

## 研究評価委員会

### 「次世代ファインセラミックス製造プロセスの基盤構築・応用開発」(中間評価)分科会 議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2024年6月18日(火) 10:00~16:25

場 所 : ステーションコンファレンス川崎A ~ C会議室(リモート開催あり)

出席者(敬称略、順不同)

#### <分科会委員>

|        |       |   |
|--------|-------|---|
| 分科会長   | 鷺津 仁志 | 兵庫県立大学 大学院情報科学研究科 教授  |
| 分科会長代理 | 富谷 茂隆 | 奈良先端科学技術大学院大学 データ駆動型サイエンス創造センター<br>先端科学技術研究科 物質創成科学領域 計測インフォマティクス研究室 教授 |
| 委員     | 井出 裕史 | 株式会社日本政策投資銀行 企業金融第1部 課長   |
| 委員     | 今中 佳彦 | 上智大学 研究推進センター シニアリサーチアドミニストレーター   |
| 委員     | 須田 聖一 | 静岡大学 工学部 電子物質科学科<br>大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース 教授                       |
| 委員     | 高井 千加 | 岐阜大学 工学部 化学・生命工学科 物質化学コース 准教授<br>東北大学 多元物質科学研究所 准教授                     |
| 委員     | 中川 成人 | 株式会社超高温材料研究センター 代表取締役社長   |

#### <推進部署>

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| 金子 和生     | NEDO 材料・ナノテクノロジー部 部長    |
| 日高 博和     | NEDO 材料・ナノテクノロジー部 統括主幹  |
| 高島 英彰(PM) | NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査    |
| 大類 和哉     | NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員 |
| 柳本 勝巳     | NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主任研究員 |
| 原 信也      | NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査    |

#### <実施者>

|            |   |
|------------|---|
| 藤代 芳伸(PL)  | 産業技術総合研究所 極限機能材料研究部門 研究部門長                                |
| 木村 禎一(SPL) | 一財 ファインセラミックスセンター 材料技術研究所 グループ長                           |
| 岡崎 俊也      | 産業技術総合研究所 ナノカーボンデバイス研究センター 首席研究員                          |
| 松本 純一      | 産業技術総合研究所 材料コンピューショナルデザイン研究センター 研究チーム長                    |
| 陶 究        | 産業技術総合研究所 化学プロセス研究部門 研究グループ長                              |
| 福島 学       | 産業技術総合研究所 マルチマテリアル研究部門 研究グループ長                            |
| 青柳 倫太郎     | 産業技術総合研究所 極限機能材料研究部門 主任研究員                                |
| 寺坂 宗太      | 一財 ファインセラミックスセンター 材料技術研究所 上級研究員                           |
| 宮川 直通      | AGC株式会社 技術本部 先端基盤研究所 ケミカルプロセス部 無機ケミカルプロセスチーム<br>プロフェッショナル |
| 高浪 健太郎     | AGC株式会社 技術本部 先端基盤研究所 ケミカルプロセス部 無機ケミカルプロセスチーム<br>マネージャー    |
| 稲山 伸悟      | 京セラ株式会社 基盤技術研究所 材料機能研究部 材料機能研究1課 課責任者                     |

稲岡 康二 株式会社ノリタケカンパニーリミテド 研究開発センター グループリーダー  
川村 拓也 株式会社ノリタケカンパニーリミテド 知財企画部 部長  
森 行正 日本ガイシ株式会社 研究開発本部基盤技術研究所 解析G マネージャー  
沖村 康之 日本特殊陶業株式会社科学研究所 参事  
山本 洋 日本特殊陶業株式会社科学研究所 主管専門職  
岩崎 譽志紀 太陽誘電株式会社 開発研究所 材料科学研究室 副主席研究員  
清水 寛之 太陽誘電株式会社 開発研究所 材料開発部 次長  
清原 正勝 TOTO 株式会社 フェロー  
久保 文靖 TOTO 株式会社 セラミック開発第二部 セラミック開発第四グループ 主席技師

<オブザーバー>

竹内 勝彦 経済産業省 製造産業局 素材産業課 研究開発専門職

<評価事務局>

山本 佳子 NEDO 評価部 主幹  
木村 秀樹 NEDO 評価部 専門調査員  
北原 寛士 NEDO 評価部 専門調査員  
指田 丈夫 NEDO 評価部 専門調査員

## 議事次第

(公開セッション)

1. 開会
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. プロジェクトの説明
  - 5.1 プロジェクトの説明
    - ・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（概要）
    - ・マネジメント
  - 5.2 プロジェクトの詳細説明
    - ・目標及び達成状況（詳細）
  - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの補足説明
  - 6.1 製造プロセス支援用計算機システムおよび高信頼性メカニズム等解析技術の開発
  - 6.2 計算機支援に向けた製造プロセスの可視化技術及びメカニズム解析技術および次世代製造プロセス技術の開発
  - 6.3 製品適用に向けたプロセス技術の開発
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、分資料の確認

- ・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)

**【鷺津分科会長】** 分科会長を拝命いたしました鷺津と申します。神戸の南にポートアイランドがあり、「京」コンピュータであるとか、「富岳」などがある研究所と同じ敷地でスパコンを使った研究開発を行っています。対象としては自動車材料等が多く、有機/無機、金属材料のシミュレーションを主とし、原子レベルからメソスケールまでを扱っています。本日は、セラミックスに関して専門の先生方の御意見を聞きながら取りまとめてまいります。また、本プロジェクトがよりよいものとなるように、ぜひ皆様、活発な御意見をいただけますと幸いです。よろしくお願いいたします。

**【富谷分科会長代理】** 富谷と申します。奈良先端科学技術大学院大学にて、バイオ/情報/物質の3領域が一体となって活動しているデータ駆動型サイエンス創造センターに所属しています。また、同学では「計測インフォマティクス研究室」を運営しております。私の研究室では、半導体の材料、デバイスの計測において、具体的には透過電子顕微鏡、走査電子顕微鏡、三次元アトムプローブ、フォトルミネッセンス、カソードルミネッセンスを組み合わせ、マルチモーダルのデータ科学を使って材料物性、あるいはデバイス評価を行うといった研究をしています。また、前職では主にプロセスインフォマティクスも注力してやっておりましたので、そこでの知見が本日の中間審査にて皆様の役に立てられれば幸いです。よろしくお願いいたします。

**【井出委員】** 井出と申します。日本政策投資銀行は主に中堅企業から大企業様向けの長期の融資及び投資をさせていただいている政府系の金融機関になります。私が所属する企業金融第1部は、素材のお客様を担当しております。鉄/化学/非鉄/窯業/土石/セメント/ガラス等々ございます。その中でも私は化学のお客様を担当するラインにあります。金融機関という立場から何か今回の委員会で有意義なコメントができればと思っておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

