

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)

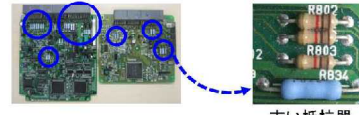
- ★ 確実な見分け方
- = 金属カバーのコンデンサがあればグループA



金属カバーのコンデンサ

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



古い抵抗器

- 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

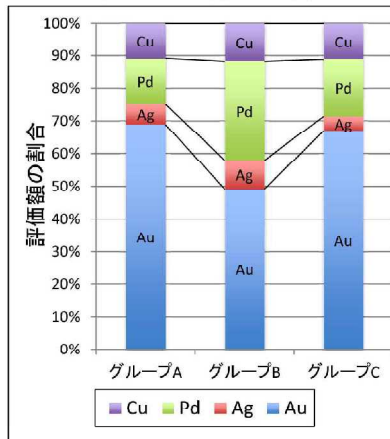
16



🗑️ 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

重量 [g]		駆動モーター	発電モーター
		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、磁力の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

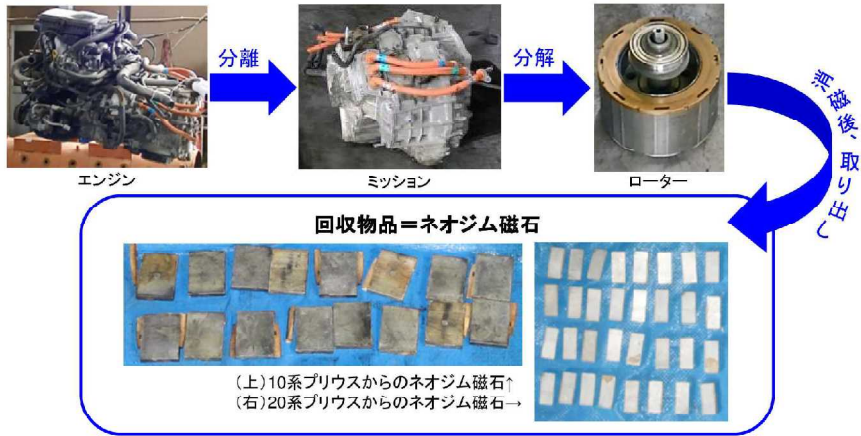
20



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。

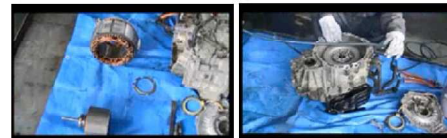


3. トランスミッションAssyから駆動モーターと発電モーターを分離する。



【駆動モーター】

【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. これまでの事業で得られた知見 (2) ネオジム磁石

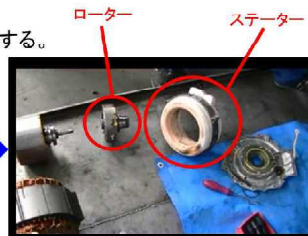
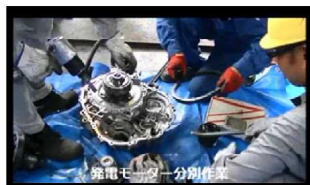
22



🗑️ 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、ハンマーを使用したら、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。

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
ペーパナゲット製品(目詰り)



② ラフチョッパー処理
細破碎1.3mm(竹炭用)

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)

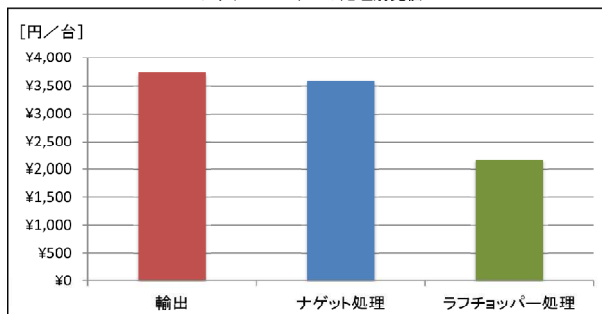


🗑️ 平成24年度

★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。
- CO₂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

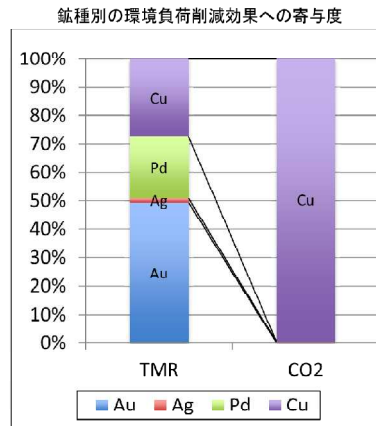
32



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、CO₂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 _{LA} (Q×L _h ×C _{LU})	作業時間=C _{LU} 基板:18.13[分/台] 磁石:213[分/台]	11,608,866	1,182,150
	物流費	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		0.38	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_h = 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やる ……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。
→ O₂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。

