

TORAY

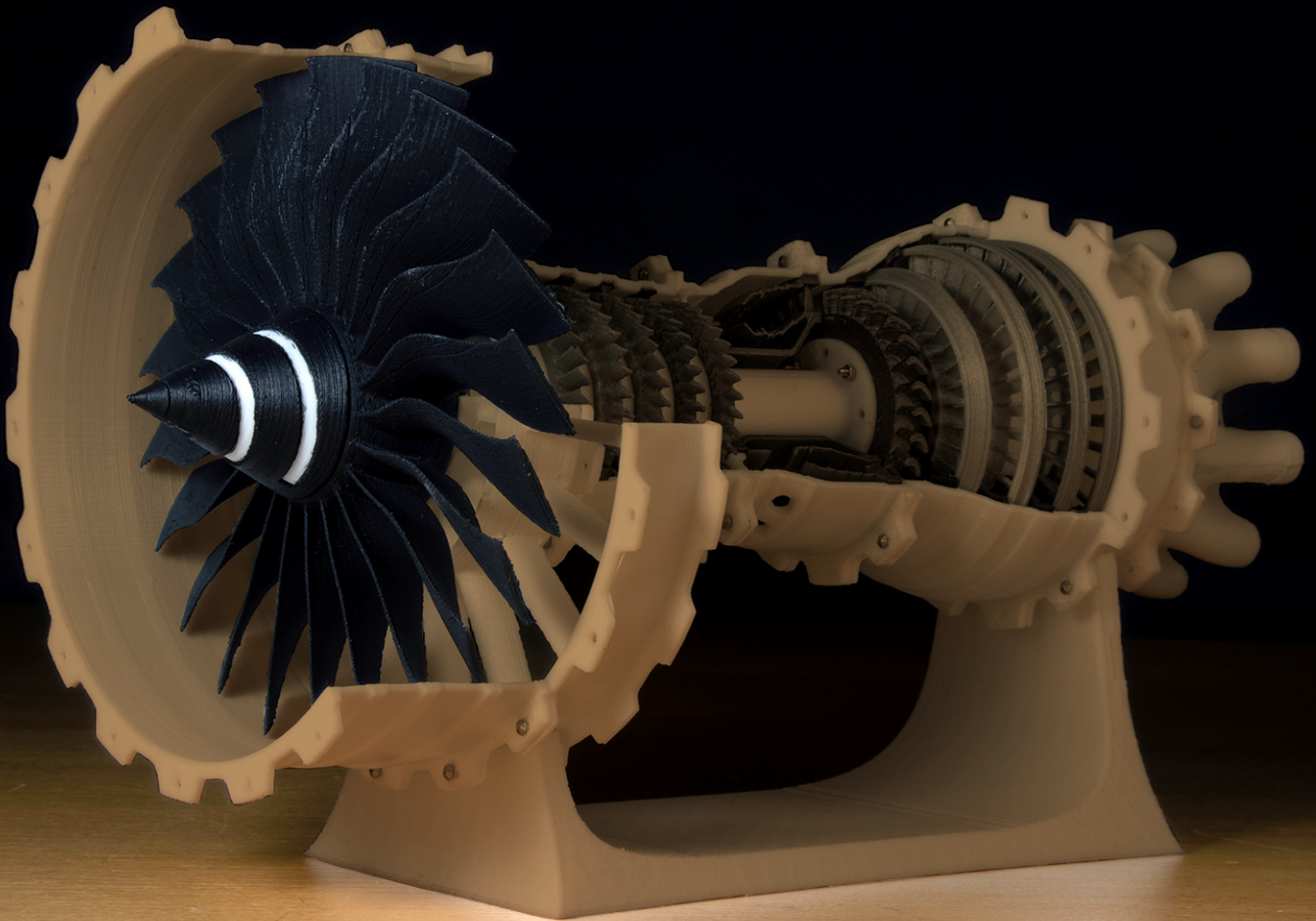
Innovation by Chemistry

性能確認用試作部品や最終部品の短納期・低コスト化が可能に！

世界初！3Dプリンタ対応PPS樹脂粉末

“トレミル[®] PPS”と用途展開

粉末床溶融結合方式 (Powder Bed Fusion (以下、PBFと記載)) の3Dプリンタは、小ロットの性能確認用試作部品やカスタムメイドの最終製品への適用が急速に拡大しています。当社が世界トップシェアを有する PPS (ポリフェニレンスルフィド) 樹脂は、高い耐熱性・機械強度に加え、耐薬品性・難燃性・低吸水性等にも優れるスーパーエンジニアリングプラスチックであり、この PPS を3Dプリンタ用に開発・最適化した PPS 樹脂粉末 “トレミル[®] PPS” について紹介します。



