

3Dプリンタ

-実用編

活用分野 1

活用分野 2

ものづくり変革

プリンタ技術

官公庁等の動き

3D-Pメーカー動向

ユーザ企業

関連ビジネス

各種サービス事業

市場

将来技術

課題、キーワード



欧州宇宙機関による月面基地の計画
(newsweek誌)



ジェットエンジン燃料ノズル(一体造形)



大型装置による積層事例

活用分野 1

3Dプリンタ(以下本資料では「3D-P」と略記)は大量生産には向いていないが、産業界では自動車部品の試作品に始まり、量産品の金型、プリンタから直接完成品を出力するDDM(Direct Digital Manufacturing)等さまざまな可能性が模索されている

- 3D-Pの主な用途：
容易に一品を製作
1. デザイン検討と試作
 2. コミュニケーション(設計 経営者、営業、他社担当者)
 3. 製造部門とのすり合わせ

自動車: BMWは3D-Pで車体にバンパーを取り付ける工具を作り、製造コストを60%カット、製造期間を18日から1日半に削減。岐阜多田精機は3Dスキャナと3D-Pを活用し、自動車部品の試作、金型を製作し、試作から量産までの期間短縮と品質向上に貢献(2014.1.6)。また、薄肉中空構造一体化技術により20%以上軽量化達成の事例あり(産総研)

機械: 試作品の製作期間短縮のほか、従来複数の部品を組み立てていたものが、一体化できる可能性もある。米インディアナ州の工業製品メーカーは粉末焼結積層式でディーゼル燃料噴射装置の部品などを1~100個の単位で作成している

金型: 内部に3次元の冷却用水管を成形する特殊金型製品等に活用が進められ、金型制作期間が2/3に短縮、試作回数の減少などの効果が見られる。とくに金属素材の利用が一般化してきて、金型への適用が普及しつつある

鋳造: プロトタイプ鋳造、リードタイムの短縮などに成果が得られるようになり、新部品の量産鋳造立ち上げコストを80%削減の例もみられる(産総研)

航空宇宙業界: ボーイングは10機種で200種類の部品を3D-Pで製造し、パーツの軽量化、低コスト化に効果。NASAは大型ロケットの金属部品を作る計画を進めている。エアバスA380では小型部品を金属レーザー焼結技術で製造。金属技研は金属粉末使用の3D-PにHIP処理で航空エンジンブレード等の開発に着手(2013.6.24)

家電: ランプシェードなど個性的な製品が紹介されているが、国内実用例の紹介は少ない

OA機器: スマートフォンカバー・スタンド、マウスなど出力の紹介例が多い。適用素材の多様化が課題。なお、電子回路は製造時の熱で回路がダメになるので、現時点では製造できない

建築業界: 建物、土木工事の設計にはすでにCADが普及しており、コミュニケーションツール、あるいは施主へ提供する施工前ケールモデルに3D-P活用は全貌を把握するのに好適。コンクリートを噴射・積層して、実際に人が住める建築物を作る計画



3次元水管
同時一体加工



従来2次元水管
(後加工)



図63-1 3Dプリンタの活用分野 (Stratasys)

図63-2 3次元冷却水管 (パナソニック)



マニホールド
384×372×150mm

シリンダーヘッド
510×360×340mm

クランク ケース
355×341×269mm

図63-3 鋳造製品の例 (産総研)



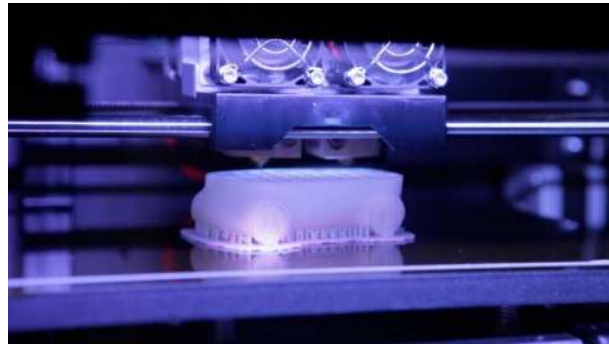
薄肉・軽量化の例
燃焼チャンバ(IN718)
maxΦ248mm (EOS)

熱交換機試作品
(AlSi10Mg)

図63-4 レーザ焼結・溶融法による航空エンジン部品 40



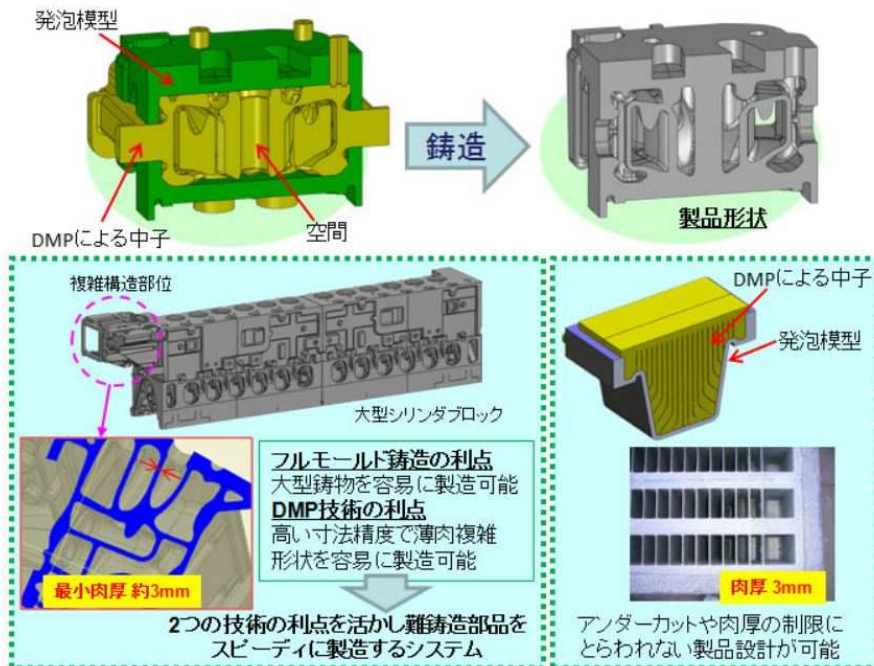
M501G ガスタービンの造形モデル(MHI)



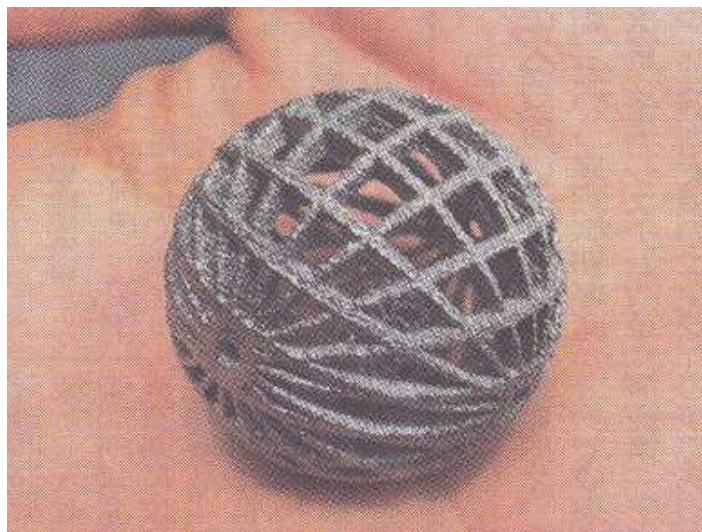
3Dプリンタによる造形の様子(ホンダ)



