



「大阪大学ナノ高度学際教育研究訓練プログラム」 新版 ナノ理工学社会人教育の勧め

大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センター長
教授 戸部 義人(基礎工学研究科)
(兼、大阪大学ナノ理工学人材育成産学コンソーシアム理事)

今日の先端科学技術の目覚ましい発展の多くが、既存の学問領域を超えた分野間の交流と連携による新しい領域の形成という大きな流れの中で生み出されています。この視点に立って大阪大学の関連12部局の教員が横断的に参画実施している「大阪大学ナノ高度学際教育研究訓練プログラム」社会人教育は国内唯一のナノ理工学人材育成のためのライブ遠隔講義を併用した広域的プログラムであり、これまでに受講生数は1000名を超え14年目を迎えようとしています。この間、文部科学省による評価、履修生・職場の上司の方々との関係者評価、さらには第三者による外部評価において、従来の先端技術セミナーによる技術習得や課題設定による研究開発の促進とは異なり、「基礎科学から応用技術にいたる内容豊かな社会に開かれた有用な人材育成教育プログラム」との高い評価を受けております。受講生の多くが若手であり、最先端分野の学び直し、専門分野を広げるための新規知識の習得、分野全体を俯瞰できる知識の習得という履修生自身のキャリアアップと企業の研究開発活動へのフィードバックに役立つだけでなく、履修生と講師陣、異業種の履修生・修了生同士を結ぶ新たな絆となり、履修生を送り出す企業群により構成されるコンソーシアムの連携支援を得て、その産学連携相互人材育成のネットワークは全国に広がりつつあります。平成29年度受講生募集を行うにあたり、10-20年先の社会システム・デバイスコンセプトに繋がる科学技術の社会性・国際性を一層強化するとともに、横断的切口で学べるテーラーメイドコースはエネルギー・環境ナノ理工学、ナノ機能化学の2コースに加えて、新たにスピントロニクス・デザイン学コースの新設によりコース選択の自由度を高めています。以下に、本プログラムの意義、特色、評価、産学連携、およびコンソーシアムの組織と活動についてご紹介します。

グローバル化を踏まえた日本の経済・産業の今後の持続的な発展を期するには、科学技術立国を支える科学技術の先進性の維持と迅速な産業展開が必須であり、産学官のより緊密な戦略的連携が不可欠です。第5期科学技術基本計画では、国として取り組むべき重要課題として人々に豊かさをもたらす超スマート社会の実現とそのため基盤技術と人材の戦略的強化を取り上げ、新たな価値創出のコアとなる強みを有する技術として素材・ナノテクノロジーが挙げられています。新しい概念を創出し、さらに人類の知の資産を生み出す独創性・多様性に富んだ基礎研究の抜本的強化を図ることにより我が国の科学技術の発展の基盤を構築することが不可欠であり、そのための人材の積極的な育成と確保が必須となっています。グリーン・ライフイノベーションについては、低炭素社会の実現のための温室効果ガスの排出削減、再生可能エネルギーの普及拡大、社会インフラの整備、資源・エネルギー制約の克服、生体センシング、超解像バイオイメージングなど、情報(IoT)、バイオ、医療、エレクトロニクス、材料を含めたナノ理工学分野の活用がその中核をなしています。ナノ理工学は、多くの自然科学技術の基盤研究の上に成り立っており、「学際・萌芽的な基礎研究」と「実用化をにらんだ応用開発」との相乗効果を促進させることにより、21世紀の新しい産業領域を創出する原動力となるものと位置づけられています。新しい科学技術として国民に支持され、社会との関わりの中でその成果が社会に還元されることを求められるナノ理工学では、先端融合分野による産業構造の変革をもたらすイノベティブな研究とともに、その持続的な発展を支える人材育成が極めて重要であり、「常に進化していく先端科学技術を学際性と長期的な展望、そして国際社会適応性を持って息長く担える、広範囲な大学院レベルの学問知識とナノ分野への関心・理解力を有する、新分野開拓の創造性に溢れた人材の育成」が日本の将来を担う大学・産業界共通の喫緊の課題となっています。

このような要請に応えるべく、大阪大学では、理学、医学系、薬学、工学、基礎工学、生命機能の各研究科、

産業科学、接合科学、レーザーエネルギー学、超高压電子顕微鏡、太陽エネルギー化学、ナノサイエンスデザイン教育研究センター等の研究所・センターに跨る横断的ナノ人材育成活動として、実社会でナノ分野に現在従事している、または将来従事することを志す企業の研究者、技術者を対象とする大学院レベルの講義と実習を組み合わせた1年間9単位分の「ナノ理工学社会人教育プログラム」を平成16年度より実施しております。社会人履修生が幅広くナノ分野の最先端高度知識を学び直し、ナノ科学技術を生かした新しい産業を自ら切り開く挑戦力を身につけることを目的としており、その特色は以下の通りです。

- (1) 基本コース：①ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学、②ナノエレクトロニクス・ナノ材料学、③超分子・ナノバイオ学、④ナノ構造・機能計測解析学、および横断的コース：④エネルギー・環境ナノ理工学、⑤ナノ機能化学、⑥スピントロニクス・デザイン学、の7つのコースから1コースを選択し、各コース1回3時間、年間30回の夜間講義（⑥コースは一部集中講義を含む）を受講、
- (2) 大阪大学中之島センターをキー教室として、関東、中部、近畿圏等の10ヶ所を超える大阪大学及び企業連携のサテライト教室を遠隔講義システムにより結んだ質疑応答や討論がその場で行える双方向ライブ中継、
- (3) 理解を助ける講義資料の事前配信と資料ファイリングによる30テーマの有用知識の蓄積、
- (4) 他コースの一定数の講義と組み替えたコース設定を可能とするテーラーメイド教育、
- (5) 大学キャンパスでのスクーリングによるコース別少人数での短期最先端基礎実習、
- (6) ナノテクノロジーの社会普及・ナノリスク・国際標準化を含む社会受容問題とロードマップに基づき多様な要素科学技術を社会コンセプト志向で結びつける技術デザイン問題に受講生自らが討論と演習に参加する土曜集中講座、
- (7) 科目等履修生高度プログラムとして所定の単位を取得した履修生に対する大阪大学総長とナノサイエンスデザイン教育研究センター長の連名での修了認定証授与と大学院正規単位の付与、
- (8) 文部科学省による職業実践力育成プログラム（Brush-Up Program）に認定され、厚生労働省の教育訓練給付制度対象講座の指定を受けていること、
- (9) 平成29年度より本社会人学び直し教育の優秀な修了者を対象とする博士後期課程社会人ナノ理工学特別コース（働きながらの博士学位取得コース）が理・工・基礎工学3研究科に新たに設置されること、
- (10) 産学連携相互人材育成組織「大阪大学ナノ理工学人材育成産学コンソーシアム」による教育内容の改善への助言と受講生への支援、コンソーシアム主催によるナノ理工学情報交流会・セミナーの開催、大学と複数企業を結ぶ長期展望研究テーマの育成など、人材育成の多彩な内容から構成されていること。

このプログラムは大学院生を対象としたプログラムと共に「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム」として、文部科学省科学技術振興調整費・新興分野人材養成プロジェクト（平成16年度～20年度）に指定されて以来、文部科学省の支援を受けて実施されています。平成20年12月には本プログラム実施のための機関としてナノサイエンスデザイン教育研究センターが設置され、基礎科学技術に根ざしたナノ理工学の社会性を含む多様性を包括する国内唯一の社会人教育プログラムとして、平成28年度までに1075名の社会人が参加され、このうち平成27年度末までの12年間に130社を超える企業からの874名が所定の単位を修得して修了認定証を授与されています。さらに社会人教育プログラムの充実発展と履修生支援のために、センターとほぼ同時に（一社）大阪大学ナノ理工学人材育成産学コンソーシアムが設立され、産学連携相互人材育成を目指して、これまでに45社の企業関係各位の積極的ご参加と受講生派遣を頂戴しております。平成23年度からは中小企業枠を設定し、ご参加の便宜を図っております。今後、より多くの企業各位のコンソーシアムへのご参加と、社会人履修生の積極的な受講を得て、我が国のものづくり産業を主体とした科学技術・産業の持続的発展に貢献する人材を育成する所存です。

本冊子は、前半に平成29年度ナノ社会人教育プログラムの科目等履修生募集ご案内と講義内容が、後半の色頁に大阪大学ナノ理工学人材育成産学コンソーシアムの活動趣旨と加入ご案内、定款等が収録されています。多くの企業、社会人の皆様の積極的なご参加をお願い申し上げます。

平成28年11月

平成29年度 社会人教育プログラム募集案内

1. 概要：

本プログラムは、実社会で活躍中の研究者・技術者を対象として、1年間の講義（遠隔授業を含む）と短期実習、土曜集中講義を通じてナノサイエンス・ナノテクノロジーの現状を理解し、次世代産業に役立つ学際的知識と幅広い実践能力を身につけ、ナノテクのリーダーとしての見識・能力を備えた産業人を養成するための大学院修士相当の高度教育プログラムです。現在、ナノサイエンス・ナノテクノロジー関連の研究開発・生産業務に携わっておられる方、または今後この方面の業務を志す方の入学を歓迎します。

2. 募集期間：

1次募集*：平成29年1月4日（水）～1月31日（火）（午後5時で締め切り）

2次募集：平成29年2月1日（水）～3月3日（金）（午後5時で締め切り）

定員に満たない場合は追加募集をすることがあります。

なお、平成29年1月27日（金）午後6時より8時まで、大阪大学中之島センター4階講義室404（場所は <<http://www.onc.osaka-u.ac.jp/>> 参照のこと）にて説明会を開催します。

なお、東京地区（大阪大学東京オフィス、場所は <<http://www.osaka-u.ac.jp/ja/academics/facilities/tokyo/office>> 参照のこと）にはライブ配信されます。

※厚生労働省「専門実践教育訓練給付金」「キャリア形成促進助成金」に申請（受講開始の1ヶ月前までに完了のこと）を希望する場合は、余裕を持って1次募集期間内に応募することを推奨します。

3. 応募資格：

理系の4年制大学の教育課程を卒業した方、または同等の能力・知識を有すると認定された方（※）のうち、ナノサイエンス・ナノテクノロジーに関わる業務を新たに志望、または継続発展を志望する方を対象とします。

※該当する方は、学内での認定が必要な為、応募書類のみを先ずご提出下さい。提出は1月31日（火）（1次募集）、または3月3日（金）（2次募集）午後5時までにお問い合わせ致します。認定終了後に検定料などの支払いにつきまして、ご案内をさせていただきます。

4. 応募書類：

（1）入学願書、（2）履修生調査カード、（3）志望動機と履修希望内容調書、（4）最終学歴の卒業証明書、（5）現在の所属機関からの本プログラム履修に関する許可書（様式 任意）、（6）住所届、を提出してください（提出書類は原則として返却しません）。

所定の応募書類はホームページ上からダウンロードできます。

（home page URL：<<http://www.insd.osaka-u.ac.jp/nano/>>）

応募書類は下記へ郵送してください。

〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町1-3

大阪大学大学院基礎工学研究科気付

大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センター

「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム」事務局

（社会人教育プログラム応募と封筒に朱記のこと）

（なお、事務局は文理融合型研究棟3階にあります。）

また、募集期間内に全ての応募書類が準備できない場合は、(1) 入学願書、(2) 履修生調査カード、(3) 志望動機と履修希望内容調書、(6) 住所届 を1次募集に応募の場合は1月31日までに、2次募集に応募の場合は3月3日までにメール：nano-program@insd.osaka-u.ac.jp、またはFAX：06-6850-6398で事務局へ送信してください。なお、(4) 卒業証明書、(5) 許可書が準備でき次第、必ず全ての書類の原本を別途郵送してください。

5. 入学許可：

応募者については書類審査の上、3月10日(金)に大阪大学「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム」科目等履修生としての審査の可否を電子メールにて通知します。

6. 募集人数：

各コース毎に20名程度とします。

7. 科目等履修生納付金(検定料・入学料・授業料)

大阪大学科目等履修生として、検定料(9,800円)、入学料(28,200円)、授業料(9単位分129,600円)を大学に納付して頂きます。別途、入学後に学生教育研究災害保険の保険料(1,000円)の加入もお願いしています。

受講にあたっては、講義・実習用教材費等200,000円が別途必要ですが、詳しくは、(社)大阪大学ナノ理工学人材育成産学コンソーシアムのご案内(黄ページ)の6頁目をご覧ください。

なお、本要項に記載している額は要項作成時現在の算出ルールに基づくものです。算出ルールの改定があれば改定後のルールによって算出された額が適用になります

※厚生労働省の専門実践教育訓練給付金、キャリア形成促進助成金の対象となる受講費用、訓練経費は、上記のうち入学料と授業料を合計した157,800円です。

8. 履修コースとプログラムの構成：

以下の7つのコースを開講します。

コース1 ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学

コース2 ナノエレクトロニクス・ナノ材料学

コース3 超分子・ナノバイオ学

コース4 ナノ構造・機能計測解析学

コース横断型

コースA エネルギー・環境ナノ理工学

コースB ナノ機能化学

コースC スピントロニクス・デザイン学

なお、受講生の要望に沿ったテラーメード教育を行えるように、教育研究コーディネータが必要と認める場合は、上記コースの枠を超えて他コースの講義を履修することも積極的に推奨しております。

詳細は、<http://www.insd.osaka-u.ac.jp/nano/> を参照してください。

プログラムの構成は

(1) 夜間講義(午後6時～9時)(遠隔授業を併用。)

(2) 短期実習(必修)

(3) 集中講義(土曜日終日)(全コース共通)(遠隔授業を併用。)

からなります。このうち、遠隔授業は(1)の夜間講義、(3)の集中講義(土曜日)をオンラインでサテライト教室にライブ配信するものです。(項目10の注を参照のこと。)

(3)の集中講義については、以下の講義を実施します。

前期：ナノテクノロジー社会受容特論B

後期：ナノテクノロジーデザイン特論B

9. 開講時期・期間：

平成29年度第1学期は4月7日(金)午後6時より開講式、特別講義(全コース共通)、懇談会を開催し、各コースの講義は4月10日(月)から7月27日(木)まで、第2学期は10月6日(金)に始業式・特別講義(全コース共通)を行い、各コースの講義は10月10日(火)から翌年2月5日(月)まで開講され、各コース毎に年間30回の講義から成り立っています。短期実習については原則、9月(全コース)、または3月、及び一部は後期期間中に実施します。集中講義(毎回6時間、うち3時間は討論に充てる)は、土曜日に8回(前期4回、後期4回)実施します。日程は決まり次第、ホームページ上へ掲載しますので、ご注意ください。

また、横断型コースA、B、Cを除き、各コース1～4は週一回を基本とします。期間は1年間です。

10. 開講日時・場所：

講義(遠隔講義を含む)は、夜間の午後6時より午後9時まで、原則として大阪大学中之島センターにて開講します。短期実習(必修スクーリング)は、大阪大学豊中・吹田両キャンパスを中心に3～5日間の予定で実施します。

注) 遠隔授業について： 本プログラムの講義は、遠隔授業にて、豊中・吹田両キャンパス以外に、東京地区、四日市地区、その他のサテライト教室へライブ配信されます。その詳細はホームページ上に掲載しますのでご覧ください。

eラーニングについて： 当該プログラムでは出席が必須ですが、ストリーミング配信(受信側で記録ができない配信)により、毎回の講義終了約1週間後以降、インターネットを通じた復習・補講ができるシステムになっております。なお、この記録された講義は、掲載後3月末で消去されます。

11. 履修認定：

本プログラムの所定のコースを修了した方には、学校教育法第105条の規定に基づき、大阪大学より大阪大学総長およびセンター長連名による科目等履修生高度プログラム「ナノプログラム」履修認定証を授与します。また、修了時に大学院博士前期課程の正規単位9単位を付与しますので、必要に応じて大学院履修科目成績証明書を発行できます。

※ 本プログラムの修了認定を受けた優秀な若手・中堅社会人を対象に、平成29年度より社会性・国際性を磨く「大阪大学博士後期課程社会人ナノ理工学特別コース」が開設されます。対象者は、既に十分な学術的成果を持ち、企業により博士号取得を期待される職務にある者に限定します。本コース応募に当たり、最も適した指導教員を選べるように事前相談・助言を行います。詳しくは、<http://www.insd.osaka-u.ac.jp/nano/> を参照下さい。

12. 問合せ先：

大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センター

「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム」事務局

〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町1-3

大阪大学文理融合型研究棟3階303号室

TEL/FAX：06-6850-6398

E-mail：nano-program@insd.osaka-u.ac.jp

home page：http://www.insd.osaka-u.ac.jp/nano/

社会人教育プログラム説明

§ 1. 集中講義（土曜日開講）

(* 実務家教員 ** 実務家)

大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センターでは、ナノテクノロジー人材育成プログラム（ナノ高度学際教育研究訓練プログラム）の最大の特徴である大学院・社会人教育の共通講義科目、「ナノテクノロジー社会受容特論」（4回シリーズ、延べ24時間、2単位）と「ナノテクノロジーデザイン特論」（4回シリーズ、延べ24時間、2単位）を開講します。いずれも土曜日開講の科学技術の社会受容と将来コンセプトに向けた技術ロードマップを議論する日本唯一の討論重視の集中講義で、大学院生も同時に参加します。

ナノ理工学人材育成においては、社会との関わりの中での科学技術応用・ナノリスク・標準化の問題、またロードマップを睨んだ異分野融合による新分野開拓の問題がこれから益々重要となってきます。上記の科目はこれらに応えるもので、社会人科目等履修生に対しては単位を付与しない科目として提供しますが、各コースの受講者が共通科目としてコースを越えて、大学院生と共に履修し、議論することを強く求めます。

開講形式は、ライブ配信により大阪地区、四日市地区、東京地区など数カ所での受講を可能とします。詳しい開講日時、遠隔教室の場所については、追ってホームページ上に発表します。

1. 「ナノテクノロジー社会受容特論B」（前期4回 10:00～17:00） 2単位

（担当コーディネータ：阿多 誠文 特任教授 **、伊藤 正 特任教授 *、小川 久仁 特任教授 *）

ナノテクノロジーの社会受容に関する視野を身につけ、産業化における問題点、国際標準化、リスクアセスメント並びに管理手法等の基礎知識、総合デザイン、科学技術政策の考え方、科学技術コミュニケーションを学ぶ。さらにいくつかの検討すべきテーマを取り上げて、ケーススタディーを自分の専門分野に対して行う。グローバル化の中で製品・デバイスの新規開発に従事する科学技術者自らが果たすべき社会的責任を自覚し、身につける。数名の政策担当者、企業開発担当者、学内教員等が複数回を担当する。内容は、総論の解説、各論、半数の時間を使った双方向の少人数討論及び演習により構成される。ナノテクノロジー社会受容特論Bを含めて、2年間でテーマを一巡させる。

※講義テーマ例：ナノテクノロジーの社会受容、科学技術コミュニケーション、ナノテク知財とナノバイオ TRIZ、ナノ粒子材料の環境規制・標準化・技術移転、ナノ材料の安全性、リスク評価の考え方、課題に対する討論・共同発表資料作成・グループの発表と総評

2. 「ナノテクノロジーデザイン特論B」（後期4回 10:00～17:00） 2単位

（担当コーディネータ：結城 正記 特任教授 **、伊藤 正 特任教授 *、小川 久仁 特任教授 *）

ロードマップを使って、潮流、製品デバイス、要素技術を解説し、それに基づき、ケーススタディーを自分の専門分野に対して行う。また、毎回6時間の講義の内、午前・午後共に約半分の時間を双方向少人数討論に充てる。産業発展のロードマップの中で、ナノテク要素技術を総合的にデザインする力を養い、「有用性の谷」を乗り越えるための実力をつける。ナノセンシング、ディスプレイ、ナノ新デバイス、生体シミュレーション、燃料電池、超精密加工、ナノ材料、ナノ微粒子、ナノ計測等からいくつかの課題を取り上げ議論するとともに、ナノテクノロジーがどのようなシステム・デバイスに生かされているか「ナノテクノロジーの見える化」を考える。これらを題材に最終日には自ら技術ロードマップを作成する。テーマ毎に産業界のロードマップ作成者と学内教員がペアで講義を担当する。ナノテクノロジーデザイン特論Bを含めて、2年間でテーマを一巡させる。なお、ロードマップ及び「見える化」資料はNBCI（（社）ナノテクノロジービジネス推進協議会）の好意により最新版が提供される。

※講義テーマ例：概要、見える化活動のねらいと概要紹介、エレクトロニクス（ディスプレイ）、バイオメテックス計測・評価装置、3Dプリンティング、演習：選択課題についてのロードマップ作成

§ 2. 夜間講義のスケジュールとシラバス

コース1 ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学

材料開発、デバイス開発において、大規模計算機を使った材料安定構造のシミュレーションやデバイス機能予測は、実際の開発にとって現実的で極めて有用な指針を与える。

計算機ナノマテリアル・ナノデバイスデザインは量子シミュレーションを基礎に、それを高度に使いこなすことによって、量子シミュレーションの逆問題である量子デザインを実行し、それによって新機能性材料やデバイス開発を行うことを意味する。本コースは各学期とも15回（内1回は特別講義）の講義からなる。第1学期で、この手法の基礎となる量子シミュレーション手法と、量子デザインの考え方を学ぶ。また、第2学期では、このような手法を様々な系に対して適用してデザインを行う方法を実例に則して学んでいく。この手法は電子に対する量子力学を第一原理として構築されているために、最初に簡単な量子力学に関する解説・復習を実施する。量子力学の基礎的な理解が必要であるが、そのことを前提とはしない。講義の中で身に付けていけば良い。それぞれの内容については以下に記された通りである。

