

平成 26 年度環境省委託業務

平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業展開
支援委託業務 報告書

2015 年 3 月 31 日

 株式会社三菱総合研究所

環境・エネルギー研究本部

事業概要

1. 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」を形成することを目指し、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。その結果、最終処分量の大幅削減が実現しており、今後は天然資源の投入量の抑制や有用金属のリサイクルによる資源確保など、循環の質にも着目した取組を進めていくことが求められている。

例えば、リサイクルより優先順位の高い2R（リデュース・リユース）の取組や、レアメタル等の有用金属の回収、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、現時点では十分に行われているとは言えない。また、これらの取組はCO₂排出削減やコストダウン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。

加えて、地球温暖化問題などを背景に、製品の性能向上は著しく、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。特に、自動車については2015年には燃料電池自動車が市場に投入されるなど、次世代自動車の普及が見込まれ、リサイクルの高度化に向けた課題を明らかにしていくことが求められている。

このため、本業務では、循環型社会と低炭素社会の統合的実現のため、CO₂排出削減が期待できる「低炭素型3R技術・システム」の実証及び有効性の検証を行うとともに、低炭素型3R技術・システムの展開に向けた基礎的データ・課題の収集・整理等を行った。

2. 事業内容

(1) 低炭素型3R技術・システム実証事業の実施、進捗管理及び助言

1) 実証事業の進捗管理等の実施

低炭素型3R技術・システム実証事業として別途環境省により公募され採択された4案件について、各案件の事業計画に基づく適切な事業実施及び(2)の検証・評価業務に必要な範囲での事業計画・進捗・成果、事業報告書の作成等について、確認、助言等を行った。

2) 採択案件

株式会社マテック：自動車のガラスリサイクルの推進事業

一般社団法人日本ELVリサイクル機構：自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社：自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破碎プロセスの実証化事業

東京製鐵株式会社：鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査

(2) 環境負荷低減効果・事業実現可能性等の検証・評価

4つの採択案件の中で検討されたCO₂排出量削減効果その他の環境負荷低減効果並びに経済的及び技術的側面から見た事業の実現可能性を検証・評価するとともに、自動車分野における低炭素型3R技術・システムの導入に伴う事業の有効性、CO₂排出量削減効果等に関する統一的・横断的に評価可能な手法・指標等として、波及効果の分析の重要性や

実施手法等について検討・提案した。

(3) 自動車分野における低炭素型 3R 技術・システム展開に資する情報収集・整理

自動車に利用されている新素材(炭素繊維強化プラスチック、超ハイテン材、植物由来プラスチック等)の利用動向、利用背景やリサイクル性について、また、自動車に利用されている再生資源の利用動向、部品リサイクルの動向等について、Web 情報検索(文献調査)及び自動車メーカー各社へのヒアリング調査を通じて、調査、把握した。

3. 事業成果

(1) 低炭素型 3R 技術・システム実証事業の実施、進捗管理及び助言

1) 実証事業の進捗管理等の実施

電話・書面・メール等での実証事業の進捗や事業内容・経費の支出状況の確認を行なうとともに、各案件の現地視察、評価検討会(非公開)の開催等を行った。

具体的には、下記の通りである。

- ・ 契約関連の書類の取り交わし(契約締結業務)
- ・ 経理書類の作成の手引き、経費処理ソフトの送付
- ・ マンスリーレポートの提出(月に1回): 事業進捗、経費状況の報告、確認
- ・ 評価委員会の実施
- ・ 現地視察の実施 等

2) 採択案件の事業成果

株式会社マテック: 自動車のガラスリサイクルの推進事業

ガラスのリサイクルを推進し ASR の削減につなげるため、使用済み自動車からフロントガラスを取り外し、ガラスカレットと中間膜を回収し、ガラスカレットはガラスウール原料に、また中間膜は再び中間膜の原料に再利用した。

その結果、地域単位での解体事業者連携による効率のかつ経済的なリサイクルシステムの構築可能性や環境負荷も低減(CO₂削減、ASR削減等)が見込まれた。尚、解体・分別・輸送のコストが、ガラス・中間膜の買取価格を上回り、採算的には赤字であり、事業性確保が課題となっている。

一般社団法人日本 E L V リサイクル機構: 自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進

バンパーと内装材の2種類のポリプロピレン(PP)を解体事業者で解体分別し、破砕業者を経て、プラスチック再生業者でペレットに再生し、再生プラスチックの品質評価を行なった。

その結果、特定エリアの解体業者連携(破砕・粉砕設備を有する事業者への集約)に伴う事業性確保や、再生プラスチックの利用による環境負荷の低減(CO₂削減、ASR削減等)が見込まれた。尚、解体・分別・輸送のコストが、PPの買取価格を上回り、採算的には赤字であり、事業性確保が課題となっている。

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社: 自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破砕プロセスの実証化事業
ガラス、ヒューズボックス、ハロゲン含有樹脂等を事前に回収し、プレス処理及びシュレッダー処理を行うことで素材生産者から見たサプライチェーンの最適化を図った。

その結果、シュレッダー鉄、ASR 及び A プレス中のハロゲン成分やガラス成分の削減に伴う素材生産での環境負荷の低減(CO₂削減)と資源利用効率の向上が見込まれ

た。尚、解体等プロセスは追加的な収益はあるもののそれを上回る労務費が発生し収益性が低下した。素材生産プロセスは、経費縮小、収益微増のため収益性が改善した。再資源化を担う素材生産者から見た最適化に向け、付加価値の分配が課題である。

東京製鐵株式会社：鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査

老廃スクラップから製造した電炉鋼板を自動車用途に適合させることを目的に、電炉鋼材の表面品質向上の取り組みを行い、課題の明確化と方策の検討を行うとともに、実際の自動車部品にて電炉鋼板の製造性評価を行い、現状の製造性の実力評価を行なった。

今回製造性評価を行った熱延酸洗コイルを自動車部品向けに製造した場合、高炉材の同等材による製造時に比べ、CO₂削減効果が確認できた。今後、自動車用電炉鋼板の更なる品質向上技術の確立が課題となっている。

(2) 環境負荷低減効果・事業実現可能性等の検証・評価

廃自動車のマテリアルリサイクルの実施（自動車分野における低炭素型 3R 技術・システムの導入）に当たっては、回収のタイミング（解体段階、ASR 再資源化段階等）、収集方法、再資源化方法等によって、得られる再生資源の質やコストが大きく異なり、事業性や環境負荷削減効果（事業の有効性、CO₂ 排出量削減効果等）も大きく変化する。

統一的・横断的な評価に当たっては、解体段階だけではなく、評価範囲を拡張した場合の波及効果の分析も重要であり、事業の有効性（下流側における ASR 処理の低コスト化等）や CO₂ 削減効果（資源の有効利用によるバージン資源の代替効果等）の更なる評価が可能となる。

さらに、実証事業を同一地域全体や社会全体に適用した場合の波及効果の分析を行うことで、事業の今後のポテンシャルを評価することが可能となる。尚、社会全体に適用した場合の波及効果の分析を行う際には、取組を広域化した時のメリット（規模の経済による低コスト化等）とデメリット（様々な関係者の連携関係の構築による高コスト化等）に関する評価を実施することが重要である。

(3) 自動車分野における低炭素型 3R 技術・システム展開に資する情報収集・整理

1) 自動車分野における新素材とそのリサイクル性の把握

炭素繊維強化プラスチックや超ハイテン材は、車体の軽量化に伴う燃費向上を目的に導入が進んでいる。但し、素材そのものが高価であること、また、利用にあたって新たな設備投資が必要な点等が課題となっている。また、炭素繊維強化プラスチックについては、リサイクル性に関し、技術的な面での課題が指摘されている。

植物由来プラスチックや天然素材は石油系素材からの脱却等の観点から利用が進んでいるが、リサイクルに関し、回収面で量的な視点（ボリュームが集められない点）が課題として指摘されている。

2) 自動車分野における再生資源の使用実態の把握

自動車メーカーでは、販売店で交換・回収したバンパーを再生した再生プラスチックや、廃家電、容器包装由来の再生プラスチックを、自動車用部品（エンジン下部、ボディ - 下部、タイヤハウスのアンダーカバー等）として利用している。主に、比較的高価でコスト吸収力のある環境先進的なエコプレミアムカーにおいて、多く利用されている傾向にある。

今後、再生資源の利用を促進するに当たっては、良質な再生資源を安定的・継続的に調達できる事業環境（市場）の確立や、回収や再生に係る費用の補てん、解体に向けた経済的インセンティブの付与が課題として指摘されている。

以上

Summary

1.Objective

Comprehensive and organized efforts are underway in Japan to achieve a “sustainable society” that reduces the consumption of natural resources and minimizes the burden on the environment. These include promoting the “3 Rs” (reduce, reuse, recycle) in accordance with the Basic Act on Establishing a Sound Material-Cycle Society, establishing a legal foundation for individual recycling laws, etc., increasing public awareness and so on. These efforts have resulted in a dramatic reduction in the quantity of wastes dumped into landfills. From this point on, it will also be necessary to pursue efforts focused on the quality of recycling, by reducing the quantities of natural resources that are used, recycling valuable metals and other efforts to secure resources.

For example, efforts for the two Rs that are higher in priority than recycling (reduce and reuse), as well as recovery of rare and other valuable metals, promotion of horizontal recycling and other advanced recycling techniques and so on will help to reduce not only the quantity of wastes but also the consumption of natural resources. However, there has not yet been sufficient progress on this front. In addition, while these efforts may help to curb CO₂ emissions and reduce costs, their achievability and reduction effectiveness have not been adequately verified.

Moreover, against the backdrop of problems such as global climate change, the environment surrounding recycling has grown more complex. Dramatic increases in product performance have been achieved, and new materials and technologies and the like have been adopted. In terms of automobiles in particular, the first fuel cell vehicle will make its market debut in 2015, and next-generation automobiles are expected to achieve widespread use. There is a need to clarify issues that must be resolved to achieve more advanced recycling.

To this end, the goal of this project was to demonstrate and verify the effectiveness of “low-carbon 3R technologies and systems” that can be expected to reduce CO₂ emissions, as well as to collect and organize basic data and issues to be resolved in preparation for the deployment of low-carbon 3R technologies and systems, in order to bring about the integrated achievement of a sustainable society and a low-carbon society.

2.Description of Project

(1)Implementation of demonstration projects for low-carbon 3R technologies and systems, progress management and advice

1)Progress management, etc. for demonstration projects

Four projects were selected through public application process by the Ministry of the Environment as low-carbon 3R technology and system demonstration projects. MRI confirmed the appropriate implementation of these projects based on their respective business plans and provided advice, etc. regarding the business plan, progress, achievements, preparation of project reports and so on within the scope necessary for verification and assessment in (2).

2) Selected projects

MATEC Corporation: Project to promote the recycling of automobile glass

ELV.IS (End-of-Life-Vehicle Information System): Promotion of recycling through preliminary dismantling and sorting of automobile plastics

Mitsubishi UFJ Research and Consulting Co., Ltd.: Demonstration project for dismantling and crushing processes that help to reduce restricted production substances in automobile recycling and improve resource utilization efficiency

Tokyo Steel Co., Ltd.: Study of technologies for advanced use of scrap iron in automobile parts

(2) Verification and assessment of environmental load reduction effectiveness and project achievability, etc.

The effectiveness of CO₂ emissions reduction and other environmental load reduction that was studied in the four selected projects, and project achievability from the standpoint of economic and technical aspects, were verified and assessed. In addition, the effectiveness of the projects in introducing low-carbon 3R technologies and systems in the automotive sector, and the implementation methods, etc. and the importance of analyzing ripple effects, etc. as techniques and indicators, etc. for integrated and cross-sectoral assessment of effectiveness in reducing CO₂ emissions and so on were studied and proposed.

(3) Collection and organization of information to aid the deployment of low-carbon 3R technologies and systems in the automotive sector

Use trends, background to use and recyclability of the new materials being used in automobiles (carbon fiber reinforced plastics, super-high tensile steel, plant-derived plastics etc.), as well as trends in the use of recycled resources used in automobiles, trends in component recycling and so on were studied and determined through Internet searches (document surveys) and interviews at automobile manufacturers.

3. Project Achievements

(1) Implementation of demonstration projects for low-carbon 3R technologies and systems, progress management and advice

1) Implementation of progress management, etc. for demonstration projects

The progress of the demonstration projects, the project content and expenditures were confirmed by telephone, documents, emails etc. In addition, site visits were made and assessment seminars (not open to the public) were also held.

Specifically, the following were conducted.

- Exchange of contract-related documents (contract signing)
- Sending of accounting software and handbook on preparation of accounting documents
- Submission and checking of monthly reports covering progress of project and status of expenses
- Holding of assessment committee meetings

- Site visits
etc.

2) Achievements of selected projects

MATEC Corporation: Project to promote the recycling of automobile glass

Front windshields were removed from used automobiles to recover the glass cullet and interlayer in order to promote glass recycling and reduce the alkali-silica reaction (ASR). The glass cullet was recycled as raw material for glass wool, and the interlayer was recycled as raw material for producing interlayer.

As a result of this project, efficient and economical recycling systems are expected to be achievable through the cooperation of auto salvage companies at the local level, and reduction of environmental load (reduced CO₂ emissions, reduced ASR etc.) is also anticipated. However, the costs of dismantling, sorting and transport exceed the purchase price of glass and interlayer, so the operation is not profitable, and finding a way to make it commercially viable is an issue that needs to be resolved.

ELV.IS (End-of-Life-Vehicle Information System): Promotion of recycling through preliminary dismantling and sorting of automobile plastics

Two types of polypropylene (PP), from the bumpers and the interior finishing materials, were removed and sorted by auto salvage companies and then, via crushing companies, these materials were recycled as pellets by plastic recycling companies and used to make recycled plastic, and the quality of this recycled plastic was assessed.

As a result of this project, the operation is expected to be commercially viable through cooperation with auto salvage companies in specified areas (focusing on companies that have crushing and pulverizing equipment), and a reduction in environmental load (reduced CO₂ emissions, reduced ASR etc.) through the use of recycled plastic is also anticipated. However, the costs of dismantling, sorting and transport exceed the purchase price of PP, so the operation is not profitable, and finding a way to make it commercially viable is an issue that needs to be resolved.

Mitsubishi UFJ Research and Consulting Co., Ltd.: Demonstration project for dismantling and crushing processes that help to reduce restricted production substances in automobile recycling and improve resource utilization efficiency

Glass, fuse boxes, resin containing halogen and so on were recovered in advance and subjected to pressing and shredding in order to optimize the supply chain from a material manufacturer's standpoint

As a result of this project, reduction of the shredder steel, the ASR and the halogen content and glass content in the car crusher is expected to reduce the environmental load in material manufacture, as well as improving resource utilization efficiency. Although the dismantling, etc. process provided additional revenue it also produced labor costs that exceeded this revenue, reducing profitability. In contrast, the profitability of the material manufacture process was improved through a reduction

in expenses and a slight increase in profits. The distribution of added value from the perspective of material manufacturers who are responsible for recycling is an issue that needs to be resolved.

Tokyo Steel Co., Ltd.: Study of technologies for advanced use of scrap iron in automobile parts

In order to adapt electrical furnace sheet steel manufactured from obsolete scrap for use in automobiles, efforts were made to improve the surface quality of the electrical furnace sheet steel and identify the issue involved and study measures, in order to assess the viability of using it to manufacture actual automobile parts and to assess current manufacturing capability.

The assessment of manufacturing viability was performed for hot rolled pickled coils for use in manufacturing automobile parts. The material was confirmed to be effective in reducing CO₂ emissions as compared to manufacture with equivalent blast furnace steel. The establishment of technologies to further improve the quality of electrical furnace sheet steel for automobile use is an issue that needs to be resolved.

(2)Verification and assessment of environmental load reduction effectiveness and project achievability, etc.

In recycling materials from discarded automobiles (introduction of low-carbon 3R technologies and systems in the automotive sector), the costs and the quality of the recycled resources that are obtained will vary greatly depending on the timing of recovery (dismantling stage, ASR recycling stage etc.), the collection method, the recycling method and so on. For this reason, commercial viability and effectiveness in reducing environmental load (effectiveness of project, effectiveness in reducing CO₂ emissions etc.) will also vary considerably.

In conducting an integrated and cross-sectoral assessment, it is important to analyze not only the dismantling stage but also the ripple effect when the scope of assessment is extended. This will enable a further assessment of the effectiveness of the project (reducing the cost of ASR treatment on the downstream side, etc.) and the effectiveness of CO₂ emissions reduction (effectiveness in substituting for virgin resources through the effective reuse of resources).

Furthermore, by analyzing the ripple effect when the demonstration project is applied throughout the entire community and in society as a whole, it will be possible to assess the future potential of the project. When analyzing the ripple effect when the demonstration project is applied throughout society as a whole, it will also be important to assess the advantages (reduced costs through economy of scale, etc.) and disadvantages (cost increases resulting from the establishment of cooperative relationships between various related parties) when efforts are expanded to a wide area.

(3)Information collection and organization to aid in the deployment of low-carbon 3R technologies and systems in the automotive sector

1) Determination of new materials and recyclability of these materials in the automotive sector

Carbon fiber reinforced plastics and super-high tensile steel are being introduced with the aim of making vehicle bodies more lightweight and thereby improving fuel efficiency. However, the materials themselves are very expensive and new equipment investment is required to use them, and

these are issues that need to be resolved. Moreover, in the case of carbon fiber reinforced plastics, issues in terms of the technical aspects have been pointed out with regard to recyclability.

The use of plant-derived plastics and natural materials is being pursued from the standpoint of eliminating petroleum-derived materials and so on. However, issues have been identified from a quantitative standpoint in terms of recovery (the inability to collect a sufficient volume).

2) Determination of the status of recycled resource use in the automotive sector

Automobile manufacturers are using recycled plastics derived from bumpers replaced and recovered at dealers, in addition to recycled plastics from discarded appliances and containers and packaging, as automobile components (lower part of engine, lower part of body, undercover for tire housing etc.). Many of these tend to be used primarily for environmentally advanced “eco” premium vehicles, which are comparatively expensive and enable costs to be recovered.

In promoting the use of recycled resources from now on, the need to establish a business environment (market) that enables a stable and continuous supply of good quality recycled resources, and the need to provide compensation for the cost of recovery and recycling and provide economic incentives for dismantling, have been pointed out as issues that need to be resolved.

目次

1. 低炭素型 3R 技術・システム実証事業の実施、進捗管理及び助言	1
1.1 実証事業の進捗管理等の実施結果	1
1.1.1 進捗管理等の実施内容の時系列的な整理	1
1.1.2 現地視察の実施概要	6
1.1.3 評価検討会の開催概要	8
1.2 採択案件の事業概要	9
1.2.1 株式会社マテック（自動車ガラスの事前回収によるリサイクルの推進）	10
1.2.2 一般社団法人日本 ELV リサイクル機構（自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進）	11
1.2.3 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社（自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破碎プロセスの実証化事業）	16
1.2.4 東京製鐵株式会社（鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査）	20
2. 環境負荷低減効果・事業実現可能性等の検証・評価	31
2.1 環境負荷低減効果の検証・評価	31
2.1.1 採択案件の環境負荷低減効果の評価の進め方	31
2.1.2 採択案件の環境負荷低減効果の評価結果（結果概要）	31
2.1.3 採択案件の環境負荷低減効果の評価結果に係る考察	44
2.2 事業実現可能性の検証・評価	45
2.2.1 採択案件の評価の進め方	45
2.2.2 採択案件の評価結果（結果概要）	45
2.2.3 採択案件の事業性評価に係る考察	55
2.3 統一的・横断的に評価可能な手法・指標等の検討・提案	57
2.3.1 波及効果分析の検討・提案	57
2.3.2 費用対効果分析の検討・提案	61
3. 自動車分野における低炭素型 3R 技術・システム展開に資する情報収集・整理	65
3.1 情報収集・整理の背景・趣旨	65
3.2 自動車分野における新素材とそのリサイクル性の把握	67
3.2.1 文献調査結果（Web 情報検索）	67
3.2.2 ヒアリング調査結果	75
3.3 自動車分野における再生資源の使用実態の把握	81
3.3.1 主要素材の再生材の割合	81
3.3.2 文献調査結果（Web 情報検索）	82
3.3.3 ヒアリング調査結果	92

1. 低炭素型 3R 技術・システム実証事業の実施、進捗管理及び助言

1.1 実証事業の進捗管理等の実施結果

低炭素型 3 R 技術・システム実証事業として別途環境省により公募され採択された下記の 4 案件について、各採択案件の事業計画に基づく適切な事業実施及び 2.の検証・評価業務に必要な範囲での事業の計画・進捗状況・成果、事業報告書の作成状況等について、確認、助言等を行ってきた。

具体的には、電話・書面・メール等での進捗状況・事業内容や経費の支出状況の確認、各案件の現地視察、評価検討会（非公開）の開催等を行った。

< 採択案件 >

株式会社マテック：自動車のガラスリサイクルの推進事業

一般社団法人日本 E L V リサイクル機構：自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進

三菱 U F J リサーチ&コンサルティング株式会社：自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破砕プロセスの実証化事業

東京製鐵株式会社：鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査

1.1.1 進捗管理等の実施内容の時系列的な整理

4 つの採択案件に関する進捗管理等の実施内容を、案件別に、時系列的に整理したものを下記に示す。

(1) 株式会社マテック

表 1-1 株式会社マテックの進捗管理等の実施概要

実施日	管理項目	管理内容（助言等）
平成 26 年 7 月 25 日	書類一式送付	契約書、実施計画書、仕様書、支出計画書、 一般管理費比率計算書、人件費単価証明書 等
平成 26 年 7 月 31 日	契約前書類受領	実施契約書、支出計画書等
平成 26 年 9 月 10 日	その他書類送付	経理書類作成の手引き等
平成 26 年 10 月 3 日	業務開始通知	契約締結日
平成 26 年 11 月 1 日	第一回マンスリーレポート	平成 26 年 10 月分 事業報告
平成 26 年 11 月 28 日	第一回経理書類提出	経費処理ソフトおよび付随証憑
平成 26 年 12 月 12 日	第二回マンスリーレポート	平成 26 年 11 月分 事業報告書
平成 27 年 1 月上旬	第三回マンスリーレポート	平成 26 年 12 月分 事業報告書
平成 27 年 1 月 18 日	第二回経理書類提出	経費処理ソフトおよび付随証憑
平成 27 年 1 月 27 日	評価検討会	事業進捗・評価検討会 13：30～14：00@三菱総合研究所
平成 27 年 2 月上旬	第四回マンスリーレポート	平成 27 年 1 月分 事業報告書
平成 27 年 2 月 28 日	事業完了日	完了報告書、事業報告書
平成 27 年 3 月 6 日	経費精算書類提出日	最終版経費処理ソフトおよび付随証憑
平成 27 年 3 月 10 日	実証事業現地視察	石狩工場（北海道）

(2) 一般社団法人 ELV リサイクル機構

表 1-2 一般社団法人 ELV リサイクル機構の進捗管理等の実施概要

実施日	管理項目	管理内容（助言等）
平成 26 年 7 月 25 日	書類一式送付	契約書、実施計画書、仕様書、支出計画書、 一般管理費比率計算書、人件費単価証明書 等
平成 26 年 8 月 19 日	契約前書類受領	実施契約書、支出計画書等
平成 26 年 9 月 10 日	その他書類送付	経理書類作成の手引き等
平成 26 年 9 月 18 日	業務開始通知	契約締結日
平成 26 年 11 月 4 日	第一回マンスリーレポート	平成 26 年 10 月分 事業報告
平成 26 年 11 月 28 日	第一回経理書類提出	経費処理ソフトおよび付随証憑
平成 26 年 11 月 28 日	事業に関してのご相談	助言など
平成 26 年 12 月 3 日	第二回マンスリーレポート	平成 26 年 11 月分 事業報告書
平成 27 年 12 月 17 日	実証事業現地視察	千葉県内解体工場 2 社
平成 27 年 1 月 14 日	第三回マンスリーレポート	平成 26 年 12 月分 事業報告書
平成 27 年 1 月 18 日	第二回経理書類提出	経費処理ソフトおよび付随証憑
平成 27 年 1 月 27 日	評価検討会	事業進捗・評価検討会 13：30～14：00@三菱総合研究所
平成 27 年 2 月 6 日	第四回マンスリーレポート	平成 27 年 1 月分 事業報告書
平成 27 年 2 月 28 日	事業完了日	完了報告書、事業報告書
平成 27 年 3 月 6 日	経費精算書類提出日	最終版経費処理ソフトおよび付随証憑

(3) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

表 1-3 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社の進捗管理等の実施概要

実施日	管理項目	管理内容（助言等）
平成 26 年 7 月 25 日	書類一式送付	契約書、実施計画書、仕様書、支出計画書、 一般管理費比率計算書、人件費単価証明書 等
平成 26 年 8 月 22 日	契約前書類受領	実施契約書、支出計画書等
平成 26 年 9 月 10 日	業務開始通知	契約締結日
平成 26 年 9 月 10 日	その他書類送付	経理書類作成の手引き等
平成 26 年 11 月 6 日	第一回マンスリーレポート	平成 26 年 10 月分 事業報告
平成 26 年 11 月 28 日	第一回経理書類提出	経費処理ソフトおよび付随証憑
平成 26 年 12 月 8 日	第二回マンスリーレポート	平成 26 年 11 月分 事業報告書
平成 26 年 12 月 22 日	事業に関してのご相談	助言など
平成 27 年 1 月 25 日	第三回マンスリーレポート	平成 26 年 12 月分 事業報告書
平成 27 年 1 月 18 日	第二回経理書類提出	経費処理ソフトおよび付随証憑
平成 27 年 1 月 27 日	評価検討会	事業進捗・評価検討会 13：30～14：00@三菱総合研究所
平成 27 年 2 月 3 日	実証事業視察	三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式 会社本社にて詳細報告
平成 27 年 2 月 10 日	第四回マンスリーレポート	平成 27 年 1 月分 事業報告書
平成 27 年 2 月 28 日	事業完了日	完了報告書、事業報告書
平成 27 年 3 月 6 日	経費精算書類提出日	最終版経費処理ソフトおよび付随証憑

(4) 東京製鐵株式会社

表 1-4 東京製鐵株式会社の進捗管理等の実施概要

実施日	管理項目	管理内容（助言等）
平成 26 年 7 月 25 日	書類一式送付	契約書、実施計画書、仕様書、支出計画書、 一般管理費比率計算書、人件費単価証明書等
平成 26 年 7 月 28 日	契約前書類受領	実施契約書、支出計画書等
平成 26 年 8 月 5 日	業務開始通知	契約締結日
平成 26 年 9 月 10 日	その他書類送付	経理書類作成の手引き等
平成 26 年 10 月 20 日	事業に関してのご相談	助言など
平成 26 年 11 月 2 日	第一回マンスリーレポート	平成 26 年 10 月分 事業報告
平成 26 年 11 月 28 日	第一回経理書類提出	経費処理ソフトおよび付随証憑
平成 26 年 12 月 3 日	第二回マンスリーレポート	平成 26 年 11 月分 事業報告書
平成 26 年 12 月 4 日	事業に関してのご相談	助言など
平成 26 年 12 月 25 日	事業に関してのご相談	助言など
平成 27 年 1 月 10 日	第三回マンスリーレポート	平成 26 年 12 月分 事業報告書
平成 27 年 1 月 18 日	第二回経理書類提出	経費処理ソフトおよび付随証憑
平成 27 年 1 月 19 日	実証事業現地視察	田原工場（愛知県）
平成 27 年 1 月 27 日	評価検討会	事業進捗・評価検討会 13：30～14：00@三菱総合研究所
平成 27 年 2 月 10 日	第四回マンスリーレポート	平成 27 年 1 月分 事業報告書
平成 27 年 2 月 28 日	事業完了日	完了報告書、事業報告書
平成 27 年 3 月 6 日	経費精算書類提出日	最終版経費処理ソフトおよび付随証憑

1.1.2 現地視察の実施概要

4つの採択案件に関し現地視察の実施概要を下記に取りまとめる。

(1) 株式会社マテック

表 1-5 現地視察の概要（株式会社マテック）

項目	内容
対象	株式会社マテック
日時	平成 27 年 3 月 10 日（火）14:00～16:30
場所	株式会社マテック：石狩支店（北海道石狩市）
対応者	<ul style="list-style-type: none"> 株式会社マテック 専務取締役、執行役員取締役貿易担当部長、ELV 事業部次長、第 2OA 工場次長、営業部企画担当課長 株式会社イー・エム・エス 取締役
概要 （議題等）	<p>冒頭、マテックより今回の 3R 実証事業の実施概要や結果に関してご説明を頂いた。その後、石狩支店の工場全体像についてご説明を頂いた上で、工場内のフロントガラス処理工程を視察した。視察時には、処理工程についてご説明頂きながら、実際にフロントガラス処理機にフロントガラスを投入し、中間膜が回収されるまでの工程を見学した。その後、その他のリサイクル設備についても視察した後、事業に対する質疑応答や意見交換を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実証事業の経緯・目的 ・実施概要 ・実施結果・考察 等

(2) 一般社団法人 ELV リサイクル機構

表 1-6 現地視察の概要（一般社団法人 ELV リサイクル機構）

項目	内容
対象	一般社団法人日本 ELV リサイクル機構
日時	平成 26 年 12 月 17 日（水） （京葉自動車工業株式会社：10:00～12:00、株式会社日泉：15:00～17:00）
場所	京葉自動車工業株式会社：更科工場（千葉県四街道市） 株式会社日泉：茨城工場（茨城県常総市）
対応者	<ul style="list-style-type: none"> 京葉自動車工業株式会社 代表取締役社長 株式会社日泉 営業部担当部長、技術部部長
概要 （議題等）	<p>京葉自動車工業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・更科工場の概要 ・更科工場での解体工程（通常の手順）視察 ・プラスチックの解体実験確認

	株式会社日泉 ・ 日泉の業務概要 ・ 日泉の再生ペレット製造工程の概況視察 ・ 実証事業の流れ（確認）等
--	---------------------------------------------------------------