**【今中委員】** 上智大学の今中と申します。40年近く電子セラミックスの研究開発をやっております。前々職の富士通では、疑似量子コンピュータを使い、イジングモデルでのマテリアルインフォマティクス等の研究開発も行っておりました。また、このプロジェクトでは長く技術推進委員等に携わりながら見てきており、中間評価を非常に楽しみにしておりました。本日は評価として貢献できればと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

**【須田委員】** 静岡大学の須田と申します。実は2週間ほど前に2回目のコロナにかかってしまい、まだ喉が本調子ではありませんが、よろしくお願いいたします。私の専門はセラミックスであり、特に電気化学的な観点から燃料電池や他の環境材料に取り組んでいます。今回、特に情報とものづくりをどのように合わせていくのかといった決して簡単ではないところに対し、どういった成果が出ているのかといったところで非常に興味を持っております。よろしくお願いいたします。

**【高井委員】** 高井と申します。岐阜大学と東北大学に所属しております。私は、粉体工学という分野を専門とし、粉の形状をいろいろと制御しながら、分散状態であるとかの評価技術の作成をはじめ、そうした構造と機能の関係を機械学習で調べることを行っています。評価委員は今回が初めてとなるため不慣れな点もあるかもしれませんが、本日はどうぞよろしくお願いいたします。

**【中川委員】** 中川と申します。現在、超高温材料研究センターにありますが、私自身は、宇部興産(現・

UBE)にてSiC繊維が産声を上げた頃に入社し、専ら複合材料及び繊維の特性評価をやってまいりました。その後、今から18年前になると思いますが、超高温センターとの縁があり出向し、今に至るといった状況です。今は、どちらかと言えば民間企業のお客様の研究開発というよりも、事業化寄りのものづくりの手伝いを行うことがメインになりますが、航空・宇宙、半導体関連、電池関連といったトレンドに合った様々な仕事が舞い込んでまいります。本日、オブザーバーには弊社のお客様も多数いらっしゃるようですから楽しみにしております。どうぞよろしく願いいたします。

### 3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの補足説明」及び議題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. プロジェクトの説明

#### (1) 意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料5-1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。

#### (2) 目標及び達成状況の詳細説明

実施者より資料5-2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。

**【鷺津分科会長】** 御説明ありがとうございました。

それでは、ただいまの説明に対する御意見、御質問等をお受けいたします。中川委員お願いします。

**【中川委員】** 全体のマネジメントとして、中心は産総研の中部・つくば、JFCCで担っていることはよく分かりました。また、企業も日本のセラミックス業界を支えている代表的な8社が入っているということで、先導研究から始まり、本プロジェクトの目標をそれぞれ電子セラミックスとエンジニアリングセラミックスに分け、現状抱えるものづくりの課題であるとか、それを各社が今後どのように克服し、将来の高集積化において5Gから6Gに向けて物をつくっていくかといった点がプロジェクトに反映され、中間評価以降、事業化に向けた展開をされていくのだろうと理解いたします。その上で2点伺いますが、1点目は、2つの研究拠点に各社が集中研のように入り日頃から常駐するといった場はあるのでしょうか。2点目は、8社の皆様方はそれぞれ事業分野も異なりますし、事業展開もそれなりに独自の技術で世界市場をつくっていらっしゃる企業ばかりです。そういった取りまとめの難しさというのも様々あるでしょうし、どこに共通基盤技術を持ってきて新しいプロセスにつなげるのかといったところでも非常に難しかったのではないかと拝察するのですが、そのあたりの感触について教えてください。

**【高島 PM】** まず集中研ですが、現状は常駐という形ではないものの、JFCC及び産総研中部センター/つくば側に企業を受け入れるかたちはできており、企業が集中研に來まして、JFCC、産総研の研究員の方と共に開発できるような体制になっていますし、実際に來られているといった状況です。また、このプロジェクトの大きな目標は「共通課題をプロジェクトで解決する」というものが大きな前提になります。一方、個社ごとの目標は助成事業で落とし込んでいきます。こちらは競争領域になり、オープン・クローズドがございます。したがって、共通でやるべき部分と個別で行うものとのPLがしっかりと見ながら進めてきている状況です。

**【藤代 PL】** 私からも補足をいたします。この事業ですが、実はコロナ禍で始まったこともあり、皆が集まり同じ釜の飯でということがやりにくかった状況がございました。しかしながら、集中研機能という

ことで、それぞれ目的に沿ってデータを取りに来るとか、計算をしに来るといったところでの機能や場を産総研中部・つくばと JFCC の両方に設け、企業の方々が必要に応じて来られるといったか形でうまく回っている状況です。今後、計算シミュレーション等、皆で集中する必要性が生じれば、確認を取りながら行ってまいりたいと考えます。

**【中川委員】** ありがとうございます。追加で伺います。非常に微粒子を使って微細分散をしているというのはよく分かりますが、それが電子セラミックスであるとか、エンジニアリングセラミックス、ましてや、つくりたい部材そのものを考えていくと相当異なる扱いになるのではないかと思います。特に電子セラミックスで言えば、例えば表面の起伏や粒子間の欠陥があることをはじめ、様々なことがデバイス化する上で障害になると考えます。そうした場合、このシミュレータでいろいろ分散の具合等をデータとして蓄積されていくとは思いますが、粒子が微細になればなるほど、例えば分散剤等の種類・量も当然増えるわけです。そうした点から、それぞれどのあたりを目標にしてやられるのかというのがあります。また、これはリクエストになりますが、デバイス、電子セラミックス、エンジニアリングセラミックスでもそうなのですが、粒子そのものをいかにつくるか、その最終製品を考えるとセラミックスの微粒子を作る上で高純度化が課題だろうと認識しています。セラミックスですから、それなりの温度で焼く必要性を考えると、今のセラミックス原料を作っているメーカーが出されているものはフォーナイン、ファイブナインがあるものの、一部のセラミックスではまだそこまでいいません。当然それはニーズがないからだとも考えますが、今後エンジニアリングセラミックスの世界では特に重要になる気がいたします。いかに高純度の細かい粉を作れるかといったあたりも産総研と JFCC が皆様方と一緒に、原材料メーカーも巻き込んで目指していけると、よりよいものになると思いますが、そのあたりの見解はいかがでしょう。

