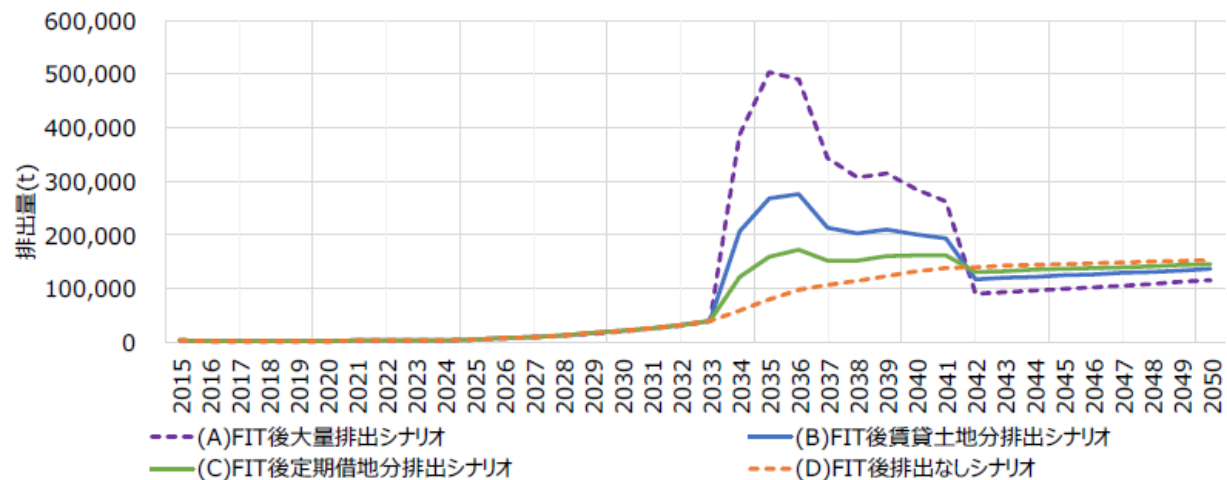


廃棄太陽電池パネルからの省エネルギー 銅配線回収・有害物質除去手法の開発

機械・加工科	科長	三瓶義之
	主任研究員	小野裕道
	副主任研究員	渡邊孝康

質問はメールにて事務局までお気軽にお問い合わせください。
問い合わせ先：福島県ハイテクプラザ 企画連携部産学連携科
e-mail : hightech-renkei@pref.fukushima.lg.jp

1 背景



図Ⅲ-2-④-(2)-8 シナリオ別の排出量推計結果

表Ⅲ-2-④-(2)-6 排出量推計結果の産業廃棄物最終処分量との比較

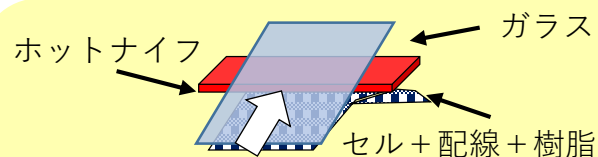
年度	排出見込量 (B)、(C)	2015年度の産業廃棄物の 最終処分量に占める割合
2020	約0.3万トン	0.03%
2025	約0.6万トン	0.06%
2030	約2.2トン	0.2%
2036	約17~28万トン	1.7~2.7%

(NEDO「太陽光発電リサイクル技術」事業原簿【公開】より引用)

- ・ 今後、事故や寿命で廃棄される太陽電池パネルの量は増加する
- ・ 特に、FIT終了後の排出ピークへの対応が懸念されている
- ・ 現状、大部分は破砕しての埋め立て処分
- ・ 安定型最終処分場では、有害物質溶出の危険
- ・ 管理型最終処分場では、容量を圧迫

