

# 太陽光カバーガラスの 板ガラス向けリサイクルの検討

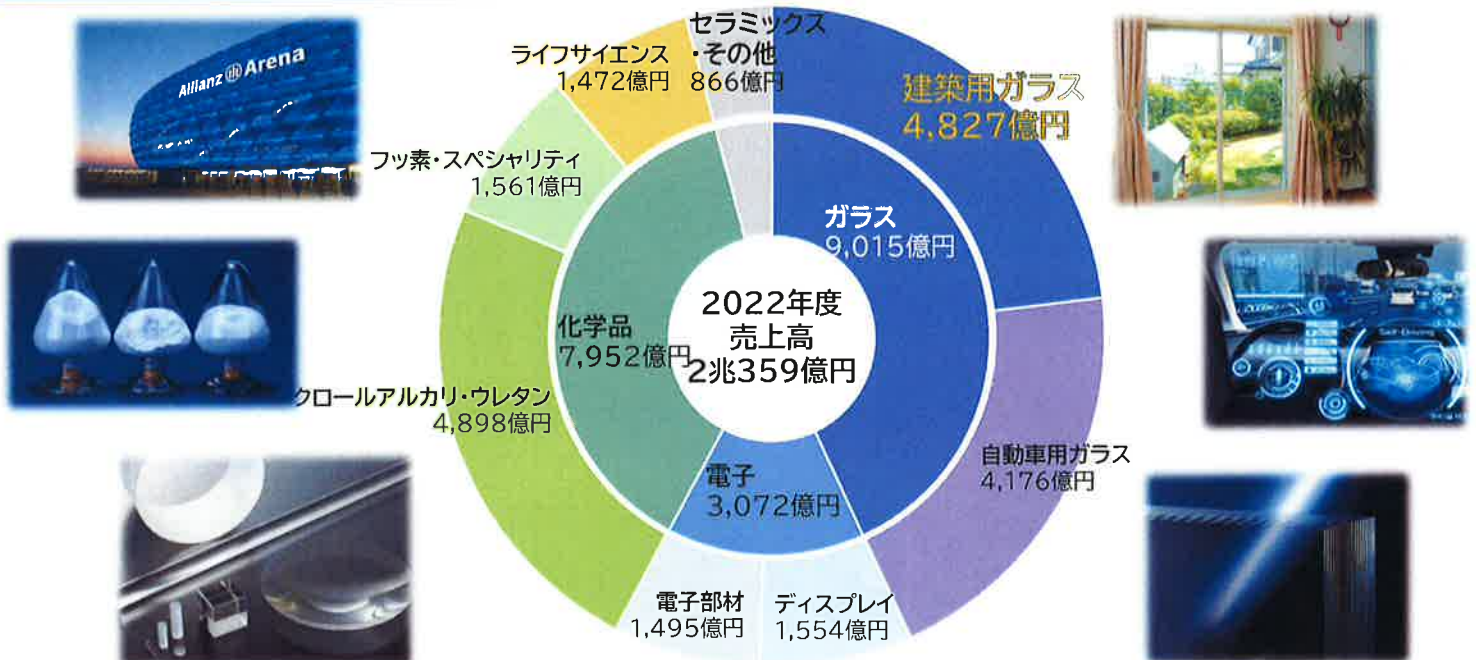
AGC

AGC Inc.

