

今話題の3Dプリンターとは 現状と将来

東京工業大学大学院理工学研究科

萩原恒夫

2013年06月06日

E-mail: hagi@hino.email.ne.jp

<http://www.thagiwara.jp>

講演内容

- 背景
- 三次元積層造形とは
- 三次元積層造形; ラピッドプロトタイプイング(RP→AM) から3Dプリンターへ
- 3Dプリンターの現状
- 今後の動向

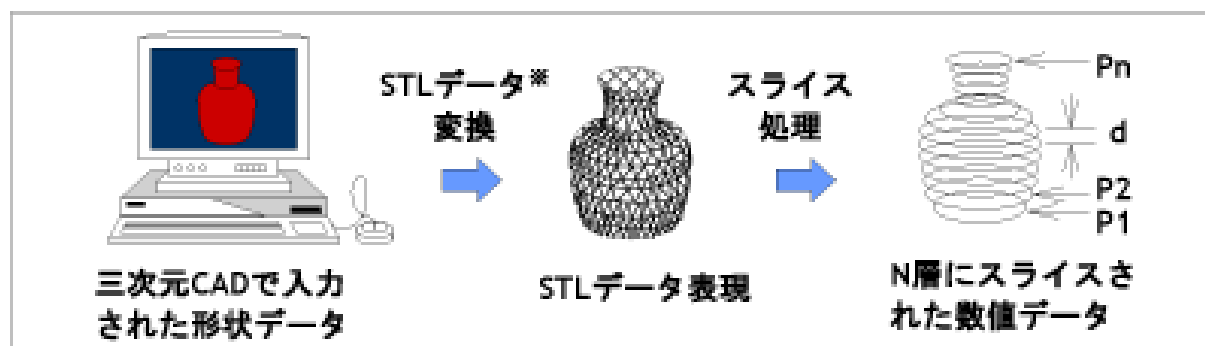
3次元積層造形; Additive Manufacturing = AMとは

- 3次元CADデータをもとに、
- 液状の光硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、粉末樹脂、金属粉末等を用い
- レーザビーム、電子ビーム、InkJet、溶融押出し等で一層ずつ積層することにより、成形用の型や切削工具等を用いずに **3次元立体モデル** を **(精度良く)作成する技術**。
- 当初 試作 → 迅速に試作: Rapid Prototyping (RP)
- その後 Additive Manufacturing (ASTMで定義)
- Z PrinterやStratasys Dimension, u-Print → 3D Printer

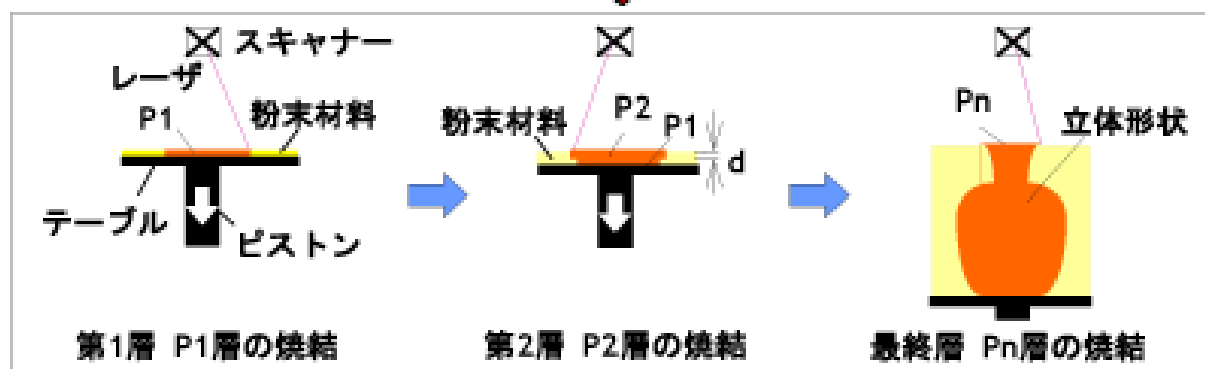
最近では積層造形装置すべてを “**3D Printer**”

3次元積層造形法のしくみ (Additive Manufacturing: AM)

アспект社HPより

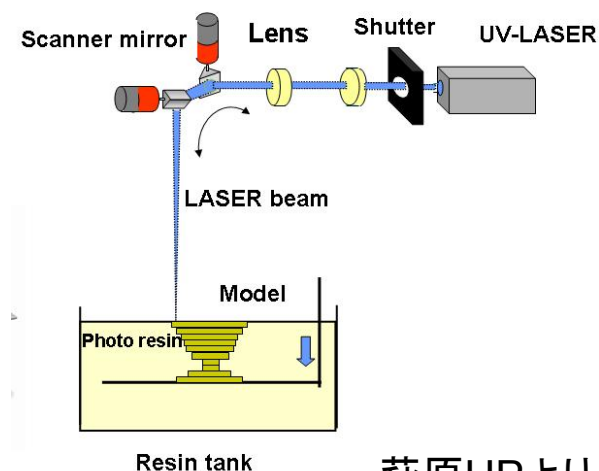


粉末焼結



※ STL データとは、3 角パッチからなるデータ構造です。STL データ変換とは、曲面を 3 角パッチのモザイクで近似することです。

光造形

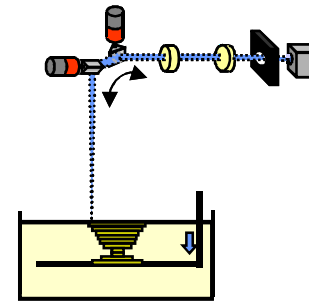


萩原HPより

各種三次元積層造形法(AM法)

▶ 光造形法 (Stereolithography: SLA)

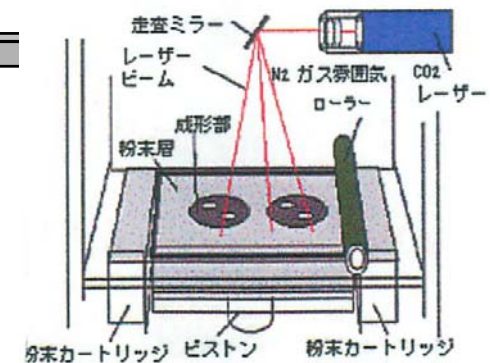
液状感光性樹脂／レーザービーム



光造形(SLA)

▶ 粉末焼結積層法 (Selective Laser Sintering: SLS/Selective Laser Melting: SLM)

ナイロン・金属粉末／炭酸ガスレーザー
ファイバーレーザー

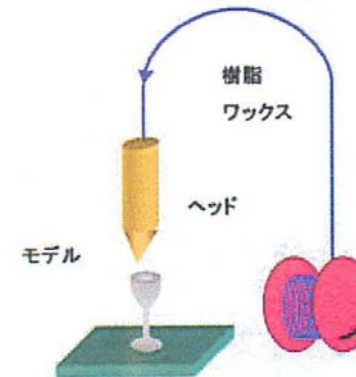


SLS/SLM

▶ 熔融樹脂積層法

(Fused Deposition Modeling: FDM)

ABS ワイヤなど／熔融押し出し

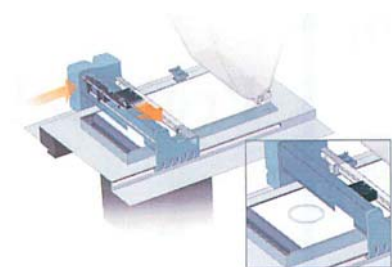


FDM

▶ Inkjet法 (Z-Printer, Objet)

Z-Prn: 石膏粉末／水

Objet: 光硬化性樹脂／ランプ

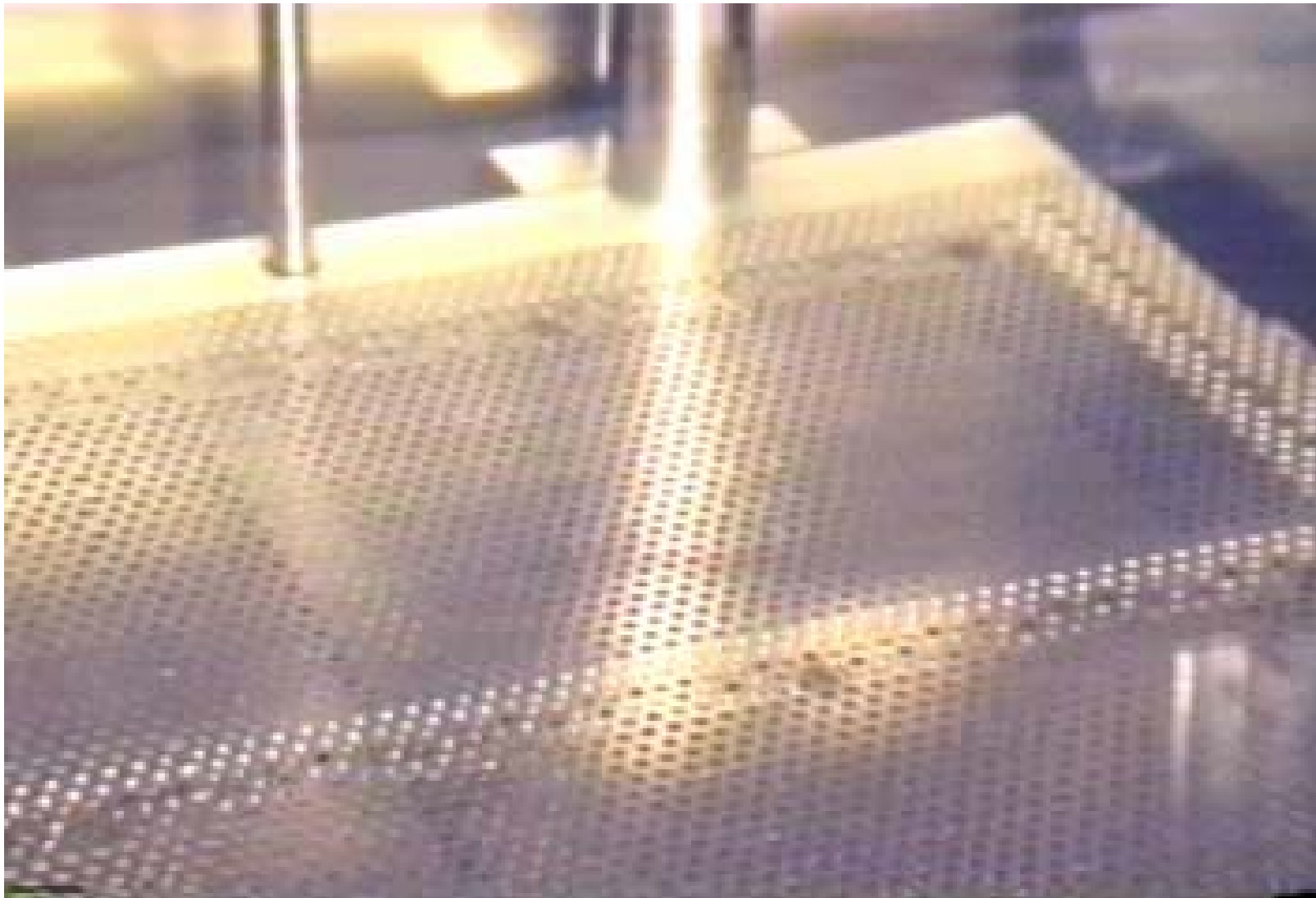


Inkjet

▶ その他 (Laser Energy Net Shaping: LENS法、Laminated Object Manufacturing: LOM etc.)

