

高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業
(低温焙焼等によるリサイクル製錬原料の高品質化技術の開発)
終了時評価検討会（第1回） 議事録

1. 日時 令和3年12月16日（木）13:04~14:28

2. 場所 オンライン開催

3. 参加者

(検討会委員) [敬称略・五十音順、※は座長]

坂井 敏彦	日本鉱業協会 理事	技術部長兼環境保安部長
桜井 文隆	一般社団法人日本メタル経済研究所	主任研究員
※芝田 隼次	関西大学	名誉教授
中島 謙一	国立研究開発法人国立環境研究所	資源循環領域 国際資源持続性研究室 主幹研究員

(研究開発実施者)

橋本 晃一	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構	資源開発部	技術課	課長
古谷 尚稔	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構	資源開発部	技術課	担当調査役
榊原 泰祐	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構	資源開発部	技術課	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	小林 和昭
	課長補佐	千葉 明
	係長	大串 尚平

(評価推進部署)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室 研究開発専門職 横瀬 栄二

4. 議事次第

- (1) 研究開発評価に係る委員会等の公開について
- (2) 評価の方法等について
- (3) 事業の概要について
- (4) 今後の予定

5. 配付資料

- 資料1 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 評価コメント及び評点票
 - 資料6 技術評価報告書の構成（案）
 - 資料7 評価用資料
 - 資料8 補足説明資料
- 質問票

6. 議事録

開会

○事務局

すみません、通信トラブルがございまして少々遅れましたけれども、これから2017年度から2020年度に実施しました、高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発事業（低温焙焼等によるリサイクル製錬原料の高品質化技術の開発）の第1回終了時評価検討会を開催いたします。

本日はお忙しいところお集まりいただきまして、誠にありがとうございます。私は、経済産業省資源エネルギー庁鉱物資源課の千葉と申します。よろしくお願いたします。今回の検討会はオンラインでの検討となり、委員の皆さま方にはご不便をおかけしておりますが、事務局としましては円滑な議事進行に努めてまいります。

また、オンライン会議のためご留意いただきたい点を申し上げます。ハウリングなどを防止するために、ご発言される場合以外はマイクをオフをお願いいたします。また、ご発言される場合はマイクをオンにしてください、お名前をおっしゃっていただいてから、ご発言をお願いしたいと思います。

それでは本検討会の開催にあたり、事業推進課であり、本検討会の事務局を担当しております鉱物資源課課長の小林から、一言あいさつを申し上げます。

○事務局

それでは、ただ今紹介にあずかりました、資源エネルギー庁鉱物資源課長の小林でございます。委員の皆さま及び関係者におかれましては、年末のお忙しい時期にもかかわらず、今回の技術評価検討会にご出席いただき、誠にありがとうございます。

国が実施した研究開発につきましては、その実施した事業の政策的な必要性、実施した事業の結果や成果の妥当性、実用等の今後の見通し等につきまして評価を行い、またその結果を公表することとしております。今回、委員の皆さまに評価いただく研究開発は、2017年度から2020年度までの4年度で実施した事業であり、鉱物資源の安定供給確保の観点、及び我が国製錬所の競争力強化に資するため、非鉄製錬所における廃電子基板由来の原料の利用率を向上させることを目的として、資源エネルギー庁から石油天然ガス・金属鉱物資源機構、JOGMECに委託して実施したものでございます。

私どもは今回の評価の結果を踏まえ、改善すべき点をしっかり見直し、研究開発マネジメントの強化や、次の研究開発事業の企画立案に活かしていきたいと考えておりますので、委員の皆さまからの忌憚のないご意見を頂戴できればと考えております。

今回の検討会はオンライン開催となり、ご不便をおかけしておりますが、どうぞよろしくお願いいたします。

以上でございます。

○事務局

続きまして、本検討会の出席者の紹介をさせていただきます。まずは評価委員の方を五十音順に紹介いたします。まず、日本鉱業協会の理事であり、技術部長兼環境保安部長の坂井敏彦様。一般社団法人日本メタル経済研究所 主任研究員の桜井文隆様。関西大学名誉教授の芝田隼次様。国立研究開発法人国立研究環境所 資源循環領域 国際資源持続性研究室 主幹研究員の中島謙一様です。

次に、研究開発実施者として、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、通称JOGMECの資源開発部技術課より課長の橋本晃一様、同じく技術課の担当調査役 古谷尚稔様、同じく技術課の榊原泰佑様、次に経済産業省産業技術環境局技術評価室の研究開発専門職の横瀬栄二、最後に評価事務局として、資源エネルギー庁資源・燃料部鉱物資源課長の小林、係長の大串、そして最後に私、千葉になります。

それでは議事の開始に先立ちまして、本検討会の座長の選出を行います。委員互選による選出が原則となっておりますが、事務局としては本検討会の委員各位のご承認を得て、芝田委員に座長をお願いしたいと考えております。皆さま、ご異議はございませんでしょうか。

※委員各位より「異議無し」の声

○事務局

ありがとうございます。ご承認いただきありがとうございます。それでは芝田委員に座長にご就任いただき、以後議事進行をお願いします。先生、よろしくをお願いします。芝田先生、マイクがミュートになっているようですので、解除をお願いします。

○芝田座長

いいですか。

○事務局

はい、お願いいたします。

○芝田座長

それでは、ただ今この検討会の座長に選任をいただきました、芝田でございます。よろしくをお願いいたします。本事業に関わる終了時評価を円滑に進めていきたいと思っていますので、委員の皆さま、あるいは研究開発実施者、評価事務局の皆さまにおかれましては、ご協力のほどよろしくお願い申し上げます。

それで、本日は第1回目の会合でもありますので、議事に先立ちまして、各委員の皆さまから一言簡単に自己紹介をいただけませんか。よろしくをお願いいたします。

それでは、委員の坂井さんからお願いします。坂井さん、お願いします。

○坂井委員

はい。日本鉱業協会、技術部長をいたしております、坂井でございます。この度はよろしくお願い申し上げます。

○芝田座長

続きまして桜井委員、お願いします。

○桜井委員

日本メタル経済研究所の桜井です。今日はよろしくお願い申し上げます。

○芝田座長

最後になりましたけれども、委員の中島さんをお願いします。

○中島委員

はい。国立環境研究所の中島と申します。よろしくお願い申し上げます。

○芝田座長

どうもありがとうございました。それでは今から議事次第に従って、議事に入りたいと思います。まず事務局から、配付資料の確認をお願いいたします。

○事務局

本日の資料は議事次第の他、資料1～8及び質問票の計10種類の資料となっております。事前に委員の皆さま宛てにお送りさせていただいておりますけれども、本検討会の進行に合わせて、資料は適宜画面のほうに投影しながら進めてまいります。

