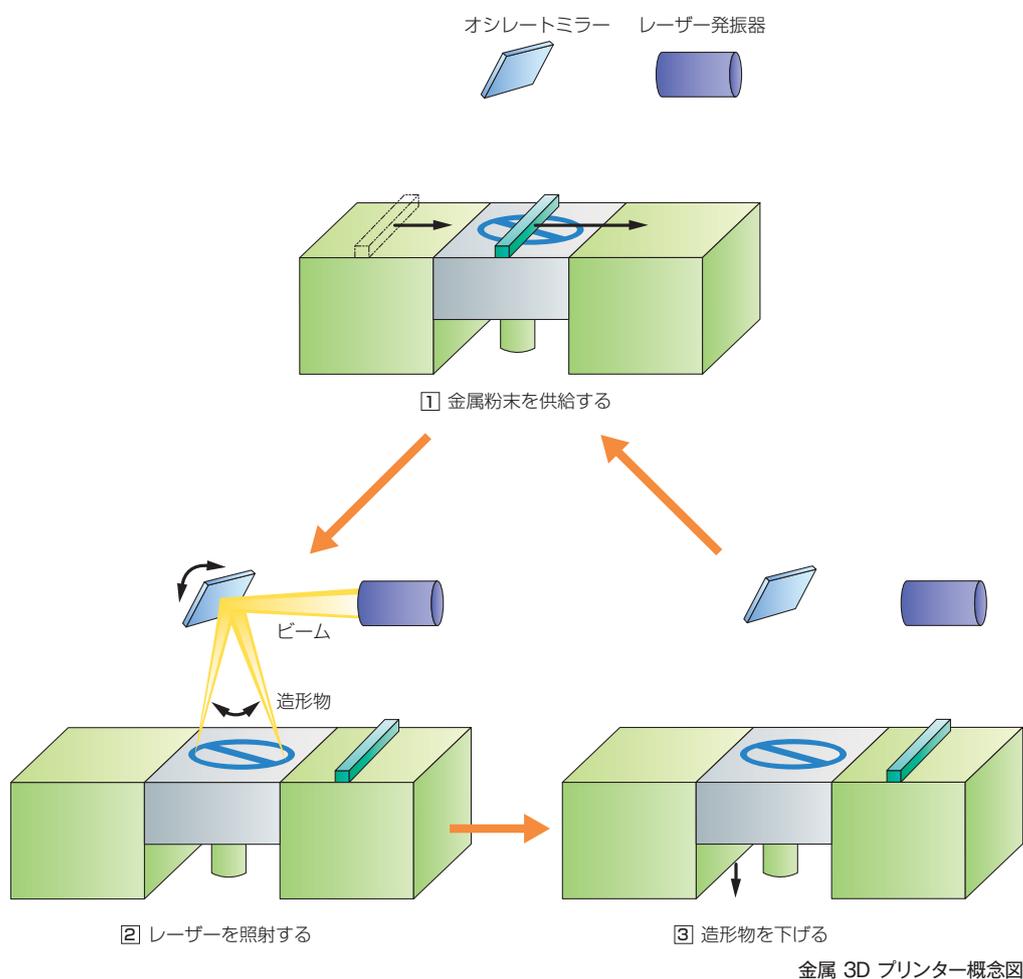


金属 3D プリンターによる ものづくりの技術革新

金属 3D プリンターの夢と現実, そしてものづくりへの期待

エンドユース向けにも使用され始めた金属 3D プリンター。
その期待と課題は何か。
10 年後にもものづくりはどのように変わるだろうか。



金属 3D プリンターとは

物体の三次元 (3D) のモデルデータがあればそれを
実体として出力できる「3D プリンター」がブームと
なっている。樹脂のプリンターでは、使える材料の種

類が増え、強度・精度も向上してきたこと、一般消費
者でも手が届く 10 万円程度のプリンターが市販され
てきたことなどから、裾野が一気に広がった。

一方で、金属の 3D プリンターも造形品質が向上
し、強度も鋳物と同等レベルのものが得られるように

なるとともに、スピードの向上、コストの低下により、エンドユース・実部品の生産にも期待が高まっている。技術用語としても、かつては試作向けということから Rapid Prototyping（迅速試作）とも言われていたが、現在は Additive Manufacturing（付加製造）という生産を見据えた呼び方に変化してきている。

Wohlers Report 2014 によれば、製品・サービスを含めた 3D プリント産業全体としての市場成長は、2013 年に前年比 34.9% 増（約 31 億米ドル＝約 3 600 億円）であったのに対し、金属 3D プリンターは販売台数 75.8% 増（348 台）と大きく拡大してきている。

