

マテリアルリサイクルによる天然資源消費量と環境負荷の削減に向けて ～素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討の中間報告～

平成 28 年 3 月

低炭素型 3R 技術・システムの社会実装に向けた
素材別リサイクル戦略マップ検討会

目次

1. 背景・目的.....	1
2. プラスチックの素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討.....	2
3. ガラスの素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討.....	18

1. 背景・目的

- 我が国では、天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される「循環型社会」の形成を目指し、循環型社会形成推進基本法に基づく 3R の取組進展、個別リサイクル法等の法的基盤の整備、国民の意識の向上等が行われ、総合的かつ計画的に取組が進められているが、これらの取組のうち、熱回収（サーマルリカバリー）を除くリデュース・リユース・リサイクルについては、CO₂ 排出削減にも資する可能性がある一方、その実現可能性や削減効果については十分な検証がなされていない。
- 特に、これらの取組のうち、水平リサイクル等の高度なリサイクルの推進は、廃棄物の減量に資するだけでなく、天然資源の消費を抑制するものであるが、現時点では検証が十分に行われているとは言えない。
- 加えて、地球温暖化問題への対応などを背景に、製品の性能向上は著しく、その結果、新素材・技術等が用いられるなど、リサイクルを取り巻く環境は一層複雑化している。
- また、国内でのリサイクルを通じて、安価で一定の品質を満たす再生資源を安定的に供給可能とすることは、我が国製造業における製造原価の低減、安定的な材料の調達に貢献し、ひいては我が国産業の競争力確保に資するという側面も持つ。
- さらに、今般、欧州においても資源効率性や資源の循環を基調とした循環経済に関する議論等が進められており、我が国においても、今後どのようにリサイクルを進めて行くか、どのように製品への再生資源の利活用を進めていくか、これまでの各種リサイクル法における個別の製品単位のリサイクルに留まらない、横断的な検討の必要性が生じている。
- このため、3R とその結果としての CO₂ 排出削減を同時に進め、循環型社会と低炭素社会の統合的実現を達成するため、有識者や関係事業者等で構成される検討会及び分科会を開催し、質的及び量的な観点から見て十分なリサイクルが実現されておらず、

かつ、温室効果ガス並びに最終処分量削減ポテンシャルがあると見込まれるプラスチック及びガラス等を対象に、マテリアルリサイクルを中心とした質の高いリサイクルを実現するために必要な調査・検討を実施した。

- 本調査・検討では「マテリアルフロー」「環境負荷分析」「排出・利用における現状・課題」等の情報を整理するとともに、推進に向けた方向性を検討した。
- 検討に際しては、広く素材の観点から、製品をしばらずに、再生資源を利活用するために、国が推進すべき方向性を技術的な観点から整理している。この調査・検討結果で初めて得られた、我が国のプラスチック、ガラスのマテリアルフローの現状と環境負荷、その課題と今後のリサイクルの方向性を踏まえて、関係者におけるマテリアルリサイクルの取組が推進されることを期待する。

2. プラスチックの素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討

(1) マテリアルフローから見た排出/利用の現状・課題

- プラスチックのマテリアルフロー（図1）から見た排出源別の現状・課題は以下のとおり整理できる。

< 容器包装 >

- プラスチック製容器包装（容器包装リサイクル法対象外も含む。PET ボトルを除く）は、**排出量が 370 万トン（全排出量の約 40%）と大きく**、一方で現行の容器包装リサイクル法に基づく回収スキームでは一定量（約 70 万トン（PET ボトル除く。)) の回収に留まっており、**量的な回収・リサイクルポテンシャルが大きい**分野である。
- 材質は PE、PP が多く、軟質系と硬質系に大別される。硬質系は単一樹脂化によるマテリアルリサイクルに適しているが、軟質系は複層樹脂が多く単一樹脂化は困難である。また、異物等もあり、品質的な制約から、PP と PE の混合物である PQ（ポリオレフィン樹脂）としての**カスケードリサイクルが中心**であり、単一樹脂化等による同一グレードでのリサイクルは十分に実施されていない状況にある。
- なお、PET ボトルについては、排出量が 60 万トン程度あり、そのうちおよそ 53 万トンが回収され、リサイクルに回っていると推計される。そのうち、容器包装リサイクル法に基づき指定法人が引き取ったもの（約 20 万トン）などが、**ボトル to ボトル、繊維、シートへリサイクル**されている。一方、市町村独自ルートや事業系の PET ボトル（約 33 万トン）を中心に、**海外へ輸出**されてリサイクルされるものも相当量（約 24 万トン）存在する。

<家電>

- 家電四品目については、家電リサイクル法に基づく小売店・家電メーカーの回収・リサイクルシステムが確立されており、マテリアルリサイクルに回るプラスチック量で約10万トンと一定のボリューム感があり、比較的安定的な供給が可能である。
- 材質はPP、PS、ABSなどが中心であり、単一樹脂の大物部材など手選別した廃プラスチックは単一樹脂としてリサイクルが可能である。破碎・選別工程を経たミックスプラスチックについても高度選別による単一樹脂化の取組が進んでいるところである。選別・回収した再生プラスチックは家電メーカーの水平リサイクルに加え、コンパウンドメーカーにも出荷されている。
- テレビについては臭素系難燃剤が使用されているため、選別後のプラスチックについて、国内でのマテリアルリサイクル需要がほとんどなく、多くは海外に輸出されている。これらがどのように処理されているかについて、今後さらに調査を行う必要がある。
- 小型家電リサイクル法に基づく小型家電の回収は、量的にはまだまだ小さく、当該小型家電から破碎・選別工程を経て発生するプラスチックの多くは熱回収されている。

<自動車>

- 自動車については、自動車リサイクル法に基づく強固な回収・リサイクルシステムが確立されている。使用済自動車に使用されるプラスチック量も約32万トンあり、その半分以上がPPである。一方、解体事業者や破碎業者での選別も一部なされているが、解体・選別のインセンティブが働きにくく多くはASR(約22万トン)となっている。ASRからの選別によるPP等の回収が一部行われているが、品質はそれほど高くない。ASRの多くはガス化溶融や製錬、セメント等のプロセスで主に燃料として利用されている。
- その他、ディーラー回収バンパー等はメーカーが回収し、自動車用の材料としてリサイクルされている。

<建材>

- 解体工事等の際に発生する建材等に用いられているPVCなどのプラスチックは、年間で59万トンの排出量がある。このうち、塩ビ管については、業界団体による回収・リサイクルルートが構築されており、約2万トンがマテリアルリサイクルされている。その他多くのプラスチックは、建設現場での分別が高コストとなる等の理由から、建設混合廃棄物として焼却・埋立等されているものが中心となっている。

<その他製品>

- その他製品に使われているプラスチック（一般廃棄物・産業廃棄物）は年間で306万トンの排出量（全排出量の約33%）がある一方で、様々な製品に分散して使われており、その回収ルートや処理実態も多様であると考えられる。
- 一部の自治体・事業者などにおいて、使用済プラスチック製品の回収が実施され、マテリアルリサイクル等を行っているが、量的には多くない。

<生産・加工くず>

- 生産・加工くずは高品質であるが、生産・加工工程の歩留まり向上により**発生量は減少傾向**にある。成形メーカーの一部を除けば、その**多くが輸出**されていると見られる。

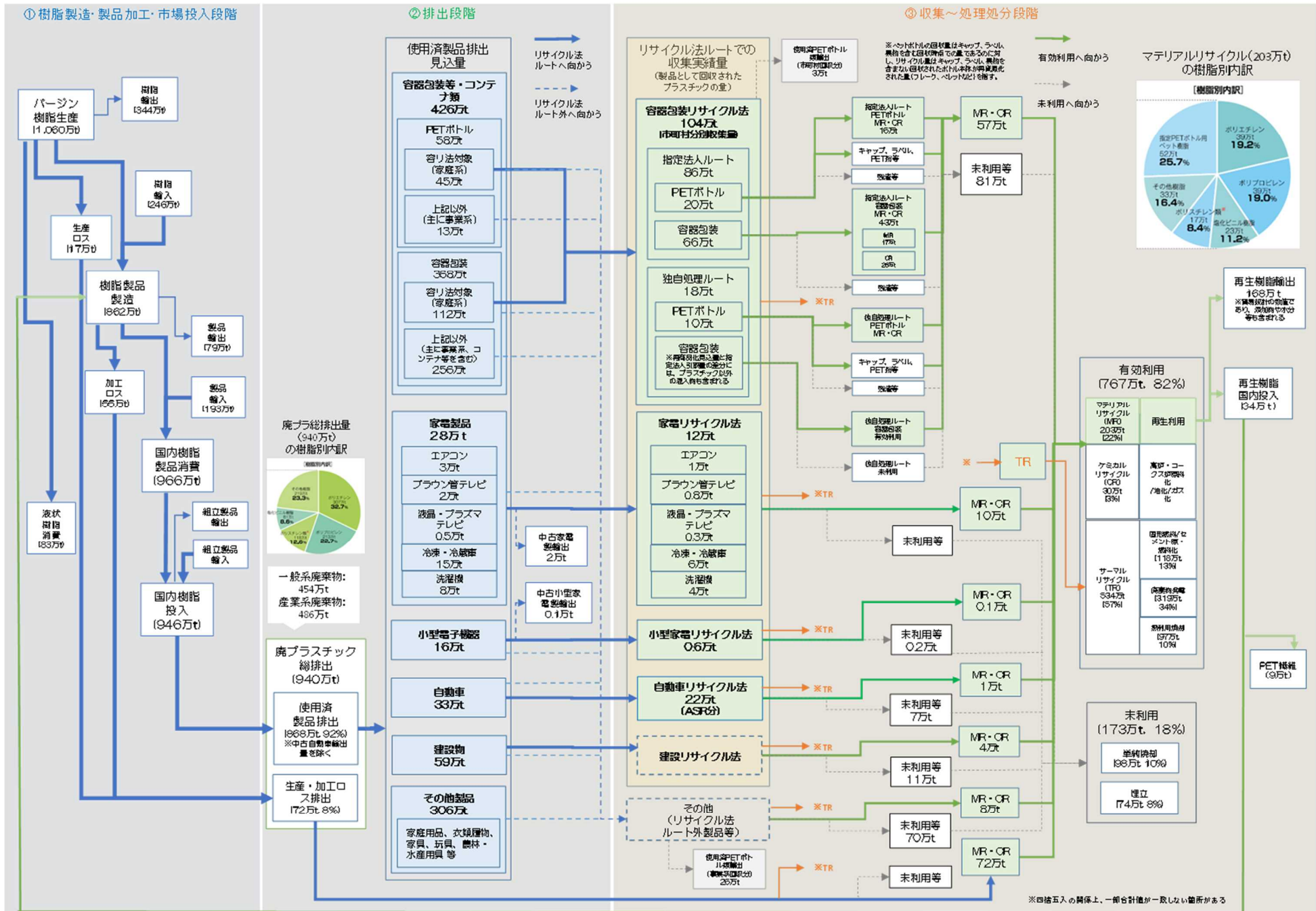


図1 プラスチックのマテリアルフロー (2013年)

