

株式会社三菱総合研究所

平成 26 年度
低炭素型 3R 技術・システム実証事業

(自動車又は自動車部品に含有されるレアメタル等有用金属、ガラス、
プラスチックの事前選別、高度選別等によるリサイクルの促進)

業 務 報 告 書

平成 27 年 2 月
一般社団法人日本 ELV リサイクル機構

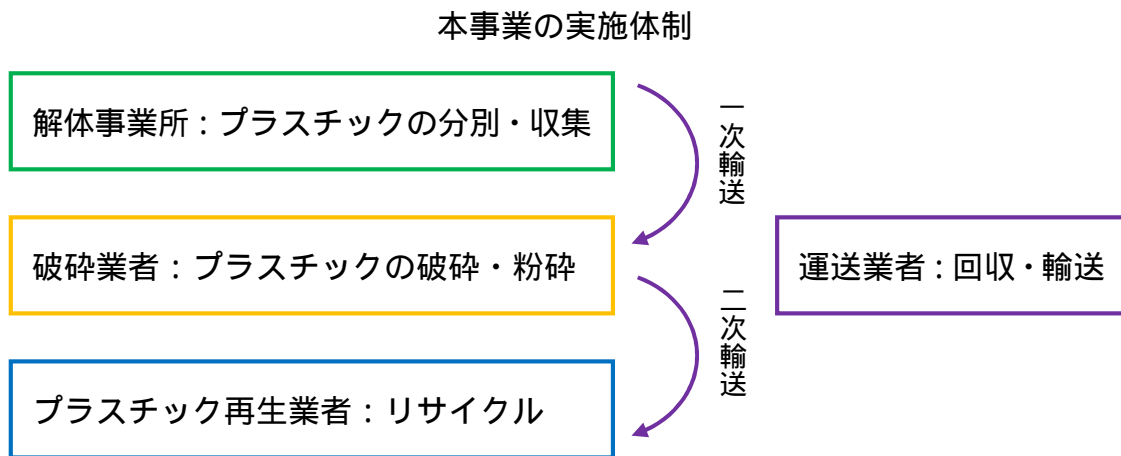
概 要

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(以下「本機構」という)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、以下のとおりである。



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。本機構では、事前にマニュアルを作成し、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、解体事業所から破碎業者までの輸送を「一次輸送」、破碎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。

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)

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。

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⁽¹⁾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。

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 ⁽²⁾ [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。

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
	100	100	100

(1) 衝撃に対する強さを示す値。プラスチックなどの耐衝撃性をみるために使われる指標。

(2) 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。

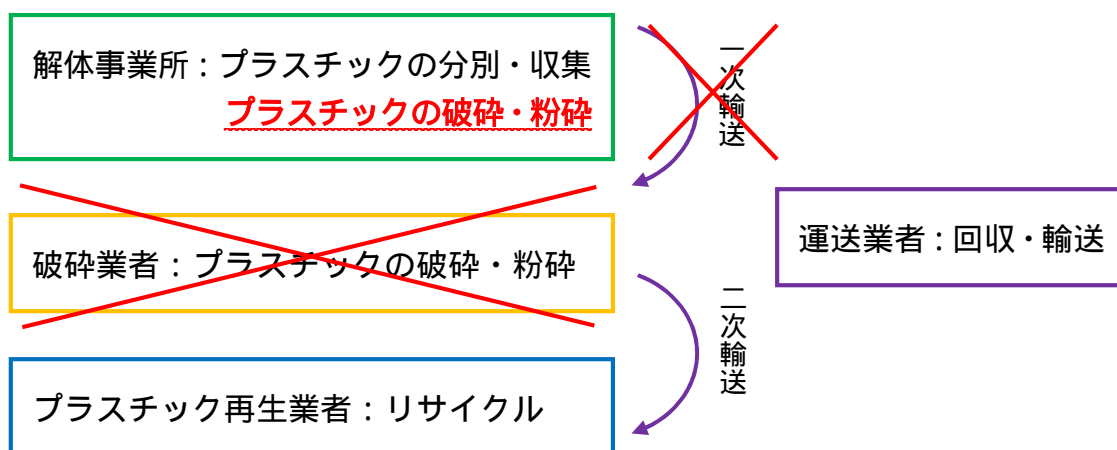
自動車由来プラスチック配合製品の物性結果

	パレット		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（ページ ii）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。

「集約型」パターンをとった場合のリサイクルフロー



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

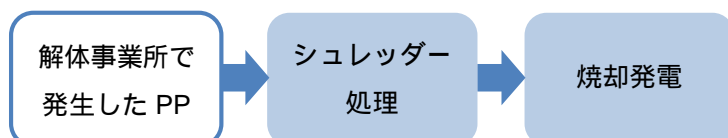
上表のとおり、プラスチックの販売価格が 109.2 円/kg 以上であれば、すべての回収パターンにおいて事業性を確保できる可能性があるものの、「集約型」の回収パターンを用いることが効率的なリサイクルの実現につながり、事業性の確保という点では最も有効であると考えられる。

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。

本事業では、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。

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、破碎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)の解体事業所に破碎・粉碎設備を設置し、「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。

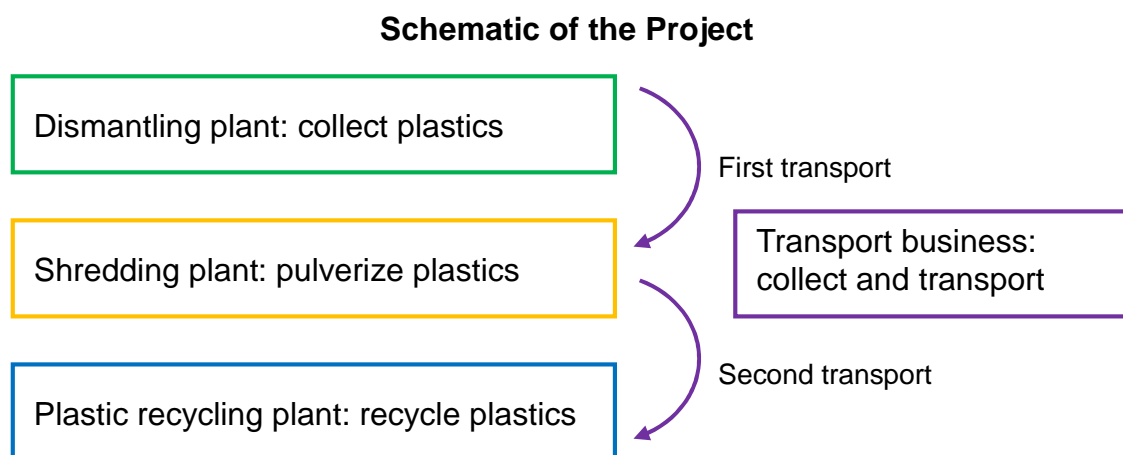
SUMMARY

There has been only limited progress in the recycling of waste plastics derived from end-of-life vehicles ('plastics') due partly to their low prices compared to waste metals and due partly to their low specific gravity which undermines transport efficiency. Practically no survey has been conducted on the exact amount of plastic emissions from ELVs, and the general observation is that they are mostly treated as unseparated part of automobile shredder residue.

The goals of this Project were to reduce energy consumption and to increase waste plastic transport efficiency through the improvement of the plastic recycling arrangement. Under this Project, hearings were conducted on the member companies of the Japan ELV Recyclers' Association in order to systematically estimate the amount of plastic emissions and to outline a highly efficient recycling arrangement by examining the existing plastic collection and recycling operations.

1. Profile of This Project

The fundamental scheme of this Project is as follows:



This Project was implemented in two regions--the Kanto block (embracing Tokyo) where large-scale dismantling plants are present and the Chugoku-Shikoku block where many small-scale dismantling plants exist. The dismantling operators participating in this Project were asked to recover two groups of polypropylene--one from the bumpers and the other from the passenger compartment--according to the work manual provided and explained in advance. The transport of the collected propylene was divided into two phases--"first transport" from a dismantling plant to a shredding plant and "second transport" from the shredding plant to a plastic recycling plant. Three different collection

patterns were tested for the first transport, as follows.

[Plastics Collection Patterns]

- (1) Circuit collection pattern: Small amounts of plastics are collected from a number of dismantling plants (using a specialized small or medium truck).
- (2) Semi-intensive collection pattern: Plastics are accumulated to several tons at a dismantling plant; then, the whole lot is transported (using a medium truck).
- (3) Intensive collection pattern: Plastics are shredded to a single lot of 3 tons or more at a large dismantling-cum-shredding plant; then the whole lot is transported (using a large truck).

There was an exception to the scheme. Because much of the shredding work was performed not by specialized shredding operators but by large-scale plastic recyclers in the Chugoku-Shikoku block, this Project omitted the work of shredding operators and the second transport in that region.

2. Results of the Experiment

The following test results were obtained from the experiment of this Project:

<Number of participants>

	Associations	Plants
Kanto block	6	32
Chugoku-Shikoku block	5	22
Total	11	54

<Period of collection>

October 2014 ~ February 2015

<Amount of collection>

Kanto block: 59,001.9 kg
Chugoku-Shikoku block: 26,630.0 kg

3. Analysis and Assessment of Repellets

Part of the collected plastics was recycled into repellets which were analyzed and assessed. Repellet is an abbreviation for recycling resin. The repellets were found to have high Izod impact strength [1] and high flexural modulus, indicating their high quality as plastic material.

Analytical results of repellets (bumpers, interior items)

[n=3]

Parameter	Test method	Bumper	Interior
MFR[2] [g/10min]	JIS K7210	7.1	28.9
Specific gravity	-	1.0	0.96
Tensile yield strength [Mpa]	JIS K7113	1270.8	1440.5
Tensile elasticity [Mpa]	JIS K7113	16.67	20.75
Tensile rupture elongation [%]	JIS K7113	44.8	16.5
Flexural modulus [Mpa]	JIS K7171	1314	1377
Izod impact strength [KJ/m ²]	JIS K7110	27.1	32.9

In addition it was found that mixing these repellets with plastic material of low physical properties would give products with a high added value.

Products containing automobile-derived plastics

[Mix ratio: %]

	Pellets	Office flooring	Rainwater tanks
Automobile-derived plastics	10	10	15
Products of low physical properties	90	90	85
	100	100	100

[1] Used to indicate the impact resistance levels of plastics and other similar materials

[2] Melt Flow Rate ; Fluid size of the molten plastic, typical index for thermoplastic quality control of plastics.

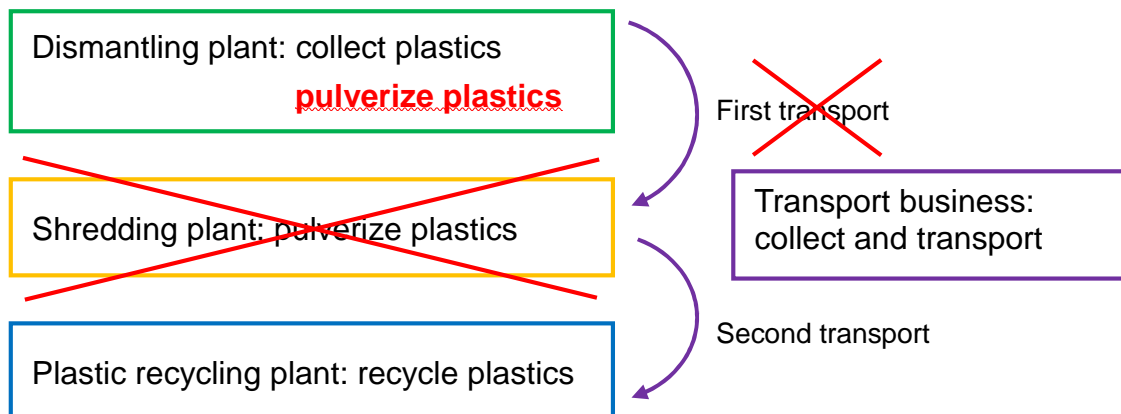
Measurement results of products containing automobile-derived plastics

	Pellets		Office flooring		Rainwater tanks	
	Ave. value	Proper value	Ave. value	Proper value	Ave. value	Proper value
MFR [g/10min]	8.1	<5	9.2	<9	6.9	<5
Specific gravity	0.97	<1.0	0.96	<1.0	0.98	<1.0
Tensile elasticity [Mpa]	1273	>500	1333.7	>700	1351.4	>500
Tensile yield strength [Mpa]	21.1	>15	21.5	>20	21.9	>15
Tensile rupture elongation [%]	15.7	>15	27.6	>12	22.2	>15
Flexural modulus [Mpa]	1151	>800	1280.8	>1100	1311.4	>1100
Bending strength [Mpa]	29.2	>20	31.3	>25	31.7	>20
Izod impact strength [KJ/m ²]	7.1	>6	11.7	>4	11.3	>6

4. Business Feasibility Assessment

The results of the experiment indicated that the most efficient flow of recycling is obtained by the intensive collection pattern, recording a recycling cost of ¥77.3 for each kilogram of plastics.

