

## ***Mizuho Short Industry Focus*** Vol.239

### 革新的技術シリーズ<sup>1</sup>

## 日本の製造業における金属 AM 活用の重要性 ～DfAM を起点とした日本のものづくり革新～

### 〈要旨〉

- ◆ 1980年に日本人(小玉秀男氏)によってその基礎技術が発明されたとも言われる3Dプリンティング(積層造形、AM<sup>2</sup>とも同義。以下、AM)は2013年に米国オバマ大統領(当時)の演説により世界中で脚光を浴びてブームとなったが、特に金属分野においては技術的に未熟で高コストであることから、試作品や一点物への活用は広がる一方で、量産品や製品への活用は進んでいない。
- ◆ AMの重要なメリットの一つに、設計自由度の大幅な拡大(DfAM<sup>3</sup>の活用)がある。従来からの加工法である切削、成形(鋳造、鍛造)等では実現が困難であった複雑な設計の金属部品が実現できるため、それが技術革新へとつながる可能性は高い。また、中期的に顕在化すると見込まれる、熟練技術者の技術承継問題においても、今まで熟練技術者の手作業で何とか製造していた「切削、成形では実現の困難な金属部品」についても、DfAMの活用によって課題解決ができる可能性がある。
- ◆ 量産への活用の最大の課題はコストの高さであり、今後低コスト化が進んでも、切削、成形等と比較すると高コスト傾向があることは不変と考えられる。高コストでもなお活用意義のあるAM部品を作るためにはDfAMによる自由な設計の活用による最終製品の付加価値向上が重要となるが、熟練した設計者は、切削、成形で実現できない設計アイデアを「無意識のうちに」排除してしまうため、DfAM活用を始める際にはまず一定のコツをつかむ必要があることが活用を広げるための障害の一つとなっている。
- ◆ 近年、欧米や中国においては、政策的な後押しもあり、量産品への活用分野において様々な挑戦的な取り組みが始まっている。AMの活用は高付加価値新製品を生むこととセットで考えることが基本であることから、日本のみでAM活用の着意が欠落すると製造業全体の衰退につながりかねない。
- ◆ 10年前の政策的後押しが奏功し、日本のAM装置や材料の製造技術は高いものの、製品への活用意欲が低い。これを憂慮して、経済産業省は2024年度からAMの製品活用のための生産プロセスの確立を目指したプロジェクトを企画している。また、一部の国内メーカーの経営者は、イノベーションのきっかけをAMに見出し、苦勞しながらも、トップダウンでDfAM活用に取り組み始めている。日本において一部で始まりつつあるAMの製品への活用の兆しが、大きな流れとなり、日本の製造業の継続的成長につながることを祈念している。

<sup>1</sup> 日本産業の競争力強化や社会課題の解決に寄与しうる技術・イノベーション領域をとり上げるレポート。

<sup>2</sup> Additive Manufacturing の略

<sup>3</sup> Design for AM の略。3Dプリンティングによる造形に最適化された積層造形法を用いた設計手法

## 1. はじめに

日本において金属 AM の量産品への活用は遅れているが、AM 活用の活性化は競争力増強に必須である

金属 AM は、DfAM 活用による設計自由度の拡大により、様々な産業で技術革新を起こす可能性を秘めるものの、コスト面などの課題により、日本では量産品や製品への活用が遅れている。一方で欧米、中国を中心とする海外では量産品への活用の意欲が高まっており、中期的に製品設計の前提が変化する可能性があるため、相対的に日本の製造業の競争力低下につながるものが危惧される。本稿では、製造業において、より付加価値の高い新製品の開発を使命とされる方々やそのための投資決定権を持つ経営者の方々、そして金属部品の設計に携わる幅広い方々に向けて、日本の製造業全体の国際競争力の維持・増強に必須となる、DfAM を起点とした AM 技術活用についてお伝えしたい。

## 2. 積層造形の歴史・背景

比較的新しい技術である金属 AM は、注目が一時期よりも下火に

1980 年に日本人(小玉秀男氏)によってその基礎技術が発明されたとも言われる 3D プリンティング(積層造形、AM とも同義)は 2013 年に米国オバマ大統領(当時)の一般教書演説で言及されたことを受けて、世界中で脚光を浴びてブームとなり、それから 5 年ほどは何でもできる「魔法の装置」として注目された。しかしながら、特に金属分野において、AM は造形精度、造形速度、装置や材料のコストにおいて課題があること、また、そもそも AM 装置は条件設定が難しく、期待通りの造形を実現することが容易ではないことなどから、次第にその注目は下火になった。

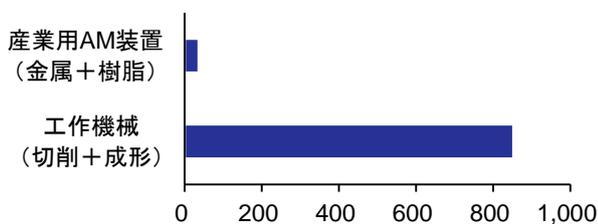
現在は、いわゆるガートナーのハイプサイクル<sup>4</sup>の「幻滅期」の終わり～「啓発期」の初めにいると考える人が多く、ほとんどの悪材料が出そろった中で、何ができるのかを冷静に考える時期に入っている。

産業用 AM の市場規模はまだまだ小規模ながら、成長スピードは衰えていない

産業用 AM の市場規模は樹脂と金属の合計で見ても、工作機械(切削+成形)の 20 分の 1 以下と小さい(【図表 1】)が、市場の成長スピードは速い。世界の金属 AM 装置の販売台数は直近 10 年で 10 倍以上に増加しており(【図表 2】)、金属 AM 市場は今後も 2 桁程度の年平均成長率で成長するとの予測も多い。金属 AM への注目が一時期よりも下火になり、製品製造への活用など目立つ分野での活用が進んでいない一方で、研究室や社内向け試作品などでの活用は着実に広がっている。金属 AM の分野において、今後のさらなる活用拡大へのポイントは、量産品(製品製造分野など)への活用の広がりであり、業界全体の重要な課題として、装置の改良を中心に、アプリケーションの探索、シミュレーションソフト開発、品質評価・保証技術開発などの取り組みが進められている。

【図表 1】 産業用 AM と工作機械の市場規模比較 (2023 年)

(単位: 億 USD)

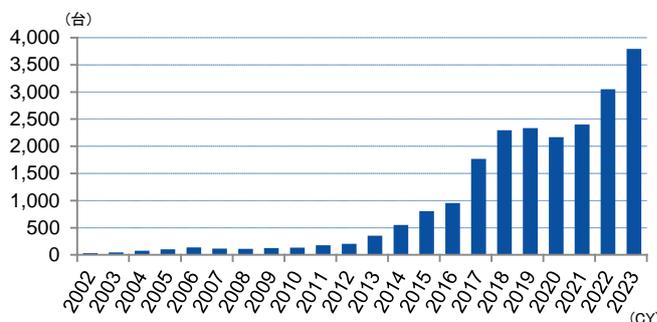


(注) 産業用 AM 装置: 販売額(機器本体、材料、交換部品)

