

平成 25 年度環境省請負業務

平成 25 年度自動車リサイクル連携高度化事業  
（使用済自動車に含まれる貴金属等の安定的な  
供給・リサイクルに関する実証事業）業務  
報告書

平成 26 年 3 月

一般社団法人日本 ELV リサイクル機構



# 概 要

本事業は、貴金属等を含む自動車部品を回収し、資源として循環させることを目的として、「貴金属等の回収事業」「ネオジム磁石の回収事業」の2つを実施した。実施において、中小規模事業者が協同して貴金属やレアメタルのリサイクル業者にとって望ましい形態（リサイクル容易な形態）での回収を行い、これによって個々の事業者では困難であった採算性の確保を図り、業者間のビジネスベースでの連携を目指した。

## 1 事業概要

### ■ 貴金属等の回収事業

貴金属等の回収事業は、使用済自動車からコンピューター基板など貴金属等を含む部品を集積し、そこから貴金属等を回収する事業である。

一般社団法人 日本 ELV リサイクル機構（以下「本機構」という）では、平成 23 年度・平成 24 年度の自動車リサイクル連携高度化事業を受託し、貴金属等の回収事業に取り組んでいる。平成 23 年度は 3 地域（北海道、千葉県、山梨県）において実施し、平成 24 年度はその成果をふまえて回収規模を全国に拡大した。その結果、採算性を確保するためには、回収物品の高品位化に向けた工夫が必要であることなどの課題が明らかになった。

そのため、本年度は、平成 24 年度と同様に、全国規模で回収を行うことで回収ロットの確保を図るとともに、回収物品を丁寧に分類することで高品位化を目指した。具体的には、回収物品をパラジウム濃度に応じて分類された 2 種類のエンジンコンピューター基板とエアバッグコンピューター基板の計 3 つに限定し、これらの基板の分類基準や回収方法をまとめたマニュアルを策定・周知することで、分類基準に従った回収事業を全国規模で実施し、回収物品の高品位化を図った。

### ■ ネオジム磁石の回収事業

ネオジム磁石の回収事業は、ハイブリッド車（以下「HV 車」という）からネオジム磁石を集積し、そこからレアアースを回収する事業である。

平成 24 年度自動車リサイクル連携高度化事業において、試行的な実験として、1 地域（山梨県）の 1 事業所においてネオジム磁石の回収に取り組んでいる。ネオジム磁石は非常に強力な磁力を持つため、そのまま解体して保管・引き渡しを行うことは困難だが、この実験の結果、簡易的なバーナーで加熱することで消磁ができることが確認された。また、ネオジム磁石を単独で取り外せば、磁石原料メーカーによって引き取りが可能となるが、それには受入ロット分の回収量を確保する必要があるとわかった。

そのため、本年度は、事業性の検証を行うため、磁石原料メーカーの要望する回収量を確保することを目的に、全国規模で回収を行い、回収量の確保を図った。具体的には、回収、分解・消磁・磁石取り出しといったすべての作業を各参加事業所が行うものとし、これらの作業内容を正確にわかりやすく伝えるため、回収マニュアルを動画という形で作成・周知を図り、事業を実施した。

## 2 事業結果

### ■ 貴金属等の回収事業

貴金属等の回収事業の結果は、以下のとおりである。

回収にあたっては、サンプリング分析によって、グループ A・グループ B・グループ C という 3 種類の分類基準を策定した。

#### 《分類基準》

グループ A：エンジンコンピューター基板（パラジウム濃度：低）

グループ B：エンジンコンピューター基板（パラジウム濃度：高）

グループ C：エアバッグコンピューター基板

#### 《参加数》

参加都道府県組合：37 団体

参加事業所：260 社

#### 《回収期間》

平成 25 年 11 月～12 月

※ただし、回収実績には期間前に個社でストックしていたものも含む。

#### 《回収実績》

グループ A：9,673 個／1,416kg

グループ B：19,952 個／3,814kg

グループ C：21,600 個／2,321kg

### ■ ネオジム磁石の回収事業

ネオジム磁石の回収事業の結果は、以下のとおりである。

#### 《参加数》

参加都道府県組合：26 団体

参加事業所：71 社

#### 《回収期間》

平成 25 年 11 月～平成 26 年 2 月

※ただし、回収実績には期間前に個社でストックしていたものも含む。

#### 《回収実績》

処理台数：222 台

ネオジム磁石重量：300.30kg

重量については、308.05kg を引き渡したが、7.75kg (2.5%) の異物が混入しており、それらを除いた総回収重量が 300.30kg である。なお、300.30kg のうち、約 40kg は着磁品であり、磁石原料メーカーにて加工費が発生した。

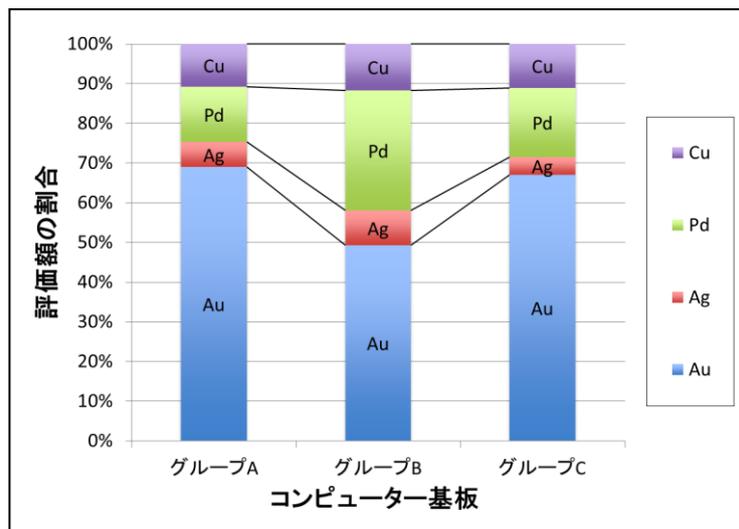
### 3 資源性の評価

#### ■ 貴金属等の回収事業

回収したグループ A・グループ B・グループ C の評価額を金属別にそれぞれ分析した結果は、以下のとおりである。

分類基準策定時の想定どおり、グループ A の Au、グループ B の Pd がそれぞれ大きなシェアを占める。総額としては、Au が多い分、グループ A の評価額が大きい。(Au=金/Ag=銀/Pd=パラジウム/Cu=銅)

コンピューター基板の価値の構成



#### ■ ネオジム磁石の回収事業

回収した磁石の買取業者による評価結果は、以下のとおりである。サイズ大・サイズ小に分けて成分評価が行われた。(サイズ参考値：下表参照)

含有量の平均は、Nd が 17~18%程度、Pr が 5%程度、Dy が 8~9%程度であった。(Nd=ネオジム/Pr=プラセオジム/Dy=ジスプロシウム)

ネオジム磁石の成分評価の結果

		サイズ大 (45×35×5)*	サイズ小 (36×30×5)*	平均値
処理台数 [台]		222		
回収重量 [kg]		300.3		
ネオジム (Nd)	品位(%)	17.44	18.14	17.79
プラセオジム (Pr)	品位(%)	5.10	5.38	5.24
ジスプロシウム (Dy)	品位(%)	9.24	8.29	8.77

\* サイズ参考値:いずれも単位は[mm]である。

#### 4 事業性の評価

事業化のために最低限必要な条件は、ロットの確保である。貴金属等の回収事業では、コンピューター基板 1 個あたりの重量が 150g 程度であったことから、7,000 台程度の回収で基板 1ton を集めることが可能である。ネオジム磁石の回収事業では、自動車 1 台あたりのネオジム磁石の重量が 1.4kg 程度であることから、本事業の 220 台程度の回収から 300kg を集められることを確認した。両事業ともに買取可能なだけの量の確保に成功した。

次に採算性を検討したが、両事業ともに解体にかかる作業時間の長さから、その人件費が高く本事業の費用便益比 (B/C) は 1 を下回るため採算は取れていない。しかしながら、本事業の実施を通して、作業に習熟して必要時間が短縮されたという声は多く、知見を集約してマニュアルの更新・展開を行うことによって、人件費を圧縮することが必要である。また、HV 車の回収台数は、今後増加が見込めるものの、急激な増加は見込めないことから、しばらくは各事業所においてすべての作業をするのではなく、消磁などの一部作業を集約すること、そのために効率的な物流を考えることなどが重要である。

本事業の経済性評価のまとめ

		基板				磁石	
		グループA	グループB	グループC	合計	合計	
回収数=Q 基板：[個] 磁石：[台]		9,673	19,952	21,600	51,225	222	
買取評価=B [円]		965,000	2,227,000	1,435,000	4,627,000	830,804	
1 個・台あたり		100	111	66	90	3,742	
費用 [円]	現場	人件費*= $C_{LA}$ ( $Q \times L_h \times C_{LU}$ )	2,192,144	4,521,622	4,895,100	11,608,866	1,182,150
	物流	一次= $C_{LO1}$	-	-	-	157,309	17,501
		二次= $C_{LO2}$	-	-	-	449,539	34,599
	費用合計=C ( $C_{LA} + C_{LO1} + C_{LO2}$ )		-	-	-	12,215,714	1,234,250
B/C		-	-	-	0.379	0.673	

\*  $L_h$  : 人件費単価 (1,500 [円/時間])

$C_{LU}$  : 1 単位あたり必要作業時間 (基板 : 18.13 [分/台]、磁石 : 213 [分/台])

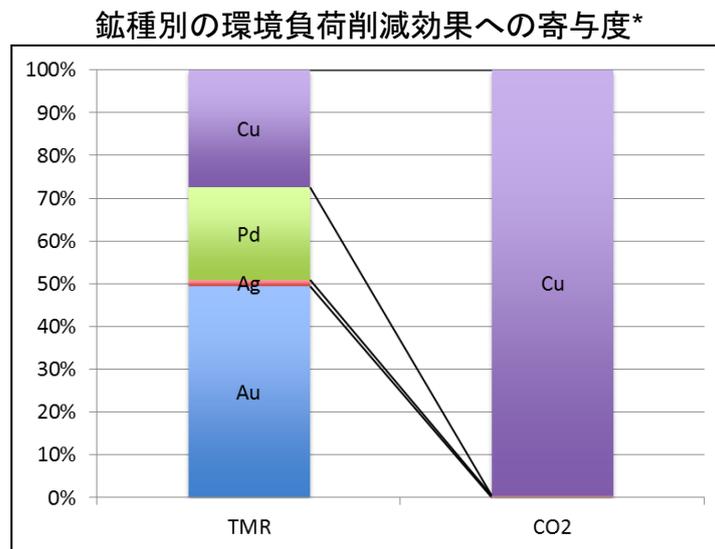
## 5 環境影響への効果検証

### ■ 貴金属等の回収事業

まず、TMR (Total Material Requirement : 関与物質総量) を用いて検証を行う。TMR とは、マテリアルフロー分析のコミュニティによって提案された考え方であり、いわゆる「隠れたフロー」を定量化することに特徴を有するものである。TMR を環境負荷指標として考えると、我々の社会が環境に対してどの程度影響を及ぼしたかを一次近似的に重量単位で計算することになる。

TMR による評価では、最も大きく貢献するのは Au であり、同じく Pd も貢献していることがわかる。基板 1 個あたり 27g 程度の金属を回収しており、TMR としてみれば、36kg の環境改変を回避することができることになる。

次に、CO<sub>2</sub> 排出量については、基板の総回収量は 51,225 個であり、事業全体で削減された CO<sub>2</sub> は 3,279 [kg-CO<sub>2</sub>eq] である。これを基板 1 個あたりで考えれば、0.06 [kg-CO<sub>2</sub>eq] となる。CO<sub>2</sub> に対する寄与は、回収量が大きいため、Cu のリサイクル分が大きい。基板のグループ別にみると、Pd の原単位の高さから、グループ B のリサイクル寄与が高い。



\* 回収したすべてのグループの基板を合わせた寄与度

### ■ ネオジム磁石の回収事業

TMR については、Nd : 3,000 [kg/kg]、Pr : 8,000 [kg/kg]、Dy : 9,000 [kg/kg] という係数が公開されている。これは、例えば Au の 1,100,000 [kg/kg] などと比べれば大きくないが、Cu の 360 [kg/kg] などと比べれば大きい。これを今回の回収結果にあわせると、Nd・Pr・Dy の 3 種の希土類は 1 台あたり 0.4kg 程度、事業全体で 96kg 回収されることになるが、TMR での評価によれば、504ton の環境改変 (掘削等) を削減することになる。加えて、重希土類については、鉱山/精錬現場におけるトリウムの処理が問題となることから、リサイクルすることの意義は高いと考えられる。

ネオジム磁石の回収事業で削減された CO<sub>2</sub> については、希土類精錬時の LCA のインベントリデータそのものが十分に整備されておらず、特に生産地域・プロセス等による違いが大きいため、定量化は現時点では困難であった。

## 6 成果の周知

本事業の成果を周知するために、過去に行った事業も含めて、3年度にわたる事業内容をまとめた指針を作成した。この指針は、本機構ホームページへの掲載やメールマガジンでの配信を行うことによって、本機構の会員を中心とした関係者へ広く周知を図った。

## 7 まとめ

### ■ 貴金属等の回収事業

#### 分類基準の確立・周知

貴金属等の回収事業では、サンプリング分析によってコンピューター基板の分類基準を策定し、これに沿って回収物品の分類を行った。実際に回収物品を分析した結果をみると、ほぼ分類基準策定時の想定どおりの数値となっており、このたび策定した分類基準の正確性がうかがえる。

分類基準の周知については、回収マニュアルを作成し、それをもとに周知を図った。結果、地域によって精度の違いがみられるものの、全国の参加事業所で回収物品の分類を行うことができた。これは、分類基準の周知が成功したことを示している。

今後は、精度の違いをなくすべく、より丁寧な周知を図る必要がある。

#### 関連事業者の特徴

本事業の結果を過去に行った事業の結果と比較してみると、精錬業者によって採取率に違いがみられる。これは、今後活かせる重要な情報であり、事業を通してこのような情報が収集できたことは、非常に大きな成果である。

### ■ ネオジム磁石の回収事業

#### 作業内容の周知

ネオジム磁石の回収事業では、回収規模を全国へ拡大するにあたって、分解・消磁・磁石取り出しといったすべての作業を各参加事業所が行うものとしたため、作業員にとって見てわかりやすいという点から回収マニュアルを動画という形で作成し、その動画をもとに作業内容の周知を図った。

結果として、地域によって消磁精度の違いがみられるものの、全国でネオジム磁石の回収を行うことができた。これは、動画による作業内容の周知が成功したことを示している。

しかしながら、回収されたネオジム磁石の中には着磁状態のものがあったことから、今後は、消磁作業に関して、詳細なマニュアルを作成することや確実な周知を図ることなどが課題として挙げられる。

## 作業効率化の必要性

作業内容の周知にはある程度成果がみられたものの、作業時間が非常に長く、採算性の確保という面では課題が残った。

一部地域においては、各参加事業所が一か所に集まり、分解・消磁・磁石取り出しといった一連の作業をまとめて行ったという事例もみられた。このような事例をもとに、今後は、作業効率化のための工夫を考えていく必要がある。

さらに、詳細な手分解をする過程で、アルミや銅などの副産物が回収されることが明らかになったため、副産物の回収も含め、全体として採算を改善する余地は残っている。このような作業効率化によって、採算性確保を図ることで、レアアースの国内循環を促進できる可能性がみえてきた。

## ■ 今後の展開

今後は、本事業の内容をブロック・都道府県組合へ落とし込み、各地域の共同事業という形で実施できるように、情報提供などの面で支援を行う。具体的には、指針の作成の他、全国8ブロックで開催される「ブロック会議」にて、全国の本機構の会員に向けて、直接、本事業の成果報告を行う。会員へ直接報告を行うことで、細かい疑問点などに対応して指針だけではカバーしきれない部分を補い、成果の周知を確かなものにする。また、本機構が主催している「自動車リサイクル士制度認定講習会」にて、指針の内容を中心に、本事業の成果に関する説明を行う。講習会には、本機構の会員に限らず、関係事業者が多く参加するため、関係者に幅広く本事業の成果を周知することができる。

本事業を通じて、回収マニュアルに対するフィードバックや関連事業者の特徴など、今後活かせる重要な情報を得ることができた。事業の主体を各地域に移してからは、本機構に設置されている「資源循環委員会」が中心となって、事業結果などの情報を収集することで、フィードバックを反映させた改良版の回収マニュアルを作成するなど、事業者にとって役立つ情報を整理して提供できるように努める。

また、貴金属等の回収事業では、コンピューター基板について、精錬業者との話し合いの中で分類基準に関する認識を共有し、それをもとにした買取価格の提示を受けることができた。今後も引き続き、精錬業者などの関連事業者との定期的な話し合いの場を設け、連携強化・情報収集を行う。さらに、複数の関連事業者との交渉を通じて、より事業性を高めることのできる連携先の模索など、事業の環境整備を進めていく。

**Report on**  
**the FY2013 Project for Upgrading Automobile Recycling Collaboration (Validation**  
**Project concerning the Stable Supply and Recycling of Precious Metals Used in ELVs)**

**SUMMARY**

This Project consisted of two co-projects – the ‘retrieval of precious metals’ and the ‘retrieval of neodymium magnets’ – intended to upgrade the end-of-life vehicle (‘ELV’) parts containing precious metals (and rare earths) into valuable resources ready for recycling. The specific objective was developing a business model of dismantlers’ collaboration to facilitate the recycling of precious metals, thereby making commercially feasible the hitherto unprofitable recycling of precious metals from ELV parts.

**1. Profile of the Project**

■ **Precious metal retrieval tasks**

The first co-project concerned the retrieval, collection and recycling of computer printed circuit boards (‘PCBs’) and other precious metal containing parts obtained from ELVs. Prior to the co-project, in FY2011 and FY2012, the Japan ELV Recyclers’ Association (‘Association’) was commissioned by the Japanese Ministry of the Environment to carry out a collaborative undertaking of dismantlers for the retrieval of precious metal containing parts from ELVs. This assignment was implemented in three prefectures (Hokkaido, Chiba, Yamanashi) in FY2011, and was expanded into other areas across Japan in FY2012. The results indicated that for automotive precious metal recycling to become profitable business, it is particularly important that the retrieved parts be supplied in high-quality lots to recycling operators.

Consequently in FY2013, another collaboration assignment was undertaken on a national scale, aiming at a more careful sorting of retrieved parts for the supply of higher-quality lots. Specifically, the dismantlers were asked to select and retrieve only three items of parts with high precious metal content: airbag computer PCBs and two types of engine computer PCBs. A manual explaining the methods of classifying, retrieving and sorting the PCBs were distributed to the dismantlers, so that all the retrieval tasks throughout Japan were performed according to a common standard procedure.

## ■ Neodymium magnet retrieval tasks

The second co-project pertained to the retrieval of neodymium magnets from hybrid ELVs for the recycling of rare earths. In FY2012, an experimental retrieval of neodymium magnets was performed at a single dismantling plant in Yamanashi Prefecture. While neodymium magnets require special care in handling and storing because of their strong magnetic power, the co-project confirmed that neodymium magnets could easily be demagnetized by heating them with a simple burner. Also it was found that if retrieved magnets could be separated from other attached parts and collected into sufficiently pure and large lots, any magnet material producer would buy them on a commercial basis.

In FY2013, therefore, the second co-project was expanded into a national scale undertaking for the collection of hybrid-ELV neodymium magnets in sufficient amounts attractive to magnet material producers and for the verification of the commercial feasibility of neodymium magnet retrieval. A comprehensible retrieval manual in the form of a motion picture was distributed to dismantlers, and the participating dismantlers were each asked to remove, dismantle and demagnetize neodymium magnets obtained from hybrid ELVs.

## 2. Results of the Project

### ■ Co-project for the retrieval of precious metals

The precious metal containing parts to be retrieved from ELVs are classified into Groups A, B and C as a result of a sampling analysis, and the following results were obtained.

#### Classification

Group A: engine computer PCBs (**Low** palladium concentration)

Group B: engine computer PCBs (**High** palladium concentration)

Group C: Airbag computer PCBs

#### Participants

37 dismantlers' prefectural associations

260 dismantling operators

#### Period of retrieval

November ~ December 2013

\*Including the PCBs stored by dismantlers before the retrieval period

#### Amount of retrieval

Group A: 9,673 pieces / 1,416 kg

Group B: 19,952 pieces / 3,814 kg

Group C: 21,600 pieces / 2,321 kg

■ **Co-project for the retrieval of neodymium magnets**

The following results were obtained from the second co-project.

Participants

26 dismantlers' prefectural associations

71 dismantling operators

Period of retrieval

November 2013 ~ February 2014

\*Including the neodymium magnets stored by dismantlers before the retrieval period

Amount of retrieval

No. of hybrid ELVs involved: 222 units

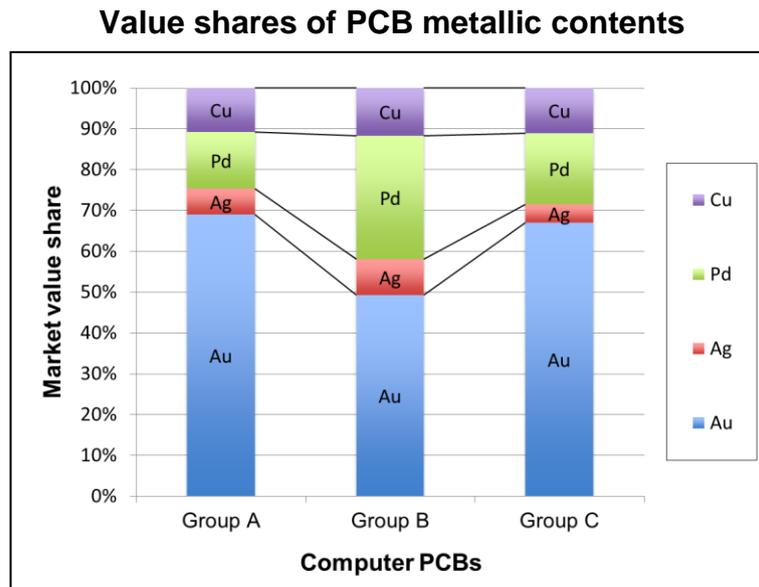
Amount of retrieved Nd magnets: 300.30 kg

Initially a total 308.05 kg of neodymium magnets were collected, but the final amount was reduced to 300.30 kg due to the screening of 7.75 kg (2.5%) foreign matter from the collected lots. Additionally, approximately 40 kg of the collected magnets were found remaining magnetic and had to be demagnetized, incurring an extra processing cost to the magnet material producers.

### 3. Resource Potentiality Assessment

#### ■ Co-project for the retrieval of precious metals

The metallic contents of the collected PCBs were analyzed in relation to group classification and in terms of market value shares. As was guessed initially, large shares were claimed by Au in Group A and Pd in Group B. Group A registered the largest market value, thanks to its large Au content. (Au=Gold, Ag=Silver, Pd=Palladium, Cu=Copper)



#### ■ Co-project for the retrieval of neodymium magnets

The quality of the collected neodymium magnets were assessed by a used magnet buyer in relation to magnet size (see the table below). The average content proved to be 17~18% for Nd, 5% for Pr, and 8~9% for Dy. (Nd=Neodymium, Pr=Praseodymium, Dy=Dysprosium)

#### Assessment of neodymium magnet elements

		Large size (45x35x5)*	Small size (36x30x5)*	Average
ELVs involved [in counts]		222		
Collected amount [in kg]		300.3		
Neodymium (Nd)	content (%)	17.44	18.14	17.79
Praseodymium (Pr)	content (%)	5.10	5.38	5.24
Dysprosium (Dy)	content (%)	9.24	8.29	8.77

\*In millimeters

#### 4. Assessment of Commercial Feasibility

The necessary minimum condition for the commercialization of PCB and magnet retrieval is to create sufficiently large lots. With computer PCBs weighing about 150g per piece, it is possible to collect one ton of PCBs from an estimated 7,000 ELVs. As for neodymium magnets which weigh approximately 1.4 kg per hybrid ELV, it is possible to collect 300 kg of neodymium magnets from every 220 hybrid ELVs. Thus, both co-projects succeeded in collecting sufficiently large amounts attractive to the buyers and/or the recycling operators.

Then, commercial feasibility was studied, and both co-projects were assessed unprofitable mainly because of a large personnel cost stemming from the long time spent in removing the target parts from ELVs, with the benefit-to-cost ratio remaining below 1. Nevertheless, since a good portion of the dismantlers reported it possible to speed up their retrieval work through further experience and training, the reduction of personnel cost should be possible by improving the work manuals according to the project findings on efficient retrieval techniques. Since only slow growth is predicted in the future number of hybrid ELVs in Japan, it will not be efficient for dismantlers to perform the part retrieval work independently. Instead, it would be more efficient for them to collaborate and specialize in different processes of retrieval work - for example, assigning Dismantler A to the removal process and B to the demagnetization process – in order to make the part retrieval work profitable.

#### Feasibility assessment of the co-projects

			Printed circuit board				Magnet
			Group A	Group B	Group C	Total	Total
No. retrieved=Q PCB [pcs] Magnet [pcs]			9,673	19,952	21,600	51,225	222
Purchase price=B [JPY(¥)]			965,000	2,227,000	1,435,000	4,627,000	830,804
¥/pcs			100	111	66	90	3,742
Cost [¥]	Plant	Personnel cost= $C_{LA}$ ( $Q \times L_h \times C_{LU}$ )	2,192,144	4,521,622	4,895,100	11,608,866	1,182,150
	Distribution	Primary = $C_{LO1}$	-	-	-	157,309	17,501
		Second. = $C_{LO2}$	-	-	-	449,539	34,599
	Total cost=C ( $C_{LA} + C_{LO1} + C_{LO2}$ )		-	-	-	12,215,714	1,234,250
B/C			-	-	-	0.379	0.673

\* $L_h$ : unit personnel cost (1,500 JPY [¥/hour])

$C_{LU}$ : work time (PCB: 18.13 [min/pcs], magnet: 213 [min/pcs])

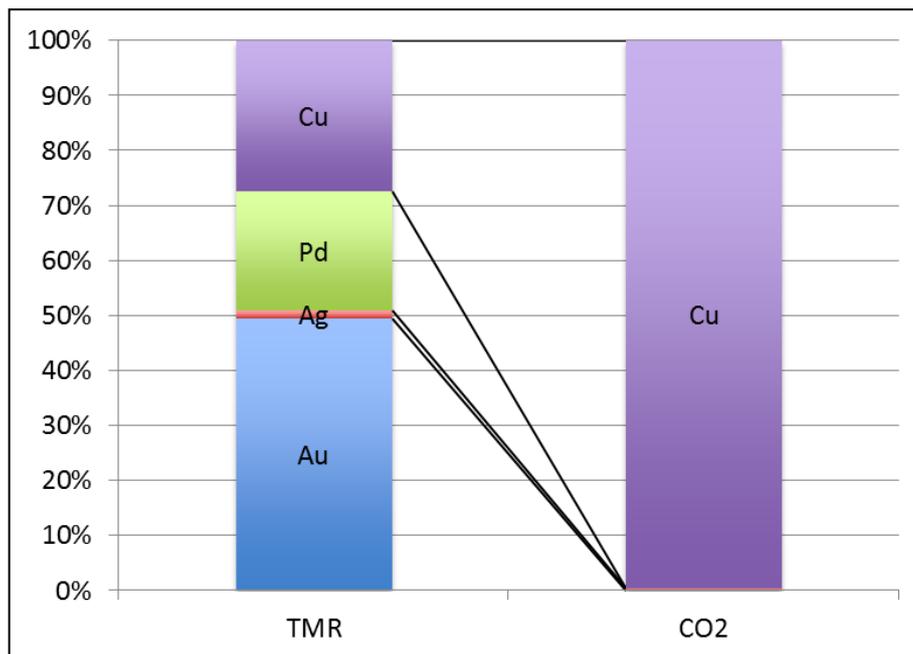
## 5. Assessment of Environmental Effect

### ■ Co-project for the retrieval of precious metals

Environmental assessment was performed applying the TMR (Total Material Requirement) analysis characterized by the quantification of ‘hidden flows’. Using TMR as an indicator of environmental burdens, the impact of human society on the natural environment can be calculated in terms of kilograms and tons through first-order approximation. The TMR analysis indicated that Au was most influential, with Pd following suit. The metals recovered from each piece of PCB amounted to 27g, which was equivalent to avoiding 36 kg of environmental alteration as measured by TMR.

The total of 51,225 PCBs retrieved in the Project was equivalent to a CO<sub>2</sub> reduction by 3,279[kg-CO<sub>2</sub>eq], or by 0.06[kg-CO<sub>2</sub>eq] per PCB. The greatest environmental contribution was made by Cu due to its large volume contained. Among the three PCB groups, Group B recorded the largest contribution owing to the high environmental unit value of Pd.

**Contribution to environmental load reduction\***



\*Total contributions of the three groups of PCBs

- Co-project for the retrieval of neodymium magnets

For TMR analysis, the following coefficients have been established – Nd:3,000[kg/kg], Pr:8,000[kg/kg], Dy:9,000[kg/kg]. The coefficients fall between 1,100,000[kg/kg] of Au and 360[kg/kg] of Cu. As the present Project retrieved a total 96 kg of Nd, Pr and Dy (0.4 kg per hybrid ELV), this was equivalent to a 504-ton reduction of environmental alteration (e.g. excavation, etc.). Furthermore, the recycling of the rare earths would reduce the eco-unfriendly sodium treatment required at the mining and smelting sites of heavy rare earths. Regarding the CO<sub>2</sub> reduction amount of the co-project for neodymium magnet retrieval, it was difficult to determine a reliable amount partly because the LCA inventory data of rare earth smelting were still underdeveloped and partly because the CO<sub>2</sub> reduction amount varied widely among the different regions and processes of neodymium magnet retrieval.

## **6. Informing about Project Outcomes**

To inform the Association's members and other stakeholders about the outcomes of the Project, a guide to the projects of the past three years was prepared and presented via the website and mail magazine of the Association.

## 7. Conclusions

### ■ Co-project for the retrieval of precious metals

#### Establishment and informing of a classification standard

In the co-project for precious metal retrieval, a classification standard for computer PCBs was formulated through sampling analysis, and the retrieved PCBs were sorted out according to this standard. The sorted PCB groups were subsequently examined regarding their contents; the results proved similar to the values predicted in advance, thus indicating high accuracy of the classification standard.