プラスチック循環利用協会資料等を基に三菱総合研究所作成

- 一方、廃プラスチックの利用側、すなわち再生プラスチックの供給側（コンパウンダー）から見た現状・課題については、以下のとおり整理できる。
 - PET 樹脂については、容器包装リサイクル法に基づき回収された PET ボトルのボトル to ボトル、繊維、シートへのリサイクルが行われている。一方で、使用済 PET ボトルの海外への流出による供給量の不足に加え、原油価格の下落局面では再生材の価格メリットが出にくいいため、再生プラスチックを製造・供給するコンパウンダーの収益を圧迫する等の課題がある。
 - PP 樹脂については、家電、自動車などの主要な樹脂材料として利用されており、家電分野等を中心に水平リサイクルも行われている。
 - ◇ 自動車の構成樹脂の 50%以上を占めることから自動車における再生材利用の主たるターゲットとして、自動車メーカー各社での利用が検討されている。しかしながら、意匠材、機能材では特に要求水準が高い（自動車メーカーとしては、リサイクル材を使用することを前提にグレードを落とすことはしない）ことに加え、メーカー個社によって要求水準が異なり部材毎のカスタマイズが必須（共通化が図れないため、小ロット多品種で高コスト）となっていること、製品サイクルが長いため、採用までに時間を要する（投資回収に時間を要する）ことから、再生プラスチックを製造・供給するコンパウンダーにとって自動車用途への再生資源供給のハードルは高い。
 - ◇ 家電においては、家電リサイクルプラントで回収した再生プラスチックの家電メーカー自身による水平利用が一定程度進んでいるが、他分野に由来するものも含めた再生プラスチックの家電分野における更なる利用拡大に向けては、コンパウンダーが質の高い再生プラスチックを安価で、安定的に、一定の品質でもって提供し、意匠材、機能材等の要求水準が高い部材へ導入されるようどのように推進していくかが課題である。
 - ◇ PP 材であればどのような性状のものでも再生プラスチックの原材料として使用するようなコンパウンダーも存在するが、例えば自動車用バンパーであればタルク等の副資材が使用されており、それを考慮したコンパウンドを実施しないと要求水準を満たした一定の性能を発揮することは難しい。コンパウンダーには中小・零細の事業者が多く、技術レベルのばらつきも大きい。
 - PE、PP が混合した PO（ポリオレフィン）樹脂については、容器包装プラスチックの主たる回収物であり、パレットや土木資材へのリサイクル利用が進んでいる。色や強度について要求水準が高くないなど用途が限定されるため、単一樹脂化等による質の向上を通じた安定した需要先の確保が課題である。
 - PS、ABS 樹脂については、家電リサイクルプラントで回収されたプラスチックの一部が水平利用されている。PP と同様に、再生プラスチック利用の更なる拡大に向けては、意匠材、機能材等の要求水準の高い部材への導入をどのように推進していくかが課題である。

- 再生プラスチックの利用側(メーカー)から見た再生プラスチック利用の際のボトルネックとしては、再生プラスチックの有する「不安定な供給」「高コスト」「不安定な品質」といった課題が指摘される。
 - 供給の観点からは、廃棄物に由来するが故の再生プラスチックの**供給の不確実性**、再生プラスチックを利用する側の生産計画と(廃棄物由来の)再生プラスチック供給との**タイムラグ**、安定的に一定の品質の再生プラスチックを供給する能力を有する**コンパウンダーが少ない**等の課題が存在する。
 - コストの観点からは、再生プラスチックは**原油価格が下落**すればバージン材に対して**コストメリットが出にくい**(むしろ工数が掛かればコストアップの可能性)等の課題が存在する。
 - 品質の観点からは、メーカーにとっては、再生プラスチックであってもバージン材と同等の品質要求をクリアする必要があり、一方で再生プラスチックは原料である廃プラスチックの品質のバラツキや混入などの課題があり、バージン材と比べて品質管理によるコストアップが発生する、投入原料の性状が安定しないため**一定品質を維持することがバージン材よりも困難**等の課題が存在する。

- プラスチックの排出・利用における現状・課題について次頁に整理した。

プラスチックの排出・利用における現状・課題の整理

排出側	現状・将来動向								課題・ボトルネック							
	排出量	回収量	材質	品質	回収ルート	処理方法	再資源化量		制度的対応	技術開発動向	品質	コスト	供給	CO2		
							MR	CR・TR等								
容器	指定法人ルート		20万t	PET	単一樹脂 汚れ少ない	市町村	MR(B2B、繊維等)中心	16万t	-	容リ法対象	自動回収機 ラベル剥離 メカニカルR等	原油価格が下落することによりサイクリングの採算性悪化	買い付けにより相当量が海外へ輸出			
	PETボトル 独自ルート	約30万t	10万t 1割は輸出	PET	単一樹脂 汚れ少ない	市町村	国内MR 海外輸出									
	その他	約30万t	23万t 8割は輸出	PET	ラベル等混入 汚れあり	飲料メーカー、ベンダー等	多くは粗破砕した上で輸出	国内:10万t 輸出:24万t								
	その他 プラ	指定法人ルート	112万t	66万t	PE、PP、PS等	樹脂混合 汚れ異物多い 硬質系はMRに向くが、軟質系は複層樹脂なので単一樹脂化に不向き	市町村	MR:35万t CR:31万t	17万t	CR:26万t	容リ法対象	単一樹脂選別 コンバウンド	樹脂混合 汚れ異物多い 軟質系は複層樹脂なので単一樹脂化に不向き		削減ポテンシャルが大きい	
		その他事業系等	258万t	不明	PE、PP、PS等	多種多様	産廃	MR TR 焼却等	6万t(コンテナとして)				軟質系は複層樹脂なので単一樹脂化に不向き		削減ポテンシャルが大きい	
	家電	エアコン冷蔵庫、洗濯機	25万t	11万t	PP、PS、ABS等	単一樹脂の大部分あり	小売店	手解体・単一樹脂回収 ミックスプラ:一部は単一樹脂選別 水平リサイクル & 他分野出荷	8万t	TR:4万t	家電リサイクル法	ミックスプラの単一樹脂選別(比重、静電、光学) 難燃プラ選別		いわゆる見えないフローが存在し、一部は海外へ輸出		削減ポテンシャルが大きい
テレビ		3万t	1万t	PS、ABS等	難燃剤使用	小売店	多くは輸出	多くは輸出				多くは難燃剤を含有				
小型家電		16万t	0.6万t	PP、PS、ABS等	難燃剤使用 樹脂種類も多様	自治体(小売店)(宅配便)	破砕・選別(鉄、非鉄回収の優先順位が高い)	0.1万t	TR:0.3万t	小型家電リサイクル法、資源有効利用促進法(パソコン)	ミックスプラの単一樹脂選別	一部は難燃剤を含有	回収量少ない	削減ポテンシャルが大きい		
自動車	バンパー	1万t	0.2万t程度	PP	単一樹脂副資材(タルク等)が使用	ディーラー	破砕・選別	0.2万t程度	ASRとなったものは大部分がTR		バンパーtoバンパーのMR	副資材(タルク等)が使用	回収・物流コスト高い	回収量少ない(回収ルートが構築されていない)		
	その他PP	31万t	22万t(ASR分)	PPが5割以上	PPが多い一部は難燃剤使用	解体業者・破砕業者・ASR処理業者	解体・破砕段階での選別は少なく、多くはASRへASRのうちMRへの仕向けは約2割	僅少	ASRとなったものは大部分がTR	自動車リサイクル法(ASR)	単一樹脂選別 コンバウンド	一部は難燃剤を含有 ASRから選別したプラの品位は低い	解体段階での選別が高コスト	削減ポテンシャルが大きい		
建材		59万t	約2万t(塩ビ管として)	PVC(塩ビ管)、その他	塩ビ管:単一樹脂 その他:混合	建設業者・建物解体業者・業界団体が回収・リサイクルルート構築	塩ビ管:MR その他:混合廃棄物として処理	約2万t(塩ビ管として)					解体段階での選別が高コスト	削減ポテンシャルが大きい		
生産・加工ロス		72万t	72万t	PE、PP、PS等	単一樹脂が多い	産廃業者、資源回収業者	多くは輸出	多くは輸出 残りは国内MR			コンバウンド		買い付けにより相当量が海外へ輸出			

数値は2013年

利用側	現状・将来動向				課題・ボトルネック						
	利用量	現状取組	利用側の要求水準	技術開発動向	品質	コスト	供給	CO2			
PET	PETボトル	4万t	2012年以降、国内で食品用のB2Bが開始	食品衛生、意匠性の観点から要求水準は高い	メカニカルB2B			原油価格が下落すると再生材のコスト優位性が出ていく			
	繊維	9.3万t	容リ法施行とあわせて導入が推進 自動車用内装材等が主たる用途	シート等と比べると異物混入の点で要求水準は高い				色、異物の要求水準が高い	原油価格が下落すると再生材のコスト優位性が出ていく ペレット化が必要な分コスト高	海外流出により原料が不足	
	その他(シート等)	9.7万t	パーजन原料でサンドイッチした三層構造で使用	他用途に比べると要求水準は相対的に低い					原油価格が下落すると再生材のコスト優位性が出ていく		
PP	家電	1万t程度?	家電RPの回収プラの一部を水平利用	意匠材、機能材については要求水準が高い メーカー個社によって要求水準が異なり、カスタマイズが必須	コンバウンド			意匠材、機能材については要求水準が高い	原油価格が下落すると再生材のコスト優位性が出ていく	家電生産拠点の海外移転により国内需要は減少	削減ポテンシャルが大きい
	自動車(バンパー)	数千t程度?	ディーラー回収の自社バンパーのリサイクルが中心	軽量化・高機能化の余地がある部材であり、時間の経過とともに要求水準が高まる可能性がある	コンバウンド			軽量化・高機能化の余地がある部材であり、時間の経過とともに要求水準が高まる可能性がある	回収・物流コストが高い		削減ポテンシャルが大きい
	自動車(その他)	1万t程度?	自社工程からの回収+コンバウンドメーカーから購入	意匠材、機能材については要求水準が高い(リサイクル材前提でグレードを落とすことはしない) メーカー個社によって要求水準が異なり、カスタマイズが必須 製品サイクルが長いため、採用までに時間を要する 重量のある部材は、軽量化・高機能化の余地がある部材であり、時間の経過とともに要求水準が高まる可能性がある	コンバウンド			意匠材、機能材については要求水準が高い	コストに見合った原材料の確保が課題 原油価格が下落すると再生材のコスト優位性が出ていく	安定供給が大前提、現状はベースはパーजन材で、使えるところはリサイクル材を使うというスタンス	削減ポテンシャルが大きい
PP/PE(PO)	パレット、土木、建築資材等	容リ法ルートで約10万t	パレットや土木資材へのリサイクル利用が進んでいる	他用途に比べると要求水準(色、物性)は相対的に低い	コンバウンド			原油価格が下落すると再生材のコスト優位性が出ていく		用途が限定されるため安定した需要の確保が課題	
PS/ABS	トレイ	EPS:7万t PSP:1万t	トレイトトレイの水平リサイクルがトレイメーカー等で実施								
	家電	1万t程度?	家電RPの回収プラの一部を水平利用	意匠材、機能材については要求水準が高い メーカー個社によって要求水準が異なり、カスタマイズが必須	コンバウンド			意匠材、機能材については要求水準が高い	原油価格が下落すると再生材のコスト優位性が出ていく		削減ポテンシャルが大きい
その他	PVC等	約2万t	塩ビ管・継ぎ手協会による回収・リサイクルスキームが構築され、水平利用が推進								

