



**環境と技術は、引き算から
足し算でイノベーション**

TKEは、技術・経験・柔軟な発想で、新しいものを創造し続けます。お客様の製造分野における、あらゆるご要望の製品を3Dプリンターによって造形いたします。

TKE株式会社

本社: 〒498-0066 愛知県弥富市楠三丁目13番地2 TEL 0567-68-8110 FAX 0567-68-3331
愛知事務所: 〒490-1402 愛知県弥富市五斗山三丁目22番地 TEL 0567-56-6721 FAX 0567-56-6683
(営業窓口)

www.takao-net.co.jp/tke

3Dプリンティング技術

図1 金属AM技術の技術的成熟度と産業化度

産業として利用開始段階 産業として利用段階 産業として広く利用段階

2024年、<https://ampower.eu/reports/> を基に作成。現在利用開始段階にある。その他、材料噴射(MJT)や液槽光重合(VLP)も、微細製品や大型製品に利用され始めており、製品形状や材料特性に応じて方式を選択することが重要。

急速に進む金属AMの導入

2024年、<https://ampower.eu/reports/> を基に作成。現在利用開始段階にある。その他、材料噴射(MJT)や液槽光重合(VLP)も、微細製品や大型製品に利用され始めており、製品形状や材料特性に応じて方式を選択することが重要。

図2 大型 PBF-LB 装置

(Nikon SLM Solutions「NXG XII 600」・ニコン提供)



①装置の高機能化 生産性向上によるコスト削減のため、レーザーの高出力化やマルチレーザーによる装置の大型化、造形速度の高速化が行われている(図2)。最近では、レーザーを256本まで搭載可能な、造形面積3m×3m、造形速度1時間当たり3500ccの装置も開発されている。

②製品の高品質化 レーザービーム成形技術開発に加えて、製品の複雑形状に対応したコンピュータ利用設計(CAD)と連携した形状データ処理や、サポート処理をシームレスに高速化処理可能なコンピュータ利用製造(CAM)ソフトウェア開発が行われており、独EOSの装置には搭載されている。また、製品の高機能化を図るためのAI(人工知能)を活用したソフトウェア開発が行われている。

③品質の安定化と品質保証 ②インプロセスモニタリング・フィードバック技術による、欠陥発生防止技術の開発などが行われている。また、電子ビームを熱源としたPBF-EBについて、日本電子、三菱電機をはじめ、海外の装置メーカーでも技術開発が進められており、装置の高機能化が進んで、方式も多様化している。

図3 ワイヤ・レーザー金属3Dプリンター「AZ600」

(三菱電機提供)



適用例は、航空宇宙分野におけるロケットやジェットエンジン部品など、医療分野におけるインプラントなど、半導体装置の冷却部品、エネルギー産業機器分野のタービンブレードなど幅広い分野に利用されている。

わが国においては、三菱重工業による宇宙航空研究開発機構(JAXA)のロケットエンジン部品やタービンブレードなど、豊田自動織機のギガキャスト用金型部品、TKEの高周波コイルなどがある。

○指向性エネルギー堆積法の技術動向

DEDはPBFに比べて複雑形状品の作製は難しいが、造形速度が非常に速く、単純形状の大型構造物の造形に向く。これに加えて、装置のカスタム化やマルチマテリアル化が容易で、方式も多様化している。

