

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
中国センター 御中

樹脂・ゴム系材料に関するリサイクル動向調査
—(最終報告)—

2022年3月

コベルコビジネスパートナーズ株式会社

産業情報部

産業情報グループ

目次

1. 調査目的	1
2. 調査対象	1
3. 調査方法	2
3-1 インターネット調査	2
3-2 アンケート調査	2
4. アンケート調査結果	3
4-1 アンケート調査の実施概要	3
4-2 アンケート調査結果	4
(1)回答企業の業種・生產品目	4
(2)高分子材料のリサイクル技術や再生材の利活用 全般に関する質問	5
(3)高分子材料のリサイクル技術や再生材の利活用 具体的な取り組み	8
(4)産学連携の可能性	13
(5)自由意見	15
(6)業種による回答の差異について	17
5. まとめ	21
6. ■■■■■	22

樹脂・ゴム系材料に関するリサイクル動向調査

1. 調査目的

産業技術総合研究所中国センター（以下、産総研中国センター）では、樹脂・ゴム系材料（以下、高分子材料）の分析評価を中心テーマとする研究および企業連携を進めることを計画している。この計画を実現させるためには、日本の企業が高分子材料のリサイクルに関してどのようなニーズやシーズ技術を持っており、どのような分析評価技術を必要としているのかを把握し、それに応えられるような研究および連携体制を構築する必要がある。

そこで、この目的達成の一環として、高分子材料を取り扱う企業や需要家を対象に、樹脂・ゴム系材料に関するリサイクル動向に関するアンケート調査を実施した。

2. 調査対象

高分子材料を取り扱う企業、需要家（合計 600 社（者）¹）をアンケート送付対象とし、下記の項目についてアンケート調査を行った。

- ① 高分子材料のリサイクル技術や再生材の利活用に関する意識 全般
- ② 高分子材料のリサイクルに対する各社の取り組み、再生材の利活用やリサイクル関連技術に関する課題意識
- ③ 産学連携に関する希望の有無

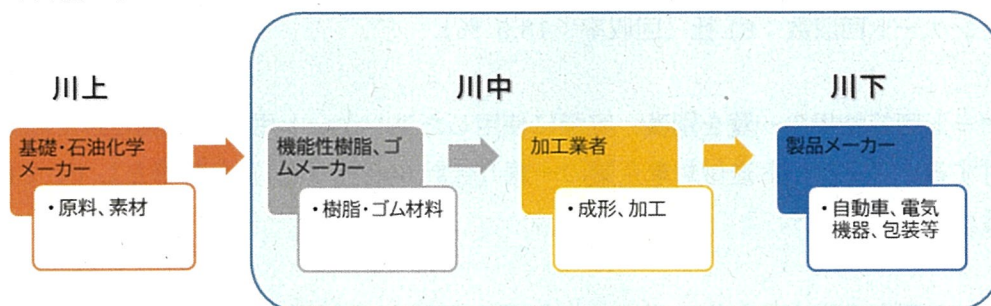
アンケート送付対象のうち、約 400 社（者）のリストは産総研中国センターより提供された。残りの 200 社（者）については、インターネット調査により、前記リストに含まれていない高分子材料関連企業や需要家を抽出し、産総研中国センターと協議の上、アンケート送付対象に加えた。最終的に 600 社（者）をアンケート送付対象とした。

¹ 同一企業の複数部署を含む。

4-2 アンケート調査結果

(1) 回答企業の業種・生産品目

高分子材料のサプライチェーンは図1のようになっていると考えられる。本調査では主に「川中」に位置する機能性樹脂メーカー、ゴムメーカー、成型加工業者および「川下」に位置する自動車メーカー、建材メーカー、容器包装メーカー、電気機器メーカーの需要家を調査対象とした。



青枠: アンケートの送付対象

図1 高分子材料のサプライチェーン

回答企業の「業種・生産品目」別の集計結果を図2に示す。「プラスチック材料」が回答数としては最も多く(16件、20.5%)、次いで「成形・加工」(13件、16.7%)、「ゴム材料」(10件、12.8%)の順に多い。「プラスチック材料」「成形・加工」「ゴム材料」等の川中企業と、「容器・包装」「自動車部品」「建材」等の川下企業から得られた回答数がそれぞれ全体の半数の比率になっており、幅広い業種、分野の企業から回答が得られたと考えられる。「その他(6件)」の回答として、「染色整理」「家電リサイクル業」「農業用資材」「卸売業」「床用ワックス、洗剤等」「他に分類できない製造業」が1件ずつであった。

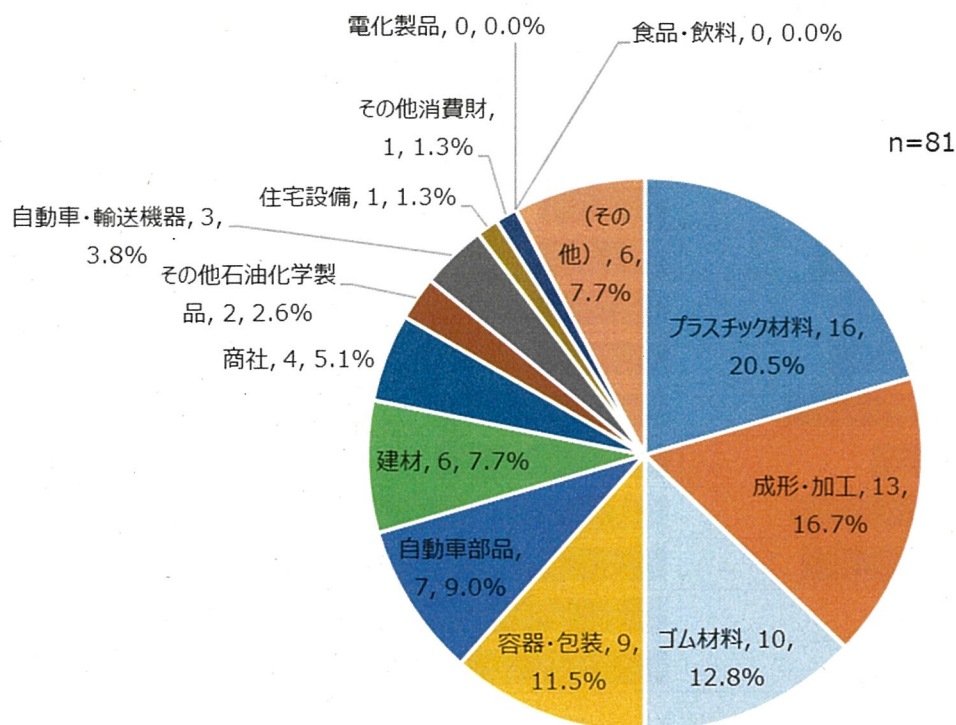


図2 業種・生産品目の集計結果

(2)高分子材料のリサイクル技術や再生材の利活用 全般に関する質問

「高分子材料の再生材利活用の必要性」に関する回答結果では、すべての企業が高分子材料の再生材による利活用が「必要」と考えており、高分子材料の再資源化に対する社会的意識が高まっている状況がうかがえる。