Your Dreams, Our Challenge

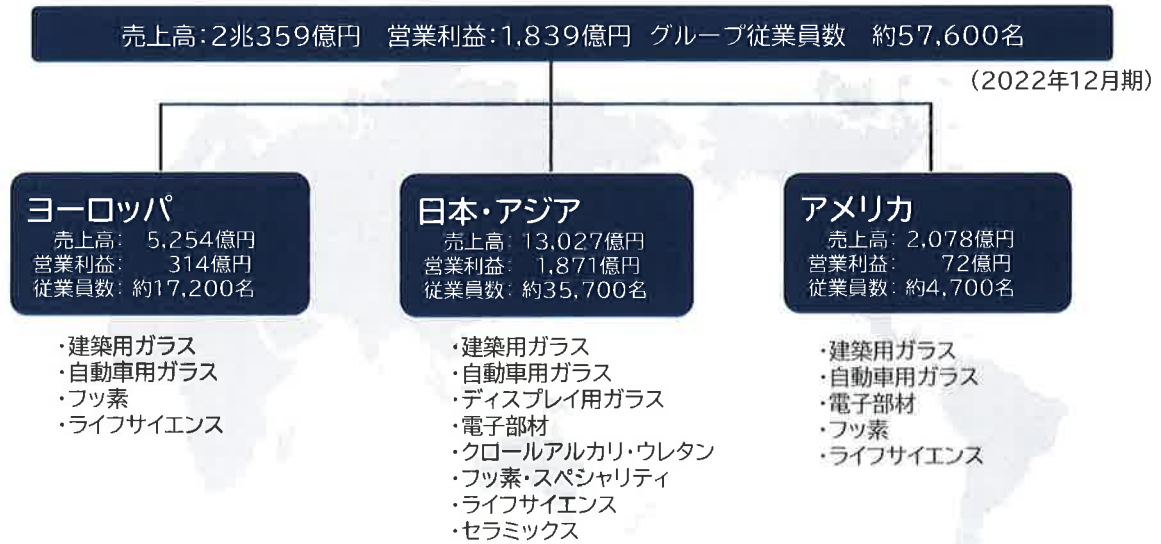
## AGCの事業紹介

AGC  
Your Dreams, Our Challenge



# グローバル展開

- 30を超える国と地域で事業を展開しています。
- 海外売上高比率は約7割、海外子会社従業員比率は約8割です。

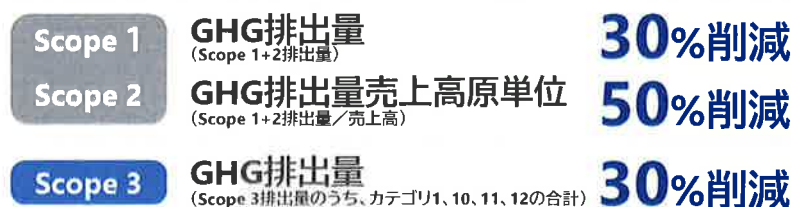


# カーボン・ネットゼロ目標(2050年)

2021年に中長期のGHG削減目標を策定し、着実に推進しています。



## 2030年 マイルストーン(2019年比)



事業ポートフォリオ変革  
戦略事業の拡大により、  
排出量削減を上回るペースで  
炭素効率を改善

# カレットリサイクルの重要性

## 【カレットリサイクルの重要性】

- ・板ガラス製造におけるカレットの消費促進は、**温室効果ガスの削減**と**ガラス原料資源の節減**に効果があります。
- ・**カレットリサイクル**は**環境負荷削減**や**資源循環社会**の構築に向けた重要な取り組みです。
- ・カレット1Ton増量につき、板ガラス製造プロセスにおけるCO<sub>2</sub>を**0.6~0.7Ton削減可能**です。(Scope1~3)

