

金属積層造形の普及拡大・活用促進に向けた検討会 報告書

～参考資料集～

2026年4月24日

金属積層造形の普及拡大・活用促進に向けた検討会

<目次>

参考資料 1 : AM関係の国内機関	・ ・ ・ ・ ・	2
参考資料 2 : AMの市場関連データ	・ ・ ・ ・ ・	28
参考資料 3 : 日本の政策・技術動向	・ ・ ・ ・ ・	39
参考資料 4 : 米国の政策・技術動向	・ ・ ・ ・ ・	49
参考資料 5 : 欧州の政策・技術動向	・ ・ ・ ・ ・	75
参考資料 6 : 中国の政策・技術動向	・ ・ ・ ・ ・	107

(注) AM : Additive Manufacturing

参考資料 1 : AM関係の国内機関

AM関係団体：日本AM学会

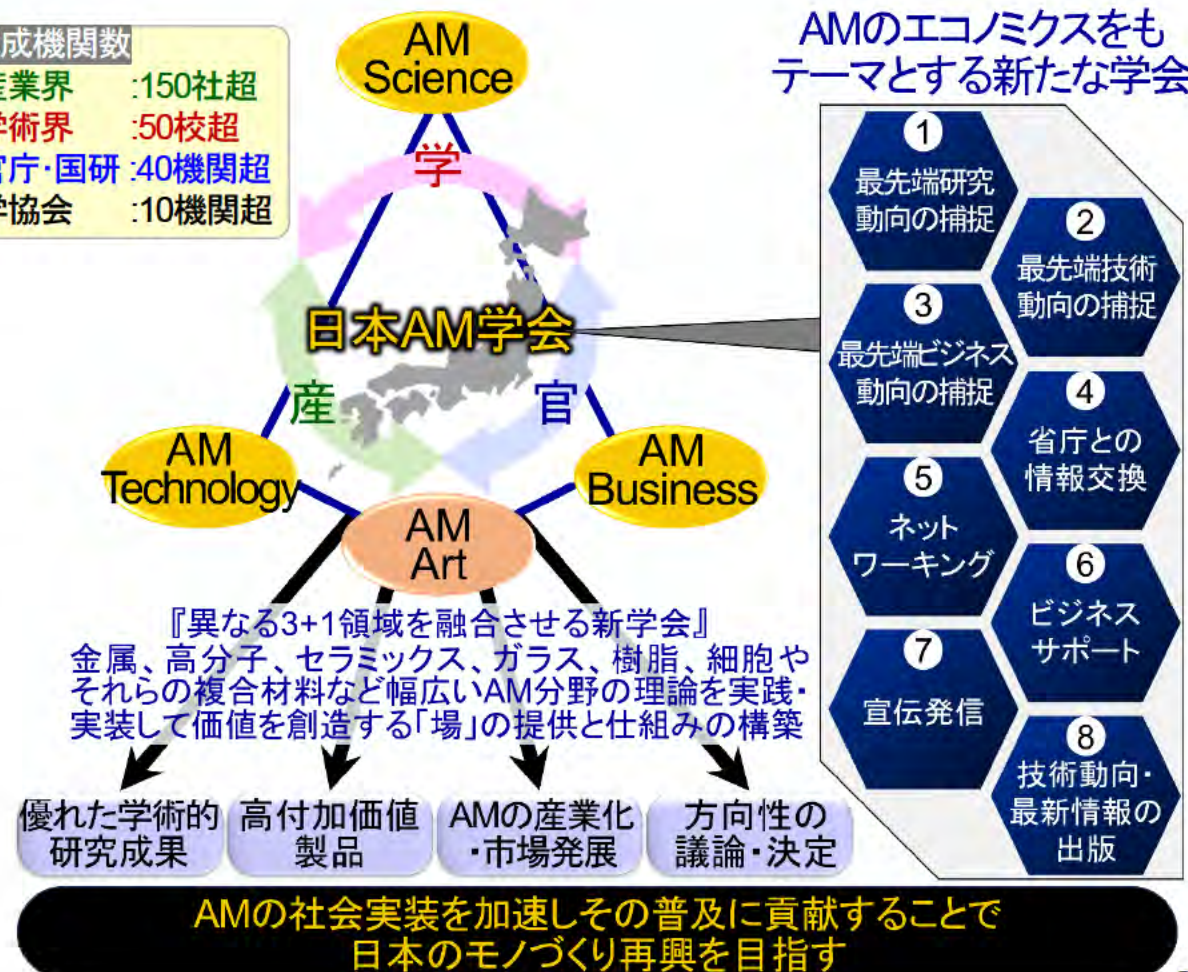
- 産学官さらには関連学協会とも連携してAMの学術・技術を構築し、日本に広く普及させ、日本の製造業強化を目的とした日本初のAM専門学会として設立（2025年4月）。
- 産業界、学术界、官庁・国研、学協会、全約250団体と連携し、ALL JAPAN体制を構築。

組織概要

- 2022年4月発足のAM研究会が日本発のAMによる多岐にわたる材料やモノづくり技術を統括する場として進化した形で発展。
- 金属だけではなく、高分子、セラミックス、ガラス、樹脂、細胞やそれらの複合材料などを幅広く取り扱うのが特徴。
- 産学官、関連学協会との連携により、AMサイエンスだけではなく、AMテクノロジーやAMビジネス、AMアートも扱う全員参加型の学会。

名称	一般社団法人日本 Additive Manufacturing学会（日本AM学会）
設立	2025年4月（2022年4月設立のAM研究会から発展）
拠点	大阪府吹田市
目的	<ul style="list-style-type: none"> 産学官、学協会の枠組みを超え、AMの学術・技術の構築 高付加価値製品の実用化によるAMの産業化・市場発展 政府への政策提言、日本学術会議での活動などの取りまとめ
主な活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ■ 会報「AMフューチャー」（年2回）、英文論文誌「Materials Transactions」の刊行 ■ 講演大会の開催 ■ 定例委員会（セミナー&情報交換会）、技術の認証及び認定 ■ オンラインAM教育講座の開催 ■ AM関連企業や研究機関の設備の見学会 ■ 表彰・奨励の実施

構成機関数	
産業界	:150社超
学术界	:50校超
官庁・国研	:40機関超
学協会	:10機関超



(参考) 日本AM学会の取組事例 (会報等刊行、イベント開催、人材育成)

- ・ 金属、高分子、セラミックス、ガラス、樹脂、細胞やそれらの複合材料などの幅広い研究・産業分野を対象とし、「AMサイエンス」、「AMテクノロジー」、「AMビジネス」の3本柱に、「AMアート」を加えた多角的な視点から会報・英文論文誌の刊行や講演大会、定例委員会、オンラインAM教育講座、見学会等のイベントを開催。

活動内容の詳細

項目	主な活動
会報「AMフューチャー」 英文論文誌「Materials Transactions」	<ul style="list-style-type: none"> ・ AMフューチャー創刊号を2025年2月、第2号を8月に刊行 ・ 「AMサイエンス」、「AMテクノロジー」、「AMビジネス」の3本柱に「AMアート」を加え、多角的な取り組みを掲載 ・ 新たなモノづくりの可能性を探るための情報発信の場を目指し、毎号異なる特集を企画 ・ 2025年10月より英文論文誌としてMaterials Transactionsを他15学協会と共同刊行し、最新の研究成果を国内外へ発信
講演大会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2025年9月1日-3日の3日間で第1回講演大会を開催 ・ 参加者約520名、特別/貴重/一般講演、ポスターセッション等全148件の講演・発表を実施 ・ 特別/基調講演には宇宙飛行士の若田光一さんや文部科学省、防衛装備庁等様々な分野・立場の方が登壇 ・ ポスターセッションでは、優秀なポスター発表を表彰
定例委員会 (セミナー&情報交換会)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前身であるAM研究会の時から開催しているAMに関する様々なトピックスを国内外の専門家が解説するセミナー ・ 2025年5月20日に宇宙・自動車・医療分野の先端技術をテーマとして第1回を東京神田で開催。現地参加141名、オンライン参加130名と多くの参加者が集まる
AM教育講座 (オンライン講座)	<ul style="list-style-type: none"> ・ AMに携わる初級から中級・上級までの学生や企業のエンジニアを広く対象とし、AM研究会時を含めこれまでに4回実施 ・ 学生の参加費を無料とすることで若手人材の育成を促進 ・ 大学の先生や企業の有識者が講師となり、AM装置の基礎や造形/後処理技術、さらにはAMのビジネスモデルを紹介するなど、テーマは多岐にわたる



AMフューチャー創刊号



若田宇宙飛行士も登壇
(日刊工業新聞R7.9.2)
第1回講演大会の報道と発表賞表彰の様子



定例委員会の様子 (オンラインを利用した海外からの講演)



Prof. Hui-Suk Yun (KIMS, 韓国)
セラミックスAMに関する講演

AM関係団体：日本AM協会

- 「3Dものづくり普及促進会」及び「Kansai-3D 実用化プロジェクト」の事務局としての活動を引き継ぎ、日本におけるAM市場を更に広げるために設立された団体（2022年設立）。

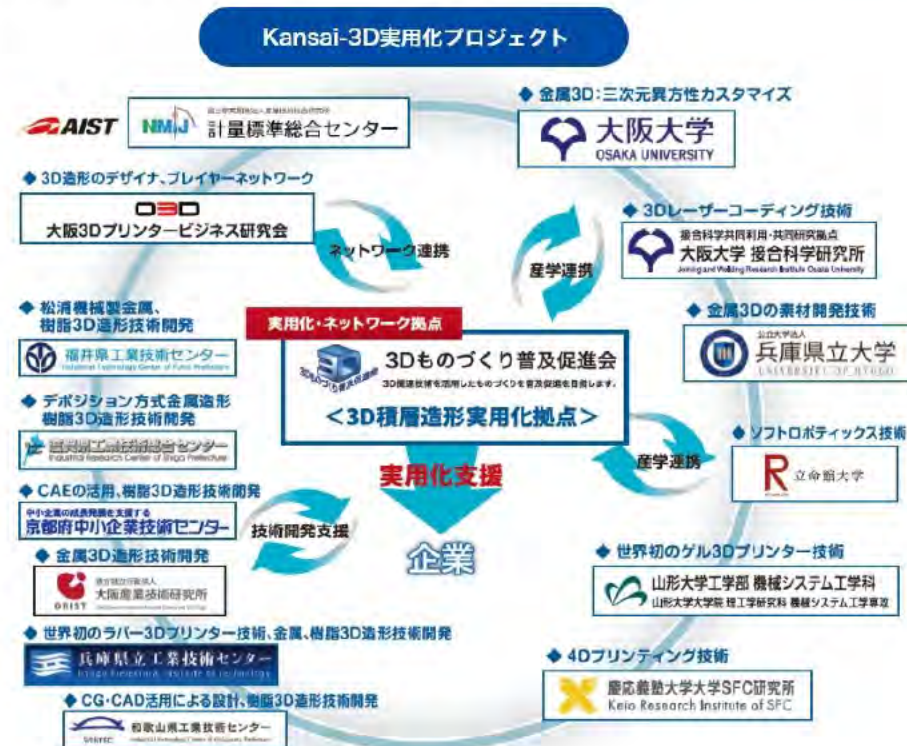
組織概要

- 2014年に発足した「3Dものづくり普及促進会」の活動及び近畿経済産業局が立ち上げた「Kansai-3D 実用化プロジェクト」の活動を全面的に引継ぎ、AM技術の普及促進、技術向上、そして関連企業や国・自治体との連携を通じて、ものづくりビジネスに貢献することを目的に活動。
- AM関連のイベント開催や情報発信等の普及活動を実施。

名称	一般社団法人 日本AM協会
設立	2022年
拠点	大阪府大阪市
目的	<ul style="list-style-type: none"> AMビジネスの市場拡大（関連企業の連携） AM関連技術の普及・広報 AM関連技術の情報交流、コンサルティング、人材育成
主な活動内容	<ul style="list-style-type: none"> AM関連技術に関する技術の調査及び研究 人材育成 研究会、講習会、講座、セミナー、展示会等の企画、開催 技術の相談、指導、助言、教育及び普及促進 技術の認証及び認定 刊行物の発行及び広告 国内外の学協会及び研究機関等との連携、連絡及び調整など

Kansai-3D実用化プロジェクトの実施

- 2019年度から2022年度において、AMに関連する民間企業や支援機関・団体と連携し、AMならではの付加価値が出せるプロセス構築や最終部品の製造に挑戦する企業を支援。



(参考) 日本AM協会の取組事例 (情報発信・展示会・交流会)

- AMの認知度向上のため、メールマガジンの配信や主要展示会での情報発信を積極的に実施。
- 大手AMユーザー企業や地域AMユーザー企業に個別にアプローチする展示会などの実施を通して、AMの普及を促進。

AMの認知度向上のための活動内容

情報発信

- メールマガジンの配信：AMのイベントやその他の情報発信、2024年度は121回送信、有効配信先は約8,000名)
- 国際航空宇宙展やJIMTOF、TCT Japan、AM EXPO東京などでの主要な展示会への出展やセミナー開催による情報発信 (AM情報の公開)

AM訪問展示会

- 自動車メーカーなどの大手AMユーザー企業でのAM訪問展示会の実施
- 地域企業でのAM普及促進のため、公設試験研究機関でのAM訪問展示会の実施

AM交流会

- 同業種・異業種の大手企業AM関係者と当協会会員との情報交流の実施

AM関係団体：日本溶接協会

- 溶接・接合技術の向上と普及を目的とする社会貢献団体（1949年設立）。
- AM部会**（3D積層造形技術員会を改組）及び**AM技術者教育委員会**、**AM技術者認証委員会**を設置して、**技術者の育成と認定・認証、規格標準化、情報交換・発信**などの活動を進めている。

組織概要

- 基盤技術である溶接・接合技術の普及と向上を通して日本のものづくりの発展に貢献することを目指している。
- 活動内容は、溶接技能者・技術者の教育及び資格認証・認定、講習会・シンポジウムの開催、技術調査研究、規格制定、全国的な溶接技術競技会の実施、国際的な活動など多岐にわたる。

名称	一般社団法人 日本溶接協会
設立	1949年
拠点	東京都千代田区
目的	<ul style="list-style-type: none">溶接・接合に関する技術の向上と普及溶接・接合を適用した構造物の品質性能の高度化を図り、産業の健全な発展に寄与
主な活動内容	<ul style="list-style-type: none">■ 溶接・接合の技術向上：調査研究、国内外の学協会・研究機関との技術協力■ 溶接・接合の技能向上：技術の相談、指導、助言、技術コンクールの実施■ 技術の標準化・普及：産業標準や溶接規格の作成、情報発信・出版、展示会の開催■ 人材育成：講演会及び講習会の開催■ 表彰・認定制度：表彰の実施、技術の認証・認定■ その他：行政庁等に対する意見の具申又は答申

AMに関する取組の概要

- 2024年4月に前身の「3D積層造形技術委員会」（2020年設置）を「AM部会」に改組し、当協会の専門部会として設置。
- 技術委員会、企画運営委員会、広報委員会の3委員会体制で部会活動を展開し、日本のものづくりの発展に貢献。

AM部会の組織と活動内容

委員会名	主な活動
技術委員会	<ul style="list-style-type: none">各社の取組事例の発表や各種報告（国際会議参加報告や溶接協会内のAM技術者教育・認証委員会、他部会研究委員会からの報告など）の実施ISO/TC 261国内審議委員会との連携見学会や情報交換会の企画他団体の情報を配信
企画運営委員会	<ul style="list-style-type: none">共同研究WG推進外部セミナーの企画・運営など
広報委員会	<ul style="list-style-type: none">AM技術普及のための展示会等イベントの企画・運営ホームページ企画監修誌『AM TECH』企画

(参考) 日本溶接協会の取組事例 (標準・人材育成)

- 規格化・国際標準化では技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構 (TRAFAM) の国際標準化活動を移管し、規格提案や海外の規格案への対応を実施。
- AM技術者育成のため、技術者資格認証制度の新設と並行して初心者や専門家への教育を実施。

AM技術の規格化・国際標準化

TRAFAMでの国際標準化活動の移管

- 2011年よりAMに関する国際標準化に関するパートナーシップを進めているASTM InternationalとISO/TC261の合同国際会議に参加。
- 日本では、TRAFAMがISO/TC261国内審議委員会を設けて、国際標準化活動を実施。(2014年4月～2025年3月)
- 2025年4月から国内審議委員会活動を日本溶接協会に移管。

ISO/TC261国内審議委員会の活動内容

- 国際会議対応とその情報展開、新規規格提案の検討、海外からの規格案への対応(意見集約)を実施し、反対・修正コメントを提出。2025年9月、日本提案のISOがISO/ASTM 52919として発行された。現在、ISOに別の規格を提案すべく調査・検討中。
- JIS原案作成委員会の役割も兼ねており、2020年にJIS B 9441 が発行された。

産業界へのAM知識の普及 (技術者資格認証制度の新設)

- 国内の先駆けとしてAM技術者の資格認証制度を設立。
- 対象は研究・設計開発、生産技術、工場管理、品質保証などの実務者や責任者。
- 専門家教育と初心者教育を並行して実施。初心者教育はAM技術者2級の講習会と認証試験を開始。追って1級、特別級を開始。
- AM技術者教育委員会：教科書・教材の作製やシラバスの開発、講習会の実施を担当。
- AM技術者認証委員会・AM技術者評価委員会：試験問題の作成、試験の実施と評価を担当。



AM技術者 資格認証事業 制度概要イメージ

AM関係団体：日本3Dプリンティング産業技術協会（J3DPA）

- AMの普及と技術向上を目指す団体。（2015年設立）
- 製造業等の健全な発展に寄与するため、調査研究、人材育成、セミナー開催などの事業を実施。

組織概要

- 主な取組は、3Dプリンティング技術の利用向上と人材育成。
- 具体的な活動として、セミナーや教育講座の開催、最新技術や海外動向の調査・情報発信、関連団体と連携した施策の推進、相談助言などを行っている。

名称	一般社団法人 日本3Dプリンティング産業技術協会
設立	2015年
拠点	東京都品川区
目的	<ul style="list-style-type: none">• AM分野の利用技術の向上及び人材育成• 製造業を中心とした企業の製造部門とともに、中小企業等の製造業、関連産業の健全な発展と競争力の向上に寄与• ユーザの視点からAM技術全体を視野に入れた取組を推進
主な活動内容	<ul style="list-style-type: none">■ 調査・研究：材料やAM技術等の世の中の動向を見据えた研究会の実施と報告書の作成、新規ビジネスの探索、標準化活動（世界標準になるフォーマットや手順を標準化する活動）■ 教育・育成：技術教育と人材育成、市場分析と経営に関するセミナーの実施、資格認証（デジタル製造技術の基本を獲得した技術者の資格認証）■ 会員サービス：会員個別のコンサルティング、個別イベントの開催

活動内容の詳細

項目	主な活動
調査報告	<ul style="list-style-type: none">• 欧州・米国で開催される大規模海外展示会・国際カンファレンスに研究員を派遣し、技術とビジネスの最新動向を報告• 研究機関・大学を訪問し、最新技術も取材し報告
セミナー・シンポジウム	<ul style="list-style-type: none">• 各分野の有識者を講師に招聘し、AM技術とAMビジネスのセミナーを開催。シンポジウム開催や他団体と連携・協力した共催セミナーも開催
教育講座	<ul style="list-style-type: none">• AM/3Dプリンタの基礎を学ぶ教育講座を開催• ASTM International と連携した認定コースも開催
研究会・委員会・交流会	<ul style="list-style-type: none">• 会員参加による研究会・委員会や外部から参加可能な交流会を開催
展示会	<ul style="list-style-type: none">• 会員参加による共同展示を実施
情報提供	<ul style="list-style-type: none">• AM新情報配信／3Dプリンタデータベース• 書籍出版「3Dプリンタの開発・最新動向と応用事例」
相談助言	<ul style="list-style-type: none">• AM技術・AMビジネスに関する相談助言を実施
ロードマップ	<ul style="list-style-type: none">• 日本3Dプリンティング産業技術協会では設立10周年事業の一貫として、AM/3Dプリンティングの技術ロードマップを策定（概要版は同協会ウェブページで公開）

(参考) J3DPAの取組事例 (各種講座・研究会)

- AMの導入講座・体験講座等の実施、会員企業同士で特定のテーマを掘り下げる研究会の実施を通して、AMの技術や知識などの普及を促進。

社会人向けのAM技術コースの提供

- AMを単に利用するだけでなく、生産性の向上や品質向上、設計方法の変更などのための有効利用につながる教育カリキュラム（技術コース）を提供。
- 技術コースには、「導入講座」と「体験講座」の2講座を用意。

講座	目的	対象者
導入講座	<ul style="list-style-type: none">AM技術の基本とその可能性について学ぶものAM技術の7大方式、材料、プロセス、設計、それらの応用などを学習	<ul style="list-style-type: none">AM初心者技術者・企画担当者・マネージャ
体験講座	<ul style="list-style-type: none">設計実習と造形実習を通して、AM技術とは何か、何ができるのかを体験するもの社内のキーマンの育成を目的	<ul style="list-style-type: none">AMを現在担当している、あるいは今後導入の中心となる技術者

会員同士でテーマの内容を掘り下げる研究会の実施

- 会員同士で特定のテーマの内容を掘り下げ、一定の成果を導き出すことを目的に研究会を開催。
- テーマを設置し、年に数回程度、講演とディスカッションを予定。

AM材料研究会

AM材料のトピックを中心に毎年継続的に実施。造形材料について学ぶ。

AM戦略研究会

AM技術ロードマップの作成を通じて、日本の戦略的AM社会の実現を目指す。技術開発や体制構築の提言もとりまとめていく

AMマーケティング研究会

AM/3Dプリンタのマーケティングについて、企業研究やマーケティング・経営戦略などの基礎知識解説も交えディスカッションしながら学んでいく。

経営・研究・企画・開発・製造・販売マーケ・サービスといった様々な参加者同士の異業種交流の場も提供する。

開催中の研究会

公設試験研究機関：東京都立産業技術研究センター

- 東京都が設置する公設試験研究機関。産業技術に関する試験、研究、技術支援を実施（1921年設立）。
- AMによる製品化支援や産学官連携研究の他、全国公設試を拠点としたデータプラットフォームの構築にも参画。

組織概要

- 都内中小企業への技術的な支援を行なうことにより都内中小企業の振興を図り、都民生活の向上に寄与することを目的として、東京都により設置。
- 金属AMに関しては、現在は「金属技術グループ」が担当し、AMに関する試験・研究・支援を行っている。

名称	地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター
設立	1921年（2006年独法化）
拠点	東京都江東区
目的	<ul style="list-style-type: none"> • 都内中小企業への技術的な支援 • 中小企業の振興を通して、都民生活の向上へ寄与
AMに関する主な取組	<ul style="list-style-type: none"> ■ 支援事業：製品化支援、技術支援 ■ 産学官連携：補助事業や委託研究による企業等との共同研究の実施

AMに関する産学官連携

- 個別企業の支援事業や外部資金研究・共同研究で産学官連携を実施している他、公設試間が連携した取組にも参画。
- 金属AMの支援活動の拡大や技術の普及に成果が得られている。

項目	主な活動
支援事業	<ul style="list-style-type: none"> • 製品化支援：個別企業への設計・試作などの支援（例：金属AMを用いた金型レスでの試作・形状検証、伝熱を速くするノズル形状の模索） • 技術支援：金属造形品の割れ事象の把握などの問題を解決するための技術支援
産学官連携研究	<ul style="list-style-type: none"> • 外部資金による産学研究プロジェクトの実施：薄肉造形品の造形技術と品質保証技術の検討、AMを活用したメインフレーム鑄造技術の開発 • 共同研究：スポーツ義足用アダプターの開発
全国公設試との連携	<ul style="list-style-type: none"> • 全国公設試を拠点としたデータプラットフォームの構築（人材育成や企業支援など金属AMの普及のための取組に活用） • 公設試間の活動状況報告、意見交換などの実施 • TCT Japan2025での金属AM公設試パビリオンの出展（認知度向上、造形機利用の成果普及）

AM連携拠点：岐阜大学／3次元積層造形活用技術開発センター

- 金属積層造形技術に特化した共創研究拠点を設立（2025年4月）。
- AM技術の実践力＋設計力＋品質保証知識を兼ね備えた人材を育成するプログラムを実施。

3次元積層造形活用技術開発センターの概要

- 民間企業、自治体、他大学とのコンソーシアムを形成し、生産技術としてのAMに特化した研究開発を実施。
- AM技術＋従来型生産技術を包括した教育プログラムを構築し、学生・社会人向けに提供。

名称	岐阜大学 3次元積層造形活用技術開発センター
設立	2025年4月
拠点	岐阜県岐阜市
目的	<ul style="list-style-type: none">• 金属積層造形技術を国内産業構造に適した運用方法に最適化• 積層造形技術を活用した新しいものづくり人材の育成• 技術の標準化を達成し、産業界での普及を促進
研究内容	■ 金属積層造形技術の産業実装、標準化に向けた研究開発
産学連携活動内容	<ul style="list-style-type: none">■ 金属積層造形＋金型の分野で国内をリードする企業（豊田自動織機、Tooling Innovation等）と共同研究■ 自治体、他大学との連携■ 次世代3次元積層技術研究会を2023年～2024年にかけて、定期開催（6回の実績）

組織構成（研究分野）

研究分野	主な研究テーマ
造形技術標準化	<ul style="list-style-type: none">• 金属3Dプリンタ（PBF-LB、DED、ハイブリッドAM）を用いた工業製品のマスプロダクション技術• 生産技術としての積層造形技術の最適化
材料特性評価	<ul style="list-style-type: none">• 積層造形品の要求特性に対応した新規材料試験法の開発• 機能性付与制御技術の開発
設計支援技術	<ul style="list-style-type: none">• 生産技術に特化したDfAM設計手法の構築• デジタルツインとの融合による生産支援システムの構築

AM連携拠点：産業技術総合研究所（AIST）／製造基盤技術研究部門

- 製造業に求められる変革を先取りした加工基盤技術の創出を目指した産総研の研究部門（2025年設立）。
- 特にリマニュファクチャリングの多様化を実現する補修技術として、積層材料の組成、結晶性の多様化、原料粒子の高品質化、インプロセス評価技術など、多岐にわたるAM技術の研究開発を通して産業応用の拡大を目指している。

産業技術総合研究所 製造基盤技術研究部門の概要

- データ駆動型のスマートなものづくり技術の創出を目指している。
- AMにおいては、金属部材を中心として材料、装置、加工、評価や新たな用途探索なども含めた総合的な研究開発を実施。

名称	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 製造基盤技術研究部門
設立	2001年（産総研）、2025年（製造基盤技術研究部門の発足）
拠点	茨城県つくば市
組織の概要	<ul style="list-style-type: none"> 製造業に求められる変革を先取りした加工基盤技術の高度化を通じ、ものづくり基盤技術の革新と普及を目指す サーキュラーエコノミー時代のものづくりの基盤となるリマニュファクチャリング技術やデータ駆動型表面加工技術の研究開発を推進
AMの取り組み	<ul style="list-style-type: none"> 金属部材製造に関するAMを対象として、材料、装置、加工、評価や、これら一連の工程から創出されるAM製品の新たな可能性探索なども含めた総合的な研究開発 リマニュファクチャリングの適用拡大に向けた、AM作製部材の組成、結晶性の多様化、原料粒子の高品質化、インプロセス評価技術開発 AMで作製した部材の性能評価技術開発

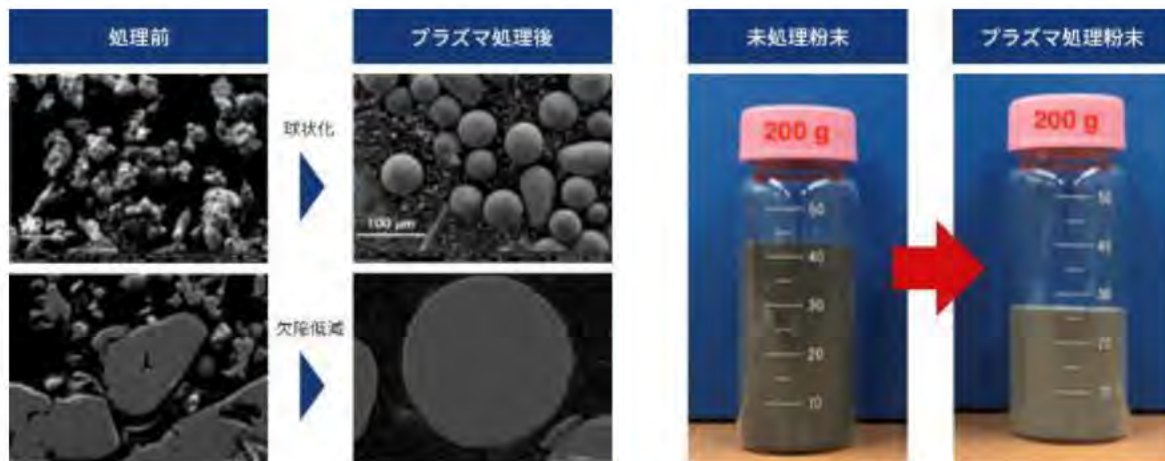
Additive Manufacturingの総合的研究



(参考) 産業技術総合研究所／製造基盤技術研究部門

プラズマを用いた異形金属粉末の高品位化技術

- 金属積層造形プロセスの材料選択の拡大やリユース粉末の再利用技術の確立を目指し、金属粉末の球状化や機能化を実現するプラズマプロセスの研究開発を実施している。
- 非球状ステンレス粉末(SUS316L)や破碎チタン合金粉末(Ti6Al4V)、Ni基耐熱超合金などの合金金属や、超硬合金として知られるタングステンカーバイドの造粒粉に対し本技術を応用し、高流動性/高充填性/低欠陥性を付与するなど、AM利用に適した粉末に加工することに成功した。



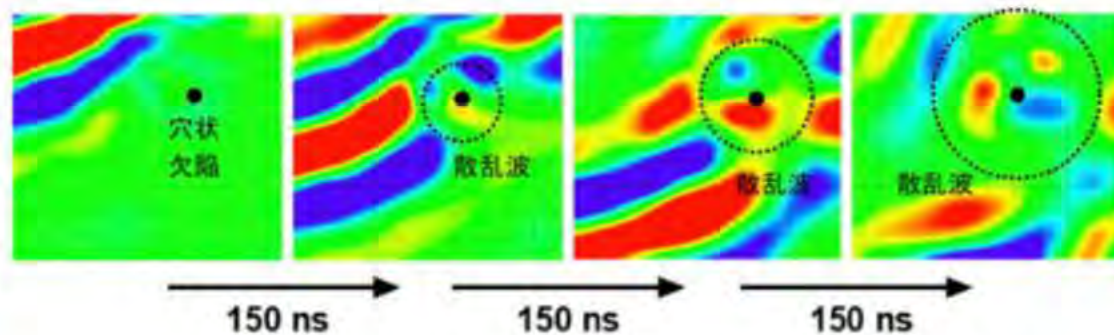
プラズマ処理後に粒子形状が球状化・流動性向上した結果 (左)
粒子内の欠陥を低減により粉体密度の向上・充填性改善を示した結果 (右)

レーザ超音波によるインプロセス評価技術

- レーザビームを使い非接触に超音波を励起・検出する技術とPBF-LBを組み合わせたインプロセス評価技術の開発。
- 積層しながら検査することにより、表面波を使った精度の良い検査が期待される。



レーザ超音波を用いたインプロセス評価のイメージ

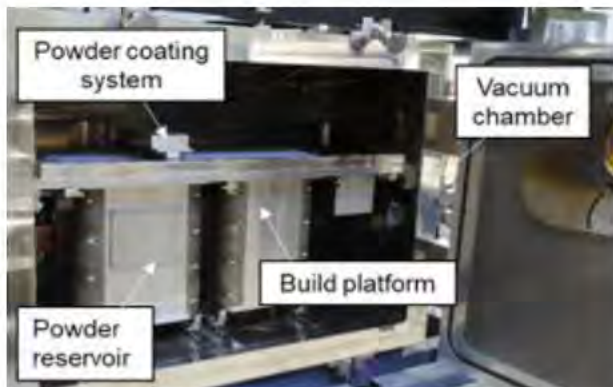


超音波が欠陥に達し、散乱波が発生する状況を可視化したもの

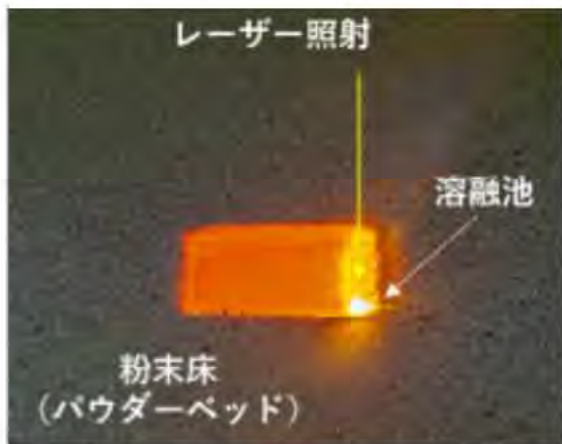
(参考) 産業技術総合研究所／製造基盤技術研究部門

雰囲気制御PBF-LB技術の開発

- 0.01 Paオーダーの真空雰囲気でも造形できるPBF-LB装置を開発。
- 真空を活用して造形物の機械的特性改善を図るための研究を実施。



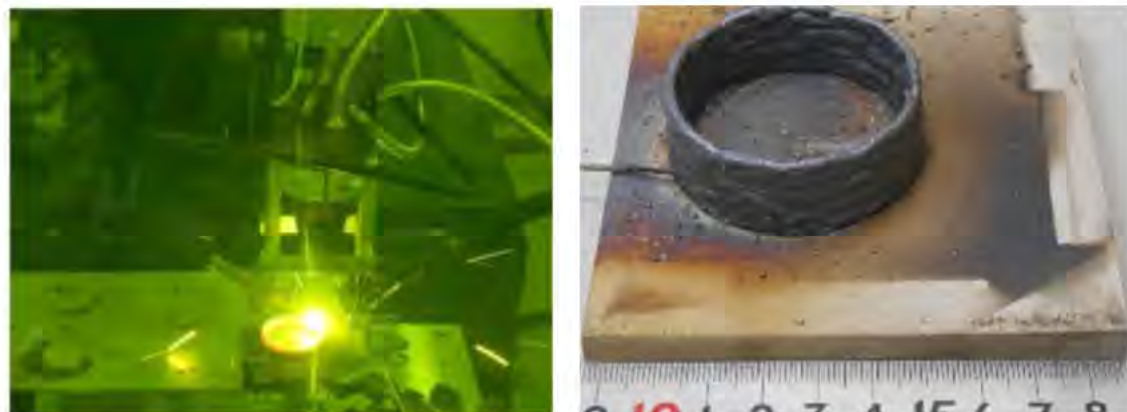
真空チャンバ内にPBF機構を導入した真空PBF-LB装置



真空PBF-LBの造形中の様子 (レーザー照射点に熔融池を形成)

レーザーを熱源とするワイヤ供給型積層造形技術の研究

- 高速・大体積のAM技術としてワイヤ供給型AM技術を研究。
- 金属粉に比べて保管や取扱いが簡単で安価であり、加工点まで固体で供給でき迅速な造形が期待できる。
- ワイヤを常温で供給する場合の約4kg/hの造形速度に対して、ワイヤを高温で供給するホットワイヤ式を用いて8.1kg/hの造形速度を達成した。

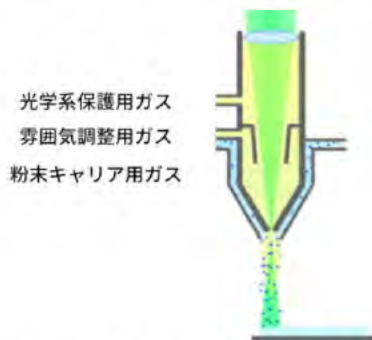


造形中の様子 (左) とワイヤ造形例 (右)

(参考) 産業技術総合研究所／製造基盤技術研究部門

微細・異種材用レーザーDED装置開発

- DED方式による装置開発に関して、精度のさらなる向上や複数の所望の材料を造形可能にするための研究開発を実施。



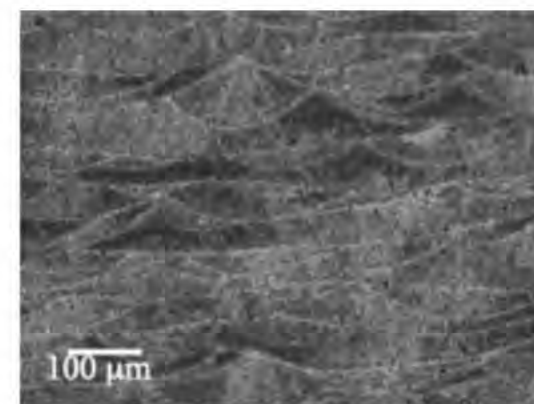
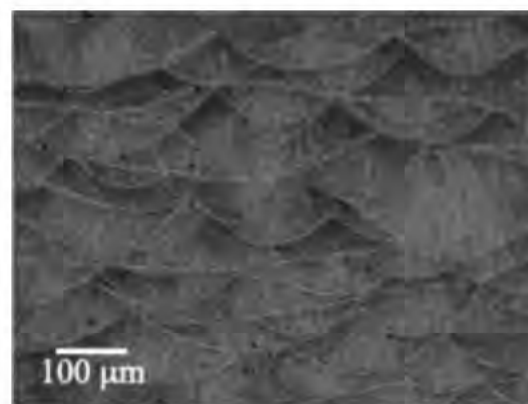
微細・異種材料用DED装置の加工ヘッド機構の模式図



微細・異種材料用DED装置の概観

積層造形と圧延の複合プロセスの開発

- 積層造形後の後処理として、塑性加工である圧延を複合させたプロセスの開発に取り組んでいる。
- 塑性変形を付与することで材料の内部組織を有意的に変化させ、高強度かつ高延性など卓越した機械的性質を有する素形材の製造技術の確立を目指している。

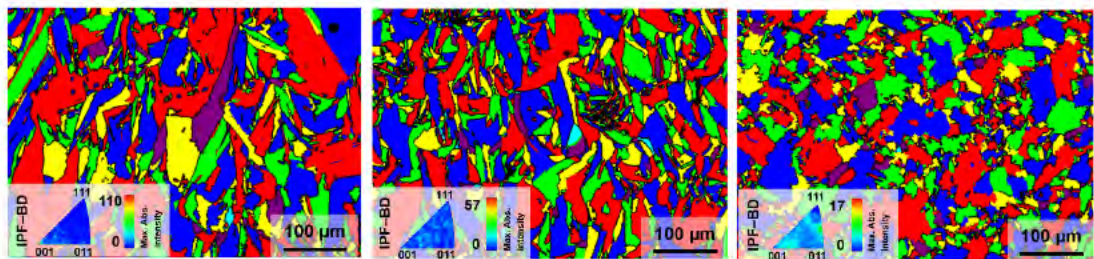


圧延前の造形材の内部組織（左）、圧延後の内部組織（右）

(参考) 産業技術総合研究所／製造基盤技術研究部門

PBF-LBにおける高度な微細構造制御技術の開発

- 母材と堆積層の界面特性制御に向けて、堆積層と母材の界面で非柱状等方的多結晶構造の形成を促進する新規積層手法の開発に取り組んでいる。
- IN718(Ni基耐熱超合金)の積層造形プロセスにおいて新しいレーザー走査パターンを提案し、非柱状等方的多結晶構造の形成を実現している。
- さらに、レーザー走査パターンとレーザープロファイルを制御することにより、結晶粒径および結晶粒特性を制御する可能性を探求している。



Conventional Scanning
Anisotropic; columnar grain structure; coarser grain size

Grain structure evolution

Novel Scanning Strategy
Higher isotropy; non-columnar structure; refined grain size

新しいレーザー走査パターンによる微細構造形成

積層造形による補修部材の信頼性評価

- 損傷模擬サンプルを対象に、種々の積層造形手法を用いて補修技術の高度化を行うとともに、各補修部材の信頼性評価技術の確立を目指している。
- 補修面の摩擦・摩耗特性評価、断面マクロ観察、衝撃試験、引張試験、曲げ試験等を用い、補修部材の信頼性評価を行っている。

補修・加工

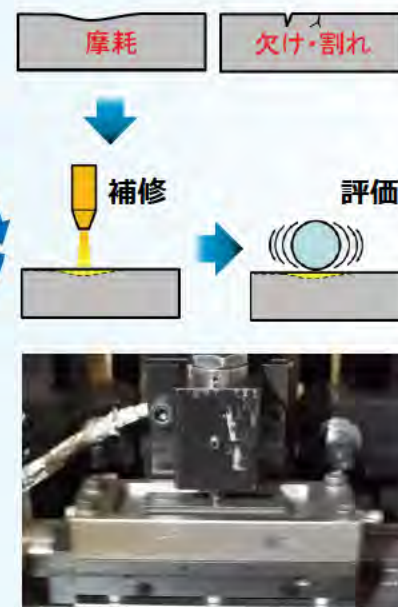
積層造形による欠陥部修復



*出典：
N. Sato et al., Int. J. Autom. Tech., 16, 2022, 773.

