

# 細田秀樹・田原正樹研究室

研究室URL <http://www.mater.pi.titech.ac.jp/index.html>

細田教授, 田原准教授, 海瀬助教, Chiu助教, Chernenko WRH教授

場所 すすかけ台R2棟9F すすかけ台駅から徒歩5分程度

学生 : D3 x 1名、D2 x 2名、D1 x 2名、M2 x 8名、M1 x 8名、B4 x 3名

今日の資料PDF  
Zoomチャットから  
Downloadできます

1. 研究室紹介ビデオ
2. 形状記憶合金
3. マルテンサイト変態、応用
4. 研究の例
5. 研究室のおよその年間行事
6. 研究室の論文・受賞など
7. 卒業後の進路の例 (実績)
8. 研究室の日常・スケジュール

## 付録 (良ければ後で見て下さい)

1. 学生室の風景
2. 研究室の主な装置
3. 研究テーマの例  
本年度のB4とM1のテーマ  
今、研究室でやっていること
4. 研究室の研究プロジェクト
5. 研究室の場所、連絡先など



# 1. 【研究室紹介ビデオ：物質理工学院のサイトに近日中に乗ります】



## 2. 【形状記憶合金・相変態を用いた機能性金属材料・複合材料研究】



**形状記憶合金を使った実験**

湯に入れるともとの形に戻る形状記憶合金でつくった輪をプーリーに掛け、湯につける。

画びょう  
形状記憶合金の輪  
熱湯  
プーリー  
発泡ポリスチレンのカップ

**注意**

- やけどに注意する。
- 輪が切れると危ないので、顔を近づけない。

形状記憶合金が少し湯にふれると、プーリーが回る。

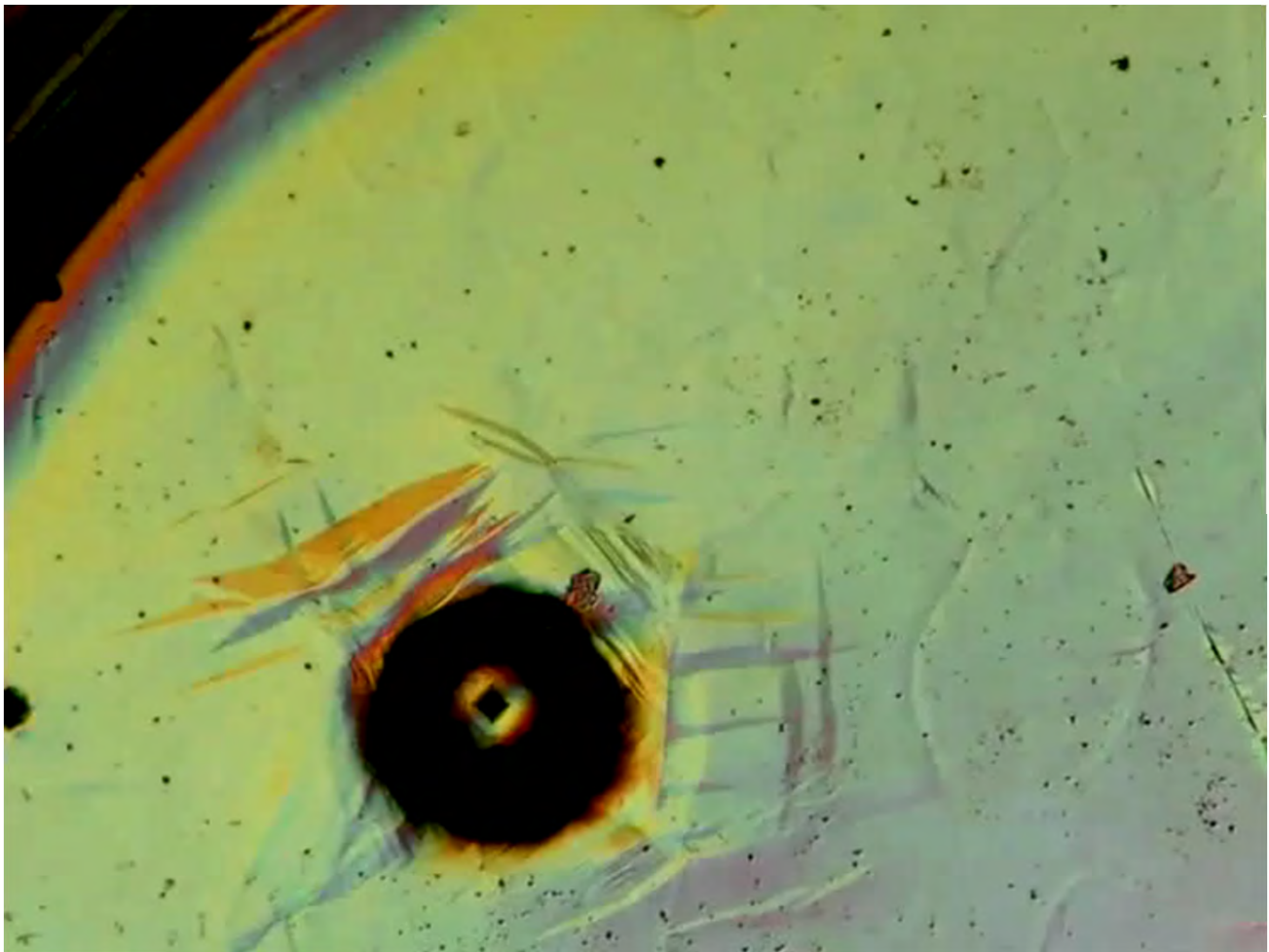


当研究室で作った形状記憶合金熱エンジン模型は大日本図書の中学3年生理科教科書で、エネルギー変換の例に挙げられています

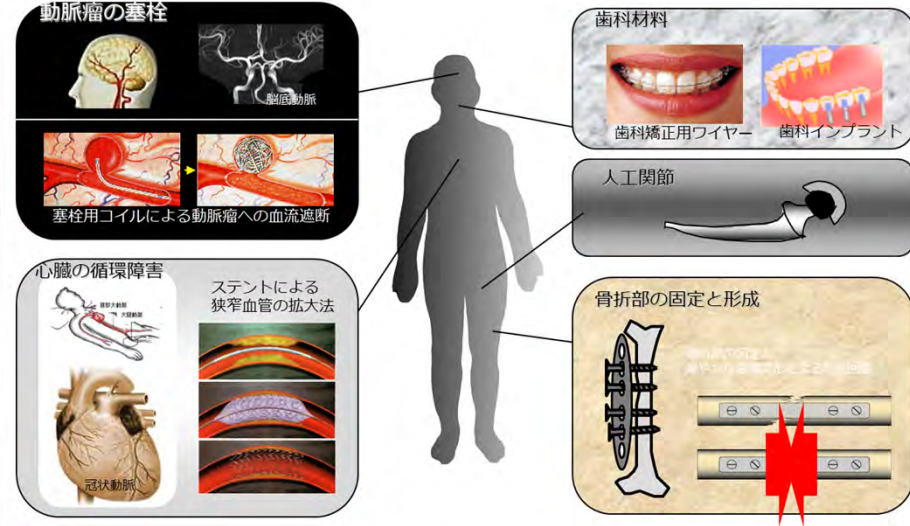
### 3. 【研究内容：材料設計、材料開発、機能解明】

形状記憶・超弾性合金、チタン合金、磁性材料、金属間化合物、複合材料などの金属物理領域  
細田：金属材料設計開発、プロセス開発      田原：金属組織学、電子顕微鏡、回折、単結晶、微細組織