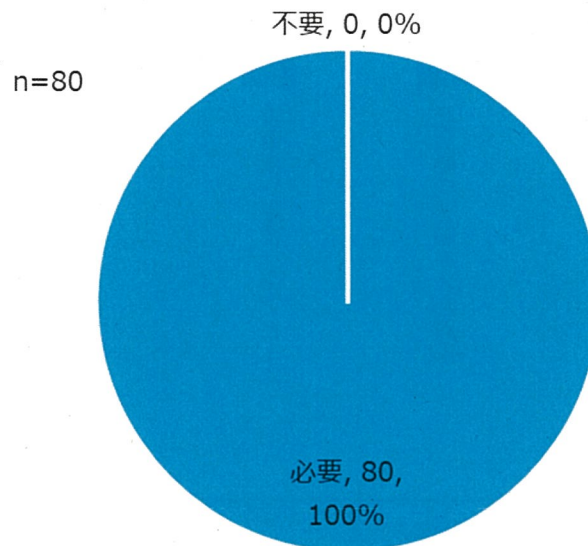
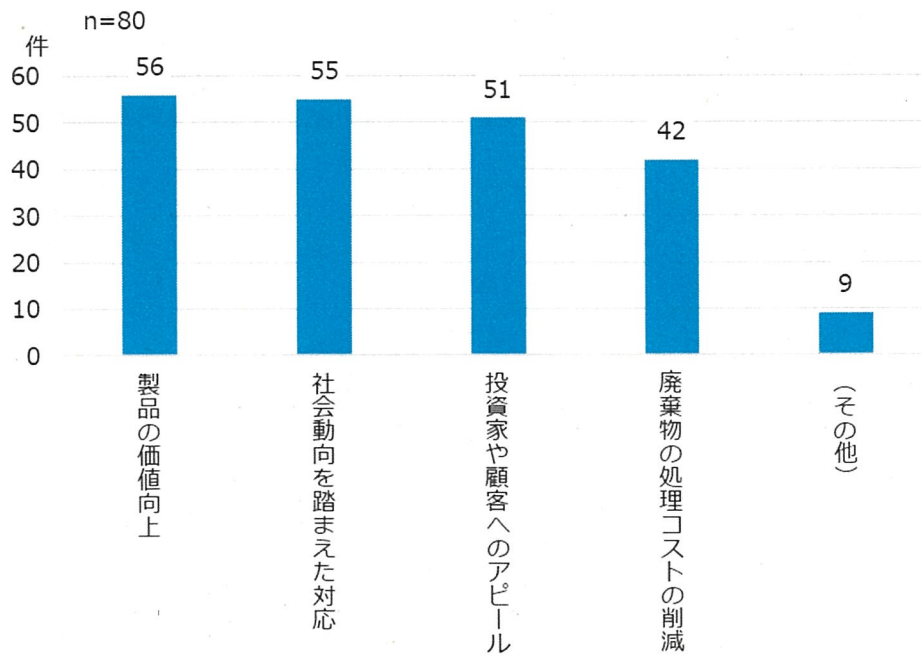


図3 高分子材料の再生材利活用の必要性

「必要」と答えた理由に関する集計結果を図4に示す。「社会動向を踏まえ対応せざるを得ない」が56件(70.0%)、「環境対応が製品の価値向上につながる」が55件(68.8%)、「環境対応が投資家や顧客へのアピールにつながる」が51件(63.8%)、「廃棄物の処理コストを削減できる」が42件(52.5%)であり、いずれの選択肢も半数以上の企業が選択している。高分子材料の再生材利活用は、「規制などの外圧への対応」と「サステナビリティの重要性を理解して自ら進める」の両方が動機になっていることがわかる。

その他の理由(9件)の詳細は下表の通りであるが、「サーキュラーエコノミー・カーボンニュートラルの促進」「企業価値の向上」「資源不足への対応」「法規への対応」の4カテゴリーに大別できる。



■その他

サーキュラーエコノミー・カーボンニュートラルの促進	企業価値の向上	資源不足への対応	法規への対応
<ul style="list-style-type: none"> サーキュラーエコノミー社会を前提とすると必須条件と考えるため。(容器・包装) カーボンニュートラルの促進。(プラスチック材料) 	<ul style="list-style-type: none"> プラスチック製品メーカーとしてやるべき課題である。(その他石油化学製品) 環境対応が企業としての存在価値向上につながる。(プラスチック材料) 	<ul style="list-style-type: none"> 資源不足対応。(ゴム材料) 資源のない日本では再生・利活用は必須。(プラスチック材料) 資源の有効活用。(商社) 資源を循環利用することが地球環境の維持に絶対必要なため。(容器・包装) 	<ul style="list-style-type: none"> 法規対応。(プラスチック材料)

図4 高分子材料の再生材の利活用が「必要」と答えた理由

「リサイクル技術や再生材利活用の社会実装の課題・障壁」について、「課題や障壁はない」を1、「課題や障壁は顕著」を5とした場合の回答結果を図5に示す。「5」の回答数:34件(42.5%)、「4」の回答数:34件(42.5%)、「3」の回答数:11件(13.8%)、「2」の回答数:1件(1.3%)である。「1」の回答は0件であり、再生材の利活用については解決されるべき課題が多く残されていることが共通認識になっている。

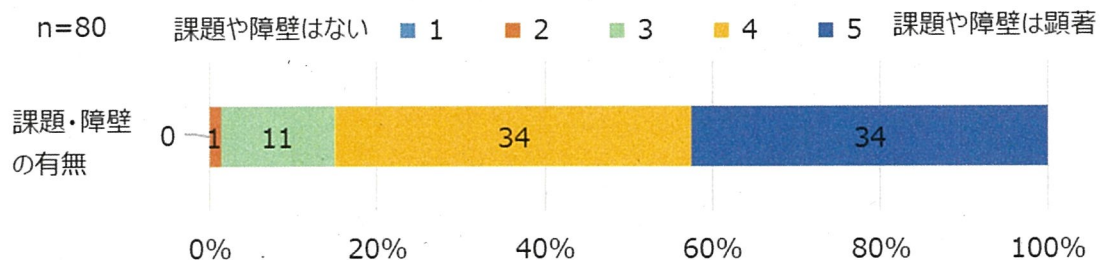
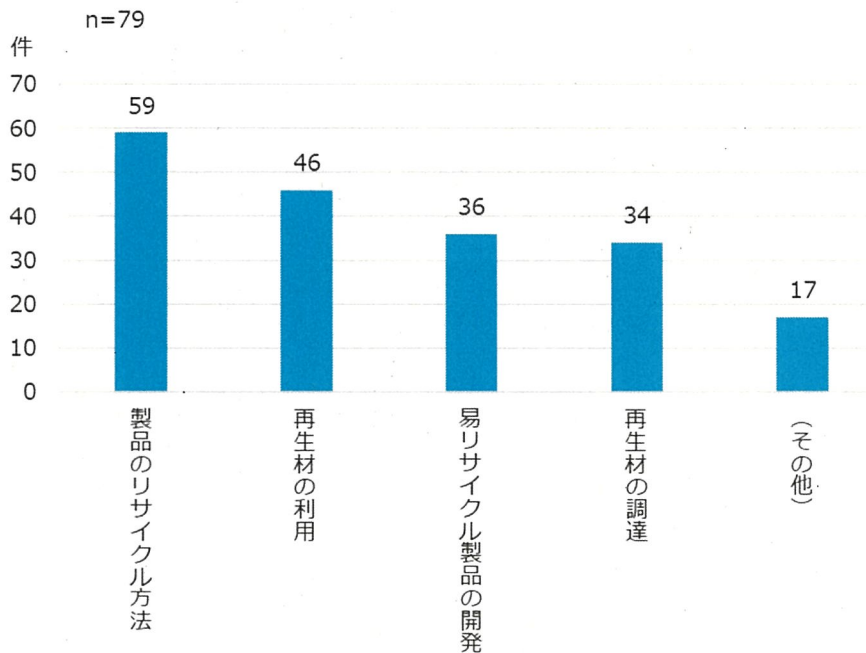