1 背景

○現状のリサイクルの課題



(例) ホットナイフでのガラス分離

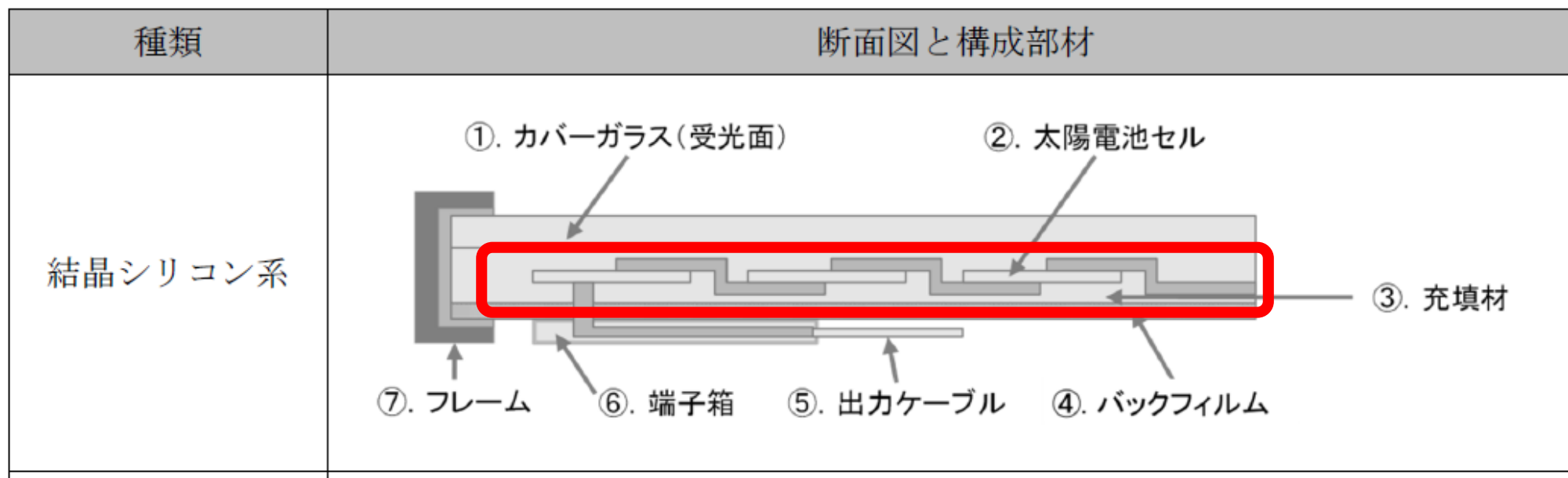
- ・大型設備が必要
- ・回収物の価値が低い
- ・有害物質が未分別
- ・破損パネルに対応不可

