

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。

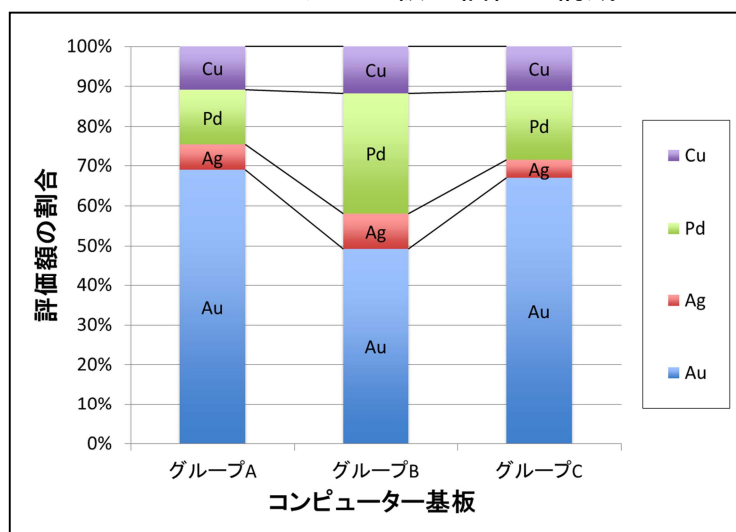
3 資源性の評価

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] 1 個・台あたり		965,000 100	2,227,000 111	1,435,000 66	4,627,000 90	830,804 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])

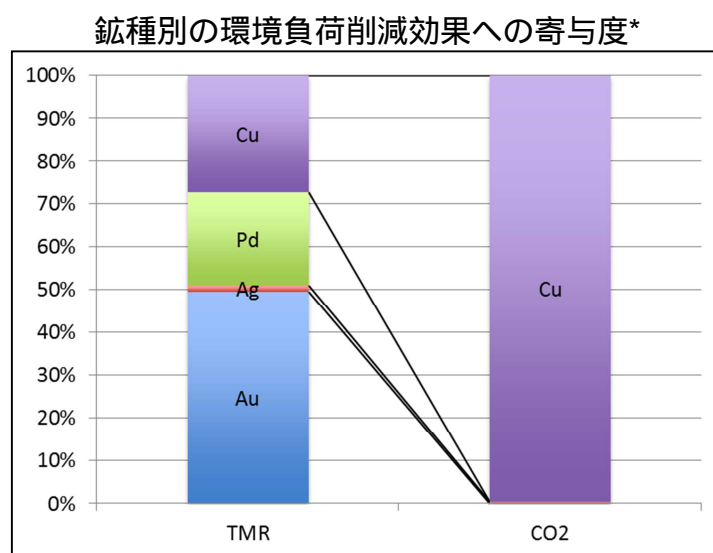
5 環境影響への効果検証

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ー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、CO₂ 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 CO₂ は 3,279 [kg-CO₂eq] である。これを基板 1 個あたりで考えれば、0.06 [kg-CO₂eq] となる。CO₂ 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、鉍山/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 CO₂ 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、今後に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、作業者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、今後に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

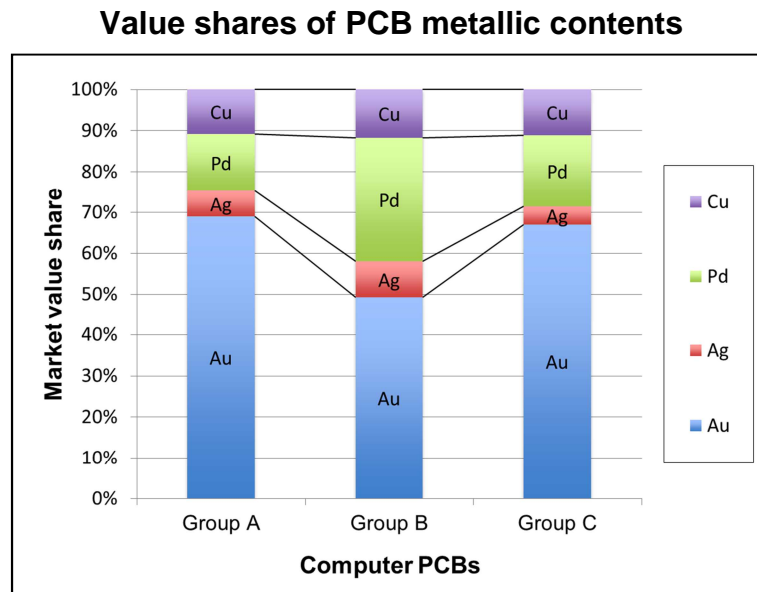
Amount of retrieved Nd magnets: 300.30 kg

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(¥)] ¥/pcs			965,000 100	2,227,000 111	1,435,000 66	4,627,000 90	830,804 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])

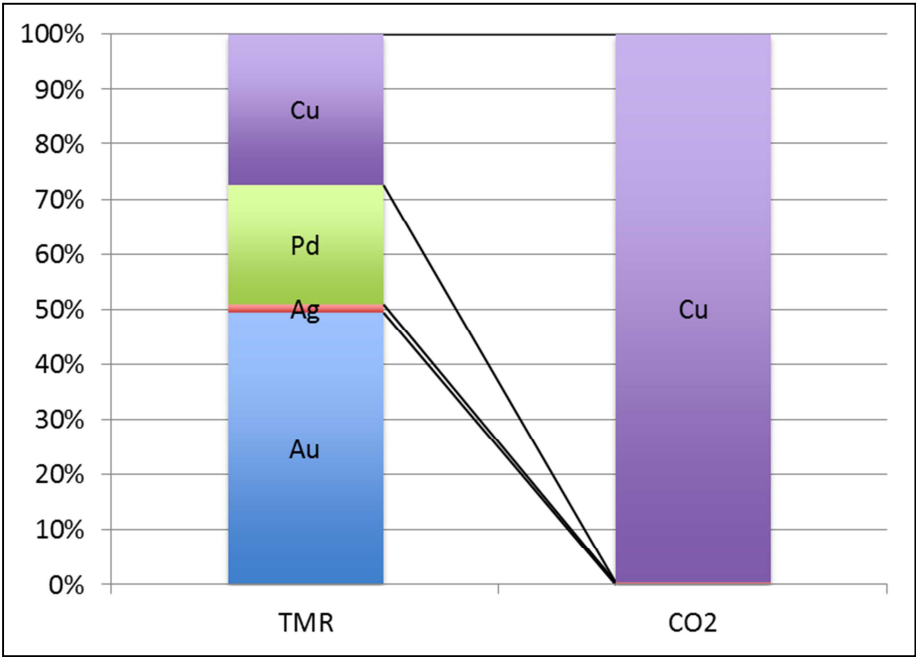
5. Assessment of Environmental Effect

■ 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 CO2 reduction by 3,279[kg-CO2eq], or by 0.06[kg-CO2eq] 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 CO₂ 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 CO₂ 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

