

平成 28(2016) 年度

# 物理学専攻

授業概要(シラバス)

2016 年 4 月 1 日

大阪大学大学院理学研究科



## 目次

<b>1</b>	<b>各専攻共通科目</b>	<b>5</b>
1.1	前期課程	5
	ナノプロセス・物性・デバイス学	6
	超分子ナノバイオプロセス学	7
	ナノ構造・機能計測解析学	9
	ナノフォトニクス学	10
	先端的研究法:質量分析	11
	先端的研究法:X線結晶解析	13
	先端的研究法:NMR	15
	ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学	17
	先端機器制御学	19
	分光計測学	20
	科学論文作成法	21
	研究実践特論	23
	(1学期) 実践科学英語	24
	研究者倫理特論	25
	科学英語基礎	26
1.2	後期課程	27
	産学リエゾン PAL 教育研究訓練	28
	高度学際萌芽研究訓練	30
	学位論文作成演習	32
	高度理学特別講義	33
	企業インターンシップ	34
	海外短期留学	35
<b>2</b>	<b>物理学専攻 A, B, C コース共通</b>	<b>36</b>
2.1	前期課程	36
	複雑系物理学	37
	ニュートリノ物理学	39
	レーザー物理学	41
<b>3</b>	<b>物理学専攻 A コース (理論系:基礎物理学・量子物理学コース)</b>	<b>42</b>
3.1	前期課程	42
	場の理論序説	43
	原子核理論序説	44
	一般相対性理論	46
	場の理論 I	48
	場の理論 II	50
	物性理論 II	52
	固体電子論 II	53
	素粒子物理学特論 I	55
	物性理論特論 I	57
	原子核理論	58
3.2	後期課程	59
	特別講義 AIII 「核子多体系の集団運動と密度汎関数理論」(物理学専攻)	60
	特別講義 AIV 「超伝導の第一原理計算」(物理学専攻)	61

## 目次

特別講義 AIII(S)「核子多体系の集団運動と密度汎関数理論」(物理学専攻)	63
特別講義 AIV(S)「超伝導の第一原理計算」(物理学専攻)	64
<b>4 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)</b>	<b>66</b>
4.1 前期課程	66
原子核物理学序論	67
高エネルギー物理学 I	69
原子核構造学	71
高エネルギー物理学特論 II	73
原子核物理学特論 II	74
ハドロン多体系物理学特論	75
素粒子物理学序論 A	76
素粒子物理学序論 B	78
加速器物理学	79
放射線計測学	81
4.2 後期課程	82
特別講義 BI「Heavy Flavor Physics at Belle II」(物理学専攻)	83
特別講義 BII「不安定原子核の精密分光による基礎物理学」(物理学専攻)	84
特別講義 BI(S)「Heavy Flavor Physics at Belle II」(物理学専攻)	85
特別講義 BII(S)「不安定原子核の精密分光による基礎物理学」(物理学専攻)	86
<b>5 物理学専攻 C コース (実験系：物性物理学コース)</b>	<b>87</b>
5.1 前期課程	87
光物性物理学	88
極限光物理学	90
強相関系物理学	92
ナノ構造物性物理学	94
固体物理学概論 1	96
固体物理学概論 2	97
固体物理学概論 3	99
半導体物理学	100
孤立系イオン物理学	101
シンクロトロン分光学	102
5.2 後期課程	103
特別講義 CI「低次元電子系の伝導物性～有機導体から原子層物質まで～」(物理学専攻)	104
特別講義 CII「機能性物質が拓く新しい物性物理」(物理学専攻)	105
特別講義 CI(S)「低次元電子系の伝導物性～有機導体から原子層物質まで～」(物理学専攻)	107
特別講義 CII(S)「機能性物質が拓く新しい物性物理」(物理学専攻)	108

# 1 各専攻共通科目

## 1.1 前期課程

1. 各専攻共通科目

## ナノプロセス・物性・デバイス学

英語表記	A laboratory on nano-process, properties and devices
授業コード	240928
単位数	1
担当教員	藤原 康文 居室： 小泉 淳 居室： 松本 和彦 居室： 井上 恒一 居室： 金井 康 居室： 伊藤 正 居室： 渡部 平司 居室： 神吉 輝夫 居室： 細井 卓治 居室： 田中 秀和 居室：
質問受付	オフィスアワーは設けていないが、ナノプログラム事務局を通じて電子メールで実習担当講師に質問することが可能である。
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	実習科目
目的と概要	ナノエレクトロニクス・ナノ材料学の各講義に対応したテーマ群についての実習を行い、ナノテクノロジーの基礎の実体験と技術習得、さらにはそれらを踏まえての自己課題の探求と独創的解決策への方針企画・具体的追及を支援する。
学習目標	選択した実習プログラムのテーマに関する技術を習得する。 ナノテクノロジーの基礎の実体験と技術習得を踏まえて、自己課題の探求と独創的解決策への方針企画・具体的追及能力を養成する。
履修条件	特になし
特記事項	特になし
授業計画	【講義内容】 次のテーマに関係する複数の実習プログラムの中から1つを選択する。 1 ナノ物質・構造作製 2 ナノメートル加工 3 ナノ物質・構造の観察 4 ナノ物質・構造の物性評価 5 デバイス試作・特性評価
授業外における学習	前もって各テーマについて予習を行い、効率的な実習が可能となるように準備を行うこと。
教科書	必要に応じて資料を配付する。
参考文献	必要に応じて紹介する。
成績評価	出席、演習、レポートなどを総合的に判断。
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を4月に提出すること。

## 超分子ナノバイオプロセス学

英語表記	A laboratory on nano-supramolecular bioprocess and bioengineering
授業コード	240929
単位数	1
担当教員	宮坂 博 居室： 橋本 守 居室： 三宅 淳 居室： 新岡 宏彦 居室： 戸部 義人 居室： 廣瀬 敬治 居室： 真嶋 哲朗 居室： 藤塚 守 居室： 川井 清彦 居室： 近江 雅人 居室： 橋爪 章仁 居室：
質問受付	オフィスアワーは設けていないが、ナノプログラム事務局を通じて電子メールで実習担当講師に質問することが可能である。
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	実験科目
目的と概要	生体分子ダイナミクス、生体分子エレクトロニクス、ナノバイオメカニクス、生体フォトリクスなどに興味を持つ大学院生を対象に、超分子と生体における物性、反応、計測・解析法などに関する実習・演習を行い、ナノサイエンスやナノテクノロジーについての知見を深める。
学習目標	生体分子ダイナミクス、生体分子エレクトロニクス、ナノバイオメカニクス、生体フォトリクスなどに興味を持つ大学院生を対象に、超分子と生体における物性、反応、計測・解析法などに関する実習・演習を行い、ナノサイエンスやナノテクノロジーについての知見を深める。
履修条件	特になし
特記事項	特になし
授業計画	【講義内容】 次の3つの実習・演習カテゴリーのうち1つを選択する。 (1) 超分子ナノプロセスファウンドリー演習:超分子プロセスコースを希望する学生を対象に、化学に基礎を置いた超分子ナノプロセス学を体系的に理解するための実習・演習を行う。理学研究科と基礎工学研究科の教員が中心となって指導する。 (2) ナノチューデントショップ演習:超分子プロセスコースを希望する学生を対象に、化学に基礎を置いた超分子ナノプロセス学の展開を目指した実習・演習を行う。産業科学研究所の教員が中心となって指導する。 (3) ナノ生体工学実習:生体工学コースを希望する学生を対象に、生体の微細構築を計測・解析するための各種計測装置の原理を解説し、試料測定と解析を通じて実践教育を行う。基礎工学研究科の教員が中心となって指導する。
授業外における学習	実習の予習を行い、効率的な実習が可能となるように準備を行うこと。
教科書	プリントを配布する

## 1. 各専攻共通科目

参考文献	プリントを配布する
成績評価	出席とレポート、発表など
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を4月に提出すること。



## ナノ構造・機能計測解析学

英語表記	A laboratory on measurements and analyses of nano-structures and nano-functions
授業コード	240930
単位数	1
担当教員	竹田 精治 居室： 冬広 明 居室： 保田 英洋 居室： 西 竜治 居室： 永瀬 丈嗣 居室： 高井 義造 居室： 菅原 康弘 居室： 吉田 秀人 居室： 難波 啓一 居室： 加藤 貴之 居室： 酒井 朗 居室： 市川 聡 居室： 伊藤 正 居室： 山崎 順 居室：
質問受付	
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	実習科目
目的と概要	ナノ構造の機能計測解析のための基本的なツールである TEM、SEM、STM、AFM、X 線回折について、それらの構成および操作法を実習によって習得させる。
学習目標	
履修条件	特になし
特記事項	特になし
授業計画	【講義内容】 1.TEM の構成と操作法 2.SEM の構成と操作法 3.STM・AFM、X 線回折の構成と操作法 4. 構造解析計算ソフト利用法
授業外における学習	実習の予習をおこない、効率的な実習が可能となるように準備を行うこと。
教科書	必要に応じてプリントを配布する。
参考文献	プリントを配布する
成績評価	出席とレポート等を総合的に判断する。
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を 4 月に提出すること。

1. 各専攻共通科目

## ナノフォトニクス学

英語表記	A laboratory on nano-photonics
授業コード	240931
単位数	1
担当教員	宮坂 博 居室： 伊都 将司 居室： 芦田 昌明 居室： 伊藤 正 居室：
質問受付	オフィスアワーは設けていないが、ナノプログラム事務局を通じて電子メールで実習担当講師に質問することが可能である。
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	実習科目
目的と概要	ナノフォトニクスは、最先端の光通信、加工、センサー、バイオイメーjing技術の基盤として広く応用されている。本講義ではナノスケール領域で特異的に生じるフォトニクス現象の基礎実験の実習ならびに先端実験設備を用いた研究の体験学習を通して、ナノフォトニクス学の理解を深める。
学習目標	フォトニクス現象の基礎実験の実習ならびに先端実験設備を用いた研究の体験学習を通して、ナノフォトニクス学の理解を深める。
履修条件	特になし。
特記事項	特になし
授業計画	<b>【講義内容】</b> 1 エバネッセント場とフォントンネリングの観察 2 光学顕微鏡とバイオイメーjing応用 3 プラズモニクスとセンサー応用 4 パルスレーザーと物質のダイナミクス 5 ナノ構造と光制御技術
授業外における学習	実習の前に、基礎知識について修得しておくこと。
教科書	必要に応じて資料を配付する。
参考文献	必要に応じて紹介する。
成績評価	出席、演習、レポートを総合的に判断。
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を4月に提出すること。

## 先端的研究法:質量分析

英語表記	Advanced Research Methodology: Mass Spectrometry
授業コード	241201
単位数	2
担当教員	豊田 岐聡 居室： 青木 順 居室： 寺田 健太郎 居室： 高尾 敏文 居室：
質問受付	随時可能。
履修対象	博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	その他
目的と概要	質量分析を用いた研究に必要な質量分析学を系統的に学ぶとともに、測定・解析技術を習得し、実際の研究に役立てることを目指す。
学習目標	質量分析の原理を他者に説明できる。 質量分析を用いた研究を展開できるようになる。
履修条件	講義に先立って、学部で履修した力学・電磁気学(物理学)、物理化学(例、「アトキンス 物理化学」東京化学同人)、生物化学(例、「ヴォート基礎生化学(第3版)」東京化学同人)などを参考にしつつ、これまでに習得した知識の整理をしておくことが望ましい。  実習を伴うため、学生教育研究災害傷害保険に加入しておくこと。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>&lt; 基礎 &gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 質量分析/質量分析装置とは</li> <li>2. 質量分析に必要な物理/イオン光学の基礎知識</li> <li>3. 真空排気系の基礎知識</li> <li>4. イオン化法について</li> <li>5. 質量分離部について</li> <li>6. 検出器/データ処理について</li> <li>7. MS/MS について</li> <li>8. マススペクトルの読み方</li> <li>9. GC/MS, LC/MS の基礎</li> <li>10. 質量分析関連基本用語</li> </ol> <p>&lt; 応用 &gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 同位体比質量分析</li> <li>2. 装置開発</li> <li>3. ペプチド/タンパク質の構造解析</li> <li>4. タンパク質翻訳後修飾基の解析</li> <li>5. メタボロミクス</li> </ol> <p>&lt; 実習 &gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 種々の装置、イオン化法に触れてみる</li> </ol>

## 1. 各専攻共通科目

(磁場型、飛行時間型、四重極型、FT-ICR 型,EI,CI,FAB,MALDI,ESI)

2. タンパク質の測定/解析 (MALDI-TOF,ESI-TOF)

3. 血中代謝物の測定 (GC/MS)

4. イメージング MS, その他.

以上の項目 (テーマ) の順序で講義・実習を進める. ただし, これは予定であり変更すること  
がある.

### 【授業計画】

上記の講義内容を、8~9月に1週間(月曜日から金曜日の1~5限)の集中講義形式で行な  
う予定である.

日程については後日調整する.

---

授業外にお ける学習	CLE で配布した資料で予復習を行うこと.
教科書	
参考文献	WebCT:タンパク質研究の基礎資料  「マスペクトロメトリーってなあに」 日本質量分析学会 出版委員会編 「マスペクトロメトリー」 松田久著 朝倉書店 (1983.3)(ISBN:4-254-14024-X) 「Mass Spectrometry A Textbook」 Jurgen H. Gross, Springer(2004)(ISBN:3540407391)
成績評価	最終日に、講義と実習に関する筆記試験を行う。
コメント	系統的な講義および実践的な実習を行うので、短期間に、実践的な解析法を身につけること が可能で実践集中講座である。 実習の関係上、人数を10人程度に制限することがある。

## 先端的研究法: X線結晶解析

英語表記	Advanced Research Methodology: X-Ray Crystallography
授業コード	241202
単位数	2
担当教員	今田 勝巳 居室 : 栗栖 源嗣 居室 : 中川 敦史 居室 :
質問受付	随時可能。
履修対象	博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	実習科目
目的と概要	生命活動は生体を構成する分子の機能が秩序正しく発現することによって営まれている。生体分子の機能はその高次構造に依存しており、機能を理解するためにはその構造を知ることが不可欠である。生体高分子の立体構造を決定する方法である X 線結晶解析の原理を述べる。さらに、実習で解析方法を学ぶことによって、実際の研究に役立てることを目指す。
学習目標	蛋白質の結晶化実験ができる。 X 線結晶構造解析の原理を理解し、解析プログラムを使用して一連の解析作業ができるようになる。
履修条件	講義に先立って、学部で履修した物理化学 (例、「アトキンス 物理化学」東京化学同人)、生物化学 (例、「ヴォート基礎生化学 (第 3 版出版)」東京化学同人)などを参考にしつつ、これまでに習得した知識の整理をしておくことが望ましい。  実習を伴うため、学生教育研究災害傷害保険に加入しておくこと。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>&lt; 基礎 &gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.X 線解析の原理 -X 線の散乱と干渉-</li> <li>2. 分子および結晶による X 線の回折</li> <li>3. 結晶の対称、削減則、空間群</li> <li>4. 逆格子と Ewald 球、測定法と回折強度補正</li> <li>5.X 線解析における位相問題 -同型置換法と異常分散法による位相決定-</li> <li>6. 電子密度の計算と改善</li> <li>7. モデルビルディングと構造の精密化</li> <li>8. 解析の分解能と構造の評価、マルチコンフォメーションとディスオーダー</li> <li>9. 動的 X 線解析</li> </ol> <p>&lt; 実習 &gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. リゾチームの結晶化</li> <li>2.X 線回折データの収集</li> <li>3. 電子密度の計算</li> <li>4. 分子モデルの精密化</li> <li>5. 立体構造の分析</li> </ol>

## 1. 各専攻共通科目

以上の項目(テーマ)の順序で講義・実習を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。

### 【授業計画】

上記の講義内容を、8~9月に1週間(月曜日から金曜日の1~5限)の集中講義形式で行なう予定である。

日程については後日調整する。

---

授業外における学習	実践的な実習を集中して行うので、当日の内容を必ず復習すること。
教科書	
参考文献	CLE:タンパク質研究の基礎資料  「Principles of Protein X-ray Crystallography」 J. Drenth, Springer-Verlag 「タンパク質の X 線結晶解析法 (第 2 版)」 竹中章郎・勝部幸輝・笹田義夫・若槻壮市訳、シュプリンガー・ファアラーク東京 (2008)(ISBN:4431707638) 「生命系のための X 線解析入門」 平山令明訳、化学同人 (2004)(ISBN:475980949X) 「タンパク質の X 線解析」 佐藤衛著、共立出版 (1998)(ISBN:432005489X) 「Protein Crystallography」 T. L. Blundell and L. N. Johnson, Academic Press (1976)
成績評価	最終日に、講義と実習に関する筆記試験を行う。
コメント	系統的な講義および実践的な実習を行うので、短期間に、実践的な解析法を身につけることが可能な実践集中講座である。

