

Institute
Materials
Research

東北大学金属材料研究所
第 84 回夏期講習会ご案内

KINKEN-KAKIKOSYUKAI



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84回を迎えることとなります。当講習会では、材料研究に関する基礎から最近の研究動向までを、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、研究・人事交流にも役立つ場となっております。

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. 日 程》平成26年7月28日(月)～7月30日(水) (3日間)

実施会場: 仙台国際センター(7月28日(月)・29日(火))及び東北大学金属材料研究所(30日(水))

日 時	内 容	講 師	
7月28日 (月) 〈講義〉 仙台 国際 センター	13:30～13:40	開会挨拶	所 長・高梨弘毅
	講義テーマ1: 「光や放射線に応答する材料」		
	13:40～14:40	1) 社会のニーズを踏まえた新規シンチレータの開発とその実用化	教 授・吉川 彰
	14:50～15:50	2) 粒界特性を制御したシリコン太陽電池結晶の開発	教 授・米永一郎 准教授・大野 裕 助 教・杳掛健太郎
16:00～17:00	3) チタンの表面改質による高機能化	教 授・正橋直哉	
7月29日 (火) 〈講義〉 仙台 国際 センター	講義テーマ2: 「社会を支える様々な材料」		
	9:50～10:50	4) 鉄鋼の高強度－高延性化の新たな展開	教 授・古原 忠
	11:00～12:00	5) 金属ガラスとその実用化技術	教 授・早乙女康典
	12:00～13:00	(昼休憩)	
	13:00～13:30	【本間記念賞受賞講演】コバルト添加による高耐摩耗性と高耐フッ酸腐食性を有するNiCrMo合金の高機能化	助 教・李 云平
	13:40～14:40	6) 金属溶湯中での脱成分現象を利用したナノポーラス金属の開発	准教授・加藤秀実
	講義テーマ3: 「コンピュータで観る材料の世界」		
	14:50～15:50	7) K-computer を中心とする我国のスーパーコンピューターインフラと金研のスパコン	教 授・毛利哲夫
	講義テーマ4: 「顕微鏡で観る材料の世界」		
	16:00～17:00	8) 最近の電子顕微鏡の進歩と材料開発への応用	教 授・今野豊彦
17:30～19:00	懇親会		
7月30日 (水) 〈実習〉 金属 材料 研究所	※以下の①～⑥のいずれかをお選びください。		
	9:00～16:00	①Si融液からの結晶成長過程の直接観察	准教授・藤原航三
		②鉄鋼材料の特性と微細組織	准教授・宮本吾郎 助 教・紙川尚也
		③凍結した液体金属および高エントロピー合金の機械特性	准教授・横山嘉彦
		④脱成分法を用いたナノポーラス金属の作製と観察	助 教・和田 武
		⑤フリーソフトウェア feram を使った強誘電体の分子動力学シミュレーション	助 教・西松 毅
		⑥電子線トモグラフィーによる3次元構造解析	准教授・佐藤和久
16:10～16:30	閉会式		

《 2. 募集要項 》

○開催場所：

(1、2日目(28日(月)、29日(火))：仙台国際センター <http://www.sira.or.jp/icenter/>

(3日目(30日(水))：東北大学金属材料研究所 <http://www.imr.tohoku.ac.jp/>

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

【金研夏期講習会 web】から専用フォームにて申込み。

※お申込時記載の住所または E-mail アドレスに、受講料の振込依頼書を郵送または E-mail にてお送りいたしますので、そちらで受講料の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り)

○受講料：【一般】10,000円 【学生】5,000円

○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)

☆講義のみ、実習のみ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 》 (7月28日(月)~29日(火)実施) 場所：仙台国際センター

テーマ1：「光や放射線に応答する材料」

1) 吉川 彰 「社会のニーズを踏まえた新規シンチレータの開発とその実用化」

シンチレーション検出器は陽電子断層撮像装置(PET)やX線CTに代表される核医学や空港の手荷物検査機等に代表されるセキュリティ機器、電子部品の非破壊検査装置、高エネルギー物理学用の検出器、石油や鉱物資源探査装置等、広汎な分野に応用されている。シンチレータはその検出器の性能を決める最も重要な材料である。本講義ではシンチレータの特性を向上させる設計法、実用化を踏まえたバルク結晶成長技術、アレイ化やアセンブリ等に至るまで、世界で最も注目されている3つのシンチレータを例に挙げながら紹介する。

2) 米永一郎、大野 裕、沓掛健太郎 「粒界特性を制御したシリコン太陽電池結晶の開発」

シリコン太陽電池は現在の市場の約9割を占めるが、基板であるシリコン結晶の品質が太陽電池の性能を大きく左右する。基板の品質は、結晶欠陥(点欠陥、転位、粒界、析出物など)と不純物(酸素、炭素、金属元素など)の密度と特性によって決まるため、それらを正確に評価・解析し、制御技術につなげることは重要である。本講義では多結晶シリコンにおいて特に重要な役割を果たす粒界を取り上げる。粒界と不純物との相互作用をミクロな視点から講義する。また後半では、粒界の機能を積極的に利用したモノライクシリコン(擬似単結晶)の開発を紹介する。

