

3Dゲルプリンターによる 材料×機械の新工学創成と 社会実装



山形大学 大学院理工学研究科
機械システム工学専攻

ライフ・3Dプリンタ創成センター(LPIC)長
ソフト&ウェットマター工学研究室(SWEL)代表

古川 英光 [教授, 理博(東工大96)]



E-mail: furukawa@yz.yamagata-u.ac.jp

<http://furukawa.yz.yamagata-u.ac.jp>

Twitter: [@gelmitsu](https://twitter.com/gelmitsu) (ゲル光)

Facebook: <http://www.facebook.com/lpicbook>

<http://www.facebook.com/swelbook>

高分子未来塾 <http://spsj.or.jp/mirai/>



今年は3Dプリンターが流行る！？

Electron Mix G3 - Portable 3D Printer Kit



Share and you can get discount

\$5 USD
for share

[Get Discount Now](#)

[?](#)

Sale -39%

FREE Shipping

FREE

Print Area: 200x200x200 mm

Automatic Print Bed Leveling

Multi Filaments Support

Electron 3D Printer



Seller: Electron
Product Code: 257/3dprintersonlinestore.com
Availability: In Stock

[ASK QUESTION](#)

Price: ~~\$359 USD~~ **\$219 USD**

This limited offer ends in:

1 Day	9 Hours	21 Minutes	53 Seconds
-----------------	-------------------	----------------------	----------------------

Hurry! Only **18** left! **33** purchased



Order 2 or more units for \$219 USD
Order 5 or more units for \$215 USD
Order 10 or more units for \$210 USD
Order 20 or more units for \$200 USD



3Dプリンターの部品。中国では20分の1の値段！



Amazonでは1個539円

PC4-M6



Geek World

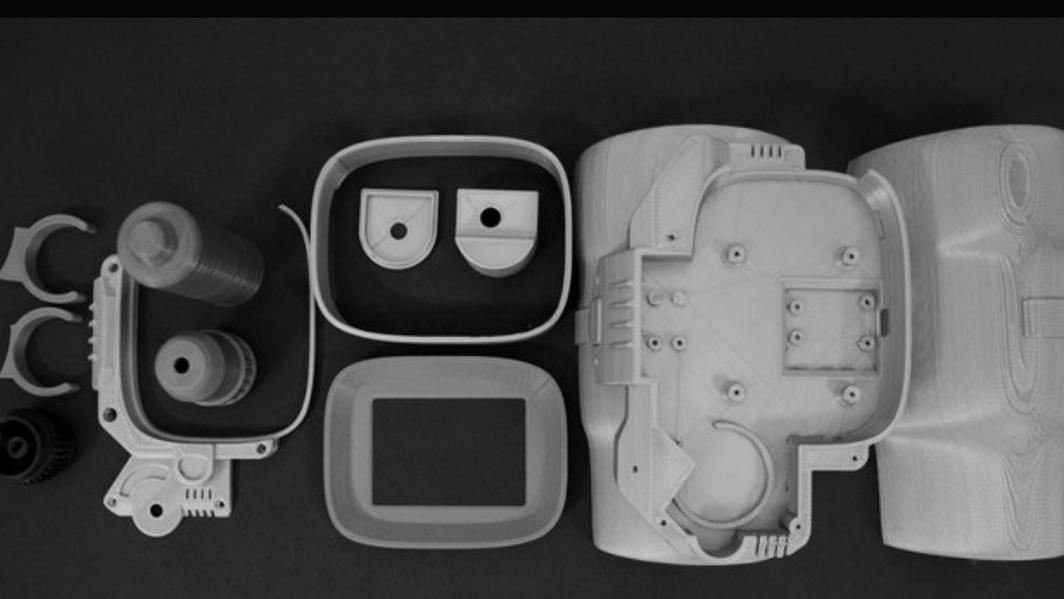
アリババでは50個1326円
(1個あたり26.52円)

3Dプリンターの価格破壊……

今後、普及は急速に進む

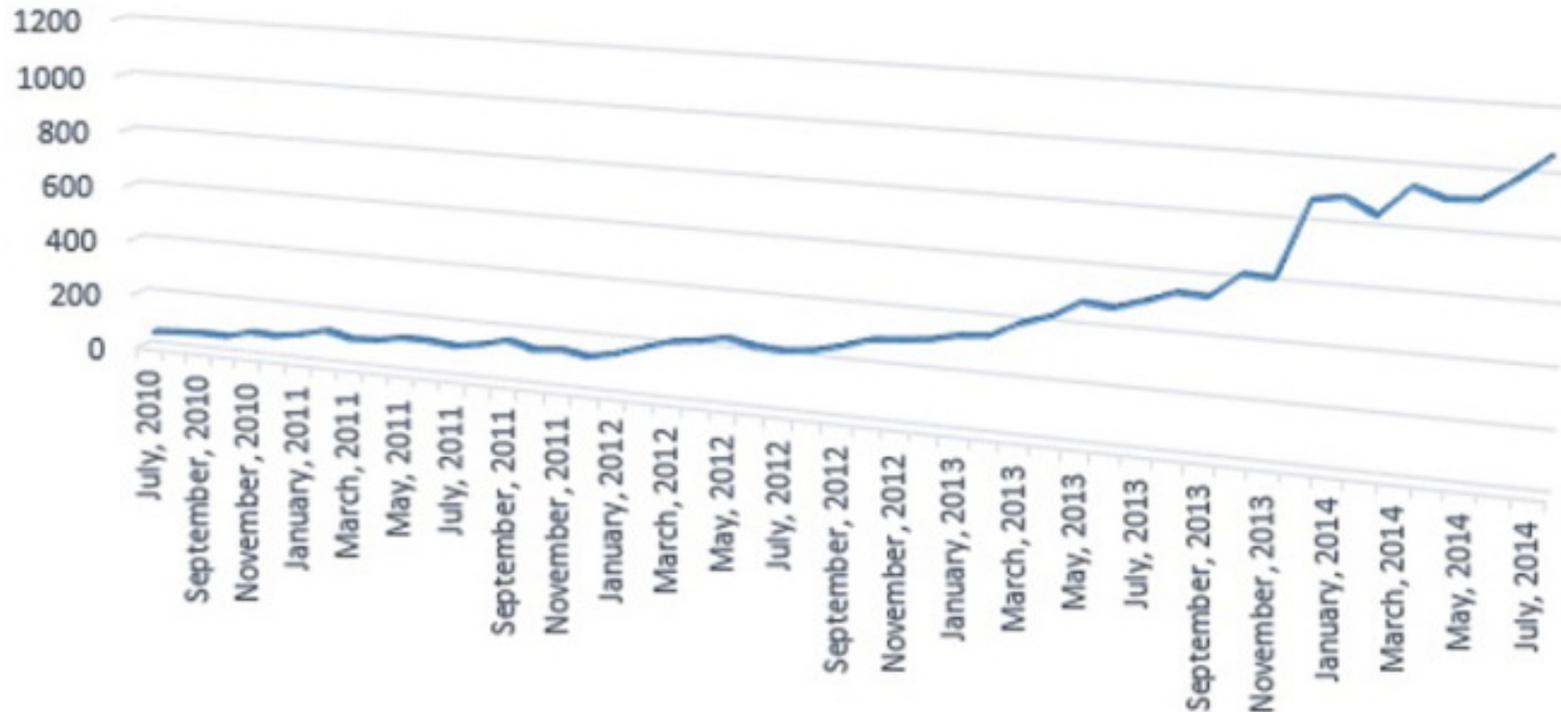
・ 玩具 ・ 教材 ・ ケース

プリンターが普及して、簡単に綺麗な印刷ができるようになった
→3Dプリンターで簡単に綺麗な造形ができるようになる



米雇用統計では3Dプリンターに精通した 人材募集が4年間で18倍に拡大

深刻化するデジタルものづくり人材の不足



- ・米国ではオバマ大統領が2010年10月に1000の学校に3Dプリンター導入の計画を紹介
- ・4月にイギリス企業Kitronk社が5000校のイギリスの小学校に3Dプリンター導入を開始
- ・中国は40万の小学校に3Dプリンターを配備する計画を発表

3Dプリンターの使い方は無限大

米ニュージャージー工科大学 デジタルデザイン科を専攻する エイモス・ダドリーさん



COURTESY OF AMOS DUDLEY

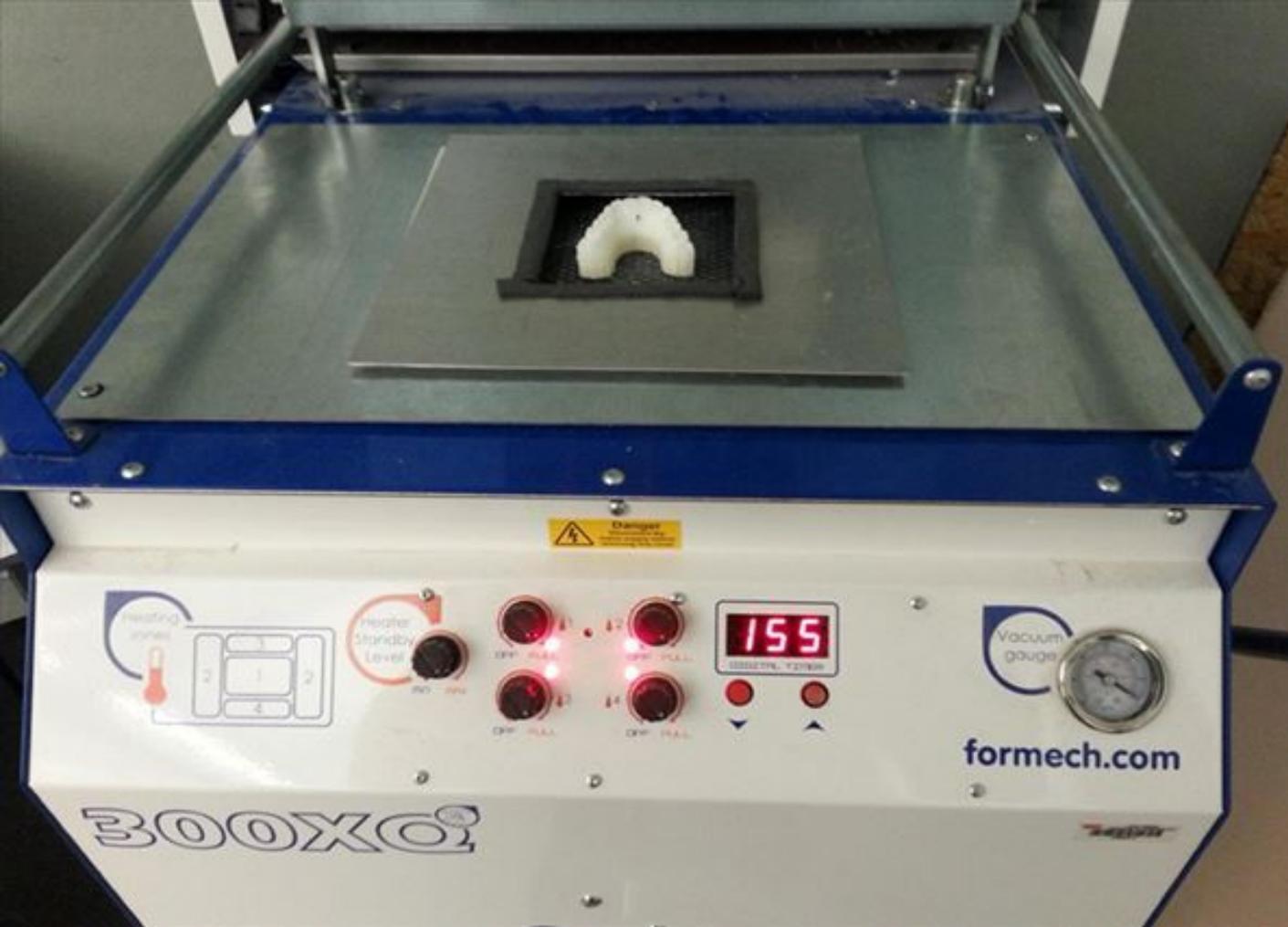




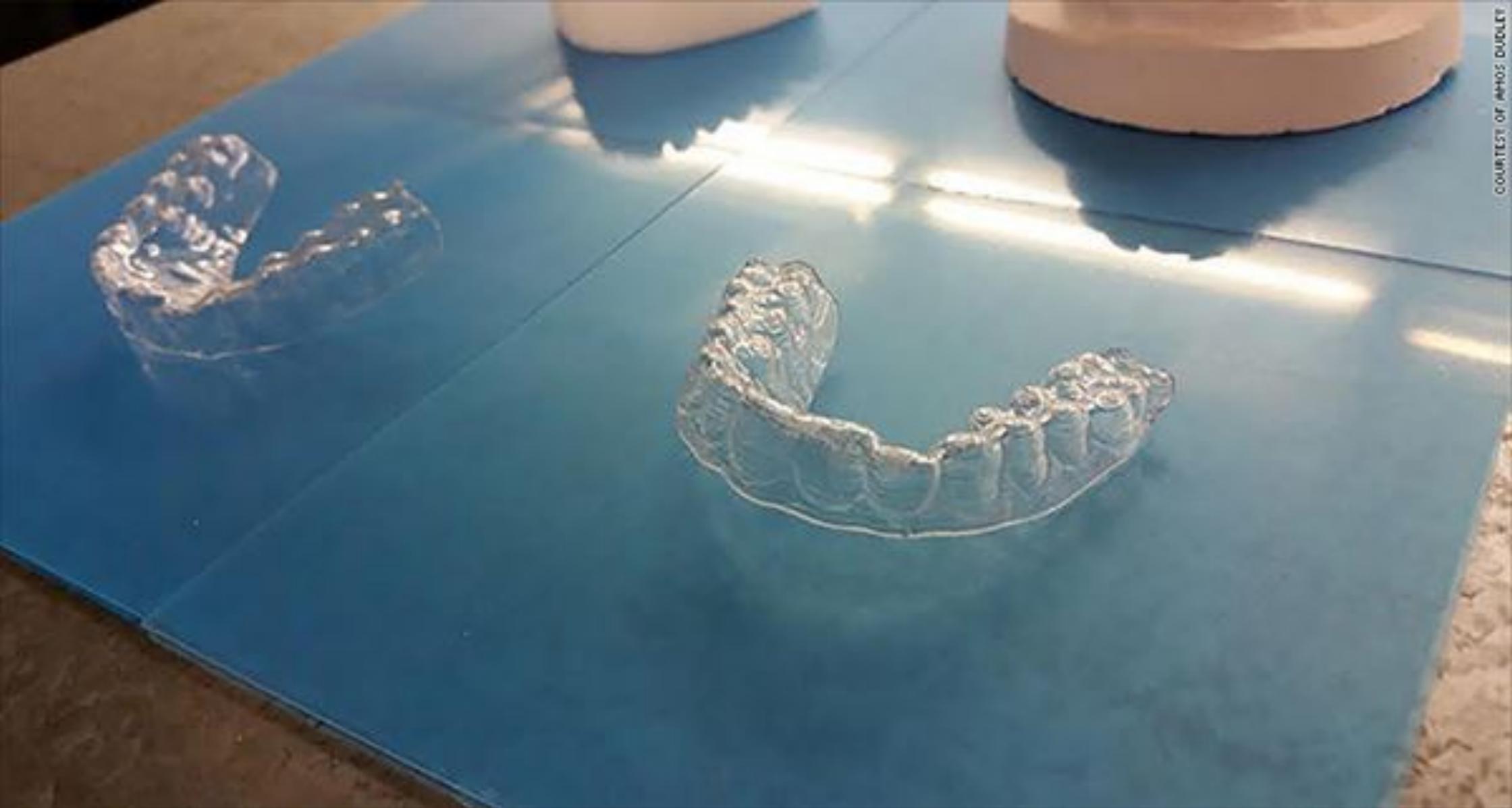
まずは大学の設備を利用して、
自分の歯のモデルをスキャン&プリント



その後、モデルの周りを人体に無害なプラスチックで覆って型を作ります。



どれだけ歯を動かす必要があるかを測り、理想の形へ歯が移動するように、
徐々に型の形を変えていきます。
こうして作り出された矯正器具は全部で12個。



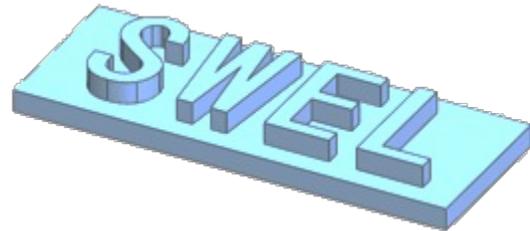
こちらは、「インビザライン」と呼ばれる歯科矯正方法で、透明のマウスピースのようなものを歯に取り付けて矯正します。



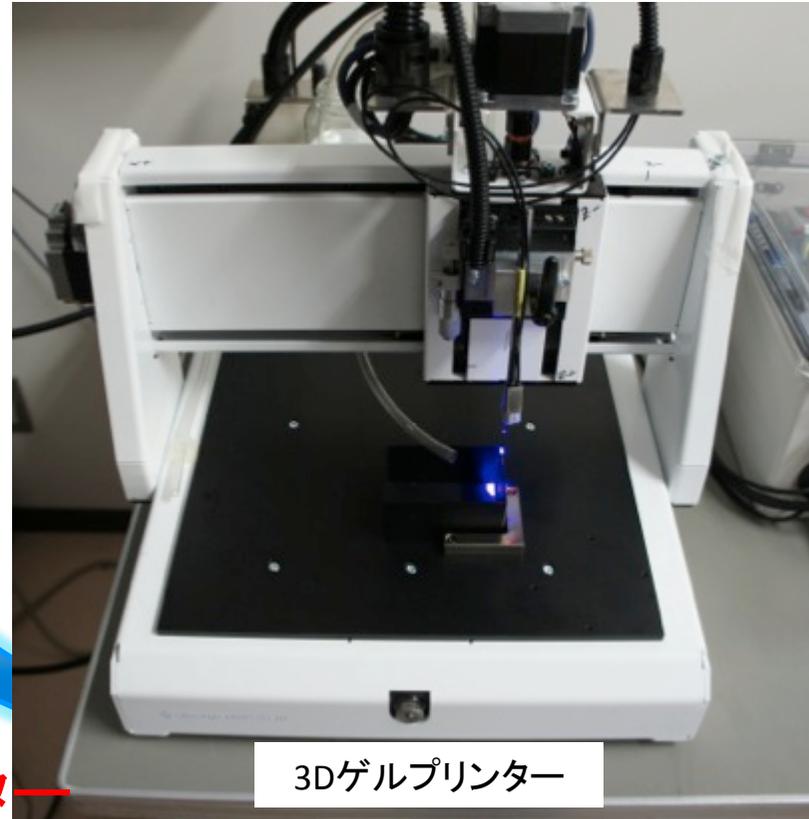
ワイヤーを取り付けないので痛みがなく、手入れも簡単。なにより、他人が気付かないほどの自然な見た目が維持できるのです。ただし、歯科医師に頼むと平均90~100万程度とかなり高額。学生にとってはなかなか手が出しづらいものです。

しかし、今回プリント代金込みで掛かった費用は、なんと60ドル(日本円にして約7000円)! 費やした時間は16週間ほどだったそうです!

3Dゲルプリンターによる造型



3D-CADデータ



3Dゲルプリンター



高強度ゲル

高強度ゲルの
自在造型が可能な
世界初の3Dゲルプリンター

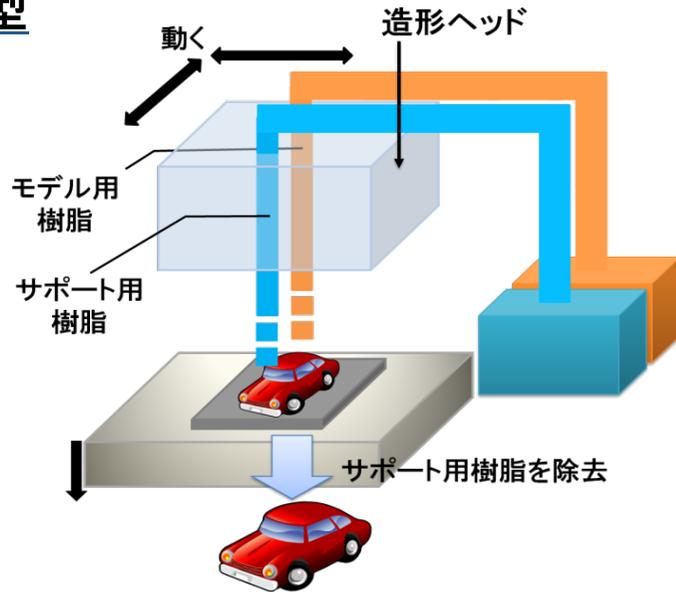
- 造形モデルは3D-CADソフトで作製
- バスタブには高強度ゲルの未反応水溶液(固形分10%以下)
- 光ファイバーからのUV照射で細かい造形が可能
- 3軸方向に動作し任意の造形が可能

