

他産業と関連して成立している建築資材の再資源化システムに関する研究

Research on Recycling System of Architectural Materials that Cooperate with Another Industry

学籍番号 56828

氏名 坂本 優 (sakamoto, yuu)

指導教官 清家 剛 助教授

キーワード 建築資材 再資源化 資源循環 資源循環指標

1 はじめに

1-1 研究の背景と目的

現在再資源化の取組は、環境問題への意識の高まりから世界中の各分野で競うように進められている。その中で建築分野は、資材の再資源化が進んでいないと言われていたが、正確には自製品へ循環する再資源化が整備されていないのであって、他産業との間での再資源化は、様々な形で行われている。そこで本論では、他産業との関わりで成立している建築資材の再資源化システムの特徴を考慮し、その最適化のための指標を考える事を目的としている。

1-2 研究の方法と調査対象の選定

本論では、まず文献調査により建築資材の再資源化の特徴と指標に関して、他産業製品と比較して整理を行った。次に、自製品での再資源化が成立しておらず、他産業と関わりがある建築資材として、ガラス系建材、石膏ボード、木質系建材を選定し、その再資源化の実態調査を行った。ここから、各建築資材の再資源化の実態に即した形での指標の設定について考察した。

1-3 用語の定義

本論では、建築産業を「建築資材を用いて使用・解体する事に加えて、建築資材を製造する事」と定義し、それ以外の産業を他産業と定義している。

2 建築資材と他産業製品の再資源化の比較

製品の関わる再資源化について、排出材の再資源化・再生資源の受入・自製品内での循環の3要素の成立の程度によって、再資源化パターンを定義し、表1に各製品を

分類した。また、各製品に使用されている3Rの取組を評価する資源循環指標と、その特徴を併記している。

2-1 再資源化パターンによる比較

表1での建築資材と他産業製品との分類されたパターンの比較から

- ① 金属系を除き自製品循環が未成立
 - ② 再生資源の受入例が多い
 - ③ 排出材の再資源化例が少ない
- という特徴が、明らかになった。

①③は、解体に要する手間や、回収を解体後に行う事による回収システムの未整備により、不純物の混入等の品質劣化が起り易い事が理由に考えられる。②は、建築資材の原料使用量が多いために、再生資源の安定した受け入れ先となる事や、建材自体に付加価値が少ないため、安い再生資源を積極的に受け入れている事が理由として考えられる。

このように建築資材の再資源化システムは、自製品内で閉じる事無く、他製品と関わって、原料のマテリアルフローの中で成立している状況にある。

2-2 資源循環指標による比較

資源循環指標は、各製品の再資源化の取組毎に自由に設定できるものであるが、表1で示したように、建築資材だからといって特徴的な指標が設定されている訳ではなく、他製品と同様の指標を活用している。

