



積層造形技術の深化による モノづくり分野での価値創造とイノベーション創出



プロジェクト名： プロジェクト Core Industry

研究開発分野： 高効率加工・3Dプリンティング

研究リーダー： 名古屋大学 教授 小橋 眞

事業化リーダー： ティーケーエンジニアリング(株)
代表取締役社長 下村 豊

参画機関：

旭ゴム化工株式会社 旭精機工業株式会社

ティーケーエンジニアリング株式会社 トヨタ自動車株式会社

株式会社名古屋多田精機 日比野工業株式会社

株式会社前田技研 株式会社フジミインコーポレーテッド

名古屋大学 早稲田大学 あいち産業科学技術総合センター



新たな価値創造（積層造形銅合金によるマザーツール開発）

高周波焼付用誘導加熱コイルの開発

ティーケーエンジニアリング（株）

- 最終目標
- ・特殊形状熱処理用コイル 3製品
 - ・コイル寿命 15万ショット
 - ・寸法精度±0.15mm以内



高周波焼付用誘導加熱コイルの開発

旭ゴム化工（株）

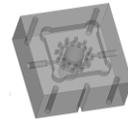
- 最終目標
- ・温度変化公差±10℃
 - ・コイル作製期間50%短縮
 - ・1年間メンテナンスフリー



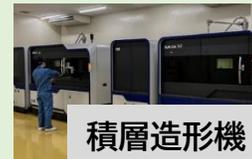
プラスチック射出成形用銅合金金型の開発（非Be系銅合金金型）

（株）名古屋多田精機

- 最終目標
- ・熱交換率 鋼材の1.2倍
 - ・成形サイクル25%短縮



事業化リーダー企業：ティーケーエンジニアリング(株) 銅合金積層造形技術（スタートアップ企業技術の活用）



積層造形機



銅合金積層造形

積層造形金型（Ⅱ期、Ⅲ期の成果の高度化）

内部冷却アルミダイカスト金型の実用化

日比野工業（株）、（株）前田技研

- 最終目標
- ・水管内壁表面粗さ Rz 20μm以下
 - ・水管内壁めっき処理 被覆率 99%以上
 - ・5%塩水浸漬試験で1週間錆びなし



超硬合金造形技術の深化と深絞りプレス金型の実用化

（株）フジインコーポレーテッド、旭精機工業（株）

- 最終目標
- ・深絞りプレス 100万ショット
 - ・実生産ラインでのインライン計測



高付加価値部材（新材料へのチャレンジ）

磁気応用製品に向けた積層造形技術の開発

旭精機工業（株）

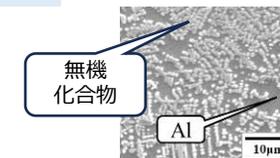
- 最終目標
- ・純鉄粉末の造形条件の把握
 - ・組織観察、物理特性把握ができる試験体造形



高強度軽量部材に向けた積層造形技術の開発

トヨタ自動車（株）

- 最終目標
- ・アルミ母材：密度99%、ヤング率2倍
 - ・鉄系母材：密度99%、ヤング率250GPa



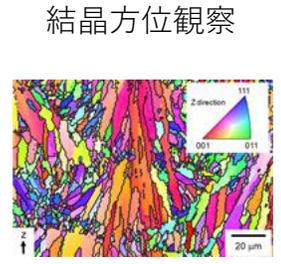
1.研究テーマの概要 (知の拠点あいち、大学の取組)

様々な条件で合金の積層造形

様々な条件で熱処理

密度測定
結晶組織観察

材料特性評価
電気伝導度etc.