For the dissemination of the classification standard, a manual on retrieval work was produced and distributed to prospective participants of the Project. Consequently, although minor variations in the accuracy of classification practice were found among the regions, the participating dismantlers across Japan were able to classify the retrieved PCBs reasonably well, indicating a successful dissemination of information about the classification standard. Further information efforts will be necessary to minimize the regional variations in classification accuracy.

#### Recycling rates of the smelting operators

The comparison of the results of the present Project with those of the past projects indicated differences in recycling rates among smelting operators. This is an important finding for the planning of future projects.

### ■ Co-project for the retrieval of neodymium magnets

#### Informing about work procedures

Because it was planned that each of the participating dismantlers across Japan would perform the entire work of neodymium magnet retrieval, from dismantling and demagnetization to separation of attachments, a comprehensible retrieval manual in the form of a motion picture was produced and distributed.

As a result, except for some regional variations in demagnetization accuracy, all the participating dismantlers were able to retrieve neodymium magnets properly. This implied a successful effect of the motion picture serving as a work manual. The manual, nevertheless, needs to include a more detailed account of demagnetization procedure in order to ensure the fail-safe demagnetization of neodymium magnets.

### Necessity of higher work efficiency

The Project proved that the retrieval of neodymium magnets was not commercially feasible due to excessively time-consuming retrieval work. Yet in some regions the dismantlers worked together at a single plant, dividing the dismantling, demagnetization and attachment separation work among themselves to expedite the retrieval work as a whole. These successful precedents and additional improvements must be put into practice to raise the work efficiency.

Additionally, it was reported that byproducts such as aluminum and copper could also be recovered in the process of retrieving neodymium magnets, thus introducing a possibility of achieving overall commercial feasibility by utilizing byproducts as well as neodymium magnets. It should be possible to create a business-based cycle of rare earths in Japan if work efficiency is raised.

### ■ **Future activities**

For the future, the Association hopes to help the prefectural and regional block organizations of dismantlers and recycling operators in implementing their collaborative retrieval activities. The Association will report the outcomes of the Project to its members at the ‘Block Meetings’ being regularly held in the eight regions of Japan. Such reporting will disseminate detailed information missing in the existing guides. The Association will also spread information to its members and other stakeholders attending at its regular ‘seminars for the certification of qualified automobile recyclers’.

As a result of the Project, feedback information on the retrieval manuals and on the characteristics of various players was obtained. After retrieval activity is transferred from the Association to regions, the ‘resources circulation committee’ of the Association will assume a coordinator role, collecting feedback information and distributing improved editions of the retrieval manuals in order to support the dismantling and recycling operators.

In the present Project, the Association was able to work out the price of collected computer PCBs in negotiations with smelting operators on the basis of the PCB classification standard. The Association intends to continue the periodic meeting with smelting and other business operators for greater liaison and information exchange, and will negotiate with prospective business partners to help develop the retrieval/recycling of ELV precious metals and rare earths into a commercial enterprise.



# 目 次

<b>1 本事業の目的と実施体制</b>	.....	P1
1.1 目的	.....	P1
1.2 実施体制	.....	P2
<b>2 貴金属等回収のための基板分類基準の確立</b>	.....	P8
2.1 基板の組成分析とその検討	.....	P8
2.2 分析結果に基づく分類基準の確立とマニュアルの作成	.....	P11
<b>3 貴金属等の回収事業</b>	.....	P13
3.1 実証事業内容	.....	P14
3.2 実証事業結果	.....	P16
<b>4 ネオジム磁石の回収事業</b>	.....	P22
4.1 実証事業内容	.....	P23
4.2 実証事業結果	.....	P26
<b>5 事業性・環境負荷削減効果等の評価</b>	.....	P32
5.1 事業性の評価	.....	P32
5.2 環境負荷削減効果の評価	.....	P38
<b>6 効率的な回収システムの検討</b>	.....	P45
6.1 基板回収の効率化の検討	.....	P46
6.2 磁石回収の効率化の検討	.....	P49
6.3 システム全体としての効率化の検討	.....	P52
<b>7 まとめ</b>	.....	P56
7.1 貴金属等の回収事業	.....	P56
7.2 ネオジム磁石の回収事業	.....	P59
7.3 指針の作成・成果の周知	.....	P62
7.4 今後の展開	.....	P63
<b>8 資料編</b>	.....	P64
8.1 回収マニュアル	.....	P64
8.2 指針	.....	P71

# 1 本事業の目的と実施体制

## 1.1 目的

既存の自動車リサイクルのスキームにおける資源循環は、個々の事業者によるベースメタルのリサイクルが中心となっている。自動車に使用されている貴金属やレアメタルのリサイクルについては、1台当たりの含有量のごく少量であることや細かな部品に内包されていることから、中小規模の事業者が個々に既存の自動車リサイクルのスキームでリサイクルに取り組むことは極めて困難な状況にある。

このため、現状では、貴金属やレアメタルを含有する部品が雑品スクラップとして海外に流出している、または、自動車破碎残さ（ASR）として処理されているなど、貴重な資源の損失が発生していると考えられる。

一方、全体的にみれば、自動車に使用される貴金属やレアメタルの含有量は、増加傾向にあると言える。これらの資源を天然の鉱石等から確保することは、掘削可能な鉱石の枯渇や輸送・製錬コストの高騰などで年々難しくなるとともに、地球温暖化をもたらすCO<sub>2</sub>の排出量削減を阻むことにもつながる。

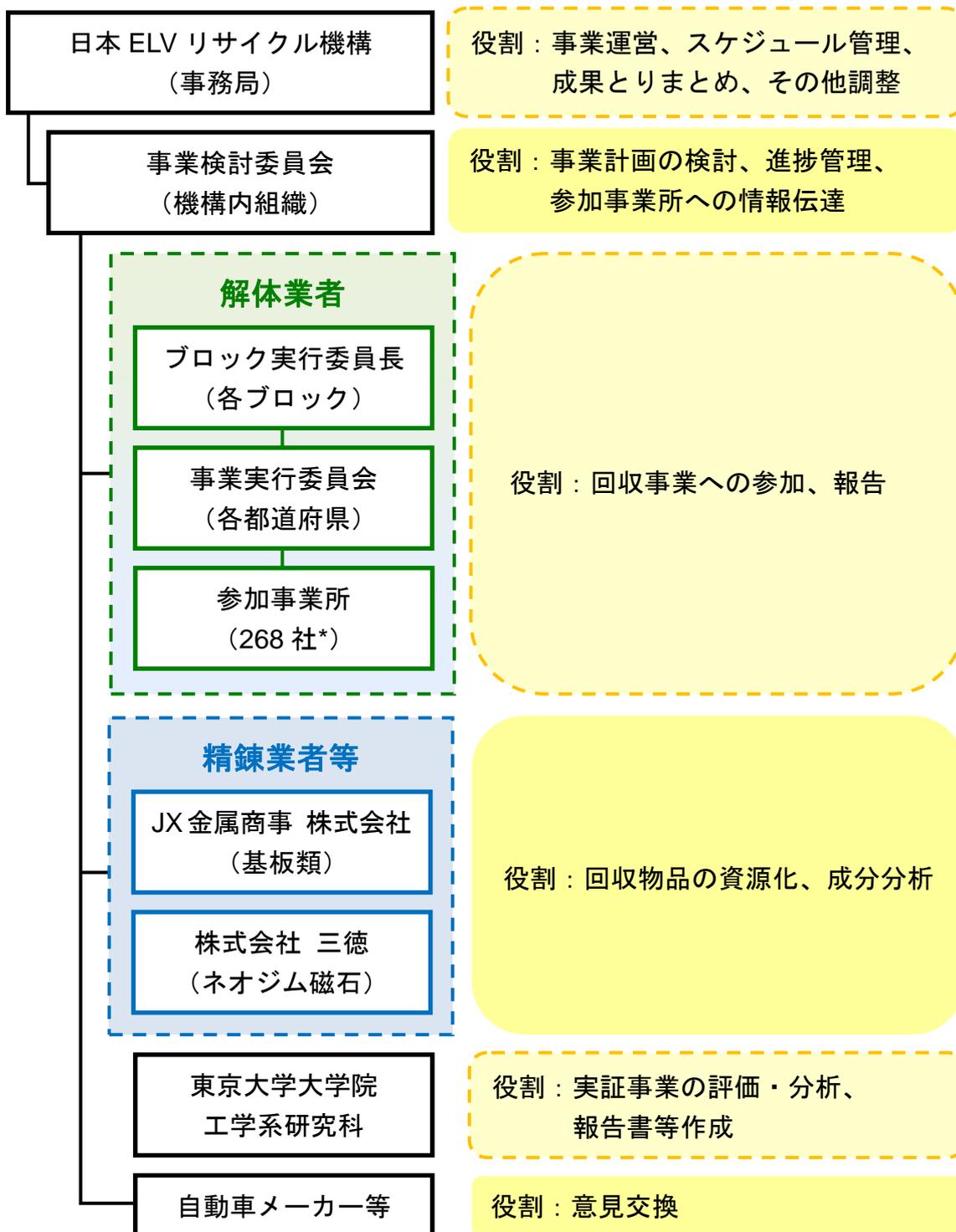
このような問題点をふまえて、本事業は、精錬業者等とのビジネスベースの連携において、一定の品位を保った安定的な供給、輸送・受け渡しの方法の確立を目指し、中小規模の解体業者が精錬業者等と連携して使用済自動車に含まれる金、銀、銅、パラジウム、ネオジウム、ジスプロシウム等の貴金属及びレアアースを含有する磁石を集積させることによる効率性向上、コスト低減、CO<sub>2</sub>削減等の効果検証を行い、自動車リサイクルの高度化に資することを目的とする。

事業者間の連携強化については、中小規模の事業者が協同して貴金属やレアメタルのリサイクル業者にとって望ましい形態（リサイクル容易な形態）での回収を行うことで、個々の事業者では困難であった採算性の確保を図り、事業者間のビジネスベースでの連携を目指す。

## 1.2 実施体制

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）を中心に、解体業者・精錬業者・自動車メーカー等が連携し、図表 1-1 のような実施体制を構築した。

図表 1-1 実施体制

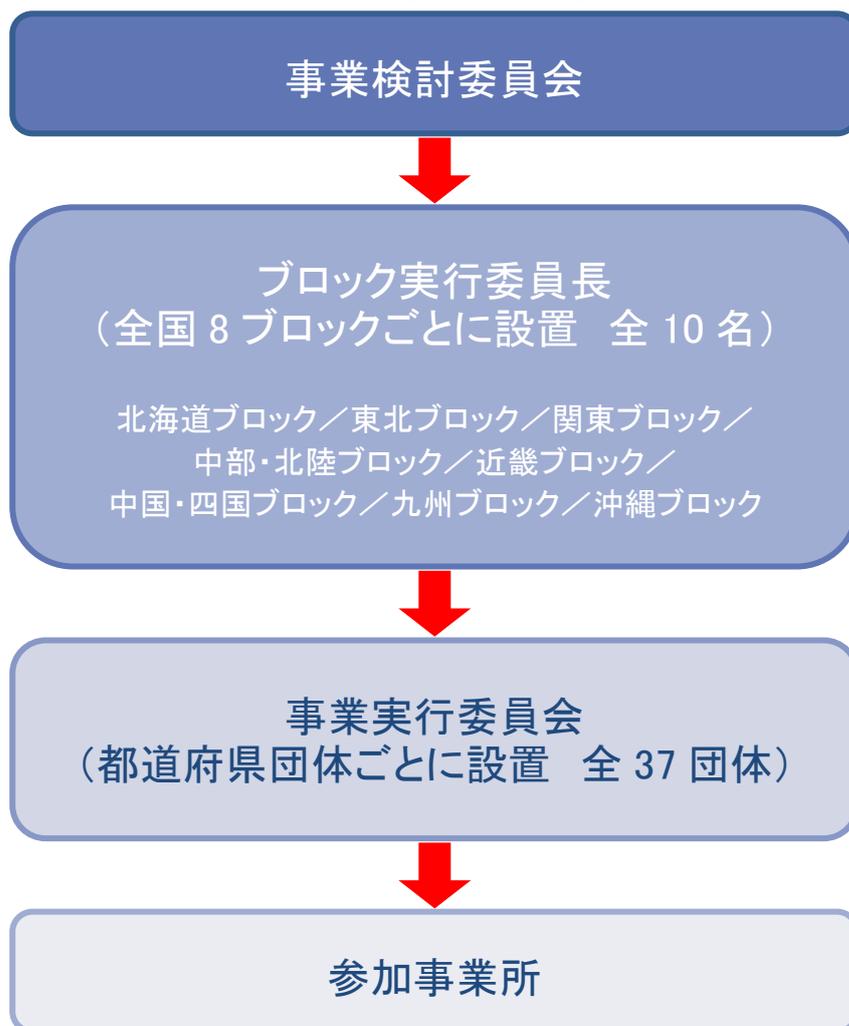


\* 貴金属等の回収事業のみ、ネオジム磁石の回収事業のみに参加した事業所も含む。

## (1) 情報伝達体制

参加事業所への情報伝達をスムーズに行うため、情報伝達体制を構築することとし、事業検討委員会にて「全国 8 ブロックに実行委員長、都道府県組合ごとに実行委員会を置くこと」を決定した。この結果、図表 1-2 のような情報伝達体制が構築された。

図表 1-2 情報伝達体制



## ■ 事業検討委員会

本機構の資源循環委員会の委員を主として、「事業検討委員会」を設置した。事業計画の立案や情報伝達体制の構築などを行い、情報の整理・事業の進捗管理を担った。

図表 1-3 事業検討委員会名簿

	役職	氏名	所属会社
1	委員長	酒井 康雄	京葉自動車工業株式会社
2	副委員長	保坂 勇	株式会社ホサカ自動車商会
3	委員	伊丹 伊平	丸利伊丹車輛株式会社
4	委員	吉川 日男	株式会社シーパーツ
5	委員	木内 雅之	アール・ループ株式会社
6	委員	村上 進亮	東京大学大学院
7	委員	奥野 孝樹	日本 ELV リサイクル機構

図表 1-4 事業検討委員会の開催実績

	開催日	主な議題
第 1 回	2013 年 10 月 31 日	1. 事業実施体制・スケジュールについて 2. 分析結果による分類基準の策定について 3. ネオジム磁石回収マニュアル動画について
第 2 回	2013 年 12 月 13 日	1. 事業進捗状況の報告 2. 今後のスケジュールについて
第 3 回	2014 年 1 月 29 日	1. 事業進捗状況の報告 2. 事業報告書骨子案について 3. 指針について
第 4 回	2014 年 2 月 27 日	1. 事業結果の報告 2. 指針目次案について
第 5 回	2014 年 3 月 19 日	1. 最終事業報告について 2. 事業報告書・指針について (※連携業者との意見交換会を併催)

## ■ ブロック実行委員長

事業検討委員会（本部）からの情報を事業実行委員会（各都道府県組合）へ伝達する役割として、全国8ブロックそれぞれに「ブロック実行委員長」を置くこととした。ブロック実行委員長の人選は、事業検討委員会によって行われ、関東ブロックと中国・四国ブロックについては、地理的に広範囲にわたることから、1ブロックに2名のブロック実行委員長を設置した。

平成25年11月、ブロック実行委員長を中心として、全国8ブロックにて「ブロック説明会」を開催し、事業内容の説明を行い、回収マニュアルをもとに詳細な作業方法の周知を図った。

図表 1-5 ブロック実行委員長名簿

	ブロック	氏名		所属会社
1	北海道 ブロック	佐藤 正良		株式会社協栄車輛
2	東北 ブロック	佐藤 勇輝		株式会社サユウ
3	関東 ブロック	東側	木内 雅之	アール・ループ株式会社
		西側	保坂 勇	株式会社ホサカ自動車商会
4	中部・北陸 ブロック	金森 弘元		有限会社金森商会
5	近畿 ブロック	高野 和憲		株式会社関西リビルドパーツ
6	中国・四国 ブロック	中国	西川 正克	有限会社西川商会
		四国	小泉 弘旨	有限会社小柴自動車商会
7	九州 ブロック	村田 眞一郎		有限会社まこと商会
8	沖縄 ブロック	松田 和生		MR 車体工業

## ■ 事業実行委員会

ブロック実行委員長から伝達された事業検討委員会（本部）からの情報を直接事業所へ伝達する役割として、本事業に参加する都道府県組合ごとに「事業実行委員会」を設置した（委員長1名・委員2名）。

平成25年11月に各地で開催されたブロック説明会での説明を受け、事業実行委員会にて幹事会社の設定などを行い、回収体制を構築した。

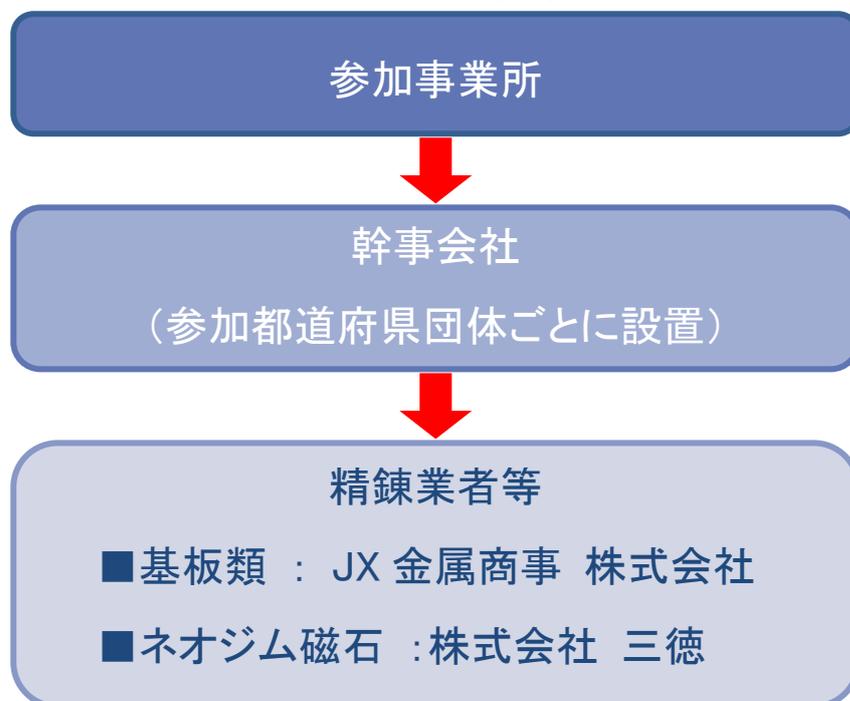
図表 1-6 事業実行委員会の開催実績

ブロック		地域団体	第1回 事業実行 委員会	第2回 事業実行 委員会	ブロック		地域団体	第1回 事業実行 委員会	第2回 事業実行 委員会
北海道	1	北海道自動車処理協同組合	11月21日	1月18日	近畿	22	大阪自動車リサイクル協同組合	11月22日	1月27日
東北	2	青森県自動車リサイクル協同組合	1月11日	—		23	播磨自動車解体組合	11月20日	12月14日
	3	岩手県ELVリサイクル協議会	12月26日	—		24	奈良県ELVリサイクル協同組合	11月18日	12月20日
	4	宮城県中古自動車解体 再生部品卸協同組合	12月3日	12月17日	25	山陰ELVリサイクル協議会	12月6日	12月26日	
	5	秋田県自動車解体処理協同組合	12月4日	1月14日	26	岡山県自動車リサイクル協同組合	12月7日	12月26日	
	6	山形県自動車解体協議会	12月19日	1月8日	中国・ 四国	27	日本ELVリサイクル機構 広島県支部	12月3日	2月7日
	7	福島県自動車リサイクル協同組合	12月4日	—		28	日本ELVリサイクル機構 山口県支部		
関東 (東)	8	茨城県自動車リサイクル協同組合	1月20日	2月1日		29	香川県自動車リサイクル協同組合	11月12日	12月24日
	9	栃木県自動車リサイクル協議会	11月16日	1月18日	九州	30	北九州ELV協同組合	12月12日	12月20日
	10	千葉県自動車解体業協同組合	11月16日	1月18日		31	佐賀県自動車解体部品協同組合	12月28日	1月20日
	11	埼玉自動車解体事業協同組合	12月12日	1月31日		32	長崎自動車中古部品卸売業組合	12月3日	—
	12	東京自動車リサイクル協議会	11月16日	1月5日		33	ELV熊本協同組合	12月3日	12月21日
13	新潟廃車処理協同組合	12月18日	—	34		大分県ELV商業組合	12月7日	12月20日	
関東 (西)	14	山梨県カーリサイクル協同組合	11月26日	1月25日		35	宮崎県ELV協同組合	12月7日	12月20日
	15	静岡県自動車解体業協同組合	11月28日	12月7日	36	鹿児島県ELV協同組合	12月9日	12月28日	
中部・ 北陸	16	富山県自動車解体部品組合	11月22日	11月24日	沖縄	37	沖縄県自動車リサイクル協同組合	11月15日	11月24日
	17	石川県中古自動車部品組合	12月1日	1月17日					
	18	岐阜県ELV協議会	11月8日	12月25日					
	19	ELV愛知リサイクル協会	12月21日	1月29日					
	20	ELV三重	12月5日	12月21日					
	21	TMCA	11月25日	12月26日					

## (2) 回収体制

都道府県組合ごとに図表 1-7 のような回収体制を構築し、これにもとづいて回収物品の引き渡しなどが行われた。

図表 1-7 回収体制



## 2 貴金属等回収のための基板分類基準の確立

### 2.1 基板の組成分析とその検討

コンピューター基板については、回収後の出荷先は非鉄金属製錬業者、もしくは貴金属精錬業者である。よって、評価される対象の金属はベースメタルでは銅 (Cu)、これ以外に貴金属類として金 (Au)、銀 (Ag)、白金族 (白金 (Pt)、パラジウム (Pd)) と考えることが通常である。これらのうち、白金がエンジンコンピューター基板から検出されることはあまり多くない。ここ数年の地金の単価 [kg] をみると、銅は 500~1,000 [円/kg]、銀は 50,000~100,000 [円/kg] であるが、金は 400~500 万 [円/kg]、パラジウムはその半分で 200~300 万 [円/kg] 程度と考えることができる。そのため、金とパラジウムの組成が全体の価値を大きく左右することが考えられる。

ただし、基板に占める金とパラジウムの含有量は相対的に少ないことから、組成のばらつきが回収された基板の評価を大きく左右する。そのため、実際の事業においては、詳細な組成分析を行う必要があるが、仮に基板を事前に金とパラジウムの含有量によって分類し、その分散を小さくすることが可能になれば、基板の売買において分析の頻度を下げ、その費用を低減することで、取引の双方にとってメリットが出ることが期待される。

そこで、本事業では、昨年度までの事業ならびに既存文献等の調査から、エンジンコンピューター基板ならびにエアバッグコンピューター基板がこうした貴金属類を多く含む高品位基板であることに着目し、これを回収段階において事前に分別する基準を確立することを試みた。

具体的には、以下のような手順で行った。

#### 《基準確立手順》

##### 1. 基板類の目視による確認

先行的に回収したエンジンコンピューター基板ならびにエアバッグコンピューター基板を事業検討委員会において目視で確認した。

- ▶ エンジンコンピューター基板  
パーツの実装状況などが年式や車種によってある程度の傾向を見せることが確認された。
- ▶ エアバッグコンピューター基板  
エアバッグ装着数にそもそも開きがある一方、基板上の素子\*の実装状況等に傾向を見出すことが難しかった。

\* 素子=IC や抵抗器などの各種部品のこと。

## 2. 分類の検討

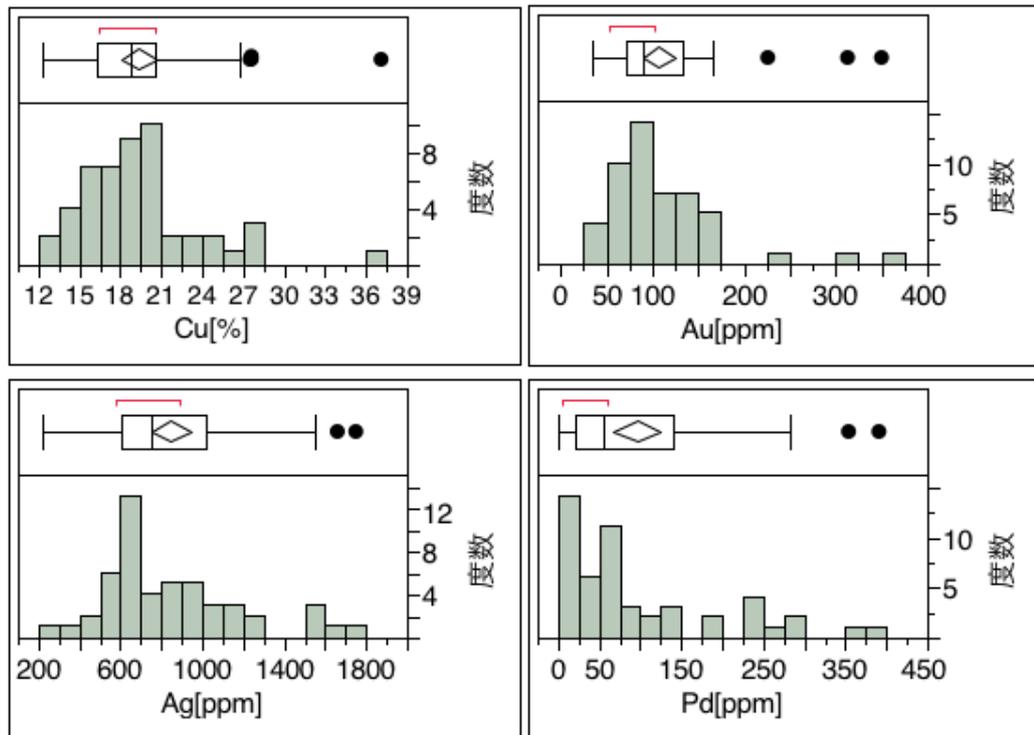
エンジンコンピューター基板について、外見に一定の傾向が確認されたことから、重点的に分析を実施することで、さらに 2~3 種類程度の分類基準を策定することとした。エアバッグコンピューター基板については、外見に一定の傾向を見出すことが難しかったため、特に分類基準を設けないこととした。

## 3. 基準の設定

エンジンコンピューター基板 50 個の組成分析の結果から、エンジンコンピューター基板は 2 種類に分類することが可能であるとわかった。このため、エンジンコンピューター基板 2 種類とこれにエアバッグコンピューター基板を加えた合計 3 種類に分類すべく、基準の設定を行った。

図表 2-1 にエンジンコンピューター基板に関する分析の結果を整理する。まず、本事業で検討対象とする 4 種の金属 Cu、Au、Ag、Pd の濃度別のヒストグラムを示す。

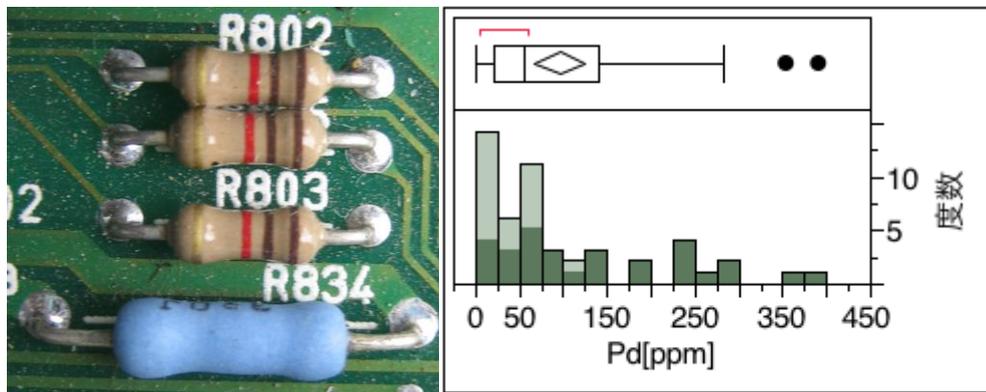
図表 2-1 Cu、Au、Ag、Pd の濃度別のヒストグラム (N=50)



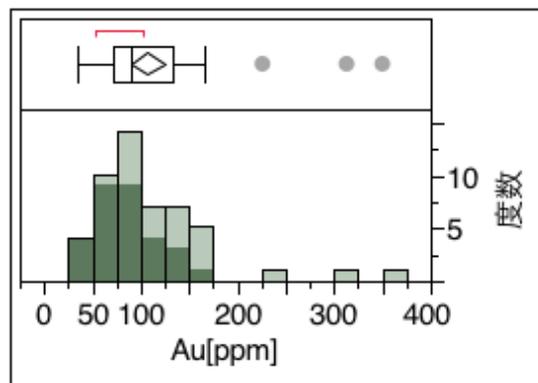
図表 2-1 の金属ごとのヒストグラムをみると、Cu、Au、Ag については、いわゆるベル型の分布をしていることがわかる。しかし Pd については、非常に含有量の少ない基板 (0~25ppm) が相当量ある一方、非常に含有量の多い基板もあることがわかる。よって、Pd に関する分類の可能性を検討した。

基準策定にあたっては、解体業者の解体現場において容易に分類が可能となるような基準を提示することが重要である。そのため、基板上の素子の実装状況を確認したところ、図表 2-2（左）に示す比較的古い型の抵抗器の有無と Pd の含有量に明らかな傾向がみられることがわかった。図表 2-2（右）の Pd のヒストグラムは図表 2-1 の Pd のものと同一であるが、色の濃淡がある。濃色の部分は、図表 2-2（左）の抵抗器が実装されていた基板の Pd 濃度であり、それ以外は同種の抵抗器が実装されていなかった基板のものである。明らかに、淡色（抵抗器なし）の基板については、Pd 濃度が低いことがわかる。こうした情報をもとに、関連文献等を調査したところ、この種の基板中の Pd 濃度が大きく変わった理由は、セラミックコンデンサの電極が Pd からニッケル（Ni）に代替されたことにあると考えられる。

