

3Dプリンティングの最新動向と将来展望

横浜国立大学 成長戦略研究センター 連携研究員
(東北大学 大学院医工学研究科非常勤講師)

萩原恒夫

2018年06月27日

E-mail: ts.hagiwara@gmail.com

<http://www.thagiwara.jp>

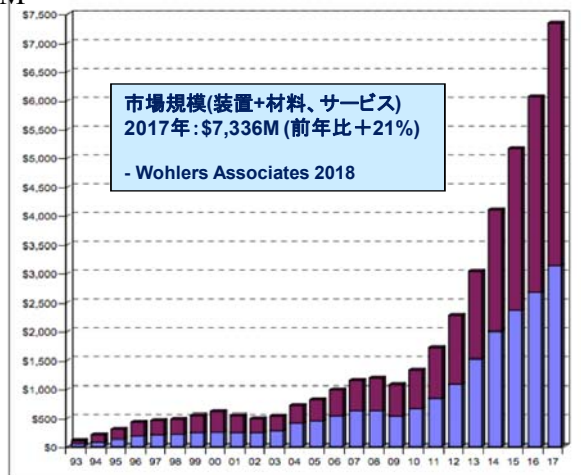
© Tsuneo HAGIWARA

June 27, 2018@YNU

目次

1. はじめに
2. 3Dプリンティングの最新動向
3. 今後の展望
4. まとめ

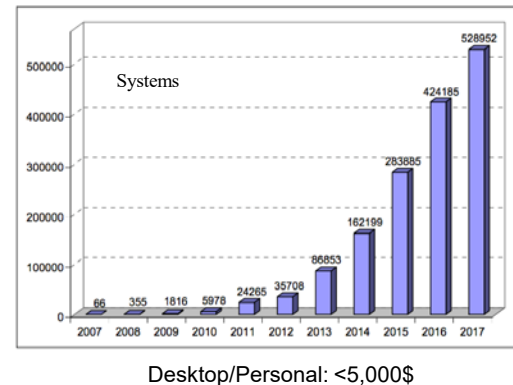
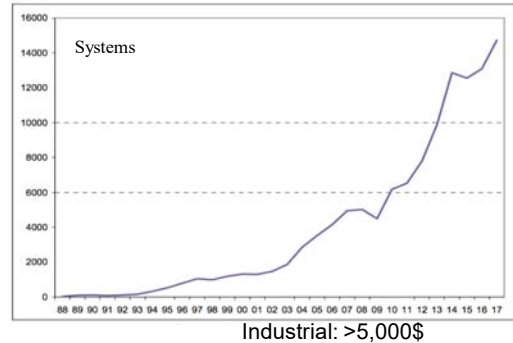
US\$M



■ :サービス ■ :製品(Products)

2次製品である型、成形物、鋳造物を含まない

<http://www.wohlersassociates.com>



3

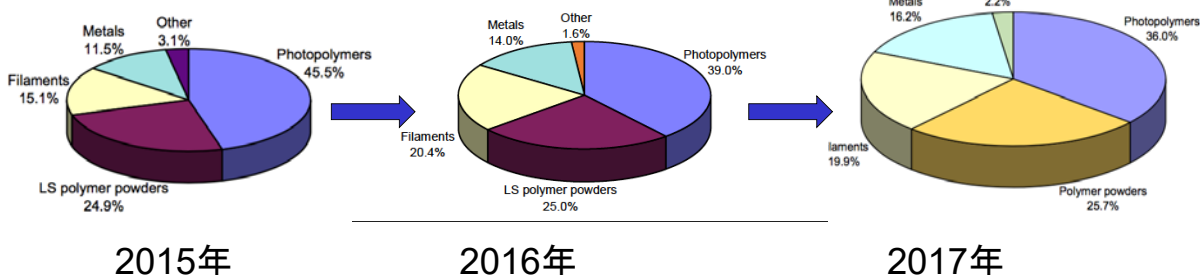
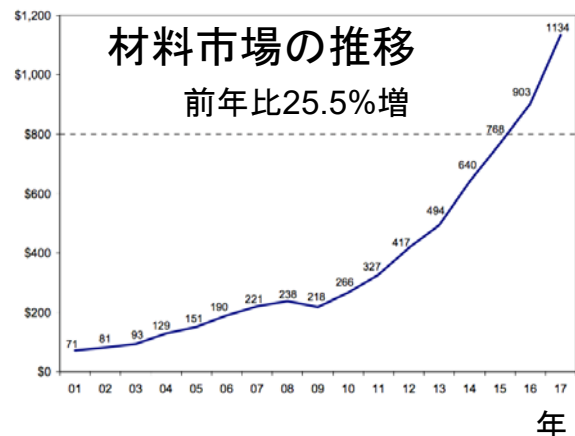
© Tsuneo HAGIWARA