- ・設備が高価
- ・投入エネルギーが大きい
- ・有害物質の混入の問題
- ・回収物が高く売れない

**社会実装のためには低コスト、省エネかつ
有害物質を除去できる処理技術が必要**

2 研究目標

○廃棄太陽電池パネルからラミネート内部の銅配線を除去し、
銅の回収及び有害物質の除去を行う技術の開発、可能性の検証

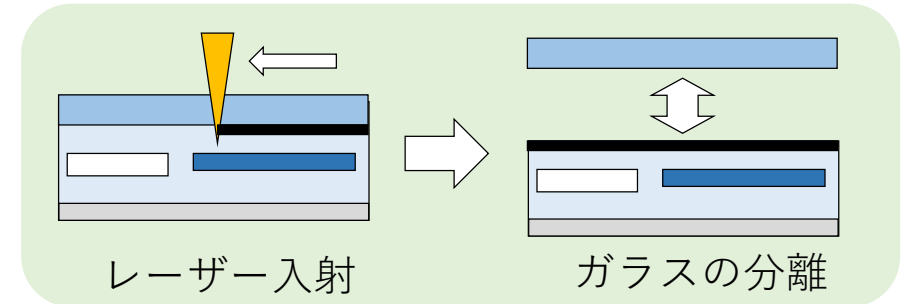


環境省「太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン(第二版)」(平成30年)より

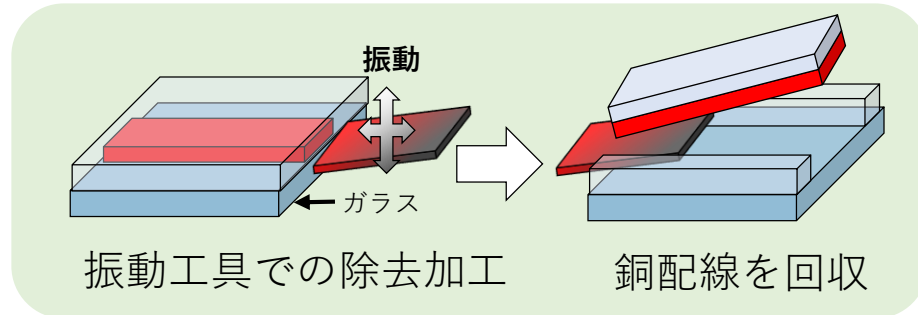