(2) 環境負荷分析・ケーススタディ・技術整理から得られた示唆

<環境負荷分析>

- 前項で整理したマテリアルフローに基づき、プラスチックの製品分野別の CO2 排出量（資源・エネルギー代替による削減効果も併記）を試算した結果は次図のとおりである。
 - CO2 排出量の合計は 1,815 万 t-CO2 である一方、廃プラスチックを有効利用することで代替する資源・エネルギーから本来排出されていた CO2 排出量（削減効果）の合計は-460 万 t-CO2 である。
 - 製品分野別に見れば、「その他容器（PET ボトル以外のプラスチック製容器包装であって、容器包装リサイクル法対象外の容器包装も含む）」におけるサーマルリカバリー（TR）や単純焼却による CO2 排出寄与が大きい。また、削減効果については、「その他容器」、「PET ボトル」において、TR、ケミカルリサイクル（CR）、マテリアルリサイクル（MR）による資源・エネルギーの代替効果が一定量見込まれた。フロー全体の帰着先別に見た場合も同様、TR、単純焼却による排出寄与が大きい。また、削減効果については、TR、ケミカルリサイクル（CR）、マテリアルリサイクル（MR）による資源・エネルギーの代替効果が一定量見込まれた。

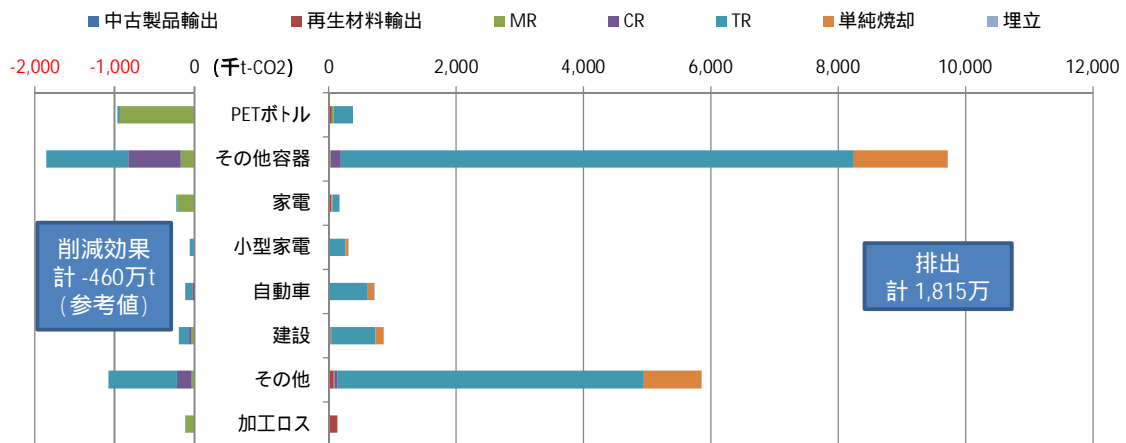


図 2 プラスチックの製品分野別の CO2 排出量試算結果

- 次に、プラスチックのマテリアルリサイクル促進による環境負荷の削減効果について試算を行った。検討にあたっては、その性状からマテリアルリサイクルが比較的容易と考えられる自動車、家電に由来する硬質プラスチック（主に PP）を対象として、マテリアルリサイクルを推進することによる CO2 排出量の削減効果を評価した。具体的には以下の 2 つのシナリオを設定した。

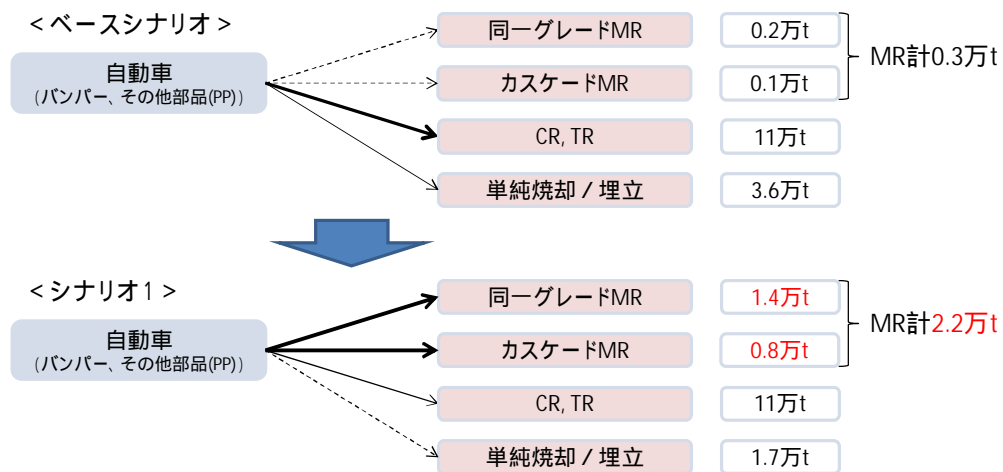


図 3 シナリオ 1 (バンパー等回収促進シナリオ)

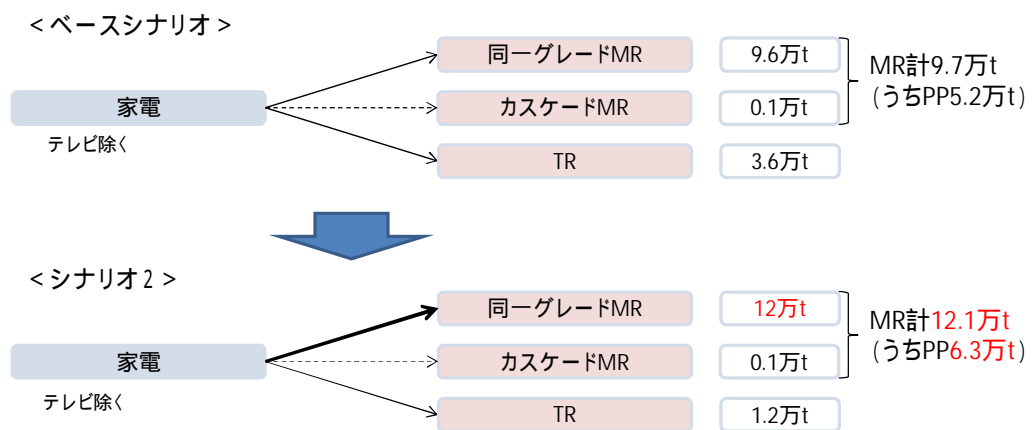


図 4 シナリオ 2 (家電プラ MR 促進シナリオ)

- 評価結果は次図のとおりであり、自動車由来プラスチックの回収を促進すること、自動車・家電由来プラスチックの一定割合を TR から MR に代替することが必要であり、特に MR については自動車メーカーでの再生プラスチック利用による CO2 削減効果が大いこと、特に他分野からの再生プラスチックの受け皿としての再生プラスチックの自動車への利用を促進することでその効果が大きくなることが示唆された。
 - 自動車由来プラスチックにおいて、バンパーおよびその他部品 (PP) 回収の更なる促進等 (シナリオ 1) により、現状の単純焼却及び埋立への仕向け比率の合計を 24% から 12% に減少させ、マテリアルリサイクルへの仕向け比率を 2% から 15% 程度に向上させることで、自動車由来プラスチックの焼却に由来する温室効果ガス排出量を 1% 低減可能。
 - 家電由来プラスチックにおいて、国内でのエアコン、冷蔵庫、洗濯機由来のプラスチックについて、サーマルリカバリー仕向け比率を 15% から 5% に減少させ、その分を他製品分野向けマテリアルリサイクルに振り向ける (シナリオ 2) ことで、家電由来プラスチック焼却に由来する温室効果ガス排出量を 40% 低減可能。

- 樹脂製造に関する資源代替効果も含めれば更なる削減効果が見込まれるとともに、最終処分量の削減にも寄与。
- ただし、上記の分析は国内リサイクルを評価範囲としたものであり、今後は海外におけるリサイクルや天然資源代替など、評価バウンダリーを拡張することについても検討していくことが望まれる。

温室効果ガス排出量 [千t-CO2]

製品分野	ベースシナリオ	シナリオ1 (パンパー等回収促進シナリオ)	シナリオ2 (家電プラMR促進シナリオ)
自動車	714	704	714
家電	173	173	99
他分類計	17,271	17,271	17,271
製品全体計	18,157	18,147	17,084

1万t-CO2削減 7万t-CO2削減

代替効果による温室効果ガス削減効果相当量 [千t-CO2]

製品分野	ベースシナリオ	シナリオ1	シナリオ2
製品全体計	-4,604	-4,633	-4,649

3万t-CO2削減効果増 4.5万t-CO2削減効果増

最終処分量 [千t]

製品分野	ベースシナリオ	シナリオ1	シナリオ2
製品全体計	741	726	741

1.5万t削減 ベースシナリオから変化なし

図 5 プラスチックの環境負荷分析（シナリオ分析）結果

- 上記の分析結果も踏まえ、プラスチックのマテリアルリサイクルによる CO2 排出量削減効果について、家電・自動車分野を例に、整理した結果は以下のとおりである。
 - 1) マテリアルリサイクル (MR) の促進により、プラスチックのサーマルリカバリー (TR) 量及び単純焼却量が削減され、燃焼由来の CO2 を削減
 - 2) MR による新規樹脂の代替によって樹脂製造時の CO2 排出量を間接的に削減
 - 3) ただし、TR の熱回収効率を改善することによってエネルギー代替を通じて CO2 排出量を間接的に削減する可能性があることに留意
 - 4) また、バイオマスを原料とするプラスチックを利用している場合、石油を原料とするプラスチックと異なり、廃プラスチックの焼却に伴う CO2 排出量 (廃プラスチック中の石油起源の炭素に由来する CO2) は計上されないことに留意

