

研究評価委員会
「アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業」(中間評価)分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2023 年 6 月 22 日 (木) 9 : 30 ~ 16 : 20

場 所 : NEDO 川崎本部 2301 ~ 2303 会議室 (オンラインあり)

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	小野 英樹	富山大学 学術研究部都市デザイン学系 教授
分科会長代理	戸田 裕之	九州大学 大学院工学研究院 機械工学部門 教授
委員	東 雄一	公益社団法人 自動車技術会 常務理事
委員	喜多川 和典	公益財団法人 日本生産性本部 コンサルティング部 エコ・マネジメント・センター長
委員	芹澤 愛	芝浦工業大学 工学部材料工学科 教授
委員	竹ヶ原 啓介	株式会社日本政策投資銀行 設備投資研究所 エグゼクティブフェロー
委員	橋本 清春	三協立山株式会社 三協マテリアル社 技術開発統括室 基盤技術部 部長

<推進部署>

上原 英司	NEDO 環境部	アドバイザー
今西 大介(PMgr)	NEDO 環境部	主任研究員
田平 貴広	NEDO 環境部	主査
須藤 俊吉	NEDO 環境部	主査
上村 毅	NEDO 環境部	主査
石井 聖士	NEDO 環境部	主査

<実施者>

水野 等	株式会社豊栄商会 開発研究室 室長・執行役員
長谷川 慎哉	株式会社豊栄商会 開発研究室 開発グループ 係長
長坂 徹也	東北大学 未来科学技術共同研究センター (NICHe) 副学長・センター長
兒島 洋一	株式会社 UACJ マーケティング・技術本部 R&D センター フェロー
戸次 洋一郎	株式会社 UACJ マーケティング・技術本部 R&D センター 第一研究部 上席主幹
田中 宏樹	株式会社 UACJ マーケティング・技術本部 R&D センター 第一研究部 主幹
白井 孝太	日本軽金属株式会社 グループ技術センター 鑄造グループ 主任研究員
市川 武志	株式会社神戸製鋼所 技術開発本部 ソリューション技術センター 成形加工研究室 主任研究員
河尻 耕太郎	株式会社エイゾス 研究開発部 部長
森山 勉	一般社団法人日本アルミニウム協会 技術・開発部 参与
岩丸 弘	一般社団法人日本アルミニウム協会 技術・開発部 特別技師長
熊井 真次	東京工業大学 物質理工学院 特任教授
古屋仲 茂樹	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 環境創生研究部門 上級主任研究員
村上 雄一朗	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 マルチマテリアル研究部門 軽量金属プロセスグループ 主任研究員

<オブザーバー>

富永 和也	経済産業省 製造産業局 金属課 金属技術室 総括課長補佐
岡田 周祐	経済産業省 製造産業局 金属課 金属技術室 産業技術企画調査員

<評価事務局>

森嶋 誠治	NEDO 評価部 部長
山本 佳子	NEDO 評価部 主幹
佐倉 浩平	NEDO 評価部 専門調査員
對馬 敬生	NEDO 評価部 専門調査員
日野 武久	NEDO 評価部 主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 意義・社会実装までの道筋
 - 5.2 目標及び達成度
 - 5.3 マネジメント
 - 5.4 事業全体像の具体的説明
 - 5.5 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 研究開発項目①不純物元素低減技術の開発
溶融塩使用固体電解によるアルミ合金スクラップからの高純度アルミ精製技術の開発
 - 6.2 研究開発項目①不純物元素低減技術の開発
資源循環型社会構築に向けたアルミニウム資源のアップグレードリサイクル技術開発
 - 6.3 研究開発項目②微量不純物を無害化する高度加工技術等の開発
資源循環型社会構築に向けたアルミニウム資源のアップグレードリサイクル技術開発
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認

- ・開会宣言 (評価事務局)
- ・配布資料確認 (評価事務局)

2. 分科会の設置について

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
- ・出席者の紹介 (評価委員、評価事務局、推進部署)

【小野分科会長】 富山大学の小野です。金属で最もエネルギーが必要なのは酸化物を還元して金属にする工程ですが、それに関わる鉄やアルミなどの精錬、リサイクルの研究をしております。本日はよろしくお願ひいたします。

【戸田分科会長代理】 九州大学の戸田です。材料力学が専門で、アルミの強度評価などの研究をしております。本日はよろしくお願ひいたします。

【東委員】 自動車技術会の東です。前職では自動車メーカーに勤務しており、金属の研究をしていました。自動車へのニーズなどについてコメントできればと思います。本日はよろしくお願ひいたします。

【喜多川委員】 日本生産性本部 喜多川です。資源循環ビジネスの政策が専門で、本件は採択委員としても参加しておりました。本日はよろしくお願ひいたします。

【芹澤委員】 芝浦工業大学の芹澤です。専門は材料工学の中でも非鉄金属材料や組織制御で、特にアルミニウムの高強度化や高耐食化に関わる研究をしております。本日はよろしくお願ひいたします。

【竹ヶ原委員】 日本政策投資銀行 竹ヶ原です。サステイナブルファイナンスが専門で、リサイクル関連のプロジェクトの評価に主に参画しております。本日はよろしくお願ひいたします。

【橋本委員】 三協立山株式会社の橋本です。アルミの押出加工が専門で、以前、鉄道関連のアルミリサイクルのNEDOプロジェクトの社会実装に携わっておりました。本日はよろしくお願ひいたします。

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」と議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料4-1から4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 意義・社会実装までの道筋

5.2 目標及び達成度

5.3 マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.4 事業全体像の具体的説明

実施者より資料5に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.5 質疑応答

【小野分科会長】 ご説明ありがとうございました。これから質疑応答に入りますが、技術の詳細は次の議題6での取扱いとなるため、ここでは主に事業の位置づけ、アウトカム達成の道筋、マネジメントについ