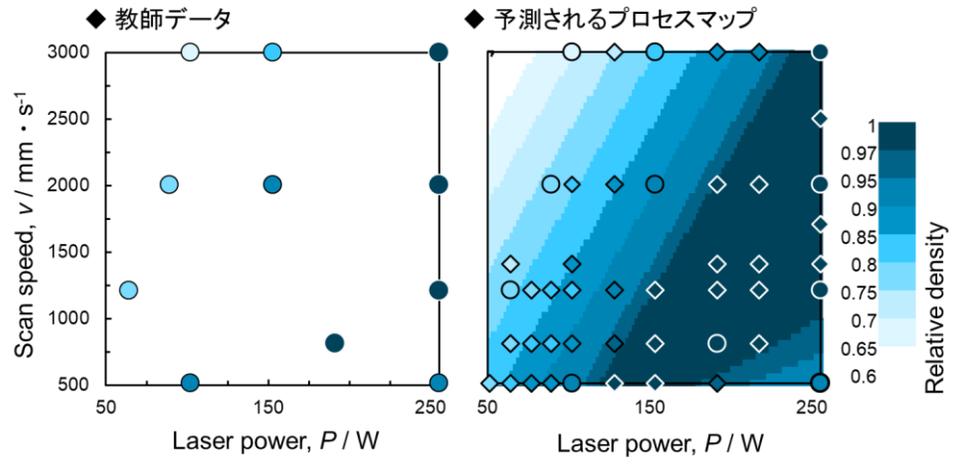


この関係の支配因子を明らかにする

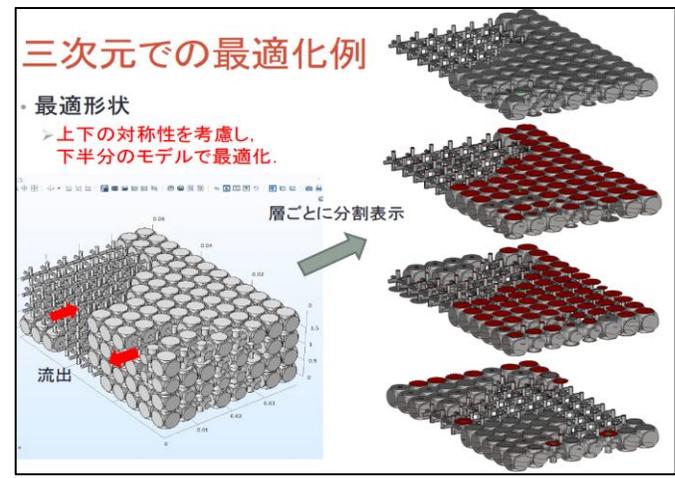
優れた製品性能を発揮するための製造条件・構造を提案する



積層造形の信頼性向上に資する科学と工学、造形技術とノウハウの構築



機械学習による積層造形高度化



トポロジー設計による最適形状

2. 研究開発の成果①

1. 新たな価値創造（スタートアップ活用テーマ：銅合金積層造形）ターゲットごとの【最終目標】

- a. 高周波焼入用コイル：① 特殊形状製品向けコイルの開発 3製品、② コイル寿命 15万ショット、③ 寸法精度 $\pm 0.15\text{mm}$ 以内
- b. 高周波焼付用コイル：① 温度変化公差 $\pm 10^\circ\text{C}$ 、② コイル作製期間 50%短縮、③ 1年間メンテナンスフリー
- c. プラスチック射出成形金型：① 熱交換率 鋼材の1.2倍、② 成形サイクル25%短縮

a. 高周波焼入用コイル	① 特殊形状製品向けコイルの開発 3製品 達成 (図1), ② コイル寿命 目標(15万ショット)を超える100万ショット達成 , ③ 造形コイル寸法精度 全てのコイルは$\pm 0.2\text{mm}$以内 (造形姿勢や変形シミュレーションで改善中) 役割：造形・品質評価(TKE), 最適形状設計(TKE, 早大), 積層銅合金材料学理・物理特性評価(名大, ACIST)
b. 高周波焼付用コイル	① 温度変化公差 評価中 , ② コイル製作期間 従来1.5ヶ月→新工法0.5ヶ月 50%以上短縮 (図2), ③ 1年間 の使用回数に相当する耐久試験で問題なし (修正等の メンテナンスフリー) 役割：電熱シミュレーション・造形(TKE), 実証試験・品質評価(旭ゴム化工)
c. プラスチック射出成形金型	① 熱交換率 鋼材の1.2倍達成 (cf. 銅合金金型は冷却時間5sで鋼製金型20sと同等温度に冷却) ② 成形サイクル 25%以上短縮 (箱形成形において成形サイクル40s→25sに短縮) 役割：造形(TKE), 後加工・検証用成形試験・耐久試験(名古屋多田精機)

