

# 産業用3Dプリンターの最新技術・材料・応用事例

・監修/山口修一 ・体裁/B5判、287頁 ・発行/2015年5月 ・定価/82,500円（75,000円+税）

- ★ 装置・材料の世界市場規模は2020年には1兆円予想!重要特許の期限が切れ始めたことにより、新規参入が激化!
- ★ 造形用樹脂の世界市場規模は2017年には2012年比4倍の3,300億円予想!樹脂や金属など新たな材料開発が加速中!
- ★ 各種積層造形技術、樹脂や金属などの造形材料開発、自動車部品や医療機器などへの応用事例、企業・市場動向までを網羅した3Dプリンター書籍の決定版!企業・研究機関のノウハウを掲載し、3Dプリンターによる量産技術確立へのヒント満載!

## 刊行にあたって

2012年頃から始まった今回の3Dプリンターブームにより、今では3Dプリンターという言葉は、すっかり市民権を得た感がある。過去のブームは産業界における一部の関係者の間での関心の高まりであったのに対して、今回はコンシューマー向けの低価格な3Dプリンターが家電量販店でも簡単に入手できるようになったこともあり、一般の消費者や産業界全体を広く巻き込んだブームと言え、過去とは明らかに異なっている。3Dプリンターに関するニュースは今でも頻りに取り上げられ、導入企業や参入企業も目を追って増加しており、これまでのように一過性のもので終わる気配はない。そのため今回はブームと呼ぶにはふさわしくないのかもしれない。確かに安価な3Dプリンターについてはその造形物の品質レベルが低いことから、一時ほどの人気や勢いはない。また知識やノウハウもなく、3Dプリンターを導入した企業においては、実際のものづくりに活かしていないケースも見受けられる。しかしその一方で今回のブームが到来する前から、この技術を研究し、試行錯誤しながらこの技術と向き合ってきた企業においては、今回の関心の高まりによってもたらされた新しいニーズに対して、具体的なものやサービスを提供することができビジネスに確実に結びついている。また、近年の技術開発の進歩により航空宇宙や医療分野など、新たな用途への展開も着実に進んでいる。

このようにかつてないほどに関心の高まりを見せている3Dプリンティング技術ではあるが、これまで産業用3Dプリンターについて、最新の動向を踏まえ、基礎から実用的な応用例まで、更には関連するソフトウェアや今後の展望にまで踏み込んだ専門書は数少ない。そこで本書では今回のブームが来る以前から3Dプリンターや関連する技術と向き合いながら技術を蓄積してきた第一線の研究者の方や企業の方に最新の技術を解説して頂くと共に、これからの展望についても解説して頂いた。本書はこれから技術開発を検討している研究者の方や3Dプリンターを使った新規事業を検討している企業にとって必要とされる、正しい知識と最新の技術や動向に関する情報を提供することを目的としている。

ところで、3Dプリンターとは専門家の間では本来Additive Manufacturing(AM)装置の中でも安価な装置を指す言葉であったが、各種メディアがAM装置全体を表す言葉として用いたため、現在では広くこの意味で使われている。本書ではこれらの状況を踏まえAM装置全体を表す言葉として3Dプリンターを使用する。また、造形原理はASTM(American Society for Testing and Materials)国際会議で決められた分類に従うと、①材料押出法(Material extrusion)、通称FDM、熱溶解積層法、②液槽光重合法(Vat photo-polymerization)、通称光造形法、③シート積層法(Sheet lamination)、④結合剤噴射法(Binder jetting)、通称Inkjet粉末積層法、⑤材料噴射法(Material jetting)、通称Inkjet光硬化積層法、⑥粉末床溶融結合法(Powder bed fusion)、通称粉末焼結法、⑦指向エネルギー堆積法(Directed energy)の7種類となるが、用語は執筆者が日常的に使っている文言をそのまま使用しているため、統一されていない。なお、本書では③と⑦を除き産業用途に普及している方法について解説している。

本書が3Dプリンターに関する多くの研究者や技術者、そして新規事業を検討している方々に参照して頂き、3Dプリンターによる新しいものづくりの時代の扉を開く一助となれば幸いである。

