

第1回「製錬副産物からのレアメタル回収技術開発」  
研究開発プロジェクト 終了時評価検討会

議事録

1. 日時 平成29年12月25日（月）17：00～18：30

2. 場所 経済産業省 別館2階244会議室

3. 出席者

＜検討会委員＞（敬称略、五十音順 ※は座長）

高島 由布子 株式会社三菱総合研究所 主席研究員

(※) 中村 崇 東京大学特任教授

深谷 忠廣 一般財団法人メタル経済研究所 主任研究員

邑瀬 邦明 京都大学大学院工学研究科材料工学専攻 教授

＜研究開発実施者＞

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＞

資源エネルギー庁 資源・燃料部 鉱物資源課

課長補佐 松田 達哉

係長 渡辺 雅

＜評価推進課＞

産業技術環境局 技術評価室

技術専門評価職員 江間 祥三

4. 配付資料

- 資料1 「製錬副産物からのレアメタル回収技術開発」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 「製錬副産物からのレアメタル回収技術開発」研究開発プロジェクトの概要
- 資料6 評価用資料
- 資料7 「製錬副産物からのレアメタル回収技術開発」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、中村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。

高島委員：確認をさせていただきたくて、18 ページに経済性評価の表を入れていただいてるんですけども、前に書いてあったところを見ると、このフッ素浴の方だと出てくるものが合金用とのスペックであると。他の酒石酸とかだともう少しスペックがいいと。つまり、出てくる物のレベルが違うのですが、単価は同じ設定にされているのでしょうか。

神谷課長（JOGMEC）：そうですね、同じ設定にしてしまいました。はつきりした価格がよく分からぬ部分もあったので。同じ合金用の価格としておいています。したがってパターン②-2 とかパターン③ですと、もう少し価格としては高くなるのかなという感じがします。

高島委員：つまり少なくともパターン①の方で過剰に売り上げていることにはなってないんですね。

神谷課長（JOGMEC）：なっていないです。パターン①が一番下になります。

高島委員：同じ話ですが、合金用途と高純度のものがあるとして、フッ素浴が一番経済的にはいいのではないかとのことです。合金用途であっても今マーケットで流れるようにはなっているのですか。高純度でないと誰も受け取ってくれないとか、そういう市場ではないということですか。

神谷課長（JOGMEC）：そうではない。実際に 480 トンくらい作ってますし、他の製

鍊所でもアンチモンを生産していますが、そんなに純度が高くなくても売っています。

邑瀬委員：最初の目標の30%増産という数字は、どっから出てきたものでしょうか。

神谷課長（JOGMEC）：正直なところ、どれくらい増産できそうかというところから来ている。どうしても鉛の電解の方でもアンチモンが必要ですので、この部分から抜き出す分とか、あと実際に銅製鍊系の部分も含めて、どれくらい増産できるか。回収率は80%となっていますので、それ以上は増えないという部分もある。

邑瀬委員：だいたい8割から9割方回収できて30%くらいということですか。

神谷課長（JOGMEC）：はい、それくらいです。

邑瀬委員：難燃材の酸化アンチモンは、基本的に金属を酸化して酸化物にするということですか。

神谷課長（JOGMEC）：供給の大部分が輸入品と言うことで、三酸化アンチモンで輸入しているものもある。一方で金属で輸入して三酸化アンチモンに日本のメーカーが変えて供給していると。

邑瀬委員：もう一つ、湿式のプロセスのフッ素系の浸出と酒石酸系の浸出を併用しているというのは、全体のフローがよく分からぬ。

神谷課長（JOGMEC）：フッ素浴の方は乾式で得られた濃縮の方、銅系の煙灰は酒石酸でやると。

邑瀬委員：同じ対象に対して2回浸出するという訳ではないと。

神谷課長（JOGMEC）：はい、原料が違うということ。

深谷委員：（4）の大学に委託されたところというのは、あくまでも基礎研究でほぼ達成されたということで、最終的なプロセスに組み込むというところまでは今回はいっていない。

神谷課長（JOGMEC）：そうですね、いっていないです。これは結構複雑なプロセスですので、ちょっと現場には入りづらい。抽出剤もまだ研究段階ということで、実際の方には入れられていないということ。

邑瀬委員：どこかに書いてあったと思うんですけど、特許2件と書いてあったと思うんですが、特許はどの部分ですか。

神谷課長（JOGMEC）：KOHの浸出と大学でやっていただいた抽出剤。資料6の6ページに特許ということで2件と。

邑瀬委員：KOHで浸出というのは工程としては新しいということ。

神谷課長（JOGMEC）：そうですね、特許出願できるほどには。

邑瀬委員：水酸化ナトリウムでは難溶性になってしまって抽出できない。KOH使ってるのはそこか。

深谷委員：特許は2件というお話をしたが、これは技術は公開されて、いろんな製鍊所が使えるようになるのでしょうか。

神谷課長（JOGMEC）：一応契約上はDOWAメタルマインに特許がいくということ。

そこはDOWAメタルマインさんでの公開、使って良いという判断をするのか、あとは場合によっては国の方での判断で皆さんに使っていただくという判断もあると効いています。

