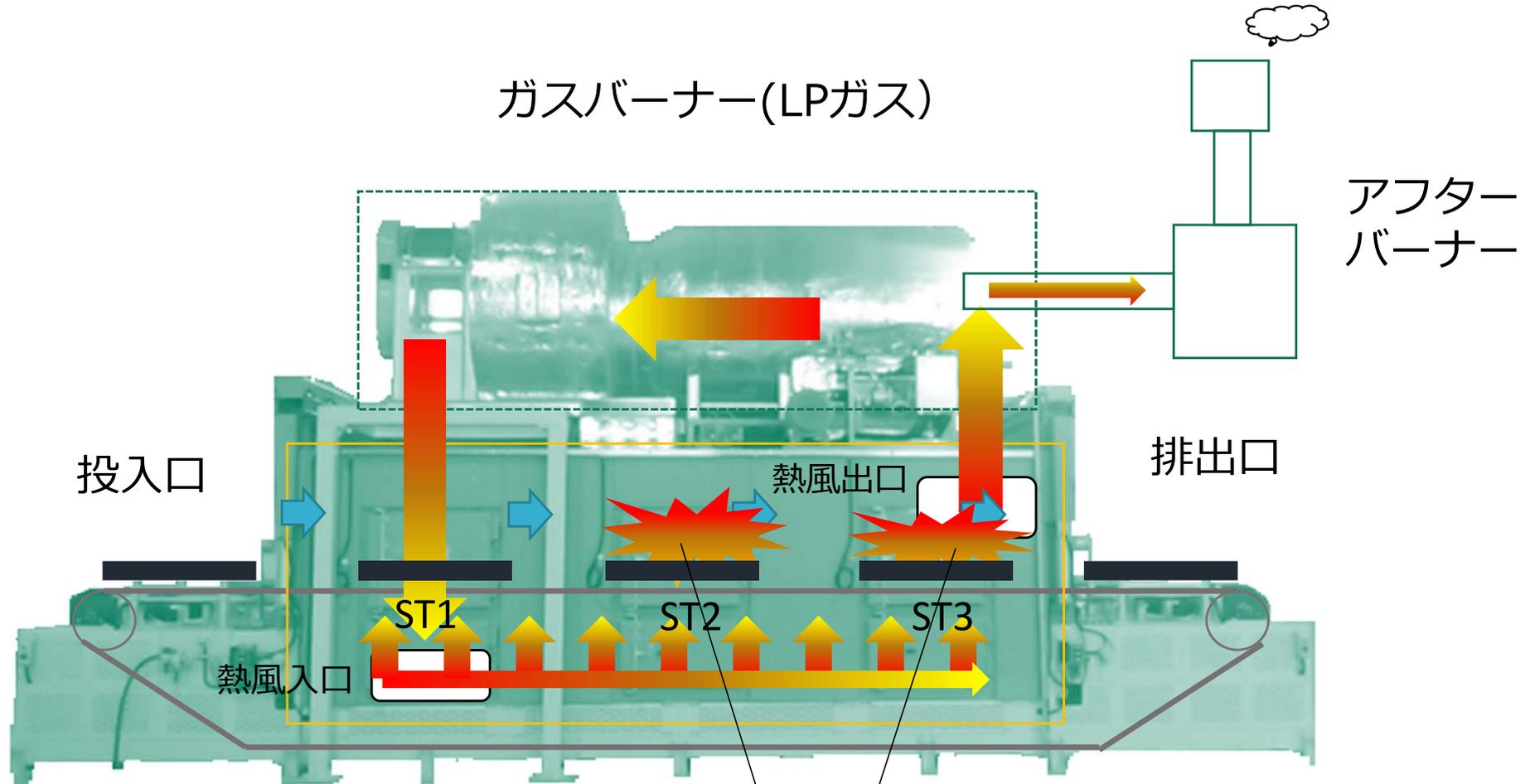
省エネルギープロセスの開発

CAEによる熱効率化検証

マテリアルリサイクルの開発

1. 開発概要

～熱分解炉のシステム～

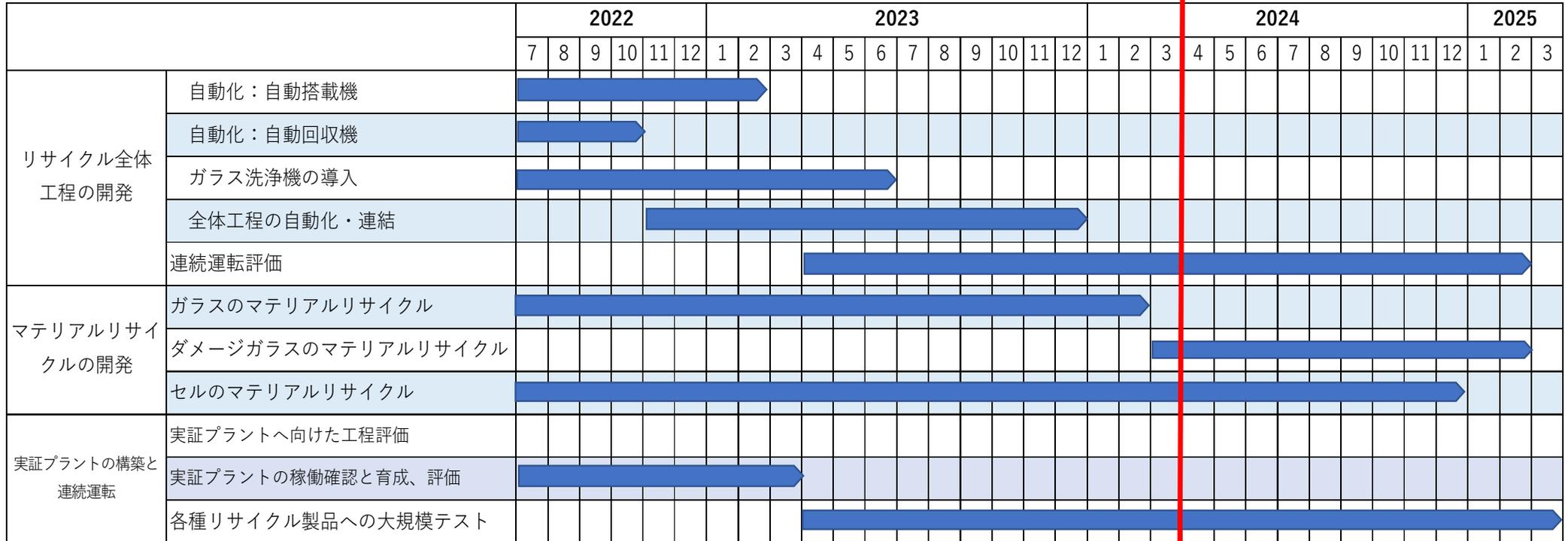


樹脂の燃焼熱を利用してガス消費量を低減する
Reducing gas consumption by using resin combustion heat

2. 開発計画

2022年～2024年度

技術開発の延長

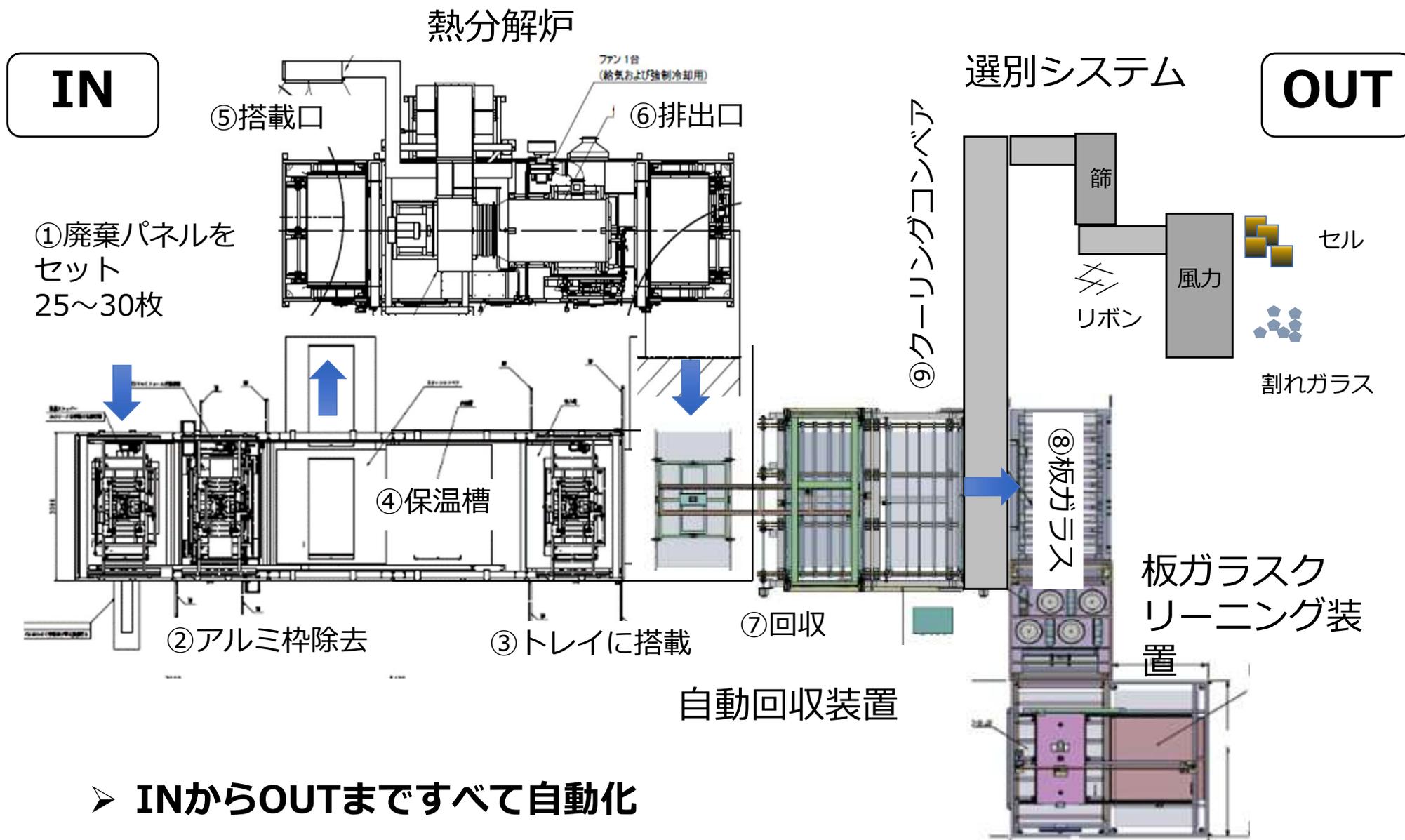


