

三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム  
事前評価報告書

平成25年9月

産業構造審議会産業技術環境分科会  
研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

## はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成24年12月6日内閣総理大臣決定）」等に沿った適切な評価を実施すべく、「経済産業省技術評価指針（平成21年3月31日改正）」を定め、産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ（座長：渡部俊也 東京大学教授）の場において、経済産業省が実施する研究開発プロジェクト等の技術評価を実施しているところである。

今般、経済産業省から、「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム」を新たに創設することに関し、当該技術分野の省外専門家の評価コメント等を取り纏めた「事前評価報告書（案）」の付議提出があったので、当ワーキンググループにおいてこれを審議し、内容了承することとしたところである。

本書は、上記評価結果及びその経緯等を取り纏めたものである。

平成25年9月  
産業構造審議会産業技術環境分科会  
研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

産業構造審議会 産業技術環境分科会  
研究開発・評価小委員会 評価ワーキンググループ  
委員名簿

座長	渡部 俊也	東京大学政策ビジョンセンター 教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学科 教授 東京大学生産技術研究所 教授
	太田 健一郎	横浜国立大学工学研究院グリーン水素研究センター センター長・特任教授
	菊池 純一	青山学院大学法学部長・大学院法学研究科長・教授
	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター 副所長・教授
	鈴木 潤	政策研究大学院大学 教授
	森 俊介	東京理科大学理工学研究科長・教授
	吉本 陽子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 経済・社会政策部経済・産業調査グループ 主席研究員

(委員敬称略、五十音順)

事務局：経済産業省産業技術環境局技術評価室

三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラムの事前評価に当たり  
意見をいただいた外部有識者

新井 民夫 芝浦工業大学工学部 教授

喜多 一 京都大学学術情報メディアセンター 教授

柳本 潤 東京大学生産技術研究所 教授

(敬称略、五十音順)

事務局：産業技術環境局 研究開発課  
製造産業局 素形材産業室

## 三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラムの評価に係る省内関係者

### 【事前評価時】

産業技術環境局 研究開発課長 渡邊 昇治（事業担当課長）

製造産業局 素形材産業室長 田中 哲也（事業担当室長）

産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀子

三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム事前評価  
審 議 経 過

- 新規研究開発事業の創設の妥当性に対する意見の収集（平成25年9月）
- 産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ  
（平成25年9月30日）
  - ・事前評価報告書(案)について

## 目 次

はじめに

評価ワーキンググループ 委員名簿

御意見をいただいた外部有識者 名簿

事前評価に係る省内関係者

審議経過

第1章 技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要

1. 技術に関する施策の概要 ..... 1
2. 新規研究開発事業の概要について ..... 1
3. 新規研究開発事業の創設の妥当性等について ..... 3

第2章 評価コメント ..... 7

参考資料 三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラムの概要（PR資料）

## 第1章 技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要

### 1. 技術に関する施策の概要

切削加工、溶解・鋳造等に次ぐ第3の加工法である三次元積層造形技術の進歩は、軽量でこれまでにない機能や複雑構造を有する等の高機能製品の開発を加速するだけでなく、商品企画、設計、製造プロセスのデジタル化の進展等が伴うことにより、地域、中小企業、個人の知恵や感性を活かした新たな付加価値を持つ製品の創製、商品企画から設計・生産までの時間を大幅短縮、地理的、空間的制約からの開放など、ものづくりに“革命”を起こす潜在力を秘めているとされ、欧米では製造業の再生の柱として三次元積層造形技術の開発が活発化している。

我が国においても新たな成長戦略である「日本再興戦略 -JAPAN is BACK-」において国家プロジェクトとして推進すると位置づけるとともに、「科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～」(6月7日 閣議決定)においても、三次元積層造形装置等の高度な生産技術を地域のものづくり産業に適用することを明記されているところ。

我が国ものづくり産業がグローバル市場において持続的かつ発展的な競争力を維持するために、地域の中小企業等の持つ技術や資源を活用し、少量多品種で高付加価値の製品・部品の製造に適した三次元積層造形技術や金属等の粉体材料の多様化・高機能複合化等の技術開発、また、造形技術そのものだけでなく、三次元データの次世代入力などの周辺技術の開発により、次世代のものづくり産業を支える三次元積層造形技術及びその周辺技術を核とした我が国の新たなものづくり産業の創出を目指す。

### 2. 新規研究開発事業の概要について

#### (1) 開発する技術のサイエンス、テクノロジーの概要

三次元積層造形技術開発については、世界一の次世代型産業用三次元積層造形装置の開発を行い、航空宇宙分野、医療機器分野、産業輸送機器分野等において、これまでできなかった製品や形状が複雑でいくつかの加工技術を組み合わせないと製造できなかった製品や自由で複雑形状等の高付加価値製品等の製造を実現する。金属粉の焼結・熔融に適した高速レーザー装置の開発から、造形雰囲気制御、金属粉の積層技術の高速化等の日本のものづくり産業の強みを有する部分での開発を行い、積層造形速度が、現在の10倍、製品精度が、現在の5倍となる高速・高性能三次元積層造形装置を、開発が終了する2020年に実用化する。

