

第1回リサイクル優先レアメタルの回収技術開発  
研究開発プロジェクト 終了時評価検討会  
資料6

「リサイクル優先レアメタルの回収技術開発」  
研究開発プロジェクト

評価用資料

平成28年12月22日

経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部鉱物資源課  
独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構  
(JOGMEC)

プロジェクト名	リサイクル優先レアメタル回収技術開発			
行政事業レビューとの関係	平成28年度行政事業レビューシート0021			
上位施策名	主要政策・施策：科学技術・イノベーション 関係する計画、通知等： ・「レアメタル確保戦略」（平成21年7月28日、総合資源エネルギー調査会鉱業分科会） ・「資源確保戦略」（平成24年6月27日公表） ・「産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会 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合同会合 中間取りまとめ」（平成24年9月） ・「循環型社会形成推進基本計画」（平成25年5月31日閣議決定） ・「エネルギー基本計画」（平成26年4月11日閣議決定）			
担当課室	資源エネルギー庁資源・燃料部鉱物資源課			
<b>プロジェクトの目的・概要</b> <p>経済産業省・環境省の合同会合にて選定された使用済小型家電製品等からのリサイクル優先5鉱種のうち、タンタル及びコバルトについて、製錬事業者等が市中の使用済小型家電製品等から当該鉱種を回収するための技術開発及び効率的経済的に再資源化するための実証事業を行い、持続的な循環型社会の形成を目指すとともに我が国のレアメタル資源確保に資することを目的とする。</p> <p>分離・回収した部位・部品から有価金属に戻す技術が未確立であるため、本事業による技術開発において、レアメタルを含む部品を細かく破碎することなく 分離・剥離・回収する技術や、回収後にレアメタル濃縮物を得るための酸化焙焼・乾留、物理選別等による元素濃集技術など、レアメタル原料として回収する経済性のあるリサイクル技術の開発を実施する。</p>				
予算額等（委託） <span style="float: right;">（単位：百万円）</span>				
開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成24年度	平成27年度	—	平成28年度	JOGMEC
H25FY 執行額	H26FY 執行額	H27FY 執行額	総執行額	総予算額
169 百万円	132 百万円	76 百万円	474 百万円	487 百万円

## I. 研究開発課題（プロジェクト）概要

### 1. 事業アウトカム

事業アウトカム指標		
【アウトカム指標】 小型家電に使用されているタンタルコンデンサ及びリチウムイオン電池向け需要量に対するリサイクルによる供給量の向上。		
【アウトカム指標設定の根拠】 エネルギー基本計画において、「金属鉱物の安定供給確保のためには、供給源の多角化に加え、使用済製品から金属鉱物の回収を着実に進める」と記載されているため、リサイクルによる供給量の向上をアウトカムとして設定。		
指標目標値		
事業開始時（24年度）	計画：タンタル回収率：75% コバルト回収率：72%	実績：なし
終了時評価時（27年度）	計画：タンタル回収率：75% コバルト回収率：72%	実績：タンタル回収率：95.8% コバルト回収率：78%
事業目標達成時	小型家電に使用されているタンタルコンデンサ及びリチウムイオン電池向け需要量に対するリサイクルによる供給量の向上	

### 2. 研究開発内容及び事業アウトプット

#### （1）研究開発内容

##### I タンタル

従来、廃小型家電製品等をリサイクルする場合、ベースメタル及び貴金属回収が主であることから、前処理として手作業により外装部（筐体）と基板を分離・回収していることが多い。しかし、手作業による基板分離・回収はコスト高となることから、自動化された機械による解砕により外装部、基板、その他の構成物に分離・回収する技術を開発することとした（テーマ①）。