板ガラス処理工程の全自動化
板ガラス⇒フロートガラスへの
リサイクル実証

ダメージパネル処理工程の全自動化
破砕ガラス⇒板ガラスへのリサイクル実証
セル⇒シリコンリサイクルの実証

3. 成果報告

～太陽光パネルリサイクルシステムの全体工程～



➤ INからOUTまですべて自動化

3. 成果報告

➤ 自動搭載装置



最大30枚をセット



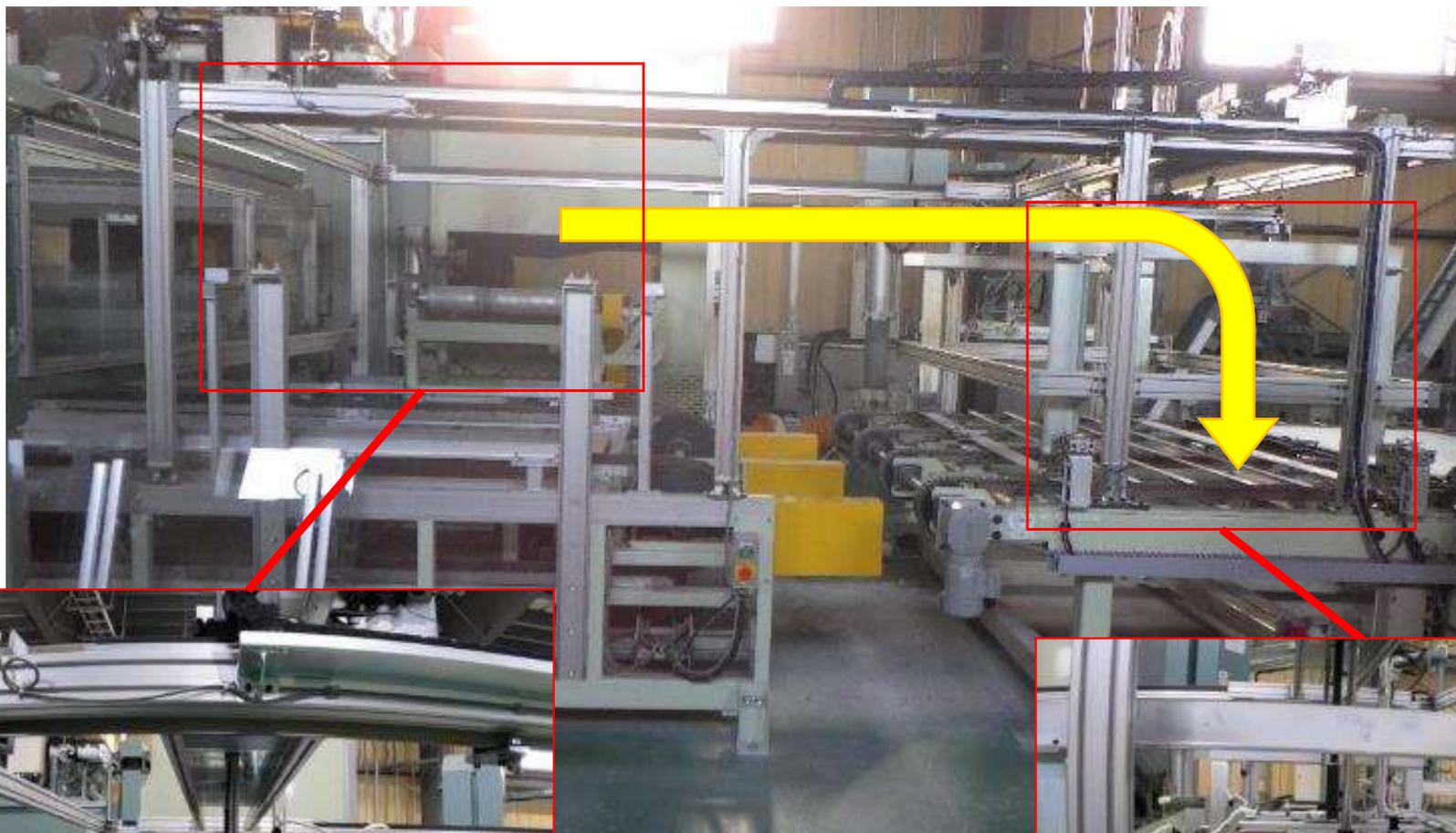
アルミ棒除去



トレイへ搭載

3. 成果報告

➤ 自動回収装置