Recycling flow of the intensive collection pattern



Recycling cost by collection pattern

[Unit: ¥/kg]

		Circuit collection pattern	Semi-intensive collection pattern	Intensive collection pattern
Hiring of collect plastics		57.3	57.3	57.3
Hiring of collect and transport	First transport	21.9 ^{*1}	10.0 ^{*2}	-
	Second transport	5.0 ^{*3}	5.0 ^{*3}	5.0 ^{*3}
Hiring of pulverize plastics		25.0 ^{*4}	25.0 ^{*4}	15.0 ^{*5}
Total		109.2	97.3	77.3

*1 Hiring of a 4t truck (¥35,000/truck); 2-time transport of 1.6t load each

*2 Hiring of a 4t truck (¥16,000/truck); 2-time transport of 1.6t load each

*3 Hiring of a 10t truck (¥50,000/truck); 1-time transport of 10t load

*4 The average of estimates by four shredding plants

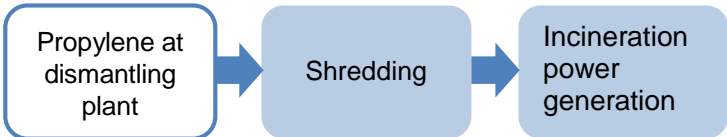
*5 The estimate by a dismantling plant that has shredding facilities

As shown above, the results indicated that business feasibility would become positive with all the plastic collection patterns if the selling price of plastics was ¥109.2/kg or higher. In particular, the intensive collection pattern proved conducive to the most efficient recycling of ELV plastics.

5. Assessment of Environmental Impact

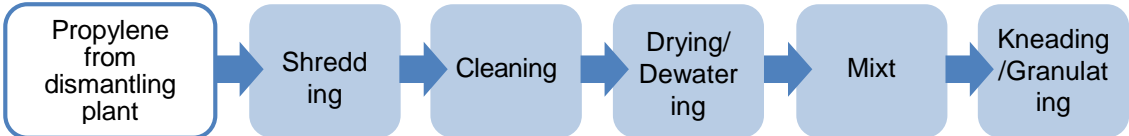
About the effect to the environment influence, existing incineration power generation flow and recycled flow of this project, CO2 amount of emission which is so was calculated and CO2 reduction effect in this project was inspected. The amount of propylene recovered under this project stood at 14.8 kg/ELV (6.5 kg from bumpers; 8.3 kg from passenger compartment) (Average). When calculating the CO2 emissions of this mass, as follows.

**Existing incineration power generation flow
(Shredder processing + incineration power generation)**



- A. CO2 amount of emission of shredder processing + incineration power generation
 $14.8\text{kg} \times (0.00908\text{kg-CO}_2/\text{kg} + 2.55\text{kg-CO}_2/\text{kg}) = 37.8744\text{kg-CO}_2$
- B. The commercial electric power reduction effect by incineration power generation
 $14.8\text{kg} \times 0.469\text{kg-CO}_2/\text{kg} = 6.9412\text{kg-CO}_2$

Recycled flow of this project (Propylene recycling)



- C. CO2 amount of emission of this project
 $14.8\text{kg} \times 0.339\text{kg-CO}_2/\text{kg} = 5.0172\text{kg-CO}_2$

Thus, the material recycling of this project can reduce CO2 emissions by (A-B) - C = 25.916kg-CO2/ELV and 25.916kg-CO2/ELV / 14.8kg = 1.751kg-CO2/kg from the CO2 emission level of existing incineration power generation flow.

6. Future Actions

To promote the material recycling of ELV plastics and to build a stable ELV plastic collection system, the Japan ELV Recyclers' Association will inform of the outcome of this Project to its members at seminars and on similar occasions. Regular meetings will be held with the shredding and plastic recycling operators to discuss the possible organizing of an efficient ELV plastic recycling system. Since the Project found the greatest business feasibility with the intensive collection pattern, it will be necessary to examine the possible development of a dismantling plant with shredding equipment in each of 100km-radius regions in order to establish the intensive collection pattern in the largest possible number of regions.

目 次

1 本事業の目的と実施体制	.....	P1
1.1 目的	.....	P1
1.2 実施体制	.....	P2
2 プラスチックのリサイクルフローの確立	.....	P5
2.1 分別・収集に関する検討	.....	P5
2.2 回収・輸送に関する検討	.....	P10
2.3 破碎・粉碎に関する検討	.....	P13
3 プラスチックのリサイクルの実施	.....	P15
3.1 実施内容	.....	P15
3.2 実施結果	.....	P17
4 アンケート調査の実施	.....	P23
4.1 本事業における分別作業に関する調査	.....	P23
4.2 使用済自動車からのリサイクルに関する実態調査	.....	P32
5 事業性・環境負荷削減効果の評価	.....	P34
5.1 事業性の評価	.....	P34
5.2 環境負荷削減効果の評価	.....	P38
6 より効率的なリサイクルフローの検討	.....	P40
7 今後の展開	.....	P42
8 資料編	.....	P43
8.1 解体事業所向け作業マニュアル	.....	P43
8.2 アンケート調査票	.....	P55

1 本事業の目的と実施体制

1.1 目的

我が国では、天然資源の消費を抑えて環境への負荷を低減する「循環型社会」の形成を目的とし、循環型社会形成推進基本法に基づく 3R の取り組みの推進、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といった循環の質にも着目した取り組みが求められている。

このような背景の下、一般社団法人 日本 ELV リサイクル機構（以下「本機構」という）は、平成 23 年度から平成 25 年度まで環境省請負業務「自動車リサイクル連携高度化事業」として、使用済自動車からの貴金属やレア金属の回収事業に取り組んできた。結果、全国に及ぶ回収スキームの確立や精錬業者との連携強化を実現し、現在も本機構独自の事業として同様の取り組みを継続している。

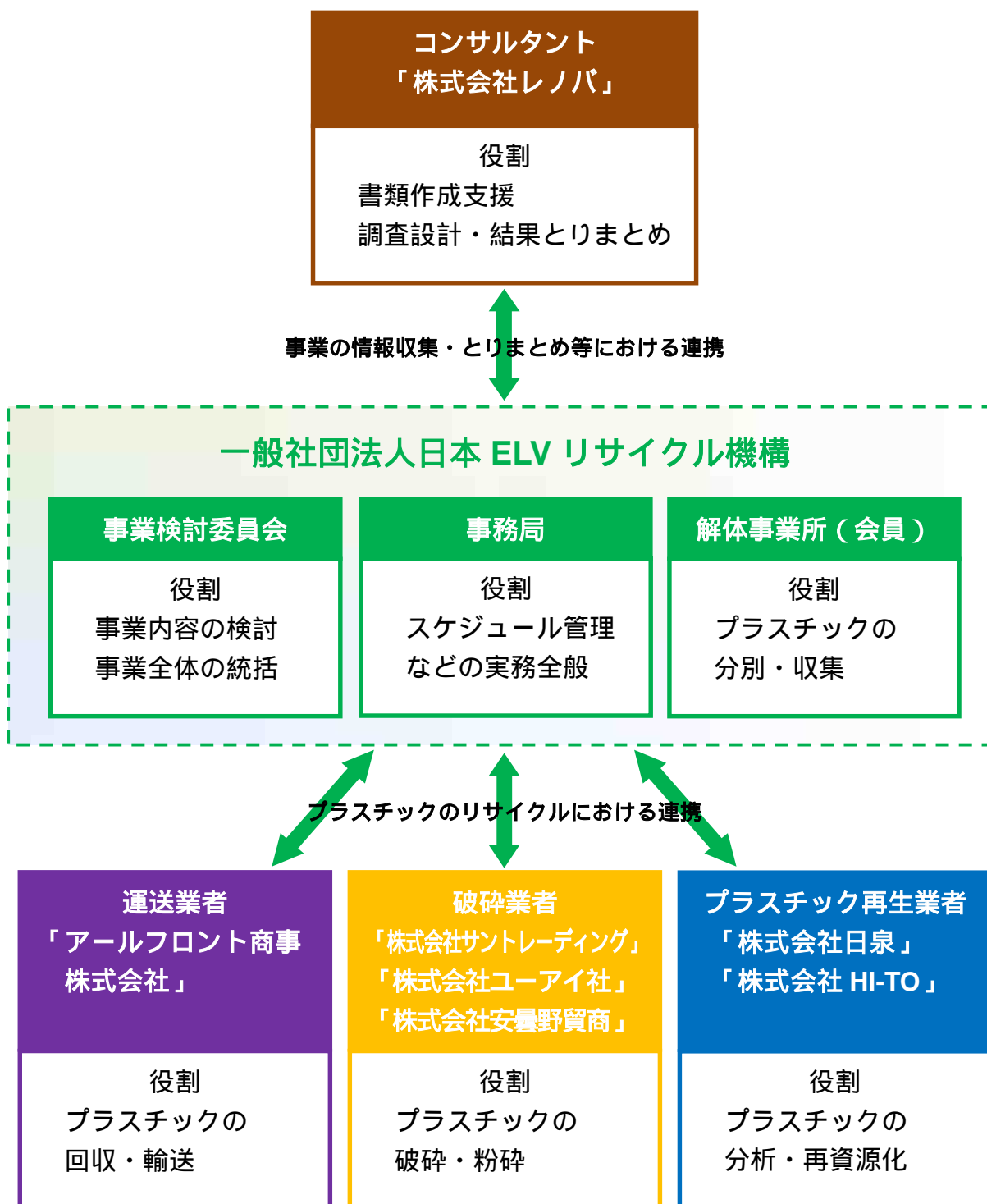
しかしながら、使用済自動車由来の廃プラスチック（以下「プラスチック」という）は、貴金属やレア金属に比べて素材としての価値や比重が低く、輸送効率が悪いいため、リサイクルが進んでこなかった。特に、プラスチックの排出量については、体系的な把握がされておらず、その多くは自動車破碎残さ（ASR）として処理されていると考えられる。

以上のことから、本事業では、実際に使用済自動車からのプラスチックのリサイクルを実施することで、天然資源代替の効果やエネルギー使用量の削減を目指す。具体的には、解体事業所による使用済自動車からのプラスチックの分別・収集、その収集したプラスチックの回収・輸送、破碎・粉碎にいたるまでのリサイクルプロセスの高効率化を目的とする。

1.2 実施体制

本事業は、本機構を中心として、破碎業者・運送業者・プラスチック再生業者など関連事業者と連携しながら実施した。

図表 1-1 本事業における連携図



図表 1-2 事業検討委員会名簿

	役職	氏名	所属会社
1	委員長	吉川 日男	株式会社シーパーツ
2	委員	酒井 康雄	京葉自動車工業株式会社
3	委員	保坂 勇	株式会社ホサカ自動車商会
4	委員	木内 雅之	アール・ループ株式会社
5	委員	伊丹 伊平	丸利伊丹車輛株式会社
6	委員	藤原 文太	メタルリサイクル株式会社
7	委員	宮川 英樹	株式会社レノバ

図表 1-3 事業検討委員会の開催実績

	開催日	主な議題
第 1 回	平成 26 年 9 月 18 日	1. 事業実施体制・スケジュールについて 2. プラスチックの分別・収集方法について (分別・収集作業にかかる時間等のデータ確認)
第 2 回	平成 26 年 12 月 12 日	1. 事業進捗状況及び現時点での問題点の確認 2. 今後のスケジュールについて 3 アンケート調査について
第 3 回	平成 27 年 1 月 15 日	1. 事業進捗状況の確認 2. 評価検討会での報告内容について 3. 事業報告書の目次(案)について
第 4 回	平成 27 年 2 月 18 日	1. 事業結果確認及び事業全体の総括 2. 評価検討会での報告結果について 3. 事業報告書の内容について

本事業では、図表 1-1 のような関連事業者との連携の下、プラスチックのリサイクルを実施するとともに、それに関連する情報収集を行った。

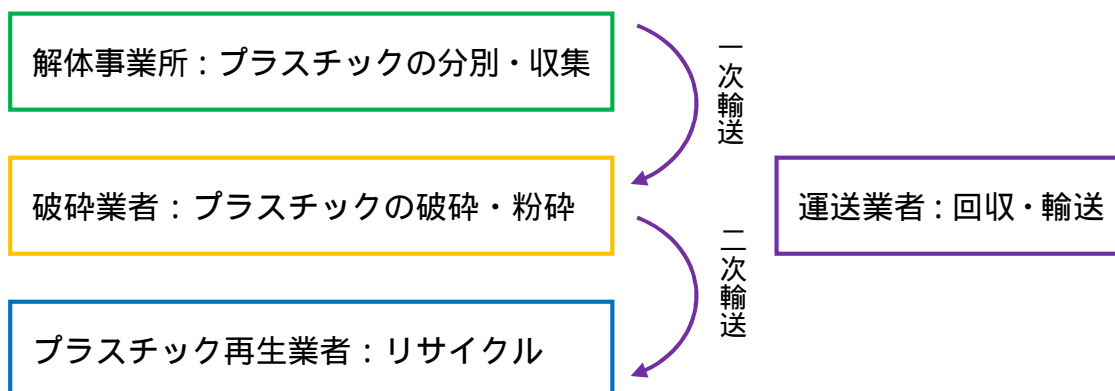
(1) プラスチックのリサイクルにおける実施体制

プラスチックのリサイクルにおける実施体制は図表 1-4 のとおりである。

本事業に参加した解体事業所は、本機構の関東ブロック及び中国・四国ブロックの会員事業所である。本機構は、北海道ブロックから沖縄ブロックまで全国 8 ブロックに分かれており、それぞれのブロックに会員事業所が所属しているが、本事業においては、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・四国ブロックを対象地域として選定した。