**【藤代 PL】** おっしゃるとおり原料というのが大事ですし、そのあたりがどういうものを制御していくかというのはセラミックスの性能に効いてくると思います。一方、この事業は 5 年間という期間が決められており、PI をきちんと追うといったときに原料が種々変わってきてしまえば、その辺というのは時間もかかります。また、先ほどのナノとマクロといったあたりの違うところを見なくてはいけないところが一つのウェットとしても違うといったところで、そこを少し絞り込んだ形で整理をしました。それを基に、各企業の原料レベルにおいて、企業からそういった相談があれば、そこに向けたところに多分つながっていくのではないかと思います。この事業としては、先ほど言った共通性のところをまず解決するといったところで、企業それぞれのところで原料のところは多分やられていますので、このプロジェクトの次のフェーズ 2 が来たら、そういったところにつながるのではないのかとも考えているところです。そして、電子セラミックスのしている原料と機械部品で違うという点は、壊れ方といいますか、破壊因子、信頼性も違うため、工夫としては電子セラミックスのほうでナノ材料を扱うところは、電子セラミックス 3 社でローカルな会議をつくっていただきながら、そこで議論を行います。同様に、エンジニアセラミックスのほうも、それぞれ使う原料及び大きさといったところを出していただきながら、ローカル会議において集約して解決するという形を取っております。

**【鷺津分科会長】** 中川委員、藤代 PL ありがとうございます。私からも追加で伺いますが、幾つか固有の材料が出てきましたけれども、標準サンプルを定められたのでしょうか。

**【藤代 PL】** そのようになります。シミュレータでいろいろ出てくるとブレします。アルミナといった材料はいろいろな粒子サイズで市販材料をそろえるといった様々な文献や過去の知見があるため、そこできちんとそういう方向性を絞れるといったことから、標準的には市販のアルミナを使っています。ただ、電子材料ですとペロブスカイトの部分で出てくるものがあるということで、チタン酸バリウムというものも市販の材料レベル、そして公表されている文献のデータが追えるといったところでそろえ、データセットとしてはモデル材料のルールを絞り込んだ形で行っております。

【鷺津分科会長】 ありがとうございます。それでは、富谷分科会長代理をお願いします。

【富谷分科会長代理】 まずマネジメント的なところを伺います。途中で連携がうまくいかなかったという話があったと思いますが、具体的には、先ほど言われたように、コロナ禍で実際に集中研に企業の方がなかなか参画できなかったことによるコミュニケーションの問題なのか、それとも別の要因があったからなののでしょうか。

【高島 PM】 コミュニケーションの問題が一番大きいと思っております。その点は、今後このプロジェクトにおける課題でもありますが、より一層、企業、産総研、JFCC とのコミュニケーションを活性化していくことが重要と考えます。

【富谷分科会長代理】 分かりました。次に、進捗管理の点で伺います。理解不足で恐縮ですが、例えば年に4回の技術開発会議が開催されているということで、そこには各企業の方も参画されているという認識でよろしいでしょうか。

【高島 PM】 そのようになります。

【富谷分科会長代理】 分かりました。それから、テクニカルな話になりますが、1つはPI プロセスということから伺いますけれども、あまり具体的に何かプロセス装置を想定したようなシミュレータ構築には感じ取れなかったのですが、それほどのように考えていらっしゃるのか。プロセスの中身はいろいろシミュレートされていると思うものの、プロセスとして、例えば分散プロセスにおいて、炉の大きさ、装置の大きさでスケールするときにもいろいろ課題があると思います。そこに関する今後の展望、あるいは今までの状況について伺います。

【藤代 PL】 ありがとうございます。最終的にプロセス設備に対してのジグの大きさや、そこに合わせたような変形といった動きに持っていきたいと思っています。ただ、具体的な装置の大きさ、計算量であるとか、速度に合わせるというのはまだ現実的ではないということで、今の段階ではモデル的な部分、スリットの間、切断力であるとか、そういったところを整理した形でやっています。後半において、DEM 法や粒子法技術を使い、装置の形や大きさといったところにリンクさせていきたいという作戦で進めております。

【富谷分科会長代理】 分かりました。ありがとうございます。これで様々な手法を連携させていくといった計画をされていると思うのですが、その際に、例えば一部商用のシミュレータも使うといったところを感じ取りました。例えばそのときに、どのようにそれら商用のソフトウェアとオリジナルのソフトウェアを組み合わせるとユニファイドといいますか、統一といったところのイメージについて見解を伺いたく思います。

【藤代 PL】 先生の御専門だと思いますが、商用のシミュレータというのは単一操作といったところではいろいろ実績があるものは我々も理解しており、それは使っていこうという形で考えています。また、そこがないものというのをつくっていかなくてはなりませんし、つなげる場所の構造をどのようにボタンタッチしていき、構造変化がちゃんとつながっているかといったところを検証していく必要があります。また、実際にマクロのところでは、DEM 法や粒子法といったところは市販のソフト、形も含めたところを確認しているところでは、マイクロでのフェーズフィールド計算であるとか、ペーストの中の動き、相互作用というのがシミュレータ技術としても難しいところがあるため、今構築を始め、最終的にはちゃんとマネジメントして企業の最終的な装置部分につなげていけるような形を目指したいと思っていますが、時間が限られているため、優先順位をつけながら進めてまいります。

【富谷分科会長代理】 例えば、フェーズフィールドだと2次元であるものの、実際に求めたいのは3次元ということでは、2次元から3次元の変換というのも必要ではないかと思えます。

【藤代 PL】 おっしゃるとおりです。フェーズフィールド計算の部分は、実は3次元のソフトを既につくっています。計算量があるので、まず2Dで当たりをつけ、計算量リソースに合わせて3Dということで、

そこも企業様には3D版も配付している状況です。

【富谷分科会長代理】 分かりました。具体的に最終的なアウトプットとしてどのような計算リソースで活用できるかといったイメージはお持ちでしょうか。例えば「富岳」を使わなければいけないとか、あるいは手元のちょっとしたワークステーションでオーケーなのかとか、そうしたゴール的な姿を伺います。

【藤代 PL】 最終的な装置の形としては、スーパーコンピュータレベルになると思います。また、走るほうにも Linux のソースコードにしっかり落とし込んでいく必要があります。ただ、今は実施者の皆様でリソースを確保できませんし、この事業としても、恐らく「超超プロジェクト」は年間10億円ほどをスーパーコンピュータのリソースにかけていますが、この事業ではそこまでできません。ちゃんと使える形ということで、ワークステーション128コアぐらいのCPUがあれば、先ほどのあるウインドーの10マイクロぐらいでの計算ができるといったところです。そこでの Windows の OS でできるということが使いやすいということで、そこをコンパイルした形で使い始めていますし、最終的には、そういったスーパーコンピュータレベルでスケールを上げていくところも意識しながら開発を進めています。

【富谷分科会長代理】 分かりました。ありがとうございます。

【鷺津分科会長】 富谷分科会長代理、高島PM、藤代PL、ありがとうございました。それでは、須田委員お願いします。

【須田委員】 セラミックスの川上から川下までのそれぞれのプロセスにおいて、細かくそれぞれのシミュレーションとして、今回6種類の要素シミュレータという形で行ったものと理解しています。一方、それぞれのシミュレーションごとであれば、川上から川下までそれぞれ独立ではなく、非常に相互依存があるのではないかと思います。粉から成形、焼結は一体できるかもしれませんが、そこをつなぎは結構難しいところではないでしょうか。今後になるかもしれませんが、その辺でシミュレーションの独立性であるとか、相互依存といった点をどのように考えているのか教えてください。