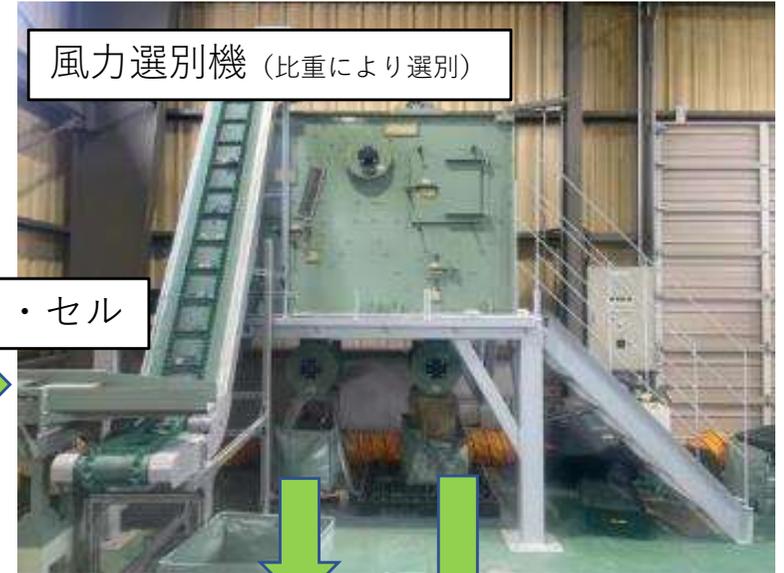
処理パネルを回収



処理パネルをセット

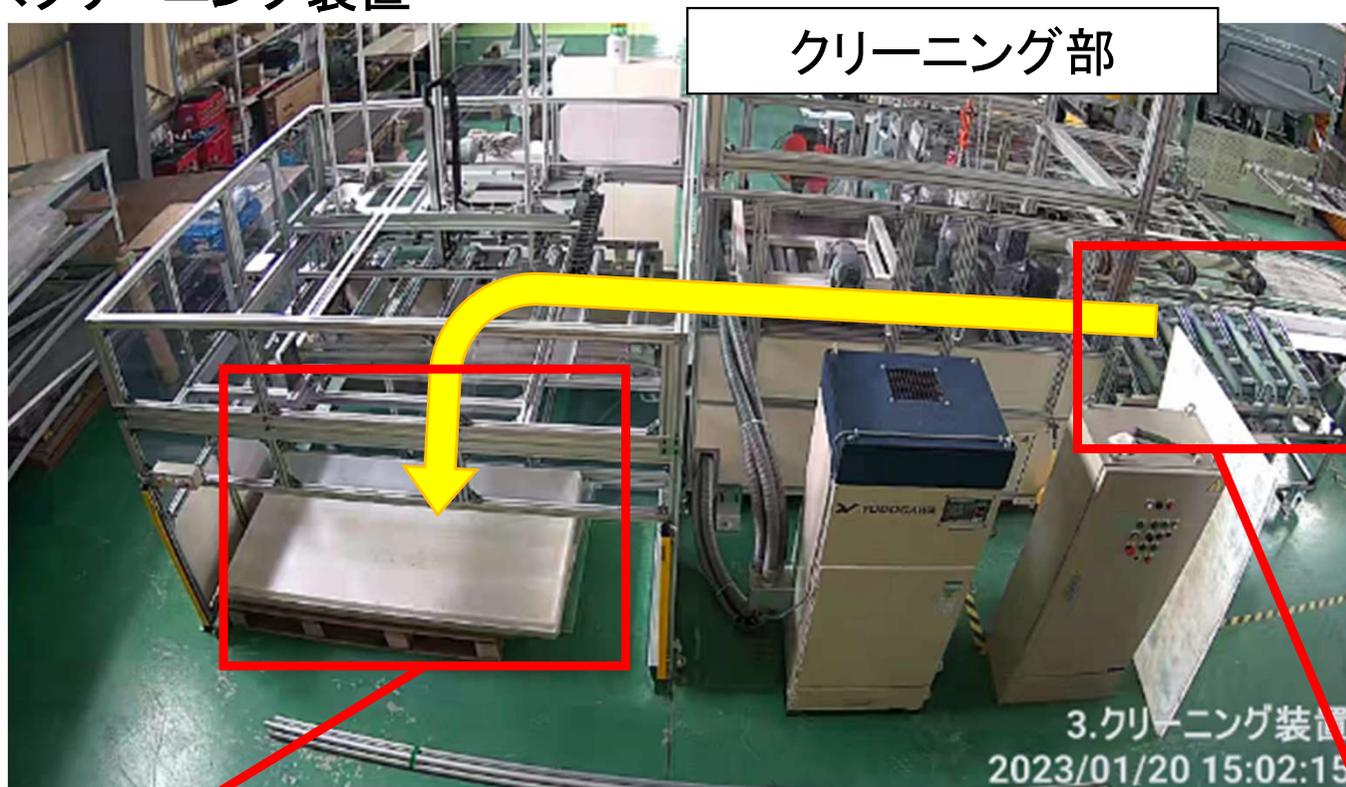
3. 成果報告

➤ 選別システム



3. 成果報告

➤ 板ガラスクリーニング装置



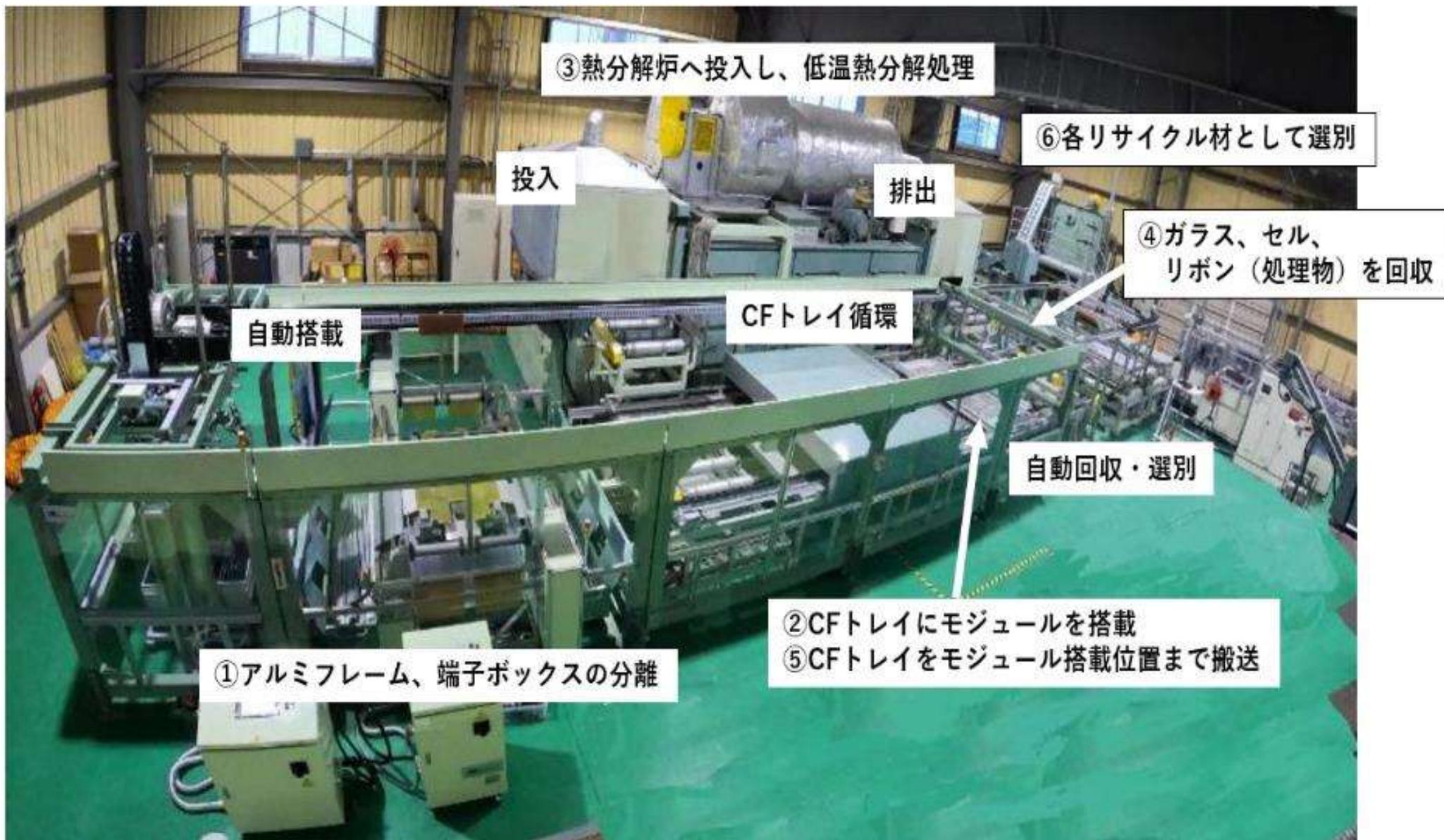
パレットへ積載



ガラスをクリーニング

3. 成果報告

➤ 全体工程写真



3. 成果報告

➤ 30tサンプルテストへ向けた連続稼働

✓ 日程

- 連続運転期間 2023年 8月1日～10月31日