検査・計測

補修面の信頼性評価



AM連携拠点：島根大学／先端マテリアル研究開発協創機構

- 国内外の研究機関・企業と協創し、**研究成果の社会実装**と**地域産業の振興**を目的とした研究開発拠点として「先端マテリアル研究開発協創機構」を設立（2024年1月）。
- Oxford大学、Cambridge大学、Birmingham大学、IIT-Hydrabadほかとの**国際共同研究**を推進。

先端マテリアル研究開発協創機構の概要

- 次世代たたら協創センター（NEXTA）及び材料エネルギー学部とともに、地域企業との共同研究・開発機能を強化し、島根発新素材の開発拠点を目指す。
- 材料設計から試作、評価まで一貫対応したワンストップ研究開発体制を構築。
- Oxford大学、Cambridge大学などとの国際共同研究を推進。

名称	島根大学 先端マテリアル研究開発協創機構
設立	2024年1月
拠点	島根県松江市
目的	<ul style="list-style-type: none">国内外の研究機関・企業と協創し、人・物・資金の流れを活性化地域の研究開発センターとして、研究成果の社会実装と地域産業の振興を加速
研究内容	<ul style="list-style-type: none">■ 材料設計・プロセス開発・品質保証を軸に、産業応用を見据えた先端技術を推進■ 金属3Dプリンティングの特性を最大限活かし、結晶組織や形状を自由に制御。MIを活用した合金設計により、過酷環境向け構造材料や機能性デバイスを開発
産学連携活動内容	<ul style="list-style-type: none">■ 島根県の産業振興施策と連携し、AM技術を活用した素形材産業の高度化を推進■ 企業・大学・自治体が集まり、AMなど最先端技術の最新情報共有や意見交換の場として「技術コミュニティラボ」を開催（3-4回/年）

組織構成（研究分野）

研究分野	主な研究テーマ
金属積層造形技術による先進材料のための革新的プロセス開発	<ul style="list-style-type: none">金属積層造形技術におけるプロセスパラメータと組織および力学特性の相関関係の解明複合・傾斜材料の革新製造プロセスと組織制御技術の開発
金属積層造形と材料インフォマティクスによるもの創りプロセス	<ul style="list-style-type: none">In-situプロセスモニタリングと材料シミュレーションを駆使したAMプロセスの高度化マルチマテリアルAMによる高機能複合材料の創成3Dプリンティングの特性を生かした革新的合金の創成
量子ビーム技術を用いた機能材料の原子分解能構造解析	<ul style="list-style-type: none">原子レベルの特性評価に基づく組織構造-特性相関関係の解明局所的な原子構造の揺らぎ解析
凝縮系物理・未来材料	<ul style="list-style-type: none">新規量子マテリアルの探索と物性の解明各種回折・散乱手法を用いた構造解析による材料物性の解明
分析科学	<ul style="list-style-type: none">精錬プロセスにおける迅速分析法の確立3次元軽元素分析装置の開発リアルタイム元素分析法の確立

AM連携拠点：産業技術総合研究所／北陸デジタルものづくりセンター

- 北陸における産業技術総合研究所の新しい研究拠点（2023年開所）。
- デジタル技術の活用によるイノベーション創出を目指し、産総研の強みを活かしながら企業や大学、公設試験研究機関等と連携し、金属加工業や繊維産業などの付加価値を高める挑戦的なものづくり技術の研究開発。

産業技術総合研究所 北陸デジタルものづくりセンターの概要

- スマートテキスタイルなどデジタルものづくり技術による繊維産業の高付加価値化・新サービス創造。
- 金属3Dプリンタ、形状計測、DX技術を活用した金属加工技術の高精度・高効率化。
- 空のカーボンニュートラルの実現に向けた先進複合材料のさらなる高度化。

名称	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 北陸デジタルものづくりセンター
設立	2023年
拠点	福井県坂井市
組織の概要	<ul style="list-style-type: none"> • 全国に展開する産総研12番目の研究拠点として開所 • 北陸地域の主要産業である金属加工業や繊維産業などを高付加価値化する挑戦的なものづくり技術の開発を支援 • 北陸3県の企業や大学、自治体、公設試験研究機関と連携しデジタルものづくり研究を推進
AMの取り組み	<ul style="list-style-type: none"> • 量産性と精緻な造形能力に優れたバインダージェット(BJT)方式の金属AMの産業応用に向けた研究 • AMに適した設計案を導出する最適形状計算技術の開発 • 幾何形状および金属組織に関する高精度な評価 • AM産業の多様な関係者で構成するコンソーシアムを運営し、試作を通じた技術課題の共有とその解決に向けた取り組み

北陸デジタルものづくりセンター

“デジタルものづくり”実証研究

- スマートテキスタイルによる高機能性衣服
- 金属3Dプリンタによる加工技術
- CFRPコンポジット材料の製造プロセス



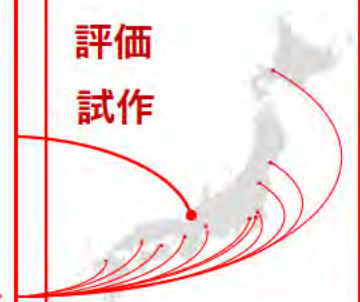
全国の産総研へつなぐ

連携ハブ

産総研の全拠点

全国11の研究拠点

研究
評価
試作



【全国の研究拠点をつなぐ連携ハブ機能】

AM連携拠点：大阪大学／多次元造形研究センター

- ・ 先進的なAM技術の研究開発拠点（2022年 スマートプロセス研究センターから名称変更）。
- ・ 独創的なAM技術の新規創出を行うとともに、AMを社会実装するための産学連携活動にも注力している。
- 35年に渡る研究の歴史：1990年 世界で初めて電子ビームによる金属AM、1991年 世界で初めてレーザービームによる金属AM -

多次元造形研究センターの概要

- ・ 青色レーザーによる国産AM装置など最新の設備を開発・導入し、独創的な造形プロセスを融合させ、次世代のものづくりを推進するだけでなく、産学連携や人材育成にも注力している。
- ・ AI等のデジタル技術を活用したプロセスの最適化にも取り組む。

名称	大阪大学 接合科学研究所 多次元造形研究センター
設立	2022年 スマートプロセス研究センターから名称変更
拠点	大阪府茨木市
目的	<ul style="list-style-type: none">・ 独創的なAM技術の新規創出・ 産業社会実装の機動的・戦略的な実践
研究内容	<ul style="list-style-type: none">■ 組織の構成として5分野を設置■ 高機能のナノ素材の合成と高濃度の充填を基礎として、高精細に制御された接合用のエネルギー源を駆使しながら、計算機支援による界面現象の可視化や接合条件の機械学習を経て、先端プロセスの最適化と体系化を進める
産学連携活動内容	<ul style="list-style-type: none">■ 2025年に産学連携新拠点を開所、産学連携や国家プロジェクト（K-Program）を推進し、AM技術の普及活動に取り組む■ 青色レーザー光源を用いたAM装置を用いたプロセスの開発、機能性を有する金属やセラミックス等の構造体の創成、造形条件のデータベースやニューラルネットワークを用いた予測システムによるプロセス最適化などに取り組む

組織構成（研究分野）

研究分野	主な研究テーマ
レーザー造形学分野	<ul style="list-style-type: none">・ 青色レーザー等を用いたAMプロセスに関する基礎研究および装置開発・ 実験・理論両面からのレーザー照射による材料の溶融および凝固プロセスの解析
先端造形学分野	<ul style="list-style-type: none">・ AMに関する著名な研究者を国内外より招へいし、卓越した科学知見や優れた実践技術の導入・ 次世代AMを牽引する新たなプロセスの開発・ 品質保証・規格標準のデータベース化
積層造形学分野	<ul style="list-style-type: none">・ 金属やセラミック微粒子を分散した樹脂ペーストを素材とする独創的なAMの開発・ 開発したAMプロセスを用いた機能性構造体の作製（人工骨インプラント、軽量部材など）
造形機構学分野	<ul style="list-style-type: none">・ 選択的レーザー溶融法を用いて創製する金属材料における特異な組織形成に係る造形機構の解明・ 特異な組織が支配する造形体の力学挙動のマルチスケールでの解析
グリーン造形学分野	<ul style="list-style-type: none">・ 環境負荷を大きく減らすようなグリーンプロセス技術の研究開発・ 機能発現の要素となるナノ・マイクロ粒子の合成法とそれらを所望の形状に積み上げる造形の開拓

AM連携拠点：ひょうごメタルベルトコンソーシアム

- 兵庫県立大学が主催する産学連携のためのコンソーシアム（2019年設立）。
- シーズ発表会の開催や技術セミナーや講習会の実施などを通して、県内外の企業に対しAM技術の認知向上・普及、人材育成、企業間連携を推進。

組織概要

名称	ひょうごメタルベルトコンソーシアム
設立	2019年
拠点	兵庫県姫路市（兵庫県立大学金属素形材研究センターを拠点とする）
目的	<ul style="list-style-type: none"> • 次世代産業で必要とされる金属粉末やAM技術の確立を目指す • 特に、AM技術の導入・活用に前向きな中小企業を支援するため、先進技術を持つ企業や研究機関との産学連携による技術支援に取り組む



ひょうごメタルベルトコンソーシアムの概念図

主な活動内容

項目	主な活動
シーズ発表会	<ul style="list-style-type: none"> • 会員企業のPRをスライドで発表 • 企業間マッチングの場として活用
技術セミナー	<ul style="list-style-type: none"> • AM関連技術の講演 • 講演後にはフリータイムのセッションを設け、展示物を前にして参加者が情報交換
経営セミナー	<ul style="list-style-type: none"> • 経営層（社長、役員など）を講師にAMの講演
3Dプリンタ講習	<ul style="list-style-type: none"> • 事前に準備したCADデータで造形を体験 • 造形準備から粉末回収、清掃まで2日間かけて実施
ソフト系講習	<ul style="list-style-type: none"> • CADデータの作成やトポロジー最適化に関する講習
合同出展	<ul style="list-style-type: none"> • FORMNEXTASIATOKYO、TCTJapanなどの主要な展示会に合同で出展

AM連携拠点：東北大学／産学連携先端材料研究開発センター

- これからの社会を支える産学連携で先端材料の実現を目指す連携拠点を設立（2014年1月）。
- 積層造形技術に関わる要素技術と品質保証基盤を統合し、最適地（オンサイト）での高機能な部品製造・納期短縮に資する生産プロセスを確立することを目的としたプロジェクト（積層造形イノベーションセンター）を推進。

産学連携先端材料研究開発センターの概要

- 企業と大学が同じ施設で研究を行い、迅速な意思決定と開発を実現。

名称	東北大学 産学連携先端材料研究開発センター（MaSC）
設立	2014年1月
拠点	宮城県仙台市
目的	<ul style="list-style-type: none"> • 金属積層造形を含む先端材料研究を産学連携で推進 • 社会基盤材料、エレクトロニクス材料、エネルギー材料を対象とし、革新的な材料・デバイスを産業界と共同で研究開発し、社会実装を推進
研究内容	<ul style="list-style-type: none"> ■ 産業界との共創を軸に次世代材料と製造技術の社会実装を目指した研究開発を実施 ■ 金属積層造形技術を確立するため、造形技術・材料開発・品質保証・データ駆動設計を統合した研究開発を実施
産学連携活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ■ 企業専用の研究拠点を設置し、共同研究・事業化を加速 ■ MaSCが定期開催する産学技術交流イベント「Real Exchange」では、企業・大学・自治体が集まり、AM技術や評価分析技術の最新動向を共有

組織構成（研究分野）

研究分野	主な研究テーマ
高付加価値設計・製造プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> • PBF-LB + DED-LBのハイブリッド造形 • EV部品や耐腐食部材向けの高効率製造技術 • 時空間入熱制御・ツインビーム制御・生成AIを活用した造形条件の高度最適化
高品質粉末製造・リサイクル技術/熱放射パウダー状態学	<ul style="list-style-type: none"> • 高球形度・高品質（ガスポアフリー）金属粉末の量産化技術開発 • PREP技術による高品質・高収率粉末供給技術 • 粉末劣化・再利用性を評価するパウダーヘルス診断技術の高度化
オンサイト・高機能部品製造対応AM技術（自動車・航空・医療・宇宙・極限環境対応AM）	<ul style="list-style-type: none"> • 月面資源（金属・セラミックス・模擬砂）を利用したオンサイト造形。 • 極限環境ロボットによる自己修復・自己製造技術の開発 • 自動車・航空エンジン部材向け高効率AM造形
デジタル・横断的統合技術（品質保証基盤）	<ul style="list-style-type: none"> • 統合デジタル基盤を構築し、プリプロセス計画と造形条件最適化の高度化 • in-situ天面BSE像の3次元化による欠陥検知とフィードバック補修を用いた欠陥レス造形技術 • 先進NDTと材料評価を統合し、一貫したAM品質保証フローの構築

AM連携拠点：大阪大学／3 DPTec統合センター

- 異方性制御によるカスタム部品の研究開発と社会実装を目指す **産学官連携イノベーション拠点**（2014年設立）。
- 材質や形状の異方性制御による材料の機能性カスタム設計とサイバーフィジカルシステムをコア技術として、**AM技術を活用した基礎研究から社会実装までを見据えた教育・研究活動を展開**している。

3 DPTec統合センターの概要

- 大阪大学工学研究科が設立した国内の国立大学初のAM研究開発センターであり、産学官連携のオープンイノベーション拠点。
- AMに関わる合金設計～プロセスを対象に、階層的に異方性を制御したカスタム製品の研究・開発とその社会実装を目指している。

名称	大阪大学大学院工学研究科付属 3 DPTec統合センター（異方性カスタム設計・AM研究開発センターから2026年名称変更）
設立	2014年
拠点	大阪府吹田市
目的	<ul style="list-style-type: none"> AM技術を用いた形状&材質の異方性制御による高機能化材料創製 産学官連携によるAM分野における基礎研究から研究成果の社会実装までをシームレスに実施 国際的なAM教育研究ネットワークと人材育成スキームの構築
主な活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ■ 研究開発：材料の性質（材質：原子配向、微細組織など）や形状の異方性にもとづき機能性を最適制御するプロセス設計・計測技術の開発と応用、デジタル技術を活用した先進的なAM技術の開発 ■ 産学官連携：過去50件以上の共同研究実績、国家プロジェクトへの参画（SIP1期・2期、NEDO-K Program（川崎重工コンソーシアム、三菱電機コンソーシアム）、JST-K Program（NIMS連携）） ■ 人材育成：企業への教育セミナーの定期的開催、若手研究者の育成

現有のコア技術及び主な保有設備

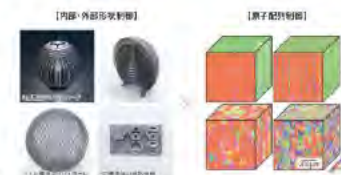
サイバー・フィジカルシステム

- フィジカル空間の良質なデータをもとにしたAI技術と高度なシミュレーション解析技術。
- インプロセスモニタリング技術。



結晶配向、構造、等方性／異方性デザイン

- AMによる3次元複雑形状の創製、結晶配向や微細組織などのマルチスケールでの構造・材質制御技術。
- AMプロセスの最適化と究極の機能性を有する材料の創製、革新的デザイン手法開発。



コア技術

主な保有設備

AM装置	<ul style="list-style-type: none"> EBM（ARCAM Q10、多田電機）（電子線熱源） PBF-LB（EOS M290 2台）（レーザービーム熱源） 2026年に3台の金属AM装置の増設（合計7台）
計測・分析機器	<ul style="list-style-type: none"> 高性能ハイスピードカメラ、各種機能解析装置 FIB機能付走査電子顕微鏡など各種顕微鏡
ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> 合金設計、形状設計（3D-CAD）、プロセス最適化、応力・熱解析などを実行可能な各種順問題・逆問題技術

(参考) 大阪大学 / 3 DPTec統合センター

- ・ 関連多分野の専門家が在籍するからこそ提供できるAM技術に関する大学の講義を我が国で初めて開講・単位化。
- ・ 官公庁や経済団体との共催による企業等を対象とした公開講義も多数開催し、AM技術の普及に貢献。

我が国初となるAM技術に関する講義の開講 (大学院博士前期課程)

- ・ AM装置の仕組み、造形時に生じる材質変化、造形体の性質、AM材の応用例、さらにはAM技術の最新動向について、各分野の専門家が講義。
- ・ 座学での専門的な講義に加え、阪大金属AMセンターの見学を通じて最先端のAM装置やシミュレーション技術、AMでしか得られない特性/機能を有する造形体(跳ねる金属製ボールや超低弾性率造形体、実用化された医療デバイス等)に触れ、AM技術を実体験できる講義内容を提供。



アディティブマニファクチャリング (AM) 特論の講義風景

(出所) 阪大マテリアル生産科学専攻講義シラバス

全15回の講義 (2単位) 内容と担当教員

第1回	授業の進め方およびAM技術の概要 ・ 授業の概要、進め方の説明、およびAMに関する概要説明	中野教授
第2回	AM装置の見学 ・ 異方性カスタム設計・AM研究開発センターの見学	全員
第3回	高分子を対象としたAMの原理 ・ 熱溶解積層法や光造形法等の高分子AMの原理を学ぶ	小泉教授
第4回	金属を対象としたAMの原理 ・ 粉末床溶融結合法、指向性初層・堆積法等の金属AMの原理を学ぶ	小泉教授
第5回	金属AMにおける組織ならびに結晶配向制御 ・ 金属のAMプロセスに伴う組織ならびに結晶配向制御を学ぶ	中野教授
第6回	金属AMにおける凝固とその分子動力学法 ・ 固液界面移動を原子レベルで理解し、分子動力学法を学ぶ	吉矢教授
第7回	金属AMにおける凝固とそのフェーズフィールド法 ・ 結晶成長の基礎を理解し、フェーズフィールド法を学習する	小泉教授
第8回	AM材の変形挙動と力学特性 ・ 金属材料の変形挙動を理解し、AM材の変形挙動の特徴を学ぶ	安田教授
第9回	AM材に発達する残留応力 ・ 残留応力の基礎を理解し、金属AM材の残留応力を学習する	安田教授
第10回	AM材の弾性論 ・ 弾性論の基礎を理解し、金属AM材の弾性異方性を学ぶ	多根教授
第11回	AM材の疲労と破壊 ・ 金属の疲労と破壊を理解し、AM材の疲労・破壊挙動を学ぶ	大畑教授
第12回	AM技術の応用 航空宇宙分野 ・ 航空宇宙分野におけるAMの応用例を学ぶ	安田教授
第13回	AM技術の応用 医療分野 ・ 医療分野におけるAMの応用例を学ぶ	中野教授
第14回	AM技術応用 環境分野 ・ 環境分野におけるAMの応用例を学ぶ	森教授
第15回	最終レポート作成	全員

企業等向け公開講義の開催

金属3D造形セミナー・ベーシックコース

主催: 大阪大学「金属3D造形による機械・医療分野等の高付価値製品の実用化開発支援事業」(平成30年度経済産業省地域未来オープンイノベーション・プラットフォーム構築事業)
共催: 経済産業省近畿経済産業局、関西モノづくり研究会、一般社団法人生産技術振興協会
日時: 2019年11月12日(火) 13:00 ~ 17:40 (懇親会 17:40~19:40)
開催日 **11月12日**
場所: 大阪大学工学部研究科(吹田キャンパス) センテラス3Fサロンのほか 異方性カスタム設計・AM研究開発センター

モノづくり人材の育成・再教育に資する実践的プログラム「金属・材料工学」

2018年度開催要項
① 金属・材料を扱う企業とコンソーシアムに参画している大学教授等が共同開発することで、産業界のニーズを反映するとともに、大学の垣根を越えた幅広いプログラムです。
② また、講義・交流会を通じて、講師および受講者間でのネットワーク構築の「場」としてご利用いただけます。
③ 今年度は、材料開発に関する先端技術を見学することのできる、研究施設見学会(大阪大学 異方性カスタム設計・AM研究開発センター等予定)を実施。

AMPI ものづくり技術者育成講座「3Dプリンタ技術の現状と将来の動向」

主催: (一財)近畿高エネルギー加工技術研究所(AMPI)
共催: (協)尼崎工業会、(一財)明石市産業振興財団
大阪大学 異方性カスタム設計・AM研究開発センター



金属3D造形セミナー・ベーシックコースの様子

(出所) 阪大金属AMセンター提供をもとにみずほ財チ&テクノロジーズ作成

(参考) 大阪大学 / 3 DPTec統合センター

- AM技術を活用した材料がもつ組織・材質（結晶配向性や超急凝固組織など）の制御技術を世界で初めて提案し、異方性力学機能をもつ合金や特異的な高強度合金等の新規材料の獲得に成功している。

AM技術を活用した結晶配向性の制御法の確立

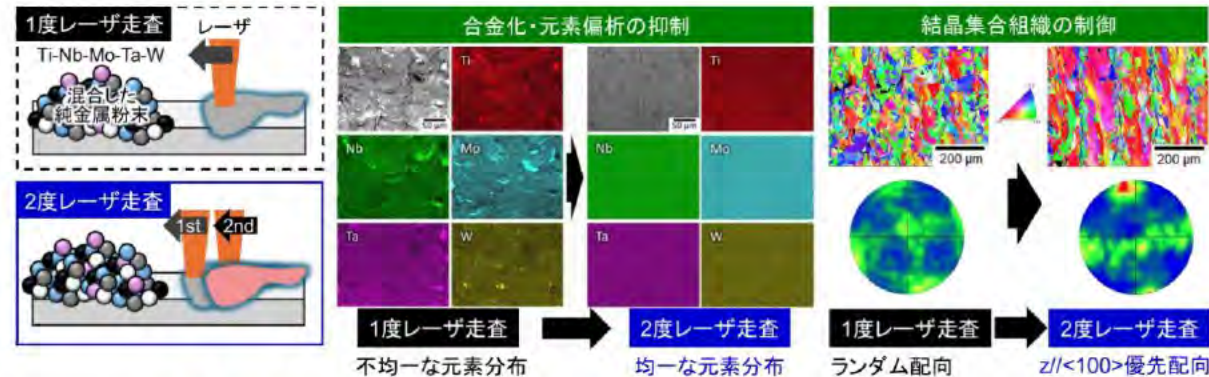
- <100> 配向、<110> 配向、<111> 配向//造形方向の代表的な3種類の単結晶様組織の形成に、AM技術を駆使して世界で初めて成功。
- 単結晶様組織の形成機序を明らかにしたことで、異なる結晶構造や組成をもつ合金においても、本アプローチにより単結晶化を実現可能。
- AMが本来得意とする自在な形状作製能に、本研究で達成した場所ごとの結晶配向制御を重ね合わせることで、形状制御のみでは不可能な、最大10倍以上の力学機能異方性の発現を実現可能であることを実証。



AM技術を活用した力学機能異方性を生み出す結晶配向性の制御法の概要

AMによる純金属粉末からのハイエントロピー合金の創製

- 5種類の純金属粉末を十分に熔融する手法を確立し、レーザAMの特徴である極めて高い冷却速度を駆使した超急凝固を適用することで、構成元素同士が固溶した均質なハイエントロピー合金を製造することに成功。
- 同時に、金属が凝固するときの熱流の方向を制御することで、低ヤング率（柔らかい）方位である<100>を優先配向化することにも成功。
- AMプロセスは、従来不可能であった合金化・結晶配向・形状の同時制御をワンプロセスで実現できることを実証。新合金設計・製造手段としても活用。



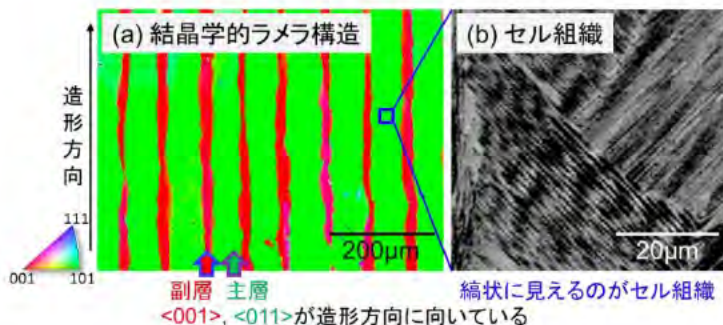
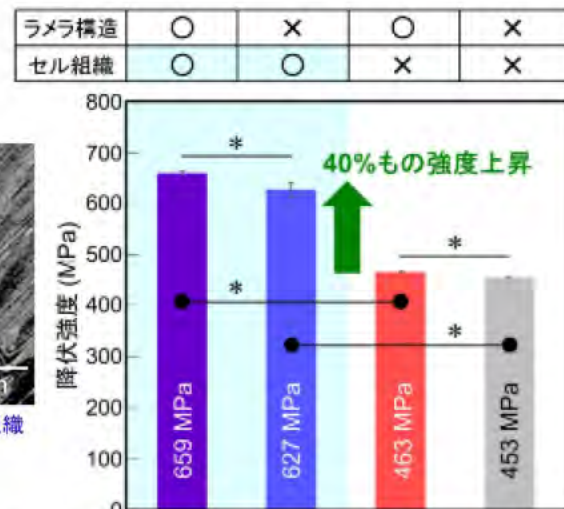
ハイエントロピー合金固溶体を創製するための新規レーザ走査戦略（2度レーザ走査）と得られる合金の均質な元素分布、結晶配向状態

(参考) 大阪大学 / 3 DPTec統合センター

- AM技術で形成される階層的な組織・界面構造が造形物の特性に与える影響を解明するための独自の解析技術を確認し、AM技術の適用は高機能部材の創出に繋がることを示唆する成果を得ている。

造形物の強度に対する組織構造の影響の定量的解析

- マイクロメートル間隔で周期的に導入される結晶学的ラメラ構造と、ナノメートルサイズのセル組織が及ぼす強度への寄与を、定量的に個別解析し、セル組織（セル特異界面）が極めて大きな強化をもたらす因子であることを解明。
- AM造形部品への置き換えが、製品の力学機能の飛躍的な向上やそれに付随する超軽量化をもたらす可能性を示唆。

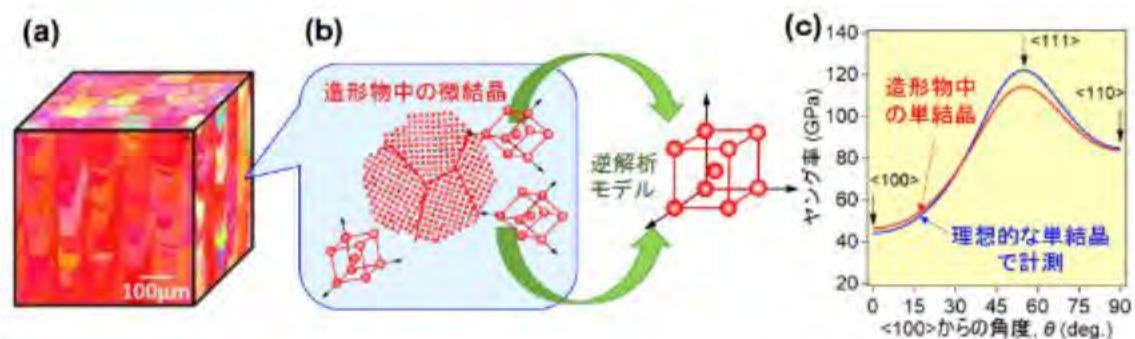


AM造形部品が有する特有の多階層界面（結晶学的ラメラ構造、セル組織）と結晶学的ラメラ構造、セル組織の存在／非存在による4種の試料での力学試験結果

(出所) JSTプレスリリースをもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

AM造形物の弾性率を高精度に予測可能な解析モデルの構築

- AMにより作製された造形物がもつ単結晶弾性率を高精度に解析可能な弾性場の逆解析（inverse Self-consistent近似）モデルを構築。
- 本手法は、ミクロンスケール結晶の配向分布・形状の情報をもとに、数ミリメートルの大きな単結晶の育成をせずに弾性率を高精度に解析可能。
- 本成果を生体用チタン合金開発に適用することで、骨質劣化の抑制に有効な低ヤング率を示す高機能インプラント材の開発が加速的に進展することが期待。



ミクロンスケール結晶で構成されたAM造形物と、その配向情報を利用した解析モデルによる単結晶弾性率の解析

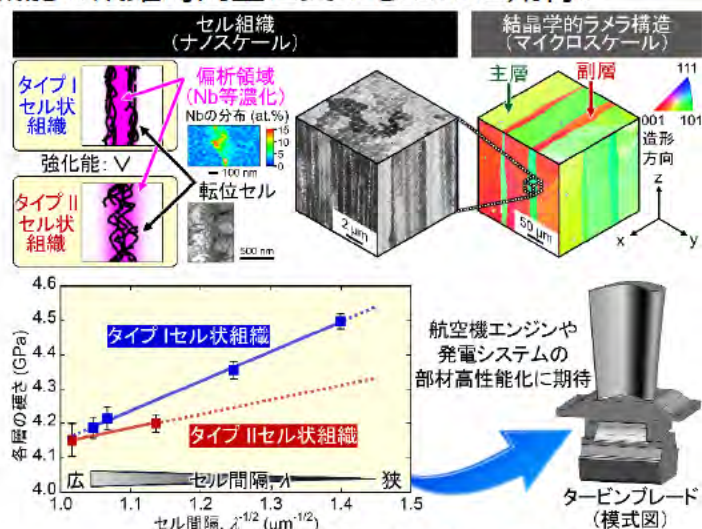
(出所) 阪大金属AMセンターのプレスリリースをもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

(参考) 大阪大学 / 3DP Tec 統合センター

- AM技術に特有の高強度階層組織の形成機序および同組織の特殊な変形挙動を解明し、**AM技術でしか実現できない力学機能の新たな人為的制御法を提案・構築**した。
- 大阪大学が全学での「OUマスタープラン実現加速事業」の一環として**AM技術の国際的な拠点化を目指すヘッドクォーター**。他部局とともに、全学の「**3DP=大阪大学**」のブランディング化を展開。日本AM学会と連携。

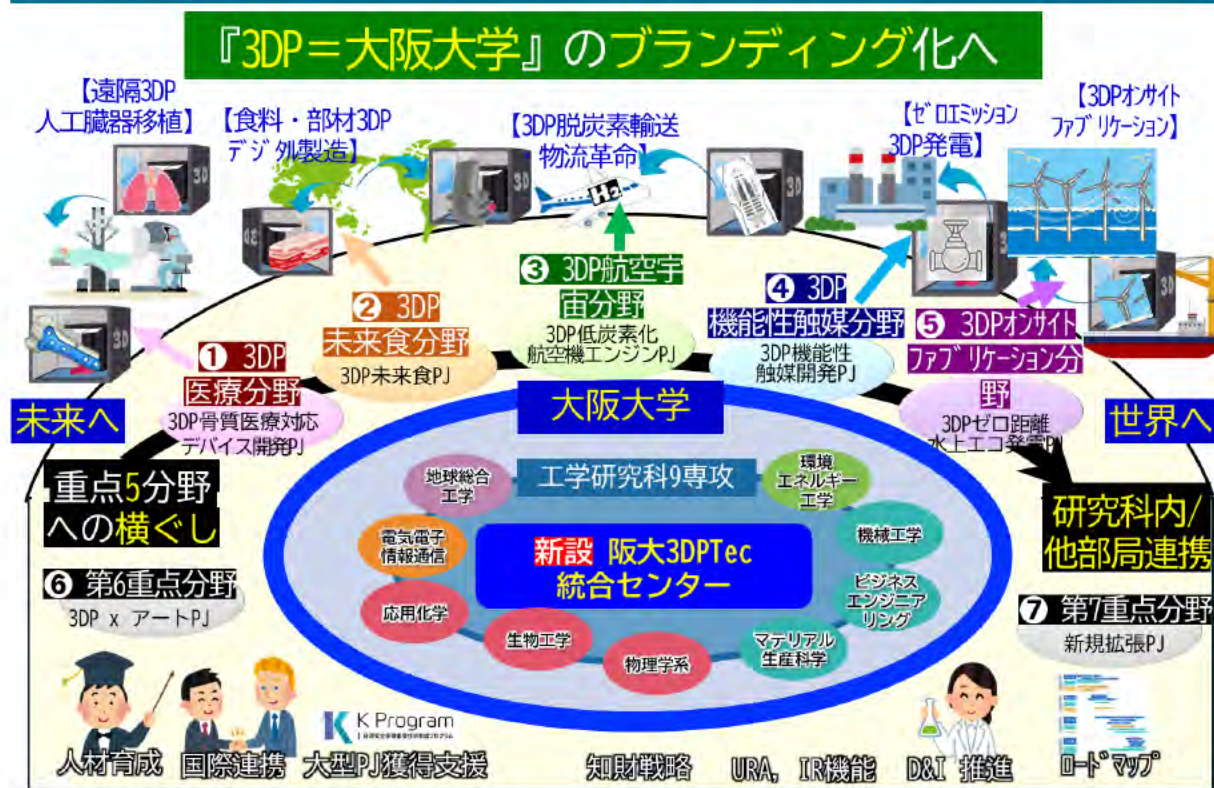
高強度階層組織の形成メカニズムと変形挙動・強化機構の解明

- 最先端計測技術（その場中性子回折法）を駆使し、ナノ・メソスケールの多階層組織がAM造形体の変形挙動に及ぼす影響を初めて解明。
- 形態が異なる2種類のセル組織が微細化強化をもたらすことを発見し、これまで不可能だったセル組織形態の人為的制御技術を確立。
- AM技術独自の新たな力学機能制御法が、航空宇宙分野、エネルギー分野、輸送機器分野、医療機器分野など、幅広い産業分野において、金属部材の力学機能の飛躍的向上に資するものと期待。



ナノ・メソスケールの階層組織の形成機構とセル組織形態と強度の関係性

AM技術の国際的な拠点化に向けた大阪大学の取り組み



「OUマスタープラン実現加速事業」で推進する6つの重点領域と新領域の創出

(出所) 大阪大学のウェブサイト等、各種公開情報をもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

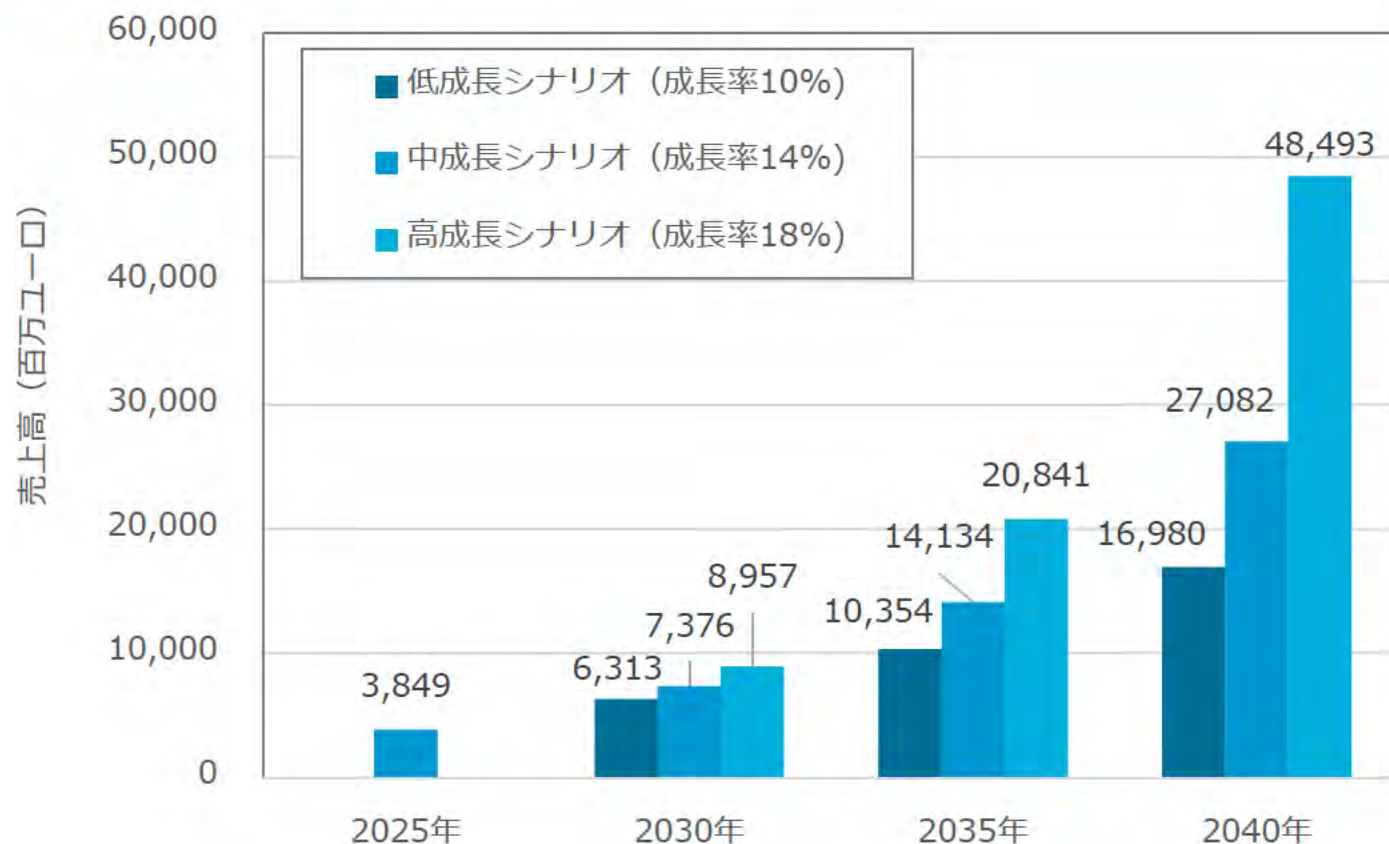
参考資料 2 : AMの市場関連データ

拡大が期待される金属AM市場

- 金属AMの市場は、長期的には、2030年以降も年率10%以上の成長が期待され、2040年には現在の4～10倍の市場規模になると予想されている。

売上高と将来予測（金属AM）

- ✓ 金属AM市場の長期の将来予測においても、10%～18%の範囲での成長率が予測されている。
- ✓ 2040年の市場規模は、約170億€（約2.9兆円）～約485億€（約8.1兆円）の範囲となると予想されている。

