

## 第29回 C I S 研究所パートナー会 議事録

日時 2013年9月29日(日) 13時30分～18時

場所 C I S 会議室

1. サロン 講師 西村 靖紀 様  
テーマ 3D Printer



会議風景

1. はじめに
2. 3D プリンターの歴史
3. 3D プリンター原理・方式
4. 3D プリンターの応用・用途
5. Makers
6. 3D プリンターのインパクト

## 1. はじめに

3Dプリンターは3次元CADソフトや立体計測スキャナーで取り込んだ画像などで作成した3Dデータを立体に造形してくれるプリンターを総称している。

近年マスコミなどで3Dプリンターに対する関心が高まっており、は、「第3の産業革命をもたらす技術」という見方もある第3の産業革命をもたらす技術という見方もある。

80年代前半に発明された3Dプリンターの技術は、その後の地道な開発努力を経て2009年以降大きく進歩しており、需要も急速に伸びている。

元々3Dプリンターは、製品の形状やはめ合いを調べるためのラピッドプロトタイピングに使われていましたが、近年では、作業環境における試作品の機能検査などにも使われるようになっており、最終製品の製造に用いられる可能性もある。

3Dプリンターの用途は、今後もさらに拡大する見通しであり、新たな材料が開発されることで新たなビジネスチャンスが生まれると期待されている。

以前は、設計データから立体造形物を生成する「3Dプリンタ」は主に製造現場で活用される高価な機器であり、一般的な機器ではなかった。しかしながら近年、価格帯の低い個人仕様のタイプが日本でも発売され、「新しいものづくりの可能性」が期待される機器として、拡がりを見せている。

## 2. 3Dプリンターの歴史

- 1980 小玉秀男氏(名古屋市工試)「立体図形作成装置」  
特許出願 (1980. 4. 12 出願、1981. 11. 20 日公開)
- 1984 C. Hull (UVP=3Dsystems) 米国特許出願
- 1987 3Dsystems 世界初の光造形実用機 SLA-1 を製品化
- 1987 テキサス大学のベンチャー育成プログラムによって設立された  
DTM社が、粉末焼結積層造形法 SLS 法の確立と製品化
- 1988 ストラタシス社には、熱溶解積層法技術 (FDM) の特許を取得した。
- 1993 独国 EOS 社も 粉末焼結積層造形法を研究し、実用レベルになったのは  
2000年以降
- 2000 粉末固着積層造形法 MITの助教授 Sachs が開発
- 2005 RepRap 英国の University of Bath でまったムーブメント  
個人向けでは3Dプリンターの普及を目的としたRepRap互換  
プロジェクトから普及がはじまる。
- 2009 熱溶解積層法の特許が切れ、多くの新興企業が普及価格帯の新製品を上市  
2014年にはレーザー焼結特許が切れる

- 2012 クリス・アンダーソン氏の著書 『MAKERS』 が出版され、メイカーズ革命が話題となった  
製造業の海外移転が進んだ米国で、3Dプリンターが新たなモノづくりの呼び水と期待された。  
3Dプリンターの関心が高まり、ブームとなってきた。

### 3. 1 3Dプリンター原理

#### 積層造形 (3Dプリンター原理)

積層造形と言う概念は、1980年4月に名古屋工試の小玉秀男氏が特許を出願、しかし審査請求を出さなかったため、権利化されず、積層して造形するという概念は、公知となり、誰が使っても良い技術になった。

積層造形とは、3Dデータを0.1mmなどのピッチでスライスし、その断面の形状を、紫外線レーザーを照射すると固まる液体プラスチックに、0.1mmずつの厚みでレーザーを照射しながら、プラスチックを積層して立体を作る方法。

一番最初に作られたのが、この紫外線硬化プラスチックに紫外線レーザーを照射する方法だ。その他に、薄い紙をレーザーで切って貼付けていくものや、プラスチックの粉末にレーザーを照射して固めていくものなど出てきた。いずれの方法も、0.1mmなどのピッチで薄い断面を積層するといこという考えは同じ。