3 建築資材の関わる再資源化フロー調査

本章では2-2の考察を受けて、他産業と関わりのある建築資材として、ガラス建材、石膏ボード、木質建材を取り上げ、産業間

表1：再資源化パターンによる分類と各製品の資源循環指標

自	受	排	素材系製品・建築資材	資源循環指標	指標の特徴
1	◎		鉄製品（鋼材） 非鉄金属製品（アルミ建材）	スラグリサイクル率 CAN to CAN率	自製品への循環、もしくは少量の副産物の再資源化の指標設定
2		○	ガラスびん	カレット利用率	自製品への循環のための、回収率の設定が多い。 また、ここで使用されている再資源化率や再生資源利用率は、十分な量の回収を前提としている。
3		●	紙	古紙回収率	
4	○	○	ペットボトル・発泡スチロール 塩ビ管、塩ビサッシ	回収率 再資源化等率 回収・リサイクル率	
5		●	ブラウン管	再資源化率	
6		○	コンクリート（セメント）	再資源化率 廃棄物利用率	再資源化の質が問われる段階になり、用途別の量が併記されている。
7	△	○	化学繊維製品・木質ボード ● グラスウール・石膏ボード 塩ビ床材・ロックウール・ALC	再生資源利用率（回収量） （再資源化量）	排出材の再資源化に関する項目は、量を示すに留まっている。逆に再生資源の利用を指標化している。
8		●	プラスチック（自動車・家電） ○ 板ガラス	リサイクル可能率 カレット利用率	自動車・家電は全体での指標設定 板ガラスは、場内再生利用が主である
12		○	タイヤ 木質建材（製材品）	リサイクル率 再資源化等率	排出材の再資源化を指標化しているが、全用途を一律に評価している
13	×	●	繊維製品（天然繊維製品） ● プラスチック建材（塩ビ壁紙） 窯業系建材（サイディング、瓦）	（回収量） （再資源化量）	成立していないため、目標値としては回収量や再資源化量となる。
凡例 自：自製品内循環 受：他用途からの再生資源の受入 排：排出材の他用途での再資源化 ◎：成立している ○：取組がある △：可能だが成立していない ●：仕方なく選択されている ×：取組がほとんどない					
注 パターン9,10,11は該当項目が無く、省略した。各製品は「産業構造審議会 産業廃棄物リサイクルガイドライン」（経済産業省 2005）より抽出した。					

の繋がりを調査し、各建材の関わる再資源化フローの全容を把握するため、関連業者へヒアリング調査と実地調査を行った。

各建材の調査結果の概要を表2に示す。

3-1 ガラス系建材の関わるフローの調査

ガラス系建材の関わる再資源化フローは、板ガラス・グラスウールの各建材と、ガラ

スびん、その他ガラス系製品（路盤材等）で構成されている。

□再資源化フローの全体像

天然資源は、主に板ガラスとガラスびんに投入されている。最終処分へは、板ガラスとガラスびんに加え、カレットを主な原料としているグラスウールや路盤材等から排出される事が分かった。

□産業間の繋がりの与条件

板ガラスは、解体・回収段階の不整備と、メーカーの受入基準の高さから、ガラスびんでは、輸入びん増加による有色ガラスびんの増加から、自製品内循環が成立していない。そのため、両者の余材がカレットを通じて、受け入れ基準の低いグラスウールや路盤材となっている。この時、板ガラスカレットは、主にグラスウールや路盤材等に利用され、ガラスびんカレットは、再びガラスびんに戻るものが大部分を占め、有色や混色のびんカレットが、他用途の原料として利用されている。

□需給のバランスにおける問題

高機能ガラスの普及により、板ガラスカレットが不足し、有色ガラスびんの増加により、びんカレットが余剰する事が予想で

表2：各建材の調査対象の一覧

	調査品目	調査対象
ガラス系建材関連	板ガラス	・板硝子協会 ・板ガラスメーカー ・板ガラスメーカー工場
	ガラスびん	・カレット業者 ・ガラス産業連合会講演会
	グラスウール	・硝子繊維協会
	ガラスカレット	・カレットメーカー ・自治体の収集センター
石膏ボード	石膏ボード	・石膏ボード工業会 ・大手石膏ボードメーカー ・大手石膏ボードメーカー工場 ・最終処分場
木質建材関連	製材加工業者	・一般製材業者（5社） ・集材材製造業者（5社） ・その他建材製造業者（3社）
	伐採段階	・森林組合・原木市場
	再資源化業者（製造段階）	・チップ業者・製紙業者 ・ボード業者・畜産業者 ・バイオマス発電所など
	再資源化業者（解体段階）	・チップ製造業者 ・パーティクルボード製造業者

きる。現状では、板カレット中心のグラスウール原料は、原料化の難しい有色びんカレットの利用に移行すると考えられる。

3-2 石膏ボードの関わるフローの調査

石膏ボードの関わる再資源化フローは、原料中の約60%に副生石膏を利用していることで、火力発電所やリン酸肥料業者、精錬業者、セメントメーカーと関わりがある。

□再資源化フローの全体像

このフローでは、天然資源は副生石膏生成のための石灰石や硫黄分と、石膏ボードメーカーが使用する天然石膏分で、最終処分へは石膏ボードに加え、副生石膏を受け入れているセメント成分から排出される。