1 本事業の目的と実施体制	P1
1.1 目的	P1
1.2 実施体制	P2
2 貴金属等回収のための基板分類基準の確立	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
3 貴金属等の回収事業	P13
3.1 実証事業内容	P14
3.2 実証事業結果	P16
4 ネオジム磁石の回収事業	P22
4.1 実証事業内容	P23
4.2 実証事業結果	P26
5 事業性・環境負荷削減効果等の評価	P32
5.1 事業性の評価	P32
5.2 環境負荷削減効果の評価	P38
6 効率的な回収システムの検討	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
7 まとめ	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
8 資料編	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CO₂の排出量削減を阻むことにもつながる。

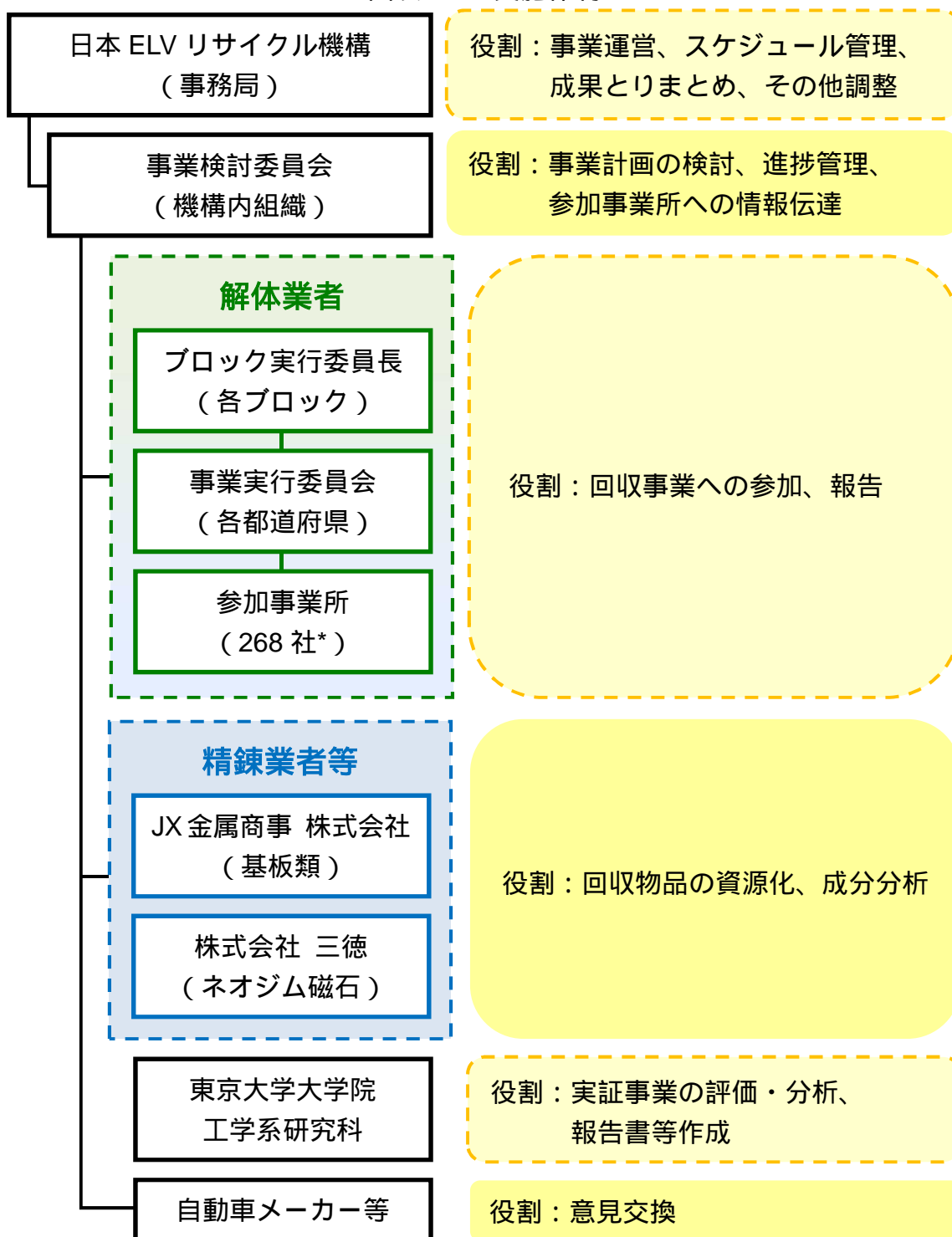
このような問題点をふまえて、本事業は、精錬業者等とのビジネスベースの連携において、一定の品位を保った安定的な供給、輸送・受け渡しの方法の確立を目指し、中小規模の解体業者が精錬業者等と連携して使用済自動車に含まれる金、銀、銅、パラジウム、ネオジウム、ジスプロシウム等の貴金属及びレアアースを含有する磁石を集積させることによる効率性向上、コスト低減、CO₂削減等の効果検証を行い、自動車リサイクルの高度化に資することを目的とする。