また、これまで廃小型家電製品等からのレアメタル回収においては、基板を細かく破碎することにより元素濃集を図る手法が多く検討されてきたが、元素濃集率やコスト的な面から実用化へと繋がる技術の開発はほとんど無かった。このため、本事業では、タンタルを多く含むタンタルコンデンサを破碎せずに回収するために、破碎機による実装部品の剥離技術を検討するとともに、実装部品類を基板に固着させているハンダに熱を加えてハンダを溶解し、その後最適な応力を加えて実装部品を分離・回収する技術も検討し、最も効率的な実装部品の剥離技術を開発することとした（テーマ②）。

さらに、気流選別手法などの物理選別技術を用いて、剥離した実装部品からタンタルコンデンサのみを濃縮する技術を開発し（テーマ③）、濃縮したタンタルコンデンサから乾留還元等による加熱や、タンタルコンデンサ表面の残留樹脂等の除去により、タンタルを回収する技術を開発することとした（テーマ④）。

これらの技術を組み合わせてタンタル回収の全体プロセスを確立すると主に経済性の評価を行った（テーマ⑤）。

各テーマについて、以下のような成果が得られた。

#### **【テーマ①・テーマ②】 廃小型家電製品等からの基板分離・回収技術の開発・基板からのタンタルコンデンサ剥離技術の開発**

複数の破碎機について検討した結果、ハンマクラッシャやシュレッダ等に比べて、CFS（クロスフローシュレッター）は破碎だけでなく、部品剥離も同時にできる点で優れていた。CFSを用いて、プラスチックルータを室温で一段目破碎をした後、200℃で加熱しながら二段目破碎をすることで、実績値としてタンタル回収率100%を達成した。また同様にPCサーバを原料として回収率96.5%を達成した。

#### **【テーマ③】 タンタルコンデンサ濃縮技術の開発**

CFSの二段目破碎後の産物を原料として、トロンメル、振動スクリーン、傾斜弱磁力磁選機、四管式気流選別機で選別することで、全行程の合計で、実績値として実証プラントで回収率96.8%を達成した。

トロンメルでは微粒物の除去、振動スクリーンではタンタルコンデンサ濃縮群のみ回収、傾斜磁力磁選機では強磁性素子、円筒形素子などの除去、四管式気流選別機では比重選別によるタンタルコンデンサ濃縮が可能である。

#### **【テーマ④】 タンタルコンデンサからのタンタル回収技術の開発**

焙焼炉を用いてタンタルコンデンサを酸化焙焼して得られた焼結体を表面洗浄、粉碎、二酸化マンガンの除去をすることで高純度五酸化ニタンタルを得ることができる技術を開発した。

実証試験で簡易焙焼炉を用いたとき、回収率99.0%、品位99%以上と目標値には届かなかったものの、総合回収率を考えると十分な実績値であると考えられる。

#### **【テーマ⑤】 経済性評価の実施及び全体プロセスの確立**

①から④までを組み合わせで確立したプロセスにおいて、実績値としてプラルータからのタンタル総合回収率95.8%を達成した。

またPCサーバにおいては総合回収率92.5%、金属ルータにおいては総合回収率95.8%の結果を得た。

## **Ⅱ コバルト回収**

小型家電製品等から回収したリチウムイオン電池は、焼却、破碎、磁力選別、篩などを組み合わせたプロセスによりコバルトを濃縮することは可能ではあるが、国内ではコバルト純度やコスト的な問題からコバルト濃集物から金属コバルトは回収されず、コバルト濃集物は海外へ流出することが多い状況である。

しかし、廃正極材から湿式プロセスによるコバルト分離回収技術はある程度確立してきていることから、既存の廃正極材からコバルトを回収する湿式コバルト回収フローに適したコバルト濃集物

をリチウム電池等から得る濃縮技術を確立することにより、国内におけるコバルト循環が達成されることが期待できる。

本事業では、廃小型家電製品等から回収される廃リチウムイオン電池を出発物質として、焙焼、破碎、篩分け、磁選等の物理選別により、後段の湿式コバルト回収フローにおいてコバルトを高率で回収できる成分構成を有するコバルト濃縮物を得る技術を開発することとした（テーマ①）。

