



2016

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、内田 和之
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 第3回　逆格子とブリルアン・ゾーン 第4回　他電子系における1電子近似 第5回　Hartree-Fock 方程式と電子相関 第6回　一様な電子ガス系 第7回　密度汎関数法と Khon-Sham 方程式 第8回　平面波展開と直交化平面波法 第9回　擬ポテンシャル法 第10回　補強化された平面波法 第11回　線形化バンド理論 第12回　固体のバンド構造と凝集 第13回　固体の諸性質 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 :	瀬川 耕司、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、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 :	第 1 回 結晶物理学（はじめに、結晶の物理的性質、長さと時間のスケール） 第 2 回 結晶物理学（結晶の対称操作と対称性） 第 3 回 結晶物理学（回折現象と対称性） 第 4 回 結晶物理学（結晶の動力学） 第 5 回 結晶物理学（結晶の熱的性質、構造乱れとゆらぎ） 第 6 回 結晶物理学（秩序と対称性の破れ、相転移現象） 第 7 回 結晶物理学（最近の研究のトピックス） 第 8 回 結晶物理学（まとめ） 第 9 回 量子機能物性物理学（単結晶とその作製法 1） 第 10 回 量子機能物性物理学（単結晶とその作製法 2） 第 11 回 量子機能物性物理学（輸送特性とその測定法 1） 第 12 回 量子機能物性物理学（輸送特性とその測定法 2） 第 13 回 量子機能物性物理学（比熱・帶磁率とその測定法 1） 第 14 回 量子機能物性物理学（比熱・帶磁率とその測定法 2） 第 15 回 量子機能物性物理学（トポロジカル絶縁体について）
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 : 搖らぎ 第 6 回 線形応答理論 VI : 相関関数 第 7 回 線形応答理論 VII : 搖動散逸定理 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(20~30%)及び担当者ごとの課題（レポート等）(70~80%)で総合的に評価する。
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(50%)、及び担当者ごとの課題レポート等(50%)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 :	原 哲也、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 :	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 :	<table border="1"><tr><td>第 1 回</td><td>一般相対論について (I) (計量テンソル、共変微分、接続係数 ···)</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>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、 ···)</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>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 ···)</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>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 ···)</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>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、 ···)</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>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 ···)</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>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、 ···)</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>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 ···)</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>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)</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>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)</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>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)</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>輻射輸送と輻射過程 (IV) (双極子放射、熱制動放射)</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>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)</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>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)</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>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)</td></tr></table>	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)
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、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 天体分光学(1): Hydrogen atom (電子遷移、再結合線、21cm線) 第10回 天体分光学(2): Complex atoms (He原子、アルカリ原子、Zeeman分裂) 第11回 天体分光学(3): Application I (恒星・惑星大気、星間物質の観測) 第12回 天体分光学(4): Diatomic molecules I (電子・振動・回転遷移) 第13回 天体分光学(5): Diatomic molecules II (超微細構造、同位体効果) 第14回 天体分光学(6): Polyatomic molecules (対称および非対称コマ分子) 第15回 天体分光学(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 (20%) 、レポート (80%)
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 大気の微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 :	<p>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。</p> <ol style="list-style-type: none">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ル形式で専門書を輪読する。
授業計画 :	第1回 ブロック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. Grossi 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 :	計算物質科学特論																														
担 当 者 :	内田 和之																														
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 :	物質の電子構造計算理論とフォートラン言語に関する発展事項を学習する																														
授業内容・方法 :	輪読によるゼミと演習を織り交ぜて行う																														
授 業 計 画 :	<table border="1"><tr><td>第1回</td><td>擬ポテンシャル法3：ウルトラソフト型</td></tr><tr><td>第2回</td><td>擬ポテンシャル法4：ウルトラソフト型</td></tr><tr><td>第3回</td><td>フォートラン4：乱数、ファイルの読み書き</td></tr><tr><td>第4回</td><td>エバルト和</td></tr><tr><td>第5回</td><td>全エネルギー</td></tr><tr><td>第6回</td><td>残差ベクトル</td></tr><tr><td>第7回</td><td>フォートラン5：goto文, exit文, case文</td></tr><tr><td>第8回</td><td>ヘルマンファインマン力</td></tr><tr><td>第9回</td><td>共役勾配法1：基礎</td></tr><tr><td>第10回</td><td>共役勾配法2：電子構造計算への応用</td></tr><tr><td>第11回</td><td>フォートラン5：common文, make</td></tr><tr><td>第12回</td><td>SCF計算と並列化</td></tr><tr><td>第13回</td><td>原子構造の最適化</td></tr><tr><td>第14回</td><td>mixing</td></tr><tr><td>第15回</td><td>フェルミ積分</td></tr></table>	第1回	擬ポテンシャル法3：ウルトラソフト型	第2回	擬ポテンシャル法4：ウルトラソフト型	第3回	フォートラン4：乱数、ファイルの読み書き	第4回	エバルト和	第5回	全エネルギー	第6回	残差ベクトル	第7回	フォートラン5：goto文, exit文, case文	第8回	ヘルマンファインマン力	第9回	共役勾配法1：基礎	第10回	共役勾配法2：電子構造計算への応用	第11回	フォートラン5：common文, make	第12回	SCF計算と並列化	第13回	原子構造の最適化	第14回	mixing	第15回	フェルミ積分
第1回	擬ポテンシャル法3：ウルトラソフト型																														
第2回	擬ポテンシャル法4：ウルトラソフト型																														
第3回	フォートラン4：乱数、ファイルの読み書き																														
第4回	エバルト和																														
第5回	全エネルギー																														
第6回	残差ベクトル																														
第7回	フォートラン5：goto文, exit文, case文																														
第8回	ヘルマンファインマン力																														
第9回	共役勾配法1：基礎																														
第10回	共役勾配法2：電子構造計算への応用																														
第11回	フォートラン5：common文, make																														
第12回	SCF計算と並列化																														
第13回	原子構造の最適化																														
第14回	mixing																														
第15回	フェルミ積分																														
評価方法・基準 :	ゼミでの発表およびその準備の為の資料作成(80%)、課題レポート(20%)																														
教 材 な ど :	適宜指示する																														
備 考 :																															

■ SP013

科 目 名 :	量子機能物性特論
担 当 者 :	瀬川 耕司
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 :	トポロジカル絶縁体・超伝導体の物理を理解する。
授業内容・方法 :	トポロジカル絶縁体・超伝導体について、必要な書籍や文献の輪講や講義を行う
授業計画 :	第1回 トポロジカル絶縁体について概観 第2回 トポロジカル絶縁体とは(1) 第3回 トポロジカル絶縁体とは(2) 第4回 Z2-トポロジカル絶縁体とその具体例・実験(1) 第5回 Z2-トポロジカル絶縁体とその具体例・実験(2) 第6回 Z2-トポロジカル絶縁体とその具体例・実験(3) 第7回 Z2-トポロジカル絶縁体とその具体例・実験(4) 第8回 トポロジカル結晶絶縁体 (1) 第9回 トポロジカル結晶絶縁体 (2) 第10回 トポロジカル超伝導(1) 第11回 トポロジカル超伝導(2) 第12回 トポロジカル超伝導体とその具体例(1) 第13回 トポロジカル超伝導体とその具体例(2) 第14回 トポロジカル超伝導体とその具体例(3) 第15回 トポロジカル超伝導体とその具体例(4)
評価方法・基準 :	授業への取り組み 50%、内容の理解度 50%
教 材 な ど :	「トポロジカル絶縁体入門」講談社、および関係する論文。
備 考 :	

■ SP014

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 :	<p>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</p>
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 晉「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 :	

■ SP015

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(100%)。
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。

■ SP016

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 :	場の量子化の初步を学び多体ハミルトニアンを「読める」ようになり、ハイゼンベルグ磁性と引力フェルミオン系を通じて有限温度の相転移について学ぶ。波数空間から見た物質の静的動的な性質を相関関数によって首尾一貫して理解する。																														
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 :	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>From bond to band (ワニエ表示からブロッホ表示へ)</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>All roads lead to DOS (すべての道は状態密度に通ずる)</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>Van Hove singularity (ヴァンホーブ特異点)</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>Generalized spin susceptibility (一般化スピン帯磁率)</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>Tight binding band (強束縛バンド)</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>Essence of second quantization I (連成振動子の量子化)</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>Essence of second quantization II (第2量子化のエッセンス)</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>Many-body Hamiltonian I : (多体系のハミルトニアン)</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>Many-body Hamiltonian II : (電子相関効果とは?)</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>Many-body Hamiltonian III : (BCS と BEC)</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>Heisenberg Hamiltonian I : (強磁性)</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>Heisenberg Hamiltonian II : (反強磁性)</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>Heisenberg Hamiltonian III : (非線形シグマ模型)</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>DOS is not everything (状態密度がすべてではない)</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>Kondo effects (多体問題としての近藤効果)</td></tr></table>	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 lead 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	Kondo effects (多体問題としての近藤効果)
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 lead 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	Kondo effects (多体問題としての近藤効果)																														
評価方法・基準 :	受講態度と授業への参加姿勢 (60 %) , レポート (40 %) 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。																														

■ SP017

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（フラーレンや单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、具体例として单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 :	单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 单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 单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 单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 单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 单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 無秩序配向单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 無秩序配向单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 無秩序配向单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 单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 单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 单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 单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单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单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 :	单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。

■ SP018

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。 第 1-5 回 自然エネルギー、再生可能エネルギー 第 6-10 回 エネルギー変換 第 11-15 回 太陽電池、燃料電池、水素エネルギー
評価方法・基準 :	授業の取り組み方と理解度(100%)
教 材 な ど :	適宜指示、配付する。
備 考 :	

■ SP019

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 :	<p>第1回 膨張宇宙における揺らぎの問題-</p> <p>第2回 インフレーション</p> <p>第3回 初期の揺らぎの起源</p> <p>第4回 摂動の特徴</p> <p>第5回 インフレーションにおける摂動（スローロール近似）</p> <p>第6回 量子宇宙論的摂動</p> <p>第7回 方程式、古典的な解、量子論的摂動</p> <p>第8回 インフレーションにおける重力波</p> <p>第9回 自己再創造する宇宙</p> <p>第10回 予言能力がある理論としてのインフレーションモデル</p> <p>第11回 宇宙背景放射の非等方性</p> <p>第12回 ザックス - ウォルフ効果、</p> <p>第13回 相関関数、大角度における非等方性、</p> <p>第14回 再結合、有限の幅のある再結合時期の効果</p> <p>第15回 背景放射の偏極 (Polarization)</p>
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（40%）、講義、学習への態度（30%）、理解へ至るまでの努力（30%）。
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。

■ SP020

科 目 名 :	相対論特論																														
担 当 者 :	二間瀬 敏史																														
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 :	一般相対性理論の基礎を理解し、宇宙論、天体物理学に応用できる力をつける																														
授業内容・方法 :	授業																														
授 業 計 画 :	<table border="0"><tr><td>第1回</td><td>特殊相対論の復習1 ローレンツ変換とミンコフスキ一時空</td></tr><tr><td>第2回</td><td>特殊相対論におけるベクトルとテンソル</td></tr><tr><td>第3回</td><td>ベクトルとテンソルの応用</td></tr><tr><td>第4回</td><td>特殊相対論における加速度運動の取り扱い</td></tr><tr><td>第5回</td><td>等価原理とまがった時空</td></tr><tr><td>第6回</td><td>接続と共変微分</td></tr><tr><td>第7回</td><td>測地線方程式とその応用</td></tr><tr><td>第8回</td><td>測地線偏差の方程式とリーマンテンソル</td></tr><tr><td>第9回</td><td>リーマンテンソルの性質とワイルテンソル</td></tr><tr><td>第10回</td><td>AINシュタイン方程式と宇宙定数</td></tr><tr><td>第11回</td><td>AINシュタイン・ヒルベルト作用</td></tr><tr><td>第12回</td><td>線形近似と重力波</td></tr><tr><td>第13回</td><td>重力波天文学</td></tr><tr><td>第14回</td><td>コンパクト星</td></tr><tr><td>第15回</td><td>ブラックホール</td></tr></table>	第1回	特殊相対論の復習1 ローレンツ変換とミンコフスキ一時空	第2回	特殊相対論におけるベクトルとテンソル	第3回	ベクトルとテンソルの応用	第4回	特殊相対論における加速度運動の取り扱い	第5回	等価原理とまがった時空	第6回	接続と共変微分	第7回	測地線方程式とその応用	第8回	測地線偏差の方程式とリーマンテンソル	第9回	リーマンテンソルの性質とワイルテンソル	第10回	AINシュタイン方程式と宇宙定数	第11回	AINシュタイン・ヒルベルト作用	第12回	線形近似と重力波	第13回	重力波天文学	第14回	コンパクト星	第15回	ブラックホール
第1回	特殊相対論の復習1 ローレンツ変換とミンコフスキ一時空																														
第2回	特殊相対論におけるベクトルとテンソル																														
第3回	ベクトルとテンソルの応用																														
第4回	特殊相対論における加速度運動の取り扱い																														
第5回	等価原理とまがった時空																														
第6回	接続と共変微分																														
第7回	測地線方程式とその応用																														
第8回	測地線偏差の方程式とリーマンテンソル																														
第9回	リーマンテンソルの性質とワイルテンソル																														
第10回	AINシュタイン方程式と宇宙定数																														
第11回	AINシュタイン・ヒルベルト作用																														
第12回	線形近似と重力波																														
第13回	重力波天文学																														
第14回	コンパクト星																														
第15回	ブラックホール																														
評価方法・基準 :	授業での発表(30%)、レポート(70%)で評価する																														
教 材 な ど :	相対論入門 シュツ著 丸善出版																														
備 考 :																															

■ SP021

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 :	銀河系における力学的および物質化学的な進化プロセスについて理解する。
授業内容・方法 :	ゼミナール形式
授 業 計 画 :	第1回 銀河系の物質化学進化 第2回 元素合成（1）：恒星内部（核融合反応） 第3回 元素合成（2）：恒星内部（sプロセスおよびrプロセス） 第4回 元素合成（3）：超新星爆発における元素合成 第5回 元素合成（4）：新星爆発（熱核暴走反応） 第6回 質量放出（1）：恒星風 第7回 質量放出（2）：放射駆動型とダスト駆動型 第8回 質量放出（3）：超新星爆発の力学 第9回 質量放出（4）：新星爆発の力学と新星風 第10回 星間化学（1）：気相反応（イオン・分子反応） 第11回 星間化学（2）：塵表面反応 第12回 星間化学（3）：同位体濃集 第13回 原始惑星系円盤（1）：冰雪線内側・外側における化学 第14回 原始惑星系円盤（2）：動径方向の物質輸送 第15回 恒星・惑星系の物理化学
評価方法・基準 :	授業における取組み・発表 30%, レポート 70%
教 材 な ど :	随時指定
備 考 :	

■ SP022

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・橢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。

■ SP023

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処理 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と発表(50%)、課題に対するレポートあるいは小テスト(50%)
教 材 な ど :	適宜指定する
備 考 :	

■ SP024

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 :	<table><tr><td>第 1 回</td><td>大気を持つ惑星：その普遍性と独自性</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>惑星大気の物理的記述：静水圧平衡、循環、放射</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>惑星大気の化学的記述：大気化学、雲、エアロゾル</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>惑星大気の観測手法(1)：撮像観測と分光観測</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>惑星大気の観測手法(2)：可視光領域での観測</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>惑星大気の観測手法(3)：極端紫外線領域での観測</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>惑星大気の観測手法(4)：赤外線領域での観測</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>惑星大気の観測手法(5)：電波領域での観測</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>観測性能の指標：分解能と連続性</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>観測の誤差について：確度と精度</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>観測データの解析(1)：逆問題</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>観測データの解析(2)：OEM 法による物理量のリトリーバル</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>観測データの解析(3)：OEM 法による物理量のリトリーバル</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>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</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>惑星大気観測の今後のロードマップ</td></tr></table>	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
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 :	<ul style="list-style-type: none">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 :																															

■ SP025

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 :	<table border="1"><tr><td>第 1 回</td><td>惑星大気の存在条件 (1) - 静水圧平衡</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>惑星大気の存在条件 (2) - 大気散逸</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>海洋の存在条件 (1) - 放射平衡</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>海洋の存在条件 (2) - 対流圏の生成</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>海洋の存在条件 (3) - 暴走温室効果</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>地球型惑星の大気 (1) - 大気の二次起源論</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>地球型惑星の大気 (2) - 原始大気の組成</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>地球型惑星の大気 (3) - 大気の進化</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>地球型惑星の大気 (4) - 金星と火星の大気</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>火星気象学 (1) - ダストの大気</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>火星気象学 (2) - ダストストーム</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>火星気象学 (3) - 大砂嵐のメカニズム</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>金星気象学 (1) - 大気スーパーローテーション</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>金星気象学 (2) - moving flame メカニズム, Gierasch メカニズム</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>金星気象学 (3) - 熱潮汐波メカニズム</td></tr></table>	第 1 回	惑星大気の存在条件 (1) - 静水圧平衡	第 2 回	惑星大気の存在条件 (2) - 大気散逸	第 3 回	海洋の存在条件 (1) - 放射平衡	第 4 回	海洋の存在条件 (2) - 対流圏の生成	第 5 回	海洋の存在条件 (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
第 1 回	惑星大気の存在条件 (1) - 静水圧平衡																														
第 2 回	惑星大気の存在条件 (2) - 大気散逸																														
第 3 回	海洋の存在条件 (1) - 放射平衡																														
第 4 回	海洋の存在条件 (2) - 対流圏の生成																														
第 5 回	海洋の存在条件 (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 :	<ul style="list-style-type: none">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 :																															

■ SP026

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 内部ジェットの不安定性 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 :	

■ SP027

科 目 名 :	光量子科学特論
担 当 者 :	藤森 伸一 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が連携して開設する講義で極短パルスレーザーの原理や応用研究、また放射光の基礎や応用研究について理解する。
授業内容・方法 :	講義方式
授 業 計 画 :	第 1 回 極短パルスレーザー 第 2 回 高強度場科学 第 3 回 超高速現象の科学 第 4 回 コヒーレント量子制御 第 5 回 光位相に関する実験 第 6 回 光位相に関する実験のまとめと解説 第 7 回 光周波数コムとその応用例 第 8 回 放射光の基礎 第 9 回 放射光の応用例 第 10 回 放射光を利用した固体分光 第 11 回 光電子分光法の基礎 第 12 回 光電子分光法の応用例 第 13 回 角度分解光電子分光の基礎 第 14 回 角度分解光電子分光の応用例 第 15 回 角度分解光電子分光と強相関電子系
評価方法・基準 :	講義への取組 (40%) 、レポート (60%) を合わせて総合的に評価する。
教 材 な ど :	適宜資料を配付する
備 考 :	

■ SP029

科 目 名 :	集中講義特論 I B
担 当 者 :	越野 幹人
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 :	グラフェンに並びにディラック電子系の電子物性について学ぶ。
授業内容・方法 :	グラフェンは炭素の一形態であり、グラファイト1原子層だけからなる薄膜である。2004年に発見されたこの物質は、厚さ1ナノメートルほどの極めて薄い物質であり、「質量の無いディラック電子」と形容される特殊なバンド構造に起因して様々な異常な性質をもたらす。この講義では、グラフェンのさまざまな特徴的な物性を、基本的な物理学の道具を用いて理解することを目的とする。またグラフェン同様の「質量の無い」電子構造は様々な物質でいろいろな形で現れる。これらグラフェンの類縁ともいえる2次元、3次元物質の話題についても触れる。
授 業 計 画 :	第1回 固体物理学・バンド理論の復習 第2回 グラフェンの有効方程式 第3回 グラフェンのバンド構造 第4回 グラフェンにおける電気伝導・光物性 第5回 グラフェンのランダウ準位と磁場効果 第6回 グラフェンのエッジ状態 第7回 トポロジカル物質と3次元ディラック系
評価方法・基準 :	レポート 100%
教 材 な ど :	特に無し
備 考 :	

■ SP031

科 目 名 :	集中講義特論ⅡB														
担 当 者 :	河野 孝太郎														
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 :	大型ミリ波サブミリ波アレイ（アルマ）により得られた最新の研究成果を、その物理的基礎・背景とあわせて理解する。														
授業内容・方法 :	ミリ波サブミリ波の観測で得られる情報とその物理的基礎、それを踏まえた、銀河の活動性・形成・および進化に関する最新の知見を解説する。講義形式で行う。														
授 業 計 画 :	<table><tr><td>第1回</td><td>アルマ時代のミリ波サブミリ波天文学</td></tr><tr><td>第2回</td><td>星間物質からの放射</td></tr><tr><td>第3回</td><td>星間物質の階層構造と星生成</td></tr><tr><td>第4回</td><td>巨大ブラックホールの周辺における星間現象</td></tr><tr><td>第5回</td><td>ミリ波サブミリ波で探るガンマ線バースト</td></tr><tr><td>第6回</td><td>銀河・銀河団の形成と進化</td></tr><tr><td>第7回</td><td>アルマの使い方</td></tr></table>	第1回	アルマ時代のミリ波サブミリ波天文学	第2回	星間物質からの放射	第3回	星間物質の階層構造と星生成	第4回	巨大ブラックホールの周辺における星間現象	第5回	ミリ波サブミリ波で探るガンマ線バースト	第6回	銀河・銀河団の形成と進化	第7回	アルマの使い方
第1回	アルマ時代のミリ波サブミリ波天文学														
第2回	星間物質からの放射														
第3回	星間物質の階層構造と星生成														
第4回	巨大ブラックホールの周辺における星間現象														
第5回	ミリ波サブミリ波で探るガンマ線バースト														
第6回	銀河・銀河団の形成と進化														
第7回	アルマの使い方														
評価方法・基準 :	授業各回に行う小テスト 50%、レポート 50%														
教 材 な ど :	各回、講義で使用するスライドを印刷して配布する。 参考 URL: http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/~kkohno/wiki/index.php?ミリ波サブミリ波天文学への招待 参考図書: シリーズ現代の天文学 16「宇宙の観測Ⅱ - 電波天文学」中井・坪井・福井(編)														
備 考 :															

■ SP032

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。 第 1-5 回 固体中の電子 第 6-10 回 電解質溶液、界面電位、電極反応 第 11-15 回 電極触媒、半導体電極
評価方法・基準 :	授業の取り組み方と理解度(100%)
教 材 な ど :	適宜指示、配付する。
備 考 :	

■ SP033

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 :	太陽系を始めとする多くの星・惑星系の誕生／形成に至るプロセスの力学的・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
授 業 計 画 :	第1回 星・惑星系の形成（概論） 第2回 分子雲の物理（1）：加熱・冷却効率 第3回 分子雲の物理（2）：固体微粒子 第4回 分子雲の物理（3）：気相および塵表面の化学 第5回 分子雲の物理（4）：分子雲コアの形成 第6回 原始星と原始惑星系円盤（1）：クラス0天体 第7回 原始星と原始惑星系円盤（2）：クラス1天体 第8回 原始星と原始惑星系円盤（3）：クラス2天体 第9回 原始星と原始惑星系円盤（4）：クラス3天体 第10回 微惑星形成 第11回 微惑星の合体と原始惑星 第12回 巨大ガス惑星の形成 第13回 太陽系始原天体 第14回 太陽系外惑星系の物理化学 第15回 アストロバイオロジー
評価方法・基準 :	授業における取組み・発表 30%， レポート 70%
教 材 な ど :	随時指定
備 考 :	

■ SP034

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ブル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 :	<p>第1回 群と対称性</p> <p>第2回 有限群、特にn次対称群とクォーク模型</p> <p>第3回 リーブル I: SU(2)</p> <p>第4回 リーブル II: リーブルの分類定理</p> <p>第5回 リーブル III: 古典群 SU(n)、USp(2n)、SO(2n)、SO(2n+1)</p> <p>第6回 リーブル IV: 例外群 G2, F4, E6, E7, E8</p> <p>第7回 ローレンツ群と共形群</p> <p>第8回 Clifford代数とスピノール表現</p> <p>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</p> <p>第10回 最後の時空対称性 — 超対称性</p> <p>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</p> <p>第12回 局所的超対称性を持つ理論 — 超重力理論</p> <p>第13回 超共形テンソル算法</p> <p>第14回 アノマリー：対称性の量子論的破れ</p> <p>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</p>
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 :	

■ SP035

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、特に物質の電気的・磁気的性質について、輪読形式で授業を進める。																														
授 業 計 画 :	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>磁性の基礎 1 (古典論、スピンの量子力学)</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>磁性の基礎 2 (磁化率、常磁性、反磁性、基底状態とフント則)</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>結晶場</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>磁気的相互作用</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>様々な磁気秩序</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>磁性の測定方法</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>秩序と対称性の破れ (モデル)</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>秩序と対称性の破れ (相転移)</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>秩序と対称性の破れ (励起)</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>ドメイン</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>金属磁性の基礎</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>金属磁性 (スピン密度波、他)</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>競合系</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>低次元系</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>まとめ</td></tr></table>	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	磁気的相互作用	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
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	磁気的相互作用																														
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 :																															

■ SP036

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单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 :	单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、单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ー π バンド 第7回 二次元グラファイトー σ バンド 第8回 单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 单層カーボンナノチューブと群論 第12回 单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 单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 单層カーボンナノチューブの電子状態－キラル型 第15回 单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 :	单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。

■ SP037

科 目 名 :	物理学特論基礎
担 当 者 :	瀬川 耕司
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 :	トポロジカル絶縁体・超伝導体の物理を理解するための固体物理学の基礎を身につける
授業内容・方法 :	固体物理などの本を使って輪講・講義を行う。
授 業 計 画 :	第 1 回 物理学の基礎の復習(1) 第 2 回 物理学の基礎の復習(2) 第 3 回 固体物理学の基礎(1) 第 4 回 固体物理学の基礎(2) 第 5 回 固体物理学の基礎(3) 第 6 回 超伝導の基礎(1) 第 7 回 超伝導の基礎(2) 第 8 回 超伝導の基礎(3) 第 9 回 超伝導の基礎(4) 第 10 回 超伝導の基礎(5) 第 11 回 トポロジカル絶縁体に関連する物理学の基礎(1) 第 12 回 トポロジカル絶縁体に関連する物理学の基礎(2) 第 13 回 トポロジカル絶縁体に関連する物理学の基礎(3) 第 14 回 トポロジカル超伝導体に関連する物理学の基礎(1) 第 15 回 トポロジカル超伝導体に関連する物理学の基礎(2)
評価方法・基準 :	授業への取り組み 50%、内容の理解度 50%
教 材 な ど :	固体物理学の教科書など
備 考 :	

■ SP038

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(100%)。

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。

■ SP039

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 :	<p>第1回 膨張宇宙における揺らぎの問題 第2回 I. インフレーション 一様な場合 第3回 初期条件問題 第4回 インフレーション 基本的な概念 第5回 如何に重力は斥力となるか? 第6回 II. 非一様な場合 第7回 Newton 力学における重力不安定 第8回 ジーンズ不安定、膨張宇宙における不安定 第9回 一般相対論における重力不安定 第10回 摂動とゲージ不变な変数 第11回 宇宙における摂動の方程式 流体力学的な摂動 第12回 辐射とバリオンのプラズマ 暗黒物質 第13回 III. 初期の揺らぎの起源 第14回 摂動の特徴 第15回 インフレーションにおける 摂動 (スローロール近似)</p>
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(40%)、講義、学習への態度(30%)、理解へ至るまでの努力(30%).
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) 等を参考する。

■ SP040

科 目 名 :	物理学特論基礎																														
担 当 者 :	二間瀬 敏史																														
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 :	重力レンズを用いた観測的宇宙論を研究するために宇宙論的な重力レンズを学ぶ																														
授業内容・方法 :	重力レンズの一般論の後、強い重力レンズ、弱い重力レンズ、それらの宇宙論への応用の講義																														
授 業 計 画 :	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>重力レンズ方程式</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>宇宙論的重力レンズ方程式</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>レンズマッピングの性質 1</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>レンズマッピングの性質 2</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>球対称レンズの一般論</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>簡単な例</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>楕円レンズとその例</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>強いレンズの観測量</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>銀河団の強い重力レンズ</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>弱い重力レンズ</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>銀河団の弱い重力レンズ効果とその観測</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>レンズ統計</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>宇宙の大規模構造による重力レンズ効果</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>宇宙シア</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>超新星へのレンズ効果</td></tr></table>	第 1 回	重力レンズ方程式	第 2 回	宇宙論的重力レンズ方程式	第 3 回	レンズマッピングの性質 1	第 4 回	レンズマッピングの性質 2	第 5 回	球対称レンズの一般論	第 6 回	簡単な例	第 7 回	楕円レンズとその例	第 8 回	強いレンズの観測量	第 9 回	銀河団の強い重力レンズ	第 10 回	弱い重力レンズ	第 11 回	銀河団の弱い重力レンズ効果とその観測	第 12 回	レンズ統計	第 13 回	宇宙の大規模構造による重力レンズ効果	第 14 回	宇宙シア	第 15 回	超新星へのレンズ効果
第 1 回	重力レンズ方程式																														
第 2 回	宇宙論的重力レンズ方程式																														
第 3 回	レンズマッピングの性質 1																														
第 4 回	レンズマッピングの性質 2																														
第 5 回	球対称レンズの一般論																														
第 6 回	簡単な例																														
第 7 回	楕円レンズとその例																														
第 8 回	強いレンズの観測量																														
第 9 回	銀河団の強い重力レンズ																														
第 10 回	弱い重力レンズ																														
第 11 回	銀河団の弱い重力レンズ効果とその観測																														
第 12 回	レンズ統計																														
第 13 回	宇宙の大規模構造による重力レンズ効果																														
第 14 回	宇宙シア																														
第 15 回	超新星へのレンズ効果																														
評価方法・基準 :	授業での発表(30%)、レポート(70%)で評価する																														
教 材 な ど :	講義ノートを配布する																														
備 考 :																															

■ SP041

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）の基本原理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 LMTO 法 第12回 LAPW 法 第13回 ASW 法 第14回 相対論的效果と磁性的性質 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. Grossi and G. P. Parravicini, Solid State Physics (Academic Press, 2000) J. M. Ziman, Elements of Advanced Quantum Theory (Cambridge University Press, 1995)
備 考 :	

■ SP042

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。

■ SP043

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 :	初等的金属電子論, BCS, BECについて学ぶ。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：非球対称な電場によるシュタルク分裂 第3回 1イオン再訪：single ion anisotropy 第4回 1イオン再訪：クラーマスの定理 第5回 変換理論と第2量子化の復習 第6回 場の量子論の初步：さまざまな多体問題 第7回 金属電子論：状態密度のvan Hove 特異点定理 第8回 金属電子論：Drude 理論と Pauli 常磁性 第9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10回 Hartree-Fock-Gorkov 近似, RPA 近似 第11回 粘性流体としての自由ボース気体とボースアインシュタイン凝縮 第12回 GL 理論：磁気相転移 第13回 GL 理論：超伝導転移 第14回 Mermin-Wagner-Hohenberg の定理と KT 転移 第15回 近藤効果：クロスオーバー現象
評価方法・基準 :	受講態度と授業への参加姿勢 (60 %), レポート (40 %) 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』斯波弘之（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。

