

## 研究テーマ 高出力小型関節機構の研究

所属 工学部

教授 木田 勝之

<https://researchmap.jp/read0185111>



|       |                       |
|-------|-----------------------|
| 研究分野  | トライボロジー、材料力学          |
| キーワード | トライボロジー、き裂、軸受、寿命、強度評価 |

研究室URL <http://enghp.eng.u-toyama.ac.jp/labs/me01/>



### 研究の背景および目的

機械要素はいろいろな環境で使用されるため、仕様環境に合わせた信頼性を評価する研究が重要です。当研究室は金属疲労やトライボロジーの観点からこの研究を行っています。特に、特殊鋼から最先端のセラミックス、スーパーエンブラまでの幅広い材料に対して発生する破壊現象を研究するため、基礎から最新の技術を用いていることが特徴です。実験装置は疲労試験機や磁場顕微鏡の開発から特許の取得を通しての実用化までの上流から下流まですべての範囲に対して幅広い基礎的強度評価を行っています。この機構では、これまでの複数工程を新しく一体加工に集約化するため、ゆるみの発生をなくしました。これにより、装置の高精度化・高強度化を達成し、高出力化に成功しました。



### ■ おもな研究内容

ロボット用動力伝達装置に限らず、制約の多い環境では、高出力・高精度・軽量化が求められています。これまでの機構では、その重さと出力のバランスにより、出力には限界がありました。本研究では、波動歯車による高強度・高精度・軽量化をチタン・プラスチックで達成する多軸駆動機構を開発しました。この駆動機構は複雑な多軸制御関節を実現することも可能なため、従来に比べ、より複雑な自動製造システムやロボットにも適用可能です。



小型独立関節の構造



小型独立関節のモデル機

### 期待される効果・応用分野

特徴は、従来の鉄鋼材料・アルミ材料に変わるチタンを加工するため、CAD/CAMを導入して、ピン根元における応力集中が緩和されるように、設計されていることです。

- ・簡単なリンク機構を用いたシステムにより、関節の小型化が可能です。
  - ・制御ノウハウを有する企業ともコラボレーション可能です。
  - ・仕様・研究する際には、加工方法を有する企業も紹介します。
- 介護装置などで必要とされる高出力・低速度等の特徴があります。
- ・安全設計が必要とされる稼働環境での活用が可能です。

### ■ 共同研究・特許など

3件の戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）による成果の活用：①高周波加熱によるシャフトの高強度化熱処理法の開発、②位置決め装置用低発塵プロセッシングプラスチック軸受の開発、③波動歯車装置（ハーモニックドライブ）を使ったロボット用小型独立関節機構の軽量高強度化技術の開発の研究。すべての研究で複数の特許を有しています。また、上記の他に、非破壊検査技術、疲労試験システムに関する特許を基礎に、応用研究も行っています。

富山大学研究者プロフィールPure URL : <https://u-toyama.elsevierpure.com/ja/persons/>



# 研究テーマ 磁気機能性流体を用いた磁気支持式3D光造形技術

所属 学術研究部工学系

教授 大路貴久

<https://researchmap.jp/read0109073>



|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 研究分野  | 電磁力応用, 磁気応用, 加工プロセス       |
| キーワード | 磁気浮上, 磁性光硬化樹脂液, AM技術, 光造形 |

