

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11706

研究課題名(和文) 資源循環性向上に資する非構造建材の定量的評価指標構築に関する基礎的研究

研究課題名(英文) Study on the quantitative evaluation indexes of non-structural building elements for improvement of resource recycling

研究代表者

清家 剛 (Seike, Tsuyoshi)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：60236065

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は多様な非構造建材が使われている戸建住宅を対象として、そこに使用されている建材の使用後の解体分離性・再資源化可能性の実態を明らかにし、分析・考察することで、資源循環性を定量的に評価する指標を構築することを目的としている。

成果としては、分離解体の難易度がより高い複合建材を対象として、代表的な12を選定し、建材製造業者、産業廃棄物処理業者へのヒアリング調査を行い、ライフサイクルを通じた資源循環性の実態を把握した。これをもとに複合建材の生産システムにおける資源循環性の向上可能性について、定性的な評価を行い、非構造建材における資源循環性の定量的評価指標の構築可能性について考察を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

建築の解体時の廃棄物は90%が鉄・コンクリート・木材の構造材料で占められており、これらは100%近い再資源化率となっているが、残る非構造部材の再資源化率は極めて低い。この現状を変えるために、これまで様々な取り組みが見られたが、よりいっそうの廃棄物削減に繋げるためには、社会に受け入れ可能な指標の提示が必須である。

今回の検討は今後の非構造建材の再資源化率向上を促すことに繋がるものとなり、社会的に意義は大きい。また実態を十分把握した上で現実的かつ多様な使い方が可能な指標を検討することはこれまで理想のみ追求してきた既往の研究成果とは異なり、現実的な新たな切り口を示すことになり、学術的にも新規性がある。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to clarify, analyze and discuss the actual conditions of dismantling separability and recyclability of building materials used in houses where various non-structural building elements are used, and to construct an index to quantitatively evaluate the recycling of non-structural building elements.

As a result, we selected 12 representative composite non-structural building elements, which are more difficult to separate and dismantle, and conducted interviews with building material manufacturers and industrial waste disposal companies to understand the actual status of resource recycling throughout the materials life cycles.

Based on the results, we qualitatively evaluated the possibility of improving the recycling in the production system of composite non-structural building elements and discussed the possibility of constructing an index to quantitatively evaluate the recycling of non-structural building elements.

研究分野：建築構法・建築生産

キーワード：資源循環性 非構造建材 評価指標 複合化 解体分離性 再資源化 リサイクル

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

世界的な人口増大や資源枯渇、地球規模の環境問題が顕在化する中、生産から流通、消費、廃棄に至るまでの物質の効率的な利用やリサイクルを進め、資源の消費を抑えて環境負荷を低減する「循環型社会」の形成が急務となっている。2002年「建設リサイクル法」の施行により、主に建築の構造部に用いられているコンクリート、木材などといった建材(以下、構造部材)は再資源化が義務付けられる「特定建設資材」に指定され、現在ではほぼ100%がリサイクルされているが、外装材や内装材、建具など非構造部に用いられる建材(以下、非構造建材)のほとんどは建設リサイクル法上の再資源化義務の対象外となっているため、排出事業者による自主的な再資源化が求められている。

非構造建材は一般的に構造部材よりも多くの異種材料で構成されており、分別解体が行われないものは廃棄物処理フローにおいては主に混合廃棄物として取り扱われている。新築・解体・改修に伴う建築系廃棄物のうち混合廃棄物は約8%(重量比)であるが、その再資源化率は約60%に留まり、他の大部分の建築系廃棄物の再資源化率が90%以上であることを考慮すると、混合廃棄物(=非構造建材)の再資源化が適切に行われているとは言えない。このような現状から、これからの建築業界における資源循環性をより向上させるためには、非構造建材の資源循環性を高めることは重要であると思われる。