大手4社のターボチャージャの試作サンプル。下に並んでいるのは、3Dプリンタで製造した砂型(コイワイ)



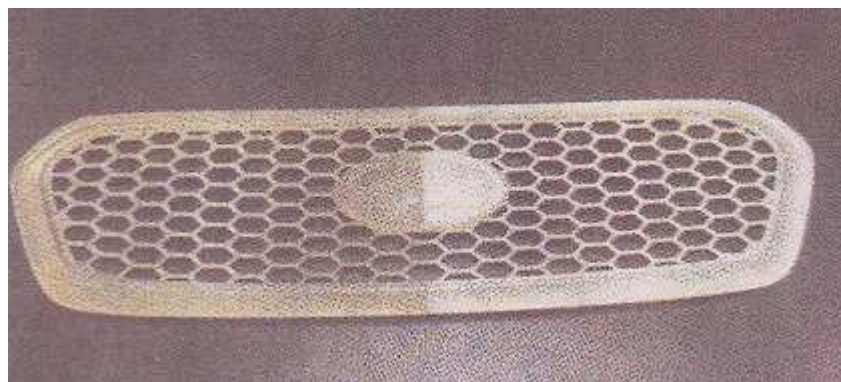
木村鋳造所(静岡県清水町)は、3次元積層造形システムを使った新しい鋳造法「DMP」を開発、受注活動を始めた。砂の上に樹脂を印刷。さらにその上に、砂を積層して砂型をつくり鋳造する。成分を変えた人工砂を開発し、これまで困難だった1650度の高温下で、小物の複雑構造の鋳物が高精度にできる。納期は最短3日。一般の木型法に比べ10分の1以下



金属技研が
3Dプリン
ターで作製
した内部に
球体が入っ
た試作モデ
ル

金属技研のコア技術で
あるHIP（熱間等方圧
プレス加工）処理と、3
Dプリンターを組み合わ
せる。HIPは鋳造品の
気孔除去や粉末材料の加
圧焼結に用いられる処理
方法。同社は航空機のエ
ンジンブレードの内部欠
如除去、電子部品の高密
度化に活用している。

日刊工業新聞2013.6.24



日刊工業新聞
2013.8.28

レガシのフロントグリル(上)と
使い勝手確認用給油の試作品
(右) (富士重工)

ソニー、自社開発の3D-Pで部品量産：開発した3D-Pは
試作に使っていた従来機に比べて造形速度が数十倍
でマイクロメートル単位の高精細な造形が可能で射出
成形機並み。将来は他社からの製造受託も視野に入れ
る (日刊工業新聞2016.7.13)

図63-6 3D-Pによる新製品開発



図63-7 交通・建設機械部品の製作



図63-8 車両用過給機の生産実績 (コイワイ)

活用分野 2

現在の工業製品は同一のものを大量に生産してコストを下げることに注力されてきたが、医療器具、楽器、衣料等では個人の体型、好みに合わせてカスタマイズした製品が求められるような傾向にあり、3D-Pの導入が加速されるようになる

医療:手術用の医療技術を習得するため、練習用人体模型を作る医療用シミュレータ。内臓模型制作にはCTスキャンデータを使用。また人工骨、歯、手術用冶工具では個人個人で微妙に差異がある形状のものにTi粉末焼結法の3D-Pを利用。1個生産で、金型が不要。骨の修復、損傷した関節・あごの再建、移植などの可能性がある

ドイツのブラウンホーファ研究機構は2011年に「人工血管」のプリントアウトに成功

耳にフィットした補聴器もニーズが高い(マテリアライズ社/ベルギー)。

JMC(横浜市)がカテーテルや内視鏡の訓練用として透明ポリビニルアルコール製透明心臓モデルを開発。冠動脈、大動脈も一体成形。弾力性があり、感触が実物に近く左右の心房、心室も中空にしてある。2014年4月には消化器系モデルも市場に投入予定 2013.11.15

八十島プロシード(尼崎市)は腹腔鏡下手術用トレーニングユニットを開発 2013.11.13 / 2014.3.3

楽器:個人の志向にあわせた音色をもった個人専用のバイオリン、ギター、フルート、リコーダー、オカリナなどの楽器。ストラディバリウスのコピーも可能

食品:3D-P装置のヘッドからチョコを出して、直接デコレーション菓子を作る

衣料:3D-CADにより個人の体型にフィットした衣服、靴を製作。靴では3Dスキャナーを利用して、自分の足の形状を正確にデータ化する。スポーツシューズの開発でも新モデルの試作品作りに必要な期間と人員が大幅に削減される

フィギュア・ジュエリー・アクセサリ:フィギュアの原型製作には手作業から3D-P利用への交替が進んでいる。記念用に自分自身のミニチュアを作る注文が増える可能性が大きい。3D Sysytems社のZ-Printerはカラー出力が可能で、この分野で有望



図63-9 頭蓋骨の補修



図63-11 骨(上)と内臓(下)の立体モデル



図63-10 胸腔鏡シミュレータ



図63-12 お腹の中の赤ちゃん (MRI画像からの造形)



図63-13 3D-P製ギター



図63-14 スポーツシューズの開発

ものづくり変革

3D-Pでは安価な造形ソフトの3D CADが使えるようになり、一人ひとりにカスタマイズした迅速、低コストで、究極のオーダーメイドの製造が可能となる

3D-Pは物理的にありうる形状であれば、どのようなものでも造形できるという期待がある。在来の切削加工は刃物が届かない部材内部の造形加工はできない。射出成形では複雑な形状のものでは金型がコストアップになる。また、3D-P製金型では「抜き勾配」は不要

- 3D-Pはどれだけ使えるか** - 過大な期待には要注意;
- (1) **仕上り** - 積層ピッチ0.1mmでも人間の感覚では積層体を見分けられる、
 - (2) **強度** - 積層の層間結合の強度は一体凝固の樹脂より劣る、
 - (3) **出力にかかる時間** - 出力時間は数10分以上で量産部品には適合しない、
 - (4) **コスト** - 1個ずつ出力するので数万個を一気に生産する射出成型品より割高

3D-Pによるモノづくりの変革 ;

専門の職人でなくても造形が可能な工作機械 - 低価格3D-Pで個人でも欲しいものを作る
 迅速にアイデアを具現する道具になり得る - スピード、手軽さ
 製品開発関係者の有効なコミュニケーションの道具 - アイデアを検討するサンプル
 現在では少量生産に向けた機械 - 1個生産のコストが安い

近い将来、コンビニ等の近所の店に3D-Pが設置され、誰でも低価格で利用できるようになれば、製品を使う場所に生産拠点を近づけることができ、今の過剰生産による環境への影響を減らすことになる

