

3次元ゲルプリントの拓く 未来の医食

山形大学 大学院理工学研究科
機械システム工学分野

ソフト＆ウェットマター工学研究室

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>



GAME GHANGE

- **Information Highway (情報ハイウェイ)**
in 1990s, *Vice-President Al Gore*
- **National Nanotechnology Initiative (国家主導ナノテクノロジー)**
(NNI) in 2000s, *Bill Clinton*
Cf. Royal Society
- **National Network for Manufacturing Innovation (ものづくりイノベーションのソーシャル化)**
Barack Hussein Obama, Jr.
“placing 3D printers in 1000 schools”
(White House Science Fair, 18 OCT, 2010)





The Obama Administration is putting \$30 million into the new **‘National Additive Manufacturing Innovation Institute’**, to be located in Youngstown, Ohio. NAMII is a public-private partnership – \$40 million is coming from a massive consortium of 40 companies, 9 Research Universities, 5 Community Colleges and 11 Non-Profit. (18 AUG, 2012 BY JF BRANDON IN FAB, NEWS)

ボトムアップでも、トップダウンでも無い。1ステップのものづくり



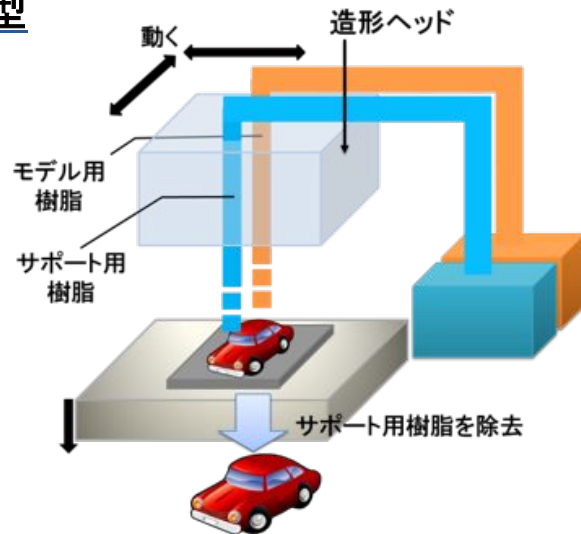
←複数のプラスチックが印刷可能なプリンタで1回で印刷したラジコンカー（モーターと配線は別）
(Objet HPより)

→10年後。ビジネスの忘れ物はホテルの3Dプリンタでフォロー。
(Objet HPより)