2 研究目標

○先行事例とは逆に、
銅配線と付随するはんだを
まず回収する。

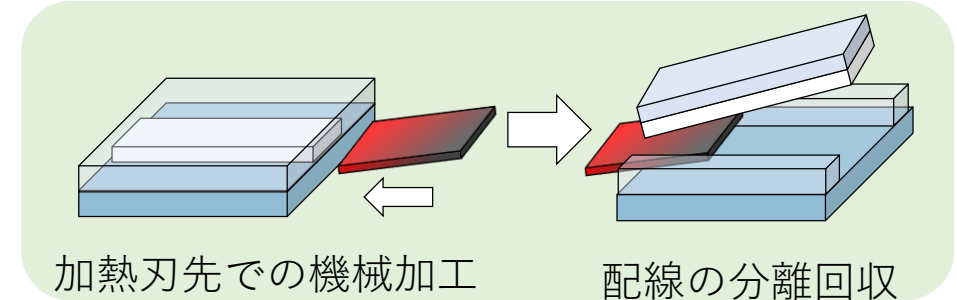
レーザーによる分解



振動工具による銅配線の回収

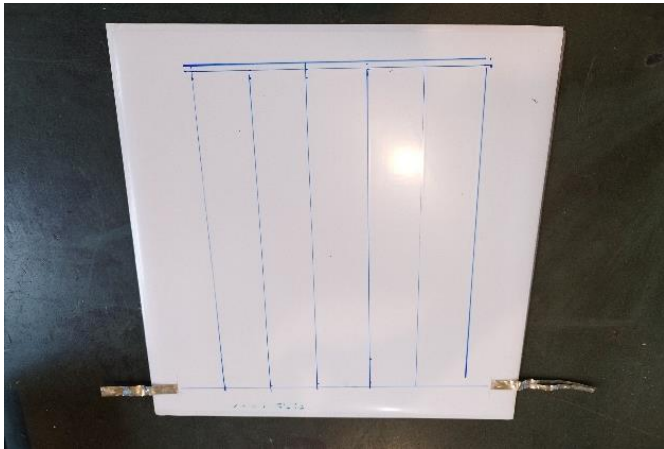


ホットナイフによる銅配線の回収



3 実験 超振動工具による銅回収

- 実験装置：超振動工具
- 加工方法：バックシート側から
- 加工部位：銅配線周辺のみを切除
- 加工対象：400mm角パネル



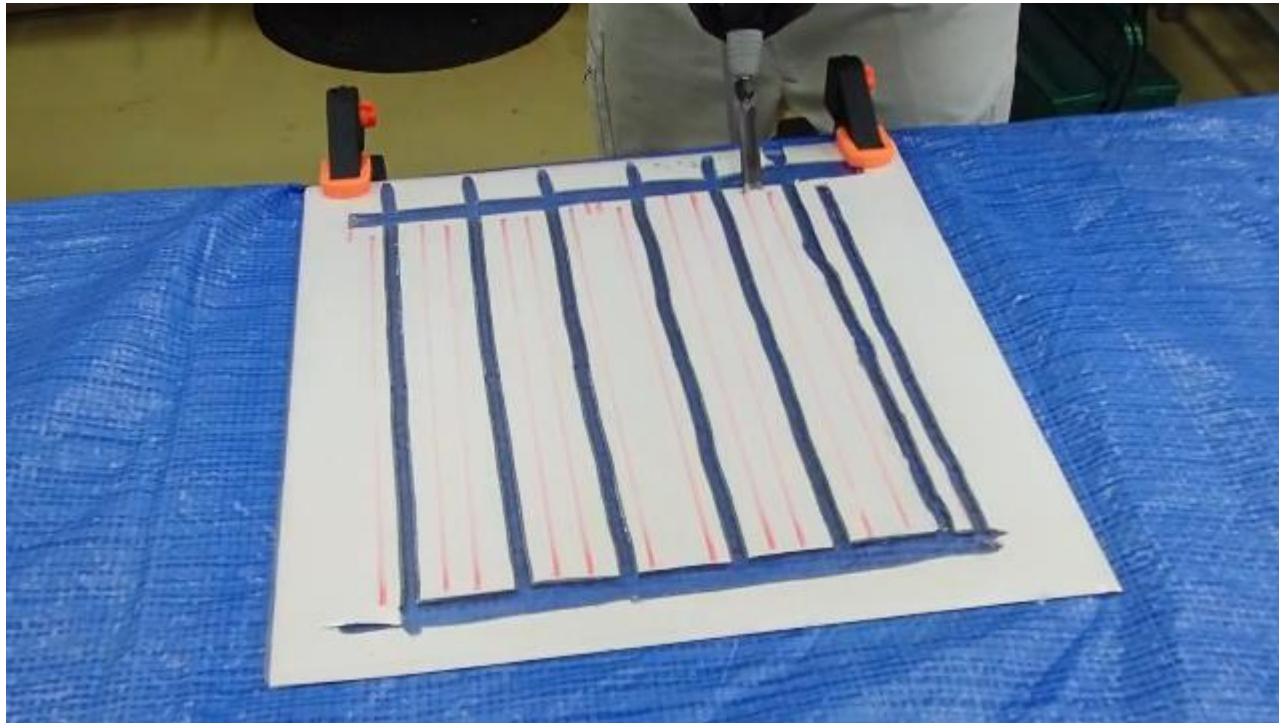
加工前マーキング状態



超振動工具