Wohlers Report2018(2018年4月版):

2017年の3D Printer市場: US\$7,336M = 7,600億円
産業用: 14,736台
Personal 52.9万台;

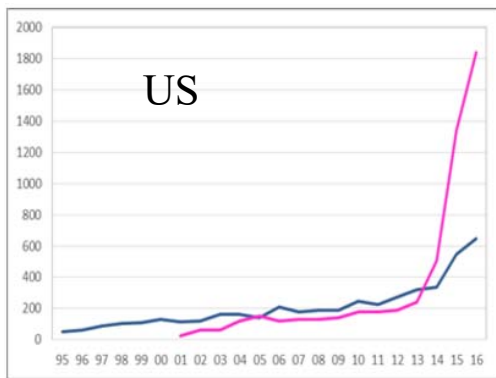
サービス
材料のみ
US\$4,203M = 4,400億円
US\$1,134M = 1,180億円

光硬化性樹脂: US\$409M (36%)
粉末床溶融材料: US\$292M (26%)
金属粉末材料: US\$183M (16%)
溶融押し出し(FDM)材料: US\$226M (20%)
その他; 石膏粉末など: US\$ 24M (2%)

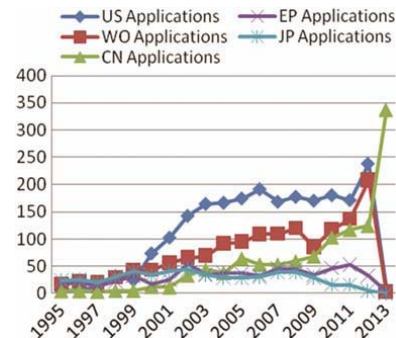


4

© Tsuneo HAGIWARA



<https://3dprint.com/181207/3d-printing-patent-landscape/>



L. Xin, Journal of Intellectual Property Rights Vol 20, May 2015, pp 155-163

5

1. 金属造形

- 材料押し出し(FDM)機で金属造形
- バインダージェッティング(BJ)で金属造形
- 光硬化性樹脂で金属造形
- 廉価版金属造形装置の開発

2. 粉末床溶融造形 & 材料押し出し(FDM)

- 廉価版PBF機 多数出現; 普及に弾み
- FDM普及機でスーパーエンブラ(PEEK, PEI)
- 低価格FDM機でフルカラー (FDM + インクジェット)