化学 × 機械

サンアロー(株)と共同開発

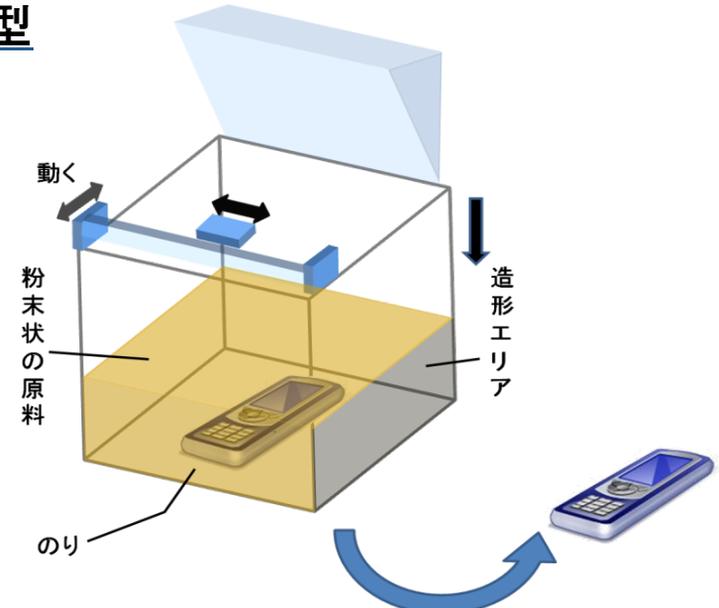
3Dプリンタの主な方式

積層型



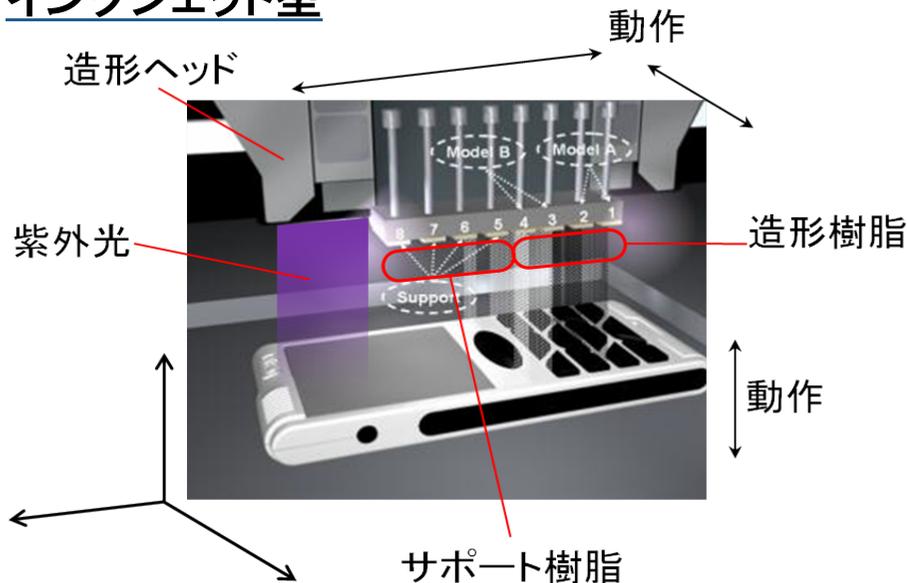
材料を溶かし、積層し造形する。

粉末型



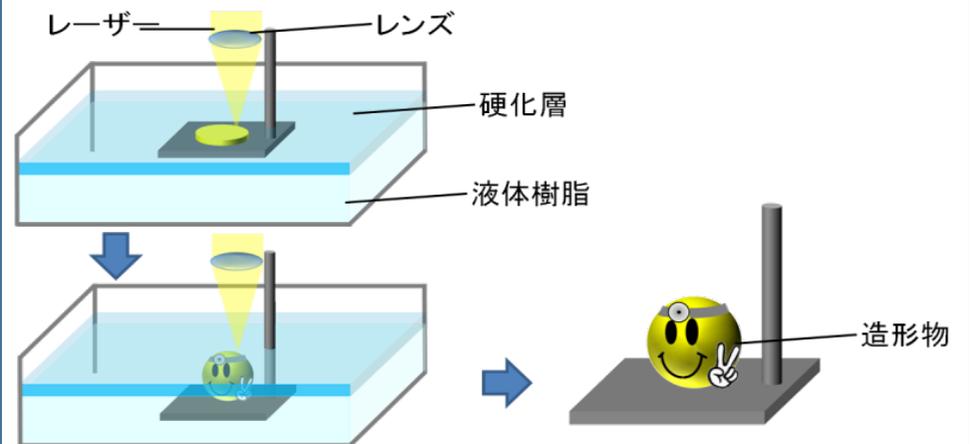
粉末材料とのりを噴射し、固めて造形する。

インクジェット型



材料を光で固め、積層し造形する。

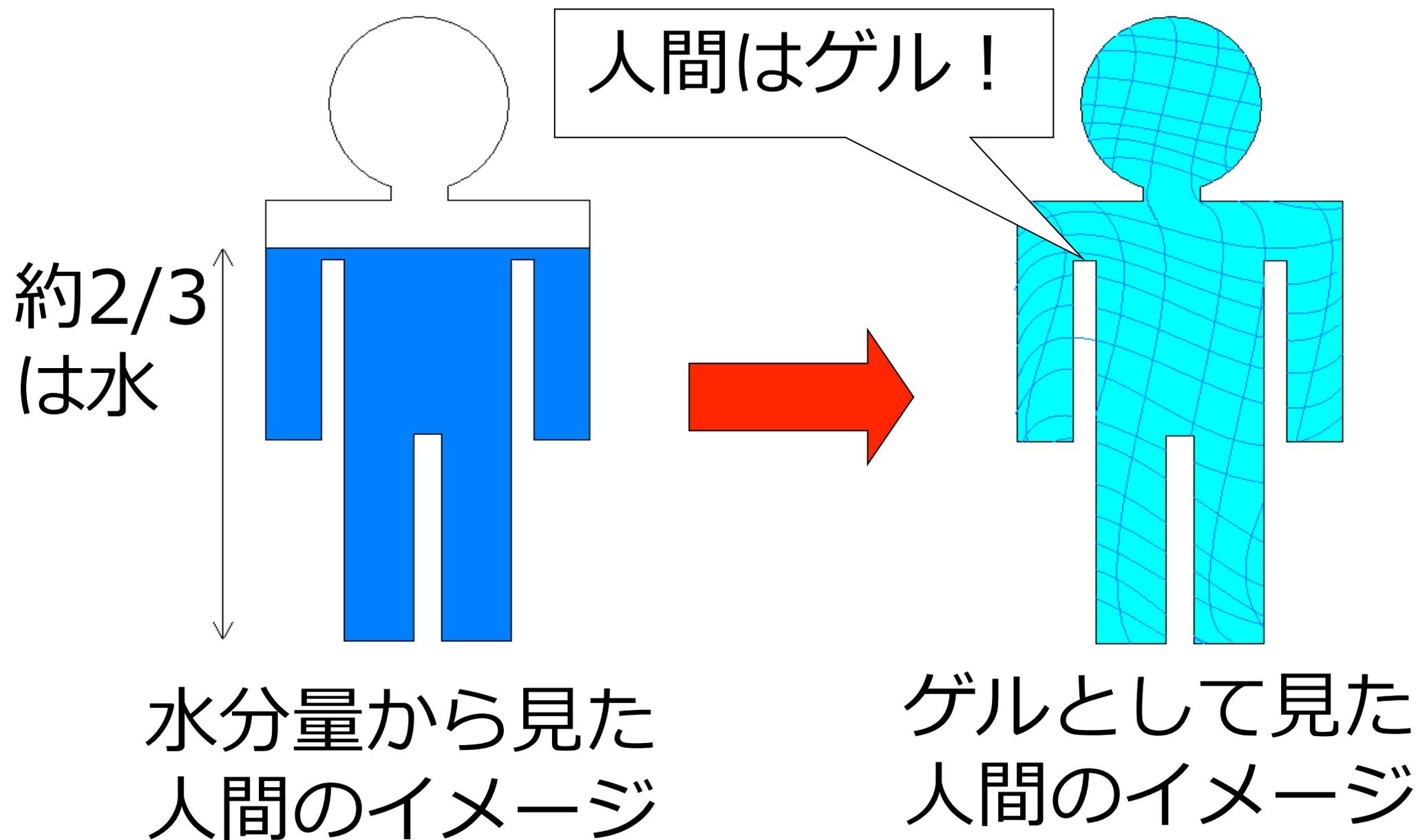
バスタブ型



液体材料を光で固め、造形する。

なぜ、ゲル？

人間と水とゲルの関係



生体組織は、骨格(骨、歯、殻等)を除いて、
すべて**軟組織**から構成されている



軟組織の例：
血管、筋肉
軟骨、腱、靭帯

生体軟組織は、水分を**50~80%**も含んでいる

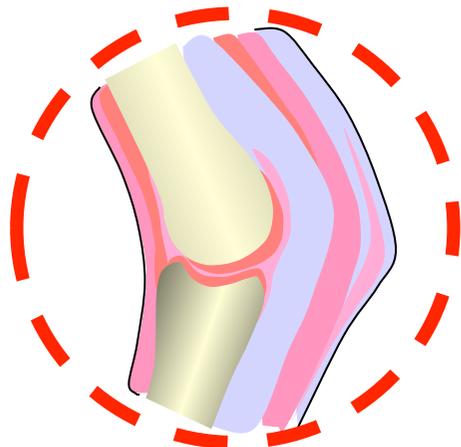
ゲル

である

※ゴムではない。インプラントにゲルは必須

生体軟組織固有の機能

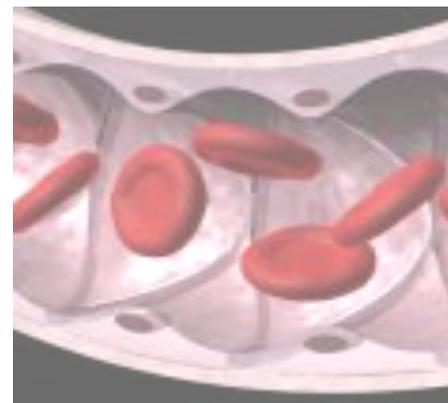
関節軟骨



- ・衝撃吸収性 ○
- ・潤滑性 ○
- 低摩擦係数 ~ 0.001

⇒滑らかな運動の確保

血管



- ・物質透過性 ○
- ・潤滑性 ○

⇒血管内外との物質のやり取り

しかし、これまでの生体代替物はHard & Dry材料のみでできているため、これらの機能を有しない。**ゴムでも実現できない。**

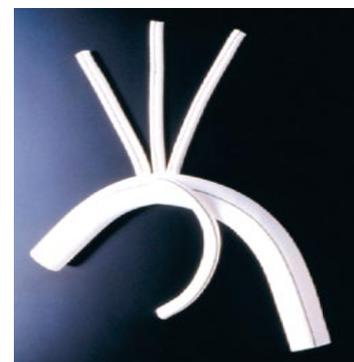
人工関節



- ・衝撃吸収 ×
- ・潤滑性 △

⇒運動の厳しい制限

人工血管



- ・物質透過性 ×
- ・潤滑性 △

⇒血栓形成

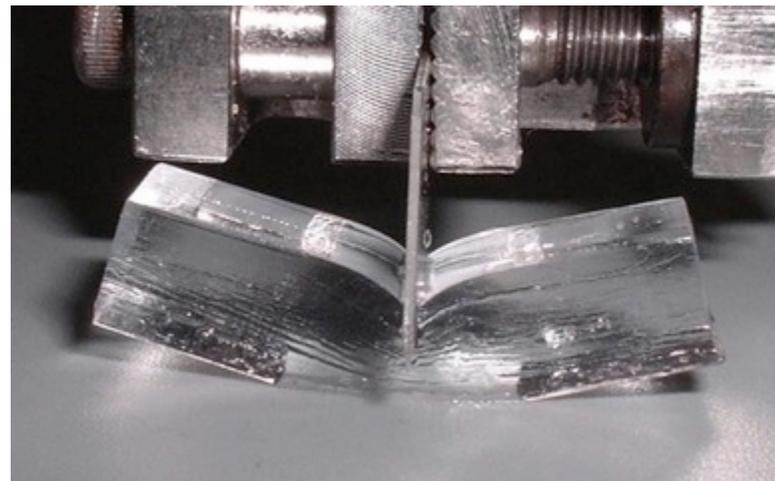
コンタクトレンズは1990年代にハードからソフトに急激に代わり今では90%以上がソフトに代わった。ゲルによる酸素透過性、フィット感の向上が鍵。ゲルの特性が破壊的イノベーションを

従来のゲル



含水率:90-95%
破断応力:0.1-1MPa

ダブルネットワークゲル(DNゲル)

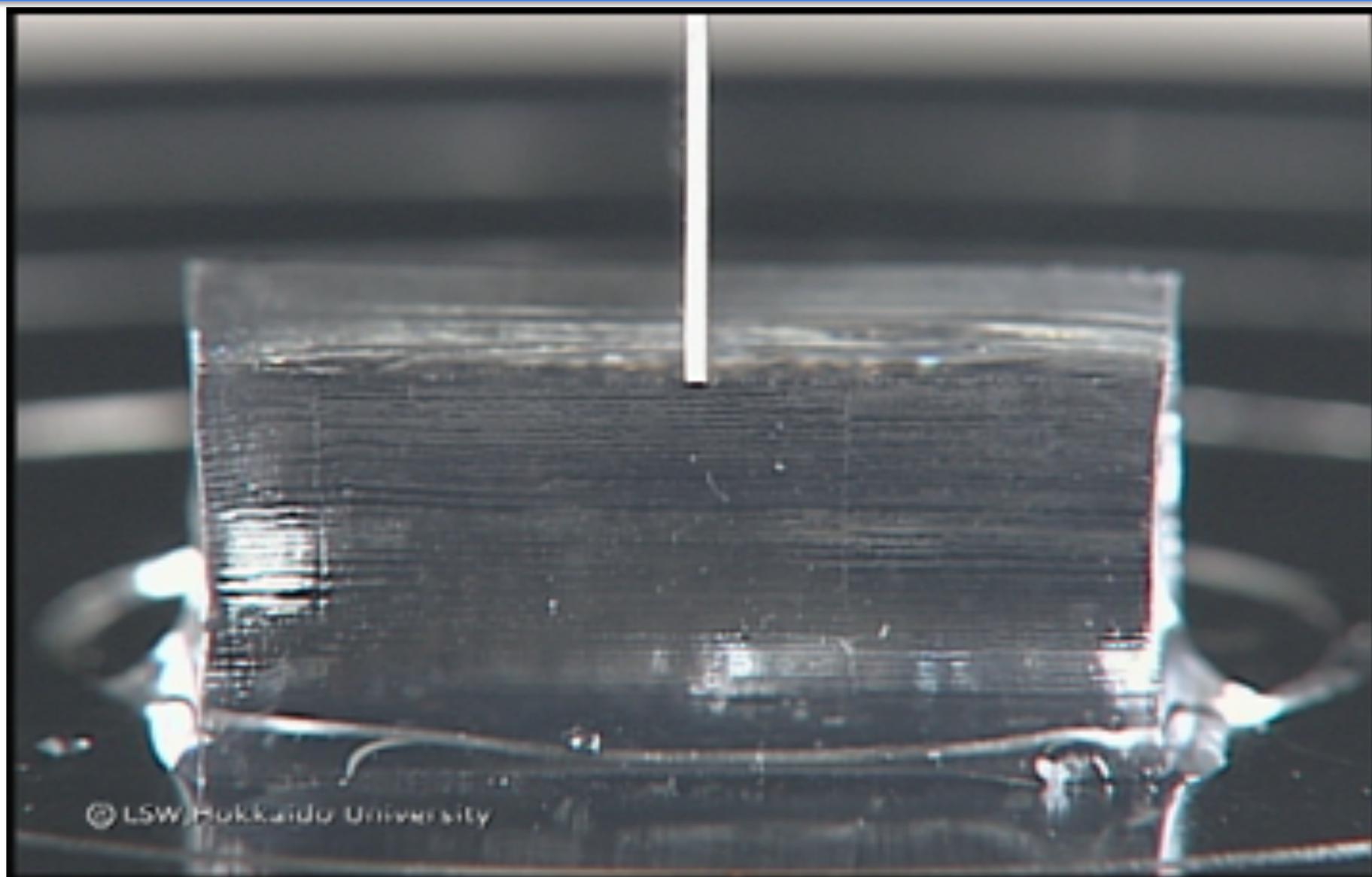


含水率:90%
破断応力:10-40MPa

大量の溶媒を含みながらもゴムや生体軟骨に匹敵する強度をもつゲルの創製に初めて成功!

今、高強度ゲルを活かした、新しい機能性材料の研究がブームになりつつある。

DNゲル: 世界一強い高含水材料

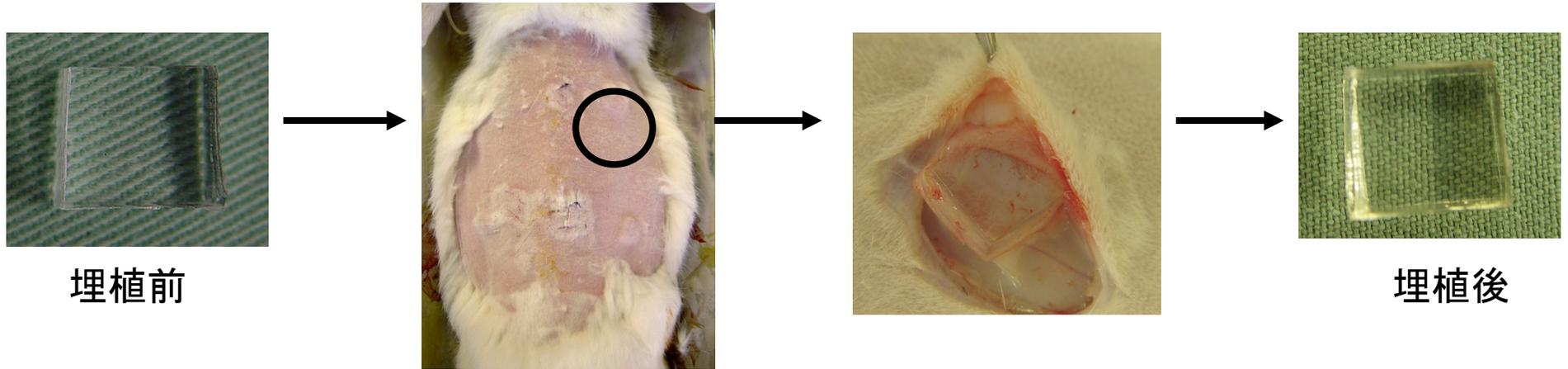


含水率90% 圧縮破断応力40MPa

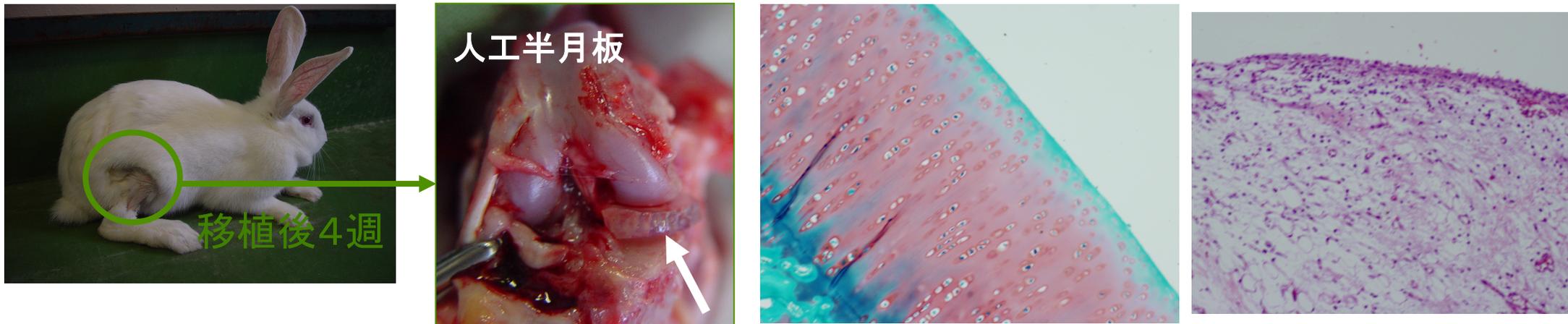
[動画](#)

J. P. Gong, Y. Katsuyama, T. Kurokawa, Y. Osada, *Adv. Mater.* **15**, 1155 (2003)

DNゲルの生体内耐久性と生体適応性



ウサギの皮下埋植6週でゲルの劣化を認めず



炎症・変性を認めず

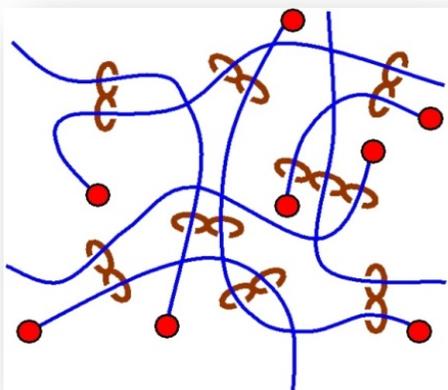
人工軟骨・人工半月板として応用できる(特許)

共同研究: 北海道大学大学院 医学研究科 安田 和則 教授

日本発！ さまざまな高強度ゲル

2001

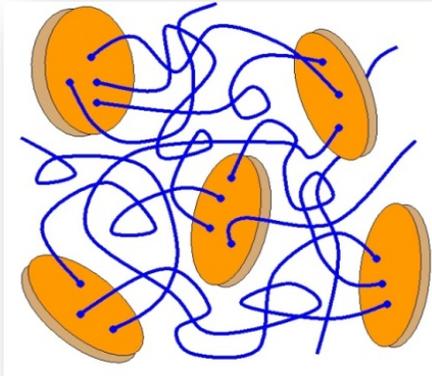
Slide Ring Gel



Okumura and Ito

2002

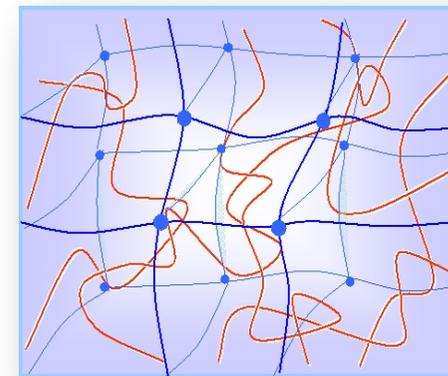
Nanocomposite Gel



Haraguchi

2003

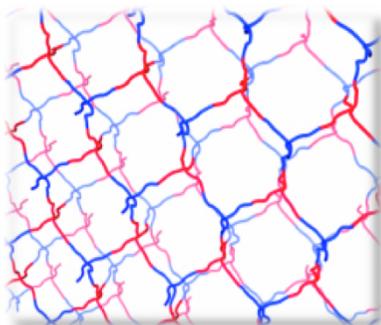
Double-Network gel



Kurokawa, Gong, et al.

2008

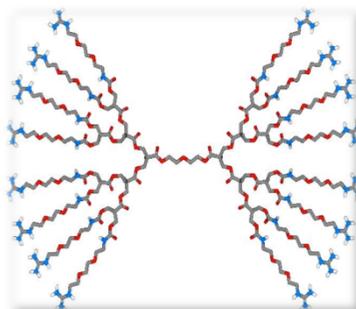
Tetra-PEG gel



Sakai, et al.

2010

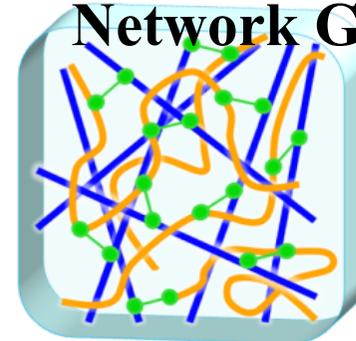
Aqua Material



Aida, et al.

2011

Inter-Crosslink Network Gel



Takada, Furukawa, et al.