3 実験 超振動工具による銅回収

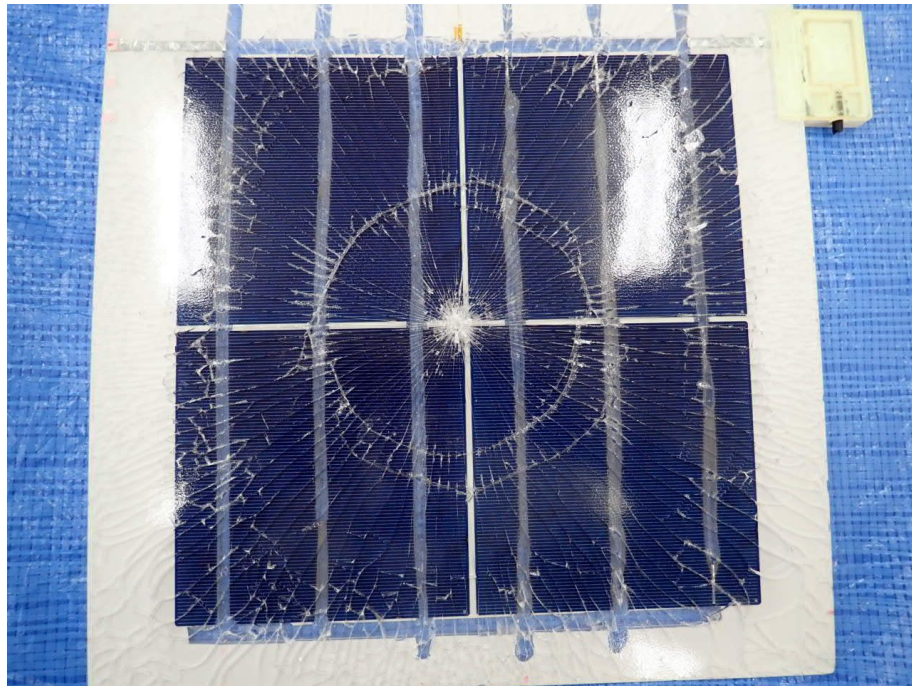
- 加工の状況



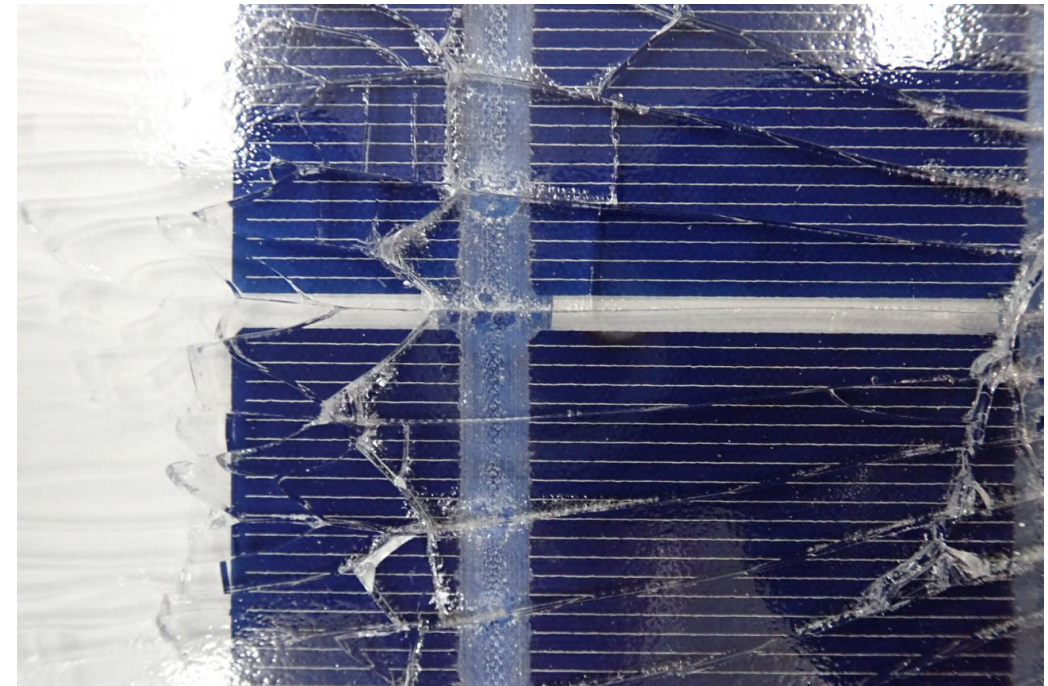
回収された銅線

3 超振動工具による銅配線回収

- ガラスの割れたパネルからの銅配線回収



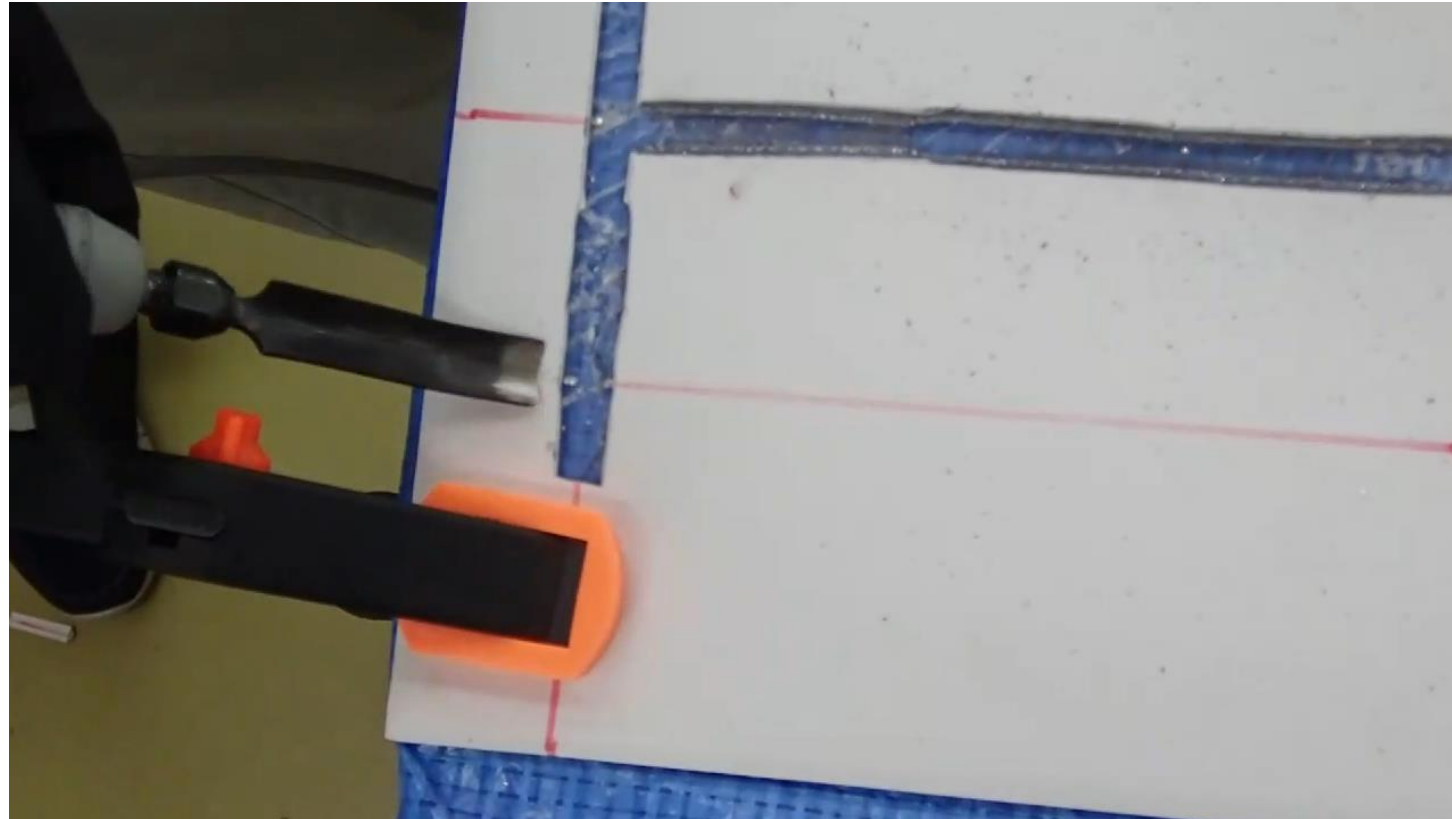
ガラスの割れたパネル



ガラス表面拡大

3 実験 振動工具による銅回収

- ガラスの割れたパネルからの銅配線回収



3 実験 ホットナイフによる銅回収

- 実験装置：白光製HOT KNIFE
(消費電力100V-40W)
