



革新的設計生産技術の概要

これまでの主な成果

出口戦略（実用化・事業化・普及展開）

まとめ

## 革新的設計生産技術の概要

これまでの主な成果

出口戦略（実用化・事業化・普及展開）

まとめ

# 革新的設計生産技術の概要

## 狙い

社会の多様なニーズに応じた高付加価値製品創生による  
産業競争力強化、地方創生

- ・新材料活用
- ・迅速、高自由度試作
- ・高度、複雑な製造・加工

- ・最適化手法(高付加価値構造)
- ・シミュレーション(製造効率向上)

革新的生産・  
製造技術

設計支援  
技術

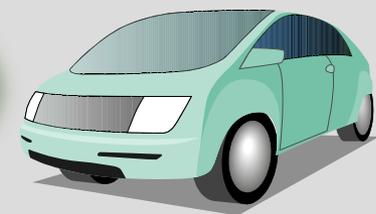
ツール/技術  
活用の中

本課題で注力する成長産業  
ヘルスケア産業

先端産業



医療福祉  
機器、  
再生医療



ロボット、  
自動車、  
航空機  
産業など  
の部素材

市場  
ユーザ、顧客

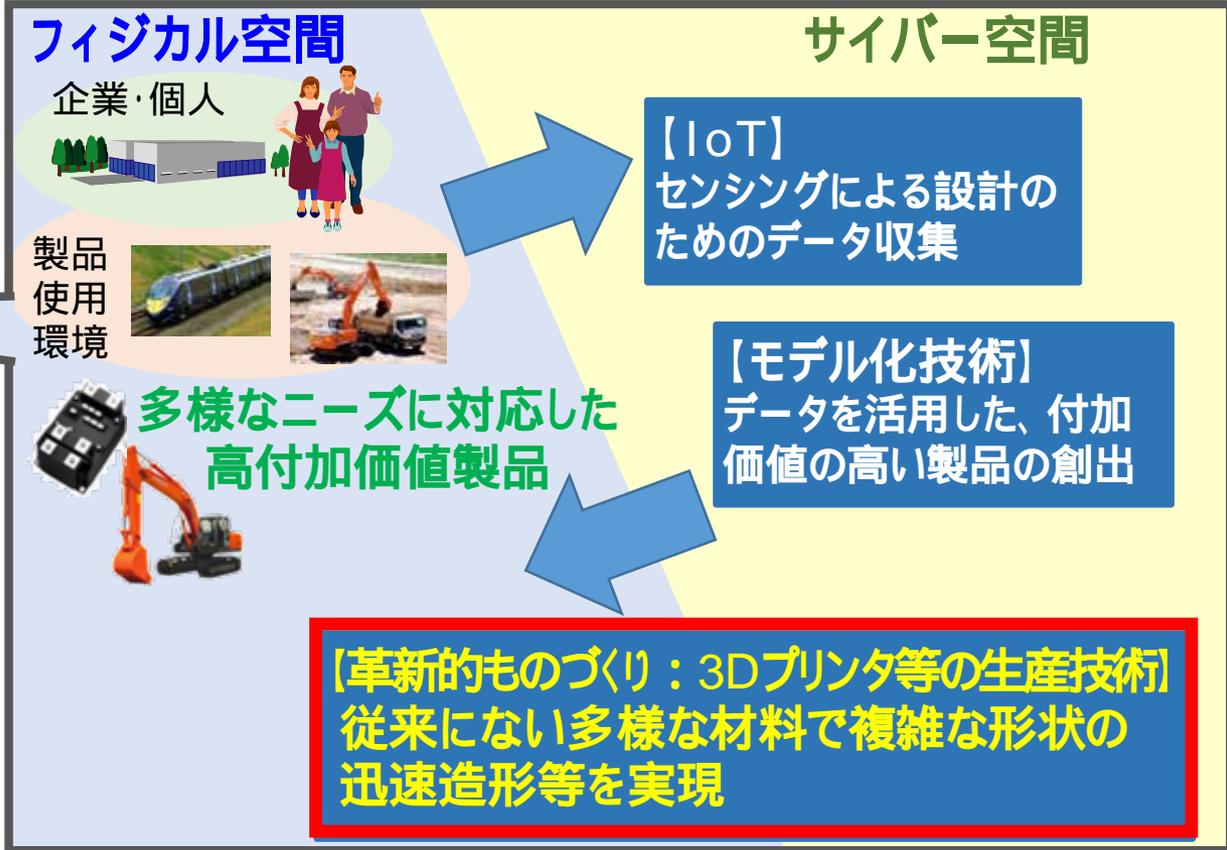
革新的ものづくり =  
従来にない新機能、高性能など高付加価値製品を実現

# Society 5.0時代のものづくり（将来像）

サイバーとフィジカルを融合した、社会の様々なニーズにきめ細やかに  
対応可能なものづくり



Society 5.0を実現するプラットフォームのイメージ

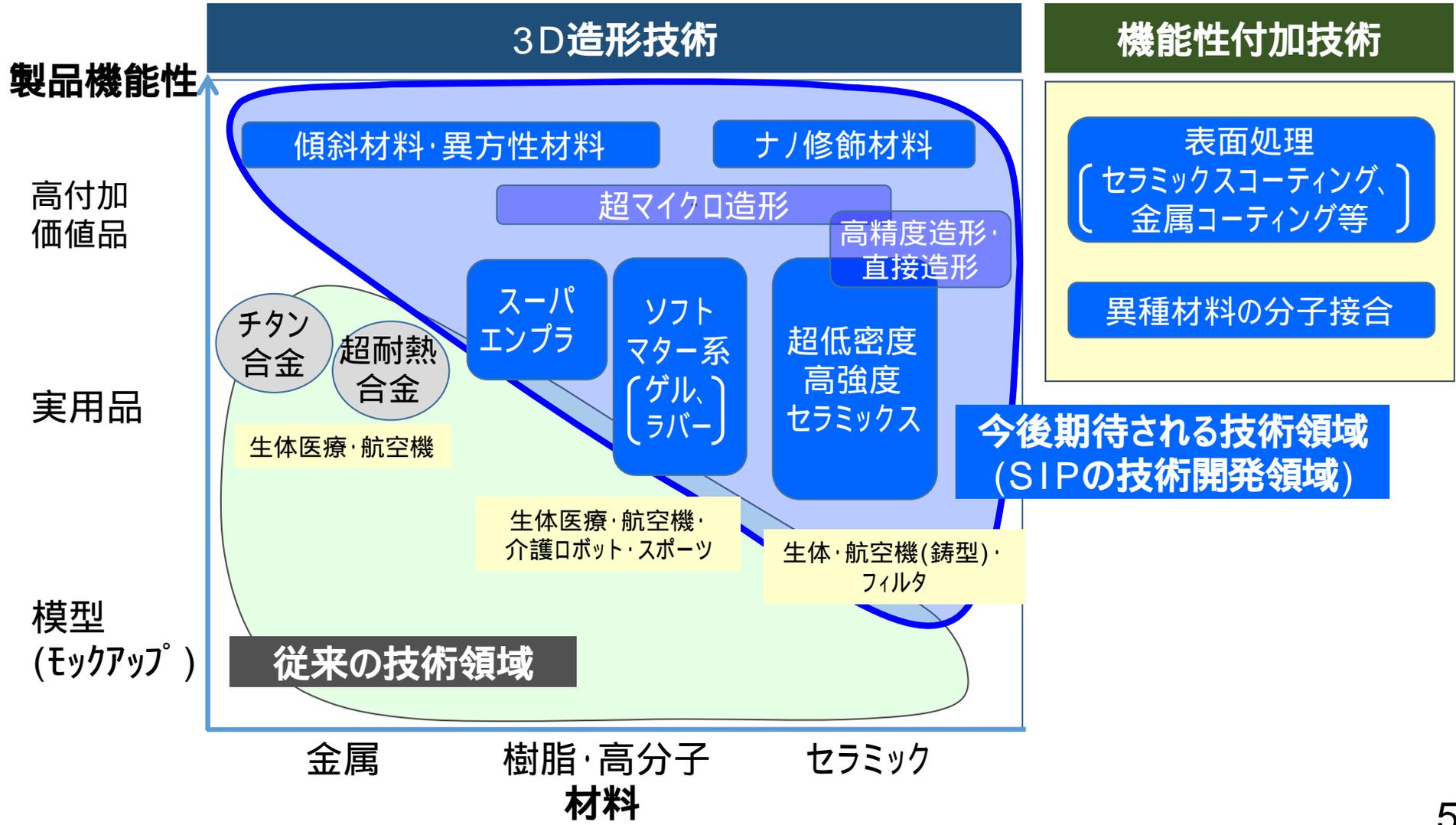


## 本SIPの位置づけ

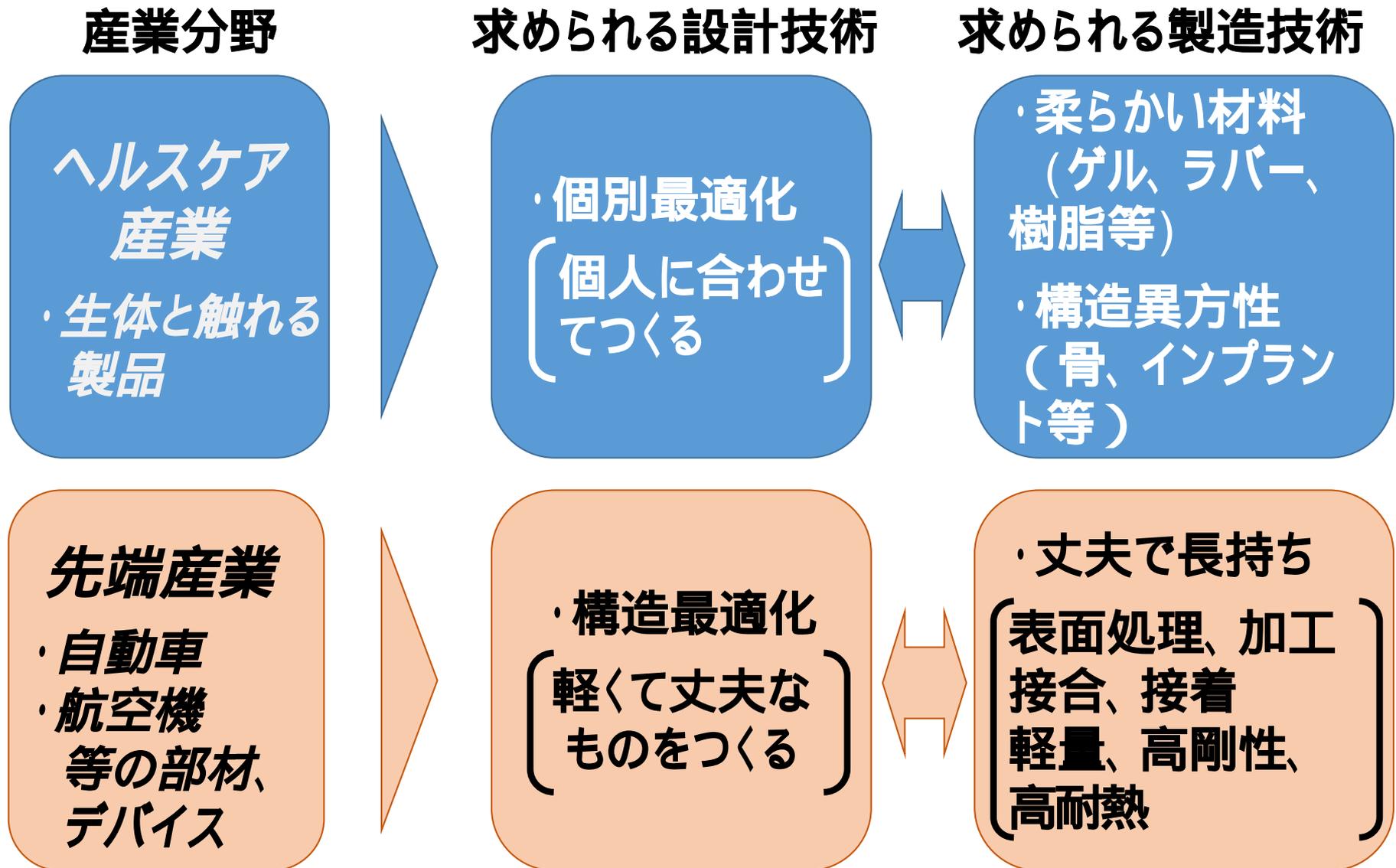
高付加価値製品を実現するための、革新的な生産技術(3Dプリンタ等)とそれを支援する設計技術の開発、産業界への普及展開

# 革新的生産・製造技術の位置づけ

多様なニーズに応じた設計に対応できる、複雑な形状や、多様な材料を用いて従来にない機能を実現する生産技術が重要



# 今後の成長産業分野で求められる技術



# 成長産業分野への貢献

## ヘルスケア産業への貢献

- 眼内レンズ** (Intraocular lens)
- 義歯** (Dentures)
- 指モデル** (Finger model)
- 人工血管作製用ニードルアレイ** (Needle array for artificial blood vessel fabrication)
- 人工関節** (Artificial joint)
- 異方性・高機能カスタムインプラント** (Anisotropic, high-functional custom implant)