そのためには、まず現在流通している非構造建材を構成する材料とそれらの接合方法を把握し、非構造建材の解体分離性・再資源化可能性の程度を検討すること、そして最終的には評価が困難な資源循環性を定量的に評価する指標を整備することで、建材設計指針としてフィードバックする必要がある。CASBEEに代表される建築性能や環境影響を定量的に評価する指標においては、設計施工段階におけるリサイクル材の使用に対する環境影響は評価対象である一方、解体時における解体分離性やその後の再資源化可能性といった建築物の運用後における環境影響は、個性が高く一般化が難しいなどの理由から評価の対象外となっているのが現状である。

2. 研究の目的

本研究では非構造建材の中でも、特に多様な非構造建材が使われている戸建住宅を対象として、その詳細、及び使用後の解体分離性・再資源化可能性の実態を明らかにし、建材製造・建設・運用・解体分別・中間処理・再生処理という資源循環性(図1)における環境影響などを分析・考察することで、非構造建材の資源循環性を定量的に評価する指標を構築することを目的とする。

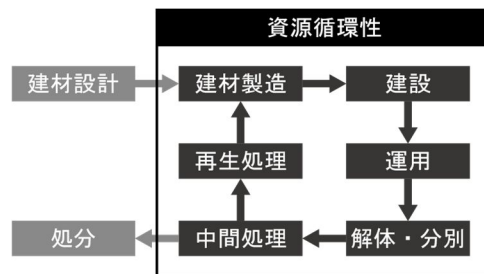


図1 非構造建材の資源循環性の定義

3. 研究の方法

まず、建材製造業者、産業廃棄物処理業者へのヒアリング調査を行い、ライフサイクルを通じた複合建材の資源循環性の実態を把握する。本研究で対象とする複合建材は、内外装材や建具を網羅し、かつ広く普及していると考えられる12建材(表1)とした。並行して、資源循環性を考慮した生産システムを実現している国内の家電業界、及びEU諸国の建材業界の実態を把握するため、文献調査や建材製造業者等へのヒアリング調査(表2)を実施した。以上の実態調査で得られた知見をもとに、複合建材の生産システムにおける資源循環性の向上可能性について、定性的な評価を行い、非構造建材における資源循環性の定量的評価指標の構築を試みる。

表1 対象とした複合建材

分類	対象複合建材
外装材	ALCパネル・金属サイディング・金属屋根材・窯業系サイディング・化粧スレート
内装材	石膏ボード・複合フローリング・不燃化粧壁材
建具	アルミ樹脂複合サッシ・複層ガラス・合わせガラス・フラッシュドア

表2 調査先一覧

内容	ヒアリング調査対象
複合建材の開発設計・製造	2018年度:7社、2019年度:7社、2020年度:1社
複合建材の中間処理・再資源化	2018年度:2社、2019年度:7社、2020年度:4社
建材の販売	2019年度:2社
EU諸国の建材生産システム	2018年度:業界団体2団体、製造業者5社、リサイクル業者2社

4. 研究成果

(1) 複合建材のライフサイクルの実態

各複合建材の開発設計・製造

製造業者への実態調査から、各複合建材を構成する材料(以下、構成材料)と再生原料の使用状況、それらの複合の仕方(以下、複合方法)と分離性、及び製造工程で発生する端材(以下、工場端材)の利用状況を整理した(表3)。多くの複合建材が工場端材を原料として再利用しており、ALCパネルや石膏ボード等では、広域認定制度を利用した新築端材の回収・再利用をしている。また、廃棄物由来の材料や、未利用材を原料として利用している複合建材もあることが

分かった。複合方法に関しては、分離が可能なもの、分離をしなくても再利用に問題がないもの、分離が困難なものに大別でき、分離が困難な複合建材は工場端材であっても、再利用が難しいことが明らかになった。

