

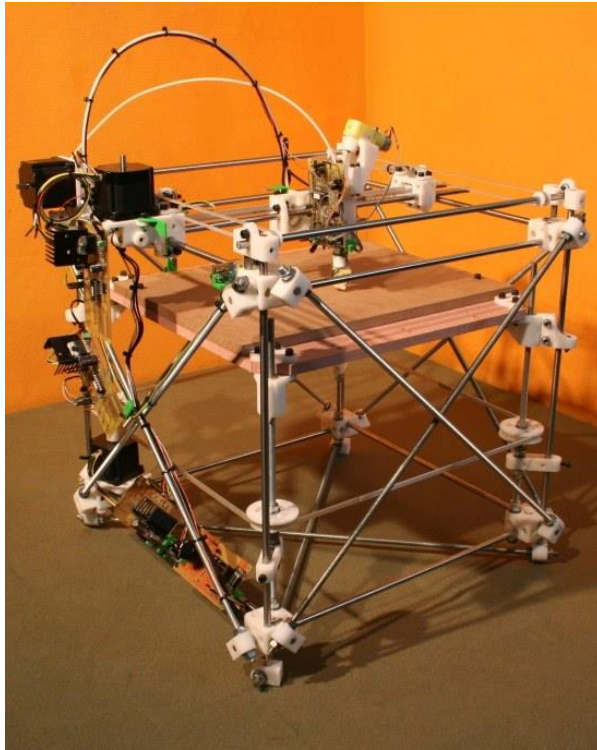
4Dプリンティングと未来都市

慶應義塾大学 SFC研究所 所長
慶應義塾大学 環境情報学部 教授
総務省AI経済検討会委員

田中 浩也

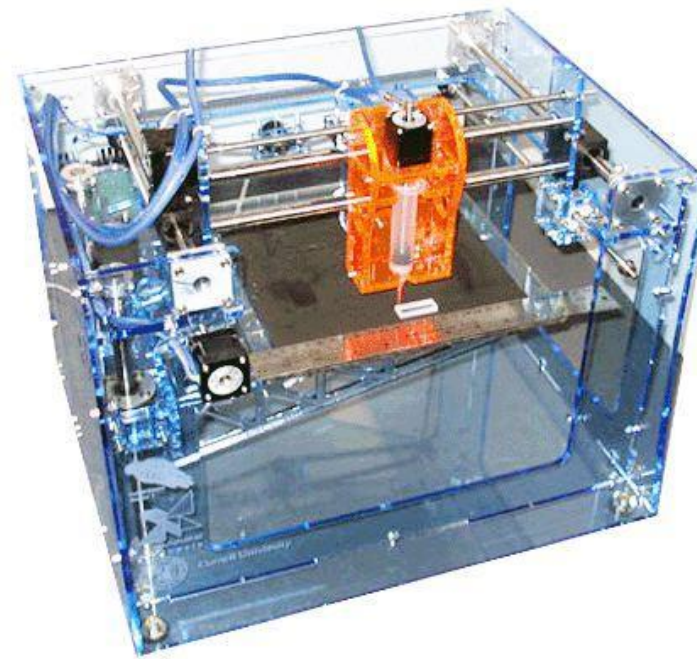
博士（工学）

2007 自宅で3Dプリンタを使い始める



RepRap

(バス大学 エイドリアン・ヴォイヤー, UK)



Fab@Home

(コーネル大学 ホッド・リップソン, US)

3Dプリンタの改良 2007-2019

2007



RepRap (2005, バス大学)

3D プリンタ自身で、3D プリンタの駆動部品 (全体のおよそ 50%) を製造する「自己複製 - 自己修復」の概念を備えた、世界初のオープンソースハードウェア型 3D プリンタ。
現在市販されているデスクトップ 3D プリンタのほとんどがこのモデルから派生している。

RepRap

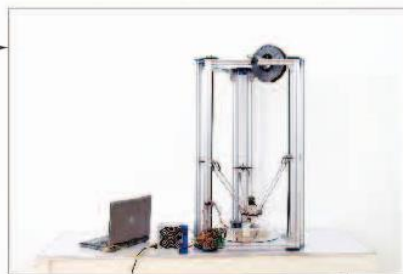


Fab@Home (2005, コーネル大学)

家庭で 3D プリンタを使う未来を提示するために誕生したモデルで、食品や陶器・バイオ素材などへの応用を念頭に、2本の注射器にマテリアルを詰め替えて使う仕様となっている。
2つの材料を組み合わせて複合化する概念を先駆的に提示した。

2013

NU-400 (2014) デルタ構造の RepRap
パラレルリンク構造 (デルタ式) の特許切れに伴い、RepRap のオープンソースコミュニティと合併。
その挙動の美しさに見せられた増田恒夫 (現助教) により国内でも自主製作が始まる。拡張性に優れ、寸法を変更したり、さまざまなオプションを取り付けることが容易であり、研究室のスタンダードとなる。



デルタ構造は Z 方向延伸は容易



Archi Fab (2014) 竹中工務店との共同研究

ラックピニオン方式を採用して精度を確保し、ベレットエクストルーダー等を採用して連続一体出力に成功。大型化に伴う諸問題を解決し、家具や建築用ブロックを出力することに特化した国内で 2 番目に大きい 3D プリンタを開発 (1 番は Magna)



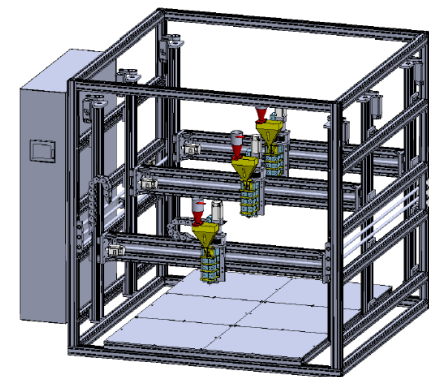
Delta Works (2016) 三菱重工工作機械との共同研究

Archi Fab の基本構造をもとに、金属ワイヤー式へ拡張。大型で可搬性に優れた金属 3D プリンタとして JIMTOF2016 にて展示。

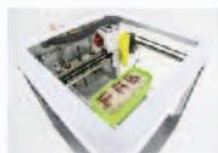


rθ (2016)

ガントリー型、デルタ型に続く第 3 の機構として rθ 式を検討



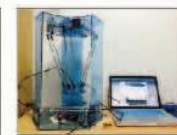
2019



ライン化

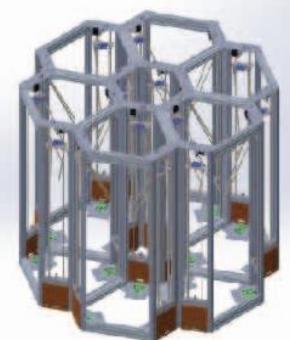
米粉用フード 3D プリンタ & ふりかけブロック (2015)