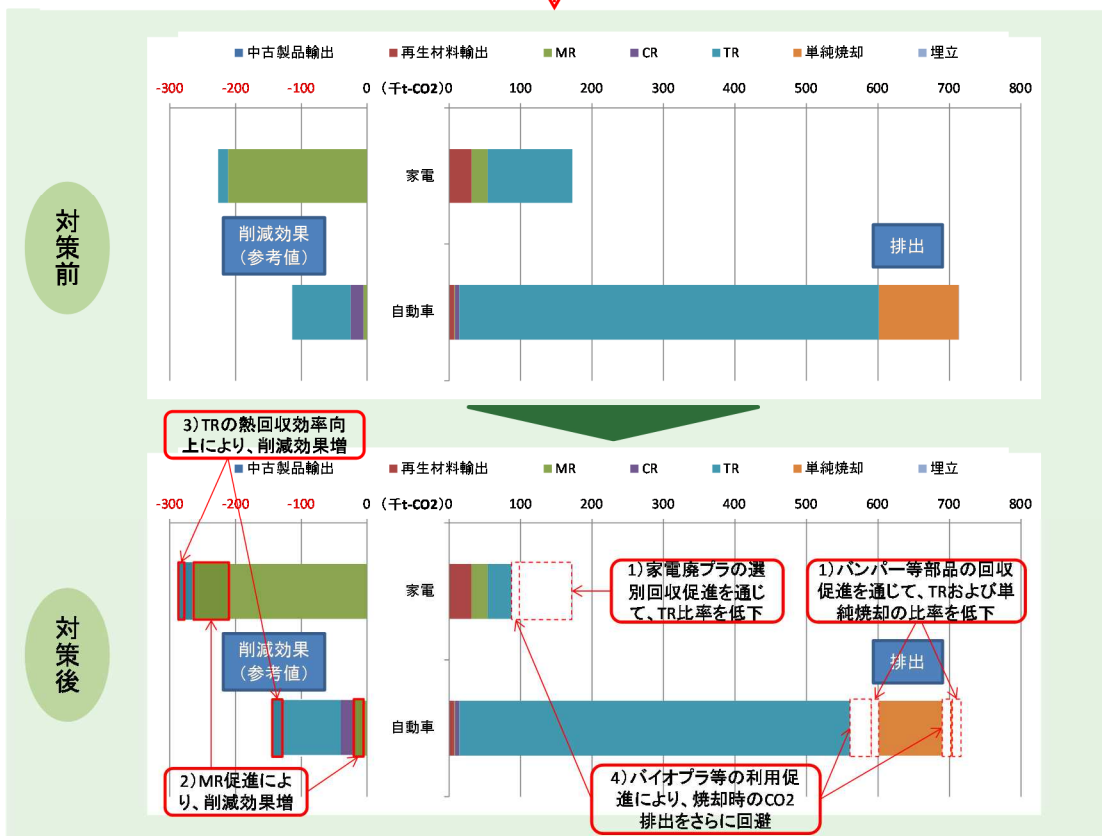
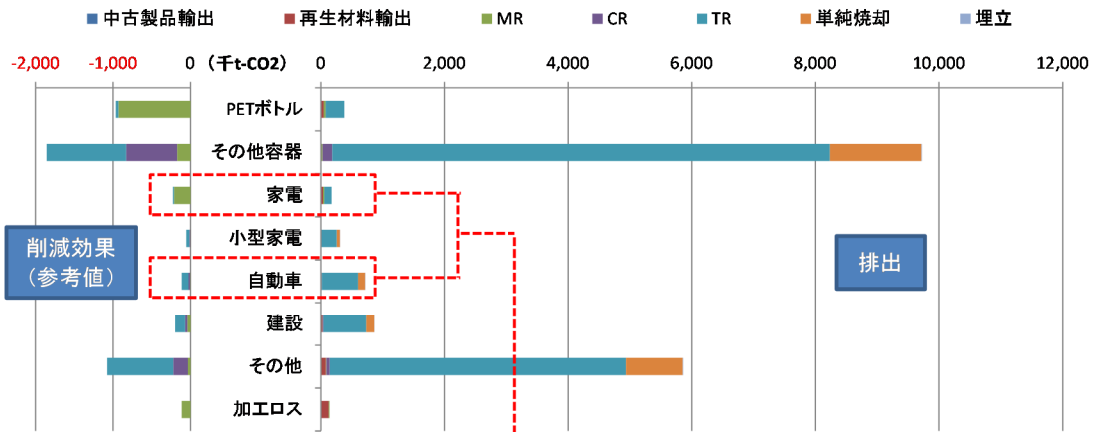


図 6 プラスチックのリサイクルによる CO2 排出量削減イメージ
(家電、自動車分野を例に)

<自動車分野の再生プラスチック利用に係るケーススタディ>

- 環境負荷分析によってマテリアルリサイクル促進による CO2 排出量の削減効果が確認できたが、その実現可能性を検証する観点から、再生プラスチックの需給のバランスについても確認しておくことが重要である。ここでは、前述の環境負荷分析で検討対象とした自動車分野における再生プラスチックの現在の利用量を推計するとともに、車両における再生プラスチックの利用水準を向上させることで、どの程度の再生プラスチック需要が増大するかを試算するケーススタディを実施した。
- ケーススタディ結果からは、自動車分野における再生プラスチック利用を推進するこ

とで、主要な樹脂材料である PP で最大 18 万トン程度（PP の排出量 213 万トンの 1 割弱に相当）の受入ポテンシャルがあること、一方、それを賄うだけの再生プラスチック（PP）の供給の確保は容易ではないことが示唆された。

- また、今後の検討課題として以下が明らかとなった。
 - 自動車の部材として、高機能化・軽量化を突き詰める領域（異種素材との競争も含む）と、要求性能が成熟していて競争領域ではない分野とを分けて、再生プラスチック利用のあり方を検討することが重要。
 - 自動車への再生プラスチック採用を想定した場合、品質・コストの観点が非常に重要であり、一定の品質で経済性のある部材であることが大前提となる。量のバランスだけでなく、一定の品質及び経済性が成立するかの視点も盛り込んで行くことが重要。

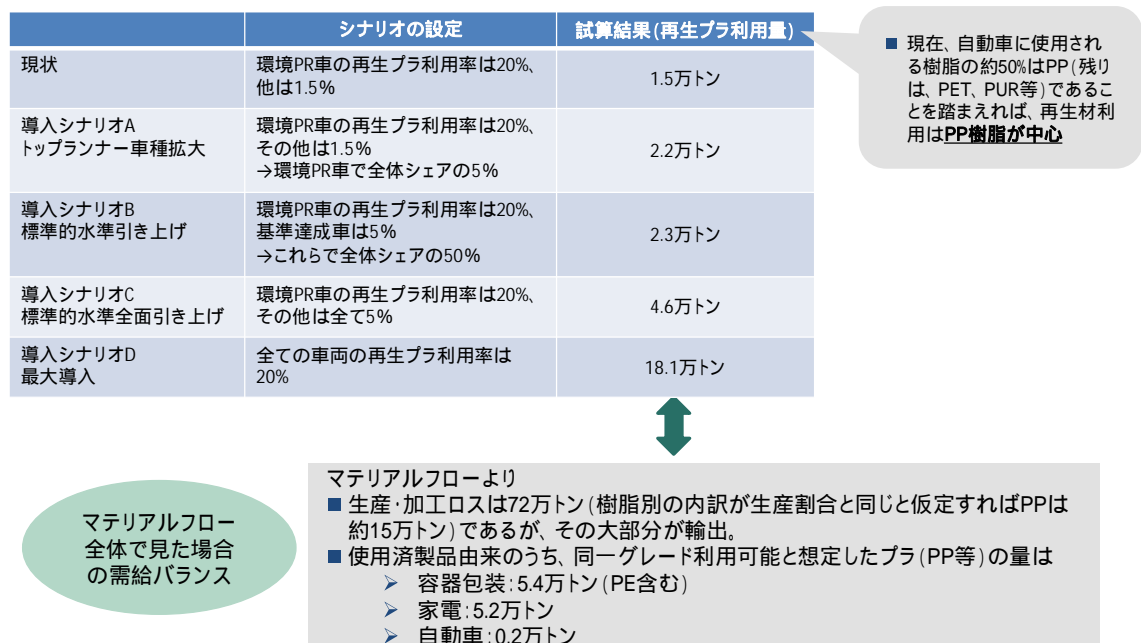


図 7 自動車分野の再生プラスチック利用に関するケーススタディ試算結果

< 技術・設備に関する情報整理 >

- 技術・設備の整理からは、破碎、選別等の技術（特に単一樹脂化の技術）について多くのラインナップが存在しており、これらの技術・設備を活用することで、リサイクルプロセス・システムを効率化できる余地があることが示唆された。

(3) 課題解決の方向性検討

1) 全般的な方向性

- 現状では個別リサイクル法の下、製品単位でのリサイクルが主流となっているが、製品単位でのリサイクルを最適化することが、素材として利用する観点からは必ずしも最適となっていないという側面もある。製品横断的にプラスチック素材をリサイクル

するシステムとすることで、リサイクルシステムの効率化(需給のマッチングによるミスマッチの解消、取扱量増大によるスケールメリットの発揮等)を図ることが可能である。また、このような製品横断的なリサイクルシステムが実現することで、天然資源の消費量削減、CO2等の環境負荷の削減にも寄与する。

- 我が国製造業における競争力確保(製造原価の低減、材料調達の安定性向上等)の観点からも、国内のリサイクルシステムを通じて、安価で一定の品質を満たす再生資源を安定的に供給可能な市場を形成することが重要である。
- 最終製品メーカーにおける自発的な再生プラスチックの利用を促す観点から市場環境を整備していく必要がある。欧州等では、一定の品質を有する再生プラスチックを安価かつ安定して供給できる市場が形成されている。
 - 廃棄物に由来するが故の供給の不確実性や品質のムラ、生産と調達のタイムラグ等を十分に考慮し、現状のリサイクル技術・システムを踏まえた柔軟な廃プラスチック回収や再生プラスチック利用の評価基準及び品質基準、コンパウンダー認証の仕組みを整備するとともに、一定の品質基準を満たした再生プラスチックの安定供給が可能なコンパウンダーの育成を進めていくべきである。
 - 自動車等の最終製品への再生プラスチックの採用を想定した場合、コストの観点が非常に重要であるが、単純な市場競争上では経済性に多少劣るものであっても採用へのインセンティブが働くような仕組み(環境価値の評価を踏まえた導入支援、ユーザーにおける環境配慮型製品の選択を認知・促進するための啓発等)の導入も検討すべきである。なお、最終製品メーカーにおいては、部品メーカーを通じて再生プラスチックを使用するケースも想定されることから、サプライチェーン全体を通じて採用へのインセンティブが働くよう配慮が必要である。
 - 一方、再生プラスチックの利用は天然資源の消費量削減や環境負荷削減を図る1つのアプローチであることから、再生プラスチックの利用における原材料調達の多様化により供給面の不安定性を補うという観点からも、バイオマスプラスチック等の再生可能資源の利用も想定した仕組みを構築することが重要と考えられる。

2) 技術的側面から見た施策の方向性

- 現状における再生プラスチックの利用実態を見ると、再生プラスチックの物性が十分に理解されずにカスケード利用されている領域がまだまだ大きい。再生プラスチックは、容器、家電、自動車など排出源によって、供給・コスト・品質の観点で各々特徴を有している(容器:量的なポテンシャルが大きい但品質は多様、家電:比較的品位が高く安定、自動車:比較的品位が高く安定、利用はPPが中心など)。これらの特徴を物性レベルで捉え、量・質・コストの観点も考慮しながら、排出側(再生プラスチックの供給)と利用側(再生プラスチックの需要)をマッチングし、製品横断的に