研究室URL <http://kiki.eng.u-toyama.ac.jp/>

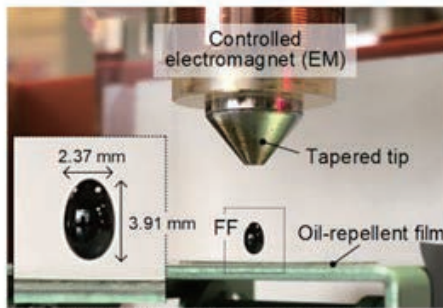


## 研究の背景および目的

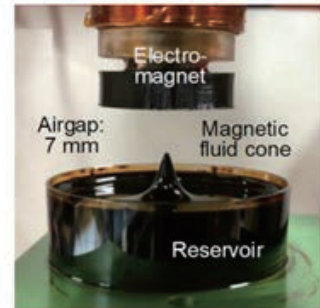
吸引式磁気浮上技術における被浮上物体は一般に固体で構成される。我々のグループでは磁性流体液滴を簡便なシステムで非接触磁気浮上させることに成功している。産業利用の一例として「磁気支持状態を利用した3D光造形」を提案し、「磁性光硬化樹脂液材料の作製」、「レーザ光源部, 磁気支持部, 3D走査部の設計開発」、「光出力制御, 3D造形制御」の3要素を結合させたシステムとして研究開発を遂行している。



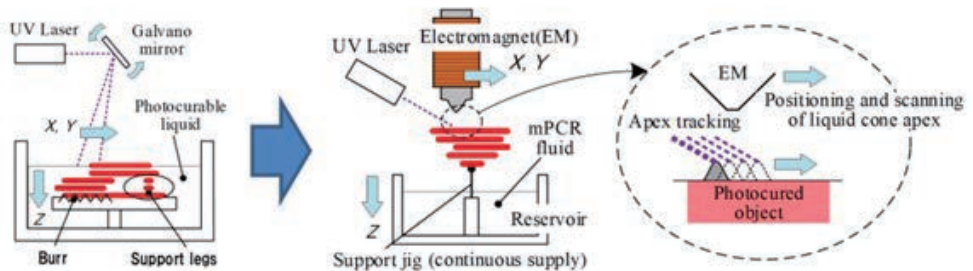
## ■ 主な研究内容



磁性流体液滴の磁気浮上(室温, 大気中)



磁性流体液錐の頂点位置決め制御



従来のSLAから、バリやサポート脚を極力まで減らすことができる「磁気支持式三次元光造形システム」の開発へ

## 期待される効果・応用分野

造形材料を磁気支持しつつ物体を光造形する技術であり、一般的な3Dプリンティングの際に生じるサポート材の無駄が解消される。

応用分野：AM製造技術

## ■ 共同研究・特許など

学術的研究を産業利用に結び付ける一つの例であり、これに限らず磁気機能性流体の磁気浮上技術を新応用技術に展開したい。

富山大学研究者プロフィールPure URL : <https://u-toyama.elsevierpure.com/ja/persons/>



# 研究テーマ 樹脂表面の鋼球、凝着力、水滴、吸着力の関連性研究

所属 工学部

教授 小熊規泰

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| 研究分野  | トライボロジー                     |
| キーワード | 無潤滑、すべり摩擦、摩擦係数、凝着力、吸着力、分子間力 |