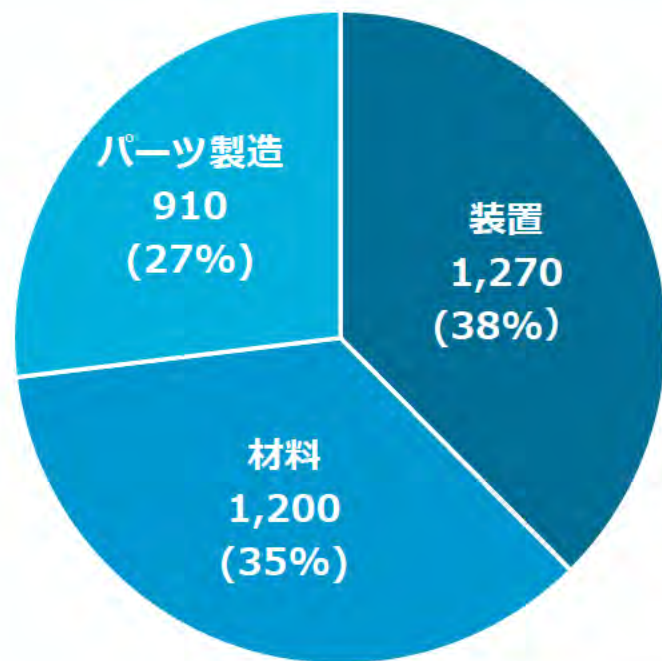


(出所) AMPOWER 2025等をもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

市場規模内訳と産業分野別売上高（金属AM）

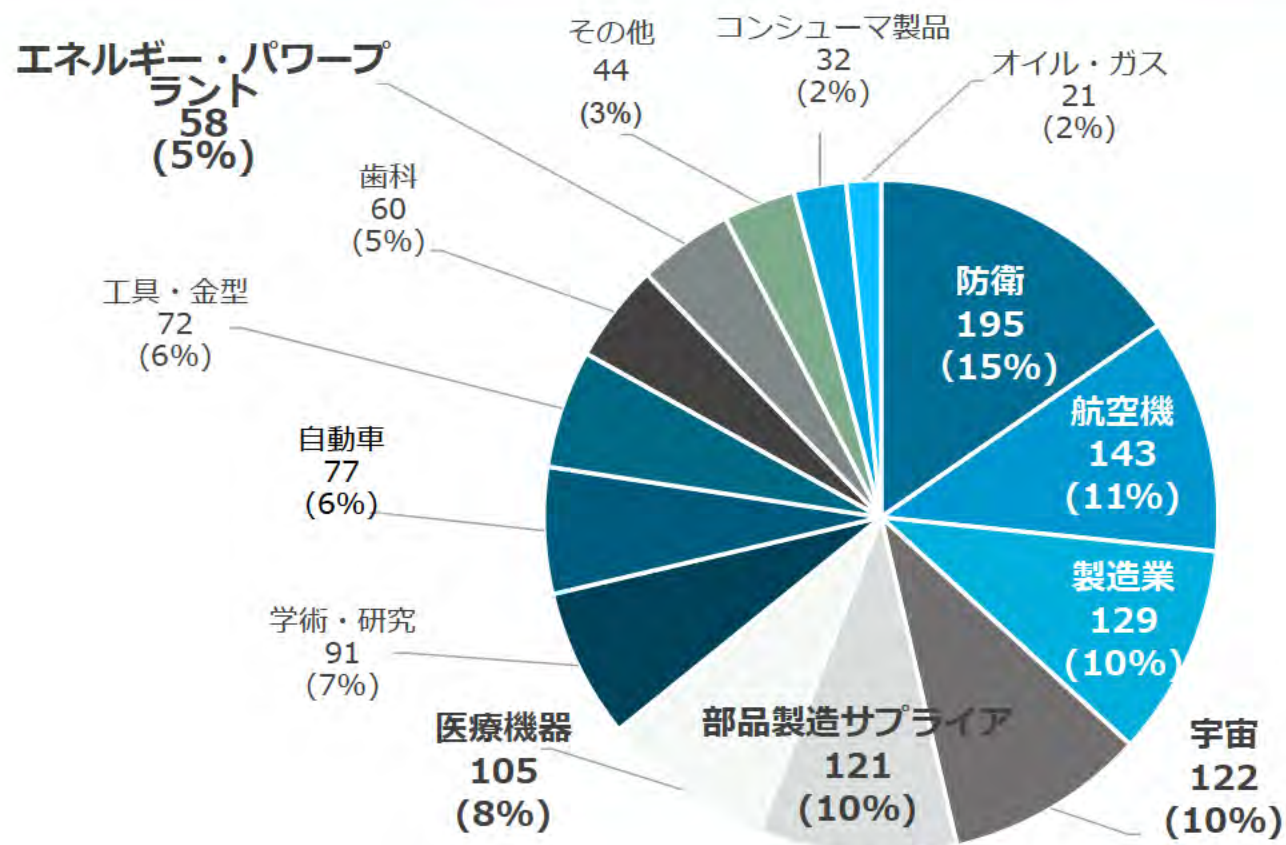
- 市場規模内訳では、装置と材料はともに約4割弱、パーツ製造は約3割弱を占める。
- 金属AM装置の導入産業分野別売上高では、防衛、航空機、宇宙等の重工系の市場が4割を超える。次いで、部品製造サプライア、医療機器が続く。

市場規模内訳（金属AM）



2024年、数値単位：100万€

産業分野別売上高（金属AM装置）

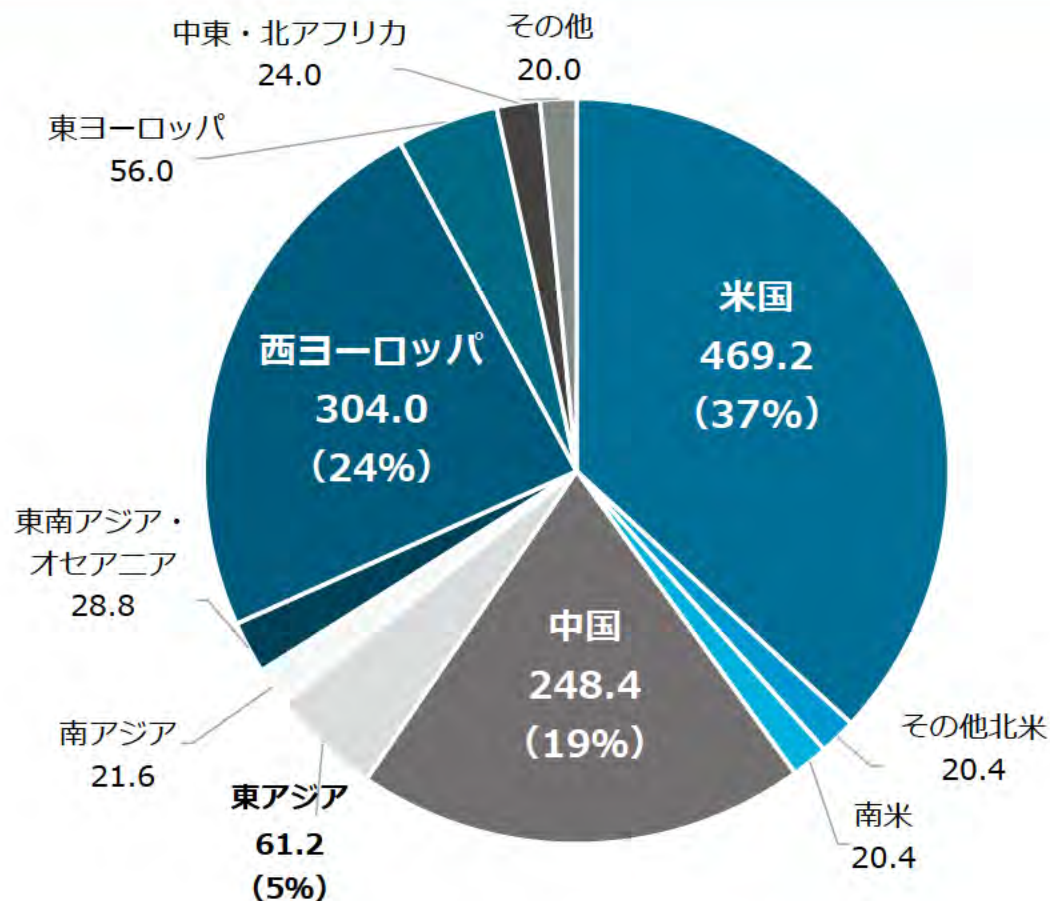


2024年、数値単位：100万€

販売地域別の売上高（金属AM装置）

- 販売地域別では、米国、西ヨーロッパ、中国の3ヶ国・地域で市場の約8割を占める。

販売地域別の売上高（金属AM装置）



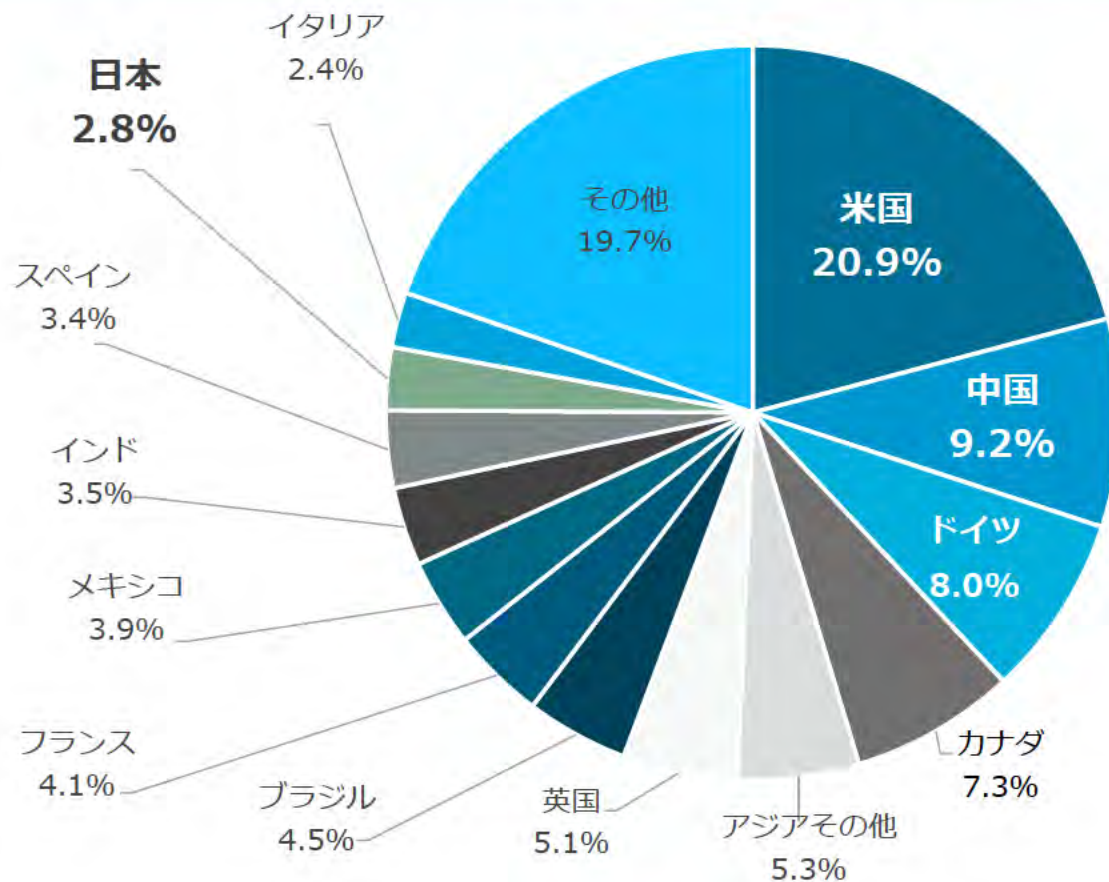
(注) 本データは、各国での他国製装置を含む売上高であり、各国製装置の個別の売上高ではない。例えば、米国469.2百万€には、米国内での他国製装置の売上高も含まれる。

2024年、数値単位：100万€

販売地域別の売上高（金属粉末）

- 販売地域別では、米国、中国、ドイツの3ヶ国で市場の約4割を占める。

販売地域別の売上高（金属粉末）

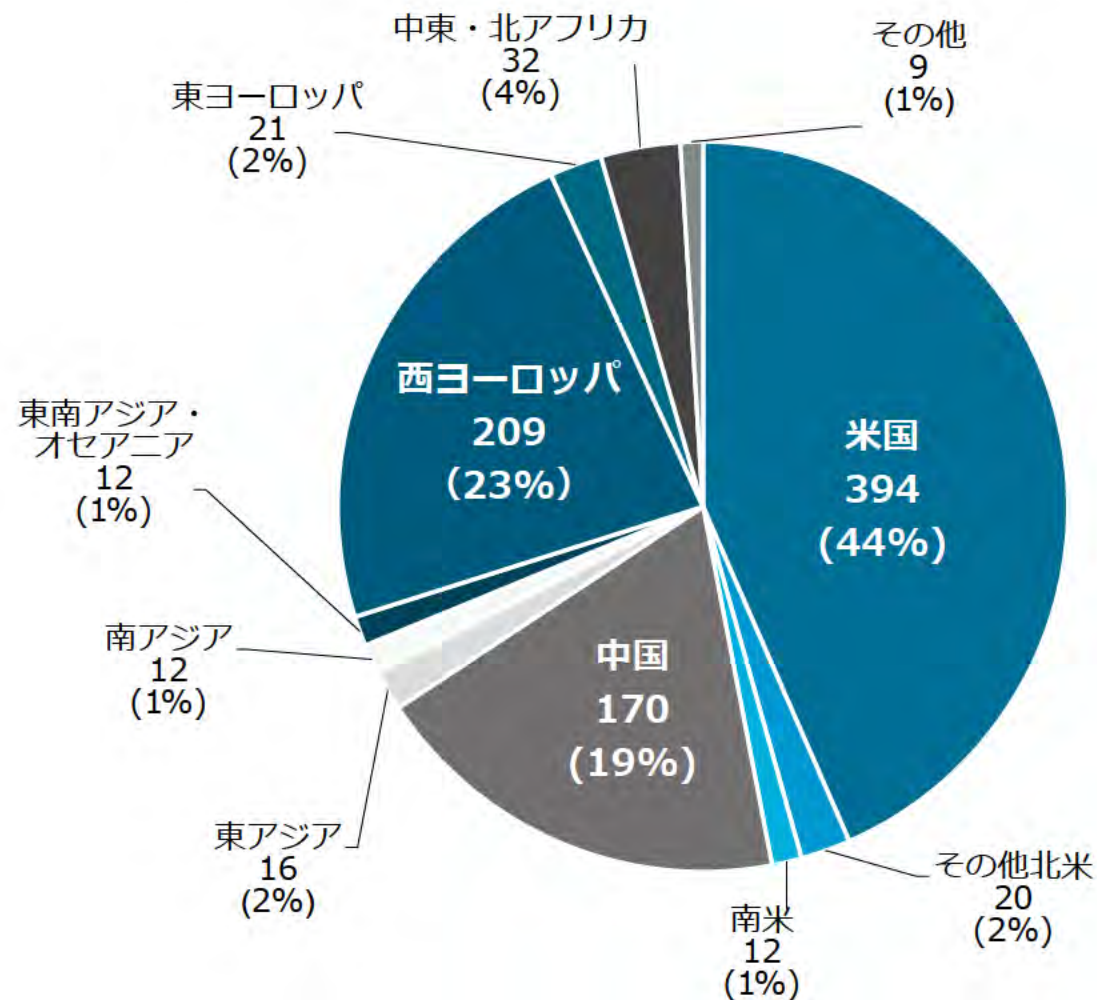


(注) 本データは、各国での他国製粉末を含む売上高であり、各国製粉末の個別の売上高ではない。例えば、米国20.9%には、米国内での他国製粉末の売上高も含まれる。

販売地域別の売上高（造形サービス）

- 販売地域別では、米国、西ヨーロッパ、中国の3ヶ国・地域で市場の9割弱を占める。

販売地域別の売上高（造形サービス）



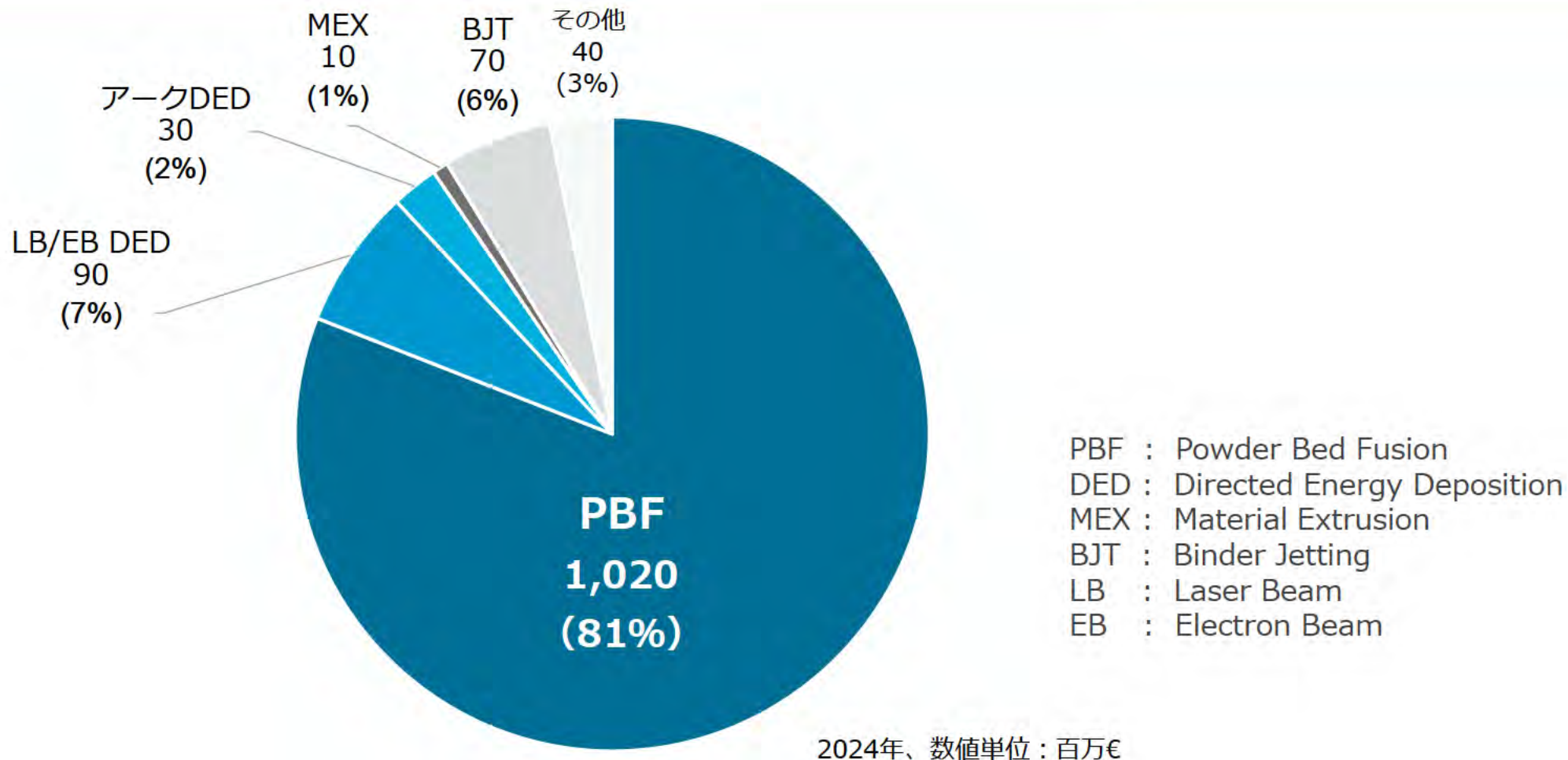
(注) 本データは、各国での他国資本の造形サービスを含む売上高であり、各国資本個別の造形サービスの売上高ではない。例えば、米国394百万€には、米国内での他国資本の造形サービスの売上高も含まれる。

2024年、数値単位：100万€

造形方式別の売上高（金属AM装置）

- 造形方式別では、高精細で複雑形状をより得意とするPBFが市場の約8割を占める。

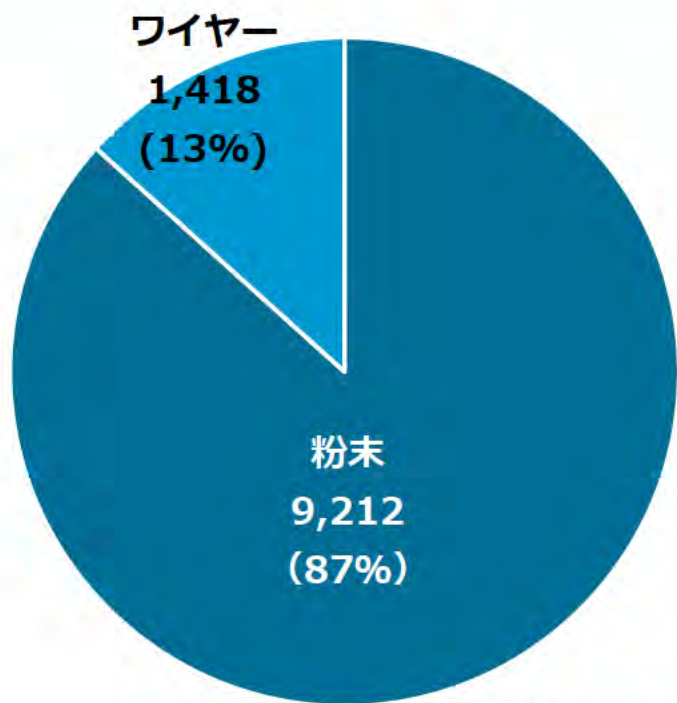
造形方式別の売上高（金属AM装置）



材料別・合金別の販売量（金属AM材料）

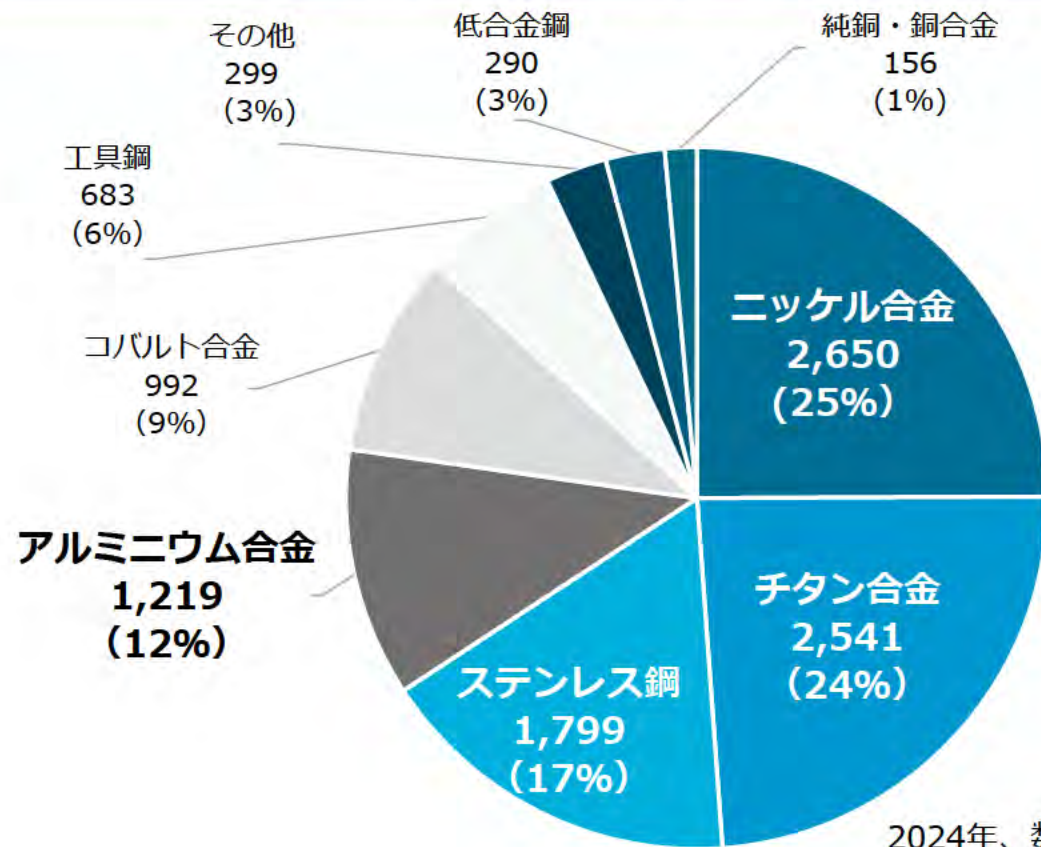
- 材料別では、高精細で複雑形状をより得意とする粉末材料が販売量の約9割を占める。
- 合金別では、航空宇宙・防衛・医療・エネルギー分野等で求められる高耐熱（ニッケルなど）、軽量（チタン、アルミニウムなど）、高強度（ニッケル、チタン、ステンレスなど）な材料の販売割合が大きい。

材料別の販売量（金属AM材料）



2024年、数値単位：トン

合金別の販売量（金属AM材料）



2024年、数値単位：トン

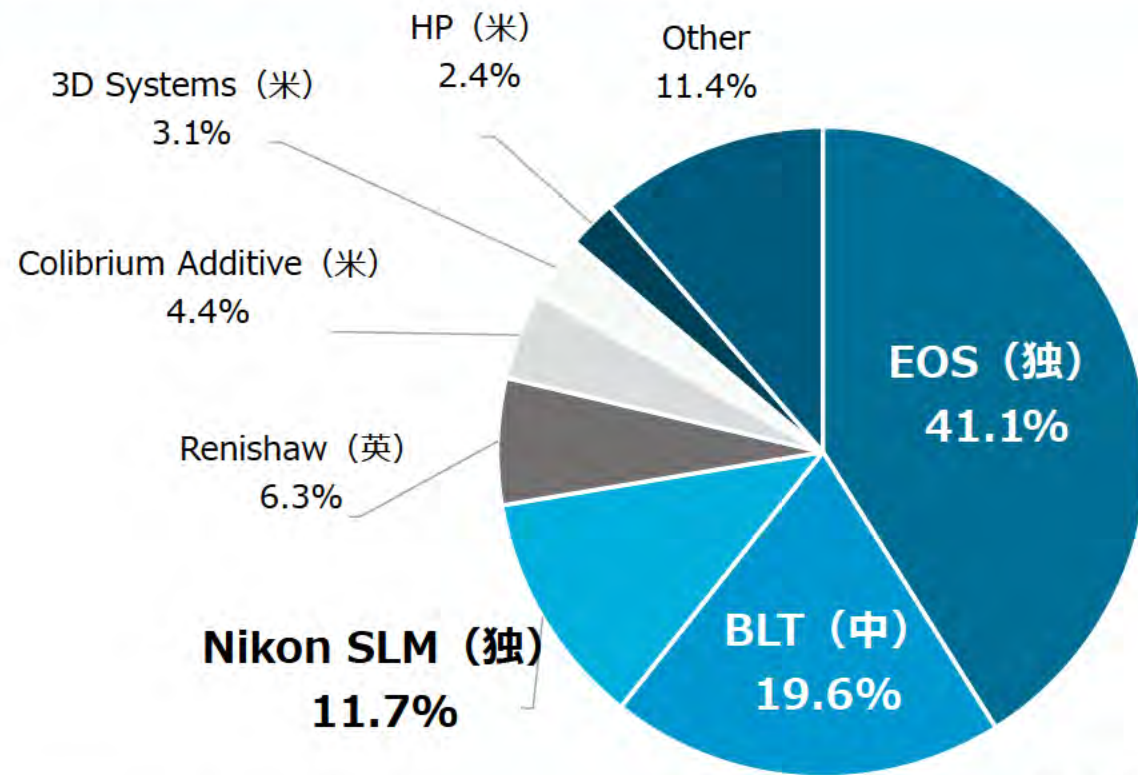
メーカー別保有割合（金属AM装置ユーザー）

- EOS（独）が約4割、次いでBLT（中）が約2割、Nikon SLM（独）（注）が約1割。この3社により全体の約7割を占める。

メーカー別保有割合（金属AM装置ユーザー（サービスビューロを含む））

- ✓ ユーザー（サービスビューロを含む）の保有率は、EOS(独)、BLT(中)、Nikon SLM(独)の装置で全体の約7割を占める。
- ✓ ユーザー保有率上位の企業では、Colibrium Additive(米：EBM)、HP(米：MBJ)を除き、全てPBF-LB方式。

EBM : Electron Beam Melting
MBJ : Metal Binder Jetting



2024年

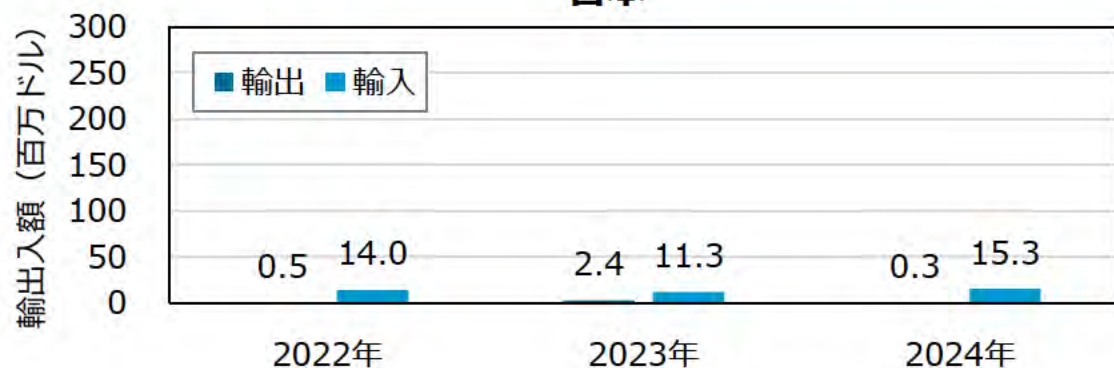
(注) Nikon SLMは、(株)ニコンの100%子会社

輸出入額（金属AM装置）

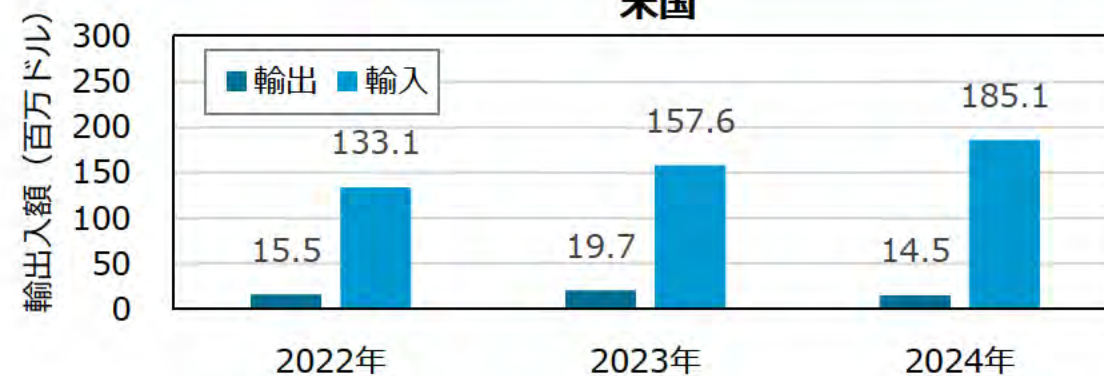
- 日本は輸出額・輸入額ともに小さく、かつ、輸入超過。 ドイツは輸出額が突出している。
- 近年、中国の輸出額が伸びており、存在感が増している。

各国の輸出金額・輸入金額の推移（金属AM装置）

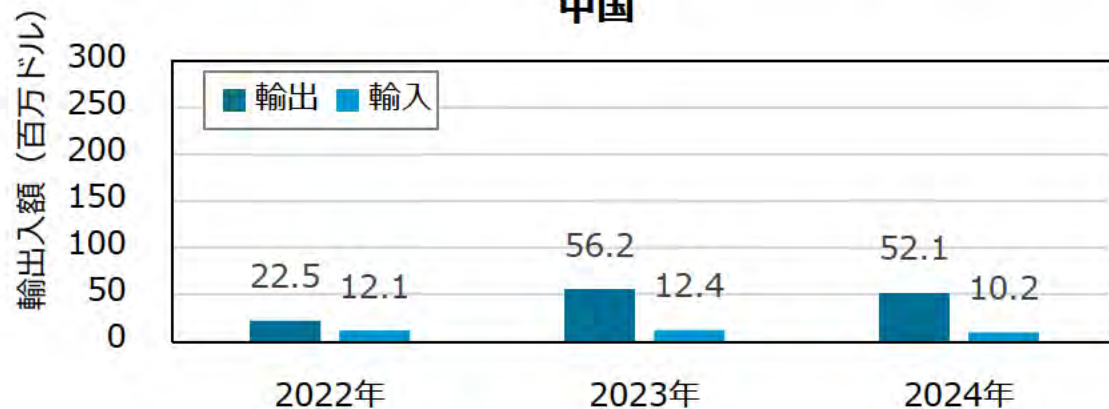
日本



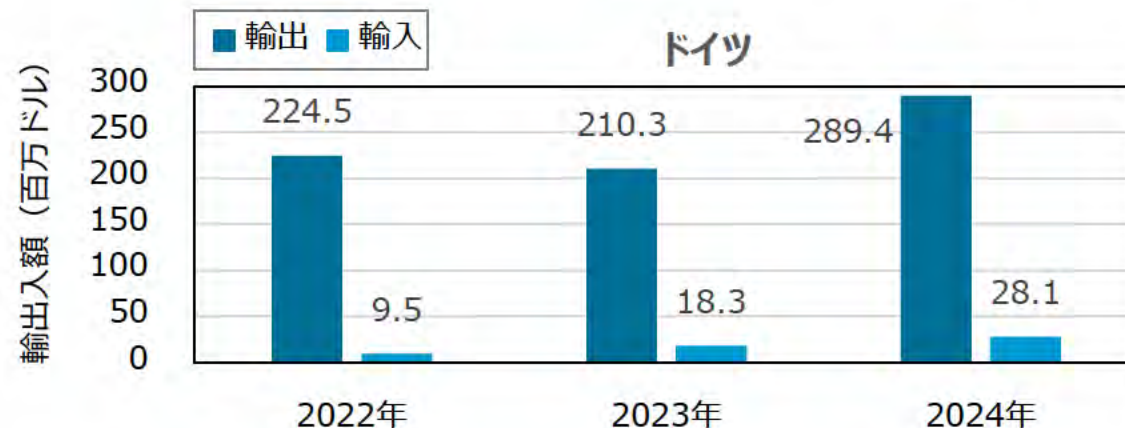
米国



中国



ドイツ

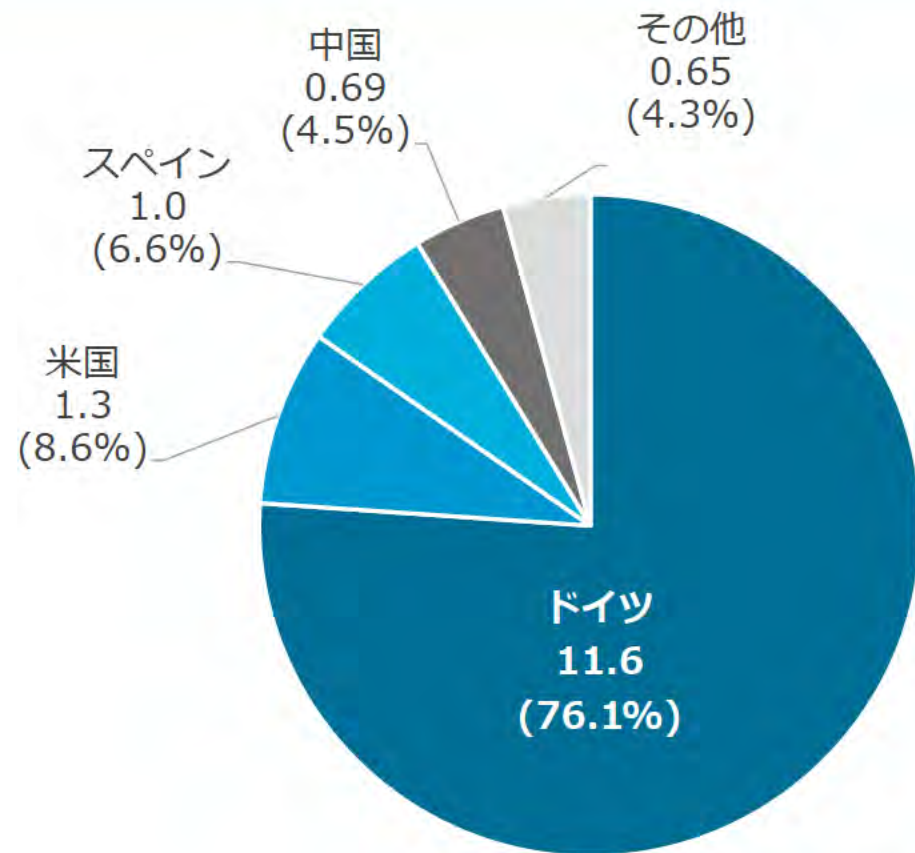


日本の輸入先国（金属AM装置）（日本国内生産装置を除く）

- 金属AM装置の日本の輸入先国の約8割弱はドイツ。次いで、米国、スペイン、中国が続く。

日本の輸入先国別の金属AM装置の輸入額

- ✓ ドイツからの輸入が最も多く、米国、スペイン、中国が続く。
- ✓ 輸入先国の装置メーカーについては不明であるが、ドイツは、EOS、Nikon SLM Solution、Trumpf、米国は、3D Systems、Colibrium Additive、HP、スペインは、Meltio、などの有力企業が存在。



2024年、数値単位：百万米ドル

参考資料 3 : 日本の政策・技術動向

金属AMの政策・技術動向【日本】

- 金属AMは、中長期的に我が国が国際社会において確固たる地位を確保し続ける上で不可欠な要素となる**先端的な重要技術の一つ**として、**国主導による更なる高度化のための技術開発や活用促進に向けた導入支援、AM関係団体や大学・企業等による標準化や人材育成、普及促進・広報等**の多様な取組みが推進。

主要関連政策

- 産業競争力強化の観点から10年以上にわたりAMの技術開発を推進。
- 近年では経済安全保障上の重要技術の一つとしてAMが支援対象技術に追加され、経済安全保障重要技術育成プログラム（K Program）を推進。