デルタ式に注射器 (シリッジ) + エアコンプレッサーを取り付けた食品用 3D プリンタ (渡邊朝早、浅野義弘)



OCPC を教育用キットとして展開

上部に個別のエクストルーダーを装着し、さまざまな実験のマシン (フード/バイオ) が開発



Mini Factory (2016)

列形を 6 角形とすることでハズの真のように連結、敷き詰めが可能に。複数台を用いたミニ・ファクトリーを構成した。ウェブカメラ、ファイバースコープカメラを搭載して遠隔監視機能も実装している。



Fabricator (2015-)

オールインワン化



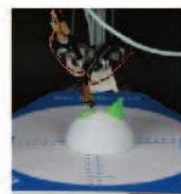
RFID 埋め込み自作ヘッド (2014)

(藤吉真)



3D アセンブリ / 自作マグネットヘッド (2014)

(岡島慶太)



Additive Additive Manufacturing (2017)

(高橋孝典、船本智正)



The Additive Lathe (2017)

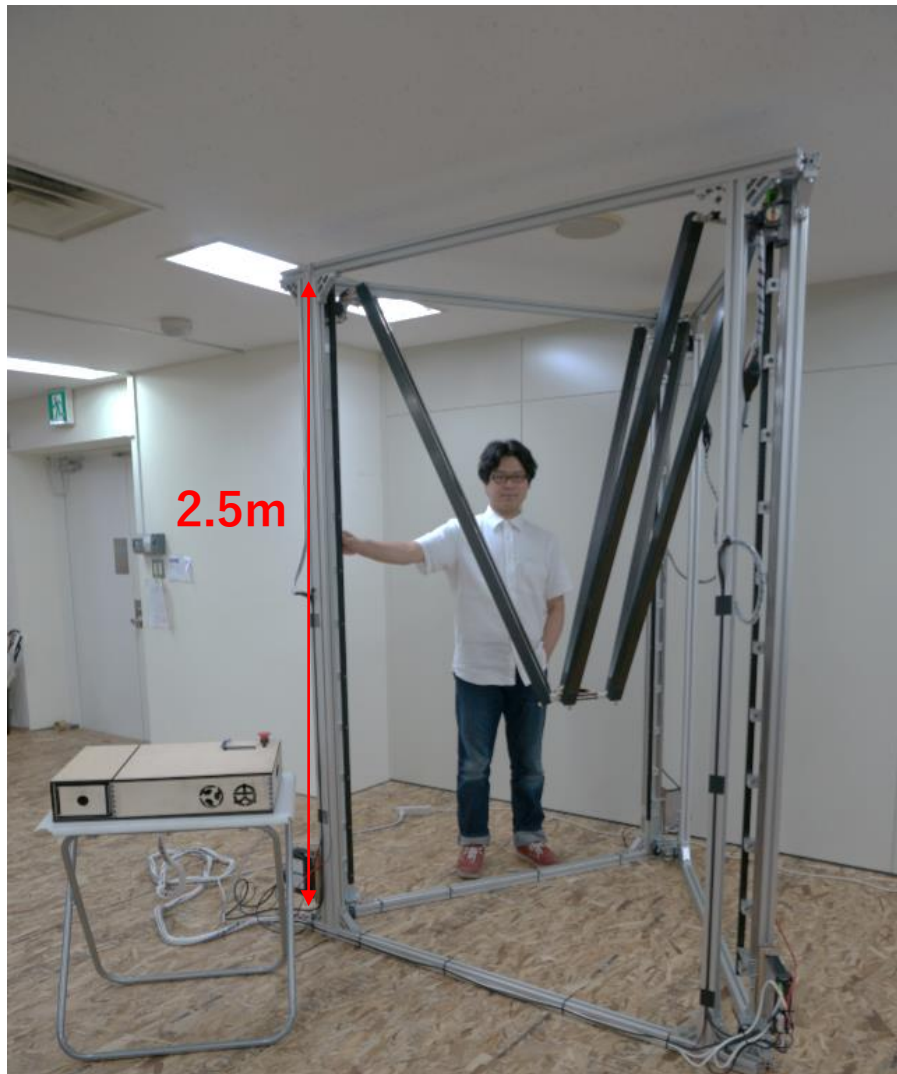
3D プリンタへ取り付けすることで回転体の上に材料を盛り付ける (江口社教)



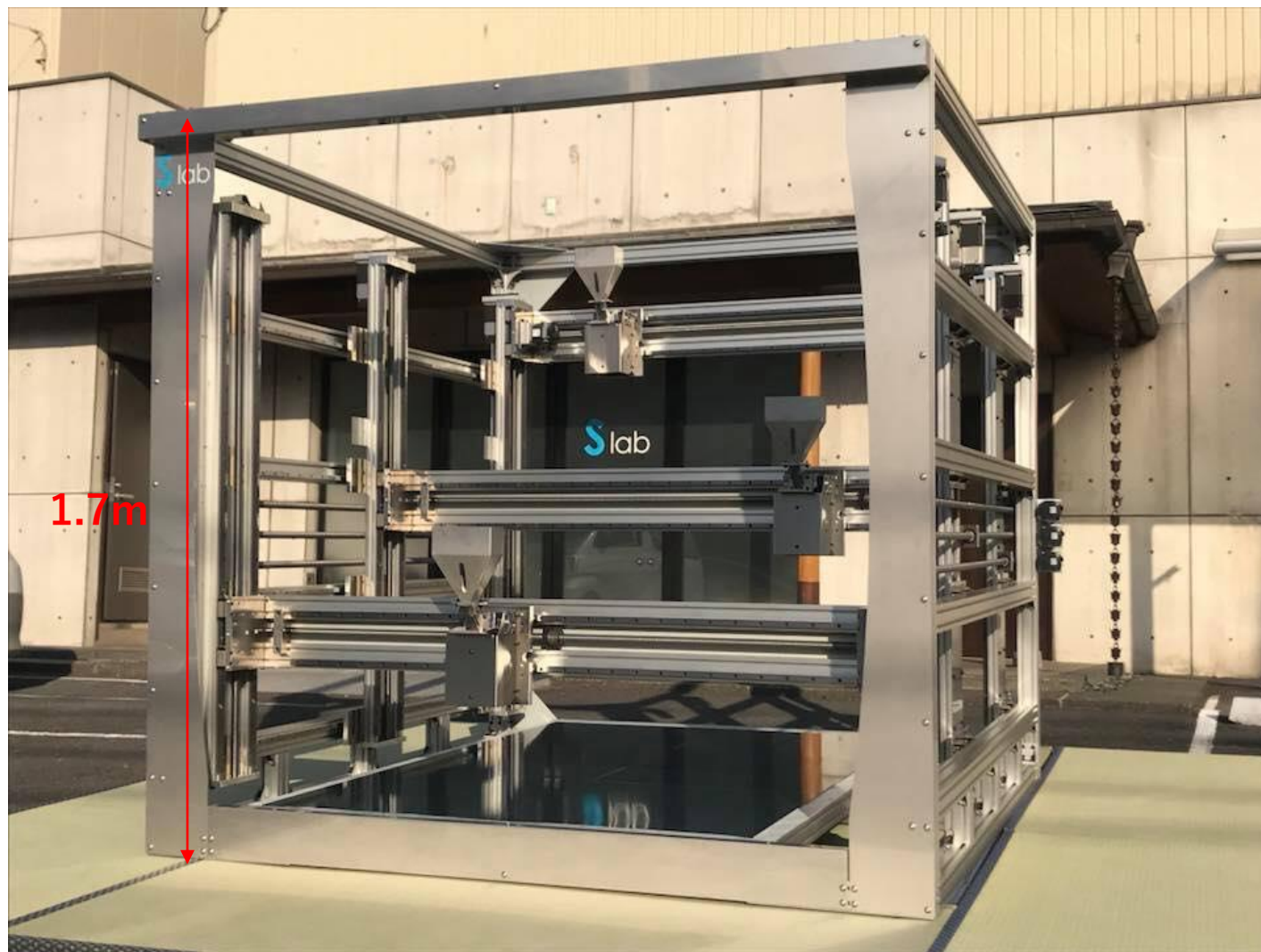
垂直式 3D プリンタ (2017)