図5 リサイクル技術や再生材利活用の社会実装の課題・障壁

「3」～「5」を選択した内容に記載されている具体的な課題を図6に示す。解決すべき課題としては「製品のリサイクル方法」が59件(74.7%)と最も多く、次いで「再生材の利用」(46件、58.2%)、「易リサイクル製品の開発」(36件、45.6%)、「再生材の調達」(34件、43.0%)の順に多く、いずれの選択肢も課題感が高いといえる。

その他(17件)の内容の詳細は下表の通りであるが、「リサイクル・再生にかかるコスト」を課題としている企業が多く存在する。また、製品要求スペックやリサイクルエネルギーの低減に対応できる「再生技術の開発」、サステナビリティに対応した「認証、規格の整備」も課題に挙げられている。



■その他

リサイクル・再生にかかるコスト	再生技術の開発	認証、規格の整備
<ul style="list-style-type: none"> ・コストパフォーマンス。(商社) ・コスト。(ゴム材料) ・コスト。(ゴム材料) ・再生コスト。(プラスチック材料) ・再生材のコスト。(ゴム材料) ・コスト。(成形・加工) ・コスト。(ゴム材料) ・コスト。(自動車部品) ・リサイクルコスト。(その他石油化学製品) ・リサイクル製品のコストアップ。(プラスチック材料) ・リサイクル技術、再生材利用の方が割高になる、コスト面。(容器・包装) ・リサイクル品のコストと市場への受け入れ。(成形・加工) ・再生前原料(使用済材料の選別回収、コスト、コスト負担の仕組みづくり。(プラスチック材料) 	<ul style="list-style-type: none"> ・シール材としての製品スペックに対応できる再生技術開発。(自動車・輸送機器) ・リサイクルにかかるエネルギーを最小にできるリサイクル技術開発。(容器・包装) 	<ul style="list-style-type: none"> ・日本では GRS 認証取得が進んでいない。(プラスチック材料) ・分別・洗浄および日本の品質規格の厳しさが利活用の阻害をしている。(商社)

図6 リサイクル技術や再生材利活用の社会実装の課題・障壁における具体的な課題

(3)高分子材料のリサイクル技術や再生材の利活用 具体的な取り組み

高分子材料のリサイクルや再生材の利活用について、具体的な取り組みをしている、あるいは計画している企業は 61 社(76.3%)である(図7)。サステナブル、SDGs の認知拡大に伴い、多くの企業が高分子材料のリサイクルや利活用に関する取り組みに乗り出している。

この 61 社に対して、再生材の原料調達先、リサイクルや再生材利活用に関する重要課題の認識に関する回答を求めた。

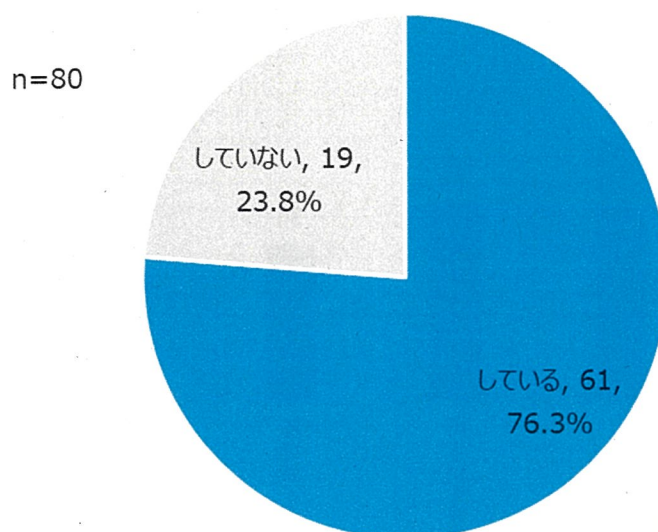
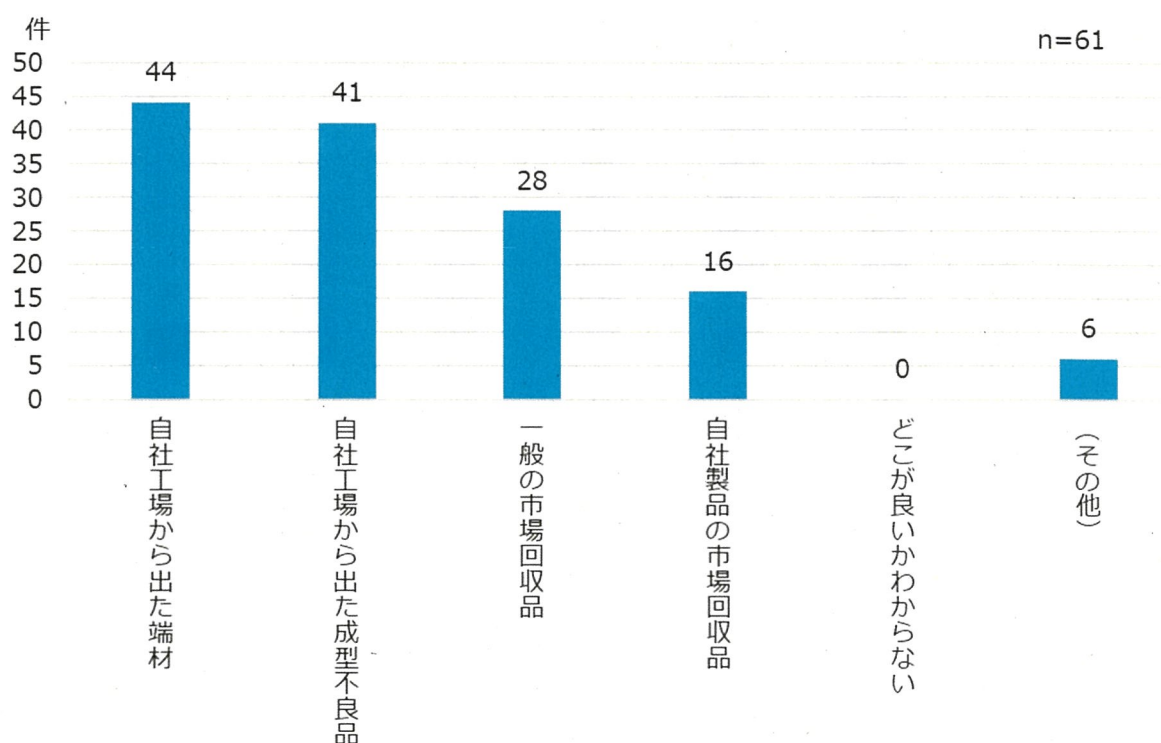


図7 高分子材料のリサイクル技術や再生材の利活用に関する取り組み(計画中含む)の実施状況

「再生材の原料の調達先」に関する回答結果を図8に示す。「自社工場から出た端材」(44件、72.1%)および「自社工場から出た不良品」(41件、67.2%)の回答が最も多い。自社加工段階で発生する廃材の品質は、市場回収品と比較して異物の付着や汚れが少なく良好であることから、再生利用の主体になっていると考えられる。

市場回収品の利用について、「一般の市場回収品(リサイクル材製造業者、産業廃棄物業者等の販売品)」の回答数は28件(45.9%)、「自社製品の市場回収品」の回答数は16件(26.2%)であるが、その多くは自社工場から発生する廃材を併用している。市場回収品のみを原料利用している企業は7社であった。

