

平成 25 年 度

(April 2013 – March 2014)

授 業 概 要

COURSE SYLLABUS

東北大学大学院理学研究科

Graduate School of Science
Tohoku University

— 目 次 —

CONTENTS

〔博士課程前期2年の課程〕

Master's Program

数学専攻 Mathematics

代数学総論	1
幾何学総論	1
解析学通論	2
代数学特論A	2
代数学特論B	3
幾何学特論A	3
幾何学特論B	4
幾何学特論C	4
解析学特論A	5
解析学特論B (Advanced Topics in Analysis B)	5
多様体論特論A	6
応用数理論A	6
数論特論	7
微分幾何学特論	7
微分位相幾何学特論	8
実解析学特論	8
複素多様体論特論	9
大域解析学特論	9
数理物理学特論	10
確率過程論特論	10
数学基礎論特論	11
計算理論特論	11
数学総合講義D	12
数学総合講義E	12
数学総合講義F	13
数学総合講義G	13
Advanced Topics in Algebra B (代数学特論B)	14
Advanced Topics in Geometry B (幾何学特論B)	14
Advanced Topics in Analysis B (解析学特論B)	15

物理学専攻 Physics

場の量子論基礎	17
場の量子論特論	17
素粒子論特論	18
宇宙基礎物理学特論	18
素粒子物理学基礎	19

原子核物理学基礎	19
電子物性学特論	20
物質物理学基礎	20
固体分光学基礎	21
固体電子論特論	21
固体統計基礎	22
細胞生物物理学特論	22
ビーム物理学特論	23
電子線核物理学特論	23
結晶物理学特論	24
分光物理学特論	24
加速器科学特論	25
強相関電子物理学特論	25
量子計測特論	26
素粒子・原子核物理学特別講義Ⅰ	26
素粒子・原子核物理学特別講義Ⅱ	27
素粒子・原子核物理学特別講義Ⅲ	27
素粒子・原子核物理学特別講義Ⅳ	28
素粒子・原子核物理学特別講義Ⅴ	28
素粒子・原子核物理学特別講義Ⅹ	29
Advanced Quantum Field Theory (場の量子論特論)	29
Advanced Nuclear Theory (原子核理論特論)	30
Advanced High Energy Physics (高エネルギー物理学特論)	30
Basic Nuclear Physics (原子核物理学基礎)	31
Principles of X ray and Neutron Scattering (X線・中性子線物理学特論)	31
Basic Material Science (物質物理学基礎)	32
Physics of Photon and Electron Excitation (光・電子線励起物理学特論)	32
Advanced Statistical Physics (統計物理学特論)	33
Basic Solid State Physics and Statistical Physics (固体統計基礎)	33
Physics of Electron in Metals (金属電子物理学特論)	34

天文学専攻 Astronomy

星間物理学特論Ⅰ	35
----------	----

星間物理学特論Ⅱ	35
銀河物理学特論Ⅰ	36
理論天体物理学特論Ⅱ	36
電波天文学特論Ⅰ	37
電波天文学特論Ⅱ	37
天体計測学特論Ⅰ	38
相対論的天体物理学特論Ⅰ	38
Galactic Astronomy (銀河物理学特論Ⅰ)	39

地球物理学専攻 Geophysics

地震学特論Ⅱ	41
震源物理学特論	41
地殻物理学特論Ⅱ	42
火山物理学特論	42
宇宙空間プラズマ物理学特論Ⅰ	43
宇宙空間プラズマ物理学特論Ⅱ	43
惑星大気物理学特論	44
電磁圏物理学特論	44
宇宙空間計測学特論Ⅱ	45
大気物理学特論	45
大気力学特論	46
海洋物理学特論Ⅱ	46
気候物理学特論	47
沿岸域大気・海洋・陸相互作用特論	47
Advanced Lecture on Solid Earth Physics-Ⅱ (固体地球物理学特論Ⅱ)	48
Advanced Lecture on Solar System Physics (太陽系物理学特論)	48
Advanced Space Plasma PhysicsⅡ (宇宙空間プラズマ物理学特論Ⅱ)	49
Advanced Meteorology (気象学特論)	49

化学専攻 Chemistry

無機・分析化学特論ⅠA	51
無機・分析化学特論ⅡA	51
無機・分析化学特論ⅢA	52
無機・分析化学特別講義A	52
有機化学特論ⅠA	53
有機化学特論ⅡB	53
有機化学特論ⅢA	54
有機化学特論ⅣB	54
有機化学特別講義A	55
物理化学特論ⅠB	55
物理化学特論ⅢA	56
物理化学特論ⅢB	56

物理化学特論ⅣB	57
物理化学特論ⅤB	57
物理化学特別講義A	58
境界領域化学特論ⅠB	58
境界領域化学特論ⅢA	59
先端理化学特論ⅠB	59
生化学合同講義 (先端理化学特論ⅢA～ⅢE・ 生体機能化学特論ⅠA・ⅡA・ⅣA)	60
化学反応解析特論ⅡA	60
化学反応解析特論ⅣA	61
化学反応解析特論ⅥA	61
分離化学特論ⅠB	62
重元素化学特論ⅠB	62
Advanced Inorganic ChemistryⅢ (先端無機化学特論Ⅲ)	63
Advanced Inorganic ChemistryⅣ (先端無機化学特論Ⅳ)	63
Advanced Organic ChemistryⅠ (先端有機化学特論Ⅰ)	64
Advanced Organic ChemistryⅥ (先端有機化学特論Ⅵ)	64
Advanced Physical ChemistryⅠ (先端物理化学特論Ⅰ)	65
Advanced Physical ChemistryⅥ (先端物理化学特論Ⅵ)	65

地学専攻 Earth Science

地殻力学特論Ⅰ	67
地殻力学特論Ⅱ	67
地圏環境学特論	68
地球環境変遷学特論	68
サンゴ礁学特論	69
古海洋学特論	69
群集進化学特論	70
生物事変学特論	70
環境動態論特論Ⅱ	71
環境動態論特論Ⅲ	71
地形学特論Ⅰ	72
地形学特論Ⅱ	72
気候学特論Ⅰ	73
気候学特論Ⅱ	73
人文地理学特論Ⅰ	74
人文地理学特論Ⅱ	74
地域形成論特論	75
地域環境論特論	75
環境地理学特論Ⅰ	76
環境地理学特論Ⅱ	76

地球惑星物質科学特論Ⅰ	77
地球惑星物質科学特論Ⅱ	77
地球惑星物質科学特論Ⅲ	78
生物系統進化学特別講義Ⅱ	78
自然地理学特別講義Ⅰ	79
人文地理学特別講義Ⅰ	79
地圏物質循環学特別講義Ⅱ	80
鉱物成因論特論Ⅰ	80
鉱物構造論特論Ⅰ	81
変成岩特論Ⅰ	81
変成岩特論Ⅱ	82
資源地球化学特論	82
太陽系始原物質科学特論Ⅰ	83
地球内部物理化学特論Ⅰ・Ⅱ	83
地球物性学特論Ⅰ・Ⅱ	84
地球物質移動学特論Ⅰ	84
火山学・地質流体論特別講義Ⅰ	85
地球科学特別講義Ⅰ	85
地球科学特別講義Ⅲ	86
先端地球惑星科学特別講義Ⅰ	86
自然災害学特論	87
自然災害学科学特別演習	87
地震と火山	88
インターンシップ研修	88
セミナー	89
課題研究	89
Rock and Mineral SciencesⅡ (岩石鉱物科学Ⅱ)	90
Origin of the Earth and LifeⅠ (地球・生命起源学Ⅰ)	90
Origin of the Earth and LifeⅡ (地球・生命起源学Ⅱ)	91
Geography (地理学)	91
Field ScienceⅠ (フィールドサイエンスⅠ)	92
Field ScienceⅡ (フィールドサイエンスⅡ)	92

共通科目 All fields

科学と社会	93
科学コミュニケーション	93
Frontiers in ScienceⅡ (科学の最前線Ⅱ)	94

〔博士課程後期3年の課程〕

Doctoral Program

数学専攻 Mathematics

代数学特殊講義C	95
代数学特殊講義DⅢ	95
代数学特殊講義EⅢ	96
代数学特殊講義FⅢ	96
代数学特殊講義GⅢ	97
幾何学特殊講義C	97
幾何学特殊講義DⅢ	98
幾何学特殊講義EⅢ	98
幾何学特殊講義FⅢ	99
幾何学特殊講義GⅢ	99
幾何学特殊講義HⅢ	100
解析学特殊講義C	100
解析学特殊講義DⅢ	101
解析学特殊講義EⅢ	101
解析学特殊講義FⅢ	102
解析学特殊講義GⅢ	102
解析学特殊講義HⅢ	103
多様体論特殊講義C	103
多様体論特殊講義DⅢ	104
多様体論特殊講義EⅢ	104
多様体論特殊講義FⅢ	105
応用数理特殊講義C	105
応用数理特殊講義DⅢ	106
応用数理特殊講義FⅢ	106
応用数理特殊講義GⅢ	107
応用数理特殊講義HⅢ	107
Special Topics in Geometry GⅢ (幾何学特殊講義GⅢ)	108
Special Topics in Analysis EⅢ (解析学特殊講義EⅢ)	108

物理学専攻 Physics

素粒子物理学特殊講義Ⅲ	109
素粒子物理学特殊講義Ⅳ	109
素粒子物理学特殊講義Ⅴ	110
素粒子物理学特殊講義Ⅶ	110
原子核物理学特殊講義Ⅱ	111
原子核物理学特殊講義Ⅲ	111
Advanced Lecture on Physics of Crystals (結晶物理学特殊講義)	112

天文学専攻 Astronomy

恒星物理学特殊講義	113
-----------	-----

星間物理学特殊講義	113	地球惑星物質科学特殊講義 I	133
電波天文学特殊講義	114	地球惑星物質科学特殊講義 II	133
相対論的天体物理学特殊講義	114	地球惑星物質科学特殊講義 III	134
理論天体物理学特殊講義	115	先端地球惑星科学特殊講義 I	134
銀河物理学特殊講義	115	先端地球惑星科学 IV	135
		先端地球惑星科学 V	135
		インターンシップ特別研修	136
		環境地理学・環境動態論特別セミナー	136
		地球惑星物質科学・比較固体惑星学特別セミナー	137
		地圏進化学・環境動態論特別セミナー	137
		環境地理学・環境動態論特別研究	138
		地圏進化学・環境動態論特別研究	138
		地球惑星物質科学・比較固体惑星学特別研究	139
		Advanced Earth Science I	
		(先端地球惑星科学 I)	139
		Advanced Earth Science II	
		(先端地球惑星科学 II)	140
地球物理学専攻 Geophysics			
固体地球物理学特殊講義 I	117		
固体地球物理学特殊講義 II	117		
太陽惑星空間物理学特殊講義 I	118		
流体地球物理学特殊講義 II	118		
気候システム物理学特殊講義 I	119		
気候システム物理学特殊講義 II	119		
Special Lecture on Solid Earth Physics II			
(固体地球物理学特殊講義 II)	120		
化学専攻 Chemistry			
化学特殊講義 I	121		
化学特殊講義 III	121		
化学特殊講義 IV	122		
Advanced Chemistry and Biochemistry I A			
(先端化学・生物化学特殊講義 I A)	122		
Advanced Chemistry and Biochemistry I B			
(先端化学・生物化学特殊講義 I B)	123		
Advanced Chemistry and Biochemistry II A			
(先端化学・生物化学特殊講義 II A)	123		
Advanced Chemistry and Biochemistry II B			
(先端化学・生物化学特殊講義 II B)	124		
Advanced Chemistry and Biochemistry III A			
(先端化学・生物化学特殊講義 III A)	124		
Advanced Chemistry and Biochemistry III C			
(先端化学・生物化学特殊講義 III C)	125		
地学専攻 Earth Science			
自然環境地理学特殊講義 I	127		
自然環境地理学特殊講義 II	127		
人間環境地理学特殊講義 I	128		
人間環境地理学特殊講義 II	128		
環境地理学特殊講義 III	129		
環境地理学特殊講義 IV	129		
鉱物学特殊講義	130		
岩石地質学特殊講義	130		
資源環境地球化学特殊講義	131		
初期太陽系進化学特殊講義	131		
地球惑星物性学特殊講義	132		
火山学・地質流体論特殊講義	132		

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
代 数 学 総 論	2 学期 2 単位	岩 成 勇 准教授	代数学講座
授業題目： Alteration 概説 授業の目的と概要： A. J. de Jong によって1990年代に開発された Alteration は、ある種の特異点解消型の定理であり、非常に幅広く強力な応用を持っている。また、その証明法は、幾何学的で興味深く、証明法自体も他に応用されている。Alteration を題材にしてバックグラウンドとして必要な代数幾何の基礎も解説しつつ、その証明や代表的な応用について概説する。 学習の到達目標： Alteration の証明や応用の理解に必要な代数幾何学の基礎事項（安定曲線、そのモジュライ空間、トーリック幾何、半安定還元など）を理解し alteration の存在証明を理解する。コホモロジー等への典型的な応用について理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 大まかには次の事項等を講義する。 代数幾何の基礎（定義等）復習、安定曲線、モジュライ空間、Alteration、トーリック多様体、弱広中の定理、降下理論等。 教科書および参考書： 関連文献は講義中紹介する。 成績評価の方法： レポートによる その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾 何 学 総 論	1 学期 2 単位	石 川 昌 治 准教授	幾何学講座
授業題目： 3 次元多様体入門 授業の目的と概要： 3 次元多様体の分類は連結和とトーラスによる多様体の分解と分解された各ピースに入る幾何構造によって行われる。この講義では3次元多様体の分解と各ピースに入る幾何構造を理解することを目的とする。 学習の到達目標： 1. 3次元多様体の具体的な構成方法を理解する。 2. 3次元多様体の連結和分解とトーラス分解を理解する。 3. ザイフェルト多様体と双曲多様体の諸性質を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： ・トーラスの自己同相写像 ・3次元多様体の構成法 ・連結和分解 ・トーラス分解 ・ザイフェルト多様体 ・双曲空間 ・3次元双曲多様体 教科書および参考書： 講義中に適宜紹介する。 成績評価の方法： 授業中に出すレポートの成績により評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
解 析 学 通 論	2 学期 2 単位	岡部 真也 准教授	多様体論講座
授業題目： 解析的半群と放物型方程式 授業の目的と概要： 放物型方程式を解く道具として有用である解析的半群の定義とその性質を理解するとともにその具体的かつ基本的な応用に触れる。 学習の到達目標： 1. 解析的半群の定義とその性質を理解する。 2. 幾つかの具体例に関して解析的半群の構成方法を理解する。 3. 線形放物型方程式への応用を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 解析的半群の定義と基本的性質 2. 解析的半群の構成法 3. 線形放物型方程式への応用 4. 非線形放物型方程式への応用 教科書および参考書： 教科書は特に指定しない。参考書については適宜指示する。 成績評価の方法： レポートにより評価する。 その他： オフィスアワーおよび連絡先については初回講義時に指示する。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
代 数 学 特 論 A	1 学期 2 単位	花村 昌樹 教授	代数学講座
授業題目： 代数曲面の理論 授業の目的と概要： 代数曲面の理論の基礎と、(複素) 楕円曲面の構造理論を学ぶ。 学習の到達目標： 代数曲面の理論は基礎理論および一般分類論、さらに $K3$ 曲面、楕円曲面、一般型曲面の各論からなる。このうち楕円曲面の構造について学ぶことを目標とする。 楕円関数論、コホモロジー論、因子の理論などに基づいている。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 代数曲面の基礎事項 (1)コホモロジー論の復習。因子と直線束、Chern類 (2)標準束、adjunction formula、Kodaira 次元 (3)曲線束の一般論 (4)Covering trick (5)stable fibration (6)周期写像、monodromy 2. 楕円曲面の構造 (1)楕円曲線の復習 (2)特異ファイバーの分類 (3)Jacobian fibration (4)大域的な分類と構成 (5)Canonical bundle formula 教科書および参考書： 成績評価の方法： 出席とレポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
代 数 学 特 論 B	2 学期 2 単位	都築 暢夫 教授	代数学講座
授業題目： 局所体の分岐と数論幾何への応用 授業の目的と概要： 局所体の絶対ガロア群の構造とその整数環の分岐に関して解説し、ガロア表現と対応する幾何に関して概説する。 学習の到達目標： 完備離散付値体の絶対ガロア群の構造を理解して、分岐群に関する Hasse-Arf の定理を一つの目標とする。さらに、代数曲線の場合のオイラー数公式などへ応用する。また、最近の Abess- 斎藤による剰余体が必ずしも完全体でない場合の分岐群や、p 進表現についても解説する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 局所体の基礎 2. 局所体の拡大と分岐 3. 分岐群と Hasse-Arf の定理 4. 数論幾何への応用 5. さらなる展開 教科書および参考書： 参考書として Jean-Pierre Serre, "Local fields", GTM 67, Springer-Verlag をあげる。 成績評価の方法： レポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾 何 学 特 論 A	1 学期 2 単位	西納 武男 准教授	幾何学講座
授業題目： ポアソン多様体の変形量子化について 授業の目的と概要： M. Kontsevich により存在が示されたポアソン多様体の変形量子化について初等的なところから始めて証明の概略を説明する。 学習の到達目標： ポアソン多様体や関連した対象について基本的な事柄を習得する。変形量子化について学ぶ。 授業の内容・方法と進度予定： ほぼ Kontsevich の論文に従って説明するが基本的な事柄についての復習及び説明を多く加える。以下の事柄について説明する。 ・ポアソン多様体についての基礎的な事柄 ・多重ベクトル場と微分作用素 ・ホモトピー代数 ・変形量子化 教科書および参考書： M. Kontsevich: Deformation Quantization of Poisson Manifolds. Letters in Mathematical Physics 66: 157-216, 2003 成績評価の方法： 講義中に出すレポート問題による。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾 何 学 特 論 B	2 学期 2 単位	赤間 陽二 准教授	解析学講座
授業題目： フーリエ解析による離散幾何 授業の目的と概要： 解析整数論のクロネッカーの近似定理やミンコフスキの定理はフーリエ解析により導出されるが、その考え方が離散幾何の問題にどのように貢献しているかを見る。具体的には、(1)物理における準結晶の数理論を Yves Meyer の方法で導出し、準結晶の数学的回折をエルゴード定理を用いて調べ (Baake, Robert Moody)、一方で、準結晶の特異な対称性を説明する。また(2)解析整数論と離散幾何 (特にパッキング、一様分布論) との関連を述べる。 学習の到達目標： クロネッカーの近似定理のフーリエ解析的証明、ボアアのコンパクト化、バーコフの個別エルゴード定理、パッキング 授業の内容・方法と進度予定： 一様分布列。クロネッカーの近似定理。Minkowski の定理。Bohr コンパクト化。局所コンパクトアーベル群とポントリヤーギン双対。Harmonious 集合。切断射影集合。Delone 集合。点集合の位相力学系。エルゴード定理。準結晶の数学的回折理論。確率的擾乱の入った切断射影集合。Minkowski-Hlawka の定理とパッキング 教科書および参考書： 参考書: [1] Yohji Akama and Shinji Iizuka. Random Fields on Model Sets with Localized Dependency and Their Diffraction, Journal of Statistical Physics, Volume 149, Issue 3, 2012. [2] K. Chandrasekharan. Introduction to analytic number theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 148. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1968. [3] Peter M. Gruber. Convex and discrete geometry, Vol. 336 of Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften [Fundamental Principles of Mathematical Sciences]. Springer, 2007. [4] Yves Meyer. Algebraic numbers and harmonic analysis. 1972. North-Holland Mathematical Library, Vol. 2. 他は授業中に説明する。 成績評価の方法： レポートなど その他： akama@m.tohoku.ac.jp オフィスアワーは水曜日の 4 時～ 5 時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾 何 学 特 論 C	1 学期 2 単位	土屋 昭博 講師(非) (長谷川 浩司 講師)	東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構 上級科学研究員
授業題目： 拡大された W-代数とその表現論 授業の目的と概要： 数学的に満足ゆく量子場の理論として緊密な構成が可能な共形場理論は、代数的には頂点作用素代数の表現論を基礎として定式化される。その基本的構図を述べつつ、最近の話題である拡大された W-代数の表現論について講義する。 学習の到達目標： 共形場理論を基礎づける代数とその表現論に親しむ。 授業の内容・方法と進度予定： 頂点作用素代数は共形場理論の代数的部分を担う複雑な代数であり、共形場理論における場の作用素の作用素展開を表現して定義される。頂点作用素代数の最も典型的なものに、アフライン・リー環の可積分表現やヴィラゾロ代数の極小表現によって定義されるものがある。この講義では、ヴィラゾロ代数を含む大きな代数である拡大された W-代数とその表現について、丁寧に講義する。対応する共形場理論は、Log 型共形場理論といい、数学のみならず物性物理学や素粒子物理学でにわかに注目を浴びてきている。 教科書および参考書： 参考文献として、次をあげる。 (1)山田泰彦「共形場理論入門」培風館 (2)Vertex Algebras and Algebraic Curves, by E. Frenkel and D. Ben-Zvi, AMS 成績評価の方法： ノートあるいはレポート提出による。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
解 析 学 特 論 A	2 学期 2 単位	小池 茂昭 教授	解析学講座
授業題目： 楕円型偏微分方程式の弱解の正則性 授業の目的と概要： 二階楕円型方程式の解の候補である弱解の微分可能性等の評価について解説する。 学習の到達目標： 弱解の最大値原理、L2評価、Lp評価、ハルナック不等式等を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 講義を主体とする。 1. 最大値原理、ベルンシュタインの方法 2. Lp評価・Lp評価 3. ヘルダー連続 教科書および参考書： 講義中に紹介する。 成績評価の方法： レポート (50%) 小テスト (50%) その他： 木曜 3 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
解 析 学 特 論 B	2 学期 2 単位	会田 茂樹 教授	応用数理講座
授業題目： 加法過程入門 授業の目的と概要： 本講義では基礎的な確率論の言葉の復習の後、基本的な確率過程であるブラウン運動、ポアソン過程の性質の紹介を行う。 これらの確率過程は加法過程と呼ばれるクラスに属す過程であり、独立確率変数の（無限）和、無限分解可能な分布と深い関係がある。 これらの概念の基礎について講義したい。 学習の到達目標： 独立な確率変数の取り扱いを理解する。 ブラウン運動、ポアソン過程の基礎的性質を理解し、さらに複雑な確率過程を理解する基礎を固める。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 加法過程の定義と例、2. 加法過程と無限分解可能分布、3. 加法過程と生成作用素 教科書および参考書： Lévy processes and infinitely divisible distributions, Ken-iti Sato, Cambridge studies in advanced mathematics 成績評価の方法： レポートの提出。 その他： 金曜 2 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
多様体論特論 A	1 学期 2 単位	長谷川 浩司 講師	多様体論講座
授業題目： 表現論入門 授業の目的と概要： 表現論とは、群あるいは多元環などの代数系のベクトル空間への作用の理論であり、代数系を行列として表し調べるものである。有限群の指標の理論や、直交関数系、対称性をもつ微分方程式などの例から次第に発達して今日に至っており、対称性を数学的に自然に取り扱う上で基本的知識とも言える。 この講義では主として複素数体上の表現論を扱い、有限群の場合の基本的定理からはじめつつ、諸分野で現れ重要なリー群とリー環についても、定義や例から出発して有限次元表現論の基本事項を学ぶ。また、近年新たに発見され理解の進んだ代数系についても紹介し、その表現論の特色に触れる。 学習の到達目標： 有限群、Lie 群、Lie 環 (Lie 代数) とその表現論の初歩に親しむ。 表現に対して考えられる直和・商・テンソル積・誘導・制限などの演算と、完全可約性が成り立つ場合の構造を理解する。 直交関数系や特殊な恒等式などについて、表現論の応用としての自然な理解を学ぶ。 近年の物理学との交流を機会に発見あるいは発展した、アフィン・リー環や量子群について、数学的位置づけを理解する。 授業の内容・方法と進度予定： およそ以下の項目について数回づつ講義する。 ・有限群の表現論 ・誘導と制限、直和と商、テンソル積などの基本事項 ・表現の完全可約性、既約表現、指標の直交性 ・リー群およびリー代数の定義と例、基本的性質 ・コンパクト群および半単純リー代数の有限次元表現論 ・表現論の応用 ・表現論の拡張。非コンパクト群、アフィン・リー環、ホップ代数などの話題 教科書および参考書： 岡田聡一「古典群の表現論と組合せ論 (上下)」培風館 谷崎俊之「リー代数と量子群」(共立出版) 神保道夫「量子群とヤン・バクスター方程式」(丸善) 成績評価の方法： 主としてレポートによる。課題は随時与える。 その他： 火曜・3 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
応用数理特論 A	1 学期 2 単位	高木 泉 教授	応用数理講座
授業題目： 偏微分方程式入門 授業の目的と概要： 一階偏微分方程式および定数係数二階線型偏微分方程式に関する古典理論を学ぶ。 学習の到達目標： 一階偏微分方程式の解法を習得する。定数係数二階線型偏微分方程式の基本解の性質を理解する。波動方程式、熱伝導方程式、ラプラス方程式の解の主な性質を導出する方法を習得する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 一階偏微分方程式の解法 2. 波動方程式 (1) 弦の振動方程式の導出 (2) 一次元波動方程式の解法 (3) 波動方程式の基本解とホイヘンスの原理 3. 熱伝導方程式 (1) 熱伝導方程式の導出とフーリエの解法 (2) 熱伝導方程式の基本解 (3) 最大値原理 4. ラプラス方程式 (1) ラプラス作用素の基本解 (2) 平均値の性質と最大値原理 (3) ディリクレの原理とその正当化——弱解の理論 教科書および参考書： 教科書は用いない。主な参考書として次を挙げておく、講義中にも随時紹介する。 [1] Gerald B. Folland 著, "Introduction to Partial Differential Equations, Second Edition", Princeton University Press, 1995. [2] Walter A. Strauss 著, "Partial Differential Equations: An Introduction, 2nd edition", Wiley, 2007. 成績評価の方法： 二回の課題研究のレポートの成績に基づいて判定する。 その他： 講義終了後、30分間はオフィスアワーとする。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
数 論 特 論	2 学期 2 単位	金子 昌信 講師(非) (都築 暢夫 教授)	九州大学大学院数理学研究院 教授
授業題目： 多重ゼータ値と多重ベルヌーイ数 授業の目的と概要： 近年、整数論のみならず様々な分野との関連によっても注目を集めている「多重ゼータ値」についての入門と最近の進展についての紹介を行う。また、関連して、古典的なベルヌーイ数の一般化である「多重ベルヌーイ数」についても少し時間を割いて解説し、多重ゼータ値との関わりを述べる。 学習の到達目標： 多重ゼータ値の基本的性質について理解し、どのような問題があるかを知ること。 授業の内容・方法と進度予定： 通常の講義形式による。 1. 多重ゼータ値の定義と積分表示、積構造 2. いろいろな関係式 3. 最近のBrownの仕事の紹介 4. 多重ベルヌーイ数と有限多重ゼータ値 教科書および参考書： 教科書はとくにありませんが、参考書として九州大学M I レクチャーノート「多重ゼータ値入門」(荒川恒男、金子昌信著)をあげておきます。 http://gcoe-mi.jp/publish_list/pub_inner/id:2/cid:12からダウンロード出来ます。 その他参考論文は講義中に適宜紹介します。 成績評価の方法： 出席とレポートによる その他： 大学初年の微積分と線形代数以外の予備知識は殆ど要りません。 気楽に受講して下さい。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
微分幾何学特論	2 学期 2 単位	加藤 毅 講師(非) (塩谷 隆 教授)	京都大学大学院理学研究科 教授
授業題目： 離散力学系のスケール変換、トロピカル幾何学と離散群 授業の目的と概要： トロピカル幾何学と呼ばれる、力学系の間のスケール変換を用いることで、有理関数またはオートマトンによる力学系の間の比較定理を導く。 さらに、離散群論で与えられた Burnside 問題の解決をそれに応用することで、有理力学系の無限擬再帰写像の構成を行う。 時間があれば、可積分系に現れる KdV 方程式とオートマタ群との、構造類似性についても触れる予定である。 学習の到達目標： 力学系の軌道に対して一様評価を導く、解析的手法に慣れる。 有理関数とオートマトンをスケール変換によりつなげることで、数学的に異なる対象の間の関係を導き、それにより異なる分野どうしが関係してくることを理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1 トロピカル幾何学の基礎と比較定理 2 オートマトンの安定拡張による、トロピカル幾何学における一様有界性定理 3 オートマタ群の基礎 4 離散群論とトロピカル幾何学 5 離散群論、可積分系とトロピカル幾何学 教科書および参考書： 講義中に適宜紹介する。 成績評価の方法： 出席状況およびレポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
微分位相幾何学特論	2 学期 2 単位	納谷 信 講師(非) (見村 万佐人 助教)	名古屋大学大学院多元数理科学研究科 教授
授業題目： 離散群の剛性への幾何学的アプローチ 授業の目的と概要： この講義では、離散群の剛性（超剛性、固定点性質）を微分幾何・幾何解析に由来する方法（ボホナー技法、熱流の方法など）を用いて研究する手法について解説する。個々の離散群の場合から始めて、ランダム群の場合へと進み、それに伴い、研究手法も改良される様子を紹介するつもりである。 学習の到達目標： 講義の概要をつかむとともに、講義中に出す演習問題が解けるくらいまで講義の技術面を理解することを目標とする。 授業の内容・方法と進度予定： 学部 4 年生にも講義内容の 7 割程度は理解してもらうことを目指し、問題意識や基本概念の説明を丁寧に行う。具体例をなるべく多く扱うとともに、講義の理解を助ける趣旨の演習問題を出すようにしたい。 教科書および参考書： 講義開始時および講義中に紹介する。 成績評価の方法： 出席状況と、講義中に出題する演習問題を解いて提出してもらったレポートに基づいて行う。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等												
実 解 析 学 特 論	1 学期 2 単位	小川 卓克 教授	応用数理講座												
授業題目： 函数解析学統論 授業の目的と概要： 函数解析学の統編。弱位相・compact 作用素・自己共役作用素の一般論を概説した後、Fourier 変換を導入し超函数について簡単に触れた後、応用上で重要となる Sobolev 空間についてやや詳細に解説する。 途中時間があれば実補間空間（Besov 空間）や半群に対する Hille-Yosida の定理について述べる。 学習の到達目標： 作用素論の一般論の概略を理解する。フーリエ解析の基礎を理解し、計算できる。 Sobolev 空間を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： <table><tr><td>弱位相の復習・汎弱位相</td><td>汎弱位相と点列 compact 性</td></tr><tr><td>compact 作用素・自己共役作用素</td><td>作用素のスペクトル・リゾルベント</td></tr><tr><td>ユニタリー作用素と Stone の定理</td><td>自己共役作用素と Hille-Yosida の定理</td></tr><tr><td>Fourier 変換とユニタリー作用素</td><td>超関数と弱微分</td></tr><tr><td>Sobolev 空間と拡張作用素</td><td>Sobolev の定理と Relich の定理</td></tr><tr><td>続 Sobolev の定理と Relich の定理</td><td>実補間空間</td></tr></table> 教科書および参考書： 参考書 コルモゴロフ・フォーミン著「関数解析の基礎」岩波書店 谷島賢二著「ルベーグ積分と関数解析」朝倉書店 新井仁之著「フーリエ解析と関数解析学」培風館 成績評価の方法： レポートによる その他：				弱位相の復習・汎弱位相	汎弱位相と点列 compact 性	compact 作用素・自己共役作用素	作用素のスペクトル・リゾルベント	ユニタリー作用素と Stone の定理	自己共役作用素と Hille-Yosida の定理	Fourier 変換とユニタリー作用素	超関数と弱微分	Sobolev 空間と拡張作用素	Sobolev の定理と Relich の定理	続 Sobolev の定理と Relich の定理	実補間空間
弱位相の復習・汎弱位相	汎弱位相と点列 compact 性														
compact 作用素・自己共役作用素	作用素のスペクトル・リゾルベント														
ユニタリー作用素と Stone の定理	自己共役作用素と Hille-Yosida の定理														
Fourier 変換とユニタリー作用素	超関数と弱微分														
Sobolev 空間と拡張作用素	Sobolev の定理と Relich の定理														
続 Sobolev の定理と Relich の定理	実補間空間														

