

マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト 3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

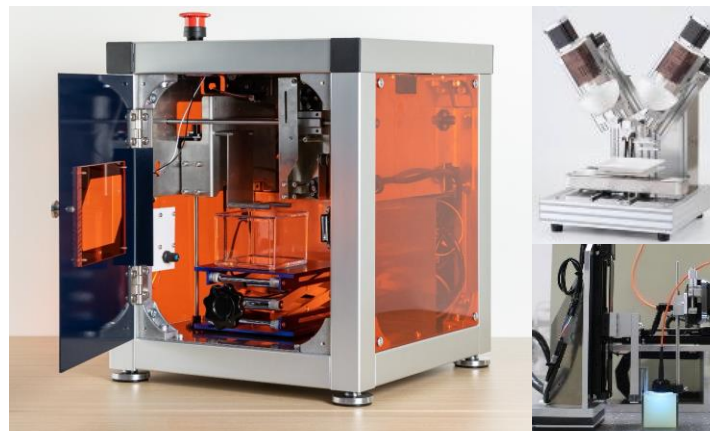
山形大学 領域統括 古川 英光

第2回 JST OPERA シンポジウム

令和5年3月13日（月）オンライン（Zoomウェビナー）

ゲルパイパー GelPiPer

3D/4DゲルのDXパイプライン



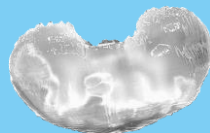
Art
芸術



柔らかさを活かしたモニュメント

**Artificial Organs
for Medical Training**

手術トレーニング用人工臓器



臓器の柔らかさを模倣

**4D Printing
for Biomimetics**

変形する生体モデル



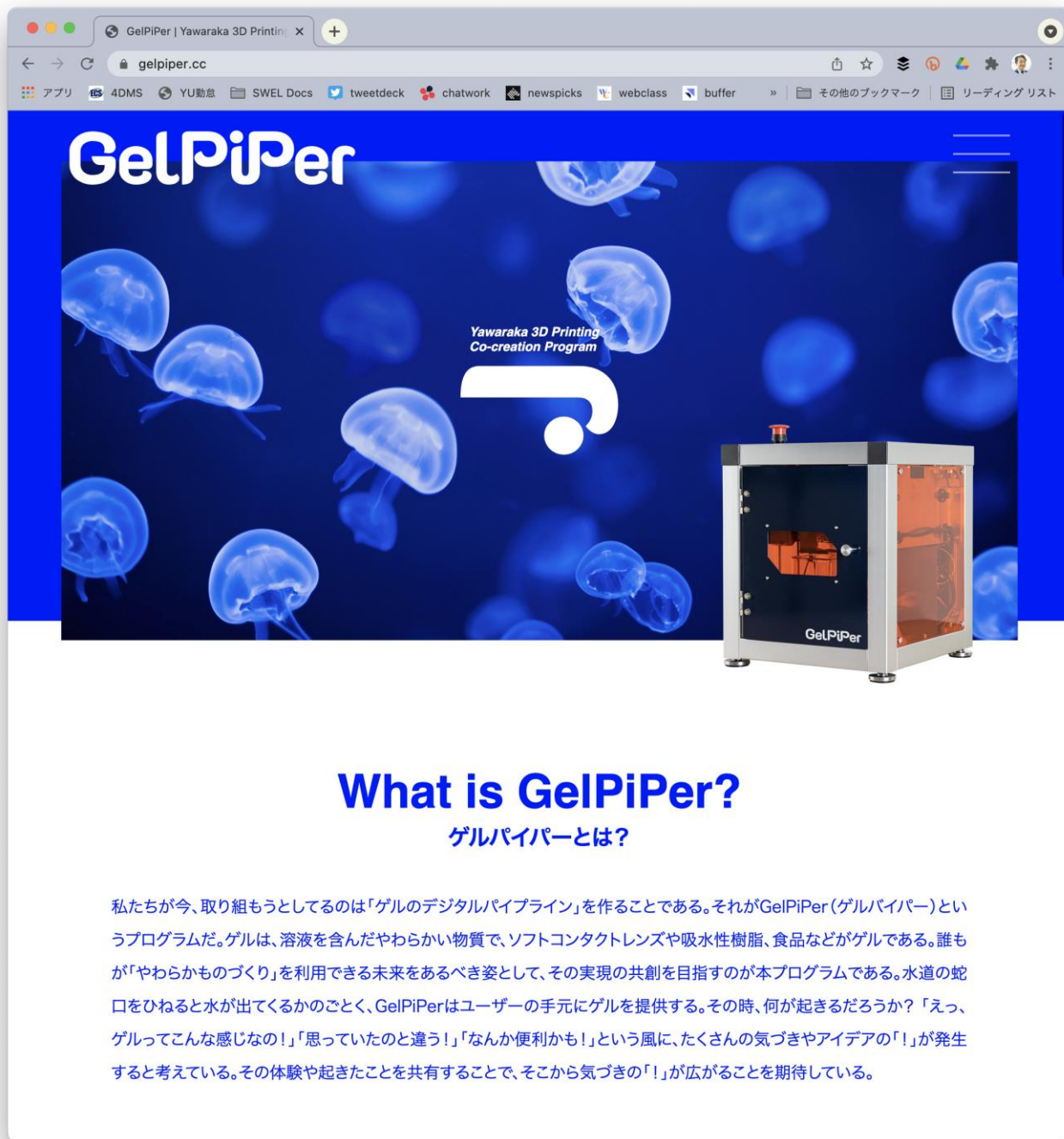
造形後変形するように設計可能

Food Samples

食品サンプル



生鮮食品のようなテクスチャ



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying "GelPiPer | Yawaraka 3D Printing" and the URL "gelpiper.cc". The website has a blue header with the "GelPiPer" logo. Below the header is a large image featuring a blue background with several glowing jellyfish. In the center of this image is a white question mark. To the right of the question mark is a 3D printer labeled "GelPiPer". Above the printer, the text "Yawaraka 3D Printing Co-creation Program" is visible. Below the image, the heading "What is GelPiPer?" is displayed in large blue letters, followed by the Japanese text "ゲルパイパーとは?". A paragraph of Japanese text follows, explaining the program's goal to create a "digital gel pipeline" and provide users with the ability to create soft, water-absorbing objects like contact lenses and food.

