

第31回 材料フォーラム TOKAI
2021年11月11日(木) オンライン開催

第31回 材料フォーラム TOKAI

概要集

第31回 材料フォーラムTOKAI プログラム

13:00~13:05	開会挨拶 日本金属学会・日本鉄鋼協会東海支部 支部長 野村一衛 様 (司会：豊橋技術科学大学 戸高義一)											
13:05~14:05	特別講演会 (Room A : ID : 832 3548 3817, パスコード : 277217) 大阪大学 教授 中野貴由先生 (日本金属学会 第70代会長) 『等方性/異方性に着眼した材料工学の展開』 ~ 骨微細構造から生体・航空宇宙材料へ、さらに金属3Dプリンティングプロセスへ ~											
14:05~14:15	休憩											
14:15~15:30	研究成果発表会 (前半)											
	Room A		Room B			Room C			Room D		Room E	
	ID : 832 3548 3817		ID : 951 4735 5403			ID : 916 2817 9447			ID : 983 8355 4061		ID : 667 470 6006	
	パスコード : 277217		パスコード : J48YwA			パスコード : 00NZS8			パスコード : Xtflc3		パスコード : Qe7KcC	
	座長 : 戸高義一 (豊技大)		座長 : 足立吉隆 (名大)			座長 : 南部智憲 (鈴鹿高専)			座長 : 渡辺義見 (名工大)		座長 : 君塚肇 (名大)	
	A01	崎 啓人 (名大)	B01	小沢 勇貴 (大同大)	C01	中本 裕汰 (大同大)	D01	小寺 拓 (名城大)	E01	笹川 雄斗 (鈴鹿高専)		
	A02	山本 幸輝 (名大)	B02	竹島 一輝 (名城大)	C02	岡野 直輝 (名大)	D02	千葉 祐希 (鈴鹿高専)	E02	南濱 光希 (鈴鹿高専)		
	A03	市川 知幸 (名工大)	B03	山田 雅也 (名工大)	C03	國枝 真衣 (名大)	D03	奥山 結菜 (鈴鹿高専)	E03	堀場 雅登 (岐阜大)		
	A04	鈴木 弓景 (名大)	B04	上田 悠乃 (名工大)	C04	川村 南斗 (名大)	D04	三野 祥久 (名大)	E04	勝山 浩大 (豊技大)		
	A05	山田 りょう (鈴鹿高専)	B05	藤田 嶺 (豊技大)	C05	松岡 時生 (名工大)	D05	甲斐 優一 (名大)	E05	後藤 真矢子 (名工大)		
A06	酒井 拓 (鈴鹿高専)	B06	伊藤 祐哉 (名工大)	C06	佐藤 海誓 (名大)	D06	野原 多朗 (豊技大)	E06	田崎 陽斗 (豊技大)			
A07	三津原 晟弘 (名大)	B07	上山 凌平 (豊技大)	C07	米田 香苗 (名工大)	D07	上野 春喜 (豊技大)	E07	光井 彬人 (名工大)			
15:30~15:45	休憩											
15:45~17:00	研究成果発表会 (後半)											
	Room A		Room B			Room C			Room D			
	座長 : 小林正和 (豊技大)		座長 : 嶋睦宏 (岐阜大)			座長 : 宮崎秀俊 (名工大)			座長 : 万谷義和 (鈴鹿高専)			
	A08	是永 琢斗 (名大)	B08	下元 彩輝 (鈴鹿高専)	C08	瀧澤 孝太郎 (鈴鹿高専)	D08	中村 飛雅 (名城大)				
	A09	中村 俊太 (名大)	B09	北 彩乃 (名大)	C09	鈴木 雄大郎 (名大)	D09	林 秀亮 (名大)				
	A10	杉本 琢真 (鈴鹿高専)	B10	青木 翼 (名大)	C10	島野 瑠翔 (豊技大)	D10	野村 泰隆 (名大)				
	A11	澁谷 勇輝 (名大)	B11	浪崎 将吾 (名大)	C11	高橋 雄大 (鈴鹿高専)	D11	稲葉 智 (名大)				
	A12	吉富 太一 (鈴鹿高専)	B12	河野 瑞希 (豊技大)	C12	井上 徹哉 (名大)	D12	吉田 龍成 (名大)				
	A13	角田 浩嵩 (名大)	B13	渡邊 健太 (名大)	C13	上田 陽恒 (名大)	D13	勝吉 琉斗 (豊技大)				
	A14	大島 悠暉 (名工大)			C14	福田 祐介 (名大)						

特別講演会

(Room A, ID : 832 3548 3817, パスコード : 277217)

大阪大学 教授 中野貴由先生 (日本金属学会 第 70 代会長)

『等方性/異方性に着眼した材料工学の展開』

～ 骨微細構造から生体・航空宇宙材料へ,

さらに金属 3D プリンティングプロセスへ ～

概要： 人工物の大部分は FCC, BCC といった等方性の高い構造を用いるのに対して，自然界の創成物の多くは多階層にて異方性の高い構造を持つことで必要な方向に高度な機能性を発揮する。つまり，自然界に学びつつ特定方向に最大限の高機能化を達成することが，新しい材料開発の一つの戦略といえる。自然界の構造機能材料としての骨を例に挙げると，その微細構造はコラーゲン線維に平行に六方晶系異方性ナノアパタイト結晶 c 軸が配列し，骨部位に応じてユニークな配向性を，さらに高機能化を発揮する。加えて，再生・疾患・遺伝子組み換え骨では結晶学的特徴が大きく変化する。したがって，骨配向性（骨質指標）に注目した骨診断や骨治癒の重要性が材料工学から提唱されるようになった。こうした異方性組織形成は，極限状態で使用される航空宇宙材料の強化機構としても重要であり，その具現化には金属 3D プリンティングを用いることで，形状制御のみならず，原子レベルでの結晶配向化制御により達成される。本講演では，等方性/異方性から材料を見ることで，これまでとは全く異なる世界が広がっていることを理解いただきたい

Room A (ID : 832 3548 3817, パスコード : 277217)

A01 α -Al/T-Al6Mg11Zn11 二相共晶合金積層造形体の微視組織とその熱処理の影響

名古屋大学 崎 啓人

本研究グループではターボチャージャのインペラ部材への適用を目指し、 α -Al 相と平衡する金属間化合物 T-Al6Mg11Zn11 相を 50 %以上の高体積率で含む α /T 二相共晶合金を設計し、優れた高温強度を示すことを明らかにした。また複雑形状を有するインペラの製造工程簡略化の観点から、金属積層造形技術のひとつであるレーザ粉末床溶融結合法に着目した。本研究では α /T 共晶合金のレーザ粉末床溶融結合法を用いた積層造形技術の確立を目指し、Al-22.5Mg-23.5Zn (at%) 合金粉末を用いて様々なレーザ条件にて造形体を試作し、その相対密度及び微視組織を調べるとともに、熱処理に伴う組織変化を調査した。

A02 有限要素法を用いたバーチャル三相組織鋼の変形挙動解析

名古屋大学 山本幸輝

鉄鋼材料は、組成や熱処理条件により材料組織を様々なに変化させることができるため、カバーできる強度範囲が非常に広範である。加えて、材料組織の複相化や硬質相形状の違いが変形挙動に影響を及ぼすことが広く知られている。従来は二相組織鋼に関する解析が主であったのに対し、本研究は三相組織鋼に着目し、フェライト (F) -マルテンサイト (M) -ベイナイト (B) バーチャル三相組織鋼の変形挙動を有限要素法解析した。硬質相である M・B 相が軟質相である F 母相中に分散している組織、M が B を包含した相が F 母相中に分散した組織、B が M を包含した組織が F 母相中に分散した組織の 3 つのバーチャル組織の変形挙動を解析した。