- ガラスサンプル量 30t

✓ 運転概要

- 作業者 2人
- 1日当たりの運転時間 6～7時間

✓ 処理パネル

パネル：	SHARP	約2000枚
	Inter Action	380枚
	Qcell	240枚



連続稼働で発生した問題を改善しながら工程の安定稼働化を図った

3. 成果報告

➤ 24時間運転について

・実施日程

作業実習： 2023年12月11～13日

24時間運転：12月14日9:00～12月15日9:00

・作業員

派遣作業員：6名

トクヤマ従業員：3名

・勤務体制

派遣作業員2名、トクヤマ従業員1名、8時間勤務 ×3交代

・結果

処理パネル枚数： 253枚 (SHARP:217枚、Inter Action:36枚)

処理速度： 10.5枚/hr リサイクル率：88% (チョコ停により処理量が低下⇒改善済)



パネル	ガラス	アルミ枠	端子BOX	セル	リボン	樹脂(kg)
4,725	3,163	716	30	177	53	587
	67%	15%	1%	4%	1%	12%

3. 成果報告

➤ 板ガラスの水平リサイクルへ



ガラスメーカーへ



ガラスの評価試験

フロートガラス適合性を確認



ガラスの製造窯へ投入
(5 t)

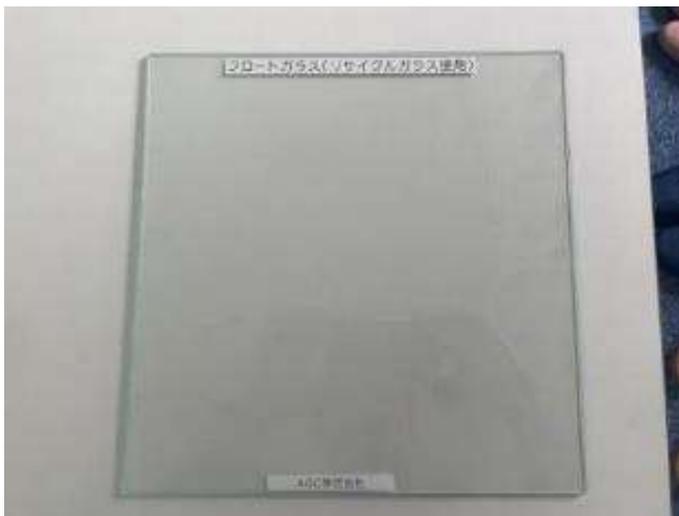
フロートガラスのリサイクルへ

2024年3月に投入試験を実施

3. 成果報告

➤ ガラスのマテリアルリサイクル

AGC 社の太陽光パネルカバーガラス リサイクル実証試験成功に貢献 —フロート板ガラス向けリサイクル原料 を北海道・南幌より供給— 2024年3月25日



実際のフロート板ガラスサンプル

TOKUYAMA **News Release**

2024年3月25日
株式会社トクヤマ

**AGC 社の太陽光パネルカバーガラス リサイクル実証試験成功に貢献
—フロート板ガラス向けリサイクル原料を北海道・南幌より供給—**

株式会社トクヤマ(本部:東京都,社長:横田浩)は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)との共同開発中の「太陽光パネル低温熱分解リサイクル技術」を用いて分解処理した太陽光パネルのカバーガラス(以下、カバーガラス)を、AGC株式会社(本社:東京都)によるフロート板ガラス向けリサイクル実証試験に供給いたしました。AGC社の本試験は、3月18日にAGC豊島工場フロートガラス製造ラインにて実施され、当社が供給したカバーガラスを原料として適用し、日本で初めて、フロート板ガラスへのリサイクルに成功したものです。

