

GReAT: Glass Recycling Advanced Technology

- The concept on the global optimal glass and ceramics recycling system
- Technical feasibility of recycling PV panel glass to ceramics and tiles

ガラス最先端再資源化技術

- ガラスリサイクルの全体最適コンセプトの紹介
- 太陽光モジュールガラスのセラミックス・タイルへのリサイクルの技術適用可能性

一般社団法人 日本産業機械工業会 セミナー 220831 JSIM

The Glass Recycling Committee of Japan

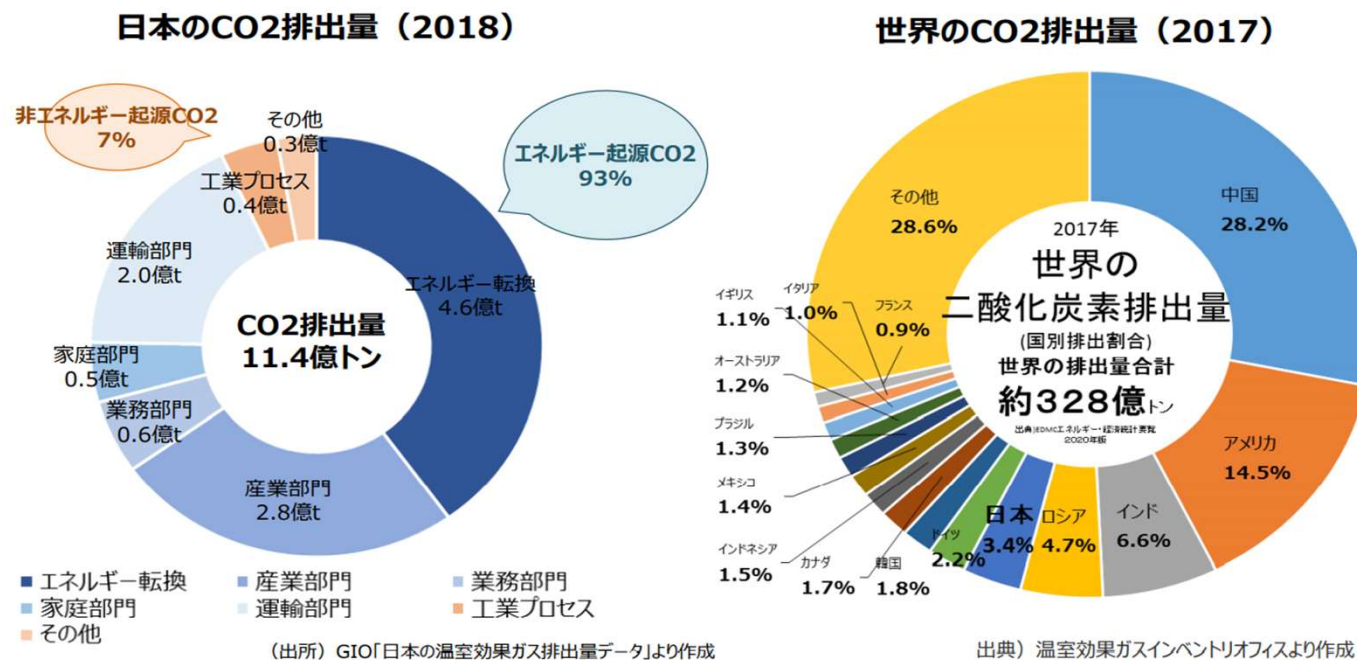
ガラス再資源化協議会

Chairperson SO KATO

代表幹事 加藤 聡

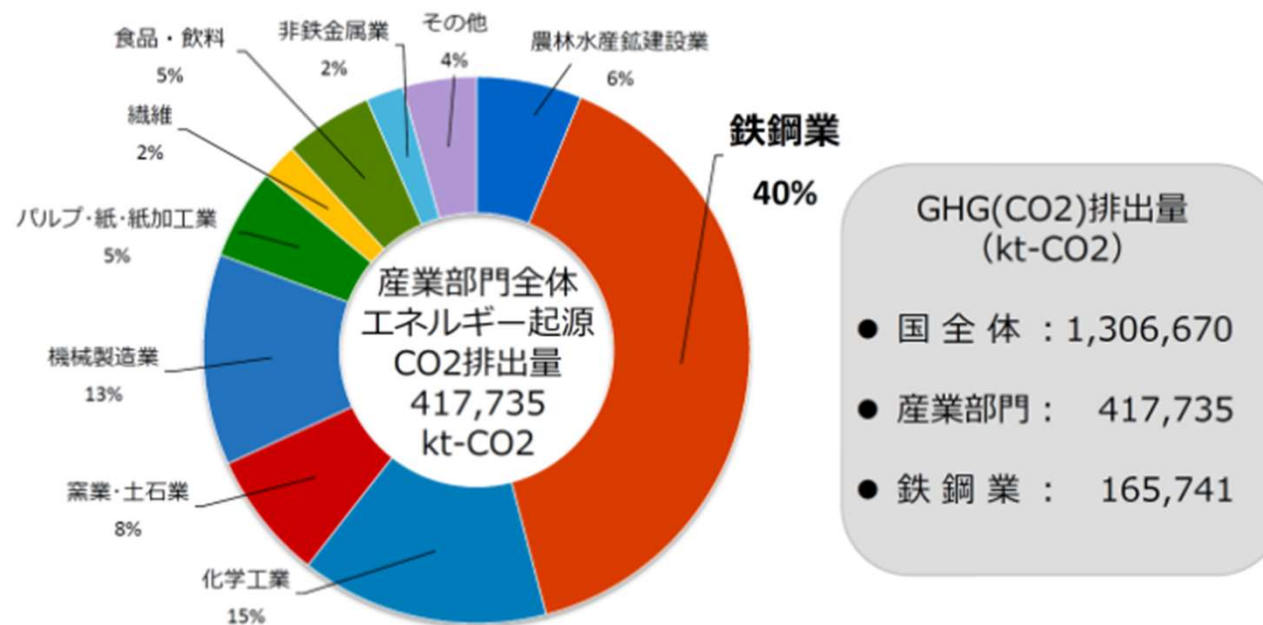
1. 産業界の直面するCarbon Neutrality (1)

- 日本のCO2排出量は、世界で5番目。CO2排出の内訳の太宗はエネルギー起源が占める。



【図1】日本のCO₂排出量のセクター別内訳（2018年）と世界の国別CO₂排出量（2017年）（出典：経済産業省資料）

2. 産業界の直面するCarbon Neutrality (2)

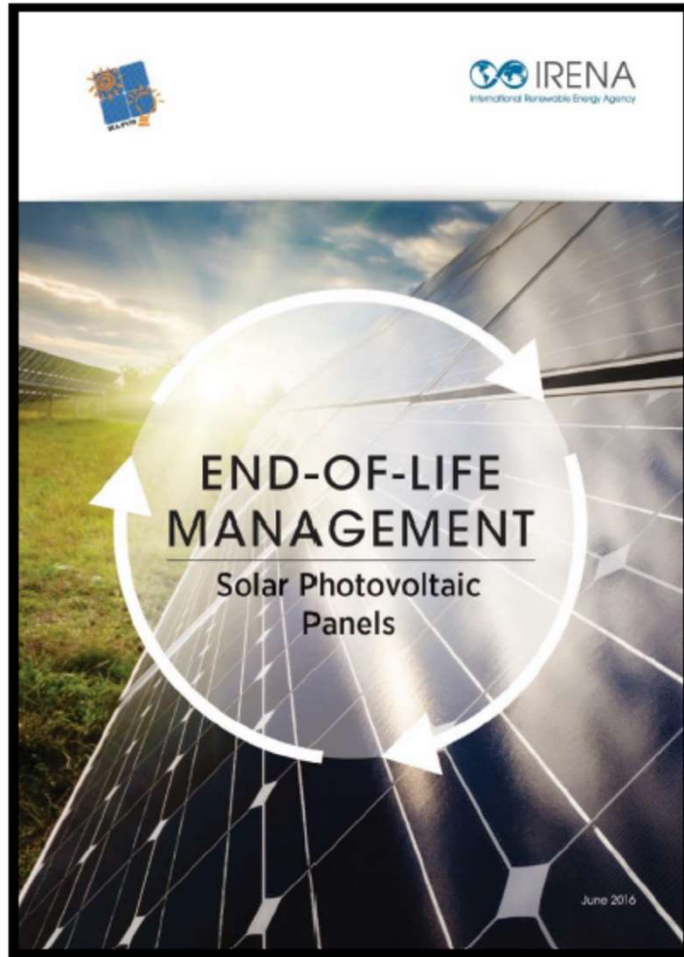


(出典) 国立研究開発法人国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ (2016)」

【図2】日本の産業部門のCO₂排出量の内訳 (2016年) (出典: (一社) 日本鉄鋼連盟資料)

Disposal PV management report by IRENA

IRENA 廃棄PVマネジメントレポート2016



CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Andreas Wade (IEA-PVPS Task 12), Stephanie Weckend (IRENA), Garvin Heath (IEA-PVPS)

Contributors

Dr. Karsten Wambach (bifa Umweltinstitut), Tabaré A. Currás (WWF), Knut Sander (ökopol)

IEA-PVPS Task 12: Zhang Jia, Keiichi Komoto, Dr. Parikhit Sinha

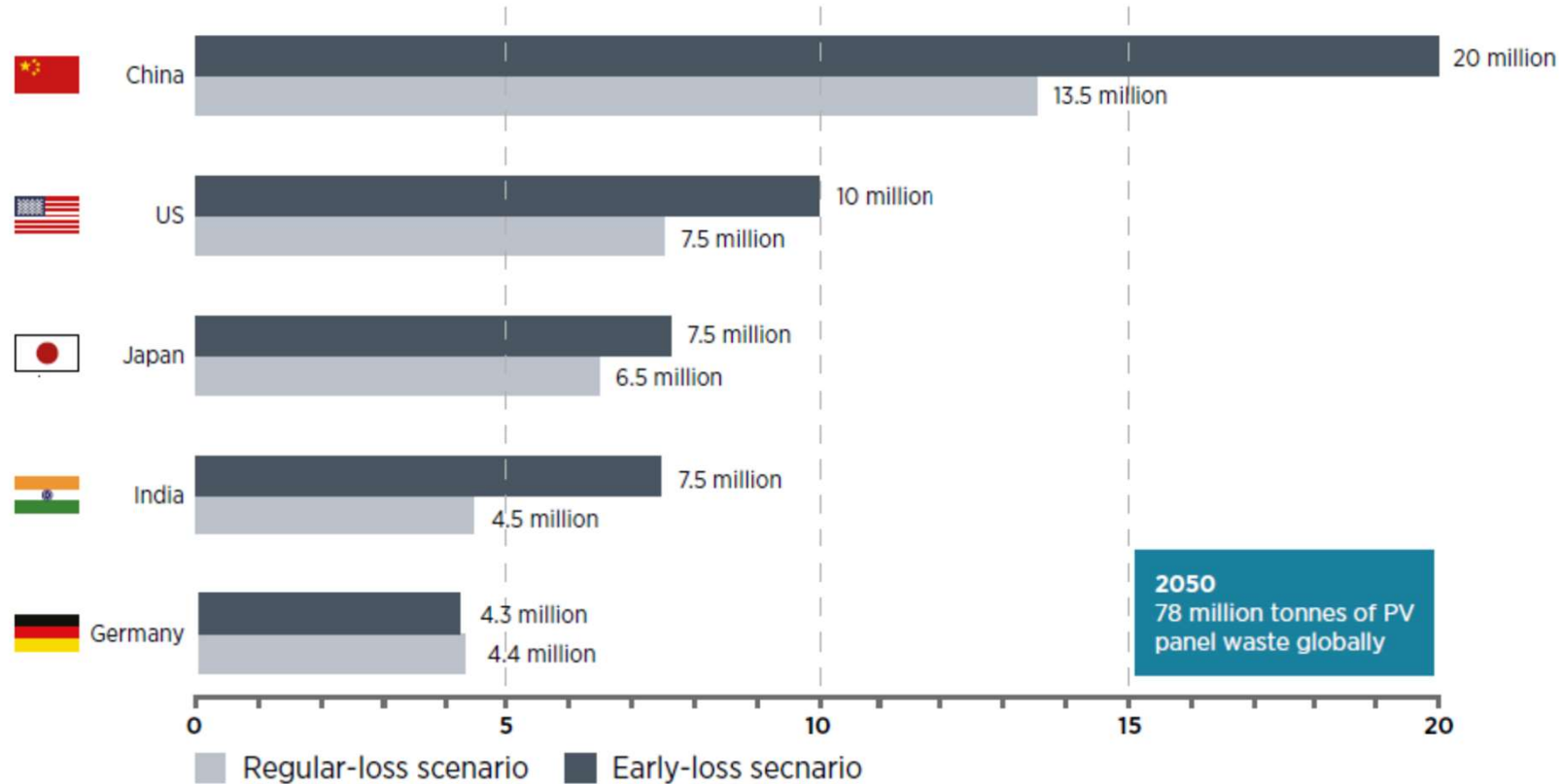
IRENA: Henning Wuester, Rabia Ferroukhi, Nicolas Fichaux, Asiyah Al Ali, Deger Saygin, Salvatore Vinci, Nicholas Wagner