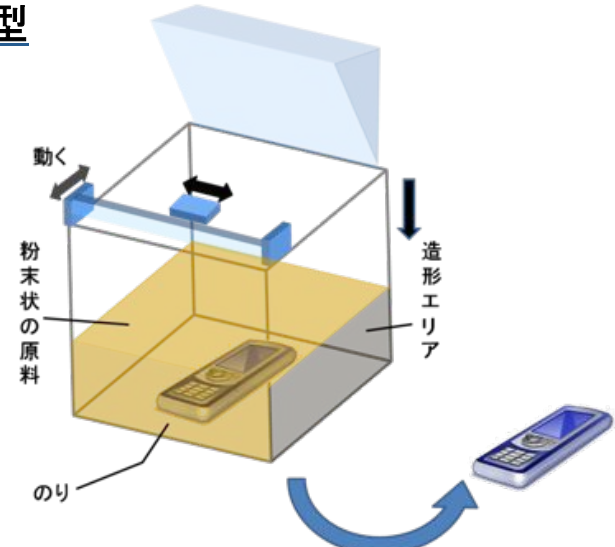
3Dプリンタの主な方式

積層型



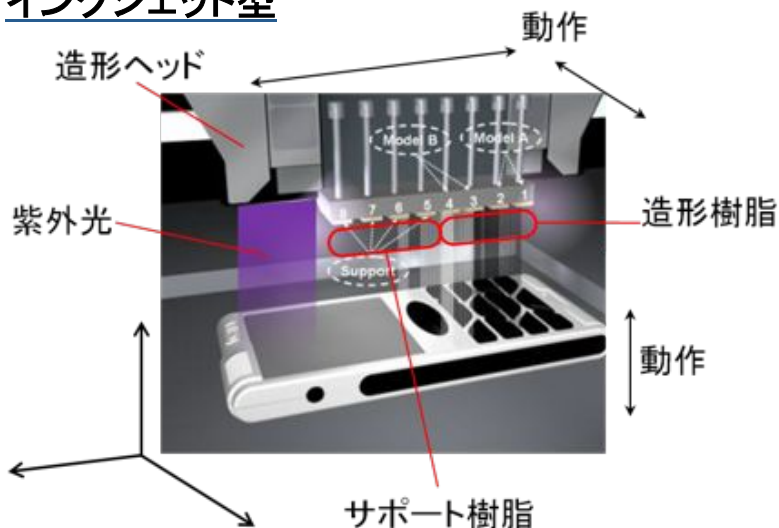
材料を溶かし、積層し造形する。

粉末型



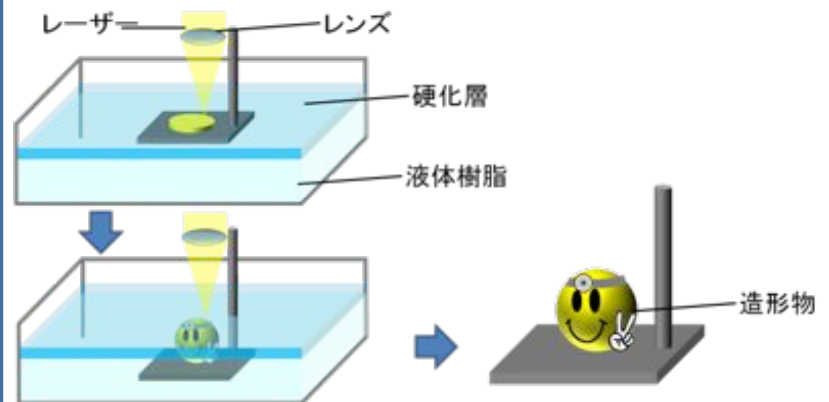
粉末材料とのりを噴射し、固めて造形する。

インクジェット型



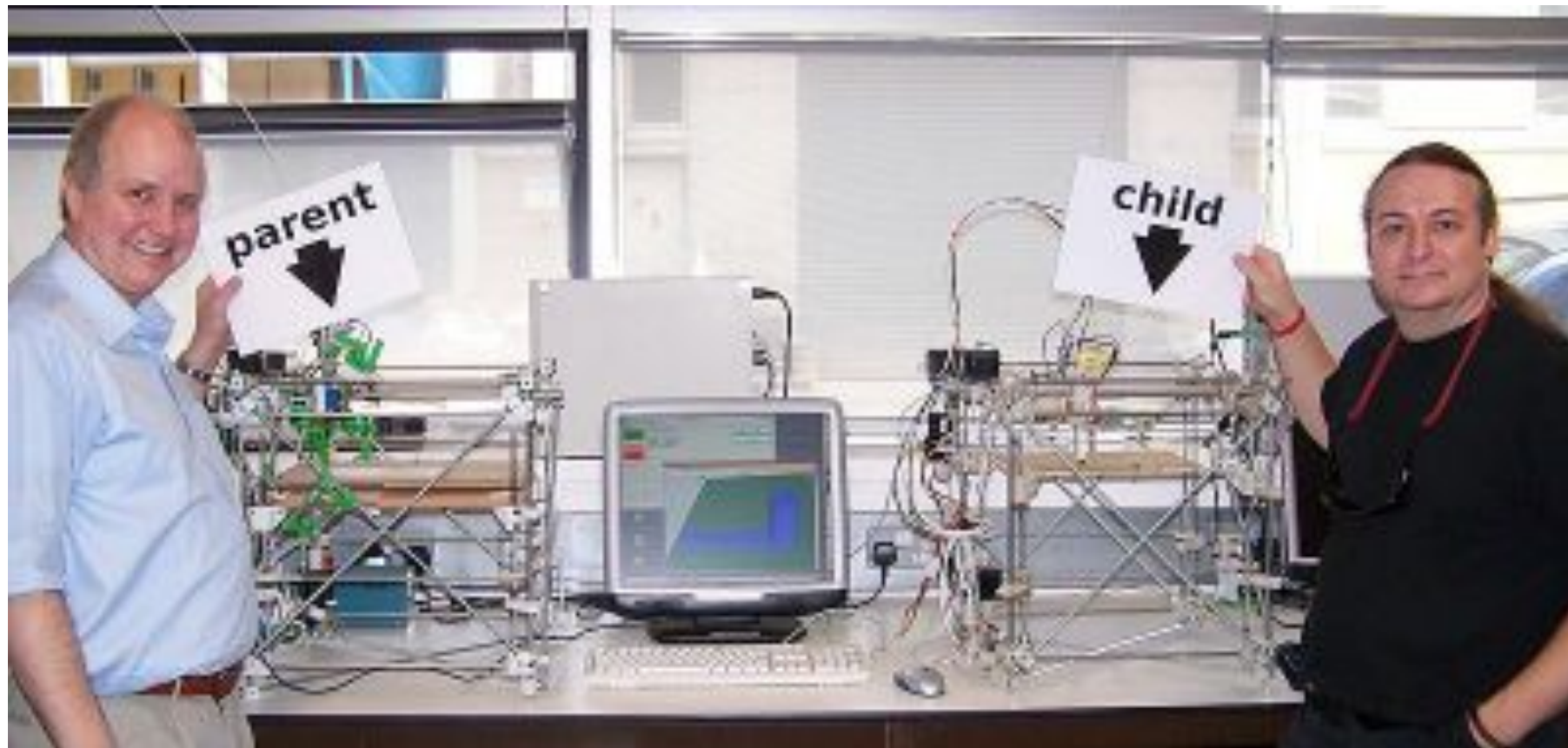
材料を光で固め、積層し造形する。

バスタブ型



液体材料を光で固め、造形する。

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.

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！

世界初 ゲルプリンタの開発

Soft & Wet matter Eng. Lab

SWEL

3Dゲルプリンターが造形するゲルは、人工血管、アクチュエーター、形状記憶材料の製造など、様々な製品に応用可能です。