銅合金の積層造形（コイル、金型）および電熱シミュレーションはTKE（株）（スタートアップ）で実施

TKE：ティーケーエンジニアリング
 ACIST：あいち産業科学技術総合センター

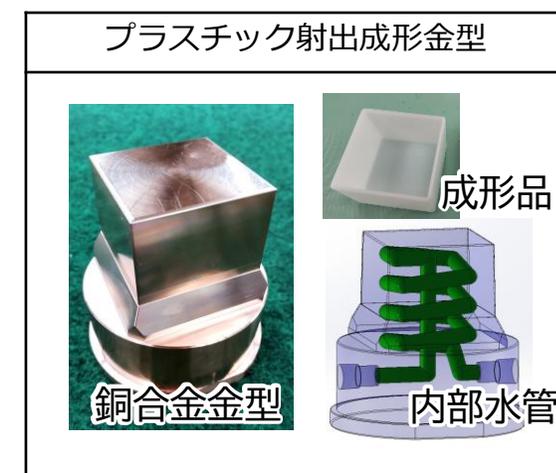
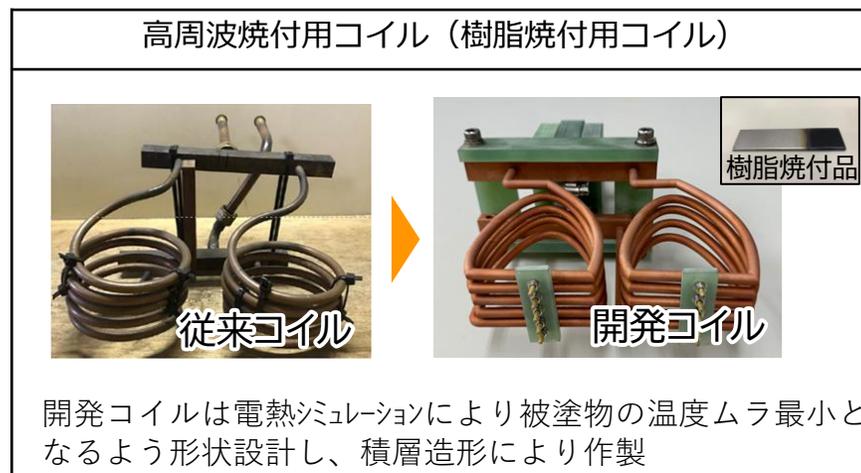
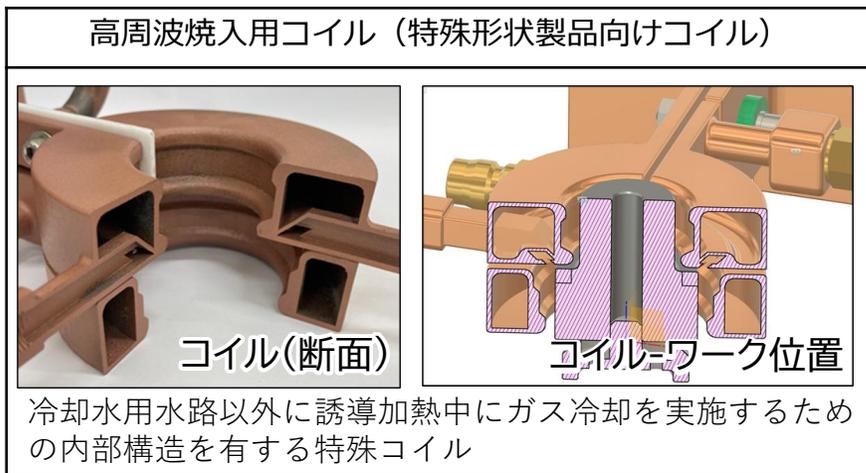


図1 開発した特殊形状部品用コイルの一例

図2 樹脂焼付用コイルの従来品と開発品

図3 成形寸法等検証用銅合金金型

2. 積層造形金型（Ⅱ期、Ⅲ期の成果の高度化）ターゲットごとの【最終目標】

- a. アルミダイカスト金型：①水管内壁研磨による表面粗さ Rz 20μm以下，②水管内壁のめっき処理 被覆率99%以上，③5%塩水浸漬 1週間錆なし，④10万ショット冷却効果の阻害なし
- b. 深絞りプレス成形金型：①深絞りプレス 100万ショット，②実生産ラインでのインライン計測，③超硬合金 硬度HRA90以上、造形誤差0.1mm以下

<p>a. アルミダイカスト金型</p>	<p>① 流体砥粒研磨により水管内壁の表面粗さRz 20μm以下達成（図4），②金型水管内壁にめっき処理 被覆率99%以上達成（図5），③5%塩水浸漬 防錆処理(めっき)により1週間錆なし達成，④鋳抜きピン（ダイカスト金型の一種）で1万ショットの冷却効果の阻害なし（他の入子金型よりも熱負荷の大きな鋳抜きピンでの評価）</p> <p>役割：金型造形・内部研磨(ACIST), めっき処理(前田技研), めっき状態観察・ダイカスト試験(日比野工業)</p>
<p>b. 深絞りプレス金型</p>	<p>① 実プロセスでの深絞り成形試験で100万ショット以上達成（図6），②インライン計測の実証試験用に取組み中，③ 積層造形超硬合金 硬度 HRA88、造形誤差0.1mm以下達成</p> <p>役割：超硬合金の積層造形・品質改善(フジインコーポレーテッド, ②フジインコーポレーテッド, 旭精機工業, 名大)</p>