- 義足** (Prosthetic foot)

3D造形技術(ソフトマター、異方性等)

## 先端産業（自動車等）への貢献

- 自動車用コネクタ** (Automotive connector)
- 熱制御デバイス** (Thermal control device)
- ピストン** (Piston)
- 熱交換器** (Heat exchanger)
- 超高速・高性能通信モジュール** (Ultra-high speed, high performance communication module)

機能性付加技術(機能性サーフェス)

設計支援技術

# 本プログラムの今後の狙い、方針、進め方

## これまでの3年間

3D造形技術  
機能性付加技術  
設計支援技術

- ・実用化に向けた革新的技術開発（横展開のきざし）
- ・ツール/技術活用の場、環境の構築
- ・実用化課題抽出

## これからの2年間

実用化のための  
ユーザ実証とFB

汎用化  
・コンソーシアム等  
・技術相談システム  
・ツール/技術  
活用の場実証

事業化支援  
・コンソーシアム等  
・技術相談システム

産業競争力  
強化  
地方創生

革新的設計生産技術の概要

これまでの主な成果

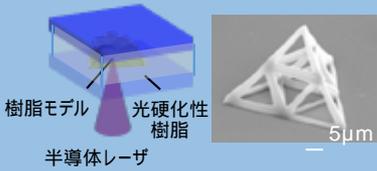
出口戦略（実用化・事業化・普及展開）

まとめ

# 主な開発技術/ツール



ゲル3D造形

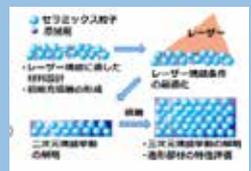


超マイクロ造形

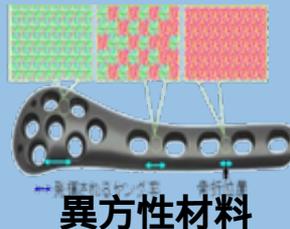
## 3D造形



ラバー3D造形



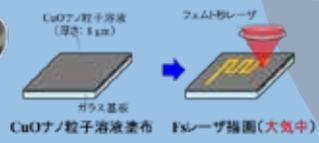
セラミックス3D造形



異方性材料  
3D造形



スーパーエンブラ  
3D造形

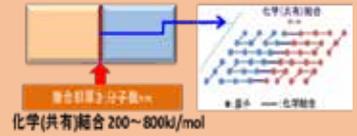


3Dプリント

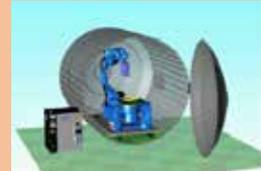


ナノ修飾材料製造

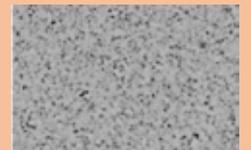
## 機能性付加



分子接合



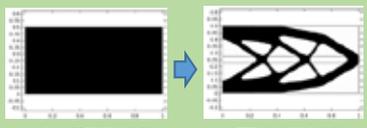
セラミックス  
コーティング



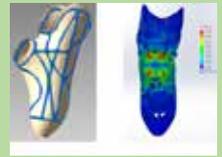
高摺動表面処理  
(スーパーメタル)



