

## 1. 各学科の紹介

### 数 理 学 科

#### まえがき

数学は自然科学の発展に不可欠な学問であり、近頃では社会科学にも重要な貢献を果たすようになった。また、数学はギリシャ以来の人間の知性の最高の産物のひとつとして、芸術にも通ずる面をもっている。実際、数学の魅力は発見の喜びとともに理論の美しさにもある。

高等学校までの数学の勉強は、教科書に書いてある定理を理解し、与えられた練習問題を解くことが目的である。それは、先達が開墾し、十分に舗装された道をまっすぐに歩むことにも似ている。途中で雄大な光景に遭遇し感銘を受けることもあるだろうが、それらはすべて準備されたものである。

数学の創造活動とは、誰も踏み込んだことのない荒野に道を切り開くことに例えることができよう。そして、理学部数理学科で教える数学は時代とともに変わり新しくなっていく。その中には教員自身の努力によって見いだされた定理もあろう。そしてこれを学ぶ学生の側にも、積極的に創造に参加する態度が要求される。数学はその発展が進むとともに、細分化、専門化が著しくなるように見えるがそうではない。高度に専門化された個々の分野同士の間には思いがけない相互関係が見いだされ、それが新たな学問の発展を促すことが多い。これは数学の内部だけに限らず、数学とそれ以外の分野についても同様で、数学が他分野に貢献したり、逆に他分野からの刺激を受けて数学が新たに進歩している。

それは数学の持つ、“本質を取り出して論ずる”という性格に依っており、分野の特殊性を取り除いて本質に注目すれば、数学の問題として統一的に論じられるのである。それゆえ、現代に生きる数学者は、研究室に閉じこもり、机に向かっての暗中模索をしているだけではなく、周辺領域の研究者との接触を密にし、どのような研究が進行しつつあるかを常に把握しながら仕事を進めている。

#### 数理学科のカリキュラム

数学は体系的な学問である。諸科学と比したとき数学の有するもっとも大きな特徴の一つがこれである。少数の公理から出発し論理的演繹により定理を証明する数学のスタイルに、この特徴は最も顕著である。あるいは、高校で学習するはずの数学を知らずして決して大学で教えられる数学を理解し得ないこともその証左として挙げられよう。数理学科におけるカリキュラムも数学のこの特徴を十分配慮し構成されている。しかもこれらの科目は第一線で活躍する研究者でもある教員によって教えられる。一方、4年に進級すると卒業研究が開始される。何と言ってもこれが数理学科における学習のハイライトである。少数の学生がアドバイザー教員の指導の下、自立的に学習を進めていく。この緊張感溢れる場での経験を通じ、諸君は計り知れないほど多くのものを会得するであろう。

数理学科の教育の基本理念は「数理的能力を基礎として、自ら調べ、自ら考え、自ら発見していく自立的な学生を育てる」ことにある。学生の皆さんは、自主的に講義受講その他の学習計画を立て、それを実行し、その結果を報告する。数理学科と教員は、そのような学生の自主的な学習計画に対して、積極的な支援と、アドバイスを惜しまない。そのような学習支援の一環として、教員は毎週一定の曜日、時間帯にオフィス・アワーを設けて、学生からの質問に答えるようにしている。特に4年卒業研究の指導教員は学生のアドバイザーとして、学習に関するアドバイスだけでなく、将来の進路についても相談に乗る。

また、学生の皆さんが学習到達度を知る指針として、開講される全ての講義などに「レベル」が与えられている。これによって、その講義等のレベルが理系学生の基礎知識として必須の事柄であるのか、数学を学ぶ上で共通の基礎となる事柄であるのか、等々をあらかじめ知ることが出来る。

## 数理学科教育プログラム概要

### コア・カリキュラムとは

各講義で扱われる必要最低限の内容を定めるものとして、コア・カリキュラムの考え方が導入されています。

レベル1 現代数学基礎A, B, C, 代数学要論, 幾何学要論, 解析学要論  
 レベル2 代数学統論, 幾何学統論, 解析学統論

をコア科目として指定し、そこで講義される内容を確定しました。

### レベルとは

学生の目標と学習状況の多様性に対応するため、数理学科(学部)と多元数理科学研究科(大学院)の教育プログラムに一貫した「レベル」という分類が導入されています。これにより、従来の「学部」、「前期課程」、「後期課程」という分け方を超えて、それぞれの学生が、自分の目標と学習状況に応じて柔軟に学習に取り組めるようにしました。

### 理学部数理学科の講義の流れ

理学部1年、数理学科(2年～4年)を通して学部の4年間でどのように数学を学んでいくかを解説します。

#### 1年(レベル0)

現代数学の基礎となる実数関数の微積分およびベクトル空間と線形写像について、特に例や具体的な計算を中心として学びます。これにより計算力を高めるとともに、数学についての「正しい感覚」を養成します。できるだけ多くの演習問題に積極的に取り組んでおくことが、数学を理解する上で大きな助けになります。

春学期科目

科目名	内容	単位	区分
微分積分学 I	極限と連続性・1変数関数の微積分	必 2	理基
線形代数学 I	線形代数の基礎	必 2	理基
数学展望 I	現代数学の考え方を例を挙げて解説	選 2	専基
数学演習 I	大学数学への入門を目的とする演習	選 2	専基

秋学期科目

科目名	内容	単位	区分
微分積分学 II	多変数関数の微積分	必 2	理基
線形代数学 II	春学期に引き続き、線形代数の基礎を学習	必 2	理基
数学展望 II	現代数学の考え方を例を挙げて解説	選 2	専基
数学演習 II	大学数学への入門を目的とする演習	選 2	専基

※ この表は数理学科の講義の流れを示すためのものです。詳細はウェブページ、シラバス等を参照してください。(以下、同様)また、卒業要件に関して、教養教育院が発行している全学教育科目履修の手引「STUDENTS' GUIDE」内の「履修に関する注意事項」も熟読してください。

#### 2年(レベル1)

いよいよ数理学科での学習が始まります。2年春学期は「数理学科新入生」として最も大切な時です。これから4年までの数理学科の学習において欠かすことができない現代数学の基本的な知識と考え方を全員が確実に身に付けられるように、講義と演習は特に行われます。1年生の時に、自分は数学に向いていないかも、と思っている人も、数学を「一から」学び始めることができるので心配はいりません。1年を通して、解析学(微積分)と線形代数を、集合と写像による現代的な数学の枠組みにしたがって再び学び直します。さらに、複素数の間の微分可能な「複素関数」、空間の「つながり」を表す概念である「位相」など、全く新しい概念について学びます。新しい概念を学ぶときには常に努力と忍耐力が必要ですが、これらを学んだ後には、「現代数学の姿」がだんだんとおぼろげながら見えてくるはずですよ。

春学期科目

科目名	内容	単位	区分
複素関数論	複素関数の微積分	必 2	理基
現代数学基礎 AI	集合と写像	必 4	専基
現代数学基礎 BI	線形代数	必 4	専基
現代数学基礎 CI	1変数微分積分	必 4	専基
数学演習 III・IV	複素関数論, 現代数学基礎AI, BI, CIの演習	必 各2	専基

秋学期科目

科目名	内容	単位	区分
現代数学基礎 AII	位相と距離	必 4	専門
現代数学基礎 BII	線形代数統論	必 4	専門
現代数学基礎 CII	多変数微分積分	必 4	専門
現代数学基礎 CIII	複素関数論統論	必 4	専門
計算数学基礎	情報科学の基礎に関する講義と実習	選 3	専門
数学演習 V・VI	現代数学基礎AII, BII, CII, CIIIの演習	必 各2	専門
確率・統計基礎	確率論の基礎と統計の基本的手法	選 2	専門

### 3年(レベル1)

いよいよ20世紀前半頃までに確立された数学理論を本格的に学び始めます。リーマン積分よりはるかに強力な「ルベーグ積分」とそのフーリエ級数とフーリエ変換への応用、円や球よりも一般の「曲面や曲線」、そしてその上での解析学を行う「微分形式」の理論とそれらを「解析的」あるいは「代数的」にとらえたという考え方、いろいろな微分方程式の解法とその応用、数や多項式や写像の代数的性質を一般化した「群と環」などが学びます。このころには、解析、幾何、代数がたがいに深く関連して数学的世界を形作っているのがはつきりと理解できてきます。ここまでにレベル1の教程が終了します。また、数学の広がりや数学と社会との結びつきをテーマとしたオムニバス講義や、学生同士で自由にテキストを学んで発表する「グループ学習」なども行われます。

科目名	内容	単位	区分
代数学要論 I	群論	選 6	専門
幾何学要論 I	曲線と曲面	選 6	専門
解析学要論 I	微分方程式	選 6	専門
解析学要論 II	測度と積分	選 6	専門
数学演習 VII・VIII	数学の基礎の定着を目的とする演習	選 各2	専門
数学演習 IX・X	数学の問題解決の方法を学習	選 各2	専門