溶融凝固現象による 積層造形は実用段階

BJT・MEX 注目高まる

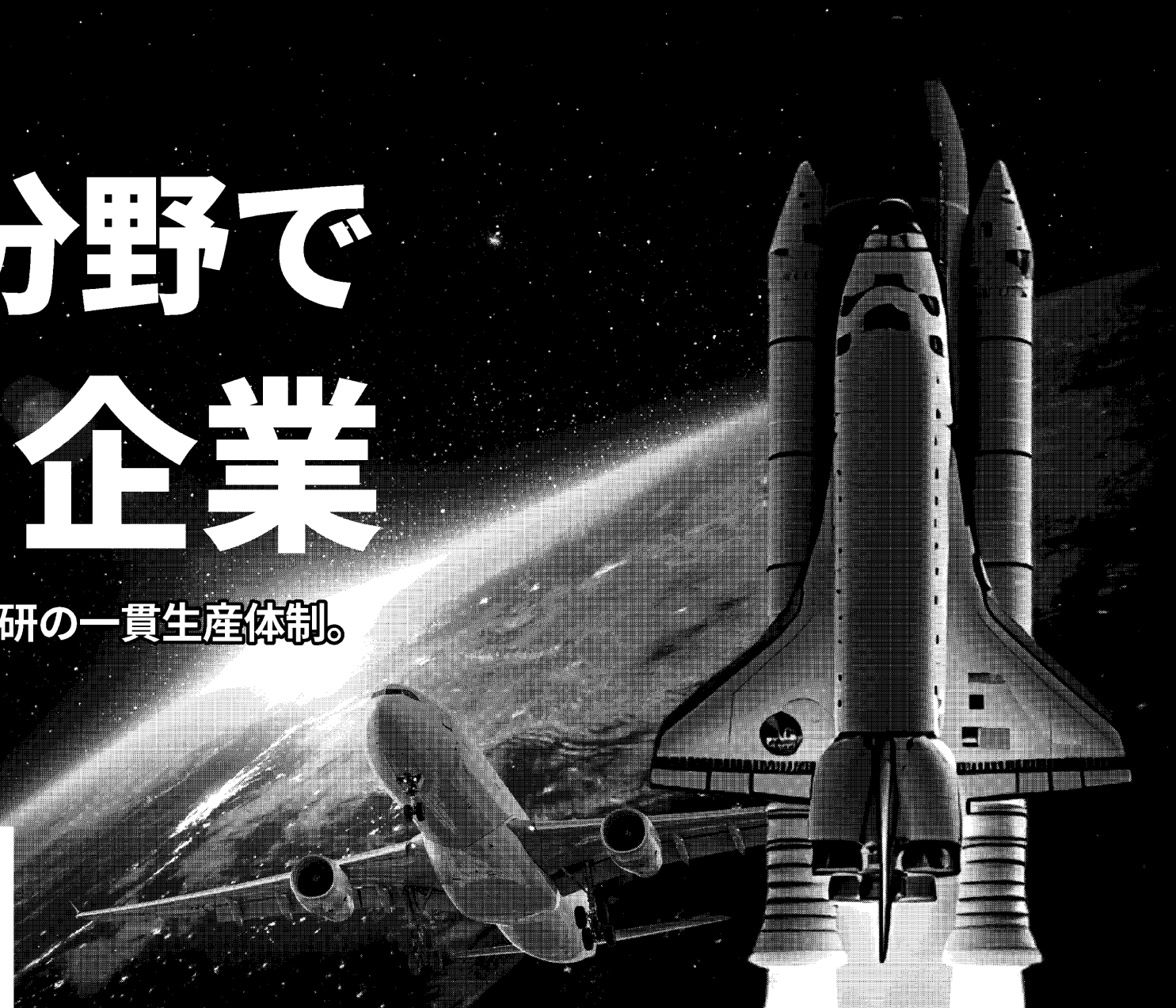
DEDの種類		
	原材料	
熱源	粉末	ワイヤ
レーザー	DED-LB/Powder	DED-LB/Wire LMD
電子ビーム	(DED-EB/Powder)	DED-EB EBAM
アーク	—	DED-Arc/Wire WAAM
コールドスプレー	(ISO/ASTM 略称未定義) CSAM	—

(『金属積層造形大全』日刊工業新聞社刊 第5章より)

近畿大学
名誉教授
京極 秀樹

航空宇宙 / 医療分野で 選ばれ続ける企業

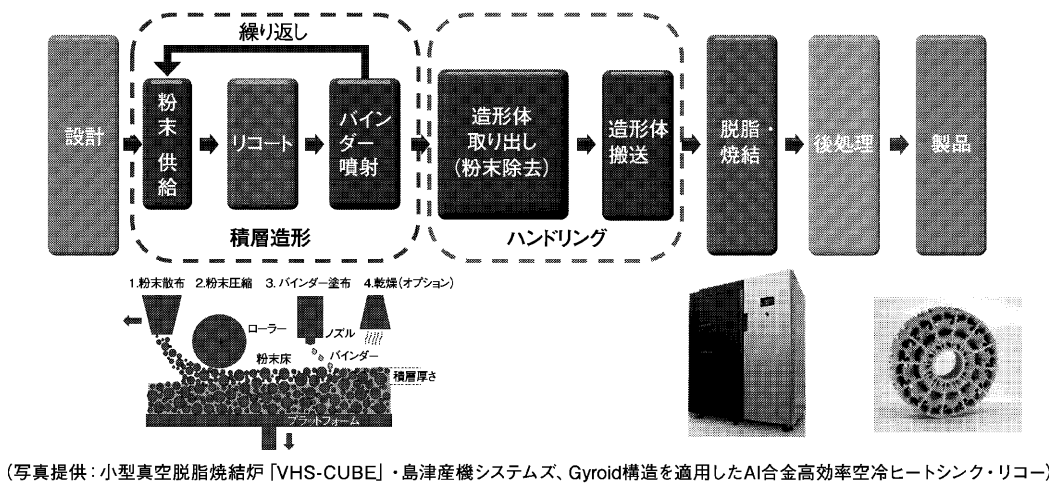
精度と信頼性が問われる現場で評価いただいている、金属技研の一貫生産体制。
まずは無料相談で、御社の課題に合う工法をご確認ください。



MTC 金属技研株式会社

Metal Technology Co. Ltd.