【藤代 PL】 まさにその構造を連成させるところであるとか、このプロセス間でしっかり焼結の前どころがどのような形に効いているかというのは大事な視点だと思っています。恐らくそこを実験系で今セラミックスの皆様が苦勞をされており、そこをシミュレータでしっかりつなげていくことがミッションだと考えます。この場で詳細は言えませんが、そこを意識した形の検証というのがこの事業では大事であり、アカデミアでは見えていないところもしっかり企業様と話合って進めていくことや、精度のあたりでも確認を行いながらと思っています。

【須田委員】 そこがこのプロジェクトの一番の肝ですし、市販のソフトウェアでできないところだと思うので、非常に期待しております。

【藤代 PL】 ありがとうございます。

【須田委員】 あと、最初のところで出てきた積層体に対する取組については、どのようにお考えでしょうか。

【藤代 PL】 最終的には、複雑になれば先ほどの計算量、積層の界面の中で組織構造が微細化すれば量は増えます。そこは意識した形で、図の「アルミナ層」と「ペースト層」と書いているところになりますが、物性が多分計算のところでは変えられるため、異種材料で積層のモデルといったところは実際この計算プログラムの中には組み込んでおります。

【鷺津分科会長】 須田委員、藤代PLありがとうございます。それでは、井出委員お願いします。

【井出委員】 まさに2026年のアウトプット目標に向けて着実に進んでいるものと理解いたしました。私個人的には、アウトプット目標と、一方、2035年のアウトカム目標に向けての連続性を考えると、製造コスト的なものが実際にどうなるのかという議論もどこかのタイミングで必要になってくるのではな

いかと思っております。先ほど、ほかの委員からの質問にもあったように、実際に社会実装をしようとすると、それなりのプラントが必要になってきますし、それも数値制御していかなければいけないとなると、それなりの初期投資になるかと思えます。また、データセットを準備するなど様々なコストがかかると理解しています。その一方、開発費用及び人件費が削減できるといった逆のメリットもあるというところかと思っており、トータルで見たときに、この1兆円の出荷額を達成するためには、それなりの一定程度の価格見合いのコストでちゃんと物がつくられる、新製品がつくられるということかと考えています。現時点で、そのあたりの議論についてどのようにお考えなのかを教えてください。

**【高島 PM】** 現時点では、「2026年のアウトプットをまず目指す」というものが、このプロジェクトの大きな目標であり、「新規製造プロセス20種類をつくる」といったところまでがプロジェクトの目指すところになります。おっしゃるとおり、アウトカム目標に関しては、この技術を使い、企業に投資いただき、実際にいろいろな課題に向けて取り組んでいただくところがございますが、このプロジェクトに関しては、あくまでも2026年度までを想定しております。そこから先がなかなか国プロでの難しさになりますけれども、このプロジェクトの成果を活用いただき、企業に尽力いただきながら目標を達成いただくところになります。また、そうしたところで、このプロジェクト内で活用いただくために企業からいろいろ要望をいただいて改善すべきところを改善していくといった取組を現状進めております。

**【井出委員】** ありがとうございます。

**【鷺津分科会長】** 井出委員、高島PMありがとうございます。それでは、高井委員お願いします。

**【高井委員】** 先ほどの須田委員の質問とも少し類似しますが、今回の統合型のプロセスシミュレータを開発される上で、工程ごとの情報の受け渡しというのは非常に大事になってくると思えますし、全ての情報を受け渡した場合には、今後、汎用性のある統合型シミュレータを開発するという今回のプロジェクトの目的だと計算の負荷が大きくなってしまいうように思います。例えば、先ほど中川委員もおっしゃっていましたが、最終的に焼成体を作ったときには、例えば電子部品であれば原料粒子が持っている結晶の配向性であるとか、そういったところが最終的な製品の機能として効いてくると考えます。また、間の例えば分散状態、成形、乾燥、脱脂の工程のときには、結晶の配向性というのはそれほど大きく効いてこないのではないかと思います。先ほどの説明のように、どちらかと言えば粒子の表面の物性のほうが成形体や乾燥状態を計算するには効いてくるように思います。そういった意味では、例えば結晶の配向性といった情報はもしかしたらなくしてもいいのではないかと、そこで計算の負荷を減らしてもいいのではないかと考えるところです。そうすると、原料粒子が持っている結晶の情報というのは間のプロセスでなくなってしまうような状態になるものの、最後の焼成のときにはまたその情報が必要になってくるといった形を今想像しています。そのように考えた場合、一旦なくなった情報をまた受け渡す際に再度出現させるというのは、それぞれの要素シミュレータを開発されている方々の間の交流といいますか、情報共有というものが非常に大事になってくると考えますが、私の理解は合っているでしょうか。

**【藤代 PL】** 最終的に、多分企業の皆様も含め、製品開発においてそこを目指したいということで理解しています。ただ、先ほどの結晶配位であるとか、そのあたりのなくなった情報をどのようにして引き継いでいくかといったところの全部をできればいいのですが、そこは今までなかったものを一歩進める上では難しい部分といいますか、計算として、情報として扱うにはその辺を絞り込まなくてはいけないというのが現状です。しかし、そこは要望として理解しておりますので、質問にありましたPIだけでなくMI技術といった部分をうまく計算科学の中でマネジメントするといったところもしっかり意識していきたいと思えます。あと、なくなった情報は復活できないため、先生の御説明のとおり、しっかり分析して情報を取っていくことが大事です。そうしたところの情報をつなげる形というのも議論してまいります。

【高井委員】 ありがとうございます。つまり、基本的には必要な情報を最初からなくさないという形になるでしょうか。

【藤代 PL】 そうなります。取った情報をしっかりデータセットとして引き継ぐようにしますし、多分、今回のシミュレータで一番大事なのは、実験すると実験の時間がかかる、構造の変化でさえ時間がかかるといった部分を、こういったシミュレータの中で構造変化の部分をデータにすることにより、物性等といったところの時間を割ける点があると思っています。まずはできるところといえますか、構造変化のところは今回の事業では優先順位とし、発散しないようにと皆で議論をしております。

【高井委員】 ありがとうございます。

【鷲津分科会長】 高井委員、藤代 PL ありがとうございます。それでは、今中委員をお願いします。

【今中委員】 まず PM から御説明いただいた資料 5-1 の 18 ページになりますが、知財戦略のところ、最終的にはプラットフォーム化したシミュレータを有償ライセンスにするとおっしゃっていましたが、有償ライセンスとなると、プラットフォームもきちんとつくり、例えば企業であるとか、ほかの方々にこれを渡した際に、その企業のほうでこれを改良することはできないといった感じになるのでしょうか。