アプリケーション

■産業製品・機器

吸収剤 緩衝剤
防振剤 表面コーティング剤
超低摩擦軸受け
形状記憶複合材料

■医療品・機器

人工血管
人工心臓
コンタクトレンズ
バイオチップ

■医療・再生医療

オーダーメイド脳内血管
オーダーメイド軟組織
オーダーメイド臓器
Soft & Wet手術検証・訓練用模型
3D・透明・高強度な細胞培養足場

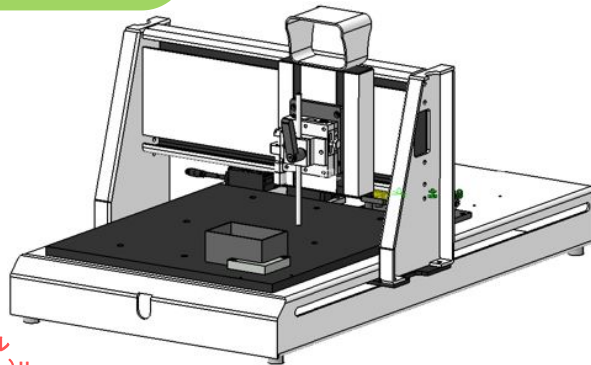
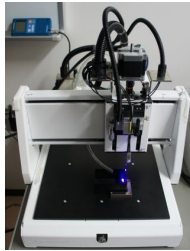
■ヘルスケア

QOLの向上

■CO₂削減・エコ

超低摩擦軸受
超低摩擦内壁
生分解性ソフト材料

レーザー
出力20mW
 $\lambda = 325\text{nm}$



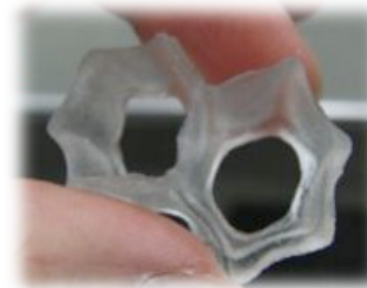
SWIM-ERはSoft & Wetなインテリジェントマテリアル
(Intelligent Materials)を簡単に実現(Easy Realizer)!!



