

研究評価委員会
「革新的新構造材料等研究開発」(終了時評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2023 年 4 月 21 日 (金) 9 : 30~16 : 50

場 所 : NEDO 川崎本部 1901 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	松田 健二	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	奥田 章順	株式会社航想研 代表取締役社長
委員	大窪 和也	同志社大学 工学部 機械理工学科 教授
委員	小笠原 俊夫	東京農工大学 工学研究院 先端機械システム部門 教授
委員	清水 孝太郎	三菱UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 持続可能社会部長/ 首席主任研究員
委員	福岡 俊康	三菱重工業株式会社 民間機セグメント 複合材構造開発グループ グループ長
委員	柳本 潤	東京大学 大学院工学系研究科 機械工学専攻 教授

<推進部署>

林 成和	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 部長
佐々木 訓	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 統括主幹
小川 貴弘(PM)	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査
小野塚 偉師	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査
廣井 政行	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員
笹木 隆弘	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員
佐久間 渉	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 職員

<実施者>

岸 輝雄(PL)	新構造材料技術研究組合 (ISMA) 理事長
影山 裕史(SPL)	金沢工業大学 大学院工学研究科 高信頼ものづくり専攻 教授
秋宗 淑雄	ISMA 技術企画部、プロジェクトマネージャー室 部長、研究統括代行
深堀 貢	マツダ株式会社 技術研究所 先端材料研究部門 主幹研究員
高見 明秀	マツダ株式会社 技術研究所 技監
武部 佳樹	東レ株式会社 複合材料研究所 主任研究員
上坂 聡	株式会社タカギセイコー 先端技術開発センター 複合材製品開発 G グループ長
村上 俊夫	株式会社神戸製鋼所 技術開発本部 材料研究所 材質制御研究室 室長
箕田 正	株式会社UACJ R&D センター 第一研究部長
藤井 英俊	大阪大学 接合科学研究所 教授

<オブザーバー>

土屋 哲男	経済産業省産業技術環境局 研究開発課 研究開発企画調査官
-------	------------------------------

三村 憲一 併) 先端テクノロジー戦略室企画調整官
経済産業省産業技術環境局 研究開発課 産業技術プロジェクト推進室
研究開発専門職 (材料担当)

<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
木村 秀樹 NEDO 評価部 専門調査員
中島 史夫 NEDO 評価部 専門調査員

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・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - 5.2 目標及び達成状況
 - 5.3 マネジメント
 - 5.4 目標及び達成状況（詳細）
9年間 プロジェクトの概要
 - 5.5 質疑
6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 実用化に向けた取り組み（展示会動画で説明あり） /ISMA
 - 6.2 マルチマテリアル部材（ドア）の試作 /マツダ
 - 6.3 超軽量CFRTP/CFRP ハイブリッド部材の開発 /東レ
 - 6.4 革新鋼板を用いたAピラー4部品 ASSY /神戸製鋼所
 - 6.5 革新アルミニウム合金を用いたフロントサイドメンバーおよびサイドシルインナー /UACJ
 - 6.6 接合技術拠点の構築 /大阪大学
7. 全体を通しての質疑
8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他
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）

【松田分科会長】 富山大学の松田です。今回、分科会長を仰せつかりました。非常に壮大なプロジェクトの最終評価であるということで、皆様のご発表及び成果について大変期待を持ちながら臨ませていただく次第です。本日はどうぞよろしく願いいたします。

【奥田分科会長代理】 株式会社航想研の奥田です。私はもともと三菱総合研究所にいました。主に航空機関係ではあったものの、自動車とも関連していたため、本日はいろいろと伺えることを楽しみにしております。どうぞよろしく願いいたします。

【大窪委員】 同志社大学の大窪です。材料力学と複合材料の力学を専門にしております。今日は、成果を拝

聴させていただきたく思います。よろしくお願いいたします。

【小笠原委員】 東京農工大学の小笠原です。このプロジェクトは、非常にすばらしい成果が出されているものと思っており、大変楽しみにしております。本日はよろしくお願いいたします。

【清水委員】 三菱UFJ リサーチ&コンサルティングの清水です。ただいま海外におりますため、本日はオンラインで出席する形となりましたことをご容赦いただきたく存じます。事前に資料を拝見し、大変すばらしい成果が出されている事業であるという印象を持っております。私の専門としては、主に材料技術と資源等の社会的な位置づけ、価値、市場動向といった分野になりますので、そういった観点より、本日の議題においていろいろと意見を申し上げたく思っております。どうぞよろしくお願いいたします。

【福岡委員】 三菱重工 民間機セグメントの福岡です。私自身は、航空機構造の強度評価や、実験・試験、認証を専門としており、現在は複合材を適用して将来航空機の軽量化を目指す部門におります。今日のテーマは非常に私が目指しているものと似ておりますし、事前に資料を拝見いたしまして、素晴らしい成果が出されていると感じますので、大変楽しみにしております。よろしくお願いいたします。

【中島専門調査員】 以上、今分科会の評価委員の皆様は、ただいまご挨拶をいただいた6名の先生方に加えまして、午後からは東京大学の柳本先生にもご参加いただき、計7名となっております。

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、本分科会においては、議題の全てを公開とすることとした。

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・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

5.2 目標及び達成状況

5.3 マネジメント

5.4 目標及び達成状況（詳細）

9年間 プロジェクトの概要

実施者であるPL及USPLによる挨拶の後、推進部署より資料5に基づき説明が行われた。

その後、実施者より上記の説明が行われた上で、それらに対し下記のとおり質疑応答が行われた。

5.5 質疑

【松田分科会長】 ご説明ありがとうございました。

ただいまの説明に対して、何かご意見、ご質問等がございましたら、お受けいたしますが、技術の詳細については、次の議題6での取り扱いとなるため、ここでは主に意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋、目標及び達成状況、マネジメントについての議論となりますので、よろしくお願いいたします。

福岡委員、どうぞ。

【福岡委員】 三菱重工の福岡です。ご説明ありがとうございました。非常に広範囲にわたって成果を出されていると思うのですが、目標設定についてお伺いいたします。50%の重量軽減を目指す際に、個々の材料に対してや、個々の技術に対して重量軽減の目標値を配分されたのではないかと思います。例えば、鉄鋼ですとどれぐらいの強度が必要となる、アルミですとどのぐらいの強度を向上させるというよう

な具体的な目標が定められていると思いますが、どのようにして各技術分野に目標を配分されたのでしょうか。

また、もう1点として、「研究期間中に目標の見直しを行った」という説明があったかと理解しております。その点について、具体的にどのように目標を見直しされたのかを、差し支えない範囲で教えていただけたら幸いです。以上2点について、よろしく申し上げます。

【ISMA_秋宗】 ISMAの秋宗よりご説明いたします。先ほどの目標値の決め方についてですが、特に自動車の車体が決まっていない、つまり衝突したときにどのぐらいの強度が必要かというのが明示されていないという状態からのスタートとなったのですけれども、「バナナカーブ」と呼ばれているストレスストレーンカーブの右側のところで、今までにない特性値をまずは求めることを1期の目標としていました。2期において、その数字でよかったか悪かったかというところを、先ほどのAピラー、Bピラーの衝突耐性のところになりますが、ある自動車の構造で衝突をさせたときのシミュレーション結果等から、その数値はほぼ正しかったのだろうという後づけでの検証にはなりましたが、確認はできたものと考えております。また、多分できているとは思いますが、数字的にまだばらつきが生じる素材が幾つかあるため、それについては、テストピースサイズのように短ければできるものの、実物大、例えば鉄道車両用になると、25mの一環押出しをしなくてはならず、そこについては、まだこの中ではできていないところとなります。

また、2つ目の質問の目標の見直しにつきましては、各テーマによって少し違うのですが、チタンについてはプロセスでの簡略化やプロセスで低コスト化を目標にしていたので、そこは特性ではなく、そういうプロセスで20%ぐらいなどのある程度の想定値を設けて、そこが達成できたところで終了というような形にしているものがございます。それからCFのところですが、非常に競争領域になる部分がございます。そして期間が10年間ありましたので、海外メーカーから「こういう炭素繊維が使える」とか、そういった売り込み等も各社にはございますので、それらを踏まえてプロジェクトを終了するなど、ある目標値を達成したところで終了という形を取りながら、テーマ及び目標値に対する変更などを実施しているところです。

【福岡委員】 分かりました。ありがとうございました。

【松田分科会長】 それでは、小笠原委員、お願いします。

【小笠原委員】 ご説明ありがとうございました。大変すばらしい成果が出ており、非常に興味深くお聞きしておりました。私からは、今後の拠点について質問をさせていただきます。1つ目は、資料63ページ、64ページのところですが、この拠点に関して、事前にこういったものをつくられて、今後運営しながら社会実装につなげていくというのは非常にすばらしいことだと思いました。この拠点について、今考えられている運営期間というのをどのぐらいの期間として想定されているのかを伺います。

2つ目は、拠点を運営するというのはそれなりに予算がかかるものと思いますが、その拠点の書き方として「実施機関」となっており、そういたしますと、今ある拠点の設備であるとか、研究者であるとか、大学の場合はスペース等であるとか、そういったところを維持していかなければいけないと思うのですが、そういった運営の予算措置というのは考えられているのでしょうか。また、その予算措置というのは各個別の機関がやられるのか、それとも、ある程度まとまったプロジェクトという形で予算の申請を行っていかれるのか。以上2点について、よろしく願いいたします。

【NEDO 材料・ナノテクノロジー部_小川 PM】 まず拠点機関についてですが、基本的には、特に期間は設けておりません。最初から世界的な拠点の構築を目指すということですので、基本的には「未来永劫」とは言いませんが、しっかりとマルチマテリアル構造部材の拠点として、日本に誇る拠点をずっと続けていってほしいという形で検討してきておりました。また、NEDOとしても「NEDO 特別講座」というものを10月から開校予定であります。それについては、約3年半ということで今予定しております。そ

の期間についてはNEDOからの予算が出ますので、講座及び周辺研究という形でサポートをしていくというのが一つございます。

また、2つ目の予算措置については、特にまとまったところでの検討は現状ないのですが、先ほど申したように、まずNEDO講座においてフォローをさせていただくのが一つとなります。それから、やはり拠点を継続していくためには、予算、運営費が非常に重要であり、ここが拠点を検討していく上でのポイントとなっております。では第一に、どのように予算を確保し運営をしていくのかといったものを課題に上げ、各WG（ワーキング・グループ）で取り組んできたところです。また、ISMAの各分野においては、拠点構築といった話の前からコンソーシアムを形成している拠点がございました。ですので、そこを参考にさせていただきながら、それを基にWGの中でコンソーシアムをどういう形で形成していたのか等をご説明いただきまして、コンソーシアムを構成していない拠点の参考とし、どういう形で予算を取っていければ運営していけるのかというのを踏まえながら、検討しております。

【小笠原委員】 そういたしますと、今後としましては、ある種、各拠点の自主努力的な運営という形が基本となっていくのでしょうか。

【NEDO材料・ナノテクノロジー部_小川PM】 基本的には、そのようになります。

【小笠原委員】 分かりました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、大窪委員、お願いします。

【大窪委員】 同志社大学の関係です。小笠原先生のご質問とも関連いたしますが、資料62ページのところで伺います。今の人材育成に関する話として、大学と企業の中での人材育成については、どのようなイメージをお持ちなのでしょうか。先ほどのご回答を伺いますと、各拠点でという話ではありましたが、全体として育成の方法をどのような形でされるのか。例え話として、NEDO様のほうで何かグレードと申しますか、「英検1級」のように「何とか1級」といったような証明であるとか、能力検定を行われていくようなイメージは持っておられるのでしょうか。あるいは、何らかの賞といったものも含めたところでの考えをお持ちであるかどうか伺いたく思います。

この観点を伺う背景としましては、私は大学が勤務機関でありますので、エンジンが好きという学生はいるものの、なかなか構造が好きという学生はいないといった認識であり、そういった部分での人材育成をどのようにイメージされているのか、ぜひNEDO様のご見解を伺いたく質問をさせていただき次第です。

【NEDO材料・ナノテクノロジー部_小川PM】 ありがとうございます。まずNEDOのほうで、そういった能力検定といったところまではまだ考えてございません。いろいろお話を聞きますと、材料に関わる研究をされている学生さんが非常に少なくなっていることは耳にしております。特に日本人が少なくなると外国の方が非常に多くなっているということでもありますので、まずマルチマテリアルに触れていただくということが重要ではないかと思っております。そういうところで、各分野に拠点を設けさせていただき、人材育成もお願いするという意味で、各拠点の講座の内容を検討させていただいております。そういった意味で、初心者向けであるとか、各企業のプロフェッショナル向けということで2つの講座を設けて人材育成を図るということを考えております。まず初心者向けのほうであれば、特に学生さんに来ていただきまして、どういうマルチマテリアル構造部材の評価ができるのかであるとか、そういう本当に入門編といったところから実際に材料開発に興味を持っていただきたい。そして、さらにそういう研究開発がその拠点でできるのだということ、産総研に来ることで、例えば企業の研究等に関わっていただき、「企業はこのようすばらしい研究をしているのか」というように興味を持っていただけたらと。それぞれ講座に来ていただいた学生さんが、引き続きその企業に入っても材料研究の開発に携わっていただけるのではないかとこの構想を念頭に置いて、拠点づくりというものを検討してまいりました。

【大窪委員】 分かりました。ありがとうございました。

【松田分科会長】 それでは、清水委員、お願いします。

【清水委員】 清水です。事前質問に対しまして、ご回答いただきありがとうございました。その上で、接合技術の開発目標についてお伺いいたします。私も自動車メーカー様や材料メーカー様との関係性は理解をしており、一般的には接合部で破断、界面破断をするよりは母材破断が望ましいというのは承知していますが、目下、環境に配慮した設計、サーキュラーデザインというものも含め、今、欧州などで盛んに議論をされているところであり、やはりリサイクルのしやすい、単体分離がしやすい設計というのが大変重視をされているという認識でございます。一方で、安全性の確保というのが非常に重要な観点であるというのも大変承知しておりますが、その一方で、従来のように、いつまでも母材破断が望ましいという自動車材料メーカー様の役割分担、責任の仕分け、また設計目標というのは、どこかでいずれ限界が来てしまうのではないかと思います。今回は、過去の10年前の目標というのが大前提となると思いますから、現段階ではやむを得なかったとは思いますが、今後、将来的な適用可能性等を考えていくと、単体分離のしやすさといったところなども視野に入れた接合技術が求められてくるのではないのでしょうか。ですので、そういった今後の展開の在り方についてのご見解を伺えれば幸いです。

【金沢工業大学_影山 SPL】 ありがとうございます。大変よいご質問であると同時に、非常に難しくもあるところでございます。

【清水委員】 すみません。現状のところでの課題ではないかとも思うのですが、少し将来のことを考えますと、大変すばらしい成果であると感じておりますので、そういう海外動向によって使えなくなってしまうのなら大変残念だという思いからこのような質問をさせていただいた次第です。

