

# 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<br>(～2007) | 20年度<br>(2008)              | 21年度<br>(2009)            | 22年度<br>(2010) | 23年度<br>(2011) | 24年度<br>(2012) | 25年度<br>(2013) | 26年度<br>(2014) | 27年度～<br>(2015～) |
|--------|------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| 亜鉛処理法  | 1981年<br>事業化     |                             |                           |                |                |                |                |                |                  |
| 化学処理法  | 2002年<br>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<br>実用化   |                | → 大規模<br>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<br>(～2007) | 20年度<br>(2008)             | 21年度<br>(2009)  | 22年度<br>(2010) | 23年度<br>(2011) | 24年度<br>(2012) | 25年度<br>(2013) | 26年度<br>(2014) | 27年度～<br>(2015～) |
|-----------------------|-----------|------------------|----------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| 前<br>処<br>理<br>技<br>術 | 小型二次電池    | 2001年<br>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<br>事業化   |                |                |                |                |                  |
| 後<br>処<br>理<br>技<br>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<br>(～2007)                               | 20年度<br>(2008) | 21年度<br>(2009)                    | 22年度<br>(2010) | 23年度<br>(2011) | 24年度<br>(2012) | 25年度<br>(2013) | 26年度<br>(2014) | 27年度～<br>(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<br>[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<br>抽出技術の開発[METI委託]           |                | 廃電子基板からの電子素子剥離<br>選別技術の開発[NEDO補助] |                |                | 【取組2】          |                | → 実用化          |                  |
| 後処理技術 | 1980年代<br>工程内リサイクル<br>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<br>(～2007) | 20年度<br>(2008)                           | 21年度<br>(2009)                               | 22年度<br>(2010)      | 23年度<br>(2011)                  | 24年度<br>(2012) | 25年度<br>(2013) | 26年度<br>(2014) | 27年度～<br>(2015～) |
|-----------------------|---------------------------|------------------|--|--|---------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| 前<br>処<br>理<br>技<br>術 | ハード<br>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】<br>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】<br>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】<br>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            |                  |
|                       | 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<br>工程内リサイクル<br>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】          |                |                  |