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

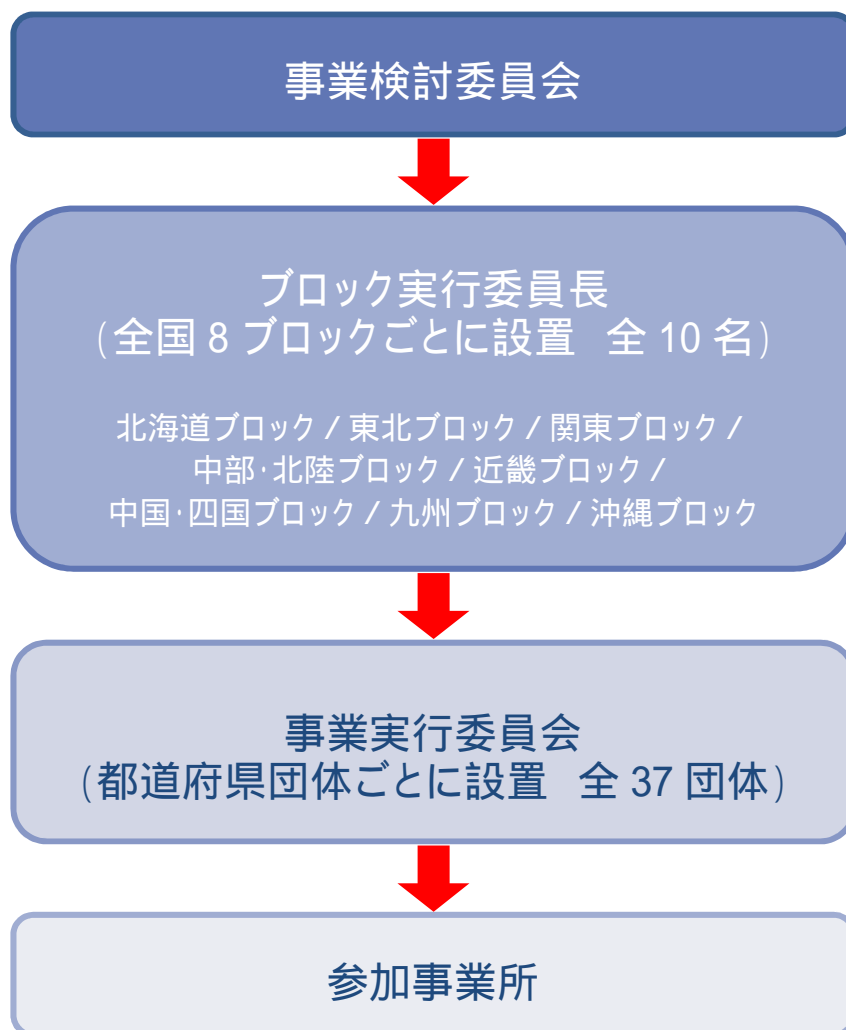


* 貴金属等の回収事業のみ、ネオジム磁石の回収事業のみに参加した事業所も含む。

(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。

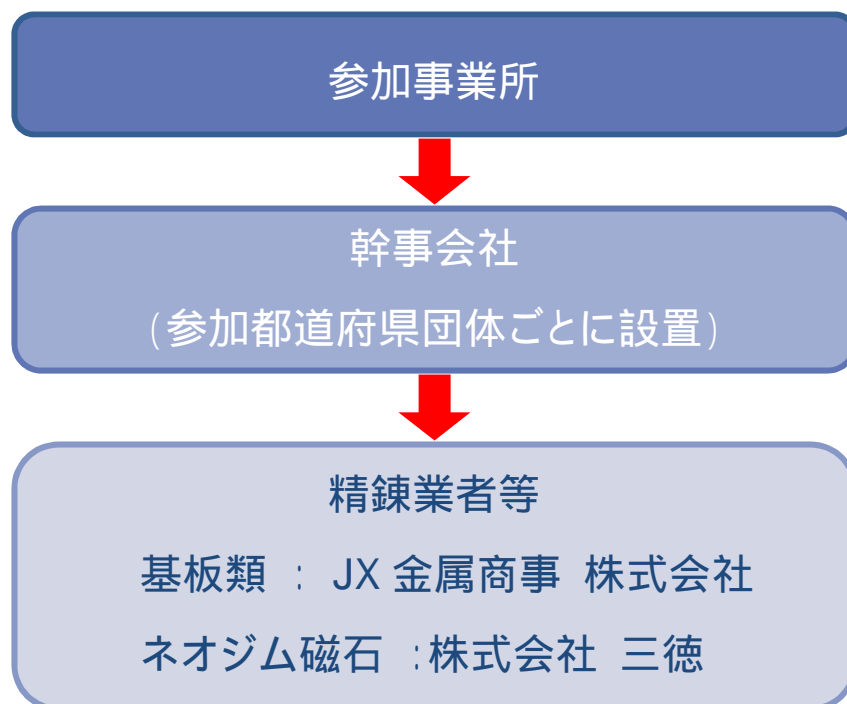
図表 1-6 事業実行委員会の開催実績

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	中国 ・ 四国	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		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基板ならびにエアバッグコンピュータ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基板ならびにエアバッグコンピュータ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ることが確認された。
- エアバッグコンピュータ基板
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

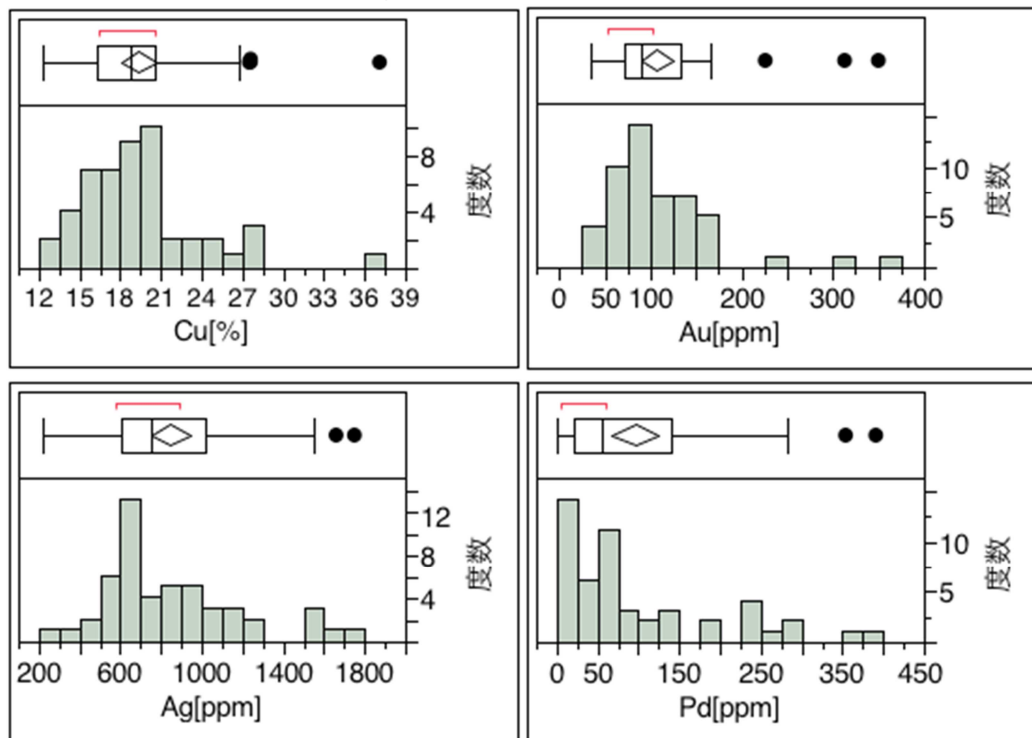
エンジンコンピューター基板について、外見に一定の傾向が確認されたことから、重点的に分析を実施することで、さらに 2~3 種類程度の分類基準を策定することとした。エアバッグコンピューター基板については、外見に一定の傾向を見出すことが難しかったため、特に分類基準を設けないこととした。