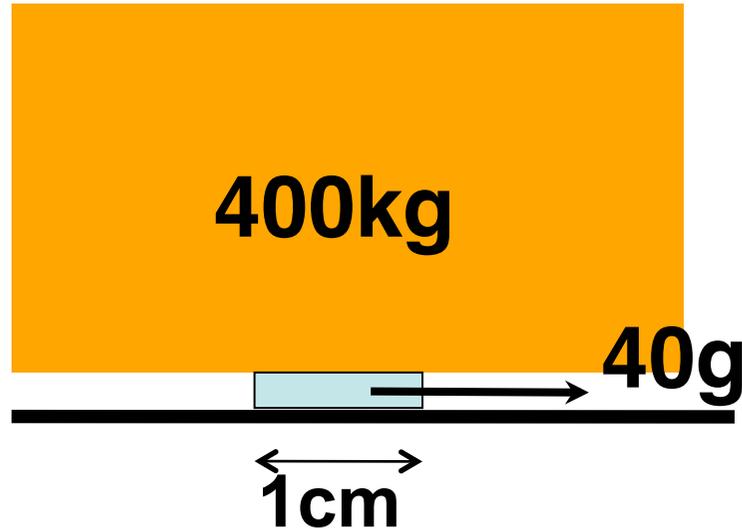
高強度ゲル研究は日本が世界を圧倒的にリード

高強度・低摩擦を兼ね備えると？

耐荷重性
摩擦係数

400kgf/cm²

$\mu \doteq 10^{-4}$ ということは…



面積1cm²のゲルシートに、
400kgの荷物を乗せても壊れず、
この荷物は**40g**の力で動かせる！

ひざ関節の軟骨の機能に匹敵

ゲルスライダー



ゲルフォトリクス

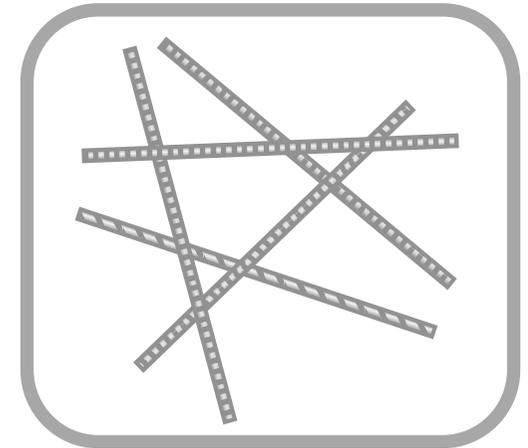
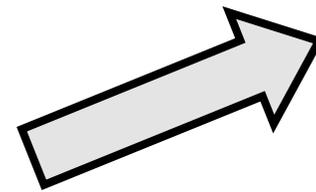
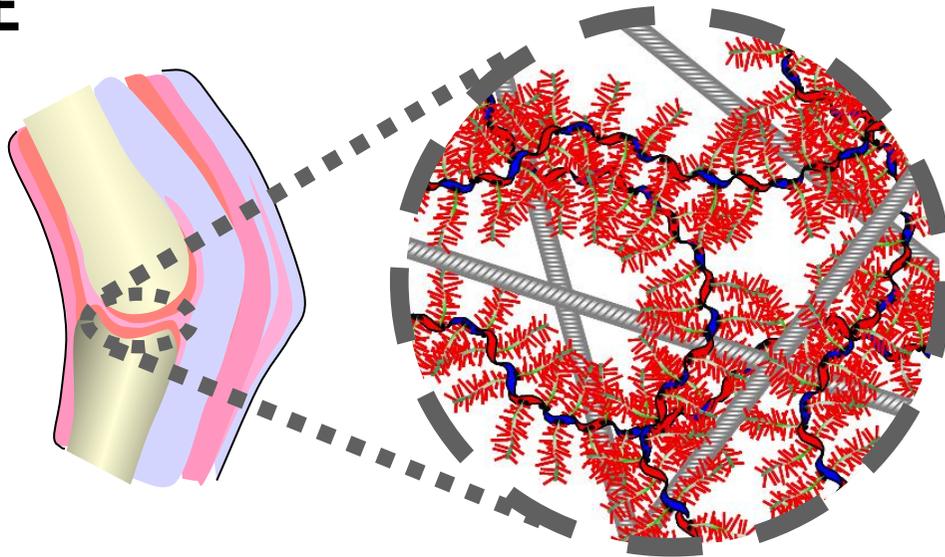
軟骨の優れた機能とその複合構造

高含水率 75wt%

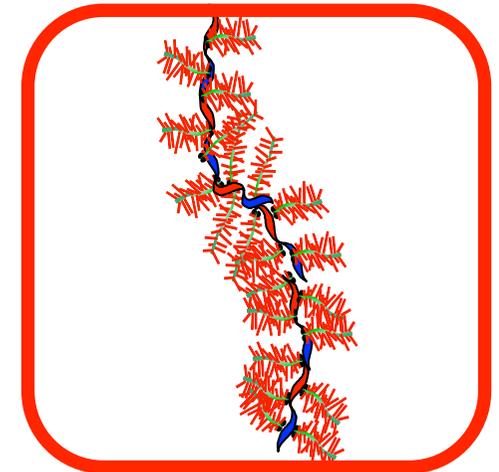
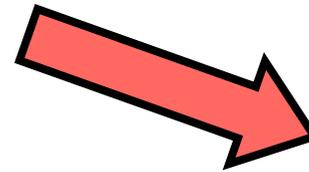
高強度 $\sigma_b \sim 20\text{MPa}$ (200kgf/cm²)

低摩擦 $\mu \sim 0.001$

耐衝撃性



コラーゲン



プロテオグリカン

硬い「コラーゲン」と柔らかい「**プロテオグリカン**」の複合構造で**高強度**、**低摩擦**を実現。

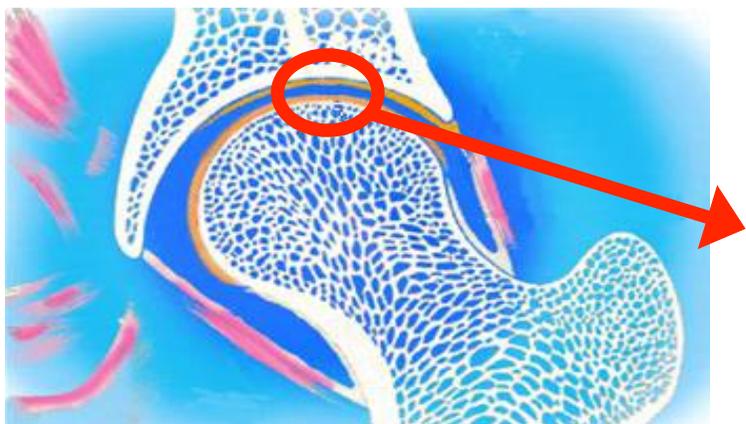
コラーゲン

プロテオグリカン

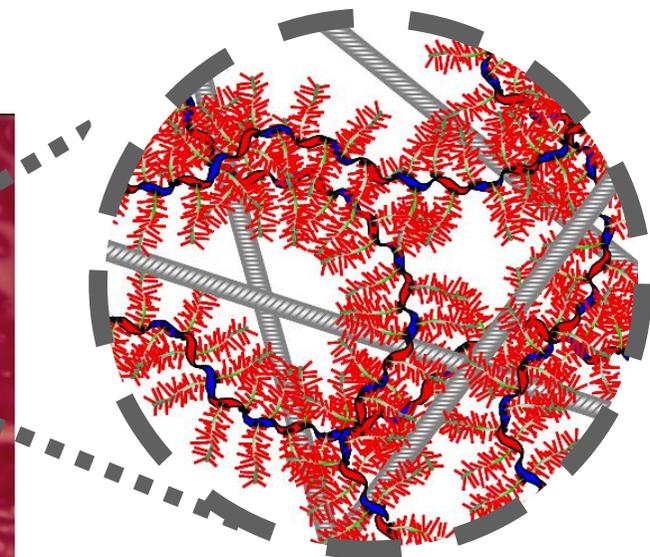
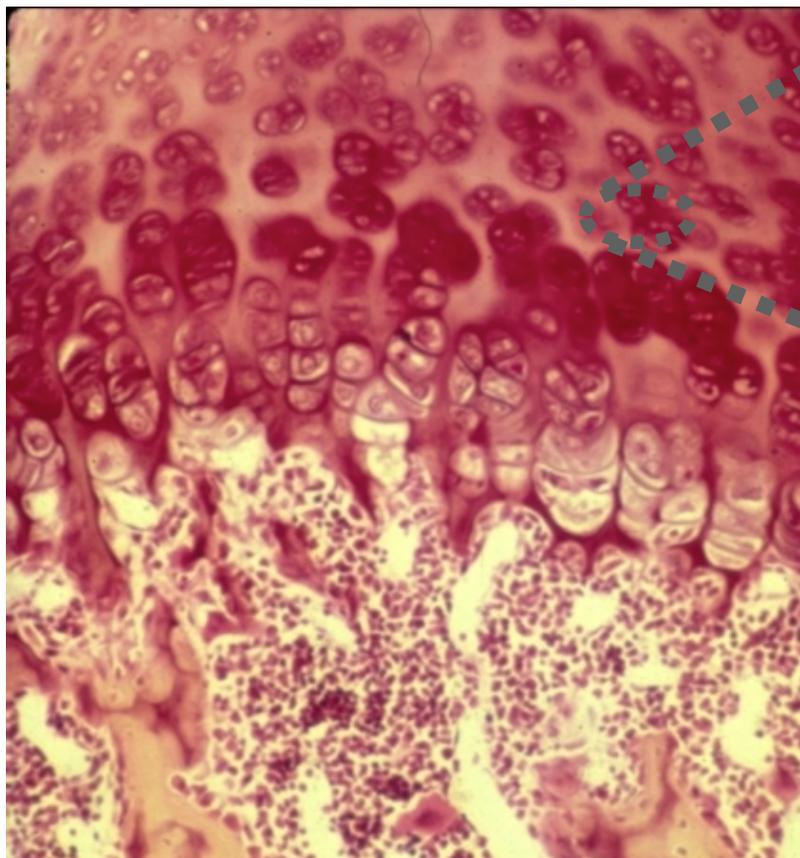
→ **高分子電解質**

関節の階層的複雑構造

関節



軟骨



骨

ゲルと固体の間の複雑な構造をどうやって作ればよいのか？

関節軟骨ゲルの中の複雑構造

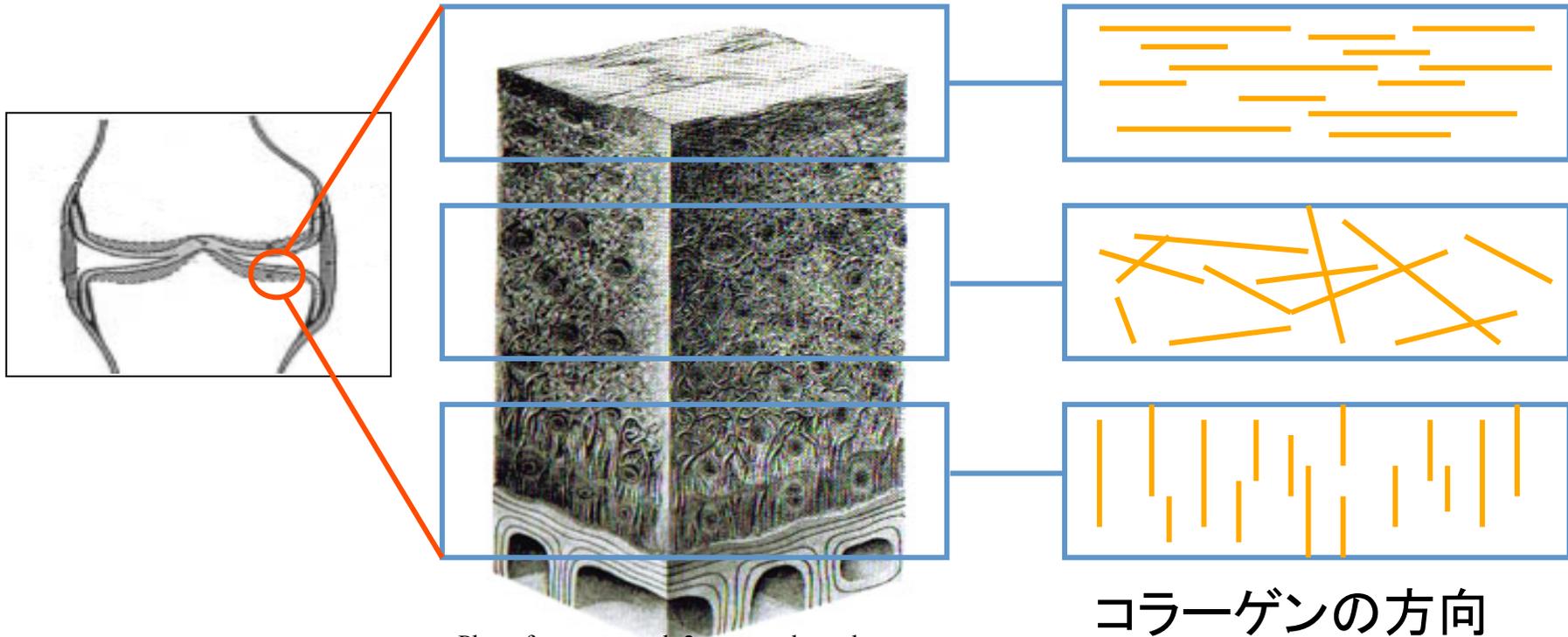
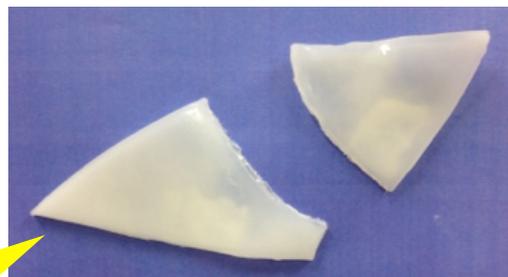


Photo from www.echt2.com on the web

関節軟骨の断面

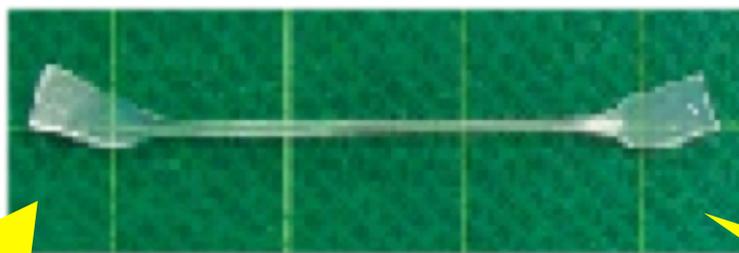
コラーゲンの方向

しかし、高分子ゲルの精密加工では・・・



割れる

切削が難しい



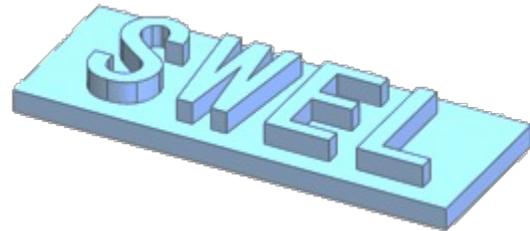
柔らかすぎて
離型できない



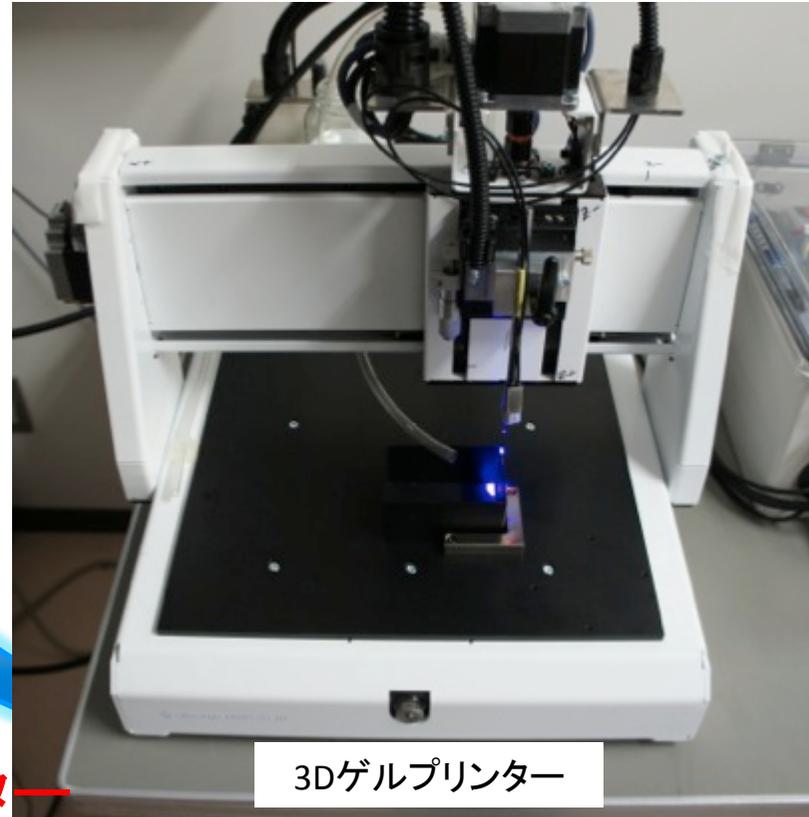
形状が
変わりやすい

従来の切削加工・注型加工が適用できない！

3Dゲルプリンターによる造型



3D-CADデータ



3Dゲルプリンター



高強度ゲル

高強度ゲルの
自在造型が可能な
世界初の3Dゲルプリンター

- 造形モデルは3D-CADソフトで作製
- バスタブには高強度ゲルの未反応水溶液(固形分10%以下)
- 光ファイバーからのUV照射で細かい造形が可能
- 3軸方向に動作し任意の造形が可能

化学 × 機械

サンアロー(株)と共同開発



『山形大学 工学部の設楽真理子さんを紹介。設楽真理子さんは3Dゲルプリンターの研究を進めている。3Dゲルプリンターは人体に影響が少ないため、人工血管などあらゆる分野での応用が期待されている。設楽真理子さんにとっての研究の原動力は、研究によって「美味しい食事」などを簡単に作れるようにして、日々の生活を豊かにしたい気持ちという。』(番組紹介より)

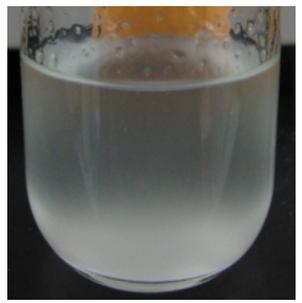
ゲル専用 3Dプリンタ(バスタブ型)



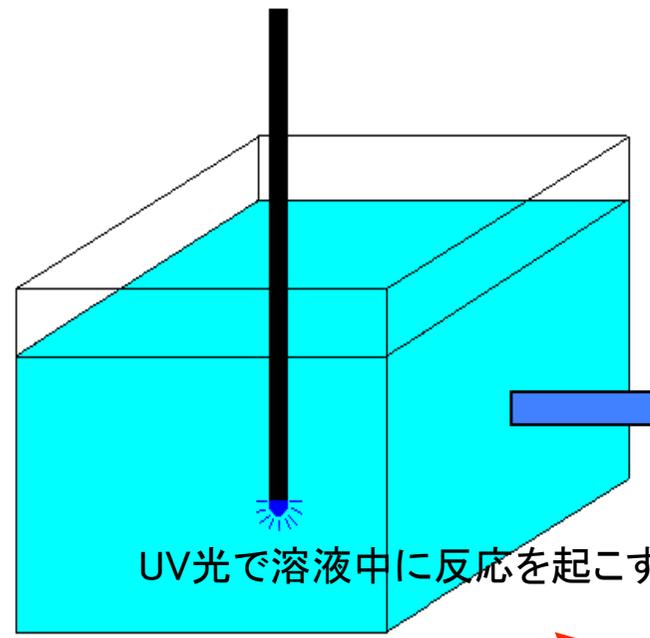
高強度ゲルの原料



水中で膨らむと硬くて脆くなる吸水性ゲルの乾燥粉末

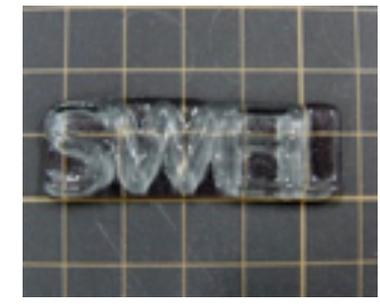


水溶性アクリルモノマー、架橋剤、UV重合開始剤の入った水溶液。この水溶液にUV照射すると延性に富むゲルができる。



UV光で溶液中に反応を起こす

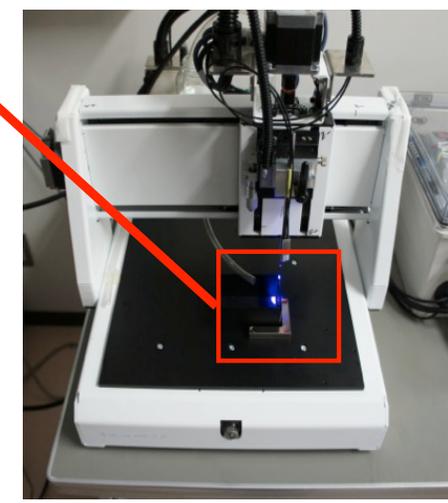
3Dゲルプリンター内部の反応槽「バスタブ」



3Dデジタルデータから造形された高強度ゲル



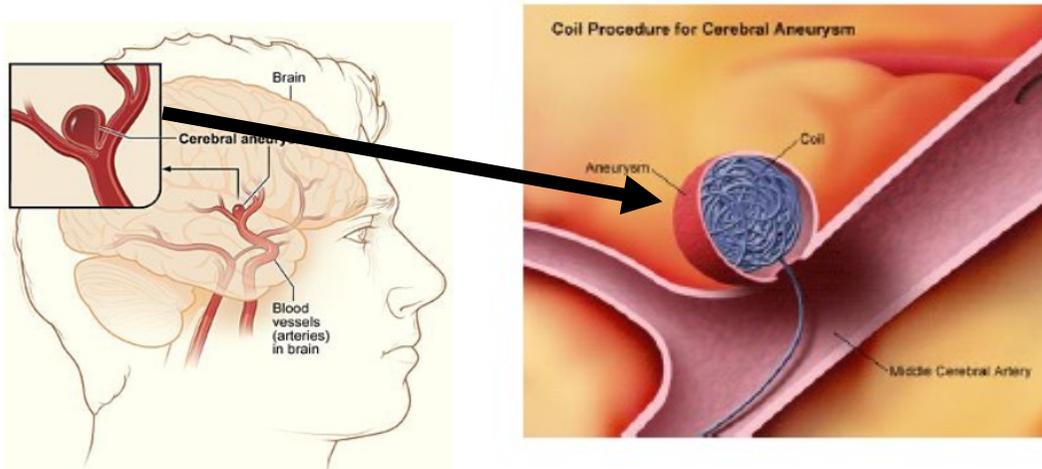
3D-CADで描いた、3Dデジタルデータ



3Dゲルプリンター

1) 血管をプリントできると...

- 脳動脈瘤コイル塞栓術の事前検証



コンピュータ3Dモデルや樹脂モデルによる位置確認のみでは手術効果検証、訓練は困難



プリントされた透明、かつ、柔軟なゲル血管モデルで手術効果検証や訓練が可能に！

2) 食品を プリントすれば...