コンピュータコントロールにより、
複雑な空洞構造を
短時間で自在に造形します。

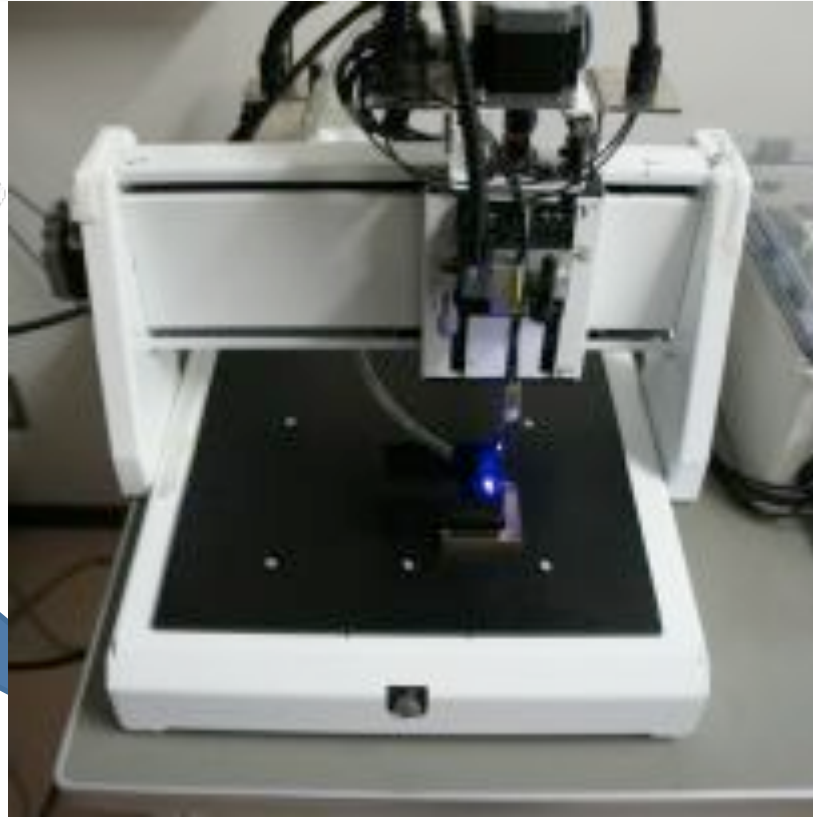
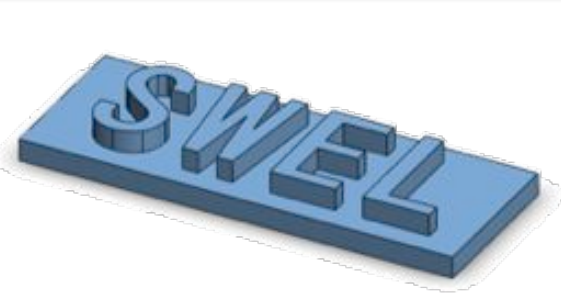
機能

コンピュータ制御による複雑な空洞構造造形 (数 μm 間隔)
高強度ゲルの造形 (圧縮破断強度2.3MPa)
高強度出力レーザー (20mW)
短時間で光造形可能 (4mLを5分で造形)
低出力UVレーザーで安全
簡単に安全な操作可能



- ・自由形状
- ・高強度
- ・低摩擦
- ・物質透過性
- ・生体適合性

ゲル専用 3Dプリンタ(バスタブ型)



- 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次元方向に動作し任意の造形が可能

古川英光教授の研究が山形新聞に掲載されました

国際事業化研究センターでは、事業化を目指した研究プロジェクトの支援を行っています。この度、本センターが支援している古川英光教授の研究プロジェクトが、山形新聞（平成25年1月3日付28面）に以下のとおり掲載されましたので紹介します。

2013年（平成25年）1月3日（木曜日）

社会

1人

1人

1人

1人

（第1版）

ゲル材の3次元印刷

古川英光教授



静脈人工弁の作成工程。3Dプリンターはデータを読み込みゲルで立体を成形する



3Dプリンターは、紙など平面上に印刷する従来のプリンターに対して、3次元データを元に手に取って触ることができる立体を印刷する。成形・造形と表現した方がしっくりくるかもしれない。世界的に実用化が進んでおり、ものづくりの革新を促すといわれている。

JST産学共同事業に 人工血管、食品…活用期待

古川教授によれば、人工血管は現在、布やウレタンを材料にしているが、血小板が付着してつまりやすくなり6～7年ほどで交換が必要になる。ゲル素材なら血小板が付着しにくく、細胞に同化させることも可能だという。

医療のほか、美容や食品分野など生活に密着した分野でも成果を上げつつあり「数年のうちに、自宅のプリンターでカラーコンタクトレンズやソフト食品が印刷できるように」と古川教授。「ゲル材を用いて付加価値をいかに高めるか、山形県を関係拠点にしたい」と意気込む。

