§ 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

目的・概要	機能性材料開発、新規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ナノ材料・デバイス開発を行うことを意味する。これらの手法によって得られる各種データは実験結果と対比されるのみならず、ビッグデータとしてマテリアルズインフォマティクスに活用される。春・夏学期は、主として量子デザインで必要となる基礎的概念について紹介する。量子力学と固体電子論の復習、密度汎関数理論、具体的な電子状態計算手法、物性を理解する上で重要な基礎概念について系統的に学ぶ。秋・冬学期では、主として量子デザインの具体的事例について紹介する。高圧物性、半導体デバイス、光物性、太陽電池、磁性、強誘電体、カーボン系材料、有機デバイス、触媒、電極化学反応など、新材料創成の成功例も含めて応用例について紹介する。さらに、マテリアルズインフォマティクス(人工知能ディープラーニングによる材料設計)についても最先端事例を含めて紹介する。 秋と春には CMD ワークショップを開催し具体的なプログラムを使って実際に電子状態計算の実習を行う。
修得目標	・量子デザインに必要な基礎的概念の習得 ・固体電子論の基礎的概念の習得 ・密度汎関数理論の習得 ・電子状態計算手法の原理・特長の学習 →擬ポテンシャル・平面波基底法、KKR 法、FLAPW 法など ・量子化学分野の分子計算手法の学習 ・量子デザインの具体的応用事例の学習 →混晶、高圧下の現象、電気伝導性解析、透明導電材料、太陽電池材料、熱電材料、励起状態ダイナミクス、半導体デバイス、半導体スピントロにクス材料、強誘電体、カーボン系ナノ材料、有機デバイス材料、不均一触媒、電気化学、電極反応など ・人工知能、ディープラーニングによる材料設計(MI)の学習 ・計算機マテリアルデザインワークショップ (CMD-WS) による実習 以上を学ぶことにより、新規ナノ材料・デバイス開発に向けて計算科学、MI の手法の理解と応用力を身に付ける。
年間の構成	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。春・夏学期で、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、MI とは何か、その活用法について学ぶ。また、秋・冬学期では、このような手法を様々な系に対して適用して量子デザイン・シミュレーショ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。 実習では、講義で習った量子デザイン手法を、実際に計算機を用いて実習し、自身の興味のある物質に適用して、量子デザイン手法を自分自身で運用していく技術を身につける。実習の詳細については §3 を参照のこと。
参考文献	R.M. マーチン著、寺倉清之ら訳「物質の電子状態(上・下)(丸善出版, 2012) 笠井・赤井・吉田編「計算機マテリアルデザイン入門」(大阪大学出版会, 2005) 赤井・白井編「密度汎関数法の発展」(丸善出版, 2012) 小口多美夫著「バンド理論 物質科学の基礎として」(内田老鶴圃, 1999) 小口多美夫著「遷移金属のバンド理論」(内田老鶴圃, 2012)
特記事項	材料開発に特化したものではないが、計算機を用いた人工知能、ディープラーニング、シミュレーションの応用として、コース3「ナノライフサイエンス学」の 4/26 深層学習の基礎とバイオメディカル応用、1/17 分子動力学シミュレーションを用いた分子集合系のミクロ解析の講義も役立つので、これら希望者は受講希望を申請することを奨励する。

前　　期（4単位）　　＊実務家教員　＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師
1	4/10（月）	オリエンテーション	森川良忠 *（阪大・工）
		量子シミュレーションとデザイン	吉田博 *（東大・工）
2	4/17（月）	量子力学の基礎	佐藤和則 *（阪大・工）
3	4/24（月）	固体中の電子	白井光雲 ＊（阪大・産研）
4	5/8（月）	密度汎関数法	赤井久純 *（阪大・工）
5	5/15（月）	擬ポテンシャル法と第一原理分子動力学方法	森川良忠 *（阪大・工）
6	5/22（月）	KKR 法	赤井久純 *（阪大・工）
7	5/29（月）	FLAPW 法	小口多美夫 ＊（阪大・スピントロニクス）
8	6/5（月）	磁性理論と解析	草部浩一 *（兵庫県立大・理）
9	6/12（月）	電子相関と超伝導	黒木和彦 *（阪大・理）
10	6/19（月）	量子化学計算	奥村光隆 *（阪大・理）
11	6/26（月）	マテリアルズ・インフォマティクス：概論	小口多美夫 ＊（阪大・スピントロニクス）
12	7/3（月）	データサイエンスの基礎	Dam Hieu Chi（北陸先端大・知識科学系）
13	7/10（月）	データサイエンスの計測解析と生産プロセス最適化への展開	鷲尾隆 *（阪大・産研）
14	7/24（月）	ディスカッション・ディベート	1コース講師 *,**

後　　期（4単位）　　＊実務家教員　＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師
1	10/16（月）	ナノ混晶による新機能デザイン	赤井久純 *（阪大・工）
2	10/23（月）	励起状態ダイナミクスシミュレーション	宮本良之 **（産総研）
3	10/30（月）	分子エレクトロニクスデザイン	森川良忠 *（阪大・工）
4	11/6(月)	ナノ構造と輸送現象デザイン	小野倫也 *（神戸大・工）
5	11/13（月）	省エネルギー・創エネルギーデザイン	吉田博 *（東大・工）
6	11/20（月）	半導体デバイスのおける界面デザイン	金田千穂子 **（東北大・CIES）
7	11/27(月)	半導体ナノスピントロニクスデザイン	佐藤和則 *（阪大・工）
8	12/4(月)	強誘電体・圧電体デザイン	小口多美夫 ＊（阪大・スピントロニクス）
9	12/11(月)	カーボン系ナノ機能材料	草部浩一 *（兵庫県立大・理）
10	12/18(月)	フェーズフィールド法の基礎と応用	高木知弘（京都工繊・機械工学系）
11	1/15（月）	表面化学過程の第一原理シミュレーション	濱田幾太郎 *（阪大・工）
12	1/22（月）	マルチスケールモデリング・シミュレーションによる材料強度予測	尾方成信（阪大・基礎工）
13		フォノンと熱伝導・熱膨張・有限温度での熱力学的安定性	吉矢真人（阪大・工）
		自動ハイスループット材料計算法とデータ駆動型マテリアルデザイン	福島鉄也（東大・物性研究所）
14	2/5（月）	ディスカッション・ディベート	1コース講師 *,**

各コースの講義とは別に、全コース共通講義があります。（2ページ参照）

コース2 ナノエレクトロニクス材料・デバイス学

目的・概要	我々が目指す将来においては、サイバー空間（情報処理）とフィジカル空間（もの） が高度にインタラクティブに融合した「超スマート社会」の構築が求められている（Society5.0）。 本コースで扱う「ナノエレクトロニクス材料・デバイス」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り、超スマート社会の実現には不可欠な技術要素である。さらに、ナノメートルスケール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る。 本コースは、エレクトロニクス（電子）、フォトニクス（光）、スピントロニクス（磁性）などを活用したナノテクノロジーデバイス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基礎を学ぶ「入門」から、現在ナノエレクトロニクス材料・デバイスの領域の研究・開発にすでに携わっている受講生のための「専門」コースとしての最先端の応用的内容までを網羅し、幅広い層の受講生を対象として、実践に役立つ内容を網羅している。
修得目標	・各種材料（半導体、磁性体、誘電体など）の基本的物性と応用事例、MI の活用例の学習 ・各種プロセス技術（薄膜結晶成長、微細加工など）の概要、必要性、応用展開の学習 ・各種評価技術（電気的特性、光学的特性、磁気的特性、構造的特性など）の概要、原理、応用分野の学習 ・電子デバイス（高周波トランジスタ、パワートランジスタなど）の現状、使われる材料、デバイス構成、動作原理、応用例の学習 ・発光デバイス（発光ダイオード、半導体レーザなど）の現状、使われる材料、デバイス構成、動作原理、応用例の学習 ・受光デバイス（光検出器、太陽電池など）の現状、使われる材料、デバイス構成、動作原理、応用例の学習 ・萌芽的なセンサー材料、新規ナノ材料やメモリーデバイスの特徴、応用に関する学習 ・ナノテクノロジーが支える量子コンピュータの原理と現状 以上を学ぶことにより、新規ナノエレクトロニクス材料・デバイス開発に向けて各種材料の特性、作成法、機能計測法を理解し、様々な最新デバイス応用を学ぶことで、ナノエレクトロニクスの実践力を身に付ける。
年間の構成	講義は、春・夏学期は各種材料（無機半導体、有機半導体、磁性体、誘電体など）・プロセス技術（薄膜結晶成長、微細加工など）・評価技術（電気的特性、光学的特性、 磁気的特性、構造的特性など）に関わる基礎的な総論、秋・冬学期は省・創エネルギーエレクトロニクス（電子デバイス、発光デバイス、受光デバイス、太陽電池、センサー、メモリなど）や光触媒に関する応用に重点を置いた各論のテーマから構成されている。また、次世代の量子コンピュータの原理と活用にも触れられている。エレクトロにクスでありがちな物理的側面のみならず、化学的側面を対比させて議論することで、材料・デバイス開発に幅広さを持たせている、通年の開講であるため、基礎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。本コースでは、最先端の研究で活躍している本学の教員が講義を行うとともに、優れた専門性を持った学外教員も加えて、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共に講義内容について理解を深める双方向の議論を随所で行う。
参考文献	・キッテル「固体物理学入門 上、下」（丸善） ・佐藤勝昭「応用物性」（オーム社） ・赤﨑勇「Ⅲ － Ⅴ族化合物半導体」（培風館） ・中山正昭「半導体の光物性」（コロナ社）
特記事項	材料・デバイスの機能計測・解析技術に関しては、コース4「ナノ構造・機能計測解析学」の 6/15 超解像度顕微鏡法、10/26 電池材料のナノ構造機能解析の最前線、11/9 高分子材料におけるナノ構造機能解析、11/30 エレクトロニクス材料・デバイスの解析などが参考になる。コース5「ナノ機能化学」の 10/13 太陽光－化学エネルギー変換、コース1「ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学」の 12/18 分子エレクトロニクスデザインなどの講義も役立つので、これら希望者は受講希望を申請する ことを奨励する。

前　　期（4単位）　　＊実務家教員　＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師
1	4/11（火）	オリエンテーションとナノ材料とフォトニクス	田中秀和 ＊（阪大・産研） 伊藤正 ＊（阪大・R³セ）
2	4/18（火）	無機半導体材料とデバイス	奥山雅則 ＊（阪大・R³セ）
3	4/25（火）	有機エレクトロニクスに向けた有機材料の基礎と応用	家裕隆（阪大・産研）
4	5/9（火）	磁性体の基礎	千葉大地（阪大・産研）
5	5/16（火）	電池の基礎と次世代の研究開発	妹尾博 ＊＊（産総研）
		2030年社会を意識した蓄電池開発の方向性	木下肇 ＊＊（KRI ㈱）
6	5/23（火）	光触媒材料の原理と応用	平井隆之 ＊（阪大・基礎工）
7	5/30（火）	ナノ構造物質の作製と光学応答（物理的観点）	芦田昌明 ＊（阪大・基礎工）
8	6/8（木）	走査プローブ顕微鏡法 （固液界面解析への応用を中心として）	福井賢一 ＊（阪大・基礎工）
9	6/13（火）	放射光分光分析法	関山明 ＊（阪大・基礎工）
10	6/20（火）	薄膜作成の基礎・応用から薄膜材料技術まで	北川雅俊 ＊（都市活力研究所）
11	6/26（月）	マテリアルズ・インフォマティクス：概論	小口多美夫 ＊ （阪大・スピントロニクス）
12	7/4（火）	半導体微細加工プロセス	古澤孝弘（阪大・産研）
13	7/11（火）	ナノ粒子の分光・光学特性とナノフォトニクスへの応用	朝日剛 ＊（愛媛大・工）
14	7/18（火）	強誘電体材料とデバイス応用	藤村紀文 ＊（大阪公立大・工）

後　　期（4単位）　　＊実務家教員　＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師
1	10/10（火）	物理センサの原理と応用	奥山雅則 ＊（阪大・R³セ）
2	10/17（火）	パワーエレクトロニクスを支える半導体デバイス・回路技術	谷口研二 ＊（阪大・工）
3	10/24（火）	有機エレクトロニクス・フォトニクス	八瀬清志 ＊＊（産総研）
4	10/31（火）	オプトロニクス	片山竜二（阪大・工）
5	11/7（火）	プラズモニクス・メタマテリアルの基礎と応用	髙原淳一（阪大・工）
6	11/14（火）	テラヘルツ技術の最前線	斗内政吉 ＊（阪大・レーザー）
7	11/21（火）	MEMS プロセスと応用デバイス	神野伊策 ＊（神戸大・工）
8	11/28（火）	太陽電池の研究開発と今後の展開	太和田善久 ＊＊（阪大・R³セ）
9	12/5（火）	先端メモリ概論（磁気メモリを中心に）－ Ⅰ	鈴木義茂 ＊（阪大・基礎工）
10	12/12（火）	化学分子の計測を目指したフレキシブルセンサとその応用	竹井邦晴 （北海道大学）
11	12/19（火）	先端メモリ概論（機能性酸化物・相変化メモリを中心に）－ Ⅱ	田中秀和 ＊（阪大・産研）
12	1/9（火）	ナノカーボン材料の成長・評価技術と応用展開	小林慶裕 ＊（阪大・工）
13	1/16（火）	量子ビット・量子コンピュータ	大岩顕（阪大・産研）
14	1/23（火）	総合討論	2コース講師 ＊

各コースの講義とは別に、全コース共通講義があります。（2ページ参照）

コース3 ナノライフサイエンス学

目的・概要	高度高齢化社会を迎え、ナノテクノロジーという工学技術・知識を、医学分野や医学療法・医療機器の分野において有効に活用し、新たな QOL 産業へと展開するとともに、より高度な治療や病気予防の分野などでの活用が益々期待されている。例えば、工学と化学・生物学の融合は光計測・調節技術を生み出しており、これらの技術はライフテクノロジー（バイオ、医療、創薬）にまたがる幅広い応用分野において展開されうる。コース 3「ナノライフサイエンス学」ではケミカルバイオロジー、バイオメカニクス、ナノテクノロジーの三者の融合領域・境界領域における様々なスケール（ナノからミクロ領域）における多様なトピックスを取り上げ、医学、生体親和材料、生体計測・再生医療・創薬などのライフサイエンス全般の領域に資する講義を行う。これらの受講を通して関連分野の研究内容や知識を習得し、工学・理学系の講師だけではなく、医学・薬学系の講師も多数招き、ナノテクノロジーを基礎とする新規なライフサイエンスを理解し、「医工理連携」による高度技術を創造することを目的とする。
修得目標	・ケミカルバイオロジーの基礎知識の習得 ・バイオメカニクス（細胞活動への力学的効果）の基礎知識の習得 ・バイオセンサー・デバイス、ウェアラブルデバイスの原理・データ統計処理方法の学習 ・バイオイメージング技術の学習 ・再生材料・再生医療・組織工学の作動原理の学習 ・各種病理の基礎知識の習得及び治療法の学習 　→がん、循環器病、生活習慣病 など ・医薬品の研究開発、ドラッグデリバリーなど ・人工知能・ディープラーニングを活用したメディカル展開の学習 以上を学ぶことにより、医学、生化学、ナノバイオロジー、再生材料などの基礎、典型的な生体計測技術、各種病理の基礎や治療法、AI 診断支援、医薬品開発などのライフサイエンスの基礎と現状を理解し、今後の高齢化社会におけるナノテクノロジーを生かした「医工理連携」による学際的高度技術を創造できる応用力を身に付ける。
年間の構成	主として前期はナノテクノロジーが係るケミカルバイオロジーやバイオメカニクスなどの基礎的な講義を中心にまとめ、後期は病理学も含め、メディカル領域でのトピックス、薬学としての創薬やドラッグデリバリーシステムを扱う。講師は大阪大学の研究者を中心に、全国の大学から各分野の専門家が務める。具体的な講義内容としては、前期では主に分子工学、バイオメカニクス、細胞アッセイや細胞操作と制御、先端のバイオイメージング技術、心筋細胞シートを含む再生材料・再生医療などについて、後期では、主にゲノム計測と編集、医用診断法、医薬品開発、リキッドバイオプシー、ドラッグデリバリーシステム、ウェアラブル技術などのバイオ・医療関連の講義を取り上げる。また、トピックス的話題として生体計測に関するデータ科学や人工知能・ディープラーニングのメディカル応用など、バイオインフォマティクスに通じる講義も提供する。これらの講義を通して、多様な視点からライフサイエンス学を論じる。講義では、遠隔配信先を含め各教室から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、後期には総合討論を用意し、講師と受講生が集まって忌憚なく意見を双方向に交換できる場を設ける。
参考文献	各講師から講義一週間前までに、および講義中にそれぞれ紹介する。 ・1週目講義の参考文献: 曽我部編「メカノバイオロジー」（化学同人, 2015）
特記事項	生化学関連では、コース4「ナノ構造・機能計測解析学」の 11/16 クライオ TEM 法 の応用・バイオナノマシーン、1/11 タンパク質の構造解析などの講義も役立つので、これら希望者は受講希望を申請することを奨励する。

前　　期（4単位）　　＊実務家教員 ＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師
1	4/12（水）	生物進化の視点から捉える DNA 複製・修復・組換え	白石都（九大・薬学）
2	4/19（水）	溶液界面・微粒子の新分析法	渡會 仁 ＊（阪大・R³セ）
3	4/26（水）	深層学習の基礎とバイオメディカル応用	新岡宏彦 ＊（阪大・情報科学研究科）
4	5/10（水）	ナノ再生材料と再生医療	松崎典弥（阪大・工）
5	5/17（水）	ナノテクノロジーとバイオデバイス・バイオセンサー	民谷栄一 ＊（阪大・産研）
6	5/24（水）	先端音響バイオセンサー	荻博次 ＊（阪大・工）
7	5/31（水）	分子系の二光子吸収とその応用	鎌田賢司 ＊＊（産総研）
8	6/7（水）	フォトンの力学作用と細胞操作・制御	杉浦忠男 ＊（崇城大・情報）
9	6/15（木）	超解像度顕微鏡法（光プローブを中心として）	伊都将司 ＊（阪大・基礎工）
10	6/21（水）	ナノバイオイメージング	藤田克昌 ＊（阪大・工）
11	6/28（水）	バイオメディカルイメージング	近江雅人 ＊（阪大・医）
12	7/26（水）	表面・界面における超分子集合体の形成	田原一邦（明大・理工）
13	7/12(水)	医工連携が医療の進歩に与えた Impact	澤芳樹 ＊（阪大・医）
		脳神経外科領域での医工連携	貴島晴彦（阪大・医）
14	7/19（水）	超分子とナノマシン	山口浩靖（阪大・理）

後　　期（4単位）　　＊実務家教員 ＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師
1	10/11（水）	発光・蛍光タンパク質プローブ	永井健治 ＊（阪大・産研）
2	10/18（水）	がんの病理および治療	森井英一（阪大・医）
3	10/25（水）	ケミカルバイオロジー	築地真也（名工大・フロンティア）
4	11/1（水）	細胞操作メカノバイオマテリアル	木戸秋悟（九大・先導物質化学研究所）
		マイクロ流体デバイスとMicrophysiological systems (MPS)	横川隆司（京大・工）
5	11/8（水）	ドラッグデリバリーシステム	中川晋作 ＊（阪大・薬）
6	11/15（水）	バイオセンシングとAIの融合	谷口正輝 ＊（阪大・産研）
7	11/22（水）	循環器内科学における医工連携	坂田泰史 ＊（阪大・医）
			横山光樹（阪大・医）
8	11/29（水）	ゲノム編集	伊川正人（阪大・微研）
9	12/6(水)	生活習慣病と内因性ナノパーティクル、エクソソーム	喜多俊文（阪大・医）
10	12/13（水）	細胞製造	紀ノ岡正博 ＊（阪大・工）
11	12/20（水）	ウェアラブル生体センサを活用した実世界データ科学	清野健（阪大・基礎工）
12	1/10（水）	医薬品の研究開発・化学合成	赤井周司 ＊（阪大・薬）
13	1/17（水）	分子動力学シミュレーションを用いた分子集合系のミクロ解析	松林伸幸 ＊（阪大・基礎工）
14	1/24（水）	細胞アッセイ・総合討論	出口真次 ＊（阪大・基礎工）

各コースの講義とは別に、全コース共通講義があります。（2ページ参照）

コース4 ナノ構造・機能計測解析学

目的・概要	電池などの蓄電・創エネルギーデバイス分野や触媒などの環境プロセス分野、さらにライフサイエンスの分野においては、ナノスケールでの原子・分子構造および特性の制御がさらに必要とされている。素材産業やエレクトロニクス産業においてもナノスケール制御の必要性がさらに高まっている。電子顕微鏡およびプローブ顕微鏡を利用すれば、ナノスケールでの原子・分子構造を化学組成もふくめて精密に評価できる。さらに、最近では、電池、触媒、各種デバイスなどが機能中にナノスケール・リアルタイムでその場観察することも可能となりつつある。本講義では、電子顕微鏡およびプローブ顕微鏡を利用して、高度な評価を行うために必要な基礎を体系的に講義する。さらに、実習と具体的な応用例の講義も加えて、ナノ構造・機能計測解析の最先端を理解させる。
修得目標	・電子顕微鏡法の基本原理の習得 →電子の波動性、電子の電界放射、結晶による電子回折、物質による電子の弾性散乱と非弾性散乱、磁場レンズによる電子波の結像など） ・電子顕微鏡装置（電子銃、磁場レンズ、収差補正など）の学習 ・プローブ顕微鏡法の基本原理と装置（ハードウェア）の構成の学習 ・電子顕微鏡の各種手法の習得 →高分解能透過電子顕微鏡法、制限視野電子回折法、回折コントラスト法、電子線ホログラフィー法、走査透過電子顕微鏡法（特に HAADF-STEM 法）、エネルギー分散型 X 線分光法、電子エネルギー損失分光法、クライオ電子顕微鏡法、走査電子顕微鏡法、その場観察法、スペクトラムイメージング法、高速電子回折・電子顕微鏡観察法 など ・電子顕微鏡手法の蓄電・創エネルギーデバイス分野、環境プロセス分野、ライフサイエンス分野、素材分野やエレクトロニクス分野への最先端応用例の学習 ・プローブ顕微鏡法の各種手法の学習、超高解像度光学顕微鏡法の学習 ・X 線顕微鏡法における最先端の応用事例の学習 ・アトムプローブ、カソードルミネッセンスと組み合わせた相関顕微鏡解析 以上を学ぶことにより、ナノ材料・デバイスの構造・機能解析の手法を理解し、新機能性材料や新規デバイスのナノ構造・機能計測解析の最先端の応用力を身に付ける。
年間の構成	電子顕微鏡法およびプローブ顕微鏡法を利用して高度な解析を行うためには、原理、装置から解析の学理を系統的に理解しておくことが必要である。そのために、春・夏学期においてはナノ構造・機能解析計測法の基礎を理工系学部レベルの専門基礎知識を前提として講義する。超高解像度光学顕微鏡法についても相補的手法として解説する。 秋・冬学期においては、蓄電・創エネルギーデバイス、鉄鋼材料、触媒などの環境材 料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、あわせて最先端の装置、計測法、解析手法の具体例も講義する。これらの分野で推進されている透過 電子顕微鏡法およびプローブ顕微鏡法による最先端研究を学内関係者はもとより、学外から招へいした専門家も交えて基礎から最先端の知識までを講義する。 さらに、各講師と各遠隔教室の受講生は講義内容について理解を深める双方向議論が行える。また同時に質問やコメントを受け付ける。後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。 講義に加えて、実際に装置を操作することで電子顕微鏡法およびプローブ顕微鏡法への理解は格段に深まる。そのために、前期の講義修了後に、電子顕微鏡およびプローブ顕微鏡を使用する夏の集中実習（9月予定）を行う。最先端の電子顕微鏡およびプローブ顕微鏡の見学もあわせて行う。実習の詳細については、 §３ を参照のこと。
参考文献	Transmission Electron Microscopy 1 Basic Transmission Electron Microscopy 2 Diffraction Transmission Electron Microscopy 3 Imaging Transmission Electron Microscopy 4 Spectrometry David B. Williams and C. Barry Carter Plenum Publishing Corporation, 1996, New York
特記事項	計測技術関連では、コース2「ナノエレクトロニクス材料・デバイス学」の 6/13 放射光分光分析法の講義も役立つので、希望者は受講希望を申請することを奨励する。

前　　期（4単位）　　＊実務家教員　＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師
1	4/13（木）	ナノ構造・機能の解析法概論	竹田精治＊（阪大・R³セ）
2	4/20（木）	電子回折　I	竹田精治＊（阪大・R³セ）
3	4/27（木）	電子回折　II・回折コントラスト	市川聡＊（阪大・電顕）
4	5/11（木）	電子顕微鏡のハードウェア	伊野家浩司（アメテック（株））
5	5/18（木）	高分解・透過電子顕微鏡（TEM）法	山﨑順＊（阪大・電顕）
6	5/25（木）	走査電子顕微鏡（SEM）法	酒井朗＊（阪大・基礎工）
7	6/1（木）	走査透過電子顕微鏡（STEM）法の基礎	今野豊彦＊（東北大・金研）
8	6/8（木）	走査プローブ顕微鏡法（固液界面解析への応用を中心として）	福井賢一＊（阪大・基礎工）
9	6/15（木）	超解像度顕微鏡法（光プローブを中心として）	伊都将司＊（阪大・基礎工）
10	6/22（木）	X線顕微鏡法	西野吉則（北大・電子研）
11	6/29（木）	エネルギー分散型 X 線分光分析（EDXS）法	原徹＊＊（物材研）
12	7/6（木）	電子エネルギー損失分光（EELS）法	吉川純（物材研）
13	7/13（木）	電子線ホログラフィー	村上恭和（九大・工）
14	7/20（木）	クライオ電顕、バイオ電顕の基礎	難波啓一＊（阪大・生命）

後　　期（4単位）　　＊実務家教員　＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師
1	10/12（木）	収差補正による最先端イメージング	田中信夫＊＊（名大・未来材料システム研究所）
2	10/19（木）	原子スケールその場観察・状態分析の最先端	末永和知（阪大・産研）
3	10/26（木）	電池材料のナノ構造機能解析の最前線	秋田知樹＊＊（産総研）
4	11/2（木）	エレクトロニクス材料・デバイスの解析	酒井朗＊（阪大・基礎工）
5	11/9（木）	固体触媒の解析	吉田秀人（阪大・産研）
6	11/16（木）	クライオ TEM 法の応用・バイオナノマシーン	光岡薫＊（阪大・電顕）
7	11/30（木）	高分子材料におけるナノ構造機能解析	陣内浩司＊（東北大・多元研）
8	12/7（木）	環境エネルギー材料の解析	武藤俊介＊（名大・未来材料システム研究所）
9	12/14（木）	鉄鋼材料におけるナノ構造機能解析	谷山明＊＊（日本金属学会）
10	12/21（木）	相関顕微鏡解析（電子顕微鏡法とアトムプローブ、光分光等各種解析法の融合）	大野裕＊（東北大・金研）
11	1/11（木）	タンパク質の構造解析（X 線回折から電子回折、TEM 法まで）	栗栖源嗣（阪大・蛋白研）
12	1/18（木）	電子線ホログラフィーによる機能性材料の応用解析	山本和生＊＊（JFCC）
		電子・光デバイスの解析	冨谷茂隆＊＊（奈良先端大学）
13	1/25（木）	プローブ顕微鏡法の最先端（固体表面の静的から動的解析まで）	阿部真之＊（阪大・基礎工）
14	2/1（木）	総合討論	4コース講師＊,＊＊

各コースの講義とは別に、全コース共通講義があります。（2ページ参照）

コース5 ナノ機能化学

目的・概要	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1分子機能をはるかに超える多くの新たな機能を発現する。従って、化学の基礎知識とともにナノ空間における、あるいはナノ構造における新奇な機能を理解し、利用する能力を身に付けることが重要となる。本コースは、「ナノ機能化学」のキーワードで講義テーマ構成し、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、基礎を習得した上で、その各種応用を図る力をつけることを目的とする。従って、ベースは化学であるが、物理、材料科学、エレクトロニクスにもその知識の幅を広げ、その中でナノ科学技術にどのようにナノ機能化学が活用されるかを知り、さらにその応用展開の底力を付けることを目的とする。
修得目標	・有機半導体・有機分子エレクトロニクスの基礎知識の習得 →有機電子材料中の電子移動のメカニズム、機能性高分子の物性 など ・高分子材料のナノ構造・機能解析手法、溶液界面・微粒子の新分析法 ・量子化学計算を用い分子集合体解析、分子動力学シミュレーションの習得 ・マテリアルズインフォマティクスによる材料設計の基礎の学習 ・プローブ顕微鏡、電子顕微鏡による分析手法の習得 ・光応答性機能分子材料の化学、ナノ粒子触媒を用いた官能基変換反応 ・各種機能デバイスの原理や応用事例の学習 →2次電池、太陽電池、光触媒材料 など ・触媒や高分子ミセルの概要と特性解析手法の習得 以上を学ぶことにより、化学を基本としながらも、物理、材料科学、エレクトロニクスの知識を加えてナノ機能を生み出す分子、分子集合体材料と機能について理解し、様々なデバイス応用を学ぶことで、ナノ機能化学における実践力を身に付ける。
年間の構成	具体的な講義内容として、前期では主に有機半導体、電池材料、光触媒材料、超分子・超分子集合体とその機能、分子・ナノ粒子の光学的特性、量子化学計算を用い分子集合体解析、マテリアルズインフォマティクスによる材料設計、溶液界面、表面・界面・微粒子の分析手法、高分子材料のナノ構造・機能解析手法、走査プローブ顕微鏡法、単分子超高解像度顕微鏡法などについての基礎化学材料・現象及びその解析・計測手法などの講義を取り上げて基礎知識を身に付ける。一方、後期では、エネルギー変換デバイス、光応答・励起状態ダイナミクス、機能性高分子・高分子ミセル、分子集合体などの機能と応用、分子エレクトロニクスに関する講義、また分子動力学シミュレーション、システムデザインナノ構造など、機能性化学材料・デバイスの講義を取り上げる。 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。
参考文献	各講師から講義一週間前までに、および講義中にそれぞれ紹介する。
特記事項	特に、前期課程において、他コースとの合同講義が多いために、日程、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。 なお、化学材料関連では、コース1「ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学」の 1/15 表面化学過程の第一原理シミュレーション、コース2「ナノエレクトロニクス材料・デバイス学」の 11/28 化学分子の計測を目指したフレキシブルセンサとその応用、1/9 ナノカーボン材料の成長・評価技術と応用展開、薬学関係では、コース3「ナノライフサイエンス学」の 11/8 ドラッグデリバリーシステム、1/10 医薬品の研究開発・化学合成などの講義も役立つので、これら希望者は受講希望を申請することを奨励する。

前　　期　　＊実務家教員　＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師	概要参照ページ
1	4/14(金)	オリエンテーションと電子励起状態分子の科学と計測、応用	宮坂博 *(阪大・R³セ)	31
2	4/19(水)	溶液界面・微粒子の新分析法	渡會仁 *(阪大・R³セ)	19
3	4/25(火)	有機エレクトロニクスに向けた有機材料の基礎と応用	家裕隆 (阪大・産研)	13
4	5/11(木)	電子顕微鏡のハードウェア	伊野家浩司(アメテック㈱)	25
5	5/16(火)	電池の基礎と次世代の研究開発	妹尾博 **(産総研)	13
		2030年社会を意識した蓄電池開発の方向性	木下肇 **(KRI ㈱)	
6	5/23(火)	光触媒材料の原理と応用	平井隆之 *(阪大・基礎工)	13
7	5/31(水)	分子系の二光子吸収とその応用	鎌田賢司 **(産総研)	19
8	6/8(木)	走査プローブ顕微鏡法 (固液界面解析への応用を中心として)	福井賢一 *(阪大・基礎工)	25
9	6/15(木)	超解像度顕微鏡法(光プローブを中心として)	伊都将司 *(阪大・基礎工)	25
10	6/26(月)	マテリアルズ・インフォマティクス:概論	小口多美夫 * (阪大・スピントロニクス)	8
11	7/3(月)	データサイエンスの基礎	Dam Hieu Chi (北陸先端大・知識科学系)	8
12	7/26(水)	表面・界面における超分子集合体の形成	田原一邦 (明大・理工)	20
13	7/11(火)	ナノ粒子の分光・光学特性とナノフォトニクスへの応用	朝日剛 *(愛媛大・工)	14
14	7/19(水)	超分子とナノマシン	山口浩靖 (阪大・理)	20

後　　期　　＊実務家教員　＊＊実務家

回	講義日	テーマ	講師	概要参照ページ
1	10/13(金)	太陽光―化学エネルギー変換	中西周次 *(阪大・基礎工)	31
2	10/20(金)	ナノテクに立脚する光化学の最前線	坪井泰之 *(大阪公立大・理)	31
3	10/26(木)	電池材料のナノ構造機能解析の最前線	秋田知樹 **(産総研)	26
4	11/10(金)	バイオプラスチック	宇山浩(阪大・工)	31
5	11/17(金)	バイオナノマテリアルの構造・機能デザインとデバイス応用展開	古賀大尚(阪大・産研)	31
		サーキュラーエコノミーとバイオプラスチック	佐野浩(三菱ケミカル㈱)	31
6	11/24(金)	機能性高分子	堀邊英夫 *(大阪公立大・工)	31
7	12/1(金)	有機光化学および有機電子移動化学の基礎と応用	池田浩 *(大阪公立大・工)	31
8	12/8(金)	高分子ミセル概説と特性解析	橋爪章仁 *(阪大・理)	32
9	12/15(金)	システムデザインにおけるナノ構造	藤井克司 *(理化学研究所)	32
10	12/22(金)	水溶性フォトレジストやガス透過性多孔質モールドを活用したナノマイクロ加工技術	竹井敏(富山県立大学・工)	32
11	1/12(金)	ナノ粒子触媒を用いた官能基変換反応	水垣共雄 (阪大・基礎工)	32
12	1/17(水)	分子動力学シミュレーションを用いた分子集合系のミクロ解析	松林伸幸 *(阪大・基礎工)	21
13	1/26(金)	光応答機能性分子材料化学	小畠誠也 *(大阪公立大・工)	32
14	2/2(金)	総合討論	5コース講師 *	32

コースの講義とは別に、全コース共通講義があります。(2ページ参照)