



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 中野 貴由

研究テーマ責任者：大阪大学 教授 掛下 知行

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

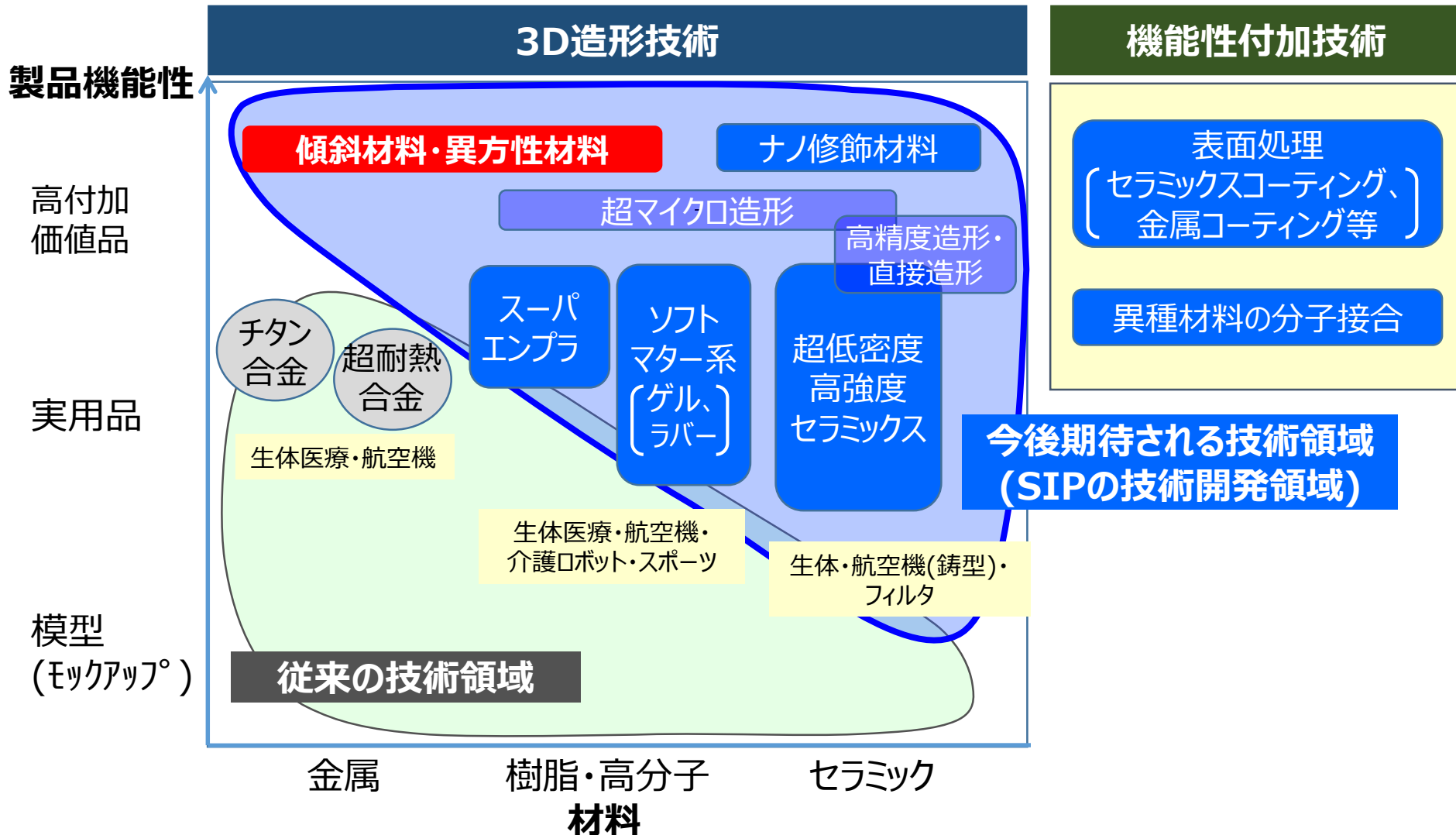
（大阪大学再委託先）

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

- 1. 背景**
- 2. 目標**
- 3. 実施内容のアピールポイント**
- 4. 研究開発成果**
- 5. 社会実装に向けての提案**
- 6. まとめ**

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

等方性と異方性

機能のあらゆる方向への均一性

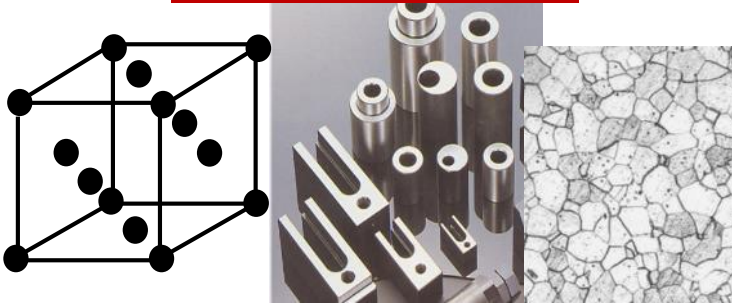
必要な方向に高機能性能発揮

等方性

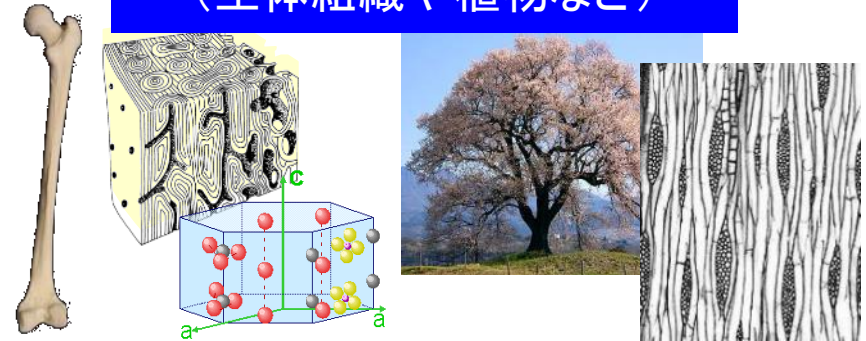
異方性(生体模倣)