#### 秋学期科目

科目名	内容	単位	区分
代数学要論 II	環論	選 6	専門
幾何学要論 II	微分形式	選 6	専門
解析学要論 III	関数解析入門	選 6	専門
現代数学研究	グループ自主学習	選 6	専門
数理科学展望I, II	オムニバス講義	選 各4	専門
数理解析・計算機科学I	コンピュータリテラシ,アルゴリズム	選 3	専門

※ 3年生の講義はすべて選択科目ですが、コア科目となっている代数学要論、幾何学要論、解析学要論は卒業までにすべて履修することを強く勧めます。

### 4年(レベル2)

4年生対象のレベル2の講義はすべて大学院と共通講義になっています。この教程では、より高度な観点から数学的現象の多様性と普遍性をとらえることに焦点が当てられます。これまでに開講された講義のテーマは、体とガロア理論、代数曲線論、多様体論入門、代数トポロジー入門、関数解析の基礎理論、Fourier 解析と偏微分方程式、確率論入門、古典力学、数値計算の基礎、オムニバス講義(SL(2, R), ラムダ計算入門、ベルヌーイ数) などの多様なものでした。また、レベル2では単なる数学の知識の習得だけではなく、数学に対する自分なりの視点やテーマを形成していくことも目標とします。そのために少人数クラス形式の「卒業研究」において、習得した知識を深め、論文を書く力、議論する力を養っていきます。これらの学習を通して、数学は無機質な学問ではなく、数理解析の現象を人間の精神によって理解しようとする、実に人間的な学問であり、人間とともにどンドン成長をつづける「生きた」学問であることを実感することでしょう。

科目名	内容	単位	区分
代数学統論	体とガロア理論	選 4	専門
幾何学統論	多様体論	選 4	専門
解析学統論	関数解析統論	選 4	専門
数理科学展望III, IV	数理科学の諸問題を解説	選 各2	専門
確率論I~IV	確率論入門,確率過程,ブラウン運動など	選 各2	専門
数理解析・計算機科学II, III	古典力学,量子力学,電磁気学,場の理論など	選 各2	専門
数理解析・計算機科学II, III	数値解析, プログラミングなど	選 各3	専門
代数学I~IV		選 各2	専門
幾何学I~IV	年度により異なる	選 各2	専門
解析学I~IV		選 各2	専門
応用数理I, II		選 各2	専門

#### 卒業研究科目

卒業研究は通年で一つの少人数のクラスに属します。

科目名	内容	単位	区分
数学研究 AI~ZI	卒業研究 (春学期)	選必 各6	専門
数学研究 AII~ZII	卒業研究 (秋学期)	選必 各6	専門

#### 特別講義科目

他大学や企業からの非常勤講師による通常1週間を単位とする集中講義です。

科目名	内容	単位	区分
代数学特別講義 I・IIなど	集中講義	選 各1	専門

## 単位繰越について

### 数理学科 4 年生

一定の条件の下で、代数学(解析学, 幾何学) 統論を, 大学院科目(対応する概論 I)として履修することができます。以下, これを「単位繰越」と呼びます。

#### ★誰が申請できるのか?

現在数理学科 4 年生で, 3 年生終了時までに卒業研究の単位を除いて卒業要件を満たしている(特に, 専門選択科目 48 単位以上取得済)者に限られます。

#### ★どんな申請ができるのか?

代数学統論, 解析学統論, 幾何学統論のうち 2 科目分までを, 下記の規則に従って, 本研究科(大学院多元数理科学研究科)の概論 I として本研究科入学前に履修することができます。ただし, 本研究科に次年度に入学しなかった場合, または, 申請した科目(統論)に合格しなかった場合は, その申請は無効となります。

振り替え表

学部の受講科目	大学院の受講科目
代数学統論(4 単位)	→ 代数学概論 I(2 単位)
解析学統論(4 単位)	→ 解析学概論 I(2 単位)
幾何学統論(4 単位)	→ 幾何学概論 I(2 単位)

#### ★具体的には何をすれば良いのか?

代数学, 解析学, 幾何学統論から 2 科目(までを選択して)所定の用紙にて数理学科教育研究支援室に申請して下さい。(申請条件を満たしていない場合は, 受理されません)申請期間は掲示等により, 別途指示します。

成績の対照表

統論の成績	概論などの成績
統論: A+	→ 概論 I: A+, 統論: 欠席
統論: A	→ 概論 I: A, 統論: 欠席
統論: B	→ 概論 I: B, 統論: 欠席
統論: C	→ 概論 I: C, 統論: 欠席
統論: C-	→ 概論 I: C-, 統論: 欠席
統論: F	→ 統論: 不可(申請不可)
統論: W	→ 統論: 欠席(申請不可)

申請した統論(→概論 I)の成績は, 数理学科教育研究支援室にて確認することができます。

単位の繰越を有効にするためには, 翌年度に本研究科に入学後, 春学期科目の履修登録期間内に, 数理学科教育研究支援室に, (各科目毎に)「単位繰越認定希望」の申請をする必要があり

ます。

#### ★どんな点に注意する必要があるか?

1. 大学院科目として単位繰越を申請した統論の成績は「欠席」扱いとなります。
2. 「単位繰越」の期間終了後に, この申請を取り下げることにはできません。
3. 概論の単位は, 認定される年の概論の担当教員の名前で出されます。
4. 翌年度に本研究科に入学(2 次募集での合格を含む)しなければ, 単位繰越は無効となります。この場合, 統論の成績が復活することはありません。
5. 本研究科に入学後, 所定の期間内に, 該当する科目の「単位繰越認定希望」の申請をしなければ, 単位繰越は無効となります。この場合, 概論 I を新たに受講することができます。
6. 大学院入学後に申請した「単位繰越認定希望」の申請は取り下げることができません。
7. 「単位繰越認定希望」の申請のあった単位は, 多元数理科学研究科教授会にて認定された後に有効となります。認定された概論 I と同名の科目を履修することはできません。

## 教員免許状について

数理学科では, 大学院進学を目指すものに対しても(可能ならば中学校まで含めて)教員免許状の取得を強く勧めます。教員免許状の取得にあたっては, 「情報機器の操作」の単位が必要ですが, 数理学科の開講科目では「計算数学基礎」と「数理解析・計算機数学 I-IV」がこれに該当します。

「計算数学基礎」と「数理解析・計算機数学 I-IV」は講義・演習科目であり, あくまでも数理学科の学生として計算機に関する基礎を理解し, それを活用するためのものとして実施され, 単位もそれを基準として認定されます。「教職単位」としての特別扱いはしませんので, これらの科目のシラバスをよく読んで履修してください。

## ホームページのご案内

多元数理科学研究科・数理学科では教務関連情報をホームページでご案内しています:

<http://www.math.nagoya-u.ac.jp/ja/>

[education/index.html](http://www.math.nagoya-u.ac.jp/ja/education/index.html)

本研究科の教育方針, シラバスや時間割を始め, 皆さんに有益な情報が多数掲載されています。ぜひ訪れてみて下さい。

# 物 理 学 科

## まえがき

19世紀に始まった電磁気学と統計力学の発展、そして20世紀初頭の量子力学と相対性理論の誕生によって、私たちの自然観は一新された。21世紀の現在、広大な宇宙から原子・分子で構成される物質、生命、さらには素粒子の性質に至るまで、自然界のあらゆる階層における多様な現象が現代物理学の原理に基づいて理解されている。こうした知の進展は、多くの技術革新や新発見を生み出し、私たちの生活と社会を飛躍的に豊かにしてきた。技術革新や新発見は同時に、新たなフロンティア研究を生み出し、物理学の適用範囲をさらに広げている。たとえば、2012年のヒッグス粒子の発見と2016年の重力波初検出は、それぞれヒッグス物理学と重力波天文学という新たな研究分野を切り開いた。現代物理学の発展はまた、数学・化学・生命理学・地球惑星科学など、物理学の周辺分野にも物理的手法による新たなアプローチをもたらしている。

このような状況のもと、名古屋大学物理学教室では、従来の講座制にとらわれず、共通の目的を持つ研究者が自由に協力できるよう、20を超える研究室を研究の基礎単位として編成し、それぞれが最先端の研究を活発に展開している。これらの研究室は便宜上、素粒子・ハドロン物理学、物性物理学、生物物理学、宇宙物理学の4分野に分類されているが、各分野の研究にとどまらず、分野横断的な領域や周辺科学にも物理的手法を応用して研究を推進している。

## 物理学科の構成

物理学科の教育は物理学教室教員によって担われる。以下では、物理学教室を構成する4つの研究分野と20を超える研究室を紹介する。

### 素粒子・ハドロン物理学

物質のより基本的構造を探究してきた原子物理学は原子から原子核さらに素粒子へと物質構造の階層を明らかにしてきた。1956年に名古屋大学で提案された「坂田模型」を契機として発展した研究の結果、現在では、陽子などの強い相互作用をする粒子（ハドロン）はクォークの