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。

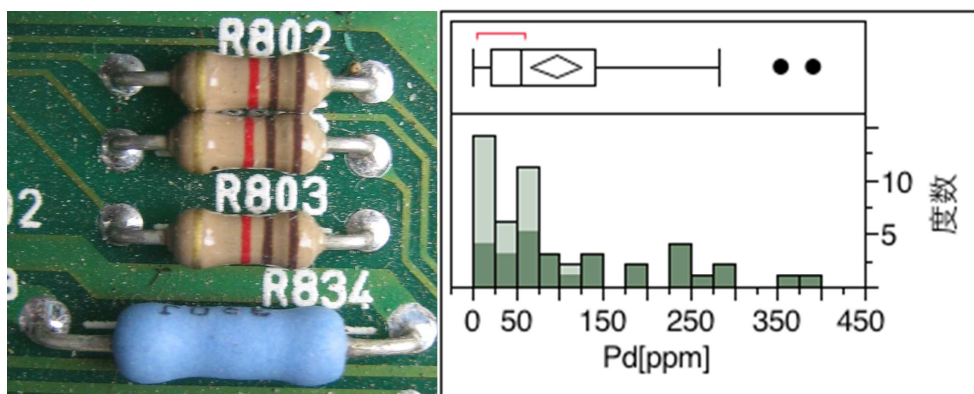
図表 2-1 Cu、Au、Ag、Pd の濃度別のヒストグラム (N=50)



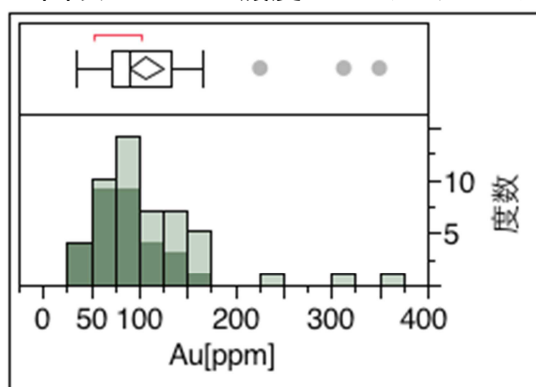
図表 2-1 の金属ごとのヒストグラムをみると、Cu、Au、Ag については、いわゆるベル型の分布をしていることがわかる。しかし Pd については、非常に含有量の少ない基板 (0~25ppm) が相当量ある一方、非常に含有量の多い基板もあることがわかる。よって、Pd に関する分類の可能性を検討した。

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 のものと同じであるが、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。

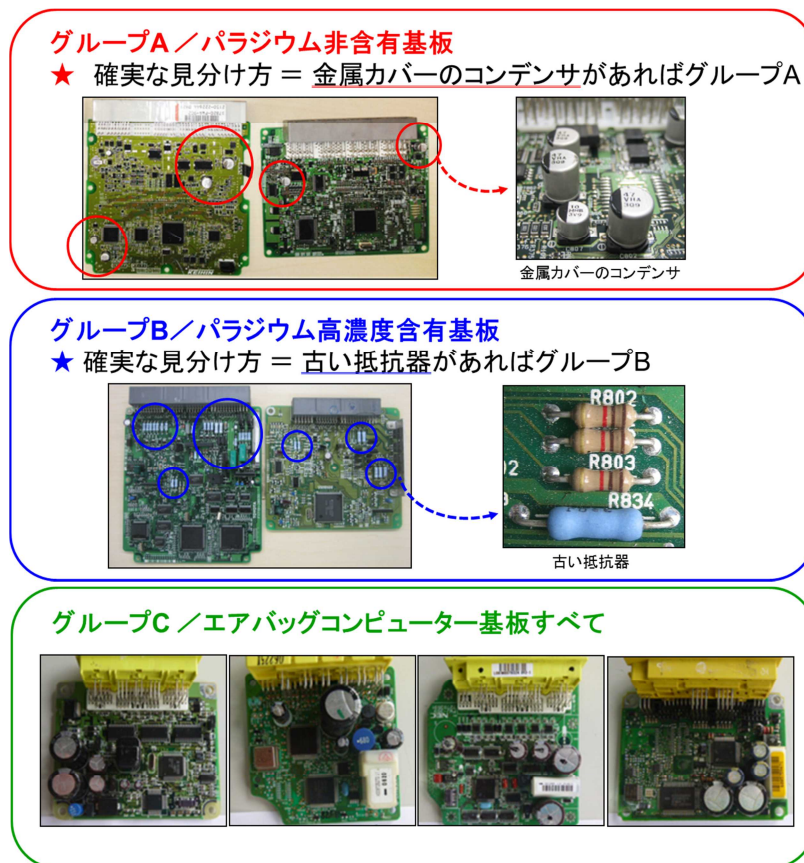
参考までに図表 2-3 に Au 濃度のヒストグラムを示すが、こちらについては、比較的新しい基板において濃度が高いことがわかる。この理由は、比較的新しいタイプの素子における金の使用量に由来していると考えられるが、定量的なデータにもとづく素子の特定はできていない。