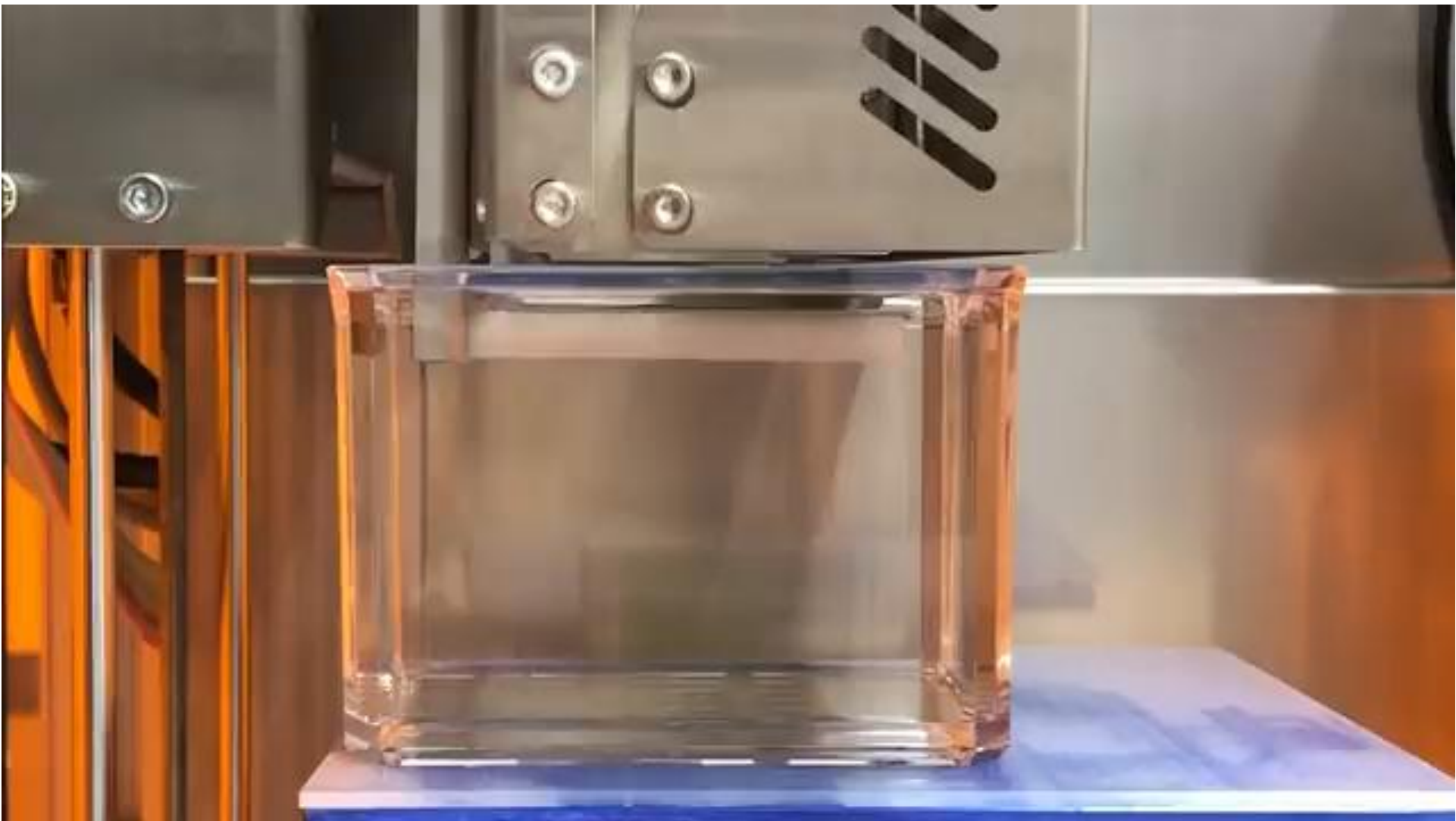
GelPiPer

Yawaraka 3D Printing
Co-creation Program

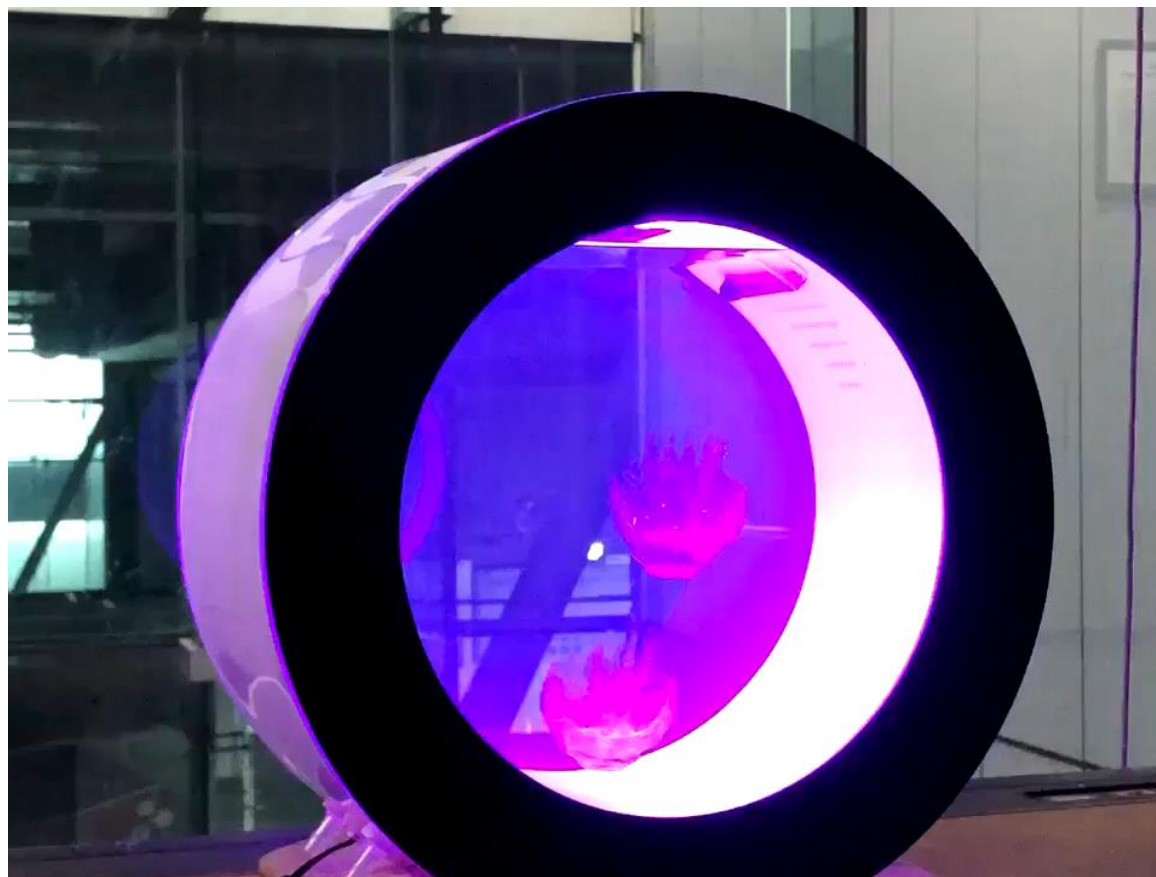
What is GelPiPer?

ゲルパイパーとは？

私たちが今、取り組もうとしているのは「ゲルのデジタルパイプライン」を作ることである。それがGelPiPer (ゲルパイパー) というプログラムだ。ゲルは、溶液を含んだやわらかい物質で、ソフトコンタクトレンズや吸水性樹脂、食品などがゲルである。誰もが「やわらかものづくり」を利用できる未来をあるべき姿として、その実現の共創を目指すのが本プログラムである。水道の蛇口をひねると水が出てくるかのごとく、GelPiPerはユーザーの手元にゲルを提供する。その時、何が起きるだろうか？「えっ、ゲルってこんな感じなの！」「思っていたのと違う！」「なんか便利かも！」という風に、たくさんの気づきやアイデアの「！」が発生すると考えている。その体験や起きたことを共有することで、そこから気づきの「！」が広がることを期待している。