窓枠に対して垂直に 3D プリンタを取り付けることで、壁や窓に対しての直接プリントを実現する (澤谷和史)

ペレット供給式・中型3Dプリンタ



2014 (竹中工務店と共同研究)



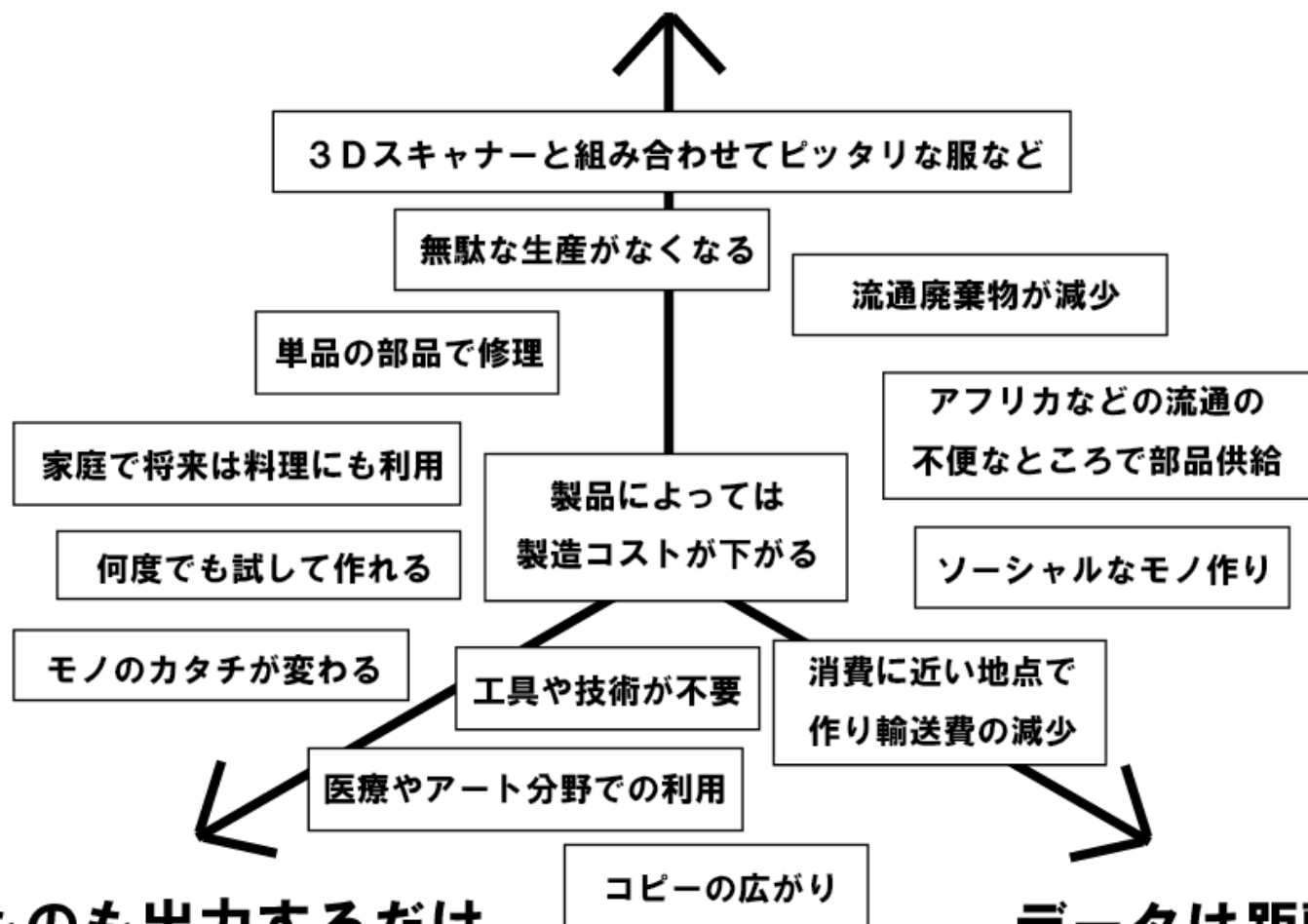
2018 (エス.ラボ株式会社による研究開発)



2018年1月9日 日刊工業新聞

3Dプリンタの特徴

1個からでもつくれる



SFを実現する

3Dプリンタの想像力

田中浩也

遠隔転送装置、スモールライト、
万能工作機械…

3Dプリンタは
まだ序章でしかない!

