Circulatory Economy と ガラスリサイクル

第13回 エコプレミアムクラブ シンポジウム

2016年8月3日(水)

国際文化会館 「岩崎小彌太記念ホール」

東北大学 多元物質科学研究所 中村 崇



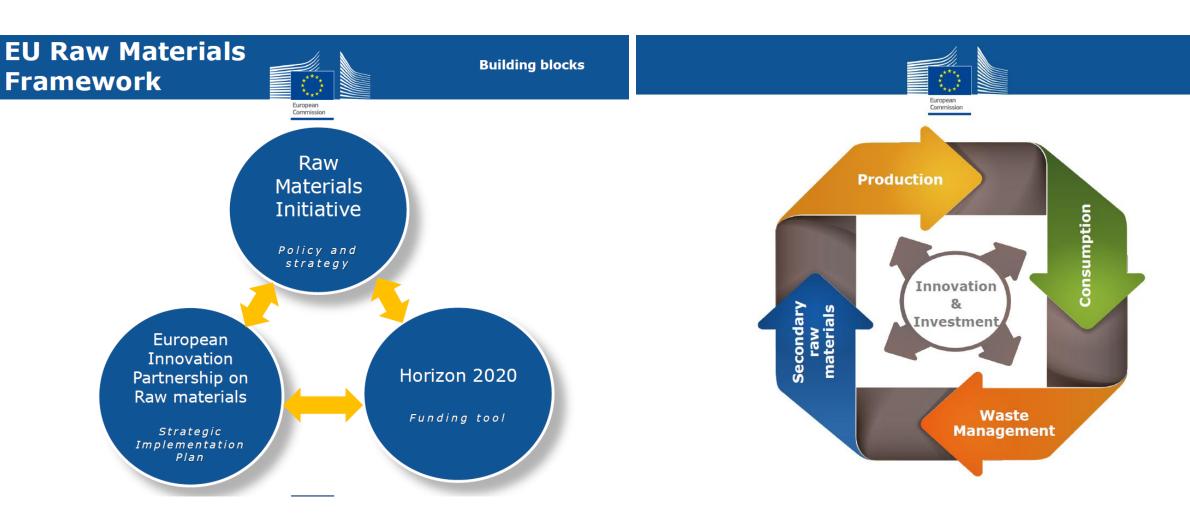


EU Circular Economy and Raw Materials Policies

Circular Materials Conference 2016 Göteborg, 11 May 2016

European Commission Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs

Magnus Gislev Unit C2 – Resource Efficiency and Raw Materials



www.circularmaterialsconference.se/speaker-presentations-2016/

本質的に3Rは環境負荷削減に寄与することが前提

→ 省エネルギー、低炭素社会の実現に寄与し、かつ環境負荷元素の制御ならびに固定

Climate benefit of material recycling

Material	Kg CO ₂ - equivalents per kg material	Percent
Glass	0.4	41%
Aluminium	10.6	96%
Steel	2.1	87%
Plastics	0.8	37%
Paper and cardboard	0.4	37%
Organic waste (composting)	0.02	27%
Organic waste (digestion)	0.07	87%

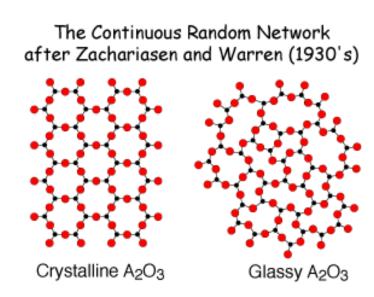


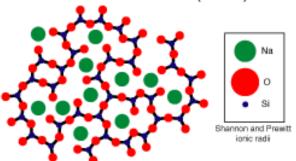
ガラスの構造

Proprosed Oxide Glass Structures

Proposed Structure of Sodium Silicate Glass

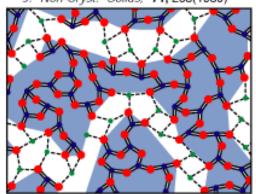
after Warren and Biscoe (1930's)





Modified Random Network after Greaves

J. Non-Cryst. Solids, 71, 203(1989)



酸素配位数が重要

Network former: 4配位 シリカ

Network modifier:8配位 アルカリ

シリケートの構造モデル例

	ı	11	111	IV	V
結合状態	\[\frac{\darksq}{\darksq} \] \[\frac{\darksq}{\darksq} - \text{Si} - \darksq \\ \frac{\darksq}{\darksq} \]	δ 	ō	 0 1 0 - Si - O - 0	O O O O O O O O O O
構造モデル	Ö 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	(Si ₃ O ₉)6-	(Si ₆ O ₁₅) ⁶ -	(Si ₉ O ₂₁) ⁶ -
	Kieselsäuretetraeder	Kette	Ring	Doppelring	Polyring
一般式	Si 04-	(Si _n O _{3 n+1})-2 n-2	(Si O ₃) _n -2 n	(Si ₂ O ₅) _n -2 h	(Sim O2 m+1)n-2 n