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
複素多様体論特論	1 学期 2 単位	小野 肇 講師(非) (宮岡 礼子 教授)	東京理科大学理工学部 講師
授業題目： ラグランジュ部分多様体のハミルトン体積最小性 授業の目的と概要： 等周問題の一つの一般化として、ラグランジュ部分多様体のハミルトン体積最小性の問題がある。この講義では、局所ハミルトン体積最小性（ハミルトン安定性）について述べた後、ハミルトン体積最小なラグランジュ部分多様体の例およびその証明法の概略を紹介する。 学習の到達目標： いくつかの具体例を通して、ラグランジュ部分多様体のハミルトン体積最小問題を体感することを目標とする。 授業の内容・方法と進度予定： 1 等周問題 2 ケーラー多様体 3 ラグランジュ部分多様体 4 ハミルトン極小性と局所ハミルトン体積最小性 5 ハミルトン体積最小ラグランジュ部分多様体の例 教科書および参考書： 特に指定しない。 成績評価の方法： 出席およびレポートにより総合的に評価する。 その他： リーマン幾何学（特にリーマン部分多様体論）の基礎的な知識があれば講義の流れを理解しやすい。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
大域解析学特論	2 学期 2 単位	楯 辰哉 准教授	多様体論講座
授業題目： 量子ウォーク 授業の目的と概要： 量子ウォークとは通常のランダムウォークの量子論的な類似として量子物理学において提案され、以後量子アルゴリズム論において再発見された概念で、現在では主に量子物理学、コンピュータ・サイエンス、確率論において研究されている。本講義の前半では、特に 1 次元量子ウォークについて、その解析的性質・代数的性質を解説し、後半では砂田利一教授による結晶格子上での量子ウォークの定式化とその漸近解析的性質を解説する。 学習の到達目標： 1 次元量子ウォークの漸近解析的性質、代数的性質の理解、結晶格子とその上の量子ウォークの理解を目標とする。 授業の内容・方法と進度予定： ・ 1 次元量子ウォークの代数的構造と弱収束定理 ・ 1 次元量子ウォークの局所漸近公式と停留位相法 ・ 結晶格子とその上の量子ウォーク 教科書および参考書： 教科書は指定しない。参考書は授業中に紹介する。 成績評価の方法： レポートで評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
数 理 物 理 学 特 論	2 学期 2 単位	西 浦 廉 政 教 授	相関数理解析講座
授業題目： 力学系理論とその応用 授業の目的と概要： 自然現象や社会現象への力学系理論を応用することで分岐理論や縮約理論の運用を学ぶ。 学習の到達目標： 中心多様体理論、分岐理論等により時間発展する系が定性的に変化するとき、その本質的自由度は有限であることを学ぶ。非線形現象を記述する具体的な偏微分方程式系に適用することで、その実際の運用法を学ぶ。 授業の内容・方法と進度予定： 前半では力学系理論の復習と分岐理論の基礎を学ぶ。後半はそれらの手法を具体的な問題に適用する。化学反応波、神経パルス、渦などの空間パターンのダイナミクスやそれらの相互作用について考える。 教科書および参考書： 教科書は用いない。参考書は下記のもの以外にも講義中に随時挙げる。 西浦廉政「非平衡ダイナミクスの数理」岩波書店2009年 成績評価の方法： レポートによる。 その他： 講義中に連絡先等は指示する。 http://researchmap.jp/ynishiura			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
確 率 過 程 論 特 論	1 学期 2 単位	長 田 博 文 講 師 (非) (針 谷 祐 准 教 授)	九州大学大学院数理学研究院 教授
授業題目： 干渉ブラウン運動 授業の目的と概要： 干渉ブラウン運動とはユークリッド空間を動く無限粒子系からなる確率力学である。この運動を表現する無限次元確率微分方程式を確率幾何的な方法で解くことを目標とする。この手法は Dirichlet 形式理論による無限次元確率微分方程式の一意的強解の構成への応用である。逆に SDE の理論を Dirichlet 形式の一意性の問題へ応用することにもつながる。この手法は従来不可能であった Coulomb ポテンシャルによる干渉ブラウン運動の扱いを可能にする。 学習の到達目標： 相関関数などの配置空間の基本概念を理解した上で点過程の対数微分や準 Gibbs 測度と言った概念を理解する。Dirichlet 形式理論においてユークリッド空間のブラウン運動を構成する手法は無限個のブラウン運動の構成にはそのままでは使えない。これは Lebesgue 測度の無限直積が Dirichlet 形式の基礎の測度として登場するからだがそれを「consistency」を鍵に「測度のない Dirichlet 形式」を考えて Dirichlet 形式的に構成する。更にそのアイデアは発展し無限次元 SDE の強解の一意的構成に至るのだがそれを理解する。また Coulomb ポテンシャルを備えた干渉ブラウン運動の代表例である Dyson モデル、Airy 干渉ブラウン運動、Ginibre 干渉ブラウン運動についてなじむ。 授業の内容・方法と進度予定： 確率幾何・ランダム行列・確率微分方程式の古典的理論・Dirichlet 形式論を使用する。時間があれば、Kipnis-Varadhan の不変原理、Ginibre 点過程の Palm 測度の特異性などについても話す。 教科書および参考書： なし 成績評価の方法： 出席（合格不合格に関して） レポート（優良可についてはレポートの出来も加味する） その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
数学基礎論特論	1 学期 2 単位	田中 一之 教授	応用数理講座
授業題目： 数学基礎論入門 授業の目的と概要： 本講義では、数学基礎論に関する基本知識を一通り学習したあと、最近の研究に関する話題をいくつか学ぶ。 学習の到達目標： 1 階論理と完全性定理、計算可能関数と決定問題、ペアノ算術とその部分体系、ゲーデルの不完全性定理、算術の超準モデル、集合論における数学の形式化、集合論における独立性証明などについて、講義を受けると共に演習問題を自ら解きながら、研究で使える知識を身につける。 授業の内容・方法と進度予定： 講義の前半は大凡下記の教科書に従い、受講者の予備知識や興味に合わせて進度を調整する。後半については、適宜資料を配布し、数学基礎論周辺の話題を学ぶ。 教科書および参考書： 教科書：田中一之著『数の体系と超準モデル』（裳華房）。 参考書：田中一之編著『ゲーデルと20世紀の論理学』全4巻（東京大学出版会）。 成績評価の方法： 宿題及び出席（50%）、期末レポート（50%）により成績評価を行う。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
計 算 理 論 特 論	2 学期 2 単位	渡辺 治 講師(非) (田中 一之 教授)	東京工業大学大学院情報理工学研究科 教授
授業題目： 計算複雑さの理論 授業の目的と概要： 計算複雑さの理論に関して、入門的なところからはじめ、いくつかのテーマについては最新の研究についてまで解説する。 学習の到達目標： 下記の項目について学ぶ。 ・計算量モデルと計算量の測り方 ・階層定理と計算量クラス ・NP問題とその解析 ・計算複雑さに関連する様々な話題 授業の内容・方法と進度予定： 1. 概論：計算複雑さの理論とは？ $P \neq NP$ への挑戦！ 2. アルゴリズムの記述法（計算モデル）、時間計算量の測り方 3. 階層定理と計算量クラス 4. クラス NP、NP 問題の例 5. 多項式時間還元可能性 6. $SAAT$ の NP 完全性 7. 乱択計算クラス、多項式時間階層、数え上げクラス 8. 計算複雑さの理論の最前線：下界の証明 9. 計算複雑さの理論の最前線：乱択クラスの解析（その1） 10. 計算複雑さの理論の最前線：乱択クラスの解析（その2） 11. 計算複雑さの理論の最前線：戸田の定理 12. 計算複雑さの理論の最前線：対話型計算量クラス 13. 計算複雑さの理論の最前線：平均時計算量（その1） 14. 計算複雑さの理論の最前線：平均時計算量（その2） 15. まとめ 教科書および参考書： 参考書：1. M. Sipser（太田他訳）、計算理論の基礎（第3巻：計算の複雑さ）、共立出版、2000。 2. M. Sipser（太田他訳）、計算理論の基礎（第3巻：計算の複雑さ） 講義資料：www.is.titech.ac.jp/~watanabe/class/comp/ 成績評価の方法： 授業時間中に出す宿題（3回程度）もしくは期末レポートで評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
数学総合講義 D	1 学期 2 単位	楫 元 講師(非) (尾形 庄悦 准教授)	早稲田大学理工学部 教授
授業題目： グレブナー基底入門—グレブナー基底は面白い！— 授業の目的と概要： グレブナー基底に関する基本事項、および、代数幾何学への簡単な応用について解説する。 学習の到達目標： 数式処理ソフトなどを用いて各自が、イデアルの共通部分、イデアル商、媒介変数表示された代数多様体の定義イデアルなど、具体的に計算できるようになることを目指す。 授業の内容・方法と進度予定： 導入として一変数多項式環に関する基本的な定理について復習し、単項式順序、グレブナー基底の定義と基本性質、ブッフベルガー判定法、ブッフベルガーアルゴリズム、被約グレブナー基底、消去定理、様々なイデアルの具体的な計算方法について、実例を交えて解説する。 教科書および参考書： [1] Cox, Little, O'Shea: Ideals, Varieties, and Algorithms (Springer, UTM). [2] Kreuzer, Robbiano: Computational Commutative Algebra (Springer). [3] 丸山正樹：グレブナー基底とその応用（共立出版）. 成績評価の方法： レポート その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
数学総合講義 E	1 学期 2 単位	三沢 正史 講師(非) (石毛 和弘 教授)	熊本大学大学院自然科学研究科 教授
授業題目： p 調和作用素の正則性評価と幾何学的問題への応用 授業の目的と概要： ある非線形偏微分方程式を題材にして、弱解の存在とその正則性に対する基本的な解析的方法を理解することを目的とする。ここでは、よく知られた熱作用素の自然な拡張と見なせる、時間発展 p 調和作用素の存在と正則性について考える。適当なエネルギークラスに属する弱解の存在、その正則性（連続的微分可能性）を証明するための方法を解説する。また、この問題を扱う動機として、ある幾何学的変分問題への応用を紹介する。 学習の到達目標： 非線形偏微分方程式を考えるための関数解析、実解析の基本的な内容を理解すること。 授業の内容・方法と進度予定： 講義を中心に、必要に応じて演習のための問題、課題を課す。p 調和作用素の解説が目的であるが、随時、熱作用素と比較しながら議論を進める。具体的な内容として、1. 時間 p 調和作用素のスケーリングと基本解 2. 弱解の存在、コンパクト性 3. 弱解の局所エネルギー評価、正則性評価 4. 幾何学的変分問題への応用 を念頭において解説する予定である。 教科書および参考書： 講義中に随時、提示する予定。 成績評価の方法： 講義ノートの作成、提出、あるいは講義中に出題する問題を解いたレポートの提出によって評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
数学総合講義 F	1 学期 2 単位	前川 泰則 准教授	幾何学講座
授業題目： Nash の手法による輸送項付き分数冪拡散方程式の数学解析 授業の目的と概要： 近年盛んに研究されている、輸送効果と分数階の拡散効果を伴う偏微分方程式について取り扱う。特に本講義では、2 階放物型方程式の基本解に対して Nash が確立した古典的手法に基づくアプローチを紹介し、基本解の各点評価とヘルダー連続性の導出方法について学ぶ。 学習の到達目標： 分数冪拡散効果と輸送効果を伴う偏微分方程式に対する、重み付きエネルギー計算と実解析的な議論を組み合わせた解析手法を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 授業は板書による通常の講義形式で行う。輸送項付き分数冪拡散方程式の弱解・基本解の定義から始め、基本解のヘルダー連続性等に関するアприオリ評価の導出までを取り扱う。 教科書および参考書： 特になし。関連する文献については適宜講義中に述べたい。 成績評価の方法： レポートにより評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
数学総合講義 G	2 学期 2 単位	柳田 英二 講師(非) (岡部 真也 准教授)	東京工業大学大学院理工学研究科 教授
授業題目： 藤田型方程式の自己相似解と全域解 授業の目的と概要： べき乗の形の非線形項を持つ半線形放物型方程式に対し、前方および後方自己相似解と呼ばれる特殊解の構造について調べ、これらがいかに解全体の構造を支配し、また全域解の存在とその性質と関連しているかについて解説する。 学習の到達目標： 微分方程式を解析するための手法を習得し、非線形放物型方程式の解のダイナミクスについて理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1 回目：定常解の構造を常微分方程式の手法を用いて解析する。 2 回目：自己相似解の性質を調べ、解全体の構造との関わりについて考察する。 3 回目：正值全域解が存在するための条件を求める。 4 回目：特異全域解に対して到達可能性という性質を定義し、そのための条件を明らかにする。 教科書および参考書： 参考書：「爆発と凝集」、柳田英二編、東大出版会 「非線形偏微分方程式」、儀我美一、儀我美保著、共立出版 成績評価の方法： レポートによる その他：			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Topics in Algebra B (代数学特論B)	Fall Semester 2 Credits	Nobuo Tsuzuki Professor	Mathmatical Institute
Course Title : Ramification of Galois group of local fields and its application to arithmetic geometry Purpose/Abstract : We will explain the structure of absolute Galois group of local field and ramification of integer rings, and will talk on Galois representations and their geometries. Goal : The goal is to understand the structure of absolute Galois group of local field and Hasse-Arf's theorem with respect to ramification groups. Then, we will apply it to Euler characteristic formula of curves. Moreover, we will explain the recent theory of Abbes-Saito in the case of possibly imperfect residue fields, and p-adic theory. Contents : 1. Foundation of local fields 2. Ramification for extension of local fields 3. Ramification groups and Hasse-Arf's theorem 4. Application to arithmetic geometry 5. Further topics Books required/referenced : Jean-Pierre Serre, "Local fields", GTM 67, Springer-Verlag Grading : Reports Remarks :			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Topics in Geometry B (幾何学特論B)	Fall Semester 2 Credits	Yoji Akama Associate Professor	Mathmatical Institute
Course Title : Discrete geometry by Fourier analysis Purpose/Abstract : It is well-known that we can prove Kronecker's approximation theorem and Minkowski's theorem of analytic number theory is derived by Fourier analysis. We will see how these methods are developed to problems of discrete geometry. Specifically, (1) we will derive a mathematical model of quasicrystals of physics, by Yves Meyer's method. Then, we will study mathematically the diffraction pattern of quasicrystal, via pointwise Ergodic theorem (Baake, Robert Moody). On the other hand, we will study the symmetry peculiar to quasicrystals. Then we will explain (2) how analytic number theory is related to discrete geometry such as theory of packings and theory of uniform distribution. Goal : Fourier analytic proof of Kronecker's approximation theory, Bohr's compactification, Birkoff's pointwise ergodic theorem, theory of packings Contents : Uniform distribution, Kronecker's approximation theorem, Minkowski's theorem, Bohr compactification, locally compact Abelian group and Pontryagin duality, Harmonious set, Cut-and-project set, Delone set, The topological dynamical system of points sets, Unique ergodic measure, Mathematical diffraction theory of quasicrystals with and without probabilistic disturbance, Minkowski-Hlawka's theorem and packing theory. Books required/referenced : Reference: [1] Yohji Akama and Shinji Iizuka. Random Fields on Model Sets with Localized Dependency and Their Diffraction, Journal of Statistical Physics, Volume 149, Issue 3, 2012. [2] K. Chandrasekharan. Introduction to analytic number theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 148. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1968. [3] Peter M. Gruber. Convex and discrete geometry, Vol. 336 of Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften [Fundamental Principles of Mathematical Sciences]. Springer, 2007. [4] Yves Meyer. Algebraic numbers and harmonic analysis. 1972. North-Holland Mathematical Library, Vol. 2. Grading : Report Remarks : akama@m.tohoku.ac.jp Office hour: 1600-1700, Wednesday (subject to change)			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Topics in Analysis B (解析学特論B)	Fall Semester 2 Credits	Shigeki Aida Professor	Mathematical Institute
Course Title : An introduction to additive processes Purpose/Abstract : After reviewing the basic notion in probability theory, we explain the basic properties of Brownian motion and Poisson process. Also we explain the basic properties of sum of independent random variables and infinitely divisible distributions. Goal : Understanding of basis of study of independent random variables, Brownian motion and Poisson process. Contents : 1. Definition of Additive process, examples 2. Additive process and infinitely divisible law, 3. Additive process and its generator Books required/referenced : Lévy processes and infinitely divisible distributions, Ken-iti Sato, Cambridge studies in advanced mathematics Grading : report Remarks : Friday second lecture			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
場の量子論基礎	1 学期 2 単位	山口 昌弘 教授	量子基礎物理学講座
授業題目： 場の量子論基礎 授業の目的と概要： 場の量子論は素粒子の相互作用を記述する基礎的な理論として発展してきた。現在ではその手法は様々な分野で応用されている。本講義では、量子力学の復習の後、この場の理論の原理と基本的な概念を説明する。特に場の量子論の中でも最も確立した量子電磁力学の基本構造を理解することを目的とする。 学習の到達目標： ・場の理論の定義から始めて、場の標準理論および正準量子化を理解する。 ・摂動論に基づきファインマン図やファインマン則の導き方を理解する。 ・場の散乱振幅が計算できるようになる。 ・摂動論に現れる発散の問題と解決方法を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 授業の内容は大凡次の通り： ・量子力学と相対論の復習 ・場の方程式 ・場の正準理論と量子化 ・フェルミオン場とその量子化 ・相互作用と摂動展開 ・電磁場の量子化 ・発散の問題と繰り込み 教科書および参考書： 参考書 Peskin and Schroeder, "An Introduction to Quantum Field Theory" (Westview Press) Srednicki, "Quantum Field Theory" (Cambridge University Press) 九後汰一郎、ゲージ場の量子論 I (培風館) 坂井典佑、場の量子論 (裳華房) 成績評価の方法： 試験とレポート (予定) その他： e-mail: yama@tuhep.phys.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
場の量子論特論	2 学期 2 単位	綿村 哲 准教授	量子基礎物理学講座
授業題目： 場の量子論上級コース 授業の目的と概要： 場の量子論は現代物理学の理論の中でも非常に良く整備された体系である。本授業はこの場の量子論の体系を場の量子論基礎に引き続き解説する。 学習の到達目標： 主として経路積分に基づく場の量子論を理解し、素粒子理論の基本を習得する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 場の理論の経路積分 2. ゲージ理論の量子化 3. 繰り込みと繰り込み群 4. 自発的対称性の破れとヒッグス機構 5. 経路積分と古典近似 それぞれ3コマ程度 教科書および参考書： 参考書：九後汰一郎著 ゲージ場の量子論 I、II 培風館 成績評価の方法： レポートと試験 その他： http://www.tuhep.phys.tohoku.ac.jp/~watamura/kougi/			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素 粒 子 論 特 論	1 学期 2 単位	日笠 健一 教授	物理学専攻
授業題目： 素粒子の標準模型とその拡張 授業の目的と概要： 素粒子の相互作用は、自然現象を支配する最も基本的な物理法則である。現在知られた基本相互作用のうち、重力を除く3つ（電磁、強、弱相互作用）は、ゲージ理論と呼ばれる量子場理論によって記述できることが明らかとなっている。これを素粒子の標準模型と呼ぶ。本授業では素粒子の標準模型を解説する。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 1) ゲージ理論、2) ゲージ対称性の破れとヒッグス機構、3) 弱い相互作用、4) 電弱統一理論、5) QCD、6) 標準模型を超えて 教科書および参考書： 必要に応じ授業中に紹介する。 成績評価の方法： レポートと出席による。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
宇宙基礎物理学特論	2 学期 2 単位	高橋 史宜 准教授	理学研究科物理
授業題目： 宇宙基礎物理学特論 授業の目的と概要： 標準宇宙論について理解する事を目的とする。具体的には、一般相対性理論の基礎的知識を基に、一様等方宇宙を表すFriedmann-Robertson-Walker計量を用いて、Einstein方程式を解き、色々な宇宙の進化について解説する。それを基に、加速膨張を引き起こすダークエネルギーやダークマター、ビッグバン元素合成、宇宙背景輻射について説明をする。最後にインフレーション宇宙について紹介する。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： S. Weinberg, "Gravitation and Cosmology", "Cosmology" 松原隆彦 現代宇宙論 成績評価の方法： 中間および期末レポート その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子物理学基礎	1 学期 2 単位	末包 文彦 准教授	ニュートリノ科学研究センター
授業題目： 素粒子物理学基礎 授業の目的と概要： 素粒子物理の基礎、背景について、実験を基本にしながらわかりやすく解説するとともに、現在行われている素粒子研究の現状の理解をはかる。 学習の到達目標： より専門的な授業や、将来の研究に必要な基礎的事項を理解する。 素粒子現象は量子力学的な効果が直接現われるため、その現象と考え方を理解することは、素粒子・原子核の研究をしている学生だけでなく、宇宙物理や物性の研究をしている学生にも役立つ。 授業の内容・方法と進度予定： 授業では、次の各項目をそれぞれ1～2回程度の講義で解説する。 1. ラザフォード散乱、2. 素粒子検出器と加速器、3. 素粒子の相互作用の特徴、4. 対称性、5. 中性K中間子の振動とCP対称性の破れ、6. 標準模型とその検証、7. ニュートリノの物理。 教科書および参考書： 教科書：共立出版「素粒子・原子核物理学の基礎」、A.Das、T.Ferbel 著、末包文彦、白井淳平、湯田春雄訳 成績評価の方法： 出席とレポート。 その他： 連絡先suekane.at.awa.tohoku.ac.jp (.at.は@に変えて下さい。)			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
原子核物理学基礎	1 学期 2 単位	中村 哲 准教授	素粒子・核物理講座
授業題目： 原子核物理学基礎 授業の目的と概要： 近代的な原子核物理学とは強い相互作用により影響を及ぼしあう多体系の物理である。クォーク多体系、ハドロン多体系としての原子核を理解する試みとして、近代的な原子核物理の基礎を議論する。最先端の実験技術、結果を紹介し、初期宇宙における元素合成、高密度星の内部という極限状況下における物質を理解しようとする試みが我々の物質観をどのように広げつつあるかを説明する。 学習の到達目標： 近代的な原子核物理学の概念、研究手法の基礎を学ぶ 授業の内容・方法と進度予定： クォーク、ハドロン 核子、核力 原子核の基礎的な性質 原子核の構造、殻模型 最先端の研究手法と近代的な物質観 教科書および参考書： 教科書は特に指定しない。 参考書は講義の中で随時、紹介する。 成績評価の方法： 講義に関連したレポート及び試験 その他： 質問は随時歓迎するが、不在の場合も多いので電子メールで予定を確認して欲しい。 (nue[at]lambda.phys.tohoku.ac.jp)			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
電子物性学特論	2 学期 2 単位	高木 滋 准教授 吉澤 正人 講師(非)	電子物理学講座 岩手大学大学院工学研究科
授業題目： 磁性と超音波物性 授業の目的と概要： 磁性は固体内電子の示す物理的性質の中で最も基本的かつ重要なものである。原子・イオンの磁性から始めて、局在電子系と遍歴電子系の磁性の基礎事項をそれぞれ系統的に講義する。また超音波物性は、歪と電子系との相互作用を通じて局在電子系の結晶場や多極子秩序など、多くの場合磁性とは相補的な立場から電子状態について知見を与えてくれる。超音波による固体内電子状態研究の基礎について系統的に講義する。 学習の到達目標： 磁性および関連する軌道物性／多極子物性と、超音波物性の基礎事項をきちんと理解する。 強相関電子系の非常に多彩な振舞を、磁性と超音波物性という互いに相補的な切り口から総合的に理解する素地を涵養する。 授業の内容・方法と進度予定： 「磁性」(高木担当) 1. 原子・イオンの磁性、軌道、多極子 2. 絶縁体の磁性—磁気相互作用と磁気応答— 3. 金属の磁性—磁気相互作用と磁気応答— 4. 金属中の局在モーメント 5. 核磁気共鳴法による磁性研究 「超音波測定で観る物質の諸相」(吉澤担当) 1. 物性研究における超音波の利用と精密超音波測定 2. 弾性定数の対称性、電子と音波の相互作用 3. 局在電子系の超音波物性：結晶場と弾性異常 4. 遍歴電子系の超音波物性：重い電子系と超伝導 5. 超音波物性の最先端トピックス 教科書および参考書： 教科書は特に指定しない。参考書は必要に応じ講義の際に紹介する。 成績評価の方法： レポートと出席で評価。 その他： 通常講義10回(高木担当)。集中講義5回(吉澤担当)：12月に予定。 高木の連絡先：TEL=022-795-7749、e-mail=takagisg@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
物質物理学基礎	1 学期 2 単位	佐藤 宇史 准教授	物理学専攻
授業題目： 物性物理学の基礎 授業の目的と概要： 種々の固体物質に関する物理について、学部レベルの基礎知識を確認するとともに、物質物理研究において重要な概念や知識を、実験の例などを交えながら解説する。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 物質物理学の基礎(結晶構造、逆格子、フォノン、エネルギーバンド、金属、半導体、超伝導、磁性など)を学び、最近の研究トピックスと関連の深い物理(電子相関、金属-絶縁体転移、パイエルス転移、表面・界面現象、高温超伝導など)についても解説する。 教科書および参考書： 標準的な固体物理の教科書(例えば、 Kittel 固体物理学入門、アシュクロフトマーミン 固体物理の基礎) 成績評価の方法： 出席、小テスト、レポート、および試験 その他： e-mail:t-sato@arpes.phys.tohoku.ac.jp、電話番号：022-795-6477(内線6477)			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
固体分光学基礎	1 学期 2 単位	遊佐 剛 准教授	量子物性物理学講座
授業題目： 固体分光学基礎 授業の目的と概要： もともと可視光領域で生まれた分光学（spectroscopy）は、いまや、ラジオ波からγ線までをカバーする電磁波帯に拡張され、物質の性質を知る上で欠かせない実験手法として、さまざまな分野で利用されている。本講義では固体分光学を理解する上で必要なさまざまな基礎的知見を得ることを目的とする。 学習の到達目標： 固体に関する分光学の基礎を習得し、特に実験手法としての固体分光学を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 基礎事項、電磁波と光、レーザー 2. 光学応答 3. 可視領域での分光（半導体） 4. 赤外領域での分光（ラマン分光、赤外吸収法） 5. 磁気共鳴分光法（核磁気共鳴法） 6. その他の分光 教科書および参考書： 参考書は講義において紹介する。 成績評価の方法： 筆記試験 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
固体電子論特論	2 学期 2 単位	倉本 義夫 教授 吉田 博 教授	固体統計物理学講座 大阪大学
授業題目： 固体中電子の多体効果と電子構造 授業の目的と概要： 互いに相互作用する電子が多数集まると、非常に豊かで思いがけない性質を示す。固体中に凝縮した電子が示す超伝導、強磁性、分数量子ホール効果などはその例である。本講義では、多数粒子が引き起こす物理を理解するための基礎概念と理論的手法を説明する。また、これらの効果の舞台となる固体中の電子スペクトルについては、集中講義で学ぶ。膨大な電子自由度のもたらし物理を直感的に解釈するために、繰り込みと素励起という二つの概念を軸にして説明を進める。またできるだけ最近の話題も選んで、固体内電子に関する最先端研究の現状がわかるようにする。 具体的には、倉本は摂動論と有効ハミルトニアン／電子の遍歴性と局在性／線型応答理論／フェルミ流体の理論／超伝導／近藤効果などを扱い、吉田は集中講義で、半導体のスピントロニクス／高効率太陽電池／人工光生成物質／熱電材料／高温超伝導体について説明する。 学習の到達目標： 量子多体系としての固体中電子に関する基礎概念の理解と、初歩的な理論的解析方法の習得。 授業の内容・方法と進度予定： 10回の通常講義（倉本）で基礎と各種の具体例を学ぶ。また夏休み前に5回の集中講義（吉田）で固体の電子構造の理解を図る。 教科書および参考書： 倉本義夫：量子多体物理学（朝倉書店） G.D. Mahan: Many-particle physics (Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2000) 成績評価の方法： レポート（と場合によっては小試験）の結果により評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
固 体 統 計 基 礎	1 学期 2 単位	柴田 尚和 准教授	固体統計物理学
授業題目： 固体物理学および統計物理学の基礎理論 授業の目的と概要： 固体物質の構造と電子状態、および巨視的多体系の振る舞いを理論的に研究する際に必要になる固体電子論、統計力学などの基礎理論を理解し、博士課程前期の研究に応用できる知識と技能を修得する。 学習の到達目標： 博士課程前期において研究を進めるために必要になる基礎的な理論的知識と技能を修得する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 固体の結晶構造、次元性と電子物性 2. フォノンモードと電子格子相互作用 3. 相互作用する多粒子系における素励起 4. スピンと磁性の起源 5. 超伝導とBCS理論 6. 相転移の統計力学 7. 非平衡統計 教科書および参考書： 「固体の電子論」ス波弘行 著 成績評価の方法： 期末試験により評価する。 その他： 連絡先 e-mail: shibata@cmpt.phys.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
細胞生物物理学特論	2 学期 2 単位	宮田 英威 准教授	領域横断物理学講座
授業題目： 細胞生物物理学 授業の目的と概要： 生命の担い手である蛋白質ならびに、生命の最小単位である細胞の構造と機能に関する解説を通して、「生きている状態」の理解を目指す。 学習の到達目標： ・生命機能の基礎であるたんぱく質についての概説を行う。とくにも一たんぱく質とチャンネルたんぱく質について詳しく解説する。 ・上述の知識をもとにして、筋肉と神経の機能を解説する。 ・以上の抗議を通じて生物物理学の方法論の一つである現象論的アプローチについて理解する。 授業の内容・方法と進度予定： おもなテーマは次の通り（順序は必ずしもこの通りではない） ・蛋白質の成り立ち ・たんぱく質各論 1. モーターたんぱく質 2. チャンネル蛋白質の構造と機能 ・筋肉収縮の分子機構 ・神経細胞興奮の機構 ・生物物理グループの現在の研究テーマについても触れる予定 なお、生物物理の理解を深めるのに役立つようなテーマがあれば適宜それらを解説する。 教科書および参考書： 生物物理学 朝倉書店 大木・宮田著 成績評価の方法： レポート＋出席 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
ビーム物理学特論	2学期 2単位	濱 広幸 教授	電子光理学研究センター
授業題目： 非線形ビームダイナミクスと古典多体系の物理 授業の目的と概要： 電磁場下の一粒子運動の定式化にはじまり、正準方程式による調和振動子表現から高次摂動項による非線形運動および古典多体系としてのビームダイナミクスの基礎を講述し、応用として荷電粒子からの放射と光と電子の相互作用による自由電子レーザーのメカニズム等を学ぶ。 学習の到達目標： 「ビームとは何か」を正確に科学的に説明できる知識を得る。 粒子加速器やレーザーなどの量子ビームがもたらす科学変革を考える。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 加速器と粒子ビームの歴史 2. 単位系と相対論 3. ビームダイナミクスの基礎 4. 円形加速器の非線形ビームダイナミクス 5. 遅延ポテンシャルと放射光 6. 自由電子レーザーのビーム物理 7. 短寿命不安定核の電子散乱と実験手法 教科書および参考書： Particle Accelerator Physics : Helmut Wiedemann (Springer-Verlag) Fundamentals of Beam Physics : James B. Rosenzweig (Oxford) 成績評価の方法： 出席及びレポート その他： 質問などはメールで随時受け付ける (hama@lms.tohoku.ac.jp)			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
電子線核物理特論	2学期 2単位	須田 利美 教授	電子光理学研究センター
授業題目： 電子散乱による核子及び短寿命不安定核を含む原子核の内部構造研究 授業の目的と概要： 高エネルギー電子を標的の核子や原子核に照射しその散乱を観測する電子散乱は、原子核の内部構造を解明する上で最も強力な研究手法である。本講義では、電子散乱の特徴や電子散乱によりその詳細が解明された核子や原子核の内部構造について解説する。また近年知られていなかった新しい内部構造が発見されつつある不安定核研究の現状を紹介する。そしてまもなく世界に先駆けて開始される電子散乱による不安定核の内部構造研究について、その意義と研究方法を解説する。 学習の到達目標： 電子散乱による原子核や核子構造研究の特徴並びに実験手法を理解する。電子散乱によって明らかになった核子構造や原子核構造を理解する。短寿命不安定核研究を中心とする現代の原子核物理学を知る。電子散乱による不安定核構造研究の意義を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 電子散乱について 2. 原子核の電荷分布、磁化分布、核内核子波動関数 3. 原子核内の核子以外の自由度の役割 4. 短寿命不安定核研究とその意義 5. 不安定核の内部構造とその研究手法 6. 電子散乱による不安定核内部構造と研究手法 7. 今後の原子核物理学 教科書および参考書： Electron Scattering for Nuclear and Nucleon Structure : J.D. Walecka (Cambridge) Quark and Lepton : F. Halzen and A. D. Martin (John Wiley & Sons) 原論文 (必要に応じてコピーを配布) 成績評価の方法： 出席50% レポート40% 小テスト10% その他： 金曜日 2 講時 質問などはメールで随時受け付ける (suda@lms.tohoku.ac.jp)			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
結 晶 物 理 学 特 論	2 学期 2 単位	米永 一郎 教授 大野 裕 准教授	結晶物理学講座（金属材料研究所）
授業題目： 結晶物理学特論（格子欠陥、その物性） 授業の目的と概要： 結晶の特徴は原子の規則的配列であるが、実際の結晶はサブナノスケールでの原子配列の乱れ、不完全性を伴う。これが格子欠陥であり、そのナノ構造特異性が結晶の特性や有用性を左右する。本講義では、半導体を中心とした結晶材料における欠陥について、その基礎的性質を理解し、物性制御として利用するための知識を紹介する。特に、欠陥はその言葉からネガティブなイメージを抱かれるが、そこで停止するのではなく、積極的にその性質や成因を理解し、利用することを考える機会としたい。 学習の到達目標： 結晶の不完全性に関する基礎概念の理解と現実の結晶欠陥へのアプローチの把握 授業の内容・方法と進度予定： 格子欠陥ナノ構造体の基礎物理 （概念、構造、ひずみ、物性、生成・発生機構、相互反応・変性） 格子欠陥の観察・特性評価 実用材料における意義、最新のトピックスを適宜紹介 教科書および参考書： テキストは使用しないが、適宜参考書、文献を紹介し、その予習を求める。 成績評価の方法： 出席と講義毎の課題に対するレポート内容で評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
分 光 物 理 学 特 論	2 学期 2 単位	佐藤 卓 教授 河村 純一 教授 寺内 正己 教授	分光物理学講座（多元物質科学研究所）
授業題目： 種々の分光法による原子・分子・イオン・電子・スピンのダイナミクスおよびエネルギー構造の計測 授業の目的と概要： 1) 物質を構成する原子・分子・イオンは、振動・回転・並進など、広い時間・空間スケールで運動をしている。これらのダイナミクスを測定するために、電磁波との相互作用を利用する方法について説明する。 2) 物質の様々な応答は電子のエネルギー構造に支配されている。電子構造を知るために高エネルギーの電子線や電磁波との相互作用を利用する種々の分光法、加えて電子スピン自由度を利用する分光法の原理と特徴について説明する。 学習の到達目標： 物質中の原子・分子・イオン・電子・スピンのダイナミクスやエネルギー構造に関する基礎的な情報を得るために、どのような分光法を用いたら良いかが理解できること。さらに、電子・電磁波・中性子を用いたさまざまな分光の結果を理解することができるようになること。 授業の内容・方法と進度予定： 中性子分光法を用いた固体のスピンダイナミクス研究（佐藤） 赤外線吸収、ラマン散乱、マイクロ波分光、誘電緩和、核磁気共鳴などを用いた原子・分子・イオンのダイナミクス研究（河村） 高速電子を用いた分光法による固体の電子構造研究（寺内） 教科書および参考書： 特になし 成績評価の方法： レポートによる。佐藤、河村、寺内それぞれの分担についての提出を求める。 その他： 月曜・第3校時 taku@tagen.tohoku.ac.jp（佐藤）、kawajun@tagen.tohoku.ac.jp（河村）、terauchi@tagen.tohoku.ac.jp（寺内）			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
加速器科学特論	2 学期 1 単位	田中 万博 教授(委)	加速器科学（連携・委嘱分野）
授業題目： 大強度ビーム物理学特論 授業の目的と概要： 本講義では、大強度加速器を用いて行う原子核・素粒子実験の基礎である、大強度ビームハンドリングに関して基礎から解説する。その手順としては、まず 1. 加速器とその仕組み 2. 中間子を人工的に作るということ について、原理的な部分からできるだけ丁寧に、かつ直感的な理解が得られる事を目標に講述する。次に、 3. 大強度ビームハンドリング について、素粒子、原子核研究の最新のトピックスとの関連をふまえつつ、大強度ビーム利用の困難さ、面白さが体感的に理解できるように講述する。さらに最新の大強度加速器施設である 4. 大強度加速器 J-PARC の「今」について紹介する。 学習の到達目標： 大強度・高エネルギー加速器を用いて行う実験について、まずその基礎である、電磁場中での荷電粒子の運動に関する体感的な理解を出発点とし、その上で、大強度ビームハンドリング並びに関連する K 中間子物理などの現状を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 加速器とその仕組み 2. 中間子を人工的に作るということ ・加速器の種類と原理 ・ビームの利用と中間子の作り方 ・ビーム光学入門 ・電磁石の設計 3. 大強度ビームハンドリングと関連する素粒子原子核研究 4. 大強度加速器 J-PARC の現状 (付録) ニュートリノビームのつくりかたと長基線実験 教科書および参考書： 特になし 成績評価の方法： 出席とレポート提出による。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
強相関電子物理学特論 Advanced Condensed Matter Physics	2 学期 1 単位	Guest Prof. Akihiko Fujiwara Guest Prof. Taichi Terashima Guest Prof. Hiroshi Kumigashira	Department of Physics
授業題目： 強相関電子物理学特論 Lecture on Strongly Correlated Electron Systems 授業の目的と概要： 強相関電子系の基礎を復習し、X線散乱、量子振動、および光電子分光とその応用研究について学習する。特に、新しい超伝導体や磁性体およびヘテロ構造物質のトピックスについて講義する。また、強相関電子系の中でも、d および f 電子系で生起する様々な現象と、ヘテロ構造を用いた物性制御、およびその背景にある物理現象を理解する。 We revisit the basics of strongly correlated electron systems and learn the experimental techniques such as x-ray scattering, quantum oscillation, and photoemission spectroscopy. Hot topics for new superconductors and magnetism will be discussed. Various interesting phenomena of d and/or f electron systems and hetero-structured materials as well as the mechanisms behind them will be introduced. 学習の到達目標： 凝縮系物質の中の電子間の相関に関して理解を深め、強相関電子系における超伝導や磁性などの物性発現機構について学習する。 We understand the electron correlation of condensed matters, especially, the formation mechanism of superconductivity and magnetisms on strongly correlated electron systems. 授業の内容・方法と進度予定： 1. Conventional diffraction and Synchrotron-radiation diffraction 2. Fundamentals of X-ray/Neutron scattering 3. Structure and physical properties of innovative materials 4. The classification of physical properties and structure 5. Future direction of structural analyses based on X-ray/neutron diffraction 6. Introduction to Fermiology by quantum oscillations: the Lifshitz-Kosevich formula 7. Observation of quantum oscillations: experimental techniques and examples of quantum oscillations in simple metals and compounds 8. Fermiology of strongly correlated metals 9. Fermiology of superconductors 10. Basic process of photoelectric effect and the technique of photoemission spectroscopy. 11. Special aspects of instrumentation required to do experiments of photoemission spectroscopy. 12. Description of types of photoemission spectroscopy, and the related spectroscopic techniques using synchrotron radiation. 13. Applications of photoemission and related spectroscopies to novel interfacial states in strongly-correlated oxide heterostructures. 教科書および参考書： 「重い電子系の物理」(物理学選書) 上田和夫、大貫惇睦著 "Introduction to Solid State Physics" by Charles Kittel "Magnetic oscillations in metals" by D. Shoenberg "Solid State Physics" by Ashcroft/Mermin "Fundamentals of Crystallography" edited by C. Giacovazzo 成績評価の方法： 出席とレポート提出によって評価を行う。 The evaluation is made by attendance and report. その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
量 子 計 測 特 論	2 学期 1 単位	山口 浩司 教授(客) 佐々木 智 准教授(客) 大谷 知行 准教授(客)	N T T 物性科学基礎研究所 N T T 物性科学基礎研究所 理化学研究所
授業題目： 最先端の量子物性研究と量子計測 授業の目的と概要： 半導体量子構造は最先端のデバイスの心臓部として重要であるのみならず物理を研究する上でも理想的な舞台を提供してくれます。最近では半導体量子構造を用いてキャリアやスピン、さらには機械振動の精密な制御が実現され、夢のコンピュータと言われている量子コンピュータへの研究も一歩ずつ進展しています。一方で、これまで光の分野で利用しきれていなかったテラヘルツ（THz）領域で、新しい光源や検出器の研究が進み、最近では THz を用いた様々なセンシング、分光も脚光を集めています。この量子計測特論では、半導体をはじめとした固体量子構造作製とその物性研究で最先端を走る N T T 物性科学基礎研究所から連携大学院教授である山口浩司先生、准教授である佐々木智先生、さらに THz 分野で高いアクティビティを有する理研(仙台)から連携大学院准教授である大谷知行先生におこし頂き、それぞれのトピックスに関して物理的な基礎から構造作製、測定手法、さらに最新の研究状況まで紹介して頂きます。 学習の到達目標： 半導体構造作製法から少数電子、スピンの制御、さらにはテラヘルツまで最先端の研究を幅広く議論することで、量子物性研究と量子計測の物理的魅力を理解してもらう。 授業の内容・方法と進度予定： 各講師が講義を担当し、計 3 日間集中講義を行う。 教科書および参考書： 教科書は特に指定しない。必要に応じて講師が資料を配布する。 成績評価の方法： 出席点ならびに簡単なレポートにより評価する。 開講曜日、その他： 集中講義			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子・原子核物理学 特別講義 I	1 学期 1 単位	神田 展行 講師(非) (井上 邦雄 教授)	大阪市立大学 (ニュートリノ科学研究センター)
授業題目： 重力波の物理と最新状況 授業の目的と概要： 相対性理論からの帰結としての重力波現象を理解し、重力波観測によって解明できる物理現象、超高感度の観測手法についての基礎知識を学ぶ。 重力波を発生する宇宙での事象、重力波を観測するための実験手法について解説する。また、建設が進む最新鋭の KAGRA 実験の進捗状況と期待される物理成果について、実験物理学者の立場から紹介・解説する。 学習の到達目標： 重力波および重力波発生現象に関する基礎的な理解と、最新鋭の高感度観測装置の技術に関する基礎的な原理についての理解。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 重力波と一般相対性理論 2. 重力波を発生する天文事象 3. 重力波観測手法と最新鋭重力波探索実験 K 教科書および参考書： 授業内で紹介。 成績評価の方法： 出席とレポート提出。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子・原子核物理学 特別講義Ⅱ	2 学期 1 単位	松本 重貴 講師(非) (◎隅野 行成 准教授)	東京大学数物連携宇宙研究機構
授業題目： 暗黒物質現象論 授業の目的と概要： 暗黒物質現象論について、最近の実験的・理論的な発展を踏まえ、基礎的な段階から講義を行う。具体的には、暗黒物質について素粒子論的な側面から議論を行った後、暗黒物質の存在に関する宇宙観測や暗黒物質の検出実験（直接検出実験、間接検出実験、加速器（LHC等）における検出実験）について解説を行う。また同時に、それぞれの検出実験におけるシグナルの計算についても丁寧に解説を行う。講義最後には、現在の実験・観測を考慮した結果考えられる最も有望な暗黒物質候補について述べ、この暗黒物質の近い将来における検出可能性についても議論する。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 1. 暗黒物質の存在証拠 2. 暗黒物質の素粒子論 3. 暗黒物質の宇宙論（暗黒物質の熱史） 4. 暗黒物質の天文学（暗黒物質の間接検出） 5. 非加速器実験における暗黒物質検出（暗黒物質の直接検出） 6. 加速器実験における暗黒物質検出 7. 現在最も有力な暗黒物質候補 8. まとめ 教科書および参考書： 成績評価の方法： その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子・原子核物理学 特別講義Ⅲ	2 学期 1 単位	寺嶋 靖治 講師(非) (◎隅野 行成 准教授)	京都大学基礎物理学研究所 (量子基礎物理学講座)
授業題目： 超対称な場の理論の厳密な解析について 授業の目的と概要： 超対称性を持つ場の理論は、近似によらない厳密な解析がある種の物理量に関して可能になるという著しい性質を持つ。これは、特に非摂動的な振る舞いについての理解を可能にする。通常、場の理論では厳密な解析が現実的には不可能な場合が多いことを考えると、この超対称場の理論は、場の理論を非摂動的な側面を理解するためにも非常に有用である。もちろん、超対称場の理論は素粒子現象論のモデルとしても有望であり、その厳密な解析は重要である。この講義では、この超対称場の理論の厳密な解析の手法について具体的に学ぶことを目的とする。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 場の理論の初歩の理解を前提として、まず超対称性を持つ場の理論の基礎的な事項を解説した後、4次元超対称ゲージ理論の複素解析的な性質を使った低エネルギー有効理論の厳密な結果を紹介する。さらに、最近の話題として、局所化と呼ばれる超対称場の理論の新しい解析手法がある、これにより分配関数やある種の Wilson ループ等の量を厳密に計算できる。また6次元の超共形場の理論の存在とその4次元場の理論への応用等も局所化と関連した非常に興味深い話題である。これらの内容についても時間の許す範囲で解説する。 教科書および参考書： 授業の初めに指定する予定 成績評価の方法： その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子・原子核物理学 特別講義Ⅳ	2 学期 1 単位	木村 真明 講師(非) (萩野 浩一 准教授)	北海道大学大学院理学院 (准教授) (量子基礎物理学講座)
授業題目： 反対称化分子動力学に基づく不安定核・ハイパー核の構造 授業の目的と概要： 原子核構造の基礎を理解した上で、近年の不安定核、ハイパー核研究の課題・状況を理解する。また、核構造・反応模型の一つである反対称化分子動力学に基づき、不安定核が持つ分子的構造やハイペロンによる不純物効果について紹介を行う。 キーワード：不安定核構造、ハイパー核構造 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 朝倉物理学大系 原子核構造論 高田健次郎・池田清美著 成績評価の方法： 出席状況及びレポートによる その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子・原子核物理学 特別講義Ⅴ	2 学期 1 単位	岩崎 雅彦 講師(非) (田村 裕和 教授)	理化学研究所 (物理学専攻 素粒子・核物理学講座)
授業題目： 中間子と μ 粒子、ストレンジネスの科学 授業の目的と概要： 原子核を結び付ける力は π 中間子によって作られる。歴史的には湯川によって予言された π 中間子より先にミュオン (μ 粒子) が発見され、当初、両方とも中間子と呼ばれた。ミュオンは電弱相互作用だけをする電子やタウ粒子の仲間の荷電レプトンであることが明らかになり、現在は強い相互作用を行う中間子とは区別している。その後多くの中間子が発見されたが、2 次ビームとして実験的に一般的に用いる粒子はミュオン (レプトン)、π 中間子、K 中間子の 3 種類である。これらを用いた現在の J-PARC における実験的研究の一端を紹介する。 学習の到達目標： ハドロン物理学の最前線を学ぶ 授業の内容・方法と進度予定： 1. 素粒子と中間子 2. パイ中間子、K 中間子、ミュオン 3. 物質との相互作用 4. パイ中間子核 5. K 中間子核 6. ミュオン異常磁気能率 7. ミュオン源 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： 講義は集中形式で行い、出席と出席者との質疑応答で評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子・原子核物理学 特別講義X	1 学期 1 単位	清水 裕彦 講師(非) (井上 邦雄 教授)	名古屋大学 (ニュートリノ科学研究センター)
授業題目： 極低温中性子を使った素粒子研究 授業の目的と概要： 極低温中性子の生成および中性子を使った素粒子研究についての基礎知識を学ぶ。 中性子の寿命はビッグバン元素合成やニュートリノ反応断面積を精密に計算する上で重要なパラメータである。また、中性子の電気双極子モーメントは時間反転対称性の破れを検証する有力な手段と考えられており、素粒子の標準理論を超えた超対称性などの新しい物理機構の発見に有効である。これらの研究で重要となる、高強度の極低温中性子の生成とそれを使った最新の素粒子研究について紹介・解説する。 学習の到達目標： 極低温中性子の生成方法とそれを利用した素粒子研究の基礎知識の習得。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 極低温中性子の生成 2. 中性子の寿命と宇宙素粒子研究での活用 3. 中性子の電気双極子モーメントの高感度探索と標準理論を超えた物理への挑戦 教科書および参考書： 授業内で紹介。 成績評価の方法： 出席とレポート提出。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
Advanced Quantum Field Theory (場の量子論特論)	Fall Semester 2 Credits	Assoc. Prof Satoshi Watamura	Department of Physics Particle theory and Cosmology group
授業題目： Advanced course of quantum field theory 授業の目的と概要： The quantum field theory is a theoretical framework widely used in particle physics and condensed matter physics. The lecture is the continuation of the Quantum Filed Theory in the summer semester. 学習の到達目標： To understand the quantization method of the field using the path integral and learn the fundamental concepts of the theory of the elementary particles. 授業の内容・方法と進度予定： 1. Path integral of fields 2. Quantization of Gauge fields 3. Renormalization 4. Spontaneous breakdown of symmetry and Higgs mechanism 5. Path integral and semi-classical approximation 教科書および参考書： To be announced in the lecture. 成績評価の方法： Reports and written examination その他：			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Nuclear Theory (原子核理論特論)	Spring Semester 2 Credits	Shoichi Sasaki Associate Professor	Department of Physics
Course Title : Hadron physics Purpose/Abstract : The lectures will concentrate on hadron physics, which is the study of the properties of strongly interacting “particles”, which are actually bound states of fundamental quark and gluon constituents. The dynamics of the quarks and gluons are controlled by the quantum chromodynamics (QCD), which is the underlying theory of the strong nuclear force. In this sense, nuclear physics is a subfield of hadron physics. After a general introduction to hadron physics, some basics in group theory and gauge field theory will be covered in this course. You will then have Introductory lectures on QCD. Goal : You will learn that the concept of symmetry (or its breaking) plays an important role in hadron physics as the modern nuclear physics. Contents : Books required/referenced : References are introduced during the lectures Grading : Report and attendance Remarks :			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
Advanced High Energy Physics (高エネルギー物理学特論)	2 学期 2 単位	山本 均 教授 Prof. Hitoshi Yamamoto	物理学専攻 Physics Department
授業題目 : 初心者の為の場の量子論入門 I Quantum Field Theory for Non Specialist part I 授業の目的と概要 : 4ベクトルから始め、論理的ステップをなるべく省かずにクライン・ゴールドン方程式、ディラック方程式からそれらの量子化、そして反応の計算へと導く。 この講義ではディラック方程式までを扱う。 Starting from 4-vectors, we will proceed without skipping logical steps to Klein-Gordon equation, Dirac equation, their quantization, and calculation of interactions. This course deals with materials up to Dirac equation. 学習の到達目標 : 場の量子論の基礎的概念を理解し、それを基に簡単な崩壊の計算が出来るようになる事。この講義は全体の前半部分である。 To understand the basic concepts of Quantum Field Theory, and to become able to calculate simple decay rates etc. based on it. This course is the part I of the whole. 授業の内容・方法と進度予定 : Webに掲載された講義ノートを各自プリントして持参。レポートは授業の重要な一部。講義中活発な質問を期待する。 授業に全て出席しレポートを全てやれば、ほぼ9割以上が上の目標を達成できるはずである。この講義は全体の前半部分である。 Students print out the lecture note posted on web and bring to the class. Homework is the essential part of the course. Active questions and discussions are encouraged during the class. If you come to all lectures and do all homework's, more than 90% of the students should be able to achieve the goal above. This course is the first half of the whole. 教科書および参考書 : 講義ノートをwebに掲載。 Lecture note posted on web. 成績評価の方法 : レポートと最終試験。 Homework and final exam. その他 : yhitoshi@epx.phys.tohoku.ac.jp 022-795-6730			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Basic Nuclear Physics (原子核物理学基礎)	Fall Semester 2 Credits	Associate Professor Satoshi N Nakamura	Nuclear Physics Group
Course Title : Introduction to nuclear physics Purpose/Abstract : Modern nuclear physics is the study of many-body system interacting by the strong interaction. Based on a picture which treats a nucleus as multi-quark system or hadronic system, basic introduction to the modern nuclear physics will be given. Based on the recent experimental techniques and results, it will be discussed how we understand behavior of materials under extreme conditions like early universe or deep inside of neutron stars. Goal : The goal of this lecture is to learn basic concept of modern nuclear physics and recent research techniques. Contents : 1. Definition of nuclear physics in this course and basic terminologies necessary for nuclear physics study will be explained. 2. Mass of nucleus and binding energy of nucleon will be discussed. 3. Lifetime of radio isotopes, radiation and radiation effects to health will be explained. Course participants will discuss about the Fukushima accidents. 4. Iso-spin and charge symmetry of nuclear force will be discussed. 5. Electron scattering experiments and exotic atoms will be discussed. 6. Rosenbluth formula and experiments to measure form factors will be discussed. Relation between the results of those experiment and charge distribution of nucleus will be discussed. 7. Quasi-elastic scattering and nuclear resonances will be discussed. 8. Deep inelastic scattering and structure function will be discussed. 9. Quark model and Baryons will be explained. 10. Baryon magnetic moment and color in QCD will be explained. 11. Nuclear force, Fermi gas model and neutron stars will be discussed. 12. Shell model and hypernuclei will be discussed. Books required/referenced : No textbook will be used. Resumes with necessary information will be given in the course. If you want to study modern nuclear physics more, following reference books are recommended. Bogdan Povh et al., "Particle and Nuclei", Springer. C.A.Bertulani, "Nuclear Physics in a Nutshell", Princeton U. Press W.R.Leo, "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments", Springer Grading : Evaluation will be based on class participation, quiz during each lecture and the final exam. Remarks :			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Principles of X ray and Neutron Scattering (X線・中性子線物理学特論)	Fall Semester 2 Credits	Kazuaki Iwasa, Associate Professor	Department of Physics, Faculty of Science
Course Title : X線・中性子線物理学特論 Principles of X ray and Neutron Scattering Purpose/Abstract : In the field of materials science, neutron and x-ray scattering have been essential techniques to elucidate microscopic structures of materials, in particular electronic states. Current statuses of x-ray and neutron scattering facilities are to be presented at the beginning of this lecture. The basic theory of diffraction and scattering will also be given. Then, it will be followed by how x-ray and neutron are provided for the structural studies, and how these techniques are used in complementary way in the current topics of condensed matter physics. Goal : Students must have knowledge of scattering techniques for structural analysis, in order to select a suitable one for their own research subject during the course of Graduate School. Contents : Contents of lecture (1)Introduction to Structural Studies of Materials (2)Experimental Instruments for Neutron Scattering (Neutron Sources by Steady Reactors and Accelerators) (3)Theory of Neutron Diffraction and Scattering (4)Elastic and Inelastic Neutron Scattering (5)Studies of Material Structures and Magnetism by Neutron Scattering (6)Application of Polarized Neutron (7)Experimental Instruments for X-ray Scattering (Conventional Source & Synchrotron Radiation Facility) (8)Studies of Materials Structure and Magnetism by Synchrotron X-ray Scattering (9)Studies of Strongly Correlated Electron Systems by Resonant and Nonresonant X-ray Scattering Books required/referenced : No textbook is used, and some references are given during the lecture. Grading : Quality of reports and attendance will be taken into account. Remarks : Lectures on every Tuesday 10:30-12:00 in the second semester.			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Basic Material Science (物質物理学基礎)	Fall Semester 2 Credits	佐藤 宇史 准教授 Takafumi Sato, Associate Professor	Physics, Department
Course Title : Basic Concepts in Solids Purpose/Abstract : Fundamental concepts of solid state physics, such as phonon, band dispersion, Fermi surface, and superconductivity Goal : Contents : This class is open only to foreign students from abroad, therefore expected to be a mini-class. Books required/referenced : Standard textbooks of solid state physics (e.g., "Solid-State Physics, An Introduction to Principles of Materials Science", Harald Ibach, Hans Luth) Grading : Not yet fixed Remarks : E-mail address: t-sato@arpes.phys.tohoku.ac.jp If you want to take this course, please visit or send an e-mail to Prof. Sato in advance (Room #310).			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
光・電子線励起物理学特論 (Physics of Photon and Electron Excitation)	1 学期 2 単位	須藤 彰三 教授 Shozo Suto Professor	物理学専攻 Physics
授業題目 : 固体、表面及びナノ構造の素励起 (Elementary excitations at solids, surfaces and interfaces) 授業の目的と概要 : 光や電子は、固体、表面及びナノ構造における励起状態を探るのに有効なプローブとなっている。本講義では、それらの光学的性質を決めている素励起を題材に、実験的側面を中心に述べる。 This course will introduce the fundamental concept of solid state physics, surface physics and the physics of nano-structures. Then, this course will discuss the electronic states and elementary excitations. 学習の到達目標 : 1. 素励起の意味と役割を理解できるようになる。 2. 光・電子線を用いた素励起の観測手段が理解できるようになる。 3. 誘電応答関数 $\epsilon(k, \omega)$ が理解できるようになる。 To understand how the solids, surfaces and nanostructures behave under external influences. 授業の内容・方法と進度予定 : 1. 素励起について 2. 光と素励起との相互作用 3. 電子線と素励起との相互作用 4. 光と電子線による固体の素励起の観測：フォノン、ポーラロン、エキシトン、プラズモン、ボラリトン、マグノン等 5. 金属・半導体表面における素励起の観測 6. ナノ構造（超微粒子、フラーレン、量子ドット）における素励起の観測 7. 最近の進展 (1) Overview of the elementary excitations in metal and semiconductor surfaces (2) Surface structures (3) Electronic structure and elementary excitations at surfaces (4) Growth of metal and semiconductor nano-structures (5) Electronic structure and elementary excitations at nano-structures (6) Current topics (7) Summary 教科書および参考書 : 講義中に適宜紹介する。 Introduce in class. 成績評価の方法 : 出席及びレポート Evaluation will be based on attendance and reports. その他 : TEL: 795-7751, E-mail: suto@surface.phys.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Statistical Physics (統計物理学特論)	Spring Semester 2 Credits	Prof. Sumio Ishihara Visiting Prof. Toru Sakai	Department of Physics Japan Atomic Energy Agency
Course Title : (Ishihara) Introduction of quantum statistical physics, (Sakai) Introduction to Quantum Spin Systems Purpose/Abstract : (Ishihara) Quantum statistical physics in electron and lattice systems in solids. Introduction of theoretical methods in quantum field theory and many body physics. (Sakai) Introduction of various interesting phenomena: quantum phase transitions, spin liquids, spin gap, chiral orders etc. which occur in the quantum spin systems. Goal : (Ishihara) Learning of quantum field theory in quantum statistical physics and many body physics. (Sakai) Understanding the mechanism of various interesting phenomena in the quantum spin systems with methods of the quantum statistical physics. Contents : (Ishihara) (1) Introduction of quantum field theory, (2) Spontaneous symmetry breaking, (3) Green function method, (4) Magnetism and transport in correlated electron system (Sakai) (1) What is the quantum spin system? (2) Long-range orders and phase transitions (3) Spin wave (4) Recent topics Books required/referenced : (Ishihara) N. Nagaosa: "Quantum field theory in condensed matter physics" (Springer), G. Mahan: "Many particle physics" (Springer) (Sakai) K. Kubo, H. Tanaka: "Magnetism I" (Asakura) Grading : Report and attendance Remarks : (Ishihara) Phone: 795-6436 e-mail: ishihara@cmpt.phys.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Basic Solid State Physics & Statistical Physics (固体統計基礎)	Fall Semester 2 Credits	Riichiro Saito, Professor	Deoartment of Physics
Course Title : Basic Solid State Physics & Statistical Physics Purpose/Abstract : In the lecture, we overview the basic solid state physics. The subjects in this lecture are as follows: 1. Crystal structure of solid 2. Electronic structure of solid 3. Phonon structure of solid 4. Free electron model for physical properties 5. Magnetism 6. Optical properties of solid 7. Electron-electron interaction 8. Electron-phonon interaction 9. Transport properties Goal : 1. The basic concepts of solid can be explained by equations and values. 2. The students can plot the properties in a graph. 3. The students can make a powerpoint presentation file for home works. 4. The students can answer the questions by LaTeX. Contents : The lecture will be given in the ppt file. Books required/referenced : Any solid state phycsis textbook should be read. We do not specify the textbook. But in the lecture, some textbook is recommended. Grading : The mid-term and final examinations and solving the questions are points that the students can get. Remarks : After the IGPAS orientation is finished, we will start from October. http://flex.phys.tohoku.ac.jp is the web pages for the lecture.			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Physics of Electrons in Metals (金属電子物理学特論)	Fall Semester 2 Credits	Gerrit E. W. Bauer 野村 健太郎 准教授	金属材料研究所
Course Title : 金属電子物理学特論 (Physics of electrons in metals) Purpose/Abstract : These lectures address the physics of the electronic structure and transport in condensed matter materials and devices. We will discuss first the basic notions and apply then to (anti)ferromagnets and its heterostructures, correlated electron systems, spintronics, etc. Goal : The lectures should lead to better and applicable understanding of the solid state. We therefore teach the quantum mechanics of many-body systems as well as its application to understand experiments and modern electronic nanodevices. Contents : 1. Second quantization (bosons and fermions), 2. Density matrix for many-particle states, 3. Linear response theory and Green functions, 4. Conductivities, 5. One-dimensional electron systems, 6. Luttinger liquid theory (bosonization), 7. Landauer-Buttiker formalism, 8. Ferromagnets and antiferromagnets, Landau-Lifshitz-Gilbert equation, 9. Magnetoelectronics (statics and dynamics), 10. Spin Hall effects, 11. Spincaloritronics Books required/referenced : A. L. Fetter, J. D. Walecka, "Quantum Theory of Many-Particle Systems"; T. Giamarchi, "Quantum Physics in One Dimension"; Grading : Report and attendance Remarks : Lectures are partially given in English. Email address: nomura@imr.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
星間物理学特論Ⅰ	1 学期 2 単位	千葉 柁司 教授	天文学専攻