【金沢工業大学_影山 SPL】 ありがとうございます。自動材料というのは結構たくさんありまして、内装材料や外装材料であるとか、あるいは、こういった構造材料であるとかいろいろとあるわけですが、リサイクルという観点としては、清水委員のおっしゃられるように、分けられるような設計をするというのは極めて重要であると考えます。ただ、反面、信頼性の面であるとか、リサイクルのための分離エネルギーを考えると、LCA的な観点からの評価が必要となり、かなり難しい問題になるのではと考えております。現在、実際に車のリサイクルはどのように行われているのかということ、エンジンなどといったユニットなど、後から付加価値がつくような部品については、取り外しております。そして付加価値がつかないようなものと言ってしまう言葉が正しくないかもしれませんが、そのようなものについてはシュレッダーによって、完全ではありませんがエネルギーやコストをそれほどかけずに、各素材に分離し易くしているわけです。ただ最後にシュレッダーにダストが残ってしまうので、そのダストをどのように処理するかということが結構難しい問題になってしまうわけです。そういった現実的な問題もございます。ISMAでは、構造材料に取り組んでいるわけですが、構造材料は大きく二つに分けられます。一つは水素タンクのようなユニットになります。ユニットは比較的分離が容易で車両から取り外してリサイクルが可能なのですが、車体になりますと多くの素材がしっかり組み合ったマルチマテリアルになりますので、分離に多くのエネルギーが必要になり、LCA的に分離エネルギーを小さくできるような接合構造を考えるか、もしくは、私が前々から提案させていただいているような燃やせる接合構造にできないかなどを考えていく必要が出てきます。燃やすというのは分離することになりますし、燃やせるような接合材料を開発することになるわけです。今後の実用化を考えますと、まだまだ、現実的な面でいろいろと考えなければなりません。また、自動車材料のリサイクルについては、構造材以外の内外装材料など別の分野でもいろいろとやられていますので、そちらも横目で見つつ、車両全体としての構造材料のリサイクルを考えていく必要があります。また構造材料もそうですがリサイクルは大きく分けて二つあると思います。一つは成形工程内で発生する端材のリサイク

ルです。この端材は結構多く出てきますがほぼ新品で単一素材ですので、確実にリサイクルできるはずで、それともう一つは、最後まで残った廃棄材のリサイクルです。廃棄材は劣化もしていますし、多くの素材が絡み合っています。先ほどお話しましたように分離しやすいであるとか、あるいは燃やせるような材料を使うであるとか、いろいろな形で議論をしている最中です。この構造材料だけでなく、内外装材料なども検討が行われているところだと思いますので、それらと関連しながらいろいろと考え、行動していく必要があるものと理解しております。ご回答になっておりましたら幸いです。

【清水委員】 大変難しい事情であるというのは、私も少し自動車リサイクルの現場でやっておりましたので承知しております。願わくは、今のようなお考えの方法などを、ぜひ日本国内にとどまらずといえますか、国際標準化という部分が今後の少し課題ではないかと感じております。やはり今のような設計の在り方、こういう接合の技術が是であるということが広まるようなルールづくりも含めてやられていくとよいのではないかと思います。どうもありがとうございました。

【金沢工業大学_影山 SPL】 ありがとうございます。国際協調というのは極めて重要だと思っており、絶対にやっていかなくてはいけない部分であると考えております。反面、これは国際競争になるかもしれませんが、日本ならではのやり方というののもあってもよいのではないかといいたいと思います。そういうところもいろいろと頭を使い、整理しながら見えるようにしていかなければいけないのではないかと感じております。例えば、サプライチェーンを日本から見た場合、現在は成り立つけれども、継続的に成立するかどうかが見えない場合があります。今の世の中の情勢を見ている限りは不安要素だらけと言えるのではないのでしょうか。先行して議論できれば、日本ならではの現実的なリサイクル、廃棄処理、接合方式などが考えられ、さらには新しいサプライチェーンが生まれてきそうな気もしております。そういった危機意識も持って、今のように様々な観点から議論を続けていければよいのではないかと考えている次第です。

【清水委員】 ありがとうございます。

【松田分科会長】 今の議論に関して、大阪大学の藤井先生からもコメントをいただけるようですので、よろしくお願いたします。

【大阪大学_藤井】 ありがとうございます。阪大接合研の藤井です。溶接・接合の観点から少しコメントをさせていただきます。発想を少し変えますと、実は溶接・接合というのは、もう長年、接合時に割れないようにするという発想がございまして、いかに割らずに接合をするかというのが長年の課題でありました。ですので、逆に言うと、加熱して冷却すると割れやすい材料というものには山ほどあるわけであり、そちらのほうがむしろ多いのです。そういった難しい材料を、ハイテン材料になるなどすると接合が難しくなるわけですが、そういったものをいかに接合するかということを考えてやってきましたので、分離をしたいということであれば、従来の溶接法を使うと意外と簡単にできます。一方で、この ISMA の 10 年間で高度な接合技術も開発してきており、今まで接合が不可能であったような材料も接合ができるようになっていきます。すなわち、今まで割れていたような材料も接合が可能になっています。そういったことを考えますと、この開発した新技術で接合できる、そういった難しい材料を高度な接合技術で接合するようにすると、従来の溶接技術で逆に分離解体に利用するということも可能になると理解しております。ですので、素材の開発、あるいは接合技術の高度化をトータルに考えると、分離解体、接合分離を総合的に考えて物事を進めるという方法もないことはないと思います。これは、また再び国が一体となって、あるいは世界が一体となってやらなくてはならない大きな構想となりますが、原理的にはそういったことは可能だと思います。回答になっておりましたら幸いです。

【清水委員】 今のようなお考えは大変すばらしく思います。ご説明いただきまして、どうもありがとうございました。

【大阪大学_藤井】 ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、奥田分科会長代理、お願いします。

【奥田分科会長代理】 航想研の奥田です。丁寧なご説明をしていただきまして、ありがとうございました。

お話を伺い、材料開発からマルチマテリアル化、それから成果を活用する拠点をつくるというの、すばらしいゴールであると思った次第です。その上で少しお伺いしたいのが、いろいろとデータも蓄積されており、それを拠点でいろいろと、いろいろな方々と結びつけてやっていくということですが、今回、構造部位、構造関係のお話だと思いますけれども、例えば航空機で言えば、構造関係というのは一番利益率が低いところとなりまして、これを今、欧米は変えようとしております。どのように変えようとしているかと申しますと、単純な構造部位だけでなく、航空機で言えばキャビンに関するところになります。先ほどキャビンの部位といった話がありましたが、そういうものを含めて全て製造を低コスト化ができないだろうかといったプロジェクトがヨーロッパ等で進められている状況です。そういったことを考えると、この拠点のところで何か、自動車であるとか、航空機でもよいのですが、構造事業の将来に関して、この拠点から発信されていかれると非常によいのではないかと思うとともに、いろいろと持ち込まれてくるものに対して対応するというのが非常に重要な機能だと考えます。最初のお話にもあったように、この10年でかなり自動車の環境も変わりました。そして、多分この次の10年で、自動車もそうですが航空機も結構変わると思います。そうすると、構造の研究をするというときに、例えば水素を利用するのであれば、その水素の構造関係をどう取り組んでいくのか、組み込んでいくのかと。あるいは、バッテリーを使うのであれば、これは既に試験なども行われているのですが、その構造部位でキャビンの人たちを、バッテリーの熱暴走が起きたときにどのように守るのかといったように新しいテーマがいろいろと出てくると思うのです。そういうものをこの拠点で、コンサル的な機能も含めて発信されていくと、いろいろな方々に関心を持っていただけるのではないかという印象を受けました。また、航空の立場からすると、こういう拠点が航空においてもあったのなら非常によいのではないかという思いを持つところでもありますので、そういった将来に向けての提案という観点で、この拠点の機能というのをどのように考えておられるのか教えてください。

【NEDO 材料・ナノテクノロジー部_小川 PM】 ありがとうございます。最初としましては、本当に拠点を構築し始めたところとして、まずは予算確保等から行ってきたのですが、最終的なステップ3では新しい国プロであるとか、国際連携等もぜひやっていきたいといったところを考えております。ですので、マルチマテリアル連携研究ハブが中心となりながら、国際的なシンポジウムの開催であるとか、そういったところも含めて今後できたらということで検討をしております。今、マルチマテリアル連携研究ハブというのを産総研・中部センターのほうに設置させていただいておりますが、産総研自体として、なかなかホームページを活用するなどといった外に対するアピールが非常に苦手というところもステップ1の段階ではございました。しかしながら、そういったところについても、まずしっかりとホームページを構築するといったところからやってみようというように、本当に初期の段階ではそういったところから検討を進めてきた次第です。ぜひそういったところを含め、今後拠点を発展させていきたいと思っております。

【奥田分科会長代理】 ぜひ、いろいろな人たちを巻き込む仕組みというのをつくっていただけるとよいのではないのでしょうか。

【NEDO 材料・ナノテクノロジー部_小川 PM】 ありがとうございます。

【ISMA_秋宗】 よいご指摘を賜りまして、ありがとうございました。ぜひNEDOと拠点で今のような、少しポジティブな考えを取り入れたものに発展できればと願っております。

【金沢工業大学_影山 SPL】 私のほうからも少しコメントをさせていただきます。構造材料の設計になりますと、2つの考え方があると思います。一つは、インテグレートみたいな恰好で一体化し、強度や軽量化を狙う考え方です。個人的には私はこの考え方です。もう一つは、分解しやすい構造にしようとする

考え方です。今後もディスカッションしながら検討を進めていかなければならない案件という気がしております。例えば、テスラはバッテリーも構造材の一つとして考え、バッテリーを一体鋳造したシンプルな車体成形方式をとっています。ただ、反面、事故時などの補修という面ではかなり苦勞しているのも事実のようです。そういったところも含めて考えていく必要があります。拠点間でいろいろと話し合っていく、そういった姿も目指して考えている次第です。

【松田分科会長】 どうもありがとうございました。

ほかにもご意見等がまだあるかと思いますが、予定の時間がまいりましたので、議題5に対する質疑応答は以上とし、次の議題に移ります。

6. プロジェクトの詳細説明

6.1 実用化に向けた取組（展示会動画で説明あり）/ISMA

実施者より説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【松田分科会長】 ご説明ありがとうございました。

ただいまの説明に対して、何かご意見、ご質問等がございましたら、お受けいたします。委員の皆様、いかがでしょうか。

それでは、松田より少し伺います。冒頭の展示に関して、参加者における割合につきまして、どのような方がご参加されたかをお示しいただきましたが、こちらの広報といえますか、事前の皆様へのアナウンスといったところでは、大体想定どおりの皆様に足を運んでいただけたという感触でしょうか。それとも、割と想定していなかった業種の方が参加されたということもあるのでしょうか。そういった参加者に関するところでは、どのような解析をされているか教えてください。

【ISMA_秋宗】 全体としては、想定していた方々であったという印象でありました。車の軽量化展だけにかかわらず、自動車技術会の展示等にも来られる方々であったかと思っております。やはり、その中で軽量化材を中心にまずは見に来られたというところでは、鉄鋼会社の方においては若干ご不満だったのではないかというコメントも、その場で直接少しいただいたところもありました。

【松田分科会長】 分かりました。ありがとうございます。ほかに、委員の皆様からは何かございますか。

それでは、もう一つ今のところと関連した質問をさせていただきますが、アンケート等でのご説明の部分で、いわゆる接合のところや炭素繊維に対して大変注目が集まっていたという印象です。そういったところについても、想定内というお考えでしょうか。

【ISMA_秋宗】 我々としては、組合に参加をしていただいた企業様の技術を公平にご紹介するというのを一つメインに置いていた次第です。その上で、最終的に出された内容として、割とそういう分野で区切っていきますと接合が多かったような気がしており、そこは少し予想外でもありました。あと CFR について、もう大分世の中に知れ渡っているものと思っただけなのですが、意外と皆様まだといえますか、実用化になっている例が非常に少ないといったところもありますので、これから使っていこうという会社様がやはり多いような印象を持ったところになります。

【松田分科会長】 分かりました。ありがとうございます。委員の皆様、ほかにご質問はございますか。

よろしいでしょうか。それでは、特に質問等がないようですので、議題6.1に対する質疑応答はここまでとし、次の内容に移ります。

6.2 マルチマテリアル部材（ドア）の試作/マツダ

実施者より説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【松田分科会長】 ご説明ありがとうございました。

ただいまの説明に対して、何かご意見、ご質問等がございましたら、お受けいたします。

小笠原委員、どうぞ。

【小笠原委員】 ご説明ありがとうございました。非常に興味深く聞かせていただき、技術成果もすばらしく思いました。単純な質問になりますが、今回アルミとCFRPの点接合は、摩擦点接合を使用されていますが、その後でガルバニック腐食の評価をしておられるかと思えます。そちらのほうは、少し違う接合構成だったように思うのですが、実際の摩擦攪拌接合の場合にもガルバニック腐食については、あまり気にしなくても大丈夫だという理解でよろしいでしょうか。

【マツダ株式会社_深堀】 ご回答いたします。基本的に材料の電気的な特性に基づいてガルバニック腐食が発生しますので、水が介在するような環境に使用するとどうしても腐食が発生します。ですので、今回ガルバニック腐食のスライドでご説明しました絵は、リベットで描いているのですけれども、実際に各種接合技術について、こういったもので接合した場合でも、シーラーを塗布して水の侵入を防ぐという構造が必要になってくると考えております。シーラーの仕様設定に、こういった解析技術を開発し、そういった構造で対応していこうと思っております。

【小笠原委員】 よく理解できました。きちんとシーラーをシールして、しっかりとそれを予測できる技術を確立されたため、組み合わせることで技術的には問題がないということですね。

【マツダ株式会社_深堀】 そのとおりでございます。

【小笠原委員】 よく分かりました。もう一つだけ伺いますが、実用化に向けた今後の課題としてはどういったものを想定されているのでしょうか。

【マツダ株式会社_深堀】 接合技術としては、やはり量産化をすとなるとロボスタ性と品質の保証技術といった部分がまず一番に必要になってくると考えています。また、午前中の話題にもありましたが、材料のリサイクルといった観点も考慮して接合技術を開発する必要があるのではないかと考えております。そして、接合技術と同時に、部材の設計技術といったものも併せて実用化へと展開していきたいと思っている次第です。

【小笠原委員】 ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、福岡委員、お願いします。

【福岡委員】 三菱重工の福岡です。今の議論の中で一部回答されていた点もございますが、念のため確認をさせていただきます。この攪拌接合をした後の品質保証、検査はどのような手法で行われる予定でしょうか。

【マツダ株式会社_深堀】 例えばこういう継手に関しては、外観上を見ても分かりませんので、まずは非破壊の検査技術を使いまして、強度との相関を取りながら、そういった量産に適用できるようなものを開発していこうと考えております。

