

**I**nstitute  
**M**aterials  
**R**esearch

東北大学金属材料研究所  
第 89 回夏期講習会実施要項

---

KINKEN-KAKIKOSYUKAI



**IMR** 東北大学金属材料研究所  
Institute for Materials Research, Tohoku University



毎年恒例の東北大学金属材料研究所夏期講習会も、今年で 89 回を迎えることとなります。当講習会では、材料研究に関する最近の研究動向を、講義で分かりやすく紹介するだけでなく、身近に体験できる実習も行います。また、企業の研究者・技術者と大学の学生・研究者の貴重な意見交換・交流の場としても活用いただいています。

**今年も、研究者・技術者の方々を始めとする幅広い方々のご参加を心より歓迎いたします。**

## 《 1. 概 要 》

日 程： 令和元年8月1日（木）～8月2日（金） [2日間]

実施テーマ： 材料科学が創出する次世代技術革新

実施会場： [1 日目] 東北大学材料科学高等研究所(AIMR)

<https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/jp/about/access/>

[2 日目] 東北大学金属材料研究所(金研)

<http://www.imr.tohoku.ac.jp/ja/about/location.html>

	時間	内容	担当講師/研究室
1 日目 8/1 (木) 〈講義〉 @ AIMR	10:30- 10:35	開会挨拶	所長・高梨弘毅
	10:35- 11:20	講義①：鉄鋼の熱処理基礎と材料特性	教授・古原 忠
	11:30- 12:15	講義②：金属積層造形技術の基礎と応用について	教授・千葉晶彦
	12:15- 13:15	昼休憩	
	13:15- 13:35	集合写真撮影@金研本多記念館前	雨天時 AIMR にて実施
	13:35- 14:20	講義③：チタン合金の基礎と応用	教授・正橋直哉
	14:30- 15:15	講義④：アカデミアと材料開発現場をつなぐ PCoMS-IMR 材料開発クラスター	特任教授・毛利哲夫
	15:15- 15:35	休憩 20分	
	15:35- 16:20	講義⑤：融液成長を用いた機能性材料の開発と デバイス化、社会実装への挑戦	教授・吉川 彰
	16:30- 17:15	講義⑥：蓄電池の基礎と応用：リチウムイオン電池 から最近の研究まで	教授・市坪 哲
17:25- 18:10	講義⑦：高密度水素化物の材料科学 –リチウム超 イオン伝導とそのデバイス応用–	教授・折茂慎一	
18:20-	異業種交流会		

	時間	内容	担当講師/研究室
2日 8/2 (金) 〈実習〉 + 〈企画〉  @ 金研	10:00- 16:00	実習①：引張試験による鉄鋼の水素脆化特性評価	耐環境材料学研究部門 (小山・北條)
		実習②：リチウム超イオン伝導水素化物を用いた電池作製	水素機能材料工学研究部門(金・木須)
		実習③：透過電子顕微鏡法による3次元構造解析と高分解能観察	不定比化合物材料学研究部門・先端電子顕微鏡センター(嶋田・西嶋)
		実習④：PREP法による金属粉末の作製(金属積層造形に最適な製粉技術)	加工プロセス工学研究部門(青柳・卞)
		実習⑤：ナノインデンテーション法による金属材料の押し込み硬さ評価	原子力材料工学研究部門(笠田・近藤・余)
		実習⑥：熱処理による鋼の微細組織制御と特性評価	金属組織制御学研究部門(佐藤)
		実習⑦：融液成長を用いた機能性結晶の作製と特性評価	先端結晶工学研究部(山路・吉野)
		実習⑧：レーザー誘起プラズマ発光分析法による材料分析	分析科学研究部門(柏倉)
		実習⑨：粉末作製とバルク化	新素材共同研究開発センター(吉年)
		実習⑩：材料設計への第一原理計算、熱力学計算と機械学習からのアプローチ	計算物質科学人材育成プログラム(毛利・寺田)
16:00- 16:20	休憩 20分		
16:20- 16:50	【企画】産学官連携講演：再生可能エネルギーを用いた自立型水素エネルギー供給システム	特任教授・河野龍興	
16:50- 17:00	閉会挨拶	夏期講習会実行委員長 折茂慎一	