レーザー  
コーティング



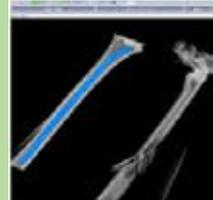
初期形状 → 最適形状  
トポロジー最適化



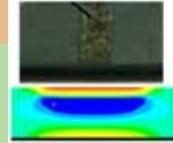
義足設計ツール



カスタムシューズ  
設計ツール



カスタムインプラント  
設計ツール



レーザー加工  
シミュレーション

## 設計支援

# 3D造形技術

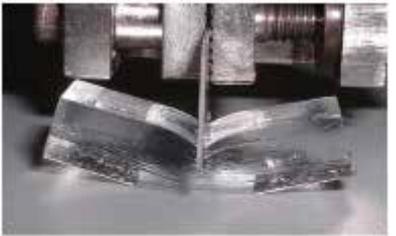
# 【3D造形】デザインブル3Dゲルプリンタ

特徴：生体軟組織と近いゲルの三次元複雑造形が可能な3Dゲルプリンター  
成果：世界初のゲルを直接三次元造形可能なディスペンサ式3Dゲルプリンターの  
テストユース機開発完、普及展開に向けてベンチャー企業を設立(H28/11/1)



(精度500μm)

ディスペンサ式プリンター  
テストユース機



含水率:90%  
破断応力:10-40MPa

高強度ゲル材料



ヘルスケア  
分野への  
展開



感性評価用足モデル



ソフト臓器モデル



眼内  
レンズ



骨入り  
指モデル  
(マルチマテ  
リアル造形)

H28/11/14ニュースリリース



世界初！3Dゲルプリンティング  
技術の大学発ベンチャー  
ディライトマター社設立  
SIP成果の産業界への展開

今後

- ・高精度造形を目標としたバスタブ式3Dゲルプリンターの開発
- ・ベンチャー企業のビジネスモデル確立、サービス事業化



# 【3D造形】アディティブマニファクチャリングを核としたものづくり創出

特徴：PEEK, PPS等高耐熱なスーパーエンブラを複雑造形可能な3Dプリンター開発と、その出口として義足を対象とした個人向け製品のデザイン、設計技術の開発

成果：PPSを造形可能な3Dプリンティング技術の完成  
熟練作業者のノウハウを組み込んだ義足ソケット（外側）設計ツール完成

## 製造力

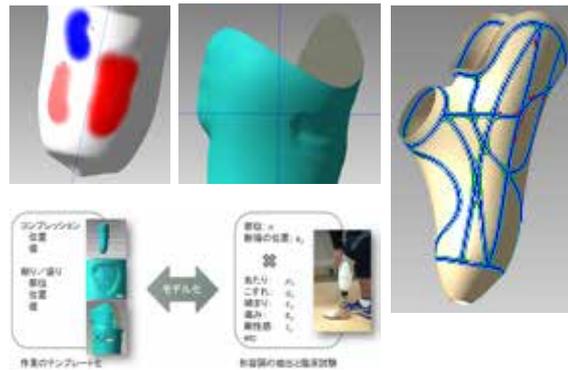


AMを核としたものづくり力強化

商業化に向けた高機能樹脂の汎用的で安価な3D造形技術を創出

【対象製品】航空機部品、医療機器、インプラントなど

## 設計力



テイラーメイドにおける丁寧な匠のワザと先端技術であるAMを融合するためのCADの提供

## 製品力



機能的(軽量・高剛性)でカッコいい製品のAMを核としたデザインエンジニアリングを先導

実用化  
事業化

装置・加工技術実用化(アспект社)  
加工技術サービス(東京都)

CAD装置の実用化、新たな業種への展開(エリジオン社)

パラリンピック競技用義足

## 今後

- ・ PPSよりさらに耐熱性に優れるPEEK材の3Dプリンティング技術開発
- ・ パラリンピック競技用義足の実用化、設計ツールの完成

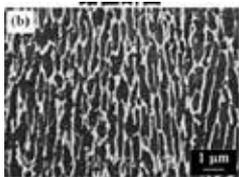
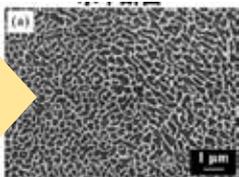
# 【3D造形】三次元異方性カスタマイズ

特徴： 原子配列を必要な方向にそろえ高機能性能を発揮する**異方性カスタム化**  
成果： 冷却特性を**従来比60%改善した冷熱デバイス** **量産準備**  
活用の場やコンソーシアム設立により、成果を普及展開、地域ものづくり力向上

## 異方性 カスタム

ビーム走査パターンを制御し、結晶組織  
を変化させ様々な材料特性を実現

Al-7wt%Si-0.3wt%Mg合金造形体の  
組織 (SEM画像)



走査  
パターン  
制御

水平：0.5 $\mu$ m以下の  
超微細セル状組織  
鉛直：積層（熱流）  
方向にセルが伸長



汎用3Dプリンタ

活用場  
の構築

普及  
展開

阪大 異方性カスタム設計・AM研究開発センター  
革新的な技術研究開発およびものづくりに関わる異なる領域  
のプレーヤーをつなぐ拠点



【設置機器】



電子ビーム  
金属AM



レーザービーム  
金属AM

## 実用化、汎用化

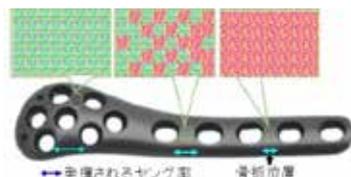
光通信向け冷熱デバイス

インプラント



開発した  
マイクロ  
ヘルチエ

光通信モジュール  
(光信号をファイバーを通して送信)



(部位ごとに材質・形状を同時制御)

## 先端獣医療コンソーシアムの設立



カスタム骨インプラント  
設計ツール



3D造形



治療

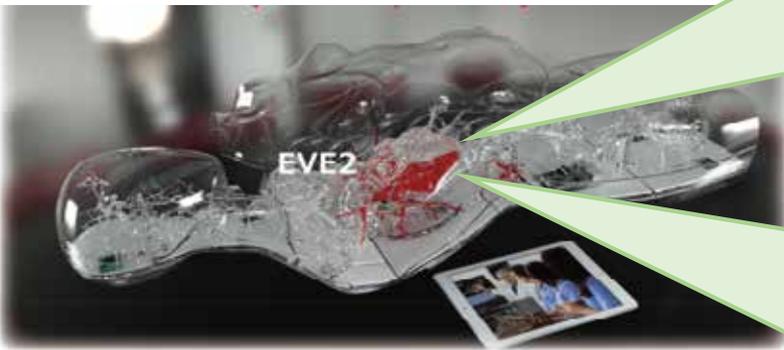
今後

- ・高耐熱性材料の実現に向けた異方性制御の進化
- ・コンソーシアムと連携したインプラントの実用化

# 【3D造形】マルチスケール、マルチ材料造形

**特徴：** **マルチスケール、マルチ材料でシームレスな複合化**のための造形技術の開発。  
**成果：** 製造装置のプロト完。EVE2向け温度センサ機能付与血管モデル開発、評価。

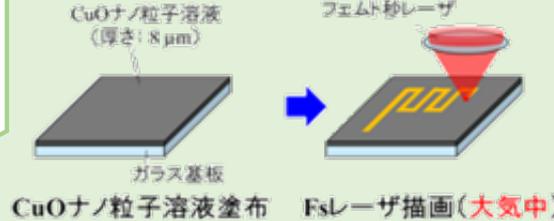
**超リアル手術シミュレータ実体モデル EVE2**  
 血管や心臓等の形状・物性の模擬だけではなく、  
 各種センサーを搭載することで手術手技の定量的な評価が可能な超リアル手術シミュレータ



既存の製品の表面や内部へのセンサ機能付加，  
 頭蓋骨固定用プレート，レーザ直接還元描画装置，  
 摩擦攪拌インクリメンタルフォーミング装置・ソフトの実用展開