---

## 先端的研究法:NMR

英語表記	Advanced Research Methodology: Nuclear Magnetic Resonance (NMR)
授業コード	241203
単位数	2
担当教員	上垣 浩一 居室： 林 文晶 居室： 村田 道雄 居室： 梅川 雄一 居室：
質問受付	随時可能。
履修対象	博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	
目的と概要	NMR に焦点を当てて、生体分子の機能解析を行う上で必須となるタンパク質・ペプチド等の立体構造解析の基礎的理論と解析方法を習得し、実際の研究に役立てることを目指す。
学習目標	
履修条件	講義に先立って、学部で履修した物理化学(例、「アトキンス 物理化学」東京化学同人)、生物化学(例、「ヴォート基礎生化学(第2版;第3版出版予定)」東京化学同人)などを参考にしつつ、これまでに習得した知識の整理をしておくことが望ましい。  実習を伴うため、学生教育研究災害傷害保険に加入しておくこと。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>&lt; 基礎 &gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>核磁気共鳴の原理</li> <li>パルスフーリエ変換 NMR</li> <li>化学シフト</li> <li>スピン-スピン結合</li> <li>緩和現象(縦緩和と横緩和)</li> <li>化学交換</li> <li>核オーバーハウザー効果</li> <li>多重パルスの実験</li> <li>多次元 NMR</li> <li>パルス磁場勾配</li> <li>ペプチドの解析(アミノ酸の帰属と連鎖帰属)</li> <li>NOE によるペプチドの立体構造構築法</li> <li>シュミレーテッドアニーリング法</li> <li>固体 NMR の基礎(双極子相互作用、化学シフト異方性)</li> <li>マジック角回転</li> <li>固体 NMR の生体試料への応用</li> </ol> <p>&lt; 実習 &gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ペプチド中の各アミノ酸の帰属と連鎖帰属</li> <li>NOE シグナルのピッキングと距離拘束ファイルの作成</li> <li>SA 法による立体構造の構築</li> </ol>

## 1. 各専攻共通科目

4. 構造の精密化
5. 固体 NMR 測定実習 (DD-MAS と CP-MAS)

以上の項目 (テーマ) の順序で講義・実習を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。

### 【授業計画】

上記の講義内容を、8～9月に1週間(月曜日から金曜日の1～5限)の集中講義形式で行なう予定である。

日程については後日調整する。

---

授業外における学習

---

教科書

---

参考文献 WebCT:タンパク質研究の基礎資料

「これならわかる NMR」安藤喬志、宗宮創著 化学同人 (1997.7)(ISBN:4-7598-0787-X)

「たんぱく質と核酸の NMR-二次元 NMR による構造解析」K.Wuthrich 著、京極好正、小林祐次訳 東京化学同人 (1991.4)(ISBN:4-8079-0349-7 C-CODE3043 NDC464.27)

「Protein NMR Spectroscopy.Principles and Practice」J.Cavanagh、W.J.Fairbrother、A.G.Palmer III、N.J.Skelton 著 Academic Press

---

成績評価 講義への積極的な参加、実習等により総合的に評価する。

---

コメント 系統的な講義および実践的な実習を行うので、短期間に、実践的な解析法を身につけることが可能な実践集中講座である。生化学分野の基礎知識をもつ学生が望ましい。また、人数を10人程度に制限することがある。



## ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学

英語表記	Nano-materials and nano-device design	
授業コード	241256	
単位数	1	
担当教員	吉田 博	居室：
	黒木 和彦	居室：
	小川 哲生	居室：
	草部 浩一	居室：
	福島 鉄也	居室：
	佐藤 和則	居室：
	小口 多美夫	居室：
	白井 光雲	居室：
	笏田 浩義	居室：
	笠井 秀明	居室：
	Dino, Wilson Agerico Tan	居室：
	中西 寛	居室：
	森川 良忠	居室：
	後藤 英和	居室：
	稲垣 耕司	居室：
	木崎 栄年	居室：
	下司 雅章	居室：
	濱本 雄治	居室：
	浜田 典昭	居室：
	伊藤 正	居室：
	赤井 久純	居室：
質問受付	オフィスアワーは設けていないが、ナノプログラム事務局を通じて電子メールで実習担当講師に質問することが可能である。	
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	集中	
場所	その他	
授業形態	実習科目	
目的と概要	第一原理計算や量子シミュレーション、物性理論的手法により新機能を持つ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理論的基礎および実践的基礎プログラムを提供する。	
学習目標	コンピューショナル・マテリアルズ・デザイン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身に付けることができる。	
履修条件	特になし	
特記事項	特になし	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>次の3つのチュートリアルコースのうち1つを選択する。</p> <p>(1) 計算機ナノマテリアルデザイン基礎チュートリアル: ナノ構造のマテリアルデザインを旨とした量子シミュレーションやナノデバイス応用のための量子シミュレーション手法の基礎を修得するための合宿形式の集中演習(講義の実習の併用)を行う。現実物質の電子状態や物性予測ができるまでトレーニングする。</p>	

## 1. 各専攻共通科目

(2) 計算機ナノマテリアルデザイン専門チュートリアル:ナノ構造のマテリアルデザインを目指した量子シミュレーションやナノデバイス応用のための量子シミュレーション手法の専門的知識を修得するための合宿形式の集中演習(講義の実習の併用)を行う。具体的な例題を選び電子状態計算や物性予測、デバイスデザインのためのデータベース蓄積法などをトレーニングする。

(3) 計算機ナノマテリアルデザイン先端チュートリアル:ナノ構造のマテリアルデザインを目指した量子シミュレーションやナノデバイス応用のための量子シミュレーション手法の先端知識を修得するための合宿形式の集中演習(講義の実習の併用)を行う。先端的なマテリアルデザイン、デバイスデザインを実際に行い、それを現実的な研究・開発に結びつける手法をトレーニングする。

(4) 計算機ナノマテリアルデザインスーパーコンピュータチュートリアル:マテリアルデザインを行うためのベクトル化・並列化を用いた量子シミュレーション手法を学ぶとともに、実際にスーパーコンピュータを用いてマテリアルデザインを行うことによって、スーパーコンピュータ利用マテリアルデザイン手法を修得する。

授業外における学習	前もって量子力学の基礎知識について予習を行い、効率的な実習が可能となるように準備を行うこと。
教科書	「計算機マテリアルデザイン入門」(大阪大学出版会)
参考文献	プリントを配布する。
成績評価	出席とレポート、発表など
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を4月に提出すること。

## 先端機器制御学

英語表記	Measurement System Design
授業コード	241420
単位数	2
担当教員	豊田 岐聡 居室： 兼松 泰男 居室： 中村 亮介 居室： 濱田 格雄 居室： 西山 雄大 居室：
質問受付	
履修対象	博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	
目的と概要	<p>「先端機器制御学」では生物の性質に着想を得た機器制御を実際のシステム構築・体験を通して実践的に学ぶことを目的としています。機器制御において、システムを明示的に設計することが困難な場合、設計者による簡単な構成からそのシステムが自律的に目的を達成するような設計が有効です。そのために生物の適応的特徴を参考にした設計手法が用いられることがあります。本講義では特にシステムと環境との相互作用を重視した身体性に焦点をあて、下記の講義および実習を期間内に実施します。</p> <p>0. 生物に着想を得たシステムの概説</p> <p>1. 自律ビークル構築と軌跡取得</p> <p>2. セルオートマトン作成</p> <p>3. 錯覚現象の体験と計測</p>
学習目標	機器制御に関する実践的な学習を通して、その知識や技術を自身の興味の対象となる現象理解に役立てられるようになる。
履修条件	実習を伴うため、学生教育研究災害傷害保険に加入しておくこと。
特記事項	開講場所は、産学連携本部 C 棟 e-square(吹田キャンパス)で行います。
授業計画	8月初旬に計5日間を予定。
授業外における学習	配布資料などをもとに、予習復習を行うこと。
教科書	
参考文献	
成績評価	出席をベースに、実習制作物とレポートによる総合評価
コメント	受講に関して、不安な点などがあれば、担当:西山 (y-nishiyama@uic.osaka-u.ac.jp) までお気軽にご連絡下さい。

1. 各専攻共通科目

## 分光計測学

英語表記	Advanced Spectroscopy
授業コード	241421
単位数	2
担当教員	豊田 岐聡 居室： 兼松 泰男 居室： 濱田 格雄 居室： 中村 亮介 居室： 邨次 敦 居室：
質問受付	
履修対象	博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	
目的と概要	現代の科学研究における標準的かつ先進的な計測法である分光計測を実践的に学習する。とりわけ、レーザー分光に重点を置き、レーザー光の時間的空間的な制御により達成される高感度分光、イメージング分光、時間分解分光についての理解を進める。実習では、超短光パルスレーザーを使って、自ら時間分解分光システムを構築する。それにより、物質中のパルス光の伝搬、非線形光学過程、光と物質との相互作用などを体得する。 ※使用機器の台数による制約上、受講者数を9名までとする。
学習目標	
履修条件	実習を伴うため、学生教育研究災害傷害保険に加入しておくこと。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分光計測概説</li> <li>2. 超短パルス光の発生・計測</li> <li>3. 非線形分極、高次高調波</li> <li>4. 分散媒質中のパルス光伝搬</li> <li>5. 光と物質との相互作用、光吸収過程</li> <li>6. 定常・時間分解吸収分光法</li> </ol> <p>以上の項目(テーマ)の順序で講義を進める。また、各テーマに沿った実習課題(機器操作を含む)を並行して実施する。なお、これは予定であり変更する場合がある。</p> <p>【授業計画】</p> <p>5,6月の土曜日(隔週)の1~5限での集中講義形式で行う予定である。詳細な日程に関しては、受講者と調整する。</p>
授業外における学習	
教科書	
参考文献	
成績評価	
コメント	<p>※使用機器の台数による制約上、受講者数を9名までとする。</p> <p>吹田キャンパスのサイエンス・テクノロジー・アントレプレナーシップ・ラボラトリー(e-square)で開講する予定である。</p>

## 科学論文作成法

英語表記	Science Research Writing
授業コード	241672
単位数	0.5
担当教員	佐藤 尚弘 居室 :
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	理/D501
授業形態	
目的と概要	研究者にとって、科学論文を書くことは、自身の研究成果を世に問う機会として重要であるが、その書き方についての基本を学ぶ機会は、日本の大学院教育では少ない。大学院生にとって、学位論文作成が最重要課題のひとつであることを考えれば、科学論文作成法に関する講義は必要であろう。この講義では、科学論文作成法の基本を学ぶことを目的とする。講義では、まず研究者にとって科学論文を書くことの目的は何か、また科学論文を書くことによって社会にどのような貢献をしているかについて議論・考察する。そして、投稿論文の書き方について講義し、最後に研究者として研究を続けるには、科学論文とどのようにかかわるべきかについて議論する。
学習目標	一人の独立した研究者として世に出るために、必要最低限の科学論文作成のための知識を身に着ける。
履修条件	
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. オリエンテーション/科学論文について考え、定義する。</li> <li>2. 学術論文の書き方①データを取得する。</li> <li>3. 学術論文の書き方②論文の構成について。</li> <li>4. 学術論文の書き方③投稿論文の準備</li> <li>5. 査読者との付き合い方</li> <li>6. 研究者として研究を続けるために</li> <li>7. ディスカッション</li> </ol>
授業外における学習	
教科書	
参考文献	<p>(リバネスから)</p> <p>これから論文を書く若者のために/酒井 聡樹 理系のための研究者の歩き方/長谷川 健 アクセプトされる論文の書き方/上出 洋介 世界に通日科学英語論文の書き方/R.A. Day B. Gastel 三宅成樹 訳 <a href="http://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0016/175012/scopus_aw_sd_201110.pdf">http://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0016/175012/scopus_aw_sd_201110.pdf</a> <a href="http://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0008/175139/tsuneyoshi_kyushu.pdf">http://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0008/175139/tsuneyoshi_kyushu.pdf</a></p>
成績評価	<p>出席および授業中に出される課題の達成度により評価する。</p> <p>(リバネスから) 講義内で実施するワークシートへの記述をもって出席とし、記述内容から講義への参加度合いを測定し、それらを踏まえた評価を行う。</p>

## 1. 各専攻共通科目

---

コメント 簡単な実験を行い、その結果をまとめるワークを通して、研究者が論文を書く意義や、投稿するために必要な準備などをひと通りお伝えします。研究者にとって必要な活動を俯瞰的に見るチャンスとなりますので、ぜひ参加してください。

## 研究実践特論

英語表記	Career Path Design for Researchers
授業コード	241673
単位数	0.5
担当教員	佐藤 尚弘 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	2 学期 木 3 時限
場所	理/F102 講義室
授業形態	
目的と概要	アカデミック・ポストに就職するのは、年々難しくなっている。最近の調査によると、アカデミック・ポストの競争倍率は、30 年前に比べて 3 倍程度になっているそうである。この講義では、アカデミック・ポスト就職希望者にキャリアパスを示すとともに、自ら研究を行う上で何が必要かを知ってもらうことを目的とする。具体的には、現在大学や独立行政法人研究所で活躍されている方々に、どのようにしてアカデミック・ポストに就職されたのか、また現在研究者として必要なものは何か、さらにはこれまでに得られた研究業績はどのようなきっかけで達成されたかなどについて語ってもらい、さらに受講者とディスカッションを行う。
学習目標	大学院生の将来についてのキャリアパスが見通せるようになり、研究者としてどのような進めばよいかの指針が得られる。
履修条件	
特記事項	
授業計画	毎回、大学や独立行政法人研究所で活躍されている方々を招へいし、研究のコツや経験談を講義していただき、受講者が将来について疑問に思っていること不安に思っていることについてディスカッションを行う。
授業外における学習	
教科書	
参考文献	
成績評価	出席と講義でのディスカッションへの参加により評価する。
コメント	

1. 各専攻共通科目

## (1学期) 実践科学英語

英語表記	Practical Scientific English
授業コード	241675
単位数	1
担当教員	中嶋 悟 居室： 梶原 康宏 居室：
質問受付	随時.
履修対象	理学研究科 各専攻 博士前期過程・博士後期課程 各学年 選択
開講時期	1学期 月5時限
場所	理/F202 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	大学院学生が行っている研究内容を英語で表現し, 国際学会などで英語で発表し討論する実践的な能力を養成するため, 自身の研究内容を英語でプレゼンテーションし, 質疑応答を英語で行う.
学習目標	大学院学生一人一人が, 研究内容のプレゼンテーションを英語で行い, 質疑応答を英語で行うことを通じて, 実践的な科学英語を習得し, 国際学会などでの発表ができるようになる.
履修条件	特になし.
特記事項	特になし.
授業計画	1.4月11日(月)1) 授業の概要説明(日本語)2) 英語による論文の書き方とプレゼン法 2.4月18日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし, 英語の質疑応答をする. 3.4月25日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし, 英語の質疑応答をする. 4.5月9日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし, 英語の質疑応答をする. 5.5月16日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし, 英語の質疑応答をする. 6.5月23日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし, 英語の質疑応答をする. 7.5月30日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし, 英語の質疑応答をする. 8.6月6日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし, 英語の質疑応答をする. まとめ.
授業外における学習	日常的に自身の研究内容に関連する英語文献を読み, 自身の研究内容を英語で書き, 発表する準備をしておく.
教科書	特になし.
参考文献	特になし.
成績評価	各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし, 英語の質疑応答の内容, さらに他の学生のプレゼンへの質疑応答の内容などによって評価する.
コメント	理学研究科内のすべての専攻の大学院学生を対象とする.



## 研究者倫理特論

英語表記	Ethics for Researchers
授業コード	241686
単位数	0.5
担当教員	梶原 康宏 居室：
質問受付	
履修対象	大学院博士前、後期課程 大学院博士前1年、後期課程1年を主に対象とする。履修していないものは2、3年時でも可 修了要件ではないが、履修することを理学研究科として勧める
開講時期	通年
場所	理/D501
授業形態	講義科目
目的と概要	研究者として今後活動する際に問われる、倫理について、特に研究不正、データ捏造など研究者として必要な規範を理解する
学習目標	
履修条件	大学院生であれば誰でも可
特記事項	講義と討論を組み合わせて実施
授業計画	1:研究者の倫理 1 2:研究者の倫理 2 3:研究不正 4:データのねつ造 5:研究費の使用と不正 6:研究不正をしないための規範 1 7:研究不正をしないための規範 2
授業外における学習	
教科書	スライド形式で講義
参考文献	
成績評価	出席をもって単位とする
コメント	本研究者倫理特論は、理学研究科で研究を実施する上で必要不可欠な講習と位置づけている

1. 各専攻共通科目

## 科学英語基礎

英語表記	English Communication Skills for Science Students
授業コード	249609
単位数	1
担当教員	E.M. ヘイル 居室 : 今野 一宏 居室 :
質問受付	
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	2 学期 月 5 時限
場所	サイバー CALL 教室 3
授業形態	
目的と概要	The focus of this course is to improve writing and discussion skills.  1. Be able to read and understand newspaper articles on scientific topics in English. 2. Be able to answer comprehension questions from the articles. 3. Be able to communicate ideas and opinions effectively in English.
学習目標	Be able to communicate with others in English.
履修条件	
特記事項	
授業計画	<b>【講義内容】</b> The focus of this course is to improve writing and discussion skills. Students will be expected to read various thought-provoking articles and answer comprehension and discussion questions for homework. The discussion topics will be largely science based, but some may be related to social issues. There will be several writing assignments during the semester to be done as homework. In-class tasks will be centered on discussing the reading materials and related issues. However, writing and note-taking skills may also be addressed.
授業外における学習	Students are expected to do writing assignments as homework in order to discover, examine, and test their ideas.
教科書	Class materials will be distributed in class by the instructor or be made available on the class website.
参考文献	
成績評価	Grades will be based on homework, tests, and writing assignments, as well as attendance and class participation.  Regular attendance is a requirement for this course. More than 5 absences will result in an 'F'.
コメント	25 人程度のクラス編成とする。受講を希望する者は掲示に注意すること。