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。

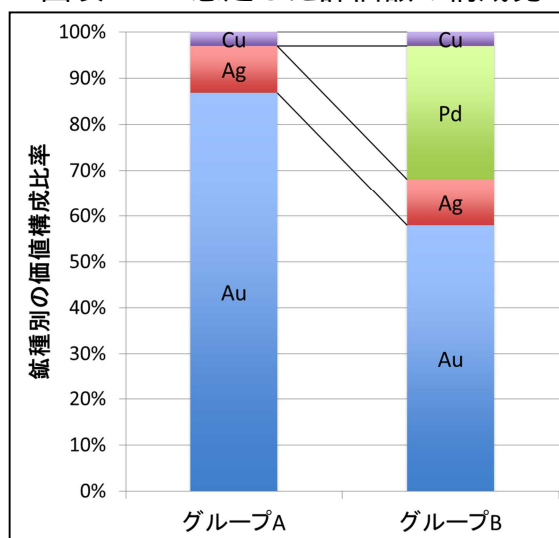
図表 2-4 分類基準の説明：実務者向け回収マニュアルより抜粋



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、エアバックコンピューター基板、エアバッグカプラーという計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
エアバックコンピューター基板	1,358kg	12,032 個
エアバッグカプラー	444kg	38,034 個

3.1 実証事業内容

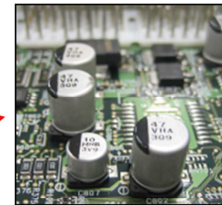
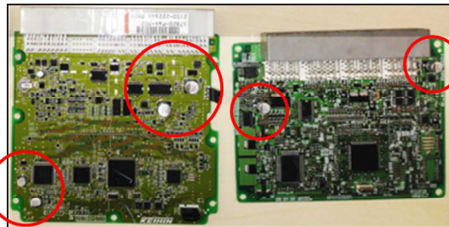
(1) 回収物品

回収物品は、コンピューター基板に的を絞りを、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

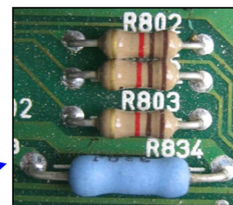
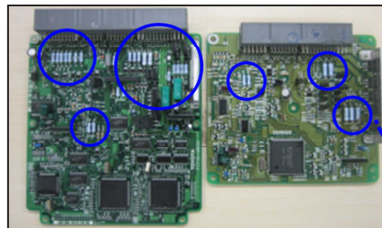
★ 確実な見分け方 = 金属カバーのコンデンサがあればグループA



金属カバーのコンデンサ

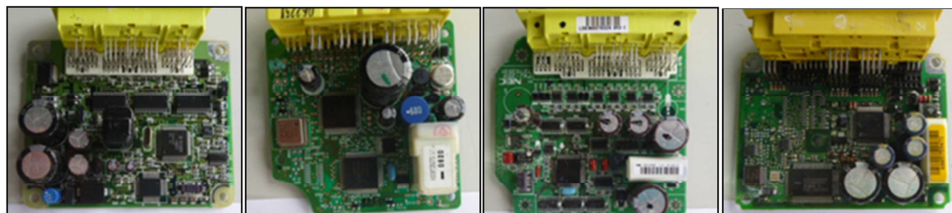
グループB / パラジウム高濃度含有基板

★ 確実な見分け方 = 古い抵抗器があればグループB

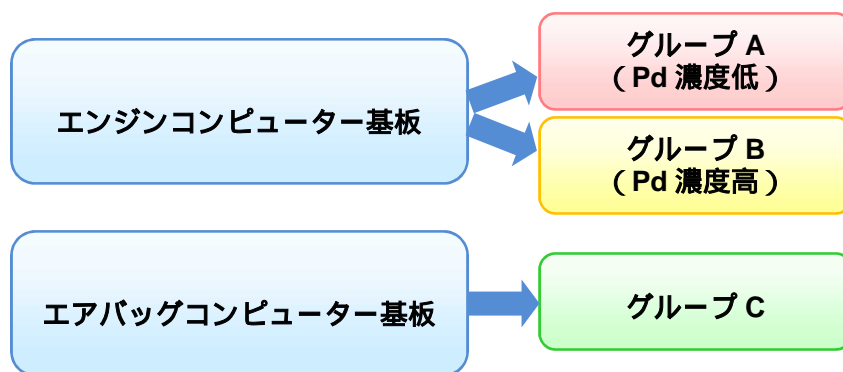


古い抵抗器

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すべて完了した。

(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
	北海道ブロック合計		167.00	1,067		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		近畿ブロック合計		61.00	392
	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 鳥根県鳥取県	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
	東北ブロック合計		88.00	640		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		中国・四国ブロック合計		87.00	604
	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
関東(東)ブロック合計		340.00	2,176	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	九州ブロック合計		74.00	514	
	関東(西)ブロック合計		302.00	2,052	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	沖縄ブロック合計		71.00	490	
	17 石川県	石川県中古自動車部品組合	59.00	392	総計		1,416.00	9,673	
	18 岐阜県	岐阜県ELV協議会	46.00	290					
	19 愛知県	ELV愛知リサイクル協会	62.00	401					
	20 三重県	TMCA	7.00	35					
	21 三重県	ELV三重	32.00	228					
中部・北陸ブロック合計		226.00	1,738						

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
	北海道ブロック合計		690.00	3,638		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	近畿ブロック合計		181.00	694	
	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
	東北ブロック合計		177.00	874		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		中国・四国ブロック合計		173.00	863
	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	新潟廃車処理協同組合	35.00	240	34 大分県		大分県ELV商業組合	42.00	192
関東(東)ブロック合計		959.00	4,828	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	九州ブロック合計		272.00	1,486	
中部・北陸	16 富山県	富山県自動車解体部品組合	106.00	348	37 沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	204.00	1,152	
	17 石川県	石川県中古自動車部品組合	88.00	437	沖縄ブロック合計		204.00	1,152	
	18 岐阜県	岐阜県ELV協議会	117.00	606	総計		3,814.00	19,952	
	19 愛知県	ELV愛知りサイクル協会	29.00	214	中部・北陸ブロック合計		369.00	1,744	
	20 愛知県	TMCA	10.00	38					
	21 三重県	ELV三重	19.00	101					
	中部・北陸ブロック合計		369.00	1,744					