図4 BJTプロセスの概要



(写真提供：小型真空脱脂焼結炉「VHS-CUBE」・島津産機システムズ、Gyroid構造を適用したAl合金高効率空冷ヒートシンク・リコー)

3Dプリンティング技術

焼結現象による
積層造形は開発段階

○結合剤噴射法の技術動向
BJTは積層した粉末床に、ノズルから液状のバインダー（またはインクともいう）を選択的に噴射して、粉末材料を結合するプロセスと定義されている。最終製品にするためには、設計した製品形状に積層造形し、ハンドリング後に脱脂・焼結炉（図4）により焼結体を作製し、必要に応じて後処理（熱処理、切削加工など）を行う。

BJTにより高品質の製品を製造するためには、各工程における多くのパラメーターを制御して欠陥発生を防止し、製品の品質を担保する必要がある。このため、積層造形（グリーン）体のハンドリング時に壊れ難い強度のあるバインダーの開発や、AIを利用した自動化技術の開発が重要である。

BJTはPBFより大幅にコストが削減できるため、欧米では航空宇宙や自動車分野などの小物製品への展開が進み始めている。材料開発は盛んに行われており、PBFでは造形が難しい高炭素鋼や超硬合金など

どの開発が行われている。図4中に、リコーが開発した装置によるアルミニウム合金のヒートシンクの例を示す。

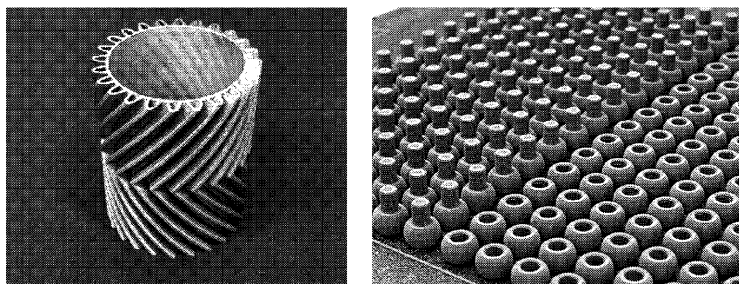
BJTにおいては、従来の焼結と同様に大型装置による造形と連続炉による焼結により、PBFより大幅にコスト削減ができる。そのため、従来の焼結品より高機能化した製品の製造法として、利用が拡大していくと予測される。

○材料押出法の技術動向
MEXはフィラメントやペレットなどを半溶融状態でノズルから押し出しながら、積層造形する。その後、脱脂・焼結を行い、製品を製造する方式である。

MEXは樹脂用のフィラメント式3Dプリンターなどを利用して、造形（グリーン）体を作製する。この方式は、金属粉末射出成形（MIM）と酷似している。MITのように金型を利用しないため、3Dプリンターを使って安価に三次元の複雑形状品が作製できる点に、大きなメリットがある。

第一セラモと島津産機システムズ、エス・ラボ、近畿大学の共同研究では、MEX方式の市販の3Dプリンターで、独自開発のフィラメントを利用して積層造形し、脱脂・焼結条件（レシピ）を開発している。作製したヘリカルギアとボルト・ナットの例を図5に示す。

図5 MEXによる造形例（第一セラモ提供）



(a) ヘリカルギア

(b) ボルト・ナット

この方式では、高価な海外製のシステムを使わずに、市販のフィラメント式樹脂3Dプリンターで造形できる。国内では自社でフィラメント開発を行い、脱脂・焼結条件を見いだして、独自のシステムとして利用する例も出はじめている。

