

授 業 科 目 の 概 要			
（工学研究科 マテリアル生産科学専攻 博士前期課程）			
区 科 分 目	授業科目の名称	講義等の内容	備考
専 門 教 育 科 目	量子材料物性論	現代の我々の生活は様々な機能性材料に支えられている。それらの材料の機能性の起源を理解し、新機能材料の設計・提案を行うためには、磁性、誘電性、伝導性など材料の基本的な物性を微視的な立場から理解することが必要不可欠である。本講義は、基礎物性（特に磁性）の起源が量子力学によりどのように説明され、どのような実験により測定できるかを理解し、量子力学を材料開発に応用するための基礎知識を習得することを目的とする。	
	表界面物性論	現代社会の電子デバイスは、ナノオーダーの微細構造を含む材料で構成されている。その中でも、磁性金属を用いたデバイスは、磁気記録、磁界センサなどの用途に用いられ、ナノオーダーの膜面垂直方向のサイズ、100nm以下の面内方向のサイズを有する。このようなサイズでは、量子効果だけでなく、表面、他の材料との界面の物性が支配的となる。本講義では、上述のような材料の物性について理解することを目的とする。	
	機能材料化学	放射光利用による局所構造解析法などナノ材料に利用するスペクトロスコピーを紹介しながら、多孔質・超微粒子・薄膜状の酸化物・半導体・金属・炭素材料を利用したナノ触媒・光触媒・界面光機能材料の開発と応用について講義する。特に、固体表面のキャラクタリゼーション、触媒・光触媒の科学に重点をおき、光触媒、燃料電池触媒などの話題を積極的に取り上げる。	
	界面制御工学	界面現象ならびに界面物性に関する理解を深め、材料プロセス工学に応用できる基礎事項を身につける。	
	材料設計・プロセス工学	近年急速に開発が進むAdditive Manufacturing (AM) 技術を中心に、種々の材料プロセスを用いた材料創製に関する科学を理解するとともに、材料設計に関わる計算機シミュレーションについて、材料特性に関わる組織形成や界面偏析のフェーズフィールドシミュレーションを例とした講義と実習を通じて学ぶ。	
	量子材料化学	量子論にもとづく無機化学をベースとし、機能性セラミックスの物性とそれを律する因子とともに、無機化合物の合成法および評価法について述べる。	
	結晶塑性学	材料の強度、靱性といった巨視的性質も、それらを構成する原子間の結合力、転位構造、相安定性といったatomisticな立場からの特性の理解なくしては評価し得ない。本講では、材料の主として力学的特性に注目し、これに関わる基礎的な諸因子の理解と評価を通じ、新素材開発に向けての指針について述べる。	
	結晶成長工学	半導体を題材として、結晶成長、特に薄膜結晶成長を取り上げる。講義に先立ち、薄膜結晶成長の必要性を実際の半導体電子・光デバイスを例に挙げながら解説する。一連の薄膜結晶成長技術を概観した後、特に原子層レベルでの結晶成長が可能な分子線エピタキシャル法と有機金属気相エピタキシャル法について理解を深める。また、得られた薄膜の評価手法や最近のトピックスについても紹介する。	

専門教育科目	環境材料工学	材料と環境の相互作用による材料の劣化プロセスについて、その分類と特徴、および熱力学および速度論的観点からの解析、さらに劣化防止技術の原理と応用について述べる。	
	粉体機能化学	粉体機能化学とは、金属、セラミックス粉体（粉末）を出発原料として、構造材料、磁性材料、電気・電子材料など各種機能性材料を製造する技術である。これら機能性材料の特性は、その微細構造に大きく依存している。本講義では、粉体および焼結体の微細構造制御法ならびにそれらの特性についての理解を深めることを目的としている。また、メスバウアー分光法など材料の微細構造を調べる方法についても解説する。	
	材料組織学	各種材料の特性は、それぞれの材料の構成相とその微細組織によって支配されている。ナノメートルスケールでの材料組織の形成機構とその制御法について、最新の微細構造評価技術とその成果にもとづいて、原子論的見地から講述する。	