【福岡委員】 ありがとうございます。非破壊検査のうち、例えば超音波検査とかX線検査などの具体的検査方法を伺ってもよろしいでしょうか。

【マツダ株式会社_深堀】 このプロジェクトの中でも、超音波であるとかサーモビュアであるといったものでいろいろな評価をしており、一長一短あるというのを確認できていますので、いろいろと試しながら量産に使えるものを絞り込んでいきたいと考えている次第です。

【福岡委員】 分かりました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、大窪委員、お願いします。

【大窪委員】 同志社大学の大窪です。少し確認をさせていただきます。このような接合方法をされますと、特に

接着剤を利用した場合に熱残留応力を生むような予想をするのですが、そのような影響というのは特にないのでしょうか。

【マツダ株式会社_深堀】 残留応力というのは、接着剤を硬化させた後という認識で合っているのでしょうか。

【大窪委員】 接着剤を硬化させた後の接合ということではないのですか。

【マツダ株式会社_深堀】 点接合した後に硬化をさせる形となっております。

【大窪委員】 点接合をされた後の硬化になるのですね。失礼いたしました。少し誤解をしておりましたが、今のご説明で理解いたしました。

【松田分科会長】 ほかに、ご質問はございますか。

それでは、松田より 1 点だけ伺います。摩擦攪拌での点接合の場合、接合した後の外観と伺いますか、現状お見せいただいたものであれば、少し中央にくぼみがあるような状況ですが、あれは使われる部位が隠れてしまうといったようなことで、その後何か加工をして取り払うであるとか、そういったことは特に行う必要はないという理解で正しいのでしょうか。

【マツダ株式会社_深堀】 どうしても見える部位と見えない部位というものが、外観に対しての要求が違ってまいりますので、例えばこういう複動式で表面を平滑にするであるとか、そういったものも実用化をしていく上では考える必要があると思っております。

【松田分科会長】 分かりました。ありがとうございます。委員の皆様、ほかにご質問はございますか。

よろしいでしょうか。それでは、特に質問等がないということですので、議題 6.2 に対する質疑応答はここまでとし、次の内容に移ります。

6.3 超軽量 CFRTP/CFRP ハイブリッド部材の開発/東レ

実施者より説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【松田分科会長】 ご説明ありがとうございました。

ただいまの説明に対して、何かご意見、ご質問等がございましたら、お受けいたします。

大窪委員、どうぞ。

【大窪委員】 同志社大学の事例です。少し確認をさせてください。資料 6 ページにコア層の図がございしますが、これは一例という形で、スキン層ももっと厚い場合もオーケーですし、コア層ももう少し薄くなったり違ったりするといったケースであっても対応できる技術であるという理解で合っているのでしょうか。

【東レ株式会社_武部】 その理解で合っております。

【大窪委員】 今回の事例では、このスキン層は上下対称であると思いますが、特にそれも限定されずに、例えば上だけ厚いであるとか、下だけ薄いといったケースにおいても特に問題はないということでしょうか。

【東レ株式会社_武部】 実際に実証まではしておりませんが、最終成形物等の形状により、そこは設計仕様であるかと考えております。要はカナッペと伺いますか、スキン層だけが例えば 1 mm、コア層が 1 mm といった 2 層の積層となれば、やはりスキン層のほうが剛性は高いということもありますので、少し一部の形状方向に反ってしまう、形状が変わってしまうといったことはあるかと思っております。ただし、それは平板、面板でのお話ですから、例えばそれを製品の形状で緩和することもできると考えますし、そこは案件ごとの設計要素になるかと思っております。

【大窪委員】 設計要素として自由度があるということですね。

【東レ株式会社_武部】 おっしゃるとおりです。

【大窪委員】 アプリといいますか、製品によっては荷重方法が特定されておりますので、上下対称でなくともよいというのか、ないほうが軽量効果の得られるアプリがあろうかと思うのですが、そういうところにも対応できるというお話として確認させていただきました。

また、模式図が同じように資料7ページにありますますが、その中で見ると分かりやすいのですが、発泡には限界がありまして、適切な発泡率の範囲、高さ、この図で言えば断面の高さになりますけれども、そういったものがあるというのが技術のポイントになるのでしょうか。

【東レ株式会社_武部】 おっしゃるとおりでございます。発泡する限界の高さもありますし、最小量というものございまして、その中でいろいろ設計するといったところになります。ただし、これは模式図的に台形を示しておりますが、このように例えば形や厚みが変わるところだとしても発泡力がございまして、隙間なく埋めるといいますか、そういったことができるため、非常に設計の自由度は高いものと考えております。

【大窪委員】 分かりました。この絵でちょうど端といいますか、発泡材がない領域がありますが、ここはどのようにしているのでしょうか。

【東レ株式会社_武部】 こちらは、発泡量が少し小さくなるような形で密度は少し高くなりますが、それは一枚物の材料を使った場合にそのような特徴がありまして、当初からそういうものの形状を少し薄くしたり厚くしたりと変えていくことで、同じ発泡量で製品一体化のものができると考えております。

【大窪委員】 先ほど言われました「アンカー効果」というものも、その端のところでも一応発揮をされているということでしょうか。

【東レ株式会社_武部】 発揮されております。

【大窪委員】 よく分かりました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、奥田分科会長代理、お願いします。

【奥田分科会長代理】 航想研の奥田です。ご説明どうもありがとうございました。少し伺いますが、あまりそういう例はないのかもしれませんが、これは修理とかはどのようにされるのでしょうか。やはり複合材料系というのは、なかなか熱交換のものだったりというのは、傷やリペアというところで大変だったりするのではないかと思います。

【東レ株式会社_武部】 今回のテーマの中ではリペアまでは検討をしていないのが正直なところでございます。そちらは非常に難しい部分ではございますが、例えば航空機などではCFRP 自体を取り外して新しいCFRP を埋めるというようなリペア技術もございまして、それが自動車に直接当てはまるかどうかというところは要検討になるものの、ないという断言はしないでおきたいと思っております。

【奥田分科会長代理】 分かりました。あともう一つ、確か次世代モビリティの軽量化によるところが将来のまとめの部分として書いてありましたが、これというのは何か想定されているものがあるのでしょうか。

【東レ株式会社_武部】 現在は特にございませませんが、ドローンをモビリティと呼ぶかどうかというところはあるのですが、まず比較的にか小さい部品のほうで実績を積んでいく。実装の件数を増やしていくというところで、例えば自動車等については非常に安全性に対する考えが厳しいと思っておりますから、そちらの信頼をどんどん高めていくという意味も含め、そういう次世代モビリティとしております。また、剛性もありながら軽量化もできますので、移動体というものにつきましては、やはり燃費であるといったところ非常に有用なのではないかと考えております。

【奥田分科会長代理】 東レ様は、eVTOL が結構フロントランナー的に走られていると思っておりますので、何かこれもうまく活用できると面白いのではないかと思います。

【東レ株式会社_武部】 ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、清水委員、お願いします。

【清水委員】 ご説明どうもありがとうございました。大変興味深い技術であると思いながらお聞きしておりました。今の奥田先生の話とも少し重複するかもしれませんが、まず1つ目として、例えば少しこすってしまう、少しへこんでしまったという場合に、容易に復元、修理をすることは可能なのでしょうか。また、2つ目として、接合としては、やはりビス止めなどが主体になってくるのか。3つ目として、プレス成型をした場合に、このように少し多層構造しているようなものというのは、なだらかな形状のものは比較的よいかと思うのですが、仮に凹凸が激しい形状でプレスをするような場合においては力学的な弱点というものができてしまう可能性もあるのでしょうか。もしくは、その辺も含めて検証をされているなどといったところも含めまして、以上3点についてお伺いいたします。

【東レ株式会社_武部】 リペアにつきまして、形状修理といったものを実際にお示しできるものがないのですが、現状でも自動車部材の一部には繊維強化のプラスチックが使用されていることもありますから、それに準じた修理方法になるのではないかと考えております。

また、2点目につきましては、弊社CFRP同士の接合をする技術やCFRPと金属の接合というものについては保有しておりますので、そちらを活用することで接合面も問題ないというように考えております。

また、3点目については、形状の成型についてどこまでかというところには限界があるかとは思いますが、今回の形状で言えば、コアの材料のほうは様々な形状に追随いたします。もう一つは、スキンの材料になりますが、そちらは繊維が連続しているものですから、形状復元にはある程度の限界がございます。それを見極めた上で、製品設計をしていくということが重要ではないかと思えます。また、どのような形状までいくとどのような特性面、物性面に悪影響をもたらすのかという部分は、今後の設計課題であるご理解いただけたらと思えます。

【清水委員】 分かりました。2つ目の接合に関しては、従来のCFRPと同等の接合技術が適用可能という理解でよろしいでしょうか。

【東レ株式会社_武部】 おっしゃるとおりでございます。

【清水委員】 分かりました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 ありがとうございます。それでは、松田からも1つ伺います。接合については、先ほどの1つ前のご発表のほうでも確かあったかと思いますが、あれは御社からの供給材となるのでしょうか。アルミ材との何か接合のデータが示されていたかと思うのですが。

【東レ株式会社_武部】 弊社からの供給材というわけではありません。

【松田分科会長】 分かりました。いずれにしろ、強度的には非常によいデータが、基準値よりも高い数字が出ていたように理解しております。ありがとうございました。

それでは、予定の時間がまいりましたので、議題6.3に対する質疑応答はここまでとし、次の議題に移ります。

6.4 革新鋼板を用いたAピラー4部品 ASSY /神戸製鋼所

実施者より説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【松田分科会長】 ご説明ありがとうございました。

ただいまの説明に対して、何かご意見、ご質問等がございましたら、お受けいたします。

柳本委員、どうぞ。

【柳本委員】 東大の柳本です。どうもありがとうございました。加古川の設備を使って実際の量産に近い寸法のものをつくられて評価をされているということは大変すばらしいことだと思いますが、説明でお

っしゃっていたように、若干特性が劣ってくることもあるように見えます。これは大きな問題ではないとは思いますが、熱履歴が理想的な状態でないというようなことが原因となっているのでしょうか。

【株式会社 神戸製鋼所_村上】 今回、実際にトライした回数に限られておりまして、その限られた回数の中で、ラボで設定した温度を実際の設備の中で再現するのは、難しさがあります。そこを調整するとともに、ラボとのバイアスを見込みながらやっていく中で、ベストだったのがこれぐらいの特性であったということがございます。ですので、さらにつくり込んでいったり、実機のプロセスに合わせて少し成分を調整したり、そういったことで最終的な目標を実現する可能性は十分あるものとして考えております。

【柳本委員】 分かりました。ありがとうございます。調整可能な範囲の差であるということですね。それからもう一つ、これを実機化して実際にお客様に提供をするとすると、ばらつきがどの程度出るのかというのが少し気になるかと思えます。Quench & Partioning ですから、急冷してまた昇温するという少し複雑な熱履歴が入っていきますので、通常の鋼板に比べて何かばらつきを抑えるための難しさといったものがもしあるのでしたら、教えていただきたいです。

【株式会社 神戸製鋼所_村上】 そこに関しては、一定のばらつきが生じるのはしょうがないところです。ただ、そこをどのように制御するのかという部分に関しては鉄鋼メーカーとしていろいろなノウハウがございますので、ここでのご回答は差し控えさせていただきたく存じます。

【松田分科会長】 ありがとうございます。ほかに、ご質問ございますか。

清水委員、お願いします。

【清水委員】 簡単に一つだけ伺いたいします。私の理解が追いついていなければ申し訳ありませんが、残留オーステナイトのコントロールをしていくという話と、そして溶接性の話にも触れられていたかと思うのですが、このあたりは従来も同業他社様において似たようなことをなさっていたのではないかと理解しているところであります。今回一番大きく変わってきた部分、新規性というのは、どのあたりになるのかといったところを、もしよければ簡潔に伺えると助かります。

【株式会社 神戸製鋼所_村上】 ご指摘のとおり、残留オーステナイトの制御技術というのは鉄鋼メーカーにおいて、国内、国外ともに非常に精力的に取り組んでいる領域になります。そういう意味で言えば、炭素量を0.4%にしながら、強度、伸び、穴広げ率というバランスを全て満足できるようにその技術を調節したといえますか、ブラッシュアップを行ったということが組織制御の観点において一つ新しいところとなります。また、こういった材料は接合技術としては、今まで「継手強度を担保することができないだろう」と言われていたところを、メカニズムを考えながら継手強度を、JISを少し超えるレベルではありますが、何とかそこまでレベルアップができた部分が新規性であると考えております。

【清水委員】 分かりました。理論的にベストなレシピを設計したということと、それに見合う接合技術を確保できたところが一番新しいという理解で合っているのでしょうか。

【株式会社 神戸製鋼所_村上】 その2つを同時に実現できたということになります。

【清水委員】 分かりました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、小笠原委員、お願いします。

【小笠原委員】 東京農工大学の小笠原です。大変すばらしい成果を上げられていると思います。私の質問は、柳本先生の内容と重なるのですが、先ほど材料のばらつきといったお話がありまして、今回0.4%カーボンでスポット溶接するというところで、その後、テンパー通電という工程が入りますが、そのあたりに関しての工程のロバスト性であるとか、ばらつきといったところはいかがでしょうか。もう十分に実用化ができるかといえますか、こういった自動車会社でも十分に実用化がされるようなロバスト性のあるものとして考えてもよろしいのでしょうか。

【株式会社 神戸製鋼所_村上】 こちらの技術も、かなりレベルとしては、まだ途上であると考えておりま

す。まずはチャンピオンとして特性が出たという状況です。プロセス的なウィンドウとしては、かなり狭く、それを広げるであるとか、あともう一つとして、実用的に今の段階ではまだ厳しいと思っているものとしてタクトタイムが長いという点がございます。この ISMA のプロジェクトの中でも、異材接合で一点当たりの時間というのを設定されているものがございますが、そこには入っているのですけれども、実際の今使われているスポット溶接に比べると非常に長く、それをいかに短い時間で実現できるかといったところを改善しなければ、実用には乗っていかないレベルであると考えております。

【小笠原委員】 そのあたりも、自動車会社と一緒にやるにしても、ある程度のところまでは御社で進められていく形になるという理解でしょうか。

【株式会社 神戸製鋼所_村上】 そこが提案できるレベルまでいかなければ、次には進みにくいのではないかと考えております。

【小笠原委員】 承知いたしました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 ほかに、ご質問ございますか。

よろしいでしょうか。それでは、特に質問等がないようですので、議題 6.4 に対する質疑応答はここまでとし、次の議題に移ります。

6.5 革新アルミニウム合金を用いたフロントサイドメンバー及びサイドシルリンナー/UACJ 実施者より説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【松田分科会長】 ご説明ありがとうございました。

ただいまの説明に対して、何かご意見、ご質問等ございましたら、お受けいたします。

大窪委員、どうぞ。

【大窪委員】 同志社大学の大学です。資料 10 ページに今回の新材料の主に機械的特性が載っているのですが、靱性についてはいかがなんでしょうか。

【(株)UACJ_箕田】 正確に靱性としての測定は行っておりませんが、こちらの表に示すように、伸びとして考えた場合には、従来合金と同等レベルの伸びが出ていますので、靱性につきましても従来合金と同レベルであるものとして考えております。

