

産業構造審議会環境部会  
廃棄物・リサイクル小委員会（第19回）

中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会  
小型電気電子機器リサイクル制度及び  
使用済製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会  
使用済製品中の有用金属の再生利用に関するワーキンググループ（第4回）

合同会合

配付資料一覧

- |      |                         |
|------|-------------------------|
| 資料1  | 議事次第                    |
| 資料2  | 委員名簿                    |
| 資料3  | レアメタルのリサイクル技術開発に係る現状と課題 |
| 資料4  | 中村委員提出資料                |
| 資料5  | レアメタルのリサイクルの検討全般について（案） |
| 参考資料 | 中間論点整理                  |

産業構造審議会環境部会  
廃棄物・リサイクル小委員会（第19回）

中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会  
小型電気電子機器リサイクル制度及び  
使用済製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会  
使用済製品中の有用金属の再生利用に関するワーキンググループ（第4回）

合同会合

議事次第

日時： 平成24年1月24日（火）  
14時00分～16時30分

場所： 大手町サンスカイルームE室

議題：

1. レアメタルのリサイクルの検討全般について
2. その他

産業構造審議会 環境部会 廃棄物・リサイクル小委員会  
委員名簿

敬称略（50音順）

（委員）

小委員長	永田 勝也	早稲田大学環境・エネルギー研究科教授
小委員長代理	中村 崇	東北大学多元物質科学研究所教授
	井上 祐輔	社団法人新金属協会理事
	大塚 浩之	読売新聞社論説委員
	大橋 慎太郎	社団法人パソコン3R推進協会理事
	大和田 秀二	早稲田大学理工学術院教授
	岡部 徹	東京大学生産技術研究所教授
	奥平 総一郎	一般社団法人日本自動車工業会環境委員会委員長
	織 朱實	関東学院大学法学部教授
	木暮 誠	一般社団法人電子情報技術産業協会電子機器のリサイクルに関する懇談会座長
	酒井 伸一	京都大学環境安全保健機構附属環境科学センター長
	佐々木 五郎	社団法人全国都市清掃会議専務理事
	佐藤 泉	弁護士
	関口 紳一郎	超硬工具協会専務理事
	辰巳 菊子	公益社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント協会理事
	中島 賢一	早稲田大学環境総合研究センター招聘研究員
	中谷 謙助	社団法人電池工業会専務理事
	星 幸弘	日本鋳業協会理事、技術部長兼環境保安部長
	細田 衛士	慶應義塾大学経済学部教授
	椋田 哲史	社団法人日本経済団体連合会常務理事
	村上 進亮	東京大学大学院工学系研究科准教授
	村松 哲郎	財団法人家電製品協会環境担当役員会議副委員長

中央環境審議会 廃棄物・リサイクル部会  
小型電気電子機器リサイクル制度及び  
使用済製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会  
使用済製品中の有用金属の再生利用に関するワーキンググループ  
委員名簿

敬称略（50音順）

（委員）

座長	中村 崇	東北大学多元物質科学研究所教授
座長代理	村上 進亮	東京大学大学院工学系研究科准教授
	大塚 直	早稲田大学大学院法務研究科教授
	大橋 慎太郎	社団法人パソコン3R推進協会理事
	木暮 誠	一般社団法人電子情報技術産業協会電子機器のリサイクルに関する懇談会座長
	酒井 伸一	京都大学環境安全保健機構附属環境科学センター長
	佐々木 五郎	社団法人全国都市清掃会議専務理事
	下井 康史	筑波大学大学院ビジネス科学研究科教授
	新熊 隆嘉	関西大学経済学部教授
	中島 賢一	早稲田大学環境総合研究センター招聘研究員
	中杉 修身	上智大学地球環境学研究科元教授
	中谷 謙助	社団法人電池工業会専務理事
	村松 哲郎	財団法人家電製品協会環境担当役員会議副委員長

# レアメタルのリサイクル技術開発に係る 現状と課題

平成24年1月  
経済産業省

## <目次>

1. タングステンのリサイクル技術開発 ……P3
2. コバルトのリサイクル技術開発 ……P5
3. タンタルのリサイクル技術開発 ……P7
4. ネオジム、ジスプロシウムの  
リサイクル技術開発 ……P9

(注)本資料は、検討対象のレアメタル5鉱種について、現時点における使用済製品からのリサイクル技術開発の主な取組状況を示したものである。

# 1-(1). タングステンのリサイクル技術開発

## 技術の現状

○使用済超硬工具からタングステン(超硬合金原料)を再生する技術は、既に事業化されている。また、本年度、従来技術よりも高効率な再生技術が事業化されている。

	再生技術
超硬工具	○

○:実用化、△:開発中・実証試験中、×:未開発

## 技術的課題と開発動向

- 使用済超硬工具から超硬合金原料を再生する技術として、亜鉛処理法と化学処理法がある。
- 亜鉛処理法は、薬品や排水処理が不要であるため処理コストの面で優れているが、使用済超硬工具の組成のままの再生粉末しか得られず用途が制限されるため、使用済超硬工具の再生技術としては化学処理法にシフトしつつある。
- 化学処理法は、使用済超硬工具の組成にかかわらず、バージン原料と同等品質で汎用性の高い中間原料(パラタングステン酸アンモニウム)が得られるが、処理プロセスが複雑で薬品や排水処理を要するため高コストである。このため、処理プロセスの省略化、効率化技術の開発による処理費用の低コスト化が課題。
  - 更なる処理コスト低減化技術等の開発が進められている。【取組1】
  - その他処理法として、硝酸・フッ化水素酸を用いた水熱処理法により、タングステンを高効率かつ高純度で回収する装置の開発が進められている。【取組2】

# 1-(2). タングステンのリサイクル技術開発

(注) 経済産業省関連の技術開発プロジェクトを中心に、主な取組を記載。

## 技術開発動向

	～19年度 (～2007)	20年度 (2008)	21年度 (2009)	22年度 (2010)	23年度 (2011)	24年度 (2012)	25年度 (2013)	26年度 (2014)	27年度～ (2015～)
亜鉛処理法	1981年 事業化								
化学処理法	2002年 事業化								
		高効率な化学処理法の開発[METI/JOGMEC補助]				→ 事業化			
			処理コスト低減化技術等の開発[NEDO補助]			【取組1】			→ 実用化
その他処理法			水熱処理法による再生処理装置の開発[NEDO補助]			【取組2】	→ 小規模 実用化		→ 大規模 実用化



## 2-(1). コバルトのリサイクル技術開発

### 技術の現状

- 使用済小型二次電池及び自動車用ニッケル水素電池については、熱処理・破碎・選別により、コバルト含有物を回収する前処理技術が既に実用化されているが、自動車用リチウムイオン電池については現時点において実用化されていない。
- 使用済小型二次電池、自動車用ニッケル水素電池及び自動車用リチウムイオン電池から、電池材料に再生可能な高純度のコバルトを抽出分離できる後処理技術は現時点において実用化されていない。

