

MARKFORGEDホワイトペーパー

# 3Dプリンティングバイヤーズ ガイド

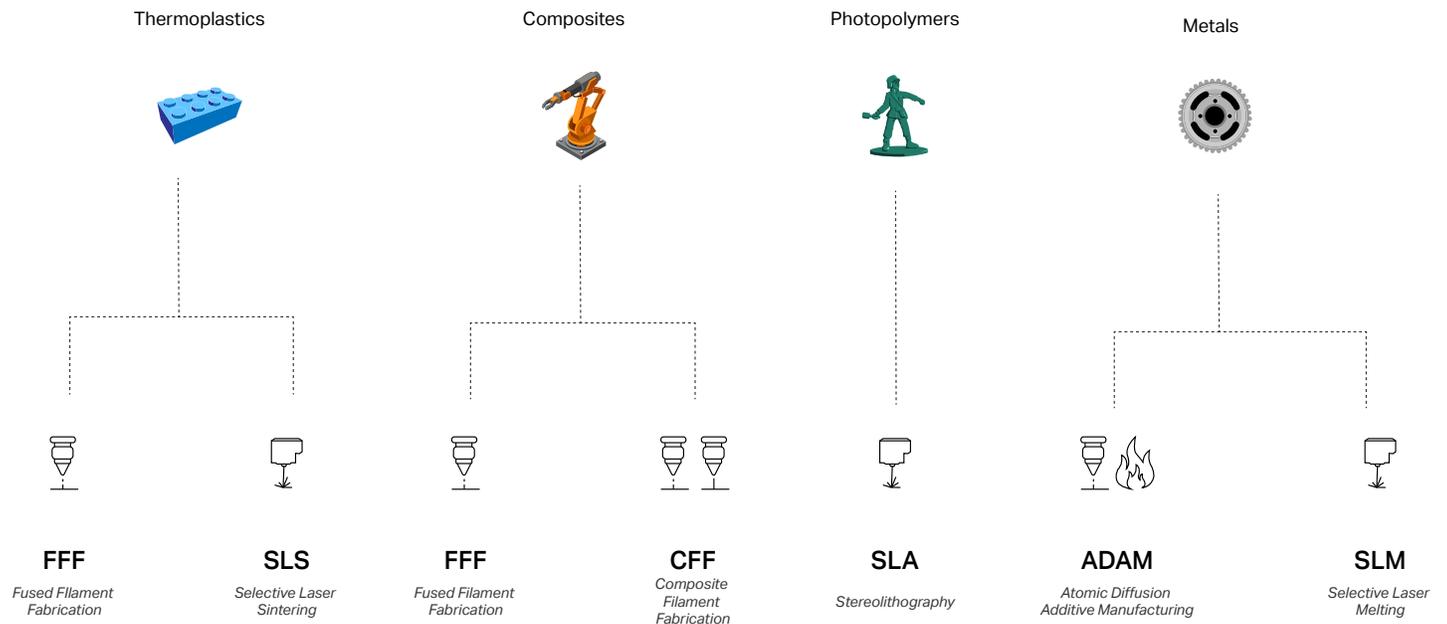
付加製造は、今日の製造業における強力な力になっています。製造業ではさまざまな材料、方法、機械が提供されているため、そのプロセスは多数の形を取ることができます。多くの企業が、ニーズに合う付加製造ソリューションを見出し、効率的な投資利益率（ROI）を実現するために奮闘しています。製造の障害を標的にする適切な機械の選択が、低コストで製造ラインの生産性を最大化するために不可欠です。

まとめ

# 付加製造

付加製造ソリューションは、それらが最も効果的にサービスを提供する業界で大きく異なります。特定の材料や方式は、特定の用途に向けて特注されます。正しいソリューションが定義された障害と組み合わせられたとき、顧客は時間とコストの両方で高いリターン確認します。製造の目的を策定し、付加製造に共通する方法を理解することにより、貴社は、ワークフローを合理化するコスト効果に優れたソリューションを特定できます。