アルミダイカスト金型（金型の模擬水管内壁の研磨）

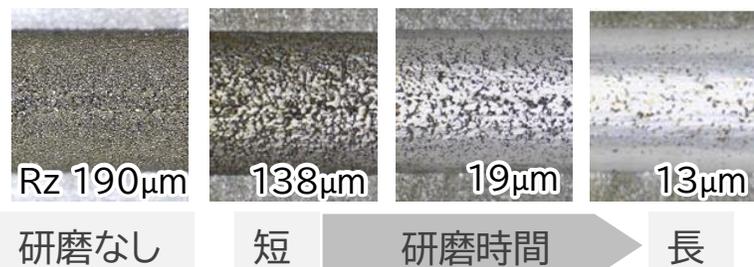


図4 流体砥粒研磨による金型水管内壁の粗さ変化

アルミダイカスト金型（鋳抜きピンの水管めっき）

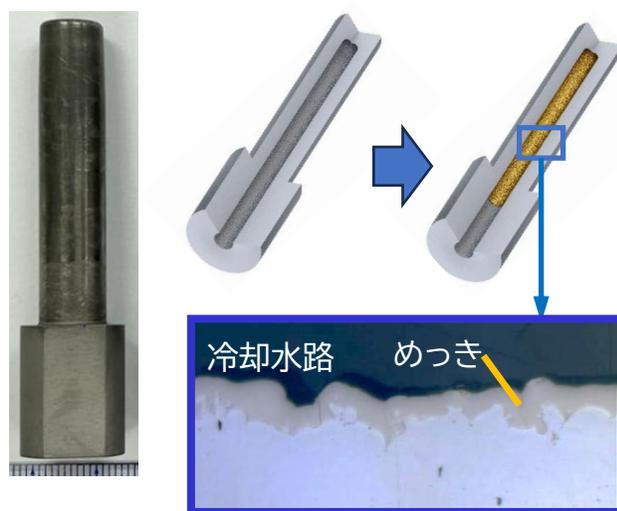


図5 鋳抜きピン外観と内部水路のめっき処理

深絞りプレス金型（超硬合金による積層造形）

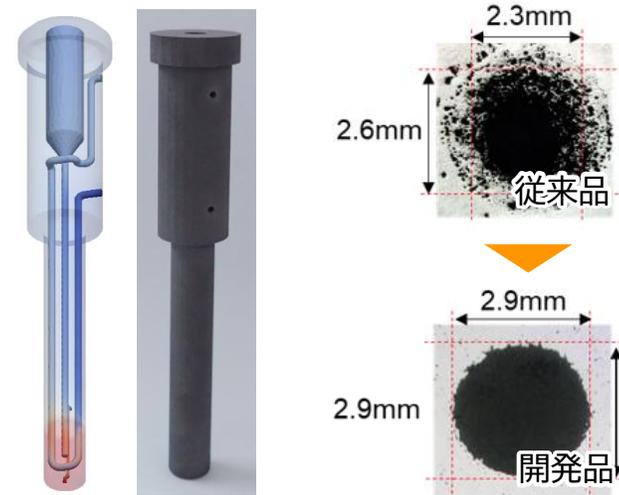


図7 超硬合金パンチと造形技術高度化

3. 用途の拡大に向けた高付加価値部材（新材料への挑戦）ターゲットごとの【最終目標】

- a. 磁気応用製品：①純鉄粉末の造形条件の把握，②機械学習用データセット収集 30セット，③内部の金属組織および物理特性把握ができる試験体造形
 b. 高強度軽量部材：①アルミ母材への適用 均一微細組織、密度99%以上、弾性率2倍以上，②鉄系母材への適用 均一微細組織、密度99%以上、弾性率250GPa超

a. 磁気応用製品	①純鉄造形物の造形条件ごとの 相対密度、保磁力を把握 達成 ，②機械学習用データセット収集 30セット達成 （図8）， ③内部の金属組織および物理特性把握ができる 試験体造形(リング形状・カップ形状) 達成 役割：造形(ACIST)，機械学習による造形条件探索(旭精機工業，名大)，金属組織・磁気特性評価(旭精機工業)
b. 高強度軽量部材	①アルミ合金＋無機複合材での積層造形 均一微細組織・密度99%以上 達成 、 弾性率最大1.7倍 （図9） ②鉄＋無機複合材での積層造形 均一微細組織・密度99%以上・弾性率250GPa 達成 役割：トヨタ自動車，名大，ACIST