	前処理	後処理
小型二次電池	○	△
自動車用リチウムイオン電池	△	△
自動車用ニッケル水素電池	○	△

○:実用化、△:開発中・実証試験中、×:未開発

### 技術的課題と開発動向

- 小型二次電池(コバルト系正極材のリチウムイオン電池)の後処理技術については、現在、コバルトを電池材料として要求される純度で抽出分離されていないが、今後排出量の増加が見込まれる、自動車用リチウムイオン電池の後処理技術が利用可能。
- 自動車用リチウムイオン電池の前処理技術については、電池構造等が自動車メーカー等ごとに異なるため、汎用性のある処理技術の確立が課題。また、当該電池はニッケル・マンガン・コバルトの三元系正極材等が使用されているため、従来のコバルト系正極材からの抽出分離技術ではコバルトを抽出分離することが困難であるため、コバルトに加え、ニッケル、マンガン、リチウムも連続的に抽出分離可能な新たな後処理技術の確立が課題。
  - 本年度、民間企業により設備導入が行われ、使用済自動車用リチウムイオン電池を熱処理・破碎・選別してコバルト含有物を回収する前処理技術、コバルトを抽出分離する後処理技術の実証試験が進められている。  
【取組1】
- 自動車用ニッケル水素電池の後処理技術については、現在、ニッケルとコバルト・希土類を分離する処理設備がなくコバルトが抽出分離されていないため、当該設備の導入が課題。
  - 本年度、民間企業により使用済自動車用ニッケル水素電池から電池材料用のコバルトを抽出分離する後処理技術の実証試験が行われ、現在事業化準備中である。【取組2】

## 2-(2). コバルトのリサイクル技術開発

(注) 経済産業省関連の技術開発プロジェクトを中心に、主な取組を記載。

### 技術開発動向

		～19年度 (～2007)	20年度 (2008)	21年度 (2009)	22年度 (2010)	23年度 (2011)	24年度 (2012)	25年度 (2013)	26年度 (2014)	27年度～ (2015～)
前 処 理 技 術	小型二次電池	2001年 事業化								
	リチウムイオン電池		自動車用リチウムイオン電池の解体	分別方法の開発[METI委託]		【取組1】	→	実用化		
	ニッケル水素電池				2010年 事業化					
後 処 理 技 術	小型二次電池						→	実用化		
	リチウムイオン電池		コバルトの溶媒抽出・電解採取法の開発[METI委託]			【取組1】	→	実用化		
	ニッケル水素電池		コバルトの抽出技術の開発・実証[民間企業]			【取組2】	→			

## 3-1. タンタルのリサイクル技術開発

### 技術の現状

- 使用済電気電子機器等からタンタルコンデンサを分離・選別・濃縮する前処理技術は、現時点において実用化されていない。
- 使用済タンタルコンデンサを溶解・精製・焼成し、タンタルを再生する後処理技術は実用化されている。

	前処理	後処理
タンタルコンデンサ	△	○

○:実用化、△:開発中・実証試験中、×:未開発

### 技術的課題と開発動向

#### <前処理>

- タンタルコンデンサは、パソコン等の一部の電気電子機器等で使用されており、電子基板に実装される数量も少ないことから、使用済タンタルコンデンサのリサイクルを進めるためには、大量の使用済電気電子機器等を低コストで効率的に処理可能な前処理技術の確立が必要。
- 現在、廃電子基板は非鉄製錬において貴金属や銅等を回収するために破碎処理されているが、当該処理方法ではタンタルコンデンサを回収することが困難であるため、
  - (1) 使用済電気電子機器等から電子基板をなるべく破損せずに解体分離する自動化装置の開発
  - (2) 電子基板から電子素子を分離する自動化装置の開発
  - (3) 電子素子の中からタンタルコンデンサのみを選別する技術
  - (4) タンタルコンデンサから不純物を除去しタンタルを濃縮する技術を開発するとともに、これら技術を最適化し一連の処理プロセスとして確立することが課題。
  - 上記(2)～(4)の技術については、民間企業が設備導入し実証試験を進めている。【取組1】
  - また、別途企業は別の手法により、上記(2)及び(3)について装置開発を進めている。【取組2】

## 3-(2). タンタルのリサイクル技術開発

(注) 経済産業省関連の技術開発プロジェクトを中心に、主な取組を記載。

### 技術開発動向

	～19年度 (～2007)	20年度 (2008)	21年度 (2009)	22年度 (2010)	23年度 (2011)	24年度 (2012)	25年度 (2013)	26年度 (2014)	27年度～ (2015～)
前処理技術	廃電子基板から電子素子の解砕・物理選別・濃縮技術の開発 [METI/JOGMEC補助]				【取組1】		→ 実用化		
	廃携帯電話からのレアメタル分離選別 抽出技術の開発[METI委託]		廃電子基板からの電子素子剥離 選別技術の開発[NEDO補助]		【取組2】		→ 実用化		
後処理技術	1980年代 工程内リサイクル 事業化								

## 4-1. ネオジム、ジスプロシウムのリサイクル技術開発

### 技術の現状

- ネオジム磁石を使用する使用済製品(部品)を分解・脱磁し、ネオジム磁石を分離回収する前処理技術は、現時点において実用化されていない。
- 使用済ネオジム磁石からネオジムやジスプロシウムを回収する後処理技術は実用化されている。

	前処理	後処理
ハードディスクのボイスコイルモータ	△	○
エアコンのコンプレッサモータ等	△	
自動車用モータ	△	

○:実用化、△:開発中・実証試験中、×:未開発

### 技術的課題と開発動向

#### <前処理>

- ネオジム磁石は、ハードディスクのボイスコイルモータ、エアコンのコンプレッサモータ、ドラム式洗濯機モータ、電動パワステアリングモータ、ハイブリッド自動車等の駆動用モータ等に使用されているが、強力な磁力を有し、堅固に実装されていることから、これら製品部品を分解・脱磁し、ネオジム磁石を分離回収する自動化装置の開発など、安全かつ効率的で低コストな前処理技術の確立が課題。

- **ハードディスクのボイスコイルモータ、エアコンのコンプレッサモータ、ドラム式洗濯機モータを分解・脱磁し、ネオジム磁石を分離回収する自動化装置の実証試験が進められている。【取組1】**
- **電動パワステモータ、ハイブリッド自動車等の駆動用モータを分解・脱磁し、ネオジム磁石を分離回収する技術開発が進められている。【取組2】**

