

**研究評価委員会**  
**「積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業」 (中間評価)**  
**分科会 議事録及び書面による質疑応答**

日 時：2021年9月30日(木) 13:00~17:50  
場 所：NEDO川崎 2301, 2302 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 柳本 潤 東京大学 大学院工学系研究科 機械工学専攻 教授  
分科会長代理 大坪 靖彦 日立金属株式会社 金属材料事業本部 AMソリューションセンター シニアアドバイザー  
委員 稲垣 育宏 日鉄関西マシニング株式会社 取締役  
委員 岩崎 拓也 みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社 事業統括部 参事役  
委員 宇治原 徹 東海国立大学機構名古屋大学 未来材料・システム研究所 未来エレクトロニクス集積研究センター 教授

<推進部署>

有馬 伸明 NEDO IoT 推進部 部長  
三代川 洋一郎(PM) NEDO IoT 推進部 統括研究員  
高野 学 NEDO IoT 推進部 主査  
大河内 紀行 NEDO IoT 推進部 専門調査員

<実施者>

京極 秀樹(PL) 近畿大学 次世代基盤技術研究所 特任教授  
千葉 晶彦(SPL) 東北大学 金属材料研究所 教授  
北村 真一 日本電子 開発・基盤技術センター 副センター長  
池庄司 敏孝 近畿大学 次世代基盤技術研究所 特任准教授  
米原 牧子 近畿大学 次世代基盤技術研究所(TRAFAM 広島分室) 研究員  
山中 謙太 東北大学 金属材料研究所 准教授  
青柳 健大 東北大学 金属材料研究所 助教  
眞部 弘宣 日本電子 開発・基盤技術センター センター長  
蔦川 生璃 日本電子 3DPJ 技術G 主務  
君島 孝尚 技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構(TRAFAM) 専務理事  
橋谷 道明 技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構(TRAFAM 技術推進部) 部長  
服部 健 技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構(TRAFAM 技術推進部) 主任研究員

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長  
塩入 さやか NEDO 評価部 主幹

木村 秀樹  
中島 史夫

NEDO 評価部 専門調査員  
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・事業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 レーザービーム方式に関する研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
  - 6.2 電子ビーム方式に関する研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
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

評価事務局より事前配布された資料説明及び質疑応答のとおりとし、議事録への公開・非公開部分についての確認を行った。
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事前配布された資料のとおりとした。
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5-1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。
  - 5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

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。

### 5.3 質疑応答

**【柳本分科会長】** ありがとうございます。「事業の位置付け・必要性和研究開発マネジメント」及び実用化の見通し等をご発表いただきました。これからは議論に移ります。技術の詳細については、この後の議題6で改めて扱いますので、ここでは、事業の位置付け・必要性、マネジメントについての議論になります。事前に行った質問と回答のやり取りも踏まえた上で、ご意見やご質問をお願いします。また、オンライン参加の方は、質問・発言の際にミュートを解除し、名前とご所属、質疑の対象となる資料番号やページ数等をおっしゃってから発言をお願いいたします。

大坪分科会長代理、どうぞよろしく申し上げます。

**【大坪分科会長代理】** 大坪です。質問もさせていただいた粒径の部分ですが、11ページ、12ページのところにある「研究開発目標と根拠」についてです。粒径に関して少し訂正されていましたが、実際に電子ビームのほうは結構粒径が大きくなると思います。それに対して、敷き詰め精度は10 $\mu\text{m}$ 以下の凹凸の計測ということで、そこは変更ないのでしょうか。

**【NEDO IoT 推進部\_三代川 PM】** NEDOの三代川です。その点については、電子ビーム方式についても、敷き詰め状態や造形表面、こういった計測精度については、レーザービーム方式と同様に10 $\mu\text{m}$ を目指すことで問題ございません。

**【大坪分科会長代理】** では、その根拠においては間違えていたが、目標は変わらない。そういう理解でしょうか。

**【NEDO IoT 推進部\_三代川 PM】** そのとおりです。

**【大坪分科会長代理】** 分かりました。

**【NEDO IoT 推進部\_三代川 PM】** ご指摘ありがとうございます。

**【柳本分科会長】** ほかに、いかがでしょうか。岩崎委員どうぞ。

**【岩崎委員】** みずほリサーチ&テクノロジーズの岩崎です。NEDOの三代川さんが話された資料5-1についてお伺いします。19ページで、「開発促進財源等投入実績」ということで、プロジェクトを円滑に進めるためにさらに財源を投入していったというお話がありました。4ページでは、「海外の研究開発の動向」を踏まえてという内容だったと思いますが、この分野、良くも悪くも非常に動きが早いです。そういうテーマの中で海外の動向を見ていくと、当初2019年に立てた目標から少し変えていく必要がある。新たに研究開発を追加する検討もひょっとしたらあるのではないかと感じました。そういった研究開発の計画に対するマネジメントや取捨選択、もしくは追加みたいところをNEDO様のマネジメントとしてはどのように考えていますか。19ページを見ると、前倒しかつ、より早くキャッチアップしていく部分にお金が投入されたように見えますが、そういった研究開発の目標、あるいはテーマに関するマネジメントについてどのようにやられているかお伺いします。

**【NEDO IoT 推進部\_三代川 PM】** NEDOの三代川です。ご質問ありがとうございます。今の質問に関して2つの観点からお答えします。1つは、研究開発項目の追加に関してです。当然、研究開発項目を追加すると、その分の予算が必要になります。その予算をどういう形で手当てするかという問題が一つあり、NEDOの研究開発促進財源で賄える程度の内容であれば、海外の現状との競争状況を踏まえ、引き続きNEDOの財源をどんどん投入していきたいと思えます。ですが、NEDOの財源はそれほど潤沢にあるものではございません。NEDOの独自財源というと、何かお金がたくさんあって、取りに行けば幾らでも取れるようにも思えるのですが、これを取りに行くのはすごく大変です。本当に汗水をたらして、一生懸命に中で交渉をし、ようやく取ってきています。特に2020年度、大体3,700万円ぐらいを取っていますが、これはすごい金額です。こういった金額でできることであれば、今申し上げたように、NEDOの加速財源を投入してどんどん進めていこうと思えます。ただ、それ以上の予算規模での研究開発項目

の追加といった話になれば、ここは政府予算に頼らざるを得ません。ですので、そこは経済産業省の素形材室のほうともしっかり相談した上で対応していきたいと思います。また、これに関してですが、説明の途中で申し上げたように、素形材室は本当によく頑張ってくれています。しかし、どうしても予算当局が非常に厳しく査定をしますから、なかなか思ったような予算が付きません。そういった事情もございます。