対象地域の選定後、関東ブロックは東京都にて、中国・四国ブロックは広島県にて、本事業の説明会を開催し、作業内容の周知徹底を図った。

図表 1-4 プラスチックのリサイクルにおける実施体制



(2) 情報収集における体制

本事業では、プラスチックのリサイクルにおける情報収集として、2 種のアンケート調査を行った。本事業への参加事業所を対象としたアンケート（本事業におけるプラスチック分別作業に関する調査）と本機構の会員事業所すべてを対象としたアンケート（使用済自動車からのリサイクルに関する実態調査）である。

これらのアンケート調査の実施体制としては、アンケート項目の作成を事業検討委員会及びコンサルタントが担当し、アンケート用紙の送付から回収までを事務局が担当した。回収したアンケートはコンサルタントへ送付され、結果の集計はコンサルタントが担当した。

アンケート調査の他、会員からのヒアリング等は事務局が担当した。

2 プラスチックのリサイクルフローの確立

2.1 分別・収集に関する検討

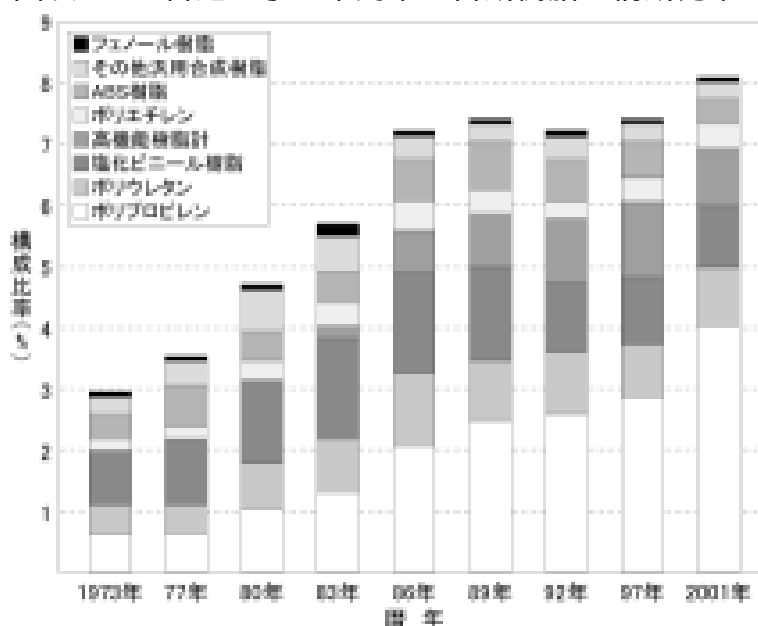
本事業において、解体事業所は、使用済自動車からプラスチックを分別して収集するという役割を担っている。

事業検討委員会では、本機構の会員である解体事業所にわかりやすく作業内容を周知して参加を募るため、まず、対象となるプラスチックの種類・部位の選定を行い、実証実験を実施した。次に、実証実験から得た情報をもとに「解体事業所向け作業マニュアル」を作成した。その後、本事業の対象地域にて説明会を実施し、作成したマニュアルを用いて作業内容の周知徹底を図った。

(1) 対象素材・部位の選定

本事業において分別・収集の対象となるプラスチックの種類は、自動車に使われているプラスチックのほとんどがポリプロピレン(以下「PP」という)であることから、PPのみとした。さらに、対象部位は、自動車の中でも特にPPが多く使用されている部位であることから、バンパーと内装材に限定した。

図表 2-1 普通・小型乗用車の合成樹脂の構成比率⁽¹⁾



⁽¹⁾ 出典：一般社団法人日本自動車工業会ホームページ公開資料
<http://www.jama.or.jp/lib/jamagazine/200603/03.html>

(2) 実証実験

解体事業所における作業内容の確認及び作業に関するデータ収集のため、バンパーと内装材の2種類の部位を使用済自動車から取り外してPPのみを分別し、作業時間や重量の測定を行った。

PP 分別作業の実証実験

日 時

平成 26 年 9 月 18 日 (木) 14 : 00 ~ 16 : 00

場 所

京葉自動車工業株式会社 / 千葉県千葉市

内 容

PP 分別作業 / バンパー

- (1) 使用済自動車からバンパー (フロントバンパー・リアバンパー) を分別する。 ヒンジドフォークリフト使用
- (2) バンパーから鉄などの不純物を除去する。

PP 分別作業 / 内装材

- (1) 使用済自動車からの内装材 (ドアの内張りやダッシュボード) を分別する。 ヒンジドフォークリフト使用
- (2) 内装材から不織布やスポンジなどの不純物を除去する。

PP 結束作業

PP のみの状態になった物品を PP バンドで結束する。

図表 2-2 使用済自動車から分別した PP



[フロントバンパーの PP]



[ダッシュボードの PP]

図表 2-3 PP 分別作業における計測データ

ニッサン マーチ

部位	作業時間			分別したPP重量
	取り外し	不純物除去	合計	
バンパー	90 秒	128 秒	218 秒	4.6 kg
内装材	255 秒	240 秒	495 秒	5.5 kg

マツダ ボンゴブレンディー

部位	作業時間			分別したPP重量
	取り外し	不純物除去	合計	
バンパー	40 秒	503 秒	543 秒	7.4 kg
内装材	280 秒	180 秒	460 秒	5.7 kg

スズキ アルト

部位	作業時間			分別したPP重量
	取り外し	不純物除去	合計	
バンパー	30 秒	270 秒	300 秒	5.2 kg
内装材	194 秒	120 秒	314 秒	3.6 kg

トヨタ プログレ (ドアの内張りが PP ではなかったため、内装材は作業なし)

部位	作業時間			分別したPP重量
	取り外し	不純物除去	合計	
バンパー	45 秒	240 秒	285 秒	8.2 kg
内装材	-	-	-	-

図表 2-4 PP 結束作業における計測データ (バンパーの PP の場合)

作業内容	時間	重量
バンパーのPP結束 (1束2台分)	180 秒	15.65 kg

(3) 「解体事業所向け作業マニュアル」の作成・周知

前述の実証実験によって解体事業所での作業内容が確認できたため、事業検討委員会にて「解体事業所向け作業マニュアル」の作成を行った。

作成した「解体事業所向け作業マニュアル」を資料として、本事業の対象地域である関東ブロックと中国・四国ブロックにおいて、それぞれ説明会を開催して作業内容の周知を図った。

関東ブロック説明会

日 時

平成 26 年 10 月 10 日（金）13：00 ～ 17：00

場 所

一般社団法人日本 ELV リサイクル機構 会議室 / 東京都港区

参加者

9 名（事業検討委員会の委員含む）

内 容

事業概要の説明

事業実施体制、事業内容、スケジュールなどを説明した。

依頼作業内容の説明

「解体事業所向け作業マニュアル」にもとづいて、具体的な作業内容について説明した。

各県の PP 収集量割り当て

関東ブロック内の各県における PP 収集目標値を設定した。

図表 2-5 関東ブロックにおける PP 収集目標値

都道府県	目標値	参考：台数換算値
東京都	5,000 kg	(500 台)
埼玉県	10,000 kg	(1,000 台)
千葉県	10,000 kg	(1,000 台)
栃木県	5,000 kg	(500 台)
茨城県	5,000 kg	(500 台)
山梨県	10,000 kg	(1,000 台)
新潟県	5,000 kg	(500 台)
合 計	50,000 kg	(5,000 台)

中国・四国ブロック説明会

日 時

平成 26 年 10 月 23 日 (木) 13 : 00 ~ 17 : 00

場 所

RCC 文化センター会議室 / 広島県広島市

参加者

10 名 (事業検討委員会の委員含む)

内 容

関東ブロック説明会と同様。

当初計画と異なる点

事業計画において、対象地域を関東ブロックと中国・四国ブロックの中国地区としていた。(四国地区は対象外)

しかし、PP の収集量確保という課題もみえてきたため、四国地区より香川県自動車リサイクル協同組合も参加することとなった。

図表 2-6 中国・四国ブロックにおける PP 収集目標値

都道府県	目標値	参考：台数換算値
広島県	2,000 kg	(200 台)
山口県	3,000 kg	(300 台)
岡山県	5,000 kg	(500 台)
島根県・鳥取県	3,000 kg	(300 台)
香川県	1,000 kg	(100 台)
合 計	14,000 kg	(1,400 台)

2.2 回収・輸送に関する検討

分別・収集の工程における作業コストは、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ものの、作業に習熟するまでに一定の時間を要する。次に、破碎・粉碎の工程における作業コストは、連携先によるところが大きい。これらのことから、事業性の確保という点では、回収・輸送効率の高いリサイクルフローを確立することが非常に重要であるとわかる。

本事業では、効率的な回収・輸送方法を検証するために、「単体回収型」「一次集約型」「集約型」という3つの回収パターンを採用し、それぞれのパターンでの事業性を比較できるようにした。

なお、回収・輸送の工程において、解体事業所からPPを回収して破碎業者へ輸送するまでを「一次輸送」と呼び、破碎業者から破碎・粉碎後のPPをプラスチック再生業者へ輸送するまでを「二次輸送」と呼ぶこととした。

(1) 単体回収型

運送業者が専用の小型・中型トラックで各解体事業所を巡回し、少量のPPから回収を行う。

少量でも回収を行うため、解体事業所ではPP保管スペースに困らない。一方、各解体事業所へ巡回回収を行うため、運送業者は解体事業所への細やかなフォローが必要であり、一次輸送コストがかかる。

図表 2-7 「単体回収型」のパターン

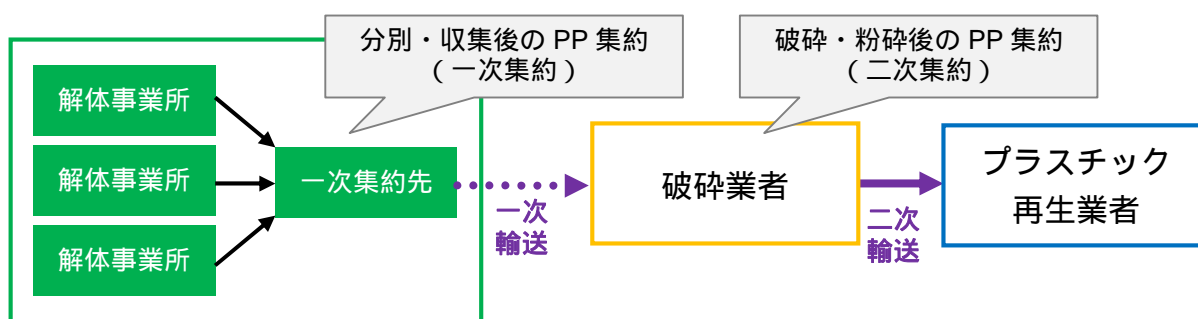


(2) 一次集約型

地域内の解体事業所の中から一次集約先を設定し、その地域内の PP を各解体事業所から一次集約先に集める。運送業者は、中型トラックで一次集約先に集められた PP の回収を行う。

一次集約先に PP が数トン集まれば、一次輸送コストの軽減が見込める。一方、各解体事業所から一次集約先に PP を集める工程において、運送業者を利用した場合には、一次輸送・二次輸送とは別の輸送コストが発生する。また、一次集約先では、各解体事業所から集められた PP の保管スペースが必要となる。