また、従来の湿式コバルト回収フローに導入するコバルト濃縮物中の不純物（Al、Fe、Cu等）の影響によるコバルト回収への影響を調査し、湿式コバルト回収フローの改善を行うこととした（テーマ②）。

さらに、小型家電製品中にリチウムイオン電池が組込まれ一体化している廃小型家電製品から廃電池を回収することが、将来的に必要なと考えられることから、電池一体型小型家電製品等に多く利用されているラミネート型リチウムイオン電池の効率的な回収技術の開発も行うこととした（テーマ③）。

これらの技術を組み合わせてタンタル回収の全体プロセスを確立すると主に経済性の評価を行った（テーマ④）。

#### 【テーマ①】物理選別によるコバルト濃縮技術の開発

物理選別による携帯電話用廃リチウムイオンバッテリー（LIB）からのコバルト濃縮を行った。

廃LIBを二段焙焼＋浮選＋湿式勾配磁選または単段焙焼＋浮選＋湿式テーブル選別により、回収率85%、コバルト－アルミニウム分離効率64%でコバルトを濃縮分離する技術を確立した。

#### 【テーマ②】コバルト濃縮物からのコバルト回収技術の開発

コバルト濃縮物を硫酸浸出、脱Fe、脱Al、脱Ni吸着除去、コバルト電解採取により、回収率92%を達成した。

硫酸浸出液の酸化・中和による脱Fe、脱Al工程では、脱Alした後、FeとAlを中和沈殿させることで、コバルトロス低減できる。

#### 【テーマ③】ラミネート型リチウムイオン電池からのコバルト回収技術の開発

①、②で検討したLIBの処理を、ラミネート型のLIBに適用しても問題ないことが分かった。

#### 【テーマ④】経済性評価の実施及び全体プロセスの確立

物理選別工程と湿式処理工程の連携により、コバルト回収率78%を達成した。

このとき、物理選別工程では、二段焙焼＋浮選＋湿式勾配磁選または単段焙焼＋浮選＋湿式テーブル選別により、コバルト回収率85%である。また湿式処理工程では、硫酸浸出、浄液（Fe、Al、Ni除去）、電解採取することでコバルト回収率92%である。

### （2）事業アウトプット

事業アウトプット指標
実施する研究テーマ数として9テーマをアウトプット指標として設定した。
研究テーマの設定に当たっては、使用済小型家電製品等からの具体的なレアメタル回収フローを検

討したうえで、必要な個別技術開発要素を抽出した。

**I タンタル回収技術開発**

- ①廃小型家電製品等からの基板分離・回収技術の開発
- ②基板からのタンタルコンデンサ剥離技術の開発
- ③タンタルコンデンサ濃縮技術の開発
- ④タンタルコンデンサからのタンタル回収技術の開発
- ⑤経済性評価の実施及び全体プロセスの確立

**II コバルト回収技術開発**

- ①物理選別によるコバルト濃縮技術の開発
- ②コバルト濃縮物からのコバルト回収技術の開発
- ③ラミネート型リチウムイオン電池からのコバルト回収技術の開発
- ④経済性評価の実施及び全体プロセスの確立

**指標目標値（計画及び実績）**

<p>事業開始時（24年度）</p>	<p>計画：9テーマ</p> <p><b>タンタル回収目標</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①90%</li> <li>②93%</li> <li>③90%</li> <li>④99.5%</li> <li>⑤75%（総合回収率）</li> </ul> <p><b>コバルト回収目標</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①80%</li> <li>②90%</li> <li>④72%（総合回収率）</li> </ul>	<p>実績：なし</p>
<p>終了時評価時（27年度）</p>	<p>計画：9テーマ</p> <p><b>タンタル回収目標</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①90%</li> <li>②93%</li> <li>③90%</li> <li>④99.5%</li> <li>⑤75%（総合回収率）</li> </ul> <p><b>コバルト回収目標</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①80%</li> <li>②90%</li> <li>④72%（総合回収率）</li> </ul>	<p>実績：9テーマ</p> <p><b>タンタル回収実績</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①+②100%</li> <li>③96.8%</li> <li>④99.0%</li> <li>⑤95.8%（総合回収率）</li> </ul> <p><b>コバルト回収実績</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①85%</li> <li>②92%</li> <li>④78%（総合回収率）</li> </ul>