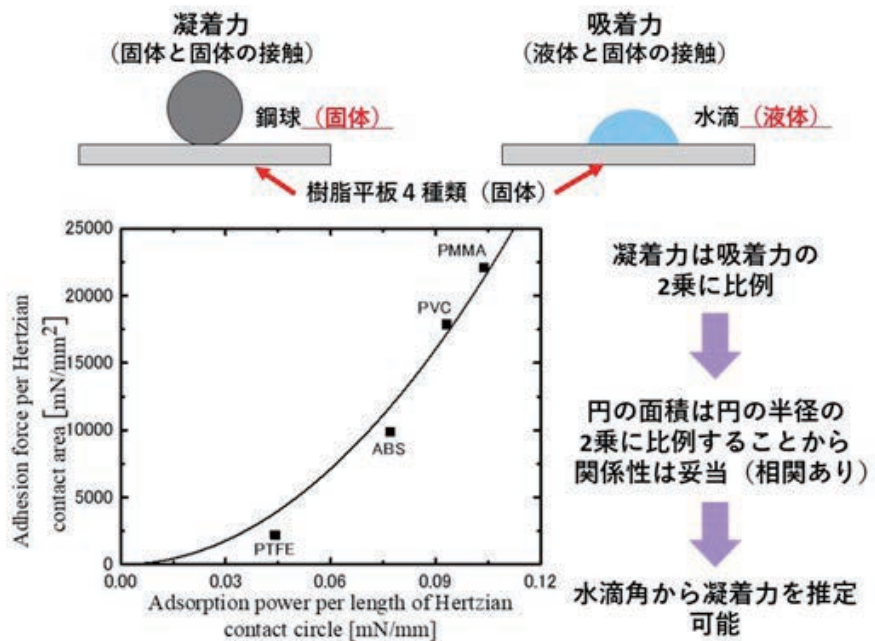
研究室URL

## 研究の背景および目的

ウェアラブルなアクティブ回転型の極軽量軸受の開発を目的とし、無潤滑下における摩擦抵抗の低減のための構造と材料の選定を検討した。中でも、起動トルクの低減が最も課題であり、樹脂平板と鋼球のすべり接触における最大摩擦係数を傾斜法実験によって把握した。実験の結果、どの樹脂材料においても垂直荷重が小さくなるほど最大摩擦係数は上昇する傾向を示した。この現象は、接触面積に依存して変化する凝着力の影響が軽荷重ほど顕著に現れるためと推定される。



## ■ 主な研究内容



## 期待される効果・応用分野

固体接触時の凝着力を傾斜法実験で求めることは実験環境の制御も考慮すると多大な労力を費やす。そこで、固体と液体の吸着力を測定し、凝着力と吸着力の関連性を明示した。これにより、種々の樹脂材料と鋼球とのすべり接触における最大摩擦係数を簡単に推定できる手法を確立した。

## ■ 共同研究・特許など

摩擦・摩耗・潤滑に関連する諸課題（計測方法、評価方法、低減策、メンテナンスなど）のご相談に対応します。



# 研究テーマ 3Dプリンタ造形物の設計指針に関する研究

所属 大学院理工学研究部（工学）

准教授 増田健一

|       |                |
|-------|----------------|
| 研究分野  | 材料力学 破壊力学 強度設計 |
| キーワード | 軽量化 高剛性 FEM    |

研究室URL

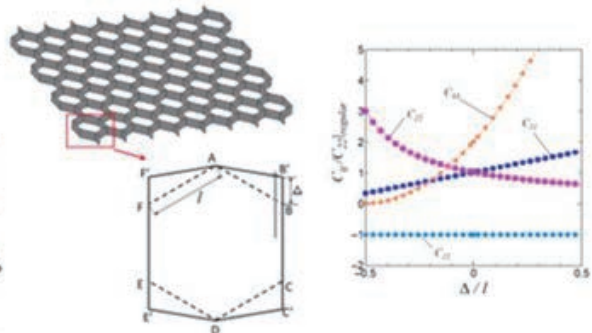
## 研究の背景および目的

近年、3D積層造形は、従来の工程では製造が困難であった複雑な形状の製品の造形や、複数の部品の一体造形が可能なることから注目を集め、産業界に普及している。しかし、実際に造形された部品には欠陥が生じたり、設計図との寸法の違いが生じたりする問題点がある。設計図面通りの強度解析によるCAEではなく、3D積層造形におけるプロセスパラメータや形状不良を考慮したCAEが可能になれば、3Dプリンタによるものづくりに大きく貢献できる。

### ■ おもな研究内容

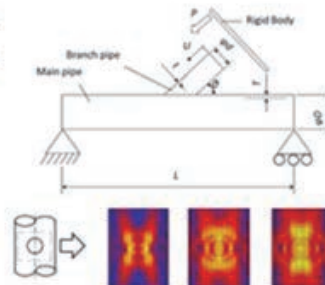
#### ● 力学的特性の予測

軽くて丈夫に求められる性能を満たすため、種々の3D積層造形物の強度特性の把握、および形状最適化を目指す。例えば、セル構造体の幾何的なパラメータに対応する等価弾性係数に関して、3Dプリンタにより生成された形状不良を考慮した幾何モデルを用いて、確率的FEMシミュレーションを行うことで力学的特性の予測を目指す。