で議論を行います。それでは、事前に行った質問票の内容も踏まえまして、何かご意見、ご質問等がございますか。戸田分科会長代理、お願いいたします。

【戸田分科会長代理】 九州大学の戸田です。長尺縦型高速双ロール鋳造機について複数回コメントされていたかと思えます。こちらの装置自体の納入に非常な遅延があり、そのために立ち上げられないといった状態ではあるものの、目標としては技術確立、技術開発であると理解いたします。そういったところでは、小型機を使いながらこの技術開発自体は順調に推移しているといった認識でよろしいでしょうか。

【東京工業大学_熊井】 東工大の熊井がお答えいたします。小型機においては、非常に溶湯量が少なく、鋳造速度も速いため数秒間で実験が終わってしまうのですが、その数秒の中で出来た板の特性や組織は、長尺機と比肩し得るものだと考えております。ですので、小型試験機を使った実験でも十分長尺機的设计に生かせるような知見は得られているものと考えております。

【戸田分科会長代理】 逆に言えば、この遅れがなかったときに、小型実験機で実験せずに長尺実験機を立ち上げた場合と比べて、長尺実験機的设计自体がかなりリファインされているというところでしょうか。

【東京工業大学_熊井】 そのように考えております。長尺材を得るために長時間鋳造するということになれば、装置の中のノズルの耐久性であるとか、ロール表面のダメージの具合といったいろいろな要素についても考える必要があります。それらについて事前に小型実験機でいろいろな検討を行えているということで、長尺機への反映が非常によくできると考えております。

【戸田分科会長代理】 そうすると、ハードはつくれなかったものの、技術開発はできている。そして、むしろ最終的な装置としてはいい方向に進んでいるという理解になるでしょうか。

【東京工業大学_熊井】 おっしゃるとおりです。むしろ長尺実験機ができた暁に、順調に実験実施するための体制をつくることができていると捉えております。

【戸田分科会長代理】 分かりました。では、達成状況としては「△」になっているものの、技術開発ということですから、丸に近い三角であると。

【東京工業大学_熊井】 技術開発という観点では、丸もしくは二重丸をつけられるのではないかと考えております。

【戸田分科会長代理】 ご回答ありがとうございました。

【東京工業大学_熊井】 ありがとうございます。

【小野分科会長】 それでは、ほかにごございますか。芹澤委員、お願いいたします。

【芹澤委員】 芝浦工大の芹澤です。再生展伸材の規格について伺います。知財戦略のところで、今後の展開の一つとして規格を策定していくというお話でしたが、この戦略としては、まずは国内の規格、JIS規格の取得を目指すのか、それとも、いきなり国際規格を目指すのかといった点も含め、どのような展望を持たれているのかを教えてください。

【日本アルミニウム協会_森山】 アルミニウム協会の森山がお答えいたします。JIS規格からということも考えたのですが、やはり時間が相当かかるので、まず国際規格を狙おうという計画であります。ですから、ISOからいきなり入ろうというところで、今そちらの勉強及び準備をしているところです。

【芹澤委員】 分かりました。その上で、この再生展伸材の適用として自動車の車体を挙げられていたかと思いますが、新しい規格の再生展伸材を実際に今後の自動車に実装できそうであるかの展望について教えてください。事業者の中に自動車会社も含まれていたかと思しますので、これらの会社との対話の状況や実用の可能性についてご説明いただけたら幸いです。

【日本アルミニウム協会_森山】 まず自動車というのが一番インパクトの大きいところですのでターゲットにしていますが、いきなりアウトターのボディーとなると非常にハードルが高いということもございます。ですので、まずはインナーといえますか、強度部材的なところ、表面品質等がそれほど厳しくない

ところから製品化を考えております。

【東京工業大学_熊井】 熊井からも追加で回答をいたします。実際に研究開発グループの中に自動車メーカーに多数入っていただいております。その方々には短尺実験機を使って製造した実際の板材を送り、それぞれの特性評価をお願いしております。そしてそのフィードバックとして、このあたりの組織の改善や特性の改善が必要だといったご助言をいただいている次第です。その上で、それを満たすような材料が長尺実験機で製造できればといった方向で動いております。

【芹澤委員】 どうもありがとうございました。実装に向けた取組が進んでいるということですので、ぜひ実用化が実現するよう期待しております。

【東京工業大学_熊井】 ありがとうございます。

【日本アルミニウム協会_森山】 ありがとうございます。

【小野分科会長】 それでは、ほかにございますか。東委員、お願いいたします。

【東委員】 自動車技術会の東でございます。非常に楽しみな技術だと思いながら聞いておりました。今も少し話に出ていた規格化のところに関連して伺いますが、規格を新しくすることは、いろいろな特性等が、今の材料とは変わってくることになると思います。そういった場合に、ユーザー側としては何か特殊な成型方法等の準備必要があるかどうかを教えてください。

【株式会社 UACJ_戸次】 UACJ の戸次がお答えいたします。今、この規格合金というのは、合金を数種類にしようと思っております。それをプロセスによって一般のプレス成形用であるとか、高強度構造材などいろいろなものにつくり分けることを考えています。また、今までのプレス成形ですと、一般成形用という観点で、縦型双ロールで造ったものを母材として、冷間圧延で薄くした材料が対象になるかと思いますが、今のところ特殊な異方性というのはあまり認められていません。また、伸びが若干不足するということはあるので、プレス成形においては金型設計など若干工夫が必要とも思いますが、大きな変更はなく使えるものと考えております。そして、それを補完する意味でプレス成形の高精度予測といったこともやっておりますので、それをユーザー様に展開することによって、この材料の普及を進めていきたいと思っております。次第です。