見映えup!

ソフト食品を
リッチに！



科学技術への顕著な貢献 2013
(ナイスステップな研究者)



ふるかわ ひでみつ
○古川 英光 山形大学大学院 理工学研究科機械システム工学分野 教授
産学連携で世界最先端のゲル材 3D プリンタの開発

3Dプリンターが加速するメイカーズ革命 - 山形大学ライフ・3Dプリンタ創成センター (LPIC)

(センター長) 古川英光, (副センター長) 峯田貴・野々村美宗・川上勝, (幹事) 村澤剛・松葉豪・多田隈理一郎
(幹事補佐) 宮瑾・牧野真人・齊藤梓, (メンバー) 滝本淳一・M. A. Langthjem・堀田純一・上原拓也・
龍健太郎・幕田寿典・山野光裕・S. Sathish Kumar・高山哲生・Md. Hasnat Kabir・本橋隆行



- (1) 世界初の3Dゲルプリンター、透明3D模型の開発と実用化
- (2) 最先端の3D材料研究開発センターに若手研究者・学生が集結
- (3) 企業や市民が参加する共創プラットフォームの整備と活用

(1) グローバルトップのゲル造形・分析技術

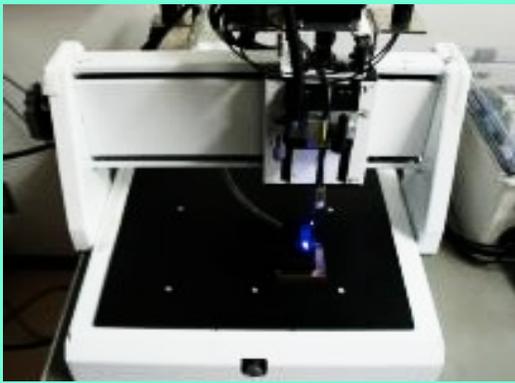
ゲルの造形

デザイナブル
高強度ゲル

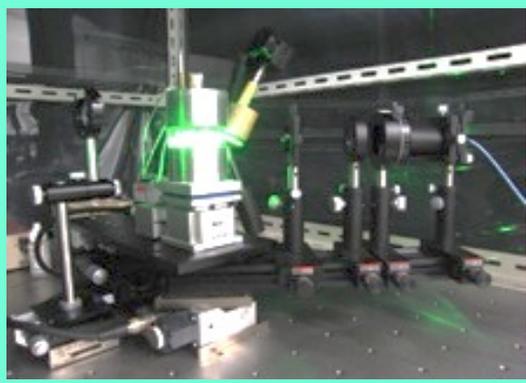
ゲルの評価

臓器モデル

ゲルレンズ



3Dゲルプリンター
SWIM-ER (スイマー)



ゲルのナノ構造解析
SMILS (スマイルズ)

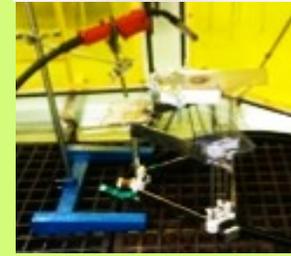
(2) 山形大学ライフ・3Dプリンタ創成センター



分子模型・臓器模型
“川上モデル”



3Dプリンター
E-Chef
による食の創成



低コスト金属
3Dプリンター
の開発

(3) 企業や市民と創る地方発メイカーズ革命!



企業向け: グローカル・メイカーズ
・プラットフォーム (GMP)
シー・エム・ピー



市民・小中高生向け:
米沢駅2F「駅ファブ」

3Dプリンターの 社会実装と地域創生

3Dプリンターの社会実装

「駅ファブ」日本初、駅舎内ファブスペース



JR米沢駅2Fの多目的室に開設(2014.8.30～)

「米沢いただきます研究会」3Dプリンター食品開発



3D鯉恋ゼリー
米沢の食品企業と共同開発



イベント出展、製品化

2014年8月30日(土)オープン!

駅ファブ ⇄ EkiFab

日本初!

駅ファブ!

駅舎内ものづくりスペース

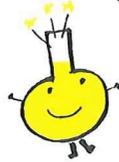


山形での「ものづくり革命」を加速する!

小・中・高校生のためのプログラム

ひらめき☆ ときめき サイエンス

～ようこそ大学の研究室へ～


**参加費
無料**

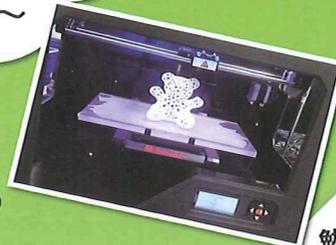
 ひらとき 検索
 事業の詳しい内容はHPから
 ご覧ください

開催日

 2015
8/1 土

「3Dプリンタ」とは どんなものか、知っていますか？

3Dプリンタは、「縦」、「横」、「高さ」の3つの方向に材料を出したり、固めたりして形を作ることから3Dプリンタと呼ばれています。3Dプリンタを使えば、思いついたものをすぐに作ることができます。雑貨や食器、おもちゃ、アクセサリなどいろいろなものが作られています。



学校では
勉強できないことを
来てくれたみんなに
教えちゃうよ♪

山形大学 大学院理工学研究科

古川 英光 教授**対象**

中学生 (20名)

申込締切

2015年7月19日(日)

※先着順になります。お早めにお申込みください。

集合場所・時間

10:00までに
 駅ファブ (米沢駅2階多目的室) に
 お集まりください。

スケジュール

10:00~10:15	受付、開場 (米沢駅2階「駅ファブ」集合)
10:15~10:30	開講式 (挨拶、オリエンテーション)
10:30~11:00	講義①「CAD講習会～ゼリーお菓子の型のデザイン～」
11:00~11:40	実験①「3Dプリンタで型をつくろう」
11:50~12:30	実験①「3Dプリンタで型をつくろう」
12:30~13:00	昼食
13:00~13:45	実験②「ゼリーお菓子を作ろう」
13:45~14:15	ディスカッション
14:15~15:00	実験②「ゼリーお菓子を作ろう」
15:00~15:30	ゼリーお菓子の品評会
15:30~16:00	修了式 (未来博士号授与・アンケート記入)

アクセスマップ
**参加
お申込み
方法**

▶ ホームページから申し込む場合

https://www.jsps.go.jp/hirameki/06_sanka.html
 ※「(I) Webから申し込む場合」の手順に沿って、
 申込をして下さい。



▶ Eメールで申し込む場合

koujshien@jm.kj.yamagata-u.ac.jp
 ※参加申し込み書の内容を送信
 タイトルに「ひらとき参加希望(3Dプリンタ)」とお書き下さい。

▶ FAXで申し込む場合

FAX:0238-26-3401
 ※下記の参加申込書を送付して下さい。

小・中・高校生のための
プログラム



KAKENHI

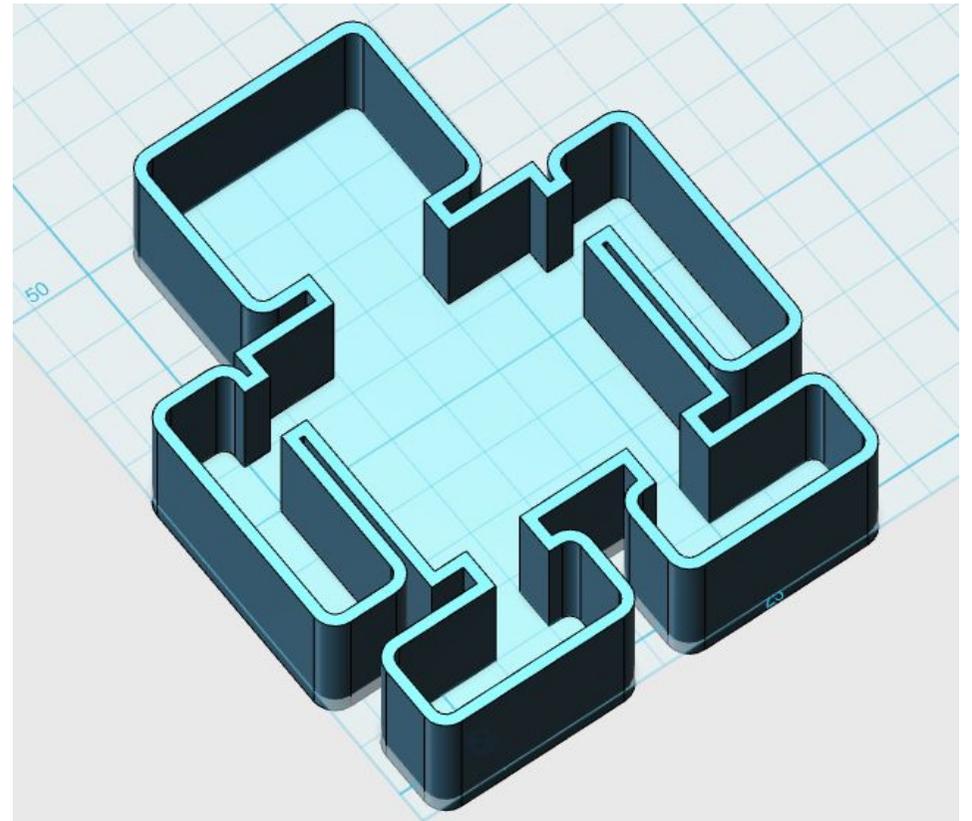
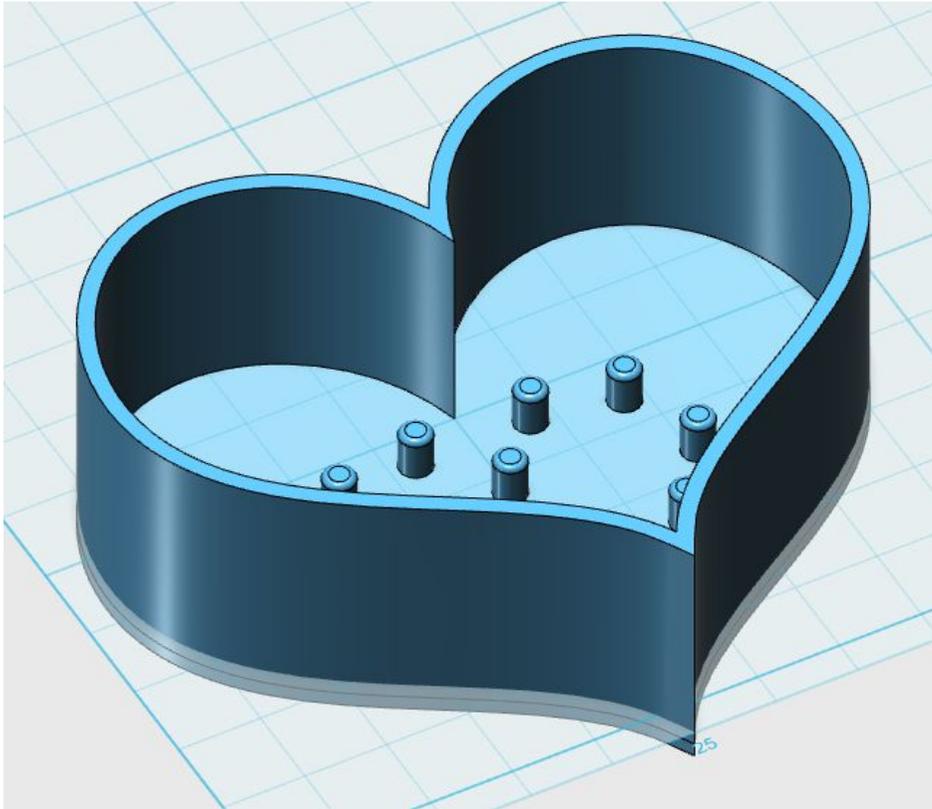
3Dプリンタで好きな形の 3Dゼリーお菓子作り

ひらめき☆ときめきサイエンス
~ようこそ大学の研究室へ~

山形大学大学院 理工学研究科 機械システム工学専攻
ソフト&ウェットマター工学研究室(SWEL)
平成27年8月1日(土) 駅ファブ

今日作るもの

ゼリーの型



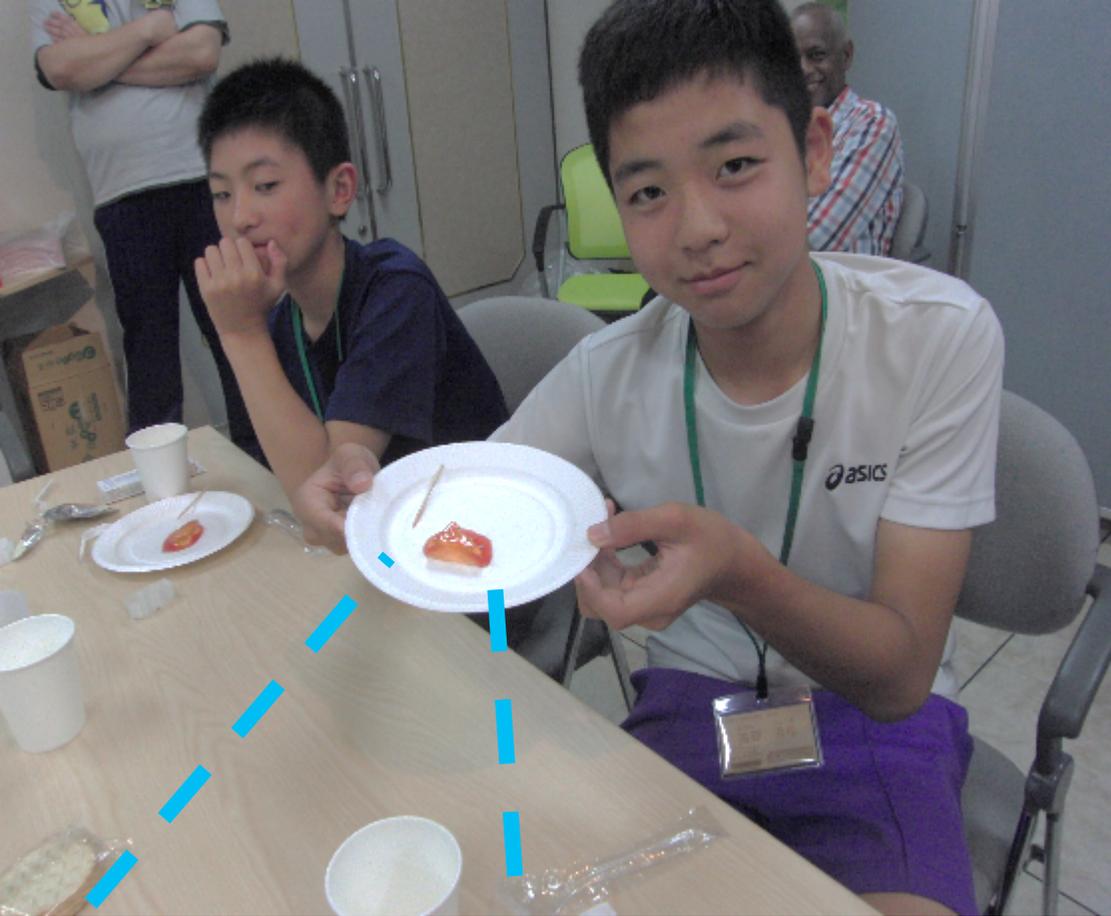
ソースをかけてみよう！



ストロベリーソースと
ブルーベリーソースが
あるよ！

ソースをかけると模様が綺麗に見えるよ！







ひらめき☆ときめきサイエンス
～ようこそ大学の研究室へ～

「3Dプリンタで好きな形の3Dゼリーお菓子作り」
平成27年8月1日(土) 駅ファブ

YMNが「ものづくり白書」に！

コラム

2015年6月9日(火)に経済産業省が公表した「ものづくり白書2015」(p.269)において、やまがたメイカーズネットワークYMNの活動が紹介されました。

地域におけるものづくり人材育成の取組 —山形県・岩手県等—

—山形県での取組—

2014年から、教育界、産業界、関係機関等の有志が連携し、「やまがたメイカーズネットワーク (YMN)」を組織し、「県内の小・中学校、特別支援学校、高等学校に県産部材を活用した手作りの3D プリンタを導入し、教育活動への活用や変化の激しい時代を生き抜くために必要な能力を身に付けさせるための教育活動を展開し、やまがたの次代を担う人財を育成する。」ことを目的としたプロジェクトの推進を図っている。

このプロジェクトでは、県内にある11校の工業科を設置する高等学校へ組立型3D プリンタの導入、工業科を設置する高等学校によるものづくり体験教室や出前授業等の地域貢献活動の実施、モータやガイド用鋼材などの県内企業産の部材を活用した教育用3D プリンタの開発、教育用3D プリンタの小・中・高等学校・特別支援学校への導入、グループでの協同製作など創造的な教育活動の実践などの研究が行われている。

また、本事業では、工業科の教員が、専門性を深め実践的指導力の向上を図るため、長期休業期間等を利用して教育センターなどの関係機関等が主催する研修会に参加し、関連する技術・技能について研修する取組を実施している。



写真：教育用3D プリンタを活用しての探究活動
(山形県立寒河江工業高等学校)

বাংলাদেশে 3D প্রিন্টার

About University of Rajshahi

University of Rajshahi is one of the largest Universities in the country and the largest in the northern region of Bangladesh. After its foundation on July 6, 1953, the university has passed 62 years providing higher education and research. The university is located at the green premises of Motihar which is very close to the mighty river Padma and seven km. East from the Rajshahi City Center.

The university has forty-seven departments which are organized into nine faculties. More than 1000 teachers are providing teaching and research facility for 25000 students. Besides offering academic programs in the engineering, science, arts, agriculture, social science, business studies and medical sciences, the university has several institutes for higher studies.



About the Organizer:

The department of ICE, University of Rajshahi was established in 2000 with the objective of producing quality human resource that can cater to the current and future need of info-com oriented industry and academia. The academic focus of this department lies on the intersection of electrical, computer and communication engineering. Since its inception, the ICE department has produced many quality researchers and skilled manpower who are working profoundly at home and abroad in both academia and industry.



Contact Details:

Dr. Md. Hasnat Kabir
Convener
International Workshop on 3D Printing
Technology & Associate Professor
Department of Information and
Communication Engineering
University of Rajshahi, Bangladesh.
Tel: 01717670160
Email: hasnatkabr11@gmail.com ;
mhkabr@ru.ac.bd

INTERNATIONAL WORKSHOP ON 3D PRINTING TECHNOLOGY

01-02 September, 2015

**Venue: Senate Building
University of Rajshahi**

Time: 10:00 am



ORGANIZED BY



The Department of Information and
Communication Engineering (ICE), in
association with Faculty of Engineering,
University of Rajshahi

8月30日 ダッカ大学3Dプリンターセミナー



ダッカ大学シンポジウムの横断幕



講演会の様子



ダッカ大学学長との記念撮影



ダッカ大学学長との会談の様子

8月31日 ラジシャヒ大学 3Dプリンターシンポジウム



ラジシャヒ大学学長と記念撮影



基調講演のようす

9月1~2日 ラジシャヒ大学 3Dプリンター ワークショップ

Soft & Wet matter Eng. Lab

SWEL



修了証の授与



9月2日 アロア者学園 3Dプリンター講演会

3Dプリンターデモ

Soft & Wet matter Eng. Lab

SWEL



バングラデシュとの交流



ものづくりは言語や国境を越える

- ラジシャヒ大学とのYMN RepRapによる連携
- アロアシャ学園との連携
- ※ 今後もYMN訪問団を組織したい

高畠町熱中小学校 理科ファブ

廃校の新しい利活用の取り組み



熱中小学校とは

- **2009**年廃校となった小学校を利活用した大人の学びの場。地域の共生を目指す廃校再生プロジェクト。「**生涯教育・学び直し×ベンチャー企業支援**」
- 町が無償貸与した学校を「NPO法人始まりの学校」が運営している。
- **2015**年**10**月開校
- 水谷豊主演ドラマ「熱中時代」のロケ地となった事になぞらえて熱中小学校となった。

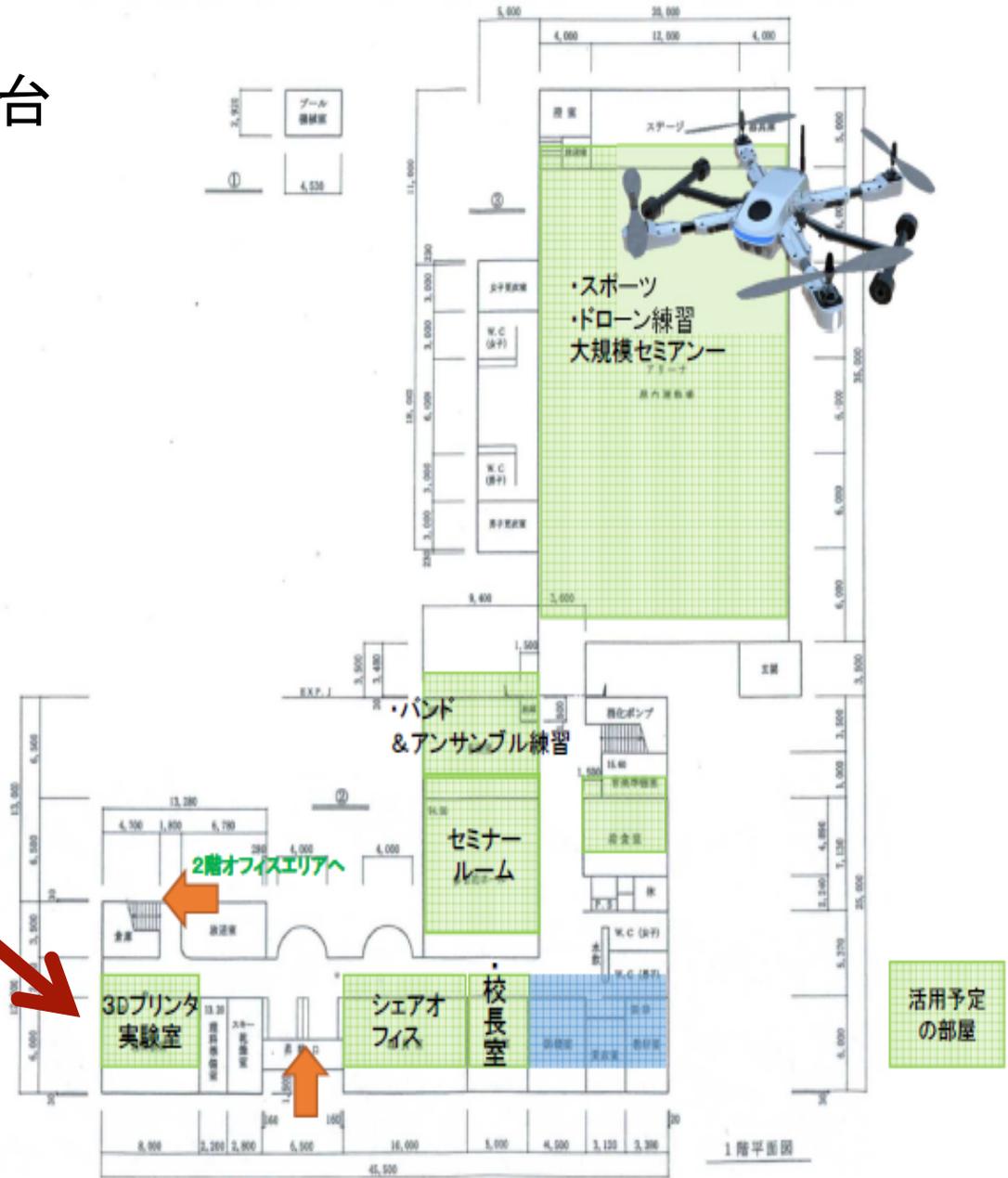


熱中小学校が目指すもの

- 1.再生小学校を利用した地方と首都圏のソーシャル社会塾
- 2.地域との共生（農業、里山）を学ぶ場
- 3.最新技術や人が集まり、'創業精神'を育む場

理科ファブ

- 3Dプリンタ2台
- レーザーカッター1台



今理科ファブで行われていること

- オープンキャンパス、サマースクールなどで見学会
- 月**2**回の**3D**プリンタ、レーザー加工機の講習
 - 高畠町地域おこし協力隊、山形大学の学生による講習
 - プリンタ、レーザー加工機の使い方講習、**3DCAD**講習、レーザー加工のための画像処理講習
- 平日**3D**プリンタ、レーザーカッターの利用開放(有料)



理科ファブの今後

理科ファブの目指すところ

- 個人のものづくりを通じた地域交流の拠点
- ハイテク情報発信拠点

具体的な活動案

- 
- シェアオフィス（理科ファブの機器を使用しながら**DIY**で自分たちで作る）
 - 理科ファブものづくりログプロジェクト
 - 駅ファブとのネットワーク化、共通イベント、**YuFab**構想へ
 - 講習者育成（高校生が高校生に教えるプロジェクト）



参加者
募集

米沢いただきます研究会

[3Dゲルプリンターを活用した新食品開発セミナー]

～地域食材を活用した「地産地消」「地産都消」「都産地消」～

米沢新産業創出協議会では、山形大学工学部と連携して地域“食材”から3Dゲルプリンターを活用した「オーダーメイド食」の開発に取り組んでいます。高齢者福祉施設での介護食・医療食や観光客向けの料理、地域食文化の伝承など幅広い分野での活用を目指し、研究会を開催します。開発した「オーダーメイド食」を国際ホテル・レストランショーなどの国際展示会に出展します。是非、ご参加ください!