図表 2-2 基準とする抵抗器（左）と Pd 濃度のヒストグラム（右）



図表 2-3 Au 濃度のヒストグラム



図表 2-2（左）の抵抗器は比較的古いものであり、こうした素子の実装状況が変化した頃にコンデンサ電極の素材代替が起こったことがわかる。

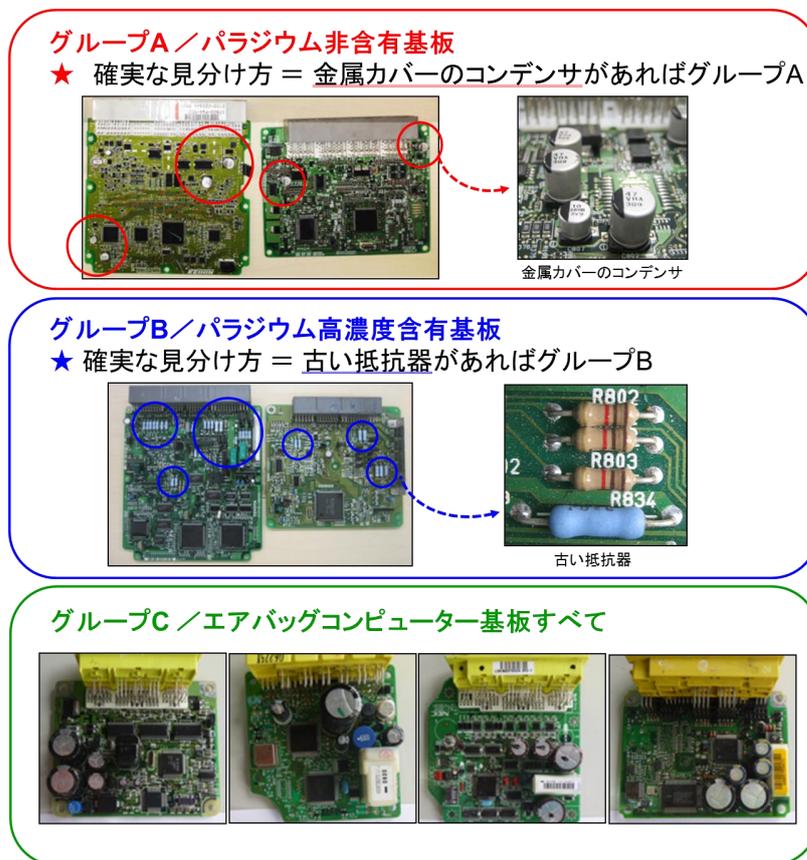
参考までに図表 2-3 に Au 濃度のヒストグラムを示すが、こちらについては、比較的新しい基板において濃度が高いことがわかる。この理由は、比較的新しいタイプの素子における金の使用量に由来していると考えられるが、定量的なデータにもとづく素子の特定はできていない。

## 2.2 分析結果に基づく分類基準の確立とマニュアルの作成

コンデンサ製造側で前述のような素材代替が起こり始めた時期は特定可能であったが、実際の基板が搭載されていた車の年式と比較対照したところ、パーツにおける代替の年次は必ずしも車の年式と一致しないため、年式での区分は困難であると判断した。

こうした結果から、図表 2-2 (左) に示した抵抗器のように、ちょうど素材代替が生じた時期に切り替えが起こっている素子を特定し、これを現場での分類基準として用いることとした。Pd 濃度が低い代わりに Au 濃度が高いと期待される比較的新しい基板を「グループ A」、逆に、Pd 濃度が高い代わりに Au 濃度が低いと考えられる比較的古い基板を「グループ B」とした。

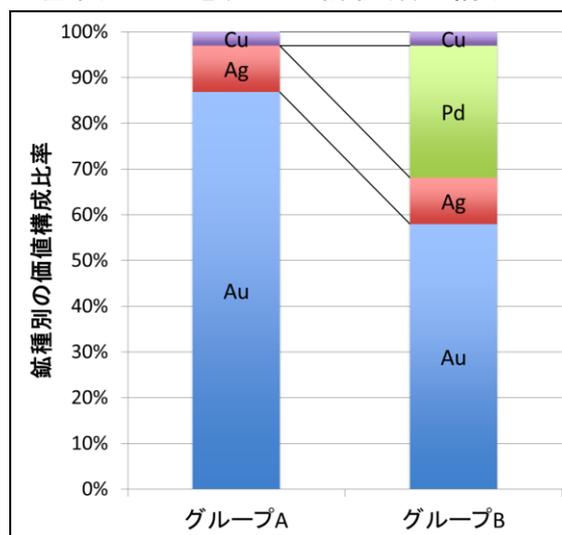
図表 2-4 分類基準の説明：実務者向け回収マニュアルより抜粋



その他の素子を含め、最終的に現場向けの回収マニュアルに用いることとした分類基準を図表 2-4 に示す。エンジンコンピューター基板に対する2分類に加え、エアバッグコンピューター基板をグループ C とすることで、本事業における使用済自動車から回収可能な基板のうち、高品位基板を3種類に分類して回収することとした。

グループ A 及びグループ B については、それぞれ Au と Pd を念頭に分類を行っている。本機構が事前に行った組成分析の結果に単純に地金の価格を乗じた評価額の構成の予想を図表 2-5 に示す。図表 2-5 をみると、Pd 濃度が高い代わりに Au 濃度が低いと考えられる基板をグループ B としたが、グループ B もグループ A と同様に、最も大きな価値の源泉が Au であることがわかる。

図表 2-5 想定した評価額の構成比



### 3 貴金属等の回収事業

本機構は、平成23年度・平成24年度と貴金属等の回収事業に取り組んできた。

平成23年度事業では、貴金属等を多く含有する車載コンピューター基板など計5種の物品を回収して精錬業者に引き渡し、資源性の評価を実施した。

この事業には、全国3地域（北海道より5社／千葉県より4社／山梨県より12社）が参加した。結果として、回収ネットワークの基盤確立や回収作業ノウハウの蓄積はできたが、一方、採算性を判断するために必要となる回収量の確保はできなかった。このようなことから、全国規模の回収による量的拡大が必要であることが明らかになった。

平成24年度事業では、平成23年度事業で明らかになった課題をふまえて、回収規模を全国へ拡大した。回収物品は、エンジンコンピューター基板、エアバッグコンピューター基板、エアバッグカップラーという計3種に絞り、精錬業者への引き渡しや資源性の評価を行った。

この事業には、全国8ブロック34団体273事業所が参加し、総処理台数は11,773台に上った。結果として、対象金属の品位が高いほど資源化できる割合（採取率）が高くなることがわかり、資源化収入の増加による採算性の確保の可能性が見えてきた。このため、回収物品の高品位化に向けた工夫などが今後の課題として挙げられた。

そのため、本年度の貴金属等の回収事業では、平成24年度事業と同様に全国規模で回収を行うことで回収ロットの確保を図るとともに、回収段階で丁寧な分類を行うことで回収物品の高品位化を目指した。

図表 3-1 平成24年度事業での回収結果

回収品目	回収重量	回収個数
エンジンコンピューター基板	2,849kg	14,459 個
エアバッグコンピューター基板	1,358kg	12,032 個
エアバッグカップラー	444kg	38,034 個

## 3.1 実証事業内容

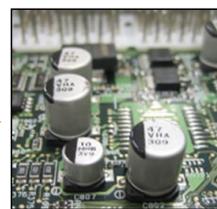
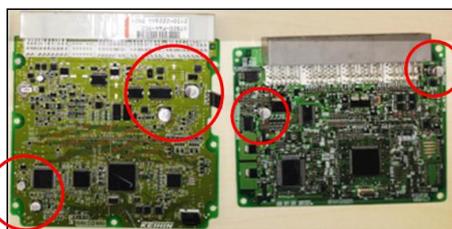
### (1) 回収物品

回収物品は、コンピューター基板に的を絞って、エンジンコンピューター基板とエアバッグコンピューター基板の2種類とした。さらに、これを前述の分類基準により、3つのグループに分類した。

図表 2-4 分類基準の説明：実務者向け回収マニュアルより抜粋（再掲）

#### グループA / パラジウム非含有基板

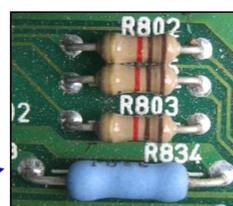
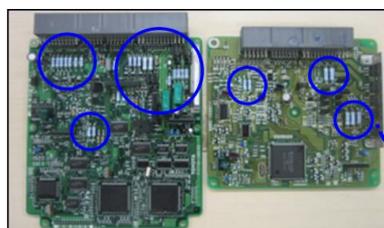
★ 確実な見分け方 = 金属カバーのコンデンサがあればグループA



金属カバーのコンデンサ

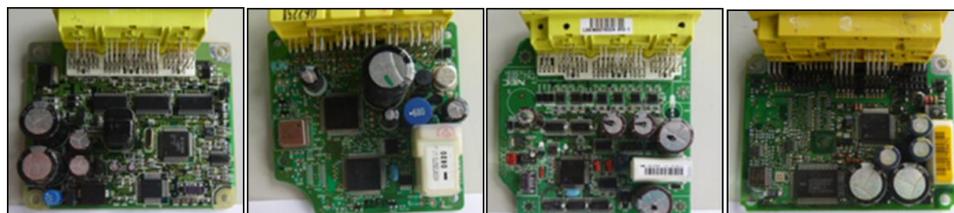
#### グループB / パラジウム高濃度含有基板

★ 確実な見分け方 = 古い抵抗器があればグループB

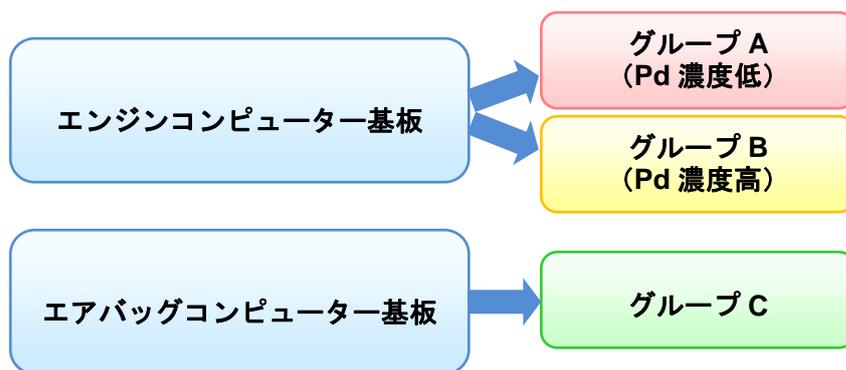


古い抵抗器

#### グループC / エアバッグコンピューター基板すべて



図表 3-2 コンピューター基板の分類



## (2) 回収目標

平成 23 年度事業により、1 つの物品における精錬業者の受入ロットが 1ton であることがわかっている。本年度は、コンピューター基板を 3 つのグループに分類して引き渡しを行うため、各グループの回収目標を 1ton 以上と設定した。

## (3) 作業期間

平成 23 年度・平成 24 年度事業の成果をふまえて、本年度は、平成 25 年 11 月～12 月の約 2 か月間でコンピューター基板の回収・分類を行った。

回収・分類されたコンピューター基板は、平成 26 年 1 月 10 日までに精錬業者への引き渡しが無事完了した。

## (4) 精錬業者との連携

本年度は、サンプリング分析をもとに分類基準を策定し、その数値をもとに、双方にとって望ましい価格設定を行い、精錬業者による回収物品の買い取りを目標としていた。実際に、精錬業者との話し合いの中でこの目標について認識を共有し、こちらが策定した分類基準にもとづいた買取価格の提示も受けることができた。

しかし、提示された買取価格は、分析の誤差や貴金属等の相場変動などのリスクを考慮したものとなっており、双方にとって望ましい価格設定には、まだ時間を要すると判断して、今回は委託精錬という形に変更した。

今後は、この目標を達成できるように、定期的な意見交換などを通じて、お互いの信頼関係の確立に努めていきたい。

## 3.2 実証事業結果

### (1) 参加事業所

本年度の貴金属等の回収事業では、全国 8 ブロック 37 団体 260 事業所より参加があった。参加都道府県組合数をみると、昨年度は 34 団体であったが、本年度は 37 団体となっており、昨年度の実績を上回った。

都道府県組合別参加事業所数は、図表 3-3 のとおりである。

図表 3-3 都道府県組合別参加事業所数

ブロック	都道府県	地域団体	事業所数(社)	ブロック	都道府県	地域団体	事業所数(社)
北海道	1 北海道	北海道自動車処理協同組合	37	近畿	22 大阪府	大阪自動車リサイクル協同組合	5
	北海道ブロック合計		37		23 兵庫県	播磨自動車解体組合	4
東北	2 青森県	青森県自動車リサイクル協同組合	1		24 奈良県	奈良県ELVリサイクル協同組合	4
	3 岩手県	岩手県ELVリサイクル協議会	9		近畿ブロック合計		13
	4 宮城県	宮城県中古自動車解体再生部品卸協同組合	9	中国・四国	25 島根県 鳥取県	山陰ELVリサイクル協議会	6
	5 秋田県	秋田県自動車解体処理協同組合	4		26 岡山県	岡山県自動車リサイクル協同組合	9
	6 山形県	山形県自動車解体協議会	3		27 広島県	日本ELVリサイクル機構 広島県支部	9
	7 福島県	福島県自動車リサイクル協同組合	9		28 山口県	日本ELVリサイクル機構 山口県支部	2
	東北ブロック合計		35		29 香川県	香川県自動車リサイクル協同組合	5
			中国・四国ブロック合計		31		
関東(東)	8 茨城県	茨城県自動車リサイクル協同組合	6	九州	30 福岡県	北九州ELV協同組合	7
	9 栃木県	栃木県自動車リサイクル協議会	3		31 佐賀県	佐賀県自動車解体部品協同組合	8
	10 千葉県	千葉県自動車解体業協同組合	7		32 長崎県	長崎自動車中古部品卸売業組合	1
	11 埼玉県	埼玉自動車解体事業協同組合	6		33 熊本県	ELV熊本協同組合	10
	12 東京都	東京自動車リサイクル協議会	13		34 大分県	大分県ELV商業組合	6
	13 新潟県	新潟廃車処理協同組合	1		35 宮崎県	宮崎県ELV協同組合	2
関東(東)ブロック合計		36	36 鹿児島県		鹿児島県ELV協同組合	2	
関東(西)	14 山梨県	山梨県カーリサイクル協同組合	12		九州ブロック合計		36
	15 静岡県	静岡県自動車解体業協同組合	11		九州ブロック合計		36
関東(西)ブロック合計		23	沖縄	37 沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	14	
中部・北陸	16 富山県	富山県自動車解体部品組合		4	沖縄ブロック合計		14
	17 石川県	石川県中古自動車部品組合	9	総計			260
	18 岐阜県	岐阜県ELV協議会	7				
	19 愛知県	ELV愛知リサイクル協会	4				
	20 愛知県	TMCA	3				
21 三重県	ELV三重	8					
中部・北陸ブロック合計		35					

## (2) 回収結果

全国での回収重量は、グループ A・グループ B・グループ C のすべてにおいて、目標としていた 1ton という回収量を上回った。

グループごとの回収重量・回収個数を都道府県組合別で図表 3-5～3-7 に示す。なお、これらの数値は、回収期間前のストック分を含むものとする。図表 3-4～3-6 をみると、グループの回収割合に地域差があることがわかる。この結果については、以下のように考えられる。

まず、短期間で十分な回収量を確保することを第一の目的としていたため、そもそも 1 台の使用済自動車から 3 つのグループすべての回収を行うようにといった指示していなかったことが理由として挙げられる。手間のかかるグループ C の回収はせずに、グループ A もしくはグループ B の回収のみを行うなど、作業容易性の違いから割合に差が出たと考えられる。

次に、回収期間前からストックしていたコンピューター基板を出している地域があることが理由として挙げられる。これにより、ストック分を出していない地域との差が出た。

また、各地域による在庫状況の違いも大きな理由の一つである。たとえば、グループ A は、比較的新しい年式の使用済自動車にみられる。グループ C は、古い年式の使用済自動車にはエアバッグがついておらず、回収ができないものもある。このように、どのくらいの年式の車が使用済自動車として排出されているかという在庫状況の違いにより、地域差が出たことがわかる。

図表 3-4 都道府県組合別回収結果／エンジンコンピューター基板・グループ A

ブロック	都道府県	地域団体	回収重量 (kg)	回収数量 (個)	ブロック	都道府県	地域団体	回収重量 (kg)	回収数量 (個)
北海道	1 北海道	北海道自動車処理協同組合	167.00	1,067	近畿	22 大阪府	大阪自動車リサイクル協同組合	37.00	228
	<b>北海道ブロック合計</b>		<b>167.00</b>	<b>1,067</b>		23 兵庫県	播磨自動車解体組合	12.00	77
東北	2 青森県	青森県自動車リサイクル協同組合	20.00	200		24 奈良県	奈良県ELVリサイクル協同組合	12.00	87
	3 岩手県	岩手県ELVリサイクル協議会	15.00	87		<b>近畿ブロック合計</b>		<b>61.00</b>	<b>392</b>
	4 宮城県	宮城県中古自動車解体再生部品卸協同組合	23.00	114	中国・四国	25 島根県鳥取県	山陰ELVリサイクル協議会	18.00	203
	5 秋田県	秋田県自動車解体処理協同組合	10.00	73		26 岡山県	岡山県自動車リサイクル協同組合	27.00	174
	6 山形県	山形県自動車解体協議会	13.00	86		27 広島県	日本ELVリサイクル機構広島県支部	36.00	94
	7 福島県	福島県自動車リサイクル協同組合	7.00	80		28 山口県	日本ELVリサイクル機構山口県支部		95
	<b>東北ブロック合計</b>		<b>88.00</b>	<b>640</b>		29 香川県	香川県自動車リサイクル協同組合	6.00	38
関東(東)	8 茨城県	茨城県自動車リサイクル協同組合	77.00	495		<b>中国・四国ブロック合計</b>		<b>87.00</b>	<b>604</b>
	9 栃木県	栃木県自動車リサイクル協議会	104.00	130		九州	30 福岡県	北九州ELV協同組合	11.00
	10 千葉県	千葉県自動車解体業協同組合		527	31 佐賀県		佐賀県自動車解体部品協同組合	20.00	144
	11 埼玉県	埼玉自動車解体事業協同組合	107.00	660	32 長崎県		長崎自動車中古部品卸売業組合	9.00	74
	12 東京都	東京自動車リサイクル協議会	16.00	104	33 熊本県		ELV熊本協同組合	22.00	152
	13 新潟県	新潟廃車処理協同組合	36.00	260	34 大分県		大分県ELV商業組合	3.00	25
<b>関東(東)ブロック合計</b>		<b>340.00</b>	<b>2,176</b>	35 宮崎県	宮崎県ELV協同組合		1.00	7	
関東(西)	14 山梨県	山梨県カーリサイクル協同組合	136.00	1,011	36 鹿児島県		鹿児島県ELV協同組合	8.00	49
	15 静岡県	静岡県自動車解体業協同組合	166.00	1,041	<b>九州ブロック合計</b>		<b>74.00</b>	<b>514</b>	
	<b>関東(西)ブロック合計</b>		<b>302.00</b>	<b>2,052</b>	沖縄	37 沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	71.00	490
中部・北陸	16 富山県	富山県自動車解体部品組合	20.00	392		<b>沖縄ブロック合計</b>		<b>71.00</b>	<b>490</b>
	17 石川県	石川県中古自動車部品組合	59.00	392	<b>総計</b>			<b>1,416.00</b>	<b>9,673</b>
	18 岐阜県	岐阜県ELV協議会	46.00	290	<b>中部・北陸ブロック合計</b>		<b>226.00</b>	<b>1,738</b>	
	19 愛知県	ELV愛知リサイクル協会	62.00	401					
	20	TMCA	7.00	35					
	21 三重県	ELV三重	32.00	228					

図表 3-5 都道府県組合別回収結果／エンジンコンピューター基板・グループ B

ブロック	都道府県	地域団体	回収重量 (kg)	回収数量 (個)	ブロック	都道府県	地域団体	回収重量 (kg)	回収数量 (個)
北海道	1 北海道	北海道自動車処理協同組合	690.00	3,638	近畿	22 大阪府	大阪自動車リサイクル協同組合	148.00	492
	<b>北海道ブロック合計</b>		<b>690.00</b>	<b>3,638</b>		23 兵庫県	播磨自動車解体組合	14.00	96
東北	2 青森県	青森県自動車リサイクル協同組合	39.00	230		24 奈良県	奈良県ELVリサイクル協同組合	19.00	106
	3 岩手県	岩手県ELVリサイクル協議会	36.00	169	<b>近畿ブロック合計</b>		<b>181.00</b>	<b>694</b>	
	4 宮城県	宮城県中古自動車解体再生部品卸協同組合	31.00	145	中国・四国	25 島根県 鳥取県	山陰ELVリサイクル協議会	29.00	151
	5 秋田県	秋田県自動車解体処理協同組合	33.00	129		26 岡山県	岡山県自動車リサイクル協同組合	75.00	375
	6 山形県	山形県自動車解体協議会	20.00	129		27 広島県	日本ELVリサイクル機構 広島県支部	40.00	33
	7 福島県	福島県自動車リサイクル協同組合	18.00	72		28 山口県	日本ELVリサイクル機構 山口県支部		166
	<b>東北ブロック合計</b>		<b>177.00</b>	<b>874</b>		29 香川県	香川県自動車リサイクル協同組合	29.00	138
関東(東)	8 茨城県	茨城県自動車リサイクル協同組合	181.00	979		<b>中国・四国ブロック合計</b>		<b>173.00</b>	<b>863</b>
	9 栃木県	栃木県自動車リサイクル協議会	332.00	190		九州	30 福岡県	北九州ELV協同組合	24.00
	10 千葉県	千葉県自動車解体業協同組合		1,478	31 佐賀県		佐賀県自動車解体部品協同組合	47.00	260
	11 埼玉県	埼玉県自動車解体事業協同組合	300.00	1,388	32 長崎県		長崎自動車中古部品卸売業組合	8.00	60
	12 東京都	東京自動車リサイクル協議会	111.00	553	33 熊本県		ELV熊本協同組合	117.00	592
	13 新潟県	新潟県自動車解体協同組合	35.00	240	34 大分県		大分県ELV商業組合	42.00	192
<b>関東(東)ブロック合計</b>		<b>959.00</b>	<b>4,828</b>	35 宮崎県	宮崎県ELV協同組合		23.00	173	
関東(西)	14 山梨県	山梨県カーリサイクル協同組合	691.00	4,147	36 鹿児島県		鹿児島県ELV協同組合	11.00	85
	15 静岡県	静岡県自動車解体業協同組合	98.00	526	<b>九州ブロック合計</b>		<b>272.00</b>	<b>1,486</b>	
<b>関東(西)ブロック合計</b>		<b>789.00</b>	<b>4,673</b>	37 沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	204.00	1,152		
中部・北陸	16 富山県	富山県自動車解体部品組合	106.00	348	<b>沖縄ブロック合計</b>		<b>204.00</b>	<b>1,152</b>	
	17 石川県	石川県中古自動車部品組合	88.00	437	<b>総計</b>		<b>3,814.00</b>	<b>19,952</b>	
	18 岐阜県	岐阜県ELV協議会	117.00	606					
	19 愛知県	ELV愛知リサイクル協会	29.00	214					
	20 三重県	TMCA	10.00	38					
	21 三重県	ELV三重	19.00	101					
<b>中部・北陸ブロック合計</b>		<b>369.00</b>	<b>1,744</b>						

図表 3-6 都道府県組合別回収結果／エアバッグコンピューター基板・グループ C

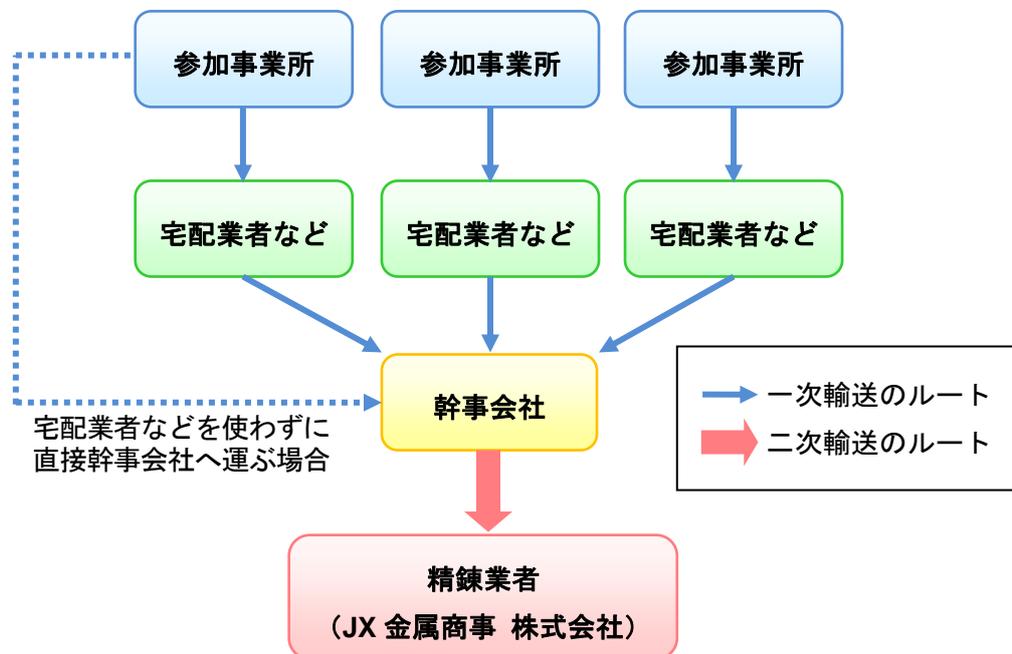
ブロック	都道府県	地域団体	回収重量 (kg)	回収数量 (個)	ブロック	都道府県	地域団体	回収重量 (kg)	回収数量 (個)
北海道	1 北海道	北海道自動車処理協同組合	382.00	3,429	近畿	22 大阪府	大阪自動車リサイクル協同組合	39.00	349
	<b>北海道ブロック合計</b>		<b>382.00</b>	<b>3,429</b>		23 兵庫県	播磨自動車解体組合	8.00	91
東北	2 青森県	青森県自動車リサイクル協同組合	24.00	250		24 奈良県	奈良県ELVリサイクル協同組合	19.00	172
	3 岩手県	岩手県ELVリサイクル協議会	25.00	258	<b>近畿ブロック合計</b>		<b>66.00</b>	<b>612</b>	
	4 宮城県	宮城県中古自動車解体再生部品卸協同組合	24.00	202	中国・四国	25 島根県 鳥取県	山陰ELVリサイクル協議会	36.00	326
	5 秋田県	秋田県自動車解体処理協同組合	20.00	185		26 岡山県	岡山県自動車リサイクル協同組合	49.00	437
	6 山形県	山形県自動車解体協議会	20.00	214		27 広島県	日本ELVリサイクル機構 広島県支部	37.00	113
	7 福島県	福島県自動車リサイクル協同組合	16.00	125		28 山口県	日本ELVリサイクル機構 山口県支部		281
	<b>東北ブロック合計</b>		<b>129.00</b>	<b>1,234</b>		29 香川県	香川県自動車リサイクル協同組合	19.00	176
関東(東)	8 茨城県	茨城県自動車リサイクル協同組合	185.00	1,689		<b>中国・四国ブロック合計</b>		<b>141.00</b>	<b>1,333</b>
	9 栃木県	栃木県自動車リサイクル協議会	171.00	82		九州	30 福岡県	北九州ELV協同組合	14.00
	10 千葉県	千葉県自動車解体業協同組合		1,611	31 佐賀県		佐賀県自動車解体部品協同組合	48.00	438
	11 埼玉県	埼玉県自動車解体事業協同組合	107.00	1,085	32 長崎県		長崎自動車中古部品卸売業組合	16.00	134
	12 東京都	東京自動車リサイクル協議会	63.00	501	33 熊本県		ELV熊本協同組合	27.00	238
	13 新潟県	新潟県自動車解体協同組合	44.00	500	34 大分県		大分県ELV商業組合	14.00	141
<b>関東(東)ブロック合計</b>		<b>570.00</b>	<b>5,468</b>	35 宮崎県	宮崎県ELV協同組合		22.00	180	
関東(西)	14 山梨県	山梨県カーリサイクル協同組合	374.00	3,391	36 鹿児島県		鹿児島県ELV協同組合	19.00	215
	15 静岡県	静岡県自動車解体業協同組合	110.00	1,055	<b>九州ブロック合計</b>		<b>160.00</b>	<b>1,472</b>	
<b>関東(西)ブロック合計</b>		<b>484.00</b>	<b>4,446</b>	37 沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	77.00	753		
中部・北陸	16 富山県	富山県自動車解体部品組合	39.00	357	<b>沖縄ブロック合計</b>		<b>77.00</b>	<b>753</b>	
	17 石川県	石川県中古自動車部品組合	56.00	506	<b>総計</b>		<b>2,321.00</b>	<b>21,600</b>	
	18 岐阜県	岐阜県ELV協議会	92.00	918					
	19 愛知県	ELV愛知リサイクル協会	82.00	690					
	20 三重県	TMCA	9.00	75					
	21 三重県	ELV三重	34.00	307					
<b>中部・北陸ブロック合計</b>		<b>312.00</b>	<b>2,853</b>						

### (3) 輸送コスト

回収物品の引き渡しは、都道府県組合ごとに回収体制（図表 1-7 参照）にもとづき、各参加事業所から幹事会社までの輸送（以下「一次輸送」という）・幹事会社から精錬業者までの輸送（以下「二次輸送」という）といったルートを経て、行われた。

一次輸送については、宅配便などを利用せず、各参加事業所が回収物品を直接幹事会社へ運んだケースや幹事会社が各参加事業所を回って回収物品を集積したケースがある。これらのケースでは、自社車両の利用などにより人件費や燃料費がかかったと考えられるが、今回は計上していない。今後は、実質的な負担としてコストを計上する必要がある。