3Dプリンタ業界の環境変化によって求められる素材開発

3Dプリンタは、①開発期間の短縮、②金型レス、③複雑部品、カスタム部品、スペアパーツの造形が可能であり、形状確認用試作部品や工具・治具、模型等に留まらず、昨今は、造形精度の向上やソフトウェアの深化、材料の多様化に伴い、性能確認用試作部品や樹脂型、最終部品への適用が進んでいます。東レは3Dプリンタ業界動向のニーズに応える為、高性能樹脂の材料開発を開始し、2016年にスーパーエンジニアリングプラスチックである3Dプリンタ対応 PPS 樹脂粉末“トレミル® PPS”の販売を開始し、用途開拓を進めております。

PBF方式3Dプリンタの造形機構と優位性

PBF方式の3Dプリンタは、供給エリアに貯蔵した粉末をローラーやブレードで造形エリアに送り、厚み約0.1～0.2mmの薄い粉末層を敷き詰めます。その粉末層にレーザーを照射することで造形したい部分を熔融させた後、造形エリアを下降させます。この粉末層の粉の敷き詰めから造形エリア下降までを繰り返し、積層することで造形物が造形エリア中に作製できます（図1）。

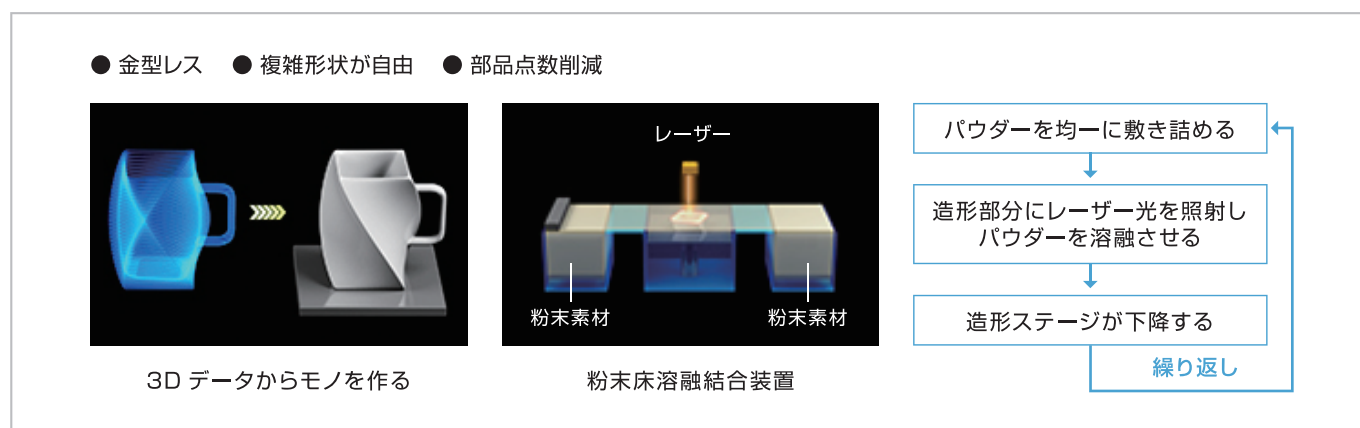


図1 PBF方式3Dプリンタの概略図

3DプリンタにはPBF方式以外にも様々な方式があります（表1）。本方式は樹脂粉末そのものがサポート材の役割を担う為、サポート材が不要です。また、PBF方式は造形可能エリアに効率良く造形物を配置する事で、生産性UPによる低コストが実現でき、更に、造形後に熔融せず残存する樹脂粉末を再利用することでコスト削減が可能です。また、本方式は薄い粉末層を積層する為、±0.1mm程度の高い寸法精度を実現することが出来ます。

表1 3Dプリンタの種類と特徴

方式	光造形法 (SLA)	熱溶解法 (FDM)	粉末床熔融結合法 (PBF)	
造形素材	アクリル / エポキシ	ABS/PLA 等	PA12	PPS
造形自由度	△	△	◎	◎
サポート材	不要	必要	不要	不要
用途	形状確認	形状確認	形状確認	性能確認用試作部品 最終部品
造形物コスト	△	△	◎	◎
寸法精度	○	×	○	○

トレミル® PPSと各グレードの特徴

PBF方式3Dプリンタ用PPS樹脂粉末“トレミル® PPS”の平均粒子径は50μm程度です。また、安息角の評価からも分かる通り、良好な粉体流動性を有しています。（図2）



図2 トレミル® PPSのSEM写真と粉体流動性

トレミル®PPSを使用した造形物は、①高強度、高剛性、耐疲労性、耐クリープ性を有する、②難燃性が高く、長期耐熱性に優れる、③耐薬品性が良好、④吸水性が極めて低い、⑤電気特性が良好、等の特徴があります。また、トレミル®PPSでは、高い流動性を活かしてフィラーの配合も出来、ガラスファイバー(GF)強化グレードやカーボンファイバー(CF)強化グレードを取り揃えており、3Dプリンタ材料の中では、最高峰の強度を持つ材料の1つです。(表2)

いずれのグレードも融点が280℃と非常に高く、従来のPBF方式用材料と比較しても性能確認用試作部品や最終部品への適用が期待できます。使用後の樹脂粉末のリサイクル性は、非強化で80%、GF強化で70%の再利用が可能であり、繰り返し造形時の材料費削減、環境負荷軽減にも貢献できます。