太陽光パネルカバーガラス リサイクルイメージ

太陽光パネルは耐用年数が20~30年とされ、2030年代後半より年間数十万トンが廃棄される見込みです。このうちカバーガラスは重量全体の約6割を占めており、産業廃棄物として準め立て処理されることによる深刻な環境負荷が懸念されています。

当社は、2019年11月に「太陽光モジュールリサイクル実証試験施設」(北海道空知郡南幌町)を設置し、太陽光パネルを構成する部材を高品質に処理、抽出する技術を確立しました。現在は、産業カバーガラスや各種部材のマテリアルリサイクルの可能性を探り、事業化にむけ、ビジネスモデルの構築に取り組んでいます。本試験の成功を受けて、生産量の多いフロート板ガラスが、産業カバーガラスの水平リサイクルの受け皿となることが期待されます。

当社グループは、中期経営計画2025に掲げた「事業ポートフォリオ転換」を目標に、環境事業分野にも注力しており、今後も、太陽光パネルのサーキュラーエコノミー実現の一翼を担うべく、尽力してまいります。

株式会社トクヤマ 〒100-0001 東京都千代田区千代田1-3-5 フロンティアビル
電話:03-5207-2522 FAX:03-5207-2523 東京都千代田区千代田1-3-5 フロンティアビル

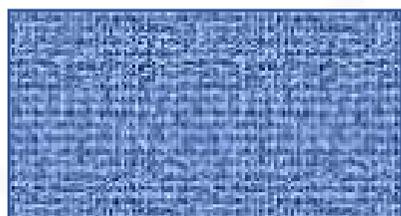
フロートガラスへのマテリアルリサイクルの実証テストを完了

3. 成果報告

➤ ダメージパネル、セルのマテリアルリサイクル

太陽光パネルリサイクルシステムにて熱処理

ダメージパネル



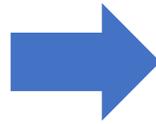
熱処理



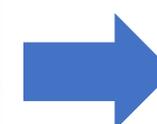
処理後



選別



破碎ガラス



板ガラス
リサイクルへ

災害等によるもの
(災害：2020年度：5,040トン)

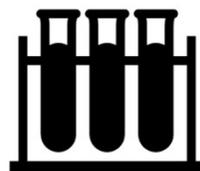
板ガラス品質へ
サンプル確認

熱分解後のセル



セルの処理

試験システム



トリクロロ
シラン

ここまでの試験
を実施中

半導体用
ポリシリコンへ



4. まとめ

有価物名	リサイクル	
	価値物質	マテリアルリサイクル
セル	銀	OK
	シリコン	実施中
リボン	銅	OK
EVA/PET	(熱エネルギー)	(自工程内で消費)
アルミフレーム	アルミ	OK
板ガラス	ガラス	OK 30tを実施
破砕ガラス (ダメージパネル)	ガラス	実施中

樹脂以外のほぼすべてをマテリアルリサイクルを可能とする

4. まとめ

- ▶ 太陽光パネルのリサイクル工程の全自動化
 - ・ アルミフレーム除去⇒熱分解⇒選別までの各工程に最適な方法を検討し、各装置の投入～排出までの全自動化を完成させた。工程の安定稼働化を図り24時間連続運転を達成した。

- ▶ 30tガラスを板ガラスメーカーへ提供、フロートガラスの検証へ
 - ・ 処理した板ガラスはAGC株式会社に供給し、フロート板ガラス向けリサイクル実証試験に成功した。フロート板ガラスへの高い品質基準を満たすことのできる熱分解処理工程が実証できたとともに、ガラスリサイクルの受け入れ可能量の拡大の実現性を実証できた。

- ▶ 処理コスト・資源回収率
 - ・ 3円/W以下、資源回収率80%を達成。
 - ・ 熱分解後の各構成部材は高品質に処理できたことで、ガラス、リボン、アルミフレームは水平リサイクルが可能。また、セルの成分を占めるシリコンのリサイクルを今年度実証しており、これが完成すればほぼすべての部材が水平リサイクル可能となる。

END