<共通指標実績>

特許等件数 (出願を含む)
------------------

8
---

### 3. 当省(国)が実施することの必要性

レアメタルは、自動車、IT製品をはじめとする高付加価値・高機能製品に必須の素材であり、その安定供給は、我が国製造業の国際競争力の維持・強化において極めて重要である。しかし、資源国の資源ナショナリズムの台頭や一部の国による輸出抑制等国家管理が強化される等、我が国のレアメタル等の鉱物資源の供給確保を巡る環境は激変しており、レアメタルの安定的な供給確保は我が国にとって急務の課題となっている。

そのような中、「使用済み小型家電からのレアメタルの回収及び適正処理に関する研究会」(平成20年~22年)において、リサイクルの検討優先鉱種として14鉱種、うち小型家電からリサイクルすべき鉱種として5鉱種(タンタル、コバルト、タングステン、ネオジウム、ジスプロシウム)を選定したところ。特にタンタルやコバルトは、コンゴなどカントリーリスクの高い地域からの輸入が多く、資源の安定供給確保の観点から、小型家電からのレアメタル回収技術の確立が重要となっている。

また、使用済み家電の処理は、社会構造的な理由もあり処理場が自治体ベースに分割されているため、大規模な機材を導入することが出来ず、手解体での処理となっているのが現状であり、民間企業では技術開発が進まない状況にある。

そのため、大規模な回収・処理システムを確立するためにも、国が率先して汎用性の高い回収・処理技術を構築することが、効率的なりサイクル制度の確立のために必要であり、また、資源の安定供給の観点からも重要である。

なお、小型家電のリサイクルについては、「使用済み小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律」が平成25年4月に施行となり、より一層のリサイクルが期待されているところ、その回収・処理技術の確立の重要性は増しているところである。

### 4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

本事業においては、事業最終年度におけるタンタル・コバルト回収率をアウトカムとして設定し、平成24年度から平成27年度の4年にわたり、年度毎に前述した9つのテーマを検討した。最終年度の平成27年度において、タンタル及びコバルトの所要の各工程の回収率を検証したところ、総合回収率はタンタルが95.6%、コバルトが78%といずれも目標を上回る成果を上げ、新たなリサイクル手法の要素技術を確立することが出来た。

これらの成果は、

- ・ 中間処理業者における基板分離・回収技術、基板からの電子素子剥離技術、気流選別技術の導入(選別の自動化)
- ・ 中間処理業者により多量に集められたタンタルコンデンサからのタンタル回収
- ・ 既存のコバルト回収設備への個別技術の応用