さらに、各遠隔教室からの質問やコメントを受け付けるとともに講義内容について理解を深める双方向議論を行う。また、最終日には講師と受講生が集まって忌憚なく意見交換できる双方向の「総合討論」の場を設ける。

前 期 (4単位) *実務家教員 **実務家					
回	日	テーマ	コード	題目	講師
1	4/10(月)	はじめに	1A-1-A	オリエンテーション	森川良忠* (阪大・工)
			1A-1-B	量子シミュレーションとデザイン	吉田博* (阪大・基礎工)
2	4/17(月)	量子力学の基礎	1A-2-A	量子力学Ⅰ	森川良忠* (阪大・工)
			1A-2-B	量子力学Ⅱ	
3	4/24(月)	固体中の電子	1A-3-A	共有結合とイオン結合	浜田典昭* (東理大・理工)
			1A-3-B	結晶中の電子	
4	5/8(月)	密度汎関数法	1A-4-A	ホーエンベルグ・コーンの定理	赤井久純* (東大・物性研)
			1A-4-B	コーン・シャム方程式とLDA	
5	5/15(月)	電子状態計算	1A-5-A	電子状態計算の流れ	小口多美夫* (阪大・産研)
			1A-5-B	プログラミング	
6	5/22(月)	擬ポテンシャル法	1A-6-A	擬ポテンシャル法 of 概念	森川良忠* (阪大・工)
			1A-6-B	非経験的擬ポテンシャル法	
7	5/29(月)	カー・パリネロ法	1A-7-A	分子動力学法の基礎	白井光雲* (阪大・産研)
			1A-7-B	分子動力学法の応用・発展	
8	6/5(月)	KKR法	1A-8-A	KKR法の基礎	赤井久純* (東大・物性研)
			1A-8-B	KKR法の応用とFPKKR法	
9	6/12(月)	FLAPW法	1A-9-A	FLAPW法の基礎	小口多美夫* (阪大・産研)
			1A-9-B	FLAPW法の応用	
10	6/19(月)	磁性	1A-10-A	絶縁体と局在磁性	草部浩一* (阪大・基礎工)
			1A-10-B	金属と遍歴磁性	

11	6/26(月)	輸送現象	1A-11-A	コーン・シャムエネルギーバンド	赤井久純* (東大・物性研)
			1A-11-B	ブロッホ電子の動力学と輸送係数	
12	7/3(月)	電子相関と超伝導	1A-12-A	超伝導の微視的理論	黒木和彦* (阪大・理)
			1A-12-B	電子相関による超伝導	
13	7/10(月)	量子化学計算	1A-13-A	量子化学計算の手法	奥村光隆* (阪大・理)
			1A-13-B	量子化学による反応物性解析	
14	7/24(月)	ディスカッション・ ディベート	1A-14-A	量子シミュレーションの現状	全講師*,**
			1A-14-B	量子シミュレーションの未来	

後 期 (4単位)

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師
1	10/16(月)	はじめに	1B-1-A	オリエンテーション	森川良忠* (阪大・工)
			1B-1-B	21世紀「賢者の石」と計算機ナノマテリアルデザイン (CMD)	吉田博* (阪大・基礎工)
2	10/23(月)	ナノ混晶による新機能デザイン	1B-2-A	ナノ混晶・超構造量子シミュレーション	赤井久純* (東大・物性研)
			1B-2-B	ナノ混晶・超構造量子デバイスデザイン	
3	10/30(月)	有限温度・圧力下でのナノダイナミクスデザイン	1B-3-A	拡散現象のナノシミュレーション	白井光雲* (阪大・産研)
			1B-3-B	高圧下での新規ナノ構造	
4	11/6(月)	ナノ構造と輸送現象デザイン	1B-4-A	ナノワイア	小野倫也* (筑波大・計算科学センター)
			1B-4-B	ナノ伝導	
5	11/13(月)	光と熱の利用	1B-5-A	透明導電材料と太陽電池材料	浜田典昭* (東理大・理工)
			1B-5-B	熱電材料	
6	11/20(月)	励起状態ダイナミクスシミュレーション	1B-6-A	励起ダイナミクスシミュレーション手法	宮本良之** (産総研)
			1B-6-B	ナノスケール物質の高速現象への応用	
7	11/27(月)	省エネルギー・創エネルギーデザイン	1B-7-A	高効率エネルギー変換	吉田博* (阪大・基礎工)
			1B-7-B	太陽電池	
8	12/4(月)	半導体デバイスデザイン	1B-8-A	半導体ナノ材料、ナノプロセスデザイン	金田千穂子** (横富士通研)
			1B-8-B	ナノシミュレーションによるデバイス開発の革新	
9	12/11(月)	半導体ナノスピントロニクスデザイン	1B-9-A	希薄磁性半導体	佐藤和則* (阪大・工)
			1B-9-B	ナノ超構造スピントロニクス	
10	12/18(月)	強誘電体・圧電体デザイン	1B-10-A	強誘電体の量子シミュレーション	小口多美夫* (阪大・産研)
			1B-10-B	強誘電体・圧電体の量子デザイン	
11	1/15(月)	カーボン系ナノ機能材料	1B-11-A	カーボン系ナノ機能材料の基礎理論	草部浩一* (阪大・基礎工)
			1B-11-B	カーボン系ナノ材料のデザイン	
12	1/22(月)	分子エレクトロニクスデザイン	1B-12-A	電荷移動過程	森川良忠* (阪大・工)
			1B-12-B	有機分子エレクトロニクス	
13	1/29(月)	表面反応デザイン	1B-13-A	電気化学触媒反応	濱田幾太郎** (物材機構)
			1B-13-B	分子スピントロニクス	
14	2/5(月)	ディスカッション・ ディベート	1B-14-A	ナノデザインの現状	全講師*,**
			1B-14-B	ナノデザインの未来	

コード	1A-1-A	講義日	4/10(月)
テーマ	はじめに		
題目	オリエンテーション		
講師	森川良忠		
概 要			
ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学全体の概要および第一学期の講義構成と履修の方法、心得を説明する。その中でナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学の概観、各回の講義の位置づけについても説明する。また、このコースを履修するにあたって前提となる量子力学に関する必要最低限の解説を行う。			

コード	1A-1-B	講義日	4/10(月)
テーマ	はじめに		
題目	量子シミュレーションとデザイン		
講師	吉田博		
概 要			
量子シミュレーションに基づいたマテリアルデザイン手法の概要と方法論を解説する。マテリアルやデバイスの製造を中心とした工業化社会からソフトウェアやシステムに基づいたマテリアルやデバイスデザインを中心とした知識社会へと産業構造が転換する中でマテリアルデザインの重要性、第一原理量子シミュレーションに基礎をおいたマテリアルデザイン手法について解説する。さらに、高効率エネルギー変換材料、環境調和材料、次世代エレクトロニクスのためのマテリアルデザインの具体的な例について概説する。			

コード	1A-2-A	講義日	4/17(月)
テーマ	量子力学の基礎		
題目	量子力学 I		
講師	森川良忠		
概 要			
ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学では、物質を原子核と電子のレベルまで分解し、これら原子核と電子の振る舞いから物質の性質(物性)を論ずる。これら粒子の振る舞いを記述する力学が、量子力学である。量子力学特有の粒子の運動状態の表し方を概説し、量子力学の導入とする。			

コード	1A-2-B	講義日	4/17(月)
テーマ	量子力学の基礎		
題目	量子力学 II		
講師	森川良忠		
概 要			
量子力学1に引き続き量子力学を概説しつつ、ナノマテリアル・ナノデバイスデザインにおいて必要とされる基本概念を導出し紹介する。			

コード	1A-3-A	講義日	4/24(月)
テーマ	固体中の電子		
題目	共有結合とイオン結合		
講師	浜田典昭		
概 要			
単純金属の電子状態としてほとんど自由な電子を扱い、金属結合の起源を明らかにする。元素による結晶構造の違いがどこから生まれるのか論じ、原子の個性との関係、また、それが密度汎関数理論によるバンド計算でどのように表れるのかを学ぶ。			

コード	1A-3-B	講義日	4/24(月)
テーマ	固体中の電子		
題目	結晶中の電子		
講師	浜田典昭		
概 要			
半導体・絶縁体と遷移金属における化学結合とバンド構造の特徴について学ぶ。また、化合物の電子状態の特徴を解説し、イオン結晶や酸化物における形式価数と実際の電荷の違いをバンド計算結果から明らかにし、形式価数とバンド構造の関係を示す。			

コード	1A-4-A	講義日	5/8(月)
テーマ	密度汎関数法		
題目	ホーエンベルグ・コーンの定理		
講師	赤井久純		
概 要			
第一原理電子状態計算の基礎となる密度汎関数法の出発点となるホーエンベルグ・コーンの定理と密度汎関数法の考え方を学ぶ。			

コード	1A-4-B	講義日	5/8(月)
テーマ	密度汎関数法		
題目	コーン・シャム方程式と LDA		
講師	赤井久純		
概 要			
密度汎関数法はコーン・シャム方程式の形に表現することによって力を発揮する。コーン・シャム方程式の意味と、さらにそれを実用的にするために広く用いられている局所密度近似について考える。また、コーン・シャム方程式を解くための様々な手法について概観する。			

コード	1A-5-A/B	講義日	5/15(月)
テーマ	電子状態計算		
題目	電子状態計算の流れ プログラミング		
講師	小口多美夫		
概 要			
セルフコンシステントにコーン・シャム方程式を解く際の計算の一般的な流れと、各手法に共通する計算技法について概説する。また、種々の第一原理計算手法を概観し、それぞれに手法の長所・短所を述べるとともに、現段階で利用可能な第一原理計算コードを紹介する。			

コード	1A-6-A/B	講義日	5/22(月)
テーマ	擬ポテンシャル法		
題目	擬ポテンシャル法のご概念 非経験的擬ポテンシャル法		
講師	森川良忠		
概 要			
<p>固体の電子状態について簡単に復習した後、擬ポテンシャル法がどのような仮定の上に立脚しているかを示し、その妥当性、有効性について論じる。その後、現在の第一原理電子状態計算法で用いられている非経験的擬ポテンシャル法の理論的背景を説明し、擬ポテンシャル法を用いたいくつかの応用例について紹介する。</p>			

コード	1A-7-A/B	講義日	5/29(月)
テーマ	カー・パリネロ法		
題目	分子動力学法の基礎 分子動力学法の応用・発展		
講師	白井光雲		
概 要			
<p>実験で起きている現象はほとんどマクロな測定で観測され、ミクロにはどのような現象であるのかを知りたいという要望は大きい。分子動力学シミュレーションはその要望に応えるものである。</p>			

コード	1A-8-A	講義日	6/5(月)
テーマ	KKR 法		
題目	KKR 法の基礎		
講師	赤井久純		
概 要			
<p>コーン・シャム方程式を解くための、効率的で高精度な方法であるグリーン関数法 (KKR 法) について学ぶ。出発点である、グリーン関数、散乱問題、多重散乱について解説した上で KKR 法の考え方と、簡単な計算例を見ていく。</p>			

コード	1A-8-B	講義日	6/5(月)
テーマ	KKR 法		
題目	KKR 法の応用と FPKKR 法		
講師	赤井久純		
概 要			
<p>グリーン関数法 (KKR 法) を用いた量子シミュレーションの実際について学ぶ。金属、金属間化合物、半導体等への適用と、通常の KKR 法で用いられるポテンシャルの形状に関する仮定を一切用いない FPKKR 法の考え方とその応用について学ぶ。</p>			

コード	1A-9-A/B	講義日	6/12(月)
テーマ	FLAPW 法		
題目	FLAPW 法の基礎 FLAPW 法の応用		
講師	小口多美夫		
概 要			
<p>APW 法とその線形法の適用である LAPW 法を解説するとともに、フルポテンシャル法の必要性と基礎的な定式化を説明する。また、FLAPW 法に基づく第一原理計算の実際をいくつかの例をあげながら紹介する。</p>			

コード	1A-10-A	講義日	6/19(月)
テーマ	磁性		
題目	絶縁体と局在磁性		
講師	草部浩一		
概 要			
<p>物質の磁性のうち、絶縁体における磁性を考察する際に基礎となる局在磁性について概説する。モット絶縁体を含む局在軌道上の電子系を理解する際に必要となる、局在電子系の理論的取り扱い方を導入したのち、絶縁性磁性のメカニズムとなる、直接交換相互作用、運動交換相互作用、超交換相互作用についてその特性を述べ、物質設計に結びつける方法について議論する。</p>			

コード	1A-10-B	講義日	6/19(月)
テーマ	磁性		
題目	金属と遍歴磁性		
講師	草部浩一		
概 要			
<p>金属強磁性の理論を中心として、遍歴電子系に現れる磁性を概説する。金属強磁性の平均場理論であるストーナー理論からスレーター・金森理論への展開を述べたのち、幾つかの遍歴電子磁性における厳密な帰結を紹介する。第一原理電子状態計算理論における磁性体の解析方法を述べ、具体的な計算事例に基づいて磁性起源の解析方法を紹介する。磁気異方性の起源である相対論効果の取り扱い方についても相対論的密度汎関数法の立場から解説する。</p>			

コード	1A-11-A	講義日	6/26(月)
テーマ	輸送現象		
題目	コーン・シャムエネルギーバンド		
講師	赤井久純		
概 要			
<p>Kohn-Sham 方程式のエネルギー固有値は一電子のエネルギーの意味は持たないが、近似的に一電子エネルギーとみなすことによって様々な現象を直感的に理解することができる。バンド構造から物性が定性的に説明できることを、輸送現象を中心に解説する。</p>			

コード	1A-11-B	講義日	6/26(月)
テーマ	輸送現象		
題目	ブロッホ電子の動力学と輸送係数		
講師	赤井久純		
概 要			
<p>Drude-Lorentz の理論とその拡張による輸送係数の取り扱いについて解説した後、ボルツマン理論による輸送係数の計算について述べる。これらは半古典的な扱いではあるが、熱起電力、Hall 係数、熱伝導など物質開発に有用な情報を与えてくれることを示す。</p>			

コード	1A-12-A	講義日	7/3(月)
テーマ	電子相関と超伝導		
題目	超伝導の微視的理論		
講師	黒木和彦		
概 要			
超伝導現象に関する序論的な説明の後、その現象論的な理解と、微視的な理論について解説を行う。微視的な理論は、主としてフォノンが媒介する電子のクーパー対形成と、それが生み出す巨視的量子状態についての理解を目指す。			

コード	1A-12-B	講義日	7/3(月)
テーマ	電子相関と超伝導		
題目	電子相関による超伝導		
講師	黒木和彦		
概 要			
まず電子相関効果によって生み出されるスピンや電荷の揺らぎの取り扱いについて、いくつかの多体論的手法を取り上げつつ、説明を行う。そのうえで、電子相関を起源とする超伝導発現について説明を行う。電子相関によって生じる各種揺らぎによって超伝導が発現する場合に、フォノン媒介の場合と比べての差異、ペアリング対称性、また、超伝導転移温度などについて解説を行う。			

コード	1A-13-A	講義日	7/10(月)
テーマ	量子化学計算		
題目	量子化学計算の手法		
講師	奥村 光隆		
概 要			
量子化学計算における手法と基底関数などの概念と使用方法を概説し、目的とする物質系に適切な方法を選択できるようにすることを目的とする。			

コード	1A-13-B	講義日	7/10(月)
テーマ	量子化学計算		
題目	量子化学による反応物性解析		
講師	奥村 光隆		
概 要			
物性解析や、反応解析に必要な概念を理解し、適切な解析を行えるように解析手法を適宜利用できるようにすることを目的とする。			

コード	1A-14-A	講義日	7/24(月)
テーマ	ディスカッション・ディベート		
題目	量子シミュレーションの現状		
講師	講師全員		
概 要			
受講生と講師全員が参加して量子シミュレーションの実例についてディスカッション・ディベートを行う。講師による失敗例をふくむ実例説明後、量子シミュレーション可能性、導入のプランニング、実施方法、活用法、および量子シミュレーション手法そのものについて双方向のディスカッション・ディベートを行う。			

コード	1A-14-B	講義日	7/24(月)
テーマ	ディスカッション・ディベート		
題目	量子シミュレーションの未来		
講師	講師全員		
概 要			
受講生と講師全員が参加して量子シミュレーションでなにができるかについて、これまでの経験および今後へ向けた期待を中心にディスカッション・ディベートを行う。			

コード	1B-1-A	講義日	10/16(月)
テーマ	はじめに		
題目	オリエンテーション		
講師	森川良忠		
概 要			
ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学第二学期の講義構成と履修の方法、心得を説明する。その中でナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学の概観、各回の講義の位置づけについても説明する。また、第二学期を履修するにあたって前提となる第一学期の講義についての復習と基礎知識についての解説を行う。			

コード	1B-1-B	講義日	10/16(月)
テーマ	はじめに		
題目	21世紀「賢者の石」と計算機ナノマテリアルデザイン (CMD)		
講師	吉田博		
概 要			
21世紀は、量子力学をエンジニアリングとして利用し、社会が必要とする新規機能材料について、原子レベルやナノスケールサイズでの物質の微視的世界の基本法則である量子力学に基づいてデザインし、これを実証するための「賢者の石」となるマテリアルデザインエンジンの開発が不可欠である。21世紀「賢者の石」と計算機ナノマテリアルデザインの具体例として、グラファイトからダイヤモンドの創製法のデザインと実証、高効率透明熱電材料のデザイン、ワイドバンドギャップ半導体 (ZnO, GaN, Diamond) の新しい価電子制御法などを例に21世紀「賢者の石」のパワフルな側面とデザインに基づいた特許化の手法について具体的に解説する。			

コード	1B-2-A	講義日	10/23(月)
テーマ	ナノ混晶による新機能デザイン		
題目	ナノ混晶・超構造量子シミュレーション		
講師	赤井久純		
概 要			
ナノ混晶等の不規則系をあつかうKKR-CPA-LDA法および多層膜などの超構造へのKKR法の適用などのKKR法を基礎にした量子シミュレーションの高度な手法について、その考え方および実例を説明する。			

コード	1B-2-B	講義日	10/23(月)
テーマ	ナノ混晶による新機能デザイン		
題目	ナノ混晶・超構造量子デバイスデザイン		
講師	赤井久純		
概 要			
ナノ混晶・超構造量子シミュレーションの手法を用いた実際のナノ材料デザイン、およびナノデバイスデザインについて実例にもとづき解説を行う。			

コード	1B-3-A	講義日	10/30(月)
テーマ	有限温度・圧力下でのナノダイナミクスデザイン		
題目	拡散現象のナノシミュレーション		
講師	白井光雲		
概 要			
固体中を不純物が拡散してゆく過程は、マクロな過程しか直接観測できず、ミクロな部分はこれまでモデルで扱われていた。しかし今では第一原理分子動力学シミュレーションによりミクロな原子の動きが再現できるようになり、拡散機構の解明が大きく進んだ。そのような実例を示し、かつさらに進んで拡散を制御する試みを紹介する。			

コード	1B-3-B	講義日	10/30(月)
テーマ	有限温度・圧力下でのナノダイナミクスデザイン		
題目	高圧下での新規ナノ構造		
講師	白井光雲		
概 要			
従来は堅い物質はほとんど唯一の結晶構造だけもつと考えられていたが、高圧実験の進展のおかげで全ての物質は高圧では違った構造に相転移（あるいは超伝導転移など）するという事は今や常識となっている。この高圧下での物質構造が何になるかを予測することは非常にチャレンジな研究である。その基礎理論と、研究例を示す。			

コード	1B-4-A/B	講義日	11/6(月)
テーマ	ナノ構造と輸送現象デザイン		
題目	ナノワイヤ ナノ伝導		
講師	小野倫也		
概 要			
量子力学の第一原理に基づいてナノ構造の電子状態・電気伝導を計算するため実空間差分法や Over-bridging boundary-matching 法などの紹介を行う。また、これらのシミュレーション手法を用いて実際のフラレン分子鎖、MOS デバイスの絶縁用薄膜などの電気伝導特性シミュレーションを行った事例の紹介と解説を行う。			

コード	1B-5-A	講義日	11/13(月)
テーマ	光と熱の利用		
題目	透明導電材料と太陽電池材料		
講師	浜田典昭		
概 要			
電子の光応答の基本的理解と、バンド計算結果から誘電関数・複素屈折率を計算する方法について述べる。伝導電子とバンド間遷移による光応答の特徴を解説し、透明導電材料と太陽電池材料への応用を述べる。			

コード	1B-5-B	講義日	11/13(月)
テーマ	光と熱の利用		
題目	熱電材料		
講師	浜田典昭		
概 要			
Bloch-Boltzmann 理論による半古典的輸送係数計算の応用として、高効率熱電材料探索のキーとなる考え方を述べ、 Mg_2Si や $CrSi_2$ の熱起電力の計算例を紹介する。			