(3) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

表 1-7 現地視察の概要（三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社）

項目	内容
対象	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社
日時	平成27年2月3日（火） 9:30~10:30
場所	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 会議室
対応者	<ul style="list-style-type: none"> 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 環境・エネルギー部 エコメビウス株式会社 代表取締役 ヤマコー株式会社 営業部部長 比治山大学 准教授 太平洋セメント株式会社 環境事業部 営業企画グループ 参事 いその株式会社 第一営業部副部長、製造部生産技術課係長 東京製鐵株式会社 業務部資材課長、総務部長代理兼購買部長 金城産業株式会社 代表取締役
概要 （議題等）	<p>MURC を中心に実施している3R 実証事業の概況、進捗に関して視察すべく、毎月行われている事業者会議に同席し、解体作業のビデオ視聴するとともに、プレゼンを頂き、質疑や意見交換を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 実証事業の概要の確認 質疑、意見交換、結果考察 等

(4) 東京製鐵株式会社

表 1-8 現地視察の概要（東京製鐵株式会社）

項目	内容
対象	東京製鐵株式会社
日時	平成27年1月19日（月） 13:00~17:00
場所	東京製鐵株式会社 田原工場（愛知県）
対応者	<ul style="list-style-type: none"> 東京製鐵株式会社 取締役田原工場長、技術開発部部長、技術開発部技術開発課課長代理、製鋼部長代理、圧延部長代理、管理部品質環境管理課長 独立行政法人 物質・材料研究機構（NIMS）材料信頼性評価ユニット 疲労研究グループ

<p>概要 (議題等)</p>	<p>冒頭、工場長からの挨拶を頂いた後、今回の 3R 実証事業の概況、進捗（特に東京製鐵内の状況）に関して、プレゼンを頂き、質疑や意見交換を行った。また、1月27日（火）の評価委員会の方向性に関し話を伺った。</p> <p>次に、東京製鐵株式会社、及び、田原工場の案内ビデオを視聴した上で、田原工場内の製造プラントを視察した。尚、残念ながら、現在は受注の関係で土日みの操業のため工場の製造ラインは休止していた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実証事業の経緯、今年度の目的、今後の展開 ・東京製鐵の担当部分（実証研究）の方向性 ・東京製鐵の担当部分、他社（外注先）の担当部分の進捗状況 等
---------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.1.3 評価検討会の開催概要

本事業では、学識経験者等の有識者を委員とする「平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業評価検討会」を開催した。評価検討会は非公開で行ったため、以下に、開催日時、議事次第、配布資料等の概況情報を整理する。

尚、第 1 回は、本委託事業が開始される前に環境省を中心に行われたので、参考までにその内容を示す。第 2 回は、本委託事業の事業期間内に開催した。

(1) 第 1 回評価検討会

- ・ 日時：平成 26 年 7 月 11 日（金） 13:30~16:30
- ・ 場所：中央合同庁舎第 5 号館 環境省第 1 会議室
- ・ 議題：
 - 委員長及び委員長代理の選任
 - 評価検討会の実施方針
 - 平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業の選考
 - その他
- ・ 配布資料：
 - 資料 1：平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業評価検討会委員名簿
 - 資料 2：平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業評価検討会開催要綱
 - 資料 3：平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業評価検討会実施方針
 - 資料 4：平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業の選考について
 - 資料 5：平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業のヒアリングについて
 - 資料 6：採点表

(2) 第 2 回評価検討会

- ・ 日時：平成 27 年 1 月 27 日（火） 13:00~15:30
- ・ 場所：株式会社三菱総合研究所 CR-D 会議室
- ・ 議題：
 - 平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業の中間報告

- ◇ 株式会社マテック
- ◇ 一般社団法人日本 ELV リサイクル機構
- ◇ 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社
- ◇ 東京製鐵株式会社
- 平成 27 年度環境省事業について
- その他
- ・ 配布資料：
 - 資料 1：委員名簿
 - 資料 2：開催要綱
 - 資料 3：株式会社マテック プレゼン資料
 - 資料 4：一般社団法人日本 ELV リサイクル機構 プレゼン資料
 - 資料 5：三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社 プレゼン資料
 - 資料 6：東京製鐵株式会社 プレゼン資料
 - 資料 7：評価シート
 - 資料 8：平成 27 年度事業関連資料

(3) 評価視点

評価委員会における評価視点は下記のとおりである。委員から頂戴した意見は、事務局にてとりまとめた上で、各採択団体へフィードバックし、最終的な成果物のとりまとめにおいて反映頂いた。

< 評価視点 >

- ・ 事業内容、成果に対する評価・コメント
 - スケジュール、設定目標に対する達成度
 - 関連事業者等との連携
 - 事業化の可能性
 - 次年度以降解決すべき課題
 - その他
- ・ 本年度の成果取りまとめに向けた助言

1.2 採択案件の事業概要

各団体には、各案件の事業概要を下記の視点から整理いただき、成果報告書の冒頭に添付頂いた。以下に案件ごとの概要を添付する。

< 事業概要の整理視点 >

- ・ 実証事業の概要
- ・ 実証事業の結果
- ・ 環境改善効果
- ・ 経済性

- ・ 今後の展開（今後の課題等）

1.2.1 株式会社マテック（自動車ガラスの事前回収によるリサイクルの推進）

(1) 実証事業の概要

自動車リサイクル法において回収対象外のガラスは、解体業者にとって分別回収しても、回収コストが大きく、解体ガラ重量が減るだけで、売却金額の減少になるのでガラス回収のインセンティブが働かず、解体ガラに含まれたまま、破砕業者に引き渡されることが多い。破砕業者にとって破砕工程においてガラスを取り除くのは困難であり、有用な再生資源となり得るガラスの多くが ASR として処分されている。このような現状から、ガラスのリサイクルを推進し、ASR の削減につなげるため、使用済み自動車からフロントガラスを取り外し、ガラスカレットと中間膜を回収し、ガラスカレットはグラスウール原料に、また中間膜は再び中間膜の原料に利用することを目的に、これらの処理による環境改善効果、経済性、今後の展開可能性について考察した。

(2) フロントガラスの広域回収

連携法人 5 社とともに使用済み自動車からフロントガラスを取り外し、回収した。フロントガラスの回収量は 41,035kg、車両 6,325 台分である。

(3) フロントガラスの処理

フロントガラスからガラスカレット、中間膜を回収するため、フロントガラス処理機をリースにより設置し、フロントガラスの処理を行った。フロントガラス処理機は、ガラスクラッシャー部と剥離ユニット部で構成され、ガラスクラッシャー部においてフロントガラスにヒビを入れ、剥離ユニット部ではヒビ入れたフロントガラスを処理液に浸漬し、中間膜とガラスカレットに分離するものである。

回収したフロントガラスのうち 21,437kg を処理し、ガラスカレット 19,505kg、中間膜 1,248kg、を回収した。回収したガラスカレットはグラスウール製造会社に売却した。一方、中間膜は、海外への輸出を想定していたが、輸出の最低重量の 5 トンを確保できなかったため、実証期間中の出荷は見送った。中間膜は、中間膜として再生利用が可能な良品が 56%、中間膜としては利用できないものの売却可能な一定品質のものが 20%、ガラスを完全に取り除くことができなかったものが 24%であった。

(4) 環境改善効果

フロントガラスの取り外し及び広域的な回収、フロントガラスの処理及びガラスカレット・中間膜の回収、さらに利用先施設までの輸送について環境負荷要因として CO₂ 排出量を、またこれらの実施による環境改善要因として CO₂ 排出削減量を算出した。算出の結果、車両 1 台当たり 0.5870kg-CO₂ の削減につながると試算された。この結果から、この事業が北海道全域で展開できた場合には年間 75t-CO₂ が、さらに全国に展開できた場合には年間 1,616t-CO₂ の CO₂ 削減が見込まれる。

(5) 経済性

フロントガラスリサイクルの収支は、実証事業内においては 1kg 当たり-47.1 円となったが、実処理に当たっては収支を 1kg 当たり-30.1 円程度まで改善できることが試算された。収支はマイナスとなるが、間接経費を含んだ重量当たりの ASR 再資源化コストと同程度であることがわかる。

(6) 今後の展開可能性

ガラスカレットの利用先として想定されるグラスウール製造会社に自動車ガラスカレットに対する受入可能性についてアンケート及びヒアリング調査を行った。調査に協力いただいたメーカーからはガラスカレットへの不純物の混入がないなど品質面に問題なければ受入れ可能との回答が得られた。一方、事業化に向けてはグラスウール以外の利用用途の確保などの課題があり、引き続き調査を進めていく必要がある。

1.2.2 一般社団法人日本 ELV リサイクル機構（自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進）

これまで、使用済自動車由来の廃プラスチック（以下「プラスチック」という）は、金属素材に比べて素材としての価値や比重が低く、輸送効率が悪いためリサイクルが進んでいない。特に、プラスチックの排出量については、体系的な把握がされておらず、その多くは自動車破碎残さ（ASR）として処理されていると考えられる。

本事業は、プラスチックのリサイクル材の利用による天然資源代替の効果（エネルギー使用量の削減及びプラスチックの輸送・破碎・選別工程の高効率化）やリサイクルプロセスの改善によるエネルギー使用量の削減を目指すものである。本事業では、一般社団法人日本 ELV リサイクル機構会員事業所へのヒアリング調査によってプラスチックの排出量を体系的に整理し、実際にプラスチックを回収・リサイクルすることで、高効率なリサイクルプロセスを検討した。

(1) 事業概要

本事業の基本的な実施体制は、図 1-1 のとおりである。

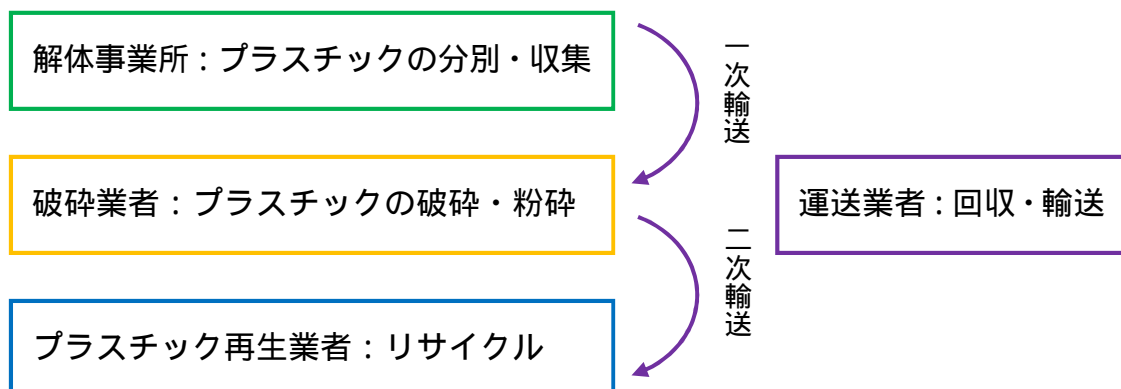


図 1-1 本事業の基本的な実施体制

本事業の実施地域は、関東ブロックと中国・四国ブロックの2地域である。これは、都心部と地方都市との比較を考慮して、大規模な解体事業所が集まる関東ブロックと地方都市として小規

模な解体事業所が点在する中国・四国ブロックを選定した。

解体事業所でのプラスチックの収集については、対象素材をポリプロピレン（以下「PP」という）として、バンパーと内装材の2種類のPPを分別して収集した。尚、事前に解体マニュアルを作成し、解体事業者に対して作業内容の周知を図った。

運送業者による輸送については、解体事業所から破砕業者までの輸送を「一次輸送」、破砕業者からプラスチック再生業者までの輸送を「二次輸送」とする。一次輸送において、解体事業所の収集したプラスチックを回収する際は、以下の3パターンの方法をとった。ただし、例外として、中国・四国ブロックにおいては、プラスチック再生業者によって破砕・粉碎～リサイクルの工程が行われたため、破砕業者の工程及び二次輸送がカットされた。

プラスチックの回収パターン

(1) 単体回収型

各事業所に回って少量を回収。（専用の小型・中型トラック）

(2) 一次集約型

物品を数トン集約して集約事業所で回収。（中型トラック）

(3) 集約型

物品を集約して集約事業所にて破砕・粉碎。その破砕・粉碎された物品

3トン以上を集約事業所で回収。（大型トラック）

(2) 事業結果

事業結果は、以下のとおりである。

参加数

	参加組合	参加事業所
関東ブロック	6 団体	32 事業所
中国・四国ブロック	5 団体	22 事業所
合 計	11 団体	54 事業所

回収期間

平成 26 年 10 月～平成 27 年 2 月

回収実績

関東ブロック : 59,001.9kg

中国・四国ブロック : 26,630.0kg

(3) リペレット品の分析・評価

回収したプラスチックの一部をリサイクルし、リペレット品として分析・評価した。リペレットとは、リサイクルペレットの略である。本事業では、バンパーのPPと内装材のPPに分けて、それぞれのPPのみを溶解加工し、一定の大きさに切断してリペレット品を製造した。

分析の結果、バンパーのPPと内装材のPPともに、アイゾット衝撃強度及び曲げ弾性率が高く、使用済自動車由来のPPは、素材として高品質なものであることがわかった。

注 1)アイゾット衝撃強度：衝撃に対する強さを示す値。プラスチック等の耐衝撃性をみるために使われる指標。

注2)MFR：メルトフローレート（英語：Melt Flow Rate “MFR, MVR”）溶融プラスチックの流動性の大きさのことであり、熱可塑性プラスチックの品質管理用の典型的なインデックスを示すもの。

表 1-9 リペレット品（バンパー・内装材）の試作試料の分析結果

[n = 3]

項目	試験方法	バンパー	内装材
MFR [g/10min]	JIS K7210	7.1	28.9
比重	-	1.0	0.96
引っ張り降伏強度 [Mpa]	JIS K7113	1270.8	1440.5
引っ張り弾性率 [Mpa]	JIS K7113	16.67	20.75
引っ張り破断伸度 [%]	JIS K7113	44.8	16.5
曲げ弾性率 [Mpa]	JIS K7171	1314	1377
アイゾット衝撃強度 [KJ/m ²]	JIS K7110	27.1	32.9

さらに、バンパーと内装材それぞれのPPのリペレット品を混合して自動車由来のプラスチックとし、これを物性価値の低い製品と配合することで、高付加価値製品になることが判明した。

表 1-10 自動車由来プラスチック配合の製品

[単位：%]

	パレット	OA フロアー床材	雨水貯留槽
自動車由来プラ	10	10	15
物性価値の低い製品	90	90	85
合計	100	100	100

表 1-11 自動車由来プラスチック配合製品の物性結果

	パレット物性		OA フロアー床材		雨水貯留槽	
	平均値	適正物性	平均値	適正物性	平均値	適正物性
MFR [g/10min]	8.1	< 5	9.2	< 9	6.9	< 5
比重	0.97	< 1.0	0.96	< 1.0	0.98	< 1.0
引張弾性率 [Mpa]	1273	> 500	1333.7	> 700	1351.4	> 500
引張降伏強度 [Mpa]	21.1	> 15	21.5	> 20	21.9	> 15
引張破壊伸度 [%]	15.7	> 15	27.6	> 12	22.2	> 15
曲げ弾性率 [Mpa]	1151	> 800	1280.8	> 1100	1311.4	> 1100
曲げ強度 [Mpa]	29.2	> 20	31.3	> 25	31.7	> 20
アイゾット 衝撃強度 [KJ/m ²]	7.1	> 6	11.7	> 4	11.3	> 6

(4) 事業性の評価

最も効率的なリサイクルフローは、前述の事業概要で触れているプラスチックの回収パターンのうち、「集約型」のパターンを用いた場合である。この場合のプラスチックのリサイクルコストは、77.3 円 / kg となった。

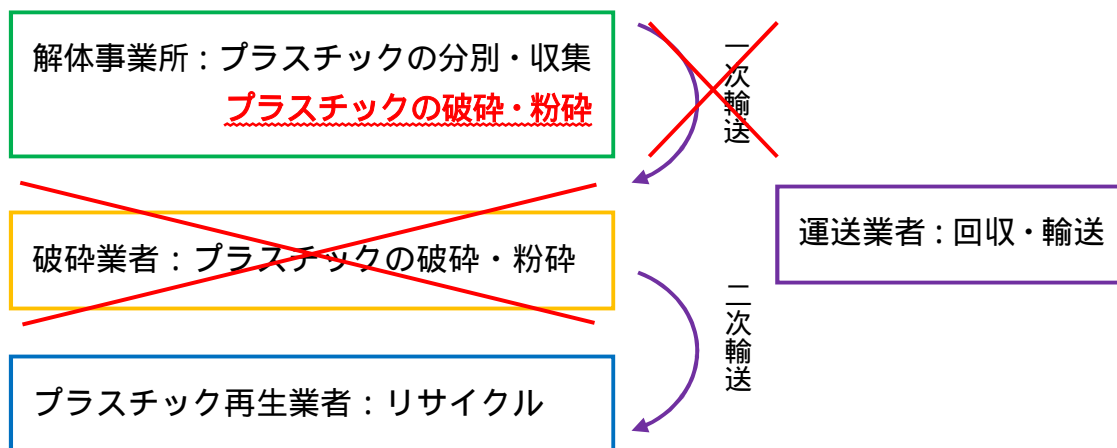


図 1-2 「集約型」のパターンをとった場合のリサイクルフロー

表 1-12 各回収パターン別リサイクルコスト

[単位：円 / kg]

		単体回収型	一次集約型	集約型
分別・収集コスト		57.3	57.3	57.3
回収・輸送コスト	一次輸送	21.9 ¹	10.0 ²	-
	二次輸送	5.0 ³	5.0 ³	5.0 ³
破碎・粉碎コスト		25.0 ⁴	25.0 ⁴	15.0 ⁵
合 計		109.2	97.3	77.3

- 1 4t 車平による輸送コスト (35,000 円 / 台、1.6t / 2 回積込)
- 2 破碎業者自社便 4t 車平による輸送コスト (16,000 円 / 台、1.6t / 2 回積込)
- 3 10t 車平による輸送コスト (50,000 円 / 台、10t / 1 回積込)
- 4 破碎業者 4 社による見積もり結果
- 5 破碎・粉碎設備を持つ解体事業所 1 社による見積もり結果

上表のとおり、プラスチックの販売価格が 109.2 円 / kg 以上であれば、すべての回収パターンにおいて事業性を確保できる可能性があるものの、「集約型」の回収パターンを用いることが効率的なリサイクルの実現につながり、事業性の確保という点では最も有効であると考えられる。

(5) 環境影響への効果検証

環境影響への効果については、既存の焼却発電フローと本事業のリサイクルフローの CO2 排出量を算出し、本事業における CO2 削減効果を検証した。

本事業において、バンパーのPP質量は6.5kg/台、内装材のPP質量は8.3kg/台であり、1台あたりから回収したPPの合計質量は14.8kg/台であった(すべて平均値)。この重量からCO2排出量などを算出すると、以下のとおりとなる。

既存の焼却発電フロー(シュレッダー処理+焼却発電)



A.シュレッダー処理+焼却におけるCO2排出量

$$14.8\text{kg} \times (0.00908\text{kg-CO}_2/\text{kg} + 2.55\text{kg-CO}_2/\text{kg}) = 37.8744\text{kg-CO}_2$$

B.焼却発電による商業電力削減効果

$$14.8\text{kg} \times 0.469\text{kg-CO}_2/\text{kg} = 6.9412\text{kg-CO}_2$$

本事業のリサイクルフロー(PPリサイクル)



C.本事業のCO2排出量

$$14.8\text{kg} \times 0.339\text{kg-CO}_2/\text{kg} = 5.0172\text{kg-CO}_2$$

以上のような結果をふまえて、本事業における使用済自動車1台あたりのCO2削減効果を算出すると、(A - B) - C = 25.916kg-CO2/台となった。

さらに、ここから本事業でリサイクルしたPP1kgあたりのCO2削減効果を考えると、25.916kg-CO2/台 ÷ 14.8kg = 1.751kg-CO2/kg とわかる。



図 1-3 環境影響への効果検証

(6) 今後の展開

今後は、研修会などを通じて本事業の内容を解体事業所へ周知することで、プラスチックのリサイクルに対する意識づけを行い、取り組みの継続及び安定的な回収システムの構築を目指す。

さらに、破砕業者やプラスチック再生業者などの関連事業者と定期的な意見交換などを行い、本事業の反省点を活かしてより効率的なリサイクルに向けて実施体制の見直しに努める。

また、本事業の結果から、事業性の確保において「集約型」の回収パターンを用いることが有効であることがわかったため、それぞれの地域（100km 圏内）の解体事業所に破砕・粉砕設備を設置し、「集約型」の回収パターンが可能な地域を拡大していくことを検討する必要がある。

1.2.3 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社(自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破砕プロセスの実証化事業)

(1) 実証事業の概要

1) 目的と実施内容

本事業は、使用済み自動車の解体等プロセスを見直すことで、素材生産プロセスにおける環境負荷の低減を図り、社会全体における環境負荷の低減及び資源利用効率の向上を目指した。シュレッダーダスト（ASR：自動車破砕残渣）及び A プレス中のハロゲン成分（ウォッシャーホース、ウェザーストリップ等）やガラス成分（フロントガラス、サイドガラス、リアガラス）を削減することで、素材生産プロセス（本事業では、セメント製造プロセスと電炉溶解プロセスを想定した）における環境負荷の低減、また資源利用効率の向上を目指した。なお、解体等プロセスの見直しは、追加的に発生する費用を極力小さくするか、もしくは発生しないような内容を目指した。



2) 実施体制

作業効率性の観点から、解体プロセス（金城産業、ヤマコー）、破砕・プレスプロセス（と同じ）、非鉄製錬、電炉熔解、セメント製造、樹脂製品製造等の素材生産プロセス（三井金属、東京製鐵、太平洋セメント、いその）の通り、実証試験実施場所を複数に分けて実施した。

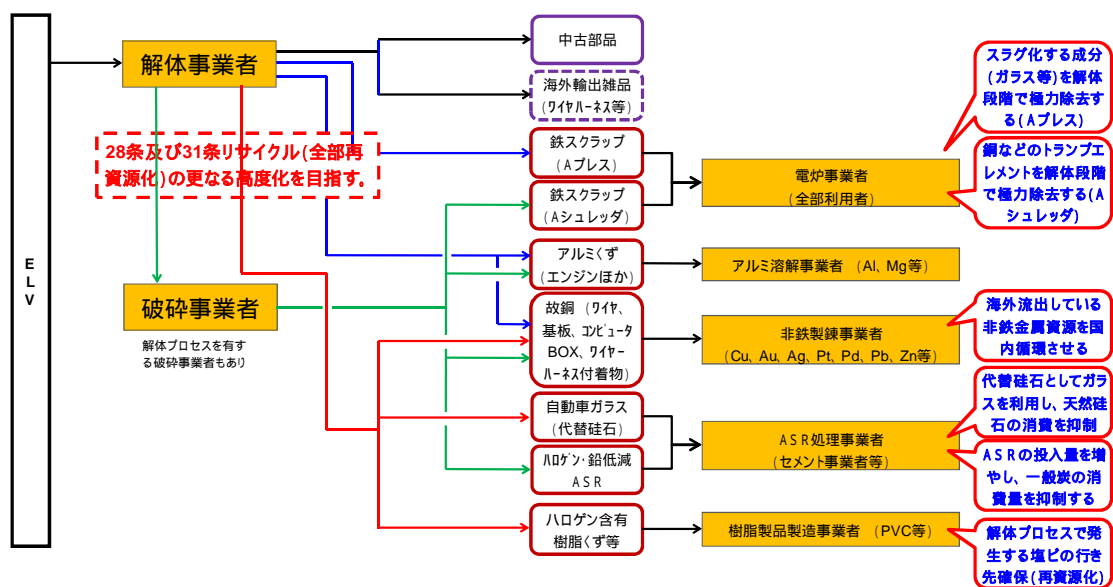


図 1-4 使用済み自動車のフローと本事業で想定している課題

(資料) 三菱UFJリサーチ & コンサルティング作成

(2) 実証事業成果

1) セメント製造プロセスにおける環境改善効果、経済性評価

シュレッダー処理後に ASR をセメント原料として利用する場合、使用済み自動車からハロゲン成分やガラス成分を減らすことで、使用済み自動車 1 台あたりでみた場合、約 3kg-CO₂/台の起源 CO₂ 排出量の削減効果、セメント製造 1t あたりでみた場合 (ここではポルトランドセメントの製造を想定)、約 1kg/t の一般炭消費削減効果が期待できる。また取り外したガラスを珪石代替材料とすることで、約 60kg/t の天然珪石消費削減効果が期待できる。これは、解体プロセスでニプラ等の機械を用いずに解体したこと、またセメント製造プロセスにおいて一般炭を ASR で代替したことによる。

また事業採算性分析の結果、解体等プロセスでは追加的な作業が発生することにより、解体等プロセスにおける収益性は悪化する見込みである。セメント製造プロセスでは、ASR による一般炭の代替、ガラスによる天然珪石の代替が可能となるため、原料調達経費が減少し、収益率が大きく改善する見込みである。

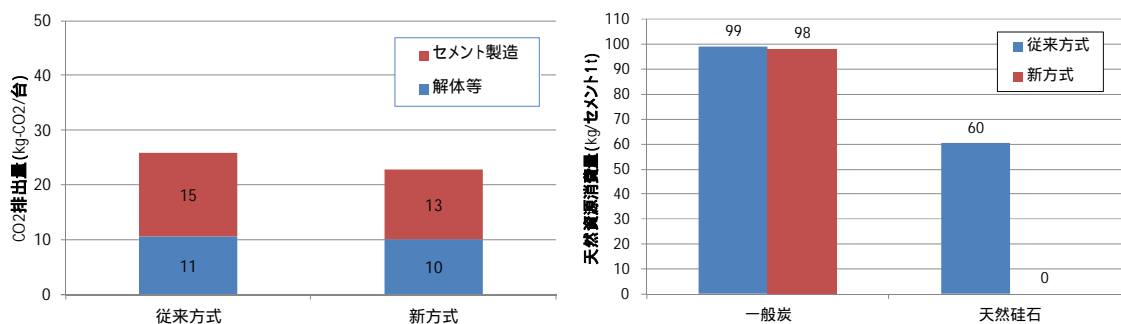


図 1-5 拡張評価単位（解体等＋セメント製造：1台あたり）でのCO2排出量（左）とセメント製造プロセスにおける天然資源の消費量（従来／新方式）（右）

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

表 1-13 シュレッダー処理を念頭においた処理の一台当たりの収益率（従来／新方式）

		単位	従来方式	新方式	改善効果
解体	経費	円/台	31,008	31,567	559
	収益	円/台	42,862	42,346	516
	収益率	%	138.2%	134.1%	-4.1%
セメント製造	経費	円/台	3,892	3,522	370
	収益	円/台	7,135	7,954	818
	収益率	%	183.3%	225.8%	42.5%

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

2) 電炉溶解プロセスにおける環境改善効果、経済性評価

使用済み自動車を同様に処理し、プレス処理後のAプレスを電炉溶解する場合、なお、使用済み自動車1台あたりでみた場合、約26kg-CO₂/台の起源CO₂排出量の削減効果、ビレット製造1tあたりでみた場合、約3kg/tのスラグ発生抑制効果を期待できる。これは、解体プロセスでニブラ等の機械を用いずに解体したこと、また電炉溶解プロセスにおいてスラグ化する成分が減少し、結果として製品の単位重量あたり電力消費量が減少したことによる。

また事業採算性分析の結果、解体等プロセスでは追加的な作業が発生することにより、解体等プロセスにおける収益性は悪化する見込みである。電炉溶解プロセスではスラグの発生量減少により処理手数料が減少すること、また単位重量あたりの電力消費量も減少することから、収益率は改善する見込みである。

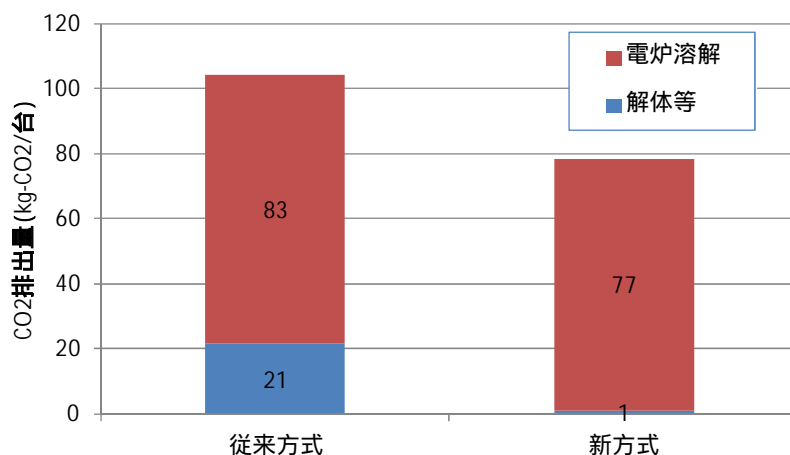


図 1-6 拡張評価単位（解体等 + 電炉溶解：1台あたり）でのCO2排出量

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

表 1-14 プレス処理・全部利用を念頭においた処理の一台当たりの収益率（従来 / 新方式）

		単位	従来方式	新方式	改善効果
解体	経費	円/台	31,008	31,567	559
	収益	円/台	42,862	42,346	516
	収益率	%	138.2%	134.1%	-4.1%
セメント製造	経費	円/台	3,892	3,522	370
	収益	円/台	7,135	7,954	818
	収益率	%	183.3%	225.8%	42.5%

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

(3) 課題と今後の展開

ハロゲン成分やガラス成分を取り外す新方式の解体を行うことで、セメント製造プロセス及び電炉溶解プロセスでは、エネルギー・原料等の消費削減効果、廃棄物処理手数料の削減効果などから収益率が向上することが期待される。

一方、使用済み自動車からハロゲン成分やガラス成分を追加的に取り外すことで、取り外し作業に伴う追加的な費用が発生し、解体等プロセスにおける収益率が悪化する可能性がある。より効率的な取り外し方法への変更、取り外し優先順位の設定、汎用樹脂部位の追加的な取り外し及び売却、作業員の習熟度向上が、収益率の悪化を抑制する上で有効であることを確認した。