図表 2-8 「一次集約型」のパターン

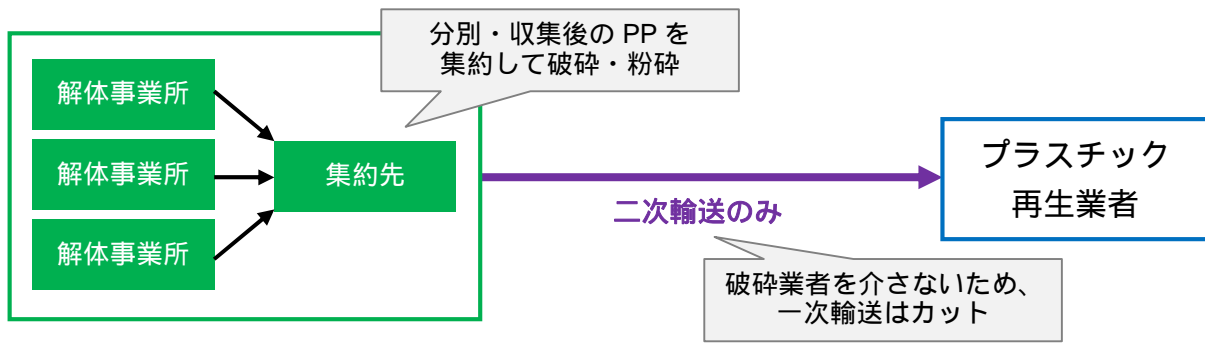


(3) 集約型

一次集約型と同様に、地域内の PP を各解体事業所から集約先に集める。ただし、集約先は、破砕・粉砕設備のある解体事業所とし、そこで集約した PP の破砕・粉砕工程までを担う。運送業者は大型トラックで破砕・粉砕された状態の PP の回収を行う。

集約先で破砕・粉砕を行うため、一次輸送コストがカットされる。また、破砕・粉砕によって PP の容積が小さくなった状態で輸送するため、二次輸送コストの軽減が見込める。一方、一次集約型と同様に、一次輸送・二次輸送とは別の輸送コストが発生する可能性が高い。また、破砕・粉砕後の PP を二次輸送に適した量まで集めるには時間がかかるため、それまでの保管スペースの確保や管理費の発生といった問題が考えられる。

図表 2-9 「集約型」のパターン



図表 2-10 回収パターンの整理

	パターン1 「単体回収型」	パターン2 「一次集約型」	パターン3 「集約型」
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 少量から回収可能でPP保管スペースに困らない。 	<ul style="list-style-type: none"> 数トン集まれば、一次輸送コストの軽減が見込める。 	<ul style="list-style-type: none"> 一次輸送コストがかからない。 二次輸送コストの軽減が見込める。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 一次輸送コストがかかる。 運送業者の細かなフォローが必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 一次集約時に輸送コストが発生する可能性あり。 PP保管スペースが必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 集約時に輸送コストが発生する可能性あり。 破碎・粉砕後のPP集約に時間がかかる。

2.3 破碎・粉碎に関する検討

プラスチックの破碎・粉碎工程については、プラスチック再生業者にとって望ましい形で引き渡しを行う必要があるため、本事業の連携先であるプラスチック再生業者2社からのヒアリングを実施した。

このヒアリング結果をふまえたうえで、解体事業所での分別・収集における作業を簡易的にすることを考慮し、破碎・粉碎工程にいたるまでのポイントは以下の3つとした。

破碎・粉碎工程にいたるまでのポイント

(1) バンパーのPPと内装材のPPの2種類に分けること

図表 2-11 バンパーのPP



図表 2-12 内装材のPP



(2) 20 mmアンダーに粉碎すること

図表 2-13 20 mmアンダーに粉碎された PP



(3) フレコンバッグに入れて納入すること

図表 2-14 納入時の荷姿 (フレコンバッグ)



3 プラスチックのリサイクルの実施

3.1 実施内容

2章で確立したリサイクルフローにもとづいて、実際にプラスチックのリサイクルを実施した。また、本事業では、使用済自動車由来のPPの価値を確認するため、プラスチック再生業者でリペレット品の試作試料を作成し、その分析・評価を行った。

実施期間

平成26年10月～平成27年2月

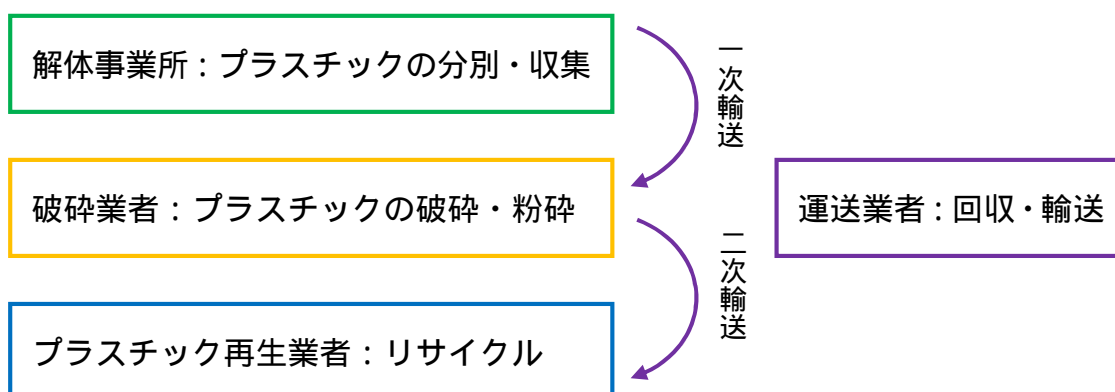
対象品目

- (1) バンパーのPP : フロントバンパー及びリアバンパー
- (2) 内装材のPP : ドアの内張りやダッシュボードなど

対象地域・PP収集目標値

- (1) 関東ブロック
PP収集目標値 / 50,000kg (約5,000台分)
- (2) 中国・四国ブロック
PP収集目標値 / 14,000kg (約1,400台分)

図表 1-4 プラスチックのリサイクルにおける実施体制 (再掲)



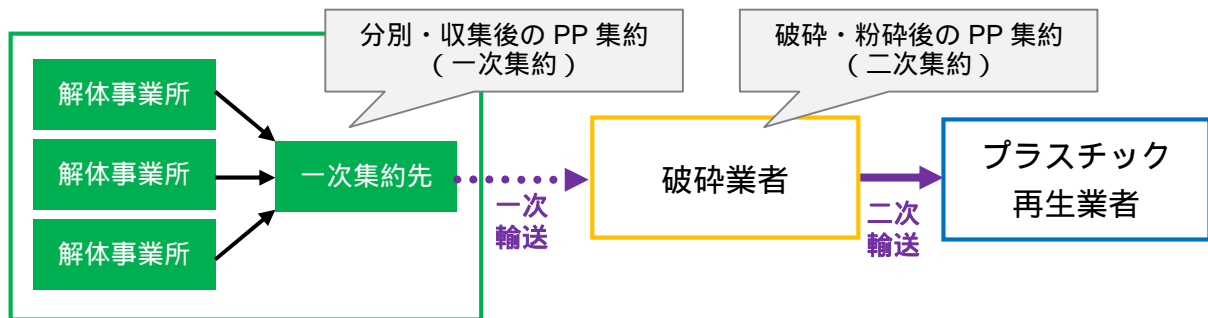
基本的な実施体制は図表 1-4 のとおりだが、本事業では、効率的な回収・輸送方法を検証するために、「単体回収型」「一次集約型」「集約型」という 3 つの回収パターンを採用した。

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碎・粉碎が行われたため、破碎業者の作業工程及び二次輸送がカットされた。

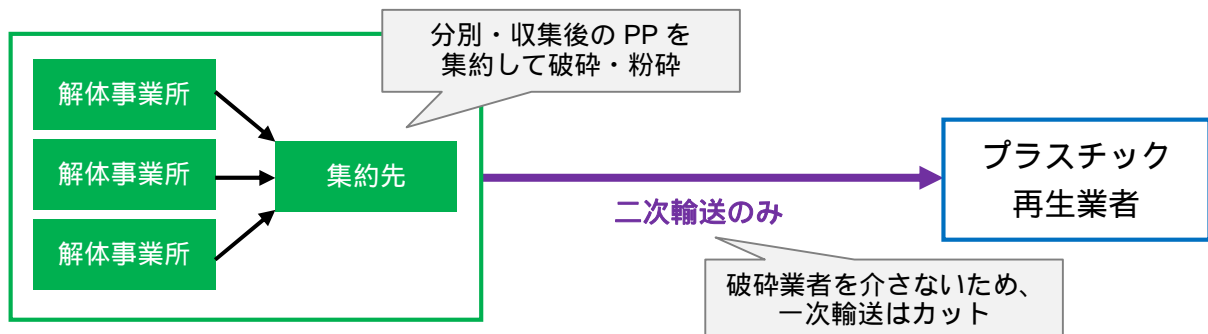
図表 2-7 「単体回収型」のパターン（再掲）



図表 2-8 「一次集約型」のパターン（再掲）



図表 2-9 「集約型」のパターン（再掲）



3.2 実施結果

(1) 参加実績及びPP収集実績

本事業では、関東ブロックより6団体32事業所、中国・四国ブロックより5団体22事業所の参加があった。PP収集量は、関東ブロックと中国・四国ブロックともに、ブロック説明会で設定した目標値を上回る結果となった。

図表 3-1 参加実績

ブロック	参加団体数	参加事業所数
関東ブロック	6 団体	32 社
中国・四国ブロック	5 団体	22 社
合 計	11 団体	54 社

図表 3-2 PP 収集量の目標値・実績値

ブロック	目標値	実績値
関東ブロック	50,000 kg	59,002 kg
中国・四国ブロック	14,000 kg	26,630 kg
合 計	64,000 kg	85,632 kg

図表 3-3 関東ブロックにおける事業所別 PP 収集実績

都道府県	事業所 / 地域団体	PP収集量 (kg)
茨城県	1 (有)旭自動車商会	170.0
	2 (株)川又自動車商会	150.0
	3 (有)田崎商店	650.0
	4 (株)グローバルオートパーツ	450.0
	茨城県自動車リサイクル協同組合 合計	1,420.0
栃木県	5 (株)栃木パーツ	544.0
	6 (有)しのぶや	200.0
	7 (有)岩井自動車商会	317.0
	栃木県自動車リサイクル協議会 合計	1,061.0
埼玉県	8 浦和自動車解体(株)	2,660.0
	9 (有)昭和メタル	29,668.0
	10 (株)権田商会	620.0
	埼玉自動車解体事業協同組合 合計	32,948.0
千葉県	11 アール・ループ(株)	4,100.0
	12 京葉自動車工業(株)	3,000.0
	13 (株)轟商会	600.0
	14 (有)木更津商会	450.0
	15 メタルリサイクル(株)	1,935.0
	16 (株)YCC	300.0
	千葉県自動車解体業協同組合 合計	10,385.0
東京都	17 (有)飯野商会	355.0
	18 (有)秋間商会	427.3
	19 羽鳥商店	61.0
	20 (有)会津商店	241.5
	21 (株)大八商会	767.5
	22 (有)有原商店	452.0
	23 (有)三和商会	175.0
	東京自動車リサイクル協議会 合計	2,479.3
山梨県	24 (株)河村自動車工業	3,000.0
	25 (株)ホサカ自動車商会	1,127.0
	26 (有)岡自動車商会	607.0
	27 (有)ヤマグチ	428.0
	28 (有)岩崎商会	1,501.1
	29 (株)エムアンドエー山梨カープレス産業	1,860.0
	30 峡南自動車解体	424.5
	31 (有)玉穂商会	1,421.0
	32 (有)石田産業	340.0
	山梨県カーリサイクル協同組合 合計	10,708.6
総 計		59,001.9

図表 3-4 中国・四国ブロックにおける事業所別 PP 収集実績

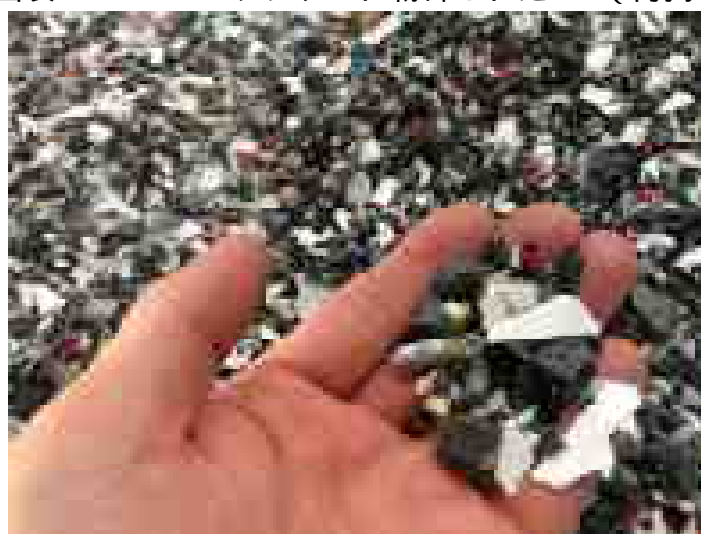
都道府県		事業所 / 地域団体	回収重量 (kg)
鳥取県 ・ 島根県	1	(有)西川商会	1,520
	2	(有)東和	570
	3	(有)金山自動車	460
	4	(株)山陰エコリサイクル	520
	5	(有)山陰UP販売	750
	6	(有)ヒラオカ 島根オートリサイクルセンター	1,830
			山陰ELVリサイクル協議会 合計	5,650
岡山県	7	(有)和氣商店	1,180
	8	(株)桃太郎部品	440
	9	(有)佐々木商店	2,470
	10	北川商会	520
	11	(有)成本商店	380
	12	(有)宇野自工	2,370
	13	クレストパーツ(株)中村解体	1,730
			岡山県自動車リサイクル協同組合 合計	9,090
広島県	14	(株)古谷商会	1,960
	15	(有)UPF	1,800
	16	(有)アールシステムズ	250
	17	(株)カーリユース	730
			日本ELVリサイクル機構 広島県支部 合計	4,740
山口県	18	(株)シーパーツ	1,200
			日本ELVリサイクル機構 山口県支部 合計	1,200
香川県	19	(有)小柴自動車商会	1,770
	20	四国交産(株)	430
	21	(有)日誠産業	2,870
	22	竹華産業	880
			香川県自動車リサイクル協同組合 合計	5,950
総 計			26,630