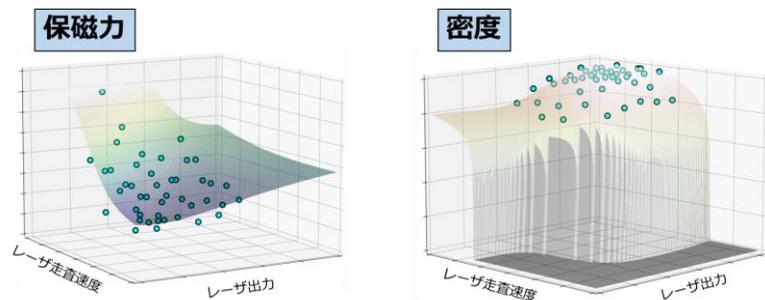


図8 機械学習による造形パラメータの探索

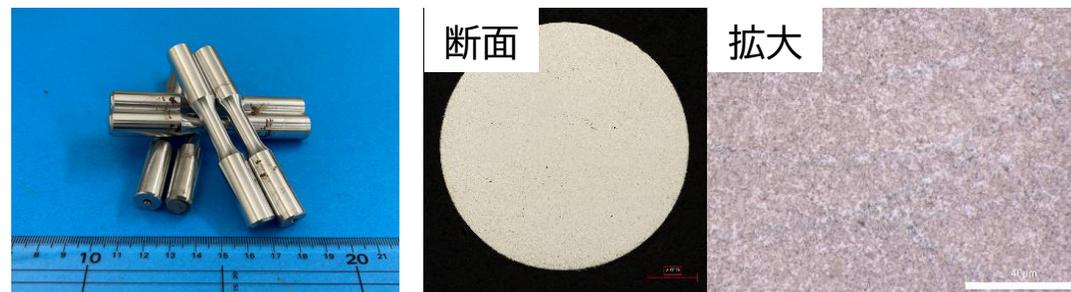
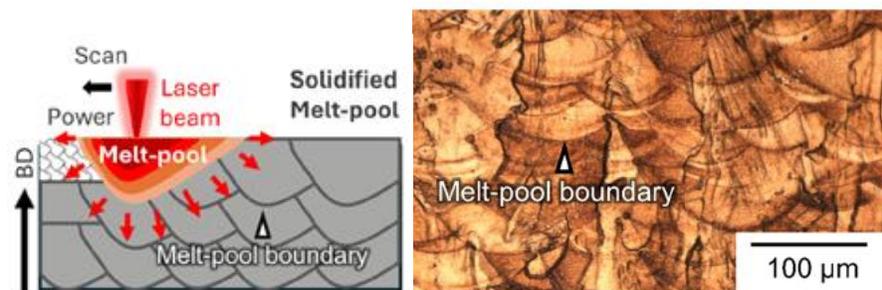


図9 アルミ合金＋無機複合材造形物の作製

4. 積層造形品の信頼性・機能性向上に資する科学と工学、造形技術とノウハウの構築

- a. 積層造形（従来と異なる製造プロセス）により生じる特異な金属組織と物性の調査
 b. 積層造形の製造の自由度を活かす高機能設計手法の開発（トポロジー最適化等）

担当：名古屋大学，早稲田大学，ACIST



Additive Manufacturing Letters 11 (2024) 100236

図10 積層銅合金の明瞭な溶融池構造の観察

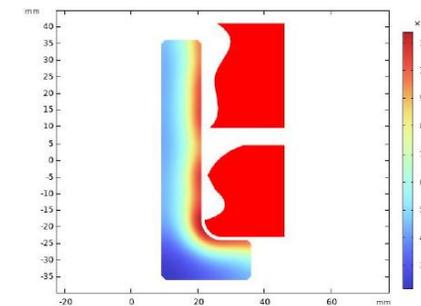


図11 高周波焼入コイルのトポロジー最適化

特許 1件

発表

投稿論文：英文（6件）、和文（1件）
学会発表：国内（9件）、国際（10件）
解説記事：和文（1件）

情報発信

セミナー等での講演 13回
展示会 5回

セミナー等の開催 2回

「3Dプリンタの特徴を活かしたCAE技術」（2023/1/13）
「金属3D積層造形とデータサイエンス」（2023/12/22）
「金属積層造形技術の最新動向と普及に向けた取組み」（2025/1/24）

