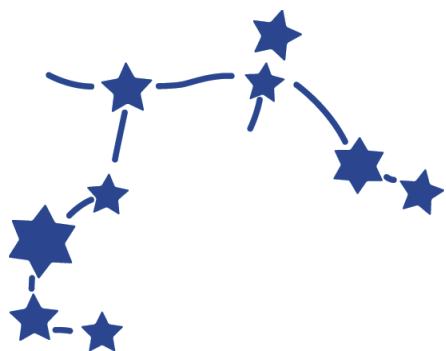




2015

大学院講義要項

理学研究科
物理学専攻

京都産業大学大学院
GRADUATE SCHOOL KYOTO SANGYO UNIVERSITY

■ SP001

科 目 名	: 物性物理学基礎 I
担 当 者	: 山上 浩志、下村 晋
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 学部で学んだ量子力学、統計力学、固体物理を基盤にして、物質の性質を解明するための重要な概念を学ぶ。
授業内容・方法	: 講義方式
授 業 計 画	: 以下の講義内容で行なう。 第 1 回 はじめに（授業概要、固体物理学の概観） 第 2 回 結晶の対称操作と対称性(1) 第 3 回 結晶の対称操作と対称性(2) 第 4 回 回折現象と結晶構造 第 5 回 結晶の動力学(1) 第 6 回 結晶の動力学(2) 第 7 回 結晶の動力学(3) 第 8 回 構造乱れとゆらぎ 第 9 回 秩序と対称性の破れ(1) 第 10 回 秩序と対称性の破れ(2) 第 11 回 秩序と対称性の破れ(3) 第 12 回 固体の諸性質(1) 第 13 回 固体の諸性質(2) 第 14 回 最近の研究のトピックス 第 15 回 まとめ
評価方法・基準	: 講義への取り組み(40%)、レポート(60%)を合わせて総合的に評価する。
教 材 な ど	: 関連する論文を教材として用いる場合は授業時に指示する。
備 考	:

■ SP002

科 目 名	: 物性物理学基礎Ⅱ
担 当 者	: 山上 浩志、下村 晋
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 学部で学んだ量子力学、統計力学、固体物理を基盤にして、電子構造の基礎（固体電子論）について学ぶ。
授業内容・方法	: 講義方式
授 業 計 画	第 1 回 電子物性の基礎 第 2 回 強結合系と自由電子系 第 3 回 バンド理論における動的側面 第 4 回 結晶の幾何学的表示 第 5 回 逆格子とブルルアン・ゾーン 第 6 回 多電子系における一電子近似 第 7 回 Hartree-Fock 方程式 第 8 回 一様な電子ガス系の性質 第 9 回 密度汎関数法と Kohn-Sham 方程式 第 10 回 平面波展開と直交化平面波法 第 11 回 補強化された平面波法 第 12 回 線形化バンド理論の概念 第 13 回 スピン密度汎関数法と磁性 第 14 回 相対論的バンド理論 第 15 回 まとめ
評価方法・基準	: 講義への取り組み(60%) レポート(40%)を合わせて総合的に評価
教 材 な ど	: 講義ノート
備 考	:

■ SP003

科 目 名	: 応用物理学基礎 I
担 当 者	: 鈴木 信三、伊藤 豊
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 科学と技術は相補的かつ不可分の関係にある。応用物理学では物理学の原理をより現実的な問題に適用する。この講義では凝縮系物性物理に本質的な物理（物質の線形応答、分子の対称性と分光学）の基礎について学ぶ。
授業内容・方法	: 担当者が順におこなうリレー講義である。問題演習や討論を重視する。
授 業 計 画	: 第 1 回 線形応答理論Ⅰ：講義内容の導入と実力試験 第 2 回 線形応答理論Ⅱ：物性測定とは結局何を見ているのか？ 第 3 回 線形応答理論Ⅲ：密度行列と量子統計力学 第 4 回 線形応答理論Ⅳ：応答関数 第 5 回 線形応答理論Ⅴ：揺らぎ 第 6 回 線形応答理論Ⅵ：相関関数 第 7 回 線形応答理論Ⅶ：揺動散逸定理 第 8 回 線形応答理論Ⅷ：動的スピン帯磁率と量子相転移 第 9 回 分子の対称性Ⅰ：対称操作と点群 第 10 回 分子の対称性Ⅱ：対称操作の行列表現と指標表 第 11 回 分子の対称性Ⅲ：直積と既約表現への分解 第 12 回 分子の対称性Ⅳ：射影演算子 第 13 回 分光学Ⅰ：時間に依存する摂動論 第 14 回 分光学Ⅱ：光遷移の選択則 第 15 回 分光学Ⅲ：群論応用の実例
評価方法・基準	: 平常点及び担当者ごとの課題（レポート等）により総合的に評価する。
教 材 な ど	: 参考書： （伊藤担当分）『統計物理学（岩波講座現代物理学の基礎 5）』久保亮五（岩波書店） （鈴木担当分）『量子化学（下）』原田義也（掌華房，2007）
備 考	:

■ SP004

科 目 名	: 応用物理学基礎Ⅱ
担 当 者	: 大森 隆、谷川 正幸
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 科学と技術は相補的かつ不可分の関係にあり、片方の進歩だけでは成り立たない。それらは互いに刺激し合い影響し合うことでのみ大きく進歩してきた。応用物理学とは物理学の原理をより現実的な問題に適用しようとするものであり、光学、放射線、分子、超電導、プラズマ、半導体などなど、さまざまなものが対象となる。産業や社会との関係が強い分野であるとともに、測定法や観測技術を提供することによって、基礎物理学を含むさまざまな科学技術とつながっているものでもある。この授業では、応用に役立ついくつかの基礎的な物理（光エレクトロニクス、電気化学）について学ぶ。また、それらが実際の問題に活用できるよう、確実な応用力を身につける。
授業内容・方法	: 担当者が順におこなうリレー講義である。問題演習や討論を重視する。 (第1～8回担当：谷川、第9～15回担当：大森)
授 業 計 画	: - 第1回 光エレクトロニクスの基礎 1. 等方性媒質中での電磁波と Maxwell 方程式・演習 - 第2回 2. 等方性媒質中での電磁波伝搬・演習 - 第3回 3. 電磁波の回折・演習 - 第4回 4. レンズ導波路、ガウシアンビーム・演習 - 第5回 5. 自然放出遷移、広がり・演習 - 第6回 6. 誘導放出・演習 - 第7回 7. 吸収と増幅、電気感受率・演習 - 第8回 8. レーザー媒質中の利得の飽和・演習 - 第9回 電子移動反応 1. 反応座標 - 第10回 2. バトラーフォルマーの式 - 第11回 3. 再配向エネルギー - 第12回 4. マーカス理論 - 第13回 化学熱力学 1. ギブスエネルギー - 第14回 2. 化学平衡 - 第15回 3. 相平衡
評価方法・基準	: 平常点、及び担当者ごとの課題（レポート等）により、総合的に評価する。
教 材 な ど	: 参考書：(谷川担当分)『光エレクトロニクス—基礎編（原書5版または6版）』Amnon Yariv(丸善)
備 考	:

■ SP005

科 目 名	： 宇宙物理学基礎 I
担 当 者	： 河北 秀世、原 哲也、米原 厚憲、岸本 真
週 時 間 数	： 2
単 位 数	： 2
配 当 年 次	： 1 年
開 講 期 間	： 春学期
授 業 目 標	： 宇宙物理学における基礎的な事項の理解講義
授業内容・方法	： 講義
授 業 計 画	第 1 回 一般相対論について (I) (計量テンソル、共変微分、接続係数・・・) 第 2 回 一般相対論について (II) (共変微分、接続係数、平行移動、曲率テンソル、・・・) 第 3 回 一般相対論について (III) (共変微分、平行移動、曲率テンソル、運動方程式、重力場の方程式・・・) 第 4 回 一般相対論について (IV) (曲率テンソル、運動方程式、重力場の方程式、球対称時空・・・) 第 5 回 一般相対論について (V) (球対称時空での粒子の運動、水星の近日点移動、ブラックホール、・・・) 第 6 回 膨張宇宙論について (I) (ニュートン重力と宇宙モデル、相対論的宇宙モデル、宇宙の計量、フリードマン方程式、物質の状態方程式、物質優勢の時代、放射優勢の時代・・・) 第 7 回 膨張宇宙論について (II) (ビッグバン宇宙論、インフレーション理論、地平線問題、平坦性問題、・・・) 第 8 回 膨張宇宙論について (III) (インフレーション理論、地平線問題、平坦性問題、ダークマター、銀河、銀河団の形成・・・) 第 9 回 輻射輸送と輻射過程 (I) (光学的厚み等の輻射に関する物理量、輻射輸送方程式) 第 10 回 輻射輸送と輻射過程 (II) (輻射平衡、局所熱力学平衡、反応平衡、電離平衡) 第 11 回 輻射輸送と輻射過程 (III) (輻射輸送問題の解、平行平板近似、黒体輻射) 第 12 回 輻射輸送と輻射過程 (IV) (双極子放射、熱制動放射) 第 13 回 輻射輸送と輻射過程 (V) (シンクロトロン放射、コンプトン散乱) 第 14 回 宇宙における距離とその測定 (I) (視差・変光星等を利用した、近傍宇宙での距離測定法) 第 15 回 宇宙における距離とその測定 (II) (遠方宇宙での距離測定法、距離梯子、角径距離、光度距離)
評価方法・基準	： 講義、学習への態度、理解へ至るまでの努力、小テスト
教 材 な ど	： 必要に応じて、適宜プリントを配付する。 特に教科書は指定しない。
備 考	：

■ SP006

科 目 名	: 宇宙物理学基礎Ⅱ
担 当 者	: 河北 秀世、原 哲也、米原 厚憲、岸本 真
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 宇宙物理学における基礎的な事項の理解
授業内容・方法	: 講義
授 業 計 画	第 1 回 天体物理と宇宙観測法(1): 電磁波観測の概観 第 2 回 天体物理と宇宙観測法(2): 宇宙に存在する天体の物理状態 第 3 回 天体物理と宇宙観測法(3): 高密度天体の物理 第 4 回 天体物理と宇宙観測法(4): 低密度天体の物理 第 5 回 天体物理と宇宙観測法(5): 質量降着の物理 1 第 6 回 天体物理と宇宙観測法(6): 質量降着の物理 2 第 7 回 天体物理と宇宙観測法(7): 偏光観測 第 8 回 天体物理と宇宙観測法(8): 干渉計観測 第 9 回 天体分光(1):Hydrogen atom (電子遷移、再結合線、21cm 線) 第 10 回 天体分光(2):Complex atoms (He 原子、アルカリ原子、Zeeman 分裂) 第 11 回 天体分光(3):Application I (恒星・惑星大気、星間物質の観測) 第 12 回 天体分光(4):Diatomic molecules I (電子・振動・回転遷移) 第 13 回 天体分光(5):Diatomic molecules II (超微細構造、同位体効果) 第 14 回 天体分光(6):Polyatomic molecules (対称および非対称コマ分子) 第 15 回 天体分光(7):Application II (恒星・惑星大気、星間物質の観測)
評価方法・基準	: 講義、学習への態度、理解に至るまでの努力、小テストあるいはレポート
教 材 な ど	参考書籍 第 1 回～8 回 : ・Stellar interiors (Springer) ・Black-hole accretion disks (Kyoto Univ Press) ・Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei (Univ Science Book) 第 9 回～15 回 : ・"Astronomical Spectroscopy" by J. Tennyson (Imperial College Press) ・"Modern Spectroscopy" by M. Hollas (Wiley & Co publishing) その他、適宜指定する。
備 考	:

■ SP007

科 目 名	: 気象物理学基礎 I
担 当 者	: 佐川 英夫、高木 征弘、高谷 康太郎
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 気象学における基礎事項の正確な理解
授業内容・方法	: 講義
授 業 計 画	: 第 1 回 静水圧平衡
	: 第 2 回 有効放射温度
	: 第 3 回 温室効果
	: 第 4 回 静的安定性と乾燥断熱減率
	: 第 5 回 大気の振動数
	: 第 6 回 回転球面上の運動方程式とベータ平面近似
	: 第 7 回 準地衡風方程式と準地衡渦位の保存則
	: 第 8 回 ロスビー波の分散関係式
	: 第 9 回 停滞ロスビー波
	: 第 10 回 ロスビー波の伝播特性
	: 第 11 回 地球型・木星型惑星の大気構造
	: 第 12 回 大気熱放射に関する物理的な理解, 黒体輻射
	: 第 13 回 放射伝達方程式, 平行平面大気モデル
	: 第 14 回 放射伝達方程式の解法: LBL 法, CKD 法
	: 第 15 回 大気の赤外放射冷却率
評価方法・基準	: 講義への取り組み (60%) , レポート (40%) を総合的に評価
教 材 な ど	: 講義中に指示する。
備 考	:

■ SP008

科 目 名	: 気象物理学基礎Ⅱ
担 当 者	: 佐川 英夫、高木 征弘、高谷 康太郎
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 気象学における基礎事項の正確な理解
授業内容・方法	: 講義
授 業 計 画	第1回 Transformed Eulerian Mean 方程式系の導出 第2回 EP フラックス 第3回 残差循環の物理的解釈 第4回 シアー中の波のエネルギー 第5回 波の擬運動量保存則と EP フラックス 第6回 熱機関としての惑星大気 第7回 大気大循環の外部パラメータ依存性 第8回 地球型惑星の大気大循環 第9回 金星大気のスーパーローテーション 第10回 木星型惑星大気の高速東西風 第11回 レイリー散乱 第12回 ミー散乱 第13回 大気の大粒子による光の散乱 第14回 散乱効果を取り入れた放射伝達モデル 第15回 偏光を含む放射伝達モデル
評価方法・基準	: 講義への取り組み（60%），レポート（40%）を総合的に評価
教 材 な ど	: 講義中に指示する。
備 考	:

■ SP010

科 目 名	: 素粒子物理学特論
担 当 者	: 九後 太一
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 超対称性、超重力理論の理論体系を学ぶ。
授業内容・方法	: ゼミナール形式（一部講義）
授 業 計 画	最後の時空対称性である超対称性、特に、局所的超対称性を持つ理論である超重力理論は、素粒子の究極理論探求の基礎である。ここでは一部講義を交え、テキスト、参考文献をゼミナール形式で読み進める。以下のテーマをカバーする予定である。 1. 超対称性代数とその表現 2. 超場と超対称な作用 3. 超対称ゲージ理論 4. 超対称性の自発的破れ 5. 超重力理論 6. 超共形テンソル算法
評価方法・基準	: ゼミナールへの取り組み（60%）＋課題（40%）
教 材 な ど	: テキスト、講義ノート、参考文献
備 考	:

■ SP011

科 目 名	: 固体電子論特論
担 当 者	: 山上 浩志
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 物理学特論基礎で学んだバンド理論および電子構造の知識を基にして、電子輸送現象、磁性、超伝導などの電子物性の基礎理論を学ぶ。固体電子論特論では、これらの物性測定の結果を物理的に解釈できる素養を身につけることを目標にする。
授業内容・方法	: 電子構造理論を基礎にした電子物性の基礎理論をセミナー形式で専門書を輪読する。
授 業 計 画	: 第 1 回 ブロッホ電子の動力学とドルーデモデル 第 2 回 半古典的電子運動論 第 3 回 電場中の非相互作用の電子 第 4 回 波束からの半古典的運動論 第 5 回 量子化された動力学現象 第 6 回 輸送現象とフェルミ液体論 第 7 回 伝導の微視的理論 第 8 回 金属・絶縁体転移 第 9 回 コヒーレントポテンシャル近似 第 10 回 磁性の古典的理論 第 11 回 イオンと電子の磁性 第 12 回 相互作用する磁気モーメントの量子力学 第 13 回 超伝導の基礎 第 14 回 超伝導の基礎 第 15 回 まとめ
評価方法・基準	: 授業への取り組み 60%、期末レポート 40%を合わせて総合的に評価。
教 材 な ど	: 参考書 : J. Kbler, Theory of Itinerant Electron Magnetism (Oxford, 1999) H. Eschrig, The Fundamentals of Density Functional Theory (Teubner Stuttgart, 1996) G. Grosso and G. P. Parravicini, Solid State Physics (Academic Press, 2000) M. Marder, Condensed Matter Physics (John Wiley & Sons, 2000)
備 考	:

■ SP012

科 目 名	: 構造物性特論
担 当 者	: 下村 晋
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 構造物性物理学の基礎的な知識を習得することを目標とする。
授業内容・方法	: 構造物性物理学の基礎的な内容について、輪読形式で授業を進める。最近の研究例についても取り扱う。
授 業 計 画	第 1 回 物質の構造 第 2 回 物質の対称性 第 3 回 空間群と結晶構造 第 4 回 物質の構造と回折 第 5 回 原子の熱振動とフォノン 第 6 回 フォノン測定の実際 第 7 回 構造のゆらぎと不安定性 1 (秩序パラメータ、ソフトモード) 第 8 回 構造のゆらぎと不安定性 2 (対称性の変化) 第 9 回 構造のゆらぎと不安定性 3 (実験手法) 第 10 回 相転移と臨界現象 1 (誘電相転移、磁気相転移) 第 11 回 相転移と臨界現象 2 (低次元系、他) 第 12 回 構造乱れと物性 第 13 回 構造物性研究の最近の研究 1 第 14 回 構造物性研究の最近の研究 2 第 15 回 まとめ
評価方法・基準	: 授業への取り組み(70%)、および、レポート(30%)で総合的に評価する。
教 材 な ど	: 参考書：寺内 暉「物質の構造とゆらぎ」(丸善)。論文を教材として用いる場合は別途指示する。
備 考	:

■ SP013

科 目 名	: 非線形光学特論
担 当 者	: 谷川 正幸
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 各種の光学素子や光システムの特性を高度なシミュレーションも使って詳しく理解する。
授業内容・方法	: テキストの講読
授 業 計 画	第1回 The Talbot effect 第2回 Some quirks of total internal reflection 第3回 Evanescent coupling 第4回 Internal and external conical refraction 第5回 The method of Fox and Li 第6回 The beam propagation method 第7回 Michelson's stellar interferometer 第8回 Bracewell's interferometric telescope 第9回 Zernike's method of phase contrast, The Van Leeuwenhoek microscope 第10回 Projection photolithography 第11回 The Shack-Hartmann wavefront sensor 第12回 Ellipsometry 第13回 Holography and holographic interferometry 第14回 Self-focusing in non-linear optical media 第15回 Laser-induced heating of multilayers
評価方法・基準	: 各セクションの概要といくつかの重要結果の詳述をしたレポートによって評価。
教 材 な ど	: Masud Mansuripur, Classical Optics and its Applications
備 考	: 要望により、他の題材をあつかうこともある。