#### AuCuAl合金のマルテンサイト変態



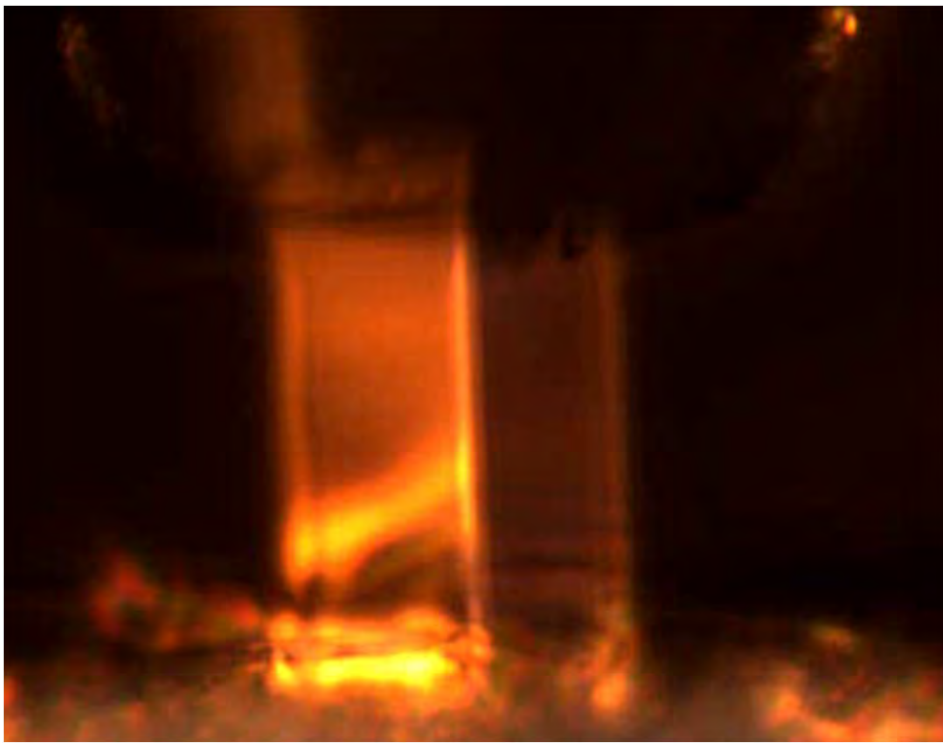
#### 形状記憶合金の応用例



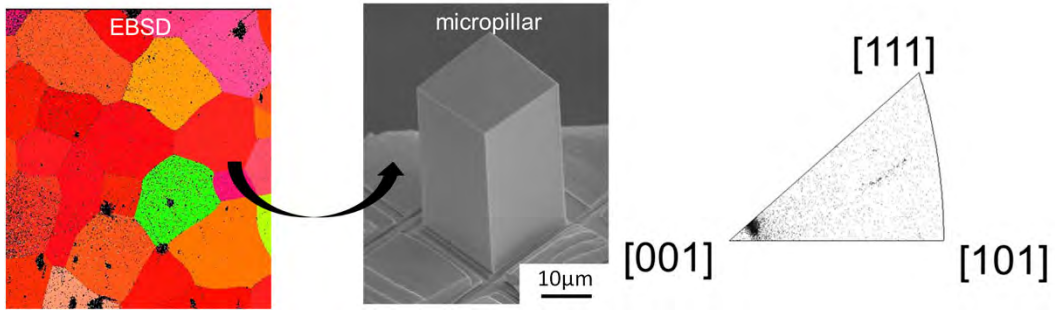
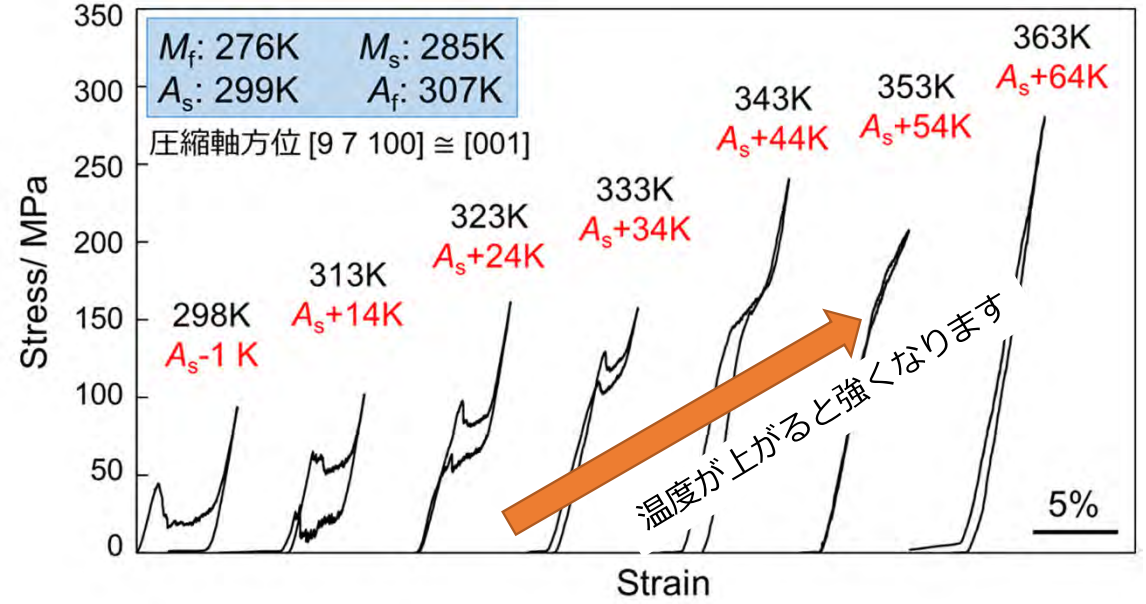
4.