国家プロジェクトによる研究開発

- 2010年代以降、「**次世代型産業用三次元造形システム技術開発**」などの大規模プロジェクトを立ち上げ、装置開発や産業応用の研究を実施
- 高機能な金属粉末材料の開発、造形速度・精度の向上、信頼性の確保のための技術開発を産学官連携で推進
- 2024年から「**経済安全保障重要技術育成プログラム（K Program）**」の一つとして技術開発を推進。自動車、航空宇宙、船舶、産業機械、発電機器などの産業分野で金属AMの適用促進を図る

活用促進に向けた導入支援

- ものづくり補助金、事業再構築補助金、中小企業成長加速化補助金、中小企業新事業進出促進補助金、中小企業省力化補助金等の**設備投資補助金**など
- カーボンニュートラルに向けた投資促進税制、中小企業経営強化税制等の**税制優遇制度**など

産学による連携推進・AM技術普及促進の例

- 産学連携による技術開発や実用化の取組の他、AMの普及促進、人材育成、規格・標準化などを推進。

産学連携

- ひょうごメタルベルトコンソーシアム**：技術セミナーや講習会の実施などを通じた認知向上・普及、人材育成などを推進
- 大学**：AMによる部品・製品開発と社会実装を目指す産学官連携イノベーション拠点として、大阪大学、島根大学、東北大学等が産学連携研究を実施
- 産総研**：要素技術の実用化、製品開発とその社会実装を視野に入れた産学官連携を推進
- 公設試**：技術支援、製品化支援等の産学連携研究の実施など

AMの普及促進

- 日本AM協会**：個別のユーザーにアプローチする展示会の開催などを通して、AMの普及を促進
- 日本AM学会**：産学官、多分野の有機的連携を促進するため、学術交流、技術交流、人材交流を促進など

人材育成・トレーニング

- 日本溶接協会**：AM技術者資格認証制度の新設と並行し初心者や専門家への教育プログラムを実施
- 日本3Dプリンティング産業技術協会**：導入講座・体験講座や研究会の実施を通してAMの技術や知識などの普及を促進など

規格・標準化

- 日本溶接協会**：TRAFAMのISO/TC261国内審議委員会活動を引き継ぎ、国際標準化活動を実施

日本の主要関連政策

- 国家プロジェクトによる研究開発
- 高度な金属積層造形システム技術の開発・実証（K Program）
- 金属AM導入に活用可能な支援策

国家プロジェクトによる研究開発

- 造形速度・造形精度を追求したAM装置とその要素技術（金属粉末、造形プロセス、設計など）の開発から、要素技術を一体化したAMシステムとして確立させる段階に移行。
- 近年は、品質保証の規格化や認証基準の策定に関する取組にも注力。

金属AMに関する主な国家プロジェクト（2014～2029年度）

2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026～
次世代型産業用三次元造形システム技術開発（経済産業省）			世界一の造形速度・造形精度のAM装置開発									【宇宙戦略基金事業】宇宙輸送機の革新的な軽量・高性能化及びコスト低減技術（JAXA） ～2028年度
SIP革新的設計生産技術（NEDO） 材質と形状の同時制御による異方性技術開発			次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化事業（NEDO）						宇宙用精密部品を対象とした金属AMの装置開発と基盤技術開発 ロケット用大型構造部品を対象とした金属AM基盤技術開発			
			省エネルギープロセス型製造プロセスの実現に向けた三次元積層造形技術の開発・実用化事業（経済産業省） AM装置技術・金属粉末・品質保証方法の開発、実用化実証						超合金の「複雑冷却構造」と「使用環境適合型組織」を実現するAM技術開発 インプロセスでの形状測定やマルチマテリアルに対応したDED-LB装置開発			耐熱超合金の高性能化・省レアメタル化に向けた技術開発及び革新的な製造技術開発（JST） ～2029年度
			積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業（NEDO） 金属の熔融凝固現象の解明、プロセスの計測・機械制御技術の開発									
												高度な金属積層造形システム技術の開発・実証（NEDO） ～2028年度
												統合型金属積層造形システムの確立と実証 品質保証の規格化、認証基準の策定など

高度な金属積層造形システム技術の開発・実証（K Program）

- 自動車、航空宇宙、医療、船舶、産業機械、発電機器などの産業分野へのAM普及拡大に向けて、**造形技術、金属粉末、設計技術などの要素技術と一連の製造工程を自動化する統合型金属積層造形システムを開発**するとともに、**品質保証や認証基準の策定**に取り組む。
- また、技術者のノウハウを補完し、**短時間で最適な設計・材料・造形条件・性能予測等の探索を可能とするデータプラットフォームの構築**を行う。

高度な金属積層造形システム技術の開発・実証の概要

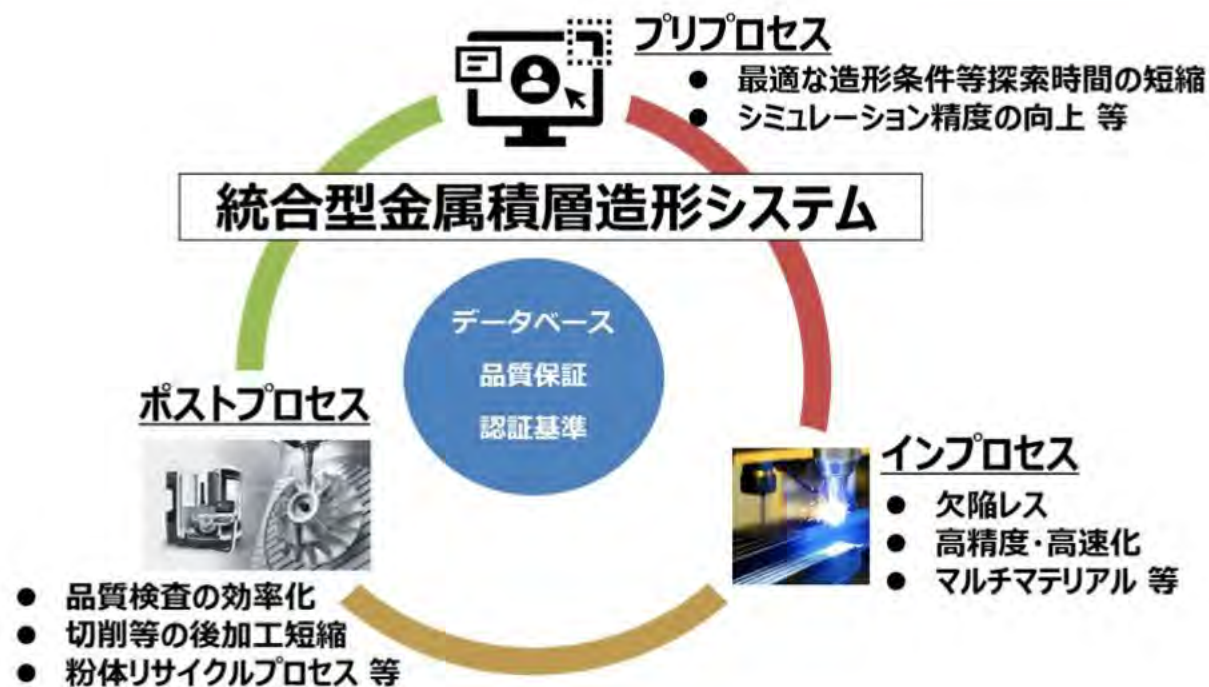
事業名称	経済安全保障重要技術育成プログラム（K Program）「高度な金属積層造形システム技術の開発・実証」
実施期間	2024年度～2028年度（5年間）
予算規模	270億円
採択テーマと実施者	<ul style="list-style-type: none">■ 高付加価値設計・製造を実現する統合型レーザー金属積層造形技術の研究開発 （大阪大学、JAEA、松浦機械製作所、古河電気工業、島津製作所、MI-6、石川県工業試験場、金沢大学）■ 高度な金属積層造形システム技術の開発・実証 ～オンサイト製造の実現に向けて～ （川崎重工業、NTTデータ、NTTザムテクノロジーズ）■ 全面統合型次世代金属積層造形技術の開発 （日本積層造形、日本電子、先端力学イミュレーション研究所、東北大学、東京アールアンドデー）■ 高性能・高機能な製品・部材製造を目的としたワイヤ・レーザーDED方式金属AM技術の研究開発 （三菱電機、ナカシマプロペラ、近畿高エネルギー加工研究所、JAXA、熊本大学、東邦金属、広島大学、大阪大学）■ 焼結型積層造形とデジタルプロセス設計を組み合わせた金属3Dプリンタシステムの研究開発 （ヤマハ発動機、電力中央研究所、太陽日酸、九州大学、東京都立大学、AIST、三菱マテリアル、金属技研、ASKケミカルズジャパン、ExOne）■ BEV車体フレームギガキャストの高生産性を実現する高冷却・耐熱疲労金型を主ターゲットとする金属積層造形システムの研究開発 （早稲田大学、ものづくり大学、リョービ、ソディック、CAPCAST、東京都立産業技術研究センター、大阪産業技術研究所、石川県工業試験場、福井県工業技術センター、北海道立総合研究機構、岩手県工業技術センター）

(参考) 金属AMの研究開発事業 (K Program)

- 経済安全保障重要技術育成プログラム (K Program) 研究開発ビジョン (第二次) に金属積層造形システムが支援対象技術に追加 (2023年)。
- 2023年10月、「高度な金属積層造形システム技術の開発・実証に関する研究開発構想」を内閣府・経済産業省の連名で公表。NEDOと連携し、5年間 (2024~2028年度) の開発・実証を推進。本事業の成果が、より幅広い産業分野で活用され、製品・部品が製造されることを目指す。
- 6つのコンソーシアムで研究開発を実施中 (総額約270億円)。

研究開発のイメージ

- 2028年度までの5年間で、造形技術、金属粉末、設計技術等の要素技術を一体的に研究開発
- 実際の製品・部品を製造した実証を行い、各製品・部品に関する品質保証や認証基準の確立に向けた方針を策定
- 生産性・量産性・リードタイムの短縮・大型部品への対応を実現する造形プロセスの高速化、粉末の再利用を可能とする技術などの開発による社会実装への貢献



(参考) Kプロ参画企業一覧 (6コンソーシアム)

	実施体制	研究開発概要	工法	アプリケーション
1	大阪大学 日本原子力研究開発機構、松浦機械製作所、古河電気工業、島津製作所、MI-6、石川県工業試験場、金沢大学	高吸収率な青色レーザーによる「PBF-LB (レーザー粉末床溶融法)」と「DED-LB (レーザー指向性エネルギー堆積法)」における造形技術の開発	PBF-LB DED-LB	EV用高機能ヒートシンク、高精密金型、発電所用高耐熱耐腐食内壁、橋梁用長寿命接合部品、高炉用高機能部品
2	川崎重工業 NTTデータ、エヌ・ティ・ティ・データ・ザムテクノロジーズ	「PBF-LB (レーザー粉末床溶融法)」における開発期間短縮と生産性向上のため、部品スケールでの造形パラメータ最適化技術、高度なレーザー制御技術、インプロセスモニタリングによる即時検査技術等を確立	PBF-LB DED	船用機械部品、水素焚き燃烧器部品
3	日本積層造形 日本電子、先端力学シミュレーション研究所、東北大学	「PBF-EB (電子ビーム粉末床溶融法)」を用いた複数ビーム方式 (マルチドットスキャン方式) による欠陥レスな高速・高精度造形技術の開発	EB-PBF	ロケット用ポンプ部品、タービンブレード、エンジン用薄肉配管、金型、補給品 (Ti64、鉄系、耐熱Al合金、Al合金等)、配電用スイッチギア部品 (銅合金)、人工関節 (Ti64、鉄系)
4	三菱電機 ナカシマプロペラ、近畿高エネルギー加工技術研究所、JAXA、熊本大学、東邦金属、広島大学、大阪大学	メートル級の大型製品に焦点をあて、「DED-LB/ワイヤ (レーザー指向性エネルギー堆積法)」を用いた高速造形技術と欠陥レスな高品位造形技術の開発	DED-LB ワイヤー	船舶プロペラ、ロケット部品
5	ヤマハ発動機 電力中央研究所、大陽日酸、九州大学、東京都立大学、産業技術総合研究所、三菱マテリアル、金属技研、ASKケミカルズジャパン、ExOne	高速造形、サポートレス等の特徴を有する「BJT (結合剤噴射法)」における高速・高精度造形に向けた要素技術を開発	BJT	発電機器耐熱部品、輸送機器用アルミ部品、金型
6	早稲田大学 【共同実施】リョービ、ソディック、CAPCAST、ものづくり大学、東京都立産業技術研究センター、大阪産業技術研究所、石川県工業試験場、福井県工業技術センター、北海道立総合研究機構、岩手県工業技術センター	ギガキャスト等の金型における熱疲労強度の向上のため、「PBF-LB (レーザー粉末床溶融法)」と「DED-LB (レーザー指向性エネルギー堆積法)」の造形技術の開発	PBF-LB DED-LB	金型 (鋳造、鍛造、プレス等)、航空宇宙、医療・歯科

(参考) Kプロ (ユーザーインターフェース・データプラットフォーム)

- 各コンソーシアムの開発成果のより一層の向上を図るため、協調領域となる開発成果を集約・共有するためのデータプラットフォームを開発中。また、開発成果の社会実装を推進させるため、AMユーザーとのインターフェース機能も構築。
- 多くの一般ユーザーは、AMに触れる機会もなく、どのような形状・品質・性能の製品を造形可能なのかの知見も有しておらず、普及促進への阻害要因の一つとなっている。
- このため、本データプラットフォームでは、潜在的なAMユーザーの掘り起こしを目的に、ユーザーが材料・形状・材質等の簡易な各種パラメータを入力するだけで、短時間で最適な設計・材料・造形条件・性能予測等の探索を可能とする、ユーザーインターフェース・データプラットフォームの構築を行う。



金属AM導入に活用可能な支援策

- 金属AMの導入に対して、企業が活用可能な補助金と税制優遇制度の支援策があり（2025年度時点）。金属AM導入に関する採択事例も多数存在（次ページ参照）。

補助金

(参考) [中小企業向け 補助金・総合支援サイト ミラサポplus](#) (中小企業庁)

補助金名	補助率	補助額
ものづくり補助金	2/3または1/2	2,500万円 (上限額)
事業再構築補助金	1/2または1/3	1億円 (上限額)
中小企業成長加速化補助金	1/2	5億円 (上限額)
中小企業新事業進出促進補助金	1/2	9,000万円 (上限額)
中小企業省力化補助金「カタログ注文型」	1/2	1,500万円 (上限額)
中小企業省力化補助金「一般型」	1/2または1/3または2/3	1億円 (上限額)
Go-Tech事業 (成長型中小企業等研究開発支援事業)	中小企業: 2/3、大学等: 定額	9,750万円 (3年間) (上限額)
大規模成長投資補助金	1/3	50億円 (上限額)

優遇制度

(参考) [経済産業税制総合Webページ](#) (METI/経済産業省)

税制名	対象	控除税額
カーボンニュートラルに向けた投資促進税制	生産工程の脱炭素化・付加価値向上を両立する設備	最大10% (中小企業の場合は最大14%) または50%の特別償却
中小企業経営強化税制	対象設備の取得や製作	即時償却または取得価額の10%

(参考) 金属AMの導入を対象とした補助金等の活用事例

補助金

補助金名	企業名/所在地	導入年度	事業計画
ものづくり補助金	(株)ODEC/和歌山県	H29	革新的金属3Dプリンターを導入し、金属加工の不可能を可能にする
	伊福精密(株)/兵庫県	H28	軽合金素材での金属造形技術確立とリバースエンジニアリング分野への進出
	(株)エヌ・ティー・エス/福島県	H27	評価基準の独自開発による、金属3Dプリンター造形の成果物の実用化事業
事業再構築補助金	(株)荒井製作所/山形県	R5	宇宙航空・医療分野進出に向けた3Dプリンタ導入と鋳物工程内製化による競争力強化
中小企業省力化補助金「一般型」	(同)ティーウル/千葉県	R7	ミリングマシンおよびメタルプリンター導入による歯科技工物加工の省力化
Go-Tech事業	シモダフランジ(株)/兵庫県	R5	WAAM積層造形技術と品質評価技術の確立によるガスタービン燃焼器部品の試作開発
	ティーケーエンジニアリング株式会社	R5	カーボンニュートラルに貢献するトポロジー最適化構造を組み込んだ高機能切削工具用ツールホルダの開発
大規模成長投資補助金	ナカシマヘルスフォース株式会社	R7	日本発の人工関節・脊椎固定具・骨接合材料のための最先端工場建設事業 (設備投資の内容：新本社・工場の建設及び設備の導入)

優遇制度

税制名	企業名/所在地	導入年度	事業計画
カーボンニュートラルに向けた投資促進税制	大阪冶金興業(株)/大阪府	R6	消費電力が少なく処理容量の大きい高効率熱処理炉や金属3Dプリンターを導入することで、製造時のエネルギー消費に伴うCO2排出量の低減と生産効率の向上を図り、付加価値の創出と環境への負荷軽減を両立

参考資料 4 : 米国の政策・技術動向

金属AMの政策・技術動向【米国】

- 金属AMを含む先進製造を米国の経済及び安全保障の重要な技術に位置づけ、官民連携ネットワークにより研究開発、技術の商用化、人材育成に取り組む。
- 標準化・認証プログラムの開発では、民間標準化団体であるASTM Internationalも重要な役割を果たす。

主要関連政策

National Strategy for Advanced Manufacturing

- 米国の経済及び国家安全保障を主導する先進製造業のビジョンと目標を設定
- **AMも重要な技術として含まれる**
- 取組項目：製造セクタの活性化、強力な国内サプライチェーンの構築、研究開発投資、人材育成

AM Forward

- **AMサプライチェーンへの中小企業の参入障壁を取り除くための政策**
- 大手企業が中小企業からの調達や中小企業への技術支援・認証取得支援等の提供を公約させるもの

Manufacturing USA

- 米国の先端製造業の国際的競争力を高めることを目的とした、官民連携ネットワーク
- 研究開発、技術の商用化、人材育成に対して産学官連携で取り組む

技術開発・普及促進支援の動向

主要機関	主な技術開発内容	主な普及促進支援内容
① America Makes	<ul style="list-style-type: none"> • AM設計や認証・規格改定のためのデータ取得 • デジタルデータによるAMバリューチェーンの統合など 	<ul style="list-style-type: none"> • 専門人材の教育&トレーニング
② ローレンス・リバモア国立研究所	<ul style="list-style-type: none"> • 多角的なアプローチで最先端の研究に取り組む • 造形技術開発や高度な計算科学を駆使した材料・プロセス設計など 	
③ ASTM International AM CoE	<ul style="list-style-type: none"> • AMの標準化の加速・技術データの作成に焦点をあてた研究開発 	<ul style="list-style-type: none"> • オペレーター・設備の認証プログラムの開発 • AMの人材育成活動など
④ US Navy AM CoE	<ul style="list-style-type: none"> • 艦船や潜水艦等の製造に係るAMの製造レシピの開発 	<ul style="list-style-type: none"> • AM普及のための標準策定や認証の促進、人材育成など
⑤ ASTRO America	<ul style="list-style-type: none"> • America Makesとの共同プロジェクトで品質保証技術の研究を実施 	<ul style="list-style-type: none"> • AM Forward を支援（中小企業の資金調達支援、資格認定研究、専門人材育成を推進） • 部品テスト、高等教育に焦点を当てたセンターを設立・運営

米国の主要関連政策

- National Strategy for Advanced Manufacturing
- AM Forward
- Manufacturing USA

National Strategy for Advanced Manufacturing

- 先進製造に関する戦略目標のうち、AMではプロセスモニタリング・制御能力の向上やスマート製造フォームへのAM技術の統合を目指したデータストリーム技術の開発が取り組むべき項目として取り上げられている。

戦略の全体像

- 経済を成長させ、雇用を創出し、環境の持続可能性を高め、気候変動に対処し、サプライチェーンを強化し、国家安全保障を確保し、医療を改善するというビジョンを達成するため、相互に関連する3つの目標と11の戦略目標と37の技術および推奨事項が設定されている。
- AMは37の技術のうちの一つとして「革新的な材料とプロセス技術の開発」の下に整理されている。

3つの目標と11の戦略目標

目標 (Goals)	戦略目標 (Objectives)
製造技術の開発と実装	脱炭素をサポートするクリーンで持続可能性のある製造
	マイクロエレクトロニクス・半導体のための製造の加速
	バイオエコノミーを支援する先進製造の実装
	革新的な材料とプロセス技術の開発
スマート製造の未来の先導	
先進製造の労働力の育成	先進製造の人材の拡張と多様性確保
	先進製造の教育とトレーニングの開発、拡張、促進
	雇用主と教育機関とのつながりの強化
製造業のサプライチェーンへのレジリエンス構築	サプライチェーンの相互接続の強化
	サプライチェーンの脆弱性を減少させるための更なる努力
	高度なものづくりエコシステムの強化と活性化

AMを含む革新的材料・プロセスに関する取組項目

High-Performance Materials Design and Processing

- 物理ベースの計算とデータ駆動の統合により、材料設計と処理能力を向上させる機械学習ツールの開発など

Additive Manufacturing

- 全てのAMユーザがアクセス可能なプロセスの最適化フレームワークの開発
- プロセスモニタリング・制御の能力を高めるセンサの開発
- 大規模、安全で相互運用可能なデータストリームを分析する機械学習アルゴリズムの開発
- 新たなAM固有の材料と機能を作成するツールを作成
- AM技術とスマート製造プラットフォームを統合

Critical Materials

- 物質の高度な分離および処理方法、重要なコンポーネントと製品の設計と製造方法の開発

In-Space Manufacturing

- 無重力環境でのAMプロセスの開発

AM Forward

- **大手企業による中小企業のAM部品・サービスの調達や技術導入の促進等**を通して、AMのサプライチェーンの裾野を広げる取組。
- AM Forwardを更に推進する仕組みとして**認証の標準化や人材育成、公的な実証施設の開放等のメニューも用意**。

大手企業による中小サプライヤの参入促進支援

- 大手企業は、AM Forwardを通じて米国の「中小サプライヤからのAM部品の購入」、「サプライヤの従業員へのAM技術の教育」、「新技術の導入支援」、「AM製品の共通規格の開発と認証」に取り組むことを公約。
- その他の公約として、以下のようなものがあげられる。

AM Forwardの初期参加者と主な公約内容

GEアビエーション	<ul style="list-style-type: none"> • AM技術及び関連技術を用いて製造される製品の見積依頼の50%を中小サプライヤに依頼 • AM部品の外部調達全体の30%を中小サプライヤから調達
レイセオン	<ul style="list-style-type: none"> • AMで製造された製品に関する見積もり依頼の50%以上において中小企業メーカーを関与させる • AM部品の調達プロセスの簡素化と迅速化を図る
シーメンス・エナジー	<ul style="list-style-type: none"> • 外部調達するAM部品およびサービス全体の20~40%を米国に拠点を置くサプライヤおよびパートナーから調達 • 10~20社のサプライヤと提携し、AM能力の向上を支援 • 10~20社のサプライヤに対し、検査および後処理のベストプラクティスに関するトレーニングを実施
ロッキード・マーティン	<ul style="list-style-type: none"> • 中小サプライヤと協力し、鋳造や鍛造の代替に重点を置いたAM技術のパフォーマンスを向上させる研究を実施 • AM人材育成のプログラムにも参加
ハネウェル	<ul style="list-style-type: none"> • 中小企業サプライヤへのAM技術を活用した製品・サービスに関する見積依頼 • 部品設計、後処理、検査/品質管理に関する技術支援を実施

AMの導入を阻む共通課題を克服するための支援

- 米国の中小サプライヤのAM技術導入を促進するための仕組みの用意。
- コーディネーター・実施者であるASTRO America（米国応用科学技術機構）が中心となり、以下のような支援を提供している。

中小サプライヤのAM技術導入を促進するための仕組み

プロセス認証に関する業界標準の策定	<ul style="list-style-type: none"> • 複数の大手OEM企業の独自要件に基づいてAMプロセスを認定するための共通テンプレートの作成 • 学会や標準化団体との連携による標準の開発
資金調達の支援	<ul style="list-style-type: none"> • 中小サプライヤがAM技術を導入するために、プライベート・エクイティ・ファンドの設立や輸出入銀行による国内融資プログラム等を融資制度を活用
教育・トレーニングの提供	<ul style="list-style-type: none"> • 産学官パートナーとの協力による高等教育プログラムの支援（ハイテク専門人材の育成） • America Makesによる人材育成カリキュラムの開発
連邦政府と大手企業による技術支援の促進	<ul style="list-style-type: none"> • 中小企業への公的研究機関の製造実証施設の開放と技術支援 • 大手企業による中小規模サプライヤへの技術支援提供に係った費用を払い戻し

Manufacturing USA

- 米国の先端製造業におけるリーダーシップを確立するため、官民連携で大規模な技術開発、サプライチェーン形成、人材育成を推進する官民ネットワークを設立（2014年）。
- 労働者育成のためのロードマップを策定し、先進製造業の人材ニーズを満たすための取組を推進している。

ネットワーク概要

- 18の研究機関と連邦政府を中心とした産学官の連携により技術開発、サプライチェーンの構築、人材育成を推進。

名称	Manufacturing USA
設立	2014年
運営	Advanced Manufacturing National Program Office (NIST内に設置)
主な取組	<ul style="list-style-type: none"> ■ 先進製造技術のリーダーシップ：Manufacturing USAを構成する18の研究機関と連邦政府（商務省、国防省、エネルギー省）を通じた、AMを含む高度な製造技術の共同開発の促進。2023年には、2,900以上の組織が関与する920以上のR&Dプロジェクトを支援 ■ 将来のサプライチェーン構築：研究機関や民間企業と協力して、国内企業が競争力を高めるための方法を提供。企業同士を結び付けることで製造の合理化を行うとともに、国内におけるサプライチェーンの構築。製品のコスト競争力を高めるための製造プロセスの効率化に関するプロジェクトを実施 ■ 製造業の労働力開発：先進製造における人材・能力フレームワークの開発（オートメーション、ロボティクス、AI・データ分析等のキャリア定義、トレーニングとスキルアップ、STEM人材の惹きつけなど）

労働力開発ロードマップ

- 既存の労働者が高度な製造業への就業の道を見つける機会を作り出すため、労働力開発のロードマップを産学官の連携により作成。
- 3つの優先事項（目的）を定めた上で現在及び将来の市場のニーズを踏まえて現在の労働者、新規労働者（0～4年後の就業を想定）、将来の労働者（5～15年後の就業を想定）のスキルの育成のための取組を整理。



Priority 1:
Equip with skills

先進的な製造業の労働力に進化するスキルを身に付けさせる



Priority 2:
Broaden access

高度な製造業のキャリアパスへのアクセスを拡大する



Priority 3:
Spark interest

高度な製造業のキャリアへの関心を高める

労働力開発ロードマップの優先事項

労働力ロードマップの対象者

既存の労働者	現在製造業に雇用されている個人
新規労働者	先進製造業でのキャリアを探索し、0～4年以内に就業する可能性がある個人
将来の労働者	5～15年以内に就業する可能性がある個人（小中学生、退役軍人、失業者等）

(参考) 労働力開発ロードマップの取組

ロードマップの優先事項	取組		現在の労働者	新規労働者	将来の労働力
	項目	内容			
優先事項1：先進的な製造業の労働力に進化するスキルを身につけさせる	製造業の未来：STEMを製造業のキャリアにつなげるハンズオン標準的な実験キット	<ul style="list-style-type: none"> Manufacturing USAネットワークの機関間の技術的専門知識と幅広い専門家のつながりを活用し、学校に無料で実践的なSTEM実験を提供する新しい取組を開発 キットには、標準に基づいた授業計画と、保護者や指導カウンセラー向けのFAQが含まれ、生徒と製造業で働く実際の人々をつなぐ仮想会議プラットフォームを提供 			●
	Manufacturing USA アカデミー	<ul style="list-style-type: none"> 個人や製造業者が、製造業の機関やセクター全体にわたる高度な製造業の学習・開発コンテンツにアクセスできるワンストップショップウェブサイトを構築 全国規模のオンライン学習機会に加え、地域や地方で対面で開催される機会も提供 	●	●	
	カリキュラムからキャリアへ：製造業	<ul style="list-style-type: none"> 全国の製造業で必要とされる労働力スキルを、4年制および2年制の専門教育機関のカリキュラムと統合させたデータにもとづくメカニズム/プログラムを準備 学術機関の卒業生は、就職に必要なスキルを身に付けさせる 	●	●	
	Manufacturing USA × 国立科学財団の高度技術教育	<ul style="list-style-type: none"> Manufacturing USAネットワークと国立科学財団の高度技術教育（ATE）との戦略的連携により、産業界が進化する中で必要とするスキルを備えたエントリーレベルの技術者の継続的な育成を支援 	●	●	
	業界認定の評価・検証・標準化	<ul style="list-style-type: none"> 業界で認められた資格を評価、検証、標準化するためのネットワーク横断プログラム 	●	●	
	地域イノベーション学習ハブの全国ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> 既存の地域学習ラボやイノベーションハブを活用し、新たな地域学習ラボやイノベーションハブを開発し、需要の高い職種向けの対面式の実践的なトレーニングを促進 	●	●	
優先事項2：高度な製造業のキャリアパスへのアクセスを拡大する	Manufacturing USA 推奨プログラム	<ul style="list-style-type: none"> 業界標準を確立し、製造業の労働力を育成・支援する教育機関、非営利団体、その他の学習機関における学習プログラムを推奨するためのネットワーク横断プログラムの実践 	●	●	
	製造業の見習いプログラム	<ul style="list-style-type: none"> 見習い制度による標準的なセクターベースのトレーニングメニューを作成 研究機関と産業界との連携によるカリキュラムを通して集中的/標準的なアプローチを体験 	●	●	●
	Manufacturing USA × キャリア&テクニカル教育プログラム	<ul style="list-style-type: none"> キャリア&テクニカル教育プログラムとの連携を通じて、高度な製造技術スキル開発を促進 			●
	Manufacturing USA × 製造業普及パートナーシップ (MEP)	<ul style="list-style-type: none"> 中小企業を優先した技術教育と開発活動の開発と拡大のためのネットワーク横断的なアプローチを実施 	●	●	●
優先事項3：高度な製造業のキャリアへの関心を高める	ものづくりキャリアサイト	<ul style="list-style-type: none"> 高度な製造業における質の高いキャリアへの道筋を学び、スキルと関心を、地域の教育経路/機会、求人情報とマッチングさせるためのウェブサイト構築 	●	●	●
	製造業キャリアパスウェイアウトリーチプログラム	<ul style="list-style-type: none"> 学生アウトリーチプログラムの継続的な規模拡大と地域展開 			●
	Manufacturing USA x Youth Organizations	<ul style="list-style-type: none"> K-12アウトリーチ活動に携わる青少年団体と戦略的パートナーシップ、スポンサーシップ、共同戦略を構築 			●
	Manufacturing USA x Educator Organizations	<ul style="list-style-type: none"> 教員組合、教員協会、キャリアカウンセラー協会との戦略的パートナーシップを構築し、優先事項1で開発されたリソースを活用する 		●	●
	製造業のキャリアアウトリーチキャンペーン	<ul style="list-style-type: none"> ソーシャルメディア、Manufacturing USAのウェブサイトなどのデジタルコミュニケーションツールを活用し、製造業のキャリアとキャリアパスウェイに関する認知度を向上 	●	●	●
	モダンメーカーズアウトリーチキャンペーン	<ul style="list-style-type: none"> インスピレーションや労働者に焦点を当てたストーリーを継続的に紹介することで、学生、求職者、そして業界のリーダーを支援 	●	●	●
マニュファクチュアリング・デイ	<ul style="list-style-type: none"> 先進的な製造業とその機会に関する認識を広めるのに役立つ、Manufacturing USAの機関が主催する情報やイベントを共有・宣伝 	●	●	●	

米国の技術開発・普及促進支援の動向

- ① America Makes
- ② ローレンス・リバモア国立研究所
- ③ ASTM International AM CoE
- ④ US Navy AM CoE
- ⑤ ASTRO America

① America Makes

- AM等の先進的な製造技術を推進する官民連携組織（2012年設立）。企業・大学・政府機関など約300のメンバー組織が参加。
- 産学官連携による製造業イノベーションの促進による国内製造業競争力強化を推進する国家戦略の一環として、AMの技術革新からバリューチェーン形成、人材育成まで幅広い取組が実施されている。

組織概要

- 米国の製造業全体の競争力を強化するために、産業界、アカデミア、政府が協力してAM等の先進的な製造技術を推進する官民連携組織。
- 特に、AMに関する研究開発とイノベーションを推進するため、「Manufacturing USA」ネットワークの第一号として設立。

名称	America Makes (National Additive Manufacturing Innovation Institute)
設立	2012年
拠点	オハイオ州ヤングスタウン
運営	National Center for Defense Manufacturing and Machining (NCDMM)
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 技術革新の加速：AM技術の研究開発推進、製造業への導入加速 ■ 産業競争力向上：AMを核としたイノベーションの創出、米国の製造業の国際競争力の向上 ■ 連携体制の構築：政府、産業界、アカデミアが連携し共通の課題を解決するためのプロジェクトを推進 ■ 人材育成：K-12世代から専門技術者まで、積層造形を担う人材を育成するためのプログラムを開発

(出所) 各種公開情報をもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

America Makes Technology Roadmap

- AMの技術開発と導入を推進するため、産業界の重要な課題の定義、取組を整理したロードマップを作成。
- 設計、プロセス、材料、バリューチェーン、デジタルデータ (AM Genome) まで広く取組を推進。



1. AM design Process Knowledge Base
2. AM design Applied Engineering Guides
3. AM Design Tools and Workflow Integration
4. Generative Design Methods and Tools
5. Design of Architected Materials and Structures



1. Machine Efficiency & Process Innovation
2. Multi-Material Delivery & Deposition Systems
3. Process Control
4. Hybrid Approaches Combining Capabilities



1. AM Tech Data Package
2. Material Property Characterization
3. Next Generation Materials



1. Advanced In-situ Sensing and Detection
2. Digital Thread Integration
3. Intelligent Machine Control
4. Rapid Post Build Inspection
5. Repair Technologies
6. Standards Schemas and Protocols



1. Benchmark Validation Use Cases
2. Model-based Property Prediction
3. Physics-based Modeling and Simulation

(出所) America Makes " Roadmap Advisory Group (RMAG) Update

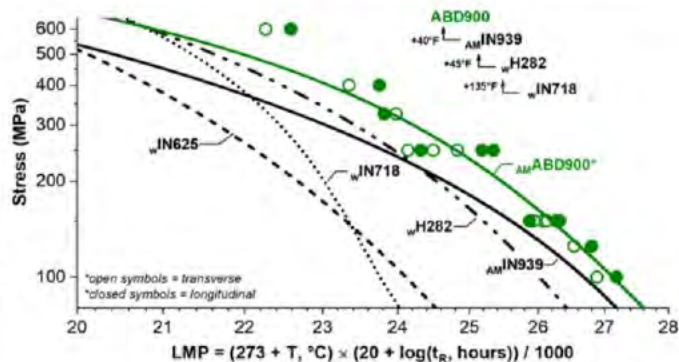
(参考) America Makes (技術開発事例①)

- 大型のプロジェクトでは、AM設計や認証・規格改定のためのデータ取得や、デジタルデータによるAMバリューチェーンの統合など、AMの普及やバリューチェーンの確立に向けた動きが目立つ。
- その他、個別の企業や研究機関の装置や材料、ソフトウェア等の要素技術開発も支援。

材料の安全設計の許容値の確立のためのデータ取得

プロジェクト名称	5566.002 Proliferation of Nickel Superalloy Material Datasets for Powder Bed Fusion Additive Manufacturing
予算額	4,347,529米ドル (うち民間投資額1,472,529米ドル)
実施期間	2024年1月~2025年11月
参画機関	EPRI、America Makes、NCDMM、アロイド・リミテッド ボーイング、シトリン・インフォマティクス、NIAR Product Evaluation Systems、シーメンス・エナジー The Barnes Global Advisors

- 高強度ニッケル合金 (ABD®900AM) の安全設計上の統計的に有効な許容値の確立を目的。
- 標準的な特性試験に従って、化学的・機械的特性に関する試験を実施、材料特性データを取得し、その戦略的利用のためAmerica Makesのメンバーに共有。



高温性能を備えたABD®900AMの特性

認証のためのデータセット取得とモデル構築

プロジェクト名称	5541 Delta Qual Innovation
予算額	8,349,795米ドル
実施期間	2023年3月~2025年9月
参画機関	ボーイング、ノースロップ・グラマン、 NCDMM/America Makes、The Barnes Global Advisors RTX、ハネウェル、EOS、Senvol

- プロセスと材料の認証に必要となるデータセットとモデルの構築において、膨大なプロセスと材料の組み合わせに対して計測と分析を実行しなければならないという課題への対応。
- ボーイングとノースグラマンが定義した再認定の技術要件をもとに、公募を通じて選定された複数の技術チームが変更されたAMプロセスの実証を実施。
- 実証から得られた知見をもとに、AM規格の改定を目指して標準化団体に情報提供と提言を行う。



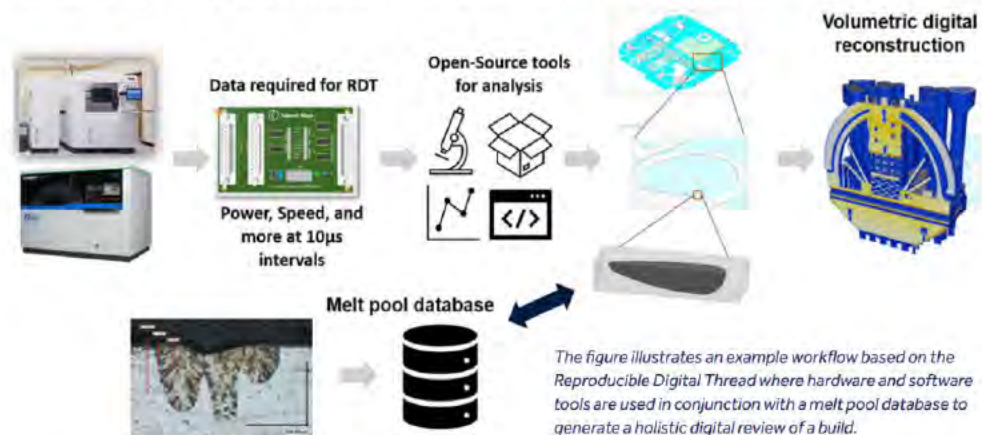
プロジェクトの全体像

(参考) America Makes (技術開発事例②)

AMのバリューチェーンを統合するデジタルスレッドの開発

プロジェクト名称	5564 Trusted Metal Additive Manufacturing Materials
予算額	7,699,783米ドル
実施期間	2023年12月～2026年5月
参画機関	Trusted Metal、NCDMM/America Makes、米国空軍研究所

- 装置に依存せず、AMのバリューチェーン全体にわたってデジタルデータを一元管理する「デジタルスレッド」とアフターマーケットへの統合が可能な後付けソリューション（ボルト・オン・ソリューション）の開発を目的。
- PBF-LBプロセス向けのデジタルスレッドの開発と実証にあたり、デジタルスレッドの実装計画の作成やテストデータの生成、デジタルスレッドの評価、ビルド適合性の判定支援のための金属データベースを開発。