コード	1B-6-A/B	講義日	11/20(月)
テーマ	励起状態ダイナミクスシミュレーション		
題目	励起ダイナミクスシミュレーション手法 ナノスケール物質の高速現象への応用		
講師	宮本良之		
概 要			
これらの講義では、従来から行われている熱力学的平衡状態にある分子動力学ではなく、電子励起によって引き起こされる非常に高速な化学反応（非熱的な反応）をシミュレーションする方法を紹介する。近年のフェムト秒レーザーを利用した分光学により、原子、分子の高速化学反応が観測されるようになってきた。更には、レーザー光により人間が恣意的に反応を制御しようとする試みがでるまでに至っている。フェムト秒レーザーの技術は、固体、生体分子の研究分野にも広がろうとしている。一方で第一原理計算による電子励起後の高速現象の理解は進んでいるとはいえない。それは、高速現象を扱うのに必要な電子の実時間発展の計算が第一原理計算でなかなか実行できないことに起因する。これらの講義では、時間依存シュレディンガー方程式を現実物質系で解く計算手法に加え、いくつかの重要な事例を紹介すると共に、熱力学的手法に加え、電子励起による高速化学反応のシミュレーションで、どのような産業上の応用が考えられるかも議論していきたい。			

コード	1B-7-A/B	講義日	11/27(月)
テーマ	省エネルギー・創エネルギーデザイン		
題目	高効率エネルギー変換 太陽電池		
講師	吉田博		
概 要			
<p>21世紀の我が国では、工業化社会から知識社会へと産業構造や社会のパラダイムが大きく変化するとともに、エネルギー問題がクローズアップされ、最重要課題は、地球温暖化を回避するための二酸化炭素を排出しないカーボン・ニュートラルなエネルギーの創出である。これらの候補として、熱電材料や太陽エネルギー変換材料（太陽電池、人工光合成）のナノサイエンスによる超高効率化のデザインと実証が最重要課題となる。太陽エネルギー変換の超高効率化のためには、自己組織化により形成するナノ超構造を舞台として、光子によって生じた電子とホールとのナノダイナミクスを積極的に利用し、新しいクラスの超高効率太陽エネルギー変換太陽電池の計算機ナノマテリアルデザインとそれらに立脚した創エネルギーに関するデザインと実証による基礎研究が不可欠となってくる。一次元昆布相のスピンエントロピー輸送による高効率熱電材料や低次元自然超格子による巨大なゼーベック係数のデザイン、ナノ超構造を利用した多重励起子創成による超高効率太陽電池や、欠陥を自己修復する不老不死のCuInSe₂(CIS)太陽電池の計算機ナノマテリアルデザインと実証について講義する。</p>			

コード	1B-8-A/B	講義日	12/4(月)
テーマ	半導体デバイスデザイン		
題目	半導体ナノ材料、ナノプロセスデザイン ナノシミュレーションによるデバイス開発の革新		
講師	金田千穂子		
概 要			
<p>高度に微細化が進んだ半導体ナノデバイスにおいては、第一原理計算をはじめとするナノシミュレーションに対する産業界からの強い要求は以前からある。しかし、ナノシミュレーションを一つのテクノロジーとして産業に応用していくためには、異なるシミュレーション手法との連携・統合、適切なモデリングやパラメータ化による計算負荷低減、シミュレーションの自動化による工数削減など、なお多くの工夫が必要とされる。ここでは半導体デバイス開発におけるナノシミュレーションの産業応用事例を中心に紹介し、後半では、今後のナノデバイス開発プロセスの革新に向けたナノシミュレーション利用のありかたについても議論する。</p>			

コード	1B-9-A	講義日	12/11(月)
テーマ	半導体ナノスピントロニクスデザイン		
題目	希薄磁性半導体		
講師	佐藤和則		
概 要			
<p>希薄強磁性半導体の強磁性機構について、第一原理計算からその機構を解明し、磁性状態の3d遷移金属原子番号依存性（ケミカルトレンド）を説明する。磁気力定理を用いた磁氣的相互作用に関する第一原理計算とモンテカルロシミュレーションにより希薄磁性半導体の強磁性転移温度を定量的に予測し、実証実験と比較する。電子のスピン自由度を利用する半導体ナノスピントロニクスの必要性についてムーアの法則を例に解説し、希薄磁性半導体を用いた半導体ナノスピントロニクスの可能性について議論する。</p>			

コード	1B-9-B	講義日	12/11(月)
テーマ	半導体ナノスピントロニクスデザイン		
題目	ナノ超構造スピントロニクス		
講師	佐藤和則		
概 要			
<p>次世代エレクトロニクスの候補である半導体スピントロニクスについて解説し、その実現のために必要な希薄磁性半導体の材料設計を、有限温度磁性の第一原理シミュレーションに基づき提案する。結晶成長条件の制御により希薄磁性半導体結晶中にナノ超構造強磁性体を生成する方法をデザインし、結晶磁気異方性や形状磁気異方性の制御による強い（高いブロッキング温度をもつ）磁石の創製法を提案する。デザインに基づいた新しい半導体スピントロニクスデバイスの実証実験について解説する。</p>			

コード	1B-10-A	講義日	12/18(月)
テーマ	強誘電体・圧電体デザイン		
題目	強誘電体の量子シミュレーション		
講師	小口多美夫		
概 要			
<p>誘電体の電子論に関して概説する。巨視的分極の計算手法とワニア関数による直感的な解釈に触れる。</p>			

コード	1B-10-B	講義日	12/18(月)
テーマ	強誘電体・圧電体デザイン		
題目	強誘電体・圧電体の量子デザイン		
講師	小口多美夫		
概 要			
<p>強誘電体・圧電体材料に関して簡単な紹介を行い、第一原理計算に基づく強誘電体・圧電体のマテリアルデザインの研究事例を示す。</p>			

コード	1B-11-A	講義日	1/15(月)
テーマ	カーボン系ナノ機能材料		
題目	カーボン系ナノ機能材料の基礎理論		
講師	草部浩一		
概 要			
フロンティアカーボンとして着目されているフラーレン、ナノチューブ、ナノ・ダイヤモンドなどのカーボン系ナノ機能材料を、半導体素子材料、磁性材料、電極材料などとして応用する際に必要となる設計・評価の基礎理論を概説する。次世代の有機物磁性体の設計法を用いたナノ炭素磁性体の設計例、電界効果型トランジスタとしてナノチューブを動作させる際に電界効果や伝導特性を解析する強電界下第一原理計算とその応用としてのデバイス設計例などを紹介する。リチウムイオン電池の負極材料としてのナノ炭素材料の評価法についても触れる。			

コード	1B-11-B	講義日	1/15(月)
テーマ	カーボン系ナノ機能材料		
題目	カーボン系ナノ材料のデザイン		
講師	草部浩一		
概 要			
カーボン系ナノ材料のバンドギャップ工学を概説する。ナノ炭素材料の電子状態設計が実測された例を通じて、実用デバイスへのデザインの波及効果や、さらなる省エネルギー量子デバイスの設計法などを議論する。直接遷移型から間接遷移型までバンドギャップを可変的に変化させる水素化及びフッ化炭素系材料の密度汎関数法による半導体ギャップ構造の解析例とそのバンドギャップ工学を論じる。			

コード	1B-12-A	講義日	1/22(月)
テーマ	分子エレクトロニクスデザイン		
題目	電荷移動過程		
講師	森川良忠		
概 要			
分子エレクトロニクスや電気化学反応で重要となってくる固体中や溶液中、および、界面での電荷移動過程の基礎について概説した後、その第一原理シミュレーションによる研究について紹介する。			

コード	1B-12-B	講義日	1/22(月)
テーマ	分子エレクトロニクスデザイン		
題目	有機分子エレクトロニクス		
講師	森川良忠		
概 要			
有機デバイスにおける効率を大きく左右する界面の電子状態、特に、電子準位接続を支配する要因について概説し、精度の良い理論的予測が可能になってきた第一原理シミュレーションの最近の動向について紹介する。			

コード	1B-13-A	講義日	1/29(月)
テーマ	表面反応デザイン		
題目	電気化学触媒反応		
講師	濱田幾太郎		
概 要			
燃料電池、二次電池など電気化学反応を用いたエネルギー変換デバイスはその重要性を増してきている。本講義ではエネルギー変換デバイスで特に重要となる電極、電解質溶液、それらで構成される電極界面を研究するための第一原理計算手法と最近の応用例を紹介する。			

コード	1B-13-B	講義日	1/29(月)
テーマ	表面反応デザイン		
題目	分子スピントロニクス		
講師	濱田幾太郎		
概 要			
スピントロニクスデバイスの素子としての有機分子やグラフェンの研究が盛んに行われている。本講義では特に分子・グラフェン/電極界面におけるスピントロニクスのデザインについて議論し、最近の研究事例を紹介する。			

コード	1B-14-A	講義日	2/5(月)
テーマ	ディスカッション・ディベート		
題目	ナノデザインの現状		
講師	講師全員		
概 要			
受講生と講師全員が参加してナノデザインの実例についてディスカッション・ディベートを行う。講師による失敗例をふくむ実例説明後、ナノデザインの可能性、導入のプランニング、実施方法、活用法、あるいはナノデザインの手法や問題点について討議を行う。			

コード	1B-14-B	講義日	2/5(月)
テーマ	ディスカッション・ディベート		
題目	ナノデザインの未来		
講師	講師全員		
概 要			
受講生と講師全員が参加してナノデザインの将来について、それぞれの経験や勉強して得た印象にもとづいて双方向のディスカッション・ディベートを行う。			

コース2. ナノエレクトロニクス・ナノ材料学

本コースで扱う「ナノエレクトロニクス」、「ナノ材料」は、現在の『ナノテクノロジー』の発展の源となった根幹をなすテーマである。ナノメートルスケールの加工や構造作製技術の向上に伴いナノ領域の扉が開かれ、エレクトロニクスに限らず様々な領域への応用に発展していった。本コースは、現在のナノテクノロジーにとりわけ興味があり、知識として学び、あるいは最新の情報を得て、近い将来に自分の仕事に役立てようと考えている受講生のための入門から、ナノの領域の研究・開発に携わっている受講生のための専門コースとしての内容までを網羅し幅広い層の受講生を対象としている。

講義は、各種材料・プロセス技術・評価技術に関わる基礎的な総論と、発光デバイスや太陽電池等の省・創エネルギーエレクトロニクスに関する応用に重点を置いた各論の各テーマから構成されている。通年の開講であるため、基礎と応用をバランスよく分散させ、年間を通して全受講生が学びやすいように系統的にプログラムを構成している。また、優れた専門性を持った学外教員を加え、それぞれの立場から各講師の専門性を生かした講義をしていただく。また、各遠隔教室からの質問やコメントを受け付けるとともに講義内容について理解を深める双方向議論を行う。

前 期 (4単位)

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師
1	4/11(火)	はじめに	2A-1-A	オリエンテーション	藤原康文* (阪大・工)
			2A-1-B	ナノ材料とフォトニクス	伊藤正* (阪大・ナノ)
2	4/18(火)	半導体	2A-2-A	半導体の基礎Ⅰ	奥山雅則* (阪大・ナノ)
			2A-2-B	半導体の基礎Ⅱ	
3	4/25(火)	酸化物エレクトロニクス	2A-3-A	酸化物とエレクトロニクスⅠ	木村剛* (阪大・基礎工)
			2A-3-B	酸化物とエレクトロニクスⅡ	
4	5/9(火)	有機半導体	2A-4-A	有機エレクトロニクスのための分子設計・合成Ⅰ	安蘇芳雄* (阪大・産研)
			2A-4-B	有機エレクトロニクスのための分子設計・合成Ⅱ	
5	5/16(火)	磁性体	2A-5-A	ナノ磁力材料からなる新規デバイスⅠ	中谷亮一* (阪大・工)
			2A-5-B	ナノ磁力材料からなる新規デバイスⅡ	
6	5/23(火)	強誘電体	2A-6-A	強誘電体とそのデバイス応用Ⅰ	藤村紀文* (阪府大・工)
			2A-6-B	強誘電体とそのデバイス応用Ⅱ	
7	5/30(火)	半導体プロセス	2A-7-A	半導体超微細加工プロセス概説Ⅰ	柳沢淳一* (滋賀県立大・工)
			2A-7-B	半導体超微細加工プロセス概説Ⅱ	
8	6/6(火)	ナノリスク	2A-8-A	ナノ材料の安全性Ⅰ	山本 仁* (阪大・安全)
			2A-8-B	ナノ材料の安全性Ⅱ	
9	6/13(火)	光学応答	2A-9-A	ナノ構造物質の作製と光学応答Ⅰ	芦田昌明* (阪大・基礎工)
			2A-9-B	ナノ構造物質の作製と光学応答Ⅱ	
10	6/20(火)	分子技術	2A-10-A	分子ナノシステムの構築と機能創発Ⅰ	桑原裕司* (阪大・工)
			2A-10-B	分子ナノシステムの構築と機能創発Ⅱ	
11	6/27(火)	評価技術	2A-11-A	走査プローブ顕微鏡手法の基礎と固液界面解析への応用Ⅰ	福井賢一* (阪大・基礎工)
			2A-11-B	走査プローブ顕微鏡手法の基礎と固液界面解析への応用Ⅱ	
12	7/4(火)	半導体プロセス	2A-12-A	半導体エピタキシャル成長技術と量子機能デバイスへの応用Ⅰ	藤原康文* (阪大・工)
			2A-12-B	半導体エピタキシャル成長技術と量子機能デバイスへの応用Ⅱ	

13	7/11(火)	フォトニクス応用	2A-13-A	テラヘルツ技術の最前線Ⅰ	斗内政吉* (阪大・レーザー)
			2A-13-B	テラヘルツ技術の最前線Ⅱ	
14	7/18(火)	産学連携	2A-14-A	結晶から展開した産学連携・異分野連携とベンチャー起業Ⅰ	森勇介* (阪大・工)
			2A-14-B	結晶から展開した産学連携・異分野連携とベンチャー起業Ⅱ	

後 期 (4単位)

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師
1	10/10(火)	トピックス	2B-1-A	ナノ解析とデバイス開発Ⅰ	上野山雄** (パナソニック㈱)
			2B-1-B	ナノ解析とデバイス開発Ⅱ	
2	10/17(火)	希土類材料と応用	2B-2-A	ハード磁性材料/白色LED用蛍光体のニーズと開発動向Ⅰ	町田憲一* (阪大・工)
			2B-2-B	ハード磁性材料/白色LED用蛍光体のニーズと開発動向Ⅱ	
3	10/24(火)	省エネルギーエレクトロニクス	2B-3-A	表面・界面計測と原子制御プロセスⅠ	渡部平司* (阪大・工)
			2B-3-B	表面・界面計測と原子制御プロセスⅡ	
4	10/31(火)	酸化物ナノエレクトロニクス	2B-4-A	機能性酸化物ナノエレクトロニクスⅠ	田中秀和* (阪大・産研)
			2B-4-B	機能性酸化物ナノエレクトロニクスⅡ	
5	11/7(火)	有機エレクトロニクス	2B-5-A	光電子機能有機材料を用いた有機電子デバイスⅠ	八瀬清志** (産総研)
			2B-5-B	光電子機能有機材料を用いた有機電子デバイスⅡ	
6	11/14(火)	有機トランジスタ	2B-6-A	有機材料の中を電気が流れるメカニズムⅠ	中山健一 (阪大・工)
			2B-6-B	有機材料の中を電気が流れるメカニズムⅡ	
7	11/21(火)	分子エレクトロニクス	2B-7-A	単一分子エレクトロニクスの現状と展望Ⅰ	山田亮* (阪大・基礎工)
			2B-7-B	単一分子エレクトロニクスの現状と展望Ⅱ	
8	11/28(火)	発光デバイス	2B-8-A	半導体発光デバイスⅠ	近藤正彦* (阪大・工)
			2B-8-B	半導体発光デバイスⅡ	
9	12/5(火)	スピントロニクス	2B-9-A	ナノ磁性とスピントロニクスⅠ	鈴木義茂* (阪大・基礎工)
			2B-9-B	ナノ磁性とスピントロニクスⅡ	
10	12/12(火)	無機太陽電池	2B-10-A	シリコン太陽電池に始まる研究開発の現状と今後の展開Ⅰ	太和田善久** (阪大・ナノ)
			2B-10-B	シリコン太陽電池に始まる研究開発の現状と今後の展開Ⅱ	
11	12/19(火)	有機エレクトロニクス	2B-11-A	液晶のエレクトロニクス・フォトニクスへの応用Ⅰ	尾崎雅則* (阪大・工)
			2B-11-B	液晶のエレクトロニクス・フォトニクスへの応用Ⅱ	
12	1/9(火)	有機太陽電池	2B-12-A	有機薄膜太陽電池Ⅰ	平本昌宏** (分子科学研究所)
			2B-12-B	有機薄膜太陽電池Ⅱ	
13	1/16(火)	カーボン材料	2B-13-A	ナノカーボンデバイスの基礎と応用Ⅰ	松本和彦* (阪大・産研)
			2B-13-B	ナノカーボンデバイスの基礎と応用Ⅱ	
14	1/23(火)	総合	2B-14-A	総合討論	コース担当 講師数名*
			2B-14-B	総合討論	

※エネルギー環境を中心とした講義を受講する場合は、他コースの講義を加えた「コースA エネルギー・環境ナノ理工学」を選択できる。(31ページ参照)

コード	2A-1-A/B	講義日	4/11(火)
テーマ	はじめに		
題目	オリエンテーション ナノ材料とフォトニクス		
講師	藤原康文・伊藤 正		
概 要			
本コースを開始するにあたり、講義の構成と年間の計画、履修できる内容を紹介します。引き続き、ナノ構造材料の光学的性質の特徴とそれらを観る様々な光計測技術についての概要を紹介し、議論する。			

コード	2A-2-A/B	講義日	4/18(火)
テーマ	半導体		
題目	半導体の基礎 I・II		
講師	奥山雅則		
概 要			
半導体材料とその接合構造における電子や正孔の振る舞いについて述べ、ダイオード・トランジスタの動作原理を説明する。さらに、光と半導体の相互作用から光吸収や発光などの半導体の光学的性質について述べ、光センサ、太陽電池、LED、レーザーダイオード等の光エレクトロニクス素子について説明する。			

コード	2A-3-A/B	講義日	4/25(火)
テーマ	酸化物エレクトロニクス		
題目	酸化物とエレクトロニクス I・II		
講師	木村剛		
概 要			
本講義では、次世代のエレクトロニクスに結びつくと期待される「酸化物」において出現する特異な物性現象（強誘電性、磁性、磁気伝導、電気磁気効果など）を、その物理的背景さらにはミクロな機構解明に役立つ観測手法などを交えて解説する。また酸化物材料における原子スケールの議論を基にした物質設計、物性制御を紹介する。			

コード	2A-4-A/B	講義日	5/9(火)
テーマ	有機半導体		
題目	有機エレクトロニクスのための分子設計・合成 I・II		
講師	安蘇芳雄		
概 要			
有機エレクトロニクスの中心となる有機半導体の物性制御・分子設計の考え方を低分子系、オリゴマー系を中心として解説する。また、有機合成による有機半導体開発の実際を紹介する。			

コード	2A-5-A/B	講義日	5/16(火)
テーマ	磁性体		
題目	ナノ磁力材料からなる新規デバイス I・II		
講師	中谷亮一		
概 要			
磁性材料は、紀元前7世紀には既に知られていた古い材料であるが、現在でも永久磁石、磁気記録、磁界センサなど、多くの分野で人間の生活を支えている。特に、磁気ストレージ技術は、1898年の磁性ワイヤへの録音装置に始まり、ハードディスク装置へと進歩してきた。本講義では、磁気ストレージ技術の進歩に係る種々の現象、ナノ構造によって創出された種々の磁気デバイスについて概説する。			

コード	2A-6-A/B	講義日	5/23(火)
テーマ	強誘電体		
題目	強誘電体とそのデバイス応用 I・II		
講師	藤村紀文		
概 要			
強誘電体は半導体や強磁性体ほど広く知られているわけではないが、大きな誘電率を利用した超小型キャパシタ、圧電性を利用したアクチュエーターや周波数フィルターや焦電性を利用した人感センサーなど私たちの身の回りの電子デバイスで色々なところで利用されている。最近では、IoT 社会の中で利用される様々なセンシングデバイス、低消費電力論理回路やメモリー素子として、さらに環境や人間の動きからエネルギーを得るエネルギーハーベスタとしての利用も検討されている。本講義では、強誘電体の多彩な物性発現の起源を述べたのちに、トリリオンセンサーネットワークの中で期待される最新技術の一端を紹介する。			

コード	2A-7-A/B	講義日	5/30(火)
テーマ	半導体プロセス		
題目	半導体超微細加工プロセス概説 I・II		
講師	柳沢淳一		
概 要			
最初の電子計算機からトランジスタ、集積回路へと発展してきた流れと、その実現に必要な MOS 構造、さらにそれらの作製に必要な半導体超微細加工プロセス（光リソグラフィ、電子線リソグラフィ、集束イオンビームプロセス、ナノインプリント）を概説する。			