## 1.2 後期課程

1. 各専攻共通科目

## 産学リエゾンPAL教育研究訓練

英語表記	Academia-Industry Liaison Project-Aimed Learning
授業コード	241325
単位数	5
担当教員	伊藤 正 居室： 菰田 卓哉 居室： 戸部 義人 居室： 基礎工学研究科
質問受付	テーマ毎に指定する。
履修対象	博士後期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	基/G217
授業形態	演習科目
目的と概要	企業との間で人材育成に関して包括的連携契約を結び、プロジェクト指向型の課題を企業側と大学側コーディネーターの討議に基づきテーマを選定し、1年の期間で、企業人、担当教員と学生との討論を含めて産学連携教育・プロジェクト指向研究訓練・インターンシップなどを実施する。コーディネーターの指導と守秘義務の下に企業人を含めた研究討論会を実施するなどの企画・報告活動にも重点を置き、これらの活動を通じて、特に企業における研究開発活動の見識を持った有能な博士人材を育成することを目的とする。複数の教育研究訓練プログラムテーマの中からいずれかを選択し、大学院高度副プログラムの指定科目として履修する。
学習目標	企業における研究開発活動に必要な見識を育むことができる。
履修条件	本学の大学院後期課程に在籍している大学院学生で、ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野で将来研究・開発・教育に携わりたいことを志す者を対象とする。所属研究科の博士研修(主専攻)とは別に副プログラムとして付加的に受講するので、十分な意欲が必要であり、現在博士後期課程1、2年に在学中が最もふさわしい時期と言える。希望者は本プログラムの趣旨とテーマ内容の概要を参考にして、説明会開催時期、課題内容、履修条件などの詳細をホームページ上で必ず確認の上、テーマ説明会での指示に従って主専攻の指導教員の許可を得て、センターが定める書類「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム履修申請書(後期課程用)」をナノプログラム事務局に直接提出すること。出願締切り時期は、ナノ高度学際教育研究訓練プログラムのホームページに掲載する。 <a href="http://www.sigma.es.osaka-u.ac.jp/pub/nano/">http://www.sigma.es.osaka-u.ac.jp/pub/nano/</a>
特記事項	産学リエゾンPAL教育研究訓練は、1週間に1回程度(集中の場合もあり)の割で企業併任特任教授と学内教員の共同指導の下に、企画討論、研究実施、中間報告、企業でのインターンシップ、企業の若手研究者との交流等を経て、最終報告書作成に至る1年間の長期科目である。研究訓練では、より企業との共同研究的色彩が強くなる。
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>1週間に1回程度(集中の場合もあり)の割で企業併任特任教授と学内教員の共同指導の下に、企画討論、研究実施、中間報告、企業でのインターンシップ、企業の若手研究者との交流等を経て、最終報告書作成に至る1年間の長期科目である。研究訓練では、より企業との共同研究的色彩が強くなる。今年度は以下のテーマを含む複数テーマを開講する予定である。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 超臨界流体を用いた新規ナノ材料/プロセス探索(テーマ提供:パナソニック(株))</li> <li>2) ナノ構造有機薄膜デバイスの電子・光物性(テーマ提供:パナソニック(株))</li> </ol> <p>【授業計画】</p>

1) 超臨界流体を用いた新規ナノ材料/プロセス探索 (指導担当:(パナソニック (株)) 鈴木正明特任教授、森田清之特任教授、( ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 古川太一特任助教):超臨界流体は分離、廃棄物処理等に应用がなされてきたが、近年、薄膜やナノ粒子の形成などデバイス材料/プロセスへの応用が盛んになっている。そこで、各分野からのアプローチで、この超臨界流体をうまく活かした新規ナノ材料/プロセスの提案と実証を行う。また、プロジェクト指向学習型という本プロジェクトの理念に則り、計画の立案、実行、定期的チェック、修正計画の立案と行動のサイクルを自主的に決め、主体的に回すことができるよう訓練を行う。

2) ナノ構造有機薄膜デバイスの電子・光物性 (指導担当:(パナソニック (株)) 菰田卓哉特任教授、( ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 小川久仁特任教授):一般的な有機半導体発光デバイスは、ナノオーダーの厚さの有機薄膜を複数積層した構造を有する。その構造設計は、用いられる材料自身の電気的特性、化学的物性に基づいてなされているが、デバイス化された後の複数の材料の混合物あるいは積層体として、電気・電子物性面から検討された例はこれまでにあまりなかった。近年になって、簡単な構造の有機デバイスを対象に、その電気的特性、たとえば電流電圧特性などを詳細に評価・解析し、有機薄膜あるいは積層体の界面の状態を把握する試みがなされるようになった。本テーマでは、有機半導体発光デバイスの発光効率や寿命特性の向上に寄与することを目指し、有機半導体発光デバイスの電気的特性評価方法の検討を行うとともに、当該デバイスの詳細な動作機構や劣化機構の解明を行う。

授業外における学習	テーマ内容や必要に応じて企業見学やインターンシップを行う場合がある。
教科書	必要に応じてテーマ毎に指定する。
参考文献	必要に応じてテーマ毎に指定する。
成績評価	研究の計画、調査、実施、報告、進捗状況などの日頃の活動内容と、最終報告会・レポート・論文発表などを総合して成績を評価する。
コメント	本科目を含めて大学院高度副プログラム「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム(博士後期課程)」の所定の科目、単位数を取得すると高度副プログラム認定を受けることができ、学位授与の際に主専攻の学位に加えて授与される。従って、本科目単独履修では認定資格はないが、産学リエゾン PAL 教育研究訓練、高度学際萌芽研究訓練については、センター長によるナノ高度学際教育研究訓練プログラム修了認定証が発行される。

1. 各専攻共通科目

## 高度学際萌芽研究訓練

英語表記	Advanced Multi-disciplinary Exploratory Research
授業コード	241326
単位数	5
担当教員	伊藤 正 居室： 吉田 博 居室： 下司 雅章 居室： 橋本 守 居室： 竹田 精治 居室： 市川 聡 居室： 戸部 義人 居室： 基礎工学研究科
質問受付	テーマ毎に指定する。
履修対象	博士後期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	基/G217
授業形態	演習科目
目的と概要	ナノデザイン、ナノプロパティ、ナノプロセス、ナノバイオ、ナノ計測領域において、関係教員（個人又はグループ）からの提案により学際萌芽的な基礎・応用研究テーマを設定し、提案教員の指導の下に、複数の専攻から大学院学生を集めて学際萌芽的な基礎・応用研究を推進することを目的としている。可能な限り場所と研究費を配分し、学生自身による研究企画・実施など博士人材として求められる研究統括能力の育成にも重点を置く。複数の教育研究訓練プログラムテーマの中からいずれかを選択し、大学院高度副プログラムの指定科目として履修する。
学習目標	自ら研究企画・実施などおこなうことによって、博士人材として求められる研究統括能力を育むことができる。
履修条件	本学の大学院後期課程に在籍している大学院学生で、ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野で将来研究・開発・教育に携わることを志す者を対象とする。所属研究科の博士研修(主専攻)とは別に副プログラムとして付加的に受講するので、十分な意欲が必要であり、現在博士後期課程1、2年に在学中が最もふさわしい時期と言える。希望者は本プログラムの趣旨とテーマ内容の概要を参考にして、説明会開催時期、課題内容、履修条件などの詳細をホームページ上で必ず確認の上、テーマ説明会での指示に従って主専攻の指導教員の許可を得て、センターが定める書類「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム履修申請書(後期課程用)」をナノプログラム事務局に直接提出すること。出願締切り時期は、ナノ高度学際教育研究訓練プログラムのホームページに掲載する。 <a href="http://www.sigma.es.osaka-u.ac.jp/pub/nano/">http://www.sigma.es.osaka-u.ac.jp/pub/nano/</a>
特記事項	特になし
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>1 週間に1回程度(集中の場合もあり)の割で学内教員の指導の下に、異分野の大学院生がナノサイエンスラボラトリーに集まって、企画討論、研究実施、中間報告等を経て、最終報告書作成に至る1年間の長期プログラムである。今年度は以下のテーマを開講する予定である。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 計算機ナノマテリアル・デザイン</li> <li>2) 透過電子顕微鏡によるナノ材料・先端機能性材料のナノ構造解析</li> <li>3) 電子ビームリソグラフィによる量子構造の創成</li> </ol> <p>【授業計画】</p>

1) 計算機ナノマテリアル・デザイン (指導担当:(基) 吉田博教授、( ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 下司雅章特任准教授):21 世紀の材料科学・物質科学に欠くことのできないコンピューショナル・マテリアルズ・デザイン (CMD) 手法に関するチュートリアル & 実習を含むワークショップ (夏・春の年 2 回とも) へ参加し、この手法の可能性を展望するとともに、実際に計算機マテリアル・デザインを体験することを通じて、物質科学の新しいパラダイムに対応できる能力を身につける。さらに、自分自身の関係する研究課題にこの手法を適用し、その結果を持ち寄って発表・討論することで異分野間の学術交流を図る。

2) 透過電子顕微鏡によるナノ材料・先端機能性材料のナノ構造解析 (指導担当:(産) 竹田精治教授、(ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 市川聡特任准教授):先端材料の新しい機能の発現はその局所構造に起因することが多く、機能発現メカニズムを探る上で、構造を把握することが重要となる。高分解能電子顕微鏡法 (HREM)、電子回折法、走査型透過電子顕微鏡法 (STEM)、エネルギー分散型 X 線分光法 (EDS) 等、透過型分析電子顕微鏡を駆使したナノスケール・原子スケールでの構造解析を行い、機能と構造との関係を探る。

3) 電子ビームリソグラフによる量子構造の創成 (指導担当:(基礎工) 冨田博一教授、( ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 荒正人特任助教):近年の微細加工技術の進歩によりナノメートルスケールの構造を作製し、電子を 2 次元 ( 細線)、3 次元的 ( ドット) に閉じ込めることが可能となった。このような量子細線、量子ドットにおいては量子サイズ効果や共鳴トンネル効果などの量子効果が発現する。電子ビームリソグラフをはじめとする微細加工技術を用いて 2 次元、3 次元ナノ構造の作製を行ない、新たな光物性・電子物性を探る。

授業外における学習	関係教員 (個人又はグループ) との企画討論・研究実施の前に、効率的な履修が行えるよう準備しておくこと。
教科書	必要に応じてテーマ毎に指定する。
参考文献	必要に応じてテーマ毎に指定する。
成績評価	研究の計画、調査、実施、報告、進捗状況などの日頃の活動内容と、最終報告会・レポート・論文発表などを総合して成績を評価する。
コメント	本科目を含めて大学院高度副プログラム「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム (博士後期課程)」の所定の科目、単位数を取得すると高度副プログラム認定を受けることができ、学位授与の際に主専攻の学位に加えて授与される。従って、本科目単独履修では認定資格はないが、産学リエゾン PAL 教育研究訓練、高度学際萌芽研究訓練については、センター長によるナノ高度学際教育研究訓練プログラム修了認定証が発行される。

1. 各専攻共通科目

## 学位論文作成演習

英語表記	Exercises for Writing Theses
授業コード	241658
単位数	0.5
担当教員	佐藤 尚弘 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	
目的と概要	<p>博士後期課程では、学位論文を書くことが必須である。しかしながらややもすると、研究結果を出すのに時間がかかり、論文作成に十分な時間を費やせないことが多い。この講義では、学位論文を書くために必要な、自身の分野の研究動向を十分調べ、それを文章にまとめ上げる能力を磨くことを目的としている。</p> <p>具体的には、文献調査を行い、自身の分野の研究動向を十分調べ、自分の研究との比較を行い、学位論文の序章に対応する文章を(可能な限り英語で)作成する。</p>
学習目標	学位論文・投稿論文を独自で書ける能力の基礎を身に着ける。
履修条件	
特記事項	
授業計画	自身の分野の文献調査を行い、その研究動向を十分調べ、自分の研究との比較を行い、学位論文の序章に対応する文章を(可能な限り英語で)作成する。それを学位審査の副査予定者等に読んでもらい、その内容・文章に対してコメントしてもらおう。そして、そのコメントに基づき、文章の改訂を行う。受講者自身で投稿論文を作成・投稿した場合には、それを持って、上記の課題の代わりとすることができる。
授業外における学習	
教科書	
参考文献	
成績評価	
コメント	



## 高度理学特別講義

英語表記	Special Lectures on Advanced Science
授業コード	241659
単位数	0.5
担当教員	佐藤 尚弘 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	
目的と概要	各研究分野における最先端の研究動向を知ることは非常に重要である。また、その最先端の研究に従事している研究者と議論することも、研究を進めるうえで有用で刺激になる。この授業では、受講者の希望をも入れた研究者を、研究室あるいは専攻のセミナーに招聘し、そのセミナーをアレンジし、聴講する。また、別の研究室で招聘した研究者のセミナーにも参加する。
学習目標	各研究分野での最先端の研究動向を知り、自身の研究の進め方や問題解決に役立てる。
履修条件	
特記事項	
授業計画	受講者の希望をも入れて招聘研究者を選び、研究室あるいは専攻のセミナーをアレンジして、聴講する。また、別の研究室で招聘した研究者のセミナーにも最低2回参加する。
授業外における学習	
教科書	
参考文献	
成績評価	
コメント	

## 1. 各専攻共通科目

# 企業インターンシップ

英語表記	Internship at Enterprises
授業コード	241660
単位数	1
担当教員	佐藤 尚弘 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	
目的と概要	博士後期課程の学生で企業への就職希望者に対して、理学研究科ではこれまで特別な教育は行われてこなかった。企業が博士後期課程の学生をとらない傾向にある原因の一つは、非常に特殊化された研究テーマを深く研究するあまり、視野が非常に狭くなってしまう学生が多いためと考えられる。そこで、本授業では企業の研究所等で学位論文とは異なる研究に従事し、視野を広めるとともに企業研究の実情を知ることが目的とする。具体的には、1か月程度の期間、企業でインターンを体験する。大学院教育プログラム実施委員会は、受け入れてくれる企業の斡旋を行う。
学習目標	
履修条件	
特記事項	
授業計画	履修登録を行った各受講者に対して、大学院教育プログラム実施委員会が受講者とその所属研究室と相談しながら企業を斡旋して、1か月程度の期間のインターンシップを受けてもらう。
授業外における学習	
教科書	
参考文献	
成績評価	企業でのインターンシップに参加し、そこで行った研究課題等に関するレポートの提出で成績評価する。
コメント	

## 海外短期留学

英語表記	Short-term Oversea Studies
授業コード	241661
単位数	2
担当教員	佐藤 尚弘 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	
目的と概要	1～3 か月程度の海外留学により外国での研究を体験し、外国人研究者との交流や外国文化に対する理解を深めることを目的とする。
学習目標	
履修条件	
特記事項	
授業計画	履修登録を行った各受講者に対して、指導教員と相談の上、留学先を決める。色々と募集されている渡航費支援への応募を大学院教育プログラム実施委員会が斡旋する。より長期の留学の一部も、この授業として認める。
授業外における学習	
教科書	
参考文献	
成績評価	
コメント	

2. 物理学専攻 A, B, C コース共通

## 2 物理学専攻 A, B, C コース共通

### 2.1 前期課程

## 複雑系物理学

英語表記	Complex Systems
授業コード	240178
単位数	2
担当教員	渡辺 純二 居室： 生命機能研究科・ナノバイオロジー棟2階 電話： 4602 Email： junw@fbs.osaka-u.ac.jp
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	2学期 火2時限
場所	理/B301 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	液体、ガラス、高分子、タンパク、生体などの複雑系においては、フェムト秒程度から始まる広範な時間スケールのゆらぎや緩和過程が存在し、物性、反応過程、相転移現象、機能発現などに重要な役割を果たしている。これらを調べるために威力を発揮する光学的実験手法について、その基礎から最新の研究までを講義する。
学習目標	複雑系におけるゆらぎや緩和過程を調べる各種の光学的実験手法の原理を説明することができ、それらの実験結果を解析することができる。
履修条件	
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. イントロダクション、光学過程の基礎</li> <li>2. 光学過程の基礎</li> <li>3. 光学過程の基礎</li> <li>4. 光学過程におけるコヒーレンスとゆらぎ・緩和現象</li> <li>5. 光学過程におけるコヒーレンスとゆらぎ・緩和現象</li> <li>6. 揺動散逸定理と光学過程</li> <li>7. 揺動散逸定理と光学過程</li> <li>8. レーザーの特性</li> <li>9. レーザーの特性</li> <li>10. 各種の線形・非線形分光実験法</li> <li>11. 各種の線形・非線形分光実験法</li> <li>12. 各種の線形・非線形分光実験法</li> <li>13. 各種の線形・非線形分光実験法</li> <li>14. 様々な複雑系の特徴</li> <li>15. 様々な複雑系の特徴</li> </ol>

## 2. 物理学専攻 A, B, C コース共通

授業外における学習	講義の中で基礎的事項の説明や関係式の導出等の演習を課すので、やってみること。その中で、いくつかの重要なものについてはレポートとして提出する。
教科書	なし
参考文献	授業時に紹介する。
成績評価	基礎的事項の説明や関係式の導出等の演習問題を解いてレポートとして提出する。 レポート 60%、出席 40%。
コメント	

## ニュートリノ物理学

英語表記	Neutrino Physics
授業コード	240180
単位数	2
担当教員	吉田 斉 居室 :
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 火 3 時限
場所	理/E304 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	ニュートリノの基本性質を理解し、最新の研究に触れながら実験的・理論的観点からニュートリノを学ぶ
学習目標	ニュートリノの基本性質を理解し、未解明の問題についてその現状を正確に理解するとともに最新の研究によってどこまで明らかになろうとしているかを踏まえて、自身の研究活動の中でその事例を活用できるようになる。
履修条件	学部の原子核物理学、素粒子物理学、相対論的量子力学の講義を受講済み或いは同程度の知識を有していることが望ましい。
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 導入 ニュートリノの予言や発見など歴史的に重要なトピックを扱う</li> <li>2. ニュートリノの基本性質</li> <li>3. 標準理論におけるニュートリノ 1</li> <li>4. 標準理論におけるニュートリノ 2</li> <li>5. ニュートリノ相互作用</li> <li>6. ニュートリノ質量と混合行列</li> <li>7. ニュートリノ振動</li> <li>8. 加速器ニュートリノ</li> <li>9. 太陽ニュートリノ</li> <li>10. 大気ニュートリノ</li> <li>11. ニュートリノ質量測定 1</li> <li>12. ニュートリノ質量測定 2</li> <li>13. 天体・宇宙ニュートリノ</li> <li>14. ニュートリノと宇宙論</li> </ol>
授業外における学習	授業で習った内容について復習を行うこと。また、直接関係する学術論文を読んで研究内容の詳細に触れ、理解を深めておく。

