



三次元異方性カスタマイズ化設計・ 付加製造拠点の構築と地域実証

—異方性により機能を自在にコントロールできるイノベーションスタイルの確立で新市場を創出—

発表者：大阪大学 教授 荒木 秀樹

研究テーマ責任者：大阪大学 教授 田中 敏宏

参画機関：

(NEDO直接委託先)

大阪大学
パナソニック株式会社
大阪産業技術研究所

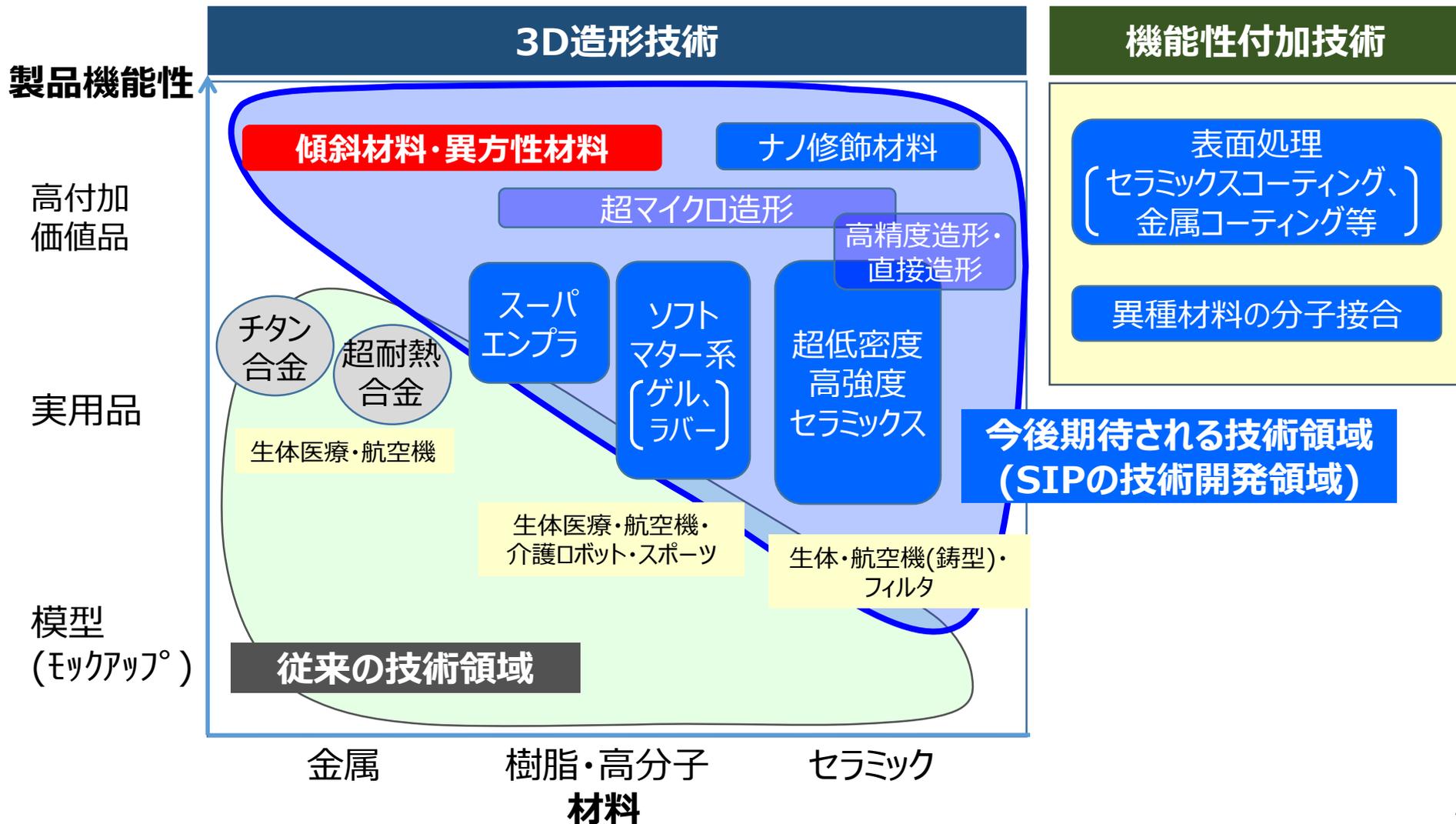
(大阪大学再委託先)

帝人ナカシマメディカル株式会社
川崎重工業株式会社
大阪府立大学

北須磨動物病院
京都大学
東京大学

革新的設計生産技術における位置づけ

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



目次



三次元異方性カスタマイズ化設計・ 付加製造拠点の構築と地域実証

—異方性により機能を自在にコントロールできるイノベーションスタイルの確立で新市場を創出—

1. 背景
2. アピールポイント: 阪大拠点の特徴
3. 目標
4. 研究開発成果
5. 社会実装に向けての取り組み

研究背景

【背景（課題）】

『Society5.0』の実現を目指した、多様なニーズに対応する高付加価値製品の創出には、既存のものづくりの枠を超えた、素材を含む**上流設計の考え方**と、それを実現する**革新的な生産技術**の普及が必要

【目的（解決策）】

超スマート社会実現に向け、**異方性概念**と**カスタム設計手法**
+ **最新の付加製造技術（3Dプリンター）** や進化の著しい**ネットワーク化**や**サイバー空間利用技術**を融合させ、高付加価値な製品やサービスを創出し続ける**「新たなものづくりシステム」のプロトタイプ開発**とその普及に向け**ものづくりプラットフォーム（実証拠点）**の構築を行う

