

付加製造技術の最新動向と 今後のものづくりシステムへのインパクト



東京大学生産技術研究所
新野 俊樹

Additive Manufacturing / 付加製造とは

Additive Manufacturing

“process of joining materials to make objects from 3D model data, usually layer upon layer, as opposed to subtractive manufacturing methodologies. Synonyms: additive fabrication, additive processes, additive techniques, additive layer manufacturing, layer manufacturing, and freeform fabrication” -ASTM F2792

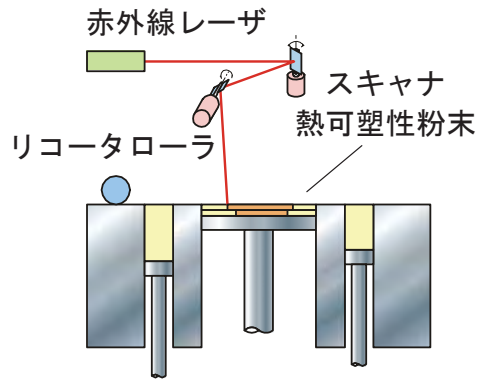
付加製造

「材料を付着することによって物体を3次元形状の数値表現から作成するプロセス。多くの場合層の上に層を積むことによって実現され、除去的な製造方法と対照的なもの。（後略）」

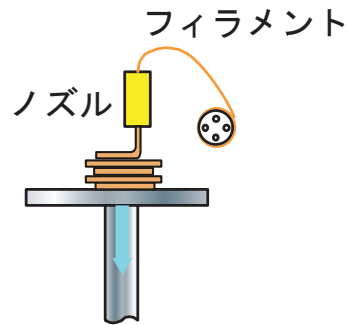
要は削ったり、型に流し込んだりするのではなく…

くっつけて
自動で作る

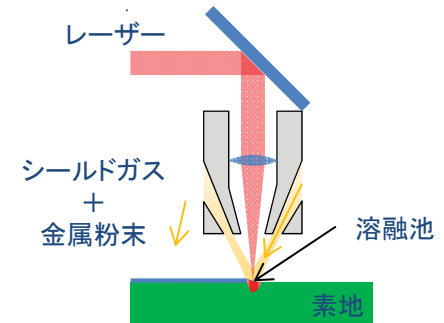
7つの工法カテゴリー



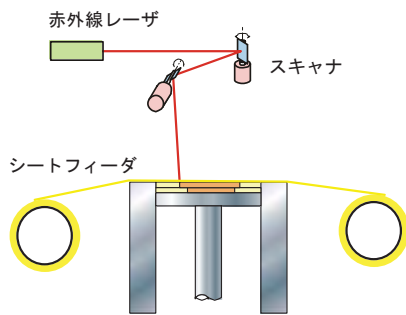
Powder bed fusion (粉末床溶融結合)
熱エネルギーによって粉末床の特定の領域を選択的に溶融結合，樹脂，金属，セラミック



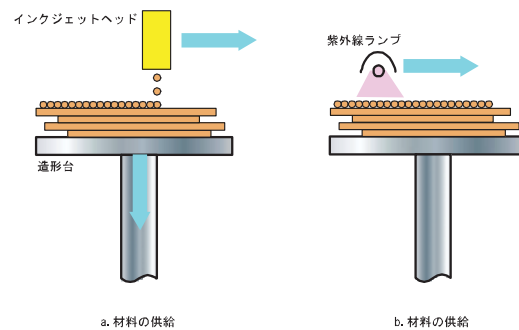
Material extrusion (材料押出)
材料をノズルなどの開口部から選択的に押し出し，堆積，樹脂



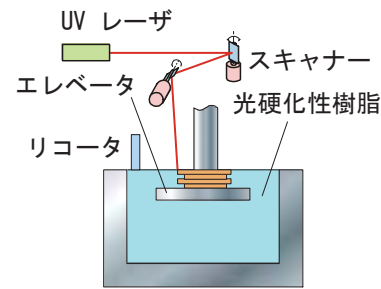
Directed Energy Deposition (指向エネルギー体積)
材料を供給しつつ，熱エネルギーを集中することによって材料を溶融結合金属