研究会の開催 7回

「積層造形による素形材イノベーション研究会」（公財）科学技術交流財団（R3～R4）
「積層造形と融合技術による価値創造研究会」（公財）科学技術交流財団（R5～R6）

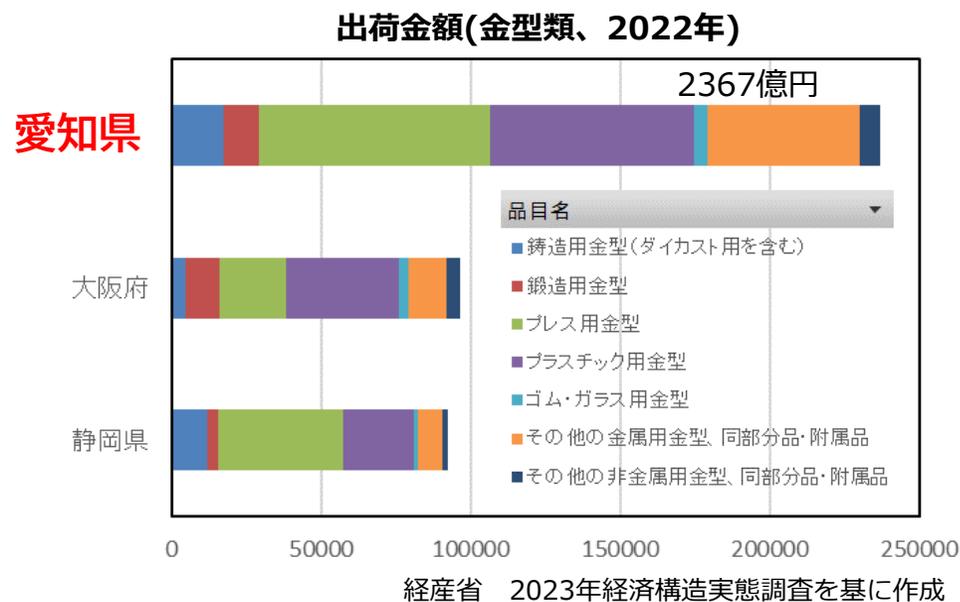
会議の開催件数

研究開発推進会議 9回
ワーキンググループ 105回
PBL活動 7回

- ・ 金型生産、金属熱処理出荷額は愛知県が全国トップクラスである。これまでより**高機能なマザーツール（金型、誘導加熱コイル）の開発・普及および新材料開発を行うことにより、生産性向上や製品の多機能化、環境対応等、県産業の競争力向上に直結する。**

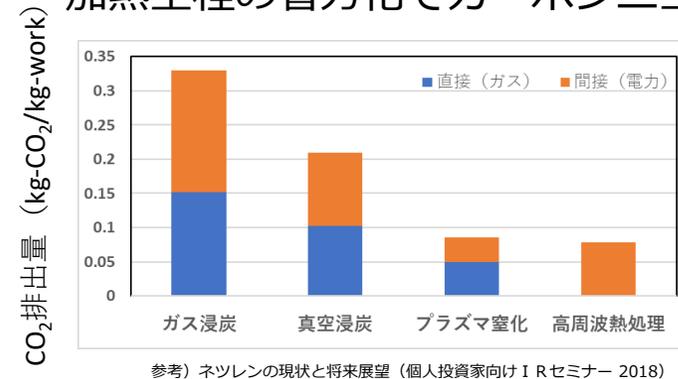
金型・熱処理コイル（=マザーツール）

金型、金属熱処理製造品出荷額は愛知県が全国トップ



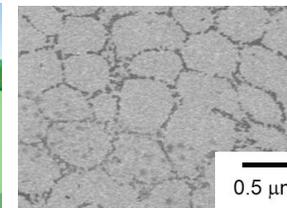
加熱工程

加熱工程の省力化でカーボンニュートラル



新材料開発

モノづくりの上流工程



価値：良い製品を速くつくる、耐久性能が高い、新しい機能、カーボンニュートラル

積層造形部材の事業化により、製品開発、製造工程への効果に加え、営業機会の拡大等にも大きく寄与

- ・高周波加熱コイルの製造期間短縮・高信頼性化による製造工程の低コスト化
- ・金型の高信頼性化・ハイサイクル化等による製造工程の低コスト化
- ・コイル、金型の最適設計による熱処理、成形の品質向上および製品（熱処理品、成形品）の数量・品目拡大
- ・迅速な試作による営業機会の拡大、機械学習による新たな積層造形部材の開発
- ・スタートアップ企業を含む積層造形関連コミュニティの形成による、迅速な課題解決と新事業への発展