- 加工方向：バックシート側から
- 加工部位：パネル端部
- 加工対象：200mm角模擬パネル



ホットナイフ



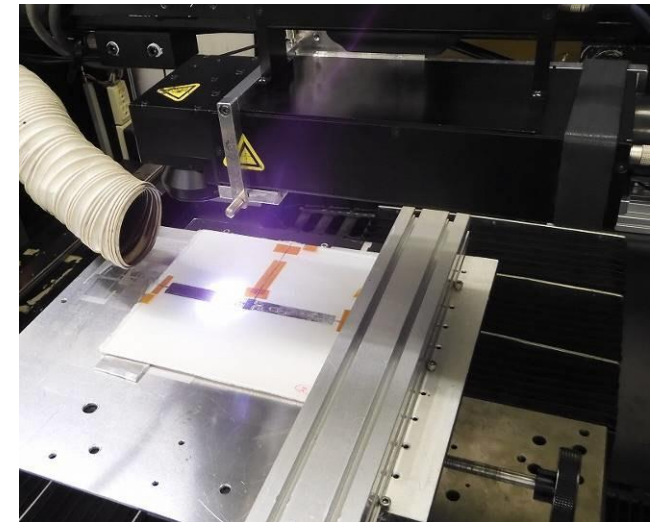
ホットナイフ加工の状況

3 実験 レーザーによる加工

- 東成イービー加工による委託加工
- 加工試料：200mm角模擬パネル
- 加工法：ガラス面からレーザーを照射
- レーザー：炭酸ガスレーザーおよびファイバレーザー

加工装置	炭酸ガスレーザー	ファイバレーザー
発振形式	連続波	パルス
波長	10.6 (μm)	1064 (nm)
投入電力	30 (W)	69 (W)
スキャン速度	250 (mm/sec)	2760 (mm/sec)