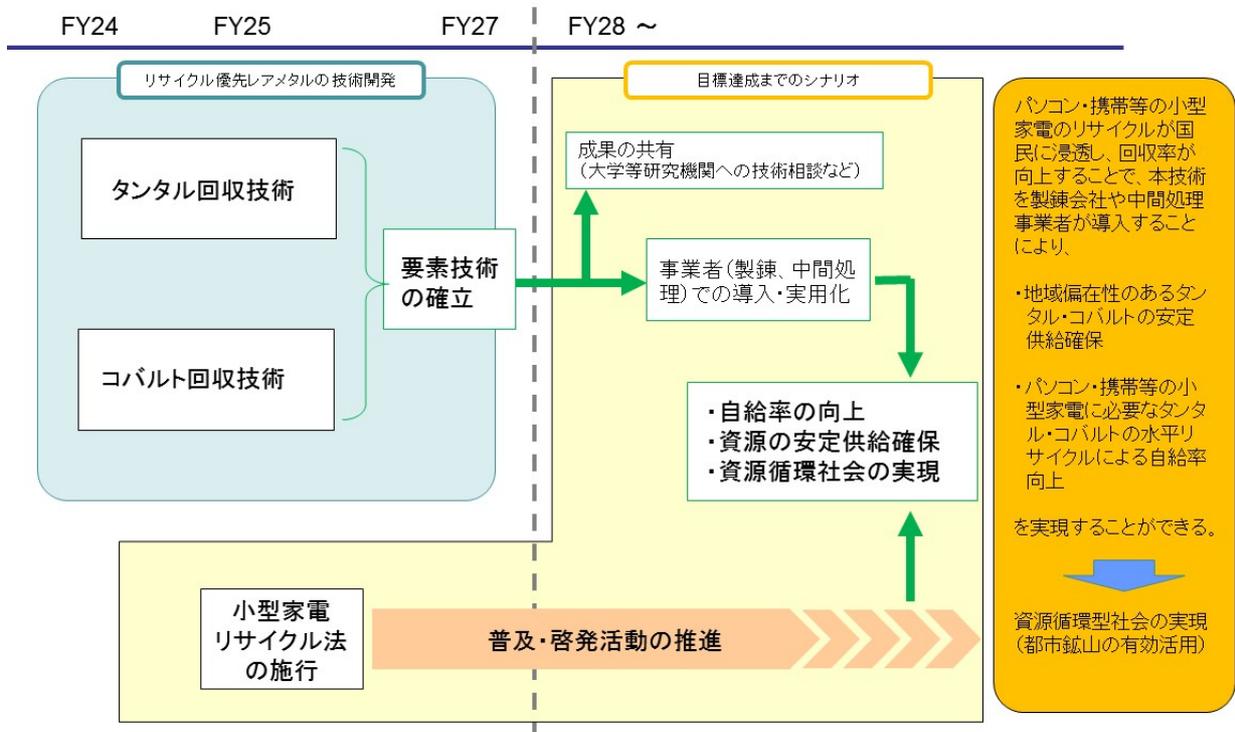
などとして事業化が考えられる。

本事業において、タンタル回収に関しては実際に廃棄されたPCサーバやルータ、コバルト回収

にも使用済みリチウムイオンバッテリーをサンプルとして使用しており、事業化においては多量の使用済み小型電子機器を扱うといった違いはあるものの、技術的には十分に実証が済んでいるものと考えられる。また、本事業は大学等研究機関による研究が多く、これら研究機関が有するノウハウを技術相談等により関連業界に成果を共有できることが期待される。

さらに、平成25年4月に小型家電リサイクル法が施行されたことにより、これに基づく普及・啓蒙活動と合わせ、今後小型家電の回収量増加が見込まれるため、これを二次原料とする中間処理業者や製錬業者を中心に本技術開発の成果が活かされ、導入・実用化されていくものと考えられる。

このように、パソコン・携帯等の小型家電のリサイクルが国民に浸透し、回収率が向上することで、本技術を製錬会社や中間処理事業者が導入・実用化により、地域偏在性のあるタンタル・コバルトの安定供給確保、パソコン・携帯等の小型家電に必要なタンタル・コバルトの水平リサイクルによる自給率向上を実現することとなり、資源循環型社会の実現（都市鉱山の有効活用）の一助となるものである。



## 5. 研究開発の実施・マネジメント体制等

### 1) 研究開発計画

研究開発計画の策定にあたっては、2. 研究開発内容及び事業アウトプット（1）研究開発内容で示したとおり、アウトカム達成のために全体の回収フローを個別技術に分けて、要素技術の開発を行うこととし、最終的に個別要素技術を組み合わせてプロセスの評価を行った。