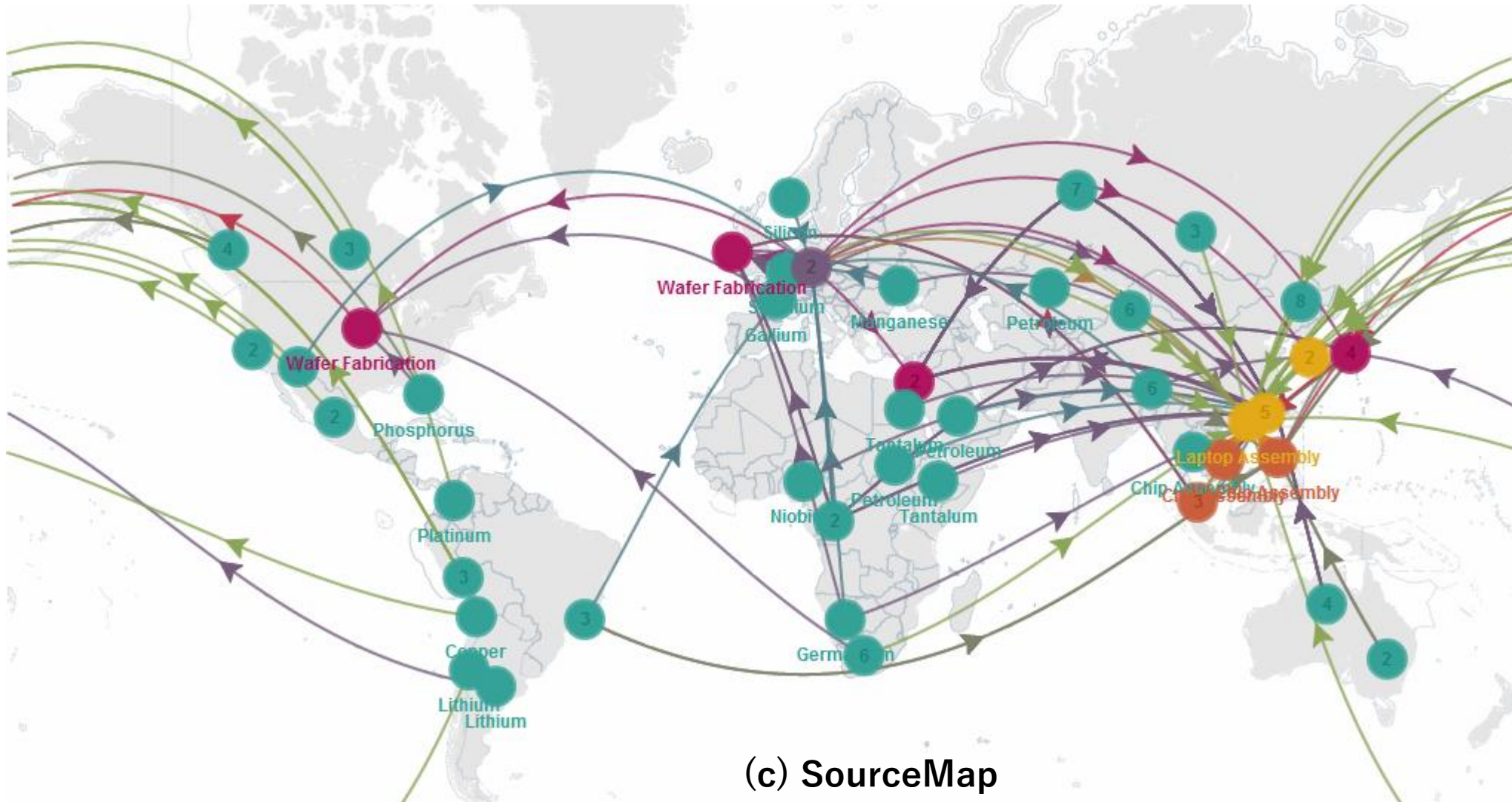
大注目の次世代工学者が描く新しい「モノづくり」とは?



2015

SCS: Supply Chain Simplification

(Co2削減効果シミュレーション)



(c) SourceMap

4D プリンティング (2017~)



4Dプリンティングの体系

機能性マテリアル

形状記憶ポリマー
(単一、コンポジット、コンパウンド)

液晶エラストマー

ハイドロゲル

生物材料

幾何学構造

折り紙構造

編み構造

オーゼティック構造

・ ・ ・ ・ ・

外部刺激

化学反応

磁力

光

温度

水分

pH

動き／変形／状態変化

細胞工学

医療／薬品

包装／パッケージ

建材／インフラ



4D Printing &
Meta Materials
Conference

4D PRINTING & META MATERIALS CONFERENCE

April 17, 2019, Brightlands Chemelot Campus, Sittard-Geleen

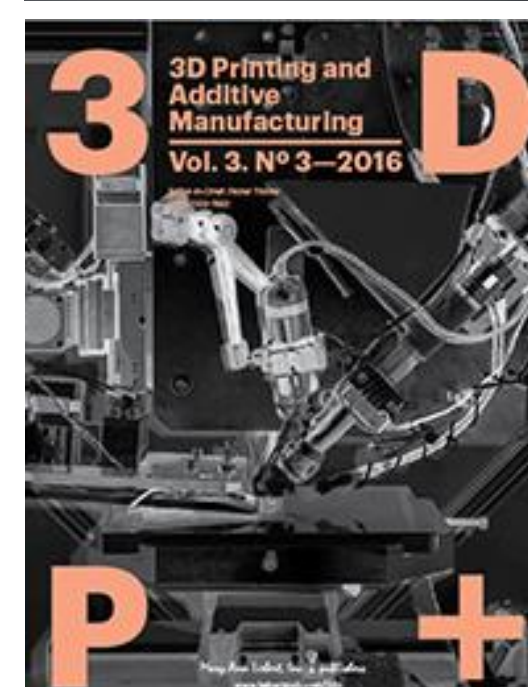
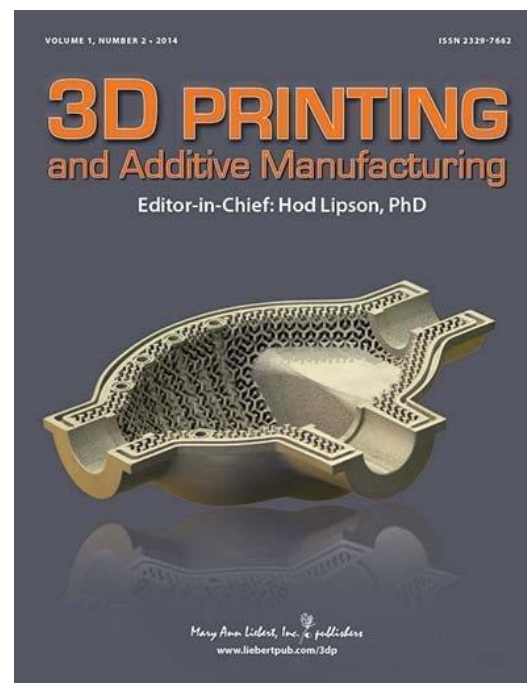
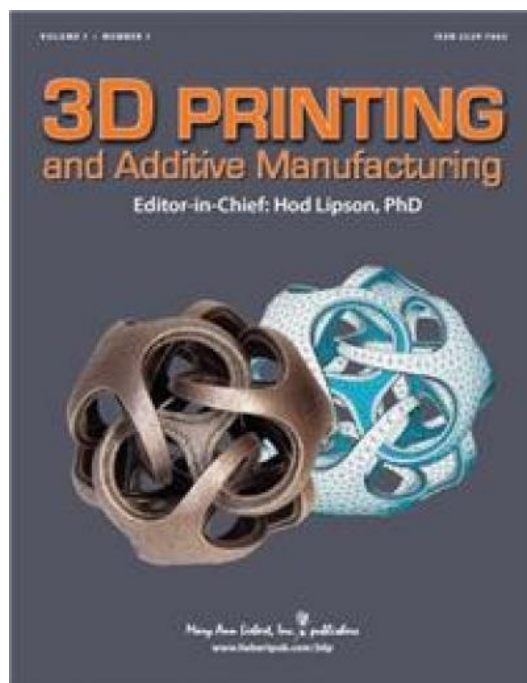
[Home](#)