	材料加工学	材料の塑性加工に携わるためには、力学および材料の双方に対する理解が必要である。本講では塑性力学と数値解析法、材料の加工性とトライボロジー、塑性加工を利用した材料の組織・集合組織ならびに材質の制御法について講述する。	
	生体材料学	金属材料を中心とした各種生体材料に関する基礎科学と応用展開について講述し、新素材開発に向けての指針について解説する。その結果、生体機能代替のための金属を中心とした材料の種類、特徴、構造、課題、新材料の開発手法について学ぶとともに、生体内での人工物としての生体材料の挙動について、生体組織との相互作用を中心に理解することを目的とする。同時に細胞を含む生体骨組織そのものの機能や微細構造について理解することで、生体組織を意識した材料設計手法を習得する。	
	基盤材料・計算材料工学	各種社会基盤構造・機能材料について、その分類を行い特徴について理解を促すとともに、さらなる高機能化のための方策に関する、実験、計算両観点からの先端的アプローチ手法について述べる。	
	プラズマ応用工学	プラズマは半導体の微細加工、材料表面処理、製膜等に用いられている。プラズマ材料プロセスを理解する上で重要となる、プラズマの発生の原理と各種特徴について、基礎的な式の理解のみならず、その利用例とともに講義する。本講義を通じ、プラズマが持つ物理的・化学的な性質や、各種応用に対する理解を深めることを目標とする。	
	機能性評価学	得られたデータを的確に評価する方法、実験計画に必要な基礎的事項を修得する。そもそもばらつきの存在するデータをどのように処理するか、2次元で得られた金属組織からどのように3次元の情報として展開するか、また、得られた情報をどのように表現するかなどについて、一つずつ理解していく。	
	材料電磁プロセス学	電磁エネルギーを用いて発生する加工エネルギー源（電離気体〔プラズマ〕、粒子ビーム）を用いた材料プロセスは、材料の表面改質から半導体をはじめとする先進デバイス開発に亘る基幹技術となっている。本講義では、プラズマならびに粒子ビームと材料との相互作用に関する基礎過程ならびに材料加工に関わる機序をベースに、材料へのエネルギー変換付与過程に着目した先進的材料加工プロセスをとりあげ、加工エネルギー源ならびにプロセス制御法から材料加工への応用と高機能化について講述する。	

専門教育科目	極微構造解析学	大学初年級の物理学の知識をもとに、極微構造解析の基礎となる回折、イメージングおよび固体の電子状態について詳しく講義する。さらに、電子線を利用した最新の極微構造解析法とその応用を紹介する。	
	材料設計論	材料設計を行う上で重要な材料組織制御、力学特性を制御するための基礎的な理論とそれぞれの機構を教授する。具体的には、拡散現象論および熱力学との関係、原子論、金属・合金における拡散、弾性理論の基礎、フックの法則、弾性論と熱力学との関係、マイクロメカニクスの基礎、脆性材料の基礎と組織界面形成、微構造-特性相関、脆性材料の強靱化機構、複合材料設計論などを解説・講義する。さらに、これらに基づいて設計された機能性材料や構造材料の最近の研究を交えて紹介する。	
	電子顕微鏡学	電子顕微鏡法の原理と応用について概説する。どのような種類の像コントラストが観察され、そのコントラストが何を示すのか、分析TEMから何がわかるのか等に関して基礎知識を身につけることを目的としている。また、TEMならではの効用を最大限活用できるアプローチによって明らかにされた研究成果や超高压電子顕微鏡法の材料科学への応用、TEMの今後の展望について講述する。	
	生体高分子構造解析学	生体高分子やその複合体に利用できる高分解能構造解析法について概説する。いろいろな構造解析法の原理を簡単に説明し、その応用例を紹介する。それらにより、種々の解析法の利点と欠点を理解し、適切な方法を選択できる基礎知識を身につけることを目的とする。なるべく最新の応用例を紹介することで、それぞれの手法の最近の進展についても述べる。	