工作機械: 生産額の推定値

(出所) Wohlers Report 2024、日本工作機械工業会「工作機械統計要覧」より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 2】 世界の金属 AM 装置 販売台数推移



(出所) Wohlers Report 2024 より、みずほ銀行産業調査部作成

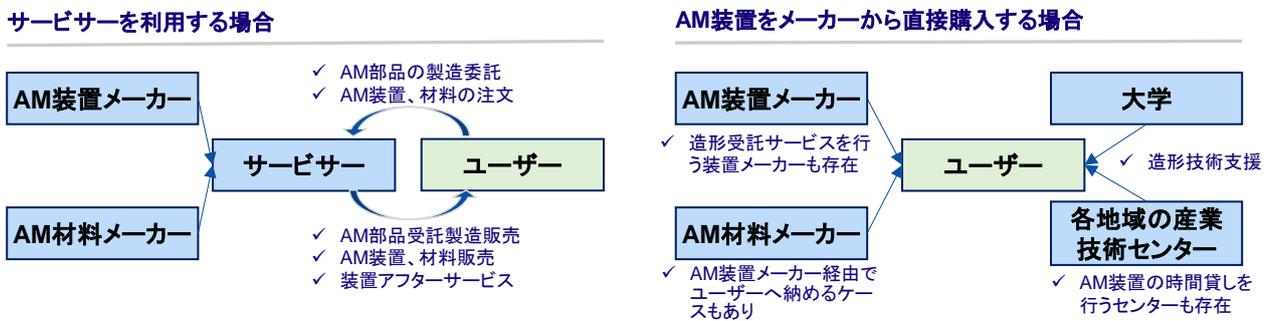
<sup>4</sup> ガートナーのハイプサイクルとは、イノベーションが過度にもはやされる期間を経て幻滅期を迎え、最終的には市場や分野でその重要性や役割が理解されるという段階を踏まえて進化するという共通のパターンを描いたもの

日本のユーザーが金属 AM 活用を始めるには、二通りの方法がある

日本のユーザーが新規に金属 AM 部品の活用を始める際には、まずサービサーと呼ばれる造形受託会社に AM 造形を依頼し、自社における AM による製造物(以下、AM 部品)の活用幅が広がってから、サービサー経由で AM 装置や材料を購入することが多い。AM 装置にはいくつかの造形方式が存在し、同じ造形方式でも装置メーカーのコンセプトによってできる造形物の形状や特徴も異なる。したがって何かしらの AM 部品を作るといふあいまいな認識で装置を導入することは好ましくなく、まずサービサーを活用して具体的にどのような AM 部品を作るか決めたのち、それに合った AM 装置及び周辺機器を選定するという手順を踏むことが安心といえる。

サービサーを経由しない場合はユーザーが直接、装置メーカーや産業技術センター、大学などへ相談しながら、購入する AM 装置の種類や AM 適用先を決定し、造形技術支援を受けて造形を進める場合もある。AM 適用アイデアが比較的固まっている場合はこちらの方法でも問題ないが、適用先未定のまま AM 装置を先に購入してしまうと、後になって装置の特徴と造形したい形状品が一致しない場合、期待した造形が効率的にできない(あるいは、最悪の場合形状すら作ることができない)こともあるので注意が必要である(【図表 3】)。

【図表 3】 金属 AM 市場のプレーヤー関係図



(出所) 公開情報やヒアリング等により、みずほ銀行産業調査部作成

### 3. 金属 AM 活用のメリット

金属 AM 技術は一般的に【図表 4】のような活用メリットが期待されているが、技術的課題等により実現できている部分はいまだ少ない。一方で基礎的な技術であるため、今後もこれら以外に活用メリットが見いだされる可能性がある。

【図表 4】 金属 AM 活用の主なメリット

<b>リードタイム削減</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 金型などの準備工程が不要であるため、試作品開発や、自社工場内で使う特殊な治具・工具製作などの一点ものでリードタイムが短縮</li> </ul>
<b>設計変更の柔軟性向上</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 市場ニーズの変化への柔軟な対応</li> <li>✓ アップグレードサイクル短縮による競争力強化</li> <li>✓ 各種製品デザインのカスタマイズ対応(医療分野では既に活用が進む)</li> </ul>
<b>オンデマンド製造可能</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 大量の補修用部品や金型の保管が不要(保管スペース負担、在庫管理業務の軽減)</li> </ul>
<b>特定領域でのコスト削減やサステナビリティへの貢献</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 必要最小限の材料(金属粉など)で製造</li> <li>✓ 将来的にはAM装置とデータのみで製造可能となり、地産地消の促進(輸送頻度の減少)</li> </ul>
<b>人手不足・技術承継課題対応</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 製造工程の自動化に適した製造技術</li> <li>✓ 職人による複雑な組立工程の減少(熟練工の暗黙知の形式知化)</li> </ul>
<b>部品構造の最適化 (DfAM活用)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 部品統合による組立工程削減</li> <li>✓ 部品の軽量化</li> <li>✓ 部品の機能向上</li> </ul>

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

「リードタイム削減」は日本でも活用が進む

これらのうち一点物の製作に関するリードタイム削減については活用しやすいメリットであり、グローバルで活用が進んでいる。AM 活用にあまり積極的ではないといわれる日本においても、試作品開発や、自社工場内で使う特殊な治具・工具への適用は比較的進んでいる領域といえる。

DfAM 活用による「部品構造の最適化」は製造業の競争力にかかわる重要項目

リードタイム削減以外のメリットに関しては、コストや技術的課題が解決されていくにしたがってAM 活用が広がっていくものと見込まれるが、本稿では、これらが完全には解決されているとは言えない中でも、先行して活用を始めるべきである DfAM 活用による「部品構造の最適化」メリットについて取り上げたい。DfAM を起点とした AM 部品の活用は先端領域を含む付加価値の高い製品開発の肝であり、また、広く日本の製造業全体の浮沈に関わるといっても過言ではない。さらに、日本において既に顕在化しつつあり、中期的に拡大すると見込まれる熟練工の引退問題や技術承継への対応においても重要な役割を担っていくと考えられる。