[Program](#)

[Registration](#)

[Venue](#)

[Partners](#)





4DFP

Conference on 4D and Functional Printing 2018

Conference on 4D and Functional Printing 2018

– New Paradigm over 3D Technology –

日本画像学会 4Dプリンティング研究会を立ち上げ

2018年10月11日(木) 10:00-17:00

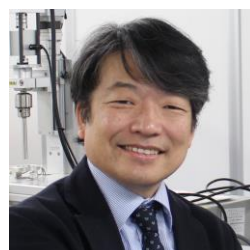
Conference on 4D and Functional Printing 2018

– New Paradigm over 3D Technology –

Hidemitsu Furukawa



基調講演：落合陽一



3Dプリンティング

4Dプリンティング

Static (静的) -----> Dynamic (動的)

Printable (プリント可能) -----> Programmable (プログラム可能)

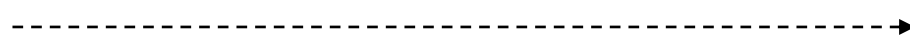
Mesh/Solid (メッシュ/ソリッド表現) -----> Point/Line/Mesh/Voxel (さまざまなデータ表現)

従来製造技術の代替 -----> 未知の製品の実現

3Dプリンティング

4Dプリンティング

Static (静的)



Dynamic (動的)

Printable (プリント可能)



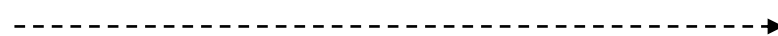
Programmable (プログラム可能)

Mesh/Solid (メッシュ/ソリッド表現)



Point/Line/Mesh/Voxel (さまざまなデータ表現)

従来製造技術の代替



未知の製品の実現

3Dプリンティング

4Dプリンティング

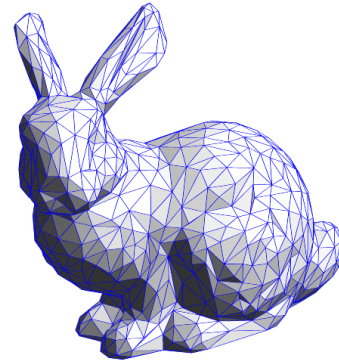
Static (静的) -----> Dynamic (動的)

Printable (プリント可能) -----> Programmable (プログラム可能)

Mesh/Solid (メッシュ/ソリッド表現) -----> Point/Line/Mesh/Voxel (さまざまなデータ表現)

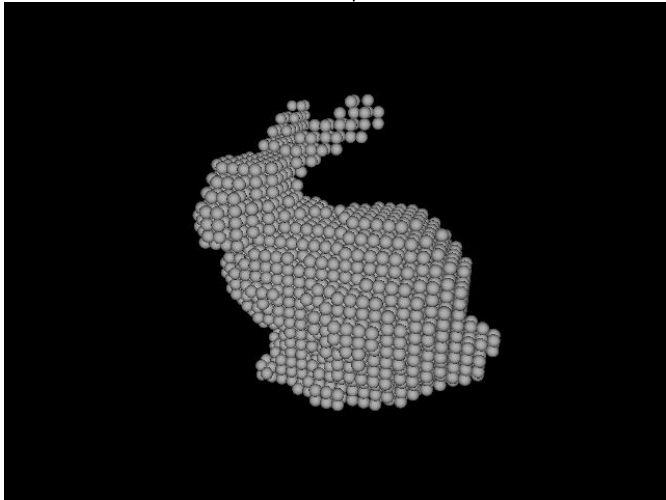
従来製造技術の代替 -----> 未知の製品の実現

3D形状を定義する(メッシュ以外の)新たな単位



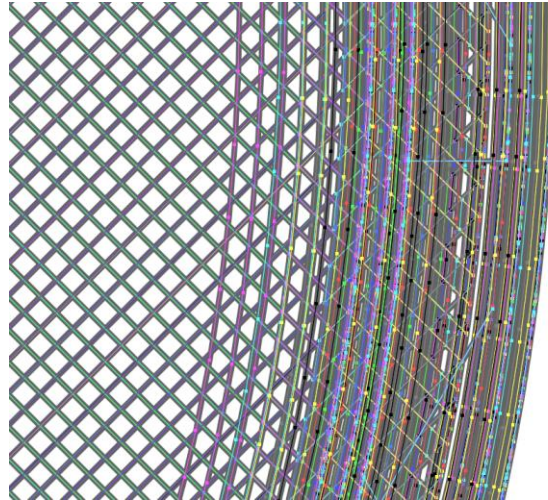
面

メッシュ(mesh)/ソリッド(solid)



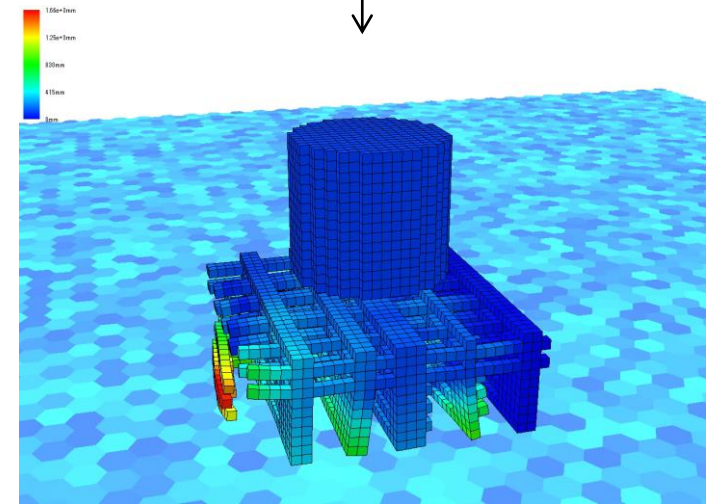
ボクセル(voxel)

点/立体



ツールパス(path)