このほか、取り外したガラスやハロゲン樹脂をより付加価値の高い用途で再資源化できる技術を開発できれば、マテリアルロスや収益率の改善を望むことが可能であると考えら

れる。

【当初想定していた取り組みの改善】

- ✓ より少ない作業時間でガラスを取り外すための方法模索と提示（ガラスの取り外し方法、ビスの取り付け場所に関する情報蓄積、習熟度を高めるために最低限必要な解体数の例示、等）
- ✓ コンピュータボックス等の有価金属を高品位で含む部位の情報蓄積（メーカー・年代別）と金属相場等が変動しても収益率が大きく下がらないようにするための取り外し部位の優先順位つけ
- ✓ ハロゲン元素を含むと思われる樹脂等が用いられている部位（その中でも硬質塩化ビニル使用部位に関するメーカー別・年代別）の情報蓄積とこれに基づく取り外し優先度の高い部品の特定

【新たに取り組むべきと考えられるもの】

- ✓ 市場性の高いポリエチレンやポリプロピレンが用いられている部位の情報蓄積（メーカー別・年代別）及びこれに基づく取り外し優先度の高い部品の特定
- ✓ ハロゲン元素を含むと思われる樹脂等やガラスをより大きな付加価値をつけて再資源化できる用途の模索や技術の開発

1.2.4 東京製鐵株式会社（鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査）

(1) 背景

日本は鉄鉱石などの天然鉱物に乏しい国であるが、工業製品や社会資本の形で膨大な鉄鋼蓄積量を国内に保有し、その量は鉄源協会によれば14億トンとも推定されている。この膨大な鉄鋼蓄積量を背景に毎年安定した量の鉄スクラップが発生している。同時に、毎年、約700万トンの鉄スクラップが輸出されており、日本は鉄原料輸出国となっている。この理由としては、鉄スクラップから製造される鉄鋼製品は現在、主として土木・建築用途に限られており、且つ、土木・建築需要が長期にわたって減少してきていることから鉄スクラップが余剰となっていること等が挙げられる。老廃鉄スクラップから自動車用途にかなう鋼板・鋼材を製造できれば、国内での大きな資源循環が実現することになる。自動車産業からみれば、自動車用鋼板に新たなコストメカニズムを持つことになり、より安定したコスト競争力のベースになると考えられる。また、老廃スクラップからの鉄鋼製品製造メーカーからみれば、付加価値の高い製品へのシフトであり、更に、環境面で言えば、ほぼ100%に近い純度の鉄原料からの鋼板製造であり、日本国内で見たときに省エネルギーとなる環境側面を持つ。鉄スクラップの内、その70~80%を占める老廃スクラップから、如何

に高機能な鋼板を製造することができるかどうか重要となってくる。

さて、これまで老廃鉄スクラップを原料とした自動車用鋼板の材料開発において、材料強度 980～1180MPa の熱延鋼板を新断ち屑 15%と残りを老廃鉄スクラップからなる、市中においては一般的比率の鉄スクラップ原料からコイルを製造し、強度・伸びバランスは現行の自動車用鋼板と同等以上の特性を得られることを実証した。このような超高強度鋼板を製造するにあたっては、現行高炉材においても、Cr、Mo などが添加され、かなり高合金化している。特にホットスタンプ、あるいはダイクエンチと言われる熱処理型の鋼板はその代表例である。鉄スクラップは、Cr、Mo、Mn、及びトランプエレメントと呼ばれる Cu、Ni などの合金を含有しており、ハイテン用合金鉄源とも言える特徴をもっている。鉄鋼製造において製鋼で取り除くことが出来ないトランプエレメント Cu、Ni の影響を制御出来れば、前述の有効元素の恩恵を最大化した鉄鋼製造が可能となる。

(2) 目的と調査方法

2014 年度の環境省実証事業「鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査」では、このトランプエレメントの鋼板表面品質に及ぼす影響を明らかにするとともに、もし課題がある場合は、その解決方策を見出すことを目的の一つとして実施された。このような目標設定をした理由は、先ず、自動車用鋼板が土木・建築用と最も大きく異なる点が表面品質であること、それは、自動車用途では鋼板を複雑に成形し使用し、更には製品として衝突など厳しい負荷を想定した使われ方をするが故に、これらと関連性の高い表面品質への要求が厳しいものとなっている点である。もう一つは、Cu、Ni は、Fe より酸化しにくい貴な元素であり、鉄鋼製造過程での高温で酸化にさらされる工程では、Fe が選択的に酸化され、Fe 酸化物が生成する表層では、酸化されない Cu、Ni が表層に濃化することになる点である。国重、秦野らは、このような選択酸化が起きると、熱的条件によっては、表層の凹凸が大きくなることを報告している。また、表層に濃化した Cu が液体状態で存在すると、ある特定の温度領域で粒界に浸潤し粒界脆化を起こすことも報告されている。図 1-7 は、1250 で加熱された Cu-Sn 含有鋼のスケール/地鉄界面とその表層部の Cu 濃度分布を模式的に示したもので、前述の Cu の挙動をイメージ出来るものとなっている。

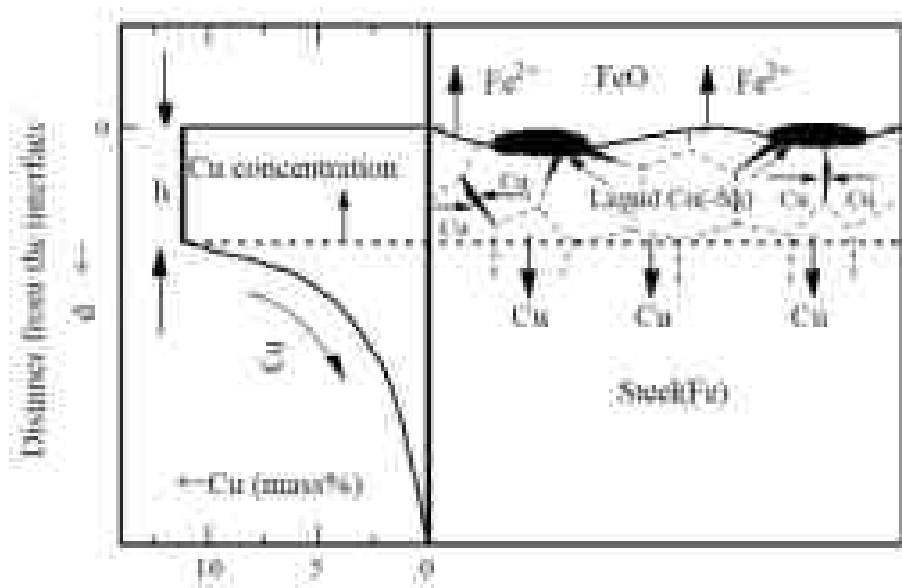


図 1-7 Cu-Sn 含有鋼の 1250 加熱後のスケール/地鉄界面と Cu 濃度分布模式図

このように、Cu、Ni 等の貴な元素に起因する表面のあれにスケールが入り込むと、そのスケールはデスケラや酸洗工程では除去出来ないことが懸念される。このように、Cu、Ni の影響は、Fe の表面酸化に伴って起こる濃化現象によるものと考えられる。この現象は、熱延ではスケール生成が活発におこる加熱炉～粗圧延等の仕上げ圧延より前の工程が相当すると考えられる。そこで、本実証事業では、加熱炉から粗圧延の工程での鋼材表面状態を操業条件により変化させ、詳細に調査した。尚、繰り返しになるが、母材の特性については、2012 年度、2013 年度の事業成果の通り、懸念すべきものは見られない。塗装防錆上重要な化成処理性も鋼板表面状態に関わる特性であるが、表面現象を把握できれば、化成処理性に対しても安定した品質を提供出来る基礎になると思われる。鋼板表面の物性を、独立行政法人物質・材料研究機構（NIMS）にて手法開発されたケルビンフォース顕微鏡（KFM）による表面電位差分布を測定し評価した。この分析手法の特徴は、表層直下の物性の影響を受けずに正に表面物性のみを計測出来ることである。

これらの一連の調査にあたっては、異なる Cu 含有量の鋼材を用いて Cu 含有量の影響についても調査を行った。また、ハイテン化にあたって延性を確保するにあたって有効な元素である Si を含有したものについても調査を行った。

以上は、表面品質に注目した取り組みであるが、二つ目の実証事業目的として、自動車部品性評価を行った。自動車製造に関係する会社と共同で、代表的な自動車部品を選定し、その部品製造性評価を行った。選定した部品は、非常に厳しい塑性流動が付加され、また、板厚の増減肉や張出しなど伴うものを意識的に選定した。選定した部品は、車体やシャーシ部品のような一般プレスの範疇では、最難関の成形難易度を持つ部品となる。材料は、強度 370～400MPa の熱延酸洗鋼板である。部品製造性評価と併せて、部品特性と関連性のある基礎材料特性評価を行った。

三つ目の事業目的として、今回の部品製造性評価に用いた鋼板の製造時に発生する CO₂ 排出量を東北大学の松八重准教授が実操業データに基づき算出し、高炉が同鋼種製造時に

相当する CO2 排出量と比較し、CO2 排出量削減効果を試算した。排出量算出の範囲は、スクラップが工場に集荷された状態を出発点に、熱延酸洗コイルが製造完了した時点までとした。

(3) 調査結果

1) 表面品質調査

表面品質を良好なものにするために、熱延工程でのスケール生成がデスクーラや酸洗工程で剥離しやすいものとするを旨とし、滑らかなスケール/地鉄界面となる操業条件を調査した。熱延の加熱炉に挿入+抽出+窒素雰囲気中で冷却した試験片を用い、加熱炉でのスケール生成状態を観察した。加熱炉の温度、保持時間は実操業条件内で様々に変えた。加熱炉に挿入した試験片は、Cu 含有量を 4 水準変えたものと、Si 含有量を 2 水準変えたものを供試した。表面の凹凸性（あれ）評価指標としては、図 1-8 に示すように、スケールと地鉄界面長さを L とし、また、その界面が直線だった場合の界面長さを A とした場合の L/A を用いた。凹凸形状が直角二等辺三角形の場合、 $L/A=1.4$ となるが、この凹凸形状の場合は、スケールの地鉄への噛み込みは起きにくいと考えられることから、 $L/A \leq 1.4$ を良好な表面状態領域とした。また、内部酸化層深さは、酸洗で除去出来る深さであることが好ましいことから、この深さについても調査した。

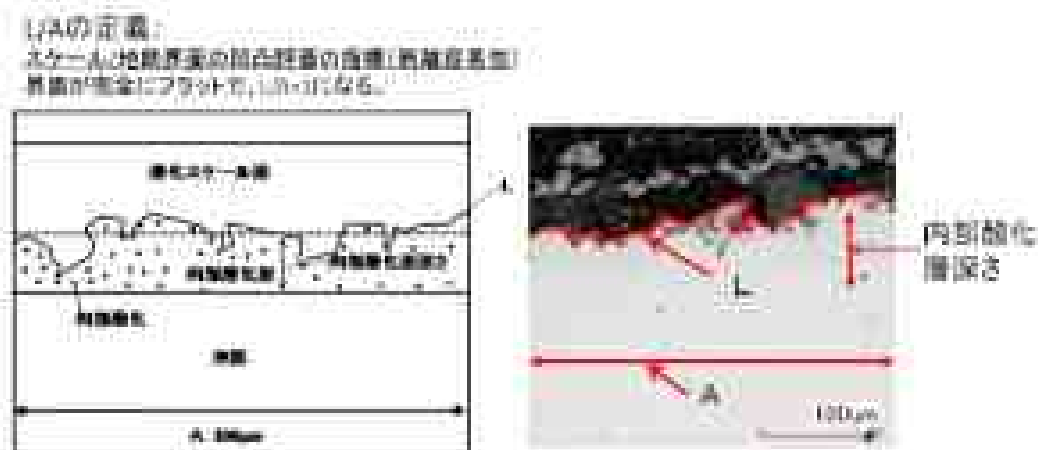


図 1-8 スケール/地鉄界面の凹凸指標

加熱炉でのスケール生成状態の結果を図 1-9 に示す。高炉成分に近い材料と Cu 含有鋼とで L/A は変わらないこと、また、内部酸化層深さは高炉成分に近い材料と比較しても浅いことが分かった。内部酸化は Mn 含有量と相関があり、その深さは Mn 含有量の増加に反比例していることが分かった。

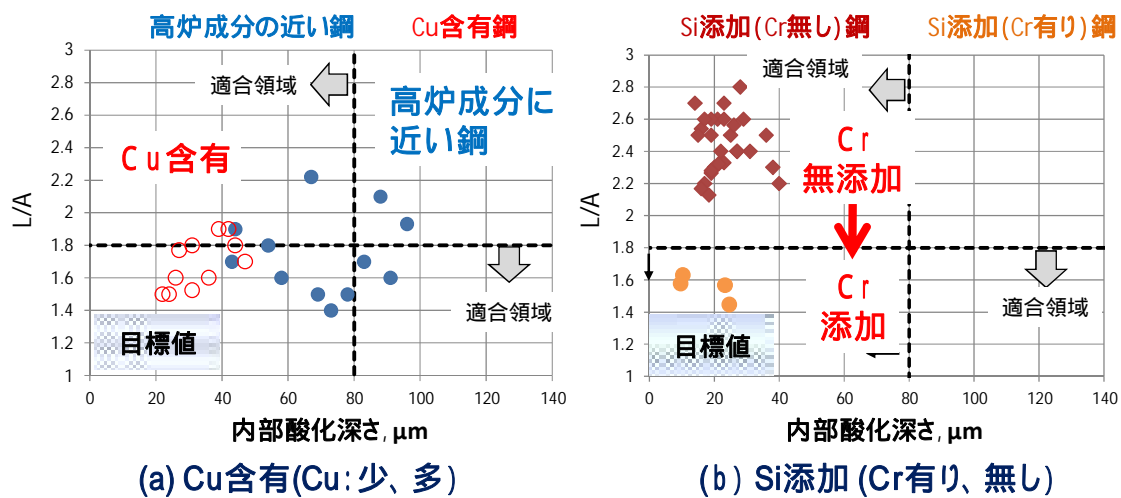


図 1-9 スケール/地鉄界面凹凸状況と内部酸化深さ：Cu、Si とCrの影響

表層断面のEDS 元素分布分析（エネルギー分散X線分析：元素がどのくらいの濃度で分布しているかがわかる。）の結果を図 1-10 に示す。内部酸化層境界に Mn、Cr の濃化が見られ、鉄の内部酸化を Mn、Cr 酸化物が抑止している可能性が考えられる。Si 含有鋼の場合、L/A は増大し、スケール/地鉄界面の凹凸は大きくなる結果となった。但し、Si 含有鋼も Cr を添加することにより、L/A は大きく減少し、目標領域の $L/A \leq 1.4$ 近傍に近づく結果が得られた。

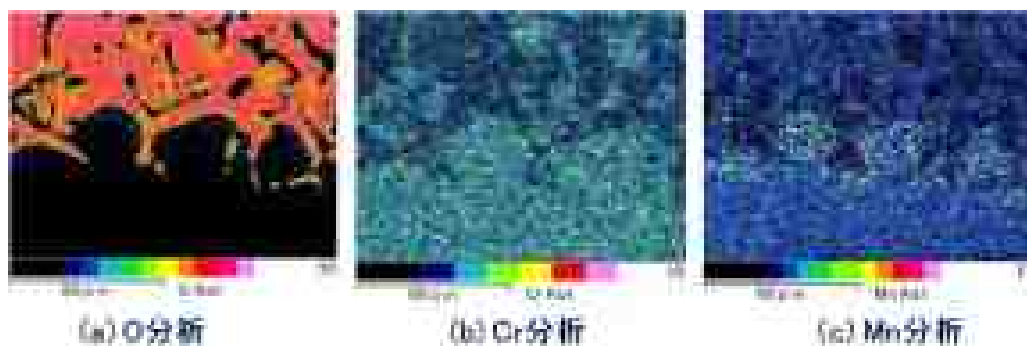


図 1-10 スケール/地鉄界面のEDS 元素マッピング

表層の断面観察、及び EDS 元素分析の結果を図 1-11 に示す。何れの試験片においても Cu の粒界への浸潤は観察されなかった。試験片の内、最大 Cu 含有量は 0.30% であるが、この水準においても、所謂液体 Cu の粒界への浸潤により誘引される Cu 脆化の懸念は無いと考えられる。粗圧延後の鋼片の表面調査についても同様の結果が得られた。このように従来の知見から類推して懸念される選択酸化による表層あれの問題、あるいは、Cu 脆化の現象が観察されなかった理由として、これらの現象は Fe の酸化に随伴して発生するものであり、Fe よりも酸化しやすい Si、Mn や Cr 等の酸化副反応が先行して発生することにより、懸念されている酸化反応が抑制された可能性が考えられる。図 1-12 は、Fe と Si、Mn の三元系酸化反応の熱力学的エネルギーを表したエリンガム図（下のほうにある直線の反応式ほど反応が起こりやすい。）であるが、熱延の上工程温度領域では、鉄の酸化反応の前に、

Mn、Si 等の副反応が先行して起こることが示されており、前述の鉄の酸化反応の抑制の可能性を類推するものの一つと考えられる。

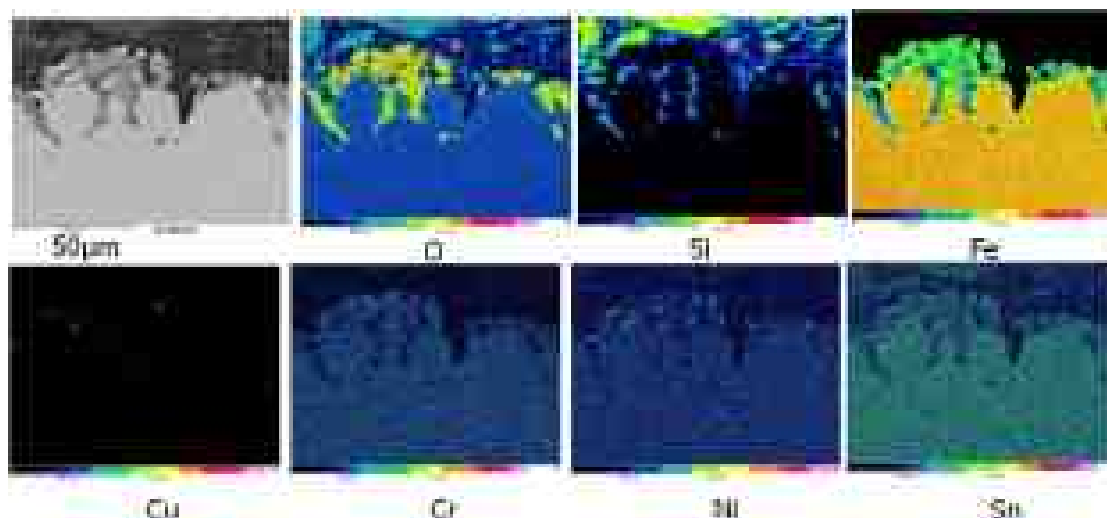


図 1-11 Cu : 0.30%含有鋼の加熱炉挿入時のスケール/地鉄界面の元素マッピング

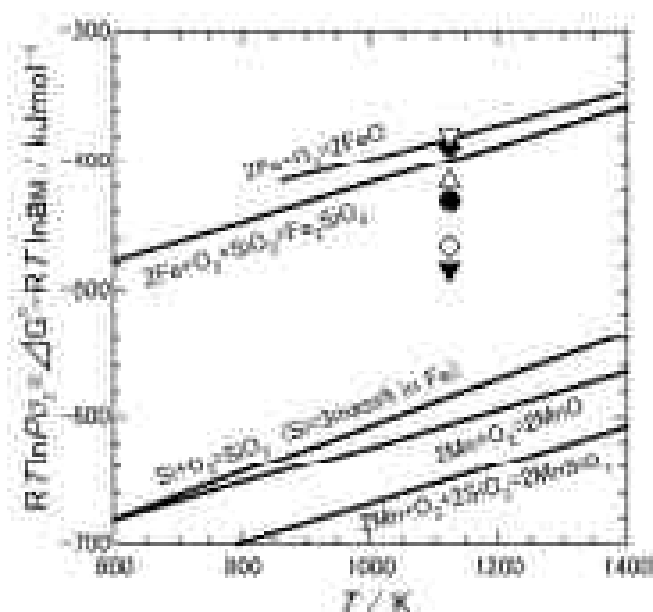


図 1-12 熱延温度領域での鉄、Si、Mn の 3 元系酸化反応エリンガム図

表層の特性を更に詳細に調査するために、表面電位差顕微鏡（KFM：Kelvin Force Microscopy）により表面電位差分布（電気化学的に貴であるのか、卑であるのかの分布状態を画像化したもの）を確認した。熱延・酸洗コイルの表層断面の表面電位差分布の調査結果を図 1-13 に示す。今回部品評価に供試した一連のコイルは、表層部約 50 μm 厚さの低電位な電位層があることが分かった。この低電位層の分布が不均一に表面に存在した場合、化成処理性等の表面での電気化学的の反応にも不均一が生じるとも考えられ、この電位層

の発生メカニズムの把握が必要と考えられる。これまで酸洗では、積極的に地鉄を酸減してこなかったが、スケール層に加えて一定地鉄厚さを酸減するという考え方が重要になると思われる。

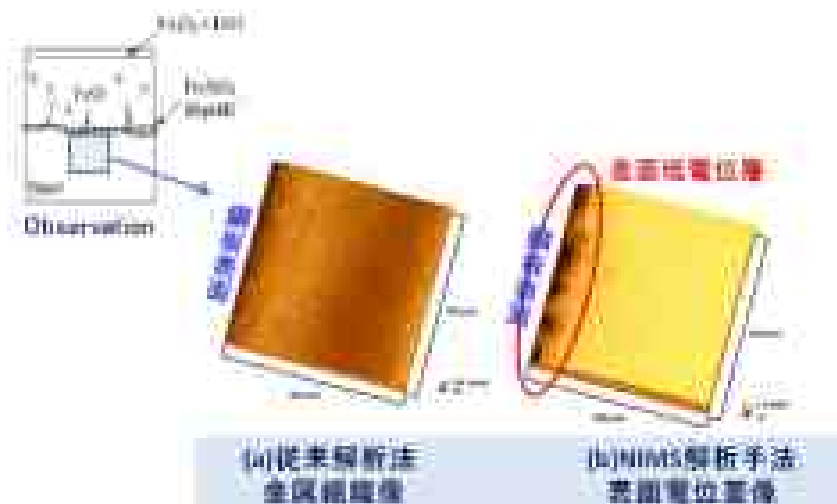


図 1-13 NIMS : KFM による表面電位差分布 (電炉鋼のスケール/地鉄界面測定)

2) 部品製造性評価

部品評価は、Cu : 0.30%含有の強度 370MPa 級の電炉鋼板を用い、カップ状に成形し、割れ、傷の発生、成形型の焼き付きの有無、部品形状寸法、部品断面観察によるメタルフロー、内部割れについて調査を行った。いずれも現行量産の高炉材と同等水準の結果が得られ、量産にあたっての問題は無いことが確認された。

これにより、今回の評価部品より製造性難易度の低い全ての部品では、製造性はクリア出来るものと期待できる。例えば、車体やシャシーのような一般プレス部品において、材料強度が 440MPa 以下の熱延材対応部品は、これに該当すると考えられ、また、ユニット系の一般プレス部品も同様に該当すると考えられる。

自動車技術会のシンポジウム「車体構造形成における CO2 削減の新展開(2010年7月21日)の自動車メーカーの視点から見た資源循環とCO2削減(20104495)」で、電炉鋼を自動車に適用した場合のCO2削減効果のケーススタディが記載(図 1-14)されているが、代表的な小型車の車体材料構成比として、440MPa 以下の熱延鋼板比率 : 22.4%となっている。



図 1-14 代表的小型自動車の車体材料構成比（自動車技術会シンポジウム引用）

表 1-15 普通・小型乗用車における原材料構成比推移

(年)	1973	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1997	2001
普通鋼鋼材	49.4	41.6	40.5	39.5	37.7	36.9	34.9	32.1	34.8
熱延鋼板	14.7	14.8	13.6	13.9	12.2	11.6	12.4	12.0	15.4
冷延鋼板	38.9	37.9	39.8	29.4	26.0	22.6	15.0	13.3	13.6
熱延ハイテン	4.0	4.5	4.4	4.1	7.3	6.4	3.9	3.8	2.7
表面処理鋼板 その他	1.6	4.4	7.2	7.8	8.2	12.9	20.2	19.0	20.3
	5.2	4.0	4.6	4.0	4.0	3.0	3.4	4.0	2.9
特殊鋼鋼材	17.5	16.1	14.7	14.3	15.0	15.1	15.3	16.9	16.7
純鉄	3.2	3.2	2.8	2.2	1.7	1.7	2.1	1.8	1.5
銅合金	5.6	4.7	5.6	5.6	6.1	7.4	8.0	9.6	7.8
非金属樹脂等	11.9	14.4	16.4	18.4	19.5	18.9	19.7	19.6	19.2
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(出所) (社) 日本自動車工業会、「日本の自動車工業 2001」

この 22.4%の車体領域は、今回の製造性評価結果から製造性は問題ない部品群と考えられ電炉鋼置換が可能と推定される。また、IEEJ2002 の 8 月掲載の「LCA 的視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査」で普通・小型乗用車における原材料構成比の推移（表 1-15）が示されており、2001 年普通鋼の熱延鋼板（ハイテンは別）は、車両質量の 15.4%となっている。熱延から冷延へシフトし薄板化されている、あるいは、サスペンションメンバーのように強度が 590MPa 近傍の部品は幾らかあるものの、車両質量の 10%程度は、製造性の観点から電炉鋼置換が可能と思われる。これは、車両質量 1,300kg の車では、今回の評価で製造性 OK と推定される熱延鋼板の製品質量は 130kg となり、プレス歩留まりを 50%と仮定すると、自動車部品製造に投入される材料質量は、260kg/台ということになる。

3) 電炉鋼製造時の CO2 排出量試算と高炉材から電炉鋼置換時の CO2 削減効果

今回の部品評価に供試した鋼板の製造過程における CO2 排出量を工場の操業データに基づき、東北大学にて試算をおこなった。試算範囲は、スクラップが工場に集積した状態を起点に熱延・酸洗まで終えたコイル製品状態までとした。生産工場は、製鋼～熱延までを東京製鐵田原工場、酸洗は岡山工場とし、熱延コイルを岡山に輸送するにあたっての CO2 排出量は、輸送手段を幾つか候補選定し、ケーススタディを行った。酸洗工程が田原工場に統合された場合は、この輸送に係る CO2 排出量は無くなることになる。

図 1-15 は、CO2 排出量の原単位を示している。これを用いて、高炉が相当鋼種を製造した場合のデータと比較し、現行の高炉材から今回の電炉評価材に置換された場合の CO2 削減効果を試算した。



図 1-15 製造性評価を行った電炉鋼材の製造プロセスでの CO2 排出量試算結果

車両への適用モデルとしては、コンパクトクラスとラージクラスとで分け、表 1-16 に示すように車両質量の約 10% に電炉鋼を適用した場合の設定を行った。表 1-17 には、上段に 100% 高炉材の場合の結果が、下段に 10% 電炉鋼に置換した場合の CO2 排出量の試算結果を示してある。これより、車両質量 10% への電炉鋼適用により、鋼板製造に係る CO2 排出量は 7% 削減されるということが分かる。

表 1-16 電炉鋼適用のモデル設定一覧

タイプ	自動車ボディ 1台の重量	年間生産台数 (国内シェア率)	自動車ボディ の年間生産量
B クラス	800 kg	210万台 (30%)	1,680 kt
L クラス	1,000 kg	126万台 (18%)	1,260 kt

表 1-17 100%高炉・転炉法製造と電炉鋼（製造性評価鋼）の鋼板製造に係る CO2 排出量の比較

自動車ボディの鉄鋼材構成比	自動車ボディの鉄鋼材重量		鉄鋼材の必要量	CO ₂ 排出量
100% 転炉鋼	2,940kt		5,880kt	11,226kt
90% 転炉鋼 + 10% Steel A	転炉鋼	2,623kt	5,246kt	10,445kt
	Steel A	317kt	634kt	

4) 事業の実施可能性

< 技術的側面から見た事業の実現可能性 >

本実証調査事業では、Cu 含有量：0.30%の試作材を用いて実際の自動車部品の製造性評価を行った結果、現行適用中の高炉材と比較して問題がないことが確認されると共に、トランプエレメントが鋼板表面品質に及ぼす影響調査の結果、Cu 含有量 0.04~0.30%まで試作材にて、Cu 脆化現象は観察されず、内部酸化層深さと Cu 起因の表面凹凸性についても、Cu 含有が要因となって悪化することはないことが判った。また、これらの表面品質特性を向上させる方策として、Si や Mn などが有効である可能性が見出された。Cu 含有量 0.30%まで自動車用鋼板として許容出来れば、老廃スクラップを大々的に利用できることになるが、これを確実にするためには、熱延工程での高温酸化現象における Si や Mn、Cr 等の作用メカニズムの把握と、製品品質との関係を明確にすることが重要である。更に、試作した酸洗鋼板表面に電気化学的な低電位層が存在 が確認されたが、電気化学的に不均一に存在する場合は、防錆性能を担う化成皮膜の形成の均一性に影響すると考えられることから、この電位層の形成メカニズムを明らかにすると共に表面物性を安定制御するための工程技術を確立させることが重要である。

尚、Cu を代表するトランプエレメントの部品性能への影響を把握する必要がある。但し、母材に固溶する Cu については、性能への悪影響は考えにくいことから、上記水準の Cu を含有する電炉鋼板は、性能上も成立する見通しは高いものと考えられる。

< 経済的側面から見た事業の実現可能性 >

前述の技術的側面から見た事業の実現可能性の節でも述べているが、老廃スクラップが大々的活用できるならば、この経済的効果は非常に大きい。その理由は、そもそも老廃スクラップは新断ち屑等の高品位屑に比較して安価であること、また、新断ち屑は、韓国や中国等への輸出分として、あるいは、高炉メーカーの鉄源としても利用されるため、これに大きく依存しては原料の安定調達に課題を残すことになるが、老廃スクラップは常に余剰状態にあることから、原料コストと安定調達の両面のメリットが挙げられる。このことは、当社の事業収益性からも非常に有利であるとともに、現行高炉メーカーに対するコスト競争力の点からは、原料をベースとしたコスト競争力優位を確保できることになると考えられる。老廃スクラップ利用を可能とする技術は、イノベーションに類するものと考えられる。