3. セラミック造形

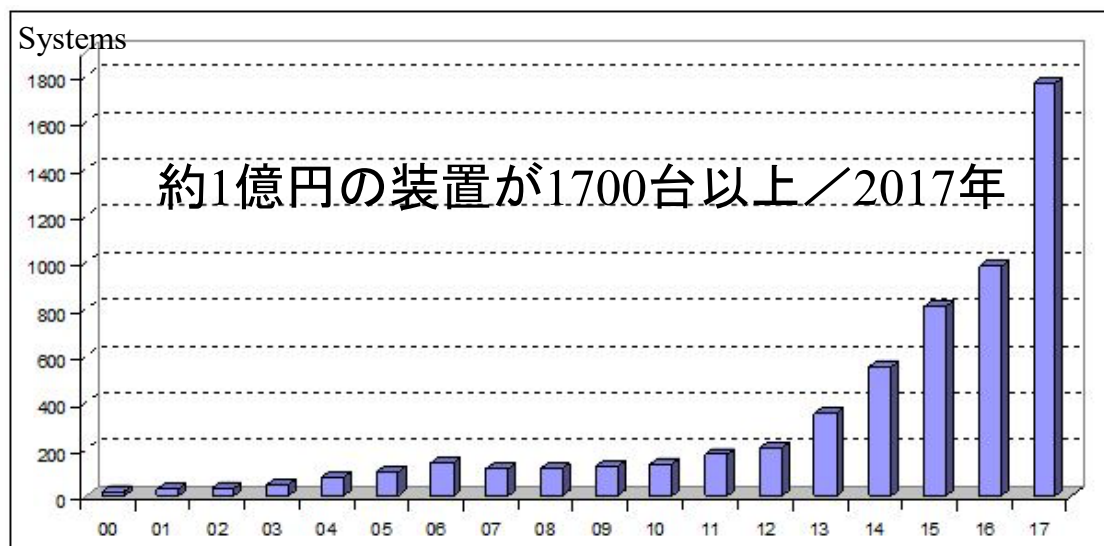
- バインダージェッティングでセラミック造形
- 光硬化性樹脂でセラミック造形

4. その他

- HPの(Multi) Jet Fusionのカラー化、多材料化
- 光硬化性シリコンの三次元造形



6



Dramatic rise in metal AM system sales

Source: Wohlers Report 2018



7

“Metal, Metal, Metal”ブーム



Arcam Q10



Mlab / Mlab R



M1



M2



X line 2000R

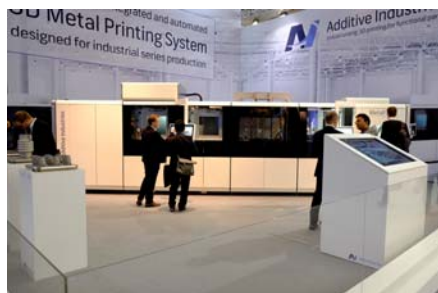
Concept Laser/GE



Fraunhofer ILT



ORLAS CREATOR



Additive Industries



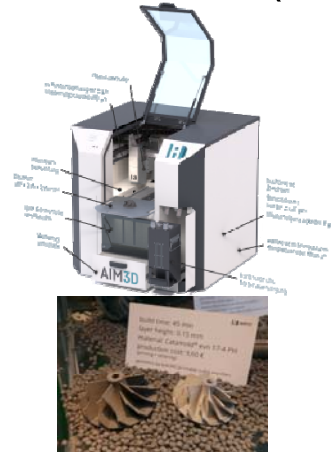
Sisma



- Desktop Metal
- AIM3D
- Markforged
 - MIM(Metal Injection Molding)市場を視野
 - 樹脂バインダー金属(ワイヤ, ペレット)