Fe, Ni 金属粉末／炭酸ガスレーザーなど
紙／ナイフなど

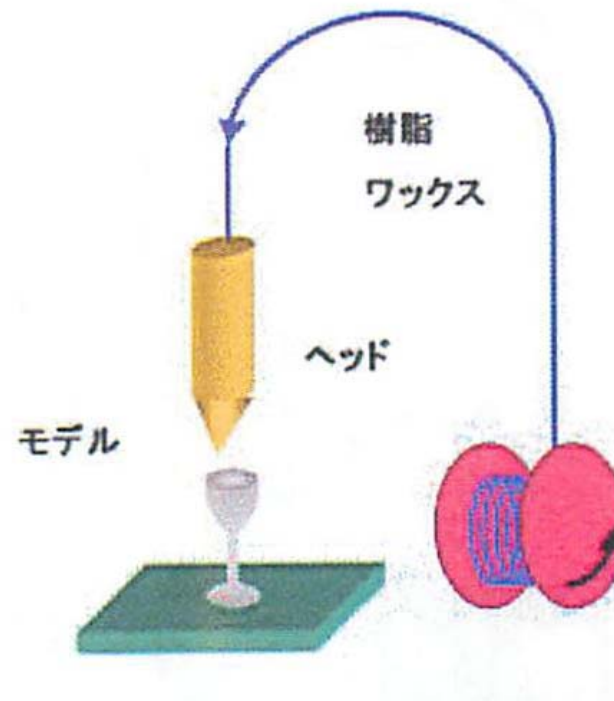
光造形法(SLA)



粉末焼結積層法(SLS: Selective Laser Sintering, SLM: Selective Laser Melting)



熔融樹脂積層法:FDM (Fused Deposition Modeling)



Inkjet Print法



光造形誕生から3Dプリンターへ30余年の歴史

日本発 世界的大発明

- 1981 小玉秀男氏(名古屋市工試) 基本コンセプト発表(特許・論文)
- 1982 A. Herbert(3M社) 光造形システムの論文発表
- 1984 丸谷洋二氏(大阪府立総研) 論文発表
- 1984 C. Hull (UVP=3D systems) 米国特許出願
- 1986 テキサス大学ナイロン粉末のレーザー焼結(DTM社設立) → 3Dシステムズに買収
- 1987 3D Systems社 世界初の光造形実用機 (SLA-1)を製品化
- 1988 三菱商事 丸谷氏の技術に基づきSOUPシステムを製品化 → シーメット社
- 1988? LOM; レーザによる紙積層(イスラエル)
- 1988 Stratasys; 溶融樹脂の積層
- 1989 EOS; ナイロン粉末のレーザー焼結
- 1994 キラ; ナイフによる紙積層(日本)
- 1995 Z-Printer; MITのインクジェットによる粉末積層 → プリンター化
- 1999 Objet; 光硬化性樹脂をインクジェットで積層硬化
- 2000 Envisiontec; DLPによる光硬化性樹脂の積層硬化

2010年前後から各装置の基本特許が切れ 一斉にベンチャーが立ち上がる。
RP, AM, 3Dプリンター業界が2回目の活性化 (最初は1990~1995)

科学

(月・木掲載)

✉ kagaku@asahi.com

トピックス

鈍い菌ほど生き残る

薬剤耐性の遺伝子変異を持つ耐性菌ではなくても、薬剤が効かずに生き残るしくみを東京大の若本祐一准教授らのグループが解明した。

結核菌に近いバクテリアに、抗生物質を与えた際の反応を解析。遺伝情報は同じで

も、薬剤に対する反応が鈍く、薬剤の効果を高める酵素を作る働きが弱い細胞が生き残ることがわかった。若本准教授は「結核の投薬治療が長引くのに、この「生き残り」現象が関係している。感染症治療の効率化や薬剤開発、投薬による治療法の改善などへの応用にもつながる」と話す。

南極観測ヘリに予算

文部科学省は今年度補正予算案で、南極観測船「しらせ」に搭載する大型輸送ヘリコプター1機の購入費として34億円を計上した。

ヘリはもともと3機あったが、財政難で補充できず、09年から2機に減った。以前は

2機を南極に送り、1機は予備で修理に出したりしていたが、09年以降、修理が長期化するなどで2季連続で1機しか南極に出せず、観測事業に影響が出ていた。受注してから生産するため、配備は16年度になる見通し。購入は分割払いで、次年度以降の計上予定も合わせた購入総額は63億円。

マウスの聴力、薬で回復

大音量を浴びて音を感じ取る細胞が壊れたマウスの聴力を、薬で回復することに、慶応大や米ハーバード大などのチームが成功した。聴力の新治療法につながる成果だ。

チームは、音を感じ取る有毛細胞のもとになる細胞をマ

ウスの耳から取り出し、様々な薬剤を振りかけて、最も効率よく有毛細胞に変化させる薬剤を探し出した。その薬剤を、音を電気信号に変換して脳に伝える「蝸牛(かきゅう)」という場所の有毛細胞が壊れたマウスの耳に手術で注入。有毛細胞をくるんでいた別の細胞が有毛細胞に変化した。

欲しい物、家で「印刷」

3Dプリンターで産業革命?

コンピューターに保存した設計図から、簡単な操作で立体製品を作り出せる「3Dプリンター」。将来、家庭に導入されれば、机の上が製造工場に早変わりするかもしれない。規格品の大量生産から、多品種生産へと、もの作りを根底から変える可能性を秘めた技術とは――。

七五三や入学式の記念に撮る家族の写真。アルバムにとじられ、やがて思い出の一ページになる。そんな写真の人物像が、3次元のフィギュアに代わる――。

昨年暮れ、都内で家族のフィギュアをつくる「3D写真館」が開かれ、大勢の若者らが詰めかけた。主催した株式会社パーティーは、「イベントへの誘いなど、様々な声をかけて頂いた。いずれまた開催したい」という。

フィギュアになるまでの手順は簡単だ。光を当てて立体を計測するスキャナーを使い、ポーズをとった人物の表面の凹凸や色を15分ほどかけて「撮影」。得られた数値データに、指と指の隙間のような細部を補うデータ加工をしたうえで、パソコンから立体造形装置である3Dプリンターに入力すると、1体2時間ほどで石膏製のフィギュアができる。

多品種生産に威力

パソコンにプリンターをつないで印刷するのと同じように簡便な3Dプリンターは、デザイン事務所が作る試作品、工場の生産ラインの設備や部品、医療現場での歯型や人工骨に応用されつつある。

こうした立体の製品は通常、溶かした樹脂などの原料を、金型などの型に流し込んで作る。一度金型を作れば、製品を

簡単に大量生産できるが、多様なニーズに対応できないし、製品に不具合が見つければ金型を作り直さなければならぬ。金型自体、高度な産業機械となりえるので、漏洩を防ぐ手立ても必要だ。一方、3Dプリンターは多品種を生産する現場で威力を発揮する。パソコンで入力データを変えるだけで済むからだ。

3Dプリンターには様々な手法がある。実用化が始まった1980年代当時主流だったのは「光造形」。光を当てると硬くなる液体樹脂をパスタのような入れ物にいれ、レーザー光を当てて固める。レーザー光の焦点を縦横に動かして自在に造形する。

「積層型」は光を使わず、熱でドロドロに溶かしたモデル用樹脂を、土台となるサポート用樹脂の上にノズルで吹き付け、冷やして固める。ケーキの上にホイップクリームをのせて飾り付けるように、ノズルを動かしてひと筆書きする。硬くて耐久性に優れたABS樹脂などの原料が使える。出力品がそのまま部品などとして利用できる。

他にも、樹脂の細かい粒を吹きつけて造形の精度を高めた「インクジェット型」や、粉末状の原料をのりで固め、インクで色を付けてフルカラーの製品を作る「粉末型」がある。冒頭の家族フィギュアは粉末型で作ったものだ。

製品はデータで流通

3Dプリンターは、医療現場では歯型や補助具への応用が期待され、すでに大学病院などでの導入が始まっている。

東京大学工学系研究科の鄭雄一教授は東大病院と協力し、3Dプリンターで作った人工骨を移植する研究をしている。欠けたり変形したりした骨の部分をCTスキャンで撮影、それを補う人工骨を作って滅菌処理をする。鄭教授は「形が複雑で、しかも患者ごとに違うものが作れる3Dプリンターは医療現場にぴったり」と説明する。10例の臨床研究を実施、さらに他の施設にも広げているという。

工場の生産ラインでは、製品の組み立てに必要な工具の作製に使われている。3Dプリンターを販売する丸紅情報システムズの青柳泰泰さんは「自動車のモデルチェンジや使用部品の変更などで改造が必要になる工具など、少量必要なものに利用できる」という。

工具のほか、部品でも、耐熱性や強度が求められる特殊なものには応用が始まりつつあるという。装置は数百万～数千万円と高価だったが、主要な特許の期限切れに伴い、精度の粗いものが10万円ほどで販売されはじめた。

3Dプリンターが産業や医療現場だけでなく、各家庭に普及したら、製品はモノとしてではなくデータで流通する時代がやってくる。現時点では原料にできる材料が限られ、金属や化学繊維などを複雑に組み合わせた製品はできないが、3Dプリンターメーカー、3Dシステムズジャパンの宇野博事本部長は「あれば便利なものから、必要不可欠なものになり、急速に普及するだろう」とみる。

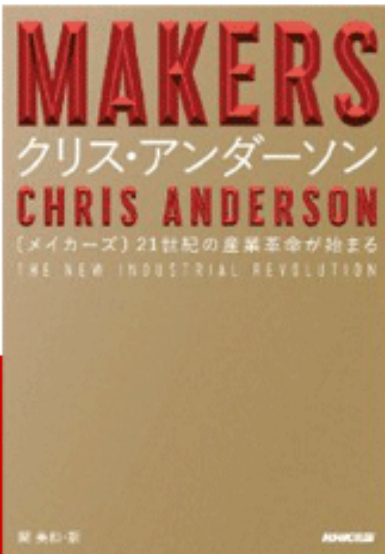
われわれはもしかすると、製造や物流のあり方が根底から変わる「21世紀の産業革命」の入り口にいるのかもしれない。(田中誠士)



今、なぜ 3D Printer なのか？

- 高性能PC／グラフィック環境の成熟
- 3D CADシステムの低価格化と普及
3次元データが比較的簡単に生成できるようになった。
- 積層造形(RP=AM)の経験の蓄積, 技術の大衆化・RM化
- 各種RP(AM)装置の**基本特許切れ**
多くが1980年後半に発明され、20年以上が経過
- FDM方式のオープンソース化
→ 大学発ベンチャー機の大量進出; BfB, Makerbot, RepRapなどの成功
- 生活の質の向上と物作りへの欲求の増大
- クリス・アンダーソン “Makers”ブーム
- 米国オバマ大統領の一般教書演説における3D Printerへの言及
- 経済産業省、内閣府の「ものづくり」への過剰期待
- メディアの過剰反応
→ある種の「バブル」状態

大ベストセラー『フリー』のクリス・アンダーソン最新刊!



MAKERS

[メイカーズ]

21世紀の産業革命が始まる

デジタルによる革命は
これからが本番だ!



『フリー』
配信中!