3) 正橋直哉 「チタンの表面改質による高機能化」

チタンは活性金属であるために酸素との親和力が高く、表面に熱力学的に平衡な酸化膜を形成する。この酸化膜は化学的に安定であるために基材を保護することに加え、酸化膜自体が光触媒、生体親和、紫外線吸収などの機能を有する。これらの機能は酸化物の化学的、あるいは結晶学的因子に由来することから、各因子を制御することで機能を向上させ、新たな機能をチタンに付与することが期待できる。本講演では、陽極酸化法における電気化学条件を駆使して酸化物の結晶性や組成を制御した酸化膜の機能を中心に、基礎から応用まで幅広く紹介する。

テーマ2：「社会を支える様々な材料」

4) 古原 忠 「鉄鋼の高強度—高延性化の新たな展開」

鉄鋼材料の性質の制御は、相変態・析出・再結晶をうまく結合させた微細組織の制御を化学組成や製造プロセス条件を適切に選択することで行われている。現在、自動車等輸送機器の軽量化・安全性、建築物や道路・鉄道等の高架物の安全性等からあらゆる面での高強度化を指向する中で延性／靱性と両立が要求されている。本講義では、鉄鋼の熱処理による組織制御の基礎を概説するとともに、最近の高強度—高延性化の設計原理を紹介する。

5) 早乙女康典 「金属ガラスとその実用化技術」

金属ガラス（アモルファス合金）は、高強度、低ヤング率、大きな弾性限ひずみ(2%)など、従来の結晶金属には無い、ユニークな機械的特性を持つ一方、耐食性や電磁特性、高速超塑性、超精密・ナノ成形特性など、機能材料としても優れた特性を有しており、21世紀に最も期待される新金属材料の一つである。本講義では、まず、こうした諸性質を紹介する。また、その実用化技術については、国家プロジェクトでの先端的な応用開発研究、本所関西センターにおける、中小企業との共同研究から生まれた商業化事例を紹介すると共に、その応用可能性、今後の課題と展望について紹介する。

【本間記念賞受賞講演】 李 云平

コバルト添加による高耐摩耗性と高耐フッ酸腐食性を有する NiCrMo 合金の高機能化

これまでフッ素樹脂注射成形スクリー材としては、主に NiCrMo 基合金が用いられてきた。これはフッ素との反応により不動態膜が形成され、特有の耐食性を示すことによる。然し、汎用 NiCrMo 合金が柔らかいため、耐摩耗性が低い、摩耗混の混入による製品特性の劣化及び製品の寸法精度に大きな影響を与える。本研究では耐摩耗性向上のためにコバルトを添加し、合金の耐摩耗性と耐食性の向上が両立できることを見出した。熱力学計算により得られた Ni-Cr-Mo 合金を基本とし、Coなどを添加させた後、フッ酸溶液中の浸漬試験を行い、合金の耐食特性と基本的な耐食機構を調べた。

※本間記念賞は、金属材料研究所において特に優れた工業生産を成した発明に係る欧文論文を発表した所内研究者へ授与する賞である。

6) 加藤秀実 「金属溶湯中での脱成分現象を利用したナノポーラス金属の開発」

ナノポーラス金属は、莫大な比表面積を有し、次世代高機能材料として期待される。我々は金属溶湯内で生じるデアロイング法を考案し、酸やアルカリ水溶液等を用いた従来のデアロイング法では作製が困難であった Ti, Zr, V, Nb, Cr, Mo や W などの代表的卑金属、 β -Ti (Ti-Zr-Cr)、Fe-Cr および Ni-Cr 等の合金、更に、Si といった半金属の三次元ナノポーラス化に成功した。これらの新規材料は、諸電池電極、触媒やその担持体、および、生体材料への実用化が期待される。

テーマ3：「コンピュータで観る材料の世界」

7) 毛利哲夫 「K-computer を中心とする我国のスーパーコンピューターインフラと金研のスパコン」

K-computer が本格的に稼働してから既に2年余りが経過した。本格的に稼働した当初は圧倒的なスピードで世界を凌駕していたが、現在は既に4位に後退している。スーパーコンピューターの世界は極めて競争が厳しい。現在、エクサスケールコンピューターを見据えた Post-K の計画が進展しつつあるが、まだ、K を使用した十分な成果は上がっておらず、今後の2年間にさらなる努力が求められている。金研のスパコンは K に比べて約30分の1の速度である。が、材料科学に特化したマシンとしては世界有数のものである。一体スパコンの速度とは何なのか、金研のスパコンの役割と共に講ずる。