5) 今後について

表面品質については、今回得られた知見・方策を実施し、コイルでの効果の確認を行う。方策実施は、熱延工程でのスケール生成に係るものと、酸洗条件に係るものである。部品評価においては、部品性能に係る評価が課題として残っている。性能評価まで行い、電炉鋼の自動車への適用領域 10%を確実なものにしていきたい。

更に、高張力化への対応としては、Si 添加を前提とした表面品質の確立が重要であり、高温酸化の多元素系での基礎的解明と熱延と酸洗工程へ本実証事業で得られた知見を方策反映していきたい。

2. 環境負荷低減効果・事業実現可能性等の検証・評価

2.1 環境負荷低減効果の検証・評価

1.の採択案件の中で検討された CO2 排出量削減効果その他の環境負荷低減効果を統一的・横断的に評価するために、評価の方法を検討し、各採択案件の評価結果を踏まえた上で、採択案件の環境負荷低減効果を検証・評価した。

2.1.1 採択案件の環境負荷低減効果の評価の進め方

採択案件の事業内容が異なるため、環境負荷低減効果の内容も異なるため、CO2 排出量削減効果その他の環境負荷低減効果を統一的・横断的に比較評価することは難しいが、ここでは下記の評価視点から個別に環境負荷低減効果の評価結果を確認し、その上で環境負荷低減効果（事業実施によりどの程度の環境負荷低減効果がみられたか等）の考察を実施した。

- ・ 環境負荷低減効果の評価範囲（バウンダリー）が適切であるか
- ・ インベントリデータが適切に収集されているか
- ・ CO2 排出原単位など、環境負荷低減効果の評価に用いた二次データについて適切なものを選定しているか
- ・ 環境負荷低減効果のダブルカウントを行っていないか

2.1.2 採択案件の環境負荷低減効果の評価結果（結果概要）

下記 4 事業体における環境負荷低減効果の評価結果を集約する。

< 評価対象事業 >

株式会社マテック：自動車のガラスリサイクルの推進事業

一般社団法人日本 E L V リサイクル機構：自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社：自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破砕プロセスの実証化事業

東京製鐵株式会社：鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査

(1) 株式会社マテック

1) 評価の概要

フロントガラスから、ガラスカレット及び中間膜を回収し、再生利用することによる CO2 排出量と、環境改善効果として CO2 排出削減量を算出し評価した。各要因は表 2-1 に示すとおりである。また、CO2 排出量及び削減量の算定のため、共通して使用する原単位を

表 2-2 に示す。

表 2-1 フロントガラスのリサイクルに関わる環境負荷増加要因と環境改善要因

項目	要因	項目
環境負荷増加	1 使用済み自動車からフロントガラスを取り外す際にエアソーを使用する。	電力使用による CO2 排出量
	2 ガラス処理機を効率的に稼働させるために解体業者と連携してフロントガラスを回収する。	輸送に関わる燃料使用による CO2 排出量
	3 ガラス処理機を稼働する際に電気を使用する。	電力使用による CO2 排出量
	4 回収したガラスをガラスカレット利用施設へ輸送する。	輸送に関わる燃料使用による CO2 排出量
	5 回収した中間膜を中間膜製造メーカーへ輸送する。	輸送に関わる燃料使用による CO2 排出量
環境改善	1 ガラスを取り外すことにより廃車ガラのガラス分のシュレッダー処理が不要となる。	シュレッダーの電力使用量削減による CO2 排出削減量
	2 リサイクルされるガラス及び中間膜の埋立処分量が削減される。	埋立量削減に関わる CO2 排出削減量
	3 ガラスカレット（びんカレットを想定）の使用量が削減される。	ガラスカレット製造に関わる CO2 排出削減量
	4 中間膜の使用量が削減される。	中間膜製造に関わる CO2 排出削減量

表 2-2 共通して使用する原単位

項目	数値	単位	出典等
購入電気 ¹	0.678	kg-CO2/kWh	北海道電力ホームページ（2013年度値）
軽油 ²	2.58	t-CO2/k	環境省ホームページ

1 http://www.hepco.co.jp/info/info2014/1189637_1638.html

2 <http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran.pdf>

2) 評価範囲

実証事業によって得られたデータをもとに、使用済み自動車からのフロントガラスの取り外しから、リサイクル原料（ガラスカレット、中間膜）の回収及び利用会社までの輸送に関わる CO2 排出量を算出した。

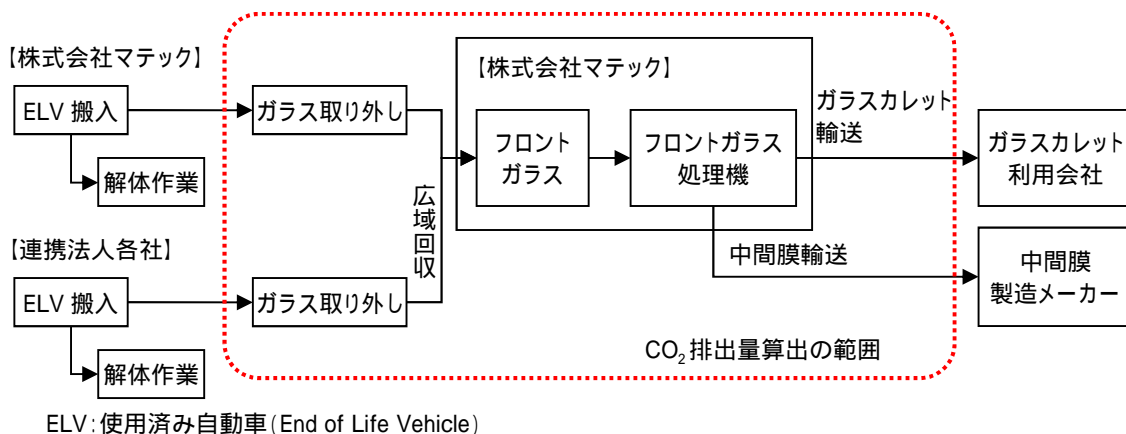


図 2-1 フロントガラスのリサイクルに関わる CO2 排出量算出の範囲

3) 評価結果のまとめ

各算出結果からフロントガラスからガラスカレット及び中間膜を回収する際の CO2 排出量は、表 2-3 に示すとおりであり、車両 1 台当たり 0.7072 kg-CO2/台、フロントガラス 1kg 当たり 0.0944 kg-CO2/kg となる。

表 2-3 フロントガラスのリサイクルによる CO2 排出量

工程	車両 1 台当たり CO2 排出量	フロントガラス 1kg 当たり CO2 排出量
フロントガラスの取り外し	0.0119 kg-CO2/台	0.0016 kg-CO2/kg
フロントガラスの広域回収	0.1721 kg-CO2/台	0.0230 kg-CO2/kg
フロントガラス処理機の運転	0.3814 kg-CO2/台	0.0509 kg-CO2/kg
ガラスカレットの輸送	0.0638 kg-CO2/台	0.0085 kg-CO2/kg
中間膜の輸送	0.0780 kg-CO2/台	0.0104 kg-CO2/kg
計	0.7072 kg-CO2/台	0.0944 kg-CO2/kg

各算出結果からフロントガラスからガラスカレット及び中間膜を回収することによる CO2 排出削減量は表 2-4 に示すとおり車両 1 台当たりが 1.2942 kg-CO2/台、フロントガラス 1kg 当たり 0.1725 kg-CO2/kg となる。

一方、フロントガラスのリサイクルによる CO2 排出量は、車両 1 台当たり 0.7072 kg-CO2/台、フロントガラス 1kg 当たり 0.0944 kg-CO2/kg と算出されるため、フロントガラスからガラスカレット及び中間膜を回収・リサイクルすることによって、車両 1 台当たり 0.5870 kg-CO2/台、フロントガラス 1kg 当たり 0.0781 kg-CO2/kg の削減が期待できる。

表 2-4 フロントガラスのリサイクルによる CO2 排出削減量

工程	車両 1 台当たり CO2 排出削減量	フロントガラス 1kg 当たり CO2 排出削減量
破砕処理量の削減	0.1248 kg-CO2/台	0.0166 kg-CO2/kg
埋立処分量の削減	0.0623 kg-CO2/台	0.0083 kg-CO2/kg
ガラスびんカレット製造代替	0.0735 kg-CO2/台	0.0098 kg-CO2/kg
中間膜製造代替	1.0336 kg-CO2/台	0.1378 kg-CO2/kg
計	1.2942 kg-CO2/台	0.1725 kg-CO2/kg

表 2-5 フロントガラスのリサイクルによる CO2 削減効果

工程	車両 1 台当たり CO2 削減効果	フロントガラス 1kg 当たり CO2 削減効果
環境負荷要因	0.7072 kg-CO2/台	0.0944 kg-CO2/kg
環境改善要因	1.2942 kg-CO2/台	0.1725 kg-CO2/kg
CO2 削減効果	0.5870 kg-CO2/台	0.0781 kg-CO2/kg

(2) 一般社団法人日本 E L V リサイクル機構

1) 評価に用いたデータ

環境負荷削減効果については、表 2-6 に整理した PP 重量をもとに既存の焼却発電フロー（シュレッダー処理 + 焼却発電）と本事業のリサイクルフロー（PP リサイクル）の CO2 排出量を算出し、本事業における CO2 削減効果を検証した。なお、CO2 原単位については、表 2-7 のとおりに設定した。

表 2-6 分別した PP 重量 [単位 : kg / 台] (再掲)

	バンパー	内装材	合計
大型車	7.9	9.9	17.8
小型車	6.6	8.0	14.6
軽自動車	5.0	7.1	12.1
平均	6.5	8.3	14.8



図 2-2 既存の焼却発電フロー（シュレッダー処理 + 焼却発電）



図 2-3 本事業のリサイクルフロー（PP リサイクル）

表 2-7 CO2 削減効果原単位

大分類	中分類	範囲	CO2 原単位
廃棄・焼却	廃棄	シュレッダー処理	0.00908kg-CO2/kg ¹
	焼却	産業廃棄物焼却(廃プラスチック)	2.55t-CO2/t ²
電力	発電電力	ASR 処理に伴う発電	0.469kg-CO2/kg ³
素材	PP 再生	処理後の原材料～破碎～洗浄 ～乾燥・脱水～混合～混練・造粒	0.339kg-CO2/kg ⁴

1 「環境管理 Vol.31 No.7 P.94」1995（検証時期 平成 22 年度 第 1 期）

2 環境省 / 「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」<http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/>

3 長田守弘・真名子一隆・平井康宏・酒井伸一 / 「自動車破碎残渣（ASR）の資源化・処理に関するライフサイクルアセスメント」廃棄物資源循環学会論文誌 Vol.23 No.6 pp.264-278 2012

4 日本プラスチック有効利用組合 全日本プラスチックリサイクル工業会 / 「再生ポリプロピレン樹脂（ペレット）カーボンフットプリント原単位算出に関する報告書」2011.06

表 2-6 のとおり、本事業において、バンパーの PP 重量は 6.5kg / 台、内装材の PP 重量は 8.3kg / 台であり、1 台あたりから回収した PP の合計重量は 14.8kg であった(すべて平均値)。

この重量をもとにそれぞれのフローにおける CO2 排出量などを算出すると、以下のとおりとなる。

既存の焼却発電フロー（シュレッダー処理 + 焼却発電）

A.シュレッダー処理 + 焼却における CO2 排出量

$$14.8\text{kg} \times (0.00908\text{kg-CO2/kg} + 2.55\text{kg-CO2/kg}) = 37.8744\text{kg-CO2}$$

B.焼却発電による商業電力削減効果

$$14.8\text{kg} \times 0.469\text{kg-CO2/kg} = 6.9412\text{kg-CO2}$$

本事業のリサイクルフロー（PP リサイクル）

C.本事業の CO2 排出量

$$14.8\text{kg} \times 0.339\text{kg-CO}_2/\text{kg} = 5.0172\text{kg-CO}_2$$

以上のような結果をふまえて、本事業における使用済自動車 1 台あたりの CO2 削減効果を算出すると、 $(A - B) - C = 25.916\text{kg-CO}_2 / \text{台}$ となった。

さらに、ここから本事業でリサイクルした PP1kg あたりの CO2 削減効果を考えると、 $25.916\text{kg-CO}_2 / \text{台} \div 14.8\text{kg} = 1.751\text{kg-CO}_2 / \text{kg}$ とわかる。

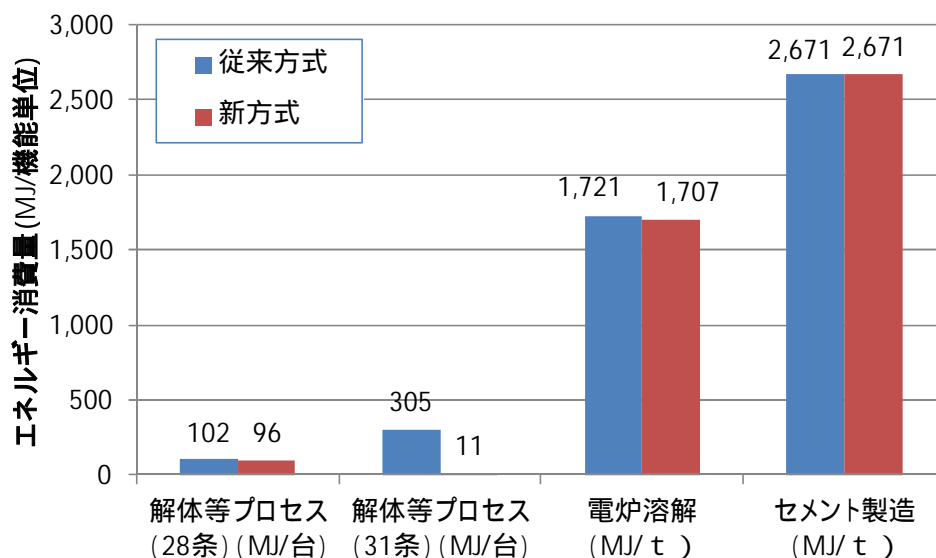
(3) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社は、環境負荷評価としてエネルギー起源 CO2 排出量、天然資源の消費量、環境負荷の統合化を実施したが、ここではエネルギー起源 CO2 排出量のみを抜粋した。

1) 個別プロセスの評価

各プロセスの機能単位あたり（解体等プロセスにおいては使用済み自動車 1 台あたり、電炉溶解プロセスにおいてはビレット 1 t あたり、セメント製造プロセスにおいてはポルトランドセメント 1 t あたり）で比較した場合、熱量等量で一般炭の ASR への代替を行っているセメント製造プロセスを除き、新方式のほうがエネルギー消費量は減少している。また、全てのプロセスについて、新方式でエネルギー起源の二酸化炭素排出量が減少している。ただし、シュレッダー処理を念頭に置いた解体等プロセス（28 条リサイクルを想定）では、従来方式の解体に電力作動式のニブラを用いたこと、プレス処理・全部利用を念頭に置いた解体等プロセス（31 条リサイクルを想定）では従来方式の解体に内燃機関式のニブラを用いたこと、一方、新方式ではともに手解体を採用したことで、これがエネルギー消費量の減少に影響しているため注意が必要である。当然のことながら、ニブラを用いて事前取り外し工程をこなし、その後新方式の回収工程をこなしてもエネルギー消費量の削減効果を期待することはできない。

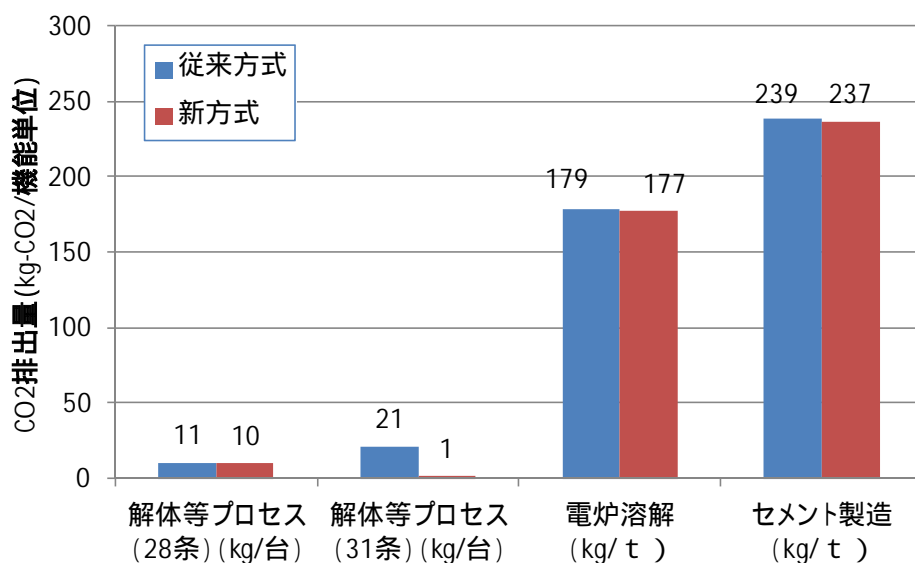
一方、電炉溶解プロセスにおいては、歩留まりが向上することで単位重量あたりの消費電力量が減少し、その結果、新方式におけるエネルギー消費量、またエネルギー起源の二酸化炭素排出量も減少している。これは主に A プレス中に含まれる鉄分が増加し、ガラス等のスラグ化する成分が減少したことによるものと考えられる。セメント製造プロセスでは、ASR 中のハロゲン含有率減少に伴い、一般炭の代替燃料として消費できる量が増えるが、本実証では熱量等量の代替を行っているため、エネルギー消費量には差を生じない。ただし、単位熱量あたりの二酸化炭素の発生量を比較した場合、一般炭よりも ASR のほうが小さいため、エネルギー起源の二酸化炭素排出量は減少したものと考えられる。



(注) 各プロセスの機能単位は、解体等プロセスは使用済み自動車1台、電炉溶解プロセスにおいてはピレット1t、セメント製造プロセスにおいてはポルトランドセメント1tとする。

図 2-4 各プロセス機能単位あたりのエネルギー消費量 (従来/新方式)

(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計



(注) 各プロセスの機能単位は、解体等プロセスは使用済み自動車1台、電炉溶解プロセスにおいてはピレット1t、セメント製造プロセスにおいてはポルトランドセメント1tとする。

図 2-5 各プロセス機能単位あたりのCO2排出量 (従来/新方式)

(資料) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

2) 複数プロセスを接続した拡張評価単位での評価（使用済み自動車 1 台あたり）

解体等プロセスにおける従来方式及び新方式の違いがその下工程でどのように影響するのか検証することを目的として、解体等プロセスと素材生産プロセスとを接続した拡張評価単位（バウンダリを拡張）での評価を行った。

なお、シュレッダー処理を念頭においた解体等処理（自動車リサイクル法第 28 条に規定する処理）とそこから発生する ASR 等をセメント原料として受け入れるセメント製造までの一連の流れでは、セメント製造プロセスの環境負荷を解体等プロセスで発生した ASR 重量、またポルトランドセメント原料中の ASR 構成比に応じて分配した。また、プレス処理を念頭においた解体等処理（自動車リサイクル法第 31 条に規定する処理）とそこから発生する A プレスについて、電炉溶解を経てピレットを製造するまでの一連の流れでは、電炉溶解プロセスの環境負荷を解体等プロセスで発生した A プレス重量、また電炉溶解によるピレット製造の原料中の A プレス構成比に応じて分配した。

シュレッダー処理を念頭に置いた処理では、解体プロセスにニブラを用いていないために電力・燃料消費がなくなること、発生する ASR が減少することでセメント製造に伴って消費されるエネルギーも減少するため、結果として新方式のほうがエネルギー消費量は減少する。同様にエネルギー起源の二酸化炭素排出量も新方式のほうで減少する結果となっている。

プレス処理・全部利用を念頭に置いた処理では、シュレッダー処理を念頭においた処理と同様、解体プロセスにニブラを用いていないこと、発生する A プレスの重量が減少することで電炉溶解に伴って消費されるエネルギーが減少すること、ガラス含有率が低下するために電炉溶解時に発生するスラグも減少して単位重量あたりの電力消費も減少することなどの効果が考えられるため、結果として新方式のほうがエネルギー消費量は減少する。同様にエネルギー起源の二酸化炭素排出量も新方式のほうで減少する結果となっている。

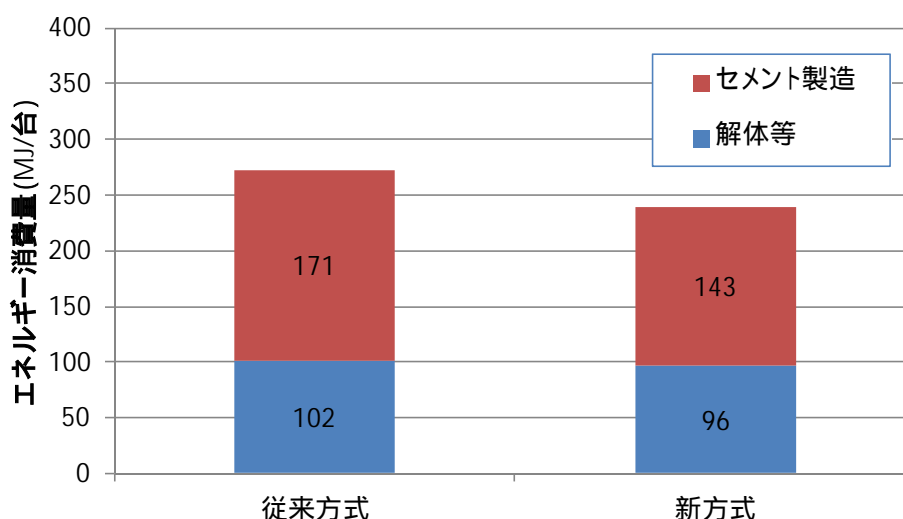


図 2-6 拡張評価単位（解体等 + セメント製造：1 台あたり）でのエネルギー消費量

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

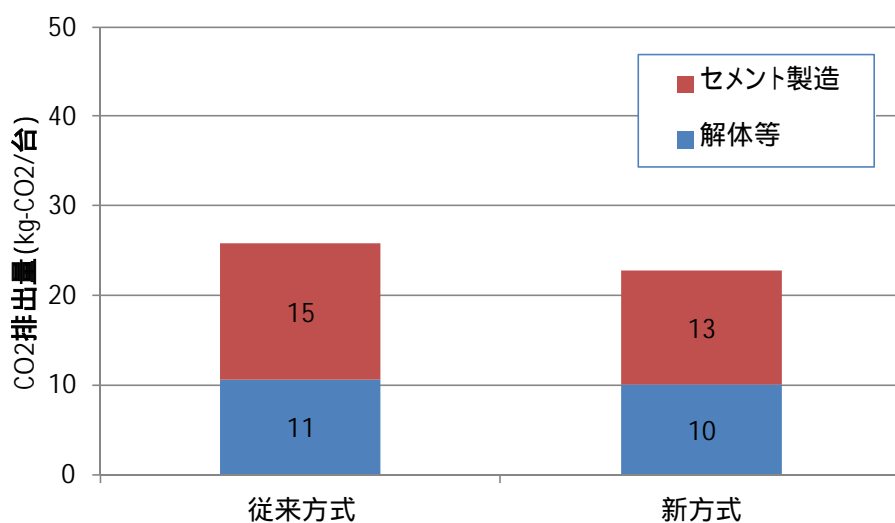


図 2-7 拡張評価単位（解体等 + セメント製造：1台あたり）でのCO₂排出量

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

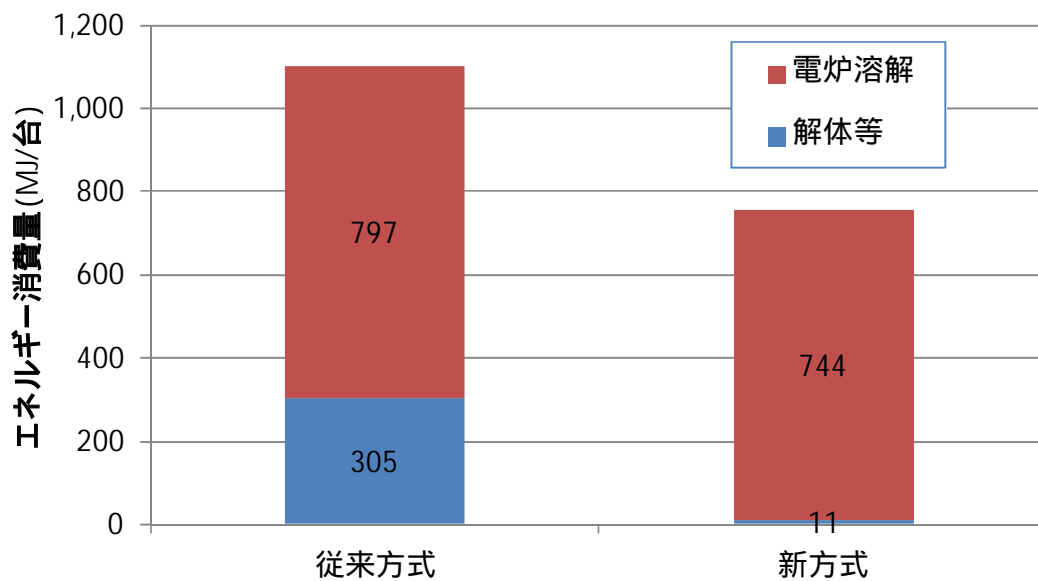


図 2-8 拡張評価単位（解体等 + 電炉溶解：1台あたり）でのエネルギー消費量

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

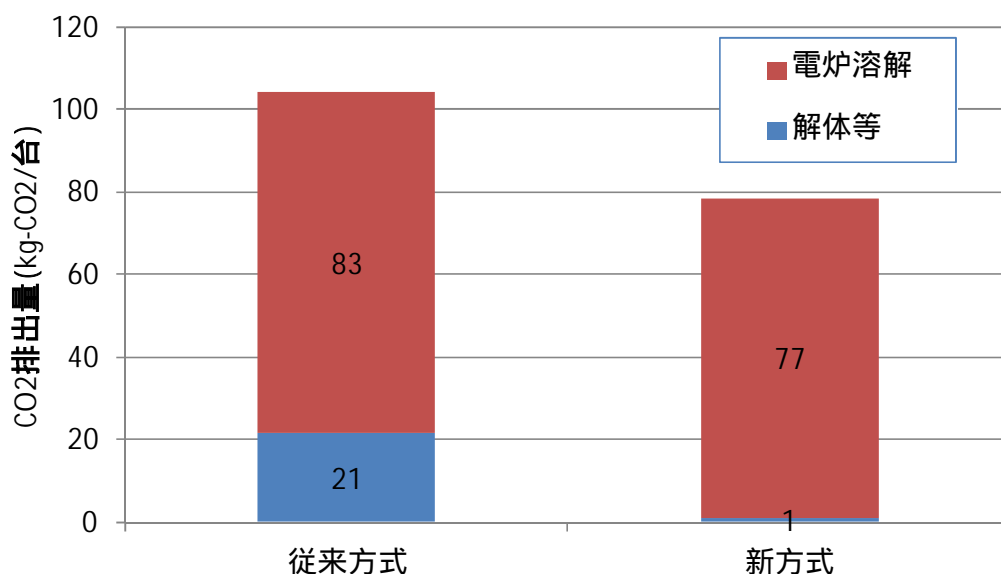


図 2-9 拡張評価単位（解体等 + 電炉溶解：1台あたり）でのCO2排出量

（資料）三菱UFJリサーチ&コンサルティング推計

3) 評価結果のまとめ

評価対象としたプロセスを個別に見ていくと、解体等プロセスでは新方式でエネルギー消費量及びエネルギー起源二酸化炭素排出量が減少し、新方式を採用することによる環境負荷低減効果を認めることができる。ただし、これについては、新方式の解体作業でニブラを用いず、手解体を採用していることによる低減効果が大きく、新方式であっても解体作業の機械化を将来的に考えた場合、こうした低減効果は期待できない。

一方、セメント製造プロセス、電炉溶解プロセスにおいては、単位重量あたりでみた場合のエネルギー消費量はセメント製造プロセスで変化しないものの（本実証ではASRによる一般炭の代替を熱量等量で行っているため）、エネルギー起源二酸化炭素排出量では共に低減効果を認めることができる。

このように解体等プロセスでは将来的な機械解体等を視野に入れると環境負荷は特に低減しない可能性があるが、その下流工程であるセメント製造プロセス、電炉溶解プロセスで低減効果が認められるため、新方式を導入することで社会全体としてはエネルギー消費量及びエネルギー起源二酸化炭素排出量の低減効果を認めることができる。これは複数プロセスを接続した拡張評価単位での評価（使用済み自動車1台あたり）から確認することができる。

(4) 東京製鐵株式会社

1) 評価範囲

図 2-10 に自動車のライフサイクルを表す。本章では自動車ライフサイクルのなかでも素

材製造および資源採掘における CO2 排出量を積み上げ式に算出した。また、鉄鋼は自動車部品の中でも主要な要素であることから、素材製造では特に自動車ボディの製造における CO2 排出量を算出した。さらに、素材採掘においては鉄鋼を製造するのに必要な鉄スクラップを回収し、製鉄所まで輸送する際に発生する CO2 排出量を算出した。



図 2-10 自動車のライフサイクル

2) 評価方法

本研究において自動車ボディに適用しうる電気炉鋼を Steel A と定義する。本章では建材などに用いられる一般的な電気炉鋼および Steel A を製造する際の CO2 排出量を算出した。Steel A の製鋼では銅の混入による割れを防ぐために、プロセスが追加されている。

プロセス i ($i = 1, \dots, 6$) における CO2 排出量 F_i は以下の式で算出した。

$$F_i = \sum (I_{i,k} \times C_{i,k})$$

ここで $I_{i,k}$ はプロセス i に投入される物質 k の重量、 $C_{i,k}$ は物質 k の CO₂ 原単位⁸⁾を表す。

3) 評価結果のまとめ

図 2-11 に算出結果を示す。1t 製造当たり、一般的な電気炉鋼では 0.50t の CO₂ が排出されるが、Steel A では 0.68t の CO₂ が排出されることがわかった。また、Steel A の製造に関して言えば全体の 70% の CO₂ は電力を製造する際に発生していることも分かった。それ故、太陽光発電などの再生可能エネルギーに代替することで Steel A 製造に関わる CO₂ 排出量を削減出来ると考えられる。