#### 4. 金属 AM の技術的優位性と課題

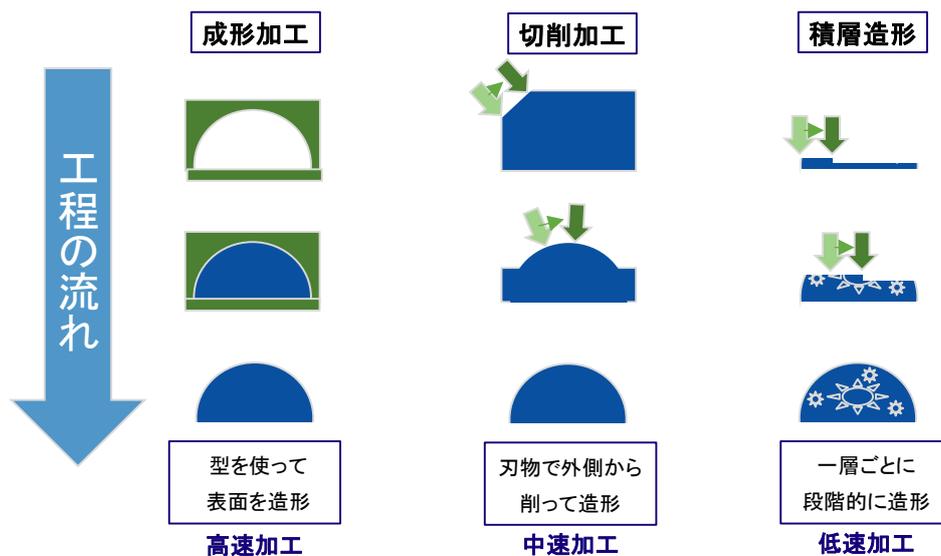
AM 技術は造形形状の自由度を高めるとともに、DXとの親和性が高いことも特徴

金属 AM 活用の方向性について説明する前に、その技術の大まかな現状と課題について説明したい。まず前提として、AM とは 3 次元設計図 (CAD データ) を等高線上にスライスして各層を 2 次元的に造形し、積み重ねていくことで立体形状を実現する方法である。実現形状の自由度の高さとともに、CAD データを起点としていることから DX (デジタルトランスフォーメーション) との親和性が高いことも特徴となる。

切削、成形は歴史があり、生産性が非常に高いが、主に部品の表面加工に特化しているという特徴あり

工業製品に使われる金属加工法はいくつかあるが、ここでは大きく切削加工、成形加工、積層造形 (AM) の 3 つに分けて考えてみる。これらのうち切削加工、成形加工の 2 つは歴史も長く、使い込まれており、積層造形に比べて生産性が格段に高い。ただし、切削加工は金属の塊を外側から削るため、外側から刃が届かない部分の切削はできず、また成形加工は型を使った加工であるため、外面に関しては希望の形に仕上げることができるが、内部の構造については入れ子を使った成形が限界であり、複雑形状の加工は難しい。それに対して積層造形は、理論的にはすべての空間上の位置に金属を入れるか入れないかの 2 択で設計を考えられるため、設計自由度が格段に上がる (【図表 5】)。

【図表 5】 主要な金属加工法の工程比較



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

AM 技術は課題が多く、現状では主にコスト面が量産適用の壁となる

一方で、金属 AM 部品は従来の加工法(切削や成形)による部品と比較してコストが高い(材料や造形方式、造形形状にもよるが現状の技術レベルでは従来の加工法から数倍程度コストアップになるケースが多い)。主な原因は①AM 装置は造形速度が遅いため、その分装置のコストが部品単価に影響を及ぼす、②材料(金属粉)が高価、③精度が十分に上がらないケースが多く、切削などの二次工程処理が必要、の3点である(【図表 6】)。

【図表 6】 金属 AM 部品の主要なコスト

装置コスト	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 金属AM装置は高額であり、中価格帯のものでも1台80~90万USD程度</li><li>✓ 切削や成型と時間当たりの装置コストはそれほど変わらないものの金属AMは加工時間が非常に長い(40~100時間以上も珍しくない)</li></ul>
材料コスト	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 切削や成型の材料と比較して重量当たりのコストは数~十倍程度 例)アルミニウム、鋼鉄:45~98 USD/kg コバルトクロム、チタン:300~360 USD/kg</li></ul>
二次工程費用	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ AM装置での造形後、切削などの二次加工費用が大きい</li><li>✓ 多い場合は、二次工程にかかる費用が金属AM部品の総コストの40%を超えるというメーカーもいる</li></ul>

(出所) Wohlers Report 2024 より、みずほ銀行産業調査部作成

AM 部品のコストはサイズに対して指数関数的に増加する

一般的に AM 部品のコストはサイズに対して指数関数的に増加するといわれており、小さい部品であるほど(現状であれば数 cm サイズ)、製品部品として採用が期待できるコストに収まる可能性が上がる。また、装置コストは造形時間によるところが大きく、高くなると造形積層数が増えて長時間化するため、高さを低く設計したり、複数の部品を同時に造形したりといった工夫がなされている。

AM の材料は、重量当たりは高額であるが、切削に比べて材料のロスが少ない傾向があり、材料ロスは 10%程度と言われている。切削加工では 70~90%程度が廃棄されるといわれていることから、素材価格が高額である場合は AM 加工でメリットが出る場合がある。

今後、金属 AM 普及拡大に従って、装置や材料価格は低減すると予想されるが、切削や成形と比べて造形時間が長いことによる高コスト傾向があることは不変とみられている。

AM 部品活用には、まずは DfAM で付加価値を上げることができる部位を見つける必要あり

現状の金属部品は全て従来の加工法に最適化されているため、同じ形状の部品を金属 AM で量産してメリットが得られるケースは非常にまれである。したがって、金属 AM を製品に活かそうとする場合には、DfAM を活用して付加価値を上げることができる部位を見つけるところから始める必要がある。ただし現状では、熟練した設計者は従来の加工法で実現できない設計アイデアを無意識のうちに排除してしまう傾向があり、DfAM を活用した設計を生み出すことが難しい。DfAM 習得には、まず初めに無意識の排除をやめるための一定のコツをつかむ必要があることも、AM 部品活用を広げるための障害となっている。

## 5. 主な金属 AM 技術の造形方式

金属AMの主要技術である PBF 方式と DED 方式についてまとめた

金属 AM の造形方法には複数の方式があり、また比較的新しい技術であるため、新たな方式が開発されることも珍しくない。それらの中で当初からよく使われてきたものがPBF (Powder Bed Fusion) 方式であり、最近では DED (Directed Energy Deposition) 方式の活用も広がっている。ここでは現状で使われることの多い PBF 方式と DED 方式について、主な特徴をまとめた(【図表 7】)。