▲3Dプリンターで創った
変身する「3D恋鯉ゼリー」

日 時

全6回
シリーズ
参加費無料!!

6月29日月 7月27日月 8月24日月
9月 7日月 9月28日月 10月5日月

16:00～18:00開催 (開催時間は全回共通です)

会 場

山形大学工学部 (詳細は事務局よりご連絡いたします)

対 象

米沢商工会議所会員事業所・大学生 (途中参加大歓迎)

申込方法

下記ホームページより、申込書をダウンロードし、必要事項を記入していただき事務局へFAXしてください。

お申込み
お問い合わせ先

主催：米沢新産業創出協議会
TEL:0238-28-8811 FAX:0238-28-8810
<http://www.y-sansoukyo.jp>

【講師】

山形大学大学院理工学研究科教授

古川 英光 氏

東京都出身。東京工業大学大学院理工学研究科博士課程終了。東京工業大、東京農業大、北海道大を経て、平成21年4月に山形大学に着任。「3Dゲルプリンター」の開発で注目を集める。



2年目、3Dフードコンテスト実施で市民イノベーションを加速する

山形) 3Dプリンターの樹脂型使い米沢牛ゼリー 山形大

米沢信義 2016年2月3日03時00分

シェア 0 ツイート list 0 ブックマーク 0 メール 印刷



3Dプリンターを使い米沢名物の雪灯籠をかたどった米沢牛ゼリー

3Dプリンターで作った樹脂型で様々な形になる「3D米沢牛 ほかほかゼリー」が開発された。山形大学工学部（米沢市）や米沢商工会議所などが連携する「米沢いただきます研究会」が取り組んだ。16日から東京都で開かれるイベントに出展、4月以降には市内での販売も計画している。

同研究会は地域食材と山大的技術を融合させた新食品の研究開発をめざして2014年、同大の古川英光教授らを中心に発足した。

「3D米沢牛 ほかほかゼリー」は、米沢牛のすねひき肉から作るコンソメスープをゼリーにしたもの。寒天を凝固剤にしているので、60度程度に温めても溶けずにそのまま食べることができる。今回の樹脂型は、米沢らしさを演出するため、13日から地元で開かれる上杉雪灯籠（どうろう）まつりの雪灯籠をかたどった。

残り：186文字/全文：528文字



[PR]

国際ホテル・レストランショーに出展(2016.2.16-19、東京ビックサイト)



山形大工学部 3Dプリンターで化石複製

触れる 学べる

山形市の県立博物館で27日に始まる化石の企画展「太古の不思議な生き物たち」で、山形大工学部の学生が3Dプリンターで作製した大型哺乳類「ヤマガタダイカイギュウ」や三葉虫を公開する。複雑な構造で壊れやすい化石だが、接触することなく形状データを収集し、手に取ることができるサイズに複製。16日の同大定例会見で関係者が説明し、「子どもたちに触って楽しんでもらいたい」と話した。

機械システム工学科の3年生5人が、県立博物館と連携した授業の一環で作製した。同館が保管しているヤマガタダイカイギュウの化石については、アイロンのような大きさの3Dスキャナーでセンサーを当てて形状を読み取り、



県立博物館 27日から企画展 破損気にせずに

構造をデータ化。体長約3・8センチのうち、頭や腕など5カ所を30センチ角ほどに複製した。同様に三葉虫(2点)、アンモナイト(1点)も手掛け、石膏と樹脂を素材にレプリカ作りに成功。アンモナイトは16分割で1体とし、パズルのように遊べる工夫を凝らした。

3D技術によって、実物に粘土を当てて型を取る必要がなく、壊れるといったリスクをなくすることができる。加えてデータとして保存することから、仮に複製品が破損しても修正しやすい利点がある。山形市の同大小白川キャンパスで開いた会見で関係者がこれらを説明。国内外の博物館では所蔵品の3D化が進み、データを公開していることから、県立博物館の石黒宏治研究員は「今後、県立博物館の所蔵品の3Dデータを集めてアーカイブ化したい」と抱負を語った。

企画展は5月8日まで。ヤマガタダイカイギュウの化石の実物をはじめ、約400点の化石を展示する。同3日には3Dプリンターによるレプリカ作り体験講座を開く。

3Dプリンターで作ったヤマガタダイカイギュウの一部(中央)と三葉虫

山形市・山形大小白川キャンパス

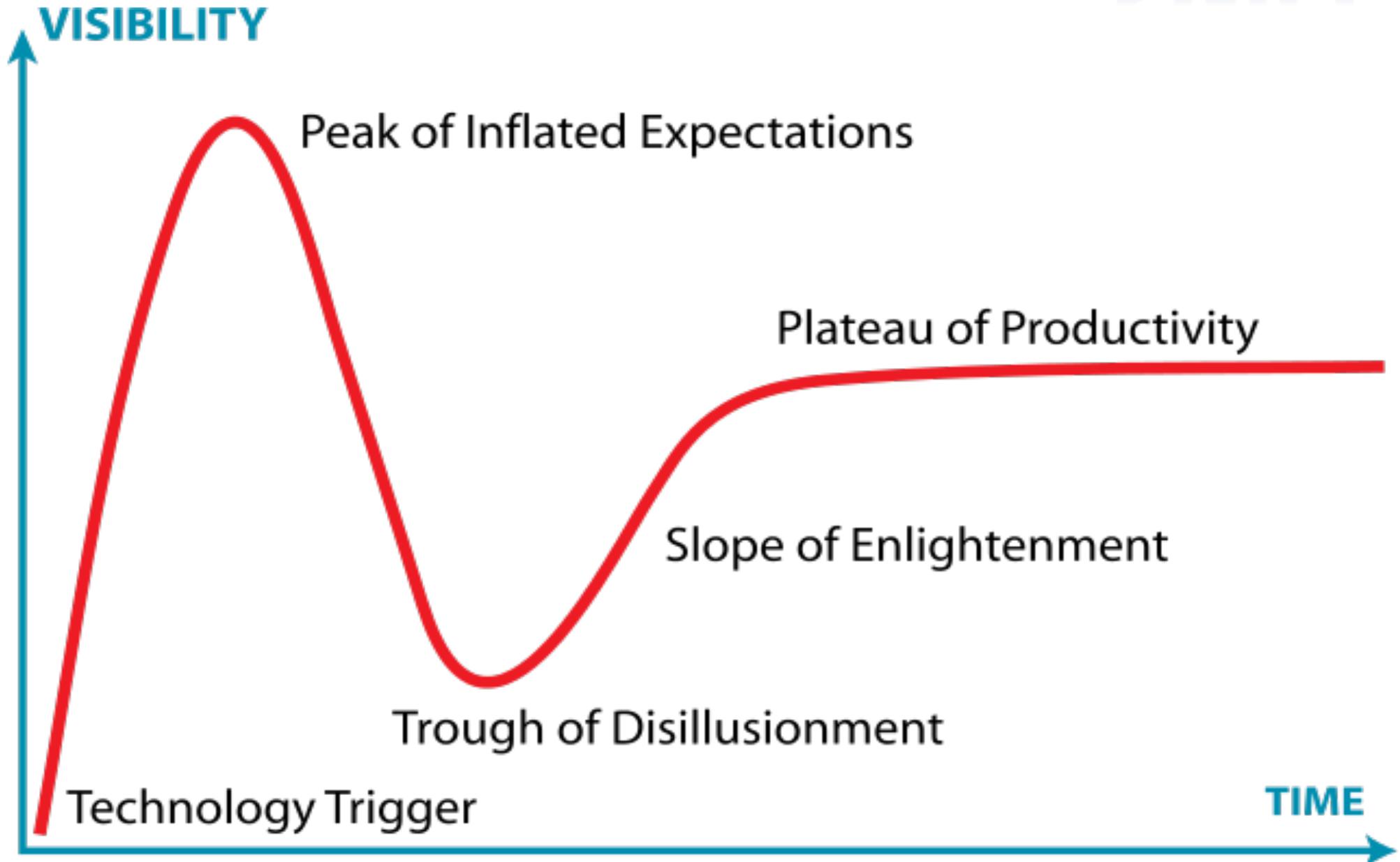
2016年
2月17日
山形新聞

3Dプリンターは
最新技術なのか？

× CTやMRIの画像があれば、 すぐに臓器モデルが作れちゃう！

3Dプリンターのコンテンツにするには、
技術、スキル、医学の知識、
など**属人的リソース**が必要。
でもそれが自動化する可能性は否めない。
人からはがすことによって、
効率化という価値創成がありうるから。
そもそも3Dプリンターがそういうテクノロジーだから

Hype Cycle

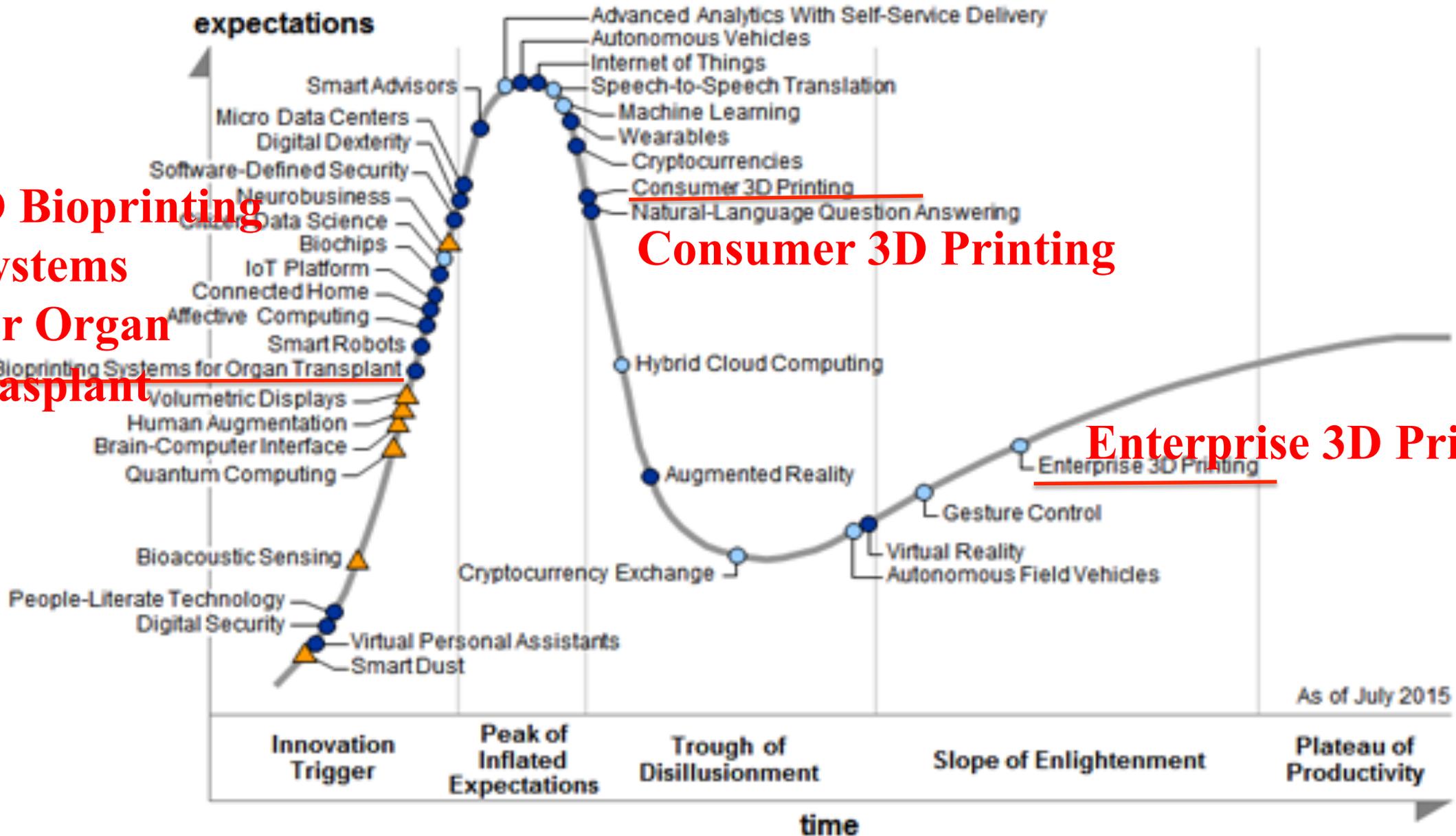


Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies, 2015

3D Bioprinting Systems For Organ Transplant

Consumer 3D Printing

Enterprise 3D Printing



Plateau will be reached in:

○ less than 2 years

● 2 to 5 years

● 5 to 10 years

▲ more than 10 years

○ obsolete

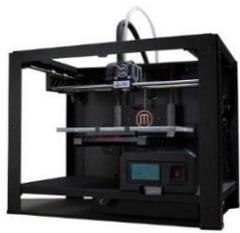
⊗ before plateau

STAMFORD, Conn., August 18, 2015



\$1,000

10万円



\$2,000

20万円



\$12,000

120万円



\$250,000

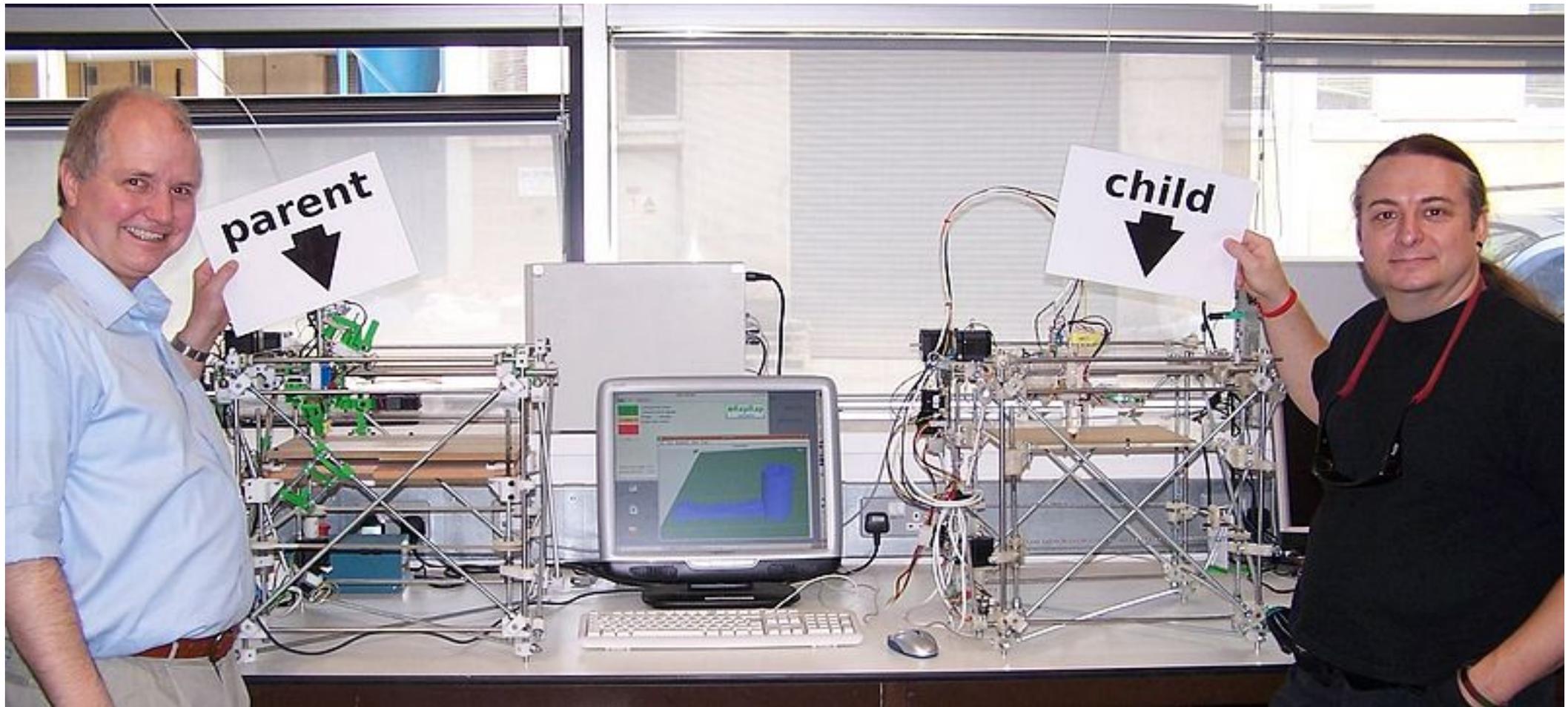
2,500万円



> \$500,000

>5,000万円

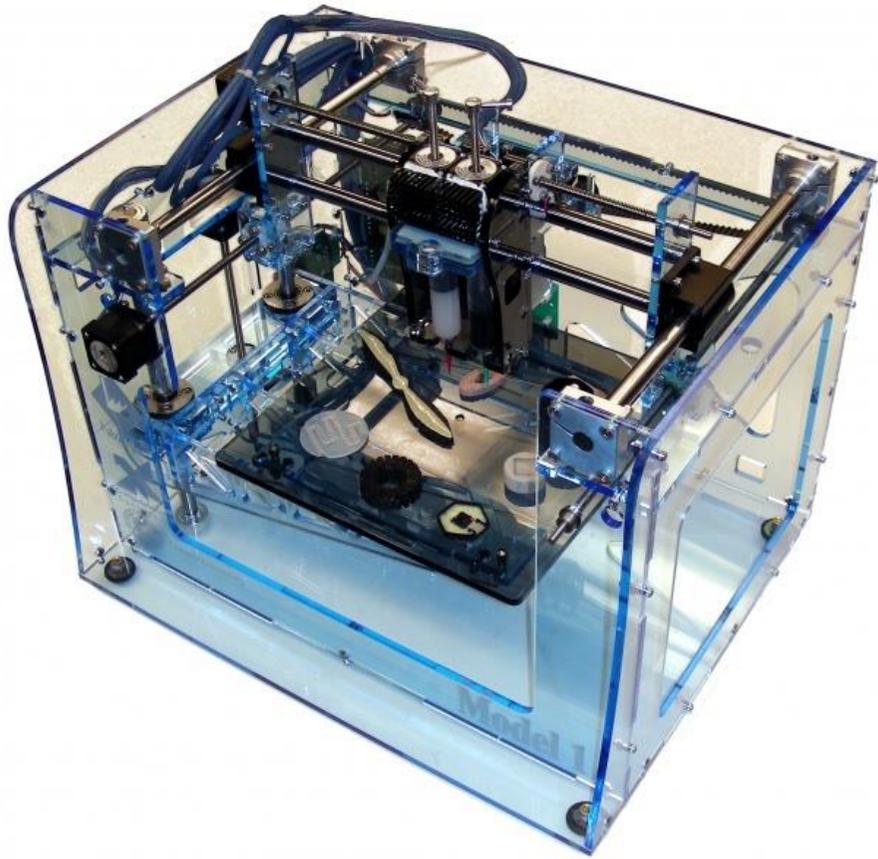
自己複製する3Dプリンタ



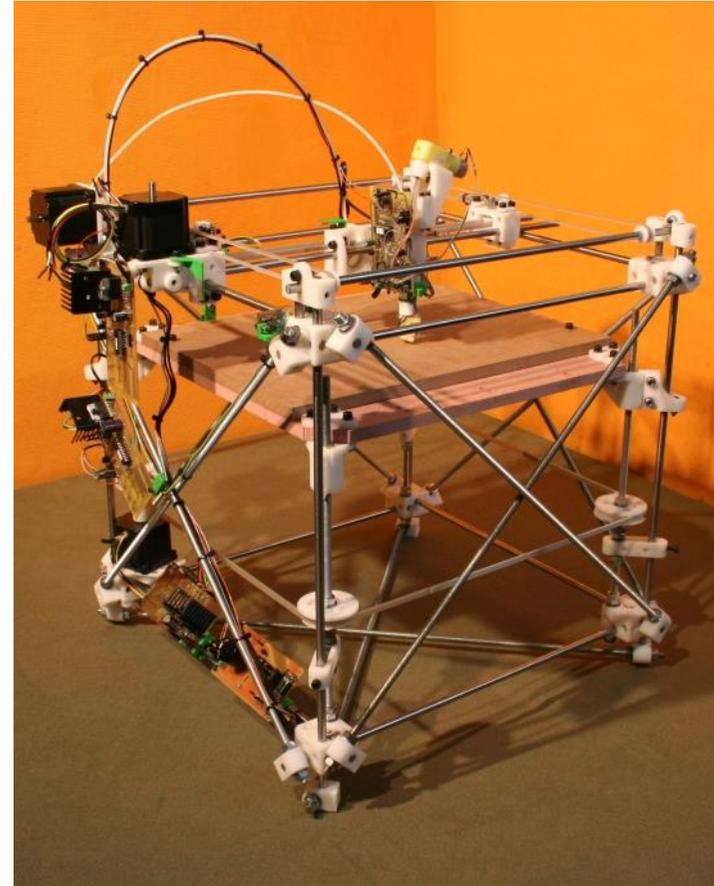
The **RepRap project** is an initiative to develop a 3D printer that can print most of its own components. RepRap (short for replicating rapid prototyper) uses a variant of fused deposition modeling, an additive manufacturing technique. Adrian Bowyer (left) and Vik Olliver (right) are members of the RepRap project.