### 2) 研究開発実施者の実施体制

本技術開発は、平成24年に経済産業省が公募を実施し、厳正かつ公平な審査を経て、独立行政

法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が採択され、経済産業省は同機構と委託契約を締結した。

JOGMECは以下に示すような類似事業の実施実績があり、研究開発実施者として適格であると判断された。

#### <事業実績1>

事業名：エネルギー使用合理化製錬リサイクルハイブリッドシステム開発

事業概要：非鉄金属製錬施設・技術を活用し、使用済み自動車の廃二次電池及びシュレッダーダストからの有価金属回収技術を確立するとともに、生成するスラグの品質を再利用可能な水準に高める技術を開発する。

実施年度：平成14～18年度

発注者：経済産業省資源エネルギー庁鉱物資源課

#### <事業実績2>

事業名：エネルギー使用合理化希少金属等高効率回収システム開発

事業概要：廃小型電子・電気機器からエネルギー負荷を抑えた効率的な破碎・物理選別によりレアメタル濃集物を得ると共に、レアメタル濃集物から化学的手法により効率的にレアメタルを回収する技術を開発する。また、廃超硬工具については、現状のタングステンリサイクルフローよりコストや環境負荷の低減が図れる効率的な化学的リサイクルフローを確立する。

実施年度：平成19～22年度

発注者：経済産業省資源エネルギー庁鉱物資源課

#### <事業実績3>

事業名：希土類金属等回収技術研究開発事業

事業概要：産業廃棄物として処分されている廃研磨材より不純物を効率的に除去し、低コストで研磨材を再生することによりレアアースをリサイクルする技術を開発する。また、再生蛍光体としてリサイクルされている廃蛍光体をあらゆる用途へのリサイクルが可能となる様、廃蛍光体から各レアアース元素を分離・抽出する技術を開発する。

実施年度：平成21年度～平成24年度

発注者：経済産業省資源エネルギー庁鉱物資源課

#### <事業実績4>

事業名：エネルギー使用合理化低品位鉱石・難処理鉱石に対応した革新的製錬プロセス技術開発

事業概要：近年、銅製錬や亜鉛製錬に供給される精鉱が、低品位化・微細化してきており、それらを使用することにより製錬所でトラブルが発生している。そのため銅製錬プロセス系内の煙灰から不純物（砒素）を分離し、安定なスコロダイトを生成する技術を開発すると共に、微細化した亜鉛精鉱を100%供用しても酸化焙焼が均質に進み安定操業が可能となる技術を開発する。