Desktop Metal



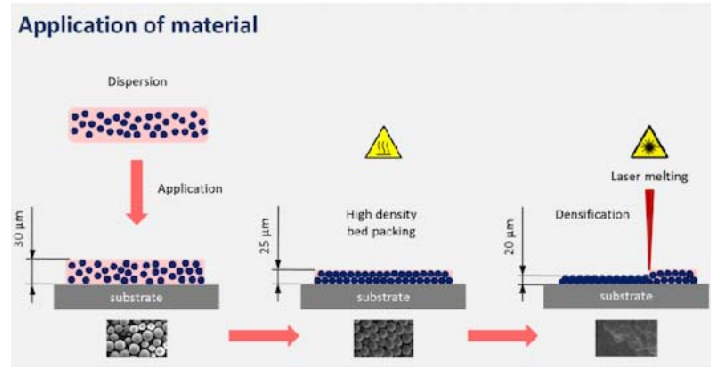
AIM3D



Markforged

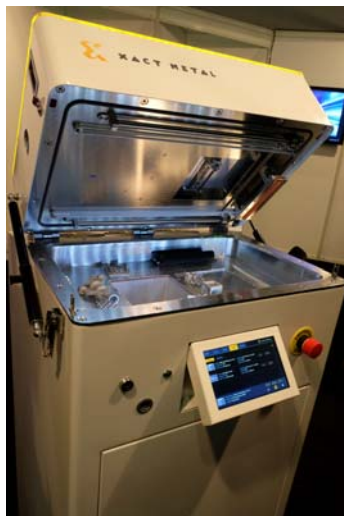
9

ADMETALFLEX 130/
ADMATEC

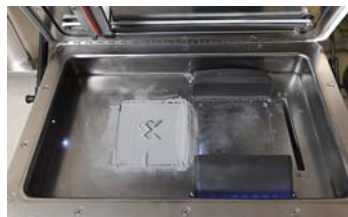


11

© Tsuneo HAGIWARA



XM200@formnext2017



250W Fiber Laser, Scanner
127x127x125mm
\$120K



Xact Metal's new metal AM systems,
the XM200S (left) and the XM200C (right).
(127x127x127mm)

XM200C: 100W Yb fiber laser; \$80,000
XM200S: 200W Yb fiber laser; \$130,000

12

© Tsuneo HAGIWARA



シンポジウムで講演する前川TRAFAM理事長

AD

次世代3D積層造形技術総合開発機構（TRAFAM、東京都中央区、前川篤理事長、03・6214・3211）は、国家プロジェクトとして開発する次世代金属3Dプリンターを、10月にも事業化する。これまで2019年3月末までの販売を目指していたが前倒しとなる。米ゼネラル・エレクトリック（GE）や独シーメンスが16年に金属3Dプリンターメーカーを買収するなど事業を強化しており、需要の取り込みを急ぐ。

TRAFAMの前川理事長が23日、都内で開いた同機構のシンポジウムで、組合員が開発する金属3Dプリンターを「今年度後半から市場に投入する」と述べ、事業化見通しを明らかにした。

販売を予定するのは東芝機械と三菱重工工作機械が開発する2機種。両機種ともレーザー粉末肉盛り（LMD）方式を採用する。販売は主に両社が手がけるとみられる。

TRAFAMは金属3Dプリンターで、（1）造形速度毎時500cc（2）最大造形サイズ1000ミリ×1000ミリ×600ミリメートル（3）価格5000万円以下などを19年の目標に掲げて開発に取り組む。同機構によると目標速度や価格は、それぞれ従来の約10倍、半額以下という。現在はほかに3機種の開発を進める。

TRAFAMは経済産業省が旗振り役となり14年度に発足。産学官で構成する技術研究組合で、現在の組合員は37法人。三菱重工業やトヨタ自動車などが参加する。

金属3Dプリンター以外に、鋳物用砂材料を高速で積層する3次元砂型積層造形装置の開発も進めており、18年度ははじめの販売を予定する。

(2017/8/24 05:00)

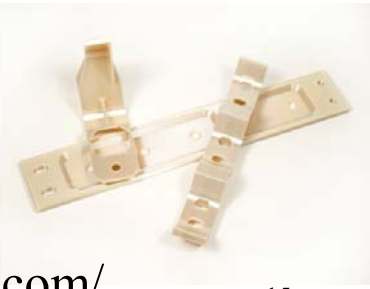
© Tsuneo HAGIWARA

YNU CMETが高速砂型プリンターを上市



シーメットは、NEDOプロジェクト（次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化事業）の成果のもと、毎時10万cm³の速度で造形する大型鋳造用砂型3Dプリンタ「SCM-1800」を製品化、5月7日から販売を開始；旧型機 SCM-800に比較して10倍速、造形サイズ10倍；価格要問合せ

- FDM/PEI (ULTEM 9805): Airbus 350 XWB; 1,000 parts by 3D Printer;Stratasys FORTUS