塩基度:スラグの特性を表現するための組成パラメータ 特性は、反応性や物性などがあり、必ずしも理論的 裏付けがないこともある。

CaO/SiO2, 塩基性酸化物/酸性酸化物、

塩基性酸化物:アルカリ、アルカリ土類等 イオン化し易く、電気陰性度が小さい

酸性酸化物:シリカ、リン、ホウ素などイオン性と共有結合性を兼ねており、電気陰性度が大きい

ao²⁻: 概念として酸素イオン活量

ガラスの化学安定性

- ・基本的には重合度が高いこと
- •したがって、アルカリ、アルカリ土類元素は少ない方がいい。
- ・アルミナ、ホウ素酸化物(3価)は安定性を増す。その他ZnOやTiO2も
- ・それでも表面は活性、どうしても不安定な結合となる

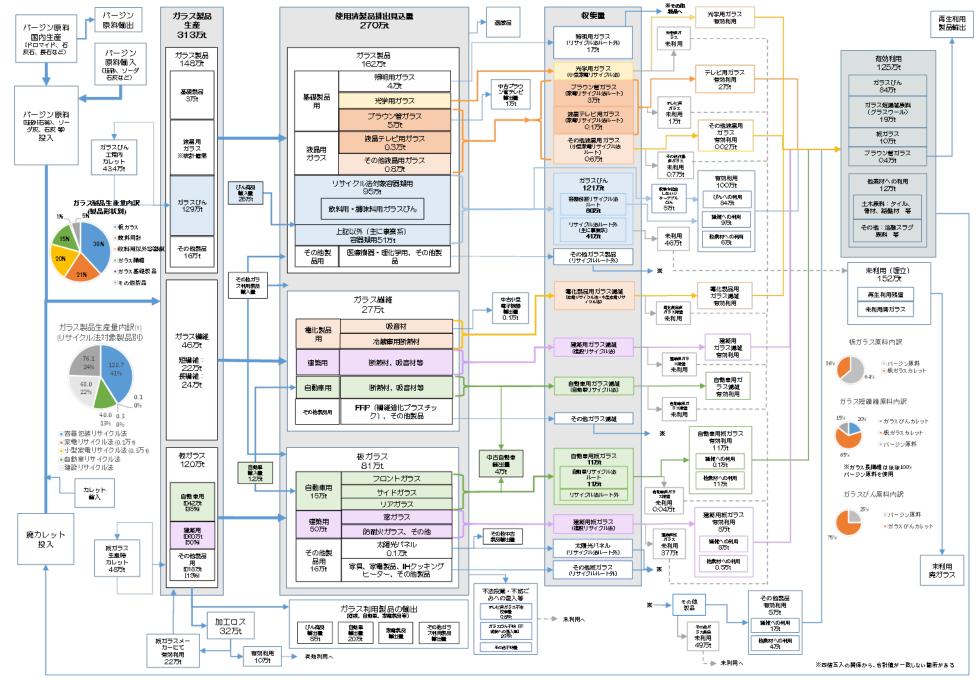
1

・溶出の時、注意が必要できれば表面構造がしっかりしていることが望ましいシリカ、アルミナの組成が高い

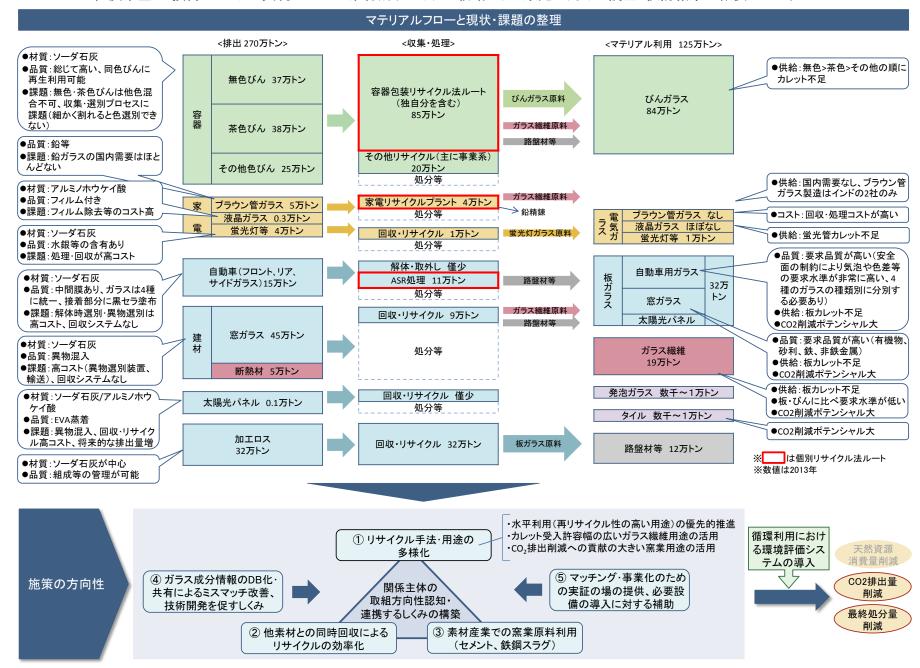
原料リサイクルの考え方

- ・リサイクルは原料として元に戻すタイプ(水平リサイクル)と 少しレベルを落として原料として使用する(カスケードリサイクル)がある。
- ・制御するのは 組成と構造(形体)
- 組成の制御は重要であるが、自然界から安価に採取できるものに対して2次原料で対応するのは不利 ガラスはその典型
- それでは構造(形体)は?例えば ガラスカレットからガラスウールの製造