#### <後処理>

- 既存の後処理技術は廃液が発生するなど処理コストも高いことから、更なる低コスト化、効率化、環境負荷低減のための技術開発の余地がある。

- **低コストかつ高効率で低環境負荷の新たな再生技術(溶融金属抽出法等)の開発が進められている。【取組3】**

- 使用済ネオジム磁石の中には、ネオジム部分をジジム(ネオジムとプラセオジムの合金)で製造した磁石もあり、既存の後処理技術によりネオジムとプラセオジウムを分離するためには処理コストが高くなるため、効率的な分離技術の開発の余地がある。

- **ネオジムとプラセオジウムを効率的に分離する抽出剤の量産技術の開発や実証試験が進められている。【取組4】**

# 4-(2). ネオジム、ジスプロシウムのリサイクル技術開発

(注) 経済産業省関連の技術開発プロジェクトを中心に、主な取組を記載。

## 技術開発動向

		～19年度 (～2007)	20年度 (2008)	21年度 (2009)	22年度 (2010)	23年度 (2011)	24年度 (2012)	25年度 (2013)	26年度 (2014)	27年度～ (2015～)
前 処 理 技 術	ハード ディスク		ハードディスクからネオジム磁石を分離回収する自動化装置の開発[METI補助]	→	自動化装置の実用化開発[NEDO補助]	→	【取組1】 実用化			
	エアコンコンプレッサモータ		コンプレッサモータからネオジム磁石を分離回収する自動化装置の開発[METI補助]	→	自動化装置の実用化開発[NEDO補助]	→	【取組1】 実用化			
	ドラム式洗濯機モータ			ドラム式洗濯機モータからネオジム磁石を分離回収する自動化装置の実用化開発[NEDO補助]	→	【取組1】 実用化				
	電動パワステモータ			電動パワステモータからネオジム磁石を分離回収する技術の開発[NEDO補助]	→	【取組2】 実用化			→	実用化
	自動車駆動用モータ			ハイブリッド自動車等の駆動用モータからネオジム磁石を分離回収する技術の開発	→	【取組2】 実用化				
後処理技術	1990年代 工程内リサイクル 事業化		新たな後処理技術の開発[METI補助]	→	新たな後処理技術の開発[NEDO補助]	→	【取組3】 実用化			
						ネオジムとプラセオジムの抽出剤量産技術の開発・実証[民間企業]	→	【取組4】		

産業構造審議会廃棄物・リサイクル小委員会  
中央環境審議会使用済製品中の有用金属の再生利用に関するWG  
合同会合  
提出資料

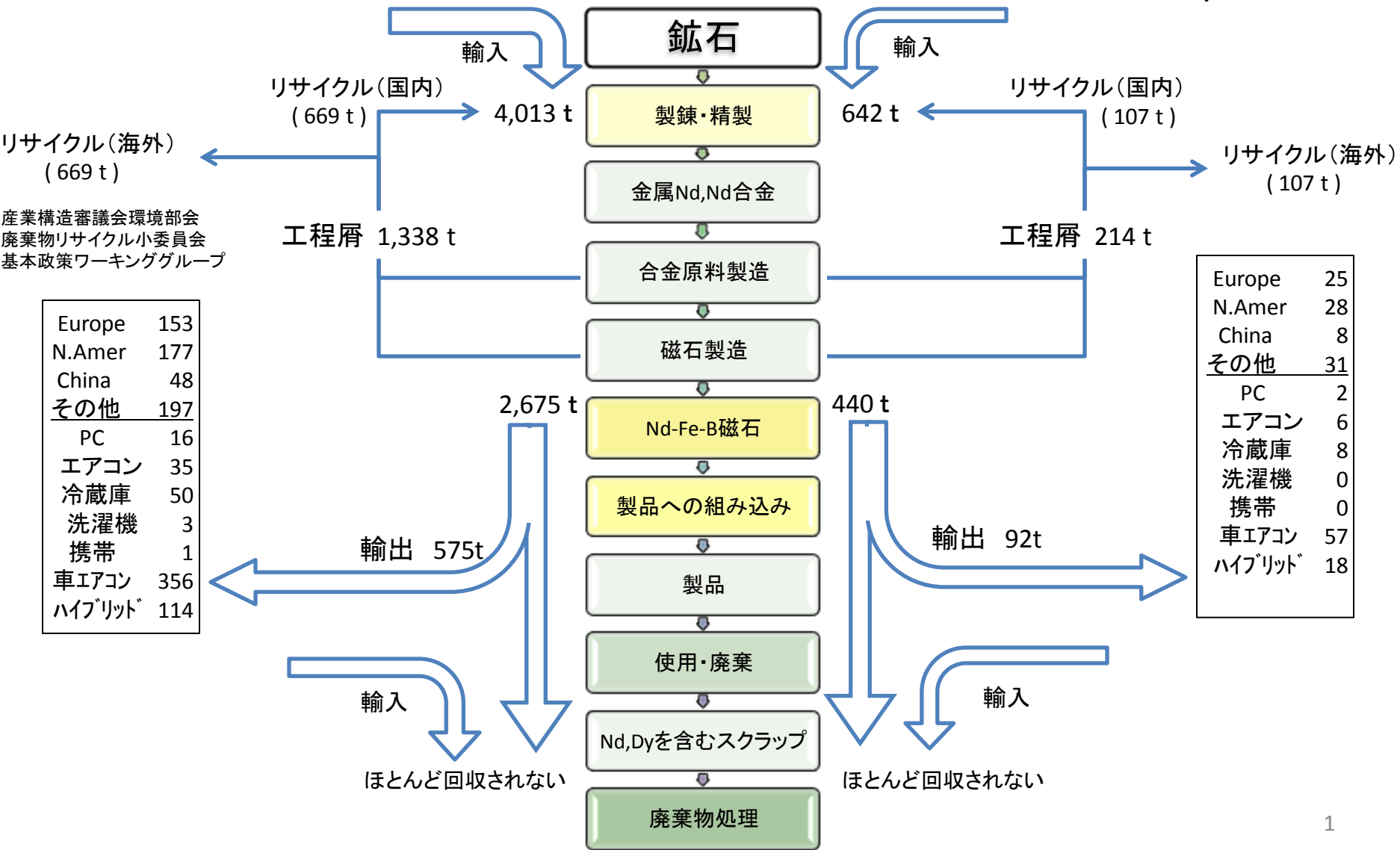
東北大学多元物質科学研究所教授  
中村崇

# 磁石用ネオジム・ジスプロシウムのマテリアルフロー

(2007年)

ネオジム Nd

ジスプロシウム Dy



産業構造審議会環境部会  
廃棄物リサイクル小委員会  
基本政策ワーキンググループ

Europe	153
N.Amer	177
China	48
その他	197
PC	16
エアコン	35
冷蔵庫	50
洗濯機	3
携帯	1
車エアコン	356
ハイブリッド	114

Europe	25
N.Amer	28
China	8
その他	31
PC	2
エアコン	6
冷蔵庫	8
洗濯機	0
携帯	0
車エアコン	57
ハイブリッド	18