プリンタがプリンタを作る時代が来たら、もう止められない！

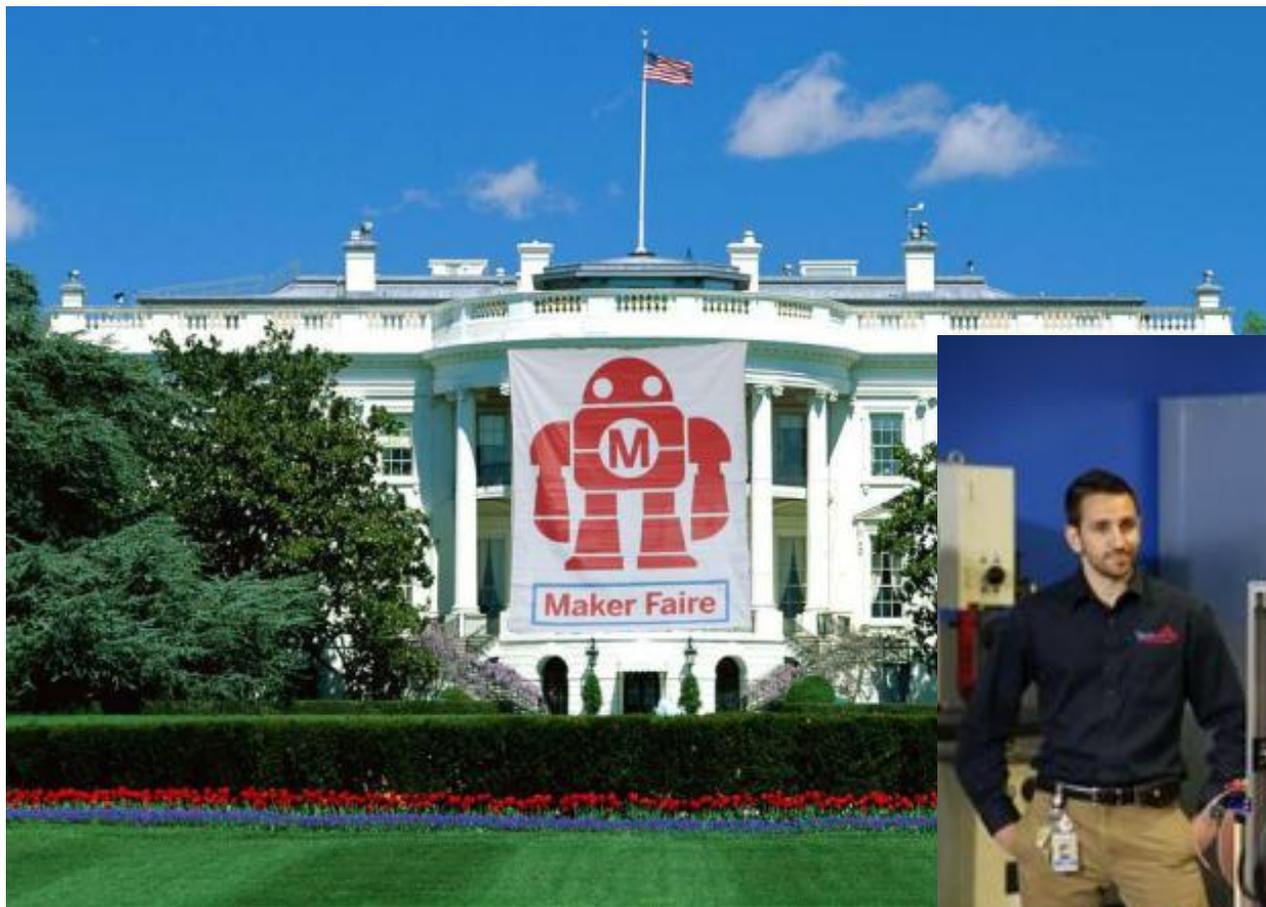
First open source printers (2005)



Fab@Home (US)



RepRap (UK)



I am proud to host the first-ever White House Maker Faire. This event celebrates every maker — from students learning STEM skills to entrepreneurs launching new businesses to innovators powering the renaissance in American manufacturing. I am calling on people across the country to join us in sparking creativity and encouraging invention in their communities. (President Obama on June 17, 2014)

毎週号（全55号）を買えば、1年でできあがる
999円 + 1998円 x 54回 = 108,891円



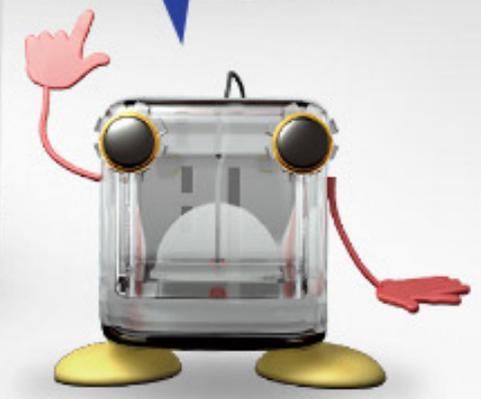
3Dプリンターをもっと身近に!
マイ3Dプリンターでオリジナルの作品を作って楽しもう!



2015年
1月5日創刊!
〈創刊号特別価格〉
999円 8%消費税込
第2号以降通常価格
1,998円
(8%消費税込)



イマジネーションを
カタチにできる!
アイディーボックス
idbox!

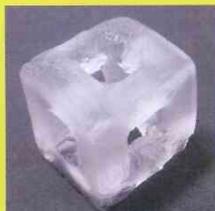


初版10万部売れ、そのうち最後まで到達するのが2万部という計算
今年1月55号で完成し、日本中に2万台の3Dプリンターが個人実装

やわらかい素材を3Dプリントして人工血管を作る

3Dプリンターで出力可能なのは、硬質な樹脂だと考えがちです。しかし、山形大学の古川英光氏は、高分子ゲルというやわらかい素材を出力して、人工血管や臓器モデル、食品などを出力する研究に取り組んでいます。

医療



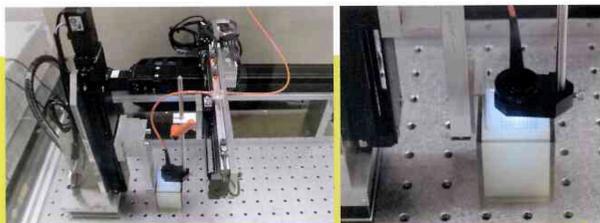
SWIM-ERによって自由造形された中空構造を含むゲルのモデル。



中空構造を含む血管モデル。SWIM-ERで出力されました。



腎臓のモデル。実際の臓器のやわらかさを再現する臓器モデルの研究は、同じく山形大学の川上勝准教授と進めています。



独自に開発した3Dプリンターの「3DゲルプリンターSWIM-ER第2世代機」。高強度ゲルを出力し、人工血管などを造形できます。



山形大学大学院 理工学研究科機械システム工学分野教授の古川英光氏が研究している“高分子ゲル”は、固体と液体の中間的な性質を併せ持つ、やわらかな物質のことです。「私が携わってきた高分子ゲルの分野は日本が世界をリードしています。この新しい素材を便利なものとして活用してもらうために、どうするべきかと考えたとき、3Dプリンターの技術が使えたら考えたのです」ゲルを自由に造形するアイデアは、それ以前からあったとのこと。しかし、当時は3Dプリンターのことを知らなかったそうです。そのとき在籍していた、北海道大学の

研究室に光造形の装置があり、これを使うことから始めました。「2009年に山形大学に移ってからは、ゼロから作ってみようということで、独自に3Dプリンターを作りました。医療用、食品用と、コストや用途に応じて3Dプリンターを作成し、造形方式も積層や、バスタブと呼ばれる硬化槽を使用する光硬化の技術などを使っています」現在は、機械工学分野で研究をしているため、制御のプログラムも自前で作られたそうです。モデリングソフトとして使うのは、Autodesk 123D Designや同じくCADのSOLIDWORKS、GoogleのSketchUp、

3DCGのShadeなど。用途や研究者の好みで使っています。「今研究しているテーマには、“人工血管”があります。素材には、私たちが独自に開発している高強度ゲルを使います。直接造形したモノが、血管と同じようなやわらかさをもち、生体適合性もあって、そのまま医療に使うことができるのです」そのほかにも、眼内レンズの研究も進められているとのこと。こちらは精度が必要なので、実用化まで時間がかかりそうだそうです。「医療系では、そのほかにも、同じ山形大学の川上勝先生と、臓器モデルを作ってい

ます。実際の臓器のやわらかさを再現して、教育や手術の練習に活用できるモデルです」食品の分野では、寒天やチョコレートを練り切りのように直接出力したり、シリコン型を出力してゼリーを作ったりする研究を進めています。

「食のビジネスの方も何ができるのかと興味を持っていただいています」

また、中学生を対象にしたワークショップでゼリーを作る体験なども行っているとのこと。細かい造形を立体で再現することの難しさなども学べます。

そのほかにも、ロボットの皮膚や関節にやわらかい素材を使う「ソフトロボティクス」の研究も進めています。触ってやわらかいこと、動きをやわらかくすること、人にあってもクッションになってけがさせないことなど、自然にやわらかい振る舞いをさせることを目指しています。

「日本の材料研究は世界的にも強みがある分野です。たとえばロボットの分野でも、先端の材料を活かす部分で、横の連携をしっかりとしながらやっていくと、強い競争力を持つことができ、これまで世の中に存在しなかった新しいロボットを作れると思うのです」

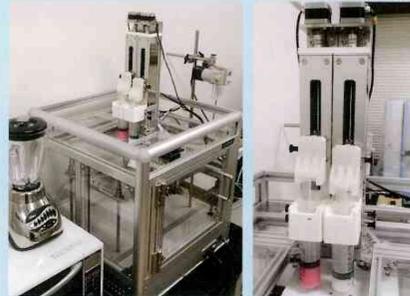
地方にモノづくりの拠点を作る YuFab構想

古川氏の取り組みには、山形県内に3Dプリンターやモノづくりの体験拠点を広げる“YuFab構想”があります。

「3Dプリンターに親しむことができ、経験を積んで人材を育てられる場となり、人が集って憩いの場となる拠点を地方にも作りたいと模索しながらやっています。人口の多い東京なら、FabLabやFabCafeもありますが、人口の少ない地方でも、気軽に立ち寄って利用できる施設を作りたいと考えたのです」

最初の拠点は米沢駅を利用した“駅ファブ”です。駅内の多目的室に3Dプリンターが設置され、3D出力した米沢駅の模型も展示されています。また、“熱中小学校プロジェクト”として、廃校となった小学校の理科室に3Dプリンターを置いて“理科ファブ”と名付けようといった話も進んでいます。「CADは形が大切で、あまり言葉がいらな

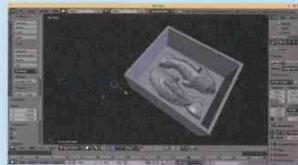
食品



食品3Dプリンター。素材を押し出しながら、和菓子の練り切りのように造形します。



食品3Dプリンターで造形した、米粉寒天のお寿司(上)と練り切りのハート(下)。



FDM方式の3Dプリンターで食品型を作り、ゼリーを作成。“3D鯉恋ゼリー”として、ワークショップなどでも作成を演じました。

YuFab



米沢駅にある“駅ファブ”には、モノづくりに興味のある参加者が集います。今後、廃校を利用した“理科ファブ”なども展開予定です。

い世界なので、結構日本人向きかもしれないです。言語の壁や、日本人の恥ずかしがり屋さんな部分も、モノを作って見れば通じる部分もあって。そういう意味では、科学の教育だけじゃなく、コミュニケーションや表現力の可能性についても、一般の人に知ってもらえるのではないかと、今掴みかけているんですね」

YuFabには、こうした社会実験の意味もあり、古川氏は若い世代の可能性に期待しています。

「これを機会に若い人や人材が集まって、モノづくりや製品開発がビジネスモデルとして繋がるようになってくれればいいですね」



米沢駅の駅舎は、山形大学工学部の旧校舎をモチーフにデザインされて作られています。米沢駅には3D出力した模型が展示されています。

全シリーズ一覧

定期購読について

バックナンバー・バインダー

セレクト通販・パーツ

ご利用ガイド

マイページ



みんなで解決!

マイ3Dプリンターコミュニティ

3Dプリンターidbox!に関する疑問はここをチェック!

毎号更新!

作って学ぶモデリングガイド
テンプレート素材+サポート動画



管理者からのお知らせ

2015/01/05 公式掲示板「マイ3Dプリンターコミュニティ」をオープンいたしました

DMM 3D PRINT はじまる。

ほしいもの、売りたいもの、ネットから3Dプリント

▼ タイトルのみ一覧表示

▼ スレッド全文一覧表示

キーワードから検索

投稿者名・タイトル・本文から検索できます。

検索

15件中 1~15件を表示

1

表示件数 15件ずつ 切り替える

→ 新規記事の投稿はこちら

スレッドタイトル	ジャンル	投稿者	号数	更新日	返信数
<input type="text" value="-トピックスから探す-"/> ジャンルについて	<input type="text" value="全般"/> ジャンルについて		<input type="text" value="全般"/>	<input type="text" value="▲▼更新日"/>	<input type="text" value="▲▼返信数"/>
アクリル板の茶色の保護紙について 新着	組立	BEECAN	全般	01月22日 18:02	3
		とらちゅ@猫スキ		01月21日	

日本でもオープンソース的な展開が加速中!

RepRap



Navigation

Main Page
Build a RepRap
Glossary
Reference

Participation

Recent Changes
Create a new page
Donation Page

Community

Development Index
Planet RepRap
Blog of Blogs
IRC
Forums

Create account Log in

Page Discussion

Read

View source

View history

Search

Go

Search

RepRap/ja

< RepRap

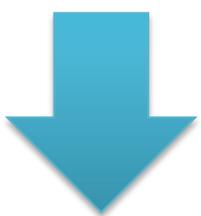
English · العربية · български · català · česky · Deutsch · Ελληνικά · español · فارسی · français · hrvatski · magyar · italiano · română · 日本語 · 한국어 · leetuvų · Nederlands · norsk bokmål · polski · português · русский · Türkçe · українська · 中文(中国大陆) · 中文(台湾) · עברית

RepRap.org ようこそ!

RepRap は、プラスチックの物体を作成することができるフリー(自由)なデスクトップ3Dプリンタです。RepRap に使われている多くの部品はプラスチックで作られており、RepRap 自身で作成することができます。そのため、RepRap は、誰でも時間と資材が与えられれば作成することができる自己複製機械であると考えられます。またそれは、RepRap を手に入れたなら、Thingiverse に存在するような多くのものを作成できることを意味します。また、あなたは、友人のためにもうひとつの RepRap を作成することもできるのです。

RepRap の説明のムービーを、右で見ることができます。(英語)

下や左にあるリンクから、サイトのコンテンツを見ることができます。いくつかのコンテンツは他の言語に翻訳されていますが、最も主要な言語は英語となります。



3D SYSTEM CUBE2



TierTime Technology UP! mini

RepRap + 半自動溶接機

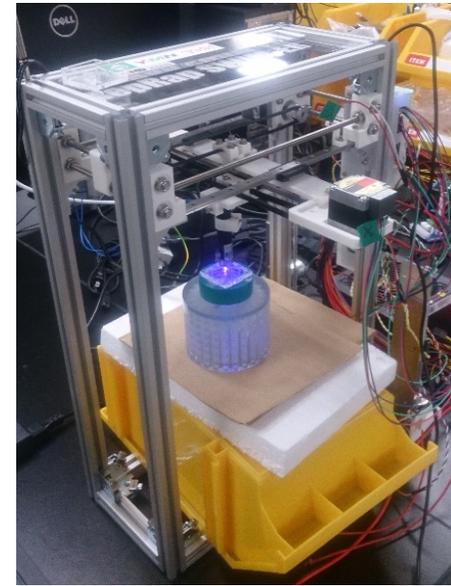
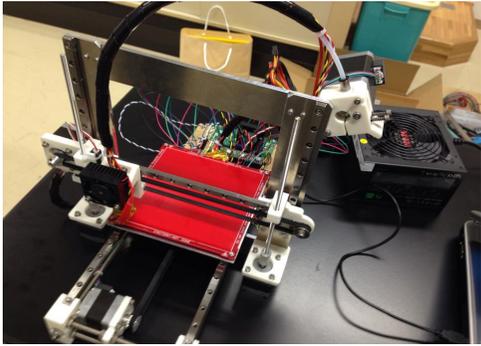


A Low-Cost Open-Source Metal 3-D Printer

Gerald C. Anzalone, et al.
IEEE Access, 1, pp.803-810, (2013).



低価格3Dゲルプリンター — RepRap SWIM-ER



RepRap ATOM

¥130,000

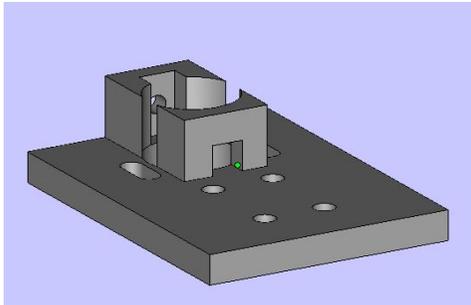
Parts made by 3D printer

LASER pointer

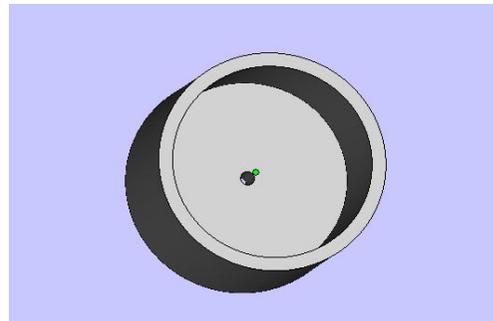
405nm 100mW

¥3,500

Gel solution + bus tab

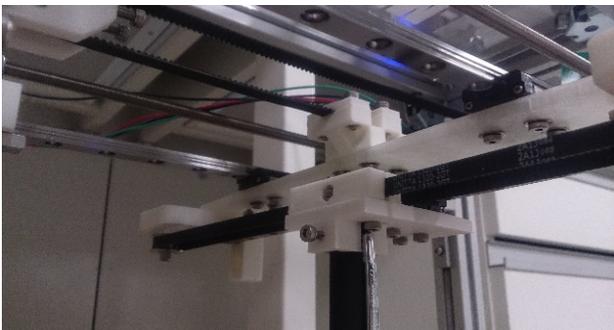


レーザーポインタを固定するパーツ



レーザーポインタのピンホール

5000万円の
3Dゲルプリンターを
10万円にする研究



青少年は興奮する。

新しい感性を伝えてくれるパソコンへFM-7。マニアのために、新登場。



先端技術が夢中にさせる



¥126,000

FM-7

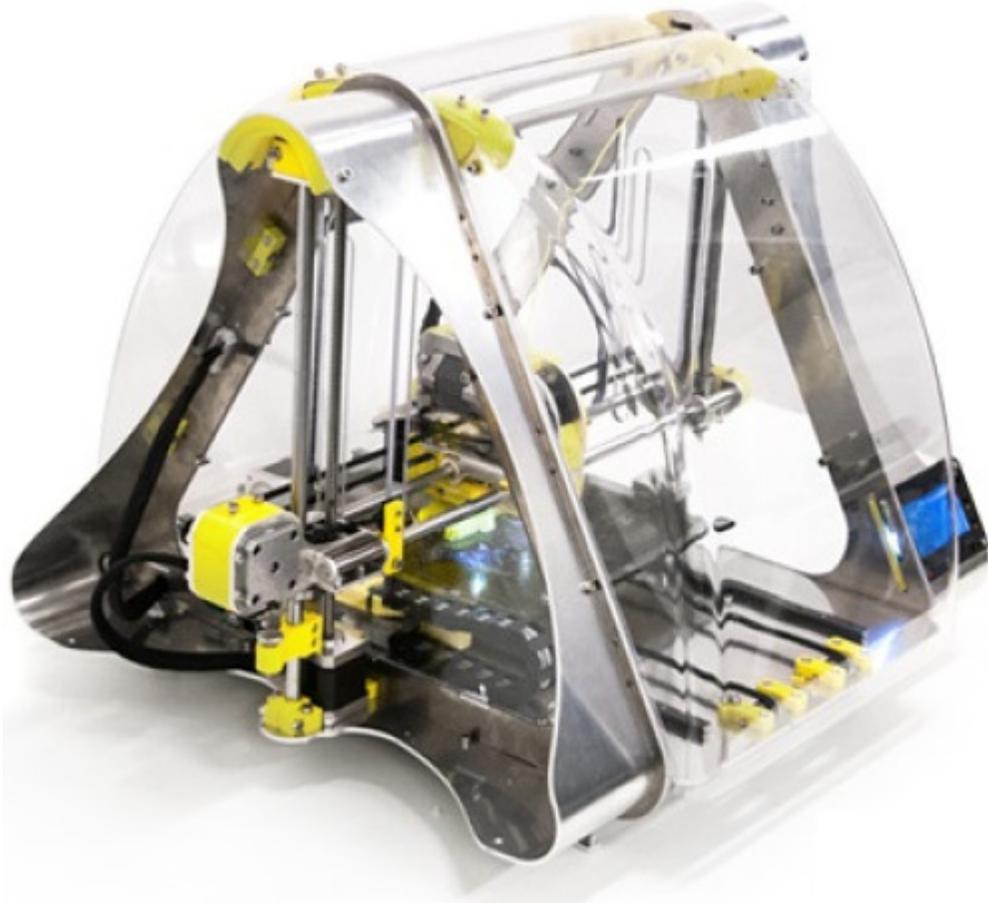
セブン

興奮パソコン。新発売

富士通

富士通株式会社 東京都港区
〒100 東京都港区新橋2-1-1
TEL 03-3541-1111 FAX 03-3541-1112
FAX 03-3541-1113 FAX 03-3541-1114
FAX 03-3541-1115 FAX 03-3541-1116
FAX 03-3541-1117 FAX 03-3541-1118
FAX 03-3541-1119 FAX 03-3541-1120