授業題目：
銀河考古学：近傍銀河宇宙から探る銀河形成史

授業の目的と概要：
銀河系や近傍にある銀河は、遠方銀河と違って恒星に分離できるので、恒星の進化理論に基づいて銀河の歴史を調べることができる。本講義では、恒星系の化学動力学の基礎理論に基づいて銀河・銀河集団の構造形成について論ずる。

学習の到達目標：

授業の内容・方法と進度予定：

0. はじめに：銀河考古学とは	1. 恒星系の運動学と動力学
2. 恒星の進化と銀河の物質循環	3. 銀河系古成分の性質
4. 銀河における暗黒物質の問題	5. 銀河系の形成過程
6. 局所銀河群銀河の形成と進化	

教科書および参考書：
講義中に、適宜資料を配布する。

成績評価の方法：
レポートによる。

その他：

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
星間物理学特論Ⅱ	1 学期 2 単位	蜂巢 泉 講師(非) (山田 亨 教授)	天文学専攻
授業題目： 超新星 授業の目的と概要： 超新星爆発現象とそれに関連する物理過程を理解する。 学習の到達目標： 超新星現象についてその基本的物理過程を理解し、最先端の研究成果にも触れる。 授業の内容・方法と進度予定： 板書及びスライドによる。 教科書および参考書： 講義時に紹介する。 成績評価の方法： 出席およびレポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
銀河物理学特論Ⅰ	2学期 2単位	秋山 正幸 准教授	天文学専攻
授業題目： 観測で明らかにする銀河の形成と進化 授業の目的と概要： 近年の大型望遠鏡の活躍により銀河の形成と進化について様々な観測的情報が得られつつある。ここでは現在の理解の基本となっている論文を輪講することで銀河の形成と進化について観測的に明らかになったことを理解することを目的とする。 学習の到達目標： 観測により得られた結果に重みを置き、銀河の観測の手法、道筋、それにより明かされた情報、および現在の観測の限界について理解することを目指す。 授業の内容・方法と進度予定： 講義は各分野の背景の説明と論文の輪講で進める。 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： 出席者は一度は指定された論文を読んで発表を行う。講義への出席と発表の内容によって成績を評価する。 その他： 月曜日・2講時 講義のホームページが http://www.astr.tohoku.ac.jp/~akiyama/index_Lec_GAL.html にあります。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
理論天体物理学特論Ⅱ	2学期 2単位	野口 正史 准教授	天文学専攻
授業題目： 銀河進化論 授業の目的と概要： 近年大規模サーベイによって宇宙の様々な時期における銀河の性質が明らかになりつつあり、ある意味で銀河の進化過程を直接観測できる可能性が開けてきた。本講義ではいくつかのトピックを取り上げ、CDM宇宙論に立脚した銀河進化理論がどのように銀河の観測的諸性質を説明できるのか（あるいはできないのか）を議論する。 (1)銀河の統計的性質と赤方偏移依存性 (2)楕円銀河と Fundamental Plane (3)円盤銀河の形成に関する諸問題 (4)Bimodality: Red sequence and blue sequence (5)銀河合体の重要性と役割 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 教科書は指定しない。 講義の一部は「Galaxy Formation and Evolution: Mo, van den Bosch, & White」に基づく。 成績評価の方法： レポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
電波天文学特論Ⅰ	2学期 2単位	百瀬 宗武 教授(非)	天文学専攻
授業題目： 原始惑星系円盤の観測的研究 授業の目的と概要： 原始惑星系円盤とは、若い星に普遍的に付随しており惑星系の母胎であると考えられている円盤である。この講義では、導入部で原始惑星系円盤が発見された歴史をたどりながらその大まかな性質を理解し、その後、最近の観測結果も紹介しながら、その構造と構成物質に関するより詳細な現状の理解を紹介する。その際、基礎となる、物質と電磁波の放射・吸収機構についても触れる。主に電波天文観測に基づく知見を紹介するが、必要に応じて、赤外線観測や系外惑星研究の成果も紹介する。 学習の到達目標： 原始惑星系円盤から放出される各種の電磁波放射について、その放射機構に関する理解を深め、基礎的な物理に基づき説明できるようになる。惑星系形成シナリオを、観測事実と対応させながら理解し、そのあらしや未解決の問題点、系外惑星が示す多様性との関連可能性を説明できるようになる。 授業の内容・方法と進度予定： 板書およびスライドを用いて適切に行う。 教科書および参考書： シリーズ 現代の天文学(6) 星間物質と星形成 (日本評論社) シリーズ 現代の天文学(16) 宇宙の観測Ⅱ、電波天文学 (日本評論社) 成績評価の方法： 出席およびレポート その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
電波天文学特論Ⅱ	1学期 2単位	柴田 克典 講師(非)	国立天文台水沢 VLBI 観測所
授業題目： 電波天文学 授業の目的と概要： 現代天文学の重要な観測手法の一つである電波観測の基礎について解説する。また、電波観測から得られる天文学的知見についても併せて紹介する。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 1) 電波天文学入門：電波天文学の歴史と科学的成果の概観 2) 電波観測の基礎：フラックスと輝度、輻射輸送方程式、熱的電波と非熱的電波 3) 電波望遠鏡の基礎：アンテナ、受信機、電波計測方法 4) 単一鏡による天体観測 5) 電波干渉計による天体観測 6) V L B I による天体観測 教科書および参考書： 成績評価の方法： レポート その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
天体計測学特論Ⅰ	1 学期 2 単位	市川 隆 教授	天文学講座
授業題目： 光と赤外線の検出原理と天体観測装置の構造 授業の目的と概要： 天文学研究の課題の決定から装置完成に至るまでの過程を理解する。特に具体的な銀河の観測と観測装置を通して、信号の検出の原理と分光・撮像に関する様々な技術を理解し、さらに信号・雑音比を高める観測技術、解析方法も勉強する。講義内容は概ね次の通りである。 1. 銀河の研究と観測装置の概要 3. 天体の明るさと検出限界 5. 光学系 7. 低温技術 2. 望遠鏡と観測装置の基本構造 4. 光と赤外線検出の原理 6. 真空技術 8. エレクトロニクス 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： Electronic Imaging in Astronomy: Detectors and Instrumentation (Ian S. McLean) 成績評価の方法： 筆記試験（予定） その他： 木曜日・2 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
相対論的天体物理学特論Ⅰ	1 学期 2 単位	服部 誠 准教授	天文学専攻
授業題目： 観測的初期宇宙論 授業の目的と概要： 宇宙開闢間もないインフレーション期に宇宙の構造の種となる物質の密度揺らぎ等、現在の我々の宇宙の姿を決定づける殆どのが生成されたと考えられている。様々な観測量を用いて、インフレーション期の物理の探索にメスを入れられる事が期待されており、関連した観測的プロジェクトが活発に推進されている。本講義では、以下の項目に沿って講義を展開しインフレーション期の物理とその観測的検証法を解説する。 ・インフレーション期密度揺らぎの生成の理論 ・インフレーション期の背景重力波生成の理論 ・インフレーション後密度揺らぎと背景重力波の進化 ・宇宙マイクロ波背景放射温度揺らぎから引き出せるインフレーション期の物理 ・宇宙マイクロ波背景放射偏光観測から引き出せるインフレーション期の物理 ・二光子干渉に現れる量子効果を応用したインフレーション期の真空状態の探索 ・高精度観測の初期宇宙論探索時代に期待される天文学の進展 ・観測的初期宇宙論探索の観測手法 学習の到達目標： 受講者各自が、当該分野で観測的研究に着手できるレベルに到達することを第一の目標とする。 自らが当該分野の研究に携わる可能性が少ない学生には、初代星から銀河、銀河団、超銀河団等の形成の初期条件を提供するインフレーション期の物理とその観測的検証法に系統的に触れる機会を提供する。 授業の内容・方法と進度予定： ・光の量子化と代表的光の量子化の効果 ・スカラー場のエネルギー運動量テンソルの導出 ・インフレーション宇宙モデルについて ・インフレーション期密度揺らぎの生成の理論 ・インフレーション期の背景重力波生成の理論 ・インフレーション後密度揺らぎと背景重力波の進化 ・宇宙マイクロ波背景放射温度揺らぎから引き出せるインフレーション期の物理 ・宇宙マイクロ波背景放射偏光観測から引き出せるインフレーション期の物理 ・二光子干渉に現れる量子効果を応用したインフレーション期の真空状態の探索 ・高精度観測の初期宇宙論探索時代に期待される天文学の進展 ・観測的初期宇宙論探索の観測手法 教科書および参考書： 量子光学の教科書なら何でも（例：Optical coherence and quantum optics by L.Mandel, E.Wolf, Cambridge Univ. Press；量子光学、松岡正浩著、裳華房；岩波講座 現代の物理学(8) 量子光学、花村栄一著；工学系のための量子光学、井上恭著、森北出版；A Guide to Experiments in Quantum Optics, by H.A. Bacho, T.C. Ralph, Wiley-VCH second, revised and enlarges edition) CMB Cosmology 関連なら何でも（例：S.Dodelson "Modern Cosmology"；現代天文学シリーズⅡ・Ⅲ、日本評論社；Cosmological Inflation and Large Scale Structure, Liddle & Lyth, Cambridge Univ. Press；http://ads.nao.ac.jp/abs/2011PhRvD.83b3515G） 成績評価の方法： レポート その他： hattori@astr.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Galactic Astronomy (銀河物理学特論 I)	Fall Semester 2 Credits	Masayuki Akiyama Associate Professor	Astronomical Institute
Course Title : Formation and evolution of galaxies revealed by observational approach Purpose/Abstract : Recent observations with large ground-based / space telescopes revealed various aspects of formation and evolution of galaxies. In this lecture, by reading fundamental science papers, understand the physical processes related to the formation and evolution of galaxies revealed by observational approach. The method of observational astronomy, technologies of observations, and the current limit of observational approach will be summarized. Goal : The goals of the lecture are 1) understand the “observed” properties of galaxies in the local universe, including AGNs, 2) understand the “observed” evolution of the properties in the cosmic history, and 3) overview methods of the observations and instruments. I expect you will be used to 1) reading English papers, 2) English wording in the field of astronomy, 3) summarizing papers, and 4) explaining in English. Contents : Every lecture covers a topic in the field of Galactic Astronomy. An attendee will be assigned to make a summary and presentation on a selected seminal paper related to the topic. I will explain the background and current status of the topic. Books required/referenced : Grading : Every attendee need to read one of the selected papers and make presentation on the paper. The score will be determined by the presentation. Remarks : Webpage for the lecture is available from http://www.astr.tohoku.ac.jp/~akiyama/index_Lec_GAL.html			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地震学特論Ⅱ	2学期 2単位	西村 太志 教授 藤原 広行 教授(委) 中原 恒 准教授	固体地球物理学講座 防災科学技術研究所 固体地球物理学講座
授業題目： 地震観測と地震波データ解析 授業の目的と概要： 高感度高精度の地震観測網に記録された地震波データの解析方法について学習する。 学習の到達目標： 地震観測方法、データ処理技術及び地震波形データから地下構造や震源過程を読み解く手法を学ぶとともに、地震波伝播過程および地震発生機構に関する理解を深める。 授業の内容・方法と進度予定： 「地震ハザード評価における地震学の役割」 地震被害軽減のための施策立案において、地震ハザード評価は必須である。地震ハザード評価においては、地震学により得られた科学的知見に加え、不確実さを定量化する手法が組み合わせられ、意思決定に資する情報が産み出される。こうしたプロセスの概要と、地震活動のモデル化や地震動シミュレーションなどの地震学的知見がどのようにハザード評価に用いられるかについて説明する。 教科書および参考書： 講義の際にレジメを配布する。 成績評価の方法： 講義受講とレポートによる。 その他： オフィスアワー：物理研究棟633号室（西村）（水曜日午後13時半から16時） 物理研究棟637号室（中原）（水曜日午後13時半から16時）			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
震源物理学特論	1学期 2単位	矢部 康男 准教授	地震・噴火予知研究観測センター
授業題目： 震源物理学 授業の目的と概要： 地震現象の総合的理解および波動現象の数理的記述と定量的評価方法の習熟を目的とする。講義は、「静的応力場と断層」、「断層運動による地震波の生成」、「地震波動の伝播」の3つのテーマから構成される。 学習の到達目標： 体積力ならびに断層（転移）によって、静的または動的に引き起こされる断層変形の数理的表現を習得すること。断層運動に起因する地震動ならびに地殻変動の多様性と内在する規則性（スケーリング則など）に関する理解を深めること。断層運動の結果として生じる波動現象に関する理解を深めること。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 静的応力場と断層： ビジネスクの問題と地殻のヤング率 垂直横ずれ断層と地表変動 岩石のせん断破壊基準と断層の形成 2. 断層運動による地震波の生成： ベクトル場のグリーン関数 相反定理と表現定理 モメントテンソルと輻射パターン 断層の運動学的モデル 震源スペクトルと相似則 断層近傍での地震強震動 3. 地震波動の伝播： 減衰と分散 自由振動 教科書および参考書： 参考書 地震学—定量的アプローチ—（安芸敬一郎・P. Richards 著，2004，古今書院） Modern Global Seismology（Lay and Wallace 著，1995，Academic Press） 成績評価の方法： レポートおよび試験によって行う。 その他： 事前に、「弾性体力学」と「地震学」を履修しておくこと。力学と物理学の基礎知識を必要とする。同時開講の「震源物理学演習」を履修することが望ましい。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地殻物理学特論Ⅱ	2 学期 2 単位	日野 亮太 教授(兼) 岡田 知己 准教授 小平 秀一 教授(客) 氏家 恒太郎 講師(非)	災害科学国際研究所 地震・噴火予知研究観測センター 海洋研究開発機構 筑波大学
授業題目： 沈み込み帯の構造とダイナミクス 授業の目的と概要： 沈み込み帯は、地球上でもっとも激しい変動帯として、また物質やエネルギーの循環の場として重要である。本講義では、沈み込み帯の構造とダイナミクスを研究する方法について、学生がその概要を理解することを目的として、基礎から応用まで概説する。 地震学的手法による海域地下構造探査や解析手法を概説するとともに、それらの研究や震源断層の掘削などによって明らかにされた沈み込み帯付近の構造や2011年東北地方太平洋沖地震の発生機構など、最新の研究成果を紹介する。 また、地震の実態解明には、次の3つが重要であると考えられる。(1)地震発生深度で形成された断層を調査・分析し、地震性すべり時の断層プロセスを調べる、(2)断層物質を用いて高速摩擦実験を行い、断層強度変化とその根底にある物理プロセスを調べる、(3)震源域を直接掘削して、断層における現行プロセスを調べる。本講義では、最近の研究成果を紹介しつつ、これら3つを理解するための構造地質学的基礎についても解説する。 学習の到達目標： 地球内部の構造とダイナミクスを物理的に探究する手法の基礎を学び、沈み込み帯付近の島弧や海洋プレートの構造や、地震や火山噴火の発生機構など、沈み込み帯のダイナミクスに関する理解を深めること。 授業の内容・方法と進度予定： 集中講義中心に行う。 教科書および参考書： 特になし。適宜、プリント等を配布する。 成績評価の方法： 課題レポートや、講義への出席、質問等により評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
火山物理学特論	1 学期 2 単位	西村 太志 教授 趙 大鵬 教授	地球物理学専攻 地震・噴火予知研究観測センター
授業題目： 火山観測とマグマダイナミクス 授業の目的と概要： 複雑な火山現象を理解するために行われている観測手法とデータ解析結果を理解するためのマグマダイナミクスを講義する。 学習の到達目標： 構造探査や火山観測で得られる地震・地殻変動データなどの解析方法を学習するとともに、解析結果から推測されるマグマ集積・移動現象や噴火ダイナミクスの理解を深める。 授業の内容・方法と進度予定： 下記の内容に関する講義を行う。 1) 火山の深部構造の研究手法 2) プレート内部火山の成因と地球深部ダイナミクス 3) プレート内部火山の成因と地球深部ダイナミクス 4) マグマ溜まり 5) 火山活動現象の地震・地殻変動観測 6) 火山活動のモデル化 7) 噴火予測 教科書および参考書： 講義時にレジメを配布する。 成績評価の方法： 講義受講とレポートによる。 その他： オフィスアワー 趙 大鵬 (金曜日13時半から16時、内線番号6780) 西村太志 (水曜日14時から16時)			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
宇宙空間プラズマ物理学特論Ⅰ	1 学期 2 単位	寺田 直樹 准教授	地球物理学専攻 太陽惑星空間物理学講座
授業題目： 宇宙空間プラズマ物理学特論Ⅰ			
授業の目的と概要： 荷電粒子の運動からプラズマのマクロな運動、さらにプラズマ波動論にいたる宇宙空間プラズマ物理学の基礎を体系的に理解することを目的とする。			
学習の到達目標： 宇宙空間プラズマの熱的なふるまいとエネルギーの授受について理解する。熱いプラズマの理論のもとで波動方程式の解法とプラズマ波動の性質を理解し、宇宙空間プラズマの素過程を議論できるようになる。			
授業の内容・方法と進度予定： 1. プラズマの定義と状態 2. プラズマの運動 3. 位相空間における確率密度 4. Liouville 方程式と BBGKY 方程式系 5. 熱いプラズマの誘電率テンソル 6. 熱いプラズマの線形プラズマ波動導出法 7. 静電波分散関係 8. 波動粒子相互作用 9. 波動のエネルギーの流れ			
教科書および参考書： T. H. Stix, Waves in Plasma F. F. Chen, Introduction to Plasma Physics W. Baumjohann and R.A. Treumann, Basic Space Plasma Physics R.A. Treumann and W. Baumjohann, Advanced Space Plasma Physics 小野高幸, 三好由純, 太陽地球圏 後藤憲一, プラズマ物理学 宮本健郎, プラズマ物理入門 田中基彦, 西川恭治, 高温プラズマの物理学			
成績評価の方法： 出席並びにレポートによる。			
その他： Tel : 022-795-5776 E-mail : teradan@pat.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
宇宙空間プラズマ物理学特論Ⅱ	2 学期 2 単位	小野 高幸 教授 熊本 篤志 准教授 三澤 浩昭 准教授	地球物理学専攻宇宙地球電磁気学分野 地球物理学専攻宇宙地球電磁気学分野 惑星プラズマ・大気研究センター
授業題目： 宇宙空間プラズマ物理学特論Ⅱ			
授業の目的と概要： 宇宙空間プラズマの物理学の理解は、太陽・月・惑星の電磁気現象やプラズマ・大気の振る舞いを理解するために必要である。この授業では宇宙空間でのプラズマ計測やリモートセンシングによるプラズマ計測の基礎を論じ、理解に必要な能力を得ることを目的としている。			
学習の到達目標： 宇宙空間プラズマ計測を行う実力を身につけること。			
授業の内容・方法と進度予定： ・授業内容： 1. プラズマの定義と状態 2. プラズマの基礎量と物理的記述 3. デバイ遮蔽 4. ラングミュアー特性 5. プラズマ波動計測 6. プラズマの密度と温度 7. 直接観測（その場観測）と遠隔観測 ・授業方法： 講義による。			
教科書および参考書： 教科書はプリントを配布して使用するが、その他参考図書は以下の通り。 T.H. Stix “Waves in Plasma” F.F. Chen “Introduction to Plasma Physics” W. Baumjohann and R.A. Truemann “Basic Space Plasma Physics” R.A. Truemann and W. Baumjohann “Advanced Space Plasma Physics” 小野高幸・三好由純 太陽地球圏 後藤憲一 プラズマ物理学 宮本健郎 プラズマ物理入門			
成績評価の方法： 出席とレポート課題による。			
その他： 電話：795-6514 E-mail: ono@stpp.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
惑星大気物理学特論	1 学期 2 単位	笠羽 康正 教授 藤原 均 教授(客)	太陽惑星空間物理学講座
授業題目： 惑星大気の物理・化学および各惑星の特質 授業の目的と概要： 部講義「惑星大気物理学」の発展として、惑星大気の共通基礎と背景となる物理・化学、および各惑星大気にみられる普遍性・特殊性について考える。 対象とする「惑星大気」とは、広い意味での大気圏、すなわち対流圏・成層圏・中間圏・熱圏・電離圏領域（地球では高度500km程度まで）である。 本講義では、太陽系惑星の大気を共通に貫く物理・化学を比較惑星学的な見地で扱うとともに、地球型惑星および巨大惑星における大気の構造・循環・組成・進化や太陽・惑星間空間・磁気圏との結合について、研究を行うに必要な深い理解に到達する。 学習の到達目標： 以下を理解する。 1 惑星科学の共通基礎と現況 2 惑星大気を支配する外部要因 3 惑星大気の静的・動的性格を決める物理・化学 授業の内容・方法と進度予定： 輪講・セミナー方式で行う。以下の順序で進めていく。 1 惑星とは・・・惑星の研究史、太陽系探査の現況と将来 2 惑星大気：外部要因・・・太陽加熱とエネルギー輸送 3 惑星大気：基本・・・構造、組成、循環、気象 4 惑星大気：変化・・・光化学、散逸、進化 5 惑星大気：系外惑星・・・形成、進化、観測の現況 6 惑星大気：観測技術・・・リモートおよび直接観測（地上・周回探査・着陸探査） 教科書および参考書： <基本> Planetary Sciences (de Pater & Lissauer: Cambridge Univ. Press) <参照> 岩波講座・地球惑星科学 12 比較惑星学 (岩波書店) 惑星気象学 (松田佳久：東京大学出版会) 成績評価の方法： 講義における報告・議論の質と量を基礎に判定する。 その他： 講義Web：http://pat.gp.tohoku.ac.jp/~kasaba/in/lec/ (学内限定) E-mail：kasaba@pat.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
電磁圏物理学特論	2 学期 2 単位	坂野井 健 准教授 小川 泰信 講師(非)	大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター 国立極地研究所
授業題目： 地球の電離圏・磁気圏概論 授業の目的と概要： 地球の電離圏、磁気圏の成因、太陽放射・太陽風の影響の下でのそれらの応答過程、および、電離圏、磁気圏のカップリング過程について基礎となる物理を学ぶ。さらに、集中講義を行い、極冠域・カスプ域・オーロラ帯からサブオーロラ帯・中緯度域にわたる電離圏の時空間変動に関する最新の研究動向についても論じる。 学習の到達目標： 電離圏・磁気圏の成因と両者のカップリングにおける時空間変動の理解 授業の内容・方法と進度予定： 講義（集中講義を含む）および輪読を行う。 必要に応じ資料を配付する。 教科書および参考書： Brekke, A., Physics of the Upper Polar Atmosphere, Praxis Pub., 1997. 他 成績評価の方法： 発表、レポート及び出席による。 その他： 奇数年度に開講される。 オフィスアワー：9-18時（物理研究棟611室、電話：022-795-6609） メールアドレス：tsakanoi@pparc.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
宇宙空間計測学特論Ⅱ	2 学期 2 単位	坂野井 健 准教授 笠羽 康正 教授	理・惑星プラズマ・大気研究センター 理・地球物理学専攻
授業題目： 太陽系観測における可視・赤外・紫外線計測技術の基礎 授業の目的と概要： 太陽を含めた太陽系における放射エネルギーの主要部は、可視・赤外・紫外線に集中する。東北大は、オーロラなど地球・惑星電磁圏観測、大気組成・変動などの地球・惑星大気観測において、地上と宇宙から数々の成果を挙げた。これらを将来発展させていくに必要な、「photon」の計測技術の基礎を学ぶ。 学習の到達目標： 以下の基礎を理解する。 ・基礎：放射理論・光源・スペクトル、分光 ・検出：材料、素子、センサー、冷却 ・信号処理：電源、アナログ、デジタル、ソフトウェア ・耐環境：機械設計、熱設計、試験 ・システム工学 授業の内容・方法と進度予定： 輪講・セミナー方式で行う。以下の順序で進めていく。 1. 放射理論と光源 2. スペクトルと分光法 3. 大気の透過特性と背景放射 4. 材料、素子、センサー 5. 冷却、真空 6. 電源、アナログ、デジタル、ソフトウェア技術 7. 機械・熱設計と環境試験 8. データ・画像処理 9. システム工学とプロジェクト運営 教科書および参考書： 赤外線工学―基礎と応用 オーム社 ISBN-10:4274022021 宇宙の観測Ⅰ 光・赤外天文学 (シリーズ現代の天文学) 日本評論社 ISBN-10:4535607354 成績評価の方法： 講義における報告・議論の質と量を基礎に判定する。 その他： 坂野井 tsakanoi@pparc.gp.tohoku.ac.jp 笠羽 kasaba@pat.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
大気物理学特論	1 学期 2 単位	山崎 剛 准教授	流体地球物理学講座
授業題目： 大気・地表面相互作用論 授業の目的と概要： 大気運動の駆動、人間の生活環境形成に深く関わる大気と地表面の相互作用について講義する。主に大気の最下層「大気境界層」で行われるエネルギーや水をはじめとする物質の交換について、各種地表面ごとに特徴と問題点を解説する。また、大気・地表面相互作用の一側面である局地循環について触れる。 学習の到達目標： 地表面におけるエネルギーや水の交換過程が気象条件と地表面の状態によって支配されること、大気と地表面はお互いに作用しあうことを理解する。交換量を定量的に評価する方法、環境に及ぼす影響を学ぶ。 授業の内容・方法と進度予定： 以下の順で講義を行う予定。 1. はじめに 2. 大気地表面間のエネルギー・物質交換 3. 植生地 4. 積雪をはじめとする雪氷圏 5. 植生・積雪混在地 6. 土壌面 7. 局地循環 8. 国際研究計画、各種学協会 教科書および参考書： 資料を配布。全体を通しての参考書は「水環境の気象学」(近藤純正編著、朝倉書店)。その他、講義中に随時紹介する。 成績評価の方法： レポートによって評価する。 その他： オフィスアワー：水曜日 14:40～18:00 E-mail：yamaz@wind.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
大 気 力 学 特 論	1 学期 2 単位	岩崎 俊樹 教授	流体地球物理学講座

授業題目：
気象の数値シミュレーション概論

授業の目的と概要：
数値シミュレーションは、観測データの解析とともに、大気力学の重要な研究手法である。また、気象予測は数値シミュレーションの大きな応用分野である。この授業では、数値シミュレーションと気象予測システムの概要について学ぶ。

学習の到達目標：
数値シミュレーションモデルとその気象予測への応用について、開発の歴史を通して理解する。数値シミュレーションモデルは流体力学に基づく力学過程とパラメータ化された物理過程により構成される。また、気象予測は観測に基づく初期値問題である。予測システムは予測可能性を十分考慮して設計されなければならない。初期条件は、観測データの4次元同化と呼ばれる手法で作成される。予測可能性とデータ同化では、初期誤差の時間発展のカオス的な振る舞いに配慮している。

授業の内容・方法と進度予定：
以下の項目について、資料に基づいて解説する。

1. 数値気象予報の歴史
2. 基礎方程式と数値計算法
3. 物理過程のパラメタリゼーション
4. 4次元データ同化
5. 予測可能性と4次元変分法

教科書および参考書：
プリントを配布する。
参考書：Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability (Eugenia Kalnay)
数値予報（増田善信著）、数値予報（岩崎俊樹著）ほか

成績評価の方法：
レポートおよび出席によって評価する。

その他：

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
海洋物理学特論Ⅱ	1 学期 2 単位	須賀 利雄 教授 木津 昭一 准教授	地球環境物理学講座

授業題目：
記述海洋物理学

授業の目的と概要：
海洋物理学の概念や観測・解析の基礎を学ぶとともに、主に大規模な現象の実態と力学について理解することを目的とする。海洋力学の基礎、各大洋の循環・海水特性などを扱う。

学習の到達目標：
海洋を物理的に記述するための基本的な概念と力学、および主な観測・解析の手法を理解する。

授業の内容・方法と進度予定：
下記の書籍の第7章～第14章（一部省略する予定）を輪読する。週毎に、発表担当者が担当部分の説明資料を用意し、参加者全員に配布するとともに、パソコンを使って発表する。発表では、原文を翻訳するだけでなく、式の導出や意味の理解にも重点を置き、指定書以外の文献を併用して内容を補うことも歓迎する。

教科書および参考書：
Lynne D. Talley, George L. Pickard, William J. Emery and James H. Swift, 2011: Descriptive Physical Oceanography, Sixth Edition: An Introduction, Elsevier, 560pp.