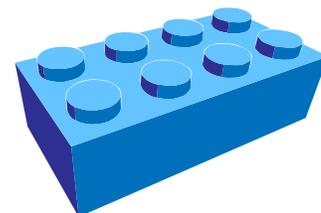
## 付加製造技術



材料

# 熱可塑性物質

熱可塑性物質は付加製造の最も一般的な材料です。熱可塑性物質の3Dプリンティングプロセスには、形状を形成するために部分的に形成可能になるまでプラスチック材料を加熱することが含まれます。一般的な熱可塑性物質は通常、丈夫で、ストレス下で分裂せずに変形しますが、化学品および摩耗耐性が低く、融点は比較的低いです。



## FFF

熔融フィラメント製造



熔融フィラメント製造（FFF）は、3Dプリンティングの最もよくある種類です。このプロセスで、熱可塑性物質は、加熱され、ノズルを通して押し出されます。プリンターのノズルが移動すると、プリントされるモデルの断面が形成されます。このプロセスは、モデルが完了するまで、層ごとに繰り返されます。プリントされたモデルは、空洞または指定された内部充填率の低密度が可能です。熱可塑性熔融フィラメント製造は、低忠実度のプロトタイプとモデルで最もよく使用されます。

### メリット

シンプル  
手頃かつ利用しやすい技術  
軽量

### デメリット

材料が限られている  
部品が弱い  
異方性  
摩耗しやすい  
表面の仕上げが不十分

## SLS

選択的レーザー焼結



選択的レーザー焼結（SLS：Selective Laser Sintering）3Dプリンティングプロセスでは、レーザーを活用して、粉末状の熱可塑性物質を特定の形状に溶かして、固めます。部品は、プラスチック粉末のチャンバーでプリントされます。各層で、ローラーがチャンバーに対して新しい粉末を吹き飛ばし、レーザーが粉末内で部品の断面を選択的に溶かし、チャンバーがくぼみを作り、次の粉末層のための余地を作ります。

### メリット

細かなディテール  
全密度  
等方性の特性  
幅広い材料

### デメリット

高コスト  
呼吸器の保護が必須

材料

# 複合材料

伝統的に、複合材料は、材料特性のために貴重です。炭素繊維のような有名で、よく活用される複合材料は、自動車および航空産業向けの高い強度対重量比を実現します。3Dプリンティング用複合材料の最近の革新により、部品は、より一般的なプリンティング方式の材料特性では十分でない、エンジニアリング用途での使用に適した十分な強度を持つよう作成されます。3Dプリンティングでは、複合材料は、従来の機械加工されたアルミニウムの構成部品に効果的に置き換わることができます。なぜなら、複合材料は、金属の強度および剛性と付加製造の容易さを兼ね備えているためです。



## FFF

溶融フィラメント製造



一部の複合材料は、FFF方式を使用して、3Dプリントされます。これらの材料は、ナイロンやABSなどのより伝統的な熱可塑性物質と混ぜたチョップドファイバー（通常は炭素繊維）から構成されます。FFFプロセスは変わらないままですが、チョップドファイバーでは、モデルの剛性、強度、表面の仕上げが向上し、寸法の安定性と精度が大幅に改善されます。

### メリット

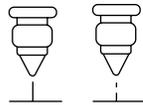
寸法安定性が改善  
加熱撓み温度  
部品精度  
部品強度

### デメリット

CFFよりも低強度

## CFF

連続フィラメント製造



連続フィラメント製造（CFF）3Dプリンティングプロセスは、機械加工された金属の構成部品をプリントされた部品に置き換えるためのコスト効率に優れたソリューションです。CFFの3Dプリンターは、プリンティングプロセス中に、FFFで押し出された熱可塑性物質内に、またはそれに沿って、複合繊維（通常は炭素繊維、グラスファイバー、またはケブラー）の連続ストランドを置きます。補強繊維は、プリントされた部品の土台を形成し、卓抜した剛性と強度を実現します。