- 4種の神器** - デスクトップを個人の工房に変える必須4機種
- a. **3D-P** - 3次元データから立体物を成形 (2次元では;紙などへの印刷)
 - b. **CNC装置** (切削加工機) - エンドミルで材料を削る (裁断加工)
 - c. **レーザーカッター** - 局所加熱によるマーキング、切断、彫刻 (紙への印刷)
 - d. **3Dスキャナ** - 立体物を3Dデータとしてとり込む (2次元スキャナ)

装置の価格; 近年3D-P装置の大幅な価格低下により家庭向けも広まり個人への浸透が始まっている。今後IT技術の発展と相俟ってモノづくりのデジタル化、ネットワーク化が一層進むと予想

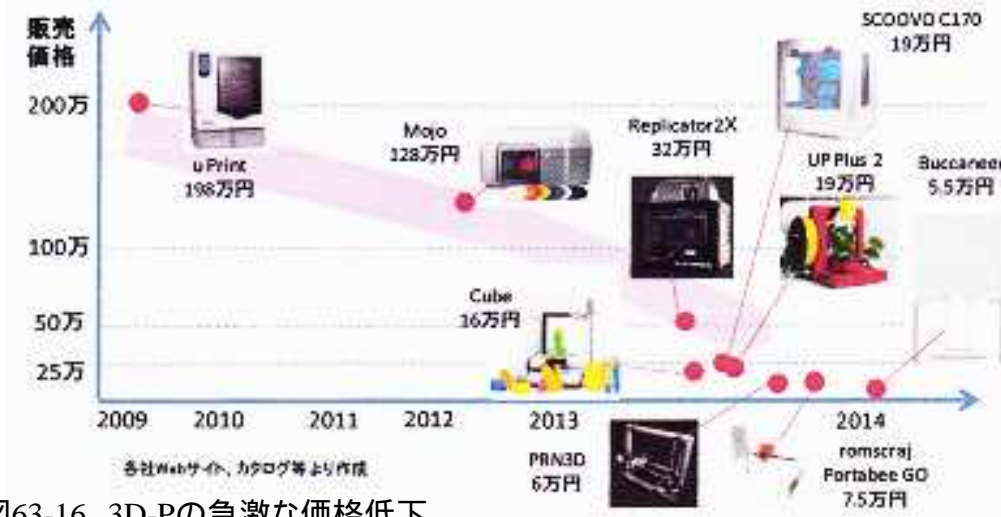


図63-16 3D-Pの急激な価格低下

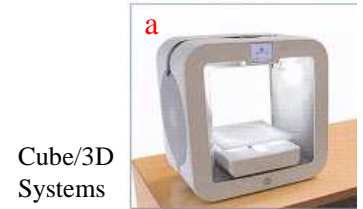


図63-15 個人工房4種の神器の例 (a.3D-P、b.CNC装置、c.レーザーカッター、d.3Dスキャナ)

プリンタ技術

現在市場に出されている3D-Pは原理的に大きく分けると3つの製造方式(積層原理)に分類される。さらにそれぞれいくつかの方式に小分類される。いずれも多様な素材が適用できるが、個々の方式、メーカーによっては、使用素材の制約もあり、さらに新しい方式が開発されている。概要は「SFI#62概況編P7」参照

積層原理	積層方式	内容	特徴
素材射出成形 (ノズルから半液状の素材を噴出して層を積み重ねる)	熱溶解積層(FDM)	熱可塑性樹脂のほか金属、コンクリート、セラミックス、チョコ	3D-Pの主流、表面に段差
	金属熱溶解積層(FDMM)	比較的低温溶融の金属粉末射出して成形	合金の製品が可能
	多相ジェット固化(MJS)	セラミックや金属の粉末を結合剤で固めたフィラメントを使用	造形後結合剤を加熱、薬品で除去
	木質材料射出成形	木の繊維とポリマー結合剤のフィラメントを溶融射出	造形物は木の感触
	コンクリート射出成形	素材はセメントベースのモルタル	大型・中空の部材製造の例あり
光重合 (レーザー光線などを光硬化性樹脂に当てて積層)	光造形-A	レーザー照射で液状フォトリソマーの表面を固化	非常に精密で滑らかな造形物表面
	DLPプロジェクション-B	無数の微小鏡を素早く回転させ液状フォトリソマー表面を固化	小型ほど解像度が高く高精度
	二光子光重合(2PP)	フェムト秒パルスレーザーで100nm級の制御	非常に小さな物を高精度高速で出力
	素材固着積層	液状フォトリソマーをヘッドから噴射しつつ紫外線照射で固化	一度に複数の素材の噴射が可能
粉末固着積層 (粉末を固めて層にしていく)	結合剤噴射積層-C	粉末層にプリントヘッドから結合剤を噴射して固化	樹脂のほか金属、セラミックなどを造形
	3D砂型鋳造	結合剤噴射積層の方式でモ型なしで鋳造砂型を成形	モ型取り外し不要。複雑な型が可能
	粉末焼結積層(SLS)-D	粉末にレーザー等で熱を与えて周囲の粒と融合させる	金属ほか非常に精密な造形が可能
	指向性エネルギー堆積	高出力レーザーで金属粉を融解し、液状化した金属を堆積	使用可能な金属造形物。修理用も可能
	電子ビーム溶解	電子ビームにより金属粉を溶解、強固な金属造形物を作る	Ti、Co-Cr合金など高価原材料向き
	選択的加熱焼結(SHS)	サーマルプリンタのヘッドで樹脂を焼結。高密度造形物を得る	低コストで卓上型サイズ

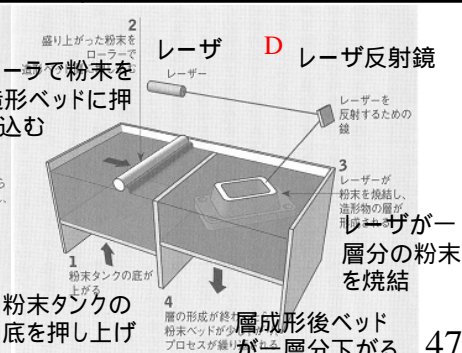
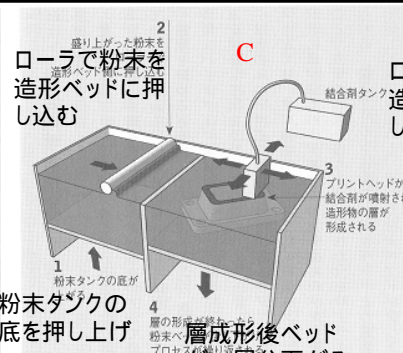
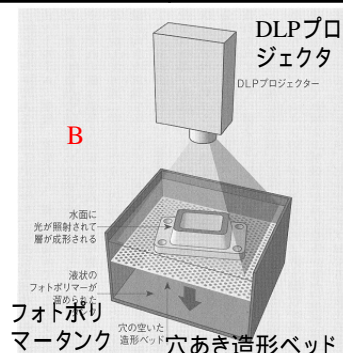
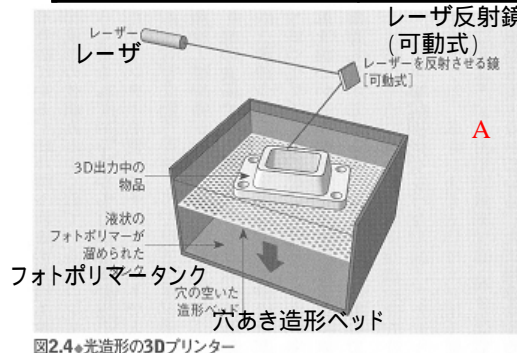