	マテリアル科学ゼミナール	マテリアル科学および生産科学に関する専門知識の習得を図るため、各専門分野ごとに最近の研究動向をレビューするとともに、その分野に関する演習および実習を行う。	
	インテリジェント加工学	製品、構造物に十分な機能を発現させるためには、材料挙動を制御した知的な加工プロセスが必要である。本講義では、レーザー、プラズマを用いた熱加工プロセス、燃焼合成法、ナノ/マイクロ加工などを対象に、加工プロセスを最適化するための、材料と熱源の相互作用、加工過程における非平衡材料挙動の取り扱いとその制御手法について講述する。	
	界面機能化プロセスング	複数の材料をシステムとして構成して高機能な構造体を実現するためには、異種材料界面や材料表面の機能を合目的的に制御することが必要である。本講ではまず、このような接合界面反応の評価と制御手法の基礎事項を講述するとともに、金属基複合材料、異種材料接合、マイクロ接合などにおけるケーススタディを通して材料界面の制御手法について具体的に述べる。また、接合界面の機能化と制御手法に関する最新の研究成果の調査研究を行う。	
	ジョイニングプロセス特論 I	材料の接合原理に基づき、接合現象と機構に関する材料学的挙動について講述するとともに、接合部の欠陥制御ならびに接合部特性とその支配要因に関して解説する。	
	ジョイニングプロセス特論 II	材料の溶接・接合現象の材料挙動について、その定量的取り扱い（モデリング）とシミュレーションに関して解説するとともに、接合部の組織予測、材質・経年変化予測および欠陥発生予測について講述する。	

専門教育科目	加工物理学Ⅰ	アーク溶接に代表される熱プラズマを用いた材料加工プロセスでは、熱発生と共に電磁気力なども作用する複雑な流動場が形成される。また物質の各状態（固体・液体・気体・プラズマ）が混在し、様々な熱・物質輸送現象が重畳することで達成されるプロセスである。本講義では、アークプラズマをはじめとする熱プラズマの物理・性質を学習し、実際の応用プロセスにおける熱プラズマの役割や複雑な物理現象を理解・考察するための知識を身に付ける。またアクティブラーニング・グループワークを通して、研究活動を効率的に遂行するための資料収集力・整理力・コミュニケーション能力・プレゼンテーション能力を養う。	
	加工物理学Ⅱ	レーザを集光するとエネルギー密度が増大し、閾値を越えると、材料の熔融・蒸発あるいはアブレーション現象が生じる。レーザ加工では、このようなレーザと物質の相互作用を理解し、制御することが重要になる。そのためには、まずレーザの基本的性質を知ることが大切である。ここでは、光波の伝播、フレネル回折、ガウシアンビーム、レンズによる集光などについて講義する。一方、並行して、レーザ波長、パルス幅、出力、光強度が加工プロセスに及ぼす影響・効果について講義する。	
	インターフェイスメカニクス	構造物の製作の要となる「つなぐ」過程における異材界面や溶接・接合部などの「インターフェイス」における力学体系を、材料科学および加工プロセスとの関連性を踏まえながら講述する。	
	構造化設計学	素材から要素部材および構造物を造り上げる「ものづくり」のプロセス、特に溶接構造において、材料の加工・施工特性や使用条件の影響などをトータルで考えた構造化設計の詳細、構造安全性を保证するための手法について講述する。	
	構造化評価学	溶接構造物の性能は、「つなぎ目」としての溶接部の特性に左右される場合が多い。本授業では、溶接継手の強度力学について、(1)静的強度、(2)疲労強度、(3)脆性破壊強度の3観点から述べ、溶接継手の強度支配因子とその影響について講義する。これを基に、溶接継手の力学的特性評価を実構造の破壊性能評価にいかにつなげるかについて解説する。最近の破壊力学の発展に基づく新しい破壊評価規格についても簡単に触れる。	
	先端構造評価論	実構造物の使用条件下での安全性を確保し、さらに高性能化・高寿命化するための、材料設計から溶接・接合設計、構造設計に至る最先端のマルチ階層的評価法について紹介する。	