コード	2A-8-A/B	講義日	6/6(火)
テーマ	ナノリスク		
題目	ナノ材料の安全性 I・II		
講師	山本仁		
概 要			
近年様々な分野で開発されているナノ材料は、未だその人体に対する影響がよく知られておらず、新たな職業性疾病の原因となる危険性が指摘されている。本講義では、そのようなナノ材料の安全性について、最新の研究成果等を交えながら解説する。			

コード	2A-9-A/B	講義日	6/13(火)
テーマ	光学応答		
題目	ナノ構造物質の作製と光学応答 I・II		
講師	芦田昌明		
概 要			
ナノ構造に閉じ込められた電子状態の特徴とその応用について、光学応答を中心に概説する。さらに、ナノ構造物質の作製法について触れた後、光による運動制御やナノとマイクロの中間サイズ領域に見られる新奇光学応答など、最新の研究内容についても紹介する。			

コード	2A-10-A/B	講義日	6/20(火)
テーマ	分子技術		
題目	分子ナノシステムの構築と機能創発 I・II		
講師	桑原裕司		
概 要			
ナノスケール微細加工技術について、トップダウンとボトムアップの融合の観点から概説する。後半では、特に有機材料を用いた分子ナノシステムの構築とその機能創発について、最新のトピックスを交えて講義する。			

コード	2A-11-A/B	講義日	6/27(火)
テーマ	評価技術		
題目	走査プローブ顕微鏡手法の基礎と固液界面解析への応用 I・II		
講師	福井賢一		
概 要			
STM や AFM などの走査プローブ顕微鏡は、原子・分子スケールで固体表面やその上に吸着した分子の局所構造や電子状態を計測する手法として広く認知されているが、近年のめざましい技術的進歩によって固液界面“近傍”の液体側の情報まで得られるようになってきた。本講義では、その計測法の基礎から固液界面についての最先端の研究結果までを概説する。			

コード	2A-12-A/B	講義日	7/4(火)
テーマ	半導体プロセス		
題目	半導体エピタキシャル成長技術と量子機能デバイスへの応用 I・II		
講師	藤原康文		
概 要			
半導体量子機能デバイスは高度なエピタキシャル成長技術により支えられている。一連のエピタキシャル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紹介する。また、それらエピタキシャル成長技術を有効に活用した量子機能デバイスの一端を紹介する。			

コード	2A-13-A/B	講義日	7/11(火)
テーマ	フォトニクス応用		
題目	テラヘルツ技術の最前線 I・II		
講師	斗内政吉		
概 要			
現在注目を集めるテラヘルツ工学について、その現状と将来展望を概説し、テラヘルツ工学を支えるナノデバイス・光技術などについて紹介するとともに、テラヘルツ時間領域分光の基礎とそれを用いた物性分析科学の最前線について解説する。			

コード	2A-14-A/B	講義日	7/18(火)
テーマ	産学連携		
題目	結晶から展開した産学連携・異分野連携とベンチャー起業 I・II		
講師	森勇介		
概 要			
非線形光学材料 CsLiB6O10(CLBO) の発見から産学連携による実用化、そしてその過程で研究開発した高品質結晶育成技術のタンパク質結晶や窒化物半導体結晶育成への展開について述べる。また、研究開発した結晶成長技術を基にタンパク質結晶化受託ベンチャー企業「株創晶」を設立した経緯について紹介する。			

コード	2B-1-A/B	講義日	10/10(火)
テーマ	トピックス		
題目	ナノ解析とデバイス開発 I・II		
講師	上野山雄		
概 要			
最近のデバイス開発やそれに伴う材料開発には計算科学を利用することが半ば常識化されています。材料の物性、例えば吸収係数などを第一原理計算を用いて予想したり、気相での結晶成長などの課題が分子動力学によって解析されてきたりしている。本講義では企業でのデバイス開発においてナノスケールの解析からデバイスのマクロな性能を予想し、最適構造や最適材料の探索の手法を紹介する。			

コード	2B-2-A/B	講義日	10/17(火)
テーマ	希土類材料と応用		
題目	ハード磁性材料／白色 LED 用蛍光体のニーズと開発動向 I・II		
講師	町田憲一		
概 要			
希土類（ランタニド）材料は 4f 電子に基づく有用な機能を持ち、永久磁石（ハード磁性材料）、蛍光体・固体レーザ、触媒・固体電解質等々として利用されている。特に、省エネルギーを志向した最近のエコ家電やエコカーには、高い性能を実現する希土類材料は必要不可欠となっている。本講義では、1) HEV や HV の高出力化と高燃費には欠かせない希土類磁石、2) 白色 LED を用いた固体照明向けに使用されている希土類賦活蛍光体などを中心に、最近の仕様ニーズとそれに対する希土類関連材料の開発動向を紹介する。			

コード	2B-3-A/B	講義日	10/24(火)
テーマ	省エネルギーエレクトロニクス		
題目	表面・界面計測と原子制御プロセスⅠ・Ⅱ		
講師	渡部平司		
概 要			
省エネルギーエレクトロニクスの研究開発事例として、超低消費電力集積回路ならびにワイドバンドギャップ半導体パワーデバイスにおける金属-酸化物-半導体(MOS)界面物性の基礎や、その制御技術の重要性について紹介する。			

コード	2B-4-A/B	講義日	10/31(火)
テーマ	酸化ナノエレクトロニクス		
題目	機能性酸化ナノエレクトロニクスⅠ・Ⅱ		
講師	田中秀和		
概 要			
機能性酸化物エレクトロニクスを支える薄膜プロセスは、ボトムアップナノテクノロジーの代表的な中核技術である。原子スケールでの物質設計と薄膜結晶成長に基づく強磁性・誘電性などの物性制御、薄膜界面での機能融合による新奇デバイス創製について講義する。			

コード	2B-5-A/B	講義日	11/7(火)
テーマ	有機エレクトロニクス		
題目	光電子機能有機材料を用いた有機電子デバイスⅠ・Ⅱ		
講師	八瀬清志		
概 要			
有機トランジスタ、有機ELテレビや有機EL照明、有機太陽電池、メモリー等の実用化が進められている光電子機能有機・高分子材料を用いた分子エレクトロニクスの現状と展望を紹介する。 (I) 分子エレクトロニクスのシーズ：材料、プロセス、計算・シミュレーション、評価技術 (II) 分子エレクトロニクスのニーズ：トランジスタ、EL、太陽電池、メモリー			

コード	2B-6-A/B	講義日	11/14(火)
テーマ	有機トランジスタ		
題目	有機材料の中を電気が流れるメカニズムⅠ・Ⅱ		
講師	中山健一		
概 要			
基本的には電気を流しにくい有機材料を用いて、高いデバイス性能を達成するためには、有機材料の中を電気がどのように流れているかを知ることが重要である。本講義では、一分子の構造や電子状態といったミクロな性質が、デバイスの電気特性というマクロな性質にどのようにつながっていくのか、有機エレクトロニクスデバイスの動作機構に関する考え方を紹介する。			

コード	2B-7-A/B	講義日	11/21(火)
テーマ	分子エレクトロニクス		
題目	単一分子エレクトロニクスの現状と展望Ⅰ・Ⅱ		
講師	山田亮		
概 要			
電極に接続された有機分子1つを利用して情報処理を行う分子エレクトロニクスに関する研究を、1分子物性計測技術を中心に解説する。1nmを超えるような長い分子1本を介した電気伝導や、ダイオード特性などの機能性素子に関する最近の話題を取り上げる。			

コード	2B-8-A/B	講義日	11/28(火)
テーマ	発光デバイス		
題目	半導体発光デバイスⅠ・Ⅱ		
講師	近藤正彦		
概 要			
半導体発光デバイスの代表例としては発光ダイオード(LED)と半導体レーザー(LD)がある。それらのデバイスの動作原理を説明した後に、デバイスの応用例を示す。最後に今後の発展方向について議論していく。			

コード	2B-9-A/B	講義日	12/5(火)
テーマ	スピントロニクス		
題目	ナノ磁性とスピントロニクスⅠ・Ⅱ		
講師	鈴木義茂		
概 要			
マイクロエレクトロニクスの発展の歴史の中で半導体工学と磁気工学を結びつける「スピントロニクス」がいかんして提案され発展してきたかをその基本原理と共に学ぶ。さらに、「スピン流」などの新概念、「スピンRAM」などの応用研究の展開について学ぶ。			

コード	2B-10-A/B	講義日	12/12(火)
テーマ	無機太陽電池		
題目	シリコン太陽電池に始まる研究開発の現状と今後の展開Ⅰ・Ⅱ		
講師	太和田善久		
概 要			
太陽電池の動作原理、主要材料であるシリコンの材料技術、太陽電池デバイスの特性評価、製品化のイノベーションについて解説する。近年では化合物、有機、有機無機複合、酸化物と多様化している。これらの研究動向も紹介し、COP21合意実現に向けて更なる導入が求められている状況についても述べる。			

コード	2B-11-A/B	講義日	12/19(火)
テーマ	有機エレクトロニクス		
題目	液晶のエレクトロニクス・フォトニクスへの応用 I・II		
講師	尾崎雅則		
概 要			
<p>液晶は、これまでディスプレイや光デバイスに応用されてきた。しかし、液晶のもつ自己組織性、大きな異方性、高い外場応答性は、より高機能、高性能な材料・デバイスへの応用が期待できる。そこで、液晶の新しい応用展開として、フォトニック結晶・プラズモニクス・メタマテリアルなどのナノフォトニクス応用、トランジスタ・太陽電池などのエレクトロニクス応用について紹介する。</p>			

コード	2B-12-A/B	講義日	1/9(火)
テーマ	有機太陽電池		
題目	有機薄膜太陽電池 I・II		
講師	平本昌宏		
概 要			
<p>有機薄膜太陽電池の社会的位置づけ、歴史、原理、ナノ構造制御、有機半導体の超高純度化、pn 制御、内蔵電界形成、開放端電圧の決定要因、近赤外利用、今後の展望など、について述べる。</p>			

コード	2B-13-A/B	講義日	1/16(火)
テーマ	カーボン材料		
題目	ナノカーボンデバイスの基礎と応用 I・II		
講師	松本和彦		
概 要			
<p>グラフェンやカーボンナノチューブに代表されるナノカーボンの基礎的な構造や成長法、特殊な量子伝導特性である一次元伝導、コヒーレント伝導、クーロンブロック伝導を紹介し、応用として、最新のトランジスタへ応用、高感度センサーへの展開応用などについて述べる。</p>			

コード	2B-14-A/B	講義日	1/23(火)
テーマ	総合		
題目	総合討論		
講師	コース担当講師数名		
概 要			
<p>講師による講義の補足や、受講生からの質問にいろいろな立場から講師あるいは他の受講生が答えるなど、双方向の討論会・交流の場とする。討論への積極的な参加を期待する。</p>			

コース3. 超分子・ナノバイオ学

ナノテクとバイオ・化学、さらにそれらと光技術等の融合は、グリーン（新機能材料）とライフ（バイオ、医療、創薬）に跨がる幅広い応用分野において将来の展開に向けての大きな期待と関心を集めている。

本コースでは、『ナノ化学』をキーワードに、有機・無機・金属などを用いた機能性材料や、生体観察・再生医療・創薬などのバイオテクノロジーに関して、ナノ～マイクロ領域に着目し、様々な角度から講義を行う。

前期では触媒・高分子・超分子などの化学的な講義から、熱電変換材料・光応答性機能材料・光応答性の有機材料などのデバイス応用に関する講義を取り上げる。後期では、細胞操作と制御、極微生体力学、生体光計測、医用診断法、DNA エンジニアリングなどのバイオ関連の講義を取り上げる。さらにこれらの研究に必要なナノスケールのサイズを持つ物質の光学特性とその計測方法についても取り上げる。学期の最後にはトピックス的話題を提供し、少し異なる視点からナノ化学を論じる。

講義では、各遠隔教室からの質問やコメントを受け付けるとともに、講義内容について理解を深める双方向議論を行う。また、最終日には講師と受講生が集まって忌憚なく意見を交換できる双方向の『総合討論』の場を設ける。

前 期（4単位）

* 実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師
1	4/12(水)	コース概要、電子励起状態分子の科学と計測、応用	3A-1-A	コース概要、電子励起状態分子の科学と計測	宮坂博* (阪大・基礎工)
			3A-1-B	電子励起状態分子の科学と応用	
2	4/19(水)	微小作用力と分析化学	3A-2-A	溶液界面・微粒子の新分析法Ⅰ	渡會 仁* (阪大・ナノ)
			3A-2-B	溶液界面・微粒子の新分析法Ⅱ	
3	4/26(水)	高分子ミセル	3A-3-A	高分子ミセル概説	橋爪章仁 (阪大・理)
			3A-3-B	高分子ミセルの特性解析	
4	5/10(水)	超分子集合体	3A-4-A	表面・界面における超分子集合体の形成Ⅰ	戸部義人* (阪大・基礎工)
			3A-4-B	表面・界面における超分子集合体の形成Ⅱ	
5	5/17(水)	機能性高分子	3A-5-A	フォトレジスト材料と微細構造形成プロセス	堀邊英夫* (大阪市大・工)
			3A-5-B	フッ素系高分子の結晶構造制御	
6	5/24(水)	光エネルギーの化学的利用	3A-6-A	光触媒の原理と応用Ⅰ	平井隆之* (阪大・太陽)
			3A-6-B	光触媒の原理と応用Ⅱ	
7	5/31(水)	ナノ構造熱電発電材料の化学	3A-7-A	基礎	河合壯* (奈良先端大・物質)
			3A-7-B	最近の潮流と展望	
8	6/7(水)	分子・デバイス設計とナノ化学	3A-8-A	有機光化学および有機電子移動化学の基礎	池田浩* (阪府大・工)
			3A-8-B	有機光化学および有機電子移動化学の応用	
9	6/14(水)	分子・デバイス設計とナノ化学	3A-9-A	ナノ粒子の分光・光学特性、作製技術とナノフォトニクスへの応用Ⅰ	朝日剛* (愛媛大・工)
			3A-9-B	ナノ粒子の分光・光学特性、作製技術とナノフォトニクスへの応用Ⅱ	
10	6/21(水)	分子・デバイス設計とナノ化学	3A-10-A	分子系の二光子吸収とその応用Ⅰ	鎌田賢司** (産総研)
			3A-10-B	分子系の二光子吸収とその応用Ⅱ	
11	6/28(水)	分子・デバイス設計とナノ化学	3A-11-A	光応答性機能分子材料化学Ⅰ	小畠誠也* (大阪市大・工)
			3A-11-B	光応答性機能分子材料化学Ⅱ	
12	7/5(水)	ナノ粒子触媒	3A-12-A	ナノ粒子触媒を用いた官能基変換反応Ⅰ	實川浩一郎* (阪大・基礎工)
			3A-12-B	ナノ粒子触媒を用いた官能基変換反応Ⅱ	

13	7/12(水)	超分子とナノマシン	3A-13-A	自然共生化学における超分子ポリマー	原田明* (阪大・理)
			3A-13-B	超分子マテリアルの創成	
14	7/19(水)	【トピックス】 システムデザインに おけるナノ構造	3A-14-A	半導体デバイス中のナノ構造とその役割	藤井克司* (北九州市大・ 環境技術研)
			3A-14-B	システムの最適化と個々のデバイスの役割	

後 期 (4単位)

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師
1	10/11(水)	メカノバイオロジー	3B-1-A	細胞の力感知・応答メカニズム	出口真次 (阪大・基礎工)
			3B-1-B	細胞発生力のイメージング	
2	10/18(水)	生体イメージング	3B-2-A	生体イメージング概論	石井優* (阪大・医)
			3B-2-B	生体イメージング各論	
3	10/25(水)	ナノバイオイメージ ング	3B-3-A	顕微鏡による結像の原理と空間分解能	藤田克昌* (阪大・工)
			3B-3-B	最新のバイオイメージング技術	
4	11/1(水)	発光・蛍光タンパ ク質プローブ	3B-4-A	蛍光・化学発光タンパク質の開発と生命 科学研究への応用	永井建治* (阪大・産研)
			3B-4-B	化学発光タンパク質の社会実装へ向けて	
5	11/8(水)	分子動力学シミュレ ーション	3B-5-A	分子動力学シミュレーションを用いた分子 集合系のマイクロ解析Ⅰ	松林伸幸 (阪大・基礎工)
			3B-5-B	分子動力学シミュレーションを用いた分子 集合系のマイクロ解析Ⅱ	
6	11/15(水)	バイオメディカルイ メージング	3B-6-A	光計測と生体イメージング	近江雅人 (阪大・医)
			3B-6-B	生体光干渉断層イメージング (OCT)	
7	11/22(水)	メカノバイオフォト ニクス	3B-7-A	フォトンの力学作用と細胞操作	杉浦忠男* (崇城大・情報)
			3B-7-B	フォトンの力学作用と細胞制御	
8	11/29(水)	ケミカルバイオロジ ー	3B-8-A	細胞の分子を見るイメージングプローブ	築地真也 (名工大・生命)
			3B-8-B	細胞の分子を操る制御ツール	
9	12/6(水)	ナノ再生材料と再 生医療	3B-9-A	ナノ再生材料の基礎	山本雅哉 (京大・再生医研)
			3B-9-B	ナノ再生材料の再生医療への応用	
10	12/13(水)	ナノ細胞工学と再 生医療	3B-10-A	ナノ技術の再生医療・組織工学への応用 Ⅰ	紀ノ岡正博* (阪大・工)
			3B-10-B	ナノ技術の再生医療・組織工学への応用 Ⅱ	
11	12/20(水)	DNA ナノエンジニア リング	3B-11-A	DNA ナノテクノロジー入門	村田智* (東北大・工)
			3B-11-B	DNA ナノテクノロジーから分子ロボティク スへ	
12	1/10(水)	フォトニクスによる 生命現象の理解と 医薬品の開発	3B-12-A	薬物代謝の分子機構とナノテクノロジーを 利用した分析法の開発Ⅰ	宇野公之* (阪大・薬)
			3B-12-B	薬物代謝の分子機構とナノテクノロジーを 利用した分析法の開発Ⅱ	
13	1/17(水)	【トピックス】 ドラッグデリバリー システム	3B-13-A	遺伝子治療とは？	中川晋作* (阪大・薬)
			3B-13-B	アデノウイルスベクターを用いた遺伝子治 療	
14	1/24(水)	総合討論	3B-14-A	講師と受講生との総合討論	コース主任を中心 とした講師数名*
			3B-14-B		

※分子機能化学関係の講義中心の受講を希望する場合は「コースB ナノ機能化学」を選択できる。(33ページ参照)

※ナノバイオ応用関係の講義を中心に受講を希望する場合は、他コースの以下の講義を重ねて聴講することが可能で、申請により出席日数に算入できる。(コース2：6/6 2A-8、コース4：7/6 4A-11、7/13 4A-12)

コード	3A-1-A/B	講義日	4/12(水)
テーマ	コース概要、電子励起状態分子の科学と計測、応用		
題目	コース概要、電子励起状態分子の科学と計測 電子励起状態分子の科学と応用		
講師	宮坂博		
概 要			
<p>コース3の講義概要を示し、その後、光エネルギー変換、物質変換に重要な役割を果たす有機分子の電子励起状態の特徴、反応挙動（光化学過程）について説明する。また電子励起状態分子の反応の検出に必要なレーザー時間分解測定法の原理と応用例、レーザーを用いた化学反応の制御法についても紹介する。また、電子励起状態分子からの発光（蛍光）を利用したナノ計測についても紹介し、議論する。</p>			

コード	3A-2-A/B	講義日	4/19(水)
テーマ	微小作用力と分析化学		
題目	溶液界面・微粒子の新分析法 I・II		
講師	渡會仁		
概 要			
<p>厚さが1nm レベルの液液界面で起こる触媒反応やキラル認識反応を測定する分光計測法とその応用例を解説する。また、レーザー光泳動、誘電泳動、磁気泳動、および電磁泳動などの微小作用力を用いて単一微粒子を分析する新しい手法を紹介する。特に、磁場を利用する新規な分離・検出・イメージング法の開発とその応用例について解説する。</p>			

コード	3A-3-A/B	講義日	4/26(水)
テーマ	高分子ミセル		
題目	高分子ミセル概説 高分子ミセルの特性解析		
講師	橋爪章仁		
概 要			
<p>前半では、パーソナルケア製品、ペイント・コーティング、ドラッグデリバリーなどで応用が期待されている高分子ミセルの構造、特性、および用途について概説する。後半では、高分子ミセルを実用化する際に必須となる特性解析の方法について解説する。</p>			

コード	3A-4-A/B	講義日	5/10(水)
テーマ	超分子集合体		
題目	表面・界面における超分子集合体の形成 I・II		
講師	戸部義人		
概 要			
<p>分子が自己集合することにより形成される超分子集合体は、ボトムアップ型ナノサイエンスの基礎である。気液界面、固液界面あるいは固体表面において形成される単分子膜状集合体の形成に関して、作製法、分析法、研究例と応用の可能性について紹介する。</p>			

コード	3A-5-A/B	講義日	5/17(水)
テーマ	機能性高分子		
題目	フォトレジスト材料と微細構造形成プロセス フッ素系高分子の結晶構造制御		
講師	堀邊英夫		
概 要			
<p>フォトレジスト材料やそれを用いた微細構造形成について概説する。特に、化学増幅系ポジ型レジストについて、ベースポリマー、酸発生剤、溶解抑制剤の3成分からなるレジストの感度、解像度、反応メカニズムについて解説する。フッ素系高分子の1つであるポリフッ化ビニリデンには3つの結晶構造が存在する。I型結晶のみが圧電性、焦電性を有するが、I型結晶は準安定状態である。結晶構造を決定する物性について議論する。</p>			