また、金属だけでなく樹脂、セラミックス等の各種材料や材料の複合化についての三次元積層造形技術の開発、三次元データの次世代入力、設計技術などの周辺技術について先導的研究を行うことにより、次世代のものづくり産業を支える三次元造形システムの高度化を図る。

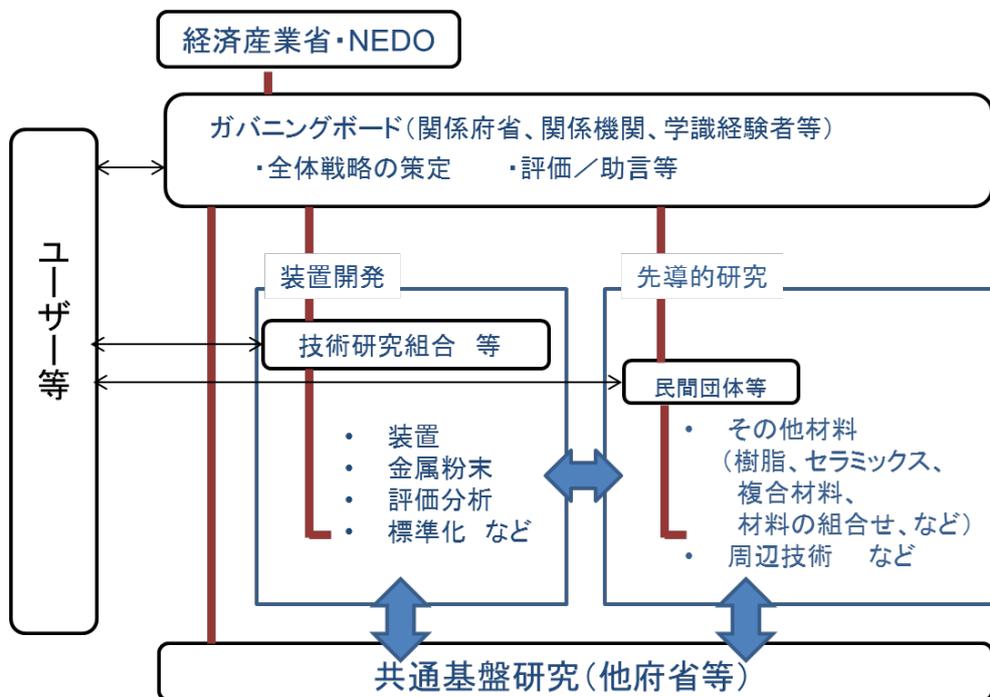
#### (2) 実施体制図

プログラムを一体的に進めるに当たっては、全体戦略を策定し、関係府省、関係機関、学識経験者等からなるガバニングボードを設置し、研究開発内容の精査、進捗管理を行いながら進める。

三次元積層造形技術開発については、装置技術、粉体技術及び基盤技術の三位一体の技術開発を、技術研究組合を設立しこれにあたる。三次元積層造形装置は、我が国が強みを持つCNC等の工作機械を製造する地域の中小企業や電子ビーム等の製造を手がける企業等が、その高い技術力とノウハウを活かして開発の中心となるほか、大学、地方の公設試験研究機関等のサポートを得てこれにあたる。また、装置の設計の段階から、三次元積層造形装置で

実際に製品を製造する、医療機器、航空・宇宙産業機器、自動車、産業機械、家電製品等様々な分野のユーザー企業が参画し、製品仕様に適した三次元積層造形装置の開発に取り組む。また、基盤研究については、日本塑性加工学会や、粉体粉末冶金協会等の協力を得て進めると共に、装置の実用化・普及促進についても技術研究組合において各種工業会等と連携して進める。

また、先導的研究については、ガバナリングボードにより、材料や周辺技術等から複数のテーマを選定し公募を行い実施する。



### (3) 実施スケジュール

		26年度	27年度	28年度	29年度	30年度
装置開発	1. 3D装置開発関係	試作装置組立・改良等		→ 実用機開発		
		レーザービーム開発		中間評価		
		電子銃開発				
	2. 金属粉末開発	粉末製造装置開発 高速化・高精度化・改良等				
	3. 評価・分析関係	地方大学・地方公設試・地域中小企業等における分析評価				
先導的研究 ・その他材料 (樹脂、セラミックス、複合材料、傾斜組成・組織 など) ・データ入力・設計技術 など		先導的研究 → 研究開発			→ 中間評価	
		・研究開発項目 ・数値目標を確定				

### 3. 新規研究開発事業の創設の妥当性について

#### (1) 事業の必要性及びアウトカムについて（研究開発の定量的目標、社会的課題の解決や国際競争力強化への対応）

##### ①事業の必要性

三次元積層造形技術の進歩は、知恵や感性を活かした新たな付加価値を実現するなど、ものづくりに革命を起こす潜在力を秘めており、欧米などが製造業の再生の柱として三次元積層造形装置の開発を精力的に進めている。我が国のものづくり技術の強みを活かした技術開発を国が主導して加速化することにより、三次元積層造形技術及び周辺技術を確立し、我が国ものづくり産業の競争力強化を図ることが緊急の課題となっている。