複合系であることが確立し、それぞれ3世代(6種類)ずつ存在するクォークおよびレプトン(電子やニュートリノなど)が最も基本的な粒子すなわち素粒子であることがわかってきた。これらの素粒子間に働く3つの力(強い相互作用、電磁相互作用、弱い相互作用)は、いずれもゲージ理論として表され(「標準模型」)、また世代のあり方がクォークに対しては小林・益川理論、ニュートリノに対しては牧・中川・坂田理論で記述されることも明らかにされている。この小林・益川理論、牧・中川・坂田理論はいずれも名古屋大学の成果であって、CP対称性の破れを軸としたB物理の進展、ニュートリノ振動に続くニュートリノ物理の進展を支える中心理論になっている。これらに対して名古屋大学は、理論研究のさらなる進展に加え、Bファクトリー実験・ニュートリノ振動実験・中性子精密測定実験を主導して実験的検証をすすめるなど、理論・実験ともに世界に誇る先導的な役割を果たしてきた。2008年度の小林・益川両氏のノーベル物理学賞受賞はこれら成果の結実である。

物理学科も参加するLHC実験は、2012年、それまで標準模型の中で未発見であったヒッグスボソンを発見した。これにより標準模型はほぼ完成したと考えてよい。現在は、標準模型を超える統一理論の探求の中で、ヒッグスボソンの正体の問題や、クォーク・レプトンよりもさらに基本的なものは何かという問題とともに、相互作用の階層的理解が大きな課題となっている。また、素粒子の運動と存在は、宇宙暗黒物質/暗黒エネルギーなどの問題を通じて、時間・空間の構造や宇宙の創成とも深くかかわっており、宇宙論との密接な関連のもとに、重力相互作用を含む力と物質の統一的理解への総合的な研究が重要になってきた。

一方、素粒子物理学と密接な関連の上で、クォークの複合系であるハドロン及びハドロン多体系を研究するハドロン物理学が発展している。とくに、実験との密接な関連の下、従来のクォーク模型では説明のつかないエキゾチックハドロンや、高密度状態の研究が活発に行われている。

こうした極微の物質構造は、原子核や素粒子などの物質粒子を加速器で加速するか、または地球の外から降り注ぐ宇宙線を用いて、標的に衝突させ、その結果を測定して研究される。この加速器や測定装置、標的などの開発や技術の

進歩が、さらに新しい分野を切り開きつつある。

#### E 研（素粒子論研究室）

ゲージ場の量子論に基づく素粒子標準理論は、既知の素粒子現象の多くを精密に説明する優れた理論である。しかし、パラメータの不自然さ、宇宙暗黒物質の起源、物質・反物質非対称の生成、重力の量子化（量子重力(QG)）、ブラックホールにおける情報損失問題など、未だ解明されていない根源的な謎が数多く残されている。E研では、大統一理論(GUT)、超対称(SUSY)理論、強結合理論などを基盤として、これらの根源的問題を解決し得る新しい素粒子モデルの可能性を探究している。また、将来の高エネルギー実験、素粒子精密測定実験、宇宙観測実験などにおいて、提案されたモデルをどのように検証できるかという観点からも研究を進めている。さらに、量子重力理論である超弦理論にそこから導かれるゲージ・重力対応（ホログラフィー）や量子情報理論の手法を組み合わせ、場の量子論や時空・ブラックホールの量子的物理の根源的解明にも取り組んでいる。あわせて、標準理論における精密計算を通じて、理論と実験の高精度な比較を可能にする研究も展開している。

#### F 研（基本粒子研究室）

F研は1971年の創立以来、素粒子飛跡検出器「原子核乾板」を駆使して、チャームクォークの発見、タウニュートリノの世界初の検出、変身して現れたタウニュートリノの検出によるニュートリノ振動の直接的な検証、ひいてはニュートリノ質量存在の検証、を行うなど、独自技術を軸とし、自分たちが世界をリードする研究を絶えず推進してきた。現在はニュートリノの研究以外にも、宇宙の暗黒物質の衝突により生じた原子を検出し、その反跳方向が暗黒物質の入射方向を反映する事を利用した手法により、暗黒物質の存在を直接的にとらえる実験や気球に搭載した原子核乾板によるガンマ線天体の観測、中性子を使った近距離での重力の逆二乗則の検証に挑んでいる。また素粒子物理の応用として、高分解能な「原子核乾板」の特徴を生かした放射線測定技術の開発により、分野を跨いだ境界領域の研究も行っている。

#### H 研（クォーク・ハドロン理論研究室）

強い相互作用の基本理論である量子色力学

(QCD)におけるクォーク・グルーオンと、その多体系であるハドロンの多様な現象の解明を主な研究目的とする。主な研究対象は、エキゾチックハドロンの構造解明、カイラル対称性の自発的破れと質量の起源、高温度・高密度等の極限状況でのQCDの相構造と相移転機構、および、高密度核物質中のハドロンの性質変化と中性子星内部における状態方程式への影響などである。これらの物理現象解明を目標に、新しい理論やモデルを開発しながら解析を実施している。

#### N 研（高エネルギー素粒子物理学研究室）

自然界の究極の構成要素である素粒子とそれを支配する法則を、国内外の最先端高エネルギー加速器を用いて追究している。小林・益川理論（2008年ノーベル物理学賞）を実験的に証明した世界最高ビーム強度のBファクトリー実験を大幅に強化し、2019年に運用を開始した。大量に生成されるB中間子やタウレプトンの崩壊を精密に測定することで、未知の素粒子法則を発見しようとしている。また、周長27キロメートルの世界最高エネルギー加速器LHCを用いた実験により、2012年にヒッグス粒子を発見した。現在は、ヒッグス粒子の性質の精査を行うとともに、超対称性粒子を始めとした未知の素粒子の直接検出を目指している。将来の高輝度LHCに向けた準備も進めている。さらに、ミュオンノンの異常磁気能率の精密測定により新物理の探索を行う研究も開始した。このような実験研究により、現在の素粒子理論を塗り替える未知の現象の発見、究極的には宇宙創成の秘密の解明に挑む。見学歓迎。

#### Q G 研（一般相対論・量子宇宙論研究室）

本研究室が基礎に置く一般相対論は、ブラックホールや時空特異点の謎、また膨張宇宙や重力波といった時空ダイナミクスを理解するために不可欠な理論であるだけでなく、その量子力学との理論的融合、つまり量子重力理論(QG)の構築は、理論物理の最重要課題の一つとなっている。最近では、重力以外のさまざまな量子物理と一般相対論を次元を超えて結びつけるホログラフィー原理の研究も大きく進展し、一般相対論研究の裾野は広がり続けている。本研究室では特に初期宇宙、ブラックホールや特異点を鍵として、一般相対論の数値や強重力下での物

理現象の解明、それらを通して重力と量子の関わりを探究する研究活動を行っている。

#### Φ 研（素粒子物性研究室）

素粒子の性質を高精度に計測することによって、素粒子が従う物理法則を研究する。計測方法の革新に立脚した未解決問題への挑戦を目指し、大強度陽子加速器施設J-PARCにおいて実現した世界最強のパルス中性子源に、中性子光学を組み合わせることで実現する高精度計測に取り組む。具体的には、未知の対称性の破れや相互作用の探索、中性子寿命測定などである。また、ミューオン超微細構造に現れる新物理の探索なども行っている。

#### μ 研（宇宙線イメージング研究室）

宇宙線中に含まれる素粒子ミューオン ( $\mu$ ) を利用した巨大構造物内部の非破壊イメージング技術の開発とその多分野への展開を進めている。検出器は原子核乾板を用いており、その開発から観測の立案、解析までの全てを行う。2017年にエジプトのクフ王のピラミッド内部に発見した未知の空間の三次元構造の解明を目指し、マヤ文明のピラミッドや地下遺跡の探査も進めて宇宙線イメージング考古学を開拓している。社会インフラ（堤防や地下空洞など）の老朽化点検や工業用プラント（原子炉や溶鉱炉）の内部診断などの社会実装を目指した企業との共同研究も積極的に進めている。

#### 物性物理学

物性物理学の目的は、物質を構成している電子、原子、分子に関する知識をもとに、物質が示す多様な性質を統一的に理解し、かつ理論的に予測出来るようにするとともに、新しい現象や新しい概念を発掘・創造することである。その中でも、特に学問的興味を中心は、少数粒子系における現象とは質的に全く異なった多体系特有の現象にある。超伝導・超流動・強磁性などに代表される相転移現象や協力現象、自然界の至るところで遭遇する不可逆現象がその典型例である。これらの研究を進めて行くことは、量子力学と統計力学を単に使いこなすということを超えて、それらの新展開を図ることもである。発掘あるいは創造された新現象・新概念は、「トランジスター」の例に象徴されるように、それらの応用による技術革新を通じて実社会に多

大のインパクトを与えてきた。また逆に物性物理学の生んだ技術革新は物性物理学の中に新しい研究分野を誕生させ、さらに他分野の研究の飛躍的進展の引きがねにもなってきた。このように物性物理学は無限の発展の可能性を秘めた研究分野である。