【図表 7】現在の主要な金属 AM 造形方式の特徴

	PBF方式	DED方式
定義	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 熱エネルギーを使用して、粉末床を選択的に熔融凝固する付加製造プロセス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 集束させた熱エネルギーを利用して材料を熔融し、結合し、堆積させる付加製造プロセス</li> </ul>
イメージ図	<p>金属粉+レーザー</p>	<p>金属粉+レーザー      ワイヤ+アーク放電</p>
具体的な造形法	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 以下の繰り返しで立体を造形</li> <li>① 材料の金属粉を薄く均一に敷き、その面のうち造形したい部分のみを選択的にレーザーなどで加熱して固める</li> <li>② 一層終わればその上にまた同じように金属粉を敷いて同様に必要な部分のみ加熱して固める</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 母材となる金属の造形部分に熱源(レーザー、アーク放電など)を当てながら、材料(金属粉やワイヤ)を適用して固める</li> </ul>
特徴	<p style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 5px; text-align: center;">一層ごとに造形するという意味で、いわゆる3Dプリンティングのイメージに近い加工法</p> <p>&lt;メリット&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 複雑な形状を一から作ることができる</li> <li>✓ DfAMを活用した付加価値の高い部品を造形することにより技術革新につながる可能性あり</li> </ul> <p>&lt;デメリット&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 造形スピードや材料などのコストにおいて従前の加工法に劣る面があり、既存の設計のままで活用メリットを出すことは難しい</li> </ul>	<p style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 5px; text-align: center;">肉盛り溶接に近い加工法</p> <p>&lt;メリット&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 材料にワイヤを使った場合、材料コストが金属粉に比べて大幅に下がる</li> <li>✓ スピードはPBF法よりも速く、既存の部品設計のままで、活用メリットを出し易い</li> </ul> <p>例)・大型部品のニアネットシェイプ造形          ・母材(金型、タービンブレード)の補修加工          ・異種材料による高機能化(表面コーティングやロータリーダイの刃部分の造形等)</p> <p>&lt;デメリット&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ PBF方式より精度は低く、複雑な形状の造形には不向き</li> </ul>

(注)各方式の定義は、ISO/ASTM 52900:2021 より引用。イメージ図は日本 3D プリンティング産業技術協会より提供  
 (出所) みずほ銀行産業調査部作成

いずれの方式においても装置やソフトウェアの改善が進む

いずれの造形方式においても、造形スピードや造形物の品質(安定性や強度の改善など)について、現在進行形で技術改善が進んでおり、最新機種については造形性能や使いやすさが高まってきている。特に造形条件について、装置メーカーやソフトウェア開発会社、各社ともデータの収集・分析を進めてユーザーへの造形サポート体制を強化しており、安定して高強度の部品を造形することが、一昔前と比較すると格段に容易になっている。

DED 方式は肉盛り溶接に近い技術であり DfAM 活用なしでもコストメリットが出やすい

これらのうち、DED 方式については肉盛り溶接に近い技術であり、PBF 方式と比べて造形速度も速いうえに、材料にワイヤを用いることによってコストが大きく下げられるものが出てきている。造形コストの低下により、DfAM の活用をせずとも、①手作業の溶接の代替(加工のばらつきを防ぐ)、②異種金属による表面加工(付加価値向上)、③高価格材料をニアネットシェイプ<sup>5</sup>で造形することによるコスト削減など、従来の設計のままでコストメリットが出る造形アイデアが出始めており、金属 AM 活用拡大に寄与するものと期待される。ただし、現状では複雑形状の造形には不向きとされており、高付加価値な革新的製品機能につながる可能性は今のところ期待しにくい。

PBF 方式は設計の自由度が高く、技術革新につながる可能性もあるも、高コスト

一方で、PBF 方式については、複雑な形状を一から造形することができ、設計の自由度を生かした最終製品の性能向上や技術革新につながる可能性はあるものの、高コストであることから DfAM を生かした付加価値の高い部品活用を前提とする必要がある。造形難易度や造形物の強度などについては改良がなされており、造形速度も切削や成形と比較すると遅いものの、レーザー数を増やすなどして改良がされている。ただし、総合的にみて、高コストである構造は変わらず、今後も DfAM 活用による最終製品の高付加価値化を前提とした使用方法となるであろう。

本稿のテーマは PBF 方式の活用の必要性

以上の各方式の特徴を比較すると、本稿で先行的な活用開始を期待している金属 AM は PBF 方式となるため、以降で「AM」と表記した場合は PBF 等の DfAM 活用を前提とした造形方式による金属 AM を指していることをご理解いただきたい。

## 6. DfAM を生かした AM 部品のメリット

部品内部に管状空洞を自由に設計可能であることは最大のメリット

従来の加工法にはできなかったという意味で最もメリットを感じやすい DfAM の活用例は、部品内部に自由な形状で管状空洞を実現し、流体などを通す場合の抵抗を最小限に抑えることによって高機能化するものである。具体例としては、熱交換のための部品や熱交換機能の向上によりメリットを受けやすい金型などがある。

従来工法のみで対応した場合の金属部品は最適構造をとれていない場合が多い

ここで、従来の加工法について説明したい。前提として、従来の加工法は複雑形状の造形を得意としていない。そこで一定以上の複雑な形状は、実現可能な単純形状のパーツの集合体となるように分割して設計、造形した後、組立を経て完成する。この場合、従来の加工法の限界、あるいは組立工程での限界により、機能に必要な部位に素材を入れていることが多く、機能を中心に考えた場合に必ずしも最適な形状をとることができていないものもある。実際に、組立を前提とした従来の加工法の場合、全体として部材の量は多く、サイズも重量も大きくなることが多い。金属は比重が大きいため、重量が課題となるケースも散見され、また高額材料を使う場合は部品全体のコストにも影響が大きい。部品によっては組立、ロウ付けに熟練技能が必要となり、人件費の増加や、中期的には熟練工不足問題にもつながる可能性がある。

AM 部品活用のメリット

これらの従来の加工法による製品性能の課題解決に向け、AM 活用により、①真に最適な形状の採用、②一体成形による組立のばらつき排除、人件費削減、熟練工不足の解消、③小型化、軽量化、④材料の種類や形状によってはコスト削減、といったメリットを享受することができる。そして、これらの中で中長期的に製品の競争力に影響するという意味で最も重要なのが、①の最適形状を採用することによる付加価値の上昇の度合いとなる。小型化、軽量化が非常に大きな意味を持つ航空・宇宙産業において AM 活用の意義は大きいため、すでに AM 部品の活用が盛んに行われており、最適形状の適用によるエンジン部品などの製品性能向上も進んでいる。

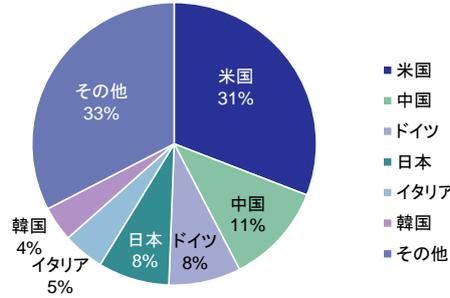
<sup>5</sup> Near net shape:最終形状に近い状態に仕上げる、という意味。高額材料の場合バルク金属から切削加工するよりも、ニアネットシェイプ形状から切削を始めたほうが材料コスト削減につながり、メリットが大きい

## 7. 主要国政府におけるAMへの支援状況

AM活用が広がる国では政府支援が積極的

AM技術はいまだ多額の研究開発費を必要としており、政府のサポートが欠かせない領域である。製造業に重点を置く国はAM技術が先端領域における革新的な製品実現に寄与するものとして重要性を認識しており、政策支援を実行している。本章では2023年までに導入された産業用AM装置の台数が多い4カ国の主な政策を紹介したい(【図表8、9】)。