各複合建材の中間処理・再資源化

複合建材の再資源化の可能性を広く把握するため、一般的な中間処理を行う産業廃棄物処理業者、可能な限り再資源化を目指して中間処理を行う産業廃棄物処理業者への実態調査を行った。それぞれの処理水準を一般 / 高度として、各複合建材の処理実態を、水平リサイクル(同等建材の原料として再利用、レベルリサイクルともいう) / カスケードリサイクル(他製品の原料として再利用) / サーマルリサイクル(燃料として再利用) / ガス化溶融処理 / 最終処分に分類して整理した(表3)。一般的な処理水準の場合は、有価売却が可能な金属を有する建材や、再資源化が義務付けられている木質系建材を除き、経済的合理性からほとんどが最終処分となることが分かった。一方で、高度な処理水準の場合には、廃棄物の性状や分別能力、再委託先の受け入れ基準等を勘案して、水平リサイクル・カスケードリサイクル・サーマルリサイクルの中から、最適な再資源化方法を選択し、分別が困難な場合に限り、ガス化溶融処理となることが明らかになった。

表3 各複合建材のライフサイクルの実態

複合建材	ライフサイクル動脈				ライフサイクル静脈			
	構成材料	再生原料使用状況	複合方法	分離性	工場端材 再利用状況	一般的な 処理水準	高度な 処理水準	
外 装 材	ALCパネル	ALC 補強材	工場・新築端材 (ALC)	ALC発泡に よる一体化	破碎すれば 可能	L / C (ALC)	LF	C
	金属SD	カラー鋼板 PU	なし	PU発泡に よる一体化	手作業で可能	C (カラー鋼板) T (PU・ アルミライナー紙)	C (カラ ー鋼板)	C (カラー鋼板) G (PU・ アルミライナー紙)
	金属屋根材	アルミライナー紙						
	窯業系SD	セメント パルプ	工場・新築端材 フライアッシュ(セメント) 古紙(パルプ)	セメント硬化 による一体化	困難だが分離 しなくても 再利用可能	L	LF	L / C
	化粧スレート							
内 装 材	石膏ボード	石膏 ボード用原紙	工場・新築端材、副産石膏(石膏) 古紙(ボード用原紙)	石膏硬化に よる一体化	破碎すれば 可能	L (石膏) C (ボード用原紙)	LF	L* (カビなし) C (カビあり)
	複合 フローリング	合板 MDF 化粧シート	合板端材(MDF)	熱硬化性樹脂	困難だが分離 しなくても 再利用可能	T	T	T
	不燃化粧壁材	VSボード 化粧シート	シラス(VSボード)	接着剤	困難	LF	LF	C
建 具	アルミ樹脂 複合サッシ	アルミ 硬質PVC	工場端材・市中スク ラップ(アルミ) 工場端材(硬質PVC)	嵌合接合	部材材は容易 だが粉状は 困難	L (アルミ・硬 質PVCの み) LF (混合粉)	C / LF	C
	複層ガラス	ガラス アルミスペーサー	工場端材(ガラス)	シール材	困難	L (ガラスのみ) LF (複合後)	LF	G
	合わせガラス	ガラス 中間膜	工場端材	中間膜粘着性 による一体化	困難	L (ガラス・中間膜のみ) LF (複合後)	LF	G
	フラッシュ ドア	LVL 合板・PB MDF+化粧シート	解体材(PB) 合板端材(MDF)	酢ビ系接着剤	困難だが分離 しなくても 再利用可能	T	T	T

SD:サイディング PU:硬質ウレタンフォーム VSボード:火山性ガラス質複層板 PB:パーティクルボード
L:水平リサイクル C:カスケードリサイクル T:サーマルリサイクル G:ガス化溶融処理 LF:最終処分
* 通常、廃石膏ボード由来の再生石膏には混合上限があるが、上限を撤廃する技術が確立されている