物性研究の進展を図るための実験的手法の鍵としては、(1)新しい物質を作る (2)新しい測定技術・実験技術を開発する (3)超低温・超強磁場・超高圧等のように全く新しい実験環境を作り出すことなどが考えられる。当物理学教室においては上記3つの手法を有機的に組み合わせ、新物質（超伝導体や磁性体）・機能性物質・ナノ構造物質の開発とその物性解明、超伝導発現機構の解明やスピントロニクス基礎原理の解明、非平衡現象に関する理論研究などが行われている。

#### I 研（固体磁気共鳴研究室）

核磁気共鳴 (NMR) を武器に、量子の奥深いドラマを解き明かす研究に現在、挑んでいる。電子が互いに強く影響し合い、スピン・電荷・軌道が三重奏のように絡み合う瞬間-そこに潜む量子エンタングルメントの正体に迫るのが、我々の研究の中心です。さらに強相関電子系が生み出す銅酸化物・ニッケル酸化物の高温超伝導体という“多体量子の奇跡”がどのように誕生するのか、そのメカニズムをミクロな視点から解き明かすことにも挑戦している。キーワードは、多軌道電子系超伝導、ディラック電子系、量子スピン液体、低次元量子流体の量子現象。我々は、これら最先端の舞台上で量子物性の“まだ見ぬ姿”を描き出そうとしている。

#### J 研（ナノ磁性・スピン物性研究室）

ナノ物性研究では、新現象の発現の舞台を自らで人工的に自在に設計・創製することで、従来アプローチすることが困難であったような物理現象に迫ることが可能となる。本研究室では、ナノスケールで初めて顕在化する新しい磁性・スピン物性の解明と新概念の創出を目指した研究を推進している。特に最近では、軌道角運動量があらわに発現する表面や界面での磁気と電気の相互作用、準粒子の伝播機構、トポロジカル磁気構造と極性構造との相互作用、磁性と超伝導の相互作用などに興味を持ち、研究を行っている。

### ○研（光物性物理研究室）

光照射に対して物質中の電子や原子核は多様な応答を示す。この応答から物質の秘めた性質や機能を明らかにすることが可能である。本研究室では、主に光電子分光法という実験手法を用いて固体のバンド構造を調べる研究を行っている。レーザー光や放射光を用いて得られる、固体中を運動する電子のエネルギー、波数、スピン、軌道に関する多元的なデータを解析することで、複雑で興味深い種々の現象の発現機構を電子状態の観点から明らかにする。具体的には、強相関電子系における超伝導現象や相転移現象等を対象とする。また、最近では固体中のミクロな光励起現象を解明するために超高速時間分解電子顕微鏡の開発を行っている。

### R 研（非平衡物理研究室）

学部の熱力学・統計力学で学ぶ対象は、例外なく熱平衡系である。しかし身の回りを眺めると、面白い現象はほぼ例外なく、熱や物質の激しい流れを伴う非平衡状態で起こっている。だが、それらを理解するための普遍法則は確立していない。我々は非平衡・非線形現象の総合的解明を目指して、種々の解析的理論及び数値シミュレーションの手法を用いて研究している。最近では、ガラス転移、ソフトマター、生物モデルの集団現象、及びそれらの周辺領域の研究が中心となっている。

### S 研（物性理論研究室）

凝縮した物質における多粒子系特有の種々の現象に関して、それらを支配する物理法則を明らかにするため、量子力学および統計力学に基づく解析的、数値的手法を用いた理論研究を行う。現在、銅酸化物高温超伝導体や鉄系超伝導体に代表される強相関電子系を主な対象とする金属電子論や、電子の電荷とスピンの双方を制御するテクノロジー（スピントロニクス）の基礎原理、トポロジカル物質などに関する研究を重点的に行っている。

### V 研（機能性物質物性研究室）

我々の社会生活にとって役に立つ能力を持つ物質を機能性物質という。とりわけ現代においては、その電磁気機能が役立てられることが多い。本研究室は、未知の電磁気機能をもった物質を見出し、その中に眠る新奇な物性を解明す

ることを目的とする。現在は、相互作用の競合から生じる量子スピン磁性体、電子系の非平衡定常状態、熱と電気を相互変換できる半金属、室温で強磁性を示す半導体、ユニークな結晶構造を持つ機能性物質の開発に興味がある。

### Y 研（応答物性研究室）

物質に対して電場、磁場、圧力などの様々な刺激（入力）を加えると、分極、磁化、歪みなどの多彩な変化（出力）が生じる。この「入力」と「出力」をつなぐ「応答」物性は、この世のからくりを明らかにする重要な探針となるだけでなく、私たちの生活をより豊かなものにする有益な道具立てにもなり得る。本研究室では、結晶・準結晶・アモルファスなどの多様な物質系を対象とし、構造と物性の相関を手掛かりとして、特異的な「応答」物性を示す新奇な物質の設計と創出に取り組む。

### 生物物理学

下記の4研究室の教員が新しい学問分野・生物物理学を研究する。国内最大の生物物理研究グループであり、理論から実験、さらに応用へと研究を進める。科学研究は、原子や素粒子をもとに自然を考える時代となった。生命についても、多様な遺伝子やタンパク質の構造や機能が原子レベルで明らかになり、新しい研究展開が進む。今や生命は、不可解で特殊なものではなく、原子や分子からなる物質の集まりと考えられる。生物物理学は「もの」が集まり「生命」を作り出す神秘的ともいえる過程を、物理や数論的手法により明らかにする。自然と生命を対象に、動物、植物、化学、物理などと分野を細分化せずに、多様な新手法で理論実験両面から自由に研究する。

### B 研（計算生物物理研究室）

生体分子は生命活動に必要な機能を担っており、これらの機能が損なわれた場合には深刻な疾病が生じる。疾病や生命活動に関わる異常について理解し、その治療法を開発するためには、これらの生体分子の複合体が機能を発揮する機構を明らかにする必要がある。この様な観点から、計算機シミュレーションを用いて、タンパク質や核酸などの生体分子の構造、動的揺らぎと機能の相関、ダイナミクス解析による機能解明について研究している。物理学、化学、計算

科学に基づく学際的な研究を展開し、さらに実験研究グループとの共同研究を積極的に行っている。

#### D 研（生体分子動態機能研究室）

生体分子は様々な動的現象を介して驚くべき精密さと効率で働いているが、その動作原理の多くはまだ解明されていない。生体分子機械が機能を発現する分子機構を真に理解するためには、個々の分子が実際に働いている様子を直接観察し、そのダイナミクスを時空間的に解析することが不可欠である。このため、溶液中で機能する生体分子を高い時空間分解能でイメージングできる高速原子間力顕微鏡技術を基盤として、その高度化を推進している。さらに、新規機能の開発や先端分子計測手法との複合化を進め、分子の構造変化や相互作用を一分子レベルで可視化・解析することで、動態と機能が密接に関連した様々なタンパク質の機能発現機構の解明を目指している。さらに、タンパク質部品と人工的に設計された合成超分子を組み合わせることで、自然界には存在しない新しい機能を持つ分子システムの創成にも取り組んでいる。このような生体分子工学的アプローチにより、医療やバイオテクノロジーへの応用が期待される革新的な分子デバイスの開発を目指している。

#### G 研（光生体エネルギー研究室）

地球最大規模の生体エネルギー変換システムである光合成のメカニズムを、振動分光、電子スピン共鳴、極低温分光測定、分光電気化学計測など、様々な分光的手法を用いて原子・分子レベルで解明する。特に、光合成蛋白質における励起エネルギー移動、電子・プロトン移動の動的メカニズムと、光合成研究の最大の謎である、水分解による酸素発生の仕組みを明らかにする。光合成蛋白質を応用した人工光合成系の研究も行う。

#### K 研（細胞情報生物物理研究室）

遺伝情報は蛋白質のアミノ酸配列を決め、アミノ酸配列は複雑な天然立体構造を決定する。いくつかの蛋白質が複合体を形成することもある。蛋白質が特異的な天然構造や複合体をどのように形成するのかを実験で探る。遺伝子操作による蛋白質の人工改変や高速反応測定を含む速度論的測定によって、立体構造形成の動的過

