

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

議事録（案）

1. 日時 平成28年12月22日（木）10：30－12：00
2. 場所 経済産業省 別館3階 310各省共用会議室
3. 出席者

<検討会委員>（敬称略、五十音順 ※は座長）

柴山 敦	秋田大学大学院国際資源学研究科 教授
白鳥 寿一	イー・アンド・イーソリューションズ株式会社 代表取締役社長
高島 由布子	株式会社三菱総合研究所 主任研究員
※ 藤田 豊久	東京大学大学院工学系研究科 教授
山口 勉功	岩手大学工学部マテリアル工学科 教授

<研究開発実施者>

塩川 智	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 金属資源技術部長
神谷 太郎	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 金属資源技術部生産技術課長
滝口 浩之	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 金属資源技術部生産技術課員

<事務局>

経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 鉱物資源課
課長 辻本 圭助
課長補佐 小泉 朋幸
係長 渡辺 雅

<評価推進課>

産業技術環境局 技術評価室
技術評価専門職員 江間 祥三

4. 配付資料

- 資料1 「リサイクル優先レアメタルの回収技術開発事業」研究開発プロジェクト終了時評価検討会 委員名簿
- 資料2 研究開発評価に係る委員会等の公開について
- 資料3 経済産業省における研究開発評価について
- 資料4 評価方法（案）
- 資料5 「リサイクル優先レアメタルの回収技術開発事業」研究開発プロジェクトの概要

資料6 評価用資料

資料7 「リサイクル優先レアメタルの回収技術開発事業」技術評価結果報告書の構成(案)

資料8 評価コメント票

質問票

参考資料1 経済産業省技術評価指針

参考資料2 経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準

参考資料3 平成23年度事前評価報告書

5. 議事概要

(1) 座長選出

委員の互選によって、藤田委員が本検討会の座長に選出された。

(2) 評価検討会の公開について

事務局から、資料2により、評価検討会の公開について説明がなされた後、本評価検討会について、会議、配付資料、議事録及び議事要旨を公開とすることが了承された。

(3) 評価の方法等について

事務局から、資料3、4、7、8により、評価の方法等について説明がなされ、了承された。

(4) 研究開発プロジェクトの概要について

事務局及び実施者から、資料5、6により、本プロジェクトの概要について説明があり、以下の質疑応答がなされた。

【「4. 事業アウトプット」について】

藤田座長：タンタルの回収実績について、①+②100%とは、①あるいは②または両方が100%ということですか。

神谷課長(JOGMEC)：実際に、家電製品から基板のみを取り出す際に、基板以外にタンタルコンデンサも少し剥離するケースもあり、それをどのようにカウントするかという問題があります。そういった①と②の境目が微妙なものがあるため、①と②併せて100%としています。

藤田座長：タンタルコンデンサは中にシリカも含まれますが、それはどうしているのですか。

神谷課長(JOGMEC)：焼結体のあとの表面清浄で取り除いています。

藤田座長：シリカが粉々になったものと、タンタルが粉々になったものでは違うはず。そこまでは書いていませんが。

神谷課長(JOGMEC)：いずれにせよ高純度のものが回収できています。

白鳥委員：ここからスタートでいいので、量も仮定で構わないが、コストは実験を通じて得られているのでしょうか。例えば10トン処理したらどうかとか、100トン処理したらどうかとか、処理量でも変わるとは思いますが。事前評価にもありましたが、コストのだいたいのイメージを掴むというのも目標の一

つだと思います。

神谷課長 (JOGMEC) : コストはトンあたりではなく、10台処理したと仮定すると、PCサーバでは1245円の赤字。タンタルの値段を1万円/kgとして計算しました。金属筐体ルータは139円の赤字。プラスチック筐体ルータは191円の黒字という結果となりました。

高島委員 : 確認ですが、今の赤字黒字という話には、最初の設備導入については減価償却も入っているのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : 入っています。減価償却みあい、それぞれの設備の時間あたりの単価、処理費用を出しています。4年償却でだしています。

柴山委員 : 一つは白鳥先生と同じ点について、今回の処理は10台処理をずっと連続的に処理をしたのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : プラスチック筐体については連続。他の金属とPCサーバは最初の破碎の部分で10台の処理はしていますが、それ以降は仮定の値をいれています。

柴山委員 : コストに関わりますが、時間あたりの処理台数や処理量などまで算出しているのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : 算出しています。先ほどPCサーバが10台処理1245円で、金属筐体が139円と差が一桁違うというのは、破碎の処理料は台数ではなく重量になってきますので、PCサーバは1台が大きいため処理量が少ない、投入量が少ないと時間単位にすると高くなるということです。