その他(6件)の内容の詳細は下表の通りであるが、「市場回収品」に分類できる回答の他、「他事業者(顧客工場等)で発生した端材」もケースも3件あった。



■その他

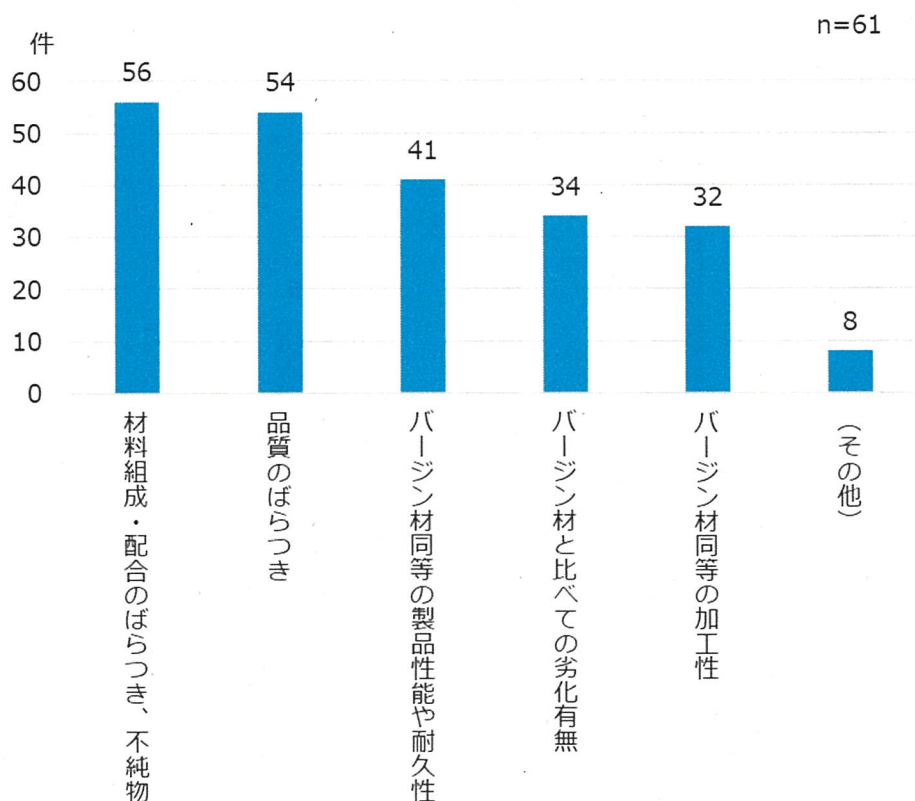
他事業者で発生した端材	市場回収品
<ul style="list-style-type: none"> 原料を納入した成型会社で発生した製品端材、抜きカス。(その他(他に分類できないその他製造業)) 顧客工場で使用時に発生する端材のリサイクル推進(第三者認証《UL規格》で高リサイクル率《~100%》での品質を保証してその活用を促している。)(プラスチック材料) 包材製造業者から出た端材、不良品等。(プラスチック材料) 	<ul style="list-style-type: none"> 他社製品の市場回収品。(その他石油化学製品) 家電リサイクル法規定の4品目。(その他(家電リサイクル業)) 購入。(ゴム材料)

図8 再生材の原料の調達先

「再生材の利活用に関する重要課題」に関する回答結果を図9に示す。「材料の組成・配合のばらつきや、不純物の混入がないか」(56件、91.8%)と「品質(機能や物性)にばらつきがないか」(54件、88.5%)が突出して多い。

「バージン材に比べて製品の性能や耐久性が低下しないか」(41件、67.2%)、「バージン材に比べて劣化していないか」(34件、55.7%)、「バージン材と同様な成型加工が可能か」(32件、52.5%)等、バージン材と比較した時の特性を選択した回答も多く、いずれも過半数の企業が選択している。

その他(8件)の内容の詳細は下表の通りであるが、「コスト」を課題に挙げている回答が4件あった。また、「製品に適した再生材の入手、選定」「必要量の確保」「熱硬化樹脂の取扱い」を課題に挙げている回答も1件ずつあった。



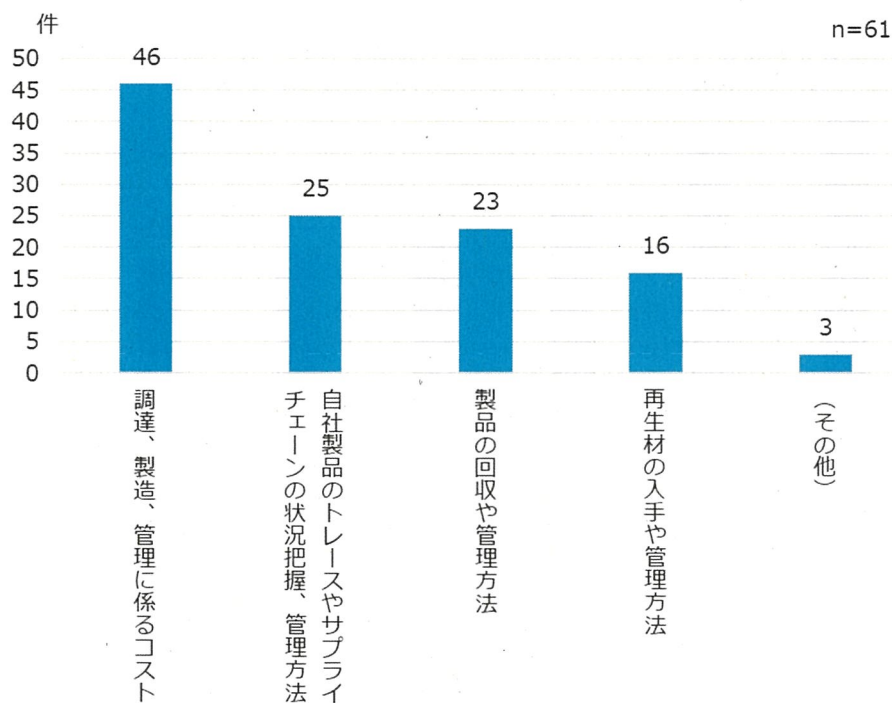
■その他

コスト	製品に適した再生材の入手、選定	必要量の確保	熱硬化樹脂の取扱い	不純物
<ul style="list-style-type: none"> ・コストパフォーマンス。(商社) ・製品コスト。(その他石油化学製品) ・コスト。(ゴム材料) ・回収、再生コスト。(容器・包装) 	<ul style="list-style-type: none"> ・製品に適した再生材の入手、選定。(成形・加工) 	<ul style="list-style-type: none"> ・必要量の確保。(自動車部品) 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱硬化の樹脂を利用しているため、回収と再利用が難しい。(住宅設備) 	<ul style="list-style-type: none"> ・異物除去。(容器・包装)

図9 再生材の利活用に関する重要課題

「リサイクルに関する重要課題」に関する回答結果を図10に示す。「調達、製造、管理に係るコスト(46件、75.4%)」が突出して多く、これまでに度々回答に上がっているように、リサイクル活動に伴うコストの増加が高分子材料の利活用推進の障害になっている。次いで「自社製品のトレースやサプライチェーンの状況把握、管理方法」(25件、41.0%)、「製品の回収や管理方法」(23件、37.7%)の順に多く、資源が適正にリサイクルされるための担保として、トレーサビリティを確保したリサイクル・管理システムが求められている。