A03 垂直磁化を有するコバルトドープのマグネタイト薄膜の作製

名古屋工業大学 市川知幸

本研究では電子スピンを利用するスピントロニクスデバイスの性能の向上を目的として伝導電子のスピンの偏りが完全に偏るハーフメタル性と応用上有利な垂直磁化を有する導電性のマグネタイト薄膜の作製を試みた。第一原理計算からこの材料はハーフメタル性を示すと予想された。パルスレーザー堆積法を用いて Mg2SnO4(001)層を下地層とするコバルトドープのマグネタイト(001)薄膜を作製した。結晶構造の評価から格子定数が大きな Mg2SnO4 層の影響でマグネタイト薄膜には面内方向に伸長歪みが生じることがわかった。また磁化測定の結果から垂直磁化を示し垂直磁化スピントロニクスデバイスの電極として利用できることがわかった。

A04 鉄鋼のパラライト成長速度と先進界面形状に及ぼす炭素拡散経路の影響のフェーズフィールド解析

名古屋大学 鈴木弓景

パラライトはオーステナイト母相からフェライト相とセメンタイト相が層状に析出する共析組織であるが、その組織形成機構は複雑で、完全には解明されていない。本研究では、フェーズフィールドシミュレーションにおいて拡散条件を変更しながらパラライト変態理論と比較し、パラライト成長速度や組織形態に対する支配因子の解明を試みた。フェーズフィールドシミュレーションから得られた成長速度は、拡散条件を合わせることで、界面が平坦であるとした場合に導かれる理論的な成長速度に近づいた。パラライト先進界面形状についても、拡散条件を合わせることで成長速度や曲率を考慮したパラライト変態理論から予測される結果とよく一致した。

A05 Ti-18Nb 合金における表面窒化焼入れプロセスの有効性の検討

鈴鹿工業高等専門学校 山田 りょう

チタン合金は焼入れマルテンサイト組織の形成により制振性が向上する一方、耐摩耗性が低下する。そこで、これまでの研究により Ti-15Nb 合金でガス窒化後にそのまま焼入れを行う表面窒化焼入れプロセスを施すことにより、高い減衰能と高い表面硬さを両立する可能性が示されている。本研究ではより高い減衰能を示す Ti-18Nb 合金を用いて、高い減衰能を維持しつつ、表面硬さも向上させることを目的とした。Ti-18Nb 合金に表面窒化焼入れプロセス後に振動解析、断面ビッカース硬さ試験、断面組織観察を行った結果、Ti-18Nb 合金は Ti-15Nb 合金に窒化焼入れプロセスを施した場合よりも高い制振性を示すことが分かった。

A06 新規 Zr 基アモルファス合金の耐食性および成形性

鈴鹿工業高等専門学校 酒井拓

Zr 基アモルファス合金は高い強度を有するため、化学工業分野などへの応用が期待されている。しかし、既存の Zr 基アモルファス合金は塩酸中で腐食しやすいため、耐食性の高い Zr 基アモルファス合金の開発が求められている。本研究では、耐食性および成形性の改善を目的として Zr-Ni 系合金および Zr-Co 系合金に Nb または Au を添加した Zr 基アモルファス合金を新しく設計し、耐食性および成形性を評価した。単ロール急冷法によって設計合金のリボン材を作製した。X 線回折装置によりいずれのリボン材も非晶質構造であることを確認した。Zr-Ni-Nb 系合金は 30% の塩酸に対する耐食性と成形性に優れていた。

A07 実用 PdCu 合金膜の低温における水素溶解特性と水素拡散性の定量評価

名古屋大学 三津原晟弘

近年、比較的低温で生じる水素を分離・精製したいという要望が高まりつつある。代表的な水素透過膜の 1 つである Pd-53mol%Cu 合金は、水素透過の活性化エネルギーが小さく、低温でも高い水素透過能が期待できる。しかし、573 K 以下の低温域における水素透過能は不明な点が多い。先行研究では、Pd-53mol%Cu 合金の水素透過能は 473 K 以下では高温域からの外挿より大きく低下し、特に室温では数日かけて 2 段階に大きく低下した。本研究では、超高純度水素を用いた水素透過試験及び PCT 測定を行い、得られた水素透過流束を水素溶解特性と水素拡散性に分離して解析することで、水素透過能低下の因子について考察した。

A08 セルフコンシステント・セカント法による界面強度を考慮した力学特性解析

名古屋大学 是永琢斗

複合材料の力学特性を正しく評価するためには、複雑な微視的構造を考慮したモデルの構築が不可欠である。本研究では、マイクロメカニクスを基盤としたセルフコンシステント理論に、セカント弾性率の概念、界面強度の理論を新たに適用し、界面変位まで考慮した複合材料の非線形力学特性を計算するモデルを構築した。さらに従来の改良型セカント法を融合させることで、金属の弾・塑性変形をも考慮できる改良も行った。本システムを用いて、組織形態と力学特性の関係を解析した結果、複合材料の強度は介在物の体積分率に大きく依存し、介在物が硬い場合には変形初期に形状の影響を受け、また界面強度は強度全体の低下をもたらす結果が得られた。

A09 反応焼結により作製した Al/Ti/Al₃Ti 複合材料の組織と熱伝導率

名古屋大学 中村俊太

電子機器部品の発熱から部品を保護する方法として、断熱や放熱が挙げられるが、局所的な熱の蓄積や耐熱性の低い部品への熱伝達が課題となる。そこで、断熱と放熱を同時に実現する吸熱型断熱材として、ポーラス金属と潜熱蓄熱材料の複合材料に着目した。断熱と吸熱の両立には材料の熱伝導率を精密に制御する必要がある。本研究では、ポーラス金属のセル壁部分の組織制御により熱伝導率を連続的に制御することを目的とした。具体的には、Al と Ti の粉末をモル比 3:1 で混合後、種々の時間で反応焼結させ、生成物である Al₃Ti 量を制御した。Al₃Ti の面積率や形態を制御することで、熱伝導率を連続的に制御できることを明らかにした。

A10 種々の強化材を分散させた熱硬化性エポキシ樹脂の力学的特性の検証

鈴鹿工業高等専門学校 杉本琢真

近年、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の研究が多く行われているが、分散強化したエポキシ樹脂単体の機械的特性評価に関する研究は少ない。本研究では、CFRP の機械的特性向上のための基礎データの蓄積を目的として、分散強化をしていないエポキシ樹脂 (Blank 材)、カーボンナノチューブ (CNT) またはセルロースナノファイバー (CNF) を分散させたエポキシ樹脂 (CNT 材、CNF 材) の硬さ、破壊靱性試験および破面形態の観察を行った。硬さは Blank 材が 84.6HRM、CNT 材が 87.4HRM および CNF 材が 85.3HRM であり、強化材による硬さの向上は確認されたが、破壊靱性値の向上は確認されなかった。