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」

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)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

- ガスタービンブレード用の異方性高温耐熱部材の開発
- 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）

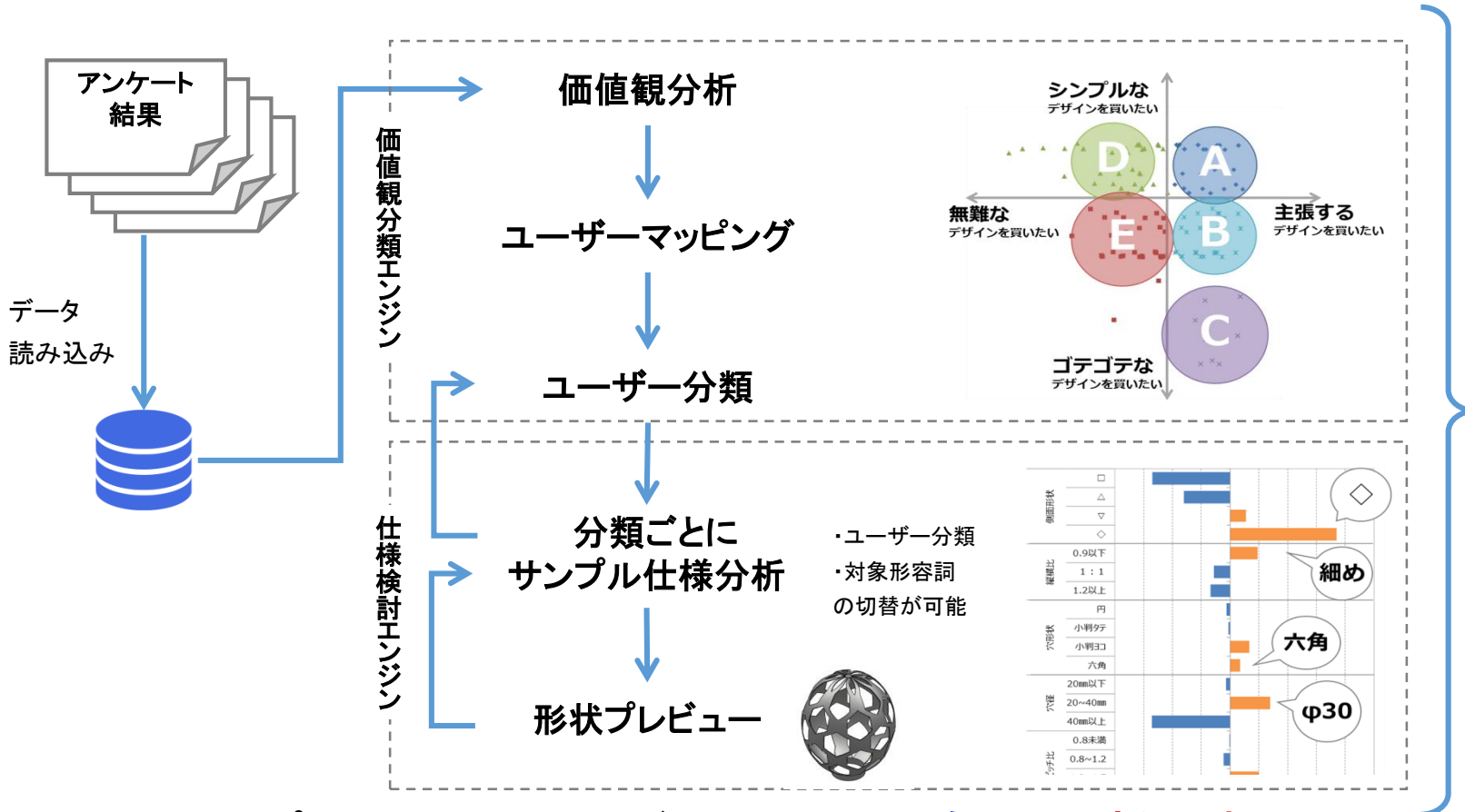
- マイノリティ分析普及用ツールの開発
- CPS & 3DP^{*1} 高付加価値設計ツールの開発
- トポロジー最適化プログラムの普及展開
- 異方性カスタム骨インプラント普及用設計ツール開発

