

研究評価委員会
「次世代構造部材創製・加工技術開発④-2、⑤」(中間評価)分科会
議事録

日 時：平成29年9月22日(金) 10:00～16:25

場 所：大手町サンスカイルーム D室

(東京都千代田区大手町2丁目6番1号 朝日生命大手町ビル27階)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	横堀 壽光	帝京大学 特任教授	戦略的イノベーション研究センター 副センター長
分科会長代理	出井 裕	日本大学 理工学部	航空宇宙工学科 教授
委員	北岡 諭	一般社団法人	ファインセラミックスセンター 材料技術研究所 高信頼性材料グループ グループ長
委員	佐藤 哲也	早稲田大学 基幹理工学部	機械科学・航空学科 教授
委員	松尾 亜紀子	慶應義塾大学 理工学部	機械工学科 教授
委員	米山 猛	金沢大学 理工研究域	機械工学系 教授

<推進部署>

吉木 政行	NEDO 材料・ナノテクノロジー部	部長
今西 大介	NEDO 材料・ナノテクノロジー部	主任研究員
伊藤 浩久(PM)	NEDO 材料・ナノテクノロジー部	主査
加茂 哲郎	NEDO 材料・ナノテクノロジー部	主査
片山 隆	NEDO 材料・ナノテクノロジー部	主任

青木 隆平(PL) 東京大学 大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻 教授

<実施者※メインテーブル着席者のみ>

大林 茂	東北大学 流体科学研究所	教授
山岡 裕幸	宇部興産株式会社	ポリイミド・機能品事業部 無機材料開発部 無機繊維開発 G グループリーダー
中村 武志	株式会社 IHI	航空・宇宙・防衛事業領域 技術開発センター 材料技術部 主幹
田那村 武司	シキボウ株式会社	複合材料部長
井頭 賢一郎	川崎重工業	技術開発本部 技術研究所 材料研究部 部長

<評価事務局>

保坂 尚子	NEDO 評価部	部長
宮嶋 俊平	NEDO 評価部	主査
中井 岳	NEDO 評価部	主任

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 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し
 - 5.3 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⑤ 航空機用構造設計シミュレーション技術開発 (東北大学)
 - 6.2 研究開発項目④-2 軽量耐熱複合材 CMC 技術開発 (高性能材料開発) ー繊維開発 (宇部興産)
 - 6.3 研究開発項目④-2 軽量耐熱複合材 CMC 技術開発 (高性能材料開発) ー部材開発 (IHI)
 - 6.4 研究開発項目④-2 軽量耐熱複合材 CMC 技術開発 (高性能材料開発) ー部材開発 (シキボウ)
 - 6.5 研究開発項目④-2 軽量耐熱複合材 CMC 技術開発 (高性能材料開発) ー部材開発 (川崎重工業)
 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に基づき評価事務局より説明
 - ・出席者の紹介 (評価事務局、推進部署)
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」、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4-1～4-5に基づき説明した。
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 推進部署より資料5に基づき説明が行われた。
 - 5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し

推進部署より資料5に基づき説明が行われた。

5.3 質疑応答

5.1及び5.2の内容について質疑応答が行われた。

【横堀分科会長】 それでは、ただいまの説明に対しまして、御意見、御質問などをお願いいたします。委員の先生方、よろしく願いいたします。

【佐藤委員】 材料の評価というのは非常にいろいろな面から見なければいけないものなので、このプロジェクトにおいて、どのように一般性あるいは公正性をもって技術開発を評価できるのかが、なかなか見えてきません。後半の評価において、全部マルがついていますが、目標が達成されたという説明だけだと、どういう観点でそのマルがついたのか疑問に思いました。

【伊藤 PM】 このプロジェクトの推進に当たり、事業原簿の最後に提示していますように、基本計画を策定いたします。その中で、29年度の間目標を決めています。この基本計画に対して、例えば、繊維に関するところは宇部興産が担当するわけですが、NEDO と宇部興産はこの基本計画に基づいて、更に目標を設定します。詳細にブレイクしまして、その目標に対して達成されているか、達成されていないかという観点で、このマルをつけています。NEDO と宇部興産、NEDO とシキボウ、NEDO と IHI、NEDO と川崎重工が結んでいる更に細かい計画に関しましては、非公開のセッションで御説明いたします。

【佐藤委員】 そういたしますと、実施者のつけるマルと、NEDO のつけるマルとの両方があると思うのですけれども、ここで書いてあるのは実施者の自己評価を見て、NEDO が最終的に、マルであるという評価をされたということでしょうか。