【東委員】 そういった下流側まで考えていただきながら研究を進められているというのは、将来的にも非常によい取組であると思います。ありがとうございました。

【株式会社 UACJ_戸次】 ありがとうございました。

【小野分科会長】 それでは、ほかにございますか。橋本委員、お願いいたします。

【橋本委員】 三協立山の橋本です。本プロジェクトのアウトカムについて、2050年までに再生地金使用率を50%まで引き上げると考えると、本技術というのを国内に広く普及させる必要があるかと思っております。そうしたところで、日本のアルミ産業を支えている中小企業、二次合金メーカー様などといったところに対する、この実施権のロイヤリティという観点ではどのように考えておられるのでしょうか。

【NEDO 環境部_今西 PMgr】 最初に NEDO からお答えをいたしまして、その後に企業様のほうからもお答えをいただけたらと思います。まず、先ほども説明したように、この事業に関しては、創出された特許は実施者の方たちが所有するものとなります。その中で、NEDO といたしましては、この事業の中で培ってきた知財権等を広く日本のアルミ産業の中で広げていただきたいと思います。適切な知財のライセンスを企業様にぜひご検討いただけたらと考えている次第です。

【株式会社 UACJ_戸次】 続きまして、戸次より回答をいたします。我々としては、これを独占するのではなく、非常に広げていきたいと思っております。また、本当に主要な展伸材として、ダイカストで言えば、ADC12に相当するような多くのものに使える合金にしていきたい。そういう意味でいくと、特許で縛るというよりも広く、もちろん投資した分という若干のロイヤリティはいただくかもしれま

せんが、とにかく普及して広く使ってもらおうといった方向性で考えております。

【橋本委員】 ありがとうございます。ぜひとも国内にこの技術を広めていただきたいと思います。

【小野分科会長】 それでは、ほかにもございますか。喜多川委員、お願いいたします。

【喜多川委員】 日本生産性本部の喜多川です。大変わくわくするような技術開発が進んでいると思っており、頼もしく拝聴しておりました。展伸材の生産量が現在 185 万トンほどであるというところで、2040 年にそのうちの 130 万トンを再生展伸材にしていこうといったところを考えると、70%ぐらいの展伸材が再生材へと移るということですから、大変野心的な目標の下、進められているものと感じます。そういったところで、戦略的な発想の下で考えると、今回開発されている縦型高速双ロール装置ですけれども、そちらに投入するときに、必ずしも事前に不純物除去のプロセスを要するということがばかりではないのではないかと。特にソータ等の開発も併せてやられているところを考えると、そうしたところを事前処理せずに受け取りができるところのスペックというのはほとんどどこであるのか、要するに、不純物除去プロセスをやらないことによって CO₂ の発生を抑制するといったこともあるのではないかと考え、そのあたりの規格やスペックといったところをどのように今見定めていらっしゃるのかと。もしそういったところでのご見解をお持ちであれば、教えていただきたいと思います。

【東京工業大学_熊井】 まず熊井から回答いたします。おっしゃるとおり、例えば回収した展伸材スクラップを集めて、それを再溶解して高速双ロール鋳造をするというのも可能です。これは以前別なプロジェクトで、現在の展伸用 6000 系合金に例えば不純物鉄が何パーセント加わっても大丈夫かといった調査研究をやっておりました。そういったところから、展伸材スクラップを非常にうまく集めることができれば、この高速双ロール鋳造法によって特性を上げるといったところも可能だと考えます。しかし、現在展伸材スクラップの量は必ずしも多くありません。ですので、それよりも、もっと多量にあるミックススクラップや鋳造用のスクラップを含んだ多様な大量のスクラップを展伸材として利用できるようにする方策として、今回の装置の導入を考えているということになります。

【株式会社 UACJ_戸次】 UACJ の戸次です。プラスアルファになりますが、この縦型双ロールは非常に無害化するという状況もあるのですけれども、生産性等も非常に高いといったところがございます。例えば、従来の既存合金でももちろん使うことができますし、また、3%シリコンあたりを狙っているというのは、実はその純化精製をしたときに濃縮側とのバランスが取れるということでやっております。この組成というのは、実は今まで展伸材で使えなかった熱交換器用のブレージング材といったようなものそのまま使うことができますし、例えば展伸材と鋳物のくずを集めたときの配分で、展伸材が多ければ最初から大体そのクラスの組成になるということも予想できます。その 3%クラスのシリコンをベース合金とすることにより、純化して使うルート、あるいは集めてくるだけのルート、今まで使えなかった展伸材を使うといったいろいろなルートが使えるという意味で、リサイクルの幅が非常に広がるのではないかと考えている次第です。

【喜多川委員】 よく分かりました。そのあたりのところをしっかりと見極めていただければと思います。また、規格をつくっていかれるということで、そちらも非常に重要な課題であると捉えております。その規格づくりのところ、現行の 6000 系など、幾つもの合金種別等があるような、かなり細かい規格というところできているわけですが、そのあたりを取りまとめていく、少し単純化といえますか、簡素化していくという方向で進められるのではないかと思うところですが、現時点としてどのような考えを持たれているか伺いたく思います。

【日本アルミニウム協会_森山】 アルミニウム協会の森山です。確かに今のコンベンショナルな合金は数百種類もあると思いますが、この再生材由来の展伸材ということになると、かなり簡素化であるとか、少ない合金でできるのではないかと考えます。しかしながら、まだそこまで研究が熟していないところもありまして、かなり想像が混ざるところですが、例えばシリコンリッチ、鉄リッチ、マンガン、カッ

パー等といった通常の不純物レベルよりも多い合金系というところ、これを展伸材に使うという形として、新しい再生材由来の展伸材用合金というものの規格を構築するといったイメージとして今描いている次第です。