事務局：バイドール条約の場合には基本的に実施者の方に特許についてはいくのですが、例えば、特許をもった会社がずっと使わなずに寝かせている場合というのがあれば、国の判断でその技術について他社に使わせるという判断ができるようになっていきます。もちろん、DOWAさんが自分たちで開発して使っていくというのであれば、まだ話は変わってくるが、その場合も、この技術を基に国として技術開発を行っていくんだという場合には、今回開発した技術をベースにしたいというのであれば、それは使って構わないと契約上はなっています。

高島委員：今のお話に繋がると思うんですけども、普通は民間企業に導入してくださいということになりますけども、この類の技術はどちらかというと資源セキュリティの観点からこの技術を国が維持して、何か事があったら使える状態でキープしておくことが大事なのかなと思う。民間企業や大学も入っているにもかかわらず、そのうち皆忘れ去って誰も分からぬことになるのが一番、せっかくお金を掛けて開発したのにという状態になる。この後、この知見とかノウハウをどこで誰がどのように持っているのかというのをちゃんとウォッチしないとせっかくの切り札を必要な時に使えない状態になるのかなと思いました。そのあたりの管理がこれから大切なのかなという感想です。

中村座長：具体的にはどうされるのですか。現時点で。

神谷課長（JOGMEC）：具体的にはですか。

中村座長：何か検討されているのか。または今から検討するのか。

神谷課長（JOGMEC）：例えば私どもの方で、JOGMECでやっているセミナーでこういう技術開発をしましたという宣伝したりとか、DOWAメタルマインさんでもシンポジウムでもお話されているということですので、我々の方で宣伝ということはしていくのかなと思っています。その先に関しては正直なところ検討中というところです。

中村座長：これはアンチモンの回収率を上げるという非常に重要なポイントではあるのですが、逆に言うと、先ほども言われたように、鉛製錆とか銅製錆でアンチモンが基板を処理するために無理やり入ってきますよね。それをちゃんと対応するという意味づけもあるんじゃないかなと思いました、たぶんなるべく早いうちに使うんじゃないかなと。電子基板の中のアンチモンは臭素系ですから使いたくないのですけど、残念ながら電子基板の難燃性を担保するのに今のところこの技術しかないので、電子基板にもよりますけど、精度の高いところとか、特にこれから車でたくさん使われますので、車に使われる電子基板はかなりしっかりしたもので

ないといけないので、アンチモンの入った基板がすぐ無くなると言うことは考えられない。逆にどんどん増えてくるかもしれない。資源セキュリティという意味と、そういうものをちゃんと処理するという点から意味があるのだと思っています。ある一定量入ってるとメインのプロセスが上手くいかないということは大変ですから、たぶんお使いになるんじゃないかなと思っています。

中村座長：少し細かいところを伺いたいのですけども、湿式法の最初の方においてKOHで処理する時に還元してアンチモンメタルを作るとき、脱鉛を先にすると。

神谷課長（JOGMEC）：そうですね。

中村座長：その脱鉛とは具体的には。

神谷課長（JOGMEC）：脱鉛はスルファミン酸で鉛をとると。

中村座長：酒石酸の浸出でも、アンチモン浸出をやって鉛・ビスマス・テルルを取らなきやいけないのですけど、このときの浄液プロセスというのは具体的には何かわかりますか。

神谷課長（JOGMEC）：硫化物です。

中村座長：ハリスとガス酸化だとコスト的には圧倒的にガス酸化の方が安いんじゃないかなと、これは十分に予想されますが、ここにも書いてますけど若干不純物が高くなりますよねということなんんですけど、その程度はあまり問題にはならない。

神谷課長（JOGMEC）：そうですね、その後湿式法にいれると。

中村座長：その後、湿式法に入れるので、そこで対応できると。

神谷課長（JOGMEC）：はい。ハリスの方でやると、50%近いアンチモンが得られるのですが、その後の工程が複雑と言うことで、全体でいうとガス酸化精製法の方がいいと。

中村座長：経済性のところでも言われたんですけど、合金用と高純度品が作れますとなっていて、合金用でも売れますと言われたのですが、逆に心配は、高純度品ってそんなに使われますかということ。そこは大丈夫か。