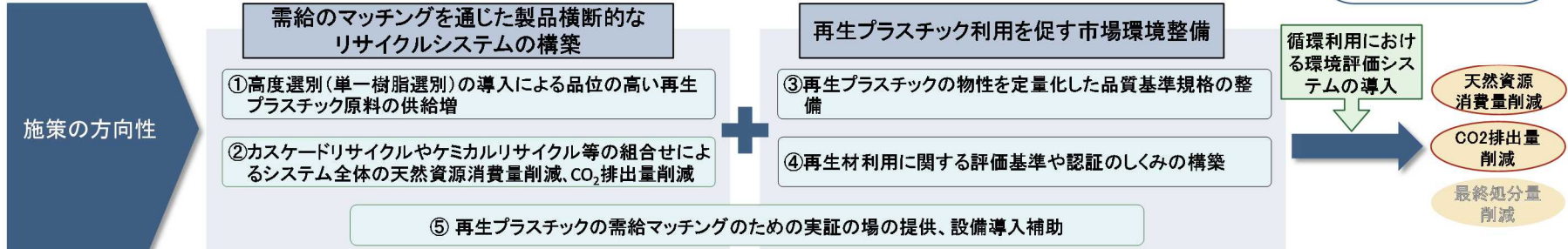
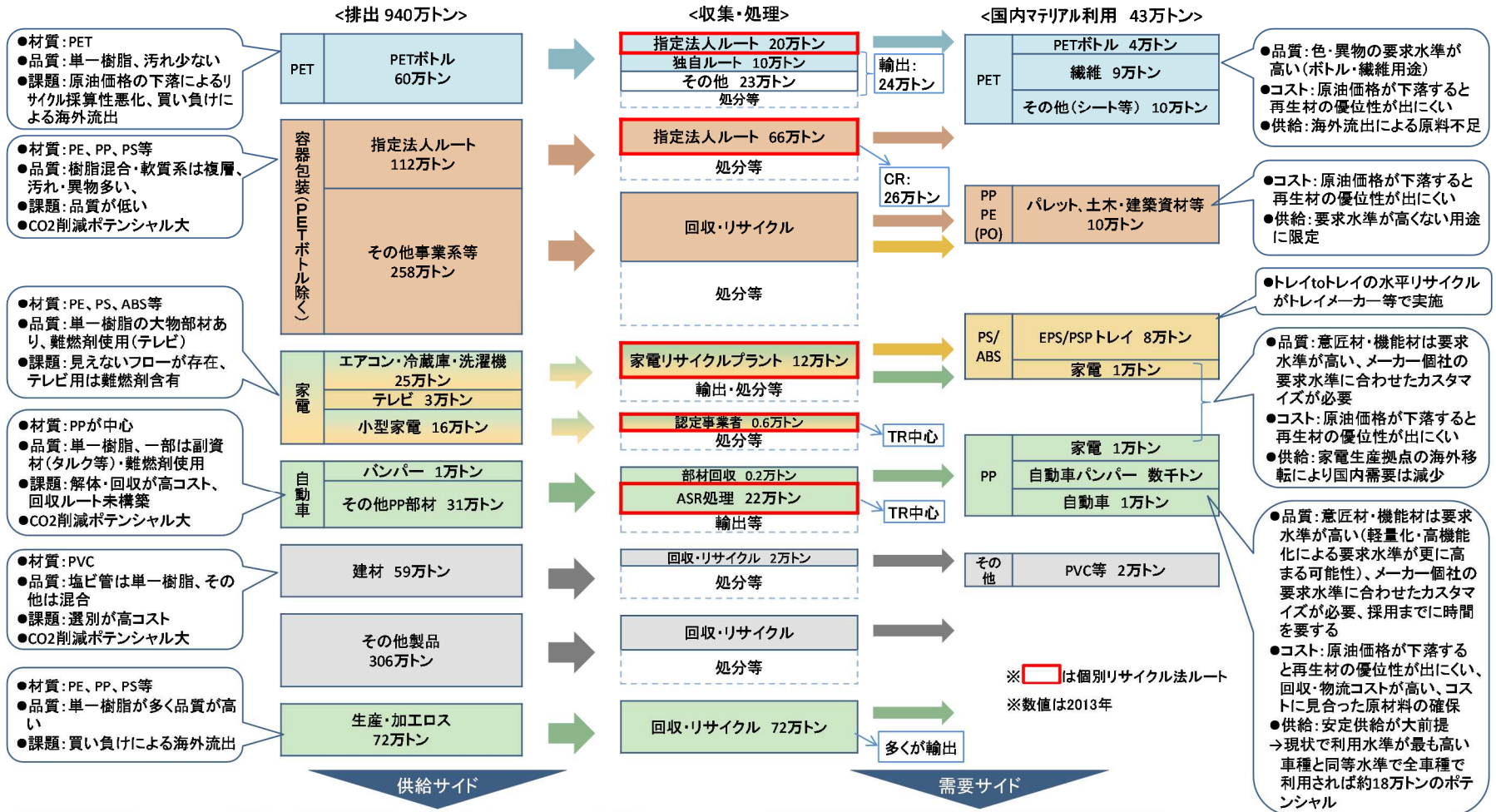
再生利用を推進していくことが、効率的なリサイクルシステムの構築には必要である。

- このために、まずはミックスプラスチック等の高度選別（単一樹脂選別）の導入によって、品質的に同一グレードでのリサイクルに適する再生プラスチックの供給量を増やし、再生利用を推進する。
- 一方、単一樹脂選別等の高度選別の導入を推進することによって、歩留まりの低下（残渣の増加）やエネルギー消費量の増大等を招く可能性がある点にも留意が必要である。そのような観点から、高度選別の導入と併せて、同一グレードリサイクルに適さないものやマテリアルリサイクルの残渣等について、カスケードリサイクルやケミカルリサイクル等を組み合わせることにより、システム全体として、天然資源消費量削減効果、CO₂削減効果の高いリサイクルを推進することが重要である。
- なお、破碎・選別などの資本集約的なプロセスについては、製品横断的なリサイクルシステムとすることで、取扱量が増大し、稼働率向上によるスケールメリットが大きくなることが期待される。
- 製品横断的な再生利用を技術的な側面から支えるものとして、再生プラスチックの物性を定量化した品質基準・規格や、再生プラスチックの製造・品質管理方法の規格等を整備していくことが有効である。
 - 欧州の循環経済パッケージ（2015年12月）では、二次原材料市場における需要の重要性に言及するとともに、二次原材料（特にプラスチック）の品質基準開発を行動計画に記載している。
 - 我が国でも再生プラスチックの品質基準・品質管理基準・規格の整備を進めるとともに、供給側（コンパウンダー等）、利用側（最終製品メーカー）の双方において、製品分野横断的にその活用を推進していくことが必要である。
- 併せて、再生プラスチックの自発的な利用を促す観点から、再生プラスチック利用に関する評価基準や再生プラスチックの利用に関する認証・保証の仕組みの構築が必要である。
 - 評価基準や認証・保証の仕組み検討に際しては以下の点に留意する。
 - ◇ 低コストかつ再生プラスチックの流通実態を反映した実効性のあるものであること。
 - ◇ 調達の変動・タイムラグの発生を考慮した柔軟な認証の仕組みとなっていること。
 - ◇ 一定の品質基準を満たした再生プラスチックの安定供給が可能なコンパウンダーの育成及び利用側の技術開発を促すような仕組みとなっていること。
 - ◇ 再生プラスチックの利用側、供給側の双方にとって、再生プラスチック市場への参入を促すような（量的なバランスにも配慮した）水準を想定したものであること。
 - ◇ 最終製品の部材として、高機能化を突き詰める領域と、要求性能が成熟している競争領域ではない分野の存在を考慮したものであること。

- 併せて、評価や認証に要するコストの負担者が誰であるのか（一義的には受益者が負担）評価・認証コスト低減のためにどのような仕組みとするのがよいか（汎用的・産業横断的な仕組みの構築など）等にも留意する必要がある。
 - なお、再生プラスチックのコンパウンダーに対する品質管理のマネジメントシステムの JIS 化が検討中であり、この仕組みと整合を図っていくことが必要である。
- これらの取組を推進するため、再生プラスチックの供給側と需要側のマッチング・事業化のための実証の場の提供や、高度選別に必要な設備の導入に対する補助等の支援策が必要である。
 - 環境省が実施している実証事業（ソフト支援）設備補助事業（ハード支援）について、再生プラスチック利用推進の観点から活用を推進する。例えば、以下のような事業イメージが想定される。
 - ◇ 自動車由来廃プラスチックの収集・コンパウンド・物性試験・認証等の一連の工程の実証（破砕選別技術とコンパウンド技術、利用側の要求水準のマッチングを図ったトータルプロセスの実証等）
 - ◇ ミックスプラスチック、黒色プラスチック選別装置への設備補助 等
- 以上の調査・検討成果の概要を次頁に示す。
- 今後は、プラスチックの製造・利用に関する資源制約、環境制約（マイクロプラスチックによる生態系への影響等）や炭素繊維強化プラスチック（CFRP）等の新たな素材の導入状況、臭素系難燃剤等の有害性の懸念がある物質の利用状況等のプラスチックリサイクルを取り巻く環境の変化を見据えつつ、調査・検討において整理したファクト・方向性を基に、製品横断的に素材リサイクルを戦略的に進めていくための検討を一層深掘りしていくことが必要である。
- さらに長期的な視野に立って、マテリアルとしての循環利用をどのように位置づけるのかに関し、LCA ならびにその他の環境評価も含め、継続的に議論していくことが必要であり、そのための評価手法の開発を進めることが望まれる。

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 ~プラスチック~

マテリアルフローと現状・課題の整理



3. ガラスの素材別リサイクル戦略マップ策定に向けた調査・検討

(1) マテリアルフローから見た排出/利用の現状・課題

- ガラスのマテリアルフロー（図8）から見た排出源別の現状・課題は以下のとおり整理できる。

< 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**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。

< 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**リサイクル困難性が高い**。このため、家電リサイクルプラントで取り外されたのち、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。

< 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・破碎工程では、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。