## 2. 物理学専攻 A, B, C コース共通

---

教科書

---

参考文献

---

成績評価 出席 (20%) とレポート (40%)、試験 (40%) で評価する。

---

コメント



# レーザー物理学

英語表記	Laser Physics
授業コード	241427
単位数	2
担当教員	重森 啓介 居室 :
質問受付	
履修対象	
開講時期	1 学期 月 3 時限
場所	理/D301
授業形態	
目的と概要	レーザーの基本的原理と特徴を概観し、線形および非線形媒質、あるいはいくつかの光学素子中での光伝搬について論じ、レーザーシステムにおける光波制御の基礎的理解を深める。
学習目標	さまざまな用途で使用されているレーザー装置の原理を理解するだけでなく、レーザーの原理・物理を一から理解することにより、受講学生がレーザー・量子エレクトロニクスの仕組みの応用までを視野に入れる知識を得ることを目標とする。
履修条件	
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 第 1 章レーザーの概要</li> <li>2. 第 2 章コヒーレント光学</li> <li>3. 第 3 章共振器モード</li> <li>4. 第 4 章光と物質の相互作用 1 古典論的相互作用での光の吸収・放出</li> <li>5. 光と物質の相互作用 2 コヒーレント相互作用</li> <li>6. 光と物質の相互作用 3 2 準位系の密度行列表示</li> <li>7. 第 5 章レーザー動作の原理</li> <li>8. 第 6 章レーザー発振理論 1 レート方程式</li> <li>9. レーザー発振理論 2 半古典理論</li> <li>10. 第 7 章光システム制御</li> <li>11. 第 8 章非線形光学</li> <li>12. 第 9 章レーザーの具体例</li> <li>13. 装置見学激光 XII 号レーザー装置 (レーザーエネルギー学研究センター)</li> </ol>
授業外における学習	
教科書	
参考文献	レーザー物理入門, 霜田光一著, 岩波書店 レーザーの科学, 丸善
成績評価	レポート (合計 5 回, 各 20%) にて評価する。
コメント	

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

### 3 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

#### 3.1 前期課程

## 場の理論序説

英語表記	Introduction to Field Theory
授業コード	240161
単位数	2
担当教員	細谷 裕 居室: H719 Email: hosotani@phys.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	いつでも質問は受け付ける。
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1学期 月3時限
場所	理/D303 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	Dirac(ディラック)が、量子力学と特殊相対性理論の融合からどのようにして「ディラック方程式」を発見したかを理解し、その帰結を丁寧に導きだす。自由な電子の場合の方程式を解き、陽電子(反粒子)の存在や、スピン、磁気能率を学ぶ。ディラック行列の代数と表現、ローレンツ変換とスピノル表現、C, P, T変換を理解する。さらに、水素原子の中の電子のスペクトル、波動関数の厳密解を求める。非相対論的なシュレーディンガー場の正準量子化、および多体系のシュレーディンガー波動関数の関係に着いても学ぶ。
学習目標	ディラック方程式を導出し、解析、相対論的な電子な性質を理解する。
履修条件	量子力学1,2は履修、習得していること。量子力学3も履修していることが望ましい。特殊相対性理論の基礎(ローレンツ変換)も勉強していること。
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. シュレーディンガー方程式とクラインゴルドン方程式</li> <li>2. 量子論と相対論からディラック方程式の導出</li> <li>3. ディラック代数とディラック行列</li> <li>4. ローレンツ共変性</li> <li>5. 平面波解(正負エネルギー解)</li> <li>6. 双一次形式、保存流、角運動量、スピン</li> <li>7. 非相対論的極限</li> <li>8. 電磁場中のディラック方程式と磁気能率</li> <li>9. ディラックの海、空孔理論、陽電子の予言</li> <li>10. 空間反転Pと荷電共役Cと時間反転T</li> <li>11. CP, CPT、双一次形式の振る舞い、ワイル場</li> <li>12. 中心力場中の電子</li> <li>13. 水素原子のスペクトル</li> <li>14. シュレーディンガー場の正準量子化、ハイゼンベルグ方程式</li> <li>15. 量子化された電子場と多体系のシュレーディンガー波動関数</li> </ol>
授業外における学習	講義内容の理解度を確保するための演習問題を課す。それを解いて、レポートとして提出する。
教科書	日笠健一「ディラック方程式(相対論的量子力学と量子場理論)」(サイエンス社, 2014)
参考文献	西島和彦「相対論的量子力学」(培風館, 1973) 川村嘉春「相対論的量子力学」(裳華房, 2012)
成績評価	宿題(50%) 期末試験(50%)
コメント	ホームページ <a href="http://www-het.phys.sci.osaka-u.ac.jp/~hosotani/dirac.html">http://www-het.phys.sci.osaka-u.ac.jp/~hosotani/dirac.html</a> を参照のこと。宿題、授業予定などはホームページに載せる。 この講義は、学部と大学院の共通講義である。

## 原子核理論序説

英語表記	Introduction to Theoretical Nuclear Physics
授業コード	240163
単位数	2
担当教員	保坂 淳 居室：
質問受付	[保坂 淳] e-mail で随時
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 月 2 時限
場所	理/E310 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	<p>原子核を核子間の相互作用を使って記述することを目的とする。</p> <p>特にこの講義で強調したいのは相対論の効果の重要性で、束縛エネルギー、原子核の大きさ、マジック数などに対するその役割を明らかにする。原子核・核物質の記述を行い、応用として、中性子星や超新星爆発の記述への核物理の役割について講義する。また、強い相互作用におけるカイラル対称性の役割と、核子を構成するクォークの性質についても触れる。</p>
学習目標	
履修条件	量子力学・力学・解析力学 等を履修していること。
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction – basic issues of atomic nuclei</li> <li>2. Magic numbers and spin-orbit force</li> <li>3. Dirac equation 1 – Derivations</li> <li>4. Dirac equation 2 – Applications</li> <li>5. Field theory for nuclei 1 – Scalar field and quantization</li> <li>6. Field theory for nuclei 2 – Fermion field</li> <li>7. Lagrangians for various fields</li> <li>8. Nuclear matter 1 – Introduction to sigma-omega model</li> <li>9. Nuclear matter 2 – Mean field method and binding energy</li> <li>10. Nuclear properties</li> <li>11. Chiral symmetry – Pions and currents</li> <li>12. Linear sigma model</li> <li>13. Nambu-Goldstone theorem</li> <li>14. Nambu-Jona-Lasinio model</li> </ol>

## 15. 試験

1. 原子核物理の面白さ -原子核の常識-
2. 原子核物理における相対論の重要性
3. 核子間相互作用
4. 相対論的平均場近似
5. 核物質の記述
6. 原子核の記述 (1)
7. 原子核の記述 (2)
8. 原子核の記述 (3)
9.  $\sigma \omega$  模型による核物質の性質 (1)
10.  $\sigma \omega$  模型による核物質の性質 (2)
11. ハドロン物理でのカイラル対称性 (1)
12. ハドロン物理でのカイラル対称性 (2)
13. 南部-Jona-Lasinio 模型 (1)
14. 南部-Jona-Lasinio 模型 (2)
15. 試験

---

授業外における学習

---

教科書

参考文献 土岐博・保坂淳「相対論的多体系としての原子核」  
Hosaka and Toki –Baryon,quark and chiral symmetry(World Scientific)

---

成績評価 試験で合計点が 60 点以上を合格とする。

---

コメント 授業の理解を助けるための問題を配る。  
この講義は、学部の「原子核理論序説」との共通講義である。

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

## 一般相対性理論

英語表記	General Relativity
授業コード	240165
単位数	2
担当教員	藤田 裕 居室： 大野木 哲也 居室：
質問受付	随時
履修対象	各学年 選択
開講時期	1 学期 金 2 時限
場所	理/E201 講義室
授業形態	
目的と概要	一般相対性理論の基本原理の説明、数学的準備の後に重力場のアインシュタイン方程式を導出する。一般相対性理論の基礎に重きを置き、ブラックホール、重力波等々の、より今日的な話題を取り上げる。
学習目標	一般相対性理論の基礎を理解し、時空の幾何の取り扱いに慣れる。
履修条件	力学、電磁気学、特殊相対論、物理数学などを十分修得していること。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一般相対性理論の考え方</li> <li>2. 反変ベクトル、共変ベクトル</li> <li>3. 共変微分</li> <li>4. 曲率</li> <li>5. 自由粒子の運動</li> <li>6. 測地線</li> <li>7. エネルギー・運動量テンソル</li> <li>8. 弱い重力場</li> <li>9. 重力場の方程式</li> <li>10. シュバルツシルト解</li> <li>11. 時間の遅れと赤方偏移</li> <li>12. 粒子の運動</li> <li>13. 重力波</li> <li>14. 平面波の伝搬</li> <li>15. 重力波のエネルギー</li> </ol>
授業外における学習	時間の都合上、授業中には式の導出を完全に行うことができないので、復習を兼ねて各自で行うこと。
教科書	特になし
参考文献	<p>佐藤勝彦:「相対性理論」岩波書店 (1996)          須藤靖:「一般相対論入門」日本評論社 (2005)          三尾典克:「相対性理論」サイエンス社 (2007)          佐々木節:「一般相対論」産業図書 (1996)          佐藤文隆:「相対論と宇宙論」サイエンス社 (1981)          ランダウ・リフシッツ:「場の古典論」東京図書 (1978)          シュッツ:「相対論入門」丸善 (1988)          など</p>

---

成績評価	試験により評価。
コメント	講義の進度などにより、多少内容の入れ替えをするかもしれません。この講義は、学部と大学院の共通講義です。

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

## 場の理論 I

英語表記	Quantum Field Theory I
授業コード	240184
単位数	2
担当教員	細谷 裕 居室： H719 Email： hosotani@phys.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	随時。
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 木 2 時限
場所	理/E211 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	場の理論は素粒子物理学から物性物理学まで幅広い分野を記述する言語である。 場の量子論の基礎およびそれをを用いた物理量の計算手法を学ぶ。
学習目標	場の理論の量子化、対称性と保存則、摂動論、ファインマン図などを身につけ、基本的な散乱振幅や崩壊幅、粒子スペクトルの評価ができるようになる。
履修条件	特殊相対性理論・量子力学を履修していることを前提とする。 Dirac 方程式および電磁場のローレンツ共変形式を履修していることが望ましい。
特記事項	
授業計画	1. 場と作用原理、Euler 方程式 2. 正準量子化 3. Schrodinger 場の量子化 4. スカラー場の量子化 5. Dirac 場の量子化 6. 対称性と保存則、ネーターの定理 7. 相互作用表示と不変摂動論 8. Gell-Mann Low の公式 9. Wick の定理とファインマン図 1 10. ファインマン図 2 11. 散乱断面積 12. 散乱振幅の計算 13. 崩壊幅、寿命 14. 多体量子系と場の量子論の関係 15. まとめ
授業外における学習	講義内容の理解度を確認するための演習問題を課す。それを解いて、レポートとして提出する。
教科書	
参考文献	標準参考書 坂井典佑 「場の量子論」 裳華房 (2002) 江沢潤一 「量子場の理論 素粒子物理から凝縮系物理まで」 朝倉書店 (2008) ランダウ・リフシッツ 「相対論的量子力学 1」 東京図書 上級参考書 M.Peskin and D.Schroeder: An Introduction to Quantum Field Theory (Addison-Wesley) V.P. ナイア 「場の量子論 基礎編」 Springer (2009) 九後汰一郎 「ゲージ場の量子論」 (I、II) 培風館
成績評価	宿題 (60%) と試験 (40%)



---

コメント      ホームページ

<http://www-het.phys.sci.osaka-u.ac.jp/~hosotani/qft1.html>

を参照のこと。宿題、授業予定はすべてホームページに載せる。

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

## 場の理論 II

英語表記	Quantum Field Theory II
授業コード	240185
単位数	2
担当教員	山口 哲 居室： H728 Email： yamaguch@het.phys.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	随時。事前にメールにてアポイントメントを取ることが望ましい。
履修対象	
開講時期	2 学期 金 3 時限
場所	理/B307 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	場の理論についてさらに学習を進める。特にループ補正と繰り込み、繰り込み群、非アーベル型ゲージ理論の量子化について学ぶ。
学習目標	ファインマン図のループ計算をし、物理量に対する補正を計算することができる。 繰り込み群について理解し、説明することができる。 ゲージ理論を共変形式で量子化し、ファインマンルールを導出することができる。
履修条件	場の理論 I を履修し、その内容を十分に理解していること。
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 作用と経路積分</li> <li>2. 相関関数と経路積分</li> <li>3. 有効作用</li> <li>4. 発散と次元勘定</li> <li>5. 1 ループ図の次元正則化による計算</li> <li>6. LSZ 簡約公式</li> <li>7. 繰り込み 1：オンシェル・スキーム</li> <li>8. 繰り込み 2：MS バー・スキーム</li> <li>9. 繰り込み群</li> <li>10. 対称性と Lie 代数</li> <li>11. ゲージ理論の作用</li> <li>12. ゲージ固定と Faddeev-Popov 行列式</li> <li>13. BRST 対称性</li> <li>14. ゲージ理論での摂動計算 1：ツリー図</li> <li>15. ゲージ理論での摂動計算 2：ループ図</li> </ol>
授業外における学習	講義中に省略した計算過程を追ってみること。 レポート問題を出すので解いて提出すること。

---

教科書

参考文献

Srednicki, "Quantum Field Theory"

Peskin, Schroeder, "An Introduction To Quantum Field Theory"

Weinberg, "The Quantum Theory of Fields, Volume 1, 2"

---

成績評価

レポートにより評価する

---

コメント

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

## 物性理論 II

英語表記	Condensed Matter Theory II
授業コード	240189
単位数	2
担当教員	Keith Slevin 居室：
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	2 学期 火 3 時限
場所	理/E304 講義室
授業形態	
目的と概要	The physical properties of solids, such as whether they are metals, insulators or semiconductors, or whether they are magnetic, superconducting etc., are determined by their electronic structure. The goal of this course is to explain the basic concepts needed to understand the electronic structure of solids and the consequences for their physical properties.
学習目標	
履修条件	A knowledge of classical and quantum mechanics, electricity and magnetism, and statistical mechanics will be assumed.
特記事項	
授業計画	The topics covered in the course will include chemical bonding in solids, crystal structure and diffraction, thermal properties of solids, electronic band structure of solids, magnetism, and transport phenomena.
授業外における学習	
教科書	Harald Ibach and Hans Luth/Solid-State Physics/Springer/3540938036
参考文献	
成績評価	Reports (40%) and final examination (60%).
コメント	

## 固体電子論II

英語表記	Solid State Theory II
授業コード	240191
単位数	2
担当教員	小口 多美夫 居室：産業科学研究所 S-612 Email: oguchi@sanken.osaka-u.ac.jp
質問受付	随時メールで
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 火 2 時限
場所	理/E304 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	物質が固有にもつ性質 (物性) のほとんどはその物質中における電子状態によって決定されている。本講義では、固体結晶系を対象としてその電子状態を記述する基本手法 (バンド理論) を概説し、遷移金属を例に挙げその物性の理解へ応用する。
学習目標	固体電子論の基礎として、いくつかの禁じ手法を理解しよう。 固体結晶系への電子論の応用としてバンド理論の基礎を理解しよう。 固体電子論の応用として、遷移金属の種々の物性機構を機械しよう。
履修条件	量子力学、統計力学の基礎を理解していること。
特記事項	A. 基礎編 原子単位系 Born-Oppenheimer 近似 一電子近似 Hartree-Fock 近似 密度汎関数理論と局所密度近似 周期ポテンシャル中の一電子状態 擬ポテンシャル B. 応用編 遷移金属の電子状態 遷移金属の凝集機構 遷移金属の磁性
授業計画	第 1 回 固体電子論の概要 第 2 回 原子単位系 第 3 回 Born-Oppenheimer 近似 第 4 回 一電子近似:Hartree-Fock 近似 第 5 回 密度汎関数理論 第 6 回 局所密度近似 第 7 回 交換相関正孔 第 8 回 周期ポテンシャル中の一電子状態 第 9 回 擬ポテンシャル 第 10 回 遷移金属の電子状態 第 11 回 遷移金属の電子状態 第 12 回 遷移金属の凝集機構 第 13 回 遷移金属の凝集機構

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

第 14 回 遷移金属の磁性

第 15 回 遷移金属の磁性

授業外における学習	セミナー等の学修機会において、電子状態の重要性について常に考察するように努めましょう。
教科書	なし
参考文献	小口多美夫、「バンド理論」(内田老鶴圃、1999 年) 参考資料として適宜プリントを配布
成績評価	レポートおよび講義中の小演習
コメント	本授業で講義されるバンド理論は、物性理論分野を学修する学生だけでなく、物性実験分野の学生や、将来に物質・材料やデバイスの開発に進む学生に必要な基本内容を含んでいる。

## 素粒子物理学特論 I

英語表記	Topics in Elementary Particle Theory I
授業コード	240193
単位数	2
担当教員	窪田 高弘 居室 :
質問受付	One can visit the instructor in his office at any time.
履修対象	
開講時期	1 学期 水 5 時限
場所	理/E304 講義室
授業形態	
目的と概要	The purpose of the present course is to present: <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) thermal history of the Universe</li> <li>(2) gauge invariant cosmological perturbation theory</li> <li>(3) inflationary cosmology</li> <li>(4) methods of analyzing the angular power spectrum</li> </ul>
学習目標	The goal of this lecture is to acquire the basic knowledge and calculational technique of the cosmological perturbation theory so that one can analyze the CMB data and search for promising inflationary models.
履修条件	
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hubble's law, cosmic microwave background</li> <li>2. Friedmann equation</li> <li>3. Relativistic and non-relativistic particles, Age of the universe</li> <li>4. Quantum fluctuations of matter fields</li> <li>5. Gauge invariance and gauge fixing, Perturbed Einstein equation</li> <li>6. Flatness and horizon problems, The idea of inflation</li> <li>7. Density fluctuation generated during inflation</li> <li>8. Non-Gaussianity</li> <li>9. Big bang nucleosynthesis, Deuterium, Light elements</li> <li>10. Baryon number generation</li> <li>11. Recombination and decoupling</li> <li>12. The Boltzmann equation</li> <li>13. Angular power spectrum of the temperature fluctuation</li> <li>14. Silk damping, Cosmological parameters</li> <li>15. CMB polarization</li> </ol>

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

授業外における学習	Choose one of the references listed below and read it very carefully and thoroughly.
教科書	No textbook will be used.
参考文献	(1) S.Weinberg, "Cosmology" (Oxford Univ.Pub.,2008), (2) S.Doddelson, "Modern Cosmology"(Academic Press, 2003), (3) D.S.Gorbunov and V.A.Rubakov, "Introduction to the Theory of the Early Universe" (World Sci. Pub.,2011), (4) D.H.Lyth and A.R.Liddle, "The Primordial Density Perturbation" (Cambridge Univ. Press. 2009) (5) M.Giovannini, "A Primer on the Physics of the Cosmic Microwave Background" (World.Sci.Pub., 2008)
成績評価	Exam.and/or homework
コメント	This course will be delivered in English if necessary.