##### ②アウトカム（目指している社会の姿）の具体的内容及び検証可能なアウトカム指標とその時期

世界における三次元積層造形の市場規模は、2030年時点で2兆円程度（Wohlers Report 2013を基に推定）と推定され、本技術開発では、三次元積層造形装置の低コスト化も視野に入れており、技術開発が終了し、装置が量産体制に入った2030年頃には、その半分の市場を我が国の製造業が獲得することを目標とし、その場合約1兆円の需要創出効果が見込まれる。

##### ③アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果の程度

本事業により開発した高速・高機能三次元積層造形装置やその関連技術の普及によって、地域や個人発の複雑形状等の高付加価値製品ないしこれまで実現できなかった高機能製品等を次々と生み出すほか、金型を用いずに製品を直接に一体成形で製造できること等から、中小企業等の知識、ノウハウ等を活かした製品製造が可能となる。

また、従来、複数の加工技術を組み合わせ製造していた製品の製造が三次元積層造形装置のみで可能となったり、三次元積層造形装置と他の加工技術の組合せによって、製造プロセスを最適化でき、製品の高付加価値化、軽量化はもとより、製造コストの低減、生産プロセスにおける省エネルギー化と短納期化が可能。一例をあげれば、金型等を使わずに、製品が製造できるため、納期で1ヶ月、製造に係る電力消費で50%削減等が可能。

以上によって、これまで我が国が強みを発揮していたものづくりにおいて持続的な競争力の強化が図られる。

##### ④アウトカムに至るまでに達成すべきいくつかの中間段階の目標（技術的成果等）の具体的内容とその時期

我が国ものづくり産業の国際競争力の強化を図り、国内生産の維持、雇用の確保と持続的な発展を目指すため、世界最高水準（造形速度で現在の10倍、造形範囲で3倍、さらに製造される製品精度が5倍）の金属用三次元積層造形装置等の開発を行うとともに、装置で用いる金属粉末等の材料の開発や後処理加工技術や設計技術等の周辺技術の開発も併せて行い、多品種少量生産やこれまでになかった医療、航空・宇宙、輸送用機械等の高付加価値ないし高機能製品を生産できる次世代型の生産システムの確立を図る。

#### (2) アウトカムに至るまでの戦略について

##### ①アウトカムに至るまでの戦略

###### (a) アウトカムに至るまでのスケジュール

三次元積層造形技術開発については、平成 26 年度は、電子ビーム等の高密度エネルギーによる三次元積層造形装置の試験装置を製作し、造形速度等の装置の各要素パラメーターの分析評価や金属粉体の溶融挙動等の特性評価を行う。

また、平成 27 年度以降は、26 年度に取得した各種データにより、三次元積層造形装置の要素技術開発と各種金属粉末材料の開発を行う。これらをもとに、三次元積層造形装置の高速化、造形される製品の高精度化、造形範囲を拡大する等、ユーザーのニーズに合った三次元積層造形装置の開発を目指す。

また、樹脂、セラミックス等の各種材料や材料の複合化に対応する三次元積層造形技術の開発、入力・設計技術などの周辺技術については、平成 26 年度、試験的研究（フィジビリティスタディ）を行い、研究開発課題の抽出、数値目標の選定を含む詳細な研究開発計画の策定を行い、平成 27 年度以降、研究開発を継続する。

#### (b) 知財管理の取扱

産業技術強化法第 19 条に基づく日本版バイ・ドール制度を適用する。

なお、三次元積層造形技術に係る知財等の管理については、技術研究組合にて一括して管理する。秘匿すべき情報か否かも含めて特許出願等をプロジェクトリーダーが判断する。また、ブラックボックス化できる技術は秘匿情報として管理し、ノウハウ等についても技術流出に注意する。

#### (c) 実証や国際標準化

三次元積層造形技術に係る標準化、規格化の検討については、すでに一般財団法人素形材センターを ISO の国内審議団体として登録しており、今後、国際標準 TC 2 へ我が国の意見を反映させる。

#### (d) 性能や安全性基準の策定

開発した三次元積層造形装置の性能や安全性基準については、技術研究組合の中で独自にワーキンググループ等を立ち上げ、装置の標準仕様や取り扱い要領、安全基準等の策定を検討する。

また、開発した三次元積層造形装置により製作された造形物の品質保証、製造物責任についても、技術研究組合にて検討を行う。

#### (e) 規制緩和等を含む実用化に向けた取組

必要に応じて検討する。

### ② 成果とユーザーの段階的イメージ・仮説

#### (a) 技術開発成果の直接的受け手

三次元積層造形技術開発について、成果活用主体となるのは、自動車メーカー、産業機械メーカー、航空機部品メーカー、医療用機器メーカー、家電機器メーカー等であり、これらの代表的な企業は、当該プロジェクトを進める技術研究組合に参画する予定である。また、これら自動車メーカーを始めとする各川下産業に部品を納入する川中産業も、成果（開発された装置を利用かつ製品製造を行う）の活用主体となり得る。