# Nd-Fe-B磁石の使用先とリサイクル



MRI用磁石

大型であるから消磁後、取り出して研削後別に整形し、着磁して使用



モーターの磁石

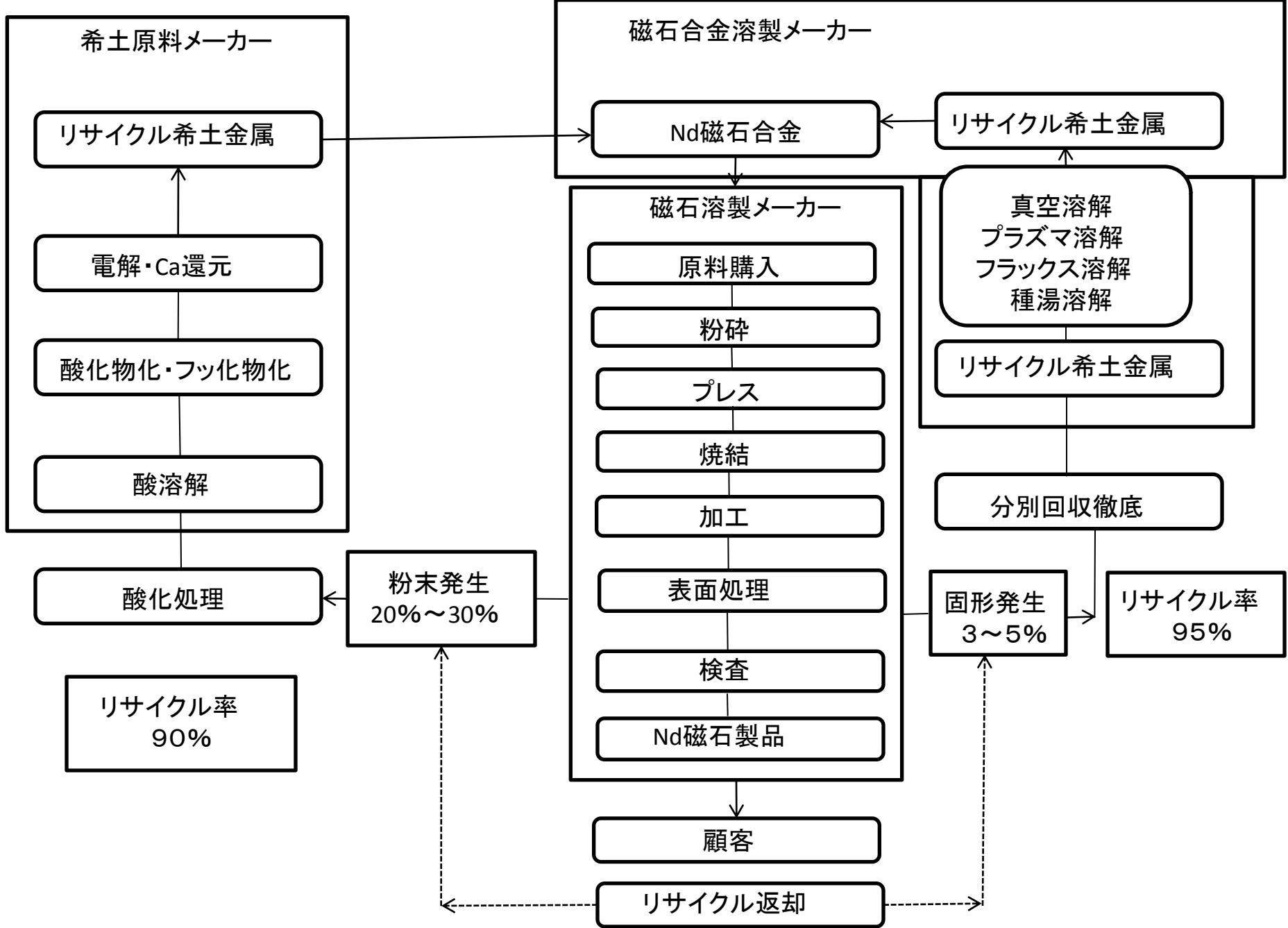
消磁後取り出して  
一部は、そのまま磁石材料へ



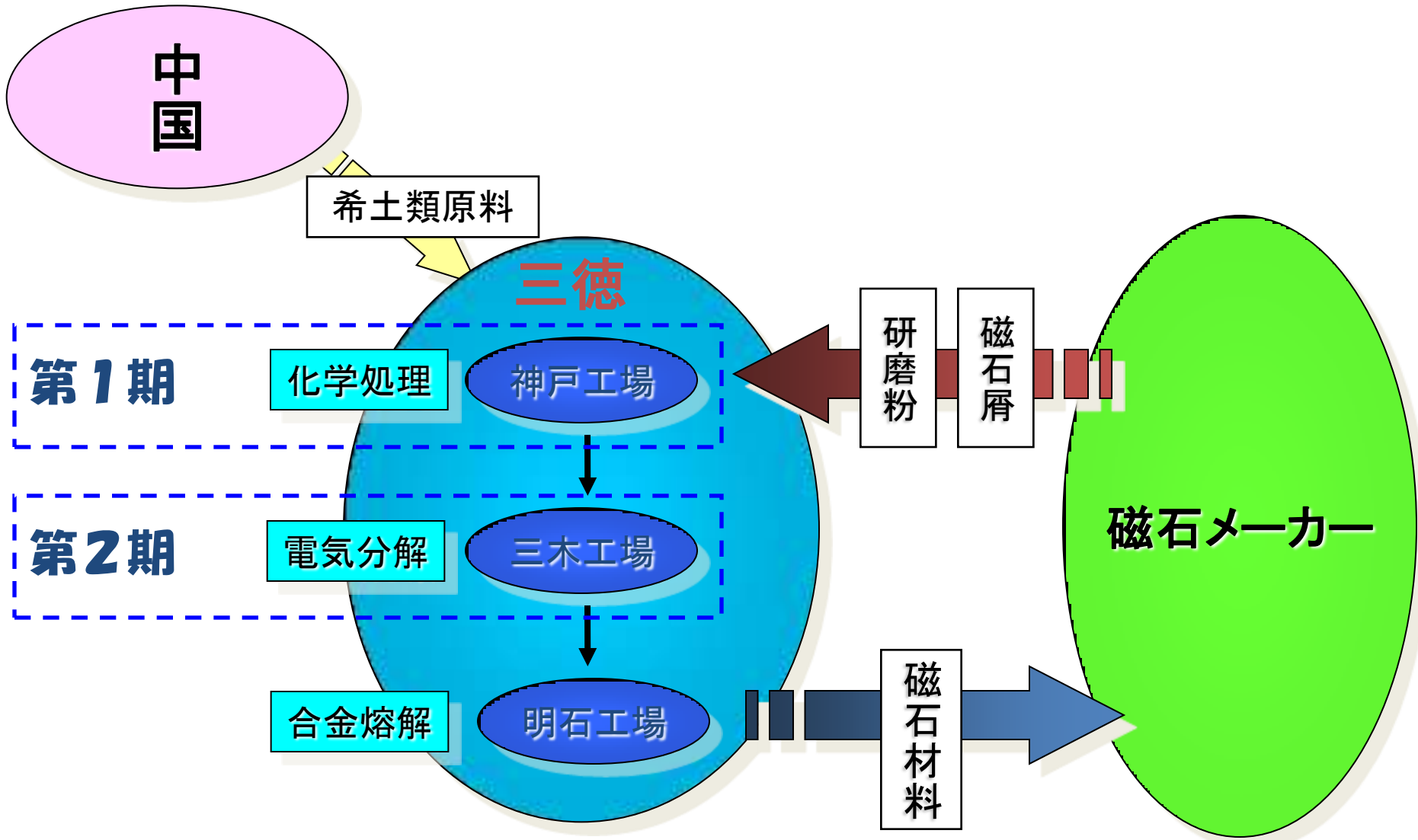
**いずれにしても切削屑など素材のもどすべき部分が生じる**



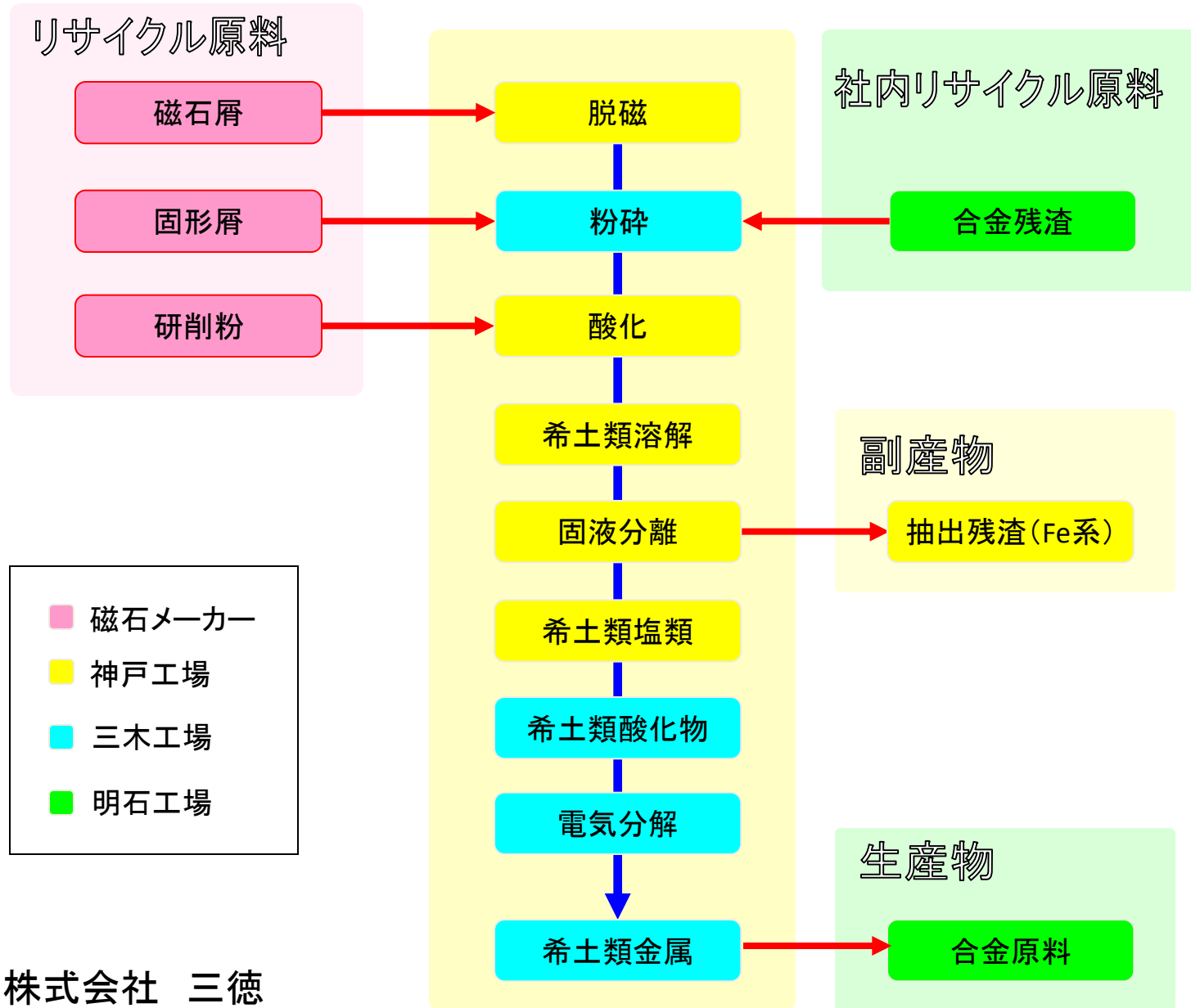
ボイスコイルモーター  
小さいので素材としてリサイクル



# リサイクル・ループ



# リサイクルフロー





HDDの手分解による  
VCモーター磁石の  
回収

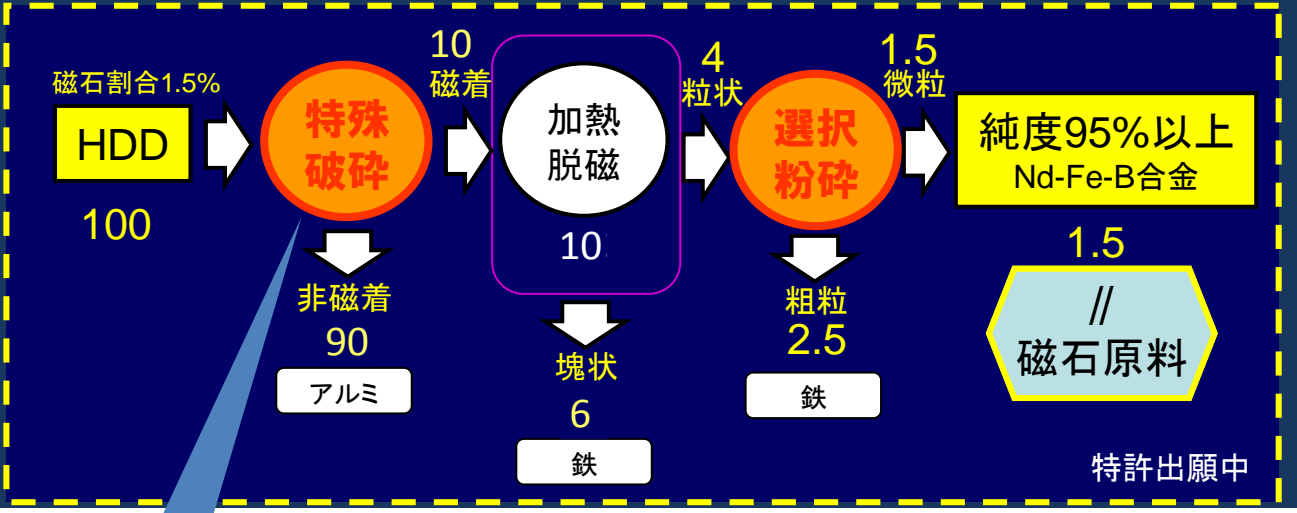


DOWAエコリサイクルにて

# 製品別アプローチ ～希土類磁石～

## <新規考案プロセス>

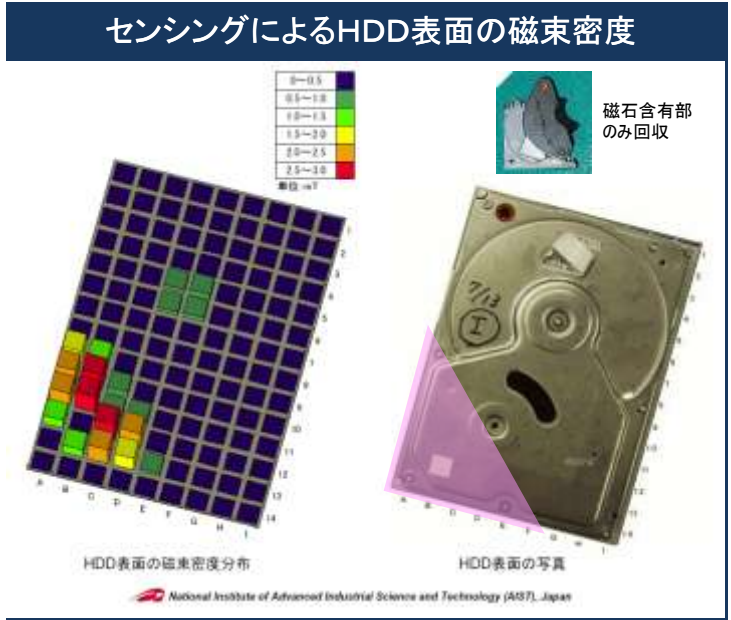
数値は重量割合



磁石合金  
メーカー



HDDカッティングセパレータ試作機



HDD表面の磁束密度分布      HDD表面の写真

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan

使用済みNd-Fe-B磁石の再焼結技術による希土類磁石の製造



産総研中部センター

特許出願中

焼結磁石の部位を破砕機が自動認識

産業総合研究所  
大木氏より