■ SP014

科 目 名	: 磁性特論
担 当 者	: 伊藤 豊
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 波数空間から見た物質の静的および動的な性質を首尾一貫して理解する1つの見方, 相関関数による物理を学ぶための基礎的事項について講義する。
授業内容・方法	: 板書, スライド, プリント等による座学
授 業 計 画	第1回 From bond to band (ワニエ表示からブロッホ表示へ) 第2回 All roads led to DOS (すべての道は状態密度に通ずる) 第3回 Van Hove singularity (ヴァンホーブ特異点) 第4回 Generalized spin susceptibility (一般化スピン帯磁率) 第5回 Tight binding band (強束縛バンド) 第6回 Essence of second quantization I (連成振動子の量子化) 第7回 Essence of second quantization II (第2量子化のエッセンス) 第8回 Many-body Hamiltonian I : (多体系のハミルトニアン) 第9回 Many-body Hamiltonian II : (電子相関効果とは?) 第10回 Many-body Hamiltonian III : (BCS と BEC) 第11回 Heisenberg Hamiltonian I : (強磁性) 第12回 Heisenberg Hamiltonian II : (反強磁性) 第13回 Heisenberg Hamiltonian III : (非線形シグマ模型) 第14回 DOS is not everything (状態密度がすべてではない) 第15回 QCP (量子臨界現象)
評価方法・基準	: 受講態度, 授業への参加姿勢, レポート内容で評価する。
教 材 な ど	参考書: 『磁性物理学』 守谷 亨 (朝倉書店), 『磁性』 芳田 奎 (岩波書店), 『金属電子論』 近藤 淳 (裳華房), 『統計物理学』 西川・森 (朝倉書店), 『磁性体の統計理論』 小口武彦 (裳華房), 『磁性 I』 久保・田中 (朝倉書店), 『電子相関の物理』 斯波弘之 (岩波書店), 『強相関電子系の物理』 佐宗哲郎 (日本評論社), 『大学院物性物理 2 強相関電子系』 伊達・福山・安藤・山田 (講談社), 『物性論における場の量子論』 『電子相関における場の量子論』 永長直人 (岩波書店)
備 考	: 特殊相対性理論, 初等的場の量子論を理解済みであること。

■ SP015

科 目 名	: 分子物質科学特論
担 当 者	: 鈴木 信三
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 炭素原子からなるナノ構造体（フラーレンや単層カーボンナノチューブ）は、その幾何学的特徴が、電子構造や振動構造の特徴と密接に関係している物質群として捉えることができる。この特徴を理解するために、具体例として単層カーボンナノチューブを取り上げて、その電子構造や振動構造を評価するために、いくつかの分光学的実験手法の理論的側面を学ぶ。英語で書かれたテキストや参考書を用いることにより、外国語で書かれた文章を読んで、その内容をすばやく正確に把握する習慣を身につける。
授業内容・方法	: 輪読によるゼミ形式
授 業 計 画	単層カーボンナノチューブの電子構造や振動構造を評価する実験方法（吸光光度法、発光マッピング、共鳴ラマン散乱）について学び、それぞれの実験手法によってどのような情報が得られるかを理解する。 第1回 フォノン分散に対する dynamical matrix の取扱い 第2回 二次元グラファイトにおけるフォノン分散 第3回 単層カーボンナノチューブのフォノン分散－zone folding による取扱い 第4回 単層カーボンナノチューブのフォノン分散－力の定数テンソル 第5回 単層カーボンナノチューブのフォノン分散－曲率が及ぼす効果 第6回 単層カーボンナノチューブの赤外およびラマン活性な振動モード 第7回 単層カーボンナノチューブのラマン強度に関する理論的取扱い 第8回 無秩序配向単層カーボンナノチューブのラマン分光－低波数領域 第9回 無秩序配向単層カーボンナノチューブのラマン分光－中波数領域 第10回 無秩序配向単層カーボンナノチューブのラマン分光－高波数領域 第11回 単層カーボンナノチューブのラマンスペクトルにおける配向依存性 第12回 単層カーボンナノチューブの吸光光度法による評価－電子状態との関係 第13回 単層カーボンナノチューブの吸光光度法による評価－分離精製への応用 第14回 単層カーボンナノチューブの発光マッピング法による評価 －半導体的性質をもつ単層カーボンナノチューブのキラリティ分布 第15回 金属／半導体的性質をもつ単層カーボンナノチューブの区別 －励起波長を変えたラマン分光法による評価
評価方法・基準	: 平常点 (20～30%) と、ゼミ中の発表状況 (70～80%) により評価する。
教 材 な ど	輪読用テキスト: R. Saito et al., <i>Physical Properties of Carbon Nanotubes</i> (Imperial College Press, 1998) 参 考 書 等: H.-S. Philip Wong and Deji Akinwande, <i>Carbon Nanotube and Graphene Device Physics</i> (Cambridge University Press 2011)
備 考	: 単層カーボンナノチューブについて新しく出版された論文や図書も、適宜利用する。

■ SP016

科 目 名	: エネルギー・環境科学特論
担 当 者	: 大森 隆
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: エネルギー・環境科学に関する参考書、論文を読み専門知識を習得する。
授業内容・方法	: ゼミナール形式
授 業 計 画	: 環境問題の中でも特に地球温暖化に関するものを取り上げる。地球温暖化防止に資するエネルギー技術について学ぶ。特にエネルギー変換技術として有力な手法である電気化学分野に関するものが中心となる。応用的なテーマとして、次のようなものが挙げられる。 エネルギー変換、自然エネルギー、太陽電池、燃料電池、水素エネルギー など
評価方法・基準	: 平常点
教 材 な ど	: 適宜指示、配付する。
備 考	:

■ SP017

科 目 名	: 宇宙物理学特論
担 当 者	: 原 哲也
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 宇宙論における物理的な基礎の理解
授業内容・方法	: 膨張宇宙における揺らぎの発生とその成長に関する諸問題の検討、もしくは場の量子論の基礎の学習
授 業 計 画	例えば膨張宇宙における揺らぎの問題については、以下を予定している。 Ⅲ-I. インフレーション Ⅲ-II. 初期の揺らぎの起源 摂動の特徴 インフレーションにおける摂動（スローロール近似）、ハッブル半径内、スペクトラム 量子宇宙論的摂動 方程式、古典的な解、量子論的摂動 インフレーションにおける重力波 自己再創造する宇宙 予言能力がある理論としてのインフレーションモデル Ⅳ. 宇宙背景放射の非等方性 基本的な概念、ザックス-ウォルフ効果、初期条件 相関関数、大角度における非等方性、再結合、有限の幅のある再結合時期の効果 小角度における非等方性、遷移関数、多重モーメント展開、パラメーター Ⅴ. 重力波、 Ⅵ. 背景放射の偏極 (Polarization) 偏極テンソル、トムソン散乱と偏極、再結合における偏極 偏極における E - m o d e と B - m o d e、偏極の相関関数 (場の量子論基礎コース: Path Integrals and Vacuum Polarization)
評価方法・基準	: 膨張宇宙（もしくは場の量子論）における諸問題の理解、講義、学習への態度、理解へ至るまでの努力
教 材 な ど	Mukhanov & Winitzki 「Introduction to Quantum Effects in Gravity」 Mukhanov 「Physical Foundation of Cosmology」 (Cambridge) Lyth & Liddle 「The Primordial Density Perturbation」 (Cambridge)
備 考	場合によっては、 Peacock 「Cosmological Physics」 (Cambridge) 、 Liddle & Lyth 「Cosmological Inflation and Large- Scale Structure」 (Cambridge) Aitchison&Hey 「Gauge Theories in Particle Physics」 (Taylor&Francis) 等を参照する。

■ SP018

科 目 名	: 天文学特論
担 当 者	: 河北 秀世
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 我々の太陽系における力学的および物質化学的な進化を例に、一般の星・惑星形成プロセスについて深く理解する。
授業内容・方法	: ゼミナール形式、英書の輪講、学術論文の紹介
授 業 計 画	: 天文学特論では、物理学特論基礎で学んだ星・惑星系形成に関する知識をもとに、星・惑星系の形成過程における物質の化学進化について、より詳細に学習する。分子雲から原始惑星系円盤への進化過程における化学反応（気相反応、塵表面反応）に注目し、星間分子の形成と化学進化、重水素化分子の濃集等について学習する。とくに、太陽系形成時の微惑星残存物である彗星は、氷として含まれている種々の分子における重水素濃集が顕著に見られるが、この定量的な説明は未だに十分ではない。彗星氷における重水素濃集問題を解決するために、最新の実験的研究・観測的研究について学び、これらの知見から、彗星における重水素濃集の原因がどのように考えられるか、議論を行う。受講者の独創的な考え方が問われる。
評価方法・基準	: 平常点で評価する。式の導出等、事前の予習が要求される。
教 材 な ど	: “The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium” A. Tielens, Cambridge Univ. Press. “Interstellar Chemistry” W. W. Duley and D. A. Williams, Academic Press. “Comets II” M. C. Festou, H. U. Keller, & H. A. Weaver, Univ. of Arizona Press.
備 考	: 授業の予習を進める上で不明な点があれば、すぐに相談にくること。報告・相談・連絡が重要である。

■ SP019

科 目 名	: 観測的宇宙論特論
担 当 者	: 米原 厚憲
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 銀河・クエーサーといった天体の普遍的な性質について学び、その知識をもとにして、いかにして宇宙論的な研究が進められていくのかを習得する。
授業内容・方法	: 毎回指示する資料・文献の該当箇所について担当者を決め、ゼミナール形式での学習を行う。
授 業 計 画	: 渦巻・楕円銀河など様々な銀河、そしてクエーサーなどに観測される、様々な相関関係について学び、その相関関係の進化についても取り扱う予定である。更に、遠方の銀河の観測的特徴や、その特徴を近傍銀河と比較した際に明らかとなる差、そしてその差から推察される宇宙論的な天体の進化について、どこまで明らかになっているかについて学ぶ。
評価方法・基準	: 平常点 50%、講義における発表 50%
教 材 な ど	: 参考書等: 「Extragalactic Astronomy and Cosmology」 P. Schneider 著 (Springer)
備 考	: 毎回の予習を欠かさないこと。

■ SP020

科 目 名	: 観測宇宙物理学特論
担 当 者	: 岸本 真
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 宇宙観測を電磁波の波長、天体の空間スケール、およびデータ処理法の3軸に分けてより深く理解する
授業内容・方法	: 講義・議論・演習形式
授 業 計 画	第1回 宇宙観測の基礎と実際1：可視、赤外、紫外域 第2回 宇宙観測の基礎と実際2：電波、サブミリ波 第3回 宇宙観測の基礎と実際3：X線 第4回 宇宙観測の基礎と実際4：ガンマ線、チェレンコフ光 第5回 宇宙観測の基礎と実際5：重力波、ニュートリノ 第6回 種々の宇宙天体と物理状態1：惑星 第7回 種々の宇宙天体と物理状態2：恒星 第8回 種々の宇宙天体と物理状態3：星間ガス 第9回 種々の宇宙天体と物理状態4：銀河 第10回 種々の宇宙天体と物理状態5：宇宙 第11回 宇宙観測データ解析法1：天文系データのI/O 第12回 宇宙観測データ解析法2：天文系データの標準的处理 第13回 宇宙観測データ解析法3：測定の不確かさの見積もり 第14回 宇宙観測データ解析法4：輻射過程の関数表現 第15回 宇宙観測データ解析法5：さらに進んだデータ処理
評価方法・基準	: 各トピックに対する取り組み、課題に対するレポートあるいは小テスト
教 材 な ど	: 適宜指定する
備 考	:

■ SP021

科 目 名	: 惑星大気観測特論
担 当 者	: 佐川 英夫
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 惑星大気に関する物理・化学的な理解を深め、それを観測的に研究していく為の方法論を学ぶ.
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にしたセミナー形式
授 業 計 画	第 1 回 大気を持つ惑星：その普遍性と独自性 第 2 回 惑星大気の物理的記述：静水圧平衡、循環、放射 第 3 回 惑星大気の化学的記述：大気化学、雲、エアロゾル 第 4 回 惑星大気の観測手法(1)：撮像観測と分光観測 第 5 回 惑星大気の観測手法(2)：可視光領域での観測 第 6 回 惑星大気の観測手法(3)：極端紫外線領域での観測 第 7 回 惑星大気の観測手法(4)：赤外線領域での観測 第 8 回 惑星大気の観測手法(5)：電波領域での観測 第 9 回 観測性能の指標：分解能と連続性 第 10 回 観測の誤差について：確度と精度 第 11 回 観測データの解析(1)：逆問題 第 12 回 観測データの解析(2)：OEM 法による物理量のリトリーバル 第 13 回 観測データの解析(3)：OEM 法による物理量のリトリーバル 第 14 回 観測データの解析(4)：先行観測との比較，誤差解析，データ同化 第 15 回 惑星大気観測の今後のロードマップ
評価方法・基準	・セミナーへの取り組み：50% ・課題レポート：50%
教 材 な ど	: その都度指示する
備 考	:

■ SP022

科 目 名	: 惑星気象学特論
担 当 者	: 高木 征弘
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 地球型惑星の大気の成因と進化、そこで生起する現象に関する理解を深める。
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にセミナー形式で授業を行う。
授 業 計 画	第 1 回 惑星大気存在条件 (1) - 静水圧平衡 第 2 回 惑星大気存在条件 (2) - 大気散逸 第 3 回 海洋存在条件 (1) - 放射平衡 第 4 回 海洋存在条件 (2) - 対流圏の生成 第 5 回 海洋存在条件 (3) - 暴走温室効果 第 6 回 地球型惑星の大気 (1) - 大気の二次起源論 第 7 回 地球型惑星の大気 (2) - 原始大気の組成 第 8 回 地球型惑星の大気 (3) - 大気の進化 第 9 回 地球型惑星の大気 (4) - 金星と火星の大気 第 10 回 火星気象学 (1) - ダストの大気 第 11 回 火星気象学 (2) - ダストストーム 第 12 回 火星気象学 (3) - 大砂嵐のメカニズム 第 13 回 金星気象学 (1) - 大気スーパーローテーション 第 14 回 金星気象学 (2) - moving flame メカニズム, Gierasch メカニズム 第 15 回 金星気象学 (3) - 熱潮汐波メカニズム
評価方法・基準	・セミナーへの取り組み : 50% ・課題レポート : 50%
教 材 な ど	: その都度指示する。
備 考	:

■ SP023

科 目 名	: 気象力学特論
担 当 者	: 高谷 康太郎
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 気象学の理論的支柱である地球流体力学のうち、大規模大気循環について学ぶ。
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にセミナー形式で講義を行う。
授 業 計 画	: 第 1 回 地衡風
	: 第 2 回 温度風
	: 第 3 回 準地衡予報方程式系（1）：導出
	: 第 4 回 準地衡予報方程式系（2）：物理的意味
	: 第 5 回 準地衡予報方程式系（3）：エネルギー保存則
	: 第 6 回 超長波の地衡風運動
	: 第 7 回 地衡風調節
	: 第 8 回 温帯低気圧の構造
	: 第 9 回 慣性不安定
	: 第 10 回 順圧不安定
	: 第 11 回 内部ジェット的不安定性
	: 第 12 回 傾圧不安定
	: 第 13 回 接地境界層
	: 第 14 回 エクマン境界層
	: 第 15 回 エクマンパンピング
評価方法・基準	: ・ セミナーへの取り組み：50% ・ 課題レポート：50%
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	:

■ SP024

科 目 名	: 光量子科学特論
担 当 者	: 近藤 公伯 他 (リレー講義)
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 京都産業大学と日本原子力研究開発機構 (JAEA) 関西光科学研究所が連携して開設する講義で、光量子科学の中でも、極短パルス高出力レーザーという特殊なレーザー光線やその最先端の応用研究について理解する。
授業内容・方法	: 本講義では、先端的レーザーとして極短パルス高出力レーザーについて理解する。また、そのようなレーザーパルスを利用した様々な応用について講義する。主に講義による授業を行う。
授 業 計 画	: ① 極短パルス高出力レーザーの生成 極短パルス高出力レーザーの理解に必要な光学の基礎を学び、その生成について深く理解する。最先端の研究紹介も一部含める。 1-1 光量子とレーザー 1-2 光の吸収と放出 1-3 レーザーの原理と出力特性 1-4 極短パルス光の発生とその増幅 ② 極短パルス高出力レーザーの先端的な応用 集中講義により、高強度の極短パルスレーザーを用いた先端的な応用研究を紹介し、最先端の研究状況について理解を深める。 2-1 極短パルスレーザーの先端的応用Ⅰ 2-2 極短パルスレーザーの先端的応用Ⅱ
評価方法・基準	: レポートなどで、総合的に評価する。
教 材 な ど	: 適時資料を配付する。
備 考	:

■ SP025

科 目 名	: 集中講義特論 I A
担 当 者	: 北村 祐二
週 時 間 数	: 集中
単 位 数	: 1
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 大気境界層は、地表面の影響を直接受ける領域として定義され、乱流による輸送によって大気の状態が特徴付けられる。そのため、大気境界層の現象を記述・モデル化するためには、地表面の熱収支、地表面と大気の運動量・熱の交換、大気中の乱流輸送についての理解が必要となる。主に大気境界層のモデル化の観点から、これらのテーマについて必要な知識を学ぶことを目標とする。
授業内容・方法	: はじめに大気境界層の特徴について平均量と乱流輸送の観点から概観したのちに、地表面と大気の相互作用、および大気中の乱流輸送を記述するために一般的に用いられている手法について解説する。授業は主にスライドを用いてすすめ、必要に応じて黒板を用いて式の導出などの解説を行う。
授 業 計 画	: 第 1 回 大気境界層の特徴 第 2 回 平均量と乱流統計量の支配方程式系 第 3 回 Monin-Obukhov の相似則 (1): 相似則による平均量の記述 第 4 回 Monin-Obukhov の相似則 (2): 地表面フラックスの診断 第 5 回 乱流クロージャに基づくモデル化 (1): Mellor-Yamada モデル 第 6 回 乱流クロージャに基づくモデル化 (2): Large-Eddy Simulation 第 7 回 地表面の熱収支
評価方法・基準	: レポートによる。
教 材 な ど	: 参考書等: Garratt, J. R.: The atmospheric boundary layer, Cambridge University Press Stull, R. B.: An introduction to boundary layer meteorology, Kluwer Wyngaard, J. C.: Turbulence in the atmosphere, Cambridge University Press 竹内清秀, 近藤純正: 大気科学講座 1. 地表に近い大気, 岸保勘三郎, 浅井富雄編, 東京大学出版会 近藤純正: 地表面に近い大気の科学 理解と応用, 東京大学出版会 横山長之(編集): 大気環境シミュレーション—大気の流れと拡散
備 考	:

■ SP027

科 目 名	: 集中講義特論ⅡA
担 当 者	: 大槻 勤
週 時 間 数	: 集中
単 位 数	: 1
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 放射線の基礎の講述から人類と放射線のかかわりを理解する。
授業内容・方法	: 座学による講義
授 業 計 画	第1回 放射能の発見と放射化学の歴史（ベクレル、キュリー、ラザフォード） 第2回 放射性同位体、核種（原子核の構造、表現方法、同位体、同重体、同中性子体、核異性体） 第3回 放射性壊変の形式と放出放射線 （ α 壊変、 β 壊変、 γ 線放射、自発核分裂など） 第4回 放射能および放射線の単位（Bq、dps、Gy、Sv）及び統計的取り扱い 第5回 放射線と物質の相互作用と検出器の原理（電離・励起、光電効果、コンプトン散乱、対生成、中性子や重粒子線の検出） 第6回 放射性崩壊の速度（半減期、平均寿命、放射平衡、過渡平衡、永続平衡、ミルキング） 第7回 加速器や原子炉による人工放射性核種の製造・分離技術及び利用 （トレーサー利用、分析への利用、ホットアトム化学、年代測定） 第8回 身の回りの放射線と放射線化学及び放射線生物学研究の最前線やトピックス
評価方法・基準	: 主にレポート課題を100点満点とし、4段階程度に分類する。
教 材 な ど	: 特に指定しない。講義の際に必要なに応じて資料を配布する。
備 考	: 特になし。

■ SP029

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 大森 隆
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: エネルギー・環境科学に関する参考書、論文を読み専門知識を習得する。
授業内容・方法	: ゼミナール形式
授 業 計 画	: 環境問題の中でも特に地球温暖化に関するものを取り上げる。地球温暖化防止に資するエネルギー技術について学ぶ。特にエネルギー変換技術として有力な手法である電気化学分野に関するものが中心となる。基礎的なテーマとして、次のようなものが挙げられる。 固体の中の電子、電解質溶液、界面電位、電極反応、半導体電極 など
評価方法・基準	: 平常点
教 材 な ど	: 適宜指示、配付する。
備 考	:

■ SP030

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 河北 秀世
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 我々の太陽系をはじめとする多くの星・惑星系の誕生・形成に至るプロセスの、力学的および物質化学的な進化を理解する。
授業内容・方法	: ゼミナール形式、英書の輪講、学術論文の紹介
授 業 計 画	授業では、星・惑星系の誕生について学習する。 まずは、星・惑星系の誕生の場である分子雲や星間物質の力学的、化学的進化について学ぶために、星間物質の加熱・冷却過程、分子雲コアの収縮と原子星の形成について、物理・化学的なアプローチを行う。次の段階として、原始星の進化に関し、星の内部構造や原始惑星系円盤の形成、惑星系の形成について、理論的・観測的事実から最新の知見を学ぶ。また、惑星になりきれなかった微惑星残存物である彗星を手掛かりとして太陽系形成時の物理化学的環境に対し、どのような理論的・観測的アプローチが可能か検討をし、他の受講者と議論を行う。
評価方法・基準	: 平常点で評価する。式の導出等、事前の予習が要求される。
教 材 な ど	“The Formation of Stars”, S. Stehler & F. Palla, WILEY-VCH “Planet Formation”, H. Klahr & W. Brandner, Cambridge Univ. Press. “The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium” A. Tielens, Cambridge Univ. Press. “Comets II” M. C. Festou, H. U. Keller, & H. A. Weaver, Univ. of Arizona Press.
備 考	: 授業の予習を進める上で不明な点があれば、すぐに相談にいくこと。報告・連絡・相談が重要である。

■ SP031

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 九後 太一
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 場の量子論の基礎である群と対称性の種々な数学的側面を理解すること
授業内容・方法	: 時空対称性および内部対称性として現れるリー群や有限群について、それらの表現がどのように場の理論に使われているかについて学ぶ。ゼミナール形式
授 業 計 画	: 第1回 群と対称性 : 第2回 有限群、特に n 次対称群とクォーク模型 : 第3回 リー群 I: $SU(2)$: 第4回 リー群 II: リー群の分類定理 : 第5回 リー群 III: 古典群 $SU(n)$ 、 $USp(2n)$ 、 $SO(2n)$ 、 $SO(2n+1)$: 第6回 リー群 IV: 例外群 G_2 , F_4 , E_6 , E_7 , E_8 : 第7回 ローレンツ群と共形群 : 第8回 Clifford 代数とスピノール表現 : 第9回 対称性の自発的破れと非線形表現と隠れた局所対称性 : 第10回 最後の時空対称性 — 超対称性 : 第11回 ケーラー多様体と超対称非線形表現ラグランジアン : 第12回 局所的超対称性を持つ理論 — 超重力理論 : 第13回 超共形テンソル算法 : 第14回 アノマリー: 対称性の量子論的破れ : 第15回 場の理論とトポロジー: インスタントンとモノポール
評価方法・基準	: ゼミナールにおける発表・発言 (80%)、課題レポート (20%)
教 材 な ど	: テキスト、講義ノート、参考文献
備 考	:

■ SP032

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 鈴木 信三
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 本科目では、炭素原子からなるナノ構造体の電子状態を、その基礎から理解するために、グラファイトシートや単層カーボンナノチューブを具体例として取り上げ、その幾何学的特徴が、電子構造の特徴とどのように関係しているかを理解していく。英語で書かれたテキストや参考書を用いることにより、外国語で書かれた文章を読んで、その内容をすばやく正確に把握する習慣を身につける。
授業内容・方法	: 輪読によるゼミ形式
授 業 計 画	単層カーボンナノチューブを、グラファイトシートを筒状に丸めた構造として表現する方法について学び、chiral index という概念について理解する。また、グラファイトの電子構造と比較しながら、単層カーボンナノチューブの電子構造について詳しく学び、chiral index の違いが、それぞれの電子構造にどう反映されるか、を理解する。 第1回 炭素原子における軌道の混成 (sp^n 混成) 第2回 炭素原子の内殻軌道 第3回 直鎖状炭素 (カルビン) 第4回 分子、固体のタイトバインディング法による計算 第5回 ポリアセチレンの電子構造 第6回 二次元グラファイト-πバンド 第7回 二次元グラファイト-σバンド 第8回 単層カーボンナノチューブの幾何学的な分類 第9回 カイラルベクトル、並進ベクトル、対称ベクトル 第10回 単位格子とブリルアンゾーン 第11回 単層カーボンナノチューブと群論 第12回 単層カーボンナノチューブの電子状態-エネルギー分散関係 第13回 単層カーボンナノチューブの電子状態-アームチェア型とジグザグ型 第14回 単層カーボンナノチューブの電子状態-キラル型 第15回 単層カーボンナノチューブの電子状態-状態密度とエネルギーギャップ
評価方法・基準	: 平常点(30~20%)と、ゼミ中の発表状況(70~80%)により評価する。
教 材 な ど	輪読用テキスト: R. Saito et al., <i>Physical Properties of Carbon Nanotubes</i> (Imperial College Press, 1998) 参 考 書 等: H.-S. Philip Wong and Deji Akinwande, <i>Carbon Nanotube and Graphene Device Physics</i> (Cambridge University Press 2011)
備 考	: 単層カーボンナノチューブについて新しく出版された論文や図書も、適宜利用する。

■ SP033

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 谷川 正幸
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 各種の光学素子や光システムの特性を高度なシミュレーションも使って詳しく理解する。
授業内容・方法	: テキストの講読
授 業 計 画	第1回 Abbe's sine condition
	第2回 Fourier optics
	第3回 Effects of polarization on diffraction in systems of high NA
	第4回 Gaussian beam optics
	第5回 Coherent and incoherent imaging, First-order temporal coherence
	第6回 The Van Cittert-Zernike theorem
	第7回 Partial polarization, Surface plasmons
	第8回 The Faraday effect, The magneto-optical Kerr effect
	第9回 Fabry-Perot etalons in polarized light
	第10回 The Ewald-Oseen extinction theorem
	第11回 Reciprocity in classical linear optics
	第12回 Optical vortices
	第13回 Geometric-optical rays, Poynting's vector, and field momenta
	第14回 Diffraction gratings
	第15回 まとめ
評価方法・基準	: 各セクションの概要といくつかの重要結果の詳述をしたレポートによって評価。
教 材 な ど	: Masud Mansuripur, Classical Optics and its Applications
備 考	: 要望により、他の題材をあつかうこともある。

■ SP034

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 原 哲也
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 宇宙論における物理的な基礎の理解
授業内容・方法	: 膨張宇宙における揺らぎの発生とその成長に関する諸問題の検討、もしくは場の量子論の基礎の学習
授 業 計 画	膨張宇宙における揺らぎの問題については、例えば以下を予定している。 I. インフレーション 一様な場合 初期条件問題 インフレーション 基本的な概念 如何に重力は斥力となるか？ II. 非一様な場合 Newton 力学における重力不安定 ジーンズ不安定、膨張宇宙における不安定 一般相対論における重力不安定 摂動とゲージ不変な変数 宇宙における摂動の方程式 流体力学的な摂動 輻射とバリオンのプラズマ 暗黒物質 III-I. インフレーション III-II. 初期の揺らぎの起源 摂動の特徴 インフレーションにおける 摂動 (スローロール近似) (場の量子論基礎コース: Canonical Quantization and Particle Production)
評価方法・基準	: 膨張宇宙(もしくは場の量子論)における諸問題の理解、講義、学習への態度、理解へ至るまでの努力
教 材 な ど	Mukhanov & Winitzki 「Introduction to Quantum Effects in Gravity」 Mukhanov 「Physical Foundation of Cosmology」 (Cambridge) Lyth & Liddle 「The Primordial Density Perturbation」 (Cambridge)
備 考	場合によっては、 Peacock 「Cosmological Physics」 (Cambridge) 、 Liddle & Lyth 「Cosmological Inflation and Large- Scale Structure」 (Cambridge) 、 Aitchison&Hey 「Gauge Theories in Particle Physics」 (Taylor&Francis) 等を参照する。

■ SP035

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 山上 浩志
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 100 種類を超える原子の組み合わせで作られる物性の特性は多種多様であり、物質の加工技術の進歩により人工的に特徴ある物質群が作成することができるようになった。それらの物質は金属、半導体、絶縁体、超伝導体、磁性体などの物性で分類され、そのさまざまな物理現象を物理学（力学、電磁気学、量子力学、熱統計力学など）の基本原則から明らかにする学問分野が物性物理学である。固体中の電子に関する物性物理学は、特に固体電子論と呼ばれ、その中で「バンド理論」はもっとも基本的な理論の一つである。物理学特論基礎では、現代のバンド理論を支える基本的概念（1 電子近似、密度汎関数法、バンド計算法、線形化法など）と現在提唱されるバンド計算法の基礎を習得することを目標にする。
授業内容・方法	: 固体電子論の基礎であるバンド理論の講義および輪読を行う。
授 業 計 画	: 第 1 回 Bore-Oppenheimer approximation 第 2 回 Hartree-Fock 近似 第 3 回 密度汎関数法 第 4 回 相対論的拡張 第 5 回 結晶構造と逆格子 第 6 回 ブロッホの定理 第 7 回 OPW 法 第 8 回 偽ポテンシャル法 第 9 回 APW 法 第 10 回 KKR 法 第 11 回 LMT0 法 第 12 回 LAPW 法 第 13 回 ASW 法 第 14 回 相対論的効果と磁性的性質 第 15 回 まとめ
評価方法・基準	: 授業への取り組み 60%、期末レポート 40%を合わせて総合的に評価。
教 材 な ど	: 参考書：J. Kubler, Theory of Itinerant Electron Magnetism (Oxford, 1999) H. Eschrig, The Fundamentals of Density Functional Theory (Teubner Stuttgart, 1996) G. Grosso and G. P. Parravicini, Solid State Physics (Academic Press, 2000) J. M. Ziman, Elements of Advanced Quantum Theory (Cambridge University Press, 1995)
備 考	:

■ SP036

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 米原 厚憲
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 天体の観測結果の多様性について、「観測誤差や装置の特性といった外的要因」と「天体の物理状態の違いという内的要因」それぞれの観点を養い、天体についての理解を深める。
授業内容・方法	: 毎回指示する資料・文献の該当箇所について担当者を決め、ゼミナール形式での学習を行う。
授 業 計 画	: 系外銀河など遠方の天体の事を知るためには、まず我々の銀河自身の事を正しく把握する必要がある。そこで、天体の観測に用いられる様々な観測手法についての概観を把握した上で、これまでに明らかになった我々の銀河の構造（構成要素、運動、物質分布など）について学ぶ。更に、近傍の宇宙における距離測定の手法についても学んだ上で、多様な銀河スケールの天体について俯瞰する。
評価方法・基準	: 平常点 50%、講義における発表 50%
教 材 な ど	: 参考書等：「Extragalactic Astronomy and Cosmology」 P. Schneider 著 (Springer)
備 考	: 毎回の予習を欠かさないこと。

■ SP037

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 伊藤 豊
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 物質の静的および動的な性質を首尾一貫して理解する 1 つの見方、運動量とエネルギーのスペクトルによる物性物理学を学ぶための基礎知識を習得する。
授業内容・方法	: 板書、スライド、プリント等による座学
授 業 計 画	第 1 回 原子からバンドへ 第 2 回 1 イオン再訪 第 3 回 変換理論と第 2 量子化の復習 第 4 回 場の量子論の初歩：さまざまな多体問題 第 5 回 金属電子論：状態密度の van Hove 特異点定理 第 6 回 金属電子論：Drude 理論と Pauli 常磁性 第 7 回 BCS 前夜：3 次元束縛問題、Cooper 不安定性、電子格子相互作用の導出 第 8 回 Hartree-Fock-Gorkov 近似 第 9 回 自由ボーズ気体の相転移と Landau の批判 第 10 回 triplon の BEC とスピンハミルトニアン 第 11 回 3 つのキュリーワイス則 第 12 回 GL 理論 第 13 回 Anderson-Higgs 機構と plasma edge 第 14 回 Mermin-Wagner-Hohenberg の定理と KT 転移 第 15 回 繰り込み可能な物理：修正スピン波理論とモード結合理論
評価方法・基準	: 受講態度、授業への参加姿勢、レポート内容で評価する。
教 材 な ど	参考書：『統計物理学（岩波講座現代物理学の基礎）』久保亮五（岩波書店）、『物性 II（岩波講座現代物理学の基礎）』中嶋貞雄（岩波書店）、『磁性物理学』守谷亨（朝倉書店）、『磁性』金森順次郎（培風館）、『磁性』芳田奎（岩波書店）、『磁気共鳴』スリクター（岩波書店）、『核の磁性』アブラガム（吉岡書店）、『磁性入門』上田和夫（裳華房）、『重い電子系の物理』大貫・上田（裳華房）、『金属電子論』近藤淳（裳華房）、『超伝導入門』ティンカム（吉岡書店）、『超伝導入門』中嶋貞雄（培風館）、『超伝導の基礎』丹波雅昭（東京電機大学出版会）、『超伝導入門』青木秀夫（裳華房）、『超伝導（多体電子論）』黒木・青木（東京大学出版会）、『超伝導・超流動』恒藤敏彦（岩波書店）、『固体の量子論』キッテル（丸善）、『固体物性論の基礎』ザイマン（丸善）、『基礎の固体物理学』ス波弘之（培風館）、『強相関電子系の物理』佐宗哲郎（日本評論社）、『現代統計物理上下』ライヘル（丸善）、『統計物理』川村光（丸善）、『統計物理学』西川・森（朝倉書店）、『磁性体の統計理論』小口武彦（裳華房）、『磁性 I』久保・田中（朝倉書店）
備 考	: 量子力学の摂動論、多電子多重項、結晶場理論について理解済みであること。

■ SP038

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 岸本 真
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 宇宙物理学の基礎事項、特に輻射過程、星間空間物理、質量降着について理解を深める
授業内容・方法	: 講義・議論・演習形式
授 業 計 画	第 1 回 宇宙における輻射過程 1 : フラックスと黒体輻射 第 2 回 宇宙における輻射過程 2 : bound-free, free-free radiation 第 3 回 宇宙における輻射過程 3 : シンクロトロン輻射 第 4 回 宇宙における輻射過程 4 : コンプトン散乱 第 5 回 宇宙における輻射過程 5 : Eddington Limit 第 6 回 星間空間における輻射と物理 1 : 星間ガスの物理状態 第 7 回 星間空間における輻射と物理 2 : 星間ガス粒子の時間スケール 第 8 回 星間空間における輻射と物理 3 : 光電離平衡 第 9 回 星間空間における輻射と物理 4 : 温度と密度の測定 第 10 回 星間空間における輻射と物理 5 : 恒星と銀河中心での光電離 第 11 回 宇宙における質量降着と物理 1 : Bondi accretion 第 12 回 宇宙における質量降着と物理 2 : 「標準」降着円盤 第 13 回 宇宙における質量降着と物理 3 : 恒星質量のブラックホールでの質量降着 第 14 回 宇宙における質量降着と物理 4 : 巨大ブラックホールでの質量降着 第 15 回 宇宙における質量降着と物理 5 : ブラックホールの質量関数と成長
評価方法・基準	: 各トピックに対する取り組み、課題に対するレポートあるいは小テスト
教 材 な ど	: 適宜指定する
備 考	:

■ SP039

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 佐川 英夫
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 本科目では、太陽系内の惑星・衛星の大気表層環境に関する理解を深める。 主に英語で書かれている教科書を扱い、研究者として自立するために必要となる英語力の習得も授業目標とする。
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にしたセミナー形式
授 業 計 画	: 第 1 回 地球大気 of 最新理解像 第 2 回 地球大気：対流圏 第 3 回 地球大気：成層圏 第 4 回 火星大気：大気力学的視点から 第 5 回 火星大気：大気化学的視点から 第 6 回 金星大気：大気力学的視点から 第 7 回 金星大気：大気化学的視点から 第 8 回 地球型惑星における大気進化 第 9 回 木星（巨大ガス惑星）大気：対流圏深部 第 10 回 木星（巨大ガス惑星）大気：中層・上層大気 第 11 回 巨大氷惑星大気 第 12 回 惑星大気と磁気圏の相互作用 第 13 回 氷衛星の希薄大気 第 14 回 彗星・小惑星の表面環境 第 15 回 太陽系における水の起源
評価方法・基準	: ・ 輪講への取り組み：50% ・ 課題レポート：50%
教 材 な ど	: ・ 各回の授業内容に関する資料・論文をその都度指定する。 ・ その他、参考書としては： － 「惑星気象学入門」松田佳久，岩波化学ライブラリー183 － 「気象学入門」松田佳久，東京大学出版会 － “Planetary Sciences (updated 2 nd ed.)”，de Pater & Lissauer, Cambridge Univ. Prss, 2015.
備 考	:

■ SP040

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 下村 晋
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 物性物理学を理解するための基礎的な知識を習得することを目標とする。
授業内容・方法	: 固体物性の基礎的な内容、特に物質の電氣的・磁氣的性質について、輪読形式で授業を進める。
授 業 計 画	第 1 回 磁性の基礎 1 (古典論、スピンの量子力学) 第 2 回 磁性の基礎 2 (磁化率、常磁性、反磁性、基底状態とフント則) 第 3 回 結晶場 第 4 回 磁氣的相互作用 第 5 回 様々な磁気秩序 第 6 回 磁性の測定方法 第 7 回 秩序と対称性の破れ (モデル) 第 8 回 秩序と対称性の破れ (相転移) 第 9 回 秩序と対称性の破れ (励起) 第 10 回 ドメイン 第 11 回 金属磁性の基礎 第 12 回 金属磁性 (スピン密度波、他) 第 13 回 競合系 第 14 回 低次元系 第 15 回 まとめ
評価方法・基準	: 授業への取り組み(70%)、および、レポート(30%)で総合的に評価する。
教 材 な ど	: 関連する論文および参考書を教材として用いる。
備 考	:

■ SP041

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 高木 征弘
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 気象学の理論的基礎である地球流体力学の基本的内容を理解する。
授業内容・方法	: 地球流体力学の基本的な内容を中心にセミナー形式で学習する。
授 業 計 画	第 1 回 回転流体の性質 第 2 回 回転系の運動方程式 第 3 回 地衡流 第 4 回 エクマン境界層 第 5 回 ポテンシャル渦度保存則 第 6 回 分散性波動の基礎 (1) - 水面波 第 7 回 分散性波動の基礎 (2) - 波数空間 第 8 回 内部重力波 (1) - 静力学的安定性 第 9 回 内部重力波 (2) - 大気と海洋の内部重力波 第 10 回 内部重力波 (3) - ブジネスク近似 第 11 回 回転成層流体 第 12 回 地衡流調節 第 13 回 ロスビーの変形半径 第 14 回 ロスビー波 (1) - 非発散ロスビー波 第 15 回 ロスビー波 (2) - 内部ロスビー波
評価方法・基準	・セミナーへの取り組み : 50% ・課題レポート : 50%
教 材 な ど	: その都度指示する。
備 考	:

■ SP042

科 目 名	: 物理学特論基礎
担 当 者	: 高谷 康太郎
週 時 間 数	: 2
単 位 数	: 2
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 気象学の理論的支柱である地球流体力学の基礎について学ぶ。
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にセミナー形式で講義を行う。
授 業 計 画	: 第 1 回 回転流体の特徴
	第 2 回 回転地球上での運動方程式
	第 3 回 球座標系で表した運動方程式
	第 4 回 乾燥空気の熱力学（1）：温位などの概念
	第 5 回 乾燥空気の熱力学（2）：大気の鉛直構造を中心に
	第 6 回 様々な保存則（1）：質量保存則など
	第 7 回 様々な保存則（2）：エネルギー保存則など
	第 8 回 静水圧近似
	第 9 回 ベータ平面近似
	第 10 回 循環定理
	第 11 回 ポテンシャル渦度の保存則
	第 12 回 静的安定度
	第 13 回 p 座標系
	第 14 回 プリミティブ方程式系
	第 15 回 渦度方程式と発散方程式
評価方法・基準	: ・ セミナーへの取り組み：50% ・ 課題レポート：50%
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	:

■ SP047

科 目 名	: 素粒子物理学特別研究 A
担 当 者	: 九後 太一
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: ゲージ場の量子論の理論体系を学ぶ。
授業内容・方法	: ゼミナール形式
授 業 計 画	素粒子物理学における基本的言語である場の量子論、特にゲージ場の量子論について、以下の内容を扱う。 1. ローレンツ群の表現と場 2. 場の量子化 3. 相互作用系の一般的性質 4. 経路積分と摂動論 5. ゲージ理論：経路積分量子化 6. ゲージ理論：BRS 対称性に基づく正準量子化
評価方法・基準	: ゼミナールにおける発表・発言（80%）、課題レポート（20%）
教 材 な ど	: ゲージ場の量子論に関する教科書、講義ノート、参考論文など
備 考	:

■ SP048

科 目 名	: 素粒子物理学特別研究B
担 当 者	: 九後 太一
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: ゲージ場の量子論の理論体系を学ぶ。
授業内容・方法	: ゼミナール形式
授 業 計 画	: 素粒子物理学における基本的言語である場の量子論、特にゲージ場の量子論について、 第二部として以下の内容を扱う。 1. 対称性の自発的破れ 2. 電弱ゲージ理論 3. 量子色力学 QCD と南部－Jona-Lasinio 模型 4. くりこみとくりこみ群方程式 5. アノマリー
評価方法・基準	: ゼミナールにおける発表・発言（80%）、課題レポート（20%）
教 材 な ど	: ゲージ場の量子論に関する教科書、講義ノート、参考論文など
備 考	:

■ SP049

科 目 名	: 素粒子物理学特別研究C
担 当 者	: 九後 太一
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 超重力理論に基づく超対称標準模型の諸問題を理解する。
授業内容・方法	: ゼミナール形式
授 業 計 画	: 素粒子の標準模型は現在の素粒子のあらゆる実験と整合するすばらしい理論であるが、一方、その向こうにそれを越える理論があることも、クォークとレプトンの間でのアノマリーの相殺などの事実からほとんど間違いがない。標準模型を越える次の理論としては、超対称標準模型があり、さらにそれは大統一や重力のエネルギースケールで超重力理論の枠に統一されるもの、と多くの理論研究者が考えている。しかし、この方向のシナリオにはそれぞれに多くの問題点があり、このゼミナールでは、これらの問題点を総合報告から最新の文献まで読み進め、自らが次の新しい模型や考え方を提案できるための準備とする。
評価方法・基準	: ゼミナールにおける発表・発言 (80%)、課題レポート (20%)
教 材 な ど	: 総合報告、講義ノート、参考論文など
備 考	:

■ SP050

科 目 名	: 素粒子物理学特別研究D
担 当 者	: 九後 太一
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 超重力理論に基づく超対称標準模型の諸問題の解決に向けて新しい知見を見いだし、学会発表、論文発表が出来る技量を身につける。
授業内容・方法	: 議論・演習形式
授 業 計 画	: 素粒子物理学特別研究Cで明らかにされた、超重力理論に基づく超対称標準模型の諸問題から、具体的なテーマを選び、その解決に向けて、種々な試すべきアイデアを議論しながら出す。そのため、関連する文献を探し、読んで考察を深め、さらに新しいアイデアを展開して行くという研究プロセスを実体験し、一つでも具体的な問題で新しい結果を得て、論文発表が出来ることを目指す。
評価方法・基準	: ゼミへの取り組み、研究討論・議論 (80%)、課題 (20%)
教 材 な ど	: 総合報告、参考論文など
備 考	:

■ SP051

科 目 名	: 固体電子論特別研究A
担 当 者	: 山上 浩志
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 物質の構成する原子やその配列および周期性を考慮するだけで第一原理計算から電子構造を予測することが可能である。固体電子論特別研究Aでは、その計算方法や仕組みを理解してもらう目的で、バンド理論の一つであるフルポテンシャル・補強された球面波法 (FP-ASW 法) の理論を学ぶ。
授業内容・方法	: 現実系のバンド構造を計算するためのバンド理論としてFP-ASW 法の理論をゼミナール形式で専門書および参考論文を輪読する。
授 業 計 画	第1回 スタンダードな ASW 法 (基底関数) 第2回 スタンダードな ASW 法 (有効ポテンシャル) 第3回 スタンダードな ASW 法 (電子密度、全エネルギー) 第4回 包絡関数と構造因子 (基本的性質) 第5回 ハンケル関数の積分表示 第6回 包絡関数のプロッホ和 第7回 展開定理 第8回 包絡関数の重なり積分 第9回 偽関数とその重なり積分、偽関数のフーリエ変換) 第10回 フルポテンシャル ASW 法 (永年方程式、電子密度、有効ポテンシャル、全エネルギー) 第11回 計算演習 第12回 計算演習 第13回 計算演習 第14回 計算演習 第15回 計算演習
評価方法・基準	: 授業への取り組み 60%、研究成果の達成度 40%を合わせて総合的に評価。
教 材 な ど	参考書: J.Kubler, Theory of Itinerant Electron Magnetism (Oxford, 1999) V.V. Nemoshkalenko and V.N. Antonov, Computational Methods in Solid State Physics (OPA, 1998) D.J. Singh, Planewaves, Pseudopotentials and the LAPW Method (Kluwer Academic Publishers, 1994)
備 考	:

■ SP052

科 目 名	: 固体電子論特別研究B
担 当 者	: 山上 浩志
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 固体電子論特別研究Aで学んだフルポテンシャル・補強された球面波法 (FP-ASW 法) の理論を用いて、いくつかの化合物の電子構造を計算することを目標に計算機実習を行う。FP-ASW 法のプログラムを用いて全エネルギー、磁気モーメント、凝集エネルギーなどの物理量を計算し、実験結果との比較からバンド理論の基礎を体得する。
授業内容・方法	: バンド理論の基礎を身につけるために、FP-ASW 法によるバンド計算を実習する。
授 業 計 画	第1回 数値計算の基礎 第2回 密度汎関数法の復習 第3回 結晶構造パラメータと逆格子 第4回 PF-ASW 法の初期値設定 第5回 自己無撞着な計算と収束性 第6回 バンド構造の作成 第7回 状態密度の計算 第8回 結晶の構造安定性と全エネルギー 第9回 磁気モーメントの計算 第10回 磁気安定性の計算 第11回 スピンスパイラル状態の数値計算 第12回 計算機実習 第13回 計算機実習 第14回 計算機実習 第15回 計算機実習
評価方法・基準	: 授業への取り組み 60%、研究成果の達成度 40%を合わせて総合的に評価。
教 材 な ど	参考書: J. Kubler, Theory of Itinerant Electron Magnetism (Oxford, 1999) V.V. Nemoshkalenko and V.N. Antonov, Computational Methods in Solid State Physics (OPA, 1998) D.J. Singh, Planewaves, Pseudopotentials and the LAPW Method (Kluwer Academic Publishers, 1994)
備 考	:

■ SP053

科 目 名	: 固体電子論特別研究C
担 当 者	: 山上 浩志
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 固体電子論に関わる研究課題を選定し、その研究成果が得られるように物理学の基礎力を学ぶ。
授業内容・方法	: 固体電子論の研究課題の達成のために研究計画を策定して、基礎力が身につくようにゼミナール形式で専門書などを輪読する。研究活動を通してその研究成果をレポートなどでまとめてもらう。
授 業 計 画	: 明確な研究計画を示せないが、学生の研究の進捗状況で臨機応変に対応する。（研究計画や成果が決まっているものは“勉強”であり、“研究”は現時点で予め決めることができないので。） 研究成果の達成には次のような過程で行う。 1) 配属の学生の興味や能力を判断して、研究課題を設定する。 2) 研究課題の達成のための研究計画を立てる。 3) 研究の達成のための基礎概念を専門書や論文などの輪読を行う。 4) 得られた研究結果の報告および議論により、新しい課題を設定して研究課題の達成度を得る。
評価方法・基準	: 授業への取り組み 60%、研究成果の達成度 40%を合わせて総合的に評価。
教 材 な ど	: 研究課題が決まったときに、適時参考資料や論文などを紹介する。
備 考	:

■ SP054

科 目 名	: 固体電子論特別研究D
担 当 者	: 山上 浩志
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 固体電子論特別研究Cで設定した研究課題の達成のために研究活動を引き続き行い、研究成果を論文形式で取りまとめる。研究者としての素養を身につけてもらう。
授業内容・方法	: 設定した研究課題の解決のために、ゼミナール形式で関連する論文などを輪読する。研究活動を通して研究成果を論文形式でまとめられるように指導する。
授 業 計 画	: 明確な研究計画を示せないが、学生の研究の進捗状況で臨機応変に対応する。（研究計画や成果が決まっているものは“勉強”であり、“研究”は現時点で予め決めることができないので。） 研究達成には次のような過程で行う。 1) 配属の学生の知識や基礎を高めるために、参考論文の輪読を行い、適切に指導する。 2) 研究達成の状況に対応して研究計画を練り直す。 3) 得られた研究結果の報告および議論を繰り返すことにより、適切な研究成果が得られるように助言をする。 4) 研究成果を論文形式でまとめられるように、添削および指導を行う。
評価方法・基準	: 授業への取り組み 60%、研究成果の達成度 40%を合わせて総合的に評価。
教 材 な ど	: 研究課題が決まったときに、適時参考資料や論文などを紹介する。
備 考	:

■ SP059

科 目 名	: 構造物性特別研究 A
担 当 者	: 下村 晋
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 物性物理学の知識および基礎的な実験技術を習得することを目標とする。
授業内容・方法	: 基礎的な実験の原理と技術を習得しながら、構造物性を中心とした物性物理学に関する理解を深める。
授 業 計 画	第 1 回 X 線回折の原理および結晶学の基礎を概観する。実験機器について説明を受け、安全に実験・研究を行う上で注意することについて指導を受ける。 第 2－15 回 結晶学に関する基礎事項や X 線回折実験の原理について学ぶ。具体的には、関連する教科書や論文を用いて輪読を行い、英語で論文を読む経験を積むとともに、最近の研究の動向についても議論をする。また、物性実験に必要な低温・高圧・真空・X 線回折といった実験技術を習得しながら、自らのテーマに沿った研究を行う。必要に応じて他研究機関で実験を行う。
評価方法・基準	: 研究内容の理解度（40%）、実験への取り組み（60%）により総合的に評価する。
教 材 な ど	: 教材として用いる論文や教科書については授業のときに指示する。
備 考	:

■ SP060

科 目 名	: 構造物性特別研究B
担 当 者	: 下村 晋
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 構造物性に関する知識を得る。X線回折をはじめとする物性実験技術および解析方法を習得する。
授業内容・方法	: X線回折をはじめとする物性実験を行い、結果を解析する。実験方法や結果について議論をおこないながら研究を進める。
授 業 計 画	: 第1－15回 担当者と議論を進めながら以下のことを行う。 (1) 物性研究に関連する教科書や論文の輪読を行う。 (2) 構造物性研究に必要な実験の原理について学ぶとともに、実際に実験をおこない実験技術を習得する。 (3) 実験装置の開発や改良を適宜行う。 (4) 担当者と相談して決定したテーマについて研究を行う。 必要に応じて他大学や他研究機関でも実験を行う。 (5) 研究成果をまとめて報告する。
評価方法・基準	: 研究への取り組みと理解度(70%)、研究成果の報告(30%)により総合的に評価する。
教 材 な ど	: 研究に関連する論文を教材として使用する。
備 考	:

■ SP061

科 目 名	: 構造物性特別研究C
担 当 者	: 下村 晋
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 構造物性に関する研究テーマについて実験を行い、結果を解析する。関連する論文を読み理解する。プレゼンテーション能力および報告書の執筆能力を身につける。
授業内容・方法	: X線回折・散乱実験を中心として、実験装置の開発や改良、実験の実施、結果の解析を行う。研究内容について議論を行う。研究結果の報告や発表を行う。
授 業 計 画	: 第1－15回 担当者と議論を進めながら以下のことを行う。 (1) 研究テーマに沿って、X線回折・散乱実験をはじめとする物性実験をおこない、得られた結果を解析し、考察をする。 (2) 必要に応じて装置の開発や改良を行う。 (3) 関連する論文や教科書を読み議論をする。 (4) 研究結果の報告や発表を通じて、自身の研究内容を文章としてまとめたり、わかりやすく口頭で説明したりする能力を身につける。 (5) 必要に応じて他大学や他研究機関でも実験を行う。
評価方法・基準	: 研究への取り組みと理解度により総合的に評価する。
教 材 な ど	: 研究に関連する論文を教材として使用する。
備 考	:

■ SP062

科 目 名	: 構造物性特別研究D
担 当 者	: 下村 晋
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 構造物性に関するテーマについて研究を行い、研究成果を論文としてまとめ発表する。
授業内容・方法	: X線回折・散乱を主な実験手法として構造物性に関する研究を行う。得られた成果について発表を行い、論文として公表する。
授 業 計 画	: 第1－15回 担当者と議論を進めながら研究を遂行する。 (1) X線回折・散乱を主要な実験手段として実験を行い、得られた結果を解析する。必要に応じて、他大学や他研究機関でも実験を行う。 (2) 研究成果を論文としてまとめる。 (3) 学内で研究成果を発表する。 (4) 学外の学会等でも研究成果を発表することが望ましい。
評価方法・基準	: 研究への取り組み(30%)、論文の内容(50%)、研究発表(20%)、により総合的に評価する。
教 材 な ど	: 研究に関連する論文を教材として使用する。
備 考	:

■ SP063

科 目 名	: 非線形光学特別研究A
担 当 者	: 谷川 正幸
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 急速に広がりつつある光応用研究の諸分野で働くのに必要な基礎的知識と実践的技術を広く身に付け、同時に先端的なレーザー開発とレーザー応用研究の発展への寄与を目指す。
授業内容・方法	: 講義、文献講読
授 業 計 画	: レーザー物理の基礎、レーザー装置の基礎、非線形光伝播過程、波面補正技術、量子光学、微細加工、計測科学、微細イメージングなどに関する講義、文献講読などを行う。文献紹介と討論も行う。次のような内容を15週にわたって調べていく。 1. Rate equations 2. Three- and four-level lasers 3. Phase dynamics 4. Hopf bifurcation dynamics 5. Weakly modulated lasers 6. Strongly modulated lasers 7. Slow passage
評価方法・基準	: 課題演習のまとめ、資料収集や調査結果の報告、討議資料など、いろいろな情報を残しておいてもらい、研究成果の報告とともに評価する。
教 材 な ど	: A. Yariv: "Quantum Electronics, 3rd edition" (John Wiley & Sons, 1987) "Laserelectronics", Joseph T. Verdeyen, Prentice Hall International Edition, 4
備 考	:

■ SP064

科 目 名	: 非線形光学特別研究B
担 当 者	: 谷川 正幸
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 急速に広がりつつある光応用研究の諸分野で働くのに必要な基礎的知識と実践的技術を広く身に付け、同時に先端的なレーザー開発とレーザー応用研究の発展への寄与を目指す。
授業内容・方法	: 設計、製作、測定等実務を行う。
授 業 計 画	: 短パルス高ピーク出力レーザーの技術開発や高速プロセッシングなどについての実験を行う。文献紹介と討論も行う。 例えば次のような内容の研究を15週にわたって行う。 Laser with saturable absorber Optically injected semiconductor lasers Delayed feedback dynamics Optical parametric oscillator
評価方法・基準	: 課題演習のまとめ、資料収集や調査結果の報告、討議資料など、いろいろな情報を残しておいてもらい、研究成果の報告とともに評価する。
教 材 な ど	: A. Yariv: "Quantum Electronics, 3rd edition" (John Wiley & Sons, 1987) "Laserelectronics", Joseph T. Verdeyen, Prentice Hall International Edition, 4
備 考	:

■ SP065

科 目 名	: 非線形光学特別研究C
担 当 者	: 谷川 正幸
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 急速に広がりつつある光応用研究の諸分野で働くのに必要な基礎的知識と実践的技術を広く身に付け、同時に先端的なレーザー開発とレーザー応用研究の発展への寄与を目指す。
授業内容・方法	: 講義、文献講読など
授 業 計 画	: レーザー物理の基礎、レーザー装置の基礎、非線形光伝播過程、波面補正技術、量子光学、微細加工、計測科学、微細イメージングなどに関する講義、文献講読、基礎実験などを行う。例えば以下の内容を15週にわたって調べる。 Q-switching and modelocking Ultrafast solid-state lasers Loss modulation Pulse propagation in dispersive media Mode-locking techniques Pulse characterization Carrier envelope offset
評価方法・基準	: 課題演習のまとめ、資料収集や調査結果の報告、討議資料など、いろいろな情報を残しておいてもらい、研究成果の報告とともに評価する。
教 材 な ど	: A. Yariv: "Quantum Electronics, 3rd edition" (John Wiley & Sons, 1987) "Laserelectronics", Joseph T. Verdeyen, Prentice Hall International Edition, 4
備 考	:

■ SP066

科 目 名	: 非線形光学特別研究D
担 当 者	: 谷川 正幸
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 急速に広がりつつある光応用研究の諸分野で働くのに必要な基礎的知識と実践的技術を広く身に付け、同時に先端的なレーザー開発とレーザー応用研究の発展への寄与を目指す。
授業内容・方法	: 設計、製作、測定等実務を行う。
授 業 計 画	: レーザー物理の基礎、レーザー装置の基礎、非線形光伝播過程、波面補正技術、量子光学、微細加工、計測科学、微細イメージングなどに関する基礎実験などを行う。 例えば以下の内容の研究を15週にわたって展開する。 Laser-diode interferometry Multiple scattering of light from randomly rough surface
評価方法・基準	: 課題演習のまとめ、資料収集や調査結果の報告、討議資料など、いろいろな情報を残しておいてもらい、研究成果の報告とともに評価する。
教 材 な ど	: A. Yariv: "Quantum Electronics, 3rd edition" (John Wiley & Sons, 1987) "Laserelectronics", Joseph T. Verdeyen, Prentice Hall International Edition, 4
備 考	:

■ SP067

科 目 名	: 磁性特別研究 A
担 当 者	: 伊藤 豊
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 固相反応法と低温実験技術を習得し、実際の物質の相関関数を NMR/NQR 法で実測し解析し考察できること。
授業内容・方法	: OJT による学習と研究
授 業 計 画	: 英語論文、専門論文の理解、問題の整理、低温技術、回路技術、工作技術、NMR スペクトルメーターの習熟
評価方法・基準	: 実験姿勢、実験態度と実験成果によって評価する。
教 材 な ど	: 参考書：『磁気共鳴』スリクター（岩波書店）、『核の磁性』アブラガム（吉岡書店）、『磁性』金森順次郎（培風館）、『磁性』芳田奎（岩波書店）、関連論文、レビュー論文
備 考	:

■ SP068

科 目 名	: 磁性特別研究B
担 当 者	: 伊藤 豊
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 寒剤の扱いと NMR 法を習得し、実際の物質の電子物性を測定し研究できること。
授業内容・方法	: OJT による学習と研究
授 業 計 画	: テーマ毎の文献検索、論文の理解、問題の整理、研究計画立案、プレゼンテーション技術、低温測定技術、高周波技術、金属工作技術、NMR/NQR スペクトルメーターの習熟
評価方法・基準	: 研究姿勢、実験態度と実験成果によって評価する。
教 材 な ど	: 関連論文
備 考	:

■ SP069

科 目 名	: 磁性特別研究C
担 当 者	: 伊藤 豊
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 寒剤の扱いと NMR 法を習得し、実際の物質の電子物性を測定し研究できること。
授業内容・方法	: OJT による学習と研究
授 業 計 画	: テーマ毎の文献検索、論文の理解、問題の整理、研究計画立案、プレゼンテーション技術、低温測定技術、高周波技術、金属工作技術、NMR/NQR スペクトルメーターの習熟
評価方法・基準	: 研究姿勢と研究成果によって評価する。
教 材 な ど	: 関連論文
備 考	:

■ SP070

科 目 名	: 磁性特別研究D
担 当 者	: 伊藤 豊
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 寒剤の扱いと NMR 法を習得し、実際の物質の電子物性を測定し研究できること。
授業内容・方法	: OJT による学習と研究
授 業 計 画	: テーマ毎の文献検索、論文の理解、問題の整理、研究計画立案、プレゼンテーション技術、低温測定技術、高周波技術、金属工作技術、NMR/NQR スペクトルメーターの習熟
評価方法・基準	: 研究成果によって評価する。
教 材 な ど	: 関連論文
備 考	:

■ SP071

科 目 名	: 分子物質科学特別研究A
担 当 者	: 鈴木 信三
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 修士論文作成のために必要な、炭素ナノ構造体（フラーレンおよび単層カーボンナノチューブ）を作製・精製する様々な実験的手法について習熟する。また、いくつかの分光学的測定法（吸光光度法、発光マッピング、共鳴ラマン散乱）を用いて、得られた単層カーボンナノチューブの評価を行い、炭素ナノ構造体の生成過程や、分離精製過程に関する新しい知見を得る。さらに、これらの実験的知見を作製方法にフィードバックさせて、生成効率をあげるための装置開発を自ら行う。
授業内容・方法	: 指導教員と議論を行いながら、研究・実験・演習を進めていく。また最近出版された関連する論文について、文献調査を行い、月1回程度論文紹介を行う。
授 業 計 画	: 単層カーボンナノチューブを、窒素ガスなどの不活性ガス雰囲気中で、アーク放電法或いは高温レーザー蒸発法により作製する手法について学ぶ。また、アルコールを炭素源としたCVD法の装置を組み立てて単層カーボンナノチューブを作製し、他の作製方法との比較を行う。関連論文について文献調査を行い、月1回程度論文紹介を行う。 第1回 アーク放電法による単層カーボンナノチューブの作製 I 第2回 アーク放電法による単層カーボンナノチューブの作製 II 第3回 アーク放電法による単層カーボンナノチューブの作製 III 第4回 アーク放電法による単層カーボンナノチューブの作製 IV 第5回 アーク放電法による単層カーボンナノチューブの作製 V 第6回 高温レーザー蒸発法による単層カーボンナノチューブの作製 I 第7回 高温レーザー蒸発法による単層カーボンナノチューブの作製 II 第8回 高温レーザー蒸発法による単層カーボンナノチューブの作製 III 第9回 高温レーザー蒸発法による単層カーボンナノチューブの作製 IV 第10回 高温レーザー蒸発法による単層カーボンナノチューブの作製 V 第11回 アルコールCVD法による単層カーボンナノチューブの作製 I 第12回 アルコールCVD法による単層カーボンナノチューブの作製 II 第13回 アルコールCVD法による単層カーボンナノチューブの作製 III 第14回 アルコールCVD法による単層カーボンナノチューブの作製 IV 第15回 アルコールCVD法による単層カーボンナノチューブの作製 V
評価方法・基準	: 平常点(20～30%)と、研究・実験・演習・論文紹介の実施状況(70～80%)により評価する。
教 材 な ど	: 参考書等：A. Jorio, M.S.Dresselhaus, G.Dresselhaus (Eds.), <i>Carbon Nanotubes</i> (Springer 2007) H.-S. Philip Wong and Deji Akinwande, <i>Carbon Nanotube and Graphene Device Physics</i> (Cambridge University Press 2011)、他、単層カーボンナノチューブについて新たに出版された論文、図書を適宜利用する。
備 考	:

■ SP072

科 目 名	: 分子物質科学特別研究B
担 当 者	: 鈴木 信三
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 修士論文作成のために必要な、炭素ナノ構造体（フラーレンおよび単層カーボンナノチューブ）を作製・精製する様々な実験的手法について習熟する。また、いくつかの分光学的測定法（吸光光度法、発光マッピング、共鳴ラマン散乱）を用いて、得られた単層カーボンナノチューブの評価を行い、炭素ナノ構造体の生成過程や、分離精製過程に関する新しい知見を得る。さらに、これらの実験的知見を作製方法にフィードバックさせて、生成効率をあげるための装置開発を自ら行う。
授業内容・方法	: 指導教員と議論を行いながら、研究・実験・演習を進めていく。また最近出版された関連する論文について、文献調査を行い、月1回程度論文紹介を行う。
授 業 計 画	: 単層カーボンナノチューブの分離・精製法について、分散材（界面活性剤など）を用いて水溶液中に分散させる実験手法について学び、精製条件の検討を行う。この方法によって得られた、孤立分散化した単層カーボンナノチューブの電子状態を、吸光光度法や発光マッピング法により評価し、chiral indexの分布を調べる。また、より簡単な分離・精製法の開発を目ざして、予備的な装置の組立てとデータ収集を行う。関連論文について文献調査を行い、月1回程度論文紹介を行う。
	第1回 単層カーボンナノチューブの破碎と分散 I
	第2回 単層カーボンナノチューブの破碎と分散 II
	第3回 単層カーボンナノチューブの破碎と分散 III
	第4回 単層カーボンナノチューブの破碎と分散 IV
	第5回 単層カーボンナノチューブの破碎と分散 V
	第6回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 I
	第7回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 II
	第8回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 III
	第9回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 IV
	第10回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 V
	第11回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光光度法・発光マッピング法による評価 I
	第12回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光光度法・発光マッピング法による評価 II
	第13回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光光度法・発光マッピング法による評価 III
	第14回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光光度法・発光マッピング法による評価 IV
	第15回 単層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光光度法・発光マッピング法による評価 V
評価方法・基準	: 平常点（20～30%）と、研究・実験・演習・論文紹介の実施状況（70～80%）により評価する。
教 材 な ど	: 参考書等：A. Jorio, M.S.Dresselhaus, G.Dresselhaus (Eds.), <i>Carbon Nanotubes</i> (Springer 2007) H.-S. Philip Wong and Deji Akinwande, <i>Carbon Nanotube and Graphene Device Physics</i> (Cambridge University Press 2011) 他、単層カーボンナノチューブについて新たに出版された論文、図書を適宜利用する。
備 考	:

■ SP073

科 目 名	: 分子物質科学特別研究C
担 当 者	: 鈴木 信三
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 修士論文作成のために必要な、炭素ナノ構造体（フラーレンおよび単層カーボンナノチューブ）を作製・精製する様々な実験的手法について習熟する。また、いくつかの分光学的測定法（吸光光度法、発光マッピング、共鳴ラマン散乱）を用いて、得られた単層カーボンナノチューブの評価を行い、炭素ナノ構造体の生成過程や、分離精製過程に関する新しい知見を得る。さらに、これらの実験的知見を作製方法にフィードバックさせて、生成効率をあげるための装置開発を自ら行う。
授業内容・方法	: 指導教員と議論を行いながら、研究・実験・演習を進めていく。また最近出版された関連する論文について、文献調査を行い、月1回程度論文紹介を行う。
授 業 計 画	: 単層カーボンナノチューブを、窒素ガスなどの不活性ガス雰囲気中で、アーク放電或いは高温レーザー蒸発法により作製する手法について学ぶ（一人で実験を行えるようにする）。また、アルコールを炭素源としたCVD法の装置を用いて単層カーボンナノチューブを作製し、他の作製方法との比較を行う。得られた単層カーボンナノチューブの直径分布、ねじれ方（キラリティ）分布について、可視紫外吸収分光法やラマン分光法による評価を行う。関連論文について文献調査を行い、月1回程度論文紹介を行う。
	第1回 単層カーボンナノチューブ作製条件の検討 I
	第2回 単層カーボンナノチューブ作製条件の検討 II
	第3回 単層カーボンナノチューブ作製条件の検討 III
	第4回 単層カーボンナノチューブ作製条件の検討 IV
	第5回 単層カーボンナノチューブ作製条件の検討 V
	第6回 単層カーボンナノチューブのねじれ方（キラリティ）分布の評価 I
	第7回 単層カーボンナノチューブのねじれ方（キラリティ）分布の評価 II
	第8回 単層カーボンナノチューブのねじれ方（キラリティ）分布の評価 III
	第9回 単層カーボンナノチューブのねじれ方（キラリティ）分布の評価 IV
	第10回 単層カーボンナノチューブのねじれ方（キラリティ）分布の評価 V
	第11回 ラマン分光法を用いた単層カーボンナノチューブの直径分布評価 I
	第12回 ラマン分光法を用いた単層カーボンナノチューブの直径分布評価 II
	第13回 ラマン分光法を用いた単層カーボンナノチューブの直径分布評価 III
	第14回 ラマン分光法を用いた単層カーボンナノチューブの直径分布評価 IV
	第15回 ラマン分光法を用いた単層カーボンナノチューブの直径分布評価 V
評価方法・基準	: 平常点(20～30%)と、研究・実験・演習・論文紹介の実施状況(70～80%)により評価する。
教 材 な ど	: 参考書等：A. Jorio, M.S.Dresselhaus, G.Dresselhause (Eds.), Carbon Nanotubes (Springer 2007) H.-S. Philip Wong and Deji Akinwande, Carbon Nanotube and Graphene Device Physics (Cambridge University Press 2011) 他、単層カーボンナノチューブについて新たに出版された論文、図書を適宜利用する。
備 考	:

■ SP074

科 目 名	: 分子物質科学特別研究D
担 当 者	: 鈴木 信三
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: これまでに学んできた、炭素ナノ構造体（フラーレンおよび単層カーボンナノチューブ）を作製・精製する様々な実験的手法を用いて、単層カーボンナノチューブをはじめとする炭素ナノ構造体の生成過程や、分離精製過程に関する新しい知見を得る。さらに、これらの実験的知見を炭素ナノ構造体の作製方法にフィードバックさせて、生成の効率化や分離精製法の改良を自ら行う。
授業内容・方法	: 指導教員と議論を行いながら、研究・実験・演習を進めていく。また最近出版された関連する論文について、文献調査を行い、月1回程度論文紹介を行う。
授 業 計 画	: 単層カーボンナノチューブをはじめとする炭素ナノ構造体を、界面活性剤やオリゴヌクレオチド（DNA 断片）などを用いて水溶液中に孤立分散させる。また、得られた孤立分散状態の物質をクロマトグラフィーの手法や遠心分離法を用いて、更なる分離精製を行う。その際に、孤立分散条件や分離精製条件を自ら色々と変えることにより、より高い分離成功率が得られる条件を探す。得られた結果を基に、炭素ナノ構造体の電子状態や分離精製の機構について考察する。関連論文について文献調査を行い、月1回程度論文紹介を行う。
	第1回 様々な分散剤を用いた単層カーボンナノチューブの孤立分散 I
	第2回 様々な分散剤を用いた単層カーボンナノチューブの孤立分散 II
	第3回 様々な分散剤を用いた単層カーボンナノチューブの孤立分散 III
	第4回 様々な分散剤を用いた単層カーボンナノチューブの孤立分散 IV
	第5回 様々な分散剤を用いた単層カーボンナノチューブの孤立分散 V
	第6回 クロマトグラフィー、遠心分離法を用いた単層カーボンナノチューブの分離精製 I
	第7回 クロマトグラフィー、遠心分離法を用いた単層カーボンナノチューブの分離精製 II
	第8回 クロマトグラフィー、遠心分離法を用いた単層カーボンナノチューブの分離精製 III
	第9回 クロマトグラフィー、遠心分離法を用いた単層カーボンナノチューブの分離精製 IV
	第10回 クロマトグラフィー、遠心分離法を用いた単層カーボンナノチューブの分離精製 V
	第11回 分離精製された単層カーボンナノチューブを用いた薄膜作製とその評価 I
	第12回 分離精製された単層カーボンナノチューブを用いた薄膜作製とその評価 II
	第13回 分離精製された単層カーボンナノチューブを用いた薄膜作製とその評価 III
	第14回 分離精製された単層カーボンナノチューブを用いた薄膜作製とその評価 IV
	第15回 分離精製された単層カーボンナノチューブを用いた薄膜作製とその評価 V
評価方法・基準	: 平常点(20～30%)と、研究・実験・演習・論文紹介の実施状況(70～80%)により評価する。
教 材 な ど	: 参考書等：A. Jorio, M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus (Eds.), <i>Carbon Nanotubes</i> (Springer 2007) H. -S. Philip Wong and Deji Akinwande, <i>Carbon Nanotube and Graphene Device Physics</i> (Cambridge University Press 2011) 他、単層カーボンナノチューブについて新たに出版された論文、図書を適宜利用する。
備 考	:

■ SP075

科 目 名	: エネルギー・環境科学特別研究 A
担 当 者	: 大森 隆
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: エネルギー・環境科学に関する修士論文研究を行うための専門知識、技術を習得する。
授業内容・方法	: 参考書、論文の輪読、講義、および研究ディスカッション、実験
授 業 計 画	: 研究テーマは地球温暖化防止に貢献できる課題が中心となる。例えば、自然エネルギー特に太陽光利用による水電解水素製造が挙げられる。また水素エネルギー貯蔵、CO2 削減・有効利用技術といったものが挙げられる。
評価方法・基準	: 研究に関する全般的な能力について評価する。
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	:

■ SP076

科 目 名	: エネルギー・環境科学特別研究 B
担 当 者	: 大森 隆
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: エネルギー・環境科学に関する修士論文研究を行うための専門知識、技術を習得し修論研究を進める。
授業内容・方法	: 研究ディスカッション、実験、参考書、論文の輪読、講義
授 業 計 画	: 研究テーマは地球温暖化防止に貢献できる課題が中心となる。例えば、自然エネルギー特に太陽光利用による水電解水素製造が挙げられる。また水素エネルギー貯蔵、CO2 削減・有効利用技術といったものが挙げられる。
評価方法・基準	: 研究に関する全般的な能力について評価する。
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	:

■ SP077

科 目 名	: エネルギー・環境科学特別研究C
担 当 者	: 大森 隆
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: エネルギー・環境科学に関する修士論文研究テーマにより独自の研究成果を出す。そして学会、論文発表ができる程度の研究能力を身に付ける。
授業内容・方法	: 実験、研究ディスカッション、必要に応じて参考書、論文を読む。
授 業 計 画	: 研究テーマは地球温暖化防止に貢献できる課題が中心となる。例えば、自然エネルギー特に太陽光利用による水電解水素製造が挙げられる。 修士論文研究課題について、実験を本格的に進め、独自の研究成果により修士論文作成を進める。
評価方法・基準	: 研究に関する全般的な能力について評価する。
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	:

■ SP078

科 目 名	: エネルギー・環境科学特別研究D
担 当 者	: 大森 隆
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: エネルギー・環境科学に関する修士論文研究テーマにより、独自の研究成果を出し修士論文を完成させる。そして学会、論文発表ができる程度の研究能力を身に付ける。
授業内容・方法	: 実験、研究ディスカッション、必要に応じて参考書、論文を読む。
授 業 計 画	: 研究テーマは地球温暖化防止に貢献できる課題が中心となる。例えば、自然エネルギー特に太陽光利用による水電解水素製造が挙げられる。 修士論文研究課題について、実験を本格的に進め、独自の研究成果により修士論文を完成させる。
評価方法・基準	: 研究に関する全般的な能力について評価する。
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	:

■ SP079

科 目 名	: 宇宙物理学特別研究 A
担 当 者	: 原 哲也
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 宇宙創成論における物理的な基礎的問題の理解
授業内容・方法	: 場の量子論の基礎の学習、もしくは膨張宇宙における揺らぎの発生とその成長に関する諸問題の検討
授 業 計 画	場の量子論の基礎の学習の問題については、例えば以下を予定している。 I. 概要 量子場理論、重力、 強い相互作用、弱い相互作用 II. 粒子の相対論的波動方程式 クライン - ゴールドン方程式、 ディラック方程式、 反粒子の予言、ディラックスピノール、 非相対論的近似と電子の磁気モーメント マックスウェル方程式 III. ラグランジュ形式、対称性、ゲージ場 Particle mechanics におけるラグランジュ形式
評価方法・基準	: 宇宙創成論における諸問題の理解、講義、学習への態度、理解へ至るまでの努力
教 材 な ど	Ryder 「Quantum Field Theory」 (Cambridge) Mukhanov & Winitzki 「Introduction to Quantum Effects in Gravity」 (Cambridge)
備 考	場合によっては、 Hawking 「The path-integral approach to quantum gravity」、 Weinberg 「Ultraviolet divergences in quantum theories of gravitation」 (General Relativity: Hawking & Israel; Cambridge)、 Aitchison & Hey 「Gauge Theories in Particle Physics」 (Taylor & Francis) 等を参照する。

■ SP080

科 目 名	: 宇宙物理学特別研究B
担 当 者	: 原 哲也
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 宇宙創成論における物理的な基礎的問題の理解
授業内容・方法	: 場の量子論の基礎の学習、もしくは膨張宇宙における揺らぎの発生とその成長に関する諸問題の検討
授 業 計 画	場の量子論の基礎の学習の問題については春学期に続いて、例えば以下を予定している。 III. ラグランジュ形式、対称性、ゲージ場 Particle mechanics におけるラグランジュ形式 実スカラー場：変分原理とネーターの理論 複素スカラー場と電磁場、ヤング - ミル場、ゲージ場の幾何学 IV. 正準量子化と粒子解釈 実のクライン - ゴールドン場、複素クライン - ゴールドン場、ディラック場 電磁場、質量のあるベクトル場 V. 経路積分と量子力学 量子力学の経路積分形式、摂動論とS行列、クーロン散乱、 汎関数計算、経路積分のその他の性質 VI. 経路積分による量子化とファイマン規則 スカラー場の生成関数、汎関数積分
評価方法・基準	: 宇宙創成論における諸問題の理解、講義、学習への態度、理解へ至るまでの努力
教 材 な ど	Ryder 「Quantum Field Theory」 (Cambridge) Mukhanov & Winitzki 「Introduction to Quantum Effects in Gravity」 (Cambridge)
備 考	場合によっては、 Hawking 「The path-integral approach to quantum gravity」、 Weinberg 「Ultraviolet divergences in quantum theories of gravitation」 (General Relativity: Hawking & Israel; Cambridge)、 Aitchison & Hey 「Gauge Theories in Particle Physics」 (Taylor & Francis) 等を参照する。

■ SP081

科 目 名	: 宇宙物理学特別研究C
担 当 者	: 原 哲也
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 宇宙論における物理的な問題の発見とその解決
授業内容・方法	: 膨張宇宙における揺らぎの発生とその成長に関する諸問題の検討、もしくは場の量子論の基礎の学習
授 業 計 画	膨張宇宙における揺らぎの問題については、例えば以下を予定している。 I. 地平線通過における場の揺らぎの生成 インフレーション時における質量ゼロのスカラー場の量子論 量子から古典への遷移、計算における線形修正 摂動論における非ガウス分布、摂動論における高次の項について、 統計学的な場の進化、初期のテンソル摂動、 インフレーション時に生成された揺らぎからの粒子創生 II. 地平線通過における曲率揺らぎの生成 人間原理からの曲率揺らぎに対する制限 標準理論におけるスペクトルの予言 小さな場のモデルによるテンソルの割合とその制限 標準理論における非ガウス分布の予言 曲率揺らぎ補正へのループの寄与 スローロール近似を超えた標準理論の枠組 K - インフレーション、W a r m インフレーション
評価方法・基準	: 膨張宇宙における諸問題の発見、理解、講義、学習への態度、理解へ至るまでの努力
教 材 な ど	: Lyth & Liddle 「The Primordial Density Perturbation」 (Cambridge) Mukhanov 「Physical Foundation of Cosmology」 (Cambridge)
備 考	: 場合によっては、 Ryder 「Quantum Field Theory」 (Cambridge)、 Mukhanov & Winitzki 「Introduction to Quantum Effects in Gravity」 (Cambridge)、 Aitchison & Hey 「Gauge Theories in Particle Physics」 (Taylor & Francis) 等を参照する。

■ SP082

科 目 名	: 宇宙物理学特別研究D
担 当 者	: 原 哲也
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 宇宙論における物理的な問題の発見とその解決
授業内容・方法	: 膨張宇宙における揺らぎの発生とその成長に関する諸問題の検討、もしくは場の量子論の基礎の学習
授 業 計 画	膨張宇宙における揺らぎの問題については、春学期に続き、例えば以下を予定している。 Ⅲ. 地平線通過後における曲率揺らぎと 曲率揺らぎとに対する膨張率 (δN) の関係、 ζ に対するスペクトル ζ に対する非ガウス分布、 曲率場の標準的理論の枠組み 非一様な崩壊率、曲率揺らぎを生成する他の方法 Ⅳ. 初期の等曲率揺らぎの生成 アキシオン CDM 等曲率ゆらぎ、CDM もしくはバリオン等曲率ゆらぎの相関 ニュートリノの等曲率ゆらぎ Ⅴ. スローロール近似のインフレーションと観測 歴史的な背景、永遠にインフレーション、場の理論とインフレーション η 問題、丘の上 (Hill top) インフレーション、岩棚 (Ledge) インフレーション、 GUT (統一理論モデル) インフレーション、D- 項インフレーション 大きな場のモデル
評価方法・基準	: 膨張宇宙における諸問題の発見、理解、講義、学習への態度、理解へ至るまでの努力
教 材 な ど	Lyth & Liddle 「The Primordial Density Perturbation」 (Cambridge) Mukhanov 「Physical Foundation of Cosmology」 (Cambridge)
備 考	場合によっては、 Ryder 「Quantum Field Theory」 (Cambridge)、 Mukhanov & Winitzki 「Introduction to Quantum Effects in Gravity」 (Cambridge)、 Aitchison & Hey 「Gauge Theories in Particle Physics」 (Taylor & Francis) 等を参照する。

■ SP083

科 目 名	: 天文学特別研究A
担 当 者	: 河北 秀世
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 修士論文作成の前段階として、星間物質全般、星・惑星系形成過程に関する基礎的な知識を身につけるとともに、観測から得られたデータの処理、解析を行う。
授業内容・方法	: 目的天体を絞り、観測を随時行う。観測は京都産業大学 1.3m 望遠鏡のほか、世界最大級の望遠鏡を使うための観測提案を提出する。ソフトウェアを使用し、観測で得られたデータの処理、解析を行う。
授 業 計 画	: まずは、受講者の興味のある天体と、それに伴いどのようなサイエンスができるか、議論を行う。そのサイエンスの方向に基づき、相応の望遠鏡と装置で天体の観測を行う。サイエンスによっては、受講者が装置開発をすることになる可能性があるので、その場合は早めに相談をすること。
	観測データを取得後は、そのデータの処理を行う。そのために使用した装置、望遠鏡の特性などを知る必要があるので随時講義を行いながら、処理を進める。データの処理は授業時間内では終わらないことが想定されるので、予習としてデータの処理に意欲的に取り組むことが望まれる。 データ処理後は、データの解析に取り組む。目指すサイエンスによって解析手法が異なるので、随時講義を行う。また場合によっては解析のためのプログラムを組む。 授業では、原則、研究の進捗報告をしてもらう。実験・演習の講義では、受講者自らが考え、疑問を持ち、それを解決する力を養うことが目的である。従って授業内だけでなく、予習や復習、観測、データ処理・解析の一連の流れに意欲的に取り組むことが望まれる。また、データの解析には基礎的な物理学の知識が必要になるので、物理の基本法則などはきちんと把握しておくこと。不明な点がある場合は、すぐに相談にくること。最後の講義では、この授業において行ったこと、学んだことをプレゼンテーションしてもらう。その内容をレポートにまとめ、提出すること。
評価方法・基準	: 平常点(30%)とレポート(70%)で評価する。
教 材 な ど	: 随時、指示する。
備 考	:

■ SP084

科 目 名	: 天文学特別研究B
担 当 者	: 河北 秀世
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 修士論文作成の前段階として、観測から得られたデータの処理、解析を行い、査読付き論文誌に発表できるレベルの内容をまとめる。「観測、データ処理・解析、議論、論文としてまとめる」という、研究の一連の流れを経験する。
授業内容・方法	: 春学期に得られた観測データを用いて、引き続きデータの解析を行う。その後、受講者と議論を行い、最終的には、査読付き論文誌に投稿できるような内容の論文（英語）をまとめる。
授 業 計 画	: 春学期に引き続き、観測データの取得および処理・解析を行う。観測で得られたデータをもとに、どのような物理量を求めることができるのか、随時教材を用いて指導を行う。また、受講者の興味のある観測手法だけでなく、様々な観測手法についても学習し、一般的な知識を身につける。 春学期には観測データの処理の一連の流れを学んだが、秋学期にはデータ処理を短時間でできるようなスクリプトなどを受講者に組んでもらう。こうしたプログラミングによる成果（ソースコード）も期末レポートの一部とする。 データ解析においても、手作業での解析に時間がかかる場合、あるいはプログラムを組んだ方が精度良く解析できる場合には、随時プログラミングを行う（C言語、FORTRAN等を用いる）。プログラミングに関する基礎知識は随時教材等を用いて指導する。こうした成果も期末レポートの一部とする。最終授業では、受講者に1年を通して学んだことをプレゼンテーションしてもらい、その内容をレポートとしてまとめ、提出すること。授業では、原則、研究の進捗報告をしてもらう。実験・演習の講義では、受講者自らが考え、疑問を持ち、それを解決する力を養うことが目的である。従って授業内だけでなく、予習や復習、観測、データ処理・解析の一連の流れに意欲的に取り組むことが望まれる。また、データの解析には基礎的な物理学の知識が必要になるので、物理の基本法則などはきちんと把握しておくこと。不明な点がある場合は、すぐに相談にいくこと。
評価方法・基準	: 平常点(30%)とレポート(70%)で評価する。
教 材 な ど	: 随時、指示する。
備 考	:

■ SP085

科 目 名	: 天文学特別研究C
担 当 者	: 河北 秀世
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 修士論文作成に向けて、観測から得られたデータの処理、解析を行うと共に、観測結果の解釈に必要な物理化学モデルの構築を進める。
授業内容・方法	: 目的天体を絞り、観測を随時行う。観測は京都産業大学 1.3m 望遠鏡のほか、世界最大級の望遠鏡を使うための観測提案を提出する。ソフトウェアを使用し、観測で得られたデータの処理、解析を行う。また、観測結果の解釈に必要な物理化学モデルを構築し、観測結果との比較を通じて、天体の物理状態に迫る。
授 業 計 画	: まずは、受講者の興味のサイエンスの方向に基づき、相応の望遠鏡と装置で天体の観測を行う。観測データを取得後は、そのデータの処理を行う。そのために使用した装置、望遠鏡の特性などを知る必要があるので随時講義を行いながら、処理を進める。データの処理は授業時間内では終わらないことが想定されるので、予習としてデータの処理に意欲的に取り組むことが望まれる。データ処理後は、データの解析に取り組む。目指すサイエンスによって解析手法が異なるので、随時講義を行う。また場合によっては解析のためのプログラムを組む。さらに、得られた結果を解釈するための物理化学モデルを構築し、観測結果との比較を通じて天体の物理状態を明らかにし、受講者のサイエンスに基づいた議論を行う。 授業では、原則、研究の進捗報告をしてもらう。実験・演習の講義では、受講者自らが考え、疑問を持ち、それを解決する力を養うことが目的である。従って授業内だけでなく、予習や復習、観測、データ処理・解析の一連の流れに意欲的に取り組むことが望まれる。また、データの解析には基礎的な物理学の知識が必要になるので、物理の基本法則などはきちんと把握しておくこと。不明な点がある場合は、すぐに相談にいくこと。最後の講義では、この授業において行ったこと、学んだことをプレゼンテーションしてもらう。その内容をレポートにまとめ、提出すること。
評価方法・基準	: 平常点(30%)とレポート(70%)で評価する。
教 材 な ど	: 随時、指示する。
備 考	:

■ SP086

科 目 名	: 天文学特別研究D
担 当 者	: 河北 秀世
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 修士論文作成の前段階として、観測から得られたデータの処理、解析を行い、査読付き論文誌に発表できるレベルの内容をまとめる。「観測、データ処理・解析、議論、論文としてまとめる」という、研究の一連の流れを経験する。
授業内容・方法	: 春学期に得られた観測データを用いて、引き続きデータの解析を行う。その後、受講者と議論を行い、最終的には、査読付き論文誌に投稿できるだけのレベルをもった内容の修士論文をまとめる。
授 業 計 画	春学期に引き続き、観測データの取得および処理・解析を行う。観測で得られたデータをもとに、どのような物理量を求めることができるのか、随時教材を用いて指導を行う。また、受講者の興味のある観測手法だけでなく、様々な観測手法についても学習し、一般的な知識を身につける。 春学期には観測データの処理の一連の流れを学んだが、秋学期にはデータ処理を短時間でできるようなスクリプトなどを受講者に組んでもらう。こうしたプログラミングによる成果（ソースコード）も期末レポートの一部とする。データ解析においても、手作業での解析に時間がかかる場合、あるいはプログラムを組んだ方が精度良く解析できる場合には、随時プログラミングを行う（C言語、FORTRAN等を用いる）。プログラミングに関する基礎知識は随時教材等を用いて指導する。こうした成果も期末レポートの一部とする。最終授業では、受講者に1年を通して学んだことをプレゼンテーションしてもらい、その内容をレポートとしてまとめ、提出すること。また、これまでの結果を踏まえて包括的な議論を行い、最終的には、その成果を修士論文としてまとめる。 授業では、原則、研究の進捗報告をしてもらう。実験・演習の講義では、受講者自らが考え、疑問を持ち、それを解決する力を養うことが目的である。従って授業内だけでなく、予習や復習、観測、データ処理・解析の一連の流れに意欲的に取り組むことが望まれる。また、データの解析には基礎的な物理学の知識が必要になるので、物理の基本法則などはきちんと把握しておくこと。不明な点がある場合は、すぐに相談にいくこと。
評価方法・基準	: 平常点(30%)とレポート(70%)で評価する。
教 材 な ど	: 随時、指示する。
備 考	:

■ SP087

科 目 名	: 観測的宇宙論特別研究 A
担 当 者	: 米原 厚憲
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 観測的宇宙論をテーマとした研究を行っていく上で必須の、理論的基礎に基づく数値計算の手法について、その基本と計算結果の正しい解釈の仕方を身につけることを目標とする。
授業内容・方法	: 実際の天体や現象の基礎理論に基づく理論モデルについて学び、その知識に基づいて、数値計算の手法を身につけ、コーディング、計算の実行、結果の解釈を行う。
授 業 計 画	: 天体の形成・進化、あるいは天体现象についての理論を習得するにあたり、重力・流体力学・輻射過程といった基礎物理を避けて通ることはできない。これらの実践的な演習ととらえる事もできる、以下のようなテーマについて、具体的な計算スキームの習得も含めて取り組む。 1. 大規模構造・銀河団・銀河などの構造形成における重力多体問題 2. 原始惑星系円盤・ブラックホール降着円盤に関する流体計算 3. 宇宙塵による電磁波の吸収・再放射に関する輻射輸送計算 なお、これらを更に発展させることで、実際の研究へと繋がっていくものである。
評価方法・基準	: 平常点 50%、研究への取り組み 50%
教 材 な ど	: 必要な資料・文献を適宜配付する。
備 考	: 週時間数以上の取り組みが必要となる場合もある。

■ SP088

科 目 名	: 観測的宇宙論特別研究B
担 当 者	: 米原 厚憲
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 観測的宇宙論をテーマとした研究を行っていく上で必須の、観測データの取得に関する基礎事項と、得られた観測データを解析し知りたい物理量を得る方法について身につけることを目標とする。
授業内容・方法	: 実際の天体や現象について、既に得られている観測データをデータアーカイブなどから取得、そのデータの解析を行い、その天体や現象に関する物理の正しい理解を行う。
授 業 計 画	: 撮像・測光データは、天体観測で得られるデータの中でも、一番単純で分かりやすい類のデータであると考えられる。このデータを利用して、天体から発せられる電磁波のエネルギー量とその時間変化を正確に測定する手法について、具体的な研究テーマに関連付けながら学ぶ。 1. D I A法を利用した、トランジット現象時・マイクロレンズ現象時の光度変化の測定 2. 多重像をもつクェーサーのように、広がった天体のイメージ中に埋もれた他の天体の光度測定 また、クェーサー周りの広がった輝線放射領域について、撮像・分光装置による観測データをデータアーカイブ等を利用して取得、分光データについての基礎を学びながら、それらのサイズ測定を行うことも考えている。
評価方法・基準	: 平常点 50%、研究への取り組み 50%
教 材 な ど	: 必要な資料・文献を適宜配付する。
備 考	: 週時間数以上の取り組みが必要となる場合もある。

■ SP089

科 目 名	: 観測的宇宙論特別研究C
担 当 者	: 米原 厚憲
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 天体や現象に関するテーマを取り上げ、その観測データの見方と理論的な解釈の仕方の両方を身につけることで、正しく自然現象を理解する力を養うことを目標とする。
授業内容・方法	: 天体や現象の観測データの取得（データアーカイブの利用も含む）とその解析、ならびにその再現を可能とする数値計算プログラムの作成を行う。また、そのために必要な専門的な文献の理解も並行して行う。
授 業 計 画	高精度測光や様々な観測量・物理量間の相関抽出のための、統計的手法の習得を行う。特に、観測結果の解釈の際に付きまとう、様々なバイアス・系統誤差といったものについて正しく理解する。そしてこれらの手法・知識を、実際に神山天文台で取得した観測データに対して適応して、実際の研究につながる演習を行う。 実際の観測としては、以下のようなテーマを考えている。 1. 太陽系外惑星のトランジット観測 2. 銀河系内におけるマイクロレンズ現象のフォローアップ観測 3. 多重像をもつクェーサーのモニタリング観測
評価方法・基準	: 平常点 50%、研究への取り組み 50%
教 材 な ど	: 必要な資料・文献を適宜配付する。
備 考	: 週時間数以上の取り組みが必要となる場合もある。