【伊藤 PM】 はい。

【佐藤委員】 わかりました。

【横堀分科会長】 今のご討論で思ったのですが、NEDO としては、開発した材料の引張強度がこのぐらいということが実際の実用化に向けてどういう意味を持つか明確ではなく、この点を研究のゴールとして明確にすることが必要と考えます。佐藤委員のご質問は、ここで得られた結果が、本当に実用化の観点でいいのかということだと思のです。例えば、「いくら強度が出ました。」「これで実際に実用化するときにはこういうイメージになります。だから、これで目的が達成されています。」という説明があると良いということではないですか。

【伊藤 PM】 CMC 技術開発のスライドで御説明いたします。最終目標として、こちらに2つ書いていますが、この2点目がCMCに対する目標でして、引張強度200MPaというのが目標です。この200MPaという数字は、この航空機のエンジン部材として使えるところであるという目標設定です。

【横堀分科会長】 それが明確に記載されていて、それに則って、これで達成であるとか、そういう形だとわかりやすいと思います。

【伊藤 PM】 このCMCを達成するために、繊維はこの強度が必要であるという目標設定です。

【佐藤委員】 全部マルになっていますが、マルにも度合いがありませんか。もし本当に全部マルだったら、目標設定が甘いのではないのかとも受け取られますので、通常、ここは二重丸でここはマルだなどと、何か違いがあるかと思いました。

【伊藤 PM】 非公開セッションでの各実施者の説明の中では、二重丸、マル、一部三角というところもあります。それぞれ二重丸が予想以上に達成できているもの、マルが達成できているもの、三角は、今は達成していないけれども、年度末までには達成できるものというような整理です。

【横堀分科会長】 ここはマネジメントについてですから、具体的なことではなく、こういうことが大事でやっていますということが明確に示されていければいいかと思います。何のためにこの強度があるの

か等は、個々のテーマについてやれば良いのですけれども、全体に関するところでは、「こういう目的のためにこれが必要で行っており、それで事業を展開しています。」ということがわかるように示していただくと、非常に見やすくなると思います。

【伊藤 PM】 そういう意味では、高性能材料開発のスライドで御説明いたします。こちらの目標は、エンジンの高圧のシュラウドまでに要求される強度です。次のこちらの高性能の SiC 繊維の開発になりますと、こちらは繊維に要求される強度が 3GPa 以上になりますので、それは高圧タービンの動翼までという整理です。

【北岡委員】 ④-2 の内容では、いろいろなところに第三世代 SiC 繊維と書いてありますが、高価ですが今ある耐熱性に優れる繊維が第三世代繊維という位置付けでよろしいですか。

【伊藤 PM】 宇部興産の製品名では、SA 繊維と称しているものです。SA グレード、これが第三世代のもので。そして、このスライドで示している高性能 SiC 繊維というのが第三世代の次の世代です。それを第四と称するかどうかはまだ決まっていますが、高性能 SiC 繊維というのは第三よりも強度の高い繊維です。

【松尾委員】 40 ページのスライドの、⑤のテーマの成果の実用化について質問です。この「ゲートウェイの開通」について、先ほどの説明で意味がよくわかりませんでした。今回実施されている研究開発とワークショップとゲートウェイ、それらの関係についてもう少しご説明をお願いできますか。

【伊藤 PM】 東北大がワシントン大学と協定を結んで、年 2 回シミュレーションのワークショップを開催します。そこには、シアトルですので、OEM の研究開発部隊が来たりします。そういうワークショップに対して重工業企業もぜひ参加したいと手を挙げているところです。そこでようやく OEM の研究開発部隊と日本の重工業企業の接点ができるようになります。そういう意味で、この道筋ができた、ゲートウェイができたというところが大事だという認識です。

【米山委員】 実用化の考え方について、「試作品やサービス等が、社会的に利用が開始される」という少し抽象的な表現になっていますが、ここで試作品と言っているほうが④-2 の CMC の部材がメーカーに試作品として開始されるという意味で、サービスと言っているほうが⑤のソフトのことを指しているか見て良いのですか。

【伊藤 PM】 サービスという単語ですが、シミュレーターに関しましては、実際に開発したシミュレーターが製造現場で使われることです。それがサンプルというかサービスというか、はっきりはいたしません。NEDO の認識では、開発したシミュレーターが、実際に航空機の製造現場で使われる、あるいは使うことを挑戦していただく、実際に製造するところ、あるいは認証をとるところで、使えるかどうかを評価していただくというところが実用化という認識です。