	知的設計学	生産システムの構築にあたり必要となる、生産プロセスや生産情報について解説し、これらを踏まえたシステムの設計法について、最適化手法も交えて講義する。また、システム構築の際の問題点や生産システムの将来像についても示す。	
	電子システムインテグレーション	1980年以降、コンピュータ・情報機器が高速・大容量化するとともに、小型、軽量、多機能化してきた。これら製品の展開を支えてきた電子デバイス実装の動向、基本プロセス、設計技術、信頼性評価を講義し、新たな製品創成に向けたディスカッションを行う。	
応用デバイス工学	エレクトロニクス産業における実装技術について、ビジネスの最前線にいる現役エンジニアの講師による複数講師によるオムニバス方式の講義であり、実際に企業において行われている製品開発をモデルに取り上げて、大学で学習してきた体系的な知識が、どのように企業の現場につながるのかを勉強する。		

専門教育科目	信頼性評価工学	イノベーションによる新たな価値創造のために、①分野を横断して技術を俯瞰し（「技術を知る」）、②戦略的な意思決定により方向性を見出し（「技術を育てる」）、③重要と思われる技術のマネジメントを行う（「技術を守る」）、という3つの側面を考えます。本講義では、データ（統計的手法・信頼性工学）に基づき戦略的な意思決定のための手法論や、重要技術のマネジメント・リスクマネジメントの考え方とその実践について、演習・グループ討論を交えて概説し、各々の手法論の基本的能力の修得を図り、技術の目利きができる人材の育成を目的とします。	
	アプライドマテリアル論	近年の工業製品の多様化・高機能化にともない、その構成材料に対する要求も厳しくなっている。一方、多くの産業分野で、従来材の改良に加えて新たな材料の開発も進んでおり、様々な新素材が実用化されている。本講義では「ものづくりにおける材料創成のあり方」を、エレクトロニクスから重厚長大に至る幅広い広い分野について、使用されている材料やそれらの開発の経緯を紹介し、製品・用途から見た各材料の特長や課題について解説・講義する。	
	ナノプラズマ工学	半導体製造プロセスに必須の超微細加工や材料改質には幅広くプラズマが用いられている。 本授業では、こうしたプラズマプロセス技術の本質的な理解を目標に、プラズマの基礎科学から、半導体製造プロセス、マイクロマシニング、バイオナノテクノロジー等の応用まで議論する。特に、プラズマ物理化学の基礎では、プラズマ中の原子分子過程およびプラズマ表面相互作用の詳細を議論する。	
	電子システム統合設計論	高度情報化社会の根幹を構成する電子システムの基本を把握するとともに、それを技術と経済とエネルギーからなるシステムとして捉え、あるべきシステムの姿を描く能力と、新しい飛躍するシステムの創造と全体最適化を実現する統合設計の能力とを養成することを目指す。	
	機能材料学	各種の金属、合金およびセラミックス材料の機能の中で、特に強度に着目し、強度を決定している塑性変形の基礎、強化機構、強度と微細組織との関係を実際の事例を紹介しながら講述する。これらの基礎を基に、溶接・接合に伴う熱・加工履歴が強化機構に及ぼす影響を材料組織学的に理解できることを目的とする。また、接合界面を熱力学・拡散現象論から理解する事例について、そして材料組織学として重要な手法である構造解析について、特にX線・電子線回折について説明する。	
	材料機能化設計学	材料の表面に新しい機能を付与する表面改質工学を中心に、表面・界面機能の種類と役割、表面改質プロセスとその特徴および適用上の問題点・留意点、複合化・積層化における材料界面制御、表面改質に使用する粉末材料等の機能化、ならびに部材としての機能構造設計法について講義する。	
	接合プロセスメタラジー論	健全な溶接・接合部を得るには、溶接・接合部の特性支配要因の解明、特性劣化原因の究明が重要であり、これら特性は、そのマイクロ組織と密接に関わっている。本講義では、鉄鋼材料および他の金属材料の溶融溶接法を対象とし、溶接部の材料挙動を講述するとともに、マイクロ組織形成機構および溶接部特性とその支配要因について解説する。	