## 《 2. 募集要項 》

○申込み方法：<http://www-lab.imr.tohoku.ac.jp/~imr-som/summer-school/>

【金研夏期講習会 web】から専用フォームにて申込み。

※お申込時記載の E-mail アドレスに、受講料の振込先情報をお送りしますので、  
そちらへ受講料の事前納入をお願いいたします。

○募集人数：60名（定員に達し次第〆切）

○受講料：一般 12,000円（税込）

学生 4,000円（税込）

○お問い合わせ先：東北大学金属材料研究所総務課総務係（夏期講習会事務局）

（TEL: 022-215-2181 FAX: 022-215-2184 E-mail: [imr-som@imr.tohoku.ac.jp](mailto:imr-som@imr.tohoku.ac.jp)）

**☆講義のみ、実習のみなどの受講も歓迎いたします。  
まずはお気軽にお問い合わせください☆**

## 《 3. 講義内容の概略 》 （8月1日（木））

1) 古原 忠（金属組織制御学研究部門）

「鉄鋼の熱処理基礎と材料特性」

キーワード：相変態、組織制御、加工熱処理

内容：鉄は固体状態で構造変化（相変態）を起こす金属であることから、鉄鋼材料は過熱/冷却による熱処理に幅広く材料特性を変化させることができる。本講義では、各種熱処理による鉄鋼の微細組織と特性変化を解説し、現在の国家プロジェクトでも精力的に研究されている自動車用高強度薄鋼板の組織と特性に関する知見について紹介する。

2) 千葉 晶彦（加工プロセス工学研究部門）

「金属積層造形技術の基礎と応用について」

キーワード：金属積層造形、3D プリンター、電子ビーム積層造形

内容：金属積層造形の原理について、電子ビーム積層造形技術を中心として解説する。レーザー積層造形との違いが明確に分かるように、実験結果と理論的な側面から説明する。また、金属積層造形技術が未来の製造業「第4次産業革命：デジタル製造業」において期待される役割について解説する。

3) 正橋 直哉（新素材共同研究開発センター）

「チタン合金の基礎と応用」

キーワード：非鉄金属、組織制御、状態図、材料加工

内容：活性金属であるチタンは、力学的性質を劣化させる酸素の混入を抑制するために、溶解や加工等のプロセス時の雰囲気制御に起因して製造コストが高いことに加え、結晶構造や脆性相出現に由来した難加工性の課題がある。しかし、高強度・軽量・高耐食性等のチタンならではの機能は魅力的で、様々な分野で実用に供されている。本講ではチタンの基本に続き、チタンの高機

能化のために施される合金化の設計指針と組織制御の考え方、そして構造用と生体用を対象としたチタン合金の応用について紹介する。

4) 毛利 哲夫 (計算物質科学人材育成コンソーシアム)

「アカデミアと材料開発現場をつなぐ PCoMS-IMR 材料開発クラスター」

キーワード：計算材料科学、機械学習、材料開発、材料探索

内容：東北大学金属材料研究所は計算材料科学の多彩な活動を展開しているが、中でも計算物質科学人材育成コンソーシアムのイノベーション創出人材育成事業では、インターンシップを介して、材料開発の基礎・応用・実用化の階層を越える人材の育成を目指している。これまで本事業の実験分野の人達への展開を図ってきたが、さらに材料開発の現場の知識を共有すべく、ケーススタディなどを介して産学が効率的に協働し得る体制の構築を試みている。材料開発における機械学習などの役割も含めて新しい取り組みについて講じる。

5) 吉川 彰 (先端結晶工学研究部)

「融液成長を用いた機能性材料の開発とデバイス化、社会実装への挑戦」

キーワード：結晶成長、バルク単結晶、スクリーニング、デバイス化

内容：講義では「融液成長を用いた機能性材料の開発とデバイス化、社会実装への挑戦」と題して、材料の設計、融液からの結晶作製、化学的評価、物理的評価、デバイス化、更には実用化の例について具体例を挙げて紹介する。

6) 市坪 哲 (生体材料科学研究部門)

「蓄電池の基礎と応用：リチウムイオン電池から最近の研究まで」

キーワード：蓄電池、リチウムイオン電池、革新蓄電池

内容：現在、リチウムイオン電池の更なる高エネルギー密度化のみならず、安全性、サイクル性や耐久性の向上を目指した研究が進められており、従来のリチウムイオン電池の改良に加えて、その他の金属カチオン (Na, Mg, Zn など) をキャリアとして用いる蓄電池の研究が行われるようになってきている。エネルギー密度を向上させるためには、電荷を多く蓄えることができ、また電極電位の差ができる限り大きくなるように正極活物質と負極活物質を選択する必要がある。本講義では、これまでの蓄電池の発展の歴史、電気化学的な基礎と応用、そして最新研究について概説する。

6) 折茂 慎一 (水素機能材料工学研究部門)