成績評価の方法：
発表と出席による。

その他：
授業時間外の面談は、授業中に口頭で、またはメールで事前に申し込むこと。質問等への回答は、原則として面談で行う。
連絡先：須賀利雄 suga@pol.gp.tohoku.ac.jp
木津昭一 kizu@pol.gp.tohoku.ac.jp

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
気 候 物 理 学 特 論	1 学期 2 単位	青木 周司 教授 森本 真司 教授	(大気海洋変動観測研究センター) 大気海洋変動学講座
授業題目： 気候物理学特論			
授業の目的と概要： 本講義においては、人為起源の温室効果気体の地球規模における変動と循環およびモデルによる気候変動予測に関する基礎知識を修得する。また、より正確な気候変動予測のために不可欠であるエアロゾルや雲による各種フィードバック作用について、現状の知識と問題点について講義する。さらに、氷期―間氷期サイクルのような過去における自然要因による気候変動の実態およびそのメカニズムについても学ぶ。			
学習の到達目標：			
授業の内容・方法と進度予定： ・気候の形成・維持・変動に関する基礎 ・温室効果気体の循環・収支 ・雲・エアロゾルの気候効果 ・気候プロセスとフィードバック作用 ・気候モデルによる気候変動予測			
教科書および参考書： 必要な資料はその都度配布する。			
成績評価の方法： レポート提出			
その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
沿岸域大気・海洋・陸相互作用特論	2 学期 2 単位	川村 宏 教授 石坂 丞二 講師(非)	地球物理学専攻 名古屋大学
授業題目： 海面境界過程特論			
授業の目的と概要： 海面は地球の表面の 7 割を占める。海面を挟み、大気側と海水側には分子粘性と乱流が支配的な薄い境界層がある。大気海洋間で交換される運動量・熱・放射と物質（ガス、液体、粒子体）は、この海面と境界層を通らなければならない。風が吹くと海面には風波が発生し、海面の上下に乱流境界層が発達する。発達した風波はやがて砕波し、白波が海面を覆い、水滴が飛散し、水中には気泡が取り込まれる。一方、静穏な海面には大気からの降下物と海中からの浮遊物が集積する。このような海面で起こる様々な現象を総称し、海面境界過程という。本講義では、海面境界過程の物理学、大気海洋系におけるその重要性、海面境界過程の化学的・生物学的側面、について学ぶ。			
学習の到達目標： 1) 海面の物理過程（風波、粘性、乱流境界層など）について深い理解を得る 2) 海面境界過程の様々な役割について幅広い理解を得る 3) 海面境界過程の化学的・生物学的側面について学ぶ			
授業の内容・方法と進度予定： 授業の初回で、講義内容（海面の物理過程、海面境界過程の役割、海面境界過程の化学的・生物学的側面）の詳細が紹介される。集中講義では、植物プランクトンを中心とした海洋表層の生物海洋学と海色リモートセンシングについて学ぶ。			
教科書および参考書： 無し、随時資料配付			
成績評価の方法： 出席率と数回のレポートで評価			
その他： 月曜日第 4 校時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
Advanced Lecture on Solid Earth Physics- II (固体地球物理学特論Ⅱ)	1 学期 2 単位	三浦 哲 教授 中島 淳一 准教授 Steve Kirby 教授(客)	地震・噴火予知研究観測センター
授業題目： 沈み込み帯の地震火山テクトニクス 授業の目的と概要： プレート沈み込み帯における地震学・測地学の研究を行うための解析手法について、基礎から応用までを概説する。また、これまでに行われてきた地震活動、地球内部不均質構造、火山の深部構造、地表での変形様式、地殻のレオロジー構造などの最新の研究成果を紹介する。 学習の到達目標： 基礎的な解析手法や数理的基礎を習得し、沈み込み帯における地震・火山ダイナミクスの諸現象の理解を深めること。また、最新の研究成果の中での自分の研究の位置づけを理解し、その意味を考えること。 授業の内容・方法と進度予定： 集中講義形式で行う。日程は決まり次第連絡する。 教科書および参考書： 特になし。適宜、プリントを配布する。 成績評価の方法： 出席およびレポートにより評価する。 その他：			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Lecture on Solar System Physics (太陽系物理学特論)	Spring Semester 2 credits	Prof. Takahiro Obara	Planetary Plasma and Atmospheric Research Center
Course Title： Physical interpretation of interesting phenomena in the solar system and basic physics that needed to understand them. Purpose/Abstract： This year we will treat solar-planetary environment, paying a particular attention to the sun, inter planetary space and planetary environment, to get a deep understanding of the structure and dynamical behavior of the solar-planetary environment system. Goal： Recent progresses of the solar system study will be demonstrated together with basic physics. By joining this class, graduate students will get basic knowledge about solar-planetary environment, which will be applicable to the individual research in the solar system science. Contents： We will explain, at first, solar phenomena which affect the interplanetary space as well as the planetary environment. We will then discuss space environment in the vicinity of the Earth, followed by the other planetary environment in the solar system. Books required/referenced： Books for reference will be introduced at the class. Some materials will be provided and we will not use a fixed textbook. Grading： Attendance, submission of reports, and activity on discussion at the class will be considered for evaluation. Remarks： Tel: 022-795-3794, Fax: 022-795-6406 e-mail: T.Obara@pparc.gp.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Space Plasma Physics II (宇宙空間プラズマ物理学特論Ⅱ)	Fall Semester 2 Credits	Prof. Takayuki Ono A. Prof. Atsushi Kumamoto A. Prof. Hiroaki Misawa	Graduate School of Science Graduate School of Science Planetary Plasma and Atmospheric Research Center
Course Title : Advanced Space Plasma Physics Purpose/Abstract : Due to significant expansion of the geophysics in the last century, the space plasma physics became to be one of the major scientific interest of our planet. This lecture on the space plasma physics introduces basic physical processes of the space plasma surrounding the Earth and planets in the solar system. It treats elementary equations of plasma particles and fields, and examples of observation results. It starts from the equation of motion of charged particles on the electromagnetic field, and expands to description of electron and ion plasma waves and wave-particle interactions observed in the ionosphere, plasmasphere, and magnetosphere by using spacecraft and remote sensing. Goal : The goal of the lecture is to obtain understanding of basic plasma physics and measurement method of space plasma. Contents : Contents : 1. Definition of plasma and the condition 2. Basic parameter of plasma and the physical description 3. Debye Shielding 4. Langmuir characteristic 5. Observation of plasma waves 6. Density and temperature of plasma 7. Direct (in-situ) observation and remote sensing Method : Weekly lecture Books required/referenced : Original text is prepared. Bibliography : T.H. Stix "Waves in Plasma" F.F. Chen "Introduction to Plasma Physics" W. Baumjohann and R.A. Trueman "Basic Space Plasma Physics" R.A. Trueman and W. Baumjohann "Advanced Space Plasma Physics" T. Ono and Y. Miyoshi "Solar Terrestrial and Space Plasma Physics" (in Japanese) Grading : Achievement is evaluated by taking into account attendance and reports. Remarks : E-mail: ono@stpp.gp.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Meteorology (気象学特論)	Spring Semester 2 Credits	Weiming Sha, Associate Professor 余 偉明 准教授	Department of Geophysics 流体地球物理学講座
Course Title : Numerical Methods for Meteorology Purpose/Abstract : Most of the problems under investigation in the atmospheric science involve fluid systems with rotation and stratification. The equations governing these fluids are often nonlinear, and their solutions have to be obtained by solving the equations with appropriate numerical methods. The lecture provides an introduction to the numerical methods by reading the following textbooks. Throughout the lecture, focus is on various temporal and spatial differential schemes used to the partial differential equations governing the atmospheric fluid. Also included are discussions on issues of the numerical instability and initial-boundary condition problems. Numerical examples are learned to establish a link between the computational techniques and the meteorological dynamics. Keywords : Rotating and stratified fluids, Meteorological Dynamics, Computational fluid dynamics, ordinary and partial differential equations, Temporal and spatial differential scheme, Numerical instability Goal : Contents : Books required/referenced : 1. Numerical Methods for Wave Equations in Geophysical Fluid Dynamics, Dale R.Durran, 1999, Springer. 2. Computational Methods for Fluid Dynamics, Joel H.Ferziger and Milovan Peric, 1997, Springer. 3. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Suhas V. Patanker, 1980, Hemisphere Publishing Corporation. Grading : Presentation, Report and Class Participation Remarks : Tel.: 022-795-5783 E-mail: sha@wind.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
無機・分析化学特論Ⅰ A	1 学期 1 単位	飛田 博実 教授	無機化学研究室
授業題目： 高周期14族元素化学種の配位化学 授業の目的と概要： 本講義では、シリル錯体 (M-Si 単結合；M は遷移金属)、シリレン錯体 (M=Si 二重結合)、架橋シリレン錯体 (M-Si-M 結合)、Si-H 結合が配位した錯体等、遷移金属-ケイ素結合を持つ幾つかのタイプの錯体、並びにそれらのゲルマニウム類縁体を主な対象として取扱う。これらの錯体は様々な有機ケイ素およびゲルマニウム化合物の触媒の変換反応の中間体として重要な役割を果たしていると考えられている。近年、これらの錯体の合成、構造および反応に関する研究が飛躍的に進歩し、動的挙動、転位反応、上述の触媒反応等の機構を合理的に説明できるようになってきた。本講義では、代表的な錯体の合成、構造および反応を紹介し、その一般的特徴や反応機構に関する考察を通じて、配位子としての高周期14族元素化学種に対して遷移金属中心が及ぼす活性化および安定化効果の本質を探索。 学習の到達目標： ・ 代表的な有機ケイ素およびゲルマニウム化合物が、いくつかのタイプの遷移金属錯体とどのように相互作用し、また反応するかを理解し、さらに推定できるようになる。 ・ 金属に配位した高周期14族元素化学種がどのような性質を獲得し、どのように挙動するかを知り、その知識を基にして代表的な有機ケイ素化合物の触媒反応の機構を理解できるようになる。 ・ 遷移金属-高周期14族元素多重結合の化学について、最近の進歩の概要を知り、その特徴を理解できるようになる。 授業の内容・方法と進度予定： 1 回目：有機金属錯体の化学の基礎 2、3 回目：高周期14族元素化学種の配位化学 配布資料およびスライドについて解説しながら授業を進める。 教科書および参考書： 特になし。プリントを配布し、それに沿って授業を行う。 成績評価の方法： レポート、小テストおよび出席により評価する。 その他： 化学研究室別館202号室 電話番号：022-795-6539 メールアドレス：tobita@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
無機・分析化学特論Ⅱ A	2 学期 1 単位	西澤 精一 教授	分析化学研究室
授業題目： バイオ分析化学 授業の目的と概要： イオン・分子認識に関わる分析化学の基礎と応用について講義する。 (1)イオン・分子認識試薬の設計と機能評価：イオン・分子認識を膜電位変化や蛍光変化等により情報変換する化学センサーの基礎と応用、(2)バイオイメージング：生体内の無機イオンやタンパク質、核酸等を可視化する分子プローブの基礎と応用、(3)遺伝子分析：遺伝子診断に対する各種計測法の基礎と応用。 学習の到達目標： ・ イオン・分子認識における結合能、選択性、情報変換法について理解する。 ・ バイオイメージングに用いられる分子プローブや遺伝子分析に関連する各種分析法について理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 上記の(1)～(3)の内容を3回の講義で順次取り扱う。パワーポイントを使用し、プリントを配付する予定。 教科書および参考書： 必要に応じて資料を配付する。 成績評価の方法： 出席と演習問題（講義時間内）、レポートにより評価する。 その他： 電子メールアドレス：nishi@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
無機・分析化学特論ⅢA	2学期 1単位	山下 正廣 教授	錯体化学研究室
授業題目： 集積型金属錯体から次世代高次機能性ナノ金属錯体まで 授業の目的と概要： 錯体化学の基礎を講義し、集積型金属錯体の磁性や伝導性や光物性について紹介する。また、金属錯体を用いたナノ金属錯体の科学について具体的に紹介する。 学習の到達目標： 集積型金属錯体の基礎から最先端の研究までを理解する。更に、金属錯体を用いたナノテクノロジー・ナノサイエンスの最先端を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： プリントやパワーポイントを使って講義をする。 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： 出席と毎回の試験の結果で判定する。 その他： 10月1日、8日、15日 022-795-6544 yamasita@agnus.chem.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
無機・分析化学特別講義A	1学期 1単位	長谷川 美貴 教授 (◎山下 正廣 教授)	青山学院大学理工学研究科 教授 (錯体化学研究室)
授業題目： 光が関わる錯体の材料化学特論 授業の目的と概要： 希土類金属錯体の構造、電子状態、光化学、講義を行う。また、LB膜を用いた機能性についても紹介する。 学習の到達目標： 希土類金属錯体の電子状態と構造の相関について理解し、それらの光化学について理解をする。 授業の内容・方法と進度予定： 1) 希土類金属錯体の構造 2) 電子状態 3) 光化学 4) 機能性 について紹介する。 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： 出席およびレポート その他： 5月15日（水）～16日（木）			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
有機化学特論Ⅰ A	2 学期 1 単位	田村 理 講師	有機化学第一研究室
授業題目： 有機系大学院合同講義 授業の目的と概要： 現代有機化学の基礎を、発展的に学び・理解する。「大学院講義有機化学Ⅰ、Ⅱ（東京化学同人）」を教科書として講義を行う。 学習の到達目標： ・有機化合物の構造を、立体構造を含め理解し、正しく予測できる。 ・有機化合物の反応の基礎知識を持つことで、さまざまな化合物の反応性を理解し、正しく予測できる。 ・目的とする有機化合物の合成を行うためには、どのような合成戦略を用いるべきか自ら考え、吟味することができる。 授業の内容・方法と進度予定： ・有機典型元素化学 ・有機化学反応Ⅱ ・有機遷移金属錯体の構造、結合および反応 ・有機化学反応Ⅰ ・骨格形成反応Ⅰ ・骨格形成反応Ⅱ ・有機合成反応における立体化学制御 ・官能基変換 ・骨格形成反応Ⅲ ・多段階合成のデザイン 日程等詳細は別掲 教科書および参考書： 野依、鈴木、中筋、柴崎、玉尾、奈良坂編「大学院講義有機化学Ⅰ．分子構造と反応・有機金属化学、Ⅱ．有機合成化学・生物有機化学（東京化学同人）」 成績評価の方法： 原則として一学期・二学期それぞれの期末試験に依る。ただし、講義担当教員が必要と考えた場合、適宜課題（小テスト・レポート）を設け、成績に加味する場合がある。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
有機化学特論Ⅱ B	1 学期 1 単位	石田 真太郎 講師	合成・構造有機化学研究室
授業題目： 有機系大学院合同講義 授業の目的と概要： 現代有機化学の基礎を、発展的に学び・理解する。「大学院講義有機化学Ⅰ、Ⅱ（東京化学同人）」を教科書として講義を行う。 学習の到達目標： ・有機化合物の構造を、立体構造を含め理解し、正しく予測できる。 ・有機化合物の反応の基礎知識を持つことで、さまざまな化合物の反応性を理解し、正しく予測できる。 ・目的とする有機化合物の合成を行うためには、どのような合成戦略を用いるべきか自ら考え、吟味することができる。 授業の内容・方法と進度予定： ・有機典型元素化学 ・有機化学反応Ⅱ ・有機遷移金属錯体の構造、結合および反応 ・有機化学反応Ⅰ ・骨格形成反応Ⅰ ・骨格形成反応Ⅱ ・有機合成反応における立体化学制御 ・官能基変換 ・骨格形成反応Ⅲ ・多段階合成のデザイン 日程等詳細は別掲 教科書および参考書： 野依、鈴木、中筋、柴崎、玉尾、奈良坂編「大学院講義有機化学Ⅰ．分子構造と反応・有機金属化学、Ⅱ．有機合成化学・生物有機化学（東京化学同人）」 成績評価の方法： 原則として一学期・二学期それぞれの期末試験に依る。ただし、講義担当教員が必要と考えた場合、適宜課題（小テスト・レポート）を設け、成績に加味する場合がある。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
有機化学特論Ⅲ A	2 学期 1 単位	佐藤 格 准教授	巨大分子解析研究センター
授業題目： 有機系大学院合同講義 授業の目的と概要： 現代有機化学の基礎を、発展的に学び・理解する。「大学院講義有機化学Ⅰ、Ⅱ（東京化学同人）」を教科書として講義を行う。 学習の到達目標： ・有機化合物の構造を、立体構造を含め理解し、正しく予測できる。 ・有機化合物の反応の基礎知識を持つことで、さまざまな化合物の反応性を理解し、正しく予測できる。 ・目的とする有機化合物の合成を行うためには、どのような合成戦略を用いるべきか自ら考え、吟味することができる。 授業の内容・方法と進度予定： ・有機典型元素化学 ・有機化学反応Ⅱ ・有機遷移金属錯体の構造、結合および反応 ・有機化学反応Ⅰ ・骨格形成反応Ⅰ ・骨格形成反応Ⅱ ・有機合成反応における立体化学制御 ・官能基変換 ・骨格形成反応Ⅲ ・多段階合成のデザイン 日程等詳細は別掲 教科書および参考書： 野依、鈴木、中筋、柴崎、玉尾、奈良坂編「大学院講義有機化学Ⅰ．分子構造と反応・有機金属化学、Ⅱ．有機合成化学・生物有機化学（東京化学同人）」 成績評価の方法： 原則として一学期・二学期それぞれの期末試験に依る。ただし、講義担当教員が必要と考えた場合、適宜課題（小テスト・レポート）を設け、成績に加味する場合がある。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
有機化学特論Ⅳ B	1 学期 1 単位	豊田 耕三 教授	学際基盤化学研究室
授業題目： 典型元素化学結合論 授業の目的と概要： 第二周期元素を中心とした古典的な典型元素化学に加えて、高周期元素まで含めた、より普遍的な典型元素化学の基礎および最近の展開について解説する。 学習の到達目標： 高周期元素の非混成効果を理解し、より普遍的な視点から化合物の性質を考える。 授業の内容・方法と進度予定： - 第1章 序論 - 第2章 非混成効果 - 第3章 カルベン型化学種 - 第4章 単結合化学種 - 第5章 二重結合化学種 - 第6章 三重結合化学種 - 第7章 高配位化学種 （第8章 低原子価化学種） （第9章 ポリマー、高分子量誘導体） （第10章 最近の話題） 教科書および参考書： 参考書： 有機典型元素化学 秋葉欣哉 著 講談社サイエンティフィク 成績評価の方法： 出席と試験もしくはレポートにより評価する。出席数によっては試験・レポートの対象とならないこともある。詳しくは授業で説明する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
有機化学特別講義 A	1 学期 1 単位	福山 透 講師(非) (◎林 雄二郎 教授)	名古屋大学大学院創薬科学研究科 特任教授 (有機分析化学研究室)
授業題目： 天然物の全合成研究			
授業の目的と概要： 天然物の全合成に関する授業である。これまでの天然物の全合成を例にして、天然物を合成する上での考え方を詳細に解説する。複雑な骨格を有する化合物の合成をどのようにデザインするか逆合成解析について、問題が起こった時にどのように解決するか対応策、さらに全合成の過程で見いだした反応をどのように他の化合物に展開していくかの展開力を、実例を交えながら説明する。大量合成に適した実用的な反応、多くの官能基が存在してもそれらを損なう事なく進行する反応等、実際の天然物合成の場で利用されている有機合成反応に関して解説する。 天然物合成化学を研究しているものはもちろん、有機化学を研究しているものは履修することが望ましい。			
学習の到達目標： (1)全合成の逆合成のデザインについて理解する。 (2)有機合成上の問題点をどのように解決すれば良いかを、理解する。 (3)研究の展開について、理解する。 (4)全合成で使われる実用的な反応について理解する。			
授業の内容・方法と進度予定： 主に power point を利用した講義。			
教科書および参考書： 特になし。			
成績評価の方法： レポートと出席を考慮して評価する。			
その他： 6月19日、20日の集中講義			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
物理化学特論 I B	2 学期 1 単位	美齊津 文典 教授	理論化学研究室
授業題目： 原子分子クラスターの化学			
授業の目的と概要： 近年物理化学分野で大きく注目され急速な発展を遂げている、気相原子分子クラスター研究の基礎と最近の研究成果に関して概説する。			
学習の到達目標： ・分子間力の分類と大きさについて理解できるようになる。 ・クラスター実験の大まかな手法を理解できるようになる。 ・クラスターの幾何構造・電子構造とその安定性との関連を理解できるようになる。 ・クラスターの反応性を決めている要因を理解できるようになる。 ・クラスター研究の基礎となっている概念について復習し、理解できるようになる。			
授業の内容・方法と進度予定： 配布するプリントの内容に沿って解説する。プリントの章構成は以下の通りである。 1. クラスターの定義と研究目的 2. 分子間力 3. クラスター実験の手法 4. クラスター生成法と分子線 実験の基礎 5. クラスターのサイズ分離 6. クラスターの幾何・電子 構造 7. クラスターの反応 8. 最近のクラスター研究の実例 研究成果の解説とともにその基礎となるいくつかの手法および考え方についても概説する。 具体的には分子間相互作用 (2章)、超音速自由噴流法 (4章)、Newton Diagram (5章)、質量分析法 (5章)、単分子反応の理論 (RRK, RRKM など) (7章) などについて述べる。			
教科書および参考書： 授業開始時にプリントを配布する。			
成績評価の方法： 講義出席状況およびレポートの結果をもとに評価する。			
その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
物理化学特論Ⅲ A	1 学期 1 単位	福村 裕史 教授	有機物理化学研究室
授業題目： 相変化をもたらすレーザーと物質の相互作用 授業の目的と概要： 強いパルスレーザー光の照射は物質に様々の変化をもたらす。このような現象をもたらす機構には、光励起状態の生成と緩和、熱と物質の拡散等の複雑な過程が含まれている。この機構を理解するために必要な各種の分光法の原理と実際について説明する。今年度は特に液体のレーザー誘起相分離過程についても論じる。 学習の到達目標： 凝縮系を対象とする各種の時間分解測定法が理解できる。 レーザー誘起形態変化の分子論が理解できる。 二液混合液体のレーザー誘起相分離についての知識が得られる。 授業の内容・方法と進度予定： 第1回 凝縮系の吸収スペクトル（拡散反射、正反射、全反射など） 第2回 レーザー誘起形態変化の分子論（励起状態緩和過程、光熱変換過程など） 第3回 液体の相変化のダイナミクス 教科書および参考書： 講義の最初に解説する。 成績評価の方法： 出席を重視し、簡単なレポートにより評価する。 その他： 木曜日 1 講時、2 講時 電 話 022-795-6567 メール fukumura@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
物理化学特論Ⅲ B	1 学期 1 単位	柴田 穰 准教授	有機物理化学研究室
授業題目： 光と物質の相互作用 ―光合成研究への展開― 授業の目的と概要： 光合成タンパク質では、色素分子が高密度に充填されているために独特の励起状態ダイナミクスが見られる。タンパク質内の分子集合体の励起状態と光反応を理解するための基礎を解説する。また、上記のことを調べるための最新の実験的手法についても解説する。 学習の到達目標： ・分子集合体のコヒーレントな励起状態と遷移ダイナミクスの基礎理論を理解する。 ・励起ダイナミクスの解明を目指した、1分子分光や超高速分光など最新の実験的研究の成果を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 下記の内容について、パワーポイントと板書による講義と、演習問題。 1) 光合成とは……その分子論的基礎 2) 分子集合体の励起状態 3) フェルスター理論および一般化フェルスター理論 4) 1分子分光法や超高速分光で何が分かるか 教科書および参考書： Herbert van Amerongen, Leonal Valkunas, and Rienk van Grondelle 著 “Photosynthetic Excitons” 山崎 巖著、講談社 光合成の光化学 成績評価の方法： 出席、講義時間内の演習への取り組み、およびレポートによって評価する。 その他： 電子メールアドレス：shibata@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
物理化学特論Ⅳ B	2 学期 1 単位	河野 裕彦 教授	数理化学研究室
授業題目： 励起分子の反応ダイナミクス 授業の目的と概要： 量子系のダイナミクスを支配する電子や原子核の時間依存シュレディンガー方程式の解法を概説し、気相分子の電子エネルギー緩和や化学反応動力学への応用を論ずる。C60やその誘導体の脱離反応の第一原理シミュレーションの結果などを紹介する。また、波形整形レーザー光による化学反応制御、高強度レーザー光と分子との非線形相互作用、アト秒パルス源となる高次高調波発生などについても概説する。また、光捕捉下での細胞ダイナミクスについても学習する。 学習の到達目標： 時間分解発光と励起状態ダイナミクスの関係やフェムト秒レーザーによって励起された分子の原子核波束運動と吸収スペクトルとの関係を学び、多次元分光などの現代的な分光法の基礎を理解できるようになる。光が物質・生体に及ぼす基本的な力について理解する。 授業の内容・方法と進度予定： (i)時間依存 Schrodinger 方程式の導入 (ii)励起状態ダイナミクス：Bixon-Jortner モデル (iii)時間領域の相関関数とエネルギースペクトルの関係 (iv)統計的処理が必要な系の密度行列 (v)非断熱遷移 (vi)強い光と相互作用する分子の超高速電子・原子核ダイナミクス：H2 から C60 (vii)光捕捉下の細胞ダイナミクス 教科書および参考書： プリントを配布する。Steinfeld「化学動力学」（東京化学同人）などを参考にする。 成績評価の方法： 出席（50％）と演習（20％）・提出課題（30％）に対するレポートに基づいて評価する。 その他： 連絡方法は初回に指示する。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
物理化学特論Ⅴ B	1 学期 1 単位	高橋 英明 准教授	計算分子科学研究室
授業題目： 凝縮系の化学反応と計算化学 授業の目的と概要： 多電子系の電子状態を計算する為の種々の方法の考え方を理解し、その基礎を修得する。具体的には Hartree-Fock 法の基礎となる平均場近似の概念と一電子軌道方程式の導出を学ぶ。さらに、密度汎関数法における一様な電子ガスの概念を理解し、Kohn-Sham の密度汎関数法の軌道方程式を導出する。 学習の到達目標： 化学反応は化学における主要なテーマの一つであり、化学過程を理論的に解析する上で、量子化学計算は必須である。平均場近似は電子状態計算において基本となる重要な考え方である。波動関数理論と密度汎関数法における平均場近似の考え方を学ばせる。さらに、統計力学をベースとする溶液論と量子化学計算を結合することによって溶液内の化学過程を記述する方法を概説し、その応用例を紹介する。 授業の内容・方法と進度予定： 分子シミュレーションと量子化学計算 電子状態計算における平均場近似 Hartree-Fock 分子軌道理論 Kohn-Sham 密度汎関数法 溶液論による溶媒和自由エネルギーの計算 量子化学と溶液論による溶液内化学過程の記述 教科書および参考書： R. G. パール、W. ヤング、「原子・分子の密度汎関数法」 成績評価の方法： 出席とレポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
物理化学特別講義 A	1 学期 1 単位	吉澤 一成 講師(非) (◎河野 裕彦 教授)	九州大学先端物質化学研究所 (数理化学研究室)
授業題目： 量子化学に立脚した電子物性および酵素反応の研究 授業の目的と概要： 現代化学の中心理論である量子化学の基本を復習し、単一分子の電子物性および酵素触媒反応の研究への量子化学の適用とその成果について学習する。最新の実験結果についても紹介する。 学習の到達目標： 最新の量子化学計算および分子軌道理論に基づいて、分子の電子物性および酵素反応の機構について理解する。 授業の内容・方法と進度予定： ・量子化学・分子軌道法の基礎 ・分子伝導の軌道理論 ・酵素触媒反応の機構研究 ・接着の分子理論 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： 出席とレポートにより評価する。 その他： 7 月 3 日， 4 日の 2 日間の集中講義。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
境界領域化学特論 I B	1 学期 1 単位	中村 達 准教授	巨大分子解析研究センター
授業題目： 有機系大学院合同講義 授業の目的と概要： 現代の有機化学の基礎を、発展的に学び・理解する。「大学院講義有機化学 I、II（東京化学同人）」を教科書として講義を行う。 学習の到達目標： ・有機化合物の構造を、立体構造を含めて理解し、正しく予測できる。 ・有機化合物の反応の基礎知識を持つことで、さまざまな化合物の反応性を理解し、正しく予測できる。 ・目的とする有機化合物の合成を行うためには、どのような合成戦略を用いるべきか自ら考え、吟味することができる。 授業の内容・方法と進度予定： ・有機典型元素化学 ・有機化学反応 II ・有機遷移金属錯体の構造、結合および反応 ・有機化学反応 I ・骨格形成反応 I - 日程等詳細は別掲 ・骨格形成反応 II ・有機合成反応における立体化学制御 ・官能基変換 ・骨格形成反応 III ・多段階合成のデザイン 教科書および参考書： 野依、鈴木、中筋、柴崎、玉尾、奈良坂編「大学院講義有機化学 I．分子構造と反応・有機金属化学、II．有機合成化学・生物有機化学（東京化学同人）」 成績評価の方法： 原則として一学期、二学期それぞれの期末試験に依る。ただし、講義担当教員が必要と考えた場合、適宜課題（小テスト・レポート）を設け、成績に加味する場合がある。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
境界領域化学特論Ⅲ A	1 学期 1 単位	小林 長夫 教授	機能分子化学研究室

授業題目：
巨大芳香環化合物の化学

授業の目的と概要：
主にボルフィリン、フタロシアニンと呼ばれる巨大芳香環化合物について、発見の歴史、合成法、物理化学的性質、応用について授業する。

学習の到達目標：
ボルフィリンはミオグロビン、ヘモグロビン、チトクローム等として動物中に、或はクロロフィルとして植物中に存在する機能分子で、構造の僅かな違いで全く異なった機能を発揮する。この分子を含む化合物で約10人がノーベル賞を受賞している。他方、フタロシアニンは人工の化合物で有るが毎年世界で5万トン以上生産され、特許も2000以上報告され「機能分子の王様」と呼ばれる。これらの分子の全体像（存在、歴史、合成、物理化学、応用）を3日間の講義で知る。

授業の内容・方法と進度予定：
1回の講義は休憩を挟んで90分を2回行う。1回目はこれら化合物の発見の歴史と合成、2回目は物理化学的性質、主に吸収、磁気円偏光二色性スペクトル、電気化学的性質を、3回目は応用、特に液晶、癌の光化学治療、生体機能模倣抗菌・殺菌・消臭について説明する。

教科書および参考書：
初めの授業で90頁のプリントを配り、それに添って授業を行う。

成績評価の方法：
出席と課題のレポートを、ほぼ同等の重みで評価する（レポートの課題は3回目の講義で出す。締め切りは最後の授業の2週間後）。故に出席だけ或はレポートだけでは合格にならない。

その他：
4月9、16、23日の3回の火曜日、時間は8:50-12:00まで。レポート提出の締め切りは5月7日、提出先は化学棟7回、713号室のドアの袋の中。
連絡先：795-7719とnagaok@m.tohoku.ac.jp

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
先端理化学特論Ⅰ B	2 学期 1 単位	木野 康志 准教授 関根 勉 教授	放射化学研究室 環境放射化学研究室

授業題目：
エキゾチック原子分子と放射性同位体の化学

授業の目的と概要：
高エネルギー原子核反応等により生成された不安定な粒子が原子・分子系に取込まれると、通常の化学反応では見られないような奇妙な化学反応がおこる。不安定な粒子として、素粒子、反粒子、放射性同位体を扱い、エキゾチック原子分子と呼ばれる奇妙な系での反応および構造について、更には放射性同位体の化学反応や環境におよぼす影響について学ぶ。

学習の到達目標：
素粒子、反粒子、放射性同位元素を含む原子分子系の示す様々な現象を通して、化学の基本となる原子・分子をより広い視点で捕え、クーロン多体系の多様さを理解する。
環境中における放射性同位体の振る舞いについて学び、原子力や環境問題についても理解を深める。

授業の内容・方法と進度予定：
1回目：エキゾチック原子分子の性質
2回目：重い負電荷粒子（反陽子、ミュオン等）を含む原子・分子系
3回目：人工及び天然の放射性同位体の化学

教科書および参考書：
プリントを配布し、それに沿って解説する。

成績評価の方法：
出席およびレポート

その他：
1回目、2回目は、木野が担当し、3回目は関根が担当する。次年度は、同じ組合わせで独立した内容の講義（先端理化学特論Ⅱ A）を開講する。
関根 勉 (tsekine@m.tohoku.ac.jp)
木野康志 (y.k@m.tohoku.ac.jp)

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
生化学合同講義 (先端理化学特論ⅢA～ⅢE 生体機能化学特論ⅠA・ⅡA・ⅣA)	1 学期 2 学期 8 単位	◎十川 和博 教授 高橋 聡 教授 齋藤 正男 教授 稲葉 謙次 教授	生命科学研究科遺伝子調節分野
授業題目： 生命科学の最前線 授業の目的と概要： 生化学が研究対象としている分野は極めて多彩であり、非常に興味深いものが多い。各分野を専門としている教官が、各々の分野について、その基礎から最先端の現状とその面白さを紹介する。本年度の内容はおもに次の項目についての講義が予定されている。 Ⅰ．生理活性物質・生体高分子の構造と機能 Ⅱ．細胞内シグナル伝達と遺伝子発現 Ⅲ．細胞分化と細胞機能の獲得のメカニズム Ⅳ．がん・免疫・神経機能の分子基盤 Ⅴ．酵素と代謝 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 各教官の指定するもの：細胞の分子生物学（中村桂子他監訳、教育社）、遺伝子（榊佳之他訳、東京化学同人）、遺伝子の分子生物学（松原謙一他訳、トッパン）ヴォート生化学（田宮信雄他訳、東京化学同人）などを通り読んでおくことと参考になる。 成績評価の方法： 単位取得は全講義のうち70%以上出席していることが必要で、合格レポート1つで2単位を、2つで4単位を、3つで6単位を、4つで8単位を取得できる。 その他： 本講義は全学の生化学分野の教員によって行われる。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
化学反応解析特論ⅡA	1 学期 1 単位	上田 潔 教授	多元物質科学研究所 電子分子動力学分野
授業題目： 光励起分子の電子分子ダイナミクス 授業の目的と概要： 分子の光励起と光励起超高速電子分子ダイナミクスに関する研究の理論的背景と実験の最前線を俯瞰する。 学習の到達目標： 分子の光励起と電子分子ダイナミクスに関する量子力学的・量子化学的な理解を深めるとともにこれらを研究する実験手法について理解することを目指す。 授業の内容・方法と進度予定： 第1日目：分子の光励起・光イオン化とフランク・コンドン原理等、光励起に関する理論的背景、およびこれらを研究する実験手法について学習する。 第2日目：非断熱遷移や分子解離、電子緩和等の励起分子ダイナミクスの理論的背景、およびこれらを研究する実験手法について学習する。 第3日目：強レーザー場やX線自由電子レーザーによる分子の光イオン化と分子イメージングの研究の最前線を学習する。 配布資料・板書とパワーポイントスライドにより授業を進める。 教科書および参考書： 特になし、資料を配布 成績評価の方法： 出席（30%）とレポート（70%） その他： 5月2日、5月9日、5月23日木曜日1、2講時 ueda@tagen.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
化学反応解析特論Ⅳ A	2 学期 1 単位	金原 数 教授	多元物質科学研究所 生命類似機能化学分野
授業題目： 超分子化学とバイオミメティクス 授業の目的と概要： 超分子化学は分子集合体を中心として有機分子のふるまいを理解する上で基礎をなす重要な領域である。本講義では、最先端の研究に触れつつ、超分子化学における重要な概念を修得し、さらに超分子化学と関連の深いバイオミメティック化学に焦点をあて、生体物質の持つ極めて高い機能を分子レベルで理解し、これを機能性人工分子設計・合成へと展開するための基礎を修得する。 学習の到達目標： 学習の到達目標 超分子化学における基本的概念の修得 バイオミメティック化学の歴史と基本的概念の修得 授業の内容・方法と進度予定： 授業内容・方法と進度予定 1. 超分子化学 (1)分子間相互作用 (2)様々な分子集合体 (3)分子集合体の機能 2. バイオミメティック化学 (1)バイオミメティック分子 (2)バイオミメティック材料 3. 超分子化学・バイオミメティック化学の最先端 教科書および参考書： 指定なし 成績評価の方法： レポート（7割）、出席（3割） その他： 022-217-5612 kinbara@tagen.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
化学反応解析特論Ⅵ A	1 学期 1 単位	浅尾 直樹 教授	原子分子材料科学高等研究機構 有機金属化学研究室
授業題目： 精密有機合成化学 授業の目的と概要： 有機合成化学は、医薬品や機能性有機材料など現代の社会において必要とされる多種多様な有機化合物を、効率よく構築する手法を開発する学問である。本講義では、様々な分子変換反応について概説し、有機合成化学における選択的変換反応の重要性について学習する。 学習の到達目標： 様々な分子変換反応を理解する。 選択的変換反応の重要性について理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 立体化学 2. 官能基変換反応 3. 炭素 - 炭素結合反応 4. 有機金属化学 教科書および参考書： 必要に応じて資料を配布する 成績評価の方法： 出席状況や試験等により評価する その他： asao@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
分離化学特論 I B	1 学期 1 単位	川波 肇 教授(併) 金久保 光央 教授(併) 伊藤 徹二 准教授(併) (◎西澤 精一 教授)	産業技術総合研究所産業技術総合研究所 産業技術総合研究所分析化学研究室
授業題目： 特異機能場による分離と反応 授業の目的と概要： (1)超臨界流体の基礎物性、特異機能ならびに超臨界流体による物質分離とプロセス制御、それらを利用する環境と調和した有機合成や無機合成の反応への応用。 (2)イオン液体の溶媒としての基礎物性や特性、それを用いた特徴的な物質変換や分離技術、ガス分離プロセスへの応用。 (3)生体の分子認識機能を付与した分離・センシング材料の開発。 以上について最近の研究例を交えながら、分かりやすく解説する。これにより超臨界流体の分離・反応プロセスの基礎原理、イオン液体の溶媒機能および生体機能を利用した最新の研究動向を理解する。 学習の到達目標： (1)超臨界流体・イオン液体の基礎と応用について理解する。 (2)生体の分子認識機能に関する基礎と応用について理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 3名の教員がそれぞれ1回、授業概要に沿って講義する。 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： 出席とレポートにより評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
重元素化学特論 I B	2 学期 1 単位	永目 諭一郎 教授(客) 木村 貴海 教授(客) 目黒 義弘 准教授(客) (◎木野 康志 准教授)	日本原子力研究開発機構 日本原子力研究開発機構 日本原子力研究開発機構放射化学研究室
授業題目： 重元素の化学 授業の目的と概要： アクチノイド、超アクチノイド等の重元素の溶液化学・核化学の基本を理解する。 学習の到達目標： 溶液中におけるアクチノイドイオンの化学的性質に基づき、アクチノイドがどのように分離され利用されるかを理解するとともに、超アクチノイド化合物の電子状態や重元素の合成法を学習する。 授業の内容・方法と進度予定： アクチノイド、超アクチノイド等の重元素の化学は、無機化学に新しい領域を切り拓く。本講義では、5f 電子が関与する独特な酸化還元、錯形成挙動等のアクチノイドの溶液化学の展開、原子力におけるアクチノイドの分離化学工学の現状と将来、また周期表上で原子番号の上限に位置する超アクチノイド元素(104～112番元素)の合成や化学的特性に関する最先端研究などを解説する。 教科書および参考書： 資料を配布する。 成績評価の方法： 出席と授業内でのレポート作成による。 その他： 永目 諭一郎 (nagame.yuichiro@jaea.go.jp) 木村 貴海 (kimura.takaumi@jaea.go.jp) 目黒 義弘 (meguro.yoshihiro@jaea.go.jp)			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Inorganic Chemistry Ⅲ (先端無機化学特論Ⅲ)	Spring Semester 2 Credits	Professor Nagao Kobayashi	Functional Molecular Chemistry Laboratory
Course Title : Inorganic Chemistry and Bioinorganic Chemistry Purpose/Abstract : To understand d-metal complexes, the electronic spectra of metal complexes, and elements of living systems and heme enzymes. Goal : At the end of this course, students are expected to understand binding, electronic structure and reactions of d-metal complexes, electronic spectra of complexes, and elements of living systems and functions and structures of some heme enzymes. Contents : Lectures, exercise, and reports of the following subjects: 1. Representative ligands, bonding and electronic structure, and reactions of d-metal complexes. 2. The electronic spectra of atoms and complexes, and bonding and spectra of M-M bonded compounds. 3. The elements of living systems and functions and structures of some heme enzymes. Books required/referenced : D. F. Shriver and P. W. Atkins, Inorganic Chemistry, Oxford University Press, 3rd or 4th edition. Grading : Small examinations and reports (60%), and class participation including required attendance (40%) Remarks : Chemistry Building B, 2F, Lecture room 3. Every Wednesday from 10:30 to 12:00.			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Inorganic Chemistry Ⅳ (先端無機化学特論Ⅳ)	Fall Semester 2 Credits	Soji SHIMIZU Lecturer	Functional Molecular Chemistry Laboratory
Course Title : Inorganic Chemistry Purpose/Abstract : In order to enhance understanding of what students learn in Advanced Inorganic Chemistry III, this course will provide advanced topics of inorganic chemistry including 1) electronic properties (ligand-field and spin-orbit coupling, electronic spectra, and molecular magnetism), 2) electron transfer, and 3) new trends in modern coordination chemistry. Goal : At the end of this course, students are expected to master basic background of the modern inorganic chemistry. Contents : 1) Electronic properties (ligand-field and spin-orbit coupling, electronic spectra, and molecular magnetism) 2) Electron transfer (mechanism of redox reactions and mixed-valence systems) 3) New trends in modern coordination chemistry (supramolecular coordination chemistry, photochemistry, and biocoordination chemistry) Books required/referenced : Grading : Examination and reports Remarks : Chem. Students Lab. [H-22] 2F Lecture room 3 Wednesday, 2nd class			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Organic Chemistry I (先端有機化学特論 I)	Fall Semester 2 Credits	Gridnev Ilya 准教授	反応有機化学研究室
Course Title : History of Chemistry Purpose/Abstract : The lectures will cover development of Chemistry as a science, history of the main ideas and basics of the modern chemistry, development of the synthetic and analytical methods, appearance and changes of the important concepts. Each topic will be connected to the modern state of research in the field. Goal : Students are supposed to learn the history of chemistry and develop abilities on the critical analysis of the ideas and concepts used in the modern research. Contents : 8. Kinetics and Thermodynamics. 9. Organic chemistry. 10. Inorganic and Organometallic chemistry. 11. Catalysis. 12. Polymers. 13. Biochemistry. 14. Environmental Chemistry. Books required/referenced : Trevor H. Levere: "Transforming Matter: A History of chemistry from Alchemy to the Buckyball" Original papers and reviews (copies provided by the teacher) Grading : Attendance to the classes Each student makes a class presentation on a topic chosen from the suggested or on his/her own choice. The paper will be discussed with the teacher. Remarks : Tel. 6603 Email igridnev@m.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Organic Chemistry VI (先端有機化学特論 VI)	Spring Semester 2 Credits	Gridnev Ilya 准教授	反応有機化学研究室
Course Title : History of Chemistry Purpose/Abstract : The lectures will cover development of Chemistry as a science, history of the main ideas and basics of the modern chemistry, development of the synthetic and analytical methods, appearance and changes of the important concepts. Each topic will be connected to the modern state of research in the field. Goal : Students are supposed to learn the history of chemistry and develop abilities on the critical analysis of the ideas and concepts used in the modern research. Contents : 1. Chemistry among other sciences. Early findings, ideas, theories. 2. Atomic hypothesis and its development. 3. Binding and Structure. 4. The Electron and electronic structure of matter. 5. Elements: nature, number and discovery. 6. Periodic Table and Periodic Law. 7. Analytical, instrumental, and spectroscopic techniques. Books required/referenced : Trevor H. Levere: "Transforming Matter: A History of chemistry from Alchemy to the Buckyball" Original papers and reviews (copies provided by the teacher) Grading : Attendance to the classes Each student writes a short paper on a topic chosen from the suggested or on his/her own choice. The paper will be discussed with the teacher. Remarks : Tel. 6603 Email igridnev@m.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Physical Chemistry I (先端物理化学特論 I)	Fall Semester 2 Credits	Hideaki Takahashi Associate professor	Department of ChemistryFaculty of Science
Course Title : Introduction to Quantum Chemistry Purpose/Abstract : The course will introduce the fundamental principles of the quantum mechanics. It will present the solution of the basic equation in quantum mechanics for understanding simple one-particle quantum systems. Further, the methodologies to solve many-particles systems will be discussed on the basis of the mean-field approximations for the applications of quantum mechanics to chemical reactions. Goal : Understand the fundamental principles of the quantum mechanics and the mean-field approximation used to solve the Schrodinger equations for many-electrons systems such as atoms and molecules. Contents : Following subjects will be presented: 1. Fundamental principles in quantum mechanics 2. Applications to one-particles systems 3. Electronic structure in atoms 4. Molecular orbitals and mean-field approximation Books required/referenced : D. A. McQuarrie and J. D. Simon "Physical Chemistry: A molecular approach" P. W. Atkins "Physical Chemistry" Grading : Examination, attendance, and reports Remarks :			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Physical Chemistry VI (先端物理化学特論 VI)	Spring Semester 2 Credits	Yutaka Shibata Associate Professor	Department of Chemistry
Course Title : Application of Physical Chemistry to the Life Science Purpose/Abstract : To understand biological processes on the basis of physical chemistry Goal : To understand how concepts in physical chemistry explain the properties of biomolecules and their biological processes mainly related to photosynthesis Contents : Lectures, exercises, and reports of the following subjects: 1) Quantum mechanics and thermodynamics relevant to the structures and dynamics of biomolecules 2) Basic Concepts of Chemical Kinetics of biological processes 3) Molecular energetics in life science 4) Light-matter interactions in biological materials Books referenced : 1) Herbert van Amerongen, Leonal Valkunas, and Rienk van Grondelle "Photosynthetic Excitons" 2) Robert E. Blankenship "Molecular Mechanisms of Photosynthesis" Grading : Presentation, submitted reports, and asking questions in class Remarks :			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地殻力学特論Ⅰ	1 学期 2 単位	中村 教博 准教授	地圏進化学講座
授業題目： 地殻のしくみと進化の歴史 授業の目的と概要： 地球を覆う数十枚のプレートの運動は非常に微々たるものだが、その積み重なりによってヒマラヤ山脈が上昇し、東アジアのモンスーン気候を生み出しているのである。東日本大震災に代表される災害は、この微々たるプレートの動きが数百年・数千年と積み重なった結果である。この震災を通して、我々は人類と地球の時間スケールの違いに目を向ける必要性を感じたことだろう。そこで、この講義では地殻変動のしくみと進化の歴史をたどりつつ、地殻変動研究の基礎となる連続体の力学と地磁気の基礎理論を学び、地殻岩石の力学的・電磁気学的物性と変形、さらに地殻変動を生み出すマントル対流・ダイナモ活動について、他惑星の場合と比較しつつ紹介する。また、この講義を通して、いかにして人類が地球の時間スケールでの現象を理解してゆくべきかを考えてゆきたい。 学習の到達目標： 広く地殻変動に関する基礎的現象の数理的背景を習得し、地球惑星科学の諸問題に対する解決の糸口を自ら発見できるようになること。また、その糸口から問題を解決し、その成果を伝える能力を身につけること。 授業の内容・方法と進度予定： 連続体力学、流体力学、断層と地震、古地磁気学、化学ジオダイナミクス、対流と地球ダイナモについて紹介し、それぞれの地球惑星科学の問題への応用例を、主にTurcotte and Schubertのテキストに沿って講義する。パワーポイントで概略を説明したのち、板書によって講義を進める。板書の内容に沿った計算問題を適宜実施し、課題レポートとする。 教科書および参考書： Turcotte, D. L. and Schubert, G., Geodynamics (Second Edition), Cambridge University Press, 2002 上記教科書を購入することが望ましいが、講義資料を配布するので、その限りではない。 成績評価の方法： 各回の講義時間中に課題レポートを課す。このレポート提出と、セメスター最後に実施する小テストで評価する。 その他： 問い合わせ先：022-795-6613 電子メールアドレス：n-naka@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地殻力学特論Ⅱ	2 学期 2 単位	長濱 裕幸 教授	地圏進化学講座
授業題目： 理論テクトニクス 授業の目的と概要： テクトニクスを物理的な過程として理解する構造物理学を紹介する。テクトニクスを物理学のことばを使って考えるための基礎を、構造地質学の立場から紹介する。 学習の到達目標： テクトニクスを物理学のことばを使って考えるため、線形代数、解析学、ベクトル解析、テンソル解析、連続体力学の基礎知識を習得しながら、地質的な時間スケールでの変動に関して自ら問題を発見し、それを解く能力を身につける。 授業の内容・方法と進度予定： 以下の2点に注目し、テクトニクスを物理的な過程として理解する構造物理学を参考テキストの輪読発表形式で講義する。 (1)変形の幾何と静力学・テクトニクスへの応用 (2)動力学（歪みと応力の構成関係）・リソスフェアのレオロジー 教科書および参考書： 教科書として、「理論テクトニクス入門：構造地質学からのアプローチ、山路 敦（著）、朝倉書店」を用いる。その他の教科書および参考書を初回授業ガイダンスで紹介する。 成績評価の方法： 出席状況と課題発表の結果等で評価する。 その他： 問い合わせ連絡先：022-795-7778			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地 圏 環 境 学 特 論	1 学期 2 単位	箕浦 幸治 教授	環境動態論講座
授業題目： 古気候変動学 授業の目的と概要： 主として第四紀の古気候変動に着目し、氷期―間氷期周期の地球史的変遷と古気候変動のメカニズムを学習し、現在および将来の気候システムの成立について考察する。 学習の到達目標： 気候変動、特に地球温暖化は、今後の人間活動を評価する上で重要な人類的課題となっている。この目的において、第四紀の古気候システムの理解は必須の課題となりつつある。今後の地球温暖化を評価する上でも不可欠な知識である最終氷期―後氷期の古気候の発達過程を多角的に学習する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 気候形成のメカニズム 2. 気候変動 3. 古気候の復元 4. 地球の寒冷化 5. 地球の温暖化 6. 氷期―間氷期周期 7. 環境と気候の相互作用 8. 人類の活動と気候形成 教科書および参考書： 開講時に参考図書を紹介する。 成績評価の方法： 授業出席および試験の結果に基づいて評価する。 その他： 授業では、古気候に関する最新の資料と解釈に重点を置き、内容を深める上で受講者との対話形式を重視する。資料説明に際しては映像を多用し、理解の補助とする。 ※この科目は国際高等研究教育院指定科目です。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球環境変遷学特論	2 学期 2 単位	西 弘嗣 教授	学術資源研究公開センター
授業題目： 過去 2 億年間の地球の気候・環境変遷史 授業の目的と概要： 過去 2 億年間の地球の気候・環境の変動史から、地球の気候がどのような要因で制御されているかを解説する。また、気候や環境が生物進化にどのような影響を与えてきたかも解説する。 学習の到達目標： 地球の環境変化が生命進化に与えた影響を約 2 億年間の歴史を通して理解するとともに、地球の環境変動を起こしている原因を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 地球の気候を支配する要因は何か 2. 温室地球の気候 3. 温室から寒冷への漸移期の気候変動 4. 寒冷期の地球 5. 人類期の気候変動 6. まとめ 教科書および参考書： 講義にて紹介する。 成績評価の方法： 出席およびレポート その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
サンゴ礁学特論	1 学期 2 単位	中森 亨 准教授	地圏進化学講座

授業題目：
サンゴ礁の地形、生物の分布、海水の化学

授業の目的と概要：
現在のサンゴ礁研究に必要なサンゴ礁の地形、造礁生物の分布、海水の化学について最新の情報を紹介する。

- サンゴ礁を取り巻く環境：亜熱帯気候、気温・日射量・降水量・風向・水温・塩分の分布、外洋の海況、リモートセンシングによるサンゴ礁の調査
- サンゴ礁の地形：ダーウィンのサンゴ礁地形進化モデル、礁地形の細分類とその普遍性、礁原内のパッチの分布と水流、ラディエーションストレスによる海水循環
- サンゴ礁の生物の分布とサンゴ礁生態系：造礁サンゴの分類と分布、海藻・海草の分類と分布、その他の生物の分類と分布、礁地形と造礁生物の関連、サンゴ礁の多様性と生物現存量
- サンゴ礁海域における海水の化学：サンゴ礁海域の海水の化学的特徴、海水に記録された造礁生物の代謝、サンゴ礁における栄養塩、サンゴ礁の炭素循環と共存効果

学習の到達目標：
サンゴ礁でみられる特殊な現象について高度な理解を深める。

授業の内容・方法と進度予定：
講義の形式で進行する。

教科書および参考書：
担当教員が作成した資料集を用いる。

成績評価の方法：
主に、出席回数とレポートの成績をもとに評価する。

その他：
022-795-6617

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
古 海 洋 学 特 論	1 学期 2 単位	井龍 康文 教授	大学院理学研究科

授業題目：
古海洋学

授業の目的と概要：
生物地球化学循環に基づき地球史、なかでも海洋環境の変遷を学ぶ。

学習の到達目標：
古海洋学に関する最新の議論に関して、背景や論点が理解できることを目指す。

授業の内容・方法と進度予定：
1. 海洋学入門（1回）
2. 先カンブリア時代の海洋（1回）
3. 全球凍結の地球化学（1回）
4. エディアカラ紀～カンブリア紀の海洋（2回）
5. 腕足動物が語る古生代の海洋（2回）
6. 海洋無酸素事変をどう理解するか（2回）
7. PETM はたしてメタンハイドレードが崩壊したのか？（2回）
8. 地球が冷蔵庫をもった 鍵は海陸配置かCO₂濃度か？（1回）
9. 氷期・間氷期の海（2回）
10. 海のこれから 地球温暖化と海洋酸性化（1回）

教科書および参考書：
授業では、最新の論文を読むので、特に指定しない。

成績評価の方法：
出席（50%）とプレゼンテーションの内容（50%）で評価する。

その他：

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
群集進化学特論	1 学期 2 単位	佐々木 理 准教授 中森 亨 准教授	学術資源研究公開センター 地圏進化学講座
授業題目： 生物群の構造解析法 授業の目的と概要： 生物多様性を解析するために必要な、個体群・群集・動物群といった様々なスケールの生物群についての時間的、あるいは空間的な構造（パターン）の解析法を解説し、さらに理解を深めるために具体的な解析例を取り上げた演習を行う。 学習の到達目標： 生物群を対象とする統計解析法を理解し、実際の研究に活用できる。 生物群についての確率モデルを理解し、実際に計算実験をできる。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 生態系の群集構成種の頻度の確率分布と多様性に関わる諸量を集団動力学に基づいて計算し、サンゴ礁や熱帯雨林での実際の群集と比較する。モデルとデータの適合を検討し、これらの生態系がどのような過程を経て成立したかを考察する。 2. 古海洋学においてはすでに古典的となった化石生物群集にもとづく定量的な海洋環境推定を解説する。地球規模の浮遊性有孔虫化石群集データと海洋環境データを用いて、実際に最終氷期の海洋環境の復元を試みる。 教科書および参考書： 配布プリントを使用し、参考書は随時紹介する。 成績評価の方法： 提出されたレポートと出席に基づいて評価する。 その他： ※この科目は国際高等研究教育院指定科目です。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
生物事変学特論	1 学期 2 単位	海保 邦夫 教授	地圏進化学講座
授業題目： 生物事変学 授業の目的と概要： 生物の絶滅事変、多様化事変などの生物事変の原因とそれらの事変時における環境変動と生物の応答の実体を理解する。 学習の到達目標： グローバルな生物の変化と環境変動の関係を議論できるようになる。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 生物事変学の概要の説明 1 回 2. 生物事変に関するテーマを各自一つ選んで、そのテーマに関する最近の主要論文を数編読み、パワーポイントにまとめ発表し、議論する。1 回 2 名ずつ発表する。 教科書および参考書： 教科書：掛川 武・海保邦夫著 現代地球科学入門シリーズ15巻 地球と生命：地球環境と生物圏進化 共立出版 理薬生協に置く。 成績評価の方法： 出席と発表とレポート（発表用パワーポイント）により評価する。 その他： 生物事変学に関する講義は、学部5セメスターの”生命環境誌”で行なっているので、興味のある方は、受講してください。 この科目は国際高等研究教育院指定授業科目です。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
環境動態論特論Ⅱ	1 学期 2 単位	平野 信一 准教授	環境動態論講座
授業題目： 第四紀の編年 授業の目的と概要： 地形発達史を考える上で必要な各種の地形編年についての理解を深める。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 輪読・ゼミ形式で行なう 教科書および参考書： Raymond S. Bradley : Paleoclimatology. San Diego, Calif. : Academic Press 成績評価の方法： 出席状況と課題に対するレポートなどを総合して判断する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
環境動態論特論Ⅲ	2 学期 2 単位	平野 信一 准教授	環境動態論講座
授業題目： 変動帯における日本の地形の特徴 授業の目的と概要： 地殻変動の活発なプレート境界における研究を通して地殻変動の特徴を学ぶ、自分の研究対象となり得る地形についての国内外の研究史をまとめる。 学習の到達目標： 日本列島の地形に働く内作用についての理解を深める。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 第四紀地殻変動と各種の変動地形 2. 火山地形 3. 国内外の研究史をまとめる問題点を捉える。 輪読・ゼミ形式で行なう。 教科書および参考書： 成績評価の方法： 出席状況と課題に対するレポートなどを総合して判断する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地 形 学 特 論 I	1 学期 2 単位	今泉 俊文 教授	環境地理学講座
授業題目： 変動地形学 授業の目的と概要： 変動帯に属する日本列島の地形（地表の起伏）形成には、第四紀地殻変動が大きく関与している。地殻変動を時間軸を基に分析し、変動様式ごとに考える。また、海岸・内陸地域など場所の違いによる第四紀地殻変動の実態をどのように理解したらよいだろうか。日本の地殻変動・地形形成を世界の変動帯のそれと比較したとき、共通するところと異なるところは何かであろうか。日本の地形形成と地殻変動について世界の変動地形と比較しながら考えてみる。 学習の到達目標： 変動地形研究の基礎を理解すると同時に、世界の変動地形研究の最先端を探る。 授業の内容・方法と進度予定： 以下の項目を数回に分けて行う 1. 地殻変動の指標としての地形 2. 年代指標 3. 変動様式 4. 古地震 5. 完新世の地殻変動と活断層 6. 更新世の地殻変動と活断層 7. 地殻変動と地形形成など 教科書および参考書： 教科書： 特に指定しない。必要な資料は配布する。 参考書： Douglas W. Burbank and Robert S. Anderson, 2001, Tectonic Geomorphology Blackwell Publishing, 1-274. Geophysics Study Committee, Active Tectonics, National Academic Press, 1-266, 1986 R.S. Yeats, et. al. The Geology of Earthquakes., Oxford University Press, 1-568, 1997 J. P. McCaig, Paleoseismology. Academic Press, 1-588, 1996 成績評価の方法： 出席状況と課題に対するレポートなどを総合して判断する。 その他： オフィスアワーは、講義終了後約 1 時間、研究室とする。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地 形 学 特 論 II	2 学期 2 単位	今泉 俊文 教授 大月 義徳 助教 岡田 真介 助教	環境地理学講座環境地理学講座 自然災害学講座 (災害科学国際研究所)
授業題目： 地形変化の様式（地形学セミナー 2） 授業の目的と概要： 変動地形をはじめとする各種の地形変化について、その変化様式をどのように認識し、かつ量的分析方法を行うかについて考える。 学習の到達目標： 関連研究分野のレビューに基づいて、各自の研究方法を構築すること。 授業の内容・方法と進度予定： ＜授業計画の概要＞ 1. 内作用に基づく地形変化とその分析 ・ 海岸地域の変動地形 ・ 内陸地域の変動地形 2. 各自のテーマの設定およびその検討 3. 野外での検討（宿泊を伴うこともある） 教科書および参考書： 特に指定しない。適宜配布する。 成績評価の方法： 出席状況と課題に対するレポートなどを総合して判断する。 その他： 今年度はセミナー形式にて行うので、地形学分野で修士論文を書く者は必ず受講すること。また地形学特論 I および環境地理学特論 I もあわせて履修すること。オフィスアワーは、講義終了後約 1 時間、研究室とする。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
気 候 学 特 論 I	1 学期 2 単位	境田 清隆 教授	環境科学研究科
授業題目： 気候環境論 授業の目的と概要： 気候環境を気候と人間の相互作用、すなわち気候が人間に及ぼす影響と人間が気候に及ぼす影響の相互作用として理解できるように講義する。 学習の到達目標： 環境要素としての気候の重要性を認識し、人間と気候とのよりよい関係について考察できるようにする。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 気候の形成と地域性 1－1. 気候の形成メカニズム 1－2. 世界の気候区 2. 気候が人間に及ぼす影響 2－1. 衣食住と気候 2－2. 農業と気候 2－3. 交通・エネルギーと気候 2－4. 文明と気候 3. 人間が気候に及ぼす影響 3－1. 都市気候とその緩和策 3－2. 大気汚染と気候 3－3. 地球温暖化問題 教科書および参考書： 講義の中で適宜紹介する。 成績評価の方法： 出席とレポートによる。 その他： 気候学の初学者にも理解できるように配慮する。 オフィスアワー：授業終了後約1時間			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
気 候 学 特 論 II	2 学期 2 単位	境田 清隆 教授	環境科学研究科
授業題目： 気候学研究法 授業の目的と概要： 担当者が携わってきた気候学研究について、その動機・当時の研究動向・手段選択に遡って、できるだけ平易に説明する。 学習の到達目標： 気候学研究の課題設定と研究方法について認識を深める。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 中小規模の気候 1－1. ヒートアイランド現象とその緩和 1－2. 生物指標 1－3. 地形・地表被覆因子 2. ヤマセと冷夏 2－1. 東北地方の東西性 2－2. ヤマセの季節性 2－3. 冷夏出現の経年変化 3. 気候変動の諸相 3－1. インドネシアの降水量変動 3－2. 中国内蒙古の砂漠化 教科書および参考書： 講義の中で適宜紹介する。 成績評価の方法： 出席とレポートによる。 その他： オフィスアワー：授業終了後約1時間			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
人文地理学特論Ⅰ	1 学期 2 単位	日野 正輝 教授 増田 聡 教授 上田 元 准教授 磯田 弦 准教授	環境地理学講座経済学研究科 環境科学研究科環境地理学講座
授業題目： 人文地理学のフロンティア 授業の目的と概要： 1990年代以降の人文地理学分野の研究成果をレビューし、新しい知見を修得するとともに、今後の研究課題について学ぶ。 学習の到達目標： 授業内容の欄に列記した各テーマーに関する近年の研究動向について理解を深める。 授業の内容・方法と進度予定： 1) グローバリゼーションと空間編成 2) 産業集積と地域労働市場 3) 都市の社会空間 4) 都市と防災 5) 発展途上国論 6) 環境モニタリングと持続的発展 7) 人口問題 教科書および参考書： 講義のなかで適宜紹介する。 成績評価の方法： 成績評価は出席60％、レポート40％の割合で行う。 その他： 火曜日第4講時 オフィスアワー：随時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
人文地理学特論Ⅱ	2 学期 2 単位	上田 元 准教授	環境科学研究科
授業題目： 人文地理学の諸問題（社会＝生態系の理論） 授業の目的と概要： 教科書・参考書欄に掲げる社会＝生態系に関するヒューマン・エコロジー的な文献、およびその周辺の文献を講読・検討することによって、開発経済学、農業経済学、文化人類学、生態人類学、応用生態学など、人文地理学とその隣接分野で行われている環境・資源利用研究、土地被覆・利用変化の研究、自然資源管理論、時空間スケール論などの動向を把握し、それとの関連において人文地理学研究の課題を検討する。 学習の到達目標： 関連諸分野における最新の研究動向について理解を深め、環境・資源に関する人文地理学的研究課題を設定する構想力を養う。 授業の内容・方法と進度予定： 輪読・ゼミ形式で行う。 教科書および参考書： 講義中に適宜紹介する。 成績評価の方法： 出席（80％）とレポート（20％）により評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地域形成論特論	1 学期 2 単位	日野 正輝 教授	環境地理学講座
授業題目： 脱成長社会の都市化 授業の目的と概要： 日本をはじめとする先進国では都市の縮小（Shrinking Cities）が現れている。都市の縮小にどのように対処して行くかが問われている。そこで、世界の Shrinking Cities を紹介した下記の文献を通読して、討議し、縮退都市に関する理解を深める。 K.M. Pallagst, T. Wiechmann, and C.M.Fernandez (2012) : Shrinking Cities: International Perspectives and Policy Implications, Taylor & Francis Group, 304P. 受講者は上記のテキストの各章について分担して要約を作成する。それに基づいて討議する。 学習の到達目標： 先進国の都市化は新しいステージに移行しつつある。この新しい状況を理解すると同時に、Shrinking の問題に対処する基礎的認識を養う。 授業の内容・方法と進度予定： 受講者は上記したテキストの各章を通読するとともに、分担して各章の要約を作成する。それに基づいて討議する。 教科書および参考書： K.M. Pallagst, T. Wiechmann, and C.M.Fernandez (2012) : Shrinking Cities: International Perspectives and Policy Implications, Taylor & Francis Group, 304P. 成績評価の方法： 成績評価は出席60%、レポート40%の割合で行う。 その他： 火曜日第3 講時 オフィスアワー：随時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地域環境論特論	1 学期 2 単位	磯田 弦 准教授	環境地理学講座
授業題目： Geography of Japan 授業の目的と概要： Understand geographical phenomenon, concepts and key terms in both English and Japanese through reading a textbook on Geography of Japan. Intended as a first step to reading Japanese literature in geography for overseas students. 国内学生にとっては既知であると思われる日本地誌を英語で学び、地理学的な現象、概念、専門用語を英語と日本語の両方で理解する。英語で、日本地誌や地理学を表現するための第一歩とする。 学習の到達目標： - Read Japanese literature on geography, understanding the geographical background of the region in question - 地理学的現象を英語で表現、論文執筆する 授業の内容・方法と進度予定： Students will summarize and present the allocated chapters from the textbook below, while Japanese equivalent to the phenomenon, concepts and key terms are discussed during the class. 英語の日本地誌の教科書を分担して要約・発表し、現象・概念・専門用語を日本語で表現する場合について議論する。 教科書および参考書： Textbook (purchase not mandatory), 教科書（購入は任意） 金坂清則・伊藤喜栄・中村和郎 2009 “Discovering Japan: a New Regional Geography”, 帝国書院 成績評価の方法： 課題（要約・発表）100% その他： Monday, 5 th period			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
環境地理学特論Ⅰ	1 学期 2 単位	今泉 俊文 教授 大月 義徳 助教 岡田 真介 助教	環境地理学講座環境地理学講座 自然災害学講座 (災害科学国際研究所)
授業題目： 地形変化の速度（地形学セミナーⅠ） 授業の目的と概要： 河川地形・海岸地形をはじめ、地形の形成と、その変化過程・変化速度をどのように認識し、かつ定量的な分析を行うかを考える。 学習の到達目標： 関連研究分野のレビューに基づいて、各自の研究方法を構築すること。 授業の内容・方法と進度予定： ＜授業計画の概要＞ 1. 外作用に基づく地形変化とその分析方法 2. 各自のテーマの設定およびその検討 3. 野外での検討（宿泊を伴うこともある） 教科書および参考書： 特に指定しない。適宜配布する。 成績評価の方法： 出席状況と課題に対するレポートなどを総合して判断する。 その他： セミナー形式にて行うので、地形学分野で修士論文を書く者は必ず受講すること。また地形学特論Ⅱおよび環境地理学特論Ⅰもあわせて履修すること。オフィスアワーは、講義終了後約1時間、研究室とする。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
環境地理学特論Ⅱ	2 学期 2 単位	磯田 弦 准教授	環境地理学講座
授業題目： リモートセンシングの方法と実習 授業の目的と概要： 衛星画像を用いた観測方法や分析方法を学ぶと同時に、実習を担当する練習を行う 学習の到達目標： (1)リモートセンシングソフトウェアの使用法を身につける (2)衛星画像データの処理方法を理解する (3)衛星画像を用いて植生分布や土地利用分布、またその変化を把握する (4)1時間程度の実習を構成し、教育する方法を学ぶ 授業の内容・方法と進度予定： 担当教員が衛星画像データの基本的性質とリモートセンシングソフトウェアの基本操作を教えたのち、参加者はグループで教科書の各章を分担して要約し、その内容を実習できる教材を作成し、参加者に対して実習する。 (1)リモートセンシングソフトウェアの基本操作（教員担当） (2)衛星画像データの前処理（学生担当） (3)各種指標値の算出（学生担当） (4)土地利用の教師なし分類（学生担当） (5)土地利用の教師つき分類（学生担当） 教科書および参考書： (購入は任意) Warner TA and Campagna DJ, 2009, "Remote Sensing with IDRISI Taiga", Geocarto International Centre. Mather P and Koch M, 2011, "Computer Processing of Remotely-Sensed Images", 4th edition, Wiley 成績評価の方法： 課題（教科書の要約と実習の実施）50% レポート 50% その他： 火・3			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球惑星物質科学特論Ⅰ	1 学期 1 単位	谷口 尚 教授(委)	物質材料研究機構
授業題目： 地球物質科学特論：超高压と材料科学 授業の目的と概要： 超高压実験の基礎から応用を学んでもらう 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： プリントなど 成績評価の方法： レポートと出席 その他： kakegawa@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球惑星物質科学特論Ⅱ	2 学期 1 単位	渡辺 寧 准教授(委)	産総研
授業題目： レアアースの探査：その重要性 授業の目的と概要： レアアースに代表される金属元素の鉱床学に関する最新の話題を講義する。 学習の到達目標： 金属資源の成因、探査法を熟知する。 授業の内容・方法と進度予定： 集中講義形式でパワーポイントを使用する。 教科書および参考書： プリントを配布する 成績評価の方法： 出席重視 その他： 開講日は掲示で連絡する。kakegawa@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球惑星物質科学特論Ⅲ	2 学期 1 単位	中村 良介 准教授(委)	産業技術総合研究所
授業題目： 月・惑星探査学入門 授業の目的と概要： 日本および世界ですすめられている惑星探査の現状と将来について講義する。 学習の到達目標： 地球以外の太陽系内天体を研究するための手法としての、惑星探査の意義と技術的な課題について理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 集中講義形式で 惑星探査の目的、手法、歴史、将来を概説する。 教科書および参考書： 未定 成績評価の方法： 集中講義後のレポート提出 その他： 集中講義方式で行う			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
生物系統進化学特別講義Ⅱ	2 学期 1 単位	太田 英利 講師(非)	兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 教授
授業題目： 生物地理学 授業の目的と概要： 生物の分布のさまざまな側面に現われる時空間的パターンとその影響要因について、特に琉球列島を中心とした具体例で検討し、こうしたパターンの持つ生物学的、地理・地質学的、環境学的示唆について考える。 学習の到達目標： 生物の分布から、その背景となるさまざまな事象について論理的に推定する方法や、それぞれの方法の限界、さらに優良な仮説を得るための努力目標の立て方等について、概要が理解できるようになることを目指す。 授業の内容・方法と進度予定： 【授業内容】 1. 生物の分布の多様性 2. 生物の移動様式の多様性 3. 生物の種と系統 4. 生物の時空間的履歴を推定するための情報源 1. 化石 5. 生物の時空間的履歴を推定するための情報源 2. DNA 6. 生物の時空間的分布に影響する要因 1. 古地理 7. 生物の時空間的分布に影響する要因 2. 古環境 8. 生物の時空間的分布に影響する要因 3. 人間活動 9. 証拠、手法の評価と総合にもとづくより確からしい仮説の構築 教科書および参考書： 教材は最新の論文・総説を中心にこちらで準備し配布する。 成績評価の方法： 出席状況（50％）と課題へのレポートの内容（50％）で評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
自然地理学特別講義Ⅰ	1 学期 1 単位	松本 淳 講師(非)	首都大学東京大学院都市環境研究科 教授
授業題目： グローバルモンスーン気候学 授業の目的と概要： 世界のモンスーン気候について概説し、グローバルな視点からみた日本を含むアジアモンスーンの特徴を論じる。 学習の到達目標： 日本を含むアジアの気候環境の特徴と、その形成に関わる様々なプロセスについての理解を深める。また人間活動による影響についても理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 2 日間の集中講義として以下の内容を予定している。 1. モンスーン気候の認識の歴史 2. グローバルにみたモンスーンの風系と降水 3. アジアモンスーンの季節変化 4. アジアモンスーンの長期変化と人間活動 教科書および参考書： 必要に応じて授業中に随時紹介する。 成績評価の方法： 講義への出席・参加状況とレポート提出によって行う。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
人文地理学特別講義Ⅰ	1 学期 1 単位	宮澤 仁 講師(非)	お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 准教授
授業題目： 福祉問題に関する地理学的研究 授業の目的と概要： 日本では世界に類をみないスピードで少子高齢化が進んでおり、それに対応できる福祉制度を構築するために2000年前後から社会保障の制度改革が進められてきた。このような社会的・政治的变化を受けて日本の地理学界でも福祉問題に対する関心が高まり、関連研究が蓄積されてきた。この授業では、福祉問題に関する地理学的研究の方法論と動向について講義するとともに、その展望について論じる。 学習の到達目標： 近年の福祉研究では「地域の多様性」と「社会保障の持続性」が注目されている。そのためには地理学の視点が重要であることを理解し、あわせて福祉問題を説明、分析、考察するための地理学的観点や研究調査手法について学ぶ。講義では事例として日本の福祉問題を中心に上げるが、日本の福祉のあり方は世界的に注目を集めていることも理解してほしい。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 福祉に関する地理学的研究の方法 2. 日本の福祉問題と地理学的研究の動向 3. 福祉サービスの供給 4. 福祉と地域社会 5. 地域福祉と住宅問題 6. 都市空間と障害 教科書および参考書： 教科書はとくに指定しない。講義のなかで参考書ならびに文献を紹介する。 成績評価の方法： 出席（75%）およびレポート（25%）により評価する。 その他： 個別の質問や相談には、休み時間と授業後に教室で対応する。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地圏物質循環学特別講義Ⅱ	2 学期 1 単位	増田 幸治 准教授(委)	産業技術総合研究所
授業題目： 岩石物性と地震発生過程 授業の目的と概要： 地震は地下で断層がずれる現象である。地下深部を構成する岩石の性質（物性）や断層運動（岩石の摩擦）を理解することは、地震発生機構を解明するための基礎である。岩石の物性と地震発生過程について解説する。 学習の到達目標： 岩石の物性などの基本的性質についてとそれを扱う実験岩石力学の基礎について理解。岩石の物理的性質と地震発生メカニズムとの関連、岩石物性研究と社会問題とのかかわりについての理解。 授業の内容・方法と進度予定： 岩石の物性や摩擦を、実際に測定したり再現したりする実験岩石力学を中心に地震発生過程について、基本事項から研究現場の実際、今後の課題について講義形式（含：質疑応答）で解説予定 項目：(1)地下の構造と岩石の物性、(2)岩石の破壊と流動、(3)岩石の摩擦、(4)地震発生過程と岩石の物理的性質、(5)岩石物性研究と社会問題とのかかわり—CO₂地中貯留などを例として— 教科書および参考書： プリント資料を配布予定 成績評価の方法： 出席とレポート その他： 電子メール：koji.masuda@aist.go.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
鉱物成因論特論Ⅰ	1 学期 2 単位	長瀬 敏郎 准教授	学術資源研究公開センター
授業題目： 鉱物組織学 鉱物成長学 授業の目的と概要： 鉱物の成因と鉱物組織との関連した最近の発展を中心に基礎的事項と先端的問題について講義する。 キーワード：鉱物組織解説、結晶成長、交代作用、離溶、相転移 学習の到達目標： 鉱物組織に関する、基本的な概念、研究手法を理解し、関連する課題に取り組むための、基本的な能力を身につける。 授業の内容・方法と進度予定： (1)鉱物組織の概要、(2)組織観察の方法、(3)結晶内の欠陥構造、(4)結晶成長による組織形成、(5)相転移による組織形成、(6)変形による組織形成 教科書および参考書： 講義において紹介 成績評価の方法： 試験の結果はもとより、出席も重視して評価する その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
鉱物構造論特論Ⅰ	1 学期 2 単位	長瀬 敏郎 准教授	学術資源研究公開センター
授業題目： 鉱物構造論 授業の目的と概要： この講義では、鉱物の結晶構造に関連した最近の発展を中心に基礎的事項と先端的問題について講義する。 キーワード：温度、圧力、化学組成、相転移、固溶体、X線回折、赤外吸収、ラマンスペクトル、電子顕微鏡 学習の到達目標： 鉱物の結晶構造に関する、基本的な概念、研究手法を理解し、関連する課題に取り組むための、基本的な能力を身につける。 授業の内容・方法と進度予定： (1) 鉱物の結晶構造の概要、(2) X線による結晶構造解析、(3) 電子線による結晶構造解析、(4) 分光法による結晶構造の解析、(5) 温度圧力に伴うの結晶構造の変化 教科書および参考書： 授業で紹介する 成績評価の方法： 試験の結果はもとより、出席も重視して評価する その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
変 成 岩 特 論 Ⅰ	1 学期 2 単位	石渡 明 教授	東北アジア研究センター
授業題目： オフィオライトと変成岩 授業の目的と概要： 造山帯に露出する過去の海洋性リソスフェア（岩石圏）の化石であるオフィオライトは、地球の地殻から上部マントルにかけての断面を地表で「歩いて」調査できる貴重な研究対象であり、マグマの発生、移動、集積、結晶分化、噴出固結による地殻の形成過程、マントルでの溶融プロセス、海洋底変成作用、大陸地殻への衝上過程、そして造山運動、プレートテクトニクス、ブルームテクトニクスを研究するための格好の材料である。また、高压・超高压変成岩は地球のプレート運動を駆動するリソスフェアの「沈み込み」に伴って形成されるので、プレート運動の歴史や仕組みの解明に重要である。長年にわたってオフィオライトや高压・超高压変成岩を研究してきた担当教員が、日本および世界各地の代表例について豊富なスライドや地質図をもとに解説しながら、それらにまつわる地質学・岩石学・地球化学・同位体地質学・構造地質学・海洋地質学などの諸問題を議論する。 学習の到達目標： オフィオライトと変成岩の岩石学的、地質学的理解を通じて、地球のテクトニクスや地球史の解明へとつながる1つの視点を獲得してもらいたい。一つの研究対象にいかにも多くの問題が含まれ、それらがいかにも地学の根本的な問題にかかわっているかを理解してもらいたい。 授業の内容・方法と進度予定： スライドによる講義と板書による講義を併用する。ビデオなどの視聴覚教材も利用する。 (1) オフィオライト・高压変成岩とは何か (2) アルプスのオフィオライト (3) キプロスのオフィオライト (4) オマーンのオフィオライト (5) 西南日本のオフィオライト (6) 東北日本のオフィオライト (7) ロシア極東のオフィオライト (8) 北米西岸のオフィオライト (9) 北米東岸のオフィオライト (10) 先カンブリア紀のオフィオライトと層状貫入岩体 (11) 地球史におけるオフィオライト・パルスとオフィオライトの多様性の成因 (12) アルプスの高压・超高压変成岩 (13) 中国の超高压変成岩 (14) 日本の変成岩：大陸とのつながり (15) まとめと試験 教科書および参考書： プリントを配布する。 成績評価の方法： 出席・レポート・学期末試験 その他： 研究室電話番号 022-795-3614 メールアドレス geoishw@cneas.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
変 成 岩 特 論 II	2 学期 2 単位	石 渡 明 教授	東北アジア研究センター

授業題目：
造山帯の火成岩・変成岩に関する最近の研究

授業の目的と概要：
授業期間の前半は、変成岩についての講義を行う。授業の後半はオフィオライトや変成岩について、最近の研究論文を講読しながら理解を深める。国際学術誌に英語で発表された短い論文を学生が選んで講読するが、関連する英語・日本語の教科書や日本語論文も、学生の理解を助けるために教員が適宜紹介する。

学習の到達目標：
この分野の最先端の研究成果に親しく接し、岩石の野外における産状、岩石組織、鉱物組合せ、全岩化学組成、鉱物科学組成、同位体組成などのデータからどのような結論をどのようにして導くのかを理解する。そして多くの論文を読破するうちに、独自の視点を獲得し、論文の内容の是非を科学的、批判的に判断できるようにして、自分の研究を進めるための基礎とするとともに、「いい論文」を書くため参考とする。

授業の内容・方法と進度予定：
授業期間の前半は通常の講義形式で行う。後半の論文講読は、基本的に学生 1 人が 1 つの論文を選択し、受講者の人数に応じて 1 回に 1 人～2 人が発表する。講読の担当でない学生にも論文が配布される。論文を読んで、積極的に発表者や教員に質問し、議論に参加してほしい。

教科書および参考書：
前半の講義ではプリントを配布する。後半の講読論文は受講者全員に配布する。

成績評価の方法：
出席・発表内容・議論の内容

その他：
研究室電話番号 022-795-3614
メールアドレス geoishw@cneas.tohoku.ac.jp

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
資源地球化学特論	1 学期 2 単位	掛 川 武 教授	地球惑星物質科学講座

授業題目：
資源地球化学特論：安定同位体と代表的な鉱床

授業の目的と概要：
安定同位体地球化学の基礎を学んでもらう。同時に代表的な鉱床に関して一般的な地質情報と安定同位体を通じた成因論を学んでもらう。

学習の到達目標：

授業の内容・方法と進度予定：
(1)水の酸素と炭素安定同位体、(2)二酸化炭素の酸素と炭素の安定同位体、(3)硫黄の安定同位体、(4)窒素の安定同位体、(5)kinetic isotope fractionation vs. equilibrium isotope fractionation、(6)mass independent isotope fractionation、(7)マグマの関係した鉱床 1 (海底熱水鉱床、正マグマ性鉱床)、(8)マグマの関係した鉱床 2 (ダイヤモンド鉱床、カーボナタイト、スカルン鉱床)、(9)石油ーガス鉱床