■ SP044

科 目 名 :	物理学特論基礎
担 当 者 :	内田 和之
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 :	物質の電子構造計算理論とフォートラン言語に関する基礎事項を学習する
授業内容・方法 :	輪読によるゼミと演習を織り交ぜて行う
授 業 計 画 :	<p>第1回 LINUX の基礎事項</p> <p>第2回 ハートレーフオック法1：基礎</p> <p>第3回 ハートレーフオック法2：交換ホール</p> <p>第4回 ハートレーフオック法3：交換ポテンシャル</p> <p>第5回 フォートラン1：代入文, Write 文, Read 文</p> <p>第6回 密度汎関数法1：基礎</p> <p>第7回 密度汎関数法2：コーンシャム軌道</p> <p>第8回 密度汎関数法3：局所密度近似</p> <p>第9回 密度汎関数法4：交換相関ホール</p> <p>第10回 フォートラン2：Do 文, if 文</p> <p>第11回 擬ポテンシャル法1：OPW</p> <p>第12回 擬ポテンシャル法2：ノルム保存型</p> <p>第13回 フォートラン3：配列変数, Call 文</p> <p>第14回 カー・パリネロ法1</p> <p>第15回 カー・パリネロ法2</p>
評価方法・基準 :	ゼミでの発表およびその準備の為の資料作成 (80%) 、課題レポート (20%)
教 材 な ど :	適宜指示する
備 考 :	

■ SP045

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 :	<p>第1回 宇宙における輻射過程 1 : フラックスと黒体輻射</p> <p>第2回 宇宙における輻射過程 2 : bound-free, free-free radiation</p> <p>第3回 宇宙における輻射過程 3 : シンクロトロン輻射</p> <p>第4回 宇宙における輻射過程 4 : コンプトン散乱</p> <p>第5回 宇宙における輻射過程 5 : Eddington Limit</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>第8回 星間空間における輻射と物理 3 : 光電離平衡</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>第11回 宇宙における質量降着と物理 1 : Bondi accretion</p> <p>第12回 宇宙における質量降着と物理 2 : 「標準」降着円盤</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p>
評価方法・基準 :	各トピックに対する取り組みと発表 (50%) 、課題に対するレポートあるいは小テスト (50%)
教 材 な ど :	適宜指定する
備 考 :	

■ SP046

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 地球大気の最新理解像 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 :	

■ SP047

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 :	<table><tr><td>第 1 回</td><td>回転流体の性質</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>回転系の運動方程式</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>地衡流</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>エクマン境界層</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>ポテンシャル渦度保存則</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>分散性波動の基礎 (1) - 水面波</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>分散性波動の基礎 (2) - 波数空間</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>内部重力波 (1) - 静力学的安定性</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>内部重力波 (2) - 大気と海洋の内部重力波</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>内部重力波 (3) - ブジネスク近似</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>回転成層流体</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>地衡流調節</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>ロスビーの変形半径</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>ロスビー波 (1) - 非発散ロスビー波</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>ロスビー波 (2) - 内部ロスビー波</td></tr></table>	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
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 :	<ul style="list-style-type: none">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 :																															

■ SP048

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 :	<table border="1"><tr><td>第 1 回</td><td>回転流体の特徴</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>回転地球上での運動方程式</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>球座標系で表した運動方程式</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>乾燥空気の熱力学（1）：温位などの概念</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>乾燥空気の熱力学（2）：大気の鉛直構造を中心に</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>様々な保存則（1）：質量保存則など</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>様々な保存則（2）：エネルギー保存則など</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>静水圧近似</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>ベータ平面近似</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>循環定理</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>ポテンシャル渦度の保存則</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>静的安定度</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>p 座標系</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>プリミティブ方程式系</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>渦度方程式と発散方程式</td></tr></table>	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
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 :	<ul style="list-style-type: none">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 :																															

■ SP053

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 :	

■ SP054

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 :	

■ SP055

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 :

■ SP056

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開拓してい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 :	

■ SP057

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 包絡関数のブロッホ和 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 :	

■ SP058

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 スピンスピ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 :	

■ SP059

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 :	第1回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (1) 第2回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (2) 第3回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (3) 第4回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (4) 第5回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (5) 第6回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (6) 第7回 固体電子論の中間研究成果の発表 1 第8回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (7) 第9回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (8) 第10回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (9) 第11回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (10) 第12回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (11) 第13回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (12) 第14回 固体電子論の基礎理論の輪読と議論 (13) 第15回 固体電子論の中間研究成果の発表 2
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 :	

■ SP060

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 :	第1回 固体電子論の研究成果発表と議論 (1) 第2回 固体電子論の研究成果発表と議論 (2) 第3回 固体電子論の研究成果発表と議論 (3) 第4回 固体電子論の研究成果発表と議論 (4) 第5回 固体電子論の研究成果発表と議論 (5) 第6回 固体電子論の研究成果発表と議論 (6) 第7回 固体電子論研究の論文発表 1 第8回 固体電子論の研究成果発表と議論 (7) 第9回 固体電子論の研究成果発表と議論 (8) 第10回 固体電子論の研究成果発表と議論 (9) 第11回 固体電子論の研究成果発表と議論 (10) 第12回 固体電子論の研究成果発表と議論 (11) 第13回 固体電子論の研究成果発表と議論 (12) 第14回 固体電子論の研究成果発表と議論 (13) 第15回 固体電子論研究の論文発表 2
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 :	

■ SP061

科 目 名 :	計算物質科学特別研究A
担 当 者 :	内田 和之
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 :	物質の電子構造計算プログラムを自分の手で動かすと同時にプログラムを1行1行読み解き、理解する。また、論文の読み方について訓練を行う。
授業内容・方法 :	ゼミナール（プレゼンテーション、演習）
授 業 計 画 :	第1回 計算実習、論文読解の訓練 第2回 計算実習、論文読解の訓練 第3回 計算実習、論文読解の訓練 第4回 計算実習、論文読解の訓練 第5回 計算実習、論文読解の訓練 第6回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解の訓練 第7回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解の訓練 第8回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解の訓練 第9回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解の訓練 第10回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解の訓練 第11回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解の訓練 第12回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解の訓練 第13回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解の訓練 第14回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解の訓練 第15回 春学期の内容を振り返える
評価方法・基準 :	ゼミナールの内容を総合的に評価する（プレゼン80%、意見発表などのコントリビューション20%）。
教 材 な ど :	適宜配布する。
備 考 :	

■ SP062

科 目 名 :	計算物質科学特別研究B
担 当 者 :	内田 和之
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 :	物質の電子構造計算プログラムを動かすと同時に、1行1行読解する。また、論文の読み方について訓練を行い、研究テーマを探索する。
授業内容・方法 :	ゼミナール（プレゼンテーション、演習）
授 業 計 画 :	第1回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第2回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第3回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第4回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第5回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第6回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第7回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第8回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第9回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第10回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第11回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第12回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第13回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第14回 計算結果プレゼンと、プログラム読解、論文読解と研究テーマの探索 第15回 秋学期の内容を振り返る。
評価方法・基準 :	ゼミナールの内容を総合的に評価する（プレゼン80%、意見発表などのコントリビューション20%）。
教 材 な ど :	適宜配布する。
備 考 :	

■ SP063

科 目 名 :	計算物質科学特別研究C																														
担 当 者 :	内田 和之																														
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 :	研究テーマを自ら設定し、その為に必要な予備調査や方法論、プログラム開発を行う。																														
授業内容・方法 :	ゼミナール（プレゼンテーションとディスカッション）																														
授 業 計 画 :	<table border="1"><tr><td>第1回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第2回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第3回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第4回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第5回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第6回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第7回</td><td>前半の振り返り</td></tr><tr><td>第8回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第9回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第10回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第11回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第12回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第13回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第14回</td><td>研究成果のプレゼンテーションとディスカッション</td></tr><tr><td>第15回</td><td>後半の振り返り</td></tr></table>	第1回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第2回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第3回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第4回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第5回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第6回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第7回	前半の振り返り	第8回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第9回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第10回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第11回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第12回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第13回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第14回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション	第15回	後半の振り返り
第1回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第2回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第3回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第4回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第5回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第6回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第7回	前半の振り返り																														
第8回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第9回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第10回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第11回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第12回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第13回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第14回	研究成果のプレゼンテーションとディスカッション																														
第15回	後半の振り返り																														
評価方法・基準 :	ゼミナールの内容を総合的に評価する（プレゼン 80%、意見発表などのコントリビューション 20%）。																														
教 材 な ど :	適宜配布する。																														
備 考 :																															

■ SP064

科 目 名 :	計算物質科学特別研究D
担 当 者 :	内田 和之
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 :	研究を自ら進め、進捗をプレゼンする。
授業内容・方法 :	ゼミナール（プレゼンテーションとディスカッション）
授 業 計 画 :	第1回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第2回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第3回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第4回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第5回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第6回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第7回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第8回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第9回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第10回 研究成果のプレゼンテーションとディスカッション 第11回 修論発表に向けた準備 第12回 修論発表に向けた準備 第13回 修論発表に向けた準備 第14回 修論発表に向けた準備 第15回 修論発表に向けた準備
評価方法・基準 :	ゼミナールの内容を総合的に評価する（プレゼン80%、意見発表などのコントリビューション20%）。
教 材 な ど :	適宜配布する。
備 考 :	

■ SP065

科 目 名 :	量子機能物性特別研究A
担 当 者 :	瀬川 耕司
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 :	単結晶作製の実際を学び、自分で単結晶を合成する。
授業内容・方法 :	単結晶を作製する系を教員と相談して決め、必要な技術を体得した後、実際の結晶成長を行う。
授 業 計 画 :	第1回 イントロダクション、研究の概観 第2-15回 実際の結晶成長技術を、段階を踏んで細かく学ぶ。実験装置の整備や立ち上げなども実際に手を動かして体得する。 具体的には、グローブボックスの使い方、原料試薬の前処理、原料試薬の秤量の計算と実際、石英管封じのやり方、真空ポンプの取り扱いとメンテナンス、電気炉の温度較正とメンテナンス、石英管からの結晶の取り出し方などを順を追って学び、すべて自分で実行可能なレベルまで習得する。
評価方法・基準 :	研究内容の理解度(30%)、実験への取り組み(70%)により総合的に評価する
教 材 な ど :	関連する論文や専門書を使用する。
備 考 :	

■ SP066

科 目 名 : 量子機能物性特別研究B

担 当 者 : 瀬川 耕司

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 : X線などによる単結晶評価の実際を学び、単結晶のキャラクタライズができるようになること。

授業内容・方法 : 自分で作製した単結晶について、その評価に必要な技術を体得した後、実際の結晶評価を行う。

授 業 計 画 : 第1回 研究の概観や流れ、結晶評価の手法についての全体の流れを学ぶ
第2-15回 実際の作製した単結晶の評価を、X線回折装置や誘導結合プラズマ発光分析装置(ICP、外部機関)を用いて実際に行う。
具体的には、単結晶の切断方法、偏光顕微鏡観察の手法、X線回折装置の単結晶への適用の原理とその実際、X線プロファイルの解析手法、ICPを用いた定量分析の原理・試料準備・測定の実際について総合的に学び、手法を習得する。

評価方法・基準 : 研究内容の理解度(30%)、実験への取り組み(70%)により総合的に評価する

教 材 な ど : 関連する論文や専門書を使用する。

備 考 :

■ SP067

科 目 名 :	量子機能物性特別研究C
担 当 者 :	瀬川 耕司
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 :	単結晶の物性測定の手法の実際を身につけ、自分で測定できるようになる。
授業内容・方法 :	実際に作製した単結晶について、その物性測定を低温で行う。具体的には、電気抵抗率と帯磁率測定を行う。
授 業 計 画 :	第1-6回 帯磁率測定の原理を学び、測定装置の動作について理解する。その後結晶をマウントする部品を自分で作製し、実際に装置で測定を行う。 第7-15回 電気抵抗測定の原理をまずは学ぶ。その後、試料の整形、端子付けについて方法を学んだ後、実際に自ら測定を行う。良い測定ができるようになつたら、Hall係数、磁気抵抗についても低温まで温度を変えて測定する。
評価方法・基準 :	研究内容の理解度(30%)、実験への取り組み(70%)により総合的に評価する
教 材 な ど :	関連する論文や専門書を使用する。
備 考 :	

■ SP068

科 目 名 :	量子機能物性特別研究D
担 当 者 :	瀬川 耕司
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 :	輸送特性などのデータを解析し、その解釈を自分でできるようになること。
授業内容・方法 :	実際に測定した輸送特性や帯磁率について、そのデータ解析を実際にを行い、修士論文を書くためのベースを築き上げる。
授 業 計 画 :	第1-8回 輸送特性や帯磁率のデータ解析について学び、実際に自分で解析を行う。 その解釈についても自分で考えることを試みる。 第9-15回 取得したデータについて、修士論文の執筆や発表につなげるため、その解釈や物理を学び、教員との議論を通じて自分なりの解釈を行う。
評価方法・基準 :	研究内容の理解度(30%)、実験への取り組み(70%)により総合的に評価する
教 材 な ど :	関連する論文や専門書を使用する。
備 考 :	

■ SP069

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 :	<p>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。</p> <p>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。</p>
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 :	

■ SP070

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 :	

■ SP071

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 :	研究内容の理解度(40%)、研究への取り組み(60%)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 :	

■ SP072

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 :	

■ SP073

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総合的に評価する(100%)。
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 :	

■ SP074

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総合的に評価する(100%)。
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 :	

■ SP075

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総合的に評価する(100%)。
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 :	

■ SP076

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総合的に評価する(100%)。
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 :	

■ SP077

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 FID(Free Induction Decay) の学習と研究
授 業 計 画 :	第 1 回 核磁化のユニタリー時間発展 第 2 回 FID 信号の観測と解析 第 3 回 FID 信号の FFT 第 4 回 FT-NMR スペクトル 第 5 回 FT-NMR の高温温度変化 第 6 回 FT-NMR の低温温度変化 第 7 回 FT-NMR の近低温温度変化 第 8 回 FT-NMR のシフト:ケミカルシフトとナイトシフト 第 9 回 FT-NMR のシフトの温度変化 第 10 回 FT-NMR の線幅:Van Vleck の 2 次モーメント 第 11 回 FT-NMR の線幅の温度変化:運動による先鋭化 第 12 回 FT-NMR の積分強度 第 13 回 FT-NMR の積分強度の温度変化:キュリー磁性と温度誘起磁性 第 14 回 FT-NMR の線形:ガウス形とローレンツ形 第 15 回 FT-NMR のまとめ
評価方法・基準 :	受講態度と授業への参加姿勢 (60 %), レポート (40 %) で評価する。
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 :	

■ SP078

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SEO(Spin-Echo)の学習と研究
授 業 計 画 :	第1回 SEの原理 第2回 SE信号の観測 第3回 SE信号の解析:FFT 第4回 SE-NMRスペクトル:FT-SUM 第5回 SE-NMRの高温温度変化 第6回 SE-NMRの低温温度変化 第7回 SE-NMRの近低温温度変化 第8回 SE-NMRのシフト 第9回 SE-NMRのシフトの温度変化 第10回 SE-NMRの線幅 第11回 SE-NMRの線幅の温度変化 第12回 SE-NMRの積分強度 第13回 SE-NMRの積分強度の温度変化 第14回 SE-NMRの線形 第15回 SE-NMRのまとめ
評価方法・基準 :	受講態度と授業への参加姿勢(60%), レポート(40%)で評価する。
教 材 な ど :	関連論文
備 考 :	