(株)3Dプリンター総研 代表取締役 山口修一

## 著者一覧

山口修一 (株)3Dプリンター総研、(株)マイクロジェット  
安齋正博 芝浦工業大学  
新野俊樹 東京大学  
京極秀樹 近畿大学  
吉田俊宏 シーメット(株)  
當間隆司 武藤工業(株)  
早野誠治 (株)アスペクト  
萩原恒夫 東京工業大学  
宮保淳 アルケマ(株)  
川瀬至道 ユニチカ(株)  
迫部唯行 ユニチカ(株)  
上田一恵 ユニチカ(株)  
木寺正晃 愛知産業(株)  
吉川大士 (株)リタケカンパニーリミテド  
古川英光 山形大学大学院  
高瀬勝行 JSR(株)

春日寿利 (株)スリーディー・システムズ・ジャパン  
栗原文夫 (株)ディーメック  
小泉卓也 シーメット(株)  
戸羽篤也 (地独)北海道立総合研究機構  
天谷浩一 (株)松浦機械製作所  
中本貴之 (地独)大阪府立産業技術総合研究所  
松下富春 中部大学  
藤林俊介 京都大学  
福田英次 弓削商船高等専門学校  
樋口鎮央 和田精密歯研(株)  
竹田正俊 (株)クロスエフェクト  
矢田拓 マテリアライズジャパン(株)  
小林広美 (株)スリーディー・システムズ・ジャパン  
丸尾昭二 横浜国立大学  
芦田極 (国立研究開発法人)産業技術総合研究所  
※ 詳細目次は裏面をご参照ください。

## 書籍注文書

御社名

所属部署

フリガナ  
御名前

TEL

E-Mail

FAX

御住所 〒

書籍名 : 産業用3Dプリンターの最新技術・材料・応用事例 定価82,500円(税込)

お支払い方法 : 納品後振込み ・ 代引き (ご希望のお支払い方法に○をつけてください)