Disposal PV management report by IRENA

IRENA 廃棄PVマネジメントレポート2016



CUMULATIVE PV WASTE: TOP 5 REGIONS 2050

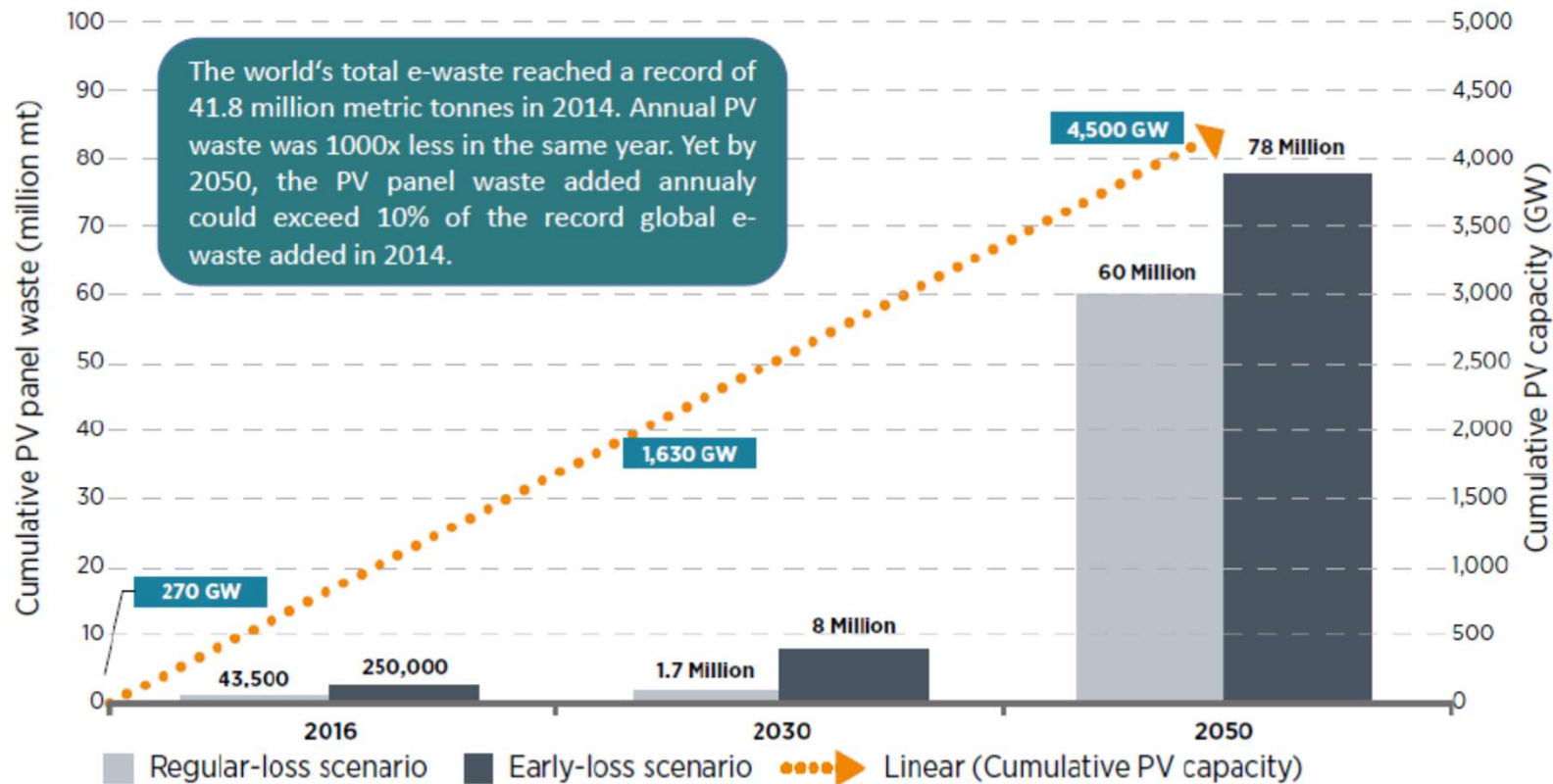


Disposal PV management report by IRENA

IRENA 廃棄PVマネジメントレポート2016



GLOBAL PV PANEL WASTE PROJECTION 2016-2050

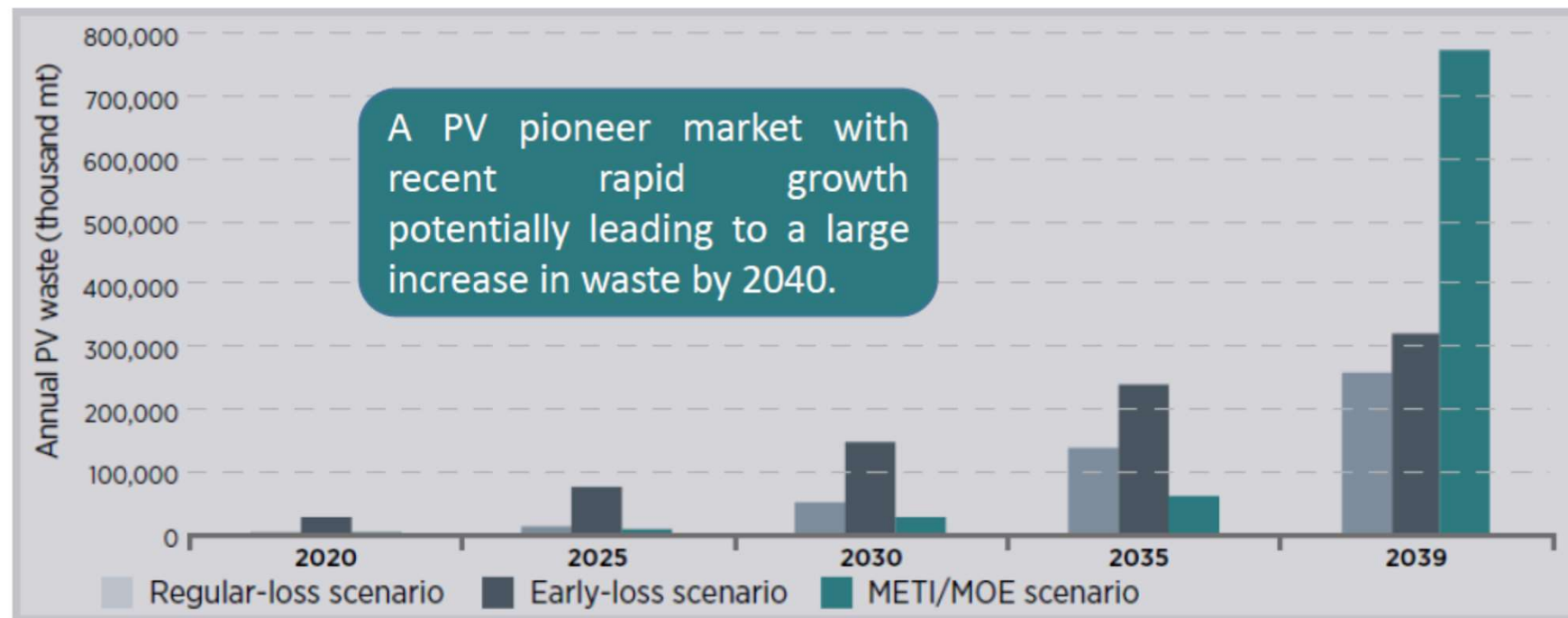


Disposal PV management report by IRENA

IRENA 廃棄PVマネジメントレポート2016

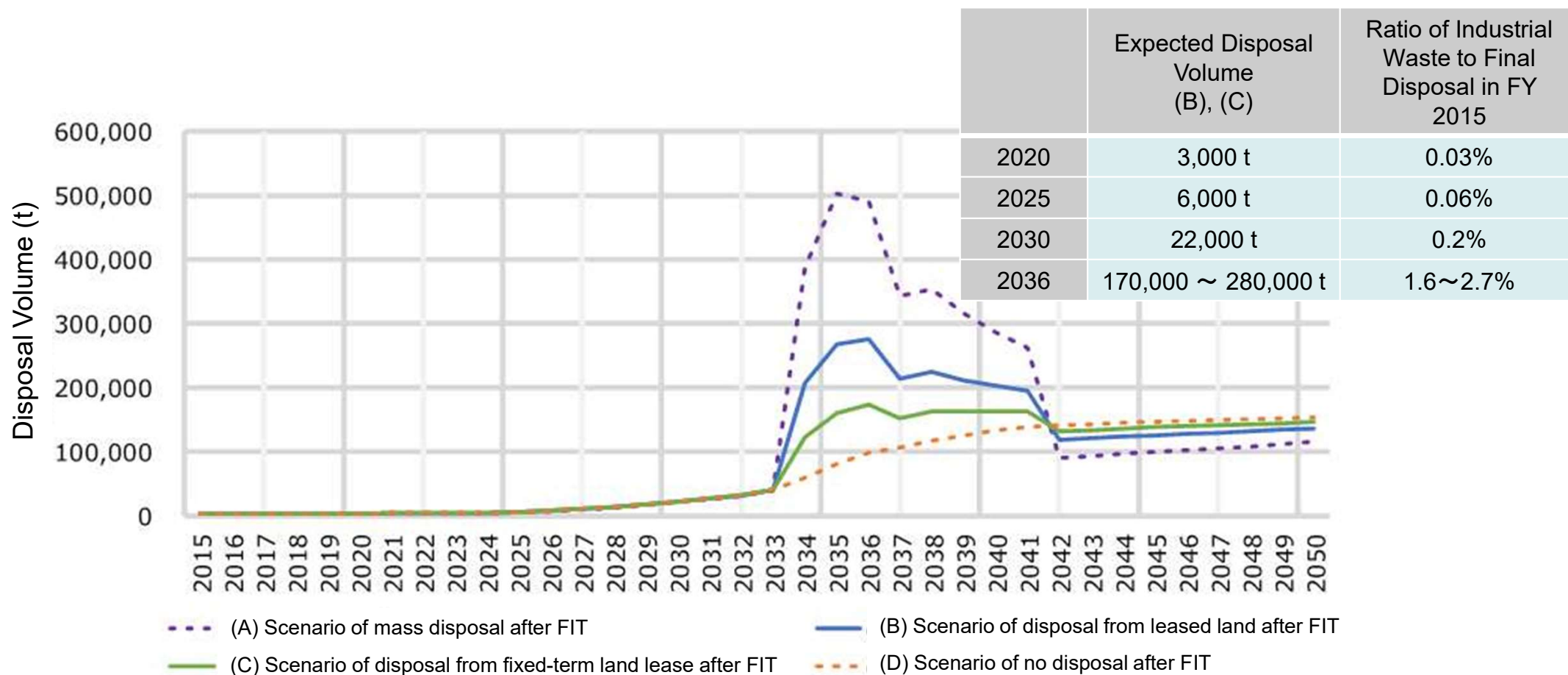


JAPAN –
advanced market without PV
specific waste regulations



Expected Disposal Volume of the End-of-Life Facilities for PV Module 太陽電池モジュールの排出見込

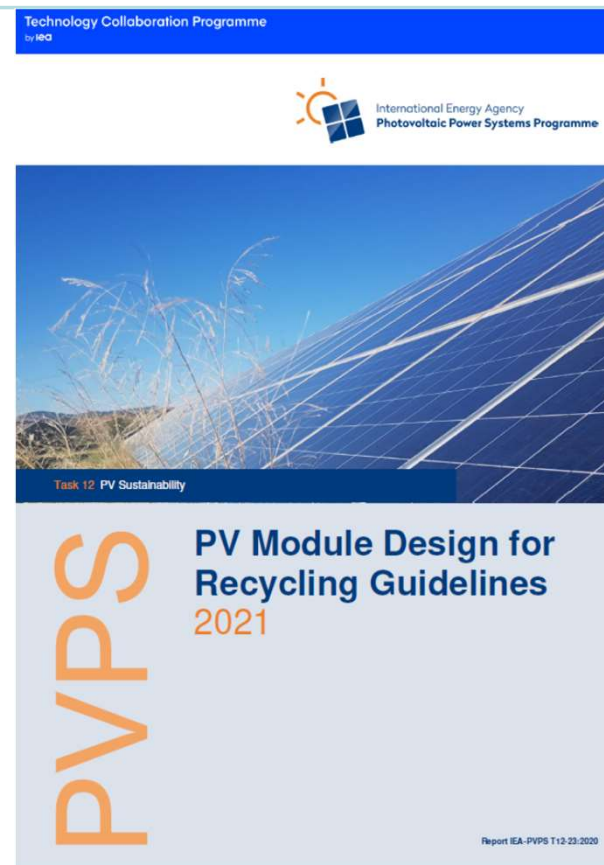
Estimation of the future disposal volume of PV module



IEA PVPS Task12: PV Module Design for Recycling Guidelines

IEA PVPS Task12: PV Sustainability

- IEA傘下の太陽光発電システムに関する技術協力プログラム(PVPS:Photovoltaic Power Systems Programme)のもとで実施されているプロジェクト(タスク)の一つ
 - Subtask 1: Recycling
 - Subtask 2: LCA
 - Subtask 3: Other sustainability
- 米国(NREL)とオーストラリア(UNSW)が議長役を担当し、以下の国々が参加
 - オーストラリア、ベルギー、中国、フランス、ドイツ、イタリア、日本(みずほリサーチ&テクノロジーズ)、韓国、オランダ、スペイン、スウェーデン、スイス、米国
- 2021年10月に太陽電池モジュールのリサイクル推進に向けたガイドラインを公表



Ref.) IEA PVPS Task12, PV Module Design for Recycling Guide, IEA-PVPS T12-23
(<https://iea-pvps.org/key-topics/pv-module-design-for-recycling-guidelines/>)