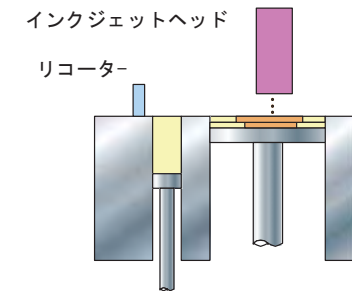
Sheet lamination (シート積層)
材料のシートを接合して対象物を造形，樹脂，一部金属



Material jetting (材料噴射)
製作しようとしている材料の液滴を噴射し選択的に堆積する形，樹脂，ワックス

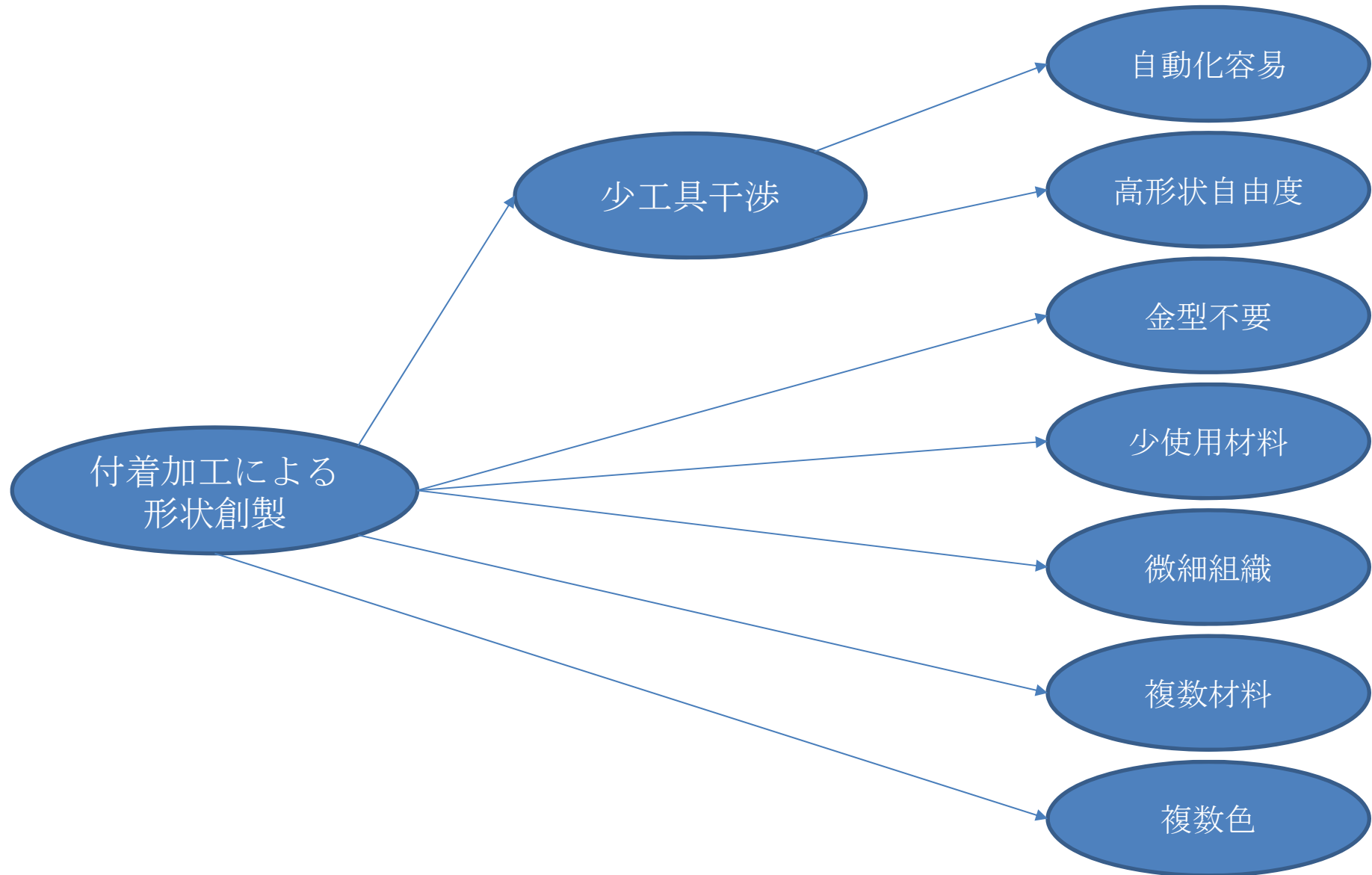


Vat photopolymerization (液槽光重合)
槽内の液状光硬化性樹脂を，光重合によって選択的に硬化，樹脂，ワックス