# エアコンディショナーのモーター解体と脱磁

## コンプレッサー取出し



室外機カバーを外す



ビス、カバーを外す



切断機にセット



取外し

## ロータの取出し



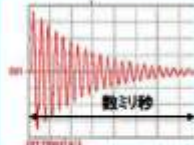
シェル ステータ ロータ



切断完了

解体と脱磁技術の開発は  
キーポイント

経済産業省やNEDOプロジェクト  
で開発中

熱脱磁	 <p>ネオジム磁石のキュリー温度 310℃ 以上に昇温し 熱減磁の特性を利用して 脱磁する</p> <p>500℃で15分間加熱</p> <p style="text-align: center;"><b>炉加熱</b></p>
	 <p>脱磁ヨーク</p> <p>脱磁ヨークへ コンプレッサのロータを挿入</p> <p>この状態で 電源投入</p> <p style="text-align: center;"><b>共振減衰</b></p>
	 <p>電源波形イメージ</p> <p>数秒</p>

# プリウスモーターの解体作業



モーター取外し作業(コイル部)



モーター取外し作業(コイル部)



モータ(コイル部)



モーター(軸受+磁石部)



モーター(軸受+磁石部)



遊星ギア+モーター解体写真



# プリウスモーターの解体作業



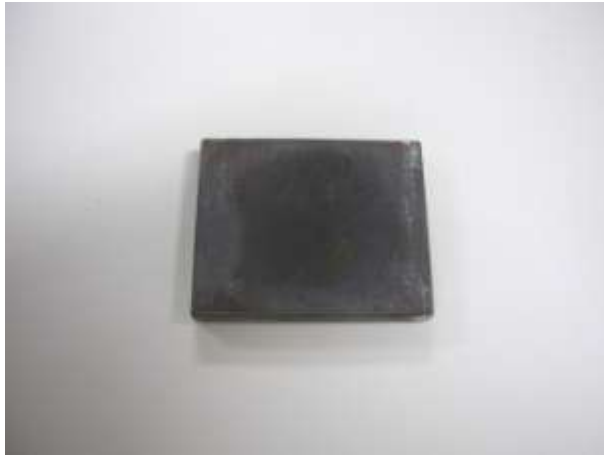
ガスバーナーによる消磁



電磁鋼板切断(内装Nd磁石)



電磁鋼板切断 (内装Nd磁石)



Nd磁石 (71g×16枚)