< 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。

< 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。

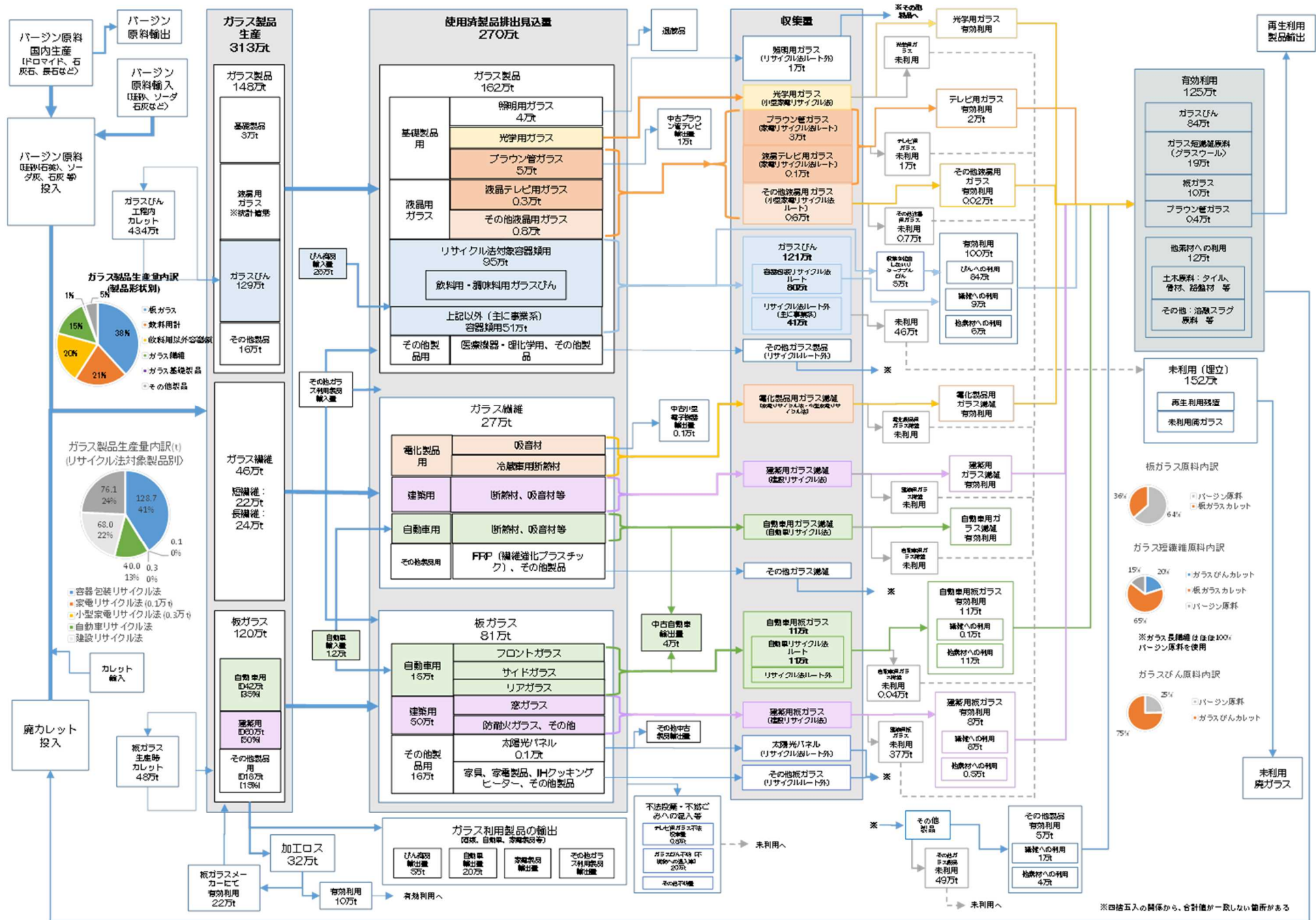


図8 ガラスのマテリアルフロー (2013年)

各種文献資料及び全国板ガラスリサイクル協議会ヒアリング等をもとに三菱総合研究所作成

- 一方、ガラスの利用側やカレットの供給側から見た現状としては、主たる用途である板、びん、ガラス繊維ともにソーダ石灰を主成分とする軟質系ガラスであり、素材面から見れば相互利用が可能である。ただし、利用サイドの要求水準が板>びん>ガラス繊維となっており、それによる需給のアンバランス・カレット不足が生じている。
 - 板ガラスの主用途の一つである自動車分野では製品安全の観点から、要求水準を下げるのが困難であるため、カレットの品質管理に求められる水準が非常に高く、ポストコンシューマ材の利用のハードルは非常に高い（プレコンシューマ材は既に一定程度利用）。建築用の窓ガラスについても比較的要求水準が高いが、網板ガラスなど一部要求水準が緩やかなものを中心に、ポストコンシューマ材が使用されている。いずれの用途もカレット需要は大きい。精度の高いガラスの分別が必要であり、自動車や建物の解体業者において分別のインセンティブが働いていないことから、要求水準を満たすカレットの原料となるガラスが不足している状況にある。
 - ガラスびんについては、高い回収率とともに、びん to びんによる水平リサイクルが実現しているが、一方で、びん製造に用いるカレットの原料となるガラスがまだまだ不足している。これは、上述のとおり、せっかくびんを回収しても、収集・選別時の割れ等により無色・茶色・その他色が混合し、その結果、色分別ができないケースも多く、色別の需給バランスを見ると、（要求水準の高い）無色・茶色の順に供給が少ない状況にある。
 - ガラス繊維については、カレットの許容水準が幅広く、解体業者等がガラスを分別し、カレットメーカーに引き渡せば、ガラス繊維用カレットの製造は可能である（上述のガラスびんで色分別が出来なくなった場合でも、ガラス繊維用カレットとしてリサイクル可能）。また、省エネ（断熱材）ニーズの高まりにより、一定の需要も期待される分野でもある。一方で、自動車解体や建物解体等においてガラスを分別することの経済的なインセンティブが働いておらず、カレットの供給が不足している状況にある。
 - 電気ガラスのうち、ブラウン管ガラスは国内生産が終了し、国外でもほとんど生産がなされていないことから、鉛ガラスの需要が全くない状況にある。液晶ガラスについてはアルミノホウケイ酸を主成分とする硬質系ガラスであり、工程内のカレット利用が一部行われているのみである。蛍光管ガラスについては、市中から回収した蛍光管から水銀を含む蛍光塗料を取り除き、残った蛍光管ガラスカレットの水平リサイクルが一部行われている。
 - ガラスカレットのその他のガラス原料用途としては、発泡ガラスがあり、ガラス原料の中では最も要求水準が低いことから、様々なカレットの利用が進められているところである。
 - ガラス原料以外のガラスカレットの用途としては、タイル等の窯業原料としての用途がある。ガラスと比べれば要求水準が低く、カレットの利用が進められ

ているところである。

- ガラスの排出・利用における現状・課題について次頁に整理した。

ガラスの排出・利用における現状・課題の整理

		排出側										課題・ボトルネック				
		現状、将来動向														
		排出量	材質	品質	回収ルート	再資源化量		再生・処理方法	制度的対応	技術開発動向	品質	コスト	供給	CO2		
					水平利用	その他										
容器	無色ガラスびん	37万t	ソーダ石灰	総じて高い、無色びんに再生利用可能	市町村等			びんtoびん(無色)			無色のみ、他色混合不可					
	茶色ガラスびん	38万t	ソーダ石灰	総じて高い、茶色びんに再生利用可能	市町村等	85万t	20万t	びんtoびん(茶)	容リ法対象(独自ルートも多い)	技術(あまりうまく行っていない)カレットの異物除去・色選別技術	茶色のみ、他色混合殆ど不可		収集・選別のプロセスに課題(細かく割れてびん単位の選別ができない)があり、無色・茶色がその他色に区分されてしまう結果として、無色>茶色>その他の順にびんtoびんの需要を満たせていない			
	その他色ガラスびん	25万t	ソーダ石灰	無色・茶色・異物も混入	市町村等			びんtoびん(その他)ガラス繊維路盤材等			陶磁器混入など分別精度の低いものが存在					
家電	ブラウン管ガラス	5万t	鉛等	鉛を含有	小売店	なし	4万t(2013年時点では一部輸出)	家電RPで取り外されたのち、鉛含有のファンネルガラス少量を鉛製錬に、パネルガラスはガラス繊維に					国内に鉛ガラスの需要はほとんどない			
	液晶ガラス	0.3万t	アルミ/ホウケイ酸	フィルム付き	小売店	なし	僅少	家電RPで取り外されたのち、多くは埋立処分一部は製錬で温度調整に利用	家電リサイクル法対象			フィルム除去等が高コスト				
	蛍光灯等	4万t	ソーダ石灰	水銀等を含有しているものあり	市町村産廃	約1万t		水銀等を回収し、蛍光管ガラスへ再生、他用途へ利用				回収・処理が高コスト				
自動車	フロント・リア・サイドガラス	15万t	ソーダ石灰	フロントガラスには中間膜ありガラスはクリア/緑/UVカット/プライバシーの4種に統一接着部分の紫外線劣化を防ぐため黒セラを塗布	解体・破砕・ASR処理	僅少	約11万t ASR中のガラス分はほぼ全量がリサイクル	解体・破砕工程では回収されず大部分はASRへASR中のガラスはセメントやスラグとしてリサイクル	自動車リサイクル法対象(ASR)	中間膜の剥離技術	解体時の選別が高コスト異物選別装置が高コスト	回収システムがない				
建材	窓ガラス	45万t	ソーダ石灰	アルミ等の混入可能性あり	建物解体、産廃	約1万t	約8万t	多くは建設混合廃棄物として処分			異物混入(アルミ、ニッケル等)	異物選別装置が高コスト	回収システムがない			
	断熱材	5万t	ソーダ石灰	異物混入	建物解体、産廃	なし	僅少				異物混入	輸送が高コスト				
その他	太陽光パネル	0.1万t	ソーダ石灰/アルミ/ホウケイ酸	EVAが蒸着	メーカー施工業者建物解体	僅少		ガラス分の多くは産廃として処分		低コストなりサイクル技術(EVA剥離)	異物混入	回収・リサイクルが高コスト	回収システムがない将来的に排出量が大きく増加			
加工ロス		32万t	ソーダ石灰が中心	組成等の管理が可能	加工工場			カレット化してガラスメーカーが利用								

		利用側										課題・ボトルネック				
		現状、将来動向														
		利用量	受入時の要求水準	現状の取組	技術開発動向	品質	コスト	供給	CO2							
びんガラス	ガラスびん	84万t	無色>茶色>その他色の順に要求水準が高い。エコボトルは色の要求水準が最も低い	びんtoびんでの利用を推進。無色>茶色>その他の順にカレット需要はまだあるが、供給が不足している状況。	色・異物選別技術							無色>茶色>その他の順にカレット不足				
電気ガラス	ブラウン管ガラス	なし		国内需要なし								ブラウン管ガラス製造はインドの2社程度のみ				
	液晶ガラス	ほぼなし		工程内カレット利用が中心							回収・処理コストが高い					
	蛍光灯等	約1万t	要求水準は比較的高い	蛍光灯ガラスとして、カレットメーカーを経て水平利用されている。								蛍光管カレット不足				
板ガラス	自動車用ガラス		安全面の制約があり、要求水準(気泡や色差等)が非常に高い4種のガラスの種類別に分別する必要あり板硝子協会のカレット受入品質規格で有機物、砂利、鉄、非鉄金属の基準を設定	加工ロスについては、ガラスメーカーが直接もしくはカレットメーカーを経て積極的に利用。ポストコンシューマ材の利用にも試験的に取り組んでいるところ	色・異物選別技術	要求品質が非常に高い						板カレット不足削減ポテンシャルが大きい				
	窓ガラス	32万t	要求水準が高い板硝子協会のカレット受入品質規格で有機物、砂利、鉄、非鉄金属の基準を設定		色・異物選別技術	要求品質が高い						板カレット不足削減ポテンシャルが大きい				
	太陽光パネル		要求水準が高い									板カレット不足				
ガラス繊維		19万t	板カレット、びんカレットを主原料とし、板ガラス、びんに比べて要求水準が低い	板ガラス、びんへの再利用が困難なカレットを原料として利用現状はカレットが不足気味現行の国内生産能力は25万トン強	異物選別技術							板カレット不足削減ポテンシャルが大きい				
発泡ガラス		数千~1万t	ガラスの中では要求水準が最も低い	一部利用が進められているところ												
タイル		数千~1万t	土砂が主原料であり、ガラスと比べ要求水準が低い	一部利用が進められているところ								削減ポテンシャルが大きい				
路盤材等		12万t	土砂が主原料であり、ガラスと比べ要求水準が最も低い	ガラス原料以外の主たる用途として利用												