売上高及び経済効果（見込み）

	令和8年3月時点	令和10年3月時点	令和12年3月時点
高周波焼入用コイル・焼入品	加熱コイルの長寿命化・最適設計・納期短縮で売上げ拡大 年間売上高 1億円	加熱コイル及びコイル以外の銅製品の受託造形で売上げ拡大 年間売上高 1億3千万円	加熱コイル及びコイル以外の銅製品の受託造形で売上げ拡大 年間売上高 1億6千万円
高周波焼付用コイル・焼付品	積層造形によるコイルの試作利用による納期短縮と原価低減 年間売上 50万円	積層造形によるコイルの量産利用による納期短縮と原価低減 年間売上 200万円	積層造形によるコイルの量産利用による納期短縮と原価低減 年間売上 400万円
プラスチック射出成形金型・成形品	高熱交換金型によるハイサイクル化に伴う使用エネルギーの低減(省エネルギー化成形) 年間売上 200万円	高熱交換金型によるハイサイクル化に伴う使用エネルギーの低減(省エネルギー化成形) 年間売上 600万円	高熱交換金型によるハイサイクル化に伴う使用エネルギーの低減(省エネルギー化成形) 年間売上 1000万円
アルミダイカスト金型・成型品	金型の長寿命化(1.5倍、10万→15万ショット)によるコスト削減 1型 経済効果 160万/年 年間売上高+3% 総額55.6億円	金型の長寿命化(1.5倍、15万ショット)によるコスト削減 3型 経済効果 500万/年 年間売上高+5% 総額56.7億円	金型の長寿命化(2倍、20万ショット)によるコスト削減 5型 経済効果 850万/年 年間売上高+10% 総額59.4億円
深絞り成形金型・成形品	積層造形による金型の量産利用による納期・コスト削減 経済効果 100万/年 インライン計測システムの販売による機器販売の年間売上高 1.5億円	積層造形による金型の量産利用による納期・コスト削減 経済効果 200万/年 インライン計測システムの販売による機器販売の年間売上高 3億円	積層造形による金型の量産利用による納期・コスト削減 経済効果 400万/年 インライン計測システムの販売による機器販売の年間売上高 5億円
磁気応用製品	実製品造形	展示会出展、適用製品の拡大検討	サンプル出荷 100個程度/年
高強度軽量部材	アルミ高剛性材の部品試作への織り込み	アルミ高剛性部品の市場投入、治具適用 鉄系高剛性材の金型への適用検討	アルミ高剛性材製治具の量産利用 鉄系高剛性材の金型 (ポンチ類) 量産利用

専門性の高い展示会・研究発表会において研究成果を発表し、事業機会の獲得や業界内での意見交換を実施

一例



2024日本ダイカスト会議・展示会(2024.11.14~16)



JD24-06

無電解Niめっきによる積層造形金型の 冷却水路内面の腐食防止

日比野工業(株) ●加藤 誠、杉山 雅浩、唐木 満尋
(株)前田技研 内海 清、白井 守美、高橋 功
あいち産業技術総合センター (工学博士)梅田 隼史、加藤 裕和、
(工学博士)加藤 正樹
科学技術交流財団 (工学博士)岩堀 弘昭

アルミダイカスト金型の冷却水路内面は腐食しやすい。この冷却水路内面の錆やスケールは冷却効率を低下させるだけではなく、腐食疲労破壊による金型割れや水漏れの原因となる。特に、複雑な3次元冷却構造を有する選択的レーザー溶融法で作製した積層金型では冷却流路内面の粗さが大きくなるため、冷却流路内面の最適化とその維持管理がより重要となる。本開発では、ダイカスト金型の冷却水路内面の腐食を防止するため、無電解Niめっきの防錆効果に着目し、冷却水路内面の粗さと無電解Niめっきの皮膜形成挙動を調べるとともに実用アルミダイカスト鑄造を行い、Niめっきの効果を明らかにした。