図表 3-7 輸送パターン



図表 3-8 輸送時の荷姿（左：フレコンバッグ／右：段ボール）



図表 3-9 都道府県組合別輸送コスト

ブロック		都道府県	地域団体	回収基板 総量(個)	輸送コスト(円)		梱包材料 費(円)	輸送コスト 合計(円)	平均輸送 コスト (円/個)
					一次輸送	二次輸送			
北海道	1	北海道	北海道自動車処理協同組合	8,134	96,390	91,350	6,300	194,040	23.9
	<b>北海道ブロック合計</b>			<b>8,134</b>	<b>96,390</b>	<b>91,350</b>	<b>6,300</b>	<b>194,040</b>	<b>23.9</b>
東北	2	青森県	青森県自動車リサイクル協同組合	680	0	3,150	1,575	4,725	6.9
	3	岩手県	岩手県ELVリサイクル協議会	514	0	3,728	945	4,673	9.1
	4	宮城県	宮城県中古自動車解体 再生部品卸協同組合	461	0	4,200	1,260	5,460	11.8
	5	秋田県	秋田県自動車解体処理協同組合	387	0	2,751	945	3,696	9.6
	6	山形県	山形県自動車解体協議会	429	463	2,253	1,260	3,976	9.3
	7	福島県	福島県自動車リサイクル協同組合	277	0	10,500	945	11,445	41.3
	<b>東北ブロック合計</b>			<b>2,748</b>	<b>463</b>	<b>26,582</b>	<b>6,930</b>	<b>33,975</b>	<b>12.4</b>
関東(東)	8	茨城県	茨城県自動車リサイクル協同組合	3,163	0	14,532	2,415	16,947	5.4
	9	栃木県	栃木県自動車リサイクル協議会	402	4,765	14,606	4,200	4,765	11.9
	10	千葉県	千葉県自動車解体業協同組合	3,616	11,630		30,436	8.4	
	11	埼玉県	埼玉自動車解体事業協同組合	3,133	7,098	8,936	4,200	20,234	6.5
	12	東京都	東京自動車リサイクル協議会	1,158	5,104	6,531	2,520	14,155	12.2
	13	新潟県	新潟廃車処理協同組合	1,000	0	4,230	1,260	5,490	5.5
	<b>関東(東)ブロック合計</b>			<b>12,472</b>	<b>28,597</b>	<b>48,835</b>	<b>14,595</b>	<b>92,027</b>	<b>7.4</b>
関東(西)	14	山梨県	山梨県カーリサイクル協同組合	8,549	0	81,565	16,380	97,945	11.5
	15	静岡県	静岡県自動車解体業協同組合	2,622	10,953	27,170	5,985	44,108	16.8
	<b>関東(西)ブロック合計</b>			<b>11,171</b>	<b>10,953</b>	<b>108,735</b>	<b>22,365</b>	<b>142,053</b>	<b>12.7</b>
中部・北陸	16	富山県	富山県自動車解体部品組合	1,097	0	5,827	1,260	7,087	6.5
	17	石川県	石川県中古自動車部品組合	1,335	0	16,065	2,835	18,900	14.2
	18	岐阜県	岐阜県ELV協議会	1,814	0	8,190	1,260	9,450	5.2
	19	愛知県	ELV愛知リサイクル協会	1,305	0	7,350	4,410	11,760	9.0
	20		TMCA	148	0	2,992	945	3,937	26.6
	21	三重県	ELV三重	636	2,237	2,850	2,835	7,922	12.5
<b>中部・北陸ブロック合計</b>			<b>6,335</b>	<b>2,237</b>	<b>43,274</b>	<b>13,545</b>	<b>59,056</b>	<b>9.3</b>	
近畿	22	大阪府	大阪自動車リサイクル協同組合	1,069	0	14,800	3,465	18,265	17.1
	23	兵庫県	播磨自動車解体組合	264	0	2,400	945	3,345	12.7
	24	奈良県	奈良県ELVリサイクル協同組合	365	0	3,040	315	3,355	9.2
	<b>近畿ブロック合計</b>			<b>1,698</b>	<b>0</b>	<b>20,240</b>	<b>4,725</b>	<b>24,965</b>	<b>14.7</b>
中国・四国	25	島根県 鳥取県	山陰ELVリサイクル協議会	680	1,704	4,380	1,260	7,344	10.8
	26	岡山県	岡山県自動車リサイクル協同組合	986	0	5,135	1,260	6,395	6.5
	27	広島県	日本ELVリサイクル機構 広島県支部	240	9,000	4,800	1,890	15,690	65.4
	28	山口県	日本ELVリサイクル機構 山口県支部	542					
	29	香川県	香川県自動車リサイクル協同組合	352	1,830	3,465	2,205	7,500	21.3
<b>中国・四国ブロック合計</b>			<b>2,800</b>	<b>12,534</b>	<b>17,780</b>	<b>6,615</b>	<b>36,929</b>	<b>13.2</b>	
九州	30	福岡県	北九州ELV協同組合	313	0	6,420	1,260	7,680	24.5
	31	佐賀県	佐賀県自動車解体部品協同組合	842	0	4,500	945	5,445	6.5
	32	長崎県	長崎自動車中古部品卸売業組合	268	0	2,940	1,260	4,200	15.7
	33	熊本県	ELV熊本協同組合	982	3,255	7,035	3,150	13,440	13.7
	34	大分県	大分県ELV商業組合	358	0	20,055	1,260	21,315	59.5
	35	宮崎県	宮崎県ELV協同組合	360	2,880	3,840	1,260	7,980	22.2
	36	鹿児島県	鹿児島県ELV協同組合	349	0	5,827	1,890	7,717	22.1
<b>九州ブロック合計</b>			<b>3,472</b>	<b>6,135</b>	<b>50,617</b>	<b>11,025</b>	<b>67,777</b>	<b>19.5</b>	
沖縄	37	沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	2,395	0	42,126	945	43,071	18.0
	<b>沖縄ブロック合計</b>			<b>2,395</b>	<b>0</b>	<b>42,126</b>	<b>945</b>	<b>43,071</b>	<b>18.0</b>
<b>総計</b>				<b>51,225</b>	<b>157,309</b>	<b>449,539</b>	<b>87,045</b>	<b>693,893</b>	<b>13.5</b>

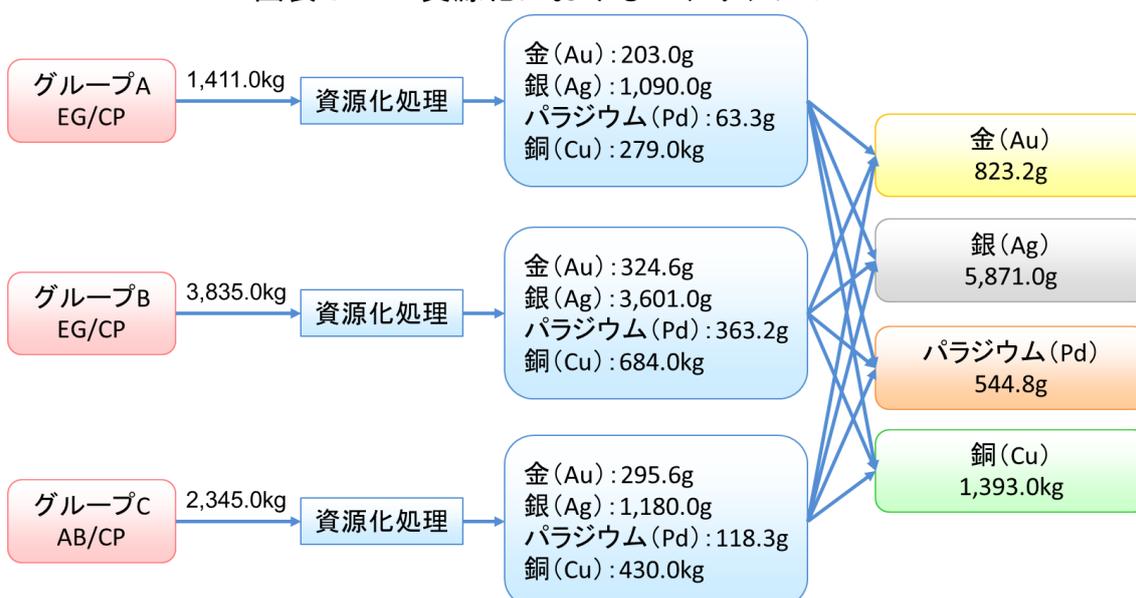
#### (4) 精錬業者による評価

回収した 3 つのグループのコンピューター基板は、すべて精錬業者（JX 金属商事 株式会社）へ引き渡され、グループごとに資源性評価が行われた。評価の結果を図表 3-10 に、マテリアルフローを図表 3-11 に示す。

図表 3-10 精錬業者による資源性評価の結果

		グループA (EG/CP)	グループB (EG/CP)	グループC (AB/CP)	合計
処理個数		9,673	19,952	21,600	51,225
受入数量(kg)		1,411.0	3,835.0	2,345.0	7,591.0
水分(%)		0.3%	0.5%	1.4%	0.7%
乾重量(乾鉱量) (kg)		1,406.8	3,815.8	2,312.2	7,534.8
乾重量(乾鉱量) (g/個)		145.4	191.2	107.0	147.1
金 (Au)	品位 (g/t)	151.9	90.5	134.6	115.0
	含有量(g)	213.7	345.3	311.2	870.2
	採取量(g)	203.0	324.6	295.6	823.2
	採取量(mg/個)	21.0	16.3	13.7	16.1
銀 (Ag)	品位 (g/t)	969.0	1,110.0	638.0	939.0
	含有量(g)	1,363.0	4,236.0	1,475.0	7,074.0
	採取量(g)	1,090.0	3,601.0	1,180.0	5,871.0
	採取量(mg/個)	112.7	180.5	54.6	114.6
パラジウム (Pd)	品位 (g/t)	75.0	136.0	85.3	109.0
	含有量(g)	105.5	518.9	197.2	821.7
	採取量(g)	63.3	363.2	118.3	544.8
	採取量(mg/個)	6.5	18.2	5.5	10.6
銅 (Cu)	品位 (%)	19.84	17.92	18.61	18.5
	含有量(kg)	—	—	—	—
	採取量(kg)	279.0	684.0	430.0	1,393.0
	採取量(g/個)	28.8	34.3	19.9	27.2

図表 3-11 資源化におけるマテリアルフロー



## 4 ネオジム磁石の回収事業

本機構は、平成 24 年度に、前述の貴金属等の回収事業に加え、ネオジム磁石の回収実験に取り組んだ。

この回収実験は、今後、ハイブリッド車（以下「HV 車」という）などが使用済自動車として排出される機会が増加するという予測のもと、HV 車のモーターに使用されているネオジム磁石の回収可能性を探ることを目的として実施した。

なお、ネオジム磁石は強力な磁力を持つため、保管や引き渡しをそのまま行うことが困難である。それゆえ、磁力を消すための消磁作業が必要となる。この消磁作業も含め、ネオジム磁石の回収が可能なのか検証を行った。

### 《実施内容》

1. ネオジム磁石を含む部品の解体
2. 消磁可能性の検証（バーナーでの加熱による消磁）
3. 再資源化の検討（磁石原料メーカーによる成分分析）

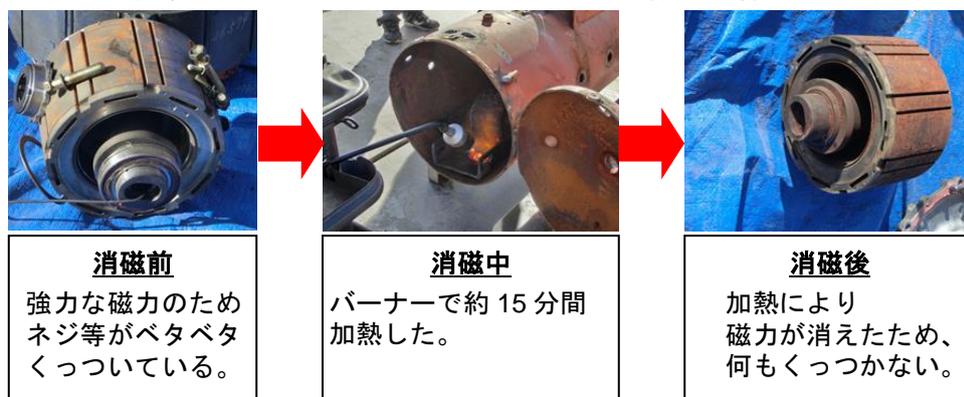
※トヨタプリウスにて実施

結果として、実施内容 1～2 により、解体・消磁作業は、解体業者によって可能であることが確認された。また、実施内容 3 により、ネオジム磁石の資源化を行うには、処理ロットとして 200kg\*の回収量が必要であることが明らかになった。

この結果を受け、回収作業の全国展開による回収量確保やそれに伴った全国への解体・消磁作業に関する技術研修などの必要性を認識した。

\* 磁石原料メーカー想定=HV 車 400 台分。（駆動モーターのみを回収した場合）

図表 4-1 バーナーでの加熱による消磁の様子



そのため、本年度のネオジム磁石の回収事業では、平成 24 年度事業の結果をふまえて、回収規模を全国に拡大した。また、作業者にとって見てわかりやすいという点から、動画にて回収マニュアルを作成し、全国の参加事業所へ作業内容の周知を図った。

## 4.1 実証事業内容

### (1) 回収物品

回収物品は、HV車のモーターに含まれるネオジム磁石を対象とした。

平成24年度事業におけるトヨタプリウスでの回収実験により、以下の回収方法によって適切にネオジム磁石を回収できることが実証されたため、本年度においても同様の回収方法で事業を実施した。

《回収方法：トヨタプリウスの場合》

#### 1. 分解

HV車からエンジンと一体化しているトランスミッションAssy\*（以下「ミッション」という）をそのまま取り外し、ミッションとエンジンを分離する。その後、ミッションからモーターを分離し、さらに、モーターからステーターとローターを分離する。

\* Assy=複数の部品が組み合わされたもの。

#### 2. 消磁

ネオジム磁石は、強力な磁力を持つので、そのままでは保管や引き渡しを行うことが困難である。このため、消磁作業が必要となる。本事業では、ネオジム磁石を含むローターをバーナーで加熱することにより、消磁を行った。（図表4-1参照）

#### 3. 磁石取り出し

バーナーによる加熱後、消磁が確認できたら、ローターを冷却し、そこからネオジム磁石を取り出す。

本年度は、トヨタプリウス以外の車種についても、幅広くネオジム磁石回収技術の検証を行うことを目標としていた。しかし、トヨタエスティマ・トヨタアクア・ホンダフィット・ホンダシビック・ホンダインサイトなど、一部地域にて作業を行ったものの、入庫台数が少なく、技術検証にまでは至らなかった。

今後は、プリウス以外の車種についても技術検証を行い、それぞれの車種に対応した回収方法を検討する予定である。

## (2) 回収目標

平成 24 年度事業により、ネオジム磁石の資源化を行うには、処理ロットとして 200kg の回収量が必要であることがわかった。このため、本年度は、ネオジム磁石の回収目標を 200kg 以上と設定した。

## (3) 作業期間

平成 25 年 11 月～平成 26 年 2 月の約 4 か月間で、分解・消磁・磁石取り出しといった一連の作業を各事業所において行った。

回収されたネオジム磁石は、平成 26 年 2 月 14 日までに磁石原料メーカーへの引き渡しがすべて完了した。

## (4) 磁石原料メーカーとの連携

本年度は、消磁されたネオジム磁石をまとめて磁石原料メーカーへ引き渡し、分析のうえ、単価 [kg] での買い取りという形をとった。

## (5) 回収マニュアルの作成

平成 24 年度事業により、回収作業の全国展開が必要であることがわかったため、全国の参加事業所へわかりやすく回収方法を伝えることを目的として、動画にて回収マニュアルを作成し、その動画を本機構のホームページ内会員専用ページに掲載した。(図表 4-2 参照)

動画の作成にあたっては、以下のとおり回収作業を実施し、その様子を撮影し、その撮影データをもとに編集作業を重ねて作成した。

### 《回収作業（動画撮影）概要》

#### 1. 日時

平成 25 年 9 月 25 日（水）13：00 ～

#### 2. 場所

株式会社 河村自動車工業 韮崎支店（山梨県韮崎市）

#### 3. 作業内容

分解・消磁・磁石取り出し（作業車種：トヨタプリウス）

※消磁作業では、廃車より回収した LP ガスを燃料とし、市販のガスバーナーと自作の加熱炉を使用した。

図表 4-2 ネオジム磁石回収マニュアル動画の概要

※作業前の注意※

ネオジム磁石は、磁力線エネルギーが強いため、バリアケースを開けると強力な磁力線が放射される。  
携帯電話・時計・ペースメーカー・電子機器などは影響を受けるため、**3m以内に近づけない**よう注意する。

1. トランスミッションAssy取付ボルトを外す。      2. エンジンとトランスミッションAssyを分離する。



3. トランスミッションAssyから駆動モーターと発電モーターを分離する。



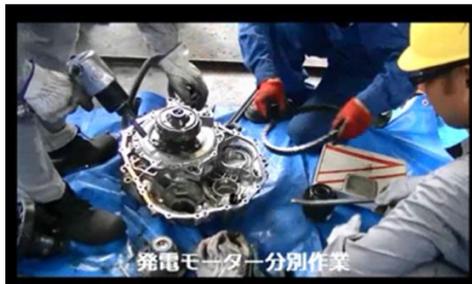
【↓駆動モーター】

【↓発電モーター】

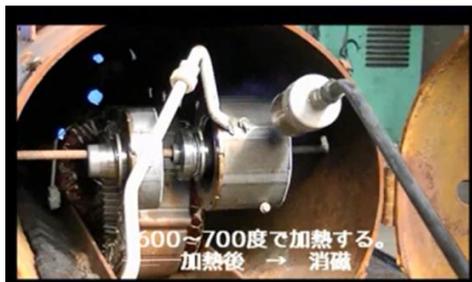


※駆動モーターはこの時点でステーターとローターに分離。

4. 発電モーターからステーターとローターを分離する。



5. 駆動モーターと発電モーターそれぞれのローターを加熱し、消磁を行う。



6. 消磁が終了したら、ローターをすぐに冷却し、冷却後、ネオジム磁石を取り出す。



## 4.2 実証事業結果

### (1) 参加事業所

本年度のネオジム磁石の回収事業では、平成24年度事業の結果をふまえて、回収規模を全国に拡大したところ、全国8ブロック26団体71事業所より参加があった。

都道府県組合別参加事業所数は、図表4-3のとおりである。

図表 4-3 都道府県組合別参加事業所数

ブロック	都道府県	地域団体	事業所数(社)	ブロック	都道府県	地域団体	事業所数(社)	
北海道	1 北海道	北海道自動車処理協同組合	10	近畿	18 大阪府	大阪自動車リサイクル協同組合	1	
	<b>北海道ブロック合計</b>				<b>10</b>	<b>近畿ブロック合計</b>		
東北	2 青森県	青森県自動車リサイクル協同組合	1	中国・四国	19 岡山県	岡山県自動車リサイクル協同組合	1	
	3 岩手県	岩手県ELVリサイクル協議会	2		20 山口県	日本ELVリサイクル機構 山口県支部	1	
	4 宮城県	宮城県中古自動車解体 再生部品卸協同組合	3		<b>中国・四国ブロック合計</b>			<b>2</b>
	5 秋田県	秋田県自動車解体処理協同組合	1	九州	21 福岡県	北九州ELV協同組合	3	
	6 福島県	福島県自動車リサイクル協同組合	2		22 佐賀県	佐賀県自動車解体部品協同組合	1	
	<b>東北ブロック合計</b>				<b>9</b>	23 熊本県	ELV熊本協同組合	1
関東(東)	7 茨城県	茨城県自動車リサイクル協同組合	3		24 大分県	大分県ELV商業組合	4	
	8 千葉県	千葉県自動車解体業協同組合	3		25 鹿児島県	鹿児島県ELV協同組合	1	
	9 埼玉県	埼玉自動車解体事業協同組合	6	<b>九州ブロック合計</b>			<b>10</b>	
	10 東京都	東京自動車リサイクル協議会	3	沖縄	26 沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	1	
<b>関東ブロック(東)合計</b>			<b>15</b>		<b>沖縄ブロック合計</b>			<b>1</b>
関東(西)	11 山梨県	山梨県カーリサイクル協同組合	8	<b>総計</b>				<b>71</b>
	12 静岡県	静岡県自動車解体業協同組合	2					
<b>関東ブロック(西)合計</b>			<b>10</b>					
中部・北陸	13 石川県	石川県中古自動車部品組合	1					
	14 岐阜県	岐阜県ELV協議会	3					
	15 愛知県	ELV愛知リサイクル協会	1					
	16 愛知県	TMCA	5					
	17 三重県	ELV三重	3					
<b>中部・北陸ブロック合計</b>			<b>13</b>					

## (2) 回収結果

回収重量・処理台数を都道府県組合別で図表 4-4 に示す。なお、これらの数値は、回収期間前のストック分を含むものとする。

全国での回収重量は、目標としていた 200kg という回収量を上回る 308.05kg であったが、引き渡した回収物品には、2.5%の異物が混入しており、それらを除いた磁石総回収重量は 300.30kg であった。

また、総回収重量 300.30kg のうち、40.30kg は磁力の残っている状態のもの（以下、「着磁品」という）であった。この着磁品については、磁石原料メーカーで加工費が生じるため、評価減につながる。着磁品が出た原因としては、消磁の定義があいまいであり、消磁作業が不十分のまま引き渡しが行われたということが考えられる。今後、消磁の定義や明確な確認方法を明らかにすることで問題を解決していく必要がある。

図表 4-4 都道府県組合別回収結果／ネオジム磁石

ブロック	都道府県	地域団体名	回収重量(kg)	処理台数(台)	ブロック	都道府県	地域団体名	回収重量(kg)	処理台数(台)	
北海道	1 北海道	北海道自動車処理協同組合	114.30	86	近畿	18 大阪府	大阪自動車リサイクル協同組合	15.00	10	
	北海道ブロック合計		114.30	86		近畿ブロック合計		15.00	10	
東北	2 青森県	青森県自動車リサイクル協同組合	6.40	6	中国・四国	19 岡山県	岡山県自動車リサイクル協同組合	1.40	1	
	3 岩手県	岩手県ELVリサイクル協議会	4.00	3		20 山口県	日本ELVリサイクル機構 山口県支部	7.60	7	
	4 宮城県	宮城県中古自動車解体 再生部品卸協同組合	3.30	3		中国・四国ブロック合計		9.00	8	
	5 秋田県	秋田県自動車解体処理協同組合	1.30	1	九州	21 福岡県	北九州ELV協同組合	4.10	3	
	6 福島県	福島県自動車リサイクル協同組合	2.70	2		22 佐賀県	佐賀県自動車解体部品協同組合	1.30	1	
	東北ブロック合計		17.70	15		23 熊本県	ELV熊本協同組合	2.70	2	
関東(東)	7 茨城県	茨城県自動車リサイクル協同組合	8.20	7		24 大分県	大分県ELV商業組合	11.80	6	
	8 千葉県	千葉県自動車解体業協同組合	11.60	8		25 鹿児島県	鹿児島県ELV協同組合	1.10	1	
	9 埼玉県	埼玉自動車解体事業協同組合	28.00	20	九州ブロック合計		21.00	13		
	10 東京都	東京自動車リサイクル協議会	6.90	5	沖縄	26 沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	2.90	2	
	関東ブロック(東)合計		54.70	40		沖縄ブロック合計		2.90	2	
関東(西)	11 山梨県	山梨県カーリサイクル協同組合	30.40	22	総 計				300.30	222
	12 静岡県	静岡県自動車解体業協同組合	3.50	3	関東ブロック(西)合計		33.90	25		
中部・北陸	13 石川県	石川県中古自動車部品組合	7.20	5	中部・北陸ブロック合計		31.80	23		
	14 岐阜県	岐阜県ELV協議会	4.20	3						
	15 愛知県	ELV愛知りリサイクル協会	1.10	1						
	16 三重県	TMCA	15.00	11						
	17 三重県	ELV三重	4.30	3						

図表 4-5 混入していた異物



図表 4-6 着磁品

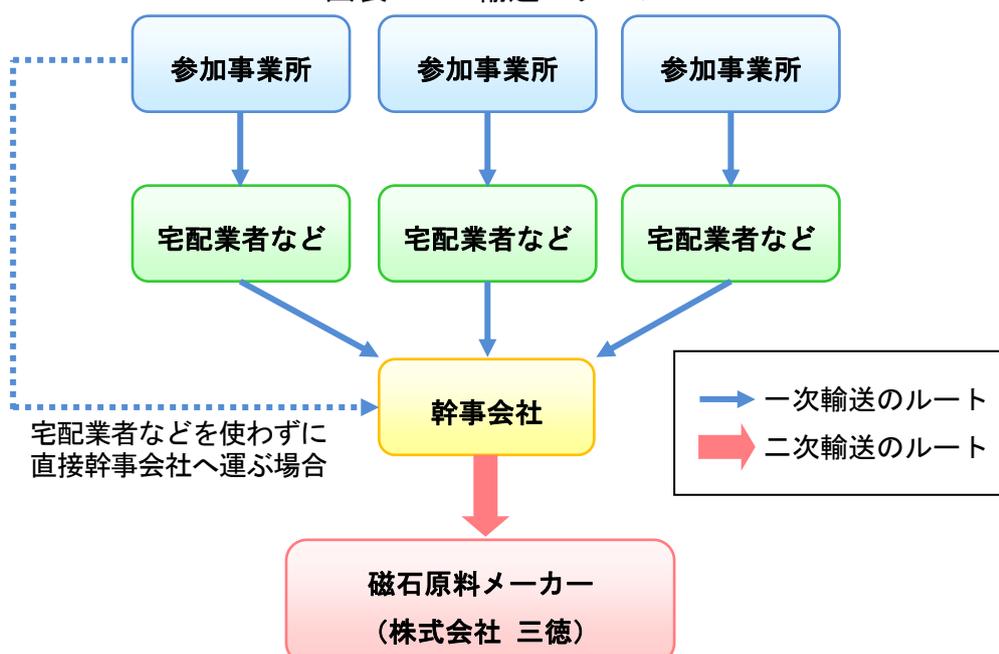


### (3) 輸送コスト

回収物品の引き渡しは、貴金属等の回収事業と同様の輸送パターンで行った。ただし、1つの都道府県組合で参加事業所が1社であった場合や磁石のみを手持ちで直接幹事会社へ持ち込んだ場合については、一次輸送費を計上していない。また、茨城県の組合にて、各参加事業所が1つの事業所にミッションを持ち寄って分解・消磁・磁石取り出しといった一連の作業をまとめて行ったという事例がある。この際、ミッションを持ち寄るために自社車両などを利用し、人件費や燃料費がかかったと考えられるが、この事例についても一次輸送費は計上していない。今後は、このような宅配業者などを利用しない輸送形態においても、実質的な負担としてコストを計上する必要がある。

なお、ネオジム磁石は、輸送時に擦れると、粉状になるとともに火花が発生し、発火する恐れがあるため、金属製のペール缶などに入れて輸送することとした。ペール缶などは廃品利用として考え、梱包材料費は計上しない。

図表 4-7 輸送パターン



図表 4-8 都道府県組合別輸送コスト

ブロック		都道府県	地域団体名	回収重量 (kg)	輸送費用		輸送コスト 合計(円)	平均輸送 コスト (円/Kg)
					一次輸送	二次輸送		
北海道	1	北海道	北海道自動車処理協同組合	114.30	11,340	11,340	22,680	198.4
	<b>北海道ブロック合計</b>			<b>114.30</b>	<b>11,340</b>	<b>11,340</b>	<b>22,680</b>	<b>198.4</b>
東北	2	青森県	青森県自動車リサイクル協同組合	6.40	0	840	840	131.3
	3	岩手県	岩手県ELVリサイクル協議会	4.00	0	500	500	125.0
	4	宮城県	宮城県中古自動車解体 再生部品卸協同組合	3.30	0	870	870	263.6
	5	秋田県	秋田県自動車解体処理協同組合	1.30	0	788	788	606.2
	6	福島県	福島県自動車リサイクル協同組合	2.70	0	870	870	322.2
	<b>東北ブロック合計</b>			<b>17.70</b>	<b>0</b>	<b>3,868</b>	<b>3,868</b>	<b>218.5</b>
関東 (東)	7	茨城県	茨城県自動車リサイクル協同組合	8.20	0	2,142	2,142	261.2
	8	千葉県	千葉県自動車解体業協同組合	11.60	0	551	551	47.5
	9	埼玉県	埼玉自動車解体事業協同組合	28.00	2,065	1,323	3,388	121.0
	10	東京都	東京自動車リサイクル協議会	6.90	1,386	780	2,166	313.9
	<b>関東ブロック(東)合計</b>			<b>54.70</b>	<b>3,451</b>	<b>4,796</b>	<b>8,247</b>	<b>150.8</b>
関東 (西)	11	山梨県	山梨県カーリサイクル協同組合	30.40	0	2,750	2,750	90.5
	12	静岡県	静岡県自動車解体業協同組合	3.50	1,380	640	2,020	577.1
	<b>関東ブロック(西)合計</b>			<b>33.90</b>	<b>1,380</b>	<b>3,390</b>	<b>4,770</b>	<b>140.7</b>
	13	石川県	石川県中古自動車部品組合	7.20	0	1,080	1,080	150.0
	14	岐阜県	岐阜県ELV協議会	4.20	0	903	903	215.0
	15	愛知県	ELV愛知りサイクル協会	1.10	0	462	462	420.0
			TMCA	15.00	0	525	525	35.0
	17	三重県	ELV三重	4.30	630	420	1,050	244.2
	<b>中部・北陸ブロック合計</b>			<b>31.80</b>	<b>630</b>	<b>3,390</b>	<b>4,020</b>	<b>126.4</b>
	18	大阪府	大阪自動車リサイクル協同組合	15.00	0	1,480	1,480	98.7
	<b>近畿ブロック合計</b>			<b>15.00</b>	<b>0</b>	<b>1,480</b>	<b>1,480</b>	<b>98.7</b>
	19	岡山県	岡山県自動車リサイクル協同組合	1.40	0	740	740	528.6
	20	山口県	日本ELVリサイクル機構 山口県支部	7.60	700	900	1,600	210.5
	<b>中国・四国ブロック合計</b>			<b>9.00</b>	<b>700</b>	<b>1,640</b>	<b>2,340</b>	<b>260.0</b>
九州	21	福岡県	北九州ELV協同組合	4.10	0	1,050	1,050	256.1
	22	佐賀県	佐賀県自動車解体部品協同組合	1.30	0	630	630	484.6
	23	熊本県	ELV熊本協同組合	2.70	0	840	840	311.1
	24	大分県	大分県ELV商業組合	11.80	0	788	788	66.8
	25	鹿児島県	鹿児島県ELV協同組合	1.10	0	787	787	715.5
	<b>九州ブロック合計</b>			<b>21.00</b>	<b>0</b>	<b>4,095</b>	<b>4,095</b>	<b>195.0</b>
沖縄	26	沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	2.90	0	600	600	206.9
	<b>沖縄ブロック合計</b>			<b>2.90</b>	<b>0</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>206.9</b>
<b>総計</b>				<b>300.30</b>	<b>17,501</b>	<b>34,599</b>	<b>52,100</b>	<b>173.5</b>