精密加工のサンアロー（東京）と共同で、ゲル造形技術実証装置を開発。光ファイバーの保持部がX・Y・Z軸に動き、液状の樹脂に紫外線を照射して硬化させていく仕組みだ。3次元データを設定図として立体物を作成、その精巧さと評価を行う。人工血管、臓器腫瘍（りゅう）手術の検証モデル、再生医療向け細胞培養用の足場の製品化を見据える。

だが、古川教授はゲル材料を印刷する独自の取り組みを進める。ゲルはゼリーやこんにゃくなど液体と固体の中間のソフトな物質状態。おむつの吸水材料や保冷剤などに使われ、日本はゲル研究の最先端を行く。古川教授のグループは3年前、世界に先駆けて3Dゲルプリンターの研究に着手した。

山形大大学院 古川教授のプリンター開発

山形大大学院理工学研究科（米沢市）の古川英光教授（科）は先端材料が取り組む「3Dゲルプリンター」開発が、科学技術振興機構（JST）の産学共同事業の採択を受けた。印刷方式で立体図形を作成する3Dプリンターは「21世紀の産業革命」を起す技術として注目されている。古川教授の研究はゲル状の物質を用いるのがポイントで、医療や食品などの分野での活用が期待されている。

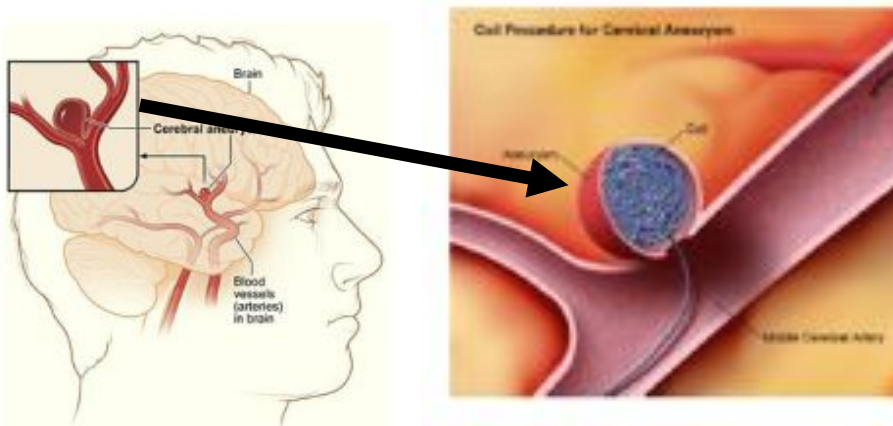
ゲルプリンタの近未来の用途

Soft & Wet matter Eng. Lab

SWEL

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…

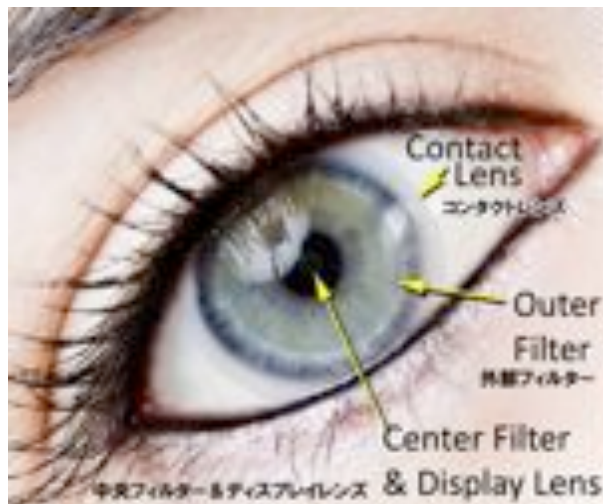
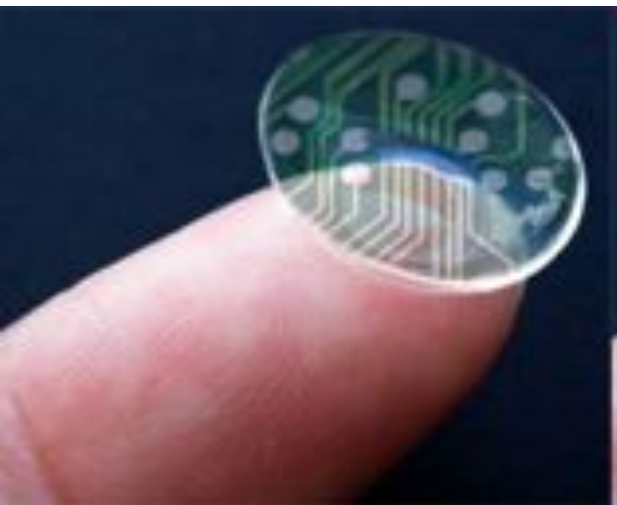


見映えup!