IEA PVPS Task12: PV Module Design for Recycling Guidelines

General 'Design for Recycling (DfR)' guidelines

1. **機能性、長寿命、耐久性、信頼性、コストなどの製品要件が重要**
・DfRはこれらを高め、強化すべきものであるが、リサイクル性とトレードオフともなる。
2. **素材の選択、分離した素材の回収可能性が重要**
・DfRの観点において、材料の選択、材料の分離を容易にすることは不可欠である。
3. **製品に含まれる有害物質の抑制と回収**
・製品中の有害物質の最小化、完全な回収によってリサイクルによる価値が高まる。
4. **リサイクルしにくい素材の抑制と管理**
・リサイクルが困難な材料の最小化、適切な管理によって、リサイクル率が改善される。
5. **不可逆的な接着剤の抑制**
・不可逆な粘着性材料、接着剤の最小化により、製品の分解や材料の回収が円滑になる。
6. **分解を前提とした設計**
・分解を前提とした設計はリサイクル性を改善する。
7. **リサイクル性の改善とそれによる経済面や環境面のインパクトの推定**
・DfRによる効果の評価は、トレードオフの改善やコミュニケーション価値の向上につながる。
8. **リサイクル可能な材料、リサイクル困難な材料を特定するラベリング**
・ラベリングはリサイクル事業者による分別作業等を助けとなり、その標準化が重要である。
9. **リサイクルされた材料の使用**
・リサイクル材を使用する製品設計は、循環性のある製品製造を促進する。

Predictable! Scenario for introducing photovoltaic power as a main power source

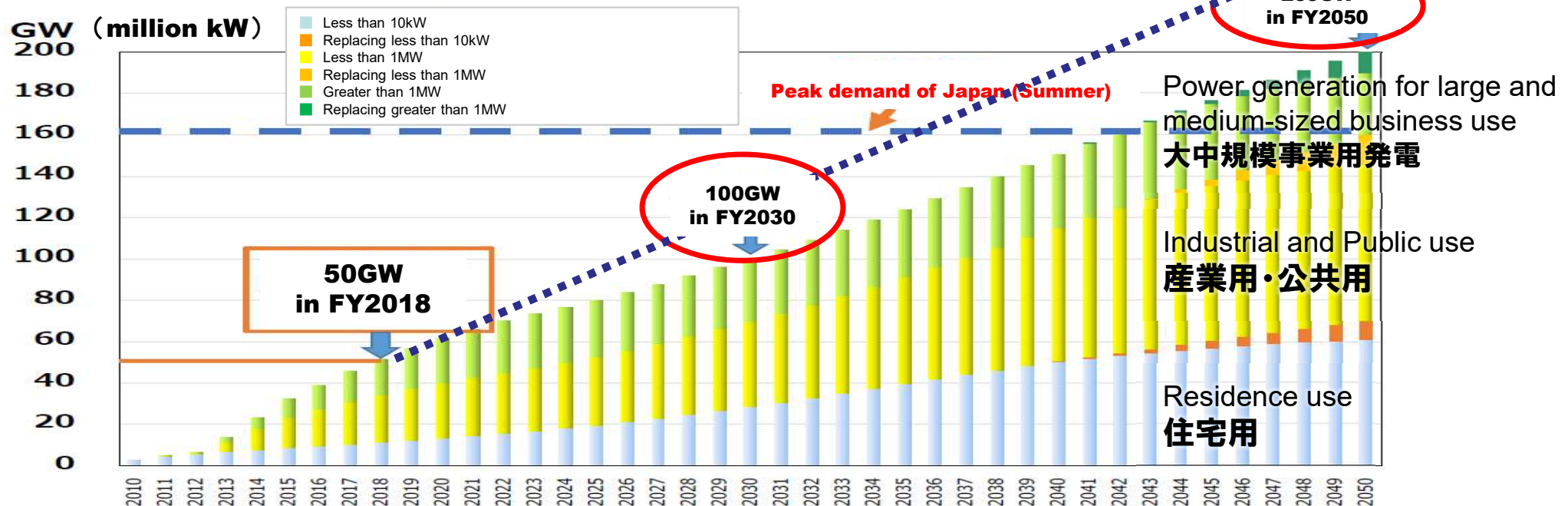
予測可能！主力電源としての太陽光発電導入シナリオ

SMART SOLAR

100GW in 2030 ! ~200GW in 2050 ! 250GW potential, Is there a place to install it ?

Japan's Cumulative Capacity Target by Japan Photovoltaic Energy Association (JPEA)

PV OUTLOOK 2050 : GHG emission 80% by 2050



> Current installed capacity is around 6GW/year, with 7GW/year installed for 120GW in 2030, 200GW in 2040, and 250GW in 2050
現状の導入量6GW/年程度、毎年7GW程度の導入で2030年120GW、2040年200GW、2050年250GW

Source: Created with smart solar based on PV OUTLOOK 2050 of Japan Photovoltaic Energy Association

* No copying or distribution of this material without Smart Solar's permission

Guidelines for promotion of recycling on PV generation facilities ガイドライン

Transmission of information for toxic substances : Offer of the information necessary for appropriate disposal

有害物質等の情報伝達：適正処分に必要な情報提供

[Changes]

Introducing the "Guidelines for Providing Information Contribution to Proper Disposal of Used Solar Cell Modules" formulated and published by the Japan Photovoltaic Energy Association. In addition, creating a correspondence table between the constituent parts of the solar cell module and the four parts shown in the information provision.

【変更点】

- 一般社団法人太陽光発電協会が策定・公表している「使用済太陽電池モジュールの適正処理に資する情報提供ガイドライン」を紹介。また、太陽電池モジュールの構成部位と情報提供で示された4部位との対応表を作成

Excerpt of "Guidelines for Providing Information Contribution to Proper Disposal of Used Solar Cell Modules"

4. Types and thresholds of target substances for which information must be provided

1) Target substance

Considering the viewpoint of chemical substances that may affect the environment at the time of disposal and the high possibility of inclusion depending on the type of photovoltaic power generation module, the following four substances are targeted.

Lead, cadmium, arsenic, selenium

2) Content rate standard value

The content rate standard value at the time of labeling shall be as follows, and if it exceeds this, it shall be labeled by the method specified in Section 4.

Lead: 0.1wt%

Cadmium: 0.1wt%

Arsenic: 0.1wt%

Selenium: 0.1wt%

The content rate of the target substance is a theoretical value calculated by dividing the mass of each of the four parts (*) that make up the module part that can be disassembled relatively easily as the denominator and the content of the target chemical substance in each part as the numerator.

(*) ① Frame, ② Screw, ③ Cable, ④ Laminated part (including terminal box, parts other than ①, ②, ③)

「使用済太陽電池モジュールの適正処理に資する情報提供のガイドライン」からの抜粋

4. 情報提供対象物質の種類と閾値

1) 対象物質

廃棄時に環境に影響を及ぼす可能性のある化学物質の視点と太陽光発電モジュールの種類に応じた含有の可能性の高さを考慮し、以下の4物質とする。

鉛、カドミウム、ヒ素、セレン

2) 含有率基準値

表示を行う際の含有率基準値は以下の通りとし、これを超える場合に4項に定める方法で表示する。

鉛: 0.1wt%

カドミウム: 0.1wt%

ヒ素: 0.1wt%

セレン: 0.1wt%

尚、対象物質の含有率は、比較的容易に解体できるモジュール部を構成する4つの部位(①フレーム、②ネジ、③ケーブル、④ラミネート部(端子箱を含む、①・②・③以外部分))毎の質量を分母、それぞれの部位中の対象化学物質含有量を分子とし、除して算出する理論値。

出所)「使用済太陽電池モジュールの適正処理に資する情報提供のガイドライン(第1版)(太陽光発電協会)」

Elution test result according to each modules

結晶系モジュールの部位別溶出試験結果

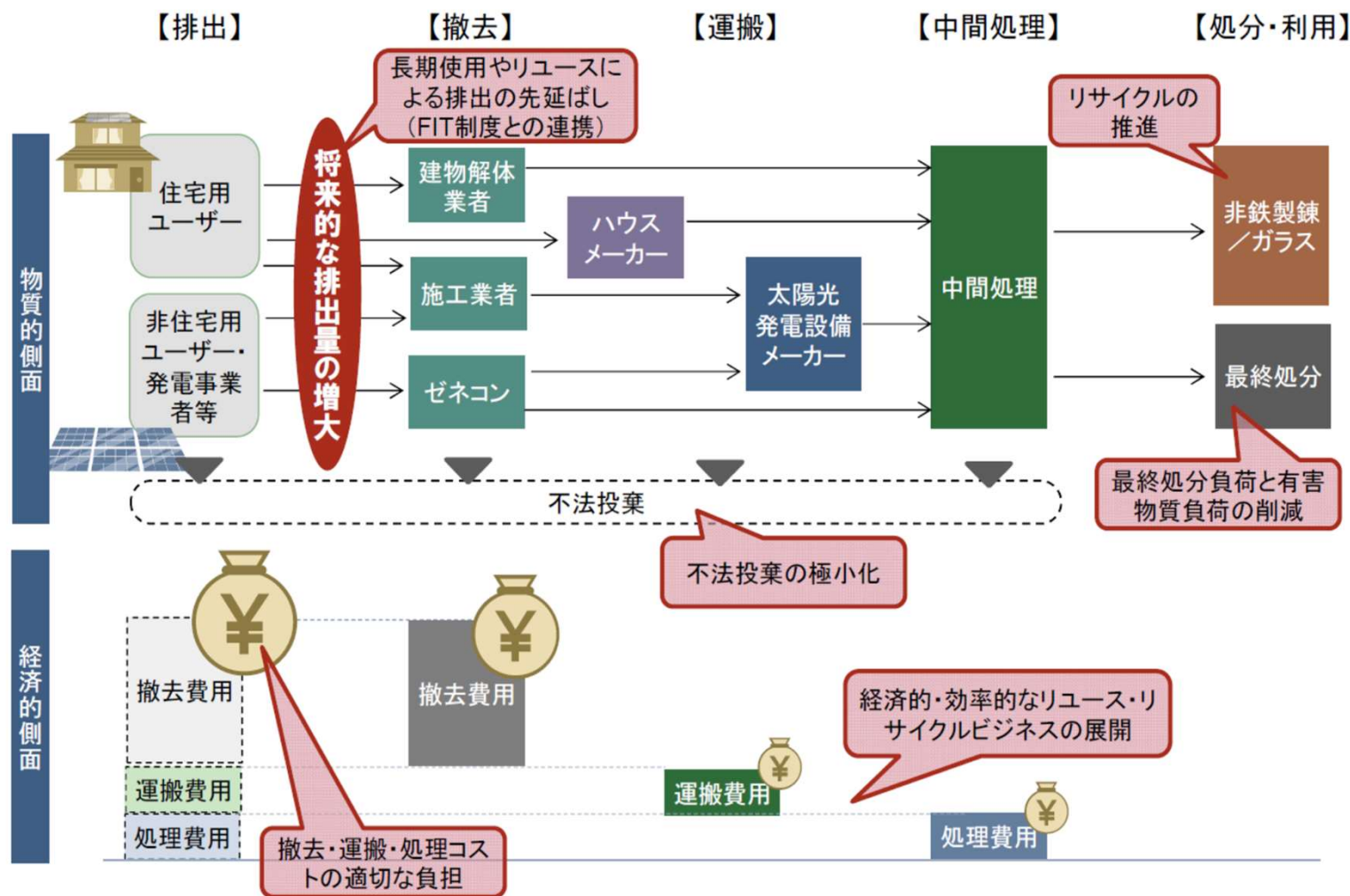
結晶系モジュールで鉛溶出と化合系モジュールでセレン溶出が確認、
溶出試験の結果、溶出の大きい部位を特定した

種類		メーカー	製造年	分析項目	モジュール全体	フレーム	フロントカバーガラス	電極	EVA	Si結晶	バックシート	端子ボックス	その他
多結晶	国内	G社	2012以降	重量 (kg)	-	2.8900	12.3400	0.1400	分離不可	2.2400	0.1300	0.3400	0.0800
				構成比	-	15.9%	68.0%	0.8%	-	12.3%	0.7%	1.9%	0.4%
				p H	6.5～6.6	-	9.2	10.1	-	7.8	7.7	7.6	-
				E C (mS/m)	-	-	2.3	8.7	-	1.3	3.6	1.8	-
				P b (mg/L)	0.30～0.42	-	<0.01	500	-	<0.01	<0.01	<0.01	-
多結晶	海外	I社	2012	重量 (kg)	-	2.4500	11.9700	0.1400	分離不可	2.2500	0.1300	0.3400	0.6500
				構成比	-	13.7%	66.8%	0.8%	-	12.5%	0.7%	1.9%	3.6%
				p H	6.6～6.6	-	9.3	10.3	-	7.4	8.2	7.5	-
				E C (mS/m)	-	-	2.6	9.3	-	1.5	3.1	1.2	-
				P b (mg/L)	0.29～0.44	-	<0.01	570	-	<0.01	<0.01	<0.01	-
多結晶	海外	K社	2013	重量 (kg)	-	3.4600	12.4700	0.1600	分離不可	2.1400	0.3500	0.3300	0.1400
				構成比	-	18.2%	65.5%	0.8%	-	11.2%	1.8%	1.7%	0.7%
				p H	6.5～6.7	-	9.6	9.9	-	7.4	8.1	7.5	-
				E C (mS/m)	-	-	3.4	8.1	-	1.0	2.7	1.4	-
				P b (mg/L)	0.20～0.90	-	<0.01	470	-	<0.01	<0.01	0.01	-

種類	メーカー		モジュール全体	フレーム	フロント カバーガラス	電極	EVA	CIS/CIGS 化合物	基板ガラス	バックシート・その他
CIS 国内	D社				分離不可		分離不可		分離不可	
		pH	9.8	－	－	9.1	－	9.9	－	7.6
		EC(mS/m)	2.1	－	－	6.1	－	1.9	－	2.7
		Se(mg/L)	0.04	－	－	<0.01	－	0.06	－	<0.01