<http://www.stratasys.com/>

15



16

樹脂ペレットを直接造形(大型造形)へ



ExtraBold社: エスラボと共同で超大型機をDMS2018で展示(ペレット溶融積層方式の国産3Dプリンタ)

エスラボ: 1時間で3kgのペレット出力に対応したペレット溶融積層方式の国産3Dプリンタ「GEM444」

<https://twitter.com/unosuke>

17

FDM普及機でPEEK造形へ



ROBOZE ONE +400

Apium (IBINDEMEATEC)

VSHAPER One Pro

INTAMSYS/ FUNMAT HT

18

StratasysがPEKK系造形へ

StratasysはFDM機用にPEKK系,高性能熱可塑性樹脂(Antero 800NA)を追加



<http://investors.stratasys.com/news-releases/news-release-details/stratasys-adds-pekk-based-high-performance-thermoplastic-antero>

19

© Tsuneo HAGIWARA

材料押し出し普及機でフルカラー



インクジェットとの複合

20

© Tsuneo HAGIWARA

YNU PBF機のPPS, PBT粉末への展開



PPS+CF, PBTの粉末床溶融(PBF)造形の例

DMS2017(2017.06.21-23)東京ビッグサイト・アспектブースにて

小型装置 RaFaEl II 150-HT(アспект)

21

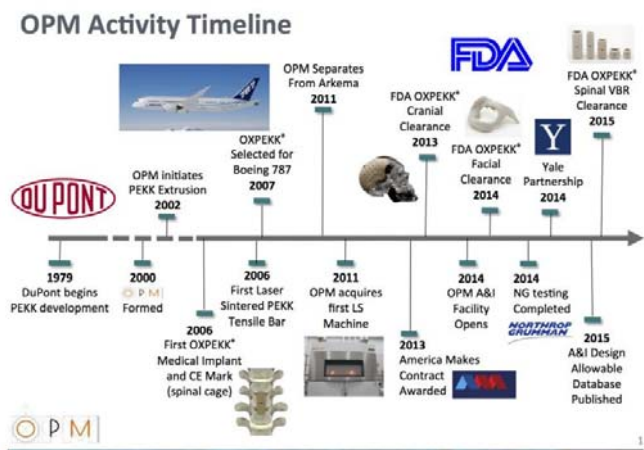
© Tsuneo HAGIWARA

YNU PBF機のPEEK, PEKKの利用が加速

• PEEK



PEKK/OPM



PEKK用PBF機
EOS P810

22

© Tsuneo HAGIWARA

YNU 低価格PBF 3D Printerが次々に登場



Sharebot(伊)



Norge (英)



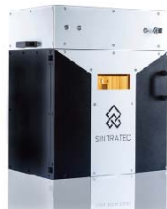
SintraTech (ポ)



Formlabs/ Fuse1 (米)



SinterIt(スイス)