日本科学未来館への展示



BSテレビ東京 日経ニュースプラス9スタジオ 2022年4月4日(月)から放送開始。



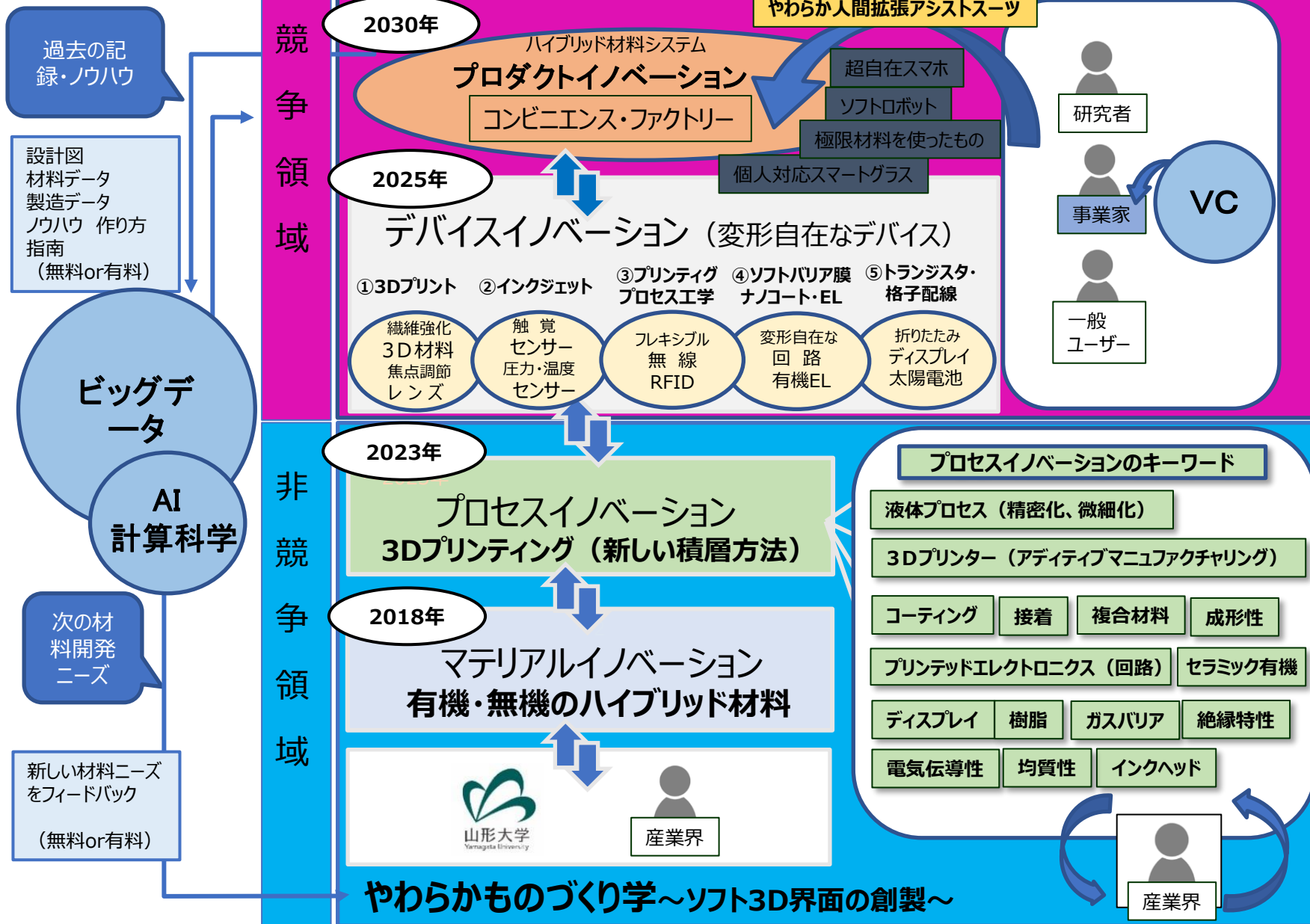
アジェンダ

1. 共創コンソーシアムの概要、活動状況

2. 企業との共同、共創について

3. 最近の取組、最終目標

1. 共創コンソーシアムの概要、活動状況



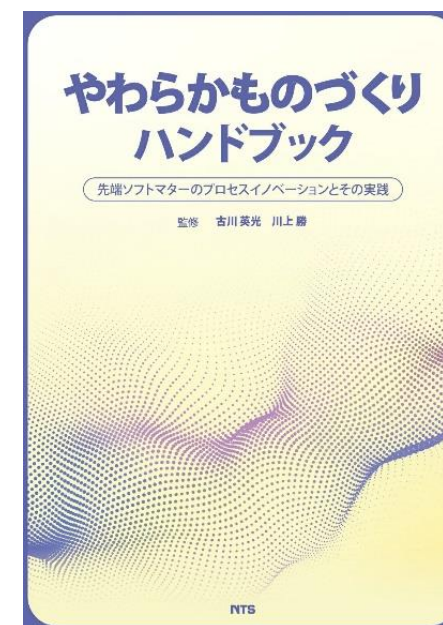
2050年 コンビエンス・ ファクトリー (CF) の未来



特許（出願）一覧

ビジネスストラテジーの展望

**不可欠な材料・部材
への展開を狙う**
先行事例：半導体レジスト、
液晶分子、有機EL材料



2022/12/05 発刊

1	食品分析システム、食品分析システムに用いられる部材、信号発生装置、及び信号解析装置	特願2022-127642	国内	研究開発課題1
2	ロボット構成モジュール、ロボット部品	PCT/JP2022/033562	外国	研究開発課題1
3	汚れの除去方法及び汚れ除去装置	特願2021-165993	国内	研究開発課題1
4	ロボット構成モジュール、ロボット部品	特願2021-14557	国内	研究開発課題1
5	金属酸化物薄膜の製造方法および装置	特願2021-002350	国内	研究開発課題4
6	バリア層構造の製造方法およびバリア層構造	特願2022-148356	国内	研究開発課題4
7	汚れの除去方法及び汚れ除去装置	特願2021-165993	国内	研究開発課題1
8	ロボット構成モジュール、ロボット部品	特願2021-14557	国内	研究開発課題1
9	澱粉粉末と水との混合物にレーザー光を照射して食品を三次元造形する方法及び装置	特願2020-129585	国内	研究開発課題1
10	3D PRINTABLE VAPOCHROMIC SENSING MATERIALS	62964568	外国	研究開発課題1
11	センサ装置	特願2020-138932	国内	研究開発課題3
12	金属酸化物薄膜の製造方法および装置	特願2021-002350	国内	研究開発課題4

受賞一覧

1	4DFF2022 優秀賞	日本画像学会	齋藤 鴻樹, 小川 純, 渡邊 洋輔, エムディ ナヒン, イスラム ジブリ, 川上 勝, 古川 英光	山形大学	2022.10
2	有機EL 討論会 第15回 業績賞	有機EL討論会	佐野/硯里/水上	有機エレクトロニクスイノベーションセンター	1905/7/14
3	大会実行委員長賞	4DFF2021	臼井昭子	山形大学	2021.11
4	優秀講演賞	ICTSGS2021	小林竜也	山形大学	2021.11
5	優秀講演賞	ICTSGS2021	志賀郁也	山形大学	2021.11
6	学生奨励発表優秀賞	高分子と水に関する討論会	佐々木 樹	山形大学	2021/12/3
7	2020年度 高分子研究奨励賞	高分子学会	千葉貴之	山形大学	2021/5/27
8	優秀ポスター賞 ((公)日本金属学会2020年秋期(第167回)講演大会)	(公)日本金属学会2020年秋期(第167回)講演大会	阿部喜史(黒瀬隆, M. V. A. Santos, 金谷陽太, 石神明, 田中茂雄, 伊藤浩志)	山形大学	2020.9
9	薄膜材料デバイス研究会 ベストペーパーアワード	薄膜材料デバイス研究会	硯里善幸、孫麗娜、佐々木 樹、上村 果歩、高橋 辰宏	山形大学	2020.11
10	日本機械学会東北支部独創研究学生賞	日本機械学会	佐藤大介	山形大学	2021.3
11	日本機械学会畠山賞	日本機械学会	亀岡将成	山形大学	2021.3
12	日本機械学会畠山賞	日本機械学会	佐藤大介	山形大学	2021.3
13	優秀学生賞	山形大学	佐藤大介	山形大学	2021.3
14	優秀学生賞	山形大学	茂木勇志	山形大学	2021.3
15	優秀ポスター賞	2019年度繊維学会年次大会	高橋 沙衣	山形大学	2019.6
16	IDW'19 Best Paper Award	IDW	Takayuki Chiba	山形大学	2019.11
17	Publons Peer Review Awards 2019 in Physics	Clarivate Analytics	Hisahiro Sasabe	山形大学	2019.9
18	Publons Peer Review Awards 2019 in Cross-Field	Clarivate Analytics	Hisahiro Sasabe	山形大学	2019.9
19	2nd IPOMY Poster Award	The Second International Conference of Polymeric and Organic Materials in Yamagata University	Jun Sato	山形大学	2019.12
20	ベストポスター賞	化学系学協会東北大会	江部 日南子	山形大学	2019.9
21	JFlex2020 第2回JFlexアワード グランプリ	JFlex2020	山形大学ROEL プリンテッドデバイス技術研究部門	山形大学	2020.1
22	JFlex2020 第2回JFlexアワード プロセス関連分野	JFlex2020	山形大学 有機エレクトロニクスイノベーションセンター	山形大学	2020.1
23	令和元年度山形大学学生表彰	山形大学	荒井 博貴	山形大学	2020.2
24	令和元年度山形大学学生表彰	山形大学	増田 雄貴	山形大学	2020.2
25	令和元年度山形大学校友会会長賞	山形大学	中尾 晃平	山形大学	2020.2
26	令和元年度山形大学校友会会長賞	山形大学	荒井 綾斗	山形大学	2020.2

やわらかものづくり革命共創プラットフォームの整備と将来

2023年

プロセスイノベーション
(新しい造形方法)

2025年

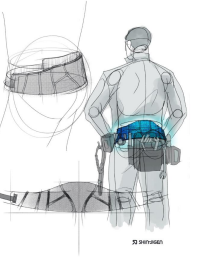
デバイスイノベーション
(変形自在なデバイス)

2030年

プロダクトイノベーション
(個別高付加価値製品)

2050年

コンビニエンスファクトリー



スキーム

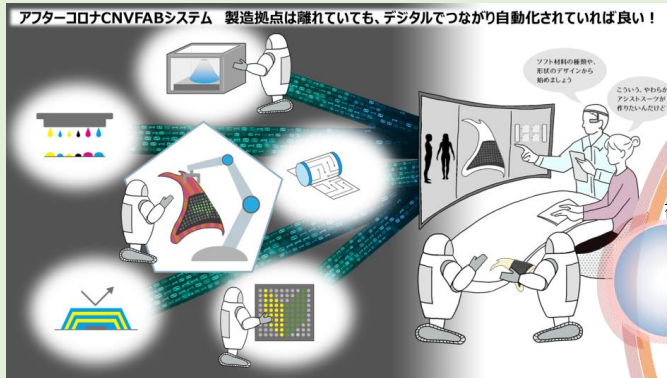
・CF型製品開発モデル (アメーバシェルモデル)

技術

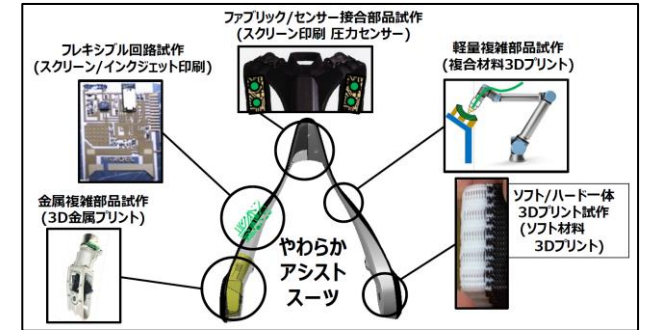
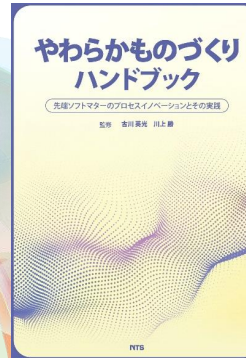
- ・「やわらかものづくりハンドブック」発刊 (学理)
- ・知財群 (特許出願)
- CNVFABシステムの研究

モノ

・設備 ⇒ sandboxでの活用



殻から出て 事業化



ヒト

・ヤングリサーチャー制度



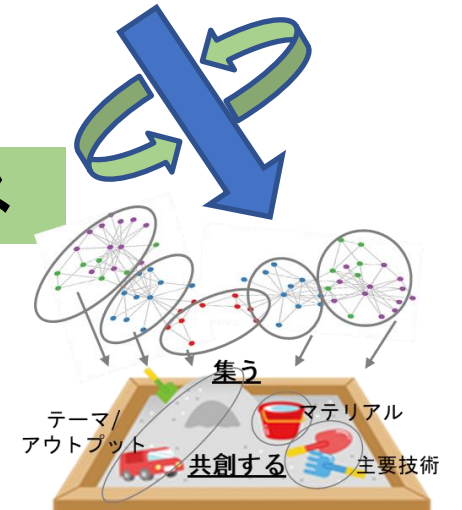
現・カルガリー大



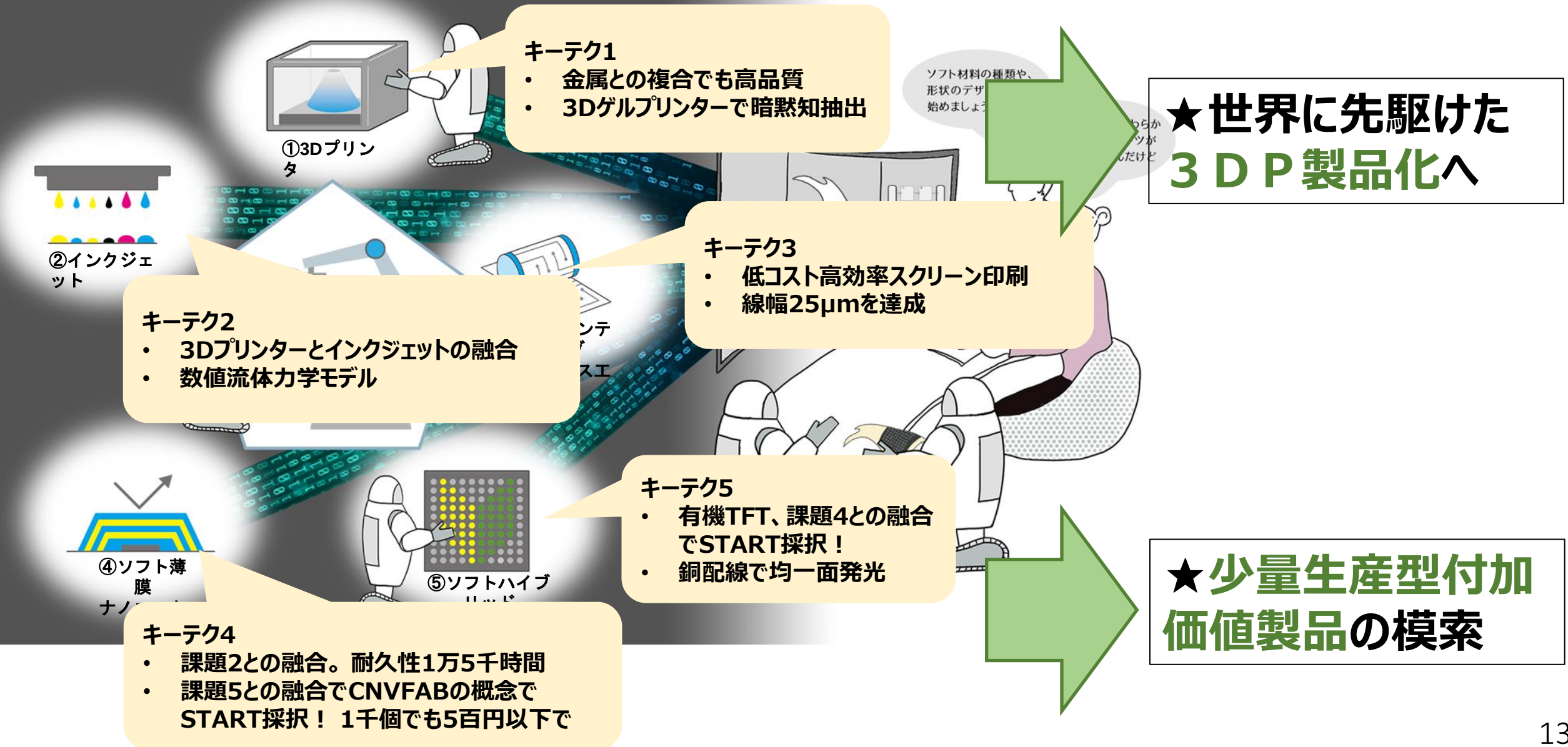
現・山形大

アメーバシェルモデル

大型共同研究 カネ



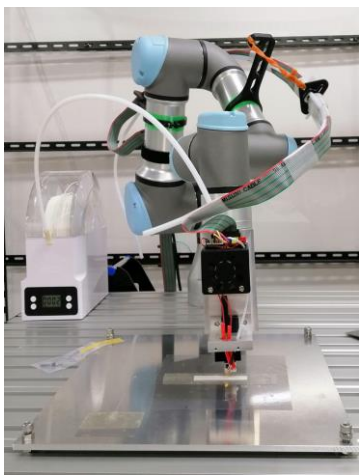
3Dプリンティングの社会実装の姿（将来像）



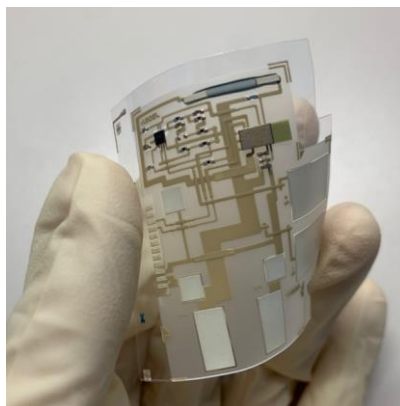
「やわらか人間拡張アシストスーツ」と達成状況

ソフト材料の3Dプロセッシングによるテーラーメイド・クッションベルトの開発。個々人に対応し、やわらかさで痛みを緩和しつつ、ソフトセンサで動作を推定できる3Dプリンティングを駆使して作られたやわらかいクッション性を備えるベルト。