表2 トレミル®PPSを使用した造形物の物性一覧(代表値)

測定項目(X-Y方向)		トレミル®PPS		
		非強化	GF25%強化	CF30%強化
融点(℃)		280	280	280
曲げ	弾性率(MPa)	1,800	3,800	8,600
	強度(MPa)	63	104	123
引張	弾性率(MPa)	2,800	2,900	4,600
	強度(MPa)	49	65	87
密度(g/cm ³)		1.22	1.47	1.38
荷重たわみ温度(℃)		123	237	247
線膨張係数(×10 ⁻⁵ /K)		7.0	3.8	1.1
難燃性		V-0相当		
粉末リサイクル率		80%	70%	バージンのみ※

※リサイクル向上グレード開発中

採用事例からみた適用用途へのポイント

以下に、3Dプリンタ(PBF方式)とPPSの特徴を示します。この特徴を組み合わせ、多種多様な分野・用途で活用が進んでおります。

3Dプリンタ(PBF方式)の特徴

形状の自由度が高い、開発期間短縮
複雑形状が可能、一括造形による部品点数削減
金型レス(メンテナンス、保管コスト削減)等

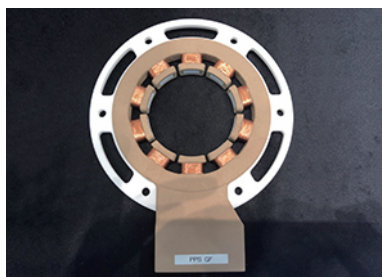


PPSの特徴

軽量化(金属代替)、高強度、高剛性、耐熱性、
耐薬品性、低吸水性、絶縁性等

採用事例(1)自動車: バスバー、コネクタ、センサーケース(性能確認用試作部品)

自動車や産業機器向け性能確認用試作部品に適用されています。バスバーやコネクタには絶縁性や低吸水性が必要です。3Dプリンタでは金属インサート成型の代替として、造形後に金属を圧入や接着する事で短納期、低コストで性能確認用試作を実施頂く事ができます。



バスバー類



バスバー類

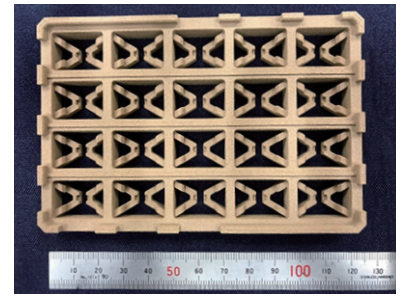


コネクタ類

※写真はイメージ

採用事例(2) 電気・電子：電子部品搬送トレイ（最終部品）

電子部品搬送トレイは、アルカリ洗浄工程や乾燥工程（100～150℃）といった過酷な工程で使用される為、高い耐薬品性や耐熱性が求められます。通常は金属切削部品が適用されていますが、使用数量が少ない品種では、コストメリットを発揮します。また、電子部品の形状によりトレイ形状が変わる為、3D造形物でのカスタマイズも容易です。



※写真はイメージ

採用事例(3) ロボット：マニピュレータ（最終部品）

ロボット内部に組み込まれる当該部品に採用されています。個数が10個程度と少量であり、従来は切削加工品（PA6-GFやMCナイロン）が採用されていますが、PPS-GFの強度の高さが認められ、採用に至りました。形状は複雑で、3D以外の他工法では出来ない形状です。また高精度が求められ、切削加工で精度出しを行いました。

採用事例(4) 水廻り：バルブ、ポンプ部品（性能確認用試作部品）

給湯器等のバルブ部品の性能確認用試作部品に採用されています。使用環境は、100℃熱水の為、耐熱性、低吸水性が求められ、PPSが採用されています。更に、ジョイント部分は二次加工を施し、十分なシール性を確保しています。また、同様にケミカルポンプ用ケーシング、インペラにも検討されており、耐薬品性が求められる部品への適用も可能です。



バルブ類



バルブ類



ポンプ類

※写真はイメージ

採用事例(5) 産業機器・設備：ダクト、ノズル、スロットルボディ（性能確認用試作部品）

自動車、鉄道、設備用性能確認用試作部品として活用が進んでいます。特に、150-200℃程度の過酷な環境で、製品を評価する為の設備用部品に採用されており、使用数量が少ない為、低コスト及び短納期を実現しました。



スロットルボディ



ダクト類

※写真はイメージ

上記採用事例の他、CFRP用樹脂型や治具・工具等への展開も進めております。
造形加工にご興味のある方はお気軽にお問合せください。

東レ株式会社

ケミカル事業部 新事業推進グループ

西田 幹也

TEL：03-3245-5693 E-mail：mikiya.nishida.m5@mail.toray

※本資料に記載されたデータは特定条件で得られた測定値の代表例です。
また、本資料に記載された情報、用途例は、お客様製品の品質や安全性を保证するものではありません。