【高島 PM】 御指摘のとおり、有償化になると具体的には産総研で開発したソースコードを企業に使っていただくこととなります。また、そのソースコードを改良するときは産総研の担当の方に改良いただく形になり、企業の中でそのソースコードを使い、自社の製品適用するために改良していくといった流れになります。

【今中委員】 そうすると、基本的なところのシミュレータは開発し、あとは企業の方々がライセンスをする中で企業独特の PF をつくることは可能ということですか。

【高島 PM】 そのとおりです。

【今中委員】 そこに、また企業独特のオリジナリティーも出すことができるということですか。

【高島 PM】 そういった理解になります。

【今中委員】 分かりました。もう一点は、先ほども指摘がありましたけれども、最終的に事業化して 1 兆円規模の市場をつくるということですが、多分、売上げレベルでは 1 兆円になると思うものの、このプロジェクトで PI をつくっていく、要するに短期間で独創性のある製品をつくっていくわけですが、このプロジェクトのつくったシミュレータの貢献分というのはどのくらいになるのでしょうか。全体的な費用対効果的なところも含めて考えていかなくてはいけないと思います。

【高島 PM】 非常に答えにくいというのが率直なところであり、まだその部分は精査ができておりません。具体的にこの PI の効果は全体のどれだけかというものは見えていないものの、現状として PI を活用いただき、今後 1 兆円規模に伸びていこうという想定をしております。

【今中委員】 ありがとうございます。もう一点は、PL からの御説明で資料 5-2 の 7 ページ目あたりに書いてあったのですが、進捗状況でデータセットをいろいろ構築していったものの、一部、企業でのデータセットをつくった後の検証、妥当性ができていないというような説明があったと思います。そこで、少し遅れているという説明もありました。その妥当性を見るときに、今、中間評価レベルまではデータセットを構築するというのがメインの仕事だったと思うのですが、今後もデータセットというのを検証してうまくいかなかった場合は継続的につくり上げていくという御認識でしょうか。

【藤代 PL】 その点は 2 月に相当議論を行いました。そこは企業としっかり目標を決め、検証事例といったシナリオを立て、そこに計算科学、データセット、その解析率というものを結んだ形で進めていくのが後半 3 年において大事だということで、アカデミアを含め、皆で共通認識を持ちました。そういった形で前半 2 年間の課題を改善していきたいと思っています。

【今中委員】 ありがとうございます。もう一点 PL に伺いますが、資料 5-2 の 9 ページ目に産総研のシミュレータと JFCC のシミュレータの 2 つがございます。御説明では、産総研はどちらかという物理モデ

ルを中心としたシミュレータであり、JFCC のほうは実験的なところを反映させたようなシミュレータになっているということでした。ここでまさに真ん中に書いてある「相互補完」ですが、具体的にはどのようにやられていくのでしょうか。ここに書いてあるのは、実験的なパラメータの JFCC のほうが、統合シミュレータのコアとして使うということでしたが、それに加え、相互補完という点での意味合いについて具体的に教えてください。

【藤代 PL】 ここで1つ黄色の丸で書いていますが、ナノ構造を精度よく計算するときには測れない物性値等があるところや、物理量といった構造を様々変えて計算するというのが多分この理論シミュレータが得意なところだと思います。ですので、その部分をしっかりデータとして創出するという点で、産総研で担当しているシミュレータというのは補完ができると考えております。

【今中委員】 大体イメージ的には分かりました。大きな統合的なシミュレータというのは、実験シミュレータとして JFCC のもので統合的、連続的にやっていき、個別の非常に細かいミクロ、ナノレベルの解析をさらに行う場合は、物理シミュレーションのほうでといった理解になるのでしょうか。

【藤代 PL】 おっしゃるとおり、物理解析やデータ創出といった使い分けになります。

【今中委員】 どうもありがとうございました。

【鷺津分科会長】 今中委員、高島 PM、藤代 PL、ありがとうございました。それでは、中川委員お願いします。

【中川委員】 今中先生の質問にも絡むのですが、16 ページにこれまでの成果の公表という形でまとめられているものの、今のところ多々発表されていて特許出願はゼロになるのでしょうか。そうした点で、企業の人間からすると、これだけ発表していて特許の出しようが今後あるのだろうかと考えるところです。そのあたりは、あえて今控えていらっしゃるなど何か戦略があるのでしょうか。

【藤代 PL】 先ほど御説明したように、シミュレータの技術をしっかりと開発しようということで、シミュレータは著作権といいますか、その辺の部分にはなりますので、そこはしっかり構築しております。ただ、これからこれを使う中で、恐らく今の知財、物質特許であるとか、その辺でできるものというのは多分創出されてくるものと考えます。

【高島 PM】 私から補足をいたします。おっしゃるとおり、知財は非常に重要だと思っており、特に物として見えるというような権利化は重要だと考えます。その一方、企業が権利化をしていくといったところで、このプロジェクトはあくまでもシミュレータの開発になります。そういった意味では、特許に関しては先行していない状況ですが、今後、助成事業において企業が新製品を開発していく中で生まれていくのではないかと思います。

【中川委員】 ありがとうございました。

【鷺津分科会長】 中川委員ありがとうございました。それでは、富谷分科会長代理お願いします。

【富谷分科会長代理】 有償利用についてお聞きいたします。ソフトウェアは継続的にサポート開発をしていかないと使い物にならなくなるというのが一般的です。これは多分アウトカムにつながると思うのですが、そのあたりはどう考えていらっしゃるのでしょうか。また、今の質問に関係するところで、今回の粉体プロセスのシミュレータというのはセラミックスに限らず、リチウムイオンのバッテリーにおける塗布乾燥プロセスにも使えるなど、その他様々お聞きしております。また、中国・韓国の追い上げがあるというところで、私が不勉強で恐縮ですけれども、例えば国プロのようなものが、中国・韓国でもあるのかどうかを教えてください。

【高島 PM】 まず、1 点目ですが、有償ライセンスに関して、このプロジェクトにおいては企業も一緒に取り組む中で、まずは使ってみようという形で使っていただく形になります。その次の段階というのは、実際に自社プロセスに応用していくことになれば、有償化し、言うならば産総研あるいは JFCC に対価としてお支払いし、さらにリニューアルをしていくということは個別に必要なようになってくると考えてお

ります。また諸外国、特に中国・韓国の動きになりますが、おっしゃるとおり、特にその二国は国プロに近い形の動きがあることを確認しています。そういった意味では、このプロジェクトの妥当性はあると考えている次第です。

【富谷分科会長代理】 ありがとうございます。1点目の質問に関して、例えば具体的にソフトウェアメーカーであるとか、あるいはベンダーへ販売するようなライセンスを渡すことは将来として考えているのでしょうか。