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

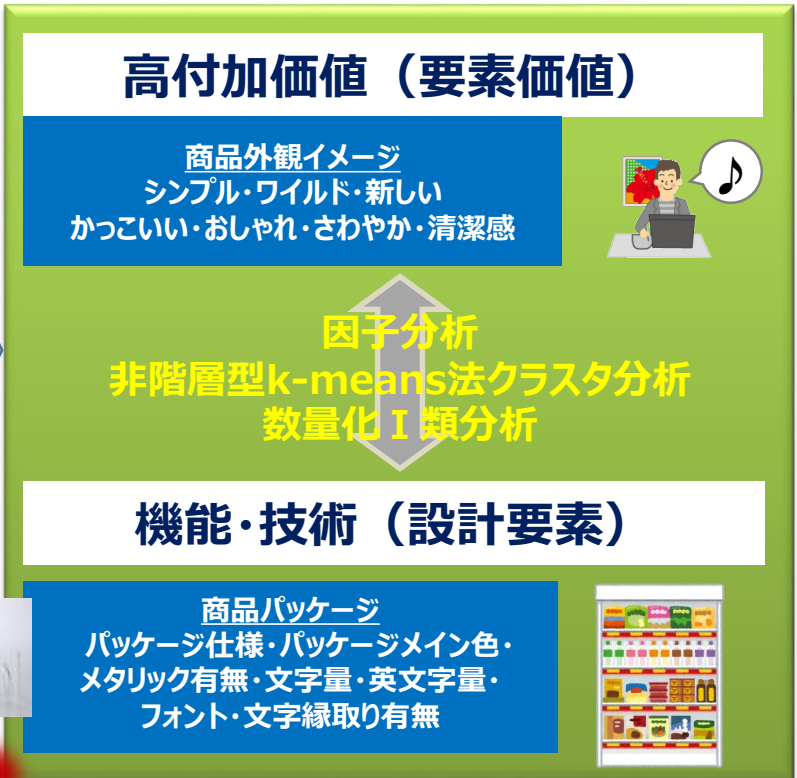
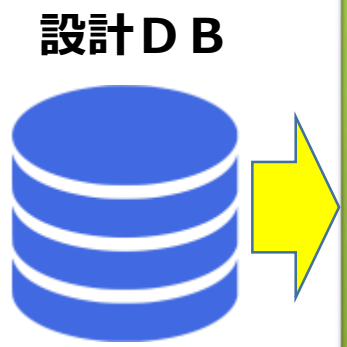
研究開発成果①：マイノリティ分析



統計解析の知識がない方も、分析プロセスのプログラム化、独自のGUI開発により、直感的に分析・可視化が可能に！

- ・試作サンプルを使って、ユーザーの好みを半自動で分析・可視化する
 - ーどんなイメージを好む人が多いのか？
 - ー「よさのポイント」はどこか？
- ・分析結果の仕様がチューニング可能で、設計ツールと連携し形状を自動リモデリング
- ・形状だけでなく、色・柄や機能・性能などの分析にも展開可能

マイノリティ分析（統計手法）

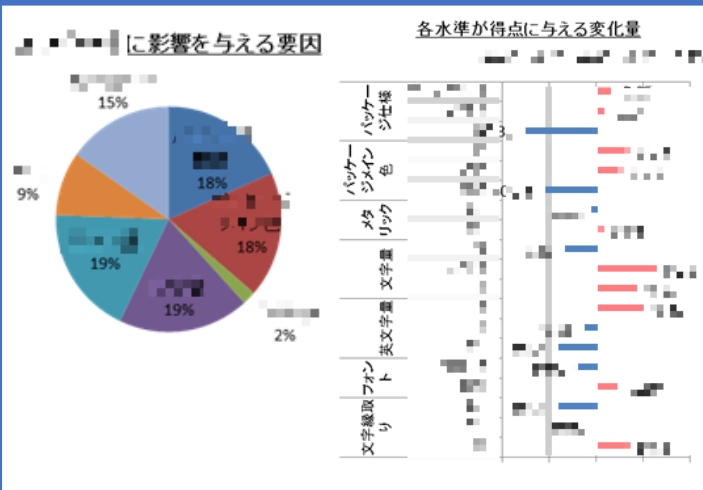
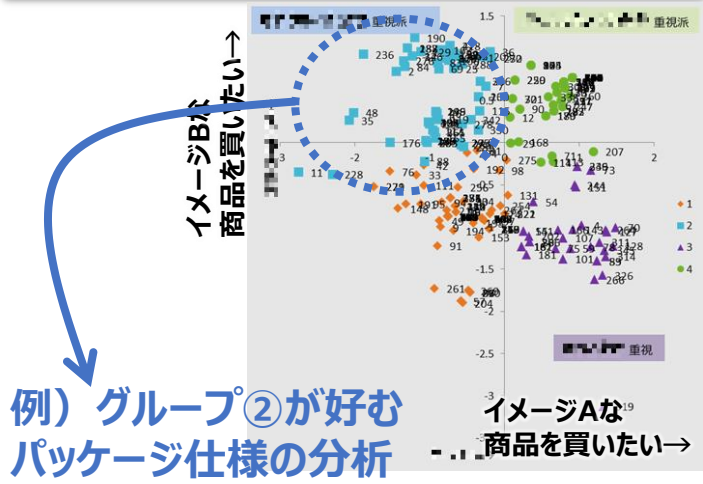


【商品イメージ】



打合せ風景（10/13）

日用品製造販売 A社
魅力的な商品パッケージの分析



出典: 本多プラス株式会社様 HPより

社会実装に向けて

高付加価値設計ツール

実施：共立電子産業
コミュニティ・ラボ/YOKOITO

共立電子産業（株）

（株）コミュニティ・ラボN5.5

●日用品の外観デザインについて、 設計ツールを使ってテストユース 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