テーマ4：「顕微鏡で観る材料の世界」

8) 今野豊彦 「最近の電子顕微鏡の進歩と材料開発への応用」

新材料の開発は物質合成-特性評価-構造解析というサイクルを繰り返し、プロセスを最適化することにより達成される。電子顕微鏡は、物質の構造と組織を同時に直視できる装置として、幅広い研究者層に用いられているが、一方で他の解析機器と異なり、結像原理を正しく理解していないと誤った結論に陥る危険性が極めて高い。さらに周辺機器を含めて近年長足の進歩を遂げ、これまで不可能であった局所領域からの観察や原子レベルでの化学種の同定などを容易に行うことができる。本稿では「何をみているのか」を理解するための基礎知識を、最近の実例とともに紹介する。

《4. 実習内容の概略》 (7月30日(水)実施) 場所：東北大学金属材料研究所

①藤原航三 「Si 融液からの結晶成長過程の直接観察」

実用太陽電池の主要材料である Si バルク結晶は、キャスト法(多結晶)やチョクラルスキー法(単結晶)などの、融液成長法により作製されている。高品質な Si バルク結晶の実現には、結晶成長過程で固液界面形状や不純物の局所偏析などを制御しなければならない。本実習では、1400°C近傍で Si 融液から Si 結晶が成長する過程を直接観察し、成長様式や固液界面形状が成長条件や成長方位によってどのように変化するかを理解してもらうとともに、結晶成長速度の解析を行い、結晶成長速度と結晶成長メカニズムの関係について理解を深める。

②宮本吾郎、紙川尚也 「鉄鋼材料の特性と微細組織」

鉄鋼材料は橋梁や船、建物の鉄骨といった大きな構造物から、スプーンや流し台といった身近な生活用品まであらゆる場面で我々の生活を支えている。鉄鋼材料の性質は 1mm の百万分の一から千分の一の大きさの微細構造(金属の微細組織という)を制御することで種々に変えることができるため、必要に応じて様々な微細組織が作りこまれている。本実習では、鉄鋼材料を加熱・冷却することで、その性質が変化することを体感し、それに伴う微細組織の変化を観察してもらう。

③横山嘉彦 「凍結した液体金属および高エントロピー合金の機械特性」

結晶になりにくい合金を溶解して凍結液体の丸棒状の試料を銅鑄型鑄造法により作製する。高エントロピー合金についても同様の溶解鑄造技術を用いて作製する。得られた試料の構造を X 線回折法により評価する。さらに、機械的性質についてインストロン試験機を用いて引張試験を行う。引張試験のあとで破面観察を走査電子顕微鏡(SEM)で行い、凍結した液体合金特有の優れた高強度と剪断帯を伴う不均一な破壊形態について理解を深める。高エントロピー合金については優れた強度と延性挙動について理解を深める。

④和田 武 「脱成分法を用いたナノポーラス金属の作製と観察」

ナノポーラス物質はナノ気孔や表面積増大により緻密材料とは大きく異なる物性を発揮することが知られている。本実習では、水溶液中での腐食および金属溶湯中での特定成分の選択溶出による脱成分法を利用してナノ・マイクロ三次元ポーラス金属を作製し、走査電子顕微鏡観察、収束イオンビーム加工によってポーラス構造のキャラクタリゼーションを行う。

⑤西松 毅 「フリーソフトウェア feram を使った強誘電体の分子動力学シミュレーション」

feram は強誘電体に特化した高速な分子動力学シミュレーションプログラムである。フリーソフトウェアとして <http://loto.sourceforge.net/feram/> から配布している。バルク強誘電体および強誘電体薄膜キャパシタの様々な物性をシミュレートすることができる。特に強誘電体ドメイン構造やヒステリシスループ、電気熱量効果などのシミュレーションが得意である。パソコンからスパコンまでさまざまなプラットフォームで動作する。今回、強誘電体のシミュレーションに興味をお持ちの方を対象として、簡単な座学の後、feram の実行方法や結果の解析方法の実習を行う。

⑥佐藤和久 「電子線トモグラフィーによる 3 次元構造解析」

電子線トモグラフィーは透過電子顕微鏡を用いた 3 次元構造観察手法の 1 つであり、材料科学分野では特に 2000 年代以降急速に発展・普及しつつある新しい観察法である。本手法を用いて、これまでに合金析出組織や材料中の転位組織、ナノ粒子やナノポーラス材料など、さまざまな材料内部の 3 次元構造に関して多くの知見が明らかにされてきた。本実習では、透過電子顕微鏡内での連続傾斜像撮像とソフトウェアを用いた 3 次元再構築を通して、材料科学における電子線トモグラフィーの実際について理解を深める。