【藤代PL】そこは事業を進めながら議論するところだと思っています。ただ、ベンダー様に渡して、海外に技術が流出し、ベンダーごと買われてしまうというのは国の事業としては気をつけなくてはなりません。先ほどのライセンスングということも、そこにしっかりチェック機能を持たせるということと、先生がおっしゃっていたように、ソフト開発者の維持管理というものも大事ですから、そういったところの仕組みはこの事業を進めながら、実施者間で不利益にならない形を議論していきたいと思えます。

【富谷分科会長代理】 できれば、日本のベンダーを育てていただきたいと思っております。

【藤代PL】 承知いたしました。

【鷺津分科会長】 ありがとうございます。最後の富谷分科会長代理の御質問ですが、「超超プロジェクト」等であれば、国内のベンダーが非常に一緒に走るような形で実施されていると思っています。それでは時間になりましたので、以上で議題5に係る質疑応答を終了といたします。

(非公開セッション)

#### 6. プロジェクトの補足説明

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

【中川委員】 今日是一日お疲れさまでした。非常に興味深く話を聞かせていただきました。産総研の方、JFCCの方が統合シミュレータの確立に向けて取り組まれていることもよく分かりましたし、企業8社の方も、我が国を代表するそうそうたる企業の面々です。それぞれ取り組まれている事業製品分野、技術を確立され、世界のトップランナーで頑張っている中で、シミュレーションそのものも独自でお持ちのところがあれば、このプロジェクトに参加し、新たな知見を得られることもあるでしょうか。また、課題そのものは現場にあると思うため、双方が真摯に技術を受け止め、可能であれば様々な現場も見させていただきながら、よりよいシミュレータを仕上げていただけたらと思います。そして、それぞれに大学の方も関わっている中では、それら大学にいる若手の学生も、先々セラミックス業界に入社される方が多いと考えますから、そういう方々のモチベーション及び教育にもつながればよいと思っております。ありがとうございます。

【鷺津分科会長】 ありがとうございます。それでは、高井委員お願いいたします。

【高井委員】 本日はお疲れさまでした。今回初めての評価委員をやらせていただいたのですが、いろいろと質問を伺う中で非常に理解が深まり、私自身、勉強になりました。今回、統合型のプロセスシミュレー

タといった大きな課題に向かって皆様で取り組まれているということで、様々困難なこともあると思いますが、きっとこのプロジェクトを通し、これまでの経験及びすり合わせ等でやられてきたことが大幅に短縮されるといいますか、製造の現場にとって非常に有益な技術になると思っています。また、今回のプロジェクトで取り組まれているようなプロセスシミュレータというのは、きっとセラミックスの製造以外の他分野でも同じような課題があると思います。例えば原料が大事であるとか、どこの工程が大事だといったところは、セラミックスに限らず広く展開できるような技術であるため、今後の御活躍を大変楽しみにしております。ありがとうございました。

**【鷺津分科会長】** ありがとうございました。それでは、須田委員お願いいたします。

**【須田委員】** 今日は本当にありがとうございました。非常に楽しくいろいろなことを聞かせていただきました。特にセラミックス技術のプロセスシミュレータというのは、実際にセラミックスを作ったことがある人にとっては、かなりチャレンジングであり、どうやって定量化するのかという話が多々出てくる中で、非常に真摯に向き合っているという印象を持っております。この中で、多分これからキーとなるパラメータは、個々のシミュレータをどうやってリンクするか、例えばつなげるときに何か補正パラメータが必要となると言ったことが出てくると思っています。また、せっかくなつくたものをメーカーがどう評価してくださるかというところをフィードバックすることも重要だと思います。この2つがクリアできれば非常に有意義なシミュレータができるのではないかと思います。期待しております。今後とも頑張ってください。

**【鷺津分科会長】** ありがとうございました。それでは、今中委員お願いいたします。

**【今中委員】** 今回のプロジェクトはセラミックスのPIということで、よく半導体産業であるとか、そういったところだと非常にプロセスが高度化されているため、ある意味、装置的に確立させる装置があれば、そこでもう完全なレシピがあり、ある意味ボタン一つ押せば同じような製品ができるということもあるのですが、セラミックスというのは非常にノウハウが多く、同じようにやってもできない、ある職人でなければできないといったことがあり、非常に重要な仕事となります。かつ、セラミックスがなぜ難しいかと言えば、御存じのとおり、不均一状態がものすごく多く、例えば粒子に対しても粒度分布が非常にあるため、いびつな粒子が入ります。つまりシミュレーションでは大体一つの単一球でシミュレーションをするものの、実際はそうではないといったところもあって非常に難しいのです。そうした難しいところにチャレンジされ、この2年間非常によくやられているのではないかと私は思いました。今回の話を聞く中でも相当成果が挙がっており、難しい問題を克服されていると思いました。今後、また逆問題などの様々な課題がありますので、企業の方々の要望をぜひ聞き入れ、価値あるといえますか、使いやすい統合シミュレータにしてほしいと思います。日本の産業力が上がることを期待しております。

**【鷺津分科会長】** ありがとうございました。それでは、井出委員お願いいたします。

**【井出委員】** 本日は一日どうもありがとうございました。セラミックス産業の国際競争力強化であるとか、恐らく職人の経験値であるとか、勘をデータ化するというのは今後の労働力の高齢化に対しても非常に有益な解決手段だと思ひ、とても有意義な取組だと改めて認識した次第です。そうした意味でも、まずは2026年のアウトプットシステムやPF整備を着実に進め、次いで2035年の事業化、出荷額というところの段階ではビジネス化で儲けるという議論も必要になってくると思いますが、そういった一連の動きに向けては、NEDOの皆様とぜひ事業会社8社の皆様とが二人三脚となりプロジェクトを進めていただければと強く思ったところです。私どもは金融機関ですから、そういったスケール化になったときには様々な形で御協力できればと思ひますし、いろいろな形で応援できればと思っております。

**【鷺津分科会長】** ありがとうございました。それでは、富谷分科会長代理お願いします。

**【富谷分科会長代理】** 本日は非常に長時間お疲れさまでした。私も大いに勉強する機会となりました。統合

型プロセスシミュレータを構築するというのは非常にハードルが高い話であり、今後あと3年は逆問題に挑戦するというので、これもまた非常にハードルが高いものとなりますが、ぜひ企業の皆様方からニーズをうまくすくい上げて、これらを構築していただければと思います。そして、2035年に向けてのアウトカムに関しては、恐らくPL、SPLの方が引退され、次の世代の若い方に引き継いでいかなければいけないというような形になるとも考えます。このプロジェクトを呼び水として、人材育成という観点を踏まえ、各企業においても必要なことになってくると思いますので、人材育成にも少し取り組んでいただければと思います。それと同時に、昨今このPI、セラミックスの分野ではないのですけれども、自動実験とが相当盛んになってきており、例えばMITやイギリス等ではかなりの投資をかけております。自動実験が立ち上がって、さらに多くのデータが出てくると、AIを使ってあまりシミュレーションをやらなくてもよいといった時代になるかもしれませんが、私は統合的なシミュレータというものは非常に重要になってくると考えております。今後そうした観点で、この事業をうまく成功させていただけたらと思います。