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

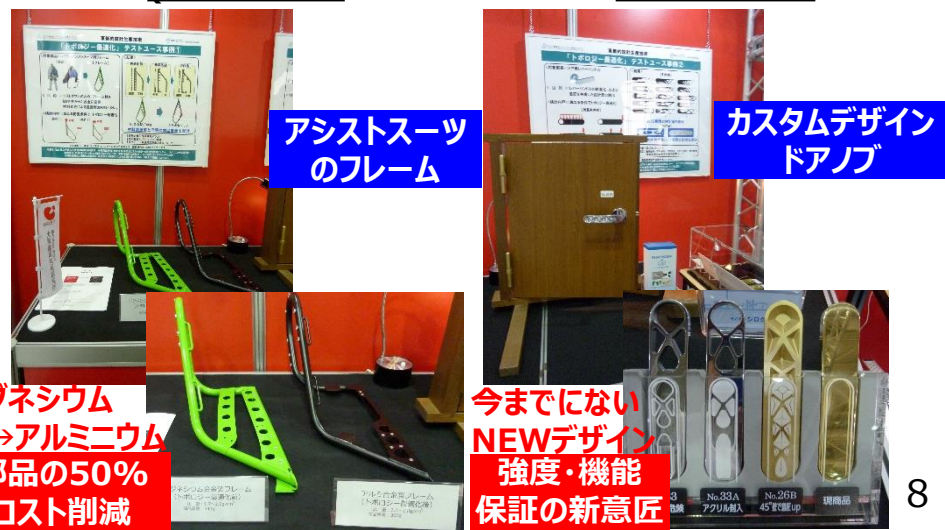
実施：大阪産業技術研究所

（株）ATOON

（株）シロクマ

●大阪産業技術研究所がトポロジ ー最適化プログラムを参画企業 に提供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
パワーアシストスーツ (株)ATOON
- ・構造最適化で機能と意匠性の両立
建築金物(ドアノブ) (株)シロクマ



今までにない
NEWデザイン
強度・機能
保証の新意匠

研究開発成果②：異方性高機能タービンブレードⅠ

異方性カスタム化

高次結晶制御

傾斜化多結晶組織

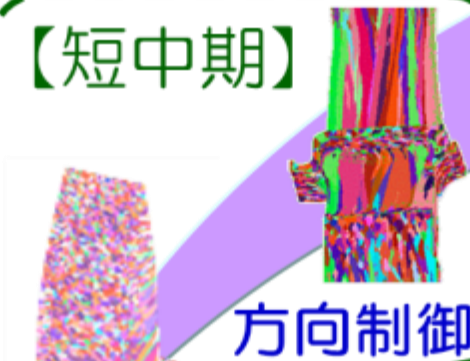
鋳造法（従来法）
では制約が多い

High

耐熱温度

Low

【短中期】



方向制御

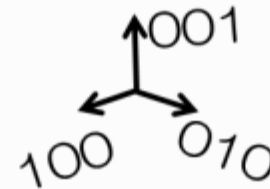
等方性

単結晶
一軸方位制御

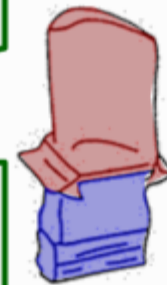
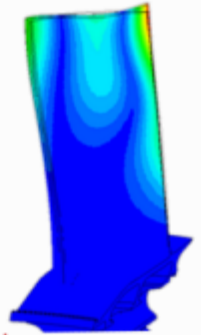
【中長期】