【研究の例：形状記憶合金の機械的性質】

応力誘起マルテンサイト生成と成長



各温度における変形挙動



研究室で進めている主な研究

- ・ Niフリー生体用超弾性チタン合金の開発
  - ・ 金 (Gold)系生体用形状記憶合金の開発
  - ・ 形状記憶合金単結晶の超臨界挙動
  - ・ 磁性形状記憶合金複合材料の開発
  - ・ 形状記憶合金単結晶を用いた変形挙動
  - ・ 高Ni組成NiTi合金、NiTi単結晶の研究
  - ・ 三次元プリンター、AI (機械学習) の利用など
- 最近始めました

## 5.

# 【およその年間の行事・スケジュール】

- 3月 卒論研究テーマ決定、卒業式近辺で研究室追いコン
- 4月 新人歓迎会（曾根Chang研、稲邑研合同-研究所の研究室）  
研究室進捗会、輪講等開始（輪講の半分は、3研究室合同でやっています）
- 8月 中間発表会
- 9月 日本金属学会秋期講演大会（富山）9月卒業・入学の新歓・追いコン
- 10月～12月のどこか 3研究室合同の研究室旅行（一泊二日）
- 12月 研究室中間発表会
- 来年2月 卒論発表会

コロナ前のある年の1年の学会など（学会には希望者が参加）



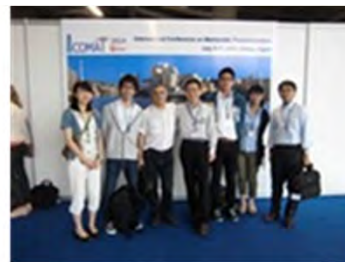
1月 熊本天草  
日本金属学会研究会



1月 北大(共同研究)  
徳島大も行きました



3月 東京  
日本金属学会春大会



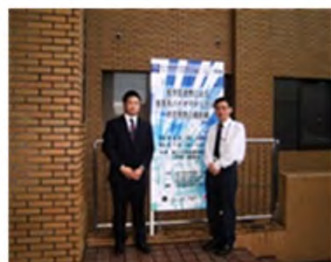
7月 スペイン ビルバオ  
ICOMAT



9月 名古屋  
日本金属学会秋大会



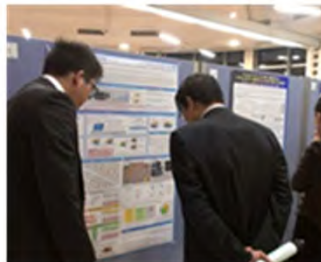
名古屋  
学会の夜にOBと



10月 東北大金研  
バイオマテリアル学会



松島にも



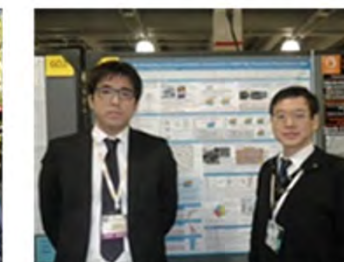
11月 東工大  
ヤングメタラジスト講演会



11月 博多  
形状記憶合金講演会



11月 (国際共同研究)  
台湾 台北工科大学



12月 アメリカ ボストン  
MRS Fall Meeting

## 6. 今年出版された当研究室の論文・特許

タイトル	引用先	年
Effects of volume fraction between single crystal Ni-Mn-Ga ferromagnetic shape memory alloy and silicone rubber on the martensite variant reorientation WT Chiu, A Goto, M Tahara, T Inamura, H Hosoda Journal of Alloys and Compounds 926, 166862		2022
In a search for effective giant magnetoelectric coupling: Magnetically induced elastic resonance in Ni-Mn-Ga/P (VDF-TrFE) composites P Martins, AC Lima, VA Lvov, N Pereira, P Sratong-on, H Hosoda, ... Applied Materials Today 29, 101682		2022
Phase constituent and microstructure manipulations via annealing for enhancements of mechanical property and functionalities of Ti-Au-Cr-Ta biomedical shape memory alloys WT Chiu, K Fuchiwaki, A Umise, M Tahara, T Inamura, H Hosoda Journal of Alloys and Compounds 920, 166016		2022
Promoted mechanical properties and functionalities via Ta-tailored Ti-Au-Cr shape memory alloys towards biomedical applications WT Chiu, K Fuchiwaki, A Umise, M Tahara, T Inamura, H Hosoda Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 133, 105358	3	2022