## 金属-ポリマーマルチ材料積層造形

低コストの金属(Cu)とポリマーの微細構造を積層可能



フェムト秒レーザー還元直接描画法

動脈モデル上温度センサ

## 異種ポリマー材料のマルチスケール・マルチ材料積層造形

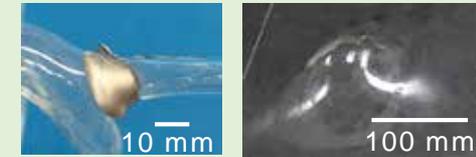
従来比10倍以上の広い弾性範囲を持つ異種ポリマーや機能性ポリマーを積層可能



温度履歴インジケータ心臓内膜

## 金型フリーハイブリッド板材成形技術

チタンから樹脂まで様々な材料、スケールで複雑造形可能

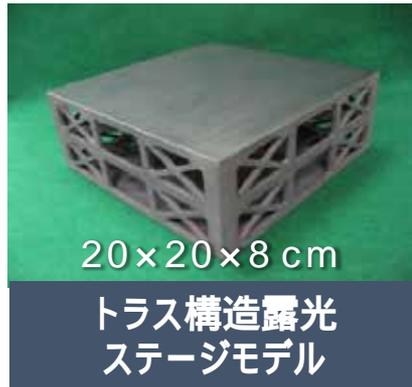


X線不透過マーカー 心臓ベース板

**今後** ・超リアル心臓モデルパーツ開発

# 【3D造形、機能性付加】高付加価値セラミックス造形

- 特徴： **3D積層造形**と**ハイブリッドコーティング**による高付加価値セラミックス造形プロセス  
成果： 3D積層造形による複雑形状セラミックス部材を作製可能(形状設計の自由度向上)  
セラミックフィルターの試作品を作製、精度向上中(流路複雑化で性能向上・部品小型化)  
3次元形状の表面修飾・機能集積を実現するHAD法によるコーティング



## 今後

- ・HADコーティング技術の汎用技術化、適用領域を拡大し、高速化
- ・コーティングのための樹脂基材の開発に注力

# 【3D造形、機能性付加】高付加価値セラミックス造形

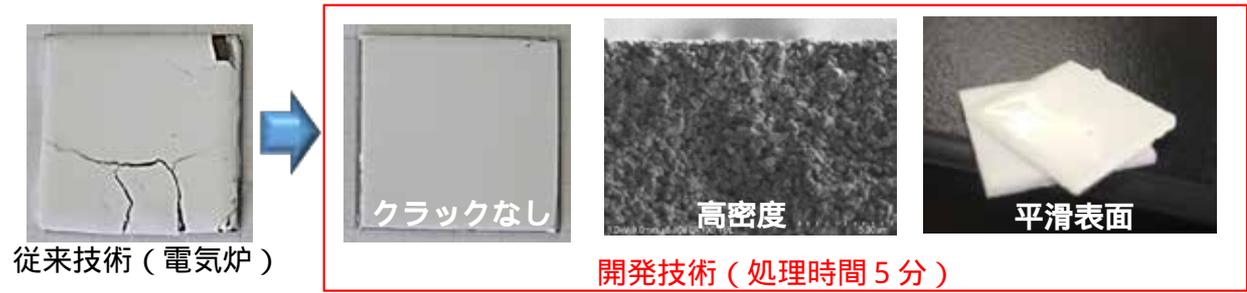
特徴： 3D積層造形とハイブリッドコーティングによる高付加価値セラミックス造形プロセス  
成果： 3D積層造形による複雑形状セラミックス部材を作製可能(形状設計の自由度向上)  
3次元形状の表面修飾・機能集積を実現するHAD法によるコーティング

## セラミックスの 直接造形技術

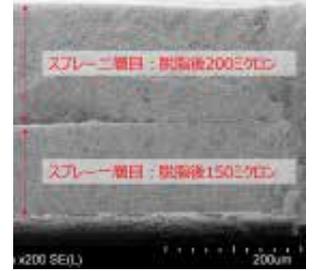
**電気炉不要、レーザーでセラミックスを焼き上げる“夢の製造技術”**  
要素技術の新開発で実現に大きく前進

### 高密度セラミックス粒子充填層の形成技術

・スラリー塗布層の短時間脱脂で、緻密で平滑な層を形成

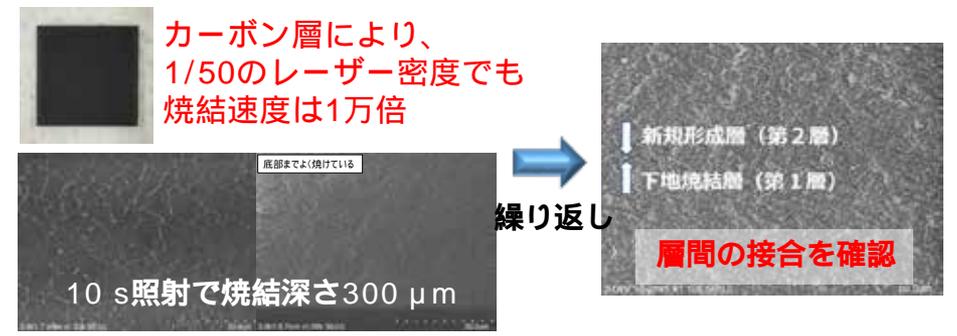


・スラリースプレー+その場脱脂  
大面積への充填層形成



### 高効率レーザー焼結技術

・粒子層表面にカーボンを吹きつける  
簡便な手法で、短時間焼結、選択焼結が可能。



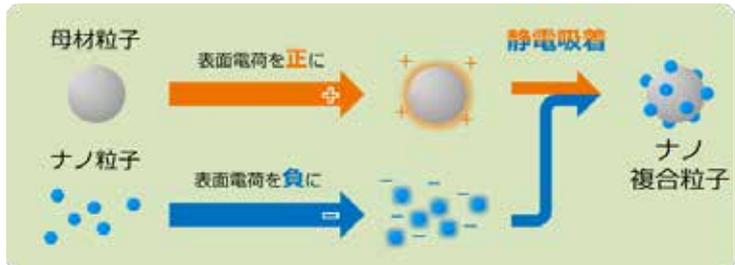
**今後** セラミックス直接造形：要素技術の高度化、対象材料の拡大など実用化を推進

# 【3D造形、機能性付加】ナノ物質の集積複合化

特徴：母材粒子に添加粒子を静電吸着させた集積物（ナノ複合粒子）を形成する、  
究極混合状態の原料粉末生成

成果：連続静電吸着可能な量産装置プロト完成

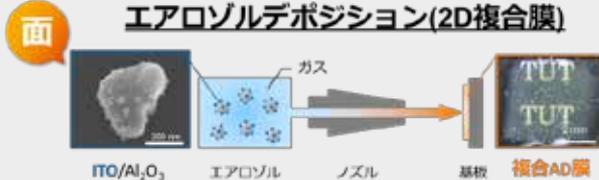
## 複合化の原理とモノ作りへの展開



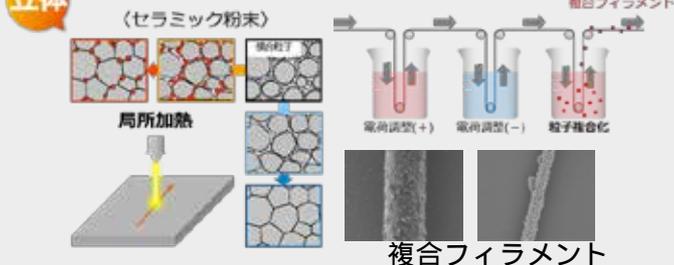
究極混合により混合材料の特性を確実に再現

## 次世代モノづくり技術への展開

### エアロゾルデポジション(2D複合膜)



### 3Dプリンタに使用する複合原材料

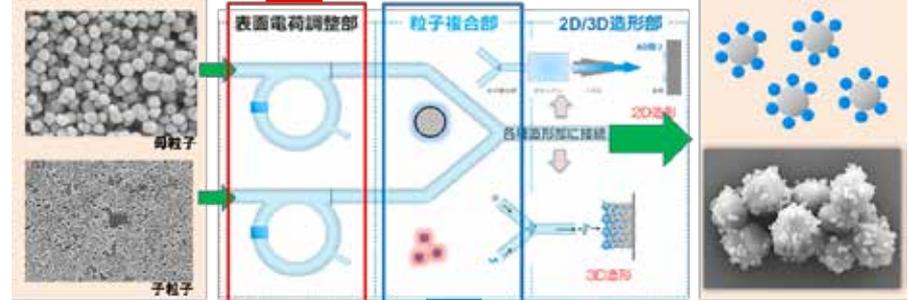


## 複合粒子量産化を目指した装置プロト開発

バッチ式から連続式へ（電荷付与部～粒子複合部）



### 電荷付与部



### 粒子複合部



今後

・量産能力向上、研究会活動を通じて、企業へ展開

# 機能性付加技術

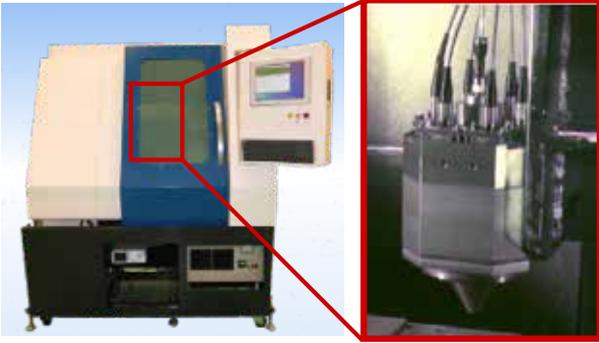
# 【機能性付加】高付加価値レーザーコーティング

特徴：製品の高強度化、超寿命化、低コスト化、軽量化を同時に実現可能な、高機能(対摩耗、耐腐食、etc)、高品質コーティング

成果：低熱影響な高品質膜を形成できる**マルチビーム式レーザーコーティングヘッド**  
**世界初、青色半導体レーザーコーティング**による純銅のコーティング

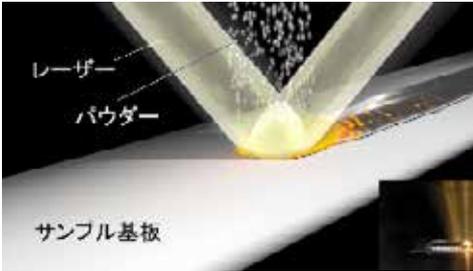
## マルチビーム式レーザーコーティングヘッド

中心から噴射する原料粉末を複数のレーザー光で溶融してコーティングする新技術を開発



レーザーコーティング装置

コーティングヘッド

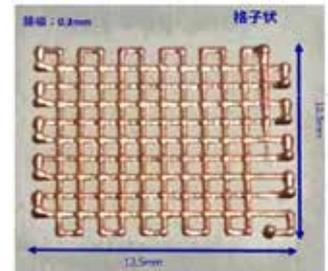


波及効果：  
小型化、低コスト化

## 青色半導体レーザーコーティング



協力



従来難しかった純銅皮膜の実現

## 今後

・マルチカラー（青色、近赤外）レーザーコーティングヘッドの実用化

# 国際金属加工見本市出展（ドイツ、ハノーバー）

## EMO Hannover 2017

（2017年9月18日-23日）



# Mazak

「マルチビーム式レーザーコーティングヘッド」搭載  
複合加工機を世界に向けて販売



マルチビーム式レーザーコーティングヘッド



【機能性付加】高付加価値レーザーコーティング

# 【機能性付加】分子接合技術

特徴： 従来接着が困難な金属とゴムなどの異種材料を強固に接合可能な技術  
 成果： 異種複合材料に対する分子接合剤の合成に成功。展開に向けたカタログ作成

**分子接合技術**  
 2つの材料を化学結合によって高強度に接合する技術

化学(共有)結合

●:原子 —:化学結合

接合部厚さ:分子数nm

化学(共有)結合 200~800kJ/mol

接着剤による結合 (1-40kJ/mol) の数倍以上

実用化、汎用化

分子接合技術を用いたマイクロ流路  
 (株)アイカムスラボ  
 培養液自動交換システム CytoAuto

シリコンゴムマトリックスに対して  
 2000倍(重量比)の導電性  
 フィラーを添加する技術を開発

分子接合カタログの作成

金属	接合処理無し	接合処理有り				接合処理無し	
	未処理銅	銅	エッチング処理銅			未処理アルミ	
粗さ(μm)	0	0	2	4	8	12	0
PPS							
せん断強度(N/5mm)	0	240	240	230	245	260	0
PA9T							
せん断強度(N/5mm)	0	270	100	240	280	220	0

特性のDB化

活用場の構築



岩手大学次世代技術実証研究ラボ(仮称)  
 現場スケールに近い実証の場:H30/3竣工予定

- 今後
- ・熱伝導材特性測定装置試作、測定データのDB化
  - ・実証研究ラボの運用開始

# 【機能性付加】市場流通材スーパーメタル化

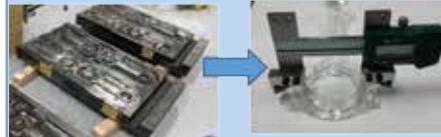
特徴：市場流通材に新たな価値を付加可能な**革新的金属表面処理技術**  
(高耐摩耗化・高耐食化・高摺動化)

成果：実用化に向けた実証試験完了



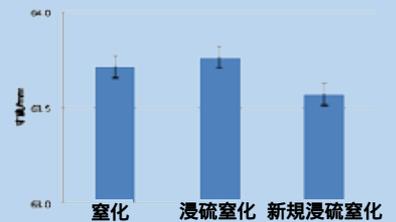
**高耐摩耗化** 浸硫窒化処理により、耐摩耗性が向上することを確認

【熱間ハンマー鍛造用の金型】



樹脂を流し込んで型取りし磨耗量を評価

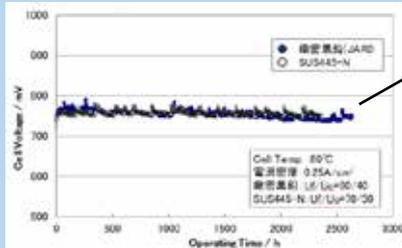
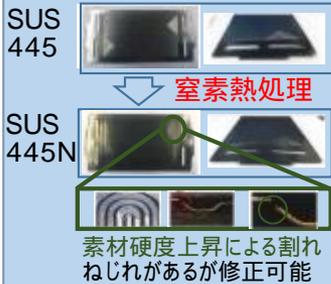
表面処理変更に伴うワーク寸法変化



通常の浸粒窒化：磨耗は同程度  
検討中の浸粒窒化：金型磨耗は改善

**高耐食化** SUS材に窒素熱処理を施すことで、炭素セパレータと同等の高耐食性が得られることを確認

【セパレータ成形試験】

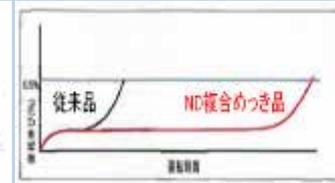
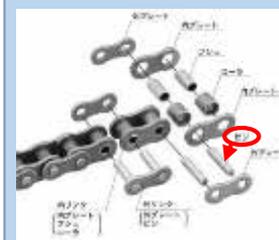


表面腐食なし

炭素セパレータと本技術のセパレータの耐食性比較

**高摺動化** ナノダイヤモンドを分散させためっき液を用いることで、摺動性が向上することを確認

【産業機械用チェーン】



チェーン耐摩耗性能向上  
(製品寿命4倍以上)

【適用可能分野例】



金型

普及展開 長岡技科大と地域公設試が連携し、新潟県の地域産業界へ展開し地方創生に貢献

今後 サンプル試作による開発技術の検証、フィードバックによる完成度向上

革新的設計生産技術の概要

これまでの主な成果

出口戦略（実用化・事業化・普及展開）

まとめ

## ( 1 ) ツール/技術の実用化、普及展開

SIPで開発したツール/技術の有益性を企業での活用事例をもって示す。またツール/技術のSIP終了後の普及形態決定、サポート体制の構築を実施する。

## ( 2 ) ツール/技術の活用の場構築

企業がSIPで開発したツール/技術にふれる場、活用する場を構築する。

## ( 3 ) 地方創生のための仕組み構築

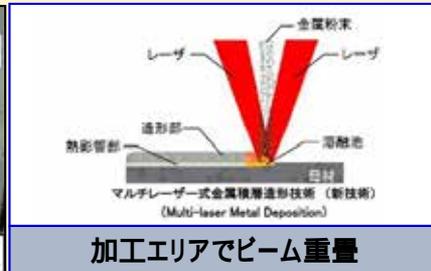
地方間でSIPで開発したツール/技術を相互活用可能な仕組みを構築する。

# (1) ツール/技術の実用化、普及展開

## 研究成果となるツール/技術の実用化、汎用性、普及展開をテーマ毎に設定し、研究開発を推進

### 【機能性付加】高付加価値レーザーコーティング マルチビーム式レーザーコーティング ヘッド装置

加工エリアでビーム重畳させる新技術を開発し、**難加工材の高機能、高品質レーザーコーティングを実現。**



### 【製品化】

ヤマザキマザック株が、ハイブリッド複合加工機に技術搭載し販売



### 【活用の場】

石川県工業試験場に加工ヘッドを搭載した装置を設置し、展開



### 【設計支援】トポロジー最適化による超上流設計 形状構想設計システム (トポロジー最適化 + CADモデル生成)

応力計算 + 自動形状変更により、設計の試行錯誤を自動化。**強度と軽量化を両立した形状案を自動生成。**

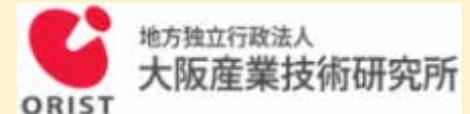


### 【製品化】

〈いんと社から予定 (H30 版、H31 )

### 【活用の場】

大阪産業技術研究所で機能の一部を公開中

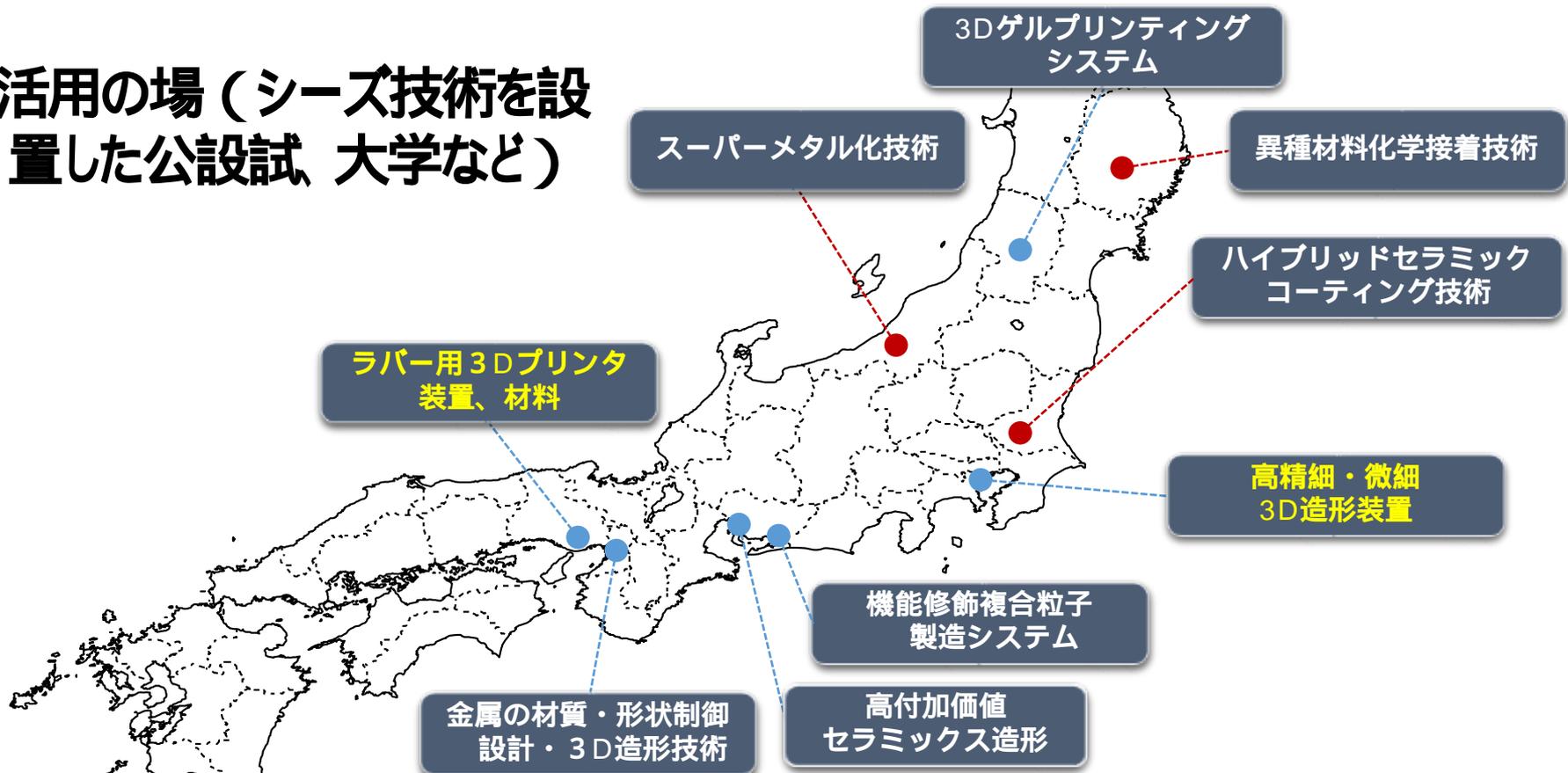


## (2) ツール/技術の活用場の構築

ツール/技術を地方の中堅・中小企業が体験、活用可能な場の構築

体験を通じて得られる新たな発想を起点に、高付加価値な製品を創出をめざす

活用場の場 (シーズ技術を設置した公設試、大学など)

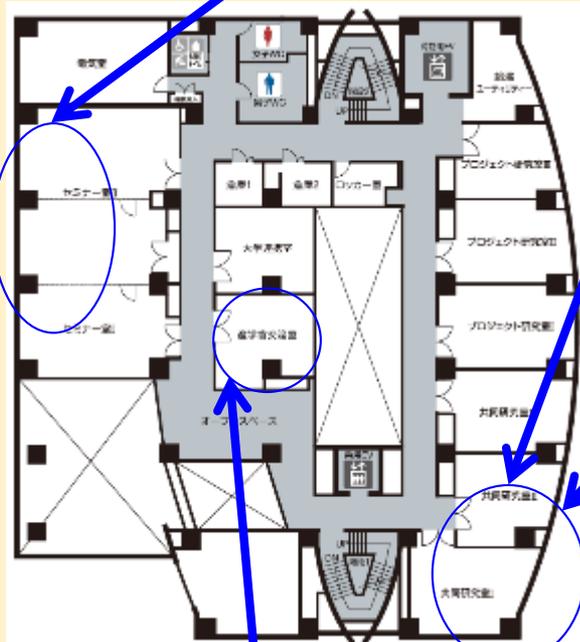


# (2) 【3D造形】ラバー3Dプリンタと価値共創実現

## 価値共創プラットフォーム（兵庫県立工業技術センター）

価値共創プラットフォームをH29/9に開設。SIPで開発した**世界初の加硫ゴム3Dプリンタ**を、企業・ユーザ・研究者が**ものづくりを行うツールとして開放**。

【セミナー室】ワークショップ等を実施

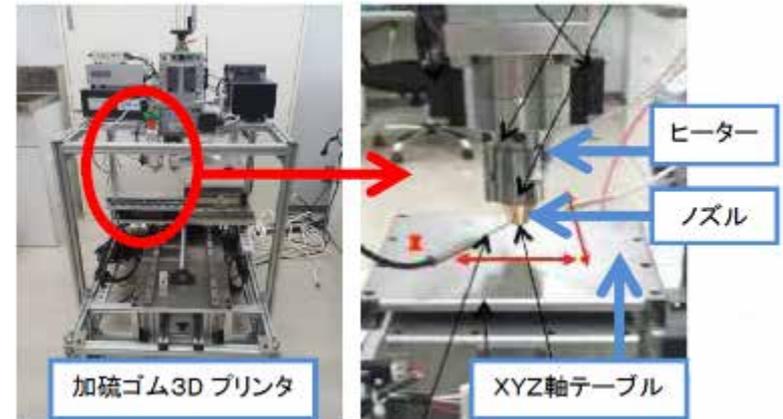


【産学官交流室】ミーティング等を実施

兵庫県立工業技術センター技術交流館2F

【共同研究室】

ラバー3Dプリンタ、シューズ設計システム、情報システム等



加硫ゴム3Dプリンタ

XYZ軸テーブル



加硫ゴム3Dプリンタ試作品  
【インナーソール】

金型レスで多品種少量  
生産、複雑な形状成形  
が可能

シューズ以外の製品  
にも展開

神戸大学3Dスマートものづくり研究センター、神戸大学、産業技術総合研究所、アシックス、神戸工業試験場、住友ゴム工業、バンドー化学、天満サブ化工、シバタ工業

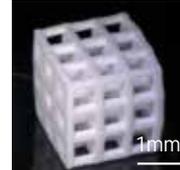
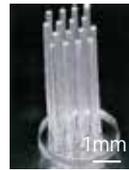
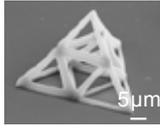
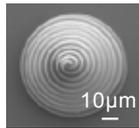
# (2) 【3D造形】超3D造形技術プラットフォーム

## 神奈川県立産業技術総合研究所(KISTEC)

横浜国立大学が開発する**高精細・微細3D造形装置**を設置した**試作ラボ**を開設。  
**超3D造形ものづくりネットワーク(研究会)**に、**オープン・イノベーションの場**を提供。

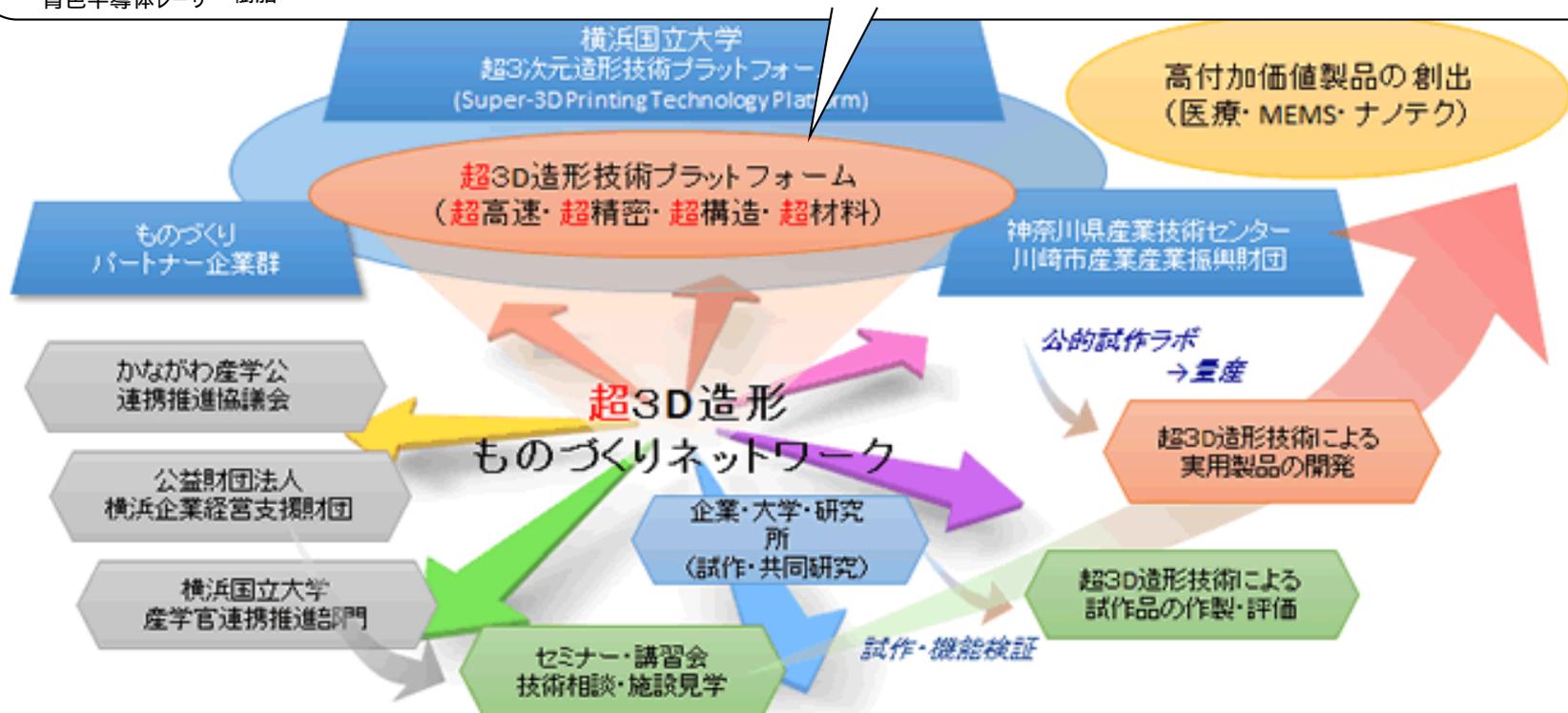
### 普及型高精細・微細3D造形装置

樹脂モデル  
光硬化性  
青色半導体レーザー 樹脂



高/低分解能(0.5µm/10µm)  
2つの造形を統合

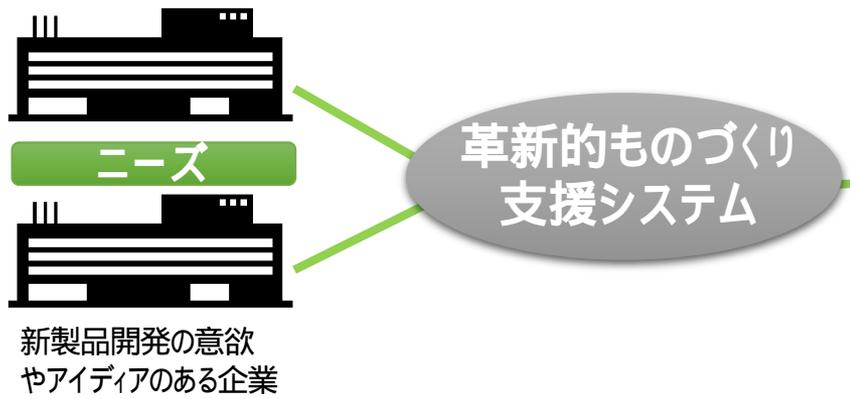
樹脂・セラミック部品



# (3) 地方創生のための仕組み構築

## 地域を越えてSIP成果の相互活用を促進するITシステム

中堅・中小企業      ネットワーク



活用の場(シーズ技術を設置した公設試、大学など)



ニーズ/シーズ マッチング機能      ユーザのこういうことがしたいというリクエストに応じて、それを解決するSIP成果(技術/ツール)を検索

プラネット アイデア PLANET AIDeA  
(PLAtform of NETwork by Artificial Intelligence for Delight Art : デライトものづくりAIプラットフォーム) :

個人から大学，大企業まで広範なプレイヤーによる新技術の社会実装をAIの支援によりナビゲート、技術マッチングするシステム

検討事項：SIP成果以外の技術への対応(既存システムとの連携等)