(2) リペレット品の試作試料の分析・評価

解体事業所で分別・収集された PP は、運送業者や破砕業者などを経て、最終的にはすべてプラスチック再生業者に引き渡された。プラスチック再生業者に引き渡された PP の一部からリペレット品の試作試料を作成し、分析・評価を行った。

リペレットとは、リサイクルペレットの略である。本事業においては、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の試作試料を作成した。

図表 2-13 20 mmアンダーに粉砕された PP (再掲)



図表 3-5 破砕・粉砕後の PP を溶解して作成したリペレット品



リペレット品は、「MFR」「比重」「引っ張り降伏強度」「引っ張り弾性」「引っ張り破断伸度」「曲げ弾性率」「アイゾット衝撃強度」という7項目の物性分析を行った。物性分析の結果は、図表 3-6 のとおりである。

物性分析の項目に関する説明

(1) 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。

(2) 引っ張り降伏強度

荷重 - 伸び曲線上で、荷重の増加なしに伸びの増加が認められる最初の点における引張応力。

(3) 引っ張り弾性率

引張比例限度内における引張応力とこれに対応するひずみの比。

(4) 引っ張り破断伸度

引張破壊強さに対応する伸び。

(5) 曲げ弾性率

単位断面積あたりの曲げ応力と応力方向に生じるひずみの比。

(6) アイゾット衝撃強度

単位断面積あたりの曲げ応力と応力方向に生じるひずみの比。

図表 3-6 リペレット品（バンパー・内装材）の試作試料の物性分析結果

[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

物性分析の結果をみると、バンパーの PP と内装材の PP とともに、アイゾット衝撃強度が高く、曲げ弾性率も高いことがわかった。これは、硬い素材でありながら割れにくいといった特殊な物性を表している。つまり、使用済自動車由来の PP は、価値の高いプラスチック素材であるといえる。

物性分析の結果、物性価値が高いことが判明したため、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容器包装リサイクル法にもとづいてリサイクルされたプラスチックと配合して、あらためて物性分析を行った。物性分析の結果は、図表 3-8 のとおりである。

図表 3-7 自動車由来のプラスチックと物性価値の低いプラスチックの配合割合

	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 %
物性価値の低いプラ	90 %	90 %	85 %
合 計	100 %	100 %	100 %

図表 3-8 配合製品の物性分析結果

	パレット		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

物性分析の結果、使用済自動車由来の PP は、物性価値の低い材料と配合することで、高付加価値製品材料として使用できることがわかった。今後は、自動車への再利用の可能性も検討の余地があると考えられる。

4 アンケート調査の実施

4.1 本事業における分別作業に関する調査

本事業におけるリサイクルフローを検証するため、本事業に参加した解体事業所に対するアンケートを実施した。

(1) アンケート調査概要

調査実施時期

平成 26 年 10 月～12 月

調査対象者

本事業に参加した解体事業所全社

回答数

54 社中 29 社（回答率：53.7%）

調査内容

使用済自動車からの PP 分別作業について

- (1) PP 分別作業の手法
- (2) PP 分別作業にかかる時間
- (3) 分別した PP の重量

(2) アンケート調査結果

PP 分別作業の手法

設問内容

どのようにして PP を分別したか。(選択形式・複数回答可)

選択肢

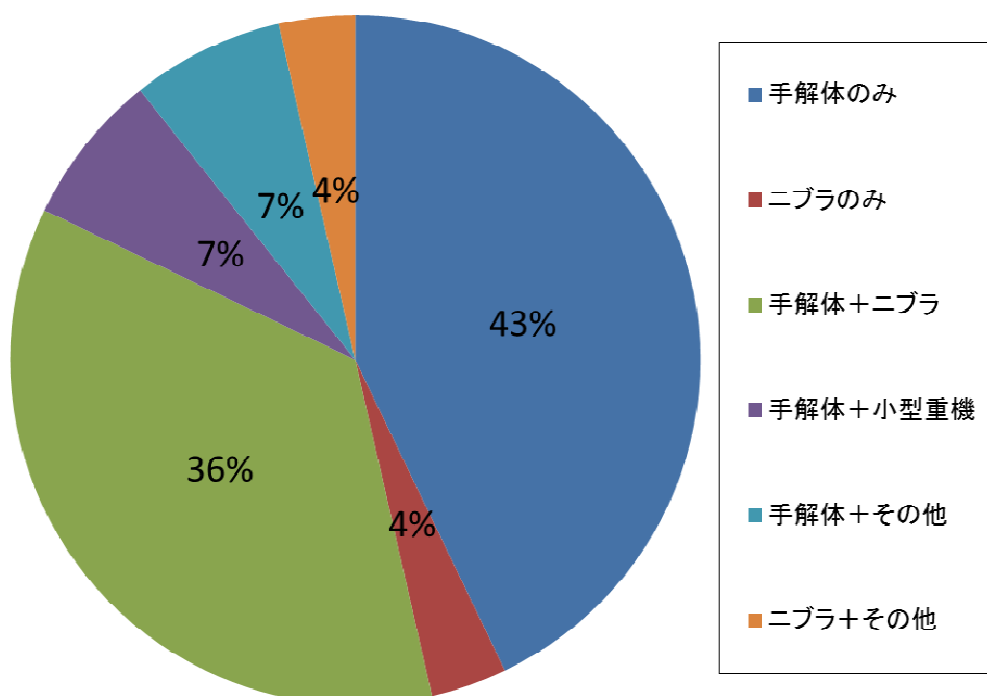
手解体

ニブラ解体

ユンボなどの小型重機を利用した解体

その他

図表 4-1 PP 分別作業の手法の回答結果



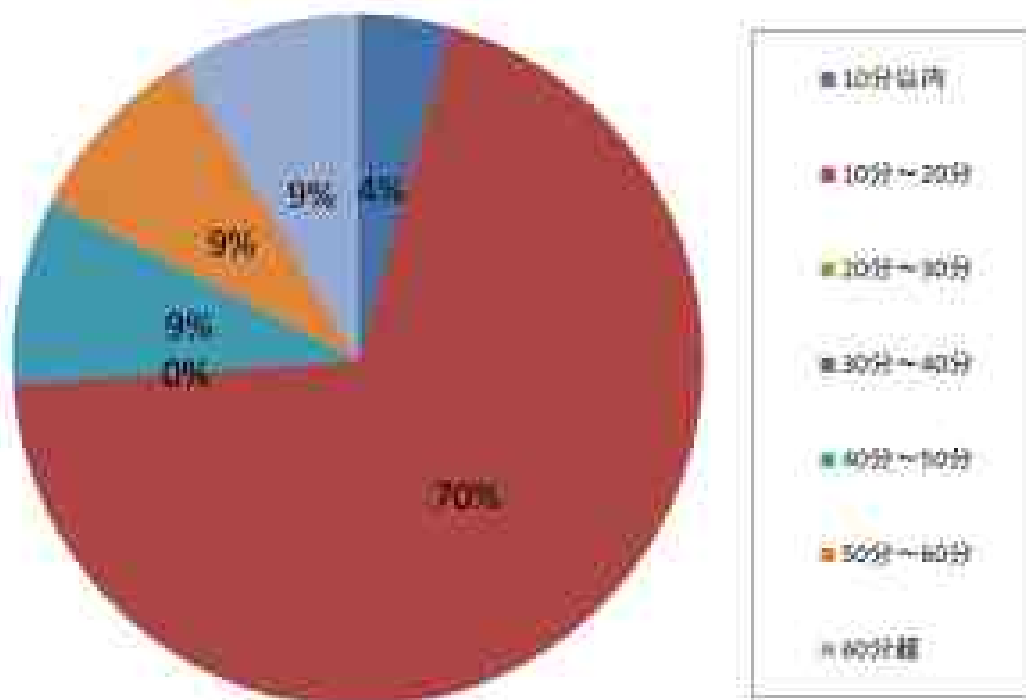
回答内容	回答数
手解体のみ	12
ニブラのみ	1
手解体 + ニブラ	10
手解体 + 小型重機	2
手解体 + その他	2
ニブラ + その他	1
合計	28

PP 分別作業にかかる時間

設問内容

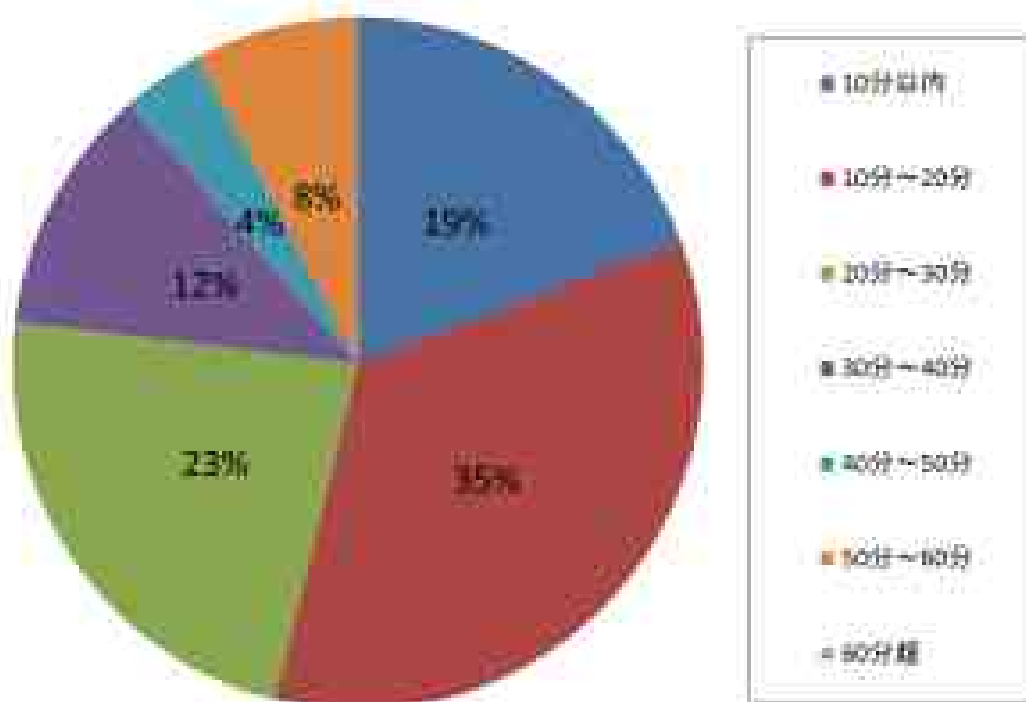
大型車・小型車・軽自動車それぞれにおいて、PP 分別作業にどれだけの時間がかかったか。

図表 4-2 PP 分別作業にかかる時間の回答結果 / 大型車の場合



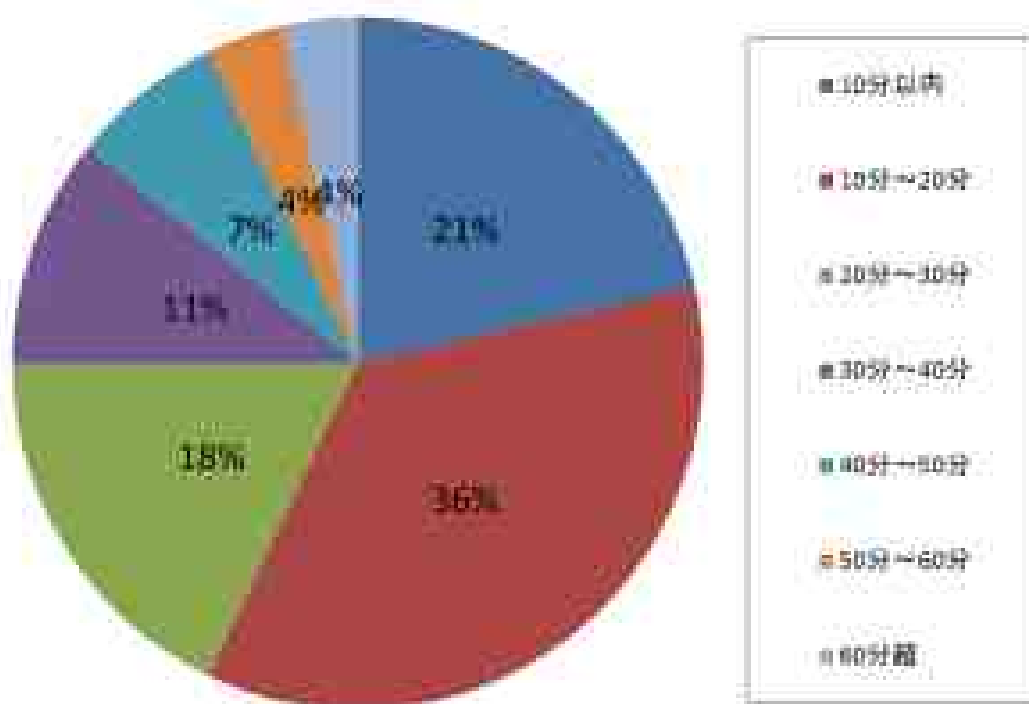
回答内容	回答数
10分以内	1
10分～20分	16
20分～30分	0
30分～40分	0
40分～50分	2
50分～60分	2
60分超	2
合計	23