#### ● 接合部の強度特性・疲労特性

構造物の破壊箇所の多くは接合部で発生する。そのため、3Dプリンタにより生成された構造物の接合部の強度特性・疲労特性を把握することで接合部の設計指針提案を目指す。



#### ● 3Dプリンタ造形物のリアルタイム設計指針の提案

上記検討をデータベース化することで、設計段階で3D積層造形におけるプロセスパラメータや形状不良を考慮したCAEを目指す。

## 期待される効果・応用分野

1. 3Dプリンタのさらなる普及、ものづくりに貢献できる。
2. 生産性やコスト削減に寄与するだけでなく、設計の自由度が広がる。
3. 種々の構造物の軽量化は環境負荷軽減に貢献できる。

### ■ 共同研究・特許など

7000系アルミニウム合金押出ダイスに関する研究  
仮設足場の軽量化に関する研究



# 研究テーマ 焼入れ方法と強度の研究

所属 工学部

准教授 溝部浩志郎  
<https://researchmap.jp/kmizobe>



|       |                              |
|-------|------------------------------|
| 研究分野  | 破壊力学、トライボロジー                 |
| キーワード | 転がり疲労、熱処理、疲労破壊、高周波焼入れ、繰返し焼入れ |

研究室URL <http://enghp.eng.u-toyama.ac.jp/labs/me01/>



## 研究の背景および目的

### 研究概要

熱処理による硬さの向上は鋼を工業環境で使用の際に大きな役割を果たす。しかし、現在使用されているバッチ炉による焼入れは、高コストかつ高環境負荷である上、様々な要因による焼入れ不良によって生産された不良品を再利用することができない。本研究では申請者の得意とする繰返し焼入れの手法を応用し、**高周波焼入れによる不良品への追加焼入れ方法を開発**する。これにより、熱処理の高コスト化の要因となっていた検査不合格品を再利用することができるようになる。



### 焼入れ不良による高コスト化と不良品の再利用ができない現状

#### 鋼の焼入れ設備



産業界では鋼に対して高い硬さを保つことが求められている。「焼入れ」は高い硬さを維持するために重要な役割を果たす。この手法は鋼を800度以上の高温まで加熱した後に油や水で急冷するため、**高額の燃料費と大規模な設備が必要**であり、環境負荷が高い。そのため、焼入れ後検査により硬さ不足などで不良品が発生すると、生産コストや環境負荷への影響が大きい。しかも、**一度焼入れされた材料に対して再度焼入れが不可**とされることが多い。これは、この再度焼入れに対する知見が不足しているためである。これは、焼入れにかかるコストを考える上で大きな損失である。



## ■ 主な研究内容

### 追加焼入れ方法の開発

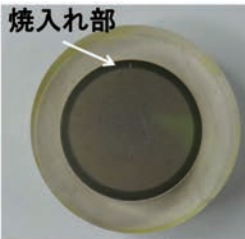
#### 繰返し焼入れと高周波熱処理

本シーズでは我々が得意とする繰返し焼入れによる強化を応用し、焼入れされた試験片に対して**高周波加熱により追加焼入れを行う**ことで、焼入れ不良品の再利用方法を開発する。

高周波焼入れは一般的なバッチ炉による焼入れと異なり、高速かつ低コストで必要部分のみ硬さ向上が可能である。そのため、一部のみの焼入れ不良などに対応する方法として適している。

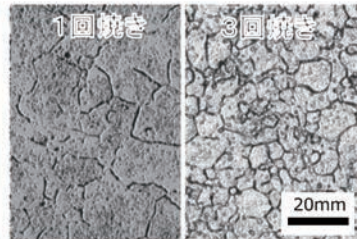


高周波コイルによる焼入れ



焼入れ部

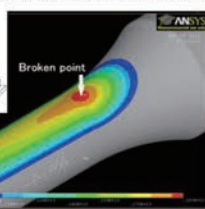
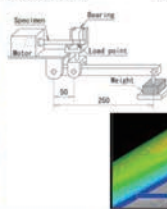
高周波焼入れによる部分焼入れ