### メリット

6061アルミニウムよりも高い強度  
熱可塑性溶融フィラメント製造の20倍の強度

### デメリット

ADAMよりも低い表面硬度と腐食耐性

材料

# 感光性樹脂

感光性樹脂材料は、光源に晒されると、構造が変わる液状ポリマーです。紫外線に晒されると、これらの液状樹脂は固体になります。感光性樹脂は、熱可塑性物質と異なり、重合プロセスが分子変化であるため、溶けません。重合化を可能にする特定の特性により、樹脂は多くの場合、脆く、紫外線への暴露が続くと、時間とともに劣化するため、熱可塑性物質ほど長持ちしません。



## SLA 光造形法



光造形法（SLA）プリンティング技術では、紫外線レーザーにより、感光性樹脂を選択的に硬化させることにより、感光性樹脂を利用します。レーザーは選択的に樹脂を硬化させ、硬化した層を形成し、そのプロセスを繰り返し、層ごとにモデルを構築します。光重合により引き起こされた化学結合プロセスのため、プリントされた部品には全密度および異方性があります。SLA 3Dプリンターは、細かいディテールと表面の仕上げを達成できますが、多くの場合、比較的小さなビルドボリュームです。

### メリット

異方性  
細かなディテール  
滑らかな表面の仕上げ

### デメリット

小ビルドボリューム  
部品が脆い  
化学防護服が必要

材料

# 金属

3Dプリンティング用金属は、付加製造における長年の目標でしたが、コスト、複雑さ、および材料の制限により、多くの場合、最近まで制限されていました。金属は、熱可塑性物質のように容易に押し出されず、形成可能な状態を達成するには、高温と高電力が必要です。金属の付加製造を実施するために、ほとんどのソリューションは、粉末状の金属から開始し、さまざまな加熱技術を使用して、パウダーを融合させます。多くの金属プリンティングの方法には、プリントされた部品を完全に強化するか、または仕上げるための後処理のステップが含まれます。



## ADAM

原子拡散積層  
造形法



原子拡散積層造形法 (ADAM) は、3Dプリンティングと金属射出成形法（SLM）の概念を組み合わせている、独自の、コスト効率に優れた金属の3Dプリンティングプロセスです。SLM方式に共通している金属パウダーは、プラスチックのバインダーに閉じ込められ、押し出し成形機によりプリントプラットフォーム上に層ごとに沈積し、FFFのプロセスに非常に似ています。プリンティングの後、部品はオープンで洗浄および焼結され、バインダーを溶かして消し、金属粉末が溶融して異方性の金属部品を形成することを可能にします。ADAMプロセスは、射出成形などの金型を製造するために産業レベルで適用され、コスト効率に優れた方法で複雑な金属部品を製造することができます。

### メリット

高コスト効率  
さまざまな材料  
FFFに類似

### デメリット

CFFよりも強力な部品までの時間が長い

## SLM

選択的レーザー溶融



選択的レーザー溶融 (SLM) のプロセスでは、不活性ガスチャンバーで微細な金属粉末を溶融して、金属部品を構築します。金属粉末の層は、分配され、次に高出力レーザーにより、選択的に溶かされ、金属粉末を融合します。SLSのように、これは層ごとのプロセスですが、部品は、チャンバー内の高熱の集中により、容易に変形したり、またはたわんだりします。その結果、SLMのプロセスには、ジオメトリの制限がありますが、非常に高コスト、または医療用インプラントや重量が最適化された部品などの機械加工が不可能な機能的金属部品に使用されます。このプロセスはまた、支持材を除去し、部品を洗浄する複数の処理後作業を必要とし、ルース粉末の取り扱いのために特定の施設の要件が必要です。