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

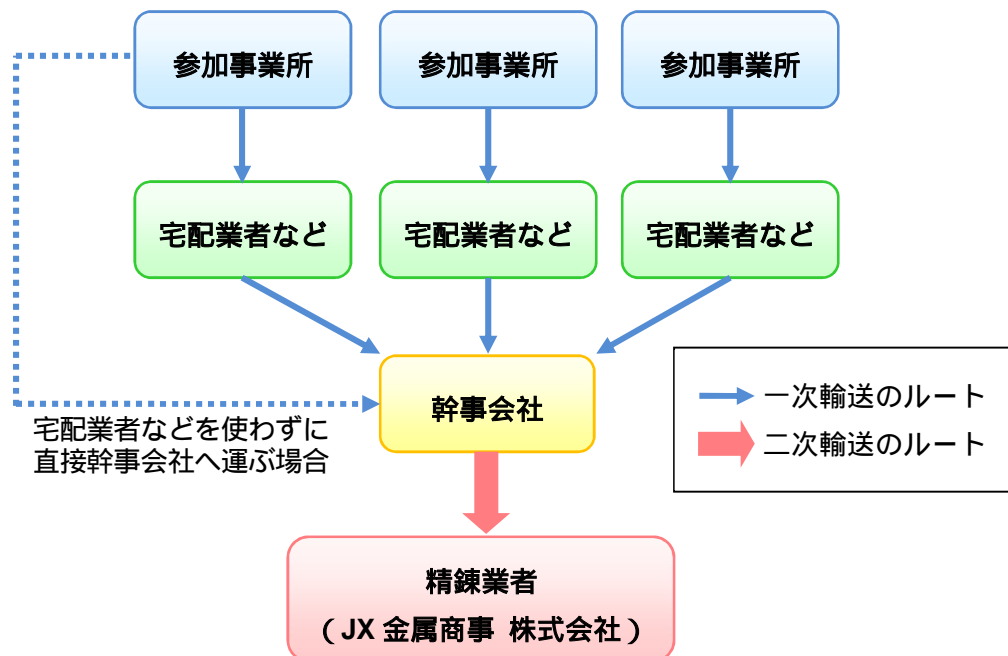
ブロック	都道府県	地域団体	回収重量 (kg)	回収数量 (個)	ブロック	都道府県	地域団体	回収重量 (kg)	回収数量 (個)
北海道	1 北海道	北海道自動車処理協同組合	382.00	3,429	近畿	22 大阪府	大阪自動車リサイクル協同組合	39.00	349
	北海道ブロック合計		382.00	3,429		23 兵庫県	播磨自動車解体組合	8.00	91
東北	2 青森県	青森県自動車リサイクル協同組合	24.00	250		24 奈良県	奈良県ELVリサイクル協同組合	19.00	172
	3 岩手県	岩手県ELVリサイクル協議会	25.00	258	近畿ブロック合計		66.00	612	
	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
	東北ブロック合計		129.00	1,234		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		中国・四国ブロック合計		141.00	1,333
	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	新潟廃車処理協同組合	44.00	500	34 大分県		大分県ELV商業組合	14.00	141
関東(東)ブロック合計		570.00	5,468	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	九州ブロック合計		160.00	1,472	
中部・北陸	16 富山県	富山県自動車解体部品組合	39.00	357	37 沖縄県	沖縄県自動車リサイクル協同組合	77.00	753	
	17 石川県	石川県中古自動車部品組合	56.00	506	沖縄ブロック合計		77.00	753	
	18 岐阜県	岐阜県ELV協議会	92.00	918	総計		2,321.00	21,600	
	19 愛知県	ELV愛知りサイクル協会	82.00	690					
	20 愛知県	TMCA	9.00	75					
	21 三重県	ELV三重	34.00	307					
	中部・北陸ブロック合計		312.00	2,853					

(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
	北海道ブロック合計			8,134	96,390	91,350	6,300	194,040	23.9
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
	東北ブロック合計			2,748	463	26,582	6,930	33,975	12.4
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
	関東(東)ブロック合計			12,472	28,597	48,835	14,595	92,027	7.4
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
	関東(西)ブロック合計			11,171	10,953	108,735	22,365	142,053	12.7
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
中部・北陸ブロック合計			6,335	2,237	43,274	13,545	59,056	9.3	
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
	近畿ブロック合計			1,698	0	20,240	4,725	24,965	14.7
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
中国・四国ブロック合計			2,800	12,534	17,780	6,615	36,929	13.2	
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
九州ブロック合計			3,472	6,135	50,617	11,025	67,777	19.5	
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
沖縄ブロック合計			2,395	0	42,126	945	43,071	18.0	
総計				51,225	157,309	449,539	87,045	693,893	13.5