図63-17 主な積層原理

官公庁等の動き

3D-Pなど次世代製造装置市場は米国、欧州勢が世界を席卷しており、日本メカの存在感は薄い。経済産業省を中心として、官民を挙げてモノづくりの新潮流を捉えた技術開発や環境整備が不可欠

政府・経済産業省の取組み (先行の米・欧の権利・技術の囲い込みに対処)	政府の成長戦略 (2013.10～2014.2)	新ものづくり研究会	3D-P利用促進(国の支援制度、法整備、企業の対応策等)
	経済産業省プロジェクト(2014～2018年度)	次世代産業用3Dプリンタ開発および超精密3次元造形システム開発プロジェクト (金属3D-Pおよび砂型3D-P)	金属3D-Pは近畿大京極教授をプロジェクトリーダーとして30の企業・研究機関が技術研究組合を結成(詳細はP12)
	経済産業省・特許庁専門委員会 (2013.9～2014.4)	海外の主要国動向を分析し特許地図を作成	日本の次世代の技術開発指針を策定(2014年4月を目処)

表63-1 当社営業所のある都府県の公設試験場3D-P保有台数 2013.8.29

公設試験場	台数
埼玉県産業技術総合セ	2
東京都立産業技術研究セ	8
神奈川県産業技術セ	2
茨城県工業技術セ	1
燕三条地場産業振興セ	1
長野県工業技術総合セ	1
あいち産業科学技術総合セ	1
名古屋市工業研	1
大阪府立産業技術総合研	3
福岡工業技術セ 機械電子研	1

注) セ = センター、研 = 研究所、

公設試験場: 全国50ののうち41の試験場で中小企業の支援を目的として3D-Pを導入
2013.8.29



図63-19 公設試験場の3D-P導入状況



図63-18 東京都立産業技術研究センター / アスペクト製の粉末焼結積層造形装置

各地域で3D-P利用促進の検討会・連携組織等が次々にスタート:
近畿圏商工会議所 / 3D-P活用研究会、
大阪3Dプリンタビジネス研究会、
公益財団法人横浜企業経営支援財団 / 横浜3Dプリンタ実践ゼミ、
山形県産学連携組織 / やまがたメイカーズネットワーク(YMN)、
一般社団法人3Dデータを活用する会 / 3D-GAN、
京都大 + 東大 / iPS細胞を注入して耳を再生する共同研究 等

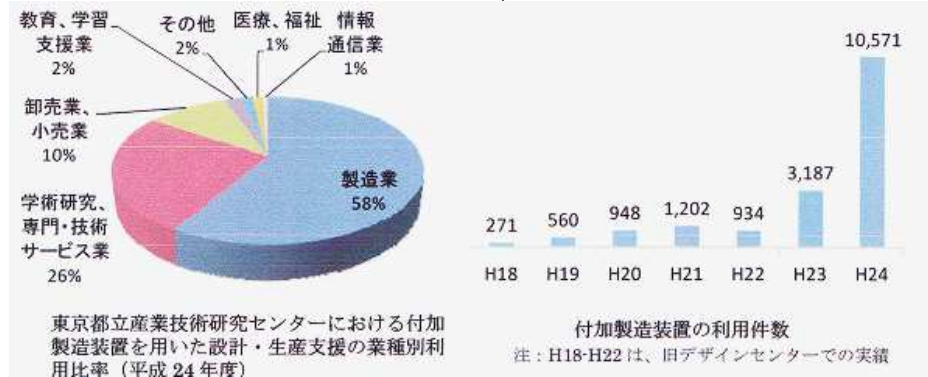


図63-20 東京都立産業技術研究センターにおける3D-Pの利用

3D-Pメーカー動向

3D-Pは様々な用途とそれに応じた装置開発が進められている。医療・航空分野向け**精密な工作機械**と直接性、自宅・オフィスでの実態化を狙う**個人を含めた幅広いものづくりツール**の2つの流れが目目される

3Dシステムズ(米)と**ストラタシス**(米) : 世界二大メーカー。3Dシステムズはプラスチックに加えて金属粉末造形を活用して航空、自動車、医療用部品の直接製造を狙う。日本の中小企業、個人への販売にも注力 2013.8.9. 恵比寿にショールームを開設 2013.8.9. **ストラタシス**は3D-Pそのものの技術開発に経営資源を集中。属性の異なる複数の材料でプリントする「**Connexシリーズ**」の開発に注力

表63-2 3D-P米2大メーカーの比較
2013.7.16

3Dプリンター2強の比較		
ストラタシス		3Dシステムズ
		
ミネソタ州 ミネアポリス、 レホボト (イスラエル)	本 社 所 在 地	サウス カロライナ州 ロックヒル
1989年	設立年	1986年
デヴィッド・ レイス	CEO	エイブラハム・ ライケンタル
1億7976万ドル	2012年 売上高	1億160万ドル
41%増	前期比 増減率	53%増
1000人超	従業員数	570人



図63-21 主要な3D-P機種@2013年

Digital Work Systems(イタリア/日本代理店シーフォース) : 積層ピッチは0.01~0.1mmで造形の跡がなく、美しい仕上がりで、鋳造用の型に直接使用できる
DMG森精機 : 切削加工(5軸マシーニングセンター)と3D-Pを合わせたハイブリッドマシンを提案。従来に比べて20倍の造形スピードを達成 2014.3.13
アスペクト(東京稲城) : Ti粉末+レーザー光で高精度に積層する3D-Pを開発。2014年発売 2014.1.29

ユーザ企業

3D-Pは造形できるサイズの大型化、微細化、使用材料などが進化を続け、用途が拡大している。とくに造形サイズの大型化は自動車・航空機分野からの要請が強く、究極には自動車エンジンの一体造形が期待されている。金属造形の3D-Pは中小型で3千万円、大型では1～2億円という高価格が普及への課題 2013.12.19

MHI: ガスタービン開発(高砂)、名古屋航空機製作所、名古屋誘導推進システム製作所、長崎造船所で3D-Pを導入し情報共有を図る 2013.8.28。三菱みなとみらい技術館(横浜)では設計の疑似体験と3D-Pを組み合わせたプログラムを導入(Tech-On)

IHI: 各部門の製品・部品の「デザイン検討」、「機能検証」のための試作やモックアップ、客先説明用の模型づくりに樹脂や石膏製の3D-P製品が使われ始めている。また研究開発部門ではテストパーツや治具の製作にも使われ始めている (IHI広報誌2014年2月号)