以上でございます。

○芝田座長

それでは今の事務局のご説明でよろしいでしょうか。それでは議題の1. 研究開発評価に関わる委員会等の公開について、事務局よりご説明をお願いいたします。

(1) 研究開発評価に係る委員会等の公開について

○事務局

それでは資料2に基づきまして、研究開発評価に係る委員会等の公開についてご説明いたします。まず、こ

の評価検討会は、産業構造審議会評価ワーキンググループに準じての開催となります。こちらの資料の1ポツにございますとおり、評価ワーキンググループの公開等については、産業構造審議会運営規程により、次のとおりとなっております。

1つ目として、評価ワーキンググループは原則公開としております。2つ目として、原則として会議の終了後、1か月以内に議事録を作成し、経産省のホームページに掲載いたします。また、議事要旨については、会議終了後1週間をめどに経産省のホームページに掲載いたします。

3つ目としまして、公開可能な配付資料は原則経産省のホームページに掲載いたします。

4つ目として、知的財産権の保護などの観点から、評価ワーキンググループ座長の判断により、ワーキンググループを非公開とすることができることになっております。先ほども申し上げましたとおり、今回の評価検討会は、先ほどの1ポツの評価ワーキンググループに準じて開催しておりますので、こちらの評価検討会も原則として検討会は公開となり、資料も経産省のホームページに既に掲載して公表しております。この委員会もただ今ライブ配信しており、傍聴希望者にも今、視聴いただいているところです。併せて議事録、議事要旨の取り扱いも、評価ワーキンググループと同様として、ホームページに後ほど掲載いたします。

資料2については、以上でございます。

○芝田座長

どうもありがとうございました。ただ今のご説明につきまして質問、あるいはご意見ありましたら、各委員からご発言をお願いします。なお、本検討会はオンライン開催であることを踏まえて、お名前を名乗っていただいた上でご発言をお願いいたします。お願いします。特にありませんでしょうか。委員の先生、何かご意見ありましたらどうぞ。

※委員各位より「特になし」の声

○芝田座長

ないようですので、それではこの評価検討会は配付資料、議事要旨、議事録とも公開するという事にさせていただきます。

(2) 評価の方法等について

○芝田座長

引き続きまして、議題2の評価方法等について、事務局から説明をお願いいたします。

○評価推進部署

技術評価室の横瀬と申します。映像の方は失礼させていただきます。

資料3をご覧くださいと思います。経済産業省における技術評価に関しましては、そのイメージ図にもありますように、大綱的指針と言われているものと、政策評価法に基づいて定められました経済産業省技術評価指針に基づいて行われるということになっております。細かい話は省略させていただきますが、下の評価の目的等のところにありますように、技術評価はより良い政策、施策への反映といったことを目的に行われ、その下に示されている基本理念と、評価における留意事項を念頭に置いて透明性といったものを確保しながら行っているというものでございます。

それから次の評価対象の種類でございますが、研究開発事業の種類については、本事業はこの中で一番上の研究開発課題、プロジェクトとも呼ばれておりますが、これに関しての評価ということになっております。

それからその下に、実施時期による種類がございますが、3ページにある③の終了時評価、これに相当する評価が行われるということになっております。そしてその下に、評価の実施体制ということで流れ図が出ておりますが、この流れ図の中での終了時評価というのは、オレンジの矢印の先が示しているところに相当するもので、その下に書かれている評価検討会というのが、この会議のことでございます。先生方からご審議いただ

いた結果をその下に書かれています産業構造審議会の評価ワーキンググループという下部組織で審議をして、それで決定したものが技術評価報告書ということで、最後は公開されるということになります。

すみません、次のページをお願いします。最後にこれは評価項目・評価基準です。これは最初に申し上げました技術評価指針に基づいて経済産業省として定めたものです。実際には先ほどの類型とか、時期による種類ごとにそれぞれの評価項目・評価基準が定められています。ほとんど評価項目は同じですが、評価基準が一部変わっておりますので、ここにはプロジェクトで終了時評価のものを挙げさせていただいております。先生方におかれましては、後ほど資料5として説明されます、評価コメント及び評点票というものにまとめていただく際に、それぞれの評価項目に関するコメントを記載いただく欄の上に、それぞれの評価基準というものが書かれておりますので、それを見ながらコメント票を埋めていただくということになると思います。

説明に関しましては、以上でございます。

○芝田座長

ありがとうございました。ただ今の説明につきまして、ご意見ご質問がありましたら、お願いいたします。どなたかありますでしょうか。ないようですので、それでは評価方法と技術評価報告書の構成については、基本的に事務局の提案に従って進めていくということといたします。

○事務局

続きまして、資料4から6につきましてご説明させていただきます。

まず資料4でございますが、評価方法の案でございます。こちらにつきましては、まず本日第1回目の評価検討会を開催し、評価方法を確認するとともに、評価対象事業の概要及び説明として、質疑応答などを実施いたします。

2つ目の丸がございますけれども、検討会の開催後に追加のご質問などがあります場合には、本日の資料中にごございます質問票、画面を切り替えてこちらになりますが、こちらの質問票を用いていただきまして、1週間後の12月23日までに事務局までご提出いただければと思います。

その後、委員の皆さまには、この後ご説明いたします資料5に基づきまして、評価コメント及び評点票をご記入いただきます。こちらの評価コメント票は、来月の1月17日までに、事務局までご提出いただければと思います。ご提出いただいた委員コメントを整理して、事務局にて技術評価報告書の素案を作成し、座長にご確認いただいた上で、技術評価報告書の案といたします。次の第2回評価検討会において、委員の皆さまには技術評価報告書の案のご審議をお願いいたします。なお、第2回評価検討会は書面開催を予定しております。

第2回評価検討会でご審議いただいた報告書案については、来年3月開催予定の産業構造審議会、産業技術環境分科会、研究開発イノベーション小委員会評価ワーキンググループに報告し、こちらのワーキンググループでの審議を経て報告書とされまして、後日経産省のホームページで公表いたします。

続きまして、資料5になります。資料5は評価コメント及び評点票でございます。こちらの資料によりまして、委員の皆さまには評価コメントのご記入と、評点評価をお願いいたします。今回の評価では、6つの評価項目とそれぞれの評価基準がございます。また、7つ目の項目として、総合評価がございます。これらに対し、委員の皆さまには各項目について、評価のコメントと評価点をつけていただきます。こちらの1ページ目に、記載の際の留意点がございましたけれども、事例を示しながら説明させていただきます。

4ページ目に移ります。4ページ目は、評価項目の2番になっております。その評価項目2番では、評価基準が3つございます。このように各評価項目には評価基準がございますので、こちらをご参照いただいた上で、委員のコメント欄でございますけれども、こちらに例えば肯定的な意見ですとか問題点、解決すべき点、こういったところを理由も添えてコメントをいただければと思います。

次のページに移ります。次は、評点評価になります。こちらに評価基準の欄がございますけれども、先ほどの評価基準をご参照いただきながら、a～dの4段階の評価がございますので、この中から妥当と思われるものを、こちらの評価の欄にご記入いただきたいと思っております。また、項目全体として、大文字のアルファベットA～Dの評価項目がございますので、この中で妥当と思われるものをこちらにご記載いただきます。このアルフ