図表 4-3 PP 分別作業にかかる時間の回答結果 / 小型車の場合



回答内容	回答数
10分以内	5
10分～20分	9
20分～30分	6
30分～40分	3
40分～50分	1
50分～60分	2
60分超	0
合計	26

図表 4-4 PP 分別作業にかかる時間の回答結果 / 軽自動車の場合



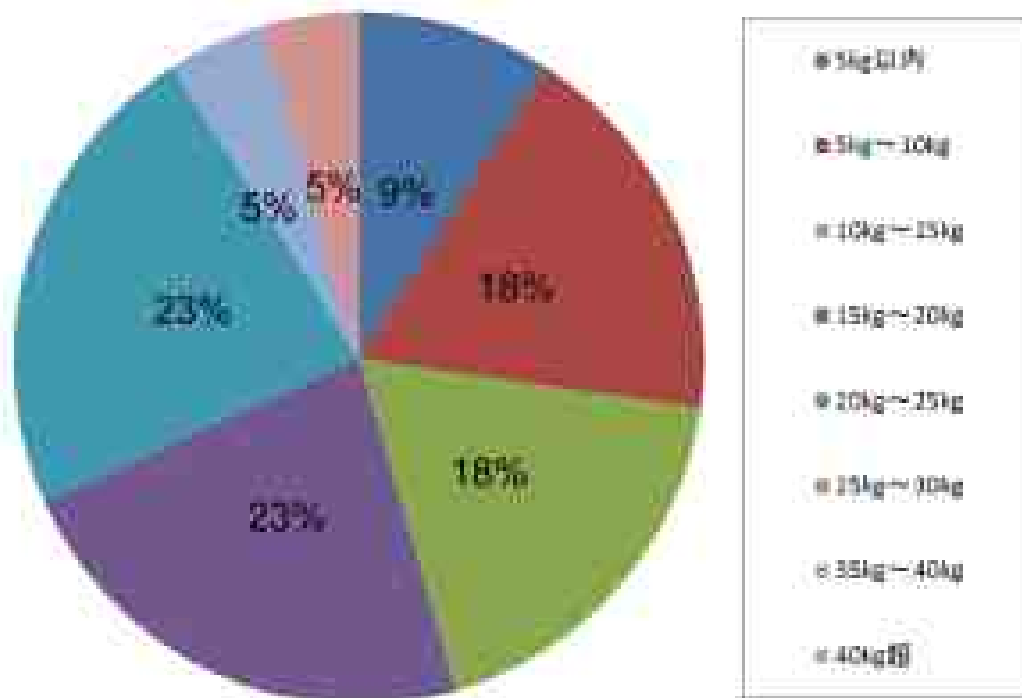
回答内容	回答数
10分以内	6
10分～20分	10
20分～30分	5
30分～40分	3
40分～50分	2
50分～60分	1
60分超	1
合 計	28

分別した PP の重量

設問内容

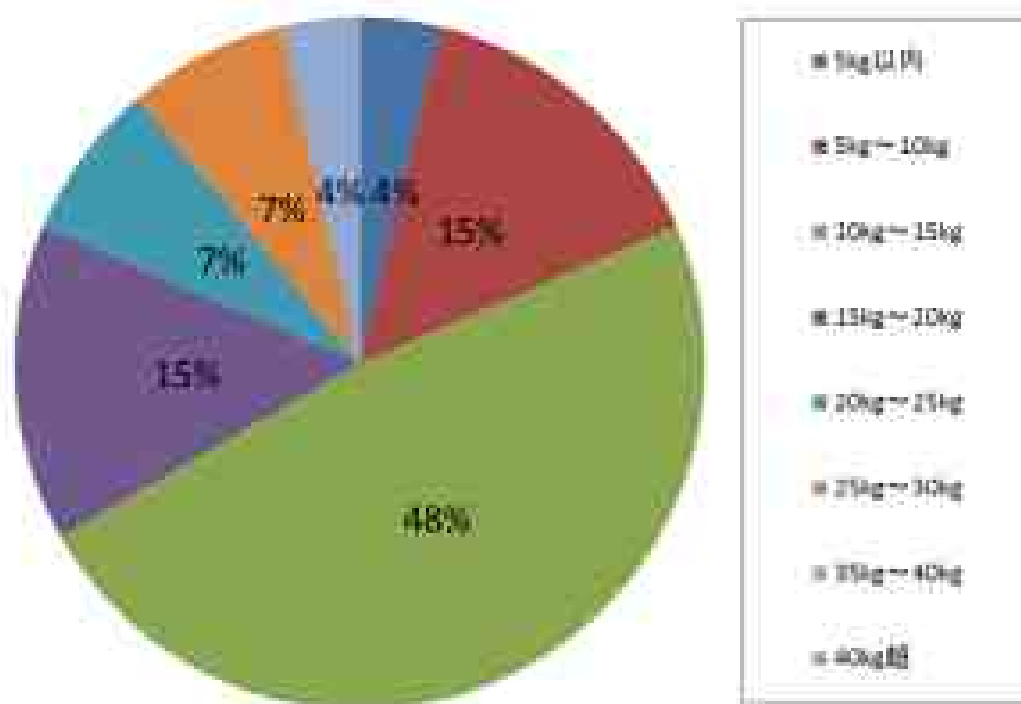
大型車・小型車・軽自動車それぞれにおいて、分別した PP の重量はどれだけであったか。

図表 4-5 分別した PP の重量の回答結果 / 大型車の場合



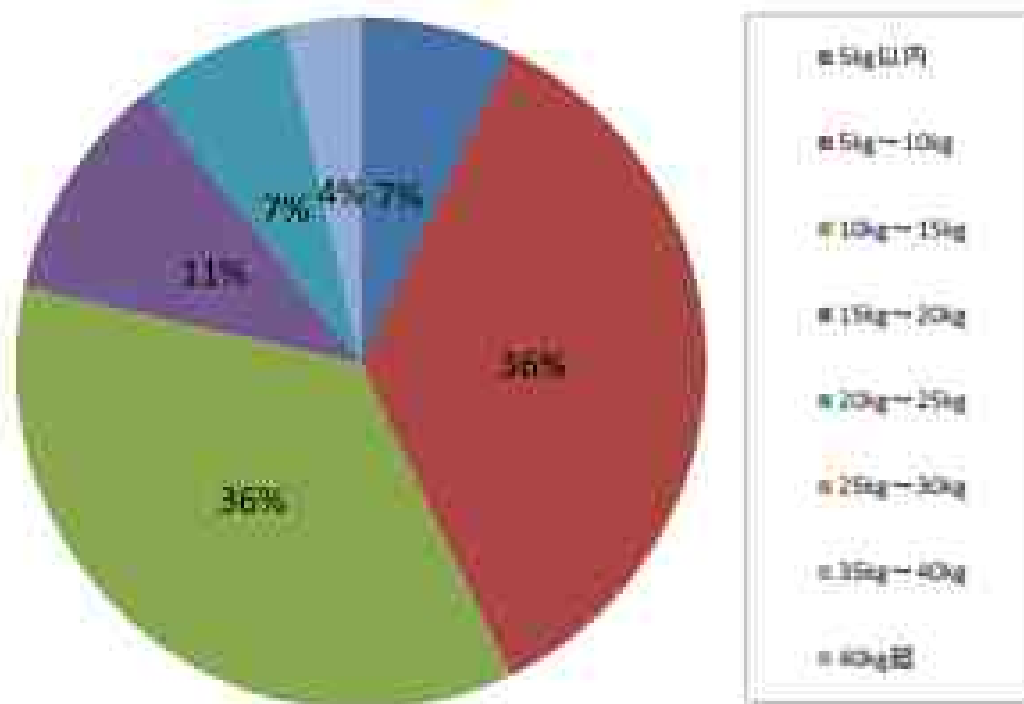
回答内容	回答数
5kg以内	2
5kg ~ 10kg	4
10kg ~ 15kg	4
15kg ~ 20kg	5
20kg ~ 25kg	5
25kg ~ 30kg	0
35kg ~ 40kg	1
40kg超	1
合計	22

図表 4-6 分別した PP の重量の回答結果 / 小型車の場合



回答内容	回答数
5kg以内	1
5kg ~ 10kg	4
10kg ~ 15kg	13
15kg ~ 20kg	4
20kg ~ 25kg	2
25kg ~ 30kg	2
35kg ~ 40kg	1
40kg超	0
合計	27

図表 4-7 分別した PP の重量の回答結果 / 軽自動車の場合



回答内容	回答数
5kg以内	2
5kg ~ 10kg	10
10kg ~ 15kg	10
15kg ~ 20kg	3
20kg ~ 25kg	2
25kg ~ 30kg	0
35kg ~ 40kg	1
40kg超	0
合計	28

その他、意見・要望など

以下は、自由記述欄より抜粋した回答である。

- ・20kg に分けて PP バンドで結束するのが大変手間がかかった。車体から取り外す時間はそれほどかからないが、クリップや金属を取り外したり、計測して結束する時間がかかりすぎる。量を集めるとなるとかさばるので場所をとり、大変邪魔になる。
- ・実証実験としては、非常に意義のあることだと思います。PP 素材がこれほど多く使用されてきている中、リサイクルしていかなければならないと思います。ただし、今後事業として展開していくとなると...やはり大規模業者しか対応できないのではないのでしょうか？小規模業者には、やりたくてもできない環境にあります。単価が下がっても、回収の頻度を月1回にして、付属品などの基準を下げてもらうなど、あれば参加業者は出てくるのかなと思います。
- ・布製の物、シールのり、スポンジのり、それぞれを剥がす、取り除くのが大変です。時間がかかり過ぎのため、のり剤がない物を集めた方がよいのでは？
- ・年式が新しい方が外しやすい。高級車より大衆車の方が、外しやすく、不純物の取り外しも少ない。ドアの内張りは、ヒンジドフォーク⁽²⁾より手バラシの方が早い時がある。
- ・ビスやビスベース（受け）が目立たないので、着色など目立ちやすく製造してもらえると助かる。
- ・少なくとも週1回収してもらわないと対応しきれない。

⁽²⁾ フォーク単独の角度調整が可能で、より細かな動きができるフォークリフト。

4.2 使用済自動車からのリサイクルに関する実態調査

本来、使用済自動車は、解体事業所において必要な部品は中古部品として回収され、鉄や非鉄金属などの素材は、スクラップとしてリサイクルされている。しかしながら、解体事業所において回収されないプラスチック類やガラス類は、廃車ガラとしてプレスされてシュレッダー業者へ引き渡され、破碎後、シュレッダーダストとして埋立処分されている。

このような現状をふまえて、地域ごとの使用済自動車から発生するプラスチック類やガラス類のリサイクル・処理の実態を把握するため、本機構の会員事業所に対するアンケートを実施した。

(1) アンケート調査概要

調査実施時期

平成 26 年 12 月～平成 27 年 1 月

調査対象者

本機構の会員事業所全社

回答数

614 社中 246 社（回答率：40.0%）

調査内容

プラスチック類やガラス類のリサイクルについて

- (1) 使用済自動車の入庫台数・種別割合
- (2) 使用済自動車の解体手法
- (3) プラスチック類やガラス類の回収状況
- (4) プラスチック類やガラス類のリサイクルにおける課題

(2) アンケート調査結果

使用済自動車の入庫台数・種別割合

使用済自動車の入庫車輛の種別割合について、地方では6割以上が軽自動車であり、都市部では地方より軽自動車の割合が少なかったことが特徴的であった。

使用済自動車の解体手法

使用済自動車の解体手法としては、手解体が中心のようだが、ニブラ⁽³⁾による解体に取り組んでいる事業所も多かった。

プラスチック類やガラス類の回収状況

回答のあった事業所のうち、約9割が回収を行っていなかった。やはり解体事業所において、プラスチック類やガラス類のリサイクルはあまり進んでいないことが明らかとなった。一方、プラスチック類やガラス類の回収を積極的に行っている事業所もあり、月間18トンものプラスチックをリサイクルしているという回答もあった。