実施年度：平成21年度～平成24年度

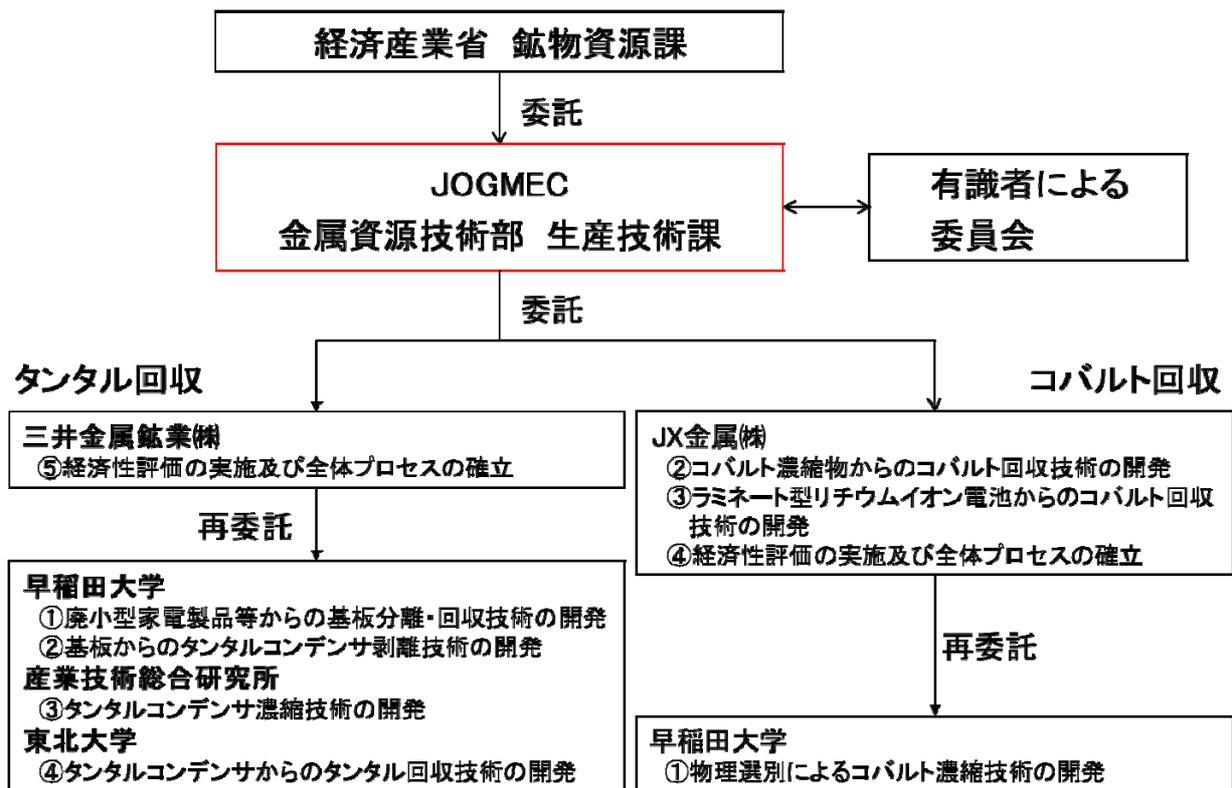
発注者：経済産業省資源エネルギー庁鉱物資源課

JOGMECは、「廃小型家電製品からのタンタル回収技術開発」及び「廃小型家電製品からのコバルト回収技術開発」の2つのテーマについて公募を実施し、同機構内での厳正かつ公平な審査を経て、前者は三井金属鉱業株式会社が、後者はJX金属株式会社が採択された。両社とも非鉄製錬所を所有し、非鉄金属のリサイクル回収を積極的に行っている企業である。

「廃小型家電製品からのタンタル回収技術開発」については、三井金属鉱業株式会社が、「廃小型家電製品等からの基板分離、回収技術開発・基板からの実装部品剥離技術開発」、「タンタルコンデンサ濃縮技術開発」及び「タンタルコンデンサからのタンタル回収技術開発」の3つの技術開発について、それぞれ早稲田大学、産業総合研究所、東北大学に再委託を行った。

「廃小型家電製品からのコバルト回収技術開発」については、JX金属株式会社が、「物理選別によるコバルト濃縮技術開発」について早稲田大学に再委託を行った。

以上のように、非鉄金属リサイクル技術開発に実績を有するJOGMECのもと、リサイクル事業を実施している企業とリサイクル研究に実績を有する研究機関が事業に参画し、産官学が連携した事業実施体制を構築した。



事業実施体制

### 3) 国民との科学・技術対話の実施などコミュニケーション活動

JOGMECが実施している成果報告会において、事業実施状況を報告した。

平成25年9月5日 平成25年度第4回金属資源関連成果発表会

平成 26 年 7 月 8 日 平成 26 年度第 4 回金属資源関連成果発表会  
 平成 28 年 5 月 23 日 平成 28 年度第 1 回 JOGMEC 金属資源セミナー

また、各研究機関においては学会などにおいて研究内容の発表を行っている。  
 さらに、受託企業においても学会が主催するシンポジウムなどにおいて成果を公表している  
 (E-scrap シンポジウム・平成 28 年 9 月 27 日など)