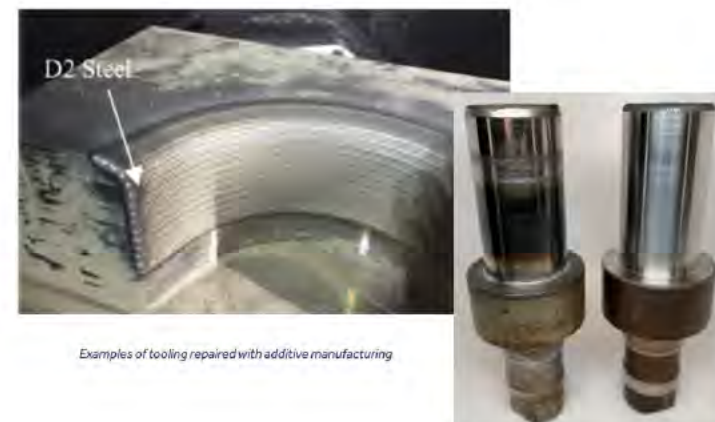


ハードウェアとソフトウェアを統合するためのデジタルスレッドの概要

工具部品修理のためのAM/除去加工の統合制御技術の開発

プロジェクト名称	5553 Hybrid Manufacturing for Rapid Tooling and Repair – Phase 2
予算額	7,496,700米ドル（うち民間投資額733,657米ドル）
実施期間	2023年9月～2025年10月
参画機関	America Makes、ジョージア工科大学、オークリッジ国立研究所、テキサス大学エルパソ校、ヤングスタウン・ビジネス・インキュベーター、ヤングスタウン州立大学

- 工具部品修理のためのハイブリッド製造プロセスに必要な装置及びソフトウェアの開発。
- 修復プロセス中の歪みや材料及び機械的特性の不均一性と予測・補償するための統合制御技術の確立を目指す。
- 部品の特性・品質を向上するためのモデリング技術やプロセスモニタリングアルゴリズムを開発。



AMによる工具修理の例

②ローレンス・リバモア国立研究所

- AM分野において多角的なアプローチで最先端の研究に取り組む（1952年設立）。
- 特に、独自の造形技術開発や高度な計算科学・モデリングを駆使した材料やプロセスの設計等に強みを有する。

組織概要

- 国家安全保障、エネルギー、科学技術の各分野でAMの適用先を拡大するための幅広い取組を実施。
- 材料科学、精密工学、高性能コンピューティングを組み合わせることとAMプロセスの開発・最適化及び認定を推進。

名称	Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) Advanced Manufacturing and Materials Engineering
拠点	カリフォルニア州リバモア
主な取組内容	<ul style="list-style-type: none">■ 革新的なAM技術開発：ポリウム積層造形技術（マイクロ波、レーザ）、二波長積層造形などのAM技術の開発■ 材料開発と最適化：高性能素材（エネルギー貯蔵材料、生体模倣材料、量子材料、極限環境材料、メタマテリアル、多孔質材料等）の開発■ 品質保証・認証：金属AMで造形された材料や部品を予測するためのコンピュータモデルの開発、金属AM造形物の内部状態を観察する新たな手法の開発など■ アプリケーション開発：核融合（実験用ターゲット）、量子コンピュータ（小型イオン・トラップ作製）、航空宇宙（衛星や望遠鏡に使用される高性能な光学部品、国家安全保障（核備蓄管理プログラム向けの部品製造の短縮化・部品品質向上）のためのAM技術開発

AMに特化した最先端の研究施設の運営

- 2020年に設立された共同研究施設（AML：Advanced Manufacturing Laboratory）
- ローレンスリバモアが有する最先端の科学技術を結集し、産業界やアカデミアとの連携を促進することで、材料科学と製造技術の進展に大きく貢献。
- 同研究施設の機能：
 - ✓ 革新的な材料
 - ✓ 先進製造プロセス（液体金属ジェットイング、PBF、レーザー技術等の高度な製造プロセスの開発）
 - ✓ 材料や部品、アセンブリの設計技術（高性能コンピューティングを駆使したモデリングとシミュレーション、AIとデータサイエンスなど）

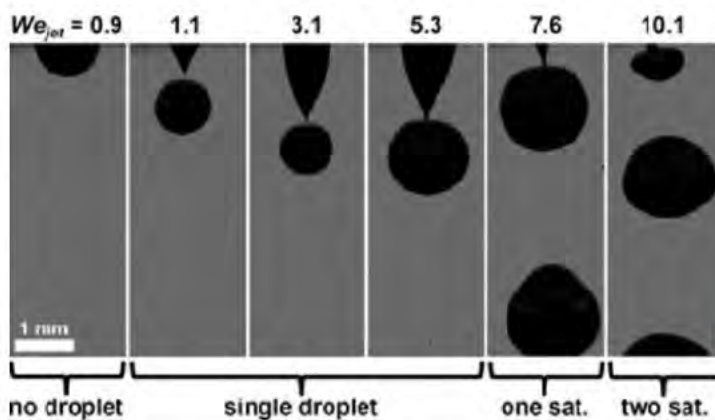


(参考) ローレンス・リバモア国立研究所 (技術開発事例①)

- 金属AMに関連の深いプロジェクトとして、高速かつ高精度なAM造形手法の開発、マイクロ格子を用いた超軽量・超剛性素材の開発、AM造形部品の品質管理へのコンピュータ断層撮影技術の活用がある。

液体金属ジェットイング

- 液体インクジェットプリンティングと同じ原理を用いた造形手法。
- 金属インクを使用し、連続した球状の液滴を高速に積層することで3D構造を形成。
- 液体の粘性が低いため、安定した液滴を生成することが難しく、造形品質を損なう可能性が高いことが課題。
- 液滴の安定性に関する取組を実施。



金属インクの液滴の滴下の様子

超軽量・超剛性素材

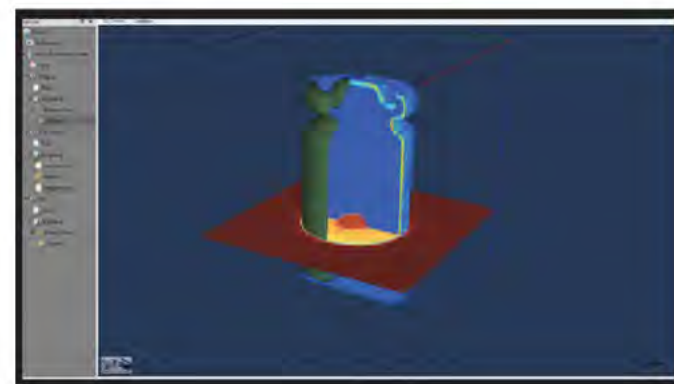
- 単位密度当たりの剛性を一定に保ちながら、自重に対し最大160,000倍の重量に耐えることができるエアロゲル状の材料を開発。
- 投影マイクロステレオリソグラフィを用いて、樹脂、金属、セラミックにより複雑な三次元構造を持つマイクロ格子を構築。



AMを用いて作成したマイクロ格子

CTを活用したAM造形部品の品質管理

- LLNLは1980年頃から、コンピュータ断層撮影 (CT) 技術の研究と導入において先駆的な役割を果たしてきた。
- 革新的なCTスキャナーとソフトウェアを幅広く開発し、危険物の検査、空港のセキュリティ等への用途開発に貢献。
- 現在、CTを活用したプロジェクトとして、AM造形部品の品質管理に取り組んでいる。



CTを用いた検査例

(参考) ローレンス・リバモア国立研究所 (技術開発事例②)

- 最近の成果としては、インプロセスでの熱放射のモニタリングや、マルチマテリアルの設計へのシミュレーションの活用に関するものが発表。

インプロセス欠陥検出・予測技術の開発

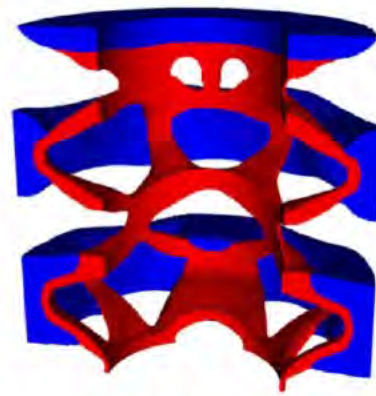
- モニタリング、イメージング、マルチフィジックスシミュレーションを組み合わせ、造形プロセス中に金属格子構造の機械特性に影響を与える欠陥を検出・予測する方法を開発。
- 熱放射をモニタリングすることで欠陥の有無を94%以上の精度で予測。



AMにより造形された金属格子構造

新奇特性を持つマルチマテリアルの設計

- 加熱されると軸に沿って収縮するという自然界に見られない挙動を示すマルチマテリアルの設計を考案。
- この特性は2つの構成材料が熱駆動機構を形成することで実現。
- 材料設計においては3次元非線形熱・構造シミュレーションコード (LLNL/serac) を活用。



2つの構成材料によるマルチマテリアル設計の例

AM造形部品の孔食要因の解明

- AM造形されたステンレス鋼部品の孔食を引き起こす要因を解明。
- 孔食は海水中で発生しやすく、艦船や潜水艦においても大きな問題となる。
- LLNLの研究チームは、マンガンやシリコン等の脱酸剤に起因するスラグが孔食の主な原因であると発見。



ステンレス鋼部品表面の孔食のSEM像

③ASTM International AM CoE

- ASTM International（米国材料試験協会）が設立したAM技術の標準化と産業化を加速するための研究・教育拠点（2018年設立）。
- 産学官連携により、AMの標準化のための技術データ作成の研究開発、オペレーター・設備の認証プログラムの開発、AMの人材育成のための活動も実施。

組織概要

- 材料、製品、システム、サービスの技術標準を開発・発行する非営利標準化団体（ASTM International）が、AM分野の標準化を推進するために設立した研究開発拠点。
- 産学官が連携し、標準化のための技術開発、トレーニングプログラムや資格・認証プログラムの開発などを通じて、AMの普及と発展に貢献することを目指している。

名称	ASTM International Additive Manufacturing Center of Excellence
設立	2018年
拠点	ワシントンD.C.
運営	ASTM International
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 研究開発：AMに関する新たな規格や試験、技術基準の開発 ■ 標準化の推進：AMに関する試験方法や評価基準の作成など ■ 認証プログラム：オペレータや設備の認証プログラムの開発と提供 ■ 教育・トレーニング：ウェビナー、ワークショップなどの開催 ■ 技術情報の提供：最新の技術動向や研究成果などの情報を共有し、業界全体の知識向上に貢献

研究開発

- AMの標準化の加速・技術データの作成に焦点をあてた研究開発を実施。
- 2018年の設立以来、30を超える研究開発プロジェクトを立ち上げ、研究成果をもとにASTM委員会における国際規格開発に貢献することを目指している。
- ASTM AM CoEは年に2回、研究開発のアイデア募集（RFI）とプロジェクト募集（CFP）を受け付けており、産業界、アカデミア等が研究提案をできるようにしている。



AM CoEの研究開発の全体像

(参考) ASTM International AM CoE の研究開発プロジェクト

- AM材料・部品の特性評価や品質管理に関する技術開発が多く実施されている。

Round	タイトル	実施者	概要
Round 1	Metallic AM Testing	Auburn University	機械的試験を通じた試験片の特性と部品の性能の関係性の解明
	Post-Processing	EWI	表面計測技術等を含む共通的なポストプロセス技術の特性
	Powder Feedstock	MTC	粉末の主要特性の測定に必要な試験手法
	LB-PBF Process Qualification	NASA, Auburn University	PBF-LB装置・プロセスの認証における最小要求項目の明確化
	Non-Metallic AM Testing	NASA, Auburn University	定性的または定量的な装置・プロセスの品質評価手法の確立
Round 2	Rapid Quality Inspection Specimen	Auburn University	PBF-LBプロセスの変動が造形部品の特性に与える影響の解明
	Data Pedigree	EWI	データ共有や管理のための共通データディレクトリの確立
	AM Powder Spreadability	MTC	同上
	Design Guide for Post-Processing	MTC	利用可能なAMの後処理工程についての解説書の作成
	Design Guide for AM Post-Processing	NAMIC	ISO/ASTM 52910の下での設計ガイドラインの作成
	In-Process Monitoring	NAMIC	品質評価に有用なパラメータが組み込まれた3Dファイルの作成
	LB-PBF Process Qualification	NASA, Auburn University	定性的または定量的な装置・プロセスの品質評価手法の確立
	Polymer AM Design Value Tests	NIAR	造形物のテスト・分析結果にもとづく標準化文書の策定
Round 3	Dynamic Testing of Polymer AM	NIAR	複雑形状のビルド戦略と性能評価
	Lattice Compression Specimen	Auburn University	機械特性試験を通じた試験片特性と部品性能の関係把握
	Common Data Exchange Format for Powder Characterization	EWI	データ共有と連携コストの作成のため、標準的手法の検討
	Metal Powder Recycling	MTC	金属粉末のリサイクルに係るメリット・デメリットの評価
	Polymer Powder Recycling	MTC	現状の樹脂リサイクル粉末とバージン原料との比較・分析

Round	タイトル	実施者	概要
Round 3 (づづき)	Miniature Tensile Specimen	NAMIC	体積を減少させた試料をテストし許容範囲となる厚さや幅を確立
	Specification for Maraging Steels	NAMIC	AM向けマルエージング鋼の技術データの産業ニーズの道程
	Volume Traceability with XCT	NAMIC	X線CTを用いたAM部品の試験技術と品質保証手法の開発
	Thermal tolerance Test for LB-PBF Process Parameters	NASA, Auburn University	PBF-LBプロセスの適格性評価のため、パラメータの許容誤差を実証
	Condition-Defined Maintenance and Calibration Cycles for LB-PBF Optical Systems	Fraunhofer ILT	PBF-LBの光学部品の健全度評価のため測定・分析手順の開発
	Measurement of Moisture Content in AM Feedstock	NRC Canada	AM粉末における湿度モニタリング手法の検証
Round 4	In-situ Defect Detection and Analysis	University of Waterloo	フォトダイオードデータの評価とPBF-LBシステムの欠陥相関法の開発
	Benchmarking of Powder Bed Density	University of Waterloo	粉末床の密度の評価のためのテスト手法の開発
	Density Measurement Standardization for Additively Manufactured Parts	Auburn University	AM部品の密度を測定するための標準的手法の開発
	Powder Cleanliness Assessment Classification and Measurement Methodologies	MTC	標準化されたコンタミネーションの分類システムの開発
	Inter-Layer Weld Shear Properties for Material Extrusion Polymer AM	NIAR, NRC Canada	層間の溶接特性測定のためのAM樹脂試験の製造・評価手法の開発
	Non-Destructive Testing and Evaluation of Fatigue Cracks using Tensioned Computed Tomography	EWI	X線CTを用いた破断試験片クラックの検出・同定手法の開発
	Open Framework for Real-Time Control and Mitigation of Defects in Metal PBF	Penn State University	層内・層間制御による欠陥抑制手法の開発と実証
	Best Practices for Additive Manufacturing Part Families Relating to Product Qualification & Certification	ASTM AM CoE	製品の適格性と認証に関する積層造形パーツ ファミリのベスト プラクティス
	Development of Standards for Load-Bearing Cross-Sectional Area Measurements of Tensile and Fatigue Specimens with As-Built Surfaces	Colorado School of Mines	AMネットシェイプの機械特性評価のための標準的な耐荷重断面積の特性手法の開発
	Standards for Continuing Build Jobs after Process Interruptions based on PBF-LB Process-Specific and Material-Specific Effects	Fraunhofer ILT	PBF-LBプロセスにおける、プロセス中断後のビルドジョブ継続判断のためのガイダンスの作成
	Effect of Moisture in AM Feedstocks	NRC Canada	機械的特性に対する湿度の影響に関する標準的評価アプローチの開発
	Development of Tensile Testing Method for Filaments Used in Polymer Material Extrusion	University of Alabama at Birmingham	材料押出法フィラメント原料の引張強度の標準的測定手法の開発

(参考) ASTM International AM CoE (技術開発事例)

- 規格開発、認証、専門人材の育成に関する幅広い専門的知識を活用し、航空宇宙や海事分野におけるAMサプライチェーンの確立のための取組を進めている。

英国航空宇宙プログラムへの参画

- ASTMがエアバスが主導する英国航空宇宙プログラム (DecSAMプログラム) へ参画。
- 当該プログラムでは、PBF-LBプロセスをコスト効率や生産性の向上のため、合金の選択や製造戦略、後処理、検査、製造設備のスケールアップに至るまでをデジタル技術によって接続されたAMサプライチェーンを実証する。
- ASTMは、資格や認証、データの相互運用性、持続可能な材料の適用に関する専門知識を提供。



稼働中のPBF-LBシステム

米国海軍のAM能力強化に向けた戦略的連携

- 部品やスペアパーツの生産をサポートする製造システムを確立することで、将来の潜水艦製造に係る海軍のサプライチェーンを強化することを目的とする取組において、Austral USAとBlueForce Allianceと戦略的パートナーシップを締結。
- ASTMは新規サプライヤーが既存のサプライチェーンの中で実際に機能するための一連の手順 (サプライヤーアクティベーション・プロセス) を開発。
- 資格・認証に関する専門知識を活用し、サプライヤーが海軍のニーズを満たす十分な資格があることを確認するフレームを確立。



アメリカ海軍のバージニア級潜水艦

④ US Navy AM CoE









- ・ 米海軍が設立したAM技術の専門拠点。主に艦船や潜水艦等の海事アプリケーションの製造に係る産業基盤の強化とサプライチェーンの近代化を目的（2022年設立）。
- ・ 次世代の艦艇や潜水艦の製造・補修能力拡大において、AMの製造レシピの開発が重要な位置づけ。AM普及のための標準策定や認証の促進、人材育成等の取組にも注力。

組織概要

- ・ 次世代の艦艇や潜水艦の部品の製造・補修に必要な積層造形技術を開発・応用する、官民連携プロジェクト。
- ・ 鋳造や鍛造等の従来の加工方法からAMに移行を進めることで、部品製造のコスト、時間、サプライヤの裾野拡大を目指す。
- ・ 海軍が必要とする部品を製造するための技術データパッケージ（製造レシピ）の開発を支援。

名称	The US Navy Additive Manufacturing Center of Excellence
設立	2022年
拠点	バージニア州ダンビル The Institute for Advance Learning and Research (IALR) のキャンパスにある、Center for Manufacturing Advancement (CMA) に設立
運営	Austal USA（運営管理を担当するリーダー機関）
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 技術開発：部品製造に必要な製造レシピの開発 ■ サプライチェーン強化：米国の防衛産業基盤の育成、素形材市場における材料調達の課題克服 ■ 技術の普及・標準化：製造プロセスとデータに関する標準策定と認証を促進し、AMによる部品生産を拡大 ■ 人材育成：IALRが提供する訓練プログラムと連携し、溶接、機械加工、AMなどの分野で国防産業基盤に必要な熟練人材を養成

参画企業と役割・サービス内容

<p>運営管理を通して AM実装を主導</p>  <p>AUSTAL USA</p>	<p>デジタル製造ツールの 提供とデータ管理支援</p>  <p>COMMONWEALTH CENTER FOR ADVANCED MANUFACTURING (CCAM)</p>	<p>造形パラメータと 後工程の開発</p>  <p>FASTECH, LLC</p>
<p>機械加工等の後処理 サービスの提供</p>  <p>INSTITUTE FOR ADVANCED LEARNING AND RESEARCH (IALR)</p>	<p>企業内の認証・試験に 関する支援</p>  <p>INDUSTRIAL INSPECTION & ANALYSIS, INC.® (IIA)</p>	<p>三次元測定加工 サービスの提供</p>  <p>MITUTOYO</p>
<p>三次元測定加工 サービスの提供</p>  <p>PHILLIPS CORPORATION</p>	<p>戦略目標達成のための 監督・評価・助言</p>  <p>THE SPECTRUM GROUP</p>	

(出所) IALRウェブサイト及びUS Navy AM CoEウェブサイト等の公開情報をもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

⑤ ASTRO America

- 航空宇宙や防衛などの規制の厳しい産業におけるサプライチェーンの課題に対応するため、**産学官連携を支援することを目的とした非営利組織**（2018年設立）。
- 中小企業のAM導入支援や米陸軍向け**大型金属AM装置の開発支援などに関する技術開発を主導**。

組織概要

- 製造業の専門家チームによって運営され、官民両部門の幅広い経験を活かし、国家安全保障政策、技術革新、サプライチェーンの回復力強化に貢献

名称	Advanced Science and Technology Research Organization of America (ASTRO America)
設立	2018年
本拠地	メリーランド州ベセスダ
主な活動	<ul style="list-style-type: none"> ■ 先進製造技術の開発：AM部品の迅速な検査及び認定のための防衛製造プロジェクト等を主導している他、世界最大の金属3Dプリンターを活用し、試作や認定を含む、米陸軍の大規模金属積層造形プロセス開発を支援 ■ 中小企業の支援：AM Forwardなどのプログラムを通して資金調達、認定のための研究開発、専門人材の育成などに関する支援を実施 ■ サプライチェーンの強化：米海軍艦艇の部品を製造するための新施設を開発中の他、地元および防衛製造をサポートするための地域技術センターの設立に取り組む
主な拠点	<ul style="list-style-type: none"> ■ ASTRO South：フロリダ州立大学との提携による航空宇宙・防衛製造分野の研究・教育の主要拠点 ■ ASTROインドパシフィック：製造試作、部品試験、高等教育に重点を置いたセンター（グアム） ■ ASTRO Mid-Atlantic：極超音速製造加速装置開発の実施 ■ ASTRO Midwest：陸軍のAMプロセス開発を支援

ASTRO Americaの主なプロジェクト

GAMMA	<ul style="list-style-type: none"> • グアム経済の多様化と拡大を目指し、当該地域での潜水艦製造産業にAMを導入し、オンデマンドで船舶部品を供給できる産業セクターを構築することを目的としたもの • 高度な製造エンジニアとオペレータの育成とともに、海軍が先進製造技術とAM技術による主要部品の試作、製造、検証を行うことができる能力へのアクセスを確保
Army Large Scale Metal AM	<ul style="list-style-type: none"> • 世界最大の金属AM装置を活用した米国陸軍の革新的な積層造形プロセス開発を支援 • 応用研究、材料/プロセス認定、大型部品の試作を支援する Other Transaction Agreement (OTA) を主導
AM Forward	<ul style="list-style-type: none"> • 航空宇宙/防衛およびエネルギー分野の複数の大手OEM企業の中小サプライヤーの支援について調整 • 中小企業の資本へのアクセス、地域のイノベーションと労働力、そして資格調査の支援などを通して中小サプライヤーによる先進製造技術の導入を促進
InSPIRE	<ul style="list-style-type: none"> • 航空宇宙・防衛製造分野の研究・教育の主要拠点として、フロリダ州立大学との提携により設立した戦略的パートナーシップ・イノベーション・研究・教育研究所 • フロリダ州北西部全体の経済発展を促進し、技術革新、高付加価値分野の雇用創出と雇用機会の創出、及びSTEM教育を推進
Hypersonic-Related AM	<ul style="list-style-type: none"> • DARPA（米国国防高等研究計画局）の指示のもと構想した極超音速製造加速装置（HPAF）の実現に向けた技術開発 • 最先端の金属AMをサプライチェーンの主要部分に統合し、設計、製造、試験の能力を調整

(参考) ASTRO America (技術開発事例)

- 戦闘用車両向けの世界最大の金属AMを用いたプロセスやプロトタイプ部品の開発、金属AM技術を統合した極超音速ミサイル製造システムの開発など、防衛分野での金属AM技術の活用を促進する取り組みを実施。
- エンジン製造メーカーと連携し、迅速な金属AMプロセス認定のための共通テンプレートの作成。

世界最大の金属AM装置によるプロセス開発

- 米国陸軍から9,500万米ドルのOTA (Other Transaction Agreement*) 調達により、AM及び先進製造技術を開発するもの。
- 当該プロジェクトは、戦闘用車両(戦車、装甲車等)の車体全体を含む、大型・大規模部品の製造できるAM技術の確立のほか、プロトタイプ部品の製造、部品製造に必要な材料及びプロセスの文書化、認定・導入ロードマップ、認定計画の策定などを目的としている。
- ASTRO Americaは、米国陸軍地上車両システムセンターに設置された世界最大の金属AM装置などを活用し、材料およびプロセスの適用と探索、機能モデリング、開発、大型部品開発に特化した積層造形(AM)および先進製造の実装に基づいてプロトタイプモデルを構築。
- 世界最大の金属AM装置の製造だけでなく、その活用事例の開発にも注力している。

※米国の連邦政府が使用する従来の契約や助成金、協力協定とは異なる、より柔軟な契約形態。主に政府機関が民間企業や研究機関と協力して研究開発やプロトタイプを開発を迅速に進めるために利用される。

極超音速ミサイル製造への金属AM技術の統合

- DARPAの委託により実施した調査にもとづき、2020年に構想した極超音速製造加速装置を実現を目指すもの。
- AMによりサプライチェーンを高速化と安全性を確保する極超音速生産加速施設(HPAF)と、AMと統合する航空宇宙・防衛製造設備(InSPIRE)の開発が取り組みに含まれる。
- 最先端の金属AMをサプライチェーンの主要部分に統合し、設計、製造、試験の能力を調整。



極超音速飛行体の生産施設

迅速なプロセス認定のための共通雛形の開発

- America Makes及びGEエアロスペース、ハネウェル、プラット・アンド・ホイットニーと共同で2023年7月から2024年12月まで実施。
- 参画企業のエンジン設計部門がそれぞれの認定資格・認証活動の一環として承認した金属AM部品の認証要件を文書化するもの。
- 各企業と連携して、システムエンジニアリング手法にもとづき、各社の運用・据付適格性確認のニーズを十分に満たす要件を定義する認定テンプレートを作成し、その有効性を実証するための具体的な材料と装置の組み合わせを特定した。



AM技術を用いた機能的なジェットエンジン部品

米国の支援施策事例（公的助成プログラム）

支援施策事例（公的助成プログラム）①

- 米国国立標準技術研究所（NIST）では、金属AMの普及を阻む測定や標準化などの技術的課題の解決を目指す研究を支援（Metals-based Additive Manufacturing Grant Program）。
- この支援のもと、プロセス監視・制御、品質評価などに関する計測技術、評価技術などの研究が実施される。

Metals-based Additive Manufacturing Grant Program（米国国立標準技術研究所）

制度概要

- 金属AMの産業普及を促進するため、プロセス監視・制御、品質評価や標準化などに関する計測技術、評価技術の研究を中心に助成するプログラム（助成金、補助金）。
- 2022年は、約370万米ドルを4つのプロジェクトに支援。

名称	Metals-based Additive Manufacturing Grant Program (MBAMGP)
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原料、装置、プロセスなど、金属AMの導入に向けて必要となる計測技術や特性評価などに関する研究の支援
予算規模	<ul style="list-style-type: none"> ■ 約373万米ドル（2022年、4件が採択） ■ 約400万米ドル（2020年、4件が採択） ※2021年は公開情報では取得できていない
支援対象	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大学・研究機関、企業
支援対象テーマの例	<ul style="list-style-type: none"> ■ 表面品質、部品精度、材料などの特性評価 ■ プロセスと部品の認定 ■ リアルタイムのプロセス監視・制御 ■ プロセスの最適化・スループット向上 ■ 高度なAMシステム統合のための計算要件の設定など

過去の助成先・研究内容

年	助成先	目的
2020	ニューヨーク州立大学研究財団	溶融プロセスの分析による製造の制御と部品の最終特性を予測
	テキサス大学（El Paso）	PBFによって製造された部品のプロセス入力と性能に関するデータ収集を標準化するテスト成果物の定義
	パデュー大学	材料の微細構造の測定と数学的モデルにより性能特性を予測するための標準アプローチの開発
	ノースイースタン大学	コールド スプレー 積層造形の最適化に役立つ一連のセンサー技術の作成
2022	ニューヨーク州立大学研究財団	酸化物の材料特性評価技術の実証
	コロラド鉱山大学	リアルタイムのプロセス制御を可能となる工学技術
	オーバーン大学	コンピュータビジョンと機械学習を使用したデータ駆動型フレームワークの確立
	GE、GE Research	センサーの応答、材料の挙動、および機械的特性の間の相関関係を構築する試験および評価のためのインテリジェント ステッチ統合

支援施策事例（公的助成プログラム）②

- AMに関する産官学連携非営利組織のAmerica Makesが研究開発に対して資金を提供。
- AMによる従来製造プロセスの効率化や部品の修理、AM材料・部品の規格策定につながる動きを支援。

金属AM能力と技術経済性分析（IMPACT2.0/3.0）

- America Makesと国立国防製造加工センター（NCDMM）が鍛造や鋳造のプロセス効率化や高付加価値に向けた開発や技術経済性分析などを支援。
- データを活用したプロセス制御なども支援のスコープ。

	IMPACT2.0	IMPACT3.0
目的	金属AM技術による鋳造や鍛造のリードタイム、生産性、歩留まり向上の実践	
予算規模	660万米ドル	450万米ドル
支援対象トピック	<パートA> ■ 鍛造品への機能表面・複雑な幾何学的特徴の形成 ■ 砂型/コアの採用促進 ■ 部品製造プロセスの選択のための技術経済分析ツール ■ 鋳工業生産の確実な操業回復 <パートB> ■ ラピッド キャスティング デモンストレーション チャレンジ	■ デジタルファウンドリAM（センサと自動化による生産効率向上） ■ ワイヤークDEDプロセスのセンシングと制御
助成先	ハネウェル・エアロスペース、アリゾナ大学、Skuldをそれぞれチームリーダーとするプロジェクトチーム	ペンシルバニア州立大学、レンセラー工科大学、RTXテクノロジー研究センターをそれぞれチームリーダーとするプロジェクトチーム

その他の金属AMに関する主なプロジェクト

- 実施中のプロジェクトのうち、比較的金額の大きい取り組みを示す。
- ハイブリッドプロセスによる工具部品の修理や金属合金（ニッケル、アルミ）の許容値決定に必要なデータ取得などに関するものとなっている。

プロジェクト名	助成先	助成額	目的
Hybrid Manufacturing for Rapid Tooling and Repair - Phase 2/	Harrisburg University of Science and Technology, The Ohio State University, Degrees LLC	\$7,496,700	ハイブリッド製造プロセスを使用して工具部品の修理するための装置・ソフトウェア開発
Proliferation of Nickel Superalloy, ABD-900, Material Datasets for Powder Bed Fusion Additive Manufacturing	NCDMM, Boeing Company, Siemens Industry, Barnes Global Advisors, Product Evaluation Systems, Alloyed, Citrine Informatics	\$4,347,529	PBF-LBを使用した部品製造における高強度ニッケル合金（ABD@900AM）許容値の統計的に有効なデータセットの確立
Aluminum Alloy Material Datasets, Generation of Design Allowable Datasets for A7050-RAM Based on MMPDS C/D-basis Guidelines	Batelle Memorial Institute, Eaton Corporation, EOS, Incodema3D, NIAR, The Ohio State University NCDMM	\$4,283,637	PBF-LBを使用した部品製造における高強度アルミニウム（A7050-RAM2）の材料特性の確立

支援施策事例（公的助成プログラム）③

- 米国国立科学財団（NSF）が将来製造業の革新を起こす可能性がある基礎的技術を育成。
- AMに関する材料や造形プロセスの高度化、サイバー製造システム、認証プロセスなど幅広いテーマを支援。

先端製造に関する支援プログラムの概要（NSF）

- 国家の経済発展と安全保障及び製造業の産業競争力向上に資する基礎的な研究を支援。
- 少額の助成から規模の大きなプロジェクトまでの研究開発を支援。
- 先端製造に含まれるAMは、革新的な材料や造形技術だけでなく、人工知能などのサイバー技術を用いた製造プロセス、認証プロセスまで幅広いテーマを対象としている。

名称	Advanced Manufacturing program
目的	国家の繁栄と安全保障に関わる問題に取り組み、米国の製造業の活性化に貢献する可能性のある基礎的な製造研究を支援
予算規模	<ul style="list-style-type: none"> ■ プロジェクト1件あたり2万米ドル～2,500万米ドル ■ 数多くのプロジェクトを助成しており、AMが含まれるものだけでも400以上のプロジェクトが稼働
支援対象 スコープ	<ul style="list-style-type: none"> ■ 製造能力、方法、実践を根本的に変える学際的な研究に重点を置く <p><研究分野の例></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 製造システム・装置 ■ 材料工学・加工 ■ プロセス制御、サイバー製造システム ■ ナノ製造

金属AMに関する主なプロジェクト

プロジェクト名	助成先	助成学	目的
Louisiana Materials Design Alliance (LAMDA)	Louisiana Board of Regents	\$20,000,000	AMに特化した合金やポリマーの設計
Explainable and Adaptable Artificial Intelligence for Advanced Manufacturing	University of Maine	\$4,500,000	人工知能、AM、ロボティクスを活用した製造品質・能力などの向上
Rapid Qualification for Additively Manufactured Safety-Critical Components	Southern University	\$4,000,000	PBF-LBの部品認証プロセスの開発
Research Center for Distributed Resilient and Emergent-Intelligence-Based Additive Manufacturing	New Mexico State University	\$3,625,863	デジタルツインなどを用いた分散型インテリジェントAMのシステム基盤の構築
Robotic Additive Manufacturing of Volumetrically-Oriented Multi-Functional Composites via Digital Twin-Informed Optimization	Virginia Polytechnic Institute and State University	\$2,999,319	マルチマテリアルの3D方向を正確に制御できるサイバー製造プラットフォーム（異方性多軸レイヤーレスAMシステム）の実現
Multi-Nozzle Metal Jet Additive Manufacturing with Recycled Feedstock Materials	Rochester Institute of Tech	\$2,997,453	熔融金属液滴噴射プロセスを使用した金属AMの産業導入の拡大

支援施策事例（公的助成プログラム）④

- 企業の設備投資や人材育成の点でも公的助成を行う制度が存在。
- 防衛産業基盤の強化を目的としたプログラムでは金属AM設備への支援がなされている他、人材育成支援を行う団体に対する資金助成によりAMなどの先端製造への中小企業の参入を促進。

Defense Production Act Investment Program (DoD)

- 防衛産業での国内生産基盤の確立・強化のための民間投資を助成。
- 金属AM関連では、チタン合金やニッケル合金の粉末生産設備の拡大を支援している。

名称	Defense Production Act Investment (DPAI) Program
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 米国の防衛サプライチェーンの確保 ■ 国内の防衛産業基盤の強化
予算規模	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1億9,250万米ドル (2024年のAward、7つのプロジェクトの合計額)
AMに関する支援事例	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2023年に6K Additive に対して2,340万米ドルの助成金を支援 ■ 取り組み内容：金属AM用の粉末の国内生産と防衛、原子力などのサプライチェーンにおける部品生産で使用される従来の粉末冶金プロセスの強化。需要が増加しているAM用のチタン粉末、ニッケル粉末の生産設備の拡大などを支援

(出所) DoD 国防生産法投資局のウェブページなどをもとにみずほサーチ&テクノロジーズ作成

Empower to Grow Grant (米国中小企業庁)

- 中小企業にAMやその他の先進技術の実践的なトレーニングや支援を提供する組織に助成金を提供するプログラム。
- 本プログラムを通して、中小企業の従業員のスキル向上と重要な産業の成長を支援。

名称	Empower to Grow (E2G) Grant
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 木材、エネルギー、アルミニウム、鉄鋼、デジタル、自動車などの主要製造業界での人材育成への資金支援
対象者	<ul style="list-style-type: none"> ■ 企業、業界団体、専門職団体、教育機関など ■ 過去3年間継続的に存在し、中小企業に製造関連の実践的なトレーニングと技術支援を提供した実績を持つ
支援事例	<ul style="list-style-type: none"> ■ オハイオ州立大学：機械加工、AM、溶接、計測などの実践的なトレーニングの提供を支援 ■ テネシー大学産業サービスセンター：テネシー州全域の小規模製造業者の従業員のトレーニング、実践的な技術支援、プロセス改善サービスの提供を支援

(出所) 米国中小企業庁 Empower to Grow(E2G) プログラムのウェブページをもとにみずほサーチ&テクノロジーズ作成

参考資料 5 : 欧州の政策・技術動向

金属AMの政策・技術動向【欧州】

- 欧州のデジタル戦略の実現における重要技術としてAMを位置づけ、技術開発や企業への普及促進を支援。
- AMの実用化・普及の促進においては、研究機関や産学連携拠点の他、業界ネットワーク・コンソーシアムも重要な役割を果たしている。

主要関連政策

デジタル政策・産業政策
の下でのAM技術開発・
普及促進

- Digital Europe Programmeで取り上げられている「先進製造」の一部としてAMの技術開発や普及促進を支援
- **欧州デジタルイノベーションハブ**
- **欧州共通データスペース**
- 新たな経済戦略における重要な技術として推進
- **競争カコンパス/
クリーン産業ディール**

Horizon Europe

- インプロセスモニタリングやAIやシミュレーションを用いた材料・プロセス設計
- データ駆動型のプロセス制御など



BALSAM

**MADE
3D**



技術開発・普及促進支援の動向

主要機関	主な技術開発内容	主な普及促進支援内容
① Fraunhofer	<ul style="list-style-type: none"> • 20の研究所が参加する研究ネットワークを形成し、材料・プロセス開発、品質評価などの研究・企業支援を実施 • データ分析ツールやそれを活用した部品の設計・製造など 	<ul style="list-style-type: none"> • 企業への技術移転などを実施
② Direct Manufacturing Research Center	<ul style="list-style-type: none"> • AMのバリューチェーン全体をカバーする研究開発を産学連携で実施 • データを一元的に取り扱う仕組みの構築や品質保証に関する取り組みも加速 	<ul style="list-style-type: none"> • 産学連携のための非営利研究機関（DMRC e.V）を設立 • 大学の保有する最先端の研究設備を用いてAMの産業化のためのプロジェクトを実施
③ Aachen Center for Additive Manufacturing		<ul style="list-style-type: none"> • 企業との共同研究開発、公的資金プロジェクトの実施 • 企業へのコンサルティング • 教育・トレーニング
業界ネットワーク・コンソーシアム (④AG AM、 ⑤MGA)	<ul style="list-style-type: none"> • 共同プロジェクトの推進 	<ul style="list-style-type: none"> • ユースケースの開発 • 技術動向や市場動向の分析 • 情報交換・ネットワーク形成 • 品質管理、規格・標準化 • 教育・人材育成
⑥ Manufacturing Technology Centre	<ul style="list-style-type: none"> • 統合デジタルシステムの開発やAM部品の開発 • AM製品及びプロセスの開発など 	<ul style="list-style-type: none"> • 企業への技術支援、産学連携プロジェクトの実施 • 事業戦略策定支援、教育トレーニングプログラムの提供

欧州の主要関連政策

- 欧州デジタルイノベーションハブ
- 欧州共通データベース
- 欧州産業政策との連携
- 政策提言と標準化の取組

欧州デジタルイノベーションハブ（EDIH）

- デジタルヨーロッパプログラムの下で中小企業や公共部門のデジタル変革を支援するための地域拠点ネットワーク（欧州デジタルイノベーションハブ、EDIH）を形成。
- デジタル製造の文脈の中で中小企業などへのAMの普及を促進。