異方性：人工物の組織・構造が等方性（均一）なものに対し、自然界の異方性（生体模倣）に着目し、必要な方向に高機能を発揮させること

阪大拠点の特徴：異方性

等方性と異方性

機能のあらゆる方向への均一性

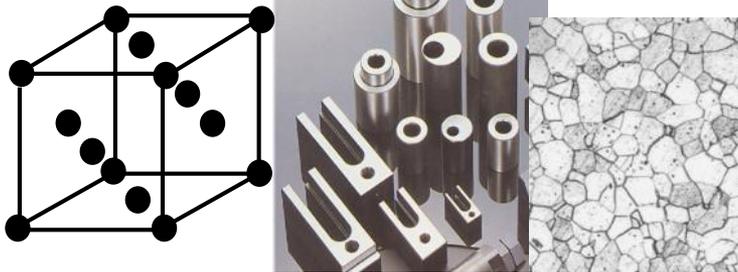
必要な方向に高機能性能発揮

等方性

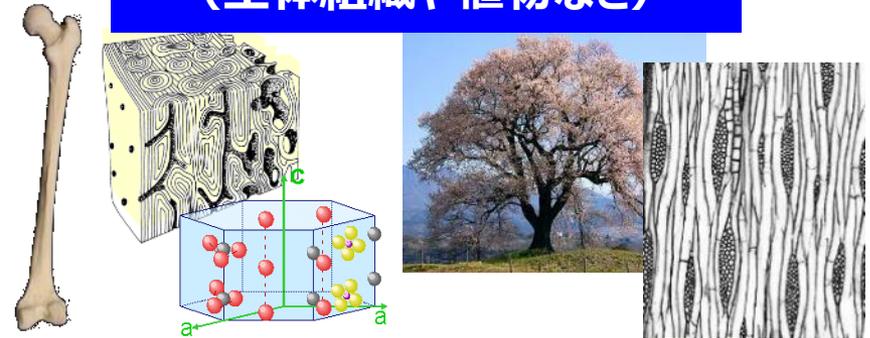
異方性（生体模倣）

人工物
（中程度の機能）

自然界の構成物
（生体組織や植物など）



アルミ・鉄・銅



骨、生体組織

製品に高機能化が求められる中、**必要な方向に超高機能性を発揮するような異方性**を従来の等方性に融合させる
「新たなものづくり発想と実証の場を拠点化」

阪大拠点の特徴：上流設計手法

1) 商品企画を支援するユーザーニーズの新しい価値分析

●マイノリティ分析による新しいカスタム設計手法

- ・設計要素とユーザー価値の関係データベースを統計解析し、リードユーザーの**マイノリティ要素を反映させ、希少なデザイン**の可能性を引き出す



マイノリティの要素価値を取り入れることで突然変異により新たな高付加価値を創出

2) 多様化したニーズに応えるOnly Oneのデザイン

●ユーザー参加型設計

- ・ユーザーの設計参加は、合同作業の発生により、より**高付加価値な**製品を生み出す原動力になるとともに、**オンリーワン商品への愛着**が価値を高め、**満足感の増幅とその維持**に貢献する

1) ユーザーの関与（個別対応：デカップリング・ポイント）が下流にある場合



2) ユーザーの関与（個別対応：デカップリング・ポイント）が上流にある場合

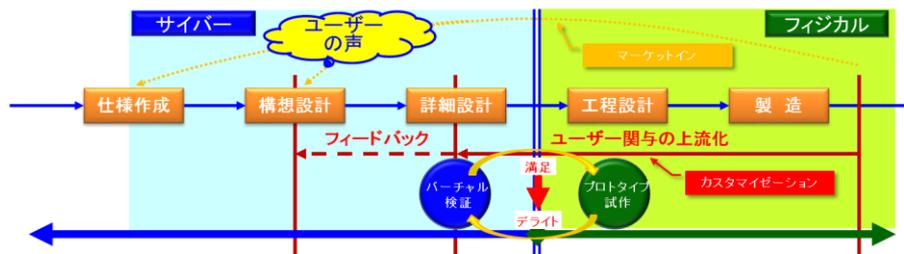


※1:「デカップリング・ポイント」とは、見込生産から注文生産（テラー・メイド）に切り替わるタイミング
 出典:『マス・カスタマイゼーション戦略のメカニズム』—個客対応マーケティングの実践と成果 2007/10(明治大学 片野 浩一 教授)

3) マス・カスタマイゼーションを実現させる新技術の導入

●サイバー・フィジカル・システム & 3Dプリンターによる設計・生産技術の融合

- ・従来のCAEに加え、CG/AR/VR/MRを用いた**サイバー空間でのバーチャル検証**と、**3Dプリンターを用いたフィジカル空間におけるリアルなプロトタイプ試作**を組み合わせ、常識超えの付加価値向上で高付加価値製品を創出する



■「超スマート社会」を目指す、サイバー技術の応用

- ・医療系：施術の事前シミュレーション、インフォームドコンセント、遠隔地医療
- ・製造系：デジタルものづくり、製造ナビゲーション、サービスナビゲーション
- ・建築系：BMS(Building Management System), BIM(Building Information Modeling)

目 標

1. 新価値創出に向けた新カスタム設計手法の確立

- 上流設計手法 (マイノリティ分析 トポロジー最適化等) の実証と地域企業での活用

2. 材料異方性を活用したデバイス開発と実用化

- ガスタービン用の 異方性高機能タービンブレード の開発
- 先端獣医療用の 異方性カスタム骨インプラント の開発
- 自動車・情報通信用の 異方性冷熱デバイス の実用化実証

3. 成果の検証・普及のための周辺環境の整備（システム化）

- マイノリティ分析普及用支援ツール の開発
- CPS&3DP^{*1} 高付加価値設計支援ツール の開発
- 異方性カスタム骨インプラント普及用設計支援ツール の開発
- トポロジー最適化プログラム の普及展開