□産業間の繋がりの与条件

石膏ボードは、不純物や含水率の条件だけで石膏分を原料化できる性質面の特徴がある。また、ほぼ原料を練り固めただけの製品なので付加価値が低く、大量生産と原料コストの抑制で、製品の利益を生み出さなくてはならないことも特徴的である。

□需給のバランスにおける問題

石膏ボードは自製品内循環が求められており、廃石膏ボード受入量が増加した際には、副生石膏の余剰が懸念される。

3-3 木質建材の関わる再資源化フロー調査

製材加工段階から発生する副産物と、施工・解体段階から発生する廃棄物のそれぞれについて有効利用が図られている。

□再資源化フローの全体像

製材加工段階の副産物は、材の性質によって製紙原料、ボード原料、畜産敷き料、堆肥、サーマル利用（乾燥機用ボイラ熱源、バイオマス発電）等の再資源化方法が存在する。施工・解体段階の廃棄物は、多くが縮減処

理されているが、チップ化により製紙原料、ボード原料、サーマル利用などの再資源化方法が整備されつつある。

□産業間の繋がりの与条件

製材加工段階では、材の質により処理コストが決まっており、産業を超えて再資源化方法が整備されている。解体段階は、建設リサイクル法により安定した排出があるが、再資源化先の間での処理コストのバランスが未整備であり、良質な廃木材もサーマルリサイクルに行ってしまう。

□需給のバランスにおける問題

サーマルリサイクルは材の質に関係なく原料化できるので、マテリアルリサイクル可能な材も利用されてしまう恐れがある。

4 建築資材の関わる再資源化フローの評価

建材の再資源化フローの特徴をまとめ、どのように評価すべきかを考察する。

4-1 処理コストによる再資源化先の選定

調査結果から、他産業と関わって成立している再資源化フローは、各種再資源化方法の間で、需給バランスによる連動が生じる事が特徴とわかった。そのため、ある製品内での再資源化の取組が、他製品の再資源化の阻害要因となっていることも考えられる。これは、建築資材の製品としての価値が低いために、発生廃棄物の再資源化方法が、材の質よりも処理コストにより選定される状況である事が原因である。

4-2 再資源化フローの全体評価の必要性

以上の考察から、産業間の連動を含んだ上で再資源化の取組を評価する方法として、再資源化フロー全体を評価する指標（全体

表3：各建材フローに対する指標の枠組みの提案

	ガラス系建材再資源化フロー		石膏ボード再資源化フロー		木質建材再資源化フロー	
全体指標	全再生資源利用率 天然資源投入量		全再生資源利用率 天然資源投入量		(紙製品と合わせて) 全再生資源利用率	
目的別指標	製品別	板ガラス内再資源化率	製品別	石膏ボード内再資源化率	製材加工段階	再資源化率
		ガラスびん内再資源化率		廃石膏ボード回収率		サーマルリサイクル率
		廃グラスウール回収率など		再生原料利用率など		自社内利用率など
	用途別	最終処分率 特定用途カレット利用率	用途別	セメント業副生石膏利用率 サーマルリサイクル率など	解体段階	用途別リサイクル率 最終処分率など

指標と定義する)が必要だと考えられる。

これは、建材の関わるフロー全体を一つの系とみなし、系全体での天然資源利用の抑制や、最終処分量削減効果の評価を目的としている。この全体指標に加え、従来の製品別指標等の目的別指標を設定し、よりフローの特徴に沿った指標の枠組みが、再資源化フローの最適化に必要である。(表3)

ここでは、ガラス系建材の関わるフローに対して、再生資源が連動して他製品の原料となるケーススタディーを行い、全体指標(全再生資源利用率:定義式は図1に示している。)の効果を考察する。図1は、ガラス系建材の調査から明らかにしたフローを左側、ケーススタディーで想定される連動後のフローを右側に示している。

ケースの設定は、板ガラスの回収システムが整備されて、現状では37万tだった回収量が60万tに増加したが、板ガラスメーカーは受入体制が無く、現状と変わらず7万tの受