#### (4) 磁石原料メーカーによる評価

回収したネオジム磁石は、すべて磁石原料メーカー（株式会社 三徳）へ引き渡され、磁石原料メーカーにてサイズ大・サイズ小に分けて成分評価が行われた。（サイズ参考値：下表参照）

評価の結果を図表 4-9 に示す。

図表 4-9 磁石原料メーカーによる成分評価の結果

		サイズ大 (45×35×5)*	サイズ小 (36×30×5)*	平均値
処理台数 [台]		222		
回収重量 [kg]		300.3		
ネオジム (Nd)	品位 (%)	17.44	18.14	17.79
プラセオジム (Pr)	品位 (%)	5.10	5.38	5.24
ジスプロシウム (Dy)	品位 (%)	9.24	8.29	8.77

\* サイズ参考値:いずれも単位は[mm]である。

## (5) トヨタプリウス以外の車種での作業

本年度のネオジム磁石の回収事業において処理された車種は、ほとんどトヨタプリウスであった。しかし、回収技術の検証にまでは至らなかったものの、トヨタプリウス以外にもトヨタエスティマ・トヨタアクア・ホンダフィット・ホンダシビック・ホンダインサイトなどの車種について、ネオジム磁石回収作業を行った。

回収作業の結果、トヨタアクア以外は、ネオジム磁石回収マニュアル動画（トヨタプリウスでの作業をもとに作成したもの）を参考に、分解・消磁・磁石取り出しまでを行うことができた。トヨタアクアについては、福島県の組合で作業を行ったが、電磁鋼板と磁石の間の接着剤が非常に強力であったため、分離ができず、磁石を取り出すことができなかった。

今後は、このようなトヨタプリウス以外の車種における作業方法の開拓が課題となる。

図表 4-10 ホンダシビックでの作業の様子（磁石取り出し成功）



図表 4-11 トヨタアクアでの作業の様子（磁石取り出し失敗）



電磁鋼板と磁石を分離するため、バーナーを使用したら、磁石がボロボロになってしまった

### 結果

接着剤が強力で熱しても接着力が弱まらず、電磁鋼板と接着剤の分離ができなかったため、磁石の取り出しはできなかった。

## 5 事業性・環境負荷削減効果等の評価

本章においては、2章で説明した分類基準にもとづいて実施した3章の貴金属等の回収事業、ならびに4章のネオジム磁石の回収事業について、事業性と環境負荷削減効果を評価する。事業性の評価については、今回の実際の費用・便益をもとに検討を行い、問題点を整理する。そのうえで、事業の効率化については、6章において検討を行う。

### 5.1 事業性の評価

ここでは、2つの事業に関する事業性の評価を行う。なお、コンピューター基板・ネオジム磁石ともに引き渡しの時点で有価物となっていることから、解体業者において解体・回収を行った後、精錬業者または磁石原料メーカーまで運搬して引き渡しを行うまでを評価の対象とする。

#### (1) 費用・便益項目

この項目については、貴金属等の回収事業・ネオジム磁石の回収事業ともに同じであるため、以下にまとめて整理を行う。

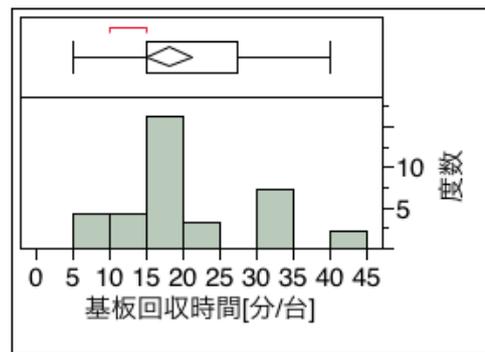
#### ■ 解体業者における追加的作業による費用 貴金属等の回収事業

エンジンコンピューター基板・エアバッグコンピューター基板については、解体時にこれらを取り出してケースから基板のみを分離し、さらにエンジンコンピューター基板については、これを2グループに分類するという作業が発生している。この作業において必要となる工具等については、特に専用の特殊工具を用いたという情報は得られなかったため、その費用は計上しない。より詳細な分析を進める際には、こうした費用も追加すべきではある。また、専用工具の導入によって作業時間が短縮されるのではないかとの情報が得られている。

よって、ここで検討すべきは基板回収・分別に要する人件費のみであると言える。

そこで、本事業に参加した事業所のうち 40 の事業所に対して、個別のアンケートにより、1 台あたりの基板回収時間の調査を実施した。図表 5-1 をみると、かなり分布に幅があることがわかるが、平均回収時間は 18.13 分（有効回答数 36 件）であった。平成 24 年度事業との比較のため、人件費単価を同様に 1,500 [円/時間] と仮定すると、人件費は 1 台あたり 453 円となる。ただし、作業台数が増加するにつれ、習熟が進むことで作業時間が短縮される可能性がある。そこで、それぞれの事業所における作業台数で重み付け平均値を算出したところ 16.38 分であり、1 台あたりの人件費は 410 円であった。

図表 5-1 基板回収時間の分布



(有効回答数 36 件)

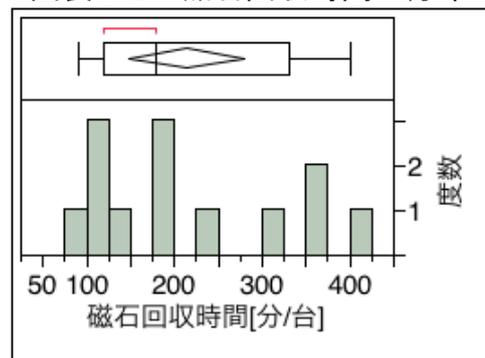
### ネオジム磁石の回収事業

ネオジム磁石の回収作業については、4 章の実証事業内容の項に詳しい記載があるが、まとめると、以下の 6 段階になる。

1. ミッション取り付けボルトを外す。
2. エンジンとミッションを分離する。
3. ミッションから駆動モーターと発電モーターを分離する。
4. それぞれのモーターをステーターとローターに分離する。
5. それぞれのローターを加熱し、消磁を行う。
6. 消磁終了後にローターを冷却し、磁石を取り出す。

ここで、工具については、基板回収と同様にすべて解体業者が保有しているものと仮定し、特に費用としては計上しない。消耗品としては、消磁作業に必要なガスバーナーの LP ガスということになるが、これについても廃車から回収された LP ガスを利用している場合がほとんどであるため、ここでは費用として計上しない。

図表 5-2 磁石回収時間の分布



(有効回答数 13 件)

よって、ここでも追加的に発生している費用は人件費だけであると言える。そこで、基板回収と同様のアンケートから図表 5-2 のような分布を得た。平均回収時間は 1 台あたり 213 分（有効回答数 13 件）であった。磁石については、習熟による作業時間の短縮効果はより大きいことが考えられる。そこで、基板の場合と同様に処理台数で重み付けした平均値を算出したところ 1 台あたり 183 分であった。

貴金属等の回収事業の場合と同様に、平成 24 年度事業との比較のため、人件費単価を 1,500 [円/時間] と仮定すると、人件費は 1 台あたりそれぞれ 5,325 円 (213 分の場合) と 4,574 円 (183 分の場合) となる。

なお、有効回答数が少ない理由については、「処理台数が少ないため、データが保管されていなかった」「回収時間の定義が誤解されていた」などといったことが挙げられる。

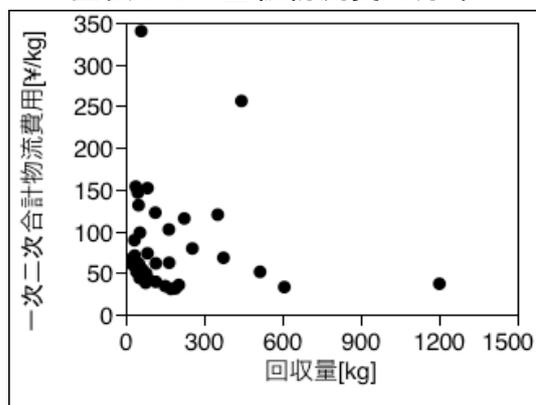
両事業ともに、回収時間にかかなりの幅があることから、ここを短縮することによって大きな費用削減が見込まれることがわかる。短縮の可能性については、6 章で検討を行う。

## ■ 物流費用

物流の設定については、貴金属等の回収事業・ネオジム磁石の回収事業ともに、各都道府県組合に委ねたため、地域内で集約をした後に精錬業者または磁石原料メーカーへ発送したものと各事業所から精錬業者または磁石原料メーカーへ直接発送したものがある。便宜的に集約するまでの物流を「一次物流」、集約後の物流を「二次物流」と呼ぶこととする。

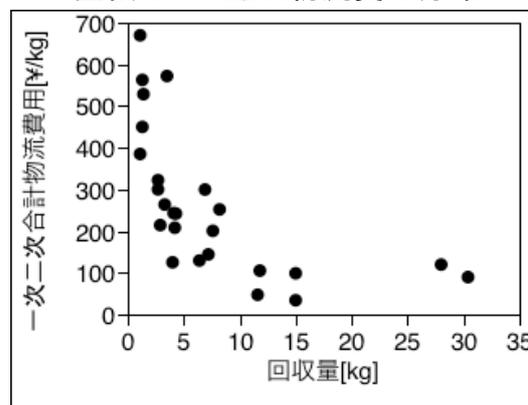
貴金属等の回収事業について、一次物流を実施した団体は 37 団体中 14 団体である。ネオジム磁石の回収事業については、26 団体中 6 団体であり、貴金属等の回収事業と比較すると相対的に少ない状況ではあったが、これは各都道府県組合の中でネオジム磁石の回収事業に参加した事業所の数が少なく、集約の必要があまりなかったためではないかと考えられる。

図表 5-3 基板物流費の分布



(有効回答数 37 件)

図表 5-4 磁石物流費の分布



(有効回答数 26 件\*)

都道府県組合別の物流費の単価 [kg] を図表 5-3 (有効回答数 37 件)、ならびに図表 5-4 (有効回答数 26 件\*) に示す。いずれの場合にもある程度の規模の経済性がみられることから、一定の回収量を集めることの重要性を改めて確認することができる。

\* 有効回答数：有効回答数は 26 件であるが、北海道地区において回収量が突出して多くかつ物流も地域特性から特殊であったため、他の地域と同様の傾向に従うとは考えられないために除いた。表示されている有効回答数は 25 件である。

## ■ 資源化価値

本事業においては、回収物品を精錬業者または磁石原料メーカーへ引き渡した時点で事業終了となる。よって、ここでの便益は精錬業者または磁石原料メーカーによる買取額に相当する。ここで、回収されたコンピューター基板及びネオジム磁石の買取業者による含有量の評価を図表 5-5 に示す。

図表 5-5 回収された基板及び磁石の評価

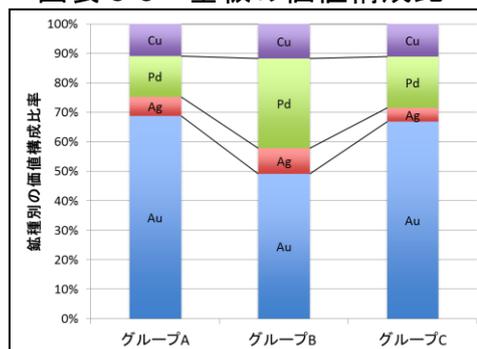
		基板				磁石		
		グループ A	グループ B	グループ C		大	小	合計
含有量	Au	152 ppm	91 ppm	135 ppm	Nd	17.4%	18.1%	17.8%
	Ag	969 ppm	1110 ppm	638 ppm	Pr	5.1%	5.4%	5.2%
	Pd	75 ppm	136 ppm	85 ppm	Dy	9.2%	8.3%	8.8%
	Cu	19.84%	17.92%	18.61%	—			

まず基板の組成をみると、グループ A 及びグループ B の間では、傾向として、事前に想定していたとおり、Pd について B > A、Au については逆の濃度の傾向がみられる。ただし、グループ A に含有される Pd の量については想定より多かった。これは、分類が不十分であった可能性があるため、今後の検討課題であると言える。

次に磁石の組成をみると、文献調査等から予測されていたものと概ね近い結果であると言える。図表 5-5 に「大」と「小」とあるが、これは買取側が用いている分類であって本機構が設定したものではなく、ここで言う大小のサイズと使用されている部分について一意には言えない。車種によって駆動用モーターに用いられる磁石が比較的大きい場合があるが、車種によっては駆動用モーター・発電用モーターともに比較的小さいサイズの磁石であることもある（解体現場において目視で確認している）。本事業で回収された磁石に限れば、その含有量に大きな違いがあるわけではなく、大小による分類は必要ではないことがわかった。ただし、磁石の素材技術の革新により、Dy の含有量が下がるなどの変化が今後起こる可能性はある。そうした場合には再度検討が必要となる可能性が考えられる。

改めて基板について、歩留まり・本事業における評価単価などを考慮したうえで、各グループの評価について、鉱種別の構成を図表 5-6 に示す。ここからもわかるように、Pd はグループ B が突出して大きく、Pd 高濃度基板をグループ B として抽出する作業は、一定の成果を得たと言える。

図表 5-6 基板の価値構成比



他方で、グループ A の Pd 濃度は想定よりも高く、これが分類不十分であるためなのか、こちらが想定していた以外の部品に含有されているために起こった結果なのかは、今後の検討が必要である。もしグループ A が分類不十分であったのではなく、これが正しい結果であるならば、グループ C とグループ A は、まとめてもよい可能性がある。ただし、図表 5-5 からわかるように、A と C はこれらの金属間の構成比率としては非常に近いが、C の方が全体として薄い傾向があることは注意が必要である。

磁石に関しては、歩留まりなどの詳細なデータは得られなかったため、最終的な評価額のみを次節に示す。

## (2) 経済性評価のまとめ

図表 5-7 に本事業の経済性評価のまとめを示す。基板の 1 個あたりの評価額はグループ B がグループ A よりも高くなっているが、これは 1 個当たりの重量がグループ A よりも大きいためである。一方、重量あたりの評価額を計算してみると、グループ A は約 680 [円/kg]、グループ B は約 580 [円/kg] となり、グループ A の方がグループ B よりも高い。

図表 5-7 本事業の経済性評価のまとめ

		基板				磁石	
		グループA	グループB	グループC	合計	合計	
回収数=Q 基板：[個] 磁石：[台]		9,673	19,952	21,600	51,225	222	
回収重量 [kg]		1,416.0	3,814.0	2,321.0	7,551.0	-	
買取評価=B [円]		965,000	2,227,000	1,435,000	4,627,000	830,804	
1 個・台あたり		100	111	66	90	3,742	
1kg あたり		681	584	618	613	-	
費用 [円]	現場	人件費*=C <sub>LA</sub> (Q × L <sub>h</sub> × C <sub>LU</sub> )	2,192,144	4,521,622	4,895,100	11,608,866	1,182,150
	物流	一次=C <sub>LO1</sub>	-	-	-	157,309	17,501
		二次=C <sub>LO2</sub>	-	-	-	449,539	34,599
	費用合計=C (C <sub>LA</sub> + C <sub>LO1</sub> + C <sub>LO2</sub> )		-	-	-	12,215,714	1,234,250
B/C		-	-	-	0.379	0.673	

\* L<sub>h</sub> : 人件費単価 (1,500 [円/時間])

C<sub>LU</sub> : 1 単位あたり必要作業時間 (基板 : 18.13 [分/台]、磁石 : 213 [分/台])

※ネオジム磁石の単価 [kg] については、取引上の重要な情報であるため、明記は避ける。

事業の採算性という意味では、買取評価額（B）を本事業のために生じた追加的費用の合計（C）で割った  $B/C$ （費用便益比）が簡易的な評価指標となると考えられるが、見ればわかるように、大きく 1 を下回っている。そこで費用の内訳を点検すると、そのほとんどが解体現場における人件費である。図表 5-7 では、必要作業時間にヒアリングから得られた単純平均値である基板 18.13 [分/台]、磁石 213 [分/台] をそれぞれ用いているが、処理台数で重み付けした値である基板 16.38 [分/台]、磁石 183 [分/台] を用いると、 $B/C$  はそれぞれ基板 0.417、磁石 0.778 まで改善される。こうしたことから作業に対する習熟とこれによる時間短縮が重要であるとわかる。その方策については 6 章で検討を行うが、その余地があることは前節の回収時間の分布からみてとることができる。

## 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、平成 24 年度までの事業との比較の意味も込め、システム境界等をまったく同様に設定して行う。すなわち、本事業による環境負荷削減効果は、本事業から回収された部品からリサイクルされた金属が、天然資源由来で製造された場合と本事業を通してリサイクルによって製造された場合の差によって求められる。ここで、CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果と TMR と呼ばれるマテリアルフロー分析に由来する指標を用いることとする。

ただし、いずれの評価においても磁石に関しては簡易的な分析にとどめる。理由は前節の事業性の評価に示したとおり、プロセスの実収率が公開されていないために最終的に得られる金属量がわからないこと、さらに CO<sub>2</sub> 排出量原単位などの評価に必要なインベントリデータ等が得られなかったことによる。

### (1) 環境負荷削減効果の推定の仮定

#### ■ CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の仮定

以下のような仮定にもとづき、本事業による CO<sub>2</sub> 排出量の推計を行う。なお、物流について、本事業では費用のみを事後的に調査しており、輸送距離等は把握していないため仮定する必要があるが、ここについても平成 24 年度事業における評価<sup>(1)</sup>に倣って行うものとする。必要となる原単位を図表 5-8 に示す。

- ▶ 参加事業所における作業: 追加的に発生している作業はすべて手解体であるとし、CO<sub>2</sub> 排出量は 0 とする。
- ▶ 一次物流: 平均輸送距離 50km、使用車両 4 トン車 (積載率 75%)
- ▶ 二次物流: 平均輸送距離 500km、使用車両 10 トン車 (積載率 75%)
- ▶ 素材回収: 通常非鉄製錬において、鉱石と同時に投入され回収されるものと仮定するため、天然資源由来の製造過程における精錬部分と同様と考える。

<sup>(1)</sup> 平成 24 年度自動車リサイクル連携高度化事業報告書(日本 ELV リサイクル機構)  
原単位データは、カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム 基本データベース

図表 5-8 利用した CO<sub>2</sub> 排出量原単位

リサイクル			天然資源				
物流	一次物流	0.234	kg-CO <sub>2</sub> eq/t・km	採掘～精錬	Au	28	kg-CO <sub>2</sub> eq/kg
	二次物流	0.128			Ag	26.8	
素材回収 (精錬のみ)	Au	25.3	kg-CO <sub>2</sub> eq/kg		Pd	594	
	Ag	24.1			Cu	3.67	
	Pd	591.3		—			
	Cu	0.92		—			

■ TMR 削減効果の推定における仮定

TMR (Total Material Requirement : 関与物質総量) とは、マテリアルフロー分析のコミュニティによって提案された考え方であり、いわゆる「隠れたフロー」を定量化することに特徴を有する。原単位的に扱うならばエコロジカルリユクサックに非常に近い概念であり、例えば「銅地金 1ton」を「その背後で我々の社会が環境に対して行った改変量」に変換する。つまり、鉱山におけるズリや尾鉱などを含めた量<sup>(2)</sup>である。よって、天然資源において品位が低い金属ほどこれは大きく評価される傾向があり、貴重な資源を使うことの意味を示しているとも言え、資源端重量などと呼ぶ場合もあるようである。平成 24 年度事業では TMR ベースのリサイクル率を算出しているが、本事業では単純に TMR の削減効果をみることにする。ここで用いる TMR の係数 (1ton の金属を製造する場合の TMR [ton]) を図表 5-9 に示す。

図表 5-9 貴金属回収にかかる TMR 係数<sup>(3)</sup>

元素	TMR 係数 [kg/kg]
Au	1,100,000
Ag	4,800
Pd	810,000
Cu	360
Nd	3,000
Pr	8,000
Dy	9,000

(2) 正確には、例えば銅の場合、銅鉱山におけるズリだけではなく、これを製錬する過程で用いられるエネルギー資源に付随する隠れたフロー、例えば石炭火力発電所由来の電力を用いるのならば、その石炭の背後にあるボタの量まで含む。

(3) 「資源端重量(TMR: Total Material Requirement)」材料環境情報 データ No.18 (独)物質・材料研究機構

## (2) 環境負荷削減効果の推定結果

前節に示した仮定にもとづき、環境負荷削減効果を定量化する。まず貴金属等の回収事業に関する CO<sub>2</sub> 排出量削減効果を図表 5-10 に示す。

図表 5-10 CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の推定結果 [kg-CO<sub>2</sub>eq]

		グループ A	グループ B	グループ C	合計
物流	一次物流	16.57	44.62	27.16	88.35
	二次物流	90.62	244.10	148.54	483.26
素材回収	Au	5.14	8.30	7.48	20.91
	Ag	26.27	81.63	28.43	136.33
	Pd	37.43	184.11	69.97	291.52
	Cu	256.78	629.09	395.88	1,281.74
天然資源	Au	5.68	9.19	8.28	23.15
	Ag	29.22	90.78	31.62	151.61
	Pd	37.60	184.95	70.29	292.85
	Cu	1,024.33	2,509.51	1,579.20	5,113.05
削減量	合計	664.02	1,602.58	1,011.93	3,278.53
	1 個あたり	0.07	0.08	0.05	0.06

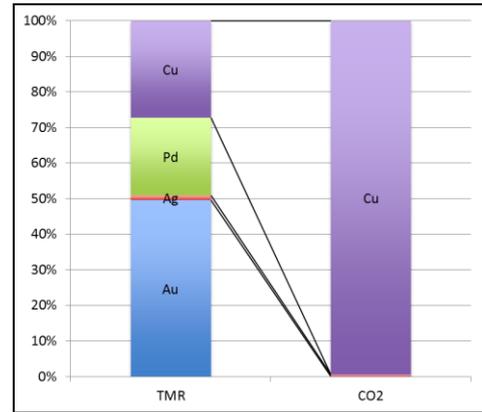
基板回収による CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果は、基板 1 個あたり 0.06 [kg-CO<sub>2</sub>eq] となった。各グループの差異を見ると、削減効果の高い順にグループ B > A > C となった。平成 24 年度事業は基板にさらにカプラーからの銅回収をあわせ、車 1 台あたり 0.129 [kg-CO<sub>2</sub>eq] の削減効果と評価している。

本年度事業においては、基板の回収に際して、ロットの確保を最大の目的としたため、必ずしも 1 台の車からエンジンコンピューター基板とエアバッグコンピューター基板をセットで回収するように指示していない。よって、基板の回収個数は把握しているが、そのために回収された車の台数は補足しておらず、車 1 台あたりという整理は行えない。仮に車 1 台に、エンジンコンピューター基板とエアバッグコンピューター基板がそれぞれ 1 個ずつあるとすれば、0.12 [kg-CO<sub>2</sub>eq] の削減効果となり、概ね同じ結果を得る。また、事業全体としては 3,279 [kg-CO<sub>2</sub>eq] の削減効果を得た。

次に TMR 削減効果を考える。TMR を環境影響指標として解釈する場合には、素材を得るためにどの程度環境を改変したのかという一次近似的な粗い指標として解釈すればよい。そこで、今回は単純に天然資源由来で同量の金属を製造した場合の TMR が削減されると考えた。その場合、基板 1 個あたり 27g 程度の金属を回収しており、その大半は Cu であるが、TMR としてみれば 36kg の環境改変を回避できることになる。

TMR と CO<sub>2</sub> 排出量双方の削減効果を定量化することの意味は、図表 5-11 にみることができる。繰り返し述べてきたとおり、重量ベースで見ると回収される金属のほとんどが Cu であるため、CO<sub>2</sub> 排出量削減への寄与も、そのほとんどは Cu である。ところが、TMR の削減量をみると、天然資源の鉱石品位の低さから、Au や Pd の寄与が大きなものとして評価される。

図表 5-11 環境負荷削減効果への寄与度



こうした比較から、本事業による貴金属回収は、CO<sub>2</sub> 排出量削減という効果では Cu が主体にみえるものの、本来の目的である貴金属の回収が環境負荷削減に大きく貢献することがわかる。

続いて、ネオジム磁石の回収事業の環境負荷削減効果を見るが、本事業の中では、磁石原料メーカーがどのような採収率で素材回収を行っているかなどの情報を得ることができなかった。また、レアアースについては、天然資源開発における環境影響の評価が非常に難しいことはよく知られている。そこで、間接的な情報をもってこれを整理するにとどめておく。

我が国の製造業は、LCA に非常に熱心に取り組んでおり、そこで用意されている磁石製造の LCA データは 100g のネオジム磁石 1 つあたり 13.7 [kg-CO<sub>2</sub>eq] の地球温暖化ガス排出がなされるというものである。ここで本事業において回収された磁石をみると、大きなもので 1 個 70g 程度、小さなものでは 40g 程度であり、車 1 台あたりの平均磁石回収重量は 1.35kg であった。よって、最大では 184.95 [kg-CO<sub>2</sub>eq] の地球温暖化ガス削減効果が見込まれる。実際には、リサイクルプロセスもかなりのエネルギー消費を必要とすることから、これほど大きな削減量を見込むことはできないが、最大値としてはこの値を考えることができる。

また、貴金属の場合と同様に TMR について考えてみると、先ほどの 1.35kg の磁石には今回評価対象となる Nd、Pr、Dy の 3 つのレアアースが 0.4kg 含まれており、事業全体では 96g のレアアースが回収対象となる。ここで採収率を 100% と仮定すれば、96kg のレアアース回収によって 504ton の TMR を削減することになる。TMR にせよ CO<sub>2</sub> 排出量にせよ、基板と比較して磁石回収の環境負荷削減効果は小さくない。そのうえ、ここ数年で我々が経験してきたレアアースの供給不安定性を思えば、このリサイクルは促進する価値のあるものである。

### (3) 国内資源循環の促進効果

本事業の背景には、自動車由来の基板に限らず、いわゆる e-waste と呼ばれる電気電子機器廃棄物の望ましくない国際資源循環の存在があった。また、自動車については、自動車そのまま、または、部品形態での輸出も知られており、必ずしも国内の資源循環に乗らない部分もある。そのメリット・デメリットの検討は、本事業の範囲を超えるが、本事業を大規模に展開できた場合に、どの程度の国内資源循環が拡大されるのかという検討を行うことは、有意義なことであると考えられる。

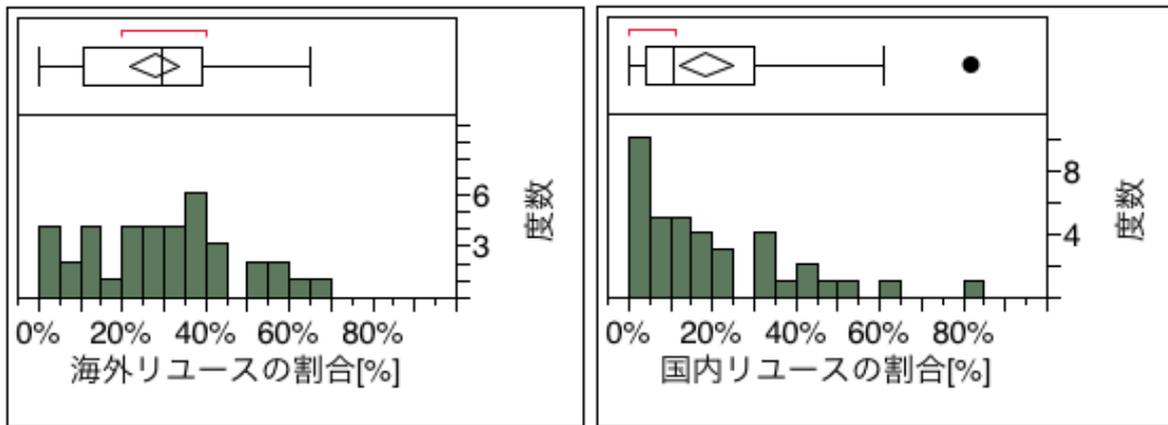
そこで、本事業に際して、回収作業時間などとともに、エンジンコンピューターやネオジム磁石に関する部品、スクラップ類の通常の出荷先について調査を行った。具体的には、ガソリン自動車及び HV 車について、それぞれ次のようなルートを示し、その割合を調査した。提示したルートは、図表 5-12 のとおりである。

図表 5-12 リユースの分類

ガソリン自動車		ハイブリッド自動車	
コンピューター 付きエンジン	1 海外リユース	リユース	1 海外リユース
	2 国内リユース		2 国内リユース
コンピューター なしエンジン	3 海外リユース	リサイクル	3
	4 国内リユース		
コンピューター のみ	5 海外リユース		
	6 国内リユース		
すべてリサイクル	7		