## 【カレットリサイクルの取り組み状況】

便宜上、カレット種類を以下の3タイプに分類しました。

### 循環カレット

主にガラス素板の製造時における、製品外のガラスカレットです。  
このタイプのカレットは既に生産ラインでリサイクルされています。

### Pre-consumer cullet

お客様に納品される前の製品、若しくは加工工程で発生するカレット等です。  
一部、リサイクルできていないガラスのリサイクル化に取り組んでいます。

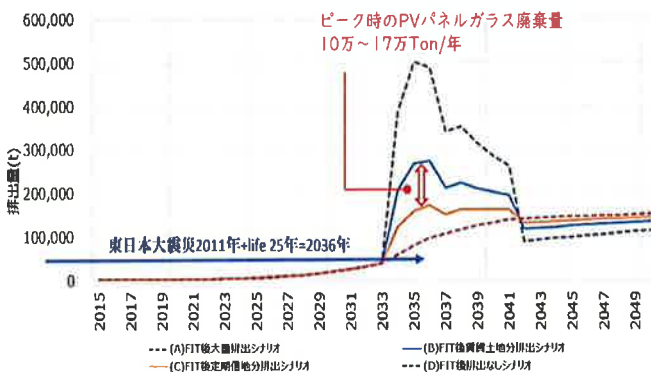
### Post-consumer cullet

お客様に製品をご利用いただいた後、使用済製品に含まれるガラスのリサイクルです。  
建築用では、ビルや住宅等の改修時や解体時に発生します。  
自動車用ではフロントガラス交換若しくは使用済自動車の解体時に発生するカレットです。  
リサイクルに向けては、回収の仕組みの構築や、カレット品質の管理等の課題があります。



# PVガラスリサイクルの活動背景

【国内の使用済太陽光パネル排出量の予想推移】\*1



社会的  
価値向上

- 気候変動対応
- 資源の有効活用
- 最終処分場の延命

経済的  
価値向上

- ガラス製造原料費削減
- ガラス製造燃費削減

太陽光パネルは**2030年中盤以降に大量廃棄**され、**廃ガラスの処理が社会問題**になる恐れがあると伺っています。

現在AGCでは太陽光パネル用のカバーガラスを生産していませんが、

太陽光パネルに含まれる廃ガラスを**板ガラスの原料カレット**としてリサイクル出来れば

**最終埋立処分場の減容、資源循環経済やGHG削減**を通して**社会貢献**できると考えています。

# 板ガラスの製造方法\*1,2,3



型板ガラスはガラスの製造ライン過程において、彫刻されたロールの型模様を溶かされたガラス面に転写して製造されたガラスです。ガラスの表面はこのロールが当たった面のみ凸凹あり、片面は通常の板ガラス同様ツルツルになります。

一般的な無色透明で表面が平滑な板ガラスは、「フロート法」という方法で製造します。フロート法とは、溶かしたガラスの原料を、ガラスより重たい溶けた金属(スズ)の上に浮かべて板状に伸ばしていく方法です。約1600℃まで加熱して溶かした原料を、溶かした金属が敷かれている炉(フロートバス)に流し込むと、ガラスは金属の上に浮かびながら広がって板状になります。そのまま徐冷窯でゆっくり冷やしていくことで、板ガラスが完成します。

板ガラスの製造方法として、**ロールアウト法**と**フロート法**等があります。

# PVカレットリサイクルの技術的課題

- ① フロート法板ガラス製造におけるアンチモン発色防止技術の確立
- ② パネル分解時、異物の少ない高品位ガラスの確保
- ③ PVカレットの組成のばらつきを考慮したガラス組成コントロール
- ④ As, Pb, Sb等の物質を含むカレット消費における環境面・安全衛生面の適合性確認

技術的課題/製造方法	ロールアウト法	フロート法
① Sbによる品質悪化防止技術の確立	無し	有り
② 異物の少ない高品位ガラスの確保	有り	有り
③ ガラス組成コントロール	有り	有り
④ 環境・安全面等への適合性確認	有り	有り

# PVカレットの受入可能な想定量

技術的課題/製造方法	ロールアウト法	フロート法
① Sbによる品質悪化防止技術の確立	無し	有り
② 異物の少ない高品位ガラスの確保	有り	有り
③ ガラス組成コントロール	有り	有り
④ 環境・安全面等への適合性確認	有り	有り

	1.AGC受入可能なPVガラスの推定量 [Ton/年]	2.CO <sub>2</sub> 削減効果 <sup>1)</sup> (Scope1~3) [Ton/年]	計算前提 / Memo [-]
ケース1 Sb律速の場合 (現時点の推定値)	<b>I. 数万Ton</b>	<b>I × 0.7</b>	課題の②, ③, ④が達成できる前提で、かつアンチモンが消費の律速要因となるケースです。弊社の現時点におけるラボ試験等の結果からの推定です。また今後、追加の検証等の結果から、予告なく変更する場合がございます。
ケース2 全ての課題克服時 (現時点の推定値)	<b>II. 数万~数10万Ton</b>	<b>II × 0.7</b>	課題の①~④全てが解決される前提です。その場合、消費できるカレット量は急増します。大量廃棄時に想定されているPVカレットの大部分を消費する事が可能と考えています。またカレットの有効利用に伴い、板ガラス製造において削減できるCO <sub>2</sub> 削減効果も高いです。