## 物性理論特論Ⅰ

英語表記	Topics in Condensed Matter Theory I :Quantum Statistical Mechanics
授業コード	240197
単位数	2
担当教員	阿久津 泰弘 居室： H627 電話： 5349 Email： acts@phys.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	月-木の5限、E217(なんでも相談室)に来て下さい。
履修対象	
開講時期	1学期 月4時限
場所	理/E310 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	相互作用のある多体系が示す協力現象典型例である相転移・臨界現象について、微視的(統計力学的)立場から理解する。
学習目標	多体問題の取り扱い手法に習熟し、相転移現象の解析に応用できるようになる
履修条件	統計力学の基本的な知識をもっていることが好ましい。
特記事項	
授業計画	1. 様々な相転移現象 2. 相転移の統計力学 ・簡単な系 ・平均場理論 ・量子系と古典系 ・2次元模型 3. 密度行列アルゴリズム
授業外における学習	授業内容の復習および発展的内容の自主的学習。
教科書	なし。
参考文献	必要に応じて適宜指示する。
成績評価	主として期末レポートで評価する。
コメント	

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

## 原子核理論

英語表記	Theoretical Nuclear Physics
授業コード	240802
単位数	2
担当教員	佐藤 透 居室： H521 電話： 5345 Email： <a href="mailto:tsato[at]phys.sci.osaka-u.ac.jp">tsato[at]phys.sci.osaka-u.ac.jp</a>
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 1年 選択
開講時期	1学期 金 1時限
場所	理/E201 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	ハドロン多体系としての原子核の構造、反応を理解するため、ハドロン、ハドロン間相互作用、電弱相互作用の基礎的な事柄についてに講義する。
学習目標	原子核・ハドロン物理の研究を進める際の出発点となる事項を学ぶことができる。
履修条件	学部の講義で学んだ量子力学を使いこなせること。
特記事項	
授業計画	第1回 強い相互作用する系 (序) 第2回 核子と電子散乱 第3回 核子間相互作用 I 散乱・束縛状態 第4回 核子間相互作用 II 微視的模型 第4回 ハドロン物理概観 第5回 メソン I 第6回 メソン II 第7回 バリオン I 第8回 バリオン II 第9回 ハドロン反応 I 散乱理論 第10回 ハドロン反応 II 共鳴状態 第11回 ハドロン反応 III 光反応 第12回 弱い相互作用の現象論 I 第13回 弱い相互作用の現象論 II 第14回 ニュートリノ振動 I 第15回 ニュートリノ振動 II
授業外における学習	授業中に与える課題を考えることで授業内容の理解を進めること。
教科書	
参考文献	授業中に適宜紹介する。
成績評価	成績は出席 (60%)、および課題のレポート (40%) により評価する。
コメント	

## 3.2 後期課程

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

## 特別講義 AIII 「核子多体系の集団運動と密度汎関数理論」 (物理学専攻)

英語表記	Current Topics A III
授業コード	240275
単位数	1
担当教員	中務 孝 居室： 浅川 正之 居室：
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士後期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	量子多体系としての原子核の基本的性質をレビューし、フェルミ粒子多体系が作り出す様々な現象を概観する。量子系の集団運動における基本的な概念や理論手法を学ぶことを目的とする。
学習目標	密度汎関数法の原子核への適用が理解できる。
履修条件	
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・核子多体系の基本的性質と典型的な現象</li> <li>・密度汎関数理論 (DFT) ・時間依存密度汎関数理論 (TDDFT)</li> <li>・大振幅集団運動理論と TDDFT 再量子化</li> </ul> <p>原子核の重要な性質である量子性、飽和性、マルチスケール性等とそれに関わる現象を紹介する。また、これらの性質を理解するために、なぜ密度汎関数理論が必要となるのか、平均場理論とは何が違うのかを解説する。時間依存密度汎関数理論と応用を紹介し、理論の成功と問題点を解説する。問題解決のために、集団部分空間の抽出と再量子化という理論手法を解説する。これらの中で、原子核における巨大共鳴、低励起集団運動、高スピン状態、核融合、核分裂などを取り上げる予定である。</p>
授業計画	
授業外における学習	講義についての復習を行うことが望ましい。
教科書	授業中に紹介する。
参考文献	授業中に紹介する。
成績評価	授業中の質問、出席など。
コメント	

## 特別講義 AIV 「超伝導の第一原理計算」(物理学専攻)

英語表記	Current Topics A IV
授業コード	240276
単位数	1
担当教員	有田 亮太郎 居室： 黒木 和彦 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	
目的と概要	物質が示す多彩な量子効果のうち、最も興味深い現象の一つである超伝導を非経験的に解析、理解する 方法を学ぶ。特に超伝導転移温度の定量評価に焦点をあて、どのような方法でどの程度の精度で計算 ができるか、室温超伝導という人類の究極の夢の実現にむけて第一原理計算がどのような役割を果たしうるか、今後どのような発展が求められるか、について議論する。
学習目標	超伝導転移温度を計算する3つのアプローチを紹介する。まず最初に密度汎関数理論および密度汎関数 摂動論から出発して、伝統的な Migdal-Eliashberg 理論に従って転移温度を計算する方法を議論する。 最近話題になっている高圧下硫化水素の超伝導を例にとり、どの程度の精度が計算できるか、Migdal-Eliashberg 理論に含まれない効果がどの程度の影響を及ぼしているか、それらを考慮するには どのような計算が求められるか、について考察する。 ついで密度汎関数理論を拡張し、超伝導状態を議論できるようにするアプローチ(超伝導密度汎関数理論) を紹介し、どのような物質でどの程度の精度がでているか、適用範囲を広げるにはどのようなことが 考えられるかについて議論する。最後に密度汎関数理論と強相関モデル計算の融合についていくつかの適用例を紹介し、今後の課題について議論する。
履修条件	
特記事項	
授業計画	1. 密度汎関数理論 2. 密度汎関数摂動論 3. Migdal-Eliashberg 理論 4. Migdal-Eliashberg 理論からの拡張 5. 超伝導密度汎関数理論 6. 超伝導密度汎関数理論の拡張 7. 密度汎関数理論と強相関モデル計算の融合 8. 最近の発展
授業外における学習	
教科書	
参考文献	シュリーファー「超伝導の理論」丸善プラネット など。

3. 物理学専攻 A コース (理論系：基礎物理学・量子物理学コース)

---

成績評価 出席・レポート等により総合的に判断

---

コメント

## 特別講義 AIII(S) 「核子多体系の集団運動と密度汎関数理論」 (物理学専攻)

英語表記	Current Topics A III (S)
授業コード	241566
単位数	1
担当教員	中務 孝 居室： 浅川 正之 居室：
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士後期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	量子多体系としての原子核の基本的性質をレビューし、フェルミ粒子多体系が作り出す様々な現象を概観する。量子系の集団運動における基本的な概念や理論手法を学ぶことを目的とする。
学習目標	密度汎関数法の原子核への適用が理解できる。
履修条件	
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・核子多体系の基本的性質と典型的な現象</li> <li>・密度汎関数理論 (DFT) ・時間依存密度汎関数理論 (TDDFT)</li> <li>・大振幅集団運動理論と TDDFT 再量子化</li> </ul> <p>原子核の重要な性質である量子性、飽和性、マルチスケール性等とそれに関わる現象を紹介する。また、これらの性質を理解するために、なぜ密度汎関数理論が必要となるのか、平均場理論とは何が違うのかを解説する。時間依存密度汎関数理論と応用を紹介し、理論の成功と問題点を解説する。問題解決のために、集団部分空間の抽出と再量子化という理論手法を解説する。これらの中で、原子核における巨大共鳴、低励起集団運動、高スピン状態、核融合、核分裂などを取り上げる予定である。</p>
授業計画	
授業外における学習	講義の復習を行うことが望ましい。
教科書	授業中に紹介する。
参考文献	授業中に紹介する。
成績評価	授業中の質問、出席など。
コメント	

## 特別講義 AIV(S)「超伝導の第一原理計算」(物理学専攻)

英語表記	Current Topics A IV (S)
授業コード	241567
単位数	1
担当教員	有田 亮太郎 居室： 黒木 和彦 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	
目的と概要	物質が示す多彩な量子効果のうち、最も興味深い現象の一つである超伝導を非経験的に解析、理解する 方法を学ぶ。特に超伝導転移温度の定量評価に焦点をあて、どのような方法でどの程度の精度で計算 ができるか、室温超伝導という人類の究極の夢の実現にむけて第一原理計算がどのような役割を果たしうるか、今後どのような発展が求められるか、について議論する。
学習目標	超伝導転移温度を計算する 3つのアプローチを紹介する。まず最初に密度汎関数理論および密度汎関数 摂動論から出発して、伝統的な Migdal-Eliashberg 理論に従って転移温度を計算する方法を議論する。 最近話題になっている高圧下硫化水素の超伝導を例にとり、どの程度の精度が計算できるか、Migdal-Eliashberg 理論に含まれない効果がどの程度の影響を及ぼしているか、それらを考慮するには どのような計算が求められるか、について考察する。 ついで密度汎関数理論を拡張し、超伝導状態を議論できるようにするアプローチ (超伝導密度汎関数理論) を紹介し、どのような物質でどの程度の精度がでているか、適用範囲を広げるにはどのようなことが 考えられるかについて議論する。最後に密度汎関数理論と強相関モデル計算の融合についていくつかの適用例を紹介し、今後の課題について議論する。
履修条件	
特記事項	
授業計画	1. 密度汎関数理論 2. 密度汎関数摂動論 3. Migdal-Eliashberg 理論 4. Migdal-Eliashberg 理論からの拡張 5. 超伝導密度汎関数理論 6. 超伝導密度汎関数理論の拡張 7. 密度汎関数理論と強相関モデル計算の融合 8. 最近の発展
授業外における学習	
教科書	
参考文献	シュリーファー「超伝導の理論」丸善プラネット など。



---

成績評価 出席・レポート等により総合的に判断

---

コメント

4. 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)

## 4 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)

### 4.1 前期課程

## 原子核物理学序論

英語表記	Introduction to Nuclear Physics
授業コード	240167
単位数	2
担当教員	下田 正 居室： 理学研究科 H 棟 H426 室 電話： 5744 Email： shimoda@phys.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	随時
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 選択
開講時期	1 学期 月 1 時限
場所	理/E201 講義室
授業形態	講義科目
授業の目的 と概要	有限個数の陽子や中性子の多体系 (フェルミオン多体系) である原子核は、核力という特異な力の支配されて、多様な構造や反応を示す。本講義では、量子力学や電磁気学の基本的な手法を用いて、原子核構造と原子核反応の基本的な特徴を体系化して理解する。さらに、原子核を実験的に調べるための研究手法の基礎を学ぶ。これらを理解した上で、最近の原子核研究での課題と成果や、他分野との協働による研究成果について学ぶ。
学習目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>量子力学を用いて自然を理解する具体的手法を理解できる。</li> <li>原子核の基本概念および研究手法の基礎を理解できる。</li> <li>最先端の研究事例を通じて、研究課題を展望できる。</li> </ul>
履修条件	学士課程において原子核物理学を履修していない大学院生を対象とする。 電磁気学と量子力学に関する基礎的知識を持っていることを前提として講義を進める。
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>放射線と原子核の概観:<math>10^{-14}</math> m の世界へのいざない</li> <li>原子核の質量:核力の基本的性質入門</li> <li>原子核の基本的性質:スピン、パリティ、アイソスピン、電磁気モーメントなど</li> <li>原子核の変化:様々な遷移様式と放射線</li> <li>原子核の構造 I:殻模型とは</li> <li>原子核の構造 I:殻模型詳論</li> <li>原子核の構造 II:集団運動模型とは</li> <li>原子核の構造 II:集団運動模型詳論</li> <li>原子核の反応 I:基本概念</li> <li>原子核の反応 II:詳論</li> <li>原子核の実験的研究手法 I</li> <li>原子核の実験的研究手法 II</li> <li>原子核研究最前線 I(核子多体系としての原子核を中心に)</li> <li>原子核研究最前線 II(ハドロンと原子核の関係を中心に)</li> <li>原子核物理学と他分野との協働事例</li> </ol>
授業外における学習	適宜レポート課題を課す。レポート提出後に課題の詳説を配布するので、授業外に復習して欲しい。
教科書	教科書は使用しないが、必要な資料は授業中に配布する。
参考文献	<p>入門的:有馬朗人著「原子と原子核—量子力学の世界—」(朝倉書店、1982年)</p> <p>入門的:John Lilley 著「Nuclear Physics - Principles and Applications-」(Wiley, 2001)</p> <p>入門的:永宮正治、永江知文共著「原子核物理学」(裳華房、2000年)</p>

#### 4. 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)

入門的: 鷺見義雄著「原子核物理学入門」(裳華房、1997年)

本格的: Kenneth S. Krane 著「Introductory Nuclear Physics」(Wiley, 1988)

本格的: 滝川昇著「原子核物理学」(朝倉書店、2013年)

本格的: 八木浩輔著「原子核物理学」(朝倉書店、1971年)

本格的: P.E. Hodgson, E. Gadioli, E. Gadioli Erba, 「Introductory Nuclear Physics」Oxford, 1997)

本格的: 杉本健三、村岡光男共著「原子核物理学」(共立出版、1988年)

---

成績評価 授業への参加度 (20%程度のウエイト)、レポート成績 (40%程度)、試験成績 (40%程度) に基づいて総合的に評価する。

---

コメント この講義は学部との共通講義である。

# 高エネルギー物理学Ⅰ

英語表記	High Energy Physics I
授業コード	240201
単位数	2
担当教員	青木 正治 居室：
質問受付	基本的にいつでも。遠くから来る場合は電話などで要確認。
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1学期 水2時限
場所	理/E310 講義室
授業形態	
目的と概要	高エネルギー物理学を築き上げてきた、過去の重要な実験を理解する。なぜ、そのような測定器を作り、実験を行ったのか、新たな現象をどう解釈したのか、など、当時の状況に自分の身をおいて考えることにより、新たな実験を作り上げる力を作る。
学習目標	重要な過去の実験を説明できる。どのような実験でも、その特長や問題点を自ら主体的に理解することができる。未来に向かって、新たな自分の実験を主体的に作り上げることができる。
履修条件	学部の「素粒子物理学1、2」あるいはそれに対応する講義を受けていること。
特記事項	素粒子物理学を築き上げてきた主な実験を取り上げ、当時の状況に立ち戻って、共に考え、議論する。 また、自分達で新たな実験を考案することも行う。 テーマは、次の中からいくつか選ぶ。 陽電子の発見、ミューオンとパイオン、ストレンジネスの発見、反物質の発見、共鳴状態、パリティの破れ、ニュートリノの性質、中性K中間子の性質、CPの破れの発見、核子の構造、J/ψ、Υの発見、クォークとグルーオンのジェット、WとZボゾンの発見、ニュートリノ振動など。
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. イントロダクション</li> <li>2. 教員が選んだテーマによるグループワーク</li> <li>3. 教員が選んだテーマによるグループワーク</li> <li>4. 学生が選んだテーマによるグループワーク (1)</li> <li>5. 学生が選んだテーマによるグループワーク (1)</li> <li>6. 学生が選んだテーマによるグループワーク (2)</li> <li>7. 学生が選んだテーマによるグループワーク (2)</li> <li>8. 学生が選んだテーマによるグループワーク (3)</li> <li>9. 学生が選んだテーマによるグループワーク (3)</li> <li>10. 学生が選んだテーマによるグループワーク (4)</li> <li>11. 学生が選んだテーマによるグループワーク (4)</li> <li>12. 新たな実験の考案グループワーク</li> <li>13. 新たな実験の考案グループワーク</li> <li>14. 新たな実験の考案グループワーク</li> <li>15. 新たな実験の考案グループワーク</li> </ol>
授業外における学習	授業で議論などに集中するため、あらかじめ論文を読んでいることを前提にする。必ず、指定された論文をあらかじめ読み、当該実験の特長や問題点を自分なりにまとめておくこと。指定論文を読むだけではよく理解できないことも多い。必要ならば、指定論文中で紹介されている参考文献も読むこと。
教科書	

4. 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)

---

参考文献	The Experimental Foundations of Particle Physics (R.N.Cahn and G.Goldhaber/Cambridge University Press) Introduction to High Energy Physics(D.H.Perkins/Addison Wesley) 素粒子物理学の基礎 I,II (長島順清・朝倉書店) 素粒子標準理論と実験的基礎 (長島順清・朝倉書店)
成績評価	発表、議論への参加、レポートなどをもとに採点する。
コメント	

---

## 原子核構造学

英語表記	Nuclear Structure
授業コード	240205
単位数	2
担当教員	小田原 厚子 居室： H428 電話： 5745 Fax： 5764 Email： odahara@phys.sci.osaka-u.ac.jp 民井 淳 居室： RCNP AVF 棟 3 階研究室 2 電話： 8855 Fax： 8899 Email： tamii@rcnp.osaka-u.ac.jp
質問受付	特に指定しない
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 木 2 時限
場所	理/B301 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	原子核は核力によって核子(陽子と中性子)が強く結びついた有限量子多体系(有限粒子数によって構成され、量子力学に支配される系)ならではの極めて多彩で独特な性質を示す。原子核というミクロな世界の不思議に触れ、その成り立ちを理解する。また、その性質を調べていく実験手法について考える。
学習目標	核力の基本的性質および原子核の基底状態や励起状態に生じる様々な構造と性質を理解して説明でき、最先端の研究のための基礎を身に付けて応用できる。
履修条件	特になし
特記事項	特になし
授業計画	以下の順序で講義を進める。ただし、これはあくまでも予定であって、変更することもあり得る。  第 1 回 原子核構造学のガイダンス 第 2 回 原子核の基本的性質 1 第 3 回 原子核の基本的性質 2 第 4 回 原子核を記述する模型 1 第 5 回 原子核を記述する模型 2 第 6 回 原子核の殻模型 1 第 7 回 原子核の殻模型 2 第 8 回 原子核の殻模型 3 第 9 回 原子核の殻模型 4 第 10 回 原子核の集団運動 1 第 11 回 原子核の集団運動 2 第 12 回 原子核の集団運動 3 第 13 回 原子核構造の最先端トピックス 1 第 14 回 原子核構造の最先端トピックス 2 第 15 回 原子核構造の最先端トピックス 3
授業外における学習	講義の進路にあわせて提示する 2 回の課題についてレポートを作成すること。
教科書	なし

4. 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)

---

参考文献	「原子核物理学」 八木浩輔 著 (朝倉書店) 「原子核構造論」 高田健次郎、池田清美 著 (朝倉書店) 「Nuclear Structure」 A. Bohr and B.R. Mottelson 著 (World Scientific 社) など
成績評価	平常点 (30%)、レポート (70%) により総合的に評価する。
コメント	特になし

---



## 高エネルギー物理学特論II

英語表記	Topics in High Energy Physics II
授業コード	240208
単位数	2
担当教員	山中 卓 居室 :
質問受付	
履修対象	
開講時期	2 学期 月 3 時限
場所	理/E201 講義室
授業形態	
目的と概要	<p>CP 対称性 (粒子・反粒子の交換と空間反転に対する対称性) の破れは、この宇宙に物質を作るために必要な条件の一つである。今までに CP 対称性の破れが発見・観測され、理論的にも説明されたが、依然、物質宇宙を説明するには至っていない。</p> <p>CP 対称性の破れの実験や理論についてわかりやすく解説するとともに、議論をして自分たちで実験の設計を行う。</p>
学習目標	<p>CP 対称性の破れ基礎を理解し、説明できる。</p> <p>CP 対称性の破れを測定する B や K 中間子の実験などについて、理解し、説明できる。</p> <p>新たな実験を設計できる。</p>
履修条件	
特記事項	
授業計画	<p>第 1 回 :素粒子の対称性</p> <p>第 2-3 回:K 中間子、B 中間子のシステムと CP 対称性の破れ</p> <p>第 4 - 5 回: CP 対称性の破れのメカニズム</p> <p>第 6 - 8 回: CP 対称性の破れを探る K 中間子実験</p> <p>第 9 - 11 回: CP 対称性の破れを探る B 中間子実験</p> <p>第 12 - 15 回: CP 対称性の破れの実験の設計</p> <p>以上の項目 (テーマ) の順序で講義を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。</p>
授業外における学習	宿題や、レポート
教科書	
参考文献	
成績評価	<p>レポート:60%</p> <p>宿題:30%</p> <p>授業中への参加度: 10%</p>
コメント	

## 原子核物理学特論 II

英語表記	Topics in Nuclear Physics II
授業コード	240211
単位数	2
担当教員	青井 考 居室：
質問受付	質問は随時受け付けるが、電子メールでの事前予約が望ましい。
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	2 学期 火 2 時限
場所	理/B202 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	陽子と中性子からなる原子核は、強い相互作用、弱い相互作用、電磁相互作用のもと、色々な量子力学的状態に姿を変えるフェルミオン多体系である。最近の不安定核ビームや高分解能検出器の技術の発達により、アイソスピンや励起エネルギーの制御の自由度が広がり、新しい原子核像が作られつつある。講義では、こうした原子核の姿を現在進行中の最前線の研究紹介を織り交ぜつつ概説する。
学習目標	
履修条件	特になし。
特記事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 特殊相対論と量子力学の復習</li> <li>2. 原子核構造論入門</li> <li>3. 粒子加速器とスペクトロメータ</li> <li>4. 不安定核ビーム生成の原理と実際</li> <li>5. 原子核物理の最前線</li> <li>6. 宇宙核物理入門</li> </ol>
授業計画	
授業外における学習	
教科書	特になし。
参考文献	必要に応じ、講義に関する参考文献を紹介する。
成績評価	出席及びレポート。
コメント	

## ハドロン多体系物理学特論

英語表記	Topics in Many-Body Hadron Systems
授業コード	240212
単位数	2
担当教員	與曾井 優 居室：核物理研究センター 402 号室 電話：06-6879-8942 Email：yosoi@rcnp.osaka-u.ac.jp
質問受付	質問等は随時受け付けるが、予め電子メールでの連絡が望ましい。
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	2 学期 金 4 時限
場所	理/D301
授業形態	講義科目
目的と概要	強い相互作用をする粒子(ハドロン)として、クォークと反クォーク対からなるメソンとクォーク 3 つからなるバリオンが知られているが、最近それ以外のマルチクォーク状態の粒子が発見され話題となっている。本講義ではクォークの多体系であるハドロン、及びハドロン多体系としての原子核やハイパー核などハドロンの多様な形態とその性質を概説し、いくつかのトピックを取り上げて、クォーク核物理学の進展と現在の到達点を理解してもらうことを目的とする。
学習目標	包括的な視野から物質の基本粒子は何かを探求する手法を学び、素粒子物理学と原子核物理学の境界領域に位置するハドロン物理学についての理解や興味を深めることができる。
履修条件	なし
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>以下の内容について講義を行う。進行に応じて順番や内容を変更することがある。</p> <p>第 1 回 イントロダクション  第 2～3 回 新粒子発見の歴史と粒子の分類  第 4～5 回 クォーク模型  第 6～7 回 ハドロンの新形態  第 8～9 回 相対論的運動学  第 10～11 回 原子核の形状、核子の形状  第 12～13 回 原子核中のハドロン  第 14 回 まとめ  第 15 階 補足</p>
授業外における学習	講義資料として、必要に応じて英語で書かれた教材を用意する予定である。それを読んで英語の文献に慣れるとともに講義内容の復習を行うこと。
教科書	教科書・教材の購入の必要はない。適宜、講義に関する資料を配布する。
参考文献	講義の中で適宜紹介する。
成績評価	出席およびレポートにより総合的に評価。
コメント	

## 素粒子物理学序論 A

英語表記	Introduction to Elementary Particle Physics A
授業コード	240748
単位数	2
担当教員	青木 正治 居室：
質問受付	いつでも可。
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 月 4 時限
場所	理/D301 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	素粒子物理学は、自然界の根本法則、基本的構成粒子を探究する学問である。素粒子物理学の基礎となる理論と実験の概要を学ぶ。
学習目標	基本的な素粒子の相互作用を理解し、様々な素粒子反応に対してそれらを特徴付ける物理法則に気づくことができる。ある素粒子反応がなぜ発生しないのかを説明できる。ある素粒子反応を特徴付ける相互作用の種類を説明できる。素粒子崩壊や反応の相対論的運動力学を計算できる。
履修条件	「量子力学 1,2」を確実に習得しておくこと。
特記事項	
授業計画	<p>第 1 回 イン트로ダクション</p> <p>第 2 回 素粒子と相互作用 (イントロ)、ファインマン・ダイアグラム</p> <p>第 3 回 素粒子と相互作用 (電磁相互作用)</p> <p>第 4 回 素粒子と相互作用 (弱い相互作用)</p> <p>第 5 回 素粒子と相互作用 (強い相互作用)</p> <p>第 6 回 特殊相対論 (1)</p> <p>第 7 回 特殊相対論 (2)</p> <p>第 8 回 素粒子の世界の対称性 (1)</p> <p>第 9 回 素粒子の世界の対称性 (2)</p> <p>第 10 回 素粒子の世界の対称性 (3)</p> <p>第 11 回 素粒子の世界の対称性 (4)</p> <p>第 12 回 クォークモデル (1)</p> <p>第 13 回 クォークモデル (2)</p> <p>第 14 回 クォークモデル (3)</p> <p>第 15 回 期末試験</p> <p>以上の項目 (テーマ) の順序で講義を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。</p>
授業外における学習	教科書を指定しないので予習は必要ないが、復習は重要である。授業で説明した内容に関して、参考文献などの対応する箇所を読むこと。参考文献などでは授業で取り扱った事柄を異なる観点から説明している場合も多いため、深く理解する助けとなる。
教科書	特に指定しない。
参考文献	<p>素粒子物理学 (坂井典祐著、培風館)、</p> <p>素粒子物理学 (原康夫、稲見武夫、青木健一郎著、朝倉書店)</p> <p>素粒子物理学の基礎 I、II (長島順清著、朝倉書店)</p> <p>Introduction to Elementary Particle Physics (D. Griffiths, John Wiley &amp; Sons Inc.)</p> <p>Introduction to High Energy Physics (D.H. Perkins, Addison Wesley)</p>

---

成績評価	試験、出席とレポートと期末試験などを考慮して総合的に評価する。
コメント	この講義は、学部の「素粒子物理学 1」との共通講義である。 ※平成 23 年度入学者からは「修了要件外」とする。

---

4. 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)

## 素粒子物理学序論 B

英語表記	Introduction to Elementary Particle Physics B
授業コード	240749
単位数	2
担当教員	担当未定 居室：
質問受付	いつでも。事前にメールか電話で在室の確認を勧める。
履修対象	物理学科 4 年次 選択
開講時期	2 学期 木 2 時限
場所	理/B301 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	素粒子物理学は、物質を構成する基本的な素粒子、およびそれらの間に働く力の性質を調べる分野である。素粒子の間には、電磁相互作用、弱い相互作用、強い相互作用などがある。この講義では、具体的な実験例を通して、素粒子と相互作用についての理解がどのように発展してきたのかを平易に説明する。最後に素粒子物理学の標準理論の概念をまとめ、将来への展望について概観する。
学習目標	素粒子の基本的な法則や現象を説明できる。 主な素粒子実験について説明できる。
履修条件	量子力学 1,2,3 素粒子物理学 1
特記事項	
授業計画	第 1～3 回 測定原理と測定器 第 4～5 回 電磁相互作用 第 6～7 回 弱い相互作用 第 8～9 回 強い相互作用 第 10～11 回 標準模型 第 12～15 回 素粒子実験の紹介 これは予定であり、学習状況に応じて変更することがある。
授業外における学習	与えられた課題に対して、レポートを書くことがある。
教科書	
参考文献	D.H.Perkins”Introduction to High Energy Physics”, Addison Wesley D.Griffths ”Introduction to Elementary Particles”, John Wiley & Sons Inc. F.Halzen and A.D.Martin ”Quarks and Leptons”, John Wiley & Sons Inc. 長島順清「素粒子物理学の基礎 I,II」「素粒子標準理論と実験的基礎」「高エネルギー物理学の発展」(朝倉書房)
成績評価	試験と宿題
コメント	この講義は学部と大学院の共通講義である。大学院での講義名は「素粒子物理学序論 B」である。

## 加速器物理学

英語表記	Accelerator Physics
授業コード	240751
単位数	2
担当教員	福田 光宏 居室： 核物理研究センター本館 301 号室 電話： 8931 Fax： 06-6879-8899 Email： mhfukuda@rcnp.osaka-u.ac.jp
質問受付	
履修対象	
開講時期	1 学期 水 1 時限
場所	理/E201 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	<p>加速器を通じて物理学的なものの見方と物理学の基本法則を理解し、物理学の基本法則を自在に応用できることを目的とする。原子核・素粒子物理学や核化学などの基礎科学のみならず、今や社会においても重要な役割を果たしている加速器の歴史を紐解きながら、加速器の原理と仕組みを解説する。これまでに様々な加速器が開発されており、個々の加速器の特徴と構成する機器・装置の原理を、力学や電磁気学などに基づいて講義する。さらに、加速器により生み出される荷電粒子ビームや二次的に生成される粒子などの物理的な性質を説明しながら、社会に役立つ加速器としての用途と発展性などについても明らかにしていく。</p>
学習目標	<p>加速器を構成する機器や装置において電子やイオンなどの荷電粒子が生成・加速・輸送される原理を学びながら、力学や電磁気学などが加速器にどのように応用されて実用に至っているのかについて説明できるようになる。</p> <p>加速された荷電粒子ビームの物理的な性質などを理解することによって物質との相互作用に関する理解が深まり、加速器の学術的な利用のみならず、社会に役立つような加速器の応用を考えることができるようになる。</p>
履修条件	なし
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 放射線の利用と加速器の歴史、加速器の基礎知識</li> <li>2. 荷電粒子の加速       <ul style="list-style-type: none"> <li>・静電加速器、線形加速器</li> <li>・サイクロトロン</li> <li>・シンクロトロン、FFAG ほか</li> </ul> </li> <li>3. 荷電粒子の生成       <ul style="list-style-type: none"> <li>・電子銃</li> <li>・ECR イオン源</li> <li>・負イオン源ほか</li> </ul> </li> <li>4. 荷電粒子のダイナミクス       <ul style="list-style-type: none"> <li>・横方向と縦方向の運動</li> <li>・空間電荷効果、ビーム冷却</li> </ul> </li> <li>5. 加速器を構成する要素       <ul style="list-style-type: none"> <li>・電磁石</li> <li>・高周波加速空洞</li> <li>・ビーム入射・引き出し</li> <li>・ビーム診断ほか</li> </ul> </li> </ol>

4. 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)

6. 遮蔽物理

7. 加速器の応用

・ RI 生成、医学応用

・ 材料・バイオ科学、原子力利用

---

授業外における学習 授業の進行具合に応じて提示する課題について、レポートを作成すること

---

教科書

---

参考文献 木村嘉孝「高エネルギー加速器」(共立出版、実験物理科学シリーズ)  
K. Wille, "The Physics of Particle Accelerators", OXFORD UNIVERSITY PRESS  
A.W. Chao, M. Tigner, "Handbook of Accelerator Physics and Engineering", World Scientific

---

成績評価 レポート及び出席点の合計により評価

---

コメント



## 放射線計測学

英語表記	Radiation Detection and Measurement
授業コード	240752
単位数	2
担当教員	青井 考 居室： 野海 博之 居室：
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 木 4 時限
場所	理/B307 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	様々な種類の放射線が物質とどのように相互作用をするかを理解し、それらを利用した様々な放射線検出法の原理、検出器の構造と働き、電気信号の処理法などを学ぶ。さらに、放射線が生体に及ぼす影響を理解し、放射線と安全に付き合う方法について学ぶ。
学習目標	
履修条件	
特記事項	
授業計画	講義内容は以下のとおりである(順序の変更はあり得る)。 1. 放射線とは:放射線と原子核の発見の歴史 2. 原子核構造と放射線の発生機構 3. 放射線検出の基本原理 4. 荷電粒子と物質の相互作用 5. 光子と物質の相互作用 6. 気体を用いた検出器 7. 半導体を用いた検出器 8. シンチレーション光を利用した検出器と光電子増倍管 9. チェレンコフ光を利用した放射線検出 10. 電荷を持たない粒子(中性子とニュートリノ)の検出法 11. 検出器の生成する電気信号の処理 12. 放射線が人体に及ぼす影響と防御
授業外における学習	
教科書	
参考文献	W.R.Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments(Springer-Verag) G.F.Knoll, Radiati on Detection and Measurement(John Wiley and Sons) (日本語訳放射線計測ハンドブック、日刊工業新聞社)
成績評価	出席、レポート、試験などによって総合的に評価する。
コメント	

#### 4. 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)

##### 4.2 後期課程

## 特別講義BI「Heavy Flavor Physics at Belle II」(物理学専攻)

英語表記	Current Topics B I
授業コード	240278
単位数	1
担当教員	飯嶋 徹 居室： 久野 良孝 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	建設が進んでいる SuperKEKB/Belle II 実験は、B、D 中間子とタウレプトンの大量のデータから標準理論を超える新物理の探索や新しいハドロン状態の探求を目指している。本講義では、Belle II 実験で展開される物理研究の内容や、SuperKEKB 加速器と Belle II 測定器で用いられる最先端装置について解説する。
学習目標	
履修条件	
特記事項	
授業計画	第 1 回 Belle II 実験における物理研究 第 2 回 SuperKEKB 加速器 第 3 回 Belle II 測定器 第 4 回 B、D 崩壊における新物理探索 (1) 第 5 回 B、D 崩壊における新物理探索 (2) 第 6 回 タウ崩壊における新物理探索 第 7 回 エキゾチックハドロンの物理
授業外における学習	
教科書	特に指定しない。
参考文献	講義時に随時紹介する。
成績評価	
コメント	

## 特別講義 BII 「不安定原子核の精密分光による基礎物理学」(物理学専攻)

英語表記	Current Topics B II
授業コード	240279
単位数	1
担当教員	和田 道治 居室： 高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 小田原 厚子 居室：
質問受付	特に指定しない
履修対象	物理学専攻 博士課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	夏の夜空を彩る花火の「色」がその発光する元素を示すように、光の色(波長)を分析することで原子の特性を明らかにすることができ、その学問を「分光学」と呼びます。その「分光」の精度を向上させることによって物理学の歴史上重要な発見が多くなされてきました。今日では、原子核の構造まで、しかも他の方法に比べてより高い確度で測定することができます。この方法は、とりわけ自然には存在せず、有限の寿命で崩壊してしまう不安定原子核の電磁特性の精密測定に有効ですが、まだ限られた数の原子核にしか適用できていません。その一般的な実現には、不安定原子核の製造・分離法や、それを減速してイオントラップに蓄積する方法、さらに、レーザーで冷却・分光する技術が欠かせません。ここには、幾つものノーベル賞受賞技術が含まれています。これらの実験技術を理解し、具体的な不安定原子核の光学的分光実験および質量分光実験について学びます。
学習目標	不安定原子核の様々な精密分光法の原理を理解して説明でき、最先端の研究に応用できる。
履修条件	特に設けませんが原子核物理学の基礎を理解していることが望ましい。
特記事項	特になし
授業計画	1. 物理学の発展における分光学の寄与 2. 原子核の静的特性と元素の起源 3. 加速器と不安定原子核 4. イオントラップとレーザー・周波数コム 5. ベリリウム同位体の光学的分光 6. 精密質量測定 7. 基本的対称性問題などへの発展
授業外における学習	講義中に提示する課題についてレポートを作成すること。
教科書	必要に応じて、講義中に提示する。
参考文献	必要に応じて、講義中に提示する。
成績評価	平常点(30%)、レポート(70%)により総合的に評価する。
コメント	特になし

## 特別講義BI(S) 「Heavy Flavor Physics at Belle II」 (物理学専攻)

英語表記	Current Topics B I (S)
授業コード	241569
単位数	1
担当教員	飯嶋 徹 居室： 久野 良孝 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	建設が進んでいる SuperKEKB/Belle II 実験は、B、D 中間子とタウレプトンの大量のデータから標準理論を超える新物理の探索や新しいハドロン状態の探求を目指している。本講義では、Belle II 実験で展開される物理研究の内容や、SuperKEKB 加速器と Belle II 測定器で用いられる最先端装置について解説する。
学習目標	
履修条件	
特記事項	
授業計画	第 1 回 Belle II 実験における物理研究 第 2 回 SuperKEKB 加速器 第 3 回 Belle II 測定器 第 4 回 B、D 崩壊における新物理探索 (1) 第 5 回 B、D 崩壊における新物理探索 (2) 第 6 回 タウ崩壊における新物理探索 第 7 回 エキゾチックハドロンの物理
授業外における学習	
教科書	
参考文献	
成績評価	
コメント	

## 4. 物理学専攻 B コース (実験系：素粒子・核物理学コース)

## 特別講義BII(S)「不安定原子核の精密分光による基礎物理学」(物理学専攻)

英語表記	Current Topics B II (S)
授業コード	241570
単位数	1
担当教員	和田 道治 居室： 高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 小田原 厚子 居室：
質問受付	特に指定しない
履修対象	物理学専攻 博士課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	夏の夜空を彩る花火の「色」がその発光する元素を示すように、光の色(波長)を分析することで原子の特性を明らかにすることができ、その学問を「分光学」と呼びます。その「分光」の精度を向上させることによって物理学の歴史上重要な発見が多くなされてきました。今日では、原子核の構造まで、しかも他の方法に比べてより高い確度で測定することができます。この方法は、とりわけ自然には存在せず、有限の寿命で崩壊してしまう不安定原子核の電磁特性の精密測定に有効ですが、まだ限られた数の原子核にしか適用できていません。その一般的な実現には、不安定原子核の製造・分離法や、それを減速してイオントラップに蓄積する方法、さらに、レーザーで冷却・分光する技術が欠かせません。ここには、幾つものノーベル賞受賞技術が含まれています。これらの実験技術を理解し、具体的な不安定原子核の光学的分光実験および質量分光実験について学びます。
学習目標	不安定原子核の様々な精密分光法の原理を理解して説明でき、最先端の研究に応用できる。
履修条件	特に設けないが原子核物理学の基礎を理解していることが望ましい。
特記事項	特になし
授業計画	1. 物理学の発展における分光学の寄与 2. 原子核の静的特性と元素の起源 3. 加速器と不安定原子核 4. イオントラップとレーザー・周波数コム 5. ベリリウム同位体の光学的分光 6. 精密質量測定 7. 基本的対称性問題などへの発展
授業外における学習	講義中に提示する課題についてレポートを作成すること。
教科書	必要に応じて、講義中に提示する。
参考文献	必要に応じて、講義中に提示する。
成績評価	平常点(30%)、レポート(70%)により総合的に評価する。
コメント	特になし

## 5 物理学専攻 C コース (実験系：物性物理学コース)

### 5.1 前期課程

## 光物性物理学

英語表記	Optical Properties of Matter
授業コード	240172
単位数	2
担当教員	田島 節子 居室： 宮坂 茂樹 居室：
質問受付	随時 (事前に電子メールで予約のこと)
履修対象	大学院博士前期課程、後期課程 1,2 年次 選択
開講時期	1 学期 木 2 時限
場所	理/E304 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	物質の電磁氣的性質を調べる一つの有力な方法は、物質に光を入射し、内部の素励起と相互作用した結果出てきた反射光 (透過光) や散乱光を調べる分光法である。本講義では、その中で最も古典的な赤外・可視・紫外分光を中心に取り上げ、スペクトル中に含まれる多彩な物性情報について、説明する。
学習目標	未知の物質の光学スペクトルを見て、そこからその物質の電子状態を想像できるようになることを、講義終了時の目標とする。
履修条件	物性物理学を履修していることが望ましい。
特記事項	
授業計画	第 1 回 固体中の電磁波の伝播と誘電関数 第 2 回 誘電関数の一般式 第 3 回 格子振動による光吸収 第 4 回 バンド間遷移による光吸収 第 5 回 金属の光学応答 第 6 回 いろいろな素励起の光学スペクトルの計算 (レポート結果の発表会) 第 7 回 光学スペクトルの測定方法 第 8 回 超伝導体の光学応答 第 9 回 強相関係の光学応答 第 10 回 金属・絶縁体転移系の光学応答 第 11 回 金属・絶縁体転移系の光学応答 第 12 回 金属・絶縁体転移系の光学応答 第 13 回 様々な物質の光学応答 (レポート発表会) 第 14 回 様々な物質の光学応答 (レポート発表会) 第 15 回 様々な物質の光学応答 (レポート発表会)
授業外における学習	1) 与えられた素励起のパラメータから、誘電関数を計算し、光学スペクトルを描いてみる。 2) 各自の研究対象或はその周辺の物質をとりあげ、その結晶構造、電子構造と光学的性質を調べ、レポートにまとめる。
教科書	特になし
参考文献	Principles of the Theory of Solids” by J. M. Ziman ザイマン「固体物性論の基礎」(山下・長谷川訳) 丸善



---

成績評価 出席とレポートによる

---

コメント この講義は隔年で英語と日本語で行われる。

## 極限光物理学

英語表記	Advanced Optics in Physics
授業コード	240174
単位数	2
担当教員	疇地 宏 居室: 藤岡 慎介 居室:
質問受付	毎週講義終了後
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 月 2 時限
場所	理/B301 講義室
授業形態	
目的と概要	超高強度レーザー光と物質の相互作用および輻射流体力学を中心に学んだ後、レーザー核融合研究の最前線について紹介する。講義では教官と学生の相互作用を重視し、質問を基に話を進める。
学習目標	
履修条件	この講義は電磁気学、熱・統計力学、量子力学の履修を前提として行う。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>第一部 電磁気学</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 輻射の古典論</li> <li>2. 波としての光の性質</li> <li>3. 輻射における相対論的効果</li> <li>4. 物質中のマクスウェル方程式の解</li> <li>5. 電磁気学の相対論的記述</li> </ol> <p>第二部 レーザー核融合の基礎</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. 電磁波の伝播</li> <li>7. レーザーとプラズマの相対論的相互作用</li> <li>8. 流体力学の基礎</li> <li>9. 音波と衝撃波</li> <li>10. 流体力学的不安定性</li> </ol> <p>第三部 光と光の衝突</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. 量子力学のおさらい</li> <li>12. 量子電磁力学のさわり</li> <li>13. 光子-光子衝突による電子陽電子対生成</li> </ol> <p>次のセミナーを随時行う。</p> <p>超高強度レーザー:極限状態をテーブルトップに レーザー核融合の最前線 実験室天体物理の可能性 (別の教官が行う) 贈る言葉:学生の研究姿勢について</p>
授業外における学習	
教科書	講義ノートを配布する。
参考文献	光:ファインマン他著, ファインマン物理学、岩波 流体力学:ランダウ&リフシッツ著, 流体力学, 東京図書
成績評価	出席, 宿題, 質問等による講義への貢献, にて評価

---

コメント 講義の先にある研究課題については次の HP を参照のこと。  
<http://www.ile.osaka-u.ac.jp/research/phi/>

この講義は、学部と大学院の共通講義である。  
※平成 23 年度入学者からは「修了要件外」とする。

## 強相関系物理学

英語表記	Strongly-Correlated Electron Systems
授業コード	240222
単位数	2
担当教員	花咲 徳亮 居室： H328 電話： 5751 Email： hanasaki[ at ]phys.sci.osaka-u.ac.jp 酒井 英明 居室： H326 電話： 5754 Email： sakai[ at ]phys.sci.osaka-u.ac.jp 村川 寛 居室： H327 電話： 5752 Email： murakawa[ at ]phys.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	随時 (できればメールで事前に連絡)
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	2 学期 水 2 時限
場所	理/F102 講義室
授業形態	
目的と概要	遷移金属酸化物等の強相関電子系は、巨大磁気抵抗、ディラック電子系、熱電効果、電気磁気効果、等の興味深い現象が多く見つかっており、近年注目されている。本講義では、上記の現象を理解する上で不可欠な強相関電子系の初歩から始めて、d 電子系の遷移金属化合物や $\pi$ 電子系の分子性伝導体を例にとりながら、最近の話題までたどる。
学習目標	物性物理学の基礎知識に基づいて、強相関電子系における現象の概略を理解して説明できるようになる。
履修条件	固体物理学概論 (大学院科目) または物性物理学 (学部科目) を既に履修している事が望ましい。
特記事項	なし
授業計画	1. 伝導電子とバンド理論 (復習) 2. 結晶場と電子軌道 3. モット転移 4. 電荷・スピン・軌道秩序 5. 共鳴 X 線回折 6. 巨大磁気抵抗効果 7. スピンアイス 8. 異常ホール効果 9. ボルツマン方程式 10. 熱電効果 11. ディラック電子系 12. 電気磁気効果 13. ラシュバ効果 14. 低次元電子系 15. 電荷・スピン密度波 以上の項目で講義を進める。ただし、これは予定であり変更する事がある。 本講義では、超伝導に関連したトピックスは扱わない。
授業外における学習	興味があった講義内容について、原著論文等を読んで、理解を深める事。

教科書	なし
参考文献	強相関電子と酸化物、十倉好紀、岩波書店、1300 円、ISBN:978-4000111324 マルチフェロイクス、有馬孝尚、共立出版、2000 円、ISBN:978-4-320-03522-5 固体物性論の基礎、ザイマン、丸善
成績評価	レポートなどにより総合的に評価
コメント	なし

## ナノ構造物性物理学

英語表記	Nanostructure Physics
授業コード	240804
単位数	2
担当教員	野末 泰夫 居室： H324 電話： 5373 Email： nozue[at]phys.sci.osaka-u.ac.jp 中野 岳仁 居室： H322 電話： 5534 Email： nakano[at]phys.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	随時 (メールで事前に連絡をしてください)
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	2 学期 火 4 時限
場所	理/B302 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	近年、様々なナノスケール新物質が作製され、ナノサイエンスの幅広い発展が期待されている。ナノ構造物質では原子ともバルク固体とも異なる新しい電子状態が実現し、元の物質にはない性質が観測される。考え方としては、バルク結晶を小さくしてゆくトップダウンと、原子を組合わせて大きくしてゆくボトムアップのふたつの方向があり、ボトムアップの観点では原子・分子の量子力学の知識も有益である。ナノ構造物質を理解するためには、その両方の幅広い知識を必要とし、必要に応じて現象に合わせて粗視化したモデルを考える。また、ナノ構造が配列して結晶となった系も物性物理学の対象として興味深い。様々な具体例を交えながら、ナノ構造物質の物性について理解する。
学習目標	ナノスケール電子系の特徴の一端を説明できるようになる。
履修条件	
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ナノ構造物質の特徴</li> <li>・ ナノ構造物質の様々な作成法と評価法</li> <li>・ 金属微粒子の光学応答 (集団励起の古典論)</li> <li>・ 個別電子励起と集団運動 (ランダウダンピング)</li> <li>・ 電子の量子閉じ込めとその次元性</li> <li>・ 球形井戸型ポテンシャルによる電子の量子閉じ込め</li> <li>・ 電子格子相互作用と局在ポテンシャル (ポーラロン自己束縛)</li> <li>・ 局在電子系とビリアル定理</li> <li>・ 半導体超微粒子の光学応答と有効質量近似</li> <li>・ ゼオライト細孔中のアルカリ金属クラスター</li> <li>・ アルカリ金属クラスターにおけるスピン軌道相互作用</li> <li>・ 配列ナノ構造と電子相関</li> <li>・ 配列したアルカリ金属クラスターの磁性</li> <li>・ フラーレン</li> <li>・ クラスレート化合物</li> </ul>
授業計画	
授業外における学習	
教科書	
参考文献	適宜プリントを配布。光物性, 磁性, 磁気共鳴, 半導体など, 物性物理学全般の参考書。
成績評価	レポートと出席

---

コメント

5. 物理学専攻 C コース (実験系：物性物理学コース)

## 固体物理学概論 1

英語表記	Introduction to Solid State Physics 1
授業コード	240958
単位数	2
担当教員	小林 研介 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	1 学期 金 3 時限
場所	理/D303 講義室
授業形態	
目的と概要	物性物理学とは、物質の持つ多様な性質 (熱的性質、電気的性質、磁氣的性質、光学的性質など) を、量子力学・統計物理学・電磁気学を駆使して解明していく学問である。本講義は、物性物理学を概観したのち、主として化学結合と結晶構造、格子振動と物性を中心に議論する。
学習目標	物性物理学における、化学結合と結晶構造、格子振動と物性の内容を理解する。
履修条件	
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 概要</li> <li>2. 物質の凝集機構</li> <li>3. 固体の構造</li> <li>4. 逆格子</li> <li>5. 格子振動</li> <li>6. 結晶の熱的性質</li> <li>7. 物質の分極</li> </ol>
授業外における学習	授業で習った内容について復習を行うこと。
教科書	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・黒沢達美著「物性論—固体を中心とした」裳華房</li> <li>・イバツハ・リュート共著「固体物理学」石井・木村訳、シュプリンガー</li> <li>・キッテル著「固体物理学入門」宇野他共訳、丸善</li> <li>・アシュクロフト・マーミン著「固体物理の基礎」松原・町田訳、吉岡書店</li> </ul>
成績評価	レポートおよび試験で総合的に評価する。
コメント	この講義は学部の「物性物理学 1」との共通講義である。



## 固体物理学概論 2

英語表記	Introduction to Solid State Physics 2
授業コード	241110
単位数	2
担当教員	萩原 政幸 居室：
質問受付	随時(事前にメール連絡をすること)
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	2学期 月2時限
場所	理/D303 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	<p>固体の示す様々な性質は、現代物理学の中できわめて重要なだけでなく、様々な形で広く応用されている。本講では、物性物理学 1 に引き続き、主に電子の運動が関係する基本的な物性について理解することを目指す。結晶中にはアボガドロ数の電子が含まれており、多体電子系を形成する。周期ポテンシャル中に存在するこれら多数の電子の運動をいかに記述するか、について理解することを第一の目的とする。構成する元素の種類や原子の配列、組み合わせによって、電気的・熱的・光学的性質が変化する機構を学ぶ。なお、それらをさらに発展させた超伝導や磁性については固体物理学概論 3 で学ぶ。</p>
学習目標	<p>学部生の時に本講義を受けていない主に外部から来た大学院学生が物性科学で重要な電子の運動が関係する基本的な物性について理解できる。</p>
履修条件	<p>学部の講義「物性物理学 2」の単位を既に取得した者は受講できない。</p>
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. 概要       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 自由電子フェルミ気体           <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 フェルミ分布、状態密度</li> <li>1.2 輸送現象</li> </ol> </li> <li>2. 電子のエネルギーバンド           <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 ブロツホの定理</li> <li>2.2 クローニツヒペニーのモデル</li> <li>2.3 ほとんど自由な電子の近似</li> <li>2.4 強束縛近似によるエネルギーバンドの計算</li> <li>2.5 エネルギーバンド内電子の運動方程式、有効質量</li> <li>2.6 金属とフェルミ面</li> </ol> </li> <li>3. 半導体           <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 真性半導体、不純物半導体</li> <li>3.2 輸送現象</li> </ol> </li> <li>4. 物質の誘電的性質(電荷応答)           <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1 固体の電荷応答と誘電関数、反射率と誘電率の関係</li> <li>4.2 金属の光学応答</li> <li>4.3 静電遮蔽</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>
授業外における学習	<p>レポート課題を出して自学させる。</p>
教科書	キッテル著「固体物理学入門」宇野他共訳、丸善
参考文献	イバツハ・リュート共著「固体物理学」石井・木村訳、シュプリンガー 斯波弘行著「基礎の固体物理学」培風館

5. 物理学専攻 C コース (実験系：物性物理学コース)

大貫惇睦編著「物性物理学」朝倉書店

アシュクロフト・マーミン著「固体物理の基礎」松原・町田訳, 吉岡書店

---

成績評価

レポートおよび期末テストで総合的に評価する。

---

コメント

この講義は学部の「物性物理学 2」との共通講義である。

※平成 23 年度入学者からは「修了要件外」とする。

## 固体物理学概論 3

英語表記	Introduction to Solid State Physics 3
授業コード	241111
単位数	2
担当教員	田島 節子 居室 :
質問受付	メールで予約し、随時
履修対象	大学院博士前期課程 1,2 年次 選択
開講時期	1 学期 火 2 時限
場所	理/D301 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	物性物理学は、物質を構成する結晶格子と電子の集団を、ミクロな観点から出発して学問を構築し、マクロな現象として観測する。本講義は金属電子論の復習をして、電子が示す超伝導と磁性について述べる。
学習目標	超伝導現象の発現機構について概略を理解し、新奇超伝導についてはその研究手法を知る。磁性の発生メカニズムを理解し、さまざまな磁性とそれを特徴づける物理量の関係を知る。
履修条件	物性物理学 1,2 を受講していることが望ましい。
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 超伝導研究概観</li> <li>2. 超伝導の基本的性質</li> <li>3. 凝縮状態の記述 (正常状態の不安定性)</li> <li>4. 凝縮状態の記述 (引力相互作用の起源)</li> <li>5. 凝縮状態の記述 (BCS 基底状態)</li> <li>6. 超伝導状態の物性</li> <li>7. 超伝導の実験的研究:MgB2 を例として</li> <li>8, 9. 様々な超伝導体 (レポート発表)</li> <li>10. 磁性序論</li> <li>11. 相互作用しない磁気モーメントが作る固体の磁性 (I)</li> <li>12. 相互作用しない磁気モーメントが作る固体の磁性 (II)</li> <li>13. 局在磁気モーメント間の相互作用 (強磁性とワイス理論)</li> <li>14. 局在磁気モーメント間の相互作用 (フェリ磁性と反強磁性)</li> <li>15. 磁性と超伝導</li> </ol>
授業外における学習	
教科書	特になし
参考文献	<p>C. Kittel 著「固体物理学入門」(丸善)</p> <p>H. Ibach, H. Lueth 著「固体物理学」(シュプリンガー・フェアラーク東京)</p> <p>斯波弘行著「基礎の固体物理学」(培風館)</p>
成績評価	出席とレポートを総合的に評価
コメント	この講義は学部と大学院の共通講義である。学部での講義名は「物性物理学 3」である。単位はどちらか一方でのみ取得可。ただし、大学院の単位は修了要件外。

## 5. 物理学専攻 C コース (実験系：物性物理学コース)

## 半導体物理学

英語表記	Semiconductor Physics
授業コード	241124
単位数	2
担当教員	大岩 顕 居室： 長谷川 繁彦 居室：
質問受付	[大岩 顕] 随時。ただし、メールで事前に連絡すること [長谷川 繁彦] 随時。ただし、メールで事前に連絡すること
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 木 4 時限
場所	理/B302 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	現代の情報化社会や科学技術はダイオードやトランジスタおよびそれらを集積化した半導体デバイスや半導体レーザーなどによって支えられている。一方、ナノサイズの構造をもつ半導体は量子ホール効果をはじめとして様々な量子現象が観測される格好の舞台でもある。この講義では半導体の基礎から出発して、様々な現象の理論的背景とそれに関連する実験結果について解説する。さらに、電子デバイス、光学デバイスの基礎となる半導体物性の基本的な事項や低次元電子系など最近の研究のトピックスについて講義する。
学習目標	
履修条件	学部において物性物理の基礎を履修していることが望ましい
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 半導体物理学序説</li> <li>2. 半導体の種類とバンド構造</li> <li>3. 半導体の輸送現象 (電子と正孔) と磁場効果</li> <li>4. 2次元電子系と半導体</li> <li>5. 量子ホール</li> <li>6. 半導体のメゾスコピック物理 (輸送現象) とグラフェン</li> <li>7. 半導体量子ドット</li> <li>8. 半導体内キャリアの統計</li> <li>9. pn 接合, 半導体表面の構造と電子状態</li> <li>10. 金属-半導体接合, 酸化物-半導体界面</li> <li>11. 半導体ヘテロ接合とナノ構造</li> <li>12. 半導体の光学的性質</li> <li>13. 半導体内の電子の伝導と散乱</li> <li>14. 半導体光・電子デバイス</li> <li>15. 最近の話題</li> </ol>
授業外における学習	
教科書	
参考文献	
成績評価	出席とレポートにより総合的に評価する
コメント	

## 孤立系イオン物理学

英語表記	Physics of Isolated Atomic and Molecular Ions
授業コード	241347
単位数	2
担当教員	豊田 岐聡 居室 :
質問受付	いつでも
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	2学期 水 4時限
場所	理/B202 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	真空中のイオンは、固体中や溶液中と異なり、媒体との相互作用による緩和などが起こらない孤立系である。孤立系の物理を理解することは、固体や溶液中での原子・分子の振る舞い、さらには生体中でのタンパク質などの振る舞いを理解することにつながる。本講義では、真空孤立系のイオンを扱う質量分析やイオントラップ、ストレージリングなどの装置の原理、それらを用いた物理学について学ぶ。
学習目標	孤立系のイオンの物理について論じることができる。
履修条件	
特記事項	
授業計画	以下の項目(テーマ)の順序で講義を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。 第1回 真空孤立系イオンとは 第2回 真空孤立系イオンを扱うための装置1(質量分析装置) 第3回 真空孤立系イオンを扱うための装置2(質量分析装置) 第4回 真空孤立系イオンを扱うための装置3(質量分析装置) 第5回 真空孤立系イオンを扱うための装置4(質量分析装置) 第6回 真空孤立系イオンを扱うための装置5(イオントラップ/ストレージリング) 第7回 真空孤立系イオンを扱うための装置5(その他の装置) 第8回 孤立系イオンの物理1(原子・分子イオンの分光) 第9回 孤立系イオンの物理2(原子・分子イオンの分光) 第10回 孤立系イオンの物理3(原子・分子イオンの分光) 第11回 孤立系イオンの物理4(原子・分子イオンの衝突現象) 第12回 孤立系イオンの物理5(原子・分子イオンの衝突現象) 第13回 孤立系イオンの物理6(原子・分子イオンの衝突現象) 第14回 孤立系イオンの物理7(原子・分子イオンの衝突現象) 第15回 孤立系イオンの物理8(クラスターの物理)
授業外における学習	授業で配布された資料を次の授業までに勉強し、予習・復習をしてくる。
教科書	適宜、講義中に指示する
参考文献	適宜、講義中に指示する
成績評価	出席(50%)、レポート(50%)などを考慮して総合的に判断する。
コメント	

## シンクロトロン分光学

英語表記	Synchrotron Radiation Spectroscopy
授業コード	241453
単位数	2
担当教員	木村 真一 居室： 生命機能研究科ナノバイオロジー棟 D205 号室 電話： 吹田 4600 Fax： 06-6879-4601 Email： kimura@fbs.osaka-u.ac.jp
質問受付	授業終了後, 教室で。
履修対象	物理学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	1 学期 金 2 時限
場所	理/E203 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	電子加速器から発生される電磁波 (光) はシンクロトロン光または放射光と呼ばれ, 赤外・テラヘルツから X 線まで切れ目ない高輝度な光として, 学術研究から産業利用に至る広い範囲で現代の分析ツールとして欠かせないものになっている。そのような光を使った方法論から測定原理, 得られる情報などについて理解することを目的とする。
学習目標	シンクロトロン光の発生から分光利用までの全般にわたる知識を得る。
履修条件	古典電磁気学・量子力学・統計力学の知識が必要。
特記事項	特になし。
授業計画	【講義内容】 1. シンクロトロン光の基礎 2. 各種分光法の基礎 (真空紫外, X 線, 赤外) 3. 真空紫外分光 (反射吸収, 光電子分光, 発光蛍光) 4. X 線分光 (内殻吸収, X 線回折) 5. 赤外・テラヘルツ分光 (分子振動, 金属反射, 近接場分光)
授業外における学習	授業で習った内容について復習を行うこと。
教科書	なし
参考文献	日本放射光学会編「増補版 放射光ビームライン光学技術入門～はじめて放射光を使う利用者のために」(2013) 渡辺誠・佐藤繁「放射光科学入門 改訂版」東北大学出版会 (2010)
成績評価	レポート, 出席により評価する。
コメント	

## 5.2 後期課程

## 特別講義 CI「低次元電子系の伝導物性～有機導体から原子層物質まで～」(物理学専攻)

英語表記	Current Topics C I
授業コード	240283
単位数	1
担当教員	長田 俊人 居室： 東京大学物性研究所 Email： osada[ at ]issp.u-tokyo.ac.jp 花咲 徳亮 居室： H328 電話： 5751 Email： hanasaki[ at ]phys.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士後期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	近年、グラフェンを始めとする各種の原子層物質 (2次元結晶) が実現され、基礎的・応用的に注目を集めている。これらの物質系は外場や積層様式により容易に物性が変化するため、物性物理学の諸概念を試す格好の舞台を提供している。本講義では、主に電子系のトポロジに関連した知識を整理した後、単純かつ典型的な電子系を有する低次元有機導体、およびグラフェンや遷移金属カルコゲナイドなどの原子層物質を例にとり、そうした諸概念がどのように実現しているかを各論的に紹介する。
学習目標	低次元物質を例にとり、固体物理学の諸概念がどのように現れるかを概観する。
履修条件	学部程度の量子力学、固体物理学の知識があることが望ましい。
特記事項	I 伝導物性の基礎事項 フェルミ面、ベリー曲率・スピン軌道相互作用、量子ホール効果、ディラック電子系 II 低次元有機導体の伝導物性 角度依存磁気抵抗振動 有機ディラック電子系 III 原子層科学 グラフェン 遷移金属カルコゲナイド その他の原子層
授業計画	
授業外における学習	
教科書	資料配布予定
参考文献	安藤陽一:「トポロジカル絶縁体入門」、講談社 斎藤理一郎:「フラーレン・ナノチューブ・グラフェンの科学—ナノカーボンの世界—(基本法則から読み解く物理学最前線 5)」、共立出版 長田俊人:「物性物理ハンドブック (仮題)」第 7 章、朝倉書店 (2016 年 3 月出版予定)
成績評価	出席とレポートによる。
コメント	



## 特別講義 CII 「機能性物質が拓く新しい物性物理」(物理学専攻)

英語表記	Current Topics C II
授業コード	240284
単位数	1
担当教員	寺崎 一郎 居室： 萩原 政幸 居室：
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士後期 全学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	<p>私たちが日々経験する物質の様々な性質、たとえば、銅は電気を良く通すのに食塩が通さないこと、鉄が磁石にくっつき銅がつかないこと、アルミがぴかぴか光るのに石英が透明であることは、すべて固体中の電子が担っている。これらの性質は、電子が膨大な数(1ccあたり1モル程度)集まることで現れ、創発性(emergence)と呼ばれている。</p> <p>外部からの刺激に対して特異的に大きな反応を示す創発性は、我々の生活に役に立てることができる。たとえば、小さな電場に対して生じる大きな分極、小さな磁場に対して生じる大きな磁化、小さな温度差に対して生じる大きな電圧などなど。これらは物質の「機能」と呼ばれる。</p> <p>本講義では、特に強相関電子系と呼ばれる物質群の持つ物性と機能を関連付けてなるべく体系的に論じる。</p>
学習目標	<p>新物質が示す新機能の理解すること、その背景にある強相関電子系の研究の現状と課題を認識すること、それらを通じて物理学研究者としての問題への取り組み方を学ぶことが目標である。</p>
履修条件	
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物性物理学の魅力</li> <li>2. 高温超伝導から始まった物理</li> <li>3. 遷移金属酸化物の電子状態</li> <li>4. 第2量子化入門</li> <li>5. ハバード模型と金属絶縁体転移</li> <li>6. モット絶縁体の熱力学</li> <li>7. 強相関電子系による熱電変換</li> <li>8. 強相関電子系の非線形伝導</li> <li>9. 相の競合と本質的不均一</li> </ol>
授業外における学習	
教科書	教科書・教材 なし。講義ノートは事前にダウンロードできるようにする
参考文献	講義で文献などを適宜示す
成績評価	出席とレポート

5. 物理学専攻 C コース (実験系：物性物理学コース)

---

コメント 物理学科の学部生が学習する電磁気学、統計力学、量子力学の基本的理解を前提とする。固体物理学の履修は本講義に役立つが必ずしも前提にしない。物性物理分野以外の学生の聴講も歓迎する。

## 特別講義 CI(S) 「低次元電子系の伝導物性～有機導体から原子層物質まで～」(物理学専攻)

英語表記	Current Topics C I (S)
授業コード	241574
単位数	1
担当教員	長田 俊人 居室： 東京大学物性研究所 Email： osada[ at ]issp.u-tokyo.ac.jp 花咲 徳亮 居室： H328 電話： 5751 Email： hanasaki[ at ]phys.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士後期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	近年、グラフェンを始めとする各種の原子層物質(2次元結晶)が実現され、基礎的・応用的に注目を集めている。これらの物質系は外場や積層様式により容易に物性が変化するため、物性物理学の諸概念を試す格好の舞台を提供している。本講義では、主に電子系のトポロジーに関連した知識を整理した後、単純かつ典型的な電子系を有する低次元有機導体、およびグラフェンや遷移金属カルコゲナイドなどの原子層物質を例にとり、そうした諸概念がどのように実現しているかを各論的に紹介する。
学習目標	低次元物質を例にとり、固体物理学の諸概念がどのように現れるかを概観する。
履修条件	学部程度の量子力学、固体物理学の知識があることが望ましい。
特記事項	I 伝導物性の基礎事項 フェルミ面、ベリー曲率・スピン軌道相互作用、量子ホール効果、ディラック電子系 II 低次元有機導体の伝導物性 角度依存磁気抵抗振動 有機ディラック電子系 III 原子層科学 グラフェン 遷移金属カルコゲナイド その他の原子層
授業計画	
授業外における学習	
教科書	資料配布予定
参考文献	安藤陽一:「トポロジカル絶縁体入門」、講談社 斎藤理一郎:「フラレン・ナノチューブ・グラフェンの科学—ナノカーボンの世界—(基本法則から読み解く物理学最前線 5)」、共立出版 長田俊人:「物性物理ハンドブック(仮題)」第7章、朝倉書店(2016年3月出版予定)
成績評価	出席とレポートによる。
コメント	

## 特別講義 CII(S) 「機能性物質が拓く新しい物性物理」(物理学専攻)

英語表記	Current Topics C II (S)
授業コード	241575
単位数	1
担当教員	寺崎 一郎 居室： Email: terra@cc.nagoya-u.ac.jp 萩原 政幸 居室：
質問受付	
履修対象	物理学専攻 博士後期 全学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	<p>私たちが日々経験する物質の様々な性質、たとえば、銅は電気を良く通すのに食塩が通さないこと、鉄が磁石にくっつき銅がつかないこと、アルミがぴかぴか光るのに石英が透明であることは、すべて固体中の電子が担っている。これらの性質は、電子が膨大な数 (1cc あたり 1 モル程度) 集まることで現れ、創発性 (emergence) と呼ばれている。</p> <p>外部からの刺激に対して特異的に大きな反応を示す創発性は、我々の生活に役に立てることができる。たとえば、小さな電場に対して生じる大きな分極、小さな磁場に対して生じる大きな磁化、小さな温度差に対して生じる大きな電圧などなど。これらは物質の「機能」と呼ばれる。</p> <p>本講義では、特に強相関電子系と呼ばれる物質群の持つ物性と機能を関連付けてなるべく体系的に論じる。</p>
学習目標	新物質が示す新機能の理解すること、その背景にある強相関電子系の研究の現状と課題を認識すること、それらを通じて物理学研究者としての問題への取り組み方を学ぶことが目標である。
履修条件	
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物性物理学の魅力</li> <li>2. 高温超伝導から始まった物理</li> <li>3. 遷移金属酸化物の電子状態</li> <li>4. 第 2 量子化入門</li> <li>5. ハバード模型と金属絶縁体転移</li> <li>6. モット絶縁体の熱力学</li> <li>7. 強相関電子系による熱電変換</li> <li>8. 強相関電子系の非線形伝導</li> <li>9. 相の競合と本質的不均一</li> </ol>
授業外における学習	
教科書	なし。講義ノートは事前にダウンロードできるようにする。
参考文献	講義で文献などを適宜示す
成績評価	出席とレポート

---

コメント 物理学科の学部生が学習する電磁気学、統計力学、量子力学の基本的理解を前提とする。固体物理学の履修は本講義に役立つが必ずしも前提にしない。物性物理分野以外の学生の聴講も歓迎する。

5. 物理学専攻 C コース (実験系：物性物理学コース)

---

発行年月日 平成 28 年 3 月 31 日

発行 大阪大学大学院理学研究科 大学院係

製版 大阪大学大学院理学研究科 物理学専攻 山中 卓

URL <http://www.sci.osaka-u.ac.jp/students/syllabus2016/graduate/index-jp.html>

---

この冊子は、KOAN のデータを元に Python と L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub> を用いて自動生成しました。

レイアウトは大阪大学コミュニケーションデザイン・センターのシラバスを参考にしました。