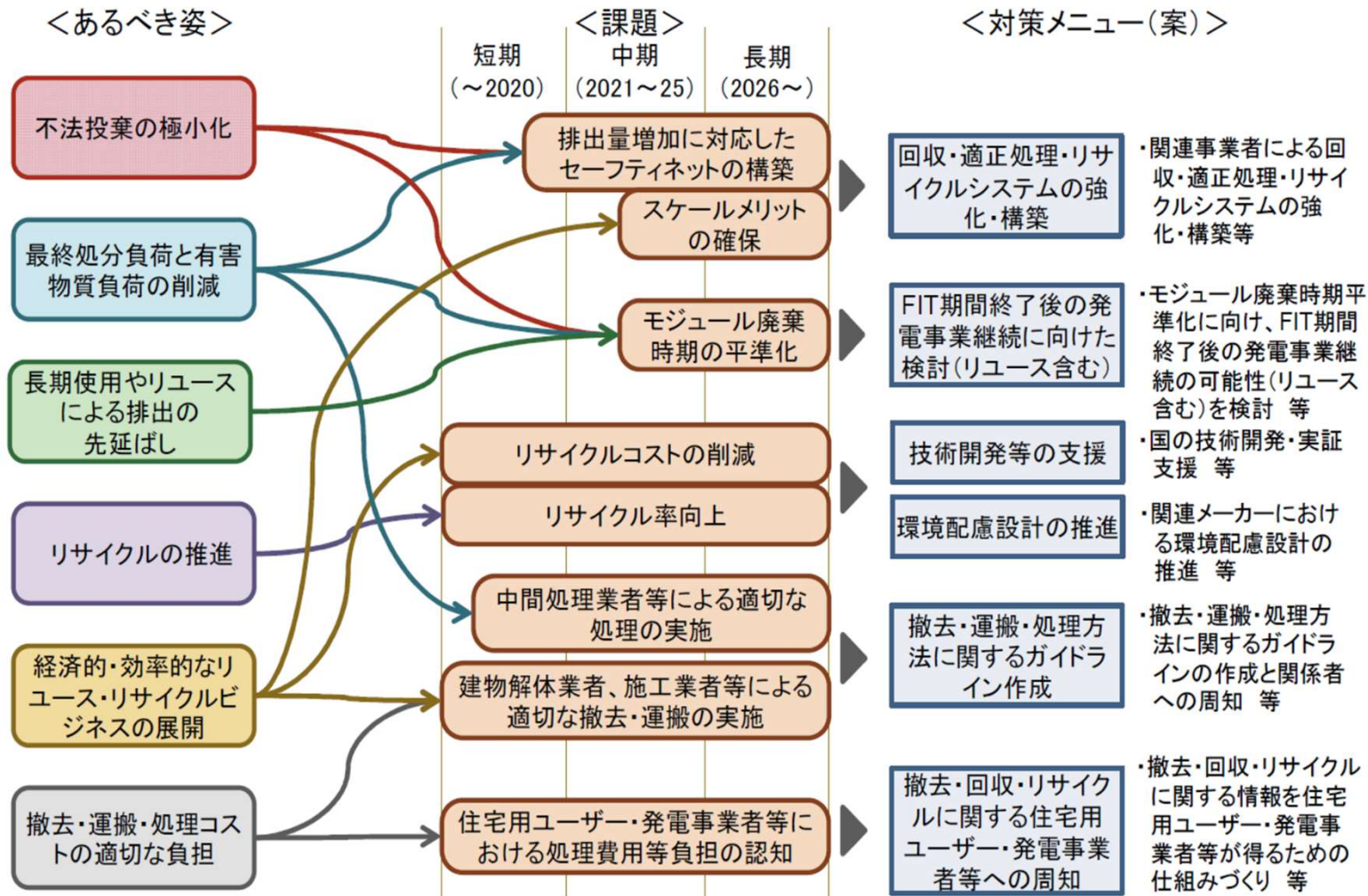
Ideal situation on Removal, Transport ,Treatment in PV systems

太陽発電設備の撤去・運搬・処理のあるべき姿

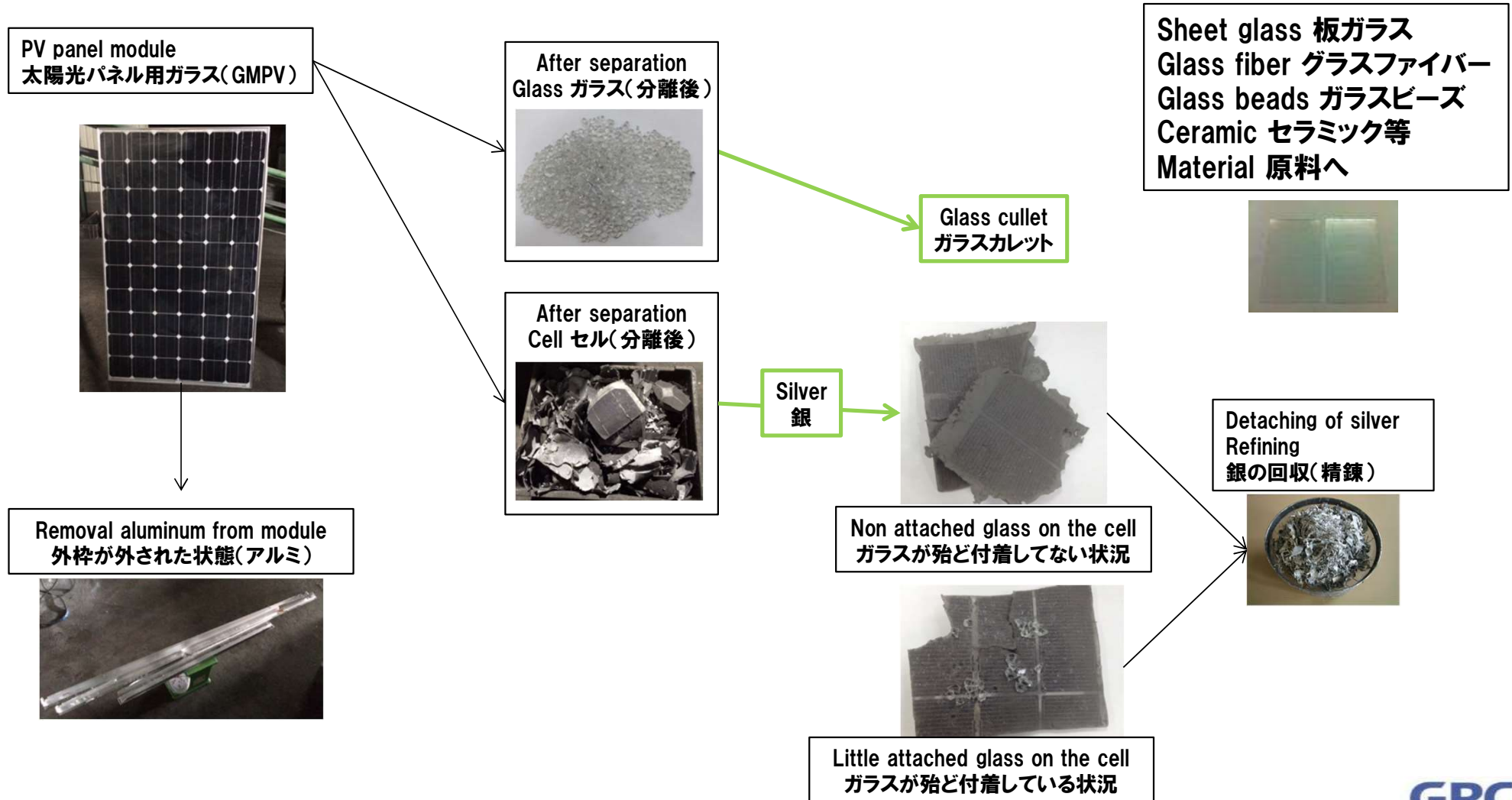


Ideal situation on Removal , Transport ,Treatment in PV systems

太陽発電設備の撤去・運搬・処理のあるべき姿



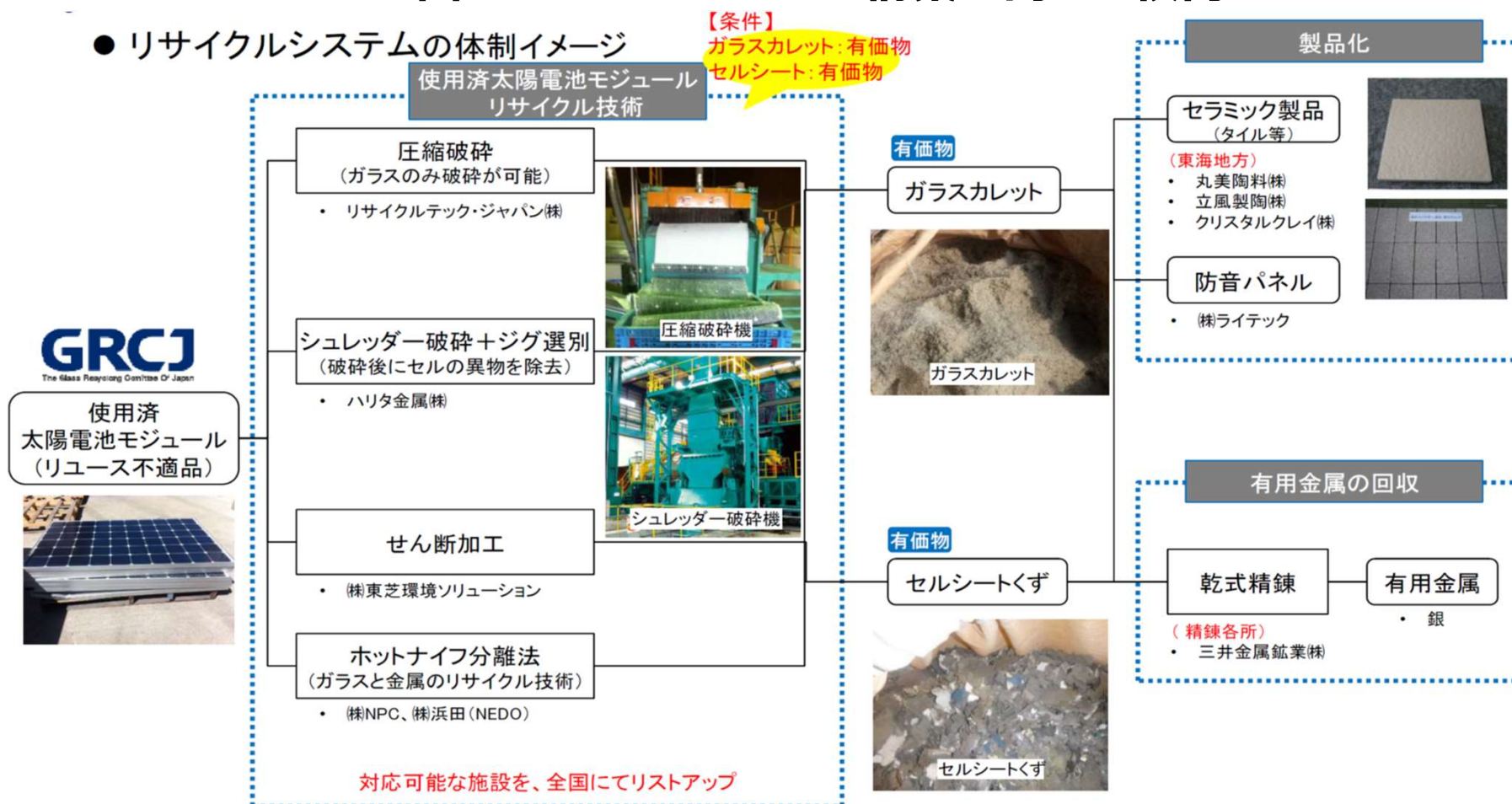
Glass recycle of PV panel 太陽光パネルのガラスリサイクル