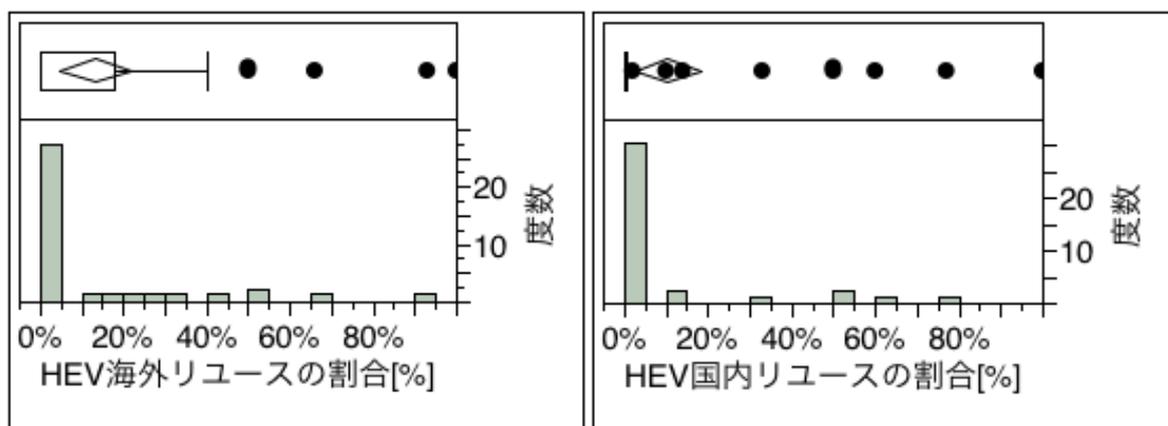
ガソリン自動車のエンジンコンピューターに関して 7 つの選択肢、HV 車に関して 3 つの選択肢を提示し、それぞれにどの程度の比率で出荷しているのかを各事業所に尋ねた。調査対象は 40 事業所であるが、そのうち 2 事業所は実績不足等の理由から回答が得られなかったため、有効回答数は 38 事業所である。

図表 5-13 事業所ごとの海外・国内リユースへの出荷割合の分布



まず、ガソリン自動車について、海外リユース（図表 5-12 中の 1 + 3 + 5）、国内リユース（図表 5-12 中の 2 + 4 + 6）の比率の分布を図表 5-13 に示す。国内リユースについては、ほぼないと答えている事業所が圧倒的に多いのに対し、海外リユースについては、事業所によって回答はマチマチである。平均して 27.9%程度の関連部品が海外にリユースという形で出荷されている。エンジンコンピューターのリユース目的での輸出（図表 5-12 中の 1 + 5）に絞れば、平均で 21.9%である。また、分布形状は、図表 5-13 にみられる海外リユースのそれに非常に近い。よって、この 21.9%は確実に海外に輸出されていることがわかる。また、分布からわかるように、輸出をほぼ行っていない事業所と海外リユース向けの輸出が多い事業所がある。海外リユース向けの輸出が多い事業所が、本事業の結果を受け、国内リサイクル向けの出荷比率を上げるならば、国内資源循環の促進効果が期待できる。

図表 5-14 HV 車の海外・国内リユースへの出荷割合



HV車についても図表 5-14 示すが、これは国内外を問わずリユースの比率は高くない。ただし、別途聞き取り調査等を行った結果、高値でパーツの引き取りが行われるという回答もあり、これについては精査が必要であると考えられる。実際に、事業所の数としては少ないが、非常に高い比率で海外リユース向け輸出があると回答している事業所もある。

#### **(4) 本章のまとめ**

本章の結論としては、本事業そのものの採算としては赤字であったこと、ただし、そこから得られる環境負荷削減効果は高く、また、潜在的に国内資源循環を拡大する可能性もあることが示された。つまり、本事業の持つ社会的意義は極めて大きい。よって、本事業で得られた知見をもとに、期間限定の事業から、どのように効率的かつ永続的な回収システムへと拡大していくのかが今後の課題であると言える。これについては、6章において検討を行う。

## 6 効率的な回収システムの検討

5章において、本事業単独の採算が赤字であったこと、ただしその赤字の要因は人件費であることを示した。そのうえで、環境負荷削減効果や国内資源循環の促進の可能性を鑑み、システムの効率化を検討する。本章では、基板と磁石それぞれに分けたシステムの効率化を検討した後、システム全体としての検討を行う。ここで、採算の図表 5-7 を再掲しておく。

図表 5-7 本事業の経済性評価のまとめ（再掲）

		基板				磁石		
		グループA	グループB	グループC	合計	合計		
回収数=Q 基板：[個] 磁石：[台]		9,673	19,952	21,600	51,225	222		
回収重量 [kg]		1,416.0	3,814.0	2,321.0	7,551.0	-		
買取評価=B [円]		965,000	2,227,000	1,435,000	4,627,000	830,804		
1個・台あたり		100	111	66	90	3,742		
1kgあたり		681	584	618	613	-		
費用 [円]	現場	人件費*= $C_{LA}$ ( $Q \times L_h \times C_{LU}$ )		2,192,144	4,521,622	4,895,100	11,608,866	1,182,150
	物流	一次= $C_{LO1}$		-	-	-	157,309	17,501
		二次= $C_{LO2}$		-	-	-	449,539	34,599
	費用合計=C ( $C_{LA} + C_{LO1} + C_{LO2}$ )		-	-	-	12,215,714	1,234,250	
B/C		-	-	-	0.379	0.673		

\*  $L_h$  : 人件費単価 (1,500 [円/時間])

$C_{LU}$  : 1単位あたり必要作業時間 (基板 : 18.13 [分/台]、磁石 : 213 [分/台])

※ネオジム磁石の単価 [kg] については、取引上の重要な情報であるため、明記は避ける。

## 6.1 基板回収の効率化の検討

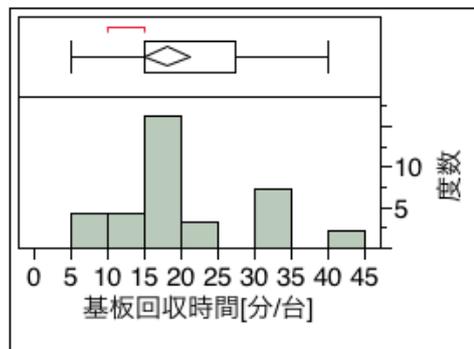
前ページに示した本事業の採算性の検討結果から、基板回収にかかる費用の95%は解体現場における人件費であるとわかる。そこで、まず  $B/C=0.379$  を1にするために人件費がどの程度まで抑える必要があるかを検討すると、1台あたり18.13分であったコンピューター基板回収のための作業時間を6.28分に圧縮し、人件費を35%に圧縮すればよいことが明らかとなった。この結果を図表5-1(再掲)をみながら確認すると、一部の事業所においてはすでに実現されている数字であることがわかる。

これを事業検討委員会の一部メンバーに確認したところ、この18.13分という時間は通常の作業の中で並行して行うのではなく、すべての作業の手を止め、基板回収だけを別途行った場合にかかる時間であって、この作業を定常の解体作業の一連の中に組み込むならば、6分程度までの短縮は実現可能であるとの意見が聞かれた。よって、基板取り外し作業・分類作業の短時間化を行うことで、本事業で試行的に実施した貴金属回収を目的とした基板分類回収・リサイクルは実施可能であると言える。

基板回収における費用項目が、基板の分類回収作業と物流のみであることから、人件費以外の効率化の対象は、物流費用となる。改めて物流費を検討すると、1kgあたりの平均費用は一次物流が20.9 [円/kg]、二次物流が59.6 [円/kg] であり、合計すると80.5 [円/kg] となった。

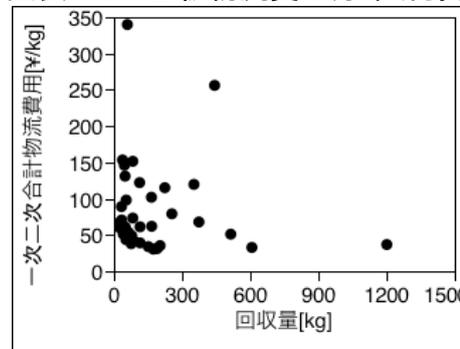
図表5-3(再掲)に示した基板物流費の分布をみると、回収量に対してある程度の規模の効果がみられる。本事業においては、多くの事業所が回収した基板を段ボール箱で梱包し、宅配業者などに依頼して精錬業者へ輸送している。現時点で考えられる規模の輸送量であれば、こうした物流の手段は極めて現実的なものであった。集約した際に非常に大きな量を集めることに成功した地域では、フレコンバッグでの輸送を行ったケースもある。

図表 5-1 基板回収時間の分布(再掲)



(有効回答数 36 件)

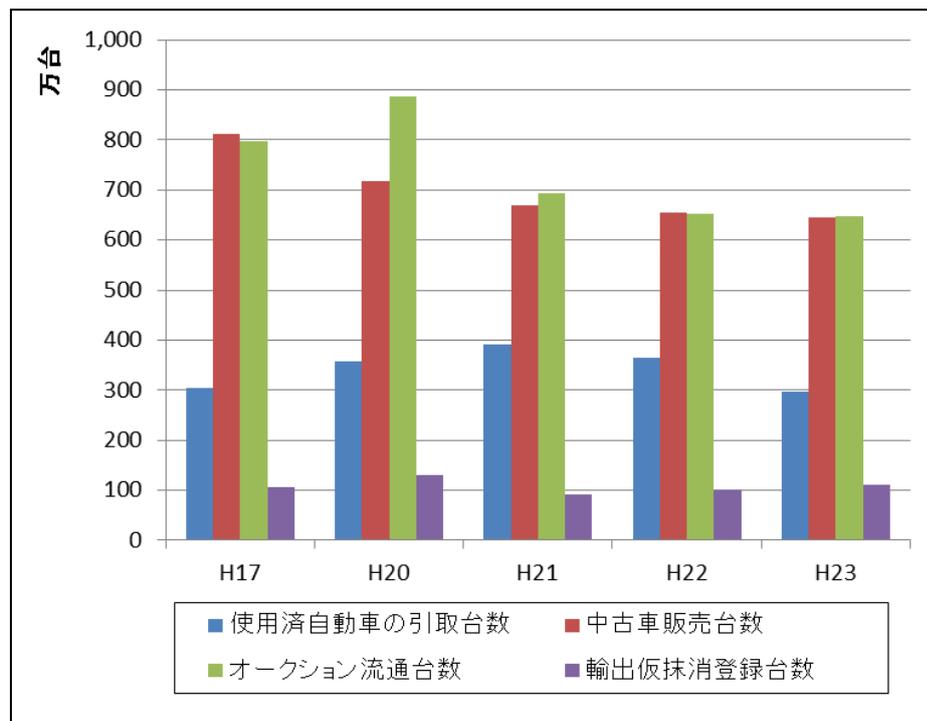
図表 5-3 基板物流費の分布(再掲)



(有効回答数 37 件)

非常に粗い計算として、図表 6-1<sup>(4)</sup>を参考に、自動車リサイクル法の枠組内での年間解体台数を、ここ 4 年間の平均引取台数から 350 万台とする。本機構は、機構としての年間解体台数の捕捉は特に行っていないが、関係者に対するヒアリングなどから、自動車リサイクル法の枠組内での年間解体台数全体の 50%には到達しない 45%程度であるといった情報があるため、ここでは仮に機構としての年間解体台数を 157 万台とする。この 157 万台すべての自動車から、グループ A もしくはグループ B に属するエンジンコンピューター基板 1 個とグループ C に属するエアバッグコンピューター基板 1 個が回収されるとする。エンジンコンピューター基板が 1 個 150～200g 程度、エアバッグコンピューター基板 1 個が 100g 程度であるから、あわせて 250g 程度の基板が回収されるとすると、機構全体での年間の基板回収量は 400ton 弱である。ここで、本機構の会員数が 600 社程度であるので、1 事業所における回収量は 1 年間で 1ton に及ばないことがわかる。

図表 6-1 使用済自動車の動向



精錬業者と定期的にかつ安定的に取引を行うために、例えば 1 か月に 1 度の納入を行うとすれば、実際には事業所における規模の大小があるとしても、平均では 1 回 0.05 ton 程度の納入量となることから、個々の事業所が個別に取引を行うことは難しく、物流費が低減する可能性も低い。よって、ブロック単位での集約、最低でも都道府県組合単位での集約が必要になる。

<sup>(4)</sup> 自動車リサイクルの実施状況 最新の実施状況による。  
<http://www.env.go.jp/recycle/car/situation1.html>

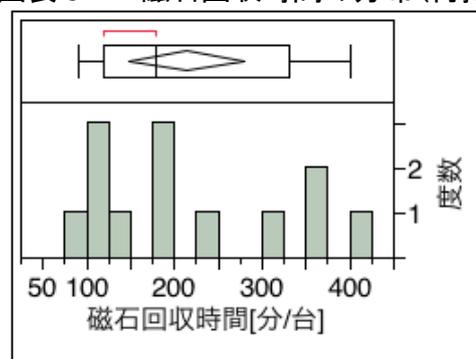
本節の結論としては、高品位基板（エンジンコンピューター、エアバッグコンピューター）からの貴金属等の回収事業を軌道に乗せるためには、以下の2点について検討を行う必要がある。

- 基板の分類回収にかかる時間を3分の1程度に縮めることで黒字転換することができる。
- ブロック単位での効率のよい物流システムを構築することで、物流費を低下させることができる。
  - 回収可能量の最大値が、個々の事業所でいうと平均で年間1tonに及ばないことから、取引を成立させるためにもブロック単位等での集約は必要不可欠である。
  - ただし、物流の効率を上げるためには、基板や磁石などの回収物品を可能な限り混載し、積載率を向上することも重要である。  
これについては6.3節において言及することとする。

## 6.2 磁石回収の効率化の検討

磁石についても、基板の場合と同様に費用の内訳をみると、磁石回収のために必要な追加的費用について、人件費の占める割合は 96%であり、ほぼ基板と変わらない。その理由は、経済性評価で用いた 1 台あたり 213 分という追加的作業時間にある。ここで図表 5-2 (再掲) をみると、この 213 分という作業時間は平均値ではあるものの、この作業時間の分布はかなりの幅があることがわかる。

図表 5-2 磁石回収時間の分布(再掲)



(有効回答数 13 件)

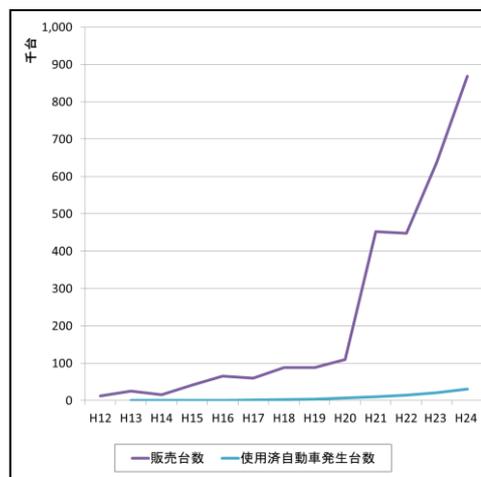
そこで、本事業において多くの HV 車の処理を行った 2 事業所へ個別にヒアリングを実施したところ、ほぼ同じ回答を得た。すなわち、経済性の評価において述べたとおり、ネオジム磁石回収作業を「解体 → 加熱・消磁 → 磁石取り出し」といった大きく 3 段階に作業を分けた場合、作業の習熟によって、解体と磁石取り出しの作業時間を 30~40 分程度にまで短縮することが可能であり、かつ、車種によって多少変わるものの、消磁のために必ず 20~30 分の加熱時間が必要であるという回答であった。なお、「習熟」については、1 車種につき、10 台程度の解体を行うことで、概ねこの程度の時間が実現されるようである。また、現在車種別の解体の知見を集約しているところであるが、加熱を行った後急冷した方が磁石を取り出しやすかった事例、逆に放置した方がよかった事例など、適切な解体方法は車種によって様々であるといった知見が集まりつつある。

こうした情報をふまえつつ、作業時間の短縮だけで採算を黒字化するために許容可能な磁石回収時間を求めたところ、140 分であることがわかった。これは先ほどの知見でいう解体及び磁石取り出しのための必要作業時間と消磁作業の時間は最大で 40 分と 30 分、すなわち合計 70 分までは短縮できることから加熱後の冷却時間等を勘案しても黒字化は可能である。しかし、レアアース類の価格の大きな不安定性を思えば、できるだけ経済性は高いものにすることが、安定的な資源循環につながる。

また、基板と同様に、効率のよい物流システムの構築も重要であり、磁石は車種によって効率的な解体作業方法が違うことなどを考えれば、基板と比べ、集約する価値が高いものと考えられる。

もう一つ考えなければならないのは、図表 6-2 に示した<sup>(5)</sup>が、昨今急速に HV 車の販売台数は増えているものの、使用済自動車の発生台数は極めて少ないという点である。通常の研究事例に倣い、寿命分布にワイブル分布をあてはめ、使用済自動車発生台数を予測したところ、平成 24 年度で 31,000 台に過ぎない。販売台数の推移からわかるように、爆発的に販売が伸び始めたのが平成 20 年であることを考えれば、使用済自動車の発生台数が急激に増加するまでには、まだ時間がかかることが予測される。

図表 6-2 HV 車の販売台数と使用済自動車の発生台数予測



HV 車における使用済自動車発生台数が全国で年間 31,000 台だとすると、本機構全体での解体台数は 15,000 台程度、各事業所単位では平均で年間 20 台程度の入庫しかないことになる。すなわち、潜在的な回収対象台数の少なさから、まず「ロットの確保」という観点からみて、基板と同様に、個々の事業所が磁石原料メーカーと直接取引を行うことは、ほぼ不可能である。そこで、都道府県組合単位・ブロック単位での集約を考える必要がある。「作業に対する習熟」という観点からみても、集約をせずに各事業所で回収作業を行った場合、年間 20 台程度という入庫台数では、1 車種に 10 台程度という作業経験によって作業に習熟することは難しく、都道府県組合単位・ブロック単位での集約には効果があると考えられる。

ここで重要な点は、先ほどの基板回収における集約と磁石回収における集約の違いである。基板回収における集約では、単なる回収物品の物流のシステムとしての集約について言及したが、磁石回収における集約では、回収物品の物流だけではなく、回収作業の集約も含めて考える必要がある。つまり、磁石回収における集約では、回収作業を集約拠点でまとめて行うということである。具体的には、各事業所にて HV 車を解体し、ミッションの形態 (200kg 程度\*) やステーター・ローターの形態 (50kg 程度\*) にして都道府県組合またはブロックの集約拠点へ輸送し、集約拠点にて消磁・磁石取り出しの作業を行い、取り出した磁石のみを回収物品として磁石原料メーカーへ送るといったものである。ただし、ミッションの形態で輸送された場合には、分解の作業も集約拠点にて行う必要がある。

\* 記載している各部位の重量は目安であり、車種によって異なる。

<sup>(5)</sup> 販売台数は業界統計資料から。またワイブル分布については平均使用年数を 12 年、形状パラメタを 3 と仮定してある。本来であればこうしたパラメタそのものが推定されるべきであるがサンプル数が少なく、また情報の入手も不可能であるため、既存研究等に倣いおおよその数字を設定した。

集約によって、どの程度人件費が低減するかを考える。分解ならびに磁石取り出しの作業時間は、手解体という手法を採っている限り変わらない。よって、実際に作業時間が短縮されるのは、消磁にかかる時間のみである。消磁作業をやや大きめな炉の中で同時に複数台(N台)分行うことによって、消磁作業時間は30分から $30/N$ 分に減少する。仮に1人の作業員が5台分を同時に消磁するならば、1台あたりの消磁作業時間は、実質6分へと短縮されることになる。これを分解・取り出しの作業時間40分とあわせると46分である。また、1度に多くの台数を処理することが可能となれば、先に述べたような、消磁作業後に時間をかけて自然放熱した方が磁石を取り出しやすい車種においても、作業時間のロスは少なく済む。

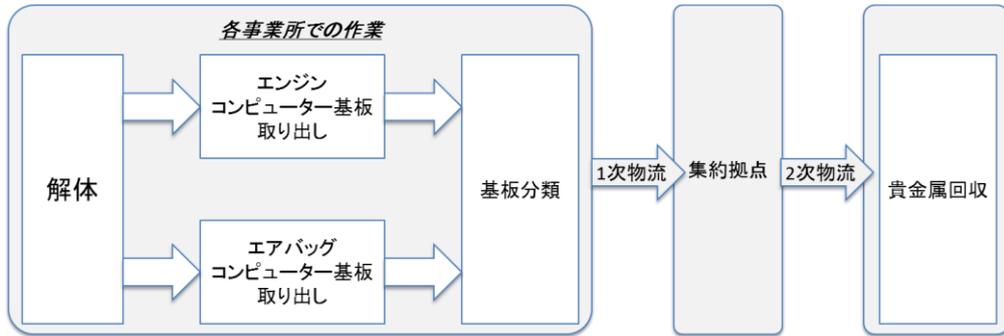
物流費用の削減などをせずに作業時間の短縮のみで考えた場合、採算分岐点となる1台あたりの回収作業時間は140分であるが、逆に、この作業時間を46分にまで減らすことができた場合、採算分岐点となる物流費用は本事業の物流費用の10倍を超えることがわかる(本事業の物流費用は52,100円であったが、575,500円程度まで許容される)。

このように、作業時間の短縮やそれが及ぼす物流費用への好影響、ロットの確保という点において、磁石回収における作業の集約は有効であると考えられる。

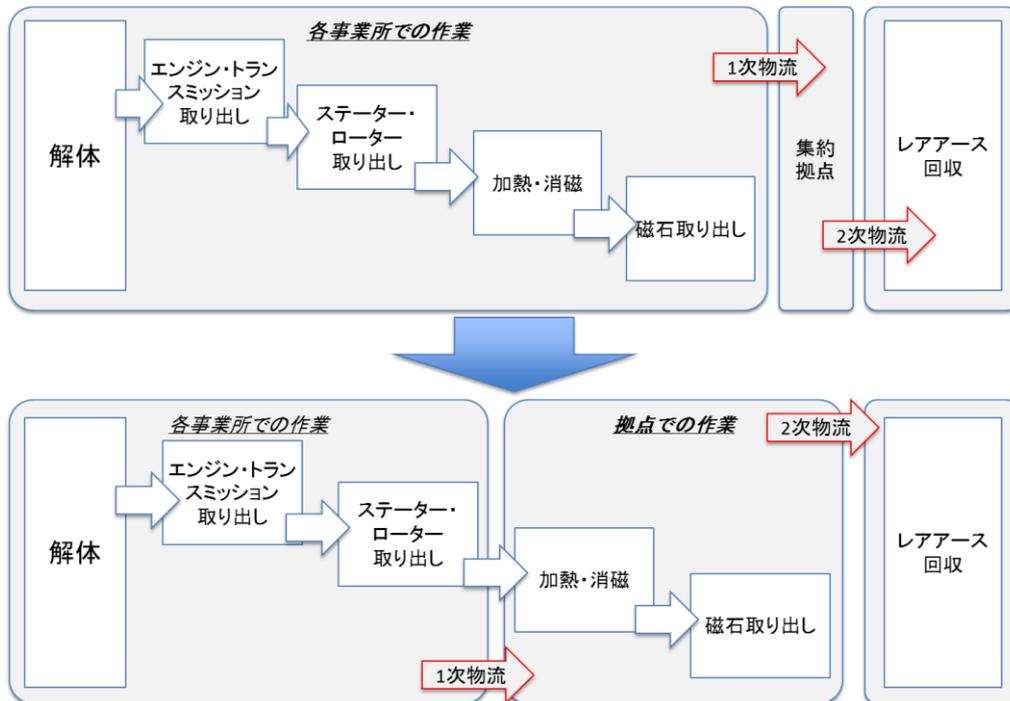
### 6.3 システム全体としての効率化の検討

前節までの検討課題をふまえ、最後に効率的なシステム的设计について検討を行う。具体的には、物流の効率化と解体作業の効率化の両立を目指す。

図表 6-3 基板回収作業と物流の関係（本事業のまま）



図表 6-4 磁石回収作業と物流の関係（上段：本事業、下段：消磁集約モデル）



基板の集約について、図表 6-3 に示す。基本的に本事業で実施した内容と変わらないが、すべての基板は都道府県組合またはブロックの集約拠点で1度集約するものと仮定する。

磁石の集約について、図表 6-4 に示す。上段は本事業で実施した内容であり、磁石取り出しまでを各事業所にて行った。下段は消磁集約モデルであり、分解までを各事業所にて行い、消磁・磁石取り出しは集約拠点にて行うものとした。

効率的なシステムの設計を検討するうえでの前提を述べると、磁石回収における費用の大半が人件費であり、また、その中で習熟による短縮効果以外に系統的に時間を短縮する余地がある部分は、消磁の作業を複数台同時に行う部分であると言える。他方で、解体・分解の作業を集約拠点にて行うものとした場合、各事業所から集約拠点まで重量物を輸送する必要があるため、輸送費が増加することになる。例えば、ミッションは 200kg 程度、そのうちステーター・ローターの重量が 50kg 程度、そこから磁石のみを取り出すと、磁石の重量は 1.4kg 程度である。

このようなことから、物流費としては、各事業所にて HV 車をステーター・ローターの形態にまで分解し、ステーター・ローターのみを集約拠点へ輸送する場合の費用について考えることとする。

規模の経済を考えずに、磁石の消磁・磁石取り出し方法や作業習熟度に応じた 5 つのシナリオを設定し、消磁・磁石取り出しの作業をまとめて行うことによる効果と集約によって一次物流費が重量比で増加する影響をふまえると、磁石回収における作業の集約の効果は、図表 6-5 のように考えられる。

図表 6-5 ネオジム磁石回収事業のシナリオ別費用対効果分析結果  
(シナリオによって変更が生じる部分は下線で示した)

シナリオ		1	2	3	4	5	
消磁以外の作業習熟度 (L1 を変化)		本事業 平均	B/C=1	作業習熟最大化			
消磁・磁石取り出し方法 (L2、W1 を変化)		個別消磁			集約消磁		
					5 台	10 台	
回収重量(kg)		300.3	300.3	300.3	300.3	300.3	
回収台数(台)		222	222	222	222	222	
買取評価(B)		830,804	830,804	830,804	830,804	830,804	
費用	人件費:(L1+L2)×C <sub>L</sub>	1,182,150	<u>777,000</u>	<u>388,500</u>	<u>255,300</u>	<u>238,650</u>	
	L1:消磁以外の作業時間 (分/台)	183	<u>110</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	
	L2:消磁時間(分/台)	30	30	30	<u>6</u>	<u>3</u>	
	C <sub>L</sub> :単価(円/時間)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
	物流	1次物流費(円):W1×C <sub>LO</sub>	17,417	17,417	17,417	<u>580,580</u>	<u>580,580</u>
		W1:対象重量(kg)	300	300	300	<u>10,010</u>	<u>10,010</u>
		C <sub>LO</sub> :単価(円/kg)	58	58	58	58	58
		2次物流費(円)	34,599	34,599	34,599	34,599	34,599
費用合計(C)		1,234,525	829,375	1,013,747	880,547	863,897	
B/C		0.67	<u>1.00</u>	<u>1.88</u>	<u>0.94</u>	<u>0.96</u>	

図表 6-5 のとおり、作業時間が 140 分に短縮されることで現状のシステムでの B/C は 1 になり (シナリオ 2)、極端に習熟が進んだケースである作業時間 70 分が達成された場合の B/C は 1.88 にもなる (シナリオ 3)。

ただし、前節で述べたように、平均して年間 20 台程度という HV 車の入庫台数を考慮すると、各事業所でこのレベルの習熟度を達成して維持することは、容易なことではないと考えられる。作業時間 70 分が達成可能であると回答している事業所は、本事業の実施期間中・実施期間前を含めて相当数の処理を行った事業所のみである。このような事業所については、将来、HV 車の使用済自動車としての発生台数が十分に増えた際の最終的な目標としてとらえることができる。

現状では、HV 車の使用済自動車としての発生台数を考えると、習熟度を上げるためには、ある程度の台数を集約拠点に集約する必要がある。例えば、1 度に 5 台分の消磁を行うと B/C は 0.94 (シナリオ 4)、10 台分の消磁を行うと 0.96 となる (シナリオ 5)。これは、一次物流費が増加する分が作業時間の短縮による人件費圧縮効果を越えることを意味する。また、シナリオ 4 とシナリオ 5 を比較すれば、消磁をまとめて行うことによる人件費の圧縮効果は、ある程度の台数を超えるとあまり大きくはならないこともわかる。ただし、集約することで、集約拠点となる事業所においては、多くの台数を処理することとなり、習熟度を高めることも比較的容易であると考えられる。

最後に、1 度に 10 台ずつ消磁を行うことが可能であるとして、一次物流の単価を現在の 58 [円/kg] からどの程度まで削減すればシナリオ 3 レベルの B/C を得るかを検討したところ、16 [円/kg] まで削減すればこれが可能になることがわかった。ここまで下げずとも、27 [円/kg] まで削減すれば B/C は 1.5 程度になる。念のため、本機構の会員事業所の所在地を検討し、都道府県組合ごとに集約を行う場合、輸送距離が 100km を越えるような事例はほぼないため、この程度の金額は十分に可能性のあるものである。

よって、磁石についてのみ検討するならば、将来、HV 車の使用済自動車としての発生台数が増加した際には、図表 6-5 でいうシナリオ 3 のように各事業所で可能な限り作業を習熟させることを目的としつつ、現状の発生台数では集約を行うことである程度の費用削減を行い、不足分は物流の効率化で補うことが最も望ましい。

この物流の効率化については、この磁石の集約を行う際に、あわせて回収された基板も混載することで、物流の積載効率を上げることが可能である。当然、他にも集約すべきパーツがあればこれを混載するべきである。よって、本節の結論としては、次のような提案をすることとしたい。

基板については、取り外し・分類までを各事業所で行ったうえ、各地域の集約拠点となる事業所に 1 度集約（一次物流）を行う。磁石については、ステーター・ローターまでの分解を各事業所で行った後に、同じく集約拠点に集めたうえで消磁・磁石の取り出しの作業を行う。この際、基板と磁石で集約拠点は同じ事業所を選び、物流は混載とすることで積載効率を上げることが必要である。本事業における評価額等のパラメーターを用いるならば、磁石については、一次物流費が 16 [円/kg] 程度に押さえられれば、非常に大きな利益を生む可能性がある。

## 7 まとめ

貴金属等の回収事業とネオジム磁石の回収事業ともに共通する問題として、物流費用の削減が挙げられる。このためには、基板と磁石、もしくは解体中の中間生成物など、可能な限り混載し、積載率を向上することでその効率化を図ることも重要である。平成 24 年度事業までで検討したカプラー、センサーなども含め、さらなる回収対象物の検討も必要である。