(2) 先進的な生産システムの実態

国内外の他産業を含めた、資源循環性を考慮した先進的な生産システムの実態を把握し、複合建材への応用可能性を探る。

国内の家電生産システム

国内の家電業界では、製品使用後のリサイクル容易性を考慮した「環境配慮設計」を実践している。実際の再資源化工程を踏まえた製品アセスメントガイドラインを策定し、将来的な分解性・再利用性を持たせた製品設計を行っている。それと同時に、「家電リサイクル法」による回収システムが構築され、円滑な再資源化が可能となっている。

EU諸国の建材生産システム

“Cradle to Cradle (C2C)”という資源循環性を包含した設計概念を実践する建材製造業者では、C2C認証制度を利用して、取得基準をもとに廃棄後の再利用性を高める製品設計を行っていた。また、C2C認証制度によって、製品の市場競争力を高めることが可能となり、製造業者に対するインセンティブの役割を果たしているといえる。

樹脂サッシや板ガラスでは、製造業者主導で自主的に再資源化システムを構築している。樹脂サッシでは、製造業者による専用再資源化施設と、業界団体による回収の仕組みを統一的に整備することで、スケールメリットによる事業化に成功しており、かつ再生原料の使用を義務化することで、安定的な資源循環性が確立されている。板ガラスでは、同様に業界団体による回収・再資源化の仕組みを整備・運営することで事業化が可能となっている。加えて、製造業者らがその費用を負担することで、資源循環性を高める動機付けの役割を果たしている。

先進的事例の成立要因

以上の先進的事例が成立している要因としては、将来的な再利用性を持たせる開発等の技術

面と、市場競争力向上が期待できる認証制度、事業性創出を目指した回収体制の統一的整備等の経済面、両者を促す業界団体の存在が挙げられる。こうして資源循環性と事業性の両立が実現し、自発的な生産システムが構築されていた。

(3) 複合建材の生産システムの資源循環性向上の可能性

複合建材の中でも特徴の異なる石膏ボード・アルミ樹脂複合サッシ・複層ガラス・複合フローリングを取り上げる。

資源循環性シナリオにおける課題

複合建材の生産システムにおける資源循環性の向上可能性の考察に向けて、資源循環性の目標水準を設定した。高水準から順に、水平リサイクル(L)/カスケードリサイクル(C)/サーマルリサイクル・ガス化溶融処理(T/G)の3段階のシナリオを設定し、2章の各複合建材のライフサイクルの実態に基づいて、シナリオごとの課題を抽出した(表4)。