【図表8】産業用AM装置の国別導入比率(2023年推定)



(注) 産業用AM装置には金属向けと樹脂向けの両方を含む。データは台数ベース  
(出所) Wohlers Report 2024 より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表9】主要国の主な政策まとめ

### 米国の主な政策

<b>オバマ政権</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2013年：一般教書演説にて「3Dプリンターを活用し、米国に製造業を取り戻す」と宣言</li> <li>— 国防総省主導の「America Makes」研究所を中心に国内の製造業セクターへの技術の移転、国内製造業の競争力増進を目指す</li> </ul>
<b>バイデン政権</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2022年：新プログラム「AMフォワード」を発表</li> <li>— 米国国内でのより安全で強靱なサプライチェーンの確保のためにAM活用</li> <li>— GE Aviation、Honeywellなどの大手製造業者が米国国内の小規模サプライヤーからのAM部品購入を公約し、必要な技術提供を行う</li> <li>— またAM部品の共通基準の開発、認証プログラムにも参加</li> </ul>

### 中国の主な政策

<b>SC構築</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2015年：「付加製造産業発展推進計画」にて、国家戦略の位置付けに</li> <li>✓ 2016年：「十三五国家科学技術イノベーション計画」にて、サプライチェーンやイノベーションチェーンなどのエコシステムの構築の促進が重点に</li> </ul>
<b>標準整備</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 「知的生産開発計画(2016-2020)」、「産業発展行動計画(2017-2020)」により、製造技術の向上を果たした</li> <li>✓ 「積層造形標準化行動計画(2020-2022)」にて、標準の整備と共に、2021年以降、大企業を中心に標準の採用を開始</li> </ul>

### ドイツの主な政策

<b>研究機構</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ フラウンホーファー研究機構(1949年～)がAM技術をけん引(以下、同機構概要)</li> <li>— ドイツ連邦政府・州政府が、総予算の約30%の経営維持費を提供</li> <li>— ドイツ各地・76の研究所にて、新技術の実用化研究に特化し、公共部門や大学と民間部門のイノベーションギャップを埋める役割を果たす</li> </ul>
<b>DX</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 政府起点の「Industry 4.0」プロジェクトにより、デジタル技術を用いた新たなビジネスモデルの構築を目指しており、AM技術もその一環として重要な役割を担うものとされる</li> <li>✓ 導入が進みにくい中小企業へ積極的に支援中</li> </ul>

### 日本の主な政策

<b>AM装置</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2014年：産官学連携の技術研究組合(TRAFAM)設立</li> <li>— 経済産業省より技術研究開発「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム」に関する国家プロジェクトを受託</li> <li>✓ 2017年：NEDOが「次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化事業」にてプロジェクトを継続し、装置製造技術等を一定程度確立</li> </ul>
<b>造形技術</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 経産省「経済安全保障重要技術育成プログラム」内の「高度な金属積層造形システム技術の開発・実証」の事業(2024-2028年度)</li> <li>— ①造形システム全体の課題解決を行う研究開発</li> <li>— ②品質保証や安全性の確保</li> <li>— ③認証基準の策定</li> </ul>

(出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

米独では産官学連携の研究機構が重要な役割

【図表8】にあるように装置の導入台数が1位の米国および3位のドイツにおいては、いずれも産官学連携の研究機構がAM活用推進の中心的役割を果たしており、そのうえでAM活用が進みにくい中小企業向けの支援を進める形式をとっている。ただし、米国では国内における製造業全体のサプライチェーンの充実を目的とし、ドイツにおいては製造現場のDX化を主眼としているなど、国ごとに目指すところはやや異なっている。

中国では国がリーダーシップをとり、すでに産業クラスター形成済

2位の中国においては、国が明確な指針を示したうえでリーダーシップを発揮している。特に、AM活用政策開始当初、広い国土の各地域で産業クラスターを育成する地道な取り組みから始めたことにより、産業がしっかりと地域に根付いており、製造業全体への広がりが見えつつあると見受けられる。

日本では産官学連携の研究機構が装置開発などを主導。現在は生産プロセスの確立を目指す

4位の日本については、米国、ドイツと同様に産官学連携の研究機構 TRAFAM<sup>6</sup>を設立。政策の第1期、第2期の目的であるAM装置製造技術等の確立に寄与した。したがって、現状でも日本メーカーのAM装置製造技術はレベルが高いものの、それに続くはずの装置の活用が想定よりも進んでいない。また、活用ノウハウについては大手メーカーや大学、研究所、各地域の産業技術センターなどがそれぞれで蓄積している状況となっており連携が取れていない。これらの状況を打破するため、2024年度から新たな政策として、「経済安全保障重要技術育成プログラム」において「高度な金属積層造形システム技術の開発・実証」を開始し、AM部品生産のプロセス確立を目指す予定である。

## 8. 主要国・地域における製品(量産品)への活用の現状と、今後想定される方向性

各主要国、地域における、AM活用拡大のカギとなる事象と、現状での活用状況、中期的な方向性をまとめた(【図表10】)。

【図表10】主要な国・地域における金属AM活用の変化

国・地域	活用拡大のカギ	現状	2030年	2040年
米国	軍需向け技術の民生への活用	<ul style="list-style-type: none"> <li>軍需向け活用がさらに増加</li> <li>ジョブショップでの技術習得が進む</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙、医療向け先端製品の開発活発化</li> <li>民生品への活用が拡大</li> </ul>	
欧州	装置操作のソフトウェアによる簡便化	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空・宇宙・医療向けにおいて活用拡大</li> <li>他の民生分野事例増加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造業のデジタル化進展</li> <li>幅広い製品の高機能化事例が拡大</li> </ul>	
中国	装置機能の改良 装置・材料の低価格化	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空・宇宙向けが主流</li> <li>3C<sup>(注)</sup>含む民生品向け拡大</li> <li>ロボットやドローンなど先端分野へも積極的に活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術、コスト面の障壁低下</li> <li>民生部門における高付加価値商品の開発進展</li> </ul>	
日本	DfAMの啓もう 安定造形条件確立 品質保証 材料開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>補修部品での活用拡大</li> <li>一部企業で、DfAMによる部品再設計PJ開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術承継事例増加</li> <li>既存製品の機能向上例増加</li> <li>高付加価値新規商品の増加</li> </ul>	
新興国	装置・材料の低価格化 装置操作の簡便化	<ul style="list-style-type: none"> <li>一部で技術習得が進展</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中国製AM装置、材料の普及により、活用が拡大</li> </ul>	

(注) Computer (コンピュータ)、Communication (スマートフォン)、Consumer Electronics (家電) の3つの家電機器の総称 (出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