教科書および参考書：
安定同位体地球化学 (1997) 酒井、松久著、東京大学出版会
Stable Isotope Geochemistry (1996) Mineralogical Society of America
Principles of Isotope Geology (1988) Wiley
地球と生命の起源 (1999) 酒井著、Blue Backs

成績評価の方法：
出席とレポート重視

その他：
kakegawa@m.tohoku.ac.jp

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
太陽系始原物質科学特論Ⅰ	1 学期 2 単位	中村 智樹 教授	地球惑星物質科学講座
授業題目： 惑星物質科学 授業の目的と概要： 太陽系始原物質（小惑星物質と彗星物質）の物質科学的研究の最前線を講義する。 学習の到達目標： 地球物質、地球外物質を研究する大学院生の今後の研究展開の可能性を広げる。 授業の内容・方法と進度予定： トピックを選び、厳選した内容を1コマで完結させるように講義する。 集中講義形式で行う。 期間中に最新論文輪読も行う。 教科書および参考書： 逐次原著論文を紹介する。 成績評価の方法： 出席とレポート その他： 特になし			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球内部物理化学特論Ⅰ・Ⅱ	1 学期 2 学期 2 単位	大谷 栄治 教授 鈴木 昭夫 准教授 村上 元彦 准教授	比較固体惑星学講座 地球惑星物質科学講座 比較固体惑星学講座
授業題目： 先端地球惑星物質科学概論 授業の目的と概要： 概要とねらい： 地球惑星の内部構造、形成過程、進化過程を解明するための物質科学的基礎を論ずる。特に、高温高压地球科学の最近の研究成果について概観し、その成果を用いて地球内部構造・形成過程、核・マントル・地殻の分化、マグマオーシャンなどの初期地球の諸過程の理解に適用する。また、月、地球、火星の比較惑星学についても触れる。 キーワード： 高温高压相平衡、元素分配、融解、核形成、マグマの物性、マントルの分化、惑星内部構造温高压実験法、地球内部の大規模物質循環、マグマオーシャン、比較惑星学 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 授業で紹介する。 成績評価の方法： 授業中の質疑応答などに基づき授業内容の理解度を毎回評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球物性学特論Ⅰ・Ⅱ	1 学期 2 学期 2 単位	大谷 栄治 教授 鈴木 昭夫 准教授 村上 元彦 准教授	比較固体惑星学講座 地球惑星物質科学講座 比較固体惑星学講座
授業題目： 地球内部ダイナミクス 授業の目的と概要： 概要とねらい： 地球惑星の内部構造、形成・進化過程を解明するための物質科学的基礎を学ぶ。地球深部のフロンチア研究のための高温高压極限発生研究や放射光を用いた超高压研究の最近の成果を学ぶ。さらに、その結果を用いて初期地球の諸過程や現在の地球の大規模物質循環、ダイナミクスを明らかにする。また、月や地球型惑星に関する比較惑星学についても触れる。 キーワード： 結晶格子、格子振動、状態方程式、高温高压実験、ダイヤモンドアンビルセル、放射光実験、衝撃圧縮実験、破壊実験、惑星の表面と内部構造 学習の到達目標： 地球内部研究の手法を理解する。 地球内部研究の手法の一つである、高温高压研究の成果を理解する。 地球における物質の移動と循環の様式を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. はじめに 2. 地球内部の構造と物質 3. 地球内部研究の方法 4. 高压研究と放射光の応用 教科書および参考書： 授業で紹介する 成績評価の方法： 出席とレポートによる。 その他： ※この科目は国際高等研究教育院指定授業科目です。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球物質移動学特論Ⅰ	1 学期 2 単位	中村 美千彦 教授	地球惑星物質科学講座
授業題目： 火山噴火現象の物質科学 授業の目的と概要： 火山の噴火メカニズムの研究において、物質科学的なアプローチの重要性が年々増している。岩石学・鉱物学・地球化学的な方法論に基づく最新の論文を選んで輪講する。 学習の到達目標： 答えるべき火山学的問題を設定し、それを解くための新しい研究手法を編み出す能力を身につける。 授業の内容・方法と進度予定： 1 編のフルペーパーにつき 2 回程度をかけて、学生による紹介・教員による解説と問題提起・出席者全員による議論を行う。 教科書および参考書： 講義中に紹介する 成績評価の方法： 出席・発表・議論 その他： 連絡先：中村 nakamm あつと m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
火山学・地質流体論特別講義Ⅰ	2 学期 1 単位	小澤 一仁 教授	東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻
授業題目： マンツルの岩石から読む地球の熱史とダイナミクス 授業の目的と概要： 相平衡・元素分配・元素拡散・再結晶作用のカイネティクス・固液二相流モデルなどを駆使して、深成岩から地球の熱史とダイナミクスを読み解くための基礎と、最新の研究例を学ぶ。 学習の到達目標： 天然の岩石から、その形成過程をどこまで解読することができ、どこから先はできないのかを、実証的・帰納的に明らかにするとはどういうことなのか。この講義を通じて少しでも深く学んでほしい。論理的に厳密で精緻な岩石学の粋に触れてもらいたい。理詰めかつ誠実にデータを集めることによって、自然の美しさを発見する、そのような研究の入口となること請け合いである（中村）。 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 講義時に通知する。 成績評価の方法： 講義時に通知する。 その他： 受入教員：中村美千彦教授（022-795-7762, nakamm あつと m.tohoku.ac.jp）			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球科学特別講義Ⅰ	1 学期 2 単位	大谷 栄治 教授 中村 美千彦 教授 掛川 武 教授 西 弘嗣 教授 今泉 俊文 教授	地学専攻比較固体惑星学講座 地学専攻地球惑星物質科学講座 地学専攻地球惑星物質科学講座 学術資源研究公開センター 地学専攻環境動態論講座
授業題目： 現場のフロンティアサイエンス 授業の目的と概要： 本講義は、社会の最前線で活躍している本学卒業生を主とする方々に、様々な分野で進められている地球惑星科学関連の最前線の基礎研究に関する講義をして頂き、大学における研究にフィードバックを得るとともに、博士課程前・後期院生に、キャリアパスの可能性をより広く、また具体的に捉えて頂くことを目的とする。 学習の到達目標： 地球惑星科学関連業界の様々な業態における、フロンティアサイエンスの拡がりとその可能性を学ぶ。 大学院における研究の特徴を理解し、大学院において身に着けた知識や能力を幅広い世界で有効に活かす視点を得る。 授業の内容・方法と進度予定： ○東北大学のキャリア支援プログラムと就職活動の実際 ○地球惑星科学関連業界について ○資源探査、石油探査関連 ○深層ボーリング、構造探査関連 ○地質調査、地質情報関連 ○地圏環境保全、汚染防止関連 ○火山防災、災害制御関連 ○マテリアル、材料、分析関連 教科書および参考書： なし 成績評価の方法： 出席 その他： 水曜日 4 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球科学特別講義Ⅲ	2 学期 2 単位	大谷 栄治教授 中村美千彦教授 掛川 武教授 西 弘嗣教授 今泉 俊文教授	地学専攻比較固体惑星学講座 地学専攻地球惑星物質科学講座 地学専攻地球惑星物質科学講座 学術資源研究公開センター 地学専攻環境動態論講座
授業題目： 現場のフロンティアサイエンス 授業の目的と概要： 本講義は、社会の最前線で活躍している本学卒業生を主とする方々に、様々な分野で進められている地球惑星科学関連の最前線の基礎研究に関する講義をして頂き、大学における研究にフィードバックを得るとともに、博士課程前・後期院生に、キャリアパスの可能性をより広く、また具体的に捉えて頂くことを目的とする。 学習の到達目標： 地球惑星科学関連業界の様々な業態における、フロンティアサイエンスの拡がりとその可能性を学ぶ。 大学院における研究の特徴を理解し、大学院において身に着けた知識や能力を幅広い世界で有効に活かす視点を得る。 授業の内容・方法と進度予定： ○東北大学のキャリア支援プログラムと就職活動の実際 ○地球惑星科学関連業界について ○資源探査、石油探査関連 ○深層ボーリング、構造探査関連 ○地質調査、地質情報関連 ○地圏環境保全、汚染防止関連 ○火山防災、災害制御関連 ○マテリアル、材料、分析関連 教科書および参考書： なし 成績評価の方法： 出席 その他： 火曜日 4 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
先端地球惑星科学特別講義Ⅰ	1 学期 1 単位	唐戸 俊一郎 教授	Yale 大学
授業題目： 地球内部物理学 授業の目的と概要： マントルの流動についての物性論とその地球ダイナミクスへの応用を講義する。地球内部のレオロジー研究の最近の成果について解説する。 学習の到達目標： 地球のダイナミクスに関連する物性論の基礎を学ぶ。 地球のダイナミクス研究の最先端の成果を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 集中講義形式で行う。 教科書および参考書： 講義の際に紹介する。 成績評価の方法： レポートと出席により評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
自然災害学特論	2 学期 2 単位	遠田 晋次 教授 後藤 和久准 教授	災害科学国際研究所（理学研究科兼務） 災害科学国際研究所（理学研究科兼務）
授業題目： 自然災害学特論 授業の目的と概要： 地震や津波、火山噴火などの自然現象（ハザード）は、地球史を通じて頻繁に発生している。このうち、人間社会に被害や影響を及ぼすものを自然災害と呼んでいる。各種の自然災害に備えるためには、ハザードの理解に加え、影響を受ける側の人間社会の脆弱性についても考慮する必要がある。本講義では、地震や津波など各種ハザードの発生メカニズムの基礎的内容の解説に加えて、過去に発生した大規模災害の事例を紹介し、人間社会が自然災害にどのように向き合っていくべきかを学ぶ。 学習の到達目標： 各種自然災害に関しての理解を深める 授業の内容・方法と進度予定： 遠田晋次教授、後藤和久准教授が半々ずつ担当する。 教科書および参考書： 特に無し。必要に応じてプリントを配布。 成績評価の方法： 出席を重視するが、最後に試験（またはレポート）あり その他： 連絡は地学専攻事務室教務担当者（022-795-6674）へ			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
自然災害科学特別演習	1 学期 2 学期 2 単位	掛川 武 教授、他	理学研究科地学専攻
授業題目： 自然災害科学特別演習 授業の目的と概要： グローバル安全学トップリーダー育成プログラムの C- ラボ研修である。一般学生も受講可能であるが人数制限など制約がある。 学習の到達目標： テーマを設定しそれに対する努力をおこなうことが主目的である。 授業の内容・方法と進度予定： 災害物質分析ラボ（天然、合成物質を用いて地震、火山噴火研究に用いられる分析装置を使った実習） 災害野外調査ラボ（火山、活断層、過去の断層、地熱、石油などを対象にした野外調査実習） 災害観測計測ラボ（大気、海洋、地震、分光法などの観測計測技術を使った実習） 災害モデリングラボ（MR システム 3 次元表示装置を主にしたモデリング） などの大枠の中から特定テーマを与え、1 週間以上の演習を行う。集中講義形式、放課後開講方式などテーマによって実施体制は異なる。 教科書および参考書： 必要な資料は配布する。 成績評価の方法： 出席重視 その他： 必要に応じて掛川武（kakegawa@m.tohoku.ac.jp）に連絡			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地 震 と 火 山	1 学期 2 単位	海野 徳仁 教授(専) その他	グローバル安全学 トップリーダー育成センター
授業題目： 地震と火山 授業の目的と概要： リーディング大学院（グローバル安全学トップリーダー育成プログラム）による地震と火山に関する大学院向け一般講義である。 学習の到達目標： 地震と火山の地球科学的研究の背景とそれが起こす災害に関する基礎知識修得を目標とする。 授業の内容・方法と進度予定： 複数の教員が分担して講義を行う。具体的な講義内容は講義初日に周知する。 教科書および参考書： 特に無し。必要に応じてプリントを配布する。 成績評価の方法： 出席重視 その他： 各種連絡は地学専攻事務室にお願いします。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
インターンシップ研修	1 学期 2 学期 2 単位	大谷 栄治 教授 日野 正輝 教授 中森 亨 准教授	比較固体惑星学講座 環境地理学講座地圏進化学講座
授業題目： インターンシップ研修 授業の目的と概要： 国内外の研究機関などにおいて、一定期間の研修を行う。これによって、研究に必要な特殊技術を修得することを目指す。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： 提出された研修報告書の内容にもとづいて評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
セ ミ ナ ー	1 学期 2 学期 8 単位	全教員	地圏進化学講座環境地理学講座 環境動態論講座 地球惑星物質科学講座 環境科学研究科 学術資源研究公開センター 東北アジア研究センター
授業題目： 修士論文セミナー 授業の目的と概要： 最近の学術情報の紹介、研究発表・意見の交換等を目的として、修士論文作成までのきわめて重要なセミナーである。 学習の到達目標： 研究発表や論文紹介発表を行えるようにする。質疑応答ができる能力を身に付ける。 授業の内容・方法と進度予定： 論文紹介と研究の発表 教科書および参考書： 成績評価の方法： レポートと発表にもとづく。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
課 題 研 究	1 学期 2 学期 8 単位	箕浦 幸治 教授 海保 邦夫 教授 井龍 康文 教授 西 弘嗣 教授 長濱 裕幸 教授 中森 亨 准教授 中村 教博 准教授 佐々木 理 准教授 高嶋 礼詩 准教授 日野 正輝 教授 今泉 俊文 教授 境田 清隆 教授 平野 信一 准教授 上田 元 准教授 磯田 弦 准教授 大谷 栄治 教授 掛川 武 教授 石渡 明 教授 中村 美千彦 教授 鈴木 昭夫 准教授 村上 元彦 准教授 中村 智樹 教授 長瀬 敏郎 准教授	地圏進化学講座 環境地理学講座 環境動態論講座 地球惑星物質科学講座 比較固体惑星学講座 環境科学研究科 学術資源研究公開センター 東北アジア研究センター
授業題目： 修士論文 授業の目的と概要： 各自が各分野の研究課題を決めて修士論文を作成する。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： 修士論文と最終試験を兼ねた修士論文発表によって評価する。 その他：			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Rock and Mineral Science II (岩石鉱物科学Ⅱ)	Spring Semester 2 Credits	Prof. Takeshi Kakegawa	Graduate School of Science
Course Title : Rock and Mineral Science II Purpose/Abstract : This lecture will cover fundamentals of stable isotope geochemistry and its application to the ore genesis. Geological background is not necessary to register this class. Goal : Contents : (1) General Concept for the stable isotopes, (2) stable isotopes of H₂O, (3) stable isotopes for CO₂, (4) Stable isotopes for S, (5) kinetic isotope fractionation vs. equilibrium isotope fractionation, (6) application of stable isotope geochemistry to ore genesis 1 (syubmarine hydrothermal deposits etc.) (7) application off stable isotope geochemistry to ore genesis 2 (diamond, carbonatite and skarn), (8) application of stable isotope geochemistry to genesis of oil and natural gas. Books required/referenced : hand outs will be prepared Grading : attending points and term papers Remarks : kakegawa@m.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Origin of the Earth and Life I (地球・生命起源学Ⅰ) (生命起源地球科学特論Ⅰ)	Fall Semester 2 Credits	Prof. Takeshi Kakegawa	Graduate School of Science
Course Title : Origin of the Earth and Life 1 Purpose/Abstract : Problem of the origin of life is reviewed in this lecture. Goal : Contents : (1) Origin and age of the Earth, (2) Origin of the atmosphere and hydrosphere, (3) Origin of the continents, (4) Classic theory for the origin of life (Oparine-Urey-Miller), (5) Submarine hydrothermal theory, (6) Evidence for the earliest life, (7) Cyanobacteria-oxygen generation, (8) Banded iron formation and ancient ocean chemistry, (9) Snowball Earth-global glaciation Books required/referenced : Handouts will be prepared. Grading : Attending points and term papers Remarks : kakegawa@m.tohoku.ac.jp ※この科目は国際高等研究教育院指定授業科目です。			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Origin of the Earth and Life II (地球・生命起源学Ⅱ)	Fall Semester 2 Credits	Assoc. Prof. Motohiko Murakami	Dept. Earth and Planetary Material Sciences
Course Title : Introduction to Earth and Planetary Science Purpose/Abstract : This is an introductory geology program to understand the Earth dynamics. The constituents of the Earth (minerals and rocks, and their geochemical roles) will be taught, and the structure of the Earth and driving forces for the Earth dynamics (volcanic activities, earthquake, hot spring activities) will be discussed. A short field trip around Tohoku Univ., a university museum tour, and an ultra high-pressure laboratory tour are planned. It will be also discussed how life was flourished in the early Earth and how they co-evolved with the Earth. Goal : Contents : 01. Big picture of the Earth Surface Topography & Internal Structure of the Earth Plate Tectonics - Today's Paradigm 02. Geological History of the Earth 03. Minerals and Rocks 1: Chemistry and framework of some basic rock-forming minerals Introductory crystallography 04. Minerals and Rocks 2: Introduction to petrology: Origin and classification of Igneous, sedimentary & metamorphic rock 05. Minerals and rocks 3 : Univ. museum tour 06. Introduction to Volcanology: Shape and structure of volcanoes, eruptive materials, mechanisms of volcanic eruptions, volcanic hazards 07. Short field trip around Tohoku Univ. Sampling of beta-Quartz crystals from pyroclastic deposits An outcrop of shell-fossil layer and unconformity 08. Some Basic Concepts in Igneous Petrology and Geochemistry 09. General Geochemistry 10. Diamonds, kimberlites and mantle xenoliths 11. Deep structure of the Earth 12. How to simulate the Earth: Introduction to the experimental petrology Ultra high-pressure lab. tour (@Aobayama Campus) 13. Volatiles in the Earth's interior 14. Origin and Evolution of Life Books required/referenced : The following textbook will be used as a reference: The dynamic Earth: An Introduction to Physical Geology 4th ed. Skinner, B.J., and Porter, S.C. Wiley, New York, 1999 Grading : attendance, report, discussion in the classes Remarks :			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
Geography (地理学)	1 学期 2 単位	磯田 弦 准教授	環境地理学講座
授業題目 : Geography of Japan 授業の目的と概要 : Understand geographical phenomenon, concepts and key terms in both English and Japanese through reading a textbook on Geography of Japan. Intended as a first step to reading Japanese literature in geography for overseas students. 国内学生にとっては既知であると思われる日本地誌を英語で学び、地理学的な現象、概念、専門用語を英語と日本語の両方で理解する。英語で、日本地誌や地理学を表現するための第一歩とする。 学習の到達目標 : - Read Japanese literature on geography, understanding the geographical background of the region in question - 地理学的現象を英語で表現、論文執筆する。 授業の内容・方法と進度予定 : Students will summarize and present the allocated chapters from the textbook below, while Japanese equivalent to the phenomenon, concepts and key terms are discussed during the class. 英語の日本地誌の教科書を分担して要約・発表し、現象・概念・専門用語を日本語で表現する場合について議論する。 教科書および参考書 : Textbook (purchase not mandatory), 教科書 (購入は任意) 金坂清則・伊藤喜栄・中村和郎 2009 “Discovering Japan: a New Regional Geography”, 帝国書院 成績評価の方法 : 課題 (要約・発表) 100% その他 : Monday, 5th period			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Field Science I (フィールドサイエンスI)	Spring Semester 1 Credits	Prof. Takeshi Kakegawa	Graduate School of Science
Course Title : Field Science I Purpose/Abstract : This is the advanced field exercise course only for foreign students. Some knowledges for mineralogies and petrologies are pre-requisite for taking this course. The schedule is announced later. Please consult to instructors before your registration. Goal : Contents : General knowledge of geology is required to take this course. One week intensive course, staying in local towns in Kanto-Tohoku-Hokkaido areas. Instructors will arrange accommodations and transportation. Please be aware that fees of accommodations and meals will be charged to all attendees. Books required/referenced : Grading : Attending points and report Remarks : kakegawa@m.tohoku.ac.jp Only for IGPAS student			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Field Science II (フィールドサイエンスII)	Fall Semester 1 Credits	Assoc. Prof. Takeshi Kakegawa	Graduate School of Science
Course Title : Field Science II Purpose/Abstract : This is the one week field excursion course. This course will be done jointly with undergraduate course. Advanced knowledge for the geology is required to attend this course. Costs for housing and foods during this trip need to be covered by your own responsibility. Only geoscience major graduate students from foreign country can register this course. Goal : Contents : We stay at local towns in Tohoku-Hokkaido areas for one week during regular semester. Costs for travel will not be covered by university and should be done by your own responsibility. Books required/referenced : Grading : Attending points are important. Remarks : kakegawa@m.tohoku.ac.jp Only for foreign students			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
科 学 と 社 会	2 学期 1 単位	本堂 毅 准教授	理学研究科
授業題目： 科学の不定性と社会 授業の目的と概要： 日本学術会議の声明「科学者の行動規範について」（2006）は「科学者の責任」で『科学者は、自らが生み出す専門知識や技術の質を担保する責任を有し、さらに自らの専門知識、技術、経験を活かして、人類の健康と福祉、社会の安全と安寧、そして地球環境の持続性に貢献するという責任を有する。』と述べ、「説明と公開」では『科学者は、自らが携わる研究の意義と役割を公開して積極的に説明し、その研究が人間、社会、環境に及ぼし得る影響や起こし得る変化を評価し、その結果を中立性・客観性をもって公表すると共に、社会との建設的な対話を築くように努める。』と述べる。 科学者は科学的な不定性（不確実性や多義性など）の高い状況でも、科学的評価を社会に伝えることが求められる場面がある。しかし、理科の授業のように、唯一の正しい答えがある状況ならともかく、不定性が高い状況で私たち科学者は「中立性」や「客観性」をどのような形で保ち、社会との建設的な対話を築きうるのだろうか。 社会には多様な立場や価値判断が存在するため、科学的定量評価が定まる場合でも、様々な社会的判断がありうる（多義性）。そこに科学的評価の不確実性が加わる時、社会との接点での科学者と、それを取り巻く制度は、どのようにあるべきだろうか。本授業では、ゲストに高エネルギー物理学と科学技術社会論を専門とする平田光司氏（総合研究大学院大学）を招き、巨大科学での科学の不定性などを題材とし、科学という営みを多面的に捉える視点を育てることで、社会の中での科学の位置づけを理解することを目的とする。 学習の到達目標： ・科学と社会の関係だけでなく、科学研究自体を理解する ためにも不可欠な論点である「科学の不定性」を、研究現場と科学論双方の視点から理解する。 ・科学技術が社会においてどのような位置にあり、専門家に何がもたらされているかを考えるための基本的な視点を科学技術社会論から理解する。 授業の内容・方法と進捗予定： 集中講義形式：12月20日（金）午後～21日（土）午前に平田氏のセミナーを含む集中講義を開催する（具体的な日程・内容等は Web http://web.sci.tohoku.ac.jp/hondou/3-kagakuto.html に掲載）。授業を踏まえて、各自が論点を考察しレポートを提出する。 教科書および参考書： ・藤垣裕子：専門知と公共性（東京大学出版会、2003） ・藤垣裕子（編）科学技術社会論の技法（東京大学出版会、2005） ・吉澤 剛、中島貴子、本堂 毅：科学技術の不定性と社会的意識決定――リスク・不確実性・多義性・無知、科学（岩波書店）2012年7月号 ・Andy Stirling: Keep it complex, Nature 468:1029-1031 (2010) ・平田光司：ファインマンが見た巨大装置の安全性、科学（岩波書店）2011年9月号 成績評価の方法： 授業参加、及びレポート その他： 履修に関する質問は担当者まで。 連絡先：本堂 毅 hondou@mail.sci.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
科学コミュニケーション	1 学期 1 単位	本堂 毅 准教授	理学研究科
授業題目： 社会における科学と社会のための科学 授業の目的と概要： 大震災を機に、社会における科学や科学者の役割に社会的関心や懸念が高まっています。「社会における科学と社会のための科学」は、1999年の世界科学会議における「フダベスト宣言」を凝縮したフレーズです。しかし、科学界を含めた私たちの社会は、この宣言で謳われる問題について十分な議論・制度整備を経ることなく大震災を迎えたのかもしれませんが。 社会における科学（あるいは科学技術）の問題は、専門家と市民社会が共に考えるべき「公共の問題」です。この公共の問題を巡り、科学・技術を第一義的に担う「専門家」と、一般には素人である市民は、それぞれ、どのような役割を持ち、相互関係するのでしょうか。 これらは社会と科学（者）のコミュニケーションにとって、最初に考えられるべき課題です。そこで本授業では、東京大学地震研究所で長年、科学コミュニケーションの仕事に携わってきた大木聖子氏をゲストに招き、授業参加者と共に課題を考えていきたいと思えます。 学習の到達目標： ・科学コミュニケーションの現場において、何が問題になっているかを理解する。 ・科学・技術について自らの専門外の人たち（一般市民はもちろん、異なる領域の専門家も含む）とコミュニケーションを行うための基本的視座や方法論を理解する。 授業の内容・方法と進捗予定： ゲストに大木聖子氏（慶応義塾大学環境情報学部）を迎え集中講義形式で開講する：金曜日午後～土曜午前（具体的な日程は http://web.sci.tohoku.ac.jp/hondou/3-kagakucom.html に掲載）。 以下の要素に留意し、受講者の関心や希望に応じてトピックスや事例をひきながら、双方向的な授業を行う。 ・専門家と市民（素人）の関係について（欠如モデル、バターンリズム等） ・科学的知（専門知）と市民（素人）の経験的知、ローカルノレッジの関係 ・科学技術にまつわる「不確実性」のコミュニケーション 教科書および参考書： ・藤垣裕子・廣野 喜幸（編）：「科学コミュニケーション論」東京大学出版会（2008） ・大木聖子、地球の声に耳をすませて ―地震の正体を知り、命を守る―（くもんジュニアサイエンス）くもん出版（2011） ・超巨大地震に迫る一日本列島で何が起きているのか（NHK出版新書 352）大木聖子、額田一起（2011） ・大木聖子、ラウイラ地震の有罪判決について、科学（岩波書店）2012年12月号 ・吉澤 剛、中島貴子、本堂 毅、科学技術の不定性と社会的意識決定――リスク・不確実性・多義性・無知、科学（岩波書店）2012年7月号 成績評価の方法： 授業参加、及びレポート その他： 履修に関する質問は担当者まで。 連絡先：本堂 毅 hondou@mail.sci.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Frontiers in Science II (科学の最前線Ⅱ)	Fall Semester 2 Credits	Associate Prof. Norihiro Nakamura Prof. Akira Ochiai Associate Prof. Ryota Hino Prof. Toru Yamada Prof. Masahiro Yamashita Associate Prof. Kouichi Hagino Prof. Masayoshi Takeda Prof. Takahiro Obara Prof. Yujiro Hayashi	Earth Science Physics Geophysics Astronomy Chemistry Physics Mathematics Geophysics Chemistry
Course Title : Frontiers in Science II Purpose/Abstract : This is a course introducing recent topics in various areas of science. Lectures are given by 9 faculty members from all the departments (Mathematics, Physics, Astronomy, Geophysics, Chemistry, and Earth Sciences) in Graduate School of Science. Each faculty member discusses up-to-date topics in his specialty. The lectures are prepared for non-experts and thus this course is an outstanding opportunity to obtain familiarity with areas other than the students' specialties. The class meets every Wednesday, 4:20-5:50 pm and each faculty member lectures in the week according to the schedule listed below. Goal : Below is a list of dates when the class will meet and the names of respective lecturers. Oct. 16 Guidance, Earth Science Associate Prof. Norihiro Nakamura Oct. 23 Physics Prof. Akira Ochiai Oct. 30 Geophysics Associate Prof. Ryota Hino Oct. 6 Astronomy Prof. Toru Yamada Nov. 13 Chemistry Prof. Masahiro Yamashita Nov. 20 Physics Associate Prof. Kouichi Hagino Nov. 27 Mathematics Prof. Masayoshi Takeda Dec. 4 Geophysics Prof. Takahiro Obara Dec. 11 Chemistry Prof. Yujiro Hayashi Dec. 18 Mathematics Prof. Masayoshi Takeda Contents : Date: October 16, 2013 Lecturer: Norihiro Nakamura, Associate Professor in Earth Science Title: Snowball Earth, Geomagnetic Field and Evolution of Life Abstract: Long time ago, Earth was covered by ice on a whole planet even in equator as long as tens of millions of years, called Snowball Earth hypothesis. Our planet had experienced this cold severe environment only twice (2.2 and 0.7 billion years ago). When the ice cover melted, eukaryote and animal are suddenly evolved. In this lecture, I introduce you a wonderful coevolution of Earth and life. Date: October 23, 2013 Lecturer: Akira Ochiai, Professor in Physics Title: Magnetism Abstract: The magnetism is one of the physical phenomena known from the ancient times; however the magnetism had not been understood intrinsically until 20th century because it is ascribed to the quantum phenomena. In this lecture, fundamental issues of the magnetism will be introduced. Current topics related to the magnetism will be also given. Date: October 30, 2013 Lecturer: Ryota Hino, Associate Professor in Geophysics Title: The 2011 Great Tohoku-Oki earthquake: Mechanisms of massive earthquake and tsunami Abstract: On Mar. 11, 2011, a massive earthquake of magnitude (M) 9.0 occurred along the Japan Trench subduction zone, to cause devastating damage over the wide area in eastern Japan. The earthquake was a kind of a "surprised attack", because it has been conceived that frequent occurrence of M < 8 earthquakes and aseismic slip events release the strain caused by the subduction of Pacific plate along the Japan Trench. In the lecture, I will show results of intensive seismological researches to clarify how happened the huge earthquake and the tall tsunami and try to explain why M9 earthquake happened in Tohoku. Date: November 6, 2013 Lecturer: Toru Yamada, Professor in Astronomy Title: Extrasolar Planets Abstract: One of the biggest progresses in modern astronomy is the discovery of extrasolar planetary systems. Since the first discovery of an exoplanet in the system of 51 Peg in 1995, more than 1000 objects have been discovered so far. The variety of the properties of the exoplanets, their formation process, and the future prospects for their characterization including the earth-like planets in habitable zone will be discussed. Dates: November 13, 2013 Lecturer: Masahiro Yamashita, Professor in Chemistry Title: Multi-Functional Single-Molecule Magnets and Single-Chain Magnets: Toward Quantum Molecular Spintronics Abstract: Single-Molecule Magnets and Single-Chain Magnets are new molecule-based nano-magnets in 21 century. In the lecture, the			
		photo-induced magnets, conducting single-molecule-magnets, and porous single-chain magnets which have multi-functionalities will be shown. Then, the quantum molecular spintronics based on single-molecule magnets will be shown, which include the negative magnetoresistance, Kondo peak, field effect transistors. Date: November 20, 2013 Lecturer: Kouichi Hagino, Associate Professor in Physics Title: Physics of superheavy elements Abstract: Elements beyond uranium are unstable, with rapidly decreasing half-life for higher atomic numbers. However, there have been theoretical predictions which suggest the existence of an island of stability around the atomic number of 114 or 120, referred to as superheavy elements (SHE). Many experimental efforts have been devoted in order to search for this island of stability, mainly by nuclear fusion reactions. In this lecture, I will overview the physics of superheavy elements, including the present experimental status and theoretical developments, as well as the chemistry of superheavy elements. Date: November 27, 2013 Lecturer: Masayoshi Takeda, Professor in Mathematics Title: Partial differential equations from a probabilistic point of view (I) Abstract: Stochastic processes have a wide range of applications as mathematical models of random phenomena. In this lecture, after giving an introduction to stochastic processes (Brownian motion, Markov processes, martingales) and explaining fundamental theorems in the modern stochastic analysis (Ito's formula, Doob's optional stopping theorem, Feynman-Kac formula), we consider solutions to Dirichlet problems and their probabilistic representations. Date: December 4, 2013 Lecturer: Takahiro Obara, Professor in Geophysics Title: Solar-Planetary Relations Abstract: Sun and solar plasma phenomena will be explained, paying a particular attention to the solar flare, solar wind, and inter planetary shock, which affect the plasma environment in the vicinity of the Earth and other planets. We will then explain detail physics which occur in the planetary magnetosphere and ionosphere to get a deep understanding of the solar-planetary relations. Date: December 11, 2013 Lecturer: Yujiro Hayashi, Professor in Chemistry Title: Importance of Organic Synthesis in Science Abstract: There are a lot of organic molecules around us. Some of them are rather complex with several stereocenters like medicine. Chemists have to synthesize the desired molecules without by-products via an effective and environmentally benign manner. In the lecture, I will present our recent endeavor toward this goal with some successful stories. Date: December 18, 2013 Lecturer: Masayoshi Takeda, Professor in Mathematics Title: Partial differential equations from a probabilistic point of view (II) Abstract: Stochastic processes have a wide range of applications as mathematical models of random phenomena. In this lecture, after giving an introduction to stochastic processes (Brownian motion, Markov processes, martingales) and explaining fundamental theorems in the modern stochastic analysis (Ito's formula, Doob's optional stopping theorem, Feynman-Kac formula), we consider solutions to Dirichlet problems and their probabilistic representations.	
		Books required/referenced :	
		Grading : Each faculty member decides his part of the grade by either taking the attendance or assigning homework. The grade for the course will be determined at the end of the semester by adding grades from all ten faculty members. Your letter grade will be decided in the following manner. 90-100% for the course guarantees AA. 80- 89% for the course guarantees A. 70- 79% for the course guarantees B. 60- 69% for the course guarantees C. (There are no passing grades below C.)	
		Remarks : Location of the classroom: Science Complex A 204	