表4 再資源化シナリオにおける課題とそれに対する生産システムの方策

シナリオ	課題	生産システムにおける方策	
石膏ボード	L 石膏ボード	<ul style="list-style-type: none"> 濡れやカビがある廃材の再資源化 再資源化事業性の創出 	<ul style="list-style-type: none"> 防水性、カビ判別容易性を高めた改良 スケールメリットを活かした既存広域認定を利用した回収 再生石膏(混合上限なし)の利用義務化
	C セメント原料 ライン材 土壌改良材	<ul style="list-style-type: none"> 粉末状廃材の再資源化 市場の安定化 	<ul style="list-style-type: none"> 粉末の発生を防ぐ改良 石膏回収量が最大化できるような複合方法の改良 競合製品に対する品質優位性の表示・改良
	T/G ガス化溶融	<ul style="list-style-type: none"> 受け入れ基準への適合 	<ul style="list-style-type: none"> 硫黄濃度低下のためのボード用原紙の割合の向上
	複合フローリング	L 複合フローリング	<ul style="list-style-type: none"> 水平リサイクル可能な製品
アルミ樹脂複合サッシ	C パーティクルボード 敷料	<ul style="list-style-type: none"> 合板のみの分離 再資源化先の市場拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 合板側にMDFが付着しない接着剤の開発 品質を勘案した接着剤、化粧シートの使用 回収体制の整備による廃材量の安定化
	T/G 燃料用チップ	<ul style="list-style-type: none"> 事業性の維持 	<ul style="list-style-type: none"> 熱回収が困難となる無機系材料の不使用の徹底管理
	L アルミサッシ アルミ樹脂複合サッシ 樹脂サッシ	<ul style="list-style-type: none"> カスケード利用の需要を上回るような市場拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 樹脂の分離方法を明示 再生地金等の再生アルミ原料の利用義務化 樹脂サッシと統一した新規の広域認定制度を利用した回収 再生ベレットの利用義務化
C ダイカスト合金 他樹脂製品	<ul style="list-style-type: none"> 市場の安定化 既存流通システムへの適合 	<ul style="list-style-type: none"> 部材あたりのアルミの割合を最大化 適合不可材料を樹脂部材に複合しない 回収体制の整備による廃材量の安定化 	
T/G ガス化溶融	<ul style="list-style-type: none"> 受け入れ基準への適合 	<ul style="list-style-type: none"> 塩素を含まない異種プラとの複合 	
複層ガラス	L 板ガラス	<ul style="list-style-type: none"> ガラスのみの分離 	<ul style="list-style-type: none"> 分離容易でガラスに付着しないシール材の開発
	C 型板ガラス	<ul style="list-style-type: none"> 型板ガラスの市場拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 型板ガラスの新たな用途開発
	T/G ガス化溶融	<ul style="list-style-type: none"> 受け入れ先としての維持 	<ul style="list-style-type: none"> 分離容易なシール材の開発 スケールメリットを活かして新規に広域認定で回収
	C ガラスウール ピン	<ul style="list-style-type: none"> ガラスのみの分離 既存流通システムへの適合 	<ul style="list-style-type: none"> スケールメリットを活かして新規に広域認定で回収