4. ものづくりプラットフォームの構築

- 地域の中堅・中小企業向け普及拠点（大阪産業技術研究所）と新技術を普及拠点に供給し続ける 研究開発拠点（大阪大学AM研究開発センター） の構築と継続

* 1 : CPS : サイバー・フィジカル・システム, 3DP : 3Dプリンター

研究開発成果①：異方性高機能タービンブレード

異方性カスタム化

高次結晶制御

傾斜化多結晶組織

鋳造法（従来法）
では制約が多い

High

【短中期】

単結晶
一軸方位制御

【中長期】

方向制御

耐熱温度

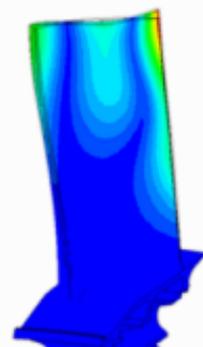
等方性

Low

製造技術確立
→ 実機適用検証

高次結晶制御

001
100 010



単結晶翼：
三軸方位制御
→ 共振回避



翼部：粗粒
(耐クリープ)

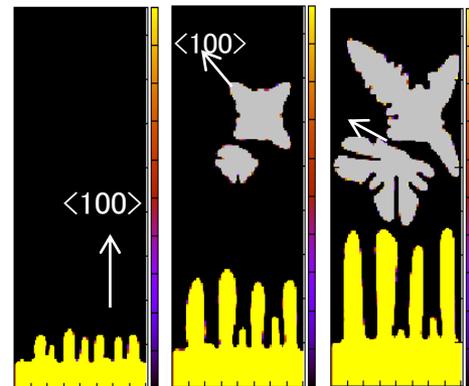
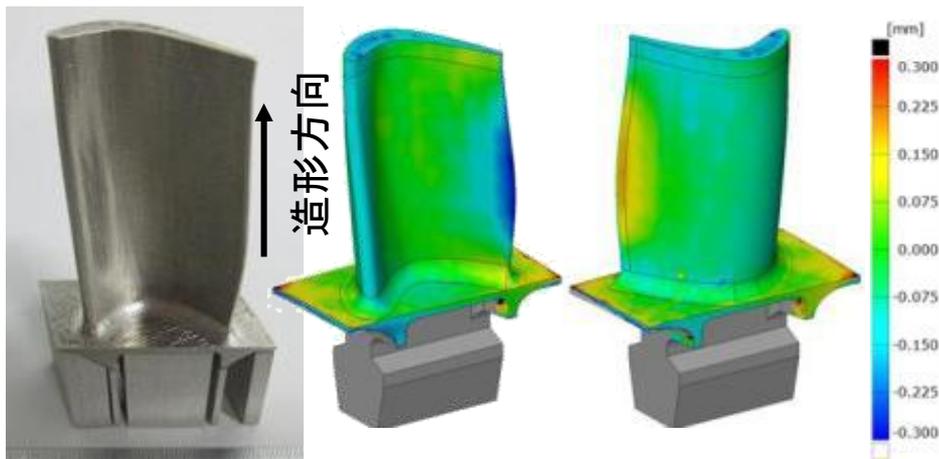
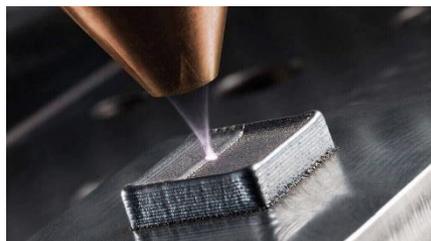
翼根部：細粒
(耐疲労)