【大窪委員】 分かりました。強度と耐力と伸びがこのぐらいありますので、多分改善が期待できると思うのですが、簡単に測定ができるかといいますか、端を押すだけで靱性が計られるような簡易測定もありますので、もしよろければご評価いただけるとよいのではないかと思います次第です。

【株式会社 UACJ_箕田】 承知いたしました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、福岡委員、お願いします。

【福岡委員】 三菱重工の福岡です。興味深いお話をありがとうございました。今回、強度を改善されたというのは、この新しく追加した元素のスカンジウムが効いていると理解いたしました。将来に向けては、この材料元素のコストダウンが社会実装への課題であることも分かりましたが、この材料を使えば、御社以外でも、誰でもできてしまうというような技術なのか、それとも、御社のノウハウがあってこそこの技術にたどり着いたのかということでは、どちらとなるのでしょうか。

【株式会社 UACJ_箕田】 結局、元素を添加するだけで特性を得るとするのは難しく、やはりプロセス条件というものが大きな一つのポイントになってまいります。今回も、いかにスカンジウムの析出物を微細に、高密度に析出させるかといったところで、熱処理条件であるとか、そういったところの調整を行っております。その調整がどこまで難しいものであるかという問題もございますが、そこにノウハウがありますから、やはり開発段階において必要になってくる要素であると考えている次第です。

【福岡委員】 分かりました。ありがとうございます。では、労働賃金の安い国が、この材料を持っていけばすぐにできるというような、そういった技術ではないという理解になるでしょうか。

【株式会社 UACJ_箕田】 その理解で合っております。その条件の確立というのが、やはり必要になってくるものと考えております。

【福岡委員】 分かりました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、清水委員、お願いします。

【清水委員】 ご説明どうもありがとうございました。大変興味深い材料技術であると思いつながら拝聴させていただいた次第です。こちらについて、海外における類似技術の違いや競争力について伺います。こちらは結構、国防用途において戦闘機の材料であるとか、そういった分野でも多く使われているものであるかと思えます。身近なところとしては、金属バットなどにも使用されていると過去に聞いたことがあるのですが、これを中国、ロシア、アメリカのこういう類似材料と比較した際の優位性といった観点としてはどのように理解すると正しいでしょうか。

【株式会社 UACJ_箕田】 例えば、現在市場に出ているスカンジウムを添加したアルミ合金というものは、先ほどおっしゃったような野球のバットであるとか自転車のフレームといったところに使用されています。こういった部品というのは、強度を出すという目的よりも、むしろ再結晶抑制効果で、7000系合金をベースにした合金になっており、溶接近傍での再結晶を抑制するであるとか、あとバットであればテーパー状に冷間加工を行いますので、その冷間加工に伴う再結晶の抑制といったことを一番の目的として、スカンジウムを添加した合金が使われているという情報を得ております。ロシア等においては、今は航空機向けを主体とし、こういうスカンジウムを添加した5000系合金をベースにした開発が進められているとのことですが、現時点ではまだ実用化には至っていないものと聞いております。大きなポイントとしましては価格というところがございまして、そこが一つのネックにはなっていると思うのですが、今後コストダウンというのが進んでいくことでは、どんどん実用化モードに入っていくのではないかと予想をしている次第です。また、そちらの合金との大きな違いとしては、今のところ今回開発した「革新5000系(0材)」については、非常に溶接継手効率が高いことを確認していることに加え、さらに中空の押出材ができるというような組成設計にしているところがございまして。今のところ、そういう中空型材かつ溶接継手効率が非常に高い合金を開発されたという情報までは弊社のほうには入ってきておりませんので、こういった材料で溶接用途の輸送機器への展開というものが、ほかのメーカーや海外でやられているところとの一つの違いと言えるのではないかと考えております。

【清水委員】 あまり上手な質問ができておらず、また釈迦に説法になってしまうかもしれませんが、結構チタン材などでは、ロシア品を皆様お使いにならなくなられて、代わりに日本産品への需要が拡大しているようなケースもあるかと思えます。今回開発された材料が、ある種そういう新しいマーケットとして日本が取っていくことができるきっかけになるのではないかとこの思いも込めて、お伺いさせていただいた次第です。

【株式会社 UACJ_箕田】 今回、5000系でスカンジウムを入れた合金というものは、今までに使われていない一つの新しい分野になると思っておりますので、そこを強くしていくというのが大きなポイントではないかと考えます。

【清水委員】 分かりました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、柳本委員、お願いします。

【柳本委員】 柳本です。ご説明ありがとうございました。析出物の微細化について2点伺います。まず1点目として、押出しによって微細化するというお話がございましたけれども、これというのは、析出物の総量が変わっていないのか、それとも総量が変わっているのか、どちらとなるのでしょうか。

【株式会社UACJ_箕田】 総量も変わっているものと理解しております。

【柳本委員】 分かりました。グラフを拝見すると、少し変わっているように思ったもので伺った次第です。

また2点目として、この押出しについてですが、これはパイプの押出しでこの状況が実現できるのか、それともビレット押出しでこれをやられているのでしょうか。

【株式会社UACJ_箕田】 通常の工業レベルで行っているビレットからの押出しとなります。

【柳本委員】 ビレット技術での押出しでこれをやられているんですね。分かりました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、奥田分科会長代理、お願いします。

【奥田分科会長代理】 航想研の奥田です。ご説明どうもありがとうございました。価格が高いというのが多分課題になってくるかと思うのですが、それ以外の部分の技術のところにおいては、特に実用化に向けての大きな課題はないのでしょうか。また、スカンジウムについて、やはりエアバスがAM (Additive Manufacturing) 用にかなり独占的に買っているところがありますから、そういうところを考えると、これは基本的に副産物であると思いますので、その辺の需給のところでは、これを実用化したときの量であるとか確保するところとしてどのように考えられているのでしょうか。以上2点について伺います。

【株式会社UACJ_箕田】 現状では、「年間15tである」などと言われているのですが、今回のNi-Co 鈹物の副産物というものがあることに加え、大きなところとしては、今、東京大学でレアアース泥のコンソーシアムがございまして、南鳥島沖の深海から高濃度のレアアースが取れると。その中にも、かなりの量のスカンジウムが含まれておりますので、それが例えば実現できれば、そういう供給における問題は特に生じないようになるのではないかと考えている次第です。

【奥田分科会長代理】 ありがとうございました。

【松田分科会長】 ありがとうございました。それでは、予定の時間がまいりましたので、議題 6.5 に対する質疑応答はここまでとし、次の議題に移ります。

6.6 接合技術拠点の構築/大阪大学

実施者より説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【松田分科会長】 ご説明ありがとうございました。

ただいまの説明に対して、何かご意見、ご質問等がございましたら、お受けいたします。

奥田分科会長代理、どうぞ。

【奥田分科会長代理】 航想研の奥田です。ご説明どうもありがとうございました。少しお伺いしますが、先ほどの説明において、LFW のところで圧力をかけると接合温度が変わっていくというのは、これは大阪大学様の独自のご研究であるという理解で合っているでしょうか。

【大阪大学_藤井】 圧力によって温度を制御できるというのが独自の考え方になります。従来は、弱い力で押して摩擦熱を発生させ、柔らかくなってから押してバリを出すという方法でしたが、大阪大学の場合は、最初から圧力をかけております。それも、従来の常識を超えるような圧力をかけておりますので、温度が上がった瞬間にバリが出る。すなわち、温度が上がったことが、圧力によってセンサのような働きをし、それ以上に温度が上がらないという仕組みになっております。

【奥田分科会長代理】 そうすると、先ほど航空機のエンジン、ブリスクの話があったかと思いますが、MTU が LFW を使用しているのですけれども、多分技術的には違ってきているところがあるのではないかと気がいたします。確か、ブリスクへの取組は日本の航空機産業として一つのターゲットであると

思いますので、そういった意味で、日本独自の技術を使い、ブリスクのところで新しい取組ができると非常に面白いのではないかと思った次第です。また、技術拠点にどんどんと入ってこられた、増えていかれたというのは、大阪大学様がいろいろと営業と言ってはなんですが、こういうような情報発信をされて、それでこのようにメンバーが増えていかれたという形になるのでしょうか。

【大阪大学_藤井】 こういう ISMA の報告会などが多数ありますので、そういったところで、「こういった成果が得られた」ということを発表する機会をいただいております。そういった成果をお聞きになられて、その技術をやってみたいと思っただけなのではないかと理解しております。特別に伺って「お願いします」というような活動はあまり行っておりませんし、逆に、それをやってもあまり振り向いてはいただけないのですが、そういう発表を聞いていただいていることが、そこにつながっているのだと思います。

【奥田分科会長代理】 先ほど言ったエンジンメーカーの MTU は、日本にとってはある意味パートナーではあるのですが、コンペティターでもありますから、そういう意味では、日本独自の技術でそういった取組ができると非常にすばらしいのではないかと思います。

【大阪大学_藤井】 ありがとうございます。この技術を用いると、Ti 合金でいうと β トランザス以下で接合できますので。通常 β トランザス以上でやりますと、必ず β の中に針状 α が出ていきますけれども、等軸の α と β からなる組織をつくることもできますので、そういう微細組織で接合することも可能です。

【奥田分科会長代理】 ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、清水委員、お願いします。

【清水委員】 ご説明どうもありがとうございました。大変興味深い技術であると思ひながら拝聴していた次第です。本日の前半のときにも少しお答えをいただいたのですが、今ちょうどスライドを出している左側のところで、こういう脆化も利用した新しい解体設計に通じるようなところも開発されているということで、今回開発された高圧力をかけたときの摩擦接合温度をコントロールするのは、基本的に接合時の冷却脆化を起こさせてやるというメカニズムの中でお考えになられているのでしょうか。また、脆化が起きた場合の破断方法というのは、基本的に界面で破断を起こすことを目指されて、この左側の研究開発が行われているのでしょうか。今回開発された成果というのが大変興味深いものであり、今後の発展の可能性を知りたく思ひお伺いいたします。

【大阪大学_藤井】 こちらに記載しているのは、本プロジェクトとは直接的には関係のないものとなります。本プロジェクトがいかにか活用できるかというのをアイデアとして記載しております。これは 1 か月ぐらい前に出したものになるのですが、たまたま本日こちらの内容をご質問されたためちょうど答えたのですが、まず脆性になるかどうかというのは材料によっても異なります。例えばリンやサルファといったもののよう、溶かすことによって偏析するというものに関しては、溶かさなければよいので、固相接合で十分です。一方で、炭素のように変態をすると割れてしまう、変態時に割れてしまうというものに関しては、変態させるとよろしくないため、700°C 以下にすることが大事です。そういったことも、この方法ですと温度を任意に変化させることができるため、そういう対象によって温度を変えることとなります。あとは、今後電炉材をたくさん使うことになると、銅やすずというものが不純物として多くなってくるとは思いますが、そうすると、逆に割れやすい材料というもの、接合しにくい材料というものが増えていきます。すぐにはならないとは思いますが、先手を打って、そういったものが将来増えてくることを想像しながら接合技術を高度化しておくことも必要ではないかと考えております。

【清水委員】 こちらも釈迦に説法になりますが、銅やすずはもちろん当然のこと、恐らくステンレス鋼、クロム、ニッケルといったあたりも、そういう管理対象に今後になっていくのではないかと思ひながら伺っておりました。ありがとうございました。

【大阪大学_藤井】 ありがとうございます。

【松田分科会長】 それでは、福岡委員、お願いします。

【福岡委員】 三菱重工の福岡です。大変興味深いお話をありがとうございました。少し私が原理原則を勘違いしているのかもしれませんが、資料7ページの異種接合について、非常に興味深い動画も見せていただいたのですけれども、前のページのグラフでご説明をいただいたように、アルミと炭素鋼には交点がないため、そこにセンター材を入れるのは非常に面白いアイデアだと感じましたが、圧力について、この絵で見ると、左が「高圧力」で右が「低圧力」と書いてありまして、これだけを見るとバランスしていないのですが、この力の差分というのは、次のページの図ですと、センター材の上下で差分の反力を取っているという仕組みになるのでしょうか。

【大阪大学_藤井】 おっしゃるとおりです。ここにある試料は実は見えていなくて、治具が今見えている状況です。ですから、治具の真ん中に試料がありまして、全体で支えている状況になります。ですので、少し圧力を変えて行うというのは、無理があると言えば無理がある方法になります。しかしながら、この場合、先ほどこちらは先に赤くなっていて、左側は後で変形をしたように、実は両側を同時に押しているのではなく、若干先に鉄を押ししており、アルミを後から押し始めているのです。そういうように、若干タイミングのずれを起こすことで、やっこのようにきれいに接合できるようになったということで、多少のノウハウがございます。

【福岡委員】 ありがとうございます。同時ではなくとも、今ご説明にあったように、シーケンシャルに左右バランスさせた接合方法のほうが、より社会実装をするときにもアプリケーションが増えるのではないかと考えて伺っておりました。

【大阪大学_藤井】 ありがとうございます。

【福岡委員】 あとは、圧力がキーだとするのならば、力をバランスさせるためには、例えば接合の面積で調整するなどアイデアになるのでしょうか。

【大阪大学_藤井】 おっしゃるとおりです。圧力を高いほうを小さくすれば、力は同じですので、そういう場合は、ずれないで済むものと思います。

【福岡委員】 勉強になりました。ありがとうございます。

【松田分科会長】 ほかに、ご質問ございますか。

よろしいでしょうか。それでは、特に質問等がないようですので、議題6.6に対する質疑応答はここまでとし、次の内容に移ります。

7. 全体を通しての質疑

【松田分科会長】 議題7に移ります。全体を通して、委員の皆様、何かご質問等があれば、よろしく願いいたします。

清水委員、どうぞ。

【清水委員】 少しコメントをいたしますが、全体を通して大変すばらしい技術成果であったと思っております。特に10年前の当時を振り返りまして、当初掲げられていた比較的野心的な目標も含め、全て達成できていたところが大変すばらしいです。特に軽量化を進めることで、自動車をはじめとする輸送機械の省エネルギー性能を向上させるという期待が最もよくクリアされているのではないかと思います。そこで直面する必要十分な接合技術の確立という面でも大変大きな成果を包括的に解決できていたという印象です。一方で少し気になった点として、大変ここまですばらしい技術成果を生み出されているものの、やはり自動車というマーケットを念頭に置いている以上、当然、日本国内市場だけで