Chris Anderson

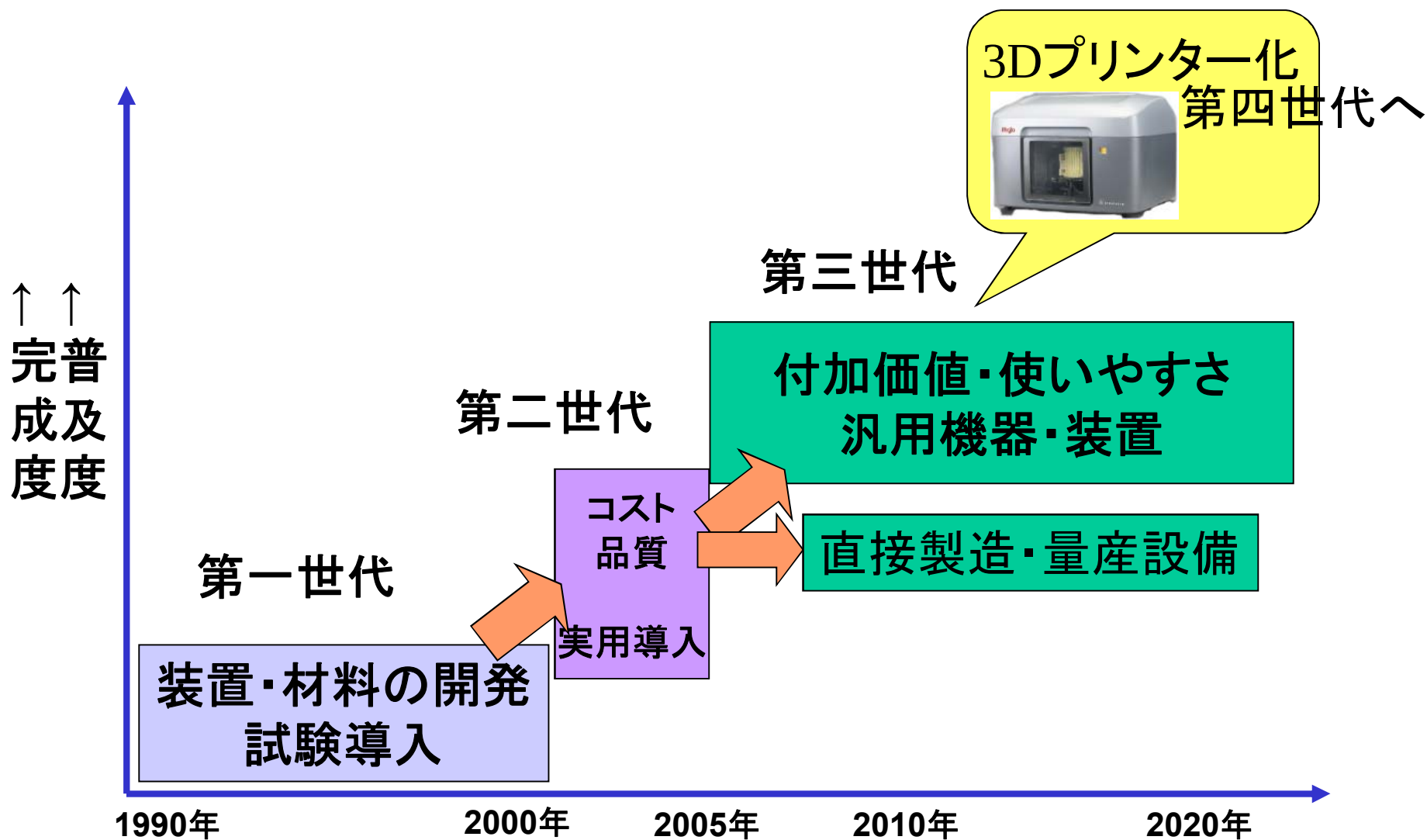
要旨:

3Dプリンターというすごい技術が出てきて、ここ数年で急速に進化している。今はまだ特定の用途にしか使えない技術だが、数年後～10数年後に驚くような進化を遂げるだろうと予測される。そうなれば、第2の産業革命が起きるかもしれない。

The 2013 State of the Union Address by President Obama

- オバマ大統領は、2013年2月13日に行われた一般教書演説のなかで、3Dプリンターに言及し、3つの製造業ハブを立ち上げて積層造形に焦点を当てると話した。大統領は議会に対して、「こうしたハブを15箇所」作り、アメリカが「新しい仕事と製造業の磁石」になるよう注力することを提案した。このハブを設けることで、新しいハイテク産業の雇用が生まれるという。

AM装置市場の推移



“光造形システムSOLIFORM、現状と今後の展開”

萩原総説:「JETI」2000年11月号より

前略……

4. 今後の展望

光造形法は、装置・樹脂ともに改善の余地を多分に含んでいるが、産業界をはじめ、医療分野などに新たな技術革新をもたらす技術と考えられている。今後、この三次元造形システム(RPシステム)がどの方向に発展していくかを筆者なりに予想してみた。

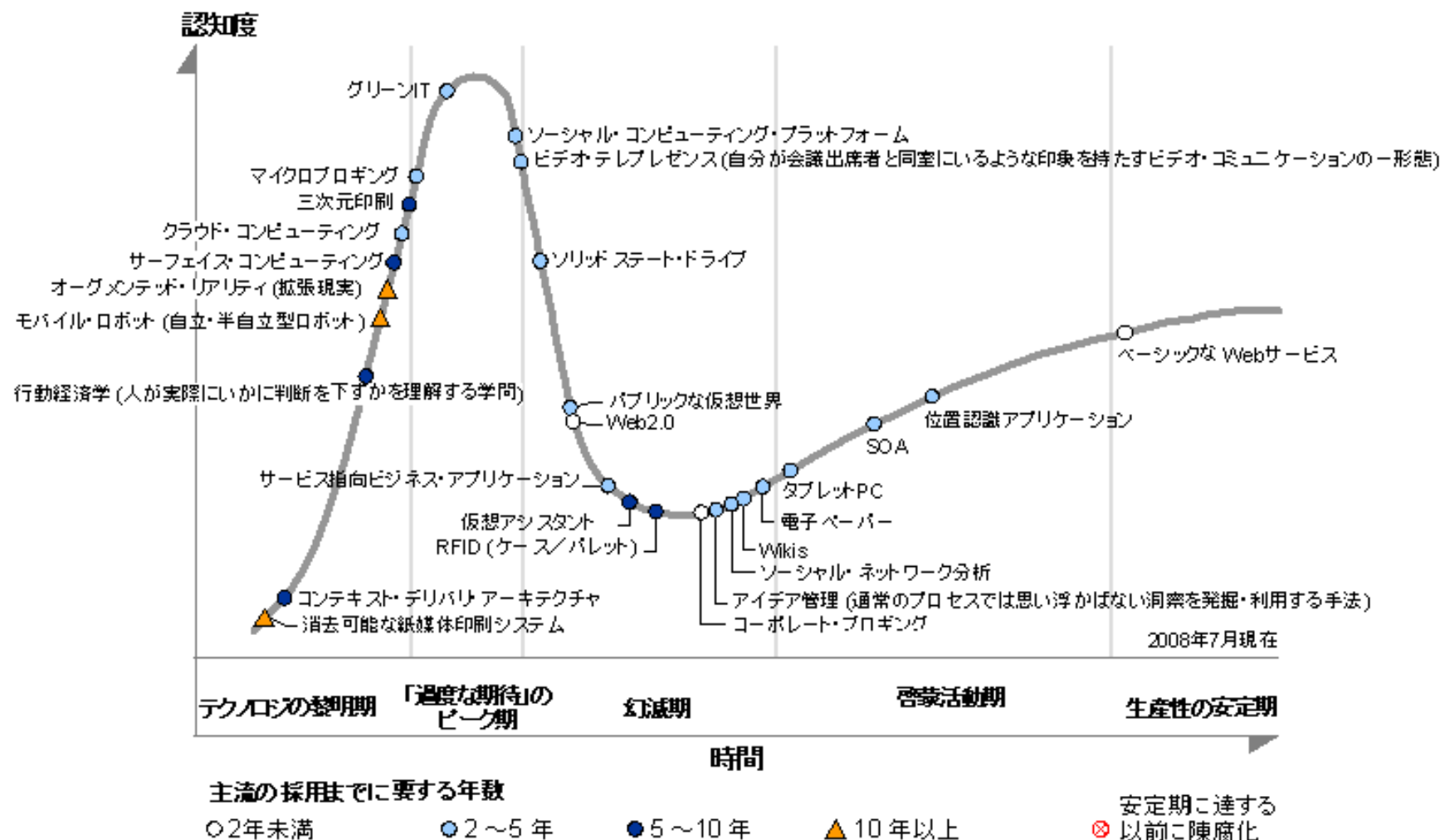
この光造形法の意義は必要な形態のモデルや型を、極めて短時間で早く手に入れることができるところにある。今後3次元CADがパソコン上でワープロを使うように誰でも当たり前のように使われるようになっていき、それぞれの造形方式が改良されていくにつれ、RPシステムもいずれCADのアウトプットとして、極当たり前のように使われる時代がまもなく訪れると思われる。

十数年前、200万円近くした高価なレーザプリンタを我々が数人で使い始めたように、後数年するとグループで1台のRPマシンである三次元プリンターをネットワークで共有する日も近い。CADのアウトプットとしてCADの画面上から「3D Print」というボタンを押せば、数時間後に造形物が三次元プリンターの出口から「コロン」と音をたてて出てくるようなことがやがてくるものと想像している。この造形物をエンジニアは、手にとって眺めながら次のデザインを考えるであろう。