アベット大文字のA～Dにつきましては事務局において、Aを3点、Bを2点、Cを1点、Dを0点として換算し、評点票として取りまとめます。

なお、この評価コメント票については、この検討会の終了後に、委員の皆さま宛てに編集可能なファイルをメールでお送りさせていただきますので、ご記入のほうをよろしくお願いします。先ほどの資料4でもご説明いたしましたが、この評価コメント票は来年の1月17日までに事務局までご提出いただきたくお願いします。

続きまして、資料の6番についてご説明いたします。こちらは技術評価報告書の構成の案でございます。委員の皆さまにご提出いただいた評価コメントに基づきまして、評価報告書の案を作りあげてまいります。その構成については、まずこちらの第1章、事業の概要がございますが、こちらについては本日の検討会の資料7 評価用資料が差し込まれます。

続いて第2章、評価でございますけれども、ここについては1から8番までの項目がございますが、委員からご提出いただいたコメントを基に、この1～8を整理して作成いたします。

次のページに移ります。こちらに評価の取りまとめ方を記載してございます。評価項目ごとに委員のコメントを、このような形で全て列挙させていただいた上で委員のコメントを取りまとめ、この枠内に書かれたような形で評価検討会の総意として記載させていただきます。なお、各委員の評価コメントの記載にあたりましては、匿名とさせていただきます。

次のページに移りまして、評点票による評価結果の取りまとめ方です。委員からは項目ごとにA～Dの評点をつけていただきますけれども、先ほども申し上げたとおり、各委員の評点をAを3点、Bを2点、Cを1点、Dを0点と、このような形で点数化いたしまして、平均点を算出して、こちらが評価点となります。なお、先ほどのコメントと同様に各委員のお名前については匿名とさせていただきます。

資料4～6までの説明は以上になります。

○芝田座長

どうもありがとうございました。ただ今の説明につきまして、ご質問ありますでしょうか。ありましたらお願いします。今のところが、評価方法と技術評価報告書の構成ということだったのですね。

○事務局

はい。

○芝田座長

そうですね。ご意見ありませんので、今ご説明いただきました評価方法と技術評価報告書の構成につきましては、事務局のご提案どおりということで進めさせていただきます。よろしくお願いいたします。

(3) 事業の概要について

○芝田座長

続きまして、議題3の事業の概要について、事業推進課と研究開発実施者から説明をお願いいたします。お願いします。

○事務局

初めに、事業推進課である鉱物資源課からご説明いたします。ご説明資料としては、本日資料の7 評価用資料及び資料8 補足説明資料がございますが、本日は資料8 補足説明資料を用いて最初に本事業の目的、位置づけ、国が実施することの必要性などについてご説明させていただきます。

まず1番目、事業の概要につきましてご説明いたします。簡単にはありませんけれども、1枚紙で事業の概要をまとめております。まず、事業の概要でございますが、この右側の欄にもございますとおり、わが国の銅製錬所は、主に海外から輸入した銅精鉱を処理して銅地金を生産しておりますけれども、近年リサイクル原料の処理量が増加傾向にあります。しかし、リサイクル原料は銅精鉱とは異なり、溶錬工程における銅とスラグの分離を阻害したり、あるいは電解工程において悪影響を及ぼす不純物を多く含むことから、その処理量には制限がございます。なお以降、この不純物については、製錬忌避元素というふうに呼ばさせていただきます。そ

のため、本研究開発では多様な製錬忌避元素を含む廃電子基板を対象といたしまして、製錬の炉に投入する前に不純物などを分離する技術の開発ですとか、リサイクル原料を投入した際に、炉の操業対策を検討いたしまして、銅製錬におけるリサイクル原料技術のさらなる向上、ひいては資源の自給率向上を図るとともに、国内銅製錬事業者の競争力強化を図ることを目的としております。

その他、幾つかポイントを申し上げますと、この事業の実施期間でございますが、2017年～2020年の4か年で行ってまいりました。実施形態につきましては、後のスライドで詳しくご説明いたしますけれども、国からJOGMECに委託し、更にJOGMECがDOWAエコシステムに委託、及び早稲田大学、東北大学と共同研究を結ぶことによって実施してまいりました。この事業の予算執行額でございますが、各年度の執行額はこちらに記載したとおりでございますが、4年間の総執行額は約3億1千万円、なお4年間の総予算額は3億5千万円となっております。

2番目としまして、本事業の政策的位置づけ、背景についてご説明いたします。わが国は鉱物資源の多くを海外からの輸入に依存し、国内製錬所において輸入鉱石を高度に処理することにより、高品質な地金を生産しております。鉱物資源の安定供給の観点から、鉱石以外の原料を安定的に確保することも重要です。今後は更なるリサイクル原料の利用拡大を進めることが必要となっております。

一方で、リサイクル原料には、鉱石には含まれない成分も多く含まれています。その中には製錬に影響を及ぼす製錬忌避元素もあることから、リサイクル原料を多く確保するだけでは、製錬プロセスに投入されるリサイクル原料技術を、向上することはできないという課題があります。そのため、廃基板を適切に前処理することにより、製錬忌避元素を分離するとともに、製錬プロセスの高度化を図ることが求められます。本事業では、製錬所におけるリサイクル原料技術の向上を図ることにより、わが国の非鉄金属の自給率の向上を図るとともに、国内非鉄製錬業の競争力強化に貢献することにより、わが国の鉱物資源の安定供給確保に資するものであります。

続きまして、3番目として経済産業省がこの研究開発を実施することの必要性についてご説明いたします。冒頭は若干繰り返しになってしまうのかもしれませんが、国内製錬所において、リサイクル原料技術の向上を図ることは極めて重要です。そのためには、廃電子基板から非鉄金属を効果的に回収するための革新技術、システムの開発が必要です。現在、廃電子基板は銅製錬プロセスに投入され、有用金属を回収しておりますけれども、廃電子基板中に含まれる製錬忌避元素がプラントの操業に影響を及ぼすため、廃電子基板の受け入れ量には制約がございます。製錬の炉に投入する前の前処理段階で、忌避成分の適切な分離、除去が求められますけれども、コスト、効率性、分離性などについて技術的な課題がございます。そのため、技術開発が期待されるのですが、製錬プロセスに投入する前に廃電子基板を適切に処理し、忌避成分を分離、除去するためには、現状の技術ではコストがかかることから、短期的な利益を追求する民間企業のみでは、高度な金属リサイクル技術の研究開発を促進するインセンティブが期待できない状況です。したがって、国がこの研究開発を主導し、産学官連携のもとで高度な技術課題の解決に取り組む必要がございます。なお、資源循環の観点からも、リサイクル原料比率の向上が必須となっております。