コード	3A-6-A/B	講義日	5/24(水)
テーマ	光エネルギーの化学的利用		
題目	光触媒の原理と応用 I・II		
講師	平井隆之		
概 要			
<p>半導体を中心とする光触媒材料の動作原理について概説する。さらに、エネルギー変換（水の光分解による水素製造）、環境浄化（有害物質等の分解）、有機合成反応への応用などの具体例について解説する。</p>			

コード	3A-7-A/B	講義日	5/31(水)
テーマ	ナノ構造熱発電材料の化学		
題目	基礎 最近の潮流と展望		
講師	河合壯		
概 要			
<p>熱発電は工場、自動車、OA機器さらには人体などの周囲の温度差から直接電力を得る技術として注目されており、すでに実用化が進められている。本講義では、熱発電材料開発の基本的な考え方を講義すると共に、特にカーボンナノチューブなどのナノ材料を利用したフレキシブル熱発電の開発の現状について紹介し今後の発展を展望する。</p>			

コード	3A-8-A/B	講義日	6/7(水)
テーマ	分子・デバイス設計とナノ化学		
題目	有機光化学および有機電子移動化学の基礎 有機光化学および有機電子移動化学の応用		
講師	池田浩		
概 要			
<p>旧来、有機ラジカルや有機ラジカルイオンは、様々な有機化学反応の中間体として認識され、純正化学（Pure Chemistry）の観点から主に議論されてきた。しかし、最近ではそれらの特性を活かした応用研究が精力的に行われており、応用化学（Applied Chemistry）の観点からも重要性を増している。本講義では、その基礎となる有機光化学と有機電子移動化学を概説し、関連する最近の応用研究例（有機ELや有機ラジカル電池など）について紹介する。</p>			

コード	3A-9-A/B	講義日	6/14(水)
テーマ	分子・デバイス設計とナノ化学		
題目	ナノ粒子の分光・光学特性、作製技術とナノフォトニクスへの応用 I・II		
講師	朝日剛		
概 要			
前半では、ナノ粒子の光・電子物性や光学特性と粒子サイズの関係について、金属、無機半導体、有機材料ごとにその特徴を概論する。後半では、ナノサイズ効果を利用したデバイスやセンシング技術への応用展開を、ナノ粒子の作製技術とともに紹介する。			

コード	3A-10-A/B	講義日	6/21(水)
テーマ	分子・デバイス設計とナノ化学		
題目	分子系の二光子吸収とその応用 I・II		
講師	鎌田賢司		
概 要			
近年種々の応用が期待されている分子系の二光子吸収過程について、その基礎的な概念と分子構造との関係、評価方法の原理と実例、三次非線形光学定数との関係、そして、その応用についてまでを紹介する。			

コード	3A-11-A/B	講義日	6/28(水)
テーマ	分子・デバイス設計とナノ化学		
題目	光応答性機能分子材料化学 I・II		
講師	小島誠也		
概 要			
光にตอบสนองして分子構造を変え、分子の持つ性質が変化するフォトクロミック反応に関し、光化学の基礎から紹介する。フォトクロミック反応の原理、分子材料の設計、評価方法に関して詳述する。			

コード	3A-12-A/B	講義日	7/5(水)
テーマ	ナノ粒子触媒		
題目	ナノ粒子触媒を用いた官能基変換反応 I・II		
講師	實川浩一郎		
概 要			
遷移金属をナノ粒子化して規則性構造をもつ固体表面に固定化すると、高活性高選択性を示す触媒ができる。分子論的な触媒設計法に基づく新規ナノ粒子触媒の調製と、その触媒を用いた環境調和型の有機化合物の各種変換反応について解説する。			

コード	3A-13-A/B	講義日	7/12(水)
テーマ	超分子とナノマシン		
題目	自然共生化学における超分子ポリマー超分子マテリアルの創成		
講師	原田明		
概 要			
高分子を集合させた超分子ポリマーを形成させ、ナノメートルサイズの構造を構築し、新たな機能を追及する新たな分野について講義する。分子の集合体であるがゆえに発現する動的な機能についても述べる。			

コード	3A-14-A/B	講義日	7/19(水)
テーマ	【トピックス】システムデザインにおけるナノ構造		
題目	半導体デバイス中のナノ構造とその役割 システムの最適化と個々のデバイスの役割		
講師	藤井克司		
概 要			
ナノ構造は化学や生物における分子構造設計や機能発現だけでなく、半導体デバイスの中でも実際に設計され利用されている。これら、分子としてみたナノ構造とは少し異なる周期構造を持つ結晶中でのナノ構造の役割について、いくつかの例を挙げて紹介する。 また、このように設計・作製された個々のデバイスの機能がいかに優れていようと、これらを構成するシステムとしての働きに鑑みたときに、デバイス同士のマッチングが良くないとその機能は発揮されない。このような例について太陽光を用いて水分解を行う際のシステムを例に紹介する。このようなシステムの最適化について、ナノ構造を応用した高機能を発揮する分子設計にも応用されることを期待する。			

コード	3B-1-A/B	講義日	10/11(水)
テーマ	メカノバイオロジー		
題目	細胞の力感知・応答メカニズム 細胞発生力のイメージング		
講師	出口真次		
概 要			
前半：生体内の細胞は常に物理的な力の作用を受けながら、自らの機能を維持・発現している。昨今の研究から、この細胞による力の感知と応答が身体の形成、健康の維持や病気の発生に関わっていることが明らかにされつつある。このことは将来の医療や創薬を進めるうえで重要な知識となると考えられる。これらの背景をもとに、本講義の前半では生命現象における物理的な力の役割を調べる研究領域メカノバイオロジーについて、その世界的状況を紹介する。 後半：細胞が発生する微小な力の画像化技術に関して、世界的な動向および講師自身の研究内容を紹介する。また、ドラッグリポジショニングの概念を基にした当該技術の応用例を紹介し、新しいビジネスチャンスについて議論する。			

コード	3B-2-A/B	講義日	10/18(水)
テーマ	生体イメージング		
題目	生体イメージング概論 生体イメージング各論		
講師	石井優		
概 要			
<p>前半：近年の光イメージング技術の進歩により、生きた個体内で生きた組織・細胞の動態をリアルタイムかつ高時空間分解能で捉えることができるようになってきた。本講では、生体イメージング技術のこれまでの進歩とその原理の概要を解説する。</p> <p>後半：生体イメージング技術を駆使してどのような生命現象が新たに明らかになってきたのか、免疫・骨代謝・がんなどのいくつかの具体例を挙げて、その方法論の詳細や今後の発展・医療応用について解説する。</p>			

コード	3B-3-A/B	講義日	10/25(水)
テーマ	ナノバイオイメージング		
題目	顕微鏡による結像の原理と空間分解能 最新のバイオイメージング技術		
講師	藤田克昌		
概 要			
<p>各種光学顕微鏡の結像理論を中心に、その解像能力や各種観察法の特徴、用途を概説する。多光子顕微鏡や超解像顕微鏡等の最先端顕微鏡の原理、特徴から応用についても概説する。</p>			

コード	3B-4-A/B	講義日	11/1(水)
テーマ	発光・蛍光タンパク質プローブ		
題目	蛍光・化学発光タンパク質の開発と生命科学 研究への応用 化学発光タンパク質の社会実装へ向けて		
講師	永井建治		
概 要			
<p>前半：蛍光タンパク質によるバイオイメージングは生命科学研究に革命をもたらしたことは論をまたない。しかしながら、蛍光観察に必須の励起光照射が、時に細胞環境を攪乱し、或いは組織診部の観察を困難にする。本講演ではこのような蛍光観察に潜む問題点を払拭する高光度化学発光タンパク質の開発について最近の我々の知見を紹介する。</p> <p>後半：ホタルをはじめヤコウタケやオワンクラゲ等の発光生物は、発光タンパク質ルシフェラーゼが発光基質であるルシフェリンを酸化する反応によって光ることが知られている。本講演では、発光タンパク質と蛍光タンパク質のハイブリッド化によって実現する高光度化・多色化と、それらを利用した次世代照明技術への応用可能性について紹介する。</p>			

コード	3B-5-A/B	講義日	11/8(水)
テーマ	分子動力学シミュレーション		
題目	分子動力学シミュレーションを用いた分子集合系 のマイクロ解析 I・II		
講師	松林伸幸		
概 要			
<p>分子動力学シミュレーションは、分子集合系のマイクロ解析を可能とする統計力学的計算手法である。本講義では、手法の基礎を紹介し、ミセル・脂質膜・高分子のような秩序とランダム性を兼ね備えた分子集合系における分子間相互作用を機能との関連で議論する。</p>			

コード	3B-6-A/B	講義日	11/15(水)
テーマ	バイオメディカルイメージング		
題目	光計測と生体イメージング 生体光干渉断層イメージング(OCT)		
講師	近江雅人		
概 要			
<p>最近、医療現場のニーズに伴い、光計測技術によるイメージングの進展が著しい。とくに、光干渉を用いた断層イメージング(OCT)は、生体表皮下で深さ1~2 mmに渡っておよそ10 μmの分解能で断層イメージを取得できる技術である。さらに、拡散光を用いたイメージングや分光計測を用いたイメージング等も検討されている。本講義では、光計測をベースとする生体イメージングの進展とOCTの将来展望について平易に解説する。</p>			

コード	3B-7-A/B	講義日	11/22(水)
テーマ	メカノバイオフォトリクス		
題目	フォトンの力学作用と細胞操作 フォトンの力学作用と細胞制御		
講師	杉浦忠男		
概 要			
<p>フォトンの力学作用である放射圧を用いたマイクロマニピュレーション法や計測技術が開発されている。細胞操作や細胞の力学特性計測に注目し、細胞中のナノメトリックな構造などを制御・計測する手法について概説する。</p>			

コード	3B-8-A/B	講義日	11/29(水)
テーマ	ケミカルバイオロジー		
題目	細胞の分子を見るイメージングプローブ 細胞の分子を操る制御ツール		
講師	築地真也		
概 要			
<p>前半：生命や疾患のメカニズムを解明するためには、細胞の中で働いているタンパク質や脂質などの分子の挙動をその場で観察して解析する技術が不可欠である。本講義では、生きた細胞の中の分子の量、局在、活性、相互作用などをリアルタイムに目で見て解析するための最先端イメージングプローブについて紹介する。</p> <p>後半：細胞を真に理解し、創薬や医療を進展させるには、分子を観察する技術だけでなく、細胞の中の分子や情報伝達を人為的に精密に制御する技術も重要である。本講義では、細胞の中の特定の分子や情報伝達経路を化合物や光で人為的に操るための最先端制御ツールについて紹介する。講義 A と B では共通して、プローブやツールの原理、設計戦略、長所・短所などについて解説し、“分子を作る化学”と“生物”の境界領域の面白さと可能性に迫る。</p>			

コード	3B-9-A/B	講義日	12/6(水)
テーマ	ナノ再生材料と再生医療		
題目	ナノ再生材料の基礎 ナノ再生材料の再生医療への応用		
講師	山本雅哉		
概 要			
<p>再生医療は、患者を治療する再生治療と将来の再生治療を支える再生研究とからなる。この再生医療への応用を指向したバイオマテリアルやドラッグデリバリーシステム（DDS）を基盤とするナノ再生材料について概説するとともに、その再生治療への応用について紹介する。</p>			

コード	3B-10-A/B	講義日	12/13(水)
テーマ	ナノ細胞工学と再生医療		
題目	ナノ技術の再生医療・組織工学への応用 I・II		
講師	紀ノ岡正博		
概 要			
<p>培養面のナノスケールで凹凸を細胞は検出し、細胞形態が変化する。また、培養表面の接着タンパク量などによっても変化する。細胞形態は、細胞の増殖、分化に大きく寄与しており、再生医療の移植用途での細胞調整は重要な工程となる。ここでは、ナノスケールでの細胞制御の解説から、応用としてマクロスケールでの大量培養まで紹介する。</p>			

コード	3B-11-A/B	講義日	12/20(水)
テーマ	DNA ナノエンジニアリング		
題目	DNA ナノテクノロジー入門 DNA ナノテクノロジーから分子ロボティクスへ		
講師	村田智		
概 要			
<p>前半：塩基配列をコンピュータで設計した DNA を人工的に合成しそれを材料にさまざまなナノ構造や機能デバイスを作製する技術「DNA ナノテクノロジー」が急速に進展している。ここでは、DNA ナノテクの原理について学び、代表的な研究例や応用例について紹介する。</p> <p>後半：高分子の配列設計技術は DNA だけにとどまらず、RNA やペプチド その他の人工高分子へも広がりを見せている。ここでは、そうした分子ナノテクノロジーをベースに発展しつつある分子ロボティクスとその応用について展望する。</p>			

コード	3B-12-A/B	講義日	1/10(水)
テーマ	フォトニクスによる生命現象の理解と医薬品の開発		
題目	薬物代謝の分子機構とナノテクノロジーを利用した分析法の開発 I・II		
講師	宇野公之		
概 要			
<p>医薬品を開発し、適正に使用していくためには、薬物代謝のメカニズムを理解することがきわめて重要である。本講義では、医薬品開発と薬物代謝との関わりについて概説し、その研究手法としてナノテクノロジーがどのように利用されるか考察する。</p>			

コード	3B-13-A/B	講義日	1/17(水)
テーマ	【トピックス】 ドラッグデリバリーシステム		
題目	遺伝子治療とは？ アデノウイルスベクターを用いた遺伝子治療		
講師	中川晋作		
概 要			
<p>前半：遺伝子治療とは、どのような疾患を対象にどのような方法で行われているのか？ また遺伝子治療を行う事のメリット、デメリット、並びに治療に用いる遺伝子導入用ベクターの種類や特徴など、遺伝子治療全般について概説する。</p> <p>後半：遺伝子導入用ベクターの中でもアデノウイルスベクターにフォーカスし、その特徴や利点、欠点について概説する。さらにその欠点を補う為の方法論について我々のデータを中心に紹介する。</p>			

コード	3B-14-A/B	講義日	1/24(水)
テーマ	総合討論		
題目	講師と受講生との総合討論		
講師	コース主任を中心とした講師数名		
概 要			
<p>講義内容のさらなる理解を深めるため講師と受講生が集まり、双方向討論を行なう。</p>			

コース4. ナノ構造・機能計測解析学

電池などの蓄電・創エネルギーデバイス分野や化学・触媒などの環境プロセス分野、さらにはライフサイエンスの分野では、ナノスケールでの局所構造制御がますます必要とされている。従来の素材産業やエレクトロニクス産業においても同様である。すなわち、ナノ構造や局所の組成を精密に評価し、迅速に開発プロセスや特性評価にフィードバックすることが今日きわめて重要となっている。

ナノ領域での構造・機能解析データは、透過電子顕微鏡およびプローブ顕微鏡を利用することで得ることが出来る。さらに、ナノ構造の機能を学理的に理解する上ではナノ構造解析データは必須である。そこで、本講義においては、透過電子顕微鏡法およびプローブ顕微鏡法により最先端研究を推進している講師が、前期（4月－7月）ではナノ構造・機能解析計測法の基礎を説き起こし、夏の実習（9月予定）に引き続く後期（10月－1月）においては蓄電・創エネルギーデバイス、環境プロセスおよびライフサイエンスなどの各分野への具体的な応用例の紹介、さらに最先端の装置、計測法、解析手法に至るまで具体例を含めて講義する。さらに、各遠隔教室からの質問やコメントを受け付けるとともに講義内容について理解を深める双方向議論を行う。また、前期最終日には講師と受講生が集まって忌憚なく意見を交換できる双方向「総合討論」の場を設ける。

前 期（4単位）

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師
1	4/13(木)	透過電子顕微鏡(TEM)法概説と散乱の物理	4A-1-A	透過電子顕微鏡法概説	竹田精治* (阪大・産研)
			4A-1-B	散乱の物理	
2	4/20(木)	電子顕微鏡のハードウェア	4A-2-A	電子顕微鏡のハードウェアⅠ	高井義造* (阪大・工)
			4A-2-B	電子顕微鏡のハードウェアⅡ	
3	4/27(木)	高分解能 TEM 観察の基礎	4A-3-A	高分解能 TEM 観察の基礎Ⅰ	保田英洋* (阪大・工)
			4A-3-B	高分解能 TEM 観察の基礎Ⅱ	
4	5/11(木)	収差補正テクノロジー	4A-4-A	収差補正電子光学系とその応用	高井義造* (阪大・工)
			4A-4-B	画像処理に基づく収差補正技術	
5	5/18(木)	電子回折と回折コントラスト	4A-5-A	電子回折の基礎と解釈	市川聡* (阪大・ナノ)
			4A-5-B	回折コントラストの基礎と解釈	
6	5/25(木)	電子線ホログラフィー	4A-6-A	電子線ホログラフィーⅠ	平山司** (JFCC)
			4A-6-B	電子線ホログラフィーⅡ	
7	6/8(木)	走査透過電子顕微鏡(STEM)法の基礎	4A-7-A	STEMの基礎Ⅰ	今野豊彦* (東北大・金研)
			4A-7-B	STEMの基礎Ⅱ	
8	6/15(木)	電子エネルギー損失分光法	4A-8-A	電子エネルギー損失分光法の基礎	倉田博基* (京大・化研)
			4A-8-B	電子エネルギー損失分光法による化学結合解析	
9	6/22(木)	エネルギー分散型X線分析	4A-9-A	エネルギー分散型X線分析Ⅰ	堀田善治* (九大・工) 渡辺万三志 (米国 Lehigh Univ.)
			4A-9-B	エネルギー分散型X線分析Ⅱ	
10	6/29(木)	コンピューショナルイメージング1	4A-10-A	透過電子顕微鏡像計算	荒河一渡* (島根大・総合理工) 山崎 順 (阪大・電顕)
			4A-10-B	回折顕微法	
11	7/6(木)	コンピューショナルイメージング2	4A-11-A	画像解析・電子線トモグラフィーの基礎Ⅰ	岩崎憲治* (阪大・蛋白研)
			4A-11-B	画像解析・電子線トモグラフィーの基礎Ⅱ	
12	7/13(木)	バイオ電顕の基礎	4A-12-A	極低温電顕、バイオ電顕の基礎Ⅰ	難波啓一* (阪大・生命)
			4A-12-B	極低温電顕、バイオ電顕の基礎Ⅱ	

13	7/20(木)	走査型電子顕微鏡 (SEM) のハードウェアと基礎	4A-13-A	走査型電子顕微鏡のハードウェアと基礎 I	酒井朗* (阪大・基礎工)
			4A-13-B	走査型電子顕微鏡のハードウェアと基礎 II	
14	7/27(木)	プローブ顕微鏡 (SPM) の基礎と総合討論	4A-14-A	プローブ顕微鏡の基礎	菅原康弘* (阪大・工)
			4A-14-B	総合討論	前期講師**

後 期 (4単位)

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師
1	10/12(木)	収差補正 STEM 最先端イメージング	4B-1-A	収差補正 STEM 最先端イメージング I	阿部英司* (東大・工)
			4B-1-B	収差補正 STEM 最先端イメージング II	
2	10/19(木)	動的 TEM によるその場高速観察	4B-2-A	動的 TEM のハードウェア	保田英洋* (阪大・工)
			4B-2-B	動的 TEM によるその場高速観察	
3	10/26(木)	固体触媒の活性状態のその場観察	4B-3-A	環境 TEM その場観察	竹田精治* (阪大・産研)
			4B-3-B	固体触媒のその場観察	
4	11/2(木)	X線顕微鏡法	4B-4-A	X線顕微鏡法 I	西野吉則 (北大・電子科学)
			4B-4-B	X線顕微鏡法 II	
5	11/9(木)	プローブ顕微鏡法の最前線	4B-5-A	AFM の最前線	阿部真之* (阪大・産研)
			4B-5-B	STM の最前線	
6	11/16(木)	鉄鋼材料におけるナノ構造機能解析	4B-6-A	鉄鋼材料におけるナノ構造機能解析 I	谷山明** (新日鐵住金株)
			4B-6-B	鉄鋼材料におけるナノ構造機能解析 II	
7	11/30(木)	エレクトロニクスデバイスにおけるナノ構造機能解析	4B-7-A	エレクトロニクスデバイスにおけるナノ構造機能解析 I	酒井朗* (阪大・基礎工)
			4B-7-B	エレクトロニクスデバイスにおけるナノ構造機能解析 II	
8	12/7(木)	蓄・創電エネルギー材料の電子線スペクトロスコピー	4B-8-A	蓄・創電エネルギー材料の電子線スペクトロスコピー I	武藤俊介* (名大・未来材料・システム研)
			4B-8-B	蓄・創電エネルギー材料の電子線スペクトロスコピー II	
9	12/14(木)	高分子材料におけるナノ構造機能解析	4B-9-A	高分子材料におけるナノ構造機能解析 I	陣内浩司* (東北大・多元研)
			4B-9-B	高分子材料におけるナノ構造機能解析 II	
10	12/21(木)	電池のプロセス解析	4B-10-A	Liイオン電池の充放電プロセスその場観察	山本和生** (JFCC) 川崎忠寛** (JFCC)
			4B-10-B	電池反応挙動のその場観察・可視化	
11	1/11(木)	強相関電子材料におけるナノ構造機能解析	4B-11-A	強相関電子材料におけるナノ構造機能解析 I	森茂生 (阪府大・工)
			4B-11-B	強相関電子材料におけるナノ構造機能解析 II	
12	1/18(木)	低次元ナノ材料の創成と特性計測	4B-12-A	低次元ナノ材料の創成	河野日出夫* (高知工大・環境理工) 大島義文* (北陸先端大・マテリアルサイエンス)
			4B-12-B	低次元ナノ材料のその場特性計測	
13	1/25(木)	電池材料のナノ構造機能解析の最前線	4B-13-A	電池材料のナノ構造機能解析の最前線 I	秋田知樹** (産総研)
			4B-13-B	電池材料のナノ構造機能解析の最前線 II	
14	2/1(木)	バイオナノマシーンと総合討論	4B-14-A	バイオナノマシーン	難波啓一* (阪大・生命) 後期講師**
			4B-14-B	総合討論	