3Dプリンター用 構造材料開発



課題 1



3Dプリンター用 形状記憶フィット材料開発



課題 1

課題 3

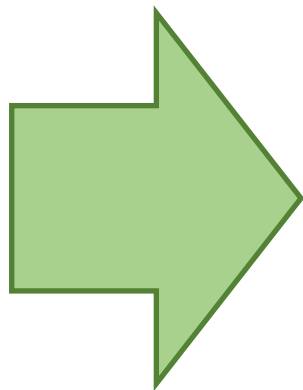
3Dプリンター用 基盤

設備（工場・建設現場等）の点検業務への応用

伸縮性に富む ゲルソフトセンサー開発

課題 1





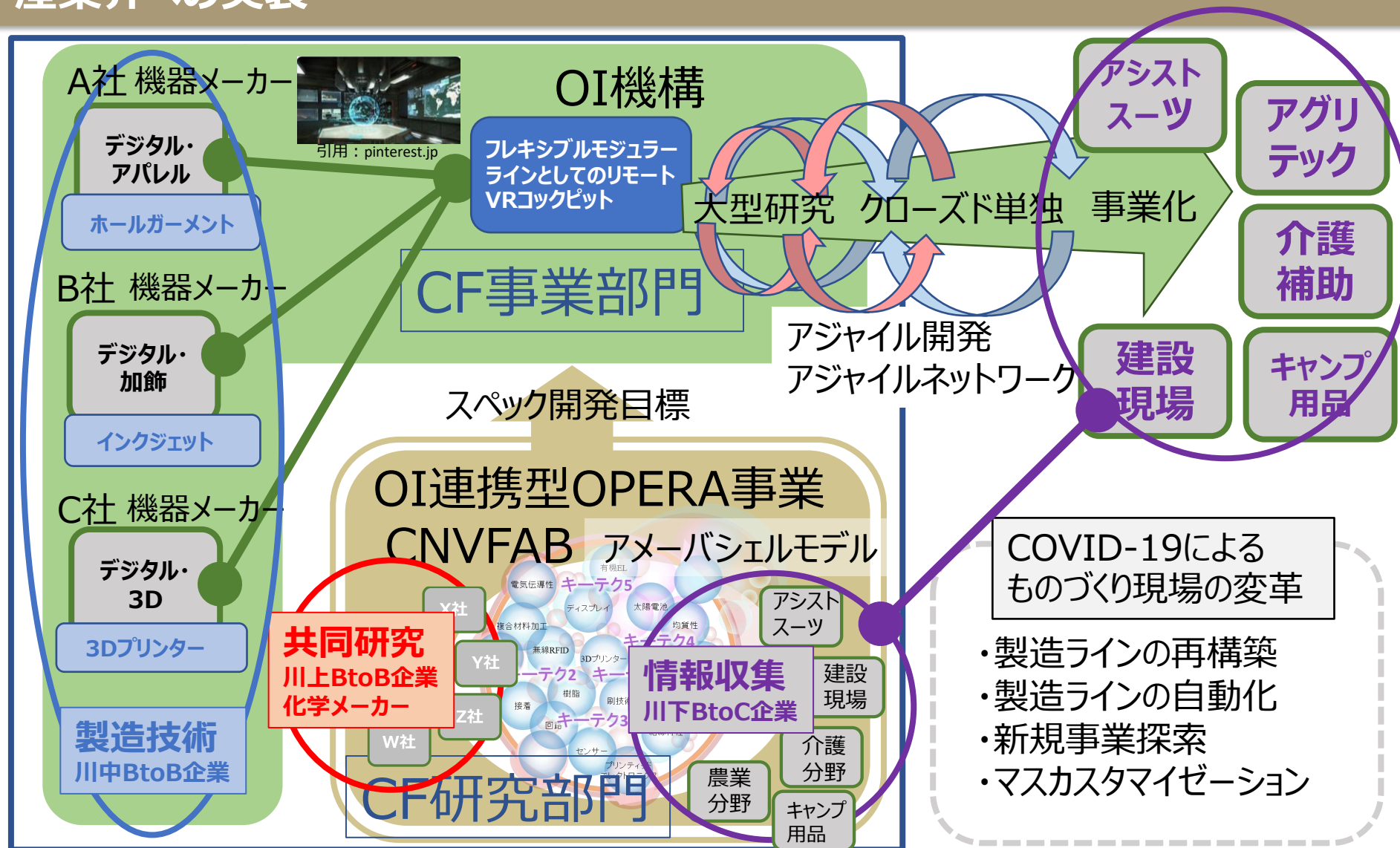
2050年 宇宙服の未来



2. 企業との共同、共創について



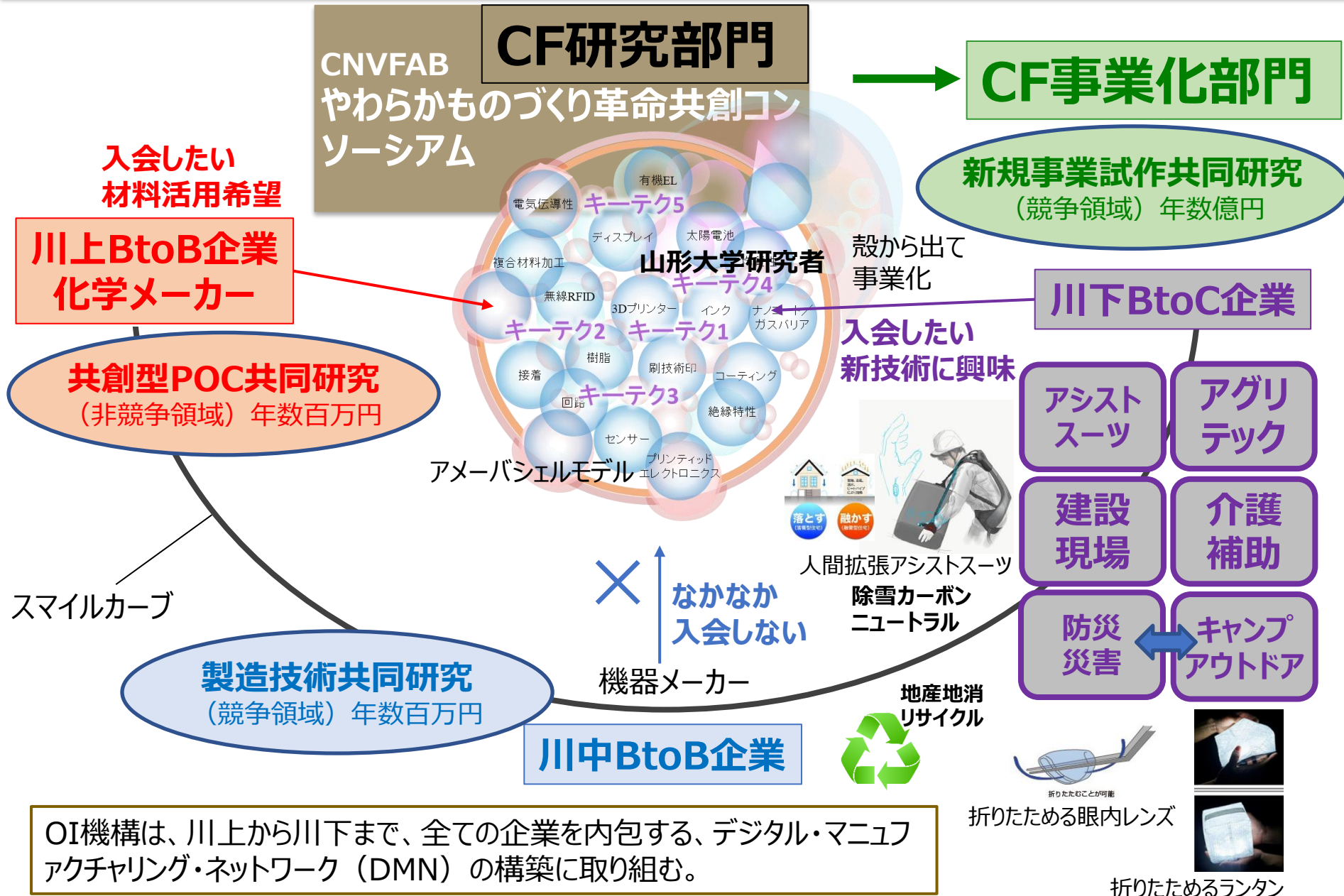
コンビニエンスファクトリー（CF）の 産業界への実装



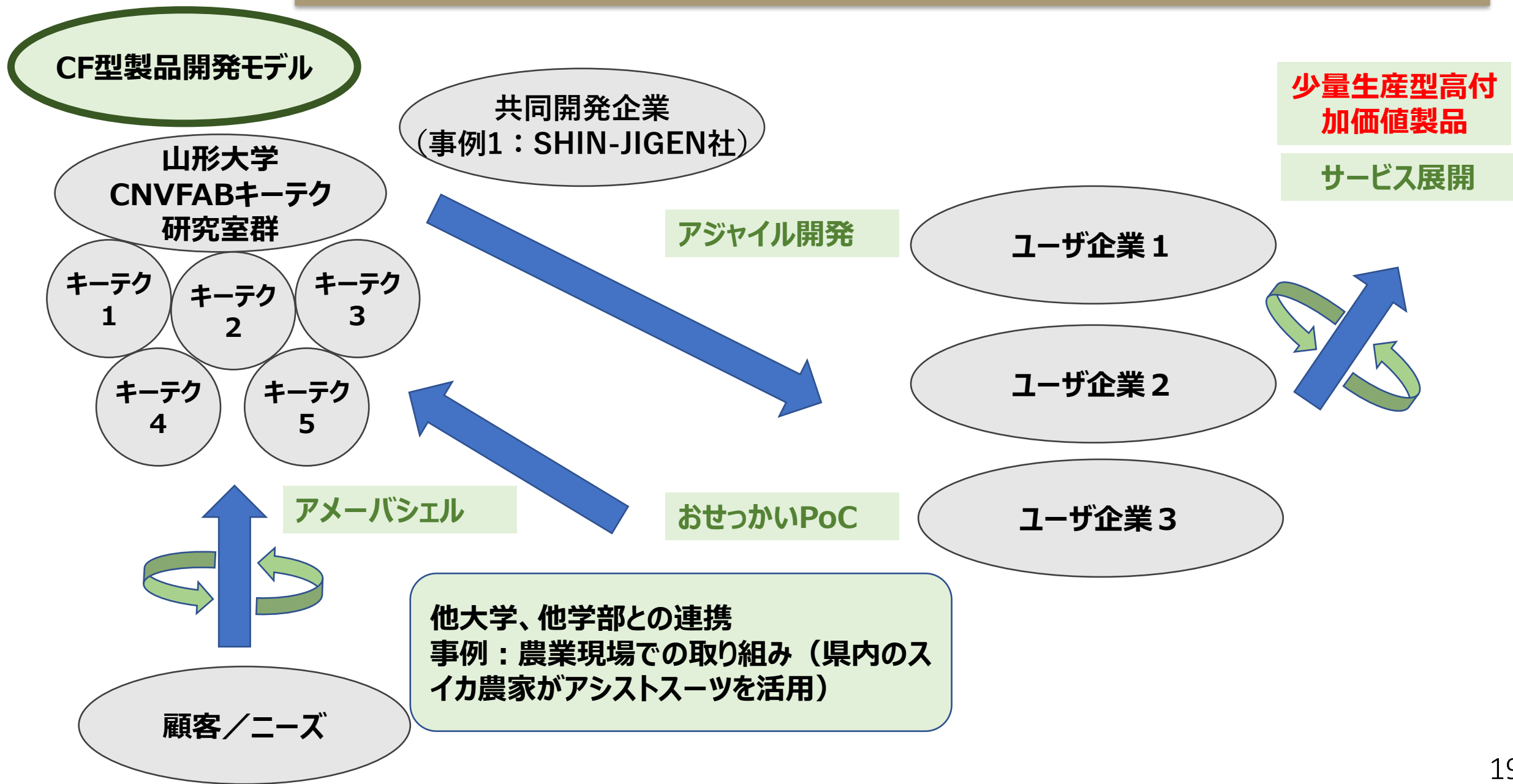
ORERAのCF研究部門が素材・機能を生み出す。OI機構は、デジタルマニュファクチャリングネットワークを整備し、アジャイル開発・アジャイルネットワークによるCF事業部門を整備する。