Binder jetting (結合剤噴射)
液状の結合剤を選択的に噴射して粉末材料を結合，樹脂，耐火物

付加製造の長所



自動化容易（模型の作成）



既存の部品の性能向上



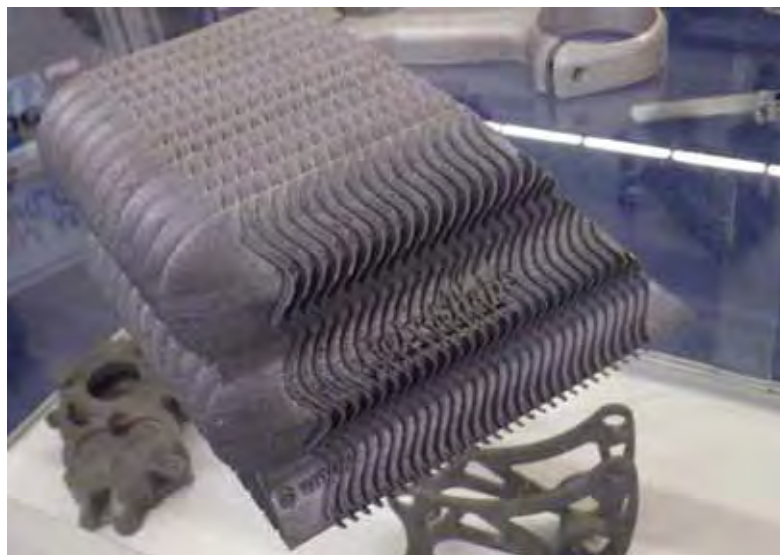
新たなプロダクト

省使用材料・軽量化



省使用材料

高形状自由度



乱流を最適化できる熱交換器

金型不要

Mercedes-Benz Turns to 3D Printing for Plastic Spare Parts (20 Jul. 2016, Plastics Technology)