施策概要

- EUのデジタルヨーロッパプログラムにもとづき設立された、企業や公共部門のデジタル変革を支援するワンストップ支援センターのネットワーク。
- ネットワークは、デジタルヨーロッパプログラムによる資金提供を受けているハブの他、国または地域のみから資金提供されているハブ、他のイニシアティブにより資金提供を受けているハブの3種類、256拠点で構成されている。

Skills&Training	<ul style="list-style-type: none"> 企業従業員向けのトレーニングプログラムの提供 上級管理職向けの新技術と導入計画に関するトレーニングも提供
Support to Find Investment	<ul style="list-style-type: none"> 中小企業やスタートアップの事業支援 資金調達機会の探索支援の他、事業計画、投資提案に対する専門家の助言提供
Innovation Ecosystem & Networking	<ul style="list-style-type: none"> 業界のステークホルダーとのネットワーク構築支援 イベントやワークショップなどの開催など

EDIHの主な機能



EDIHの拠点の分布

AMに関するハブの例

- 20拠点近くのハブがAMを含むサービスを提供。
- 中小企業の製造プロセスへのAM導入の他、AM導入に必要となるデジタル技術に関する支援も行われている。

ハブ/国	概要
AM-EDIH/ スウェーデン	<ul style="list-style-type: none"> チャルマーズ工科大学とスウェーデン研究所がデジタル製造、AMに重点を置いた支援サービスを提供 サービスを提供する対象は、製造業やデジタルソリューションプロバイダとなる中小企業と公共医療分野（AMを活用した高度な医療サービスを提供する大学病院など）
Digitalzh/ オランダ	<ul style="list-style-type: none"> AMとロボティクス向けのAI技術に専門性を有するハブ 60の中小企業がものづくりにAIを導入することを支援 デジタル化の利点の説明から中小企業のデジタル成熟度の評価・標準サービスへの接続をし、トレーニングなどのサービスを通して、導入に踏み出すことを支援
Sirris Hub - Additive Manufacturing Integrated Factory/ ベルギー	<ul style="list-style-type: none"> 地域企業等が最先端のAM、後加工、品質管理、自動化を統合するための実践的な知識を提供 ハブの設備は、PBF装置、5軸精密フライス盤、座標測定器、フェムト秒レーザー加工装置、オートメーションソリューションなどで構成される。

欧州共通データスペース

- 欧州デジタル戦略にもとづき、企業や市民がデータに安全かつ信頼できる形でアクセス・共有できる基盤（データスペース）を整備。
- **AMが含まれる製造業では資産管理、予知保全などでのデータ活用を目指した取り組みが実施**されている。

施策概要

- EUが推進する信頼できるルールと基盤にもとづき、分野横断でデータを安全に共有・連携する仕組み。
- 製造業（manufacturing）の他、農業、文化遺産、エネルギー、金融、グリーンディール、ヘルケア、モビリティなどの14セクター／ドメインを対象としている。

名称	Common European data spaces（欧州共通データスペース）
目的	<ul style="list-style-type: none">■ 異種業種間のデータ活用による新サービス・新ビジネスの創出■ 既存サービスの高度化■ 国際的なルールや規制に対応するための枠組み構築■ 競争力維持・向上のためのデータ活用の推進
特徴	<ul style="list-style-type: none">■ EU内の全ての組織、個人の参加が可能■ データの蓄積、アクセス、共有、処理、利用するための安全でプライバシー保護に配慮したインフラを備える■ データへアクセスして使用するためのクリアで実用的な構造や公正、透明、非差別的なアクセスルールを備える■ EUの規則と価値観、個人データ・消費者保護、競争法を尊重■ データ所有者による特定の個人データまたは非個人データへのアクセス・共有の許可が設定可能■ データ所有者が自らのデータにアクセス可能

製造業に関するデータスペース

- AMと関連する製造業では、Industrie 4.0イニシアティブを基盤としたデータスペース統合構想（Data Space 4.0）のもと、製造設備の資産管理、予知保全などでのデータ活用を目指した取り組みが行われている。

	概要
Data Space 4.0	<ul style="list-style-type: none">• Industrie4.0などの各国のイニシアティブを基盤として、製造業の分野で欧州全域のデータスペースを統合するための構想• 共通のガバナンス規則、標準などにもとづいた相互運用可能フレームワークを提供することで各企業が自身のデータに対する主権を保持したまま連携し、新たなビジネスモデルの創出や効率化の実現を目指す
SM4RTENANCE	<ul style="list-style-type: none">• Data Space 4.0の実現に向けた具体的なプロジェクト• 予知保全や資産管理のための具体的なデータ連携基盤を構築・実証
UNDERPIN	<ul style="list-style-type: none">• Data Space4.0の枠組みに則り製造業における安全なデータ共有インフラの構築を目指す研究プロジェクト• データ主権を確保しつつ組織を超えたデータ交換を可能にすることを旨とする• 精製所や風力発電におけるアセット管理や予知保全の実証を実施

欧州産業政策との連携

- EUの新たな経済戦略の枠組みである競争力コンパスにおいて、AMはイノベーションと産業競争力強化のための重要な先端製造技術として位置づけられている。
- 部材の軽量化や省資源化プロセスの実現を通してクリーン産業ディールが掲げる脱炭素化も支援。

競争力コンパス (Competitiveness Compass)

- 2025年1月欧州委員会が発表したEUの競争力強化に向けた戦略的な枠組み。
- 競争力を高めるために必要な3つの要素（イノベーション、脱炭素化、サプライチェーンの強靱化）と5つの方法（規制の簡素化、市場障壁の撤廃、資本市場の効率化、人材育成、政策調整の強化）を掲げている。
- AMはイノベーションの推進や脱炭素化、サプライチェーンの多様化などの鍵を握る技術との位置づけとなっている。

1. **イノベーションの強化**：AI、量子技術、バイオ技術、ロボティクス、宇宙技術などの分野でリーダーシップを確立。スタートアップ・スケールアップ戦略の下、新興企業の成長を促進。
2. **脱炭素化と競争力の強化**：「クリーン・インダストリアル・ディール」を策定し、エネルギー集約型産業の誘致、クリーン技術や循環型ビジネスを促進。低炭素製品の需要促進、リサイクル投資・エコデザインの強化などを実施。
3. **サプライチェーンの強化**：原材料、クリーンエネルギー、持続可能燃料の供給確保を目的とした「クリーン貿易・投資パートナーシップ」を推進。公共調達ルールの見直しにより、重要技術・産業における「欧州優先権」を導入。

競争力を高めるために必要な3つの柱

クリーン産業ディール (Clean Industrial Deal)

- 競争力コンパスで示された脱炭素戦略の具体策として、欧州委員会が2025年2月に発表。
- エネルギー集約型産業とクリーンテクノロジーの2分野に焦点をあて、バリューチェーン全体の強化を通じて、産業競争力強化と脱炭素化の両立を目指す包括的な戦略。

- **アフォーダブルなエネルギー**：電化の加速、相互接続によるEU域内のエネルギー市場の整備、エネルギーの効率的な利用と輸入化石燃料依存の低減。
- **クリーン製品の需要拡大**：公共調達、民間調達における持続可能性、レジリエンス、「Made in Europe」の基準導入によるEU製クリーン製品需要を高める。
- **クリーン移行のための資金調達**：EUのクリーン産業支援のために1,000億ユーロの投資（InvestEUなどの投資支援の増額）。
- **資源循環と材料へのアクセス**：重要原材料の需要を集約できるメカニズムの構築（EU重要原材料センターの設置など）。
- **地球規模での活動**：クリーン貿易投資パートナーシップ（CTI）を立ち上げ、サプライチェーンの多様化と相互に有益な取引の構築。
- **スキルと雇用の質の向上**：熟練し適応力のある労働力育成への資金提供など。

クリーン産業ディールの主要要素

政策提言と標準化の取組

- 欧州工作機械工業会などの業界団体が欧州をAMにおけるグローバルリーダーとするための戦略的提言を策定し、国際標準化機関との連携や官民パートナーシップによるAMエコシステムの構築を推進。
- AM標準化に関しては、欧州標準化委員会が国際標準化機構と連携し国際規格と整合した欧州規格を策定。

AM-Europe（競争力のある欧州AMセクタのためのイニシアティブ）

- 欧州のAM産業を強化するためのイニシアティブ。
- 欧州工作機械工業連合会（CECIMO）が主導し、欧州の10の国内協会を代表する700社以上の企業が参加し、専門知識の共有を促進。



AM-Europeの策定パートナー

- 産業力強化に向けた以下の項目に関する戦略的提言を発表。
 - 強固な官民パートナーシップによるAMエコシステムの成長の支援。
 - EU及び各国の研究開発投資の最大化（重複した取り組みを回避し、新たなプロジェクトへ投資を集中）。
 - 重要な部品のオンデマンド提供や医療システムなどの緊急対応能力に不可欠な技術としてAMを取り上げる。
 - AMの導入に向けた労働力の育成支援（教育&トレーニング）。

（出所）CECIMOプレスリリース“Manifesto for a Competitive European Additive Manufacturing Sector”をもとに
みずほサーチ&テクノロジーズ作成

規格・標準化の取り組みにおける国際機関との連携

国際標準化機構との技術協力協定にもとづく規格の策定

- 規格作成における作業の重複の防止、時間短縮を目的として締結されたウィーン協定のもと、国際標準化機構（ISO）が策定する国際規格との整合性を保ちながらAMの欧州規格（EN規格）を設定。
- CEN/TC 438がISO技術委員会と協力してAM技術に特化した規格を開発。
- AMの国際標準化はISOとASTM Internationalが協力して進めている（国際規格は次頁参照）。

国際標準化機構のとの技術協力協定にもとづく規格の策定

- 2025年10月にCECIMOが運営するAM-EuropeとASTM Internationalとが覚書（MoU）に署名し、革新的なAMエコシステムの構築において協力関係を構築。
- この協力関係は、AM-Europeのマニフェストに示されている目標を直接支援。専門知識の交換、AMの国際標準に関する共同作業、欧州の人材育成、AMコミュニティの強化・促進のための調整を実施。

（出所）欧州標準化委員会（CEN）ウェブページ及びCECIMOプレスリリース“AM-Europe & ASTM International Sign MoU to Strengthen AM Collaboration”をもとにみずほサーチ&テクノロジーズ作成

欧州の技術開発・普及促進支援の動向

- ① Fraunhofer研究機構【独】
- ② Direct Manufacturing Research Center【独】
- ③ Aachen Center for Additive Manufacturing【独】
- ④ VDMA/the Additive Manufacturing Working Group【独】
- ⑤ Mobility goes Additive【独】
- ⑥ Manufacturing Technology Centre【英】

① Fraunhofer研究機構【独】

- 欧州最大の研究機関として産学官連携によるAMの推進体制の中核を担っている（1949年設立）。
- AMの産業応用推進のため、複数の研究所が連携して最先端のソリューションを開発し産業界に提供している。

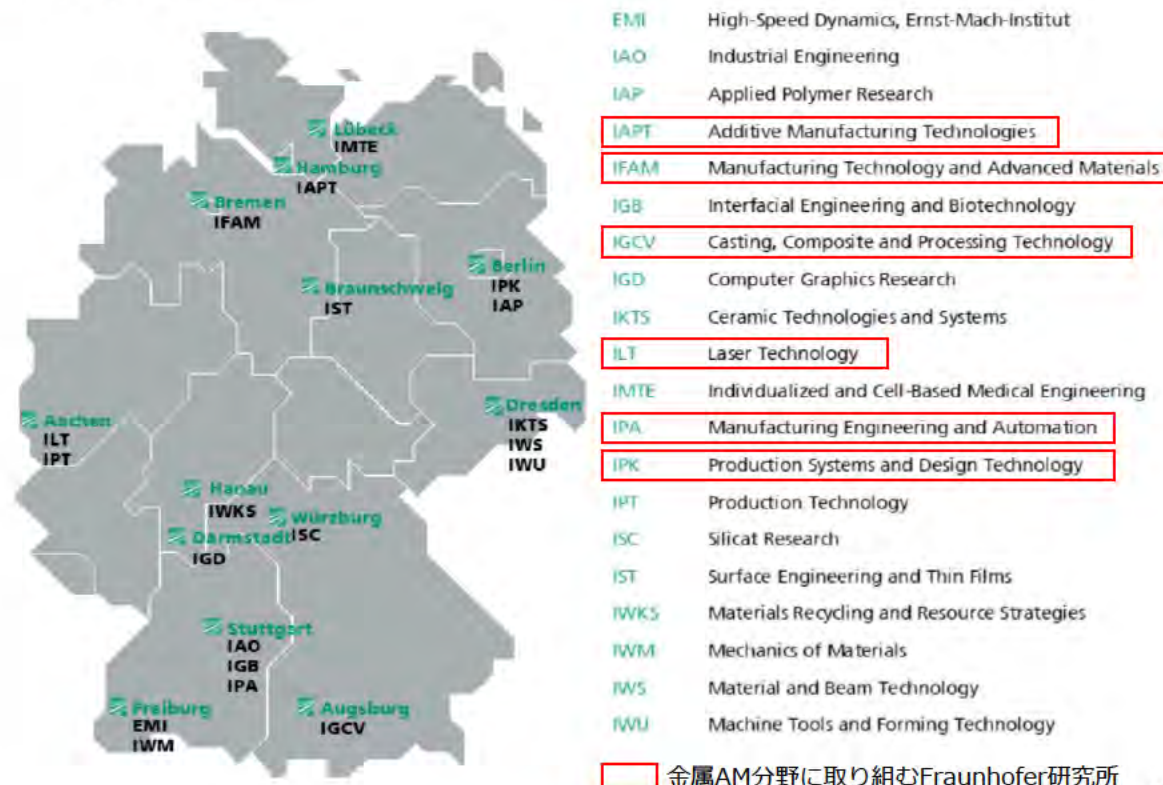
組織概要

- AM分野における欧州最大の応用研究機関として、産官学連携による産業応用の推進と材料・プロセス技術の高度化に幅広く取り組む。
- AMに関しては、20の研究所が参加する研究ネットワークを形成し、材料開発、プロセス開発、品質評価などの研究に取り組んでいる。

名称	Fraunhofer-Gesellschaft
設立	1949年 (AMではFraunhofer Rapid Prototyping Allianceが1998に設立。 2008年にAdditive Manufacturing Allianceとして再スタート)
拠点	ドレスデン (独)
目的 (AM)	<ul style="list-style-type: none"> • 産業界へのAM技術の導入と普及を推進 • 生産性の向上、品質の改善、持続可能性の追求のため、素材開発・生産プロセス、品質保証、シミュレーションの開発に至るまでの応用研究と技術移転を実施
活動内容 (AM)	<p>主に以下のトピックに焦点を当てた活動を行っている</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 材料：金属、樹脂、複合材などの革新的な材料の開発と適合 ■ AM技術：再現性の高い造形プロセスと製造システムの提供 ■ エンジニアリング：製品設計・プロセス設計の開発 ■ 品質：品質保証ツールの統合、品質管理システムの導入支援 ■ ソフトウェア・シミュレーション： AMプロセスを制御するためのアルゴリズム開発、 製品やプロセス設計のためのシミュレーション開発など

AMに関する研究開発ネットワーク

- Fraunhofer内のAM技術研究を統合することでAMのサプライチェーン全体を網羅しながら、最先端のソリューションを開発。
- AMだけでなく、プロセス、計測、セキュリティ等、AMに関する広範な技術を扱う。



(参考) フラウンホーファーの素形材・AM研究開発プロジェクト

- ・ フラウンホーファー研究機構の8つの研究所において、素形材に関する研究開発を実施。
- ・ 具体的には31の研究開発プロジェクトを実施。テーマは金属積層造形 (AM) が11件と最多。次いで、DXが9件（鋳物や金型の品質評価のデジタル化、シミュレーション等）、材料が4件（鋳造材料の合金開発等）と続く。

	研究所名
1	応用・統合セキュリティ研究所
2	海洋バイオテクノロジー研究所
3	マイクロシステム・固体技術研究所
4	エルンスト・マッハ研究所
5	エレクトロ・ナノシステム研究所
6	電子ビーム・プラズマ技術研究所
7	バッテリーセル生産研究所
8	高周波物理・レーダー技術研究所
9	応用情報技術研究所
10	通信・情報処理・人間工学研究所
11	オープン通信システム研究所
12	ハインリッヒ・ヘルツ通信技術研究所
13	応用固体物理研究所
14	インテリジェント分析・情報システム研究所
15	労働経済・組織研究所
16	応用ポリマー研究所
17	付加製造技術研究所 (IAPT)
18	生物医学技術研究所
19	建築物理研究所
20	化学技術研究所
21	デジタルメディア技術研究所
22	エネルギー経済・エネルギーシステム技術研究所
23	エネルギーインフラストラクチャー・地熱システム研究所
24	メカトロニクスシステムデザイン研究所
25	実験ソフトウェアエンジニアリング研究所
26	生産技術・応用マテリアル研究所 (IFAM)

	研究所名
27	ファクトリーオペレーション・オートメーション研究所
28	境界層・バイオプロセス技術研究所
29	鋳造・複合材料・プロセス技術研究所 (IGCV)
30	コンピューターグラフィックス研究所
31	大型構造物生産技術研究所
32	集積回路研究所
33	集積システム・デバイス技術研究所
34	コグニティブ・システム研究所
35	セラミック技術・システム研究所
36	レーザー技術研究所 (ILT)
37	分子生物学・応用生態学研究所
38	個別化細胞医療工学研究所
39	物流・ロジスティクス研究所
40	マイクロエンジニアリング・マイクロシステム研究所
41	マイクロエレクトロニクスサーキットシステム研究所
42	国際マネジメント・知識経済研究所
43	材料・システム微細構造研究所
44	自然科学技術動向分析研究所
45	応用光学・精密機械工学研究所
46	オプトエレクトロニクス・システム技術・
47	画像処理研究所
48	生産技術・オートメーション研究所
49	生産システム・デザイン技術研究所 (IPK)
50	物理計測技術研究所
51	フォトニック・マイクロシステム研究所
52	生産技術研究所

	研究所名
53	空間・建築情報センター
54	ケイ酸塩研究所
55	太陽エネルギーシステム研究所
56	システム・イノベーション研究所
57	シリコン技術研究所
58	ソフトウェア・システムエンジニアリング研究所
59	被膜・表面技術研究所
60	毒物学・実験医学研究所
61	トランスレーショナル医療・薬理学研究所
62	技術・経済数学研究所
63	交通・インフラシステム研究所
64	プロセス技術・パッケージング研究所
65	風力エネルギーシステム研究所
66	材料リサイクル・資源戦略研究所
67	材料メカニクス研究所 (IWM)
68	材料・ビーム技術研究所 (IWS)
69	工作機械・成形技術研究所 (IWU)
70	非破壊試験研究所
71	細胞療法・免疫学研究所
72	信頼性・マイクロインテグレーション研究所
73	構造耐久性・システム信頼性研究所
74	医用画像演算研究所
75	アルゴリズム・科学計算研究所
76	安全情報技術研究所
77	環境・安全・エネルギー技術研究所
78	ヴェルヘルム・クラウディッツ木材研究所
79	本部

(参考) フラウンホーファーのAM研究開発プロジェクト

	プロジェクト名/タイトル	カテゴリ	担当研究所	ステータス	取組内容 (素形材関連)
1	3Dプリンターによる指関節インプラントの開発	AM	IAPT	継続中	<ul style="list-style-type: none"> AIを用いて指のモデルから各個人に最適化されたインプラントの設計を導き出し、3Dプリンターにより個別化された関節インプラントを製造 将来的には、ひどく湾曲した指、欠損した骨、非常に小さな関節などの複雑な症例への対応が期待
2	モビリティにおける付加製造	AM	IAPT	継続中と推測	<ul style="list-style-type: none"> 航空・宇宙関連企業と連携し、レーザー金属堆積における安定した品質確保に向け、AIを活用したプロセス制御に関する研究を実施
3	積層造形部品のストリーム仕上げ	AM	IPK	継続中と推測	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な形状の積層造形部品に対して、鏡のような滑らかで気孔のない表面を実現するための研磨技術を開発 美観の向上だけでなく、表面欠陥を最小限に抑えることが可能となり部品の強度も向上
4	積層造形用の機械部品とシステムの新たなコンセプト開発	AM	IPK	継続中と推測	<ul style="list-style-type: none"> サーモグラフィーを活用した積算造形プロセスの新たな監視システムや、レーザーとプラズマのハイブリッド溶接システムなどの機器開発の新たなコンセプトを研究
5	マキノ社との5軸CNCプラットフォーム共同開発	AM	ILT	継続中	<ul style="list-style-type: none"> EHLA3Dを5軸CNCプラットフォームに統合することで、高強度材料を使用して複雑な形状を効率的に製造、コーティング、または修復できるプロセスを開発。生産時間の短縮と部品寿命の延長により循環型経済に貢献 日本の工作機械メーカーマキノ社とILTの共同研究
6	自動車部品向けAdditive manufacturing開発	AM	ILT	継続中と推測	<ul style="list-style-type: none"> 自動車の量産向けAdditive manufacturingの工業化とデジタル化の取組。自動車部品の量産化に向けた金属3Dプリントの開発 デジタルネットワークに接続し、自動化された3Dプリント生産ラインにおいて、製品を製造
7	粉末床融解結合 (パウダーベッド) 技術開発	AM	IWS	継続中と推測	<ul style="list-style-type: none"> 金属3Dプリント用の粉末床ベースのプロセスと製造用のプリントプロセスの開発 レーザー粉末床融解 (PBF-LB) やバインダーージェットティング、電子ビーム融解 (PBF-LB)などの技術開発が含まれる
8	次世代積層造形技術開発プロジェクト	AM	IAPT、IFAM、IGD、ILT、IWS、IWU	継続中	<ul style="list-style-type: none"> 金属部品の積層造形の開発を体系的に実施するための戦略プログラム。IAPT、IFAM、IGD、ILT、IWS、IWUが協力型プラットフォームを確立し、AMプロセスの拡張性、生産性、品質を向上させる技術を開発
9	Schichtbauプロジェクト: 洗浄しやすい形状を備えた耐荷重層	AM	IGCV	継続中と推測	<ul style="list-style-type: none"> 間接積層造形には、適度なコストで非常に複雑な形状を製造できるなど、モールドとコアの印刷に関するいくつかの大きな利点がある一方、金型が複雑になればなるほど、その後の砂の蓄積を除去するための洗浄プロセスも複雑となる Schichtbauプロジェクトでは、数学的にトポロジーに最適化された金型の分割によって、洗浄しやすい形状を備えた耐荷重層を作成
10	ForNextGen ForNextGen - 工具及び金型製造における生成的製造プロセス	AM	IGCV	継続中と推測	<ul style="list-style-type: none"> 機能が最適化されたツール及び金型インサートの製造のための積層造形の柔軟性 例えば、工具寿命を延ばすための長期耐性コーティングを施した複数材料の工具金型やインサートが挙げられる 射出成形ツールトレインでは、1.2709 工具鋼で作られたベース本体が構築され、熱放散を改善するために2つの異なるコンポーネント領域がCCZ (銅) でコーティングされている。熱伝導性の高い材料で作られたこれらの内部冷却構造により、熱バランスが改善され、サイクル時間が短縮
11	レーザービーム溶解	AM	IWU	継続中と推測	<ul style="list-style-type: none"> 従来の製造技術では製造できない幾何学的特殊性を持つ金属部品をツールフリーで製造するための、レーザービーム溶解による積層造形プロセスの応用を研究開発 鋼の新しいツールと金型は、主要な成形及び成形技術用に統合されたニアネットシェイプ冷却及び焼き戻しチャンネルを備えて開発されている。さらに、カスタマイズされた形状や内部機能構造を備えた医療用チタンインプラントは、治療の向上と患者の快適性の向上を実現

(参考) Fraunhofer研究所での金属AMの取組み

Competence Field Additive Manufacturingにおける主な研究所

研究所	概要	主な研究分野
AM技術研究所 (IAPT)	<ul style="list-style-type: none"> AMに関連する幅広いコア技術に対応 造形品の製造に適切な材料の選定からバリューチェーンのデジタル化、AMに特化した製造プロセスや製品の最適化まで、産業界を支援 	<ul style="list-style-type: none"> AMプロセス・製造システム開発、生産制御システム デジタル支援システム、エンド・ツー・エンドライン統合 パーツ設計、後処理工程 品質管理・品質保証（材料、造形品など）
レーザー技術研究所 (ILT)	<ul style="list-style-type: none"> レーザー光源及び部品の開発、精密レーザー計測、試験技術、産業用レーザープロセスなど幅広い分野を網羅 AMでは主に粉末及びワイヤーベースのレーザー材料堆積を利用した造形技術の開発を推進 	<ul style="list-style-type: none"> レーザー光源・部品、レーザーシステム技術 レーザーを用いた加工技術 プロセス制御、モデリング、シミュレーション
生産技術・応用マテリアル研究所 (IFAM)	<ul style="list-style-type: none"> 「成形・機能材料」、「接着接合技術・表面科学」の2つの部門を通じて、バリューチェーン全体にわたる応用研究開発を実施 材料・部品の表面の機能化、工業用成形・接合プロセスに関するカスタマイズされたソリューション開発 	<ul style="list-style-type: none"> 金属およびポリマー材料 成形プロセスおよび表面技術 接着接合技術
生産技術・オートメーション研究所 (IPA)	<ul style="list-style-type: none"> AM技術の開発と最適化に取り組む AMを用いて既存の用途の改善や新たな用途を開拓することを重点を置く 	<ul style="list-style-type: none"> AMプロセス開発（品質、信頼性、速度の向上など） 造形プロセスの自動化 ハイブリッドプロセスチェーンの開発など
生産システム・設計技術研究所 (IPK)	<ul style="list-style-type: none"> 製品開発や生産プロセスの開発、生産設備の保守、製品リサイクルから設計・管理に至るまでの製造業のあらゆる領域をカバーするシステムソリューションを提供 AMではPBF-LBとDEDといった金属造形プロセスを開発 	<ul style="list-style-type: none"> 設計、機能検証などのためのツール開発 部品の修理、シミュレーション、品質管理 実現可能性と収益性の分析など
鋳造・複合材料・プロセス技術研究所 (IGCV)	<ul style="list-style-type: none"> 25年以上に渡りAM分野で研究を実施 研究開始当社は光造形プロセスに重点を置いていたが、現在は金属積層造形プロセスが主流で、レーザーなどを用いた高性能金属部品製造プロセスに焦点を当てている 	<ul style="list-style-type: none"> 積層造形プロセスのプロセスチェーン全体にわたるプロセス技術 積層造形コンポーネントの製品開発手法の開発 生産現場への導入に向けた生産計画手法の研究

(参考) Fraunhofer研究所 (技術開発事例①)

- AMプロセスにおける様々なデータを収集・分析するデータパイプラインや階層的なスケールの物理現象を解析するマルチフィジクスシミュレーションなど、設計ツールの開発が精力的に行われている。

AMプロセス最適化のためのデータパイプライン基盤の開発

- ✓ LMDプロセスの品質管理ツールの開発のために産業界が資金提供する研究開発プロジェクト (BigDataLMD project) において、Fraunhoferはデジタル化を促進するためのデータパイプライン基盤と付随するソフトウェアを開発している。
- ✓ 光干渉断層撮影法や高速赤外線カメラなどのin-situ光センサを活用し、取得した装置パラメータやプロセス関連データの可視化と分析を行い、主要な影響要因を特定する。
- ✓ また、粉末特性などのメタデータや、引張試験、硬度測定などの後続の品質測定ステップから生成されるデータも収集し、プロセスの安定性を高めるための推奨事項を策定する。



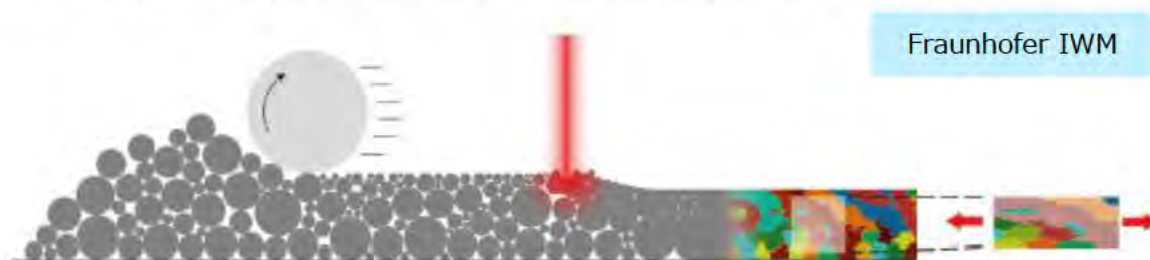
Fraunhofer IAPT



デジタル化のために実装されたデータパイプラインの概要 (左) と参画企業 (右)

PBF-LB向けのマルチフィジクスシミュレーション手法の開発

- ✓ 粉末層の塗布、レーザー溶融における物理現象や微細構造の特性、造形部品の局所的な機械特性などの異なる空間・時間スケールが物理現象を解析するためのマルチフィジクスシミュレーション手法を開発。
- ✓ シミュレーションにおいては、平滑化粒子流体力学法を用いて予測したマルチスケールの時間的および空間的な温度プロファイルを入力変数として、材料が溶融池で再凝固した後に形成される樹枝状結晶粒のサイズ、形状、および配向などの微細組織構造の特性をセルオートマトンモデルにより求める。
- ✓ 求められた微細組織構造に対して有限要素法を用いた構造解析を行い、ヤング率などの機械的特性を計算する。
- ✓ 造形プロセス・部品の最適化設計などにつながる、溶融プロセス・微細組織構造・造形部品の特性の関係を詳細に分析することが可能となる。



レーザー溶融プロセスから微細構造特性、造形部品の機械的特性の解析までのシミュレーションの流れ

(参考) Fraunhofer研究所 (技術開発事例②)

- 保有するデータ分析技術やシミュレーション技術を製造プロセスや造形品の設計に活用することで、従来よりも優れた性能を有するAM部品の実現につなげている。

インプラント製造における自律型プロセスチェーンの開発

- ✓ Fraunhofer内部プロジェクト「FigerKIt」において、患者固有のインプラントの設計・製造から認証試験までカバーするプロセスチェーンを開発。
- ✓ IAPT、IKTS、ITEM、IWM、MEVISの5つの研究機関が参画している。
- ✓ 各研究機関が担当する開発項目は以下の通り。



三連続極小曲面構造を備えたチタンインプラント

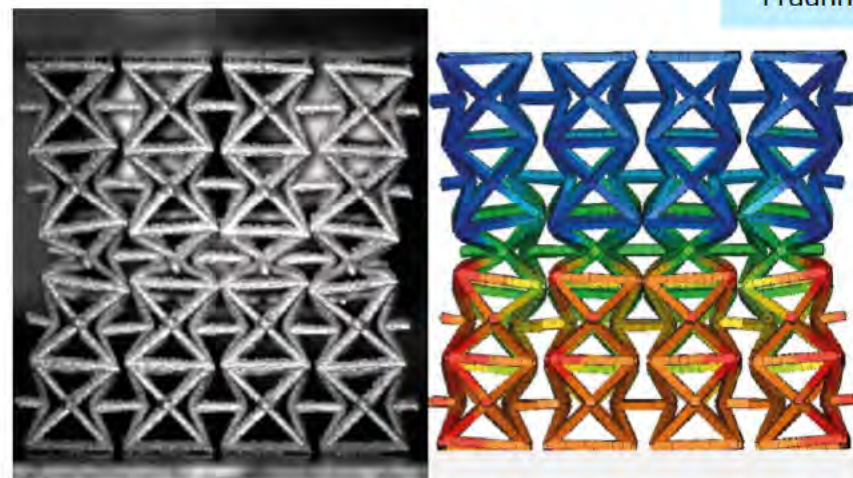
FigerKItプロジェクトへの参画研究機関と担当開発項目

IAPT	<ul style="list-style-type: none"> インプラント設計の開発及び設計プロセスの自動化 チタン合金に金属BJTを適用し、インプラントの精密製造
IKTS	<ul style="list-style-type: none"> 三重周期極小曲面構造、高密度、優れた生体適合性を備えた窒化ケイ素インプラント用のAMプロセスチェーンの開発
ITEM	<ul style="list-style-type: none"> 生体適合性試験 三重周期極小曲面構造シャフトを備えたチタンインプラントの検証のための新しい界面せん断強度を評価手法の開発
IWM	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーションにもとづく、インプラント設計の生体力学的パラメータの取得
MEVIS	<ul style="list-style-type: none"> 三次元CTスキャンデータにもとづき、指の形状モデルを生成する手法

数値最適化手法による軽量装甲用金属オーセチック構造の設計

- ✓ 欧州防衛機関の軽量装甲材を開発する研究プロジェクト (AMALIA project) において、高度な数値最適化手法とジェネレーティブデザイン手法を用いて、様々なセルの形状、配置、寸法を検討することにより、運動エネルギー吸収材に関する最適化設計を行うもの。
- ✓ 高度なシミュレーションによる結果をニューラルネットワーク (サロゲートモデル) の学習に用いて、従来より合理的な最適化プロセスを実現した。
- ✓ 得られた構造物は、実際の爆発荷重下で実験を行いシミュレーションと比較した結果、実験データとシミュレーションの間には強い相関関係が見られ、当社の設計・製造プロセスの有効性が検証された。

Fraunhofer EMI



金属オーセチック構造の落錘(落重)試験とシミュレーションの比較

(参考) Fraunhofer研究所 (技術開発事例③)

- AMの特性を活かすために、マルチマテリアルコンポーネントの製造技術の開発にも力を入れている。

マルチマテリアル・バッテリーセルハウジングの製造技術の開発

- ✓ PBFプロセスを用いて、アルミ、銅、セラミックの3材料を処理する技術を開発し、バッテリーセルのハウジング構造を単一工程で製造することを可能とした。
- ✓ これにより、形状が複雑なハウジングの製造が可能となり、設計と製造の両面で大きな柔軟性を得ることができる。
- ✓ 複数の材料を単一プロセスに統合することで、成形やスタンピングといった従来の手法が不要になり、製造チェーンが簡素化される。
- ✓ 特に小ロット生産に適しており、開発初期段階での迅速な設計調整をサポートし、金型の作製コストを削減できる。



Fraunhofer IGCV

アルミ、銅、セラミックによるマルチマテリアル・バッテリーセルハウジング

核融合発電向けのモノリシックマルチマテリアル部品の製造

- ✓ ドイツ連邦技術・宇宙省が資金提供する核融合発電システム向けのプラズマ対抗機器（核融合炉の内壁を構成しプラズマに直接面する機器）の新たな設計コンセプトを開発するプロジェクト（DURABLE Project）に Fraunhofer ILTが参画。
- ✓ 通常ははんだ付けでは材料間の熱膨張計数の不一致に接合部が破損するケースが多いという課題を解消するため、固体タングステンと銅または銅合金を組み合わせたモノリシックなマルチマテリアル部品を製造するためのAM技術を開発している。
- ✓ AM技術を部品製造に適用することで冷却効率の向上やはんだ接合フリーでの複雑な形状の実現が期待される。

Fraunhofer ILT



トカマク核融合実験炉のプラズマ燃焼室

② Direct Manufacturing Research Center【独】

- ・ パーダーボルン大学に本拠を置く産学連携拠点（2008年設立）。
- ・ アカデミアが有する知見・研究資源を活用し、産業界がAMソリューション創出できる仕組みが構築されている。

組織概要

- ・ ドイツ・パーダーボルン大学に本拠を置く産学連携拠点。
- ・ 原材料の抽出から造形、用途開発に至るまでのAMのバリューチェーン全体をカバーする研究開発を、大学の研究者と企業が緊密の連携しながら、AMの産業化に取り組んでいる。

名称	The Direct Manufacturing Research Center (DMRC)
設立	2008年
拠点	パーダーボルン（ドイツ）
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ AMプロセスチェーンを堅牢な工業生産プロセスとして確立するための研究 ■ AMの産業化に向けた産学の連携推進、人材育成、技術移転とコンサルティング、情報共有
主な研究テーマ	<ul style="list-style-type: none"> ■ 材料科学と開発：AMプロセス（SLM、LS、FDM、FGFなど）用の新材料の開発と材料分析 ■ プロセス開発：プロセス監視・品質向上のためのソフトウェア・ハードウェアに関する研究、材料処理の適合性の確保・改善のための影響因子の研究 ■ DfAM：プロセスの最適化、トポロジー最適化、AIを用いた部品設計など ■ AMのコスト分析：プロセスチェーン全体に沿ったコスト分析と評価

（出所）DMRCのウェブページをもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

DMRC e.V.（直接製造研究センター協会）を通じた産学連携

- ・ 2025年に産学連携のための非営利研究機関（DMRC e.V.）を設立。
- ・ 参画メンバーは、パーダーボルン大学が保有する先端的な技術知見や最先端の製造装置、分析機器、ソフトウェアツールを用いて、AMの産業ソリューション創出のためのプロジェクトに取り組んでいる。

DMRC e.V.の保有設備

装置	<ul style="list-style-type: none"> ■ SLM：SLM 250HL、SLM 280など ■ SLS：EOSINT P395、EOSINT P396など ■ FDM：GEWO HTP 260、BIGREP ONE1など ■ FGF：Q.BIG 3D Queen 1 ■ APF：ARBURG Freeformer ■ DLP：EQ PR10 Printer、EQ CL36 Cure Chamberなど
分析機器	<ul style="list-style-type: none"> ■ 機械試験：引張、圧縮、曲げ、せん断、疲労など ■ 物理・化学分析：押出プラストメータ、水分測定、レオメータなど ■ 幾何学測定：ラフネスと輪郭の測定など ■ 光学分析：三次元形状測定、粒子径分布測定、SEM、サーマルイメージングなど
ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> ■ Solidworks、APEX Generative Design、Additive Marking Suite、Ansys Abaqus Thermocalc

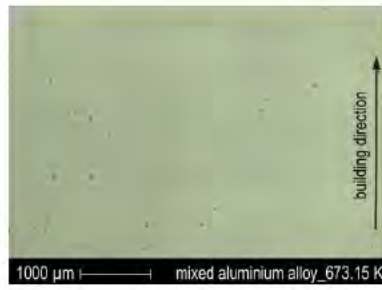
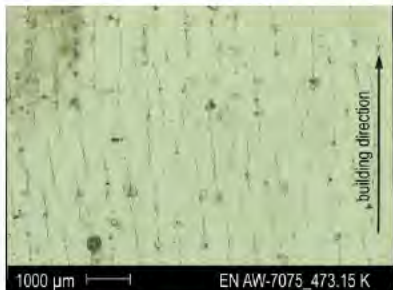
（出所）DMRC e.V.のウェブページをもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

(参考) Direct Manufacturing Research Center (技術開発事例①)

- DMRCの拠点であるパーダーボルン大学の研究活動においては、材料開発、プロセス設計、造形品の設計、後処理など、幅広いAM技術に関して着実に技術が進展している。