その他(3件)の内容の詳細は下表の通りであるが、「再生材価値の認容と行政の協力」と「再生技術の確立」に集約される。



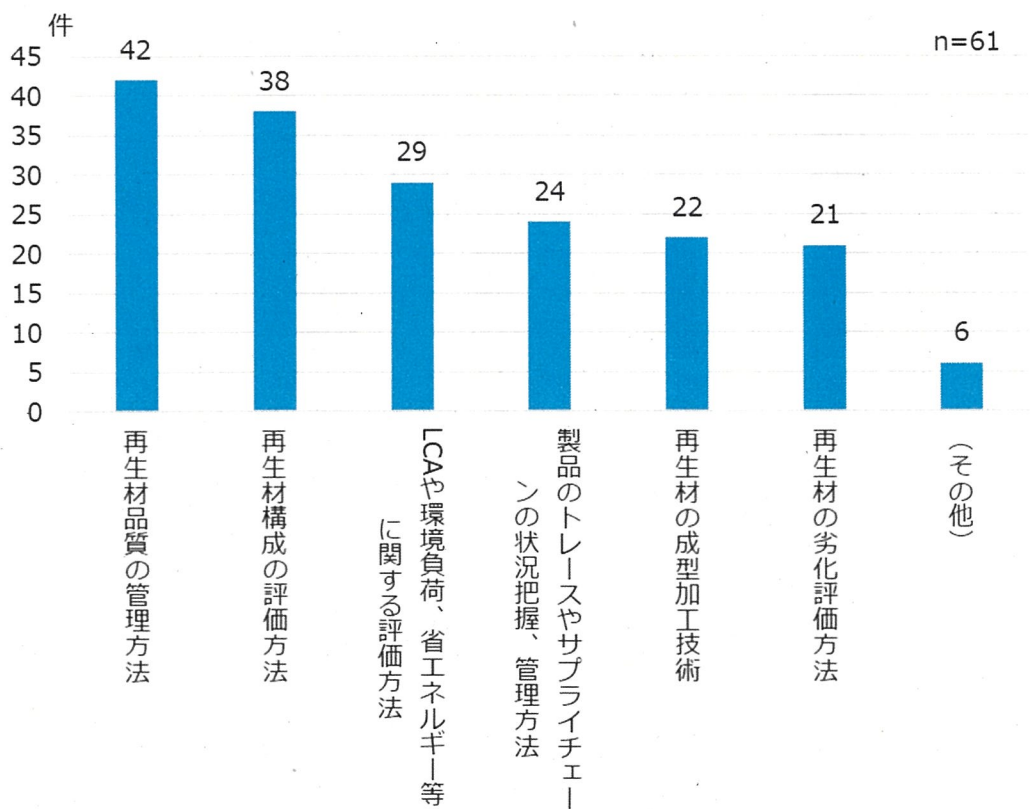
■その他

再生材の価値の認容と行政の協力	再生技術の確立
<ul style="list-style-type: none"> ・ コストアップの社会的許容(再生材価値の認容)。(プラスチック材料) ・ リサイクルに対する国民の意識改革と行政の協力。(その他石油化学製品) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生技術の確立。(自動車・輸送機器)

図10 リサイクルに関する重要課題

「再生材の利活用やリサイクルの関連技術について重要と考えているもの」または「今後の開発を期待するもの」に関する回答結果を図11に示す。「再生材の品質（機能や物性）管理方法」が41件（69.5%）と最も多く、次いで「再生材の構成（組成、添加物、不純物等）の評価方法」（37件、62.7%）が多い。再生材の利活用に関する重要課題として「材料組成・配合や品質のばらつき、不純物の混入」が突出して多いことから、再生材を原料として安定利用できるための要素技術の開発が強く求められていることがわかる。また、これ以外の4つの選択肢も20件以上の回答が得られている。

その他（3件）の内容の詳細は下表の通りであるが、「選別・分離技術」とのコメントが3件あった。これ以外にも「リサイクル製品推奨制度」、「入手方法」等が挙げられている。



■その他

選別・分離技術	リサイクル製品推奨制度	入手方法	コストパフォーマンス
<ul style="list-style-type: none"> 異物除去技術。(容器・包装) 分別・分離技術。(プラスチック材料) 市場からの選別回収技術。(プラスチック材料) 	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル製品の優先的な購入、使用制度。(その他石油化学製品) 	<ul style="list-style-type: none"> 入手方法。(ゴム材料) 	<ul style="list-style-type: none"> コストパフォーマンス。(商社)

図11 再生材の利活用やリサイクルの関連技術について今後の開発を期待するもの

(4)産学連携の可能性

産総研中国センターでは、資源循環や温暖化防止等の社会課題を受け、高効率かつ低環境負荷で各種化学品を生み出すための「創製技術」、化学材料を適材適所で使いこなすための「診断技術」の開発を進めている。このような取り組みに対して、「興味があり、連携や技術相談を検討したい」が9件(11.8%)、「興味があり、保有技術を説明してほしい」が26件(34.2%)³であり、企業の半数近くが何らかのコンタクトを希望している(図12)。

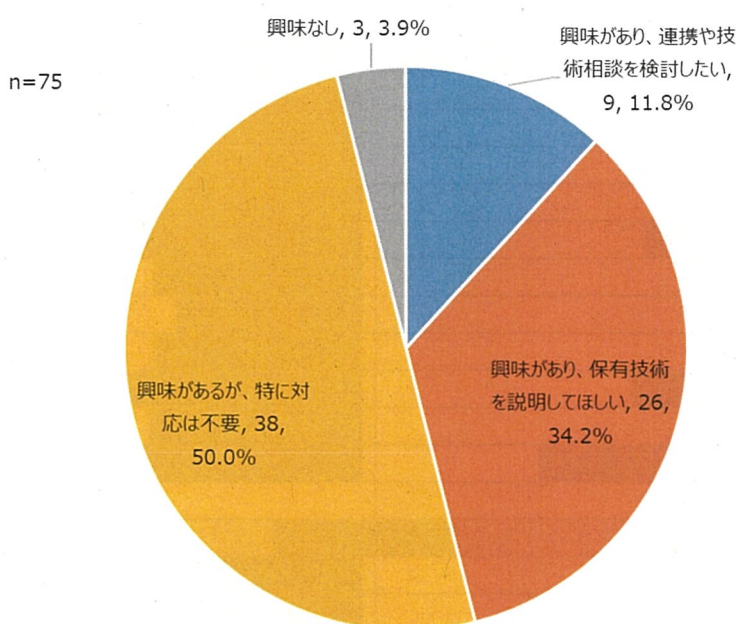


図12 産総研中国センターの取り組みへの関心

ヒアリングの可否に関する回答結果を図13に示す。48社が「ヒアリング可能」と回答している。「産業技術総合研究所中国センターの取り組みへの興味」に関する回答結果と併せて、ヒアリング可能な企業一覧を表3に示す。

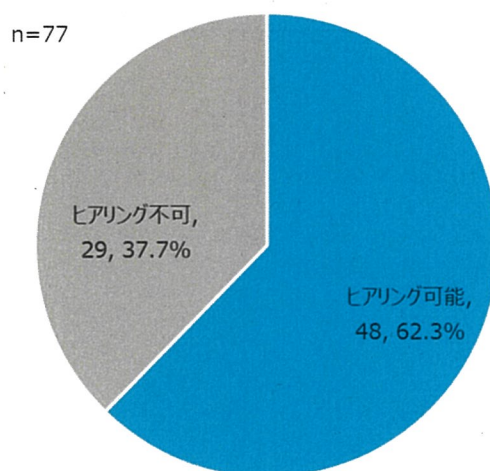


図13 ヒアリングの可否

³ 「連携や技術相談を検討したい」と「保有技術を説明してほしい」を両方選択した企業が1社あった。

[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]

(6)業種による回答の差異について

業種・生產品目による回答の差異の有無を把握するために、バブルチャートによる解析を行った。その結果を図14～図21に示す。バブルチャートでは、該当する回答の件数をバブルの大きさと色で示しており、件数(数値)も記載している。