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
代数学特殊講義C	2 学期 2 単位	岩 成 勇 准教授	代数学講座
授業題目： Alteration 概説 授業の目的と概要： A. J. de Jong によって1990年代に開発された Alteration は、ある種の特異点解消型の定理であり、非常に幅広く強力な応用を持っている。また、その証明法は、幾何学的で興味深く、証明法自体も他に応用されている。Alteration を題材にしてバックグラウンドとして必要な代数幾何の基礎も解説しつつ、その証明や代表的な応用について概説する。 学習の到達目標： Alteration の証明や応用の理解に必要な代数幾何学の基礎事項（安定曲線、そのモジュライ空間、トーリック幾何、半安定還元など）を理解し alteration の存在証明を理解する。コホモロジー等への典型的な応用について理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 大まかには次の事項等を講義する。 代数幾何の基礎（定義等）復習、安定曲線、モジュライ空間、Alteration、トーリック多様体、弱広中の定理、降下理論等。 教科書および参考書： 関連文献は講義中紹介する。 成績評価の方法： レポートによる その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
代数学特殊講義DⅢ	1 学期 2 単位	花 村 昌樹 教授	代数学講座
授業題目： 代数曲面の理論 授業の目的と概要： 代数曲面の理論の基礎と、（複素）楕円曲面の構造理論を学ぶ。 学習の到達目標： 代数曲面の理論は基礎理論および一般分類論、さらにK3曲面、楕円曲面、一般型曲面の各論からなる。このうち楕円曲面の構造について学ぶことを目標とする。 楕円関数論、コホモロジー論、因子の理論などに基づいている。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 代数曲面の基礎事項 (1)コホモロジー論の復習。因子と直線束、Chern類 (2)標準束、adjunction formula、Kodaira次元 (3)曲線束の一般論 (4)Covering trick (5)stable fibration (6)周期写像、monodromy 2. 楕円曲面の構造 (1)楕円曲線の復習 (2)特異ファイバーの分類 (3)Jacobian fibration (4)大域的な分類と構成 (5)Canonical bundle formula 教科書および参考書： 成績評価の方法： 出席とレポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
代数学特殊講義EⅢ	2学期 2単位	都築 暢夫 教授	代数学講座
授業題目： 局所体の分岐と数論幾何への応用 授業の目的と概要： 局所体の絶対ガロア群の構造とその整数環の分岐に関して解説し、ガロア表現と対応する幾何に関して概説する。 学習の到達目標： 完備離散付値体の絶対ガロア群の構造を理解して、分岐群に関する Hasse-Arf の定理を一つの目標とする。さらに、代数曲線の場合のオイラー数公式などへ応用する。また、最近の Abess- 斎藤による剰余体が必ずしも完全体でない場合の分岐群や、p 進表現についても解説する。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 局所体の基礎 2. 局所体の拡大と分岐 3. 分岐群と Hasse-Arf の定理 4. 数論幾何への応用 5. さらなる展開 教科書および参考書： 参考書として Jean-Pierre Serre, "Local fields", GTM 67, Springer-Verlag をあげる。 成績評価の方法： レポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
代数学特殊講義FⅢ	1学期 2単位	楫 元 講師(非) (尾形 庄悦 准教授)	早稲田大学理工学部 教授
授業題目： グレブナー基底入門—グレブナー基底は面白い！— 授業の目的と概要： グレブナー基底に関する基本事項、および、代数幾何学への簡単な応用について解説する。 学習の到達目標： 数式処理ソフトなどを用いて各自が、イデアルの共通部分、イデアル商、媒介変数表示された代数多様体の定義イデアルなど、具体的に計算できるようになることを目指す。 授業の内容・方法と進度予定： 導入として一変数多項式環に関する基本的な定理について復習し、単項式順序、グレブナー基底の定義と基本性質、ブッフベルガー判定法、ブッフベルガーアルゴリズム、被約グレブナー基底、消去定理、様々なイデアルの具体的計算方法について、実例を交えて解説する。 教科書および参考書： [1] Cox, Little, O'Shea: Ideals, Varieties, and Algorithms (Springer, UTM). [2] Kreuzer, Robbiano: Computational Commutative Algebra (Springer). [3] 丸山正樹：グレブナー基底とその応用（共立出版）. 成績評価の方法： レポート その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
代数学特殊講義 G Ⅲ	2 学期 2 単位	金子 昌信 講師(非) (都築 暢夫 教授)	九州大学大学院数理学研究院 教授
授業題目： 多重ゼータ値と多重ベルヌーイ数 授業の目的と概要： 近年、整数論のみならず様々な分野との関連によっても注目を集めている「多重ゼータ値」についての入門と最近の進展についての紹介を行う。また、関連して、古典的なベルヌーイ数の一般化である「多重ベルヌーイ数」についても少し時間を割いて解説し、多重ゼータ値との関わりを述べる。 学習の到達目標： 多重ゼータ値の基本的性質について理解し、どのような問題があるかを知ること。 授業の内容・方法と進度予定： 通常の講義形式による。 1. 多重ゼータ値の定義と積分表示、積構造 2. いろいろな関係式 3. 最近のBrownの仕事の紹介 4. 多重ベルヌーイ数と有限多重ゼータ値 教科書および参考書： 教科書はとくにありませんが、参考書として九州大学M I レクチャーノート「多重ゼータ値入門」(荒川恒男、金子昌信著)をあげておきます。 http://gcoe-mi.jp/publish_list/pub_inner/id:2/cid:12からダウンロード出来ます。 その他参考論文は講義中に適宜紹介します。 成績評価の方法： 出席とレポートによる その他： 大学初年の微積分と線形代数以外の予備知識は殆ど要りません。 気楽に受講して下さい。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾何学特殊講義 C	1 学期 2 単位	石川 昌治 准教授	幾何学講座
授業題目： 3次元多様体入門 授業の目的と概要： 3次元多様体の分類は連結和とトーラスによる多様体の分解と、分解された各ピースに入る幾何構造によって行われる。この講義では3次元多様体の分解と各ピースに入る幾何構造を理解することを目的とする。 学習の到達目標： 1. 3次元多様体の具体的な構成方法を理解する。 2. 3次元多様体の連結和分解とトーラス分解を理解する。 3. ザイフェルト多様体と双曲多様体の諸性質を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： ・トーラスの自己同相写像 ・3次元多様体の構成法 ・連結和分解 ・トーラス分解 ・ザイフェルト多様体 ・双曲空間 ・3次元双曲多様体 教科書および参考書： 講義中に適宜紹介する。 成績評価の方法： 授業中に出すレポートの成績により評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾何学特殊講義DⅢ	1 学期 2 単位	西納 武男 准教授	幾何学講座
授業題目： ポアソン多様体の変形量子化について 授業の目的と概要： M. Kontsevich により存在が示されたポアソン多様体の変形量子化について、初等的なところから始めて証明の概略を説明する。 学習の到達目標： ポアソン多様体や関連した対象について基本的な事柄を習得する。変形量子化について学ぶ。 授業の内容・方法と進度予定： ほぼ Kontsevich の論文に従って説明するが、基本的な事柄についての復習及び説明を多く加える。以下の事柄について説明する。 ・ポアソン多様体についての基礎的な事柄 ・多重ベクトル場と微分作用素 ・ホモトピー代数 ・変形量子化 教科書および参考書： M. Kontsevich: Deformation Quantization of Poisson Manifolds, Letters in Mathematical Physics 66: 157-216, 2003 成績評価の方法： 講義中に出すレポート問題による。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾何学特殊講義EⅢ	1 学期 2 単位	土屋 昭博 講師(非) (長谷川 浩司 講師)	東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構 上級科学研究員
授業題目： 拡大されたW-代数とその表現論 授業の目的と概要： 数学的に満足のゆく量子場の理論として緊密な構成が可能な共形場理論は、代数的には頂点作用素代数の表現論を基礎として定式化される。その基本的構図を述べつつ、最近の話題である拡大されたW代数の表現論について講義する。 学習の到達目標： 共形場理論を基礎づける代数とその表現論に親しむ。 授業の内容・方法と進度予定： 頂点作用素代数は共形場理論の代数的部分を担う複雑な代数であり、共形場理論における場の作用素の作用素展開を表現して定義される。頂点作用素代数の最も典型的なものに、アフライン・リー環の可積分表現やヴィラゾロ代数の極小表現によって定義されるものがある。この講義では、ヴィラゾロ代数を含む大きな代数である拡大されたW代数とその表現について、丁寧に講義する。対応する共形場理論は、Log型共形場理論といい、数学のみならず物性物理学や素粒子物理学でにわかに注目を浴びてきている。 教科書および参考書： 参考文献として、次をあげる。 (1)山田泰彦「共形場理論入門」培風館 (2)Vertex Algebras and Algebraic Curves, by E. Frenkel and D. Ben-Zvi, AMS 成績評価の方法： ノートあるいはレポート提出による。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾何学特殊講義FⅢ	2学期 2単位	西浦 廉政 教授	相関数理解析講座
授業題目： 力学系理論とその応用 授業の目的と概要： 自然現象や社会現象への力学系理論を応用することで分岐理論や縮約理論の運用を学ぶ。 学習の到達目標： 中心多様体理論、分岐理論等により時間発展する系が定性的に変化するとき、その本質的自由度は有限であることを学ぶ。非線形現象を記述する具体的な偏微分方程式系に適用することで、その実際の運用法を学ぶ。 授業の内容・方法と進度予定： 前半では力学系理論の復習と分岐理論の基礎を学ぶ。後半はそれらの手法を具体的な問題に適用する。化学反応波、神経パルス、渦などの空間パターンのダイナミクスやそれらの相互作用について考える。 教科書および参考書： 教科書は用いない。参考書は下記のもの以外にも講義中に随時挙げる。 西浦廉政「非平衡ダイナミクスの数理」岩波書店2009年 成績評価の方法： レポートによる。 その他： 講義中に連絡先等は指示する。 http://researchmap.jp/ynishiura			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾何学特殊講義GⅢ	2学期 2単位	赤間 陽二 准教授	解析学講座
授業題目： フーリエ解析による離散幾何 授業の目的と概要： 解析整数論のクロネッカーの近似定理やミンコフスキの定理はフーリエ解析により導出されるが、その考え方が離散幾何の問題にどのように貢献しているかを見る。具体的には、(1)物理における準結晶の数理モデルを Yves Meyer の方法で導出し、準結晶の数学的回折をエルゴード定理を用いて調べ (Baake, Robert Moody)、一方で、準結晶の特異な対称性を説明する。また(2)解析整数論と離散幾何 (特にパッキング、一様分布論) との関連を述べる。 学習の到達目標： クロネッカーの近似定理のフーリエ解析的証明、ボアのコンパクト化、バーコフの個別エルゴード定理、パッキング 授業の内容・方法と進度予定： 一様分布列。クロネッカーの近似定理。Minkowski の定理。Bohr コンパクト化。局所コンパクトアーベル群とポントリヤギン双対。Harmonious 集合。切断射影集合。Delone 集合。点集合の位相力学系。エルゴード定理。準結晶の数学的回折理論。確率的擾乱の入った切断射影集合。Minkowski-Hlawka の定理とパッキング 教科書および参考書： 参考書：[1] Yohji Akama and Shinji Iizuka. Random Fields on Model Sets with Localized Dependency and Their Diffraction, Journal of Statistical Physics, Volume 149, Issue 3, 2012. [2] K. Chandrasekharan. Introduction to analytic number theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 148. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1968. [3] Peter M. Gruber. Convex and discrete geometry, Vol. 336 of Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften [Fundamental Principles of Mathematical Sciences]. Springer, 2007. [4] Yves Meyer. Algebraic numbers and harmonic analysis. 成績評価の方法： レポートなど その他： akama@m.tohoku.ac.jp オフィスアワーは水曜日の4時～5時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
幾何学特殊講義HⅢ	2学期 2単位	納谷 信 講師(非) (見村 万佐人 助教)	名古屋大学大学院多元数理科学研究科 教授
授業題目： 離散群の剛性への幾何学的アプローチ 授業の目的と概要： この講義では、離散群の剛性（超剛性、固定点性質）を微分幾何・幾何解析に由来する方法（ボホナー技法、熱流の方法など）を用いて研究する手法について解説する。個々の離散群の場合から始めて、ランダム群の場合へと進み、それに伴い、研究手法も改良される様子を紹介するつもりである。 学習の到達目標： 講義の概要をつかむとともに、講義中に出す演習問題が解けるくらいまで講義の技術面を理解することを目標とする。 授業の内容・方法と進度予定： 学部4年生にも講義内容の7割程度は理解してもらうことを目指し、問題意識や基本概念の説明を丁寧に行う。具体例をなるべく多く扱うとともに、講義の理解を助ける趣旨の演習問題を出すようにしたい。 教科書および参考書： 講義開始時および講義中に紹介する。 成績評価の方法： 出席状況と、講義中に出題する演習問題を解いて提出してもらったレポートに基づいて行う。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
解析学特殊講義C	2 学期 2 単位	岡部 真也 准教授	多様体論講座
授業題目： 解析的半群と放物型方程式			
授業の目的と概要： 放物型方程式を解く道具として有用である解析的半群の定義とその性質を理解するとともに、その具体的かつ基本的な応用に触れる。			
学習の到達目標： 1. 解析的半群の定義とその性質を理解する。 2. 幾つかの具体例に関して、解析的半群の構成方法を理解する。 3. 線形放物型方程式への応用を理解する。			
授業の内容・方法と進度予定： 1. 解析的半群の定義と基本的性質 2. 解析的半群の構成法 3. 線形放物型方程式への応用 4. 非線形放物型方程式への応用			
教科書および参考書： 教科書は特に指定しない。参考書については適宜指示する。			
成績評価の方法： レポートにより評価する。			
その他： オフィスアワーおよび連絡先については初回講義時に指示する。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
解析学特殊講義DⅢ	2学期 2単位	小池 茂昭 教授	解析学講座
授業題目： 楕円型偏微分方程式の弱解の正則性 授業の目的と概要： 二階楕円型方程式の解の候補である弱解の微分可能性等の評価について解説する。 学習の到達目標： 弱解の最大値原理、L2評価、Lp評価、ハルナック不等式等を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 講義を主体とする。 1. 最大値原理、ベルンシュタインの方法 2. Lp評価・Lp評価 3. ヘルダー連続 教科書および参考書： 講義中に指定する。 成績評価の方法： レポート（50%）、小テスト（50%） その他： 木曜 3 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
解析学特殊講義EⅢ	2学期 2単位	会田 茂樹 教授	応用数理講座
授業題目： 加法過程入門 授業の目的と概要： 本講義では基礎的な確率論の言葉の復習の後、基本的な確率過程であるブラウン運動、ポアソン過程の性質の紹介を行う。 これらの確率過程は加法過程と呼ばれるクラスに属す過程であり、独立確率変数の（無限）和、無限分解可能な分布と深い関係がある。 これらの概念の基礎について講義したい。 学習の到達目標： 独立な確率変数の取り扱いを理解する。 ブラウン運動、ポアソン過程の基礎的性質を理解し、さらに複雑な確率過程を理解する基礎を固める。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 加法過程の定義と例、2. 加法過程と無限分解可能分布、3. 加法過程と生成作用素 教科書および参考書： Lévy processes and infinitely divisible distributions, Ken-iti Sato, Cambridge studies in advanced mathematics 成績評価の方法： レポートの提出。 その他： 金曜 2 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
解析学特殊講義FⅢ	1 学期 2 単位	三沢 正史 講師(非) (石毛 和弘 教授)	熊本大学大学院自然科学研究科 教授
授業題目： p 調和作用素の正則性評価と幾何学的問題への応用 授業の目的と概要： ある非線形偏微分方程式を題材にして、弱解の存在とその正則性に対する基本的な解析的方法を理解することを目的とする。ここでは、よく知られた熱作用素の自然な拡張と見なせる、時間発展 p 調和作用素の存在と正則性について考える。適当なエネルギークラスに属する弱解の存在、その正則性（連続的微分可能性）を証明するための方法を解説する。また、この問題を扱う動機として、ある幾何学的変分問題への応用を紹介する。 学習の到達目標： 非線形偏微分方程式を考えるための関数解析、実解析の基本的な内容を理解すること。 授業の内容・方法と進度予定： 講義を中心に言い、必要に応じて演習のための問題、課題を課す。p 調和作用素の解説が目的であるが、随時、熱作用素と比較しながら議論を進める。具体的な内容として、1. 時間 p 調和作用素のスケーリングと基本解 2. 弱解の存在、コンパクト性 3. 弱解の局所エネルギー評価、正則性評価 4. 幾何学的変分問題への応用を念頭において解説する予定である。 教科書および参考書： 講義中に随時、提示する予定。 成績評価の方法： 講義ノートの作成、提出、あるいは講義中に出題する問題を解いたレポートの提出によって評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等												
解析学特殊講義 G Ⅲ	1 学期 2 単位	小川 卓克 教授	応用数理講座												
授業題目： 函数解析学統論 授業の目的と概要： 函数解析学の統編。弱位相・compact 作用素・自己共役作用素の一般論を概説した後、Fourier 変換を導入し超関数について簡単に触れた後、応用上で重要となる Sobolev 空間についてやや詳細に解説する。途中時間があれば実補間空間（Besov 空間）や半群に対する Hille-Yosida の定理について述べる。 学習の到達目標： 作用素論の一般論の概略を理解する。フーリエ解析の基礎を理解し、計算できる。 Sobolev 空間を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： <table><tr><td>弱位相の復習・汎弱位相</td><td>汎弱位相と点列 compact 性</td></tr><tr><td>compact 作用素・自己共役作用素</td><td>作用素のスペクトル・リゾルベント</td></tr><tr><td>ユニタリー作用素と Stone の定理</td><td>自己共役作用素と Hille-Yosida の定理</td></tr><tr><td>Fourier 変換とユニタリー作用素</td><td>超関数と弱微分</td></tr><tr><td>Sobolev 空間と拡張作用素</td><td>Sobolev の定理と Relich の定理</td></tr><tr><td>続 Sobolev の定理と Relich の定理</td><td>実補間空間</td></tr></table> 教科書および参考書： 参考書 コルモゴロフ・フォーミン著「関数解析の基礎」岩波書店 谷島賢二 著「ルベーグ積分と関数解析」朝倉書店 新井仁之著「フーリエ解析と関数解析学」培風館 成績評価の方法： レポート提出による その他：				弱位相の復習・汎弱位相	汎弱位相と点列 compact 性	compact 作用素・自己共役作用素	作用素のスペクトル・リゾルベント	ユニタリー作用素と Stone の定理	自己共役作用素と Hille-Yosida の定理	Fourier 変換とユニタリー作用素	超関数と弱微分	Sobolev 空間と拡張作用素	Sobolev の定理と Relich の定理	続 Sobolev の定理と Relich の定理	実補間空間
弱位相の復習・汎弱位相	汎弱位相と点列 compact 性														
compact 作用素・自己共役作用素	作用素のスペクトル・リゾルベント														
ユニタリー作用素と Stone の定理	自己共役作用素と Hille-Yosida の定理														
Fourier 変換とユニタリー作用素	超関数と弱微分														
Sobolev 空間と拡張作用素	Sobolev の定理と Relich の定理														
続 Sobolev の定理と Relich の定理	実補間空間														

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
解析学特殊講義HⅢ	2学期 2単位	柳田 英二 講師(非) (岡部 真也 准教授)	東京工業大学大学院理工学研究科 教授
授業題目： 藤田型方程式の自己相似解と全域解 授業の目的と概要： べき乗の形の非線形項を持つ半線形放物型方程式に対し、前方および後方自己相似解と呼ばれる特殊解の構造について調べ、これらがいかに解全体の構造を支配し、また全域解の存在とその性質と関連しているかについて解説する。 学習の到達目標： 微分方程式を解析するための手法を習得し、非線形放物型方程式の解のダイナミクスについて理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1回目：定常解の構造を常微分方程式の手法を用いて解析する。 2回目：自己相似解の性質を調べ、解全体の構造との関わりについて考察する。 3回目：正值全域解が存在するための条件を求める。 4回目：特異全域解に対して到達可能性という性質を定義し、そのための条件を明らかにする。 教科書および参考書： 参考書：「爆発と凝集」、柳田英二編、東大出版会 「非線形偏微分方程式」、儀我美一、儀我美保著、共立出版 成績評価の方法： レポートによる その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
多様体論特殊講義C	1学期 2単位	長谷川 浩司 講師	多様体論講座
授業題目： 表現論入門 授業の目的と概要： 表現論とは、群あるいは多元環などの代数系のベクトル空間への作用の理論であり、代数系を行列として表し調べるものである。有限群の指標の理論や、直交関数系、対称性をもつ微分方程式などの例から次第に発達して今日に至っており、対称性を数学的に自然に取り扱う上で基本的知識とも言える。 この講義では主として複素数体上の表現論を扱い、有限群の場合の基本的定理からはじめつつ、諸分野で現れ重要なリー群とリー環についても、定義や例から出発して有限次元表現論の基本事項を学ぶ。また、近年新たに発見され理解の進んだ代数系についても紹介し、その表現論の特色に触れる。 学習の到達目標： 有限群、Lie群、Lie環（Lie代数）とその表現論の初歩に親しむ。 表現に対して考えられる直和・商・テンソル積・誘導・制限などの演算と、完全可約性が成り立つ場合の構造を理解する。 直交関数系や特殊な恒等式などについて、表現論の応用としての自然な理解を学ぶ。 近年の物理学との交流を機会に発見あるいは発展した、アフィン・リー環や量子群について、数学的位置づけを理解する。 授業の内容・方法と進度予定： およそ以下の項目について数回づつ講義する。 ・有限群の表現論 ・誘導と制限、直和と商、テンソル積などの基本事項 ・表現の完全可約性、既約表現、指標の直交性 ・リー群およびリー代数の定義と例、基本的性質 ・コンパクト群および半単純リー代数の有限次元表現論 ・表現論の応用 ・表現論の拡張。非コンパクト群、アフィン・リー環、ホップ代数などの話題 教科書および参考書： 岡田聡一「古典群の表現論と組合せ論（上下）」培風館 谷崎俊之「リー代数と量子群」（共立出版） 神保道夫「量子群とヤン・バクスター方程式」（丸善） 成績評価の方法： 主としてレポートによる。課題は随時与える。 その他： 火曜・3講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
多様体論特殊講義DⅢ	1 学期 2 単位	小野 肇 講師(非) (宮岡 礼子 教授)	東京理科大学理工学部 講師
授業題目： ラグランジュ部分多様体のハミルトン体積最小性 授業の目的と概要： 等周問題の一つの一般化として、ラグランジュ部分多様体のハミルトン体積最小性の問題がある。この講義では、局所ハミルトン体積最小性（ハミルトン安定性）について述べた後、ハミルトン体積最小なラグランジュ部分多様体の例およびその証明法の概略を紹介する。 学習の到達目標： いくつかの具体例を通して、ラグランジュ部分多様体のハミルトン体積最小問題を体感することを目標とする。 授業の内容・方法と進度予定： 1 等周問題 2 ケーラー多様体 3 ラグランジュ部分多様体 4 ハミルトン極小性と局所ハミルトン体積最小性 5 ハミルトン体積最小ラグランジュ部分多様体の例 教科書および参考書： 特に指定しない。 成績評価の方法： 出席およびレポートにより総合的に評価する。 その他： リーマン幾何学（特にリーマン部分多様体論）の基礎的な知識があれば講義の流れを理解しやすい。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
多様体論特殊講義EⅢ	2 学期 2 単位	加藤 毅 講師(非) (塩谷 隆 教授)	京都大学大学院理学研究科 教授
授業題目： 離散力学系のスケール変換、トロピカル幾何学と離散群 授業の目的と概要： トロピカル幾何学と呼ばれる、力学系の間のスケール変換を用いることで、有理関数またはオートマトンによる力学系の間の比較定理を導く。 さらに、離散群論で与えられた Burnside 問題の解決をそれに応用することで、有理力学系の無限擬再帰写像の構成を行う。 時間があれば、可積分系に現れる KdV 方程式とオートマタ群との、構造類似性についても触れる予定である。 学習の到達目標： 力学系の軌道に対して一様評価を導く、解析的手法に慣れる。 有理関数とオートマトンをスケール変換によりつなげることで、数学的に異なる対象の間の関係を導き、それにより異なる分野どうしが関係してくることを理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 1 トロピカル幾何学の基礎と比較定理 2 オートマトンの安定拡張による、トロピカル幾何学における一様有界性定理 3 オートマタ群の基礎 4 離散群論とトロピカル幾何学 5 離散群論、可積分系とトロピカル幾何学 教科書および参考書： 講義中に適宜紹介する。 成績評価の方法： 出席状況およびレポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
多様体論特殊講義FⅢ	2学期 2単位	楯 辰哉 准教授	多様体論講座
授業題目： 量子ウォーク 授業の目的と概要： 量子ウォークとは通常のランダムウォークの量子論的な類似として量子物理学において提案され、以後量子アルゴリズム論において再発見された概念で、現在では主に量子物理学、コンピュータ・サイエンス、確率論において研究されている。本講義の前半では、特に1次元量子ウォークについて、その解析的性質・代数的性質を解説し、後半では砂田利一教授による結晶格子上での量子ウォークの定式化とその漸近解析的性質を解説する。 学習の到達目標： 1次元量子ウォークの漸近解析的性質、代数的性質の理解、結晶格子とその上の量子ウォークの理解を目標とする。 授業の内容・方法と進度予定： ・1次元量子ウォークの代数的構造と弱収束定理 ・1次元量子ウォークの局所漸近公式と停留位相法 ・結晶格子とその上の量子ウォーク 教科書および参考書： 教科書は指定しない。参考書は授業中に紹介する。 成績評価の方法： レポートで評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
応用数理特殊講義C	1学期 2単位	田中 一之 教授	応用数理講座
授業題目： 数学基礎論入門 授業の目的と概要： 本講義では、数学基礎論に関する基本知識を一通り学習したあと、最近の研究に関する話題をいくつか学ぶ。 学習の到達目標： 1階論理と完全性定理、計算可能関数と決定問題、ペアノ算術とその部分体系、ゲーデルの不完全性定理、算術の超準モデル、集合論における数学の形式化、集合論における独立性証明などについて、講義を受けると共に演習問題を自ら解きながら、研究で使える知識を身につける。 授業の内容・方法と進度予定： 講義の前半は大凡下記の教科書に従い、受講者の予備知識や興味に合わせて進度を調整する。後半については、適宜資料を配布し、数学基礎論周辺の話題を学ぶ。 教科書および参考書： 教科書：田中一之著『逆数学と2階算術』（河合出版）。 参考書：田中一之編著『ゲーデルと20世紀の論理学』全4巻（東京大学出版会）。 成績評価の方法： 宿題及び出席（50%）、期末レポート（50%）により成績評価を行う。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
応用数理特殊講義DⅢ	1 学期 2 単位	高木 泉 教授	応用数理講座
授業題目： 偏微分方程式の古典理論 授業の目的と概要： 一階偏微分方程式および定数係数二階線型偏微分方程式に関する古典理論を学ぶ。 学習の到達目標： 一階偏微分方程式の解法を習得する。定数係数二階線型偏微分方程式の基本解の性質を理解する。波動方程式、熱伝導方程式、ラプラス方程式の解の主な性質を導出する方法を習得する。 授業の内容・方法と進度予定： - 一階偏微分方程式の解法 - 波動方程式 - 弦の振動の方程式の導出 - 一次元波動方程式の解法 - 波動方程式の基本解とホイヘンスの原理 - 熱伝導方程式 - 熱伝導方程式の導出とフーリエの解法 - 熱伝導方程式の基本解 - 最大値原理 - ラプラス方程式 - ラプラス作用素の基本解 - 平均値の性質と最大値原理 - ディリクレの原理とその正当化——弱解の理論 教科書および参考書： 教科書は用いない。主な参考書として次を挙げておく。講義中にも随時紹介する。 [1] Gerald B. Folland 著, "Introduction to Partial Differential Equations. Second Edition", Princeton University Press, 1995. [2] Walter A. Strauss 著, "Partial Differential Equations: An Introduction, 2nd edition", Wiley, 2007. 成績評価の方法： 二回の課題研究のレポートの成績に基づいて判定する。 その他： 講義終了後、30分間はオフィスアワーとする。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
応用数理特殊講義FⅢ	1 学期 2 単位	前川 泰則 准教授	幾何学講座
授業題目： Nash の手法による輸送項付き分数冪拡散方程式の数学解析 授業の目的と概要： 近年盛んに研究されている、輸送効果と分数階の拡散効果を伴う偏微分方程式について取り扱う。特に本講義では、2 階放物型方程式の基本解に対して Nash が確立した古典的手法に基づくアプローチを紹介し、基本解の各点評価とヘルダー連続性の導出方法について学ぶ。 学習の到達目標： 分数冪拡散効果と輸送効果を伴う偏微分方程式に対する、重み付きエネルギー計算と実解析的な議論を組み合わせた解析手法を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 授業は板書による通常の講義形式で行う。輸送項付き分数冪拡散方程式の弱解・基本解の定義から始め、基本解のヘルダー連続性等に関するアприオリ評価の導出までを取り扱う。 教科書および参考書： 特になし。関連する文献については適宜講義中に述べたい。 成績評価の方法： レポートにより評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
応用数理特殊講義GⅢ	1 学期 2 単位	長田 博文 講師(非) (針谷 祐 准教授)	九州大学大学院数理学研究院 教授
授業題目： 干渉ブラウン運動 授業の目的と概要： 干渉ブラウン運動とはユークリッド空間を動く無限粒子系からなる確率力学である。この運動を表現する無限次元確率微分方程式を確率幾何的な方法で解くことを目標とする。この手法は、Dirichlet形式理論による無限次元確率微分方程式の一意的強解の構成への応用である。逆に、SDE の理論を、Dirichlet 形式の一意的問題へ応用することにもつながる。この手法は、従来不可能であったCoulomb ポテンシャルによる干渉ブラウン運動の扱いを可能にする。 学習の到達目標： 相関関数などの配置空間の基本概念を理解した上で、点過程の対数微分や準 Gibbs 測度と言った概念を理解する。Dirichlet形式理論においてユークリッド空間のブラウン運動を構成する手法は、無限個のブラウン運動の構成にはそのままでは使えない。これはLebesgue 測度の無限直積がDirichlet形式の基礎の測度として登場するからだだが、それを「consistency」を鍵に「測度のないDirichlet形式」を考えてDirichlet形式的に構成する。更にそのアイデアは発展し、無限次元SDEの強解の一意的構成に至るのだが、それを理解する。またCoulombポテンシャルを備えた干渉ブラウン運動の代表例である、Dysonモデル、Airy干渉ブラウン運動、Ginibre干渉ブラウン運動についてなじむ。 授業の内容・方法と進度予定： 確率幾何・ランダム行列・確率微分方程式の古典的理論・Dirichlet形式論を使用する。時間があれば、Kipnis-Varadhanの不変原理、Ginibre点過程のPalm測度の特異性などについても話す。 教科書および参考書： なし 成績評価の方法： 出席（合格不合格に関して）、レポート（優良可についてはレポートの出来も加味する） その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
応用数理特殊講義HⅢ	2 学期 2 単位	渡辺 治 講師(非) (田中 一之 教授)	東京工業大学大学院情報理工学研究科 教授
授業題目： 計算複雑さの理論 授業の目的と概要： 計算複雑さの理論に関して、入門的なところからはじめ、いくつかのテーマについては最新の研究についてまで解説する。 学習の到達目標： 下記の項目について学ぶ。 ・計算量モデルと計算量の測り方 ・階層定理と計算量クラス ・NP問題とその解析 ・計算複雑さに関連する様々な話題 授業の内容・方法と進度予定： 1. 概論：計算複雑さの理論とは？ $P \neq NP$ への挑戦！ 2. アルゴリズムの記述法（計算モデル）、時間計算量の測り方 3. 階層定理と計算量クラス 4. クラス NP、NP 問題の例 5. 多項式時間還元可能性 6. SAT の NP 完全性 7. 乱択計算クラス、多項式時間階層、数え上げクラス 8. 計算複雑さの理論の最前線：下界の証明 9. 計算複雑さの理論の最前線：乱択クラスの解析（その1） 10. 計算複雑さの理論の最前線：乱択クラスの解析（その2） 11. 計算複雑さの理論の最前線：戸田の定理 12. 計算複雑さの理論の最前線：対話型計算量クラス 13. 計算複雑さの理論の最前線：平均時計算量（その1） 14. 計算複雑さの理論の最前線：平均時計算量（その2） 15. まとめ 教科書および参考書： 参考書：1. M. Sipser（太田他訳）、計算理論の基礎（第3巻：計算の複雑さ）、共立出版、2000。 2. M. Sipser（太田他訳）、計算理論の基礎（第3巻：計算の複雑さ）、 講義資料：www.is.titech.ac.jp/~watanabe/class/comp/ 成績評価の方法： 授業時間中に出す宿題（3回程度）もしくは期末レポートで評価する。 その他：			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Special Topics in Geometry G Ⅲ (幾何学特殊講義 G Ⅲ)	Fall Semester 2 Credits	Yoji Akama Associate Professor	Mathematical Institute
Course Title : Discrete geometry by Fourier analysis Purpose/Abstract : It is well-known that we can prove Kronecker's approximation theorem and Minkowski's thorem of analytic number theory is derived by Fourier analysis. We will see how these methods are developed to problems of discrete geometry. Specifically, (1) we will derive a mathematical model of quasicrystals of physics, by Yves Meyer's method. Then, we will study mathematically the diffraction pattern of quasicrystal, via pointwise Ergodic theorem (Baake, Robert Moody). On the other hand, we will study the symmetry peculiar to quasicrystals. Then we will explain (2) how analytic number theory is related to discrete geometry such as theory of packings and theory of uniform distribution. Goal : Fourier analytic proof of Kronecker's approximation theory, Bohr's compactification, Birkoff's pointwise ergodic theorem, theory of packings Contents : Uniform distribution. Kronecker's approximation thoerem. Minkowski's theorem. Bohr compactification. locally compact Abelian group and Pontryagin duality. Harmonious set. Cut-and-project set. Delone set. The topological dynamical system of points sets. Unique ergodic measure. Mathematical diffraction theory of quasicrystals with and without probabilistic disturbance. Minkowski-Hlawka's theorem and packing theory. Books required/referenced : Reference: [1] Yohji Akama and Shinji Iizuka. Random Fields on Model Sets with Localized Dependency and Their Diffraction, Journal of Statistical Physics, Volume 149, Issue 3, 2012. [2] K. Chandrasekharan. Introduction to analytic number theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 148. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1968. [3] Peter M. Gruber. Convex and discrete geometry, Vol. 336 of Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften [Fundamental Principles of Mathematical Sciences]. Springer, 2007. [4] Yves Meyer. Algebraic numbers and harmonic analysis. 1972. North-Holland Mathematical Library, Vol. 2. Grading : Reports Remarks : akama@m.tohoku.ac.jp Office hour : 1600-1700, Wednesday (subject to change)			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Special Topics in Analysis E Ⅲ (解析学特殊講義 E Ⅲ)	Fall Semester 2 Credits	Shigeki Aida Professor	Mathmatical Institute
Course Title : An introduction to additive processes Purpose/Abstract : After reviewing the basic notion in probability theory, we expalin the basic properties of Brownian motion and Poisson process. Also we explain the basic properties of sum of independent random variables and infinitely divisible distributions. Goal : Understanding of basis of study of independent random variables, Brownian motion and Poisson process. Contents : 1. Definition of Additive process, examples 2. Additive process and infinitely divisible law, 3. Additive process and its generator Books required/referenced : Levy processes and infinitely divisible distributions, Ken-iti Sato,Cambridge studies in advanced mathematics Grading : report Remarks : Friday second lecture			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子物理学特殊講義Ⅲ	2 学期 1 単位	松本 重貴 講師(非) (◎隅野 行成 准教授)	東京大学数物連携宇宙研究機構
授業題目： 暗黒物質現象論 授業の目的と概要： 暗黒物質現象論について、最近の実験的・理論的な発展を踏まえ、基礎的な段階から講義を行う。具体的には、暗黒物質について素粒子論的な側面から議論を行った後、暗黒物質の存在に関する宇宙観測や暗黒物質の検出実験（直接検出実験、間接検出実験、加速器（LHC等）における検出実験）について解説を行う。また同時に、それぞれの検出実験におけるシグナルの計算についても丁寧に解説を行う。講義最後には、現在の実験・観測を考慮した結果考えられる最も有望な暗黒物質候補について述べ、この暗黒物質の近い将来における検出可能性についても議論する。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 1. 暗黒物質の存在証拠 2. 暗黒物質の素粒子論 3. 暗黒物質の宇宙論（暗黒物質の熱史） 4. 暗黒物質の天文学（暗黒物質の間接検出） 5. 非加速器実験における暗黒物質検出（暗黒物質の直接検出） 6. 加速器実験における暗黒物質検出 7. 現在最も有力な暗黒物質候補 8. まとめ 教科書および参考書： 成績評価の方法： その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子物理学特殊講義Ⅳ	2 学期 1 単位	寺嶋 靖治 講師(非) (◎隅野 行成 准教授)	京都大学基礎物理学研究所 (量子基礎物理学講座)
授業題目： 超対称な場の理論の厳密な解析について 授業の目的と概要： 超対称性を持つ場の理論は、近似によらない厳密な解析がある種の物理量に関して可能になるという著しい性質を持つ。これは、特に非摂動的な振る舞いについての理解を可能にする。通常、場の理論では厳密な解析が現実的には不可能な場合が多いことを考えると、この超対称場の理論は、場の理論を非摂動的な側面を理解するためにも非常に有用である。もちろん、超対称場の理論は素粒子現象論のモデルとしても有望であり、その厳密な解析は重要である。この講義では、この超対称場の理論の厳密な解析の手法について具体的に学ぶことを目的とする。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 場の理論の初歩の理解を前提として、まず超対称性を持つ場の理論の基礎的な事項を解説した後、4次元超対称ゲージ理論の複素解析的な性質を使った低エネルギー有効理論の厳密な結果を紹介する。さらに、最近の話題として、局所化と呼ばれる超対称場の理論の新しい解析手法がある、これにより分配関数やある種の Wilson ループ等の量を厳密に計算できる。また6次元の超共形場の理論の存在とその4次元場の理論への応用等も局所化と関連した非常に興味深い話題である。これらの内容についても時間の許す範囲で解説する。 教科書および参考書： 授業の初めに指定する予定 成績評価の方法： その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子物理学特殊講義Ⅴ	1 学期 1 単位	神田 展行 講師(非) (井上 邦雄 教授)	大阪市立大学 (ニュートリノ科学研究センター)
授業題目： 重力波の物理と最新状況 授業の目的と概要： 相対性理論からの帰結としての重力波現象を理解し、重力波観測によって解明できる物理現象、超高感度の観測手法についての基礎知識を学ぶ。 重力波を発する宇宙での事象、重力波を観測するための実験手法について解説する。また、建設が進む最新鋭のKAGRA実験の進捗状況と期待される物理成果について、実験物理学者の立場から紹介・解説する。 学習の到達目標： 重力波および重力波発生現象に関する基礎的な理解と、最新鋭の高感度観測装置の技術に関する基礎的な原理についての理解。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 重力波と一般相対性理論 2. 重力波を発生する天文事象 3. 重力波観測手法と最新鋭重力波探索実験KAGRA 教科書および参考書： 授業内で紹介。 成績評価の方法： 出席とレポート提出。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
素粒子物理学特殊講義Ⅶ	1 学期 1 単位	清水 裕彦 講師(非) (井上 邦雄 教授)	名古屋大学 (ニュートリノ科学研究センター)
授業題目： 極低温中性子を使った素粒子研究 授業の目的と概要： 極低温中性子の生成および中性子を使った素粒子研究についての基礎知識を学ぶ。 中性子の寿命はビッグバン元素合成やニュートリノ反応断面積を精密に計算する上で重要なパラメータである。また、中性子の電気双極子モーメントは時間反転対称性の破れを検証する有力な手段と考えられており、素粒子の標準理論を超えた超対称性などの新しい物理機構の発見に有効である。これらの研究で重要となる、高強度の極低温中性子の生成とそれを使った最新の素粒子研究について紹介・解説する。 学習の到達目標： 極低温中性子の生成方法とそれを利用した素粒子研究の基礎知識の習得。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 極低温中性子の生成 2. 中性子の寿命と宇宙素粒子研究での活用 3. 中性子の電気双極子モーメントの高感度探索と標準理論を超えた物理への挑戦 教科書および参考書： 授業内で紹介。 成績評価の方法： 出席とレポート提出。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
原子核物理学特殊講義Ⅱ	2 学期 1 単位	木村 真明 講師(非) (萩野 浩一 准教授)	北海道大学大学院理学院 (准教授) (量子基礎物理学講座)
授業題目： 反対称化分子動力学に基づく不安定核・ハイパー核の構造 授業の目的と概要： 原子核構造の基礎を理解した上で、近年の不安定核、ハイパー核研究の課題・状況を理解する。また、核構造・反応模型の一つである反対称化分子動力学に基づき、不安定核が持つ分子的構造やハイペロンによる不純物効果について紹介を行う。 キーワード：不安定核構造、ハイパー核構造 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 朝倉物理学大系 原子核構造論 高田健次郎・池田清美著 成績評価の方法： 出席状況及びレポートによる その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
原子核物理学特殊講義Ⅲ	2 学期 1 単位	岩崎 雅彦 講師(非) (田村 裕和 教授)	理化学研究所 (物理学専攻 素粒子・核物理学講座)
授業題目： 中間子と μ 粒子、ストレンジネスの科学 授業の目的と概要： 原子核を結び付ける力は π 中間子によって作られる。歴史的には湯川によって予言された π 中間子より先にミュオン (μ 粒子) が発見され、当初、両方とも中間子と呼ばれた。ミュオンは電弱相互作用だけをする電子やタウ粒子の仲間の荷電レプトンであることが明らかになり、現在は強い相互作用を行う中間子とは区別している。その後多くの中間子が発見されたが、2 次ビームとして実験的に一般的に用いる粒子はミュオン (レプトン)、π 中間子、K 中間子の 3 種類である。これらを用いた現在の J-PARC における実験的研究の一端を紹介する。 学習の到達目標： ハドロン物理学の最前線を学ぶ 授業の内容・方法と進度予定： 1. 素粒子と中間子 2. パイ中間子、K 中間子、ミュオン 3. 物質との相互作用 4. パイ中間子核 5. K 中間子核 6. ミュオン異常磁気能率 7. ミュオン源 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： 講義は集中形式で行い、出席と出席者との質疑応答で評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
Advanced Lecture on Physics of Crystals (結晶物理学特殊講義)	2 学期 2 単位	齊藤 英治 教授 他 (Prof. E. Saitoh) 他	WPI-AIMR、金属材料研究所 (IMR)
授業題目： 結晶物理学特殊講義 (Advanced Lecture on Physics of Crystals) 授業の目的と概要： 固体物理学の中から、表面物理、スピントロニクス、中性子散乱、構造物性、格子欠陥などの話題を取り上げる予定である。 Several topics in condensed matter physics, including surface science, neutron scattering, spintronics, and electron microscopy, will be covered. 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： レポート・出席点による。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
恒星物理学特殊講義	1 学期 2 単位	蜂巢 泉 講師(非) (山田 亨 教授)	天文学専攻
授業題目： 超新星 授業の目的と概要： 超新星爆発現象とそれに関連する物理過程を理解する。 学習の到達目標： 超新星現象についてその基本的物理過程を理解し、最先端の研究成果にも触れる。 授業の内容・方法と進度予定： 板書及びスライドによる。 教科書および参考書： 講義時に紹介する。 成績評価の方法： 出席およびレポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
星間物理学特殊講義	2 学期 2 単位	秋山 正幸 准教授	天文学専攻
授業題目： 観測で明らかにする銀河の形成と進化 授業の目的と概要： 近年の大型望遠鏡の活躍により銀河の形成と進化について様々な観測的情報が得られつつある。ここでは現在の理解の基本となっている論文を輪講することで銀河の形成と進化について観測的に明らかになったことを理解することを目的とする。 学習の到達目標： 観測により結果に重みを置き、銀河の観測の手法、道筋、それにより明かされた情報、および現在の観測の限界について理解することを目指す。 授業の内容・方法と進度予定： 講義は各分野の背景説明と論文の輪講で進める。 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： 出席者は一度は指定された論文を 読んで発表する。講義への出席と発表の内容によって成績を評価する。 その他： 月曜日・2 講時 講義のホームページが http://www.astr.tohoku.ac.jp/~akiyama/index_Lec_GAL.html にあります。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
電波天文学特殊講義	2 学期 2 単位	百瀬 宗武 講師(非)	天文学専攻
授業題目： 原始惑星系円盤の観測的研究 授業の目的と概要： 原始惑星系円盤とは、若い星に普遍的に付随しており惑星系の母胎であると考えられている円盤である。この講義では、導入部で原始惑星系円盤が発見された歴史をたどりながらその大まかな性質を理解し、その後、最近の観測結果も紹介しながら、その構造と構成物質に関するより詳細な現状の理解を紹介する。その際、基礎となる、物質と電磁波の放射・吸収機構についても触れる。主に電波天文観測に基づく知見を紹介するが、必要に応じて、赤外線観測や系外惑星研究の成果も紹介する。 学習の到達目標： 原始惑星系円盤から放出される各種の電磁波放射について、その放射機構に関する理解を深め、基礎的な物理に基づき説明できるようになる。惑星系形成シナリオを、観測事実と対応させながら理解し、そのあらしや未解決の問題点、系外惑星が示す多様性との関連可能性を説明できるようになる。 授業の内容・方法と進度予定： 板書およびスライドを用いて適切に行う。 教科書および参考書： シリーズ 現代の天文学(6) 星間物質と星形成 (日本評論社) シリーズ 現代の天文学(16) 宇宙の観測Ⅱ、電波天文学 (日本評論社) 成績評価の方法： 出席およびレポート その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
相対論的天体物理学特殊講義	1 学期 2 単位	服部 誠 准教授	天文学専攻
授業題目： 観測的初期宇宙論 授業の目的と概要： 宇宙開闢間もないインフレーション期に宇宙の構造の種となる物質の密度揺らぎ等、現在の我々の宇宙の姿を決定づける殆どのものが生成されたと考えられている。様々な観測量を用いて、インフレーション期の物理の探査にメスを入れられる事が期待されており、関連した観測的プロジェクトが活発に推進されている。本講義では、以下の項目に沿って講義を展開しインフレーション期の物理とその観測的検証法を解説する。 ・インフレーション期密度揺らぎの生成の理論 ・インフレーション期の背景重力波生成の理論 ・インフレーション後密度揺らぎと背景重力波の進化 ・宇宙マイクロ波背景放射温度揺らぎから引き出せるインフレーション期の物理 ・宇宙マイクロ波背景放射偏光観測から引き出せるインフレーション期の物理 ・二光子干渉に現れる量子効果を応用したインフレーション期の真空状態の探査 ・高精度観測的初期宇宙論探査時代に期待される天文学の進展 ・観測的初期宇宙論探査の観測手法 学習の到達目標： 受講者各自が、当該分野で観測的研究に着手できるレベルに到達することを第一の目標とする。 自らが当該分野の研究に携わる可能性が少ない学生には、初代星から銀河、銀河団、超銀河団等の形成の初期条件を提供するインフレーション期の物理とその観測的検証法に系統的に触れる機会を提供する。 授業の内容・方法と進度予定： ・光の量子化と代表的光の量子化の効果 ・スカラー場のエネルギー運動量テンソルの導出 ・インフレーション宇宙モデルについて ・インフレーション期密度揺らぎの生成の理論 ・インフレーション期の背景重力波生成の理論 ・インフレーション後密度揺らぎと背景重力波の進化 ・宇宙マイクロ波背景放射温度揺らぎから引き出せるインフレーション期の物理 ・宇宙マイクロ波背景放射偏光観測から引き出せるインフレーション期の物理 ・二光子干渉に現れる量子効果を応用したインフレーション期の真空状態の探査 ・高精度観測的初期宇宙論探査時代に期待される天文学の進展 ・観測的初期宇宙論探査の観測手法 教科書および参考書： 量子光学の教科書なら何でも (例: Optical coherence and quantum optics by L.Mandel, E.Wolf, Cambridge Univ. Press; 量子光学、松岡正浩著、裳華房; 岩波講座 現代の物理学(8) 量子光学、花村栄一著; 工学系のための量子光学、井上恭著、森北出版: A Guide to Experiments in Quantum Optics, by H.A. Bacho, T.C. Ralph, Wiley-VCH second, revised and enlarges edition) CMB Cosmology 関連なら何でも (例: S.Dodelson "Modern Cosmology"; 現代天文学シリーズⅡ・Ⅲ、日本評論社; Cosmological Inflation and Large Scale Structure, Liddle & Lyth, Cambridge Univ. Press; http://ads.nao.ac.jp/abs/2011PhRvD..83b3515G) 成績評価の方法： レポート その他： hattori@astr.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
理論天体物理学特殊講義	2 学期 2 単位	野口 正史 准教授	天文学専攻
授業題目： 銀河進化論 授業の目的と概要： 近年大規模サーベイによって宇宙の様々な時期における銀河の性質が明らかになりつつあり、ある意味で銀河の進化過程を直接観測できる可能性が開けてきた。本講義ではいくつかのトピックを取り上げ、CDM宇宙論に立脚した銀河進化学理論がどのように銀河の観測的諸性質を説明できるのか（あるいはできないのか）を議論する。 (1)銀河の統計的性質と赤方偏移依存性 (2)楕円銀河と Fundamental Plane (3)円盤銀河の形成に関する諸問題 (4)Bimodality: Red sequence and blue sequence (5)銀河合体の重要性と役割 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 教科書は指定しない。 講義の一部は「Galaxy Formation and Evolution: Mo, van den Bosch, & White」に基づく。 成績評価の方法： レポートによる。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
銀河物理学特殊講義	1 学期 2 単位	千葉 柁司 教授	天文学専攻