ホンダ: 歴代試作車の3Dデータを公開。家庭用3D-Pで樹脂模型を作ることができる。ホンダのファンづくりが狙い 2014.1.29

富士重: 群馬製作所で1996年部品試作用に導入 2013.8.28。2013年度追加導入し、部品試作期間の短縮を図る 2013.8.9

デンソー(愛知県西尾市): カーエアコン室内機ユニット製造に3D-Pを導入。試作期間を大幅に短縮。設計・製造の連携も強化 2013.10.9

金属技研(中野): 2013年3D-Pを使った航空機部品の開発に着手 2013.8.28
金属粉末を3D-Pで造形・固化し、HIP(熱間等方圧プレス加工)で密度を高める 2013.6.24。現在2種類の金属積層造形装置を神奈川工場に導入し、内部に空間があるような複雑な形状のものを短い工期で製造できる。研究段階ではTi合金を使う

コイワイ: 代表的な鋳造品メーカーの同社は、積極的に各種の3D-P装置を導入し、そのメリットを生かした事業展開を図っている

木村鋳造所: 3D-P作った鋳型を活用した鋳物生産を開始。精密鋳物の受注から納品までの期間を一般的な工法の約1/10に短縮。自動車にエンジン部品などに売り込み、20億円/年の売り上げを目指す 2014.1.29

パナソニック: 樹脂や金属の立体物を容易に作れる3D-Pを家電製品の大量生産に活用する。樹脂部品の生産に必要な金型を3D-Pで作り、生産コストを3割程度削減する (日経2014.2.25 / Web)



図63-22 検討用3Dモデル (MHI)

外的要因

- ①高速・高精度鋳物製品の需要増
- ②木型業者の後継者不足

マスター型不要!! 3Dデータから直接造形により高精度な砂型をダイレクトに造形。木型に頼らずに高スピードで鋳物造りが可能となった。従来の木型工法に比べ工期は最大1/10にも短縮。鋳造現場では匠の技、熟練の技術を数値におきかえて管理が可能となった

内的要因

- ③鋳造業界他社との差別化
- ④後継者難解消 若手人材確保

導入以来、年間10回以上に及ぶ各種展示会を通じてのPR効果も有り、現在では積層砂型=コイワイと言われるほど市場に浸透し、年間600種類以上に及ぶ試作鋳物の製造をしている。3Dプリンターによる鋳物造りは、作業環境も改善、従来の鋳造工場のイメージを払しょくに成功毎年高卒・大卒他の新卒者を迎える事が出来る様になった

図63-23 3D-P導入効果 (コイワイ)

関連ビジネス

3D-Pの製造販売はアメリカ企業がリードしているが、事業用、個人用として日本企業も次々と新機種を出している。3D-Pは一種の工作機械であり、ものを形にするためのツール。この分野でのビジネスの発展に注目して、3D-P本体、造形物、素材、ソフトの販売などに関連して新しい事業が次々と生まれつつある

販売・営業形式		事業者	備考
3D-P 装置	メーカー直販	松浦機械製作所、Printbot、Zeus(3Dスキャナーと一体型)、Shapeways、オープンキューブ(SCOOVO/国産の販売)、武藤工業	ビジネスには「事業用」3D-Pを推奨
	メーカー代理店	丸紅情報システムズ(s)、ALTECH(s)、日本バイナリー(s)、イグアス(大田区、3D)、D-MEC(3D)、SOLIZE Products(3D)、東明テクノロジー(3D)、武藤工業(3D)	S = Stratasys、 3D = 3D Systems
	電気店等	ヤマダ電機(Cube / 池袋)、ビックカメラ(Cube / 池袋、CellP / 有楽町)、ツクモ(Cube / 神田)、ノジマ(CubeX / 越谷、相模原)、Brule(神田 - 複数メーカーの3D-Pを展示 2013.12.2)	
素材	特定材料	群栄化学工業(経済産業省プロジェクト参加。素材の鑄造砂型用砂を提供)、D-MEC(光造形用樹脂 / SCR各種 当社営業接触中)、愛知産業(3D-P用素材の金属粉末(Al系、Co系、Ti系))、ノリタケ(石膏)、KOJUNDO CHEMICAL LABORATORY(粉末 - セラミック系、金属系サンプル)、2013.12.27ほか	素材はプリンタの純正部品として販売されることが多い
	通販	楽天、Amazon、YAHOO、ヤオフク	
造形物	製品販売	Shapeways(インテリアグッズなど一例、サンダル / \$ 44.87、鳥の巣型卵カップ / \$ 8.10、Aquaduct Mini Planters / \$75))	
3Dデータ	3D CAD	製造業向け(～数百万円) - CATIA、UG NX、Pro/ENGINEER、SolidWorks、Autodesk Inventor、Solid Edge 個人向け - 123D Design、SketchUp Make、Mol 3D	
	3D CG	Blender、Metasequoia、3ds Max、Shade 3D(/ 代、イーフロンティア)、Cinema 4D、Lightwave	
	マーケットプレイス	rinkok、TECHSHAR、MODEL-WAVE(自分の3Dデータを出店できる)	製品の売買もある

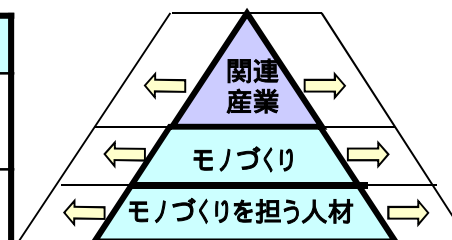


図63-24 3D-Pに基づく市場の広がり (DBJ)

展示会: 3D-P機の販売、プリントサービスの提供など

講習会: 3D-P使用法の講習会など (東京都立産業技術研究センター / 例、2014.2.14)

富士通 - 社内で培った3D-P活用ノウハウの外販
2013.9.13

テクノラボ - 3D-P造形試作品の大量生産指南
2013.10.24

各種サービス事業

3D-Pの市場拡大に伴って各種のサービス事業が生まれており、今後、新しいサービスも出現すると見られる。全国の公設試験場の有料サービスの利用も一案

サービス事業のおもなものは - (1)データ販売、(2)コミュニティサービス、(3)プリントサービス

FabLab/国内	東京 - 3D-GAN、しづや図工室、Fabcafe、Makers' Base、3D-GAN、Office24 Studio、Co-factory、ナノラボ、後藤建築事務所「MONO」(3D-P、レーザー加工機などを設置し、試作加工の企画、開発、試作、製造、販売等を総合的に支援 2013.2.27) その他の地区 - SENDAI-FLAT(仙台)、FabLab鎌倉(神奈川)、博多図工室(福岡)、
3D-Pレンタル	昭和リース(東京)(最低2年間貸し出し、自動車、家電メーカーを想定対象)、アルテック
出力サービス (A:ABS、 ナ:ナイロン、 ア:アクリル系樹、 ゴ:ゴム系、 石:石膏)	DMM 3Dプリント(東京)(石、ア、ナ、シルバー、チタン)、SOLIZE products(ナ、各種樹脂、石、ウッドライク)、東京リスマチック(東京)(石、ア、ゴ、A)、アートウインズ(石)、金森産業(ナ、ポリスチレン)、ジェイ・エム・シー(ア、A、PLA、石)、システムクリエイト(140 耐熱樹脂、A、石)、ソライズ・プロダクツ(オンライン-ア、石、ナ、PP、ゴ)、オフィス24(石、ア)、コイワイ(小田原市)(レーザービーム金属粉末積層法による航空宇宙、医療向け部品製造受託 2013.10.3)、八十島プロシード(樹脂、石)
一貫サービス	Rheinoceros、Solidworks、CATIA、SketchUP、123D-Design
3Dスキャン	3Dスキャン - 青山3Dサロン(東京)、shrink(福岡)、Dimension Studio(大阪)、ナゴヤサカエ3Dスタジオ(名古屋)、3Dプリント・フィギュア(東京)、フォトフィギュア、ArtecEva、Rexcan、Kinect、DAVID、Photon 写真から作成 - FOTOFIG、babyfig
ソフトウェアのインターネット提供	Shapeways、ponoko、Sculpteo、Thingiverse、TECHSHAR、Cubify、rinkok