# カレット品質基準 (板硝子協会作成)

## 1. ガラス以外の不純物の許容量

種類	異物	サイズと許容濃度	
有機化合物	フィルム、紙、ゴム、木片等	10 mm未満 20 ppm未満	10 mm以上 無いこと
砂利、セラミクス、セメント等		0.5 mm未満 1000 ppm未満	0.5 mm以上 無いこと
鉄片	ステンレスを除く	1 mm未満 10 ppm未満	1 mm以上 無いこと
非鉄金属類	アルミ、ステンレス等	無いこと	

## 2. 混入させてはいけないガラス

- 白色ガラス、熱線吸収ガラス、網入りガラス、型板ガラスは相互に混じりあってはならない。
- 合わせガラス、印刷したガラスは混入不可
- 建築用ガラス以外のガラス (ピツ、ミラー、ディスプレイ、内装用ガラス、耐熱ガラス、食器ガラス等) は混入不可

「課題② 異物の少ない高品位ガラスの確保」において、異物の許容量として板硝子協会の基準が目安になります。

有機物や金属等の異物が原料に混染すると品質不具合や窯の寿命悪化のリスクがあります。

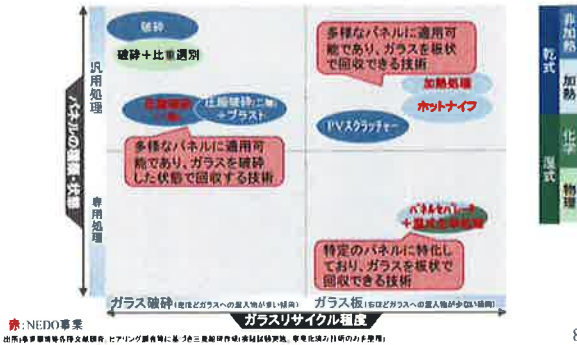
太陽光パネルの場合、ガラス以外の物質として、特に銅、銀、セル、鉛ハンダ、EVA等のコンタミリスクがあると考えています。

III. 研究開発成果 (I) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

公開

② 技術の特徴を示すマップ

- パネルの種類・状態、ガラスリサイクルの強度に応じて、各技術の特徴を整理
- 想定される排出実態に即してバランスよく技術開発がなされているかを確認



1. ガラス以外の不純物の許容量 再掲

種類	異物	サイズと許容濃度	
有機化合物	フィルム、紙、ゴム、木片等	10 mm未満	10 mm以上
		20 ppm未満	無いこと
砂利、セラミクス、セメント等		0.5 mm未満	0.5 mm以上
		1000 ppm未満	無いこと
鉄片	ステンレスを除く	1 mm未満	1 mm以上
		10 ppm未満	無いこと
非鉄金属類	アルミ、ステンレス等	無いこと	

2. 混入させてはいけないガラス

- 白色ガラス、熱線吸収ガラス、網入りガラス、型板ガラスは相互に混じりあってはならない。
- 合わせガラス、印刷したガラスは混入不可
- 建築用ガラス以外のガラス (ピン、ミラー、ディスプレイ、内装用ガラス、耐熱ガラス、食器ガラス等) は混入不可

破砕方式(ロール・ブラスト)では、数10mmサイズ未満のガラスとそれ以外の異物が混ざってしまうため、その後、各種選別設備を通して、**板ガラス向けのガラス品質を確保する事は非常に難しいと想定**しています。一方、**一枚のカバーガラス板で入手し得る処理方法は、比較的高品位なガラスが入手しやすい**と考えます。

©2023 AGC All rights reserved. (無断転用禁止)

