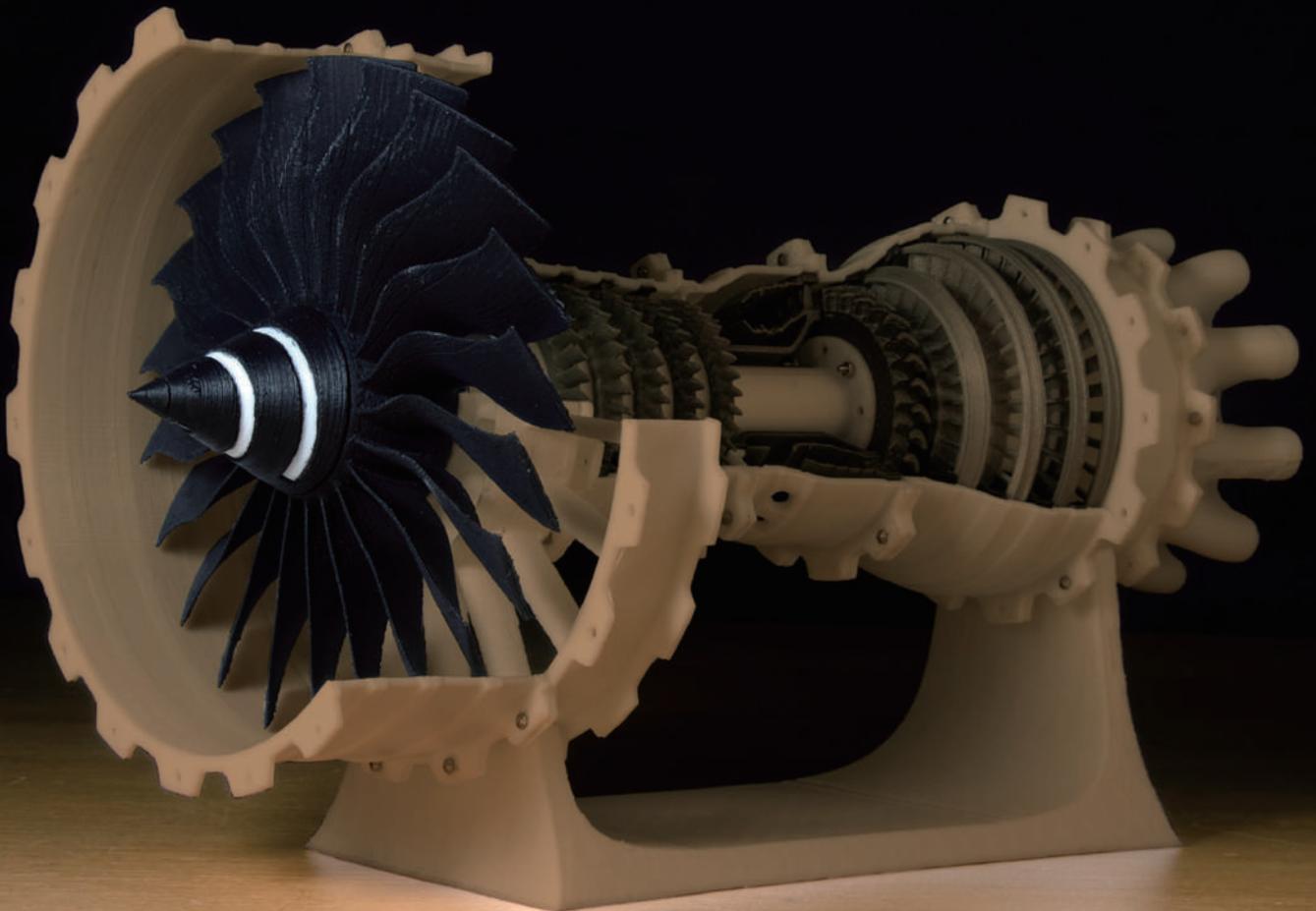


TORAY

Innovation by Chemistry

小ロットの機能確認試作部品や最終製品（補給部品）への適用が可能 自動車（xEV、FCV、ICE）、航空宇宙、 産業機器用途向け3Dプリンタ用 PPS、PA6 造形物