【喜多川委員】 そのように規格も変えていき、今までとは違った顧客側のニーズといたしますか、そうしたところのすり合わせというところも、新しい規格の下では非常に重要になってくるのではないかと思います。それぞれに造られた製品を各メーカー様といたしますか、利用者側のほうで現場実証等をやらせていくと思うのですが、その現場実証の中ではそこそよい成果や結果が確認された場合においても、なかなか企業の中に入っていくというところでは、また一つ大きな関門がございます。特に調達部門等の規格の変更などといったところが、なかなか現場実証の結果を反映しないといったようなこともあるのでしょうか。こういったところの大きな壁を乗り越えていくというのは非常に重要な問題であり、この再生展伸材を使っていくところの「あめとむち」といたしますか、そういったところをうまく使っていくというのが大事かと思えます。また、「むち」とは何かというと、やはりある程度再生材を使っていきましょうといったようなことを、例えば EU なんかではかなり強制的な目標値を設定しており、その目標値を達成しなければペナルティーがあるといったように、法的な拘束力みたいなものを醸し出すところもでございます。やはり日本もそういったあたりで少し強めの政策というのを考えていくというのも一つではないかと。不純物除去等の処理においては、かなりのエネルギーも使っていただくわけですが、やはりバージンのアルミ材と比べてときの差分で考えれば、そうしたところもある意味 CO₂ のインセンティブを使えるようなところも出てくるかも分かりません。それというのが「あめ」みたいな要素にもなるかと思えますが、そうしたところをうまく組み合わせて、今言ったような、現場から調達部門がきちんと折り合って、新しい企画の下で再生の展伸材を使っていくというように、そういう社会全体のいろいろな政策を組み合わせて乗り越えていくといったような観点でも、少し情報発信をしていただけたらと思うところです。今申し上げたようなところで、何かご見解がございましたら伺いたく思います。

【NEDO 環境部_今西 PMgr】 まず NEDO よりお答えいたします。今、喜多川先生がおっしゃいましたように、こういうリサイクル品をうまく市場の中で循環させるといった取組を普及させるために、国がそういう政策をつくっていくというというのは非常に重要だと思っております。そこにしましては、本日オブザーバーとして参加されている経済産業省の金属課様と共に、ぜひ今後とも強く密に協議をしていけたらと考えます。残念ながら NEDO 自体は政策をつくることはできない組織ですので、金属課様や経産省様がつくられた政策に基づいて、我々はその技術支援をしていくこととなりますが、十分に意識をしながら連携していけたらと考える次第です。アルミ協会様から、もし何かございましたら、よろしく願いいたします。

【日本アルミニウム協会_森山】 アルミニウム協会の森山です。確かに「あめとむち」という両面があるのかと思えますが、私としては、この再生展伸材を使うことで夢のある社会が描けるということを強くアピールしたいと考えておりますし、使って喜ばれる材料、そして環境面としても今後のいろいろな気候変動等々に大きく貢献できる材料として我々は取り組んでいるところです。以上になります。

【喜多川委員】 ありがとうございます。ヨーロッパも含め、今、日本でもかなりプラスチック分野というのは、再生材を求めて非常に困っているといたしますか、苦勞している状況ではないでしょうか。そういったところで、このアルミについては日本が非常に強みを生かせる再生材になるのではないかと考えますので、その辺の政策も併せて進められていくような、そういう工夫を関係省庁と共に考えていただけたらと思います。

【株式会社 UACJ_戸次】 UACJ の戸次です。今おっしゃられたのは非常に重要な点だと思います。規制という点もありますが、今市場からの要求というところでは、やはり CO₂をどれだけ減らすかというのが非常に大きな新しい商品価値であると考えます。実はリサイクルを 20 数年前からいろいろとやっていますが、その当時は、本音のところではコストダウンといったところが目標でありました。しかし、近年は、ユーザー様にいろいろ話を聞くと「CO₂をとにかく下げなければいけない」という全く新しいニーズが出てきております。そういったところで、今回のリサイクルというのは、CO₂を下げるという非常にドライビングフォースとしても大きなものがあると考えますし、いろいろなプロセスを加えても、新地金を考えると圧倒的に CO₂が下がります。従来の展伸材というのは、性能に特化しており非常に尖がった組成であるとも言えますが、今回はむしろ、そちらはある程度妥協してでも CO₂をどれだけ下げられるかということの観点で造っていった合金系であり、組成範囲も広く、ロバスト性も高い合金ということで規格することにより、とにかく CO₂を下げる価値を全面に打ち出すことで普及が進むのではないかと期待する次第です。

【小野分科会長】 それでは、ほかにございますか。竹ヶ原委員、お願いいたします。

【竹ヶ原委員】 竹ヶ原です。ご説明ありがとうございます。本当に非連続なイノベーションが実装されているプロセスを見させていただき、大変感銘を受けております。また、本件のアウトカムの見せ方に関して、今まさにおっしゃられていた CO₂の話では、ヨーロッパのバッテリー規則なんかでも、最終的にはもうライフサイクル CO₂が要件に加わっていると。やはり、どうしても CO₂が全面に出てくる中で、本事業についてもアウトカムとして CO₂削減というのを全面に打ち出していらっしゃることは非常に賛同するところです。その上で、資料 19 ページになりますが、アルミ産業あるいは自動車産業の Scope1 との貢献もさることながら、多分、本事業が一番効いてくるのは使用段階の Scope3 でないかと考えます。今回は、この想定としてハイブリッド車にこの技術が適用されるということで推計をされており、これはアウターも含めてフルに入れた場合と理解していますが、先ほどアウターまで一気にいくかどうか、幾つか段階もあるという話でしたので、実際にフルに適用されるまでの見込みを教えてください。また、ハイブリッドという前提ですが、2050 年という時点かつ世界中に輸出するというのを考えれば、現在の国際的な自動車の車種構成から、PureEV も含めてかなり変化してくるような気がいたします。こういった変化を踏まえると、この技術というのはもっと大きなアウトカムを見せられるのではないかと印象を持ちました。加えて、今回は入れられていませんが、自動車以外にも鉄道などといったいろいろな分野にも適用ができるように思いますし、先ほど「夢のある」というお話があったように、本当にこの技術が適用されて、標準化されて世の中にいったときに、中長期 Scope3 も含めたすさまじい CO₂削減効果が生まれそうな思いもがございます。ですので、このあたりの見せ方として、まずは再現性のあるところから着実にという趣旨はよく分かりますけれども、もう少し風呂敷を広げられてもよいのではないかと考えるのですが、いかがでしょうか。