**【鷲津分科会長】** ありがとうございます。それでは、最後に私のほうから講評をいたします。既に委員の先生方が大事なことをおっしゃっていますから、特に申し上げることもないのですが、少し申し上げます。私はメーカーにいましたが、特にセラミックスの電子デバイス系になりますが、電子状態が決まれば何か物の物性が全部決まってオーケーだという考え方がシミュレーション業界ではあったわけです。とはいえ、よいものが出てくるとは限らないということで、なぜプロセスについてやらないのだろうかと考えれば、そこには論文にならないからといった部分があったと思います。しかし、このプロジェクトは、そういう意味でプロセスに一番の主眼を置くということで感慨深く、非常にすばらしいと思いました。プロセスシミュレーションは大事なものです。また、皆様方が精力的に取り組んでおられる姿勢及び研究成果にも感銘を受けました。これからスパコンを使っていかれると思いますが、日本の計算機資源というのは世界第2位、つい最近3位になっているかもしれませんが、まだアメリカの次だと私は認識しております。そういう意味で、コンピュータを使ったようなものづくりにおいて、日本のものづくりはまだまだ伸びるのではないかと思っています。一方、ソフトウェアはいろいろ進化していくため、コンピュータだけで何とかするというのは先進国らしくないといったところもあります。今回のプロジェクトの報告を受け、実験に基づくデータとそれを支える計算技術といった観点から非常にバランスが取れているものと感じています。これから後半は各メーカーが主役になると思いますが、その各メーカーは日本を代表するメーカーであるものの、得意分野は分散しております。そういう意味では、個々の課題が難しいとは思うのですけれども、非公開のところでもった技術はそれぞれ大変すばらしいものでしたから、JFCCと産総研とメーカーで実際にタッグを組んで実績を出していただけたらと思います。そして、大型計算機においては、国の公共的なものが多くありますから、そういう費用をいとわずに使いながら、ものづくりの成果としてまとめていただけたらと思います。お疲れさまでした。

**【指田専門調査員】** 分科会長、委員の皆様、御講評をいただきまして誠にありがとうございました。続いて、推進部長及びPLより一言頂戴いたします。

**【金子部長】** NEDO材料・ナノテクノロジー部の金子です。本日は長時間にわたり、非常に熱心に議論をいただきまして誠にありがとうございました。改めて感謝申し上げます。本日は、研究開発のこれまでの状況を説明し、まずプロジェクトの進め方、NEDOのマネジメントの方法について御助言をいただきました。また、我々の目指すところは、研究開発をするだけではなく、これが世に出ていく、社会実装されていくということで、ここで我々が進めるべき課題と考えているところやビジネスとしての在り方において、他方面からアドバイスをいただいたところです。非常に多くの御指摘をいただいたのも、先生方がこの事業に対する期待を非常に大きくお持ちだということだと私は認識したところです。それ

に伝えるべく、我々も一生懸命この事業を推進していきたいと思ひますし、この事業に参画されている企業の皆様はそうそうたるメンバーが集まっていますから、ぜひともこれを成功裏に進めていきたいと思ひます。そのためには、産総研の皆様及びJFCCの皆様としっかりタッグを組みながら、企業のニーズをくみ、この事業を今後とも進めてまいりたいと思ひます。本日はどうもありがとうございました。

**【藤代 PL】** 事業実施者を代表して申し上げます。本日は委員の先生方からいろいろと厳しい言葉も頂戴しましたが、期待の籠もったアドバイスと受け止めており、心より感謝を申し上げます。この事業は、最終的に産業界が求めるゴールにしっかり形づくる、成果を出すということが我々のミッションであり、国が旗を振っていただいてやるべきことだと思ひています。前半 2 年間でいろいろ課題等も受けましたので、そこを実施者間でしっかり話し合いながら、解決していくスタイルにぜひ持っていきたいと思ひていますし、本日頂戴した貴重な意見を反映させてまいります。本当にありがとうございました。

**【指田専門調査員】** ありがとうございました。最後に、経済産業省 製造産業局 素材産業課 竹内様より一言頂戴いたします。

**【竹内研究開発専門職】** 経済産業省 素材産業課 革新素材室の竹内でございます。私のような立場の者が最後に挨拶させていただくことは大変恐縮ですが、御容赦のほどよろしくお願ひいたします。まずは、この雨の中、来場いただきました分科会委員の皆様及び実施者の皆様、そしてこの委員会の運営をいただいている NEDO の皆様に感謝を申し上げます。ありがとうございました。今回の中間評価の内容に関して、委員の皆様からすばらしい評価をいただいたと思ひしておりますので、詳しいことは述べませんが、課題の部分に関してはおおむね進捗していると認識しております。また、遅れている部分につきましてはテーマの整理をする、または人員の強化をする、コミュニケーションの機会を増やすなどの対策を取ることで今後に向けて準備をしていくという認識でおります。一方、今後に目を向けていきますと、目標としては統合シミュレータの構築、特に使える統合シミュレータ、企業の人が使いたくなるような統合シミュレータの構築が鍵になると思ひしております。そのためには、今回評価いただいた委託事業の推進も当然ながら、別途、先日ステージゲートを経て始まっている助成事業との連携、フィードバックというのも重要になってくると思ひます。しかしながら、その部分からデータを頂くにおいては非常にセンシティブなデータを扱うことになるため、データのオープン・クローズド戦略や、データマネジメント、セキュリティ面でも議論を進めていく必要があると思ひっており、経済産業省でもその部分について非常に議論を進めている次第です。このオープン・クローズドの議論、またデータのマネジメントの部分、研究の推進につきましても、事業者の皆様、企業の皆様、産総研、JFCC の皆様に引き続き御協力いただきながら、研究の推進に御尽力賜れば幸いです。以上、私の挨拶とさせていただきます。ありがとうございました。

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

9. 今後の予定

10. 閉会

## 配布資料

|        |                                      |
|--------|--------------------------------------|
| 資料 1   | 研究評価委員会分科会の設置について                    |
| 資料 2   | 研究評価委員会分科会の公開について                    |
| 資料 3   | 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて |
| 資料 4-1 | NEDO における技術評価について                    |
| 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 5-1 | プロジェクトの説明資料（公開）                      |
| 資料 5-2 | プロジェクトの詳細説明資料（公開）                    |
| 資料 6   | プロジェクトの補足説明（非公開）                     |
| 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                             |
| 番号なし   | 質問票                                  |