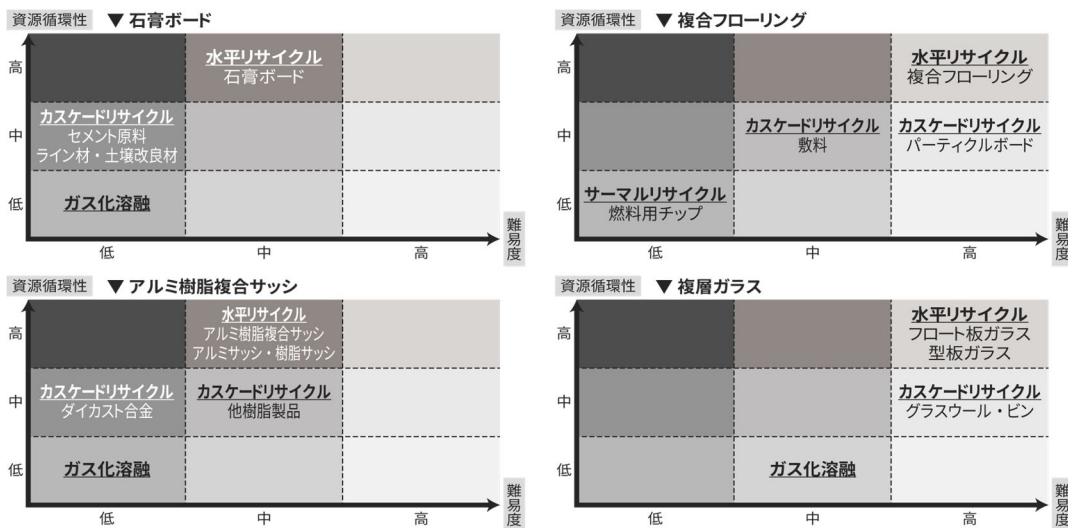


図2 生産システムに着目した各複合建材の資源循環性向上の難易度

資源循環性向上の難易度評価

抽出した課題に対して、先進的事例における成立要因をもとに、複合建材の生産システムにおける方策を分析した(表4)。さらに、その方策の実現性を、製品改良等で完結できるもの(難易度:低)/同業他社や他業界との連携が必要なもの(難易度:中)/製品の全面的な刷新が必要なもの(難易度:高)に分類することで、各複合建材の資源循環性向上の難易度を可視化することができた(図1)。石膏ボードは、構成材料の分離が可能で、廃材の回収体制が存在しているため、再資源化の事業性を高めるための製品・回収方法の改良で、水平リサイクルが実現できると考えられる。同様に、アルミ樹脂複合サッシも、分離が容易であることや、工場端材での水平リサイクルが実現しているため、静脈流通を促す対策をすることで、水平リサイクルが可能になると考えられる。一方で、複合フローリングや複層ガラスは、分離が困難であり、水平リサイクルに不適な構成材料を使用しているため、大幅な改良を加えないと水平リサイクルは実現しないと想定される。

(4) リサイクル実現への課題の考察

住宅用建材のうち金属サイディング、石膏ボード、窯業サイディング、樹脂窓を取り上げ、再資源化を不可能にする要因や、促進を阻む要因を考察した。各課題に対して各工程で様々な解決/改善方法が考えられるが、その方策の実行についても、さらに越えなければならないハードルが見つかった。そのハードルの種類としては、社会的状況の変革が必要になるもの(社会的変革)、技術の革新が必要なもの(技術の革新)、技術の向上が必要なもの(技術の向上)、技術的・社会的には不可能ではないが事業性の確立が必要なもの(事業性)の4つのパターンが見られた。各課題への対策とそのパターンについて整理したものを表5に示す。

金属サイディングにおいて、リサイクルの可否に関わる課題は電炉材を用いることによる品質の低下である。この影響は製造だけにとどめることは難しいため、消費段階で不備が生じたときそれをサポートできる体制を整えておくことが肝心であるといえる。現在でも品質保証制度は存在するが、再生材の利用に伴う不備に対応するには事業性の確立が必要である。

石膏ボードについては、リサイクルの可否に関わる課題は見られなかったものの、一定量以上の再生を行うには、接着剤成分を分離する技術の開発や、石膏の再結晶化処理設備への投資などが必要になる。

窯業サイディングにおいて、異なる製造会社による原材料の違いが再資源化を不可能にしている。この解決には原料や組成が異なっても資源として製品に使用できる技術が新しく開発される必要があり、水平リサイクルには向かないと考えられる。一方、将来的に業界で原材料をある程度統一することなどで水平リサイクルの可能性もあると考えられる。

樹脂サッシについては、多くのクリティカルな課題があるものの、それに対する解決方法についても多く挙げられた。品質のばらつきに対しては、事業性の確立や既存の技術の向上だけでは解決しきれないと考えられるため、ばらつきがあっても一定の機能を担保できるような品質基準の採用などが今後必要になるだろう。

(5) リサイクル業者に発生する変動要因分析

最終年度には複合建材に使用されるプラスチックのリサイクル業者にヒアリング調査を行い、リサイクルに影響を与える変動要因として災害や輸出入規制がどのような事態を引き起こしたかを把握し、静脈産業としてのリサイクル業で考慮すべき要因のいくつかを明らかにした。

(6) 本研究の考察

本研究では、戸建て住宅に使用される分離解体の難易度が高いと考えられる複合建材の調査を中心に、非構造建材の再資源化の実態について、様々な要因があることを明らかにしてきた。これらは建材ごとに、またリサイクル業者の置かれた環境ごとに異なることを定性的に示してきた。これらを定量的な評価に変換するためには、個別の異なる状況に対しての達成度を評価する必要があると考える。具体的には、個別の建材の再資源化率を比較するに当たって「理想値」、「理論値」、「実現可能値」の3種類用意し、目的に応じて使い分けるという考え方である。