イノベーションスタイル      SIPで実施した産官学連携の事例と、それを分析して得られる連携ノウハウを提供

【事例】

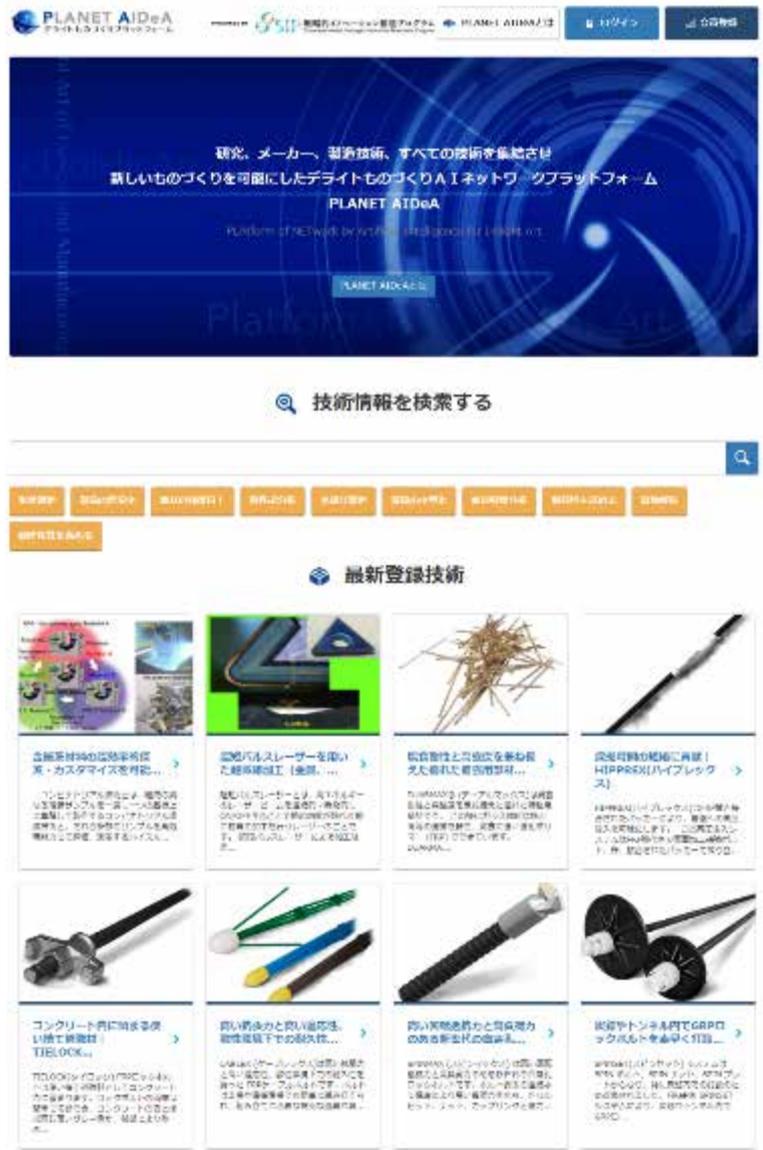
体制      タイムライン

【連携ノウハウ】

項目	推奨内容	想定効果
体制、役割分担	技術開発のメンバに、装置や材料を開発する企業が入っている。	研究の早い段階で、試作、テストユース可能な装置を作ることができる。

# (3) 地方創生のための仕組み構築

## 地域を越えてSIP成果の相互活用を促進するITシステム



### デライトものづくりAIプラットフォーム

- 技術内容，解決できる技術課題，期待できる用途を写真，図表付き自由フォーマットで登録
- Watson APIを利用した自然言語解析により，技術分野，解決できる課題，用途などを分析
- マイページで必要とする技術課題のキーワードを入力すると，登録された技術からマッチングするものを提示
- ユーザの興味のありそうな技術を自動リコメンド



技術を登録しておけば，その技術を必要とする個人から大学，大企業まで幅広いユーザを導いてくれる頼れるナビゲータ

10月7日，iJSME2017にて特徴，使用方法などを紹介！

第3回 日本機械学会イノベーション講演会

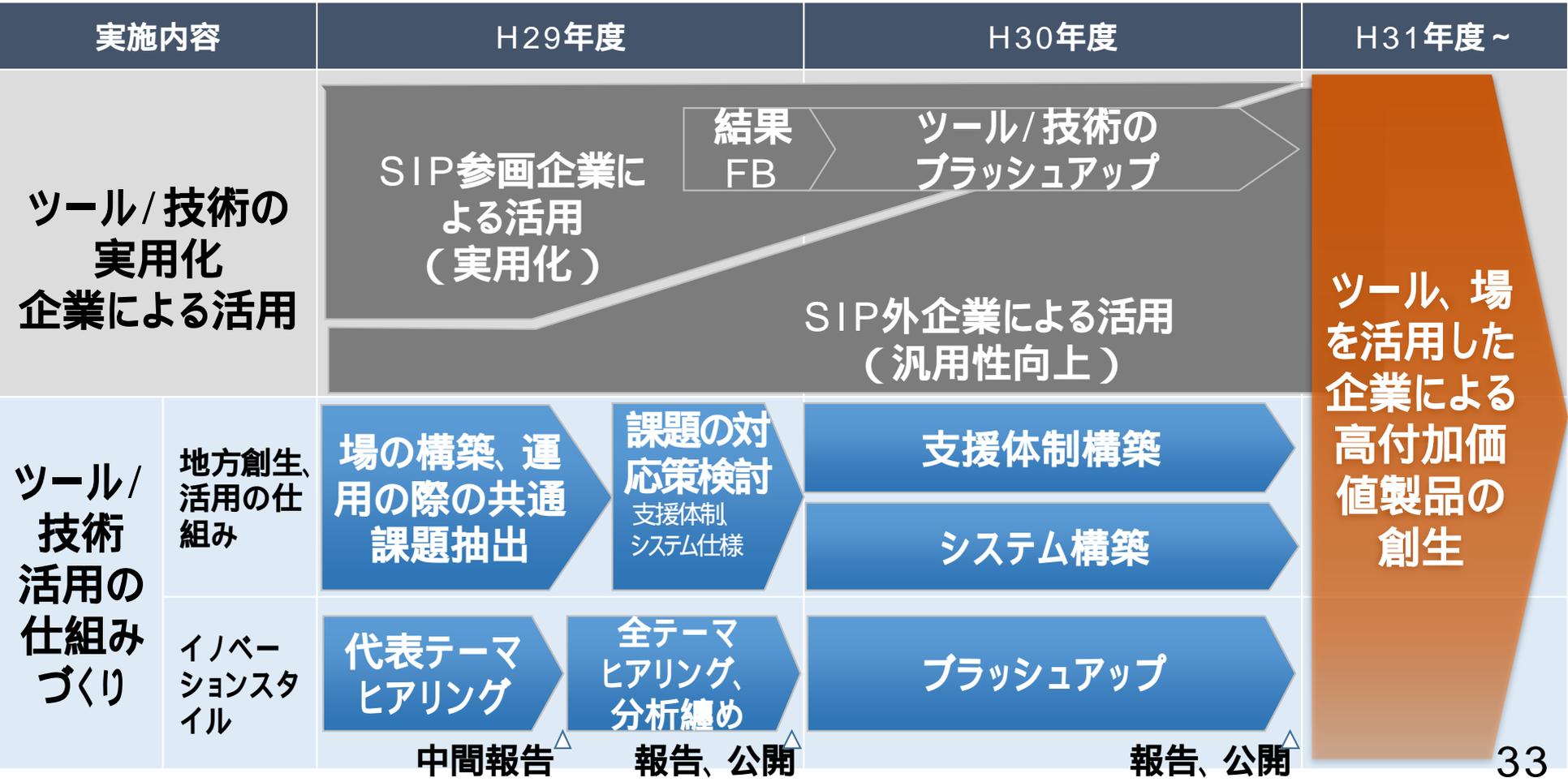
# iJSME2017

ものづくりの革新を加速する交流型の新しい講演会のかたち

2017年10月7日(土)～8日(日)  
名古屋大学 東山キャンパス ES総合館

# 今後のスケジュール

- ・H29年度：参画企業での活用、フィードバックによるツール/技術の実用化  
普及展開の課題抽出と対策検討
- ・H30年度：SIP外企業による活用によるツール/技術の汎用性向上  
普及展開に向けた仕組み（体制、システム）構築



革新的設計生産技術の概要

これまでの主な成果

出口戦略（実用化・事業化・普及展開）

まとめ

## 社会の多様なニーズに応じた高付加価値製品創生による 産業競争力強化、地方創生に向けて以下の取組みを実施

- ü 従来にない材料の3D造形、機能性付加といった革新的生産・製造技術を中心に推進し、産業界に展開
- ü 地方の中小企業が革新的生産・製造技術にふれたり活用したりできる場を構築
- ü SIP終了後も継続して成果を活用できる仕組みを構築