※ お振込み手数料は貴社にてご負担ください。また、代引きの際は手数料別途がかかります。送料は弊社にて負担いたします。

お申し込みの際は、本用紙に記入し、そのままFAXしてください。

**FAX 0263(51)1735**

■お申し込み先■

株式会社 マイクロジェット  
書籍販売グループ

〒399-0732

長野県塩尻市大門5-79-2  
TEL:0263(51)1734

ご注文受付後、折り返し確認のご連絡を申し上げます。

# 産業用3Dプリンターの最新技術・材料・応用事例

## 目次

<p><b>第1章 産業用3Dプリンター概論</b></p> <p>1 3Dプリンターの歴史から今日まで—ヘッドプロトタイプングからアディティブマニュファクチャリングへの変遷— (安藤正博)</p> <p>1.1 はじめに</p> <p>1.2 3Dプリンターという言葉</p> <p>1.3 3Dプリンターを使うための要素技術の昨今</p> <p>1.4 3Dプリンターの遠きどころ</p> <p>1.5 プリントプロトタイプング(PPT)</p> <p>1.6 プリントツーリング(PT)とラピッドマニュファクチャリング(RM)</p> <p>1.6.1 構造によるハードツーリング</p> <p>1.6.2 金属粉末焼結ハードツーリング</p> <p>1.6.3 金属光造形と高速ミリングとの複合加工技術</p> <p>1.7 3Dプリンターへの応用がもたらすもの</p> <p>1.8 おわりに</p> <p>2 3Dプリンターの将来と次世代技術開発 (京極秀樹)</p> <p>2.1 はじめに</p> <p>2.2 産業用3Dプリンターの課題</p> <p>2.2.1 装置の課題</p> <p>2.2.2 制御ソフトウェア</p> <p>2.2.3 金属粉末</p> <p>2.3 次世代型産業用3Dプリンター技術開発</p> <p>2.3.1 事業の背景および目的</p> <p>2.3.2 開発目標</p> <p>2.3.3 事業内容</p> <p>2.3.4 次世代3D積層造形技術開発</p> <p>2.4 産業用3Dプリンターの将来展望</p> <p>2.4.1 次世代型産業用3Dプリンターの製造技術の獲得・展開</p> <p>2.4.2 設計・製造技術の革新</p> <p>2.4.3 次世代型産業用3Dプリンターによる製造技術の革新</p> <p>2.5 おわりに</p>	<p><b>3 インクジェット粉末積層法における各種材料 (山口修一)</b></p> <p>3.1 はじめに</p> <p>3.2 結合剤噴射法における材料</p> <p>3.3 材料噴射法における材料</p> <p>3.4 今後の動向</p> <p>3.5 おわりに</p> <p>4 3Dプリンター造形用材料:ポリ乳酸と高耐熱ポリアミド (川瀬至道、追部唯行、上田一恵)</p> <p>4.1 はじめに</p> <p>4.2 PLA</p> <p>4.2.1 PLAの特徴</p> <p>4.2.2 PLAの用途</p> <p>4.2.3 Material Extrusion用材料としてのPLA</p> <p>4.3 Material Extrusion用フィラメント</p> <p>4.3.1 Material Extrusion方式の3Dプリンターと造形材料について</p> <p>4.3.2 PLAのエンテナー</p> <p>4.3.3 フィラメントの作製方法と真面目および結晶化</p> <p>4.3.4 今後の可能性と留意点</p> <p>4.4 材料の展開</p> <p>5 LPW社における積層造形装置用低コスト・高品質粉末の開発動向 (木寺正晃)</p> <p>5.1 はじめに</p> <p>5.2 金属の積層造形システムの歴史と日本の現状</p> <p>5.3 英国LPWテクノロジー社について</p> <p>5.4 金属の積層造形のマーケット</p> <p>5.5 高品位粉末とLPW社</p> <p>5.6 おわりに</p> <p>6 3Dプリンター造形用粉末材料の開発 (吉川大士)</p> <p>6.1 リタケにおける3Dプリンターの利活用</p> <p>6.2 3Dプリンター用造形粉の開発の経緯</p> <p>6.3 3Dプリンター用造形粉の要求特性</p> <p>6.3.1 3D成形のための速い硬化</p> <p>6.3.2 造形時変形抑制のための適度な水分保持力</p> <p>6.3.3 均一な粉数値のための粉体転がり性</p> <p>6.3.4 3Dデータ通りの成形のための粉体粒度</p> <p>6.4 リタケ製材料の技術的特徴</p> <p>6.4.1 石膏硬化促進剤の添加量適正化</p> <p>6.4.2 樹脂成分・量の適正化</p> <p>6.4.3 粉体材料の転がり性向上と粒度適正化</p> <p>6.5 造形例</p> <p>6.6 今後の展望</p> <p>7 3Dゲルプリンターが先導する化学系メカニクス革命 (古川英光)</p> <p>7.1 はじめに</p> <p>7.2 二枚目の名刺</p> <p>7.3 広がらなかった高強度ゲルブーム</p> <p>7.4 ゲルプリンターで誰もが高強度ゲルを作れるようになる</p> <p>7.5 3Dゲル造形物の評価</p> <p>7.6 3Dデジタルデータのもたらす意味</p> <p>7.7 材料のデジタル化:その社会実装へのアプローチ</p> <p>7.8 化学系のメカニクス革命を起こそう!