再資源化率の「理想値」とは、技術的要件、社会的阻害要因が取り除かれた状態であり得る再資源化率であり、建材の物性による影響が大きい。「理論値」とは、現在の技術的要件を考慮した最大限の値であり、価格などの社会的阻害要因は無視したものとなる。「実現可能値」は社会的阻害要因も考慮して、社会的に実行可能な最大の値であり、欧米のリサイクル団体などが目標としているものである。建材それぞれで理想値があることを理解しつつも、個別の建材が実現可能値を達成しつつ理論値を目指す、というようなことが設計時に評価できれば、より再資源化率の高い建材の開発と採用が促進されると考えている。

表5 各建材の課題と対策

	課題	現在の視点から見た対策		実行におけるハードル
		対策の段階	対策の内容	
金属サイディング	電炉材を用いることによる品質の低下	製造段階	電炉材を用いた製造のノウハウの蓄積による品質の向上	技術の向上
		消費段階	不良品の増加に対処できるサポート体制の構築	事業性
	金属とウレタンの分離	再資源化処理段階	ウレタンと金属の分離の機械化	事業性
		製造段階	ウレタンの混合が問題とならない製鉄方法での再生	事業性
石膏ボード	タイルの除去	解体・中間処理段階	解体時にタイルが付着したものを排除して分別する	事業性
		解体・中間処理	手作業でのタイルの除去	事業性
		再資源化処理段階	タイルと石膏の成分の分離、選別の機械化	技術の革新
	接着剤成分の除去	再資源化処理段階	化学的に接着剤成分の分離、除去	技術の革新
		製造段階	接着剤成分の混入を前提とした製造のノウハウの蓄積	技術の向上
	リサイクル材の利用上限	再資源化処理段階	リサイクルを考慮した接着剤の使用	事業性
		製造段階	石膏の結晶化による再資源化設備の普及	技術の向上
窯業サイディング	シーリングの除去	解体・中間処理段階	手作業でのシーリングの除去	事業性
		再資源化処理段階	シーリングの分離、選別の機械化	技術の向上
	製造会社によって組成が異なり、混合された状態での再資源化が困難	製造段階	異なる製造会社の成分が混在しても製造ができる技術	技術の革新
		将来的な視点から	業界内での原材料の統一	社会の変革
	アスベスト含有/非含有の判別が困難	解体・中間処理段階	アスベストの含有の有無を短時間で判定する技術	技術の向上
		解体・中間処理段階	アスベスト検査の義務化	社会の変革
リサイクル材の利用上限	再資源化処理工程	再生材利用のノウハウの蓄積	技術の向上	
樹脂サッシ	ガラスの完全撤去	再資源化処理段階	再生材利用のノウハウの蓄積	技術の革新
		再資源化処理工程	物性を戻す再資源化処理	技術の革新
	様々な色の混合による原料・製品の色むら	解体・中間処理段階	手作業でのガラスの除去	技術の向上
		再資源化処理段階	ガラスの除去の機械化	事業性
	選別プラントで完全な異物の除去が困難	製造段階	外観に影響しない内側のみ使用	事業性
		消費段階	社会に色むらが許容されるようになる	社会の変革
	製造会社によって添加剤の成分が異なり、品質の低下、ばらつきが生じる	再資源化処理段階	微粉砕を行って異物の影響を抑える	事業性
		再資源化処理段階	押し出しの前に一度網を通して異物を除去する	事業性
再資源化処理段階		押し出しの時に網を通す	事業性	
製造段階		成分調整等のノウハウの蓄積により製品の物性を安定させる	技術の向上	
将来的な視点から	消費段階	リサイクル材の品質のばらつきを考慮した品質基準	社会の変革	
	将来的な視点から	業界内での成分の統一	社会の変革	

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 志村真人、清家剛、金容善	4. 巻 26
2. 論文標題 ライフサイクルに着目した非構造建材の資源循環性の実態に関する研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 55-60
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3130/aijt.26.55	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松井大岳、清家剛、金容善、磯部孝行、飯田伸仁
2. 発表標題 非常時における建材の資源循環に関する研究 - 塩化ビニル樹脂建材に注目して -
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------