3D-P出力サービスを利用する手順

1. 利用する業者を決め、造形素材を選ぶ
2. 3Dデータを送る
3. 料金見積を入手
4. 造形を正式に依頼する
5. 業者で造形
6. 造形物が送られてくる

表63-3 出力までの一貫サービスシステム要件(Windowsの場合)

	オートデスク123D Design	Shade 3D	Rheinoceros	SOLIDWORKS
OS(Windows)	7	Vista、7、8	XP、Vista、7、8	7、8
CPU	Pentium4、AMD	Core2Duo、AMD	Pentium、Celeron	Intel、AMD
メモリ/ディスク容量	2GB / 1GB	2GB / - -	1GB / 1GB	5GB / 5GB
特徴	コンシューマ向け、無料ソフト	CGソフト、画像アニメ等	様々なファイルに対応	設計者に便利な機能



図63-25 FabCafe

スタジオ



3Dスキャニング



ロビー



造形品(出力)



図63-26 青山3Dサロン

しづや図工室



レーザーカッター使用



メロンパンを
3Dスキャン



組み立て式
の3D-Pの組
み立て

FabCafe (渋谷)



図63-27 FabLab

市場

2012年には3D-P市場はアメリカ企業の独壇場。世界シェア60%、累計設置台数約40%。3D-Pが普及し、価格低下、素材種類の多様化で、ドイツ、日本、中国等の追い上げが急。2021年の世界市場は100億ドルの見込み

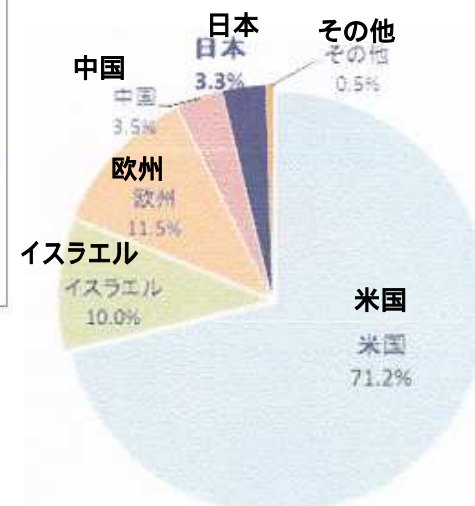
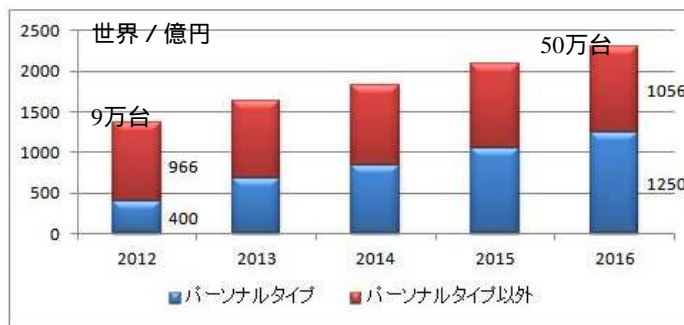


図63-28 3D-Pの国内、世界の市場規模推移 (シード・プランニング)

図63-29 3D-P国別累積出荷台数シェア

(1)付加製造装置・3Dプリンタ等の直接市場 (装置、材料及ソフトウェア市場)
 (2)関連市場 (付加製造装置・3Dプリンタで製造した製品市場)



図63-32 3D-Pによる経済波及効果 (2020年予想)

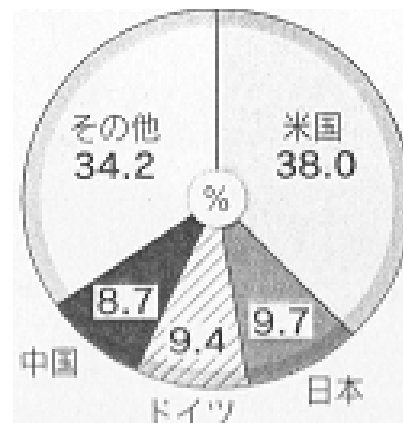


図63-30 産業用3D-P国別設置台数 2013.7.16

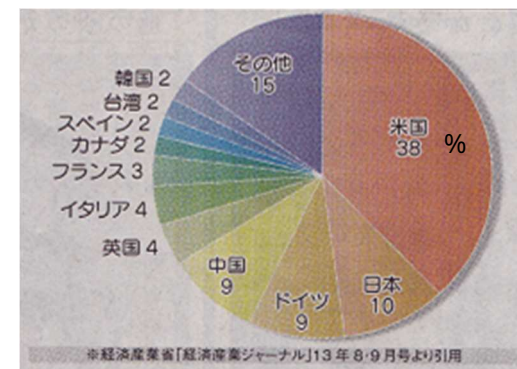


図63-31 金属粉末3D-P導入シェア 2014.3.7

各国の動向;

- アメリカ - - 想像力の養成を目的に3D-Pを率先して**教育現場**で採用。自動車メーカーのフォード社は技術者1人1台の3D-Pの支給を開始
- ドイツ - - 特殊鋼、Tiなどの**金属製品の印刷技術**に優れ、世界でも圧倒的なシェアを確保。航空機、医療分野の需要が大きい
- 日本 - - 次世代3D-P開発プロジェクトでは従来ではできない**複雑なデザイン**の金型づくりを目指す
- 中国 - - 政府は**7年間で2億7000万ドル技術開発計画**を発表。3D-P技術産業連盟を立ち上げ

将来技術

3D-Pによる生産は製造データをデジタル情報として製造基地まで送るので、地域分散で生産もローカルに行なわれ、現在の多国籍巨大企業支配を弱めることになる

「次世代産業用3D-P開発および超精密三次元造形システム開発」プロジェクト：
米・欧の3D-Pメーカーが市場を支配する中で高価な素材、不十分なメンテナンスに対処し、ソフトウェア・材料開発を含めて日本独自の技術開発を目指す

オンデマンド生産：ローカル生産地まではデジタルデータを必要なタイミングで瞬時に送ることが可能。オーダメイド品や修理用部品等はコストと時間の点で有利性が出てくる

バイオ：動脈、腎臓、肝臓など臓器移植に3D-Pを応用したバイオプリンティングが注目。神奈川科学アカデミーでは細胞の積み重ねで人工の生体組織を製造する研究で、直径1mmのバイオチューブを製造。将来、血管の代わりになることが期待されている