高次結晶制御



単結晶翼：
三軸方位制御
→ 共振回避



翼部：粗粒
（耐クリープ）

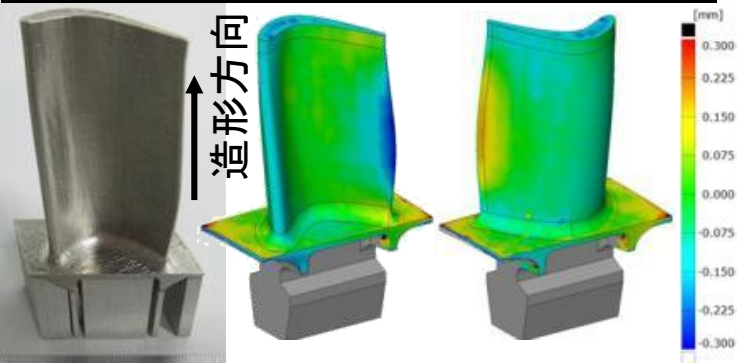
翼根部：細粒
（耐疲労）

傾斜化多結晶組織

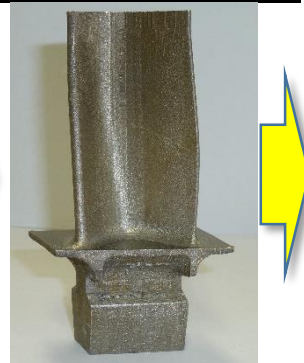
製造技術確立
→ 実機適用検証

研究開発成果②：異方性高機能タービンブレードⅡ

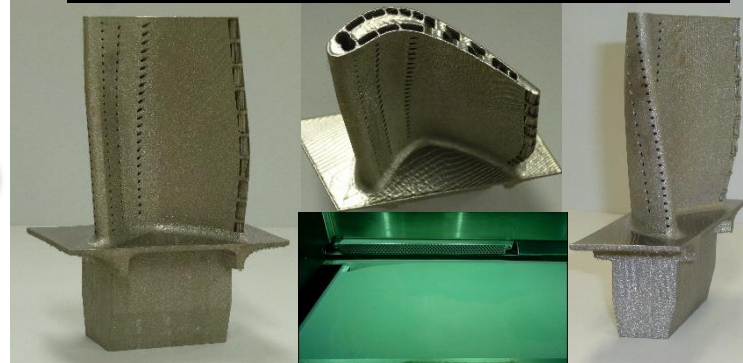
高温耐熱材料で精密鑄造品に
匹敵する造形精度を達成



異方性付与に
成功

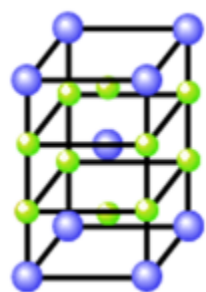


材質＋形状同時制御に
成功

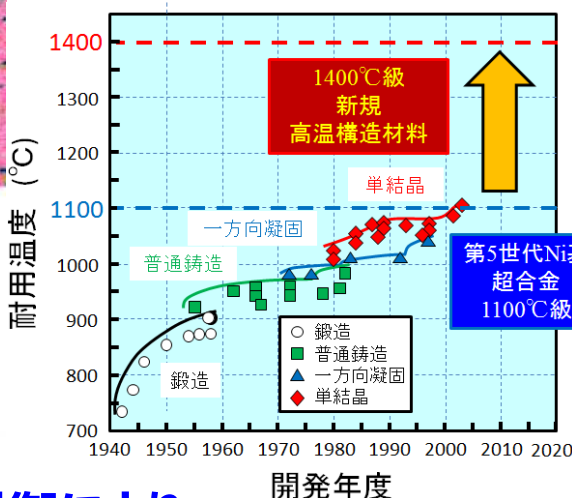
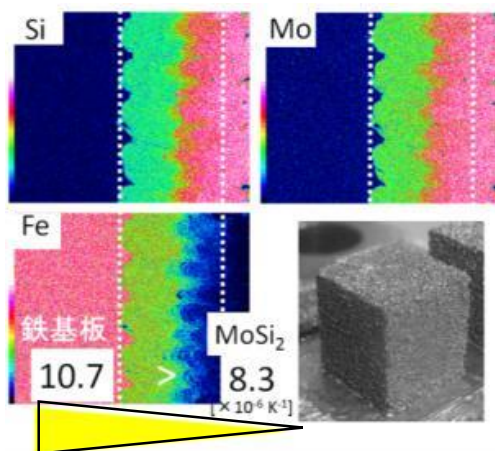


さらなる高みへ
超高融点 MoSi_2 （融点： 2030°C ）の採用に挑戦

$\text{C11}_b\text{-MoSi}_2$



熱膨張率



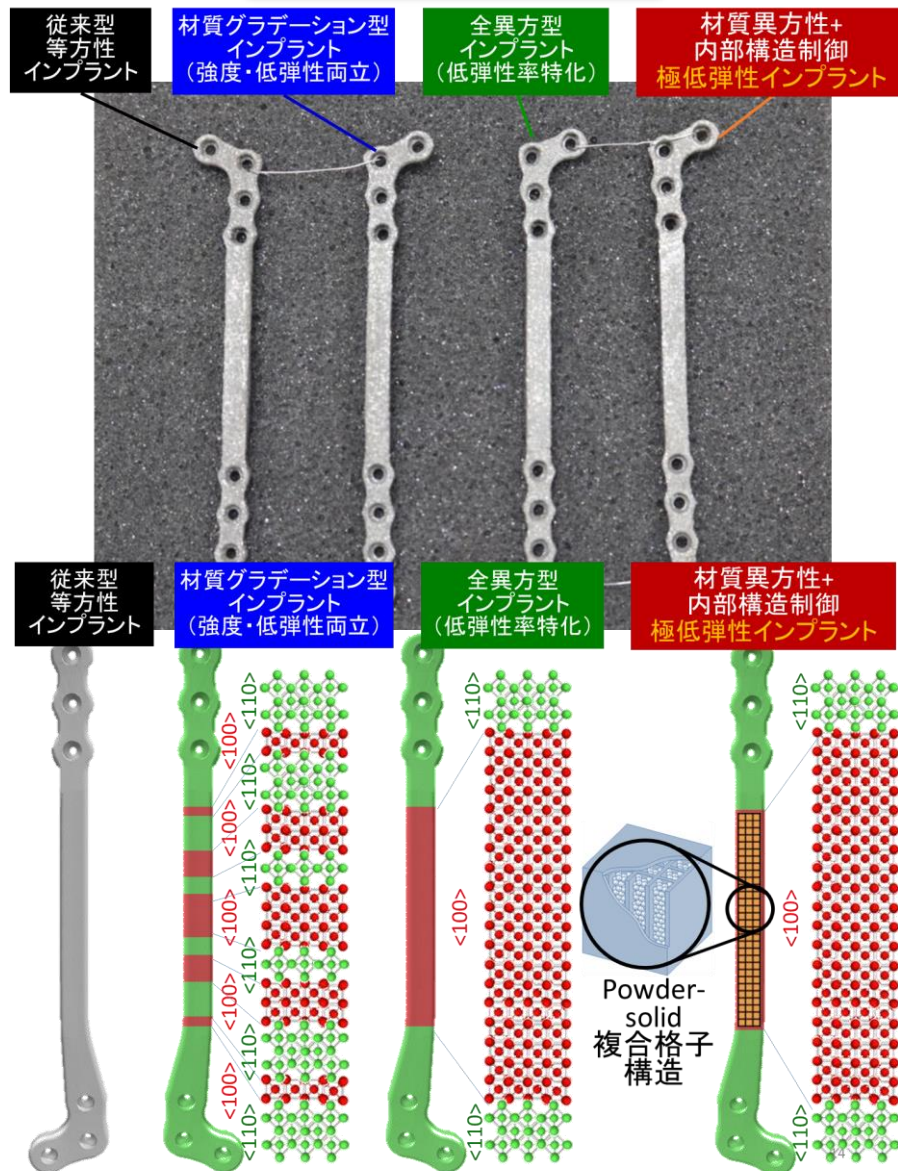
これまでに例のない、次世代超高温構造材料としての
遷移金属ダイシリサイドの
3次元形状付与、
結晶方位制御を同時達成

