

**研究評価委員会**  
**「次世代複合材創製・成形技術開発①②③」(中間評価)分科会**  
**議事録及び書面による質疑応答**

日 時 : 2022年6月13日(月) 10:30~17:35

場 所 : NEDO 川崎 23階 2301/2302/2303 会議室

**出席者(敬称略、順不同)**

<分科会委員>

分科会長 渋谷 陽二 大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 教授  
分科会長代理 田中 和人 同志社大学 生命医科学部 医工学科 教授  
委員 荒井 誠 日本政策投資銀行 企業金融第2部 航空宇宙室長  
委員 田中 宏明 防衛大学校 システム工学群 航空宇宙工学科 教授  
委員 辻 早希子 三菱総合研究所 経営イノベーション本部 主任研究員  
委員 西藪 和明 近畿大学 理工学部 機械工学科 教授  
委員 横関 智弘 東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 准教授

<推進部署>

林 成和 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 部長  
松井 克憲(PM) NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査  
田名部 拓也 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 統括主幹  
桑原 智彦 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員  
大貫 正道 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員

<実施者>

岡部 朋永(PL) 東北大学大学院 航空宇宙工学専攻 東北大学総長特別補佐 教授  
大林 茂 東北大学 流体科学研究所 教授  
本間 雅登 東レ株式会社 複合材料研究所 リサーチフェロー(RF)研究主幹  
西村 太一 新明和工業(株) 生産技術部 加工技術課 複合材チーム 課員  
蒲池 智宏 新明和工業(株) 技術部 研究課 課員  
岡本 真 ジャムコ 航空機器製造事業部 技術部 技術第二グループ 課長  
眞鍋 健三 川崎重工業(株) 民間航空機プロジェクト総括部 副総括部長  
中川 誠 川崎重工業(株) 民間航空機プロジェクト総括部 民間航空機計画部 民間機計画二課 基幹職  
越智 さやか 川崎重工業(株) 技術本部 技術開発部 材料技術課 基幹職  
鈴木 大晴 川崎重工業(株) 生産総括部 生産企画部 生産技術課 基幹職

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長  
緒方 敦 NEDO 評価部 主査  
木村 秀樹 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 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①「複合材時代の理想機体構造を実現する機体設計技術の開発」
  - 6.2 研究開発項目③「航空機部品における複合部材間および他材料間の高強度高速接合組立技術の開発」
  - 6.3 研究開発項目②「熱可塑性 CFRP を活用した航空機用軽量機体部材の高レート成形技術の開発」
  - 6.4 研究開発項目②「熱可塑性 CFRP を活用した航空機用軽量機体部材の高レート成形技術の開発」
  - 6.5 研究開発項目②「熱可塑性 CFRP を活用した航空機用軽量機体部材の高レート成形技術の開発」
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

評価事務局より行われた事前説明及び質問票のとおりとし、議事録に関する公開・非公開部分について説明を行った。
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行われた事前説明のとおりとした。
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、その内容に対し質疑応答が行われた。

### 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

引き続き推進部署より資料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。

### 5.3 質疑応答

**【渋谷分科会長】** 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。技術の詳細については議題 6 で取り扱うため、ここでは主に事業の位置づけ、必要性、マネジメントについての議論となります。それでは、事前にやり取りをした内容も踏まえ、ご意見、ご質問等はございますか。

田中宏明 様お願いします。

**【田中委員】** 防衛大の田中です。非常に貴重な研究だと感じる中で、1点お尋ねいたします。これは質問票で伺った部分とも重なりますが、研究の成果、実施の効果として「CO<sub>2</sub>排出の削減」が大きくうたわれていることについて、この研究の成果とCO<sub>2</sub>削減の成果がどのように結びついているのか少々分かりづらい印象です。概要でも結構ですので、そのあたりについて補足いただくと助かります。例えば、これが軽量化の効果であるのか、それとも熱可塑性のCFRPを使用したことによる製造プロセスの改善によるところなのか、もしくは、それ以外にCO<sub>2</sub>削減につながる要因が何かあるなど、そういった点について教えてください。

**【NEDO 材ナノ部\_松井 PM】** CO<sub>2</sub>の削減の話ですが、従来の材料では飛行機は重いということで、熱硬化のCFRP材が機体の787等で現在50%ほど使われ軽量化されており、それに伴い、燃費が改善してCO<sub>2</sub>排出量も減ることにつながります。ただ、熱硬化のCFRPは、オートクレーブ等を使うと10時間など製作時間がかかるのが現状です。ですから、さらなる量産化という観点でいけば、熱可塑性のCFRPを採用して早くつくれるというところを目指さないとなりません。ここに「CO<sub>2</sub>排出削減量1,500万トン」と書いていますが、これは機体が全て熱可塑CFRPに2040年度にうまく置き変わったものとして、そのときの細胴機を6,000機で算出しております。それにより燃費の改善効果、この材料に変えたことを踏まえた上で効果が出るのではないかと考えている次第です。ここの1,500万トンというのは、先ほど説明した航空機全体の研究開発①から⑥までの総和となっており、今回の対象としては、その約3分の2、おおよそ1,000万トンほどの効果が出るのではないかと想定しています。また、ほかにも一つエンジンに係る高温部材、CMCの事業があるため、そちらのほうの効果も見込んで合わせた形となっております。

**【東北大\_岡部 PL】** 分科会長、少し補足説明をよろしいでしょうか。

**【渋谷分科会長】** お願いいたします。

**【東北大\_岡部 PL】** 今の説明にありましたが、現在、シングルアイルと言われるタイプの飛行機は、CFRPがそれほど使われていないという状況です。それにもかかわらずCFRPをもし使おうとすると、月産60機という数に耐えられなければいけないということで、熱硬化性樹脂では難しいだろうという推算が非常に多く出ています。また、今737 MAXの状況等もあり、必ずしもアクティブに動いているわけでもありませんが、来るべきシングルアイルに向けて熱可塑に関して議論していくことが重要です。それによって、いわゆるアルミからCFに移ることに伴い重量軽減があればCO<sub>2</sub>削減につながるというシナリオを考えております。

**【田中委員】** 理解いたしました。どうもありがとうございました。

**【渋谷分科会長】** ほかにご質問ございますか。荒井様お願いします。

**【荒井委員】** 政策投資銀行の荒井です。ご説明ありがとうございました。まさに効果という意味では、シングルアイルに関しては、日本は機体製造を殆ど取れていないため、実際にこれを取れたのなら非常に

大きな効果が出るのではないかと期待します。その上で1点、研究開発マネジメントの箇所「動向・情勢の把握と対応」において、毎年の技術推進委員会等でいろいろと進捗を把握されているとのことですが、一方で考えられる欧米の開発動向について、川重さんの資料で、「開発は進んでいるが実用化には達していない」ということですが、欧米ともに重要は大きなシングルアイル需要を確保するために、競争が厳しくなる部分なのではないかと考えます。このあたりの欧米の開発状況について、このプロジェクトではどのようにフォローされているのかを教えてください。