<sup>6</sup> 技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構

## 米国における AM 活用の現状と今後の見込み

従来 AM 技術は欧米での軍需を含む航空・宇宙向けが先行してきた。金属 AM による量産の取り組み第一号であるとされる、Colibrium Additive (旧 GE Additive) による Boeing の航空機エンジン部品製造は米国オハイオ州やアラバマ州で始まった。また、米軍における AM の活用は世界一活発と言われ、技術力も世界の先端をいくものと想定される。コロナ禍でのサプライチェーン混乱を教訓に、2022 年にバイデン大統領が開始した「AM フォワード<sup>7</sup>」で技術支援活動の中核を担う「America Makes」は NCDMM (National Center for Defense Manufacturing and Machining<sup>8</sup>) が運営母体である。軍需向けの先端技術の一部を民生に役立てるべくトレーニング・カリキュラム等を開発して、中小企業の労働者のスキルアップを行っている。大手メーカーを巻き込んでローカルなサプライチェーンを構築する仕組みを推進中であり、AM 技術の製品への活用のすそ野が拡大すると見込まれる。

## 欧州における AM 活用の現状と今後の見込み

欧州においても主要な活用方法は航空・宇宙分野となっているが、金属加工部門で中心となるドイツにおいては、AM のデジタルとの相性の高さが注目されている。同国がはじめた「インダストリー 4.0」の実現に有効な技術として、製造業の国際競争力を高める施策の一環という文脈で、AM 技術活用には官民ともに力を入れている。同国の技術研究開発において中心的役割を担う Fraunhofer 研究機構の影響力は大きく、各種新規技術の実用化に貢献しており、AM の実用化研究も盛んである。日本と同様に従来の加工法における技術力が高いドイツではあるが、ドイツ貿易・投資振興機関 (GTAI) によると、従来の加工法から AM に置き換えたことで、リードタイム短縮、製造コスト削減に成功する企業も現れ始め、AM 技術や素材の開発も急速に進んでいるとされる。

独 BMW では 1990 年に AM 活用を開始し、以来 30 年以上、自動車の製品ライフサイクル全体を通じた最大限の活用を目指している。現在では小規模シリーズの製品部品を中心に年間 40 万個以上の AM 部品を製造しており、2020 年にミュンヘン郊外で開設した AM の研究と製造のための専用拠点「アディティブ・マニュファクチャリング・キャンパス」を中心に更なる活用を模索している。直近で活用が増えている分野は当社内で製品製造に使うロボットの製造である。AM によりロボットの迅速・経済的かつ柔軟な製造が可能のほか、DfAM 活用により軽量化が実現。ロボットの軽量化により製造ラインの高速化、サイクルタイムの短縮、コスト削減につながっている。中期的にはより小型のロボットが使えるようになり、CO2 排出量削減やさらなるコスト削減につながる見込みである。

また、最近話題となっている AM を使った欧州での量産活用の例として、英 Ocado (EC 流通サイトの運営会社) でのピックアップロボット製造がある。このロボットはレール上を動いて必要な商品を集めて回る仕組みとなっており、レールは商品を格納しているボックスの上部に位置するため、レールが保持できる重量には限界がある。そこで当社は DfAM を活用して新型ロボットを約千台製造。これは従来のものより約 4 割の軽量化を実現しており、レール上のロボット数を約 3 割増加させ、生産性が向上した。マテハン分野における AM 活用は有望視され始めており、欧州を起点として、グローバルで広がる可能性がある。

## 中国における AM 活用の現状と今後の見込み

中国における AM 活用開始は欧米には遅れるものの、2015 年「付加製造産業発展推進計画」にて、国家戦略の位置付けとされて以降、急成長した。サプライチェーン・エコシステムの構築促進から始めたため、AM 産業が地域に根付いている。すでに欧米の装置メーカーへの製造技術のキャッチアップや、国内における AM 造形条件等の標準や規格の整備も済ませている。2023 年頃に家電業界が金属 AM 技術の製品への活用を開始し、ドローンやヒューマノイドロボットなどの先端品を含む民生分野での拡大が期待されている。直近で、ユーザーに対して AM 活用に関する「啓もうが必要な時期」を脱したといわれており、ユーザー側の成長により、装置や材料メーカーへの低価格化を含む種々の圧力が強まり、さらに使いやすくなって新規ユーザーが増えるという好循環が始

<sup>7</sup> 【図表 9】にもあるとおり、米国内の大手製造業者が米国内の小規模サプライヤーからの AM 部品購入を公約し、必要な技術提供などを行い、また AM 部品の共通基準の開発、認証にも参加するプログラムである。初期参加企業は GE Aviation、Honeywell、Lockheed Martin、Raytheon、Siemens Energy。オバマ政権時代に設立された「America Makes」も、引き続き教育や技術支援において中心的役割を果たす

<sup>8</sup> 国防製造加工センター、国防総省 (DoD) の武器および支援システムを改善するための応用研究および開発プロジェクトを実行

まりつつあるとされる。

製造速度の遅さを装置の台数でカバーすべく、数百台の AM 装置を並べて受託製造を行っている中 BLT の工場の様子は圧巻であり、話題となっている。当社の工場は、もともとエアバス向けの航空部品の製造が中心であったが、最近では 3C 分野にも幅を広げ、Huawei の折り畳みスマホのヒンジ<sup>9</sup>の軸カバーをチタン合金で製造しており、スマホの軽量化、薄型化、強度向上に寄与したとされる。

## 日本における AM 活用の現状と今後の期待

【図表 8】の各国に導入された産業用 AM 装置（樹脂用と金属用の合計）の割合において、日本は約 8%と世界 4 位であり、それほど遅れているようには思われない。ただし、実際に金属 AM 装置を使いこなしているメーカーは多くはないといわれ、特に DfAM 活用へのとっかかりがつかめず、活用先に悩むユーザーも多いようである。日本メーカーは品質保証という観点から製品への活用には非常に慎重であるが、社内で使う特殊な治具、工具や金型などへの活用は一定程度広がっているとされている。

日本においては中期的に熟練技術者の技術承継問題の顕在化が見込まれるが、熟練技術者不足をきっかけに AM を高周波焼入れ用の加熱コイルへ適用して種々のメリットを実現した、ティーケーエンジニアリングの事例を紹介したい。加熱コイルは内部に冷却水路がある複雑構造であるため、複数部品を熟練技術者がロウ付けする作業が必要不可欠であった。当社は 2018 年、熟練技術者の減少に対応するため AM による一体成形に着手し、熟練技術者不足解消のみならず、製作期間を 3 分の 1 以下に短縮<sup>10</sup>、製品寿命のばらつき解消、製品平均寿命を約 10 倍へ改善<sup>11</sup>、コイル内水路の形状の最適化などのメリットを実現した<sup>12</sup>。

今後も熟練技術者不足への課題解決ニーズは増加すると想定され、それに伴い AM の活用も進むと見込まれるが、次の章で示すように、より着意をもって AM 活用を広げる取り組みが加速されることを期待している。