#### 4) 資金配分

本事業における平成 24 年度から 27 年度の資金の流れの推移を下表に示す。各技術開発課題の進捗は順調であったことから、資金配分は適当であったと考えられる。

	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	合計
<b>タンタル回収技術</b>					
三井金属鉱業	72	116	85	41	314
うち早稲田大学	13	13	13	14	53
うち産業技術総合 研究所	8	9	14	14	45
うち東北大学	1	3	3	3	10
<b>コバルト回収技術</b>					
JX 金属	22	46	46	35	149
うち早稲田大学	3	8	9	6	26

#### 5) 知財の取り扱い

JOGMEC から三井金属鉱業（株）と JX 金属（株）に対する委託契約においてバイドール条項を盛り込み、技術開発の成果を、実際に非鉄金属リサイクル事業を行っている企業が活用できるようにした。

#### 6. 費用対効果

##### I タンタル回収

小型家電の例として、パソコン及び移動電話（携帯電話・スマートフォン等）が挙げられるが、パソコンでは 2.32g/台、移動電話で 0.081g/台のタンタルが使用されているとの推定がある（※1）。

国内の 2014 年度のパソコンの出荷台数は 919 万台、移動電話の出荷台数は 2192 万台と見積もられており（※2）、上記のタンタル使用量から、国内出荷のパソコン及び移動電話に含まれるタンタル量はそれぞれ 21 トン及び 2 トンで、合計 23 トン/年のタンタルが使用されていると推定される。

一方、2014 年度の使用済みパソコンの回収実績は 59 万台（出荷台数に対する割合は 6%）（※3）、移動電話の回収実績は 619 万台（同 28%）で（※4）、回収された使用済みパソコン中の

タンタル量は1.4トン、移動電話で0.5トン、合計で1.9トンと推計される。

したがって、回収された使用済小型家電を本技術開発によりタンタル回収した場合のタンタル回収量は $1.9 \text{トン} \times 95.8\%$ （技術開発実績） $= 1.8 \text{トン}$ となり、パソコン・移動電話の国内需要量の8%程度に相当する。

また、小型家電リサイクル法の施行に伴い、使用済小型家電の回収率が上がれば、更なるタンタル回収が見込まれる

さらに、本技術開発で得られたフローはタンタルコンデンサだけでなく、他の電子素子の回収にも応用できるものであるとともに、廃電子基板を銅製錬に投入するに際して、銅製錬忌避元素の低減にも応用が可能である。したがって、本技術開発の成果は使用済小型家電からの金属回収に非常に効果的なものである

## II コバルト回収

移動電話のリチウムイオンバッテリーの重量は40g/個、そのコバルト含有量は12.1%個と仮定する（※1）。

国内移動電話出荷台数と同数のリチウムイオンバッテリーが出荷されているとすると、2014年度の移動電話向けリチウムイオンバッテリー用のコバルト需要量は $2192 \text{万個} \times 40 \text{g/個} \times 12.1\% = 106 \text{トン}$ と推計される。

一方、2014年度の移動電話の電池回収実績は994万個（※4）のため、回収された移動電話用リチウムイオン電池のコバルト量は $994 \text{万個} \times 40 \text{g/個} \times 12.1\% = 48 \text{トン}$ と推計される。

回収されたリチウムイオンバッテリーを本技術開発により回収した場合のコバルト回収量は $48 \text{トン} \times 78\%$ （技術開発実績） $= 37 \text{トン}$ となり、二次電池へのコバルト需要量の35%程度に相当する。

リチウムイオンバッテリーは携帯電話等以外にもデジタルカメラなどにも使用されており、使用済小型家電の回収率が上がれば、更なるコバルト回収が見込まれる。

（※1）平成23年度レアメタルリサイクル実態調査

（※2）（一社）電子情報技術産業協会

（※3）（一社）パソコン3R推進協会

（※4）モバイル・リサイクル・ネットワーク