はない売り込みというものを考えていく必要があるのではないかと思います。そうした場合には、こういう新しい接合技術や軽量化された効果といったものが海外の市場でも受け入れられやすくするための土台をつくるということも大事だと思います。その点では、国際標準化、ISO等を含め、いろいろなルール形成の場というものがあるかと思いますが、そうしたところをもう少し今後ご検討いただけたるとよいのではないのでしょうか。具体的には、今回提案されているそれぞれの素材のよき、軽量化、引張強度など多々あると思います。そして接続技術についても大変すばらしい利点があると思いますが、そうしたものが、定量的かつ客観的に評価できるような物差しとしての規格が今後あるとよいのではないかと考えます。一方で、国際標準化というのは、何か放っておけばできるというものではなく、それなりに人手のかかるものですから、今回のISMA様という組織が今後何かしらの形で継続ができたのならよいのではないかと、こちらは事業外になってしまうのかもしれませんが、そのように感じた部分もございました。ですので、参画企業の方々において、またご検討をいただけると思いますし、それが社会への波及効果としても、より大きくなるのではないのでしょうか。以上です。

【松田分科会長】 ありがとうございます。それでは、福岡委員、お願いします。

【福岡委員】 今、清水委員から標準化の観点でのコメントがございましたが、私もこちらの部分において、少し質問をさせていただきたく思います。最後の大阪大学の藤井先生のところでは、ISOという具体的な国際標準化に向けた取組方針を伺えたのですが、そのほかの方のご説明の中では特にそういった部分が含まれていなかったように感じます。私が質問票へのご回答の全てに目を通し切れていないため、理解できていない点もあるかもしれませんが、もし可能であれば、本日プレゼンをいただきました方々から一言ずつ、例えば今後考えていくであるとか、既に考えられているのであれば、それがどんな戦略であるかというのを可能な範囲で伺えたら幸いです。

【松田分科会長】 ありがとうございます。そうしましたら、小川様から順番に一言ずつお願いしてもよろしいでしょうか。

【NEDO 材料・ナノテクノロジー部_小川PM】 ご質問ありがとうございます。まず、本日は時間の関係上、少し企業の方をピックアップしてご説明いただいたところになります。ですので、本日ご発表いただいた企業のほかにも、例えばリサイクルCFの国際標準化等は現在検討をしているところでございます。こちらプロジェクトの中で実際に進めており、近いうちにISO化になっていくものと考えている次第です。また、接着のほうでも、本プロジェクトとは違うのですが、国際連携等を行っており、こちらにおいても今、非常によい成果が出ている状況になります。特に自動車の接着剤関係はドイツが主力で行われていますが、欧州のほうで標準化を進められてしまうと、なかなか日本の意見が入っていかないところもございますから、積極的にそちらのほうを学会等と連携させていただき、ぜひ日本の技術もそういう標準化となるようにと現在進めているところでございます。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、深堀様、お願いします。

【マツダ株式会社_深堀】 マツダの深堀です。先ほどの藤井先生からのお話にあったISO化に関して、私も参画をさせていただきながら進めている状況になります。そういう接合技術を汎用化していく必要があると思っていますから、今後とも進めていく所存です。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、武部様、お願いします。

【東レ株式会社_武部】 東レの武部です。なかなか私どもの検討内容における標準化というのは、少し違う経路であるため差し控えさせていただきますが、海外という観点では、弊社、熱可塑性材料を使用した関連会社もございまして、さきのプレスリリースも海外に向けて広報しておりました。そういったところで技術のアピールとともに、お客様、社会への貢献といったところで進めているところになります。以上です。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、村上様、お願いします。

【株式会社 神戸製鋼所_村上】 神戸製鋼所の村上です。接合技術に関しては、先ほど深堀様がおっしゃいましたように、弊社も FSW の ISO 化に関わっておりますので、そういったところで関連していきたいと考えております。また、材料の観点としては、自動車用材料の場合は、そういった ISO というよりも、ユーザーごとに規格をつくる傾向があるため、そちらは個社ごとにアプローチをしながら議論を行っていく形になると考えるところです。海外に対するアプローチにつきましては、ISMA のプロジェクト内でも欧州における自動車学会にて、ISMA 本部様と連携してご報告をさせていただくなど議論を進めているところですが、まずは日本の中での展開を考えた上で、将来的にはそういうところも検討していくべきと考えております。以上です。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、箕田様、お願いします。

【(株)UACJ_箕田】 UACJ の箕田です。アルミにおきましては、前半の 7000 系合金は航空機向けをターゲットにしており、もともと航空機で使う場合には規格化が必要だという前提で検討をしてきておりました。後半になって少しテーマが変わりましたので、今の規格化のところはペンディングをしているのですが、将来的にまた航空機として使うことを考えていく際には、規格化を進めていくこととなります。また、後半のスカンジウムを添加した合金については、現状、自動車向けをターゲットにしているということに加え、鉄道車両といったところをターゲットに考えている次第です。この場合には、先ほどの神戸製鋼の村上様と同様に、個社での認定といった形になりますので、そちらはそういった動きになるものとして考えております。

【松田分科会長】 ありがとうございます。それでは、藤井先生、お願いします。

【大阪大学_藤井】 私大阪大学の藤井です。私のほうは、先ほど申し上げたとおりですが、FSW に関しては幾つかある接合方法の中でも少し歴史のある方法であり、やっとならば ISO にこぎ着け始めたというところになります。ですので、もっと新しい接合技術が広く使われるようになってからの話であると思えます。現状としてはこういった形として考えている次第です。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、秋宗様、お願いします。

【ISMA_秋宗】 ISMA 本部の秋宗です。今までのご説明の中で、融雪塩散布地域のガルバニック腐食に関するところが少し抜けておりました。その評価方法の ISO 化というところにおいても検討を進めていることを補足させていただきます。

【松田分科会長】 ありがとうございます。福岡委員、どうぞ。

【福岡委員】 今日のプレゼンの中で少し分からなかった部分に対し、今の皆様のお話を伺い、しっかり戦略的に関わられていることを理解いたしました。どうもありがとうございます。

【松田分科会長】 ありがとうございます。それでは、ほかにいかがでしょうか。

柳本委員、どうぞ。

【柳本委員】 柳本です。今日は半分しか伺うことができず申し訳ございません。いろいろとありがとうございました。今ご説明がありましたように、こういう大きな組織体をつくられて 10 年もおやりになられたということで、プロジェクト後に続く非常にいろいろな成果を出されているものとして強く認識いたしました。また、非常に大事な点として、例えば構造材料を見たときに、その材料置換というのは進むものの、構造材料がなくなるということはありえないと思っておりますし、構造材料をより先端的なものに持っていくというのは我が国における宿命であると考えます。そのときに、こういう ISMA のような組織体をつくられて、こういう大きなプロジェクトを進めたという経験を、いかにその後に継承するかという観点が極めて重要なポイントになるのではないのでしょうか。もちろん、実施者の方の世代も変わっていきますし、推進側の体制も変わってくるころではありますが、これをいかにこの後に、例えば 2045 年を見据えたときに何をやるのかであるとか、続けていくような考察、作戦を練っていくことも非常に大事ではないかという気がいたします。もし、今の部分について何か、先生方及び

実施者の方からコメントなり要望がありましたら、伺いたく思います。

【松田分科会長】 ありがとうございます。岸PL、お願いします。

【ISMA_岸PL】 今の点に関しては、始める前から気にしていた部分となります。始めたときから終わるときには拠点でもつくりたくないというふうなこともないです。そして、その拠点をつくる際に、途中ではISMAの継続をも考えてはどうかという議論を随分といたしました。ですが、単に継続というのは資金も伴いますから、すぐにはいかないということもありまして、5か所の拠点をつくり継続するという方向に持っていったということになります。また、私個人も、本当にやりたいテーマが今めじろ押しでございます。そういうことから言っても、いい意味での拠点の活動に期待をいたしますし、早めにフィージビリティスタディを通して若干の資金の投入を忘れないでほしいと願っている次第です。

【柳本委員】 ありがとうございます。

【松田分科会長】 ありがとうございます。ほかに、いかがでしょうか。

奥田分科会長代理、お願いします。

【奥田分科会長代理】 航想研の奥田です。本日は、どうもありがとうございました。10年間にわたる研究開発の話伺い、技術開発にしるマルチマテリアルにしる、非常によい成果を上げられているものとして理解いたします。特に、今お話のあったように、今後の継続を考えて拠点をつくられたというのは本当に素晴らしいことであり、ここは高く評価されるべきものと思っております。恐らく今後の問題としては、今おっしゃられていたように、設立した拠点をどのように活用していくかということだと思いますが、研究成果は非常に素晴らしいものですので、これを活用していくことは十分にできるはずだと考えます。確か資料63ページの図にもありましたが、拠点の中で、例えば海外との連携であるとか、企業様を取り込んでいくといったことがあるかと思いますが、特に個人的に非常に注目したいのは、ベンチャーや中小企業のところですね。航空機の世界も、今、電動化や水素化といった新しい動きが起きていますが、海外でそれをリードしているのは、ほとんどがスタートアップとなっております。ですから、この拠点の中で、そういうスタートアップの方々を引っ張り出してきて、それで次のステップをどんどんつくっていただきたいと思います。

それからもう1点として、お金の問題もあると思うのですが、それは要するに営業みたいな話であり、顧客をどのように取り込むのかということになります。そういう意味であれば、自動車だけでなく、ほかの業種であるとか、航空機においてもこういうものがあれば非常によいのではないかと考えておりますし、そういったお客様を取り込むユーザー会のようなものを設置するであるとか、いろいろな方策があると思います。そういったことから、今後この拠点をどのようにして継続的に次のステップへと生かしていくのか、将来へ向けたところとして何かお考えがありましたら、お聞かせいただきたいと思います。

【松田分科会長】 ありがとうございます。秋宗様、お願いします。

【ISMA_秋宗】 ISMAの秋宗よりご回答いたします。この2年間で一番苦労をしているのが、各拠点での資金調達の話であったと思います。5か所ある中でルールがそれぞれ違うといったところにおいて統一的に行うのは非常に難しく、まずはそれぞれのところで、できるだけ企業を入れたコンソーシアムをつくっていただきたいと思いますというのが一番の優先順位であったと考えます。そして2番目に、企業と行うのが何となく肌に合わないところにおいては、国の別のプロジェクトに参加をして、その中での参加者におけるグループ化で研究開発及び発展をしてほしいという、その二本立てぐらいに来ており、8か所がほぼ次につながる話を実行できているという認識を持っているのですが、そこから先の話に向けてはなかなか難しいもので、やっている方も今後、リーダーは代わられると思いますから、そこでまたどういう形で継続させていくのかというのは、それぞれの中で議論を行っていただき、我々としては終わりとなりますが、国ないしはNEDOがある程度サポートをしていくということが必要になって

くるのではないかと思うところです。

【奥田分科会長代理】 どうもありがとうございました。ぜひ、継続性を維持して取り組んでいただけたらと思います。

【松田分科会長】 ありがとうございました。岸PL、お願いします。

【ISMA_岸PL】 一つだけ付け加えさせていただきます。朝の内閣府のSIPプロジェクトの話になりますが、これは、こちら（革新的新構造材料等研究開発）が自動車中心となり、そちら（SIPプロジェクト）は航空機になるのです。航空機の場合は、今上げられていたように、割とスタートアップ的な雰囲気がございます。第3期のSIPは、ベンチャーをつくるという材料研究が前面に出ており、ベンチャーを目指したSIPということになっています。そのあたりが、どうも航空機と自動車の違いでありまして、自動車というのは、朝にもお話をしたように巨大な産業でございます。いい意味でのヒエラルキーが出来上がっているのではないかという気もいたしますので、少しこの辺は難しいところです。

あともう一つとして、本当は構造材料というのは面白い材料で、案外変わらないといえますか、なくならないのです。鉄の後にアルミが出たから鉄がなくなるということはないと。鉄が出てアルミが出て、そしてチタンが出てマグネシウムが出て、CFRPが出ているという中で、前のものが消えるということはほとんどありません。そういったところで、どのように維持をしながら傳承するのかという、特別な考え方も必要です。もちろん、本当はこういうISMAのようなものが継続していると面白いとは思っています。

【奥田分科会長代理】 少し今、航空機のスタートアップの話をいたしました。実はスタートアップはきっかけでございます。実際の研究開発の中身を見ますと、それこそ実績のある方々がそれを指導されているのです。スタートアップだけではできませんので。そういった意味では、今回この研究成果をやられている皆様は、本当に実績のある非常に高いレベルのことをやっておられますから、スタートアップを入れてきて、そこがやるのではなくて、そこを指導していくというような形のやり方もすごく重要ではないかと思った次第です。

【松田分科会長】 ありがとうございました。それでは、予定の時間がまいりましたので、議題7の全体質疑はここまでとし、次の議題に移ります。

8. まとめ・講評

【松田分科会長】 議題8に移ります。

これから講評をお一人ずつ行ってまいります。その発言順序につきましては、冒頭に行った挨拶と逆の順番となりまして、最初に柳本委員から始まり、最後に私、松田ということで進めてまいります。それでは、柳本委員、よろしくをお願いします。

【柳本委員】 柳本です。非常に長い期間をかけられた大変重要な成果を出され、それら全体をまとめられたことに対し深く敬意を表します。また、10年プロジェクトということで、研究内容をその時期によってかなり柔軟に変更する形を取られており、新しいテーマを取り込むこともあれば、あるテーマは外に出すといったことをされながら築き上げられた10年の成果を見させていただけたことは、大変うれしい限りでございました。また、重要なポイントとしては、先ほども申しましたように、これをいかに継承していくかということだと思います。ただ継承するのではなく、これを発展的継承としてどのように行っていくのかというのは、大変深い問いになりますので、もうプロジェクトは終わってしまったものの、引き続き事業者様、そしてPLを含めた皆様でお考えいただけたのなら、大変ありがたい

と思います。以上です。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、福岡委員、よろしくお願いします。

【福岡委員】 福岡です。今日は、1日どうもありがとうございました。柳本先生と重なってしまいますが、10年間という非常に長い期間の研究を推進され、かつ、これだけ多くの関係者、関係組織があるという中でしっかりと成果を出されている。それも目標を上回る成果を出されたことは非常に素晴らしいと思います。私自身、新しい材料、新しい工法を使うという製品のアプリケーション側の仕事をしているのですが、今回のようなさらに良い材料を目指した活動というのは、日本が得意とする材料技術という観点でも、非常に価値が高い研究成果と思いました。また、最後に質問いたしました国際競争化という観点についても、皆様しっかりとしたお考えを持たれており、非常に頼もしく思った次第です。今後とも期待しております。改めまして、本日はどうもありがとうございました。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、清水委員、よろしくお願いします。