レーザー照射条件



ファイバレーザー加工の状況

3 実験 レーザーによる加工

CO₂レーザーでの加工結果

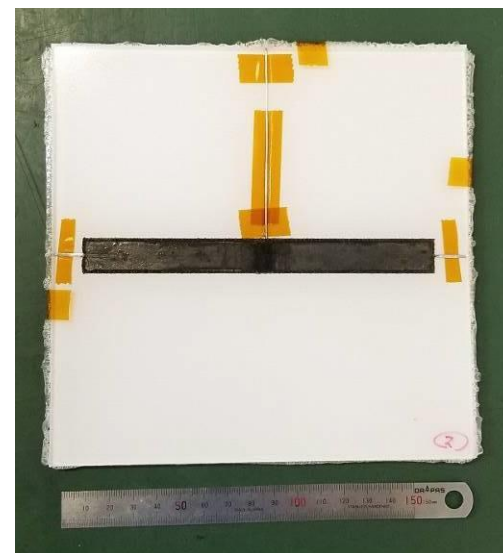


加工後のパネル表面

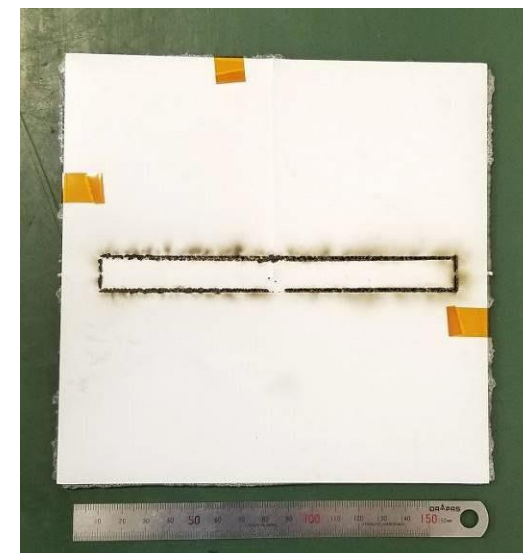


加工後のパネル裏面

ファイバレーザーでの加工結果



加工後のパネル表面



加工後のパネル裏面

ファイバレーザーでガラスとEVAの界面を加工できた

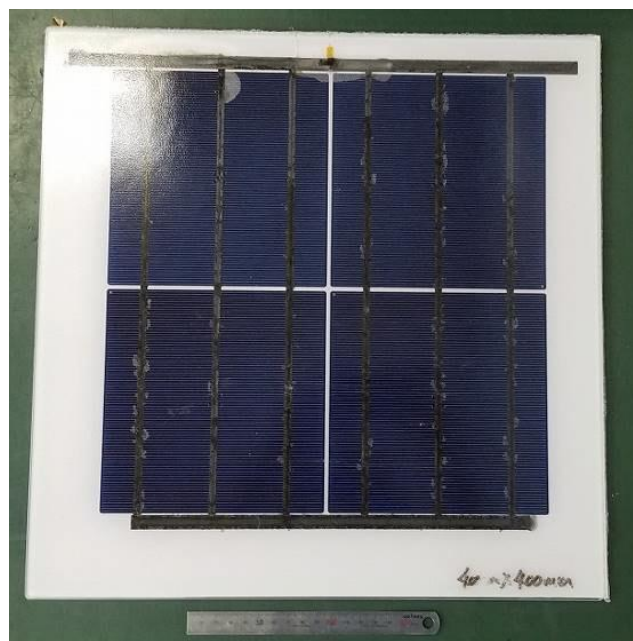
CO₂レーザーではガラス表面が加工されてガラスの割れが発生し、EVAの加工ができなかった。

3 実験 レーザーによる加工

- ファイバレーザーで400mm角のセルの入ったパネルの銅配線回収加工を行った



加工状況



加工後のパネル表面



加工後のパネル裏面

3 実験 市販パネルへの適用

- 市販パネルで迅速な改修を行うための固定・案内治具の作成に取り組んだ



- 対象パネル : 100W 18W
- ブランド : DOKIO
- サイズ : 97×56.5 cm
- 重量 : 5.2kg
- 治具の構成
: 塩ビパネル、トグル、AL板 等

3 実験 市販パネルでの加工結果



- 1パス10秒程度で、銅線を外さずに加工できた

3 実験 配線回収後の無害化の検証

- 配線回収前の破砕物及びガラスを分別したもの
- 配線回収後の破砕物

について溶出操作を行い、鉛の溶出量を分析した

(「産業廃棄物の検定方法に係る分析マニュアル」準拠)

銅配線回収前後のパネル破砕物の溶出試験結果

試料	鉛溶出量(mg/l)
廃棄太陽電池パネル破砕物	0.0820
廃棄太陽電池ガラス破砕物	0.0288
銅配線回収後のパネル破砕物	検出限界値以下

4 考察

- 銅配線回収に係る適正およびコストについて

	超振動工具	加熱工具	レーザ加工	【先行技術】 ホットナイフ法
設備費用	安価 (十数万円)	安価 (十数万円)	高価 (数百万円以上)	高価 (数百万円以上)
消費電力	小 (数十W)	大 (数百W)	小 (数十W)	大 (数kW)
加工時間	短い (数分)	長い (数十分)	短い (数分)	短い (数分)
配線回収	容易	困難	後工程必要	後工程必要