美容外科分野でも不要な肉、骨など組織を取り除く研究が進行中

環境：3D-Pは石油消費の少ない低環境負荷の点で有望なものづくり方法。生産のローカル化で製品の貯蔵、輸送のエネルギー消費が削減。また、修理用部品のデータを保管することにより、修理して使い続ける傾向も高まり、廃棄物の減量、資源の消費が圧倒的に低減

新しいサービスの可能性：

3Dモデリングサービス&トレーニングサービス - 3Dデータを生み出す仕事とそれができる人を増やす活動(教育、コンサルティング、トレーニング)

モデリングサービス - とくに3D-Pを使って少量のパーツやグッズを作りたい個人向け

教育サービス - さらに個人で3DCAD、3DCGを使って3D-Pを利用できるようにして、利用の裾野を広げるための定常的な教育コース

表63-4 次世代産業用3D-P開発プロジェクト目標

項目	2018年度末の最終目標
積層造形速度	500cc/h以上
造形物の精度	± 50μm以下(電子ビーム方式)
	± 20μm以下(レーザー方式)
造形サイズ	1000×1000×600 mm以上
本体販売価格	5000万円以下

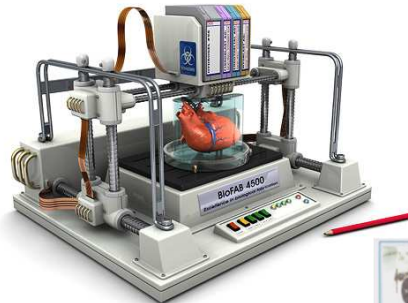


図63-33 バイオプリンティング (Explaining The Future .com)

表63-5 技術研究組合メンバー企業・団体

大学・研究機関	産総研、近畿大、東北大、素形材センター
光源開発	日本電子、多田電子、古河電気
装置開発	MHI、東芝、東芝機械、シーメット、松浦機械製作所
金属材料開発	大同特殊鋼、山陽特殊鋼、群栄化学、福田金属箔粉
技術開発	IHI、KHI、金属技研、木村鋳造所、コイワイ、コマツ、コマツキャスタックス、住友精密、ナカシマメディカル、日産、パナソニック、パナソニックエコシステムズ、ホンダ、矢崎総業、矢崎部品

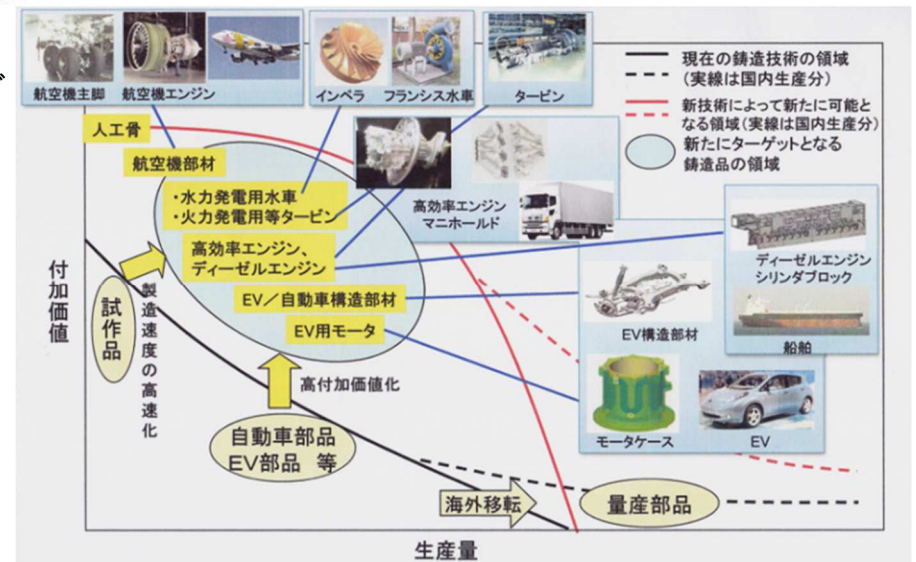


図63-34 今後目指すべき鑄造の製品領域 (産総研) 56

2017年度に投入予定の試作版3機種					
開発元	熱源	方式	最大造形サイズ	造形速度	寸法精度
三菱重工業	レーザー	LMD	300 ^{mm} ×300 ^{mm} ×100 ^{mm}	毎時250cc	±50 ^{μm}
東芝、東芝機械	レーザー	LMD	300 ^{mm} ×300 ^{mm} ×100 ^{mm}	毎時250cc	±50 ^{μm}
日本電子	電子ビーム	SLM	300 ^{mm} ×300 ^{mm} ×600 ^{mm}	毎時250cc	±100 ^{μm}

次世代産業用3D-P技術開発事業化計画（次世代3D積層造形技術総合開発機構 / TRAFAM） 日刊工業新聞2016.6.10

次世代型産業用3Dプリンター技術開発 (目標：2018年度末)				
タイプ	積層造形速度cc/h	造形物の精度μm	最大造形サイズmm	販売価格(装置本体)
電子ビーム方式(最終目標)	500	±50	□1000×600	5000万円以下
レーザービーム方式(最終目標)	500	±20	□1000×600	5000万円以下



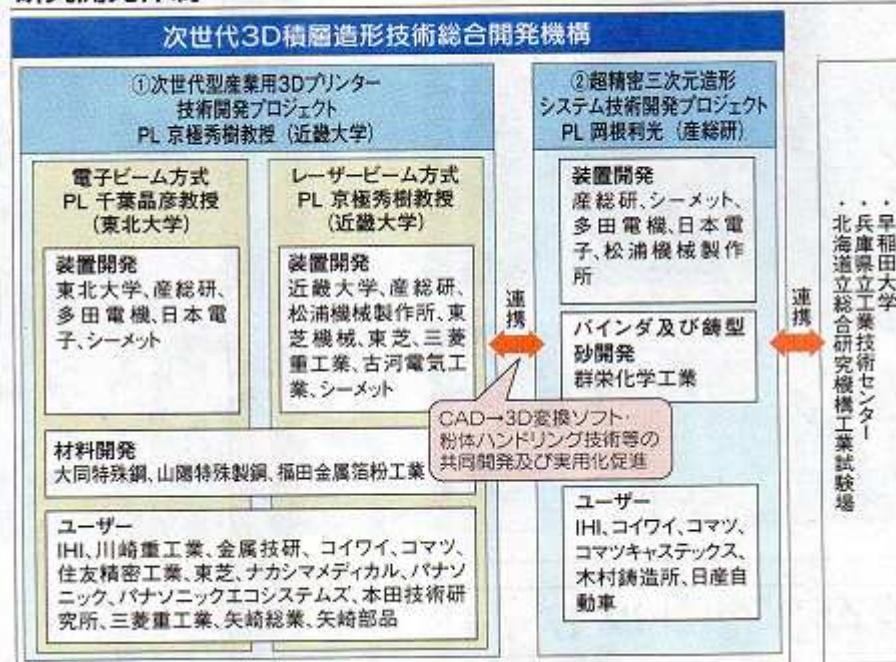
①次世代型産業用3Dプリンター技術開発

2015年度までに一次試作機の開発を行い、2018年度までに世界一の造形速度、造形精度を有する次世代型産業用3Dプリンターを完成させ、2019年度末までには装置の販売を開始する。