## 9. 製品への活用が遅れつつある日本における金属 AM 活用拡大への道

AM 低コスト化は進むと見込まれるが、成形、切削の生産性の高さに及ぶことは考えにくい

優れた製品を比較的低価格で提供する日本の製造業における金属加工技術は世界トップレベルであり、この高い技術をベースとした金属 AM への取り組みができることは大きな強みである。今後もグローバルで AM 装置や材料などの改良は続き、ユーザーによる利用拡大が広がることにより、改良速度も高まり、製造コストも軽減されていくことが予想されるが、量産分野において従来の加工法である切削、成形の生産性の高さを超えることは長期的にも考えにくい。

中長期的にも成形、切削をベースに、キーコンポーネントとして AM を活用する方向性

少なくとも今後数十年間は、成形、切削をベースとして、AM が画期的に生きる場いかにピンポイントで効果的な活用ができるかどうか勝負となる。航空・宇宙分野、医療分野をはじめとして、空飛ぶ車やドローン、ヒューマノイドロボットなど今までコンセプトはあっても実現できていない先端領域の製品部品には DfAM 活躍の場が多い。そういった先端分野の製品開発現場では AM 部品の活用なくして実現は難しい設計が多いため、AM 活用の着意という意味ではむしろ持ちやすい環境となる。一方で既存の製品の中にも AM 活用の「ピンポイント」はあり、それによって製品に想定外の機能が加わる可能性がある。そしてグローバルで AM 活用が広がりつつある中、そのような地道な積み重ねが、中長期的には製造業全体の競争力の源泉となる可能性がある。

<sup>9</sup> 扉や蓋などを支え、開閉できるようにするための部品。蝶番

<sup>10</sup> 従来の製作期間が約 30 日間であったのに対し AM 活用により 9 日間に短縮

<sup>11</sup> 従来の製品は平均寿命がロウ付け 7 万個程度であったのに対し、AM 活用により 70 万個程度に増加

<sup>12</sup> ティーケーエンジニアリング公開情報より

AM 活用の場面は多くはないが、ゼロ活用では製造業の国際競争力低下につながる

DfAM 知見は成形、切削の知識が十分に備わった技術者においてより生きるため、リカレント教育が重要となる

AM 活用の拡大の方向性はトップダウン型とボトムアップ型の両方あり得る

## (1) トップダウン型

DfAM 活用には製品の各部分の機能の再定義が重要となるため、トップダウン型が基本となる

AM 活用の成功体験がある DMG 森精機における、活用拡大のための企画に期待

現状のコストレベルで考えると、このピンポイントは探してすぐに見つかるほど多くはないものの、多くの設計者が DfAM の素養を身につけ、日々の設計において AM 活用を選択肢の一つとして活動していくことで、日本全体で大小さまざまな改善が発生し、お互いに触発しあい、製造業全体の競争力向上につながっていく。海外で始まっている AM 活用活発化により、今後はグローバルで製品設計の前提条件が変わっていくと見込まれる中において、このような設計のマインドセットを意識的に広げていく取り組みは必須であると考えられる。

日本の製造業で直接、間接問わず設計に携わる方に、幅広く DfAM の素養を一般化し、AM を金属部品の設計、加工の一手段として活用していくためには、米国で進めているような、学生への教育プログラムに加える方法がある。これは長期的には非常に有効であり、政府主導で進めて欲しい分野ではあるが、すでに海外で AM 活用が広がりつつある中で、これだけでは不十分である。AM 部品の生きる場はごく一部であるため、従来製品に DfAM の知見が加わって、他を圧倒するほどの付加価値向上につなげるためには、従来の加工法についての理解が十分であることが前提となる。日本の技術者の従来の加工法への理解、活用ノウハウの蓄積、実際の製造能力は世界トップレベルであり、そこに DfAM 知見が加わるからこそ、他国の追従が困難なほどの効果が見込まれるのである。したがって、すでに従来の加工法を十分に使いこなしている中堅社員以上の技術者へのリカレント教育を拡大することが非常に大きな意味を持つ。

また、世界で活用が始まりつつある AM 部品製造を日本で速やかに始めていくためには、①各製品について全体の設計を管理している完成品メーカー（自動車 OEM など）が中心的に動く方向性（トップダウン型）、②金属部品製造現場での困りごとについて、AM を使って解決していくことにより、AM の活用法を洗練させていく方向性（ボトムアップ型）、の 2 タイプの方法がある。

複雑な構造をしていて部品点数が多いマシンを製造している業界においては、AM 部品を活用するときには、既存の加工法で製造するために複数に分けられた部品を統合した新たなデザインとなる可能性が高いことから、各部品の下請け会社がそれぞれに進めても活用メリットが発現しにくい。したがって、各製品について全体の設計を管理している完成品メーカーが、製品の各部位の機能について源流から再定義を行い、その機能に対しての最適構造と最適化した際の製品全体の機能の向上度合い、あるいはそこから派生して新たな高付加価値製品の創出ができる可能性についての検討が必要となる。すでに行っている大手メーカーも多いと思われるが、次の DMG 森精機の事例を参考に今一歩踏み込むことにより、将来の技術革新へつながる可能性の高まりが期待できる。

DMG 森精機は大手工作機械メーカーであり、当社の製品の中心は工作機械であるが、DED 方式および PBF 方式の金属 AM 装置も製造販売している。当社は数年前に「刃物台マニフォールド」という製品の開発において「配管が複雑で、空間も狭く、位置が高いため組立工が持ち上げるための負担も大きい場所」という設計条件に対して開発が難航。設計者の一人に DfAM の素養があったため AM 活用を着想し、課題解決に至った成功体験がある。この経験をもとに、AM 装置メーカーでもある当社は、社内でノウハウを蓄積してユーザーに提供することを目的として、現在すべての当社製品（約 200 機種）に 1 つ以上の AM 部品を使おうという取り組みを全社挙げて行っている<sup>13</sup>。当社のモチベーションには金属 AM 装置メーカーとしてのユーザーへの情報提供も含まれるものの、AM 活用を始める第一歩の企画として秀逸であり、今後の波及効果に期待したい。

<sup>13</sup> DMG 森精機公開情報より

## (2) ボトムアップ型

熟練技術者の技術承継対応へは、早めの対応が重要となる

デンソーによる自動車の補給部品への AM 活用の取り組みは大きなインパクトが期待できる

AM 活用の導入はトップダウン型が多い場合が多いが、ボトムアップで進むケースもある

AM 初心者のためのワンストップ窓口の仕組化が重要

サービスが DfAM 知見を得てユーザーへ助言する動きが望ましい

今後発生が増加するとみられるボトムアップのケースは、現状で熟練技術者の匠の技で何とか製造している部品の製造者が高齢化により製造継続が難しくなる場合である。このようなケースは、場合によっては大きな混乱を生じる可能性もあるため、元請け会社を中心となって、サプライチェーンの見える化とセットで声掛けを行い、状況に応じて早めに AM 部品活用などの対応策を講じておくことが重要となる。