次世代宇宙往還機，革
新的超高温発電タービン
への適応が期待

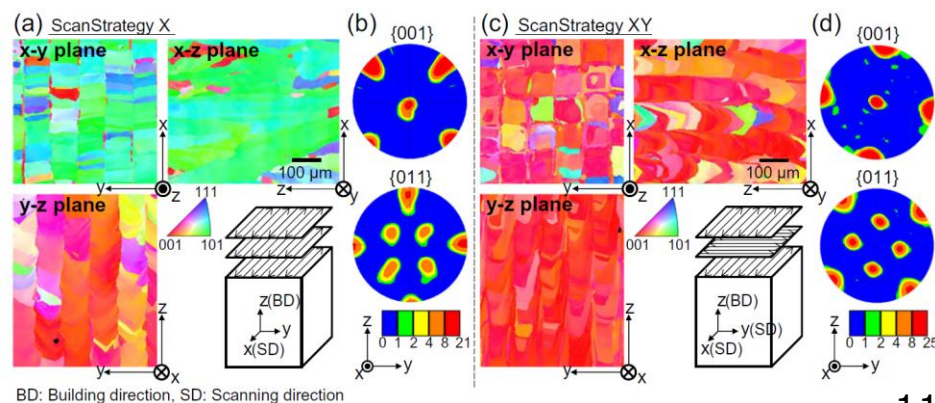
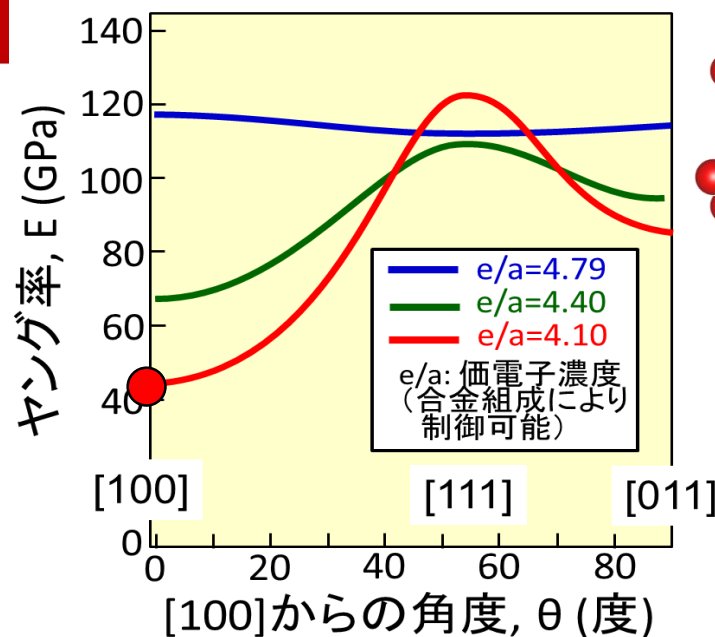
連続的熱膨張率制御により、
異方的特性を有する三次元造形に初めて成功