Enhancement of the superelastic behavior of the Ti-Au-Cr-based shape memory alloys via the manipulations of annealing-treatments and Ta additions WT Chiu, K Fuchiwaki, A Umise, M Tahara, T Inamura, H Hosoda Materials Science and Engineering: A 847, 143312	2	2022
Ti-Ni-based alloy; wire, electrically conductive actuator, and temperature sensor, each using this alloy; and method of producing a Ti-Ni-based alloy K Sumio, F Yamashita, M Fujii, T Inamura, H Hosoda, Y Shinohara, ... US Patent 11,313,732		2022
New dislocation dissociation accompanied by anti-phase shuffling in the $\alpha$ ' martensite phase of a Ti alloy M Tahara, N Otaki, D Minami, T Uesugi, Y Takigawa, K Higashi, ... Acta Materialia 227, 117705	1	2022
Investigations of mechanical properties and deformation behaviors of the Cr modified Ti-Au shape memory alloys WT Chiu, K Wakabayashi, A Umise, M Tahara, T Inamura, H Hosoda Journal of Alloys and Compounds 897, 163134	4	2022
Artifactless superelastic alloy H Hosoda, A Umise, K Goto US Patent 11,268,168		2022
Non-linear elastic behavior of Ni-Fe-Ga (Co) shape memory alloy and Landau-energy landscape reconstruction K Zoubkova, H Seiner, P Sedlak, E Villa, M Tahara, H Hosoda, ... Acta Materialia 224, 117530	2	2022
Investigations of Deformation Behavior and Microstructure of Al Tailored Ti-Mo High Temperature Shape Memory Alloys during Isothermal Holding at 393 K N Nohira, Y Oshita, WT Chiu, A Umise, M Tahara, H Hosoda Micro 2 (1), 113-122	1	2022
Achievement of Room Temperature Superelasticity in Ti-Mo-Al Alloy System via Manipulation of $\omega$ Phase Stability N Nohira, WT Chiu, A Umise, M Tahara, H Hosoda Materials 15 (3), 891		2022
Large magnetostains of Ni-Mn-Ga/silicone composite containing system of oriented 5M and 7M martensitic particles	6	2022

← 国際特許(USA)

← 国際特許(USA)

## 学生さんの受賞など



M2 栗原君, 森千紘さん, M1 宮川君  
日本金属学会2022年秋期大会「優秀ポスター賞」

栗原君はヤングメタラジスト講演会でも優秀発表賞を受賞

森さんは、金属学会第7分野講演会でも最優秀発表賞を受賞

このような受賞、論文、特許などは、日本学生支援機構の奨学金返還免除や、日本学術振興会DC1（博士課程での給与と研究費給付）の採択などに繋がります。就職も楽です。

論文などはこちらを参照ください

(細田) [https://scholar.google.co.jp/citations?hl=ja&user=zEo9z10AAAAJ&view\\_op=list\\_works&sortby=pubdate](https://scholar.google.co.jp/citations?hl=ja&user=zEo9z10AAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate)