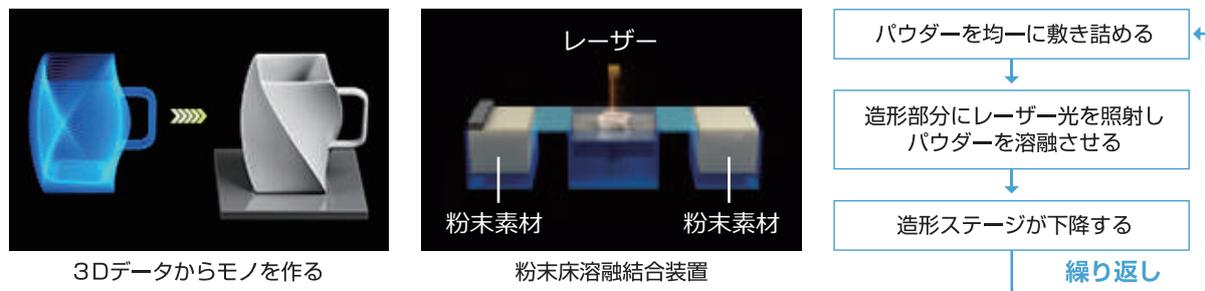
Additive Manufacturing（3D プリンティング、以下、AMと表記）は、複雑形状やカスタム部品が容易に造形出来る事に加え、従来工法に比べ短納期、低コスト化出来る画期的な工法であり、従来の形状確認用試作部品や模型などに加え、小ロットの機能確認試作部品や最終製品（補給部品）への適用が広がり、新たな価値を生み出しています。東レはポリマーメーカーとして、機能性の高い PPS、PA6に着目し、3D 造形物を自動車（xEV、FCV、ICE）、航空宇宙、産業機器用途などに展開しています。更に、3D 造形物の後加工を実施する事で、お客様の要求に応じて参りました。今回は採用事例を中心に、最先端の AM 材料と技術のコラボレーションをご紹介します。



AM工法

AMは、①開発期間の短縮、②金型レス、③複雑部品形状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、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。AM工法の中で最も工業用に使用されているPowder Bed Fusion(PBF)方式は、460mm×460mm×490mmの造形エリアを備え、①形状を保持する為に必要なサポート剤が不要（形状自由度が高い）、②複数個を同時に造形する事により1個当たりのコストを低減できるなど、より生産性の高い工法として活用が進んでおり、耐熱・耐薬品性を有する高機能樹脂である東レPPSやPA6の造形が可能です。

【図1 PBF方式3Dプリンタの概略図】



東レのAM素材（PPS、PA6）

PPSは①電気特性（絶縁性）、②耐薬品性、③低吸水性、④耐熱性に優れたスーパーエンジニアリングプラスチックであり、xEV、FCVなどの次世代モビリティや、ICE、水周り部品などに使用されています。PA6は、①耐薬品性、②耐熱性に優れたエンジニアリングプラスチックでありICE、電動工具、オフィスチェアなどに使用されています。共に、AM材料の中で最高峰の機械特性を持つ材料の1つです。

【表1 東レのAM材料を使用した造形物の物性一覧（代表値）】

測定項目 (X-Y方向)	PPS造形物			PA6造形物
	非強化	GF25%強化	CF20%強化	GF30%強化
融点(°C)	280	280	280	225
曲げ	弾性率(MPa)	3,300	5,200	4,000
	強度(MPa)	63	91	92
引張	弾性率(MPa)	2,100	6,200	6,300
	強度(MPa)	49	66	71
密度(g/cm3)	1.22	1.47	1.38	1.32
HDT(°C)(1.8MPa)	123	237	247	—
HDT(°C)(0.45MPa)	—	—	—	215
線膨張係数(×10 ⁻⁵ /K)	5.5	3.2	3.0	3.5
難燃性	V-0相当			—
粉末リサイクル率	80%	70%	50%	50%