ダイムラー トラック部門

30種類の純正スペアパーツの生産を付加製造に切り替え
ダクト, クリップ, 固定具, 制御部品など

オンデマンド生産により,
金型保管コスト, 部品保管コスト
物流コストを低減

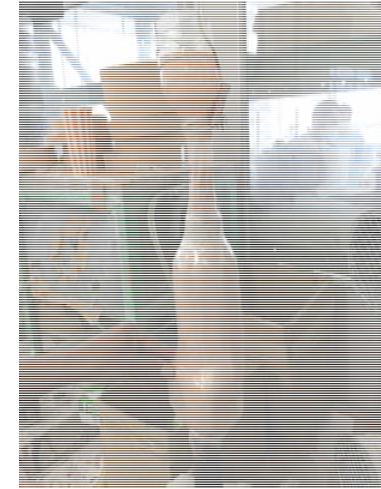
義足ソケットの製作



印象採取



転写・削り盛り



ソケット材料に転写

自動化容易（義足への応用）



効果

従来手法

行程	詳細	作業時間			待ち時間
		ベテラン	中堅	若手	
ギブス	患者の断端にギブス包帯を巻き 固化	20分	20分	20分	
マーキング	ギブス表面に骨や筋の位置を マーキング	10分	10分	10分	
陽型	ギブスを外して石膏を流し込み 陽型を作成	15分	15分	15分	3時間
削り/盛り	石膏を削る/盛る	20分	1時間	2時間	
試作	クリア素材を熱して石膏型にあて、 真空整形を行う 準備と樹脂余熱	15分	15分	15分	30分
	真空整形と自然冷却				3時間
	樹脂成形品のトリミングと組み立 て	1時間	1時間	1時間	
試着	患者に試着してもらい具合を見る				
削り/盛り(修正)	石膏を削る/盛る	30分	1時間	2時間	
試作(2回目)	クリア素材を熱して石膏型にあて、 真空整形を行う 準備と樹脂余熱	15分	15分	15分	30分
	真空整形と自然冷却				3時間
	樹脂成形品のトリミングと組み立 て	1時間	1時間	1時間	
試着(2回目)	患者に試着してもらい具合を見る				

作業従事時間の合計
245分 315分 435
分

SFDSトライアル

行程	詳細	作業時間			待ち時間
		ベテラン	中堅	若手	
スキャン	3Dスキャナで断端を計測し ポリゴン化	7分	7分	7分	
削り/盛り	SFDSでコンプレッション、 エロンゲーション、削り/盛り	23分	28分	39分	
試作	SFDSでトリミングとオフセット	8分	13分	10分	
	AM装置で造形				28時間
	ソケット以下の足部の組み立て	15分	15分	15分	
試着	患者に試着してもらい具合を見る				
履歴編集	SFDSで操作履歴から 削り/盛りを修正・追加	4分	12分	10分	
試作(2回目)	AM装置で造形				18時間
	ソケット以下の足部の組み立て	15分	15分	15分	
	患者に試着してもらい具合を見る				

作業従事時間の合計
72分 90分 96分
29% 29% 22%

ベテラン245分

若手で96分

ベテランから若手で40%に短縮

AMの効果・インパクト

1. 既存製品の軽量化

1万円/kg以上の高付加価値製品の軽量化（航空宇宙）

2. 既存製品のカスタマイゼーション

インプラント（1万円/kg以上の高付加価値製品）

既に進行中、金属

3. 少量生産品、保守部品の製造

アクセサリ品、交換部品（自動車、家電）

近未来、樹脂から

4. カスタマイズによる新たなビジネスモデル

マスクカスタマイゼーション（未定用途）

アイデア次第・ちょっと遠い未来

5. 複雑構造による新たな物理学の実体化、高付加価値製品

力学、熱、流体、電磁気学（未定用途）

アイデア次第・樹脂から

6. 新たな価値創造（これまでの工法にこだわらない設計）

ちょっと遠い将来・樹脂から

よくある誤解

- 家庭で現在の工業製品レベルのものができるようになる。

工業製品レベルの製品が作れる装置は高度に自動化された溶接装置であり、非常に高価であり家庭に入ることはない。

- 樹脂は成熟した技術であり開発要素はない。

精度、材料の種類、品質の形状依存性、生産性など、粉末の製造プロセスなど、製品生産に利用するには、まだまだ技術革新が必要。

- 技術の創出が産業を牽引する

付加製造は新たな加工法であり、その利点を活用したアプリケーションとCAD技術の三位一体の開発が必要

ご清聴ありがとうございました

新野俊樹

東京大学生産技術研究所 付加製造科学研究室(LAMS) 教授

niino@iis.u-tokyo.ac.jp; <http://lams.iis.u-tokyo.ac.jp>

SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)／革新的設計生産技術
Additive Manufacturing を核とした新しいものづくりの創造プロジェクト(MIAMI)
プロジェクトリーダー

<http://www.sip-miami.iis.u-tokyo.ac.jp>