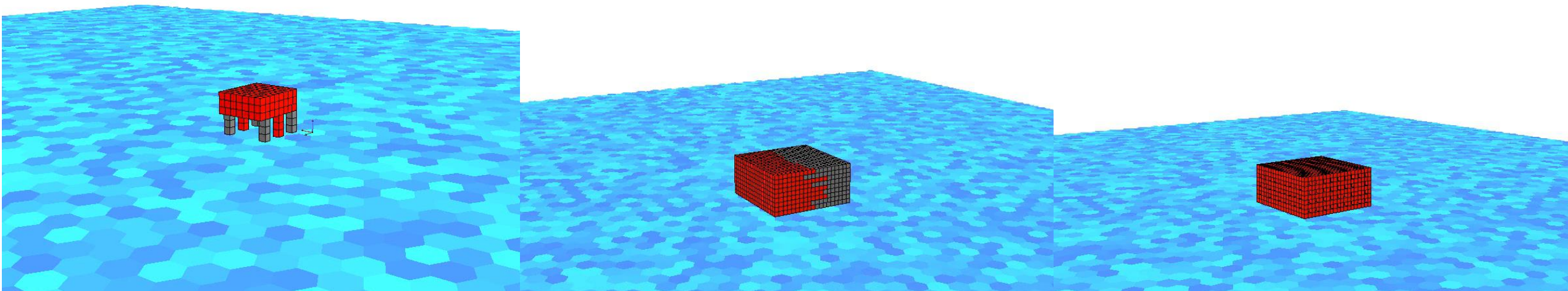
線



シミュレーション(simulation)