程を研究する。また、電気生理学的測定や顕微光学的測定法を用いて、神経シナプスにおける信号伝達機構の研究を行う。

#### 宇宙物理学

宇宙物理学の研究グループは、宇宙を対象とした観測的研究と理論的研究を行っている。宇宙物理学・天文学は学問の中でも最古の歴史を持つと共に、20世紀後半に飛躍的に発展した新しい科学の一つである。その飛躍的進歩は観測技術の向上により駆動されており、現在では電波からX線・ガンマ線に至る電磁波の全ての波長域で天体現象が観測可能になっている。近年にはついに、重力波を用いた観測への扉が開かれ、新たな歴史が誕生した。名古屋大学理学部物理学教室の宇宙分野は、我が国においてこの流れの先頭を切って進んできた。現在では、電波、赤外線／可視光、X線にわたるすべての波長域を網羅し、重力波観測の実験研究も開始した。電波ではチリに「NANTEN2」天文台を、光・赤外線では南アフリカに1.4m望遠鏡「IRSF」を所有し、運営している。一方、X線天文衛星「すざく」、「ひとみ」、「XRISM」、赤外線天文衛星「あかり」などの開発に多大な貢献を行い、これらの衛星を使って地上に届かないX線や赤外線の観測を行うとともに、海外での気球搭載望遠鏡による観測も継続している。また、すばる望遠鏡超広視野カメラや低周波電波観測を用いた宇宙探査プロジェクトにも参加して観測事実を元に理論研究を展開している宇宙論研究グループや、観測データを駆使して銀河進化を研究するグループ、さらに星間媒質の進化や星・惑星系の形成過程を理論的に研究するグループやプラズマ物理学を研究するグループが世界最先端で活躍しており、他の大学で例を見ない充実した分野構成である。観測対象も、星・惑星形成領域から、銀河（および銀河中心核）、銀河団、宇宙大規模構造まで、近傍から遠方まで、全宇宙領域に広がっている。異なる波長を観測するグループや理論のグループ間では、共通の対象についての共同研究も行われている。大学にある宇宙関連の教室としては国内最大規模を持ち、学生の教育・国内外の研究機関への人材の育成でも重要な役割を果たしている。

### A 研（天体物理学研究室）

あらゆる天体の根源である星間物質に着目し、ミリ波サブミリ波観測という手段を駆使して、138億年にわたる宇宙の歴史のなかで宇宙の構成要素である恒星や銀河がどのように形成・進化してきたかを理解することをめざす。サブミリ波望遠鏡(ASTE・ALMA・LMT)や当研究室がチリに所有するNANTEN2をはじめ、様々な望遠鏡を駆使して、遠方銀河の探査や銀河・恒星の形成過程の理解をめざす。また、これらの観測的研究を支える観測装置やソフトウェアの開発研究も行う。

### C 研（宇宙論研究室）

暗黒エネルギーや暗黒物質、さらには、宇宙の構造形成など宇宙論の分野を中心に研究をすすめている。観測データから理論モデルを検証するというボトムアップ的手法による理論研究を特色としており、具体的には、解析的手法、大規模数値シミュレーション、機械学習、観測データの解析など多角的な方法を用いて研究を進めている。

### P 研（プラズマ理論研究室）

宇宙空間に存在する多くの物質はプラズマ状態にあり、そこでは乱流や爆発現象をはじめとした多様な非線形現象が発生している。核融合研究とも多くの共通点をもつプラズマ現象について、主に大規模な数値シミュレーションを用いた研究を展開し、これらに通底する物理過程の解明を目指している。現在の具体的課題として、主に、プラズマ乱流輸送、オーロラ発生機構、などの問題に取り組んでいる。

### Ta 研（理論宇宙物理学研究室）

宇宙における天体の形成や進化過程を解明することで、物理学を宇宙の進化の中で系統化することを目指す。特に、銀河・星・惑星系の形成・進化過程を解析的及び数値シミュレーションの手法で理論的に調べているが、高エネルギー宇宙物理学現象も研究テーマとして含んでいる。その際に重要となる物理的素過程の研究を重視し、得られた知見をその他の分野の物理学にも応用する。

### U 研（宇宙物理学研究室）

人工衛星・気球で大気圏外に出て、地上には到達しないX線と赤外線を観測し、可視光で見えない、宇宙の特異な領域を探ることを目指す。研究の手法としては、これまでにない性能(感度、波長域、空間分解能、波長分解能など)を持つ観測装置を開発し、天体の新たな側面を探る。また、これまでに開発した衛星などによるデータを用い、銀河や銀河団に存在する高温プラズマとダスト、活動銀河核、ブラックホール、超新星、太陽系外惑星などの研究を進め、宇宙の構造と銀河・物質の進化を解明する。

また、重力波（つまり時空のゆがみ）を検出する装置Advanced LIGOの最先端技術を研究している。

### Ω 研（銀河進化学研究室）

銀河は星とガス、暗黒物質の大集団であり、宇宙論的なスケールでの基本単位となる天体である。銀河はさまざまな波長、エネルギー領域で多彩な姿をもち、多波長での研究が本質的に重要である。138億年にわたる宇宙進化の文脈から、銀河の形成進化を探求する。多波長的アプローチという観点から、地上観測機器、宇宙望遠鏡、人工衛星等のデータ解析、および観測を再現する銀河進化モデルの構築という2つの方法を用いて研究を進める。観測的に初期宇宙を探る研究や、機械学習などデータ科学の方法による新しい銀河進化の研究法も開拓している。

## 物理学科の教育

1995年度の大学院重点化により、教員組織の中心が大学院へと移行したことを受け、それ以前に存在していた物理学科と物理学第2学科は、単一の物理学科として統合された。現在の物理学科の教育は、大学院理学研究科理学専攻物理科学領域の教員によって担われている。

4年一貫教育に基づく教育改革によって、学問的体系に沿った専門基礎教育に続いて物理学の専門教育が配置されている。物理学を専攻しようとする学生は、全学教育科目の中の自然系基礎科目の物理学基礎Ⅰ、電磁気学Ⅰ・Ⅱ、物理学実験、微分積分学Ⅰ・Ⅱ、線形代数学Ⅰ・Ⅱ、複素関数論を含め、化学、生物学、地球科学の基礎、基礎セミナー、言語文化を広く履修

するとともに、専門基礎科目の現代物理学序論 I、物理学基礎演習 I を必ず履修して欲しい。物理学学科のどの分野の履修にとっても必要な基礎となる科目は2年生と3年生に集中しており、いずれも必修となっている。

物理学学科の専門教育は大筋以下の内容になる。(P.13参照)

2年生と3年生は主として午前中に基礎的な科目の講義を受け、午後に2年生は演習、3年生は演習と基礎実験に取り組む。必修科目はその学年ごとに履修することが強く望まれ、後の時期にずれこむと卒業できない場合があるので注意を要する。特に、次に述べる演習と実験は4年生になって補足履修することは不可能である。

当教室では物理学を学ぶに当たって演習と実験が重要であると考えている。物理学演習は物理学の基本的な講義の内容の理解を深めるためのもので少人数で行う。演習では相互討論を重視するので出席することが前提となっている。主な内容は力学、量子力学、電磁気学、統計物理学である。3年生の物理学実験は、1年間に各自4テーマの実験を通常2人1組で行う。現在用意されているテーマは、いずれの研究分野にも必要な基礎的なものである。

3年生秋学期に、全ての学生は物理学セミナー（物性、生物、素粒子・ハドロン、宇宙の4分野の中から1つを選択する）を受講する。

4年生に対しては、P.13にあるような選択科目の講義が用意されている。この他に他大学の講師による特別講義（集中）が開講される。4年生は実験コースと理論コースに分かれる。実験コースの学生は、各研究室が用意する実験テーマのうち1つを選択し1年間にわたって研究を行う。理論コースの学生は、各研究室が用意する物理学講究の中から1つを選択する。

コースの選択は学生が自主的に行うことになっている。

## G30について

卒業に必要な単位をすべて英語で修得できる留学生向けのG30コースが開講されている。このコースの入学時期は10月であり、最終学年には通常コースの学生と同様に各研究室に配属され、所属先の研究室で実施されるセミナーや実験に参加する。

## 大学院

2022年4月の大学院理学研究科における組織改編により、物理学教室教員がそれまで所属していた素粒子宇宙物理学専攻（素粒子宇宙物理系）および物質物理学専攻（物理系）を含む、従前の素粒子宇宙物理学専攻・物質物理学専攻・生命物理学専攻の3専攻は、理学専攻として発展的に統合された。現在、物理学教室の教員は理学専攻物理科学領域に所属し、理学専攻大学院生の教育を担うとともに、専門的あるいは融合的・学際的な最先端研究を通じて、各研究室に所属する大学院生の研究支援および研究指導を行っている。

博士前期課程の修了には、原則として2年以上の在学、所定単位の修得、および修士論文審査への合格が必要であり、合格者には修士（理学）の学位が授与される。同様に、博士後期課程の修了には、原則として3年以上の在学、所定単位の修得、必要な研究指導を受けた上での博士論文審査への合格が求められ、合格者には博士（理学）の学位が授与される。なお、特に優秀な学生については、博士後期課程の在学期間を短縮することも認められている。

## その他

### 教室の運営

名古屋大学物理学教室憲章<sup>\*)</sup>には「物理学教室の運営は民主主義の原則に基づく」とその第1条にうたわれている。この憲章の精神に基づき運営されている研究教育組織を、物理学教室と呼ぶ。教室の最高議決機関は教室会議であり、教育に関する運営上の諸問題については教育委員会で審議される。教育委員会は、運営委員会によって選出された委員および学生の選出による学生教育委員で構成され、カリキュラムの策定や学生の学習環境の整備などに関する審議を行っている。教育委員会での審議結果は教室会議に報告され、重要事項については教室会議で改めて審議される。なお、すべての学生は、原則として物理学教室のすべての会議および委員会に出席し、傍聴・発言することができる。