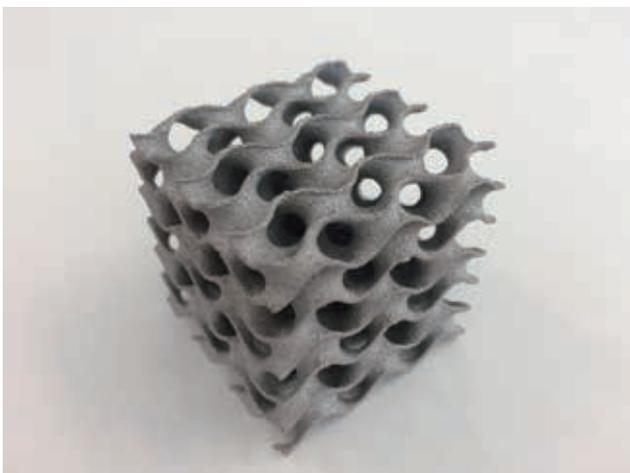
医療におけるカスタムメイドや、航空宇宙産業などの高付加価値品での金属 3D プリンターの活用が活発化してきている。

期待されるメリットと現在の課題

このように開発、生産、設計のものづくりにおいて金属 3D プリンターに対する期待は高い。だがここで夢と現実について一度整理しておきたい。

(1) 期待されている主なメリット

- ① 3D モデルデータから 1 プロセスで造形可能であり、部品入手に必要な時間が画期的に短縮できる。これにより開発・試作のスピードアップを図ることが可能となる。
- ② 金属粉末以外の素材が不要であり、加工や治工具、そして組み立てなども不要となる。小ロット・カスタムメイド生産を拡大できるとともに、サプライチェーンも短くなる方向に変化する。



ラティス（網状）

- ③ これまで加工上の制約などで実現できなかった複雑形状や軽量化、特異な強度を発現するなどの優れた機能部品の造形ができる。これにより設計自由度が拡大される。

(2) 現状での課題

- ① 一度に造形できるサイズには限界がある。市販装置では現時点で 500 mm 角程度が最大である。
- ② 寸法精度は公称 0.1 mm 程度とされているが、現実には熱収縮をいかに抑えるか造形物ごとの検討が必要である。
- ③ 表面粗さは Ra （算術平均粗さ）で公称数 μm レベルとされているが、形状や部位によって異なり、すべてで同じような表面が必ずしも得られない。
- ④ 造形速度はまだ遅く（ $100 \text{ cm}^3/\text{h}$ 以下）、装置価格も高い（1 億円レベル）ことから、コストメリットが出せるだけの価値ある部品がまだ少ない。
- ⑤ 造形物の配置やサポートの付け方など、ある程度自動で処理できるようになってはきたが、まだ人手やノウハウによるところもあり、造形前準備にも時間と手間が掛かる。
- ⑥ 上記メリットの③「特異な強度を発現する」の裏返しとなるが、材料データが未整備であり、製品に適用するに当たっては材料規格を適用できない場合もある。

金属 3D プリンターが変える 10 年後のものづくり

では、前述の課題の多くが解決されたとして、10 年後のものづくりはどう変わっていだろうか。筆者の理解するところと世の中で言われていることを合わせ、幾つか例を挙げて予想したい。

(1) コンカレントエンジニアリングの拡大

これまで CAE（Computer Aided Engineering）などシミュレーションがけん引してきたが、3D プリンターにより実体として造形物が手に入るようになり、開発や設計と生産現場、時として営業の間が真の意味でつながるようになる。現場の生産技術や準備工作での検討が大きく変革するであろう。

(2) 部品・製品の高機能化、差別化

- ① 単体特性の向上
トポロジー（開口の有無を含めた形態）の最

適化、ラティス（網状）構造の採用などにより部品軽量化開発はすでに進行中であるが、それに加え特殊な性質、例えば異方性を活かした形状設計により、部品単体の性能が向上する。

② インテグレート部品

三次元の流路を組み込むことができることから、金型の性能が向上する事例が各所で取り上げられているが、複雑な流路を利用したコンパクトなプロセスデバイスやセンサーが埋め込まれた部品などが開発されていくであろう。

③ 複雑部品、組立レス、設計自由度

3D プリンターで作られた燃焼器ノズルを General Electric 社（アメリカ）がジェットエンジンに搭載する予定であることはよく知られている。これまで数十点の部品を組み立てなければならなかったような複雑な構造を数点の部品で成立させることができるようになり、コストダウンにつながるとともに、性能向上も期待できる。

④ 大型部品

CFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics：炭素繊維強化プラスチック）の 3D プリンターで自動車のボディを造形するとか、家そのものを造形するなどの新しい試みが始まっている。金属 3D プリンターでも技術革新により大型化が進めば、アイデアはさらに広がるであろう。

(3) 生産現場

3D プリンターの出現により最も大きな変革を受けるのは実は生産現場ではないかと筆者は予想して

いる。消費者ニーズの多様性によりマスマプロダクションからマス・カスタマイゼーションに変わっていくであろうという流れのなかで、ドイツの Industrie 4.0 や IoT（Internet of Things）での議論において、3D プリンターの存在は大きなものになると映っている。