授業題目：
銀河考古学：近傍銀河宇宙から探る銀河形成史

授業の目的と概要：
銀河系や近傍にある銀河は、遠方銀河と違って恒星に分離できるので、恒星の進化理論に基づいて銀河の歴史を調べることができる。本講義では、恒星系の化学動力学の基礎理論に基づいて銀河・銀河集団の構造形成について論ずる。

学習の到達目標：

授業の内容・方法と進度予定：

0. はじめに：銀河考古学とは	1. 恒星系の運動学と動力学
2. 恒星の進化と銀河の物質循環	3. 銀河系古成分の性質
4. 銀河における暗黒物質の問題	5. 銀河系の形成過程
6. 局所銀河群銀河の形成と進化	

教科書および参考書：
講義中に、適宜資料を配布する。

成績評価の方法：
レポートによる。

その他：

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
固体地球物理学特殊講義Ⅰ	2 学期 2 単位	西村 太志 教授 中原 恒 准教授 藤田 英輔 准教授(委)	固体地球物理学講座 固体地球物理学講座 防災科学技術研究所・固体地球研究部門
授業題目： 地震・火山現象のモデリング 授業の目的と概要： 地震・火山観測により得られる地球物理学的観測データを理解するために必要な地震波伝播理論や火山ダイナミクスについて講義する。 学習の到達目標： 具体的な事象・事例に直面した際に、独自の発想にもとづいた解析への取り組みと既成概念に囚われない自由な発想を展開できるだけの下地を醸成する。 授業の内容・方法と進度予定： 【火山噴火予測・火山災害軽減概論】 火山活動はマグマ活動に起因する現象であり、マグマのダイナミクスについて理解することにより、火山噴火予知および火山災害の軽減を実現する。 本講義では、火山観測とそのデータ解析手法や数値シミュレーションを駆使した災害軽減技術など、最新の火山・噴火活動の評価手法について紹介する。 教科書および参考書： 講義の際に、レジュメを配布する。 成績評価の方法： 講義聴講およびレポートによる。 その他： オフィスアワー：物理研究棟633号室（西村）（水曜日午後13時半から16時） 物理研究棟637号室（中原）（水曜日午後13時半から16時）			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
固体地球物理学特殊講義Ⅱ	1 学期 2 単位	松澤 暢 教授 長谷川 昭 教授(客)	地震・噴火予知研究観測センター
授業題目： 沈み込み帯の地殻活動に及ぼす水の影響について 授業の目的と概要： 最近の研究により、沈み込み帯のプレート境界、内陸、スラブ内のすべての地震の発生には極めて高い間隙水圧が必要である可能性が指摘されている。この高間隙水圧がなぜ必要と考えられているのかを解説し、2011年東北地方太平洋沖地震も例にあげながら、地震発生に至る過程について最新のモデルを紹介する。 学習の到達目標： 沈み込み帯における地震の発生における水の影響を理解し、自分の研究に役立てる。 授業の内容・方法と進度予定： 沈み込み帯のプレート境界・内陸・スラブ内の地震の発生に至る過程に関する最新の研究成果をセミナー形式で紹介し、議論を通じて理解を深める。 教科書および参考書： 必要な資料は講義時に配付する 成績評価の方法： 出席とレポートにより評価する。 その他： 松澤教授の連絡先は下記のとおり： Tel:022-795-3928（直通）；Tel:022-225-1950（代表） E-mail:matuzawa@aob.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
太陽惑星空間物理学特殊講義Ⅰ	1 学期 2 単位	小野 高幸 教授	地球物理学専攻
授業題目： 太陽惑星空間物理学特殊講義Ⅰ 授業の目的と概要： 受講生自信の専門分野に関連する教科書を選び適当な賞を選んでレクチャー形式で内容の説明を行う。 学習の到達目標： 太陽惑星空間物理学に関する専門分野の修士課程学生に対して、講義を行えること。 授業の内容・方法と進度予定： 1 学期で一人 1 - 2 回の講義を行う。 教科書および参考書： 「太陽地球圏（現代地球科学入門シリーズ；小野、三好）」（共立出版） 成績評価の方法： その他： 内線 6 5 1 4 E-mail: ono@stpp.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
流体地球物理学特殊講義Ⅱ	2 学期 2 単位	須賀 利雄 教授 木津 昭一 准教授	地球物理学専攻
授業題目： 大気海洋系の力学 授業の目的と概要： 大気海洋系の運動と力学にかかわる理論の理解を目的とする。非回転系および回転系における調節過程、回転流体の重力波、強制運動などを扱う。 学習の到達目標： 大気や海洋の運動の仕組み体系的に理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 下記の書籍の第 5 章～第 9 章（予定）を輪読する。週ごとに、発表担当者が担当部分の説明資料を用意し、参加者全員に配布するとともに、パソコンを使って発表する。発表では、原文を翻訳するだけでなく、式の理解や意味の理解にも重点を置くこと。指定書以外の文献を併用して内容を補うことも歓迎する。 教科書および参考書： Adrian Gill, 1982: Atmosphere-Ocean Dynamics, Academic Press, 662pp. 成績評価の方法： 発表と出席による。 その他： 授業時間以外の面談は、授業中に口頭で、またはメールで事前に申し込むこと。質問者への回答は、原則として面談で行う。 連絡先：須賀利雄 suga@pol.gp.tohoku.ac.jp 木津昭一 kizu@pol.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
気候システム物理学特殊講義Ⅰ	1 学期 2 単位	青木 周司 教授 早坂 忠裕 教授 森本 真司 教授 岩渕 弘信 准教授	(大気海洋変動観測研究センター) 大気海洋変動学講座
授業題目： 気候システム物理学特殊講義Ⅰ			
授業の目的と概要： 気候変動のメカニズムを理解する上で極めて重要な放射エネルギーと水の循環について講義を行う。地球の大気と海洋の流れを引き起こし、水の蒸発・凝結・降水現象の源となるエネルギーは太陽放射である。この講義では、大気上端に入射した太陽放射エネルギーが大気・海洋・陸面に分配され、顕熱や潜熱の形で輸送された後、最終的に赤外放射として宇宙空間に放射されるまでの一連の過程、およびそれらの過程における気体、液体、固体という様々な形での水循環の役割について、最先端の研究の成果を理解することを目的とする。			
学習の到達目標：			
授業の内容・方法と進度予定：			
教科書および参考書： 必要な資料はその都度配布する。			
成績評価の方法： レポートによる。			
その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
気候システム物理学特殊講義Ⅱ	2 学期 2 単位	青木 周司 教授 早坂 忠裕 教授 森本 真司 教授 岩渕 弘信 准教授	(大気海洋変動観測研究センター) 大気海洋変動学講座
授業題目： 気候システム物理学特殊講義Ⅱ			
授業の目的と概要： 気候変動における人間活動の影響について講義を行う。温室効果をもたらす二酸化炭素、メタンをはじめとする様々な微量気体の分布と変動と、これらの気体の発生源および吸収源の強度を推定するための濃度や各種元素の同位体比の解析法について論ずる。また、それぞれの気体に関する最近の循環モデル、大気輸送モデル、化学モデルについても学ぶ。さらに、温室効果とは逆に冷却効果をもたらすと考えられている人為起源のエアロゾルの分布と変動、およびその直接的効果と間接的効果（雲の変質）についても最先端の研究の成果を交えて議論する。			
学習の到達目標：			
授業の内容・方法と進度予定：			
教科書および参考書： 必要な資料はその都度配布する。			
成績評価の方法： レポートによる。			
その他：			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Special Lecture on Solid Earth Physics II (固体地球物理学特殊講義II)	1 学期 2 単位	Prof. Toru Matsuzawa Vis. Prof. Akira Hasegawa	Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions
Course Title : Effect of water on the crustal activity in subduction zones Purpose/Abstract : Recent studies indicate that high pore pressure plays important role in the seismic activity on the plate interfaces, in land areas and in the slabs. In this lecture, we explain why the high pore pressure is thought to be needed in the seismic activity. We also introduce the latest models for the generation of earthquakes such as the 2011 Tohoku earthquake. Goal : To understand the effect of water on the generation of earthquakes in subduction zones. Contents : We introduce the latest researches on the earthquake generation process on the plate boundaries, in land areas, and in the slabs in the form of seminars and we expect that the students will obtain deep knowledge of the process through discussion with the professors and other students. Books required/referenced : Handouts given in the lectures. Grading : Report and attendance Remarks : Contact information for Prof. Matsuzawa is: Tel: 022-795-3928 (direct); Tel: 022-225-1950 (secretary office) E-mail: matuzawa@aob.gp.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
化学特殊講義Ⅰ	1 学期 2 単位	寺田 眞浩 教授	反応有機化学研究室
授業題目： 現代化学の最先端 授業の目的と概要： 無機・分析化学、有機化学、物理化学、境界領域化学、先端理化学、化学反応解析、固体化学、生体機能化学、分離化学、重元素化学など、現在化学の諸分野で展開されている先端的研究を詳細に解説し、将来の化学研究を展望する。 学習の到達目標： 現代の化学に関する最先端の研究の動向を把握し、最新の知識を得る。 授業の内容・方法と進度予定： 講義形式 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： 出席とレポート その他：			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
化学特殊講義Ⅲ	Spring Semester 2 Credits	Gridnev Ilya 准教授	反応有機化学
Course Title : 国際会議での英語発表 Purpose/Abstract : By taking this course, students will learn how to give presentations in English at international meetings. Goal : Students will be taught how to prepare and give presentations at international meetings. Contents : The course will include both lectures and short presentations by the students. Books required/referenced : There is no textbook Grading : Students will be evaluated on the basis of class attendance, which is mandatory, class participation, and quality of their presentations. Remarks : igridnev@m.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
化学特殊講義Ⅳ	Fall Semester 2 Credits	Breedlove Brian 准教授	錯体化学研究室
Course Title : 科学英会話 Purpose/Abstract : 英語での科学的な議論の大切な点と練習。 This course is designed to give doctor course students an opportunity to use English to discuss topics in science, especially chemistry. The primary goal of this course is to give students a chance to develop their English conversation skills using scientific topics. Goal : To give students a chance to discuss science in English. Contents : This course will be a discussion course, and attendance and participation are mandatory. The course involve discussions of each student's research, research articles, and listening assignments. Books required/referenced : There is no textbook Grading : Students will be evaluated based their attendance and participation. Remarks : breedlove@m.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Chemistry and Biochemistry I A (先端化学・生物化学特殊講義ⅠA)	Spring Semester 2 Credits	Professor Nagao Kobayashi	Functional Molecular Chemistry Laboratory
Course Title : Inorganic Chemistry and Bioinorganic Chemistry Purpose/Abstract : To understand d-metal complexes, the electronic spectra of metal complexes, and elements of living systems and heme enzymes. Goal : At the end of this course, students are expected to understand binding, electronic structure and reactions of d-metal complexes, electronic spectra of complexes, and elements of living systems and functions and structures of some heme enzymes. Contents : Lectures, exercise, and reports of the following subjects: 1. Representative ligands, bonding and electronic structure, and reactions of d-metal complexes. 2. The electronic spectra of atoms and complexes, and bonding and spectra of M-M bonded compounds. 3. The elements of living systems and functions and structures of some heme enzymes. Books required/referenced : D. F. Shriver and P. W. Atkins, Inorganic Chemistry, Oxford University Press, 3rd or 4th edition. Grading : Small examinations and reports (60%), and class participation including required attendance (40%). Remarks : Chemistry Building B, 2F, Lecture room 3. Every Wednesday from 10:30 to 12:00.			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Chemistry and Biochemistry I B (先端化学・生物化学特殊講義 I B)	Fall Semester 2 Credits	Soji SHIMIZU Lecturer	Functional Molecular Chemistry Laboratory
Course Title : Inorganic Chemistry Purpose/Abstract : In order to enhance understanding of what students learn in Advanced Chemistry and Biochemistry I A, this course will provide advanced topics of inorganic chemistry including 1) electronic properties (ligand-field and spin-orbit coupling, electronic spectra, and molecular magnetism), 2) electron transfer, and 3) new trends in modern coordination chemistry. Goal : At the end of this course, students are expected to master basic background of the modern inorganic chemistry. Contents : 1) Electronic properties (ligand-field and spin-orbit coupling, electronic spectra, and molecular magnetism) 2) Electron transfer (mechanism of redox reactions and mixed-valence systems) 3) New trends in modern coordination chemistry (supramolecular coordination chemistry, photochemistry, and biocoordination chemistry) Books required/referenced : Grading : Examination and reports Remarks : Chem. Students Lab. [H-22] 2F Lecture room 3 Wednesday, 2nd class			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Chemistry and Biochemistry II A (先端化学・生物化学特殊講義 II A)	Spring Semester 2 Credits	Yutaka Shibata Associate Professor	Department of Chemistry
Course Title : Application of Physical Chemistry to the Life Science Purpose/Abstract : To understand biological processes on the basis of physical chemistry Goal : To understand how concepts in physical chemistry explain the properties of biomolecules and their biological processes mainly related to photosynthesis Contents : Lectures, exercises, and reports of the following subjects: 1) Quantum mechanics and thermodynamics relevant to the structures and dynamics of biomolecules 2) Basic Concepts of Chemical Kinetics of biological processes 3) Molecular energetics in life science 4) Light-matter interactions in biological materials Books referenced : 1) Herbert van Amerongen, Leonal Valkunas, and Rienk van Grondelle "Photosynthetic Excitons" 2) Robert E. Blankenship "Molecular Mechanisms of Photosynthesis" Grading : Presentation, submitted reports, and asking questions in class Remarks :			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Chemistry and Biochemistry II B (先端化学・生物化学特殊講義II B)	Fall Semester 2 Credits	Associate professor Hideaki Takahashi	Department of ChemistryFaculty of Science
Course Title : Introduction to Quantum Chemistry Purpose/Abstract : The course will introduce the fundamental principles of the quantum mechanics. It will present the solution of the basic equation in quantum mechanics for understanding simple one-particle quantum systems. Further, the methodologies to solve many-particles systems will be discussed on the basis of the mean-field approximations for the applications of quantum mechanics to chemical reactions. Goal : Understand the fundamental principles of the quantum mechanics and the mean-field approximation used to solve the Schrodinger equations for many-electrons systems such as atoms and molecules. Contents : Following subjects will be presented: 1. Fundamental principles in quantum mechanics 2. Applications to one-particles systems 3. Electronic structure in atoms 4. Molecular orbitals and mean-field approximation Books required/referenced : D. A. McQuarrie and J. D. Simon "Physical Chemistry: A molecular approach" P. W. Atkins "Physical Chemistry" Grading : Examination, attendance, and reports Remarks :			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Chemistry and Biochemistry III A (先端化学・生物化学特殊講義III A)	Fall Semester 2 Credits	Gridnev Ilya 准教授	反応有機化学研究室
Course Title : History of Chemistry Purpose/Abstract : The lectures will cover development of Chemistry as a science, history of the main ideas and basics of the modern chemistry, development of the synthetic and analytical methods, appearance and changes of the important concepts. Each topic will be connected to the modern state of research in the field. Goal : Students are supposed to learn the history of chemistry and develop abilities on the critical analysis of the ideas and concepts used in the modern research. Contents : 8. Kinetics and Thermodynamics. 9. Organic chemistry. 10. Inorganic and Organometallic chemistry. 11. Catalysis. 12. Polymers. 13. Biochemistry. 14. Environmental Chemistry. Books required/referenced : Trevor H. Levere: "Transforming Matter: A History of chemistry from Alchemy to the Buckyball" Original papers and reviews (copies provided by the teacher) Grading : Attendance to the classes Each student makes a class presentation on a topic chosen from the suggested or on his/her own choice. The paper will be discussed with the teacher. Remarks : Tel. 6603 Email igridnev@m.tohoku.ac.jp			

Course	Semester/Credits	Instructor	Affiliation
Advanced Chemistry and Biochemistry III C (先端化学・生物化学特殊講義III C)	Spring Semester 2 Credits	Gridnev Ilya 准教授	反応有機化学研究室
Course Title : History of Chemistry Purpose/Abstract : The lectures will cover development of Chemistry as a science, history of the main ideas and basics of the modern chemistry, development of the synthetic and analytical methods, appearance and changes of the important concepts. Each topic will be connected to the modern state of research in the field. Goal : Students are supposed to learn the history of chemistry and develop abilities on the critical analysis of the ideas and concepts used in the modern research. Contents : 1. Chemistry among other sciences. Early findings, ideas, theories. 2. Atomic hypothesis and its development. 3. Binding and Structure. 4. The Electron and electronic structure of matter. 5. Elements: nature, number and discovery. 6. Periodic Table and Periodic Law. 7. Analytical, instrumental, and spectroscopic techniques. Books required/referenced : Trevor H. Levere: "Transforming Matter: A History of chemistry from Alchemy to the Buckyball" Original papers and reviews (copies provided by the teacher) Grading : Attendance to the classes Each student writes a short paper on a topic chosen from the suggested or on his/her own choice. The paper will be discussed with the teacher. Remarks : Tel. 6603 Email igridnev@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
自然環境地理学特殊講義Ⅰ	1 学期 2 単位	今泉 俊文 教授	環境地理学講座
授業題目： 変動地形論 授業の目的と概要： 変動帯に属する日本列島の地形と世界の変動地形の比較を行い、変動地形研究と関連する研究領域について考える。 学習の到達目標： 世界の変動地形研究の動向について考える。 授業の内容・方法と進度予定： 各人発表に基づいて、セミナー形式にて行う。 教科書および参考書： 特に指定はしない 成績評価の方法： 出席状況にて判断する その他： 自然環境地理学特殊講義Ⅱをあわせて受講すること			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
自然環境地理学特殊講義Ⅱ	2 学期 2 単位	今泉 俊文 教授 岡田 真介 助教	環境地理学講座自然災害学講座 (災害科学国際研究所)
授業題目： 地殻変動論 授業の目的と概要： 世界の変動帯においての地殻変動研究の最先端の研究動向を把握する。 学習の到達目標： 世界の変動地形研究の最先端を探る。 授業の内容・方法と進度予定： セミナー形式にて行う 教科書および参考書： 特に指定はしない。 成績評価の方法： 出席状況にて判断する その他： 自然環境地理学特殊講義Ⅰをあわせて受講すること			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
人間環境地理学特殊講義Ⅰ	1 学期 2 単位	日野 正輝 教授	環境地理学講座
授業題目： 少子高齢化と都市問題 授業の目的と概要： 人口減少時代を迎えた日本の都市圏をはじめとして、これまで拡大を続けてきた先進国の都市圏において縮小の問題が論じられ始めている。そこで、この問題をいち早く取り上げた下記の文献を輪読し、議論することで、縮小する都市の問題について理解を深める。 K.M.Pallagst, T. Wiechmann and C. M. Fernandez(2012): Shrinking Cities: International Perspectives and Policy Implications, Taylor & Francis Group, 304P. 学習の到達目標： 都市化のステージはこれまでも多くの研究者によって識別され、モデル化されてきたが、縮小のステージは初めて直面する状況である。そこでの持続可能な居住のあり方を探求することは、今後の都市政策を考える上で必要である。講義では、縮小に転じた都市の持続可能性を考察する上で必要な観点を養うことを目標とする。 授業の内容・方法と進度予定： 受講者はテキストの各章を通読するとともに、分担して各章の要約を作成して提出する。それに基づいて討議する。関連文献はその都度紹介する。 教科書および参考書： K.M.Pallagst, T. Wiechmann and C. M. Fernandez(2012): Shrinking Cities: International Perspectives and Policy Implications, Taylor & Francis Group, 304P. 成績評価の方法： 成績評価は出席60%、レポート40%の割合で行う。 その他： 火曜日第3 講時 オフィスアワー：随時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
人間環境地理学特殊講義Ⅱ	2 学期 2 単位	日野 正輝 教授 増田 聡 教授 上田 元 准教授 磯田 弦 准教授	理学研究科 経済学研究科 環境科学研究科 理学研究科
授業題目： 国土構造の変容と地域政策 授業の目的と概要： 大都市圏における人口の都心回帰、地方都市に人口減少、山間地の「限界集落」の増大、産業の空洞化などに見て取れる国土構造の変化に関する議論を、最新の研究報告および議論をレビューすることで問題点を整理し、その対策について検討する。 学習の到達目標： 国土政策についての認識を高め、様々な空間スケールの地域政策に関する議論にコミットできる能力を養う。 授業の内容・方法と進度予定： 国土構造の変容に関する文献および地域政策に関してレビューし、それに基づいて討議する。 教科書および参考書： 成績評価の方法： 成績評価は出席60%、レポート40%の割合で行う。 その他： 金曜日第2 講時 オフィスアワー：随時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
環境地理学特殊講義Ⅲ	1 学期 1 単位	松本 淳 講師(非)	首都大学東京大学院都市環境研究科 教授
授業題目： グローバルモンスーン気候学 授業の目的と概要： 世界のモンスーン気候について概説し、グローバルな視点からみた日本を含むアジアモンスーンの特徴を論じる。 学習の到達目標： 日本を含むアジアの気候環境の特徴と、その形成に関わる様々なプロセスについての理解を深める。また人間活動による影響についても理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 2 日間の集中講義として以下の内容を予定している。 1. モンスーン気候の認識の歴史 2. グローバルにみたモンスーンの風系と降水 3. アジアモンスーンの季節変化 4. アジアモンスーンの長期変化と人間活動 教科書および参考書： 必要に応じて授業中に随時紹介する。 成績評価の方法： 講義への出席・参加状況とレポート提出によって行う。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
環境地理学特殊講義Ⅳ	1 学期 1 単位	宮澤 仁 講師(非)	お茶の水女子大学大学院人間文化創成 科学研究科 准教授
授業題目： 福祉問題に関する地理学的研究 授業の目的と概要： 日本では世界に類をみないスピードで少子高齢化が進んでおり、それに対応できる福祉制度を構築するために2000年前後から社会保障の制度改革が進められてきた。このような社会的・政治的变化を受けて日本の地理学界でも福祉問題に対する関心が高まり、関連研究が蓄積されてきた。この授業では、福祉問題に関する地理学的研究の方法論と動向について講義するとともに、その展望について論じる。 学習の到達目標： 近年の福祉研究では「地域の多様性」と「社会保障の持続性」が注目されている。そのためには地理学の視点が重要であることを理解し、あわせて福祉問題を説明、分析、考察するための地理学的観点や研究調査手法について学ぶ。講義では事例として日本の福祉問題を中心に上げるが、日本の福祉のあり方は世界的に注目を集めていることも理解してほしい。 授業の内容・方法と進度予定： 1. 福祉に関する地理学的研究の方法 2. 日本の福祉問題と地理学的研究の動向 3. 福祉サービスの供給 4. 福祉と地域社会 5. 地域福祉と住宅問題 6. 都市空間と障害 教科書および参考書： 教科書はとくに指定しない。講義のなかで参考書ならびに文献を紹介する。 成績評価の方法： 出席（75%）およびレポート（25%）により評価する。 その他： 個別の質問や相談には、休み時間と授業後に教室で対応する。			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
鉱物学特殊講義	1 学期 2 学期 2 単位	長瀬 敏郎 准教授	学術資源研究公開センター
授業題目： 鉱物の先端研究 授業の目的と概要： 鉱物学に関連する諸分野で展開されている先端研究を詳細に解説し、将来を展望する担当教官の研究のカレントトピックスを紹介し、新たな研究方向に関する討論を行う。 学習の到達目標： 鉱物の結晶構造、組織、成因、変化など鉱物全般に関するについての理解を深める。 授業の内容・方法と進度予定： セミナー形式で行う 教科書および参考書： 講義中に紹介する。 成績評価の方法： 出席と質疑応答による。特に各自の積極的な議論の展開を評価したい。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
岩石地質学特殊講義	1 学期 2 学期 2 単位	石渡 明 教授	東北アジア研究センター
授業題目： 岩石学、固体地球化学および地質環境化学 授業の目的と概要： 火成岩岩石学を中心として、最新の研究からテーマを選んで論文の紹介とそれに関する輪読を行い、最先端の研究の内容と意義を理解できるようにする。更に本授業の目的は火成岩岩石学に限らず、隕石に関する最新の研究、惑星に関する最新の研究をはじめ土壌環境や地下水環境、さらに大気環境の研究について、最新の研究を理解し、問題点を指摘できるようになる。 学習の到達目標： 地球および地球を含む固体惑星上でおきている様々な地学的かつ環境的变化現象の原因、過程が物理化学的に説明できるようになることを目指す。また問題が発生しつつあればその問題を解決する能力をつける。 授業の内容・方法と進度予定： 自分の最新の研究を発表しながら、他の方法やアイデアにしたがって行われた論文になっている他の研究者の研究成果をも発表し、それと比較・評価しながらセミナー形式で授業を進める。各人が前期に1回、後期に1回程度の発表と成果の評価を行う。 教科書および参考書： 成績評価の方法： 自らの研究を最近の学問の潮流の中に位置づけてどのくらい深く理解しているか、また他の研究者の研究内容をきちんと理解して評価できるかという2点に重点をおいて、成績をつける。ただし、自分の研究内容と、他の研究者の研究内容によって、評価を変化させることがある。 その他： 随時開講 022-795-3614 geoishw@cneas.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
資源環境地球化学特殊講義	1 学期 2 学期 2 単位	掛川 武 教授	地球惑星物質科学講座
授業題目： 生命起源論・初期地球環境論・鉱床学・結晶成長学 授業の目的と概要： 概要とねらい：生命起源に関する問題を多角的に議論する。生命起源、初期地球、地球表層での元素循環、元素の濃集のメカニズムについての最近の内外の研究動向を論じる。担当教官の最新の研究を紹介し、それについて聴講生を交え議論する。 キーワード：生命起源、地球史と元素濃集、有機－無機相互作用、酸化－還元状態、鉱物界面、鉱物の溶解度 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： 出席を重視する その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
初期太陽系進化学特殊講義	1 学期 2 学期 2 単位	中村 智樹 教授	理学研究科
授業題目： 惑星物質科学 授業の目的と概要： 太陽系始原物質（小惑星物質と彗星物質）の物質科学的研究の最前線をゼミ形式で講義する。始原物質研究を行っている大学院生を対象とする。 学習の到達目標： 地球物質、地球外物質を研究する大学院生の今後の研究展開の可能性を広げる。 授業の内容・方法と進度予定： 期間中に最新論文輪読も行う。 教科書および参考書： 逐次原著論文を紹介する。 成績評価の方法： 出席とレポート その他： 特になし			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球惑星物性学特殊講義	1 学期 2 学期 2 単位	大谷 栄治 教授 鈴木 昭夫 准教授 村上 元彦 准教授	比較固体惑星学講座 地球惑星物質科学講座 比較固体惑星学講座
授業題目： 地球惑星進化学 授業の目的と概要： 概要とねらい：地球惑星の起源と進化、超高压高温下での地球物質の相転移と地球深部構造についての最新の研究成果を論じる。担当教官の研究カレントトピックスを紹介し、新たな研究方向に関する討論を行う。 キーワード：マグマオーシャン、ブルームテクトニクス、放射光実験、惑星の起源と進化、超高压発生 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： 発表内容と質疑応答を毎回評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
火山学・地質流体論特殊講義	1 学期 2 学期 2 単位	中村 美千彦 教授	地学専攻地球惑星物質科学講座
授業題目： 火山学・地質流体研究分野講座会 授業の目的と概要： 火山学・地質流体研究分野の関連教員・P D・大学院生の出席するセミナー（講座会）として実施する。学生諸君の主体的な研究発表・質疑応答を期待する。 学習の到達目標： 以下の能力を身につける 1. 関連研究分野の現状を把握し、問題を適切に設定する能力 2. 研究計画を自ら立案し、実行して一定の結果を得る能力 3. 得られた結果を英文で論文化し、国際誌に発表できる能力 4. 英語で研究発表および議論をする能力 5. 自ら研究手法を開発する能力 6. 新たな研究分野を切り拓く能力 授業の内容・方法と進度予定： 博士論文の研究計画・研究進捗状況・関連論文紹介等を行い、議論する。 教科書および参考書： なし 成績評価の方法： 出席・発表・議論 その他： 月曜 4・5 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球惑星物質科学特殊講義Ⅰ	1 学期 1 単位	谷口 尚 教授(委)	物質材料研究機構
授業題目： 地球物質科学特論：超高压と材料科学 授業の目的と概要： 超高压実験の基礎から応用を学んでもらう 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： プリントなど 成績評価の方法： レポートと出席 その他： kakegawa@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球惑星物質科学特殊講義Ⅱ	2 学期 1 単位	渡辺 寧 准教授(委)	産総研
授業題目： 資源としてのレアアース 授業の目的と概要： 鉱床学全般および資源探査法、それに付随した地球化学的研究法を学ぶ 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 集中講義形式。 教科書および参考書： プリントを配布する 成績評価の方法： 出席重視 その他： 開講日は掲示で連絡する。kakegawa@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球惑星物質科学特殊講義Ⅲ	2 学期 1 単位	中村 良介 准教授(委)	産業技術総合研究所
授業題目： 月・惑星探査学入門 授業の目的と概要： 日本および世界ですすめられている惑星探査の現状と将来について講義する。 学習の到達目標： 地球以外の太陽系内天体を研究するための手法としての、惑星探査の意義と技術的な課題について理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 集中講義形式で惑星探査の目的、手法、歴史、将来を概説する。 教科書および参考書： 未定 成績評価の方法： 集中講義後のレポート提出 その他： 集中講義方式で行う			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
先端地球惑星科学特殊講義Ⅰ	1 学期 1 単位	唐戸 俊一郎 教授	Yale 大学
授業題目： 地球内部物理学 授業の目的と概要： マントルの流動についての物性論とその地球ダイナミクスへの応用を講義する。地球内部のレオロジー研究の最近の成果について解説する。 学習の到達目標： 地球のダイナミクスに関連する物性論の基礎を学ぶ。 地球のダイナミクス研究の最先端の成果を理解する。 授業の内容・方法と進度予定： 集中講義形式で行う。 教科書および参考書： 講義の際に紹介する。 成績評価の方法： レポートと出席により評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
先端地球惑星科学Ⅳ	1 学期 2 単位	大谷 栄治 教授 中村 美千彦 教授 掛川 武 教授 西 弘嗣 教授 今泉 俊文 教授	地学専攻比較固体惑星学講座 地学専攻地球惑星物質科学講座 地学専攻地球惑星物質科学講座 学術資源研究公開センター 地学専攻環境動態論講座
授業題目： 現場のフロンティアサイエンス			
授業の目的と概要： 本講義は、社会の最前線で活躍している本学卒業生を主とする方々に、様々な分野で進められている地球惑星科学関連の最前線の基礎研究に関する講義をして頂き、大学における研究にフィードバックを得るとともに、博士課程前・後期院生に、キャリアパスの可能性をより広く、また具体的に捉えて頂くことを目的とする。			
学習の到達目標： 地球惑星科学関連業界の様々な業態における、フロンティアサイエンスの拡がりとその可能性を学ぶ。 大学院における研究の特徴を理解し、大学院において身に着けた知識や能力を幅広い世界で有効に活かす視点を得る。			
授業の内容・方法と進度予定： ○東北大学のキャリア支援プログラムと就職活動の実際 ○地球惑星科学関連業界について ○資源探査、石油探査関連 ○深層ボーリング、構造探査関連 ○地質調査、地質情報関連 ○地圏環境保全、汚染防止関連 ○火山防災、災害制御関連 ○マテリアル、材料、分析関連			
教科書および参考書： なし			
成績評価の方法： 出席			
その他： 水曜日 4 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
先端地球惑星科学Ⅴ	2 学期 2 単位	大谷 栄治 教授 中村 美千彦 教授 掛川 武 教授 西 弘嗣 教授 今泉 俊文 教授	地学専攻比較固体惑星学講座 地学専攻地球惑星物質科学講座 地学専攻地球惑星物質科学講座 学術資源研究公開センター 地学専攻環境動態論講座
授業題目： 現場のフロンティアサイエンス			
授業の目的と概要： 本講義は、社会の最前線で活躍している本学卒業生を主とする方々に、様々な分野で進められている地球惑星科学関連の最前線の基礎研究に関する講義をして頂き、大学における研究にフィードバックを得るとともに、博士課程前・後期院生に、キャリアパスの可能性をより広く、また具体的に捉えて頂くことを目的とする。			
学習の到達目標： 地球惑星科学関連業界の様々な業態における、フロンティアサイエンスの拡がりとその可能性を学ぶ。 大学院における研究の特徴を理解し、大学院において身に着けた知識や能力を幅広い世界で有効に活かす視点を得る。			
授業の内容・方法と進度予定： ○東北大学のキャリア支援プログラムと就職活動の実際 ○地球惑星科学関連業界について ○資源探査、石油探査関連 ○深層ボーリング、構造探査関連 ○地質調査、地質情報関連 ○地圏環境保全、汚染防止関連 ○火山防災、災害制御関連 ○マテリアル、材料、分析関連			
教科書および参考書： なし			
成績評価の方法： 出席			
その他： 火曜日 4 講時			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
インターンシップ特別研修	1 学期 2 学期 2 単位	大谷 栄治 教授 日野 正輝 教授 中森 亨 准教授	比較固体惑星学講座 環境地理学講座 地圏進化学講座
授業題目： インターンシップ特別研修 授業の目的と概要： 国内外の研究機関などにおいて、一定期間研修を行い、研究を推進するのに必要な特殊技術を修得することを目的としている。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： 提出された研修報告書にもとづいて評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
環境地理学特別セミナー 環境動態論特別セミナー	1 学期 2 学期 6 単位	今泉 俊文 教授 日野 正輝 教授 境田 清隆 教授 平野 信一 准教授 磯田 弦 准教授 上田 元 准教授	環境地理学講座 環境地理学講座 環境科学研究科 環境動態論講座 環境地理学講座 環境科学研究科
授業題目： 博士論文セミナー 授業の目的と概要： 最近の学術情報の紹介、研究発表・意見の交換等を目的として、博士論文作成までのきわめて重要なセミナーである。 学習の到達目標： 博士論文の執筆。 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： 文献紹介、研究発表、討論への参加により評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球惑星物質科学特別セミナー 比較固体惑星学特別セミナー	1 学期 2 学期 6 単位	地球惑星物質科学講座 全教員	地球惑星物質科学科講座
授業題目： 研究紹介 授業の目的と概要： 課題研究に関係する研究レビューを行い、その内容を発表し、それについて質疑する。 学習の到達目標： 論文読解力、及び、論文や自らの研究内容を第三者に分かりやすく伝えるプレゼンテーション能力を身に付ける。また、積極的な質疑応答を通じて、問題把握能力や問題解決能力を養う。 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 特になし。 成績評価の方法： セミナーの出席率と質問・コメントの発言回数を一定の式で計算して評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地圏進化学特別セミナー 環境動態論特別セミナー	1 学期 2 学期 6 単位	箕浦 幸治 教授 海保 邦夫 教授 井龍 康文 教授 長濱 裕幸 教授 西 弘嗣 教授 中森 亨 准教授 中村 教博 准教授 佐々木 理 准教授 高嶋 礼詩 准教授	環境動態論講座 地圏進化学講座 地圏進化学講座 学術資源研究公開センター 地圏進化学講座 地圏進化学講座 学術資源研究公開センター 学術資源研究公開センター
授業題目： 地圏進化学・環境動態論特別セミナー 授業の目的と概要： 研究発表と質疑応答 学習の到達目標： 研究発表と質疑応答をそつなく行う能力を養う。 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
環境地理学特別研究 環境動態論特別研究	1 学期 2 学期 10単位	今泉 俊文 教授 日野 正輝 教授 境田 清隆 教授 平野 信一 准教授 磯田 弦 准教授 上田 元 准教授	環境地理学講座 環境地理学講座 環境科学研究科 環境動態論講座 環境地理学講座 環境科学研究科
授業題目： 博士論文 授業の目的と概要： 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： 博士論文と最終試験を兼ねた博士論文発表によって評価する。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地圏進化学特別研究 環境動態論特別研究	1 学期 2 学期 10単位	全教員	地圏進化学講座 環境動態論講座 学術資源研究公開センター
授業題目： 地圏進化学・環境動態論特別研究 授業の目的と概要： 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
地球惑星物質科学特別研究 比較固体惑星学特別研究	1 学期 2 学期 10 単位	掛川 武 教授	地学専攻
授業題目： 地球惑星物質科学特別研究・比較固体惑星学特別研究 授業の目的と概要： 博士論文の研究課題である 学習の到達目標： 中間発表、予備発表、本発表を行い期日までに論文提出を行う必要がある。 授業の内容・方法と進度予定： 指導教員の指示に従う。定期的に講座会などを通して進捗状況を報告する。 教科書および参考書： 指導教員より指示がある。 成績評価の方法： 最終の審査会において発表と提出論文をもとに成績をつける。 その他：			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
Advanced Earth Science I (先端地球惑星科学 I)	1 学期 2 単位	掛川 武 教授	地球惑星物質科学講座
授業題目： 先端地球惑星科学 I 授業の目的と概要： I G P A S で開講している招聘外国人などによる英語講義をこれにあてる。詳細は後日知らせる。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： 出席点を重視する その他： kakegawa@m.tohoku.ac.jp			

授 業 科 目 名	開講学期・単位	担当教員氏名	所 属 講 座 等
Advanced Earth Science II (先端地球惑星科学Ⅱ)	2 学期 2 単位	掛川 武 教授	地球惑星物質科学講座
授業題目： 先端地球惑星科学Ⅱ 授業の目的と概要： I G P A Sで開講している招聘外国人などによる英語講義をこれにあてる。詳細は後日知らせる。 学習の到達目標： 授業の内容・方法と進度予定： 教科書および参考書： 成績評価の方法： 出席点を重視する その他： kakegawa@m.tohoku.ac.jp			

List of Frequently Used Academic Terms

博士課程前期	Master's Program
博士課程後期	Doctoral Program
博士課程前期 2 年の課程	Master's Program (of two years)
博士課程後期 3 年の課程	Doctoral Program (of three years)
専攻	Department/Major
数学	Mathematics
物理学	Physics
天文学	Astronomy
地球物理学（地物）	Geophysics
化学	Chemistry
地学	Earth Science
教授	Professor
准教授	Associate Professor
学期	Semester
1 学期	Spring Semester
2 学期	Fall Semester
前期	Spring Semester (often used in tuition matters)
後期	Fall Semester (often used in tuition matters)
単位	Credit
授業	Course, Class
時間割	Schedule, Timetable

授業科目名	開講セメスター・単位	担当教員氏名	所属講座等
Advanced Physical Oceanography (先端海洋物理学)	2 学期 2 単位	Prof. Toshio Suga A. Prof. Shoichi Kizu	Department of Geophysics

講義題目：

Large-scale ocean circulation: Theory and observations

授業の目的と概要：

Learning and discussing dynamics and observations of the large-scale ocean circulation by reading a textbook and an oceanographic conference proceedings book (as listed below) by turns.

学習の到達目標

The goal is to understand basic ocean dynamics and state-of-the-art ocean observations.

授業内容・方法と進度予定

Method: Reading selected chapters of the textbook and the proceedings book.

Textbook "Ocean Circulation"

Chapter 3: Ocean currents

Chapter 4: The North Atlantic Gyre

Proceedings book of OceanObs'09

Plenary Paper #1 "Integrating the Ocean Observing System: Mobile Platforms"

Plenary Paper #2 "In Situ Sustained Eulerian Observatories"

教科書・参考書：

Textbook: Ocean Circulation (2nd Edition): The Open University, 286pp, 2001.

Proceedings papers are available at

#1: <http://www.oceanobs09.net/proceedings/pp/4A1-Roemmich-OceanObs09.pp.33.pdf>

#2: <http://www.oceanobs09.net/proceedings/pp/4A2-Lampitt-OceanObs09.pp.27.pdf>

成績評価の方法：

Evaluation: Presentation, reports and attendance rate.

その他：

Contact information:

Email: suga@pol.gp.tohoku.ac.jp

kizu@pol.gp.tohoku.ac.jp