

国際・産学連携インヴァースイノベーション
材料創出プロジェクト
(6 大学連携プロジェクト)

令和 4 年度研究成果報告書

東北大学金属材料研究所

目次

6 大学連携プロジェクト令和4年度研究成果報告書に寄せて	1
6 大学連携プロジェクト概要	2
東北大学金属材料研究所令和4年度プロジェクト組織	3
東北大学金属材料研究所令和4年度連携研究課題	4
研究概要	5
業績リスト	22
6 大学連携共通行事	36
会議・行事報告	37

6 大学連携プロジェクト令和4年度研究成果報告書に寄せて

東北大学金属材料研究所 所長 古原 忠

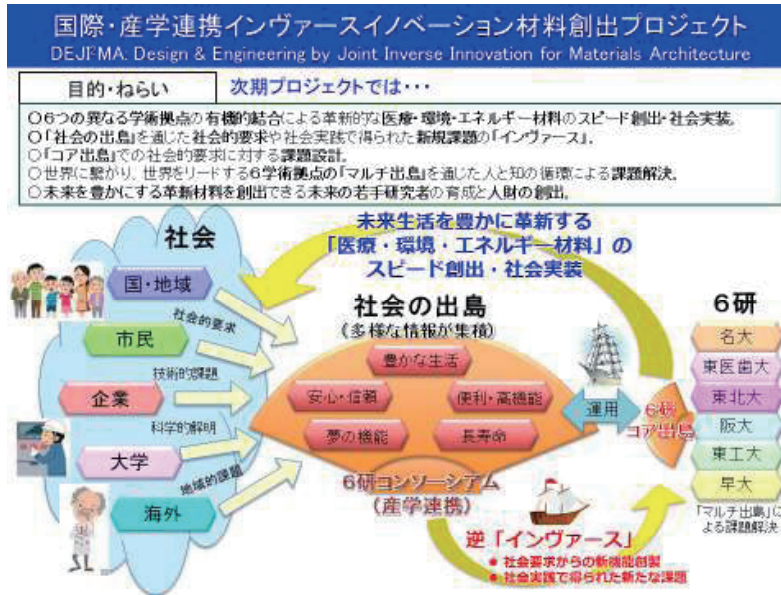
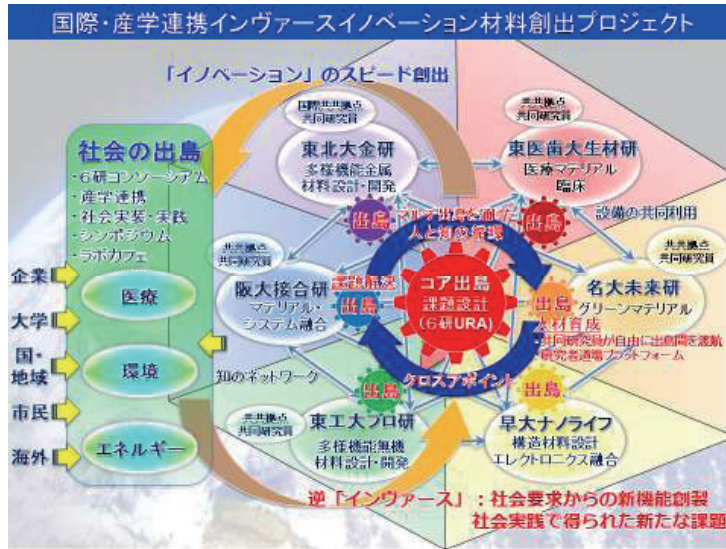
令和3年度より新たな形でスタートした6大学連携プロジェクト「国際・産学連携インヴァーシブイノベーション材料創出プロジェクト」が2年目を迎え、従来から行われている連携研究の発展とともに、大阪大学接合科学研究所の主導の下で事業運営体制の整備が着々と行われていることを喜ばしく思います。本所でも皆様とさらに密な連携ができることを期待しています。

今年度も、金属材料研究所（金研）では、加藤秀実教授をプロジェクトリーダーとして、専任教員1名（目代貴之特任助教）、兼任教員6名（千葉晶彦教授、梅津理恵教授、和田武准教授、山中謙太准教授、魏代修助教）、学内連携教員5名（工学研究科：成島尚之教授、上田恭介准教授、電気通信研究所：平野愛弓教授、山本英明 准教授、歯学研究科：金高弘恭教授）といった体制で取り組み、環境・エネルギー材料分野2件、バイオ・医療機器材料分野13件、情報通信材料分野3件、要素材料・技術開発分野2件の各連携研究を活発に進めています。

年度当初の第6波の余波の後夏場に最大感染数となった第7波、そして年末から新年にかけて猛威を振るっている第8波という断続的なコロナ禍のため、昨年度と同様本プロジェクトの活動も大きく影響されましたが、本学としての行事である The 17th International Workshop on Biomaterials in Interface Science（2022年8月24日）、金研ワークショップ・日本バイオマテリアル学会東北ブロック講演会（2022年10月26日）は、オンサイトも含めたハイブリッド開催で行いました。それぞれ65名、122名と多くの参加者があり、活発な議論がなされましたことを報告いたします。

来年度はコア出島と各大学のマルチ出島が連携を深め、社会ニーズを反映した研究が深まり、産学連携による社会貢献に向けて活動が進んでいくことが期待されます。本所でも大阪大学のコア出島と連携した体制を構築し、活動を推進していく予定です。本プロジェクトにおける6大学の連携活動がさらに発展することを祈念いたします。今後とも皆様のますますのご協力とご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。

6 大学連携プロジェクト概要



東北大学金属材料研究所令和4年度プロジェクト組織

環境・エネルギー材料分野

- 加藤 秀実 教授（兼） プロジェクトリーダー
- 梅津 理恵 教授（兼）
- 千星 聡 准教授（兼）
- 和田 武 准教授（兼）

バイオ・医療機器材料分野

- 目代 貴之 特任助教
- 千葉 晶彦 教授（兼）
- 山中 謙太 准教授（兼）
- 魏 代修 助教（兼）
- 成島 尚之 教授，工学研究科，医工学研究科（学内連携）
- 平野 愛弓 教授，電気通信研究所，材料科学高等研究所（学内連携）
- 金高 弘恭 教授，歯学研究科，医工学研究科（学内連携）
- 上田 恭介 准教授，工学研究科，医工学研究科（学内連携）
- 山本 英明 准教授，電気通信研究所，材料科学高等研究所（学内連携）

情報通信材料分野

- 梅津 理恵 教授（兼）

要素材料・技術開発分野

- 加藤 秀実 教授（兼）
- 千星 聡 准教授（兼）
- 和田 武 准教授（兼）

東北大学金属材料研究所令和4年度連携研究課題

環境・エネルギー材料分野 (2件)

東北大ー阪大 (1件)

- ・ 高機能複相銅合金創製のための基礎的・実践的研究

東北大ー阪大ー医科歯科大 (1件)

- ・ 高次構造制御ナノチタン酸化物により水質浄化を実現する環境配慮型水処理技術の確立

バイオ・医療機器材料分野 (13件)

東北大ー医科歯科大 (2件)

- ・ 可視光応答型酸化チタンの開発および医療応用
- ・ がん治療用セラミックスの創製

東北大ー早大 (2件)

- ・ マイクロ加工表面を用いた培養神経回路の構造機能制御
- ・ マイクロパターンを用いた人工神経細胞の回路の作製と数値モデル化

東北大ー阪大 (1件)

- ・ 金属ガラスの温間加工性を向上するための加熱条件最適化解析

東北大ー東工大ー医科歯科大 (2件)

- ・ インプラント表面のマテリアルデザインー生体活性と抗菌性の両立ー
- ・ 血管治療機器用 AuCuAl 生体用形状記憶合金の開発

東北大ー阪大ー医科歯科大 (2件)

- ・ 光造形プロセスにおける組織制御法の確立と人工歯冠への多次元機能発現
- ・ ナノチタン酸化物の高次構造・集積制御

東北大ー名大ー阪大ー医科歯科大 (2件)

- ・ セラミック人工歯の光造形アディティブ・マニファクチャリング
- ・ 歯科用セラミック部材の精密アディティブ・マニファクチャリング

東北大ー東工大ー阪大ー医科歯科大 (1件)

- ・ 生体用形状記憶合金の開発と機能評価表

東北大ー (1件)

- ・ 可視光応答型 TiO₂ による抗菌・抗ウイルス表面の創製 ※連携大学検討中

情報通信材料分野 (3件)

東北大ー早大 (2件)

- ・ MnBi 電析膜の作製と磁気特性
- ・ Mn-Bi 電析膜作製検討とその磁気特性

東北大ー (1件)

- ・ 新規ハーフメタル型フェリ磁性体の探索研究 ※連携大学検討中

要素材料・技術開発分野 (2件)

東北大ー阪大 (2件)

- ・ 金属ガラスの温間インプリント加工に関する数値解析と実験検証
- ・ Mo 固溶ジルコニウムクロム銅作製基盤確立と革新的コンタクトチップの創成

研究概要

研究課題リスト（研究概要は当該項を参照）

「Co-Cr-Mo 合金の電子ビーム積層造形における炭素添加の影響」

東北大学金属材料研究所 ○山中謙太、青田昇哉、佐々木信之、千葉晶彦
仙台高等専門学校 森真奈美
INSA Lyon J. Adrien, E. Maire, D. Fabrègue

P 6-7

「金属溶湯脱成分技術を応用した純チタン純マグネシウム接合」

東北大学金属材料研究所 ○大橋勇介、倉林康太、和田武、加藤秀実

P 8-9

「二段階熱酸化法による炭素・窒素共添加 TiO₂ 膜の作製および可視光照射下における抗菌性評価」

東北大学大学院工学研究科 ○上田恭介、古泉隆佑、成島尚之
東北大学加齢医学研究所 小笠原康悦、伊藤甲雄
東北大学大学院歯学研究科 金高弘恭
東北大学金属材料研究所 目代貴之

P 10-11

「生体への利用を目指した窒素ドープ酸化チタンの作製」

東北大学金属材料研究所 ○目代貴之
東北大学歯学研究科 常理、金高弘恭、溝口到
東京医科歯科大学生体材料工学研究所 川下将一

P 12-13

“Regulation of strength and ductility of single-phase twinning-induced plasticity high-entropy alloys”

東北大学金属材料研究所 ○魏代修、加藤秀実

P 14-15

「ハイドロゲル膜を用いた高密度多点電極アレイとマイクロ流体デバイスの界面制御」

東北大学電気通信研究所 ○佐藤有弥、山本英明、平野愛弓
早稲田大学理工学術院 谷井孝至

P 16-17

「NiAs 型結晶構造を有する(Cr,Fe)S 化合物の磁氣的性質」

東北大学金属材料研究所 ○梅津理恵、千星 聡、宮川正人
九州大学大学院工学研究院 吉年規治
海洋研究開発機構 真砂 啓、川人洋介
東京大学物性研究所 福島鉄也
大阪大学大学院工学研究科 赤井久純

P18-19

「高機能複相銅合金創製のための基礎的・実践的研究」

東北大学金属材料研究所 ○千星 聡 大阪大学接合科学研究所 伊藤和博

P20-21

Co-Cr-Mo 合金の電子ビーム積層造形における炭素添加の影響

東北大学金属材料研究所
 仙台高等専門学校
 INSA Lyon

○山中謙太、青田昇哉、佐々木信之、千葉晶彦
 森真奈美
 J. Adrien, E. Maire, D. Fabrègue

Effect of carbon addition on the
 by ○Kenta YAMANAKA, Shoya AOTA, Nobuyuki SASAKI, Akihiko CHIBA, Manami MORI,
 Jerome ADRIAN, Eric MAIRE, Damien FABREGUE

1. 研究目的

電子ビーム積層造形 (EB-PBF) は Powder bed fusion (PBF) タイプの Additive Manufacturing (AM) プロセスであり、航空宇宙・生体医療分野において部材製造への応用も進んでいる。製品形状を CAD モデルから直接造形可能であるため、複雑形状の造形だけでなく塑性加工・切削加工が困難な高硬度材料への応用も期待されている。また、電子ビームを用いて金属粉末を微小領域において熔融凝固するため、急冷凝固による析出相の微細分散が可能である。一方、粉末プロセスであることに由来した造形欠陥の低減が課題であり、これまで欠陥形成のメカニズム解明と低減について多くの研究がなされてきた。高エネルギー密度の電子ビームを用い、パウダーベッドの予備加熱を行いながら造形する EB-PBF プロセスでは Lack of Fusion やキーホール欠陥等の造形欠陥や熱応力に起因した割れの発生が起りにくく、高品質な造形物を得ることができるが、粉末製造時に粒子内部に取り込まれたガスポアが造形物に残存し、応力下においてクラック発生の起点となることが知られている¹。したがって、機械的特性の改善にはガスポアの低減が極めて重要であるが、造形パラメータの最適化によりガスポアを完全に除去することは一般に困難である。このような観点から我々はプラズマ回転電極法を用いて欠陥レスかつ造形性に優れた合金粉末の作製に注力して取り組んできた^{2,3}。

本研究では、EB-PBF を用いた高硬度・高耐食性合金の作製を目的に、人工関節用材料として使用されてきた生体用 Co-Cr-Mo 合金⁴ に対して ASTM F75 規格の上限値 (0.35 mass%) を上回る C 添加を行い、造形体における組織と硬度を調べた⁵。また、粉末と造形体のガスポアの X 線 CT を用いて可視化・定量化し、C 添加量により変化する凝固挙動とポロシティの関係についても検討した。

2. 研究成果

本研究では、ガスアトマイズ法を用いて C 添加量を 0.04–2.5 mass% の範囲で変化させた Co-27Cr-6Mo 合金粉末を作製した。また、0.22 mass% の C を含むプラズマアトマイズ粉末を Arcam 社より購入した。以下、C 添加量を基に 0.04C、0.22C、1.5C、2.0C、2.5C と呼称する。C 添加量の異なる粉末に対して同じプロセスパラメータを用いて EB-PBF 造形 (Arcam A2X, Sweden) を行った。

2. 1 硬度に及ぼす C 添加量の影響

Fig. 1 に、EB-PBF 材における硬度と C 添加量の関係を示す。造形体の Rockwell 硬さは ASTM F75 規格を満たす 0.04C および 0.22C 合金では 35–40HRC であったが、C 添加量の増加とともに単調に増加し、2.5C 合金では 60HRC 近い極めて高い硬度が得られた。図中に示すように、低 C 組成 (0.22C 合金) では結晶粒界に $M_{23}C_6$ 炭化物が析出した柱状晶が観察されたのに対し、2.5C 合金では M_7C_3 炭化物を含む微細な共晶組織が形成していた。このような高硬度材料は塑性加工や切削加工による成形が困難であるため、AM の特徴を活かした材料開発と言える。また、得られた造形材はステンレス鋼を上回る優れた耐食性を有することを確認しており、高硬度・高耐食性材料として、エネルギー・環境分野での応用が期待されている。

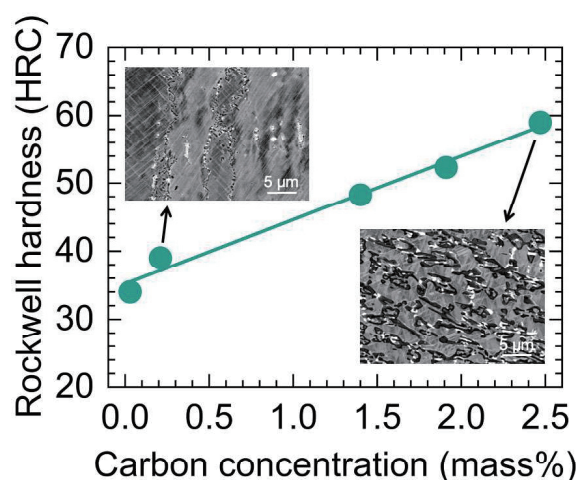


Fig. 1 Co-27Cr-6Mo 合金造形体の Rockwell 硬さに及ぼす C 添加量の影響

2. 2 凝固メカニズムと造形物内部のポロシティの関係

Fig. 2(a)に、2.5C ガスアトマイズ粉末の X 線 CT 測定結果から作成した粉末内部のガスポアの 3 次元再構築像を示す。本測定はラボ X 線 CT 装置を用いて行ったが、球形のガスポアが正確に検出できており、ガスポアの評価に十分な測定精度を有していることがわかる。Fig. 2(b)に、原料粉末および造形体におけるガスポアの体積分率を示す。本研究で検討した C 添加量 (0.04–2.5 mass%) では粉末におけるガスポアの体積分率は C 添加量とともに単調に増加することがわかった。Thermo-Calc を用いた熱力学計算により得られた液相線温度は C 添加により単調に低下し、C 無添加の場合と比較して 2.5C 合金では液相線温度が約 130 K 低い値が得られた。したがって、ガスアトマイズ時に高 C 組成ほど液相が低温まで存在するため、粉末粒子内部に雰囲気ガスを巻き込みやすいことが示唆された。一方、造形体内部のポロシティは粉末における測定結果に比べていずれの組成においても低く、造形中にガスポアが除去されることが示唆された。0.04C 合金および 0.22C 合金では造形物内部にガスポアはほぼ観察されず、緻密な造形体を作製することができた。一方、1.5C 合金と 2.0C 合金に比べて 2.5C 合金ではガスポアの体積分率が有意に低く、粉末における結果と異なる傾向を示した。本研究では造形物において観察された凝固組織とポロシティの関係について検討した。その結果、セル状凝固 (0.04C および 0.22C) および共晶凝固 (2.5C) ではメルトプールにおける平滑な固液界面の移動によりガスバブルが凝固組織に残存しにくいのに対し、1.5C 合金および 2.0C 合金では 2 次アームの形成を伴う複雑なデンドライト組織が形成するため (Fig. 2(c))、凝固時にガスバブルがトラップされやすいと結論付けた。以上の結果は固液界面の形態に依存した造形中のガスポアの低減を示しており、プロセス最適化による対策が困難なガスポアに関して合金設計によるアプローチの可能性が示唆された。

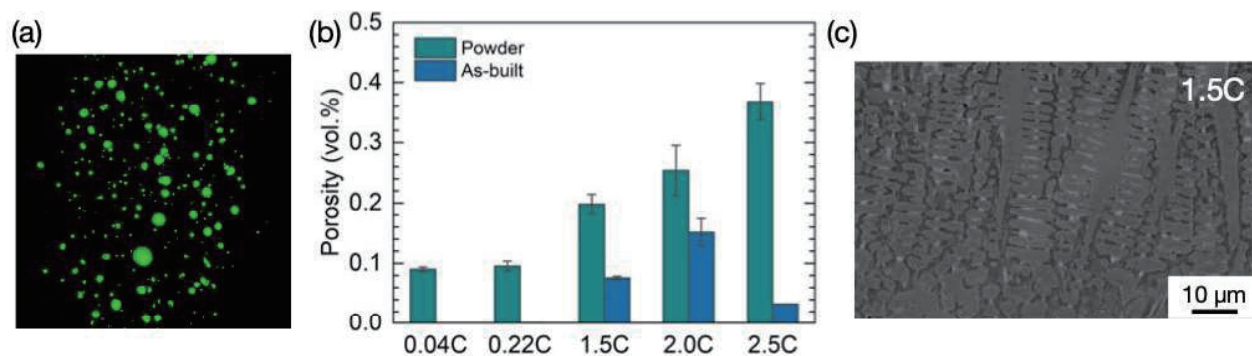


Fig. 2 (a) 2.5C 合金粉末内部に形成したガスポアの X 線 CT を用いた 3 次元再構築像と (b) 粉末および造形物内部におけるガスポアの体積分率に及ぼす C 添加量の影響。 (c) 1.5C 合金造形体において観察されたデンドライト組織。

3. 参考文献

- (1) X. Shui, K. Yamanaka, M. Mori, K. Kurita, Y. Nagata, A. Chiba, Effects of post-processing on cyclic fatigue response of a titanium alloy additively manufactured by electron beam melting, *Mater. Sci. Eng. A*, **680**, 239–248 (2017).
- (2) Y. Cui, Y. Zhao, H. Numata, H. Bian, K. Wako, K. Yamanaka, K. Aoyagi, C. Zhang, A. Chiba, Effects of process parameters and cooling gas on powder formation during the plasma rotating electrode process, *Powder Technol.*, **376**, 363–372 (2020).
- (3) Y. Zhao, K. Aoyagi, Y. Daino, K. Yamanaka, A. Chiba, Significance of powder feedstock characteristics in defect suppression of additively manufactured Inconel 718, *Addit. Manuf.*, **34**, 101277 (2020).
- (4) S.H. Sun, Y. Koizumi, S. Kurosu, Y.P. Li, H. Matsumoto, A. Chiba, Build direction dependence of microstructure and high-temperature tensile property of Co-Cr-Mo alloy fabricated by electron beam melting, *Acta Mater.*, **64**, 154–168 (2014).
- (5) S. Aota, K. Yamanaka, M. Mori, N. Sasaki, J. Adrien, E. Maire, D. Fabrègue, A. Chiba, Solidification behavior and porosity in electron-beam powder bed fusion of Co-Cr-Mo alloys: Effect of carbon concentrations, *Addit. Manuf.*, **59**, 103134 (2022).

金属溶湯脱成分技術を応用した純チタン-純マグネシウム接合

東北大学金属材料研究所 ○大橋勇介、倉林康太、和田武、加藤秀実

Pure Titanium - Pure Magnesium Bonding by Applying Liquid Metal Dealloying Technique

by ○Yusuke Ohashi, Kota Kurabayashi, Takeshi Wada, and Hidemi Kato

1. 研究目的

地球規模の課題である気候変動問題を解決するために、温室効果ガスの排出抑制が望まれている。CO₂ 総排出量の約 2 割を占める自動車や鉄道などの輸送車両においては、さらなる燃費向上や省エネ化が求められる。輸送車両の重量を削減することは、燃費を向上させる有効な手段の一つである。そこで材料面からのアプローチとして、各種構造材料を適材適所で組み合わせることで車両の軽量化を図るマルチマテリアル化技術¹が近年注目されている。これに伴い、材料の特性向上だけでなく、より多様な異種材料同士を接合する技術も重要となる。チタンとマグネシウムはともに比強度や比剛性に優れ、軽量材料として有望な金属素材である。特にマグネシウムは近年の研究開発の進展によって、燃焼性や強度が向上し、構造材料として本格的に検討されている²。一方で両材料の異材接合を試みる場合、Ti-Mg 2 元状態図は互いに固溶限の小さい二相分離型であり、かつ融点差が大きい関係にある。そのため、従来の溶接法であるアーク溶接やレーザー溶接で強固な接合強度を得ることが困難である³。このような問題に対して本研究では、サブミクロンサイズの多孔質体を形成する技術である、金属溶湯脱成分法⁴の応用に着目した。金属溶湯脱成分法では、異種金属間の混合・分離現象を利用して、金属溶湯中で前駆体合金の成分が選択的に溶出する。適当な組成では残留成分が自己組織化を伴ってオープンポーラス構造を形成する。この技術によって共連続の多孔質 Ti と Mg が相互に複雑に絡みあう複合体が形成されており⁵、複合則を満たす強度が得られることが確かめられている。この特異な組織を接合界面で形成できれば、金属結合に代わって、アンカー効果と大きな有効接合面積に基づく強固な機械的締結が期待できる。そこで本研究では、チタンとマグネシウムの接合をこの新たな異材接合技術を用いて試み、その可能性を明らかにすることを目的とした。その一環として、まず単純な系である純チタンと純マグネシウムを被接合材とし、脱成分元素を含む中間層 (Ti-Cu, Ti-Y, Ti-Sc) を使用した。中間層の組成や接合時の熱処理条件を模索し、界面組織と接合強度の関係を調査した。

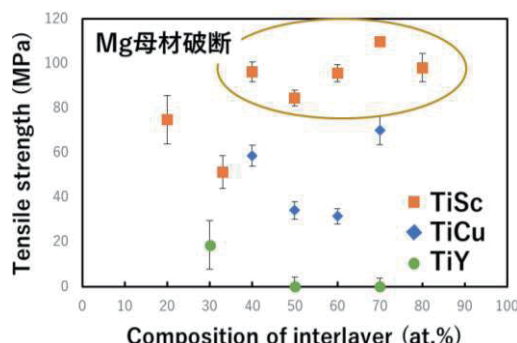


Fig.1 中間層の成分及び組成と強度の関係

2. 研究成果

2.1 接合材の機械試験

純チタン、純マグネシウム(Φ15mm×15mm)は接合面を#2000まで研磨した。まず純チタンと中間層(Φ9mm×1mm)を円筒状黒鉛ダイスに挿入し、上下を黒鉛パンチで挟みこんだ。ホットプレス機によって種々の温度で25MPaの圧縮応力をかけながら60分Arフロー中で拡散接合することで、チタンに中間層を取り付けた。Ti-Scを使用した試料は、その後石英管に真空封入し、ScがTiに前率固溶する1150℃で10h熱処理を行ったのち炉冷した。次にTiと接合された中間層とMgを突き合わせ、Arフロー中で中間層の組成ごとに種々の温度と保持時間で脱成分(=デアロイング)を行った(Ti-Cu:550℃30min、Ti-Y:600℃30min、Ti-Sc:670℃15min)。

接合を終えた試料から放電加工によって引張試験片を切り出した。引張試験は試料ごとに3回行い、その平均値をプロットした。クロスヘッド速度は0.5mm/min、つかみ具間距離は13.5mmに設定した。

Fig. 1に中間層の成分及び組成を変化させたときの引張強度の変化をまとめた。Sc量が30at.%以下だとMgと中間層の界面で破断し、引張強度は80MPaを下回った。一方でSc量40at.%以上ではMgで母材破断し、少なくとも80MPa以上の接合強度が得られることが確認できた。CuやYを用いた場合はどれも中間層また

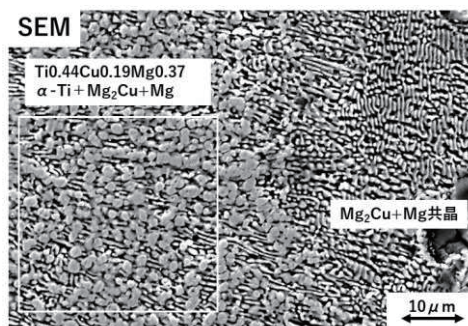


Fig.2 脱成分後のTi₃₀Cu₇₀-Mg界面

は界面 (Ti-TiCu 界面、TiCu-Mg 界面) で破断し、強固な接合が得られなかった。

2. 2 接合界面組織と強度の関係性

試験結果を踏まえて、強度の違いを生み出した原因を明らかにするために、界面のマイクロ組織観察、組成分析および結晶構造解析を行った。Fig. 2 に $Ti_{30}Cu_{70}$ を中間層として用いた場合のデアロイングエンド部(はじめに脱成分が生じた位置)の SEM 像を示した。脱成分によって Cu は $Ti_{30}Cu_{70}$ から Mg 中へと溶出し、 Mu_2Cu と Mg の共晶組織を形成していた。破断箇所はこの共晶組織であり、脆性化合物の体積分率が多いため破断したと考えられる。一方で Cu 量を減らした試料では、Ti-TiCu 界面で破断が生じていた。これは中間層の Cu 量が少ないと、脱成分の進行速度が落ち、中間層全体の脱成分が完了しないために、Ti 側に残留した脆性化合物が破断の起点となったと考えられる。

Fig. 3 に $Ti_{70}Y_{30}$ 脱成分後のデアロイングフロント部の EDS マッピングを示した。左側は中間層の未反応部で、Ti デンドライトの間隙を Y が占めている。脱成分によって Mg と Ti の複合層が形成したものの、未反応部との界面で破断が生じていた。これはデンドライト Ti の連結性が悪く、かつデアロイングフロントに脆性化合物である MgY 化合物が存在していることが原因と考えられる。

Fig. 4 に $Ti_{50}Sc_{50}$ を中間層として用いた場合のデアロイングフロント部の SEM 像を示した。上部は中間層の残存部で、脱成分前の中間層が $Ti_{0.03}Sc_{0.97}$ と $Ti_{0.73}Sc_{0.27}$ に 2 相分離していることが確認できる。2 相中の Sc がそれぞれ Mg によって脱成分され、マイクロスケールとナノスケールで Ti と Mg が微細に絡み合った。これがアンカー効果を生じ、Mg 母材以上の強度が得られたものと考えられる。Fig. 5 に $Ti_{20}Sc_{80}$ の脱成分後界面の EDS マッピング結果を示した。左側は中間層の未反応部である。中間層の Ti リッチ相分率が減少したことで Ti と Mg の複合組織は形成しなかった。一方で Sc リッチ相の Sc と Mg の反応層 (図中央) が形成していた。組成分析及び XRD の結果と状態図に基づいて、この相は Sc が固溶した Mg とチタンの 2 相組織と考えられる。アンカー効果は生じないものの、Sc-Mg 間の金属結合によって、強度が発揮されたと考えられる。

今回スキャンジウムを脱成分元素として選定することで、少なくとも 80MPa 以上の接合強度を得ることができた。今後は Mg 合金や Ti 合金を被接合材として、合金中に含まれる微量元素の脱成分接合に対する影響を明らかにしていく。また Cu や Y は Mg の融点以下で脱成分を行うことが可能で、Sc と比較して安価のため、これらの元素を脱成分元素として接合強度を高められる方法を模索していく予定である。

3. 参考文献

- (1) T. Tarui, 自動車に適用されるマルチマテリアル技術, 軽金属, **72**, (2022)3 号.
- (2) S. Inoue *et al.*, Oxidation behavior and incombustibility of molten Mg-Zn-Y alloys with Ca and Be addition, Corros. Sci., **149**, 133-143 (2019).
- (3) Y.M. Baqer *et al.*, Challenges and advances in laser welding of dissimilar light alloys: Al/Mg, Al/Ti, and Mg/Ti alloys, Int. J. Adv. Manuf. Technol., **95**, 4353-4369 (2018).
- (4) T. Wada *et al.*, Dealloying by metallic melt, Mater. Lett., **65**, 1076-1078 (2011).
- (5) I.V. Okulov *et al.*, Anomalous compliance of interpenetrating-phase composite of Ti and Mg synthesized by liquid metal dealloying, Scr. Mater., **194**, 113660 (2021).

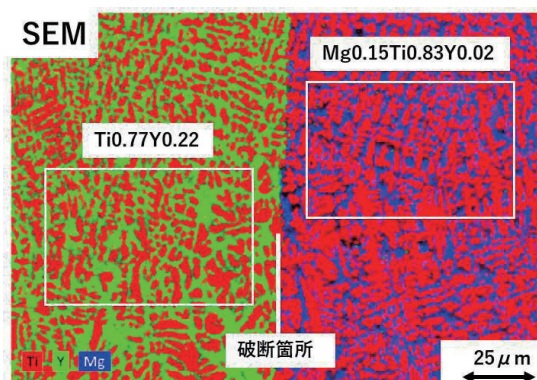


Fig.3 $Ti_{70}Y_{30}$ 脱成分後界面の EDS マップ

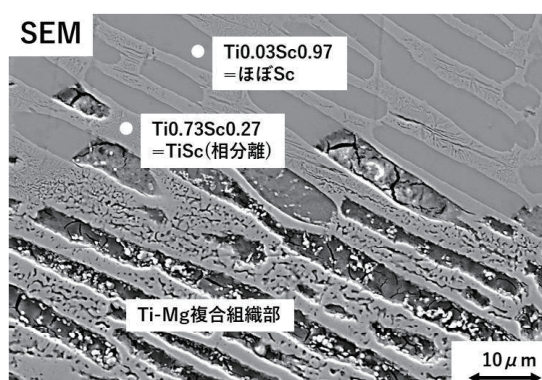


Fig.4 $Ti_{20}Sc_{80}$ 脱成分後界面の EDS マップ

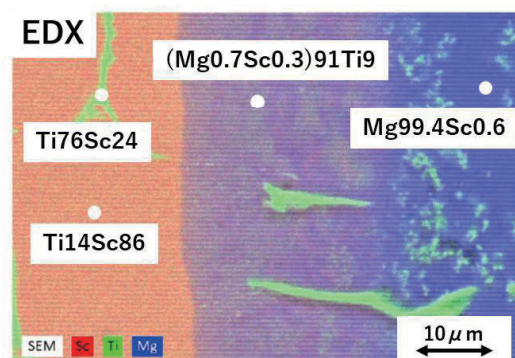


Fig.5 $Ti_{20}Sc_{80}$ 脱成分後界面の EDS マップ

二段階熱酸化法による炭素・窒素共添加 TiO₂ 膜の作製 および可視光照射下における抗菌性評価

東北大学大学院工学研究科
東北大学加齢医学研究所
東北大学大学院歯学研究科
東北大学金属材料研究所

○上田恭介、古泉隆佑、成島尚之
小笠原康悦、伊藤甲雄
金高弘恭
目代貴之

Fabrication of carbon and nitrogen co-doped TiO₂ films and evaluation of their antibacterial activity under visible-light irradiation

by ○Kiyosuke UEDA, Ryusuke KOIZUMI, Takayuki NARUSHIMA, Kouetsu OGASAWARA, Koyu ITO, Hiroyasu KANETAKA and Takayuki MOKUDAI

1. 研究目的

チタン・チタン合金は、長期間にわたり骨組織との接触が想定される硬組織代替デバイスに用いられており、実際に歯科用インプラントは現在、ほぼ 100%がチタン・チタン合金製である。これはチタン・チタン合金が優れた機械的特性、耐食性、骨と光学顕微鏡レベルでの結合を示すオッセオインテグレーションを有するためである。チタン・チタン合金製歯科用インプラントの埋入十年後生存率は 90–96%と高い数値を誇る。一方、歯科用インプラントは上皮を通貫しており、常に口腔内細菌に曝されている。そのため埋入時ばかりでなく埋入後も細菌の付着をトリガとする感染症のリスクがある。インプラントに起因する感染症リスク低減のためには、細菌の付着および増殖の段階で抑制することが重要であり、インプラント表面への抗菌性の付与は有効である。

TiO₂は紫外光照射により活性酸素を生成し抗菌性を発現することから、インプラント表面への TiO₂ コーティングは感染症の予防・治療に有効である。しかし、紫外光は生体為害性を有することから、可視光応答化が必要である。TiO₂の可視光応答化手法として軽元素添加¹⁾があげられる。当グループではこれまで、チタンへの TiO₂膜作製方法として二段階熱酸化法²⁻⁴⁾を開発してきた。本法は高い結晶性を有する TiO₂膜を作製でき、基板との優れた密着力も有する。これまで、炭素含有雰囲気にて処理を行うことで、炭素含有アナターゼ優勢 TiO₂膜を作製することに成功し、4 hの可視光(1 mW・cm⁻²)照射により抗菌性を発現することを明らかにした²⁾。本 TiO₂コーティングの歯科用インプラントへの実用化には、より短時間での可視光照射による抗菌性発現が必要である。そこで本研究では、光触媒活性の可視光応答化に有効な窒素に着目し、二段階熱酸化法による炭素・窒素共添加 TiO₂膜の作製を目的とした。得られた TiO₂膜の短時間可視光照射による抗菌性を評価した。

2. 研究成果

2. 1 炭素・窒素共添加 TiO₂膜の作製

鏡面研磨を施した工業用純チタン(CP Ti, Gr. 2, φ12×1 mm³)を基板として用い、Fig. 1に示す二段階熱酸化法により TiO₂膜を作製した。一段階目は炭窒化処理として N₂-1%CO 雰囲気中 1073 K, 1 hにて、二段階目は酸化処理として N₂-1%O₂ 雰囲気中 973 K, 1~6 hにて、それぞれ熱処理を行った。一段階目後は、NaCl型構造を有する Ti(C,N,O)相が得られた。なお、XPS分析により、Ti(C,N,O)相中の C : N : O モル比は 4 : 2 : 5であった。二段階目後は、酸化処理時間によらずいずれもルチル型 TiO₂となった。Fig. 2に、得られた TiO₂膜の表面および断面 SEM像を示す。膜厚は二段階目処理時間の増加に伴い増加し、

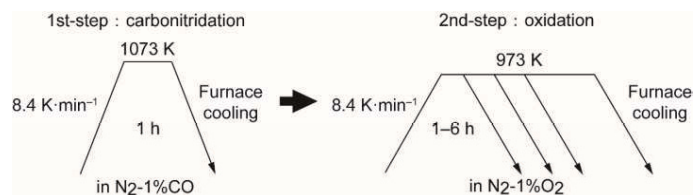


Fig. 1 Schematic diagram of the two-step thermal oxidation process.

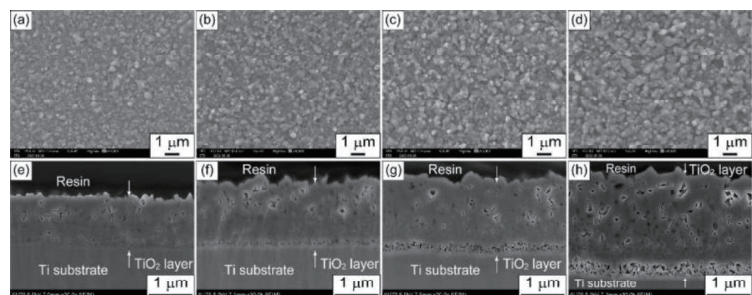


Fig. 2 (a–d) Surface and (e–h) cross-sectional images of the TiO₂ films on the Ti substrate formed by the 2nd step treatment at 973 K for treatment times of (a, e) 1, (b, f) 2, (c, g) 3, and (d, h) 6 h.

1~3 μm 程度であった。Fig. 3 に XPS 分析による TiO_2 膜の膜厚方向の組成プロファイル(炭素、窒素のみ)を示す。 TiO_2 膜は炭素、窒素を含有しない Outer 層と炭素・窒素を含有する Inner 層の 2 層構造になっていることが分かる。Fig. 2 に示したように、 TiO_2 膜中には数十 nm オーダーのボイドが観察されたが、これは、一段階目に $\text{Ti}(\text{C},\text{N},\text{O})$ として固溶していた炭素や窒素が、二段階目処理により CO_2 や N_2 ガスとして放出されたことを示唆している。

得られた TiO_2 膜の密着力をピン引き抜き法により測定した。いずれの条件も 60 MPa 以上の密着力を示しており、特に、二段階目処理時間 1, 2 h の試料においては 70 MPa 以上と高い密着力を示した。

2.2 炭素・窒素共添加 TiO_2 膜の可視光照射下における抗菌性評価

可視光源として 400 nm 以下の波長をカットしたキセノンランプ(放射強度 $15 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$)を用い、改良フィルム密着法²⁾により大腸菌に対する抗菌性を評価した。Fig. 4 に、15 min の可視光照射下および暗所下における規格化生菌数(生菌数を初期菌数で規格化した値)の対数を示す。いずれの条件においても、暗所下においては規格化生菌数の対数はほぼ 0 であり、生菌数は減少しなかった。一方、15 min の可視光照射により、二段階目処理時間 2, 3 h の試料において規格化生菌数の対数が -1、すなわち、90% の大腸菌が死滅した。

生菌数の有意な減少が見られた二段階目処理時間 2 h の試料について、5,5-ジメチル-1-ピロリン-N-オキシド(DMPO)をスピントラップ剤として用いた ESR スピントラップ法により、生成ラジカルの定性分析を行った。Fig. 5 に得られた ESR スペクトルを示す。可視光照射下において、暗所下よりもヒドロキシラジカル($\cdot\text{OH}$)のピーク強度比が高くなっており、光触媒活性によるヒドロキシラジカルの生成が示唆された。

以上の結果から、基板との優れた密着力を有し、可視光照射 15 分にて有意に生菌数を減少させる炭素・窒素共添加ルチル単相 TiO_2 膜を二段階熱酸化法により作製できた。

3. 参考文献

- 1) R. Asahi, T. Morikawa, T. Ohwaki, K. Aoki, and Y. Taga, Visible-light photocatalysis in nitrogen-doped titanium oxides, *Science*, **293**, 269–271 (2001).
- 2) T. Ueda, N. Sato, R. Koizumi, K. Ueda, K. Ito, K. Ogasawara, and T. Narushima, Formation of carbon-added anatase-rich TiO_2 layers on titanium and their antibacterial properties in visible light, *Dent. Mater.*, **37**, e37–e46 (2021).
- 3) S. Sado, T. Ueda, Y. Tokuda, N. Sato, K. Ueda, and T. Narushima, Formation of photocatalytically active TiO_2 layers on Ti-Nb alloys by two-step thermal oxidation, *Mater. Trans.*, **60**, 1814–1820 (2019).
- 4) S. Sado, T. Ueda, K. Ueda, and T. Narushima, Formation of TiO_2 layers on commercially pure Ti and Ti-Mo and Ti-Nb alloys by two-step thermal oxidation and their photocatalytic activity, *Appl. Surf. Sci.*, **357**, 2198–2205 (2015).

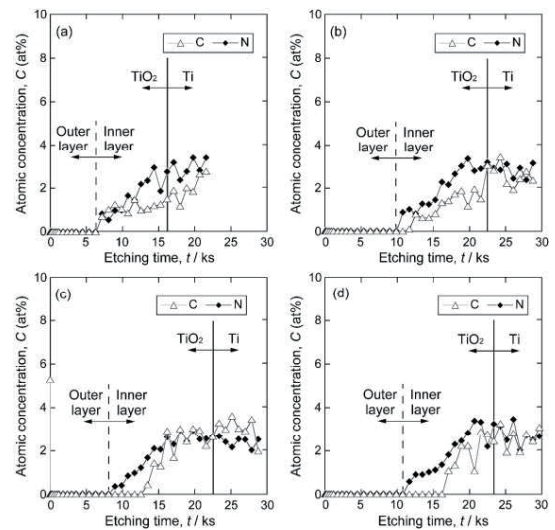


Fig. 3 XPS depth profiles of atomic concentrations of N and C in the TiO_2 films formed by the 2nd step treatment at 973 K for treatment times of (a) 1, (b) 2, (c) 3, and (d) 6 h.

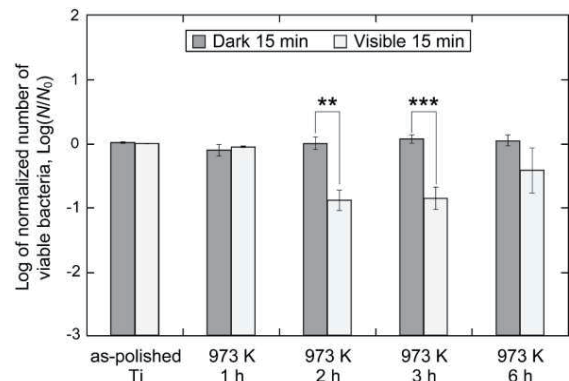


Fig. 4 Logs of the normalized numbers of viable bacteria on the as-polished Ti substrate and the TiO_2 films formed by the 2nd step treatment for 1–6 h after visible-light irradiation and placement in dark for 15 min. **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

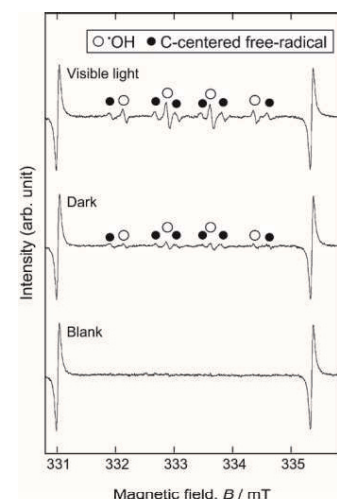


Fig. 5 ESR spectra of DMPO-OH radicals formed after 30 min of placement in the dark or visible-light irradiation on the TiO_2 film formed by the 2nd step treatment for 2 h.

生体への利用を目指した窒素ドープ酸化チタンの作製

東北大学金属材料研究所
 東北大学歯学研究科
 東京医科歯科大学生体材料工学研究所

○目代貴之
 常理、金高弘恭、溝口到
 川下将一

Preparation of nitrogen-doped titanium dioxide for biological applications
 by ○Takayuki MOKUDAI, Chang LI, Hiroyasu KANETAKA,
 Itaru MIZOGUCHI and Masakazu KAWASHITA

1. 研究目的

チタンは化学的性質が安定しており、加工にも優れた金属である。生体材料としても幅広く応用利用されており、耐食性や生体適合性が優れている¹。さらに、良好なオッセオインテグレーション（チタンと骨との結合）を示すため、歯科領域ではインプラント素材として利用されている。また、酸化チタンは紫外線照射によって高い光触媒活性を発揮し、酸素や水と反応することで活性酸素種を生成させる²。酸化チタンの結晶構造において、正方晶系であるアナターゼ型とルチル型のうち、アナターゼ型酸化チタンは、ルチル型に比べて高い光触媒活性を示すことが知られている。その理由としては、エネルギー構造の違いにあり、電子に満たされたエネルギーバンド（価電子帯）と電子が少ないエネルギーバンド（伝導体）との間に存在するバンドギャップは、アナターゼ型 3.2 eV、ルチル型 3.0 eV である。バンドギャップエネルギーから相当する波長はルチル型で 412nm、アナターゼ型で 388 nm 領域の波長であることもあり、400 nm 以下の紫外光に関してはアナターゼ型の方がより優位である。しかしながら、生体応用を考えた場合、紫外光を利用する光触媒反応は細胞毒性を引き起こすことが懸念される。一方、酸化チタンの構造を変化させることより、バンドギャップが小さくなることで、可視光 ($\lambda \geq 400 \text{ nm}$) 照射下において光触媒活性が得られる報告がある^{3,4}。そのため、我々は可視光照射で光触媒活性を得る方法として、酸化チタンに窒素ドープを行う研究に着目した。

我々はこれまで可視光で応答する窒素ドープ酸化チタン(N-doped TiO₂)を作製し、可視光照射による光触媒活性により生成される活性酸素種を確認すると共に、活性酸素種の生成にともなう抗菌効果を報告してきた⁵。本研究では、チタン製歯科インプラント自体をインプラント周囲炎の予防・治療に用いることができるかの可能性を模索するため、可視光で応答する窒素ドープ酸化チタン(N-doped TiO₂)を作製し、光触媒活性により生成される活性酸素種を確認すると共に、抗菌試験を実施したので報告する。

2. 研究成果

2-1 N-doped TiO₂ の作製と表面構造解析

工業用純チタン (CPTi) を研磨して、水酸化ナトリウム処理後、温水加熱処理を行った。その後、電気環状炉を用いてアンモニア雰囲気下にて 500°C で 3 時間 (500-3h) 処理を行い、N-doped TiO₂ を作製した。CPTi と 500-3h で作製した N-doped TiO₂ を用いて表面観察を行い比較した。表面観察は走査電子顕微鏡(SEM)にて観察を行った。その結果、作製したサンプルでは多孔質の網目構造が観察された。これは、水酸化ナトリウムと熱処理によって形成された特有なものであり、他の研究からも同様な報告がある⁶。さらに、薄膜 X 線回折装置 (TF-XRD) を測定した結果、Fig1 に示すように処理サンプルでアナターゼとルチルと思われるピークが検出された。

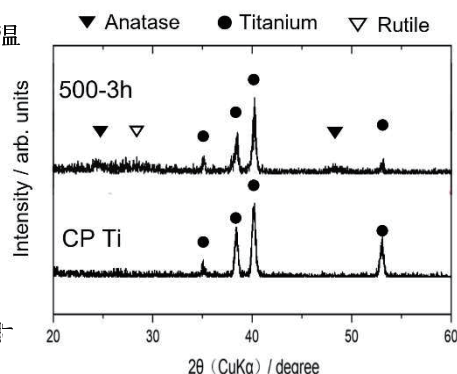


Fig.1 CPTi 窒素ドープ未処理と 500°C-3h 窒素ドープ処理における TF-XRD プロファイル

2-2 生成する活性酸素種

活性酸素種の測定を行うべく、電子スピン共鳴 (ESR) 装置を使用した。方法としてトラップ剤を用いるスピントラッピング法にて測定を行った。トラップ剤には DMPO (5,5-Dimethyl-1-pyrroline N-Oxide) を用いて行い、可視光照射時間は 15 分とした。

その結果、活性酸素種であるヒドロキシルラジカル ($\text{HO}\cdot$) が確認できた。未処理の CP Ti と処理した 500-3h での N-doped TiO_2 とを比較したところ、N-doped TiO_2 サンプルの方が $\text{HO}\cdot$ の生成量が顕著であった。

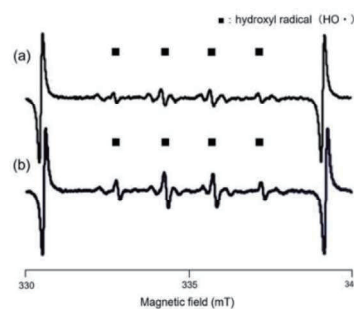


Fig.2 ESRにて得られた $\text{HO}\cdot$ スペクトラム
(a) CP Ti
(b) 500-3h N-doped TiO_2

2-3 抗菌試験

抗菌試験はサンプルに可視光を照射し行った。細菌は *Escherichia coli* (*E.coli*:JCM 5491)、*Staphylococcus aureus* (*S.aureus*:JCM 2413)を用いた。前培養を行い懸濁液の濃度が約 10^6 CFU/mLとなるよう菌液を調製した。サンプル上に、調製した菌液を滴下後、フィルムをかぶせた。可視光である 400 nm 以上の波長域で照射時間 15 分として行った。照射後、回収した菌は寒天培地に播種し 37°C で 24–48 時間培養した。培養後、コロニー数をカウントし、生菌数を求めた結果を Fig.3 に示した。500-3h での N-doped TiO_2 では、CPTi と比較して、*E.coli* と *S.aureus* ともに抗菌効果を示した。しかしながら、*S.aureus* に対しては効果が弱い結果となった。これは細菌の構造が影響すると考えられる。

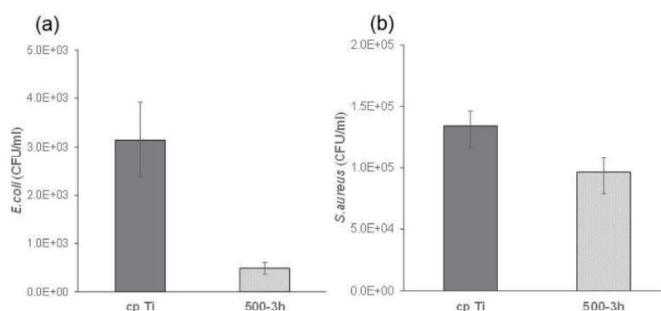


Fig.3 抗菌試験結果
CPTi と 500-3h N-doped TiO_2 における可視光照射時での a) *E. coli* と b) *S. aureus* 抗菌結果

3. まとめ

チタンを水酸化ナトリウム水溶液に浸漬後、アンモニア雰囲気中にて加熱処理を行った 500°C で 3 時間処理での基板表面では、構造が異なっていることが示唆された。ESR 測定結果からは処理していない CPTi と 500°C で 3 時間処理の N-doped TiO_2 を比較すると、本処理を行ったほうが活性酸素種である $\text{HO}\cdot$ の生成量が顕著に確認できた。抗菌試験の結果に関しては、*E.coli* と *S.aureus* ともに 500°C で 3 時間処理の N-doped TiO_2 で抗菌効果が認められたが、*S.aureus* に関しては効果がやや弱い結果となった。これは、グラム陽性菌と陰性菌での構造の違いにより効果に差が生じていると考えている。以上の結果をふまえて光触媒活性を効率よく得られる条件の確立に関しても引き続き進めていく予定であり、生体で利用できる材料開発を目指す。

4. 参考文献

1. T Narushima, *et al.*, Titanium and its alloys as biomaterials. Journal of Japan Institute of Light Metals, 2005. 55(11): p. 561-565.
2. A Fujishima, *et al.*, Titanium dioxide photocatalysis. Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews, 2000. 1(1): p. 1-21.
3. S Sato., Photocatalytic activity of NO_x-doped TiO_2 in the visible light region. Chemical Physics Letters, 1986. 123(1-2): p. 126-128.
4. R Asahi, *et al.*, Visible-light photocatalysis in nitrogen-doped titanium oxides. Science, 2001. 293.
5. M Iwatsu, *et al.*, Visible Light-Induced Photocatalytic and Antibacterial Activity of N-doped TiO_2 . Journal of Biomedical Materials Research : Part B - Applied Biomaterials, 2019
6. M. Uchida, *et al.*, Effect of Water Treatment on the Apatite-Forming Ability of NaOH-Treated Titanium Metal J. Biomed. Mater. Res. 63 (2002) 522.

Regulation of strength and ductility of single-phase twinning-induced plasticity high-entropy alloys

東北大学金属材料研究所 ○魏代修、加藤 秀実

by ○Daixiu Wei, Hidemi Kato

1. Research Object

High-entropy alloys (HEAs) contain multiple principal metallic elements, which exhibit a good combination of strength and ductility at various temperatures [1,2]. However, the main drawback of single-phase HEAs is the moderate yield strength, which restricts the maximum allowable stress for load-bearing applications. Grain boundary strengthening and precipitation strengthening are two of the most widely utilized strategies for elevating yield strength. However, ductility often decreases dramatically with decreasing grain size, and brittle precipitates are readily formed during thermomechanical treatment. Furthermore, introducing desirable precipitates into the alloys requires precise design and careful regulation of the precipitation, which is more difficult in HEAs than in dilute solid solutions because of the composition complexity. On the other hand, deformation-induced defects also strengthen alloys, where the dislocations, stacking faults (SFs), twin boundaries, and phase boundaries act as obstacles for dislocation motion. Thus, it is feasible to improve strength by introducing defects. Moreover, the stacking fault energy (SFE) of FCC-phase HEAs decreases with decreasing temperature. Thus, the twinning and/or FCC \rightarrow HCP SIMT become more preferred at cryogenic temperatures. A higher number of dislocations can be preserved during plastic deformation at cryogenic temperatures than at elevated temperatures.

In this study, we aimed to demonstrate a strategy for enhancing the strength of FCC-phase HEAs by introducing appropriate crystal defects. We selected the $\text{Co}_{35}\text{Cr}_{25}\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{20}$ (atomic percent, at.%) alloy as a model HEA that exhibits TWIP behavior at room temperature [3]. We pre-rolled the HEA at cryogenic temperature (cryo-rolling, denoted by CR) to introduce defects and then further tuned the microstructure by post-rolling HT. The CR method was widely utilized for enhancing the strength of conventional metals and alloys, such as copper and aluminum alloys. The reasons for applying CR in the present study are: (i) dislocation slip with twinning occurs in the HEA at room temperature, but the FCC \rightarrow HCP SIMT is expected to occur at cryogenic temperature, which would significantly enhance the strength; (ii) a larger amount of defects could be stored at cryogenic temperature than that at room temperature, attributing to the decrease of SFE and the suppression of thermally-activated recovery of dislocations. Then, we determined the influence of the tunable defects on the room temperature tensile yield strength by neutron diffraction (ND) line profile analysis and electron microscope characterization.

2. Experimental Results

We analyzed the dislocation density (ρ_d), the stacking fault probability (P_{SF}), the volume fraction (vol.%) of the HCP phase, and the hardness of the samples after rolling (CR) and heat-treatment (HT1, HT2, and HT3) [4]. More details of the experiment can be found elsewhere [4]. Fig. 1a shows the P_{SF} of the samples. P_{SF} increased dramatically with increasing CR strain, but it notably decreased after HT. P_{SF} was 4.1×10^{-3} (10%), 10.2×10^{-3} (20%), and 14.1×10^{-3} (30%) in the CR samples, but it decreased to 2.6×10^{-3} , 6.8×10^{-3} , and 8.8×10^{-3} in HT1 samples, and further decreased to 1.1×10^{-3} , 0.7×10^{-3} , and 0.6×10^{-3} in HT3 samples, respectively. This result shows that the CR-

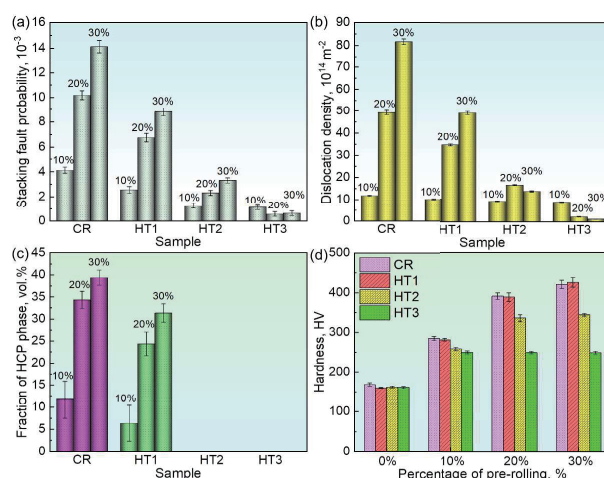


Fig. 1 (a) Stacking fault probability (P_{SF}), (b) dislocation density, (c) volume fraction of HCP phase, and (d) Vickers hardness of the $\text{Co}_{35}\text{Cr}_{25}\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{20}$ HEA after CR, and subsequent HT at 773K for 1h (HT1), 873K for 1h (HT2), and 973K for 1h (HT3).

induced SFs were partially recovered at high temperatures, and the recovery was promoted by elevating the temperature. Fig. 1b shows the dislocation density (ρ_d) in the samples. In the sample before CR, the dislocation density was $0.9 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ (denoted as ρ_0). An increase in CR strain significantly increased ρ_d to $11.7 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ (10%), $49.2 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ (20%), and $81.6 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ (30%) in the CR samples. It decreased to $8.9 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$, $16.4 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$, and $13.5 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ in the HT2 samples, and then to $8.5 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$, $2.2 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$, and $1.1 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ in the HT3 samples. This result shows that a larger amount of dislocations were recovered at a higher temperature than that at a lower temperature.

Fig. 1c shows the volume fraction (vol.%) of the HCP phase, which reached a value of 39.3 vol.% in the 30% CR sample but decreased to 31.3% after annealing at 773 K for 1 h. The HCP phase was partially transformed to the FCC phase in the HT1 samples. However, no HCP phase was detected in the HT2 and HT3 samples, indicating that the HCP \rightarrow FCC transformation was completed. Fig. 1d shows the Vickers hardness. The hardness of the sample before CR was 162 HV, and it increased to 284.9 HV (10%), 390.5 HV (20%), and 420.7 HV (30%) after CR. The hardness did not change obviously during annealing at 773 K, but it decreased notably after annealing at 873 K and 973 K. The hardness is correlated with the strength of the samples. The grains were slightly refined; the average size decreased from 21.7 μm to 18.9 μm , 16.4 μm , and 10.9 μm in the HT2 samples, and further decreased to 17.5 μm , 6.5 μm , and 4.3 μm in the HT3 samples. Fine grains were formed at the primary grain boundaries, indicating the occurrence of static recrystallization. Recrystallization preferentially occurred in the samples with a large CR strain (20% and 30%). The reduction of ρ_d , P_{sf} , and hardness is partially attributed to the recrystallization.

Fig. 2a–c shows the room-temperature tensile properties of the CR (Fig. 2a), HT2, and HT3 samples (Fig. 2b), along with their comparison (Fig. 2c). The tensile property of the sample before CR is also inserted as a reference, where the yield strength and ultimate tensile strength (UTS) were notably elevated by CR; The yield strength increased from 275.5 MPa (before CR) to 642.9 MPa (10% CR), 1012.1 MPa (20% CR), and 1189.6 MPa (30% CR). It decreased to 565.4 MPa, 826.9 MPa, and 828.2 MPa in the HT2 samples, and further decreased to 524.4 MPa, 475.8 MPa, and 495.4 MPa in the HT3 samples. The UTS increased from 739.1 MPa (before CR) to 878.3 MPa, 1117.9 MPa, and 1266.4 MPa in the CR samples. It decreased to 840.5 MPa, 973.9 MPa, and 999.3 MPa in the HT2 samples, and then decreased to 836.4 MPa, 860.5 MPa, and 874.4 MPa in the HT3 samples.

The tensile elongation retained a satisfactory value ($> 35\%$) in the 10% CR, HT2, and HT3 samples. These results demonstrate that the tensile properties can be balanced by tuning the defects. The CR samples exhibit a very limited work-hardening ability, particularly when they contain a high density of defects and a large fraction of the HCP phase (30% CR). The defects and HCP phase can be tuned, and the HCP can be reversely transformed into the FCC phase. As a result, the work-hardening ability, strength, and ductility can be optimized. The CR-generated defects and HCP phase extend the realm of possibilities for tuning the microstructure and mechanical properties of the TWIP HEA, which is one new point of our study.

3. References

- (1) B. Cantor, I.T.H. Chang, P. Knight, A.J.B. Vincent, *Mater. Sci. Eng. A*. 375–377 (2004) 213–218.
- (2) J.W. Yeh, S.K. Chen, S.J. Lin, J.Y. Gan, T.S. Chin, T.T. Shun, C.H. Tsau, S.Y. Chang, *Adv. Eng. Mater.* 6 (2004) 299–303.
- (3) D. Wei, X. Li, W. Heng, Y. Koizumi, F. He, W.-M. Choi, B.-J. Lee, H.S. Kim, H. Kato, A. Chiba, *Mater. Res. Lett.* 7 (2) (2019) 82–88.
- (4) D. Wei, W. Gong, T. Kawasaki, S. Harjo, H. Kato, *Scripta Materialia* 216 (2022) 114738.

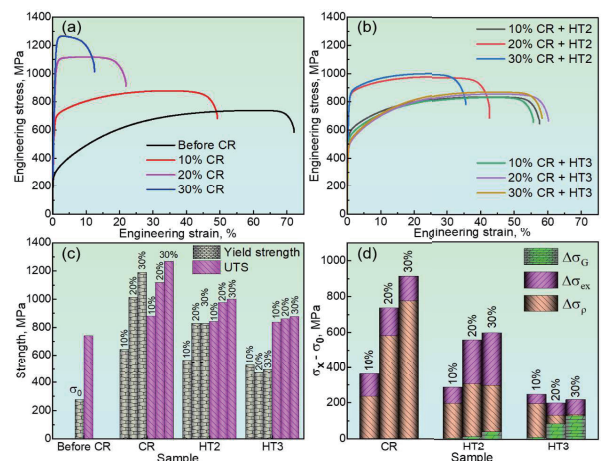


Fig. 2 Room-temperature tensile stress-strain curves of the $\text{Co}_{35}\text{Cr}_{25}\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{20}$ HEA (a) before and after CR, and (b) after HT at 873K and 973 K for 1h. (c) Comparison of yield strength and UTS. (d) Contributions to the increment of yield strength of the samples.

ハイドロゲル膜を用いた高密度多点電極アレイとマイクロ流体デバイスの界面制御

東北大学電気通信研究所 ○佐藤有弥、山本英明、平野愛弓
早稲田大学理工学術院 谷井孝至

Hydrogel films for controlling the interface between high-density microelectrode arrays and microfluidic devices

by ○Yuya SATO, Hideaki YAMAMOTO, Ayumi HIRANO-IWATA and Takashi TANII

1. 研究目的

多点電極アレイ (MEA) は基板に埋め込まれた微小電極を用いて活動電位の発生に伴う細胞外電位変化を電氣的に計測するデバイスである。従来、MEA 計測では、1 ms 以下の高い時間分解能で活動電位が発生したタイミングを計測することができるが、1 チップの電極数は通常 64 程度で、空間分解能も基板電極の間隔 (典型的なデバイスで 200 μm 程度) によって制限されていた。この問題を解決すべく、高密度多点電極アレイ (HD-MEA) の開発が進められた。HD-MEA では、基板内に内蔵したデジタル回路により信号をマルチプレクシングし、フィード線やコンタクトパッドを複数の作用電極で共有するため、電極数や電極密度が従来に比べて 2~3 桁上昇した。例えば、Maxwell Biosystems 社のチップでは、26,400 電極が 3,265 電極/ mm^2 の密度で配列されており、最大 1,024 個の電極から時間分解能 50 μs で細胞外電位を計測することができる。このような新しい技術の到来により、神経活動計測における時間分解能と空間分解能のトレードオフが解決しつつある。そこで我々は、生きた神経細胞ネットワークにおける回路網の構造と活動パターンとの関係を調べることを目的として、マイクロ流体デバイスを使って HD-MEA 上に培養神経回路をパターンニングするプロセスを確立した^{1,2}。

2. 研究成果

HD-MEA 上にマイクロ流体デバイスを直接貼り付け、そこにラット大脳皮質神経細胞を培養したときの様子を Fig. 1(a)に示す。HD-MEA 表面には数 μm の凹凸が存在するため、この間隙から軸索がパターンの外側に非特異的に成長してしまうことが問題となった。このような表面形状は、他社の HD-MEA にも見られるものである。もちろん、HD-MEA デバイス表面を平坦化することがこのマイクロ流体デバイスの密着性を改善するための直接的な解決方法である。また例えば MultiChannel Systems 社の製品のように、表面の平坦性が高い HD-MEA も販売されている。しかし各社のデバイスはそれぞれ電極密度や電極数などに個性があるため、表面形状だけを重視して機種を選定することは難しい。また従来型の MEA と比べて、HD-MEA では各社独自の電子回路がチップに埋め込まれているため、自前でチップを作製することは事実上不可能である。

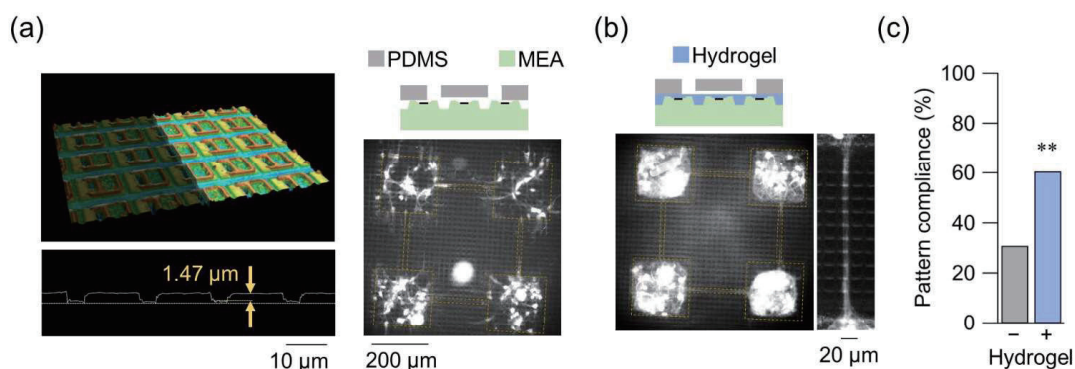


Fig. 1 (a)HD-MEA の表面形状 (左) と、マイクロ流体デバイスを直接設置した場合の神経細胞の成長の様子 (右)。神経細胞は蛍光色素 NeuO で染色している。(b)ハイドロゲルコーティング後の HD-MEA にマイクロ流体デバイスを設置した場合の神経細胞の成長の様子。右はモジュール間を結ぶマイクロチャンネル部の拡大図。(c)マイクロ流体デバイスの形状に忠実にパターンニングできた確率。文献 1,2 より転載。

HD-MEA へのマイクロ流体デバイスの密着性を向上させるために、我々はデバイスの表面を厚さ約 $2\ \mu\text{m}$ のハイドロゲル膜で修飾する方法を考案した。具体的には、細胞外基質を構成するタンパク質の一種であるコラーゲンのゲル膜でデバイス表面を修飾し、それをクッション剤とすることで密着性を向上させた。これにより、非特異的に神経突起がパターン外に成長する確率を 31% から 61% に現象させることに成功した (Fig. 1(b,c))。

細胞外電位の振幅は、電極と細胞との距離が離れるのに従って減少するため、ハイドロゲル層を挿入すると信号振幅は必然的に減少する。この減少の度合いを見積もるために、計測された細胞外電位の信号振幅のヒストグラムをハイドロゲルの有無で比較した。ハイドロゲル層を挿入したことで振幅の中央値が 29% 減少したものの、ノイズレベルよりは十分に高い振幅で活動電位が計測できていることが分かった。

ハイドロゲル層を介して貼り付けたマイクロ流体デバイスを用いて培養神経回路をパターンニングし、発火パターンを計測した例を Fig. 2(a,b) に示す。同期バーストが起きたタイミングでは、多くの電極において連続的に信号が検出されるが (Fig. 2(c) 中段)、時間軸を拡大すると、異なるモジュールに配置された電極では、それぞれの電極で数 100 ms の時間差が存在した (Fig. 2(c) 下段)。一方、同一のモジュールに配置された電極では、各電極で観察された活動電位信号の時間差が 1 ms 以下であった (Fig. 2(d) 下段)。前者は蛍光カルシウムイメージングでも計測されるが、後者は不可能である。

このように HD-MEA の高い時間分解能を活用することにより、モジュール内部での信号伝搬といったサブミリ秒の現象が解析可能になり、神経回路網の構造機能相関を解析するための新しい基盤技術を整えることができた。

3. 参考文献

- (1) Y. Sato, H. Yamamoto, H. Kato, T. Tanii, S. Sato and A. Hirano-Iwata, Microfluidic cell engineering on high-density microelectrode arrays for assessing structure-function relationships in living neuronal networks, *Front. Neurosci.*, **16**, 943310 (2023).
- (2) 山本英明, 平野愛弓, 佐藤茂雄, マイクロ流体デバイスを用いた神経回路機能の実細胞再構成, 応用物理 (投稿中).

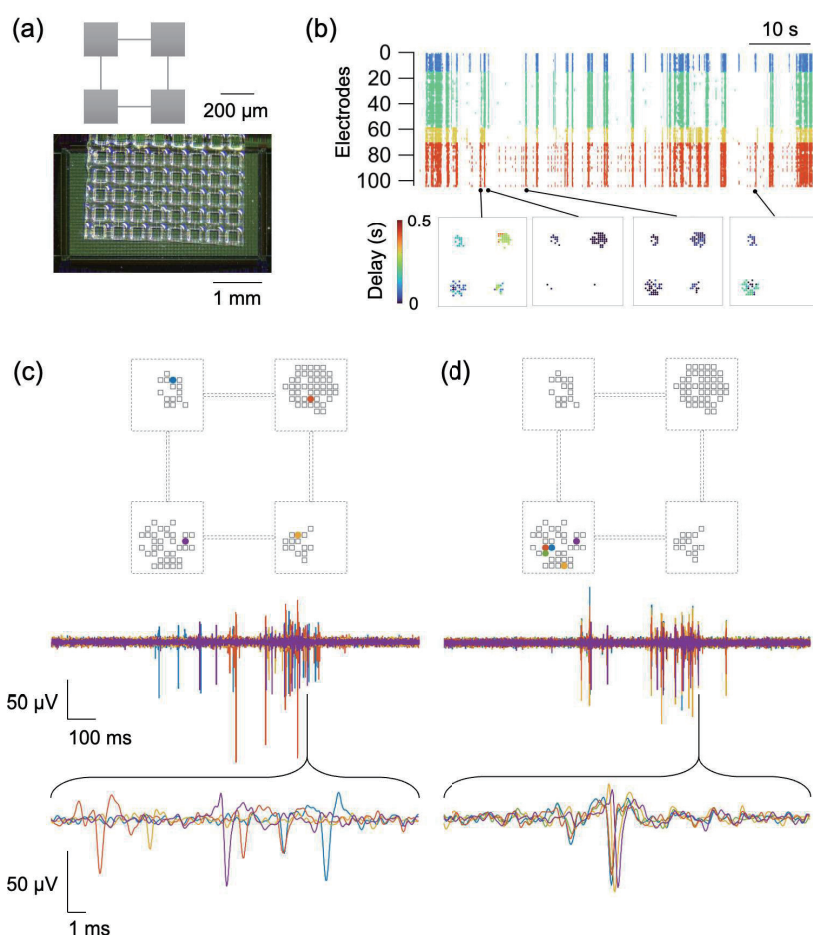


Fig. 2 (a)モジュール構造型培養神経回路の形状 (上) と HD-MEA 上に設置したマイクロ流体デバイス (下). (b) 上段: 自発的神経活動のラスタプロット. 活動電位が発生したタイミングを点で示す. 異なるモジュールに属する電極から計測された信号を色分けした. 下段: 代表的なタイミングで発生した神経活動の伝搬の様子. (c,d) 異なるモジュールに属する電極 (c), 同一モジュールに属する電極 (d) で計測された細胞外電位信号. 上段: 電極の配置. 中段: 同期的な連続発火が生じた際の信号波形. 下段: 波形の拡大図. 波形の色は上段の電極の色と対応している. また (c) と (d) は同一のタイミングで計測された信号を示している. 文献 1,2 より転載.

NiAs 型結晶構造を有する(Cr,Fe)S 化合物の磁氣的性質

東北大学金属材料研究所 ○梅津理恵、千星 聡、宮川正人
九州大学大学院工学研究院 吉年規治、海洋研究開発機構 真砂 啓、川人洋介
東京大学物性研究所 福島鉄也、大阪大学大学院工学研究科 赤井久純

Magnetic properties of (Cr,Fe)S compounds with NiAs-type structure

by ○Rie UMETSU, Satoshi SEMBOSHI, Masato MIYAKAWA, Noriharu YODOSHI, Akira MASAGO,
Yosuke KAWAHITO, Tetsuya FUKUSHIMA and Hisazumi AKAI

1. 研究目的

フェルミ面においてスピン分極率が 100%のハーフメタル型電子状態を有する磁性体は[1]、スピントロニクス分野で盛んに研究されているが、これまでは強磁性体のみが研究の対象であった。スピントロニクス分野における新しいデバイス素子材料として、反強磁性体の活用が近年注目され、補償温度にて完全に磁化の値が相殺される、ハーフメタル完全補償型フェリ磁性体がスピントロニクス分野で切望されている。第一原理計算では、ペロブスカイト酸化物 ($\text{La}_2\text{M}'\text{M}''\text{O}_6$) [2]、ダブルペロブスカイト (La_4VRuO_6) [3]、Cr基ホイスラー合金 (Cr_2MnZ ($Z = \text{P, As, Sb and Bi}$) [4]、 CrMnZ ($Z = \text{P, As and Sb}$) [5]) など、実に多くの候補物質が提案されているが、実験的に報告されている物質は $\text{Mn}_{1.5}\text{V}_{0.5}\text{FeAl}$ と $\text{Mn}_2\text{V}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{Al}$ の 2 例のみであった [6,7]。我々の研究グループでは、遷移金属カルコゲナイド化合物に着目し、第一原理計算と実験による物質探索を行ってきた。そして、NiAs 型結晶構造を有する(Cr,Fe)S 化合物の合成に成功し、完全補償型フェリ磁性体特有の振る舞いを示すことを報告した[8,9]。本研究では、物質合成における熱処理条件をより最適化するために、相状態や磁気特性に及ぼす熱処理温度の影響を調べた。

2. 実験方法

試料は 50 μm 程度の原料の粉末(Cr, Fe および S)を目的の組成比に秤量し、プレス機にて圧粉体に成形したものを石英管に真空封入した後に Ar ガスを導入し、1023~1423 K にて 1 日保持した後水中に急冷して得た。得られた試料は X 線粉末回折(XRD) 測定で結晶構造を調べ、走査型電子顕微鏡 (SEM) やエネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) で組織観察や組成分析を行った。示差走査熱量 (DSC) 測定で熱的安定性を調べ、超電導量子干渉 (SQUID) 磁束計や振動試料型磁力計 (VSM) を用いて磁氣的性質を調べた。

3. 研究成果

2. 1 結晶構造と組織

Fig. 1 に各熱処理温度より急冷して得た化合物の XRD パターンを示す。観測される回折ピークは NiAs 型結晶構造として指数づけができ、図中の×は第 2 相のピークである。熱処理温度が上昇するにつれて第 2 相のピークは減少し、1323 K からの急冷により、ほぼ単相が得られることが分かる。Fig. 2 は、1123, 1223, および 1323K からの急冷より得た試料の SEM 観察

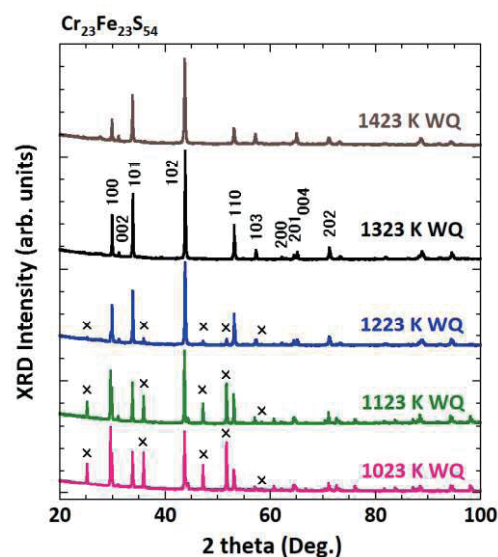
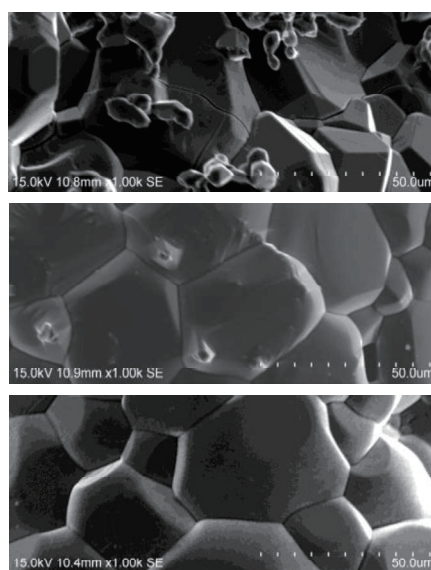


Fig. 1 各熱処理温度より得た $\text{Cr}_{23}\text{Fe}_{23}\text{S}_{54}$ 化合物の室温における XRD パターン(Cu 管球を使用)。



Figs. 2 熱処理温度 1123 K (上)、1223 K (中)と 1323 K (下) より急冷して得た $\text{Cr}_{23}\text{Fe}_{23}\text{S}_{54}$ 化合物の SEM 観察像。

像を示す。XRDの結果と対応し、1323 Kでは異相が存在せず、単相組織であることが分かる。なお、1423 Kにて得た試料もほぼ単相であるが、Sが熱処理により蒸発したのか、Sの組成が仕込み組成より大きくずれていた。よって、本化合物における最適な熱処理温度は1323 Kであると結論できる。

2. 2 磁気特性

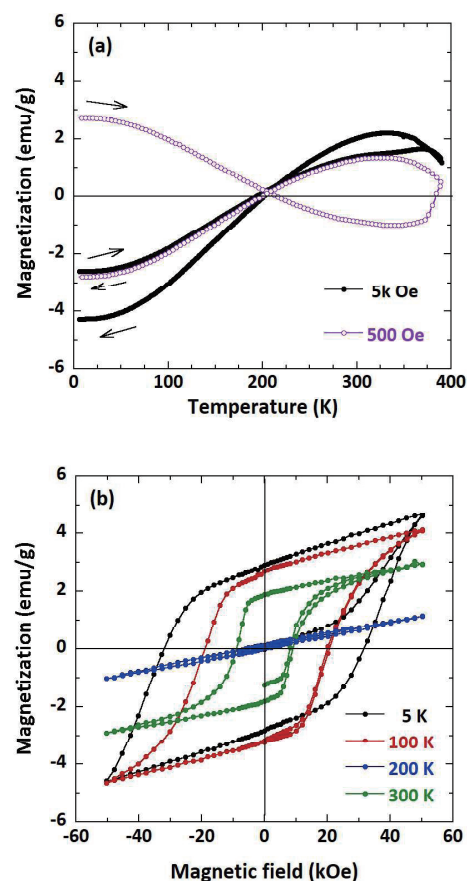
本化合物組成において最も適切な熱処理温度と考えられる、1323 Kより急冷して得た $\text{Cr}_{23}\text{Fe}_{23}\text{S}_{54}$ の熱磁化曲線と各温度にて測定した磁化曲線をそれぞれFig. 3(a)と(b)に示す。熱磁化曲線は500 Oeの磁場中で昇温・降温過程を測定した後、続いて5 kOeの磁場を印加し、同様に昇温・降温過程の測定を行った。500 Oeの熱磁化曲線において磁化が零の値をまたぐ、補償温度が200 K近傍で観測され、Néelによって提唱されたようなN型のフェリ磁性体特有の熱磁化曲線を示すことが分かる[10]。

5, 100, 200, および300 Kで測定を行った磁化曲線をFig. 3(b)に示す。5 Kでは34 kOeの非常に大きな保磁力が観測された。今回測定を行った最大磁場50 kOeでは磁化は完全に飽和しておらず、さらに大きな磁場を印加すれば、保磁力はさらに増大すると考えられる。保磁力は補償温度近傍の200 Kでは完全に消失し反強磁性体のような磁化曲線を示すが、温度を上げると再び保磁力を有するような磁化曲線を示す。

以上より、 $\text{Cr}_{23}\text{Fe}_{23}\text{S}_{54}$ において最適な熱処理温度は1323 Kであり、NiAs型結晶構造の単相が得られた。本化合物は完全補償型フェリ磁性体特有の磁気特性を示し、第一原理計算の結果よりハーフメタル型電子状態を有することが示唆される。ハーフメタル完全補償型フェリ磁性体として、スピントロニクス分野のデバイス材料として有望であると期待される。

3. 参考文献

- [1] H. van Leuken and R. A. de Groot, "Half-Metallic Antiferromagnets", Phys. Rev. Lett. 74, 1171 (1995).
- [2] W.E. Pickett, "Single Spin Superconductivity", Phys. Rev. Lett. 77, 3185 (1996).
- [3] J.H. Park, S.K. Kwon, and B.I. Min, "Half-metallic antiferromagnetic double perovskites: LaAVRuO_6 (A=Ca, Sr, and Ba)", Phys. Rev. B 65, 174401 (2002).
- [4] I. Galanakis, K. Özdoğan, E. Şaşıoğlu, and B. Aktaş, "Ab initio design of half-metallic fully compensated ferrimagnets: The case of Cr_2MnZ (Z=P, As, Sb, and Bi)" Phys. Rev. B 75, 172405 (2007).
- [5] E. Sasioglu, "Nonzero macroscopic magnetization in half-metallic antiferromagnets at finite temperatures", Phys. Rev. B 79, 100406(R) (2009).
- [6] R. Stinshoff, G. H. Fecher, S. Chadov, A. K. Nayak, B. Balke, S. Ouardi, T. Nakamura, and C. Felser, "Half-metallic compensated ferrimagnetism with a tunable compensation point over a wide temperature range in the Mn-Fe-V-Al Heusler system", AIP Adv. 7, 105009 (2017).
- [7] P.V. Midhunlal, J. A. Chelvane, D. Prabhu, R. Gopalan, and N. H. Kumar, " $\text{Mn}_2\text{V}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{Z}$ (Z = Ga, Al) Heusler alloys: High T_C compensated P-type ferrimagnetism in arc melted bulk and N-type ferrimagnetism in melt-spun ribbons", J. Magn. Magn. Mater. 489, 165298 (2019).
- [8] N. H. Long, M. Ogura, and H. Akai, "New type of half-metallic antiferromagnet: transition metal pnictides", J. Phys.: Condens. Matter 21, 064241 (2009).
- [9] S. Semboshi, R.Y. Umetsu, Y. Kawahito, and H. Akai, "A new type of half-metallic fully compensated ferrimagnet", Sci. Rep. 12, 10687 (2022).
- [10] M. L. Néel, "Propriétés magnétiques des ferrites; ferrimagnétisme et antiferromagnétisme", Ann. Phys. 12, 137 (1948).



Figs. 3. (a) 500 および 5 k Oe の磁場中で測定を行った、 $\text{Cr}_{23}\text{Fe}_{23}\text{S}_{54}$ 化合物の熱磁化曲線。(b) 5, 100, 200, および 300 K の各温度における同じ試料の磁化曲線。

高機能複相銅合金創製のための基礎的・実践的研究

東北大学金属材料研究所 ○千星 聡
大阪大学接合科学研究所 伊藤和博

Fundamental and practical researches for fabrication of high-performance dual-phase copper alloys
by ○Satoshi SEMBOSHI, and Kazuhiro ITOH

1. 研究目的

時効析出型 Cu-Ti 合金は強度、応力緩和性、耐久性など力学特性に秀でた銅合金であり、スマートフォン用コネクタや板ばねとして薄板材が広く使用されている。Cu-Ti 合金は通常 3~5 at.% の Ti を含有し、溶体化—時効のプロセスにより製造する。時効初期では、Cu 母相内に数 10 nm サイズの微細な準安定相 β' -Cu₄Ti (正方晶) が連続析出する。さらに時効すると β' -Cu₄Ti の連続析出と競合して、粒界反応により安定相 β -Cu₄Ti (斜方晶) と Cu 相が積層したラメラ組織が不連続析出し、時効終期ではラメラ組織が試料全体を占有する。 β' -Cu₄Ti の微細分散は材料強化に極めて有効であるが、 β -Cu₄Ti を含むラメラ組織の発達は強化に有効な β' -Cu₄Ti を侵食するため、著しい強度低下を伴う。このため、Cu-Ti 合金を強度重視の用途に使用する際は、 β' -Cu₄Ti が十分に微細分散し、ラメラ組織が発達する前の所謂「ピーク時効」条件で調製するのが常套である。千星らは、「過時効」条件にてラメラ組織を発達させた Cu-Ti 合金材を冷間にてダイス伸線加工すると、ピーク時効材よりも強度が顕著に向上することを報告している^{2,3)}。これは、伸線加工によって β -Cu₄Ti/Cu ラメラ組織が伸線方向に配向した β -Cu₄Ti/Cu ファイバー組織へ遷移することに起因する。過時効材はピーク時効材よりも導電率が高い。つまり、過時効材から伸線加工した線材は、ピーク時効材よりも強度と導電性の両方で優れた特性を示す。この技術は薄板製造にも展開できる可能性が高い。本研究では、ラメラ組織が発達した Cu-Ti 合金過時効材を冷間での強圧延に供して複相強化型薄板材の作製を試みた。圧延にともなう試料の組織および力学的・電気的特性の変化を系統的に調べ、組織と強度—導電性バランスの関係を検討した。

2. 研究成果

2. 1 冷間圧延にともなう組織変化

Fig. 1 に Cu-4.2 at.% Ti 合金の溶体化材、過時効材 (板厚 $t = 10$ mm) の組織写真を示す。溶体化材は Cu 固溶体単相であり、平均結晶粒径 20 μm の再結晶等軸粒組織であった。過時効材では、試料全体を板状の β -Cu₄Ti 相と Cu 固溶体相が積層したラメラ組織が占有した。ラメラ組織の配向はランダムで、平均セル間隔は約 200 nm であった。 β -Cu₄Ti の体積分率は 17% であり、Cu 固溶体相と整合界面をもつ^{4,5)}。

Fig. 2 に Cu-4.2 at.% Ti 合金過時効材の冷間圧延にともなう組織変化を示す。過時効材を冷間圧延すると、加工初期 (相当ひずみ $\epsilon < 1.0$ ($t > 3.6$ mm)) では、板状 β -Cu₄Ti が湾曲しながら圧延方向に揃いはじめる。さらに圧延していくと β -Cu₄Ti は分断され小片状になる。 $\epsilon = 3.5$ ($t = 0.3$ mm) の強加工材では、 β -Cu₄Ti が幅 100 nm、長さ 100~500 nm 程度まで小片化し、それらが緻密に折り合わされた帯状の領域を形成した。脆性な β -Cu₄Ti が湾曲や薄肉化など塑性変形するのは、延性な Cu 固溶体相との整合性が高いためだと考察する。

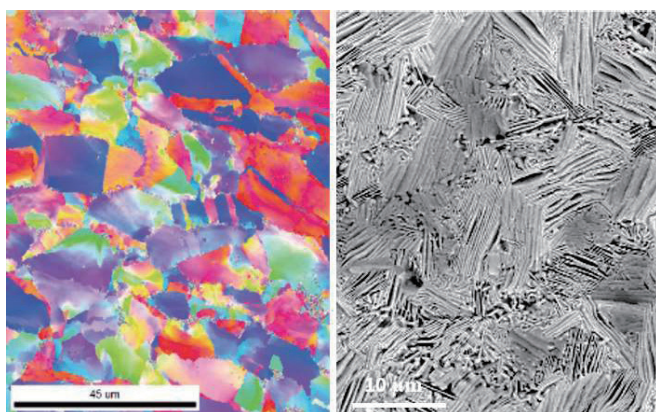


Fig. 1 (a) Inverse pole figure by EBSD of solid-solution treated Cu-4.2 at.% Ti alloy, and (b) FESEM micrograph of the alloy over-aged by multi-step aging from 600 °C to 450 °C.

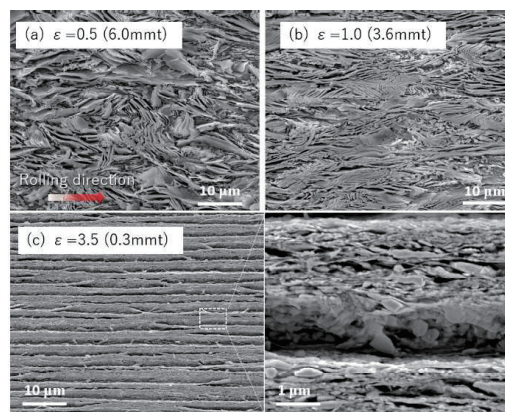


Fig. 2 Cross-sectional images of Cu-4.2 at.% Ti alloys cold-rolled from a thickness of 10 mm to 6.0 mm ($\epsilon = 0.5$) (a), 3.6 mm ($\epsilon = 1.0$) (b), and 0.3 mm ($\epsilon = 3.5$) (c).

2. 2 冷間圧延にともなう強度および導電性の変化

Fig. 3 に Cu-4.2 at.% Ti 合金の溶体化材, ピーク時効材, 過時効材を冷間圧延したときの加工度にともなうビッカース硬さと導電率の変化を示す. 溶体化材を冷間圧延すると, 加工初期では硬さは顕著に向上するが, 加工度 $\varepsilon = 1.0$ 以上 ($t = 3.6$ mm 以下) では加工硬化が飽和し, 硬さはほぼ一定となった. また, 導電率は冷間圧延によってほとんど変化せず, 約 4.5% IACS* のままであった. ピーク時効材は圧延前の硬さが 290 Hv を越えており, 圧延により硬さは緩やかに増加して 355 Hv 程度で飽和する. ピーク時効材の導電率は圧延前で 15% IACS であり, 圧延にともない単調に減少して $\varepsilon = 4.8$ ($t = 0.1$ mm) で 6% IACS を下回る. 一方, 過時効材での硬さは圧延前では 155 Hv とピーク時効材よりも低いものの, 圧延にともない増加して, $\varepsilon = 4.8$ で 320 Hv を超える. この硬さの増分 (165 Hv) は, 溶体化材での増分 (140 Hv) やピーク時効材での増分 (65 Hv) より大きい. 導電率は, $\varepsilon = 1.0$ ($t = 3.6$ mm) までは僅かに増加した後に徐々に低下するが $\varepsilon = 4.8$ ($t = 0.1$ mm) でも 18% IACS 以上を保つ.

Table I に Cu-4.2 at.% Ti 合金ピーク時効材および過時効材を $\varepsilon = 3.5$ ($t = 0.3$ mm) まで強圧延した板材の引張強度, 破断伸び, 導電率を示す. このように, 通常敬遠されてきたラメラ状不連続析出物で占有される過時効材を強加工すると, 従来のピーク時効よりも強度は 10%ほど低いものの, 導電率は 3 倍程度向上した薄板材が得られた. 合金組成や加工条件を精査すれば, 更に強度-導電性の特性バランスを多様に制御することが期待できる.

3. まとめ

本研究では, 過時効処理により板状 β -Cu₄Ti/Cu のフルラメラ組織にした Cu-4.2 at.% Ti 合金を冷間圧延に供して薄板材を作製した. 冷間圧延にともないラメラ組織の配向が圧延方向に揃い, 更に圧延すると板状の β -Cu₄Ti が小片化して帯状の領域を形成した. 加工度 $\varepsilon = 3.5$ ($t = 0.3$ mm) まで強圧延した薄板材では, 従来のピーク時効-圧延材と比較して引張強度は 10%程度低い, 導電率は約 3 倍を示した. 今後, 合金組成や加工・時効工程を精査し, 更に高性能な合金薄板材を効率的に作製していきたい.

4. 参考文献

- (1) S. Semboshi, S. Amano, J. Fu, A. Iwase, and T. Takasugi: Kinetics and equilibrium of age-induced precipitation in Cu-Ti binary alloys, *Metall. Mater. Trans. A*, **48** (2017), 1501–1511.
- (2) S. Semboshi, Y. Kaneno, T. Takasugi, and N. Masahashi: High strength and high electrical conductivity Cu-Ti alloy wires fabricated by aging and severe drawing, *Metall. Mater. Trans. A*, **49** (2018) 4956–4965.
- (3) S. Semboshi, Y. Kaneno, T. Takasugi, S.Z. Han, and N. Masahashi: Effect of composition on the strength and electrical conductivity of Cu-Ti binary alloy wires fabricated by aging and intense drawing, *Metall. Mater. Trans. A*, **50** (2019) 1389–1396.
- (4) S. Semboshi, M. Ishikuro, S. Sato, K. Wagatsuma, A. Iwase, T. Takasugi: Investigation of precipitation behavior in age-hardenable Cu-Ti alloys by an extraction-based approach, *Metall. Mater. Trans. A*, **45** (2014) 3401–3411.
- (5) K. Saito, M. Suzuki, Y. Hayasaka, K. Takenaka, and S. Semboshi: Effect of magnesium doping on discontinuous precipitation in age-hardenable copper-titanium alloys, *Mater. Charact.*, **189** (2022) 111911.

* %IACS: 室温での高純度焼鈍し純銅を基準にした導電率の割合 (International annealed copper standard)

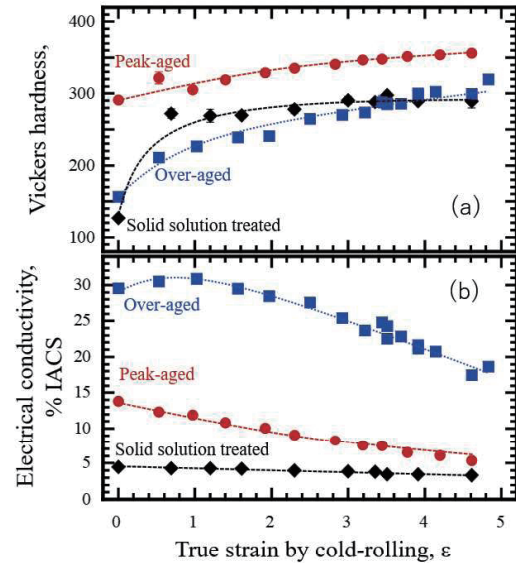


Fig. 3 Variations of (a) Vickers hardness and (b) electrical conductivity for solid-solution treated, peak-aged, and over-aged Cu-4.2 at.% Ti alloys as a function of true strain introduced by cold-rolling.

Table I Ultimate tensile strength, fracture elongation, and electrical conductivity of Cu-4.2 at.% Ti alloy sheets, which were peak-aged or over-aged, and then cold-rolled from a thickness of 10 mm to 0.3 mm.

specimen	Ultimate tensile strength, MPa	Fracture elongation, %	Conductivity, %IACS
Peak-aged	1208	0.5	8
Over-aged	1074	1.2	24

【論文】

1. Si-addition contributes to overcoming the strength-ductility trade-off in high-entropy alloys
Daixiu Wei, Wu Gong, Tomohito Tsuru, Ivan Lobzenko, Xiaoqing Li, Stefanus Harjo, Takuro Kawasaki, Hyeon-Seok Do, Jae Wung Bae, Christian Wagner, Guillaume Laplanche, Yuichiro Koizumi, Hiroki Adachi, Kenta Aoyagi, Akihiko Chiba, Byeong-Joo Lee, Hyoung Seop Kim, Hidemi Kato, *International Journal of Plasticity*, 159, (2022), 103443
2. The dual effect of grain size on the strain hardening behaviors of Ni-Co-Cr-Fe high entropy alloys
Xiaorong Liu, Sihan Jiang, Jianlin Lu, Jie Wei, Daixiu Wei, Feng He, *Journal of Materials Science & Technology*, 131, (2022), 177-184
3. Strengthening of high-entropy alloys via modulation of cryo-pre-straining-induced defects
Daixiu Wei, Wu Gong, Liqiang Wang, Bowen Tang, Takuro Kawasaki, Stefanus Harjo, Hidemi Kato, *Journal of Materials Science & Technology*, 129, (2022), 251-260
4. Microstructure evolution and deformation mechanism of $\alpha + \beta$ dual-phase Ti-xNb-yTa-2Zr alloys with high performance
Ting Zhang; Daixiu Wei, Eryi Lu; Wen Wang; Kuaishe Wang; Xiaoqing Li; Lai-Chang Zhang; Hidemi Kato; Weijie Lu; Liqiang Wang, *Journal of Materials Science & Technology*, 131, (2022), 68-81
5. Mechanical behaviors of equiatomic and near-equiatomic face-centered-cubic phase high-entropy alloys probed using in situ neutron diffraction
Daixiu Wei, Wu Gong, Tomohito Tsuru, Takuro Kawasaki, Stefanus Harjo, Biao Cai, Peter K.Liaw, Hidemi Kato, *International Journal of Plasticity*, 158, (2022), 103417
6. Relationship between atomic structure and excellent glass forming ability in Pd_{42.5}Ni_{7.5}Cu₃₀P₂₀ metallic glass
Shinya Hosokawa, Jean-Francois Berar, Nathalie Boudet, Wolf-Christian Pilgrim, Laszlo Pusztai, Satoshi Hiroi, Shinji Kohara, Hidemi Kato, Henry E. Fischer, Anita Zeidler, *Journal of Non-Crystalline Solids*, 596, (2022), 121868
7. Intrinsic Correlation between the Fraction of Liquidlike Zones and the Relaxation in High-Entropy Metallic Glasses
Duan Y.J.; Zhang L.T.; Qiao J.C.; Wang, Yun-Jiang; Yang Y.; Wada T.; Kato H.; Pelletier J.M.; Pineda E.; Crespo D., *Physical Review Letters*, 129(17), (2022), 175501
8. Editorial: Metallic alloys in medical applications
Wang, Liqiang; Xie, Lechun; Wei, Daixiu, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, (2022), 1041295
9. Bulk diffusion regulated nanopore formation during vapor phase dealloying of a Zn-Cu alloy
Xia, Yanjie,; Lu, Zhen; Han, Jiuhui; Zhang, Fan; Wei, Daixiu; Watanabe, Kentaro; Chen, Mingwei, *Acta Materialia*, 238, (2022), 118210
10. Porous NiTiNb alloys with superior strength and ductility induced by modulating eutectic microregion
Yintao Zhang, Jia Liu, Liqiang Wang, Daixiu Wei, Changxi Liu, Kuaishe Wang, Yujin Tang, Ling Zhang, Weijie Lu, *Acta Materialia*, 239, (2022), 118295
11. Bulk diffusion regulated nanopore formation during vapor phase dealloying of a Zn-Cu alloy
Yanjie Xia, Zhen Lu, Jiuhui Han, Fan Zhang, Daixiu Wei, Kentaro Watanabe, Mingwei Chen, *Acta Materialia*, 238, (2022), 118210
12. Work hardening behavior of hot-rolled metastable Fe₅₀Co₂₅Ni₁₀Al₅Ti₅Mo₅ medium-entropy alloy: in situ neutron diffraction analysis
Hyeonseok Kwon, Stefanus Harjo, Takuro Kawasaki, Wu Gong, Sang Guk Jeong, Eun Seong Kim, Praveen Sathiyamoorthi, Hidemi Kato & Hyoung Seop Kim, *Science and Technology of Advanced Materials*, 23(1), (2022), 579-586
13. Ultrafine nanoporous intermetallic catalysts by high-temperature liquid metal dealloying for electrochemical hydrogen production
Ruirui Song, Jiuhui Han, Masayuki Okugawa, Rodion Belosludov, Takeshi Wada, Jing Jiang, Daixiu Wei, Akira Kudo, Yuan Tian, Mingwei Chen & Hidemi Kato, *Nature Communications*, 13(1), (2022), 5157
14. High-entropy design and its influence on glass-forming ability in Zr-Cu-based metallic glass
Y. Ohashi, T. Wada, H. Kato, *Journal of Alloys and Compounds*, 915, (2022), 165366

15. Role of Fe substitution for Co on thermal stability and glass-forming ability of soft magnetic Co-based Co-Fe-B-P-C metallic glasses
Junpeng Ren, Yanhui Li, Xiaoyu Liang, Hidemi Kato, Wei Zhang, *Intermetallics*, 1476, (2022), 107598
16. Regulation of strength and ductility of single-phase twinning-induced plasticity high-entropy alloys
Daixiu Wei, Wu Gong, Takuro Kawasaki, Stefanus Harjo, Hidemi Kato, *Scripta Materialia*, 216, (2022), 114738
17. 3D interconnected nanoporous FeCo soft magnetic materials synthesized by liquid metal dealloying
Joo S.-H., Kato H., *Journal of Alloys and Compounds*, 908, (2022), 164688
18. Effect of physical aging and cyclic loading on power-law creep of high-entropy metallic glass
Langting Zhang, Yajuan Duan, Eloi Pineda, Hidemi Kato, Jean-Marc Pelletier, Jichao Qiao, *Journal of Materials Science & Technology*, 1154, (2022), 1-9
19. Tuning Microstructure and Mechanical Performance of a Co-Rich Transformation-Induced Plasticity High Entropy Alloy
Hailong Yi, Renyi Xie, Yifan Zhang, Liqiang Wang, Min Tan, Tao Li, and Daixiu Wei, *Materials* 2022, 15, (2022), 4611
20. Sluggish dynamics of homogeneous flow in high-entropy metallic glasses
L. T. Zhang, Y. J. Wang, E. Pineda, H. Kato, Y. Yang, J. C. Qiao, *Scripta Materialia*, 214, (2022), 114673
21. Intermediate temperature embrittlement in a precipitation-hardened high-entropy alloy: The role of heterogeneous strain distribution and environmentally assisted intergranular damage
B.X. Cao, D.X. Wei, X.F. Zhang, H.J. Kong, Y.L. Zhao, J.X. Hou, J.H. Luan, Z.B. Jiao, Y. Liu, T. Yang, C.T. Liu, *Materials Today Physics*, 24, (2022), 100653
22. Synergistic enhancement of strength and ductility of cobalt-free maraging steel via nanometer-scaled microstructures
Hu Li, Yong Liu, Bin Liu, Daixiu Wei, *Materials Science and Engineering: A*, 842, (2022), 143099
23. Surface modification and twinning behavior in gradient graphene-based TiC/Ti6Al4V composite
Yingchen Wang, Daixiu Wei, Liqiang Wang, Ling Zhang, Jia Liu, Yujin Tang, Yuanfei Fu, Weijie Lu, *Applied surface science*, 583, (2022), 152495
24. Ultra-High Mixing Entropy Alloys with Single bcc, hcp, or fcc Structure in Co-CrV-Fe-X (X = Al, Ru, or Ni) Systems Designed with Structure-Dependent Mixing Entropy and Mixing Enthalpy of Constituent Binary Equiatomic Alloys
Akira Takeuchi, Takeshi Wada, Takeshi Nagase and Kenji Amiya, *Materials Transactions*, 63(6), (2022), 835-844
25. Composition design, synthesis and hydrogen storage ability of multi-principal-component alloy TiVZrNbTa
V. Zadorozhnyy, I. Tomilin, E. Berdonosova, C. Gammner, M. Zadorozhnyy, I. Savvotin, I. Shchetinin, M. Zheleznyi, A. Novikov, A. Bazlov, M. Serov, G. Milovzorov, A. Korol, H. Kato, J. Eckert, S. Kaloshkin, S. Klyamkin, *Journal of Alloys and Compounds*, 901, (2022), 1636388
26. Inhomogeneous dealloying kinetics along grain boundaries during liquid metal dealloying
S. H. Joo, Y. B. Jeong, T. Wada, I. V. Okulov, H. Kato, *Journal of Materials Science and Technology*, 106, (2022), 41-48
27. Analysis of the anelastic deformation of high-entropy Pd₂₀Pt₂₀Cu₂₀Ni₂₀P₂₀ metallic glass under stress relaxation and recovery
Y. J. Duan, L. T. Zhang, T. Wada, H. Kato, E. Pineda, D. Crespo, J. M. Pelletier, J. C. Qiao, *Journal of Materials Science and Technology*, 107, (2022), 82-91
28. Harnessing elastic anisotropy to achieve low-modulus refractory high-entropy alloys for biomedical applications
Stephan Schonecker, Xiaojie Li, Daixiu Wei, Shogo Nozaki, Hidemi Kato, Levente Vitos, Xiaoqing Li, *Materials & Design*, 215, (2022), 110430
29. Densification behavior and the interfacial reaction of Ti/ β -Ti laminated composite by spark plasma sintering
Peng Yang, Weidong Zhang, Fulin Chen, Zhenggang Wu, Daixiu Wei, Xiaofeng Li, *Journal of alloys and compounds*, 897, (2022), 163115
30. Solid solution induced back-stress in multi-principal element alloys: Experiment and modeling
Yongju Kim, Peyman Asghari-Rad, Jungwan Lee, Gang Hee Gu, Minji Jang, Olivier Bouaziz, Yuri Estrin, Hidemi Kato, Hyoung Seop Kim, *Materials Science and Engineering: A*, 835, (2022), 142621

31. Metalloid substitution elevates simultaneously the strength and ductility of face-centered-cubic high-entropy alloys
Daixiu Wei, Liqiang Wang, Yongjie Zhang, Wu Gong, Tomohito Tsuru, Ivan Lobzenko, Jing Jiang, Stefanus Harjo, Takuro Kawasaki, Jae Wung Bae, Wenjun Lu, ZhenLu, Yuichiro Hayasaka, Takanori Kiguchi, Norihiko L. Okamoto, Tetsu Ichitsubo, Hyoung Seop Kim, Tadashi Furuhashi, Evan Ma, Hidemi Kato, *Acta Materialia*, 225, (2022), 117571
32. Os-Free Fe₁₂Ir₂₀Re₂₀Rh₂₀Ru₂₈ High-Entropy Alloy with Single hcp Structure Including Fe from Late Transition Metals
Akira Takeuchi, Takeshi Wada, *Materials Transactions*, 63(1), (2022), 7-15
33. Synergetic effect of Si addition on mechanical properties in face-centered-cubic high entropy alloys: a first-principles study
Tomohito Tsuru, Ivan Lobzenko and Daixiu Wei, *Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering*, 30, (2022), 24003
34. 金属溶湯脱成分によるポーラス金属開発
和田 武, 加藤 秀実, *粉体および粉末冶金*, 69(1), (2022), 27-33
35. Nanoimprinting of magnetic FeCo-based metallic glass thin films
Xiaoyu Liang, Parmanand Sharma, Yan Zhang, Hidemi Kato, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 542, (2022), 168455
36. Determination of magnetic, electronic and lattice contributions to low-temperature specific heat: Procedure and its application to metamagnetic alloys
A. Kosogor, V.A. L'vov, R.Y. Umetsu, X. Xu, R. Kainuma, *J. Magn. Magn. Mater.*, 541 (2022) 168549
37. Magnetization of Quaternary Heusler Alloy CoFeCrAl
S. Tsujikawa, I. Shigeta, J. Gouchi, T. Kanomata, R.Y. Umetsu, Y. Uwatoko, and M. Hiroi, *IEEE Trans. Mag.*, 58, (2022) 2600505
38. Critical behavior of the magnetization in Heusler alloy Co₂TiGa_{0.8}Sn_{0.2}
T. Yokoyama, I. Shigeta, A. Nomura, K. Yubuta, T. Yamauchi, R.Y. Umetsu, H. Nishihara, T. Kanomata, and M. Hiroi *IEEE Transactions on Magnetics*, *IEEE Trans. Mag.* 58, (2022) 2600404
39. Local Ordering and Interatomic Bonding in Magnetostrictive Fe_{0.85}Ga_{0.15}X (X = Ni, Cu, Co, La) alloy
T.M. Inerbaev, A. Abuova, Y. Kawazoe, and R. Umetsu, *Comp. Mater. Sci.*, 202 (2022) 110934
40. Magnetic Properties and Substructure of Iron–Gallium Alloy Single Crystals Processed from Ingot to Wafers
M. Chiba, T. Tanno, M. Abe, S. Hashi, K. Ishiyama, T. Kawamata, R.Y. Umetsu, K. Sugiyama, S. Sato, Y. Mochiduki, K. Yatsushiro, T. Kumagai, T. Fukuda, S. Tanaka, S. Suzuki, *Mater. Trans.*, 63 (2022) 502-507
41. High-density magnetic-vacancy inclusion in Co₂MnGa single crystal probed by spin-polarized positron annihilation spectroscopy
A. Miyashita, M. Maekawa, Y. Shimoyama, T. Seko, A. Kawasuso, and R.Y. Umetsu, *J. Physics: Condensed Matter*, 34 (2022) 045701
42. Mn L_{2,3}-edge EXAFS and magnetic EXAFS studies on halfmetallic ferromagnet Co₂MnSi
J. Kogo, H. Fujiwara, A. Sekiyama, Y. Saitoh, R.Y. Umetsu, and K. Niki, *J. Phys. Soc. Jpn.*, 91 (2022) 034702
43. Characteristic twin formation in body-centered cubic Fe-Ga alloy single crystals with different orientations
S. Suzuki, K. Mizusawa, T. Kawamata, R.Y. Umetsu, T. Kumagai, T. Fukuda, and S. Sato, *ISIJ International*, 62 (2022) 957-962.
44. Polydopamine/polyethyleneimine enhanced Fe-based amorphous powder cores with improved magnetic properties
Y. Huang, B. Zang, C. Zhang, M. Xiang, P. Xiao, J. Huo, M. Gao, R. Umetsu, M. Ji, B. Yao, Y. Wang, J. Wang, *J. Alloys Compd.*, 920 (2022) 165889
45. New type of half-metallic fully compensated ferrimagnet
S. Semboshi, R.Y. Umetsu, Y. Kawahito, and H. Akai, *Scientific Reports*, 12 (2022) 10687
46. Characterization of Fe-Ni-Pt(Zr) magnetron deposited thin films subjected to low-temperature annealing
V. O. Semin, J. Jiang, R.Y. Umetsu and D.V. Louzguine-Luzgin, *Thin Solid Films*, 756 (2022) 139347
47. Enhanced thermoelectric efficiency in Bi-substituted La_{0.95}Sr_{0.05}CoO₃
D.P. Dubey, M.K. Majee, R.Y. Umetsu, and R. Chatterjee, *Apply. Phys. Lett.*, 120 (2022) 233901

48. Effect of P addition on soft magnetic properties of Fe–Si–B–P–Cu–C nano-crystalline alloys
Z. Hao, L. Wei, L. Gao, Y. Wang, X. Bai, X. Tong, X. Liang, N. Yodoshi, R. Umetsu, Y. Kawazoe, Y. Zhang, C. Cao, *Intermetallics*, 151 (2022) 107713
49. Structural, magnetic, and transport properties of epitaxial thin films of equiatomic quaternary CoFeCrGa Heusler alloy
D. Rani, D.K. Pandey, Y. Kimura, R.Y. Umetsu, and R. Chatterjee, *J. Appl. Phys.* 132 (2022) 193907
50. Acceleration of B2/L21 order-disorder transformation in Ni2MnAl Heusler alloys by in-magnetic-field annealing
R. Kobayashi, Y. Mitsui, R. Y. Umetsu, K. Takahashi, K. Koyama, *J. Magn. Mater.*, 547 (2022) 168908
51. 磁場中共鳴非弾性軟 X 線散乱によるハーフメタル型ホイスラー合金のスピン偏極電子構造
藤原秀紀, 梅津理恵, 宮脇淳, 原田慈久, 菅滋正, *放射光* 35 (2022) 78-87 (3月号の表紙)
52. Structure and Magnetic Properties of Fe Nanoparticles in Amorphous Silica Implanted with Fe Ions and Effect of Subsequent Energetic Heavy Ion Irradiation
A. Iwase, K. Fukuda, Y. Saitoh, Y. Okamoto, S. Semboshi, H. Amekura, T. Matsui, *Journal of Applied Physics*, 132 (2022) 163902. <https://doi.org/10.1063/5.0102438>
53. Phase diagram of the Cu–Ni3Al pseudo-binary system
S. Semboshi, T. Anno, Y. Kaneno, *Journal of Alloys and Compounds*, 921 (2022) 166124. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.166124>
54. Effect of magnesium doping on discontinuous precipitation in age-hardenable copper–titanium alloys
K. Saito, M. Suzuki, Y. Hayasaka, K. Takenaka, S. Semboshi, *Materials Characterization*, 189 (2022) 111911. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2022.111911>
55. Morphology of columnar defects dependent on irradiation direction in high-Tc superconductors
T. Sueyoshi, S. Semboshi, T. Ozaki, H. Sakane, T. Nishizaki, N. Ishikawa, *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 32 (2022) 8000704., <https://doi.org/10.1109/TASC.2022.3153436>
56. 高強度-高導電性 Cu–In 固溶体合金線材の作製
阿部泰寛, 千星聡, 正橋直哉, *銅と銅合金*, 61 (2022) 317-322. https://doi.org/10.34562/jic.61.1_317
57. 実験的手法による Cu–Ni3Al 擬二元系状態図の構築
安野利希, 金野泰幸, 千星聡, 正橋直哉, *銅と銅合金*, 61 (2022) 86-91. https://doi.org/10.34562/jic.61.1_86
58. マグネシウムをドーブしたチタン銅合金の不連続析出挙動
斎藤嘉一, 鈴木牧生, 早坂祐一郎, 竹中佳生, 千星聡, *銅と銅合金*, 61 (2022) 81-85. https://doi.org/10.34562/jic.61.1_81
59. VCM 板ばね向け超高強度 Cu-Ni-Al 系合金の強度発現メカニズム
笠谷周平, 首藤俊也, 兵藤宏, 渡辺宏治, 成枝宏人, 千星聡, 宮本吾郎, *銅と銅合金*, 61 (2022) 34-39. https://doi.org/10.34562/jic.61.1_34
60. Dislocation Density of Electron Beam Powder Bed Fusion Ti–6Al–4V Alloys Determined via Time-Of-Flight Neutron Diffraction Line-Profile Analysis
K. Yamanaka, M. Mori, Y. Onuki, S. Sato, A. Chiba, *Metals* 13(1) (2022) 86.
61. Hot deformation behavior and constitutive modeling of a cost-effective Al8Cr12Mn25Ni20Fe35 high-entropy alloy
A.W. Abdelghany, M. Jaskari, A.S. Hamada, A. Järvenpää, H.A. El-Hofy, A. Chiba, M.A.H. Gepreel, *J. Alloys Compd.* 928 (2022) 167028.
62. Microstructure evolution and hardness of S30C carbon steel produced by powder bed fusion using an electron beam and subsequent heat treatments
Y. Gui, H. Bian, K. Aoyagi, A. Chiba, *Mater. Lett.* 328 (2022) 133096.
63. Analysis of hierarchical microstructural evolution in electron beam powder bed fusion Ti–6Al–4V alloys via time-of-flight neutron diffraction
M. Mori, K. Yamanaka, Y. Onuki, S. Sato, A. Chiba, *Addit. Manuf. Lett.* 3 (2022) 100053.
64. Demonstrating a duplex TRIP/TWIP titanium alloy via the introduction of metastable retained β -phase
K. S. N. Sessa, K. Yamanaka, M. Mori, Y. Onuki, S. Sato, D. Fabrègue, A. Chiba, *Mater. Res. Lett.* 10(11) (2022) 754–761.

65. Solidification behavior and porosity in electron-beam powder bed fusion of Co–Cr–Mo alloys: Effect of carbon concentrations
S. Aota, K. Yamanaka, M. Mori, N. Sasaki, J. Adrien, E. Maire, D. Fabrègue, A. Chiba, *Addit. Manuf.* 59(Part A) (2022) 103134.
66. Quasi-in-situ study on {10-12} twinning-detwinning behavior of rolled Mg-Li alloy in two-step compression (RD)-compression (ND) process
B. Yang, C. Shi, S. Zhang, J. Hu, J. Teng, Y. Cui, Y. Li, A. Chiba, J. Magnes. 10(10) (2022) 2775–2787.
67. A survey on basic influencing factors of solidified grain morphology during electron beam melting
Y. Zhao, K. Aoyagi, K. Yamanaka, A. Chiba, *Mater. Des.* 221 (2022) 110927.
68. The significance of thermomechanical processing on the cellular response of biomedical Co–Cr–Mo alloys
M. Mori, T. Guo, K. Yamanaka, Z. Wang, K. Yoshida, Y. Onuki, S. Sato, A. Chiba, R.D.K. Misra, *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* 133 (2022) 105360.
69. Dynamic recrystallization of Sn coatings on carbon-fiber-reinforced plastics during cold spray additive manufacturing
J. Sun, K. Yamanaka, S. Zhou, H. Saito, Y. Ichikawa, K. Ogawa, A. Chiba, *Addit. Manuf.* 56 (2022) 102949.
70. Non-equilibrium solidification behavior associated with powder characteristics during electron beam additive manufacturing
Y. Zhao, H. Bian, H. Wang, K. Aoyagi, K. Yamanaka, A. Chiba, *Mater. Des.* 221 (2022) 110915.
71. Evidence for chromium, cobalt and molybdenum volatilisations during high temperature oxidation of Co-27Cr-6Mo alloy
P. Wongpromrat, A. Galerie, T. Thublaor, W. Chandra-ambhorn, P. Ponpo, P. Watasuntornpong, K. Yamanaka, A. Chiba, P. Tunthawiroon, T. Siripongsakul, S. Chandra-ambhorn, N. Ruangtrakoon, *Corros. Sci.* 202 (2022) 110285.
72. Novel Constitutive Equation for Predicting Dynamic Recrystallization During Hot Working Considering the Efficiency of Power Dissipation
S. Korenaga, M. Honda, K. Yamanaka, A. Chiba, *Metall. Mater. Trans. A* 53(6) (2022) 2163–2173.
73. Detection, classification and prediction of internal defects from surface morphology data of metal parts fabricated by powder bed fusion type additive manufacturing using an electron beam
Y. Gui, K. Aoyagi, H. Bian, A. Chiba, *Addit. Manuf.* 54 (2022) 102736.
74. Identification of active slip systems in polycrystals by Slip Trace - Modified Lattice Rotation Analysis (ST-MLRA)
B. Yang, C. Shi, R. Lai, D. Shi, D. Guan, G. Zhu, Y. Cui, G. Xie, Y. Li, A. Chiba, J. LLorca, *Scr. Mater.* 214 (2022) 114648.
75. Influence of minor Ag addition on the microstructure and properties of powder metallurgy Cu-10 wt% Fe alloy
P. Zhang, X. Yuan, Y. Li, Y. Zhou, R. Lai, Y. Li, Q. Lei, A. Chiba, *J. Alloys Compd.* 904 (2022) 163983.
76. Robust mechanical properties and corrosion resistance of new low-cost hot-forged and aged β -type Ti–14Mn–(x)Zr alloys
A.H. Awad, H.A. El-Hofy, A. Chiba, M.A.H. Gepreel, *J. Alloys Compd.* 904 (2022) 164098.
77. Density, surface tension, and viscosity of Co-Cr-Mo melts measured using electrostatic levitation technique
M. Watanabe, Y. Watanabe, C. Koyama, T. Ishikawa, S. Imaizumi, M. Adachi, M. Ohtsuka, A. Chiba, Y. Koizumi, H. Fukuyama, *Thermochim. Acta* 710 (2022) 179183.
78. A method to manipulate non-steady-state columnar-to-equiaxed transition in powder bed fusion additive manufacturing using an electron beam
Y. Lei, K. Aoyagi, A. Chiba, *Acta Mater.* 227 (2022) 117717.
79. Adhesion mechanism of cold-sprayed Sn coatings on carbon fiber reinforced plastics
J. Sun, K. Yamanaka, S. Zhou, H. Saito, Y. Ichikawa, K. Ogawa, A. Chiba, *Appl. Surf. Sci.* 579 (2022) 151873.
80. Microstructure, mechanical properties, and cytotoxicity of low Young's modulus Ti–Nb–Fe–Sn alloys
Q. Li, T. Liu, J. Li, C. Cheng, M. Niinomi, K. Yamanaka, A. Chiba, T. Nakano, *J. Mater. Sci.* 57(9) (2022) 5634–5644.
81. Ball-milling treatment of gas-atomized Ti–48Al–2Cr–2Nb powder and its effect on preventing smoking during electron beam powder bed fusion building process
S. Yim, H. Bian, K. Aoyagi, K. Yanagihara, S. Kitamura, H. Manabe, Y. Daino Y. Daino, Y. Hayasaka, K. Yamanaka,

- A. Chiba, *Addit. Manuf.* 51 (2022) 102634.
82. Superior hardness–corrosion-resistance combination in a Co-, Cu-modified Ni–Cr–Mo alloy via multiple nanoscale segregation mechanisms
H. Shima, M. Mori, K. Yamanaka, K. Yoshida, T. Yamazaki, A. Chiba, *Scr. Mater.* 209 (2022) 114389.
 83. A novel strategy to strengthen the hexagonal close-packed (HCP) alloys
B. Yang, C. Shi, X. Ye, J. Teng, R. Lai, Y. Cui, D. Shi, D. Guan, G. Xie, Y. Li, A. Chiba, *J. Alloys Compd.* 893 (2022) 162346.
 84. Microstructure and mechanical properties of Ti–Nb–Fe–Zr alloys with high strength and low elastic modulus
Q. Li, Q. Huang, J. Li, Q. He, M. Nakai, K. Zhang, M. Niinomi, K. Yamanaka, A. Chiba, T. Nakano, *T. Nonferr. Metal Soc.* 32(2) (2022) 503–512.
 85. Study on Hot Deformation Behavior of Beta Ti-17Mo Alloy for Biomedical Applications
S. Ebied, A. Hamada, M. H.A. Gadelhaq, K. Yamanaka, H. Bian, Y. Cui, A. Chiba, M.A.H. Gepreel, *JOM* 74(2) (2022) 494–505.
 86. Thermophysical properties of liquid Co–Cr–Mo alloys measured by electromagnetic levitation in a static magnetic field
M. Watanabe, Y. Takahashi, S. Imaizumi, Y. Zhao, M. Adachi, M. Ohtsuka, A. Chiba, Y. Koizumi, H. Fukuyama, *Thermochim. Acta* 708 (2022) 179119.
 87. A novel strategy to strengthen the hexagonal close-packed (HCP) alloys
B. Yang, C. Shi, X. Ye, J. Teng, R. Lai, Y. Cui, D. Shi, D. Guan, G. Xie, Y. Li, A. Chiba, *J. Alloys Compd.* 893 (2022) 162346.
 88. Significant lattice-distortion effect on compressive deformation in Mo-added CoCrFeNi-based high-entropy alloys
J. Li, K. Yamanaka, A. Chiba, *Mater. Sci. Eng. A* 830 (2022) 142295.
 89. 電子ビーム粉末床溶融結合法により作製した AlSi10Mg 合金積層造形体の T6 処理に伴う組織変化
山川剛平, 卞華康, 青柳健大, 山中謙太, 千葉晶彦, *軽金属* 72(6) (2022) 321–326.
 90. Spinodal Decomposition in Plastically Deformed Fe–Cr–Co Magnet Alloy
H. Iwaizako, M. Okugawa, K. Saito, Y. Koizumi, A. Chiba, Y. Tachiya, M. Ohnuma, K. Kuritani, *ISIJ Int.* 62(6) (2022) 1268–1274.
 91. Spreading behavior of Ti–48Al–2Cr–2Nb powders in powder bed fusion additive manufacturing process: Experimental and discrete element method study
S. Yim, H. Bian, K. Aoyagi, K. Yamanaka, A. Chiba, *Addit. Manuf.* 49 (2022) 102489.
 92. Analysis of the oxidation and nitridation of Ti-17 (Ti-5Al-2Sn-2Zr-4Mo-4Cr) alloys with added Si in atmospheric treatment
T. Narushima, S. Suzuki, K. Ueda, S.K. Bhattacharya, R. Sahara, *ISIJ Int.*, 62 (2022) 1512–1521., DOI: <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2022-053>
 93. Electronegativity difference as a descriptor for the oxidation-inhibiting effect of the alloying element during the early stages of titanium oxidation
K. Kohli, S. Kr. Bhattacharya, K. Ueda, T. Narushima, R. Sahara, P. Ghosh, *Langmuir*, 38 (2022) 1448–1457., DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.1c02633>
 94. Amorphous calcium phosphate coatings (Book chapter)
K. Ueda, T. Narushima, *Phosphate and borate bioactive glasses*, ed. by A. Obata, D.S. Brauer, T. Kasuga, Royal Society of Chemistry, (2022), pp. 114–133., DOI: <https://doi.org/10.1039/9781839164750-00114>
 95. 金属材料の表面コーティングによる生体適合性付与の考え方 (著書)
上田恭介, 成島尚之, 製品利用に向けたバイオマテリアル開発の基本事項と注意点—材料の特徴・材料劣化・表面解析・安全性試験・ニーズ収集—, 情報機構, (2022), pp. 47–61, ISBN コード: 978-4-86502-236-0
 96. Microfluidic cell engineering on high-density microelectrode arrays for assessing structure-function-relationships in living neuronal networks
Y. Sato, H. Yamamoto, H. Kato, T. Tanii, S. Sato, A. Hirano-Iwata, *Front. Neurosci.* (in press).
 97. New Aspects of Bilayer Lipid Membranes for the Analysis of Ion Channel Functions
H. Kageyama, T. Ma, M. Sato, M. Komiya, D. Tadaki, A. Hirano-Iwata, *Membranes* 12, 863 (2022).

98. Application of neural network based regression model to gas concentration analysis of TiO₂ nanotube-type gas sensors
K. Iwata, H. Abe, T. Ma, D. Tadaki, A. Hirano-Iwata, Y. Kimura, S. Suda, M. Niwano, *Sensors and Actuators B: Chemical* 361, 131732 (2022).
99. Lateral voltage as a new input for artificial lipid bilayer systems
T. Ma, M. Sato, M. Komiya, K. Kanomata, T. Watanabe, X. Feng, R. Miyata, D. Tadaki, F. Hirose, Y. Tozawa, A. Hirano-Iwata, *Faraday Discussions* 233, 244-256 (2022).
100. Filtration-processed biomass nanofiber electrodes for flexible bioelectronics.
D. Ando, T. F. Teshima, F. Zurita, H. Peng, K. Ogura, K. Kondo, L. Weiß, A. Hirano-Iwata, M. Becherer, J. Alexander, B. Wolfrum, *J. Nanobiotechnol.* 20, 491 (2022).
101. Effects of aging on whole-body center of mass movement and lower limb joint kinematics and kinetics during deep-squat movement.
Honda K, Sekiguchi Y, Shimazaki S, Suzuki R, Suzuki T, Kanetaka H, Izumi S., *J Biomech*, 134, 2022: 110996
102. Indirect cytotoxicity evaluations of antibacterial raw silk fabric doped with calcium, copper, and zinc on fibroblasts and osteoblasts.
Chigama H, Kanetaka H, Furuya M, Yokota K, Kawashita M., *J Biomater Appl*, 36(8), 2022: 1417-1426
103. Mechanical properties and corrosion resistance of powder metallurgical Mg-Zn-Ca/Fe bulk metal glass composites for biomedical application.
Li K, Luxin L, Du P, Cai Z, Xiang T, Kanetaka H, Wu H, Xie G., *J Mater Sci Technol*, 103, 2022: 73-83
104. Somatosensory Evoked Magnetic Fields Caused by Mechanical Stimulation of the Periodontal Ligaments.
Shimada E, Kanetaka H, Hihara H, Kanno A, Kawashima R, Nakasato N, Igarashi K., *Heliyon* 8(5), 2022: e09464
105. Rationale and design for efficacy and safety evaluation of Bone-Anchored Maxillary Protraction (BAMP) for patients with unilateral cleft lip and palate with skeletal anterior crossbite: a single-arm, open-label, non-randomized prospective study protocol.
Shimada E, Kanetaka H, Yamauchi K, Takahashi T, Nochioka K, Igarashi K., *BMJ Open*, 12(9), 2022: e061831
106. Magnetoencephalographic evaluation of repaired lip sensation in patients with cleft lip.
Kitayama C, Shimada E, Hihara H, Kanno A, Nakasato N, Imai Y, Sato A, Kawashima R, Igarashi K, Kanetaka H., *PLoS One* 17(9), 2022: e0274405
107. Somatosensory evoked magnetic fields induced by electrical palate stimulation in patients with unilateral cleft lip and palate after palatoplasty.
Shimada E, Hihara H, Kitayama C, Kanno A, Kawashima R, Sato A, Imai Y, Nakasato N, Igarashi K, Kanetaka H., *Neurosci. Res.* 184, 2022: 30-37
108. Effect of citric acid content on magnetic property of magnetite particles for detecting virus. Hashimoto M, Takahashi S, Kawahara K, Yokoe D, Kato T, Ogawa T, Kawashita M, Kanetaka H., *JCS*, 130(11), 2022: 882-888
109. Preparation of Biodegradable Mg-Fe Alloy with High Strength and Excellent Ductility Via Spark Plasma Sintering Process.
Li K, Takada H, Kanetaka H, Xie G., *SSRN Electronic Journal*, 2022
110. 味刺激時誘発磁界を用いたヒトの舌，口蓋におけるうま味受容の検討
日原大貴，島田栄理遣，佐原資謹，菅野彰剛，北山ちひろ，中里信和，金高弘恭，*日本生体磁気学会誌*, 35(1), 2022 : 144-145
111. Antibacterial Activity of an Anodized TiNbSn Alloy Prepared in Sodium Tartrate Electrolyte.
Kurishima H, Mori Y, Ishii K, Inoue H, Mokudai T, Fujimori S, Itoi E, Hanada S, Masahashi N, Aizawa T, *Frontiers in bioengineering and biotechnology*:11 ,2022,883335 DOI: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.883335>
112. New nitrogen-compounds, penicidones E and F, produced by the fungal strain *Oidiodendron* sp. FKI-7498.
Miyano R, Matsuo H, Mokudai T, Higo M, Nonaka K, Niwano Y, Shiomi K, Takahashi Y, Ōmura S, Nakashima T *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*: 17, 2022, 184, DOI:<https://doi.org/10.1093/bbb/zbac184>

【国際会議】

1. Liquid Metal Dealloying for Functional/Structural Materials (Keynote)
Ruirui Song, Yeon Beom Jeong, and Hidemi Kato, *The 17th International Symposium on Novel and Nano Materials (ISNNM)*, 2022/11/14-18, Jeju, Korea (Online)

2. Preparation of nanoporous metals by liquid metal dealloying (Keynote)
Takeshi Wada, Hidemi Kato, The International Conference on Education & Research at University and Industrial Development (ICERUID) , 2022/10/27, Ulaanbaatar, Mongolia (Online)
3. Ultrafine Porous Intermetallic Compounds by High-Temperature Liquid Metal Dealloying for Electrochemical Hydrogen Production (Invited)
Ruirui Song, Jiuhui Han, Masayuki Okugawa, Rodion Belosludov, Takeshi Wada, Jing Jiang, Daixiu Wei, Akira Kudo, Yuan Tian, Mingwei Chen & Hidemi Kato, The 2nd International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI2MA),2022/10/25-26, Osaka, Japan
4. Immiscible Fe/Mg joining using liquid metal dealloying reaction (Poster)
Kota Kurabayashi, Takeshi Wada, Hidemi Kato, The 2nd International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI2MA),2022/10/25-26, Osaka, Japan
5. Elaboration of micro-porous FeCrNi powders by liquid metal dealloying (Poster)
Louis Lesage, Pierre-Antoine Geslin, Nicolas Mary, Eric Maire, Takeshi Wada, Hidemi Kato, The 2nd International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI2MA),2022/10/25-26, Osaka, Japan
6. Immiscible Mg-Ti Bonding with Liquid Metal Dealloying Technique (Poster)
Yusuke Ohashi, Kota Kurabayashi, Hidemi Kato, The 2nd International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI2MA),2022/10/25-26, Osaka, Japan
7. Decoupling between thermodynamic and dynamical glass transitions in high-entropy metallic glasses (Invited)
Takeshi Wada, Jing Jiang, Hidemi Kato, The 18th International Conference on Liquid and Amorphous Metals (LAM18), 2022/9/4-9, Hiroshima, Japan
8. High-entropy design and its influence on glass-forming ability in Zr–Cu-based metallic glass
Y. Ohashi, T. Wada, H. Kato, The 18th International Conference on Liquid and Amorphous Metals (LAM18), 2022/9/4-9, Hiroshima, Japan
9. Structure and Magnetic Properties of (Fe,Cr)S Compounds Fabricated by Powder Sintering (Poster)
R. Umetsu, S. Semboshi, M. Miyakawa, N. Yodoshi, A. Masago, Y. Kawahito, and H. Akai, The 6th International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation & The 2nd International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI2MA), 25-26 October, 2022, Osaka, Japan
10. Magnetic properties and electronic structures of half-metal-type Heusler alloys (Invited)
Rie Umetsu, Asia-Pacific Conference on Condensed Matter Physics 2022, November 21-23, 2022, Sendai, Japan
11. Strength and electrical conductivity of Cu-In solid solution alloy wires (Invited)
S. Semboshi, Y. Abe, and N. Masahashi, Visual-JW 2022 & The 2nd International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI2MA), 2022.10.25, Osaka, Japan.
12. Effect of defect morphology on flux pinning properties in heavy ion irradiated REBCO films
T. Sueyoshi, S. Semboshi, T. Ozaki, H. Sakane, T. Nishizaki, N. Ishikawa, The Applied Superconductivity Conference (ASC 2022), Honolulu, USA, 2022.10.23-28th.
13. Smoke suppression and enhancement in flowability in electron beam melting of alloy powders based on insulator–metal transition of surface oxide film by mechanical stimulation (Keynote)
Akihiko Chiba, EBAM (International Conference on Electron Beam Additive Manufacturing) 2023, 2023.3.22-24, Erlangen, Germany
14. Alloy design approach for reducing powder-originated gas pores in electron beam powder bed fusion
Kenta Yamanaka, Shoya Aota, Manami Mori, Jérôme Adrien, Eric Maire, Damien Fabrègue, Akihiko Chiba, EBAM (International Conference on Electron Beam Additive Manufacturing) 2023, 2023.3.22-24, Erlangen, Germany
15. Metal additive manufacturing for improved properties (Invited)
Kenta Yamanaka, The 6th Symposium for the Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics/The 5th Symposium on International Joint Graduate Program in Materials Science, 2022.10.26, Sendai, Japan
16. Optimum alloy powder characteristics for powder-bed fusion type electron beam additive manufacturing (Invited)
Akihiko Chiba, 2021 JAPAN-TAIWAN Advanced Materials and Semiconductor Technology Workshop, 2022.5.23, Sendai, Japan (online)

17. Effect of carbon contents on the microstructure of Co-Cr-W-Ni alloys for stent applications
Kyosuke Ueda, Sukma Suci Friandani, Takayuki Narushima, Interface Summer Seminar 2022, The 17th International Workshop on Biomaterials in Interface Science, 2022.8.24, Institute for Materials Research, Sendai, Japan
18. Microstructures of carbon-added Co-Cr-W-Ni alloys for stent application (Poster)
Sukma Suci Friandani, Kyosuke Ueda, Takayuki Narushima, The 6th Symposium for the Core Research Clusters for Materials Science and Spintronics, and the 5th Symposium on International Joint Graduate Program in Materials Science, 2022.10.24-27, (online)
19. Time-series classification in micropatterned neuronal network reservoirs
T. Sumi, H. Yamamoto, Y. Katori, K. Ito, S. Sato, A. Hirano-Iwata, 2022 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022), 2022.12.12-15 (online)
20. Evaluation of antibacterial properties of DLC/Cu composite films.
Li Y, Koga C, Hirata Y, Akasaka H, Kanetaka H, Ohtake N., 15th International Conference on Nano Diamond and Nano Carbons 2022., Jun. 5-9, 2022, Kanazawa, Japan
21. Evaluation of antibacterial and biocompatible properties of nitrogen-doped TiO₂ photocatalysts prepared at elevated temperatures. (Poster)
Chang L, Kanetaka H, Mokudai T, Furuya M, Yokota K, Mizoguchi I., International Oral Health Symposium 2022. Jun. 7, 2022, Sendai, Japan. (online)
22. Brain functional evaluation of palatal sensation of patients with cleft palate after palatoplasty.
Shimada E, Hihara H, Kitayama C, Sato A, Imai Y, Igarashi K, Kanetaka H., 14th international cleft congress cleft 2022, Jul. 11-15, 2022, Edinburgh, UK
23. Somatosensory evoked magnetic fields of lip sensation of patients with cleft lip after cheiloplasty. (Poster)
Kitayama C, Shimada E, Hihara H, Imai Y, Sato A, Igarashi K, Kanetaka H, 14th international cleft congress cleft 2022 (online), Jul. 11-15, 2022, Edinburgh, UK (online)
24. Preparation of visible-light-responsive TiO₂-xNx photocatalyst films prepared by chemical treatment and elevated temperatures with biocompatible and antibacterial properties. (Poster)
Chang L, Kanetaka H, Mokudai T, Kawashita M, Mizoguchi I., The 6th International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation & The 2nd International Symposium on Design and Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJ2MA-2), Oct. 25-26, 2022, Osaka, Japan
25. Evaluation of biocompatible and antibacterial properties of visible-light-responsive TiO₂-xNx photocatalyst prepared by chemical treatment and elevated temperatures
Li CHANG, Hiroyasu KANETAKA, Takayuki MOKUDAI, Masakazu KAWASHITA, Itaru MIZOGUCHI*
International Joint Symposium 2022, The 17th International Workshop on Biomaterials in Interface Science August 24 2022, Sendai, Japan, Oral
26. Preparation of Copper-Doped Titanium with Apatite-Forming Ability and Visible-Light Enhanced Antibacterial Activity
Masakazu Kawashita, Po-Cheng Sung, Masaya Shimabukuro, Taishi Yokoi, and Takayuki Mokudai., 20th Asian BioCeramics Symposium (ABC2022), December 11 -13, 2022, Toyama, Japan

【国内会議】

1. 金属溶湯脱成分法におけるポーラス金属のハイエントロピー化がポーラス構造に及ぼす影響 (ポスター)
仲田 玲, 和田 武, 加藤 秀実, 第 143 回金属材料研究所講演会, 2022 年 11 月 28-29 日, 東北大学金属材料研究所
2. 液体急冷を通じた Al-Si 系共晶合金の非平衡凝固
山田 類, 岡田 純平, 和田 武, 才田 淳治, 加藤 秀実, 日本材料学会第 8 回材料 WEEK 「材料シンポジウム」, 2022 年 10 月 25-26 日, 京都テルサ
3. Strengthening of high-entropy alloys via modulation of cryo-pre-straining-induced defects
Tang Bowen, Wei Daixiu, 加藤 秀実, 日本材料学会第 8 回材料 WEEK 「材料シンポジウム」, 2022 年 10 月 25-26 日, 京都テルサ
4. Ultrafine Porous Intermetallic Compounds by High-Temperature Liquid Metal Dealloying for Electrochemical Hydrogen Production
Song Ruirui, Han Jihui, Okugawa Masayuki, Belosludov Rodion, Wada Takeshi, Jiang Jing, Wei Daixiu, Kudo Akira,

- Tian Yuan, Chen Mingwei, Kato Hidemi, 第 21 回日本金属学会東北支部研究発表大会, 2022 年 10 月 4 日, 日本大学工学部
5. Strengthening of high-entropy alloys via modulation of cryo-pre-straining-induced defects,
Bowen Tang, Daixiu Wei, Wu Gong, Liqiang Wang, Takuro Kawasaki, Stefanus Harjo, Hidemi Kato, 第 21 回日本金属学会東北支部研究発表大会, 2022 年 10 月 4 日, 日本大学工学部
 6. マルチスケール組織制御によるハイエントロピー合金の力学特性向上 (招待講演)
魏 代修, 都留 智仁, 加藤 秀実, 日本金属学会 2022 年秋期講演大会(第 171 回), 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
 7. Zr 基金属ガラス過冷却液体の結晶化挙動に及ぼすハイエントロピー化の影響
太田 佳介, 和田 武, ジャン ジン, 加藤 秀実, 日本金属学会 2022 年秋期講演大会(第 171 回), 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
 8. Elaboration of micro-porous FeCrNi powders by liquid metal dealloying
Lesage Louis, Geslin Pierre-Antoine, Mary Nicolas, 和田 武, 加藤 秀実, 日本金属学会 2022 年秋期講演大会(第 171 回), 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
 9. 金属溶湯脱成分法におけるポーラス金属のハイエントロピー化が粗大化反応に及ぼす影響
仲田 玲, 和田 武, 加藤 秀実, 日本金属学会 2022 年秋期講演大会(第 171 回), 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
 10. デアロイングを利用した相分離系 Fe-Mg 接合 (ポスター)
倉林 康太, 加藤 秀実, 和田 武, 日本金属学会 2022 年秋期講演大会(第 171 回), 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
 11. Elaboration of micro-porous FeCrNi powders by liquid metal dealloying
Lesage Louis, Geslin Pierre-Antoine, Mary Nicolas, 和田 武, 加藤 秀実, 第 6 回 構造材料研究部会, 2022 年 9 月 13 日, 東北大学金属材料研究所
 12. デアロイングを利用した相分離系 Fe-Mg 接合
倉林 康太, 加藤 秀実, 和田 武, 第 6 回 構造材料研究部会, 2022 年 9 月 13 日, 東北大学金属材料研究所
 13. 金属溶湯脱成分法におけるポーラス金属のハイエントロピー化が粗大化反応に及ぼす影響
仲田 玲, 和田 武, 加藤 秀実, 第 6 回 構造材料研究部会, 2022 年 9 月 13 日, 東北大学金属材料研究所
 14. Strengthening of high-entropy alloys via modulation of cryo-pre-straining-induced defects (ポスター)
B. Tang, D. Wei, H. Kato, 第 142 回金属材料研究所講演会, 2022 年 5 月 24 日, 東北大学金属材料研究所
 15. Fabrication of bicontinuous porous intermetallic Fe-Al compounds by liquid metal dealloying (ポスター)
Pengfei Zhu, Takeshi Wada, Hidemi Kato, 第 142 回金属材料研究所講演会, 2022 年 5 月 24 日, 東北大学金属材料研究所
 16. NiAs 型結晶構造を有する(Cr,Fe)S 化合物の磁気特性と電子状態
梅津 理恵, 千星 聡, 吉年 規治, 川人 洋介, 赤井 久純, 日本金属学会 2022 年秋期第 171 回講演大会, 2022 年 9 月 22-24 日, 福岡工業大学, 福岡 (対面)
 17. Cu-Ni-Al 合金における低温時効硬化現象
千星 聡, 第二回合金状態図研究会, 2022.12.09, 仙台国際センター (ハイブリット) .
 18. Cu-Zn-Mn-Ni-Sn ハイエントロピー黄銅インゴットの凝固組織
永瀬 丈嗣, 柴田 彰弘, 松室 光昭, 武村 守, 千星 聡, 日本銅学会, 2022.10.16, 仙台国際センター.
 19. マグネシウム含有チタン銅の水素中時効挙
廣田 航大, 斎藤 嘉一, 千星 聡, 日本銅学会, 2022.10.16, 仙台国際センター.
 20. 強度・曲げ加工性に優れた Cu-Ti-Al-Fe 系合金の開発
橋本 拓也, 依藤 洋, 兵藤 宏, 渡辺 宏治, 千星 聡, 日本銅学会, 2022.10.16, 仙台国際センター.
 21. 箔型 Cu 触媒材料の表面組織と触媒活性
黒須 望実, 千星 聡, 亀岡 聡, 日本銅学会, 2022.10.15, 仙台国際センター.

22. 複相強化型 Cu-Ti 合金薄板材の作製
千星 聡, 佐藤 成男, 瀧藤 優斗, 金野 泰幸, 兵藤 宏, 日本銅学会, 2022.10.15, 仙台国際センター.
23. A study on improving bonding strength between pure copper and Cu₂O oxide film
S.Z. Han, E-A. Choi, J.H. Ahn, G. Jung, S. Semboshi, J.B. Seol, 日本銅学会, 2022.10.15, 仙台国際センター.
24. DFT simulation of twinability in Cu-In alloy
E-A. Choi, S.Z. Han, J.H. Ahn, S. Semboshi, S.H. Lim, 日本銅学会, 仙台国際センター, 2022/10/15.
25. 電子線照射による Cu-Ti 合金の硬度と導電率の改質
岩瀬 彰宏, 千星 聡, 斎藤 勇一, 堀 史説, 日本金属学会, 2022.9.22, 福岡工業大学
26. 箔型 Cu 触媒材料の作製とその表面組織観察(2)
黒須 望実, 千星 聡, 亀岡 聡, 日本金属学会, 福岡工業大学, 2022/9/22
27. Ni 基二重複相金属間化合物合金の組織と機械的特性に及ぼす無機化合物粒子添加の影響
北垣 翔, 千星 聡, 金野 泰幸, 日本金属学会, 福岡工業大学, 2022/9/20 (ポスター)
28. Ni₃(Si,Ti)合金の組織形成と引張特性に及ぼす合金元素添加の影響
上村 魁, 千星 聡, 金野 泰幸, 日本金属学会, 福岡工業大学, 2022/9/20 (ポスター)
29. 熱間溝ロール圧延加工と N 添加を組み合わせた準安定ハイエントロピー合金の高強度化
山中 謙太, 森 真奈美, 吉田 和男, 小貫 祐介, 佐藤 成男, 千葉 晶彦, 日本金属学会 2023 年春期講演大会, 2023 年 3 月 8-10 日, 東京大学駒場 I キャンパス
30. 量子ビームを用いた組織・塑性変形解析と材料開発への応用 (招待)
山中 謙太, 第 4 回量子ビーム材料解析セミナー 令和 4 年度第 4 回 iMATERIA 研究会 「量子ビームメタラジーを指向した測定と解析」, 2023 年 1 月 18 日, 東北大学金属材料研究所 (オンライン)
31. 放射光・中性子を用いたチタン合金の組織・塑性変形解析 (招待)
山中 謙太, 日本鉄鋼協会チタンフォーラム「ポストコロナ社会を支える高機能チタン材料」 R4 年度講演会「測定技術の進歩による Ti 研究の進展」, 2022 年 12 月 23 日, 関西大学東京センター
32. 熱間溝ロール圧延による準安定ハイエントロピー合金の高強度化
山中 謙太, 森 真奈美, 吉田 和男, 小貫 祐介, 佐藤 成男, 千葉 晶彦, 日本塑性加工学会第 73 回塑性加工連合講演会, 2022 年 11 月 18 日, トークネットホール仙台
33. コールドスプレー法を用いた熱硬化性炭素繊維強化プラスチックのメタライゼーション
山中 謙太, Jiayu Sun, 小川 和洋, 千葉 晶彦, 粉体粉末冶金協会 2022 年度秋季講演会, 2022 年 11 月 17 日, 同志社大学寒梅館
34. 電子ビーム積層造形法により作製した Co-Cr-Mo 合金における凝固挙動と造形欠陥に及ぼす C 添加量の影響
山中 謙太, 青田 昇哉, 森 真奈美, 佐々木 信之, Jérôme Adrien, Eric Maire, Damien Fabrègue, 千葉 晶彦, 粉体粉末冶金協会 2022 年度秋季講演会, 2022 年 11 月 17 日, 同志社大学寒梅館
35. 医療用コバルトクロム合金 “COBARION” の開発 (招待)
千葉 晶彦, 2022 年度 東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ 日本バイオマテリアル学会東北ブロック講演会, 2022 年 10 月 26 日, 東北大学金属材料研究所
36. 電子ビーム積層造形技術によって得られる金属組織の凝固学的特徴 — その材料開発への応用 (招待)
千葉 晶彦, 日本鑄造工学会第 180 回全国講演大会【技術講習会】, 2022 年 9 月 28 日, 広島大学 東広島キャンパス
37. 粉末特性と凝固メカニズムに着目した電子ビーム積層造形におけるポロシティの低減 (基調)
山中 謙太, 崔 玉傑, 趙 宇凡, 森 真奈美, Jérôme Adrien, Eric Maire, Damien Fabrègue, 千葉 晶彦, 日本金属学会 2022 年秋期講演大会, 2022 年 9 月 23 日, 福岡工業大学
38. Additive Manufacturing を用いた高機能構造用金属材料・部材の創製 (招待)
山中 謙太, 日本金属学会 2022 年秋期講演大会, 2022 年 9 月 23 日, 福岡工業大学
39. ハイエントロピー合金の Additive Manufacturing における組織形成と材料特性への影響 (基調)
山中 謙太, 李家翔, 楊 程, 青柳 健大, 千葉 晶彦, 日本金属学会 2022 年秋期講演大会, 2022 年 9 月 22 日, 福岡工業大学

40. 電子ビームによる溶融凝固現象と欠陥発生の関係 (招待)
千葉 晶彦, 日本機械学会 2022 年度年次大会, 2022 年 9 月 14 日, 富山大学 五福キャンパス
41. 非鉄耐熱合金の電子ビーム積層造形技術 (招待)
千葉 晶彦, 日本熱処理技術協会第 93 回 (2022 年春季) 講演大会, 2022 年 5 月 20 日, 東京工業大学 大岡山キャンパス
42. 合金設計と加工プロセスによる 生体用金属材料の高機能化 (招待)
山中 謙太, 第 244 回 IBB セミナー 国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト第 3 回バイオ・医療機器材料分野研究会, 2022 年 5 月 11 日, 東京医科歯科大学生体材料工学研究所 (オンライン)
43. 電子ビーム積層造形技術最新の研究開発動向と今後の展望 (基調)
千葉 晶彦, 日本 3D プリンティング産業技術協会第 14 回技術セミナー「量産に向けて進化する金属 AM 技術とその課題 (3) 大出力・大容量」, 2022 年 4 月 19 日 (オンライン)
44. 二段階熱酸化法によりチタン合金上に作製した可視光応答型炭素含有アナターゼ型 TiO₂ 膜の抗菌性評価
上田 恭介, 成島 尚之, 令和 4 年度第 79 回日本歯科理工学会学術講演会, 2022 年 5 月 21-22 日, いわて県民報交流センター アイーナ
45. 生体用 Co-Cr-Mo の析出物に及ぼす加工熱処理の影響 (ポスター)
橋本 航, 上田 恭介, 成島 尚之, 日本金属学会 2022 年秋期(第 171 回)講演大会, 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
46. 生体用 Co-Cr-Fe-Ni-Mo 合金の微細組織および機械的特性に及ぼす加工熱処理の影響 (ポスター)
檜山 快, 植木 洗輔, 上田 恭介, 成島 尚之, 日本金属学会 2022 年秋期(第 171 回)講演大会, 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
47. 光触媒活性 TiO₂ 膜の抗菌性に及ぼす可視光照射条件の影響
古泉 隆佑, 上田 恭介, 伊藤 甲雄, 小笠原 康悦, 成島 尚之, 日本金属学会 2022 年秋期(第 171 回)講演大会, 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
48. 高い X 線造影性を有するステント用 Co-Cr-Ni-Pt-W 系合金開発
本田 有作, 植木 洗輔, 上田 恭介, 成島 尚之, 日本金属学会 2022 年秋期(第 171 回)講演大会, 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
49. 希土類元素添加による NiTi の非金属介在物制御
上田 恭介, 柴崎 大侑, 山下 史祥, 成島 尚之, 日本金属学会 2022 年秋期(第 171 回)講演大会, 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
50. TiO₂ 膜の光触媒活性を利用したチタン表面の抗菌機能化 (基調講演)
成島 尚之, 日本金属学会 2022 年秋期(第 171 回)講演大会, 2022 年 9 月 20-23 日, 福岡工業大学
51. Preparation of bioactive glass layers on NaOH-treated Ti substrates via sol-gel dip coating method (ポスター)
Alexander Samuel, Kyosuke Ueda, Takayuki Narushima, 2022 年度東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ・日本バイオマテリアル学会東北ブロック講演会「臨床応用へ向けたバイオマテリアルサイエンス」, 2022 年 10 月 26 日 東北大学金属材料研究所 (online)
52. 新型コロナウイルススパイクタンパク質の定量方法確立 (ポスター)
井越 翔太, 古泉 隆佑, 上田 恭介, 伊藤 甲雄, 小笠原 康悦, 成島 尚之, 2022 年度東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ・日本バイオマテリアル学会東北ブロック講演会「臨床応用へ向けたバイオマテリアルサイエンス」, 2022 年 10 月 26 日 東北大学金属材料研究所 (online)
53. 酸素に着目したチタンの低コスト・高機能化 (基調講演)
上田 恭介, 第 2 回日本チタン学会講演大会 (2022 年度) 日本チタン学会・日本チタン協会産学連携委員会共同主催行事, 2022 年 12 月 16 日 (online)
54. 新型コロナウイルススパイクタンパク質の不活化評価法の確立 (予定)
古泉 隆佑, 井越 翔太, 上田 恭介, 伊藤 甲雄, 小笠原 康悦, 成島 尚之, 日本金属学会 2023 年春季(第 172 回)講演大会, 2023 年 3 月 7-10 日, 東京大学駒場キャンパス
55. NaOH 処理チタン表面へのゾルゲル・ディップ法による生体活性ガラス膜コーティング (予定)
上田 恭介, Alexander M. Samuel, Julian Jones, 成島 尚之, 日本金属学会 2023 年春季(第 172 回)講演大会, 2023 年 3 月 7-10 日, 東京大学駒場キャンパス

56. 生体用 Co-Cr-Fe-Mo 系合金の微細組織と機械的特性に及ぼす Ni 含有量の影響 (予定)
檜山 快, 植木 洗輔, 上田 恭介, 成島 尚之, 日本金属学会 2023 年春期(第 172 回)講演大会, 2023 年 3 月 7-10 日, 東京大学駒場キャンパス
57. 炎症性サイトカインによる神経活動変調効果の *in vitro* モデリング (ポスター)
酒井原 一守, 山本 英明, 佐藤 茂雄, 平野 愛弓, Neuro2022, 2022 年 6 月 30 日-7 月 3 日, 沖縄コンベンションセンター
58. 高密度多点電極アレイ上でのモジュール構造型培養神経回路のパターニング (ポスター)
佐藤 有弥, 山本 英明, 住 拓磨, 谷井 孝至, 佐藤 茂雄, 平野 愛弓, Neuro2022, 2022 年 6 月 30 日-7 月 3 日, 沖縄コンベンションセンター
59. ボトムアップアプローチによる神経回路機能の探求と応用 (招待)
山本 英明, 第 21 回 ExCELLS セミナー, 2022 年 8 月 1 日, 自然科学研究機構
60. モジュール構造型人工神経細胞回路の摂動応答特性
山本 英明, 竹室 汰貴, 住 拓磨, 金野 智浩, Jordi Soriano, 平野 愛弓, 第 83 回秋季応用物理学学会学術講演会, 2022 年 9 月 20-23 日, 東北大学
61. マイクロパターン基板を用いた神経回路機能の実細胞再構成 (招待)
山本 英明, 第 83 回秋季応用物理学学会学術講演会, 2022 年 9 月 20-23 日, 東北大学
62. モジュール間結合に指向性を有する人工神経細胞回路の作製と自発活動解析
門間 信明, 山本 英明, 守谷 哲, 平野 愛弓, 佐藤 茂雄, 第 83 回秋季応用物理学学会学術講演会, 2022 年 9 月 20-23 日, 東北大学
63. 高密度多点電極アレイ上への神経細胞回路のパターニングと構造機能相関の解析
佐藤 有弥, 山本 英明, 加藤 秀行, 谷井 孝至, 佐藤 茂雄, 平野 愛弓, 第 83 回秋季応用物理学学会学術講演会, 2022 年 9 月 20-23 日, 東北大学
64. 神経アンサンブルの機能特性解析のための人工神経細胞回路の構築
室田 白馬, 山本 英明, 住 拓磨, 佐藤 茂雄, 平野 愛弓, 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング (NC) 研究会, 2022 年 9 月 29-30 日, 東北大学
65. 銅含有 DLC 膜による抗菌性メカニカルコーティングの開発
古賀 千晶, 李 裕程, 平田 祐樹, 赤坂 大樹, 金高 弘恭, 大竹 尚登, 2022 年度精密工学会春季大会学術講演会, 2022.3.15-17, 東京 (オンライン)
66. 味刺激時誘発磁界を用いたヒトの舌, 口蓋におけるうま味受容の検討
日原 大貴, 島田 栄理遣, 佐原 資謹, 菅野 彰剛, 北山 ちひろ, 中里 信和, 金高 弘恭, 第 37 回生体磁気学会大会, 2022.6.14-15, 札幌 (オンライン)
67. 大腿前面への磁気刺激による外側広筋と中間広筋の筋厚変化～超音波画像による筋厚測定信頼性分析～
阿部 玄治, DENG XUOXIAO, 森 仁, 八島 建樹, 金高 弘恭, 出江 紳一, 第 52 回日本臨床神経生理学学会学術大会, 2022.11.24-26, 京都 (オンライン)
68. 陽極酸化 TiNbSn 合金の光誘起性能
正橋 直哉, 久保田 真彩, 目代 貴之, 森 優, 栗島 宏明, 井上 博之, 相澤 俊峰, 花田 修治, 日本金属学会 2022 年秋季大会 9 月 20-23 日 福岡
69. インプラント用 TiNbSn 合金の光誘起機能
正橋 直哉, 久保田 真彩, 目代 貴之, 森 優, 栗島 宏明, 井上 博之, 相澤 俊峰, 花田 修治, バイオマテリアル学会東北ブロック講演会 10 月 25 日 仙台

【受賞】

1. 第 143 回金属材料研究所講演会 優秀ポスター賞
「金属溶湯脱成分法におけるポーラス金属のハイエントロピー化がポーラス構造に及ぼす影響」
仲田 玲, 和田 武, 加藤 秀実, 2022 年 11 月 29 日
2. 第 32 回日本金属学会奨励賞
「マルチスケール組織制御によるハイエントロピー合金の力学特性向上」
魏 代修, 都留 智仁, 加藤 秀実, 2022 年 9 月 21 日

3. 日本銅学会 2022 年度 第 56 回 論文賞
「VCM 板ばね向け超高強度 Cu-Ni-Al 系合金の強度発現メカニズム」
笠谷 周平, 首藤 俊也, 兵藤 宏, 渡辺 宏治, 成枝 宏人, 千星 聡, 宮本 吾郎, 2022 年 10 月 15 日
4. 日本銅学会 2022 年度 第 3 回 学生優秀発表講演賞
「マグネシウム含有チタン銅の水素中時効挙動」
廣田 航大, 斎藤 嘉一, 千星 聡, 2022 年 11 月 15 日
5. 第 2 回東北大学材料科学世界トップレベル研究拠点賞
「構造用金属材料の Additive Manufacturing に関する研究」
山中 謙太, 2022 年 10 月 26 日
6. 日本金属学会第 19 回村上奨励賞
「金属材料を対象とした Additive Manufacturing に関する研究」
山中 謙太, 2022 年 9 月 21 日
7. 日本溶射学会 2022 年度レビュー賞
「電子ビームによる金属積層造形技術の基礎-粉末特性と造形生との関係-」
千葉 晶彦, 2022 年 6 月
8. 粉体粉末冶金協会第 60 回研究功績賞
「電子ビームによる金属積層造形技術に関する基礎的研究と応用に関する研究」
千葉 晶彦, 2022 年 5 月 24 日
9. 第 21 回インテリジェント・コスモス奨励賞
「耐摩耗性と耐食性に優れた鉄鋼材料の開発」
山中 謙太, 2022 年 5 月 9 日
10. 日本金属学会 2022 年秋期講演大会 第 39 回ポスターセッション 優秀ポスター賞
「生体用 Co-Cr-Fe-Ni-Mo 合金の微細組織および機械的特性に及ぼす加工熱処理の影響」
檜山 快, 植木 洗輔, 上田 恭介, 成島 尚之, 2022 年 9 月 30 日
11. 第 20 回有機分子・バイオエレクトロニクス分科会論文賞
“Impact of modular organization on dynamical richness in cortical networks”
山本 英明, 2022 年 9 月 22 日
12. 第 4 回生体膜デザインコンファレンス ポスター発表賞
「膜平行電圧測定系の長寿命化とイオンチャネル機能評価への応用」
野村 駿介, 2022 年 12 月 5 日

【プレスリリース】

1. 「貴金属不要な低コスト・高効率水素発生用の 触媒候補材を開発 —脆く溶けにくく加工性の悪い金属間化合物の 3 次元ナノ構造化を実現—」 宋 瑞瑞, 韓 久慧, 加藤 秀実
2022 年 9 月 14 日
2. 「全く磁化の無い新しいハーフメタルの創製に成功～超高密度磁気メモリや磁気センサなどへの応用に期待～」 千星聡, 梅津理恵, 川人洋介, 赤井久純
2022 年 6 月 28 日

【特許】

1. 「多孔質炭素材料の製造方法および球状の多孔質炭素材料」
加藤 秀実, 津田 雅史, 高野 勇郷, 鈴木 庸介, 茅野 務, 鎌田 晃二, 室中 正太, 特許 (中国) ZL 201680080841.5, 登録 2022 年 4 月 19 日
2. 「金属被覆繊維強化プラスチックおよびその製造方法」
山中 謙太, 千葉 晶彦, ソン ジヤユ, 小川 和洋, 特願 2022-183535, 2022 年 11 月 16 日
3. 「鉄基合金及鉄基合金的製造方法」
山中 謙太, 千葉 晶彦, WO2020/050229, 2019 年 9 月 2 日出願, 2022 年 11 月 1 日登録 (中国, CN 112639148 B)

6 大学連携共通行事

令和4年度研究所間コラボレーションミーティング

開催日：令和4年9月17日

開催形式：オンライン開催（大阪大学主催）

発表者および題目

オンライン講演

- 目代 貴之 「可視光応答型酸化チタンの開発および医療応用」
- 上田 恭介 「可視光応答型 TiO₂ による抗菌・抗ウイルス表面の創製」
- 千星 聡 「複相導電材料の高強度化に関する研究」

ビデオ講演

- 山本 英明 「薄膜型マイクロ流体デバイスを用いた細胞エンジニアリング」
- 梅津 理恵 「新規ハーフメタル型フェリ磁性体の探索研究」

The 6th International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation & The 2nd International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI2MA)

開催日：令和4年10月25-26日

開催形式：対面（大阪大学主催）

発表者および題目

招待講演

- 千星 聡 “Strength and Electrical Conductivity of Cu-In Solid Solution Alloy Wires”
- 宋 瑞々 “Ultrafine Porous Intermetallic Compounds by High-Temperature Liquid Metal Dealloying for Electrochemical Hydrogen Production”

ポスター発表

- 常 理 “Preparation of Visible-light-responsive TiO₂-xN_x Photocatalyst Films Prepared by Chemical Treatment and Elevated Temperatures with Biocompatible and Antibacterial Properties”
- 倉林 康太 “Immiscible Fe/Mg Joining Using Liquid Metal Dealloying Reaction”
- 大橋 勇介 “Immiscible Mg-Ti Bonding with Liquid Metal Dealloying Technique”
- Louis Lesage “Elaboration of Micro-porous FeCrNi Powders by Liquid Metal Dealloying”

会議・行事報告

The 17th International Workshop on Biomaterials in Interface Science (主催)

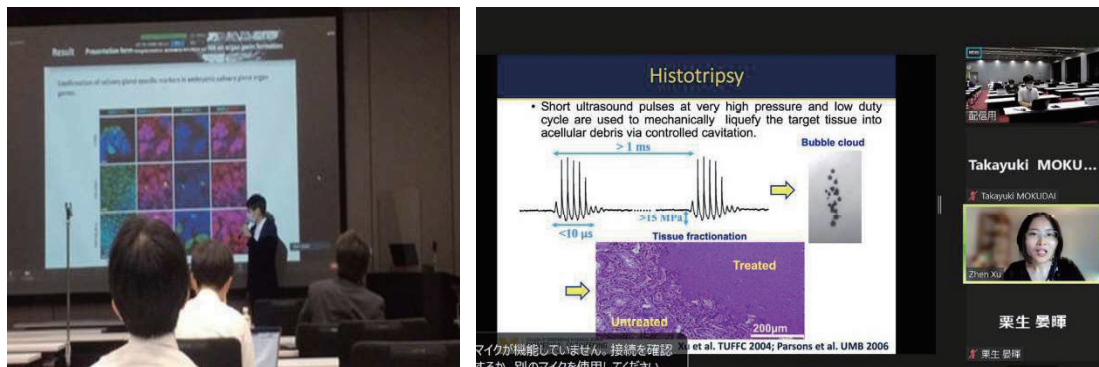
開催日：令和4年8月24日

開催形式：ハイブリット開催

参加者：65名（うち対面9名、オンライン56名）

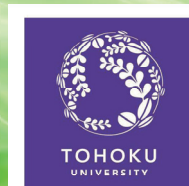
発表件数：招待講演4件、口頭発表16件

本研究会は、東北大学金属材料研究所、歯学研究科、医工学研究科が連携し、生物-非生物間の現象解明を通してインプラントや人工骨などの生体材料研究の発展を目的とし開催してきた。今年度は、東北大学金属材料研究所講堂を会場とし、オンラインとオンサイトを併用したハイブリット形式で開催した。セッションテーマは、① Oral Health Care、② Biomaterials、③ Bioengineering、④ Young innovators の4テーマとなり、招待講演者4名、口頭発表16名であった。招待講演者4名のうち韓国ソウル大学の Sangwoo LEE 助教は来日し“Developmental Roles of Hyaluronate and its Biomimetic Application in In vitro Generation of Embryonic Salivary Gland Organ Germ”という題目で発表した。米国ミシガン大学の Zhen XU 教授は、“Noninvasive Mechanical Ultrasound Therapy (Histotripsy) for Cancer Treatment – Latest Progress on Preclinical and Clinical Studies”という題目で、韓国材料科学研究所の Hui-suk YUN 教授は、“Multi-material 3D Printing Technologies for Bio-applications”という題目で、東京医科歯科大学の梶 弘和教授は、“Drug and Cell Delivery Systems Targeting the Posterior Segment of the Eye”という題目でそれぞれ講演が行われた。オンラインでの参加者が多数ではあったが、最先端の生体材料研究を学ぶことができ、若手研究者、学生、共に研究成果を発表する貴重な場となった。



The 17th International Workshop on Biomaterials in Interface Science

Interface Summer Seminar 2022



Invited Speaker:

Hui-suk YUN (Korean Institute Materials Science)

Zhen XU (Michigan University)

Sangwoo LEE (Seoul National University)

Sponsored by Graduate School of Dentistry, Biomedical Engineering, Engineering,
Institute for Materials Research, Tohoku University

Tokyo Medical and Dental University

Global Institute for Materials Research Tohoku (GIMRT)

Date
and
Time

Aug. 24, 2022 (Wed.) 9:00 - 17:00

Hybrid Meeting (IMR and Online)

Topics

- ① Oral Health Care
- ② Biomaterial
- ③ Biomedical Engineering
- ④ Young investigators



Online registration

Please register by Aug.22 2022 (Mon.), Japan standard time.

※We will send the URL for participating in the seminar to all the applicants by the date of the seminar.

URL

<https://forms.gle/1t8zgva6dyGtdHo28>



Contact: Division for Interdisciplinary Integration,
Liaison Center for Innovative Dentistry, Tohoku University
Email: kanetaka@dent.tohoku.ac.jp



東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ日本バイオマテリアル学会 東北ブロック講演会(協賛)

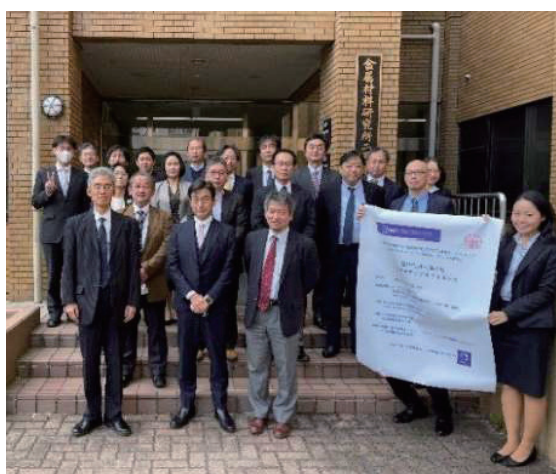
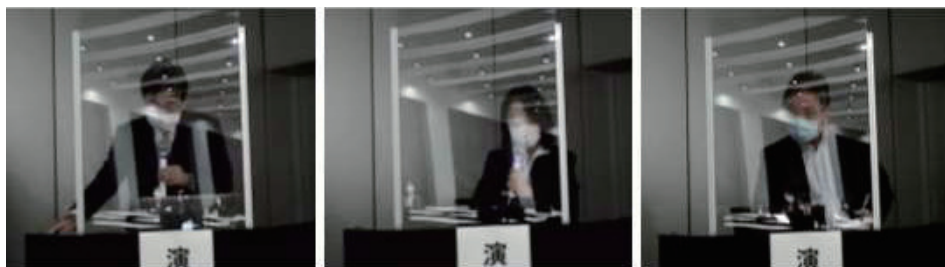
開催日：令和4年10月26日

開催形式：ハイブリット開催

参加者：122名（うち対面38名、オンライン84名）

発表件数：会長講演1件、招待講演2件、基調講演5件、特別講演5件

東北大学金属材料研究所講堂にて2022年度東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ日本バイオマテリアル学会東北ブロック講演会が開催された。生体材料の連携強化と若手研究者育成を目的とし本プロジェクトも協賛した。本プロジェクトからは兼任教員である千葉晶彦教授による「医療用コバルトクロム合金”COBARION”の開発」の講演が行われた。招待講演、基調講演に続き日本バイオマテリアル学会長 山岡 哲二先生より「物質の体内動態を利用した機能性バイオマテリアルの創成」と題して会長講演をしていただいた。パネルディスカッション、特別講演後には、オンラインにて学生の一般口頭発表ならびにポスター発表が行われ、バイオマテリアル研究における若手研究者を主体とした活発な議論が交わされた。参加者数122名のうち、企業および国内の研究所からの参加者は24名、教職員55名、学生43名であった。ハイブリットでの開催ではあったが、活発な意見交換と更なる情報交換がなされ新たな人材交流が深められた。





臨床応用へ向けたバイオマテリアルサイエンス

基調講演・招待講演 (10/26(水) 9:20～)

セッション I

基調講演 **千葉晶彦** (東北大学 金研 教授), 基調講演 **正橋直哉** (東北大学 金研 教授)
招待講演 **安藤大輔** (東北大院 工 准教授), **山岸奎佑** (大学院生)

セッション II

基調講演 **秋田英万** (東北大院 薬 教授)
招待講演 **児島千恵** (大阪公立大院 工 准教授)

セッション III

基調講演 **吉田靖弘** (北海道大院 歯 教授), **大矢根綾子** (産業技術総合研究所 グループ長)

日本バイオマテリアル学会 会長講演 (13:45～14:15)

山岡哲二 (国立循環器病研究センター研究所 部長、日本バイオマテリアル学会 会長)

パネルディスカッション (14:20～16:30)

「臨床応用に向けたバイオマテリアルサイエンス」

特別講演 **中野貴由** (大阪大院 工 教授)
鈴木 治 (東北大院 歯 教授)
伊藤恵利 (株式会社メニコン (名古屋工大 特任准教授))
岩崎倫政 (北海道大院 医 教授)
森本尚樹 (京都大院 医 教授)

学生一般口頭発表 (15件程度, 16:40～17:50)

ショートプレゼンテーション・審査

開催日 令和4年(2022年) 10月26日 (水)

開催形式 ハイブリッド開催

参加費 無料

対面：東北大学金属材料研究所 2号館1階 講堂 (県外・要PCR検査)
オンライン：Zoom

参加申込先 <https://forms.gle/2SNupvWtGywjtWEc9> (申込締切: 10/7(金))

問い合わせ先 東北大学大学院工学研究科材料システム工学専攻 山本雅哉
E-mail: masaya.yamamoto.b6.tohoku.ac.jp

主催：東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ 共催：日本金属学会東北支部
日本バイオマテリアル学会東北ブロック 軽金属学会東北支部

協賛：国際・産学連携インヴァーシブイノベーション材料創出プロジェクト
日本鉄鋼協会東北支部



参加申込用
QRコード

東北ブロックの学生ポスター発表募集 (申込締切: 9/23(金))

東北ブロックの学生ポスター発表を募集いたします。本ワークショップ・講演会から、優れた発表を優秀ポスター発表賞として表彰いたします。

申込：上記申込先にメールにて 1. 発表者・共著者氏名, 2. 所属, 3. 演題, 4. 連絡先 明記し、要旨を添付してください

2022年度東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ 日本バイオマテリアル学会東北ブロック講演会プログラム

「臨床応用へ向けたバイオマテリアルサイエンス」

10月26日(水)

- 9:20 開会の挨拶 東北大学大学院 工学研究科 教授 山本雅哉
- 9:25 基調講演 I **医療用コバルトクロム合金“COBARION”の開発**
東北大学金属材料研究所 教授 千葉晶彦
- 9:50 基調講演 II **インプラント用TiNbSn合金の光誘起機能**
東北大学金属材料研究所 教授 正橋直哉
- 10:15 招待講演 I **相変態を利用したMg基生体材料の開発**
東北大学大学院工学研究科 准教授 安藤大輔, 大学院生 山岸奎佑
- 10:35~ 休憩
- 10:45 基調講演 III **環境応答性脂質様材料ssPalmを基盤とした核酸・RNAデリバリー**
東北大学大学院薬学研究科 教授 秋田英万
- 11:10 招待講演 II **様々な末端官能基を持つ dendrimer を用いた DDS**
大阪公立大学大学院工学研究科 准教授 児島千恵
- 11:30~12:45 集合写真撮影+昼食休憩
- 12:45 基調講演 IV **北海道大学が進めるデンタルイノベーション**
北海道大学大学院歯学研究院 教授 吉田靖弘
- 13:10 基調講演 V **バイオミネラリゼーションの光制御による高機能化歯面の構築**
産業技術総合研究所 グループ長 大矢根綾子
- 13:35~ 休憩
- 13:45 会長講演 **物質の体内動態を利用した機能性バイオマテリアルの創成**
国立循環器病研究センター研究所・部長、日本バイオマテリアル学会長 山岡哲二
- 14:15~ 休憩
- 14:20~ 16:30 **パネルディスカッション
臨床応用に向けたバイオマテリアルサイエンス**
モデレーター 江草 宏 (東北大学大学院歯学研究科 教授)
成島尚之 (東北大学大学院工学研究科 教授)
- 特別講演 I・中野貴由 (大阪大学大学院工学研究科 教授)
「骨基質配向性を誘導可能な脊椎スペーサーの開発」
特別講演 II・鈴木 治 (東北大学大学院歯学研究科 教授)
「リン酸八カルシウムの骨再生機能解明と骨補填材開発への応用」
特別講演 III・伊藤恵利 (株式会社メニコン (名古屋工業大学 特任准教授))
「ナノスケールの構造が操る透過機構～「偶然」を「必然」に導く挑戦」
特別講演 IV・岩崎倫政 (北海道大学大学院医学研究院 教授)
「高純度アルギン酸ゲルを用いた低侵襲軟骨再生治療法の開発」
特別講演 V・森本尚樹 (京都大学大学院医学研究科 教授)
「塩基性線維芽細胞増殖因子を保持・徐放する人工真皮の開発と市販後の課題」
- 16:40~ 17:50 **一般口頭発表 (学生) : オンライン
ショートプレゼンテーション+質疑 (審査)**
- 17:50 閉会の挨拶 東北大学大学院 歯学研究科 教授 鈴木 治

報告書の発行にあたって

令和4年度は「国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出（DEJI²MA）プロジェクト」がスタートとして1年が経過しました。本プロジェクトは、6大学研究所間の金属、無機材料、環境・エネルギー、生体・医療、エレクトロニクスにおける世界屈指の研究開発基盤を融合し、各研究所の学術研究を基軸に、従来の研究開発アプローチ（学術的成果から応用開発を志向）とは逆に、社会的要求を起点に課題設計し、6研究所がもつ専門性の垣根を越えた人と知の循環で課題解決し、イノベーション創出を目標としています。これら概念をもとに、本プロジェクトでは、基礎から応用までを含む「インヴァースイノベーション」という新学術概念に基づく学術システムの確立を目指しています。具体的には、環境・エネルギー材料分野、バイオ・医療機器材料分野材料、情報通信材料分野と3つの研究活動分野において、社会的要求から専門性をもった大学での研究を融合することで新たな課題を再設計して課題の解決を目指します。ゆえに、本プロジェクトでは、更なる産学連携活動の強化や民間企業との共同研究の促進、若手研究者および学生の高度人材育成を期待するところであります。インヴァースイノベーションというこれまでにないアプローチでプロジェクトを進めることは容易ではありませんが、6大学と共に協力し、挑戦していくことで新たに研究の幅を広げ社会に貢献していく所存であります。

本報告書には東北大学金属材料研究所での研究概要ならびに研究成果や活動内容を収録いたしました。本報告書が、本プロジェクトに携わる6大学研究所研究者の皆様の連携を一層強め、研究発展の一助となること願う次第です。本プロジェクト関係者一同、次年度も精進してまいりますので、今後ともご支援を賜りますようお願い申し上げます。

国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト
東北大学金属材料研究所プロジェクトリーダー 加藤 秀実

令和4年度 東北大学 金属材料研究所
国際・産学連携インヴァースイノベーション
材料創出プロジェクト
研究成果報告書

発行日	令和5年（2023年）3月
編集責任	加藤 秀実、目代 貴之
発行所	東北大学 金属材料研究所 〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2丁目1番1号 共同研究プロジェクト棟2F TEL: 022-215-2712, FAX: 022-215-2381