……後略

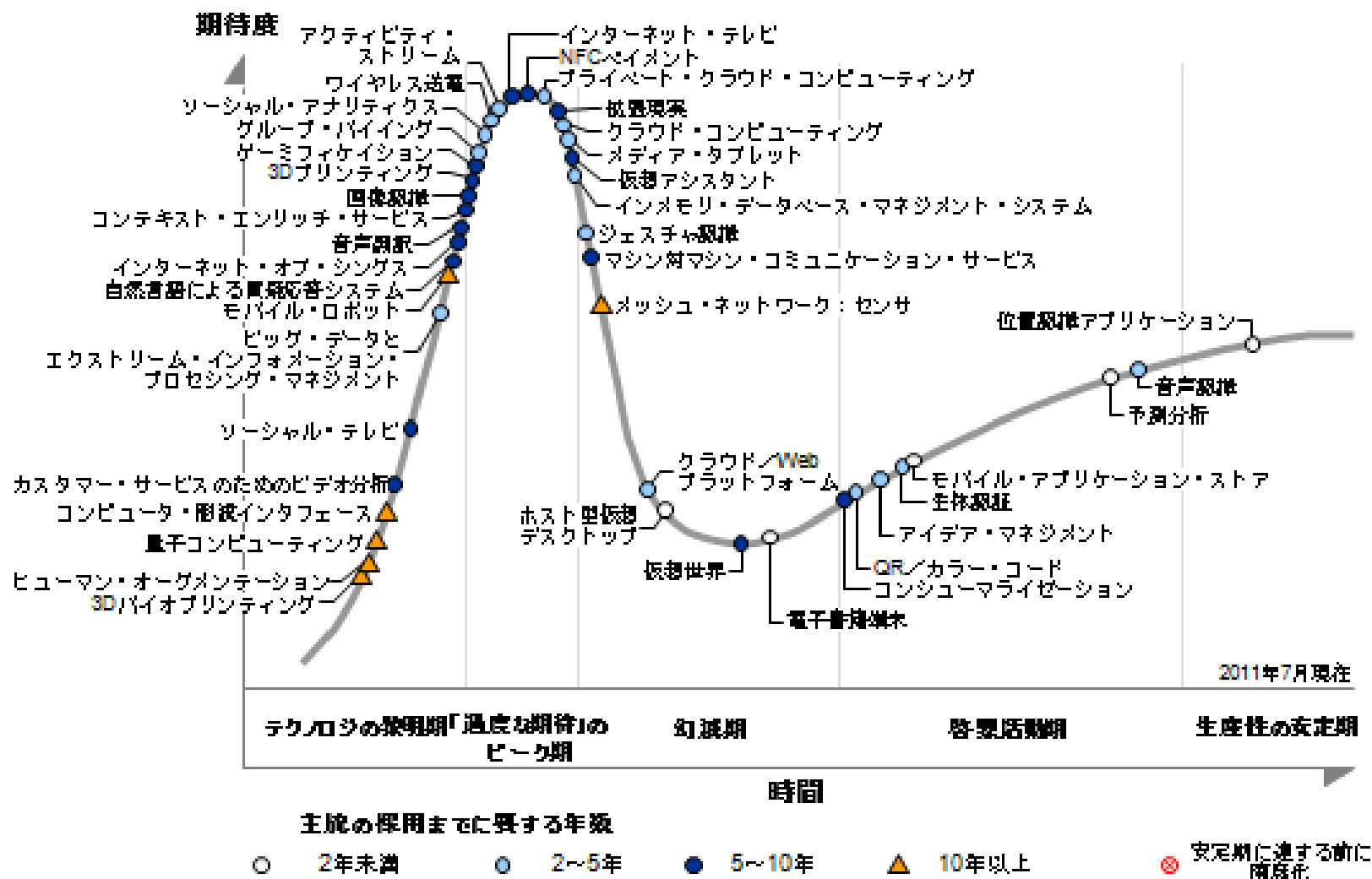
先端テクノロジーのハイプサイクル

ガートナー・ジャパン 2008



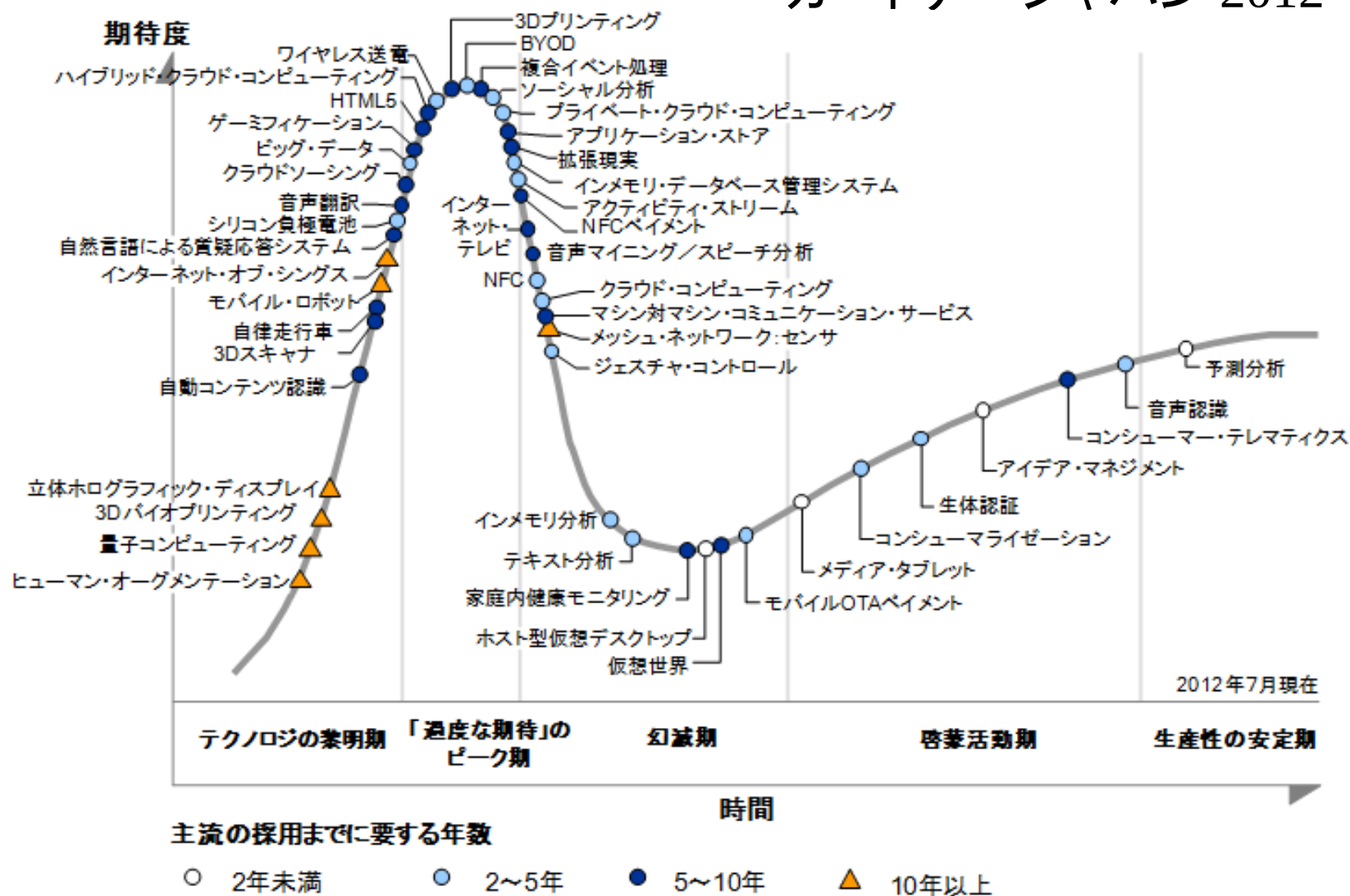
先端テクノロジーのハイプサイクル

ガートナー・ジャパン 2011



先端テクノロジーのハイプサイクル

ガートナー・ジャパン 2012



3D Printer on TV



3D Printer on TV 2



AM(3D Printer)装置の実際例

光造形(SLA)



NRM-6000/CMET

粉末焼結積層 (SLS)



EOSINT P800/EOS



iPro8000/3Dsystems



sPro230/3Dsystems

AM(3D Printer)装置の実際例 (つづき)

Inkjet法



ProJet 660 Pro



FDM法



FORTUS 400



Inkjet法(光硬化)



Objet 500 CONNEX



(Personal) 3D Printer/FDM法



U-Print



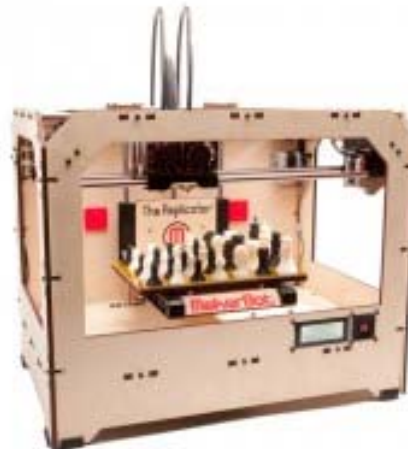
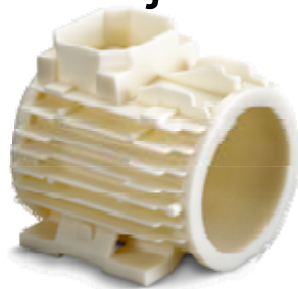
Bits from Bites (BfB)



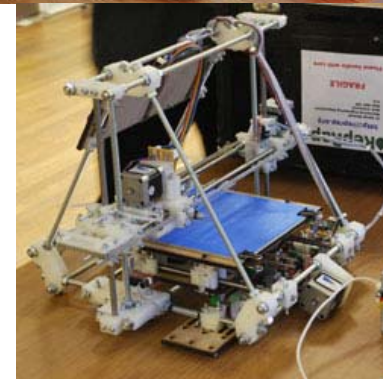
Cube



mojo

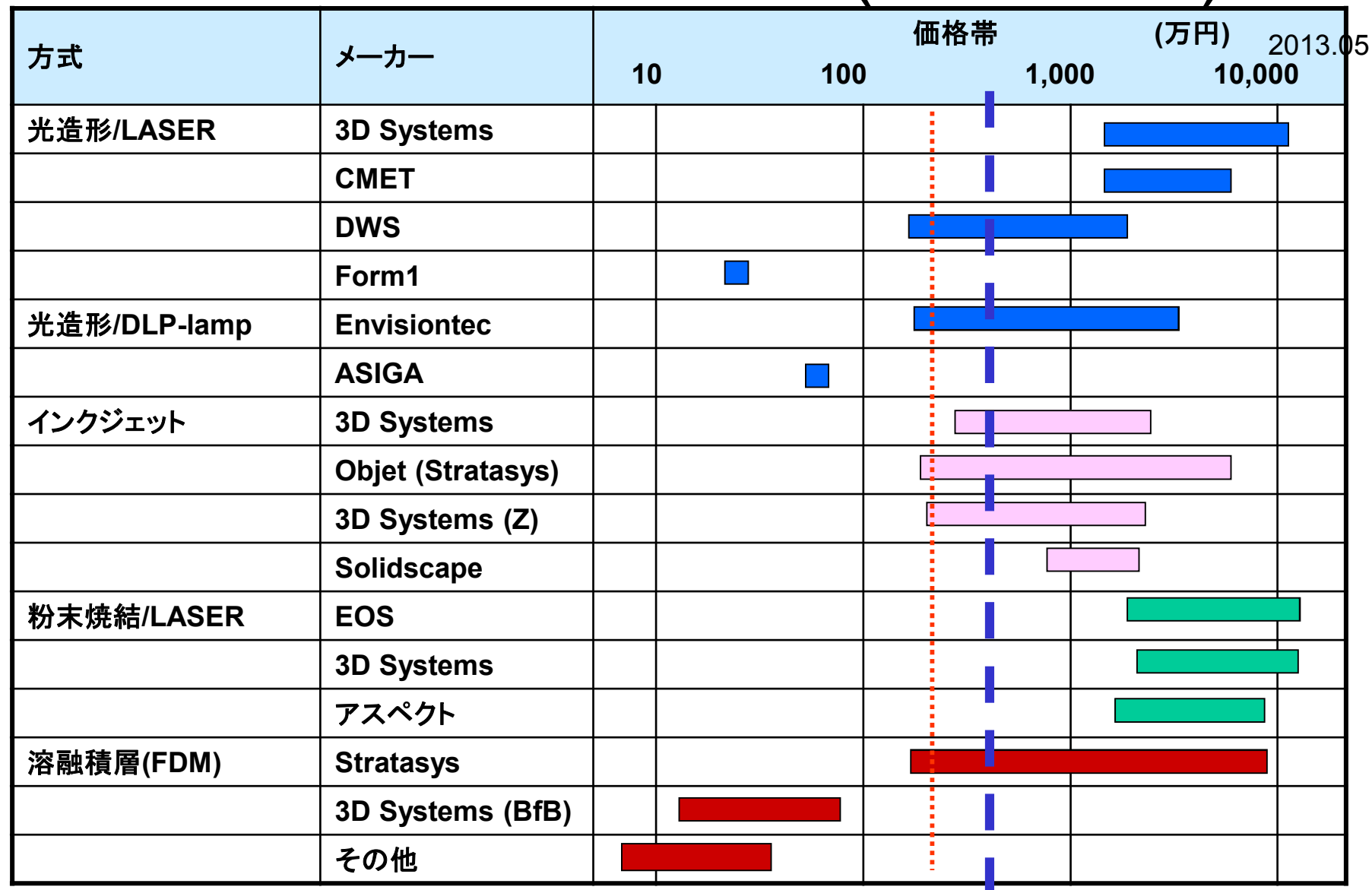


Makerbot Replicater



RepRap

3DPrinterの価格帯(対数表示)