次の4ポツ目以降からは、研究開発実施者であるJOGMECからご説明させていただきます。それでは、JOGMECの橋本課長、よろしく申し上げます。

○研究開発実施者

ただ今ご紹介にあずかりました、JOGMEC資源開発部の橋本と申します。よろしく申し上げます。ここからは、私からご説明をさせていただきます。

まず、ご覧いただいているスライドは、国内外の類似競争する研究開発等の状況についてです。国内ではNEDO新エネルギー・産業技術総合開発機構及びJST科学技術振興機構がそれぞれリサイクル関連事業を行っております。なお、NEDOにおかれましては、その実施者である事業会社がそれぞれ独自の課題に取り組んでいて、他方でJSTにおいては、将来技術の基礎的な研究というのが行われております。

当プロジェクトにおいては、基板研究として、対象とするリサイクル原料を廃電子基板に絞り、汎用性のあ

るシステムの開発を目標に取り組みました。また、実際のリサイクル原料を対象にした操業事例として、最近複数の製錬事業者が前処理工程に大規模な設備投資を行っておられます。ただし、これらの前処理工程は、基本的に焙焼によってリサイクル原料中のハロゲンや、有機物の除去を目的としたものということで、本プロジェクトのアルミニウム等の製錬忌避元素の除去という目的と、重複するものではございません。その他、調査の範囲ではありますが、海外において類似の研究事例は確認されておりません。

なお、最近タイにおいて、リサイクル原料を対象とした小型の製錬炉が新設されております。将来、こうした設備が周辺地域のリサイクル原料の集荷拠点となれば、日本の製錬事業者の安定した原料調達を脅かす可能性が懸念されるところです。

続いて、研究開発の全体構成についてご説明を申し上げます。

事業の背景は、こちらにお示しするとおりですが、製錬所においてリサイクル原料を受け入れるにあたり、現状では先ほどご説明したとおり、ハロゲン以外の製錬忌避元素が積極的に除去されていないというのが実情であります。製錬所におけるリサイクル原料の受け入れにあたっては、もちろん熱バランスは重要ですが、製錬忌避元素によっても原料受け入れ量の制約を受けるということを認識しております。当プロジェクトでは、ここのポンチ絵で示すとおり、低温加熱によってはんだを溶かすことで、廃基板から形状を維持したままの素子を剥離する工程、これを含む前処理プロセスの構築を図りました。素子の物理的特性を生かして、効率的な選別を行うというのが大きな特徴となります。なお、目標設定ですけれども、銅製錬向け廃基板原料に含まれるアルミニウムを50%以上除去しつつ、銅回収率を80%以上とするというように定めています。

ここで、国内製錬所における金属資源の回収システムに触れておきます。ここにお示した図は、東北大学の柴田教授の講演資料から引用させていただいたものです。銅製錬所、鉛製錬所、亜鉛製錬所がそれぞれの特徴を生かしたネットワークを構築して、各製錬所で発生する廃棄物中の有価元素を、最大限回収するよう努めておられます。例えば、銅製錬所で発生する煙灰であったり、アノードスライムに含まれる鉛は、直接ないし間接的に鉛製錬所で回収することが可能となっております。当プロジェクトでは、こうした製錬所間のネットワークも視野に入れて、適切なプロセスを検討しております。

当プロジェクトの研究開発項目を表にお示しをします。大きく3つ項目がございます。一つが、物理選別による廃電子基板からの製錬忌避元素の低減技術の開発、一つがリサイクル原料の製錬共同研究、もう一つが廃電子基板の最適な銅製錬原料化のプロセス評価、以上です。このうち、この①の物理選別による廃電子基板からの製錬忌避元素の低減技術の開発というのが、主要な研究開発項目となりますので、後ほどその内容をご紹介させていただきます。研究開発項目の細目と実施者は、ここにお示しするとおりになります。実施者はJOGMECの他に、DOWAエコシステム株式会社、それから産業技術総合研究所、その他、秋田大学、早稲田大学、東北大学、これらの組織となっております。

この図は、物理選別フローに今、申し上げた各実施者の役割分担をお示したものになります。ご参考にいただければと存じます。

それでは、研究開発項目1の概要について、ご紹介をいたします。研究対象としたのは、家電リサイクルプラントから調達をした廃PC基板、廃薄型TV基板ということになります。最初にこれを低温加熱して、素子類を剥離、分離をいたしました。このときの最適な加熱温度や分離手法を検討し、結果として約300度の加熱下において、回転式選別機、この写真にある、まあ、トロンメルなんですけれども、を用いて剥離、分離するのがよいと評価をしております。これが1の絵です。

なお、加熱は熱風、つまり加熱空気により行っておりますが、最終年度になりまして加熱水蒸気による手法も検討しております。これについては、事業参加者によって現在も研究が続けられております。

また、剥離、分離した素子類については、これらを分別する手法を検討いたしました。素子類には、有用元素を多く含むもの、製錬忌避元素を多く含むものなど、それぞれ特徴があります。そのため素子類の分別によって、ある程度の製錬忌避元素の分離を行うことが可能となります。さらに、有用元素と製錬忌避元素のいずれをも含む素子類については、これらの破碎、選別することによって、できるだけ有用元素と製錬忌避元素を

分離することといたしました。以上がこの研究開発項目の1-(b)というところ です。

他方で、素子を分離した基板のベース部は、約500度で焙焼をすることによって、臭素を含む揮発成分を除去した後、破碎、選別を行っております。揮発成分は水温で冷却するとほとんどが液化して、油層と水層に分離することから、このうち油層を燃料として有効活用することを想定いたしました。ただし、この中には1%以上の臭素が含まれることから、鉄粉を利用した脱臭素の手法について検討をいたしました。これが研究開発項目1-(c)ということになります。

このスライドでは、剥離した素子と基板ベース部の選別プロセスを、写真でお示しをしております。素子は大きさ、磁性、比重などの違いを利用することによって、非常に良い成績で選別分離できるということを確認しております。選別した素子のうち、アルミ電解コンデンサーやはんだなど、製錬忌避元素を多く含むものについては、この段階で除去をします。コネクタなど有用元素と製錬忌避元素のいずれも含むものについては、基板ベース部と同様に破碎、選別を行いました。なお、基板を粉碎すると、基板に含まれるガラス繊維が綿状化して、有価物の単体分離が阻害されることがございます。そのため、ガラス繊維の綿状化を抑制する破碎の手法についても、検討を行っております。

こうした試験の結果に基づいて、廃電子基板の物理選別のプロセスを策定いたしました。なお、当プロジェクトでは、銅製錬向け原料の高品質化を目的といたしましたが、先にご紹介した製錬ネットワークに鑑み、プロセスの策定にあたっては鉛製錬の活用についても検討を行っております。鉛製錬を活用することによって、鉛製錬向け原料の一層の高品質化が図れると考えたものです。本スライドでは、鉛製錬を活用しないプロセスをお示ししております。この場合は、銅製錬向けの原料に銅、貴金属の分配が最大化されます。ここで赤く示したものが銅製錬向けの原料、その他の色で示したものは、スクラップ事業者などに有償又は無償で引き取っていただくことを想定しております。油分については、社内のボイラー燃料などへの活用が考えられます。