4 考察

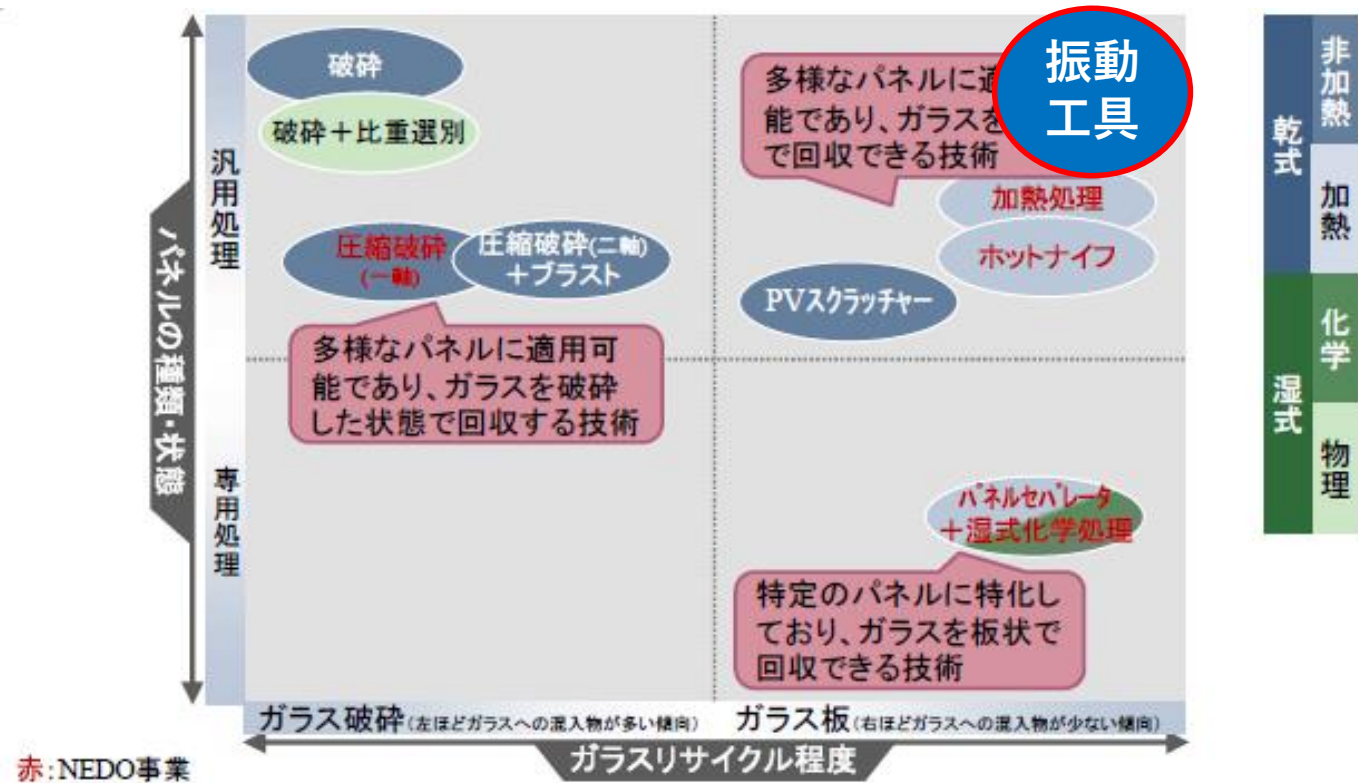
• 先行技術との消費電力の比較

処理手法	処理電力量 (kWh/枚)
ローラ分解処理	0.818
溶媒溶解処理	0.764
全破碎後分別	1.739
アルカリ可溶化	1.940
ガラス破碎	0.817
ウェットブラシ分解	0.828
ホットナイフ分離	1.541
振動工具配線回収	0.008

(NEDO「太陽光発電リサイクル技術」事業原簿【公開】内のデータから試算)

4 考察

・先行技術との対象領域の比較



図III-2-④-(2)-2 技術の特長を示すマップ

出所)事業原簿等各種文献調査、ヒアリング調査等に基づき三菱総研作成(実証試験実施、事業化済み技術のみを整理)

5 まとめ

- 廃棄太陽電池パネルからミラネート内部の銅配線を除去し、銅の回収と有害物質の除去を行う技術の開発、可能性を検証した
- 超振動工具、ホットナイフ、レーザー加工による配線回収を試み、超振動工具が最も容易に銅配線を回収できた
- 超振動工具による加工はガラスの割れたパネルにも適用できた
- 市販パネル用の固定・案内治具を作製することで1パス10秒、パネル1枚を5分で銅配線回収を行うことができた
- 配線回収後のパネルの破砕物の溶出試験の結果、配線回収後のパネル破砕物からは鉛の溶出は検出されなかった。

6 今後の展開

- 銅線回収技術の技術的展開としてはロボット化やアシスト装置の開発
- 他のリサイクル技術と組み合わせたリサイクル率、利益率の向上についての検討
- リサイクル普及のための用途・製品開発
例) 有害物質を抜いた後の破砕物から有価物（ブロックや敷石）を作って利用する技術の開発等
- 太陽電池パネル処分に関する現状と課題の社会的な理解の促進