次に、研究開発計画の中で、現状や今後を見据えて研究開発内容を追加・拡充するということに関してです。スライド17ページ目の部分で少しお話ししましたが、外部有識者からなる技術推進委員会というものをこの事業についても設置しています。具体的には、例えば日立製作所の浜岡様、静岡文化芸術大学の望月先生、そういった有識者の方に入っただき、年1回程度、進捗確認と技術的な評価など今後どうやって進めるべきかアドバイスをいただく機会をつくっています。そういったところでも技術推進委員の先生方からご意見を伺いながら対応していければと思っています。お答えになっているでしょうか。

**【岩崎委員】** ありがとうございます。NEDO様や経産省も含め、あるいはそういった委員会を通じ、外部有識者のご意見も踏まえながら研究開発内容や新たな予算措置をした上で追加項目等々の検討をされている。そういうふうにしつかりと研究開発のマネジメントをされているものと理解しました。どうもありがとうございます。

**【柳本分科会長】** ほかに、いかがでしょうか。稲垣委員お願いします。

**【稲垣委員】** 日鉄関西マシニングの稲垣です。先ほどの話と関連しますが、資料5-1の21ページの部分になります。財源でご苦労されているということでしたが、今、カーボンニュートラルが非常に注目されており、展伸材を造ることで非常に莫大なエネルギーを使うことに比べると、もともと3Dプリンターはプロセスのショートカットができるということで注目されていたと思います。より一層、かつ脱炭素に寄与するというので、当時の計画はこのようになっていたと捉えますが、さらにここに注力するようなマネジメント強化をされながら、財源も取りにいくといった活動は考えられていますか。

**【NEDO IoT 推進部\_三代川 PM】** そういったことも考えています。公開セッションの回答となるため、どこまでお答えしているか微妙なところもございます。少し詳細な部分だったため説明をしなかったのですが、具体的には、21ページのスライドにおいて、調査のスキームの右側③、そこでは「金属3Dプリンターの活用による省エネ・CO<sub>2</sub>排出削減効果の試算」といったものも調査内容に含まれています。それというのも、NEDOのプロジェクトに関しては大きく分けて一般会計とエネルギー特別会計という2種類の会計区分がございます。本事業は一般会計でやっているのですが、一般会計ですと、どうしても予算規模が小さくなりがち傾向です。先ほどの岩崎委員の話にも関連しますが、事業を拡大していくためには、一般会計だけではなく特別会計も視野に入れる必要があります。当然そういった特別会計になると、CO<sub>2</sub>の削減効果や省エネ効果、そういったところをうたっていかなければいけません。そういった思惑もあり、21ページに記載あるような普及に向けた調査の中では、そういう部分も少し取り込んでいきたいと考えている次第です。お答えになっているでしょうか。

**【稲垣委員】** ありがとうございます。よく分かりました。

**【柳本分科会長】** ほかに、いかがでしょうか。

**【宇治原委員】** 宇治原です。よろしいでしょうか。

**【柳本分科会長】** どうぞよろしくお願いします。

**【宇治原委員】** 京極先生が説明されていたスライド23ページ「実用化・事業化に向けた戦略」の部分です。

そこには理由や市場状況の推測の文言があります。そこでは、レーザービームと電子ビームにおいて共通してコストの問題が上げられており、例えば、「電子ビーム1億円以上の装置確保というのは、なかなか普及の妨げになっている要因の一つ」といった記載がありますね。今回の目標を立てる際にお

いては、この部分は実際に研究されている方と NEDO の方との共通の認識としてはいかがだったのでしょうか。実際に研究されている方はここをすごく大きな課題に感じているという趣旨で先生が書かれたのだと捉えますが、今回の設定された項目の中では、ここにつながる項目はどこになるのか。京極先生と NEDO の方どちらに伺うべきか分かりませんが、少し教えていただきたいです。

【NEDO IoT 推進部\_三代川 PM】 NEDO の三代川です。コスト削減については確かに、実際に積層造形技術や 3D プリンターを国内の産業に普及させていく上では、今後避けて通れない部分だと思っています。ただ、今回の積層造形のプロジェクトに関しては、冒頭で説明申し上げたように、造形プロセスに係る基盤技術の開発を目的としているため、直接的に各研究開発項目の目標という形ではコスト削減の目標値は掲げていない状況です。一方、本事業の最終的な成果として、3D プリンター等に搭載されたときのことを考えれば、やはりコストの意識というのを全くは無視できません。そういった意味合いで、京極先生の資料等の中でコストという数字が出てきているものと認識しています。もし京極先生から何か補足あればお願いします。

【近畿大学\_京極 PL】 補足いたします。今、三代川さんのほうからお話ありましたが、今必然的にたくさんの欠陥が出ているわけです。ですので、基本的にはこの欠陥のない製品を造る技術を開発するシステムができれば、その懸念がなくなり必然的にコストの削減につながります。これは実際に最近いろいろな講演が行われている中でもそのような話をされています。ですので、確実にコストは下がるだろうと考えられます。また、あえて今回このプロジェクトの中で短納期化と入れました。従来の造形の 5 分の 1 の時間でやりましょうというように、製品の製造を基本的に短くすることによっても必然的にコストが下がっていく。つまり、高品質でコストを下げた形の製品が出来るという意味で、コスト面あるいは品質面という観点で今の現実の課題に対応していけるシステムである。そういった現状として開発をしています。答えになっているでしょうか。

【宇治原委員】 分かりました。ありがとうございます。

【柳本分科会長】 ほかに、いかがでしょうか。

【大坪分科会長代理】 大坪ですが、もう一点よろしいでしょうか。

【柳本分科会長】 どうぞ。大坪分科会長代理よろしくお願いします。

【大坪分科会長代理】 資料 5-2 の 9 ページから 12 ページの部分にある高度モニタリングについて教えてください。京極先生のお話の中で測定精度が  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  以下と開発目標にあります。この  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  以下という根拠をもし話せるのであれば、お聞かせ願いたいです。

【近畿大学\_京極 PL】 これは基本的にパウダーベッドの温度分布を計測するためです。これは、シミュレーションをするために重要であり、パウダーベッドの温度によっては熔融凝固現象が変わってくるので、あとは実際に使う装置の精度として  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  ぐらいまでということを決めさせていただきました。