(2) 環境負荷分析・ケーススタディ・技術整理から得られた示唆

<環境負荷分析>

- 前項で整理したマテリアルフローに基づき、ガラスの製品分野別の CO2 排出量及びガラス製造工程におけるカレット利用による CO2 削減効果を試算した結果は次図のとおりである。
 - リサイクル工程における CO2 排出量の合計は 8 万 t-CO2、その一方で、ガラス製造工程におけるカレット利用による削減効果の合計は-27 万 t-CO2 である。
 - 製品分野別に見れば、「容器包装(ガラスびん)」のマテリアルリサイクル(MR)工程における CO2 排出寄与が大きいのが、それを上回る CO2 削減効果(ガラス製造工程でのカレット利用による炭酸塩原料の代替、反応エネルギーの省エネ化)が見込まれる結果となった。
 - その他の製品分野においても、ガラス系素材としてマテリアルリサイクルをすることによる CO2 削減効果が、リサイクル工程における CO2 排出寄与分よりも大きいことが確認された。

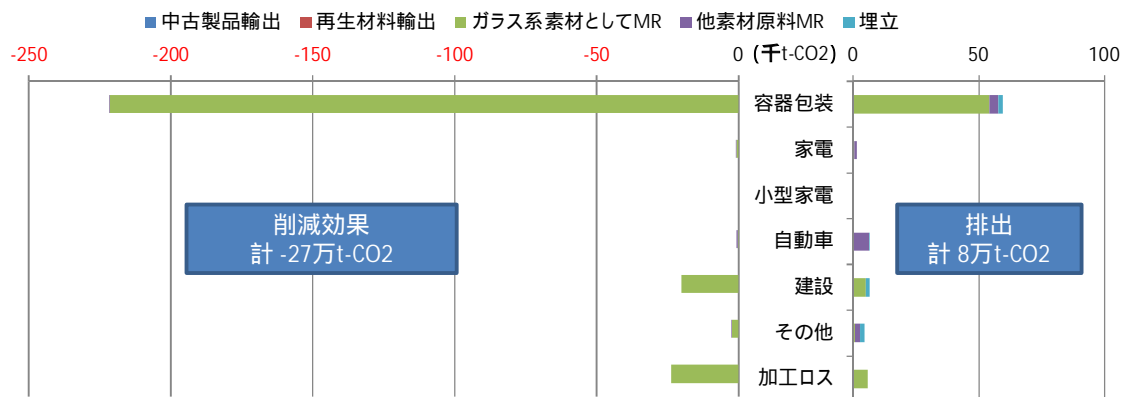


図 9 ガラスの製品分野別の CO2 排出量試算結果

- 次に、ガラスのマテリアルリサイクル促進による環境負荷の削減効果について試算を行った。検討対象として、ガラスびんに比べてガラス系素材としてのマテリアルリサイクルが進展していない自動車、建設に由来する板ガラスを採りあげ、マテリアルリサイクルを推進することによる CO2 排出量の削減効果を評価した。具体的には以下の 2 つのシナリオを設定した。

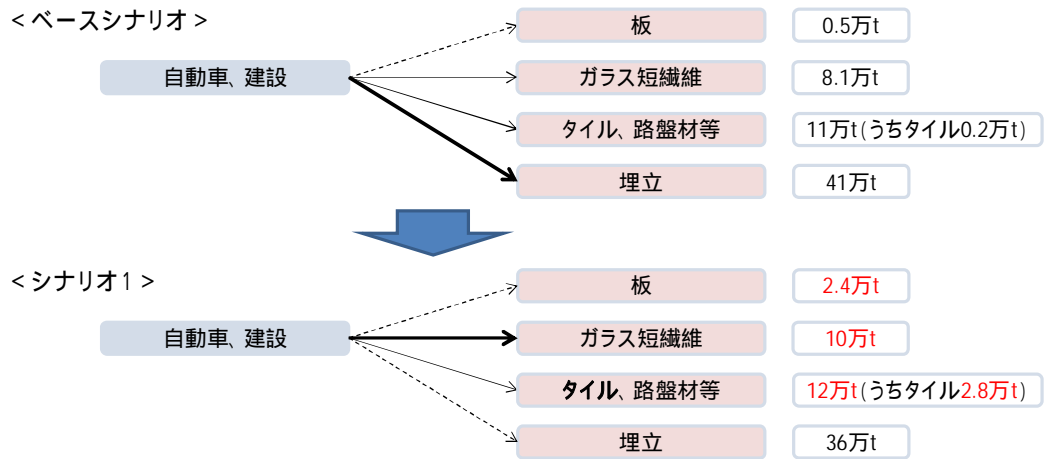


図 10 シナリオ 1 (板ガラス MR 促進シナリオ)

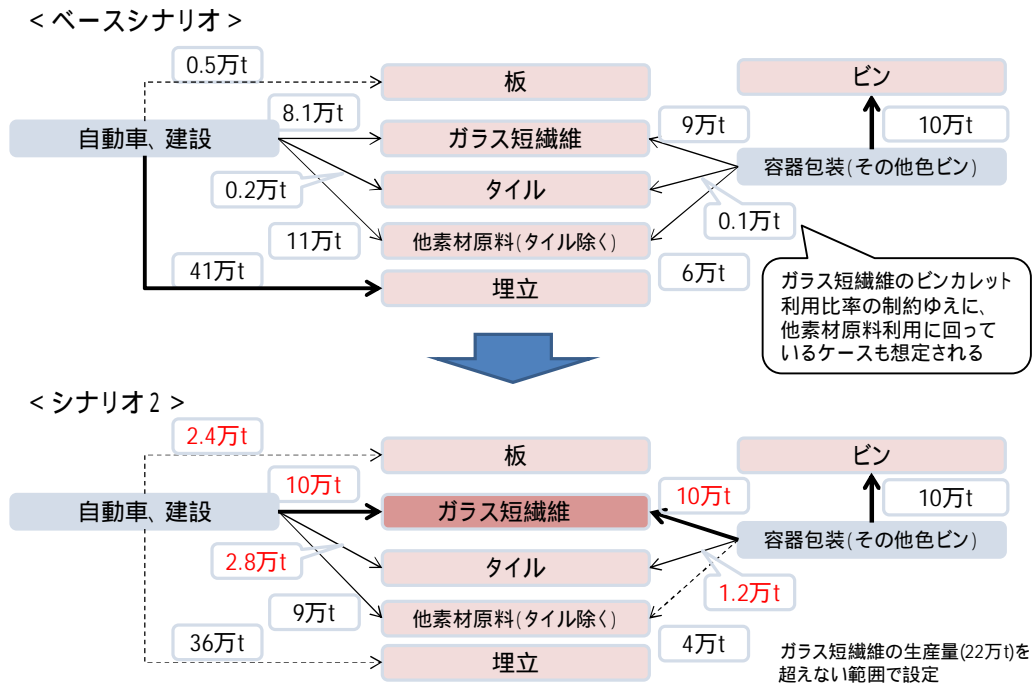


図 11 シナリオ 2 (ガラス短繊維向けカレット供給シナリオ)

- 評価結果は次図のとおりであり、ガラス製造工程においてカレット利用を推進することで炭酸塩原料の代替、反応エネルギーの省エネ化により CO2 削減が可能であることが示唆された。
 - 使用済み製品由来の板ガラスカレットの更なる利用促進(シナリオ 1)により、ガラス系素材向けマテリアルリサイクルの仕向け比率を従来の 15% (9 万 t) から 20% (12 万 t) に向上させることで、温室効果ガス排出量を 1.5 万 t-CO2 低減、最終処分量を 5 万 t 削減可能。
 - 上記に加え、ガラス短繊維(グラスウール)への板カレット供給量を増加させ、他素材原料となっていたびんカレットのうち 20% (1 万 t) をガラス短繊維及び

タイルに振り向ける（シナリオ2）ことで、温室効果ガス排出量を2.2万t-CO₂低減可能。

温室効果ガス排出量[千t-CO₂]

製品分類	ベースシナリオ	シナリオ1 (廃板ガラスMR 促進シナリオ)	シナリオ2 (ガラス短繊維向けカレット 供給シナリオ)
容器包装	-163	-163	-168
自動車、建設	-8	-23	-23
上記以外	-16	-16	-16
製品全体計	-186	-201	-206

最終処分量[千t]

製品分類	ベースシナリオ	シナリオ1、シナリオ2共通
自動車、建設	411	360
上記以外	970	970
製品全体計	1,381	1,330

1.5万t-CO₂削減

2万t-CO₂削減

5万t削減(シナリオ1, 2共通)

図 12 ガラスの環境負荷分析（シナリオ分析）結果

<自動車分野の再生材利用に係るケーススタディ>

- また、プラスチックと同様に、自動車分野における再生ガラスの利用に関するケーススタディの実施を検討したが、以下の理由からユーザーインセンティブ制度に、自動車用ガラスへのガラスカレット利用を対象として位置づけることは適さないと考えられる。
 - 自動車用の板ガラスについては、安全面での要求水準が非常に高く、ELV 由来のカレットの利用が困難であること。
 - 自動車分野ではガラスの共通化が進んでおり、製品別の差別化は難しい状況であること。

<技術・設備に関する情報整理>

- 技術・設備の整理からは、破碎、選別等の技術（特に異物・色選別の技術）についていくつかのラインナップが存在しており、これらの技術・設備を活用することで、リサイクルプロセス・システムを効率化できる余地があることが示唆された。

(3) 課題解決の方向性検討

1) 全般的な方向性

- 板、びん、繊維というガラスの主用途のいずれにおいても、カレットの不足が指摘されている。一方で、ガラスについては、資源の枯渇リスクが相対的に低く、市場価値

も他の資源に比べて低いことから、自動車解体工程や建物解体工程での工数増大によりガラスを選別する経済的なインセンティブが働いておらず、ガラス原料に利用可能なカレットが供給できていない。そのため、こうした選別を促すようなコストの低減・リサイクル用途の拡大が必要である。一方で、選別されないガラスは結果としてその大部分が埋立処分又はスラグ等（路盤材）として利用されており、埋立処分量低減の観点からもリサイクル手法の多様化が求められている。特に、太陽光パネルの将来的な排出量の増大が想定されることから、ガラスに関するリサイクルシステムの構築や技術開発、用途開発を一層推進していくことが必要である。そのため、リサイクルシステム全体の環境負荷（CO₂ 排出量、最終処分量等）を削減する観点から、その端緒として、関係主体が取組の方向性を認知し、リサイクル推進のために連携する仕組みを構築していくことが必要である。例えば、以下のような連携が考えられる。