### \*) 名古屋大学物理学教室憲章

第二次世界大戦が終結し、科学が軍国主義とファシズムの重圧から解放されつつあった1946年6月、研究組織の封建的体質を一掃し、民主

的な研究体制の確立を目指して、「名古屋大学物理学教室憲章」が制定された。(坂田昌一著「科学者と社会」(岩波書店)を参照されたい。)この憲章は、民主主義の原則に基づき、物理学教室を現代科学にふさわしい組織とするとともに、個人の研究の自由を保障することを目的としている。その理念のもと、全研究員が参加する教室会議が最高の議決機関と位置づけられ、研究計画、教員人事、予算配分などの重要事項を教室全体で決定する体制が確立された。

## 物理学科の専門教育と専門基礎科目

1 年春学期	1 年秋学期	2 年春学期	2 年秋学期	3 年春学期	3 年秋学期	4 年春学期	4 年秋学期
現代物理学 序論 I <sup>(+)</sup>			電磁気学 <sup>(+)</sup>  力学特論 <sup>(+)</sup>  量子力学 I <sup>(+)</sup> 統計 物理学 I <sup>(+)</sup>  数理解物理学 II <sup>(+)</sup>  物理実験学  情報科学 概論 I <sup>(*)</sup>  情報科学 概論 II <sup>(*)</sup>  先端物理学 特論  電磁気学 II 演習 <sup>(+)</sup> 解析力学 演習 <sup>(+)</sup> 数理解物理学 I 演習 <sup>(+)</sup> 数理解物理学 II 演習 <sup>(+)</sup>  力学特論 演習 <sup>(+)</sup>	電磁気学特論   量子力学 II  統計 物理学 II  宇宙 物理学 I 連続体力学  物理学 概論 I  生物 物理学 I  量子力学 II 演習 統計物理学 II 演習 物理学 実験 I	一般相対論  量子力学 III 統計 物理学 III 宇宙 物理学 II  物性 物理学 I 原子核 物理学 I 化学物理学  プラズマ 物理学 I 素粒子 物理学 I  量子力学 III 演習 統計物理学 III 演習 物理学 実験 II 物理学セミナー 第 VII - X	量子力学 IV 統計 物理学 IV 宇宙 物理学 III  原子核 物理学 II  物理的 運動学 素粒子 物理学 II 生物 物理学 II  物理学特別実験 物理学講究	物性 物理学 II / III (隔年)

注：アンダーライン付は必修及び選択必修の科目で、それ以外は選択科目である。

(\*) コンピュータを使用する情報処理・数値計算法を内容とする。I は講義，II は演習。

(+) 専門基礎科目。

# 化 学 科

## まえがき

人類は現在、かつてなく便利で豊かな生活を送っている。これは自然科学の発展に基礎をおいた生産力の飛躍的増大と情報、通信、交通、医療の発達によっていることは言うまでもない。この発達を物質面から支えてきたのは、化学、物理学、生物学、農学、医学、薬学などの発展であった。

なかでも物質科学の中心にある化学の役割はいっそう増大し、化学研究の発展なしには、高齢化社会を迎えるわれわれが快適で、生きがい に満ちた生活を送ることは困難になろう。一方で人類は、地球規模での環境問題、資源、エネルギーおよび食料の不足への対応など、これまで経験したことのない難問に直面している。その解決に向けては、化学研究者の役割がますます増大するであろう。

学問としての化学が発達したのは、この 200 年ほどのことである。原子、分子の考え方が発見されたのは 19 世紀の初めであり、それらの実体が明らかになったのは 20 世紀に入ってからである。この間各種の分子の構造が解明され、有用な物質が次々と合成されるようになって、現在の物質科学の基礎が築かれた。現在では、複雑な分子が反応する際の細かな電子構造の変化に至るまで、詳細に解明されるようになってきている。

化学の研究分野は、伝統的に無機化学、分析化学、有機化学、生物化学、物理化学、理論化学などの各分野に分かれているが、共通する考え方は、様々な存在状態にある物質の構造、物性、反応性を研究して、構造と機能の関係を明らかにし、さらに新しい物質を見つけたり、新規設計し作り出そうとすることである。化学科ではこれらの各分野に関する総合的な基礎教育が行われており、学生と大学院生は、最新の実験装置と理論を用いて研究を行っている。その成果は数々の研究業績として世界に広く発信され、そのインパクトの高さと屈指の研究レベルは、世界中から高く評価されている。

それでは、化学を学び、研究するには、どのようなタイプの学生が適しているだろうか。一口で言うと、「自然の現象」あるいは「物」の性

質に興味を持てるかどうかということである。地球上あるいは宇宙の中にある数百万種にも及ぶ分子、結晶の一つ一つが、個性をもっている。その性質に興味を持ち、その面白さに魅せられて、化学の勉強と研究に打ち込んでみたい、そこからサイエンスを楽しむ醍醐味を味わいたい、と思うような学生が化学科に向いている。

化学科は、基礎科学としての化学の研究と教育を通じて、豊かな未来社会の構築と知の創造に貢献することを念願しつつ、多くの熱心な学生が進学してくることを期待している。

## 化学科の構成

化学科には、理学研究科物質・生命化学領域、物質科学国際研究センター、トランスフォーマティブ生命分子研究所 (ITbM)、学際統合物質科学研究機構を中心とする教授・准教授 22 名、講師・助教 12 名、大学院生および研究生約 140 名、学部学生約 180 名が在籍している。

学科の運営は教室会議および各種委員会によって行われる。

化学の各分野の教育と研究は、分子組織化学、無機化学、生物無機化学、有機化学、機能有機化学、特別、生物有機化学、光物理化学、物性物理化学、量子化学の 10 研究室の教員によって行われている。各研究室の研究内容は、次の通りである。

### 分子組織化学研究室

今まで化学の進展により、個々の分子の合成法、さらにそれらの分子の電子構造に基づく物性や反応性が系統的に体系化されてきた。一方、生体分子システムに目を転じると、個々の分子がそれぞれ独立して機能するだけではなく、多種・多数の分子を組み合わせることで組織化することにより新たな組織構造や電子系を獲得し、長距離に及ぶエネルギーの高速な伝搬や変換、超効率的な化学変換、スケールギャップを超えた運動など、高い機能を発現している。このように、分子が組織化することにより、個々の分子の持つ性質や、その単純な足し合わせを飛び越えて、全く新しい機能が生まれる可能性がある。この「分子組織機能」は、分子間の組み合わせ方(種類・数・距離・角度・配列・運動)によって大きく異なるため、分子組織を構築する上でのデザインと、それを実現するための方法論の開発

が重要となる。我々は、分子間の関係性の無限の組み合わせを巧みに操ることにより、新しい分子組織機能を創出することを目指している。

### 無機化学研究室

地球上の限られた資源から、私たちの生活に必要な多くの化合物を効率よく作り出すには、触媒をもちいた反応が重要な役割を果たしている。ナノ粒子や金属酸化物、金属錯体などの無機物質が触媒になり、その構造に応じて多様な触媒機能を発現する。無機化学研究室では、金属錯体やナノ粒子を用いて、物質変換を担う新しい触媒材料を創り出し、エネルギー創成や機能性物質創成などの幅広い分野に貢献できる新しい触媒反応の開拓を目指している。また、触媒が働くその場で、触媒の構造や状態を三次元的にイメージングできる最先端その場イメージング技術を開発し、触媒のはたらきを実際に観て理解する研究も進めている。無機化学、物理化学、先端計測、情報科学などの様々な分野の研究者と連携して、分野縦断的な研究を展開しており、基礎から応用までの幅広い視点をもつ人材の育成にも取り組んでいる。

### 生物無機化学研究室

生体内では、金属イオンを含む様々な蛋白質が生命現象を担っている。中でも金属酵素は、最先端の合成触媒でも困難な化学変換を常温・水中で進行させるなど、驚くべき性能を有している。生物無機化学は、生体内の金属の役割を化学的な視点で理解し、得られた知見を基に、生体系を超える人工金属蛋白質などを設計・創出することで、社会に貢献する研究分野である。本研究室では、酸化酵素の誤作動を引き起こす合成分子を開発し、ベンゼンからフェノールへの常温直接変換など、天然を凌駕する反応系の開発に成功している。また、DNAの機能を強化した人工核酸（ペプチド核酸）や、病原菌が放出する鉄獲得蛋白質を基にした人工金属蛋白質などを用い、生命現象の理解に基づく、ユニークな診断、治療法の開発を展開している。

### 有機化学研究室

分子はあらゆる自然現象および社会生活に関わる物質である。我々の強みは『新しい分子をデザインして、実際に合成できる』ことにある。原子や結合の特性を活かしながら、複雑な分子