3DPrinterの材料例

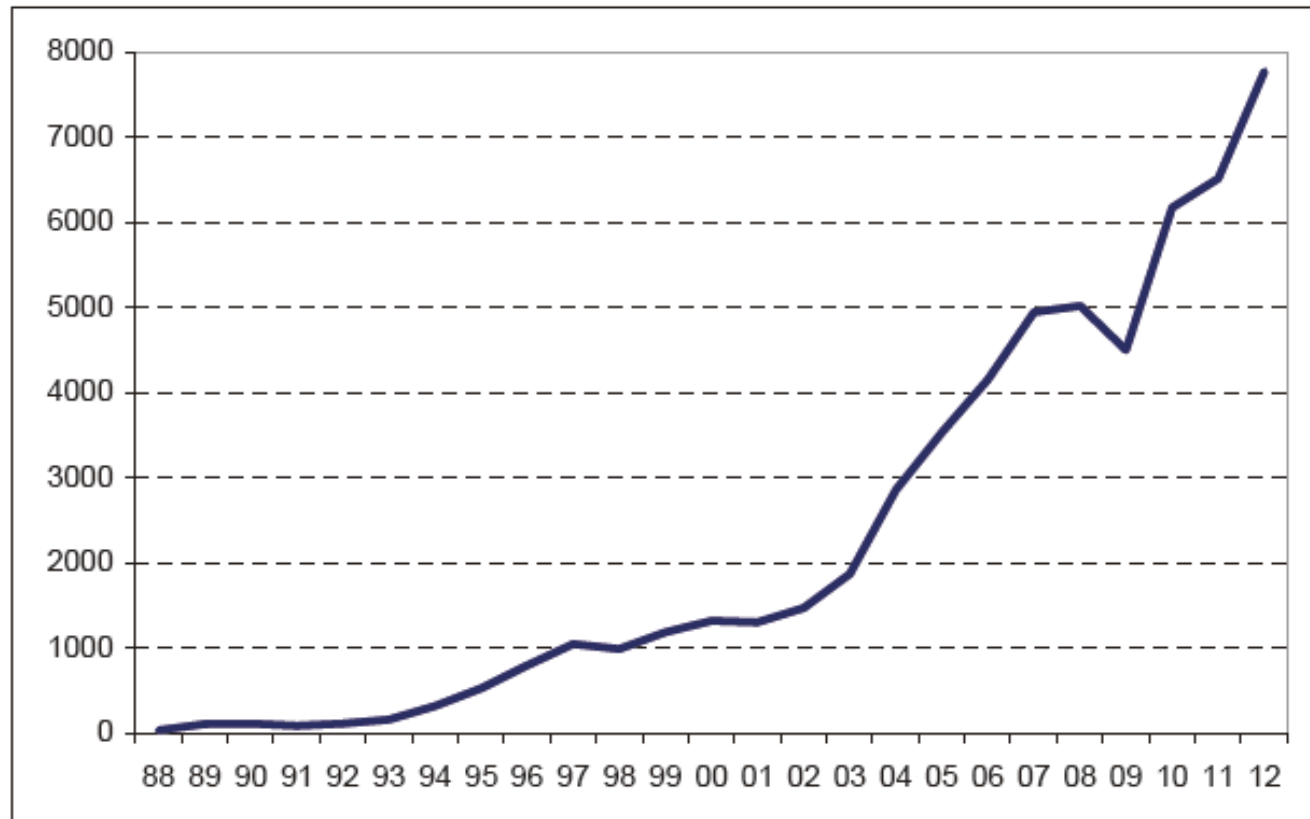
2013.05

方式	メーカー	材料		主用途
		カテゴリー	具体例	
光造形/LASER	3D Systems	光硬化性樹脂	エポキシ／アクリレートハイブリッド	試作分野
	CMET	光硬化性樹脂	エポキシ／アクリレートハイブリッド	試作分野
	DWS	光硬化性樹脂	アクリレート系	宝飾、歯科
	Form1	光硬化性樹脂	アクリレート系	ホビー
光造形/DLP-lamp	Envisiontec	光硬化性樹脂	アクリレート系	宝飾、歯科
	ASIGA	光硬化性樹脂	アクリレート系	宝飾、歯科
インクジェット	3D Systems	光硬化性樹脂	アクリレート系／ワックス	宝飾
		光硬化性樹脂	アクリレート系	歯科
	Objet (Stratasys)	光硬化性樹脂	アクリレート系	形状確認
	3D Systems (Z)	石膏	石膏／水	デザイン・フィギュア
	Solidscape	ワックス	ワックス+バインダー樹脂(Polyester)	宝飾
粉末焼結/LASER	EOS	ナイロン、金属粉	PA12, SUS, Ti, Al, Co-Cr	試作、生産
	3D Systems	ナイロン、金属粉	PA12, SUS, Ti, Al, , Co-Cr	試作、生産
	アスペクト	ナイロン、PP	PA12, PP	試作
溶融積層(FDM)	Stratasys	熱可塑性樹脂	ABS, PC, PEI, PPSF etc	試作、形状確認
	3D Systems (BfB)	熱可塑性樹脂	ABS, PLA	形状確認
	RepRap他	熱可塑性樹脂	ABS, PLA	ホビー

各システムの総合比較

	光造形	粉末焼結	溶融樹脂積層	Ink-Jet
	SLA	SLS/SLM	FDM	Z-Printer
主な材料	光硬化性樹脂	ナイロン・金属粉	ABS, PC	石膏
精度	◎	△～○	△～○	×～△
速度	○～◎	△～◎	△～○	◎
モデルサイズ	◎	○	△～◎	◎
モデル材料	○	○～◎	○～◎	△～○
装置サイズ	○	△	○～◎	○～◎
操作性	△	△	◎	◎
装置価格	△～○～◎	△	○～◎	○～◎
総合評価	○	○	○～◎	○

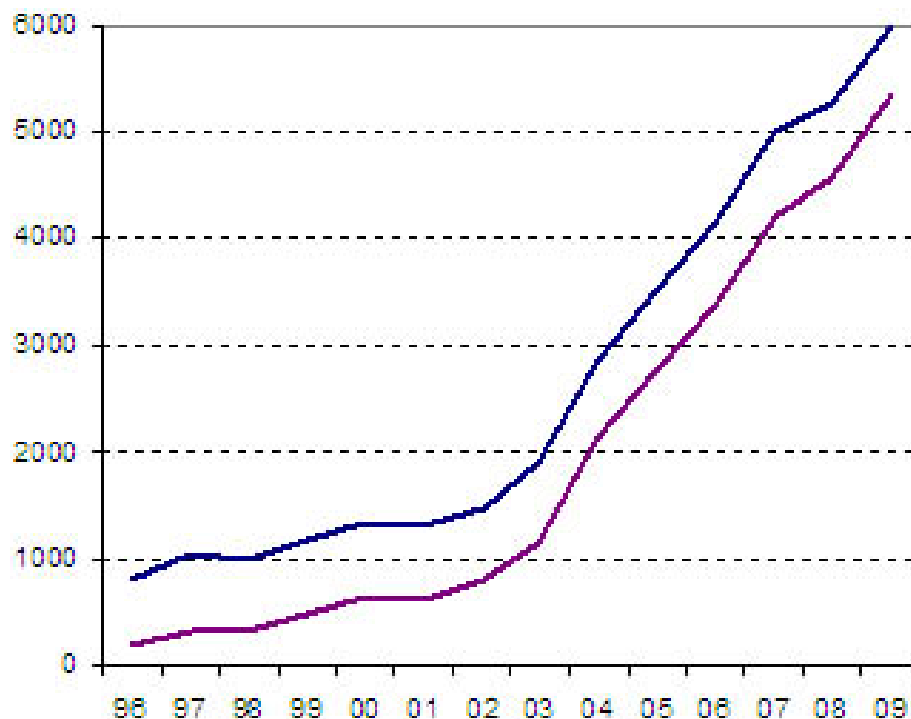
RP, RM機の販売数



Source: Wohlers Associates, Inc.

growth of professional-grade, industrial additive manufacturing systems
priced from \$5,000 to more than \$1 million.

AM装置の販売数 (～2009)

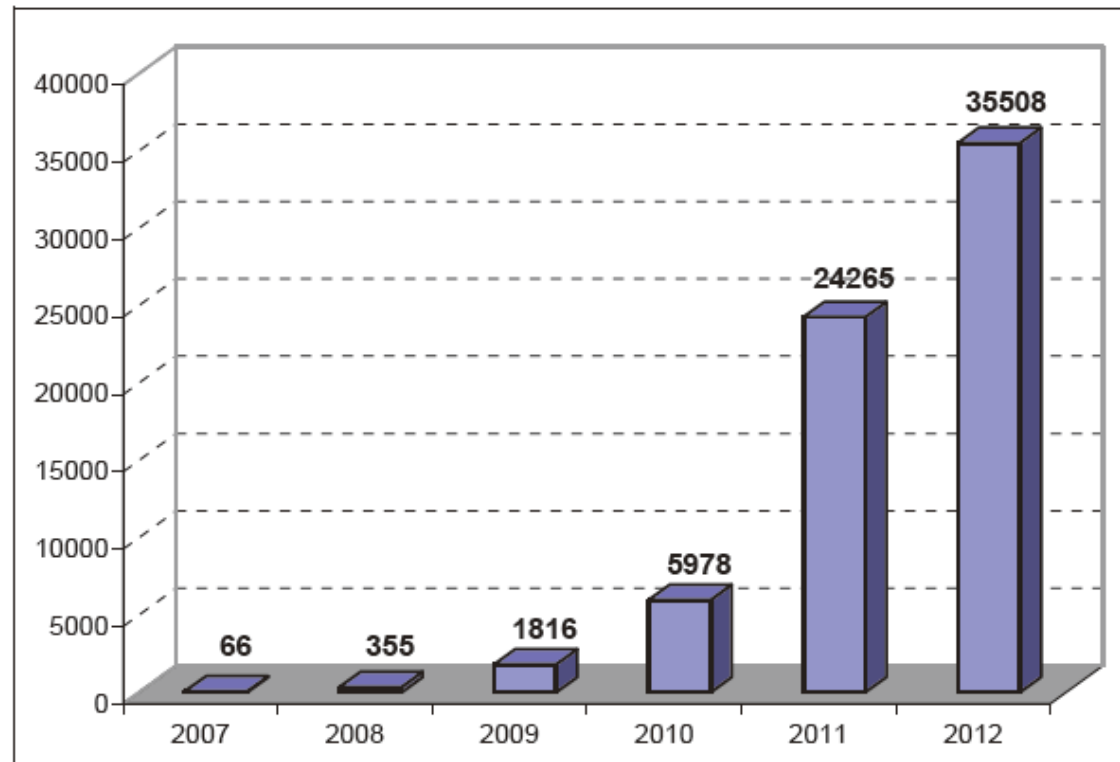


— 全体
— 3D printer
(200万円以上の)

- 販売数の伸びはほとんど3D Printerによる。
- ハイエンド機はほとんど一定数

Source: Wohlers Report 2010

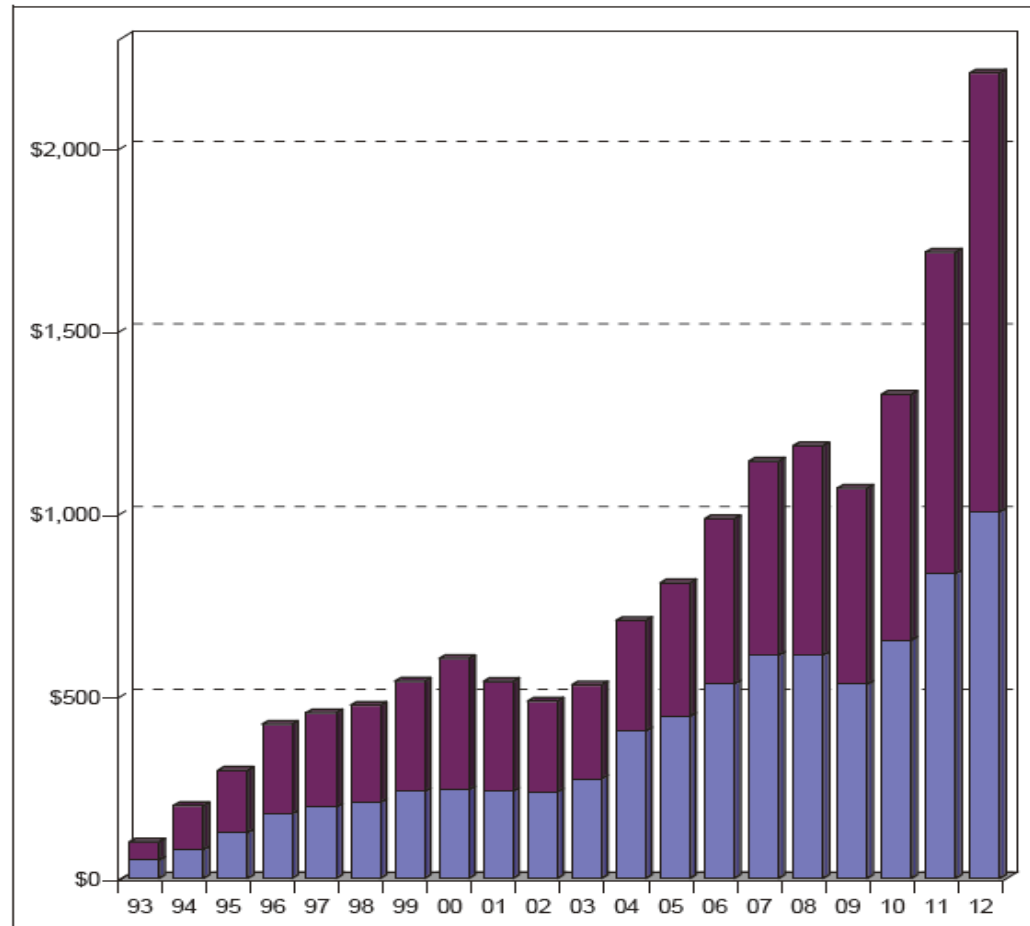
パーソナル3Dプリンターの販売数



Source: Wohlers Associates, Inc.

growth of personal 3D printers, which are priced under \$5,000.
They are not professional-grade, industrial systems.