プラスチック類やガラス類のリサイクルにおける課題

最も多い課題は、「引渡先の情報不足」であった。続いて、「回収技術の確立」「設備や人力的な問題」などが挙げられていた。

アンケート調査の結果、解体事業所では、プラスチック類やガラス類のリサイクルがほとんど実施されておらず、リサイクルのための情報も不足しているということがわかった。しかしながら、積極的にリサイクルを実施している事業所も見受けられるため、引渡先などの有益な情報があれば、現状リサイクルを実施していない事業所においても、その取り組みを促すことができる可能性がある。

今後は、アンケート調査結果をさらに細かく分析して解体事業所が必要としている情報の整理を行い、それらの情報を収集・提供することでプラスチック類やガラス類のリサイクルを促進していく予定である。

⁽³⁾ 油圧ショベルの先端にハサミ状の装置を取り付けた機械。ハサミ状の装置の他、自動車を押さえつける機能も兼ね備えている。

5 事業性・環境負荷削減効果の評価

5.1 事業性の評価

本事業における事業性の評価においては、解体事業所で分別・収集したPPがプラスチック再生業者への引き渡しの時点で有価物となっていることから、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工程を評価の対象とする。

(1) 分別・収集におけるコスト

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。ここでは、4章でまとめた分別作業に関するアンケート調査の結果にもとづいて、解体事業所での作業時間及び分別したPP重量を以下のように整理した。

図表 5-1 PP 分別作業時間 [単位 : 秒 / 台]

	バンパー	内装材	合計
大型車	640	1,177	1,817
小型車	479	910	1,389
軽自動車	391	943	1,334
平均	503	1,010	1,513

図表 5-2 分別したPP重量 [単位 : kg / 台]

	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

図表 5-1 より、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は、以下のとおりとなる。

図表 5-3 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

図表 5-2 及び図表 5-3 の数値から、1kg あたりの作業コストが求められる。

図表 5-4 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・輸送におけるコスト

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き一度に積み込める 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に、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・粉碎におけるコスト

破砕・粉碎におけるコストは、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・粉碎コストは、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・粉碎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・粉碎コストは、15 円であった。

(4) 本事業における事業性の検証

ここまで、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について言及してきた。これらのコストを回収パターン別に整理すると、図表 5-5 のようになる。

図表 5-5 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
破碎・粉碎コスト		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。

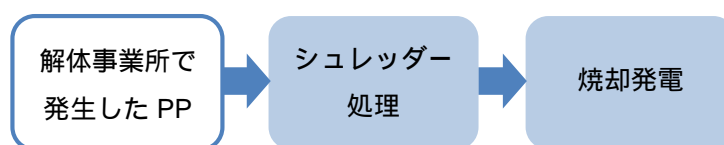
5.2 環境負荷削減効果の評価

環境負荷削減効果については、図表 5-2 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、図表 5-8 のとおりに設定した。

図表 5-2 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

図表 5-6 既存の焼却発電フロー（シュレッダー処理 + 焼却発電）



図表 5-7 本事業のリサイクルフロー（PP リサイクル）



図表 5-8 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

図表 5-2 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

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

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、 $(A - B) - C = 25.916\text{kg-CO}_2 / \text{台}$ 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。

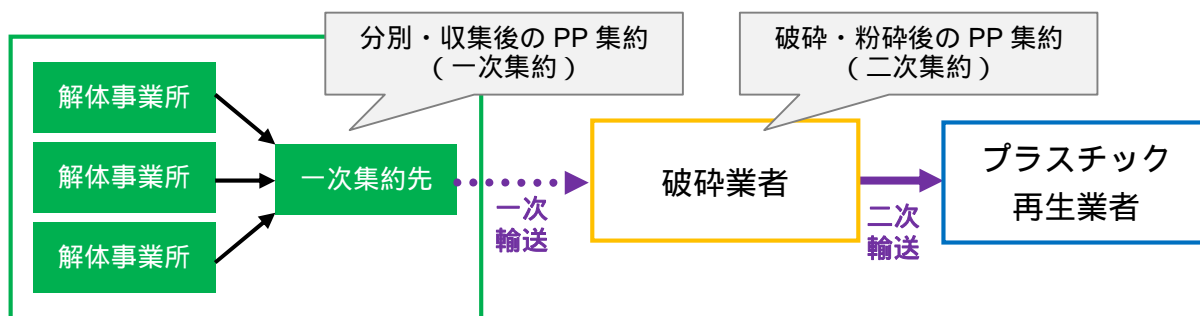
6 より効率的なリサイクルフローの検討

本事業のリサイクルフローは、「単体回収型」「一次集約型」「集約型」の3つである。5章において、すべてのリサイクルフローで採算的には赤字という結果になったことを述べたが、ここであらためて比較検証を行い、より効率的なリサイクルフローについて検討していきたい。

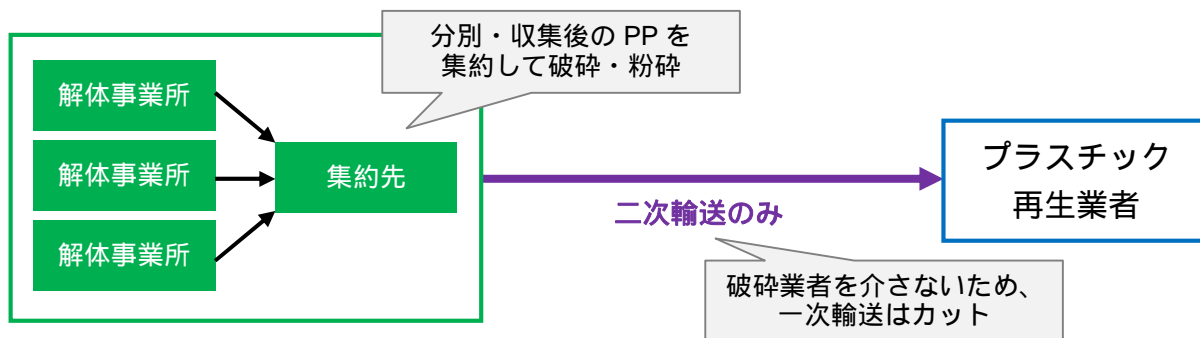
図表 2-7 「単体回収型」のパターン（再掲）



図表 2-8 「一次集約型」のパターン（再掲）



図表 2-9 「集約型」のパターン（再掲）



図表 5-5 回収パターン別に整理した本事業のコスト [単位 : 円 / kg] (再掲)

		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
破碎・粉碎コスト		25.0	25.0	15.0
合 計		109.2	97.3	77.3

解体事業所において使用済自動車から PP を分別して収集するためには、57.3 円 / kg の作業コストがかかっており、インセンティブがなければ、経済的なメリットは見込めない。しかしながら、この作業コストについては、解体事業所の作業習熟度を高めて作業時間を短縮することで、削減できる可能性がある。

事業全体をみると、「集約型」のリサイクルフローにおけるコストが最も低いことがわかる。これは、解体事業所が破碎・粉碎工程を担うことで、破碎・粉碎コストを抑えられるうえに、一次輸送が不要になるという利点があるためである。

以上のことから、「集約型」のリサイクルフローをベースとして、分別・収集コストの削減に取り組み、より効率的なプラスチックのリサイクルが可能になると考えられる。

今後は、解体事業所に対して分別・収集工程での作業内容の周知徹底を図るとともに、作業容易性にかかわる有益な情報収集・提供を行うことが重要である。例えば、解体事業所における PP 保管スペースの問題は、PP 専用のカゴなどを設置することにより、床に平積みではなく縦に収納でき、スペースの有効活用が可能になると考えられる。また、フォークリフトを使ってカゴごと動かすことができるため、運搬が容易になると想定される。

さらに、破碎・粉碎設備のある解体事業所を増やすことも今後の課題として挙げられる。現状、解体事業所において破碎・粉碎設備が設置されているケースは少ないため、「集約型」のリサイクルフローを導入できる地域は限られている。各地域に破碎・粉碎設備のある解体事業所があれば、本事業では計上しなかった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の輸送コストについても、軽減が可能となる。

7 今後の展開

今後は、効率的なりサイクルフローを実現し、使用済自動車からの資源循環を促進していくために、以下のような取り組みを行う。

本事業内容の周知

多くの解体事業所へ本事業内容を周知し、プラスチックのリサイクルに対する意識を高め、活動継続に努める。解体事業所での破砕・粉碎設備の必要性を知ってもらい、導入の検討を促す。

具体的には、本機構のホームページやメールマガジンを活用して会員事業所への周知を図る。また、本機構の主催する「自動車リサイクル士制度認定講習会」にて本事業に関する説明を行う。講習会には、本機構の会員ではない解体事業所はもちろん、関連事業者や行政関係者なども多く参加するため、関係者に幅広く周知を行うことができる。

回収マニュアルの改善

本事業で実施したアンケート調査結果から、解体事業所の作業において共有すべき情報（作業のコツや具体的な課題など）をあらためて整理し、それらの情報をふまえて回収マニュアルの改善を行う。回収マニュアルを通じて、解体事業所へ作業内容の周知徹底・作業容易性につながる情報提供を行う。

関連事業者や国との連携

運送業者・破砕業者・プラスチック再生業者などの関連事業者との定期的な意見交換の場を設け、連携を深める。解体事業所にとって有益な情報の収集や解体事業所からの意見の発信を行うなどして、関係事業者との連携の中でより効率的なりサイクルフローの構築を目指す。

解体事業所での破砕・粉碎設備導入について、国の補助金を活用するなどといった検討を行う。

8 資料編

8.1 解体事業所向け作業マニュアル

平成26年10月
平成26年度低炭素型3R技術・システム実証事業 事業検討委員会

使用済自動車からのプラスチック類分別マニュアル

回収対象＝「PP」という表示のあるもの

1. 使用済自動車からのPP分別（対象部位：バンパー及び内装材）

1.1 フロントバンパー、リアバンパーの取り外し 【作業時間：1分30秒程度】

<p>(1) 自動車を解体場に着く。</p>	
<p>(2) バンパーをとり外す。</p> <p>※写真：フロントバンパー取り外しの様子</p> <p>※フロントフォークリフトで取り外す場合、ポイント：バンパーの下端から上方に、刃を動かすようにする。</p>	

1

9. 2 内装材の取り外し

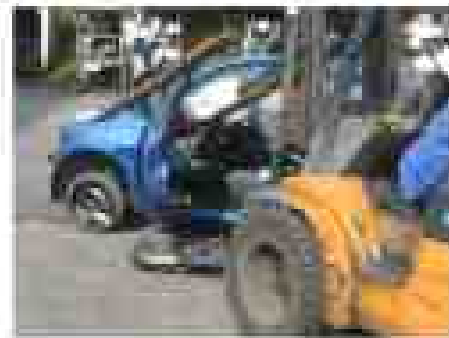
【作業時間：1台30分程度】

(1) 自動車を高体置に置く。



(2) 内装材を取り外す。

写真裏：ドア内張り取り外しの様子



写真表：ドア内張り取り外し作業
ポイント：ドア内張りの下端から上方に
順番に取り外す。

【備 考】

内装材の中でも、ドアの内張りは取り外し
やすいパーツ。取り外しにくいパーツは、
無理に取り外さなくてもよい。



2. 不純物の除去（金属やPP以外の樹脂など）

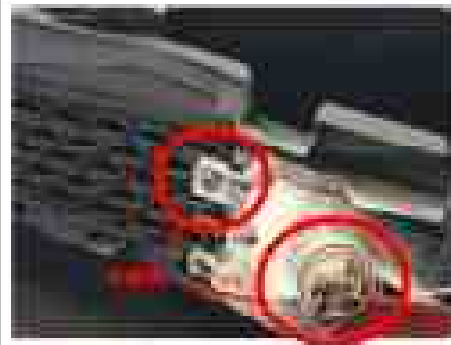
2.1 バンパーからの不純物の除去

[作業時間] 2分程度]