</p> <p>8 光造形法における材料開発 (高瀬勝行)</p> <p>8.1 はじめに</p> <p>8.2 光造形用樹脂の基本構成</p> <p>8.3 光造形法の応用分野:光造形用樹脂に対する要求特性</p> <p>8.4 光造形用樹脂の耐熱性</p> <p>8.5 光造形用樹脂の弾性</p> <p>8.6 光造形用樹脂の透明性</p> <p>8.7 光造形用耐熱・透明・弾性樹脂の物性紹介</p> <p>8.8 おわりに</p>	<p>5.4 LUMEX Avance-25によるブラ金型製作</p> <p>5.4.1 ブラ金型の設計</p> <p>5.4.2 ブラ金型の高機能化</p> <p>5.4.3 従来工法との比較</p> <p>5.5 LUMEX Avance-25による高機能部品製作事例</p> <p>5.5.1 軽量化を実現した事例(ブリス)</p> <p>5.5.2 複雑形状を実現した事例(面)</p> <p>5.6 結語</p> <p>6 金属積層造形装置を用いた金属部品や金型への応用事例および今後の展開 (中本貴之)</p> <p>6.1 はじめに</p> <p>6.2 粉末積層法のSLM造形物の高密度化および高強度・高硬度化</p> <p>6.3 低合金鋼粉末のSLM造形物へのプラズマ窒化処理による耐摩耗性の向上</p> <p>6.4 おわりに</p> <p>7 レーザー溶融3D積層造形による医療デバイスの開発事例および今後の展開 (松下富香、藤林俊介)</p> <p>7.1 結語</p> <p>7.2 造形品の品質</p> <p>7.2.1 造形工程</p> <p>7.2.2 チタン・チタニウム積層造形品の機械的性質</p> <p>7.2.3 表面性状</p> <p>7.2.4 形状および寸法精度</p> <p>7.3 医療デバイスの開発事例</p> <p>7.3.1 医療応用を意図した多孔体の造形とその特性</p> <p>7.3.2 デバイスの設計</p> <p>7.3.3 医療デバイスの具体例</p> <p>7.4 結語</p> <p>8 電子ビーム積層造形装置を活用した医療機器開発への取り組みと運用事例および今後の展開 (福田英次)</p> <p>8.1 電子ビーム積層造形法</p> <p>8.2 電子ビーム積層造形装置を活用した医療機器開発</p> <p>8.2.1 人工関節の形状のスタマイズ</p> <p>8.2.2 人工関節の表面形態制御</p> <p>8.2.3 人工関節の低塑性率化</p> <p>8.2.4 生体によりやさしいチタン合金の適用</p> <p>8.3 今後の展開</p> <p>9 金属積層造形装置を用いた歯科補綴物への応用事例 (樋口鎮夫)</p> <p>9.1 はじめに</p> <p>9.2 積層プロセスへのAM技術の応用</p> <p>9.3 製作方法</p> <p>9.4 材料および方法</p> <p>9.4.1 生体適合性について</p> <p>9.4.2 金属イオンの溶出について</p> <p>9.4.3 内部気孔について</p> <p>9.5 設計の自由度</p> <p>9.6 レーザーグラウンの適応製品</p> <p>9.7 レーザーシタリングのこれからの適応製品</p> <p>9.7.1 インプラントブリッジなどへの応用</p> <p>9.7.2 インプラント印象採得時のペリイマジケーションインデックスへの応用</p> <p>9.7.3 インプラントオーバーバーデンチャーへの応用</p> <p>9.7.4 レーザーサブペリイマジケーションへの応用</p> <p>9.7.5 チョーレートチタンメッシュプレートへの応用</p> <p>9.7.6 歯橋のクロスピース金属床への応用</p> <p>9.8 レーザーシタリングの将来展望</p> <p>10 3Dプリンターで成形するシステムイン・ザ・骨—主に粉末積層法による人工骨成形の基礎と応用— (安藤正博)</p> <p>10.1 はじめに</p> <p>10.2 AMIにおける粉末積層法</p> <p>10.3 粉末積層法を応用した人工骨の製作</p> <p>10.4 その他のAMを用いた人工骨の製作</p> <p>10.5 おわりに</p>