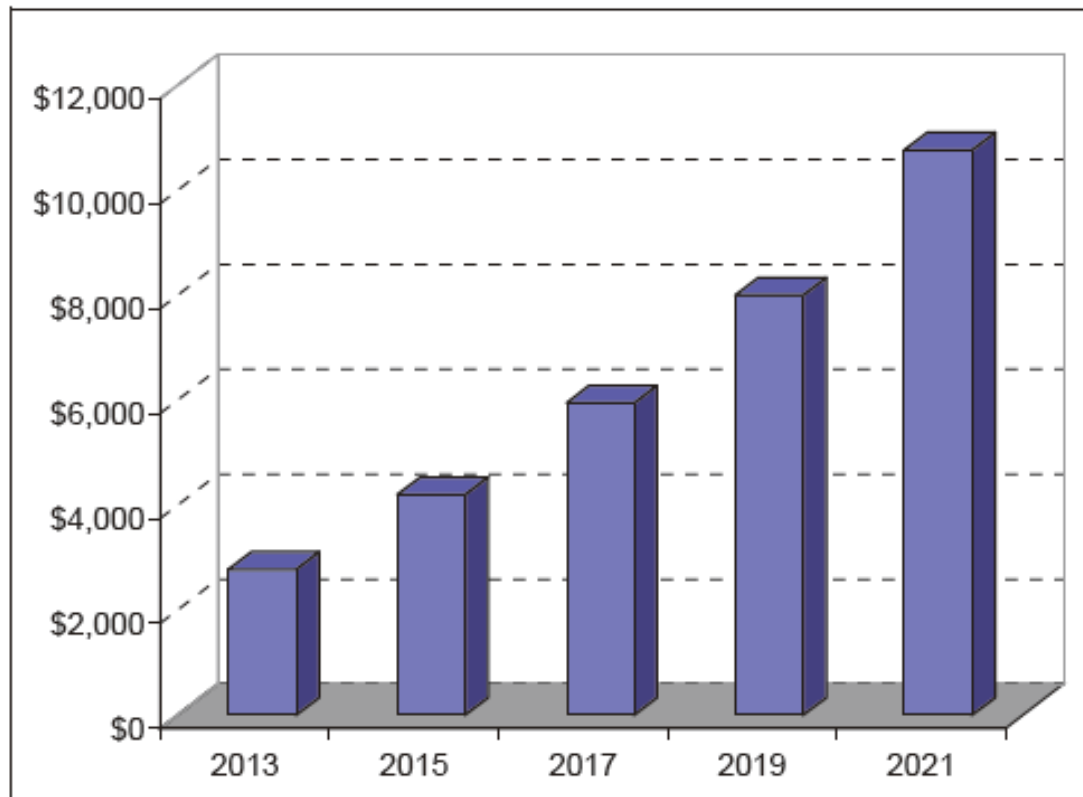
AMの世界マーケット



Source: Wohlers Associates, Inc.

revenue growth of all products (blue) and services (red) directly associated with additive manufacturing and 3D printing. The numbers are in millions of dollars.

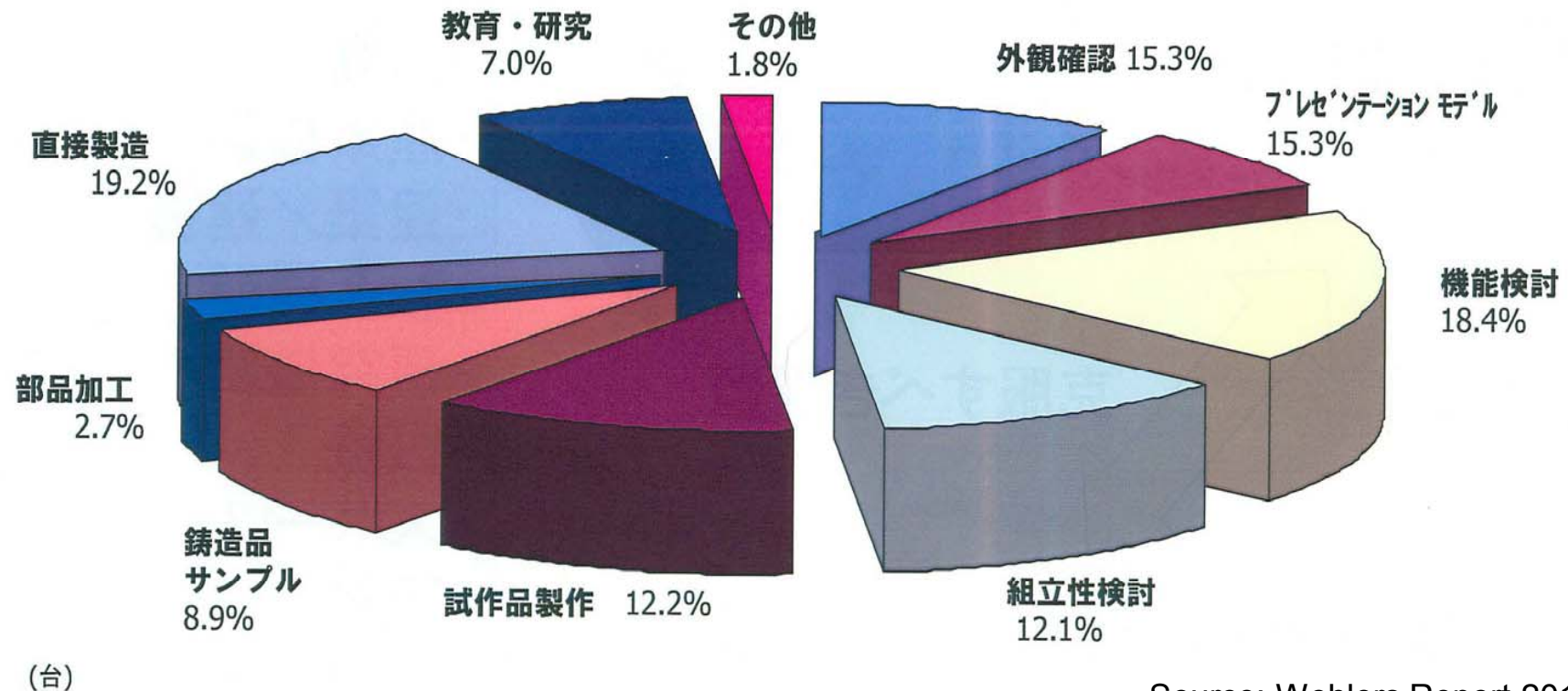
3D Printer市場の予測



Source: Wohlers Associates, Inc.

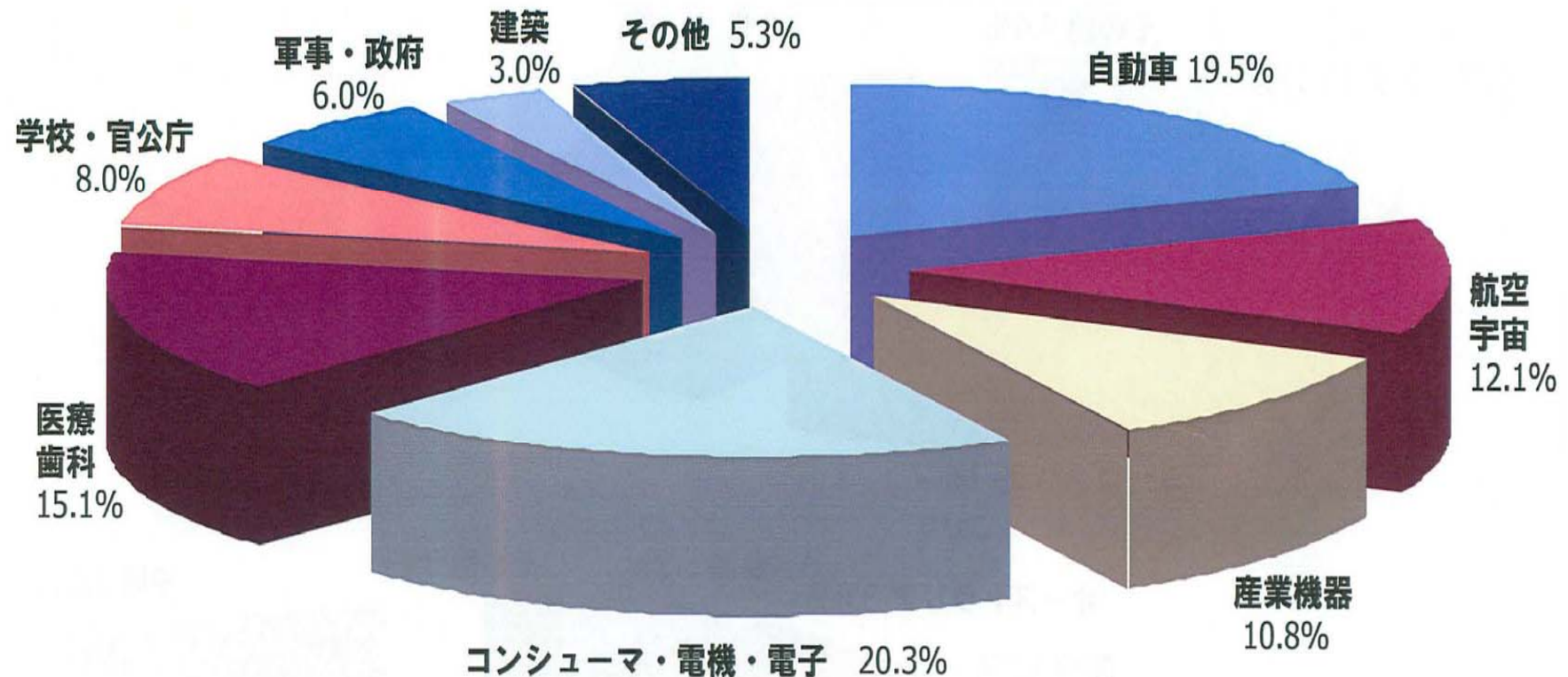
It took the AM industry 20 years to reach \$1 billion in size. In five additional years, the industry generated its second \$1 billion. It is expected to double again, to \$4 billion, in 2015.