ここで、Steel A を B クラスおよび L クラスの車種のボディに 10% 適用した際の自動車ボディ製造における年間 CO₂ 排出量について推定した。表 2-8 に 2 つの車種の年間自動車ボディ製造量を示す。表 2-8 より年間で 2,940kt の自動車ボディが製造されることがわかる。また、表 2-9 に 2,940kt の自動車ボディをすべて転炉鋼で製造した場合と Steel A を 10% 適用した際の CO₂ 排出量を示す。ただし、成形歩留まりを 50% とし、転炉鋼 1t 製造当たり

排出される CO2 を 1.91t8)としている。2,940t すべてに転炉鋼を用いた場合、年間で 11,226kt の CO2 が排出されることがわかった。一方、10%の 317kt を Steel A で置き換えた場合、年間の CO2 排出量が 10,445kt に減少することがわかった。

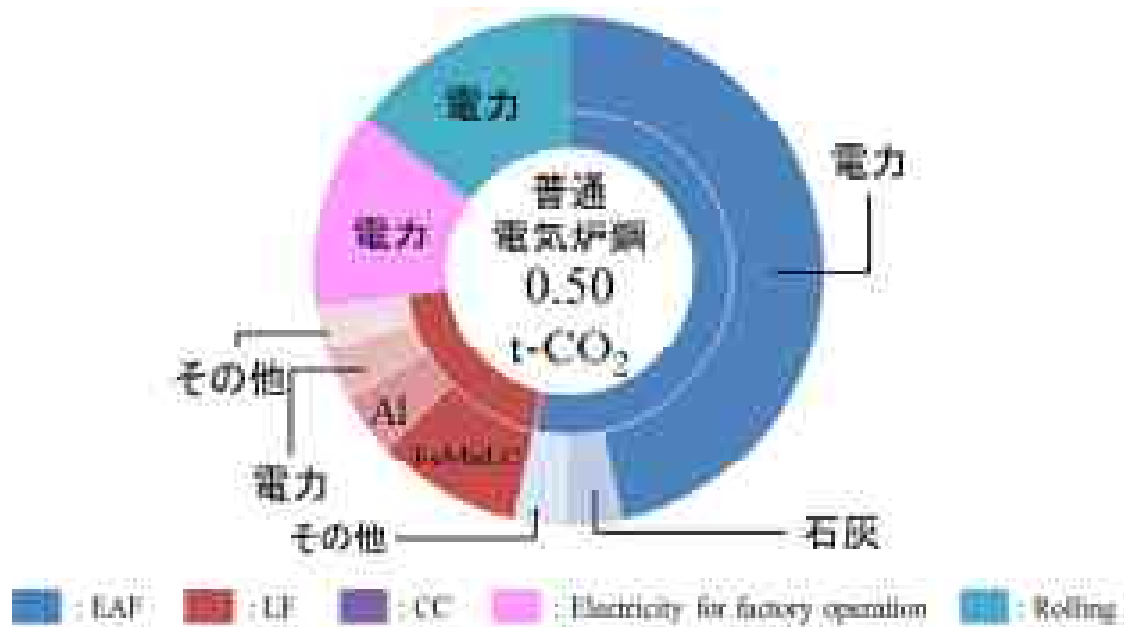


図 2-11 算出結果（一般的な電気炉鋼）



図 2-12 算出結果 (Steel A)

表 2-8 年間自動車ボディの年間生産量

タイプ	自動車ボディ 1台の重量	年間生産台数 (国内シェア率)	自動車ボディ の年間生産量
Bクラス	800 kg	210万台 (30%)	1,680 kt
Lクラス	1,000 kg	126万台 (18%)	1,260 kt

表 2-9 自動車ボディの製造における年間 CO₂ 排出量

自動車ボディの 鉄鋼材構成比	自動車ボディの 鉄鋼材重量		鉄鋼材の必要量	CO ₂ 排出量
100% 転炉鋼	2,940kt		5,880kt	11,226kt
90% 転炉鋼 +	転炉鋼	2,623kt	5,246kt	10,445kt
10% Steel A	Steel A	317kt	634kt	

2.1.3 採択案件の環境負荷低減効果の評価結果に係る考察

2.1.2 で示した 4 つの実証事業に関し、環境負荷低減効果を整理したものを、表 2-10 に示す。

表 2-10 採択案件の環境負荷低減効果の評価結果

事業名	自動車ガラスの事前回収によるリサイクルの推進	自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進	自動車リサイクル全体における素材生産性向上に資する解体・破砕プロセスの実証	鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査
団体名	株式会社マテック	一般社団法人日本 E L V リサイクル機構	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社	東京製鐵株式会社
環境負荷低減効果の評価対象	通常処理と比較して破砕処理量の削減、埋立処分量の削減、ガラスびんカレット製造代替、中間膜製造代替による CO2 削減効果	PP をシュレッダー処理後、焼却・発電する場合から PP をリサイクル（破砕・粉碎後コンパウンド）することによる CO2 削減効果	従来方式から新方式（複数プロセスを接続した拡張評価単位）での解体を行うことによる全プロセスにおける CO2 削減効果	電炉鋼製造時の CO2 排出量と高炉材から電炉鋼置換時の CO2 削減効果
評価に用いたデータ	実証事業で取得したデータと文献調査より得られた CO2 排出原単位	実証事業で取得した PP 重量と文献調査より得られた CO2 排出原単位	実証事業にて取得したデータ（従来方式と新方式）と文献調査より得られた CO2 排出原単位	実証事業にて取得したデータと一般的な高炉材の製造プロセスデータと文献調査より得られた CO2 排出原単位
環境負荷低減効果の評価結果	フロントガラスからガラスカレット及び中間膜を回収することによる CO2 排出削減量は車両 1 台当たりが 1.2942 kg-CO2/台、フロントガラス 1kg 当たり 0.1725 kg-CO2/kg となる。一方、フロントガラスのリサイクルによる CO2 排出量は、車両 1 台当たり 0.7072 kg-CO2/台、フロントガラス 1kg 当たり 0.0944 kg-CO2/kg と算出されるため、フロントガラスからガラスカレット及び中間膜を回収・リサイクルすることによって、車両 1 台当たり 0.5870 kg-CO2/台、フロントガラス 1kg 当たり 0.0781 kg-CO2/kg の削減が期待できる。	本事業(PP リサイクル)における CO2 排出量は 5.0172kg-CO2。シュレッダー処理+焼却における CO2 排出量は 37.8744kg-CO2。焼却発電による商業電力削減効果は 5.0172kg-CO2。その結果、本事業における使用済自動車 1 台あたりの CO2 削減効果を算出すると、25.916kg-CO2/台。リサイクルした PP1kg あたりの CO2 削減効果を考えると、1.751kg-CO2/kg となった。	シュレッダー処理後に ASR をセメント原料として利用する場合、使用済み自動車からハロゲン成分やガラス成分を減らすことで、使用済み自動車 1 台あたりでみた場合、約 3kg-CO2/台の起源 CO2 排出量の削減効果、セメント製造 1t あたりでみた場合（ここではポルトランドセメントの製造を想定）、約 1kg/t の一般炭消費削減効果、約 60kg/t の天然珪石消費削減効果が期待できる。 使用済み自動車を同様に処理し、プレス処理後の A プレスを電炉溶解する場合、なお、使用済み自動車 1 台あたりでみた場合、約 26kg-CO2/台の起源 CO2 排出量の削減効果、ビレット製造 1t あたりでみた場合、約 3kg/t のスラグ発生抑制効果を期待できる。	車両質量の約 10% に電炉鋼を用いた場合、鋼板製造に係る CO2 排出量の 7% 削減が期待される。

各事業の結果を考察すると下記のとおりとなる。

- ・ マテックによる環境負荷低減効果の評価は、本来は、フロントガラスリサイクルによる断熱材の代替効果の評価すべきであるが、断熱材の代替効果のデータが得られなかったため、ガラスびんカレット製造代替データを用いて評価を行っている。このため、今回の評価結果は過大もしくは過小となっている可能性が考えられる。
- ・ 日本 ELV リサイクル機構による環境負荷削減効果の評価は、使用しているリサイクルプロセスに関する CO2 排出量について文献調査に基づく排出原単位を用いて算出している。このため本来の CO2 排出量の評価することができていない。より正確な CO2 排出量の低減効果を算出するためにはリサイクルプロセスにおけるインベントリデータの収集が必要と考えられる。
- ・ 三菱UFJリサーチ&コンサルティングによる環境負荷低減効果の評価は実証事業にて収集した実データに基づき実施されたものであり、先にあげた2つの事業よりもより実態を踏まえた CO2 低減効果の評価ができているものと考えられる。また、CO2 以外の環境負荷評価も行っており、環境側面を多面的に評価できている事業である。
- ・ 東京製鐵による環境負荷低減効果も実証事業にて収集した実データに基づき実施されたものであり、実態を踏まえた CO2 低減効果の評価ができているものと考えられる。比較対象とする高炉材のデータと実証事業により取得した電炉材のデータの質の違いを考慮することで、より実態に即した CO2 低減効果の評価が可能となるものと考えられる。

2.2 事業実現可能性の検証・評価

1.の採択案件の中で検討された経済的及び技術的側面から見た事業の実現可能性を統一的・横断的に評価するために、評価の方法を検討し、各採択案件の評価結果を踏まえた上で、採択案件の事業性を検証・評価した。

2.2.1 採択案件の評価の進め方

経済的及び技術的側面から見た採択案件の事業の実現可能性を統一的・横断的に比較評価することは、各採択案件での事業性評価の手法や範囲が必ずしも統一されていないため本事業では難しいが、ここでは、下記の評価視点から個別に事業性評価結果を確認し、その上で、事業性確保（収益性の改善等）に向けた考察を実施した。

- ・ 解体、破碎等のトータルでの事業性評価（経費と収入の評価）が進められているか。
- ・ 個別に積算を行っている原単位は相応に適切な数値か。
- ・ その結果、適切な経費や収入が算出されているか。

2.2.2 採択案件の評価結果（結果概要）

下記4事業における事業性評価の検討結果を集約する。

< 評価対象事業 >

株式会社マテック：自動車のガラスリサイクルの推進事業

一般社団法人日本ELVリサイクル機構：自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社：自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破碎プロセスの実証化事業

東京製鐵株式会社：鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査

(1) 株式会社マテック

株式会社マテックが実施した「自動車のガラスリサイクルの推進事業」の報告書の中で記述されている事業性評価の部分（ポイント）を抽出すると下記のとおりとなる。

1) コスト試算の範囲

フロントガラスの取り外し、広域的な回収、ガラスカレット及び中間膜を回収し輸送するまでのコスト、売却費など、以下の工程についてコストを試算する。なお、輸送費用のうち、車両の費用については、減価償却の終了した車両の使用を想定し、計上しないものとした。

フロントガラスを取り外すための人件費

フロントガラスを広域的に回収するための輸送費用（燃料費、人件費）

フロントガラス処理機に関わる運転費用（設備費、処理液費、電気費、人件費）

ガラスカレットの輸送費用（燃料費、人件費）

中間膜の輸送費用（燃料費、人件費）

ガラスカレット及び中間膜の売却費

2) 実証事業に基づくコスト

「フロントガラスの取り外し」～「ガラスカレット及び中間膜の売却」で算出したコストを下表に示す。車両1台当たりが-327.6円、フロントガラス1kg当たりが-47.1円と試算された。

表 2-11 実証事業に基づくフロントガラスリサイクルのコスト一覧

工程	費目	車両 1 台当たり コスト	フロントガラス 1kg 当たりコスト
フロントガラス取り外し	人件費	-44.6 円/台	-6.7 円/kg
フロントガラス広域回収	燃料費	-7.7 円/台	-1.0 円/kg
	人件費	-21.1 円/台	-2.8 円/kg
フロントガラス処理機 の運転	設備費	-63.7 円/台	-8.5 円/kg
	処理液費	-84.3 円/台	-13.9 円/kg
	電力費	-9.2 円/台	-1.2 円/kg
	人件費	-135.0 円/台	-18.0 円/kg
ガラスカレット輸送	燃料費	-3.0 円/台	-0.4 円/kg
	人件費	-6.6 円/台	-0.9 円/kg
中間膜の輸送	輸送費	-5.9 円/台	-0.8 円/kg
小計		-381.1 円/台	-54.2 円/kg
ガラスカレット及び 中間膜の売却	売却費	53.5 円/台	7.1 円/kg
事業収支 (小計+)		-327.6 円/台	-47.1 円/kg

3) 事業化段階でのコスト (2)より推計)

2)の検討結果には、運転開始当初のトラブル対応や不慣れな運転操作などから必ずしも効率的な運転が行えていない状況が反映されている。このような状況を踏まえ事業化段階におけるコストを推計した。

具体的には、下記の 3 点を中心に評価を実施した。

フロントガラス処理機の運転 / 処理液費

実証事業ではガラスと中間膜を分離するため適宜、処理液を補充した。処理液の濃度は低濃度では分離が進まないため、安全側での運転となりやや過剰に補充した。

これに対し、既にフロントガラスの処理を行っている先進処理業者からの聞き取りによると投入量 1 トン当たり 1 リットル程度の補充を目安に運転を行っているとの情報があることから、これを目安とした処理液の補充によりコストが削減できる。

フロントガラス処理機の運転 / 人件費

実証事業ではフロントガラス処理機は常時 2 名で運転した。これに対し運転操作の熟練化が進むとともに、ガラスクラッシャー部のヒビ入れしたガラスの排出設備の改良などを行えば、2 名で行う作業時間は、1 バッチ 80 分の中で中間膜排出時の 15 分程度に削減可能となる。

これ以外の時間は他の作業に従事できるため人件費が削減できる。

中間膜の売却

実証事業では A ランクの品質となるクリアな中間膜は、売却可能な中間膜の 74% である。ただし、安定的な運転が行えるようになった実証事業の終盤では、ほとんどがクリアな中間膜として回収できた。このようにクリアな中間膜を回収することによって、売却単価が上がる。これによる売却費は、ガラスカレットとあわせて車両 1 台当たり 62.5 円、フロントガラス 1kg 当たり 8.3 円と試算された。

表 2-12 改善案を反映させたフロントガラスリサイクルのコスト一覧

工程	費目	車両 1 台当たり コスト	フロントガラス 1kg 当たりコスト
フロントガラス取り外し	人件費	-44.6 円/台	-6.7 円/kg
フロントガラス広域回収	燃料費	-7.7 円/台	-1.0 円/kg
	人件費	-21.1 円/台	-2.8 円/kg
フロントガラス処理機 の運転	設備費	-63.7 円/台	-8.5 円/kg
	処理液費	-34.7 円/台	-5.7 円/kg
	電力費	-9.2 円/台	-1.2 円/kg
	人件費	-78.3 円/台	-10.4 円/kg
ガラスカレット輸送	燃料費	-3.0 円/台	-0.4 円/kg
	人件費	-6.6 円/台	-0.9 円/kg
中間膜の輸送	輸送費	-5.9 円/台	-0.8 円/kg
小計		-274.8 円/台	-38.4 円/kg
ガラスカレット及び 中間膜の売却	売却費	62.5 円/台	8.3 円/kg
事業収支（小計+）		-212.3 円/台	-30.1 円/kg

4) 評価結果のまとめ

フロントガラスリサイクルの収支は、実証事業内においては 1kg 当たり-47.1 円となったが、実処理に当たっては収支を 1kg 当たり-30.1 円程度まで改善できることが試算された。収支はマイナスとなるが、間接経費を含んだ重量当たりの ASR 再資源化コストと同程度であることがわかる。

(2) 一般社団法人日本 ELV リサイクル機構

一般社団法人日本 ELV リサイクル機構が実施した「自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進」の報告書の中で記述されている事業性評価の部分（ポイント）を抽出すると下記のとおりとなる。

1) 分別・収集コスト

分別・収集におけるコストとは、解体事業所での作業コストである。PP 分別作業にかかる平均時間は、1,513 秒/台である。人件費単価を 2,000 円/時間と仮定すると、1 台あたりの作業コスト、1kg あたりの作業コストは、以下のとおりとなる。

表 2-13 1 台あたりの PP 分別作業コスト

	平均作業時間	作業コスト
大型車	1,817 秒	1,017.5 円/台
小型車	1,389 秒	777.8 円/台
軽自動車	1,334 秒	747.0 円/台
平均	1,513 秒	847.3 円/台

表 2-14 1kg あたりの PP 分別作業コスト

	1 台あたりの 作業コスト	1 台あたりの PP 重量	1kg あたりの 作業コスト
大型車	1,017.5 円/台	17.8 kg/台	57.2 円/kg
小型車	777.8 円/台	14.6 kg/台	53.3 円/kg
軽自動車	747.0 円/台	12.1 kg/台	61.7 円/kg
平均	847.3 円/台	14.8 kg/台	57.3 円/kg

2) 回収・輸送コスト

回収・輸送におけるコストには、解体事業所から PP を回収して破砕業者へ輸送するまでにかかるコスト（一次輸送コスト）と破砕業者から破砕・粉碎後の PP をプラスチック再生業者へ輸送するまでにかかるコスト（二次輸送コスト）がある。

一次輸送コスト

「単体回収型」の回収パターンにおいて 4 トン車を使用した場合、1 日あたり 35,000 円かかる。解体事業所へ回収に行って一度に積み込める PP 重量は、0.8 トンである。1 日 2 回、回収に行くと仮定すると、1kg あたりの輸送コストは、21.9 円となる。「一次集約型」の回収パターンにおいては、同じ 4 トン車でも破砕業者の自社便を使用することにより、1 日あたりの費用は 16,000 円にまで抑えられる。一度に積み込める量は変わらないため、「単体回収型」と同様、1 日 2 回、回収に行くと仮定すると、1kg あたりの輸送コストは、10.0 円となる。なお、「集約型」の回収パターンでは、一次輸送コストはかからない。

二次輸送コスト

二次輸送においては、すべて10トン車を使用した。10トン車の使用には、1日あたり50,000円かかる。PPは20mmアンダーに破砕されており、輸送効率が上がるため、10トン車にそのまま10トンのPPを積み込むことができる。1日1回、積み込みを行うと仮定すると、1kgあたりの輸送コストは、5.0円となる。

なお、「一次集約型」及び「集約型」の回収パターンにおいては、各解体事業所から集約先にPPを集める工程で運送業者を利用した場合、輸送コストが発生する可能性があるが、このコストは計上していない。

3) 破砕・粉砕におけるコスト

破砕・粉砕におけるコストは、回収パターンによって2通りに分かれる。

「単体回収型」及び「一次集約型」においては、破砕業者に作業を委託する必要がある。破砕業者4社による見積もり結果から、1kgあたりの破砕・粉砕コストは、25円であった。

「集約型」においては、解体事業所で作業を行う。破砕・粉砕設備を持つ解体事業所1社による見積もり結果から、1kgあたりの破砕・粉砕コストは、15円であった。

4) 評価結果のまとめ

解体事業所での分別・収集からプラスチック再生業者への輸送までの各工程にかかるコストを回収パターン別に整理すると、表2-15のようになる。

表 2-15 回収パターン別に整理した本事業のコスト [単位：円/kg]

		単体回収型	一次集約型	集約型
分別・収集コスト		57.3	57.3	57.3
回収・輸送コスト	一次輸送	21.9	10.0	-
	二次輸送	5.0	5.0	5.0
破砕・粉砕コスト		25.0	25.0	15.0
合計		109.2	97.3	77.3

本事業でのPP買取単価は、65円/kgであったため、3つの回収パターンすべてにおいて、採算としては赤字という結果になる。

しかしながら、分別・収集コストに関しては、今後、各解体事業所の作業習熟度を高めることによって作業時間を短縮し、削減できる可能性がある。つまり、「集約型」の回収パターンにおいて、分別・収集コストの削減が実現すれば、事業性を確保できる余地があると考えられる。

(3) 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社が実施した「自動車リサイクルにおける素材生産制約物質の低減・資源利用効率の向上に資する解体・破砕プロセスの実証化事業」の中で記述されている事業性評価の部分（ポイント）を抽出すると下記のとおりとなる。

1) 個別プロセスの評価

各プロセスの機能単位あたり（解体等プロセスにおいては使用済み自動車 1 台あたり、電炉溶解プロセスにおいてはビレット 1 t あたり、セメント製造プロセスにおいてはポルトランドセメント 1 t あたり）で比較した場合、追加的な作業が発生している新方式の解体等プロセスにおいて収益率（収益÷経費：100%で収益と経費がバランス）が悪化している。一方、ASR による一般炭の代替、ガラスによる天然硅石の代替が行われるセメント製造プロセスでは原料調達経費が減少し、収益率が大きく改善される見込みである。また、電炉溶解プロセスにおいてもスラグの発生量が減少してその処理手数料が減少すること、また単位重量あたりの電力消費量も減少することから、収益率は改善される見込みである。ただし、電炉溶解プロセスの場合、ロットあたりに投入できる A プレスの割合によって収益率の改善効果は変化する。

表 2-16 シュレッダー処理を念頭においた処理の収益率（従来 / 新方式）

		単位	従来方式	新方式	改善効果
解体	経費	円/台	31,008	31,567	559
	収益	円/台	42,862	42,346	516
	収益率	%	138.2%	134.1%	-4.1%
セメント製造	経費	円/台	3,892	3,522	370
	収益	円/台	7,135	7,954	818
	収益率	%	183.3%	225.8%	42.5%

表 2-17 プレス処理・全部利用を念頭においた処理の収益率（従来 / 新方式）

		単位	従来方式	新方式	改善効果
解体	経費	円/台	30,607	33,278	2,671
	収益	円/台	41,452	41,932	479
	収益率	%	135.4%	126.0%	-9.4%
電炉溶解	経費	円/台	21,580	21,477	103
	収益	円/台	54,501	54,501	0
	収益率	%	252.5%	253.8%	1.2%

2) 複数プロセスを接続した拡張評価単位での評価（使用済み自動車 1 台あたり）

解体等プロセスにおける従来方式及び新方式の違いがその下工程でどのように影響するのか検証することを目的として、解体等プロセスと素材生産プロセスとを接続した拡張評価単位（バウンダリを拡張）での評価を行った。

なお、シュレッダー処理を念頭に置いた解体等処理（自動車リサイクル法第 28 条に規定する処理）とそこから発生する ASR 等をセメント原料として受け入れるセメント製造までの一連の流れでは、セメント製造プロセスの経費及び収益を解体等プロセスで発生した ASR 重量に応じて分配した。また、プレス処理を念頭に置いた解体等処理（自動車リサイクル法第 31 条に規定する処理）とそこから発生する A プレスについて、電炉溶解を経てビレットを製造するまでの一連の流れでは、電炉溶解プロセスの経費及び収益を解体等プロセスで発生した A プレス重量に応じて分配した。

シュレッダー処理を念頭に置いた処理では、解体等プロセスで労務経費が増加するものの、電力や燃料に関する経費がなくなること、またセメント製造プロセスにおいて一般炭や天然珪石の調達経費が減少することから、結果として拡張評価単位全体で見たときのほうが、解体等プロセス単独で見るとは収益率が向上する。従って、バウンダリを拡張させることで（解体等プロセス及びセメント製造プロセスの両方を 1 事業者にて実施することを想定）、解体等プロセスにおける収益性の低下を吸収することができる。

同様にプレス処理・全部利用を念頭に置いた処理では、シュレッダー処理を念頭に置いた処理と同様、解体等プロセスで労務経費が増加し、電力や燃料に関する経費がなくなること、また電炉溶解プロセスでスラグ処理手数料や単位重量あたりの電力消費量の減少を期待できるものの、使用済み自動車 1 台あたりで見た場合、結果として拡張評価単位全体で見たときのほうが、解体等プロセス単独で見るとは収益率が低下している。これは、解体等プロセスにおける労務経費の増加幅に対して、電炉溶解プロセスにおける収益の増加分が小幅になるため（電炉溶解プロセスにおける A プレス投入割合は比較的限られている等）、拡張評価単位全体での収益率が低下したものと考えられる。シュレッダー処理を念頭に置いた処理では、新方式の回収工程で発生するガラスをセメント製造プロセスの代替原料として利用できるが、電炉溶解プロセスではそれを想定していないため、ガラスの処理手数料が経費として増加している本調査特有の事情も影響しているものと考えられる。ただし、作業の習熟度向上や解体方法の変更などによって労務経費を削減することができれば、シュレッダー処理を念頭に置いた処理と同様、拡張評価単位における収益率を新方式で改善できる可能性がある。

表 2-18 従来 / 新方式の違いによる収益率の変化 (1 台あたり)

	従来方式	新方式	改善効果
シュレッダー処理を 念頭に置いた処理 (28 条リサイクル)	179.4%	210.8%	31.4%
プレス処理・全部利用を 念頭に置いた処理 (31 条リサイクル)	242.7%	240.5%	-2.2%

3) 評価結果のまとめ (事業採算性改善効果)

解体等プロセスでは、現在の各種経費想定をもとにした場合、新方式の回収工程における労務経費の増加に伴い、収益性は低下している。新方式の回収工程では、コンピュータボックス等を取り外すことによる追加的な収益があるものの、それを上回る労務コスト等が発生したため、結果として解体等プロセスの収益性を低下させることにつながっている。一方、素材生産プロセス (電炉溶解、セメント製造) では、セメント製造プロセスの場合、一般炭や天然硅石の調達経費が縮小するため、電炉溶解プロセスの場合、スラグ処理経費等が縮小するため、いずれも収益性の改善がみられる。

このように解体等プロセスでは新方式を導入することで収益性が低下するものの、その下流の素材生産プロセスでは収益性が改善するため、当初掲げていた再資源化を担う素材生産事業者からみた最適化ということでは目的を達成できる。ただし、現状では解体等プロセス単独でのメリットは認められないため、素材生産プロセスで得られる収益性の改善効果を解体等プロセスにもうまく分配できるようなくみや協力関係を構築することが求められる。こうした協力関係を構築できれば、新方式の導入による環境負荷低減効果を社会で享受することができるようになる。

なお、使用済み自動車 1 台あたりで評価した場合、セメント製造プロセスにおける収益性改善効果が解体等プロセスにおける収益性の低下分を吸収できるが、全部利用を想定した場合、電炉溶解プロセスにおける収益性改善効果が解体等プロセスにおける収益性の低下分を吸収できるほどには大きくないため、今後は更なる解体等プロセスの効率化が求められるところである。

(4) 東京製鐵株式会社

東京製鐵株式会社が実施した「鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査」の中で記述されている事業性評価の部分を抽出すると下記のとおりとなる。

1) 技術的側面から見た事業の実現可能性

本実証調査事業では、Cu 含有量 : 0.30% の試作材を用いて実際の自動車部品の製造性評価を行った結果、現行適用中の高炉材と比較して問題がないことが確認されると共に、ト

ランプエレメントが鋼板表面品質に及ぼす影響調査の結果、Cu 含有量 0.04~0.30%まで試作材にて、Cu 脆化現象は観察されず、内部酸化層深さと Cu 起因の表面凹凸性についても、Cu 含有が要因となって悪化することはないことが判った。また、これらの表面品質特性を向上させる方策として、Si や Mn などが有効である可能性が見出された。Cu 含有量 0.30%まで自動車用鋼板として許容出来れば、老廃スクラップを大々的に利用できることになるが、これを確実にするためには、熱延工程での高温酸化現象における Si や Mn、Cr 等の作用メカニズムの把握と、製品品質との関係を明確にすることが重要である。更に、試作した酸洗鋼板表面に電気化学的な低電位層が存在 が確認されたが、電気化学的に不均一に存在する場合は、防錆性能を担う化成皮膜の形成の均一性に影響すると考えられることから、この電位層の形成メカニズムを明らかにすると共に表面物性を安定制御するための工程技術を確立させることが重要である。

尚、Cu を代表するトランプエレメントの部品性能への影響を把握する必要がある。但し、母材に固溶する Cu については、性能への悪影響は考えにくいことから、上記水準の Cu を含有する電炉鋼板は、性能上も成立する見通しは高いものと考えられる。

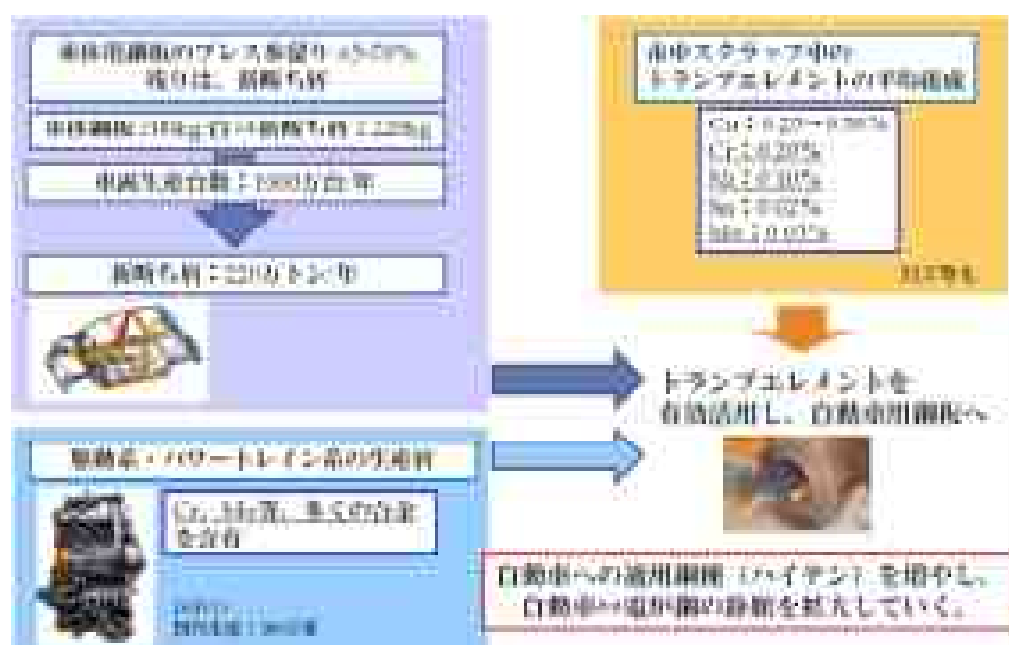


図 2-13 自動車産業への資源循環

2) 経済的視点から見た事業の実現可能性

前述の技術的側面から見た事業の実現可能性の節でも述べているが、老廃スクラップが大々的活用できるならば、この経済的効果は非常に大きい。その理由は、そもそも老廃スクラップは新断ち屑等の高品位屑に比較して安価であること、また、新断ち屑は、韓国や中国等への輸出分として、あるいは、高炉メーカーの鉄源としても利用されるため、これに大きく依存しては原料の安定調達に課題を残すことになるが、老廃スクラップは常に余剰状態にあることから、原料コストと安定調達の両面のメリットが挙げられる。このこと