切断電磁鋼板+Nd磁石

# 最近の基礎的取り組み

- 気相を介した希土類化合物の回収  
MgCl<sub>2</sub>を気相で供給し、装置内に温度差を設けて  
希土類塩化物を分離・回収  
東京大学
- 新しい溶媒抽出剤の開発 NdとPrの分離  
日本原子力研究機構、信越化学
- 乾式法による廃磁石からの希土類元素の選択回収  
岩手大学、東北大学
- 熔融酸化物融体を用いた電解法による希土類金属の  
回収など  
東北大学

# レアメタルリサイクルの 回収システムと技術

## ○ 天然資源の開発

探鉱—開発計画(F/S)—掘削—選鉱—製錬

で行われる。このタームは発見から最低でも5年～10年必要。  
また、F/Sでは、金属の回収計画(種類)、生産計画、環境対策、技術開発、(住民対策)が行われ、これらすべてが当初より計画されて実行される。

## ○ 人工資源の回収

マテリアルフロー解析—社会システムの検討—収集—前処理—製錬

で行われる。このタームは基本的に短期で検討することが多い。  
価値のあるものを集めて流す(換金する)のみなので、基本的に天然資源開発のような事前検討は行われない。

**社会システムと技術は両方調和しないとイケない。  
社会システムは戦略、技術は戦術に対応する。**

## レアメタルのリサイクルの検討全般について（案）

平成24年1月

レアメタル（※）のリサイクルに係る現状と今後の見通しや、これまでの合同会合における委員からの意見等を踏まえ、レアメタルのリサイクルに取り組むに当たっての基本的な考え方を整理すると以下のとおり。