A11 結晶方位関係の異なる Pd-V 界面の分子動力学シミュレーション

名古屋大学 澁谷勇輝

水素製造用 V 系水素透過合金膜では表面に Pd 触媒を被覆する必要があるが、表面 Pd 触媒層と V 基板との相互拡散による劣化が課題となっている。先行研究から、V 基板表面の結晶方位により相互拡散の速度に違いがあり、V(110)では相互拡散しにくいことが明らかになっている。本研究では Pd/V 界面の結晶方位関係が異なるモデルを用いて、800 K で 20 ns の分子動力学計算を行った。その結果、V(111)の界面は Pd の方位に関係なく V 側の結晶に乱れが生じた。一方 Pd(111)-V(110)の組み合わせでは、界面にほとんど乱れが生じなかった。これらの結果は Pd/V 相互拡散の実験結果とよく対応している。

A12 金属酸化物表面への水吸着によって発現する酸点の定量評価

鈴鹿工業高等専門学校 吉富太一

化学工業プロセスには水共存下で行われる種々の酸触媒反応が存在するが、水が触媒の機能に及ぼす影響は不明である。本研究では、酸化ニオブと H-ZSM-5 ゼオライトについて、触媒表面への水吸着により生じる酸性質の変化を、ピリジン吸着 IR を用いて定量的に評価した。いずれの酸化物でも、水の吸着により表面のルイス酸が減少し、その量に比例してブレンステッド酸が増加した。すなわち、ルイス酸表面に吸着した水がブレンステッド酸として機能すると考えられる。酸化ニオブでは水吸着により酸の種類が可逆的に変化するのに対し、H-ZSM-5 では不可逆的であった。各酸化物について、水の影響を受ける表面サイトの種類と量を考察する。

A13 鋼とアルミニウムの冷間鍛造接合における接合条件の解析的検討

名古屋大学 角田浩嵩

近年、カーボンニュートラルの観点から輸送機器の軽量化が求められている。そのため、衝突安全性と軽量化を両立できる鍛造接合に期待が高まっている。しかし、鍛造接合は金属の塑性変形を伴う接合であるため、接合部のみの強度評価がしにくいという欠点がある。そのため、先行研究では、接合部の強度評価がしやすい鍛造方案が開発された。本研究では、その新規鍛造方案を用い、試験片の各部寸法比、変形量、鋼の炭素量が面積拡大比、界面接触面圧、相対すべり量に及ぼす影響について FEM を用いて調べた。接合条件と強度の関係性の解明第一歩として、炭素量の割合とパラメータとの相関を見出した。

A14 圧縮ねじり加工による 7050 アルミニウム合金の組織微細化

名古屋工業大学 大島悠暉

7050 アルミニウム合金鋳造材の微細組織と硬さに及ぼす圧縮ねじり加工の影響を調査した。加工前の鋳造材は、デンドライトと晶出物からなる微細組織を有していた。この晶出物は、Al-Zn-Cu-Mg 系であり、網目状に分布していた。この鋳造材を室温で 100 MPa の圧縮応力下で 30 回転のねじり加工を施した結果、加工発熱により最高で約 340°C まで上昇した。また、圧縮ねじり加工後の試料の組織観察結果から、Al 母相の塑性流動に伴って晶出物が微細化され、母相粒界に分散していた。さらに、圧縮ねじり加工後の試料の硬さは 109 HV であり、溶体化処理を施した鋳造材の硬さに比べて 20 HV 程度高くなった。

Room B (ID: 951 4735 5403, パスコード: J48YwA)

B01 軟鋼板における液圧バルジ試験の等二軸応力 σ_b および塑性ひずみ増分比 r_b に関する研究

大同大学 小沢 勇貴

液圧バルジ試験における等二軸応力は従来では材料が等方的つまりバルジ頂点部の曲率半径がすべての方向で等しく球状となると仮定し求める方法が一般的に用いられる。しかし異方性を有する材料では厳密には等二軸応力状態となっていないことが報告されており、従来の方法は正確であるとは言いにくい。また塑性ひずみ増分比についても、試験片が金型により変形が拘束されるため他の二軸応力試験で得られる結果とは差があると考えられる。本研究では、後藤が提案した楕円バルジ試験における頂点部応力算出法を用いて液圧バルジ試験における応力成分求め従来法と比較した。また塑性ひずみ増分比については二軸引張試験を併せて実施し比較した。

B02 反跳粒子検出法を用いた LiPON 固体電解質内の Li+イオン移動測定

名城大学 竹島一輝

全固体の Li+イオン電池は、液体電解質を含む電池より優れた安全性および高いエネルギー密度を有することが期待されている。この全固体電池を開発するためには、充放電時における固体電解質界内の Li 濃度をその場で測定し、Li+イオン移動機構を理解する必要がある。本研究では、反跳粒子検出法(ERD)により、Cu 電極/Li_{3.3}PO_{3.8}N_{0.2} 固体電解質/Cu 電極に $\pm 1\sim 3$ V の電圧を印加しながら Li_{3.3}PO_{3.8}N_{0.2} 中の Li 濃度をその場で測定した。Cu/Li_xPO_{3.8}N_{0.2} 界面から約 150 nm 以下の Li 濃度(x)は 2.7~3.8 まで変化し、Li 欠損および蓄積が生じることが判明された。

B03 SrZr_{0.9}Y_{0.1}O_{3- δ} のデューテロン伝導特性

名古屋工業大学 山田雅也

アクセプターをドーブしたペロブスカイト型酸化物は、高温・湿潤雰囲気下でプロトン伝導性を持っている。SrZrO₃は、プロトン伝導体の代表的な例であるジルコネート系ペロブスカイト型酸化物であり、機械的強度および化学的安定性が高い。これを実用化する為には、移動度や溶解度で決定されるプロトン伝導の詳細を明らかにする必要がある。プロトン伝導の測定は、プロトン、デューテロンの質量の差から生じる電気伝導度の変化を利用する同位体置換法を用いる。本研究では、SrZrO₃のプロトン移動度におけるデューテロン溶解の平衡定数を明らかにする事を目的として、様々な温度、雰囲気下で伝導度の考察をする。

B04 L₁₀-FePt/Fe-Al ナノコンポジット薄膜の磁気特性

名古屋工業大学 上田悠乃

永久磁石の性能向上はシステムの高効率化に寄与する。硬磁性相と軟磁性相をナノオーダーで複合化したナノコンポジット磁石の作製を目指して研究を実施した。プラズマ・ガス凝縮クラスター堆積装置で作製した軟磁性の Fe-Al ナノ粒子は、Al の増加に伴い保磁力が減少した。次に、硬磁性の FePt ナノ粒子と混合堆積させ、ナノコンポジット磁石を作製した。773 K で熱処理を施すと FePt は fcc から L₁₀構造に規則化し保磁力が増加した。Pt 濃度が 45 at% の試料で、最大エネルギー積は 1.3 MGOe であった。現在、Pt 濃度が低い試料で最大エネルギー積を高めるため、磁場中熱処理と電場による加速堆積に取り組んでいる。

B05 格子欠陥と水素の相互作用による結晶粒微細化促進メカニズムの解明

豊橋技術科学大学 藤田 嶺

水素を吸蔵した純 Fe に塑性変形を施すことにより結晶粒の微細化が促進されることが報告されている。これは“転位と水素の相互作用による遮蔽効果”と“水素-空孔クラスターの形成”による転位密度の増加に起因すると考えられる。本研究では、転位と水素の結合エネルギーが空孔クラスターと水素の結合エネルギーと比べて低いことを利用し、遮蔽効果の影響を排除することで水素-空孔クラスターによる微細化促進効果を検討した。その結果、微細化促進効果は認められたが、遮蔽効果の影響を排除していない試料と比較して、微細化促進効果は小さかった。従って遮蔽効果と水素-空孔クラスターの双方に微細化促進効果があることが明らかになった。

B06 純 Cu へのショットピーニングに伴う結晶学的集合組織の形成過程

名古屋工業大学 伊藤祐哉

ショットピーニング (SP) は材料表面に無数の硬質粒子を高速度で衝突させることで圧縮の残留応力を付与することができる巨大ひずみ加工である。本研究では、純 Cu 圧延板への SP にて形成する結晶学的集合組織およびその形成過程を調べた。純 Cu 圧延板に噴射圧 0.6MPa で 45 分間の SP を施した結果、板面法線方向と Cu の $\langle 110 \rangle$ 方向が平行になった $\{110\}$ 繊維集合組織が加工表面に形成していた。さらに、加工表面から内部に向けた結晶学的集合組織の変化を調べた結果、加工初期では $\{111\}$ 繊維集合組織が形成し、加工を進めると $\{110\}$ 繊維集合組織が形成することが明らかとなった。

B07 電気炉ダストの硫酸水溶液への溶出に及ぼす過マンガン酸カリウム添加の影響

豊橋技術科学大学 上山凌平

電気炉製鋼で排出される電気炉ダストには多量の亜鉛が含まれている。亜鉛の回収はこのダストからの亜鉛リサイクルが中心となっている。現状、亜鉛の回収は省エネルギーの観点から湿式法での回収が望まれている。本研究では、電気炉ダスト中亜鉛の硫酸水溶液への溶出挙動を調査するとともに KMnO_4 を添加する実験を行った。硫酸水溶液への Zn の溶出率は約 62% であった。溶出率を高めるために電気炉ダストの溶解を妨げていると考えられるジंकクロマイトを溶解させる KMnO_4 を添加したが、亜鉛の溶出率は改善できなかった。残渣の EDS 分析よりシリコンが表面に多く溶け残っており、これらが亜鉛溶解を妨げていることが考えられる。

B08 3D 積層造形した Ni 基耐熱合金の機械的特性におよぼす NH_3 中での熱処理の影響

鈴鹿工業高等専門学校 下元彩輝

積層造形法による金属部品の低コスト化と高性能化が実現しており、高温強度に優れる Ni 基耐熱合金への適用も期待される。しかし、Ni 基耐熱合金は高温下で窒素および水素による脆化が生じる場合がある。そこで本研究では、3 種の異なる方向で 3D 積層造形した 625 合金の板材にひずみ取り熱処理ならびに NH_3 ガス中 900°C で熱処理を施し、ミクロ組織および機械的特性を調査した。高さ方向に平行および高さ方向に 62° 傾斜させて積層した試料は、ひずみ取り熱処理後の NH_3 ガス中の熱処理によって引張強さと破断伸びが減少したが、長さ方向に平行に積層した試料では引張強さは減少した。破断伸びは 24% から 32% へと増加した。

B09 組織シミュレーションと機械学習の併用による二相組織鋼の粒成長挙動解析

名古屋大学 北彩乃

複相組織鋼は強度-延性バランスに優れているが、その材料組織形成過程の正しい理解が、さらなる特性向上に向けて極めて重要である。たとえば二相組織鋼においては、母相-第二相間で相互作用が生じるため、母相の粒成長は著しく遅くなることが知られている。一方、二相組織の粒成長挙動を実験的に定量解析するには、膨大な時間を要するのが現状である。そこで本研究では、二相組織の粒成長に関するデータ取得の高効率化を目指すべく、モンテカルロ法による二相組織の粒成長シミュレーションモデルの構築を試みた。さらに、シミュレーション結果を機械学習に入力し、結晶粒成長挙動に及ぼす各因子の影響度を評価した。

B10 レーザ粉末床溶融結合法による Al-Ti 合金/炭素繊維複合材料の積層造形

名古屋大学 青木翼

アルミニウム (Al) と炭素繊維 (CF) の複合材料は熱流束制御部材としての利用が期待される。Al と CF は低温では濡れ性が乏しく、高温では低熱伝導率で脆弱な化合物 (Al₄C₃) の界面での形成が課題である。一方、約 1000°C 以上の高温域では、Al 溶湯へのチタン (Ti) 添加により界面に TiC が形成し、濡れ性向上と Al₄C₃ 形成抑制を同時に実現できる。そこで本研究では、高温域での TiC 形成を生かせるプロセスとして、高温プロセスでかつ急速な冷却が可能なレーザ粉末床溶融結合法に注目し、Al-2mol%Ti 合金/CF 複合材料の作製を試みた。特に造形体の相対密度、微視組織に及ぼすレーザ照射条件の影響を調査した。

B11 引張変形中のフェライト単相鋼における組織変化の動的解析 -その場電気抵抗率測定法の適用-

名古屋大学 浪崎将吾

転位やボイドの電子顕微鏡観察により、変形中の組織変化の解析が従来行われてきた。一方本研究では、引張変形中の鋼における変形抵抗と電気抵抗率の同時測定から転位密度及びボイド量変化を推定し、X線ラインプロファイル解析及び走査型電子顕微鏡観察による転位密度およびボイド面積率の定量結果と比較した。均一伸び領域でのひずみ量の増加に伴う電気抵抗率の緩やかな上昇は、転位密度の増加に起因していた。また、局部伸び領域でのひずみ量の増加に伴う著しい電気抵抗率の上昇は、ボイド面積率の増加に起因していた。以上より、その場電気抵抗率測定法の適用により、引張変形中の鋼における組織変化の動的解析が可能であることが示唆された。

B12 HPT 加工による LPSO 型 Mg 合金の硬化挙動に及ぼす加工経路の影響

豊橋技術科学大学 河野瑞希

長周期積層(LPSO)を有する Mg 合金は、キンク形成に伴い底面すべりが抑制され、力学特性が著しく向上する。本研究では高圧ねじり(HPT)加工を用い、せん断方向が一定である Monotonic HPT 加工または、所定の回転数でせん断方向を反転させる繰返し加工である Cyclic HPT 加工を施す。また、Monotonic HPT 加工の前に圧縮加工を施し、加工経路による硬化挙動の変化を調査した。硬さ試験の結果、塑性ひずみの増加に伴い硬さが増加したが、加工経路によって異なる硬化挙動を示した。この原因として、せん断方向の反転によるキンクの消滅や、圧縮による底面配向によるキンク導入量の変化が考えられる。

B13 TiO_x:Nb を用いた全固体型半導体電池の作製と評価

名古屋大学 渡邊健太

再生可能エネルギー発電の安定出力のための蓄電システムの導入が重要視されているが、現行の大容量蓄電デバイスのほとんどが化学電池であり、発火の危険性を伴う電解質が使用されている。そこで、メンテナンス不要で発火の危険性が小さく、急速な充放電が可能な全固体型半導体電池に注目した。この電池は禁制帯中のトラップ準位にキャリアが蓄積されることで充電が行われると考えられているが、その詳細なメカニズムは明らかになっていない。本研究ではトラップ密度を制御可能な TiO_x:Nb 層を含む半導体電池の作製と評価を行った。充放電評価によって蓄電容量と充電電圧の相関が得られ、半導体電池の充放電を確認することができた。

Room C (ID : 916 2817 9447, パスコード : 00NZS8)

C01 高張力鋼板の曲げ成形中の曲刃のたわみとスプリングバック

大同大学 中本裕汰

バウシinger 効果を正確に再現できる材料モデルを使用することで高張力鋼板の解析精度は格段に向上している。しかし、予測精度は十分でない場合も多くある。その要因の一つが「金型たわみ」である。高張力鋼板の強度が増すことで成形荷重も大きくなり、金型の形状保持にも影響を与えている。プレス成形と金型の変形を同時に解析する事例はあるが、スプリングバックまで調べた研究は少ない。本研究では、曲げ成形の曲刃のたわみに着目する。2 種類の剛性の異なる曲刃を用いてスプリングバック量および金型たわみ量を測定し、曲げ成形における金型たわみがスプリングバックに与える影響を明らかにする。

C02 Al-Mg-Zn 3 元系共晶耐熱合金の凝固組織形態と室温破壊靱性

名古屋大学 岡野 直輝

本研究では、T-Al6Mg11Zn11, α -Al3Mg2 相で強化された共晶アルミニウム合金の凝固組織観察と室温破壊靱性の評価を行った。Al-Mg-Zn 3 元系状態図に基づき、Al-22.5Mg-23.5Zn (α -Al/T 2 相共晶), Al-35.5Mg-2Zn (α/β 2 相共晶), Al-34.5Mg-5Zn ($\alpha/\beta/T$ 3 相共晶, mol%) の合金組成を設計した。いずれの合金も金属間化合物相を母相とする組織を呈した。Indentation Fracture 法により、急冷凝固した合金の室温破壊靱性を測定した。高 Mg 組成の 2 種の合金は、 α/T 2 相共晶合金に比べて 1.1MPa \cdot m^{0.5} と低い破壊靱性を示した。

C03 Si 量の異なる Al-Si 合金レーザー積層造形体における高密度造形条件の調査

名古屋大学 國枝真衣

レーザー粉末床溶融結合 (LPBF) 法は、金属 3D プリントの造形法の一つである。LPBF 法の課題として、造形パラメータの最適化に多大な時間を要することが挙げられる。そこで、複数の造形パラメータを包括する造形指標の構築が必要である。当研究室では、レーザー照射中の熱拡散長を考慮した造形パラメータ DED は従来使用されている造形指標 VED よりも造形体密度の整理に適切であることを示してきた。さらに DED を基に、隣接レーザートラック間隔を考慮したパラメータを考案した。本研究では、様々なレーザー条件で作製した Al-2Si 合金、Al-12Si 合金の相対密度を種々の造形指標を用いて整理し、高密度造形条件を調査した。

C04 析出強化フェライトを活用した複相組織鋼の相間硬度比および引張特性評価

名古屋大学 川村南斗

鉄鋼材料の強度-延性バランスを向上させるには、材料組織の複相化が有効な手法の一つである。また、複相組織鋼における軟質相と硬質相の硬度差が、引張特性に大きく影響することが知られている。従来は、硬質相であるマルテンサイトの焼き戻し処理やパーライトの球状化処理といった「硬質相の軟化」によって相間硬度比を変化させ、それが引張特性におよぼす影響が調査されてきた。一方本研究では、「軟質相の硬化」に注目し、VC によって軟質相であるフェライトを析出強化させ、それによる相間硬度比の変化が引張特性におよぼす影響を調査した。その結果、析出強化フェライトを活用することで、強度-延性バランスの向上が認められた。

C05 チタニアの還元雰囲気における酸素放出特性

名古屋工業大学 松岡時生

銅製品は、製造時に水素などによるガス欠陥を生じることがあり、機能的強度の低下を招く。そのため、熔融銅中のガス成分を制御しなければならず、水素や酸素の濃度を正確に把握するセンサーが必要である。現在、 α - Al_2O_3 の固体電解質を用いた水素センサーが開発されたが、標準極内の酸素活量を高く保つため、ガス供給システムを要する大型の装置になってしまう。本研究では、物質の反応を用いて標準極の酸素活量を高く保つことの可能な標準極活物質として、 TiO_2 や $\text{TiO}_{1.94}$ の粉末を用いた小型化した水素センサーの開発を目標とする。

C06 真空蒸着法により作製した Mg_2Si の高品質化に向けた face-to-face アニール (FTFA) 効果及びラマン散乱解析

名古屋大学 佐藤 海誓

我々は、環境に優しいシリサイド系材料である Mg_2Si 薄膜を用いた熱電発電の実用化に向け、大量生産可能な真空蒸着法と熱処理による高品質 Mg_2Si 薄膜の作製に取り組んでいる。具体的には、熱処理過程での酸化と歪みの導入を抑制するため、2つの試料の表面を重ねた状態で熱処理を行う FTFA 法の効果と温度依存性を各種構造解析により調査した。更にラマン散乱解析に着目し、歪みや結晶性に与える影響を定量的に検討した。その結果、FTFA 法の導入により表面酸化が大幅に抑制された均一な表面を形成することができた。また、ラマン散乱解析では、熱処理温度の制御により結晶性の高い薄膜の作製が可能なが示唆された。

C07 TiC ヘテロ凝固核粒子添加による Ti-6Al-4V 積層造形体の微細化機構究明の為の浮遊炉熔融実験

名古屋工業大学 米田 香苗

金属の積層造形では熔融凝固過程を伴うため、ヘテロ凝固核粒子の添加により、組織の微細化と均質化が図れる。今までに、Ti-6Al-4V の積層造形に及ぼす TiC ヘテロ凝固核粒子添加の効果を調査してきたが、原理原則を究明するには、詳細なヘテロ凝固機構の調査が不可欠である。しかし、通常の熔融凝固実験では、るつぼの影響などの種々の因子が重畳されてしまう。そこで、これらを排除した浮遊炉を用いた無容器熔融を行った。その結果、TiC 粒子は溶湯中で分解するものの、残存 TiC 粒子がヘテロ凝固核となり、微細化効果を示すことを見出した。得られた地上実験でのデータを元に、国際宇宙ステーションでの軌道実験の条件を探索する。

C08 Ti-18Nb-xAl 合金焼入れマルテンサイト組織の熱分析による安定性評価

鈴鹿工業高等専門学校 瀧澤 孝太郎

Ti 合金は軽量、高強度、高耐食性などの優れた特性を持つが、制振性が金属材料の中でも特に低いとされる。これまでの研究成果により、Ti-18Nb 合金を溶体化焼入れすることで非常に高い制振性を示すことが分かっている。一方で、強度が低下するとともに、温度上昇により安定性が低下することも分かっている。そこで、Ti-18Nb 合金に高強度化のために Al を添加した Ti-18Nb-(1,4,7)Al 合金について、示差熱分析や電気抵抗の温度変化を調べた。この結果より、各組成の相安定性について検討を行った。

C09 二方向冷間圧延及び焼鈍を施した純鉄における Goss 方位粒の異常粒成長

名古屋大学 鈴木雄大郎

鉄鋼材料における集合組織の制御は、鋼板の加工性や磁気特性を向上させるために非常に重要である。冷間圧延した純鉄を焼鈍すると、 γ -fiber が発達した再結晶集合組織になることが従来知られている。それに対し本研究では、二方向冷間圧延を施した純鉄を焼鈍することで、従来純鉄ではほとんど現出することのない Goss 方位粒が核生成することを見出した。また、長時間焼鈍を施すことで、核生成した Goss 方位粒の異常粒成長も確認された。合金元素の添加量が少ない鉄鋼材料において Goss 方位が発達した事例はこれまでになく、純鉄における集合組織制御手法の新たな可能性を見出した。

C10 純 Fe の油潤滑環境における摩擦特性に及ぼす格子欠陥および結晶配向の影響

豊橋技術科学大学 島野瑠翔

巨大ひずみ加工・熱処理により組織制御した純 Fe の潤滑油中の摩擦摩耗特性を評価した結果、格子欠陥（粒界、転位）および $\{110\}$ 配向が低摩擦係数 (μ) 化に寄与することが示唆された。これは吸着性に優れる格子欠陥の形成や吸着密度の高い結晶面の配向に起因する。本研究では、結晶配向材を塑性変形し格子欠陥量と結晶配向度が摩擦特性に及ぼす影響を調査した。配向度がやや低い場合でも十分にひずみを与えて格子欠陥を導入すると低い μ を示すが、与えられたひずみが少ないと結晶配向材より高い μ を示した。このことから十分な格子欠陥の導入・結晶配向度が低 μ 化の条件であり、両者を兼ね備えた試料でより低 μ 化が期待できる。

C11 V-10mol%Fe 水素透過合金膜と Ru/Cs₂O/Pr₆O₁₁ アンモニア分解触媒とを組み合わせた膜反応器によるアンモニアガスからの直接水素分離精製

鈴鹿工業高等専門学校 高橋 雄大

NH₃を水素キャリア物質として利用するために、NH₃から効率よく超高純度水素を製造する技術の確立が課題とされている。この課題を解決するために、V-10mol%Fe 水素透過合金膜と Ru/Cs₂O/Pr₆O₁₁-NH₃分解触媒とを組み合わせた膜反応器を試作した。膜反応器を用いて水素製造実験を行ったところ、NH₃ガスから超高純度水素を直接製造することに成功した。また膜反応器は高い耐久性を有しており、初期の水素分離性能を 3000 時間以上維持した。精製水素中の NH₃濃度は 0.01ppm 以下、窒素濃度は 100ppm 以下であり、膜反応器で製造した水素は燃料電池自動車用水素燃料の ISO 規格を満たしている。

C12 窒化チタンを用いた酸化チタン/結晶シリコンヘテロ構造のパッシベーション性能劣化抑制

名古屋大学 井上徹哉

酸化チタン (TiO_x) は結晶シリコンとヘテロ接合を形成した際に、電子輸送に適切なバンド構造と高い表面パッシベーション効果を示すため、ヘテロ接合型太陽電池への応用が期待されている。しかし、金属電極製膜時にその表面パッシベーション効果が劣化するという課題があり、金属による TiO_x の還元がその原因として考えられている。そこで、本研究では電極製膜によるパッシベーション性能劣化抑制をねらい、電極材料の 1 つ Al の拡散を抑制できる窒化チタン (TiNy) を金属電極/TiO_x 間に挿入することで、TiO_x 層の還元抑制を試みた。その結果 TiNy 層の挿入により金属電極製膜によるパッシベーション性能劣化を抑制できた。

C13 熱延ロール表面の酸化膜生成に及ぼすロール材組成の影響

名古屋大学 上田 陽恒

熱間圧延ロールの表面の酸化膜生成に対して、ロール材組成が与える影響について調査を行った。熱間圧延を模擬した一軸圧縮試験により、組成の異なる 2 種類のロール材と 3 種類の被加工材を接触させロール材表面に酸化膜を生成した。生成した酸化膜は SEM, XRD, EDX を用いて厚さや組成の分析を行った。全ての条件で酸化膜が確認でき、その酸化膜成長速度に違いがあった。また、ハイスロール材の表面の炭化物付近では酸化膜が生成しにくかった。そして、冷却水が酸化膜生成において酸素の供給源となることが分かった。ロール材と窒化ケイ素の接触において、ロール材の直接酸化を確認した。

C14 多結晶シリコンにおいて粒界の構造が少数キャリア再結合特性に与える影響

名古屋大学 福田祐介

多結晶シリコン中の粒界の構造と少数キャリア再結合特性の関係解明を目指して研究を行った。具体的には、種結晶を用いて系統的に作製した人工傾角粒界の構造を 3 つのパラメータで表現し、少数キャリア再結合速度を独自手法により定量することで、各パラメータが少数キャリア再結合特性に与える影響を調査した。その結果、ねじれ成分の導入を示すパラメータ(θ)の影響が最も大きいことを明らかにした。また、 θ 以外のパラメータを固定し、 θ のみを変化させたところ、 θ の増加に伴い、粒界での少数キャリア再結合速度が増加することを明らかにした。これは、ねじれ成分の導入で傾角粒界が混合粒界になり、構造が複雑化したためであると考えられる。

Room D (ID: 983 8355 4061, パスコード: XtfLc3)

D01 水浸漬されたリチウムイオン伝導性ガラスセラミックス固体電解質の水素およびリチウム挙動

名城大学 小寺拓

リチウムイオン伝導性ガラスセラミックス(LATP)は、全固体リチウム電池の固体電解質の候補材料に挙げられている。この LATP を含む全固体リチウム電池の実用化を目指すためには、空気中の水蒸気と反応しないことが条件となる。本研究では、反跳粒子検出(ERD)法を用いて、水浸漬された LATP 中の水素およびリチウム濃度を同時測定し、LATP 試料の水に対する安定性について調べることを目的とした。その結果、水素が LATP 試料中に吸収されるとともに、リチウムが LATP 表面に偏析することがわかった。水素はリチウムの偏析により形成されたりチウム空孔に占有すると考えられ、LATP 表面は親水性であることが判明された。

D02 3D 積層造形した Ni 基耐熱合金の機械的特性と積層条件の関係

鈴鹿工業高等専門学校 千葉 祐希

3D 積層材では製造プロセスに起因する残留応力、結晶異方性などによる力学的信頼性の低下が懸念される。本研究では、Ni 基耐熱合金 (625 合金) について 3 種の積層方向で板材を製作し、積層方向およびひずみ取り熱処理が機械的特性におよぼす影響を調査した。すべての試験片においてひずみ取り熱処理を施すことにより残留応力をほぼ 0 MPa まで取り除くことが出来た。また、引張試験片の引張軸に対して直角方向に積層した試料において、ひずみ取り熱処理により 0.2%耐力は 485 MPa から 534 MPa に増加し、破断伸びは 39%から 26%に減少し、引張強さは 850 MPa のまま変化しなかった。

D03 Ti-Nb 合金のニオブ量増加に伴う材料特性の変化

鈴鹿工業高等専門学校 奥山 結菜

チタン合金は軽量・高強度・高耐食性など優れた特性を持つが、制振性は低い。一方で Ti-Nb 合金では焼入れマルテンサイト組織を形成することにより、高い制振性を示すことが分かっている。本研究では様々な条件の Ti-Nb 合金を用いて、特に材料中の音速や超音波減衰能といった材料特性の変化について調べることを目的とした。ニオブ量を変化させた場合、Ti-18Nb で最も高い減衰能が得られるが、超音波減衰能も最も高い値が得られた。また、ヤング率は Ti-15Nb で最も低い値を示すが、音速は Ti-15Nb で一度下限を示しながら、Ti-40Nb が最も小さくなる傾向を示すことが分かった。

D04 炭素鋼におけるフェライト相変態シミュレーションモデルの構築 —ベイズ最適化によるパラメータ探索—

名古屋大学 三野祥久

従来の鉄鋼材料における研究開発は、実験的アプローチによる材料組織観察や機械的性質の評価が主だったが、研究開発の効率化にはシミュレーションやデータサイエンスを適用していく必要がある。そこで本研究では、特に組織モデリングに焦点を当てて、炭素鋼のフェライト相変態を再現するセルラーオートマトンシミュレーションモデルを構築し、ベイズ最適化によりパラメータを探索した。なお、本研究で探索したパラメータは、フェライトの核生成頻度と温度とを紐づけるものである。パラメータ探索の結果、文献値に近い TTT 図が取得された。また、得られたパラメータは炭素量に依存することを明らかにした。

D05 機械学習を援用したセルオートマトン法による純鉄の回復・再結晶シミュレーションモデルの構築

名古屋大学 甲斐優一

研究データを効率よく取得するためには、実験的アプローチに加えて、シミュレーションや機械学習を併用することが有効である。本研究では、鉄鋼材料における材料組織解析の高速化を目指すべく、機械学習を援用したセルオートマトン法による再結晶シミュレーションモデルの構築を試みた。解析対象としている純鉄では、合金鋼と比べて回復の進行速度が著しく早いという特徴があるため、再結晶挙動におよぼす回復の影響を考慮した。また、ベイズ最適化により、再結晶挙動を高精度でシミュレートするための最適なパラメータ探索を行った。その結果、構築した回復・再結晶シミュレーションモデルによる計算結果と実験結果とが良好な一致を示した。

D06 冷間圧延した Ni 基耐熱合金 Alloy 625 の微細組織と引張特性に及ぼす NH₃ ガス雰囲気熱処理の影響

鈴鹿工業高等専門学校/豊橋技術科学大学 野原多朗

人工衛星の推進装置には Co 基耐熱合金が使用されていたが、塑性ひずみが使用環境下での脆化要因となる析出物の形成を促進することが報告されており、Ni 基耐熱合金である Alloy 625 でも同様の懸念がある。本研究では、圧下率 80%までの冷間圧延により塑性ひずみを導入した Alloy 625 に対して推進装置の作動環境を模擬した NH₃ ガス中 900°C で熱処理を施し、塑性ひずみが微細組織および引張特性に及ぼす影響を調査した。試料の表層および内部で脆化要因となる析出物は確認されず、いずれの圧下率でも延性的な破壊挙動を示した。また、降伏応力は圧下率が大きいほど増加した。この要因として、結晶粒微細化強化が考えられる。

D07 圧縮変形によるバルクセメンタイトの集合組織形成

豊橋技術科学大学 上野春喜

準安定相であるセメンタイトは単相バルク材の作製が困難であり、変形挙動は十分に理解されていない。本研究ではメカニカルボールミリングおよびパルス通電焼結を用いて単相のバルクセメンタイトを作製し、圧縮変形による変形集合組織を調査した。試料を高温にて圧縮変形し、SEM/EBSD および中性子回折を用いて結晶方位を解析した。圧縮変形により圧縮軸に対して (010) 集合組織が形成した。セメンタイトにおける原子間は金属結合と共有結合から構成され、(010) では金属結合が多く、結合力が弱いため、(010) がすべり面として活動し、圧縮軸に対して垂直に配向したと考えられる。

D08 環境材料を用いた常温水分解および二酸化炭素回収による炭化水素系ガスの放出特性

名城大学 中村飛雅

本研究室では、Li₂ZrO₃ は室温で大気中の CO₂ を吸収するだけでなく、水を分解して H₂ を貯蔵することを発見した。この事実より、Li₂ZrO₃ を用いることで、CO₂ から炭化水素系ガスの燃料を作り出すことが期待される。本研究では、昇温脱離ガス分析およびガスクロマトグラフィーを用いて、空気暴露された Li₂ZrO₃ を加熱して放出されるガス種の判別を行った。その結果、H₂ および CO₂ は 373 K 以下で放出する以外に、CH₄、C₂H₆、C₃H₈ が 573 K 以上で放出することが判明された。これらの炭化水素系ガスは、CO₂ 吸収により形成された Li₂CO₃ と水分解による H₂ との反応により生成されると考えられる。

D09 Al-X(X=Ca, Cu, Mg)二元系共晶合金粉末を用いた Al 粉末の無加圧液相焼結

名古屋大学 林秀亮

熱溶解積層法やバインダーージェット法などの付加製造法が金属材料に適用されつつある。しかし、これらのプロセスでは最終的に金属粉末を焼結する必要があり、Al 粉末などの難焼結材料への適用が難しい。そこで当研究グループでは、Al 系共晶合金粉末を焼結助剤とした Al 粉末の液相焼結を提案している。一般に液相焼結においては、助剤に含まれる元素の母相への固溶限が小さいことが好ましい。本研究では、状態図をもとに α -Al 相に対する固溶限が大きく異なる 3 種の元素を含む Al-X (Ca, Cu, Mg) 二元系共晶合金粉末を焼結助剤として用いた。これらの焼結助剤を用いて作製した焼結体の相対密度や微視組織の比較を行った。

D10 第一原理計算に基づいた Al-Mg-Si 合金における溶質原子クラスターの形成と安定性に関する解析

名古屋大学 野村泰隆

Al-Mg-Si 合金は時効硬化型の合金であり、時効熱処理を施すことにより内部で溶質原子のクラスターが形成する。本合金は時効温度条件などにより硬化量に変化するなど、形成するクラスターの違いが機械的特性を支配していると考えられている。本研究では、溶質原子クラスターの形成挙動を原子レベルで捉えることを目的として、溶質原子間および空孔間に働く相互作用エネルギーを第一原理電子状態計算により評価し、原子間ポテンシャルを構築することで、出現し得るクラスター構造を有限温度下で探索した。その結果、温度や溶質濃度条件に応じて形成するクラスターの組成や構造が変化し、クラスターの安定構造が遷移することを確認した。

D11 原子シミュレーションによる MAX 相セラミックスのすべり変形過程の解析

名古屋大学 稲葉 智

MAX 相セラミックスは高い熱伝導性や電気伝導性、機械的強度などの金属的な性質と耐摩耗性、耐腐食性、耐酸化性などのセラミックス的な性質の両方を併せ持ち、常温下での塑性変形が可能であることから近年注目されている物質である。MAX 相セラミックスは硬質な MX 層と軟質な A 層が積層した構造を持ち、塑性変形には A 層周辺の転位の運動が大きく関係しているが、転位の構造や活動の様態は明らかになっていない。本研究では、MAX 相セラミックスに対して、結合次数ポテンシャルを用いた分子動力学法ならびに第一原理計算を活用することで原子レベルのすべり変形および転位運動の特徴について調査した。

D12 大型水素透過膜の変形・応力状態に及ぼすガスケット形状の影響

名古屋大学 吉田龍成

近年、水素透過性の高いパラジウム合金やバナジウム合金を用いた水素分離合金膜が注目されている。しかし、平膜状の大型透過膜は水素透過を行う際、周辺部をガスケットで固定するため、固定部分付近に水素ガスの圧力や熱、水素膨張による応力集中によって皺が生じ、割れが発生する。そこで本研究では、有限要素法解析を用いて水素透過中の金属膜の変形解析を行い、下部ガスケット形状を変化させた際の膜の変形挙動・応力状態を調査した。調査の結果、膜内部での水素膨張が応力集中に最も影響を及ぼすことが分かった。また、下部ガスケットに R をつけた場合は上記の応力集中が緩和され、透過膜の割れ発生の抑制に有効と考えられることが分かった。

D13 土壌 pH 改善のための電気炉酸化スラグの適用

豊橋技術科学大学 勝吉琉斗

日本の土壌は酸性である。そこで、農業における作物の生産性向上のため、石灰等を散布して、土壌の pH 調整がなされる。本研究では CaO 等を含む電気炉酸化スラグの、土壌 pH 改善の効果を検討するため、従来それに使用されている有機石灰、苦土石灰と比較した。実験では、超純水 1L に試料 1g を添加し攪拌を行い、pH および溶出挙動を調べた。酸化スラグの pH の経時変化は、有機石灰と苦土石灰とほぼ同様であったが、pH の値は苦土石灰、酸化スラグ、有機石灰の順に大きくなった。このため、土壌 pH 改善のための調整剤として、酸化スラグは十分に適用可能である。また酸化スラグからは、作物の生育に必要な K, P 等の溶出も認められた。

Room E (ID : 667 470 6006, パスコード : Qe7KCc)

E01 新規生体用 Ti 合金への耐摩耗性の付与と疑似生体環境での耐食性

鈴鹿工業高等専門学校 笹川 雄斗

人工関節の摺動部には摩耗による緩み、免疫細胞による骨溶解などの問題が報告されている。本研究では、高い耐摩耗性を有する生体用 Ti 合金の開発を目的として Ti-6.3Al-3.2Mo-1.6Fe (mass%, 以下省略) を新たに設計し、種々の熱処理がミクロ組織、硬さおよび耐食性におよぼす影響を調査した。時効処理 (STA) 材では針状 α 組織、窒化処理 (STN) 材では試料表面に窒化物層の形成を確認した。STN 後に時効処理した窒化時効処理 (STNA) 材のビッカース硬さは 845 HV と最も高くなった。生体環境を模擬した分極試験において、STA 材は 2.5 V vs SCE という良好な耐食性を示した。

E02 Ti-18Nb-xAl 合金焼入れマルテンサイト組織の引張変形に伴う構造変化

鈴鹿工業高等専門学校 南濱 光希

Ti-18Nb 合金の焼入れマルテンサイト組織では高い制振性を示す。一方で、強度の低下も生じるため、本研究では Ti-18Nb 合金に Al を (1,4,7)% 添加し、高い制振性を維持したまま強度を向上させることを目的とし、その弾塑性変形挙動を調べた。サイクル引張試験による弾塑性変形挙動では、Ti-18Nb-1Al では応力増加に対して低負荷域で一度減少後に増加することが分かった。一方、Ti-18Nb-4Al では減少するのみの挙動を示した。応力負荷・除荷に伴う X 線回折測定では、応力負荷・除荷によってマルテンサイト構造が変化していることが分かり、この構造変化がヤング率の変化に起因していると考えられる。

E03 Spin-dependent transport properties of Bi/Co multilayer films grown by electron beam deposition

岐阜大学 堀場 雅登

近年、スピントロニクス分野に注目が集まっている。スピントロニクス分野において磁気抵抗 (MR) 効果や熱磁気効果はスピン軌道相互作用に依存することが報告されている。本研究ではスピン軌道相互作用の大きな Bi に着目し、Bi/Co 多層膜における Bi 界面がスピン依存輸送特性に与える影響の解明を目的とした。電子ビーム蒸着によって全膜厚 14 nm の異なる層数の Bi/Co 多層膜を作製し、スピン依存輸送特性の物性評価を行った。界面数の増加に伴い、ANE 係数が 362% 増加した。これは ANE 角およびゼーベック係数の増加に起因する。また、Bi/Co 多層膜の MR 比は Co 薄膜と比べて小さく、界面数依存性は見られなかった。

E04 銅-黒鉛複合材料溶製時の溶融温度の影響

豊橋技術科学大学 勝山浩大

銅-黒鉛複合材料は優れた導電性や自己潤滑性、低熱膨張性を有しており、モーターのブラシや電車のパンタグラフなどでの使用が期待されている。しかし、この複合材料には黒鉛が銅に全く濡れないことにより、製造が難しいという問題がある。そこで、銅の融点以上の温度で加熱を行う溶製法で銅-黒鉛複合材料を創製することを試みた。溶銅の温度が高くなると複合材料の気孔率は増加した。銅の融点直上の 1100 °C で創製した複合材料の気孔率は、黒鉛含有量 2 wt.% のときは 3.6 %、黒鉛含有量 5 wt.% のときは 5.6 % となり、実用上問題のない緻密な複合材料が得られた。

E05 Effects of Role Speed on the Amorphization of Fe-7.7mol%Sm Alloy and Estimation of Cooling Curves

名古屋工業大学 後藤真矢子

The effects of role speed on the amorphization of Fe-7.7mol%Sm alloy fabricated by the melt-spinning were studied. It was found that the cooling rate of $5 \times 10^6 \sim 7 \times 10^6$ °C/s and 1×10^7 °C/s were required to suppress the crystallization of α -Fe phase and SmFe₉ phase, respectively.

E06 組織制御した純 Fe における活性化体積に及ぼす結晶粒径と転位密度の影響

豊橋技術科学大学 田崎陽斗

特異な力学特性を示す超微細結晶粒金属における転位運動の素過程は十分に解明されていない。本研究では、結晶粒径と転位密度を変化させた純 Fe を用いて転位の熱活性化素過程を表す活性化体積 V^* を調査した。ひずみ速度急変試験により得られた V^* は、結晶粒径の微細化に伴い減少したが初期転位密度との相関は認められなかった。また、Bailey-Hirsch の式より V^* と真せん断応力に反比例の関係が認められた。結晶粒径の微細化に伴う V^* の減少は、塑性変形中における転位導入量の増加に起因すると考えられる。以上より、本研究で用いた試料では粒内の林立転位の密度や分布状態が転位運動を律速することが示唆された。

E07 ハーフホイスラー ZrNiSn 化合物の熱電特性に及ぼす ZrO₂ 微粉末の影響

名古屋工業大学 光井彬人

ZrNiSn 化合物は優れた熱電特性を示すが、熱伝導率が高いという課題がある。先行研究より、ZrNiSn に微細粉末を分散させることで熱伝導率が低減することが報告されている。本研究では高い出力因子を持つ Zr_{0.98}Ta_{0.02}NiSn に ZrO₂ 粉末を分散させることで熱電特性の向上を検討した。試料はアーク溶解により作製した。粉碎後、ZrO₂ を加えてミリングを行い、焼結体にすることで試料を得た。熱電特性はゼーベック係数、電気抵抗率、熱伝導率を調べた。その結果、ZrO₂ を分散した試料の熱伝導は約 25% 低減した。これは、ZrO₂ の分散によりフォノン散乱が増加し、格子熱伝導率が減少したためと考えられる。