■ SP079

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 T1 (核スピン格子緩和時間) 学習と研究																														
授業計画 :	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>核磁化の回復曲線の測定法</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>核磁化の回復曲線の理論：占有数方程式</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>核磁化の回復曲線の解析</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>T1 の測定方法</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>T1 の高温温度変化</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>T1 の低温温度変化</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>T1 の近低温温度変化</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>核磁化の回復曲線の計算法</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>指數関数緩和</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>引き延ばされた指數関数</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>Redfield 理論</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>コリンハ則</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>孤立イオンからの緩和</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>exchange narrowing limit</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>臨界発散</td></tr></table>	第 1 回	核磁化の回復曲線の測定法	第 2 回	核磁化の回復曲線の理論：占有数方程式	第 3 回	核磁化の回復曲線の解析	第 4 回	T1 の測定方法	第 5 回	T1 の高温温度変化	第 6 回	T1 の低温温度変化	第 7 回	T1 の近低温温度変化	第 8 回	核磁化の回復曲線の計算法	第 9 回	指數関数緩和	第 10 回	引き延ばされた指數関数	第 11 回	Redfield 理論	第 12 回	コリンハ則	第 13 回	孤立イオンからの緩和	第 14 回	exchange narrowing limit	第 15 回	臨界発散
第 1 回	核磁化の回復曲線の測定法																														
第 2 回	核磁化の回復曲線の理論：占有数方程式																														
第 3 回	核磁化の回復曲線の解析																														
第 4 回	T1 の測定方法																														
第 5 回	T1 の高温温度変化																														
第 6 回	T1 の低温温度変化																														
第 7 回	T1 の近低温温度変化																														
第 8 回	核磁化の回復曲線の計算法																														
第 9 回	指數関数緩和																														
第 10 回	引き延ばされた指數関数																														
第 11 回	Redfield 理論																														
第 12 回	コリンハ則																														
第 13 回	孤立イオンからの緩和																														
第 14 回	exchange narrowing limit																														
第 15 回	臨界発散																														
評価方法・基準 :	受講態度と授業への参加姿勢 (60 %), レポート (40 %) で評価する。																														
教 材 な ど :	関連論文																														
備 考 :																															

■ SP080

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 T2(T1 過程と核スピンスピン格子緩和時間) 学習と研究																														
授業計画 :	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>核磁化の横緩和曲線の測定法</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>核磁化の横緩和曲線の理論</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>核磁化の横緩和曲線の解析</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>T2 の評価法</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>T2 の高温温度変化</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>T2 の低温温度変化</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>核磁化の横緩和への縦緩和の影響</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>核磁化の横緩和曲線の関数形</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>Redfield 理論 : T1 過程</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>Iz ゆらぎの効果</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>直接双極子相互作用の効果</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>間接核スピン間相互作用の導出</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>Spin-echo modulation</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>数値計算</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>臨界発散の間接核スピン間相互作用</td></tr></table>	第 1 回	核磁化の横緩和曲線の測定法	第 2 回	核磁化の横緩和曲線の理論	第 3 回	核磁化の横緩和曲線の解析	第 4 回	T2 の評価法	第 5 回	T2 の高温温度変化	第 6 回	T2 の低温温度変化	第 7 回	核磁化の横緩和への縦緩和の影響	第 8 回	核磁化の横緩和曲線の関数形	第 9 回	Redfield 理論 : T1 過程	第 10 回	Iz ゆらぎの効果	第 11 回	直接双極子相互作用の効果	第 12 回	間接核スピン間相互作用の導出	第 13 回	Spin-echo modulation	第 14 回	数値計算	第 15 回	臨界発散の間接核スピン間相互作用
第 1 回	核磁化の横緩和曲線の測定法																														
第 2 回	核磁化の横緩和曲線の理論																														
第 3 回	核磁化の横緩和曲線の解析																														
第 4 回	T2 の評価法																														
第 5 回	T2 の高温温度変化																														
第 6 回	T2 の低温温度変化																														
第 7 回	核磁化の横緩和への縦緩和の影響																														
第 8 回	核磁化の横緩和曲線の関数形																														
第 9 回	Redfield 理論 : T1 過程																														
第 10 回	Iz ゆらぎの効果																														
第 11 回	直接双極子相互作用の効果																														
第 12 回	間接核スピン間相互作用の導出																														
第 13 回	Spin-echo modulation																														
第 14 回	数値計算																														
第 15 回	臨界発散の間接核スピン間相互作用																														
評価方法・基準 :	受講態度と授業への参加姿勢 (60 %), レポート (40 %) で評価する。																														
教 材 な ど :	関連論文																														
備 考 :																															

■ SP081

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（フラーレンおよび单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、得られた单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に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 :	单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单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单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单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单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单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单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单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单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单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单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单層カーボンナノチューブの作製 V 第11回 アルコールCVD法による单層カーボンナノチューブの作製 I 第12回 アルコールCVD法による单層カーボンナノチューブの作製 II 第13回 アルコールCVD法による单層カーボンナノチューブの作製 III 第14回 アルコールCVD法による单層カーボンナノチューブの作製 IV 第15回 アルコールCVD法による单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. Dresselhause (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、单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 :	

■ SP082

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（フラーレンおよび单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（吸光度法、発光マッピング、共鳴ラマン散乱）を用いて、得られた单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に装置開発を自ら行う。																														
授業内容・方法 :	指導教員と議論を行なながら、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 :	单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、孤立分散化した单層カーボンナノチューブの電子状態を、吸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・精製法の開発を目指して、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。 <table><tr><td>第1回</td><td>单層カーボンナノチューブの破碎と分散 I</td></tr><tr><td>第2回</td><td>单層カーボンナノチューブの破碎と分散 II</td></tr><tr><td>第3回</td><td>单層カーボンナノチューブの破碎と分散 III</td></tr><tr><td>第4回</td><td>单層カーボンナノチューブの破碎と分散 IV</td></tr><tr><td>第5回</td><td>单層カーボンナノチューブの破碎と分散 V</td></tr><tr><td>第6回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 I</td></tr><tr><td>第7回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 II</td></tr><tr><td>第8回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 III</td></tr><tr><td>第9回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 IV</td></tr><tr><td>第10回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 V</td></tr><tr><td>第11回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 I</td></tr><tr><td>第12回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 II</td></tr><tr><td>第13回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 III</td></tr><tr><td>第14回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 IV</td></tr><tr><td>第15回</td><td>单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 V</td></tr></table>	第1回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 I	第2回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 II	第3回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 III	第4回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 IV	第5回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 V	第6回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 I	第7回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 II	第8回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 III	第9回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 IV	第10回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 V	第11回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 I	第12回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 II	第13回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 III	第14回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 IV	第15回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 V
第1回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 I																														
第2回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 II																														
第3回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 III																														
第4回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 IV																														
第5回	单層カーボンナノチューブの破碎と分散 V																														
第6回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 I																														
第7回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 II																														
第8回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 III																														
第9回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 IV																														
第10回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の精製 V																														
第11回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 I																														
第12回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 II																														
第13回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 III																														
第14回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・発光マッピング法による評価 IV																														
第15回	单層カーボンナノチューブ分散溶液の吸光度法・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. Dresselhause (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、单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 :																															

■ SP083

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（フラーレンおよび单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（吸光度法、発光マッピング、共鳴ラマン散乱）を用いて、得られた单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に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 : 单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法の装置を用いて单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。得られた单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 单層カーボンナノチューブ作製条件の検討 I

第2回 单層カーボンナノチューブ作製条件の検討 II

第3回 单層カーボンナノチューブ作製条件の検討 III

第4回 单層カーボンナノチューブ作製条件の検討 IV

第5回 单層カーボンナノチューブ作製条件の検討 V

第6回 单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 单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 单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 单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 单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单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单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单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单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单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、单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 :

■ SP084

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、より高い分離性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. Dresselhause (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 :	

■ SP085

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、CO ₂ 削減・有効利用技術といったものが挙げられる。 第1-5回 修士論文研究に関する文献調査ほか 第6-10回 修士論文研究を行うために必要な実験知識、技能の習得ほか 第11-15回 修士論文研究テーマを定め、研究を開始する (目安)
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(100%)
教 材 な ど :	適宜指示する。
備 考 :	

■ SP086

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、CO ₂ 削減・有効利用技術といったものが挙げられる。 第1-5回 修士論文研究の実験を行いデータを取得する 第6-10回 先行研究の追試、実験データの信頼性を向上させる 第11-15回 先行研究と実験データを比較、考察し、新規性を検討する (目安)
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(100%)
教 材 な ど :	適宜指示する。
備 考 :	

■ SP087

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。 第 1-5 回 繼続して実験を行い、データを蓄積する。 第 6-10 回 実験の継続。データの整理、考察。文献調査を行い文献データと比較。 第 11-15 回 修士論文の執筆を開始する (目安)
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(100%)
教 材 な ど :	適宜指示する。
備 考 :	

■ SP088

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。 第 1-5 回 修士論文執筆。 第 6-10 回 修士論文執筆。不足した、不完全な実験データを補うための実験。 第 11-15 回 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(100%)
教 材 な ど :	適宜指示する。
備 考 :	

■ SP091

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 :	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>膨張宇宙における揺らぎの問題について</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>I . 地平線通過における場の揺らぎの生成</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>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</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>量子から古典への遷移、計算における線形修正</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>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、</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>統計学的な場の進化、初期のテンソル摂動、</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>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</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>II . 地平線通過における曲率揺らぎの生成</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>人間原理からの曲率揺らぎに対する制限</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>標準理論におけるスペクトルの予言</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>曲率揺らぎ補正へのループの寄与</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>スローロール近似を超えた標準理論の枠組</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>K - インフレーション</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>W a r m インフレーション</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>その他のインフレーション</td></tr></table>	第 1 回	膨張宇宙における揺らぎの問題について	第 2 回	I . 地平線通過における場の揺らぎの生成	第 3 回	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	第 4 回	量子から古典への遷移、計算における線形修正	第 5 回	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、	第 6 回	統計学的な場の進化、初期のテンソル摂動、	第 7 回	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	第 8 回	II . 地平線通過における曲率揺らぎの生成	第 9 回	人間原理からの曲率揺らぎに対する制限	第 10 回	標準理論におけるスペクトルの予言	第 11 回	曲率揺らぎ補正へのループの寄与	第 12 回	スローロール近似を超えた標準理論の枠組	第 13 回	K - インフレーション	第 14 回	W a r m インフレーション	第 15 回	その他のインフレーション
第 1 回	膨張宇宙における揺らぎの問題について																														
第 2 回	I . 地平線通過における場の揺らぎの生成																														
第 3 回	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																														
第 4 回	量子から古典への遷移、計算における線形修正																														
第 5 回	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、																														
第 6 回	統計学的な場の進化、初期のテンソル摂動、																														
第 7 回	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																														
第 8 回	II . 地平線通過における曲率揺らぎの生成																														
第 9 回	人間原理からの曲率揺らぎに対する制限																														
第 10 回	標準理論におけるスペクトルの予言																														
第 11 回	曲率揺らぎ補正へのループの寄与																														
第 12 回	スローロール近似を超えた標準理論の枠組																														
第 13 回	K - インフレーション																														
第 14 回	W a r m インフレーション																														
第 15 回	その他のインフレーション																														
評価方法・基準 :	膨張宇宙における諸問題の発見、理解(40%)、講義、学習への態度(30%)、理解へ至るまでの努力(30%).																														
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) 等を参考する。																														

■ SP092

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 :	第1回 III. 地平線通過後における曲率揺らぎ 第2回 曲率揺らぎ ζ に対する膨張率 (δN) の関係、 第3回 ζ に対するスペクトル 第4回 ζ に対する非ガウス分布、曲率場の標準的理論の枠組み 第5回 非一様な崩壊率、曲率揺らぎ ζ を生成する他の方法 第6回 IV. 初期の等曲率揺らぎの生成 第7回 アキシオン CDM 等曲率ゆらぎ、 第8回 CDM もしくはバリオン等曲率ゆらぎの相関 第9回 ニュートリノの等曲率ゆらぎ 第10回 V. スローロール近似のインフレーションと観測 第11回 歴史的な背景、永遠にインフレーション、 第12回 場の理論とインフレーション 第13回 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、 第14回 GUT(統一理論モデル)インフレーション、 第15回 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(40%)、講義、学習への態度(30%)、理解へ至るまでの努力(30%).
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) 等を参考する。

■ SP093

科 目 名 :	宇宙論特別研究A
担 当 者 :	二間瀬 敏史
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 :	現代宇宙論全般を教科書の輪読で概観したのち、修士論文作成のため興味に合わせて分野を選択し、それについて最新の論文などでさらに深く学び、指導教官との議論でテーマみつけ取り組む。
授業内容・方法 :	指導教員と議論を行いないながら教科書の輪読・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 :	まず教科書をゼミナール形式読み現代宇宙を概観したのち、テーマごとに重要な論文、最新の論文の紹介を行う。 第1回 宇宙の観測 1. 宇宙膨張 第2回 宇宙の観測 2. 暗黒物質 第3回 宇宙の観測 3. 宇宙マイクロ波背景放射 第4回 宇宙の観測 4. 銀河の3次元分布 第5回 宇宙の観測 5. 宇宙初期の軽元素合成 第6回 宇宙の観測 6. 加速膨張と暗エネルギー 第7回 一様等方等方宇宙モデル 第8回 ハッブルの法則と赤方偏移 第9回 フリードマン方程式と宇宙膨張の振る舞い 第10回 宇宙のエネルギー組成と膨張の振るまい 第11回 地平線問題と平坦性問題 第12回 ニュートリノ脱結合と電子・陽電子対消滅 第13回 宇宙初期のヘリウム生成 第14回 光子・バリオン流体の物理 第15回 宇宙の晴れ上がりとシルク減衰
評価方法・基準 :	ゼミナール発表(50%)と、研究・論文紹介の実施状況(50%)により評価する。
教 材 な ど :	参考書等：宇宙物理学 二間瀬敏史著（朝倉書店） その他適宜読むべき論文を指示する
備 考 :	

■ SP094

科 目 名 :	宇宙論特別研究B
担 当 者 :	二間瀬 敏史
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 :	現代宇宙論全般を教科書の輪読で概観したのち、修士論文作成のため興味に合わせて分野を選択し、それについて最新の論文などでさらに深く学び、指導教官との議論でテーマみつけ取り組む。
授業内容・方法 :	指導教員と議論を行いないながら教科書の輪読・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 :	まず教科書をゼミナール形式読み現代宇宙を概観したのち、テーマごとに重要な論文、最新の論文の紹介を行う。 第1回 宇宙の構造形成 1. ハリソン・ゼルドビッチスペクトル 第2回 宇宙の構造形成 2. 重力不安定成長 第3回 宇宙の構造形成 3. 暗黒物質揺らぎの成長 第4回 宇宙の構造形成 4. 原始銀河の形成 第5回 宇宙マイクロ波背景放射 1. 光子・バリオン流体の音響振動 第6回 宇宙マイクロ波背景放射 2. 温度揺らぎの記述 第7回 宇宙マイクロ波背景放射 3. 温度揺らぎ生成のメカニズム 第8回 宇宙マイクロ波背景放射 4. 温度揺らぎと宇宙論パラメータ 第9回 宇宙マイクロ波背景放射 5. 温度揺らぎの観測 第10回 初期宇宙の温度と時間の関係 第11回 素粒子論と初期宇宙の関係 第12回 宇宙初期の真空の相転移 第13回 インフレーション理論 第14回 密度揺らぎの生成 第15回 重力波の発生とインフレーション理論への制限
評価方法・基準 :	ゼミナール発表(50%)と、研究・論文紹介の実施状況(50%)により評価する。
教 材 な ど :	参考書等：宇宙物理学 二間瀬敏史著（朝倉書店） その他適宜読むべき論文を指示する
備 考 :	