は、当社の事業収益性からも非常に有利であるとともに、現行高炉メーカーに対するコスト競争力の点からは、原料をベースとしたコスト競争力優位を確保できることになると考えられる。老廃スクラップ利用を可能とする技術は、イノベーションに類するものと考えられる。

2.2.3 採択案件の事業性評価に係る考察

2.2.2 で示した4つの実証事業に関し、事業概要、事業性評価結果、今後の事業化可能性を整理したものを、表 2-19 に示す。

表 2-19 採択案件の事業性評価結果

事業名	自動車ガラスの事前回収によるリサイクルの推進	自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進	自動車リサイクル全体における素材生産性向上に資する解体・破砕プロセスの実証	鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査
団体名	株式会社マテック	一般社団法人日本ELVリサイクル機構	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社	東京製鐵株式会社
事業目的・概要	ガラスのリサイクルを推進し、ASRの削減につなげるため、使用済み自動車からフロントガラスを取り外し、ガラスカレットと中間膜を回収。ガラスカレットはガラスウール原料に、中間膜は再び中間膜の原料に利用。これらの処理による環境改善効果、経済性、今後の展開可能性について考察。	バンパーと内装材の2種類のポリプロピレンを解体事業者で解体分別。破砕業者を経て、プラスチック再生業者で再生。リペレット品の物性を評価。天然資源代替の効果やリサイクルプロセスの改善によるエネルギー使用量の削減を目指した。	特定部位（ガラス、ヒューズボックス等、ハロゲン含有樹脂等）を事前に取り外した上でプレス処理及びシュレッダー処理にかかる破砕・解体等プロセスの現場での運用を確認する。また、再資源化を担う素材生産者の観点から評価し、サプライチェーンの最適化を目指した。	老廃スクラップを主たる原料とした自動車用鋼板を実現させることを目的に、トランプエレメントの鋼板表面品質に及ぼす影響等を検討するとともに、自動車部品製造性評価、部品特性と関連性のある基礎材料特性評価を実施した。
事業性評価	実処理の収支は1kg当たり-30.1円程度と試算された（採算的には赤字）。事業性確保が課題である。	解体業者での解体分別からプラスチック再生業者への輸送までのコストは、効率的なパターンで、77円/kg。PPの買取価格は65円/kgのため採算的には赤字。作業の効率化等、事業性確保が課題である。	解体等プロセスは追加的な収益はあるもののそれを上回る労務費が発生し収益性が低下。素材生産プロセスは経費が縮小するため収益性が改善。再資源化を担う素材生産者から見た最適化が見込まれた。付加価値の分配が課題。	技術的側面から安価な老廃スクラップを大々的活用できる可能性が見込まれ（安い原料の安定調達）、経済的效果は非常に大きい。事業収益性からも非常に有利であり、コスト競争力の優位を確保できる可能性が見込まれた。

<p>今後の可能性</p>	<p>地域単位で複数の解体事業者が連携して回収を行い、集約して処理することで、効率的かつ経済的なリサイクルシステムを構築できる可能性が見込めた。</p>	<p>特定エリアの解体業者で解体したバンパー、内装材を破碎・粉碎設備を有する解体業者に集約し、そこで破碎・粉碎後、プラスチック再生業者に集約輸送するパターンにおいて事業性確保の余地が見込めた。</p>	<p>解体等プロセス単独でのメリットは認められないが、素材生産プロセスで得られる収益性の改善効果を解体等プロセスへ分配できればトータルで事業性が成立し、環境負荷低減効果を社会全体で享受できる。 なお、セメント製造の方がその効果は大きい。全部利用を想定した電炉溶解プロセスは、収益性改善効果が小さく、更なる改善が必要。</p>	<p>技術的観点から更なる検討、具体的な事業性評価が必要。 技術的には、熱延工程での高温酸化現象における Si や Mn、Cr 等の作用メカニズムの把握と、製品品質との関係の明確化、酸洗鋼板表面に存在する電気化学的な低電位層の形成メカニズムの明確化、トランプエレメントの部品性能への影響把握等が挙げられる。</p>
---------------	------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

各事業の結果を考察すると下記のとおりとなる。

- マテックによるガラスの回収・リサイクル事業は、地域単位での解体事業者連携による効率的かつ経済的なリサイクルシステムの構築可能性が見込まれた。ASR 削減等の環境負荷の低減も見込まれた。しかし、解体・分別・輸送のコストが、回収したガラス・中間膜の買取価格を上回り、採算的には赤字である。今後、事業性の確保が課題である。
- 日本 ELV リサイクル機構のプラスチック（PP）の回収・リサイクル事業でも、特定エリアの解体業者連携（破碎・粉碎設備を有する事業者への集約）に伴う事業性確保が見込まれた。ASR 削減等の環境負荷の低減も見込まれた。しかし、解体・分別・輸送のコストが、PP の買取価格を上回り、採算的には赤字であり、事業性の確保が課題となっている。
- 他方で、三菱UFJリサーチ&コンサルティングが実施したガラス、ヒューズボックス、ハロゲン含有樹脂等の事前回収、プレス処理及びシュレッダー処理のプロセスでは、前段の解体等プロセスは労務費発生により収益性低下したが、素材生産プロセスでは経費縮小（収益性改善）が見込まれた。また、シュレッダー鉄、ASR 及び A プレス中のハロゲン成分やガラス成分の削減に伴う素材生産での環境負荷の低減、資源利用効率の向上が見込まれた。今後、事業により得られた付加価値の関係者間での分配が課題となっている。
- 東京製鐵の場合、安価な老廃スクラップを大々的に活用できる可能性が技術的に見込めたため、経済的優位性やコスト競争力の観点から事業収益性が見込まれたが、現時点は発生した老廃スクラップが前提となった定性的な評価にとどまっているため、今後、使用済自動車の解体工程まで遡ったトータルでの評価を実施していく必要がある。
- 以上、総合的に評価すると、事業者連携に伴う ASR 削減等の環境負荷低減と資源利用効率の向上が期待された一方で、上流から下流までの横断的な事業性の確保や関係者間での付加価値の分配が課題となっている。

2.3 統一的・横断的に評価可能な手法・指標等の検討・提案

1. の事業実施に伴う循環資源の循環的な利用及び処分の基本原則から見た事業の有効性、CO₂ 排出量削減効果その他の環境負荷低減効果並びに経済的及び技術的側面から見た事業の実現可能性を、統一的・横断的に評価可能な手法・指標を検討・提案し、その評価手法・指標を用いて1. の採択案件の検証・評価を実施した。

具体的には、1. の事業は、全て自動車分野に関する低炭素型3技術・システムの実証であったことを踏まえ、自動車分野における低炭素型3R技術・システムの導入に伴う事業の有効性、CO₂ 排出量削減効果等に係る統一的・横断的に評価可能な手法・指標として、波及効果の分析及び費用対効果分析の実施手法等について検討・提案を実施した。

2.3.1 波及効果分析の検討・提案

1. の事業における事業の有効性、CO₂ 排出量削減効果の検討範囲を表 2-20 に示す。東京製鐵以外の3事業については、事業の有効性、CO₂ 排出量削減効果を限定的にとらえていることが分かる。

表 2-20 採択案件の事業性・CO₂ 排出量削減効果の評価範囲

事業名	自動車ガラスの事前回収によるリサイクルの推進	自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進	自動車リサイクル全体における素材生産性向上に資する解体・破碎プロセスの実証	鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査
団体名	株式会社マテック	一般社団法人日本ELVリサイクル機構	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社	東京製鐵株式会社
事業性の評価範囲	通常処理と比較して破碎処理量の削減、埋立処分量の削減、ガラスびんカレットリサイクルによる事業性の評価	バンパーと内装材の2種類のポリプロピレンを解体事業者で解体分別して、破碎業者を経て、プラスチック再生業者で再生する際の事業性の評価	特定部位（ガラス、ヒューズボックス等、ハロゲン含有樹脂等）を事前に取り外した上でプレス処理及びシュレッダー処理にかかる破碎・解体等プロセスの現場での事業性の評価	自動車への電炉鋼の適用可能性の評価
CO ₂ 排出量削減効果の評価範囲	通常処理と比較して破碎処理量の削減、埋立処分量の削減、ガラスびんカレット製造代替、中間膜製造代替によるCO ₂ 削減効果	PPをシュレッダー処理後焼却（熱回収）する場合からPPをリサイクル（破碎・粉碎後コンパウンド）することによるCO ₂ 削減効果	従来方式から新方式（複数プロセスを接続した拡張評価単位）での解体を行うことによる全プロセスにおけるCO ₂ 削減効果	電炉鋼製造時のCO ₂ 排出量と高炉材から電炉鋼置換時のCO ₂ 削減効果

廃自動車のマテリアルリサイクルを実施するに当たっては、回収のタイミング（解体段階、ASR再資源化段階等）、収集方法、再資源化方法等によって得られる再生資源の質やコストが大きく異なり、事業性や環境負荷削減効果も大きく変化する。例えば、プラスチックやガラスなどの一部の素材については、バンパーや窓ガラスとして解体段階で取り外すことにより、リサイクルを容易に行うことができる可能性があるが、採算性の観点から取り外されることは限定的であり、大部分はASRとして再資源化されている。

マテック、日本 ELV 機構、三菱 UFJ リサーチ & コンサルティングの事業はこれを改善する事業であるが、図 2-14 に示すように、解体段階だけの評価ではなく、評価範囲を拡張した場合の波及効果の分析によって、事業の有効性（下流側における ASR 処理の低コスト化等）や CO2 削減効果（資源の有効利用によるバージン資源の代替効果等）の更なる評価が可能となる。

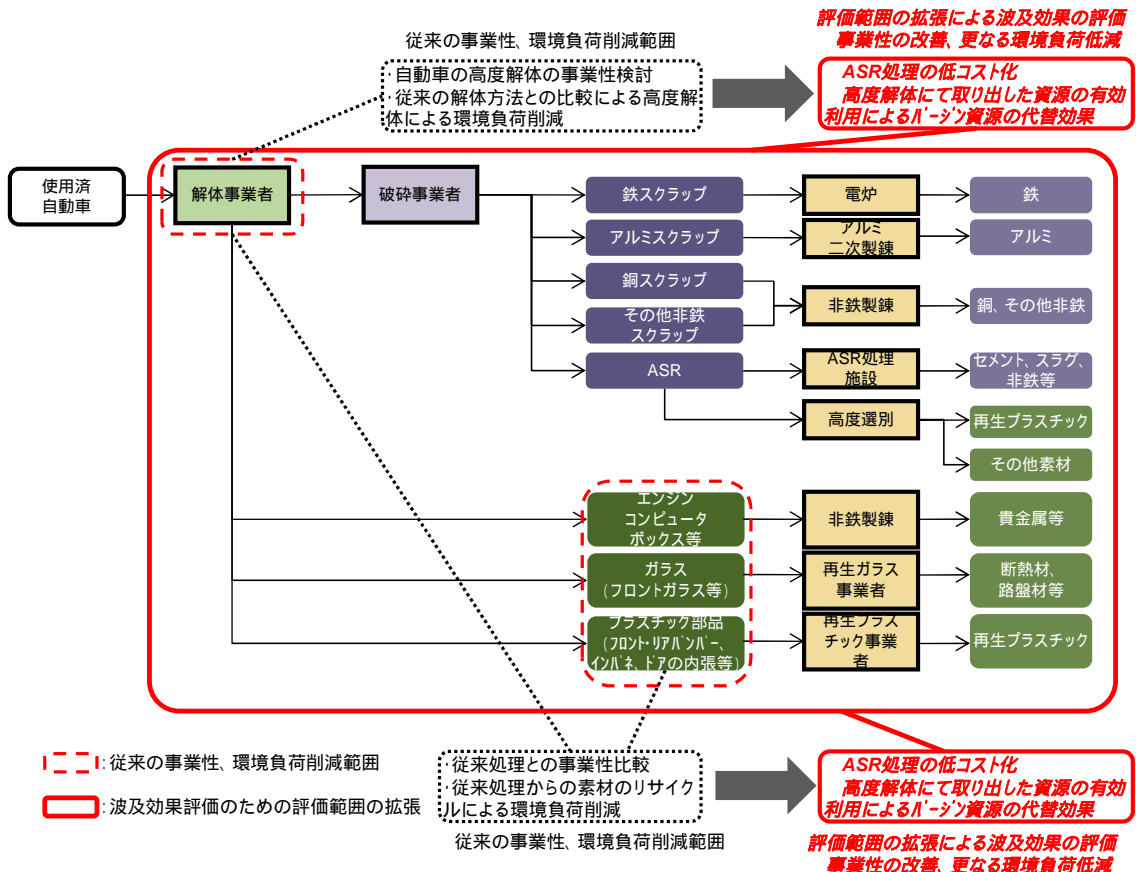


図 2-14 評価範囲の拡張に伴う波及効果の分析のイメージ

表 2-21 に採択案件の自動車のライフサイクルにおける評価範囲の比較結果を示す。採択案件の評価範囲が統一されていないため、統一的・横断的な評価が困難である。統一的・横断的な評価のためには、評価範囲を拡張して、ライフサイクルにおける評価範囲を案件ごとに揃える必要が生じる。

表 2-21 採択案件の自動車のライフサイクルにおける評価範囲の比較結果

事業名	自動車ガラスの事前回収によるリサイクルの推進	自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進	自動車リサイクル全体における素材生産性向上に資する解体・破碎プロセスの実証	鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査

団体名	株式会社マテック	一般社団法人日本 ELVリサイクル 機構	三菱UFJリサー チ&コンサルティ ング株式会社	東京製鐵株式会社
製造				
使用済み～ ELV回収				
解体				
シュレッダー・ プレス				
ASR処理				
電炉・転炉				
アルミ二次 製錬				
非鉄製錬				
セメント 製造				
再生プラス チック製造				
再生ガラス 製造				

：評価範囲としている、空欄：評価範囲としていない

また、実証事業としての事業性や環境負荷削減効果の検証にとどまらず、実証事業を同一地域全体や社会全体に適用した場合の波及効果の分析を行うことで、事業の今後のポテンシャルを評価することが可能となる（図 2-15 参照）。この社会全体に適用した場合の波及効果の分析を行う際には、取組を広域化した時のメリット（規模の経済による低コスト化等）・デメリット（様々な関係者の連携関係の構築による高コスト化等）の評価を行うことが重要であり、本評価を行うことが可能となるデータを実証事業の中で収集することが必要となる。

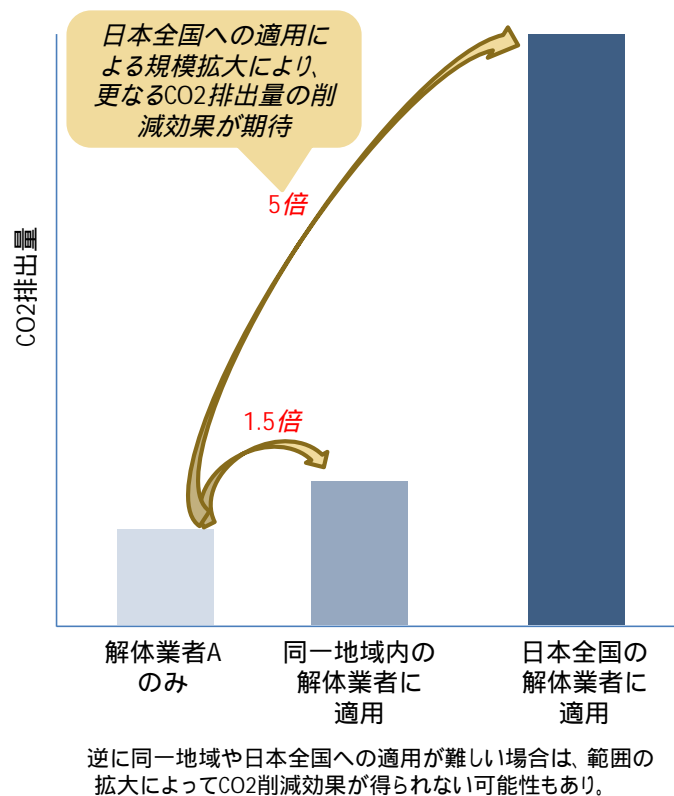


図 2-15 社会全体に適用した場合の波及効果の分析イメージ

表 2-22 に 1. の事業において社会全体へ適用した場合の効果や評価範囲を拡張した場合の効果等の波及効果分析を実施する際のイメージを示す。次年度以降の実証事業では、下表に示すような波及効果分析の実施を検討することとし、事業実施者にあたっては波及効果分析に必要となるデータについても事業実施の中で併せて収集することが期待される。

表 2-22 採択案件の波及効果分析イメージ

事業名	自動車ガラスの事前回収によるリサイクルの推進	自動車プラスチックの事前解体・分別によるリサイクルの推進	自動車リサイクル全体における素材生産性向上に資する解体・破碎プロセスの実証	鉄スクラップの自動車部品への高度利用化技術調査
団体名	株式会社マテック	一般社団法人日本ELVリサイクル機構	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社	東京製鐵株式会社
波及効果を考慮した事業性の評価イメージ	通常処理と比較して破碎処理量の削減、埋立処分量の削減、ガラスびんカレットリサイクルによる事業性の評価に加えて、 <u>ASR 処理施設におけるガラス減少に伴う低コスト化、カレット受入先、中間膜受入先の収益性の分析等を実施する。</u>	バンパーと内装材の2種類のポリプロピレンを解体事業者で解体分別して、破碎業者を経て、プラスチック再生業者で再生する際の事業性の評価に加えて、 <u>ASR 処理施設におけるプラスチック減少に伴う低コスト化、プラスチック受入先の収益性の分析等を実施する。</u>	特定部位（ガラス、ヒューズボックス等、ハロゲン含有樹脂等）を事前に取り外した上でプレス処理及びシュレッダー処理にかける破碎・解体等プロセスの現場での事業性の評価に加えて、 <u>ASR 処理施設における受入素材の減少に伴う低コスト化、ガラス、ヒューズボックス等、ハロゲン含有樹脂等の受入先の収益性の分析等を実施する。</u>	自動車への電炉鋼の適用可能性の評価に加えて、 <u>電炉メーカー、高炉メーカーにおける収益性の分析等を実施する。</u>
波及効果を考慮したCO2排出量削減効果の評価イメージ	通常処理と比較して破碎処理量の削減、埋立処分量の削減、ガラスびんカレット製造代替、中間膜製造代替によるCO2削減効果に加えて、 <u>ASR 処理施設におけるガラス減少に伴う環境負荷削減効果、バージン材の代替効果、日本全体へ適用した場合の日本全体における環境負荷低減ポテンシャルの評価を実施する。</u>	PPをシュレッダー処理後焼却（熱回収）する場合からPPをリサイクル（破碎・粉碎後コンパウンド）することによるCO2削減効果に加えて、 <u>ASR 処理施設におけるプラスチック減少に伴う環境負荷削減効果、バージン材の代替効果、日本全体へ適用した場合の日本全体における環境負荷低減ポテンシャルの評価を実施する。</u>	従来方式から新方式（複数プロセスを接続した拡張評価単位）での解体を行うことによる全プロセスにおけるCO2削減効果に加えて、 <u>ASR 処理施設における受入素材の減少に伴う環境負荷削減効果、バージン材の代替効果、日本全体へ適用した場合の日本全体における環境負荷低減ポテンシャルの評価を実施する。</u>	電炉鋼製造時のCO2排出量と高炉材から電炉鋼置換時のCO2削減効果（既に日本全体へ適用した場合の環境負荷低減ポテンシャルの評価を実施済み）

下線部分が波及効果を考慮した追加分析のイメージ

2.3.2 費用対効果分析の検討・提案

2.2.1 及び 2.2.2 でも記述の通り、採択案件の実施内容が多岐に渡るため、環境負荷低減効果や事業性を単純に比較評価することは困難である。そこで、事業実施に伴う循環資源の循環的な利用及び処分の基本原則から見た事業の有効性、CO2 排出量削減効果その他の環境負荷低減効果並びに経済的及び技術的側面から見た事業の実現可能性を統一的・横断的に評価可能な手法として、費用対効果分析を取り上げ、以下に実施にあたっての留意点等を整理することとした。

(1) 費用対効果分析として取り上げる費用・便益・効果の整理

事業実施の有効性の判断や比較評価を行う観点から把握が必要と考えられる費用・便益・効果を整理することが重要となる。表 2-23 に費用対効果分析として取り上げる費用・便益・効果の例を整理した。以下の例を参照しながら過不足なく、抽出を行うことが適当である。

表 2-23 費用・便益・効果の例

項目	内容
費用	事業実施に係る費用
便益	事業実施の結果得られる収入（金属資源の売却益、解体に係る手数料収入等）
効果（定量化が可能）	最終処分量の削減効果
	最終処分場の延命効果
	ASR 処理施設の負荷削減効果
	TMR の削減効果
資源の安定供給効果	
効果（定量化が不可能）	有害物質による環境・健康被害の改善効果

(2) 評価範囲・シナリオの設定

評価範囲・シナリオの設定にあたっては 2.3.1 における波及効果の分析の観点も踏まえ、適切な評価範囲・シナリオを設定する必要がある。事業の性格も踏まえ、事業性や環境負荷の低減効果を評価する上で、複数の評価範囲やシナリオを設定することが求められる。評価範囲・シナリオとしては、最低でも現状ケースと将来ケースの 2 つを想定することが適当と考えられ、例えば、現状ケースは実証事業の範囲内で事業化した場合、将来ケースは同一地域や社会全体で事業が実施された場合を想定して評価範囲・シナリオを設定することが考えられる。

(3) 評価方法及び結果の解釈

実証事業の実施結果等を踏まえ、設定した費用・便益・効果項目について、定量化を行い、評価範囲や評価シナリオ毎に一覧表等の整理を行い、結果の解釈を行う。まずは、貨幣化できる費用と便益のみで事業性の分析を行う。の結果、便益が費用を上回れば事業性が確認されるが、便益が費用を上回らなければ次のステップとして、貨幣価値以外の定量化可能な効果を含めた分析を行う。それでも事業性が確認できない場合は、定量化が困難な効果を含めた分析を行う。更に、事業性や環境負荷削減効果は評価範囲とシナリオの設定によって変化することが想定されるため、可能であれば複数ケースの評価範囲・シナリオを設定の上、評価を行い、結果の解釈を行うことが必要と考えられる。表 2-24 に費用対効果分析のとりまとめのイメージを示す。費用対効果分析から、評価対象とした範囲全体として事業性があるかどうか、評価範囲の中の段階別に分けた場合、それぞれに

ついて事業性があるかどうかを確認することができる。

統一的な指標・原単位を整備することが課題。

表 2-24 費用対効果分析のとりまとめのイメージ

ケース		ケース A	ケース B	...	
評価範囲		解体のみ	全体		
評価シナリオ		現状	将来		
便益 (B)	段階別収益	解体			
		シュレッダ -			
		ASR 処理施設			
		電炉・転炉			
		金属回収			
		再生プラ			
		再生ガラス			
		...			
		費用 (C)	段階別費用	解体	
シュレッダ -					
ASR 処理施設					
電炉・転炉					
金属回収					
再生プラ					
再生ガラス					
...					
便益 - 費用 (B-C)				解体	
		シュレッダ -			
		ASR 処理施設			
		電炉・転炉			
		金属回収			
		再生プラ			
		再生ガラス			
		...			
		便益 / 費用 (B / C)		解体	
シュレッダ -					
ASR 処理施設					
電炉・転炉					
金属回収					
再生プラ					
再生ガラス					
...					

ケース		ケース A	ケース B	・・・
	・・・			
効果（定量化可能）	最終処分削減			
	・・・			
効果（定量化不可能）	有害物質削減			
	・・・			

3. 自動車分野における低炭素型 3R 技術・システム展開に資する情報収集・整理

3.1 情報収集・整理の背景・趣旨

自動車分野における CO2 削減に係る取組としては、車体開発・製造段階については、植物由来プラスチック等の脱石油由来の素材を選択・採用するとともに、エンジン効率の向上、車両の軽量化、空気抵抗の低減、駆動系の改良（動力性能の改善）、ころがり抵抗の低減等による燃費の改善（燃料消費量の低減）、環境対応型の次世代自動車（ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、クリーンディーゼル車、バイオ燃料車、電気自動車、燃料電池自動車、水素自動車等）の開発・製造が期待される。

他方で、自動車の生産・使用（消費）・処理に関するライフサイクル全体で考えた場合、CO2 削減に係る取り組みとしては、環境配慮設計やリサイクル、再生資源の利用を進展させ、トータルで CO2 排出量を含めたライフサイクルでの環境負荷を最小化することが挙げられる。

低炭素型 3R 技術・システム展開に関する取り組みとして、上記の取り組みについて 3R 技術・システムの観点から整理した場合、自動車分野における低炭素型 3R 技術・システム展開（CO2 削減）の可能性のある取り組みとしては、

車両の軽量化（燃費改善）に向けたリサイクル性を兼ね備えた新素材の選択・利用促進

脱石油由来の素材の選択・利用促進

ライフサイクルでの環境負荷を最小化する環境配慮設計の促進と再生資源の利用促進といった取り組みが挙げられる。

車両の軽量化に関しては、従来のスチール鋼板に比べ、強度があり剛性が高いため、薄肉化が図れ、軽量化が可能となる材料として、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）や超ハイテン材、アルミパネル材等の新素材の利用が、各社の取組として顕在化している。

また、脱石油由来の素材として、植物由来プラスチックや天然素材の利用が取り込まれている。

しかしながら、こうした新素材を将来にわたり利用促進していくためには、従来品に比べたコスト高の課題への対応を図るとともに、自動車が使用済みとして排出されたときのリサイクル性に対して配慮していく必要がある。

他方で、のライフサイクルでの環境負荷の最小化に向けては、自動車の環境配慮設計の推進と再生資源の利用拡大が重要である。特に、環境配慮設計を進めることは、天然資源の利用、製造プロセスに関する CO2 削減につながる可能性があるが、一層の推進に向けて、再生資源の利活用に関する課題を分析していく必要がある。例えば、現時点で、再生資源は、枯渇性資源と比較した場合に、品質、価格（コスト競争力）、安定供給性等の面

でメリットが少なく自動車メーカーにおいても利用は限定的である。ユーザーにとっても、再生資源を利用した自動車であることの価格優位性が乏しいため、再生資源を利用した環境先進的な取組に対して理解を示した一部のユーザーによる選択に留まっている。市場原理において再生資源の利用促進を図るための課題分析が必要である。

本章では、こうした自動車分野における低炭素型 3R 技術・システム展開に関する取り組みや事業背景・課題、事業動向等がある中、下記の 2 点から 3R の高度化に向けた情報収集を図り、自動車メーカーの取り組み等に関する実態を把握した。

1) 自動車分野における新素材とそのリサイクル性の把握

自動車に利用されている新素材(炭素繊維強化プラスチック(CFRP)、超ハイテン材、アルミパネル材、植物由来プラスチック、天然素材、触媒等)の利用動向、利用背景や、新素材のリサイクル性について、Web 情報検索(文献調査)及び自動車メーカー各社へのヒアリング調査を通じて、調査、把握した。

2) 自動車分野における再生資源の利用実態の把握

自動車に利用されている再生資源(特に再生プラスチックを中心に)の利用動向、部品リサイクルの動向、再生資源の利用促進に当たっての課題等について、各社の Web 情報検索(文献調査)及び自動車メーカー各社へのヒアリング調査を通じて、調査、把握した。

3.2 自動車分野における新素材とそのリサイクル性の把握

自動車に利用されている新素材の動向とその新素材のリサイクル性について、Web 情報検索及び各社へのヒアリング調査を通じて、調査、把握した。

具体的には、2014 年 10 月末時点での Web 情報から各社の取組動向（各新素材の利用動向、利用背景等）の概略的な把握を行い、その上で、各社から個別に取組状況（利用動向、利用背景、リサイクル性等）をヒアリングした。

3.2.1 文献調査結果（Web 情報検索）

自動車メーカーにおける新素材の利用動向等について、Web 情報検索（2014 年 10 月末時点）の結果を、メーカー毎に整理したものを表 3-1 に示す。メーカーによって情報発信するポイントが異なるため、同じレベルでの情報収集とはなっていないが、全体を通すことにより、自動車メーカーの取組動向が把握できる。

素材毎に自動車メーカー等の取組概況をトピック的に整理すると下記の通りとなる。

(1) 炭素繊維強化プラスチック（CFRP）

- ・ 炭素繊維の生産は、東レ、帝人、三菱レイヨンの日系 3 社で世界の約 70% を占め、CFRP は、航空機・風力発電用ブレード・圧力容器等の産業用途に加え、自動車部品等への用途拡大により年率 15% 以上の需要拡大が見込まれている。
 - 2011 年、東レは独ダイムラー AG と CFRP 部品の製造販売の合弁会社を設立し、2012 年からメルセデス・ベンツ向け部材を供給している。
 - 帝人は、GM と共同開発契約を締結。松山にパイロットプラントを建設し、2015 年発売車に向け開発を行うとしている。
 - 三菱レイヨンは、SGL グループ（独カーボンメーカー）と 2011 年に炭素繊維原料の製造合弁会社を設立し、BMW へ供給。2013 年以降 BMW で発売の電気自動車 i3 シリーズで採用されている。
- ・ CFRP は、素材の分離が困難であるため、一般にリサイクルや廃棄処分が難しい。日系 3 社は合同でリサイクル技術開発を進めている。また、BMW は、ボーイング社と炭素繊維リサイクルに関する共同研究を実施している。