(田原) <https://scholar.google.co.jp/citations?user=u86A3qsAAAAJ&hl=ja&oi=ao>

## 7. 【大学卒業・修了後の進路の例】

**博士：**（公的）東工大、NIMS、東北大、神戸大、医科歯科大、大阪産技研  
（外国）泰日工業大学、Institute of Space Technology (IST), PTT  
（企業）日鉄、JFE、東芝、パナソニック、アップル、田中貴金属、朝日インテック

**修士：**  
（材料）日本製鉄、JFEスチール、神戸製鋼、大同特殊鋼、UACJ、三菱アルミニウム  
日本軽金属、三菱マテリアル、日鉄ステンレス、旭硝子、ホソカワミクロン  
（化学）ENEOS、三井化学、三菱レイヨン、三菱化学、信越化学  
（自動車）トヨタ、日産、ホンダ、スズキ、ユニプレス、  
（機械・重工）三菱重工、IHI、川崎重工、住友重機械、アイシン、キャノン、コマツ  
（電気、半導体）ソニー、東芝、パナソニック、日本電波工業、凸版印刷  
（医療機器）朝日インテック、日本光電  
（その他）JR東日本、シンプレクス、丸紅、電通、博報堂、読売新聞、明治安田生命

### 【本年度のM2の内定先】

セプテーニ、日本精工、日産、日揮、三菱マテリアル、凸版、昭和電工、レノボ



## 8. 【研究室の毎日】

- ・ テーマに沿った研究を自分の興味に沿って自由に進めてほしい
- ・ 平日は基本的に毎日研究室に来ること、土日祝日等はお休み
- ・ 大学にいる間は時間を有効に使い、プライベートも充実してほしい
- ・ 時間は決められていないが、10時位～17時位は勉強・研究して欲しい  
(就職担当教員として) 勉強・研究をしている学生ほど、就職も良いです (当たり前ですが)。
- ・ バイトは自由だが、勉強・研究に支障のないようにして欲しい
- ・ 実験は、朝8:30～原則夕方まで。休日・深夜実験は禁止  
(スタッフ不在時は実験禁止 大学での徹夜もX 規則正しい生活を)

## 【研究室のスケジュール】

- ・ 週1回 研究室の進捗会、連絡会
- ・ 週1回 輪講 (雑誌会・不定期) 修士学生は1Qで1回発表<必修単位
- ・ 半期毎 中間発表 (8月頭、12月末位 今年は12月16日でした)
- ・ 学会発表 (国内会議、国際会議) を推奨  
多くの学生さんは、日本金属学会講演大会で発表しています。