アルミ合金の特性の最適化

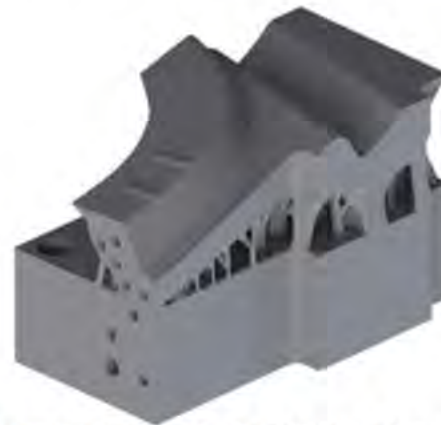
- 高強度アルミ合金 (EN AW-7075) をベースにして化学組成を調製し、SLMプロセスで信頼性の高い部品を製造することが可能な材料を開発した。
- SLMにおいて適切なプロセスパラメータを用いて造形を行うことで、高温割れの発生を抑制することが可能となった。
- 造形後の熱処理により、合金の機械的特性と破壊特性が向上することが確認されている。



EN AW7075での高温割れの様子 (左)
開発した材料での高温割れが発生しないことを確認 (右)

冷却機構を備えた金型の最適化

- 金型の形状に沿って配置された冷却機構に対するAMのプロセスパラメータの検討と金型内に装着されるトポロジー最適化を行った。
- プロセスパラメータの検討では、実験計画法の体積エネルギー密度を最適化する表面粗さとプロセス速度を決定した。



冷却機構を備えた熱間成形用金型の構造

高い表面品質を得る後処理技術の開発

- Walther Trowal社との共同開発により、AM部品の振動式表面処理技術を検討し、専用装置と研磨剤・表面処理剤の開発を行った。
- 表面処理後の表面は、チタン合金やコバルトクロム合金などの難削材でも滑らかであった。
- 高い品質と再現性が得られることから、多くの企業での採用につながっている。



後処理により高い表面品質を持つ機械部品の例

(参考) Direct Manufacturing Research Center (技術開発事例②)

- AMの産業化のための重要なテーマである品質保証に関して産学連携での取組が加速している。
- 最終部品の評価をする上では、設計・生産プロセス・試験などの各工程で得られるデータの活用も重要となることから、デジタル技術を用いて各工程のデータを一元的に取り扱う仕組みの構築にも注力されている。

航空用パワートレインの開発・製造・認証プロセスへのAMの統合

プロジェクト名称	Additive manufacturing of components in the powertrain of aircraft gearboxes(power2AM)
予算額	1,636,350ユーロ (うちBMWK・民間航空研究プログラムからの公的助成491,700ユーロ)
実施期間	2024年9月~2027年11月
参画機関	Universität Paderborn, Airbus Helicopters Technik, Schaeffler Aerospace Germany, Oerlikon AM Europe GmbH

- ヘリコプターのギアボックスなどの航空機のパワートレインの重要部品の開発、製造、認証プロセスにAM技術を組み込むこと、及びPBF-LBプロセスの設計、モニタリングとCAD/CAMを統合するデジタルツインの基本要件の定義を行うことを目的としたもの。
- プロジェクトには、適切な材料の選択、プロセス関連パラメータの定義、溶融プールモニタリング、非破壊検査技術などの品質保証に関するソリューションの開発が含まれ、デジタルツインを使用して設計、生産、監視を完全に統合することを目指す。
- トポロジー最適化などのDfAM手法を用いて部品のプロトタイプを開発し、実際のものづくりの現場で用いられている試験方法により、検証を行う。
- さらに、資源効率、CO₂節約、生産時間の短縮という観点から積層造形の可能性を分析する。

品質管理・品質保証プロセスのデジタル化

プロジェクト名称	Additive manufacturing of components in the powertrain of aircraft gearboxes(power2AM)
予算額	不明 (BMWKより助成)
実施期間	2023年~2026年 (35カ月)
参画機関	Mobility goes Additive, IMA Materialforschung und Anwendungstechnik, TÜV NORD Systems, Additive Marking, Siemens Mobility, Universität Paderborn

- プロセス監視や製造した部品などの検証、製品の承認などのプロセスへSiemensのデジタル技術を導入することで品質管理や品質保証の高度化を図ることで、産業界へのAM (PBF-LB) の普及促進を図ることを目的としたもの。
- 承認プラットフォームを実現するための承認プロセスのデジタルマッピング、破壊試験に代わるコンピュータによる検証手法の確立、品質試験の要件を削減するための手法の評価などに取り組む。
- デジタル技術を用いた手法には、様々なプロセス監視システムの組み合わせによる自動評価、肥大化するデータベースでのデータ管理手法の検討なども含まれる。
- このプロジェクトを通して得られたAMプロセスチェーン全体に渡る知見は、鉄道分野をはじめとする工業分野でのAMプロセス活用に関するガイドラインや規格策定に活用することで、AMの産業化を推進するための知識の移転を進める。

③Aachen Center for Additive Manufacturing 【独】

- アーヘン工科大学内に拠点を置く AMの研究開発、トレーニングを行うプラットフォーム（2016年設立）。
- AMに関するリソースを集約することで 産業界へAMに関する専門知識を提供し、企業でのAM導入を支援。

組織概要

- AM関連の研究開発への産業界の参加を促進するため、プロセスチェーン全体を網羅するワンストップサービスを提供。
- 企業との共同研究開発やAMソリューションの構築のためのコンサルティング、企業従業員への教育・トレーニングを実施。

名称	Aachen Center for Additive Manufacturing (ACAM)
設立	2016年
拠点	アーヘン（ドイツ）
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 産業界に対する最先端のAMの専門知識へのアクセス提供 ■ 設計段階から品質管理に至るまでのプロセスチェーン全体の技術に関する支援を行うとともに、共同研究開発の機会、高度な教育・トレーニングプログラム、産業界のネットワーク構築の機会などの提供
主な取組 （企業支援）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 研究開発：2者間契約にもとづく共同研究開発プロジェクトの実施の他、他の研究パートナーと協力して公的資金プロジェクトを組成し、企業の参加機会を提供 ■ コンサルティング：AMソリューションのに関する調査と開発 ■ 教育・トレーニング：セミナー（企業拠点への出張、オンライン等）、企業従業員の教育、ACAM内の実験室でのハンズオン体験等の教育・トレーニングプログラムの提供

産学メンバーの専門知識の組み合わせによる活動の推進

- アーヘン工科大学やフラウンホーファ（IPT、ILTなど）12の研究開発パートナーと35社以上の産業界メンバーが連携して活動。
- 研究開発活動や教育・トレーニングはワーキング・グループ（WG）を通して調整される（下表参照）。

WG	概要
Market & Business Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> • 市場トレンドとビジネス戦略のギャップを埋める活動 • 企業が市場のニーズの対応するだけでなく、事業戦略を推進するための意思決定を行えるように支援
Design & Product Applications	<ul style="list-style-type: none"> • AMの革新的な設計手法に焦点を当てた活動 • ジェネレーティブデザイン、アルゴリズムベース及びデータ駆動による設計自動化などの高度な手法を探索
Technology and Material for Metals	<ul style="list-style-type: none"> • 金属加工における先進技術と材料に焦点を当てた活動 • AMプロセスの監視と制御、レーザークラッディングとハイブリッド技術を使用した再製造をテーマに含む
Technology and Material for Polymers	<ul style="list-style-type: none"> • 樹脂AMシステムの改善が目標 • 連続生産能力の向上などにより、樹脂AM製造のコストメリットの向上を目指す
Operations	<ul style="list-style-type: none"> • 完全に統合された産業用AM生産環境の確立に焦点を当てた活動 • 非競争領域でのコンソーシアムプロジェクトの実施など

(参考) Aachen Center for Additive Manufacturing (研究インフラ)

- “Design Labs”、“Polymer Labs”、“Metal Labs”の3つのカテゴリの研究インフラを提供。
- 金属AM技術・装置 (Metal) と設計 (Design) の支援内容や研究設備は以下の通り。

金属AM技術・装置

- PBF-LB、DED-LB、複合加工機等の装置を取り揃えている。



ACAMで提供している金属AM装置

DfAMに関する支援

- 以下に示すような項目について、軽微な設計変更からゼロベースからの設計まで、ACAMの専門家が企業を支援。

- 安定した製造条件の設定
- サポート構造の設計
- 造形部品の改良のための再設計
- トポロジー最適化
- 流体駆動設計 (CFD: 数値流体力学を用いた設計)
- ラティス構造の設計など



AM部品の設計例

④VDMA/the Additive Manufacturing Working Group【独】

- ドイツ機械工業連盟（VDMA：Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau）が設立した、AM分野の企業や研究機関が参加するワーキンググループ（2022年設立）。
- 約200社の企業が参加し、AMの産業応用促進、規格・標準化などの活動を行っている。

組織概要

- 欧州最大の機械工業の業界団体（会員企業：3,600社以上）が設立したAMに関するワーキンググループ。
- AMの産業応用の促進、規格・標準化、会員企業間の情報交換・ネットワーキング、技術動向や市場分析の共有、展示会・セミナーの開催などの活動を行っている。

名称	VDMA/the Additive Manufacturing Working Group (AG AM)
設立	2022年
拠点	フランクフルト（ドイツ）
主な活動内容	<p>ワーキンググループにおいては、会員企業間でAMに関する知見と活用可能性に関する情報交換や専門家会議の開催を通して、以下のような活動に取り組む</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ AM及び製造プロセスの工業化と自動化 ■ 新しい応用分野の開発 ■ 技術標準の策定 ■ 会員企業間の情報交換・ネットワーキング ■ 技術動向や市場分析の共有 ■ 展示会・セミナーの開催

AMのプロセスチェーン全体をカバーする参加企業

- 装置、部品、材料、ソフトウェア、サービスビューロ、コンサルティングなどのAMのプロセスチェーン全体を代表する約200社がワーキンググループを構成。
- ワーキンググループのメンバーによって選出された代表者が定期的に会合を開き、AMの産業化という観点からAMグループ及びその外部への影響力拡大を積極的に支援。



⑤ Mobility goes Additive 【独】

- 欧州の大手鉄道企業を中心に活動するAM技術のモビリティ分野への実用化・普及を加速させることを目的とした国際的な業界ネットワーク/コンソーシアム（2016年設立）。
- 近年は医療分野（医療、歯科、獣医学など）にも活動を拡大。

組織概要

- ユーザー企業・OEM（鉄道、航空、自動車など）、装置・材料メーカー、サービスビューロ、ソフトウェア企業、研究機関等のAMエコシステム全体をカバーする140以上の会員企業により構成。
- 年間60回以上のワーキンググループ会議と年間50回以上の交流イベントを主催し、会員企業間のネットワーク形成や情報交換を通してAMシステム全体の品質確保、プロセスの改善、専門人材の育成、デジタルサプライチェーンの強化などに取り組んでいる。
- AMの各応用分野や材料、LCA評価、認証教育・人材育成に関して、19のトピックに関するグループが存在する他、標準化、制度設計、社会インパクト、デジタル・AI、国際化などの包括的なテーマについても取り組んでいる。

名称	Mobility goes Additive (MGA)
設立	2016年
拠点	ベルリン（ドイツ）
主な活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ■ 技術課題の検討・標準化活動 ■ メンバー間の情報共有（実用事例、業界横断的な課題など）・ネットワーキング ■ 共同プロジェクトの推進 ■ 規制・認証・品質管理に関する取組 ■ 教育・人材育成 ■ 展示会・セミナーの開催

MGAのトピック

ワーキンググループ	目的・主な活動
鉄道	鉄道分野へのAMのユースケース開発、実装、共同データベースの構築など
公共交通システム	公共交通機関への革新的なAMソリューションの導入への取組
自動車・機械	自動車や機械におけるAMのユースケースの特定、専門知識の掘り下げ
航空&宇宙	高品質部品の開発（特殊素材、軽量設計など）、業界特有ニーズの共有
防衛	防衛分野の部品製造のための先端技術（材料、プロセスなど）の探求
建築	建設におけるAMプロセス・材料の検討、知識・標準・アイデアの共有
病院	病院スタッフと連携したAM技術を臨床現場に統合するための検討
支援技術	医療分野におけるAMのアプリケーションの開発と実装
獣医学	獣医学分野でのAMの可能性の探求（インプラント、義肢・装具など）
歯科	AMによる精密なかつ効率的なカスタマイズされた歯科医療の実現（材料認証、マスカスタマイゼーション、デジタルワークフローの統合など）
医薬品	医薬品バリューチェーンへのAMの統合の推進と実装
日用品	ライフスタイルの革新のためのデザインとAMテクノロジーの融合
材料	樹脂、エラストマー、金属などの市場ニーズの探索、試験方法、技術基準
医療材料	用途探索、材料・AM技術の導入ガイドラインの作成、リサイクル可能性検討
デジタルサプライチェーン	AMサプライチェーンの分析、最適化の可能性の特定に重点をおいた活動
持続可能性	GHG排出量やエネルギー消費量の評価、LCA基準の作成など
鉄道向け認証/認証	3D造形された医療機器・部品の承認取得/鉄道用部品の承認取得に重点
教育	労働者の教育・訓練（教育システム・コンテンツ作成、実習の推進など）

⑥ Manufacturing Technology Centre 【英】

- Innovation UKが支援する産学連携推進のための研究技術機関（2010年設立）。AMの産業化に向けた技術開発だけでなく、戦略・ロードマップの策定や教育・トレーニングの面でも中心的な役割を果たしている。

組織概要

- 産業界とアカデミアの溝を埋めることを目的とした研究技術組織。
- Innovate UKが支援するHigh Value Manufacturing Catapultの一部で、AMに特化した研究センター（NCAM）を設置。
- 航空宇宙、宇宙、防衛、電力・エネルギーなど、様々なセクターにわたり、中小企業から大手多国籍企業まで、あらゆる規模の組織と連携し、産業界のイノベーションを支援している。

名称	(MTC) National Centre for Additive Manufacturing (NCAM)
設立	2010年 (MTC) / 2014年 (NCAM)
拠点	コヴェントリー (英国)
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 産業界におけるAMプロセスの最適化と標準化 ■ 粉末処理を含むAMの全工程をカバーする技術開発 ■ 技術の信頼性の向上、自動化の実装、安全要件の確立
主なAMの取組	<ul style="list-style-type: none"> ■ 産学連携による研究開発プロジェクトの実施 ■ AMに関するビジネス戦略策定支援：ビジネスケースの開発、技術ロードマップの策定など ■ AM製品及びプロセスの開発：製品の設計・製造から技術ベンチマークなどに必要な技術的な支援を提供 ■ AM製品の実装：製造設備構築、生産規模の拡大などを支援 ■ 教育・トレーニングの提供 ■ ハンス・オン・エクスペリエンスの提供：NCAMの施設を用いて専門家と一緒に作業することで実践的能力獲得を支援

NCAMの沿革

2014年

- 英国政府から15M€の投資を受けNCAM設立
- 最初の大規模産学連携プロジェクトが開始（航空エンジンの構造部材）

2015年

- カスケードプロジェクト開始（ネットワーク及びAM部品のための粉末サプライチェーン確立を目指す）

2016年

- EWIRAプロジェクト開始（軽量補助翼部品のヒンジ・ブラケットの評価に注力）

2017年

- 欧州宇宙機関のAMベンチマークセンターが発足
- 英国のAM戦略の立案のため、MTCがUK AMコミュニティを招集

2018年

- MTCがASTMのCoEとの米国外での最初のパートナーとなる

2020年

- ADMIREプロジェクト完了（5カ国AM産業界、アカデミアが参画しAM分野における学術教育システムのギャップを埋める取組を実施）

2021年

- 英国国防省への支援を提供（AMの方向性検討のための情報提供、防衛サプライチェーンへのAMの活用に向けた取組を支援）

2022年

- MTC見習い制度が認定を取得
- AM高度専門人材プロジェクト開始

2024年

- The Aerospace Technology Institute（英国ATI）と共同で英国の航空宇宙分野のための新たなAM戦略・ロードマップを策定

(参考) Manufacturing Technology Centre (技術開発事例①)

- AM試作施設やAMワークフロー全体を一元的に管理する統合デジタルシステムの開発を通して、企業のAM製品の開発やAMの導入促進を支援している。

エンジン部品を試作施設の立ち上げ

- ロールスロイス社と共同で低燃費・低騒音エンジン「UltraFan」の開発に必要なエンジンスタータ部品を供給するAM試作施設を設計・設置・運用。
- MTCは4500平方フィートの中にArcam EBM装置6台、粉末処理、後処理、検査など機器を収容したAM生産セルを構築。
- 粉末から部品に至るまで、飛行試験に適した製造方法とトレーサビリティ管理システムを開発。
- 機械メーカー、MTC、ロールスロイスと連携した統合プロジェクトチームを結成し、部品の統合と機能強化を実現。



AM試作施設 (AM生産セル)

製造・検査工程のデジタル化・自動化の実現

- リバプール市域合同当局の支援を受け、デジタル製造アクセラレーターの一環としてデジタル試験場内で、AMプロセスをデジタル化するプロジェクトを実施。
- シーメンス、PTC、Xerini、Ultimoと連携し、MTCがAMにおけるプロセス管理を最適化させる統合デジタルシステムを開発。
- 品質管理を確実にするため、AIとコンピュータービジョンシステムを導入し、検査プロセスを自動化。
- 製造現場のオペレーションを最適化するために、製造実行システムを通じてシステムインタラクションを強化し、電子作業指示書とハンズフリー操作のための音声アシスタントを統合。
- ワークフローの効率化、ダウンタイムの削減、そしてAMプロセス全体の生産性向上が実現。



製造実行システム

(参考) Manufacturing Technology Centre (技術開発事例②)

- 航空機用ブラケットの軽量設計、モーターのエネルギー変化効率の向上する巻線部品の設計等、**AM部品の優位性を高める取組にも注力**している。

航空機用ブラケットの軽量設計

- EWIRAプロジェクトにおける以下の課題に取り組み、航空宇宙用の重要部品の製造において AM を使用するための技術を確立。
 - ✓ 飛行試験を可能にするための設計及び構造部品の検証
 - ✓ 最適化された軽量設計の実現
 - ✓ 疲労要件を満たすための表面改質
- 具体的な取組として以下を実施。
 - ✓ トポロジー最適化技術を用いてブラケットを設計
 - ✓ EBMとTi6Alを用いた造形に関して所定のプロセスに準拠するように主要なプロセスパラメータを確立
 - ✓ 設計許容値を生成するための材料試験
 - ✓ 飛行試験による実証



トポロジー最適化技術を用いた軽量設計ブラケット

モーター巻線部品へのAMの適用

- 冷却性能や変換効率の向上のための柔軟な設計へ対応するため、モーター巻線部品にAMを適用するという課題に取り組んでいる。
- MTCは、シーメンス・デジタル・インダストリーズ・ソフトウェアから提供された設計ツールを用いて、モーターの試作品を設計。
- モーター巻線部品の構造を材料の導電性を最大化するように最適化。
- プロセスシミュレーションを用いて残留応力が低減するようなプロセスパラメータを設定し、後処理工程の簡素化につなげた。



AMを適用したモーター巻線部品

欧州の支援施策事例（公的助成プログラム）

- Horizon Europeの下でのイノベーション支援
- Horizon Europeの下でのAMの技術開発支援
- 各国・地域の支援施策

支援施策事例（Horizon Europeの下でのイノベーション支援）

- 大型研究とイノベーション支援プログラムであるHorizon Europeの中において、技術開発プログラムや資金支援パッケージを用意し企業などのイノベーション活動を支援。
- AMの技術開発は「産業・デジタル・宇宙」クラスタにおいて推進。

Horizon Europeの概要

- 2021年から2027年まで実施されるEU最大の研究・イノベーションのための資金提供プログラムであり、資金提供の総額は935ユーロと見込まれている。
- 「卓越した科学」、「グローバルな課題と欧州の産業競争力」、「イノベティブ・ヨーロッパ」の3本柱と「参加拡大と欧州研究圏の強化」で構成されている。
- 「産業・デジタル・宇宙」クラスタでAMの技術開発を支援。
- Horizon Europeのワークプログラムにおいては、トピックの内容に応じて資金提供の対象となるアクションが決まっている。
- 中心的なアクションとしては「研究・イノベーションアクション（RIA）」と「イノベーションアクション（IA）」の2つとなっている（下表参照）。

	研究・イノベーションアクション (RIA)	イノベーションアクション (IA)
目的	新たな知識の確立、新規または改善された技術、製品、プロセス、サービス、ソリューションの実現可能性の探求（研究開発）	新しいもしくは変更・改善された製品・プロセス・サービスの計画・配置・設計（プロトタイプ作成・実証）
助成割合	100%	70% (非営利機関は100%)

Horizon Europeの下での助成・投融資制度

- スタートアップ・中小企業の事業化活動や設備投資に対して、助成金だけでなく、民間の投融資を誘起する仕組み整備されている。
- 資金的支援と合わせて、コンサルティングやメンターなどもソフト面での支援も提供されている。

WG	概要
EIC Accelerator	<ul style="list-style-type: none"> • 革新的な製品・サービスまたはビジネスモデルを有し、破壊的なイノベーションを引き起こす可能性のあるスタートアップ・中小企業を支援 • TRL6~8を対象とした技術開発活動に最大250万ユーロの助成金、EICファンドを通じた50万~1,500万ユーロの投資による資金パッケージを提供 • コンサルティングやメンターなどのビジネス支援を実施
Innovation Fund	<ul style="list-style-type: none"> • ネットゼロ及び革新的技術の導入に向けた資金提供パッケージ（ファンドの規模は5億3,000万EU-ETS） • AMは直接的に技術リストには含まれていないが、ネットゼロ技術の製造や循環経済を支える技術として間接的に支援対象に含まれる
InvestEU	<ul style="list-style-type: none"> • 欧州における持続可能な投資、イノベーション、雇用創出を支援するプログラム • EUの予算保証を裏付けとして、欧州投資銀行などの金融パートナーを通じて長期低利融資やプロジェクトの計画・実施に関する技術支援や助言が提供

支援施策事例（Horizon Europeの下でのAMの技術開発支援①）

- AMプロセスの観点では、金属AMの造形効率の大幅な向上を目指したプロジェクト（InShape）や表面品質や幾何学的精度の向上のための技術開発に対する支援（BALSAM）が行われている。

金属AMの造形効率の大幅な向上（InShape）

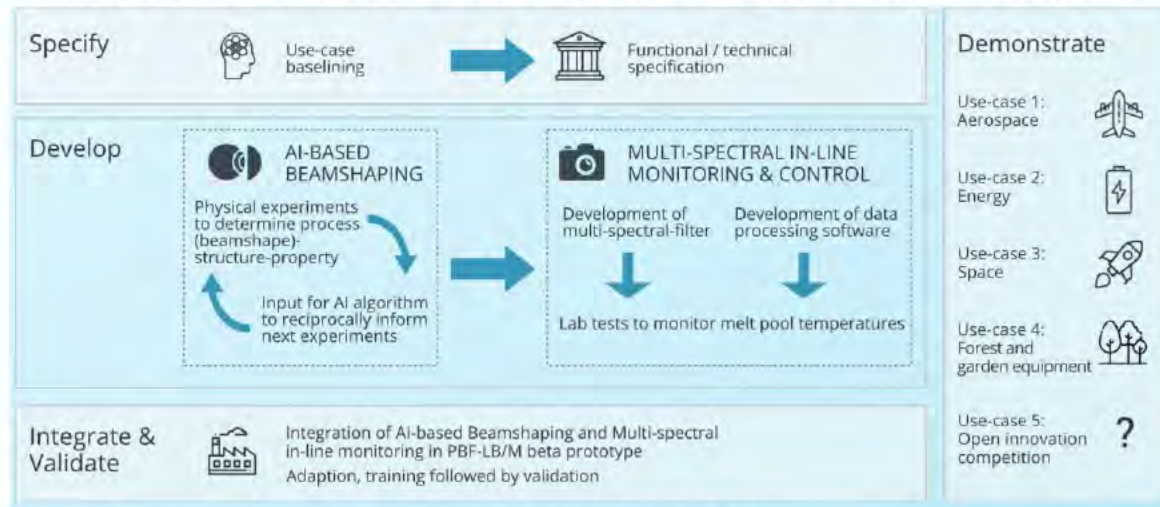
- 金属用の革新的な粉末床溶融プロセス（PBF-LB）の開発を目的としたプロジェクト。
- 以下の2つの技術革新によって実現され得る産業ユースケース（高温熱交換器、産業用ガスタービン、燃焼装置、シリンダーヘッド）への適用を実証。

（1）部品の形状に合わせたレーザービーム形状の適応技術

プログラム可能な強度分布とAI技術を備えた高出力光モジュールによって材料の種類や造形部品の形状に合わせて最適なビーム形状を決定する技術

（2）マルチスペクトルインラインプロセス監視・制御

マルチスペクトルイメージング技術を積層造形領域に移すことによって可能になる、予測品質分析のためのインラインプロセス監視および制御技術



InShapeプロジェクトの概要

レーザーAMにおける表面品質と幾何学的精度の向上（BALSAM）

- レーザ積層造形（LAM）における表面品質の向上と幾何学的精度の向上に取り組むプロジェクト。
- Frounhofer生産技術研究所とアン・ナジャ国立大学との連携により実施。
- 主な開発項目は以下の通り。

モニタリングシステム

- レーザーで溶融する材料の品質に影響を与えるプロセスパラメータの監視を目的としたもの
- プロセス中で発生する様々なデータをリアルタイムで取得するモニタリング実験を実施



制御システム

- 表面品質と幾何学的精度を向上させるために、層の幅と高さを制御するための手法を開発
- 収集データにより直接コントローラーを設計する方法を提案



プロトタイプ実装

- コントローラーの実際の性能を検証するために、いくつかの干渉テストを実施

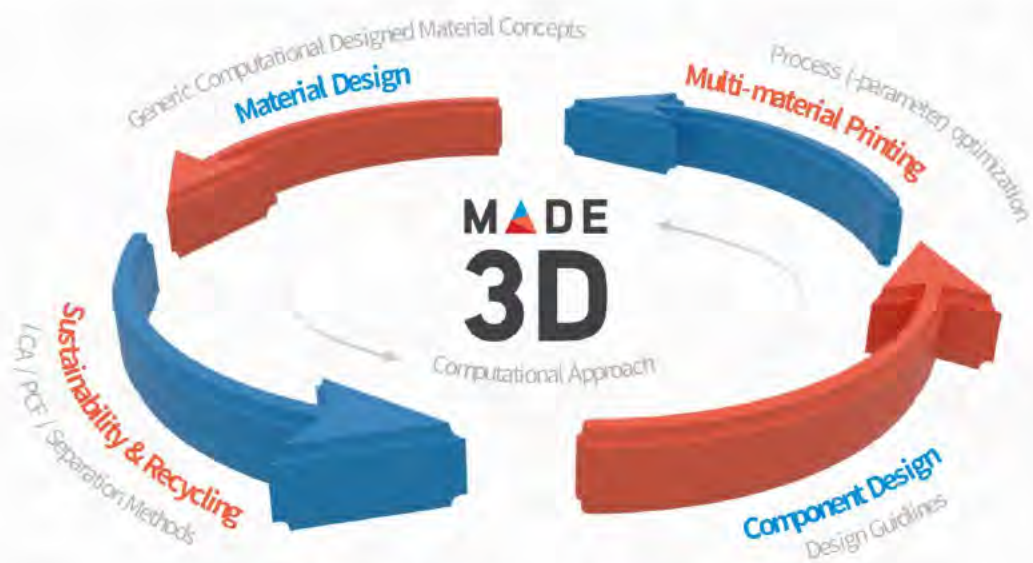


支援施策事例（Horizon Europeの下でのAMの技術開発支援②）

- 数値シミュレーションにもとづくマルチマテリアル部品の製造のため材料・プロセス・部品の設計（MADE3D）や循環的で資源循環効率の高いバリューチェーンの構築を目指した材料技術開発（Repam）も進められている。

マルチマテリアル部品の造形プロセスの開発（MADE3D）

- PBF-LB及びDEDのAMプロセスを最適化し、複数の材料を組み合わせた革新的なコンポーネントを開発することを目的としたプロジェクト。
- 欧州の10カ国から13機関が参画しコンソーシアムを構成。
- 開発は材料設計、プロセス設計、コンポーネント設計、持続可能性に焦点をあてており、各種設計は数値シミュレーションによってサポートされている。



MADE3Dプロジェクトの概要

(出所) MADE3Dプロジェクトのウェブページをもとにみずほサーチ&テクノロジーズ作成

材料サプライチェーンの課題への対処（Repam）

- 材料サプライチェーン全体にわたる重要な課題に対処することで、AMにおける持続可能性を向上させるための研究・イノベーションアクション。
- 材料の設計から粉末製造、リサイクルプロセスの最適化に至るまで、循環的で資源効率の高いAMのバリューチェーンを構築することを目指している。
- プロジェクト（コンソーシアム）には、ドイツ、フランス、トルキエ、イタリア、スウェーデン、スペイン、ベルギー、英国の8カ国から19のパートナーが参加。

材料設計とイノベーション	AMプロセスに合わせた、スクラップ耐性があり、リサイクル可能な合金の開発
粉末製造の最適化	使用される金属粉末の収率が40~70%増加するAMプロセスの開発
材料の循環とリサイクリング	AMやその他の製造プロセスからの廃粉末をリサイクルするための革新的な技術開発
AI駆動型のプロセス制御	AIと機械学習を適用して AMプロセスをリアルタイムに監視し、材料効率を最大化するために動的に調整
持続可能性の影響	最適化された生産およびリサイクル技術を導入することで全体で温室効果ガス排出量の50%削減を達成

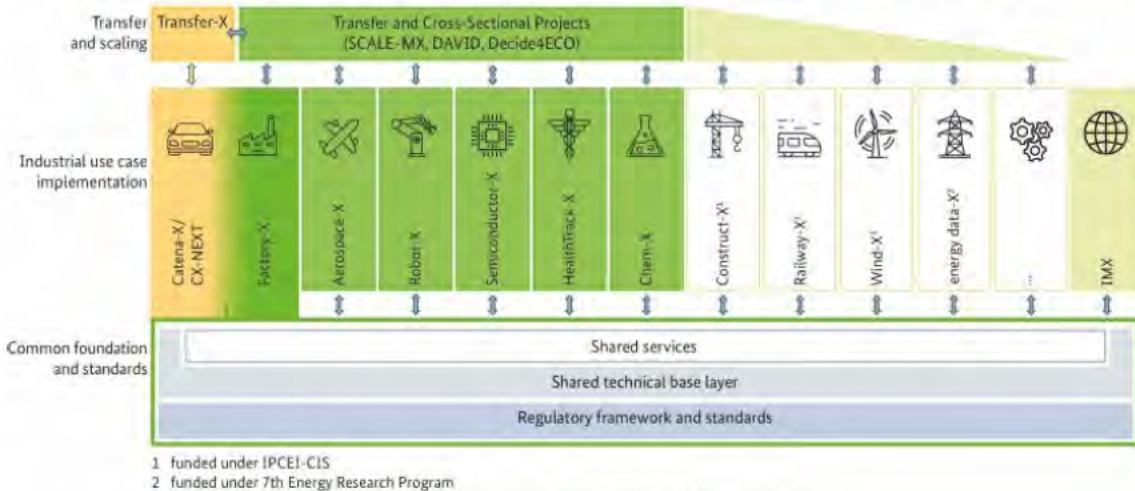
(出所) Repamプロジェクトのウェブページをもとにみずほサーチ&テクノロジーズ作成

支援施策事例（各国・地域の支援施策①）

- ドイツでは様々なデジタル化支援の中で、AMに関する支援が行われている。
- 製造業のデータ共有基盤構築（Manufacturing-X）の他、中小企業・熟練技術者へのデジタル技術の知識やスキルの移転（Mittelstand-Digital）がすすめられている。

データ共有基盤構築プログラム（Manufacturing-X）【独】

- 製造業のデータ共有基盤構築プロジェクトであり、企業間データ交換を促進し、製造業全体の競争力を強化することを目的としたもの。
- 連邦経済エネルギー省から資金提供（1億4,000万ユーロ）が行われている。
- IoT、AI、ビッグデータなどのデジタル技術を駆使し、サプライチェーンの効率化、持続可能性の向上、データ主権の確保などを旨とする。
- 「データ共有基盤の構築」、「DXの推進」、「データ主権の確保」、「業界横断的な取り組み」を主な特徴とする。
- AMに関連するプロジェクトとしては、工場・工作機械産業向けのデジタル化を推進する「Factory-X」が実施されており、設備監視やエネルギー管理、材料・製品のトレーサビリティなどへのデータ共有基盤の構築が行われている。



Manufacturing-Xの概要

（出所）ドイツ連邦経済エネルギー省「Manufacturing-X」のウェブページをもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

中小企業のデジタル化支援（Mittelstand-Digital）【独】

- 連邦経済エネルギー省による中小企業や熟練労働者がデジタル化へ対応するためのプログラム。
- 中小企業デジタルイノベーションハブと中小企業向けサイバーセキュリティ・イニシアティブの2つのイニシアティブで構成される。

中小企業デジタルイノベーションハブ

- ドイツ小売協会（HDE）、ibi research、EHI小売研究所、IFHケルン、ドイツ人工知能研究センター（DFKI）で構成
- ドイツ全土の中小企業と熟練工に対して、AI等のデジタル技術の活用に関する支援を提供
- 専門知識の移転（ワークショップ、トレーニングプログラムなど）、実証設備の提供、ネットワークイベントの開催、デジタル化の実用的な事例の共有などを実施

中小企業向けサイバーセキュリティ・イニシアティブ

- 中小企業サイバーセキュリティ移転センターが中堅企業や熟練労働者のITセキュリティに関する質問への窓口として機能し、サイバー攻撃の危険への対処方法に関する実用的な情報とサポートを提供
- また、共同プロジェクトまたは個別プロジェクトを実施する企業を支援するための様々なサービスを提供

（出所）ドイツ連邦経済エネルギー省「Mittelstand-Digital」のウェブページをもとにみずほリサーチ&テクノロジーズ作成

支援施策事例（各国・地域の支援施策②）

- フランスでは産業プロセスの脱炭素化や未来技術への投資の中でAMの技術開発や産業利用を推進。
- イタリアではIndustry4.0に関連する革新的な技術・設備への企業意欲を税制優遇により刺激。

フランス再興（France Relance）【仏】

- フランス政府による新型コロナウイルスパンデミック後の経済回復と構造改革を目的とした包括的な経済復興計画（2020年発表）。
- エコロジー（環境）、競争力、社会的結束力の3つの柱に焦点を当て、それぞれ300億ユーロ、350億ユーロ、350億ユーロ（合計1,000億ユーロ）の予算を配分。
- AMは、産業プロセスの脱炭素化、工業生産の回復（生産財デジタル化など）、未来のテクノロジーへの投資（デジタル技術など）と関連して支援が行われているものと考えられる。

Ecology (環境)	Competitiveness (環境)	Cohesion (社会的結束力)
<ul style="list-style-type: none"> 産業プロセスの脱炭素化 グリーン水素 クリーンモビリティ（自転車、公共交通機関の利用促進など） 環境に配慮したインフラ整備 生物多様性を考慮した農業部門の変革支援 	<ul style="list-style-type: none"> 工業生産の回復（ヘルスケア、生産財、電子機器、農産物産業、産業用5Gアプリケーション） 未来のテクノロジーへの投資（デジタル技術、医療・ヘルスケア産業、カーボンフリーエネルギー、食糧・農業、モビリティなど） 生産税の引き下げ 	<ul style="list-style-type: none"> スキルの強化と職業訓練の変革（持続可能社会への移行、循環経済、デジタル技術に関連した活動への対応のための職業訓練システムの変革） 戦略的かつ高成長分野での若年者の育成（若年求職者の職業訓練コースに16億ユーロの予算を割り当て）

France Relanceの3つの柱と主な取り組み

スーパー減価償却（Iperammortamento2026）【伊】

- イタリアにおけるIndustry4.0の政策の一環として導入された税制優遇措置（スーパー減価償却）制度。
- 企業がロボットやIoTデバイス、ソフトウェアなどのIndustry 4.0に関連する技術や革新的な設備への投資を対象とするもの（AMも革新的な設備に含まれるものと考えられる）。
- 投資した資産の費用に対して、通常よりも大幅な税制上の優遇を認めることで企業の設備投資意欲を刺激する。

制度名称	Iperammortamento2026
概要	<ul style="list-style-type: none"> Industry4.0に関連する技術・ハイテク機器などに対する企業の設備投資への税制上の優遇を認めるもの 企業の設備投資意欲の刺激が狙い
対象者	<ul style="list-style-type: none"> 事業所得を有する事業者でかつ新規資本財への投資を行う者
支援期間	<ul style="list-style-type: none"> 2026年1月1日～2026年12月31日 但し、「2026年12月31日まで受諾」されており、「20%の頭金が支払われている」場合には2027年6月30日まで適用
償却率	<ul style="list-style-type: none"> Industry 4.0に関する有形資産・無形資産（投資額250万ユーロまで：180%、投資額250～1,000万ユーロ：100%、投資額1,000～2,000万ユーロ：50%） 再生可能エネルギー・エネルギー生産・貯蔵システム（投資額250万ユーロまで：220%、投資額250～1,000万ユーロ：140%、投資額1,000～2,000万ユーロ：90%）

支援施策事例（各国・地域の支援施策③）

- EU域内の格差是正と持続可能な成長促進を目的とした結束政策（Cohesion Policy）のもと、開発途上国・地域のインフラ整備プロジェクトを支援。
- AMは持続可能社会を実現するための要素技術として間接的に資金提供が行われている可能性がある。

EU域内の格差是正政策のもとでの支援（Cohesion Policy）

- EU域内の経済・社会・地域間の格差を是正し、持続可能な成長を促進するため、EU加盟国における各種プロジェクトなどへの投資を支援するプログラム。
- 「雇用の創出」、「ビジネス競争力の向上」、「経済成長」、「持続可能な開発」、「国民の生活の質の向上」につながる活動を支援するもの。
- EUと加盟国が共同で資金を出資し、各加盟国が策定した投資計画にもとづき、プロジェクトが実施される。
- 実施期間（2021年～2027年）における予算総額は3,920億ユーロ。
- 資金提供は、以下のような基金を通じて実施される。

基金名称	概要
欧州地域開発基金（ERDF）	■ EU内の開発途上地域や衰退産業を抱える地域でのインフラやサービスの開発計画に対する無償援助
結束基金（CF）	■ 一人当たりの国民総所得（GNI）がEU平均の90%未満の加盟国が対象 ■ 環境・気候変動対策と交通インフラが主な支援対象
欧州社会基金プラス（ESF）	■ 雇用機会の改善や労働者のスキル向上、社会的結束の強化などを目的としたもの ■ 特に失業者、高齢者、少数民族、障がい者など、支援を最も必要とする人々の支援に重点を置いている
公正な移行基金（JTF）	■ 気候中立社会への移行で最も影響を受ける地域を支援 ■ 支援対象：中小企業の事業多様化や新規事業創出、労働者への教育・訓練、地域経済への再生可能エネルギーへの転換

結束政策とAMとの関連

- 結束政策においてはAMが直接関連する支援カテゴリはないが、結束基金における環境分野・気候変動対策分野における地域開発という広範な目標達成の一環としてAMがEU加盟各国のプロジェクトに統合され、AMの技術開発や普及促進に対する活動に対して資金が提供されていることが考えられる。
- 以下に、結束基金の概要を示す。