(2) 超ハイテン材

- ・ 日産では、これまでに採用してきた 980MPa 級ハイテン材に対して、強度と延性を高めた 1200MPa 級高成形性超ハイテン材の開発に成功（日産自動車と新日本製鐵、神戸製鋼所で共同開発：冷間プレス工法）。材料組織を極限まで微細化させる技術により、強度と延性を同時に向上。1200MPa 級高成形性超ハイテン材に適したスポット溶接工法も開発したことで、センターピラーレインホース、フロントルーフレール、サイドルーフレールといった複雑な車体構造部材への適用を可能にした。
- ・ マツダは、住友金属工業株式会社、アイシン高丘株式会社と共同で、世界最高の強

度をもつ 1800MPa 級高張力鋼板を用いた自動車用部材の開発に成功した。欧米で導入が進んでいる熱間プレス工法。双葉工業と共同で溶接条件の最適化も行っている。新型クロスオーバーSUV「マツダ CX-5」のバンパービームに世界で初めて採用した。

(3) アルミパネル材

- ・ 日産は、神戸製鋼と共同で自動車のフード（ボンネット）用の新型アルミパネル材を開発した。衝撃吸収性を維持しながら素材の薄型化を実現した。新型「スカイライン」に初採用。フードの重量を約 1 割軽減した。燃費改善や製造コスト低減にも寄与する。

(4) 植物由来プラスチック

- ・ トヨタでは、植物性由来のバイオ PET を使った新エコプラスチックをトヨタ紡織とともに世界で初めて開発した。2011 年 11 月 ハイブリットセダン「SAI」の内装表皮に新エコプラスチックを採用。高い耐摩擦性能が必要な部分であるシート表皮、フロアカーペット 等の内装部品の表皮に採用。内装部品の表面積全体の 80%に到達。耐摩擦性能は、石油系プラスチックと同等のレベルを確保した。
- ・ また、トヨタでは、自動車用シートのクッション部分に使用されるポリウレタンの主な原料である石油由来のポリオールの一部を、植物由来の「ひまし油」を成分としたプラスチックに置き換えた。乗り心地や製品の品質・重さはそのままに、製造から廃棄までのライフサイクルにおける CO2 の排出量抑制と石油資源の使用量の低減を図っている。
- ・ マツダでも、食糧と競合しない植物性原料を用いたバイオプラスチックの技術開発に着手した。部品をより薄肉で製造できるため、フロントおよびリアバンパーに採用した場合、約 20%軽量化することが可能となった。2011 年に導入した SKYACTIV-G 搭載デミオ（海外名：Mazda2）のラジエータータンクに初採用し、その後、プレマシー / Mazda5 のガソリン車、CX-5、アテンザ / Mazda6 および新型アクセラ / Mazda3 のディーゼル車へ採用を拡大している。

(5) 天然素材

- ・ メルセデス・ベンツでは、既に 10 年以上前から天然素材を自動車づくりに利用している。例えば、天然素材のサイザル麻は、それまで使っていたグラスファイバーに比べてコストが 20%も安く、軽量で、リサイクルが可能。さらに安全面でも優れる。万一の事故の場合でも、それまでのグラスファイバー性内装材だと、人体にガラス繊維が刺さる危険があったが、サイザル麻ならその心配はない。契約農家から亜麻を仕入れ、さらにジュート、ココナッツ繊維、そして麻袋やジープンの切れ端などの天然素材やリサイクル素材が、ベンツEクラスに使われている。これは「アマゾン貧困撲滅環境計画」と呼ばれ、クルマづくりという工業プロセスとアマゾン農村の活性化を結び付ける発想からきている。

- ・ BMW でも、BMW i シリーズのインテリアに、リサイクル天然繊維によるドア・パネルやインスツルメント・パネル、そして天然なめし革や 100%FSC® 森林認証を受けたオープン・ポア（開孔型）ユーカリ材などを採用している。
 - 尚、BMW i シリーズのシートカバー・テキスタイルは、最大 34%は PET から製造されたリサイクル・ポリエステルを 100%使用している。また、エクステリアで使用されているプラスチックは 25%がリサイクル材によるものである。

(6) 触媒

- ・ マツダでは、2009 年、クルマの触媒に使用する貴金属を約 70%削減しながらも、排ガスの浄化性能と高い耐久性を同時に実現出来るシングルナノ触媒を世界で初めて実用化し、量産車への採用を開始した。さらに、同触媒の貴金属の使用量を約 30～40%低減させることに成功し、2011 年に導入した SKYACTIV-G 搭載デミオ(海外名: Mazda2)を始めとして、順次グローバルに採用している。また、当初、ガソリンエンジン用に開発されたこの技術は、ディーゼルエンジンの煤を除去するディーゼルパーティキュレートフィルター（DPF）触媒にも適しており、現在ではクリーンディーゼルエンジン SKYACTIV-D にも採用し、貴金属の使用低減とともに、排出ガスのクリーン化を推進している。
- ・ ホンダでは、排出ガスの浄化機能に優れるロジウムの一部を、酸素の吸放出速度を高めたパラジウムに代替したことで、貴金属の総使用量を現行比で 22%減らした。新触媒のコストも現行比 37%削減し、北米仕様の現行アコードから採用している。

表 3-1 自動車分野における「新素材」に関する情報発信状況 (1/5)

新素材 Web 情報検索 (2014 年 10 月末時点)

新素材	商品名	商品内容	情報源	
			URL	備考
新素材	樹脂材料の強化	<p>樹脂材料の強化に関する最新情報</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 最新の樹脂材料に関する最新情報 ● 最新の樹脂材料に関する最新情報 ● 最新の樹脂材料に関する最新情報 <p>最新の樹脂材料に関する最新情報</p>	1	<p>樹脂材料の強化</p> <p>http://www.resin.com/jp/technology/technology.html</p>
	樹脂材料の強化	<p>樹脂材料の強化に関する最新情報</p> <p>最新の樹脂材料に関する最新情報</p>	17	<p>樹脂材料の強化</p> <p>http://www.resin.com/jp/technology/technology.html</p>
	樹脂材料の強化	<p>樹脂材料の強化に関する最新情報</p> <p>最新の樹脂材料に関する最新情報</p>		<p>樹脂材料の強化</p> <p>http://www.resin.com/jp/technology/technology.html</p>
	樹脂材料の強化	<p>樹脂材料の強化に関する最新情報</p> <p>最新の樹脂材料に関する最新情報</p>		<p>樹脂材料の強化</p> <p>http://www.resin.com/jp/technology/technology.html</p>

表 3-1 自動車分野における「新素材」に関する情報発信状況 (2/5)

No.	商品・素材	具体的な内容	情報源	
			種別	URL
自動車	軽ハイブリッド車	軽自動車用ハイブリッド車用特殊材料「ハイブリッド樹脂」の開発 この樹脂は、従来の軽自動車用樹脂に比べて、強度を向上させた。また、軽自動車用樹脂の特性を向上させた。 軽自動車は、ハイブリッド車に比べて、軽量化が求められる。軽量化は、燃費向上に大きく寄与する。この樹脂は、従来の軽自動車用樹脂に比べて、強度を向上させた。また、軽自動車用樹脂の特性を向上させた。 軽自動車は、ハイブリッド車に比べて、軽量化が求められる。軽量化は、燃費向上に大きく寄与する。この樹脂は、従来の軽自動車用樹脂に比べて、強度を向上させた。また、軽自動車用樹脂の特性を向上させた。		日産グローバル http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/Products/High%20Strength/
	軽自動車用樹脂	軽自動車用樹脂の開発 軽自動車用樹脂の開発は、軽自動車用樹脂の開発に大きく寄与する。軽自動車用樹脂の開発は、軽自動車用樹脂の開発に大きく寄与する。軽自動車用樹脂の開発は、軽自動車用樹脂の開発に大きく寄与する。		日産工業グループ http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/Products/High%20Strength/
車部品	ハイブリッドシステム	軽自動車用ハイブリッドシステム用樹脂の開発 軽自動車用ハイブリッドシステム用樹脂の開発は、軽自動車用樹脂の開発に大きく寄与する。軽自動車用ハイブリッドシステム用樹脂の開発は、軽自動車用樹脂の開発に大きく寄与する。	特	日産グローバル http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/Products/High%20Strength/
	ハイブリッドシステム用樹脂	軽自動車用ハイブリッドシステム用樹脂の開発 軽自動車用ハイブリッドシステム用樹脂の開発は、軽自動車用樹脂の開発に大きく寄与する。軽自動車用ハイブリッドシステム用樹脂の開発は、軽自動車用樹脂の開発に大きく寄与する。	特	日産グローバル http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/Products/High%20Strength/
	ハイブリッドシステム	軽自動車用ハイブリッドシステム用樹脂の開発 軽自動車用ハイブリッドシステム用樹脂の開発は、軽自動車用樹脂の開発に大きく寄与する。軽自動車用ハイブリッドシステム用樹脂の開発は、軽自動車用樹脂の開発に大きく寄与する。		日産工業グループ http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/Products/High%20Strength/
	自動車部品用樹脂	自動車部品用樹脂の開発 自動車部品用樹脂の開発は、自動車部品用樹脂の開発に大きく寄与する。自動車部品用樹脂の開発は、自動車部品用樹脂の開発に大きく寄与する。	特	日産グローバル http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/Products/High%20Strength/
	自動車部品用樹脂	自動車部品用樹脂の開発 自動車部品用樹脂の開発は、自動車部品用樹脂の開発に大きく寄与する。自動車部品用樹脂の開発は、自動車部品用樹脂の開発に大きく寄与する。		日産工業グループ http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/Products/High%20Strength/

表 3-1 自動車分野における「新素材」に関する情報発信状況 (3/5)

分野	製品/素材	具体的な内容	情報源	
			ページ	URL
新素材	樹脂/樹脂	従来は樹脂よりも強度が低かったが、重量は約4割減り、また、強度が従来樹脂よりも2割ほど向上する新素材が開発された。従来は樹脂よりも強度が低かったが、重量は約4割減り、また、強度が従来樹脂よりも2割ほど向上する新素材が開発された。		https://www.ford.com/ja/technology/innovation/2014/09/14/2014-09-14-01.html
	自動車部品/樹脂	同上	100	http://www.ford.com/ja/technology/innovation/2014/09/14/2014-09-14-02.html
	樹脂/樹脂	樹脂は従来よりも、より軽量化を実現する新素材を開発したが、強度は従来樹脂よりも2割ほど向上する新素材が開発された。従来は樹脂よりも強度が低かったが、重量は約4割減り、また、強度が従来樹脂よりも2割ほど向上する新素材が開発された。	100	樹脂/樹脂の中心部 http://www.ford.com/ja/technology/innovation/2014/09/14/2014-09-14-03.html
	樹脂/樹脂	同上		樹脂/樹脂 http://www.ford.com/ja/technology/innovation/2014/09/14/2014-09-14-04.html
樹脂	樹脂	樹脂/樹脂の中心部に使用される新素材を開発。従来は樹脂よりも強度が低かったが、重量は約4割減り、また、強度が従来樹脂よりも2割ほど向上する新素材が開発された。		樹脂/樹脂の中心部 http://www.ford.com/ja/technology/innovation/2014/09/14/2014-09-14-05.html
	樹脂	樹脂/樹脂の中心部に使用される新素材を開発。従来は樹脂よりも強度が低かったが、重量は約4割減り、また、強度が従来樹脂よりも2割ほど向上する新素材が開発された。		樹脂/樹脂の中心部 http://www.ford.com/ja/technology/innovation/2014/09/14/2014-09-14-06.html
	樹脂/樹脂の中心部	樹脂/樹脂の中心部に使用される新素材を開発。従来は樹脂よりも強度が低かったが、重量は約4割減り、また、強度が従来樹脂よりも2割ほど向上する新素材が開発された。		樹脂/樹脂の中心部 http://www.ford.com/ja/technology/innovation/2014/09/14/2014-09-14-07.html
樹脂	樹脂/樹脂の中心部に使用される新素材を開発。従来は樹脂よりも強度が低かったが、重量は約4割減り、また、強度が従来樹脂よりも2割ほど向上する新素材が開発された。		樹脂/樹脂の中心部 http://www.ford.com/ja/technology/innovation/2014/09/14/2014-09-14-08.html	

表 3-1 自動車分野における「新素材」に関する情報発信状況 (4/5)

業種	商品・素材	具体的な内容	情報源	
			URL	備考
メーカー	OPFPL12(1)	OPFPL12用材料		化学工業日報 記事2017 http://www.chemical-journal.com/contents/2017/04/170401.html
部品	炭素繊維強化プラスチック(CFRP)	CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。		http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html
	炭素繊維強化プラスチック(CFRP)	CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。		http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html
	炭素繊維強化プラスチック(CFRP)	CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。		http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html
	炭素繊維強化プラスチック(CFRP)	CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。		http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html
メーカー	炭素繊維強化プラスチック(CFRP)	CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。	4	http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html
	炭素繊維強化プラスチック(CFRP)	CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。		http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html
メーカー	炭素繊維強化プラスチック(CFRP)	CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。		http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html
	炭素繊維強化プラスチック(CFRP)	CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。		http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html
メーカー	OPFPL12(1)	OPFPL12用材料	4	http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html
メーカー	炭素繊維強化プラスチック(CFRP)	CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。CFRPの活用は、重量削減の観点から、自動車分野でも注目を集めている。		http://www.fiberjournal.com/contents/2017/04/170401.html

3.2.2 ヒアリング調査結果

3.2.1の自動車メーカーにおける新素材の利用動向等に関するWeb情報検索結果を踏まえ、下記の視点から自動車メーカー（国内メーカー4社、海外メーカー2社）を対象としたヒアリング調査を実施した。その結果を下記に示す。

<ヒアリング視点>

- ・ 新素材の導入状況、導入背景・目的等
- ・ 新素材のリサイクルの可能性 等

(1) 炭素繊維強化プラスチック（CFRP）

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）に関し、各社の状況を取りまとめたものを表3-2に示す。

1) 利用の考え方（導入背景・目的・課題等）

- ・ CFRPの利用目的は、車体の軽量化に伴う、燃費向上にある。
 - 尚、「軽量化」に当たって、何を優先し、どのような手法（素材の活用）で進めるのかに関しては、基本的にメーカー各社によりその考え方は異なる。車体の骨格部分の軽量化、エンジンやその他の部品の軽量化等、部位によって、異なる選択をしている状況にある。
- ・ CFRPの利用上の課題は、高いコストにある。軽量化を進める上でCFRPのコストを許容できる車は限られてくる。広く様々な車種に使うとなると、コストや生産性をどのように担保していくかが課題となる。
- ・ また、CFRPの加工・製造のプロセスは、従来のスチールと比べ大きく異なるため、新たにCFRPの導入を積極的に進めるためには、工場のラインを一新する必要がある（新規の大規模投資が必要となってくる）。

2) 主な利用用途

- ・ 高価なスポーツタイプの車種でのプロペラシャフト
- ・ フード、ディフューザー、スポイラー
- ・ 燃料電池車の水素タンク
- ・ 環境に対応した新たなコンセプトカーでのボディー材 等

3) リサイクルの可能性

- ・ 現状では、CFRPに関しては、採算性のあるリサイクル技術（プロセス）が確立していない状況にある。
- ・ 自動車業界では、現行の自動車リサイクル法の枠組みを前提に、既存インフラを活用したサーマルリサイクルについて技術的な検討が進められている。CFRPは、ASR

の中に混入するため、CFRPが有する導電性の高さを利用した検討である。

- ・炭素繊維メーカーでは、炭素繊維を樹脂で固めた状態でのリサイクルの在り方を検討している。
- ・尚、現状は、工場内（製造工程）で発生している廃材を活用したリサイクルの研究が中心である。将来的には、市中から回収したCFRP部材（使用済みCFRP部材）のリサイクルが課題となってくる。

表 3-2 炭素繊維強化プラスチックの利用動向・リサイクル性等

メーカー	利用の考え方(導入目的・課題等)	利用用途	リサイクル性
A社	<ul style="list-style-type: none"> ・導入目的: 車体の軽量化(厳しい燃費規制への対応) ・導入上の課題は、2点。 CFRP自体が高価なこと、リペアに対する方針(交換or補修)が決まっていない点。 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池車の水素ガスタンク 	<ul style="list-style-type: none"> ・採算性のあるリサイクル技術(プロセス)が未確立。 ・現行の自り法の枠組みの中で、既存インフラを活用したサーマルリサイクルについて技術的な検討がスタート。(ASR回収時のCFRPが有する導電性の高さを利用) ・マテリアルリサイクルは次のステップ。
B社	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量化の観点から、90年代後半より他社に先駆けてCFRPの利用を推進。 ・今後の課題は、CFRPの利用拡大をどこまで図るか(どのような車種に拡大していくか)という点。 ・CFRPの課題は高いコスト、軽量化を進める上でCFRPのコストを許容できる車は限られてくる。広く様々な車種に使うとなると、コストや生産性をどのように担保していくかが課題となる。 ・また、CFRPの加工・製造のプロセスが従来のスチールと比べ大きく異なるので、新たに導入を進めるためには、工場のラインを一新する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・フード ・ディフューザー ・スポイラー ・ラジエーターやライトを一体化する骨組み部分 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・CFRPのリサイクルに関しては、東レ等が開発しているが、自工会でも炭素繊維工業会との協力の下、技術開発に取り組んでいる。
C社	<ul style="list-style-type: none"> ・CFRPの他部材への適用拡大を検討している段階であり、研究開発を実施中。 ・素材そのもの(CFRPの強化繊維)は素材メーカーから提供される。素材の使い方(設計の仕方)はメーカー側の問題。 	<ul style="list-style-type: none"> ・スポーツカータイプの車種のプロペラシャフトに採用 	<ul style="list-style-type: none"> ・産官学で連携してサーマルリサイクルの検討を実施中。 ・東レ、帝人、三菱レーヨンでは、炭素繊維を樹脂で固めた状態でのリサイクルの在り方を検討している(炭素繊維の再生利用)。尚、炭素繊維そのものが繊維メーカーのノウハウであり、共同での研究開発ができない。
D社	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量化、燃費向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・プロペラシャフト(過去に使用) ・現状は、量産車において、CFRPを使っていない。 ・将来的に燃料タンクに使用予定 	<ul style="list-style-type: none"> ・CFRPのリサイクルは熱処理してファイバーだけを取り出すもの(バージンファイバーに比べて80%程度の強度を保持。長繊維のロングファイバーが回収できればいいが、現状、収集されるファイバーは短くなる)。 ・現状は、工場内(製造工程)で発生している廃材の処理が中心。将来的には、市中から回収したCFRP部材(使用済みCFRP部材)のリサイクルが課題となってくる。
E社	<ul style="list-style-type: none"> ・CFRPの利用はあまり進めていない。 ・軽量化・燃費向上の動きは、基本は、鉄のハイテン化、樹脂(プラ)利用、アルミ化で対応。 	<ul style="list-style-type: none"> ・CFRP自体が高価なため、ごく一部の特別仕様車(高級車)のボンネット、リアウイング等に使用。 ・将来的には、燃料電池車の燃料タンク(強度が求められる)への利用を検討中。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コメントなし
F社	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量化 ・新たなコンセプトの提示 	<ul style="list-style-type: none"> ・環境等に配慮した新たなコンセプトを有するプレミアムカーのボディー材に採用 	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機メーカーと共同研究を実施。 ・現状は製造工程で発生した廃材のリサイクルを実施。 ・熱分解処理を行い炭素繊維だけを取り出す技術。

(2) 超ハイテン材

超ハイテン材に関し、各社の状況をとりとめたものを表 3-3 に示す。

1) 利用の考え方(導入背景・目的・課題等)

- ・利用目的は、車体の軽量化(燃費向上)にある。

- ・ 超ハイテン材の比重は従来の骨材と同様だが、従来材料に比べ強度が強く剛性が高いため、薄肉化が図れ、軽量化が可能となる。
- ・ 利用上の課題は、強度が強く剛性が高くなる分、加工性、成形性が従来の部材と違ってくる。そのため従来設備では対応できず、新たな設備投資が必要となる。また、素材そのものが高価なため、価格が高くなることも課題である。
- ・ 尚、超ハイテン材は特殊鋼板であり、作れる鋼板メーカーも限られてくる。そのため、骨格部には汎用性の高い従来の鋼板を利用する自動車メーカーが多い。

2) 主な利用用途

- ・ 自動車の枠組み（車体の骨格部分）
- ・ バンパーの内側の構造材
- ・ ドアのビーム、Bピラー（センターピラー）等の構造材
- ・ フロントフレーム、ルーフクッション 等

3) リサイクルの可能性

- ・ 超ハイテン材のリサイクル性は、基本は鉄なので、鉄のリサイクルフローに載せることができるので、基本的には、問題はない。
- ・ 但し、厳密には、強度を上げるために合金を添加しており、成分上難しい面がある。汎用の鋳物にする上で邪魔をする成分であり技術的な調整は必要である。
- ・ 他の品位の低い鉄鋼と一緒にリサイクルされることにより、結果的にグレードの低いリサイクルとなっている。現状では、回収面（分別等）から超ハイテン材の水平リサイクルができていない状況である。

表 3-3 超ハイテン材の利用動向・リサイクル性等

メーカー	利用の考え方(導入目的・課題等)	利用用途	リサイクル性
A社	<ul style="list-style-type: none"> ・導入目的:車体の軽量化(燃費向上)。超ハイテン材の比重は従来の骨材と同様だが、従来材料に比べ強度が強く剛性が高いため、薄肉化が図れ軽量化となる。 ・導入課題: <ul style="list-style-type: none"> ・ 強度が強く剛性が高くなる分、加工性、成形性が従来の部材と違ってくる。そのため従来設備では対応できず、新たな設備投資が必要となる。また、素材そのものが高価なため、価格が高くなることも課題。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車の枠組み(骨格部分) 	<ul style="list-style-type: none"> ・色々な添加剤が入っているため、なかなか超ハイテン材等には戻らない。鉄(鋳物)として再生はできるが価値は低い。
B社	<ul style="list-style-type: none"> ・導入目的は軽量化:性能の良い(強度の高い)素材を使い薄肉化を図る。 ・骨格部分に導入しているが、骨格部分に関しては、高強度なスチールで対応する(骨格部分に関し、CFRPやアルミを活用することはない)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・車体の骨格部分 ・高級車で採用(サイズが大きくお金の取れる(高価な)車で採用) 	<ul style="list-style-type: none"> ・超ハイテン材のリサイクル性は、基本は鉄なので、鉄のリサイクルフローに載せることができる(問題なし)。 ・但し、厳密には、強度を上げるために合金を添加しており、成分上難しい面がある。汎用の鋳物にする上で邪魔をする成分であり技術的な調整は必要。
C社	<ul style="list-style-type: none"> ・バンパーの内側の構造材に使用することで、従来品に比べ軽くなるため(自動車のフロント部が軽い)、走行性能がよくなり、しかも剛性があるため安全性能を高めている。 ・将来的には、自動車全体の骨材(フレーム部分)の活用を検討中 	<ul style="list-style-type: none"> ・バンパーの内側の構造材 ・ドアのビーム、Bピラー(センターピラー)等の構造材 	<ul style="list-style-type: none"> ・従来の鉄リサイクルの延長であり、特に問題はない。 ・但し、成分を調整してグレードの高いものを作っているだけに、他の品位の低い鉄鋼と一緒にリサイクルされることにより、結果的にグレードの低いリサイクルとなる点もついでない状況にある。 ・超ハイテン材の水平リサイクルは、回収面も含めてきていない状況である。
D社	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄(ハイテン等)は非常に良い材料であるが、重いことが欠点。アルミは鉄より軽い強度、剛性が低いので、比較的断面積が取れるところにはアルミ材を使用。 	<ul style="list-style-type: none"> ・フロントフレーム ・ルーフクッション 	<ul style="list-style-type: none"> ・コメントなし
E社	<ul style="list-style-type: none"> ・軽量化・燃費向上の動きは、基本は、鉄のハイテン化、樹脂(プラ)利用、アルミ化で、衝突安全性をも考慮しながら対応(ユーザーの要望は、安全性と燃費にある)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・低価格帯の車は、樹脂化、ハイテン化で対応。 ・高価格帯の車は、価格転嫁しやすいので、アルミ化、超ハイテン化で対応。 	<ul style="list-style-type: none"> ・リサイクル業者(破砕業者)にとって、鉄(含、超ハイテン材)、銅、アルミは問題はないが、樹脂等の複合材は嫌われている(CFRPも)。

(3) 植物由来プラスチック

植物由来プラスチックに関し、各社の状況をとりとまとめたものを表 3-4 に示す。

1) 利用の考え方(導入背景・目的・課題等)

- ・ 利用目的としては、石油系素材からの脱却(枯渇資源の利用に頼ったシステムからの脱却)、再生可能な資源の利用に伴うサステナブルな仕組みの構築が挙げられる。
- ・ 導入初期はCO2固定化の考えが中心であったが、高価なプラスチックであるため、投資対効果が見られず、燃費向上等の自動車の性能アップの理由でもないため、利用に消極的なメーカーもいる。

2) 主な利用用途

- ・ シート表皮、フロアカーペット(高い耐摩耗性能が必要な部分)
- ・ ラジエータータンク 等

3) リサイクルの可能性

- ・ 現状のシステムでは、基本はダスト中に含まれ、しかも繊維質であり、回収・リサ

イクルは難しい。ガス化、エタノール化等の技術もあるが高すぎる（安価にできればそうした展開を図る）。

- ・植物由来プラスチック自体のリサイクル性に関しては特に問題はないが、それだけを単独に回収できない（物量が確保できない）現状にある。

（参考）プラスチック素材に関するその他の動向

従来のPP系プラスチック材料の改良を行い、特性（材料の剛性等）を上げて、薄肉化を進めている事例がある。材料の剛性を高め、薄肉化することにより、軽量化が図れ、自動車の燃費向上につながっている。また、薄肉化できることにより、成形時間の短縮化することができ、生産性の向上（エネルギーコスト等の節約）、コスト削減（車両価格の低減）につながっている。

自動車外装部品にも使用できる無塗装で高質感を出す環境にも優しいバイオエンジニアリングプラスチック（新素材）が開発されている。従来は、質感を出すために塗装を行っていた（VOCの使用）。塗装をしないことで、環境にも優しく、塗装工程が省ける分、製造コストの削減にもなる。リサイクル性に関しては、バイオエンプラだけを集めることができれば意味はあるが、現実的に難しい状況。

表 3-4 植物由来プラスチックの利用動向・リサイクル性等

メーカー	利用の考え方（導入目的・課題等）	利用用途	リサイクル性
A社	・植物由来プラスチックの利用拡大を図りたいが、コストとの関係で導入が進まない状況。 ・導入目的： 石油系素材からの脱却（枯渇資源の利用に頼ったシステムからの脱却）、再生可能な資源の利用に伴うサステナブルな仕組みの構築	・シート表皮 ・フロアカーペット 高い耐摩耗性能が必要な部分	・現状のシステムでは、基本はダスト中に含まれ、しかも繊維質でありリサイクルは難しい。 ・ガス化、エタノール化等の技術もあるが高すぎる（安価にできればそうした展開を図る）。
B社	・現状の植物由来プラスチックは、期待される効果がいまま一つと評価している（ポリ乳酸をベースとした樹脂も耐久性に課題がある等）。性能面での投資対効果が見られないとの認識。	・利用していない	・コメントなし
C社	・バイオ系のポリアミド樹脂を採用。 ・高価なプラスチックではあるが、複数の要求機能へ対応可能で、コスト的にも競争力あり、しかも、環境にも優しい。	・ラジエータータンク	・バイオ系ポリアミド樹脂も、リサイクル性に関しては特に問題はない、但し、それだけを単独に回収できればいいが、現実的には難しい。 ・自動車に使われる樹脂はPPが多く、バンパーリサイクル等なら経済的に成り立つ可能性がある。
D社	・脱石油素材の観点から使用	・シート表皮	・コメントなし
E社	・植物由来プラは、環境性に関してバランスを取りながらやっていることを示すために利用しているが、供給側の状況（供給安定性・可能性）も踏まえつつ展開していく。 ・基本的には、天然素材と再生プラの利用を促進している。	ひまし油を原料とするバイオポリアミド（ナイロン系）のある車種の最新モデルのエンジンカバーに利用	・コメントなし

(4) 触媒

触媒に関し、各社の状況を取りまとめたものを表 3-5 に示す。

1) 利用の考え方（導入背景・目的・課題等）

- ・ 貴金属利用量の削減
- ・ 併せてコスト削減を図っている。

2) 主な利用用途

- ・ 自動車触媒（排ガス）

3) リサイクルの可能性

- ・ 貴金属の利用量を減らすための技術開発と並行して、リサイクルの技術開発をしている状況である

表 3-5 触媒の利用動向・リサイクル性等

メーカー	利用の考え方(導入目的・課題等)	利用用途	リサイクル性
A社	・貴金属利用量の削減	自動車触媒(排ガス)	・貴金属の利用量を減らすための技術開発と並行して、リサイクルの技術開発をしている。 ・触媒を回収、多少手を加えて白金、パラジウム、ロジウムを回収。
B社	・触媒での貴金属等の使用量削減に向けた取組を実施。また、代替素材(新素材)開発も進めている。 ・PGMは製造工程時のCO2も高く(エネルギー使用量も高く)、環境影響の大きい材料である。使用量を減らすことで環境負荷を低減できる。また、排ガス規制が厳しくなる中、ほっておくと触媒の使用量を増やすこととなる。	自動車触媒(排ガス)	・コメントなし
C社	貴金属をナノサイズに小型化し、触媒に使用する貴金属を大幅に削減。しかも、排出ガスの浄化性能と高い耐久性を同時に実現する触媒(技術)を開発。	自動車触媒(排ガス)	・コメントなし
D社	・貴金属利用量の削減(ロジウム使用量を50%削減)、併せてコスト削減を図っている。	自動車触媒(排ガス)	・コメントなし