<https://www.nedo.go.jp/content/100902095.pdf>  
「太陽光発電リサイクルに関する動向 および評価手法の調査」(事後評価) NEDO 新エネルギー部 同研究先:みずほ情報総研株式会社 2019年11月29日

# ガラス組成データの重要性

表 3.4.1 PV カバーガラスの分析結果まとめ

単位: mass%

	成分	定量下限	Ave	Max	Min
定角測定	SiO <sub>2</sub>	0.03	71.13	72.40	70.20
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	1.09	1.61	0.14
	MgO	0.02	3.18	4.15	0.10
	CaO	0.01	10.08	11.86	9.19
	Na <sub>2</sub> O	0.04	13.93	15.00	12.83
	K <sub>2</sub> O	0.01	0.03	0.05	<0.01
	SO <sub>3</sub>	0.01	0.24	0.38	0.17
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.02	0.03	0.01
	TiO <sub>2</sub>	0.01	0.04	0.26	<0.01
	ZrO <sub>2</sub>	0.001	0.01	0.02	<0.01
	SrO	0.001	0.02	0.23	<0.01
	BaO	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.002	0.01	0.013	<0.001
	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.21	0.32	<0.05
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PbO	0.002	0.00	0.005	<0.002	

【参考データ】

<https://www.env.go.jp/content/900532392.pdf>

令和2年度環境省委託業務 令和2年度炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業

(太陽光パネルの高度選別技術開発とリサイクル・システム構築による早期事業化) 委託業務 成果報告書 令和3年3月 株式会社新菱

PVカレットを板ガラスで消費・リサイクルする場合、**ガラスの組成情報は非常に重要**です。理由は、ガラスの製品品質規格を満たすため、製品ガラスの組成をコントロールする必要があります。

**Pb, As, Sbの組成以外にも太陽光カバーガラスの組成(Si, Al, Mg, Na, Ca, K, S, Fe, Ti, Zr, Sr, Ba, B等)を型式・年代ごとに、リスト化して情報整理頂けると、当該物質の素性が分かり、板ガラス向けのリサイクルの可否が判断しやすくなります。**

©2023 AGC All rights reserved. (無断転用禁止)

技術的課題/製造方法	本検討会への要望/ご相談内容について
① フロート法板ガラス製造におけるアンチモン発色防止技術の確立	資源循環および脱炭素の観点から、フロート板ガラス向けにPVカレットを消費できる事が望ましいです。一方、Sbが最大の技術的課題であり、技術ハードルが高いです。 <b>Sbの発色防止技術の研究開発を支援するような枠組み・制度</b> があると望ましいです。
② パネル分解時、異物の少ない高品位ガラスの確保	現状は適正に処理されれば、埋立てとリサイクル双方の場合で、積立金が支払われる制度と理解しています。 <b>リサイクルを支援するような段階的な制度設計が必要ではないでしょうか。</b> また、将来の大量廃棄を見据えて、 <b>板ガラス向けにリサイクル可能な処理設備を計画的に普及するような枠組みが必要ではないでしょうか。</b>
③ PVカレットの組成のばらつきを考慮したガラス組成コントロール	Pb, As, Sbの組成以外にも <b>太陽光カバーガラスの組成(Si, Al, Mg, Na, Ca, K, S, Fe, Ti, Zr, Sr, Ba, B等)</b> を型式・年代ごとに、 <b>リスト化</b> して情報整理頂けると、当該物質の素性が分かり、板ガラス向けのリサイクルの可否が判断しやすくなります。
④ As, Pb, Sb等の物質を含むカレット消費における環境面・安全衛生面の適合性確認	PVカレットを板ガラス向けの原料カレットとして消費、リサイクルする場合に、 <b>メーカー側が環境面、労働安全衛生面で確認すべき指針・ガイドライン</b> を明確にしたいです。(例えば、18号溶出試験(土壤汚染対策法に基づく土壤汚染調査)の実施可否等について整理したいです。)