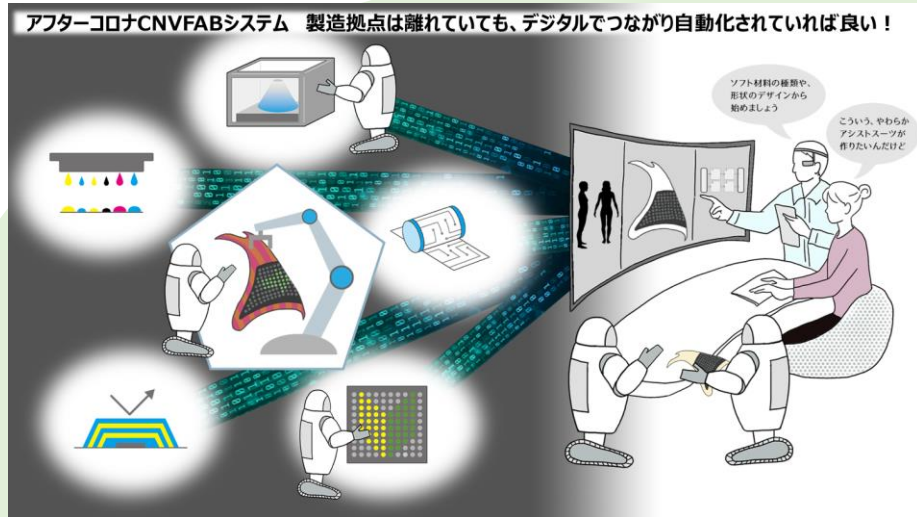


スマイルカーブとアメーバシエル

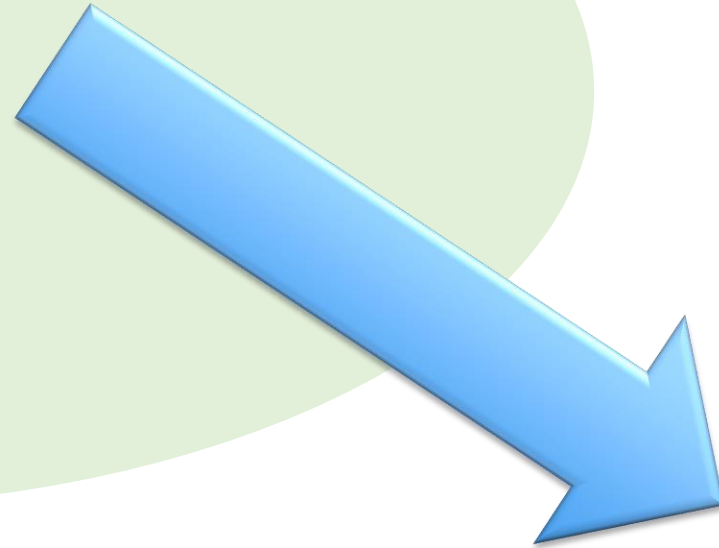


OI機構は、川上から川下まで、全ての企業を内包する、デジタル・マニファクチャリング・ネットワーク（DMN）の構築に取り組む。





課題1-4 課題2 課題4



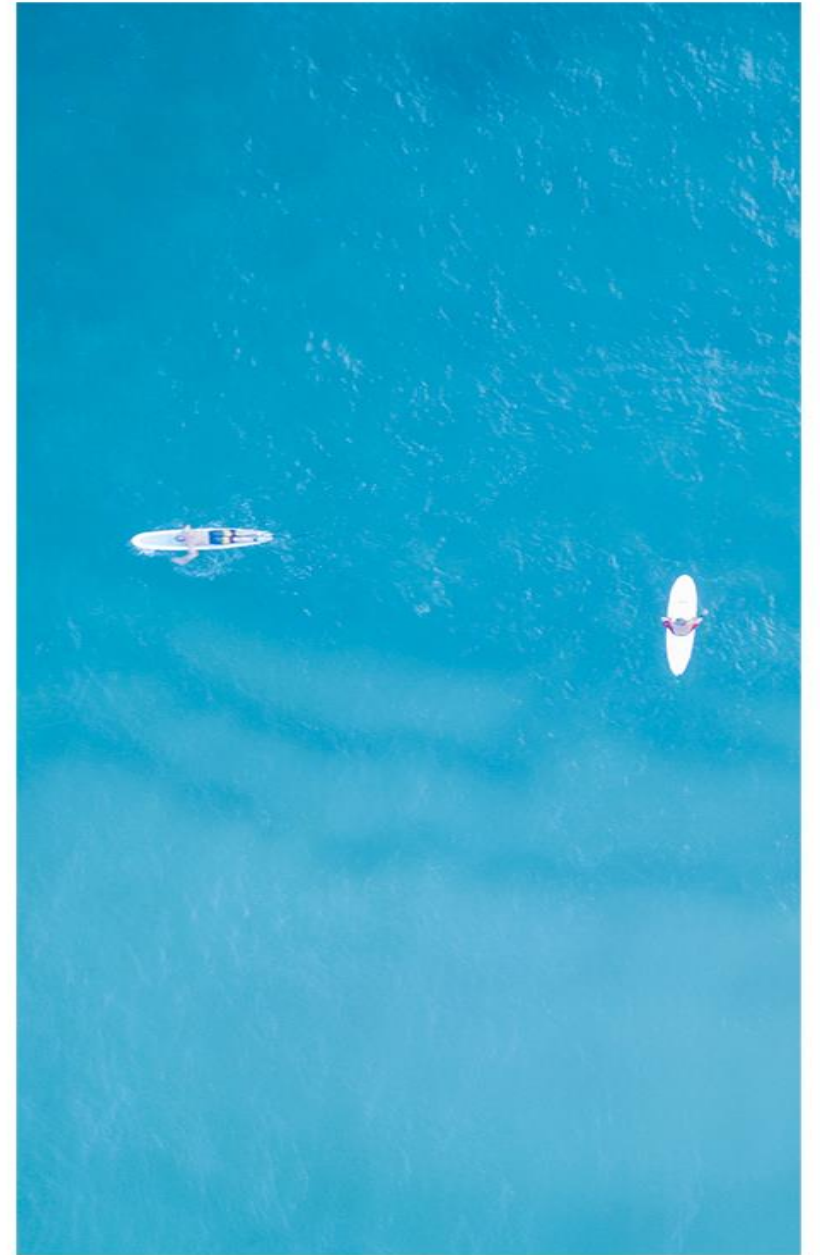
3つの最先端デジタルものづくり技術の融合

- 3Dプリンター
- ホールガーメント®
- インクジェット
- …樹脂, 金属による3D造形
- …繊維による3D造形
- …インクによる3D加飾

企業からのプレゼン（概要と事例紹介）

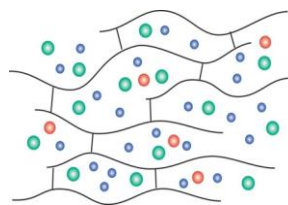
**積水化成品工業株式会社
取組み事例のご紹介**

**積水化成品工業株式会社
研究開発センター 開発部**



高機能性ゲル（テクノゲル®）の医療・健康分野への応用例； 生体電極、刺激電極、化粧品フェイスマスク

セキスイ テクノゲル®とは、3次元ポリマーマトリックスの中に、水、保湿剤、電解質などを保持させた高機能ゲル素材の総称です。

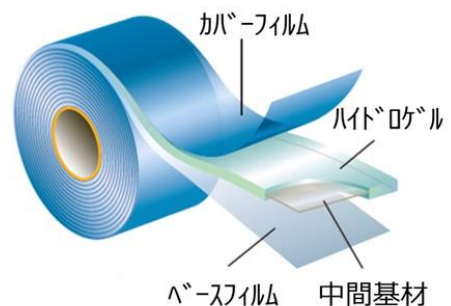


ポリマーマトリックス

- 溶媒(水)分子
- 保湿剤等の分子
- 電解質、添加剤等

＜テクノゲルの特長＞

- 安全性が高く、低皮膚刺激性
- 導電性を有する



ゲルロール素材

加工

メディカル



心電図用電極



外科手術用電気メスのアース電極

コスメティクス

化粧品パック（スキンケア）
エステサロン用冷却パック



ヘルスケア



エステ、痩身機器用電極



オムロン・ヘルスケア様向け
家庭用低周波治療器用電極



ロール状のゲル素材を用途に応じて様々な加工を行い製品化

「やわらか3D共創コンソーシアム」
「やわらかものづくり革命共創コンソーシアム」への参画



ゲル応用製品の開発期間短縮（プロトタイピング）、立体形状ゲル

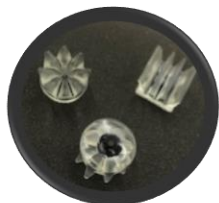
→ デジタルファブリケーション、新たな用途、モノづくりへの期待

弊社技術への応用； 生体電極用立体造形ゲル