入のままで、板ガラスカレットの増加分は他製品原料として配分されていると仮定した。

現在各ガラス系製品は、原料中のカレット利用の割合を示す、カレット利用率を指標として使用している。しかし、図1の表の計算結果から、板ガラスの回収の取組が進んだにも拘らず、板ガラス以外の製品の指標が向上した事が分かる。一方ここで定義した全再生資源利用率は、43%→49%に上昇している。つまり、全体指標を使えば、回収システム整備の環境貢献の様に、従来の製品毎の指標では評価できなかった取組を、系全体の環境貢献として評価できる。

5 今後の課題

今後の課題としては各再資源化方法の環境負荷を調査する必要がある。目的別指標に環境負荷レベル毎の指標が加えられれば、建築資材の再資源化システムが本当の意味で最適化に向かうと考えられる。

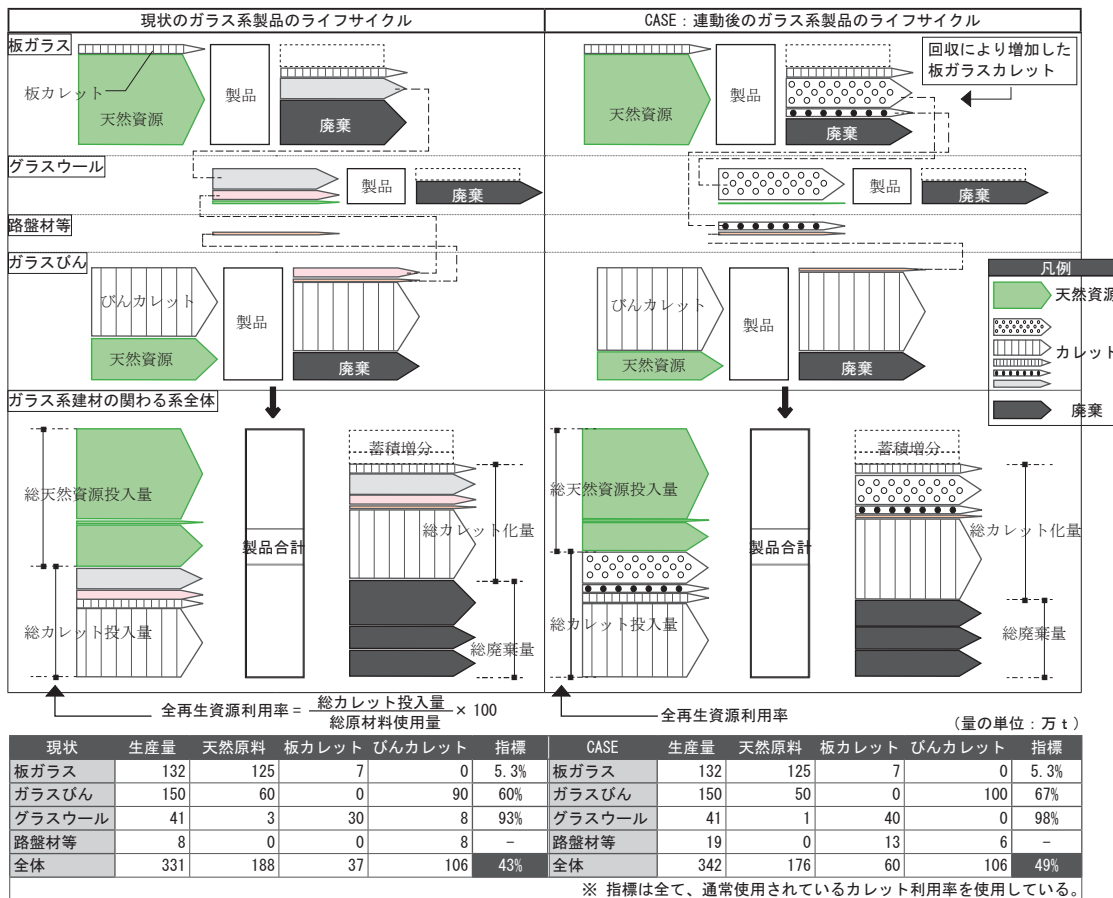


図1：ガラス系建材の関わる再資源化フローでのケーススタディー