この他、各事業における成果と今後の課題を以下にまとめる。

### 7.1 貴金属等の回収事業

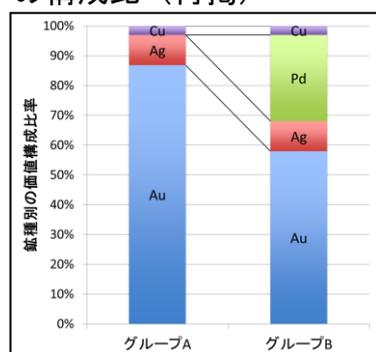
#### (1) 分類基準の確立

##### ■ 成果

本年度は、サンプリング分析をもとに分類基準を策定し、各参加事業所が分類基準にもとづいて回収物品の分類を行った。この点が、平成 23 年度・平成 24 年度事業との大きな違いである。

図表 2-5（再掲）と図表 3-10（再掲）をみると、精錬業者による資源性評価の結果がほぼ分類基準策定時の想定どおりの数値となっていることがわかる。これは、策定した分類基準の正確性を示している。

図表 2-5 想定した評価額 図表 3-10 精錬業者による資源性評価の結果（再掲）  
の構成比（再掲）



	グループA (EG/CP)	グループB (EG/CP)	グループC (AB/CP)	合計	
処理個数	9,673	19,952	21,600	51,225	
受入数量(kg)	1,411.0	3,835.0	2,345.0	7,591.0	
水分(%)	0.3%	0.5%	1.4%	0.7%	
乾重量(乾鉱量)(kg)	1,406.8	3,815.8	2,312.2	7,534.8	
乾重量(乾鉱量)(g/個)	145.4	191.2	107.0	147.1	
金 (Au)	品位(g/t)	151.9	90.5	134.6	115.0
	含有量(g)	213.7	345.3	311.2	870.2
	採収量(g)	203.0	324.6	295.6	823.2
	採収量(mg/個)	21.0	16.3	13.7	16.1
銀 (Ag)	品位(g/t)	969.0	1,110.0	638.0	939.0
	含有量(g)	1,363.0	4,236.0	1,475.0	7,074.0
	採収量(g)	1,090.0	3,601.0	1,180.0	5,871.0
	採収量(mg/個)	112.7	180.5	54.6	114.6
パラジウム (Pd)	品位(g/t)	75.0	136.0	85.3	109.0
	含有量(g)	105.5	518.9	197.2	821.7
	採収量(g)	63.3	363.2	118.3	544.8
	採収量(mg/個)	6.5	18.2	5.5	10.6
銅 (Cu)	品位(%)	19.84	17.92	18.61	18.5
	含有量(kg)	—	—	—	—
	採収量(kg)	279.0	684.0	430.0	1,393.0
	採収量(g/個)	28.8	34.3	19.9	27.2

## ■ 今後の課題

精錬業者による資源性評価の結果は、ほぼ分類基準策定時の想定どおりの数値であったが、想定よりもグループAのコンピューター基板にPdが多く、参加事業所によって分類精度に差があった恐れがある。

今後は、分類精度の差をなくすべく、作業者にとってよりわかりやすい分類基準の策定に努めていきたい。

## (2) 関連事業者の特徴把握

### ■ 成果

平成23年度より貴金属等の回収事業を実施してきた結果、同じ貴金属でも精錬業者によって採取率に違いがあることが明らかとなった。また、精錬業者との意見交換を通じて、品位によっても、採取率に違いが出るという情報が得られた。

採取率に応じて採取量が決まり、それによって買取価格が決まることから、事業性の確保という点において、採取率は非常に重要なポイントとなる。

採取率における精錬業者の特徴がわかったということは、本年度を含め、平成23年度からの3年度にわたる取り組みから得た大きな成果である。

### ■ 今後の課題

前述のとおり、採取率を上げることは事業性の確保につながるため、引き続き、関連情報の収集に努める。

また、品位を高めることが採取率を上げることにつながるという情報も得たので、本年度はエンジンコンピューター基板のみの分類となったが、エアバッグコンピューター基板についても分類を行うなど、高品位化に向けた工夫について検討していきたい。

## (3) 精錬業者との連携

### ■ 成果

本年度は、当初、サンプリング分析をもとに分類基準を策定し、その数値をもとに、精錬業者と解体業者の双方にとって望ましい価格設定を行うことで、解体業者が回収した基板を精錬業者が買い取るという形での連携を目指していた。また、精錬業者との意見交換の場でもこの目標について認識を共有し、事業検討委員会にて策定した分類基準にもとづいた買取価格の提示を受けることができた。

## ■ 今後の課題

分類基準にもとづいた買取価格の提示を受けることができたものの、その価格は、分析の誤差や貴金属等の相場変動などのリスクを考慮したものとなっていた。このため、精錬業者と解体業者の双方にとって望ましい買取価格の設定には、まだ時間を要するものと考え、本年度は買い取りという形ではなく、委託精錬という形に変更した。

今後、双方にとって望ましい価格設定を実現するためには、丁寧な分類作業が必要であることは言うまでもない。また、基板を購入して処理する精錬業者においても、その技術プロセスによって、回収の得意・不得意がある。それぞれの精錬業者に対して、採取率が高くなるような基板を納入することができれば、商業的な利益のみならず、資源の有効利用につながり、こうした国内における資源の好循環が、望ましくない国際資源循環を押しとどめる効果を持つことまでが期待される。

今後は、お互いに win-win の関係を築くため、定期的な意見交換などを通じて、信頼を深めていきたい。

## (4) 回収量の確保

### ■ 成果

本年度は、コンピューター基板を 3 つのグループに分類して引き渡しを行うこととし、1 つの物品における精錬業者の受入ロットが 1 トンであるため、各グループの回収目標を 1 トン以上と設定した。

結果として、3 つのグループすべてにおいて 1 トン以上の回収量を確保することができ、中でもグループ B の回収量は約 4 トンにまで上り、目標を大きく上回った。この回収量には、回収期間前のストック分を含んでいるが、約 2 か月間でこの回収量を確保することは、個社では達成できないものと考えられる。これは、本事業の特徴の一つである「協同」により得られた成果であると言える。

### ■ 今後の課題

平成 24 年度に回収規模を全国に拡大し、本年度も全国 8 ブロックで回収事業を実施した結果、全国にわたる回収スキームが確立された。

今後は、ブロック・都道府県組合に対する意識づけを徹底し、これまでの事業を通して確立された回収スキームを活かして、継続的に事業を行っていく必要がある。

## 7.2 ネオジム磁石の回収事業

### (1) 作業内容の周知

#### ■ 成果

平成 24 年度にネオジム磁石の回収実験を行った結果、HV 車からネオジム磁石を取り出すために必要な分解作業や消磁作業は、解体業者によって実施可能であることが確認された。また、ネオジム磁石を磁石原料メーカーに引き渡して資源化を行うには、処理ロットとして 200kg の回収量が必要であることが明らかになった。

このような平成 24 年度の成果を受け、本年度は回収規模を全国へ拡大し、回収目標を 200kg 以上に設定した。また、全国の参加事業所にネオジム磁石を取り出すうえで必要となる作業をわかりやすく伝えるため、動画にて回収マニュアルを作成し、その動画を本機構のホームページ内会員専用ページに掲載した。

この結果、全国の参加事業所において分解・消磁・磁石取り出しといった作業を行い、総計で 300.30kg ものネオジム磁石の回収に成功した。これは、回収マニュアル動画などを利用した作業内容の周知に効果があったことを示している。作業内容を全国に周知できたこと、また、それによって全国で目標値を上回る回収量を確保できたことは、本年度の成果である。

#### ■ 今後の課題

全国へ作業内容を周知することにはある程度の成果がみられたが、回収されたネオジム磁石には着磁品も含まれていた。これは、消磁作業が不十分であったことを示している。消磁作業については、ネオジム磁石を含むローターをバーナーによって加熱し、鉄のボルトなどを近づけてくっつかなければ、消磁が完了したものと判断していた。

しかし、今後は、ネオジム磁石を取り出した段階で、ネオジム磁石に直接同様の方法で確認作業を行うなど、消磁の確認方法を見直す必要がある。消磁の確認方法については、磁石原料メーカーとの意見交換や作業員へのヒアリングなどを行うことで、作業員の負担にならないような簡単で確実な方法を探り、その周知に努めていきたい。

## (2) 回収マニュアル

### ■ 成果

ネオジム磁石の回収事業では、消磁作業という通常の解体工程にはない作業があったため、作業者にとって明確でわかりやすい回収マニュアルを作成する必要があった。この点について、事業検討委員会にて検討した結果、動画という形で回収マニュアルを作成することとなった。

この結果、前項にあるとおり、全国の参加事業所にて消磁作業を含めた一連の作業を行い、全国規模でのネオジム磁石回収に成功した。

### ■ 今後の課題

ネオジム磁石の回収作業について、参加事業所より以下のようなフィードバックが寄せられている。今後は、フィードバックを活かして、作業者にとってより有用な回収マニュアルを作成していく。

《フィードバック内容》

#### 1. ローターの分解作業における困難性

手作業のため、ローターを電磁鋼板と磁石に分解する作業の負荷が大きく、電磁鋼板の外し方の情報が必要である。

図表 7-1 ローターを電磁鋼板と磁石に分解する作業の様子



#### 2. 同車種での型式による作業性の違い（トヨタプリウス 10系・20系）

プリウス 10系は、磁力が消えていても電磁鋼板がバラけず、磁石が取り出せないものがあり、再加熱する必要があった。

プリウス 20系は、消磁前でも振動を与えれば磁石が分離できる状態であった。

#### 3. トヨタプリウス以外の車種における作業性

基本的には、構造図があれば磁石の取り出しはできると思う。

### (3) トヨタプリウス以外の作業

#### ■ 成果

本年度のネオジム磁石の回収事業において、処理された車種は、ほとんどトヨタプリウスであった。これは、現状、トヨタプリウス以外の車種は、使用済自動車として排出されることが少ないためである。

しかし、回収技術の検証にまでは至らなかったものの、一部地域で実際にトヨタプリウス以外の車種においても、ネオジム磁石の回収作業を実施した。この結果、トヨタアクア以外は、回収マニュアル動画（トヨタプリウスでの作業）を見ることで、ネオジム磁石の回収ができると実証された。

#### ■ 今後の課題

トヨタアクアにおいては、図表 4-11 に示したとおり、ネオジム磁石の取り出しはできなかった。今後は、このようなトヨタプリウス以外の車種においても回収技術の検証を行い、車種別の回収マニュアルを作成するなど、幅広い回収技術の確立・周知を行っていく必要がある。

図表 4-11 トヨタアクアでの作業の様子：磁石取り出し失敗（再掲）



### (4) 作業効率化

#### ■ 成果

本年度は、回収技術を全国に周知することにとどまり、作業効率化という面では検証にまで至らなかった。しかし、茨城県の組合にて、各参加事業所が1つの事業所にミッションを持ち寄り、分解・消磁・磁石取り出しといった一連の作業をまとめて行ったという事例がある。

#### ■ 今後の課題

前述のように一連の回収作業をまとめて行えば、作業者の習熟度の上昇や同時並行での処理により、作業時間の短縮が図れるものと考えられる。

今後は、具体的に作業効率化のためのモデルケースを確立していきたい。

## 7.3 指針の作成・成果の周知

本事業における成果を含め、平成 23 年度から 3 年度にわたる事業内容とその成果を周知するため、指針を作成する。

平成 23 年度事業・平成 24 年度事業では、指針を小冊子として印刷したが、本事業では、電子データとしてまとめ、本機構のホームページへの掲載やメールマガジンでの配信を行うことによって、本機構の会員を中心とした関係者へ広く周知を図った。

指針名：「貴金属等回収事業ガイドライン」

《目次》

1. 事業の意義
2. 想定される事業実施体制
3. 回収ターゲット選定のポイント
4. これまでの事業で得られた知見
5. 事業の効果
6. 事業性向上に向けた課題
7. 事業支援に向けた ELV 機構の取り組み

《概要》

- 1～2：貴金属等回収事業を行う意義を説明したうえで、今後の事業の在り方として、各地域の役割と本機構の役割を整理。
- 3：金属価格の違いと回収価値の高い物品を関連付けて記載し、回収ターゲット選定のポイントを提示。
- 4：3 年度にわたる事業の実施内容を回収品目ごとに説明しながら、回収におけるポイントなどを整理。
- 5：貴金属等回収事業の効果検証の結果をわかりやすく解説し、今後の事業実施に活用できる知見を提示。
- 6～7：3 年度にわたる事業から「今後各地域が取り組むべきこと」と「本機構が推し進めていくこと」を整理し、今後の体制を説明。

今後、全国 8 ブロックにて開催される「ブロック会議」に事業検討委員会の委員が参加し、各ブロックの会員に向けて、本事業の成果報告を行う。指針にもとづき、会員へ直接成果報告を行うことで、細かな疑問点などにも対応できる。これにより、確実な周知を図る。

さらに、会員だけではなく、関係者に本事業の成果を広く周知するため、本機構で主催している「自動車リサイクル士制度認定講習会」にて、指針の内容を中心に、本事業に関する説明を行う。講習会には、関係事業者が多く参加するため、幅広い周知ができるものとする。

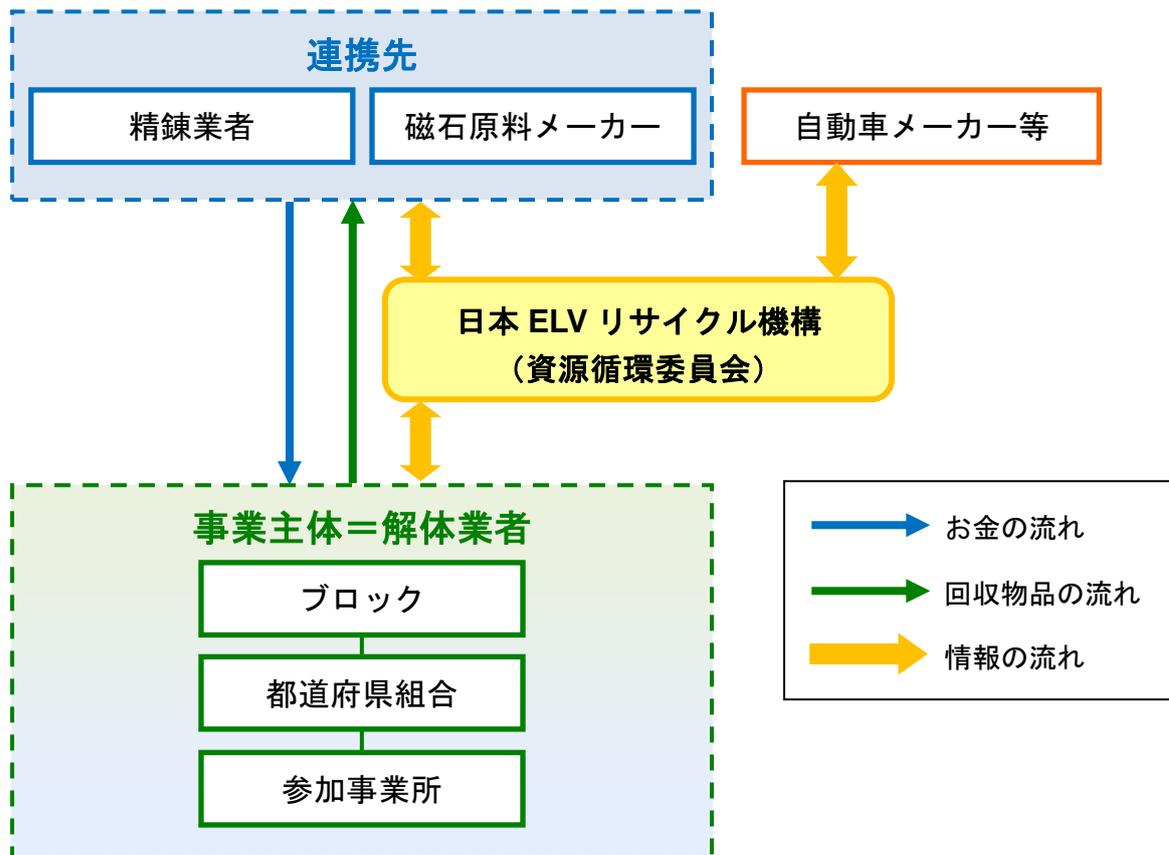
## 7.4 今後の展開

今後は、本事業を含め、平成 23 年度から取り組んできた事業の内容を本機構のブロック・地域団体に周知し、それぞれが直接関係事業者との連携を図って事業を実施するという各地域の共同事業という形で取り組みを継続していきたい。

本機構は、本機構に設置されている「資源循環委員会」を中心として、各地域の共同事業からの情報収集を行うとともに、これまでの事業で連携してきた関連事業者と引き続き定期的な意見交換を行うなど、内部と外部、双方からの情報収集を進めていく。また、集めた情報は、回収マニュアルの改善やより効率的な回収体制・方法の検討、事業性を高めるための連携先の模索など、今後の事業発展に活かせるよう整理する必要がある。

事業性を確保したうえで国内の資源循環を促進することを目標として、幅広い情報収集や有益な情報の整理に努め、それらを各地域にフィードバックすることで、事業の継続・発展を図っていききたい。

図表 7-2 今後の事業体制（イメージ）



## 8 資料編

### 8.1 回収マニュアル

平成 25年度環境省自動車リサイクル連携高度化事業  
使用済自動車に含まれる貴金属等の安定的な供給・リサイクルに関する実証事業

# 平成25年度回収高度化事業資料 回収実務者向け

平成25年11月  
一般社団法人 日本ELVリサイクル機構  
回収高度化事業 事業検討委員会

# 本事業の概要

## これまでの経緯

使用済自動車から回収する有用物を増やすための社会的システムの構築を目指して、平成23年度、24年度と同事業を実施した。



回収を継続的に行うには、**事業性の確保**が必要！  
そのためには、以下のようなことが課題として挙げられる。

### 【課題】

1. 回収コスト・輸送費等の削減
2. 精錬業者等とのビジネスベースの連携  
→ 一定の**品位\***を保った安定的な供給  
→ 輸送・受け渡しの方法の確立

\* **品位**・・・有用金属の含有率。  
これにより買取価格が左右される。

2

## 目的・内容

これまでの経緯をふまえて、本事業ではそれぞれの目的に沿って、以下の2つの実証事業を行う。

データを活かした精錬業者との交渉  
→ 採算性の確保

### 1. 貴金属等の回収事業

- ✓ 基板の品位等に関するデータの蓄積 ○○  
→ 集積段階での基板の分類(品位の安定を図る)
- ✓ 輸送経費の低減  
→ 物流システムの在り方の検討(精錬業者等との連携)

### 2. ネオジム磁石の回収事業

- ✓ 磁石原料メーカーの要望する1ロットの重量の確保  
→ 全国展開(前年度は1事業所のみでの実施)
- ✓ 取り外し・消磁・分解などの回収技術の確立  
→ ブロック単位での研修会の実施(全国8ブロック)

3

# 回収物品

## 1. 貴金属等の回収事業

◆ターゲット元素

金Au、銀Ag、銅Cu、パラジウムPd

- ✓ エンジンコンピューター基板
- ✓ エアバッグコンピューター基板

## 2. ネオジム磁石の回収事業

◆ターゲット元素

ネオジムNd、ジスプロシウムDy

- ✓ ネオジム磁石

4

本事業の詳細説明

# 1. 貴金属等の回収事業

5

# 回収物品の分類

## 1. エンジンコンピューター基板



解体工程で取り外した部品（一次分別）からカバーを外して基板を回収する

二次分別



## 2. エアバッグコンピューター基板



二次分別



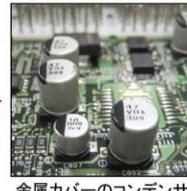
6

## 1. エンジンコンピューター基板

グループAとグループBに分類する。

**グループA / 新しいもの（パラジウム非含有基板）**

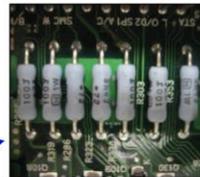
★ 確実な見分け方 = 金属カバーのコンデンサがあればグループA



金属カバーのコンデンサ

**グループB / 古いもの（パラジウム高濃度含有基板）**

★ 確実な見分け方 = 古い抵抗器があればグループB



古い抵抗器

7

## 経費・対価／送付先

### 1. 経費・対価

#### ◆回収作業経費

成果物対価に含むものとする。

#### ◆輸送経費

幹事会社までの送付にかかる費用と磁石原料メーカーまでの送付にかかる費用については、実費を支給する。→ 要領収書添付

#### ◆成果物対価

ネオジム磁石1kgあたり13,000円で買い取る。

### 2. 送付先

#### ◆幹事会社

各地域で設定するものとする。

#### ◆磁石原料メーカー(全国共通)

株式会社三徳 神戸工場 事業企画本部 営業部 平 幸夫  
〒658-0013 兵庫県神戸市東灘区深江北町4-14-34  
TEL 078-431-0531

《参考／ネオジム磁石の重量》  
プリウス1台当たり 1.5kg  
→ 駆動用 1.1kg  
→ 発電用 0.4kg

14

## 注意事項

### ◆回収作業時の注意事項

- ・プリウスは2モータータイプなので、駆動用と発電用があるが、今回の事業では駆動用モーターのみの回収も可能とする。  
また、プリウス以外のモーターも対象とする。
- ・作業中に問題点があったら、写真などと合わせて記録を取り、事業検討委員会\*に連絡する。  
( \* 連絡先 → [jaera-homepage@elv.or.jp](mailto:jaera-homepage@elv.or.jp) )

### ◆荷作り梱包時の注意事項

- ・磁石のみを金属製のペール缶に入れて送付する。  
※ 段ボールでの送付は発火の危険性があるため絶対禁止！
- ・必要事項を記入した回収管理シート\*を幹事会社へ送付する。  
( \* 回収管理シート → 11ページ参照 )

15

# 本事業の実施期間

16

## 実施期間

### 1. 貴金属等の回収事業

- ✓ 基板の回収: 11月開催予定の説明会終了後～12月下旬頃
- ✓ 基板の送付: 幹事会社へ12月中旬に届くように送付  
→ 幹事会社は、各事業所から集積した基板を  
精錬業者へ1月10日(金)必着で送付

### 2. ネオジム磁石の回収事業

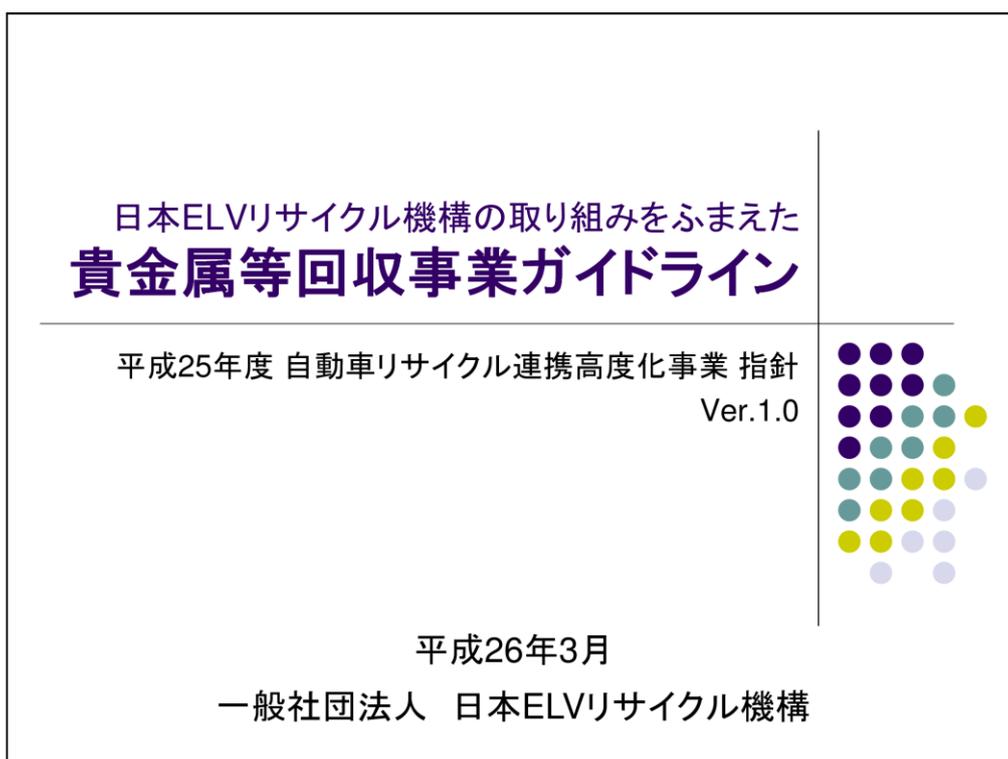
- ✓ 磁石の回収: 11月開催予定の説明会終了後～1月下旬頃
- ✓ 磁石の送付: 幹事会社へ2月初旬に届くように送付  
→ 幹事会社は、各事業所から集積した磁石を  
磁石原料メーカーへ2月14日(金)必着で送付

17

以上、説明終了です。

18

## 8.2 指針



### はじめに

①

ELV機構は、平成23年度から平成25年度まで環境省受託事業である「自動車リサイクル連携高度化事業」に取り組んできました。これまでの事業にご協力くださった皆様には、厚く御礼申し上げます。誠にありがとうございました。

このガイドラインは、これまでの事業を活かし、平成25年度環境省受託事業で作成したものです。事業者の皆様におかれましては、使用済自動車からの貴金属等回収事業の実施を検討するにあたって、このガイドラインを参考にいただければ幸いです。

今後は、地域での実例やノウハウなどを集約して情報を整理し、バージョンアップした指針をELV機構のホームページに掲載していく予定です。

ELV機構ホームページ  
<http://www.elv.or.jp/>



## 目次

②



1. 事業の意義
2. 想定される事業実施体制
3. 回収ターゲット選定のポイント
4. これまでの事業で得られた知見
  - (1) コンピューター基板
  - (2) ネオジム磁石
  - (3) ワイヤハーネス
  - (4) 触媒
5. 事業の効果
6. 事業性向上に向けた課題
7. 事業支援に向けたELV機構の取り組み



## 1. 事業の意義

③



### 貴金属等回収事業の目的

貴金属等を含む自動車部品を回収することで、貴重な資源を国内で循環させること

- 背景には………

自動車1台当たりの貴金属やレアメタルの含有量はごく少量であるため、中小規模事業者が個々にリサイクルに取り組むことは、採算性を考えると困難である。

→ 現状、貴金属やレアメタルを含有する部品が雑品スクラップとして海外に流出している、または、自動車破碎残さ(ASR)として処理されているなど、貴重な資源の損失が発生している。
- そのために………

貴金属やレアメタルのリサイクル業者との連携を強化することで、資源の国内リサイクルを促進し、CO<sub>2</sub>排出量削減を目的とする。

## 2. 想定される事業実施体制

4



### ✍️ 貴金属等回収事業の在り方

本ガイドラインを参考として、ブロックもしくは都道府県組合が主体となって貴金属等回収事業を行うことがスケールメリットの観点から有効

- ブロック・都道府県組合は……
  - ✓ ELV機構のこれまでの取り組みをふまえた回収ターゲットの選定
  - ✓ ELV機構の提供する情報を活かした事業連携先の検討
  - ✓ 回収物品の回収・集約・引き渡し
  - ✓ 回収実績などのデータ整理・ELV機構への報告
- ELV機構は……
  - ✓ これまで扱ってこなかった新しい回収ターゲットの検討
  - ✓ ブロック・都道府県組合からの報告データ整理
  - ✓ 関連事業者との情報交換

会員限定で技術情報を発信するなど、有益な情報のフィードバック

## 3. 回収ターゲット選定のポイント

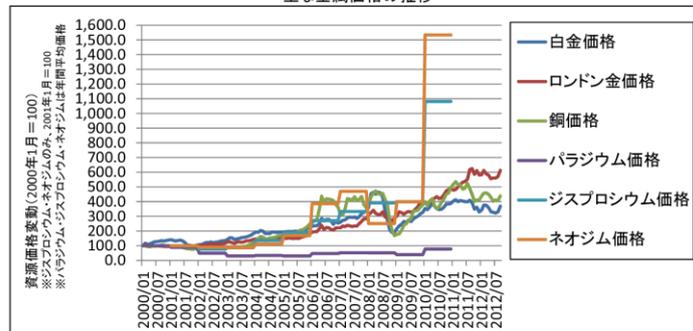
5



### ✍️ 時間をかけても回収する価値のある金属の選定

- 非鉄金属：銅(電装品、ケーブル関係)
- 貴金属：金、銀、白金族(一部の高級基板、触媒)
- レアメタル → レアアース:ネオジム、ジスプロシウム(HV車など)  
→ これ以外のレアメタルの回収は、現時点で採算を取ることは難しいが、価格変動の可能性が高いので要注意！

主な金属価格の推移



### 3. 回収ターゲット選定のポイント

⑥

これまでの事業で検討したもの

- 比較的高価格の銅と、量は少ないが価格の高い貴金属を狙った**基板**回収
- 今後の展開を考え、HV車などからの**ネオジウム磁石**回収
- 銅資源の国内循環の可能性を検証した**ワイヤーハーネス**の回収
- より採算性を高める方法を追求した**触媒**の回収



### 4. これまでの事業で得られた知見 (1) コンピューター基板

⑦

平成23年度 3団体21事業所が参加

★概要

- **特徴**  
回収基板: エンジンコンピューター基板とエアバッグコンピューター基板  
→ エンジンコンピューター基板についてのみ、**アルミ筐体の基板とその他筐体の基板の2種に分別して回収**を行った。
- **結果**  
検出元素: 金 (Au)、銀 (Ag)、銅 (Cu)、パラジウム (Pd)  
→ エンジンコンピューター基板・エアバッグコンピューター基板ともに**銀 (Ag) の品位が高い**ことが特徴的であった。  
→ エンジンコンピューター基板については、4種の元素すべてにおいてアルミ筐体の基板がその他筐体の基板の数値を上回っており、**アルミ筐体の基板の品位の高さが確認された**。
- **課題**  
商業ベースで資源抽出できる回収量が得られなかったため、**引き渡し先最低受入ロット(1トン)の確保**を目指す必要がある。