23

© Tsuneo HAGIWARA

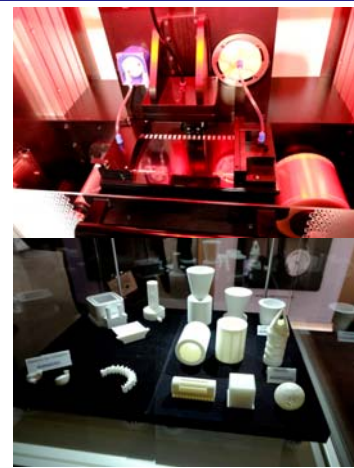
YNU 光硬化性樹脂でセラミック造形



3D Ceram/Ceramaker
・ ペースト状樹脂を
UVレーザーで硬化



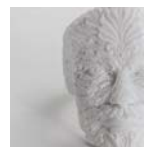
LITHOZ/CeraFab7500
・ 高粘度樹脂をDLP方
式で硬化



ADMATEC/Admaflex 1300
・ PETフィルム上で硬化

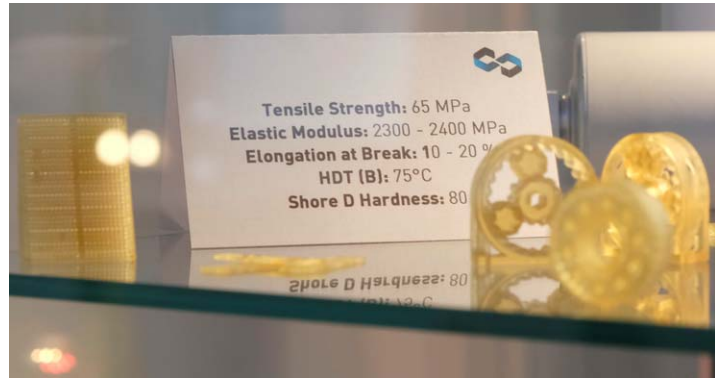
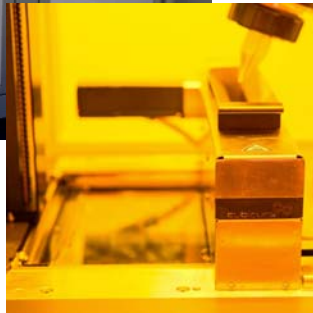


Formlabs/Form2



24

© Tsuneo HAGIWARA



- 高粘度樹脂組成物
85°C(120°Cまで可)で樹脂を注入
85°Cでレーザー光造形する。
- ABS物性狙い。
HDT(B):75°C, E:10-20%
- オーストリアのスタートアップ
- Formnext 2017(Frankfurt)で展示

25

HP社: Jet Fusion 3200/4300 (3,000~4,000万円/台)

PA12樹脂粉末/バインダー(活性化剤含)/赤外光照射

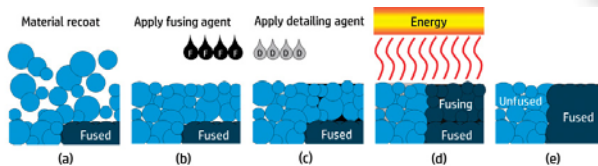
2014年10月発表

2016年5月発売開始

Shapewaysなどサービスビューロへ

DMM.comも導入へ(2017年後半)

2017年6月末からアジア地区販売開始



造形エリア: 380 x 284 x 380 mm

26



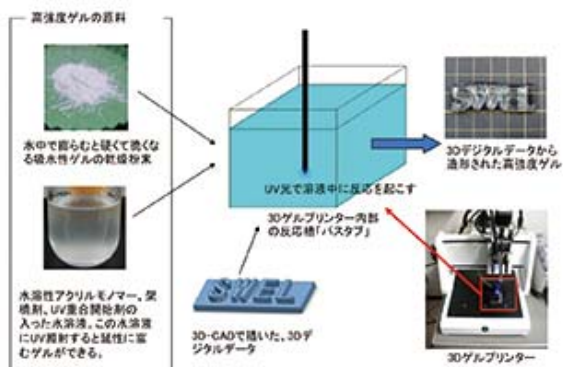
造形エリア; 580/540: 190 x 332 x 248 mm \$110,000~
 380/340: 190 x 254 x 248 mm \$58,000~
 Cf: 3200/4200: 380 x 284 x 380 mm