Back Up Slide

## ■ 多くの製品で世界トップクラスのシェアを持つ

フロート板ガラス  
世界トップシェア



自動車用ガラス  
世界トップシェア



車載ディスプレイ用  
カバーガラス  
世界 No.1



TFT液晶/有機EL用  
ガラス基板  
世界 No.2



電子機器用超薄板  
ソーダライムガラス  
世界 No.1



苛性ソーダ  
塩化ビニル樹脂  
東南アジア No.1  
(50%以上)



ETFE樹脂  
(フッ素樹脂)  
世界 No.1

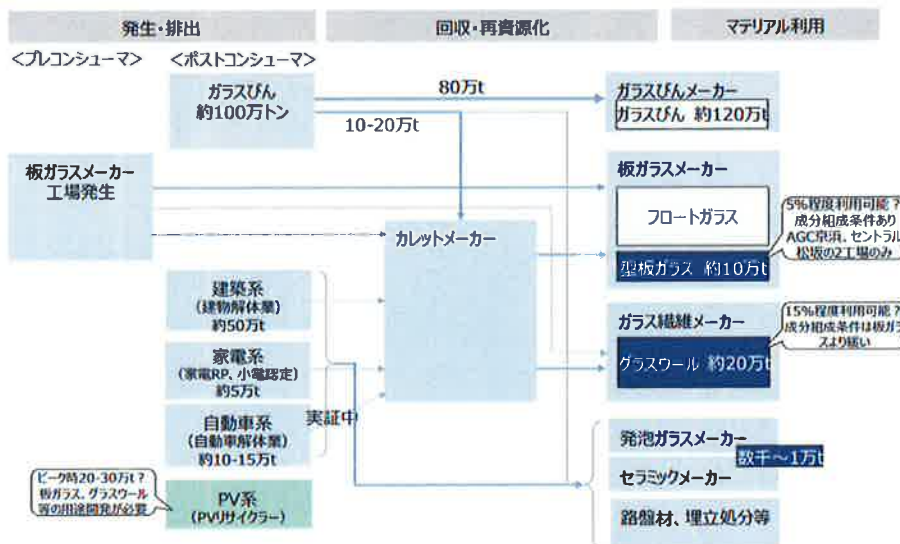


現場塗装塗料用  
フッ素樹脂  
世界 No.1



※2023年1月時点当社推定

## 太陽電池由来のガラス受入量推定



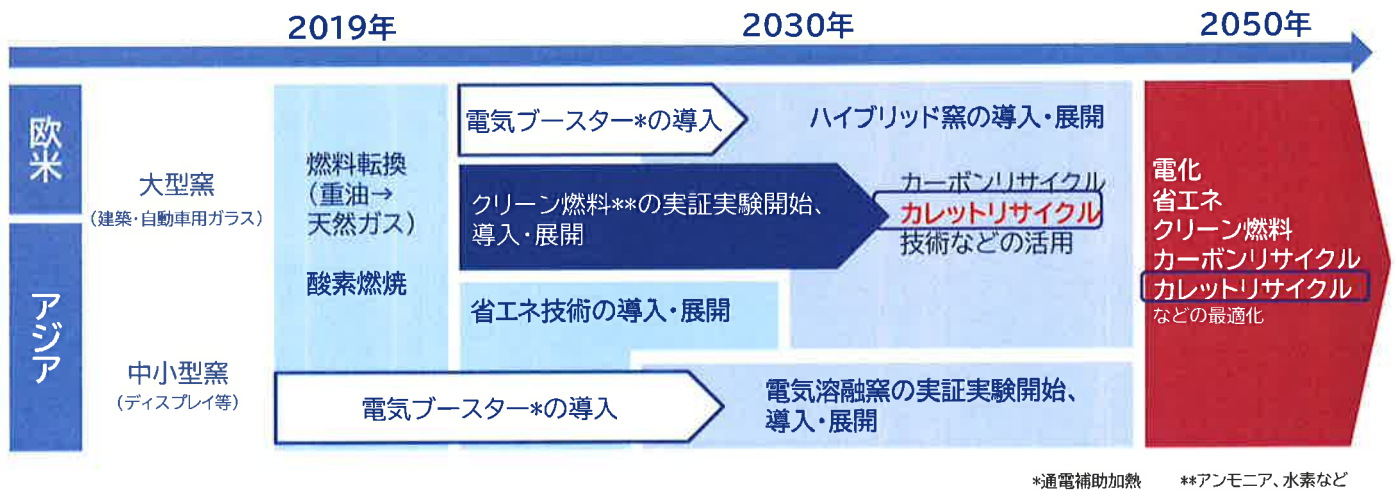
廃PVカレットはフロートガラス向けにリサイクルできない、と考えられているが

板ガラスのフロートガラスでリサイクルできないと、**大量廃棄を吸収できない**可能性が高い。



# 板ガラス製造におけるGHG削減ロードマップ

- 2030年に向けて、欧米では電化、アジアでは省エネの施策を優先して進める計画
- 2050年に向けては、電化を中心に複数の技術を組み合わせて、目標達成を狙う



# 再生可能エネルギー発電設備の廃棄・リサイクル



経済産業省

令和5年4月  
資源エネルギー庁 新エネルギー課

## 現行制度でのリサイクルに関する課題について

- 現在排出されている使用済みの太陽光パネルの多くが、銀などの有用金属を含むことから、資源循環の考え方に沿った対応が重要となっている。また、最終処分量の減容化という観点からも、パネル重量の約6割を占めるガラスをはじめ、リサイクルの促進が求められる。