現状では どんな用途に使われているか (RP, RM, 3DPrinterすべてで)



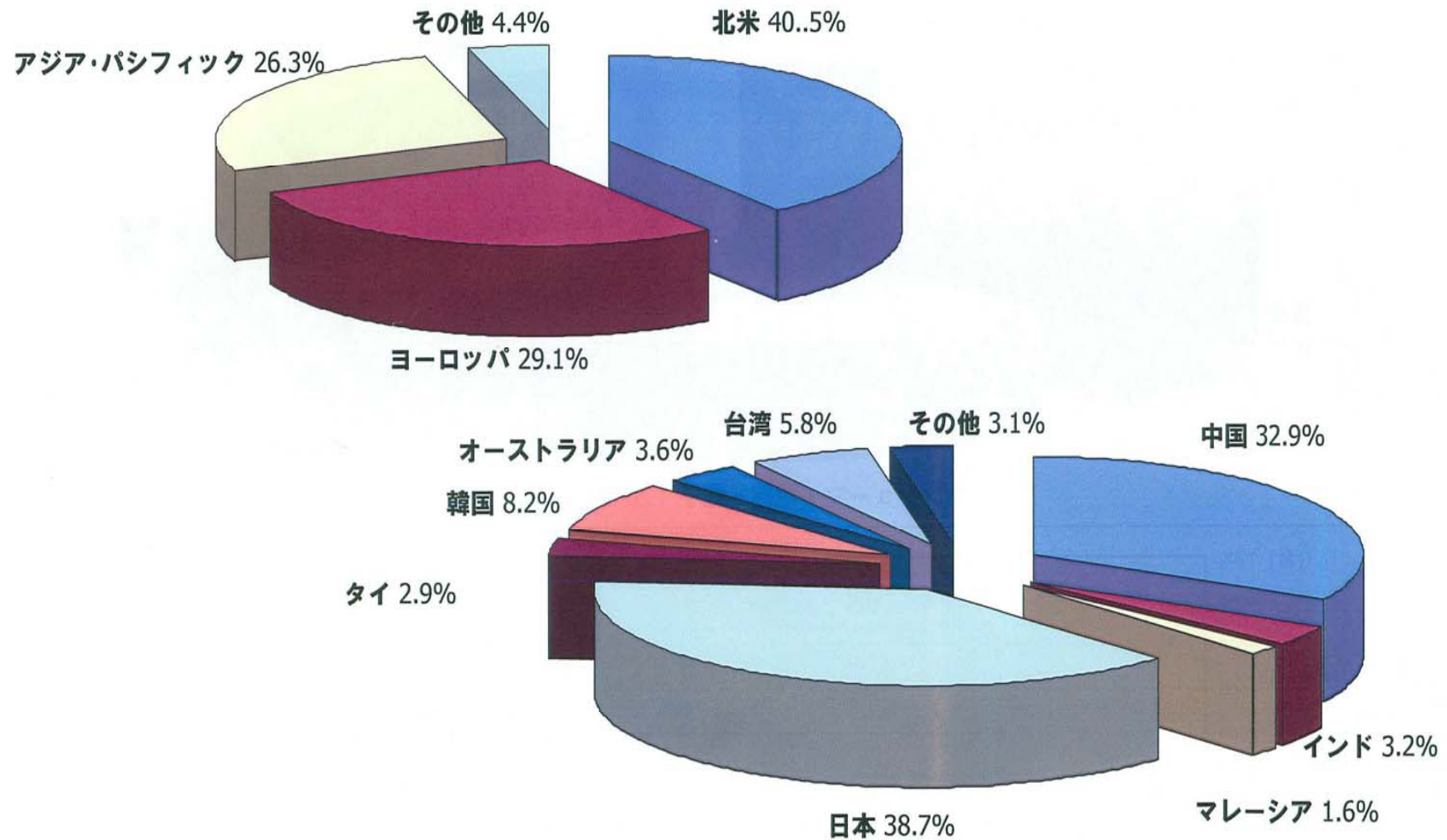
Source: Wohlers Report 2012

どんな分野に使われているか (RP, RM, 3DPrinterすべてで)



Source: Wohlers Report 2012

市場地域



Source: Wohlers Associates, inc.



3DSYSTEMS

[About Us](#) | [Newsroom](#) | [Support](#) | [Investor Relations](#) | [Where to Buy](#) | [Contact](#) | 803.326.3900

English

Google™ Custom Search

Go

3D Content-To-Print Solutions

[Personal Printers](#)

[Professional Printers](#)

[Production Printers](#)

[On Demand Parts](#)

[Digital Content](#)

[3D Software](#)

Life in 3D

Cube is our first 3D printer designed to bring your ideas to life in color, anywhere you are.

[Read more »](#)



Announcements

3D Systems To Acquire Geomagic

A leading global provider of 3D authoring solutions including design, sculpt and scan software tools. [Read More](#)



3D Systems at CES

Next Gen Cube 3D Printer

New Cube X 3D printer

CubeX - Best of CES Finalist!

News

Connect With Us

Transportation



Energy



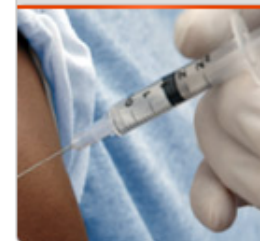
Consumer Products



Recreation



Healthcare



Education



今後の展望 (要旨)

1. 簡易な三次元データ作成ツールの普及
2. 高精度・高速の「ものづくり」マシンは確実にその役割を増す。
3. Z-Printerや簡易型光造形は小規模出力サービスやハイアマチュアに普及
4. 医療・歯科向けは更に発展
5. 低価格なFDMタイプが個人(Personal user)を中心に普及する。

3Dプリンティングの消費者潜在ニーズ調査

MM総研 2013/3/27

- 3Dプリンティング(立体造形)に興味がある消費者は5割を超える
- 3Dプリンティングには多彩な用途を期待
- 「パーソナルファブリケーション」の普及可能性

「大量生産・消費型の産業構造とは異なり、個人が自分の欲しいものを手軽に作成する、また創造していくという新しい構造の産業が生まれてくるのではないか」

三次元データの作成

簡易な3D CADソフト(三次元データ作成ツール)の要求

- 三次元データがなければ3DPrinterはただの箱
- Google sketch-up, Autodesk 123Dなどより、簡単なFreeな3次元データ作成ツールの流布
- スマートフォンやパッドから直接印刷実行可能(データ処理を意識させない)な安易なソフトの普及



Autodesk 123D
Catch



Doodle3D

Command
+Eye

05

Macでも使えるコンパクトな3Dプリンタ登場

「新たな産業革命」ともてはやされる 3Dデジタルツールの理想と現実

OUTLINE

かつては業務用がほとんどだった3Dプリンタも小型化、低価格化が進み、さらにはMac上で使える3Dモデリングソフトも無償で手に入るようになってきた。「誰でもメイカース」「新たな産業革命」と各メディアでは取り沙汰されているが、現状はどうなのだろうか。

「製造業に携わる人々にとって、課題は如何にデザインプロセスを効率化するかということ。どんなモノでも、何かを作ろうとする際にはまず立派なデザインをして、その後必ず試作や、大量生産する場合には金型を作らなければいけません。そこで精巧な試作をスピーディに製作できる3Dプリンタを使えば、製作プロセスの効率化が計れます」(同社代表・原田氏)

そして、これまでは業務用とばかり言われていた3Dプリンタが、ここにきて一気に個人向けとしても加速している。米国の

東京・渋谷にある、3Dプリンタ販売の株式会社イグアスのショールーム「CUBE」には、各種3Dプリンタや、そこから出力された数々の「作品」が並び、建築模型、医療用の歯型など専門的な業務用のものから、iPhoneケース、人型フィギュアや実在する女性の顔を立体的に再現したチョコレート用の金型など、すべて3Dプリンタからアウトプットされた「自家製」だ。

このショールームの運営を支援している、株式会社ケイズデザインラボは3Dスキャン、3Dモデリング、3Dプリントなど、さまざまな3Dツールを駆使したサービス(3DDS)を展開するデザインとコンサルティングファームである。医療美容機関や教育関係者などに3Dプリンタを使った各種の事業支援や技術提供を行っているだけでなく、個人向けにも各種のワークショップを開催し、3DDSの理解と普及に取り組んできた。

「製造業に携わる人々にとって、課題は如何にデザインプロセスを効率化するかということ。どんなモノでも、何かを作ろうとする際にはまず立派なデザインをして、その後必ず試作や、大量生産する場合には金型を作らなければいけません。そこで精巧な試作をスピーディに製作できる3Dプリンタを使えば、製作プロセスの効率化が計れます」(同社代表・原田氏)

現状はまだ時期尚早の感があるが、DIY (Do It Yourself) の精神を刺激するには十分なツールであることは間違いない。今後環境が整い、個人のレベルにまで降りてくれば、停滞する製造業全体の起死回生もつなげていく可能性を十分に秘めているだろう。(取材文/編集部)

でも1500ドル程度で購入できるというお手頃な3Dプリンタが登場した。しかもMac用のドライバが提供されているのだ。一見すると、コヒーレントパッドと見間違えそうのサイズと外観の素朴にみれば、我が家にも1台導入してみようかという気になる人もいそう。

しかし、原氏は現時点で個人的に3Dプリンタを購入するのには「いくつかの課題がある」という。まず、出力するための3Dデータの問題。Mac版やiPad版の3Dモデリングツールが登場しており、徐々に敷居は低くなってきたというが、写真加工やイラスト作成のような手軽さと比べるとまだ敷居が高い。そして、プリントするための材料。CUBE 3Dはカートリッジで造形用の材料を補充するのだが、色は豊富だが材料の種類が限られている。また、造形後の仕上げ方法や、確実に早く造形するための3Dソフトでのモデリングの工夫など、専門的な知識が必要な場面も多い。

「メディアでもはやされているほど、魔法のようになんでも作れるわけではありません。でも、新しいものづくりのアプローチとして、いろいろな可能性が広がります」



123D Design (Mac版) 123D Design (iPad版)

Autodesk Inc. Autodesk Inc.
無料 無料
App Store App Store > 仕事効率化
> グラフィック&デザイン



3DモデリングやCADソフトの大手オートデスクは、無料のMacおよびiPad用3Dモデリングアプリ「123D」シリーズをリリースしている。3DモデリングやCAD特有の専門用語や名称を極力排除したシンプルかつ直感的なインターフェイスが特徴。「CUBE 3D」の登場で、ウィンドウズ用の多数だった3DソフトにMac用やiOS用のものが増えてきました。ソフトウェアメーカーはここに来てMacユーザーへのアプローチに本腰を入れてきているようで、近い将来、アップルユーザーも気軽に3Dモデリングが体験できる環境が整うと思います(原氏)

米国で1600ドル弱の3Dプリンタ「CUBE 3D」、初めてMac用のドライバが用意されたモデルだ。写真の白いカートリッジから出てくる線が造形用材料で、上層のヘッドに当たる部分で溶かしながら出力する。



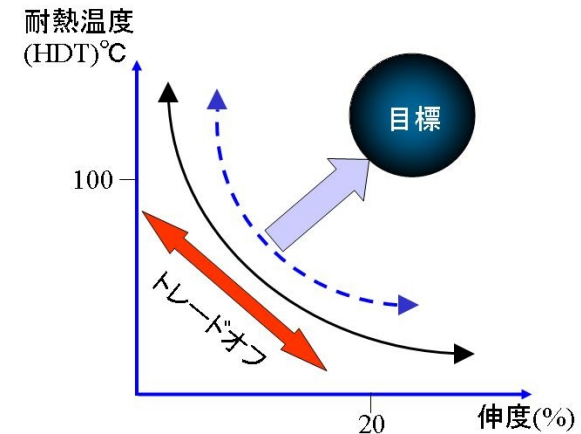
ものづくりの本流では

高精度・高速の「ものづくり」マシンはより要求される。

- 光造形は**高精度で透明なものが得られる**ことより日本でのRP装置として大きな役割を占めている。しかし、材料開発に限界があり、**最終製品に近い材料を利用するFDM方式かSLS方式が今後主流となる。**
- FDM方式の国内メーカーの参入が待望(ほとんど海外製のため、国内メーカーへの期待大)