27

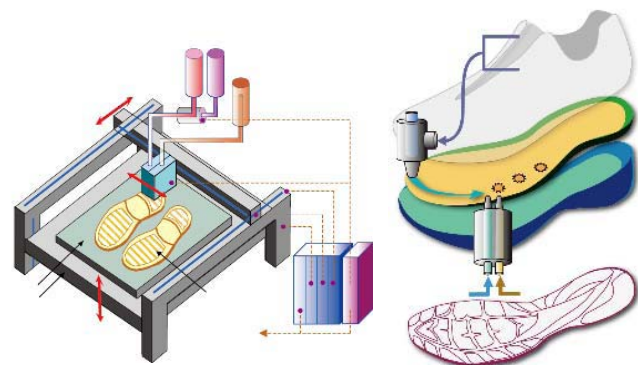
© Tsuneo HAGIWARA

最近の注目技術

3Dゲルプリンター



リアクティブ3Dプリンター



SIPシンポジウム2017より


<http://www.innov.kobe-u.ac.jp/sip/news/index.html#article1>

28

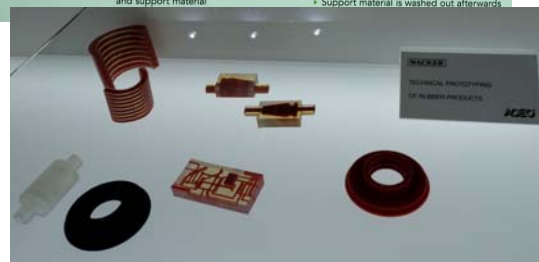
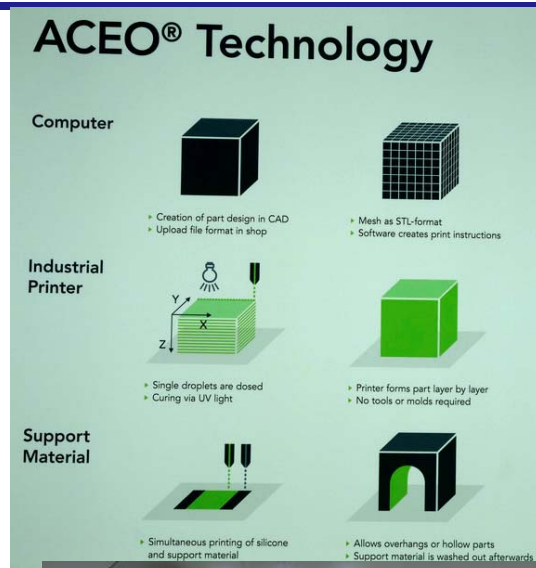
© Tsuneo HAGIWARA



EnvisionTEC/SLCOM1

Markforged/Mk two

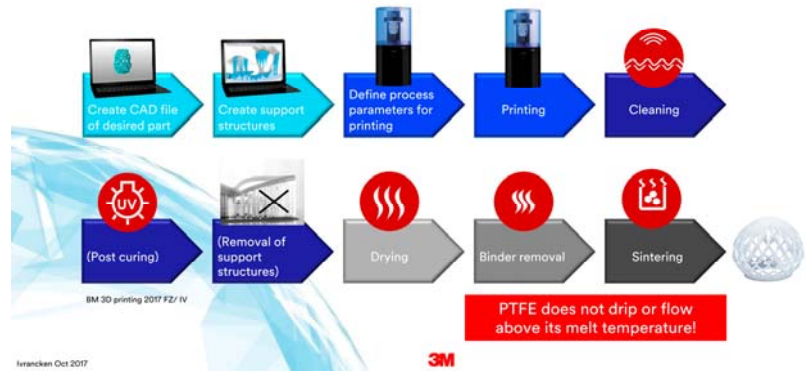
Impossible Objects

<http://www.fabbaloo.com> 29




The process

Printing parts using Stereolithography with 3M produced PTFE formulation:



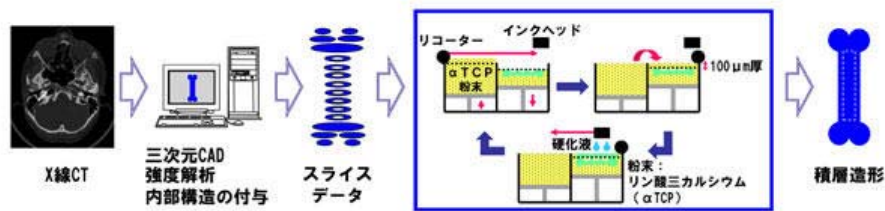
31

1. 入れ歯(デンチャー)の直接作製
2. 歯列模型の作製
3. Figure4 System (連続引き上げ方式)
4. 下図Dentureが、30分で造形可
5. NextDent5100機: 100万円