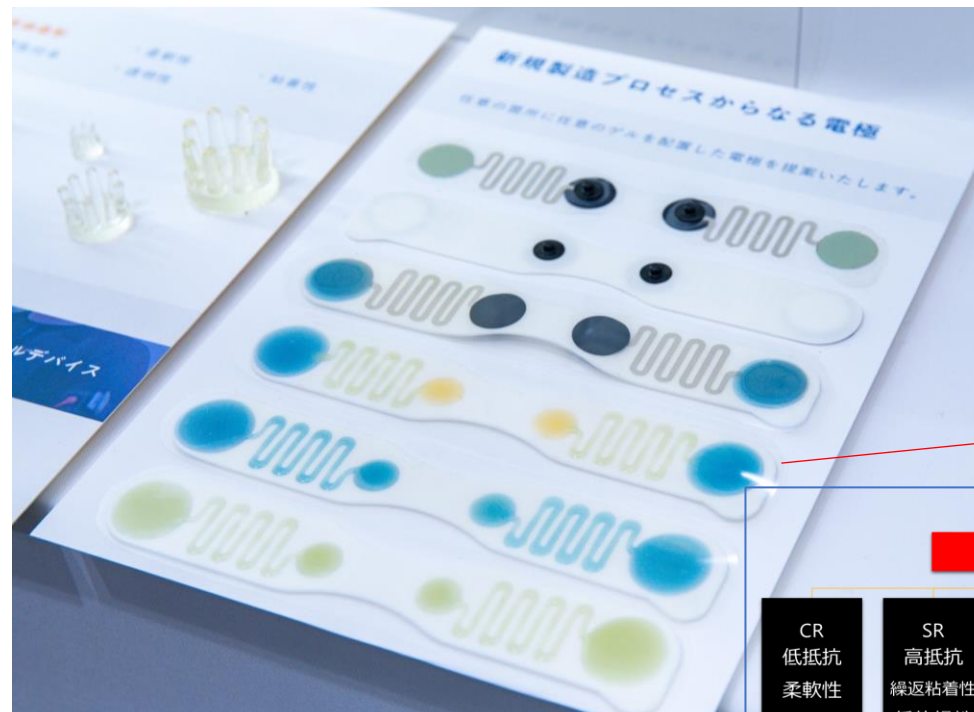
(従来技術) シートからのカット／貼合せ加工 ⇒ ゲル造形の自由度UP

ゲルの特性の
カスタマイズ

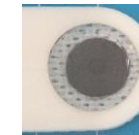
- ・柔らかさ
- ・粘着性
- ・導電性
- ・引張強度
- ・透明性



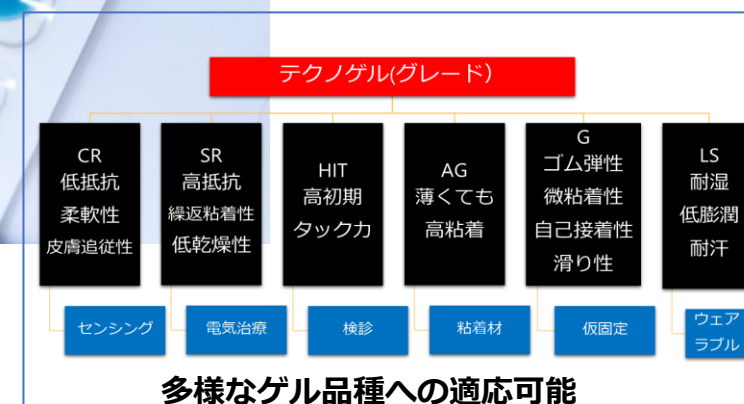
立体造形ゲル



- ・形状カスタマイズ
- ・他の素材との複合
- ・使用部位、デバイスに
合わせた立体・形状対応

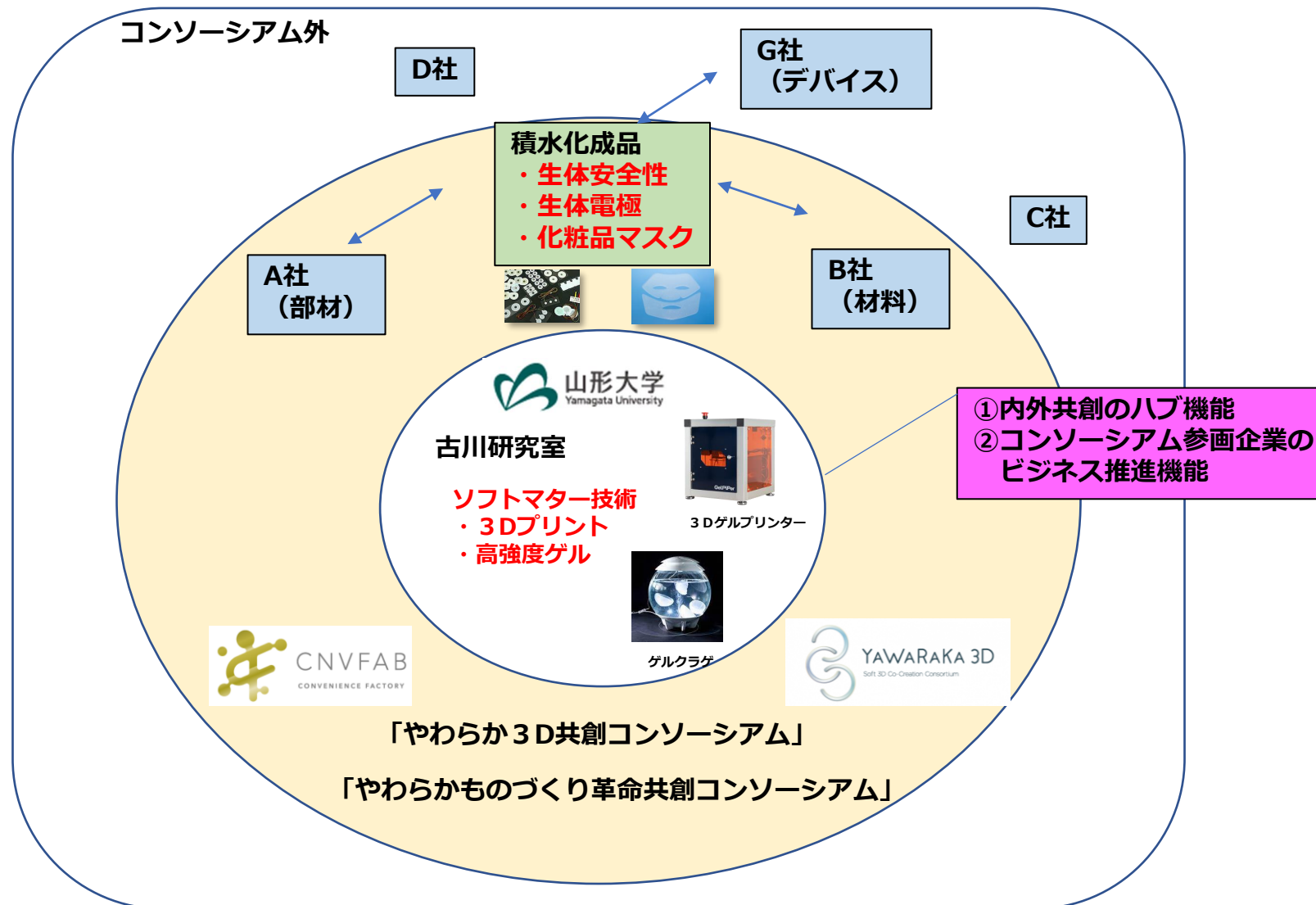


複雑・微細な形状



生体安全性はそのままに、いろいろな要望にお応えするゲルを作成可能

山形大学におけるコンソ内/外企業への技術紹介・企業間のマッチング機能



コンソ外企業とのマッチング： G社との共創の成果による製品化事例

山形大学
・ 3Dゲルプリント
・ 高強度ゲル

コンソーシアム

技術相談

マッチング

積水化成品
・ 生体安全性
・ 生体電極

G社
・ 経頭蓋電気刺激技術
・ ウェアラブルデバイス

①内外共創のハブ機能
②コンソーシアム参画企業の
ビジネス推進機能

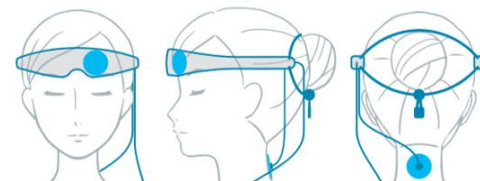


フィットネス専用脳刺激デバイス



● = 電極

※ヘッドセット装着イメージ



今回開発した脳刺激用ゲル電極

Key Point ;

ゲル素材の3Dプリント
技術によるプロトタイ
ピング

(開発期間短縮)

+

生体安全性
生体への形状追従性
生体への粘着性

産学連携、山形大学への期待



SEKISUIKASEI[•]

Our Planet. Our Tomorrow.

3. 最近の取組、最終目標

課題4

課題5

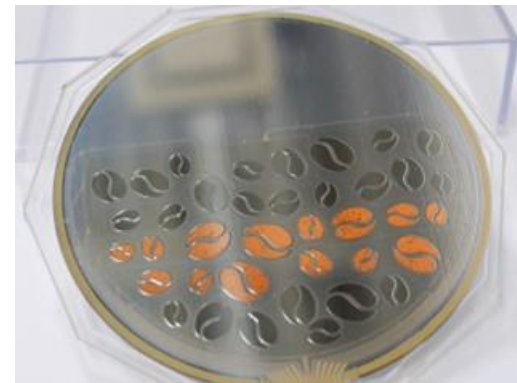
課題目標 4と5の連携テーマ (城戸、硯里、水上、千葉)

印刷プロセスによる有機ELパネル（インジケータ）の少量多品種化技術の開発

課題4 バリア技術
課題5 回路形成技術

+

COIプログラム OLED印刷技術



PoC

(デザイン：大阪芸大中川教授)



ナノテク展2023で出展予定
(2023/2/1-3@東京ビッグサイト)