# 付録 1. 【研究室の風景】 学生室は 2 部屋（4 単位） 各学生に机とPCがあります

913室 学生さん、および、邱助教、実験補佐員さんなど

部屋や席は自由に決めてもらっています



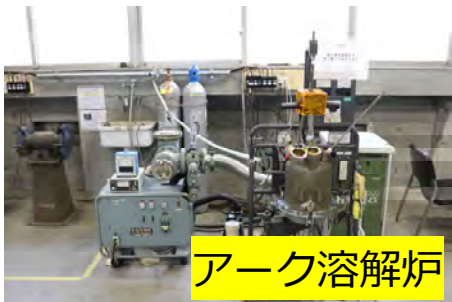
917室 学生さん、および、海瀬助教、ポスドクさんなど



## 付録2.【研究室保有の主な装置】

これら以外にも多くの装置があります

試料作製、評価、解析まで、金属物理関係実験は全てできます  
時間を効率的に使って、自由に楽しく研究して欲しいです。



アーク溶解炉



単結晶作製OFZ



熱間鍛造機



引張試験機

アーク溶解炉、OFZなど、溶解設備、ホットプレス、熱処理炉 多数

多くの機械試験機



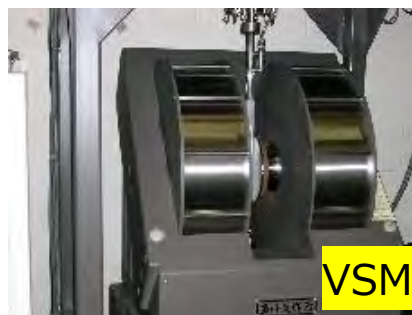
TG-DSC

熱分析 DSC, TA, DMA等



$\theta$ -2 $\theta$  XRD

多くのX線回折装置



VSM

VSM 磁気測定



nanoCT

ナノCT 3次元観察



FE-SEM

EDS, EBSD付き走査型・透過型電子顕微鏡 計4台



FE-SEM



TEM

微小加工装置 FIBなど、試料作製装置



FIB

## 付録3 研究テーマの例 本年度のB4とM1（黒字：細田主指導、青字：田原主指導）

- B4・機械学習を用いたAuCuAl合金における結晶粒界の抽出（来年春金属学会発表）
  - ・NiFeGaCo合金単結晶のポストクリティカル（超臨界）変形挙動
  - ・TiCrSn合金の変形挙動と組織に及ぼす酸素濃度の影響
- M1・AuCuAl生体用形状記憶合金の精密鑄造と機械的性質の研究(来年春金属学会発表)
  - ・センサーアクチュエータとしてのNiMnGa/強磁性粒子/シリコン複合材料の開発
  - ・TiMoAl合金の相安定性と機械的性質に及ぼす $\beta$ 安定化元素の影響(本年秋金属学会発表)
  - ・Ni<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>化学量論組成近傍NiTi合金の相安定性と機械的性質(本年秋金属学会発表)
  - ・DV-X $\alpha$ 法によるAuCuAl合金の物性予測（計算）
  - ・TiFeAl合金の相安定性と機械的性質に及ぼすFe濃度の影響(本年秋金属学会発表)
  - ・TiMoAl合金単結晶の応力誘起マルテンサイト変態挙動(本年秋金属学会発表・ポスター賞)
  - ・ $\beta$ TiMoSnAl合金の等温 $\alpha'$ マルテンサイト相の形成条件

**研究室における著名な研究：Niフリー生体用形状記憶・超弾性チタン合金**

**近年に始めた研究：3Dプリンターによるチタン合金創成、機械学習、第一原理計算の利用**

**研究室で進めている主な研究**

- ・Niフリー生体用超弾性チタン合金の開発
- ・金（Gold）系生体用形状記憶合金の開発
- ・磁性形状記憶合金複合材料の開発
- ・三次元プリンター、AI（機械学習）の利用など
- ・形状記憶合金単結晶を用いた変形挙動
- ・形状記憶合金単結晶の超臨界挙動
- ・高Ni組成NiTi合金、NiTi単結晶の研究

## 付録4.【研究室の研究プロジェクトの例】（文科省科学研究費2022年度採択分のみ記載）

### 基盤(A)「巨大形状回復ひずみを有する室温超弾性チタン合金の創成と相安定の解明」（細田）

現状の生体用超弾性チタン合金の超弾性ひずみはTi-Nb合金では2.5%程度と小さく、また、超弾性変形応力も100-200MPa程度と低く、双方の増加が必要となっている。しかし、マルテンサイト変態温度の低下と格子変形ひずみとの間には本質的にトレードオフの関係があり、その両立が困難である。この問題に対し、新しい超弾性チタン合金の設計として共析系 $\beta$ 安定化元素の少量添加と $\alpha$ 安定化元素の多量添加を見出し、これにより本トレードオフを打破し、チタンの巨大室温超弾性ひずみの発現に挑むものである。

### 挑戦的研究(開拓)「ゼロヒステリシスを達成するポストクリティカル転移機構の解明と機能変換材料変革」（細田）

固相-固相間の超臨界状態をポストクリティカル状態といい、相変態の無い状態変異をホモ遷移という。相変態が無いために、核生成・成長が無く、界面がなく、材料全体が中間状態を遷移し変異するため、界面移動の摩擦が無く、完全なゼロヒステリシスの達成が可能と考えられる。本研究は、この固相超臨界状態の機構の解明、これに基づく機能発現、これによる新多機能マルチフェロイック形状可変材料の創成を目指す。

### 学術変革領域(II)「超温度場3DPによる超準安定 $\beta$ チタン合金の創出と基礎物性解明による機能性の開発」（田原）

金属3Dプリンティングを用いて、従来法では実現できなかった超準安定 $\beta$ 相を有する新規 $\beta$ 型チタン合金の創出を目指す。金属3Dプリンティングを用いると、従来法では不可能な合金組成においても $\beta$ 相を室温近傍で凍結できると考える。このようにして作製した $\beta$ 相は極めて不安定であり、従来のチタン合金の常識を超える機能特性が発現すると予測している。本研究では、「超」準安定 $\beta$ 相の力学的バネ特性を解明する。

### 挑戦的研究(萌芽)「拡散-変位型相変態による巨大可逆歪みの発現と高温形状記憶材料の創出」（田原）

本研究は研究代表者がチタン合金で発見した「新たな拡散-変位型相変態」を利用した高温形状記憶効果の創出を目的としている。従来の形状記憶合金は原子無拡散のマルテンサイト変態を利用した現象であるため、原子拡散が容易に生じる高温では安定した特性の発現が難しかった。本研究で用いる相変態は原子拡散を有する変態であり、高温での機能変化は生じにくいと考えられる。本研究では、この「拡散-変位型相変態」による高温形状記憶効果の発現と関連する学術的基礎の確立を目指す。

### 基盤(B)「拡散-変位型相変態による巨大可逆歪みの発現と高温形状記憶材料の創出」（田原）

応力によって誘起されるマルテンサイト変態の結晶学的特徴が、従来の定説と全く異なるものであることを新たに発見した。本研究ではどのような条件でどの程度差異が生じるのかを実験的に詳細に解明し、その具体的機構を明らかにすること、さらにこれらから得られる知見をもとに超弾性の機能劣化の克服が可能であるかどうかを検討することを目的とする。

### 若手研究「欠陥極少化NiMnGa強磁性形状記憶合金粒子とそれによる高効率磁気冷却材料の開発」（邱）

本研究では、通常は有害な粒界脆化を利用し、均一形状で欠陥が少ないNiMnGa単結晶粒子の作製工程を確立する。さらに、磁気冷却のためのNiMnGa単結晶粒子/Cu板の積層複合材料を開発する。形状自由度が高く大面積化できる高効率磁気冷却材料を実現する。複合材料の熱伝導性、磁気冷却効果等を3D評価する。

詳細はこれで検索すると出ます <https://kaken.nii.ac.jp/ja/>

## 付録5. 【研究室の場所、連絡先など】

研究室見学はいつでも受け付けています  
遠慮なくいつでもどうぞ  
なお、不在のこともあるので、  
できれば事前に問い合わせ下さい



すすかけ台キャンパス R2棟9F

教員室 914室 (細田、田原)

学生室 913室、917室

連絡先

- ・細田 [hosoda.h.aa@m.titech.ac.jp](mailto:hosoda.h.aa@m.titech.ac.jp)
- ・田原 [tahara.m.aa@m.titech.ac.jp](mailto:tahara.m.aa@m.titech.ac.jp)
- ・研究室 HP <http://www.mater.pi.titech.ac.jp/>

教員の主所属 (物質理工学院は教育として所属)

- ・科学技術創成研究院  
フロンティア材料研究所 (無機、金属など材料の研究所)  
未来産業技術研究所 (電気、機械、情報、材料、建築など  
工学系全般の研究所)



研究所なので、研究環境は  
とても良いと思います。

学生さんも、同じ研究者  
(の卵) と思っています。

すすかけ台キャンパスの  
研究室は、大岡山と比べ、  
広いです

すすかけ台キャンパスを  
内側から駅方向に  
向かって撮影したもの

南町田グランベリーパーク  
にも徒歩15分位で行けます