- 自動車解体事業者とカレットメーカー、板ガラスメーカーの連携による自動車用ガラスの回収・リサイクル
- 建設解体事業者とカレットメーカー、板ガラスメーカーの連携による建設用ガラスの回収・リサイクル
- リサイクル事業者とカレットメーカー、板ガラスメーカーの連携による太陽光パネルガラスの回収・リサイクル

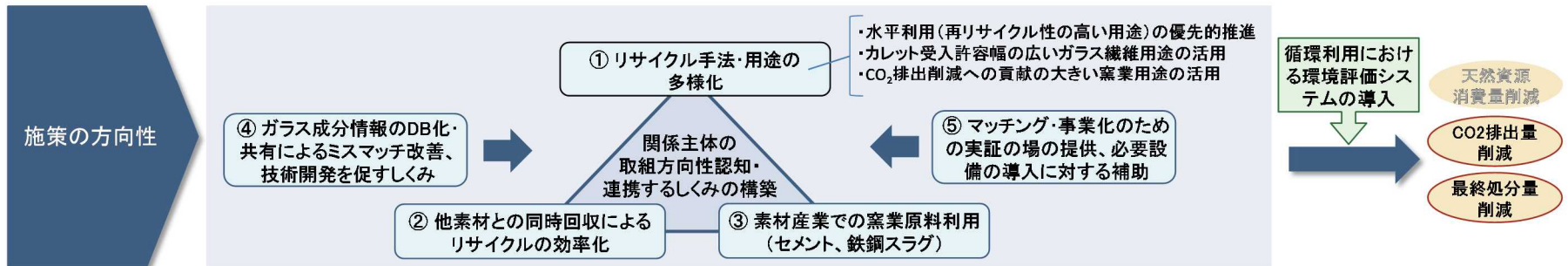
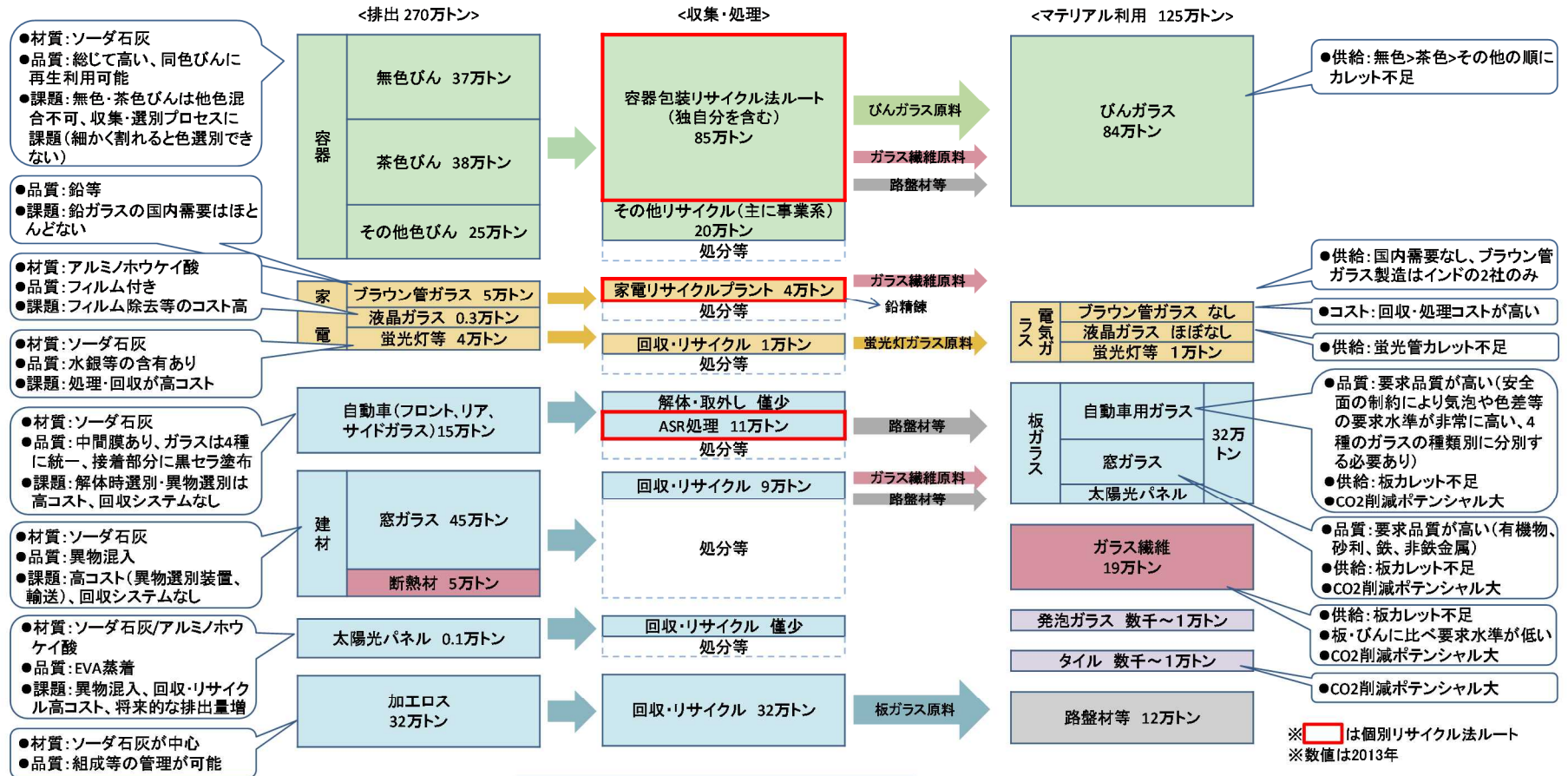
2) 技術的側面から見た施策の方向性

- CO₂ 排出量削減、最終処分量削減の観点からは、ガラスをカレット（ガラス原料）として利用していくことが重要である。特に、びん to びん、板 to 板といった水平利用、すなわち再リサイクル性の高い（複数回のリサイクルが可能な）用途での利用を優先的に推進していくことが望ましい。ただし、ガラス原料の主たる用途のひとつであるガラス繊維はカレットの許容水準が幅広く、一定の需要も期待されることから、ガラスカレットの有望な受け皿の一つと考えられる。
- 一方、ガラス原料以外の用途であっても、CO₂ 排出量削減、最終処分量削減が同等程度見込まれるものについては、窯業原料全体でのシステム最適化の観点も含め、ガラスカレットの受け皿の多様化を図るべきと考えられる。
- また、ガラスについては資源価格が低いことから、他素材（価値の高い素材。例えば非鉄金属等）との同時回収によるマテリアルリサイクルの効率化を図ることも有効である。
 - 例えば、ASR からの銅回収プロセスにおけるガラスカレット粉の副次的回収が一部行われている。
- 加えて、資源価格の低いガラスを経済効率的にリサイクルする観点からは、大量かつ効率的な処理を得意とする素材産業での窯業原料としての用途（セメント利用、製錬によるスラグ化等）に優位性があり、これら用途とマテリアルリサイクルとのバランスを取りながら導入を図っていくことが必要である。

- ガラスにはソーダ石灰、アルミノホウケイ酸等の成分の異なるものが存在し、それらの相互利用は基本的に困難である。ガラスびんや自動車用ガラスなど、メーカー・業界団体において既に成分・仕様等の統一化が図られているところであるが、そのような取組を継続するとともに、ガラス成分に関する情報をデータベース化し、リサイクル関係主体間で共有することで、需給のミスマッチ改善や技術開発を促すような仕組みも有効であると考えられる。
- これらの取組を推進するため、ガラスカレットの供給側と需要側のマッチング・事業化のための実証の場の提供や、高度選別に必要な設備の導入に対する補助等の支援策が有効である。
 - 環境省が実施している実証事業（ソフト支援）設備補助事業（ハード支援）について、再生カレット利用推進の観点から活用していく。例えば、以下のような事業イメージが想定される。
 - ◇ 廃板ガラス（自動車用、建築用）の収集・カレット化・品質試験・利用等の実証
 - ◇ 太陽光パネルの収集・選別・カレット化・品質試験・利用等の実証
 - ◇ ガラスの高度選別装置への設備補助 等
- 以上の調査・検討成果の概要を次頁に示す。
- 今後は、ガラスの製造・利用に関する資源制約、環境制約や太陽光パネルの排出状況等のガラスリサイクルを取り巻く環境の変化を見据えつつ、調査・検討において整理したファクト・方向性を基に、製品横断的に素材リサイクルを戦略的に進めていくための検討を一層深掘りしていくことが必要である。
- さらに長期的な視野に立って、マテリアルとしての循環利用をどのように位置づけるのかに関し、プラスチック同様、LCA ならびにその他の環境評価も含め、継続的に議論するための評価手法の開発が必要である。

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~

マテリアルフローと現状・課題の整理



低炭素型 3R 技術・システムの社会実装に向けた素材別戦略マップ検討会

(敬称略、委員五十音順)

(座長)

中村 崇 東北大学多元物質科学研究所教授

(委員)

大和田 秀二 早稲田大学創造理工学部環境資源工学科教授

醍醐 市朗 東京大学大学院工学系研究科特任准教授

中谷 隼 東京大学大学院工学系研究科助教

平尾 雅彦 東京大学大学院工学系研究科教授

村上 進亮 東京大学大学院工学系研究科准教授

八尾 滋 福岡大学工学部化学システム工学科教授

<プラスチック分科会>

(座長)

八尾 滋 福岡大学工学部化学システム工学科教授

(委員)

嶋村 高士 トヨタ自動車株式会社 環境部 担当部長

高野 敦司 いその株式会社 第一営業部 副部長

坪井 伸之 株式会社ハイパーサイクルシステムズ 取締役 本社工場長

中谷 隼 東京大学大学院工学系研究科助教

中原 政信 一般社団法人プラスチック循環利用協会 調査研究部 調査部長

服部 直紀 日産自動車株式会社 材料技術部 材料技術企画グループ 主担

松井 卓也 パナソニック株式会社 生産技術本部

生産技術開発センター 環境生産革新センター

循環型モノづくりソリューション開発部 部長

<ガラス分科会>

(座長)

醍醐 市朗 東京大学大学院工学系研究科特任准教授

(委員)

加藤 聡 ガラス再資源化協議会代表幹事

工藤 透 旭硝子株式会社ガラスカンパニー日本アジア地域サービスセンター

環境安全グループ グループリーダー

佐藤 康典 日産自動車株式会社 車両生産技術本部 環境エネルギー技術部

シニアエンジニア

田結莊 宣治 全国板カレットリサイクル協議会事務局長

(有限会社飯室商店 総務グループマネージャー)

辻田 育司 トヨタ自動車株式会社リサイクル企画G担当部長

幸 智道 ガラスびん 3R 促進協議会事務局長