多機能試作機ZMorph



- ・対応ヘッド：FDM押出機（1.75mm、3mm）、チョコレート&ケーキ押出機、セラミック押出機、デュアルヘッド押出機、CNCフライス盤、レーザーカッター、5軸ツールヘッド
- ・素材：ABS樹脂、PLA樹脂、ナイロン、セラミックス、ケーキ、チョコレート、柔らかい木材、紙、アクリル、木材、金属彫刻



3Dプリンターの4世代仮説

世代	ワープロ	3Dプリンター
1 黎明期	文豪 →A4印刷 30分	Cube →造形数時間
2 開発期	PC-9801 →A4印刷 数10秒	Zmorph →造形数10分
3 普及期	Windows/DOS-V →A4印刷 数秒	標準機 →造形数分
4 淘汰期	iPhone, iPad →電子メールやブログは印刷しなくなった	変化する衣類やロボット →造形しなくなる

3Dプリンターで 新価値創生を

SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）
革新的設計生産技術（平成26-30年プロジェクト）

研究テーマ名

「デザイナブルゲルの 革新的3Dプリンティングシステムによる 新分野の進展支援と新市場創出」

研究開発責任者（所属）：古川 英光（山形大学）
サブリーダー 川上 勝（山形大学）

実施機関：山形大学、JSR株式会社、サンアロー株式会社



●研究背景

これまでの生体代替物



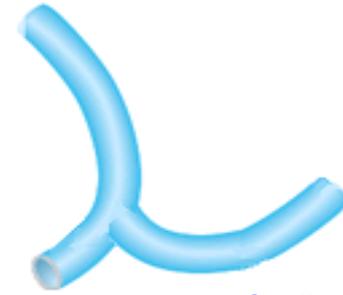
人工血管
人工関節
などの
インプラント

Hard & Dry

生体軟組織固有の機能(潤滑性、物質浸透性、etc)を持たない・・・定期的な交換が必要・・・

生体軟組織は水を含んだゲルでできている！

生体代替物はゴムなどの他の材料では実現できない！

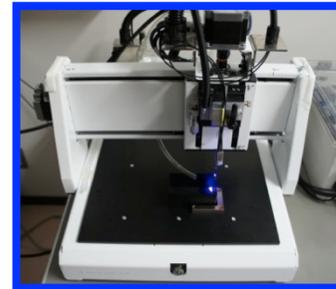


ゲル血管
ゲル軟骨
インプラント
をゲルで！

Soft & Wet

＜研究実施者＞

国立大学法人 山形大学 教授 古川英光



3Dゲルプリンター

世界初の3Dゲルプリンター技術により、自由なデザインの造形が可能な3Dゲルプリンティングシステムを開発する

●目標

“デザイナブルゲル”

(分子設計のデザインと、形状や機能のデザインが自由な革新的ゲル材料)

の3Dプリンティングシステム技術により、

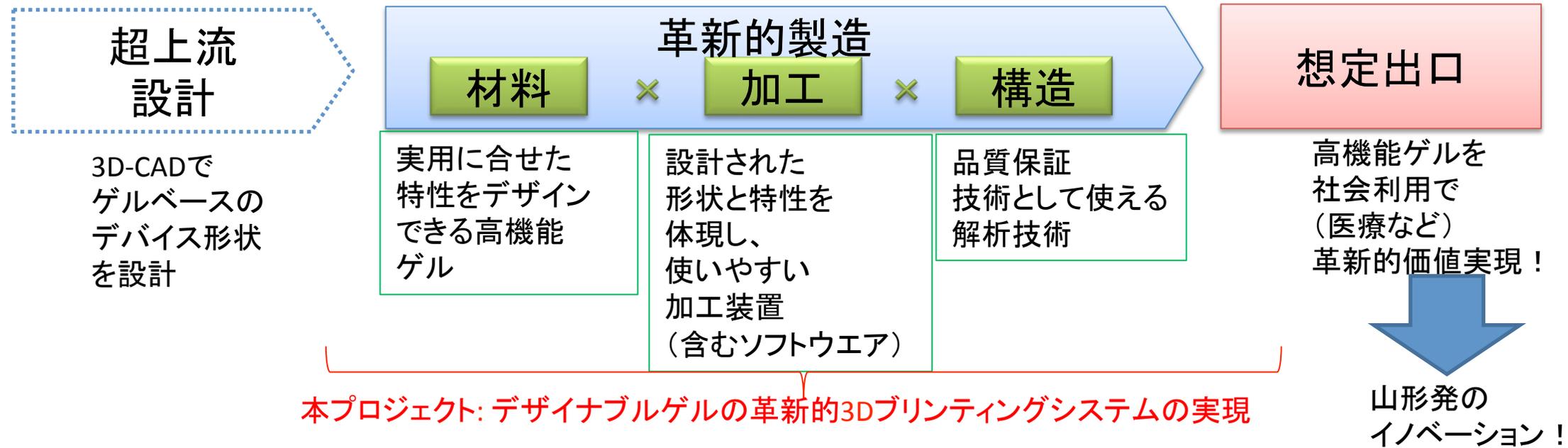
I. 3Dゲルプリンティングシステム普及機(～2016年、精度500 μm)

II. 3Dゲルプリンティングシステム特殊機(～2019年、生体適合性材料利用、精度50 μm)

を開発し、デバイス、サービスを提供する(2015年テストユース開始)ことで

新分野(医療、ロボット等)の進展に貢献し、同分野での新たな市場を創出する

●実施内容

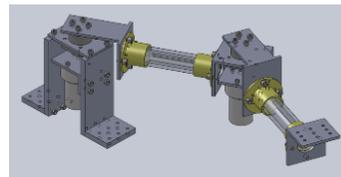


●実用化・事業化に向けた戦略、推進体制

ゲル材料 3Dゲルプリンティングシステム



医療福祉、ロボット、ウェアラブルアイテムへの応用



新市場

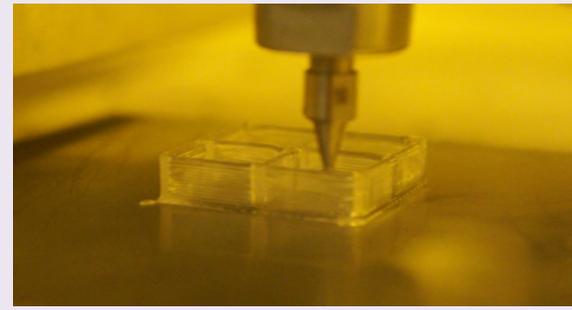


テストユース、フィードバックの実施

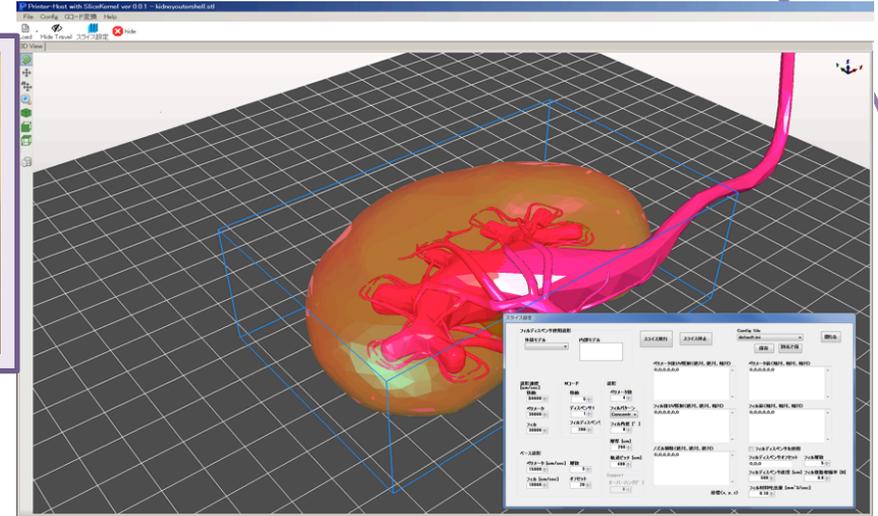
SIPで達成された主要要素技術



ディスペンサ式
3Dゲルプリンタ
テストユース機



- 開発用2機
- テストユース用2機
- デバッグ用1機



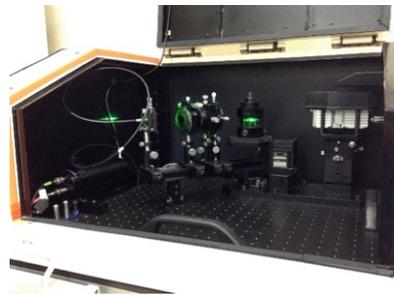
デザイナブルゲル
造形用ソフトウェアの開発



3Dゲルプリンタ
専用ゲルインク

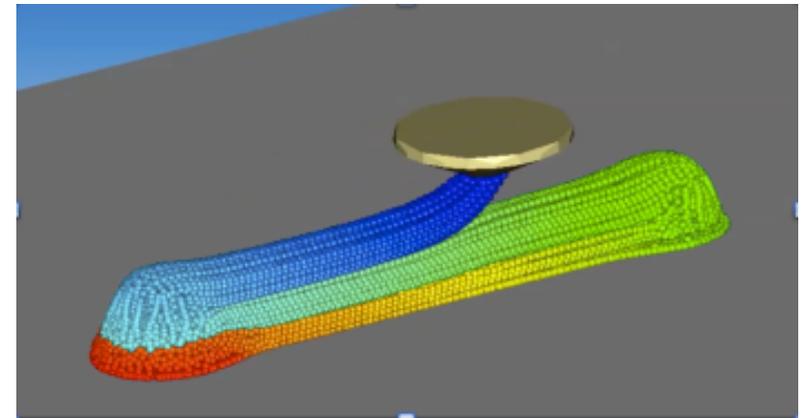


バスタブ式
3Dゲルプリンタ
プロトタイプ機



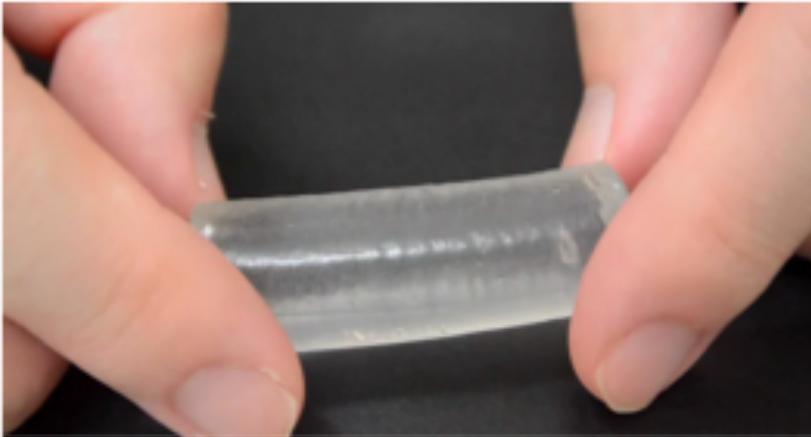
3Dゲルスキャナ
技術実証機

ゲル積層シミュレーション（粒子法）



SPH法 : Smoothed Particle Hydrodynamics
(平滑化粒子流体力学)

デザインブルゲルの3D造形物



骨入り指モデル

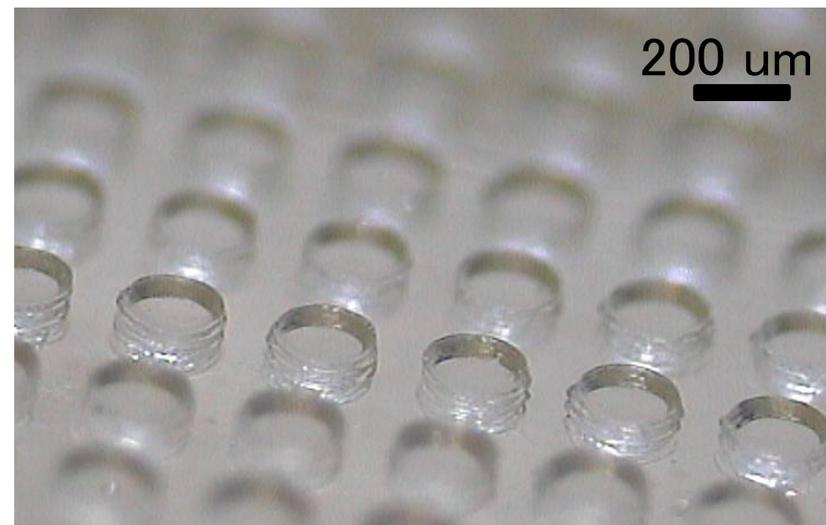


高精細なゲルの3D造形物



3Dゲル眼内レンズ

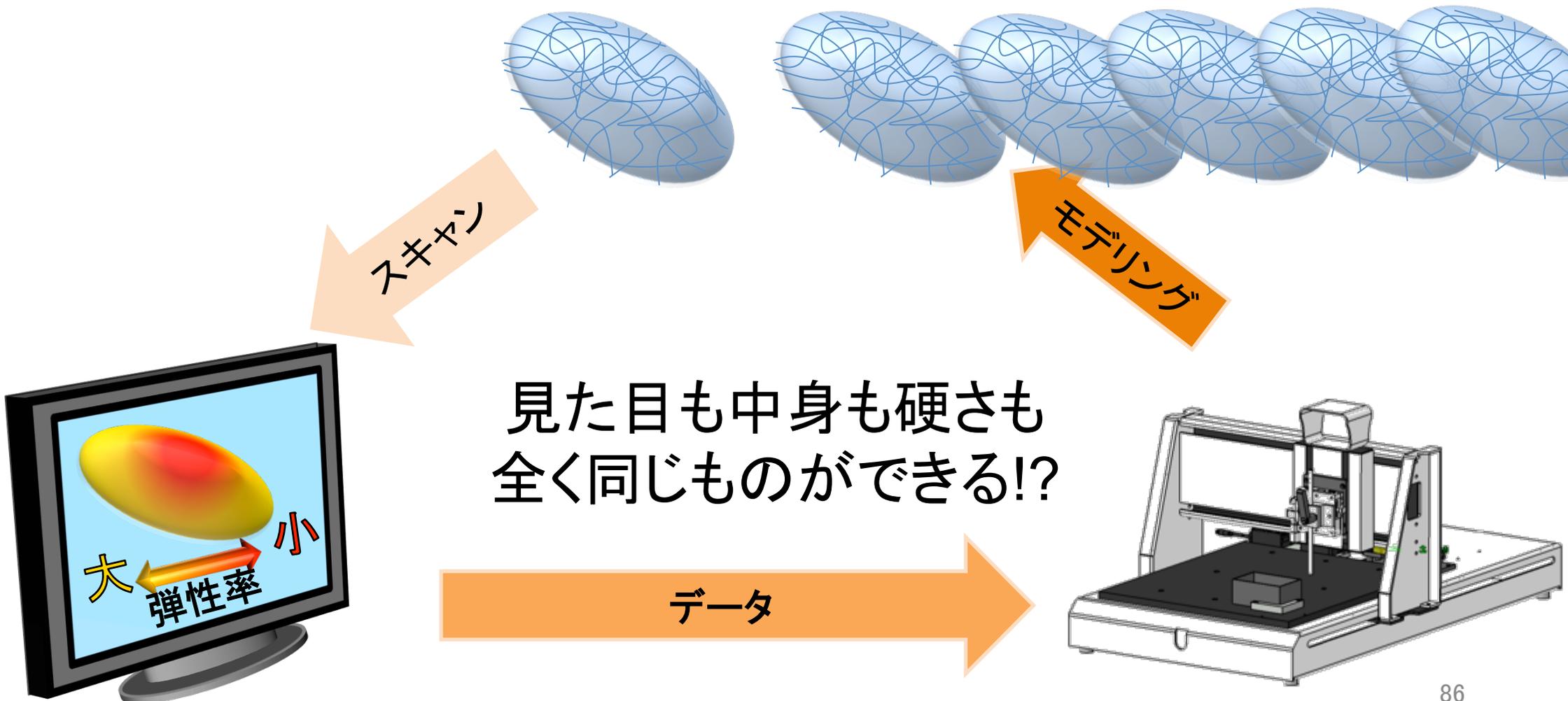
高透明で柔軟なゲルの3次元自由造形



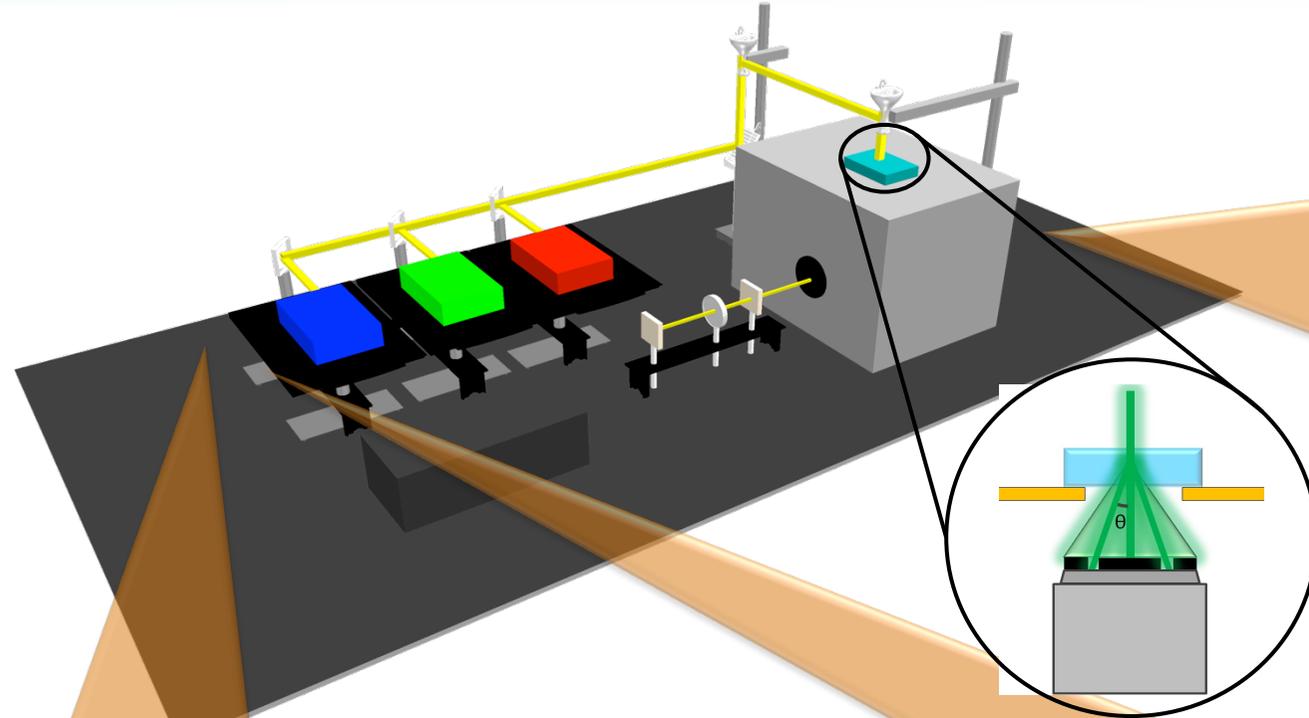
直径200 μm・高さ200 μmの円柱

試料内部の弾性をスキャンし、可視化する

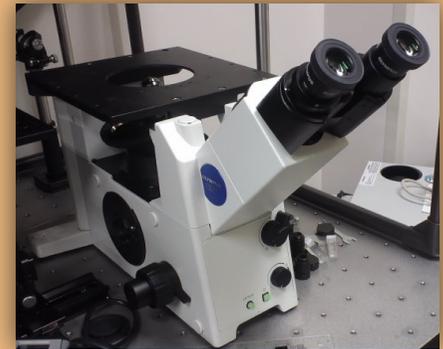
ゲルスキャナ(3D Gel-Scanner)の開発



3D Gel-Scanner

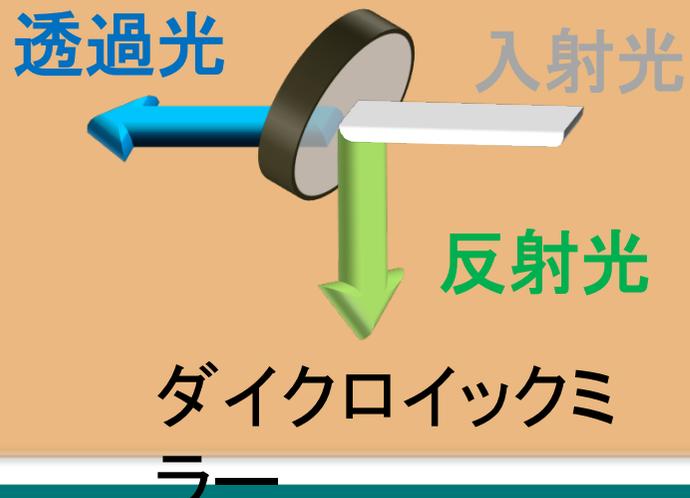


走査範囲の拡張



倒立型顕微鏡IX71(OLYMPUS) + XY自動ステージ(シグマ光機)