### メリット

さまざまな金属  
複雑なディテール  
金属強度の部品

### デメリット

発熱による部品の故障  
非常に高コスト  
多数の後処理手順  
多くの必要な施設の要件  
完成品までに要する時間が長い

MARKFORGED

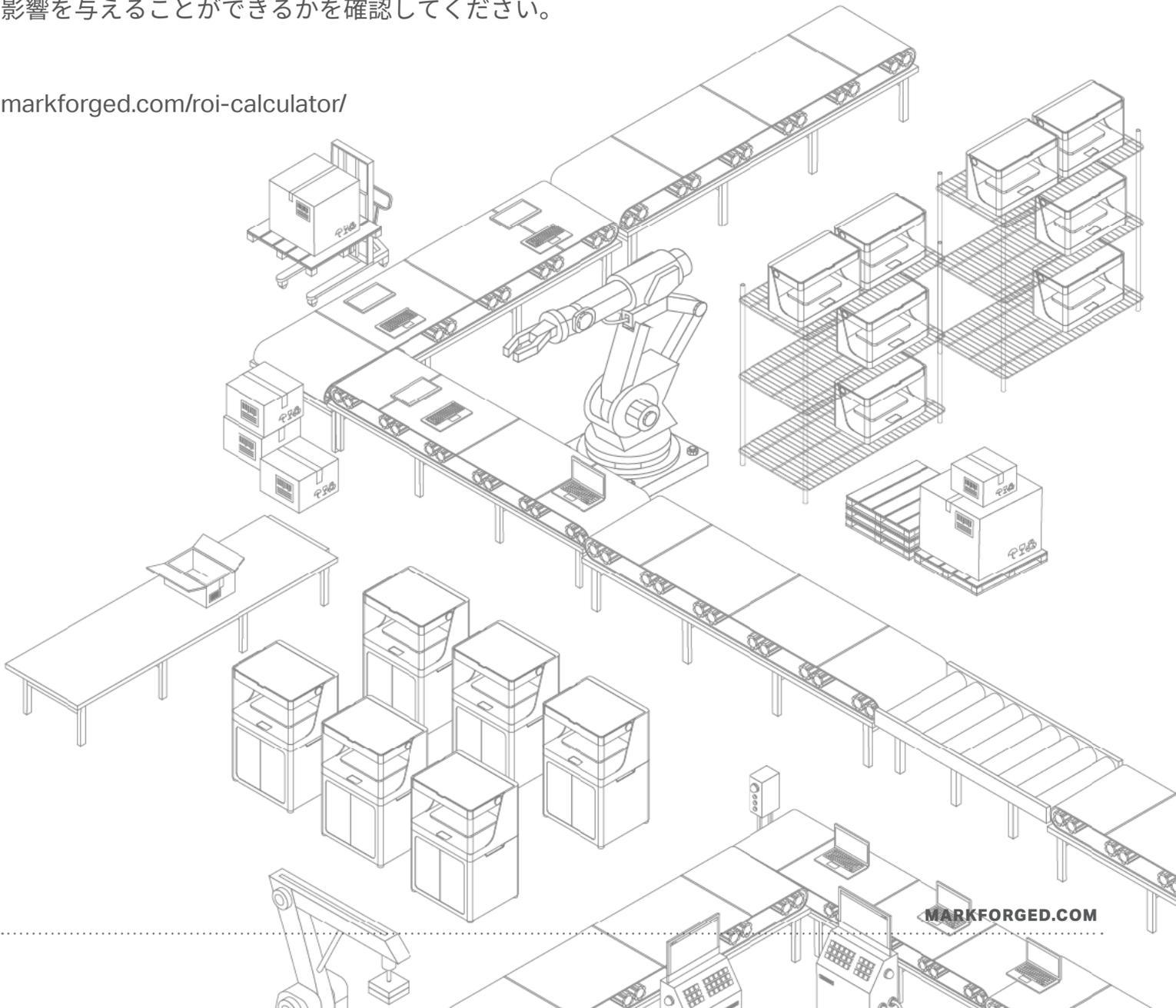
# 製造の再発明

Markforgedは、設計と製造における次の10倍の革新を解き放つ使命を負っています。当社は、産業3Dプリンティングプラットフォームを構築し、設計者と技術者を数十年前の遅いプロセスから解放します。NASA、Google、Ford、Amazon、General Electric、および50カ国の何千もの会社がMarkforgedを使用して、同日にプロトタイプをプリントし、以前よりも強度の高い最終使用部品を製造しています。Markforgedにより、それらの会社は、50倍迅速に出荷し、20分の1にコストを削減し、20倍高強度の製品を構築できます。

## 開始する準備ができていますか？

Markforgedが投資収益率計算機でどのようにビジネスに影響を与えることができるかを確認してください。

[markforged.com/roi-calculator/](http://markforged.com/roi-calculator/)



MARKFORGED.COM