※参考講義：コース2 5/30 2A-7「半導体プロセス」

コード	4A-1-A	講義日	4/13(木)
テーマ	透過電子顕微鏡 (TEM) 法概説と散乱の物理		
題目	透過電子顕微鏡法概説		
講師	竹田精治		
概 要			
透過電子顕微鏡法の原理、装置、および結像理論を概説する。この中には、電子回折、反射の励起、制限視野回折、明視野法、暗視野法の基礎的事項が含まれる。さらに、物質極微プロセスの動的解析に有効なその場観察法についても解説する。			

コード	4A-1-B	講義日	4/13(木)
テーマ	透過電子顕微鏡 (TEM) 法概説と散乱の物理		
題目	散乱の物理		
講師	竹田精治		
概 要			
散乱と回折、一次元格子および二次元・三次元格子による回折と逆格子、電子回折図形、反射の励起、菊池線と励起条件、など電子回折の基礎を講述する。			

コード	4A-2-A/B	講義日	4/20(木)
テーマ	電子顕微鏡のハードウェア		
題目	電子顕微鏡のハードウェア I・II		
講師	高井義造		
概 要			
電子銃、高電圧回路、電子レンズ、電子の検出・記録系等の電子顕微鏡のハードウェアについて開発の歴史から将来展望までを紹介する。特に、電子の放出現象と電子波の可干渉性や、電子と固体との相互作用と回折現象、電子レンズによる結像と光学的伝達特性、ならびに電子の検出・記録に関する物理の基礎を概説する。			

コード	4A-3-A/B	講義日	4/27(木)
テーマ	高分解能 TEM 観察の基礎		
題目	高分解能 TEM 観察の基礎 I・II		
講師	保田英洋		
概 要			
TEM による原子レベル高分解能像の観察に必要な基礎的知識について説明する。ここでは、波動光学的結像理論に基づいて、結晶格子像、結晶構造像の結像原理について説明し、それらの応用例を紹介する。			

コード	4A-4-A	講義日	5/11(木)
テーマ	収差補正テクノロジー		
題目	収差補正電子光学系とその応用		
講師	高井義造		
概 要			
電子顕微鏡の光学的伝達特性を改善する収差補正電子光学系について説明し、対物レンズの収差補正電子光学系の導入によって可能になった表面・界面における正確な原子構造などの最新の応用研究を紹介する。			

コード	4A-4-B	講義日	5/11(木)
テーマ	収差補正テクノロジー		
題目	画像処理に基づく収差補正技術		
講師	高井義造		
概 要			
次世代電子顕微鏡の要素技術開発の中で、重要な波動場再構成法と呼ばれる画像処理法を利用した収差補正技術や、色収差の影響を軽減できる動的ホローコーン照明技術を解説する。特に、焦点位置を変化させて撮影した複数枚の各画像に光学的伝達特性から求まる重み係数をかけて積算することで収差の影響を取り除く焦点位置変調法を紹介し、その実時間処理技術や3次元フーリエフィルタリング技術について解説する。			

コード	4A-5-A/B	講義日	5/18(木)
テーマ	電子回折と回折コントラスト		
題目	電子回折の基礎と解釈 回折コントラストの基礎と解釈		
講師	市川聡		
概 要			
透過電子顕微鏡において最も基本的な電子回折や、回折コントラストに基づく明視野像、暗視野像などを解釈するために、回折理論の基礎を説明する。また、得られた電子回折図形や回折コントラストをどのように解釈するのか、実例を用いてケーススタディを行う。			

コード	4A-6-A/B	講義日	5/25(木)
テーマ	電子線ホログラフィー		
題目	電子線ホログラフィー I・II		
講師	平山司		
概 要			
まず、電子が波であることを直接的に示す実験の解説をし、電子の波と電場・磁場との相互作用について述べる。次に電子線ホログラフィーの原理と手法について説明した後、磁性体の磁力線観察や半導体内電位分布観察の例を示し、材料科学やデバイス工学に役立てていく試みについて紹介する。			

コード	4A-7-A/B	講義日	6/8(木)
テーマ	走査透過電子顕微鏡 (STEM) 法の基礎		
題目	STEM の基礎 I・II		
講師	今野豊彦		
概 要			
近年の著しい電子顕微鏡基盤技術の進歩により、電子ビームを 1 Å をきるサイズにまで絞り込むことが可能となった。この極微小ビームを走査プローブとする透過型電子顕微鏡 (STEM) 法では、従来型とは異なる結像方式によるユニークな局所構造情報の取得が可能となる。実際の解析例を交えながら、最先端 STEM 法の基礎を講義する。			

コード	4A-8-A/B	講義日	6/15(木)
テーマ	電子エネルギー損失分光法		
題目	電子エネルギー損失分光法の基礎 電子エネルギー損失分光法による化学結合解析		
講師	倉田博基		
概 要			
電子エネルギー損失分光法 (EELS) の物理的基礎とその特徴を述べた後、透過電子顕微鏡 (TEM) や走査型透過電子顕微鏡 (STEM) と組み合わせた元素分析や化学結合状態の解析について解説する。特に、セラミックスや半導体等をナノメートル以下の分解能で計測した結果を中心に紹介する。			

コード	4A-9-A/B	講義日	6/22(木)
テーマ	エネルギー分散型X線分析		
題目	エネルギー分散型X線分析 I・II		
講師	堀田善治、渡辺万三志		
概 要			
電子線照射により発生する特性 X 線の強度を測定して微小領域の定量分析ができることを解説する。まず、特性 X 線の発生、検出原理を知るとともに、比例法 (クリフ・ロリマー法) を学んで組成決定の仕方を知り、定量分析の精度について議論する。また、講義では、理解を深めるために、測定および定量分析の演習も行う。			

コード	4A-10-A	講義日	6/29(木)
テーマ	コンピュータシヨナルイメージング1		
題目	透過電子顕微鏡像計算		
講師	荒河一渡		
概 要			
TEM および STEM 像は、試料による電子の散乱および磁場レンズの収差などによって大きく変化する。そのため、TEM/STEM 像を正しく解釈するためには、像計算が必要となる。像計算の原理と方法の概要を説明した後、像計算用のソフトウェアを利用して、計算の実例を示す。			

コード	4A-10-B	講義日	6/29(木)
テーマ	コンピュータシヨナルイメージング1		
題目	回折顕微法		
講師	山崎順		
概 要			
電子回折図形を基に計算機内で像の再構成を行う電子回折顕微法について、手法の解説と最新動向の紹介をおこなう。			

コード	4A-11-A/B	講義日	7/6(木)
テーマ	コンピュータシヨナルイメージング2		
題目	画像解析・電子線トモグラフィーの基礎 I・II		
講師	岩崎憲治		
概 要			
透過型電子顕微鏡を利用した、生物材料のナノ構造観察を中心に、試料作製法から、得られた画像の取扱・解釈・解析方法まで実例をあげて紹介する。併せて電子線トモグラフィーの生物材料適用時における利点・欠点・得られる情報等について概説する。			

コード	4A-12-A/B	講義日	7/13(木)
テーマ	バイオ電顕の基礎		
題目	極低温電顕、バイオ電顕の基礎 I・II		
講師	難波啓一		
概 要			
生命機能のしくみを解明し、ナノメディシンやナノテクノロジーに役立てるため、生体超分子ナノマシンの立体構造解析法や細胞内超分子の観察法など、極低温電子顕微鏡を用いたバイオ観察の基礎について概説する。			

コード	4A-13-A/B	講義日	7/20(木)
テーマ	走査型電子顕微鏡 (SEM) のハードウェアと基礎		
題目	走査型電子顕微鏡のハードウェアと基礎 I・II		
講師	酒井朗		
概 要			
SEM 観察に必要な基礎的知識について説明する。			
1. 走査型電子顕微鏡 (SEM) の概要 : SEM の原理、SEM の構成、電子線源、計数系			
2. SEM 像の基礎 : 試料内での電子の振る舞い。反射電子、2次電子			
3. SEM 像コントラスト : 凹凸像、組成像、チャネリング・コントラスト			
4. 応用例と発展 : 結晶領域の観察、EBIC、EPMA、micro-CL、EBSD、etc.			

コード	4A-14-A	講義日	7/27(木)
テーマ	プローブ顕微鏡 (SPM) の基礎と総合討論		
題目	プローブ顕微鏡の基礎		
講師	菅原康弘		
概 要			
物質表面の局所的な様々な情報 (例えば、形状、状態密度、電位分布、磁気分布、静電容量の分布など) を観察できる走査型プローブ顕微鏡の原理と装置構成について述べる。			

コード	4A-14-B	講義日	7/27(木)
テーマ	プローブ顕微鏡 (SPM) の基礎と総合討論		
題目	総合討論		
講師	前期講師		
概 要			
講師と受講生との総合討論。			

コード	4B-1-A/B	講義日	10/12(木)
テーマ	収差補正 STEM 最先端イメージング		
題目	収差補正 STEM 最先端イメージング I・II		
講師	阿部英司		
概 要			
近年の磁場レンズ収差補正技術の開発により、電子ビームを1 Å以下の領域にまで絞り込むことが可能となった。この極微小ビームを走査プローブとする透過型電子顕微鏡(STEM)法では、従来型とは異なる結像方式によるユニークな局所構造情報の取得が可能となる。実際の解析例を交えながら、最先端STEM法の基礎を講義する。			

コード	4B-2-A/B	講義日	10/19(木)
テーマ	動的 TEM によるその場高速観察		
題目	動的 TEM のハードウェア 動的 TEM によるその場高速観察		
講師	保田英洋		
概 要			
TEMの特長は、広い視野の中から必要な領域の組織と原子構造に関する情報を高い空間分解能で観察できることである。これに時間分解能の情報を加えたその場観察法は、材料極微プロセスの解析に有効な手段となっている。ここでは、高い時間分解能の動的 TEMの特長とその応用例について紹介する。			

コード	4B-3-A/B	講義日	10/26(木)
テーマ	固体触媒の活性状態のその場観察		
題目	環境 TEM その場観察 固体触媒のその場観察		
講師	竹田精治		
概 要			
これまで透過電子顕微鏡法は原子スケールでの物質の構造評価のために主に利用されてきたが、最近では、試料周辺の環境を制御することで、物質の合成プロセスの観察や、物質が機能を発揮している状態での観察が可能となってきた。この環境制御型TEMを用いて、固体触媒の活性状態をその場観察した実例を交えて、基礎から応用までを紹介する。			

コード	4B-4-A/B	講義日	11/2(木)
テーマ	X線顕微鏡法		
題目	X線顕微鏡法 I・II		
講師	西野吉則		
概 要			
対物レンズを用いた結像型X線顕微鏡や各種の走査型X線顕微鏡について述べた後、対物レンズを必要としないコヒーレント回折イメージングやタイコグラフィについて解説する。さらに、新世代のX線源であるX線自由電子レーザーを用いた、放射線損傷のないX線イメージングについて紹介する。			

コード	4B-5-A/B	講義日	11/9(木)
テーマ	プローブ顕微鏡法の最前線		
題目	AFMの最前線 STMの最前線		
講師	阿部真之		
概 要			
走査型プローブ顕微鏡の応用、特に原子間力顕微鏡と走査型トンネル顕微鏡に関して、表面科学やナノバイオといった分野においてどのような測定が行われているのかを述べる。			

コード	4B-6-A/B	講義日	11/16(木)
テーマ	鉄鋼材料におけるナノ構造機能解析		
題目	鉄鋼材料におけるナノ構造機能解析 I・II		
講師	谷山明		
概 要			
最先端の電子顕微鏡解析技術により得られるナノスケールの形態・組成情報が、社会基盤材料である鉄鋼材料の研究開発をどのように支援、先導しているかについて紹介する。			

コード	4B-7-A/B	講義日	11/30(木)
テーマ	エレクトロニクスデバイスにおけるナノ構造機能解析		
題目	エレクトロニクスデバイスにおけるナノ構造機能解析 I・II		
講師	酒井朗		
概 要			
今日多くの電子・光デバイスへ応用されている半導体薄膜結晶に対する透過電子顕微鏡および高輝度放射光を用いたX線ナノビーム回折による評価技術について解説する。種々の結晶成長法によって作製されたIV族系、III-V族系ナノスケール半導体薄膜の結晶構造や格子欠陥の観察結果を実例として、解析手法とその原理、さらには薄膜成長・欠陥形成機構について講義する。			

コード	4B-8-A/B	講義日	12/7(木)
テーマ	蓄・創電エネルギー材料の電子線スペクトロスコピー		
題目	蓄・創電エネルギー材料の電子線スペクトロスコピー I・II		
講師	武藤俊介		
概 要			
透過電子顕微鏡に付随した電子エネルギー損失分光法(EELS)に代表される各種ナノ領域分光法を使った蓄・創電エネルギー材料等の分析の実例を易しく解説する。特に物質中の異なる化学状態の分布をナノメートルオーダーでイメージングする手法に力点を置きたい。			

コード	4B-9-A/B	講義日	12/14(木)
テーマ	高分子材料におけるナノ構造機能解析		
題目	高分子材料におけるナノ構造機能解析 I・II		
講師	陣内浩司		
概 要			
自動車関連はもちろんのこと、宇宙・航空機、家電、コンピューター、携帯電話、衣料、医療、土木建築材料、包装材料などハイテク製品から日用品に至るまで高分子関連材料の無い生活は考えられない。電子線トモグラフィー法などを用いた高分子が作るナノ構造の解析例と新材料への応用などを紹介する。			

コード	4B-10-A	講義日	12/21(木)
テーマ	電池のプロセス解析		
題目	Liイオン電池の充放電プロセスその場観察		
講師	山本和生		
概 要			
Liイオン電池は、携帯電子機器に必要な不可欠な電子デバイスであり、近年、電気自動車にも搭載されはじめています。本講義では、透過型電子顕微鏡を用いたLiイオン電池材料の解析法および解析例について紹介する。			

コード	4B-10-B	講義日	12/21(木)
テーマ	電池のプロセス解析		
題目	電池反応挙動のその場観察・可視化		
講師	川崎忠寛		
概 要			
燃料電池や蓄電池などの高性能化には、反応および劣化プロセスの解明が非常に重要である。そのための一つの手段として電子顕微鏡によるナノレベルの直視解析が有効である。本講義では、電池反応その場観察が可能な隔膜型の環境電子顕微鏡法について概説し、それを用いた観察例を紹介する。			

コード	4B-11-A/B	講義日	1/11(木)
テーマ	強相関電子系材料におけるナノ構造機能解析		
題目	強相関電子系材料におけるナノ構造機能解析 I・II		
講師	森茂生		
概 要			
機能性酸化物がもつ誘電性や磁性などの諸特性を理解するうえで、微視的な構造や組織を理解することが重要である。本講義では、強誘電酸化物、磁性酸化物および強相関電子系酸化物が示す種々の特性と相関している微細構造に着目し、(1)TEMを用いたBaTiO ₃ をはじめとする種々の強誘電物質での強誘電分域構造の観察と解析方法、(2)ローレンツ電子顕微鏡による磁性材料における磁区構造の観察および解析方法 (3) 強相関電子系物質の構造相転移について解説する。			

コード	4B-12-A	講義日	1/18(木)
テーマ	低次元ナノ材料の創成と特性計測		
題目	低次元ナノ材料の創成		
講師	河野日出夫		
概 要			
ナノワイヤなどのさまざまな半導体ナノ構造が注目を集めている。私たちの研究内容を題材に、この分野において電子顕微鏡法がどのように利用できるのかを紹介する。			

コード	4B-12-B	講義日	1/18(木)
テーマ	低次元ナノ材料の創成と特性計測		
題目	低次元ナノ材料のその場特性計測		
講師	大島義文		
概 要			
顕微鏡で構造観察しながら、その電気伝導をその場計測する手法を解説する。実際の計測例として、自由電子を担い手とする金属の電気伝導が、バリスティック伝導を示すことや原子配列に敏感であることを紹介する。			

コード	4B-13-A/B	講義日	1/25(木)
テーマ	電池材料のナノ構造機能解析の最前線		
題目	電池材料のナノ構造機能解析の最前線 I・II		
講師	秋田知樹		
概 要			
リチウムイオン電池や燃料電池などの電気化学デバイスにおいても、その構成材料の複雑な微細構造が性能を決定付ける。電池材料の微細構造について、分析電子顕微鏡の様々な手法を用いた構造解析事例について紹介する。			

コード	4B-14-A	講義日	2/1(木)
テーマ	バイオナノマシーンと総合討論		
題目	バイオナノマシーン		
講師	難波啓一		
概 要			
細菌べん毛やウイルスを例として、生体超分子ナノマシンの極低温電子顕微鏡像解析法やX線回折法による高分解能立体構造解析の現状と未来、構造に基づいて解明された自己構築のしくみや高精度スイッチ機構について概説する。			

コード	4B-14-B	講義日	2/1(木)
テーマ	バイオナノマシーンと総合討論		
題目	総合討論		
講師	後期講師		
概 要			
講師と受講生との総合討論。			

コースA. エネルギー・環境ナノ理工学

エネルギー、環境問題は、今日、そして近未来の持続性社会の発展に欠くことのできない課題であり、その解決に資する基礎科学技術の多くがナノ理工学に依存している。

本コースは、ナノ理工学プログラム全体を横断して、「エネルギー・環境」のキーワードで講義テーマを再編したもので、省エネ、創エネ、各種触媒などについて、材料・機能の設計のための計算科学、材料物性、デバイス応用、機能計測、そしてエネルギー資源循環問題などを幅広く取り上げ、この方面の先端科学技術とトレンドを理解し、その活用を図る力をつけることを目的とする。さらに、各遠隔教室からの質問やコメントを受け付けるとともに講義内容について理解を深める双方向議論を行う。また、講師と受講生が集まって忌憚なく意見を交換できる双方向「総合討論」の場を設ける。

※本コースは、縦串型の4つの基本コースを跨いで講義テーマを再編している関係で、日程及び曜日が不規則になっているので、1年分の履修計画を予め立てておくことが望ましい。前後期合せて8単位。

前 期

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師	概要参照頁
1	4/11(火)	はじめに	AA-1-A	オリエンテーション	藤原 康文* (阪大・工)	15
			AA-1-B	ナノ材料とフォトニクス	伊藤正* (阪大・ナノ)	
2	4/18(火)	半導体	AA-2-A	半導体の基礎Ⅰ	奥山雅則* (阪大・ナノ)	15
			AA-2-B	半導体の基礎Ⅱ		
3	5/16(火)	磁性体	AA-3-A	ナノ磁気材料からなる新規デバイスⅠ	中谷亮一* (阪大・工)	15
			AA-3-B	ナノ磁気材料からなる新規デバイスⅡ		
4	5/17(水)	機能性高分子	AA-4-A	フォトレジスト材料と微細構造形成プロセス	堀邊英夫* (大阪市大・工)	21
			AA-4-B	フッ素系高分子の結晶構造制御		
5	5/24(水)	光エネルギーの化学的利用	AA-5-A	光触媒の原理と応用Ⅰ	平井隆之* (阪大・太陽)	21
			AA-5-B	光触媒の原理と応用Ⅱ		
6	5/30(火)	半導体プロセス	AA-5-A	半導体超微細加工プロセス概説Ⅰ	柳沢淳一* (滋賀県立大・工)	15
			AA-5-B	半導体超微細加工プロセス概説Ⅱ		
7	5/31(水)	ナノ構造熱電発電材料の化学	AA-7-A	基礎	河合壯* (奈良先端大・物質)	21
			AA-7-B	最近の潮流と展望		
8	6/6(火)	ナノリスク	AA-8-A	ナノ材料の安全性Ⅰ	山本 仁* (阪大・安全)	15
			AA-8-B	ナノ材料の安全性Ⅱ		
9	6/13(火)	光学応答	AA-9-A	ナノ構造物質の作製と光学応答Ⅰ	芦田昌明* (阪大・基礎工)	16
			AA-9-B	ナノ構造物質の作製と光学応答Ⅱ		
10	6/14(水)	分子・デバイス設計とナノ化学	AA-10-A	ナノ粒子の分光・光学特性、作製技術とナノフォトニクスへの応用Ⅰ	朝日剛 (愛媛大・工)	22
			AA-10-B	ナノ粒子の分光・光学特性、作製技術とナノフォトニクスへの応用Ⅱ		
11	7/4(火)	半導体プロセス	AA-11-A	半導体エピタキシャル成長技術と量子機能デバイスへの応用Ⅰ	藤原康文* (阪大・工)	16
			AA-11-B	半導体エピタキシャル成長技術と量子機能デバイスへの応用Ⅱ		
12	7/5(水)	ナノ粒子触媒	AA-12-A	ナノ粒子触媒を用いた官能基変換反応Ⅰ	實川浩一郎* (阪大・基礎工)	22
			AA-12-B	ナノ粒子触媒を用いた官能基変換反応Ⅱ		