「高密度水素化物の材料科学-リチウム超イオン伝導とそのデバイス応用-」

キーワード：水素化物、超イオン伝導、全固体電池

内容：水素を含む様々な物質 (水素化物) を新たな視点で研究対象とすることで、水素貯蔵やマイクロ波吸収だけでなく、最近ではイオン伝導も含めたエネルギー関連機能の研究が活発化しています。講演では、錯体水素化物でのリチウム超イオン伝導性を発見した経緯や材料開発動向、そして“水素化物ルネサンス”とされる全固体二次電池を中心とする蓄電デバイスへの応用や社会実装の可能性に関してお話します。さらに、これらの研究に基づいて昨年度に設置された科研費・新学術領域研究「ハイドロジェノミクス」に関してご説明致します。

## 《 4. 実習内容の概略 》 (8月2日(金)実施)

### ①小山 元道・北條 智彦(耐環境材料学研究部門)

#### 「引張試験による鉄鋼の水素脆化特性評価」

キーワード：水素脆化、鉄鋼、力学特性

内容：高強度鋼の材料特性は環境から侵入する水素が引き起こす水素脆化による破壊の懸念があり、鉄鋼材料の高強度化や水素エネルギー利用のための材料の信頼性の上で重要な課題である。本講習では、電気化学セル中の高強度鋼試験片に定電流水素チャージで水素を導入しながら引張試験を行う。水素チャージ条件による試験片の伸び、引張強度の変化から、用いた高強度鋼の水素脆化特性評価を行い、水素脆化による材料特性の劣化を体験する。

定員：6名

注意事項：実験に適した服装(長袖、長ズボン)

### ②金 相侖、木須 一彰(水素機能材料工学研究部門)

#### 「リチウム超イオン伝導水素化物を用いた電池作製」

キーワード：水素化物、超イオン伝導、全固体電池

内容：錯体水素化物は、ホウ素や炭素などの中心原子に水素が配位した『錯イオン』を有する材料であり、高いリチウムイオン伝導率・広い電位窓・リチウムに対する安定性から全固体電池の固体電解質材料として注目されています。本講習会では、錯体水素化物リチウム超イオン伝導体を固体電解質に用いた全個体二次電池の作製および充放電特性の評価を行います。電極材料としては、負極にリチウム金属、正極に硫黄を用います。アルゴン雰囲気グローブボックス装置内で電池を作製し、電気化学充放電装置を用いて電池特性を評価します。

定員：4名

注意事項：特になし

### ③嶋田 雄介(不定比化合物材料学研究部門)・西嶋 雅彦(先端電子顕微鏡センター)

#### 「透過電子顕微鏡法による3次元構造解析と高分解能観察」

キーワード：微細組織観察、金属・セラミックス材料

内容：現在、透過電子顕微鏡法をはじめとする顕微解析法の多様化により幅広い組織情報が得られることから、手法の選択も材料組織解析において重要となっている。その中で本実習では収差補正型透過電子顕微鏡を用いて材料組織観察の基礎である電子回析法や高分解能観察法、さらには三次元観察といった応用解析手法までを体験する。

定員：5名

注意事項：冷房対策として上着の持参を推奨

### ④青柳 健大・卡 華康(加工プロセス工学研究部門)

#### 「PREP法による金属粉末の作製(金属積層造形に最適な製粉技術)」

キーワード：金属積層造形、Additive Manufacturing、PREP、粉末

内容：金属積層造形に使用する金属粉末に要求される性状として、真球により近い形状であること、個々の粉末粒子表面にサテライトが無く、内部にはアルゴンなどのアトマイズガスの巻き込

み（トラップドガスポア）がないことなどが重要である。本実習では、金属積層造形に使用する上で理想的な金属合金金属粉末の製造を可能とするプラズマ回転電極法（Plasma Roatating Electrode Process:PREP）を用いた合金粉末製造技術を体験する。真空溶解により電極棒製造、PREP による合金粉末製造、作製した粉末の評価を行う。

定員：4 名

注意事項：製造実験の際の装置の使用操作は見学のみとする。粉体の評価の際に研磨を行うため、作業に適した服装が良い。

⑤笠田 竜太・近藤 創介・余 浩（原子力材料工学研究部門）

「ナノインデンテーション法による金属材料の押し込み硬さ評価」

キーワード：ナノインデンテーション法、計装化押し込み硬さ試験法、金属材料

内容：ナノインデンテーション法として知られる計装化押し込み試験法は、ヤング率や押し込み硬さを微小荷重で計測できるため、様々な分野で応用が広がっているものの、前提条件や解析手法が従来の硬さ試験と比較すると複雑であることが障害となっている。本実習では、ナノインデンテーション法による金属を対象とした試験と解析を行う。尚、試験については装置設置場所が放射線管理区域内となるため、見学が中心となる。