【清水委員】 清水です。先ほどの議題7において、少しこちらの講評と混同したコメントを差し上げてしまったのですが、改めて述べさせていただきたく思います。まず、先ほど福岡先生のほうから追加でご質問をいただいたことにより、いろいろと標準化について伺うことができました、非常にうれしく思っております。全体を通じて、当初設定された目標を、社会情勢の変化に応じながら柔軟に見直しをされ、そして一部においては繰り上げて目標達成をされたことは大変素晴らしい成果であったと思います。特に、脱炭素、省エネルギーといった問題を前にしながら、大変技術的な観点から解決されたことに敬意を表す次第です。その一方で、一部、脱炭素、持続可能性といったテーマにつきましては、いろいろと社会情勢の変化もございますし、必ずしも自動車だけにとどまらない話もありますので、ぜひ今回の成果をそうした新しい社会ニーズ、市場の要求に対して応えられるような形で生かされると、なおよいのではないかと思います。標準化につきましても、一部追加でコメントを賜りましてありがとうございます。願わくは、こういうテーマにつきましては、やはり新しいコンセプトを日本から打ち出すぐらいのつもりで臨めると本当はよいのではないかと思うところです。要素技術の標準化というのも大事ですが、そもそも材料と接合という、古くて新しいテーマであるのかもしれないけれども、このコンセプトそのものを日本がつくり変えて、そこにおける用語や概念の定義、そして、そこにひもづく新しい評価技術の設定といったところにも踏み込めるとよいのではないかと期待をするところでもあります。以上です。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、小笠原委員、よろしくお願いします。

【小笠原委員】 小笠原です。本日は、長い時間にわたりまして、どうもありがとうございました。既に3人の委員の先生方がおっしゃられているように、技術の成果について大変素晴らしい成果が得られているものと理解してございます。非常に幅広い技術分野として、材料から成形、接合技術、マルチマテリアルといったところを非常にきちんとマネジメントされた ISMA 様の役割というのが非常に大きかったのではないのでしょうか。目標設定についても、岸先生がおっしゃいましたように、この10年間で社会情勢が非常に変わっているという中で、その2年、3年できちんと見直しをされながら目標値を変更されたというのも大変すばらしかったと思います。今後においては、拠点運営というのが少し心配な点でございますが、大阪大学様が非常に素晴らしい一つのケースをつくっておられますので、こういっ

たことがほかに波及し、拠点がきちんとしたものとなって今後も運営をされていくことを願います。そうしたことで、先ほどあった国際標準化であるとか、また今後の周辺技術のプロジェクトへもつながっていき、よりよいものとなるのではないのでしょうか。以上です。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、大窪委員、よろしくお願いします。

【大窪委員】 大窪です。本日は、朝から本当に多彩な発表をいただきましてありがとうございました。非常に多くの切り口から、いろいろな意味における材料構造の研究開発をされていることが大変よく分かりました。ほかの委員の方々がおっしゃったとおりですが、成果がすばしかったからこそ成果の継承と発展において非常に大事であると改めて考えさせられた次第です。資料の43ページにおいて2030年までの構想を示されておりますが、非常に社会的にも期待できる、終了後も期待を持てるプロジェクトになっているものと感じております。特に、若い方への技術伝承の観点として、技術と、そして接合を考えておられるのであれば、恐らく違うことも各社様において考えられていらっしゃるでしょうし、そういう今後の発展を大変期待できる成果であったと思っております。以上です。

【松田分科会長】 ありがとうございます。続きまして、奥田分科会長代理、よろしくお願いします。

【奥田分科会長代理】 奥田です。これまでの議題において多くお話をさせていただきましたので、これ以上あまり話すこともないように思うところでもありますが、本当に皆様の成果には敬意を表したいと思います。本日の議論の中でも出ていましたように、今後の10年間においても動きがまた大きく変わるのであろうといったところは、まさにそのとおりだと考える次第です。しかしながら、皆様はもう既にその10年を見通していろいろな課題を見つけていることと思います。「課題」という言葉は、言い換えれば、これが「事業機会」になるわけです。課題が事業機会になり、その事業機会になったものが、恐らく拠点の継続に結びついていく。そのように思いますので、ぜひ今後10年においてもさらにいろいろとチャレンジをしていただけたら幸いです。ありがとうございます。

【松田分科会長】 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松田より講評を行います。本日は、長時間にわたりましてご説明をいただいたこと、そして資料の準備におかれましても非常に綿密に行っていただきまして、誠にありがとうございました。先ほど来、お話に出ているように、10年間と一口に申しましても、これというのは非常に長い期間に当たります。本当にプロジェクトを牽引された岸先生をはじめ、関係された皆様に対しまして心より敬意を表する次第です。各テーマそれぞれの表において達成であるとか、「○」や「◎」といった表記がございましたが、私自身も材料組織をやっている身として、あの「○」の裏には非常に多くの時間を皆様が費やされたものとして理解しております。本当に陰でこのプロジェクトを支えてこられた多くの皆様に対しまして御礼を申し上げたく思います。革新的な材料創製、技術の開発ということで、拠点及びテーマとして8つになるかと思いますが、それを目指され、さらにそれを達成されたということは本当に大きな偉業であると感じております。ぜひとも、これを「拠点」という言葉だけで残されることなく、既に委員の先生方からも上げられているように、ただただデータの集積という形で終わらせられることなく、それを質的にも人的にも今後継続的に発展と展開をさせていただくような仕組みであるとか、そういったことへの関わりを持っていただきながら、日本の材料科学、産業の活性化、国際化に向けて新たな活路を。産業界、工業界におけるものを見いだせるように、そういった指針といいますか、我々の灯台になっただけのようなことを心より期待いたします。以上です。

【中島専門調査員】 委員の皆様、ご講評を賜りまして誠にありがとうございました。ただいまのご講評を受けまして、経済産業省の土屋様、材料・ナノテクノロジー部の林部長、岸PLより順にコメントを賜りたく思います。

それでは、最初に土屋様から、どうぞよろしくお願いいたします。

【経済産業省_土屋】 経済産業省 開発課の土屋と申します。最終結果報告会におきまして、皆様、朝早くから大変お疲れさまでございました。特に実施者の ISMA の関係者並びに実施研究機関の皆様からは、目標の妥当性、成果、さらには今後の社会実装に向けた取組等についてご説明いただき、そして委員の先生方におかれましては、評価とともに今後に向けた示唆に富むご意見を賜りましたこと誠にありがとうございました。ご存じのように、本プロジェクトは10年前に岸先生を代表として立ち上げた経産省のビッグプロジェクトであります。その進捗成果、あるいはプロジェクトの在り方を含め注目をされておりましたが、いずれのテーマにおいても目標を達成され、さらには新しい機能の発現なども見いだされてきておりました。さらに、本日ご評価をいただいた先生方からのご意見、そして展示会に出展した際のアンケート結果から、80%以上の方が「満足した成果である」といった内容であったことから判断しましても、本プロジェクトというのは大きな成果が得られたものと理解してございます。一方、プロジェクト自体の目標は達成をしたわけではあるものの、社会実装に向けてはまだ課題や少し時間があるように思います。本プロジェクトでは、迅速な社会実装に向け、5機関9拠点を形成したということであり、今後はその拠点を軸にし、産学官が密に連携されたエコシステムとなりまして、多様な分野での社会実装となることを期待しております。また、こうしたイノベーションシステムを機能させるためには、特にものづくりにおける人材育成が非常に喫緊な課題であります。こうした課題に対しても、本年度から NEDO 講座として人材育成を行っていくなど、今後に向けた取組においても期待をいたします。経産省では、CO₂削減に対する GX プロジェクトはもとより、本プロジェクトでも後半取り組んでいただいたサーキュラーエコノミーの実現に向けた成長志向型の循環型の経済対策というものを順次取り組んでまいります。本日もスカンジウムの問題などが上がりましたが、資源の乏しい日本においては、いかに効率よく資源循環を行うかというところで、日本の強みである高強度・高純度、高耐久部材と再部材化していくなどの課題がありますが、そのためには今回のテーマであるマルチマテリアルの接合分離技術や、高強度でありながら分離しやすいような設計技術などといった課題に対しても、本プロジェクトの成果が生きていくものと期待しております。最後になりますが、本プロジェクトの成功というのは、岸先生の強いリーダーシップとドリームチーム構成に加え、評価委員の先生方並びに NEDO 関係者の皆様のご尽力のたまものであると思っております。社会実装に向けては、今後とも皆様からご協力をいただけましたら幸いです。本日はどうもありがとうございました。

【中島専門調査員】 土屋様、ありがとうございました。続きまして、林部長、どうぞよろしくお願いいたします。

【NEDO 材料・ナノテクノロジー部_林部長】 材料・ナノテクノロジー部の部長をしております林でございます。皆様、本日は長時間にわたりましてご議論をいただきまして、誠にありがとうございました。また実施者の皆様、岸先生をはじめ、ISMA の皆様におかれましては、これまでの研究成果をしっかりとまとめていただきまして、今日は遺憾なくご発表をいただけたのではないかと考えております。一部、恐らく公開という形の中では少しお話をいただけなかった部分もあるのかもしれませんが、それはまたしっかり各社でのノウハウとして取っていただくことにより、事業化に向けて進めていただけること

として期待をさせていただき次第です。また、拠点化の考え方であるとか、あるいは拠点における今後の継続について、ご指摘をたくさん頂戴いたしました。それに対しましては、私どもの事業というのは未来永劫続けるわけにはいかないという部分はもちろんございますが、発展的な次への進歩というところにおいては大いに応援をしてまいる所存です。奥田先生方から頂戴した「課題＝事業機会である」といったご意見は、非常に貴重なキーワードであると感じました。これはビジネスの新しい考え方でもあると思います。今、グリーンイノベーションというような形で政府が進めている政策においても共通する概念であるのではないのでしょうか。新たに決まってしまった、「たが」というものは、実は突破することによって新たなイノベーションが生まれる。それにより新たなビジネスチャンスであるとか、我が国の競争力が高まるものと思っております。今回の拠点のほうでも、事業の成果ということをまずは種にして始めていかれると思いますが、この拠点の形成過程もそうですし、ISMAの皆様、あるいは企業の皆様ともに研究されてきたその考え方や、ご苦労された経験というものが非常に貴重な財産になっていると思います。その拠点における教育であるとか、あるいは、また新たに持ち込まれた課題に対する対応に大いに役に立つのではないかと私は考えます。ぜひ、そういった無形の財産も含めまして、今後、私どもとしましても、新しい次のステップとしてのよいご提案があった際には、喜んで採択という方向で行っていきたいと思っておりますし、当然、経済産業省の皆様にもご協力をいただきながらの予算化ということもしてまいりたいと思っております。ここはお願いとしか言えませんが、そういったことをしてまいる所存です。ISMAの皆様、企業の皆様にもご支援をいただきながら、我が国の産業技術力の強化へとつなぐような仕事をさせていただけたらと思っておりますので、今後ともどうぞよろしく願いいたします。皆様、本日は大変お疲れさまでございました。

【中島専門調査員】 林部長、ありがとうございました。それでは最後に、岸 PL、どうぞよろしくお願いいたします。

【ISMA_岸 PL】 評価委員の先生方、本日はどうもありがとうございました。また、METI はもちろんのこと、NEDO の皆様、本当にお世話になりました。少しだけコメントをさせていただきますが、国プロというのは協調的にやるためにつくったものでありますが、本当に面白いテーマというのは、協調的ではなく競争的となります。そして、我々が一番苦労したところもその点にありました。例えばデータを表に出せないなどが挙げられるのでしょうか。しかし、最先端で最も大事なものは競争領域なのです。国プロというのは、競争と協調を含んでこそ面白いのだということを感じてきましたし、国プロづくりというのは、その辺に一番の重要点があると感じております。それから、標準、規格はもちろんのこと、国際連携の話においては、本当は G7 などと一緒にこういう研究を行う時代ではないかという気もしております。その一方で、経済安全保障であるとか、リサーチ・インテグリティ、これがまた非常に厳しくなっていてやりにくくなっているのも事実であるかと思っております。ですから、国際的な連携というものが今後のこういったプロジェクトの非常に重要な課題であると感じている次第です。それから一つ重要なものは、プロジェクトの大きさになります。今回本当に思ったところですが、これだけプロジェクトが大きいから、各材料とそれに共通した接合、それから CAE に手を出せました。そういったことから、時には、「大きいからできる」という話もあるかと思っております。大きいことでは効率が悪くなるというのが一般的ですので、この兼ね合いが今後の国プロの大きな課題であると感じるところでもありますが、その点、非常に今回はご支援をいただきましてやりやすかったということをつけ加えさせていただきたいと思います。あと若干の課題としては、METI のアドバイザーボードで、「こういう METI のプロジェクトではあるが、学術的な貢献もしているのですか」と聞かれて、なかなかそこに対する返事は難しいところもあるというのを感じているところです。当然研究でありますから、実用化までを含めた学

術貢献というのが重要であると感じております。そういったところとなりますが、改めまして皆様、本当に大変お世話になりました。一定の成果を出せたのではないかと考えるとともに、今後の継続は特に重要であると受け止めております。最後に、この分野の発展を祈りまして、私からのお礼の言葉に代えさせていただきます。どうもありがとうございました。

【中島専門調査員】 岸PL、ありがとうございました。

【松田分科会長】 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、その他

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（公開）
- 資料 7-1 事業原簿（公開）
- 資料 7-2 事業原簿（非公開）
- 資料 8 評価スケジュール