- **支援対象：**
 - ✓ 環境関連プロジェクト（エネルギー利用効率の向上、姿勢可能エネルギーなど）
 - ✓ 欧州輸送ネットワークのインフラ整備（鉄道輸送の開発、複合輸送の支援、公共交通機関の強化など）
- **予算額：**480.3億ユーロ（2021年～2027年）
※基金全体の配分額の37%が気候変動対策の目標達成に関連する活動に配分される予定
- **対象国：**ブルガリア、チェコ、エストニア、ギリシア、クロアチア、キプロス、ラトビア、リトアニア、ハンガリー、マルタ、ポーランド、ルーマニア、スロバキア、スロベニア

参考資料 6 : 中国の政策・技術動向

金属AMの政策・技術動向【中国】

- 製造業の高度化を国家戦略や先端技術産業への政府投資の下、AMの技術開発や産業振興が戦略的に進められておりAM分野も急速な進展を遂げている。

中国における政策の方向性と特徴

- ✓ 製造業の高度化を目指す国家戦略「中国製造2025」において、**AMを重点技術の一つとして位置づけ、関連政策を推進**。
- ✓ 政府の協力的な支援と先端技術産業への積極的な投資により、AM分野も急速な進展を遂げている。

国家戦略へのAMの組み込み

- 「中国製造2025」や「第14次5カ年計画（2021～2025年）」などの国家計画の中で、**AM技術の研究開発、産業化、応用拡大を重点分野として明記**
- AMに関するイノベーションや標準化の行動計画のもと、エコシステムの拡大や標準化を進めている

技術開発の推進

- 中国科学院や国内の有力大学などの主要な研究機関が中心となり、**AM関連の国家重点プロジェクト**を主導
- 様々な造形方式の装置開発、高性能な金属粉末、ソフトウェアの他、航空宇宙分野向けなどの高性能部品、大型金属部品などにも取り組む

産業育成と市場拡大

- 中国政府が注力する先端技術産業（航空宇宙、エレクトロニクス、ヘルスケアなど）へのAM技術の応用を戦略的に進めることで、市場を急速に拡大
- 補助金や融資などの支援**により研究開発や生産設備などへの企業の投資を誘発

中国国内における主なAMの研究開発機関

研究機関	概要
中国科学院	<ul style="list-style-type: none"> 重慶綠色知能技術研究院：「人工知能+AM」によるインテリジェントAMの開発などを旨とし、国家主要プロジェクトを推進 金属研究所：耐疲労性の高いAM用チタン合金素材の開発に成功するなど、材料開発に強み
清華大学	<ul style="list-style-type: none"> 1990年代からAM研究を推進してきた中国を代表する大学の一つ 積層造形技術研究センターにおいては、EBMをはじめとする積層造形技術と装置を開発
華中技科大学	<ul style="list-style-type: none"> 材料加工・金型技術国家重点実験室：材料成形プロセスとデジタル化、材料科学を融合させた研究を実施 高速製造センター：1991年からAM研究に従事。材料成形・金型技術とも連携しながら、熱間加工金型やダイカスト金型へのAMの適用を進めている
西安交通大学	<ul style="list-style-type: none"> AM技術の他、インテリジェント製造装置、複合材料の成形と試験などに取り組む
北京航空航天大学	<ul style="list-style-type: none"> 大型金属部品の積層造形に関する国家技術革新拠点を設置し、航空宇宙分野の高性能部品向けのAM技術を開発

中国の主要関連政策

- 中国製造2025 (Made in China 2025)
- 第14次五カ年計画 (2021～2025年)
- AMに関する行動計画
- AMに関する産学連盟

中国製造2025

- AMはものづくりの発展を支える重要技術として位置づけられている。
- 航空宇宙向けの大型部品や複雑形状部品製造のため材料・装置開発、インプラント製造ソリューションの創成などが重点開発項目として設定されている

中国製造2025の概要

- 2015年に中国政府が発表した製造業の発展計画を示した国家戦略。
- 中国の製造業を労働集約型から付加価値の高い技術集約型に転換することで、2025年までに「製造大国」から「製造強国」に、最終的に建国100周年の2049年までに世界トップレベルの製造業大国になることを目指す。
- 次世代情報通信、先端デジタル制御工作機械、航空・宇宙設備などの10の重点分野に注力し、技術革新を通じて産業構造の高度化と自給率向上を推進。

目標

第一段階（2015-2025年）：世界の製造強国の仲間入り
 第二段階（2025-2035年）：世界の製造強国の中位レベルへ
 第三段階（2035-2049年）：世界トップレベルへ

5大方針

- ① イノベーション駆動
- ② 品質優先
- ③ グリーン発展
- ④ 構造最適化
- ⑤ 人材本位

9つの重点戦略

- ① イノベーション能力の向上
- ② 情報化と産業化の融合
- ③ 産業の基礎能力の強化
- ④ 品質とブランド力の強化
- ⑤ グリーン製造の全面推進
- ⑥ 重点分野の飛躍発展
- ⑦ 製造業の構造統制
- ⑧ サービス型構造の生産者型サービス業の発展促進
- ⑨ 製造業の国際化水準向上

10大重点分野

- ① 次世代情報通信
- ② 先端デジタル制御工作機械・ロボット
- ③ 航空・宇宙設備
- ④ 海洋建設機械・ハイテク船舶
- ⑤ 先進軌道交通設備
- ⑥ 省エネ・新エネルギー自動車
- ⑦ 電力設備
- ⑧ 農業用機械設備
- ⑨ 新材料
- ⑩ バイオ医薬・高性能医療機器

中国製造2025の概要

中国製造2025におけるAMの位置づけ

- 2015年10月に国家製造力構築戦略諮問委員会がまとめた「中国製造2025重点領域技術ロードマップ」において、AM技術は「先端デジタル制御工作機械・ロボット」、「新材料」、「バイオ医薬・高性能医療機器」において取り上げられている。
- 以下に、分野におけるAMの記載内容を示す。

分野	AMに関する内容
先端デジタル制御工作機械・ロボット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 先端デジタル制御工作機械に含まれる ■ チタン合金、高強度合金鋼、高強度アルミニウム合金、耐熱合金、非金属エンジニアリング材料、複合材料といった高性能大型基幹部品の効率的な積層造形プロセス、設備一式、特殊材料、基幹部品エンジニアリング技術のブレークスルーに注力 ■ 航空宇宙分野での大型部品の製造や複雑形状部品の精密造形のためのAM装置の他、高温合金の超微粉末製造のためのPREP装置開発などがロードマップに取り上げられている
新材料	<ul style="list-style-type: none"> ■ 先端素材の中でAM材料（3D 打印用材料）が取り上げられている ■ 低コストチタン合金粉末、鉄基合金粉末、高温合金粉末などに関して開発目標を設置 ■ 航空宇宙、医療、自動車などのカスタマイズされた複雑形状金属部品向けのコスト低減、需要増への対応を目指す
バイオ医薬・高性能医療機器	<ul style="list-style-type: none"> ■ AMは主要な共通技術として取り上げられている ■ 医療用AMに適したインプラント材料及び改質技術、検査、CAE及び製造技術を含むカスタマイズ製造のための包括的なソリューション創成を目指す

中国製造2025重点領域技術ロードマップにおけるAMの位置づけ

第14次五カ年計画（2021-2025）

- 2021年に策定した第14次五カ年計画のもと、**製造業のデジタル化とスマート化を推進する国家戦略が策定**。
- AMは国家重点プロジェクトの一つとして基礎から応用実証までの幅広い取り組みが推進**されている。

第14次五カ年計画の概要

- イノベーション、グリーン、解放、共有からなる新たな発展理念に沿って、「質の高い発展」を目指す国家イノベーション戦略。（2021年発表）
- 「経済発展」、「イノベーション」、「民生・福祉」、「生態環境」、「安全保障」の5つの分野が設定され、科学技術の自立自強、デジタル経済の発展、環境保護、国民生活の改善などに関する2025年までの目標と12の重要政策方針が掲げられている。

①イノベーションの推進	②経済・産業システムの発展	③国内市場の開拓
<ul style="list-style-type: none"> 科学技術力の向上 企業のイノベーション力向上 イノベーション人材の活力刺激 イノベーションシステムの改革 	<ul style="list-style-type: none"> 産業エコシステムの近代化 戦略的新興産業の育成 サービス産業の発展加速 インフラ建設の調整と促進 デジタル開発の加速 	<ul style="list-style-type: none"> 国内循環の円滑化 国内・国際二重循環の促進 総合的な消費促進 投資空間の拡大
④社会主義経済体制の高度化	⑤農業・農村振興	⑥国土・地域の協調的開発
<ul style="list-style-type: none"> 各市場主体の活力刺激 マクロ経済ガバナンスの改善 近代的財政・金融システムの確立 高水準の市場システムの構築 政府機能の変革 	<ul style="list-style-type: none"> 農業の品質・効率・競争力向上 農業開発イニシアティブの実施 農村改革の深化 貧困削減と農村振興の成果の統合・拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 国土空化の開発と保護の新たなパターン構築 協調的な地域開発の促進 人間中心の新たな都市化の推進
⑦文化産業の繁栄・発展	⑧グリーン開発の推進	⑨ハイレベル対外開放の実施
<ul style="list-style-type: none"> 社会文明水準の向上 公共文化サービス水準の向上 文化産業システムの改善 	<ul style="list-style-type: none"> 環境配慮型・低炭素型開発の推進 環境品質の継続的な改善 エコシステムの品質・安定性向上 資源利用効率の改善 	<ul style="list-style-type: none"> 経済開放のためのシステム構築 一帯一路構造の発展促進 世界経済ガバナンス開発への積極的参加
⑩国民のQOL向上	⑪経済安全保障の強化	⑫国防・軍隊の近代化の加速
<ul style="list-style-type: none"> 人々の所得水準の向上 雇用優先政策の強化 質の高い教育システムの構築 多層的な社会保障制度の改善など 	<ul style="list-style-type: none"> 国家安全保障システムの強化 国家経済安全の確保 人々の生命と安全の確保 社会の安定と安全の維持 	<ul style="list-style-type: none"> 国防と軍事の質・効率の向上 国防力と経済力の両立と発展

第14次インテリジェント製造発展五カ年計画

- 2020年に中国政府の工業情報化部などの8部門が共同で発表した、製造業のデジタル化とスマート化を推進し製造強国への転換を目指すための国家戦略。（2021年発表）
- スマートワークスペース構築、スマート工場の建設、スマートサプライチェーンの構築の他、技術・設備の研究開発、標準化の推進、人材育成などを重点施策としている。
- 本計画の下、2024年は16件の国家重点プロジェクトが設定され、AMは「**増材製造与激光製造（AMとレーザー製造）**」として重点プロジェクトの1つに取り上げられている。

名称	増材製造与激光製造(積層造形及びレーザー制御)プロジェクト(2024年度)
目標	<ul style="list-style-type: none"> 2025年までにAMとレーザー製造を世界トップ水準に到達させ、中国の主流製造技術の一つ サプライチェーンの自立を実現し、高度な設備・製品の国際市場への大規模な参入が可能
予算額	3億5,400万元 (2024年単年度予算、各研究課題には200万元/テーマを配分)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 基礎と最先端技術、コア機能部品、主要技術と設備、応用実証の4つに焦点を当て38の課題を提示 紫外線ナノ秒レーザー、高電圧電子ビーム、非破壊検査などの要素技術から装置開発、航空宇宙、海洋、建設などの各産業セクターでの応用実証まで幅広く支援

増材製造与激光製造（AMとレーザー製造）の概要

(参考) 増材製造与激光制造 (2024年度) の研究課題 (※)

区分	研究課題
1. 基礎理論と最先端技術	<p><基礎研究></p> <ul style="list-style-type: none"> レーザー音響電気相乗均質化堆積法による耐食性表面の作製 ベクトル光場の均質化/動的変調に基づくレーザー加法的および減法的材料製造 エネルギービーム誘起熔融金属液滴堆積による高効率積層造形 磁気熱量相乗効果と金属コアを有する高温超伝導材料構造のヒューズ製造 石英ガラスの積層造形における投影光重合とレーザー直接描画の相乗的応用 冷間電鍍法による三次元金属マイクロ/ナノ構造の積層造形 液相パルスレーザーによるサブナノ材料の製造 細胞を充填した極めて柔軟な生体材料の積層造形 微細多細胞組織・臓器マイクロアレイの積層造形 <p><基礎研究・若手研究プロジェクト></p> <ul style="list-style-type: none"> 超高速レーザー製造プロセスにおける高時空間分解能電子運動観測 磁気抵抗/電歪スマート材料・構造の積層造形 フェムト秒レーザーイオンビーム真空インサイチュー制御技術 フェムト秒レーザーによる光導波路アレイの製造 レーザー粉末床積層造形による難加熱高温合金の作製 軽量超高温金属間化合物複合部品の積層造形技術
2. コア機能部品	<ul style="list-style-type: none"> 高出力・高エネルギー紫外線ナノ秒レーザー 粉末床積層造形用超高電圧電子銃とその応用 接着剤スプレーアレイノズルの研究と応用 積層造形における複雑な一体構造形態と欠陥の非破壊検査とモデリング評価

区分	研究課題
3. 主要技術・装置	<ul style="list-style-type: none"> バインダースプレー金属積層造形技術と装置 レーザー時空間成形積層造形技術と装置 精密部品表面のレーザー並列加工技術と装置 超薄型部品の超高速レーザー高周波強化技術と装置 超高速レーザー改質制御化学堆積エッチング融合製造技術と装置 レーザー/機械協調加工のキー技術と装置 (共通キー技術) 大型複雑構造物向けレーザー付加溶接統合製造技術と装置 連続レーザー超高速レーザー相乗付加製造技術と装置 硬脆性光学部品表面の微小欠陥に対するレーザーインテリジェント修復技術と装置 レーザー支援固体付加製造および切削製造技術とインテリジェント装置 レーザーマルチフィラメントインテリジェントAM技術と装置
4. 応用実証	<ul style="list-style-type: none"> 大型クラスター開口レーザー高効率製造技術の電子機器製造分野への応用 レーザーアーク複合材と相乗的積層造形の海洋機器への応用 道路・橋梁建設における金属コンクリート複合材積層造形の応用実証 医療用生分解性ステントにおけるカスタマイズされた付加製造の応用実証 航空宇宙分野における大型部品のレーザーインテリジェント彫刻製造の応用実証 プラズマビームインテリジェント積層造形技術の応用 グラフィートバイポーラプレートへのレーザーパターニング精密製造技術の応用 紫外線フェムト秒レーザーアルミニウムベース炭化ケイ素高速精密スライス技術の応用 複雑な金属部品へのレーザー3Dインテリジェント切断技術の応用

※2025年までに中国のAM技術とレーザー技術を高度なレベルにまで上げることを全体的な目標とした2024年の重点特別プロジェクトの応募要項に示された研究課題であり、単年度の研究テーマとなる。

AMに関する行動計画

- **増材製造産業発展計画（2017-2020年）及び増材製造標準化行動計画（2020-2022年）**のもと、AMに関する産業エコシステムの構築や応用分野の拡大、標準の整備や大企業での採用を着実に進めてきた。

増材製造産業発展計画の概要

- 中国のAM産業の成長を加速させるため、2017年に工業情報化部などの中国政府12部門が共同で発表したアクションプラン。
- 産業規模の拡大、イノベーションシステムの構築、応用分野の拡大、軍民融合（デュアルユース拡大）、サプライチェーンの整備、安全規制の強化などを柱として、2020年までに年平均30%以上の成長、200億元以上の年売上までにすることを目指したものの。
- 実証研究を通して航空宇宙、船舶、医療、文化・教育などの重要産業での「3Dプリンティング+」モデルを推進し、応用を加速している。

項目	取り組み内容
イノベーション力の向上	AMイノベーションシステムの強化／重要な共通技術の研究開発の強化
供給品質の向上	AM用の特殊材料の品質向上／AM装置、コアデバイス、ソフトウェアの品質向上／AMサービスの品質向上
実証研究の推進	主要製造業、医療、文化的小および創造的、革新的な教育などの分野でのAMの大規模応用の推進／AMクラウドプラットフォームなどの新しいモデルを活用した社会・産業・一般家庭におけるAM応用の推進
リーディング企業の育成	主要企業の発展を支援／産業チェーン全体の協調的な発展促進／産業クラスターの構築加速
支援体制の充実	積層造形のための計測システムの確立と改善／規格・標準化の推進／検証及び認証システムの確立／人材育成制度の充実化

増材製造産業発展計画での主な取り組み

増材製造標準化行動計画の概要

- AMの国際競争力強化と標準化を推進するため、国家標準化管理委員会や工業情報化部などの6部門が2020年に共同で発表したアクションプラン。
- 2022年までに、中国国内事情と国際標準に合致した国際標準化体系の構築と、AMの材料、プロセス、装置、ソフトウェア、試験方法、サービスなどに関する規格を80～100項目まで増やすことを目指した。

項目	取り組み内容
AM標準システムの構築と改善	<ul style="list-style-type: none"> ● 用語と分類、環境、安全などに関する基準の構想と策定 ● 産業化の障壁になっている特殊材料、プロセス・装置、試験方法、特殊なソフトウェアとサービスなどのコア技術に焦点を当てた、標準化戦略の検討 ● 主要かつ競争力のあるグループ標準の開発の奨励
規格・標準の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● AM用の特殊材料の生産プロセス管理、リサイクル、加工、再利用に関する基準の開発 ● 装置の安全性と性能の評価基準の開発 ● AM製品調達サービスの仕様及び規格の開発 ● 航空、航空宇宙、その他の分野のニーズに対応した最適化、トポロジー構造、機能構造の設計と製造標準の開発
国際標準化の積極的推進	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際標準化作業と国内標準化作業を並行して推進 ● 国外関係者との協力による、貿易交流に資する国際一般グループ基準を共同開発
標準策定のための作業メカニズムの革新	<ul style="list-style-type: none"> ● サプライチェーン全体での標準化技術委員会の調整 ● 統合連携プロジェクトの共同提案などのための体制構築
基準の適用と実施の強化	<ul style="list-style-type: none"> ● 積層造形の標準化の実証事例の探索と実施 ● 標準の適用効果の評価とフィードバック作業の実施

増材製造標準化行動計画での主な取り組み

AMに関する産学連盟

- 中国製造2025などの中国政府による製造業強化戦略の下、国内のAM技術の普及と産業競争力向上を目指した産学連携アライアンスを形成し、技術開発や実用化、技術標準の策定、交流協力の促進などを行っている。

中国3Dプリント技術産業連盟

- アジア製造協会、華中科技大学、北京航空航天大学、清華大学などの有力研究機関やAMの大手企業が共同で設立した産学連携アライアンス。（2012年設立）

名称	中国打印技術産業連盟（中国プリント技術産業連盟）
設立	2012年
拠点	北京市
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 中国のAM技術の産業化を推進 ■ 従来の製造技術との組み合わせの促進 ■ 国際交流・国際協力の強化
主な活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ■ 産業化の促進：AM技術の実用化・産業化に係る研究開発・応用研究を推進 ■ 国際交流と国際協力：国際展示会への参加の他、マテリアライズ社（ベルギー）やObjet社（イスラエル）などの国外企業との連携もすすめている ■ 技術標準の制定：AMの産業化促進のための標準化活動（詳細な情報なし） ■ 教育・トレーニング：専門家育成を目的としたプログラムの提供

中国増材製造産業連盟（CAMIA）

- 国内のAMサプライチェーンの育成、産業競争力強化を目的として、工業情報化部の指導・支援の下2016年設立。
- 70を超える大学・研究機関、250以上の企業他、10以上の業界団体・投資機関で構成される。

名称	中国増材製造産業連盟（CAMIA）
設立	2016年
拠点	北京市
目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 産学官のコミュニケーションチャネルの構築 ■ 技術開発や研究開発資源（設備、材料、人材など）の調整 ■ 国際競争力のあるサプライチェーンの構築
主な活動内容	<ul style="list-style-type: none"> ■ 政策の実施と連携：「国家増材製造産業発展推進計画（2015-2016年）」などの国家政策の具体的な要件を実行し、産業発展を推進 ■ 産学連携の促進：大学・研究機関、企業、投資機関などを結集し、技術開発成果の産業化・事業化を促進 ■ 情報共有と交流：レポートの発行や会議、展示会などをして、最新技術動向、市場動向等の情報を会員に提供 ■ 展示会・イベントの開催：カンファレンスやマッチングイベントの開催のほか、オンライン交流プラットフォームなどを構築

中国の研究開発機関

- 中国科学院／重慶綠色智能技術研究院
- 清華大学／積層造形技術工学研究センター
- 華中科技大学／材料科学工学院高速製造センター
- 西安交通大学／先進製造技術研究所

中国科学院／重慶綠色智能技術研究院

- 中国科学院、国務院三峡分室、重慶市の共同で開設された研究機関（2014年設立）。
- 人工知能を活用した新材料設計、金属材料のレーザー粉末床溶融成形技術などを用いて、航空宇宙分野・原子力分野などで用いられる高性能機器へのAM適用に向けた研究を行っている。

重慶綠色智能技術研究院の概要

- 重慶および長江上流域の経済社会発展における主要な科学技術的ニーズに応えることを目的として研究を実施。
- インテリジェント製造に関連する分野横断的な共通基盤技術や基礎科学課題に取り組んでおり、「人工知能+AM」に関する技術の確立を目指している。

名称	中国科学院重慶綠色智能技術研究院
設立	2014年
拠点	重慶市
機関概要	<ul style="list-style-type: none"> ■ 中国科学院、国務院三峡分室、重慶市の共同で設立 ■ 電子情報技術研究所、インテリジェント製造技術研究所、三峡生態環境研究所、バイオメディカル健康研究所から構成される ■ 主な研究分野 <ul style="list-style-type: none"> ✓ AM（3Dプリンタ新製造技術） ✓ グラファイト材料の応用 ✓ 三峡地区における環境に配慮した開発の支援
AMに関する取組	<ul style="list-style-type: none"> ■ Research Center for 3D Printingが実施 ■ データに根差した「人工知能+AM」のための理論形成と関連するコア技術の開発 ■ 上記の開発技術を通じた国家主要プロジェクトの推進

主なAMの研究テーマ

研究テーマ	概要
AIアルゴリズムを用いたAM用新材料の設計	<ul style="list-style-type: none"> • 高性能合金や高融点合金に代表される従来の合金グレードがAMでは形成できないという問題の解決を目指したもの • 人工知能を用いて上記問題へ対応可能な新材料を設計
エネルギー場による成形プロセスの変調	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー場の活用によりレーザー粉末床溶融結合技術で製造されたAM部品の長期安定性の実現を目指すもの
インテリジェントAMのための新原理の探求	<ul style="list-style-type: none"> • 将来の新しい形式のスマート積層造形テクノロジーの探索 • 原子炉や極限宇宙環境などの特定のシナリオ向けの積層造形装置の主要な技術的問題を解決

清華大学／積層造形技術工学研究センター

- 電子ビーム選択溶解法（EBSM）などをコア技術として産学連携イノベーションを促進（2015年設立）。
- 研究成果をもとにQbeam社が設立されており、中国のAM装置産業の競争力向上にも貢献している。

清華大学積層造形技術工学研究センターの概要

- 電子ビーム選択溶解装置（EBSM）AM装置の他、低温堆積造形法、三次元細胞制御組立法など、様々なAM技術と装置を開発。
- 装置の開発の他、航空宇宙分野や医療分野向けの部品造形、DfAM、ソフトウェア開発、材料開発など、金属AMに関する幅広い要素技術について研究を行っている。
- 研究活動は常にAM分野の最先端を走っており、国内外で高い評価を得ている。

名称	清華大学積層造形技術光学研究センター
設立	2015年
拠点	天津市
機関概要	<ul style="list-style-type: none">■ 産学イノベーションシステムの構築とAM技術の発展を促進することを目的として設立■ 研究グループは、10年以上にわたり金属AMとバイオAMの研究に取り組む
AMに関する取組	<ul style="list-style-type: none">■ 電子ビーム選択溶解（EBSM）AM装置の研究開発■ 航空宇宙・医療分野向け高性能金属AM造形サービスの提供■ AMの設計手法、AM用ソフトウェアの開発とカスタマイズ■ 新規AM金属材料の開発と分析・評価

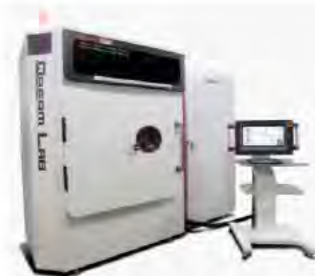
積層造形技術工学研究センターのコア技術と産業化の例

<コア技術>

- 電子ビーム選択溶解（EBSM）
- 低温蒸着製造（LDM）
- 三次元制御セルアセンブリ（3DCCA）
- 細胞の正確な 3D プリント
- 多機能ラピッドプロトタイピングシステム
- 固体焼結製造法(SSM)
- 熔融物押出製造法（MEM）
- プリプレグ圧縮成形法（PCM）
- 凍った氷の形成（FIC）

<産業化の例>

本研究センターのコア技術であるEBSMをもとに、Qbeam社が設立



Qbeamが開発したAM装置

華中科技大学／材料科学工学院高速製造センター

- 中国で最も古くからAMに取り組んでいる研究拠点（1991年設立）。
- 数多くの国家プロジェクトを通して設計・製造技術の確立や用途開発、知財獲得を行い工業化を推進している。

清華大学積層造形技術工学研究センター（RMC）の概要

- 中国で最も古くからAMの研究に取り組んでいる研究拠点。
- 国家科学技術支援計画、国家863プロジェクト等をはじめとする多くの研究開発プロジェクトを通して、AM用の原料の調製や加工技術に関する体系的な研究を実施し、AMに関する知財を獲得し、工業化の推進してきた。
- 同学の材料加工・金型技術国家重点実験室とも連携。

名称	華中科技大学材料科学工学院高速製造センター（RMC）
設立	1991年（この年からAMに関する研究を開始）
拠点	湖北省武漢市
機関概要	<ul style="list-style-type: none"> ■ 160名を超える研究者を擁する ■ 材料科学、製造、機械工学、コンピューターサイエンス、制御科学と制御工学、光工学、および関連する学際的な分野を含むさまざまな研究分野をカバー
主な研究テーマ	<ol style="list-style-type: none"> 1) 塑性加工技術及び関連装置 2) AM技術および関連装置 3) 三次元計測技術および関連機器 4) 節水商品の迅速な開発 5) 静水圧プレスによるニアネットシェイプ製造 6) バイオ製造技術および関連装置

金属AMに関する主な研究開発テーマ

研究テーマ	概要
熱間加工金型の設計とAM技術	<ul style="list-style-type: none"> • WAAM技術を用いた鍛造金型の開発 • 10年以上にわたる産学連携研究を経て、射出成形金型の設計・製造、プロセスパラメータの自動制御機能を備えたマルチアークAM装置、冷却チャンネルを備えた鍛造金型の製造などに関する研究成果が得られている
ダイカスト金型	<ul style="list-style-type: none"> • 内部コンフォーマル冷却チャンネルを備えたマルチマテリアル金型設計技術を提案 • 金型設計技術と造形技術（WAAM）を確立
メタマテリアル設計とAM	<ul style="list-style-type: none"> • 航空宇宙、環境、バイオテクノロジーなど様々な分野での応用が期待されるメタマテリアルの設計とAMによる造形
マルチマテリアル/構造/機能性データ処理・計画・シミュレーションソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> • AM部品の設計・製造プロセス全体を通してデータ処理が可能なソフトウェアを開発 • 材料・構造・プロセスの統合的なモデリング、金属AMシミュレーション、部品の製造プロセスの計画などに成果が得られている

西安交通大学／先進製造技術研究所

- 中国国内におけるAM技術研究のリーダー的存在の一つ（1994年設立）。
- AMに加え、工作機械やロボット、精密制御技術、複合材など、製造・加工に関わる様々な分野において、製造技術に関する最先端の研究開発を推進し、中国の製造業の発展に貢献している。

西安交通大学先進製造技術研究所の概要

- 先進製造プラットフォーム、イノベーションセンターも設置し、プロセス・装置、材料、ソフトウェア、部品などの産業化に向けた取組を実施。
- 各国の研究機関とも交流を行い、協力関係を築いている。

名称	西安交通大学機械工学院先進製造技術研究所
設立	1994年
拠点	湖北省武漢市
機関概要	<ul style="list-style-type: none"> ■ 70名を超える研究者を擁する ■ 世界の技術フロンティア、国家の産業ニーズに対応することを目的として、AMをはじめ、インテリジェント製造装置、複合材料成形と試験、マイクロ・ナノ製造、バイオ製造と試験などの研究領域を形成 ■ 機械工学院内には先進製造プラットフォームである国家高速製造工学センター（2005年設立）、工業情報化部によって設立されたある国家積層造形イノベーションセンター（2016年設立）も設置 ■ 米国、ドイツ、英国、フランス、イタリア、シンガポールなど10以上の国と地域の大学や研究機関と広範な国際交流を行い、協力関係を築いている

先進製造技術研究所の主な研究開発テーマ

研究テーマ	概要
積層造形（AM）	<ul style="list-style-type: none"> • 宇宙における積層造形 • 金属材料の積層造形、非金属材料の積層造形 • スマート複合材料の積層造形 • 医療用途向けバイオ製造とバイオプリンティング • 積層技術と従来技術のハイブリッド製造
ハイエンド／インテリジェント加工技術と装置	<ul style="list-style-type: none"> • 高速／高性能／精密加工 • 超高速加工における材料除去メカニズム • 工作機械精度の設計と統合制御理論 • インテリジェント生産ラインのデジタルツイン
マイクロナノ製造とスマートセンシング	<ul style="list-style-type: none"> • 超精密計測技術と装置 • マイクロナノ製造技術とその応用 • バイオニック製造とソフトロボット • フレキシブルスマートセンシング技術
複合材料の成形と試験	<ul style="list-style-type: none"> • 機能的／インテリジェント複合材料の設計と製造 • マシンビジョンと高精度検出技術 • 航空宇宙用複合材料の成形技術と装置 • 連続繊維強化ポリマー複合材料の積層造形

中国の支援施策事例（公的助成プログラム）

支援施策事例（補助・支援措置①）

- 中国政府の産業支援は、多様な手段を併用している点、他国に比べて財政支出の規模が大きい点が特徴。
- 「中国製造2025」の重点分野に関連する産業へ政府支援が集中している状況となっている。

中国政府の産業支援の特徴

- 産業支援の手段として、直接補助金、税優遇、研究開発支援、低利融資などの他、土地の低価格提供等の中国固有の支援も存在。

①直接補助金	直接企業へ支給する政府補助金
②R&D税優遇	企業のR&D活動を奨励するために実施する税優遇措置
③R&D政府支援	国家プロジェクト等の企業のR&D活動に対する直接資金援助
④その他税優遇	R&D活動に関係のない事業に対する税優遇措置
⑤低利融資	政策銀行などによる低金利融資
⑥政府基金による投資	国内企業に対する政府の株式投資（PEやVCを含む）
⑦中国固有の支援	土地の低価格提供／国有企業への信用保証／債務の株式化など

中国政府の産業支援の手段

- 中国の産業支援支出の対GDP比（**1.73%**）は、他国と比較して突出して大きく、特に直接補助金（0.38%、※他国は0.1%以下）、税優遇（0.38%、※世界トップ）、低利融資（0.52%、※日本0.22%、韓国0.13%）が他国を大きく上回る。

中国	全体		韓国	
	直接補助金	0.38%	フランス	0.55%
	税優遇	0.38%	日本	0.50%
	低利融資	0.52%	米国	0.39%

主要各国における産業支援支出の対GDP比較

産業分野別の補助金比率

- 製造業上場企業（2,875社）に対する**2015年から2023年までの政府補助金は合計1兆119億元**であり、対売上比率（補助金比率）は0.63%。
- 産業分野別では、「中国製造2025」での重点分野に含まれる業種の補助金比率が高く、情報通信機器・電子部品・デバイス（0.95%）、はん用・生産用・業務用機械（0.87%）、化学工業及び輸送機械（ともに0.71%）が上位となっている。
- 工作機械・ロボット、半導体、農業用機械、バイオ医薬品など黎明期にある技術分野へ集中的に投資。AM装置は工作機械に含まれる。
- 非製造業全体での補助金比率は0.20%であるが、運輸業・郵便業（0.53%）と情報通信業（0.48%）が比較的高い。

産業分野・技術分野	補助金比率
製造業全体	0.63%
情報通信機器・電子部品・デバイス	0.95%
半導体	2.32%
はん用・生産用・業務用機械	0.87%
工作機械・ロボット	2.35%
農業用機械	1.04%
化学工業	0.71%
バイオ医薬品	1.00%
非製造業全体	0.20%
運輸業・郵便業	0.53%
情報通信業	0.48%

支援施策事例（補助・支援措置②）

- 製造業のハイエンド化やスマート化を加速するため、「工業分野の設備更新を推進する実施プラン」（2024年4月発表）のもと、中央政府と地方政府が連携して地域の実情に応じた措置を迅速に実施し、国内需要の喚起と経済構造の転換を図っている。

工業分野の設備更新実施プラン

- 2024年4月に中国の工業情報化部や国家発展改革委員会などの7部門が共同で「工業分野の設備更新を推進する実施プラン」を発表。
- 本プランは、DXとグリーン化を重点とする大規模な設備更新を通じて製造業のハイエンド化、スマート化、グリーン化、安全性向上を目的としたもの。
- 「先進設備の更新」、「DXの推進」、「グリーン設備の普及」、「本質的な安全性向上」の4分野について12項目の取り組みを実施するため、税制優遇、グリーン及び安全緊急設備のカタログ策定と指導、特別再融資制度の創設、技術革新プロジェクトで利用する土地・エネルギーなどの保護の強化などを実施。

取り組み項目	先進設備の更新	<ul style="list-style-type: none"> 立ち遅れた設備の淘汰の加速 ハイエンド設備の更新 テスト測定設備の更新
	DXの推進	<ul style="list-style-type: none"> スマート製造設備の普及 スマート工場の建設の加速 デジタルインフラの整備
	グリーン設備の普及	<ul style="list-style-type: none"> 生産設備のグリーン化の加速 主要なエネルギー仕様設備のエネルギー効率を向上 固体廃棄物処理設備と節水設備の利用の加速
	本質的な安全の向上	<ul style="list-style-type: none"> 石油化学・石油工業の老朽化した設備の改造推進 火薬産業の安全性向上先進的な安全設備の導入
プラン実現のための措置	<ul style="list-style-type: none"> 税制優遇 設備カタログの策定と指導 特別再融資制度の創設 利用資源の保護強化 	

設備更新実施プランに基づく地方政府の動き

- 中央政府が発表した「工業分野の設備更新を推進する実施プラン」を受けて、各地方政府は現状の状況に応じた具体的な政策措置や補助金制度を発表し、関連プロジェクトの実施を促進。
- AM等を含む戦略的産業分野での設備投資に対しても、地方政府は集中的な支援を実施。

地方政府	発表日	概要
四川省	2024/5/11	<ul style="list-style-type: none"> 「大規模設備の更新と消費財買替推進実施プラン」を発表 大規模設備については、工業や農業などの設備投資規模を2023年比25%増加、一定規模以上の製造業企業の研究開発のDX・設計ツールの普及率を90%以上に引き上げることを目標に掲げる 目標達成のため、財政、税務、金融面での政策支援を実施
広東省	2024/4/13	<ul style="list-style-type: none"> 「大規模設備更新および消費財買替に関わる実施プラン」を発表し、デジタル化・省エネ化・生産効率と安全性向上などを目的として、設備更新を実施 財政面では企業の技術改造を支援するために財政特別資金を提供、税務面では税優遇政策、金融面ではイノベーション・技術改造の再融資や中央政府による特別利子補給政策を活用
重慶市	2024/4/26	<ul style="list-style-type: none"> 「大規模設備の更新と消費財買替推進行動プラン」を発表 大規模設備の更新については、化学、自動車、機械、航空など重点分野の設備更新と技術改造や製造業のデジタル化など加速させるため、技術改造プロジェクトの実施や設備更新に対する支援を実施

工業分野の設備更新実施プランを受けた地方政府の政策措置の例

支援施策事例（補助・支援措置③）

- ・ 広東省ではハイテク産業・製造業の高度化に重点を置いた補助金や税制優遇などの政策支援を実施。
- ・ 中央政府と連携して外国企業の誘致・活用も促進。

広東省の工業投資政策の概要

- ・ 「専精特新」（専門化・精密化・特色化・新規性）中小企業の育成、ハイテク産業・製造業の高度化に重点を置いて、補助金、税制優遇、産業移転団地の整備、外国資本の誘致を実施。
- ・ 補助金制度においては、固定資産への投資補助、デジタル投資補助、グリーン投資補助、金融支援パッケージ、要素保証、その他の6種類の財政支援を実施。

区分	内容
固定資産への投資補助	<ul style="list-style-type: none"> ・ 総投資額10億元以上の製造業プロジェクトに対して、実際に行った新規固定資産投資額の2%以内の割合で年間奨励金を支給 ・ 新設備購入額の20%以内の奨励金を支給
デジタル投資補助	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中小企業のDX推進のため、コンサルティングなどの包括的なデジタルサービスの提供やDXプロジェクトを実施
グリーン投資補助	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー多消費産業における省エネ・炭素削減改善プロジェクトに対して、総投資額の30%以内を支援 ・ 工業固体廃棄物の資源化利用改造プロジェクトに対して、固定資産総投資額の一定割合で奨励 ・ 新型蓄電およびパワー半導体の産業化プロジェクトに対する奨励補助
金融支援パッケージ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術改造にかかわる貸付の貸付利息に対して30%以内の補助 ・ 保険を与信強化するために付与して融資を受ける場合、保険費用の50%以内の補助 ・ 直接融資リース設備方式を採用して実施する技術改造プロジェクトに対して設備融資リース契約額の当期の銀行貸付政策金利の15%以内の補助
要素保証	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術改造プロジェクトする環境影響評価の内容の簡素化、工業用地の供給、土地利用・取得に関する税制優遇など
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 超長期特別国債プロジェクト、特別再貸付プロジェクトなど

外国企業の誘致策の事例（広東省）

- ・ 外国企業による中国国内への直接投資が大幅に低下していることを受けて、中国政府は「高水準の対外開放を着実に推進し、外資の誘致・活用をさらに促進するための行動計画」（2024年3月）を公表するなど外資誘致策を強化。
- ・ 2024年5月には、広東省政府が中央政府の計画の一環として、適格な外国投資企業に最大1億5,000万元の奨励金を支給する政策を発表。
- ・ 以下に、外国企業への補助内容を示す。

登記地	支給条件	産業区分	支給比率	支給上限	
				単年	5年累計
広州市、深圳市、珠海市、仏山市、東莞市、中山市	新規外資投資総額：5,000万ドル以上	①	3%	5,000万元	1.5億元
		②	2%	5,000万元	1.5億元
		③	2%	2,000万元	8,000万元
		④	1%	2,000万元	8,000万元
汕頭市、韶関市、河源市、梅州市、惠州市、汕尾市、江門市、陽江市、湛江市、茂名市、肇慶市、清遠市、潮州市、揭陽市、雲浮市	新規外資投資総額：5,000万ドル以上	①	3%	5,000万元	1.5億元
		②	2%	5,000万元	1.5億元
		③	2%	2,000万元	8,000万元
		④	1%	2,000万元	8,000万元

①ハイテク製造業、②その他製造業、③ハイテクサービス業、④その他産業