続いて、鉛製錬を活用するプロセスです。本プロセスでは、先ほどご説明したコネクタなどの有用元素と、製錬忌避元素をいずれも比較的多く含む素子類を破碎選別することにより、銅製錬向け原料をより高品質化しております。ここで、黄色でお示ししているものが、鉛製錬において処理することを想定したものになります。

選別プラント導入のイメージをお示しいたします。選別プラントで一元的に廃基板を処理し、得られた産物はそれぞれの特性、性状に応じて、適切な製錬所ないしは事業者にて処理処分が行われるというイメージです。

続いて、ご紹介したプロセスを経たマテリアルバランスをお示しします。まず、この生基板というのは、処理前の廃基板ということになります。つまり、この鉛製錬非活用パターン、鉛製錬活用パターンのそれぞれ、この銅製錬原料に示されている分配率というのは、ももとの廃基板に含まれる各成分が、この原料中にどれほど分配されているかということを示したものになります。念のために申し上げますと、この共通項目に分類されたものは、製錬所以外のスクラップ事業者等に引き取っていただくことを前提としています。鉛製錬非活用パターン、活用パターン、いずれにおいても、銅は銅製錬所向け原料に80%以上分配され、アルミの分配率は50%以下となっております。したがって、先ほどご紹介した銅製錬所向け原料の目標値、銅80%以上回収、及びアルミ50%以上除去という目標をクリアしたということになります。

なお、鉛製錬を活用することによって、銅製錬向け原料からアンチモン、臭素を大幅に除去することが可能になります。他方で銅、貴金属の一部は鉛製錬向け原料として分配されますが、これらは製錬所のリサイクルネットワークにおいて、最終的には基本的に回収されることを想定しております。

次に、経済性評価の結果についてご報告をいたします。ここでは、選別プラントの営業利益を、選別処理後の原料価値、引く生基板の価値、さらに各種この選別プラントにかかるコストを差し引いたものを、選別プラントの営業利益というふうに定義をしております。その上で、営業利益がプラスになるかどうかで、選別プラントを導入することに経済的なメリットがあるかどうかを評価いたしました。

この表で、選別処理の付加価値というのは、製錬忌避元素の除去によって低減される、製錬所における潜在的被害額を算出したものになります。被害額については、文献調査によって定量化を行いました。その他の条件は、この表に示すとおりです。結果として、鉛製錬活用、非活用のいずれのパターンにおいても、選別プラ

ントの導入時の営業利益はプラスになる、つまり経済的なメリットがあるという判断、結論に至っております。また、その効果は鉛製錬活用パターンのほうが、非活用パターンに比べて大きいということです。

なお、ここで営業利益として求めたメリットは、あくまでも選別プラントから見たものです。選別により製錬所が得られるメリット、すなわち製錬忌避元素が少なくなり、より多くの高品位な原料を処理することで、製錬所の生産性を高められるメリットは考慮していないことに、ご留意をいただければと存じます。

それでは次に、選別プラントの導入によって廃基板受け入れ量をどの程度増やすことができるか、試算した結果をご説明いたします。試算の前提条件は、ここにお示しするとおりです。処理能力1日当たり1,000トンの自溶炉で既存原料、つまり銅製鋼、溶剤としての珪石、それから故銅を800トン処理し、残りの処理能力で廃電子基板を処理することを前提といたしました。試算の上で重要になるのは、スラグの組成になります。自溶炉の操業に悪影響を与えない、適切なスラグ組成とするために必要な溶剤を添加するということを、前提としております。

その上で従来の方法、すなわち焙焼処理によってハロゲン、有機物等を除去した場合に投入可能な基板の量、それから選別処理後の基板を投入する場合の投入下の量を算出しております。投入原料の組成の前提条件は、この表に示すとおりです。選別処理後の基板の組成は、鉛製錬活用パターンの銅製錬向け原料の組成を適用しております。

結果をグラフでお示しをいたします。この②と④をお比べいただければと存じます。いずれも200トンの原料を炉に投入することが前提ですが、焙焼基板を投入する場合は、このうち基板投入量は62トンとなります。他方で、この④の選別処理後の基板を投入する場合は99トンです。すなわち、選別処理後の基板では約1.6倍の投入が可能となります。また、それぞれの単位重量に含まれる有用金属の品位も、選別処理後の基板のほうが高くなります。すなわち、選別処理後の基板を処理することによって、同じ処理能力の炉でより多くの銅、貴金属を生産することが可能になり、これらを経済価値に換算すると、営業利益として約2.4倍向上するという試算の結果となっております。

次に、CO₂削減効果について評価した結果をご説明いたします。試算の前提条件は、ここにお示しするとおりです。この自溶炉に投入する原料のうち8割を既存燃料、それから残りの処理能力で基板を処理するというのは、経済性評価の前提条件と同じです。その他、45万トンの電気銅を生産する自溶炉をベースとする銅製錬所の場合を想定しております。結果ですけれども、製錬所のみで考えたケースでは、焙焼基板を処理する場合に比べて選別処理後の基板を処理することで、約8%のCO₂排出量が削減されるということになりました。

これは、焙焼基板に比べて、選別処理後の基板のほうがより高品位であるということから、少ない原料で同じ生産量を維持できるというため、ある意味当然の結果でございます。そのため、鉱山や選別プロセス、選別プラントにおいて発生するCO₂も含めて、サプライチェーン全体でのCO₂排出量も試算をしております。

それがこのスライドになります。選別プラントで排出されるCO₂量はここにお示しとおりですけれども、消費電力量から試算したものです。また、鉱山での同量当たりのCO₂排出量については、文献値から引用をしております。選別処理後の基板を使うことで、鉱石原料の使用量が少なくなることから、鉱山でのCO₂排出量の削減にも貢献をするということです。

これらをトータルした結果は、この表のとおりになります。選別処理後の基板を処理することによって、焙焼基板に比べて、約6%のCO₂排出量を削減することができるというふうに、算出をされております。

ここまでは研究開発項目1のご紹介でしたが、続いて研究開発項目2の結果について、簡単にご紹介をさせていただきます。このスライドは結果をまとめたものですが、当研究開発項目においては、例えばこの写真にお示しをするように、るつぼ試験によってアルミの成分がスラグに及ぼす影響を確認するなどをしております。こうした基礎試験であったり、理論的な考察の結果を踏まえて、製錬忌避元素を含むリサイクル原料を銅製錬炉に導入したときに、各製錬忌避元素が及ぼす悪影響であったり、その対策としての操業指針をまとめました。この概要がこの表になります。