定員：5 名

注意事項：ナノインデンテーション装置が放射線管理区域に設置されていますので、見学に適した服装として長ズボン、靴下着用をお願いします。また、放射線管理区域内では講師や管理者の指示に従ってください。持込サンプルの測定に関しても、事前に相談に応じます。

⑥佐藤 充孝（金属組織制御学研究部門）

「熱処理による鋼の微細組織制御と特性評価」

キーワード：相変態、微細組織変化、機械特性

内容：構造用鋼は種々の熱処理および圧延を組み合わせることにより、材料中の結晶粒のサイズや形態・分布などの微細組織および Mn、Si、Mo など複数の添加元素の分配挙動が精密に制御されることで、幅広い強度レベルが達成されている。本実習では、微細組織を作りこむための種々の温度における熱処理を体感し、作製した試料の組織観察および硬さ測定、引張試験を通して、鉄鋼材料の特性に及ぼす組織の影響を理解する。

定員：8 名

注意事項：熱処理および試料研磨を行うため、作業しやすい服装が望ましい。

⑦山路 晃広・吉野 将生（先端結晶工学研究部）

「融液成長を用いた機能性結晶の作製と特性評価」

キーワード：結晶成長、シンチレータ、放射線計測

内容：実習では「融液成長を用いた機能性結晶の作製と特性評価」を行う。具体的にはマイクロ引下げ装置を用いて融液からの結晶成長を行った後、得られた単結晶の評価も行い、何故、その良い/悪い特性が得られたのか？についての考察も行う。

定員：6 名

注意事項：結晶育成実験の際に汚れる可能性がありますので、汚れてもよい服装で来てください。



⑧ 柏倉 俊介（分析科学研究部門）

「レーザー誘起プラズマ発光分析法による材料分析」

キーワード：レーザー、迅速検出、リサイクル

内容：近年、素材産業における工程管理分析法としてその実用化が期待されているレーザー誘起プラズマ発光分析法（Laser-Induced Breakdown Spectroscopy, LIBS）について、その測定原理と装置について解説する。具体的な分析対象をいくつか選び、その測定の実際操作について展示実験を行う。

定員：最大 5 名

注意事項：レーザー誘起プラズマ発光分析法を用いた任意の試料中元素の迅速検出及び定量についての実習を行います。

レーザーを使用するため、保護眼鏡や皮膚を露出しない服装の着用が必須となります。

⑨ 吉年 規治（新素材共同研究開発センター）

「粉末作製とバルク化」

キーワード：ガスアトマイズ、SPS 焼結、組織観察

内容：ガスアトマイズ法で作製した粉末を SPS 法で焼結し、焼結体の組織観察と分析の一連の実験を学習する。

定員：5 名

注意事項：特になし

⑩ 毛利 哲夫・寺田 弥生（計算物質科学人材育成コンソーシアム）

「材料設計への第一原理計算、熱力学計算と機械学習からのアプローチ」

キーワード：第一原理計算、機械学習

内容：計算材料科学の一つのミッションは、原子スケールの原理に基づいて大きなスケールの現象を予測したり解析することである。その一つの出発点として、クラスター展開法などの基礎について学んだ上で、第一原理計算による原子間エネルギーや熱力学量、さらには電子分布等の算出を行う。しかし、このようなアプローチは新しい材料や物質を探索することには効果的ではない。昨今、マテリアルインフォマティクスなる分野で取り入れられているデータ駆動型のアプローチの計算事例を体験する。

定員：5 名程度

注意事項：PC は当方で用意します。

## 《 5. 産学官連携講演の概略 》 （8月2日（金）実施）

○ 河野 龍興（先端エネルギー材料理工共創研究センター）

「再生可能エネルギーを用いた自立型水素エネルギー供給システム」

キーワード：水素エネルギー、水素吸蔵合金、再生可能エネルギー

内容：近年、エネルギー大量消費による CO2 排出が問題となっており、その削減方法として、再

生可能エネルギーの導入が有効な手段の一つである。しかし、再生可能エネルギーからの発電量は自然状況に左右されるため、電力利用側の需要に応じた発電を行うことが難しく、蓄電池よりも大量でかつ長期間のエネルギー貯蔵が可能なシステムが必要となっている。本講演では、この問題を解決できる CO2 フリーの再生可能エネルギーを用いた水素エネルギーシステムと、そのシステムのコア技術である水素吸蔵合金及びタンクについて説明する。