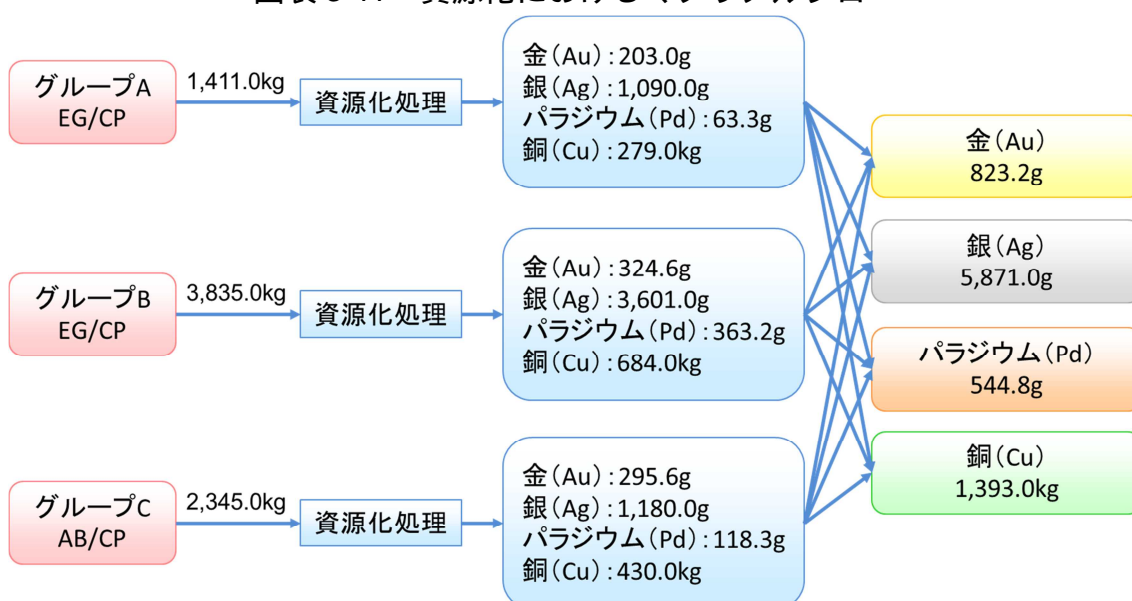
(4) 精錬業者による評価

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。



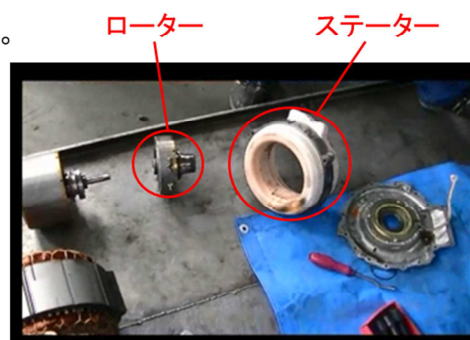
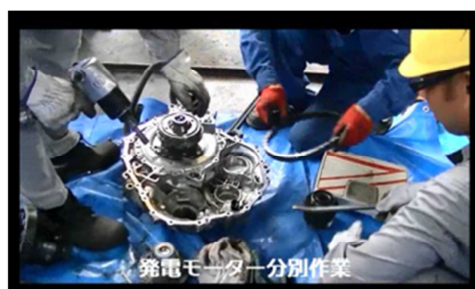
【↓駆動モーター】

【↓発電モーター】

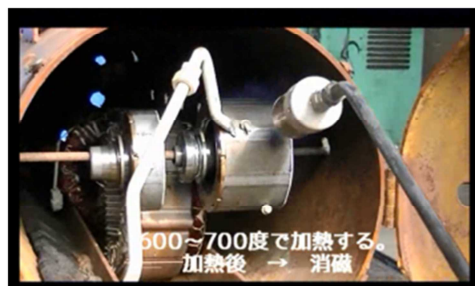


※駆動モーターはこの時点でステーターとローターに分離。

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	
	北海道ブロック合計				10	近畿ブロック合計		
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		中国・四国ブロック合計			2
	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	
	東北ブロック合計				9	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	九州ブロック合計			10	
	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	
関東ブロック(東)合計			15		沖縄ブロック合計			1
関東(西)	11 山梨県	山梨県カーリサイクル協同組合	8	総計				71
	12 静岡県	静岡県自動車解体業協同組合	2					
関東ブロック(西)合計			10					
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愛知りサイクル協会	1					
	16 愛知県	TMCA	5					
	17 三重県	ELV三重	3					
中部・北陸ブロック合計			13					

(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	
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		
関東(東)	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	埼玉県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	
中部・北陸	13 石川県	石川県中古自動車部品組合	7.20	5						
	14 岐阜県	岐阜県ELV協議会	4.20	3						
	15 愛知県	ELV愛知りサイクル協会	1.10	1						
	16 三重県	TMCA	15.00	11						
	17 三重県	ELV三重	4.30	3						
中部・北陸ブロック合計		31.80	23							

図表 4-5 混入していた異物



図表 4-6 着磁品

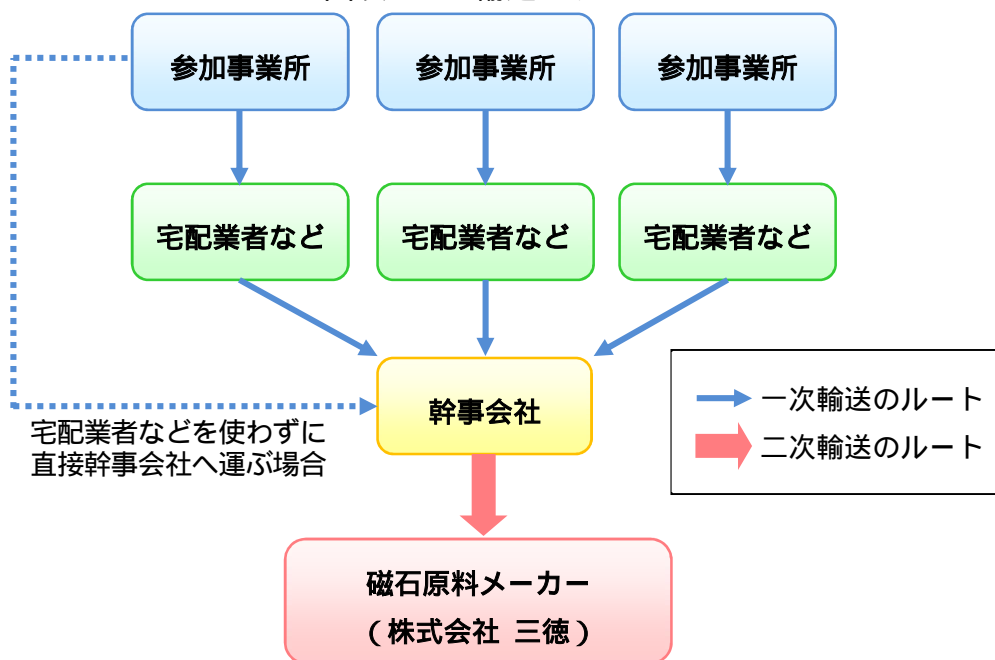


(3) 輸送コスト

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
	北海道ブロック合計			114.30	11,340	11,340	22,680	198.4
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
	東北ブロック合計			17.70	0	3,868	3,868	218.5
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
	関東ブロック(東)合計			54.70	3,451	4,796	8,247	150.8
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
	関東ブロック(西)合計			33.90	1,380	3,390	4,770	140.7
	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
	中部・北陸ブロック合計			31.80	630	3,390	4,020	126.4
	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
	近畿ブロック合計			15.00	0	1,480	1,480	98.7
	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
	中国・四国ブロック合計			9.00	700	1,640	2,340	260.0
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
	九州ブロック合計			21.00	0	4,095	4,095	195.0
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
	沖縄ブロック合計			2.90	0	600	600	206.9
総計				300.30	17,501	34,599	52,100	173.5