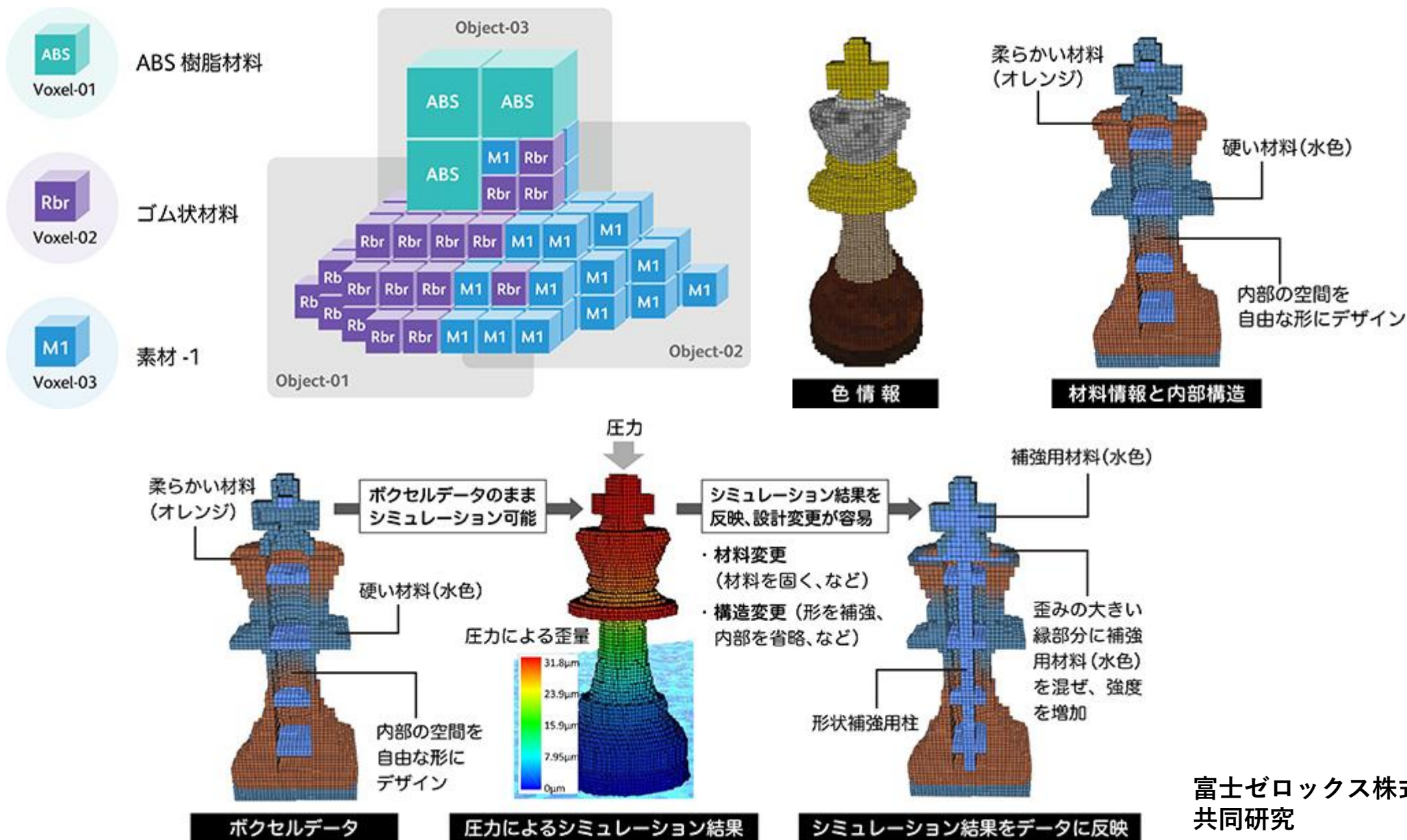
時間/状態変化/変形

“VoxFAB”ー高速シミュレーションに特徴を持ち、材料の性質を感じながらモデリングが可能なソフトウェア

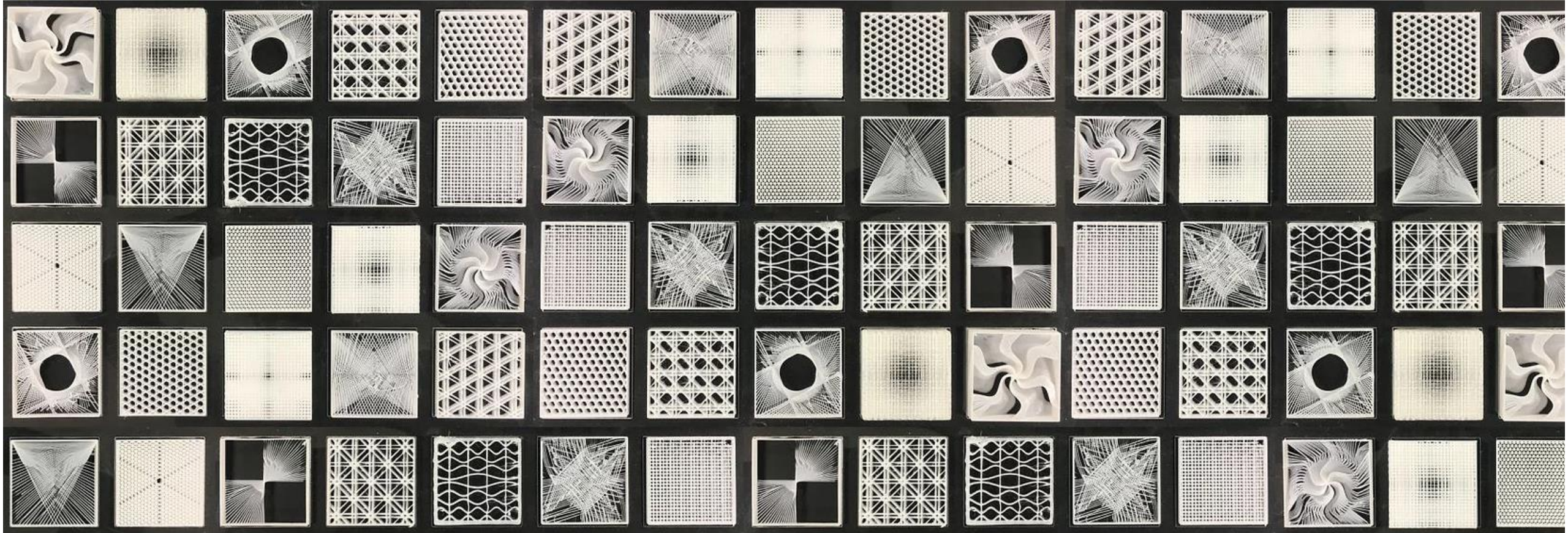


斎藤和行（慶應義塾大学田中浩也研究室）

3Dボクセル フォーマットFAV = Fabricatable VoxelのJIS化（2019年6月公開）



富士ゼロックス株式会社との 共同研究

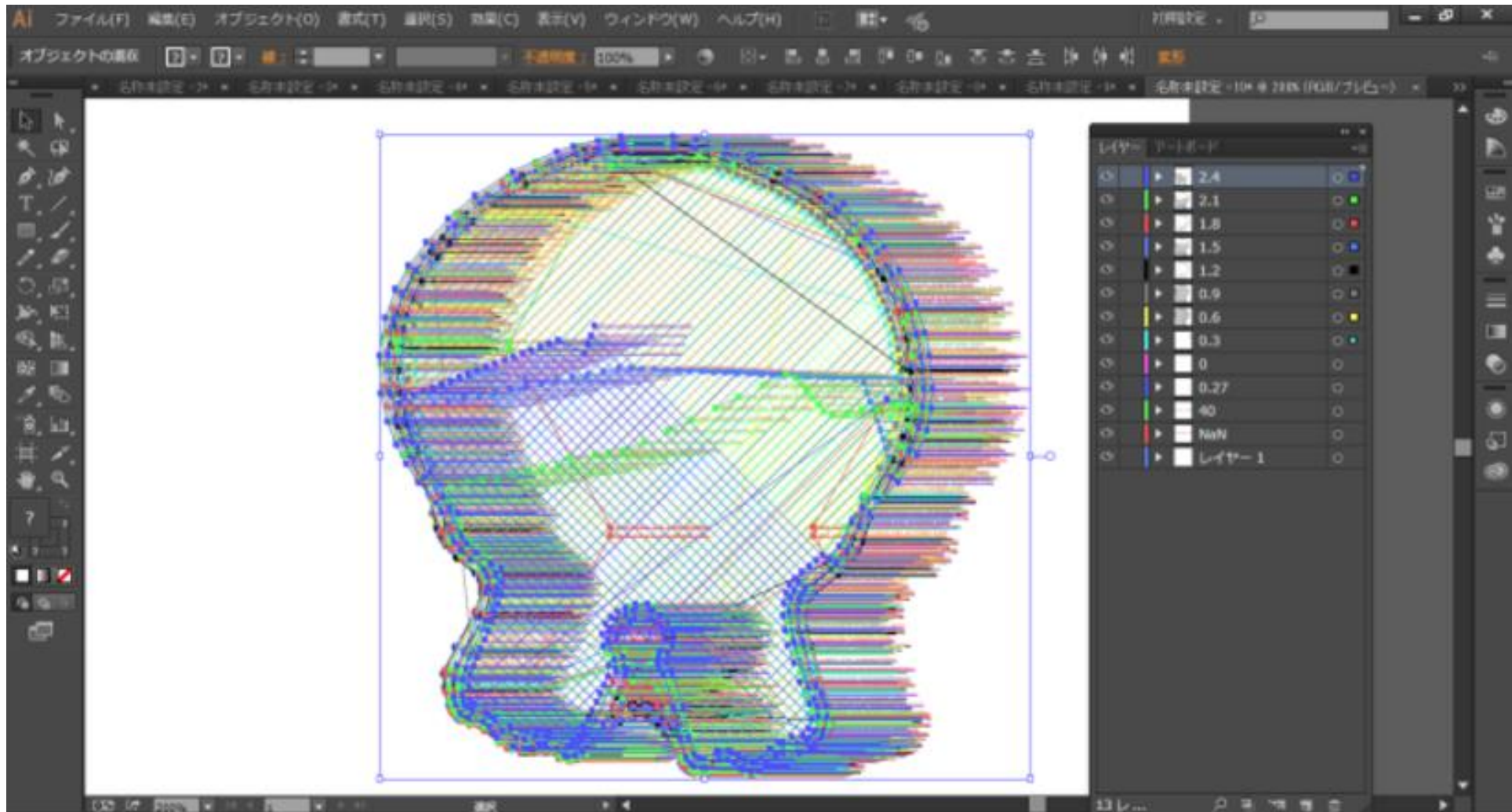


Fabrix™

Direct G-Code Editing Tools for Advanced 3D Printing

The conventional process of FDM 3D Printing (Modelling a shape in STL and use a Slicing software for automatic g-code generation) limits its potentials. We provide Adobe Illustrator (2D) Scripts and Rhino (3D) Scripts for converting vector data directly into G-codes. We name this technique as "Filament Weaving". All of our scripts are called as "Fabrix (Fabric-x)".

Adobe Illustratorの上で実装 豊富なグラフィクスメニューで「フィラメント」を直接記述



Physical



Cyber

Physical



Processes

Materials

Machines

もの・装置

Cyber

Physical

Cyber

3Dモデリング

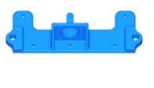
人工知能/ 機械学習

形状データベース

構造データベース

スキルと
人材

3D形状データベース Fab3d (<http://fab3d.cc>)

									
Front_motor_mount_DJL_2212.stl http://www.thingiverse.com/thing/713099 License:  Size: 877K	Tail_motor_mount.stl http://www.thingiverse.com/thing/713099 License:  Size: 655K	Front_motor_mount_2212.STL http://www.thingiverse.com/thing/713099 License:  Size: 907K	Motor_igen.stl http://www.thingiverse.com/thing/713073 License:  Size: 1M	Estructura_Soporte_Motor_eje... http://www.thingiverse.com/thing/711973 License:  Size: 238K	motor-mount_20150226-16529-... http://www.thingiverse.com/thing/699674 License:  Size: 365K	motor-mount_20150226-15734-... http://www.thingiverse.com/thing/699805 License:  Size: 365K	motor-mount_20150226-16529-... http://www.thingiverse.com/thing/699783 License:  Size: 365K	motor-mount_20150226-15522-... http://www.thingiverse.com/thing/699784 License:  Size: 365K	motor-mount_20150226-20064-... http://www.thingiverse.com/thing/699785 License:  Size: 366K
Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save
									