積層造形とは、材料を一層ごとに連続して積み上げて立体モデルを製作する技術を指し、「アディティブ・マニュファクチュアリング (Additive Manufacturing、以下AM)」として、2009年のASTM国際標準化会議で名称が統一された。

### 3. 2 3Dプリンター方式

#### (1) 光造形法

SLA (Stereo Lithography Apparatus) : 光造形

Laser lit光 (紫外線) を照射することで硬化する液体樹脂を用いた造形法。

初期のラピッドプロトタイプングはこの方法から始まった。

ステレオリソグラフィー、レーザーリソグラフィーなどともいわれた。

紫外線の照射によりラジカル重合、もしくはカチオン重合する樹脂を用い、絞った紫外線レーザービームで樹脂を選択的に硬化させて立体物を造形する手法が最も多いが、一部に面一括露光により造形する手法も開発されている。

バスタブのような大きな液体樹脂を入れる硬化槽が必要で、大型の複雑な機械となったため数千万円から安いものでも数百万円と高価格となっている。

作成できる樹脂も限られているが、高精細な金型の原型や大型試作品に向いている。

## (2) 積層造形法

### 1. 熱溶解積層造形法 (FDM法)

#### 2. 粉末造形法

粉末造形法は、光造形法の液体樹脂を、粉末の樹脂にした方法。

粉末造形法は、デュポンなどで早くから研究されていたが、実用レベルになったのは、ドイツのEOS社を3DSystems社が買収した2000年以降。

#### 2.1 粉末固着式積層法

インクジェット方式でバインダを添加して固めて（粉末固着式積層法）造形を行う。

粉末固着式積層法では、スターチ（デンプン）、石膏などの材料が使える。

この方式は、もっと安価で早くできることを目的として、樹脂の粉末とのりを交互に吹き付けてそれにインクで色をつける方式で、簡便に製品が作られる。フィギュアや装飾品の制作、教育用に利用され始めている。価格も数万円から数十万円と一般のプリンターとかわらない金額で購入することができる。

デザイン事務所のプレゼンテーションや建築設計事務所での模型に代わるものとして幅広い利用範囲が広がっている。

#### 2.2 粉末焼結式積層法

素材粉末を層状に敷き詰め、高出力のレーザービームなどで直接焼結する方法

粉末焼結式積層法には原料として、ナイロンなどの樹脂系材料、青銅、鋼、ニッケル、チタンなどの金属系材料などが利用できる。

### 3. インクジェット造形法

粉末材料(主として石膏)を敷き詰めて、そこにインクジェットノズルで水溶性接着剤(カラーインク含む)を断面データの形状に従って噴射し固化させる。テーブルを1層ごと降下させて、この作業を繰り返して立体形状を作る。

この造形法では、固まらなかった粉末が、造形物の周りに充填された状態となっており、他造形法のようにサポートを必要としない。

### 4. 熱溶解積層法 (FDM法) (Fused Deposition Modeling)

熱溶解積層法は、熱可塑性樹脂をヒーターの熱で、糸状の樹脂を溶解させ土台となるサポート用樹脂の上にノズルで吹き付け積層させながら立体形状を作る方式。

0.4~0.5mmの径の糸状のプラスチックをノズルを熱くして溶かしながら、ノズルから押出していく。

ノズルの温度と、ノズルの移動速度で、出てくるプラスチックの径が決まる。

硬くて耐久性に優れるABS樹脂、ポリカーボネート樹脂、PC/ABSアロイ、PPSF/PPSU樹脂、ポリアーテルイミド樹脂など熱可塑性の様々なエンジニアリングプラスチックなどの原料が使い、出力品がそのまま製品として使い、また治具や少量多品種の部品としての利用もされている。

メリットは、装置の価格が安いことと、使用する樹脂は強度があること。デメリットとしては、精度がやや粗く、成形時の層間の断層が目立ちやすい（表面がざらざらする）こと等。