傾斜化多結晶組織

研究開発成果①：異方性高機能タービンブレード

高温耐熱材料で精密鋳造品に
匹敵する造形精度を達成

金属3Dプリンター

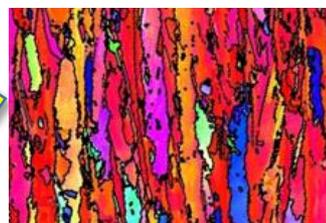


等軸晶

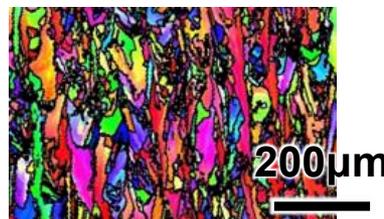
柱軸晶
単結晶

異方性付与に
成功

材質 + 形状同時制御に
成功



高温クリープに有利な
異方性結晶組織

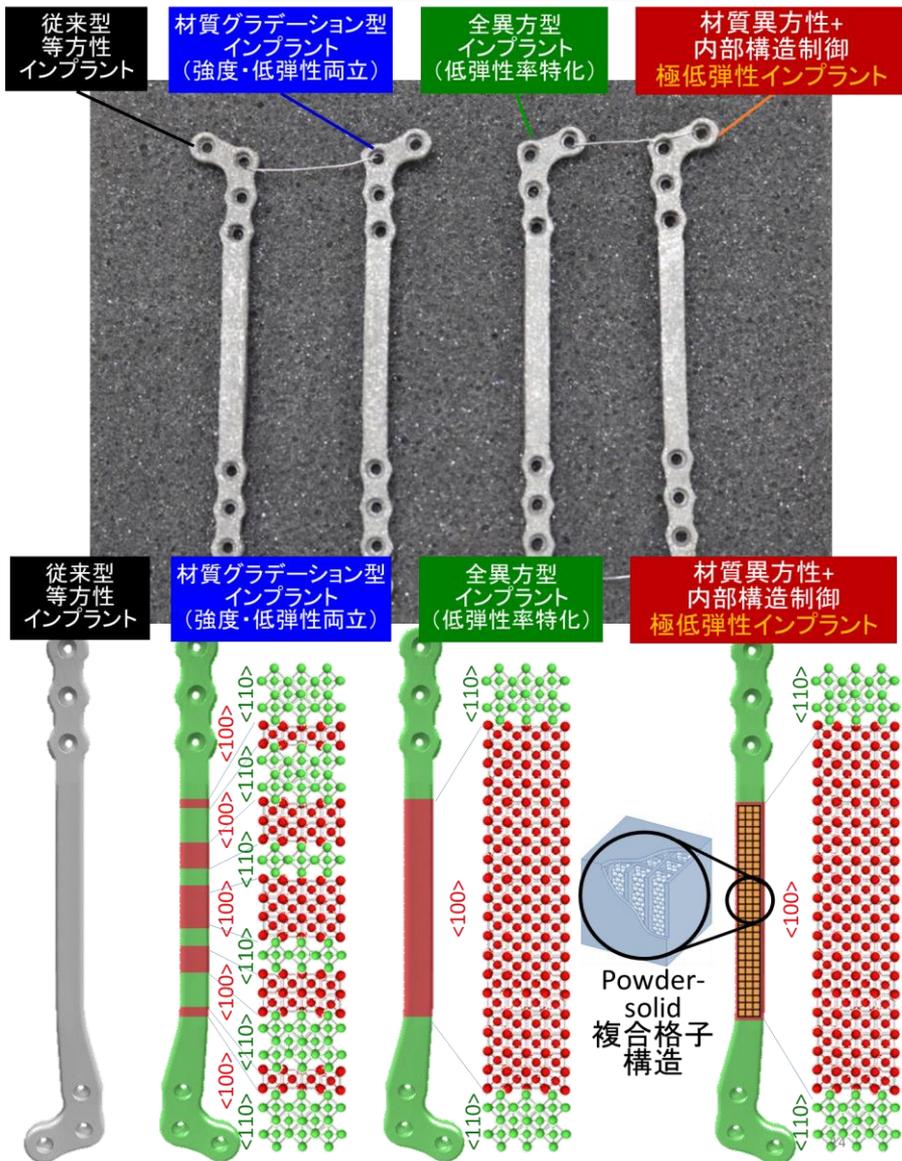


疲労に有利な
微細等軸結晶組織

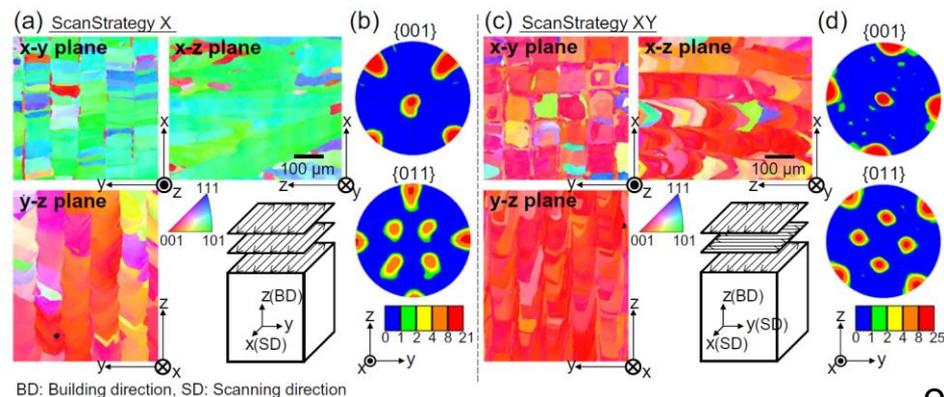
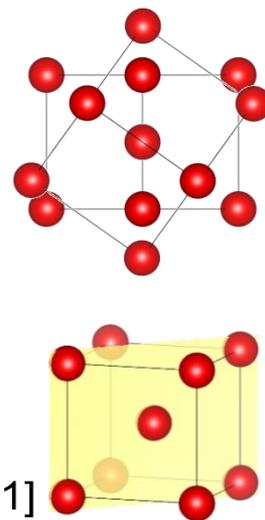
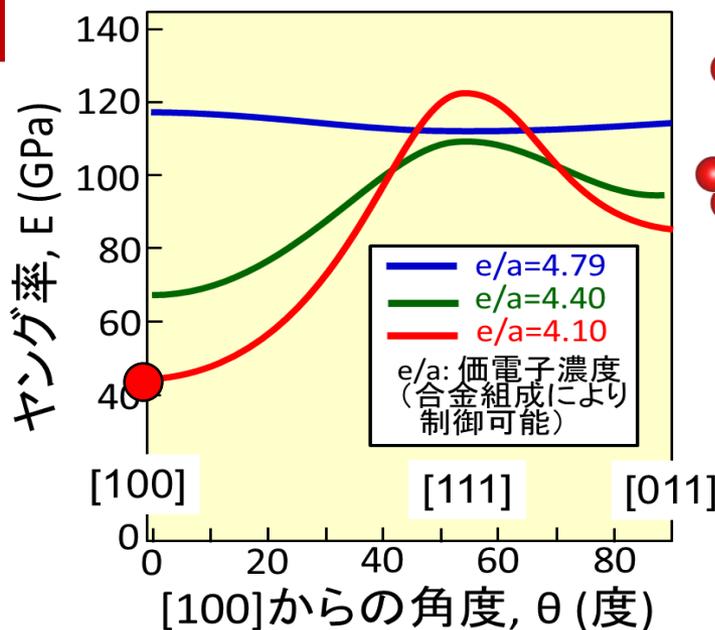
結晶方位を含むフェーズ
フィールド計算