- リサイクルの促進にあたっては、実際に適正に処理を行うことができる主体の創出・育成を行うことも重要であるが、足下では太陽光パネルのリサイクルコストは依然として高いことから、リサイクル処理を行うインセンティブ構造となっていない。
- 経済産業省では、NEDOを通じてリサイクル技術、低コスト化の研究開発の支援を進めているが、引き続きリサイクルコスト低減に向けた技術的・制度的支援を行い、先行事例を広く展開させていく必要があるのではないかと。
- 加えて、地域によって、排出される太陽光パネルの量や、廃棄・リサイクル等を行う事業者のキャパシティが異なる中で、排出されたパネルの流れ（資源量や物流等）が把握・整理されれば、リサイクルビジネスの予見可能性も高まる。このため、効率的かつ適切・安全な収集、運搬、廃棄、リサイクルといった資源回収のための仕組みなど計画的な資源循環のための仕組みを検討していくべきではないかと。



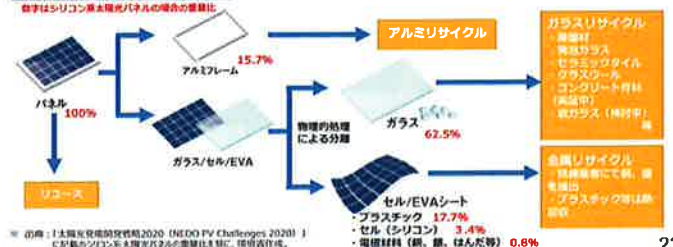
環境省

令和5年4月  
環境省

## 太陽光パネルの組成とリサイクル技術の現状と課題

- 現在実用化されている太陽光パネルに特化した高度なリサイクル技術の多くは、カバーガラスとセルを含むバックシートを物理的処理等により分離するもの。分離されたアルミフレーム、カバーガラスは、素材毎にマテリアルリサイクルされている。
- バックシートには金属やプラスチックが含まれており、精錬業者に搬出され銀や銅を抽出することが可能。プラスチックやシリコンは熱回収される。
- 重量の約6割を占めるガラスのリサイクル促進や、プラスチックやシリコンのマテリアルリサイクルに向けた取組が課題。