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。』

## 研究評価委員会

「次世代ファインセラミックス製造プロセスの基盤構築・応用開発研究開発」（中間評価）分科会

## 質問・回答票（公開）

| 資料番号・<br>ご質問箇所                             | 質問   | 委員名       | 回答  | 公開可<br>/非公開 |
|--|--|-----------|---|-------------|
| 資料5-1の<br>スライド16                           | 脱脂・焼成過程のCO2排出量を1/2するとした、具体的な算出根拠を教えてください。  | 須田委員      | PI活用による低エネルギープロセス(化学焼結、低温焼結、レーザー焼結、フラッシュ焼結など、新たな製造プロセスとして期待されている低エネルギープロセス)の早期実用化により、PJ後に、PIを用いて低CO2プロセスを迅速に実生産プロセスに適用することを想定し、概算として算出した目標値です。  | 公開可         |
| 資料5-1の<br>スライド19                           | 特許戦略に関して、参画企業の意向が最大限尊重されているように伺えますが、個別委託PJではなく、国PJの知的財産構築もある意味期待されていると考えます。その点について、マネジメントとしてどのようにバランスを取られてるのでしょうか。   | 須田委員      | 委託事業前半では共通基盤としてシミュレータ開発に重点を置いており、シミュレータのプログラム自体は特許の対象外です。一方でプロジェクトの成果物となるプログラムのソースコードは公開せず、今後企業がシミュレータを使って開発した成果を特許化していくという方針です。  | 公開可         |
| 資料5-2<br>スライド9                             | 本プロジェクトで取り上げている3種のシミュレータの高度化について、今後それを統合する計画であることは理解できるが、どのようにプラットフォームを統合されようとしているのでしょうか。データ連携だけでなく、シミュレータの連携もお考えでしょうか。  | 須田委員      | 各要素プロセスに対応したシミュレータを連携させるために、構造データの記述形式変換プログラム等の基盤技術を構築しました。PJ後半では、各プログラムを一括して制御できる「マネジメントプログラム」を導入し、製造プロセス全体を取り扱える統合シミュレータとしての一体化を進めます。   | 公開可         |
| 資料5-2の<br>スライド13                           | 特に企業では有限要素法をはじめとして市販のシミュレータを用いていることが多いと思いますので、市販のシミュレータなどソフトウェアと連携できることは重要だと考えます。「連携も可能」について、より具体的に教えてください。  | 須田委員      | ご指摘のように、企業が既に使用しているプログラムもいくつかから、これらのプログラムも統合シミュレータの一部として利用できるような仕組みが不可欠です。上記の「マネジメントプログラム」は、PJ開発プログラムだけではなく市販プログラムにも対応します。各社の取り組みの中で要望があれば、新たに対応が可能です。  | 公開可         |
| 事業原簿(公開)の<br>添付資料-5の特許論文<br>リストの【特許】箇<br>所 | これまでの2年間は、「革新的プロセス開発基盤の構築」としてファインセラミックスのプロセスインフォマティクスのプラットフォーム開発を手掛けてきたと理解している。このプラットフォーム自体が、世界初めてのチャレンジングな取り組みであり、多くの発明が組み合わさって成し遂げられたものである。この独創性を知的財産として権利化しておくべきであると考えますが、何故、知財出願はゼロなのか教えてください。 | 今中委員      | 委託事業前半では共通基盤としてシミュレータ開発に重点を置いており、シミュレータのプログラム自体は特許の対象外です。一方でプロジェクトの成果物となるプログラムのソースコードは公開せず、今後企業がシミュレータを使って開発した成果を特許化していくという方針です。  | 公開可         |
| 資料5-2、<br>p.9                              | 統合プロセスシミュレータ (TPS) を構築、試版を提供するとのことだが、参加8社あるいは研究テーマごとに今後どの程度「統合化」するのか、プロジェクト実施期間中の目標について教えてください。  | 髙津<br>委員長 | プロジェクト前半では、セラミックス製造の核となるプロセス現象を取り扱うプログラムの開発を進めました。プロジェクト後半では、開発プログラムを各社の実プロセスに対応させるための取り組みを行いますが、例えばシート成形や異種積層材の共焼結などの共通部分を切り出して共通基盤としての拡充を進めます。共通性の高い、成形・乾燥・脱脂・焼成工程を統合・連続して計算し、構造と条件を逆解析可能なデータを構築できるプロセスシミュレータを2025年度の第一四半期に企業へ配布する事を目標としています。                           | 公開可         |
| 資料5-2、<br>p.9                              | AISTの物理モデルシミュレータ、JFCCの実験シミュレータの二本のシミュレータがあり、企業は実験側からのフィードバックを行うプロジェクトのようにも見える。企業側の数値計算担当者は関与しているのか、最終形態としては、企業の実験研究者が計算科学、データ科学を駆使してプロセス設計を行うものと考え、技術の指導・啓蒙について本プロジェクトでどのような取り組みがあるのかを教えてください。     | 髙津<br>委員長 | 企業へ開発したプロセスシミュレータを配布し、企業での試用を進めています。そのために、シミュレータのインプットデータ作成や計算条件設定が各社で進められるよう、マニュアル作成や操作チュートリアルも実施するなどの取り組みをしてきました。企業の数値計算担当者も関与しており、試用だけではなく、計算結果のフィードバックや開発課題の提示を受けています。実験研究者がプログラムを動かし、シミュレーション結果を参考に実験を進めている企業もありますので、製造技術と計算技術を融合させるという点では、本プロジェクトを通じて進展していると考えています。 | 公開可         |
| 資料5-1、<br>p.27                             | プロジェクト終了後、TPSは管理維持されていく予定があるかどうか。ユーザーは参加8社だけなのか、市販化またはオープンソース化するなど、拡張する予定はあるのか。  | 髙津<br>委員長 | 公的プロジェクトになりますので、研究成果が広く産業界で活用されることを想定しています。プロジェクト終了後も、維持管理および研究開発は継続します。ただし、日本のものづくり産業の競争力強化という観点から、原則としてオープンソース化は考えておらず、事業期間内は本事業内でクローズとしますし、海外への流出を防ぐために、開発機関との契約に当たって審査を行う等、活用・普及形態は参画企業等と相談をして、決める方針です。   | 公開可         |
| 資料5-1<br>スライド16<br>アウトカムの妥当性               | ・2035年アウトカムの設定として、事業化/マネタイズの観点では、①製造コスト（現行水準と同等、もしくは、目標コストの設定など）、②出荷額のみでなく付加価値額/利益額（量と質の双方を追求する観点で）、といった項目を設定することが望ましいと思料<br>・また、現状と著しい乖離がある場合には、ビジネス化の観点でのロードマップの作成も望ましいと思料                       | 井出委員      | 利益額については、企業毎に事業戦略が異なり収益目標が異なりますので、統一目標とすることが難しい面があります。出荷額は国際需要に対する競争力を維持する定量的な目標となりまして妥当と考えています。  | 公開可         |