【米山委員】 2019 年の 797 のローンチが目標だが、間に合わないかもしれないというお話でしたが、その CMC にしても、ローンチという意味がよくわかりません。これが試作されエンジンメーカーにサンプルとして提供されるとして、2019 年というのはちょうどこのプロジェクトの終わりの年です。その時に試作だと間に合わないような気もしますが、どのような試作品の利用が開始されれば実用化、という具体的なイメージがわからないのですが。

【伊藤 PM】 具体的に CMC の出口というのはタービンと燃焼器、2 つあります。燃焼器に関しましては、燃焼器のパネルを CMC 化することです。それは今、燃焼試験まで行っており、燃焼試験でいい成果が出ていますので、決して 2019 年には間に合わないという認識ではありません。2019 年までにデータをとり、CMC 化したパネルをエンジンメーカーに技術提案できる可能性は大いにあるという認識を NEDO は持っています。

【出井分科会長代理】 目標を達成したかしなかったかというのはわかるのですが、この目標自体が他社あるいはライバルに対して、どういう位置付けかというのが良くわかりません。公開セッションではご

説明が難しいかもしれませんが、いかがですか。

【伊藤 PM】 実際に実施者の持っている技術が、現状、世界でどういうレベルか、それに対して技術開発が終わったときにどういうレベルまで行っているかというところは整理しています。非公開のセッションでスライドを御準備していますので、そちらで御質問していただきたいと存じます。

【出井分科会長代理】 これもちょっと非公開、公開の区別があると思うのですが、目標自体のレベルが高いところにあるかどうかということを表記するというのは難しいですか。

【伊藤 PM】 目標としては、それぞれ世界の水準、最高レベルの目標というのを最終年度に設定しているという認識です。

【横堀分科会長】 それでは大体予定の時間になっていますので、どうもありがとうございました。次の議題に移ります。

(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

【松尾委員】 全体を通しまして、今回のテーマは、④-2としては4つ、⑤として1つですが、各社、それぞれの方向性を持って非常に活発に進めていらっしゃるようで、どちらも達成度が非常に高く、順調であると思えました。また、いろいろ異なるアプローチのしかたで皆さん達成していらっしゃるようで、成果が最終的に出たときに、例えば材料であれば、新しい素材での使い方がいろいろな角度から見えてくるのではないかと思います。非常によい成果だと思っております。

【米山委員】 今日は各グループの活発な報告を聞かせていただきまして、それぞれ非常に精力的に進めておられるというのがわかりました。また、目標は実用化ということですが、炭化ケイ素のファイバー技術を確立し、それを複合材として実用化していくというストーリーが非常にはっきりしているプロジェクトですので、行うことははっきりしていると思えました。

ただ、ものづくりの製造技術のところはノウハウとして皆さんが余り公開したくないため、非公開セッションでもほとんど報告されていませんでした。結局、それぞれの実施者で、ものづくりとして公開したくないところは評価できないので、なかなか難しいなという印象を受けました。だから、余りこの報告書で特許が何件、講演発表は何件、あるいは論文は何件など、そういうところで評価しても仕方がないので、将来の事業化の観点で評価したいと思えます。事業化に近づいているものもあると思いますが、それがサンプル提供などの形で実際に事業化に近づいていることがはっきりしてくれば、そういう点で評価すると良いのかなと思えました。あと2年、後半がありますので、そちらに向けて頑張っていたら良いと思えます。

また、目標の連携・あるいはつながりといいますか、そのあたりを少し明確にすると良いのではないかなという印象を受けました。

【佐藤委員】 今日は、私自身、非常に勉強になりました。やはり、情報をしっかり守らないといけないという環境の下で多くの企業が連携して遂行するプロジェクトですから、非常に難しいのだろうなとい

う印象を受けました。その中でやはり青木 PL と NEDO がどうやってそれをまとめていくのかという点が、かなり重要なのではないのかと思いました。

技術的に非常によい成果が次々と出てきて、またいろいろなスキームなども出てきていますが、それが航空関係では実用化に向けて認められるのかどうか。この場で議論することではないかもしれませんが、やはり念頭に置いて実施しないといけないのかなという印象を持ちました。

全体的には非常に順調に進んでいるような感じがいたしましたので、最終目標に向けて、このままやっていただければ良いと思いました。

【北岡委員】 世界初という成果も幾つかあったかと思います。今後残り 2 年間でもっとその数を増やしたり世界最高性能のレベルを上げたりしていく、といった取り組みを実施していただきたいと思います。