神谷課長（JOGMEC）：その辺をどの程度やるかというのは、どれを導入するかという判断したときに、まだ合金用でいいだろうということでパターン①に。

中村座長：合金用の方が市場としては出やすくて、三酸化アンチモンの高純度品って結構スペックがシビアになるので、結構大変かなというのと、一部は触媒で使われているはず。ああいう分野って、出来ましたから使ってくださいとはなかなかいかない分野。確かに化学繊維を合成するところの触媒のはずなんですよ。ですから、結構、逆にいうと高純度品の方が入りにくいかかもしれない。それ専用のメーカーさんもいらっしゃいますから、日本に。先ほど質問ありましたよね。金属アンチモンって酸化するのと。それでだいたい作っている。うまくコントロールして成分ももちろん必要なんんですけど、結晶系とかですね。

邑瀬委員：それは今仰った触媒用とか。

中村座長：触媒用とか非常に特殊なやつは。そのかわり量はたくさんは捌けない。たしかそういう記憶してるんで。捌ける先としては合金用としては十分あるのかなという気がします。あと、アンチモン以外でセレンも回収できたとのことです、これはどのプロセスにどのようにいれてセレン回収が出来たと考えたらよろしいでしょうか。

神谷課長（JOGMEC）：これはですね、セレンが入っているアンチモンダストというのが、まったく系統が別で残っていたと。その部分からもアンチモンを回収しようとセレンをとって、アンチモンダストはこのプロセスの湿式の方に入ってくると。

中村座長：要するにアンチモンを回収したかったんだけど、セレンが邪魔だったと。だからセレンを回収したら、ちゃんとしたセレンが取れたと、そういうことですね。

神谷課長（JOGMEC）：はい。

中村座長：セレンはそれほどクリティカリティは高くないかもしれませんけど、ある種、副産物としては結構重要だと思います。昔はあまり使い道が無くて困っていたんですけど、今は結構それなりに使われているはずですので。将来実用化されるときには、それなりに役に立つかもしれない。

神谷課長（JOGMEC）：これに関しては、一応、実用化ということで生産を始めている。

中村座長：こっちの方が実用化されている。

神谷課長（JOGMEC）：一応、レアメタル回収ということで。

中村座長：日本国内で考えるとアンチモンのクリティカリティが高い、ほとんどが中国ですけど、ある種価格だとセレンの方が高いと思います。絶対量が少ない気がしますから。

中村座長：これは経済産業省さんのお仕事かもしれませんけども、最初のアンチモンのクリティカリティで76%が輸入というか、輸入先がそうだよねと言っているのと、ある種のこういうリスク管理をするというのでは、長期での価格の変動を見ることが出来たら、それを入れてあげると、より明確に分かるかなと。実はですね、これは自分の経験なんんですけど、アンチモンは10何年に1度価格があがるんですね。これは理由は分からないんですけど。たぶん中国が何かやっているのか、ベースには投機筋方々が動いているのかは分らないのですが。そういう金属なんですね。そう長くは続かないんですけど、瞬間的にポンと上がる。間違いなくそうだったと記憶していますので。そういうのもあると、単に輸入先を知っておかなければいけない、だからちゃんと国内回収もしなきゃいけないというのと、経時的なリスク管理というの意味でもそういうことが起こりますよねと。人々、もっと言えば、アンチモンって20年以上前、30年くらいになりますが、原料はほとんどボリビアと南アからだったんですね。それが中国が安いのをドッと出し始めて他の鉱山が潰れちゃったんですね。しかたなく実は日本も中国から輸入していて、もうちょっとと言うと、メタルで輸入しているっていいましたよね、人々

は一番最初は硫化アンチモンで中国から輸入していたはずなんです。それがメタルになっちゃった。中国がメタルしか出さない。ようするに付加価値あげてからしか輸出しないという。そういう風になったはずで、そういう意味ではこういう技術を持って、なかなか経済合理性を見いだすのが難しいかもしれないけど、ちゃんと対応できるというのは必要なことだと思います。ただ、やっぱり先ほど御指摘がありましたように、今すぐこの技術を必要としてないとすれば、どうやって技術担保をしていくかというのは結構重要なことで、技術って使ってないと落ちちゃうので、そこは考えないといけないかなと思います。結構ユニークな方法を開発されてますので、なんらかの形で残るような形をとっていただければと。

邑瀬委員：フッ素浸出法とKOH浸出法で、最後メタルにするところは、還元剤なのか。フッ素浴は還元溶液と書いてあるんですけど。

神谷課長（JOGMEC）：そうですね、還元ですね。

邑瀬委員：KOHの方は何をしてるんですか。

神谷課長（JOGMEC）：ちょっとフローが抜けてましたけど、KOHも還元です。

邑瀬委員：Na置換という書き方なんですけど、これはナトリウムイオンを加えて沈殿させるという。

神谷課長（JOGMEC）：そうです。

邑瀬委員：もう一つ、ハリス法とガス酸化精製法ということなんんですけど、12枚目のスライドのところで、柔鉛法と書いてらっしゃいますよね。余り詳しくないんですけど、柔鉛法の中にハリス法とガス酸化法があるのではないか。