（※）ここでは、リサイクルを重点的に行うべき鉱種として提示したコバルト、ネオジウム、ジスプロシウム、タンタル、タングステンを指す。以下同じ。

## 1. 踏まえるべき現状と今後の見通し

### （1）レアメタルのリサイクルを取り巻く状況

#### ①レアメタルの供給面での不安定要因が存在

レアメタルは一般的に希少性や偏在性が高く、その供給は相手国の輸出政策や政情、生産施設の状況等のほか、投資家の思惑などにも影響を受けるため、供給リスクや価格が乱高下するリスクを常に抱えている。

特に、2010年の中国からのレアアース輸出停滞に見られるように、日本への供給途絶のリスクも一定程度存在することを念頭に置く必要がある。

#### ②使用済製品のうちレアメタルを含むものの割合は今後増加

ネオジウム、コバルト等一部の鉱種については、現時点で排出される使用済製品のうち当該鉱種を含むものの割合は低く、今後増加していく見込み。

#### ③資源確保に向けた取組の全体像

平成21年に策定された「レアメタル確保戦略」において、レアメタル確保に向けた4本柱として、「海外資源確保」、「リサイクル」、「代替材料の開発」、「備蓄」が位置付けられているように、資源確保のための手段として、リサイクル以外にも複数の手段が存在する。このため、仮に代替・削減により将来的に需要が激減するのであれば、リサイクルなど他の手段による資源確保の重要性が薄れるといったケースも考えられる。このため、海外資源確保や代替・削減技術開発も含めた資源確保戦略全体の中でリサイクルの位置付けを整理する必要がある。

今回検討対象としている鉱種について、資源確保等の状況を整理すると次頁のとおり。各鉱種の自給率については0～2割程度であり（銅：50%、鉛：70%）、一部の鉱種においては、単位当たりの使用量低減に向けた

技術開発など、代替・削減の取組が行われるとともに、海外資源確保に向けた取組も行われている。また、当該鉱種を含有する製品については、今後、車載用電池やネオジム磁石等において需要の増加が見込まれる等の状況であり、当該鉱種の需要の激減は見込まれていない。

各鉱種における資源確保等の状況

鉱種	我が国の 輸入相手国（※1）	自給率 （※2）	需要見通し	代替・削減	海外資源確保
コバルト	1位 フィンランド 34%	24%	車載用電池や、IT機器用小型リチウムイオン電池の需要増が見込まれる  (参考)国内総需要量(※3) 2010年：14,000トン 2015年：14,900トン 2020年：16,300トン	マンガン系、三元系等の正極材が増加するなど、省コバルト化が進展	民間のフィリピン・タガニート等ニッケルの副産物としての鉱床の資源確保
	2位 豪州 20%				
	3位 カナダ 18%				
	上位3カ国計 72%				
ネオジム ジスプロシウム	1位 中国 87%	2%	ネオジム磁石(次世代自動車等)の需要増が見込まれる  (参考)ネオジムの国内総需要量。括弧内はジスプロシウムの値(※3) 2010年：5,200トン(600トン) 2015年：6,200トン(720トン) 2020年：7,100トン(740トン)	希少金属代替材料開発プロジェクトで現状からジスプロシウム使用量の30%以上削減を目標として開発中。	豪州・マウントウエルド、ベトナム・ドンパオ、カザフスタン・SARECO、インド・インディアンレアアース等の資源確保(民間の取組をJOGMECが支援中)
	2位 フランス 6%				
	3位 エストニア 3%				
	上位3カ国計 96%				
タンタル	1位 米国 43%	0%	ノートPCの需要が堅調に推移する見込み  (参考)国内総需要量(※3) 2010年：460トン 2015年：510トン 2020年：530トン	携帯電話等の一部用途においてセラミックコンデンサの代替が進展	海外取引先企業が豪州鉱山の再開と引取を検討中
	2位 ドイツ 22%				
	3位 タイ 15%				
	上位3カ国計 80%				
タングステン	1位 中国 85%	9%	国内外ともに一定の需要が見込まれる  (参考)国内総需要量(※3) 2010年：6,000トン 2015年：6,400トン 2020年：6,800トン	希少金属代替材料開発プロジェクトで現状から30%以上削減を目標として開発中	検討中(現在、ポルトガルに我が国企業が権益を有する鉱山あり。)
	2位 豪州 5%				
	3位 韓国 3%				
	上位3カ国計 94%				

(※1) 2009年における純分換算推定値。パーセンテージは当該鉱種の輸入量全体に占める割合。ネオジム、ジスプロシウムについては希土類全体の値を示す。(出典：貿易統計)

(※2) 自給率：国内需要+輸出に占める、我が国企業の権益下にある輸入鉱石から得られる地金量に国内スクラップから得られるリサイクル地金量を加えたものの割合(2009年暫定値)。既存の統計資料や企業アンケートなどからの推計値。ネオジム、ジスプロシウムについては希土類全体の値を示す。

(※3) 出典：JOGMEC「平成21年度レアメタル関連データ収集等業務」に関する報告書、工業レアメタル2011等

## (2) レアメタルのリサイクルにより期待される効果

レアメタルのリサイクルを行うことにより、レアメタルの供給面での不安定要素や供給途絶のリスクへの対応等として、以下のような効果が期待される。

- ・リサイクル材の供給による資源の供給量増加
- ・供給源の多様化による、価格交渉時などにおける資源供給国への牽制効果
- ・供給源の多様化による、供給途絶など有事におけるリスク分散効果
- ・今後レアメタルを含有する使用済製品の排出増加が見込まれる中、レアメタルのリサイクルによる新たなビジネスチャンスの可能性あり。
- ・我が国の高度なりサイクル技術は国内外からも関心が高く、その取組を高度化することは資源外交上も有利に働く可能性あり。
- ・リサイクル材の供給量増加により、天然資源使用量を削減し、資源採取時の環境負荷（岩石、土砂の採掘やエネルギー消費等）が低減される可能性あり。

## (3) 事業者の意識

レアメタルを原材料として直接使用するメーカーなど一部の事業者においては、原材料の供給源多様化によるリスク分散の観点等から、先進的にレアメタルのリサイクルに取り組むケースが見られる。他方、サプライチェーン上の川下企業などはレアメタルの直接的なユーザーではないケースも多いこと、現時点ではレアメタルのリサイクルは経済的に成り立たないケースもあること等から、レアメタルのリサイクルに対する意識については、事業者間でのばらつきがある。

## 2. 基本的な考え方

1. やこれまでの合同会合における委員からの意見等も踏まえ、今後具体的な対応策を検討するに当たっての基本的な考え方を整理すると以下のとおり。

### (1) 検討の方向性

レアメタルのリサイクルについてどういった対策を講じていくかという検討の方向性については、大きく分けて、以下のような3通りの考え方があり得る。今後、鉱種（製品）ごとに、それぞれの課題に応じた検討の方向性を整理するとともに、(2)に示す各論点について具体的な対応策の検討を深めることが必要ではないか。