(4) 磁石原料メーカーによる評価

回収したネオジウム磁石は、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		
ネオジウム (Nd)	品位 (%)	17.44	18.14	17.79
プラセオジウム (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。

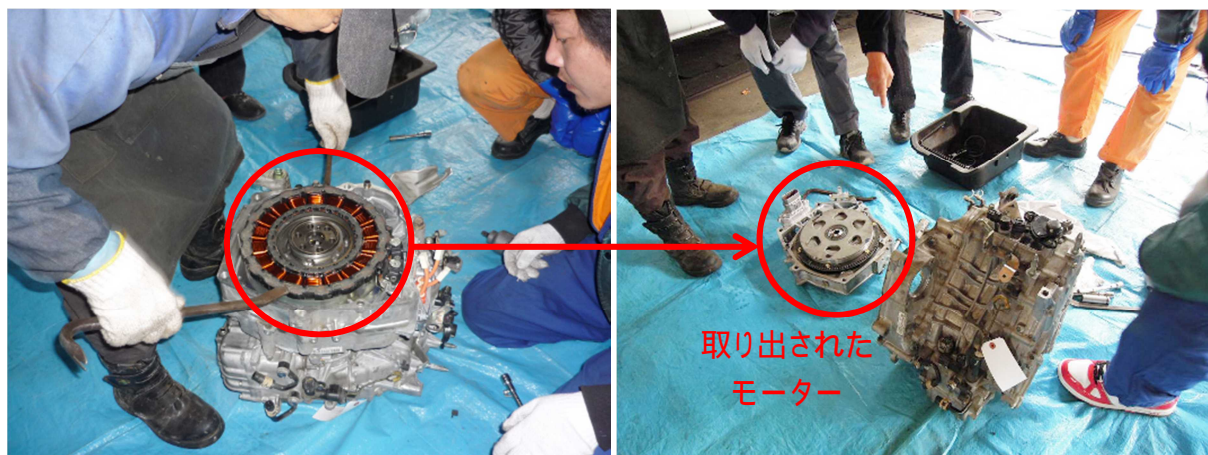
(5) トヨタプリウス以外の車種での作業

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。

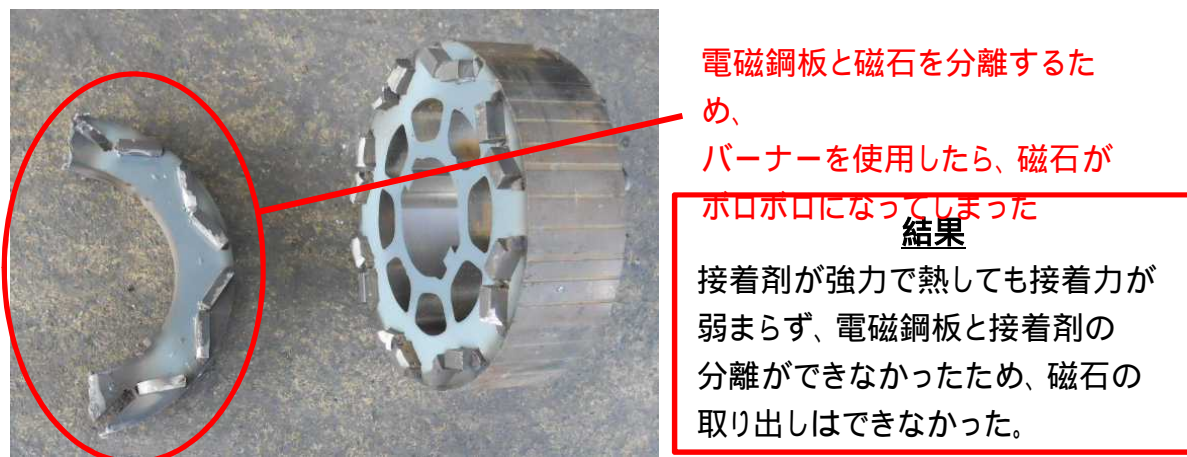
回収作業の結果、トヨタアクア以外は、ネオジム磁石回収マニュアル動画（トヨタプリウスでの作業をもとに作成したもの）を参考に、分解・消磁・磁石取り出しまでを行うことができた。トヨタアクアについては、福島県の組合で作業を行ったが、電磁鋼板と磁石の間の接着剤が非常に強力であったため、分離ができず、磁石を取り出すことができなかった。

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）



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。

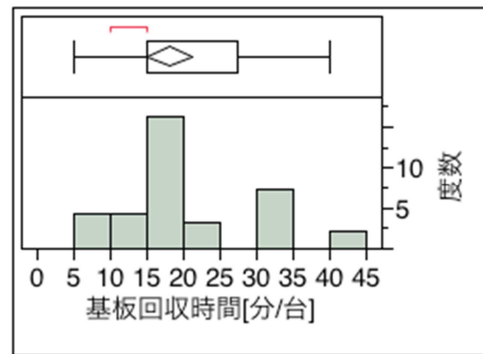
解体業者における追加的作業による費用 貴金属等の回収事業

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）

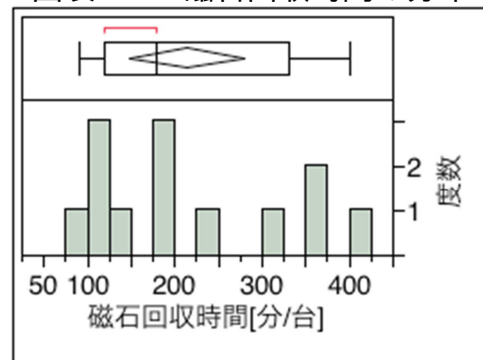
ネオジム磁石の回収事業

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。