1回焼き

3回焼き

繰返し焼入れによる材料組織の微細化



#### 研究の目標

追加焼入れによる材料組織の変化と疲労強度  
高炭素クロム軸受鋼に対して高周波加熱による追加焼入れを行い以下のような研究を行っている。

- ・エッチングによる材料組織の観察
- ・硬さ分布の測定による高周波焼入れの影響
- ・**回転曲げ疲労試験による追加焼入れ部の疲労強度の測定**

## 期待される効果・応用分野

機械構造物の作製全般、特に機械部品製造など

■ 共同研究・開発実績、特許など 国内多数の企業との共同研究、特許取得をしています。

富山大学研究者プロフィールPure URL : <https://u-toyama.elsevierpure.com/ja/persons/>



# 研究テーマ 軽金属材料の熱間塑性加工の高生産性の実現

所属 学術研究部工学系

助教 船塚達也

<https://researchmap.jp/funazuka-tatsuya>



|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| 研究分野  | 塑性加工, アルミニウム合金, マグネシウム合金, トライボロジー   |
| キーワード | 押し出し加工, アルミニウム合金, マグネシウム合金, トライボロジー |

研究室URL <http://enghp.eng.u-toyama.ac.jp/labs/me03/>



## 研究の背景および目的

アルミニウム (Al) 合金やマグネシウム (Mg) 合金は輸送機器や航空宇宙分野で軽量化を目的に多種多様な製品に使用されている。高生産性の実現には割れやむしれなどの製品表面欠陥や金型寿命などの問題によって加工限界が制限されている。それらの欠陥は工具-材料界面でのトライボロジーの影響も大きく、押し出し加工や鍛造加工を対象とした熱間塑性加工用の摩擦試験も必要不可欠である。それらを通して、Al合金およびMg合金の熱間塑性加工の生産性の向上を実現する。



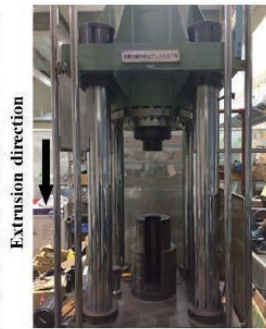
## ■ 主な研究内容

富山大学機能材料加工学講座では国内の研究機関では最大級の**400トン直間複動押し出しプレス機**、**400トン縦型プレス機**をはじめ、**200トン横型押し出しプレス機**、**100トン縦型プレス機**などの様々なプレス機を保有しており、実装業に近い状況下での押し出し加工および鍛造加工の研究が可能である。また、**3トンの卓上マイクロ押し出し装置**も保有しており、微細部品のマイクロ押し出し加工も行っている。

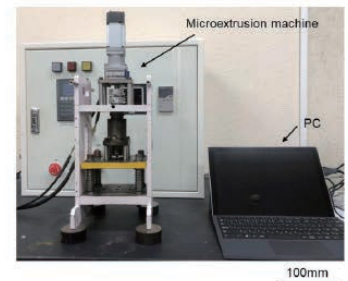
**マイクロ～マクロ、直接・間接などすべての押し出し加工ができる。**



400トン直間複動横型押し出しプレス機



400トン縦型油圧プレス機



3トンマイクロ押し出し  
プレス機

## 期待される効果・応用分野

- ・ Alチップ廃材の押し出し加工を用いた直接リサイクル
- ・ A7075合金 (超々ジュラルミン)などの高強度Al材料の高生産性の実現
- ・ AlおよびMgのマイクロ押し出しによる微細部品 (医療や電子機器)
- ・ 加工条件やシミュレーション条件の最適化