【表2 GF強化PPSの電気特性】

測定項目	3D造形物	射出成形
体積固有抵抗率(Ωcm)	10 ¹³	10 ¹⁴
絶縁破壊強度(kV/mm)	14	14
比誘電率(εr)	3.9	4.3
誘電正接(tanδ)	0.002	0.003

1.自動車 (xEV)

(1)モーター

A. インシュレーター

- お客様の狙い：従来、射出成形（金型）前の機能性試作ではPPS切削を使用し、高温環境下（120-150℃、1-2時間）で電気特性などを確認していたが、車体開発の期間短縮を求められる中、更なる短納期化を求めている。
- 解決策：AMで東レGF強化PPSを活用。金属部品やワイヤーなども後加工で圧入しお客様が求めるモデルを作った。また、性能として求められるPPSの絶縁性、耐熱性、耐薬品性などは射出成形品同等であることをデータで示した。
- 結果：従来と同じ機能性評価を行う事が出来、PPS切削品対比、納期を2週間から1週間に短縮、コストを半減する事が出来た。



B. バスリング、レゾルバ、端子台

- お客様の狙い：形状が複雑で、PPS切削では加工に時間とコストが掛かり、射出成形品を使用していた為、コストダウンを図りたい。試作では、性能確認（角度検証、絶縁性）を実施していた。
- 解決策：AMで東レGF強化PPSを活用。金属圧入も実施。表面粗さが粗い為、後加工として手磨きを実施。また、性能として求められるPPSの絶縁性、耐熱性、耐薬品性などは射出成形品同等であることをデータで示した。
- 結果：従来と同じ機能性評価を行う事が出来、PPS射出成形品対比、納期を2ヶ月から1週間に短縮、コストを10分の1に削減する事が出来た。



(2)パワーコントロールユニット

A. ケース、バスバー、電流センサー

- お客様の狙い：形状が複雑で、PPS切削では加工に時間とコストが掛かっていた為、コストダウンを図りたい。試作では、性能確認（絶縁性）を実施していた。
- 解決策：AMで東レGF強化PPSを活用。金属圧入も実施。表面粗さが粗い為、後加工として手磨きを実施。また、性能として求められるPPSの絶縁性、耐熱性、耐薬品性などは射出成形品同等であることをデータで示した。
- 結果：従来と同じ機能性評価を行う事が出来、PPS切削品対比、納期を2週間から1週間に短縮、コストを半減する事が出来た。



B. リアクトル

- お客様の狙い：試作ではPPS切削や射出成形品を活用し、電気特性などを確認していた。車体開発の期間短縮を求められる中、更なる短納期化を求めている。



- b. 解決策：AMで東レGF強化PPSを活用。表面粗さが粗い為、後加工として手磨きを実施。性能として求められるPPSの絶縁性、耐熱性、耐薬品性などは射出成形品同等である事をデータで示した。
- c. 結果：従来と同じ機能性評価を行う事が出来、PPS射出成形品対比、納期を2ヶ月から1週間に短縮、コストを10分の1に削減する事が出来た。

2. 自動車（FCV、水素関連部品）

（1）配管、プレート

- a. お客様の狙い：試作ではPPS切削や射出成形品を活用し、水素透過性や電気特性などを確認していたが、車体開発の期間短縮を求められる中、更なる短納期化、低コスト化を求めている。
- b. 解決策：AMで東レGF強化PPSを活用。表面粗さが粗い部分があるが後加工（切削）で図面通りに仕上げた。性能として求められるPPSの絶縁性、耐熱性、耐薬品性などは射出成形品同等である事をデータで示した。
- c. 結果：従来と同じ機能性評価を行う事が出来、PPS射出成形品対比、納期を2ヶ月から1週間に短縮、コストを10分の1に削減する事が出来た。