【大坪分科会長代理】 これは欠陥が出る部分において云々という、そちらから来ているものではないと。

【近畿大学\_京極 PL】 どちらかという、これはシミュレーションをする際のデータをできるだけ精度よく取ろうという意味です。

【大坪分科会長代理】 そういうことですね。分かりました。

【柳本分科会長】 ほかに、いかがでしょうか。

【宇治原委員】 少しだけ聞いてもいいですか。

【柳本分科会長】 どうぞ。

【宇治原委員】 これも NEDO の皆様なのか京極先生のどちらに伺うべきなのか分かりませんが、このプロジェクトというよりも、この技術が第一段階としてまず目指すべきところを知りたいです。3D プリンターは将来的には製造の一部を担うようなそういう製造装置になってほしい、これはもちろん分かります。ただ、そこにいきなりいくのはすごく難しいと思うのです。まずは、その前に少量の製品を造って

いくという部分がターゲットになると思うのですが、例えば金属について、私は少しイメージをつけられていないところがあります。先ほどのコストに関する話で、例えば5分の1の時間にすると。3Dプリンターによるプロセスコストも素直に5分の1にはならず、半分ぐらいにならなるのかなと思っています。ですので、例えばどういった製品を1つ造るものと考えているのか。例でもいいですが、例えば1個幾ら程度の物をターゲットにしているのか。将来の大量生産というものではなく、まず目指すべきところとしてイメージできる物を何かしら挙げていただくと少し助かります。

**【近畿大学\_京極PL】** 私のほうからお答えいたします。我々が今やっているのは、レーザーや電子ビームのパウダーベッド方式です。先生もご存じのとおり、どちらかと言えば航空宇宙であったり、エネルギー産業機器分野のパーツであったり、そういう部分を現状ではイメージしています。実際問題そういうものがかなりターゲットになってきていますし、これから少しずつ自動車の大きな部品等にも降りていくのだらうと思います。単価一つにおいては難しいところもありますが、例えば今、ユーザー造形の中でも、ロケットエンジンのパーツのようなところを少しターゲットとして我々は考えています。単価は、私は企業の人間ではないのであまりよく分かりませんが、たしか今、粉末1kgが1万円前後だったと思います。もちろん粉末にもよるので、もう少し高い物もありますが、それよりも高く、キロ単価でいうと10万円以上ぐらいの物をつくらなければ現状ではなかなかうまく具合にはいかないと考えます。ただし、今後装置がもう少し普及していけば、もう少し安くなってくる可能性はあると思います。加えて、高品質の製品が出来るようになるとコストがもっと下がってくる。そういうことになってくれば、その単価というのは少しずつ下がってくるのではないのでしょうか。正確には覚えていませんが、企業の方が、「このパーツはキロ幾らで」ということをよく出されますが、感じとしてはそういうところでしょうか。これに関して、千葉先生か橋谷部長、何かございますか。

**【東北大\_千葉 SPL】** 電子ビームを担当している千葉です。今このプロジェクトは、やはりマシンの装置技術の開発に主眼を置いています。造形コストや期間においては、初めて扱う部品で従来3か月ぐらいかかっていたものを2週間ぐらいで造ろうと目指しています。例えば、今話題になっている航空機用の部品、あるいは車用だと熱交換器、あるいは金型というのもあります。そうすると、まずいろいろな金型の種類が上がってきます。私が聞いたこととしては、メーカーによっては「金型の管理が大変だから全部CADデータで保管する」という話です。ですから、そういうことに応えられるような技術開発というのを目指さなければいけません。従来の装置は1個の部品が新しくなると、3か月、4か月といったかなりの期間がかかることが多い。そういうことで二の足を踏む企業が非常に多いところがあります。まだコストをどうするという議論はしてはいませんが、そういう方向性を手堅くしていきたい。取りあえずそういうところは目指しています。あまり答えになっていないかもしれませんが、以上で説明を終わります。

**【宇治原委員】** ありがとうございます。今の金型のところで私としては一番納得感がありました。私は名古屋なのですが、この地域は金型がすごく大変です。金型を造っている人たちというのは地元の小さな企業の人たちがすごく多いですね。これは私が地元に住みながらよく聞こえてくることですが、金型を造っている方の高齢化に伴い、どんどん仕事辞めてくという話があります。一方、中国では物すごく安い値段で金型を造っていると、このことは地域で物すごく問題視されています。今話を聞きながら、もしかするとコストの問題以上にその装置を導入しようとする大きな動機になるのだなというふうに感じていました。ありがとうございます。

**【柳本分科会長】** ほかに、いかがでしょうか。

では、私からよろしいでしょうか。非常に大ざっぱな質問で申し訳ございません。今話とも関係しますが、ロットの数のイメージがあまり浮かばないのですが、それはどのぐらいになるのでしょうか。今の金型の話も、実は補修用部品を製造するための金型の保管が義務になるから非常に問題になって

いるということですが、つまり、製造する個数が少ない物であれば、別に金型で塑性加工やインジェクションをやらず、積層造形 (AM) でそのまま造ってもいいのではないかと、という話もあるわけです。むしろ製品を造形するためにAMは使うのではないかと。そういった逆の意見もあり得るのでしょうか。いずれにしても、例えば一つの品種において、これを何個ぐらい製造するイメージを持っておられるのか。その点を少しお聞きできればありがたいです。公開のところでお話が難しいようであれば、この後のセッションでも構いません。

それと、先ほど千葉先生のお話にありましたが、新規の物を2週間という、これはプロトタイプをつくるという話になってくるのかなとも思うのですが、今回はどの辺りをリアルタイムの制御とオンラインのモニタリングの組合せで実現しようとされているのでしょうか。大ざっぱなイメージで良いので、お聞かせいただけるとありがたいです。

**【東北大\_千葉 SPL】** 私の考えとしては、一応2週間という期間を上げていますが、実は我々が目指しているのは、例えば、全く経験のない粉末かつ全く初めての部品において、それをまず装置に仕込めば、装置が勝手に最適化をしてくれる。要は、1日、2日あれば全く新しい部品ができるのではないかと実は思っています。ただし、まだこれは実績のない話ですから、それをやるには、初めは手堅く言うと1度、2度の失敗が当然あります。ですので、そうすると2回失敗すれば2週間ということになります。それで2週間ぐらいの期間で、全く新しい部品であっても、あるいは粉末でも造れると。今ここではそういうシステム開発しています。繰り返しますが、手堅く言えば2週間であり、裏の考え方としては、本来は1日、2日で出来る。そういったものを持っております。