[A案]

現時点では経済的なリサイクル技術は開発途上であること、現時点で排出される使用済製品のうちレアメタルを含むものの割合は低いこと、レアメタルのリサイクルは経済的に成り立たないケースもあること等に加えて、既に海外資源確保、代替・削減技術開発等の取組が行われつつある。これらを踏まえ、資源確保の取組としてはリサイクル以外の対策（海外資源確保、代替・削減技術開発等）を中心に行い、リサイクルについては市場原理に委ねることが適当。

[B案]

レアメタルの自給率が0～2割程度である中、需要量の激減は見込まれていないこと、供給途絶のリスクも存在すること、今後レアメタルを含有する使用済製品の排出増加が見込まれること等を踏まえると、海外資源確保、代替・削減等の取組と並行してリサイクルについても取り組み、多様な供給源を確保することにより、資源の自給率を高めていくことが適当。

その際、経済性のみ委ねては、レアメタルのリサイクルの取組が拡大しない恐れがあることから、資源確保の観点から、経済性の有無に関わらずリサイクルを徹底することが適当。

[C案]

レアメタルの自給率が0～2割程度である中、需要量の激減は見込まれていないこと、供給途絶のリスクも存在すること、今後レアメタルを含有する使用済製品の排出増加が見込まれること等を踏まえると、リスク分散の観点から、海外資源確保、代替・削減等の取組と並行してリサイクルについても取り組み、多様な供給源を確保することにより、資源の自給率を高めていくことが適当。

ただし、現時点では経済的なリサイクル技術は開発途上であること、使用済製品の回収量の確保に課題があること、レアメタルのリサイクルは経済的に成り立たないケースもあること等から、経済的なリサイクル技術の開発・実証や、使用済製品の回収量確保、継続的にリサイクルが進むような政策的支援等を行うなどの対応策を講じていくことが適当。

(2) 具体的な対応策を検討する際の論点

今後、具体的な対応策を検討するに当たっては、以下のような論点について検討を深めることが必要ではないか。

### ①使用済製品の回収量の確保

個別リサイクル法等に基づき使用済製品が回収されずに、不適正に海外へ流出したり廃棄されるもの、家庭内に退蔵されるものなどが存在し、回収量の確保に課題が存在する。

今後、国内でいかに回収量を確保するかという観点から、具体的にどういった対策が必要か検討すべきではないか。なお、廃棄物の減量化により最終処分場の延命を図るという現行のリサイクル政策の観点からも、使用済製品の回収量確保は、引き続きさらに追及すべき課題ではないか。

### ②使用済製品の回収後のリサイクル事業者への引渡し

使用済製品が回収されても、レアメタルをリサイクルできる事業者が届かず、海外へ流出するケースや鉄くず等として処理されるケースが存在する。

今後、回収品がレアメタル等のリサイクルの観点から適切なリサイクル事業者に着実に届くようにするための具体的な対策について検討すべきではないか。

その際、「国内資源循環」の在り方については、以下のような対応案が考えられるのではないか。

#### [A案]

経済性のみ委ねた場合、使用済製品がレアメタル等のリサイクル事業者が届かない可能性があることから、資源確保の観点から、水際において輸出を制限する等の対策を講ずることが適当。

#### [B案]

海外輸出を制限することにより、経済原則を侵し、自由貿易を歪曲する可能性（WTO協定との整合性等）もあることから、資源確保の観点のみから国際資源循環を妨げるべきではない。レアメタルのリサイクルに取り組む事業者へのインセンティブを付与すること等により、関係者がリサイクルに取り組む動機付けを行っていくことが適当。

### ③経済的なリサイクル技術の開発

現在、各鉱種においてリサイクル技術の開発が進みつつあるものの、現時点では経済的なリサイクル技術が確立していないものも存在することから、低コストなリサイクル技術の開発・支援が必要ではないか。

今後、重点的に取り組むべき技術開発課題を明らかにし、技術開発の今後の見通しについて共通のロードマップを作成すべきではないか。



#### ④製造・設計段階での取組

製品が使用済となった後の解体・処理段階においてレアメタルのリサイクルを推進する観点から、易解体設計など製品の設計・製造段階で必要な取組について検討すべきではないか。また、製造工程内で発生するスクラップのリサイクルを進めていく上で必要な取組について検討すべきではないか。

#### ⑤レアメタルの含有情報の共有

レアメタルの含有量に関する情報は、企業の競争力の源泉につながるため企業秘密に属し、関係者間で十分に共有されておらず、そのまま廃棄されるケースが存在。

今後、事業者、消費者等の関係者間でのレアメタルの含有情報の共有方法を検討するに当たっては、企業秘密など企業の競争力に影響を与える恐れがあることから、以下のような観点から具体的な検討を行うことが必要ではないか。

- ・企業秘密の範囲はどこまでか（含有量、含有の有無等）。製品出荷から年数が経過した場合に企業秘密の範囲は変わりうるか。
- ・情報共有の範囲はどこまでか（一般消費者、第三者機関、関係事業者等）。
- ・情報共有の方法はどういったものが適切か（製品への表示等）。

#### ⑥現行のリサイクル政策の有効性と今後の在り方

現行のリサイクル政策においては、重量ベースでのリサイクル目標の達成や、有害物質の適正処理等に主眼が置かれており、最終処分場対策や環境保全対策等の観点からは一定の成果を上げてきたものの、レアメタルのリサイクルに特有の課題に対応していない側面があるのではないか。

今後、レアメタルのリサイクルを検討するに当たっては、現行のリサイクル政策について、最終処分場対策や環境保全対策等の観点に加えて、資源確保の観点から更なる検討が必要ではないか。

### (3) 検討に当たっての留意点

#### ①時間軸を踏まえた検討の必要性

使用済製品の排出量やレアメタル含有量、リサイクル技術の開発状況、海外資源確保や代替・削減の進捗状況、資源価格等は常に変化していることから、時間軸も踏まえつつ対応策を検討していくことが必要ではないか。

#### ②関係者の役割分担

国、地方自治体、リサイクル事業者、消費者、製造事業者、販売事業者等の関係者全員が連携し、リサイクルに取り組んでいくことが必要ではな

いか。

その際には、レアメタル確保に係る問題意識を、製品ライフサイクルの関係者間で共有し、製品ライフサイクルの関係者全員が連携してリサイクルに取り組んでいくことが重要ではないか。

### ③ベースメタルや貴金属との関係

レアメタルのリサイクルの採算性を検討する際には、処理コストの増加につながる可能性も踏まえ、ベースメタルや貴金属等も含めた全体のリサイクルを考えることが必要ではないか。ただし、その際には、ベースメタルや貴金属に主眼を置くことによりレアメタルが回収されないといったことのないように留意が必要ではないか。