研究開発成果③：異方性カスタム骨インプラント I

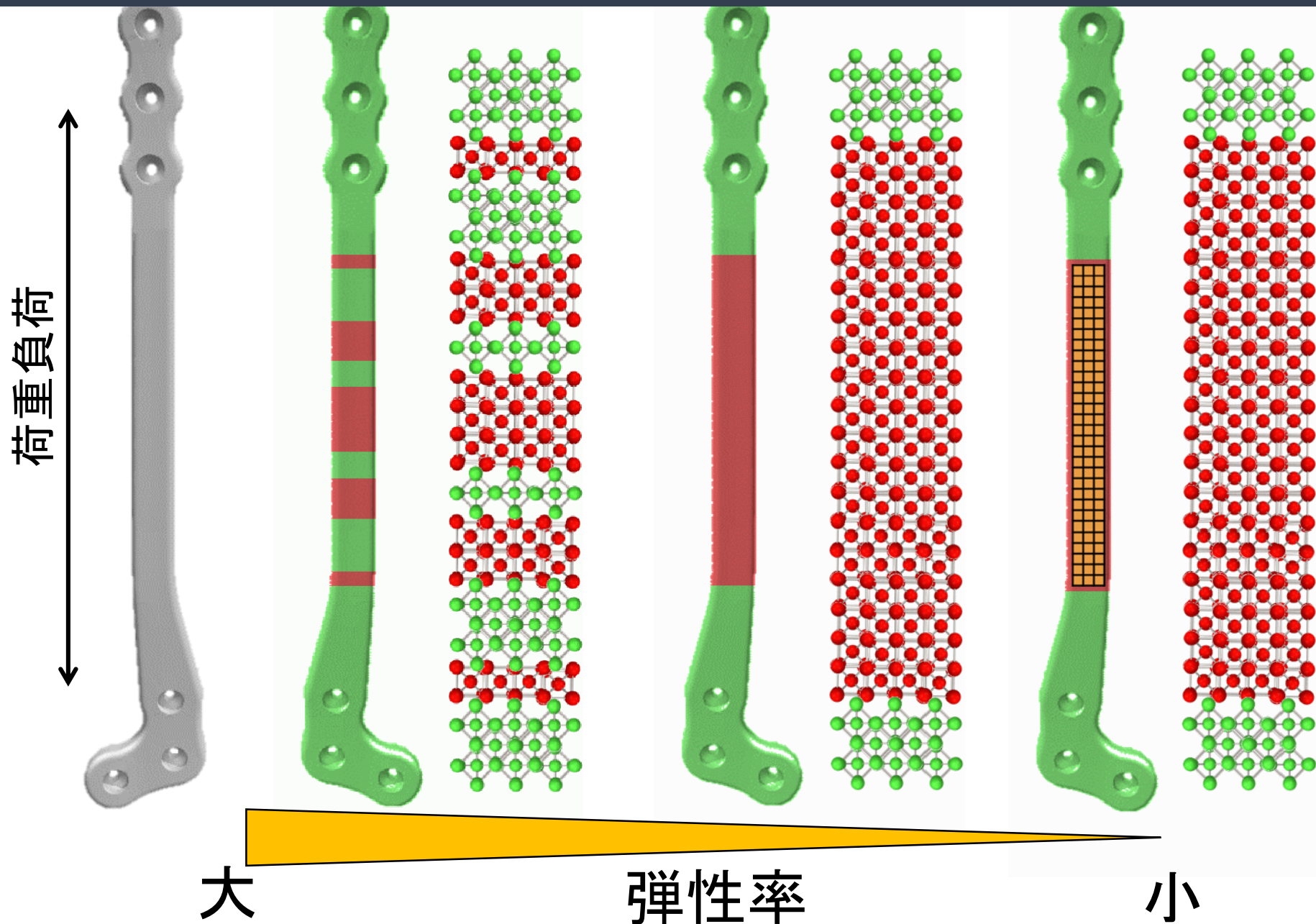
積層造形品



異方性機能



研究開発成果③：異方性カスタム骨インプラントⅡ



異方性カスタム骨インプラント

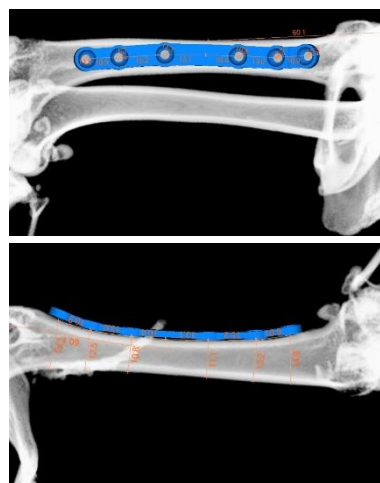
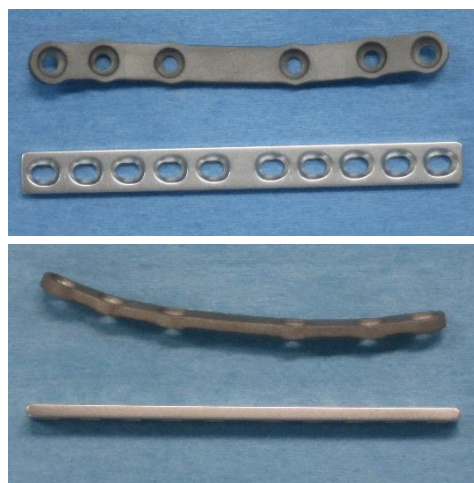
実施：先端獣医療コンソーシアム
(大阪府立大学内)

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】

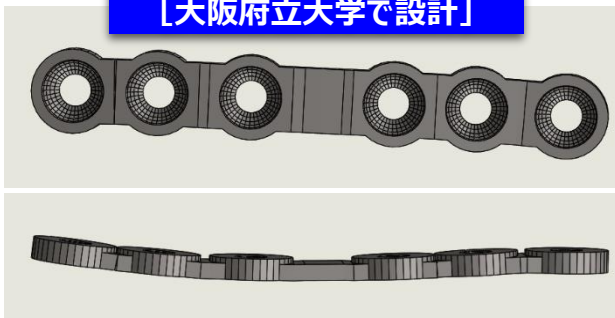
(大阪府立大学獣医学部による検証結果より)

【第2ステップ】

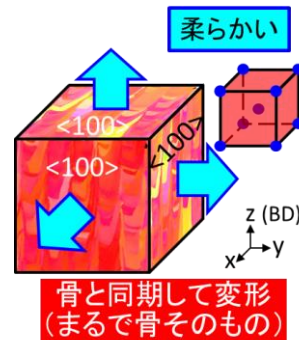
(2017年11月 実施予定)