研究開発成果②：異方性カスタム骨インプラント

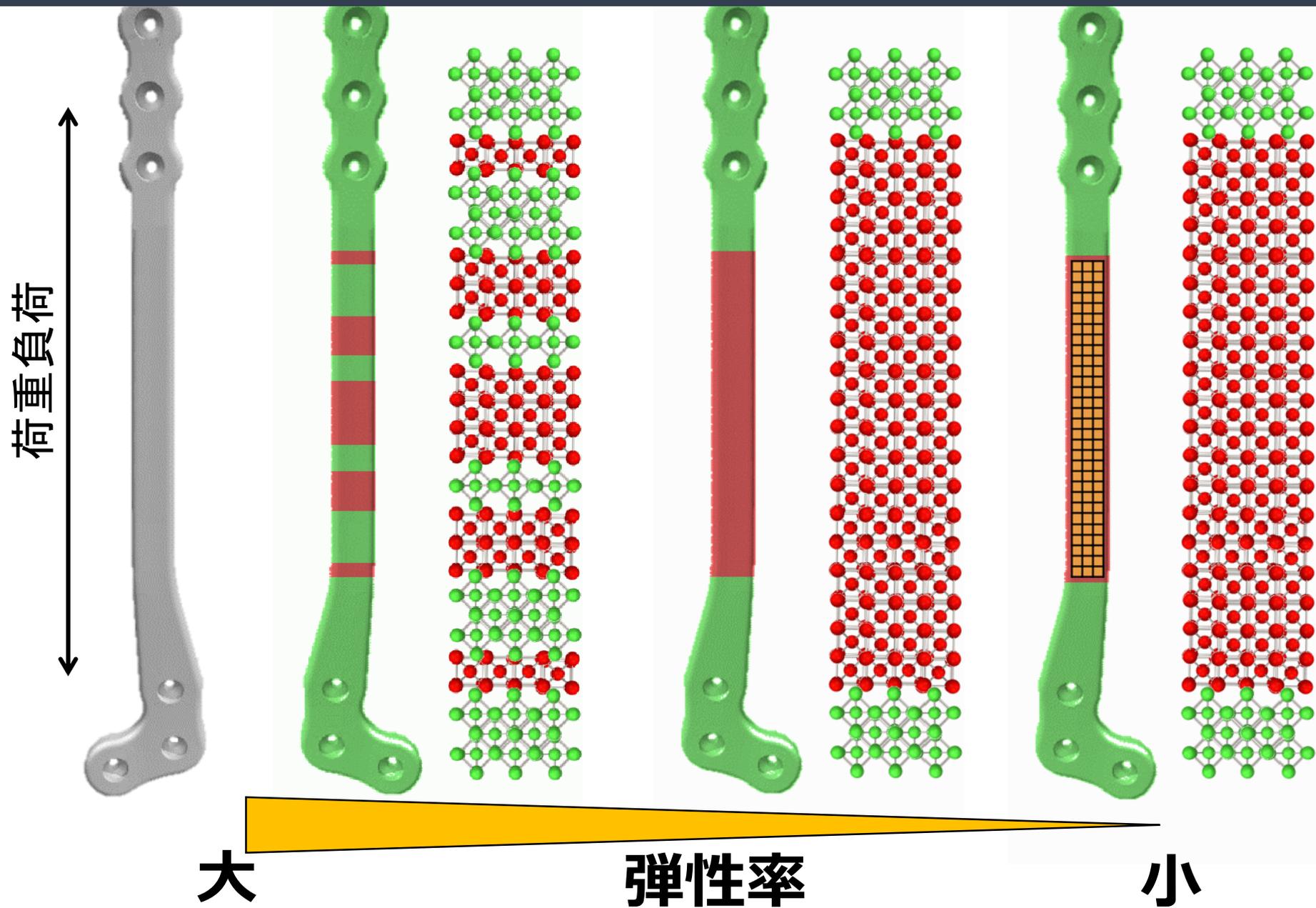
積層造形品



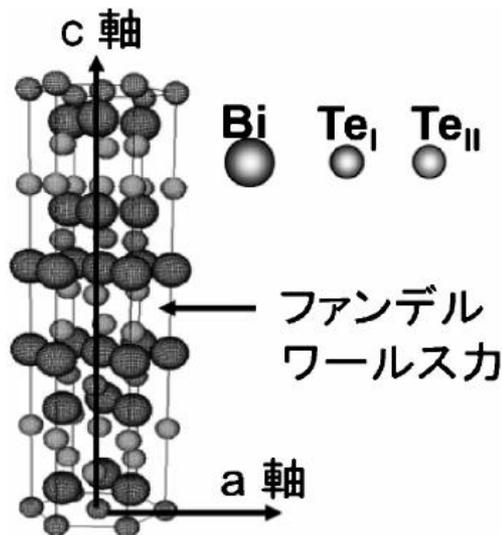
異方性機能



研究開発成果②：異方性カスタム骨インプラント



研究開発成果③：異方性冷熱デバイス



Bi₂Te₃の結晶構造

	a/c軸
ゼーベック係数	1.1
電気伝導	4.0
熱抵抗	0.5
性能指数	2.4

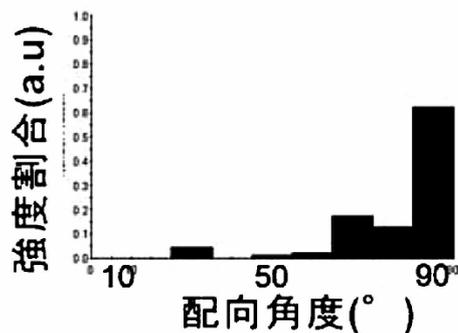


図4 結晶配向と性能の関係.

前嶋聡, 寺西正俊, までりあ, 54(2015)505.

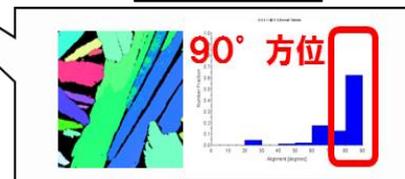
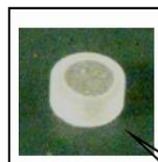
従来に無い常識超えの性能

世界初の超小型・高効率LDモジュール

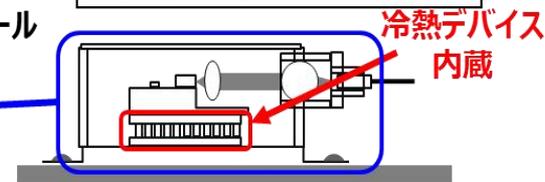
冷熱デバイス内蔵



異方性結晶



新LDモジュール



高効率熱伝材料の組織制御工法を確立
H31 300億円市場へ (予測)