■ SP095

科 目 名 :	宇宙論特別研究C
担 当 者 :	二間瀬 敏史
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 :	現代宇宙論全般を教科書の輪読で概観したのち、修士論文作成のため興味に合わせて分野を選択し、それについて最新の論文などでさらに深く学び、指導教官との議論でテーマみつけ取り組む。
授業内容・方法 :	指導教員と議論を行いないながら教科書の輪読・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 :	まず教科書をゼミナール形式読み現代宇宙を概観したのち、テーマごとに重要な論文、最新の論文の紹介を行う。 第1回 相対論的古典場の一般論 第2回 変分原理と場の方程式 第3回 ローレンツ群の表現と場 第4回 平坦な時空における自由場 第5回 可換ゲージ場 第6回 非可換ゲージ場と重力場 第7回 自由場の正準量子化 第8回 場の相互作用 第9回 摂動計算 第10回 散乱断面積の計算 第11回 素粒子の標準モデル 第12回 対称性の自発的破れ 第13回 電弱理論 第14回 強い相互作用とクォーク 第15回 ニュートリノ質量と宇宙論
評価方法・基準 :	ゼミナール発表(50%)と、研究・論文紹介の実施状況(50%)により評価する。
教 材 な ど :	参考書：宇宙論の物理（上） 松原隆彦 東京大学出版 その他適宜読むべき論文を指示する
備 考 :	

■ SP096

科 目 名 :	宇宙論特別研究D
担 当 者 :	二間瀬 敏史
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 :	現代宇宙論全般を教科書の輪読で概観したのち、修士論文作成のため興味に合わせて分野を選択し、それについて最新の論文などでさらに深く学び、指導教官との議論でテーマみつけ取り組む。
授業内容・方法 :	指導教員と議論を行いないながら教科書の輪読・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 :	まず教科書をゼミナール形式読み現代宇宙を概観したのち、テーマごとに重要な論文、最新の論文の紹介を行う。 第1回 相対論的分布関数 第2回 膨張宇宙でのボルツマン方程式と膨張宇宙への応用 第3回 暗黒物質、宇宙マイクロ波背景放射への応用ゲージ不変摂動論 第4回 アインシュタイン方程式の線形近似 第5回 ゲージ不変摂動論 第6回 多成分系への拡張 第7回 断熱揺らぎと等曲率揺らぎ 第8回 密度揺らぎの進化と近似 第9回 宇宙マイクロ波背景放射との関係 第10回 宇宙マイクロ波背景放射の温度揺らぎ 第11回 宇宙マイクロ波背景放射の偏光と重力波 第12回 インフレーションモデル 第13回 量子揺らぎによる密度揺らぎの生成 第14回 宇宙初期の重力波 第15回 量子宇宙
評価方法・基準 :	ゼミナール発表(50%)と、研究・論文紹介の実施状況(50%)により評価する。
教 材 な ど :	参考書：宇宙論の物理（下） 松原隆彦 東京大学出版 その他適宜読むべき論文を指示する
備 考 :	

■ SP097

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基礎的な知識を身につけるとともに観測で得られたデータの処理、解析を行う。
授業内容・方法 :	ゼミナール方式、実習方式
授 業 計 画 :	第1回 可視・赤外線天文学の基礎（1）：望遠鏡 第2回 可視・赤外線天文学の基礎（2）：天体観測装置 第3回 可視・赤外線天文学の基礎（3）：天体分光器 第4回 可視・赤外線天文学の基礎（4）：高分散天体分光器 第5回 天体分光学の基礎（1）：水素原子 第6回 天体分光学の基礎（2）：ヘリウム原子 第7回 天体分光学の基礎（3）：その他の重金属原子 第8回 天体分光学の基礎（4）：二原子分子（等核）の回転遷移 第9回 天体分光学の基礎（5）：二原子分子（異核）の回転遷移 第10回 天体分光学の基礎（6）：二原子分子の振動遷移・電子遷移 第11回 天体分光学の基礎（7）：多原子分子の振動遷移 第12回 天体分光学の基礎（8）：多原子分子の電子遷移 第13回 天体分光学の基礎（9）：分子の対称性と群論1 第14回 天体分光学の基礎（10）：分子の対称性と群論2 第15回 天体分光学の基礎（11）：遷移の強度とFermi の黄金律
評価方法・基準 :	授業における取組み・発表 30%，レポート 70%
教 材 な ど :	随時指定
備 考 :	

■ SP098

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基礎的な知識を身につけるとともに観測で得られたデータの処理、解析を行う。																														
授業内容・方法 :	ゼミナール方式、実習方式																														
授 業 計 画 :	<table border="1"><tr><td>第 1 回</td><td>観測・解析実習（1）：天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>観測・解析実習（2）：天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>観測・解析実習（3）：天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>観測・解析実習（4）：天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>観測・解析実習（5）：天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>観測・解析実習（6）：天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>観測・解析実習（7）：天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>恒星の内部構造とスペクトル（1）：恒星物理学の基礎</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>恒星の内部構造とスペクトル（2）：輻射と対流</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>恒星の内部構造とスペクトル（3）：Non-LTE 近似</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>恒星の内部構造とスペクトル（4）：吸収線プロファイルの物理</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>低温度星の分子外層（1）：温度・密度構造</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>低温度星の分子外層（2）：質量放出</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>低温度星の分子外層（3）：分子化学進化 1</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>低温度星の分子外層（4）：分子化学進化 2</td></tr></table>	第 1 回	観測・解析実習（1）：天体のデータ取得と解析実習	第 2 回	観測・解析実習（2）：天体のデータ取得と解析実習	第 3 回	観測・解析実習（3）：天体のデータ取得と解析実習	第 4 回	観測・解析実習（4）：天体のデータ取得と解析実習	第 5 回	観測・解析実習（5）：天体のデータ取得と解析実習	第 6 回	観測・解析実習（6）：天体のデータ取得と解析実習	第 7 回	観測・解析実習（7）：天体のデータ取得と解析実習	第 8 回	恒星の内部構造とスペクトル（1）：恒星物理学の基礎	第 9 回	恒星の内部構造とスペクトル（2）：輻射と対流	第 10 回	恒星の内部構造とスペクトル（3）：Non-LTE 近似	第 11 回	恒星の内部構造とスペクトル（4）：吸収線プロファイルの物理	第 12 回	低温度星の分子外層（1）：温度・密度構造	第 13 回	低温度星の分子外層（2）：質量放出	第 14 回	低温度星の分子外層（3）：分子化学進化 1	第 15 回	低温度星の分子外層（4）：分子化学進化 2
第 1 回	観測・解析実習（1）：天体のデータ取得と解析実習																														
第 2 回	観測・解析実習（2）：天体のデータ取得と解析実習																														
第 3 回	観測・解析実習（3）：天体のデータ取得と解析実習																														
第 4 回	観測・解析実習（4）：天体のデータ取得と解析実習																														
第 5 回	観測・解析実習（5）：天体のデータ取得と解析実習																														
第 6 回	観測・解析実習（6）：天体のデータ取得と解析実習																														
第 7 回	観測・解析実習（7）：天体のデータ取得と解析実習																														
第 8 回	恒星の内部構造とスペクトル（1）：恒星物理学の基礎																														
第 9 回	恒星の内部構造とスペクトル（2）：輻射と対流																														
第 10 回	恒星の内部構造とスペクトル（3）：Non-LTE 近似																														
第 11 回	恒星の内部構造とスペクトル（4）：吸収線プロファイルの物理																														
第 12 回	低温度星の分子外層（1）：温度・密度構造																														
第 13 回	低温度星の分子外層（2）：質量放出																														
第 14 回	低温度星の分子外層（3）：分子化学進化 1																														
第 15 回	低温度星の分子外層（4）：分子化学進化 2																														
評価方法・基準 :	授業における取組み・発表 30%，レポート 70%																														
教 材 な ど :	随時指定																														
備 考 :																															

■ SP099

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 :	修士論文作成の前段階として基礎的な知識を身につけるとともに観測で得られたデータの処理、解析を行う。																														
授業内容・方法 :	ゼミナール方式、実習方式																														
授 業 計 画 :	<table border="1"><tr><td>第 1 回</td><td>観測・解析実習 (1) : 天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>観測・解析実習 (2) : 天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>観測・解析実習 (3) : 天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>観測・解析実習 (4) : 天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>観測・解析実習 (5) : 天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>観測・解析実習 (6) : 天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>観測・解析実習 (7) : 天体のデータ取得と解析実習</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>古典新星の物理 (1) : HR 図上での進化と物理的描像</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>古典新星の物理 (2) : 熱核暴走反応と元素合成</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>古典新星の物理 (3) : 新星風の物理</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>古典新星の物理 (4) : 減光期における諸現象</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>古典新星の物理 (5) : 星雲期の物理と分光診断</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>古典新星の物理 (6) : 分子形成 (極大期)</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>古典新星の物理 (7) : 分子形成 (減光期)</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>古典新星の物理 (8) : ダストの形成</td></tr></table>	第 1 回	観測・解析実習 (1) : 天体のデータ取得と解析実習	第 2 回	観測・解析実習 (2) : 天体のデータ取得と解析実習	第 3 回	観測・解析実習 (3) : 天体のデータ取得と解析実習	第 4 回	観測・解析実習 (4) : 天体のデータ取得と解析実習	第 5 回	観測・解析実習 (5) : 天体のデータ取得と解析実習	第 6 回	観測・解析実習 (6) : 天体のデータ取得と解析実習	第 7 回	観測・解析実習 (7) : 天体のデータ取得と解析実習	第 8 回	古典新星の物理 (1) : HR 図上での進化と物理的描像	第 9 回	古典新星の物理 (2) : 熱核暴走反応と元素合成	第 10 回	古典新星の物理 (3) : 新星風の物理	第 11 回	古典新星の物理 (4) : 減光期における諸現象	第 12 回	古典新星の物理 (5) : 星雲期の物理と分光診断	第 13 回	古典新星の物理 (6) : 分子形成 (極大期)	第 14 回	古典新星の物理 (7) : 分子形成 (減光期)	第 15 回	古典新星の物理 (8) : ダストの形成
第 1 回	観測・解析実習 (1) : 天体のデータ取得と解析実習																														
第 2 回	観測・解析実習 (2) : 天体のデータ取得と解析実習																														
第 3 回	観測・解析実習 (3) : 天体のデータ取得と解析実習																														
第 4 回	観測・解析実習 (4) : 天体のデータ取得と解析実習																														
第 5 回	観測・解析実習 (5) : 天体のデータ取得と解析実習																														
第 6 回	観測・解析実習 (6) : 天体のデータ取得と解析実習																														
第 7 回	観測・解析実習 (7) : 天体のデータ取得と解析実習																														
第 8 回	古典新星の物理 (1) : HR 図上での進化と物理的描像																														
第 9 回	古典新星の物理 (2) : 熱核暴走反応と元素合成																														
第 10 回	古典新星の物理 (3) : 新星風の物理																														
第 11 回	古典新星の物理 (4) : 減光期における諸現象																														
第 12 回	古典新星の物理 (5) : 星雲期の物理と分光診断																														
第 13 回	古典新星の物理 (6) : 分子形成 (極大期)																														
第 14 回	古典新星の物理 (7) : 分子形成 (減光期)																														
第 15 回	古典新星の物理 (8) : ダストの形成																														
評価方法・基準 :	授業における取組み・発表 30%, レポート 70%																														
教 材 な ど :	随時指定																														
備 考 :																															

■ SP100

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 :	これまでに得られたデータを解析・考察し、修士論文作成を行う。
授業内容・方法 :	ゼミナール方式、実習方式
授 業 計 画 :	第1回 観測・解析実習（1）：解析実習（モデル計算） 第2回 観測・解析実習（2）：解析実習（モデル計算） 第3回 観測・解析実習（3）：解析実習（モデル計算） 第4回 観測・解析実習（4）：解析実習（モデル計算） 第5回 観測・解析実習（5）：解析実習（モデル計算） 第6回 観測・解析実習（6）：解析実習（モデル計算） 第7回 観測・解析実習（7）：解析実習（モデル計算） 第8回 修士論文の執筆指導（1）：イントロダクション 第9回 修士論文の執筆指導（2）：観測手法およびデータについて 第10回 修士論文の執筆指導（3）：解析手法1 第11回 修士論文の執筆指導（4）：解析手法2 第12回 修士論文の執筆指導（5）：議論1 第13回 修士論文の執筆指導（6）：議論2 第14回 修士論文の執筆指導（7）：魏村3 第15回 修士論文の執筆指導（8）：全体のまとめ
評価方法・基準 :	授業における取組み・発表 30%， 学位論文 70%
教 材 な ど :	随時指定
備 考 :	

■ SP101

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。

■ SP102

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 :	<p>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。</p> <ol style="list-style-type: none">1. DIA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. 多重像をもつクエーサーのように、拡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 <p>また、クエーサー周りの拡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。</p>
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。

■ SP103

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。 <ol style="list-style-type: none">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. 多重像をもつクエ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。

■ SP104

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。その後に、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。 <ol style="list-style-type: none">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. 多重像をもつクエ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. クエーサーマイクロレンズ現象時の光度変化を利用したクエ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。

■ SP105

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步的なものに絞り、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 :	

■ SP106

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 :	

■ SP107

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 :	

■ SP108

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 :	

■ SP109

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 :	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>大気の輻射輸送(1) : 物理的記述</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>大気の輻射輸送(2) : 分子分光学</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>大気の輻射輸送(3) : 輻射輸送方程式</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>大気の輻射輸送(4) : 散乱大気の取り扱い</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>大気の輻射輸送(5) : 数値計算による取り扱い</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>大気の輻射輸送(6) : 数値計算での近似法</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>撮像データの取り扱い(1) : 様々な画像処理</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>撮像データの取り扱い(2) : 連続データの解析</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>キャリブレーションの重要性(1) : 分光データ</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>キャリブレーションの重要性(2) : 撮像データ</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>誤差論(1) : 確度と精度</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>誤差論(2) : 誤差解析</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>観測データ解析のための計算機プログラミング(1) : Fortran</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>観測データ解析のための計算機プログラミング(2) : Python, IDL</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>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</td></tr></table>	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
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 :	<ul style="list-style-type: none">・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。																														

■ SP110

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となる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	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>光学望遠鏡の集光原理</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>撮像観測手法(1)：可視光検出器の動作原理</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>撮像観測手法(2)：赤外線検出器の動作原理</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>分光観測手法(1)：低分散分光</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>分光観測手法(2)：中・高分散分光</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>分光観測手法(3)：ヘテロダイン検波</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>干渉計の原理(1)：可視赤外領域</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>干渉計の原理(2)：電波・サブミリ波</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>干渉計の原理(3)：今後の展開</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>地上観測と飛翔体探査</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>飛翔体による探査(1)：地球大気観測衛星</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>飛翔体による探査(2)：金星、火星探査衛星</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>飛翔体による探査(3)：木星以遠の惑星大気の探査</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>観測計画の立案(1)：観測プロポーザルの書き方</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>観測計画の立案(2)：観測フィージビリティの検討</td></tr></table>	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
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。																														

■ SP111

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。

■ SP112

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O₃化学

第6回 惑星大気化学(2) : 金星・火星でのCO₂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。

■ SP113

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 :	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>基礎方程式 (1) - 運動方程式</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>基礎方程式 (2) - 熱力学の式</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>基本場と安定性</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>方程式系の近似 (1) - Boussinesq 近似</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>方程式系の近似 (2) - 準地衡風近似</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>方程式系の近似 (3) - Primitive 方程式系</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>波の理論</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>重力波 (1) - 分散関係</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>重力波 (2) - 空間構造</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>慣性重力波 (1) - 分散関係</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>慣性重力波 (2) - 空間構造</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>ロスビー波 (1) - 2次元のロスビー</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>ロスビー波 (2) - 成層流体中のロスビー波</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>球面上の波 (1) - 浅水方程式系と鉛直構造方程式</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>球面上の波 (2) - 球面波、赤道波</td></tr></table>	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
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 :	<ul style="list-style-type: none">・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 :																															