3.3 自動車分野における再生資源の使用実態の把握

自動車に利用されている再生資源の利用動向、部品リサイクルの動向等について、Web情報検索及び各社へのヒアリング調査を通じて、調査、把握した。

具体的には、まず、主要素材における再生材の利用割合（投入割合）に関する情報を収集し、整理をした。次に、2014年10月末時点でのWeb情報から各社の取組動向（再生資源の利用、部品のリサイクル等）の概略的な把握を行い、その上で、再生資源（再生プラスチック）の利用に関して、各社から個別に状況（再生プラスチック利用動向、利用拡大に向けた課題等）をヒアリングした。

3.3.1 主要素材の再生材の割合

自動車に使われている主要素材（鉄、銅、アルミ、プラスチック、板ガラス）の生産ベースでの再生材の投入割合（リサイクル率）を調査し、整理したものを表3-6に示す。

各素材の投入割合（リサイクル率）は下記のとおりである。これより、金属類、板ガラスに比べて、プラスチックの再生材の投入率は、1/10程度であることがわかる。

- ◇ 鉄：25%（2012年）
- ◇ 銅：24%（2012年）
- ◇ アルミニウム：29%（2012年）
- ◇ プラスチック：2.6%（2013年）
- ◇ 板ガラス：35%（2004年）

表 3-6 再生プラスチックの利用動向

主要素材	比率(年)	定義	出典
鉄	25%(2012)	リサイクル率 = (鉄スクラップ国内市中供給量) / (製鋼用鉄消費量) 製鋼用鉄消費量 = (製鋼用鉄消費量) + (製鋼用鉄スクラップ消費量)	鉱物資源マテリアルフロ - 2013/JOGMEC
銅	24%(2012)	リサイクル率 = (使用済み製品からのリサイクル量) / (見掛消費) 見掛消費 = (電気銅国内生産) + (電気銅の輸入) - (電気銅の輸出)	鉱物資源マテリアルフロ - 2013/JOGMEC
アルミニウム	29%(2012)	リサイクル率 = (使用済み製品のマテリアルリサイクル量) / (見掛消費) 見掛消費 = (国内生産) + (新地金・二次地金・二次合金地金・くずの輸入) - (新地金・二次地金・二次合金地金・くずの輸出)	鉱物資源マテリアルフロ - 2013/JOGMEC
プラスチック	2.6%(2013)	リサイクル率 = (再生樹脂投入量) / (樹脂生産量) + (再生樹脂投入量) 再生樹脂投入量は、前年の再生利用量から輸出分等を除いた量	2013年プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況(マテリアルフロー図)、一般社団法人プラスチック循環利用協会資料より試算
板ガラス	35%(2004)	リサイクル率 = (カレット投入量) / (原材料量: ガラス熔融量) 原材料量 = (パージン原材料) + (カレット投入量)	リデュース・リユース・リサイクル推進協議会(2012年5月9日)、板硝子協会発表資料より試算

3.3.2 文献調査結果（Web 情報検索）

自動車メーカーにおける部品リサイクルや再生資源の利用動向に係る取組等について、Web 情報検索(2014年10月末時点)の結果を、メーカー毎に整理したものを表 3-7 に示す。

尚、Web 情報上は、再生資源の利用という観点より、バンパーやバッテリー等の自動車部品のリサイクルに関する情報が中心であった。また、メーカーによって情報発信するポイントが異なるため、同じレベルでの情報収集とはなっていないが、全体を通すことにより、自動車メーカーの取組動向が把握できる。

素材毎に自動車メーカー等の取組概況をトピック的に整理すると下記の通りとなる。

(1) バンパーの回収・リサイクル

- ・ トヨタでは、樹脂リサイクルの更なる拡大を進める上で、廃車から回収したバンパーを再生利用し、自動車の樹脂部品（スペースタイヤ等の格納容器やアンダーカバー等）に再利用している。将来的にはバンパー to バンパーのリサイクルの実現に向け研究開発を進めている。尚、現在、再生しているバンパーは、ディーラーにおいて交換等で発生したバンパーである。
- ・ 日産でも回収した使用済みバンパーを再生資源として回収し、アンダーカバー等の部品の材料に利用している。2013年度の回収本数は、約19万5,000本である。
- ・ マツダでは、国内の自動車販売会社において交換された使用済みの自動車バンパー（市場損傷バンパー）を新車バンパーの樹脂材料として水平リサイクルする技術を世界で初めて実用化し積極的に取り組んでいる。2011年8月生産分よりピアンテのリアバンパー用として使用を開始した。尚、2013年度の回収本数は、約72,000本である。
- ・ ホンダでも90年代当初から進めてきた。2013年9月に発売した新型「フィット」でも、アンダーカバーに使用済みバンパーから再生した樹脂材料を使用している。

(2) バッテリーの回収・リサイクル

- ・ トヨタは、1997年12月に世界初の量産ハイブリッド乗用車「プリウス」を発売以来、独自の回収ネットワークを構築して使用済みバッテリーの回収・リサイクルに取り組んできた。ハイブリッドバッテリーには、ニッケル・コバルト・レアアースなどの貴重な資源が含まれているため、トヨタは、貴重な資源をもう一度新しいバッテリーに戻す世界初となる Car to Car リサイクル技術を開発している。尚、2014年3月末時点で約3万2,000台を回収し、全量リサイクルしている。
- ・ ホンダでは、ハイブリッド車用ニッケル水素バッテリーから抽出したレアアースをニッケル水素バッテリーの材料として再利用し、貴重な資源を循環させる仕組みを確立した。これまで、日本重化学工業株式会社のプラントで、使用済みニッケル水素バッテリーからレアアースを含有する酸化物を抽出していたが、今回その酸化物をさらに熔融塩電解することで、ニッケル水素バッテリーの負極材にそのまま使用できる金属化されたレアアースとして抽出することに成功している。抽出されたレ

レアアースの純度は、鉱山で採掘され通常取引されるものと同等の 99%以上で、回収率は 80%以上を達成している。このレアアースは、ニッケル水素バッテリーに使用する負極材として、日本重化学工業株式会社から電池メーカーに供給され、ハイブリッド車用ニッケル水素バッテリーとして再利用されている。

(3) その他の品目（磁石・ワイヤーハーネス）の回収・リサイクル

- ・ トヨタでは、磁石の Car to Car のリサイクルを実施している。磁石には、レアアースの一種であるネオジムとジスプロシウムを使用されているが、トヨタは、それらのレアアースを極力使わないモーターの研究開発を進めると同時に、Car to Car リサイクルについても、磁石メーカーと連携して進め、ネオジム、ジスプロシウムを抽出し、新品の磁石に循環させる世界初のリサイクルシステムをスタートしている。2012年度、2013年度には、関係会社の豊田メタル（株）、豊通リサイクル（株）が新エネルギー・産業技術総合開発機構の実証事業支援を得て、モーターから磁石分離を行う設備を導入し、リサイクル技術を確立した。
- ・ トヨタでは、自動車業界としては大きな課題となっている、銅を使用するワイヤーハーネスのリサイクルを実施している。トヨタは、矢崎総業（株）、豊田通商（株）、および豊田通商（株）と取引のある中部地区解体業者 8 社と連携し、Car to Car リサイクルの技術開発を進めてきた。使用済み自動車から取り外したワイヤーハーネスには不純物となるヒューズボックスなどの部品が付随し、従来の機械式選別方法では再びワイヤーハーネスにリサイクルできなかったが、解体業者とも協力し、2011年に微小な不純物の混入を防ぐ世界初の機械式選別方法を開発した。2013年からは、本社工場内の実証ラインで再生銅の少量生産を開始し 2014年 3月に純度 99.96%の銅を安定的に生産できる目途がついた。

表 3-7 自動車分野における「再生資源・リサイクル」に関する情報発信状況（1/8）

再生資源・リサイクル等 Web 情報検索（2104 年 10 月末時点）

業種	業種・項目	再資源の内容	情報源	
			URL	サイト
自動車	ハイブリッド車	燃費削減 ハイブリッド車の特徴		地球環境に寄り添って…10月分の環境情報編入…2014 ① http://www.toyota.co.jp/sustainability/report/09/pdf/090104_01.pdf
	ハイブリッド車/ハイブリッド	2014年、国産ハイブリッド車の販売台数を発表。ハイブリッド車/ハイブリッド（国産車）		地球環境に寄り添って…10月分の環境情報編入…2014 ② http://www.toyota.co.jp/sustainability/report/09/pdf/090104_02.pdf
	ハイブリッド車/ハイブリッド	<p>燃費削減のメリット、ハイブリッド車の特徴</p> <p>2014年は再び燃費削減促進「ハイブリッド車/ハイブリッド」を推進し、トヨタは、独自の燃費削減「e-POWER」を推進して燃費削減「ハイブリッド」車/ハイブリッドに追加導入。2014年燃費削減の4割はハイブリッド車によるものであります。</p> <p>ハイブリッド車/ハイブリッドには、エネルギー・リサイクルシステムなどの先進的な技術が搭載されています。トヨタは、燃費削減促進の一環としてハイブリッド車/ハイブリッドに搭載しているCar-to-Car/ハイブリッド車/ハイブリッドを推進しています。</p> <p>また、燃費削減「ハイブリッド」は2014年にも燃費削減の推進が図られていたため、燃費削減「ハイブリッド」も燃費削減の推進が図られて、燃費削減「ハイブリッド」によって燃費削減の推進、また燃費削減の推進が図られていくものと見込んでいます。</p> <p>燃費削減「ハイブリッド」とともに燃費削減、燃費削減システムの一環としてハイブリッド車/ハイブリッドに搭載しているCar-to-Car/ハイブリッド車/ハイブリッドに搭載しています。</p>		<p>地球環境に寄り添って…10月分の環境情報編入…2014 ③ http://www.toyota.co.jp/sustainability/report/09/pdf/090104_03.pdf</p> <p>燃費削減促進「ハイブリッド」車/ハイブリッド ④ http://www.toyota.co.jp/sustainability/report/09/pdf/090104_04.pdf</p>
	ハイブリッド車/ハイブリッド	<p>燃費削減のメリット、ハイブリッド車の特徴</p> <p>燃費削減促進「ハイブリッド」車/ハイブリッドに搭載しているCar-to-Car/ハイブリッド車/ハイブリッドに搭載しています。</p> <p>燃費削減促進「ハイブリッド」車/ハイブリッドに搭載しているCar-to-Car/ハイブリッド車/ハイブリッドに搭載しています。</p> <p>燃費削減促進「ハイブリッド」車/ハイブリッドに搭載しているCar-to-Car/ハイブリッド車/ハイブリッドに搭載しています。</p>		<p>地球環境に寄り添って…10月分の環境情報編入…2014 ⑤ http://www.toyota.co.jp/sustainability/report/09/pdf/090104_05.pdf</p> <p>燃費削減促進「ハイブリッド」車/ハイブリッド ⑥ http://www.toyota.co.jp/sustainability/report/09/pdf/090104_06.pdf</p>
燃費削減Car-to-Car/ハイブリッド	<p>燃費削減促進「ハイブリッド」車/ハイブリッドに搭載しているCar-to-Car/ハイブリッド車/ハイブリッドに搭載しています。</p> <p>燃費削減促進「ハイブリッド」車/ハイブリッドに搭載しているCar-to-Car/ハイブリッド車/ハイブリッドに搭載しています。</p> <p>燃費削減促進「ハイブリッド」車/ハイブリッドに搭載しているCar-to-Car/ハイブリッド車/ハイブリッドに搭載しています。</p>		<p>地球環境に寄り添って…10月分の環境情報編入…2014 ⑦ http://www.toyota.co.jp/sustainability/report/09/pdf/090104_07.pdf</p> <p>燃費削減促進「ハイブリッド」車/ハイブリッド ⑧ http://www.toyota.co.jp/sustainability/report/09/pdf/090104_08.pdf</p>	

表 3-7 自動車分野における「再生資源・リサイクル」に関する情報発信状況 (2/8)

業種	製品・産物	製品名	情報源	
			ホームページ	チラシ
自動車	ハイブリッド車(乗用車)	<p>電線や、電線に用いられる銅資源は、再生資源がほとんどを確保されているが、銅資源では資源の需要が増大しています。一方、自動車には銅及び銅合金が広く利用されるため、銅資源の確保が重要な課題となっています。</p> <p>このため、銅資源の確保として、銅と銅合金の回収・リサイクルの推進が重要な課題となっています。そこで、銅資源(銅)、銅合金(銅合金)、銅合金(銅合金)の回収・リサイクルの推進が重要な課題となっています。このため、銅資源(銅)、銅合金(銅合金)、銅合金(銅合金)の回収・リサイクルの推進が重要な課題となっています。</p>	<p>24</p> <p>25</p>	<p>電線資源に備わって、ハイブリッド車の電線資源の確保</p> <p>http://www.hyundai.co.jp/technology/vehicle/ev/ev-hybrid/ev-hybrid-01.htm</p> <p>ハイブリッド車の電線資源の確保</p> <p>http://www.hyundai.co.jp/technology/vehicle/ev/ev-hybrid/ev-hybrid-02.htm</p>
	資源再生関係(2017年度実績)	45%アップ(リサイクル率、リサイクル率)		自動車リサイクル法に基づいた資源再生率の向上
	ハイブリッド車(乗用車)	<ul style="list-style-type: none"> ●ハイブリッド車の廃棄物の資源化 ●銅資源の回収・リサイクルの推進 ●銅合金の回収・リサイクルの推進 		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	資源再生率の向上(リサイクル率)の向上		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	ハイブリッド車(乗用車)のリサイクル率の向上		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	ハイブリッド車(乗用車)のリサイクル率の向上		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	ハイブリッド車(乗用車)のリサイクル率の向上		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	ハイブリッド車(乗用車)のリサイクル率の向上		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	ハイブリッド車(乗用車)のリサイクル率の向上		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	ハイブリッド車(乗用車)のリサイクル率の向上		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	ハイブリッド車(乗用車)のリサイクル率の向上		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	ハイブリッド車(乗用車)のリサイクル率の向上		ハイブリッド車の資源化
	ハイブリッド車(乗用車)	ハイブリッド車(乗用車)のリサイクル率の向上		ハイブリッド車の資源化

表 3-7 自動車分野における「再生資源・リサイクル」に関する情報発信状況（5/8）

情報種別	商品・事業者	発信の内容	情報源	
			年次	形式
再生資源	リサイクルセンター	環境省自動車リサイクルセンターから自動車リサイクル促進、広域圏で継続中	10	ウェブサイト http://www.environment.go.jp/press/2014/04/01/14040101.html
	リサイクルセンター	マツダは、持続的な資源の有効利用を目指して、自動車用自動車リサイクル用紙・自動車リサイクル紙として再生リサイクルする技術開発等において環境省、国土交通省と連携し、国土交通省より自動車リサイクル用紙として発行を開始しました。	14	ウェブサイト http://www.mazda.com/jp/technology/press/2014/04/01/14040101.html
	リサイクルセンター	環境省自動車リサイクルセンターから自動車リサイクル促進、広域圏で継続中	10	ウェブサイト http://www.environment.go.jp/press/2014/04/01/14040101.html
	リサイクルセンター	環境省自動車リサイクルセンターから自動車リサイクル促進、広域圏で継続中	10	ウェブサイト http://www.environment.go.jp/press/2014/04/01/14040101.html
	リサイクルセンター	【論文】自動車リサイクルセンターから自動車リサイクル促進、広域圏で継続中	10	ウェブサイト http://www.environment.go.jp/press/2014/04/01/14040101.html
	リサイクルセンター	【論文】自動車リサイクルセンターから自動車リサイクル促進、広域圏で継続中	10	ウェブサイト http://www.environment.go.jp/press/2014/04/01/14040101.html
	リサイクルセンター	【論文】自動車リサイクルセンターから自動車リサイクル促進、広域圏で継続中	10	ウェブサイト http://www.environment.go.jp/press/2014/04/01/14040101.html
再生資源の有効活用	マツダは、マツダ独自の生産設備で発生するスクラップ量の削減や、スクラップ部材の部品取りを行い、部品材料の循環量削減を行いました。	10	ウェブサイト http://www.mazda.com/jp/technology/press/2014/04/01/14040101.html	
再生資源	エコシステムセンター	ハイブリッド車用ニッケル水素リチウムイオン電池は、レアアースをリサイクルして製造するシステムを確立	11	プレスリリース 環境省発表レポート2014 データブック編
	エコシステムセンター	エコシステムセンターがレアアースをリサイクルして製造するシステムを確立	11	プレスリリース 環境省発表レポート2014 データブック編 http://www.environment.go.jp/press/2014/04/01/14040101.html
	エコシステムセンター	ハイブリッド車用ニッケル水素リチウムイオン電池は、レアアースをリサイクルして製造するシステムを確立	11	ウェブサイト http://www.environment.go.jp/press/2014/04/01/14040101.html

表 3-7 自動車分野における「再生資源・リサイクル」に関する情報発信状況（6/8）

業種	会社名	取組内容	情報源	
			URL	サイト
乗用車	ホンダ環境レポート「2014年環境報告書」の取組内容について	ホンダはリサイクル可能なプラスチックを積極的に採用し、自動車部品、リサイクルしやすい材料の再生製品の採用、塗装、ゴム部品への材質変更などに取り組む。リユース、リサイクル用の内装を推進しています。 取組としては、「HONDAの100パーセントリサイクル」を目標として、再生資源品にリサイクルしやすい材料を採用。また、車体には再生プラスチックを採用。さらに塗装、ゴム材料には可能な限り材料変更を行うなど、リサイクルしやすい環境を整えています。	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf
	マイレコエレクトリック	2012年度は初めて電気自動車用のマイレコエレクトリックを開発	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf
	パナソニック	2012年度に発売した自動車「パナソニック」は、パナソニックの再生資源利用の取り組みを推進した部品材料を採用しています。	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf
	ホンダパナソニック	再生資源利用の取り組みの推進（再生リサイクル）を継続して取り組む。2012年度は約10%増を達成し、再考しました。	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf
	取組	2012年度の取組内容（再生資源）と今後の計画（再生資源）について	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf
	取組	製品の再生資源利用の推進（再生資源）	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf
	取組	再生資源の活用 Hondaの再生資源では、新しい製造技術の開発、部品設計や生産工程の改善などを通じて、再生資源の活用を推進しています。また、材料による再生資源の活用も推進しています。	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf
	取組	再生資源の活用 再生資源を再生資源として活用する取組に力を入れており、今後も、再生資源を中心に、環境と調和のとれた取組を進めています。その結果、リサイクル率32%と再生資源4%を達成しました。（再生資源）	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf
	部品	パナソニック	再生資源（パナソニック）の取組内容（再生資源）	2014
パナソニック		再生資源（パナソニック）の取組内容（再生資源）	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf
リサイクルの取組		再生資源（パナソニック）の取組内容（再生資源）	2014	環境報告書 http://www.honda.co.jp/environment/report/media/2014report_japan_04.pdf

表 3-7 自動車分野における「再生資源・リサイクル」に関する情報発信状況（7/8）

業種	国産 車種	再生資源名	情報源	
			URL	内容
自動車		車体	<p>BMW Japanでは2009年よりBMW車の修理工程で発生するエンジン室にめく付塗料(Lead)を含む廃塗料を回収し、油質を除去し、純粋な鉛を抽出し、鉛をリサイクルして鉛酸バッテリーに製造するシステムを開発し、リサイクル塗料(再塗料)によるリサイクル車体修理を実現しました。製造された廃塗料はドイツのラングアート工場においてリサイクルされ、工業廃棄物として製造現場の廃棄物として廃棄されます。鉛酸バッテリーの製造が鉛と鉛酸によるものであり、鉛酸は鉛と硫酸から成るため、鉛酸は鉛と硫酸に分解してリサイクル(回収)処理の必要があります。鉛酸は鉛と硫酸から成るため、鉛酸は鉛と硫酸に分解してリサイクル(回収)処理の必要があります。また、2009年1月から自動車用「カーボディ・リコーティング」として日本で初めて、自動車修理用「カーボディ」の廃棄物の回収及び、End of Life Vehicleの原料回収を開始しました。これは現時点においては世界的な初歩であり、その結果は今後の廃棄物リサイクル法(自動車)見直しに資する重要な成果であると、業界に受け継がれています。</p>	<p>http://www.bmw.co.jp/ir/press/2010/01/01_01.html</p> <p>http://www.bmw.com/japan/ir/press/2010/01/01_01.html</p>
		自動車の中核	<p>BMWの新しいモデルには、リサイクル材料の使用による鉛、鉛酸、鉛酸入り塗料の削減を実現し、鉛酸入り塗料の削減を実現しています。</p>	<p>http://www.bmw.com/japan/ir/press/2010/01/01_01.html</p>
		鉛酸入り塗料の削減	<p>鉛酸入り塗料の削減を実現し、鉛酸入り塗料の削減を実現しています。</p>	<p>http://www.bmw.com/japan/ir/press/2010/01/01_01.html</p>
		鉛酸入り塗料の削減	<p>鉛酸入り塗料の削減を実現し、鉛酸入り塗料の削減を実現しています。</p>	<p>http://www.bmw.com/japan/ir/press/2010/01/01_01.html</p>
化学		リサイクル塗料の削減	<p>工業用塗料(リコーティング)を削減し、鉛酸入り塗料の削減を実現し、鉛酸入り塗料の削減を実現しています。</p>	<p>鉛酸入り塗料の削減</p> <p>http://www.bmw.com/japan/ir/press/2010/01/01_01.html</p>
		再生資源回収とリサイクル	<p>Whenever possible, the Group's brands use recyclable raw materials and recycle materials in their automobile production. For example, VW de Brazil has collaborated with a specialist and supplier to develop a technique for processing natural cotton flax for use in the production of floor mats and parcel shelves. Recycled PET can also be used as a plastic in vehicle production, for example in seat covers.</p>	<p>http://www.volkswagen.com/ir/press/2010/01/01_01.html</p> <p>http://www.volkswagen.com/ir/press/2010/01/01_01.html</p>

表 3-7 自動車分野における「再生資源・リサイクル」に関する情報発信状況（8/8）

ステータス	商品・素材	情報発信内容	情報源	
			URL	サイト
公開中	再生資源等の実施状況について	自動車リサイクル法に基づき再生資源等の実施状況についてお知らせ		URL: http://www.tokai-ken.go.jp/contents/csr/00000001.pdf
	生体織	2014年環境のりせいかは再生資源利用促進プログラム「環境」 「環境」部会（2014年10月）にて開催。 この会議は環境のりせいかは再生資源の存在を明らかにするものとして、全業界の再生リサイクル可能な材料の重量が90%以上を占めることを掲げました。 この結果を踏まえ、各メーカーではこの再生リサイクル率をすべての生産物事に適用される予定ですが、その中でも「環境」部会では再生リサイクル率の向上を掲げています。また、再生リサイクルでは、再生リサイクル製品の重量が90%以上を占める再生リサイクル材料からの生産が認められています。また、再生リサイクル製品は、再生リサイクル率の向上を掲げています。		2014年環境のりせいかは再生資源利用促進プログラム「環境」部会（2014年10月）にて開催。 http://www.tokai-ken.go.jp/contents/csr/00000001.pdf
	プラスチック 車体部品	製造においては、プラスチック部品の再生資源利用が再生リサイクルされたプラスチックで 行われている。約90%の重量に占める部品が、再生資源を三次材料を使用する ことで、再生リサイクルの促進を図りました。		URL: http://www.tokai-ken.go.jp/contents/csr/00000001.pdf
未公表	再生資源の活用状況のりせいかは再生資源利用促進プログラム「環境」部会（2014年10月）にて開催。再生資源の活用状況のりせいかは再生資源利用促進プログラム「環境」部会（2014年10月）にて開催。		再生リサイクル、再生資源の活用状況のりせいかは再生資源利用促進プログラム「環境」部会（2014年10月）にて開催。 http://www.tokai-ken.go.jp/contents/csr/00000001.pdf	

3.3.3 ヒアリング調査結果

3.3.1 の自動車メーカーにおける部品リサイクルに係る取り組みや、再生資源の利用動向等に関する Web 情報検索結果を踏まえ、再生資源（再生プラスチック）の利用に関して、下記の視点から自動車メーカー（国内メーカー4社、海外メーカー2社）を対象としたヒアリング調査を実施した。その結果を下記に示す。

<ヒアリング視点>

- ・ 再生資源（リサイクル部材等）の導入状況、導入背景・目的
- ・ 再生資源の利用促進上の課題 等

(1) 再生プラスチックの利用動向

再生プラスチックの利用に関し、各社の状況を取りまとめたものを表 3-8 に示す。ポイントは下記の通りである。

- ・ 各社とも販売店(ディーラー)で交換・回収したバンパーを再生した再生プラスチックを自動車用部品として利用している。
 - 一部のメーカーでは、市中(ELV)から回収したバンパーの再生利用も実施。また、バンパーtoバンパーの水平リサイクルも実施している。
- ・ また、廃家電、容器包装由来の再生プラスチックの利用も進んでいる。
- ・ エンジン下部、ボディ - 下部、タイヤハウス等のアンダーカバー(内側の見えない部品)へ利用が中心。一部で、新車のバンパーへの利用もある。
- ・ 尚、再生材は、比較的高価でコスト吸収力のある環境先進的なエコプレミアムカーにおいて、様々な部品で多く利用されている傾向にある。

表 3-8 再生プラスチックの利用動向

メーカー	再生プラスチックの使用状況
A社	<ul style="list-style-type: none"> ・販売店で交換・回収したバンパー(事故車等)の再生利用 ・エンジンアンダーカバー、エンジンルーム用デフレクター、エンジンフロントカバー、フューエルタンクプロテクタ、リアフロアカバー等
B社	<ul style="list-style-type: none"> ・販売店で交換・回収したバンパーを再生利用(新車のバンパーに再生利用) ・廃車の内装材の再生利用 ・廃家電由来(洗濯槽)の再生材の利用(カバー部材)、PETボトルのキャップの再生材の利用、PETボトル再生材の利用(室内のクロス表皮)
C社	<ul style="list-style-type: none"> ・販売店経由で回収したバンパー、市中(ELV)から回収したバンパーの再生利用 ・エンジン下部、ボディ - 下部、タイヤハウス等のアンダーカバーへ利用 ・新車のリアバンパーへの活用(一部のプレミアムカーで2011年以降実施) ・素材サプライヤーが提供する再生資源を利用した材料を利用
D社	<ul style="list-style-type: none"> ・販売店で交換・回収したバンパーの再生利用 ・塗膜除去をせずに量産車のアンダーカバー類に再生利用
E社	<ul style="list-style-type: none"> ・環境先進的な車において、再生プラスチックを積極的に利用(情報開示を実施) ・再生材の原料は工場で発生するプロセス廃材及び市中から収集した使用済み部材 ・メーカー主導でバンパーの回収も実施 ・黒い顔料を入れた黒い部品が中心であり、アンダーカバーや内側の見えない部品での利用が主である。

(2) 再生プラスチックの利用促進に向けた課題

再生プラスチックの利用促進に向けた課題に関し、各社の意見をとりまとめたものを表3-9に示す。ポイントは下記の通りである。

- 再生材の利用を促進するためには、良質な再生資源を安定的・継続的に調達できる事業環境(市場)の確立や、再生に係る費用の補てん、解体に向けた経済的インセンティブの付与が求められている。
- 各論としては、メーカー回収の場合、再生利用は技術的には比較的容易であるが、安定的な回収が課題である。他方で、市中からの回収・再生利用、他製品由来の再生材の利用に当たっては、情報管理(コスト面での対応)、品質の担保(技術面での対応)、効率的な回収(輸送)が課題として挙げられる。

表 3-9 再生プラスチックの利用促進に向けた課題

メーカー	再生プラスチックの利用促進に向けた課題(主な意見)	キーワード
A社	•バンパーの廃材は、塗装等の関係で、市中の再生樹脂業者からも好まれない。	•技術的課題
B社	•原油やバージン材の価格が下降局面を迎えると再生資源の利用がコスト的に厳しくなる。	•価格(市況)変動
	•スクラップや使用済みPET等の海外流出が進む中、国内で安定的に再生資源を調達できないことは事業展開上非常にリスクがある。良質な再生資源を安定的・継続的に使用(調達)できる事業環境(市場)の確立に向けた政策的な対応が求められる。 •技術的な観点からみると、再生材の普及は素材メーカーがリードするのが合理的である。	•再生資源の安定調達(市場面の課題) •リサイクルの主体
C社	•再生資源を全ての車に使う場合、供給安定性が課題となる。	•供給安定性
	•また、全国から再生資源を集荷する上での輸送に係る環境負荷も問題である。	•輸送(環境負荷)
	•販売店で回収したバンパーの再生利用は技術的に比較的容易であるが、安定的な回収が課題。市中で発生したELVから回収したものはメーカー、年式、車種等の情報管理が必要でコストが課題となる。車以外の容器包装・家電由来の再生材は買い手が決まっていることが多い。また、車での利用は高い品質が求められる中、品質面での課題がある。	•安定的な回収
	•プラスチックはそもそも安い中、ASRはリサイクル料金で処理されるため、解体業者としてはプラスチック部材を回収するメリットがない。	•情報管理(コスト) •技術的課題(品質) •解体インセンティブ
D社	•安定したリサイクル事業の維持に向けた再生材市場の見える化が必要。技術のみならず経済性のある商流や再生利用ルートを明確化する必要がある。他産業と連携したリサイクルを実現していく必要がある(マテリアルフロー、ビジネスフロー、経済性の担保が必要)。	•再生材市場の確立
	•今後、再生利用の推進に当たっては、リサイクル材マーケットを作る働きかけが必要。また、輸送コスト(回収のやり方)の担保の仕方や利用ユーザーの確保が重要。	•マテリアルフロー •ビジネスフロー •経済性
E社	•黒い顔料を入れた黒い部品が中心であり、アンダーカバーや内側の見えない部品での利用が主である。	•業界連携
	•樹脂等を事前解体した場合ASRが減るため、事前解体した樹脂等のリサイクル費用にASRのリサイクル費用の一部をあてることはできないか。樹脂の再生利用はお金をもらわないとまらない。解体段階で事前に取り外しリサイクルする費用を補てんできると良い。	•再生費用の補てん

平成 26 年度低炭素型 3 R 技術・システム実証事業展開支援
委託業務報告書

2015 年 3 月

株式会社三菱総合研究所
環境・エネルギー研究本部

この印刷物は、国等による環境物品等の調達に関する法律（グリーン購入法）に基づく基本方針の判断の基準を満たす紙を使用しています。