2018年4月17日に厚生労働省より製造販売承認を取得。5月より販売開始

CTデータに基づいた3D ink-jet printerによる積層造形



ヒト臨床試験：顎骨発育不全による顔面非対称の26歳女性



世界初
同化する
3Dプリント人工骨

<http://makerslove.com/19763.html>

<http://www.tetrapod.t.u-tokyo.ac.jp/sakai-tei/research.html>; 東大/理研 → Next 21

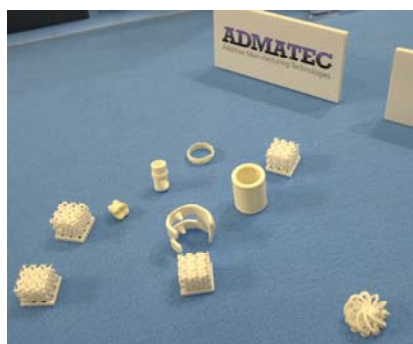
33

© Tsuneo HAGIWARA

DMS2018東京 速報1



SOLIZE/SLA Resin



ADMATEC/Ceramics



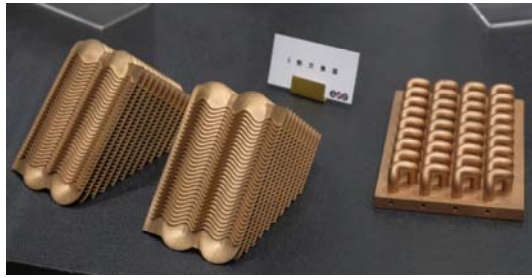
Stratasys/PEKK



Stratasys/金属アルミ

34

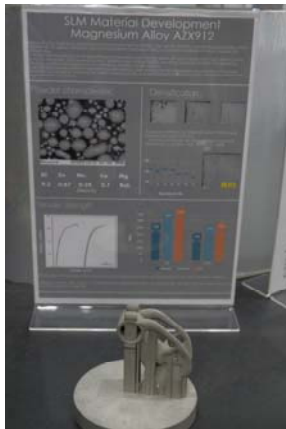
© Tsuneo HAGIWARA



EOS/Cu



Massivit 1800造形物/アルテック



EOS/Mg合金



INTAMASYS/L-DEVO



DLP Ceramic造形



35

化学会社の取り組み活発化

- BASF: PA6粉末, SLA樹脂, 特殊FDMワイヤ
- DowDuPont: FDM用ワイヤ
- Sabic: 各種FDMワイヤ; PC, PEI, ABS, PPE
- Evonik: PBF用PA12, PEEK
- Victrex: PBF用PEEK, FDM用PEEKワイヤ
- Arkema: PBF用PEKK, 光硬化性樹脂用モノマー
- 東レ: PBF用PPS
- 3M: PTFE
- 三菱ケミカル:FDMワイヤ各種樹脂
- 日本合成: FDM用水溶性サポート材
- クラレ: FDM用水溶性サポート材
- ユニチカ: FDM用高性能PLAワイヤ
など



36

- 2012年からの3DPブームは一度落ち着いた後、着実に発展
低価格機: 2017年は53万台出荷、まもなく年100万台へ
- 装置の高速化・大型化・高性能化が進行
- 金属の3D造形に大きな注目、種々の金属造形法開発。
- PEEK、Ceramicsの造形、CFRPなどの複合材の造形
- 液槽光重合法も再び注目(高耐熱・透明光造形樹脂の開発へ)
- 直接製造(Mass Customization, IoT, Industrie 4.0, Society 5.0): 航空機産業で実用化進む。今後は自動車産業も
- 医療・歯科への応用が着実に進行
- 2020年代初には材料市場が2,000億円を予測
- しかし、現状利用できる材料はまだ限定的
 - 幅広い樹脂材料、特にスーパーエンブラの適応に期待
 - 材料の開発なくして、今後の大きな発展は難しい→ ビジネスチャンス

37

有り難うございました。

萩原 恒夫 (HAGIWARA, Tsuneo)
E-mail: ts.hagiwara@gmail.com

<http://www.thagiwara.jp>