続いて、研究開発項目3、廃電子基板の最適な銅製錬原料化のプロセス評価についてです。ここでは、研究

開発項目 1、2 の運営管理や成果の取りまとめの他に、委員会の開催、情報収集などを行っております。

ご参考のため、2020 年時点の委員会名簿をお示しいたします。東北大学名誉教授の中村先生を委員長とし、その他に非鉄製錬各社の技術担当者及び秋田大学、北海道大学の有識者をメンバーとしております。

このスライドは、情報収集の一貫として実施した、海外事例の調査についてまとめたものです。欧州では、廃基板の前処理において、スイスの Recycling World 社が開発をした粉碎機、及び選別プロセスが多く利用されております。そのために、同社に実際伺ってヒアリングをするとともに、その効果を把握するための試験を実施いたしました。なお、Recycling World 社では、廃基板をバルクのまま粉碎して選別するプロセスが採用されております。

このスライドでは、委員会での委員のご発言や、非鉄金属各社のヒアリングで得たコメントのごく一部を抜粋して記載をしております。このように、当プロジェクトでは有識者や事業会社のご意見をお伺いしつつ、計画の策定、結果の取りまとめを行ってまいりました。

この表は、4 年間の研究のスケジュールをお示したものです。年度ごとに事業計画を策定して、事業を実施しております。

資金配分をお示しします。これは、毎年度の予算を示しております。最初に千葉様からお話がありましたが、実際のこの執行額については、4 年間で約 3 億 1 千万円となっております。全て国からの委託費となります。

研究開発の実施、マネジメント体制図です。JOGMEC がハブとなり、民間企業、国の研究機関、それから大学がそれぞれの持つノウハウや知見を活かして、事業を実施してまいりました。

データの取り扱いについては、事業実施者間で知的財産権の取り扱いに係る合意書を作成するとともに、知財運営委員会を設置して適正な管理を行っております。また、事業で得られた成果については、積極的に学会や論文で発表して、一部特許の出願も行っております。出願している特許は以下の 3 件ということになります。

続いて、事業のアウトプットをご説明いたします。このスライドでは、各研究開発項目に対する最終目標の設定理由を整理しております。項目 1 の目標は、アルミニウムを 50% 以上除去した上で、銅を 80% 以上回収することができるフローを確立するということですが、これは事業会社のヒアリング結果などを踏まえつつ、経済効率性と実現性を考慮した上で設定したのになります。

こちらの表は、目標に対する達成状況を整理したものです。廃電子基板の物理選別による製錬忌避元素の低減については、事業概要でご説明したとおりアルミニウム除去率 50% 以上、銅回収率 80% 以上という目標を達成する結果を得ております。除去物等の有効利用においては、基板ベース部の焙焼時に得られる油分の脱臭素について検討をいたしました。その結果ですけれども、油分に含まれる 1% 以上の抽出成分を、熱分解時の鉄粉の利用や油分の水洗浄によって、目標とした 1,000ppm、0.1% 以下まで低減できることを確認しております。

これは、通常のボイラー用燃料において使用できる水準であると考えております。さらに、廃電子基板の最適な銅製錬原料化のプロセス検討においては、経済合意性があり、CO₂ 排出量削減にも寄与するプロセスを構築しております。リサイクル原料の製錬挙動に関する研究においても、それぞれの製錬忌避元素に対応した銅製錬の操業方法等について、指針をまとめることができました。こうしたことから、全ての研究開発項目において、おおむね目標を達成することができたと考えております。

論文発表、特許出願の件数は、この表のとおりです。

続いて、事業のアウトカム目標達成見込みについてです。アウトカム目標は 2030 年度から 2040 年度の選別プラントの実用化といたしました。これまでご説明したとおり、当プロジェクトでは製錬忌避元素の相当程度を除去可能で、経済的にもメリットのあるプロセスを構築できたと考えております。その上で、加熱水蒸気を利用することで、より効率的な素子の分離と臭素の分離除去ができる見通しを得られたことから、現在、事業参加者が独自にその研究を継続しているところです。また、より実用性の高いプロセスとするため、選別産物の品位分析を非破壊で行う研究も続けられております。今後、こうした要素技術の研究が進展し、成果が得られた段階で、パイロットプラント試験が行われることが想定をされます。実用化はパイロットプラント試験により、スケールアップ時の課題を洗い出し、実質的に問題がないことを確認した後ということになります。

なお、例えば各製錬事業者がグループの垣根を超えて連携することにより、原料調達リスクをシェアすることができれば、本研究の成果がより実用化に近づくものと考えており、事業実施者としてはそうした期待を持っているところでございます。

アウトカム達成に至るまでの、ロードマップをお示しいたします。当プロジェクトは、基盤研究として実施したもので、構築したプロセスにも、先ほど申し上げたような要素技術における改善の余地が残されております。今後3年ないし4年程度の継続研究を経て、実証研究、商業稼働に至ることを想定しております。

最後に費用対効果についてです。当プロジェクトで執行した金額は約3億円、3.1億円となります。これに対して、2019年に日本で処理された廃電子基板が、全て本プロセスで前処理されることを想定した場合、選別プラントにおける利益は約8億円と試算をされます。なお、日本で処理された廃電子基板の量についての正確な統計データはありませんので、この7万5千トンと書きましたのは、文献から得た最小に見積もった数字ということで、ご了承いただければと存じます。これに加えて、受け入れ原料の品位が向上するという製錬所側のメリットを考慮すれば、より大きな経済効果が期待をされます。むしろこちらが、われわれがこの事業において求めている成果ということになります。

以上で私からの説明を終わらせていただきます。ありがとうございました。

○芝田座長

どうもありがとうございました。それでは、今の橋本課長さんの説明につきまして、何かご質問ご意見ありますでしょうか。ありましたら、お願いいたします。

○坂井委員

鉱業協会、坂井です。よろしいでしょうか。

○芝田座長

はい、どうぞ。

○坂井委員

それでは、すみません、まず2点ほど質問させていただきたいのですが、4ページ目の、これはすみません、事業と直接関係ない質問になって恐縮ですが、タイのリサイクルのお話だったのですが、この小型製錬炉というのは具体的にどのようなものか、概要を少し教えていただければと思います。

それからもう一点は、私はやっぱり銅の回収率、採取率というのは気になるのですが、11ページに鉛製錬を使わないパターン、それから12ページに鉛製錬を活用するパターンというところで示されている、このプロセスで、いわゆる銅がロスするというのは、これの系外に逃げていくというのは、先ほどの95%とか80%とかという数字でいくと、これはもう銅製錬にとってみればロスだという理解でよろしいのでしょうか。回収できない、自分たちのプロセスでは回収できないものだ。以上2点、教えてください。

○研究開発実施者

まず、タイの製錬事業ですが、これについてはあまり表立った情報はないのですが、いわゆるE-スクラップを原料にして、銅をコレクターメタルとして、E-スクラップに含まれる貴金属を回収するような、そういうプロセスだというふうに確認はしております。