3. 自動車（ICE）

（1）水周り／ウォーターポンプインペラなど

- a. お客様の狙い：試作ではPPS切削や金属切削＋溶接品を活用し、新規形状のインペラ回転による水流確認、所謂、流路設計に活用されていた。車体開発の期間短縮を求められる中、更なる短納期化、低コスト化を求めている。
- b. 解決策：AMで東レGF強化PPSを活用。表面粗さが粗い部分があるが後加工（切削）で図面通りに仕上げた。性能として求められるPPSの絶縁性、耐熱性、耐薬品性などは射出成形品同等である事をデータで示した。
- c. 結果：従来と同じ機能性評価を行う事が出来、納期を2ヶ月から2週間に短縮、コストを半減する事が出来た。



4. 自動車（モータースポーツ）

（1）エンジン部品

- a. お客様の狙い：生産数10台/lotのCFRP成形品の短納期、低コスト化を実現したい。また、更なる軽量化を実現したい。
- b. 解決策：AMで東レCF強化PPS材料を活用。性能として求められるPPSの耐熱性、耐薬品性などは射出成形品同等である事をデータで示した。
- c. 結果：機械特性も問題なく、軽量化出来、従来のCFRPからの切り替えを実現。納期を1ヶ月から1週間に短縮、コストを30%削減する事が出来た。

5. 航空宇宙・防衛

(1) 配管、インペラなど

- a. お客様の狙い：生産数10台/lotの為、アルミ切削や、射出成型をおこなうコストや設計に掛かる時間があり、削減したい。また、複雑形状の為、効率の良い作り方を実施したい。
- b. 解決策：AMで東レCF強化PPS材料を活用。表面粗さが粗い部分があるが後加工（切削）で図面通りに仕上げた。機械特性はデータを取得し提示した。
- c. 結果：従来工法（射出成形）比、納期を2ヶ月から1週間に短縮、コストを30%削減する事が出来た。また、事前に難燃性、アウトガス試験などは宇宙空間で使用出来る事を確認頂いた。



PA6採用事例

1. 自動車（ICE）

(1) インテークマニホールド、オイルストレーナー、エンジンカバー

- a. お客様の狙い：従来の機能性試作ではPA12造形物を使用されており、気密性を上げる為に含まれ処理に時間とコストが掛かっていました。また、耐熱性が低い為、評価項目が限られ、組付け確認評価に留まっていました。
- b. 解決策：AMで東レPA6材料を活用。簡易的な含侵処理を実施。
- c. 結果：PA6は真球粒子による効果により気密性が高く、簡易処理で漏れを無くす事が出来た。また、射出成形と同じ耐熱性を持つため、高温域での評価を実施する事が出来た。



2. 電動工具

(1) 筐体・ハウジング

- a. お客様の狙い：形状が複雑で金型をおこなう前に機能性を確認したいが、形状が複雑で、従来は耐熱耐薬品性の低いPA12造形物を使用していたので、機能（耐薬品性、強度）などまでは確認できていなかった。
- b. 解決策：AMで東レPA6材料を活用。
- c. 結果：モーター振動試験でPA12造形物では1回で破損するが、東レPA6の場合、複数回試験をしても破損せず、機械特性が高い事で機能評価を実施する事が出来た。



3. オフィスチェア

(1) オフィスチェア脚

- a. お客様の狙い：形状が複雑で金型をおこす前に機能性を確認したいが、形状が複雑で、従来のPA12造形物では機能（塗装による耐薬品性・耐熱性、気密性、強度）などまでは確認できていなかった。
- b. 解決策：AMで東レPA6材料を活用。
- c. 結果：PA12対比強度が高く、機能性を確認する事が出来た。また、ウレタンなどの粉体塗装時の乾燥工程にも耐える事ができ、より試作の幅が広がった。



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証するものではありません。