■ SP114

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 :	<table border="1"><tr><td>第 1 回</td><td>線型安定性理論 (1) - 基礎方程式</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>線型安定性理論 (2) - 初期値問題と固有値問題</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>線型安定性理論 (3) - 安定のための十分条件</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>密度成層流体 (1) - 基礎方程式</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>密度成層流体 (2) - 安定のための十分条件</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>密度成層流体 (3) - Kelvin-Helmholtz の問題</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>熱対流 (1) - Rayleigh-Benard 問題</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>熱対流 (2) - 热対流の安定性</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>順圧不安定 (1) - 基礎方程式</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>順圧不安定 (2) - 積分定理</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>順圧不安定 (3) - 順圧不安定の物理的解釈</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>傾圧不安定 (1) - 基礎方程式</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>傾圧不安定 (2) - Eady 問題</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>傾圧不安定 (3) - Charney 問題</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>傾圧不安定 (4) - 不安定の必要条件</td></tr></table>	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) - 热対流の安定性	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
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) - 热対流の安定性																														
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 :	<ul style="list-style-type: none">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 :																															

■ SP115

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 :	

■ SP116

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) - $k-\varepsilon$ 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 :	

■ SP117

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 :	

■ SP118

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 :	<table border="0"><tr><td>第 1 回</td><td>球面上の運動方程式</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>スケーリングについて</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>地衡風近似</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>ロスビー数</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>静的安定度の概念</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>準地衡渦位方程式：導出</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>準地衡渦位方程式：物理的意味</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>成層流体中のエクマン層</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>渦位方程式の境界条件</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>成層流体中のロスビー波</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>停滞性ロスビー波</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>ロスビー波の鉛直構造</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>強制ロスビー波</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>惑星ロスビー波</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>ブロッキング現象</td></tr></table>	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
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 :	<ul style="list-style-type: none">・ 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 :																															

■ SP119

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 :	<p>第1回 波と平均流の相互作用とは何か</p> <p>第2回 準地衡系における Transformed Eulerian Mean (TEM) 方程式</p> <p>第3回 TEM系における Eliassen-Palm (EP) フラックス</p> <p>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</p> <p>第5回 プリミティブ方程式系における TEM 方程式</p> <p>第6回 オイラー流速とラグランジュ流速</p> <p>第7回 TEM 方程式系における残差循環の物理的意味</p> <p>第8回 シアのある基本場中の波のエネルギー</p> <p>第9回 擬運動量保存則</p> <p>第10回 擬運動量保存則に現れる EP フラックス</p> <p>第11回 波と平均流の相互作用</p> <p>第12回 EP フラックスの三次元への拡張：導出</p> <p>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</p> <p>第14回 三次元に拡張した残差循環</p> <p>第15回 位相依存性のない擬運動量フラックス</p>
評価方法・基準 :	<ul style="list-style-type: none">・ 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 :	

■ SP120

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 :

■ SP122

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、隨時、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はなくとも、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 :	ゼミナールへの取り組み（準備・発表・討論・応答）(30%)、課題レポート (30%)、学術誌等に発表した博士論文や他の論文 (40%)、を目処に評価する。
教材など :	総合報告や最新の文献
備 考 :	

■ SP123

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。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 :	第1回 原子軌道 第2回 Hartree-Fock 近似 第3回 結晶場の効果 第4回 多重項構造の一般化 第5回 多重項理論 第6回 分子の電子構造 第7回 共鳴原子価状態 第8回 分子軌道法 第9回 電子相関と配置相互作用 第10回 結晶場中の電子 第11回 クラスター・モデル 第12回 アンダーソン不純物モデル 第13回 近藤効果 第14回 局在スピンと価電子との相互作用 第15回 まとめ1 第16回 反強磁性的超相関相互作用 第17回 原子間のスピン・軌道相互作用 第18回 金属中の原子間の磁気的相互作用 第19回 RKKY相互作用 第20回 固体電子状態とハーバードモデル 第21回 アンダーソン格子モデル 第22回 金属・絶縁体転移 第23回 バンド電子の電子相関効果 第24回 フェルミ液体論（1） 第25回 フェルミ液体論（2） 第26回 1粒子グリーン関数 第27回 自己エネルギー 第28回 热力学的性質1 第29回 热力学的性質2 第30回 まとめ2
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 :	

■ SP124

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 :	<p>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。</p> <p>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目指す。</p> <p>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カラーディスプレーの実用化、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。</p>
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 :	<p>次のことを割合を調整しながら毎週行う。</p> <ol style="list-style-type: none">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(100%)。
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 :	

■ SP125

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（单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、炭素ナノ構造体の生成過程に関する考察を行い、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。单層カーボンナ 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 法で作製された单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、隨時、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・单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・单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・单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・单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・单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・单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・单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・单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・单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・单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・单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・单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・单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 :

■ SP126

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 :	博士論文研究を実施するための調査、計画、準備の後、実験を行う。データを取得し、学術論文投稿・発表を行い、独自の研究成果を出す。 第 1-10 回 博士論文研究に関する文献調査 第 11-20 回 研究計画の立案、実験装置の準備 第 21-30 回 実験実施、学術論文投稿の準備、発表 (目安)
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(100%)
教 材 な ど :	適宜指示する。
備 考 :	

■ SP128

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 : 博士学位論文の完成を目標に天体観測装置開発および観測研究を実施する。

授業内容・方法 : ゼミナール方式、実習方式

授 業 計 画 : 第1回 観測準備指導(1)

第2回 観測準備指導(2)

第3回 観測準備指導(3)

第4回 観測準備指導(4)

第5回 観測準備指導(5)

第6回 観測実施指導(1)

第7回 観測実施指導(2)

第8回 観測実施指導(3)

第9回 観測実施指導(4)

第10回 観測実施指導(5)

第11回 観測データ処理指導(1)

第12回 観測データ処理指導(2)

第13回 観測データ処理指導(3)

第14回 観測データ処理指導(4)

第15回 観測データ処理指導(5)

第16回 解析指導(1)

第17回 解析指導(2)

第18回 解析指導(3)

第19回 解析指導(4)

第20回 解析指導(5)

第21回 解析指導(6)

第22回 学位論文執筆指導(1)

第23回 学位論文執筆指導(2)

第24回 学位論文執筆指導(3)

第25回 学位論文執筆指導(4)

第26回 学位論文執筆指導(5)

第27回 学位論文執筆指導(6)

第28回 学位論文執筆指導(7)

第29回 学位論文執筆指導(8)

第30回 学位論文執筆指導(9)

評価方法・基準 : 授業における取組み・発表 30%, 学位論文 70%

教 材 な ど : 隨時指定

備 考 :

■ SP129

科 目 名 :	物理学リレー講義特論
担 当 者 :	大森 隆, 河北 秀世, 九後 太一, 鈴木 信三, 谷川 正幸, 原 哲也, 二間瀬 敏史, 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 :	物理学研究の複数分野の動向や課題について広く理解し自らの研究にも生かす.
授業内容・方法 :	各講義担当者がそれぞれの専門的研究に基づきながら現在の課題や動向について平易に解説する.
授 業 計 画 :	第1回 環境エネルギー最新研究動向(1) (大森) 第2回 環境エネルギー最新研究動向(2) (〃) 第3回 自然界の力の起源—ゲージ原理(九後) 第4回 天体分光学(1) :銀河系における化学進化(河北) 第5回 天体分光学(2) :太陽系の起源と太陽系始原天体(〃) 第6回 炭素ナノ構造体の物理と化学(1) フラーレン(鈴木) 第7回 炭素ナノ構造体の物理と化学(2) 単層カーボンナノチューブ(〃) 第8回 ナノ微粒子のフォトニクス(谷川) 第9回 光散乱実験の手法(〃) 第10回 相対論的宇宙論(1) (原) 第11回 相対論的宇宙論(2) (〃) 第12回 重力波天文学(二間瀬) 第13回 観測的宇宙論(〃) 第14回 強相関電子系の物性物理(1) (山上) 第15回 強相関電子系の物性物理(2) (〃)
評価方法・基準 :	レポート(100%)により評価する.
教 材 な ど :	担当者によっては講読文献が指定される.
備 考 :	

■ SP132

科 目 名 :	素粒子物理学研究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 :	通年																																																												
授 業 目 標 :	素粒子標準模型の諸問題を理解し、それを越えた(大)統一理論へのこれまでの超対称性を仮定しない試みをかえりみて新しい理論の可能性を探る。																																																												
授業内容・方法 :	大統一理論への試みについて基本的な総合報告を講読することから始めるが、随時、それらの試みの問題点を討論し、関連する最新文献をとりあげてゼミナールを進める。最新文献の内容は、大統一理論の諸課題全体に関わっており、したがって以下の授業計画はあくまでカバーする課題全体の概要を示すのみで、この順に進むとは限らない。																																																												
授 業 計 画 :	<table border="1"><tr><td>第1回</td><td>素粒子標準模型(1) : ゲージ群の構造</td></tr><tr><td>第2回</td><td>素粒子標準模型(2) : FCNC と GIM 機構</td></tr><tr><td>第3回</td><td>素粒子標準模型(3) : CP 対称性の破れと小林-益川機構</td></tr><tr><td>第4回</td><td>素粒子標準模型(4) : アノマリーの相殺</td></tr><tr><td>第5回</td><td>素粒子標準模型(5) : 世代の対称性</td></tr><tr><td>第6回</td><td>SU(5)大統一理論(1) : クォーク・レプトンの表現</td></tr><tr><td>第7回</td><td>SU(5)大統一理論(2) : SU(5)対称性の標準模型群への自発的破れ</td></tr><tr><td>第8回</td><td>SU(5)大統一理論(3) : ゲージ場の質量構造とゲージ結合定数の統一</td></tr><tr><td>第9回</td><td>SU(5)大統一理論(4) : 陽子崩壊</td></tr><tr><td>第10回</td><td>SU(5)大統一理論(5) : クォーク・レプトンの質量・混合構造</td></tr><tr><td>第11回</td><td>S0(10)大統一理論(1) : クォーク・レプトンの表現</td></tr><tr><td>第12回</td><td>S0(10)大統一理論(2) : S0(10)対称性の標準模型群への自発的破れ</td></tr><tr><td>第13回</td><td>S0(10)大統一理論(3) : ゲージ場の質量構造とゲージ結合定数の統一</td></tr><tr><td>第14回</td><td>S0(10)大統一理論(4) : 陽子崩壊、クォーク・レプトンの質量・混合構造</td></tr><tr><td>第15回</td><td>E6 大統一理論(1) : クォーク・レプトンの表現</td></tr><tr><td>第16回</td><td>E6 大統一理論(2) : E6 対称性の標準模型群への自発的破れ</td></tr><tr><td>第17回</td><td>E6 大統一理論(3) : ゲージ場の質量構造とゲージ結合定数の統一</td></tr><tr><td>第18回</td><td>E6 大統一理論(4) : 陽子崩壊、クォーク・レプトンの質量・混合構造</td></tr><tr><td>第19回</td><td>ニュートリノ(1) : ニュートリノ振動</td></tr><tr><td>第20回</td><td>ニュートリノ(2) : 右手型ニュートリノとシーソー機構</td></tr><tr><td>第21回</td><td>ニュートリノ(3) : クォークの CKM 混合とレプトンの MNS 大角度混合の対比</td></tr><tr><td>第22回</td><td>ニュートリノ(4) : 大統一理論の諸課題</td></tr><tr><td>第23回</td><td>ニュートリノ(5) : E6 模型と対称性の力学的破れ</td></tr><tr><td>第24回</td><td>力学的破れの模型(1) : シュインガー・ダイソン方程式と自発的対称性の破れ</td></tr><tr><td>第25回</td><td>力学的破れの模型(2) : ベーテ・サルピータ方程式とパイオニ崩壊定数</td></tr><tr><td>第26回</td><td>力学的破れの模型(3) : トップ凝縮模型</td></tr><tr><td>第27回</td><td>力学的破れの模型(4) : タンブリング</td></tr><tr><td>第28回</td><td>力学的破れの模型(5) : テクニカラー理論</td></tr><tr><td>第29回</td><td>力学的破れの模型(6) : ウォーキングテクニカラー理論</td></tr><tr><td>第30回</td><td>力学的破れの模型(7) : 格子ゲージ理論シミュレーション</td></tr></table>	第1回	素粒子標準模型(1) : ゲージ群の構造	第2回	素粒子標準模型(2) : FCNC と GIM 機構	第3回	素粒子標準模型(3) : CP 対称性の破れと小林-益川機構	第4回	素粒子標準模型(4) : アノマリーの相殺	第5回	素粒子標準模型(5) : 世代の対称性	第6回	SU(5)大統一理論(1) : クォーク・レプトンの表現	第7回	SU(5)大統一理論(2) : SU(5)対称性の標準模型群への自発的破れ	第8回	SU(5)大統一理論(3) : ゲージ場の質量構造とゲージ結合定数の統一	第9回	SU(5)大統一理論(4) : 陽子崩壊	第10回	SU(5)大統一理論(5) : クォーク・レプトンの質量・混合構造	第11回	S0(10)大統一理論(1) : クォーク・レプトンの表現	第12回	S0(10)大統一理論(2) : S0(10)対称性の標準模型群への自発的破れ	第13回	S0(10)大統一理論(3) : ゲージ場の質量構造とゲージ結合定数の統一	第14回	S0(10)大統一理論(4) : 陽子崩壊、クォーク・レプトンの質量・混合構造	第15回	E6 大統一理論(1) : クォーク・レプトンの表現	第16回	E6 大統一理論(2) : E6 対称性の標準模型群への自発的破れ	第17回	E6 大統一理論(3) : ゲージ場の質量構造とゲージ結合定数の統一	第18回	E6 大統一理論(4) : 陽子崩壊、クォーク・レプトンの質量・混合構造	第19回	ニュートリノ(1) : ニュートリノ振動	第20回	ニュートリノ(2) : 右手型ニュートリノとシーソー機構	第21回	ニュートリノ(3) : クォークの CKM 混合とレプトンの MNS 大角度混合の対比	第22回	ニュートリノ(4) : 大統一理論の諸課題	第23回	ニュートリノ(5) : E6 模型と対称性の力学的破れ	第24回	力学的破れの模型(1) : シュインガー・ダイソン方程式と自発的対称性の破れ	第25回	力学的破れの模型(2) : ベーテ・サルピータ方程式とパイオニ崩壊定数	第26回	力学的破れの模型(3) : トップ凝縮模型	第27回	力学的破れの模型(4) : タンブリング	第28回	力学的破れの模型(5) : テクニカラー理論	第29回	力学的破れの模型(6) : ウォーキングテクニカラー理論	第30回	力学的破れの模型(7) : 格子ゲージ理論シミュレーション
第1回	素粒子標準模型(1) : ゲージ群の構造																																																												
第2回	素粒子標準模型(2) : FCNC と GIM 機構																																																												
第3回	素粒子標準模型(3) : CP 対称性の破れと小林-益川機構																																																												
第4回	素粒子標準模型(4) : アノマリーの相殺																																																												
第5回	素粒子標準模型(5) : 世代の対称性																																																												
第6回	SU(5)大統一理論(1) : クォーク・レプトンの表現																																																												
第7回	SU(5)大統一理論(2) : SU(5)対称性の標準模型群への自発的破れ																																																												
第8回	SU(5)大統一理論(3) : ゲージ場の質量構造とゲージ結合定数の統一																																																												
第9回	SU(5)大統一理論(4) : 陽子崩壊																																																												
第10回	SU(5)大統一理論(5) : クォーク・レプトンの質量・混合構造																																																												
第11回	S0(10)大統一理論(1) : クォーク・レプトンの表現																																																												
第12回	S0(10)大統一理論(2) : S0(10)対称性の標準模型群への自発的破れ																																																												
第13回	S0(10)大統一理論(3) : ゲージ場の質量構造とゲージ結合定数の統一																																																												
第14回	S0(10)大統一理論(4) : 陽子崩壊、クォーク・レプトンの質量・混合構造																																																												
第15回	E6 大統一理論(1) : クォーク・レプトンの表現																																																												
第16回	E6 大統一理論(2) : E6 対称性の標準模型群への自発的破れ																																																												
第17回	E6 大統一理論(3) : ゲージ場の質量構造とゲージ結合定数の統一																																																												
第18回	E6 大統一理論(4) : 陽子崩壊、クォーク・レプトンの質量・混合構造																																																												
第19回	ニュートリノ(1) : ニュートリノ振動																																																												
第20回	ニュートリノ(2) : 右手型ニュートリノとシーソー機構																																																												
第21回	ニュートリノ(3) : クォークの CKM 混合とレプトンの MNS 大角度混合の対比																																																												
第22回	ニュートリノ(4) : 大統一理論の諸課題																																																												
第23回	ニュートリノ(5) : E6 模型と対称性の力学的破れ																																																												
第24回	力学的破れの模型(1) : シュインガー・ダイソン方程式と自発的対称性の破れ																																																												
第25回	力学的破れの模型(2) : ベーテ・サルピータ方程式とパイオニ崩壊定数																																																												
第26回	力学的破れの模型(3) : トップ凝縮模型																																																												
第27回	力学的破れの模型(4) : タンブリング																																																												
第28回	力学的破れの模型(5) : テクニカラー理論																																																												
第29回	力学的破れの模型(6) : ウォーキングテクニカラー理論																																																												
第30回	力学的破れの模型(7) : 格子ゲージ理論シミュレーション																																																												
評価方法・基準 :	ゼミナールでの発表・報告(50%) および研究内容(50%) によって評価する																																																												
教 材 な ど :	P. Langacker, "Grand Unified Theories and Proton Decay", Phys. Rept. 72(1981)185. を始めとした総合報告および最新の論文																																																												
備 考 :																																																													