➤ 2025.1.29~1.31には国内最大級の3Dプリンティング・AM技術の総合展「TCT Japan 2025」に成果品出展

新産業創出、産業競争力強化、AI人材育成、ゼロカーボン技術で貢献

本プロジェクト終了時に想定する貢献

Ⅱ期、Ⅲ期の成果の高度化に加え、スタートアップ企業との連携による地域産業の共通課題の解決

- ① 積層造形技術・材料開発・解析技術の高度化による誘導加熱の実現（ゼロカーボン加熱技術）
↑Ⅱ・Ⅲ期成果活用新テーマ
- ② 積層造形プロセスの特徴を利用した新材料創製（複合材料、磁性材料）←Ⅱ・Ⅲ期基礎研究継続
- ③ 実証実験による量産化技術確立（ダイカスト材、射出成形材）←Ⅲ期実証試験成果活用
- ④ 次世代高度ものづくり人材の輩出（CAE, AIの問題解決型学習）とアウトリーチ活動による成果普及
←Ⅲ期取り組みの拡張とリニューアル

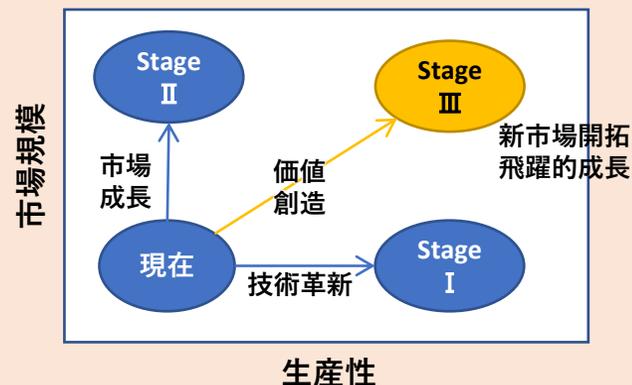
--- 目標 ---

- ✓ 銅合金積層造形を応用したゼロカーボン加熱技術
- ✓ プレス金型・ダイカスト金型の量産化
- ✓ 複合材料・磁性材料の積層造形技術開発
- ✓ 実践的取組(PBL)によるAI人材の輩出

○新産業の創出（イノベーション）
○AI人材育成

5～10年後に想定する貢献

素形材産業を始めとする県内産業にSDGs, ゼロカーボンなど新しい価値と新しい市場をもたらす



- ① 成熟している構造へのデジタル導入によるイノベーション創出
- ② 価値創造による新市場開拓と産業の活性化
- ③ 人材育成アウトリーチ活動による実践型AI人材の増加と活躍

--- 豊富 ---

- ✓ (技術×人材)で新しい社会ニーズに対応するイノベーションを創出する基盤の創出
- ✓ AI人材の社内育成システムを構築

○既存製品の価値・生産性向上（飛躍的成長）
...を目指します！

地域産業におけるイノベーション創出に向けた即効的な取組を実施

- ・ Pr.で得た新たな知識を元に、企業変革にチャレンジする人材の育成
- ・ 積層造形技術、AI等の活用を可能とするリカレント教育プログラムの実施

積層造形プロセスを基盤としてIoT、AI、MIを横断的に駆使できる新たな人材の育成

- ・ OJTによる企業人材の育成

参画企業での電磁気シミュレーション、AI活用等の実践

OJT: On-the-Job Training
 IoT: Internet of Things
 AI : Artificial Intelligence
 MI : Materials Informatics

地域産学行政の連携を通じた産業人材の育成

- ・ 「積層造形による素形材イノベーション研究会」 (公財) 科学技術交流財団 (R3~R4年度)
 - ・ 「積層造形と融合技術による価値創造研究会」 (公財) 科学技術交流財団 (R5~R6年度)
- 共通課題に関する情報交換、国内外の最新動向の紹介等

- ・ 「企業のAI実装を拓くPBL」

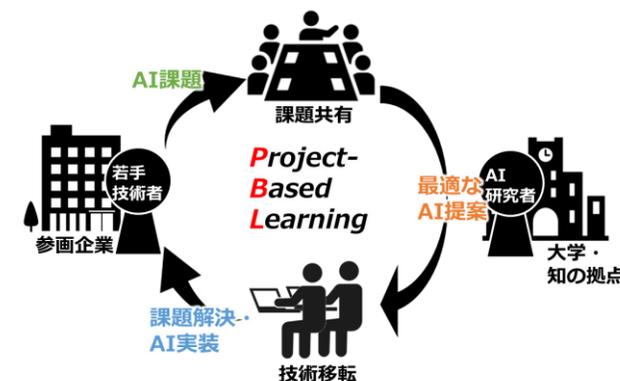
Pr.参画企業若手メンバー・大学院生による**問題解決型AI人材養成**を実施



- ・ 公開型のAI普及セミナーを開催

「金属3D積層造形とデータサイエンス」(2023.12.22)

- ・ 本プロジェクト参画大学・企業間でのインターンシップ



PBL:Project-Based Learning
 (問題解決型学習)