■ SP090

科 目 名	: 観測的宇宙論特別研究D
担 当 者	: 米原 厚憲
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 天体や現象に関するテーマを取り上げ、その観測データの見方と理論的な解釈の仕方の両方を身につけることで、正しく自然現象を理解する力を養うことを目標とする。
授業内容・方法	: 天体や現象の観測データの取得（データアーカイブの利用も含む）とその解析、ならびにその再現を可能とする数値計算プログラムの作成を行う。また、そのために必要な専門的な文献の理解も並行して行う。
授 業 計 画	実際に観測データを取得することとは別に、観測対象となっている天体・現象に対しての理論的なモデルを学ぶ。その後、数値計算による様々な理論的な予測と観測結果を比較することで、実際の観測結果から様々な物理量を導く。実際に行う観測との関係から、以下のようなテーマを考えている。 1. トランジット時の光度変化を利用した惑星・恒星大気の構造解明 2. マイクロレンズ現象時の光度変化による恒星大気の減光則の測定 3. 多重像をもつクェーサーの時間の遅れによる宇宙論パラメーターの測定 4. クェーサーマイクロレンズ現象時の光度変化を利用したクェーサー中心部の空間構造解明
評価方法・基準	: 平常点 50%、研究への取り組み 50%
教 材 な ど	: 必要な資料・文献を適宜配付する。
備 考	: 週時間数以上の取り組みが必要となる場合もある。

■ SP091

科 目 名	:	観測宇宙物理学特別研究A
担 当 者	:	岸本 真
週 時 間 数	:	4
単 位 数	:	4
配 当 年 次	:	1 年
開 講 期 間	:	春学期
授 業 目 標	:	観測を主体とする宇宙物理学の研究、特に巨大ブラックホール系の構造研究、あるいは様々な天体の高空間分解能観測を追求する研究を行なう。まずはテーマあるいは扱うデータを初歩的なものに絞り、最初の結果を得ることを目標とする。
授業内容・方法	:	議論・演習・実習形式
授 業 計 画	:	第1回 データ初期処理1と基礎文献講読：輻射過程 第2回 データ初期処理2と基礎文献講読：星間空間物理 第3回 データ初期処理3と基礎文献講読：質量降着過程 第4回 データ初期処理4と基礎文献講読：質量放出過程 第5回 データ初期処理5：修士論文初期原稿「基礎事項」の章を執筆指導・提出 第6回 データ整約1と現象文献講読：統一モデル 第7回 データ整約2と現象文献講読：光度関数 第8回 データ整約3と現象文献講読：広視野サーベイ 第9回 データ整約4と現象文献講読：質量関数 第10回 データ整約5：修士論文初期原稿「研究の背景」の章を執筆指導・提出 第11回 初期結果の獲得1と研究前線文献講読：降着円盤スケール 第12回 初期結果の獲得2と研究前線文献講読：トーラススケール 第13回 初期結果の獲得3と研究前線文献講読：輝線領域スケール 第14回 初期結果の獲得4と研究前線文献講読：母銀河スケール 第15回 初期結果の獲得5：修士論文初期原稿「観測データ」の章を執筆指導・提出
評価方法・基準	:	研究に対する姿勢(40%)と提出した章の内容(60%)で評価する。
教 材 な ど	:	適宜指定する
備 考	:	

■ SP092

科 目 名	:	観測宇宙物理学特別研究B
担 当 者	:	岸本 真
週 時 間 数	:	4
単 位 数	:	4
配 当 年 次	:	1 年
開 講 期 間	:	秋学期
授 業 目 標	:	観測を主体とする宇宙物理学の研究、特に巨大ブラックホール系の構造研究、あるいは様々な天体の高空間分解能観測を追求する研究を行なう。春学期で得た最初の結果を吟味し、さらにデータ解析を進める。
授業内容・方法	:	議論・演習・実習形式
授 業 計 画	:	第 1 回 データ解析 1 と観測法文献講読：撮像・分光・面分光 第 2 回 データ解析 2 と観測法文献講読：偏光 第 3 回 データ解析 3 と観測法文献講読：補償光学 第 4 回 データ解析 4 と観測法文献講読：干渉計 第 5 回 データ解析 5：修士論文初期原稿「データ解析」の章を執筆指導・提出 第 6 回 初期結果の解析 1 と研究前線文献講読：赤外線 第 7 回 初期結果の解析 2 と研究前線文献講読：可視光・紫外域 第 8 回 初期結果の解析 3 と研究前線文献講読：電波・サブミリ波 第 9 回 初期結果の解析 4 と研究前線文献講読：X 線・ガンマ線 第 10 回 初期結果の解析 5：修士論文初期原稿「結果」の章を執筆指導・提出 第 11 回 解析と結果の議論 1 と関連論文講読 第 12 回 解析と結果の議論 2 と関連論文講読 第 13 回 解析と結果の議論 3 と関連論文講読 第 14 回 解析と結果の議論 4 と関連論文講読 第 15 回 解析と結果の議論 5：修士論文初期原稿「議論」の章を執筆指導・提出
評価方法・基準	:	研究に対する姿勢(40%)と提出した章の内容(60%)で評価する。
教 材 な ど	:	適宜指定する
備 考	:	

■ SP093

科 目 名	:	観測宇宙物理学特別研究C
担 当 者	:	岸本 真
週 時 間 数	:	4
単 位 数	:	4
配 当 年 次	:	2年
開 講 期 間	:	春学期
授 業 目 標	:	観測を主体とする宇宙物理学の研究、特に巨大ブラックホール系の構造研究、あるいは様々な天体の高空間分解能観測を追求する研究を行なう。テーマあるいは扱うデータをさらに進んだものとし、それに対して大雑把な最初の結果を得ることを目標とする。
授業内容・方法	:	議論・演習・実習形式
授 業 計 画	:	第1回 データ初期処理1と基礎文献講読：輻射過程2 第2回 データ初期処理2と基礎文献講読：星間空間物理2 第3回 データ初期処理3と基礎文献講読：質量降着過程2 第4回 データ初期処理4と基礎文献講読：質量放出過程2 第5回 データ初期処理5：修士論文「基礎事項」の章を拡充・提出 第6回 データ整約1と現象文献講読：統一モデル2 第7回 データ整約2と現象文献講読：光度関数2 第8回 データ整約3と現象文献講読：広視野サーベイ2 第9回 データ整約4と現象文献講読：質量関数2 第10回 データ整約5：修士論文「研究の背景」の章を拡充・提出 第11回 進んだデータ初期結果の獲得1と研究前線文献講読：降着円盤スケール2 第12回 進んだデータ初期結果の獲得2と研究前線文献講読：トーラススケール2 第13回 進んだデータ初期結果の獲得3と研究前線文献講読：輝線領域スケール2 第14回 進んだデータ初期結果の獲得4と研究前線文献講読：母銀河スケール2 第15回 進んだデータ初期結果の獲得5：修士論文「観測データ」の章を拡充・提出
評価方法・基準	:	研究に対する姿勢(40%)と提出した章の内容(60%)で評価する。
教 材 な ど	:	適宜指定する
備 考	:	

■ SP094

科 目 名	:	観測宇宙物理学特別研究D
担 当 者	:	岸本 真
週 時 間 数	:	4
単 位 数	:	4
配 当 年 次	:	2年
開 講 期 間	:	秋学期
授 業 目 標	:	観測を主体とする宇宙物理学の研究、特に巨大ブラックホール系の構造研究、あるいは様々な天体の高空間分解能観測を追求する研究を行なう。春学期で得た、進んだデータに対する結果を吟味し、さらにデータ解析を進め、最終的な論文にまとめる。
授業内容・方法	:	議論・演習・実習形式
授 業 計 画	:	第1回 詳しいデータ解析1と観測法文献講読：撮像・分光・面分光2 第2回 詳しいデータ解析2と観測法文献講読：偏光2 第3回 詳しいデータ解析3と観測法文献講読：補償光学2 第4回 詳しいデータ解析4と観測法文献講読：干渉計2 第5回 詳しいデータ解析5：修士論文「データ解析」の章を拡充 第6回 最終結果の集約1と研究前線文献講読：赤外線2 第7回 最終結果の集約2と研究前線文献講読：可視光・紫外域2 第8回 最終結果の集約3と研究前線文献講読：電波・サブミリ波2 第9回 最終結果の集約4と研究前線文献講読：X線・ガンマ線2 第10回 最終結果の集約5：修士論文「結果」の章を拡充 第11回 解析と最終結果の議論1と関連論文講読 第12回 解析と最終結果の議論2と関連論文講読 第13回 解析と最終結果の議論3と関連論文講読 第14回 解析と最終結果の議論4と関連論文講読 第15回 解析と最終結果の議論5：修士論文「議論」の章を拡充
評価方法・基準	:	研究に対する姿勢(40%)と提出した章の内容(60%)で評価する。
教 材 な ど	:	適宜指定する
備 考	:	

■ SP095

科 目 名	: 惑星大気観測特別研究 A
担 当 者	: 佐川 英夫
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 惑星大気を観測的に研究していく上で必須となる理論的なバックグラウンド, 数値計算手法, 確率・統計理論に基づく誤差論を学ぶ.
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にしたセミナー形式で行なう. 計算機によるプログラミングなどを実際に行う.
授 業 計 画	第 1 回 大気の輻射輸送(1): 物理的記述 第 2 回 大気の輻射輸送(2): 分子分光光学 第 3 回 大気の輻射輸送(3): 輻射輸送方程式 第 4 回 大気の輻射輸送(4): 散乱大気の取り扱い 第 5 回 大気の輻射輸送(5): 数値計算による取り扱い 第 6 回 大気の輻射輸送(6): 数値計算での近似法 第 7 回 撮像データの取り扱い(1): 様々な画像処理 第 8 回 撮像データの取り扱い(2): 連続データの解析 第 9 回 キャリブレーションの重要性(1): 分光データ 第 10 回 キャリブレーションの重要性(2): 撮像データ 第 11 回 誤差論(1): 確度と精度 第 12 回 誤差論(2): 誤差解析 第 13 回 観測データ解析のための計算機プログラミング(1): Fortran 第 14 回 観測データ解析のための計算機プログラミング(2): Python, IDL 第 15 回 観測データ解析のための計算機プログラミング(3): iraf, AIPS, CASA 他
評価方法・基準	・ 輪講への取り組み: 50% ・ 課題レポート: 50%
教 材 な ど	: 必要な資料・教材を適宜配布する.
備 考	: 上記の週時間以上の取り組みが必要となる場合もある.

■ SP096

科 目 名	: 惑星大気観測特別研究B
担 当 者	: 佐川 英夫
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 本科目では、惑星大気観測特別研究Aに引き続き、惑星大気を観測的に研究していく上で必要となる知識を身に付けていく。最新の観測技術の展開を学んでいくことで、新規サイエンスに実施に必要な観測方法を見出していく。来年度は実際の観測データを解析していくことになるが、その為に、神山天文台あるいは国内外の共同利用天文台の利用を検討し、必要であれば観測提案を行う。
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にしたセミナー形式で行なう。計算機によるプログラミングなどを実際に行う。
授 業 計 画	第1回 光学望遠鏡の集光原理 第2回 撮像観測手法(1): 可視光検出器の動作原理 第3回 撮像観測手法(2): 赤外線検出器の動作原理 第4回 分光観測手法(1): 低分散分光 第5回 分光観測手法(2): 中・高分散分光 第6回 分光観測手法(3): ヘテロダイン検波 第7回 干渉計の原理(1): 可視赤外領域 第8回 干渉計の原理(2): 電波・サブミリ波 第9回 干渉計の原理(3): 今後の展開 第10回 地上観測と飛翔体探査 第11回 飛翔体による探査(1): 地球大気観測衛星 第12回 飛翔体による探査(2): 金星, 火星探査衛星 第13回 飛翔体による探査(3): 木星以遠の惑星大気の探査 第14回 観測計画の立案(1): 観測プロポーザルの書き方 第15回 観測計画の立案(2): 観測フィージビリティの検討
評価方法・基準	・ 輪講への取り組み: 50% ・ 課題レポート: 50%
教 材 な ど	: 必要な資料・教材を適宜配布する。
備 考	: 上記の週時間以上の取り組みが必要となる場合もある。

■ SP097

科 目 名	: 惑星大気観測特別研究C
担 当 者	: 佐川 英夫
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 本科目では、観測データを実際に解析し、惑星大気に関する知見を導出していく。
授業内容・方法	: 観測データの取得、解析、考察といった研究を各自で行っていく。各回の授業時には、研究の進捗報告および解析上の問題点へのアドバイスなどを行う。その活動と並行して、以下の授業計画で示すように、観測テーマに関連した先行研究論文、データ解析アルゴリズムの教科書などを精読する。
授 業 計 画	: - 第1回 データ解析：キャリブレーション - 第2回 観測量から物理量の導出(1)：ill-posed な逆問題 - 第3回 観測量から物理量の導出(2)：フォワードモデルとは - 第4回 観測量から物理量の導出(3)：装置関数 - 第5回 観測量から物理量の導出(4)：ヤコビアン - 第6回 観測量から物理量の導出(5)：反転解析手法 - 第7回 観測量から物理量の導出(6)：非線形問題 - 第8回 反転解析(1)：ベイズ推定 - 第9回 反転解析(2)：Maximum A Posteriori - 第10回 反転解析(3)：Minimum Variance Solution - 第11回 反転解析(4)：Levenberg-Marquardt 法 - 第12回 反転解析(5)：Tikhonov Regularization - 第13回 反転解析(6)：Backus-Gilbert 法 - 第14回 反転解析(7)：Kalman Filter - 第15回 誤差解析論
評価方法・基準	: ・ 輪講への取り組み：50% ・ 課題レポート：50%
教 材 な ど	: 必要な資料・教材を適宜配布する。
備 考	: 上記の週時間以上の取り組みが必要となる場合もある。

■ SP098

科 目 名	: 惑星大気観測特別研究D
担 当 者	: 佐川 英夫
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 本科目では、観測データの解析結果に対して、考察・議論を深めたものを論文としてまとめていく。
授業内容・方法	: 春学期の惑星大気観測特別研究Cに継続する形で、観測データの取得、解析、考察といった研究を各自で行っていく。最終的には、ジャーナルへの投稿論文としても耐えうる（それ以上の）レベルでの修士論文としてまとめる。各回の授業時には、研究の進捗報告および解析上の問題点へのアドバイスなどを行う。その活動と並行して、以下の授業計画で示すように、様々な惑星大気の観測的研究テーマに関する関連論文を輪読し、惑星大気における物理化学的知識の広いバックグラウンドを習得する。
授 業 計 画	第1回 惑星大気流体力学(1)：大気の物理的記述 第2回 惑星大気流体力学(2)：地球型惑星の大気大循環 第3回 惑星大気流体力学(3)：惑星間の大気大循環の比較 第4回 惑星大気流体力学(4)：大気散逸 第5回 惑星大気化学(1)：地球における O ₃ 化学 第6回 惑星大気化学(2)：金星・火星での CO ₂ サイクル 第7回 惑星大気化学(3)：巨大ガス惑星における大気化学 第8回 惑星大気化学(4)：タイタン大気化学 第9回 氷衛星の希薄大気 第10回 同位体比分別(1)：酸素同位体比 第11回 同位体比分別(2)：水素重水素比 第12回 同位体比分別(3)：窒素、硫黄の同位体比分別 第13回 オルト・パラ比 第14回 大気進化 第15回 系外惑星大気
評価方法・基準	・ 輪講への取り組み：50% ・ 課題レポート：50%
教 材 な ど	: 必要な資料・教材を適宜配布する。
備 考	: 上記の週時間以上の取り組みが必要となる場合もある。

■ SP099

科 目 名	: 惑星気象学特別研究 A
担 当 者	: 高木 征弘
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 惑星大気中に存在する代表的な波動のメカニズムや性質を理解する。
授業内容・方法	: 大気波動論を中心にセミナー形式で学習する。
授 業 計 画	第 1 回 基礎方程式 (1) - 運動方程式 第 2 回 基礎方程式 (2) - 熱力学の式 第 3 回 基本場と安定性 第 4 回 方程式系の近似 (1) - Boussinesq 近似 第 5 回 方程式系の近似 (2) - 準地衡風近似 第 6 回 方程式系の近似 (3) - Primitive 方程式系 第 7 回 波の理論 第 8 回 重力波 (1) - 分散関係 第 9 回 重力波 (2) - 空間構造 第 10 回 慣性重力波 (1) - 分散関係 第 11 回 慣性重力波 (2) - 空間構造 第 12 回 ロスビー波 (1) - 2 次元のロスビー 第 13 回 ロスビー波 (2) - 成層流体中のロスビー波 第 14 回 球面上の波 (1) - 浅水方程式系と鉛直構造方程式 第 15 回 球面上の波 (2) - 球面波、赤道波
評価方法・基準	・セミナーへの取り組み : 50% ・課題レポート : 50%
教 材 な ど	: その都度指示する。
備 考	:

■ SP100

科 目 名	: 惑星気象学特別研究B
担 当 者	: 高木 征弘
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 惑星大気中に存在する代表的な不安定現象のメカニズムを理解する。
授業内容・方法	: 大気循環の不安定論を中心にセミナー形式で学習する。
授 業 計 画	第 1 回 線型安定性理論 (1) - 基礎方程式 第 2 回 線型安定性理論 (2) - 初期値問題と固有値問題 第 3 回 線型安定性理論 (3) - 安定のための十分条件 第 4 回 密度成層流体 (1) - 基礎方程式 第 5 回 密度成層流体 (2) - 安定のための十分条件 第 6 回 密度成層流体 (3) - Kelvin-Helmholtz の問題 第 7 回 熱対流 (1) - Rayleigh-Benard 問題 第 8 回 熱対流 (2) - 熱対流の安定性 第 9 回 順圧不安定 (1) - 基礎方程式 第 10 回 順圧不安定 (2) - 積分定理 第 11 回 順圧不安定 (3) - 順圧不安定の物理的解釈 第 12 回 傾圧不安定 (1) - 基礎方程式 第 13 回 傾圧不安定 (2) - Eady 問題 第 14 回 傾圧不安定 (3) - Charney 問題 第 15 回 傾圧不安定 (4) - 不安定の必要条件
評価方法・基準	・セミナーへの取り組み: 50% ・課題レポート: 50%
教 材 な ど	: その都度指示する。
備 考	:

■ SP101

科 目 名	: 惑星気象学特別研究C
担 当 者	: 高木 征弘
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 大気放射過程の基礎を理解する。
授業内容・方法	: 大気の放射過程を中心にセミナー形式で学習する。
授 業 計 画	第1回 太陽放射 第2回 地球放射と放射収支 第3回 太陽定数と地球のパラメータ 第4回 放射の定義 第5回 黒体放射 第6回 放射の基本法則 (1) - 方程式 第7回 放射の基本法則 (2) - シュバルツシルトの式 第8回 放射伝達 (1) - 平行平面大気 第9回 放射伝達 (2) - 平行平面大気の大気放射 第10回 放射伝達 (3) - 透過関数 第11回 放射伝達 (4) - 太陽放射と散乱大気 第12回 気体の吸収 (1) - 分子の赤外吸収帯 第13回 気体の吸収 (2) - 吸収帯の透過関数 第14回 気体の吸収 (3) - 均質大気の透過関数 第15回 気体の吸収 (4) - 不均質大気の透過関数
評価方法・基準	・セミナーへの取り組み：50% ・課題レポート：50%
教 材 な ど	: その都度指示する。
備 考	:

■ SP102

科 目 名	: 惑星気象学特別研究D
担 当 者	: 高木 征弘
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 大気乱流理論の基礎を理解する。
授業内容・方法	: 大気乱流理論を中心にセミナー形式で学習する。
授 業 計 画	第1回 乱流場の数学的記述 (1) - 基礎方程式 第2回 乱流場の数学的記述 (2) - 一様等方性乱流 第3回 乱流場の数学的記述 (3) - フーリエ解析 第4回 乱流場の数学的記述 (4) - エネルギー方程式 第5回 乱流場の数学的記述 (5) - 波数空間でのエネルギー輸送 第6回 乱流の現象論 (1) - Kolmogorov の理論 第7回 乱流の現象論 (2) - 間欠性 第8回 乱流の現象論 (3) - Kolmogorov (1962) 第9回 乱流の現象論 (4) - カスケード理論 第10回 レイノルズ平均モデル (1) - 定式化 第11回 レイノルズ平均モデル (2) - 混合距離理論 第12回 レイノルズ平均モデル (3) - $k-\epsilon$ 型モデル 第13回 LES モデル (1) - 理論的背景 第14回 LES モデル (2) - SGS モデル 第15回 乱流の直接シミュレーション
評価方法・基準	・セミナーへの取り組み : 50% ・課題レポート : 50%
教 材 な ど	: その都度指示する。
備 考	:

■ SP103

科 目 名	: 気象力学特別研究A
担 当 者	: 高谷 康太郎
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 大気中に観測される波動について学び、気象力学の理解を深める。
授業内容・方法	: 大気波動論を中心にセミナー形式で講義を行う。
授 業 計 画	第1回 基礎方程式（1）：運動方程式 第2回 基礎方程式（2）：熱力学の式 第3回 方程式系の近似（1）：Boussinesq 近似 第4回 方程式系の近似（2）：準地衡風近似 第5回 微小振幅の波動方程式 第6回 非回転系の重力波（1）：分散関係式 第7回 非回転系の重力波（2）：短波近似 第8回 非回転系の重力波（3）：長波近似 第9回 内部重力波 第10回 慣性振動 第11回 回転系の重力波：慣性重力波 第12回 地衡風と温度風 第13回 準地衡風方程式 第14回 ロスビー波（1）：分散関係式 第15回 ロスビー波（2）：空間構造
評価方法・基準	・ セミナーへの取り組み：50% ・ 課題レポート：50%
教 材 な ど	: 適宜指示する
備 考	:

■ SP104

科 目 名	: 気象力学特別研究B
担 当 者	: 高谷 康太郎
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 1 年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 大規模大気循環を理解する上で必須の球面上成層流体の準地衡風運動について学ぶ。
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にセミナー形式で講義を行う。
授 業 計 画	: 第1回 球面上の運動方程式
	第2回 スケーリングについて
	第3回 地衡風近似
	第4回 ロスビー数
	第5回 静的安定度の概念
	第6回 準地衡渦位方程式：導出
	第7回 準地衡渦位方程式：物理的意味
	第8回 成層流体中のエクマン層
	第9回 渦位方程式の境界条件
	第10回 成層流体中のロスビー波
	第11回 停滞性ロスビー波
	第12回 ロスビー波の鉛直構造
	第13回 強制ロスビー波
	第14回 惑星ロスビー波
	第15回 ブロッキング現象
評価方法・基準	: ・ セミナーへの取り組み：50% ・ 課題レポート：50%
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	:

■ SP105

科 目 名	: 気象力学特別研究C
担 当 者	: 高谷 康太郎
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2 年
開 講 期 間	: 春学期
授 業 目 標	: 波と平均流との相互作用について学び、気象力学の理解を深める。
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にセミナー形式で講義を行う。
授 業 計 画	第 1 回 波と平均流の相互作用とは何か 第 2 回 準地衡系における Transformed Eulerian Mean (TEM) 方程式 第 3 回 TEM 系における Eliassen-Palm (EP) フラックス 第 4 回 EP フラックスの物理的意味とデータ解析への応用 第 5 回 プリミティブ方程式系における TEM 方程式 第 6 回 オイラー流速とラグランジュ流速 第 7 回 TEM 方程式系における残差循環の物理的意味 第 8 回 シアのある基本場中の波のエネルギー 第 9 回 擬運動量保存則 第 10 回 擬運動量保存則に現れる EP フラックス 第 11 回 波と平均流の相互作用 第 12 回 EP フラックスの三次元への拡張：導出 第 13 回 EP フラックスの三次元への拡張：物理的解釈とその問題 第 14 回 三次元に拡張した残差循環 第 15 回 位相依存性のない擬運動量フラックス
評価方法・基準	・ セミナーへの取り組み：50% ・ 課題レポート：50%
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	:

■ SP106

科 目 名	: 気象力学特別研究D
担 当 者	: 高谷 康太郎
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 4
配 当 年 次	: 2年
開 講 期 間	: 秋学期
授 業 目 標	: 地球大気に観測される大規模気象現象について学ぶ。
授業内容・方法	: 授業計画の内容を中心にセミナー形式で講義を行う。
授 業 計 画	第1回 傾圧不安定波の特徴：イーディ問題 第2回 傾圧不安定波の特徴：鉛直構造と南北熱輸送 第3回 ストームトラックとは何か 第4回 ストームトラックの水平分布 第5回 ストームトラックの大気長周期変動への影響：北半球 第6回 ストームトラックの大気長周期変動への影響：南半球 第7回 北大西洋振動 第8回 北太平洋・北米パターン 第9回 ユーラシアパターン 第10回 西太平洋パターン 第11回 北極振動 第12回 対流圏と成層圏の大気循環の力学結合：突然昇温など 第13回 対流圏と成層圏の大気循環の力学結合：ダウンワードコントロール 第14回 極東付近の気候変動と大気長周期変動：冬季 第15回 極東付近の気候変動と大気長周期変動：夏季
評価方法・基準	・ セミナーへの取り組み：50% ・ 課題レポート：50%
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	:

■ SP108

科 目 名	: 素粒子物理学研究
担 当 者	: 九後 太一
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 8
配 当 年 次	: ※
開 講 期 間	: ※
授 業 目 標	: 素粒子の標準模型を越えた（大）統一理論や究極理論を構築することを目指して、様々な試みを独自に行える研究者となるための研究能力と素養を身に付け、博士論文研究を行う。
授業内容・方法	: 読むべき文献の探索からその内容の吟味、質問、研究の具体的進め方まで、随時、指導教員と議論・研究連絡を行い、研究を着実に進めて行く。
授 業 計 画	: 既存の（大）統一理論・究極理論への試みとしては、超弦理論やその低エネルギー有効理論の超重力理論、さらにそれが示唆する種々な高次元時空模型、ブレーン時空模型、などがある。あるいは、それらを背景に考えながらも、より低エネルギー領域での有効理論（非線形表現を含む）でより検証可能な模型を作ろうという試みもたくさんある。あるいは、直接に模型構築を行うのでなくとも、そのための場の理論的な技術開発や、種々に派生する問題の研究にも重要な課題が多くある。それらの試みや諸問題を最先端の文献から、あるいは研究会、コロキウムでの最新の研究発表を聴いて、学習・習得しながら、好みに合った方向で具体的な新しい研究を行って博士論文を完成する。
評価方法・基準	: 研究への態度、発表した博士論文や他の論文、で総合的に評価する。
教 材 な ど	: 総合報告や最新の文献
備 考	:

■ SP109

科 目 名	:	固体電子論研究
担 当 者	:	山上 浩志
週 時 間 数	:	4
単 位 数	:	8
配 当 年 次	:	※
開 講 期 間	:	※
授 業 目 標	:	重い電子系などの強相関電子系化合物のエネルギーバンド構造は、最近の軟X線光電子分光法の高度化により直接的に観測することが可能になった。定量的にバンド構造を解釈するためには、多電子系の電子相関効果をバンド理論に繰り込み、かつ計算可能な理論に構築することである。現実の物質の物理現象や物理量を第一原理的な枠組みで幅広く研究することを可能にし、学問的な意義は大きい。そのためには、克服しなければならない研究課題が現在でも数多く存在する。その中の具体的な研究課題に取り組み、バンド理論の専門家を養成することを目標にする。
授業内容・方法	:	ゼミ形式で行う。
授 業 計 画	:	バンド理論、および電子物性に関わる具体的な研究課題に対応して授業計画を決める。
評価方法・基準	:	授業への取り組み 40%、論文成果の達成度 60%を合わせて総合的に評価
教 材 な ど	:	研究の目的や進捗状況に対応して教材などを決定する。
備 考	:	

■ SP110

科 目 名	:	非線形光学研究
担 当 者	:	谷川 正幸
週 時 間 数	:	4
単 位 数	:	8
配 当 年 次	:	※
開 講 期 間	:	※
授 業 目 標	:	希土類イオンを含んだ結晶の蛍光や波長変換などの各種光学的性質を調べて光学結晶としての特性を明らかにし、新しい光通信用波長帯の開拓、広帯域光増幅器や波長可変光源などへの可能性を追求する。 フォトニック結晶のようなナノ構造の光散乱、多準位原子系の非線型光吸収過程と量子ビートのようなコヒーレント過渡現象といった基礎的現象を明らかにし、新しい分光分析法の発展などを旨とする。 有機半導体の薄膜材料の光学的性質から有機半導体による電界発光素子、各種センサーやトランジスターなどの素子の過渡応答も含んだ電気光学的特性を調べ、有機 EL カラーディスプレイの実用化、新しいセンサーや光電気変換方式などの可能性を追求する。
授業内容・方法	:	講義、文献講読、調査、設計、製作、測定等の実務
授 業 計 画	:	次のことを割合を調整しながら毎週行う。 1) 基礎理論や技術についての講義 2) 文献講読と討論 3) 実験計画の策定と調査 4) 実験準備活動 5) 測定 6) 分析 7) 報告書作成
評価方法・基準	:	資料収集や調査結果の報告、討議資料など、いろいろな情報を残しておいてもらい、研究成果の報告とともに評価材料とする。
教 材 な ど	:	雑誌論文や専門図書などを必要に応じて使用する。
備 考	:	

■ SP111

科 目 名	: 分子物質科学研究
担 当 者	: 鈴木 信三
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 8
配 当 年 次	: ※
開 講 期 間	: ※
授 業 目 標	: 博士前期課程を通じて学んだ、炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ、フラーレン類等）を作製、分離精製する技術を自由に駆使して、炭素ナノ構造体の高収率・高選択的な作製・分離精製法の開発・改良を目指す。その際に得られた実験的知見をもとにして、炭素ナノ構造体の生成過程に関して考察を行い、可能であればモデル化を行う。また、得られた炭素ナノ構造体を用いて、その物理化学的な性質を主として分光学的手法を用いて調べる。更に、その集合体（薄膜・微結晶等）の作製を試みて、その基礎固体物性を調べる。
授業内容・方法	: 指導教員と議論を行いながら、研究・実験・演習を進めていく。また最近出版された関連する論文について文献調査を行い、月数回程度論文紹介を行う。
授 業 計 画	: 炭素ナノ構造体の作製は、博士前期課程までに修得したアーク放電法、高温レーザー蒸発法、アルコールCVD法などを基本とするが、他の作製法も必要に応じて積極的に行う。分離精製法に関しては、炭素ナノ構造体のうち、C60、C70などのフラーレン類については液体クロマトグラフィーによる方法を主として行う。単層カーボンナノチューブの分離精製法は、電気泳動を利用した方法、密度勾配超遠心分離を利用した方法、クロマトグラフィーを利用した方法、など様々な手法があり、それぞれの方法で作製された単層カーボンナノチューブに対して、最適と思われる方法を適用する。また月に数回程度文献調査を行い、関連する論文について紹介を行う。研究経過については、随時、指導教員への報告を求めて、途中で得られた結果を十分に議論しながら、次の研究計画を立てていく。
第1回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の作製法の開発と作製条件の検討Ⅰ
第2回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の作製法の開発と作製条件の検討Ⅱ
第3回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の作製法の開発と作製条件の検討Ⅲ
第4回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の作製法の開発と作製条件の検討Ⅳ
第5回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の作製法の開発と作製条件の検討Ⅴ
第6回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の分離精製法の開発と精製条件の検討Ⅰ
第7回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の分離精製法の開発と精製条件の検討Ⅱ
第8回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の分離精製法の開発と精製条件の検討Ⅲ
第9回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の分離精製法の開発と精製条件の検討Ⅳ
第10回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の分離精製法の開発と精製条件の検討Ⅴ
第11回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の生成過程に関する考察とそのモデル化Ⅰ
第12回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の生成過程に関する考察とそのモデル化Ⅱ
第13回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の生成過程に関する考察とそのモデル化Ⅲ

第 14 回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の生成過程に関する考察とそのモデル化Ⅳ
第 15 回	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）の生成過程に関する考察とそのモデル化Ⅴ

評価方法・基準	：	平常点(30～20%)と、研究の実施状況、及び後期課程の履修期間内に作成された論文(投稿論文、学位論文など)の内容(70～80%)により評価する。
教 材 な ど	：	炭素ナノ構造体（フラーレン・単層カーボンナノチューブ・グラフェン等）について新たに出版された論文、図書を適宜利用する。
備 考	：	

■ SP112

科 目 名	:	エネルギー・環境科学研究
担 当 者	:	大森 隆
週 時 間 数	:	4
単 位 数	:	8
配 当 年 次	:	※
開 講 期 間	:	※
授 業 目 標	:	エネルギー・環境問題、特に地球温暖化防止に貢献できる博士論文研究を行い、独立した研究者として研究を行うことができる研究能力を身に付ける。
授業内容・方法	:	実験、研究ディスカッション、必要に応じて参考書、論文を読む。
授 業 計 画	:	博士論文研究テーマを実施するための調査、計画、準備の後、本格的に実験を進めて、学術論文投稿・発表を行い、独自の研究成果により博士論文を完成する。
評価方法・基準	:	研究に関する全般的な能力について評価する。
教 材 な ど	:	適宜指示する。
備 考	:	

■ SP113

科 目 名	: 宇宙物理学研究
担 当 者	: 原 哲也
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 8
配 当 年 次	: ※
開 講 期 間	: 本年度休講
授 業 目 標	最近では、3 K ($2.72 \pm 0.002\text{ K}$) の宇宙背景放射における温度揺らぎのスペクトルが詳しく観測され (Planck 衛星) 宇宙を特徴つけるパラメーターが詳しく分ってきている (宇宙年齢 138 ± 0.5 億年、バリオン密度は宇宙密度の5%、暗黒物質27%、ダークエネルギー68%)。宇宙論における具体的に観測できる問題として、揺らぎのスペクトル、また偏光のパターンを見ることにより、どのようなインフレーションの時代があったかについて推測出来る訳であり、それに関連する問題の研究を行う。 また、より基本的な問題として、宇宙の創生の問題があり、量子重力理論を通してその問題をも考察する。
授業内容・方法	: 膨張宇宙論の理論的な諸問題、またその観測的な諸問題の探求
授 業 計 画	いかなるインフレーションがあると、どのような揺らぎのスペクトル、また偏光のパターンが現れるかについて、原理的な問題から解き明かし、また関連する論文を参照しつつ、研究を行う。特に、インフレーションを引き起こすインフラトン場のポテンシャルが各種提案されているが、各モデルによる、揺らぎのスペクトルの大きさ、スペクトルの波長依存性、さらに重力波の発生程度等を調べると、モデルによる違いがあり、それについてしばらく集中して考察を進めようと計画している。 その他、宇宙の創成の問題として、量子重力理論の基礎的な問題点を検討する。また宇宙創成として、現在宇宙の多重発生のモデルが、多く議論されており、そのモデルの問題点をも考察する予定である。
評価方法・基準	: 研究への態度、問題へ集中する努力、その達成度を総合的に判断する。
教 材 な ど	: Introduction to the Theory of the Early Universe :Cosmological Perturbations and Inflationary Theory, Hot Big Bang Theory (Gorbunov & Rubakov:World Scientific)
備 考	:

■ SP114

科 目 名	: 天文学研究
担 当 者	: 河北 秀世
週 時 間 数	: 4
単 位 数	: 8
配 当 年 次	: ※
開 講 期 間	: ※
授 業 目 標	: 太陽系始源天体である彗星の観測をもとに、太陽系形成時の物理的、化学的環境（温度、物質の化学進化など）について研究を行う。特に、太陽系の形成に非常に密接に関連している星間物質や分子雲などと彗星との関連について、観測的研究をもとに解明することを最終目標とする。最終的には、星・惑星系形成理論や星間物質などの観点、あるいは物理的・化学的観点といった様々な観点から、太陽系始源天体である彗星について様々な議論を行い、博士論文としてまとめる。
授業内容・方法	: 研究テーマに応じて相談しながら進める。
授 業 計 画	: 天文学研究では、週に2度、ゼミナール形式による授業を行う。 1) 論文紹介：研究に関連する論文を紹介する。受講者の研究分野に関連する様々な分野の論文を対象とする。 2) 進捗報告：基本的に英語で行う。受講者は報告のための資料を用意すること（英語）。 また、受講者は授業時間以外には研究を独自に進める必要がある。疑問があれば自分で調べ、どうしても議論をする場合があるなら事前に連絡をとり、必要な資料をまとめて用意すること。また、自身の研究成果を、国際的な研究集会において発表するとともに、査読付き論文誌に出版することが望まれる。毎年1回の研究発表、毎年1本の論文投稿が最低ラインである。
評価方法・基準	: 平常点(30%)とレポート（博士論文やその他論文、70%）で評価する。
教 材 な ど	: 適宜指示する。
備 考	: