

2021年5月6日

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 2021年度第1回WEB教育講演

「チタンの基礎・応用に関する教育講座」の開催について

日本チタン学会会長 新家光雄

日本チタン学会^{*1)}は2021年4月20日に設立され、日本チタン協会産学連携委員会との強固な連携の下で活動をスタートしました。その活動の一環として、2021年度第1回WEB教育講演(チタンの基礎に関する教育講座)(有料)を実施いたします。チタン研究者・技術者のみならず材料一般の教育的な内容や金属 Additive Manufacturing (3D プリンタ)の最先端技術を4名の講師の先生方によりわかりやすく解説します。チタンならびにチタン合金に興味をお持ちの広く一般の皆様、さらには大学・企業の研究者・技術者の教育ならびに情報収集の手段として、ご活用いただけますと幸いです。奮ってご参加の申し込みをお願い申し上げます。

●日時：2021年6月18日(金)13:00~17:00 (WEB開催：Cisco Webexによります)

●申し込み方法：以下のURLからお申し込みください。

参加登録はこちら (Google フォーム)

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdvoOZahRx9SIU2-bL84IAR5lNowHCiRO65Rq52SISRiEBmew/viewform>

★Googleを使用できない方は、下記の情報を記入し、titan@mat.eng.osaka-u.ac.jpまでご連絡下さい。

-----参加登録フォーム(メール用)-----

参加者情報(一般(企業・大学・研究所など)、学生 or 企業としての団体参加(1回線、人数制限なし))

お名前

所属

メールアドレス

電話番号

参加費の支払いについて(6月14日(月)までの支払い可能 or 不可能(公費等での支払い))

●参加費(有料)

・一般(企業・大学・研究所など)10,000円/人

・学生：3,000円/人

・日本チタン協会に加入の企業としての一括回線：30,000円/企業(人数制限なし)

振込先は2021年6月をめどに申込者に振込口座をお知らせいたします。振込手数料は各自で負担ください。参加のためのCisco WebexのURLは6月14日の週に申込者にお知らせいたします。

●支払い方法：2021年6月をめどに申込者に支払い口座をお知らせします。振込手数料は各自で負担ください。参加のためのCisco WebexのURLは6月14日の週に申込者にお知らせいたします。

【当日のプログラム】

13:00~13:05 開会の辞

日本チタン学会会長 新家光雄

13:05~14:00 【講演 1】 高温酸化反応から見るチタン・チタン合金の熱力学

東北大学 大学院工学研究科 教授 成島尚之

14:00~14:55 【講演 2】 チタン・チタン合金の力学特性—靱性と疲労特性を中心として—

大阪大学 大学院工学研究科 特任教授（東北大学名誉教授） 新家光雄

14:55~15:05 休憩

15:05~16:00 【講演 3】 チタン・チタン合金のマルテンサイト変態

東京工業大学 科学技術創成研究院 教授 細田秀樹

16:00~16:55 【講演 4】 チタン・チタン合金の金属 Additive Manufacturing (3D プリンティング)

大阪大学 大学院工学研究科 教授 中野貴由

16:55~17:00 閉会の辞

日本チタン学会 副会長 池田勝彦

日本チタン協会 産学連携委員会 委員長 八並洋二

【講演概要】

【講演 1】 高温酸化反応から見るチタン・チタン合金の熱力学

東北大学 大学院工学研究科 教授 成島尚之

巨視的に熱と仕事を取り扱う熱力学は 19 世紀に構築された古くからある学問分野ですが、現在も情報分野との関係の観点などから研究が行われています。熱力学が材料工学全般の理解に必須のツールであることに異論はないでしょう。チタン・チタン合金でも熱力学は製精錬、相構成、相変態など多くのプロセスや特性と密接に関連しています。

本講演では簡単に熱力学の諸法則を振り返った後、チタン・チタン合金の熱力学的な取り扱いに関して高温酸化反応を例に議論します。チタン・チタン合金と酸素ガスとの反応である高温酸化は表面での造膜（酸化皮膜形成）と α ケース（酸化皮膜直下の酸素固溶層）形成を伴います。それらの反応に伴う Gibbs 自由エネルギー変化などを化学熱力学の観点から検討します。チタンと酸素の相互作用を通して、チタン・チタン合金の鉄やアルミニウムとは異なった活性さを示したいと思います。

本講演の構成は以下を予定しています。

- (1) 熱力学の法則
- (2) 自由エネルギー
- (3) チタン・チタン合金の高温酸化
- (4) 高温酸化反応の熱力学

【講演 2】チタン・チタン合金の力学特性—靱性と疲労特性を中心として—

大阪大学 大学院工学研究科 特任教授 新家光雄

チタン・チタン合金（以下チタン合金）を航空機、医療器具等の構造体へ適用する場合の設計では、力学的特性が重要であり、中でも強度・延性、靱性および疲労特性は極めて重要な基本的力学特性と言えます。これらの基本的な力学的特性とマイクロ組織との関係を明らかとすることは、合金設計、熱処理、加工熱処理等によるマイクロ組織制御によりチタン合金の力学特性をさらに改善することや新たな合金設計に活用することができます。その結果、より安全なチタン合金構造体の設計・製造が可能となります。本講演では、基本的な力学的特性中、主に靱性と疲労特性に重点を置き、それらの基礎およびそれらとチタン合金のマイクロ組織との関係について述べることにします。なお、本講演は、次に示す構成となります。

- (1) チタン合金の強度、靱性および疲労特性の概略
- (2) チタン合金の破壊様式
- (3) チタン合金の静的および動的靱性とマイクロ組織
- (4) チタン合金の疲労強度および疲労き裂進展特性とマイクロ組織
- (5) チタン合金のマイクロ組織制御による力学特性の改善

【講演 3】チタン・チタン合金の状態図とマルテンサイト変態

東京工業大学 科学技術創成研究院 教授 細田秀樹

金属材料の組織形成の理解には、平衡状態図（相図）が重要なツールとなります。特に、状態図における共晶、共析、包晶、包析などの不変形反応と言われる相反応とそれに伴う組織形成を理解すること、各相の割合を決める、てこの法則や相律や自由度などを理解することは、熱処理を理解することであり、金属組織学の重要な基礎の一つです。代表的なチタン合金である Ti-6Al-4V 合金は $\alpha + \beta$ 二相合金に分類されますが、熱処理温度を変えることで α 相と β 相の割合を変えることができることや、時効熱処理なども、状態図を通して理解できます。

本講演では、状態図を理解し利用するために、状態図の読み方、不変形反応と組織形成、相定性、熱処理などについて初めて勉強される方や改めて勉強しなおしたい方を対象にして述べることにします。また、状態図には載らない相反応だが、焼き入れ時など急冷でしばしばみられるマルテンサイト変態（無拡散変態）についても、鉄鋼材料も含めて述べることにします。そして、マルテンサイト変態を利用した機能発現として、形状記憶効果や超弾性の機構や最新の形状記憶合金についても紹介する予定です。本講演の構成は以下を予定しています。

- (1) 二元型状態図（相図）の読み方と熱処理の意味
- (2) 二元型状態図における不変形反応と組織形成
- (3) チタン合金の状態図と組織
- (4) マルテンサイト変態
- (5) 形状記憶効果と超弾性

【講演 4】チタン・チタン合金の金属 Additive Manufacturing (3D プリンティング)

大阪大学 大学院工学研究科 教授 中野貴由

金属 Additive Manufacturing (3D プリンティング) では、チタン・チタン合金をはじめとする金属粉末を出発材料として、レーザービームや電子ビームなどを熱源とし、金属を局所的に溶融/凝固することで複雑で多品種の 3次元部材を作製できます。そのため、医療・エネルギー関連・航空宇宙など様々な社会基盤を構築する新しいモノづくり分野への貢献が期待されています。金属直接造形において金属原材料は一旦溶融されることから、固液界面の移動や温度勾配を制御することで、造形部材の原子配列、さらにはその材質制御に関連した高機能化を図ることが可能になります。当日は以下の項目について実施例を示しつつ詳細を述べます。

- (1) 金属造形法の原理と特徴
- (2) レーザービーム造形法と電子ビーム造形法
- (3) 形状・材質制御
- (4) 異方性/等方性制御による機能発現
- (5) 機能獲得のためのシミュレーション・逆問題解析
- (6) 品質管理のためのインプロセスモニタリング

紹介する手法は、金属部材の外形状のみならず、内部形状や材質（原子配列や組織）をも制御することができます。プロセスパラメータの制御により、部材の特性を局所的に変化させることも可能であり、これまでにない複雑な形状を作製するだけでなく、異なる特性の金属部材を局所的に組み合わせることも可能になります。こうした造形部材はシミュレーションや AI 的な手法により、将来は望む特性を自由自在に引き出すことが可能となる新たなプロセスとして期待されます。

*1【日本チタン学会の設立趣旨】日本チタン学会は、チタン及びその合金（以下チタン）に関する学理及び応用についての研究発表及び会員相互間の交流等を行うことにより、チタンの研究・開発と産学連携の促進を図り、我が国の学術の発展に寄与することを目的とする。

設立当初は、日本チタン協会の産学連携委員会とともに、年に 2 度を目安に教育講演（基礎編・応用編）、チタン学会講演大会、などの各種行事を共同主催にて開催する。

●お問い合わせ先：

○日本チタン学会事務局：石本卓也、中野貴由

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1、大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻中野研究室
Tel./FAX: 06-6879-7505, E-mail: titan@mat.eng.osaka-u.ac.jp

○日本チタン協会事務局：木下和宏、三木基

〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13、内神田 T K ビル内

Tel: 03-3295-5958、Fax : 03-3293-6187、E-mail: kinoshita@titan-japan.com