13	7/12(水)	超分子とナノマシン	AA-13-A	自然共生化学における超分子ポリマー	原田明* (阪大・理)	22
			AA-13-B	光超分子マテリアルの創成		

後 期

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師	概要 参照頁
1	10/17(火)	希土類材料と応用	AB-1-A	ハード磁性材料／白色LED用蛍光体のニーズと開発動向Ⅰ	町田憲一* (阪大・工)	16
			AB-1-B	ハード磁性材料／白色LED用蛍光体のニーズと開発動向Ⅱ		
2	10/24(火)	省エネルギーエレクトロニクス	AB-2-A	表面・界面計測と原子制御プロセスⅠ	渡部平司* (阪大・工)	17
			AB-2-B	表面・界面計測と原子制御プロセスⅡ		
3	10/26(木)	固体触媒の活性状態のその場観察	AB-3-A	環境 TEM その場観察	竹田精治* (阪大・産研)	29
			AB-3-B	固体触媒のその場観察		
4	11/7(火)	有機エレクトロニクス	AB-4-A	光電子機能有機材料を用いた有機電子デバイスⅠ	八瀬清志** (産総研)	17
			AB-4-B	光電子機能有機材料を用いた有機電子デバイスⅡ		
5	11/13(月)	光と熱の利用	AB-5-A	透明導電材料と太陽電池材料	浜田典昭* (東理大・理工)	10
			AB-5-B	熱電材料		
6	11/27(月)	省エネルギー・創エネルギーデザイン	AB-6-A	高効率エネルギー変換	吉田博* (阪大・基礎工)	11
			AB-6-B	太陽電池		
7	11/28(火)	発光デバイス	AB-7-A	半導体発光デバイスⅠ	近藤正彦* (阪大・工)	17
			AB-7-B	半導体発光デバイスⅡ		
8	12/7(木)	蓄・創エネルギー材料の電子線スペクトロスコピー	AB-8-A	蓄・創エネルギー材料の電子線スペクトロスコピーⅠ	武藤俊介* (名大・未来材料・システム研)	29
			AB-8-B	蓄・創エネルギー材料の電子線スペクトロスコピーⅡ		
9	12/12(火)	無機太陽電池	AB-9-A	シリコン太陽電池に始まる研究開発の現状と今後の展開Ⅰ	太和田善久** (阪大・ナノ)	17
			AB-9-B	シリコン太陽電池に始まる研究開発の現状と今後の展開Ⅱ		
10	12/19(火)	有機エレクトロニクス	AB-10-A	液晶のエレクトロニクス・フォトニクスへの応用Ⅰ	尾崎雅則* (阪大・工)	18
			AB-10-B	液晶のエレクトロニクス・フォトニクスへの応用Ⅱ		
11	12/21(木)	電池のプロセス解析	AB-11-A	Liイオン電池の充放電プロセスその場観察	山本和生** (JFCC)	30
			AB-11-B	電池反応挙動のその場観察・可視化		
12	1/9(火)	有機太陽電池	AB-12-A	有機薄膜太陽電池Ⅰ	平本昌宏** (分子科学研究所)	18
			AB-12-B	有機薄膜太陽電池Ⅱ		
13	1/11(木)	強相関電子材料におけるナノ構造機能解析	AB-13-A	強相関電子材料におけるナノ構造機能解析Ⅰ	森茂生 (阪府大・工)	30
			AB-13-B	強相関電子材料におけるナノ構造機能解析Ⅱ		
14	1/23(火)	総合	AB-14-A	総合討論	全講師*	18
			AB-14-B	総合討論		
15	1/25(木)	電池材料のナノ構造機能解析の最前線	AB-15-A	電池材料のナノ構造機能解析の最前線Ⅰ	秋田知樹** (産総研)	30
			AB-15-B	電池材料のナノ構造機能解析の最前線Ⅱ		

コースB. ナノ機能化学

分子・分子集合体や表面・界面は、有機、無機にかかわらず、ナノ構造場の中で多くの新たな機能を発現する。本コースは、ナノ理工学プログラム全体を横断して、ナノ機能化学のキーワードで講義テーマを再編したもので、分子・分子集合体、表面・界面の設計、機能発現、機能計測、反応制御、反応のその場観察、エレクトロニクスデバイス応用までを幅広く取り上げ、この方面の先端科学技術とトレンドを理解し、その活用を図る力をつけることを目的とする。さらに、各遠隔教室からの質問やコメントを受け付けるとともに講義内容について理解を深める双方向議論を行う。また、最終日には講師と受講生が集まって忌憚なく意見を交換できる双方向「総合討論」の場を設ける。

※本コースは、縦串型の4つの基本コースを跨いで講義テーマを再編している関係で、日程及び曜日が不規則になっているので、1年分の履修計画を予め立てておくことが望ましい。前後期合せて8単位。

前 期				*実務家教員 **実務家		
回	日	テーマ	コード	題目	講師	概要参照頁
1	4/12(水)	コース概要、電子励起状態分子の科学と計測、応用	BA-1-A	コース概要、電子励起状態分子の科学と計測	宮坂博* (阪大・基礎工)	21
			BA-1-B	電子励起状態分子の科学と応用		
2	4/19(水)	微小作用力と分析化学	BA-2-A	溶液界面・微粒子の新分析法Ⅰ	渡會仁* (阪大・ナノ)	21
			BA-2-B	溶液界面・微粒子の新分析法Ⅱ		
3	4/26(水)	高分子ミセル	BA-3-A	高分子ミセル概説	橋爪章仁 (阪大・理)	21
			BA-3-B	高分子ミセルの特性解析		
4	5/9(火)	有機半導体	BA-4-A	有機エレクトロニクスのための分子設計・合成Ⅰ	安蘇芳雄* (阪大・産研)	15
			BA-4-B	有機エレクトロニクスのための分子設計・合成Ⅱ		
5	5/10(水)	超分子集合体	BA-5-A	表面・界面における超分子集合体の形成Ⅰ	戸部義人* (阪大・基礎工)	21
			BA-5-B	表面・界面における超分子集合体の形成Ⅱ		
6	5/17(水)	機能性高分子	BA-6-A	フォトレジスト材料と微細構造形成プロセス	堀邊英夫* (大阪市大・工)	21
			BA-6-B	フッ素系高分子の結晶構造制御		
7	5/24(水)	光エネルギーの化学的利用	BA-7-A	光触媒の原理と応用Ⅰ	平井隆之* (阪大・太陽)	21
			BA-7-B	光触媒の原理と応用Ⅱ		
8	5/31(水)	ナノ構造熱発電材料の化学	BA-8-A	基礎	河合壯* (奈良先端大・物質)	21
			BA-8-B	最近の潮流と展望		
9	6/7(水)	分子・デバイス設計とナノ化学	BA-9-A	有機光化学および有機電子移動化学の基礎	池田浩* (大府大・工)	21
			BA-9-B	有機光化学および有機電子移動化学の応用		
10	6/14(水)	分子・デバイス設計とナノ化学	BA-10-A	ナノ粒子の分光・光学特性、作製技術とナノフォトニクスへの応用Ⅰ	朝日剛* (愛媛大・工)	22
			BA-10-B	ナノ粒子の分光・光学特性、作製技術とナノフォトニクスへの応用Ⅱ		
11	6/20(火)	分子技術	BA-11-A	分子ナノシステムの構築と機能創発Ⅰ	桑原裕司* (阪大・工)	16
			BA-11-B	分子ナノシステムの構築と機能創発Ⅱ		
12	6/21(水)	分子・デバイス設計とナノ化学	BA-12-A	分子系の二光子吸収とその応用Ⅰ	鎌田賢司** (産総研)	22
			BA-12-B	分子系の二光子吸収とその応用Ⅱ		
13	6/28(水)	分子・デバイス設計とナノ化学	BA-13-A	光応答性機能分子材料化学Ⅰ	小島誠也* (大阪市大・工)	22
			BA-13-B	光応答性機能分子材料化学Ⅱ		

14	7/5(水)	ナノ粒子触媒	BA-14-A	ナノ粒子触媒を用いた官能基変換反応Ⅰ	實川浩一郎* (阪大・基礎工)	22
			BA-14-B	ナノ粒子触媒を用いた官能基変換反応Ⅱ		
15	7/12(水)	超分子とナノマシン	BA-15-A	自然共生化学における超分子ポリマー	原田明* (阪大・理)	22
			BA-15-B	光超分子マテリアルの創成		

後 期

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師	概要 参照頁
1	10/10(火)	トピックス	BB-1-A	ナノ解析とデバイス開発Ⅰ	上野山雄** (パナソニック株)	16
			BB-1-B	ナノ解析とデバイス開発Ⅱ		
2	10/26(木)	固体触媒の活性状態のその場観察	BB-2-A	環境 TEM その場観察	竹田精治* (阪大・産研)	29
			BB-2-B	固体触媒のその場観察		
3	11/7(火)	有機エレクトロニクス	BB-3-A	光電子機能有機材料を用いた有機電子デバイスⅠ	八瀬清志** (産総研)	17
			BB-3-B	光電子機能有機材料を用いた有機電子デバイスⅡ		
4	11/14(火)	有機トランジスタ	BB-4-A	有機材料の中を電気が流れるメカニズムⅠ	中山健一 (阪大・工)	17
			BB-4-B	有機材料の中を電気が流れるメカニズムⅡ		
5	11/20(月)	励起状態ダイナミクスシミュレーション	BB-5-A	励起ダイナミクスシミュレーション手法	宮本良之** (産総研)	10
			BB-5-B	ナノスケール物質の高速現象への応用		
6	11/21(火)	分子エレクトロニクス	BB-6-A	単一分子エレクトロニクスの現状と展望Ⅰ	山田亮* (阪大・基礎工)	17
			BB-6-B	単一分子エレクトロニクスの現状と展望Ⅱ		
7	12/14(木)	高分子材料におけるナノ構造機能解析	BB-7-A	高分子材料におけるナノ構造機能解析Ⅰ	陣内浩司* (東北大・多元研)	30
			BB-7-B	高分子材料におけるナノ構造機能解析Ⅱ		
8	12/19(火)	有機エレクトロニクス	BB-8-A	液晶のエレクトロニクス・フォトニクスへの応用Ⅰ	尾崎雅則* (阪大・工)	18
			BB-8-B	液晶のエレクトロニクス・フォトニクスへの応用Ⅱ		
9	1/9(火)	有機太陽電池	BB-9-A	有機薄膜太陽電池Ⅰ	平本昌宏** (分子科学研究所)	18
			BB-9-B	有機薄膜太陽電池Ⅱ		
10	1/16(火)	カーボン材料	BB-10-A	ナノカーボンデバイスの基礎と応用Ⅰ	松本和彦* (阪大・産研)	18
			BB-10-B	ナノカーボンデバイスの基礎と応用Ⅱ		
11	1/22(月)	分子エレクトロニクスデザイン	BB-11-A	電荷移動過程	森川良忠* (阪大・工)	12
			BB-11-B	有機分子エレクトロニクス		
12	1/24(水)	総合討論	BB-12-B	講師と受講生との総合討論	後期の講師を中心に全講師*	24
			BB-12-B			
13	1/29(月)	表面反応デザイン	BB-13-A	電気化学触媒反応	濱田幾太郎** (物材機構)	12
			BB-13-B	分子スピントロニクス		

コースC スピントロニクス・デザイン学

エネルギーの高効率な創出、変換、貯蔵、利用の新基盤技術として、スピントロニクスの分野に期待が高まっている。しかし、まだデバイスとして世に出ているものはまだ少なく、今後の様々なブレイクスルーを通して発展すべき萌芽的な段階のものが数多くある。これらを世に出していくには、この分野の学問的基礎をしっかりと押さえて理論的道具を獲得すると同時にこれらの分野全体を俯瞰して見渡せる幅広い知識を獲得しておく必要がある。

本コースの特色として、現象の解析にとどまらず、“デザイン”することを目指している。現象を解析し、原理が理解できた次には新しい物質やデバイスをデザインするという思考によって、研究開発を促進する人材の育成を目指している。そのための強力な手法として第一原理計算がある。量子力学に基づいたシミュレーション（量子シミュレーション）技術を身につけることで、仮想実験を行って開発を促進できる技術を習得する。

本コースは、第1学期は主に量子シミュレーション手法の基礎と、デザインの考え方を学ぶ。磁性の基礎やスピントロニクス分野を網羅する講義は、9月または2月（あるいは3月）に実施する11コマの集中講義で学ぶ。第2学期では、量子シミュレーション技法の応用やスピントロニクスの実験方面の内容を学ぶ（一部第1学期にもある）。最初に簡単な量子力学に関する解説・復習を実施するので、量子力学の基礎的な理解が必要であるが、そのことを前提とはしない。それぞれの内容については以下に記された通りである。各遠隔教室からの質問やコメントを受け付けるとともに講義内容について理解を深める双方向議論を行う。各学期の最終日には講師と受講生が集まって忌憚なく意見交換できる双方向の「総合討論」の場を設ける。

※本コースは、縦串型の4つの基本コースを跨いで講義テーマを再編している関係で、日程及び曜日が不規則になっているので、1年分の履修計画を予め立てておくことが望ましい。前後期及び集中講義あわせて8単位。

前 期

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師	概要参照員
1	4/10(月)	はじめに	CA-1-A	オリエンテーション	森川良忠* (阪大・工)	7
			CA-1-B	量子シミュレーションとデザイン	吉田博* (阪大・基礎工)	
2	4/17(月)	量子力学の基礎	CA-2-A	量子力学Ⅰ	森川良忠* (阪大・工)	7
			CA-2-B	量子力学Ⅱ		
3	4/24(月)	固体中の電子	CA-3-A	共有結合とイオン結合	浜田典昭* (東理大・理工)	7
			CA-3-B	結晶中の電子		
4	4/25(火)	酸化物エレクトロニクス	CA-4-A	酸化物とエレクトロニクスⅠ	木村剛* (阪大・基礎工)	15
			CA-4-B	酸化物とエレクトロニクスⅡ		
5	5/8(月)	密度汎関数法	CA-5-A	ホーエンベルグ・コーンの定理	赤井久純* (東大・物性研)	7
			CA-5-B	コーン・シャム方程式とLDA		
6	5/15(月)	電子状態計算	CA-6-A	電子状態計算の流れ	小口多美夫* (阪大・産研)	7
			CA-6-B	プログラミング		
7	5/16(火)	磁性体	CA-7-A	ナノ磁力材料からなる新規デバイスⅠ	中谷亮一* (阪大・工)	15
			CA-7-B	ナノ磁力材料からなる新規デバイスⅡ		
8	5/22(月)	擬ポテンシャル法	CA-8-A	擬ポテンシャル法 の概念	森川良忠* (阪大・工)	8
			CA-8-B	非経験的擬ポテンシャル法		
9	5/25(木)	電子線ホログラフィー	CA-9-A	電子線ホログラフィーⅠ	平山司** (JFCC)	27
			CA-9-B	電子線ホログラフィーⅡ		
10	5/29(月)	カー・パリネロ法	CA-10-A	分子動力学法の基礎	白井光雲* (阪大・産研)	8
			CA-10-B	分子動力学法の応用・発展		
11	6/5(月)	KKR法	CA-11-A	KKR法の基礎	赤井久純* (東大・物性研)	8
			CA-11-B	KKR法の応用とFPKKR法		

12	6/12(月)	FLAPW 法	CA-12-A	FLAPW 法の基礎	小口多美夫 * (阪大・産研)	8
			CA-12-B	FLAPW 法の応用		
13	6/19(月)	磁性	CA-13-A	絶縁体と局在磁性	草部浩一 * (阪大・基礎工)	8
			CA-13-B	金属と遍歴磁性		
14	6/26(月)	輸送現象	CA-14-A	コーン・シャムエネルギーバンド	赤井久純 * (東大・物性研)	8
			CA-14-B	ブロッホ電子の動力学と輸送係数		
15	7/24(月)	ディスカッション・ ディベート	CA-15-A	量子シミュレーションの現状	全講師 **,**	9
			CA-15-B	量子シミュレーションの未来		

集中講義

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師	概要 参照頁
1	9/11(月) (2/26(月))	計算機マテリアルズデザイン	C集中-1-A	計算機マテリアルズデザイン概説	小口多美夫 * (阪大・産研)	37
		スピントロニクス基礎 I	C集中-1-B	角運動量と磁気モーメント	白井正文 (東北大・通研)	37
2	9/11(月) (2/26(月))	スピントロニクス基礎 II	C集中-2-A	磁性の発現と磁気構造	赤井久純 * (東大・物性研)	37
		スピントロニクス基礎 III	C集中-2-B	金属の磁性	浜田典昭 * (東理大・理工)	37
3	9/12(火) (2/27(火))	スピントロニクス界面デザイン	C集中-3-A	スピン依存電気伝導の理論	三浦良雄 (京工繊大・ 電気電子工学)	37
		スピントロニクス磁化制御・デザイン	C集中-3-B	スピントロニクス磁化制御・デザイン I	小田竜樹 (金沢大・自然)	37
			C集中-3-C	スピントロニクス磁化制御・デザイン II	中村浩次 (三重大・工)	37
4	9/12(火) (2/27(火))	半導体スピントロニクス・デザイン	C集中-4-A	磁性半導体	佐藤和則 * (阪大・工) 福島鉄也 (阪大・ナノ)	38
		酸化物スピントロニクス・デザイン	C集中-4-B	酸化物の磁性と誘電性の基礎	山内邦彦 (阪大・産研) 梶田浩義 (阪大・産研)	38
5	9/13(水) (2/28(水))	量子スピントロニクス・デザイン	C集中-5-A	ダイヤモンドを用いた量子スピントロニクスの概要と基礎	水落憲和 (京大・化研)	38
		有機スピントロニクス・デザイン	C集中-5-B	有機スピントロニクス基礎	大戸達彦 (阪大・基礎工)	38

後期講義

*実務家教員 **実務家

回	日	テーマ	コード	題目	講師	概要 参照頁
1	10/17(火)	希土類材料と応用	CB-1-A	ハード磁性材料/白色 LED 用蛍光体のニーズと開発動向 I	町田憲一 * (阪大・工)	16
			CB-1-B	ハード磁性材料/白色 LED 用蛍光体のニーズと開発動向 II		
2	10/31(火)	酸化物ナノエレクトロニクス	CB-2-A	機能的酸化物ナノエレクトロニクス I	田中秀和 * (阪大・産研)	17
			CB-2-B	機能的酸化物ナノエレクトロニクス II		
3	10/23(月)	ナノ混晶による新機能デザイン	CB-3-A	ナノ混晶・超構造量子シミュレーション	赤井久純 * (東大・物性研)	9
			CB-3-B	ナノ混晶・超構造量子デバイスデザイン		
4	12/5(火)	スピントロニクス	CB-4-A	ナノ磁性とスピントロニクス I	鈴木義茂 * (阪大・基礎工)	17
			CB-4-B	ナノ磁性とスピントロニクス II		
5	12/11(月)	半導体ナノスピントロニクスデザイン	CB-5-A	希薄磁性半導体	佐藤和則 * (阪大・工)	11
			CB-5-B	ナノ超構造スピントロニクス		
6	1/11(木)	強相関電子材料におけるナノ構造機能解析	CB-6-A	強相関電子材料におけるナノ構造機能解析 I	森茂生 (阪府大・工)	30
			CB-6-B	強相関電子材料におけるナノ構造機能解析 II		
7	1/29(月)	表面反応デザイン	CB-7-A	電気化学触媒反応	濱田幾太郎 ** (物材機構)	12
			CB-7-B	分子スピントロニクス		
8	2/5(月)	ディスカッション・ ディベート	CB-8-A	ナノデザインの現状	全講師 **,**	12
			CB-8-B	ナノデザインの未来		

コード	C 集中 -1-A	講義日	9/4(月)
テーマ	計算機マテリアルズデザイン		
題目	計算機マテリアルズデザイン概説		
講師	小口多美夫		
概 要			
<p>本講義では、マテリアルズデザインとは何か、その必要性と重要性について紹介し、その上で計算機マテリアルズデザイン (CMD) の有効性、CMD において重要となる第一原理計算の基礎について概説する。</p>			

コード	C 集中 -1-B	講義日	9/4(月)
テーマ	スピントロニクス基礎 I		
題目	角運動量と磁気モーメント		
講師	白井正文		
概 要			
<p>スピントロニクス基礎Iについて、以下の順番でスピントロニクスの必要性和その基盤を与える磁性理論について講義する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スピントロニクスと社会 (情報の記録、情報機器の低消費電力化) ・孤立イオンの磁気モーメント (電子の軌道運動とスピン、スピン軌道相互作用、LS多重項) ・磁場中の磁気モーメントの運動 (ラーモア歳差運動、電子スピンの電界操作) ・結晶中の磁性イオン (結晶場の効果、単一イオンの磁気異方性) ・原子核と電子の相互作用 (超微細相互作用、四重極相互作用、メスバウアー効果) 			