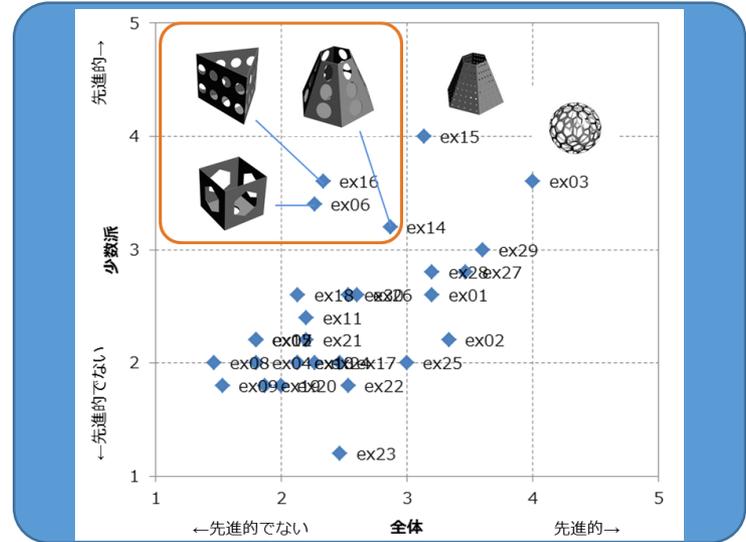
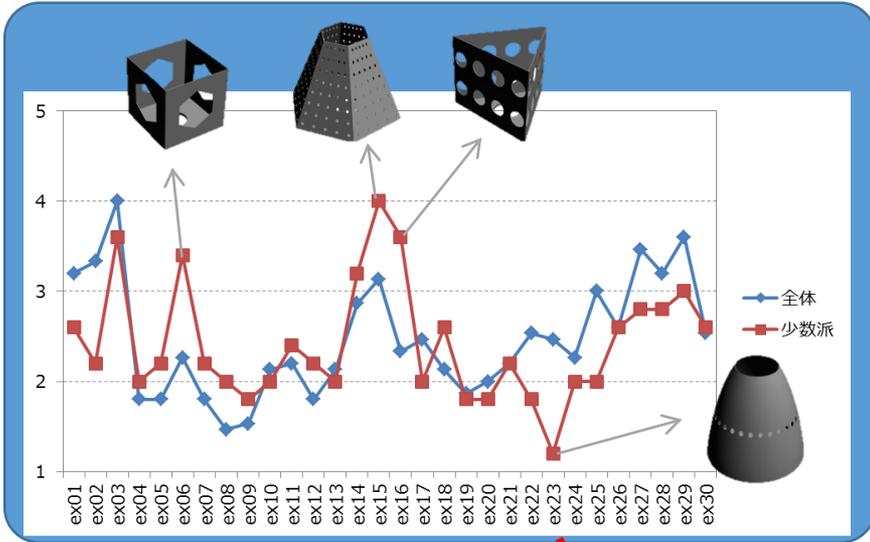
製品化実証のための体制を確立