- (1) 自動車から取り出したフロントバンパーとリアバンパーを指定位置に置く。



- (2) 金属やPP以外の樹脂などの不純物がないかどうかを確認する。



- (3) 電動ドライバーやハサミなどを用いて不純物を取り除く。



2. 2 内装材からの不純物の除去

【所要時間 4分程度】

(1) 自動車から取り出した内装材を次の順に置く。



(2) 金属やPP以外の樹脂などの不純物が
ないかどうかを確認する。



【不純物確認のポイント】
以下は不純物なので、基準としのないよう
確認する。
・ドア内張り
の多少違う素材
・グレー色の補修素材
・ウレタンなど
・布もの



(3) 電動ドライバーやハサミなどを使用して
不純物を取り除く。

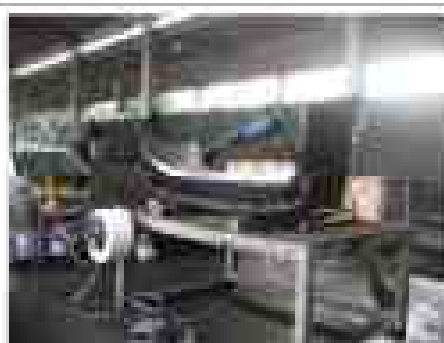
写真裏：不純物を取り除いた後の内装材



③ 不純物を除去したPPの結束（対象部位：バンパー及び内装材）

③-1 結束方法

（1）バンパーと内装材は、物性が異なるため、分けて結束する。



（2）PPバンドで結束する。

ポイント：一人では握るようにはあまり強く
握らないようした方がよい。
（約4g 程度）



【補 考】

バンパー（フロント・リア） 約20kg
ドア内張り 約10kg
→ ドアの内張りは、握るまままで結束が
難しいので工夫が必要。

写真集：バンパーの結束



②. ②. 結束方法

中型車のバンパーをPPバンドで結束した様子
(1→1本程度)



小型車のバンパーをPPバンドで結束した様子
(1→1本程度)



ドアの内側をPPバンドで結束した様子
(前後各1本) (留め金は無し)



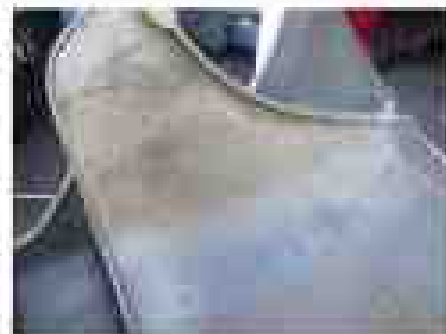
インパネ、センター内蔵等をPPバンドで結束
した様子。市販の形状のインパネ等と組み
合わせて結束



4. 注意点

※これは、必ず取り除く。

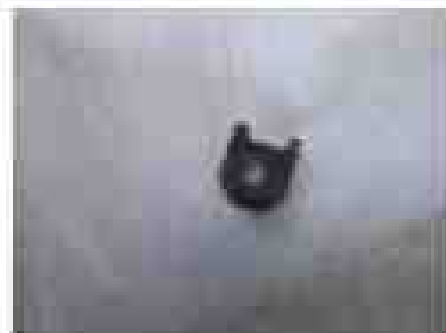
※内側コーナーの洗剤残は、土が付いている、腐り、変質はない。





※洗剤すばりや干し機等が
インパネ裏面のビスの位置



※付いた腐食



<p>【注意すべき事象】 黒し込み式のクリップの盗難</p>	
<p>【注意すべき事象】 もどれた部位に付いたビス</p>	

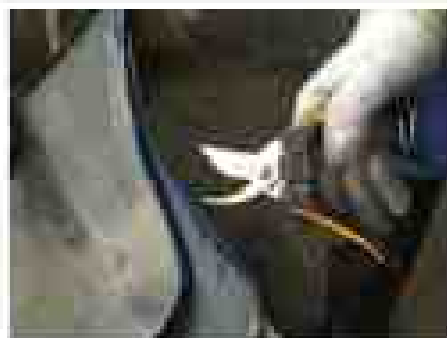
8

5. 参考データ（作業に使う道具）

(1) 電動下穴打機



(2) 鉗子



以上

表3 振り返り作業の種類について

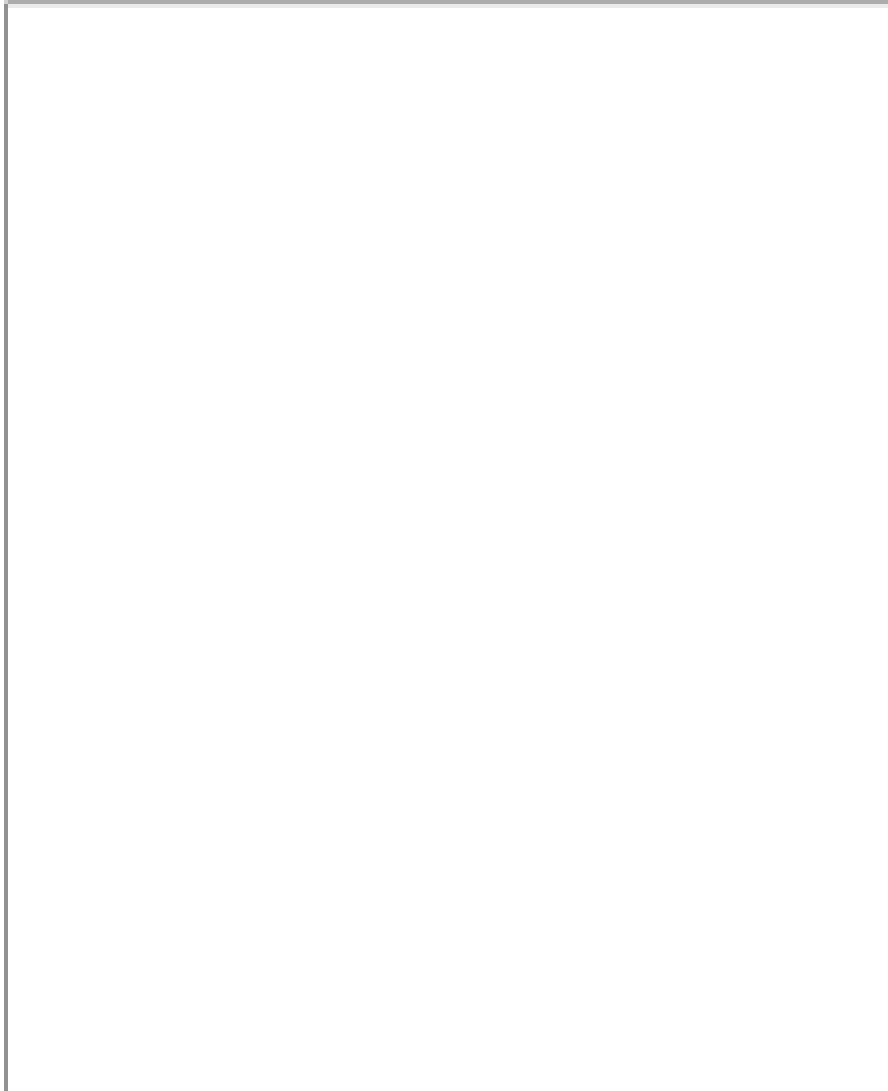
種別	作業内容	実施頻度（2006年度以降）	実施率（2006年度以降）	実施回数
①	プリント・リアバウンドを取り出し （ヒシタキアフォータリア実施済）	年1回	98%	1回
②	下アを取り出し（一ダマ交換→手直し） （ヒシタキアフォータリア実施済）	年1回	98%	1回
③	プリント・リアバウンド手直しを取り出し （通常時以外のみ取り出し作業済）	年1回	98%	1回
④	下アを取り出し手直しを取り出し （通常時以外のみ取り出し作業済）	年1回	98%	1回
	合 計	年1回	98%	1回

表4 原付重量について

	大重量 (400kg以上)	中重量 (200kg以上400kg以下)	軽重量
車種	車種名	車種名	車種名
原付重量	kg	kg	kg
内訳	kg	kg	kg
合計	kg	kg	kg


調査結果

ご意見などがございましたら、ご自由にご記入ください。



以上でアンケートは終了です。ご協力ありがとうございました。

(2) 使用済自動車からのリサイクルに関する実態調査



FAX 03-3597-5171
 一般社団法人 日本E.V.リサイクル機構 事務局 東京都 豊洲 豊洲 行
 自動車解体場における廃車のリサイクル状況に関するアンケート

※1 必ず、貴社の事業内容についてお聞かせください。

※1 貴社の事業内容の概要について記入してください。(2014年10月現在現在)

貴社名		
ご所属部署	氏名	ご所属部署
所在地	〒 州 市 区 町 丁目 番 号	
TEL	FAX	
Eメール		
事業内容 売上高	自動車解体事業による売却の売上金額についてお聞かせください。該当するものを複数選択してください。 □100万未満 □100～500万円未満 □500～1000万円未満 □1000～1,000万円未満 □1,000～3,000万円未満 □3,000～5,000万円未満 □5,000～7,000万円未満 □7,000～1億未満 □1億～1億5,000万円未満 □1.5～10億円未満 □10億円以上	

1

問2 雇用調整助成金の取組状況についてお聞かせください。

問2-1 貴社に計画的な期間の雇用調整助成金の入庫金額は、何百数十万円、千数百万円に数字を記入してください。

	取組期間が終了した雇用調整助成金
前年入庫金額	百数十万円 _____ 万円 (入庫して取組終了後数ヶ月以内)

※取組期間が1年以上を記入してください。

問2-2 入庫事由の以下の各種別は、全体の入庫事実数でのそれぞれの割合(四捨五入)を占める割合を記入し、(割合の合計は必ず100%になる)を記入してください。

種別	割合
① 特別取組費	百 _____ 万円
② 労働改善	百 _____ 万円
③ 労働力アップ	百 _____ 万円
④ 企業型年金の導入(100%特例) (⑤ 企業型年金の導入)	百 _____ 万円
⑥ その他	百 _____ 万円

※ ④、⑤は別として100%の特例措置が適用される。

問3 雇用調整助成金の取組手法についてお聞かせください。

問3-1 貴社に計画的な期間の雇用調整助成金の取組手法についてお聞かせください。該当する欄の○にチェックをいれください。(複数回答可)

- ① 手帳帳簿
 ② PCソフト帳簿
 ③ オンラインなどの会計連携を利用した帳簿
 ④ その他

問4 雇用調整助成金をとる業務改善が押し進められるかについてお聞かせください。

問4-1 現在、貴社が雇用調整助成金にあって、発生するプラス効果が従業員が導入の阻害を行っている場合がありますか？

- ① プラス効果が阻害もしくは導入阻害の阻害を行っている。(一部でも結構です)
 ② 阻害は発生していません。
 ③ プラス効果が阻害もしくは導入阻害の阻害を行っていない。
 ④ 阻害は発生していません。

問4-2 プラスチック類もしくはガラス類の回収状況などについてお問い合わせいたします。回収を行っている副産物についてお答えください。

(注) プラスチック類

プラスチック類の回収を行っている回収品目別回収量についてお答えください。該当する欄にすべてにアをお答えいたします。その他の欄については、該当する内容を記入下さい。

		回収率 計算式は別途 発行書
記入例)	その他 (具体例: コレリアック)	<input type="checkbox"/>
外装部品	フロントカバー	<input type="checkbox"/>
	リアカバー	<input type="checkbox"/>
	その他 (具体例:)	<input type="checkbox"/>
	その他 (具体例:)	<input type="checkbox"/>
内装部品	ダッシュボード	<input type="checkbox"/>
	その他 (具体例:)	<input type="checkbox"/>
	その他 (具体例:)	<input type="checkbox"/>
その他	その他 (具体例:)	<input type="checkbox"/>

月別のプラスチック類の回収量についてお答えください。

回収量(kg)	
月別	月別

回収後のプラスチック類の廃材に対する処理の方法についてお答えください。該当する欄にア～ハにお答えいただけます。

ア 特になし イ 焼却 ウ 焼却 エ その他()

② ガラス類

ガラス類の回収を行っている部位及び回収量についてお答えください。該当する欄の□すべてに/を記載いたします。その他の部分については、該当する内容をご記入ください。

		前年度 リサイクル量
記入例	その他 (具体例: フロアマット)	0
外装部品	フロントガラス	□
	リアガラス	□
	ドアガラス ()	□
	その他 (具体例:)	□
その他	その他 (具体例:)	□

自身のガラス類の回収量についてお答えください。

前年度回収量	
数量 (kg)	□

回収後のガラス類の処理における処理の方法についてお答えください。該当する欄の□すべてに/を記載いたします。

- ①特になし
 ②取り外し
 ③破砕
 ④その他()

■ 製品の生産ステップ及び資源リサイクルを行う際の課題についてお伺いいたします。

副産物リサイクルを行う際の課題についてお伺いいたします。該当する欄の□すべてにノを記入ください。

- ① 少量しか発生しない
- ② 回収技術が確立されていない
- ③ 設備や人力的に回収が不可能
- ④ 近隣にリサイクル先が無い
- ⑤ リサイクル先の情報に不足している
- ⑥ リサイクルを行うより廃棄物として処理を行うほうが経済的
- ⑦ リサイクル先への運搬コストが負担になる
- ⑧ その他

■ 対応に重畳などございましたら、ご意見をお書きください。

—ご協力ありがとうございました—

リサイクル適性の表示: 印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料 [Aランク]のみを用いて作製しています。