① マイクロファクトリー、地産地消、多様性

3D プリンターの大きな特長として、粉末以外の材料は不要、その他の加工装置や治工具なども不要であることから、非常に短い生産ライン、マイクロファクトリーと称される小規模生産設備が可能となる。

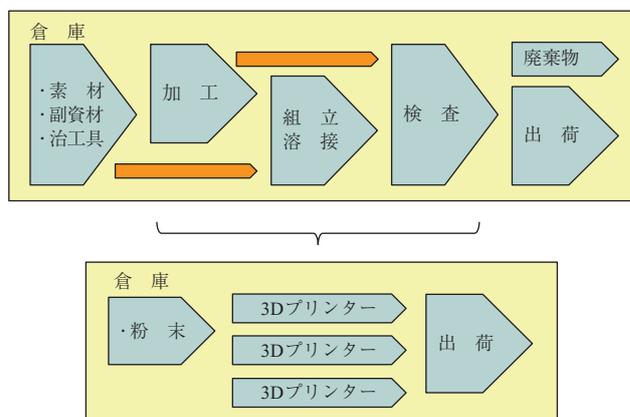
これに加え、生産数量とコストの関係において、一つ作るのも 1000 個作るのも 1 個当たりのコストは同じであることから、IoT に代表される情報技術の発展とともに、受注から生産までのさまざまな情報と生産設備との連携が便利になれば、輸送コスト削減、短い製作期間、倉庫費や在庫の観点から、地産地消の小さな生産拠点が増えていくであろう。さらには消費者ニーズの多様性をより満足するサービスも可能となっているであろう。

② インプロセス品質保証、すり合わせレス

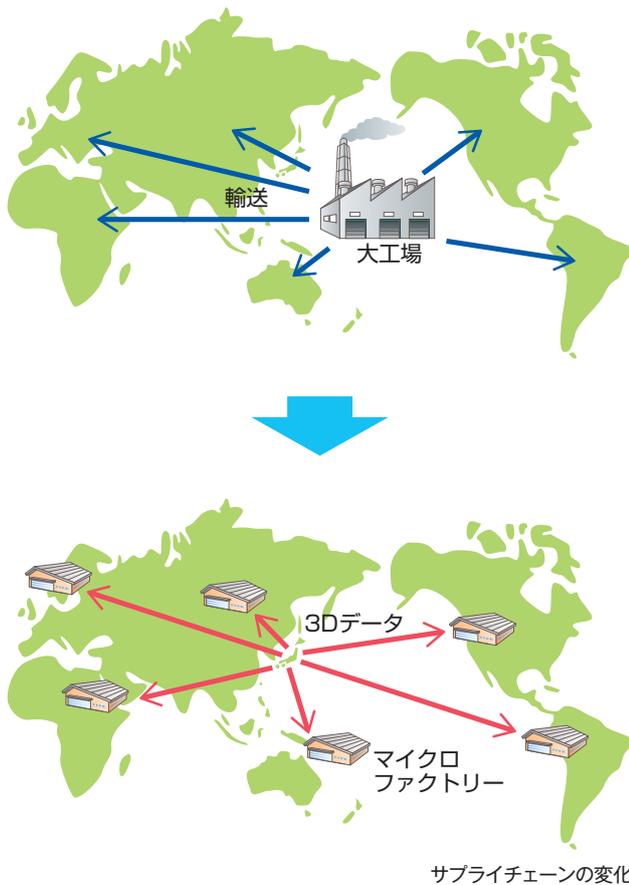
3D プリンター装置各社の動向をみると、造形中のモニタリングに開発を注力している。これは造形品の形状や寸法を見張っているだけでなく、1 層ごとに造形していくという特徴から造形中に内部欠陥を検出することが期待されており、インプロセスで品質保証ができていくであろう。これまで検査、計測などに掛かっていた時間が短縮さ



複雑部品



工場内工程の短縮 小ざくコンパクトな工場



れるとともに、すり合わせなどの高度な技能が不要になっていくことも予想される。

③ 工場内外サプライチェーンの変化

原材料や完成品、保管している治工具のための倉庫がまず小さくなるであろう。金属機械加工工場では、素材として購入していた圧延板や鋳物、鍛造素材が粉末に取って代わり、工場内物流も変わる。粉末は一般的にバルク材と比べると高価ではあるが、造形歩留まりが80%程度であることから、粉末が安くなっていけば適用拡大の追い風となる。機械工場が粉末製造設備をもつことも選択肢となろう。

まとめ

現時点、金属3Dプリンターが抱える課題は山積している。しかしながら、世界各国で莫大な資金が3Dプリンターの開発に投入されており、10年後には期待が現実のものとなっているかもしれない。このように夢を抱かせてくれる素晴らしい技術概念ではあるが、その一方で電子データがありさえすれば世界のどこでもものづくりができてしまうことをも意味している。セキュリティの保護も忘れてはならない。

問い合わせ先

株式会社 IHI

溶接技術部

電話 (045) 759 - 2812

URL : www.ihico.jp/