<p><b>第2章 各種積層造形技術と今後の展望</b></p> <p>1 光造形の現状と活用 (吉田俊宏)</p> <p>1.1 はじめに</p> <p>1.2 光造形装置とは</p> <p>1.3 当社の光造形装置について</p> <p>1.4 当社の取り組みに関して</p> <p>1.5 最新樹脂材料について</p> <p>1.6 光造形アプリケーション</p> <p>1.7 光造形精密製造について</p> <p>1.8 光造形の将来</p> <p>2 樹脂溶融型3Dプリンターの要素技術 (富岡隆司)</p> <p>2.1 はじめに</p> <p>2.2 フィラメント</p> <p>2.2.1 射出成型との差</p> <p>2.2.2 フィラメントの形状バラツキ</p> <p>2.3 造形ヘッド</p> <p>2.3.1 吐出ブロック</p> <p>2.3.2 モーター</p> <p>2.3.3 スリーブ</p> <p>2.3.4 吐出ヘッドのアクセサリ</p> <p>2.4 送り機構(エクストルーダー)</p> <p>2.4.1 フィラメント側の負荷</p> <p>2.4.2 ヘッド側の負荷</p> <p>2.4.3 送り機構</p> <p>2.5 造形テーブル</p> <p>2.5.1 テーブル剛性と昇降速度</p> <p>2.5.2 平面性と温度</p> <p>2.5.3 テーブルの組み込みの注意事項</p> <p>2.6 ヘッド駆動機構</p> <p>2.6.1 単層造形機構(XY平面の駆動機構)</p> <p>2.6.2 昇降機構</p> <p>2.7 最後に</p>	<p><b>第4章 3Dプリンターを用いた応用技術と応用事例</b></p> <p>1 3Dプリンターの各種方式と応用事例 (春日寿利)</p> <p>1.1 はじめに</p> <p>1.2 3Dプリンターによる造形の仕組みの基本</p> <p>1.3 3つの製品カテゴリと7つの3Dプリントエンジン</p> <p>1.4 3D Systems 3Dプリンター製品紹介</p> <p>1.4.1 パーソナル3Dプリンター</p> <p>1.4.2 プロフェッショナル3Dプリンター</p> <p>1.4.3 プロダクション3Dプリンター</p> <p>1.5 おわりに</p> <p>2 マイクロ波成形技術(ゴム態で熱可塑性樹脂を成形する技術) (東原文夫)</p> <p>2.1 はじめに</p> <p>2.2 原理</p> <p>2.2.1 微粒子充填</p> <p>2.2.2 選択加熱</p> <p>2.2.3 真空型締め</p> <p>2.3 マイクロ波加熱の特徴</p> <p>2.3.1 熱可塑性樹脂のマイクロ波加熱特性</p> <p>2.5 光成形成プロセス</p> <p>2.6 マイクロ波成形成機</p> <p>2.7 マイクロ波成形成品の性能</p> <p>2.7.1 寸法精度</p> <p>2.7.2 機械的強度</p> <p>2.7.3 樹脂の種類</p> <p>2.8 光成形成品の特徴</p> <p>2.8.1 ウェルド</p> <p>2.8.2 厚肉成形品・肉厚変化のひけ</p> <p>2.8.3 表面結晶化度と摩擦係数特性</p> <p>2.8.4 透明成形品の残留歪</p> <p>2.8.5 表面転写性(フノインプリント)</p> <p>2.9 今後の展開</p> <p>3 光造形技術における透明材料を活用した流体可視化への応用 (小泉卓也)</p> <p>3.1 はじめに</p> <p>3.2 様々な積層方法</p> <p>3.2.1 光造形方式</p> <p>3.2.2 熱溶融積層方式</p> <p>3.2.3 インクジェット方式</p> <p>3.2.4 粉末床溶融積層方式</p> <p>3.3 透明・可視化</p> <p>3.3.1 透明・耐熱樹脂[TSR-884B]</p> <p>3.3.2 透明・耐熱樹脂[TSR-890]</p> <p>3.4 まとめ</p> <p>4 3Dプリンターを用いた鋳造用鋳型の作製技術と活用事例 (戸野篤也)</p> <p>4.1 鋳造法における鋳型製造プロセス</p> <p>4.2 3Dプリンターによる鋳型型の利点</p> <p>4.3 3D積層型鋳型</p> <p>4.4 国内における鋳造用3Dプリンター開発の取り組み</p> <p>4.5 3Dプリント鋳型を用いたリバーエンジニアリング</p> <p>4.6 まとめ</p> <p>5 金属光造形複合加工装置LUMEX Avance-25について (天谷浩一)</p> <p>5.1 概要</p> <p>5.2 金属光造形複合加工法とは</p> <p>5.2.1 金属光造形法</p> <p>5.2.2 金属光造形複合加工法</p> <p>5.3 金属光造形複合加工装置の紹介</p> <p>5.3.1 機械の構成</p> <p>5.3.2 機械仕様</p>	<p>11 3Dプリンターを用いた超軟質心臓シミュレーターへの応用 (竹田正俊)</p> <p>11.1 はじめに</p> <p>11.2 時間および価格管理システム「OMAX」の構築</p> <p>11.3 いのちを救うプロジェクト</p> <p>11.4 再現性にこだわった技術革新</p> <p>11.5 独自性と今後の波及効果</p> <p>11.6 How to makeからWhat to makeへ</p> <p>12 Additive Manufacturingで特化したプロセス管理・自動化システム (矢田拓)</p> <p>12.1 現在のAM技術</p> <p>12.2 AMを用いた生産</p> <p>12.2.1 