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。

質問票回答【公開可】

研究評価委員会
「革新的新構造材料等研究開発」（終了時評価）分科会

資料番号・質問箇所	質問	回答	委員名
資料5・全体 (最終ユーザー想定)	最終ユーザとして、海外の自動車メーカーも想定しているのでしょうか。	海外の自動車メーカーも想定していますが、サプライチェーンの構築を考えると、まずは日本メーカーからになると想定します。また、海外にも特許を多く出願していますので海外メーカーにも相当の影響があると考えています。いずれにしても開発技術の採用は各企業の方針によりますが、材料置換や従来技術からの置換により省エネルギー効果を生み出すことから、海外の自動車メーカーにも積極的に採用いただきたいと考えます。	小笠原委員
資料5・全体 (社会実装への課題)	資料全体を通して、社会実装に向けたサーキュラーエコノミーやサプライチェーン、(国際)標準化などの観点からの技術課題抽出と具体的な取り組みに対する説明があまりなかったように感じました。(資料7では所々に記載がありました。) これらの観点からの研究開発は各社による自主的な取り組みだけでは限界もあり、公的な支援が効果的のように感じています。社会実装に向けた今後10年間の具体的な活動の中で、これらの観点からの取り組みをどのように進めることを想定しているのかをご教示いただけませんか。	社会実装までは様々な課題が残っていると思っており、本プロジェクトではサーキュラーエコノミーやサプライチェーンまで踏み込むことができませんでした。その課題を解決するために拠点を構築しました。一つの拠点では解決できない課題を各拠点が連携することで解決スピードも上がります。また国内だけでは解決できない場合にも国際連携を進めることで課題解決を進めることができます。国際標準化につきましても、積極的に海外の拠点や学会に参加いただき、場合によっては日本主導の標準化を目指します。(接着関連では一部国際連携をしています)	小笠原委員
資料5・p10 (社会実装への課題)	社会実装段階での課題として、現時点で想定されている項目があれば教えてください。(例: 素材コストダウン、特殊製造工程の自動化、など)	社会実装を進めるためには、製造面では、革新素材に適した製造プロセス技術、加工技術を開発または普及させることが必要であり、品質面では、時間依存型の特性(疲労、腐食、水素脆化)評価技術の開発が必要だと考えています。素材によっては、コストダウンも必要ですし、LCAの観点からその材料に変えたらCO2が減るのかという検討やリサイクル出来るのか考慮することも必要です。また、素材のコストダウンだけでなく、部品点数が削減出来るかなどの検討も必要です。適用分野を日本の自動車メーカーと考えた場合には、混流生産出来るのか(どうしたら出来るか)も課題となります。	福岡委員
資料5・p13 (知財)	実用化段階で他組合員の保有する知財の実施が必要な場合、原則実施許諾する基本方針となっているが、無償許諾という意味ではなく、特許使用に対する対価を支払う、もしくは相互使用交渉する、といった有償協議が前提との理解で正しいか?	その通りです。 参考 「革新的新構造材料等研究開発」プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針 3.(8) 知的財産権の実施許諾 ②プロジェクトの成果の事業化のための実施許諾 プロジェクト参加者がフォアグラウンドIPを用いてプロジェクトの成果を事業化するために必要な範囲で、他のプロジェクト参加者は、保有する知的財産権について実施許諾することを原則とする。 ただし、知的財産権を実施許諾することにより、当該知的財産権の保有者の既存又は将来の事業活動に影響を及ぼすことが予想される場合には、実施許諾を拒否することができるものとする。このほか、例外として認める範囲(特に、バックグラウンドIPの取扱い)については、プロジェクト参加者間の合意に基づき必要な範囲で明確化するものとする。 実施の範囲、実施料その他の事項について当事者間の協議が難航し、プロジェクトの成果の事業化に支障を及ぼすおそれがある場合は、知財運営委員会において調整し、合理的な解決を図るものとする。 ③プロジェクト参加者以外の者への実施許諾との関係 プロジェクト参加者が、保有するフォアグラウンドIPについて、他のプロジェクト参加者を実施許諾する場合、プロジェクト参加者以外の者へ実施許諾する場合と同等又はそれよりも有利な条件で行うものとする。	福岡委員
資料5・p18 (軽量化によるCO2排出量削減効果)	CO2削減効果には軽量素材製造時のCO2排出量増加の悪影響も加味しているか? または、社会実装段階で評価に取り入れる予定はあるか?	プロジェクト開始時には、軽量素材の使用による重量減、それに伴うCO2削減量の算定が行われていました。その後の急速な社会情勢の変化により、製造時・廃棄時のCO2排出量も加味したLCA視点が必須となり、新材料の材料代替効果定量技術の開発を行っています。社会実装を担う各メーカーは、当然LCA視点を取り入れながら社会実装を進めて行くものと考えられます。	福岡委員

資料番号・質問箇所	質問	回答	委員名
資料5・p18 (車体軽量化目標の妥当性)	研究開始時点での想定より、将来の地上モビリティにおける(化石燃料でない)電気・水素動力が占める割合が増大していると考え、車体重量軽減(=半減)は現時点でも妥当な目標と考えてよいか? (非化石燃料動力モビリティに対する軽量化の貢献度、または、軽量素材の製造時排出CO2やコストを加味した場合、目標を変更する必要性はないか?)	実施者としては、2023時点での自動車の車体構造がモノコックボディであり、走行時のCO2削減に貢献するため、storyは順当だと考えています。	福岡委員
資料5・P19-21 (社会実装のモニタリング)	2023年度以降の「各社持ち帰り」フェーズにおいて、経済産業省やNEDO、もしくは産総研のハブなどによって、各社での社会実装活動に対する定期的なモニタリングを実施する予定でしょうか。それとも従前の国プロのように、各企業からの社会実装への取り組み状況について定期的にNEDOに対して報告を求める程度の受動的な活動を想定されているのでしょうか。	連携研究ハブにはモニタリングとしての役割は持たせていませんが、それぞれの分野で課題がある場合に各拠点が連携し課題解決を行うとともに新規国プロへの参加等も検討していきます。 なお、NEDOは、NEDOプロジェクトで得られた成果の活用状況や社会的・経済的裨益の把握等を目的として、終了したNEDOプロジェクトを対象に追跡調査・評価を実施しています。具体的には、プロジェクト終了後5年間の研究開発進捗状況に関するアンケート調査等実施し、その後も実用化の状況など必要に応じ、成果等のヒアリングを実施しています。	小笠原委員
資料5・p22 (社会実装への支援)	本事業により個々の技術としては優れた成果が達成されておりますが、「各社持ち帰り」が原則とは言え、社会実装に向けて一定の公的資金による支援も有効だと思われま。財務省への概算要求をしているとのことですが、どのようなスキームで、どのような規模の予算確保を検討し、どこに予算投下されることを想定しているのかをお差し支えない範囲で教えていただけませんか。基本的にはマルチマテリアル連携研究ハブや、各研究拠点の運営を支援対象としているのでしょうか。それとも、各企業へのフォローアップとして、社会実装のための個別予算の提供を想定しているのでしょうか。	財務省への概算要求は2021年度、2022年度のプロジェクト予算のことであり、プロジェクト終了後の予算要求ではありません。ただし、2023年10月からのNEDO特別講座を各拠点で開講予定ですので、その講座開講予算はNEDO負担で支援する予定です。	小笠原委員
資料5・p25 (マルチマテリアル車体設計における接合条件)	マルチマテリアル設計技術開発では、「接合方法を含めた評価」を実施頂いているが、隣接する接合相手との相性(接合可否、所要強度など)を加味した最適化を行なった、という理解で合っているか?	トポロジー最適化の段階では、接合方法の影響は考慮せず、剛体接合を仮定しています。なぜなら、トポロジー最適化では多くの剛性制約のもと、質量の最小化を行っており、接合方法が剛性に与える影響は小さいと考えられるからです。 トポロジー最適化から得られた最適構造から作成した板組構造では、衝突性能の定量的な評価を行うため、接合方法の影響を考慮した接合モデルを導入して解析を行っています。	福岡委員
資料5・P26-29 (マルチマテリアル連携研究ハブの役割とマネジメント)	産総研に設置予定の「マルチマテリアル連携研究ハブ」が成果の社会実装において果たすべき役割は大きく、その活動に期待をしています。ハブを運営するための体制・予算・設置期間・責任と権限など、具体的な内容についてはどのようにお考えでしょうか。すでに予算措置はなされているのでしょうか。ハブには一定の権限と責任を有し、連携業務統括にリーダーシップを発揮するプロジェクトマネージャーが置かれる予定でしょうか。それとも、フォローアップを中心とした受動的な活動が中心になるのでしょうか。	マルチマテリアル連携研究ハブの運営は、産総研のマルチマテリアル研究部門長を長とする合計3名程度で運営します。運営に対する特段の予算措置はありません。各拠点の紹介や拠点間連携の仲介といったフォローアップが中心となります。一方、現在計画しているNEDO特別講座等の予算を伴うプロジェクト等を積極的に利用し、且つハブのホームページの作成と活用を通じて成果普及に努めたいと考えます。	小笠原委員

資料番号・質問箇所	質問	回答	委員名
資料5・P37, P41他 (アウトカム目標)	<p>アウトカムとして、378億円の投入と売上予測 1.2兆円という数字が強調されています。本プロジェクトで開発された「革新的新構造材料」は、基本的には従来材料の置換となるものと理解しています。新構造材料の実用化（社会実装）により、従来の構造材料の売上額に対して市場（売上額）はどの程度、増大（成長）するとお考えでしょうか。換言すれば、1.2兆円のうち本事業による売り上げ拡大はどの程度と見込んでいるのでしょうか。</p> <p>それとも軽量化によるCO2削減効果という付加価値の方がはるかに重要なので、材料置換に伴う売上額の差を議論することにはあまり意味がないという理解の方が正しいでしょうか。その場合は、市場規模1.2兆円というのを強調されていることにはどのような意図があるのでしょうか。</p>	<p>2017年当時に算出しています。2014年度の世界の自動車生産量は約9千万台であり、Energy Technology Perspective2012の予測では2020年には約1億台、2030年には約1億3千万台が見込まれています。経産省の「金属素材競争力強化プラン」によると、このように伸張している自動車産業に対して、2013年度での自動車等の構造・骨格を形成する素材産業は輸出額（約5.2兆円）であり、自動車の輸出額（約12兆円）の約半分です。2030年には自動車用構造材料の輸出額は7.5兆円になり、このうち半数の自動車に軽量構造材料が適用されるとすると、3兆円超の売り上げが見込まれます。これから、材料置換および日本企業のシェアを関したシナリオから1.2兆円の事業規模と推測しました。プロジェクト当初はCO2排出量削減量から原油削減効果を明示していましたが、事業規模を金額に置き換えて明示しています。</p>	小笠原委員
資料5・p53 図の左下 (重量半減の達成見込み)	<p>2030年には、車体重量が半減する結果になるような図が書かれていますが、この事業の成果により、重量が半減する見込みが成立しているのでしょうか？成果の記述に際しては、強度や破断ひずみなどの力学的な特性値の成果は記述されていますが、全体の結果としての車体重量の低減の定量的な成果の達成値、または予測値の記載が要らないでしょうか？検討下さい。</p>	<p>プロジェクト開始時には、軽量素材の使用による重量減、それに伴うCO2削減量の算定が行われていました。その後の急速な社会情勢の変化により、製造時・廃棄時のCO2排出量も加味したLCA視点が必須となり、プロジェクトにおいて新材料の材料代替効果定量技術の開発を行っています。</p> <p>社会実装を担う各メーカーは、当然LCA視点を取り入れながら社会実装を進めて行くものと考えられます。</p> <p>なお、開発した革新材料・技術を用いたマルチマテリアル車体部品の試作・評価の結果、実用化の必要要件に対して大きな課題はなく、軽量化は部品毎に異なりますが30%~60%（資料7-1 表3-2.1.2-3）となり、また、トポロジー最適化計算では40%強の削減効果（資料7-1 p3-2.1.1-43）を達成しました。</p>	大窪委員
資料5・p57, p58, p96 (諸課題への取り組み)	<p>アウトプットの目標設定においては、性能目標と製造技術・量産技術の確立が主たる対象とされてきたと理解しました。マルチマテリアル化（異材接合）やCFRPを量産品である自動車へ適用するのにあたっては、性能や量産技術の確立に加えて、アフォーダブルなコスト、LCA・リサイクル、サーキュラーエコノミー、サプライチェーン等に関わる（技術的な）諸課題の解決も重要ではないかと感じています。本事業ではCFRPの工程廃材リサイクルなどの例を除くと、この点での課題設定についてはあまり積極的にはなされていないように感じられました。これらの観点からの研究開発課題の抽出と課題解決について、本事業ではどのような方針で取り組まれてきたのでしょうか。また今後はどのように対応していくことを想定しているのでしょうか。来年度からの「各社持ち帰り」の中で、「自主的」に取り組んでいただくことを前提としているのでしょうか。もしくはリサイクル技術については材料メーカーではなく、ユーザやリサイクルメーカーが確立することが前提となっているのでしょうか。</p>	<p>本プロジェクト開始当初は、革新材料の研究開発が目標でしたが5年での達成が見込まれてきたためマルチマテリアル化という目標にシフトしました。その中でCFRTPやアルミはリサイクルの課題を取り入れ、またLCAでの代替材料による環境影響評価ツールの作成を行いました。リサイクルについては大きな課題の一つであることから、自社での取り組みのほか、NEDOの他のプロジェクトで実施しているものもあります。※</p> <p>マルチマテリアル連携研究ハブは、そのような課題についての解決策等も拠点との連携を図りながら早期社会実装を目指します。</p> <p>※ P21003 アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業</p> <p>本プロジェクトは車体軽量化のための材料開発、の位置づけで研究を開始しています。前半の5年間で車体を軽量化できる可能性のある材料開発を行いました。鉄鋼材料、アルミニウム材料、チタン材料、マグネシウム材料、カーボン繊維強化複合材料で、強度向上に努めています。</p> <p>後半の5年間はLCA、リサイクル、腐食・水素脆化の研究を行いました。金属のリサイクルは、工程から供給される品質が分かっている材料からの回収技術、カーボン繊維のリサイクルは、水素タンクに限定した材料からのリサイクルとしています。LCAは産総研のIDEAデータベースを活用したソフト開発を行っています。腐食では海外での走行試験実施後のサンプル評価まで実行しました。プロジェクト評価としては多くの課題でTRL5からTRL6までの技術の実証段階をクリアしたものと考えています。</p> <p>一方、サプライチェーンについては量産化にかかる開発となるため個社での業務と想定しています。サーキュラーエコノミクスは、マーケットからの回収は前NEDOプロジェクトで実施しており、このプロジェクトでは実施しないこととしました。</p> <p>本プロジェクトではTRL6-7以降は個社での開発領域ですが、終了後5年間は知財規定に沿った活用になると推測しています。前半は持ち帰り研究中心、後半は協調領域として公的機関をリーダーとして協調課題を増加させてきました。プロジェクト終了後は当該公的機関は分野拠点としてその分野の技術のハブとなりますので拠点機関中心に事業のフォローを行って行く予定です。</p>	小笠原委員