山口委員 : コスト計算では、タンタルコンデンサは有価の銀とか、プラスチックを有価と考えるかなどもありますが、その辺はどのように考えているのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : 今回は、タンタル以外についてはコストには入れていません。比重選別による部品の回収で、タンタルコンデンサ以外も濃縮できるという結果が得られていますが、それが有価で売れるといった評価をすれば、また価格は変わってくると思います。

藤田座長 : ルータとかサーバは、解体してから入れたのか、そのまま入れたのか。

神谷課長 (JOGMEC) : 製品をそのまま入れています。

藤田座長 : そうなると、かなりプラスチックなどがぐちゃぐちゃになってしまうのではないのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : 基板類だけがうまく剥がれます。

藤田座長 : 解体して基板だけ入れる方がいいかもしれませんが。

神谷課長 (JOGMEC) : そのため、プラスチックだとバラッと壊れますが、金属製だと潰されて上手く基板が取れませんので、そこは手解体で基板だけ取り出すと仮定しています。そこも手解体は人件費としてコストに反映させています。

柴山委員 : 回収技術開発の観点で、達成したフローについて、いくつかの設備を使っていますが、既存の設備の最適化を行ったのか、この研究独自の装置開発を行

ったのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : 破碎の C F S は既存のものがあり、いくつか他の破碎機を試した結果、C F S が一番効果的との結論に至りました。それに加熱部を加えたことが装置の改良であり、加熱部で部品を取り出す点が技術開発になります。濃縮については、主に気流選別に関する部分が技術開発であり、もともと概念的なものはりましたが改良を加えました。流動炉を作った際に充填層の中にアルミナボールを入れて空気の流れを制御する点などが技術開発要素です。

藤田座長 : 焙焼温度は何度でやっているのですか。

神谷課長 (JOGMEC) : 焙焼温度は 1 段目の焙焼で 4 5 0 ～ 5 0 0 度程度。2 段目の焙焼で 6 0 0 ～ 6 6 0 度程度。2 段目で焙焼温度をあげる操作にしています。

藤田座長 : バッテリーの中に色々な有機物もありますが、フッ素系はどうなるのですか。

神谷課長 (JOGMEC) : フッ素系については申し訳ありませんが調べていませんでした。

藤田座長 : 排ガス処理はどうしているのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : 実際に J X 金属の既存の炉を使っていますので、実操業のため排ガス処理はできています。

山口委員 : 分離回収されるアルミの形態は。単体で回収できるのですか。

神谷課長 (JOGMEC) : アルミ箔の形でリチウムバッテリーに入っていますので、1 段目の焙焼は低温でやっているのでアルミ箔はそのまま残ります。酸化しないのでスクリーニングだけでアルミをとれます。

藤田座長 : ナトリウムは水酸化ナトリウムなのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : そのとおりです。

柴山委員 : 確認ですが、電気コバルト回収率はコバルト濃縮物を 1 0 0 とした時の回収率ですか。中和で逃げる分も多少はあるのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : その通り。多少はあります。

藤田座長 : 水酸化物は堅さがないが、スラッジは大丈夫でしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : 濾過性の結構いいものができました。

山口委員 : 回収した電気コバルトは高純度の製品として良いものができたのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : その通りです。9 9 . 9 % 以上。

藤田座長 : ラミネート型は生産量としてはどのくらいなのですか。

神谷課長 (JOGMEC) : 具体的には分かりませんが、増えてきていると聞いています。

山口委員 : ラミネート型に目標値を掲げなかった点について理由があるのですか。

神谷課長 (JOGMEC) : もともとはアルミ箔体を対象としていたところ、事業開始してから、ラミネート型も最近増えてきていることから試してみたということで、目標値までは設定せず、同等でできればいいと考えていました。

山口委員 : 今回の技術で対応できるかを確認したということでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC) : その通りです。

白鳥委員 : コバルトでのコストを教えてください。そのときに、ラミネート型は（機器から容易に）取れないと思いますが、これを外すという費用は換算してい

るのかどうか。

神谷課長 (JOGMEC)：こちらは具体的なコスト計算まではしていません。ただ、物理選別と化学的抽出を組み合わせることで、どの程度の経済的な影響があるかを計算しています。その結果、物理選別を入れることで、薬剤コストを2割くらい削減できる試算となりました。具体的な計算はしていませんが、設備を導入するといった初期費用も考えると、効果は限られてきてしまいます。

白鳥委員：初発のリチウムイオン電池は00番を使っていますが、コバルトの低いものはやっていないのですか。

神谷課長 (JOGMEC)：それはやっていません。同じタイプの、同じ製品を集めてやっているわけではないので、色々混ざっています。

白鳥委員：これは両方とも、リチウムイオン00番で、電極としては決まっています。それを使っており、00だけでなく、4種（の他の正極）があるが、それは試していないのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC)：そこまでは試していません。図はあくまでも例です。