通常ガラスは透明で堅いのが特徴 ガラスウールは別の構造を取り 保温など別の機能を発揮



低炭素型3R技術・システム実現のための素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討結果の概要 ~ガラス~



ガラスリサイクル状況1 く容器包装>

- 容器由来のガラス(ガラスびん)については、排出量が146万トンであり、ガラスの排出量全体(270万トン)の中で太宗(54%)を占めている。容器包装リサイクル法及び独自ルートも含めた分別回収・リサイクルシステムが定着しており、相当量(121万トン)がびんtoびんのリサイクルに回っている。
- 一方で、ガラスびんの水平リサイクルについては、収集・選別のプロセスに課題(収集時に細かく割れて混合してしまい、びん単位での色選別ができない)があり無色・茶色がその他色に区分されてしまうため、結果として、無色>茶色>その他の順にびんtoびんのカレット需要を満たせていない</u>ため、その他色を中心にグラスウール等のカスケードリサイクルされるものがあるといった点が指摘されている。

ガラスリサイクル状況2 く家電>

- 家電由来のガラスについては、家電リサイクル法対象物であるブラウン管テレビのCRTガラスと、液晶テレビの基板ガラスが、同法のリサイクルシステムに基づき回収・リサイクルされている。
- CRTガラスについては、ブラウン管テレビの排出台数の減少に伴い減少傾向にあるが、家電リサイクルプラントで取り外しされたのち、鉛含有のファンネルガラス は鉛製錬で受け入れているほか、パネルガラスはガラス繊維に利用されている。
- 基板ガラスについては、アルミノホウケイ酸が主成分であり、ソーダ石灰系のガラス原料としての利用が難しいことに加え、フィルムが付着していることから<u>リサイクル困難性が高い</u>。このため、家電リサイクルプラントで取り外しされたのち、一部は非鉄製錬で温度調整に利用されているが、多くは埋立処分されている。
- ・ 蛍光灯等については、市町村(全都清の広域認定スキーム等)もしくは産廃として回収されたものの一部が、水銀等を回収して蛍光管ガラスへ再生利用されている。なお、家電リサイクル法対象品目の内部で使用される蛍光管については、家電リサイクルシステムに基づき回収・処理されている。

ガラスリサイクル状況3 く自動車>

- ・自動車のガラスには、フロントガラス、リヤガラス、サイドガラスがあり、種類としてはクリア/緑/UVカット/プライバシーの4種に統一・共 通化がなされている。このうち、フロントガラスには中間膜が使用されている。また、接着部分の紫外線劣化を防ぐため黒セラが塗布されており、ガラス原料として再生利用する際には、その許容量について考慮する必要がある。リヤガラス中の熱線には銀が含まれており、サイドガラス等と比較して、資源としての活用の可能性が相対的に高い。
- 解体・破砕工程では、使用済自動車からのフロントガラス等の選別・ 回収は、経済的なメリットが少ないためほとんど実施されておらず、 大部分はASRとして処理・リサイクルされている。ASRとなったガラスの大部分はセメントやスラグとしてリサイクルされる。

ガラスリサイクル状況4 く建材>くその他>

<建材>

- ・建築用の窓ガラスの多くは建設混合廃棄物として処分されている。建設リサイクル法上の分別解体・再資源化対象(特定建設資材)ではなく、コストの問題もあり、回収・リサイクルは一部に留まっている。窓ガラスの板ガラスへの水平利用は品質(アルミ等の非鉄金属の混入等の制約あり)、コストの観点からほとんど行われておらず、品質要求が比較的低いガラス繊維等が中心となっている。
- 断熱材として使用されるグラスウールについても大部分は建設混合廃棄物として処分されている。

くその他>

- 太陽光パネルについては、現状の排出量は少なく、通常の産廃ルートで処理・処分されている。将来的な排出量の増大を想定したリサイクルシステムの検討やリサイクル技術開発が進められているところである。
- ・経済産業省(NEDO)ならびに環境省で多くのプロジェクトが進行中

まとめ

- ガラスは人類が使用している重要なインフラ素材
- ガラスは種々のやり方で循環使用が可能
- その場合、その特質を十分に理解しておく必要がある
- ・水平リサイクルも可能であるが、その場合は高度な不純物制御が必要
- ・ソーター技術は大いに貢献する可能性がある
- ・PVリサイクルは、リユースと組み合わせてこれから大きな課題 特に経済合理性との兼ね合いで参加しているプレイヤーがWin-Win になる条件を見出すこと