通信デバイス・アミューズメント用途・車載用の実証品を試作中

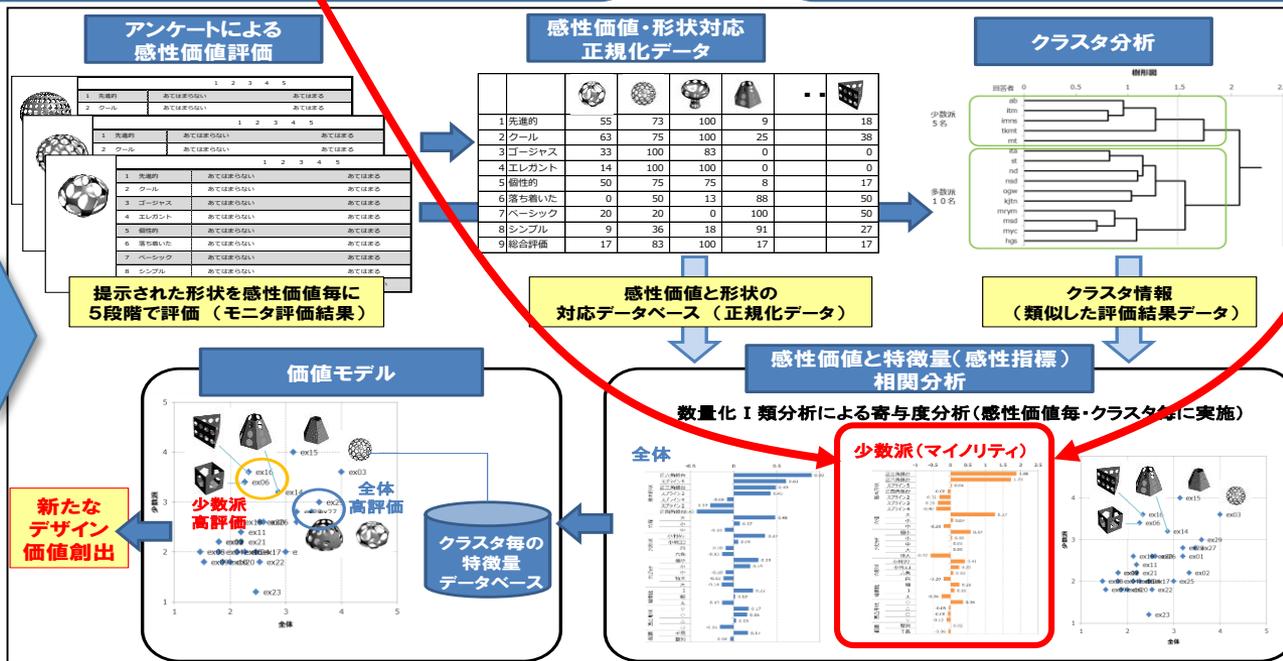
研究開発成果④：マイノリティ分析手法

多数派と少数派の違いに着目

少数派の人だけが、先進的と感じる要素を抽出



商品企画プロセスに挿入



※照明セード設計の事例

社会実装に向けて：異方性カスタム骨インプラント

異方性カスタム骨インプラント

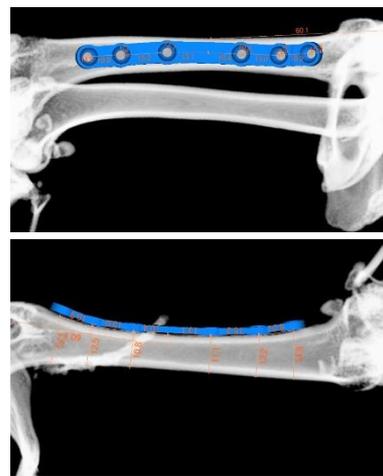
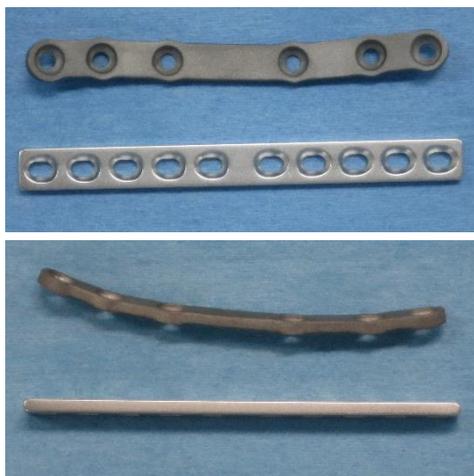
実施：先端獣医療コンソーシアム
(大阪府立大学内)

特徴： 金属3Dプリンターを活用し、原子配列を必要な方向に制御することで、高機能性を発揮する「異方性カスタム化」により、成長産業分野へ貢献。一例として、骨折治療では、低ヤング率カスタム骨インプラント開発により、手術および治療期間の大幅短縮を目指す

【第1ステップ】

(2017年2月1日実施)

カスタム骨インプラントの有効性検証



上：チタンカスタム骨インプラント
下：市販ステンレスプレート

【インプラント設計ツールを同時開発】



獣医師の負担も軽減

【手術時間の30%削減を達成】

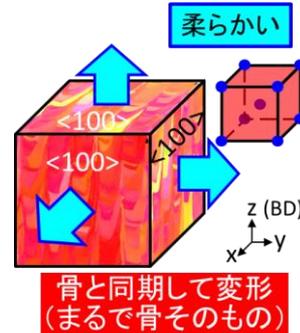
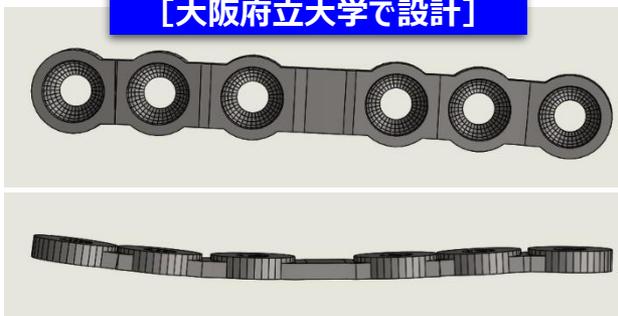
(大阪府立大学獣医学部による検証結果より)

【第2ステップ】

(2017年11月 実施予定)

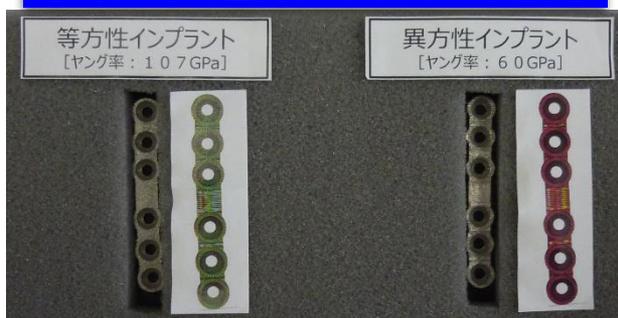
異方性カスタム骨インプラントの開発・有効性検証

【大阪府立大学で設計】



(大阪大学において異方性原子配列解析中)

【大阪大学の金属3Dプリンターで造形】



ヤング率
107GPa
⇒60GPa

【骨質劣化を防止し、治療期間を短縮】

(チタンは生体親和性は良いが、高強度により骨の成長を阻害することが課題) 13

社会実装に向けて：マイリティ分析

マイリティ分析支援ツール

● 一般企業でのテストユースを実施中

中小企業でも
使用可能な
インターフェース
開発



ユーザーテスト
開始



次期商品仕様
決定へ



ユーザー要求仕様 (U) の明確化

商品外観イメージ
シンプル・ワイルド・新しい
かっこいい・おしゃれ・さわやか・清潔感



製品仕様 (P) の明確化

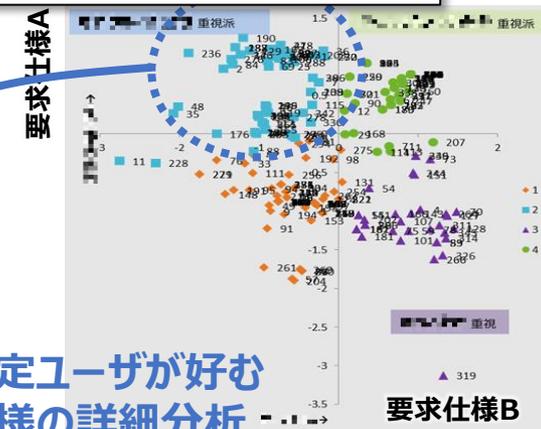
商品パッケージ
パッケージ仕様・パッケージメイン色・
メタリック有無・文字量・英文字量・
フォント・文字縁取り有無