ストラタシス社が1988年に、熱溶解積層法技術（FDM）の特許を取得した。ストラタシス社は積層造形装置の40%のシェアを持っていて、3DSysytems社と並ぶ大きさ。今、流行の「3Dプリンター」とは、ほとんどがこのFDM方式。FDMには二つのジャンルがある

1. ストラタシス社のように工業用使用に耐える128万円以上するが、ほとんどのモノができる装置。
2. 個人でも買えると言っている「3Dプリンター」のジャンルで、MakerbotのReplicator 2や、3DSystemes社の3DTouchのような、40万円ほどの安価な3Dプリンター。この安価な3Dプリンターでは、できるモノが限られている。

#### 4. 3Dプリンターの特徴

※ 高度なデザインの立体造形が可能

3Dデータから、金型なしで、複雑な形状をした精巧な製品を作ることができる。  
駆動部分もそのままプリントできる → プリント後動かせる  
本物ソックリの造形が可能。複雑な形状の鋳型・金型が作れる

※ 造形にスキルが必要でない、手軽に造形ができる

※ ユーザーのニーズに基づきカスタマイズ可能

3Dデータを変えることにより、なん通りでも欲しい形状のものを作ることができる。  
大手製造業に限らず、中小企業や個人でも必要なときに必要なものを作れる。

※ 設計開発期間の短縮に役立つ

3Dデータから図面を作らず、直接造形できる。早い。  
製品の製造に入る前に実際のイメージを実感できる

※ オフィス環境に設置できる

※ 年々低価格化が進んでいる。

☞ 材料の選択肢が少ない  
どんなものでも出来るというものではない

☞ 仕上がりの限界、強度の問題

☞ 3D データがなければ使えない、ただの箱

## 5. Makers

省略

### 2) 自由討議

3Dプリンターのインパクト (フリーディスカッション)

省略

### 3) 次回、10月度は会社見学会です。

見学先：ヒメジ理化株式会社 「ガラス加工工場見学」

10月25日(金)

車で移動： 生駒様、竹内様、中尾様、山本

JR利用： 神田様、(JR:姫路駅で合流)

西村様、久米様は所用のため不参加の連絡を受けています。

10:30 書写山ロープウェイ 集合  
散策

12:00 書写山壽量院にて精進料理

13:30 ヒメジ理化 来社  
ヒメジ理化 事業概要 紹介  
CIS研究所 事業概要 説明  
工場案内

16:00 質疑応答

16:30 終了

ヒメジ理化株式会社様のご要望の、**講演会**を実施します。

(改めて先方のご要望を確認)

4) 次々回: 11月度 16日(土) 竹内 学 様

12月度 21日(土) 中尾 元一 様

2013年1月度 久米 健次 様

## 5) そのほか

### 9月30日 緊急追加事項

#### 3D プリンター見学会

日時: 10月16日(水) 15時30分

場所: TOA宝塚事業所

目的: 3Dプリンターの見学会

昨日のパートナー会議で、西村様からご紹介のありました  
3Dプリンター、「第3の産業革命をもたらす技術」という見方も  
ある、画期的な技術という位置づけがますます広がっています。

このたび、神田様のご尽力により、現物の見学を計画していただきました。  
稼働現場で、3Dプリンタの実働見学と共に、サンプル展示も期待できます。  
万障繰り合わせの上参加されますようご案内いたします。

全員参加を期待しますが、ご都合の付かない場合も有ると思われ、  
**至急 参加・不参加をご連絡ください。**

送迎:

アルファード 7人乗り で往復します。

・ CIS 出発 14時05分

・ 近鉄奈良駅 14時20分 ⇒ TOA宝塚事業所着 15時20分

**参加される皆様は、どちらから乗車されるかご連絡ください。**

ホームページ URL

<http://www.cis-laboratories.co.jp/>

パートナー会議への PW は次のとおりです。

ID: cis\_ptnr

password: 3287

以上