このように、MEXは安価な3Dプリンターでも積

ンターで、独自開発のフィラメントを利用して積層造形し、脱脂・焼結条件（レシピ）を開発している。作製したヘリカルギアとボルト・ナットの例を図5に示す。

デジタルマニュファクチャリングにおける中核技術へ

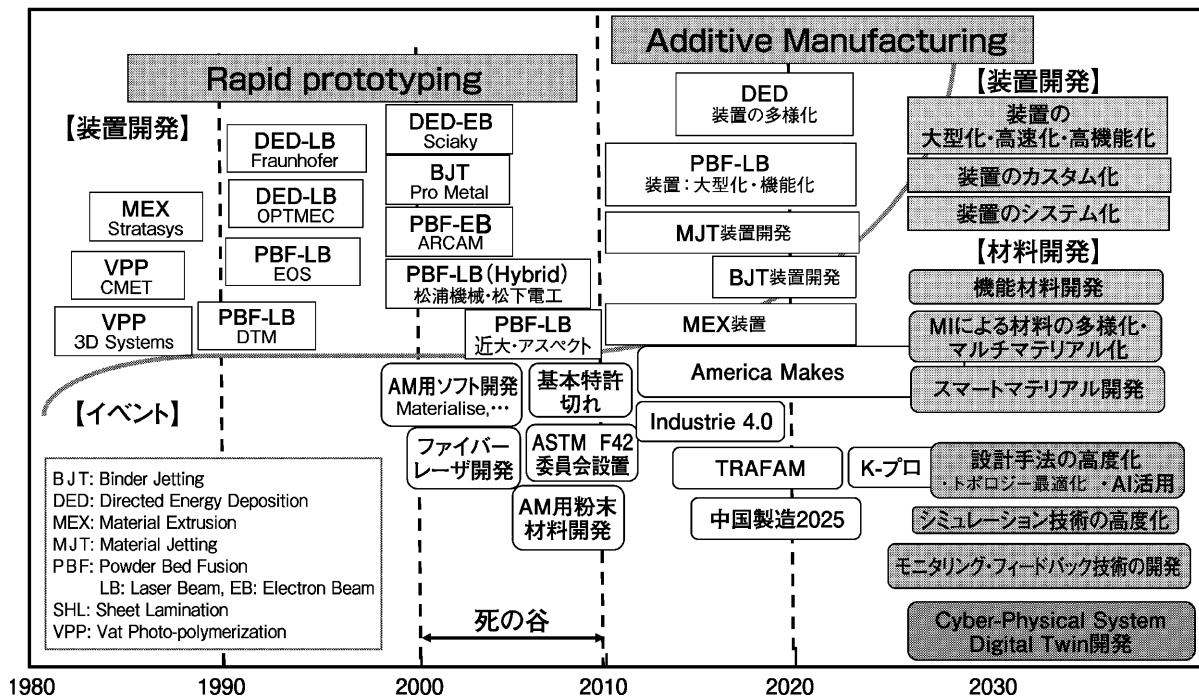
金属AMは、デジタルマニュファクチャリング技術であることから、今後のモノづくりにおいては必須の加工技術である。わが国では、国家プロジェクトとして

図6に今後の技術開発の主な項目を示しておく。このようなプロジェクトによる技術の蓄積に加えて、人材育成も重要な使命である。日本溶接協会では、AM技術者資格認証制度を創設して実施しており、人材育成の一翼を担っている。

金属AM技術は米国や中国を中心に、モノづくりにおける必須の加工技術として急速に導入されている。わが国においても、AM技術の普及は喫緊の課題であることを認識しておくべきである。

AI利用、自動化技術の開発重要

図6 AM技術の変遷と今後の展開



金属技研

金属技研の造形サービスは製造方法の提案から、粉末焼結積層造形（SLM）・電子ビーム方式（EBM）や樹脂造形装置による造形、造形後の熱処理・仕上げ加工・非破壊検査まで一貫して対応。さらに熱間等圧加工（HIP）処理を工程に加え、金属の疲労破壊を抑制する。航空宇宙分野向けの品質マネジメント規格「JIS Q 9100」、医療機器向けの「ISO 13485」認証を取得し、これらの管理システムに基づく高度な品質管理体制を敷く。昨年アルミ系・シリカ系・炭化物系（SiC系）の3種の材質で、セラミックス積層造形の受託を始めた。

有力企業の製品・技術

順不同

T K E

TKEは金属3Dプリンターを用いた銅・鉄系材料でのAM品の受託製造を手がける。主要製品の誘導加熱コイル「AMコイル」は、複雑な形状も一体造形できる。機械加工とロウ付けによる従来製法のコイルに比べて耐久性が高く、品質のバラつきが少ない。

旋削・研削用ノズルおよび切削加工用ツールホルダーの開発も手がけ、チップ寿命の向上・切りくず巻き付き防止などに効果を発揮する。受託造形品の製作実績は5年間で約1万種類、AMコイルでの処理品は5000万个を超える。AM加工により不可能な形状を可能にし、顧客のニーズに応える