**【柳本分科会長】** 分かりました。京極先生何かありますか。それともこの話はまた後程にしましょうか。

**【近畿大学\_京極 PL】** 大体千葉先生がおっしゃってくださいました。ほかの企業の方の講演等を聞きますと、例えば、精密機械メーカーで造っている部品をこのAMに置き換えると、例えば、数か月の物が実際はもう1週間以内程度で出来るということで、相当なコスト削減になるということをおっしゃっています。この装置があれば、それをさらに高精度かつ高品質に早く造れるという面があるために、今千葉先生がおっしゃったような形のコンセプトの下、我々はできるだけ取り組んでいます。

**【柳本分科会長】** なるほど。今京極先生がおっしゃったのは、どちらかと言えば中量生産品といったイメージですね。

**【近畿大学\_京極 PL】** そうですね。基本的には、やはりこの技術というのはパウダーベッド方式、あるいは大量生産であれば、今はやっているバインダーージェットイングなど、方式が全部違います。我々がやっているパウダーベッド方式というのは、基本的には多分良く言って1万もいくかないかレベルのお話だと思うのです。ですから、小さい物でそういったレベル、大きい物であれば、本当は1個、2個という世界の物を対象にしてやらないとメリットが出てこないという具合に思っています。かつ非常に付加価値の高い物を作って初めてできる。そういう意味で、こういう高度な品質をきちんと保証できるシステムが今後は必要になってくるのではないかと。そういうことで、各国で似たようなことを今やっているという現状があります。日本は装置でも遅れていますから、これ以上遅れると非常にまずい。ですから、周りのプロジェクトの中では、できるだけほかでやっていない発想で今研究開発をしているものをご理解いただきたいです。以上になります。

**【柳本分科会長】** 分かりました。委員の先生方ほかによろしいですか。

では、議題5はここで終了いたします。どうもありがとうございました。

(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

【柳本分科会長】 それでは、以後の議事は再び公開になります。ここから先の皆様のご発言は議事録にも記載されることをご留意ください。それでは事務局からお願いします。

【中島専門調査員】 ここからは公開となるということで、一般傍聴向けのユーチューブのテスト配信を再開いたします。それでは、議題8「まとめ・講評」に入ります。分科会長、進行をお願いいたします。

【柳本分科会長】 委員の先生方どうもありがとうございました。では、会議の冒頭にお伝えしたとおり、宇治原委員から始まりまして、最後は私という順番で講評を2分程度ずついただきます。

それでは、宇治原委員お願いいたします。

【宇治原委員】 今日はどうもありがとうございました。大変勉強と参考になりました。私は積層造形の専門家ではございませんが、マテリアルサイエンスの観点から見ると非常に高いレベルで様々な研究がなされていることを本日お伺いして分かりました。また、私も金属でしたので、特に後半の電子ビームのところは非常に高いレベルでいろいろな技術が開発されてきていて、かつ他に負けないレベルで開発されてきていることがよく分かりました。一方で、ニーズの観点から見ると、これはほかの先生方からの意見も伺い、多種類の物をいかにつくり上げていくかというところにニーズがあるのだと理解しました。冒頭から予算に関する話も出ていましたが、本当であれば、多種類調べることに對して個人的な率直な意見を言えば、それほど難しくないように思いました。その理由は、ここで出来上がった京極先生、千葉先生の技術を見ていると、プロセスマップをうまく書くための基礎技術というのは既に開発されている印象を受けましたし、フィードバックをするところも非常に高いレベルで実現されていることが分かりました。そうであれば、その装置を3台、4台と並べてしまえば、本当であれば多品種のテストというのは今のシステムさえ使えばできるのだらうと感じました。

かといって、このプロジェクトの中でただ金属3Dを5台、6台並べるというのは、それはまた一大事になると思うのですが、一つの在り方として国から支援することも1つの手ではないでしょうか。ただ、全うなやり方からすれば、本当にビジネスになるのであれば、事業者がそこにお金をつぎ込む。もしくは、ユーザー側からきちんとお金を投資してもらい、ユーザー側がお金を出してそのことを調べるといった姿かたちが良いのかなと思いました。3Dプリンターは、途中で先生方の意見にもあったように、いかに使うところまでやるかというフェーズに十分到達している技術だと思いますから、今後はもう少し研究者の皆様もNEDOの皆様の協力の在り方についてもそういった観点でやっていただけたらと感じました。以上です。

【柳本分科会長】 次に、岩崎委員お願いいたします。

【岩崎委員】 みずほリサーチ&テクノロジーズの岩崎です。本日は長い時間にわたり、いろいろご説明いただきありがとうございます。様々なお話を伺い、研究開発項目について着実に研究が進んでいること

がよく分かりました。また、将来的な実用化・事業化に向けていろいろと考えられていることも理解しました。一方で、冒頭にも質問しましたが、海外の動向として、学会発表や直近の国際会議等を見ると、こういうパウダーベッドフュージョンの領域でもリアルタイムにモニタリングをしてフィードバックをかけていくといった内容の発表もちらほらと出てきています。そういう意味では、説明をいただいたとおり、現時点で競争優位性をしっかり持っているとは思いますが、その優位性をしっかりと維持できると良いと感じました。もちろん研究されている方々はそのような姿勢で取り組むと思いますが、これは経産省さん、NEDOさんへのお願いになりますが、環境の変化を踏まえた上で、必要な手当て等々しっかりと対応していただきたいです。ここまで取り組んできたことが将来きちんと花開くように支援を行っていただきたいと強く思います。また、今年度から、例えばユーザー実証をやっていくという話もありました。そういったユーザーが使ってみて結果がどうだったか。ユーザーがこういうところが使いやすく効果があったというような話を蓄積していくことで、将来的な普及につながるものだと思います。ですので、来年度、再来年度はそういった取組もしっかりと進めて、最後にそれらを外に向けて発信していくことをやっていただきたいです。

今回の研究開発とは若干話がそれますが、そういった実用化・普及という話の延長線上にあるものとして、今回の内容は、あくまでもデザインが決まった後の装置における造形部分だと思いますが、実際にユーザーが使って価値を生み出すという観点からは、造形部分だけではなく、前段階の設計の考え方、あるいはソフトウェアの部分にもつなげていく必要があるのではないのでしょうか。造形部分だけでアピールをしてもなかなか普及にはつながらないと思いますので、そういうところも加味して欲しいです。このプロジェクト以外にも、例えば人材育成みたいなのも含めて、しっかりとNEDOさんと協力して推進していただけたらと思います。以上です。