■ SP133

科 目 名 :	素粒子物理学研究B
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 :	通年
授 業 目 標 :	素粒子の超対称大統一理論構築へのこれまでの多様な試みを理解し、新しい統一理論の構築をめざす。
授業内容・方法 :	素粒子物理学研究 A でカバーした大統一理論への基本的試みの発展として、大域的超対称性理論や局所超対称性を持つ「超重力理論」に基づく大統一理論を研究する。その技術的基礎である共形テンソル算法をマスターし多様な局面における超重力作用を書けるようにする。基本的な総合報告を講読することから始め、必要に応じ隨時関連する最新文献をとりあげてゼミナールを進める。以下の授業計画はあくまでカバーする課題全体の概要を示すのみで、この順に進むとは限らない。
授 業 計 画 :	第 1 回 超対称性(1) : 大域的超対称性 第 2 回 超対称性(2) : 超対称ゲージ理論 第 3 回 超対称性(3) : ゲージ階層性問題 第 4 回 極小超対称標準模型(1) : クォーク、レプトン、ゲージ、Higgs 場の多重項 第 5 回 極小超対称標準模型(2) : 作用 第 6 回 極小超対称標準模型(3) : ゲージ結合定数の統一 第 7 回 極小超対称標準模型(4) : Higgs 場の質量 第 8 回 極小超対称標準模型(5) : FCNC ほか超対称模型の諸問題 第 9 回 超重力理論(1) : 超共形代数 第 10 回 超重力理論(2) : ワイル多重項と代数 第 11 回 超重力理論(3) : 超共形テンソル算法 I (一般多重項、カイラル、ゲージ多重項) 第 12 回 超重力理論(4) : 超共形テンソル算法 II (不变作用公式) 第 13 回 超重力理論(5) : 超共形テンソル算法 III (共形共変微分) 第 14 回 超重力理論(6) : ポアンカレ超重力理論と compensating 多重項 第 15 回 超重力理論(7) : 一般の matter-Yang-Mills-SUGRA 系の作用と KU ゲージ 第 16 回 超重力理論(8) : conformal superspace approach 第 17 回 超重力大統一理論(1) : 極小標準模型 (MSSM) の SUGRA への埋め込み 第 18 回 超重力大統一理論(2) : 超対称性の自発的破れ, Polonyi 模型 第 19 回 超重力大統一理論(3) : gravity mediation, gauge mediation 第 20 回 超重力大統一理論(4) : anomaly mediation 第 21 回 超重力大統一理論(5) : radiative breaking of $SU(2)_W \times U(1)_Y \rightarrow U(1)_EM$ 第 22 回 高次元大統一理論(1) : compact 余次元 第 23 回 高次元大統一理論(2) : オービフォルド余次元 第 24 回 高次元大統一理論(3) : プレーン世界 第 25 回 高次元大統一理論(4) : 余次元模型と階層的質量・混合構造 第 26 回 高次元大統一理論(5) : 超弦理論の示唆する模型 第 27 回 世代構造の起源(1) : 非線形 E6、E7、E8 模型 第 28 回 世代構造の起源(2) : 超弦理論の Calabi-Yau コンパクト化 第 29 回 世代構造の起源(3) : horizontal symmetry 第 30 回 世代構造の起源(4) : F 理論
評価方法・基準 :	ゼミナールでの発表・報告 (50%) および研究内容 (50%) によって評価する
教 材 な ど :	H. ~P. ~Nilles, "Supersymmetry, Supergravity and Particle Physics", Phys. Rept. 110 (1984) 1. をはじめとした総合報告および最新の論文
備 考 :	

■ SP134

科 目 名 :	固体電子論研究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 :	通年																																																												
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。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 :	<table><tr><td>第 1 回</td><td>原子軌道の波動関数とエネルギー固有値</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>スピンとゼーマン効果</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>結晶場分裂</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>Hartree 近似と Hartree-Fock 近似</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>クープマンの定理と結晶場効果</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>多重項構造の一般論</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>多重項理論</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>ハイトラー・ロンドン法による分子状態（1）</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>ハイトラー・ロンドン法による分子状態（2）</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>共鳴原子価状態</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>電荷移動とスピン自由度</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>分子軌道法の制限 Hartree-Fock 近似</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>原子軌道線形結合法</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>多原子分子への拡張</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>非制限 Hartree-Fock 近似</td></tr><tr><td>第 16 回</td><td>まとめ 1</td></tr><tr><td>第 17 回</td><td>電子相関</td></tr><tr><td>第 18 回</td><td>配置間相互作用</td></tr><tr><td>第 19 回</td><td>閉殻原子による分子寄贈</td></tr><tr><td>第 20 回</td><td>非制限 Hartree-Fock 近似による結晶場中の原子</td></tr><tr><td>第 21 回</td><td>配位子場理論</td></tr><tr><td>第 22 回</td><td>クラスター・モデル・ハミルトニアン</td></tr><tr><td>第 23 回</td><td>Mott-Hubbard 型と電荷移動型</td></tr><tr><td>第 24 回</td><td>クラスター・モデルの多重項構造</td></tr><tr><td>第 25 回</td><td>クラスター・モデルの非制限 Hartree-Fock 近似と配位子場理論</td></tr><tr><td>第 26 回</td><td>不純物モデルのハミルトニアンと非制限 Hartree-Fock 近似</td></tr><tr><td>第 27 回</td><td>不純物モデルの配位子場理論</td></tr><tr><td>第 28 回</td><td>近藤効果</td></tr><tr><td>第 29 回</td><td>古典局在スピンと価電子の相互作用</td></tr><tr><td>第 30 回</td><td>まとめ 2</td></tr></table>	第 1 回	原子軌道の波動関数とエネルギー固有値	第 2 回	スピンとゼーマン効果	第 3 回	結晶場分裂	第 4 回	Hartree 近似と Hartree-Fock 近似	第 5 回	クープマンの定理と結晶場効果	第 6 回	多重項構造の一般論	第 7 回	多重項理論	第 8 回	ハイトラー・ロンドン法による分子状態（1）	第 9 回	ハイトラー・ロンドン法による分子状態（2）	第 10 回	共鳴原子価状態	第 11 回	電荷移動とスピン自由度	第 12 回	分子軌道法の制限 Hartree-Fock 近似	第 13 回	原子軌道線形結合法	第 14 回	多原子分子への拡張	第 15 回	非制限 Hartree-Fock 近似	第 16 回	まとめ 1	第 17 回	電子相関	第 18 回	配置間相互作用	第 19 回	閉殻原子による分子寄贈	第 20 回	非制限 Hartree-Fock 近似による結晶場中の原子	第 21 回	配位子場理論	第 22 回	クラスター・モデル・ハミルトニアン	第 23 回	Mott-Hubbard 型と電荷移動型	第 24 回	クラスター・モデルの多重項構造	第 25 回	クラスター・モデルの非制限 Hartree-Fock 近似と配位子場理論	第 26 回	不純物モデルのハミルトニアンと非制限 Hartree-Fock 近似	第 27 回	不純物モデルの配位子場理論	第 28 回	近藤効果	第 29 回	古典局在スピンと価電子の相互作用	第 30 回	まとめ 2
第 1 回	原子軌道の波動関数とエネルギー固有値																																																												
第 2 回	スピンとゼーマン効果																																																												
第 3 回	結晶場分裂																																																												
第 4 回	Hartree 近似と Hartree-Fock 近似																																																												
第 5 回	クープマンの定理と結晶場効果																																																												
第 6 回	多重項構造の一般論																																																												
第 7 回	多重項理論																																																												
第 8 回	ハイトラー・ロンドン法による分子状態（1）																																																												
第 9 回	ハイトラー・ロンドン法による分子状態（2）																																																												
第 10 回	共鳴原子価状態																																																												
第 11 回	電荷移動とスピン自由度																																																												
第 12 回	分子軌道法の制限 Hartree-Fock 近似																																																												
第 13 回	原子軌道線形結合法																																																												
第 14 回	多原子分子への拡張																																																												
第 15 回	非制限 Hartree-Fock 近似																																																												
第 16 回	まとめ 1																																																												
第 17 回	電子相関																																																												
第 18 回	配置間相互作用																																																												
第 19 回	閉殻原子による分子寄贈																																																												
第 20 回	非制限 Hartree-Fock 近似による結晶場中の原子																																																												
第 21 回	配位子場理論																																																												
第 22 回	クラスター・モデル・ハミルトニアン																																																												
第 23 回	Mott-Hubbard 型と電荷移動型																																																												
第 24 回	クラスター・モデルの多重項構造																																																												
第 25 回	クラスター・モデルの非制限 Hartree-Fock 近似と配位子場理論																																																												
第 26 回	不純物モデルのハミルトニアンと非制限 Hartree-Fock 近似																																																												
第 27 回	不純物モデルの配位子場理論																																																												
第 28 回	近藤効果																																																												
第 29 回	古典局在スピンと価電子の相互作用																																																												
第 30 回	まとめ 2																																																												
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 :																																																													

■ SP135

科 目 名 :	固体電子論研究B
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 :	通年
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。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 :	第1回 反強磁性的超相関相互作用 第2回 強磁性的超交換相互作用 第3回 90度相互作用 第4回 軌道の異なる原子間の磁気的相互作用 第5回 電子数の異なる原子間の磁気的相互作用 第6回 原子間のスピン・軌道相互作用 第7回 2重交換相互作用 第8回 p-d 交換相互作用 第9回 RKKY相互作用 第10回 固体の電子状態の一般論 第11回 Hubbard モデル 第12回 Anderson モデル 第13回 t-J モデル 第14回 近藤格子モデル 第15回 まとめ1 第16回 金属・絶縁体転移とバンド幅とフィーリング制御 第17回 長距離クーロン力と金属・絶縁体転移 第18回 バンド理論 第19回 常磁性金属 第20回 反強磁性金属 第21回 強磁性体 第22回 軌道整列 第23回 バンド電子における電子相関 第24回 フェルミ液体論（1） 第25回 フェルミ液体論（2） 第26回 1粒子グリーン関数 第27回 グリーン関数法 第28回 自己エネルギー 第29回 熱力学的性質 第30回 まとめ2
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 :	

■ SP136

科 目 名 :	非線形光学研究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 :	通年
授 業 目 標 :	例に示されているような分野から研究テーマを確立し研究活動をおこなう。 例： <ul style="list-style-type: none">・新しい光学結晶の特性を明らかにし応用技術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による研究。・原子系の新奇な光過程、コヒーレント過渡現象といった現象を明らかにする。

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 : 第1回 基礎理論や技術についての講義

第2回 基礎理論や技術についての講義

第3回 基礎理論や技術についての講義

第4回 基礎理論や技術についての講義

第5回 文献講読と討論

第6回 文献講読と討論

第7回 文献講読と討論

第8回 文献講読と討論

第9回 実験計画の策定と調査

第10回 実験計画の策定と調査

第11回 実験計画の策定と調査

第12回 実験計画の策定と調査

第13回 実験準備活動

第14回 実験準備活動

第15回 実験準備活動

第16回 実験準備活動

第17回 測定

第18回 測定

第19回 測定

第20回 測定

第21回 測定

第22回 分析

第23回 分析

第24回 分析

第25回 分析

第26回 報告書作成

第27回 報告書作成

第28回 報告書作成

第29回 報告書作成

第30回 報告書作成

評価方法・基準 : すべての授業でノートを作成する (30×2%). 研究成果を発表する (40%).