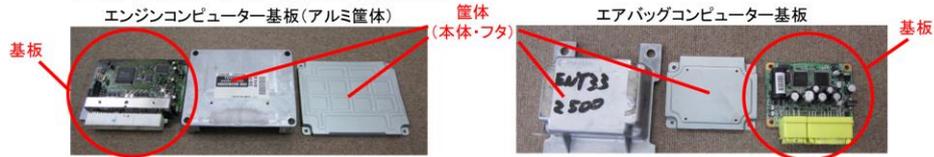
## 4. これまでの事業で得られた知見

### (1) コンピューター基板

8

🗑️ 平成23年度

#### ★詳細(回収物品・品位分析結果)



平成23年度事業における品位分析結果

	EG/CP基板		AB/CP基板	凡例	
	アルミ筐体	その他筐体			
回収重量[kg]	225	132	178	EG/CP = エンジンコンピューター	
回収個数[個]	948	675	1,606	AB/CP = エアバッグコンピューター	
1個あたり平均重量[g]	238	196	111	Au = 金	
評価対象重量[kg]	195.49	134.43	173.18	Ag = 銀	
品位[g/t]	Au	96.4	73.7	116.3	Cu = 銅
	Ag	1,091	872	629	Pt = プラチナ
	Cu	20.73	20.32	18.4	Pd = パラジウム
	Pt	—	—	—	Rh = ロジウム
	Pd	172	113	71	
	Rh	—	—	—	

## 4. これまでの事業で得られた知見

### (1) コンピューター基板

9

🗑️ 平成24年度

34団体273事業所が参加

#### ★概要

- 特徴
  - 回収基板: エンジンコンピューター基板とエアバッグコンピューター基板
  - 回収量を確保するため、回収規模を全国へ拡大した。
- 結果
  - 回収目標: それぞれの基板を1トン以上回収すること
  - エンジンコンピューター基板・エアバッグコンピューター基板ともに 1トン以上の回収量を確保することができた。
  - 全国における基板回収スキームの確立に成功した。
- 課題
  - 回収量の確保はクリアしたが、この他に事業性を高めるための工夫が必要である。
  - 精錬業者からとの意見交換などを通じて、回収物品の買取価格は、品位(有用金属の含有率)に影響されることがわかった。
  - このため、回収物品の品位を高めることが課題として挙げられる。

## 4. これまでの事業で得られた知見

### (1) コンピューター基板

10

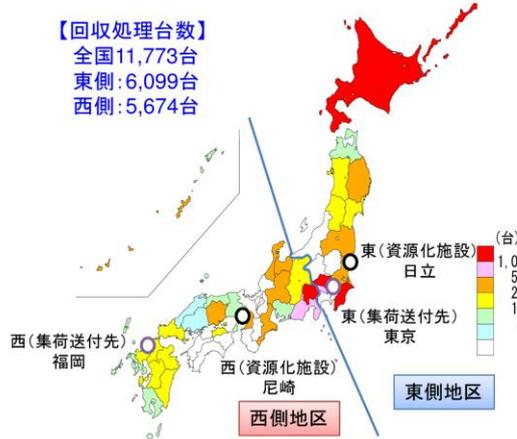


平成24年度

#### ★詳細(回収実績)

平成24年度事業における都道府県別処理台数実績

【回収処理台数】  
 全国11,773台  
 東側:6,099台  
 西側:5,674台



平成24年度事業における品目別回収実績

種別	区分	回収重量 [kg]	回収個数 [個]
EG/CP 基板	東側	1,357	6,613
	西側	1,492	7,846
	合計	2,849	14,459
AB/CP 基板	東側	754	6,647
	西側	604	5,385
	合計	1,358	12,032

回収された基板類



## 4. これまでの事業で得られた知見

### (1) コンピューター基板

11



平成24年度

#### ★詳細(資源性評価結果)

平成24年度事業における資源性評価結果

	EG/CP基板	AB/CP基板	
処理個数[個]	14,459	12,032	
乾重量(乾鉱量)[kg]	2,795.6	1,309.9	
1個あたり[g]	193.3	108.9	
Au	品位 [g/t]	99.4	111.5
	含有量[g]	278.0	146.0
	採取量[g]	264.1	138.7
Ag	品位 [g/t]	848.3	621.5
	含有量[g]	2,371.4	814.1
	採取量[g]	2,066.2	681.0
Pd	品位 [g/t]	126.6	71.8
	含有量[g]	353.8	94.0
	採取量[g]	280.8	66.8
Pt	品位 [g/t]	0.8	1.7
	含有量[g]	2.3	2.2
	採取量[g]	0.0	0.0
Cu	品位 [%]	17.5	16.3
	含有量[kg]	-	-
	採取量[kg]	488.9	214.0

1台あたりの基板からの採取量\*

鉱種	合計
Au	29.8 mg/台
Ag	199.5 mg/台
Pd	25.0 mg/台
Pt	0.0 mg/台
Cu	51.6 g/台

↓  
 廃車の排出量を  
 年間300万台を想定して  
 採取量を推計すると……

廃車から採取される資源量(推計)

鉱種	推計
Au	89.4 kg/年
Ag	598.5 kg/年
Pd	74.9 kg/年
Pt	1.0 kg/年
Cu	155 t/年

\*採取量とは……  
 含有量のうち、実際に資源化できた量。

## 4. これまでの事業で得られた知見

### (1) コンピューター基板

12



🗑️ 平成25年度

37団体260事業所が参加

#### ★概要

- 特徴  
回収基板: エンジンコンピューター基板とエアバッグコンピューター基板  
→ 回収物品の高品位化を目指すため、基板の分類基準を策定し、  
分類基準にしたがって回収した基板を3つのグループに分類した。
- 結果  
回収目標: 3つのグループそれぞれの基板を1トン以上回収すること  
→ 地域によって分類精度の差がみられるものの、全国8ブロックの  
各参加事業所にて回収した基板を3つのグループに分類して、  
それぞれ1トン以上の回収量を確保することができた。  
→ 回収した基板の分析結果をみてみると、ほぼ分類基準策定時の  
想定どおりの数値となっており、分類基準の正確性がうかがえる。
- 課題  
地域による分類精度の差をなくすべく、よりわかりやすい分類基準の  
策定などを検討し、丁寧な落とし込みを行っていく必要がある。

## 4. これまでの事業で得られた知見

### (1) コンピューター基板

13



🗑️ 平成25年度

#### ★詳細(分類基準の策定について)

参考: 地金の単価[kg](目安)

Cu=500~1,000円  
Ag=50,000~100,000円  
Au=4,000,000~5,000,000円  
Pd=2,000,000~3,000,000円

PdはAuの  
半分程度

- 基板の評価と分類の必要性  
基板の評価については、Au(金)とPd(パラジウム)の組成が全体的な価値を  
大きく左右することが考えられる。  
このため、基板を回収側で分類して引き渡すことで、それらの組成のばらつきを  
少なくすることができれば、回収物品の品位が上がり、基板の評価が高くなる。
- 分類基準の策定方法
  1. 回収実施前の基板回収 (=サンプルとなる基板の収集)
  2. 回収した基板の目視による分類
  3. 分類した基板の組成分析 ※第三者機関へ依頼
  4. 分析結果にもとづいた基準の設定
- 分類基準の策定結果  
目視による分類結果と組成分析の結果を照らし合わせると、実装されている部品と  
Pd(パラジウム)濃度に関係性がみられたため、エンジンコンピューター基板を  
2種類に分類する基準を策定した。エアバッグコンピューター基板については、  
実装されている部品に傾向を見出すことができず、分類は行わないこととした。

## 4. これまでの事業で得られた知見

### (1) コンピューター基板

14



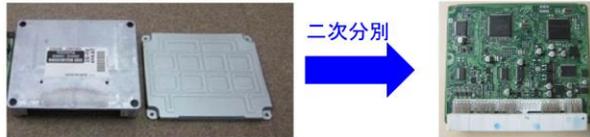
🗑️ 平成25年度

★詳細(具体的な作業内容の説明)

#### 1. 回収物品の分別

- 一次分別: 解体工程でそれぞれのコンピューターを取り外す。
- 二次分別: コンピューターのケースから基板のみを取り出して回収する。

##### ● エンジンコンピューター



##### ● エアバッグコンピューター



## 4. これまでの事業で得られた知見

### (1) コンピューター基板

15



🗑️ 平成25年度

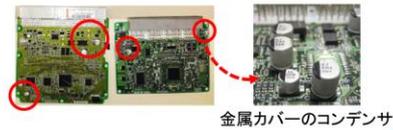
★詳細(具体的な作業内容の説明)

#### 2. 分別した基板の分類

- エンジンコンピューター基板: グループAとグループBに分類する。

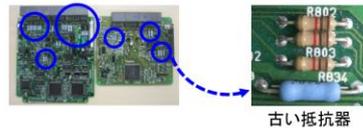
##### グループA: EG/CP基板 (Pd非含有基板)

- ★ 確実な見分け方
- = 金属カバーのコンデンサがあればグループA



##### グループB: EG/CP基板 (Pd高濃度含有基板)

- ★ 確実な見分け方
- = 古い抵抗器があればグループB



- エアバッグコンピューター基板: すべてグループCとする。

##### グループC: AB/CP基板すべて



## 4. これまでの事業で得られた知見

### (1) コンピューター基板

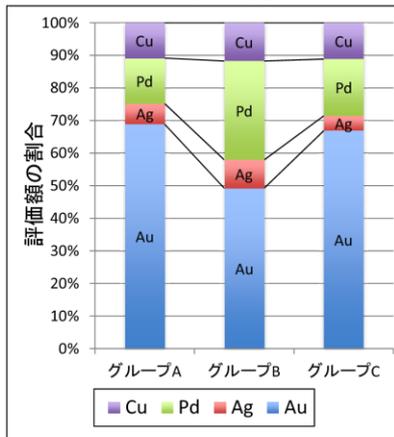
16



🗑️ 平成25年度

#### ★詳細(資源性評価結果)

コンピューター基板の価値の構成



平成25年度事業における資源性評価結果

	グループA (EG/CP基板)	グループB (EG/CP基板)	グループC (AB/CP基板)
処理個数[個]	9,673	19,952	21,600
乾重量(乾鉱量)[kg]	1,406.8	3,815.8	2,312.2
1個あたり[g]	145.4	191.2	107.0
Au			
品位 [g/t]	151.9	90.5	134.6
含有量[g]	213.7	345.3	311.2
採収量[g]	203.0	324.6	295.6
Ag			
品位 [g/t]	969.0	1,110.0	638.0
含有量[g]	1,363.0	4,236.0	1,475.0
採収量[g]	1,090.0	3,601.0	1,180.0
Pd			
品位 [g/t]	75.0	136.0	85.3
含有量[g]	105.5	518.9	197.2
採収量[g]	63.3	363.2	118.3
Cu			
品位 [%]	19.84	17.92	18.61
含有量[kg]	—	—	—
採収量[kg]	279.0	684.0	430.0

## 4. これまでの事業で得られた知見

### (2) ネオジム磁石

17



🗑️ 平成24年度

1団体1事業所にて実施

#### ★概要

##### ● 特徴

回収物品:HV車のモーターに使用されているネオジム磁石  
→ネオジム磁石回収における2つの可能性を検証した。

1. 解体業者で磁石取り出しまでの作業ができるのか?  
..... [HV車の解体実験](#)により検証
2. 取り出した磁石は引き渡し先で買取可能なのか?  
..... 実験により回収した[磁石の成分分析](#)により検証

##### ● 結果

2つの可能性を検証した結果、以下のようなことがわかった。

1. 解体業者によって[磁石回収に必要な一連の作業はできる](#)。
2. [1ロット\(200kg\)であれば買取可能](#)である。

##### ● 課題

[買取可能な量\(200kg\)のネオジム磁石を確保することが必要](#)である。

## 4. これまでの事業で得られた知見 (2) ネオジム磁石

18



🗑️ 平成24年度

### ★詳細(成分評価結果・消磁作業の説明)

平成24年度事業における成分評価結果

		駆動モーター	発電モーター
重量 [g]		69	33
品位 [%]	Nd	18.49	26.04
	Pr	5.38	0.14
	Dy	7.57	5.53

#### 凡例

Nd = ネオジム  
Pr = プラセオジム  
Dy = ジスプロシウム

#### なぜ消磁が必要なのか？

ネオジム磁石は非常に強力な磁力を持ち、時計や携帯電話などの身の周りの電子機器に影響を与えてしまう。  
このため、ネオジム磁石の磁力をそのままの状態にして保管や引き渡しを行うことは困難であり、磁力を消す消磁作業を行う必要がある。

平成24年度事業における消磁作業の工程



**消磁前**  
強力な磁力のため、ネジなどがくっついている。



**消磁中**  
バーナーで約15分間加熱した。



**消磁後**  
加熱により磁力が消えたため、何もくっつかない。

## 4. これまでの事業で得られた知見 (2) ネオジム磁石

19



🗑️ 平成25年度

26団体71事業所にて実施

### ★概要

- 特徴
  - 回収物品: HV車のモーターに使用されているネオジム磁石
  - 回収量を確保するため、回収規模を全国へ拡大した。
  - 回収の全国展開にともなって、作業内容をわかりやすく周知するため、動画にて回収マニュアルを作成した。
- 結果
  - 回収目標: ネオジム磁石を200kg以上回収すること
  - 地域によって消磁精度の差がみられるものの、全国8ブロックの各参加事業所にて分解・消磁・磁石取り出しの一連の作業を行い、300kg以上の磁石を回収して買取という形での引き渡しができた。
- 課題
  - 回収したネオジム磁石の中に、磁力が残っている着磁品がみられたことから、今後はよりわかりやすい消磁の確認方法などを検討し、消磁作業内容の周知徹底を図る必要がある。

## 4. これまでの事業で得られた知見 (2) ネオジム磁石

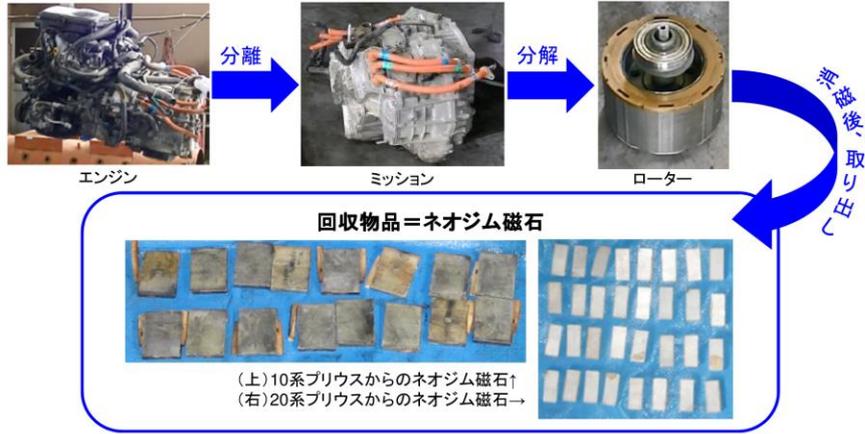
(20)



平成25年度

### ★詳細(回収物品の説明)

例)プリウス/駆動用モーターのネオジム磁石を回収する場合



## 4. これまでの事業で得られた知見 (2) ネオジム磁石

(21)



平成25年度

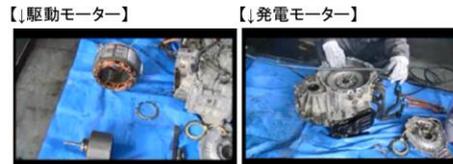
### ★詳細(具体的な作業内容の説明)

作業においては、携帯電話・時計・ペースメーカーなどは影響を受けるため、3m以内に近づけないよう注意する。

1. トランスミッションAssy取付ボルトを外す。
2. エンジンとトランスミッションAssyを分離する。



3. トランスミッションAssyから駆動モーターと発電モーターを分離する。



※駆動モーターはこの時点でステーターとローターに分離。

## 4. これまでの事業で得られた知見 (2) ネオジム磁石

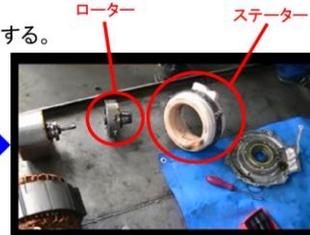
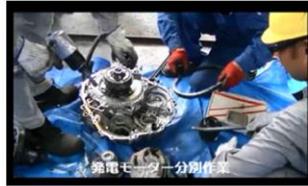
(22)



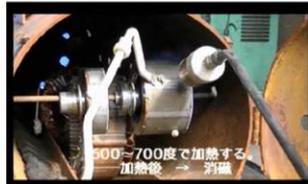
🗑️ 平成25年度

★詳細(具体的な作業内容の説明)

4. 発電モーターからステーターとローターを分離する。



5. 駆動モーターと発電モーターそれぞれのローターを加熱し、消磁を行う。



6. 消磁が終了したら、ローターをすぐに冷却し、冷却後、ネオジム磁石を取り出す。



## 4. これまでの事業で得られた知見 (2) ネオジム磁石

(23)



🗑️ 平成25年度

★詳細(成分評価結果・着磁品の説明・輸送時の注意事項)

平成25年度事業における成分評価結果

		サイズ大 (45×35×5)*	サイズ小 (36×30×5)*
処理台数 [台]		222	
回収重量 [kg]		300.3	
品位 [%]	Nd	17.44	18.14
	Pr	5.10	5.38
	Dy	9.24	8.29

\* サイズ参考値: いずれも単位は[mm]である。

ネオジム磁石の輸送時の荷姿



着磁品



300.3kgの回収物品の中に40.3kgの着磁品(磁力の残っているもの)がみられた。

輸送時の注意事項

ネオジム磁石は、輸送時に擦れると、粉状になるとともに火花が発生し、発火する恐れがある。このため、段ボールでの輸送は発火の危険性があり、金属製のペール缶などに入れて輸送することとした。

## 4. これまでの事業で得られた知見 (2) ネオジム磁石

24



🗑️ 平成25年度

### ★詳細(トヨタプリウス以外の車種での作業)

平成25年度事業において処理された車種は、ほとんどトヨタプリウスであった。しかし、回収技術の検証にまでは至らなかったものの、トヨタプリウス以外にもトヨタエスティマ・トヨタアクア・ホンダフィット・ホンダシビック・ホンダインサイトなどの車種についても作業を行った。

ホンダシビックでの作業の様子(磁石取り出し成功)



### ▼結果

トヨタアクア以外は、トヨタプリウスの回収マニュアル動画をもとにして、その応用で作業ができ、磁石を取り出すことができた。

## 4. これまでの事業で得られた知見 (2) ネオジム磁石

25



🗑️ 平成25年度

### ★詳細(トヨタプリウス以外の車種での作業)

トヨタアクアでの作業の様子(磁石取り出し失敗)



電磁鋼板と磁石を分離するため、バーナーを使用したら、磁石がポロポロになってしまった。

### ▼結果

接着剤が強力で熱しても接着力が弱まらず、電磁鋼板と接着剤の分離ができなかったため、磁石の取り出しはできなかった。

### 今後の課題

今後は、プリウス以外の車種における作業方法の開拓が課題となる。対応方策としては、

- ✓ 多様な実験：プリウス以外の車種における解体実験の実施
- ✓ 情報の収集：磁石原料メーカーなどからの情報収集

……などが挙げられる。

## 4. これまでの事業で得られた知見 (3) ワイヤーハーネス

(26)



平成24年度 1団体20事業所にて実施

### ★概要

#### ● 特徴

回収物品: ワイヤーハーネス

→ 貴重な銅資源であるワイヤーハーネスの国内循環の可能性を探るため、2つの二次処理方法を用いて品位に差が出るかどうかを比較した。

#### 1. ナゲット処理

…… 被覆の塩ビを全部むいた状態で精錬会社に納める。

#### 2. ラフチョッパー処理

…… 粗破碎したものをさらに細かく破碎し、  
被覆の塩ビをむいていない状態で精錬会社に納める。

#### ● 結果

ラフチョッパー処理よりもナゲット処理の方が、品位が高くなることがわかった。

#### ● 課題

ナゲット処理には費用がかかるので、今後は二次処理費用の削減を図り、採算性を確保することが必要である。

## 4. これまでの事業で得られた知見 (3) ワイヤーハーネス

(27)



平成24年度

### ★詳細(二次処理のフロー図・資源化結果)

処理台数=1,200台/総回収量=16.3トン(コネクタ分離後)



二次処理会社への納入時



粗破碎処理  
粗破碎20mm(細破碎母材)



① ナゲット処理  
ハーネスが剥製品(目比向)



② ラフチョッパー処理  
細破碎1.9mm(竹炭向)

#### ① ナゲット処理

処理量9,989kg → 処理後5,994kg → 資源化量5,863kg  
(品位98.8%) (採収率99%)

#### ② ラフチョッパー処理

処理量6,097kg → 処理後6,085kg → 資源化量2,411kg  
(品位66.1%) (採収率60%)

## 4. これまでの事業で得られた知見

### (3) ワイヤーハーネス

(28)

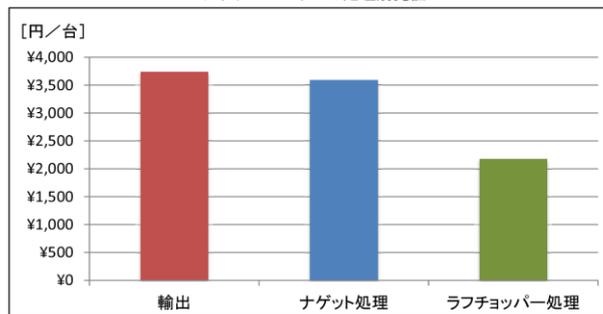


✍️ 平成24年度

#### ★詳細(二次処理のフロー図・資源化結果)

ナゲット処理を行うスクラップ回収業者との連携によって、輸出よりも高い利益を生み出し、ワイヤーハーネスの国内リサイクルを推進して社会に貢献できる可能性がある。

ワイヤーハーネスの処理別売価



※ 各解体業者のワイヤーハーネス回収作業コストを埋没原価として評価した場合。  
※ 平成24年12月のワイヤーハーネス取引相場から試算。

## 4. これまでの事業で得られた知見

### (4) 触媒

(29)



✍️ 平成23年度

1団体5事業所にて実施

#### ★概要

##### ● 特徴

回収物品: キャタリスト

→ 触媒としてはすでに商業取引がなされているが、より採算性を高める方法を検討するために、触媒をキャタリストにまで分別して回収した。

##### ● 結果

キャタリストにまで分別回収した場合の買取価格は、通常の取引での買取価格を上回ることが明らかとなった。

##### ● 課題

買取価格は高くなったものの、触媒をキャタリストにまで分別する過程においては、プラズマ切断機などの設備や粉塵に対する対策が必要となる。

## 4. これまでの事業で得られた知見

### (4) 触媒

30

✍️ 平成23年度

★詳細(品位分析結果・回収物品の説明)

平成23年度事業における品位分析結果

キャタリスト		
回収重量[kg]	728	
回収個数[個]	920	
1個あたり平均重量[g]	791	
評価対象重量[kg]	698.5	
品位[g/t]	Au	—
	Ag	—
	Cu	—
	Pt	848
	Pd	1,507
	Rh	243

収入試算

キャタリスト回収における1台あたりの収入試算は、約4,800円となった。  
(ただし、Rhの収入は除く)  
分別回収せずに触媒の状態のまま売却した場合の参考価格は、1個あたりマニホールド(小)で約1,100円～ハニカム(大)で約4,500円である。  
この価格の差から、キャタリストにまで分別回収した効果がみられる。



## 5. 事業の効果

31

✍️ 環境影響

リサイクルに期待される環境影響への効果は以下の3点が代表的である。

- 資源の有効利用・廃棄物発生量の削減  
→ リサイクルの結果から得られた資源の量が廃棄物にならずに済んだことによる一方、リサイクルのために新たに生じた廃棄物の分は増えることとなる。
- CO<sub>2</sub>排出量の削減
- その他、天然資源を使うために起こる環境影響の低減  
→ これを検証する意味で「TMR」という指標を用いる。

TMRとは……

我々の社会が環境に対してどの程度影響を及ぼしたかを重量で示す指標。  
例えば、天然資源から銅を1kg作ることは、360kgのTMRに相当するという。  
この例の場合でいえば、銅を製錬するために必要なエネルギー資源である石油を油田からくみ上げた量など、銅を1kg作るのに必要なすべてのものを得るために地球から資源を掘削した量が360kgであることを意味する。

## 5. 事業の効果

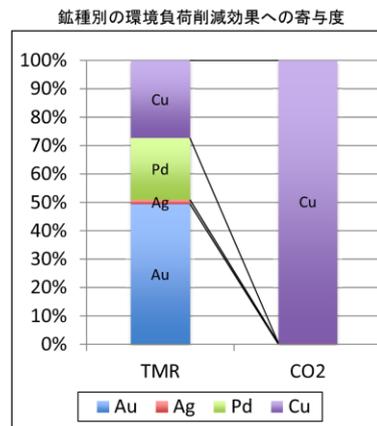
32



### 環境影響

平成25年度事業では、コンピューター基板とネオジム磁石の回収事業に取り組んだが、ネオジム磁石については、詳細なデータが得られず、簡易的な分析にとどめた。このため、ここでは、コンピューター基板の回収事業から得られたリサイクルの結果を右図のように示す。

右図をみると、CO<sub>2</sub>排出量を削減することに貢献しているのは主に銅のリサイクルであり、金やパラジウムなどの貴金属のリサイクルはあまり意味がなさそうに見えるが、TMRでそもそもの環境影響の削減を考えると、実は貴金属類のリサイクルが環境負荷削減に大きく貢献していることがわかる。



## 5. 事業の効果

33



### 事業性

これまでの事業を通して得られた知見は、以下のとおりである。

- ELV機構の会員事業所が協同して事業に取り組むことによって、引き渡し先の受入最低ロットを確保することが可能となる。
- 通常の解体工程に組み込まずに、事業単体で回収作業時間を考えると、そのための人件費が非常に大きく、これを圧縮することが必要である。
  - 平成25年度事業の結果、作業への習熟によって回収作業時間が短縮されることが確認されている。例えば、磁石の回収については、平均作業時間は213分であり、これを採算ラインに乗せるには、作業時間を140分にまで短縮する必要があるが、相当数の処理を行った事業所によれば、作業時間を70分程度にまで短縮することができるという回答も得ている。
- 同じ貴金属でも、品位や引き渡し先によって採取率に違いが出る。
  - 回収物品の買取価格は、採取量(=含有物のうち資源として回収される量)によって決まり、採取量は採取率に応じて決まる。このため、採取率は事業性の確保という点において採取率を上げることは非常に大きなポイントである。

## 5. 事業の効果

34

### 事業性

事業の採算性という意味では、買取評価額(B)を事業のために生じた追加的費用の合計(C)で割ったB/C(費用便益比 ※基準値:1.0)が簡易的な評価指標となると考えられる。

平成25年度事業の事業性評価のまとめ

		基板	磁石	
回収数=Q				
基板:[個] 磁石:[台]		51,225	222	
買取評価=B[円]	合計	4,627,000	830,804	
	1個・台あたり	90	3,742	
費用[円]	人件費=C <sub>LA</sub> (Q×L <sub>h</sub> ×C <sub>LU</sub> )	11,608,866	1,182,150	
	物流費	一次=C <sub>LO1</sub>	157,309	17,501
		二次=C <sub>LO2</sub>	449,539	34,599
	費用合計=C (C <sub>LA</sub> +C <sub>LO1</sub> +C <sub>LO2</sub> )	12,215,714	1,234,250	
B/C		0.38	0.67	

以下のように作業時間を短縮することができればB/Cが1となり、採算ラインに乗る。

基板回収:18.13分 → **6分程度**  
磁石回収:213分 → **140分程度**

L<sub>h</sub> = 人件費単価(1,500[円/時間])

## 6. 事業性向上に向けた課題

35

### ブロック・都道府県組合が取り組むべきこと

これまでの事業から得られた知見をふまえて、各事業所ごとに個別に取引を行うのではなく、地域ごと、あるいは機構全体など、**ある程度の規模をもって取引を行うことが必要**である。その際には以下の3点に留意することが重要である。

- 効率的な物流システムを構築する。  
→ 複数の回収物品を同時に混載する、地域ごとに集約拠点を作る ……など。
- 回収ノウハウを早めに蓄積・共有する。  
→ ネオジム磁石などは、相当数の処理を行った事業所にヒアリングを行い、その結果をまとめて事業者の周知を図る ……など。
- 分類基準を正確に守り、異物の混入が起きないように注意する。  
→ 基板のように品質を一定に保つことが重要なものについては、回収マニュアルをあらためて整備し、分類基準の周知徹底を図る ……など。



#### 異物の混入に関する事例

左の写真は、平成25年度のネオジム磁石回収の際に混入していた異物。308.05kgの磁石を引き渡したが、7.75kg(2.5%)の異物が混入していた。このため、最終的な引き渡し重量は300.30kgとなった。

## 7. 事業支援に向けた ELV機構の取り組み (36)



### ✍️ ELV機構が推し進めていくこと

- その他の高品位部品の回収に関する検討を行う。  
→ O<sub>2</sub>センサー、吸気温センサー、エアフロメーターなど、これまでの事業では検討しきれなかった部品などについて、回収可能性を探っていく。
- 常に情報収集に努める。
  - 参加事業所からのフィードバック整理  
→ 回収作業における問題点や事業所独自の作業効率化のための工夫など、今後の事業展開に活かせるフィードバックを集め、他の事業所へ周知して共有できるように整理しておく。
  - 関連業者との情報交換  
→ 関連業者との信頼関係を築きながら、事業を展開していくうえで有益な情報を得るべく、定期的な意見交換の場を設ける。
  - 技術開発に関する情報収集  
→ 今後、解体後のプロセスの技術開発などにより、リサイクルの採算性が向上しそうなものについて、常に情報収集に努める。  
例えば、タンタルコンデンサーなどの一部のレアメタルについては、現在急速に技術開発が進みつつあるため、収集した情報をふまえながら、今後事業対象とすることを検討していきたい。

## 7. 事業支援に向けた ELV機構の取り組み (37)



### ✍️ 今後の体制

今後は、ELV機構のブロック・都道府県組合それぞれが直接関連事業者との連携を図って事業を実施するという各地域の共同事業という形で取り組みを継続していきたい。  
本部は、「資源循環委員会」を中心として、各地域の共同事業からの情報収集を行うとともに、これまでの事業で連携してきた関連事業者と引き続き定期的な意見交換を行うなど、内部と外部、双方からの情報収集を進めていく。