ソフト食品を
リッチに！



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

～2つの“有機”による材料革新とシステムの融合～ 「スマート・ヘルスケア」分野にチャレンジ

既存のセラミックス・金属に代わり

柔らかく体にやさしい2つの有機による材料革新とシステムの融合

スマート・ヘルスケア・システム

情報処理
制御・回路制御
データ解析

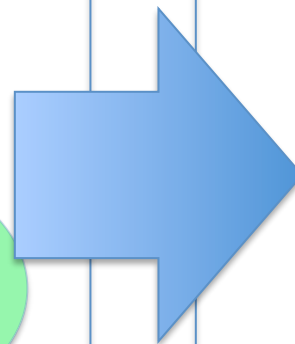
有機エレクトロニクス
センシング

π 電子系(導体・半導体)

有機グリーン・バイオ
材料&精密加工

σ 電子系(絶縁体)

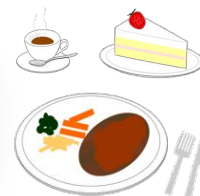
分子技術・プロセス・ナノ形状付与・素子



生活習慣病・
老化因子の検出



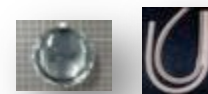
オーダーメイド
健康医食品



がん細胞吸着
・即時検出



機能回復・
補助デバイス



ビッグデータ

ICT



データベース



リアルタイム

健康監視

異質なデータからの知見導出

ライフ to ビット

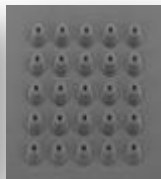
ビット to ライフ

カスタムメイドの
スマート&ソフト
ライフケア

生活習慣病・
老化因子の検出



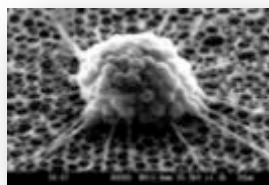
フレキシブル・
センサー



センシング・
アレイ

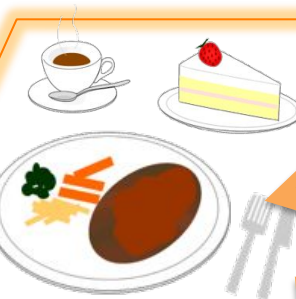
有機エレクトロニクス
センシング

がん細胞吸着
・即時検出



がん細胞センサー

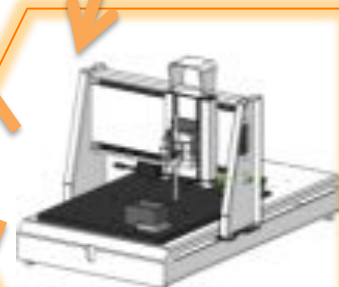
フレキシブル
ウェアラブル
オーガニック



ソフト医用食品
ライフサポート
機能性食材



ソフト眼内レンズ ソフト血管
機能回復・
補助デバイス



3Dゲルプリンタ

ソフトデバイス・
ゲルの3D印刷
生体親和性
身体に優しい

QOL向上

身体に優しい

1971

Intel 4004



- カシオで作られたCPUの概念がアメリカに渡る
- ヒッピーは自由な思想の下でCPUの深遠な意味を理解
- 今はコンピュータが次世代のコンピュータを作る時代

2013

$$= 3 \times 11 \times 61$$

$$= 33 \times 61$$

$$= 11 \times 183$$

$$= 3 \times 671$$

掛け算は展開が面白い！

ポスト-Intel

= (ハイテク) x (ヒッピーカルチャー)

: シリコンバレー展開

= (有機エレクトロニクス & センシング)
x (グリーン材料 & 精密加工)

: 山形大学工学部展開

= (山形大学) x (企業)ⁿ

: オープンイノベーション展開

= (イノベーション) x (ライフ)

: 米沢有機バレー展開

ライフ・イノベーションは“Life times innovation”と読みましょう！