【NEDO 環境部_今西 PMgr】 まず NEDO からお答えいたします。今、竹ヶ原先生からご指摘があったように、Scope3 は、この事業の中で非常に強く見込めるものだと思っております。車の軽量化というのを一例として挙げておりますが、この事業が立案された当時の状況と現状では、また少しずつ変わってきているところがございます。電動化の波というのが非常に加速されている状況であり、車の造り方自体も今後変わっていく、アルミニウムというのは非常に可能性の高い材料だと考えます。今のお話にあったように、例えば車だけではなくて当然鉄道も考えられますし、当然航空機にもいっぱい使われているといった中で適用される部位が広がっていく、それにより Scope3 で見込まれる範囲というのは広がっていくと思いますので、今後この事業の中においても、実施者も含めて Scope3 に関する見方といったところの見識をもう少し広めていけたらと思っております。実施者の方から、何かございますか。

【株式会社 UACJ_戸次】 UACJ の戸次です。今おっしゃられたとおり、最初はいろいろな用途を広げることによって Scope3 に広がるという観点だったのですが、この時点ではなかなか計算自体が難しいということがございました。それにより、分かりやすく自動車だけにしてしまったのですが、当然おっしゃられるように、全ての分野で改善されるといったことをうまく表現できるようにしていけたらと思います。

【竹ヶ原委員】 ありがとうございます。釈迦に説法になりますが、先ほどの「むち」といったところでは、金融側がまさにそういう情報に着目して、TCFD もそうですが、そういうデータをしっかり開示される企業に、よりファイナンスをつけていこうという動きが出ています。まさにこの技術を実装されたユーザー企業が、開示を通じて自社の脱炭素経営みたいなものをうまく促進できるようになってくると、また強力な武器になるのではないかという気がいたしますので、ぜひ進めていただければと思います。

【小野分科会長】 それでは、ほかにもございますか。では、私のほうから少し質問をいたします。ご説明にもあったように、やはり金属というのは、鉱石を還元するときに一番エネルギーを要するというので、スクラップを利用するというのは CO₂ の排出量削減に非常に効果が大きい重要な課題であり、かつ全ての金属で共通の課題であるという認識です。ただし、これも金属共通ですが、リサイクルのときには不純物の問題が必ず出てくるというところで、今回ご提案をいただいているのが電解処理と晶出分離であると思います。その 2 点を用いるということで、これらの技術というのは、基本的にはこれまで、どちらかというと非常に高級アルミであるとか、アルミのさらに二次精錬といいますか、純度を高めて高負荷価値化するといったところに使われてきた技術かと思います。今回は、環境問題等を考えてというところですが、やはりコスト面が気になるところですので、もし試算がございましたら少し教えてください。

【NEDO 環境部_今西 PMgr】 コストに関しまして、非常にざっくりとした記載ではあるものの、資料 20 ページに 500 円/kg という形で示しておりました。この点に関しては、委員の皆様からの事前質問としてもいただいたところであり、それに対する回答もさしあげたところですが、この事業が想定されたタイミングでの市場価格を基にして算出しているものとなっております。この事業といたしましては、市場での競争力がなければいけない、実施者の皆様からもご発言がありましたように、この金属が魅力的なものになっていくということが非常に望まれるところではありますが、やはりその中でも再生展伸材としての利用者の感触というのがどういうものになるのかというところがあるでしょうか。これから市場での競争力を持つていくためには、この金額をちゃんと念頭に置いて適正な金額で市場に出していくということは必要ですし、こちらに関しましては事業戦略等もございます。できれば金額、コストストラクチャーに関しましては、非公開セッションで事業者の方からお話をいただければと思っておりますので、その際に改めてよろしく願いいたします。

【小野分科会長】 ありがとうございます。それからもう一点、資料 35 ページに全体の要素技術を示されているところに関して伺います。こちらの不純物低減技術に関しては、一応電解と晶出分離が並行して走っている図になっており、電解のほうはそのまま製品に、晶出分離のほうは高度加工につながっている図になっているかと思えます。一方で目標として、例えば 25 ページなどに中間目標が書かれていますけれども、こちらが同じ目標になっています。ここに関して、例えばこの中間目標というのは、おそらく高度加工につながるアルミを製造することを目標とされていると思うのですが、一方で、電解のほうはこれを使わないので、目標設定というのは本来少し違うべきなのではないか、そうであるならば、電解のほうは電解に適した目標を設定するべきかと思いました。例えば電解の方は、競合する技術として三層電解法でアルミスクラップを電解するという方法もあると思いますから、それに対する優位性を示すような目標設定をしていただくと非常に成果が見やすくなるのではないかと思うので

すが、そのあたりはいかがでしょうか。

【NEDO 環境部_今西 PMgr】 まず NEDO からお答えいたします。この中間目標に関しては、この事業を構想している段階で、経済産業省とも話をしながら、目標はこうあるべきだというものを設定したものでございます。この中間目標、最終目標を設定した基本計画というものを基にいたしまして、本件の事業公募を行っており、そうした中で、UACJ 様のグループと豊栄商会様のグループがこの提案をされてきたという過程がございます。ですので、この中間目標や最終目標というのは、皆様が持っている技術にフィッティングし、それらに対して設定したというものではございません。しかしながら、特に精錬の目標値の設定が緩いのではないかとといったご意見をいただいたことは、私たちが強く受け止める次第です。この中間目標及び最終目標という設定は今後もこのままの形で進めていく予定ではありますが、NEDO と実施者の方々での実施計画書という契約文書がございます。その中で、実際にはどういう値を目指していくべきであるとか、電解精錬に関して例えばこういう純度が得られるであろうといったことを想定して研究開発を進めていただこうと思っておりますので、実際には、この目標を上回るような結果を出していただける、そういう成果が出てくることを意識しながら進めてまいる所存です。実施者様から、もし何かございましたら、よろしくお願ひいたします。