異方性カスタム骨インプラントの開発・有効性検証

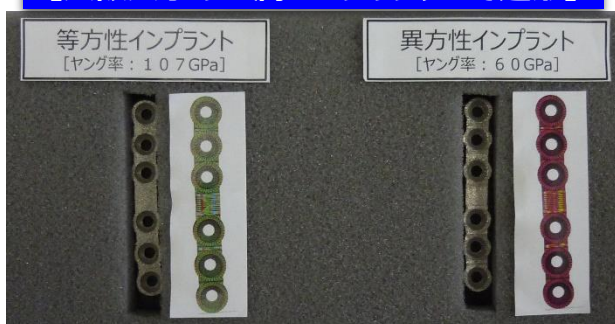
【大阪府立大学で設計】



(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

異方性カスタム骨インプラント

難疾患の動物に医療デバイス

コンソーシアム設立

大阪府立大など

大阪府立大学生命環境科学研究科の笹井和義教授や秋吉保教授らが首脳をとり、難疾患の動物に金属3Dプリンターで造形した医療デバイスを提供する「先端獣医療コンソーシアム」が12日に設立される。動物愛護に配慮しつつ、家畜や野生の難疾患の動物に適合する人工関節や、医療デバイスのIoT（モノのインターネット）を活用したトレーサビリティ（履歴管理）技術の確立を狙う。

3Dプリンター利用

獣医療分野が成長段（品化）を目指す。随に入ると想定し、新「一方野教授ら大阪府立大など」のコンソーシアム。大阪府立大では、大阪大学大学院 対しマイクロコンピュータの中野貴由教授らと大「CT」技術に基づく大阪大で手がける金属3Dプリンターで造形し、骨の欠損部や疾患した最先端医療デバイスに含み人工関節を力スを用い、大阪府立大が試験利用を重ねて製 2017年度中に1



00近くの動物病院やマイクロCTメーカーなどの機関とネットワークを構築。獣医師主の最先端医療デバイスの利用拡大につなげる。

11月に金属3Dプリンターで造形した骨プレートなど、獣医療用カスタムデバイスを大阪府立大に供給する予定。同デバイスは2年以内の実用化を目指すが、このプロジェクトは生産技術の一環。

SIP 高精細インバージョン創造プログラム 一革新的設計生産技術一 NEDO

第1回先端獣医療コンソーシアム 設立記念研究会

日時 2017年 9月29日（金）13:30-16:00

大阪府立大学りんくうキャンパス 2階 第1講義室 〒598-8531 大阪府泉佐野市りんくう往来北1-58

＊正門よりキャンパス内に入っていただき、守衛室で入構申請後、案内に従って2階にお進みください

参加費：無料

＊研究会終了後、2階カフェテリアにて懇親会（会費制）を準備しています。奮ってご参加ください。

13:30～14:00

「先端獣医療コンソーシアム設立について」

講師：笹井和美（大阪府立大学・教授）

14:00～14:50

「犬と猫に多い骨折と基礎的治療法～プレート法を中心として～」

講師：枝村一弥（日本大学・准教授）

15:00～15:30

「骨配向性と3Dプリンターによるカスタム異方性インプラントの創製」

講師：中野貴由（大阪大学・教授、大阪府立大学 客員教授）

15:30～16:00

「犬のカスタムチタンプレートを用いた骨折治療～現状と展望～」

講師：秋吉秀保（大阪府立大学・教授）

主催：先端獣医療コンソーシアム お問い合わせ先 先端獣医療コンソーシアム事務局 TEL. 072-463-5385
後援：大阪府立大学、大阪大学 異方性カスタム設計・AM研究開発センター
本コンソーシアムは戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）/革新的設計生産技術 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（管理法人：NEDO）による成果の一部をもとに設立されています。

先端獣医療コンソーシアムにおいて、設計ツールを活用した普及活動を展開

研究開発成果④：異方性カスタム冷熱デバイス

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

冷熱デバイス

2.7mm×3.0mm

厚み 1.6mm

異方性結晶

90° 方位

新LDモジュール

冷熱デバイス
内蔵

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

波及効果と出口戦略

グローバル化



事業化

関連事業
波及展開



テストユース

異方性
カスタム化



マイノリティ
分析手法

異方性
生産技術

既存事業

戦略①

動物医療
→ ヒト医療

- ※1: リビングアムニティ市場調査(リビングアムニティ協会)
- ※2: 平成26年飼育動物診療施設の開設届出状況(農水省)
- ※3: 薬事工業生産動態統計調査平成25年年報、月報(厚労省)
- ※4: 動物医療品、医療部外品及び医療機器販売高年報(農水省)
- ※5: グローバル家電市場総調査2015(富士経済)
- ※6: パナソニック既存事業より推定
- ※7: 川崎重工業既存事業より推定
- ※8: 富士キメラ総研2011,2012

ヒト用
カスタム
インプラント

600億円 ※3

動物医療
向け
CT機器

110億円
※2
※4

動物向け
見守り
システム

5億円
※2

カスタム
住宅機器

※6
1,500億円

ビル照明
システム

※6
1,000億円

動物向け
カスタムインプラント

3億円
※4

潜在市場
3-5倍

カスタム
照明

※6
30億円

潜在市場
3-5倍

※5

カスタム
デザイン家電

※1
60億円
※6

潜在市場
3-5倍

※5

LD冷却
モジュール

※8
300億円

参画
中小企業
事業

参画
中小企業
事業

輸送発電機
事業

※7
2,700億円

戦略②

単体商品
→ BtoB

戦略③

機能デバイス
→ BtoB

拡大する産官学の普及拠点



まとめ

設計技術：先行ユーザーでの事業化と阪大拠点を中心とした開発、実証拠点での導入、普及活動
生産技術：SIP内外への技術移転による実用化と金属3Dプリンター技術普及の場を構築
出口戦略：阪大AM開発センター、大阪産業技術研究所によるSIP終了時点の実用化と持続成果創出



今後の展開：高機能・高温耐熱材料創成への**異方性技術の進化**
コンソーシアムや**拠点化企業**と連携した**出口**を見据えた**製品開発**

おわり