コード	C 集中 -2-A	講義日	9/4(月)
テーマ	スピントロニクス基礎 II		
題目	磁性の発現と磁気構造		
講師	赤井久純		
概 要			
<p>スピントロニクス基礎 II について、以下の順番で磁性の起源と相互作用について講義する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交換相互作用 ・原子間交換相互作用 ・Heitler-London 極限と分子軌道極限 ・直接交換相互作用と運動交換相互作用 ・結晶中の原子 ・金森-Goodenough 則 ・二重交換相互作用 ・磁気異方性 ・異方的交換相互作用 ・Dzialshinsky- 守谷相互作用 ・ハイゼンベルク模型 			

コード	C 集中 -2-B	講義日	9/4(月)
テーマ	スピントロニクス基礎 II		
題目	金属の磁性		
講師	浜田典昭		
概 要			
<p>スピントロニクス基礎 II について、以下の順番で金属磁性の基礎を講義する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・伝導電子の磁性、パウリ帯磁率 ・磁性不純物、Anderson 模型、近藤効果 ・金属強磁性の理論、Hubbard 模型 ・磁性合金の電子状態、環境効果、非磁性不純物 ・磁気秩序、スピンの集団運動 			

コード	C 集中 -3-A	講義日	9/5(火)
テーマ	スピントロニクス界面デザイン		
題目	スピン依存電気伝導の理論		
講師	三浦良雄		
概 要			
<p>スピントロニクス・インターフェース・デザインに関して以下の順番で講義を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・イントロダクション ・磁気接合における磁気抵抗効果 ・磁気接合系の理論設計 			

コード	C 集中 -3-B	講義日	9/5(火)
テーマ	スピントロニクス・デザイン・磁化制御		
題目	スピントロニクス磁化制御・デザイン I		
講師	小田竜樹		
概 要			
<p>スピントロニクス・デザイン・磁化制御IIについて、以下の順番で講義する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電子構造 (強磁性、反強磁性) ・磁気モーメント (スピン、軌道、局在・遍歴、逆格子空間スピントクスチャ) ・ゼーマンエネルギー ・磁性担体距離と磁気相互作用、磁気構造と結晶構造 ・スピン軌道相互作用、電場効果 ・スピントランスファートルク ・磁気異方性エネルギー (電子軌道、磁性体形状) ・磁気異方性 (面内、面直) ・電圧スピントルク ・ランダウ=リフシッツ=ギルバート方程式 ・磁性薄膜材料の磁気異方性デザイン 			

コード	C 集中 -3-C	講義日	9/5(火)
テーマ	スピントロニクス・デザイン・磁化制御		
題目	スピントロニクス磁化制御・デザイン II		
講師	中村浩次		
概 要			
<p>スピントロニクス・デザイン・磁化制御 II について、以下の順番で講義する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遷移金属の電子構造と磁性 ・遷移金属表面・薄膜の電子構造と磁性 ・超格子 ・多層薄膜化による遷移金属薄膜磁性の制御 ・外部電場による遷移金属薄膜磁性の制御 			

コード	C 集中 -4-A	講義日	9/5(火)
テーマ	半導体スピントロニクス・デザイン		
題目	磁性半導体		
講師	佐藤和則、福島鉄也		
概 要			
半導体スピントロニクス・デザインについて、以下の順番で講義する。			
<ul style="list-style-type: none"> ・半導体中の磁性不純物の電子状態 ・磁気的相互作用（超交換相互作用、二重交換相互作用） ・p-d 交換相互作用、Alexander-Anderson-Moriya 相互作用） ・磁気力定理 ・強磁性転移温度の理論予測と実験 ・スピノーダル・ナノ分解 ・自己組織化ナノ超構造の多階層連結シミュレーション ・相変化メモリへのスピントロニクス応用 ・d^0 強磁性 ・半導体スピントロニクスのデザインと実証 ・将来展望（スピノーダル・ナノ工学） 			

コード	C 集中 -5-B	講義日	9/6(水)
テーマ	有機スピントロニクス・デザイン		
題目	有機スピントロニクス基礎		
講師	大戸達彦		
概 要			
有機スピントロニクス・デザインについて、以下の順番で講義する。			
<ul style="list-style-type: none"> ■単一分子スピントロニクス <ul style="list-style-type: none"> ・単一分子接合の電子状態 ・第一原理計算によるスピンバルブ素子のデザイン（非平衡グリーン 関数法） ・トンネル異方性磁気抵抗効果（TAMR） ■有機薄膜スピントロニクス <ul style="list-style-type: none"> ・有機スピンバルブ素子の理論（有機・金属界面のスピン注入） ・有機磁気抵抗効果（OMAR） ・OMAR の制御 			

コード	C 集中 -4-B	講義日	9/5(火)
テーマ	酸化物スピントロニクス・デザイン		
題目	酸化物の磁性と誘電性の基礎		
講師	山内邦彦、靱田浩義		
概 要			
酸化物スピントロニクス・デザインについて、以下の順番で講義する。			
<ul style="list-style-type: none"> ・遷移金属酸化物の電子状態 ・ペロブスカイト酸化物の磁性 ・強誘電性とマルチフェロイック物質 ・酸化物中の欠陥と電子状態 			

コード	C 集中 -5-A	講義日	9/6(水)
テーマ	量子スピントロニクス・デザイン		
題目	ダイヤモンドを用いた量子スピントロニクスの概要と基礎		
講師	水落憲和		
概 要			
量子スピントロニクス・デザインについて、以下の順番で講義する。			
<ul style="list-style-type: none"> ・ダイヤモンドの物質科学と発光中心 ・一分子分光と単一スピンの観測（磁気共鳴法） ・NV 中心の電子状態 ・超空間高分解能イメージング ・NV 中心を用いた超高感度センシング（磁場、電場、温度） 			

§ 3. 平成29年度 短期実習とテーマ一覧（予定）

短期実習（1単位）についてはスクーリングで大阪大学キャンパス内にて開催され、原則、9月（全コース）、または3月、及び一部は後期期間中に実施する。実習はコースAを除き、各コースごとに定められている。コースAについては、コーディネーター教員と相談の上、実習テーマを決める。また、コース1を除き、各人の都合に合わせて少人数によるグループを結成するために、受講生との日程調整を事前に行う、実習内容の詳細については、6月ごろに受講生に通知する。

コース1. ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学 実習テーマ

第一原理計算に基づきナノマテリアルやこれを用いたナノデバイスの設計を行うための量子シミュレーション手法を修得することを目的とした集中講義（講義とチュートリアル併用）を行う。原則、9月と3月に各5日間開催される短期実習のいずれかに参加すればよい。平成29年度は9/11～9/15、2/26～3/2実施予定である。なお、開催地は大阪大学豊中キャンパス 基礎工学部G棟である。

材料科学、物質科学は、21世紀においても社会の技術基盤の発展を支える中心的な役割を果たすと考えられているが、これまでの経験的な組み合わせ論的新素材開発手法のみでは、新しい知見に到達するまでの研究の効率化と省資源化・環境調和性の実現についての総合的検討の現代の必要性に対処できないであろう。コンピュータシミュレーション・マテリアルズ・デザイン (CMD[®]) の手法は、このような状況におけるブレークスルーとなる可能性が極めて高いと期待されている。この実習はCMD[®]の可能性を展望するとともに、その基本となる最先端の計算手法を学び、実際にマテリアルズ・デザインを体験することにより、物質科学の新しいパラダイムに対応できる基礎能力をつけることを目的としている。①第一原理計算の基礎、②マテリアルデザインの基礎と応用、③MACHIKANNEYAMA2002実習、④STATE-Senri実習、⑤Osaka2k実習、⑥ABCAP実習、⑦HiLAPW実習、⑧NANIWA-Series実習、⑨ES-OPT実習、⑩RSPACE実習、⑪ecalj、⑫feram、⑬その他、を含む以下の4コースから一つを選んで受講する。

平成29年度9月実施時のプログラムについては <http://phoenix.mp.es.osaka-u.ac.jp/CMD/> を参照のこと。平成29年6月頃公開予定。平成30年3月のプログラムについては、平成29年12月頃に更新予定。基礎チュートリアルコース、専門チュートリアルコース、スパコンチュートリアルコース、スピントロニクス・デザインコースの5日間の内容の例については、次ページを参照。先端チュートリアルコース、は先端研究事例などの講義以外は自由討論と実習を行う。

《プログラム実施例》

CMD-WS ビギナーコース プログラム					
	(月)	(火)	(水)	(木)	(金)
9:00		Machikaneyama 概要講義 9:00～10:30 (90分)	STATE-Senri 概要講義 9:00～10:30 (90分)	ABCAP or HiLAPW 概要講義 9:00～10:30 (90分)	自由実習 9:00～10:30 (90分)
10:00					
11:00		Machikaneyama 実習 10:40～12:10 (90分)	STATE-Senri 実習 10:40～12:10 (90分)	ABCAP or HiLAPW 実習 10:40～12:10 (90分)	自由実習 10:40～12:10 (90分)
12:00					
13:00	開校式 (40分) 13:00～13:40				先端研究事例Ⅲ 13:10～14:10 (60分)
14:00	CMD講義 13:40～14:40 (60分)	Machikaneyama 実習 13:10～14:40 (90分)	STATE-Senri 実習 13:10～14:40 (90分)	ABCAP or HiLAPW 実習 13:10～14:40 (90分)	先端研究事例Ⅳ 14:20～15:20 (60分)
15:00	結晶の対称性と電子状態 14:50～16:20 (90分)	Machikaneyama 実習 14:50～16:20 (90分)	STATE-Senri 実習 14:50～16:20 (90分)	ABCAP 実習 14:50～16:20 (90分)	特別講演Ⅰ 15:30～16:30 (60分)
16:00					写真撮影
17:00	第一原理計算の基礎 16:30～18:00 (90分)	自由実習 16:30～17:30 (60分)	自由実習 16:30～17:30 (60分)	自由実習 16:30～17:30 (60分)	修了証授与 開校式 16:50～
18:00		先端研究事例Ⅰ 17:40～18:40 (60分)		先端研究事例Ⅱ 17:40～18:40 (60分)	
19:00	UNIX講座 18:10～19:10 (60分)		懇親会 18:30～20:00 (90分)		
19:00	CMDセミナー 19:10～19:50 (40分)	ランブセッション 18:40～20:10 (90分)		ランブセッション 18:40～20:10 (90分)	
20:00					
21:00					

教科書：

計算機マテリアルデザイン入門（大阪大学出版会）、密度汎関数法の発展—マテリアルデザインへの応用—（シュプリンガー）

コース

1C-1) 計算機ナノマテリアルデザイン

基礎チュートリアルコース

CMD® 先端事例講義

- ・第一原理計算の基礎理論講義
- ・第一原理計算入門実習（3種類のコード）

1C-2) 計算機ナノマテリアルデザイン

専門チュートリアルコース

CMD® 先端事例講義

- ・CMD® 実習（数種類のコードの内から2種類を選択）

1C-3) 計算機ナノマテリアルデザイン

スパコンチュートリアルコース

CMD® 先端事例講義

- ・CMD® 実習（指定された1種類のコードについてスパコンを用いて実習を行う）

1C-4) 計算機ナノマテリアルデザイン

先端チュートリアルコース

CMD® 実践研究（実際の問題にCMDを適用し問題解決、マテリアルデザインを行う）

- ・CMD® 先端事例講義

1C-5) 計算機ナノマテリアルデザイン

スピントロニクスチュートリアルコース

- ・CMD® スピントロニクス基礎講義

- ・CMD® 先端事例講義

- ・CMD®（2～3種類のコードの内から1種類を選択）プログラムはアドバンストコースの前半が講義となり、後半はアドバンストコースに合流。

※ Cコース選択者はこのコースが必修。

Cコース選択者には実習後課題提出を課す。その内容は参加したCMDワークショップの中で連絡する。

CMD-WS アドバンストコース プログラム					
	(月)	(火)	(水)	(木)	(金)
9:00		ソフト実習A 9:00~10:30 (90分)	ソフト実習A 9:00~11:00 (120分)	ソフト実習B 9:00~10:30 (90分)	ソフト実習B 9:00~10:30 (90分)
10:00					
11:00		ソフト実習A 10:40~12:10 (90分)	自由実習 11:100~12:10 (50分)	ソフト実習B 10:40~12:10 (90分)	自由実習 10:40~12:10 (90分)
12:00					
13:00	開校式 (40分) 13:00~13:40				先端研究事例Ⅲ 13:10~14:10 (60分)
14:00	CMD講義 13:40~14:40 (60分)	ソフト実習A 13:10~15:10 (120分)	ソフト実習B 13:10~15:10 (120分)	ソフト実習B 13:10~15:10 (120分)	先端研究事例Ⅳ 14:20~15:20 (60分)
15:00	CMDセミナー 14:50~15:30 中西(40分)				
16:00	ソフト実習A 15:40~17:40 (120分)	ソフト実習A 15:20~17:20 (120分)	ソフト実習B 15:20~17:20 (120分)	ソフト実習B 15:20~17:20 (120分)	特別講演 15:30~16:30 (60分)
17:00					写真撮影 修了証授与 閉校式 16:50~
18:00	ソフト実習A 17:50~19:20 (90分)	先端研究事例Ⅰ 17:40~18:40 (60分) (佐久間)	懇親会 18:00~19:30 (90分)	先端研究事例Ⅱ 17:40~18:40 (60分) (笠井)	
19:00		ランブセッション 18:40~20:10 (90分)		ランブセッション 18:40~20:10 (90分)	
20:00					
21:00					

ソフト実習選択: HiLAPW or ABCAP, STATE-Senri or RSPACE, ecalj, ES-OPT, feram, Machikaneyama, NANIWA-Series など

CMD-WS スーパーコンピューターコース プログラム					
	(月)	(火)	(水)	(木)	(金)
9:00		ソフト実習 9:00~10:30 (90分)	ソフト実習 9:00~10:30 (90分)	ソフト実習 9:00~10:30 (90分)	自由実習 9:00~10:30 (90分)
10:00					
11:00		ソフト実習 10:40~12:10 (90分)	ソフト実習 10:40~12:10 (90分)	ソフト実習 10:40~12:10 (90分)	自由実習 10:40~12:10 (90分)
12:00					
13:00	開校式 (40分) 13:00~13:40				先端研究事例Ⅲ 13:10~14:10 (60分)
14:00	CMD講義 13:40~14:40 (60分)	ソフト実習 13:10~15:10 (120分)	ソフト実習 13:10~15:10 (120分)	ソフト実習 13:10~15:10 (120分)	先端研究事例Ⅳ 14:20~15:20 (60分)
15:00	CMDセミナー 14:50~15:30 (40分)				
16:00	大規模計算序論 15:40~16:40 (60分)	ソフト実習 15:20~17:20 (120分)	ソフト実習 15:20~17:20 (90分)	ソフト実習 15:20~17:20	特別講演 15:30~16:30 (60分)
17:00	スパコンの特徴と 使い方 16:50~17:50 (60分)				写真撮影 修了証授与 閉校式 16:50~
18:00	ソフト実習 18:00~10:00 (60分)	先端研究事例Ⅰ 17:40~18:40 (60分)	懇親会 18:00~19:30 (90分)	先端研究事例Ⅱ 17:40~18:40 (60分)	
19:00		ランブセッション 18:40~20:10 (90分)		ランブセッション 18:40~20:10 (90分)	
20:00					
21:00					

ソフト実習: STATE-Senri or RSPACE

コース2. ナノエレクトロニクス・ナノ材料学 実習テーマ

「電子線リソグラフィによる微細構造の作製と評価」

本センターが有する電子線描画装置 (ELS-3700) を用い、電子線リソグラフィの一連のプロセスを実際に体験することで、トップダウン型の微細加工プロセスの手法の一つを学ぶ。

なお、リソグラフィについて既に経験のある受講生には、夏休み期間に学内研究室で実施される大学院生用のナノエレクトロニクス・ナノ材料学実習テーマへ参加することも相談に応じる。

1) 基板準備

ウェハからの試料の切り出し、基板洗浄、レジスト塗布、プリバーク、試料室への基板搬入、などの前準備を行なう。

2) 電子線描画

電子線描画装置のCADを用い、作製したいパターンの設計を個々に行ない、実習参加者ごとに確保された試料上の領域に電子線照射を行なう。

3) 試料の取出しと現像

参加者ごとに試料を切り出し、電子線照射後の試料についてレジストの現像を行ない、レジストパターンを形成する。

4) レジストパターンの観察

光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡を、実際に参加者が個々に操作することで、形成したレジストパターンの観察を行なう。

5) リフトオフによる基板上への微細パターン形成

作製したレジストパターンを用い、金属蒸着・リフトオフプロセスにより、基板上に微細な金属パターンの形成を試みる。

6) まとめ

観察結果を総合的に議論し、一連のプロセスのまとめを行なう。

コース3. 超分子・ナノバイオ学 実習テーマ

超分子プロセス関係（コースB ナノ機能化学の実習を兼ねる）

1) 「両親媒性分子が水溶液中で形成するミセルとそのサイズ測定」

親水性基と疎水性基が化学結合した両親媒性分子は、水溶液中で疎水性基が凝集してミセルを形成する。このミセル形成についての基礎を学んだ後に、実際に両親媒性物質の水溶液を調製し、ミセル形成により溶液の性質がどのように変わるかを調べる。さらに、動的光散乱法の測定原理について簡単に学んだ後に、同方法を利用して、水溶液中で形成されたミセルのサイズを測定する。

2) 「分光学的手法を用いる超分子複合体の安定度定数の決定」

超分子複合体の安定度は平衡定数（結合定数）や熱力学的パラメーターを求めることにより評価するこ

とができる。結合定数は種々の分光的手法を用いて決定することができるが、本実習プログラムでは紫外-可視吸収スペクトルと NMR スペクトルを用いた結合定数の決定法について、理論の解説と実習を行う。

3) 「ナノ超分子の作製、物性測定、評価」

ナノ超分子研究に必要な、DNAの合成法、近接場顕微鏡分光による単一分子レベルの解析、極短時間分解光学測定法、などについての実習を行う。

4) 「レーザー顕微鏡を用いたナノスケールの物体操作・観測とパルスレーザーによる高速時間分解測定」

レーザー顕微鏡を用いて、①極微小物体を非接触に捕捉・操作する技術、②単一分子測定（イメージング）技術の実習を行う。また③ナノ秒パルスレーザーを用いた高速時間分解分光手法を学び、視覚の初期過程にも関連する分子の異性化反応過程の検出を実習する。

5) 「ラマン散乱によるキラル分子の絶対配置の決定」

ラマン光学活性分光の原理、測定法、および解析法を説明した後、単純なキラル分子の測定を行い、その絶対配置を決定する。その際、量子力学によるスペクトル計算も行う。時間が許せば、鏡像体過剰率の決定についても実習を行う。

生体工学関係

1) 「光コヒーレンストモグラフィ（OCT）による精神性発汗の動態解析」

光コヒーレンストモグラフィ（OCT）の原理と臨床診断応用について学んだ後、OCTを用いた手掌部における精神性発汗の動態解析の実習を行う。

2) 「顕微観察用生体試料作成と非線形光学顕微観察」

古典的な顕微鏡から最先端の非線形光学顕微鏡までの機能と原理、ならびに組織学の概要を学ぶ。実験では、ヒト組織切片の作成と染色および培養細胞の蛍光染色を行ない、それらの試料を共焦点レーザー顕微鏡により観察する。さらに、SHG 顕微鏡を用いて非染色に、ヒトのコラーゲン（腱や頬）を観察する。

コース4. ナノ構造・機能計測解析学 実習テーマ

1) 「講義」

電子線オペティクスの基礎および応用について学習する。さらに、電子顕微鏡による材料科学研究・生命科学のトピックスに触れる。

2) 「試料作製」

透過電子顕微鏡（TEM）用の試料作製法を実習する。機械研磨、電解研磨、イオン研磨、FIB加工、マイクロトームによる薄切、等が含まれる。

3) 「TEM 観察の基本」

200kV 汎用形 TEM を用いて、試料挿入と結晶方位合わせを実習するとともに、明視野像、暗視野像、および電子回折図形の撮影を行う。

4) 「高分解能電子顕微鏡」

300kV 高分解能 TEM を用いて、構造や欠陥の原子レベルでの観察を実習する。

5) 「STM および AFM」

STM および AFM の原理を学習したあと、実際にこれらの顕微鏡を用いて物質の表面構造を原子レベルで観察する。

6) 「分析電子顕微鏡」

200kV 分析電子顕微鏡を用いて、EDX および EELS による組成分析について学習する。

7) 「像計算」

汎用ソフトを利用して、明視野像、暗視野像、高分解能像のシミュレーションを行う。さらに、実際に得られる実験像との比較を行う。

8) 「球面収差補正 TEM」

波面再構成法による収差補正の原理を学んだあと、同法を利用した収差補正 TEM による観察を実習する。

9) 「その他」

このほかに、バイオ TEM の原理と実習、低真空対応 SEM の実習、単結晶 X 線回折の実習を行う。