先導的研究については、本格的な研究開発に移行するものについては、その成果が直接的に当該研究開発の基盤となる。

#### (b) 社会的インパクトの実現までのカギとなるプレイヤー

三次元積層造形装置は、我が国が強みを持つCNC等の工作機械を製造する地域の中小企業や電子ビーム等の製造を手がける企業等が、その高い技術力とノウハウを活かして開発の中心となるほか、大学、地方の公設試験研究機関のサポートを得てこれにあたる。また、装置の設計の段階から、三次元積層造形装置で実際に製品を製造する、医療機器、航空・宇宙産業機器、自動車、産業機械、家電製品等様々な分野のユーザー企業が参画し、製品仕様に適した三次元積層造形装置の開発に取り組む。装置の加工技術、製品設計や金属材料の開発には、専門的知見・知識を有する日本塑性加工学会や粉体粉末冶金協会、日本金型工業会等の協力を得ると共に、都道府県立工業試験センターや地方の中小素形材企業ないし大学・高専等とも連携してこれにあたる。

また、基盤研究については、日本塑性加工学会や、粉体粉末冶金協会等の協力を得て進めると共に、装置の実用化・普及促進についても技術研究組合において各種工業会等と連携して進める。

### (3) 次年度以降に技術開発を実施する緊急性について

#### ①次年度以降に技術開発を実施する緊急性

欧米では製造業の再生の柱として三次元積層造形装置の開発が精力的に進められており、我が国よりもリードしている状況にある。

金属に係る積層造形技術は、従来の鋳造や塑性加工ではできないような複雑形状や機能を持った製品や製造時間を短縮できる可能性のある技術であり、その可能性はさらに拡大することが見込まれ、医療機器分野（人工歯・人工骨等）、航空・宇宙分野（戦闘機部品、人工衛星部品等）、自動車分野（F1部品等）などで実用化され始めている。今後、これがさらに高度化し、広く普及した場合には、既存の金型技術、鋳造技術、切削技術等に代替等する可能性があり、世界のものづくりの構図が一気に変わる“Game Changer”の可能性を有している。

我が国製造業が工作機械や産業用ロボットで世界のものづくり産業を席巻しているように、今後ものづくりの主流技術の一つになり得る積層造形技術においても我が国が主導的な地位を築くことにより、我が国のものでものづくり産業における一層の競争力強化を図る。

### (4) 国が実施する必要性について

#### ①科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性

##### (a) 我が国が強みを持ち、世界に勝てる技術分野であることについて

我が国は、これまでに培われた高いものづくり技術を有し、特に工作機械分野においてもCAD/CAMを用いた強い加工技術をもつ。また、ものづくりの基盤技術である鋳造や粉末冶金の分野においても、金属溶融技術や粉末製造・焼結・冶金等で優れた技術を備えている。さらに、レーザ技術についても以前に行われた国プロで高い技術が開発されており、十分な基盤技術を有している。

##### (b) 他の研究分野等への高い波及効果を含むものであることについて

中小企業や個人の知恵や感性を生かし、少量多品種で高付加価値の製品等を生み出す三次元造形等について、超微細な造形や、金属や樹脂、セラミックス等を含めた複合材料から成る造形を実現するためには、金属粉末等の焼結・溶融メカニズムをはじめとする材料照射時の材料表面・界面反応を解明し、それを制御することが不可欠である。

材料の表面・界面反応の解明・制御等は、強力な光と各種材料の界面及び内部反応、材料の焼結現象等について原子レベルで解析を行うことで明らかとなることから、三

次元積層造形に限らず、複合材料の焼結や既に実用化されている材料の強度向上、加工効率向上による低コスト化・高速化に資することができる。また、光・量子ビーム技術等は、様々な研究開発を支える基盤技術であり、多種多様な分野が関係する、生産等にかかわる技術の力を底上げするに当たって、大変効果的である。

(5) 当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業について

① 当該事業のアウトカムと関連性のある省外の事業との関係性

(a) 当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業

文部科学省において、ものづくり革新を実現し、世界を席卷する次世代三次元造形技術をはじめとする「ものづくり力」革新を目指し、以下に係る研究開発を推進の実施を検討している。

- ・ 光・量子ビーム技術による金属、樹脂、セラミックス等の焼結メカニズムや表面改質をはじめとする表面・界面反応の解明・制御等
- ・ 全く新しい我が国独自のレーザやイオンビーム等による次世代技術の開発
- ・ 超複雑形状の三次元モデリングを容易に実現する新技術の開発

(b) 上記の関連性のある事業との重複がなく、適切に連携等が取れていることについて

生産技術等を活用した産業競争力の涵養を目指し、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実施するため、経済産業省及び文部科学省において、役割・分担の確認・調整、仕組み整備や研究計画・研究成果の情報共有、研究協力の企画・調整等を行う体制を構築し、連携して関連施策を推進。

体制の構成としては、経済産業省がとりまとめ省庁となり、構成する各施策の責任者（PO等）、関係独法の研究責任者、関係事業等の責任者、規制等の観点から助言を行う府省関係者等から構成予定。

## 第2章 評価コメント

### 新規研究開発事業の創設の妥当性に対するコメント

(1) 事業の必要性及びアウトカムについて（研究開発の定量的目標、社会的課題の解決や国際競争力強化への対応）

#### (1) ①事業の必要性

三次元積層造形技術は、これまで我が国が培ってきた除去する加工技術とは全く異なる付加する加工技術であり、我が国ものづくり産業として新たに習得し、強みにしていく必要があり、大いに取り組むべき課題である。また、金属を素材とするその高性能化は製造業へのインパクトが大きい点で研究開発が望まれる。