マルチレーザーライン



光源の追加



Blue
Laser

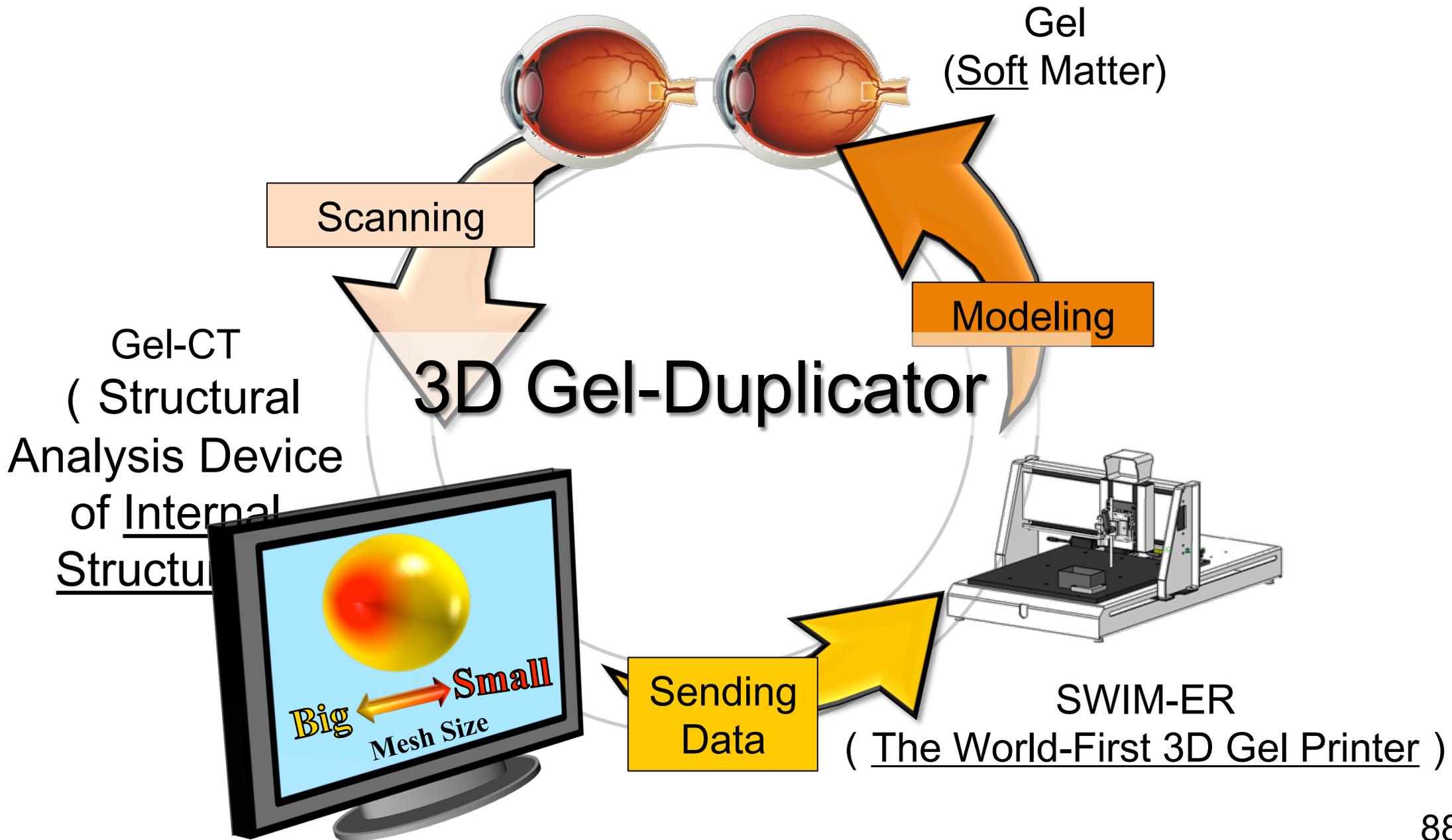
Green
Laser

Red Laser
671[nm]

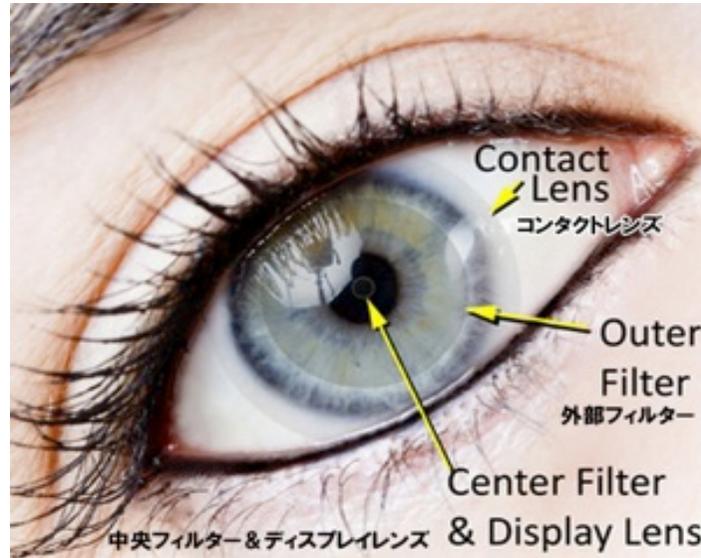
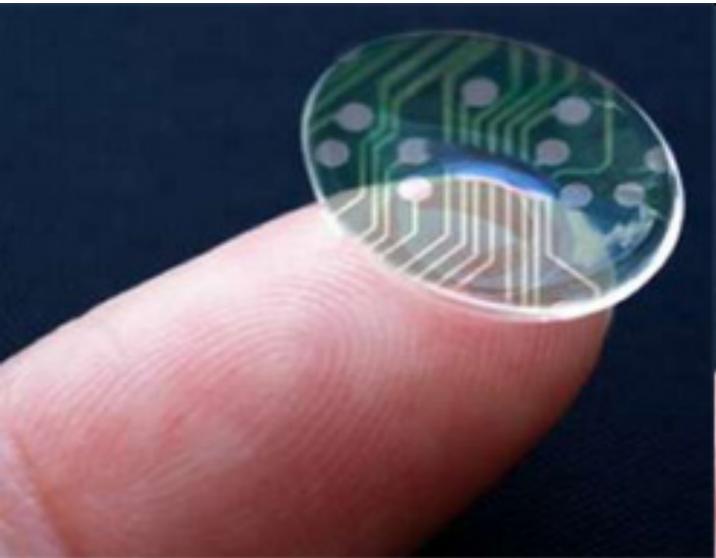
■ 散乱ベクトル
は次式で求まる

$$q = \frac{4\pi n}{\lambda} \sin \frac{\theta}{2}$$

Gel Fabrication Concept: Gel-Dup



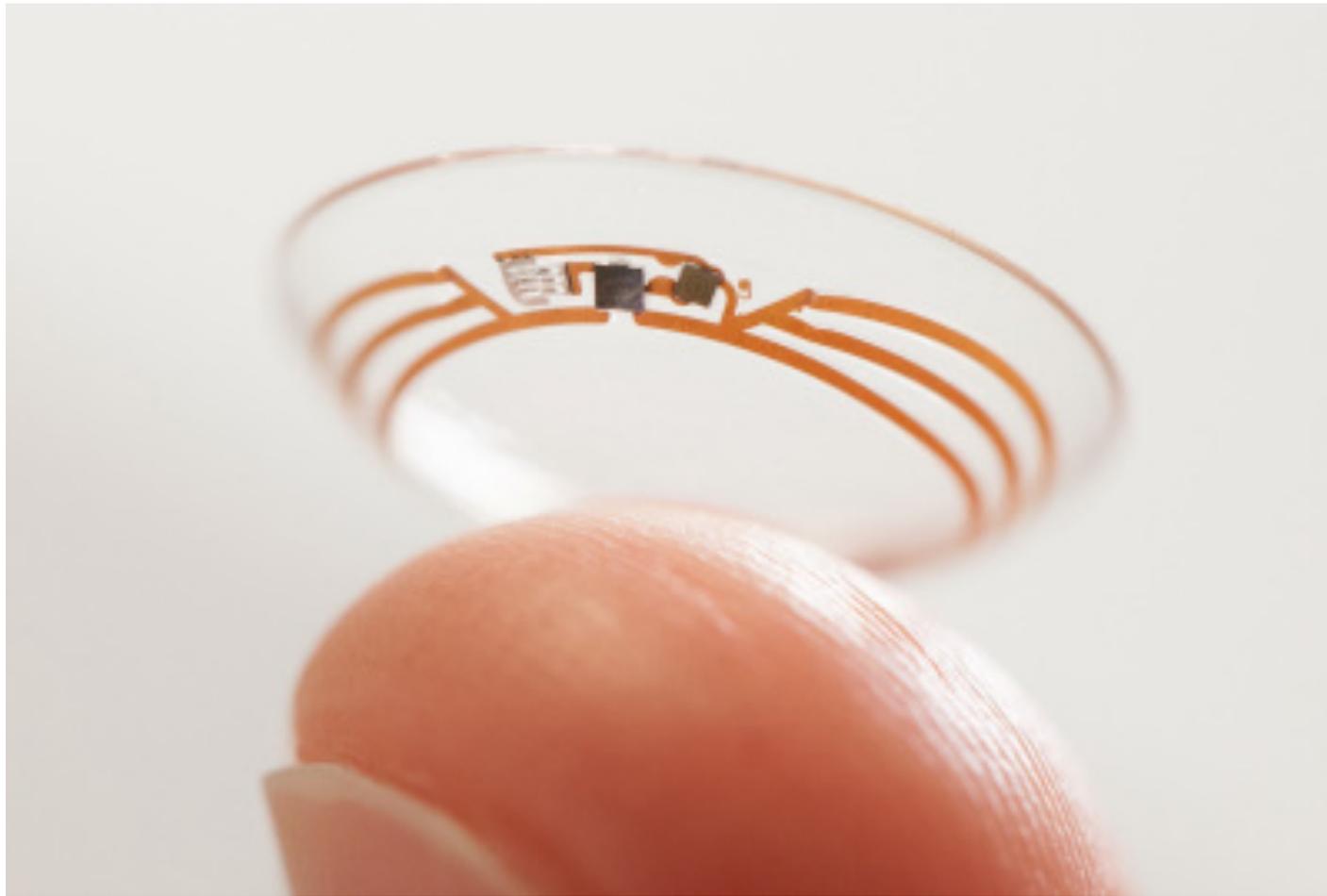
DARPA Works On Virtual Reality Contact Lenses (仮想現実コンタクトレンズ)



- Digital images could be directly projected onto lenses to improve soldiers' situational awareness.
- The Department of Defense is working on contact lenses that would enhance soldiers' vision to improve intelligence, surveillance, and reconnaissance (ISR) activities without the need for specialized equipment that is currently used in the battlefield.

20 FEB, 2012

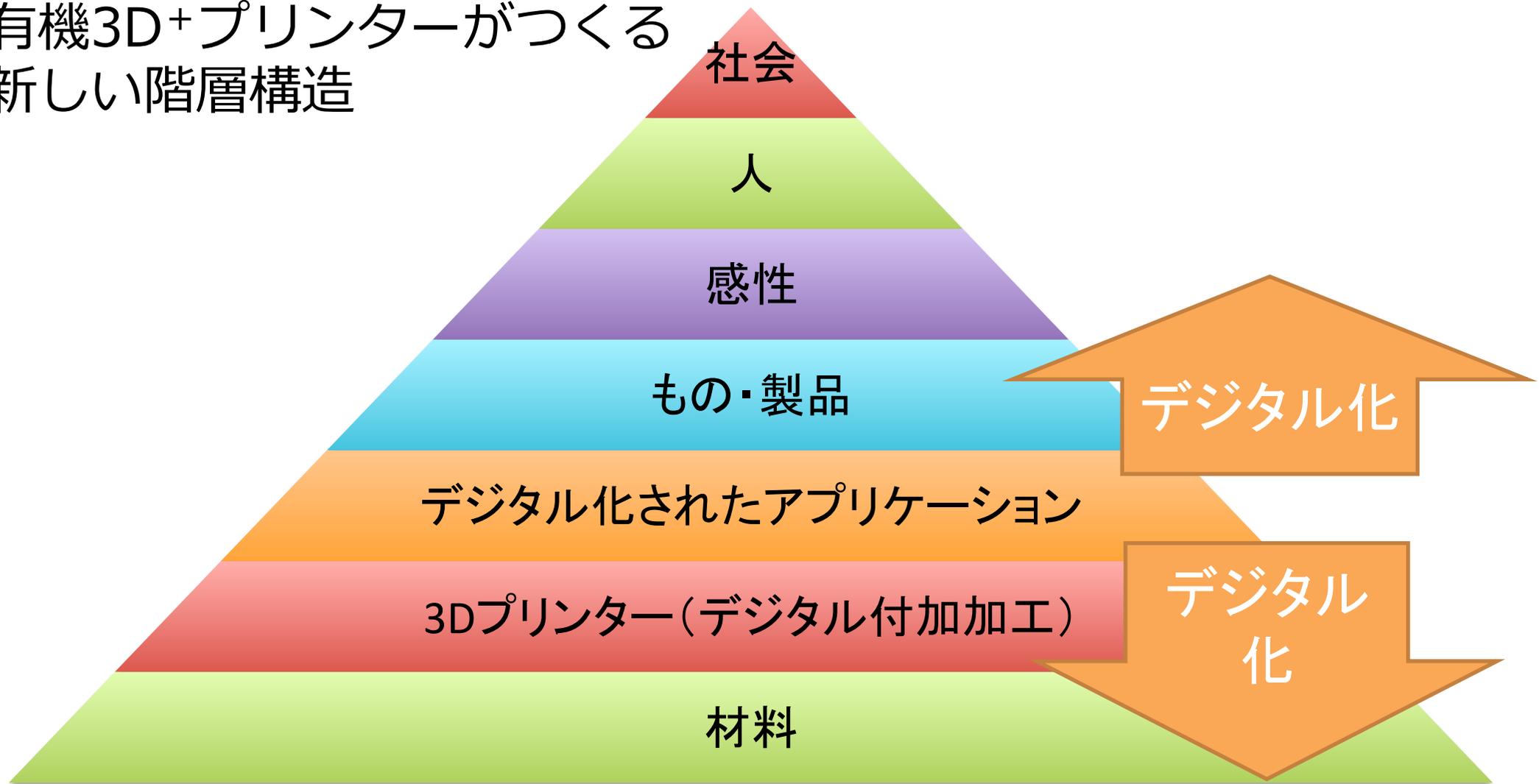
また、米Googleでは、糖尿病患者が簡単に血糖値を計測するための手段として「スマートコンタクトレンズ」のテストを行っている



出典 Googleが「スマートコンタクトレンズ」試作、涙で糖尿病患者の血糖値測定 -INTERNET Watch (2014/1/17 18:02)

3D+プリンターはデジタル圏拡大ツール

有機3D+プリンターがつくる
新しい階層構造



実現したいのは材料科学のOSのようなもの⇒日本が先導できる



Ember 3Dプリンター材料PR48の化学式

オリゴマー: Allnex Ebecryl 8210 39.776%, Sartomer SR 494 39.776%

光開始剤: Esstech TPO+ (2,4,6-Trimethylbenzoyl-diphenyl-phosphineoxide) 0.400%

反応性希釈剤: Rahn Genomer 1122 19.888%

UV遮断剤: Mayzo OB+ (2,2'-(2,5-thiophenediyl)bis(5-tert-butylbenzoxazole)) 0.160 %

- 電話 → 携帯電話 → スマートフォン
- 郵便 → ファックス → 電子メール
- お金 → クレジットカード → 電子マネー
- ゲル → 3Dゲルプリンター → 電子ゲル
(e-ゲル?)

3Dゲルプリンターで
化学デジタルファブ・プラット
フォームを構築せよ！

テストユースラボラトリー@山形大学構内



2015年11月利用開始
テストユーザー募集中

山形大学で開発された3Dゲル最新技術を 貴社の製品開発にご活用ください!

SWEL MAN
3Dゲルプリンタ



つくる!

×

SMILS
ゲル解析装置

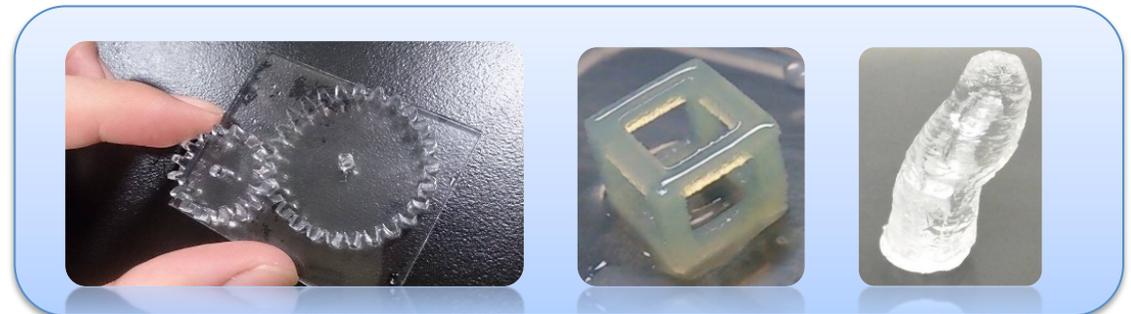


はかる!

A green rounded rectangle containing two images of laboratory equipment. On the left is a 3D gel printer labeled 'SWEL MAN 3Dゲルプリンタ' with the text 'つくる!' (make!) below it. On the right is a gel analysis device labeled 'SMILS ゲル解析装置' with the text 'はかる!' (measure!) below it. A large green 'X' is positioned between the two images, and a yellow circular arrow surrounds the entire green box.

←ゲル造形・解析最新設備

↓さまざまなゲル造形物



Test-use lab.の運営（平成27年11月～） + 事業化準備中

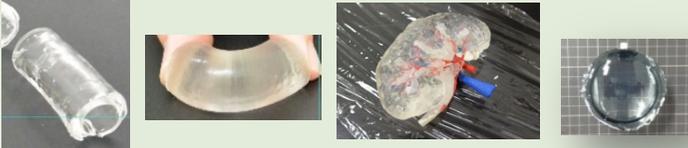
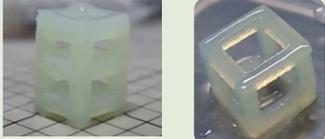


事業化モデルの早期確立！

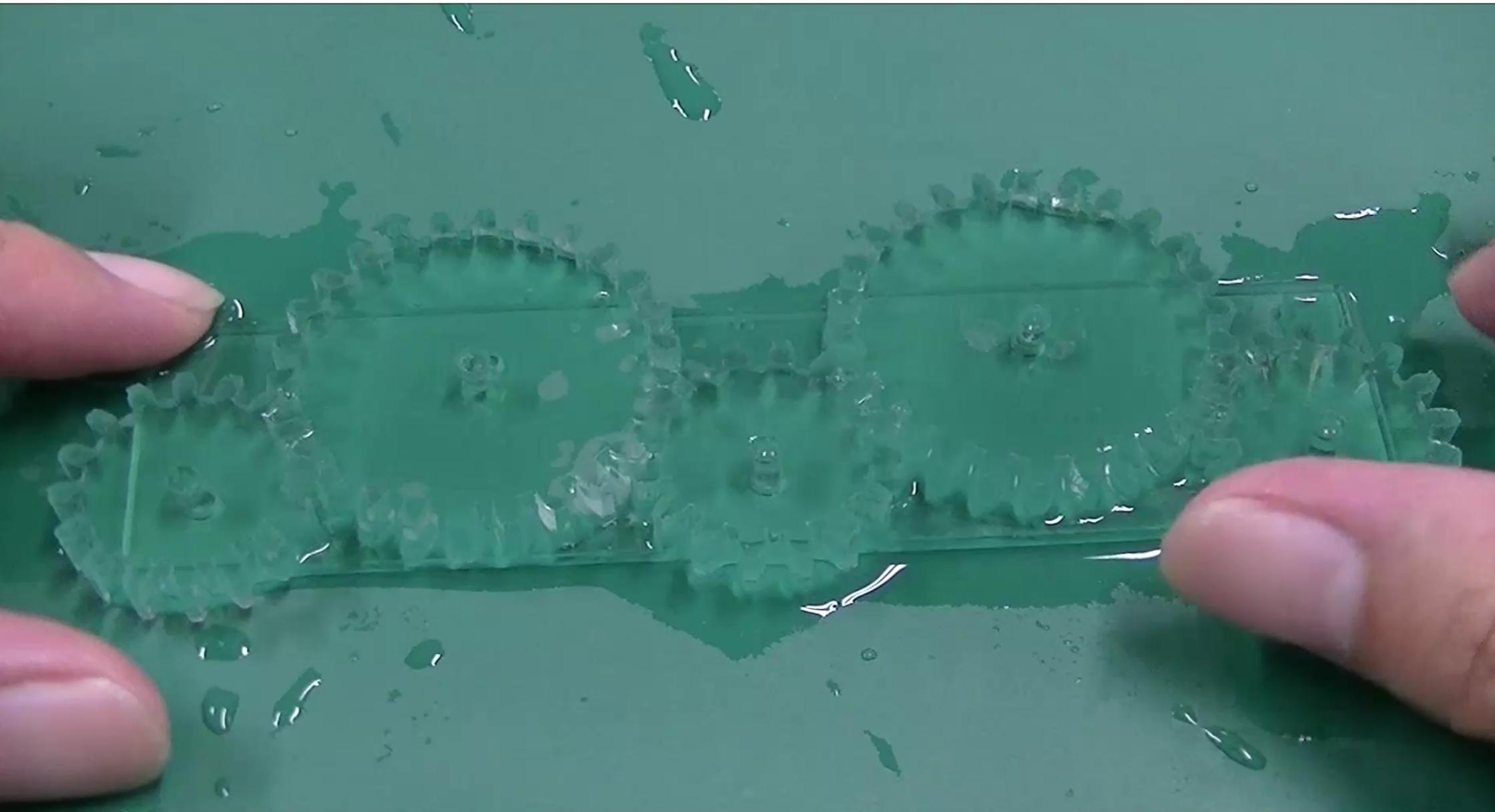
社会への貢献

CO2削減・エコ
オーダーメイド医療・QOLの向上
高機能ゲルの“市場・顧客”と“顧客価値”

博士が就職できる
場所をつくる！

生体代用/模擬	スキャフォールド	ソフトロボティクス
 <p>人工血管/人工軟骨/臓器模型/眼内レンズ</p>	 <p>細胞培養用培地</p>	 <p>ロボット部品/ギア/軸受け</p>

ゲルギア



デザイナブルゲルの
革新的3Dプリンティングシステムによる
新分野の進展支援と新市場創出

研究開発責任者：古川英光（山形大学）
実施機関：山形大学、JSR株式会社、サンアロー株式会社

オーダーメイド・カスタムメイド
ロボット・人工臓器の開発を
革新する3D製造技術の実現

2003~2009年

超高強度ゲル



2014~2015年

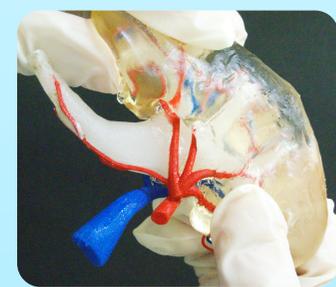
3Dゲルプリンタ



iPS細胞3D培地



人工軟骨



ソフト臓器モデル

2016~2018年



ロボット指先



新市場創出
経済・雇用・医療・福祉

ユーザとの共創



大学発

ベンチャー企業

はかる!

つくる!



3Dゲルプリンタ



ゲルスキャナ

山形発 地域イノベーション

YuFab (ユーファブ) 構想

YuFab

ユーファブ

山形大学

ライフ・3Dプリンタ

創成センター

オープンファブ拠点群



YUのFABとしてブランド化

Yamagata University

山形を大きく包むこむ “ものづくりの知恵袋”

第1回 YuFab会議

7月11日(土)

米沢駅2F「駅ファブ」にて開催



- 「3Dものづくりベンチャー」のスタート
- 高校生や市民の3Dプリンター先生を育てる
- 海外との連携、医学部との連携などの横展開

新ものづくり地域創生の山形モデル構築に挑戦します