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 :

■ SP137

科 目 名 :	非線形光学研究B
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 :	通年
授 業 目 標 :	例に示されているような分野から研究テーマを確立し研究活動をおこなう。 例： <ul style="list-style-type: none">・新しい光学結晶の特性を明らかにし応用技術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による研究。・原子系の新奇な光過程、コヒーレント過渡現象といった現象を明らかにする。
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 :	第1回 基礎理論や技術についての講義 第2回 基礎理論や技術についての講義 第3回 基礎理論や技術についての講義 第4回 基礎理論や技術についての講義 第5回 文献講読と討論 第6回 文献講読と討論 第7回 文献講読と討論 第8回 文献講読と討論 第9回 実験計画の策定と調査 第10回 実験計画の策定と調査 第11回 実験計画の策定と調査 第12回 実験計画の策定と調査 第13回 実験準備活動 第14回 実験準備活動 第15回 実験準備活動 第16回 実験準備活動 第17回 測定 第18回 測定 第19回 測定 第20回 測定 第21回 測定 第22回 分析 第23回 分析 第24回 分析 第25回 分析 第26回 報告書作成 第27回 報告書作成 第28回 報告書作成 第29回 報告書作成 第30回 報告書作成
評価方法・基準 :	すべての授業でノートを作成する (30×2%). 研究成果を発表する (40%).
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 :	

■ SP138

科 目 名 :	分子物質科学研究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 :	通年																																																												
授 業 目 標 :	博士前期課程を通じて学んだ、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）を作製、分離精製する技術を駆使して、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、その生成過程に関して考察する。また得られた炭素ナノ構造体を用いて、その物理・化学的性質を調べる。またその集合体（薄膜・微結晶等）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、炭素ナノ構造体の作製、分離精製と、それぞれの炭素ナノ構造体についての物理・化学的性質について研究・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 :	<table><tr><td>第 1 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 I</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 II</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 III</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 IV</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 V</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 I</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 II</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 III</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 IV</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 V</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 I</td></tr><tr><td>第 12 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 II</td></tr><tr><td>第 13 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 III</td></tr><tr><td>第 14 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 IV</td></tr><tr><td>第 15 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 V</td></tr><tr><td>第 16 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 I</td></tr><tr><td>第 17 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 II</td></tr><tr><td>第 18 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 III</td></tr><tr><td>第 19 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 IV</td></tr><tr><td>第 20 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 V</td></tr><tr><td>第 21 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 I</td></tr><tr><td>第 22 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 II</td></tr><tr><td>第 23 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 III</td></tr><tr><td>第 24 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 IV</td></tr><tr><td>第 25 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 V</td></tr><tr><td>第 26 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 I</td></tr><tr><td>第 27 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 II</td></tr><tr><td>第 28 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 III</td></tr><tr><td>第 29 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 IV</td></tr><tr><td>第 30 回</td><td>炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 V</td></tr></table>	第 1 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 I	第 2 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 II	第 3 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 III	第 4 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 IV	第 5 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 V	第 6 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 I	第 7 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 II	第 8 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 III	第 9 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 IV	第 10 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 V	第 11 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 I	第 12 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 II	第 13 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 III	第 14 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 IV	第 15 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 V	第 16 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 I	第 17 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 II	第 18 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 III	第 19 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 IV	第 20 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 V	第 21 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 I	第 22 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 II	第 23 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 III	第 24 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 IV	第 25 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 V	第 26 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 I	第 27 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 II	第 28 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 III	第 29 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 IV	第 30 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 V
第 1 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 I																																																												
第 2 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 II																																																												
第 3 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 III																																																												
第 4 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 IV																																																												
第 5 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製法の開発 V																																																												
第 6 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 I																																																												
第 7 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 II																																																												
第 8 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 III																																																												
第 9 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 IV																																																												
第 10 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の作製条件の検討 V																																																												
第 11 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 I																																																												
第 12 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 II																																																												
第 13 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 III																																																												
第 14 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 IV																																																												
第 15 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の分離精製法の開発 V																																																												
第 16 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 I																																																												
第 17 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 II																																																												
第 18 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 III																																																												
第 19 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 IV																																																												
第 20 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）のと精製条件の検討 V																																																												
第 21 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 I																																																												
第 22 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 II																																																												
第 23 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 III																																																												
第 24 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 IV																																																												
第 25 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程に関する考察 V																																																												
第 26 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 I																																																												
第 27 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 II																																																												
第 28 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 III																																																												
第 29 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 IV																																																												
第 30 回	炭素ナノ構造体（フラーレン等）の生成過程のモデル化 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 :																																																													

■ SP139

科 目 名 :	分子物質科学研究B
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 :	通年
授 業 目 標 :	博士前期課程を通じて学んだ、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）を作製、分離精製する技術を用いて、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、その生成過程に関して考察する。また得られた炭素ナノ構造体を用いて、その物理・化学的性質を調べる。またその集合体（薄膜・微結晶等）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、炭素ナノ構造体の作製、分離精製と、それぞれの炭素ナノ構造体についての物理・化学的性質について研究・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 :	第1回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製法の開発 I 第2回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製法の開発 II 第3回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製法の開発 III 第4回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製法の開発 IV 第5回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製法の開発 V 第6回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製条件の検討 I 第7回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製条件の検討 II 第8回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製条件の検討 III 第9回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製条件の検討 IV 第10回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の作製条件の検討 V 第11回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の分離精製法の開発 I 第12回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の分離精製法の開発 II 第13回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の分離精製法の開発 III 第14回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の分離精製法の開発 IV 第15回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の分離精製法の開発 V 第16回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）のと精製条件の検討 I 第17回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）のと精製条件の検討 II 第18回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）のと精製条件の検討 III 第19回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）のと精製条件の検討 IV 第20回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）のと精製条件の検討 V 第21回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程に関する考察 I 第22回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程に関する考察 II 第23回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程に関する考察 III 第24回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程に関する考察 IV 第25回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程に関する考察 V 第26回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程のモデル化 I 第27回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程のモデル化 II 第28回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程のモデル化 III 第29回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程のモデル化 IV 第30回 炭素ナノ構造体（単層カーボンナノチューブ等）の生成過程のモデル化 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 :	

■ SP140

科 目 名 :	エネルギー・環境科学研究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 :	通年
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 :	博士論文研究を実施するための調査、計画、準備の後、実験を開始する。 第 1-5 回 研究に必要な基礎専門知識の習得 第 6-10 回 博士論文研究に関する文献調査 第 11-20 回 研究計画の立案、実験装置の準備 第 21-30 回 実験を開始、実験知識、技能の習得 (目安)
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(100%)
教 材 な ど :	適宜指示する。
備 考 :	

■ SP141

科 目 名 :	エネルギー・環境科学研究B
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 :	通年
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 :	本格的に博士論文研究の実験を進めてデータを取得。学術論文投稿・発表を行い、独自の研究成果を出す。 第 1-10 回 先行研究の追試を含め実験実施 第 11-20 回 実験実施、文献データと比較、新規性の検討 第 21-30 回 データの蓄積、学術論文投稿の準備、発表 (目安)
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(100%)
教 材 な ど :	適宜指示する。
備 考 :	

■ SP144

科 目 名 :	相対論的宇宙論研究A
担 当 者 :	二間瀬 敏史
週 時 間 数 :	4
単 位 数 :	4
配 当 年 次 :	1年
開 講 期 間 :	通年
授 業 目 標 :	博士前期課程を通じて学んだ、現代宇宙論の知識を前提に、暗黒物質、暗黒エネルギーなど現代宇宙論の未解決問題を重力レンズ、宇宙マイクロ波背景放射、大規模銀河サーベーデータを用いて観測面から研究する。同時に理論的に新たな観測提案を行うべく観測に即した理論研究を行う。
授業内容・方法 :	最近の観測装置、観測技術の発展によって観測的に構造形成、初期宇宙、暗黒物質、暗黒エネルギーなど宇宙論の諸問題にアプローチできるようになった。しかし観測データを正しく理解し宇宙論に適用するには、一般相対性理論などの理論的な理解が必要不可欠である。したがって観測的宇宙論においては理論の深い理解も必要になる。本研究では近年、あるいは近い将来の観測で解明できる宇宙論の諸問題について、観測と理論の両面から迫ることを目標にする。この目標のため指導教官との頻繁な議論や自分の興味を持った分野の論文を読んだり研究会、セミナーなど最新の研究発表を聴き、具体的なテーマを設定し博士論文を完成する。
授 業 計 画 :	第1回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の新たな観測の研究Ⅰ 第2回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の新たな観測の研究Ⅱ 第3回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の新たな観測の研究Ⅲ 第4回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の新たな観測の研究Ⅳ 第5回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の新たな観測の研究Ⅴ 第6回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論的研究Ⅰ 第7回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論的研究Ⅱ 第8回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論的研究Ⅲ 第9回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論的研究Ⅳ 第10回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論的研究Ⅴ 第11回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データの検討Ⅰ 第12回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データの検討Ⅱ 第13回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データの検討Ⅲ 第14回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データの検討Ⅳ 第15回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データの検討Ⅴ 第16回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データ解析Ⅰ 第17回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データ解析Ⅱ 第18回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データ解析Ⅲ 第19回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データ解析Ⅳ 第20回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の観測データ解析Ⅴ 第21回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の解析結果に関する考察Ⅰ 第22回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の解析結果に関する考察Ⅱ 第23回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の解析結果に関する考察Ⅲ 第24回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の解析結果に関する考察Ⅳ 第25回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の解析結果に関する考察Ⅴ 第26回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論モデル化Ⅰ 第27回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論モデル化Ⅱ 第28回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論モデル化Ⅲ 第29回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論モデル化Ⅳ 第30回 観測的宇宙論（重力レンズ等）の理論モデル化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 :

■ SP145

科 目 名 :	相対論的宇宙論研究B
担 当 者 :	二間瀬 敏史
週 時 間 数 :	4
単 位 数 :	4
配 当 年 次 :	2年
開 講 期 間 :	通年
授 業 目 標 :	博士前期課程を通じて学んだ、現代宇宙論の知識を前提に、インフレーション理論、プレビッグバン理論に代表される初期宇宙理論の理論的研究、および宇宙マイクロ波背景放射の温度揺らぎ、偏光データ、重力波観測などを用いた観測的制限を研究する。
授業内容・方法 :	<p>1980年代のインフレーション理論の提唱以来、数多くのインフレーション膨張を実現するモデルが提案されてきたが、現状ではどのモデルが正しいかは分かっていない。しかし宇宙マイクロ波背景放射(CMB)の偏光観測はインフレーション起源の重力波によるものと考えられ観測的にモデルの制限が得られる可能性がある。このため日本も含めてCMBの偏光観測が提案されている。しかし偏光を引き起こすのは重力波不だけではなく宇宙の大規模構造による重力レンズ効果もCMB偏光をもたらす。このため重力レンズによる偏光の影響を詳細に知る必要がある。また重力波を発生するのはインフレーション理論ばかりでなく、あらゆる初期宇宙理論が特有の重力波を発生する。</p> <p>このように宇宙の始めに何が起ったかを知るには理論、および観測両面から迫る必要がある。本研究では理論、観測両面から宇宙の始まりを研究する。</p> <p>このため指導教官との頻繁な議論や自分の興味を持った分野の論文を読んだり研究会、セミナーなど最新の研究発表を聴き、具体的なテーマを設定し博士論文を完成する。</p>
授 業 計 画 :	<p>第1回 インフレーションモデルの理論的検討Ⅰ</p> <p>第2回 インフレーションモデルの理論的検討Ⅱ</p> <p>第3回 インフレーションモデルの理論的検討Ⅲ</p> <p>第4回 インフレーションモデルの理論的検討Ⅳ</p> <p>第5回 インフレーションの理論的検討Ⅴ</p> <p>第6回 インフレーションモデルの宇宙マイクロ波偏光観測の研究Ⅰ</p> <p>第7回 インフレーションモデルの宇宙マイクロ波偏光観測の研究Ⅱ</p> <p>第8回 インフレーションモデルの宇宙マイクロ波偏光観測の研究Ⅲ</p> <p>第9回 インフレーションモデルの宇宙マイクロ波偏光観測の研究Ⅳ</p> <p>第10回 インフレーションモデルの宇宙マイクロ波偏光観測の研究Ⅴ</p> <p>第11回 インフレーション起源の重力波の観測可能性の検討Ⅰ</p> <p>第12回 インフレーション起源の重力波の観測可能性の検討Ⅱ</p> <p>第13回 インフレーション起源の重力波の観測可能性の検討Ⅲ</p> <p>第14回 インフレーション起源の重力波の観測可能性の検討Ⅳ</p> <p>第15回 インフレーション起源の重力波の観測可能性の検討Ⅴ</p> <p>第16回 インフレーション以外の初期宇宙論（高次元宇宙論等）の検討Ⅰ</p> <p>第17回 インフレーション以外の初期宇宙論（高次元宇宙論等）の検討Ⅱ</p> <p>第18回 インフレーション以外の初期宇宙論（高次元宇宙論等）の検討Ⅲ</p> <p>第19回 インフレーション以外の初期宇宙論（高次元宇宙論等）の検討Ⅳ</p> <p>第20回 観測的宇宙論（銀河サーベイ等）と初期宇宙論の関連についての研究Ⅰ</p> <p>第21回 観測的宇宙論（銀河サーベイ等）と初期宇宙論の関連についての研究Ⅱ</p> <p>第22回 観測的宇宙論（銀河サーベイ等）と初期宇宙論の関連についての研究Ⅲ</p> <p>第23回 観測的宇宙論（銀河サーベイ等）と初期宇宙論の関連についての研究Ⅳ</p> <p>第24回 観測的宇宙論（銀河サーベイ等）と初期宇宙論の関連についての研究Ⅴ</p> <p>第25回 観測的宇宙論（銀河サーベイ等）と初期宇宙論の関連についての研究Ⅵ</p> <p>第26回 量子重力に理論に基づく初期宇宙論の考察Ⅰ</p> <p>第27回 量子重力に理論に基づく初期宇宙論の考察Ⅱ</p> <p>第28回 量子重力に理論に基づく初期宇宙論の考察Ⅲ</p> <p>第29回 量子重力に理論に基づく初期宇宙論の考察Ⅳ</p>

第30回 量子重力に理論に基づく初期宇宙論の考察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 :

■ SP146

科 目 名 : 天文学研究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 : 通年
授 業 目 標 : 博士学位論文の完成を目標に天体観測装置開発および観測研究を実施する。
授業内容・方法 : ゼミナール方式、実習方式

授 業 計 画 :

第 1 回	観測準備指導 (1)
第 2 回	観測準備指導 (2)
第 3 回	観測準備指導 (3)
第 4 回	観測準備指導 (4)
第 5 回	観測準備指導 (5)
第 6 回	観測実施指導 (1)
第 7 回	観測実施指導 (2)
第 8 回	観測実施指導 (3)
第 9 回	観測実施指導 (4)
第 10 回	観測実施指導 (5)
第 11 回	観測実施指導 (6)
第 12 回	観測実施指導 (7)
第 13 回	観測実施指導 (8)
第 14 回	観測実施指導 (9)
第 15 回	観測実施指導 (10)
第 16 回	観測データ処理指導 (1)
第 17 回	観測データ処理指導 (2)
第 18 回	観測データ処理指導 (3)
第 19 回	観測データ処理指導 (4)
第 20 回	観測データ処理指導 (5)
第 21 回	観測データ処理指導 (6)
第 22 回	観測データ処理指導 (7)
第 23 回	観測データ処理指導 (8)
第 24 回	観測データ処理指導 (9)
第 25 回	観測データ処理指導 (10)
第 26 回	観測データ処理指導 (11)
第 27 回	観測データ処理指導 (12)
第 28 回	観測データ処理指導 (13)
第 29 回	観測データ処理指導 (14)
第 30 回	観測データ処理指導 (15)

評価方法・基準 : 授業における取組み・発表 30%, レポート 70%

教 材 な ど : 隨時指定

備 考 :

■ SP147

科 目 名 : 天文学研究B
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 : 通年
授 業 目 標 : 博士学位論文の完成を目標に天体観測装置開発および観測研究を実施する。

授業内容・方法 : ゼミナール方式、実習方式

授 業 計 画 :

第 1 回	解析指導 (1)
第 2 回	解析指導 (2)
第 3 回	解析指導 (3)
第 4 回	解析指導 (4)
第 5 回	解析指導 (5)
第 6 回	解析指導 (6)
第 7 回	解析指導 (7)
第 8 回	解析指導 (8)
第 9 回	解析指導 (9)
第 10 回	解析指導 (10)
第 11 回	解析指導 (11)
第 12 回	解析指導 (12)
第 13 回	解析指導 (13)
第 14 回	解析指導 (14)
第 15 回	解析指導 (15)
第 16 回	学位論文執筆指導 (1)
第 17 回	学位論文執筆指導 (2)
第 18 回	学位論文執筆指導 (3)
第 19 回	学位論文執筆指導 (4)
第 20 回	学位論文執筆指導 (5)
第 21 回	学位論文執筆指導 (6)
第 22 回	学位論文執筆指導 (7)
第 23 回	学位論文執筆指導 (8)
第 24 回	学位論文執筆指導 (9)
第 25 回	学位論文執筆指導 (10)
第 26 回	学位論文執筆指導 (11)
第 27 回	学位論文執筆指導 (12)
第 28 回	学位論文執筆指導 (13)
第 29 回	学位論文執筆指導 (14)
第 30 回	学位論文執筆指導 (15)

評価方法・基準 : 授業における取組み・発表 30%, 学位論文 70%

教 材 な ど : 隨時指定

備 考 :