**【柳本分科会長】** 次に、稲垣委員お願いいたします。

**【稲垣委員】** 稲垣です。今日は説明をどうもありがとうございました。装置技術、特にモニタリングとフィードバックの制御等について非常に高いレベルまで到達していることがよく分かりました。一方で、皆さんがおっしゃるように、海外では既に航空機や医療の面で実用化されていることを考えれば、若干ビハインドは否めません。ですが、まずは今のプロジェクトの目標を達成していただくことが重要だと思います。その後、早期実現に向けて取組をしていただきたいです。その中で、今日の中でも出ていましたが、やはり日本の技術の優位性ということで組織制御がキーファクターではないかと思えます。プロセスマップの充実なり高度化を進めていくのが非常に重要です。また、工業製品という面で見れば、やはり品質の安定化がユーザーにとって非常に重要です。各工程のばらつきを吸収できるような装置技術、あるいは操業技術を確立していただくこと、また広く汎用化するという意味では標準化を進めていくのが重要になると思います。そういった議論ができるところまで来ていると思いますから、財源もぜひ検討いただき、実用化・効果・メリットの早期発揮に向けて取り組んでいただきたいです。以上になります。

**【柳本分科会長】** 次に、大坪分科会長代理よろしく申し上げます。

**【大坪分科会長代理】** 今日 1 日貴重なご説明をありがとうございました。今回の内容で感じたことを述べさせていただきます。まず、AM がなかなか浸透しないことやお客様の課題を聞くと、その理由はやはりコストと品質にあるようです。品質に関しては、今回非常にバックアップになっていると思えますし、モニタリングを高度化したり、修復したりという点はとても安心できます。修復までいかずとも、モニ

タリングが高度化することは非常に良いことです。先ほど途中でも言いましたが、欠陥があれば止めることもできます。それによって本当に信頼性が担保されますから、これは鋳造部品とは全く違う信頼性が期待できます。ですので、ここはどんどん追究していきましょう。一方でコストの面ですが、今、鋳造の物を全く同じ形状の AM でやると絶対にペイしないことは皆さん分かっています。そこで、やはり AM ならではの設計を入れていこうということでやるのですが、付加価値のつけ方というのが皆さんなかなか理解されていません。それは設計だけではありません。付加価値のつけ方の一つとして、当然型レスや納期短縮等もありますが、それをいか金額に変えていくか。その一方、もう一つ大事なこととして何度も言っているとおり CO<sub>2</sub> の排出削減です。これをお金に換算する。「この製法を使えばこれだけ何パーセントも削減できる」ということを示す。材料は当然少なく済みますし、AM というのは加算方式ですから、要は捨てる材料が少ない。ですので、トータルで考えれば、粗原料から合わせても CO<sub>2</sub> の排出というのは、多分鍛造・鋳造等と比べると非常に少ないと思います。なおかつ炭素税の問題等もありますから、そういうことを考えればトータルの金額に直してあげて、それで AM を浸透させることが NEDO さんはじめ我々の仕事だと思っています。最後に、テーマに関してはいろいろな質疑応答の際でも言いましたが、レーザーの再溶融は欠陥を直すという面では良いですが、健全な部分へのデメリットがないか。やはりそこは見ておく必要があると強く感じました。電子ビームに関しては欠陥のない面がかなりいけそうな気がしますから、次のステップへ進んでください。組織制御という可能性を検証するだけでもよいので、道筋ができたというプラスアルファの何か結果が出来る良いと感じました。以上です。ありがとうございました。

**【柳本分科会長】** ありがとうございました。それでは、私からです。皆様、今日は長い時間ありがとうございました。私なりに感じたことを申し上げます。こういうリアルタイムモニタリングをしながら、きちんと質を担保しながら造形していくということが一番基本的なところですから、これをやるのは大事だと思います。AM の国プロは始まってもう 9 年目で、結構長い時間やっています。着実に進んではいますが、逆にこれをやっておかなければ諸外国にどうしてもキャッチアップできないという状況はずっと続いているものと感じます。ぜひ、この方向で国の支援をお願いしたいと思います。と同時に、各社事業に展開をしていき、自動的・自律的に回っていく方向に持っていくようなフェーズに来ているのだらうとも思いながら聞いていました。そのための基盤技術として、今回の技術開発は非常に重要だと思います。やはり AM は、ソフトウェアと一体で運用しなければ多分うまくいきません。これは前プロジェクトから非常に強く感じている点です。前のプロジェクトで CAD と統合するようなこともやりましたし、造形レシピの話も実はそのときからありました。今回モニタリングが加わって大変良い方向だと思います。今、大坪分科会長代理がおっしゃったように、応用先というのが次のポイントになります。私も全く同感で、今できる物を AM でやってもメリットはほとんど出てきません。新しい構造を提案していくフェーズに向けた動きに皆さん進んでいると思いますが、例えば、経産省さんであれば、フライングカーズ「空飛ぶ車」に向けた研究開発の重要性を指摘しておられます。そのための軽量の構造を中量規模の生産で実現することが何百万円というコストでできるような世界は、割と近い時期に来るはずで、そういったところにこの AM は活躍していくべきだと思います。そういった将来の投資として、基礎的かつ基盤的なこういった開発は非常に重要ですし、ぜひ皆さんのご協力の下で、実施者の皆さんには頑張っただけいたらありがたいです。私からは以上です。

では、事務局にお返しいたします。

**【中島専門調査員】** 委員の皆様ご講評ありがとうございました。それでは、推進部の有馬部長及び実施者の京極 PL より一言ずつお願いいたします。

【NEDO IoT部\_有馬部長】 NEDOのIoT推進部で部長をしている有馬と申します。本日はお忙しい中、委員の先生方お時間をつくっていただき誠にありがとうございました。私自身、IoT推進部の部長にはこの7月に着任をした身であり、中間評価という場には初めて出席しております。評価ですから最終的には評点がつくわけですが、むしろ委員の先生方から貴重な意見やアドバイスを多々いただくような場であることを、本日皆さんの話を伺いながら感じました。そういったアドバイスを受け止めながら、実施者の方々とも連携をし、NEDOとしてきちんとマネジメントを行っていきたいと思います。引き続きご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

【中島専門調査員】 有馬部長ありがとうございました。続きまして京極PLからもよろしくお願いいたします。

【近畿大学\_京極PL】 京極です。本日は柳本分科会長をはじめ委員の皆様方からは大変貴重なご意見をいただきました。本当にありがとうございます。我々だけではなく、外部の意見も取り入れてやらなければいけないと思っています。ある面では、少し財源的には厳しい部分もございますが、方向性としては間違っていないと思っていますし、かなりのレベルに来たものだとも我々も感じています。今回の委員の皆様方のご意見をもう一度かみしめて、引き続き最終目標に向けて頑張っていく所存です。引き続きご支援をいただければと思います。本日はどうもありがとうございました。

【中島専門調査員】 京極PLありがとうございました。それでは分科会長に戻します。

【柳本分科会長】 それでは、議題8「まとめ・講評を」ここで終了いたします。

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	同、公開について
資料3	同、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5-1,2	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料6-1,2	プロジェクトの詳細説明資料（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
番号無し	質問票（公開及び非公開）

以上

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

「積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業」  
(中間評価)分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可/ 非公開	説明	
資料 5-1 P.8	アウトカム目標についてお伺いしたい。 ・積層造形部品の開発期間を 1/5 に短縮とあるが、分母は何か？ ・国内素形材企業への導入割合 10%とあるが、この素形材企業とはどの範囲（企業規模、売り上げ、社数）を指すのか？	公開可	積層部品の開発期間 1/5 短縮の分母としては、現状において金属 3D プリンタを用いて造形条件等の最適化をするために必要な期間になります。 素形材産業の範囲としては、平成 29 年度の工業統計より、従業員 30 人以上の金属製品及び自動車部品等を製造する事業所数になります。	柳本分科 会長
資料 5-2 P.22～23	2018 年までの METI/NEDO 事業(次世代型産業用 3D プリンタの造形技術開発・実用化事業)で金属 3D 造形装置の実用化が研究されたわけであるが、「資料 5 22 ページ～23 ページ」に記載されている「実用化」と、2018 年までのプロジェクトの「実用化」との違いを、詳しく説明してもらいたい。	公開可	2018 年までの（次世代型産業用 3D プリンタの造形技術開発・実用化事業）では、2016 年～2018 年の 3 年間実用化研究を行い、2014 年～2015 年に開発した金属用 3D プリンタ試作機（5 機種）について、省エネ型の新しいものづくり・製造プロセスの確立を進める観点から、以下を実施しました。	柳本分科 会長

			<p>①造形物の品質確保のための実用化技術を開発する。</p> <p>②ユーザーも参画して実部品を造形することで装置の実証を行う。</p> <p>この実用化研究は、開発・実証を補助/助成事業で実施し、取得した知財も各社に分配したため、スムーズに事業化が進み、既に4社より製品として市場投入されました。</p> <p>一方、本プロジェクトでは、装置開発のものではなく、金属積層造形部品における高品質の確保及び個々の部品開発の効率化を可能とする要素技術を開発します。この成果は、より多くの企業が利用できる形で普及すべき技術であることから、委託事業としてユーザー検証等の実用化を目指した検証を実施します。開発・検証した成果（システム、開発・評価手法等）は、研究期間終了後3年以内に、装置メーカー等が開発機等に実装し事業化を図ります。</p>	
--	--	--	---	--

「積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業」  
(中間評価)分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可/ 非公開	説明	
資料 5-1 P.5  資料 7-1 P.11	2017年からの「次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化」の前に今回の「積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業」を実施すべきではなかったでしょうか？	公開可	現時点から見れば、そのようなご意見もあるかと思えます。 ただ、「次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化事業（三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム）」を立ち上げた当時は、欧米を凌駕する国産3Dプリンタの開発・製品化が最優先課題であったものと理解しています。 もし、「次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化事業」を本事業より後に実施していたとすれば、その分、国産3Dプリンタの製品化は遅れることになっていたと思われしますので、事業の実施順としては必ずしも間違っていないと考えます。	大坪分科 会長代理

<p>資料 5-1 P.8</p> <p>資料 7-1 P.12</p>	<p>2017-2018 前テーマの下記効果との差異、進捗は？</p> <p>市場獲得@2030…装置+金属材料 8000 億円/年 (台数シェア 50%)、アプリケーションビジネス 1.67 兆円/年、CO2 削減効果…36 万 t /年 @2024、146 万 t /年@2030</p>	<p>公開 可</p>	<p>「次世代型産業用 3D プリンタの造形技術開発・実用化事業」では、国産の金属 3D プリンタ・金属材料によるグローバル市場の獲得をアウトカム目標としていました。</p> <p>一方、本事業では、成果を国内の素形材産業等に導入・普及することで、我が国ものづくり産業の競争力強化を目指している点で波及効果が異なっています。</p> <p>ただし、本事業の成果を搭載した金属 3D プリンタが市場投入されることにより、3D プリンタのグローバル市場獲得において相乗効果が期待できると考えます (資料 5-1 P8 と資料 7-1 P12 の波及効果に、この点は含んでいません)。</p>	<p>大坪分科 会長代理</p>
<p>資料 5-1 P.8</p> <p>資料 7-1 P.12</p>	<p>算定根拠の「造形品について」の項目内で「国内造形装置市場は上記①より 791 億円」とありますが、①はどこにも記載ありません。①は「造形装置について」の数式を示し、791 億円は 632 億円の間違いでは？</p>	<p>公開 可</p>	<p>ご指摘のとおり、「上記①より 791 億円」は誤記で、正しくは「上記より 632 億円」となります。</p>	<p>大坪分科 会長代理</p>
<p>資料 5-1 P.12</p> <p>資料 7-1 P.14</p>	<p>電子ビーム方式の粉末粒径がレーザービーム方式と同じ 30~75 <math>\mu\text{m}</math> 程度となっていますが、同粒径で造形を可能とするブレイクスルー技術は？</p>	<p>公開 可</p>	<p>粉末粒径は、正確にはレーザービーム方式で 15 <math>\mu\text{m}</math> ~ 45 <math>\mu\text{m}</math>、電子ビーム方式で 45 <math>\mu\text{m}</math> ~ 110 <math>\mu\text{m}</math> であり、レーザービーム方式と電子ビーム方式で「粉末の粒径が 30~75 <math>\mu\text{m}</math> 程度」と同一に記載した点は不正確で、</p>	<p>大坪分科 会長代理</p>

			誤解を招いてしまったかと思います。 したがって、電子ビーム方式で、レーザービーム方式と同粒径での造形を可能とするブレークスルー技術があるというわけではありません。	
資料 5-1 P.14	欠陥予測システムと連携したフィードバック制御機能の開発（～2021）後に、高度モニタリング・フィードバック機能の開発（2022～）となっているが、後者が最終の姿であるならば、前者で開発したフィードバック制御をどのように後者に活用/展開するのですか？	公開	少し分かりづらい点があったかと思いますので、以下のとおり補足説明します。 事業前半（～2021）では、欠陥予測システムと連携したフィードバック制御機能の開発として、モニタリングデータをもとに欠陥予測システムで作成した造形条件を装置にフィードバックする機能の開発を行います。これと並行して、再溶融による欠陥補修技術の開発を進めていきます。 事業後半（2022～）では、モニタリング技術の改良や高度化を行い、欠陥予測システムとの連携だけでなく、さらに再溶融による欠陥補修技術とも連携した高度モニタリング・フィードバックシステムとして開発し、最終的に 50 μm 以上の欠陥率 0%を実現するコンセプトとなっています。	大坪分科 会長代理
全体	「溶融凝固現象の解明による欠陥発生の予測技術の開発」について、酸素量の影響は考えなくても良いのですか？	公開	ご指摘の通り、溶接における溶融現象では、メルトプールが大きいために酸素量によりマランゴニ対流の方向が変わり、酸素量が	大坪分科 会長代理

			<p>高いとスパッタの発生も大きいといわれています。</p> <p>しかし、レーザー積層造形では、通常不活性ガスを導入して酸素量の非常に低い雰囲気ですが、マランゴニ対流の方向が変わるまでにはならず、微小領域を高速で照射して急凝固されておりますので、ほとんど影響はないものと考えております。ただし、粉末の酸素量が高い場合や湿度の高い粉末の場合は、影響があると考えます。</p> <p>電子ビームにおいては、粉末の酸素量が高い場合には、レーザーと同様にマランゴニ対流の回転方向が逆回転するため、スパッタが発生しやすくなる傾向はありますが、粉末の酸素濃度が規格で許される範囲内であれば、スパッタが異常に発生して問題となることはありません。また、電子ビームにおいては真空中での造形になりますので、環境からの酸素の影響はないと考えています。</p>	
--	--	--	---	--

「積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業」  
(中間評価)分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可/ 非公開	説明	
資料 5-1 P.7, P.18	工業製品化に向けては、規格（JIS 等）制定または反映が重要になってくると思います。今回のフェーズでは明確化する必要は無いと思いますが、当件は並行して、あるいは将来のフェーズで検討されるものでしょうか。 (NEDO の関与の意義および事業化に向けたマネジメントの項目として重要なポイントと思われるので質問させて頂きました)	公開可	本事業の成果（モニタリング機能や装置・システム等）は、海外の競合製品との差別化のためにクローズ戦略をとるべきものであり、現時点ではオープン戦略（標準化）をとるものはないと考えています。 ただし、委託先である TRAFAM は、ISO/TC261 の国内審議団体として活動し、JIS 規格の制定にも関わってきた実績がありますので、もし将来的に標準化に係る取り組みが必要になった場合でも十分に対応できるポテンシャルはあると考えています。	稲垣委員
資料 7-1 P.26	レーザービーム方式において、欠陥の種類が、キーホールおよび空隙が主体とのことですが、メルトプール内の成分変動に伴う偏析（例えば	公開可	組織変化は、造形条件による凝固速度及び温度勾配に依存します。レーザービーム方式の IN718 においては、微細なデンドライ	稲垣委員

	IN718 のラーベス相などの出現など) は、大きな問題は無いと考えて宜しいでしょうか。		ト間に微小なラーベス相などが析出することが、他の論文で報告されています。しかしながら、析出物は非常に小さいため、また、必然的に熱処理が必要となりますので大きな問題にはならないと考えています。本プロジェクトでは、組織に関しては取り扱うようになっておりませんが、最終的な造形体の組織については検討しておくことが重要であると考えます。	
資料 7-1 P.32～33	スパッタ等により欠陥が発生した際、in-situ で再溶解を行うシステムは、非常に高度な技術だと思いますが、欠陥予測システムが稼働した状態でも、スパッタが発生した場合、フィードバックの迅速化などにより、その場でスパッタを抑制する方向にコントロールするような制御機構は考え得るでしょうか。	公開可	本プロジェクトでは、資料 5-2、P7 に示しましたように、メルトプールのモニタリングにより in-situ でフィードバックをかけることは非常に難しいと考え、造形面の表面性状により再溶解するかどうかの判断を行って、フィードバックをかけるシステムとしております。ご指摘のその場でスパッタを抑制する制御は難しいと考えております。	稲垣委員
資料 7-1 P.34	IN718 積層造形部品の考えうるアイテムとして、一方向凝固材があると思いますが、これに向けた組織制御について、今後開発できる可能性はありますでしょうか。	公開可	積層造形部品は、積層方向に伸びた柱状晶の組織が得られやすく、積層方向に方位を揃えた凝固組織の制御は十分に可能です。ごく最近発表されたアメリカの研究機関の論文によると、電子ビーム積層造形技術によって完全単結晶を製造する技術について	稲垣委員

			<p>論じています。これは、凝固学的な理論に基づけば、原理的には単結晶も一方向凝固組織も精密に制御が可能であることを示唆しており、本研究プロジェクトの独自開発しているモニタリングシステムを活用することで、より簡単に欠陥のない単結晶ブレードや、複雑な冷却孔を有するガスタービンブレードを丸ごと単結晶化することも可能になると期待できます。</p> <p>組織制御のためのプロセスマップの開発という観点では、欠陥のない造形部品を得るためのプロセスマップ開発や精密な温度計測技術などの本事業成果を発展させることで十分に可能と考えています。</p>	
資料 7-1 P.34	電子ビーム方式における欠陥例として、スモーク現象に伴うパウダーベッド不均一が挙げられておりますが、ポロシティや蒸気圧の高い成分系の調整などについては、大きな問題は無いと考えて宜しいでしょうか。	公開可	<p>本事業では、<b>50<math>\mu</math>m</b> 以上のサイズの欠陥（ポロシティ）を含まない造形部品の開発を効率化することを目標としています。そのため、ポロシティは本研究での対象となっています。スモークに伴うパウダーベッドの不均一は、その後の熔融時に欠陥となることがあり、この際に形成される欠陥は未熔融欠陥であり、<b>50<math>\mu</math>m</b> より大きいポロシティになり、本研究開発の対象となります。</p> <p>一方、蒸気圧の高い成分の蒸発により、</p>	稲垣委員

			<p>合金組成の多少の変化は生じえますが、原料粉末成分の調整で対応でき、合金組成の変化がポロシティのような欠陥に繋がるわけではありませんので、本事業の目的である欠陥の無い造形部品を得るための技術開発を行う上では大きな問題になりません。組成の変化は造形体の機械特性に影響を及ぼしますが、ポロシティほどの影響はないため、本事業で目指しているように、欠陥を含まない造形部品を得ることが何よりも重要だと考えています。</p>	
--	--	--	--	--

「積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業」

(中間評価)分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可/ 非公開	説明	
資料 5-1 P.18	ユーザー企業等による検証を追加したとあるが、ユーザー企業とは最終製品あるいは部品を製造している企業ということか。	公開可	<p>ユーザー企業については、ご理解のとおり最終製品あるいは部品を製造している企業ということになります。サービスビューローも含めて考えています。</p> <p>今年度のユーザー検証では、インコネル718を材料としたレーザービーム方式での検証となるため、宇宙分野での活用に積極的であることや、金属3Dプリンタの活用に豊富な実績があることなどを考慮して、宇宙航空研究開発機構、(株)コイワイ、金属技研(株)をユーザーとして選定しています。</p> <p>概算要求の状況にもよりますが、来年度もユーザー検証を継続したいと考えておりますので、効果的に検証を進めるうえで、どのようなユーザーが良いなどのご意見があれば、今後に対する提言として頂戴できれ</p>	岩崎委員

			ば幸いです。	
資料 5-2 P.3	1 つ目の項目の成果に「メルトプールのモニタリングが可能となった」とある一方、今後の課題に「メルトプールモニタリング完成後、実施」とある。どのように理解すればよいか。	公開	メルトプールをモニタリングすることは可能になりましたが、モニタリング画像の画質に改善の余地があり、その改善後にモニタリング試験を実施いたします。	岩崎委員
資料 5-2 P.5	粉末敷き詰め状態のモニタリング技術の開発を行っていると思うが、本研究目標のフィードバック技術に他社が実現している「粉末敷き直し」が入っていない。これは含まれていると考えてよいのか、もしくはプロセス条件の自動調整により課題は自動的に解決されるものと考えればよいのか。	公開	本システムにおいては、「粉末敷き直し」の機能は入れていません。パウダーベッド表面の状況は、造形面に影響を与えるため、造形面の表面性状をモニタリングすることによりフィードバックをかけて再熔融するシステムとしています。必要が生じれば、「粉末敷き直し」によるフィードバックも可能であると考えています。	岩崎委員
資料 5-2 P.12	10 $\mu$ m の段差を反射電子で認識した画像が掲載されているが、大きい段差がある場合（例えば 30 $\mu$ m 等）も反射電子による計測で評価できると考えてよいか。	公開	同じページ(資料 5-2 P.12)の右下の反射電子画像の造形物表面をご覧いただくとお分かりかと思いますが、比較的大きな凹凸も識別できておりますので、反射電子による計測で評価できると判断しております。	岩崎委員
資料 5-2 P.16	表の最後の項目のみ「目標を達成できる見込み」との記載がないが、達成に向けてどのような課題が残っているのか。	公開	メルト直前の反射電子画像でスモークの発生の有無を判定機能が実装されており、今後、実造形実験においてスモーク発生時に確実に検知できる判定条件の最適化が残務として残っております。 資料 6-2 では、この最適化も完了させ、達	岩崎委員

			成見込みとしております。	
資料 5-2 P.26～27	サプライチェーンのスマート化・強靱化は内閣府・経産省など政府機関でプロジェクトを推進していると認識している。他プロジェクトとの連携・意見交換等を通じたニーズ収集などは行っているのか。	公開可	本来は、情報交換は必要と考えますが、現状では他のプロジェクトとの連携・意見交換は行っていません。	岩崎委員

「積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業」  
(中間評価)分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可/ 非公開	説明	
全体に関して	欠陥の種類と密度に関して海外メーカーとのベンチマークはございますか？	公開可	<p>海外メーカーの装置でも、プロセス条件があっていないと供試装置と同様の欠陥が発生しており、また密度も同様のレベルになっていますので、供試装置と海外市販装置で差はないと考えています。ベンチマークとして、実施者である近畿大学では、海外メーカーの装置（SLM Solutions 社製 SLM280HL）を 2014 年に導入し、これまでインコネル 718 など多くの種類の材料を造形し、多くの知見を得ています。</p> <p>また、東北大学では、2010 年より ARCAM 社製 A2X を所有しており、電子ビーム積層造形における欠陥発生機構について詳細に検討を行って来ています。そのうえで、造形物トップ表面の面粗さと凹凸の定量化が</p>	宇治原 委員

			造形物内部の欠陥発生挙動に結びつくことを実証しています。このような知見をもとに、開発装置で得られたデータとの比較をしながら、欠陥の種類と密度の関係についても検討しています。	
全体に関して	海外メーカーのユーザーが実際にどのような事例で困っているのか、具体例をご存知でしょうか？	公開	<p>近畿大学次世代基盤技術研究所・3D造形技術研究センターに相談に来られる海外メーカーのユーザー方の多くは、レシピの作成方法がわからないので、教えてほしいとの相談です。このため、実際に共同研究として、これまでも SLM280HL を使用して対応する案件も多くあります。</p> <p>また、ユーザーが困られている事例として、例えば TCT Japan のアンケート結果(2021年9月10日)によれば、コスト(69.3%)、品質保証(64.2%)、造形時間(46.7%)、人材育成(33%)などとなっています。この結果は、具体的な内容ではありませんが、他のアンケートや海外情報を勘案すると、特に、これまで装置導入されている航空宇宙分野や医療分野などでは、品質保証に関して課題を抱えられており、如何に高品質の製品を安定して製造することができるかが大きな課題となっています。このため、</p>	宇治原 委員

		<p>最近では、ほとんどのレーザービーム方式の装置でモニタリング機能が搭載されており、ISO/ASTM 52920 規格などは検討されているのはその証左であると思います。しかし、市販のパウダーベッド方式では、フィードバックまでは対応できていませんので、本プロジェクトでの開発意義は大きいと考えています。</p> <p>また、人材育成については、金属積層造形では幅広い知識とある程度の経験が必要です。このため、本プロジェクトの目標は、中小企業の方にも導入してもらえるように、積層造形品の開発・評価を効率的に実施できる手法を提案することとしています。</p>	
--	--	---	--