光造形用樹脂開発

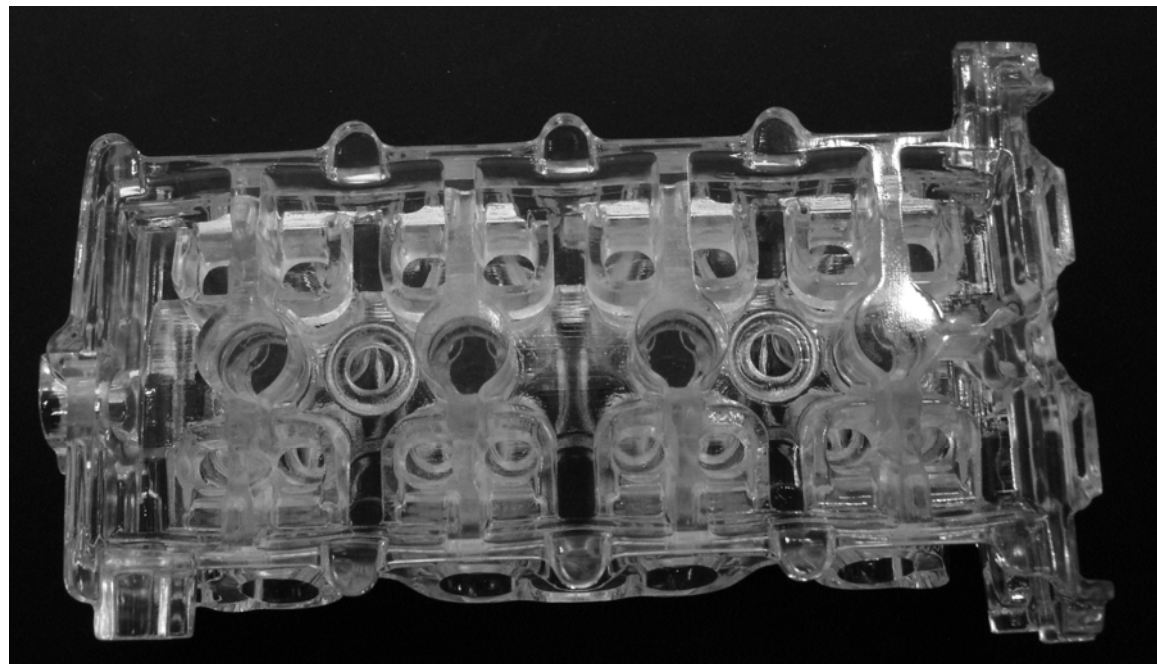
- 新規樹脂開発はすでに限界に近づいている。
- 顧客の求める耐熱・靱性(Rapid Manufacturing用)はほとんど絵に描いた餅



光造形用樹脂開発の現状

光造形は、その強みを生かすべし

- 高精度試作
 - 透明性
 - 大型化



簡易型光造形 DWS, EnvisioneTec

高精度が展開できる分野

1. 精密鑄造

- 宝飾
- 歯科鑄造

2. フィギュアー

- 小規模産業、ハイアマチュアには普及
- 液状の光硬化性樹脂を用いるため、取り扱いでやや不利。コンシューマには普及し難い。



DWS 029J



Envisiontec
Perfactory



フィギュアー例

医療・歯科向けの発展

1. 医科向け

- 再生医療関連: BioPlotter (Envisiontecなど先行)
- 人工骨 (ヒドロキシアパタイトのZ-Printerによる造形; 東大 鄭教授など)

2. 歯科向け(1兆円市場/全世界)

- 仮歯・ブリッジなど (DWS, Envisiontec, 3Dsystems, EOSなど)、それぞれの得意方向からの展開

高精度応用(イタリア DWS社の例)



3D Printerについては

Z-Printer (現ProJet)

対象分野は

- フィギュアなどの出力サービス
- 土木・建築・環境・自然関連出力
- デザイン・設計での出力
- 個人のデータ出力; オブジェを作成←ハイアマチュアに普及

不利な点

- 取り扱い
- 材料が石膏だけに限定されている。高精度が期待できない。

FDMタイプ

1. StratasysのDimension, u-Print, mojoなど設計部門で普及
2. 簡易なFDM方式がより一層個人を中心に普及
 - Makerbotや, RepRapタイプのさらなる発展
 - 4/16: 3DSystems社 Cubeの上陸(15万円前後/台)
 - 国内では、現在13万円/台が最低価格(Blade 1)
→ \$499(Solidoodle, 2nd G)も出現

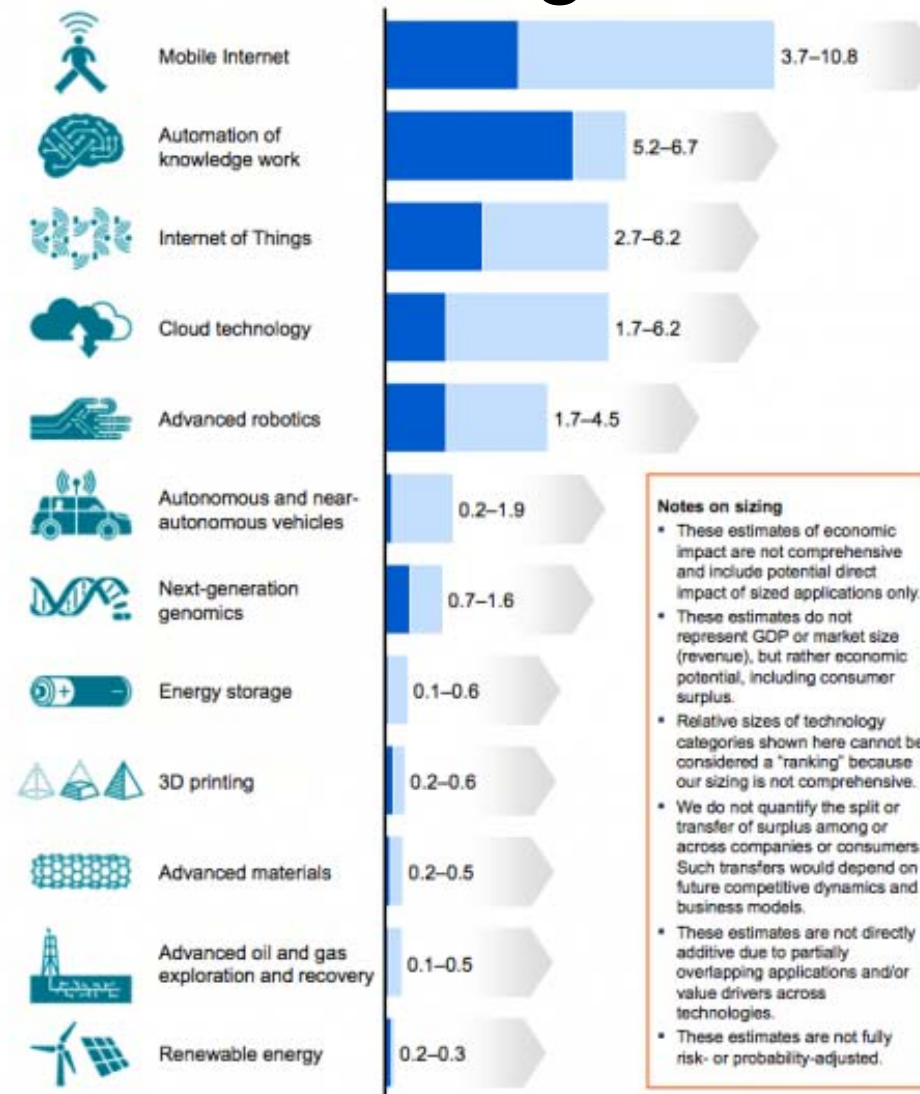
今後の方向性

1. プロ機は試作やRapid Manufacturingがさらに増加
2. 安価なパーソナルプリンターが一般消費者へ展開
FDM方式のみが個人ユーザに普及(取り扱いの容易性)
3. パーソナルプリンターは、装置だけでは採算がとれない。
→装置・ソフト・材料及びデータのトータルビジネスとして展開されると推定
4. その他、種々の立体造形法がさらに開拓

McKinsey Report

Disruptive technologies 2025

May, 2013



SOURCE: McKinsey Global Institute analysis



#9 3-D printing

Additive-manufacturing techniques that create objects by printing successive layers of material using digital models

Potential economic impact in 2025 across sized applications of
\$0.2 trillion–\$0.6 trillion

Consumers' use of 3-D printing could save them **35–60% in costs** per printed product, while enabling a high level of customization

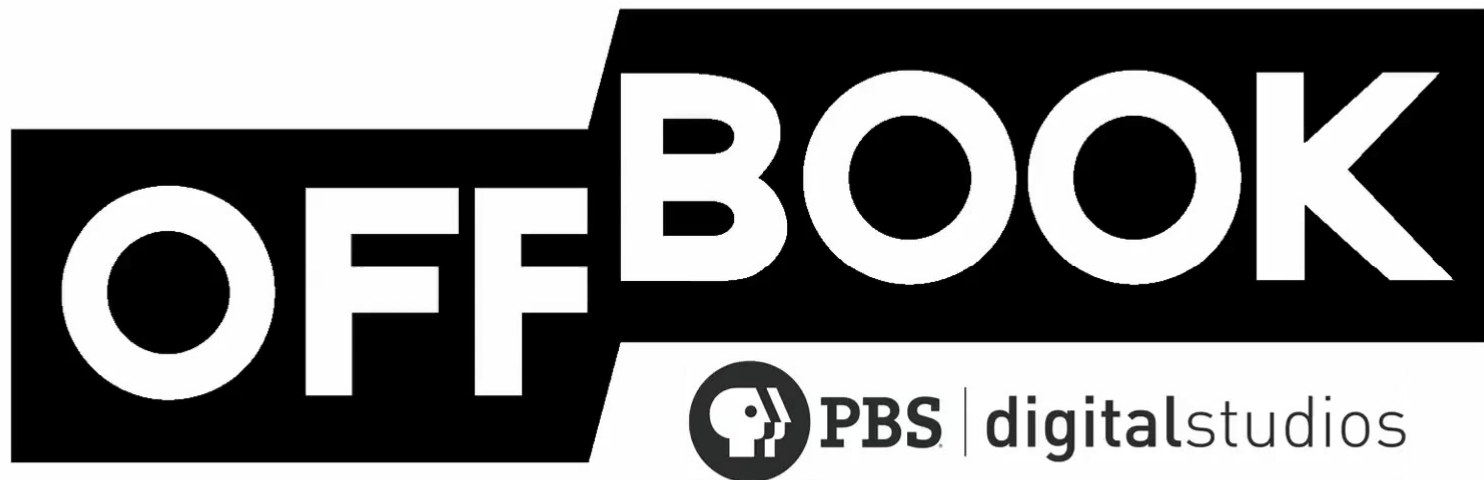
Component technologies

- Selective laser sintering (SLS)
- Fused deposition modeling (FDM)
- Stereolithography (SLA)
- Direct metal laser sintering (DMLS)

Key applications

- Consumer use of 3-D printers
- Direct product manufacturing
- Tool and mold manufacturing
- Bioprinting of tissue and organs

3 D Printer Now & Then



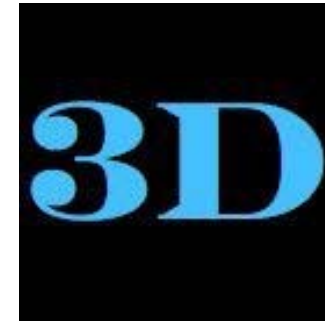
AM, 3D PrinterのWeb情報

1. **Worldwide Guide to Rapid Prototyping (解説)**
<http://www.additive3d.com>
2. **Wohlers Associate (AM情報コンサルタント)**
 - <http://wohlersassociates.com>
3. **各社のホームページ**
 - <http://www.3dsystems.com>
 - <http://www.stratasys.com>
 - <http://www.eos.info/en/>
 - <http://www.cmet.co.jp> など
4. **RP 産業協会**
 - <http://www.rpjp.or.jp>
5. **特許 (特許庁電子図書館など:**
<http://www.ipdl.inpit.go.jp/homepg.ipdl>)
6. **多数のfacebook site: 次ページ参照**

3D Printer関連facebook site例



3D Printing & Design



3D Printing Industry



3D Printing



3D Systems



Stratasys

Thank you!

hagi@hino.email.ne.jp

thagiwara@hino.email.ne.jp