AM生産における課題</p> <p>12.2.2 AM生産の成功事例</p> <p>12.3 AMプロセス管理を専用システム</p> <p>12.3.1 一元管理と自動化</p> <p>12.3.2 効率的な生産</p> <p>12.3.3 トレーサビリティと品質管理</p> <p>12.3.4 シームレスな統合</p> <p>12.4 まとめ</p> <p><b>第5章 市場動向と今後の展望</b></p> <p>1 3Dプリンタ最新情報と今後の可能性 (小林広夫)</p> <p>1.1 はじめに</p> <p>1.2 3Dプリンター-積層造形(成形法)</p> <p>1.3 3Dプリンタ 市場性</p> <p>1.4 3D Systems社について</p> <p>1.5 様々な積層造形方式と特徴</p> <p>1.6 「ものづくり」の様々な段階で活用される3Dプリンタ</p> <p>1.7 3Dプリンタを活用した新しい生産メソッド</p> <p>1.8 医療分野での活用</p> <p>1.9 オンデマンド3Dプリント事業</p> <p>1.10 エンターテインメント、フィギュア、記念品</p> <p>1.11 建築、土木、住宅販売など</p> <p>1.12 パーツ/リリアリティと3Dプリント</p> <p>1.13 宇宙開発</p> <p>1.14 個人レベルに広がる3Dプリンタ</p> <p>1.15 Google「ProJet Ara」カスタム生産ラインに組み込まれる3Dプリンタ</p> <p>1.16 最後に</p> <p>2 マイクロ・ナノ光造形による次世代造形技術 (丸尾昭二)</p> <p>2.1 はじめに—光造形からマイクロ・ナノ光造形へ—</p> <p>2.2 2光子マイクロ光造形法の原理と特徴</p> <p>2.3 2光子造形法の進化—加工分解能・加工速度の向上とハイスペクトル化—</p> <p>2.4 2光子造形法への応用—高機能ラポオチップの開発—</p> <p>2.5 無解像もぎによる金属化マイクロマンの開発</p> <p>2.6 シリコン樹脂型を用いた次元集積体の複製技術</p> <p>2.7 新規感光性材料による機能構造体の複製—アモルファスカーボン構造体の形成—</p> <p>2.8 セラミクス材料を用いた、鋳造技術による機能構造体の複製</p> <p>2.9 まとめと今後の展望</p> <p>3 金属の積層造形物の今後の展開と国際標準化の動向 (戸田輝)</p> <p>3.1 はじめに</p> <p>3.2 3Dプリンターの多様化と材料の変遷</p> <p>3.3 3Dプリンターによる金属部品の製作</p> <p>3.3.1 3Dプリンターによる金属部品の間接造形</p> <p>3.3.2 3Dプリンターによる金属部品の直接造形</p> <p>3.3.3 金属積層造形技術の開発課題</p> <p>3.4 国際標準化の動向</p> <p>3.4.1 ISOとASTMの相違点</p> <p>3.4.2 ASTM F42とISO/TC261の共同作業</p> <p>3.4.3 Additive Manufacturingに関する規格の傾向</p> <p>3.5 金属3Dプリンターの今後の展開</p>
<p><b>第3章 造形材料開発の最新動向</b></p> <p>1 材料から見た3Dプリンター (萩原恒夫)</p> <p>1.1 はじめに</p> <p>1.2 3Dプリンター</p> <p>1.2.1 3Dプリンターとは</p> <p>1.2.2 3Dプリンターとその材料</p> <p>1.2.3 材料押出し法(溶融樹脂積層法:FDM)</p> <p>1.2.4 パーソナル3Dプリンター(FDM方式)</p> <p>1.2.5 液槽光重合法(光造形)用液状光硬化性樹脂</p> <p>1.2.6 炭酸塩光造形機</p> <p>1.2.7 粉末床溶融積合法(粉末焼結:SLS, SLM)用材料</p> <p>1.2.8 結合剤噴射法(インクジェット法)</p> <p>1.2.9 材料噴射法</p> <p>1.2.10 シート積層法</p> <p>1.2.11 指向エネルギー堆積法(Directed Energy Deposition)</p> <p>1.3 ハイブリッド型積層造形装置</p> <p>1.4 材料から見た3Dプリンターの今後の行方</p> <p>2 粉末床溶融積合法(PBF)造形向けポリアミド材料 (宮保淳)</p> <p>2.1 3Dプリンター技術としての粉末床溶融積合法(PBF)造形</p> <p>2.2 樹脂粉末を用いるPBFの概要</p> <p>2.3 PBF材料としてのポリアミド</p> <p>2.4 PBFに最適な長繊維筋力ポリアミド</p> <p>2.5 ポリアミド11とポリアミド12の違い</p> <p>2.6 アルケマ社のPBF向けポリアミド材料</p> <p>2.6.1 Orgasol®(オルガソール) Invent Smooth(OIS)</p> <p>2.6.2 Rilsan®(リルサン) Invent Natural(RIN)</p> <p>2.7 おわりに</p>		