○坂井委員

炉のタイプは分からないんですか。

○研究開発実施者

炉のタイプは、すみません、そこまで分からないのですが、申し訳ありません。

○坂井委員

分かりました。

○研究開発実施者

先ほどのこの銅のロスについては、これは今、ご覧いただいているところでは、基本的にはこの選別プラントにおけるロスということになりますので、製錬所におけるロスということではございません。選別プラン

トにおいて、例えばこの基板ベース部のこのふり分けで、8ミリオーバーのものに若干含まれていたり、あるいは、はんだには含まれないですけども、こういった部品類に若干含まれるものがあったりする、これらがロスをするということになります。さらに、こちらのこの鉛製錬活用パターンにおいては、鉛製錬向けにいくところにも銅が入ってしまうということで、この分が、選別プラントから見た銅製錬向け原料としては、銅がロスするということになります。

○坂井委員

質問をちょっと続けさせていただきたいんですけども。ということになると、銅製錬所が今、例えば基板くずを集荷して、それを銅製錬で処理して回収していますよと言っているときに、基本的にはほとんどスラグに逃げていくロスしかないはずなんですけれども、こちらの場合は、要はもうふり分け時点でロスするから、銅のバリューとしては、基本的にはもう銅製錬所では回収できないロスだという理解でよろしいんですよね？

○研究開発実施者

そうですね。先ほどの、このマテリアルバランスでいうところの、銅製錬原料中に分配される銅以外の分は、銅製錬所にとっては、そういう意味ではロスになります。ただ、経済性評価において、一応このロスも勘案した上で評価をした結果として、非常にメリットがあるというような判断をしているところです。

○坂井委員

はい、ありがとうございました。

○芝田座長

よろしいでしょうか。では他の委員の方、質問がありませんでしょうか。ありましたらどうぞお願いします。

○中島委員

すみません、よろしいでしょうか。国立環境研究所の中島です。

○芝田座長

どうぞ。

○中島委員

すみません。今のロスのところにも少し関係することで、教えていただきたいことがあるんですけども、ごめんなさい、今回のスライドでいうと5枚目などで、設定されている目標の銅回収率を80%とするという、この回収率という定義は、廃基板中の元素が二次原料に配分された分配率を回収率とっているものであって、例えば廃基板から最終的に抽出される、アウトプットとしての銅としての回収率ではないという理解で、よろしいでしょうか。

○研究開発実施者

はい。そのようなご理解で結構です。

○中島委員

そうすると、そのとき、もしそれも試算されていたら教えていただきたいんですけども、回収率としては、何も処理しない場合と、回収率というか、その出口のところの生産ベースで見たときに、ロスというのは変化しているんですかね。処理をした基板を使う前と、処理をした基板を使った後で、回収率というのは変わるんですか。

○研究開発実施者

今、おっしゃっているのは、この選別する前の原料を入れたときと、そうでない場合で、製錬所における実収率が変わるかどうかということでしょうか。

○中島委員

そうですね。最終的な物質の回収率というのが変わるのかということ。

○研究開発実施者

そこについては、ほとんど変わらないと、基本的には変わらないことを前提に、製錬炉はそういう条件で操業されるというふうに理解しております。

○中島委員

はい、分かりました。ありがとうございます。その上で、少し確認をさせていただきたいんですけども、18枚目で試算していただいているCO₂の削減効果のところ、少し教えていただきたいんですけども、こちらは45万トン想定されているという試算結果で示していただいている、確かに今、書かれている製錬所におけるCO₂排出量というところで、CO₂キログラム／銅キログラムのところだと、焙焼基板だと1.19、選別処理後の基板だと1.15となっていて、前者の1.19に対しては、確かに45万トン掛けると右の53.7万トンになると思うんですけども、下のほうはどうやらちょっとそれとは違って、恐らく43万トンぐらいを掛けると、その量になるように思われるんですけども、これは選別後の処理基板を使うと生産量が少し落ちるといことになるんですか。

○研究開発実施者

いえ、そういうことではございません。すみません、45万トンの銅を生産するときのCO₂排出量ということで、両方とも同じ計算をしたんですけども。ちょっとすみません、手元に電卓がないものですから今、確認しております。

○中島委員

多分、1.15に45を掛けると、51.75とか、そういった数字になるかなとは。

○研究開発実施者

すみません。これについては、こちらでは、計算した結果としてここに出しているんですけども、ご指摘に対してすぐに明確なお答えができないので、後ほどご回答させていただきます。

○中島委員

ありがとうございました。分かりました。

○芝田座長

よろしいでしょうか。他にありませんでしょうか。何でも。

○桜井委員

日本メタル経済研究所の桜井ですけども。

○芝田座長

桜井さん、どうぞ。

○桜井委員

海外なんかでよく、電子基板の前処理にこういうプロセスを、うちではよくクッキングなんて言うんですけども、火鉢の上でPCBですか、いちいちサーキットボードを焼いて、いろいろな部品に分けるなどしているんですけども、そういうところへの応用なんていうのはできるんですかね。

○研究開発実施者

そうですね。ここで最終的にはこういったプロセスとして構成していますけれども、それぞれの要素技術については、かなり詳細にいろいろなパターン、条件での処理を試してみ、データを収集しておりますので、そういったところでもここで得られた試験データ、研究成果というのは、要素技術としても活用可能なところはあるのではないかと思います。

○桜井委員

ありがとうございました。

○芝田座長

よろしいでしょうか。他、質問ありませんか。まだ時間がありますが、いかがでしょうか。それでは、芝田からの質問です。

普通の通常の分離技術、要素技術ですと分離効率が、ある成分の回収率が幾らであったりという表現が出てきますけれども、この場合のこのプロセスの何か、その回収率とか、そういうものは出るんですか。評価できるんですか。銅なら銅の回収率というものは出るんですか。

○研究開発実施者

回収率というお話ですと、このスライドにお示しするこのマテリアルバランスの表になるんですけども、それぞれの分配率とこの品位で、それぞれ銅原料向け、それから鉛原料向けに、どのように回収されるかということの数字を確認はしております。

○芝田座長

製錬所に入る前の、分離の工程が幾らかありますけれども、その段階での回収ですとか、純度というのは出るんですか。銅とアルミだけは何か、アルミの混入率が50%以下、銅の回収率が80%以上でしたかね。そういう表現はありましたけれども、これは銅とアルミだけが対象になっているんですか。

○研究開発実施者

はい。分析は銅アルミ以外にも、ここにある貴金属であったり、製錬忌避元素、これらについても分析を行った結果がこの表になります。

○芝田座長

そうですね。なら、製錬所に入る前の、分離工程のところで出てきた廃棄物というのが出ますね。入らないものが出てきますよね。それは。

○研究開発実施者

すみません、ご質問に対する理解が及ばず、申し訳ありません。廃基板を選別処理したときに、銅製錬原料にも鉛製錬原料にもならないものについては、スライドの「共通項目」があるんですけども、これらは従前のリサイクラー、スクラップ事業者などに、基本的には引き取っていただくということを前提としております。