白鳥委員：たぶん携帯はほぼ00。スマートフォンは開けてみていないので分かりませんが。

高島委員：タンタル・コバルトともに、何に一番お金がかかるのでしょうか。内訳を見た場合に一番大きいところはどこでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC)：タンタルは電気代が一番かかります。どうしても機械を動かす電気代が一番大きい。

藤田座長：機械というのは、どこの工程が一番かかるのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC)：物理選別が一番かかります。

高島委員：コバルトはどうでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC)：薬剤費。濃縮物から抽出するのに薬剤を使用するため、物理選別で不純物が取り除ければ、その分の薬剤費は減りますが、劇的に減らせるほど物理選別の効果はありませんでした。

高島委員：当初は、物理選別を入れることで薬剤費がもっと下がるという想定だったのでしょうか。

神谷課長 (JOGMEC)：そのとおりです。薬剤コストという形で比較をしましたが、全体のプロセスの簡素化などを期待していました。

【「5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ」について】

白鳥委員：始めた時は間違いなく、これから動き出すところなので取れる技術を国のプロジェクトで作り始めたのは正しいと思います。鉱種も国の委員会できまって、値段もある程度はあった。値段が高いということは、コストがこれくらいなら皆さん使ってくれるだろうという考えで始まったと思いますが、コストがどこまで下がるかなど分からない点もあったと思います。そういう場合のアウトカムについては、どのように評価すればいいのですか。どのように

書けば良いのでしょうか。

技術評価室（江間技術評価専門職員）：経産省の評価指針では、アウトプット指標は成果の現象的又は形式的側面であり、主として定量的に評価できる、活動した結果の水準を測る指標です。アウトカム指標は、成果の本質的又は内容的側面であり、活動の意図した結果として、定量的又は定性的に評価できるもの。つまり、定量的に評価できなければ、定性的な評価でもかまわないものです。ただ、あまりにも漠然としすぎても駄目で、ある程度目標の達成を評価可能なものであるべきです。

白鳥委員：ある仮定のもとに成果があれば、それを元に高い評価をしてもいいのでしょうか。

技術評価室（江間技術評価専門職員）：その通りです。アウトカムは定量的な評価は難しい場合もあるため、定性的に判断いただいてかまいません。

高島委員：ロードマップにはサラッと記載している事業者への導入については難しさのあるハードルです。これが出来れば目標にあるリサイクル率なども達成するでしょうが、ここはストレートには進みません。市況やカントリーリスクといった外部要因で、そういったカードをもっていることがすごく重要になります。技術が実装されないまでも、それを持っていることが強みになるという表現しにくい評価軸もあるかと思います。一方で、技術を持っていることに意味があるという裏側には、持ち続けていることが必要となり、将来市況が変わったときに知っている人が誰もいなくなり、持ったまま腐ってしまう。そこを評価する前提として、維持し続ける過程が必要になりますが、その点が成果の共有といった点で表現しているのでしょうか。

神谷課長（JOGMEC）：仰るとおりで、大学等の研究機関で継続的に研究されることで進化していくと思いますので、継承・発展していただければと考えています。

藤田座長：小型家電を対象に考えていますが、これから電気自動車などでもかなりコバルトを使うと思います。そこにも役立つかもしれませんが、新たに考えていけない点とも思います。また、リチウムについてももったいないなとも思います。

技術評価室（江間技術評価専門職員）：アウトプットの中に、学会発表とか論文、知財、特許などを挙げている例も多く、継承していくことが重要という考え方です。本文に特許数も記載しています。

白鳥委員：逆に特許とかの問題ではないのではとも思います。鉱石でいえば、いまやっているのは選鉱と製錬の技術で、これで鉱山であれば開発することができそうですが、この課題の問題は集まってくるのかということです。集めるのは社会システムの問題。この場合、法律で集まったのちに経済的インセンティブを与えて始めるというなど、全然考えが違うやり方もあります。その部分は、使われるためには社会に実装するためのやり方が違っていて、特許の数など

ではない。その点は評価書にはイメージとしては宿題みたいな形で記載するのでしょうか。技術としては素晴らしいもので、世界的にもここまで出来ているところはないでしょうが、集めるところが日本は弱い。

事務局（小泉課長補佐）：本日、来年度予算が閣議決定されたはずですが、来年度予算でも小型家電の動脈と静脈を連結するような新たな技術開発も考えているところです。東京五輪の関係で、小型家電からメダルを作ろうという運動もあり、リオでは3割だったリサイクル材を、東京五輪ではそれを上回るリサイクル材を使おうというムーブメントを起こす動きもありますので、そういった取組も踏まえて取り組んでいきます。

（5）今後の予定について

追加の質問の提出期限を1月4日、また評価コメント票の提出期限を平成29年1月11日とすることを確認した。また、第2回評価検討会を平成29年1月下旬に書面で開催予定とした。

以上