神谷課長（JOGMEC）：ちょっと書き方が曖昧だった。

邑瀬委員：ちょっと誤解を招く。

神谷課長（JOGMEC）：訂正する。

中村座長：ハリス法の方が有名なので普通こっちを指すと思いますね。ガス酸化精製って技術的にはほとんど既知なんですけど、実用化はほとんどされてない。

邑瀬委員：どっちも酸化することには変わりない。

中村座長：変わりないです。それは全くそのとおり。

深谷委員：10ページに書いてあるKOHのところでですね、より高品位ということで分析結果が載っているんですけど、定量下限の表記が多いので、実際に比べてみるとそこが分からなくなってしまっている。せっかくですので、あるデータの方がよろしいんじゃないかと思うのですが。もう一点ですね、酸素を吹き込んでハリスの変わりをする方ですけど、鉛のロスは同じような感じで、鉛は結構落ちてしまうような感じでしょうか。プロセスが長いからハリスの方がロスが大きいという考え方でよろしいのでしょうか。

神谷課長（JOGMEC）：ガス酸化精製法の方は鉛ロスというか、鉛アンチモンスラグとしての回収になるので、多少どうしても取れてしまうので、その後アンチモン回

収した後、粗鉛に戻すというプロセスになる。ハリスの方も、戻す形になるかと思います。ただし、こちらの方が鉛はあまり取れないはずですので。

深谷委員：最後のお金の計算のところなのですが、排水処理プロセスの方はないんでしょうか。特に排水処理にかかる附帯処理費というのは。

神谷課長（JOGMEC）：廃水処理費は薬剤費の方にいれているはずです。

深谷委員：既存の設備があるということで、設備は特には増やさないで。

神谷課長（JOGMEC）：そうですね。

中村座長：あとで説明があるかと思うんですけど、一通りご質問させていただいたのですが、まだ何か聞きたいことがあれば質問票という形でよろしいでしょうか。

事務局：資料8のあとに質問票という物があると思いますが、それを1月10日までにいただければと思います。質問票でいただいたものについては、皆さんに共有させていただきますので、よろしくお願いします。

中村座長：そういうことなので、もし後で何かあればそういうものもあるということで御理解いただければと思います。

高島委員：素直な疑問なんですが、最後の費用対効果の所の、国内でこの技術が適用されたらどれくらいアンチモンが回収できるかという計算のところで、『追加的に銅の方からでてくる精鉱もあってプラス2000くらいあるから、結局半分くらいは回収可能』というお話があったが、なぜ書かないのか。

神谷課長（JOGMEC）：廃基板由来の銅の生産量っていうのは事実としてあると。銅精鉱からの煙灰をどう回収するのか、回収できないわけはないけど、現状銅から出た煙灰は、スラグにいった分もあることを考えると、ちょっとよく分からなくて書いていない。ただ量的にはこれくらいあるだろうと言う意味で申しあげた。

高島委員：理論上はあるけども、プロセスがよく分からないと。

神谷課長（JOGMEC）：その通りです。

中村座長：これは先ほどもコメントしましたように、銅製錬で電子基板をどれくらい処理するかというところに効いてくるんですね。アンチモンがあまり高くなるとバランスが崩れてくるので、銅製錬の方でもあまり嬉しい。回収すれば嬉しいんですけども、回収するのもコストかかるというところもあるので、今の段階では書き切れないということではないでしょうか。銅煙灰からアンチモンを取るというのは理論上は可能なのでしょうが。昔一時期やっていたけど経済合理性がなかなかでない。ただ、それもアンチモンを狙ってというのではなく、煙灰そのものをちゃんと処理しましょうという時に出てくる。そういう意味だとだんだん原料変わってくると、また銅でもきっちりやらないといけないということは十分にあり得る気がします。そのあたりは逆に言うと、報告書に書き込めるかは分からぬんですけども、何かそういうことありうることも書かれてても良いような気はします。レアメタルとしてのアンチモンの重要性と、全体プロセスを動

かす時に、ある意味ハンドリングをやるときに取った方がいいという意味合いも言われてもいいと存じます。当初の目的はそれにはしてないというのはよく分かってるんですけど、そういうことにも貢献できますということは書かれてもいいのかなと思います。そういう意味ではちょっと残念といいますか、良いこと何ですけども、セレンの方が先に動いちゃったわけですから。

#### （5）今後の予定について

評価コメント票の提出期限を平成30年1月15日とすることを確認した。また、第2回評価検討会を平成30年1月下旬に書面で開催予定とした。