有機EL素子の印刷化技術（課題4：城戸教授・千葉助教）、電極・配線の印刷パターンニング（課題4：硯里教授）、画素回路の印刷化（課題5：水上准教授）

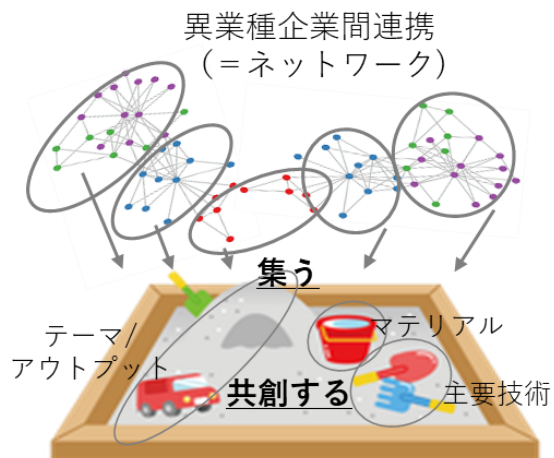
DMN研究会：人のネットワーク

2022/11に立上げ、年度内に8回のセミナーを実施予定、研究会登録者88人、セミナー申込延べ325人（3回時点）

DMN検証ラボ：技術のネットワーク

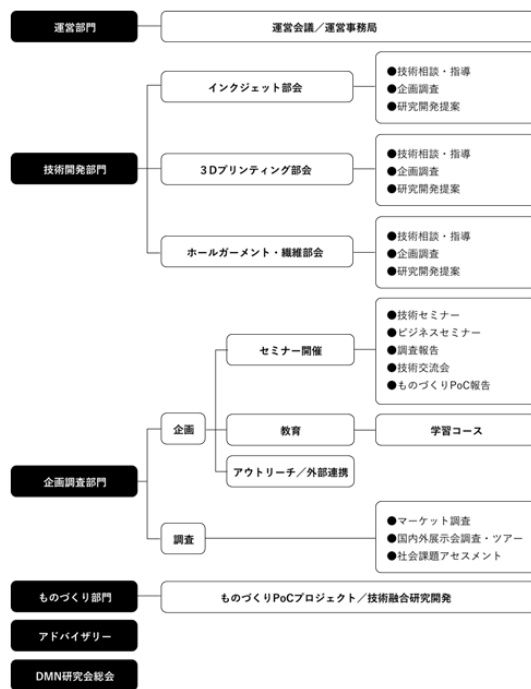
ホールガーメント編機、3Dプリンター、インクジェットプリンターを導入済

Sandbox (= 砂場)：DMNの共創の場



山形大学DMN検証ラボ

DMN研究会：組織と活動



CNVFABシステムの具現化

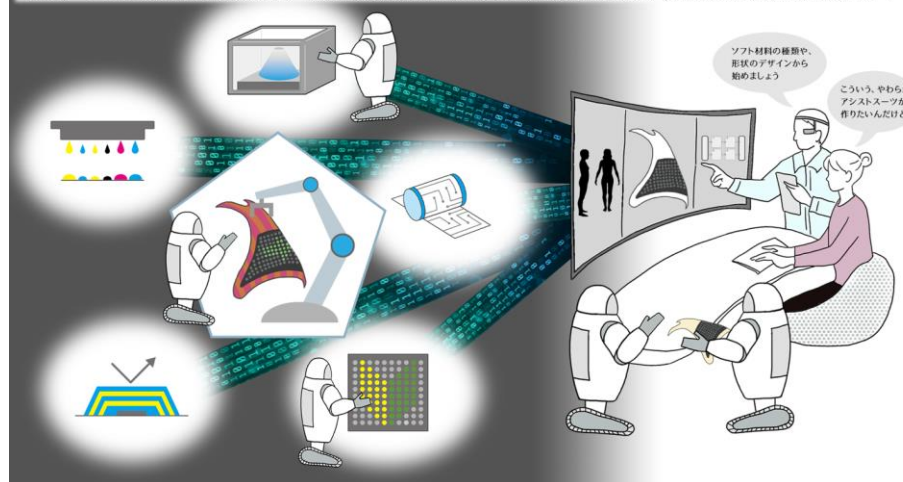
- 技術・社会課題
- アカデミアテーマの創出
- 研究開発費

- 産業界・企業ニーズの把握
- 連携ネットワークの創出
- ものづくりのフローの変革
- 事業創出



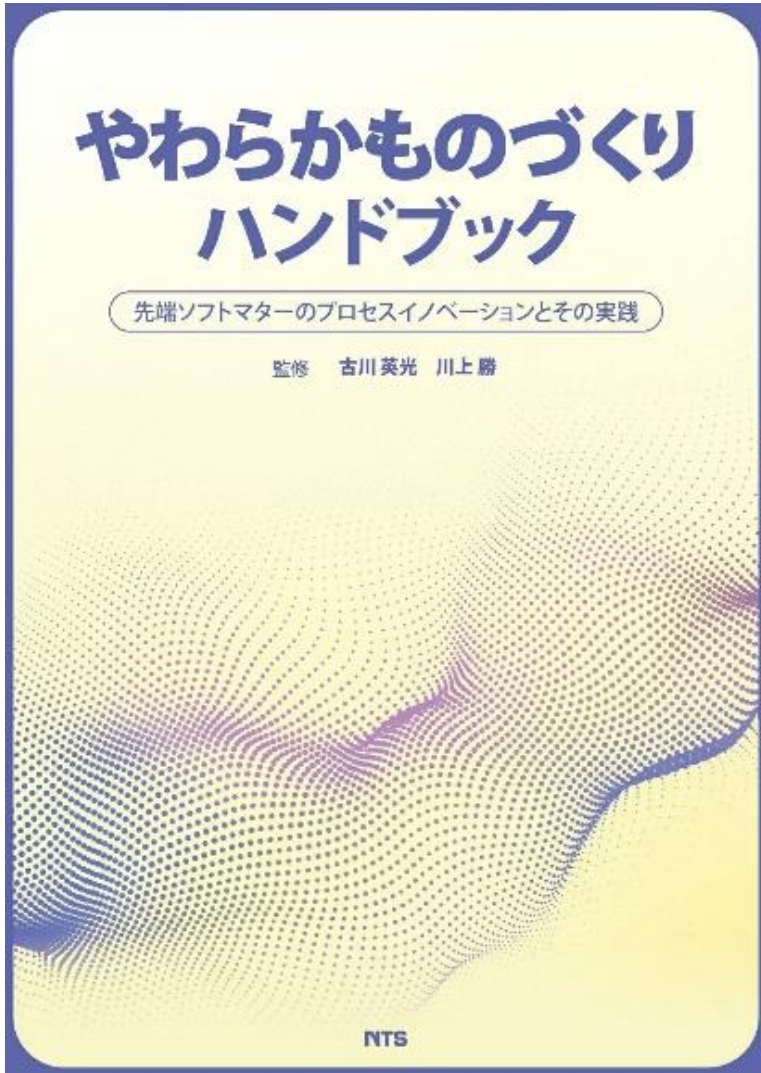
CNVFABシステムの研究

アフターコロナCNVFABシステム 製造拠点は離れていても、デジタルでつながり自動化されていれば良い！



やわらかものづくりに向けた3D P技術向上に向けた各種取組

『やわらかものづくりハンドブック』発刊



ゲル やわらか記念写真



食品

うに寿司



ソフトマシン

「いいかげんなロボット展」



3Dゲルプリンターの活用が広がる

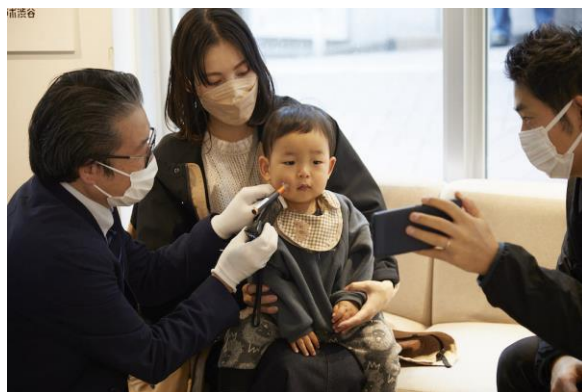
<https://mylab-shibuya.jp/events/yawaraka/>



第3回
国際芸術賞展
枕崎



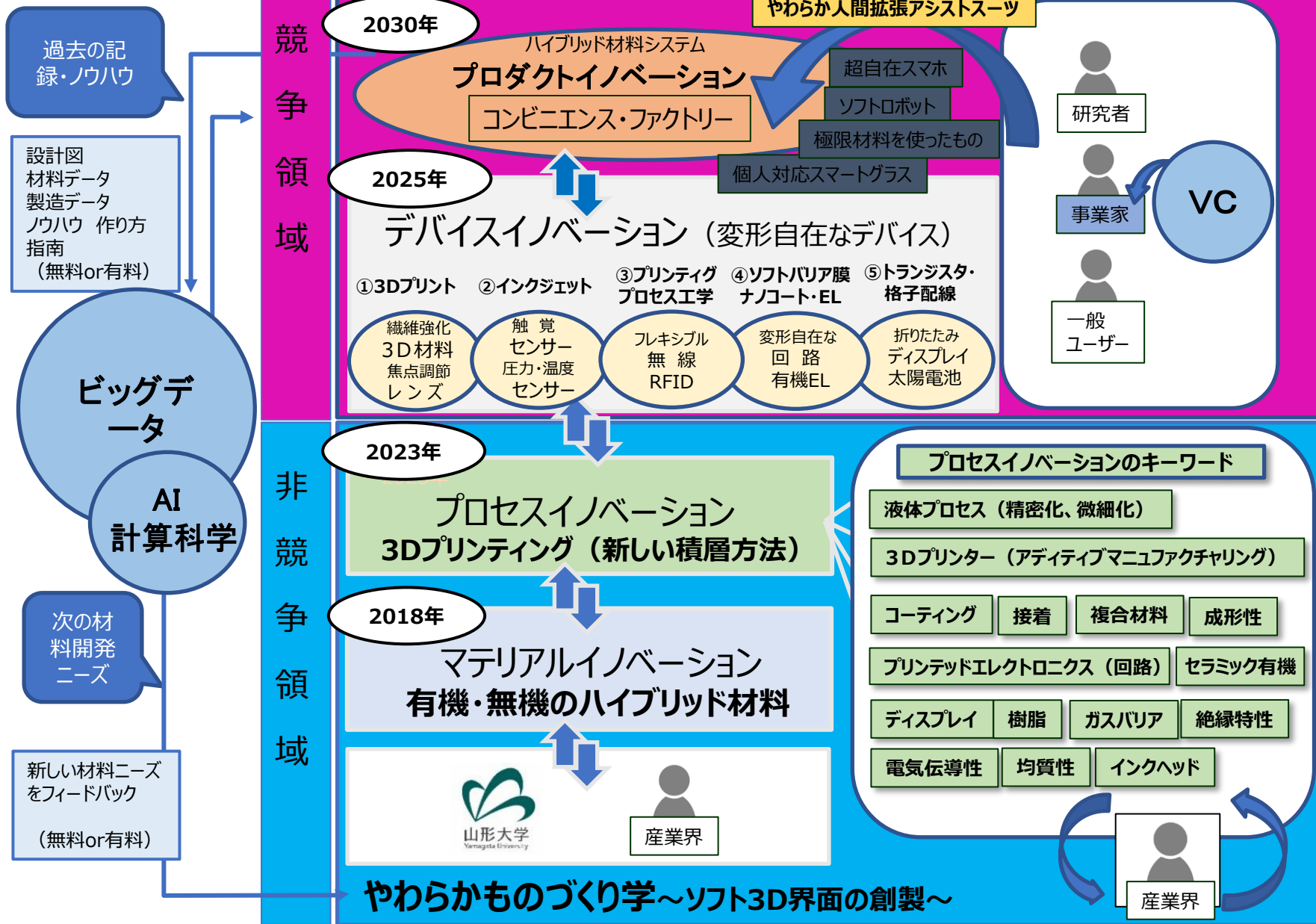
3Dゲルプリンターで制作した
アート作品が国際芸術賞展で
優秀賞を受賞



BSテレ東「NEWプラス9」の
スタジオセットにゲルクラゲが
導入される



赤ちゃんのほっぺたなどの「やわらかさ」を計測した後、山形大学の研究する「3Dゲルプリンター」を利用した高強度ゲルで再現し、写真を印刷したパックに封入することで赤ちゃんの感触を残せる「やわらか記念写真」



2050年 コンビエンス・ ファクトリー (CF) の未来



マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト 3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開

山形大学 領域統括 古川 英光

第2回 JST OPERA シンポジウム

令和5年3月13日（月）オンライン（Zoomウェビナー）