## ■ 共同研究・特許など

熱間押し出し加工を用いたAl合金チップ廃材の直接リサイクル他

富山大学研究者プロフィールPure URL : <https://u-toyama.elsevierpure.com/ja/persons/>



# 研究テーマ ナノメートル周期溝工具による低摩擦加工特性の研究

所属 学術研究部工学系

助教 船塚達也

<https://researchmap.jp/funazuka-tatsuya>



|       |  |
|-------|--|
| 研究分野  | 塑性加工（押し出し・鍛造・せん断）、切削   |
| キーワード | Texturing, Nano-texture, Extrusion, Forging, Punching, Cutting |

研究室URL <http://enghp.eng.u-toyama.ac.jp/labs/me03/>



## 研究の背景および目的

塑性加工では被加工材と工具の摺動による工具の摩耗が工具の耐用や加工限界を決定します。この解決策として、ナノメートルからマイクロメートルサイズの周期溝構造を工具に付与し、高耐用高精度加工用工具としての有用性を検証しています。



## ■ 主な研究内容

アルミニウム合金AA6063材のマイクロ後方押し出し加工用パンチに、開発を進めたマイクロメートル・ナノメートル周期溝付き工具を展開し、加工荷重の40%低減、また高い耐凝着性の効果を確認しました。

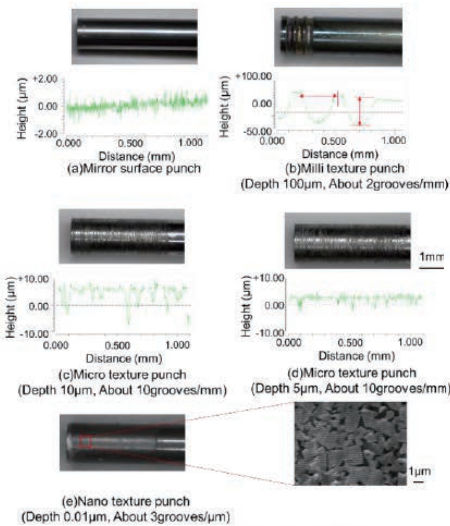


Fig.1 Grooved punches

出典：Funazuka, T., Dohda, K., Shiratori, T., Horiuchi, S., & Watanabe, I. (2022). Effect of Punch Surface Microtexture on the Microextrudability of AA6063 Micro Backward Extrusion. *Micromachines*, 13(11), 2001.他

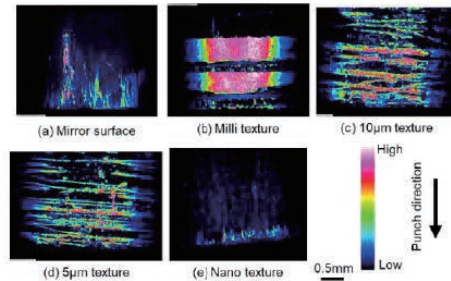


Fig.2 Evaluation of adhesion to punch by EPMA

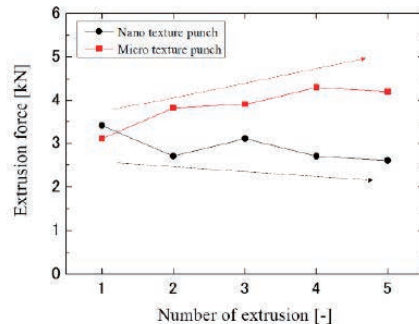


Fig.3 Extrusion force – Number of extrusions (5µm texture punch, nano texture punch)

## 期待される効果・応用分野

- 工具と被加工材のトライボロジー特性制御による塑性加工プロセスの高度化が可能です。
- 塑性加工用の工具への展開が期待できます。

## ■ 共同研究・特許など

加工現象の解明による加工精度向上、工具耐用の向上等の対応が可能です。

富山大学研究者プロフィールPure URL : <https://u-toyama.elsevierpure.com/ja/persons/>