「高分子材料のリサイクル技術や再生材の利活用 全般に関する質問」では、回答傾向において業種・生產品目の違いによる差は見られなかった(図14～図16)。高分子材料に係わるサプライチェーン全体において、再生材利活用の必要性と課題感に関する認識は共通している。

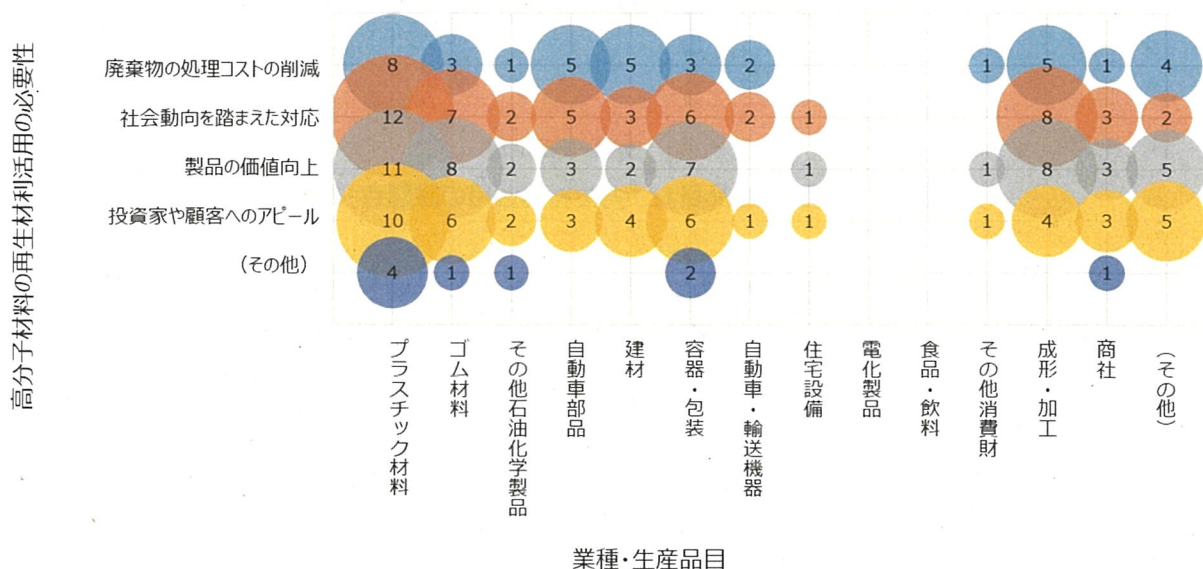


図14 「業種・生產品目」と「再生材利活用の必要性」の相関

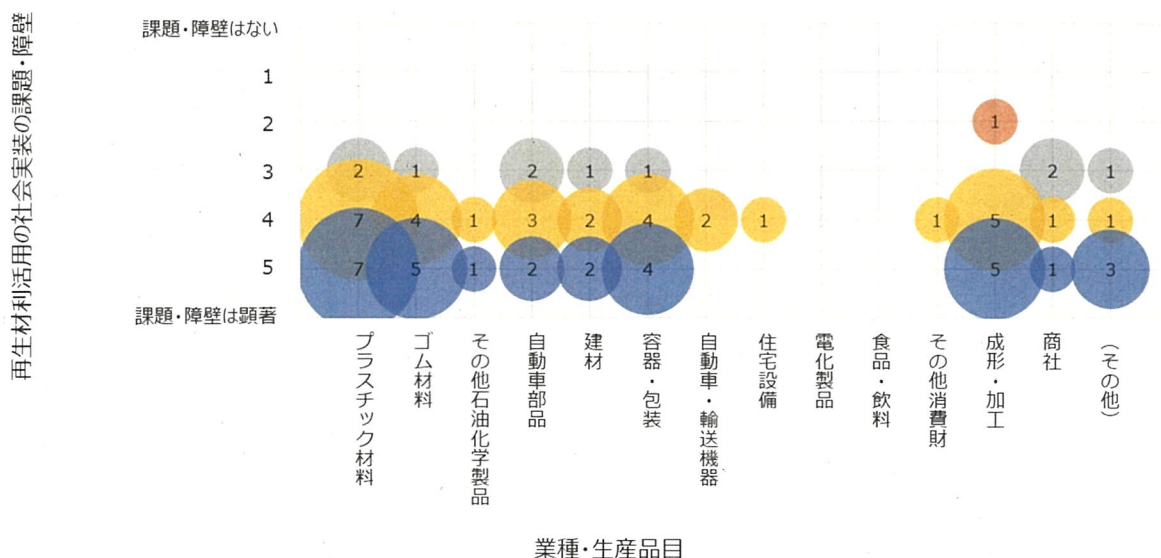


図15 「業種・生產品目」と「再生材の社会実装の課題・障壁」の相関

再生材利活用の課題点

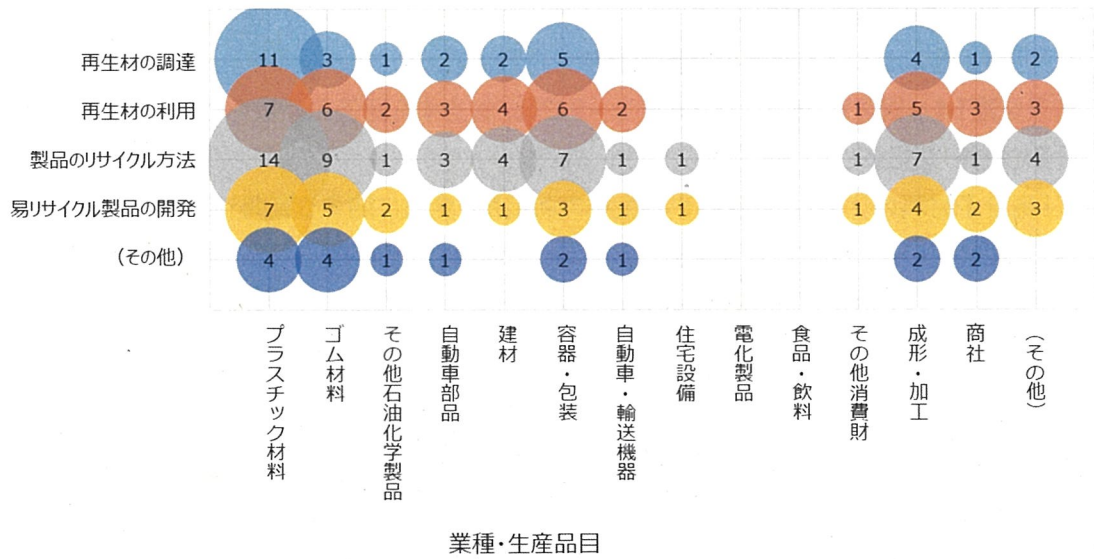


図16 「業種・生產品目」と「再生材利活用の課題点」の相関

「高分子材料リサイクルに関する取り組み」について、ほとんどの業種において半数以上の企業が「している」と回答しているが、「ゴム材料」と「自動車部品」の業種ではその割合が低い傾向がみられる。

ゴム材料のリサイクルを阻害する要因として、加硫ゴムを再利用する場合、「ゴムの種類と硬さが異なるため分別の負荷が高い」、「異物混入」等の課題が挙げられている。また、より高品質なゴムが求められる近年では、再生ゴムの適用用途は限定される。「自動車部品」分野の独自の阻害要因としては、IMDS(International Material Data System)自動車部品材料データベース⁵への登録が言及されている。自動車部品メーカーは使用している材料の詳細をIMDSに報告することが要求されており、再生材を使用すると組成不明部材と判定されることが利活用の障壁になっている。