構造を自在に創ることのできる合成化学に魅了されて研究を行っている。合成化学の中でも、『未踏の構築高難度分子をつくる』『重要な分子を効率的につくる』『分子の未知なる機能・展開性を見出す』ことを重要視しており、合成方法論の開発から機能開拓まで幅広く実践している。また、分子合成化学を起点に、従来の分子の価値を超えたモノづくりに展開した研究を行うことを目指している。炭素材料やポリマーをはじめとした新物質創製にも挑戦することで画期的なサイエンスを推進する気概である。泥臭く挑戦できる、唯一無二の合成化学者の育成に全力を注ぎ、ユニークなワンチームであり続けることが我々のモットーである。

### 機能有機化学研究室

$\sigma$  電子が原子どうしを連結させ、分子骨格を形づくる根幹的役割を担うのに対し、 $\pi$  電子は、発色、発光、電子物性、磁性など、分子の電子的性質を決定づける。我々は、この  $\pi$  電子を自在にあやつることにより、未来の物質社会を切り拓く光・電子機能性有機分子の創製に挑戦している。特に、B, Si, P, S といった典型元素を巧みに組み込んだ緻密な分子デザイン、有機金属化学的手法を駆使した最先端有機合成、最新鋭機器を用いた徹底的な物性評価の3つを柱に研究を進めている。ホウ素を含むナノグラフェンの化学、特異な多環式芳香族炭化水素の合成と芳香族性の理解、励起状態での構造変化を考慮した発光性分子の開発、 $\pi$  電子系の自己組織化の精密制御などの基礎研究を進めるとともに、ケイ素を含むアモルファス性電子輸送材料の有機 LED ディスプレイへの実用化も達成している。最近では、生物分野との異分野融合として、超耐光性や近赤外領域で蛍光を示す有機リン色素を開発し、これらの蛍光バイオイメージングへの応用も精力的に展開している。

### 特別研究室

有機分子はおかれた環境によってまったく変幻自在に振舞い変化して行く。この反応の仕組みを解明し、本質を的確に把握することが新しい有機化学の展開につながる。有機合成とは合目的性をもった反応を連続的に行い、目標とする分子を組み立てることをいう。元来は、自然に生み出される天然物を実験室で人間の英知によって作り出す、いわば造化の神に対する人

類の挑戦として始められたものであるが、現在では様々な物理的、化学的、生物的特徴をもった化合物が人間の手で創造されている。医薬、農薬、染料、樹脂、繊維等日常生活に欠かせない物質やライフサイエンス関連の重要な有機化合物を有効につくることはもちろん、純学問的に興味ある新しい化合物群もつぎつぎに創り出されている。有機化学は典型的な分子科学であるから、化合物合成の設計における創意工夫こそニューフロンティア開拓の礎といえよう。有用物質の合成戦略において今後は、無尽蔵に地球で排出され、金星や火星にも豊富な二酸化炭素、および生命活動に不可欠な水を原料として取り入れることも地球のみならず宇宙での物質生産を目した場合、強く求められている。持続可能社会に貢献するために、エネルギー多様性に応じることのできる独創的な触媒科学の開拓とその有機合成への展開を目指して、新奇な有機金属錯体の触媒作用の開発、および光や電気を用いる有機合成指向人工光合成の研究に取り組んでいる。

#### 生物有機化学研究室

細胞の中では絶えずDNAからRNAが転写され、RNAからタンパク質が翻訳されている。よって上流過程であるDNAおよびRNAといった核酸を制御することで生命現象のコントロールが可能である。当研究室は核酸化学を専門としており有機化学と分子生物学の両分野にまたがって研究活動を行っている。具体的には創薬を志向した核酸誘導体を設計&合成し、細胞や個体レベルでの活性を評価している。創出した核酸誘導体は生命科学における基礎研究に利用できると同時に、医薬品としての応用も可能である。低分子の核酸アナログから、アンチセンス核酸・siRNAなどのオリゴ核酸分子、そして近年発展が著しいmRNA医薬に至るまで、オリジナルな化学修飾核酸・修飾ユニットを開発することにより、これらの医薬モダリティが抱える課題の解決を図っている。生命科学の世紀と言われる21世紀において、その根幹を成す核酸研究の重要性は日々増している。我々は生物学的手法に、巧みにデザインした化学的手法を発展的融合させることにより、生命科学における種々の課題解決や限界打破を目指し、日々研究を行っている。

#### 光物理化学研究室

「光がどのように物質と相互作用するか」を明らかにすることは科学における中心テーマの一つであり、その探求によって量子力学を始め現代科学の礎が築かれてきた。なかでも分光学の発展は、光の「波長」の変化に対する応答からその物質の状態を捉える手段を与え、物質科学の発展に大きな役割を果たしている。

高い時空間コヒーレンスを持つレーザーの誕生は、これに加えて光の「強度」をパラメータとした新たな研究領域を生み出した。特に、原子分子内の電場と同等の強度を持つレーザー場における物質は、「光の衣をまとった」状態の生成やアト( $10^{-18}$ )秒領域の極めて短い光パルスの発生など、弱い光の場とは本質的に異なる応答を示すことが見いだされている。本研究室では光のもつ性質を駆使し、(1)先端分光法による超高速ダイナミクスの実時間追跡および(2)光を反応場とした新たな化学反応過程の開拓と制御、に向けた研究を行い物質科学の新たな展開をめざしている。

#### 物性物理化学研究室

化学とは、多くの場合個々の原子や分子の性質を対象とする学問である。しかし、アボガドロ数( $10^{23}$ 個)にも達する分子や原子が集合した「凝縮系物質」は、個々の原子や分子が持つ性質からは全く予測できない巨視的な物性を示す。この現象を、P.W. Andersonは「More is different (多は異なり)」という言葉で端的に表現した。物性物理化学研究室は、こうした凝縮系物質が示す予測困難な巨視的性質を探求し、その本質を理解することを目指している。本研究室では、光化学や電気化学といった多彩な化学的手法を駆使して、従来にない新しい分子性の凝縮系物質を創出する。また、これらの物質が示す磁性、伝導性、触媒能、トポロジカル物性などの電子物性を、最先端のデバイス作製技術や精密物性測定技術を用いて解明する。さらに、エレクトロニクスやスピントロニクスへの応用を見据え、これらの物質の材料化・デバイス化への展開を推進し、新しい物性化学の基盤を切り開くことを目指している。

#### 量子化学研究室

理論およびコンピュータの先端技術を駆使して、化学反応や結合のメカニズムを理解し予測

などを行う研究に取り組んでいる。近年、量子力学の方程式を高速計算できる技術(「量子化学計算」)が現れ、化学反応や機能性を計算機上で精密にシミュレートすることが実現されている。密度汎関数理論は広く用いられ、実験事実の解釈や構造予測を与えるなど多様な研究分野との連携に成功している。本研究室は、量子化学の枠組みで、化学電子論の挑戦的課題に取り組む。我々の武器は、世界で初めて達成された高精度・高速な量子化学計算のアルゴリズムとソフトウェアであり、その実績に基づき、適応性を広げる開発研究を進めている。そして、実験研究者とも連携を行い、化学の問題に切り込む。例えば、光合成活性中心に見られる多核金属錯体の優れた触媒作用や光受容能力が注目を浴びており、その機能性に秘める電子的挙動を研究している。光機能を有する有機分子を特徴付ける励起構造や発光機構を計算できる高次理論の開発を行っている。また、計算機を用いた創薬シミュレーション技術も近年注目されている。本研究室では、創薬分子の理論設計やそのための高効率アルゴリズム開発にも取り組んでおり、生物学者や合成研究者との連携も含めた研究を行っている。コンピュータを利用する科学的手法は今後も重要であり、機械学習などの情報処理技術を取り入れる研究も推し進めている。

## 化学科の教育

化学科へ進級を希望する学生諸君は、1年春学期に開講される化学基礎Ⅰと1年秋学期に開講される化学基礎Ⅱ、化学実験は是非履修してほしい。とくに実験、観察は研究の原点であることから、実習の時間を大切に、注意深く実験を行い、素朴な疑問も十分理解するまで追求してほしい。化学基礎ⅠとⅡは、3クラス並行して同時に開講され、その全てを化学科の教員が担当する。

数学は自然科学の基礎である。微分積分学Ⅰ・Ⅱ、線形代数学Ⅰ・Ⅱ、複素関数論は理学部の学生にとっては大切な講義である。そのため、化学科では微分積分学Ⅰ・Ⅱ、線形代数学Ⅰ・Ⅱ、複素関数論のうち4科目8単位取得していることが卒業要件となっている。化学の研究でも、近年数学的手法を用いる機会が増えている。物理学基礎Ⅰ・Ⅱ、電磁気学Ⅰ・Ⅱ、物理学実験は化学の基礎として必要な、講義と実