また、これは CMC の製造での特殊性だと思うのですが、1 社で素材から製品までとはいかない分野であり、まさにいろいろなメーカーがそれぞれ繊維、中間基材作製、マトリクス、そして部品というふうに各工程を踏んでいますので、ある機関がどこかの他機関の研究の進捗の律速にならないように、うまく連携をとりあって、計画を密に着実に進めていただきたいと思います。

皆さんも御存じのように、SiC 繊維というのは日本で発明された素材です、素材としては日本がリードしていると思うのですが、やはり利用技術では、米国 GE が先行していると思います。その中で、このプロジェクトは素材から製品まで一貫して国内サプライチェーンが既に構築されていますので、その更なる強化に向けて、海外 OEM にぜひとも採用したいと言ってもらえるような CMC 部品の製造基盤技術の構築を目指していただきたいと思います。

【出井分科会長代理】 最近、航空機の省エネ化はジェットエンジンに依存するところが多くなっています。機体の軽量化には限界が来ているということで、エンジンに目が向けられています。その中でも GE 社が CMC を採用したために、今、非常に注目されている分野です。特に現在は、SiC 繊維のような、日本独自で開発され日本のアドバンテージを持っている材料というのは余りなくなっている状況ですので、ぜひとも今回の SiC に関して、このプロジェクトが目標に達するように、あと 2 年、成果を上げていただければと思っています。

【横堀分科会長】 今回は中間評価であり、将来は事後評価をされるということを考え、この時期にきちんとしたことをお話したほうが良いと思いました。ちょっと辛口の表現もありましたが、そういう意味で御理解いただければと思います。

全体として非常に活発な活動をされて、個々に非常にすばらしい成果を上げていると思っています。せっかくすばらしい活動をしていらっしゃるのので、1 つに収斂して将来の実用化に向けての一つのコンセンサスがきちんとできるように、今後の 2 年間を進めていただければ非常によろしいと思います。

実際の構造では、応力集中部などがたくさん出てきて、複合応力が働くことによって素材そのものの強度とは違った性質になる、いわゆる構造脆性効果（形状効果）や、構造のスケールが大きくなると試験片レベルのスケールとはまた違った力学的挙動を示す、いわゆるスケール効果があります。これらは実用化に向けて検証していく必要があります。いわゆるエレメントテストからコンポーネントテストへ変化したときにどう変わるかを、ほかの分野も含め実用化に向けて検証することが必要だと思いますので、それをできるだけピックアップしていただければいいと思っています。

私は、材料に良い悪いはないと思っています。使い勝手の点で、この材料はここで使えば大丈夫だがここで使うのは駄目だということです。たまたまここで使いたいと思うときに、その性能を発揮しないから悪いと言っているわけで、良い悪いという主観的な言葉ではなく、例えば伸びはこのぐらいでこちらの伸びは 2 倍ですとか、もう少し客観的な評価をしていただくとよろしいと思います。先ほどお話ししましたように、いろいろ組み合わせたときには、どの性質が本当に良いのか、また変わってきますので、客観的な結果をどんどん出していただくと、連携するときに非常によろしいのでは

ないかというふうに思いました。

日本のこのNEDOのプロジェクトがいいのは、やはり皆さんで実施すると、非常に顔なじみになって実施者同士が仲良くなる点です。連携がないとおっしゃっていたのですが、やはり常に顔を合わせると、だんだん無意識に連携ができてきますので、日本の一番いいスタイルの中で開発されているのだらうと思います。ですから、NEDOのこのプロジェクトで、大いにこれからもやっていただいて、日本の産業の育成と安全維持に、また頑張っていたきたいと思っております。

【横堀分科会長】 推進部長とPLから、今日のことを振り返っていただいて、お話しいただければと思います。

【吉木部長】 今日は長い間、ありがとうございました。サプライチェーンについては、これからより一層、連携が必要になると思います。目標についても、ここでは努力できるのだけれども、ここは無理だとか、そういったところをお互いわかった上で、研究開発を進めていきたいと思っております。今後とも先生方にもいろいろコメントいただく場面もあるかと思っておりますので、どうぞよろしく願いいたします。

【青木 PL】 大事なことは、いろいろな分野の人が集まっているのですから、できるだけ風通しをよくして、その中でまとめていけるようにすることだと思っております。NEDOの技術アドバイザーという立場で、このプロジェクトを何とか最終的にいいものに持っていきたいと思っております。今日いただいた御意見も、もちろん全部使わせていただきますし、今後ともいろいろとまた御指導をいただければと思いますので、どうぞよろしく願いいたします。ありがとうございました。

【横堀分科会長】 どうもありがとうございました。それでは、以上で議題8を終了いたします。

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 今後の予定

以上