②積層造形装置の開発

2015年度にプロトタイプ機を実用化し、2016年度後期からは積層造形速度5万cc/hの三次元砂型積層造形装置の販売を開始する。最終形となる積層造形速度10万cc/hの三次元砂型積層造形装置は2018年度より販売を開始する。

研究開発体制



日刊工業新聞2014.5.29

図63-35 次世代産業用3D-P技術開発

課題

健康面、安全面の課題	個人のメイカーズや3Dプリントサービスで製造されたものは、現在の工場生産品のような徹底的な品質管理を受けないので壊れ易い。それによる2次被害、使用素材の健康への悪影響などで十分な対策がとられにくい。取扱説明書も不十分なものが多くなる。また、3D-Pによる銃の製造、鍵の複製など反社会的な製造物が容易に作られ易いので法律上の防御策も急がれる
中小ものづくり企業の今後の対応	日本のものづくり企業は3D-CAD等のデータを活用したデジタル化の動きに対応し、製造技術を高めてきた。受注型産業の多くの中小企業では従来の加工技術に安住せず、製品設計の変化に対応した発注形式の変化やネットワーク型モノづくりに社会全体の大きな環境変化を見極め、先手を打って3D-Pを活用した対応が必要
倉庫レスシステム	補用部品を3D-Pで短時間に作成することにより、部品のストックをゼロにすることができる。軍事基地で機材の交換部品、航空機の整備基地における内装品の交換補修、その他自動車、鉄道、船舶の整備工場でも補用品ストックを大幅に抑えることが可能となる
知的所有権問題	3D-Pでモノづくりする際の知的所有権侵害の問題は現時点で不確定要素が多い。対象法規は特許法、意匠法、製造物責任法(PL法)。一般的に製品を家庭内など個人的に使う際には問題はないと思われるが、発表、販売には要注意。3D-P機械は一般の工作機械と同等の考え方で、製品のPL法対象とは考え難い
標準化	新しい製品・システムが市場に広がり始めると世界での標準化が進められる。3D-Pも今この時期にさしかかっており、自己の国、企業の方式が市場で実質的な基準となる(=デファクトスタンダード)ことは市場競争で有利となるので、ISOなどでの標準化の動きに乗り遅れないようにしなければならない



図63-36 3D-Pによる銃の自作問題

知的所有権問題 (日本経済新聞2014.4.7)

ものを作る

意匠法、商標法、特許法

個人が既製品を修理し易くなり、修理業者やメーカーのビジネスが圧迫される可能性がある(事業ではないので知的財産権の侵害は問えない)

著作権法

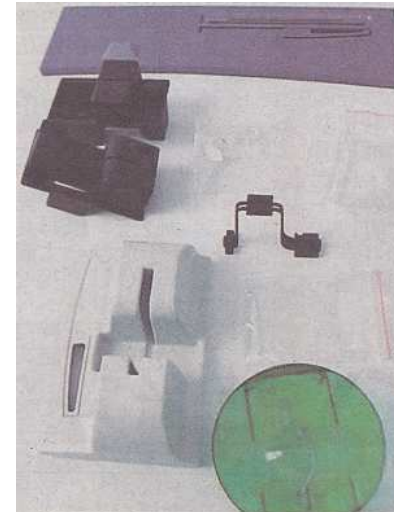
個人が他人の著作物をファブラボ等外部施設の3D-Pなどで複製した場合、施設側が法律違反を問われるかどうかあいまい

できたものを使う

製造物責任法

- 個人が付加した部品が壊れた場合の責任の所在が不明
- 個人が作ったものを販売して事故が起きた場合どこまで製造物責任を負わせるべきか要検討

図63-37 3D-Pに関わる知的所有権問題



3Dプリンターで製造されたとみられるATM(現金自動出入機)の偽のカード挿入口=いずれもトレンドマイクロ提供



図63-38 3D-Pによる犯罪問題

キーワード

ラピッドプロトタイプング	モノづくりの試作、開発段階で、3D-CADを使い、直接部品や治工具を製作し、部品のデザインや使い勝手、性能の確認のため量産品にできるだけ近い試作品を短期間に得ることで、3D-Pが使われる (Weblio辞書)
ファブ@ホーム	「アイデアを形にする手段を全ての家庭へと普及させることでイノベーションの民主化を促進する」ことを目的としたオープンソース活動。2006年米コーネル大学のコンピュティショナル・シンセシス研究所より開始
FabLab (ファブラボ)	2002年MITガシェンドルフの主導で始まった実験的な市民工房ネットワーク。ものづくりを多くの人に広げるため4種の神器などを市民にオープンに提供、2013年8月には50ヶ国200ヶ所以上に拠点を開設。日本ではファブラボ・ジャパンが2010年に設立され、2011年には、つくば、鎌倉に開設、以降全国各地で開設が続く
レーザカッター	レーザの光を用いてアクリル、木材、紙、皮革、金属等の素材に彫刻、切断、マーキングの加工をする工作機械。3D-P、CNC装置と同様卓上4種の神器の一つで、コンピュータに接続されて作動するもので、データを読み込み、対象物に正確な加工を施す。金属の切断は不可能。価格は小型の機種で100万円以上。レーザ発信器には平均寿命があるので、購入時には要確認

参考資料

MAKERS クリス・アンダーソン (関美和 訳) NHK出版 2012.10.25
 3Dプリンターで世界はどう変わるか 水野操 宝島社 2013.10.24
 (特集)3Dプリンター-無限の夢 Newsweek日本版 2013.8.6
 3Dプリンタが創る未来 クリストファー・バーナット(訳 小林啓倫) 日経BP 2013.12.16
 3Dプリンタ - 革命 水野操 (株)ジャムハウス 2013.7.13
 新ものづくり研究会報告書 経済産業省 2014年2月
 (連載 24回)ものづくり革命 3Dプリンターの挑戦 日刊工業新聞社 2013.9.4~11.14
 3Dプリンタ<デスクトップが工房になる> (株)インプレスジャパン 2013年10月
 3Dプリンタではじめるデジタルモノづくり 門田和雄 日刊工業新聞社 2013.10.30
 はじめての3Dプリンタ 水野操ほか 技術評論社 2013.10.25
 ものづくりにおける3Dプリンタ 日本政策投資銀行レポート No.202-1 2013.12.18
 3Dプリンター完全マスター 日経トレンド編集部(編) 日経BP 2013.11.19
 日刊工業新聞の記事
 日経産業新聞の記事
 (特集)理論から実践まで-3Dプリンタが未来を拓く理由 Software Design 2013年8月号
 3Dプリンター導入&制作完全ガイド 原雄司 技術評論社 2014.2.25
 (特集)開花宣言 3Dプリンタ 日経ものづくり 2013年3月
 各HP、パンフレット、新聞・雑誌記事

注) 印はSFI#62(概況編)と共通