【東北大学_長坂】 東北大学の長坂です。私から答えるのもあまり適切ではないような気がいたしますが、今 NEDO よりお答えがあったように、熊井先生のほうのオールジャパン的なプロジェクトに比べると、我々のほうは非常に貧弱なフォーメーションでやっているとも見えるでしょうか。しかしながら、こういう電解法でスクラップの全部を処理しようとは全く思っていないわけです。ただ、この方法を使うと本当に厄介なものは取れますので、最終的に補完的な役割を果たせればよいのではないかなど、私自身は思っております。そして、このプロジェクトが走るときに、熊井先生と我々の 2 つを組み合わせることでゴールを目指すといった設定にはなっていないので、私としては今目先にある目標達成に向かって、そこを考えながら進めているところでです。

【小野分科会長】 分かりました。この両方の技術を合わせてみたときに、例えば一部のスクラップアルミから非常に高純度なアルミを造り出せば、晶出分離と組み合わせると、希釈効果により不純物濃度を下げた後、高度加工に持っていくというような組み合わせも見えてくるのではないかとこの形になっていましたので、初期設定としてはこうなっているということでも理解しましたけれども、出口としてはそのあたりも考えてもいいのではないかと、この全体を見て感じた次第です。それでは、予定の時間となりましたので、以上で議題 5 を終了いたします。

(非公開セッション)

6.プロジェクトの詳細説明

省略

7.全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8.まとめ・講評

【小野分科会長】 議題 8 に移ります。

これから講評を行います。その発言順序につきましては、最初に橋本委員にお願いをしまして、最後に私、小野という流れで進めてまいります。それでは、橋本委員、よろしくお願ひいたします。

【橋本委員】 橋本です。今回伺った内容というのは、いずれも一企業では実施困難であり挑戦的な目標を掲げられています。そして、それら目標をおおむね達成されているということで、非常によいものでありました。また NEDO が実施を行う妥当性としても把握いたしました。これを社会実装する、アウトカム目標を達成するにおいては、やはり日本全国にこの技術を普及させる必要があります。2050 年に 50% の再生アルミの使用というところを目標にされているのですから、ぜひともそれを達成できるように、アルミ産業全体でやっていただけたらと思います。本日は、どうもありがとうございました。

【小野分科会長】 ありがとうございました。続きまして、竹ヶ原委員、よろしく願いいたします。

【竹ヶ原委員】 竹ヶ原です。本日はどうもありがとうございました。非連続なイノベーションを実現していくということで本当に NEDO らしいプロジェクトであります。着実に各パートにおける技術も進捗しており、そして中間目標を達成していらっしゃるということを確認いたしました。また、これまでカスケード利用をされていた材をアップサイクルのほうに回していかれるという、本当にチャレンジングな取組ですので、これが無事に実装されたときのアウトカムといえますか、インパクトの大きさというのは恐らく現状推計されているもの以上になるのだろうと実感している次第です。NEDO が率先して取り組まれている意義というのも非常にクリアに伝わるものでしたので、このまま成果を上げていかれることを祈念しております。

【小野分科会長】 ありがとうございました。続きまして、芹澤委員、よろしく願いいたします。

【芹澤委員】 芹澤です。本日は一日ご説明をお伺いして、アルミニウムの研究者という観点からも、非常に面白い技術が多く、期待が持てる内容であると感じました。また、「オールジャパン」というキーワードが何回か出てきたかと思いますが、オールジャパンのものづくりであるとか、再生展伸材の規格を策定していくという点で、日本が世界をリードできる技術というのが最近あまり多くない中において、非常に期待できる、夢が持てるような技術だと考えます。各グループとしての技術、実用化に向けた取組というのはもちろん素晴らしいのですが、ぜひチーム全体で一貫してその実現に向かっていただくとよりよいものとなるではないでしょうか。実用化の壁というのは非常に大きく、私も何度も感じたことがあります。そういった点からも、大学と企業の連携を引き続き密に取りながら進めていただけたらと思います。ぜひよろしく願いいたします。

【小野分科会長】 ありがとうございました。続きまして、喜多川委員、よろしく願いいたします。

【喜多川委員】 日本生産性本部の喜多川です。本日は、長い時間、それぞれの研究成果について非常に詳しく伺うことができ、大変有意義でありました。そして、今、芹澤先生がおっしゃられたように、日本でなかなか国際競争力が上がるような分野というのが非常に少なくなってきた状況の中、今回の研究の成果というのは、大きく日本のアルミ産業の競争力あるいは有意性を高めることに寄与する可能性のある技術ですので、大変期待を寄せる次第です。また、それぞれの研究分野ごとに、それぞれの研究者が自分の役割に非常に集中する一方で、全体的、俯瞰的な視野といったところに思いをはせるのも、また今後の社会実装を進める上で非常に重要なポイントになるのではないのでしょうか。ヨーロッパなどを見ると、アルミというのは、いわゆる「エコデザイン規則」という法案も出てきていますが、その中に含まれる「Digital Product Passport(DPP)」と呼ばれるツールをデジタル的に適応して、トレーサビリティ、トラッキングというところもしっかりやっという動きが出てきています。特にアルミは、優先的に適応する製品のひとつとして具体的にノミネートされているという状況であり、特に今後ユーザー側からすれば、そうしたトレーサビリティ、あるいは原料素材がどうだったのか、組成がどうだったのかといったような部分も大変気にするところだと考えます。また、最終的に投入される材料が、どの程度の選別処理、あるいは不純物除去といったような処理を必要とするかということも情報を捉えるのも、そうしたサプライチェーンの中では重要になってくるものと思います。

そのようなことも含めて配慮をしていただくと、今後の社会実装に向けた動きの中で有効な取組が出てくるのではないかと思いますので、そのように取り組んでいただけたら幸いです。

【小野分科会長】 ありがとうございます。続きまして、東委員、よろしくお願いいたします。

【東委員】 自動車技術会の東です。まずは、実施者の皆様、非常に高いハードルの研究を推進され、本日の報告会の準備をしていただきましたことに感謝申し上げます。大変お疲れさまでございました。本日の報告をお聞きし、CO₂-LCA の観点、そして材料の技術進化の観点でいろいろと楽しみな成果が続々と出てきていると思いました。また、中間目標を皆様達成されて着実に進捗されていることも理解した次第です。そのように非常によい進展がなされているところではありますが、まだ原理的に少し明確でない部分やいろいろな課題もまだあるかと思っておりますので、今後そういった課題の解決に向けて研究がより深まっていくことに期待しております。そして、社会実装に当たっては、委員の皆様もおっしゃっていたように、「死の谷」といいますか、厚い壁があるのも事実かと思っておりますので、ユーザーエンドの皆様の意見を聞いていただきながら、それをフィードバックしながら研究を進めていただくということがとても大切になると感じます。実際にもものづくりの現場レベルになると、ささいな課題も多く出てくると思っておりますので、ぜひそういったことにも耳を傾けていただけたらと思います。幸いにもユーザー企業の皆様がたくさん入られていますので、そういった方との連携も深めていただき、実学連携を強めて、よりよい成果につなげていただければと思っております。今後の研究の深化を楽しみにしております。本日は、どうもありがとうございました。

【小野分科会長】 ありがとうございます。続きまして、戸田分科会長代理、よろしくお願いいたします。

【戸田分科会長代理】 九州大学の戸田です。本日は、一日どうもありがとうございました。下工程から上工程まで様々な研究テーマについて、その分野の第一人者の方々が取り組んでおられ、全体的にも中間目標を達成していますし、個別に見ても非常に興味深い学術的な成果であるとか、工業技術が出てきているということを確認できました。ありがとうございます。その上で、一つ申し上げたいのは、その割には社会的なビジビリティがまだ低いのではないかとという点です。興味深い成果が出ているので、すから、ぜひ皆様どんどん論文を書いていただいて、国際会議にも出ていただいて、プレスリリースも打っていただいて、新聞でも報道を増やしていただく。そういった活動をすることで、この技術が 2040 年や 2050 年に我が国で、あるいは世界的に受け入れられるような土壌として築いていただけたらと思われました。以上です。

【小野分科会長】 ありがとうございます。それでは最後に、本日の分科会長を仰せつかりました富山大学の小野より講評をいたします。まず、本日は一日ご説明をどうもありがとうございました。これまでの進捗について状況を把握いたしましたし、中間目標に向けて大変努力され、おおむね達成されている状況にあることを理解いたしました。本課題である金属の生産は、やはり鉱石の還元というのが非常に多くのエネルギーを使うものであり、これをできるだけ減らす必要がございます。その意味で、老廃スクラップを原料として新地金をつくり出すというのは、アルミに限らず全金属の精錬プロセスの重要課題となっていますし、種々の金属に対して、新しい精錬プロセスを構築していく必要がある、今はそういう時代かつ状況にあると考えております。今回アルミを題材として、そのテーマに取り組んでいる、循環システムの構築を目指しているということで非常に期待を持つ次第です。しかしながら、必ずこのリサイクルのときに問題となるのが、工業的かつ経済的に成り立つ手法で不純物を除去する必要があるというところで、今回、電解や結晶分別法などを使って取り組んでおられますが、このあたりの経済性の確立に向けては、今後もしっかりと精査していただいて、実用に向けて努力していただきたいと願っております。それから、概ねスクラップのリサイクルというのは、原料の側から不純物を除去できるものできないものというのが決まっております、スクラップを使うとこういう組成になる、それをどう使うかという話の流れで進むことが多いのですが、今回、鑄造法であるとか、それから加工、熱処

理法といった様々な技術がありますので、そういう下工程側からもどんどん発信をしていただいて、上工程のほうに意見いただく。そしてスクラップを使って新しく造る製品の組成というのを全体で考えていくのが良いのではないかと非常に感じたところです。繰り返しになりますが、こういった老廃スクラップを原料として新地金をつくり出すという金属資源全般における課題について、今回のアルミニウムのプロジェクトがその模範となり、新たなプロセスをぜひ実現して実用していただきたい。そのように考えますので、今後の研究開発の進捗に非常に期待しております。本日は、どうもありがとうございました。

【日野主査】 委員の皆様、ありがとうございました。続きまして、経済産業省 製造産業局 金属課 金属技術室の富永統括課長補佐より、一言よろしく願いいたします。

【経済産業省_富永】

経済産業省金属課 金属技術室の富永です。本日は、長時間ご議論いただきまして誠にありがとうございました。皆様から、頂戴したご意見というのは私の思いとも非常に重なるものであります。経済産業省としても、この事業を本当に重要性が高いものだと思ってございます。まさしく、分科会長がおっしゃられたように、カーボンニュートラル対応が求められているという中で、産業としては生産プロセスの転換というのも求められております。そして、これもまた議論があったところですが、資源循環といえますか、最近ではサーキュラーエコノミーというところがございます。こういった側面からもこの事業は両面大事だということで、我々も非常に注力している次第です。また、芹澤委員がおっしゃられた「実用化の壁」というご指摘というのも、我々も本当に感じている点で、この事業は研究開発ものではございますが、やはり NEDO とも思いを同じくして、社会実装が本当のゴールであるという面から考えれば、今日は中間評価として一定の成果が出ていることを皆様に見ていただいたものの、まだまだ乗り越えるべき壁、取り組むべき課題というのは多々あるものと考えます。その中には、今日ご指摘いただいた我々の政策的な取組の部分というのもありますし、社会実装というのは、民間だけでできていくものではありません。しかしながら、今この瞬間どのような打ち手があるのかといったところでは、我々も正解にたどり着けてはいないところでもあるのですが、いずれにしても、世の中にしっかり出していくということとミッションを同じゴールに定めながら取り組んでまいる所存です。少し長くなってしまいましたが、本当にこれを成功に導くために、引き続き皆様からのご指導をお願いできればと思っております。最後になりますが、NEDO 推進部の皆様、事業者の皆様、本当に今日のご準備をありがとうございました。また、長時間のご議論をいただきました委員の皆様も、改めましてありがとうございました。引き続きどうぞよろしく申し上げます。

【小野分科会長】 ありがとうございました。それでは、以上で議題 8 を終了といたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料1 研究評価委員会分科会の設置について

資料2 研究評価委員会分科会の公開について

資料3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて

資料4-1 NEDOにおける研究評価について

資料4-2 評価項目・評価基準

資料4-3 評点法の実施について

資料4-4 評価コメント及び評点票

資料4-5 評価報告書の構成について

資料5 プロジェクトの概要説明資料（公開）

資料6 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）

資料7 事業原簿（公開）

資料8 評価スケジュール

番号なし 質問票（公開 及び 非公開）

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

公開可

研究評価委員会
「アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業」（中間評価）分科会

質問・回答票（公開）

資料番号・ご質問箇所	質問	委員名	回答（案）	公開可/非公開
資料5 p.18	実用化時の量的目標が示されているが、普及材と高力合金を置換する高性能材の比率などの用途はあるか？	戸田委員	普及材と、高力合金を置換する高性能材の比率等に関する用途は、現時点で設けておりません。	公開可
資料5 p.18	固相分別のみとか、電磁攪拌のみとか、本開発のメインとなる双ロール鋳造を含まない成果活用に関しては、アウトカムの見積もりに含まれているのか？	戸田委員	アルミニウムスクラップから展伸材に至るまでのルートから外れるものに関しては、アウトカムの見積もりに含んでおりません。	公開可
資料5 p.20	実用化時の展伸材価格の仮定が示されているが、普及材と高力合金を置換する高性能材とで価格の想定はあるか？	戸田委員	普及材と、高力合金を置換する高性能材の価格は、それぞれ代替する材料と競争力を持てる価格を想定しています。	公開可
資料5. P19波及効果の前提 事業原簿4-69で言及されているシナリオ	新地金のダウングレードリサイクルから再生地金のアップグレードリサイクルへの転換に伴うGHG排出量削減というメインのアウトカムに加えて、再生展伸材による自動車の軽量化がもたらす波及効果（燃費改善によるGHG排出削減）は、本事業の社会的インパクトを評価するうえで重要な要素と考えます。波及効果として2040年、2050年時点での走行時CO ₂ 削減が推計されていますが、この前提（資料P42の「今後のシナリオ」）を教えてください。具体的には、①想定される車種構成（BEV、HV等の比率）、②再生展伸材の適用範囲（ボディ外装を含む利用可能な最大量か、何らかの線引きを行っているか）の想定をご教示ください。	竹ヶ原委員	ご質問①HV車について、アルミ展伸材適用のCO ₂ 削減量を計算しております。 ご質問②再生展伸材の適用範囲はボディ外装を含む利用可能最大量としております。	公開可
資料5 p59、事業原簿4-72	標準化戦略として、再生展伸材を新規合金種に登録することを目指すかとありますが、登録に向けてラボスケールから小ロット試作等へとステップアップしていく過程で想定されるボトルネックがあればご教示ください。	竹ヶ原委員	設備額が大きくなることで、各社の投資が可能かどうかは課題です。また本PJを通じて需要をある程度明確にできれば投資のリスクが減り、スムーズにステップアップできると思います。	公開可
資料7 1-9 1.3 知的財産・標準化戦略	アルミリサイクルを支えている中小二次合金メーカーに対する実施権のロイヤリティについて、どのようにお考えですか？（資料5P12「国内アルミニウム関連事業者には特許の実施を許諾」の内容についてもご教示ください）	橋本委員	NEDOとしては、アルミ再生展伸材の普及を促すため、国内アルミ関連事業者に対し、適切な特許のライセンスを進めて頂きたいと考えています。	公開可
資料6.3 P31 図	濃度のカラスケールが無いと一般の方にはわかりづらいと思うので、カラスケールの追記をお願いします。	橋本委員	当日の投影資料に追記対応します。	公開可
資料5 P.11 アウトカム達成までの道筋	CO ₂ 抑制968万トン・CO ₂ とありますが、LCA的にCO ₂ 排出量は考慮されていますか。また、考慮されている場合には電力源の比率（火力、水力、原子力等の比率）はどうなっているかを教えてください。	東委員	新地金生産に係る「アウトカム達成までの道筋」におけるCO ₂ 排出削減量については、新地金生産時のCO ₂ 排出量から再生地金生産時のCO ₂ 排出量を引いた値に、再生展伸材の導入量をかけて算出しており、電力源の比率は変わらない前提で、算出しております。	公開可
結果全般	実験結果はN数を明記し、バラツキを明確にした標記（グラフにエラーバーを付ける等）を望みます（一部には表記があります）。	東委員	ご指摘頂き、ありがとうございます。今後の資料作成の参考とさせていただきます。	公開可
全般	資料中の仮定や予測の値についてはその根拠とした情報源（参照論文や情報サイト等）を明示した方が良く考えます。	東委員	ご指摘頂き、ありがとうございます。今後の資料作成に反映するように致します。	公開可