資料番号・質問箇所	質問	回答	委員名
資料5・p63 (拠点の国際関係)	開発した技術の「国際標準化」について具体的な戦略や予定があれば教えて頂きたい。	各事業者による成果の標準化に関する取り組みが行われています。 詳細は資料7-1 4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて の該当箇所を参照ください。 ・マグネシウム開発合金の標準化、難燃性評価手法の標準化 ； 4-2-総合車両-3、4-2-産業技術総合研究所-3 ・融雪塩散布地位型ガルバニック腐食評価法のISO TC156 WG 6規格化 ； 4-2-日本パーカライジング-1 ・革新炭素繊維の評価手法の標準化 ； 4-2-三菱ケミカル-2 ・マルチマテリアル接合技術の評価・解析手法、シミュレーション手法等の標準化 ； 4-2-大阪大学-5 ・熱可塑性 CFRP の繊維長及び繊維配向等の繊維性状測定・評価技術の標準化 ； 4-2-名古屋大学-1 ・リサイクル炭素繊維の平均的機械特性および各種不純物の評価分析手法の国際標準化； 4-2-産業技術総合研究所-3, 4	福岡委員
資料5・p79 図の中央付近 (車体重量半減の見通し)	ここでは、2つの展示により、車体の軽量化の50%の目標が達成したようにも見えますし、あるいは、この段階から50%の目標値を設定したように見えます。車体の50%の目標は、どの単位または範囲で(例えばある部品の範囲等で)達成できたのでしょうか？資料6中には重量低減の効果の記載がありますが、資料5中のどこかにも、重量低減の成果に関する記載が要らないでしょうか？検討下さい。	本プロジェクトは、「自動車を中心とした輸送機器の抜本的な軽量化(半減)」に向けて、革新的接合技術の開発や、鋼材、アルミニウム材、チタン材、マグネシウム材、炭素繊維及びCFRP等、輸送機器の主要な構造材料の高強度化等に係る技術開発を一体的に推進してきました。 結果を、出来れば車体全体での軽量化効果を数値で示せると良かったのですが、そこまでには至りませんでした。 なお、開発した革新材料による軽量化効果については、開発した革新材料・技術を用いたマルチマテリアル車体部品の試作・評価の結果、軽量化は部品毎に異なりますが30%~60%(資料7-1 表3-2.1.2-3)となり、また、トポロジー最適化計算では40%強の削減効果(資料7-1 p3-2.1.1-43)を達成しました。	大窪委員
資料5・p79 資料6-3、 資料6-5 (車体重量半減の見通し)	マルチマテリアル最適設計と試作を通じ、車体重量の半減は達成できたか？もしくは2030年に達成できる見通しを得たか？(資料6-3ではルーフは重量半減、資料6-5ではサイドシルは9%軽減、など必ずしも個々要素では半減できておらず、全体としての達成程度を教えてください。)	結果を、出来れば車体全体での軽量化効果を数値で示せると良かったのですが、そこまでには至りませんでした。開発した革新材料による軽量化効果については、開発した革新材料・技術を用いたマルチマテリアル車体部品の試作・評価の結果、部品毎に異なりますが30%~60%(資料7-1 表3-2.1.2-3)となり、また、トポロジー最適化計算では40%強の削減効果(資料7-1 p3-2.1.1-43)を達成しましたので、2030年にはほぼ半減を達成する見通しです。	福岡委員
資料6-2・p7左下のグラフ (グラフ記載補足)	「(980MPa含む)(1180MPa含む)」の記載の意味がわかりません。何の条件の値の事でしょうか？	2枚重ねの場合は、アルミニウムと980MPaの引張強さの鋼板で実施しており、3枚重ねの場合は、その板組の中に1180MPaの引張強さの鋼板を含んでいる、という意味です。	大窪委員
資料6-2・P10 (アルミ・CFRP製部品のリサイクル)	マルチマテリアル部品のリサイクル技術確立は、社会実装上の大きな課題ではないとのご判断でしょうか。もしくはリサイクルについては、材料メーカーではなく、ユーザである自動車メーカーやリサイクル企業が取り組むべき課題なので、材料メーカーのR&D対象外ということになるのでしょうか。	アルミニウムやCFRPのリサイクル技術は、軽量化を進める上で非常に重要だと考えています。そのために、自動車メーカーに求められるのはより分別しやすい設計や材料種の集約があります。また、接合に関しても易解体性を考慮した技術の開発が必要になると考えます。	小笠原委員
資料6-3・p14等全般に関連して (CFRPハイブリッド部品のリサイクル)	ハイブリッド部品はリサイクルでの問題はありますか？従来素材と比べての経済的な優位性について可能な範囲でお聞かせください	CFRPスキンは熱硬化材、超軽量CFRTPコアは熱可塑性と異なる樹脂系であるため、別々の回収システムが必要と考えられます。リサイクルの観点では、従来素材と比べての経済的な優位性は認められません。	奥田委員
資料6-3・p16 (CFRP部品のリサイクル)	CFRP部品のリサイクル技術確立は、社会実装上の大きな課題ではないとのご判断でしょうか。もしくはCFRPのリサイクルについては、材料メーカーではなく、ユーザである自動車メーカーやリサイクル企業が取り組むべき課題なので、材料メーカーのR&D対象外という考え方でしょうか。	CFRP 製品からのリサイクル、リユースだけでなく、各種中間基材の端切れなどの工程端材をいかに活用して循環サイクルを回すかの視点も重要と考えています。	小笠原委員

資料番号・質問箇所	質問	回答	委員名
資料6-4・p4等全般に関連して (海外における革新的な鋼板材・接合技術開発)	海外では同様な材料や接合技術の開発は行われていますか？もし、行われている場合、比較評価はどのようなになりますか？	アメリカのエネルギー省が実施したプロジェクトでは、0.3C-1.6Si-3Mn鋼のQ&P材で1.5GPa-EL19%の材料をラボベースで実現した例などがありますが、伸びと背反する特性である穴広げ率や遅れ破壊特性まで考慮した材料設計はなされておらず、かつ、それを実機で製造できることを示した点は、技術的に優位性があります。 一方、接合技術については、超高強度・高延性材料を実際に用いた接合技術の研究を行うことは、材料開発を行った当事者以外は現状では実施できないため、得られた知見については独自知見になっていると考えています。	奥田委員
資料6-4・p5グラフ中 (数値の補足説明)	凡例となっている15,000等の数値の記載の意味が不明瞭です。何の値でしょうか？	図の作成過程で表記が消えてしまい申し訳ございません。TS×EL(引張強度(MPa)と伸び(%))の積)です。その旨を表記いたします。 TS 1500MPa (1.5GPa)とEL 20%をかけて、TS×EL = 30,000のライン上が本プロジェクトにおける目標の目安となり、そこに対する達成度を把握しやすくするために、25,000、20,000、15,000の線を記載しています。	大窪委員
資料6-4・p5グラフ中 (伸び0材)	0.6%Cの条件の鋼の一部のデータではElongationの値が0となっていますが(横軸上にプロットがありますが)、これは間違いないでしょうか？完全脆性材料、との意味でしょうか。	完全にゼロでは無いですが、コンマ数%とゼロに近い値になっています。完全では無いですが、少し塑性変形した段階で脆性的に破壊するような、脆い材料となっていました。0.6%C鋼でも熱処理を工夫して、組織制御してやれば、もう少し延性を高められる可能性があります。熱処理条件を横並びで評価した結果としては、高C化が行き過ぎると脆化が起こるといった結果になります。	大窪委員
資料6-4・p5グラフ中 (穴広げ率)	ここではじめて「穴広げ率：λ」、との用語が使われています。この変数の定義を記載下さい。	JIS Z 2256(金属材料の穴広げ試験方法)に規定されている成形性の指標の一つになります。鋼板に打ち抜きで10mmの穴をあけ、その穴を円錐状のポンチで押し広げるような変形を加えた際に、割れが生じるまでどれだけ穴が広がるかを評価する試験方法になります。強度や伸びと背反する傾向があり、高強度・高伸び材では劣化する傾向があります。	大窪委員
資料6-5・p23 (スカンジウム)	スカンジウムは高価で、基本、副産物として得られますが、今後の低価格化をどのようにお考えでしょうか？また、他の用途、例えば、AM向け粉末などの兼ね合い(航空機向けでは多少高くても使いつつあります)は、どのようにお考えでしょうか？	豪州で採掘されている酸化スカンジウムは、既に低価格化が始まっていると聞いており、添加元素としてのScも低価格化が進むと考えています。またScは凝固組織の微細化効果とともに、積層造形後の熱処理による強度向上が可能のため、AM向け素材としての用途の可能性もあると考えています。	奥田委員
資料6-6・p4 (LFW技術の優位性)	海外でのLFWの開発状況(例えば、航空機エンジン向けのMTUなど)と比較しての優位性、課題があればお聞かせください	海外では、Ti合金の航空機エンジン部材をLFWを用いて製造する手法が開発されています。ただし、この場合のLFWは従来の技術で、固相接合ではあるものの比較的高温で接合されています。したがって、接合部は変態を伴う組織となり、後熱処理による組織の最適化が必要です。 一方、本事業で開発した低温LFW技術によって、接合温度を制御することが可能となりましたので、βトランザス以下の低温で接合することで組織を変態させず接合を完了させることができます。この技術は、既に鉄鋼、Al合金、Ti合金などで確認済みですが、今後、それぞれの部材に適用するためには、Dwell疲労など、より用途に特化した特性の把握が必要となります。	奥田委員
資料6-6・p19 (LFWの航空機エンジン適用への課題)	LFWを航空機エンジン向けに適用する場合の、今後、特に解決すべき課題についてお聞かせください	航空機エンジン部材に適用するためには、様々な温度における引張特性、疲労特性、クリープ特性、破壊靱性、Dwell疲労特性などの把握や、応力除去熱処理の必要性確認および熱処理後の機械的特性調査、ブリスク部材製造技術の開発などが必要です。	奥田委員
資料7-1 位置づけ必要性 1-7 資料7-1 実用化事業化 4-1-1 (社会実装に向けたモニタリング)	実用化は今後徐々に進むと思います。効果を今後継続的に、10年程度の期間にわたりMeasureしていく予定はあるのでしょうか？	NEDOは、NEDOプロジェクトで得られた成果の活用状況や社会的・経済的裨益の把握等を目的として、終了したNEDOプロジェクトを対象に追跡調査・評価を実施しています。具体的には、プロジェクト終了後5年間の研究開発進捗状況に関するアンケート調査等実施し、その後も実用化の状況など必要に応じ、成果等のヒアリングを実施しています。	柳本委員

資料番号・質問箇所	質問	回答	委員名
資料7-1と資料6-2、6-3との比較（成果達成度）	誤解がございましたら恐縮ですが、資料7-1の4,5ページ2.1.1.2研究開発成果の表3-2.1.1-2ではすべての事項が◎と評価されております。一方で、例えば資料6-2の3,4ページ、6-3の3ページ等の「計画との差異」では○が主で、◎が少なく辛口にチェックされているように思われました。総括と個別での評価の観点が異なるようにお見受けしますが、何か理由があれば教えてください。	総括と個別の評価ではなく、対象が異なるためです。表3-2.1.1-2ではマルチマテリアル設計技術の開発の達成度は各目標とも上回る◎と評価しています。資料6-2のp3, p4マルチマテリアル部材ドアの試作や資料6-3のp3超軽量CFRTP/CFRPハイブリッド部材の開発では目標通り○と評価しています。	松田委員
資料7-1 研究開発項目②（接合技術開発目標の考え方）	循環経済を念頭においたものづくりのあり方も今後は求められる。今回、目標はいずれも母材破断となるレベルを目指すとするが、界面破断で同等のものを目指すことは合理的な目標とはなり得なかったのか。ものづくりの現場における実用性、また（製品の）安全性等に関する観点から背景事情があったのであれば、ご回答を頂きたい。環境配慮設計・易解体設計という観点で考えれば、異種材がなるべく混ざらないように界面で単体分離を進めたほうがよいと考えることもできる（使用済み製品を破碎処理する際に界面破断が優先的に起こるのであれば、それは単体分離を促す易解体設計となるのではないかと考えるため）。	現時点の自動車メーカーの認識として、接合部が破断することは母材よりも強度が低いことを示しており、その継手接合を施工したのは自動車メーカーであるので、製造者責任の観点から母材破断であることを求めます。もし、母材が破断した場合（自動車の場合、衝突しても一般には座屈変形などをして破断には至りません）には、設計とおりの母材が調達できているのかどうかということになります。一般に、溶接接合構造物の安全性の考え方には、第2次大戦中の艦艇が水素脆化によって、溶接部で破断し、船体が真っ二つに折れたことなどが大きく影響しています。ご質問の易解体性については、リサイクルやLCAなどの点から必要ですが、何よりも重視すべきは、乗員の安全性の確保が最優先されると考えています。	清水委員
資料7-1 研究開発項目③ 研究開発項目④ 研究開発項目⑤（革新的チタン・アルミ・マグネの自動車以外の用途）	自動車以外の用途に向けた検証・実験はどこまで進めてきているのかご回答を頂きたい（特に航空機・宇宙・防衛等）	<ul style="list-style-type: none"> ・チタン：チタン合金の大型鋳塊を使用し、実際の航空機用模擬部品を切削加工で試作し、その時の被削性の検証を行っています。 ・アルミ：7000系開発材を実機で製造し、それをを用いて実際の航空機用構造部品を試作し、性能の検証まで完了しています。 ・マグネ：高速鉄道車両の実機と床パネルの試作を実施し、特性・性能の検証を行っています。 	清水委員
資料7-1 革新的マグネシウム合金全体（実用化）	気密疲労試験は終了しましたのでTRL5レベルには十分到達したと思います。今後の実用化はJRとに委ねられているとの認識でよろしいでしょうか？あるいは今後実用化研究を進められる予定でしたら、教えていただきたく思います。	JRおよび車両メーカーとの共同研究に進んでいくものと思います。	柳本委員
資料7-1 熱可塑性CFRP全体（コスト）	自動車車体への適用を考えた場合、それに見合うコストとなる見通しは得られたのでしょうか？	まずは、素材と部品性能から検討しました。コスト的には広く自動車車体に適用するほどには至っていませんが、コストにも合う箇所から採用されていくものと考えます。また、LCAの観点が重要になっていますので、革新的炭素繊維の実用化やリサイクル技術の普及も重要と考えます。	柳本委員
資料7-1 研究開発項目⑨（戦略・基盤技術の優位性）	世界市場で比較を得るためには、どのような領域がいまだ競争領域となっており、また協調領域となっているのか、自動車及び付随用途を中心に戦略立案の基礎となっている認識をご回答いただきたい。また、それを踏まえて立案した標準化戦略との関係性についても改めてご説明を頂きたい。この度開発した接合技術や素材の評価方法等ではすでに評価手法が何かしらの形で存在しているので、改めての標準化には着手していないものが多いと考えればよいのか。	自動車業界では、電動化、自動運転、MaaSといった領域が競争領域となり、多くの人員が割かれていると認識しています。そのため、自動車メーカーにおいて材料開発に割ける材料関係の人員は少なくなっています。そのため、自動車業界における材料開発はだんだん協調領域になってきていると考えます。そういう意味では、本プロジェクトのような多くの材料メーカーが集まり、そこにユーザーである自動車メーカーも加わり、共通の目標で開発するという取組は、時宜にかなったものであったと考えます。そうした中で、材料メーカー、表面処理メーカー、自動車メーカーが集まり、マルチマテリアル部材の腐食評価技術の開発を行い、国際標準化を進めているところです。また、多くの材料・技術を開発していることから、統一的な標準化戦略というよりは、個別分野・材料毎の標準化になりますが、マグネシウム合金の規格化、リサイクル炭素繊維の評価方法の標準化なども行っています。接合技術の標準化については検討中です。	清水委員

資料番号・ 質問箇所	質問	回答	委員名
資料7-1 実用 化・事業化 4- 1-1 (拠点間の連 携、拠点の存 続)	<p>成果の事業化見通しを目的として、研究組合内で議論を重ね、拠点を形成したことは評価できます。</p> <p>1) マルチマテリアル連携研究ハブに各拠点の代表者が集まった会議は年に何回計画されているのか、2) 8拠点は何年間設置されるのか、教えて頂けないでしょうか。</p>	<p>1) 企業等からの連携の案件があった場合に関連する拠点との会議は行う予定です。</p> <p>2) 各拠点の設置期間ですが、全ての拠点が何年と言うことではありません。現在、各拠点でコンソーシアム等の民間企業との連携を開始しています。各テーマが社会実装されるまでは、何らかの活動を行うと考えます。</p> <p>また、2023年度以降、各拠点は人材の育成と産学官の交流をはかる目的でNEDO特別講座を活用することを想定しています。</p>	柳本委員