Aft_Motor_to_Motor_arm.STL http://www.thingiverse.com/thing/708595 License:  Size: 89K	Bancada_Motor.STL http://www.thingiverse.com/thing/708037 License:  Size: 605K	Bancada_Motor_Tubo_Redondo... http://www.thingiverse.com/thing/708037 License:  Size: 606K	Circular_Motor_Mount.stl http://www.thingiverse.com/thing/707732 License:  Size: 337K	Y_motor_mount_2.stl http://www.thingiverse.com/thing/707330 License:  Size: 606K	geared_motor_slide_fixed.stl http://www.thingiverse.com/thing/704091 License:  Size: 109K	geared_Motor_bracket_v4_fixed... http://www.thingiverse.com/thing/704091 License:  Size: 118K	Motor_Bracket_v3_fixed.stl http://www.thingiverse.com/thing/704091 License:  Size: 140K	MK8_K8200_3drag_mount_mot... http://www.thingiverse.com/thing/702810 License:  Size: 22K	3dscanner_motormount.stl http://www.thingiverse.com/thing/702546 License:  Size: 294K
Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save
									
Z-Axis-Motor-Right.stl http://www.thingiverse.com/thing/707109 License:  Size: 151K	X-Axis-Motor.stl http://www.thingiverse.com/thing/707109 License:  Size: 199K	Y-Axis-Motor.stl http://www.thingiverse.com/thing/707109 License:  Size: 120K	Z-Axis-Motor-Left.stl http://www.thingiverse.com/thing/707109 License:  Size: 177K	motor_mount_20150303-15734-... http://www.thingiverse.com/thing/706231 License:  Size: 401K					
Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save	Edit & Save					





planetary_gear.stl

<http://www.thingiverse.com/thing:713367>

License: Size: 95K

Edit & Save



shaft_gear_easy_print.stl

<http://www.thingiverse.com/thing:713367>

License: Size: 77K

Edit & Save



shaft_gear.stl

<http://www.thingiverse.com/thing:713367>

License: Size: 72K

Edit & Save



ring_gear.stl

<http://www.thingiverse.com/thing:713367>

License: Size: 106K

Edit & Save



Bold__Gearbox_keychain.stl

<http://www.thingiverse.com/thing:713008>

License: Size: 560K

Edit & Save



ファブ3Dコンテスト (2016～)

2016年 受賞作品紹介

最優秀賞 Rescuboom 入賞者: 入賞者氏名	佳作賞 スイカの糖蜜流 入賞者: 入賞者氏名	優秀賞 食器の蓋のブラスト 入賞者: 入賞者氏名
特別賞 3Dプリンターで「食事」を 再現する台座を作る 入賞者: 入賞者氏名	特別賞 3D Printed to F Pet Feeder 入賞者: 入賞者氏名	特別賞 vaporizer egg shell 入賞者: 入賞者氏名

応募に関する共通条件

- 1 応募作品は、3Dプリンタと100データを使用した作品に限らせていただきます。
※センサーや回路などを組み込んだ作品の応募は可能です。
※応募が2017年10月10日までに完了してください。
- 2 作品の著作権は応募者に帰属します。また、すでに発表された作品でも構いませんが、過去に受賞のある作品は
応募不可とします。著作権は全てご自分で管理ください。
- 3 オープンソースを除き、応募作品の頒布には、主催者であるSFC Open Research Forum 2017 (東京ミッドタウン・六本木)の
許可が必要です。そのためには、3Dデータ、写真、映像等の「ライセンス」を公開する必要があります。
Fab3Dの使用方法については、公式サイトをご覧ください。

応募期間:
2017年8月1日▶10月10日

2次審査及び授賞式:
2017年11月23日(木)
慶應義塾大学 SFC Open Research Forum 2017 (東京ミッドタウン・六本木)

● 最優秀賞 (すべてのカテゴリで最も優れた作品) 賞金10万円 + 副賞
● 優秀賞 (各カテゴリにおける最も優れた作品) 賞金5万円 + 副賞
● 特別賞 (魅力ある作品、各カテゴリ1点ずつ) 賞金1万円 + 副賞

FAB 3D CONTESTに関するお問い合わせ:
fab3d-contest@sfc.keio.ac.jp
<https://www.fab3d.org/>



ファブ3Dコンテスト

FAB 3D CONTEST 2017

応募期間:
2017年8月1日▶10月10日

2次審査及び授賞式:
2017年11月23日(木)
慶應義塾大学 SFC Open Research Forum 2017
東京ミッドタウン・六本木

<http://www.fab3d.org/>



ファブ3Dコンテスト

FAB 3D CONTEST 2018

<http://www.fab3d.org/>

応募期間:
2018年8月1日▶10月17日



3D積層造形によるモノづくり革新拠点化構想

◆ 3D3プロジェクト（全国45公設試連携）



◆ 3D造形のデザイナ、プレイヤーネットワーク



◆ 松浦機械製金属、樹脂3D造形技術開発



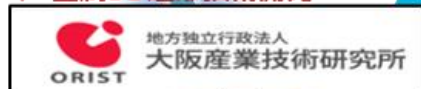
◆ デポジション方式金属造形、樹脂3D造形技術開発



◆ CAEの活用、樹脂3D造形技術開発



◆ 金属3D造形技術開発



◆ 世界初のラバー3Dプリンター技術、金属、樹脂3D造形技術開発



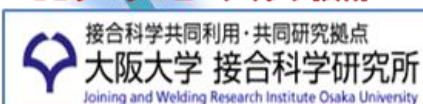
◆ CG・CAD活用による設計、樹脂3D造形技術開発



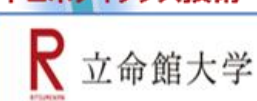
◆ 金属3D：三次元異方性カスタマイズ



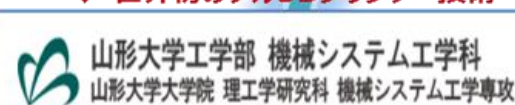
◆ 3Dレーザーコーティング技術



◆ ソフトロボティクス技術



◆ 世界初のゲル3Dプリンター技術



◆ 4Dプリンティング技術



実用化・ネットワーク拠点



3Dものづくり普及促進会
3D関連技術を活用したものづくりの普及促進を目指します。

<3D積層造形実用化拠点>

実用化支援

企業

産学連携

産学連携

技術開発支援



慶應義塾大学SFC研究所

Keio Research Institute at SFC

at

Shonan Fujisawa Campus

次の(次の)社会に向け、
新領域を開拓し続ける――