その際、三次元積層造形技術が製造業において従来技術のどこを補完し、どのようにそれを拡大して行くかのシナリオが必要である。また、出荷台数が多い低価格帯製品が、新しい製造業の形を考える上では高機能機と同様かそれ以上に重要であり、この領域への支援を並行して考えることが望まれる。

#### ○肯定的意見

- ・ 三次元積層造形技術は、これまで我が国が培ってきた除去する加工技術とは全く異なる付加する加工技術であり、我が国ものづくり産業として新たに習得し、強みにしていく必要がある。そのため、本研究開発はキックオフとして非常に重要であり、大いに取り組むべきである。三次元積層造形技術の真価は、報道等で取り上げられているものにとどまらず、マーケティングサイズは大きく、また、製造期間の大幅短縮など革新的な変化が起これると思われる。（A教授）
- ・ 三次元積層造形技術を高度化するためには、形成した構造に機能を構成することが重要である。すなわち、イオンビーム加工、電子ビーム加工などの表面処理、傾斜機能材料の利用などで表面創製技術を同時並行に開発すべきであろう。（A教授）
- ・ 三次元積層造形技術はその速度、精度、素材など本格的な応用にまで多くの課題があり、金属を素材とするその高性能化は製造業へのインパクトが大きい点で研究開発が望まれる領域である。（B教授）
- ・ 三次元造形技術は、鍛造・鋳造・粉末冶金・プレス成形および金型に共通する技術である。従来形の三次元造形は、金型の三次元形状（鋳造の場合には砂型の場合もある）を素材に転写して行われる。一方、本プログラムでは三次元積層造形装置の開発により、素材を直接三次元造形する技術を確認しようとしている。つまり本技術は、従来型の金型から素材への形状転写を抜本的に変革する可能性を秘めており、その開発の重要性ならびに国が関わることへの必然性は高い。（C教授）
- ・ 鍵となる技術は、主に金属系素材の高速積層造形装置の開発である。大量生産品は従来型の製造様式が当面維持されるとしても、中量生産品（一品3分、一日500個程度）あるいはそれ以下の少量生産品については、素材を直接三次元造形する技術による代替が、本装置の開発により可能となることへの期待は高い。航空宇宙機器、医療機器、高機能な輸送機器部材などは中量生産品あるいは少量生産品である。これらの部材・素形材の製造を可能とするには、金属系素材の高速積層造形装置はきわめて大きな意味を持っている。（C教授）
- ・ 金属系素材の高速積層造形装置は、変種変量生産を実現する鍵であって各国がしのぎを削っている。我が国でも、『高速未来社会を支える科学技術の予測調査 第9回デルファイ調査』（科学技術政策研究所科学技術動向研究センター／2010年3月）717ページにおいて変種変量生産の意義や重要性が指摘されているところである。海外を遥かに凌駕する性能を持つ低価格の三次元積層造形装置は、我が国の今後の製造技術の発展に大きく寄与することが期待できる。（C教授）

### ○問題点・改善すべき点

従来技術である切削、精密板金、プレス、鋳造などの加工技術は加工精度、量産などの点でそれぞれの利点を持っている。三次元積層造形技術が製造業において従来技術のどこを補完し、どのようにそれを拡大して行くかのシナリオが必要であろう。ただし三次元積層造形装置は数万円のローエンドの製品から1億円近い高性能機まで存在し、すでに海外メーカーを中心に市場のシェアが握られている。出荷台数が多い低価格帯製品が、新しい製造業の形を考える上では高機能機と同様かそれ以上に重要であり、この領域への支援を並行して考えることが望まれる。  
(B教授)

### (1) ②アウトカム(目指している社会の姿)の具体的内容及び検証可能なアウトカム指標とその時期

三次元積層造形技術が製造業に大きな変革をもたらす加工機であることをその市場規模で捉えていることは妥当である。

他方、20年後、30年後の我が国ものづくり産業を担う人材の育成やCADデータ等の接続やデータフォーマットの統一等の三次元造形システム全体での使い勝手、他の加工技術の組合せ等の新しい応用方法についても考えていく必要である。

### ○肯定的意見

- ・ 三次元積層造形技術が製造業に大きな変革をもたらす加工機であることをその市場規模で捉えていることは妥当である。(B教授)

### ○問題点・改善すべき点

- ・ 我が国の三次元積層造形装置の教育現場への普及やCAD等三次元データを取扱う教育は不足していると考えており、また、切削や鍛造、鋳造等に係る学科は減少の一端である。20年後、30年後の我が国ものづくり産業を担う人材の育成のことも考え、研究開発と併せて危機感を持って検討していく必要がある。(A教授)
- ・ 技術はできたが使い勝手が悪いので結局外国製を使う、ということにならないよう、CADデータ等の接続やデータフォーマットの統一等の三次元造形システム全体での使い勝手も十分に考える必要がある。(A教授)
- ・ 三次元積層造形技術が切削等とは違う特徴を持つ技術であることや使い勝手の向上を図る観点から、研究開発の一部に設計に係るプロジェクトを入れること、設計の専門家にガバニングボードに入ってもらっただけでなく、実際に研究に携わってもらうことが必要である。(A教授)
- ・ 利用者のモデル(マーケティング)を多様に想定することが重要である。粉末造型の金型のように工業製品に直接的に活用する事例や、患者の心臓をCTスキャンによって三次元データ化し、三次元積層造形装置で出力した造形物を型として精密心臓シミュレーターを製作する間接的な活用事例(今年度のものづくり日本大賞総理大臣賞)など、他の加工技術の組合せを含めて様々なケースがあり、新しい応用を考え出すことが必要である。これまで製造していたものを三次元積層造形装置に置き換えるだけでは産業育成にはならない。(A教授)
- ・ 三次元積層造形技術といっても現状でもホビイスト向けのローエンド製品(キットなら数万円)から事業者向けの高性能機(1億円以上)まで多様な価格帯でそれぞれのマーケットセグメントを担っている。当該の技術が比較的ハイエンドの製品に反映される点で、三次元積層造形技術市場のどの程度を狙うのか、また他方で既存の加工技術(工作機械)のどの部分を代替しようとするのかも考慮してはどうか。

(B教授)

(1) ③アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果の程度

本プロジェクトは素材から高精度の加工機的设计、製造、制御技術までフルラインで技術を有する我が国にとって格好の技術的挑戦であり、その経済、国際競争力、問題解決に関する直接的な効果とともに、本事案を例として新しい総合的な研究開発の姿を見せるという点で優れている。

他方、開発した技術の製品化まで5年程度を必要としているが、その間にも世界的な技術市場の拡大と技術の漸進的改善が進むものと考えられる。これに対する並行した戦略が望まれる。

○肯定的意見

- ・ 三次元積層造形技術は緒に就いたばかりの技術であり、素材から高精度の加工機的设计、製造、制御技術までフルラインで技術を有する我が国にとって格好の技術的挑戦であり、その経済、国際競争力、問題解決に関する直接的な効果とともに、本事案を例として新しい総合的な研究開発の姿を見せるという点で優れている。

(B教授)

- ・ 平成21年度「素形材分野の政策課題解決に向けた技術開発動向調査報告書」において、治療に利用される医療用素形材の輸入比率の高さと、技術開発の必要性について論議されたところである。航空機器用素形材、高機能輸送機器用素形材についても同じく重要であることは論議を待たないが、三次元高速積層造形装置の開発は、造形装置そのものの国際競争力の向上に資するとともに、これらの部材の国際競争力の向上にも資する。(C教授)

○問題点・改善すべき点

- ・ 開発した技術の製品化まで5年程度を必要としているが、その間にも世界的な技術市場の拡大と技術の漸進的改善が進むものと考えられる。これに対する並行した戦略が望まれる。(B教授)

(1) ④アウトカムに至るまでに達成すべきいくつかの中間段階の目標(技術的成果等)の具体的内容とその時期

技術内容としては適切である。

しかしながら、かなりタイトなスケジュールであり、研究開発プロジェクトのオーバヘッドがスピード感をもったマネジメントが必要であるとともに、実施に当たってはユーザーの意見を十分に聞く必要がある。

また、熔融再固化といった相変化を経る素材の形状、ボリュームや機械的特性を制御できる技術については早急の実現の目途を付けてもらいたい。

○肯定的意見

- ・ 技術内容としては適切である。(A教授、B教授)
- ・ 例えば、滑りやすいところ、摩擦が大きいところなど、機能を持つ表面性状を本技術でいかに緻密に、作り分けることができる技術を得ることが重要である。(A教授)

○問題点・改善すべき点

- ・ 技術的可能性はあっても、かなりタイトなスケジュールであり、研究開発プロジェクトのオーバヘッドがスピード感をもったマネジメントが必要であると考えられる。(B教授)

- ・ 材料単一でやるのか、傾斜機能材料もやるのか、他の加工技術の組み合わせも検討するのかなど、3年後の目標がわかりにくい。実施する際は、ユーザーの意見を十分に聞く必要がある。(A教授)
- ・ 金属系素材の三次元高速積層造形装置の開発のポイントの一つが、造形速度を高速に保ちつつ、熔融再固化といった相変化を経る素材の形状、ポリュームや機械的特性を確保できるのかといった点にある。電子ビームやレーザーとならぶコア技術である、熔融再固化といった相変化を経る素材の形状、ポリュームや機械的特性、を制御できる技術については早急に実現の目途を付けてもらいたい。今まで金属系素材の造形研究・技術開発に取り組んできた大手電機メーカーの経験を是非活かしてもらいたい。(C教授)
- ・ 原理的な困難さへのアプローチは先導研究に任されている様な印象を受けるが、基礎研究任せにしている様では2020年の実用化は困難と思われるので注意すべきである。(C教授)

## (2) アウトカムに至るまでの戦略について

### (2) ①アウトカムに至るまでの戦略

スケジュール、知財管理の方法について具体的に示されており妥当である。安全性基準については重要であるが、やり過ぎて不必要に縛られることがないよう、どこまでやるか慎重に検討する必要がある。製造時の安全性は環境対策を、使用時の安全性についてはいたずらに用途広げないで着実に進めることが必要である。

#### ○肯定的意見

- ・ スケジュール、知財管理の方法について具体的に示されており妥当である。(A教授、B教授)

#### ○問題点・改善すべき点

- ・ 安全性基準については重要であるが、やり過ぎて不必要に縛られることがないよう、どこまでやるか慎重に検討する必要がある。(A教授)
- ・ 安全性基準は製造時の安全性と使用時の安全性に分かれる。素材、加工方法などの点から前者については環境対策を、後者についてはいたずらに用途広げないで着実に進めることが必要である。(B教授)

### (2) ②成果とユーザーの段階的イメージ・仮説

技術の特性から現在のメインストリームの製造業をユーザーと考えることは妥当である。また、中小事業者が主な受益者として想定されており、経済産業省のプロジェクトとしては妥当と考える。

一方、業態によって求められる製品のサイズ、品質等が多様であるものの、総花的にならないことが肝要である。

#### ○肯定的意見

- ・ 技術の特性から現在のメインストリームの製造業をユーザーと考えることは妥当である。(B教授)
- ・ 中小事業者が主な受益者として想定されており、経済産業省のプロジェクトとしては妥当と考える。社会的インパクトについても、先に述べた『高速未来社会を支える科学技術の予測調査 第9回デルファイ調査』(科学技術政策研究所科学技術動向研究センター/2010年3月)717ページにおいて指摘されている変種変量生産の意義や重要性和と符牒しており、妥当である。因みに変種変量生産・オンデマンド生産の重要性は、第9回デルフ

アイ調査以前の調査から指摘されてきたところである。(C教授)

○問題点・改善すべき点

- ・ 業態によって求められる製品のサイズ、品質等が多様であるものの、総花的にならないことが肝要である。(B教授)

(3) 次年度以降に技術開発を実施する緊急性について

(3) ①次年度以降に技術開発を実施する緊急性

我が国の製造技術の強みは、製造装置とこれを利用した製造技術・ノウハウの融合にある。この強みを活かすためには国産の製造装置は必須であって、急ぎ開発を推進すべきである。

タイムリーな成果を保証するため、基礎・基盤となる研究開発とそれを製品に応用する技術開発の役割分担に配慮する必要があると考える。

○肯定的意見

- ・ 三次元積層造形技術は世界的に大きな潮流となっており、喫緊の課題として取り組むべきものである。(B教授)
- ・ 樹脂系の素材の三次元積層造形は、1990年代初頭までに国内大学や国研での基礎研究が行われてきた。企業内での研究や技術開発はその後進んだが、市場に流通する装置開発に限定すれば停滞期があり、結果的に金属系造形装置の市販については欧米に後れを取る事となった。我が国の製造技術の強みは、製造装置とこれを利用した製造技術・ノウハウの融合にある。この強みを活かすためには国産の製造装置は必須であって、急ぎ開発を推進すべきである。(C教授)

○問題点・改善すべき点

- ・ タイムリーな成果を保証するため基礎・基盤となる研究開発とそれを製品に応用する技術開発の役割分担に配慮する必要があると考える。(B教授)

(4) 国が実施する必要性について

(4) ①科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性

多く地方に立地する中小製造事業者は、切削や素形材製造に関わる独自の技術や創意工夫により新たな製品群を生み出し、地域経済を支えている。三次元積層造形装置は、従来型の切削や素形材製造技術と融合することで新たな製品群を生み出す核となり得ることが期待されており、波及効果は高いものがある。

三次元積層造形装置の開発と市販は欧米が先行しており、中国でも開発が開始されていると聞く。我が国が今後も製造技術にて新製品群の開発に強みを発揮し続けるためには、国を中心として各企業の実力を結集する必要がある。

ユーザーズを開発段階から反映させることで、装置価格を下げ、さらに素形材製造コストに関わりが大きい生産性(生産速度)が諸外国の装置を遥かに凌駕できるようにしてもらいたい。

○肯定的意見

- ・ 工作機械、素材などに強みを持つ我が国の特性から見て妥当である。(B教授)
- ・ 三次元積層造形装置を核とした製造は、中小事業者が関わる今後の素形材製造において重要な位置を占める可能性がある。(C教授)
- ・ 多く地方に立地する中小製造事業者は、切削や素形材製造に関わる独自の技術や創

意工夫により新たな製品群を生み出し、地域経済を支えている。三次元積層造形装置は、従来型の切削や素形材製造技術と融合することで新たな製品群を生み出す核となり得ることが期待されており、波及効果は高いものがある。(C教授)

- ・ 一方、三次元積層造形装置の開発と市販は明らかに欧米が先行しており、中国でも開発が開始されていると聞く。我が国が今後も製造技術にて新製品群の開発に強みを発揮し続けるためには、高速三次元積層造形装置の開発が必須で国を中心として各企業の開発力を結集する必要がある。(C教授)

#### ○問題点・改善すべき点

- ・ ユーザーニーズを開発段階から反映させることで、装置価格を下げ、さらに素形材製造コストに関わりが大きい生産性(生産速度)が諸外国の装置を遥かに凌駕できるようにしてもらいたい。(C教授)

#### (5) 当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業について

##### (5) ①当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業との関係性

文部科学省との連携が計画され、大学を中心に学理に根ざした基礎技術を開発し、他方で企業を中心に製品化に向けた技術開発に注力できており、妥当である。

情報交換や知財戦略において双方で連携を図り、2020年の先(2030年)を目指したさらなる高速積層造形の実現、傾斜機能金属材料の変種変量生産の実現に向けて、基礎研究を他府省とも連携して進めてもらいたい。

#### ○肯定的意見

- ・ 文部科学省との連携が計画されており、妥当である。大学を中心に学理に根ざした基礎技術を開発し、他方で企業を中心に製品化に向けた技術開発に注力できている。(B教授)
- ・ ただ学術研究については2020年では無くより長いスパン(2030年まで)の研究と位置付けても良い。(C教授)

#### ○問題点・改善すべき点

- ・ 情報交換や知財戦略において双方で連携を図ることが必要であろう。(B教授)
- ・ 電子ビームやレーザと並ぶコア技術である、溶融再固化といった相変化を経る素材の形状、ポリュームや機械的特性、を制御できる技術については、2020年の先(2030年)を目指したさらなる高速積層造形の実現、傾斜機能金属材料の変種変量生産の実現に向けて、基礎研究を他府省とも連携して進めてもらいたい。(C教授)

### 第3章 評価ワーキンググループのコメント及びコメントに対する対処方針

本研究開発事業に対する評価小委員会のコメント及びコメントに対する推進課の対処方針は、以下のとおり。

#### 【三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム】

(アウトカムに至るまでの戦略、実用化に向けた取組)

- ・我が国の技術開発が当該分野ではやや立ち遅れているとの認識のもと、プロジェクト終了時点で装置が完成することを目標とするのではなく、例えば、3年後には一部の装置は実用化しているというように順次成果を出せるよう、スピード感を持って技術開発を実施すべき。
- ・製品機能のデジタル化の進展は、経験上、我が国産業の競争優位性を失うことにつながりやすく、また、既存産業との競合もありうる。我が国がターゲットとする市場の設定、マーケティング、ユーザーである中堅・中小の育成、知財戦略等、産業政策として真に戦略的な検討が必要。

#### 対処方針

- ・本プロジェクトでは、開発期間5年間の中間時点での中間目標を設定し、実用化開発を行うものとしており、中間目標をクリアした技術については、プロジェクトの終了を待たずに、実用化の検討をしまいる所存。
  - ・本プロジェクトをより効果的なものにするため、ターゲットとする市場の設定や知財戦略等の重要性は認識しており、当該プロジェクトを進める技術研究組合に、市場を担うと思われる企業等にも広く参画を促すとともに、知財戦略については、平成25年度に行われている特許庁の技術動向調査等を参考に、標準化も含めて本組合の中で検討をしまいる所存。
- また、平成25年10月から「新ものづくり研究会」を設置し、三次元造形技術のものづくりへの活用可能性やそれに対する対応等について、今後の産業を担う人材育成を含めて幅広い検討を行っているところ。本研究会の検討等を踏まえ、引き続き真に必要な戦略について検討をしまいる所存。

## 三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム

平成26年度概算要求額 45.0億円の内数（新規）

【うち優先課題推進枠45.0億円】

産業技術環境局

研究開発課 03-3501-9221

製造産業局 成形材産業室

03-3501-1063

### 事業の内容

#### 事業の概要・目的

○三次元（3D）造形技術の進歩は、高機能製品の開発を加速するだけでなく、地域、中小企業、個人の知恵や感性を活かした新たな付加価値を持つ製品の創製など、ものづくりに革命を起こす潜在力を秘めています。

○本事業では、社会ニーズに対応した究極の三次元造形装置（3Dプリンタ）開発のため、装置の高速・高機能化や製品の高精度化、金属等の粉体材料の多様化・高機能複合化等の技術開発を行います。

○また、新たなものづくり産業の創出のため、装置そのものだけでなく3Dデータの入力・設計技術等の周辺技術の開発等を行います。

#### 条件（対象者、対象行為、補助率等）

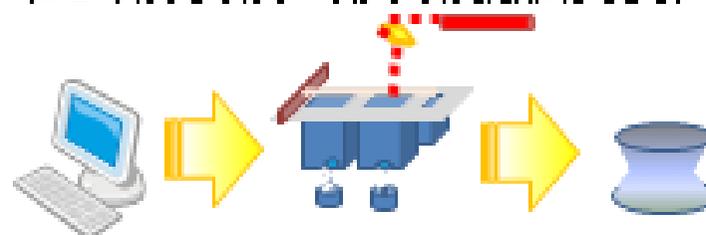


### 事業イメージ

(1) 世界最高水準の3Dプリンタ技術開発事業

- ① 高速・高性能の3D積層造形装置（利便ソフト等含む）の技術開発
- ② 金属等粉末開発及び粉末修飾技術開発
- ③ 耐熱積層鋳型による高融点金属鋳造技術の開発
- ④ 周辺技術（高機能複合部材の開発、後加工、未使用粉末の回収等技術）開発

（CAD等のデジタルデータからそのまま形にできる）



<3D積層造形装置例>



(2) 先導的研究

樹脂、金属、セラミック、複合材料等の積層技術開発、ハプティクス技術などの入力・設計技術の高度化、知財管理技術等について、先導的研究（フィジビリティ・スタディ）を実施。