【NEDO 材ナノ部\_松井PM】 おっしゃるとおり、他国、欧州においては、熱可塑性のCFRPが活発に行われているのが事実です。これに対しまして、NEDOの事業で行っていることが遅れを取っているなどそういうことではございません。現在、実施者も東レさんを中心に、大手の川崎重工業さんといった重工メーカーもこういった情勢を踏まえた上で、自分たちはこれよりも優れたものができるということで研究開発を実施しているところです。当然、東レさんは素材ということで、CFRPはもう世界でもナンバーワンとなっています。熱硬化性のCFRPを中心にやっておられる中、世の中としても熱可塑性の需要が非常に出てきたということで、NEDOとしても熱可塑性CFRPを取り組んでもらっている状況です。当然他社とは違う物、より優れた物を早く出したいということでNEDOにおいても支援をしています。

【東北大\_岡部PL】 分科会長、少し補足説明をよろしいでしょうか。

【渋谷分科会長】 お願いいたします。

【東北大\_岡部PL】 ご質問いただきありがとうございます。欧米の開発状況の部分に関して補足いたします。TAPASプロジェクトやWing of Tomorrow、Fuselage of Tomorrowというエアバスのプログラム等があり、出遅れ感はあるものの、日本の重工各社には35%まで787を造ってきた実績があります。しかも、納期遵守に関しては非常に高い信頼をOEMから得ている状況です。そういう観点でも、ものづくりのレベルは非常に高いと考えられます。これまでボーイングを中心に組み込まれてきている状況ですが、今、ボーイングだけの一本足打法というのはいかがなものだろうかということでポートフォリオを広げられている段階だとご理解ください。一方で、今回のプロジェクトで実施している熱可塑性樹脂は、ほぼ東レアドバンスドコンポジット社製のものとなっております。これは、テンカーテという熱可塑性の最大メーカーを東レが買収し、日本が上流を全て根こそぎ持っている状況です。欧州は、結局ボーイングとの差をつけるために熱可塑というものを組み込んでいたのですが、実はボーイング自身も熱硬化をやる前は熱可塑をやっておりました。ですので、いつでもできるという状況になっています。その点で、今回の③にあるように東レが出してきているマルチマテリアルというのは、かなりエアバスより先をいっている内容です。エアバスはまだこういう胴体を造るところまでしかやっていませんが、①では設計からFAA(Federal Aviation Administration: 米国連邦航空局)の認証までケアをしている状況になります。そういう観点からも、ヨーロッパのプログラムに比べても先見性のあるプログラムが構成できているのではないのでしょうか。以上です。

【荒井委員】 ありがとうございます。まさに素材からものづくりまでを一貫として戦えると、日本として非常に強いなと思います。欧米も動きが早いと思われまから、ぜひその流れにおいてはフォローしていただきながら開発を進めていただきたいです。

【渋谷分科会長】 ほかにご質問ございますか。田中和人様お願いします。

【田中分科会長代理】 同志社大学の田中和人です。知的財産の部分の管理についてお伺いいたします。これは委託事業の研究開発項目①だけを管理されており、それ以外の②などにおいては、それぞれ各社が管理を任せられているという理解で合っているでしょうか。

【NEDO 材ナノ部\_松井PM】 委託事業の資産の管理はNEDOになりますが、②以降は助成事業となっております。NEDOとしても資産になるようなりリストを入手して管理をしているものの、その管理主体として、委託事業においてはNEDOが持つ、助成事業においては実施者が持つという形です。NEDOとしてもしつ

かり把握している状況となります。

【田中分科会長代理】 分かりました。ありがとうございます。

【渋谷分科会長】 ほかにご質問ございますか。

では、私のほうからも1つお伺いいたします。いわゆる技術管理、研究の進捗状況を管理するというのは非常に大事なことです。現在、NEDのほうでは技術委員会というものと技術推進委員会という2つの委員会によって進捗状況を把握されているようですが、技術推進委員会のところで「練習」と「本番」と書かれているところの中身について少し補足いただけると助かります。こういったマネジメントをされているのか等について教えてください。

【NEDO 材ナノ部\_松井PM】 11月に技術推進委員会として各実施者さんと外部の先生方を招いて行っております。まず実施者におきましては、例えば15分、20分という配分でいきなり発表を行った場合には、ある実施者は30分もお話しされてしまう、または資料の内容においても少し乏しいといったケースがございます。そのため、本番をスムーズに行うことを目的とし、1か月前にPLとNEDOと共に練習を行います。その中で、内容説明の確認を行ったり、発表の仕方についても良い、悪いがございますので、それらを改善したりということを行っている次第です。せっかくの研究成果をうまく発表につなげられない、資料にも反映できない、そういったことを事前に防ぐための取組とご理解ください。

【渋谷分科会長】 ありがとうございます。外部有識者の意見を参考にということで、趣旨は進捗状況を把握できることが一番大事だと思いますので、よろしくお伺いいたします。

ほかにご質問ございますか。田中和人様お願いします。

【田中分科会長代理】 同志社大学の田中和人です。今の話に関連するところで伺います。研究開発において成果も計画に入れておられますが、そのとおりの成果の達成を要求されるのは非常に難しいことだと感じるようです。結構新しいことに取り組んでおられますから、計画どおりにはいかないことも多々あると考えられます。そのあたりの冗長性といった点やフレキシビリティというのは、ここの技術推進委員会等での議論で変更されていっているのでしょうか。

【NEDO 材ナノ部\_松井PM】 大きな流れとしては今のご説明のとおりですが、当然昨今のコロナの状況や会社の事情を含め、研究開発をうまくやっている中でも少し何か問題が出てきたといったこともございます。それに伴い、こういった技術委員会の場で評価委員の方々からのいろいろなアドバイスを参考にしながら、当然計画も変更をせざるを得ないことも生じます。ですので、そういった場合に活用している次第です。また、どうしても問題が生じた場合には、これとは別に臨時的な委員会を開催し、そこで技術問題等における議論を再度行い解決することとしています。

もともとこの本事業はコロナの影響がない状況で計画されていました。ですが、ちょうど2020年度からコロナの影響を受けはじめ、各事業者さんやOEMも計画を少し先延ばしにするといった状況や、研究費等もなかなか会社が投資できないといった局面にも遭遇しております。また、最近では半導体の影響に加えて、今後生じる可能性としてはウクライナ情勢も考えられます。そういった外的要因も踏まえ、適宜進捗状況を確認させていただきながら、それで方向性を変えるとか、最終的な目標を達成することに向けて非常に密にやらせていただいている状況です。