Glass recycle of PV panel 太陽光パネルのガラスリサイクル

Study for establishment of a nationwide recycling system 全国リサイクルシステムの構築に向けた検討

● リサイクルシステムの体制イメージ



Processing by PV Recycling Hammer

Disposed PV Panels



Removing Aluminum Frames



Pre-Heating



Removing Glass



Junction Boxes Aluminum Frames



Glass



Cell Sheets

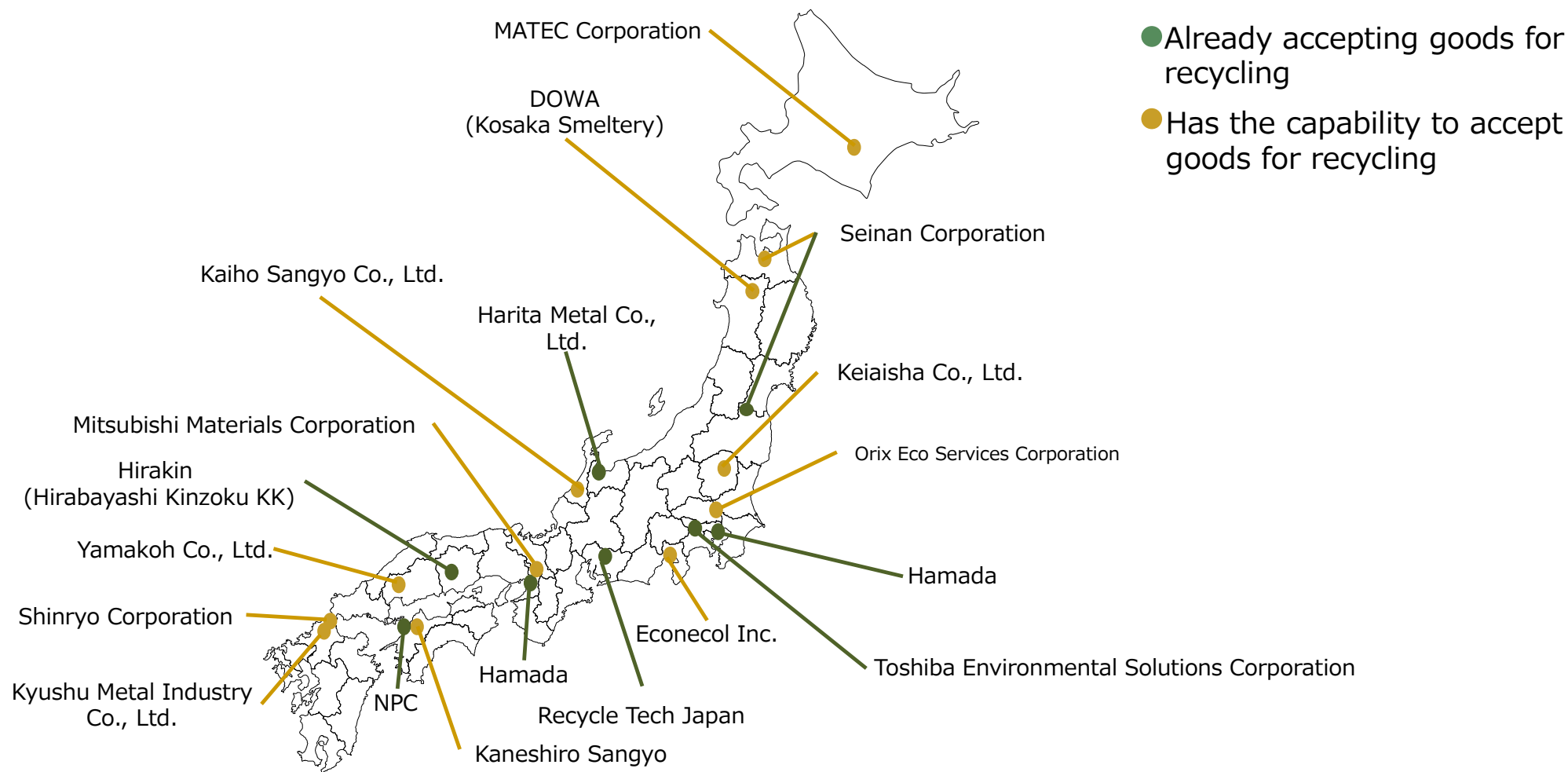
Scrap Recycling Companies
Metal Recycling Companies

Used as materials for;
Glass fiber, Insulation material, Foam glass,
Ceramic clay Recycled aggregates for
concrete pavers, blocks, etc.

Smelting Companies Rare Metal
Recycling Companies

Facilities capable of recycling photovoltaic cell modules (GRCJ GReAT6)

○ The facilities that are currently able to recycle photovoltaic cell modules as determined by the Glass Recycling Committee of Japan (GRCJ) are as follows.



Glass recycle of PV panel 太陽光パネルのガラスリサイクル

● ガラスカレットの溶解温度帯チェック(テストピース製作)

➤ 目的

異なる温度帯のガラスが混在すると、タイル焼成時に溶け切ることができず、破損等につながるため、各ガラスの溶解温度帯を確認した。

➤ 試料

3mmガラスカレット	①多結晶(メーカー混合)
	②単結晶(メーカー混合)
	③-1薄膜(アルミナ系)
	③-2薄膜(その他)
	④CIS/CIGS系(メーカー混合)
	①②-1単結晶・多結晶(混合)
	①②-2単結晶・多結晶(混合)

➤ 方法:

- ・粘土系で成形されたケースに各ガラスカレットを入れ、電気窯にて焼成。
- ・昇温:大気温度～設定温度まで120分、そのまま40分間キープし成り行きで冷却。
- ・設定温度:700℃から50℃刻みで1,000℃まで7水準で行った。

➤ 結果・分析等

- ・溶解温度帯が高い順に④>③-1,③-2>その他となった。
- ・焼成前には目立たなかった異物が、加熱温度によっては焼成後に広がり目立つようになった。
- ・850℃から明らかに角が丸くなり、収縮したため、焼成後の収縮を考慮して温度と焼成時間を設定する必要がある。

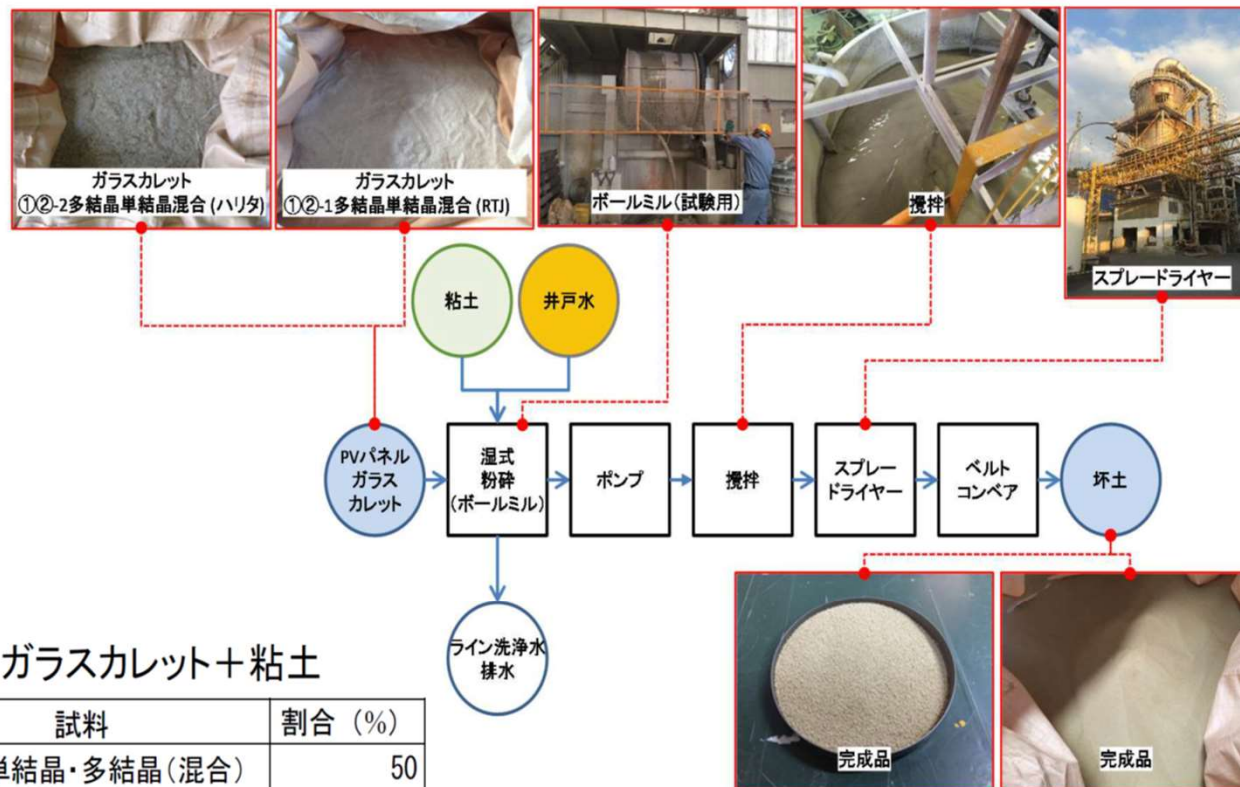


Glass recycle of PV panel

太陽光パネルのガラスリサイクル

● 坏土調合

配合試験で考査した配合のうち、A-50及びB-50の2種類の配合で500kgの坏土を生産した。



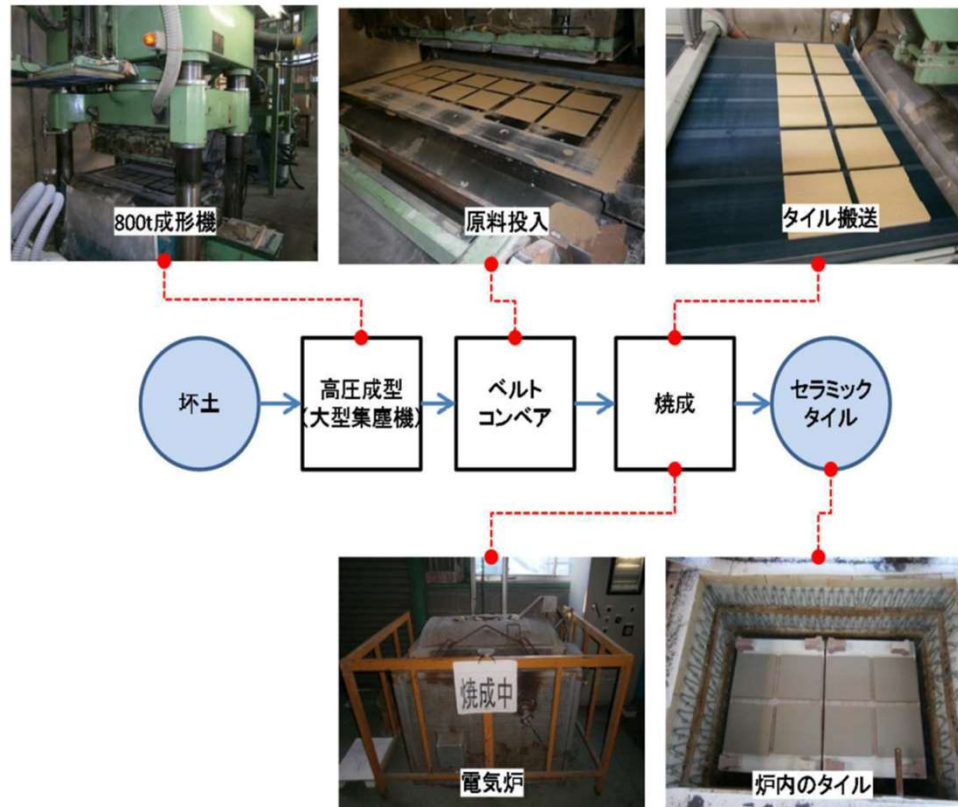
➤ 原材料: ガラスカレット + 粘土

坏土	試料	割合 (%)
A-50	①②-1単結晶・多結晶(混合)	50
	粘土	50
B-50	①②-2単結晶・多結晶(混合)	50
	粘土	50

Glass recycle of PV panel 太陽光パネルのガラスリサイクル

● 坏土によるテストピース(タイル)の焼成

➤ 原料: 坏土 (A-50、B-50の2種類)



Glass characteristic

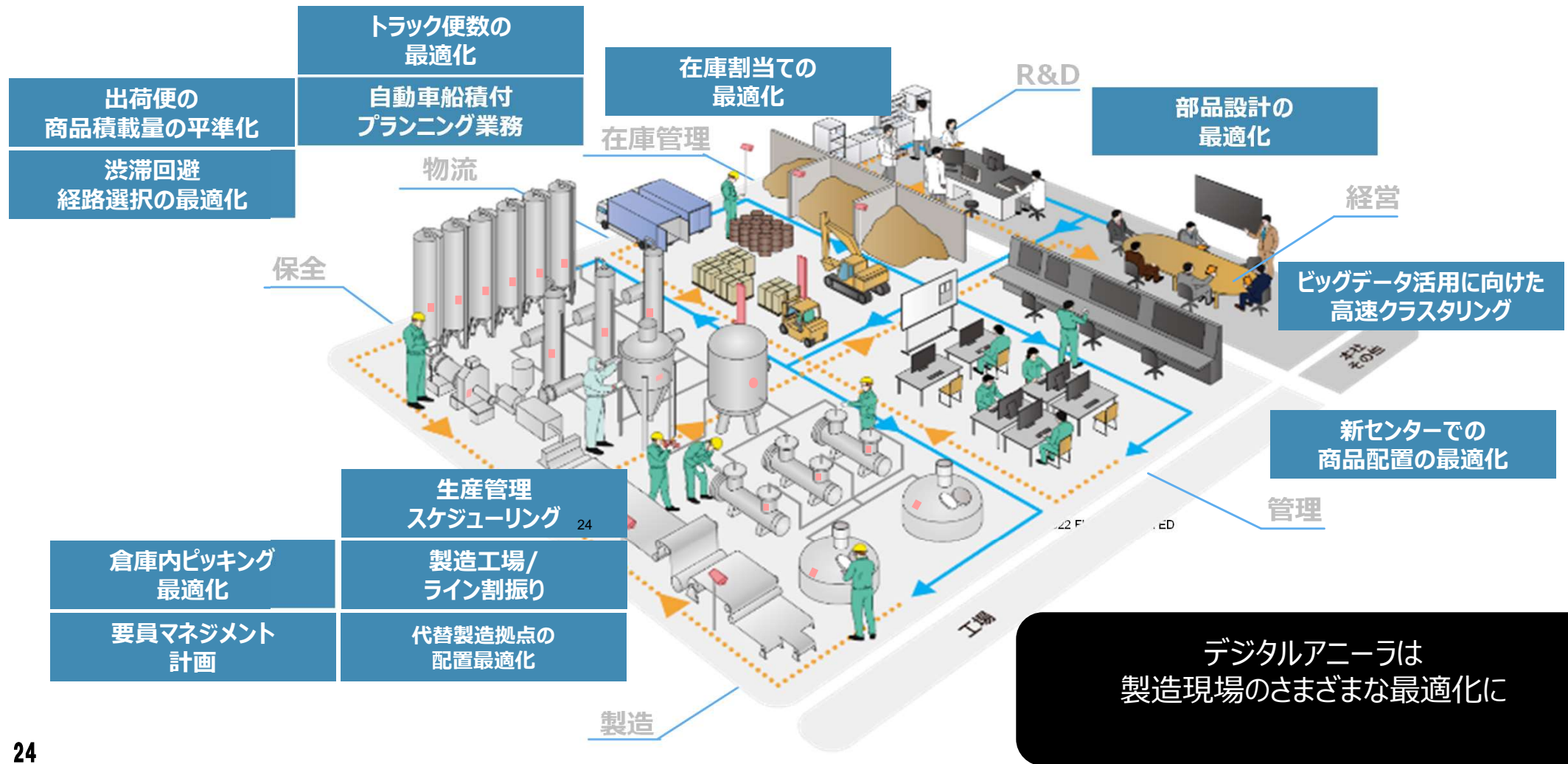
ガラスの特徴

Several glasses in market depend on the case of useful
使用用途に沿い多様なガラスが開発されている

	GML	GMA/GMV	GMPV	GMFI	GMB	GME	
	Liquid crystal 液晶	Architectural and Vehicle 建設・自動車	Photovoltaic 太陽電池	Fiber 繊維ガラス	Bottle びん	Electron tube ブラウン管	
						Panel パネル	Funnelファンネル
Glass type ガラス種類	Aluminoborosilicate アルミノホウケイ酸	Sodalime ソーダ石灰	Sodalime/ Aluminosilicate ソーダ石灰/ アルミノ珪酸	Sodalime ソーダ石灰	Sodalime ソーダ石灰	Barium and Strontium バリウム・ストロンチウム	Lead 鉛
Characteristic 特徴	Scientific durability 科学的耐久性	Light transmittance 光透過性	Light transmittance 光透過性	Light transmittance 光透過性	Color control 色調管理	X-ray absorptivity X-線吸収性	Higher X-ray absorptivity より高いX-線吸収性
Softening point 軟化点 ℃	~850	720~740	720~850	720~740	720~740	690~715	655~675
Specific gravity 比重	2.36~2.77	2.48~2.6	2.36~2.77	2.48~2.6	2.48~2.6	2.48~2.6	3.4~4.28
Color tone 色調	Clear	GMA: Clean, Clear GMV: Clean, Galaxy	Clear	Clear mixed color	Clear, Brown, Blue, Green, Other color	Clear	

Selection of recycle method in adequate glass material
ガラス材質に適合したリサイクル方法を選択

製造業 デジタルアニーラ活用シーン



混合物設計の課題

- 複数の要求特性に対して、最適な**混合成分・比率・製造条件**を膨大な**組み合わせ**候補の中から探索する必要がある

例) 100候補からの5成分混合
1%の刻みで探索すると…

約 10^{14} の組合せ！



課題

- ・データが**少ない**
- ・データの**取扱**が分からない
- ・AIをどのような**場面**で使えば良いのか分からない

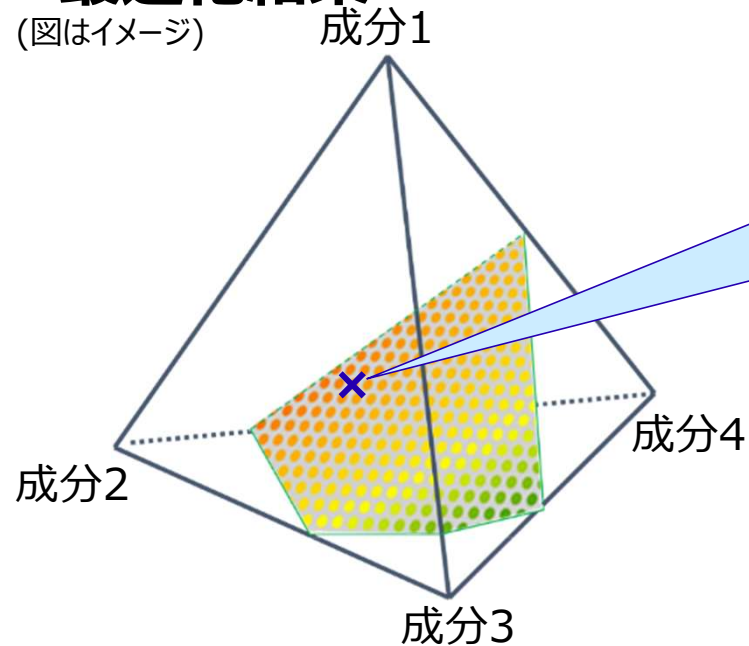
対象分野：**ガラス**, 潤滑剤, セラミックス, 樹脂・ゴム, 電池材料, 洗浄剤, 冷媒, …

事例：混合ガラスの組成探索

- 目的：熱膨張係数 $\Rightarrow$ 小、ガラス転移温度 $\Rightarrow$ 低（加工しやすい）
 - 説明変数(4成分系)： SiO_2 , B_2O_3 , Na_2O , Al_2O_3
 - 入力データ数(混合組成と物性値)：865個（INTERGLAD）

- 最適化結果

(図はイメージ)



パイレックスガラスに近い組成が
数分で得られた！

SiO_2	B_2O_3	Na_2O	Al_2O_3	
81.6	14.7	2.6	1.1	(wt%)

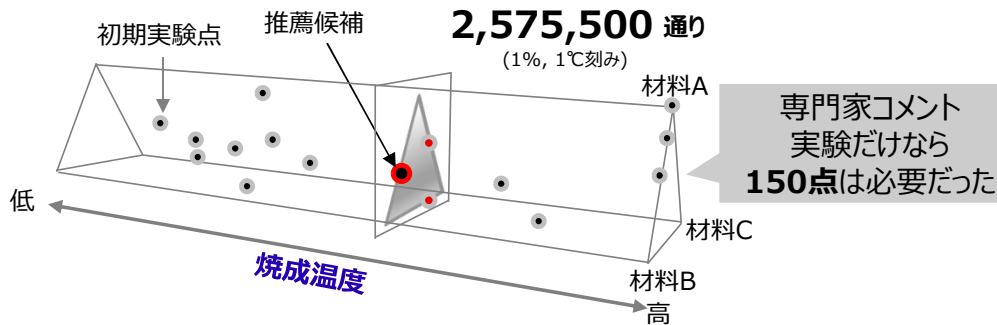
複数の要求特性に対して、
膨大な組み合わせ候補の中から
最適な混合組成を探索できる

製造条件の最適化

- 事例：Li電池用固体電解質の探索
 - 高い導電率かつ合成可能な組成 & 焼成温度を発見

実証済み、論文化予定
関連特許出願済み

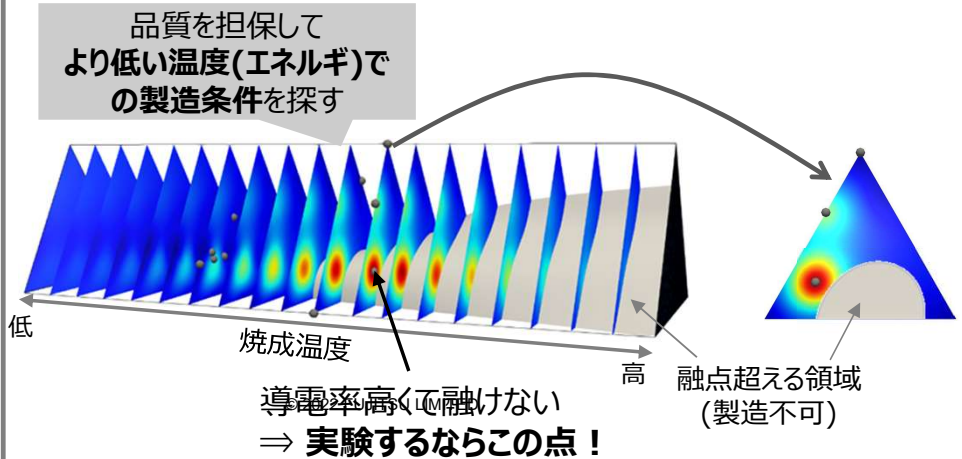
ポイント① 膨大な探索空間から効率的に探索



1回のナビゲーション (初期実験：25点、1回の推薦：6点)で
従来の約3倍の導電率となる製造条件を発見

実験回数：約1/5

ポイント② 確度の高い推薦点と同一のプロセス条件で複数推薦



トータル実験時間：約44%減

※同時に3サンプル焼成できる装置の場合

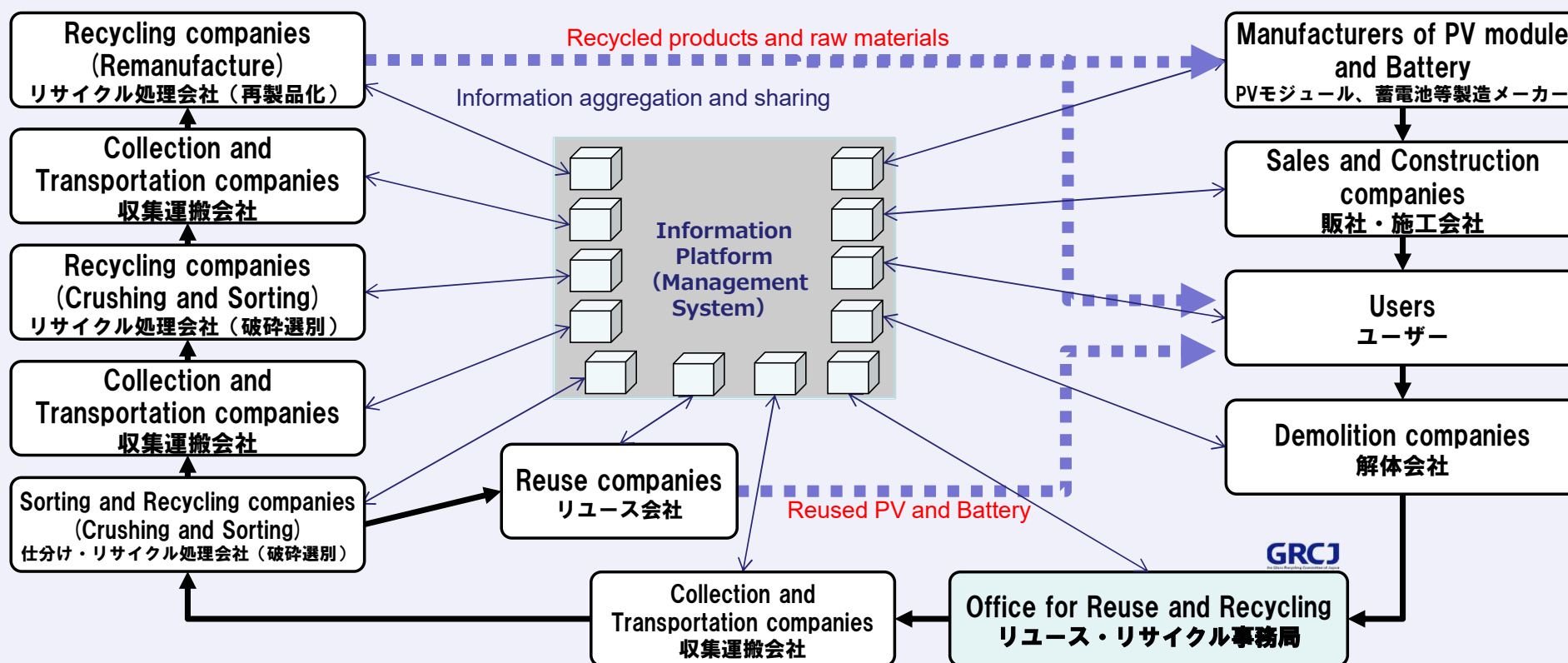
ガラス製造や回収物の分別で、品質を担保しつつ、処理エネルギーを最小化できます

Overall optimum of aiming GReAT DX project

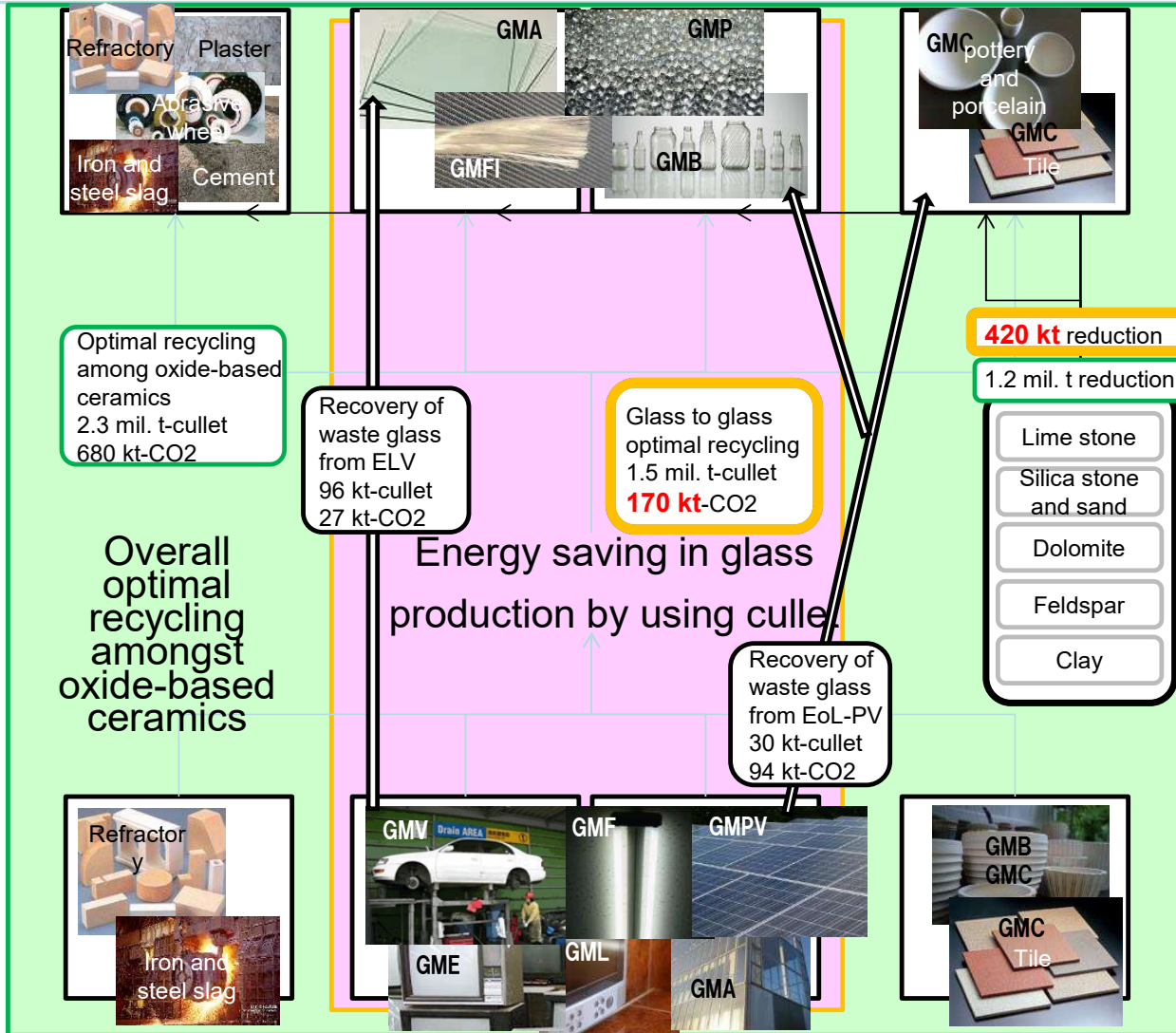
GReAT DX プロジェクトの目指す全体最適

< Image of an information platform >

Consortium



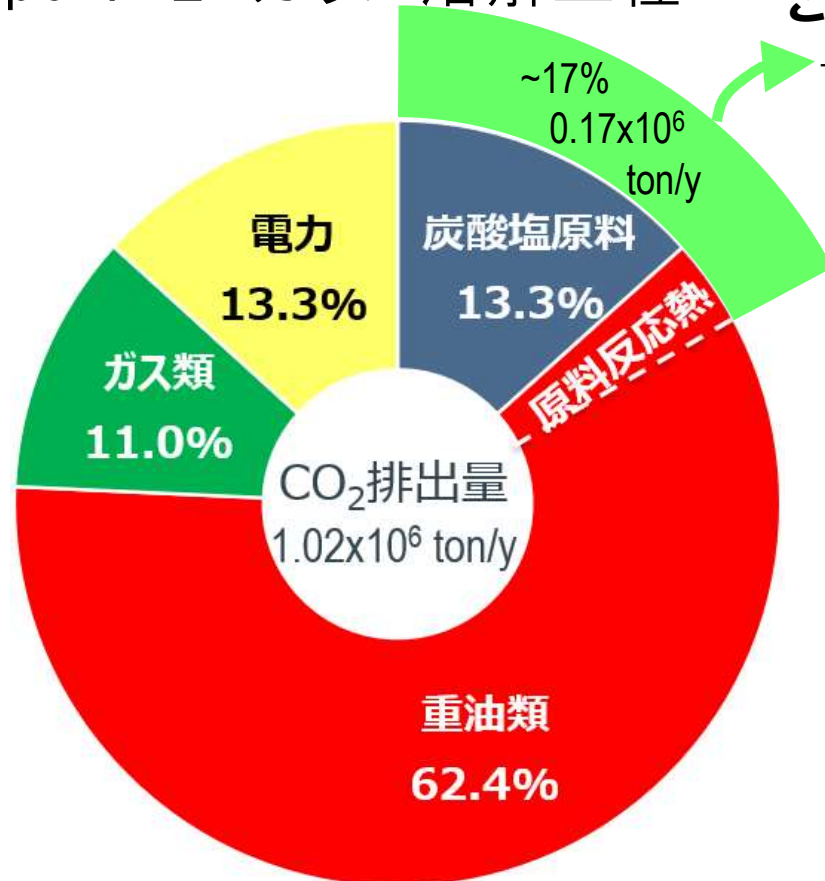
Recycling of glass cullet should be considered within family materials (glasses and other oxide-based ceramics)



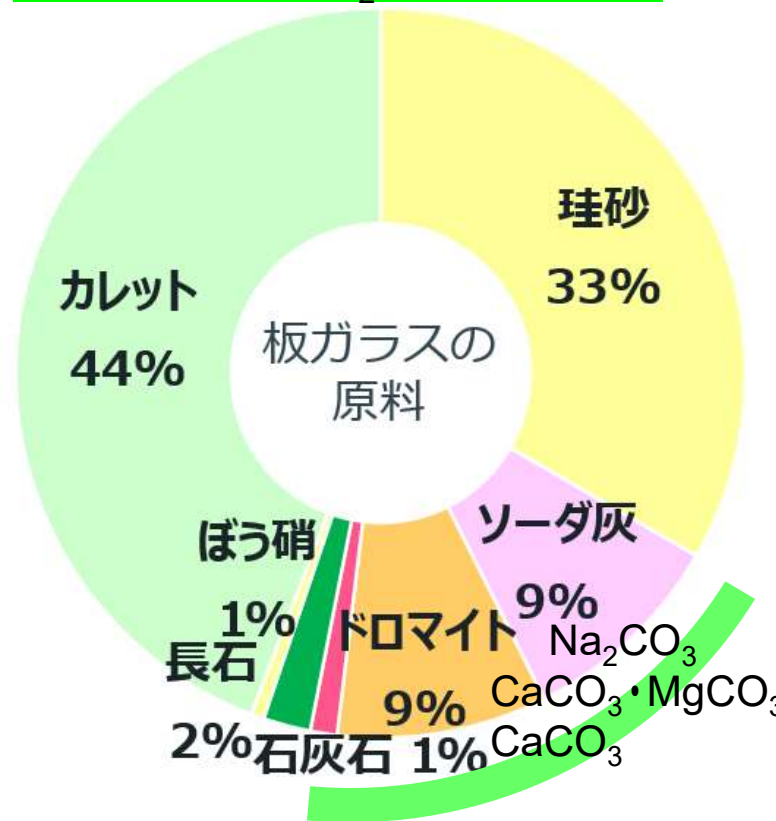
- EoL-LCD glass (Home Appliance Recycling Law)
- EoL-CRT glass (Home Appliance Recycling Law)
- ELV glass (Automobile Recycling Law)
- EoL-PV glass (Construction Recycling Law)
- EoL-architectural glass (Const. Recycling Law)
- EoL-fluorescent bulb (Const. Recycling Law)
- EoL-plateware, etc.

カレットをリサイクルするとGHG排出を低減できるか

Scope 1-2 ガラス溶解工程



この緑の部分が、原料起因のCO₂排出
→ カレット使用でCO₂削減ができる。

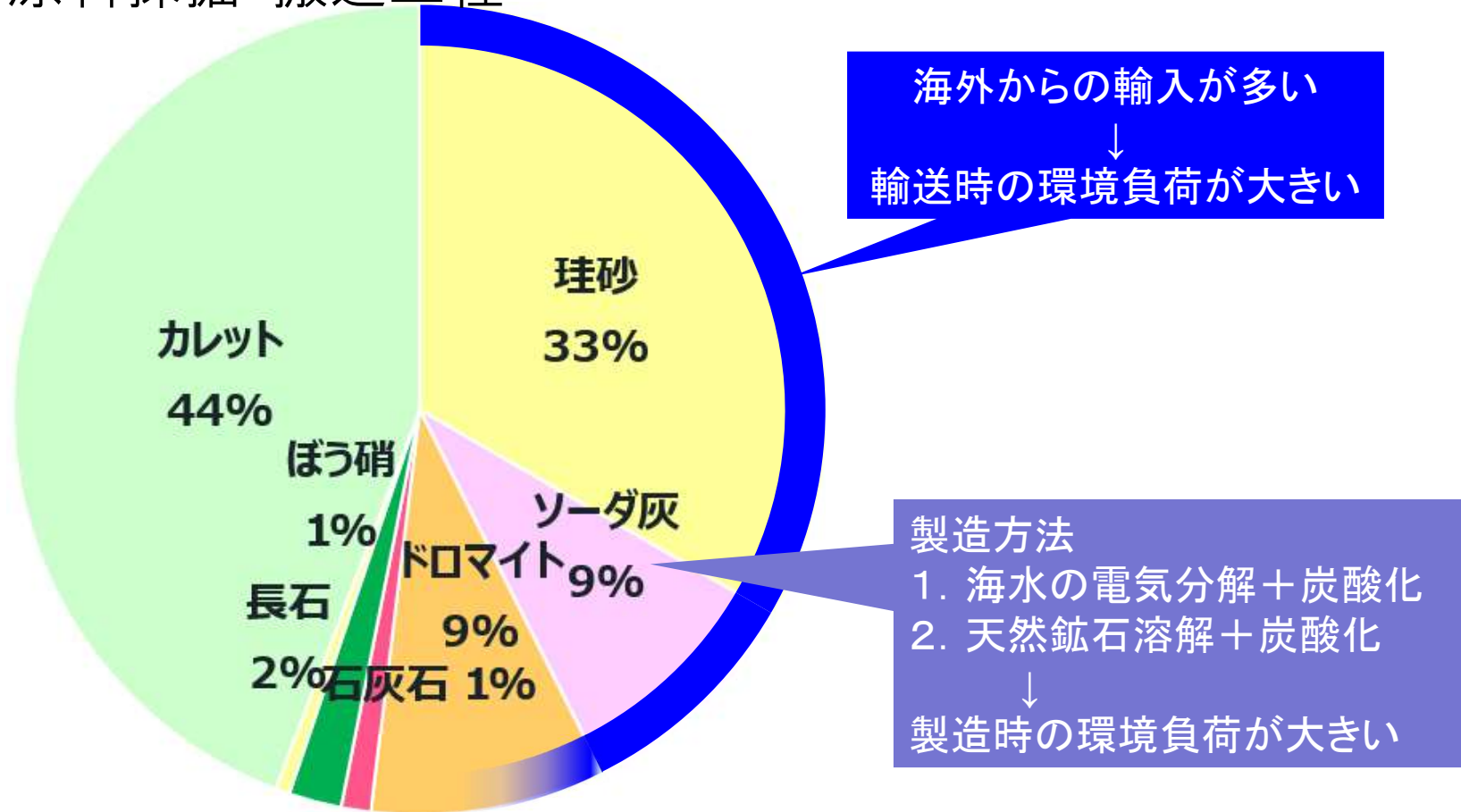


炭酸塩原料
⇒ ガラス化するとき
分解し、
約半分の重量の
CO₂放出

板硝子協会データ2021年度

カレットをリサイクルするとGHG排出を低減できるか

Scope 3 原料採掘・搬送工程



太陽光パネルガラスの回収カレットの特性

太陽光パネルガラスに含まれるアンチモン、ヒ素酸化物の問題

(1) 製造現場、周辺環境への環境汚染

- ◆ ガラス溶解工程でのアンチモンSb、ヒ素As成分の揮散による健康被害
- ◆ Sb,Asを含む板ガラスの加工工程(面取り,研削・研磨)スラッジや排水からの環境汚染
 - ・As及びAs化合物;毒劇法上の毒物、安衛法・大防法・水濁法の有害物質
 - ・Sb及びSb化合物;毒劇法劇物、水濁法指定物質、特定化学物質第2類物質(管理第2類物質)に追加⇒溶解工程からの揮散特性の研究・調査が必要
→太陽光パネルガラス使用量の上限?

(2) 製造工程での品質トラブル

- ◆ フロート板ガラス製造プロセス特有の現象
 - ・フロート成型＝溶かした錫の上にガラスを浮かべて成型
 - 熔融金属錫が酸化しないように還元雰囲気、金属錫自体が還元剤
 - ⇒熔融錫面に接触しているガラス表面でアンチモン等が還元・析出し表面白濁
 - 太陽光パネルガラス($\text{Sb}_2\text{O}_3=2\sim3000\text{ppm}$ 程度含有?)カレット使用量の上限

今後のアクション

- 解体建築物からのカレットリサイクル GMA
 - ガラスファサード建築物解体時のガラスリサイクルの協働、広域再生制度の活用？
- 廃車カレットリサイクルのために GMV
 - 環境省の自動車リサイクル法のガラスリサイクル高度化コンソーシアムへの参加検討(板硝子協会)
- 廃棄太陽光パネルのカレットリサイクル GMPV
 - 環境省のPVリサイクル高度化コンソーシアムへの参加を検討(板硝子協会)
⇒ 不純物の混入リスクの小さい解体プロセス業者とパートナー



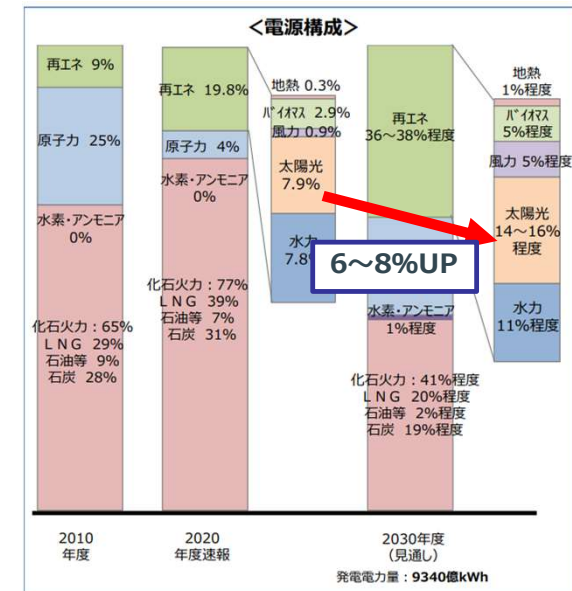
板ガラス to 板ガラス にこだわらず、
種々のガラス製品、窯業製品へのリサイクルも考慮した
・コストリーズナブル
・製品品質確保
・GHG削減
を狙ったガラスリサイクルシステムを！

市場を取り巻く環境 太陽光導入がポイント

特に**太陽光発電**は、再エネの柱の一つとして政府が**2030年までに発電量割合を14～16%(6～8%UP)**とする目標を掲げ、民間企業も同様に太陽光導入に積極的になっている。

資源エネルギー庁資料「今後の再生可能エネルギー政策について」より、今後10年で約40～60GWの太陽光発電を導入すると見込まれる。

つまり、年間約4000～6000MW（4GW～6GW）の発電設備を増やす必要があり、
毎年4000～6000ha（メガソーラーファーム4000～6000箇所分 ※1MWファーム=1ha換算）を新規で作る必要があると推測される。



出典) 総合エネルギー統計(2020年度速報値)等を基に資源エネルギー庁作成

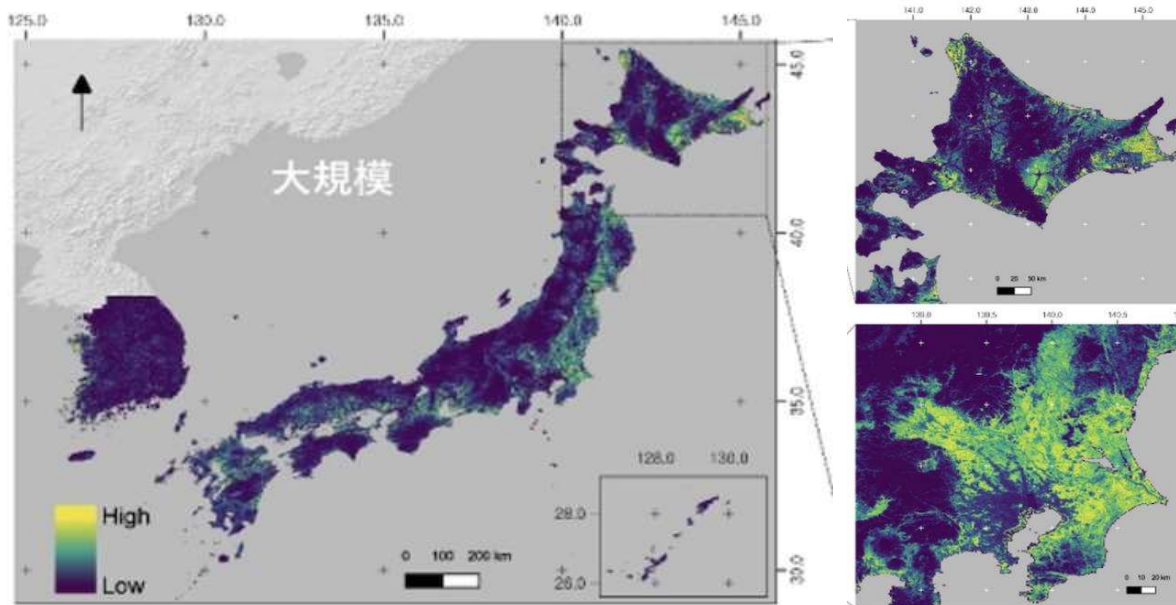


× 最低でも
年間4000箇所
設置が必要

3
4

市場を取り巻く環境 ソーラーファーム4000箇所設置は不可能

日本におけるメガファーム（0.5MW規模）は現在までに8725か所あり、**太陽光発電に適した設置出来る場所が少なくなっており、毎年4000箇所を設置することは不可能であると計算されている。**



設置に適した場所
は関東と北海道（
一部東北）のみと
なり年々**減少**して
いる

カーボンニュートラル社会に向けたBIPVによる貢献

太陽光発電普及の課題



建物による発電(BIPV)が
貢献できる

■ 土地(設置面積)の不足

特に都市部では建物屋上等での
太陽光発電量では不足

・未使用面積(建物壁面)の
活用により**面積制約の解消**
に貢献

■ 送電容量の確保

再エネポテンシャルの大きい地域と
(北海道等)と大規模需要地(東京等)が離れているため、
送電容量が不足

・地産地消により、**送電容量
へ負担を低減**

※災害時は**非常時電源**として
活用可能



High visibility projects from Oslo to Hong Kong BIPV



Tribunal de Grande Instance
Renzo Piano
Paris



La Seine Musicale
Shigeru Ban
Paris



Finance Tower
Jaspers Eysers
Liege



Besson – Switzerland



Council of the European Union
P. Samyn
Brussels



Canopies
Saud Consult
Riyadh

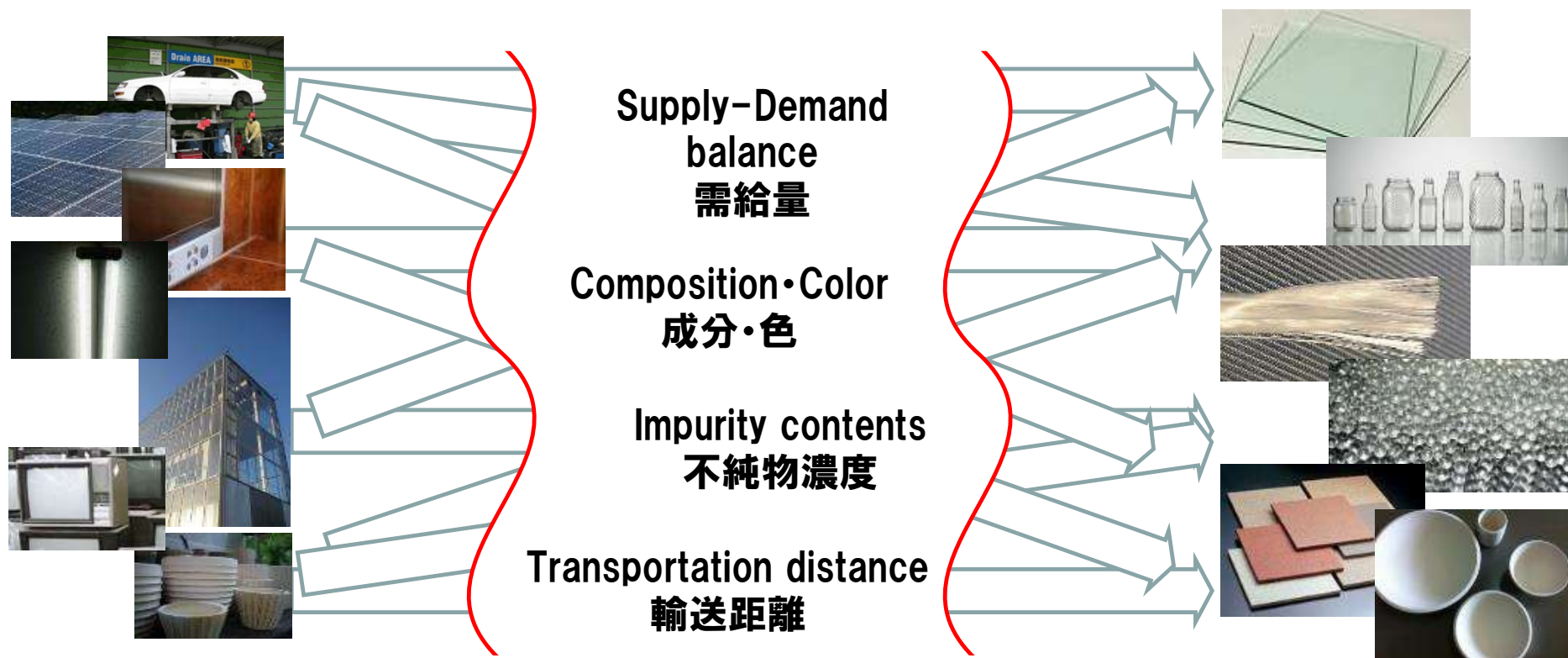


Union Eiendomsutvikling
Oslo

©Laurent Quittre - ISSOL AquaAlta

Overall optimum of aiming GReAT project

GReATプロジェクトの目指す全体最適

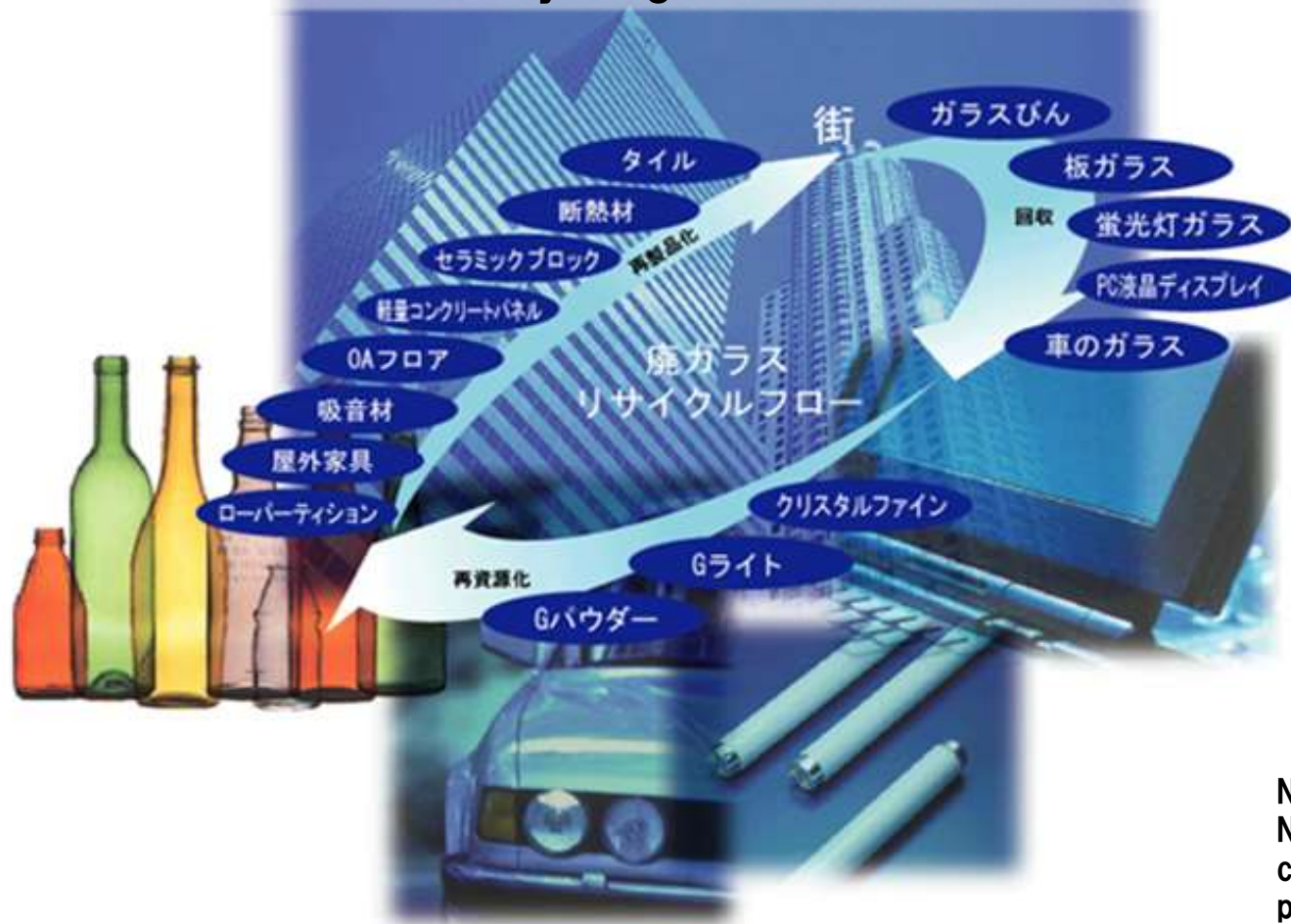


Oxide-based ceramics like almost same glass composition are included in the overall optimum evaluation
ガラスに組成(SiO_2 - CaO 系セラミック)の類似した酸化物系セラミック類も全体最適の評価対象内に含める

[Sustainability] Design for Resource Circular Economy

「サステナビリティ」リサイクル産業システムをデザイン

End of Life Glasses Recycling Flow



New area design department
Network that promotes integrated system from glass collection to application development and use of recycled products

人類と歩んできた万能材料

ガラスと私たちの暮らし

ガラスとは？



溶石や砂などを高温にするとマグマのようにドロドロになります。このドロドロの液体を油や水と違ってんがりが付く。完全に固まらず、原子が規則正しく並んだ結晶の構造を取らず、不規則な構造のまま固まったものがガラスです。この状態がガラスの状態になっています。

結晶構造

非晶性固体

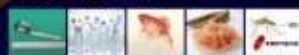
非晶ガラス

結晶性

旅がうかが
 出来ることを
 読んでみよう▶

人類の
可能性を
広げる

こんなものもガラス!?



金属・有機物・生物も「ガラス状態」になります。細胞がガラス状態になると蒸発や凍結による組織の破壊が起こりにくくなるため、生物の体細胞や食品の高品質保存などに利用されます。

超微細な宝石の向きが不規則でガラスといえるマトリクスを利用して作る。

感じてみようガラス



2022年は国際ガラス年
です。イベント
や体験など詳しく
はこちら。



みんなで考えよう、
よりよい未来

ガラスは原料の入手が容易で、自由に成形でき、透明になり、光や雨風に強く、強い材料です。持続可能な豊かな世界をつくるために貢献しています。

私たちが考えるに、
様々な種類のサービス
が提供されています。

Thank you
有難うございます

GRCJ renewed homepages as follows:

ガラス再資源化協議会(GRCJ)のホームページをリニューアルしました

<http://www.grcj.jp/index.html>