### 太陽光パネルの高度なリサイクルフロー



経産省・環境省としても、**パネル重量の約6割**を占める

**ガラスのリサイクル技術の確立**は重要課題項目の位置づけ

## 01 成長志向型の資源自律経済の確立に向けた問題意識

### ■資源制約・リスク：資源枯渇、調達リスク増大

- 世界のマテリアル需要増大：多くのマテリアルが将来は**枯渇の懸念**（特に、金、銀、銅、鉛、錫などは、2050年までの累積需要が埋蔵量を2倍超）
- 供給が一部の国に集中しているマテリアルあり：資源国の政策による**供給途絶リスク**（ニッケル、マンガン、コバルト、クロムなど集中度が高いマテリアルあり）
- 日本は先進国の中でも自給率が低い：日本の資源の購買力の低下に伴う**調達リスク増大の懸念**

### ■環境制約・リスク：廃棄物処理の困難性、カーボンニュートラル実現への対応の必要性

- 廃棄物処理の困難性増大：**国際的な廃棄物の越境移動制限の厳格化**、その一方で、日本国内では**最終処分場に制約**
- カーボンニュートラル実現：**原材料産業によるCO2排出の削減が不可欠**

### ■成長機会：経済活動への影響

- セキュア・エコノミー市場の大幅な拡大の可能性：セキュア・エコノミー市場への**成長資金の流入**（Black Rockのセキュア・エコノミーファンドは2022年8月時点で19億ドル規模まで成長）
- 資源自律経済への対応が遅れると多大な経済損失の可能性：マテリアル輸入の増大と資源価格高騰による**国富流出、セキュア・エコノミー性を担保しない製品の市場排除の懸念**

### ■セキュア・エコノミーに転換しないリスク

- 潜在成長率の低下：資源国の**カントリーリスクへの脆弱性**、資源価格高騰による**国富流出、資源調達の困難化**等
- 世界のビジネスからの排除：**グリーンビジネスの機会損失**、グローバル企業の**調達からの排斥**

資源の有効利用は、**資源調達リスクの低減**、再生材の利用促進に伴う**脱炭素化**等の観点から重要であり

国としてもGX投資等で、循環経済の実現に向けた積極的支援を行う見込み

## 03 成長志向型の資源自律経済の確立に向けた総合パッケージ

### ■競争環境整備（規制・ルール）

- 4R（3R+Renewable）政策の深掘り：資源有効利用促進法(3R法)の対象品目追加の検討、循環配慮設計の拡充・実効化（**製品別ガイドラインの拡充と設計認定の検討**）、循環資源の効率的回収の強化、表示の適正化等の循環資源の価値向上のための措置（**循環資源の品質標準化**、循環価値（**LCAによるCFPや再生材利用率等**）の可視化等）
- リコマース（Re-commerce）市場の整備：製品安全強化（**リファービッシュ品等の二次流通品の安全性担保の責任明確化**）
- 海外との連携強化：クリティカルミネラルの確保や規制・ルール整備に関する国際連携（プラスチック汚染対策（UNEP）、セキュア・エコノミーの国際標準化（ISO）、ASEAN諸国等との協力関係構築 等）

### ■セキュア・エコノミー・ツールキット

（政策支援：GX先行投資支援策「**資源循環分野において、今後10年間で約2兆円への投資**」）

- セキュア・エコノミー投資支援：**研究開発・実証・設備投資支援**（Re-commerce投資支援を含む）
- DX化支援：資源循環に係る情報トレーサビリティ確保のための情報流通プラットフォーム構築（**アーキテクチャ構築支援、ユースケース構築**）、デジタルシステム構築・導入支援
- 標準化支援：**循環配慮設計のガイドライン化・標準化**、品質指標（再生材等のグリーディング）の策定支援
- スタートアップ・ベンチャー支援：リスクマネーの呼び込みのため、**有望なスタートアップの事例共有等**

### ■セキュア・エコノミー・パートナーシップの立ち上げ（産官学連携）

- ビジョン・ロードマップ策定：GX目標の達成や資源リスク緩和に資する**野心的な定量目標の検討・共有**（例：再生材利用率、リデュース率 等）
- 協働領域の課題解決：**情報流通プラットフォーム構築、循環配慮設計の標準策定等のためのプロジェクト組成・ユースケース創出**
- セキュア・エコノミーのブランディング：セキュア・エコノミーの価値観の普及・浸透、**教育、経営方針** 等