【田中分科会長代理】 ありがとうございます。その計画変更された内容というのは、どこかに記載されているのですか。それとも、そういったものはあまり明確にされていないのでしょうか。

【NEDO 材ナノ部\_松井PM】 計画変更については外部には出しておりません。ですが、実施計画書というのがございまして、計画変更があった場合にはそこでNEDO側と事業者で修正し、それに基づいて最終目標を、当然目標値は変えないことをベースに少し内容を修正するというような形で管理をしております。

【田中分科会長代理】 ありがとうございます。

【渋谷分科会長】 ほかにご質問ございますか。辻様お願いします。

【辻委員】 三菱総合研究所の辻です。今の話とも関連するものとして伺います。技術推進委員会、特別委員会、技術委員会といった形で外部の有識者の方とプロジェクトの実施者の方とで議論する場だという理解をいたしました。その中で、プロジェクトの実施者同士では情報共有をし合う、意見交換をし合うような機会はあるのですか。

【東北大\_岡部 PL】 私からご説明いたします。幾つかのものに関しては、例えば新明和さん、ジャムコさん、川崎重工さんは完全にライバル関係であり、技術漏洩が問題になってしまうためにそれができない状況です。ただし、質問票の中で「連携はどうなっていますか」との内容に対して、川重さんから「研究項目①で実施している内容というものは、研究開発項目②においても参考になると考えている」といった回答がなされているように、今回の②と③は競争領域、①は協調領域（非競争領域）となっております。そこに重工4社として東レも加わる形で、熱可塑に関する日本の知見を高めていくという体制です。全部に関して入れるというのはなかなか NDA(秘密保持契約)の問題もありまして難しいところがあるため、重工4社が入っている形で①だけを行っているものをご理解ください。

【辻委員】 ありがとうございます。競合するところは多々あると思うものの、それぞれ各社さんが把握している、例えば海外の動向など国内での議論として共有し合ってもよい部分もあるのではないかと思います。質問いたしました。

【東北大\_岡部 PL】 それに関しましては、私のほうで大体全ての内容を聞いて把握しております。ただし、機密に関することが漏れてしまえば、それはもう商売が成り立ちません。ですので、共有したほうがよいと思うものに関しては非常に注意深く行っているところです。

【渋谷分科会長】 ほかにご質問ございますか。横関様お願いします。

【横関委員】 東京大学の横関です。研究開発については非常に十分なマネジメントをされている印象を持ちました。質問としては、36ページの「2022年6月達成見込み」の箇所のところについて、要はもう今月がその時期にあたるということで、このあたりの状況で何か更新等があれば伺いたいです。また、先ほど知財の話もありましたが、恐らく欧米との競争がやはり必要であると考えます。知財をどのように持っていくかは各社によるとは思うものの、そこについてきちんと各社が知財を取っていかれてマネジメントをしているなど、もし何か伝えてもよいような追加情報があれば教えてください。

【NEDO 材ナノ部\_松井 PM】 まず「6月達成見込み」というところですが、実質細かいところまでは把握できておりませんが、そのとおりに至るということで伺っています。その詳細につきましては、午後からの非公開セッションで各事業者さんのほうからご確認いただければと思います。また、特許戦略についてですが、これはもちろん非常に重要なテーマです。欧米や他国が先に開発して特許を押さえられてしまえば、この事業もなかなか前に進まないということにもなりかねません。ですので、特許戦略については各事業所さんがどういった状況になっているかを十分把握されておりまして、それより良い品質の物を早く開発して特許化につなげていくこととして NEDO としても推進したいと思っています。

【東北大\_岡部 PL】 1点補足いたしますが、プロセスに関する内容の特許はノウハウの流出につながる可能性が高く、その点はどの事業者さんも非常に気をつけているところです。今回どの事業者さんも OEM に納入している経験をお持ちの会社ですから、そのあたりは既に経験があるものとして、我々としては信頼したいと考えております。

【横関委員】 ありがとうございます。ぜひいろいろと議論をしていただきながら進めていってください。

【渋谷分科会長】 ほかにご質問ございますか。

では、私のほうから少し伺います。最後の連携といったところで、岡部先生はよくご存じのことと思われませんが、いわゆる欧米の連携の仕方と日本の連携の仕方とでは随分違う側面がございます。そういう意味ではマネジメントが大変だと理解できますし、例えば先ほど言われた研究項目①について、「こ

れは協調である」という姿勢は非常によいものだと思います。そうなると、産学はよしとして、官についてはどうでしょうか。JAXA が最近統合のシミュレーション技術を非常に開発されておりますが、日本の中での産学官の連携に係るところについても何かあれば教えてください。

【東北大\_岡部 PL】 我々としては、JAXA も入っていますから当然連携はしているものの、一方で少しデマケをしているところもございます。JAXA は、大規模数値計算であり、FaSTAR というツールを中心に押し出した大規模シミュレーションを強みにしています。我々としては、大林先生が最適設計に強みを持っているため、流体構造連成を考慮に入れた最適設計を取れる。そして、私自身もコミットしているわけですが、材料の強度だとか、構造に関しても構造強度の座屈、せん断座屈など様々あるこういった内容に特化している。そういう意味では、後ほどの午後の非公開セッションの中でも説明があると思いますが、今後 JAXA さんと十分に連携をしてやっていけるのではないかと考えている次第です。

【渋谷分科会長】 ありがとうございます。それでは、以上で議題5を終了といたします。

(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

【渋谷分科会長】 それでは、議題8に入ります。講評をいただく順番につきましては、最初に横関委員から始まりまして、最後に私という順序でよろしく願いいたします。

それでは、横関様お願いします。

【横関委員】 本日は長時間にかけてご説明いただきありがとうございました。各研究開発項目の①から③について、そして取りまとめのNEDO様、岡部先生をはじめとした皆様の取組につきまして非常によく理解いたしました。この熱可塑、あるいはマルチマテリアルに関する研究開発事業というものは、非常に国策としても重要なものと思います。ですので、この取組を、例えばデモで終わることなく、しっかり技術として積み上げていく覚悟を持って継続していただけると評価側としても大変ありがたいです。特に各機関、提案も含め、新規の取組の中ではいろいろな技術課題があります。しかし、それら自体が非常に成果なのではないでしょうか。ですので、その取組を可能な範囲で広く周知していただく、課題において他者と共有できる点についてはしっかりと連携の取れる仕組みも考えていただきながら進めていってほしいです。この中間までの間でいろいろと積み上げてきたものを継続し、ぜひうまくつなげていってほしいという非常にポジティブな印象を持ちました。以上です。

【渋谷分科会長】 ありがとうございます。それでは、西藪様お願いします。

【西藪委員】 この事業は、航空機において求められている環境問題や様々な課題に対し、それを解決するための要素技術、次世代の複合材料として特に熱可塑性CFRPに重点を置かれているものです。主に製造、成形と接合ということに正面から日本の基盤技術を高めよう、そして、さらにそれを設計ツールとい

う形で落とし込んで世界にアピールをしながら国際競争力をつけていこうという趣旨だと理解しています。そういったことから、NEDOさんの本事業は妥当であると言えます。それによって、我が国が力をつける。そして若い人材が育ち、他産業の自動車やFA機器等がこの成果を見習って伸びていくことが大いに期待されます。私自身も熱可塑性CFRPの製造に関わる人間として非常に期待を持っている次第です。

熱可塑性CFRPの製造技術、接合も含め、欧州が確かに先行しているものと思われがちです。多くのプロジェクトがヨーロッパを中心にやられて、そして多くのベンチャーができて米国進出をということですが、もともと既に国内の日本企業、航空機産業は随分前からスーパーエンブレを中心とする熱可塑性CFRPの製造技術をなされてきました。ですが、あるところで中断をして別な方向に進んで止まっていたという悲しい過去があるようです。それを残念ながら今の世代に引き継いでいないという課題があります。そういった状況で、今回の実施者、特に大手の航空機部品製造会社さんの組立ての方々は、そのことを十分に認識され、単純に欧州の目新しい様々な革新的な成形や接合技術に翻弄されることなく、日本の金型や成形という基盤技術を確実に使い、他の諸外国よりも極めて高品質なものを求められるであろうということで、そちらを向いた研究開発の方策の下で行われているものと十分理解しました。ただ、各実施者が各実施者の研究開発項目を決め、そして目標設定をされています。諸事情はあるものの、ほかとの情報交換や連携という部分で残念ながら少なさを感じました。今後はそのあたりの連携を何らかの形で、このプロジェクト全体として一つでも二つでもよいので見えるものとして作り上げていただきたいです。

もう1点は、アウトカムの目標が最終的にはCO<sub>2</sub>削減だということについて、具体的な出口商品、サービスが何なのかという部分で少しジャンプアップし過ぎているように感じました。決して設計ツールのソフトウェアを販売するわけではないと思います。何かそのあたりで具体的なCO<sub>2</sub>削減に至るもの、成果物があれば一般の方々にも分かるのではないのでしょうか。中間評価とはいえ、申請の段階でどういう技術でどういった優位性があるのかを十分調査されているのですから、もう少し早い段階から特許申請や優位性を明確にされ、そして資料も非常に分かりやすいものを作られる必要があると思います。加えて、自社で造ったものを自社で評価するのではなく、もう少し科学的に認められるような測定や評価方法というのも今後重要ではないのでしょうか。それが結局は顧客企業である航空機メーカーさんの信頼を得ることにつながる。そして、それが若い人材にとっても納得を得ることにつながるプラスのスパイラルになると思います。後半では大きく改善いただき、大きな成果を上げてください。以上です。

**【渋谷分科会長】** ありがとうございます。それでは、辻様お願いします。

**【辻委員】** 本日は長時間にわたり、様々ご発表いただき誠にありがとうございました。本事業は航空機分野で現在求められている今後の高生産レート、それから環境負荷への低減という市場のニーズ、社会的課題の解決にマッチした非常に重要なテーマを取り上げている事業だという認識を持っております。本日、個別の研究開発のご発表を伺った限りでは、一つ一つの技術開発は出口を見据えて着実に進められている印象を持ちました。引き続き最終的な社会実装に向かって気を緩めずにしっかりと進めていただきたいです。また、ほかの委員の先生からもコメントが出ておりますが、私も連携の部分において少し気になりました。個社の事業戦略、市場を取っていくというところではしっかりと進めていただいていると感じたものの、熱可塑性の複合材に関する研究開発といった共通テーマとして取り扱っている事業ですから、個別のプロジェクト実施者間で、例えば競合するような海外動向をフォローするといったところでは協調領域としてできる部分もあると思います。あるいは、国内で国際的な標準化



活動にも一歩踏み出していけるところがあるのか、ないのか、といった議論もできるでしょうか。個社の市場シェアを取っていく、事業戦略を確保していくという部分に併せて、日本として国内産業として強くなるための仕掛けも今後少し考えていただけるとよりよいものになると思います。以上です。

【渋谷分科会長】 ありがとうございます。それでは、田中宏明 様お願いします。

【田中委員】 本日は長い時間にわたってご説明をいただき、本当にありがとうございました。日本の航空機産業の将来に向けた非常に重要なテーマとして、各事業者様ともに順調な技術開発を進められている印象を持ちましたし、非常に勉強になった次第です。一方で、各技術の背景にある学術的な理論といった部分に対する理解が深められると、より効率的に開発ができるのではないかと感じました。そういう意味では、やはり産学の連携をもう少し取られるとよいのではないのでしょうか。学が持っているような知見をきちんと生かしていったのなら、ますますよいものができると思います。このプロジェクトには岡部先生をはじめとした非常にすばらしい研究者の方々が多く入られていますから、プロジェクトの運営上の難しさは理解した上で、ぜひ何らかの形で産学の連携を深められるような検討をしていただきたいです。どうぞよろしく願いいたします。

【渋谷分科会長】 ありがとうございます。それでは、荒井様お願いいたします。

【荒井委員】 本日は長時間にわたり、ご説明いただきありがとうございます。まさにこれから次世代機のナローボディのところであれば航空機需要の大半を占めるということで、これを日本の航空産業が取れたのなら非常に大きなことだと思っています。そういう意味では、足下の計画については計画どおりに進捗していますし、将来の需要家である海外の OEM とも直接話をしながらニーズをつかんでいるというところは非常に評価できる部分です。一方で、このナローボディの分野というところは非常にマーケットが大きいので、やはりお膝元の欧米の Tier 1 企業が狙っているところですので、今後そこをしっかりと取っていくためには技術的などところに加え、低コスト化も必要になってきます。やはり 1 社では取組に限界もありますから、まさにオールジャパンといったところで、日本の企業間、そして産官学でしっかりと連携して推進いただきたいです。また、計画を達成すればよいということだけでなく、より高みを目指していただき、将来的にしっかりとこの需要を確保できるように今後も推進していただけたらと思います。以上です。

【渋谷分科会長】 ありがとうございます。それでは、田中和人 様お願いします。

【田中分科会長代理】 同志社大学の田中和人です。本日はどうもありがとうございました。熱可塑の CFRP の研究開発について、従来日本においては熱可塑 CFRP のプリプレグをつくるということに皆さん着目しており、そのあたりの技術開発は非常に進んでいたものの、用途開発というところまではなかなかできていなかったというところだと思います。今回、熱可塑の CFRP において一番厄介な成形、あるいは接合といった技術開発について、日本を代表とする航空機部品メーカーが取り組まれているという、この内容につきまして NEDO として推進されていることが非常に重要なところです。ただ、一方で熱可塑樹脂を扱っている者としては、熱可塑だけ未来が明るいわけではない、やはり熱硬化、それから金属も含めてマルチマテリアルでやっていくというのが非常に重要だと思っています。そのあたりも考慮されている設計ツールの開発であるとか、接合技術の開発を含めてやっておられるというのも非常に

重要なことと思っております。ですので、決して熱可塑だけに特化される必要はないのではないのでしょうか。

また、熱可塑のみで考えていると、やはり最終的なデモンストレーターをつくる場所では欧米が先行しているのが事実です。その中で、その技術を回避する、あるいはその技術にキャッチアップするだけでなく、その技術とは違った新しい視点、新しい技術を取り入れた上で実用化に向けた取組をされている内容としては高く評価できます。ただ、一方で企業1社ごとがそれぞればらばらでやられているようなところを感じました。競合他社になる面で難しい部分もあるとは思いますが、金型メーカーであるとか材料メーカーであるとか、そういったところでチームを組んでやられるのも一つです。今から新たにそこを加えて行くというのは難しいことかもしれませんが、そういったことでもう少し技術開発が進むのではないかと思うため、ぜひご検討いただければと思います。以上です。

**【渋谷分科会長】** ありがとうございます。それでは、私から講評いたします。まずは、本日朝から長時間となりましたが、委員の先生方ありがとうございました。まず講評の1つ目は、委員の先生方一人一人が先ほどコメントをさせていただいたことの集積に尽きるものと思います。先日の現地調査から今日に至るまで、関わった方々から非常に丁寧なプレゼンをしていただきました。書面で見ただけでは理解が難しかった部分を、現地調査と本日の説明内容を併せて我々としての理解が非常に深まることを改めて実感しております。熱可塑性CFRP そのものは私の専門ではございませんが、この材料は界面という欠陥を入れる材料になります。私は力学の専門ですから、そういう意味では非常に大きいチャレンジをされているという理解です。これをNEDOが指揮を執り、国としてやっていく内容であるというのを非常に強く感じますし、学術的にも、現実につくる上でも全てにわたって非常に複雑な問題であり、適切な課題だと捉えています。

2つ目は、今日は中間評価ということで皆さんから進捗状況を拝聴しました。進捗状況に多少の差はあるものの、全般的には順調な成果が収められていると思います。航空機産業というのは非常に若い人にとっては魅力がございます。中学生、高校生等も含めて日本の将来を担う若い人たちが、このNEDOの活動をしっかりと見ていく形になるでしょうし、そういう意味でも期待いたします。しかし、その一方で、どうしても日本型の進め方という部分で気になる場所がございます。以前からよく議論されていることですが、先ほど来、委員の先生方からも指摘がありましたように、少し縦割りになっている、もしくは相互理解が不十分であるといったことなどが多々あります。よくドイツと比較されるものですが、日本独自のプロジェクトの進め方があってもよいはずですが、自動車分野、半導体分野、それぞれの分野によって産業構造は違うとは思いますが、ぜひ航空機産業という分野でNEDOが加わることによって、日本全体の産業構造を変革していくぐらいのインパクトを与えていただきたい。そうすることによって日本の将来が描けるのだということを我々に示す、あるいは市民や社会に示していただくことが非常に重要だと思います。加えて、昨今品質管理の問題で日本の企業が抱えている企業倫理的問題もございますが、そういうものに対して、やはりものづくりの上で品質が最も重要であるということを再認識するという課題でもあるように感じます。本日はいろいろと勉強をさせていただきありがとうございました。以上です。

**【緒方主査】** ありがとうございます。ただいまのご講評に対し、推進部長及びPLから一言ずついただきたいと思っております。まずは、材ナノ部の林部長からお願いいたします。

**【NEDO 材ナノ部\_林部長】** 委員の皆様、本日はお忙しい中にもかかわらず、長時間にわたるヒアリング、そしてご講評を頂戴いたしましたことに御礼申し上げます。貴重なアドバイスを賜ったものと捉えてい

ます。私自身はこの4月から部長を務めておりますが、改めて航空機産業というものをよくよく見渡すと、日本の企業の方々はまだチャレンジをしている段階というところが本日の内容の中でも正直多々見受けられた印象です。一方で、企業によっては既に実績も積み、納入実績も含めて持っておられるところもございます。ここをいかに伸ばしていけるか、あるいは伸ばしながら航空機産業の全体としてどう底上げをしていくかが重要です。その両面について、今この場ですぐに回答や提案として申し上げることは難しいですが、しっかり考えてまいる所存です。終了評価は3年後になりますが、よい評価をいただけるに値するものとして進めていけるよう今後とも精進してまいります。改めまして、本日は誠にありがとうございました。

【緒方主査】 続きまして、岡部PLお願いいたします。

【東北大\_岡部PL】 委員の皆様方、本日はお忙しいところ長い時間を頂戴いたしましたことに感謝申し上げます。今日の中では事業間の連携という部分に係る意見を非常に多くいただきました。先生方からお言葉をいただいた事柄に関しては、私としても積極的に取り組んでいくべきものと感じております。まず横関委員からは、「デモで終わらずに社会実装までを」というコメントをいただきました。今後その言葉を肝に銘じながら進めてまいります。西藪委員からは、「そもそも重工にあった技術であるにもかかわらず、それがなくなってしまったのはどういうことか」、また「各実施者の連携、CO<sub>2</sub>という部分ではきちんと見える化を」というご指摘をいただきました。これは大変重い言葉だと受け止めており、ぜひこれからの運営に反映していきたいと思っております。実施者の連携にあたっては、「第三者が評価等をするのがよいのではないか」というヒントも頂戴いたしました。このあたりも反映できたらと思っております。辻委員からは、「国内外の動向として、横連携も含めて何らかの情報共有というのとはできないものか。航空機産業としての日本の国力向上をもっと意識すべきではないか」とのことでした。この中間評価が終わり、もし継続のお許しを得た際には、一度できるだけ主要なメンバーを招集し、今回いただいた内容を共有する機会をつくる必要性を感じています。田中委員からは、学理、理論の部分でのコメントを賜りました。特に今回は力学が多いように思いますが、「力学の部分での学の貢献」ということで、この部分に関しては予算化できるかどうか等はまた別問題とし、学をどうやって入れ込んでいくのか、もしくは協調領域である①がどうやって②と③をサポートできるのかというところも、NDA等いろいろ問題はあるものの、松井PMと相談をしながら議論をしていきたいと思っております。荒井委員からは、「これから欧米が進んでくる中で、オールジャパンとしてどのように強みを出していくのか」といったお話をいただきました。このあたりについて、何だかんだ言っても私も大学の教員でありまして、なかなかその辺を捉え切れていないところもございます。ですので、今後も委員の方々からはご指導いただけたら幸いです。田中会長代行からは、「もともと今までプリプレグをつくるところで精いっぱいだったところで今回用途にいったが、熱可塑にこだわる必要はない」という助言をいただきました。それは、もう全くそのとおりだと思っております。ボーイングは、熱可塑はセカンダリーだと思っております。そのあたりも含めて、熱硬化、熱可塑、マルチマテリアルをとおります。特に、今日の中ではお話しをしておりませんが、①の東北大学のところではアルミのときの設計も全部しております。彼らのグループがMRJの設計をしていたため、そのあたりの情報もリンクさせながらも少し見える化を図っていただけたらと感じました。渋谷会長からは、「日本型の産業構造をどうやって変革できるのか」ということで、非常に重い宿題をいただいたものと受け止めていますが、小さな一歩からでもやらなければ何も始まりません。繰り返しになりますが、これだけ今日の中で横通しの必要性について意見をいただいていますから、本当に各事業者を一度全て集める必要があると思っております。これは、私として大分お墨付きをいただいたような気持ちです。どういうことであれば連携できるの

かを皆で考える機会を設けなければいけません。そのときに西籾先生がおっしゃっていた「欧米のまねではない日本の技術を何とか出していこう」というメッセージも各事業者にお伝えできればよいのではないかと思います。私の力不足でなかなか連携がうまくできていないところをご指摘賜りましたことも含め、改めてもう一度気を引き締め直し、各事業者と密にコンタクトを取っていきたいと思います。以上です。

【緒方主査】 ありがとうございました。

【渋谷分科会長】 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

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 8 評価スケジュール
- 資料 5 プロジェクト／事業の概要説明資料（公開）
- 資料 7-1 事業原簿（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。

「次世代複合材創製・成形技術開発①②③」

(中間評価)分科会

質問・回答票

資料番号・ 質問箇所	質問の内容	回答	委員氏名
資料 6-1 の 研究開発テ ーマ①の機 体設計シミ ュレータ	機体設計に関わる CAE の開発です が、シミュレータ自身の解の検証 と妥当性確認 (V&V) の方法につい て教えて下さい。すでに、その検証 例がありますと、例示願います。	機体設計シミュレータの妥当性は、 シミュレータによる設計解と参画 企業の有する設計知見を比較し検 証することを計画しています。 Validation の観点からは、既に株式 会社 SUBARU が主翼設計シミュレ ータを自社内で実行し、熱硬化性CFRP を用いた従来機の主翼設計知見と 比較して妥当な結果 (主翼表面板厚 分布等) を得られることを確認して います。また、胴体設計シミュレ ータについても川崎重工業株式会 社が自社内で実行し、既存の設計プ ロセス (汎用ソフトウェアを使用) に 基づく結果との比較を Verification の観点から進めてい ます。また、機体設計シミュレー タの要素として組み込まれているバ ーチャルテストツールにつ いても、実験結果との比較検証を行 いつつ (Validation)、また可能な範 囲で既存の汎用ソフトウェア (NASTRAN/Abaqus) との比較を行う ことで妥当性 (Verification) を確 認しています。	渋谷陽二
すべての研 究開発項目 について (質 問 A と称す	熱可塑性 CFRP の研究開発につい ては、残念ながら、欧米が明らかに 日本よりも先行していると理解し ている。そのため、まずは追いつく	【東北大学】 仰るとおり熱可塑性 CFRP の研究開 発は欧米においても活発に行われ ていることは事実です。例えば欧州	田中和人

<p>る)</p>	<p>ための様々なプロジェクトを実施することは必要不可欠と考えるため、本事業はNEDOが推進していくべき重要な事業と考える。</p> <p>その上で、それぞれの研究開発項目に関して、従来技術の熱硬化性CFRPや金属ではなく、欧米の熱可塑性樹脂複合材料に関する研究プロジェクトにおける競合技術、競争的財産についての把握が十分ではないと感じられる。それぞれの開発項目について、可能な限り上記内容の把握状況とそれを踏まえてそれぞれの独創性にも言及いただきたいと考えますがいかがでしょう。</p>	<p>のClean Sky 2プロジェクトでは、Multi-functional fuselage demonstrator (MFFD)として、実際に熱可塑性CFRPによる胴体構造を製作することを目指しています。また、NIAR(米ウィチタ州立大学国立航空研究所)では、熱可塑性CFRPの基礎特性値取得が行われ、データが公開されています。しかし、全機構造の部分・全体的に熱可塑性CFRPを用いて設計最適化を行うCAE技術を航空重工と協働し開発する例は見られません。また、欧米の熱可塑性CFRPの研究開発状況はToray Advanced Composites (旧 TenCate Advanced Composites) を擁する東レ社が実質的に全て把握しており、競合技術、知的財産権に関する情報管理は東レ社を通じて十分に行えていると考えています。(NEDO質問回答補足資料 P1~4 をご参照ください。)</p> <p>上記の状況を踏まえまして、本研究開発項目では、材料非線形性・破壊モード等も含めた詳細データを自ら取得することで、バーチャルモデリング(解析技術)の確立・評価を進めています。とくに、熱可塑性樹脂に特有の成形方法・条件による熱履歴の影響、耐環境特性の変化、プレス成形時の繊維配向の乱れの影響等の評価すべき項目は多く、これらの物性値を体系的にデータベース化することが重要であると考えています。これらのデータベースは欧米でも整備されていないものであり、熱可塑性CFRPを社会実装する上では必要不可欠なものであ</p>
-----------	--	--

		ると認識しています。ここで得られたデータベースを活用することで、熱可塑性 CFRP の材料特性を考慮した全機設計が可能になると考えています。	
研究開発項目①について	タイトルでは「複合材」と記載されているにもかかわらず、内容的には、熱可塑性 CFRP に寄った記載がされており、目的などが曖昧に感じます。熱硬化性 CFRP, 熱可塑性 CFRP に係わらず複合材を利用する上での課題とその解決方法としての開発内容を明確にさせていただいた上で、熱可塑性 CFRP にも応用可能な柔軟性をもったツールの開発をしていることを記載してもらった方がわかりやすいと思います。いかがでしょうか。	本研究開発項目の第 1 期 (2015～2019 年) にて熱硬化性 CFRP による主翼設計を実施していました。そこで第 2 期の今回は、熱可塑性 CFRP を用いた機体の全機設計を目的に設定しています。熱硬化性 CFRP に関しては、これまでにオートクレーブでの成形プロセス、機体構造の生産プロセス、材料特性 (物性値や損傷・破壊メカニズム) について国内外で多くの知見と実績が蓄積されています。一方、熱可塑性 CFRP を用いた機体製造においては、高レート生産の観点からプレス成形も活用される見込みであることに加え、成形方法や条件によって熱可塑性樹脂の物性も大きく変わることが予想されます。さらに、熱可塑性樹脂の有する材料非線形性や高い靱性も考慮した構造設計が不可欠です。このように熱可塑性 CFRP では設計に際して新たに考慮すべき観点が多く存在し、これらを取り込んだバーチャルテストツールおよび機体設計ツールを整備していくことを考えています。また、本ツールは熱硬化性 CFRP を対象とした解析にも対応した柔軟性の高いものです。	田中和人
研究開発項目①について	シミュレーション技術および解析ツールの開発において、熱硬化性 CFRP と熱可塑性 CFRP で何が異なるという前提で開発されているの	材料特性および成形方法の違いの双方に応じた検討が必要と考えています。材料特性の観点では、熱可塑性樹脂は熱硬化性樹脂に比べて	田中和人



	<p>かがよく分からないと感じました。例えば、材料特性なのか、成形方法に起因することなのか。あるいは、材料特性に応じて構造が抜本的に変わるということなのか。材料特性に起因した損傷解析コードの問題だけなのか。</p>	<p>材料非線形が大きく、弾性解析の設計は危険側になる可能性があると考えられます。従来設計では考慮されていない、弾塑性、粘弾性あるいは幾何学的非線形解析をも考慮に入れた検証も必要となる可能性があります。また、高い層間破壊靱性に起因して面外損傷が出にくいなど、設計のクライテリアの変更の余地もあります。今後検討を予定している耐環境 (Hot/wet) 試験、長期耐久性試験の結果次第では、これまでとは異なる設計基準も考える必要が出てくると考えています。</p> <p>成形方法の観点では、航空機用途（特に主翼）ではオートクレーブの利用が必要ですが、高レート生産化の点でプレス成形の利用も想定されます。オートクレーブ/プレスによる成形の均一性（繊維配向）の影響や降温速度の違いによる母材樹脂の結晶化度の変化やそれに伴う複合材料の物性値への影響を検討する必要があると考えています。上記の観点で想定される熱可塑性 CFRP 特有の材料物性について実験評価を通して体系的なデータベースを構築し、これらを予測可能な解析ツールに仕上げていくべく解析コードの開発を進めています。</p>	
資料 5 P10-12	<p>研究開発項目①、②、③に関してそれぞれのテーマ間での連携可能性があればご教示下さい。</p>	<p><b>【東北大学】</b> 岡部 PL のもと、①は設計、②は成形、③は接合、と役割分担をしており、プロジェクト全体として連携が図られています。</p>	荒井誠
資料 5 P10-12	<p>研究開発項目①、②、③に関してそれぞれのテーマ間での連携可能性があればご教示下さい。</p>	<p><b>【川重】</b> 岡部 PL のもと、①は設計、②は成形、③は接合、と役割分担をしてお</p>	荒井誠

		<p>り、プロジェクト全体として連携が図られています。</p> <p>その中で、川崎重工業は①および②に携わっております。</p> <p>例えば、研究開発項目①で実施している「熱可塑 CFRP を対象としたバーチャルテスト技術開発」にて取得する材料の基本特性等は、研究開発項目②においても参考となると考えております。</p>	
資料 5 P10-12	研究開発項目①、②、③に関してそれぞれのテーマ間での連携可能性があればご教示下さい。	<p><b>【東レ】</b></p> <p>研究開発項目①には、再委託先として弊社も参加させていただいております。</p> <p>現時点で具体的な連携計画はありませんが、本技術は航空機機体のマルチマテリアルを訴求しており、熱可塑性 CFRP の開発テーマとの親和性は高いと考えています。</p> <p>研究開発項目②との連携について直接的な言及はせず、特定メーカーへの本技術の紹介、ディスカッションは始めております。</p>	荒井誠
資料 5 P45	設計シミュレータはどの航空機メーカーでも使える形若しくは主要 OEM/主要機体毎に複数存在する形のどちらを想定しているのでしょうか。	設計シミュレータは、東北大学流体科学研究所航空機計算科学センターで管理され、国内メーカーが有償で利用可能な形に整備する予定です。	荒井誠
資料 7-1 別添 5 P13	UAM や UAV への応用展開可能とのことですが、開発が先行する UAM や UAV での実装を先行させる可能性の有無についてご教示下さい。	航空機用途での実用化には、極めて高い技術の成熟度と信頼性が要求されるため、UAM、UAV またはドローンといった開発が先行する分野で技術実証を進めると共に実績を蓄積することはむしろ必須と考えております。	荒井誠
公開資料 5 P. 7	実施の効果として、2040 年の CO2 排出削減量が記載されていますが、この削減量 (1500 万トン) は	詳細な算出根拠に関しては、非公表を前提に提供されたデータも含まれるため差し控えさせていただきます	田中宏明

	どのように見積もられたのでしょうか？	が、2017年度の細胴機の年間CO2排出量、本PJの成果が搭載された新型細胴機のCO2削減効果、及び2040年の新型細胴機の運航機数(6000機と仮定)を加味して算出しております。	
公開資料5 P. 21 他	「機体設計技術の開発」に関して、テーマ① 熱可塑性CFRPを用いた機体設計シミュレータとテーマ②のバーチャルテスト技術を将来的には統合されるものと思いますが、その場合は①で設計したものを、②で仮想的に試験することが可能になるでしょうか？ それとも、②での試験結果得られる材料特性評価結果を①にフィードバックする形で統合となりますでしょうか？	本プロジェクトでは、②でのバーチャルテストにより得られる材料特性評価結果を①にフィードバックする形で統合となります。②のバーチャルテスト技術を機体全体に拡大するには、一層の研究開発が必要です。	田中宏明
公開資料5 P. 33, 34	「機体部材の高レート成形技術の開発」に関して、長さ1500mm程度のスキンとストリンガーを一体成形する技術(②, ③)に関して、②は達成済みとなっておりますが、③でのボイド率の改善に課題が生じた場合に、②まで含めて再検討する必要がある可能性はないでしょうか？	③の問題は、局所的に発生しており、目標を達成できている部分も多いため、コンセプトそのものの問題ではないと考えています。治具形状の改良で改善できる見込みです。	田中宏明
公開資料5 P. 44～	今回開発されている各技術に関して、開発終了後に達成される技術TRLについて、見込みをお教えいただければと思います。	<b>【東北大学】</b> 研究開発テーマ①、②ともにTRL4を見込んでいます。本プロジェクトで成果物となるソフトウェア群は、②でのバーチャルテストによる材料特性評価結果を①の機体設計シミュレータにフィードバックする形で統合するため、①のシミュレータで設計する機体を実機ス	田中宏明