ここで、日本において、大きなインパクトを生む兆しのあるボトムアップの一例として、自動車部品メーカーであるデンソーの取り組みを紹介したい。デンソーは、AM を活用した自動車の補給備品の製造を「非競争領域」と位置付けて多くの企業と協力して取り組み、得られたノウハウをオープン化している。自動車補給部品については「金型保管問題」が社会課題化しており、この解決に AM の「オンデマンド製造」メリットの活用を企図している。実現には「品質保証」と「経済合理性の確保」のボトルネックがあるが、独自開発の「金属 AM プロセス可視化装置」により、量産のダイカスト部品と同等の品質に制御する AM 技術の目処を立てた。まずは日本の自動車業界での標準化を目指している。経済合理性の確保についてはまだ課題であるが、材料である金属粉の低価格化にはビッグユーザーである自動車産業が材料を一本化して大量購入することで改善を図ることが可能と見込む。装置の高速化によるコスト改善も後押しする。当社は 2025 年には補給部品についてコスト面の解決に目処をつけ、2028 年以降は AM 活用を前提とした製品製造を開始する予定としている<sup>14</sup>。

本件は DfAM の活用を伴わない AM 活用ではあるものの、生産量の面で大きなインパクトを持つ自動車業界での活用が広まることにより、装置、材料の低価格化が進み、新規ユーザーの AM 導入が進むことによって、DfAM を含めた AM 活用メリットへの理解がより広まる可能性が高い。

一つの組織内において、ボトムアップが有効であった事例もある。導入効果が保証できないことが多い AM 活用導入初期においては、トップダウンが効果的な場合が多いが、組織が大きく、全体での活用の意思決定が進まない場合、廉価な導入機で実績が出せると、全体への広がり突破口となるケースがある。実際に、欧州のある国の軍に金属 AM を導入しようとした際に結果的にボトムアップが有効であった事例がある。この場合、組織が硬直的でありすぎたため、トップダウンの導入が難航したが、末端のいくつかの部署で、比較的廉価な導入機を入れて、まず使ってみるところから始めたところ、現場での効率化、高機能化が実現して広がりを見せ、結果的に組織全体で高位機種を導入を進める運びとなった。

今後、高付加価値新製品製造への意欲が高まり、あるいは熟練技術者の技術承継の必要が高まったときに、DfAM 活用の取り組みを始めるにあたって課題となるのは① DfAM を実践的に学べる場が少ないこと(特に従来の加工法向けの設計に精通している技術者には初めのとっかかりが大切となる)、②造形装置などが多種多様で、AM 初心者が目的に合ったものを選別することが難しいこと、と考えられる。この課題の解決には、各地で初心者が気楽に AM 活用をワンストップで相談できる場を作っていく取り組みが重要であると認識している。AM の効果的な活用拡大には、トップの決意とともに、多くの技術者が DfAM の素養をもって日々の業務にあたること、その両輪が欠かせないものとなる。

また、サービスは新規 AM 部品ユーザーが初めに造形を発注する先(【図表 3】)であるため、DfAM を伝播するためのキープレーヤーといえる。現状では顧客が持ち込んだ設計をそのまま造形するだけのサービスが主流であると聞かすが、彼らの DfAM 知見の底上げをはかり、AM 部品ユーザーへ設計に関する適切な助言ができるようになることが望ましい。これにより、サービスはより付加価値の高いサービスを提供することができ、ユーザーも効率的に AM 部品の活用先を選定することができる。この流れが実現すれば、

<sup>14</sup> デンソー公開情報より

AM 部品の活躍の場が広がり、新たなユーザーの参加が増加し、日本の製造業全体にプラスのインパクトが効率的に広がっていくと考えられる。

## 10. おわりに

設計を根本から見直す過程を含む DfAM 活用はイノベーションのきっかけとなりうるものであり、多くの経営者の前向きな決断を期待したい

近年 ISO56000 シリーズ<sup>15</sup>の発効でその重要性が認知され始めているように、企業として継続的に成長し続けるためにはイノベーションを仕組み化する取り組みは欠かせない要素である。金属 AM 活用は製造業のイノベーションにおける十分条件ではないが、日本の中堅～大手メーカーの中には、世界的にハイエンドと認められる製品を送り出しつつも、金属 AM 活用をその必要条件と位置付けて、DfAM を取り入れたさらなる高みを目指す取り組みを始める企業が出始めている。DfAM を起点としたものづくり革新実現のため、トップダウンで組織構造を変革し、AM の製品への活用の試みに果敢に取り組んでいる。

この活動の成功は必ずしも AM 部品の導入可否によってのみ判断はできない。DfAM を起点として自社製品の設計を見直すことに真剣に取り組んだ場合、結果的に AM 部品導入に至らずとも、何らかのイノベーションにつながる可能性は非常に高い。既存の製品、将来の新製品のいずれにおいても、設計手法の引き出しが一つ増えることで、イノベーションが起きる可能性は格段に上がる。DfAM を起点とした日本のものづくり革新はまだ大きな流れとはなっていないものの、すでに始めている企業たちの取り組みが実を結び始めるタイミングか、あるいはそれよりも前に多くのメーカーがその重要性に気づき、有効な組織変革、最適化を断行して、継続的成長につながる流れが、日本の製造業でより大きなものとなることを祈念している。

みずほ銀行産業調査部  
自動車・機械チーム 秋山 紀子  
noriko.b.akiyama@mizuho-bk.co.jp

---

<sup>15</sup> 国際標準化機構 (ISO) /TC279 (イノベーション・マネジメント) によるイノベーション・マネジメントの国際規格群。組織がイノベーション・マネジメント・システムを実施、維持、改善するための枠組みを提供するために設計されたもの

## 【主要参考文献等】

### 1. 資料等

WOHLERS, TERRY T., AND WOHLERS ASSOCIATES (FIRM) 「*WOHLERS REPORT 2024 : 3D PRINTING AND ADDITIVE MANUFACTURING GLOBAL STATE OF THE INDUSTRY*」 WOHLERS ASSOCIATES, 2024

技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構 「～設計者・技術者のための～金属積層造形技術入門」

ニュースダイジェスト社 「月刊生産財マーケティング」(2024年3月号)

日刊工業新聞社 「金属 3D プリント活用ガイド 最新の装置・材料・ソフトと導入事例」(機械技術 2023年9月 臨時増刊号)

### 2. 情報提供協力

ドイツ貿易・投資振興機関 (GERMANY TRADE AND INVEST) ([www.gtai.com](http://www.gtai.com))

[アンケートにご協力をお願いします](#)



Mizuho Short Industry Focus/239

© 2025 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。

編集／発行 みずほ銀行産業調査部

東京都千代田区丸の内 1-3-3 [ird.info@mizuho-bk.co.jp](mailto:ird.info@mizuho-bk.co.jp)