○芝田座長

そうですね。それは量的にはどれくらいあるんですか。最初の廃棄物といいますか、最初の基板廃棄物からカウントして、何パーセントくらいがリサイクル屋さんに戻るということになるんですか。

○研究開発実施者

生基板1,000キログラム、1トンに対して、はんだ、アルミ含有原料、サステンレス、油価は、それぞれこういった量になります。つまり、油分が約14%あるんですけども、その他は10%未満ということです。

○芝田座長

そうですね。炭酸ガスの排出量について、幾らかご説明がありましたですけども、これはどういう評価をしていくんですか。炭酸ガスの排出量というのは今、大きな問題になっていますけれども、これはどういう評価でやるんですか。どういう方向で算出することになるんですか。

○研究開発実施者

基本的には、選別プラントにおける排出量は、選別プラントにおける電力消費量に基づいて算出をしております。ただ、一つポイントとしては、基本的には本選別プロセスでは低温で処理をするということで、熱源については、排熱を利用するということを前提とした評価になっております。

○芝田座長

そうですね。はい、ありがとうございます。

○研究開発実施者

すみません、私先ほど、ちょっと舌足らずだったんですけども、この「その他」というのが112キログラム、これが10%程度、これについては、これはもう処分するしかない、産廃として処分するしかないものが、約10%あるということで、ご理解いただければと存じます。

○芝田座長

そうですね。産廃になるものが1割くらいあるということですね。

○研究開発実施者

はい、そうです。

○芝田座長

はい、分かりました。何か質問はありますか。

○坂井委員

日本鋳業協会、坂井です。よろしいでしょうか。

○芝田座長

はい、どうぞ。

○坂井委員

すみません。簡単にお答えいただければと思いますけれども、15 ページに鉛製錬の非活用パターンと、鉛製錬を活用したパターンの営業利益の比較を示されております。

非活用の場合が 3,976 円で、活用したほうが 11,037 円ということですが、この差の 7,000 円というのは、どういう、一言で言えば何だと、教えていただければと思います。

○研究開発実施者

まさに、選別処理による、この付加価値の違いです。製錬忌避元素をより除去できることによって、この銅製錬における潜在的被害額を減らせる分の差が、これだけになっているということです。

○坂井委員

そうすると、それぞれの細かいコストを積み上げているわけではないと？

○研究開発実施者

はい、おっしゃるとおりです。

○坂井委員

分かりました。

○芝田座長

他、ありませんでしょうか。あと、実用化とか、他分野への応用とかという問題が、事業評価としては実用化の問題、他分野への応用ということがあると思いますけれども、この研究自体が実用化とつながっていないと、意味をなさないような研究には思いますけれども、あと、実用するのにまだやるべきことはあるんですか。

○研究開発実施者

これについては、先ほど申し上げたとおりなんですけれども、最終年度になってから、加熱水蒸気を使った素子の基板からの剥離というのが、非常に面白いデータを出しております。特に、この加熱水蒸気を使うと、かなり低温でも臭素が揮発分離できるということで、今現在、この加熱水蒸気を使った研究というのが、事業参加者によって継続されているということ。さらには、非破壊による品位分析の手法も、別途研究されているということで、こういった成果を最終的には、われわれはこの事業での成果に組み込むことによって、より実用的なものになるというふうに考えております。

○芝田座長

他の分野に使える成果があるんでしょうか。

○研究開発実施者

他の分野ということになると、基本的にはこれは、廃基板を銅製錬所でリサイクルするということを前提に行ったプロジェクトですので、そこから大きく離れたところの他分野となると、少しわれわれのやってきたことが準用、転用できるかということになると難しいかもしれませんが、先ほど、どなたかからご質問をいただきましたが、ここで行われた要素技術については、それぞれ今日ちょっとご紹介はできなかつたんですけれども、詳しく調べておりますし、あともう一つ、これも今日あまりご紹介できなかつたんですけれども、製錬炉における製錬忌避元素の挙動であったり、それらの入ったときの操業指針、こういったものについては、必ずしも今回のこの銅製錬というだけではなくて、いろいろなこういった溶錬を伴う分野には、活用できるのではないかと考えられます。

○芝田座長

ありがとうございます。まだ少し時間がありますけれども、どなたかありますか。

○研究開発実施者

申し訳ありません、先ほどご質問いただいた中で、この数字が合わないというようなご指摘をお受けいたしました。CO2削減効果なんですけれども、そこは1.15と書かれているところが、1.10の間違いだっただけです。大変申し訳ありません。

○中島委員

はい、ありがとうございます。承知いたしました。

○芝田座長

よろしいでしょうか。他に質問はありませんでしょうか。質問が出ないようですので、それでは他にご意見がありましたら、質問票で事務局まで出していただくということで、よろしく願いいたします。

(4) 今後の予定

○芝田座長

それでは最後になりますけれども、連絡事項と次回開催日程について事務局から説明をお願いいたします。

○事務局

事務局です。少々お待ちください。今、投影をチェンジいたします。お待たせしました、事務局です。先ほども座長のほうからコメントいただきましたけれども、質問票につきまして今、投影されている質問票、あと、評価コメント票、こちらにつきましては、編集可能なファイル形式を、本日中に電子メールで委員の皆さま宛てにお送りさせていただきます。この質問票につきましては、1週間後の12月23日までにご提出をお願いいたします。なお、いただきましたご質問及びその回答につきましては、全ての委員に展開させていただきます。

また、評価コメント票ですけれども、本日の資料7の評価用資料と、資料8番補足説明資料、こちらをご覧になっていただきまして、評価コメント及び評点のご記入をお願いいたします。こちらにつきましては、来年の1月17日までに事務局のほうにご提出をいただければと思います。

第2回の検討会の開催は来年2月上旬頃、書面にて開催を予定しております。また日程につきましては、後ほどご連絡させていただきますので、よろしく願いします。

事務局からは以上でございますけれども、何かご質問等ございますでしょうか。

○芝田座長

評価コメント票は、既に送られているんですか。これから送られてくるんですか。

○事務局

これから実際に書き込める形式のファイルを、委員の皆さま方にお送りさせていただきます。

○芝田座長

では、質問票と評価コメント票をお送りになるということで、よろしいですか。

○事務局

はい、そうです。よろしく願いします。

閉会

○芝田座長

よろしく願いします。他に質問はございませんでしょうか。なかったら、これで終わりになりますけれども、何か全体を通して質問がありましたら、どうぞお願いいたします。

ないようですので、それでは本日はご多用のところ、ご参集いただきましてありがとうございます。座長の不手際でうまく進行しなかった面がありますけれども、お許しをいただきたいと思っております。時間になりましたので、これにて閉会といたします。どうもありがとうございます。

以上