高分子材料リサイクルに関する取り組み

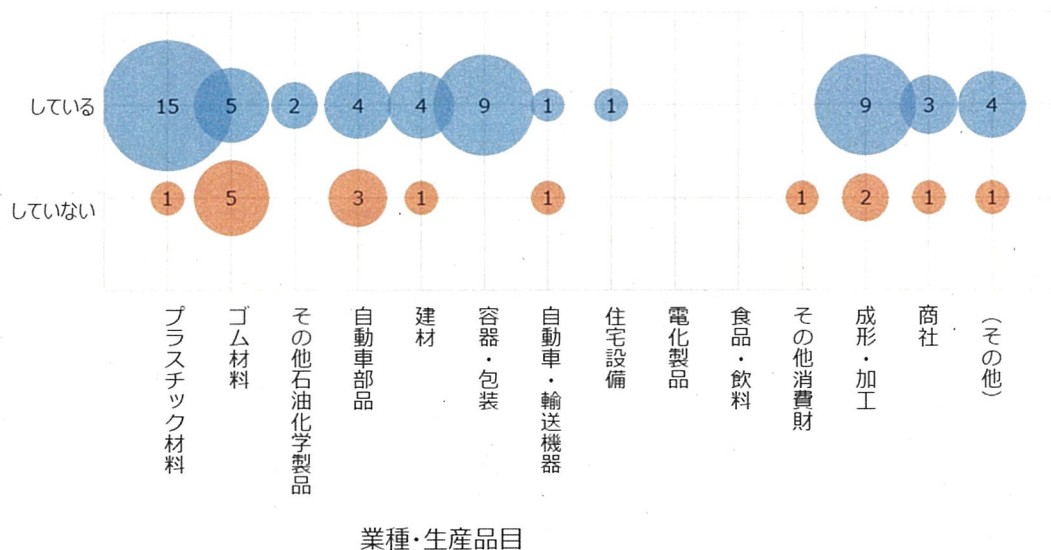


図17 「業種・生產品目」と「高分子材料リサイクルに関する取り組み」の相関

⁵ 環境保護を目的とした各種の法規に対応するための材料に関する共有データシステムである。自動車に使われる個々の部品の環境保全に係る側面を管理するために、完成車メーカーが使用している。

「高分子材料のリサイクル技術や再生材の利活用 具体的な取り組み」では、回答傾向において業種・生產品目の違いによる差は見られなかった(図18~図21)。高分子材料にかかわるサプライチェーン全体において、「再生材利活用」、「リサイクルの重要課題」、「期待する技術」は共通していることがわかる。

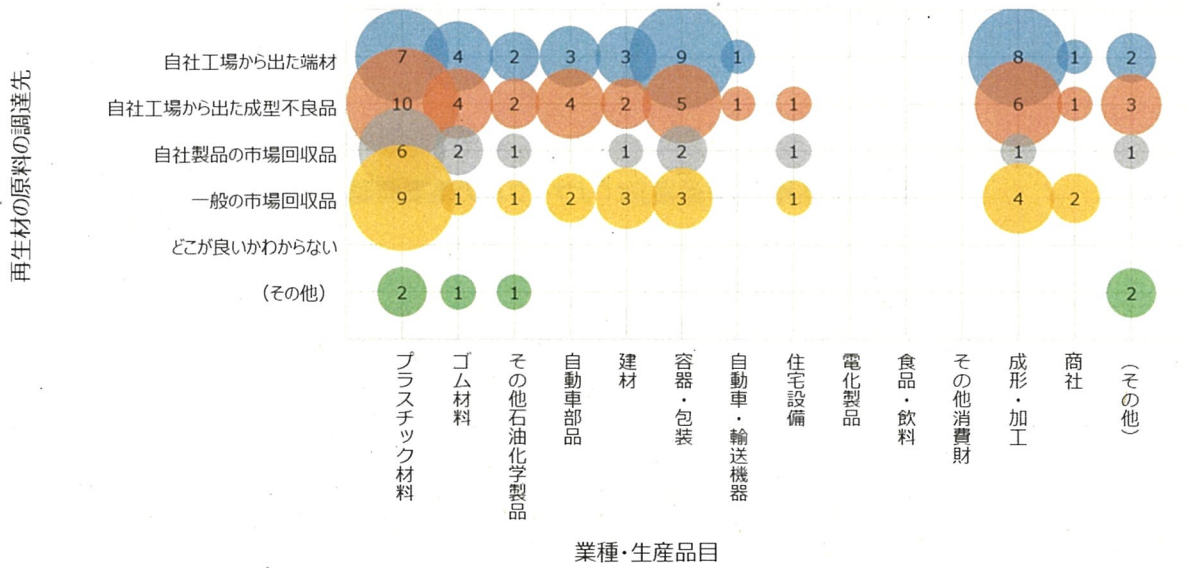


図18 「業種・生產品目」と「再生材の原料の調達先」の相関

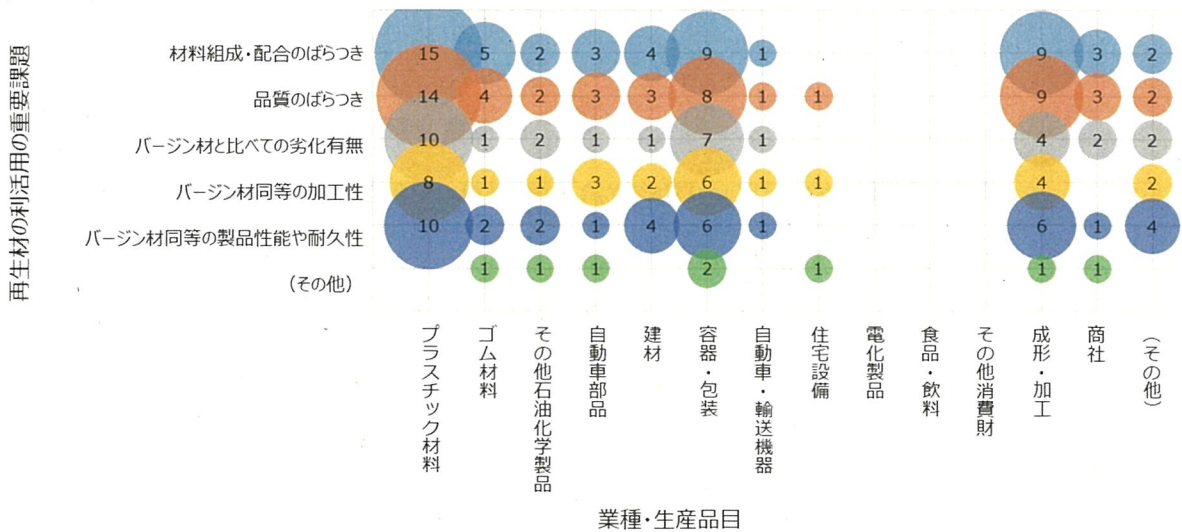


図19 「業種・生產品目」と「再生材の利活用の重要課題」の相関

リサイクルの重要課題

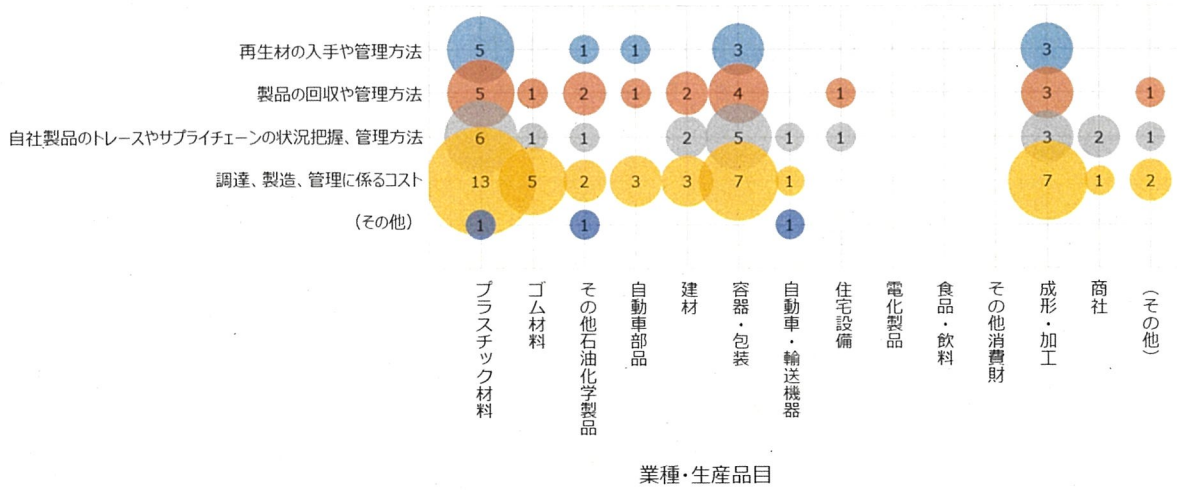


図20 「業種・生産品目」と「リサイクルの重要課題」の相関

期待される再生材利活用関連技術

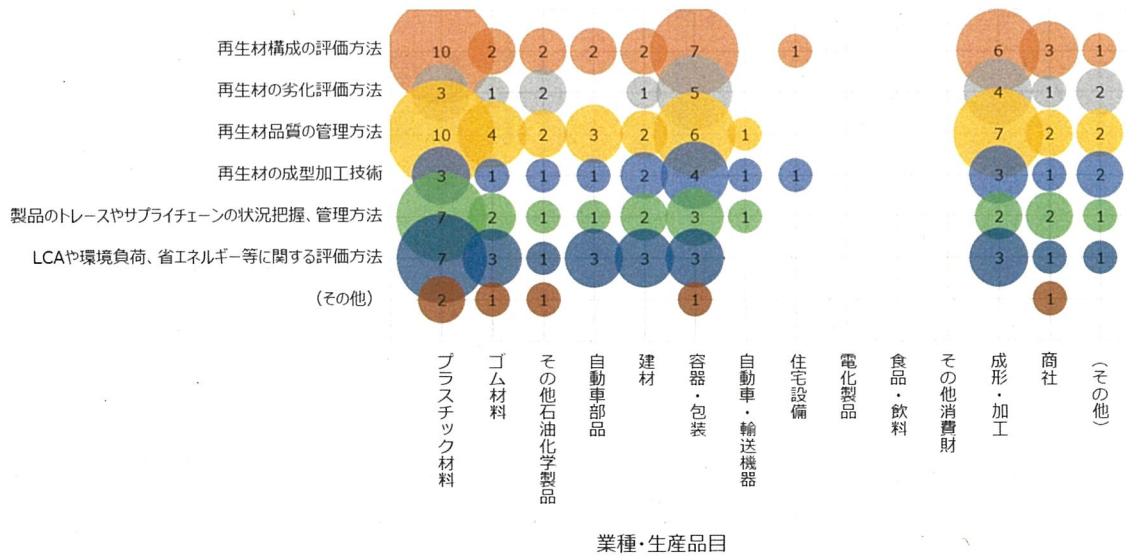


図21 「業種・生産品目」と「期待される再生材利活用の関連技術」の相関

5. まとめ

- ・ 本調査では、日本の企業が高分子材料のリサイクルに関して、どのようなニーズやシーズ技術を持っており、どのような分析評価技術を必要としているのかを把握するために、高分子材料を取り扱う企業や需要家を対象に、高分子材料に関するリサイクル動向に関してアンケート調査を実施した。その結果、幅広い業種、分野の企業から合計 81 件の回答が得られた。
- ・ 高分子材料の再生材の利活用については、すべての回答企業が「必要」であると考えており、高分子材料の再資源化に対する社会的要求が高まっている状況がうかがえる。その理由として、「社会動向を踏まえて対応せざるを得ない」、「環境対応が製品の価値向上につながる」、「環境対応が投資家や顧客へのアピールにつながる」、「廃棄物の処理コストを削減できる」の選択肢を半数以上の企業が選択している。高分子材料の再生材利活用は、「規制などの外圧への対処といった『外発的要素』」と「サステナビリティの重要性を理解して自ら進める『内発的要素』」の両方が動機になっている。
- ・ 「リサイクル技術や再生材利活用の社会実装の課題・障壁」の 5 段階評価において、企業の 80 % 以上が「課題や障壁は顕著」に該当する「5」または「4」を選択しており、解決されるべき課題が多く残されていることが共通認識となっている。具体的な課題は、「製品のリサイクル方法」、「再生材の利用」、「易リサイクル製品の開発」、「再生材の調達」の順に多く、いずれの選択肢も多く選択されている。「リサイクル・再生にかかるコスト」を課題に挙げている企業も多い。
- ・ 高分子材料のリサイクルや再生材の利活用について、具体的な取り組みをしている、あるいは計画している企業は 61 社(76.3%)である。サステナブル、SDGs の認知拡大に伴い、多くの企業が高分子材料のリサイクルや利活用に関する取り組みに乗り出している。「再生材の原料の調達先」としては、自社工場から出た廃材が再生利用の主体になっている。
- ・ 再生材の利活用に関する重要課題としては、「材料の組成・配合のばらつきや、不純物の混入がないか」と「品質にばらつきがないか」が突出して多く選択されており、再生材を原料として利用する場合の均一性が最も重要視されていることが読み取れる。また、バージン材と同等な性能の実現も、企業の過半数が課題に挙げている。
- ・ リサイクルに関する重要課題としては、「調達、製造、管理に係るコスト」が最も多く選択されている。リサイクル活動に伴うコストの増加が、高分子材料の利活用推進の障壁になっている。
- ・ 再生材の利活用やリサイクルの関連技術について重要と考えているもの、または今後の開発を期待されるものとして、「再生材の品質（機能や物性）管理方法」が最も多く選択されており、次いで「再生材の構成（組成、添加物、不純物等）の評価方法」が多い。再生材の利活用に関する重要課題として「材料組成・配合や品質のばらつき、不純物の混入」が突出して多いことから、再生材を原料として安定利用できるための要素技術の開発が強く求められている。

- ・ 具体的な課題としては、「硬質ポリウレタンフォーム」「熱硬化樹脂」「PBT/ガラス混合物」「加硫ゴム」「染色加工剤」等のリサイクル・処理技術や、「モノマテリアルを適用した易リサイクル材料への転換技術」等が挙げられている。
- ・ 一方、業種・生産品目の違いによる回答傾向の差異については、全設問に通じて、顕著の差異が見られなかった。高分子材料にかかわるサプライチェーン全体において、再生材利活用の必要性と課題に関する認識は共通していると考えられる。
- ・ コスト低減に向けては、日本のプラスチックはカスタマーニーズを優先した結果、通常のマテリアルリサイクル技術での再生材化は困難といわれている。「経済性を確保しながら、分離、精製を実施する技術」が期待される他、法規制の緩和・整備、コスト増を吸収できる社会的仕組みづくりを求める声も上がっている。
- ・ 産総研中国センターが保有している化学材料関連「創製技術」や「診断技術」に対して、「連携や技術相談を検討したい」または「保有技術を説明してほしい」と回答した企業が半数近くあり、今後の産学連携活動に向けた取り組みが期待できる。

6. 