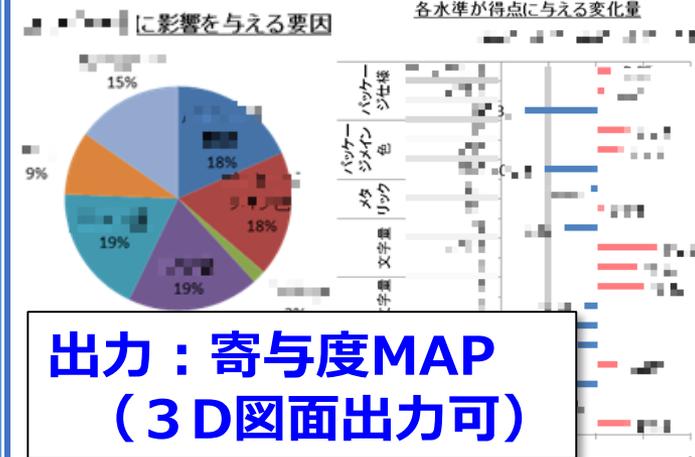
打合せ風景 (10/13)

ツール処理詳細説明

入力：(U-P) 相関図



例) 特定ユーザが好む
要求仕様の詳細分析



出力：寄与度MAP
(3D図面出力可)

社会実装に向けて：マイノリティ分析

高付加価値設計支援ツール

実施：共立電子産業
コミュニティラボ/YOKOITO

● 注目スポットで、デザインツールとしてテストユースを実施中

- ・ LED照明の拡販に電子工作教室で活用
大阪日本橋 共立電子産業(株)

- ・ 古民家を改装したギャラリーで展示会
京都 (株)コミュニティラボ, (株)YOKOITO



【店舗外観】



【パーツ販売コーナー】



【ものづくり工作室】



【会場外観】

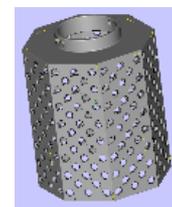
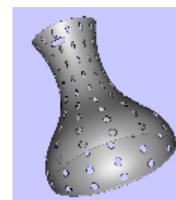


【ギャラリー】

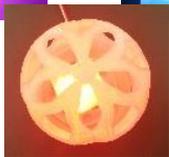


【テストユース風景】

サイバー空間



フィジカル空間



社会実装に向けて：トポロジー最適化

普及拠点としての役割
(他拠点の成果普及)

トポロジー最適化プログラム

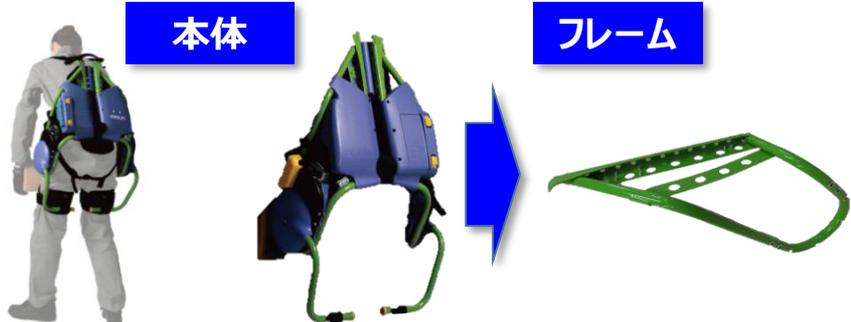
実施：大阪産業技術研究所

● 大阪産業技術研究所が、地域の企業を支援してテストユースを実施中

- ・ 構造最適化で材質変更によるコスト削減

奈良 (株)ATOUN

<対象部品>：パワーアシストスーツ用フレーム



- ・ 構造最適化で機能と意匠性の両立

大阪 (株)シロクマ

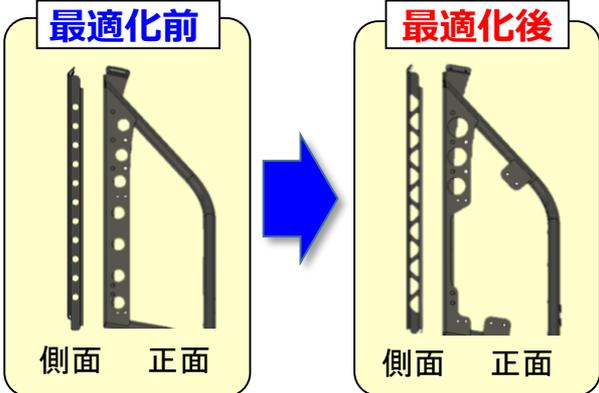
<対象部品>：建築金物（ドアノブ）



サイバー空間

最適化前

最適化後



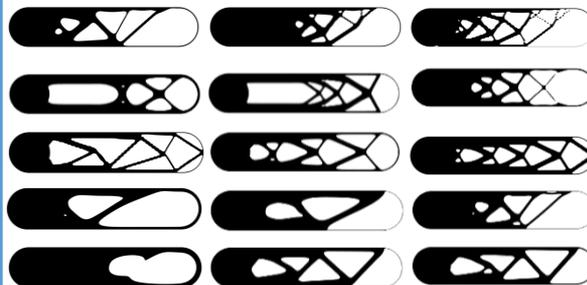
フィジカル空間



マグネシウム
→アルミニウム
部品の50%
コスト削減

サイバー空間

【最適化形状例】



フィジカル空間



今までにない
NEWデザイン
強度・機能
保証の新意匠

社会実装に向けて：トポロジー最適化

設計支援ツール(トポロジー最適化プログラム)の利活用ができる人材の育成に向けた**広報・普及活動**(大阪産業技術研究所)

BMC SHINKIN BANK IN OSAKA
BUSINESS MATCHING FAIR 2018

～大阪の元気印企業が大集結!～

第7回 大阪府内信用金庫合同

ビジネス マッチング フェア 2018

開催日時 6.12 10:00-17:00 [TUE] > 13 10:00-16:00 [WED]

開催場所 マイドームおおさか 3階展示場

入場
無料

- * 大阪府内7信用金庫の取引先企業(ものづくり分野、食品食材分野)が一堂に集まる展示会に出展。
- * トポロジー最適化ツールをはじめとし、関連する積層造形機・各種加工機器・分析機器などを紹介。(約40社)



- ・2018/11/21 OSAKAビジネスフェア ものづくり展 2018
- ・2018/11/28,29 ビジネスチャンス発掘フェア2018