		ケールで製作し試験することには至らないことから TRL5 には達しないと判断しています。しかし、シミュレータ内では全機構造の実機スケール検証を行うツールとして構築することから、TRL4 を見込めると判断しています。（NEDO 質問回答補足資料 P4～5 をご参照ください。）	
公開資料 5 P. 44～	今回開発されている各技術に関して、開発終了後に達成される技術 TRL について、見込みをお教えいただければと思います	【川重】 開発終了後に達成される技術 TRL については以下を目指しております。 ・研究開発項目：A 自動積層技術、装置の開発については、TRL4 相当以上。 ・研究開発項目：B 成形技術の開発については、TRL4 相当以上。	田中宏明
公開資料 5 P. 44～	今回開発されている各技術に関して、開発終了後に達成される技術 TRL について、見込みをお教えいただければと思います	【東レ】 航空機用途への適用の観点から TRL3 に該当する見込みです。	田中宏明
公開資料 7-1 別添 1	「機体設計技術の開発」テーマ②のバーチャルテスト技術に関して、破壊強度等の評価を行っておられますが、最終的には設計に利用したい物性値のうち、どのようなものがバーチャルテストで得られるようになるのでしょうか？	検証を行うことで、設計で利用する様々な基礎物性値への応用が可能となります。まずは、機体設計に必要なとなる平板の有孔引張 (OHT)、有孔圧縮 (OHC)、衝撃後圧縮 (CAI) の強度および破断ひずみ (OHT、OHC は剛性も含む) に関する室温大気下条件および Hot/wet 環境条件の物性をバーチャルテストで得られるように検証を進めています。	田中宏明
研究開発項目① 研究開発テーマ①	機体設計シミュレータの社会実装に向けては、ツールに関する評価や要望について、開発過程で海外機体 OEM と議論・連携することが必要ではないかと思いました。海外 OEM との連携は行ってらっしゃ	海外 OEM との連携は、参画企業各社がそれぞれ伝手を持ち、連携されています。東北大学としては、ワシントン大学との連携を通じ、FAA や Boeing 社にアプローチしています。	辻 早希子

	るのでしょうか？		
研究開発項目③	<p>プリプレグをファスナー締結する組立工程に要する時間に対して、開発している熱溶着プロセス導入によって、組立工程全体でどの程度の時間短縮が期待されますか？</p> <p>また、生産レートの優位性に加え、開発技術の導入による重量削減等の副次的効果も期待できないでしょうか。</p>	<p>(1) 組立時間短縮効果</p> <p>組立工程は、適用する部材によって異なるため、時間短縮効果を統一的に示すことは困難です。本事業では、航空機構造全体として、現行CFRP 機体対比で工程時間半減を目標としております。これは、アルミ機体に匹敵する高レート生産の目安として設定したものであり、本事業後半において開発した高レート生産プロセスの定量化を行い、アルミ機体との比較・検証を実施する計画です。</p> <p>なお、開発モデルであるデモンストレーター（11部材の接合）の例では、熱板溶着で約20分での組立を実現しております。</p> <p>(2) 重量削減の副次的効果</p> <p>ご指摘の通り、本技術の導入によって、ファスナーレス（本数削減を含む）、接着材レス、シムレスなど本質的な構造軽量化が進むものと期待できます。</p> <p>また、熱硬化性CFRPと熱可塑性CFRPを適材適所で使用可能とするマルチマテリアル系構造を実現できるため、機体のシェイプアップによる副次的な軽量化も期待しています。</p> <p>実際の重量減少効果は今後詳細に検証していく必要があり、まずは検証モデルの1形態であるデモンストレーターの完成度を高めることに専念しています。</p>	辻 早希子
資料6-1 ・全体	熱可塑性CFRP特有の機体設計・解析技術とは何か？熱硬化性CFRPとは異なる点を明確に説明頂きた	熱可塑性CFRPは熱硬化性CFRPに比べて靱性が高く層間はく離の損傷が出にくい、材料非線形性が無視	西藪和明

	い。	できない、環境劣化・疲労特性も検討の余地があるといった特徴を有しております。これらの材料特性をバーチャルテストで予測(解析技術)し、熱可塑性CFRPの特性を生かした機体の構造サイジング(機体設計)を行います。	
資料6-1 ・全体	本解析技術開発と他の熱可塑性CFRPの製造技術開発テーマとの関連性は何か?本プロジェクト課題名にある創製・成形技術開発にどう寄与するかを明確に説明頂きたい。	プロジェクト全体で、①は設計、②は成形、③は接合と役割分担をしています。 ①は、熱可塑性CFRPの機械特性・強度のデータベースと熱可塑性CFRPの特性を活かした機体設計を行えるCAE技術により、新たな航空機体構造の創製に寄与することができます。	西藪和明
公開資料5・ p21-24	テーマ①(機体設計シミュレータ)とテーマ②(バーチャルテスト)の関係をわかりやすく説明をお願いします。①と②が開発された際に、どのように連携をとるツールとなるのでしょうか。	①は設計ツールの開発、②は物性データベース構築+構造解析ツール開発です。②は①の構造解析に使用されるとともに、将来の認証ツールを目指して開発されるものです。	横関智弘
公開資料5・ p.37	熱溶着時の寸法誤差について、厚み以外に、構造の反りなどの寸法誤差についての検討は必要ではないでしょうか?(考慮しなくても大丈夫ということでしょうか)	ご指摘の通り、構造の反りは重要な課題として認識しており、共同実施先の産総研にて非接触寸法検査による定量化の可能性を検討しております。また、反りの解析モデルには一定の見解があり、欧州で開発が先行する熱可塑性CFRP同士の熱溶着検討における対策やノウハウを取り込むことも期待できます。 一方、熱溶着の出来映えを評価する上で、接合強度と厚みの寸法変化はトレードオフとなります。すなわち、部材の溶着面を強く加圧することで高い接合強度が得られる反面、厚み方向へは型崩れが発生します。熱可塑性CFRP同士の熱溶着でも同	横関智弘

		現象を確認（先導研究）しており、溶着条件設定の最重要指標（決め手）ととらえ、中間評価の目標値に採用しました。	
--	--	--	--