習である。化学を勉強していく上で、原子、分子の構造に立脚して考えることは、物質を理解するのに有用であり、そのためにも物理学の基礎知識は必須である。化学科を希望するものは電磁気学Ⅰ・Ⅱを履修することを勧める。生物化学は化学の重要な一分野であり、特に生物学との連携で目ざましい発展を遂げている。したがって、化学研究を迫及する見地からも、生物学基礎を履修することが強く望まれる。また地学の基礎を学ぶことも、自然科学の広い視野をもつために有益であろう。

教養科目および言語文化科目を学ぶことは、総合的理解力と自主的判断力を高め、豊かな創造力と新鮮な感受性を養う上で有意義である。とくに実用的外国語として英語の読む、書く、聞く、話す能力は今のグローバル社会では必須であることは言うまでもなく、言葉の壁で自分の可能性を制限されないためにも、日々鍛錬に励むべきである。

また、1年春開講の化学科の専門基礎科目「最先端化学」は選択科目であるが、最先端の化学に接することができ、化学への興味・関心を深める助けとなるので強く受講をお勧めする。

2年生に対して開講される化学科の専門基礎科目はほとんどが必修あるいは選択必修である(授業内容一覧参照)。4年次に研究室で卒業研究を始めるには、これらのほとんどの科目に合格していなければならないので、十分自覚して履修することが望まれる。

また、教職関連の科目はできるだけ早く履修しておくのが望ましい。これを怠ると2年生、3年生では時間割の関係で履修できず4年生になって特別実験(卒業研究)の妨げとなることがある。

化学講究は2年次に開講される。ここでは少人数のグループにわかれ、演習やセミナーを行う。

実験(必修科目)は2年生秋学期から始まる。

3年生および4年生で受ける選択科目の多くは、各分野における特定の題目に関して、さらに掘り下げた議論を通じて高度の知識と考察力を養うことを目的としている(授業内容一覧参照)。

3年生の終わりまでに、次の要件をすべて満たした学生は、4年生になると、前述の10研究室・グループのいずれかに配属されて、特別実験を行う。要件は(1)特別実験以外の必修

科目の単位を全て修得していること（全学教育科目のうち「大学での学び」基礎論，基礎セミナー，言語文化科目，健康・スポーツ科学科目，データ科学科目，アントレプレナーシップ科目を含むので注意），（2）専門基礎科目の選択必修科目（授業内容一覧参照）のうち30単位以上を取得していること，（3）卒業要件への不足単位が特別実験を除いて4単位以下であることの3つである。特別実験はいわゆる卒業研究であって，その研究室の教員の指導の下で，化学の特定の問題について研究を行う。この中で，学生諸君は自然現象の中から，どのようにして真理を見出すかについて，貴重な経験をすることができる。

2011年10月から，英語で行われる授業のみで卒業できるG30プログラム（化学）が，外国人留学生，日本人帰国学生を対象としてスタートした。多くの英語による授業が日本語による授業と並行して行われ，日本人学生がG30の授業を受講することも可能である。さらに化学講究，化学実験，卒業研究などは日本人学生とG30学生と一緒に学ぶ形をとっており，国際的な環境で教育が行われている。

## 大学院

最近の科学と技術の進歩は目覚しく，大学を卒業して，先導的な化学研究の仕事に就きたいと希望する場合には，大学院で勉学および研究活動が続けることが強く推奨される。2022年～2024年の3年間の集計によると，化学科の卒業生の90%以上が大学院に進学している。この高い進学率は，次代を担う化学者を期待する教育者側の熱望と学生の意欲と共に，社会的な要望，とくに豊かな発想力と創造力を期待する公立の研究機関や産業界側の要求でもある。

理学研究科は2022年4月，組織改変を行い1専攻（理学専攻）となり，これまでの物質理学専攻（化学系）は無機・分析化学コース，有機化学コース，物理化学コースとなった。

理学研究科には博士課程があり，前期課程と後期課程とからなる。前期課程を修了した者には修士の学位が授与され，さらに後期課程，約3年で，博士（理学）の論文審査が受けられる。

2018年度より始まった，文部科学省「卓越大学院プログラム」名古屋大学トランスフォーマ

ティブ化学生命融合研究大学院プログラムは，トランスフォーマティブ生命分子研究所，物質・生命化学領域，生命理学領域，工学研究科（化学生命工学），生命農学研究科，創薬科学研究科が協力する人材育成プログラムで，基礎力養成カリキュラム，研究突破力養成プログラム，研究総合力養成コースからなる。理化学研究所，分子科学研究所，基礎生物学研究所の3つの研究所が連携研究所として参画し参加学生は経済支援を受けながら，切磋琢磨することによって，「融合フロンティアを拓き，未来の知を創出する研究人材」になることを目指す。

博士号をもつ人材の創出は当大学院教育の重要なミッションの一つである。高度な先端的学術研究を主体的に進められる人材の育成を目標としており，そのための卓越した研究体制が整えられている。また，日本学術振興会の特別研究員制度，当学融合フロンティアフェローシップ事業など将来の博士研究者をサポートする奨学金制度への応募も可能である。

化学科の研究や教育の実情について，さらに詳しく知りたい場合には，化学事務室（理農館B130号室，電話内線2486，2481）を通じて，化学科教務主任に質問，希望を申し出てほしい。研究室の見学など諸君の要望に応じる。

# 生 命 理 学 科

## まえがき

生物学は長い歴史を持ちますが、その過程で、生物が示す現象を分子の機能として理解しようとする分子生物学的方法の発展により、急速な変貌を遂げました。現代生物学の先鋭的な知の追求によって、生命の設計図ともいえる DNA の構造解明やゲノム情報の解析など、生命現象の根本に関わる事実が次々と解明されました。ゲノム編集技術の発展により遺伝子を自在に改変できるようになり、また組織再生の研究も進展しています。一方、物理学や化学、コンピューターサイエンスをはじめとする異分野の学問との融合により、生物学は従来の教科書的・古典的学問から脱皮し、分野を超えた巨大な総合科学へとその姿を変えつつあります。そして、その成果の応用は、私達の暮らしと社会を確実に変革しはじめています。

そのような潮流を踏まえ、生命理学科では生物学の基礎から最先端の成果まで、様々な角度から幅広く教育しています。また、異分野の知見との融合がますます重要になっているため、高校での生物学履修の有無に関係なく、多様な個性とバックグラウンドを持つ熱意ある学生の参加を希望しています。学部における教育は、主に生命理学科の教員による講義・演習および実習が中心ですが、生物学に関連した最先端科学を幅広くカバーするため、他大学などから招いた非常勤講師による集中講義も取り入れています。学部3年の秋学期から1年半は各研究室で卒業研究に打ち込み、卒業時には卒業論文を提出して研究発表を行います。このような教育により、次世代を担う特色ある生命科学の人材育成を目指しています。

## 生命理学科の構成

本学科は1942年に発足した生物学科と、1961年に設置された附属分子生物学施設（1987年に分子生物学科として発足）が1996年に統合されることにより誕生した。大学院理学研究科生命理学講座に属する研究グループに加え、協力講座として遺伝子実験施設、トランスフォーマティブ生命分子研究所、細胞生理学センター、ニューロサイエンス研究センター、創薬研究科の他、三重県菟島にある理学研究所附属臨海実験所を擁しており、20を超える研究グループが存在する。各研究グループの研究内容は以下のとおりである。

### 脳回路構造学

音楽や言語など、音は私たちの生活に豊かな彩りを与える。一方で、生存と無関係な音は無意識に無視することができる。つまり動物の脳は、感覚器が受け取った音はその個体にとって意味を持つか否かを瞬時に判別できるのである。私たちは、このような判断を導く脳や神経回路のしくみの解明を目指している。そのためのモデルとして、小さな脳を持ち、神経機能を制御できるモデル生物であるショウジョウバエを用いている。ショウジョウバエの雄は求愛時に、種に固有の「求愛歌」と呼ばれる羽音を奏でる。私たちはこの「求愛」を媒介する音をショウジョウバエの脳がどのように判別して評価するのかを解明するため、神経解剖学、生理学、行動実験、数理モデリングを組み合わせた研究を進めている。さらに求愛行動を制御する神経機構一般についても研究を開始し、ハエ近縁種間での脳の進化や、吸血により感染症を媒介する蚊の聴覚特性の解明も行なっている。こうしたショウジョウバエや蚊の研究から、私たち哺乳類にも共通する「脳の動作原理」を解明するとともに、これらの昆虫の行動原理に基づいた新しい行動介入の方法開発へと発展させたい。

### 細胞時空間統御

細胞が適切に機能するには細胞骨格やオルガネラ、ドメインといった高次構造の時空間的な制御が必須である。植物では個々の細胞が細胞壁を形成する位置やタイミングを厳密に制御することにより細胞の分裂、成長、分化を実現し、機能的な組織や器官の発生の基盤を担っている。この細胞壁の形成はダイナミックな細胞骨格の編成や膜タ

ンパク質の自己組織化といった分子同士の驚くほど精密な連携により導かれる。当研究グループでは、このような分子の振舞を時空間的に統御する未知の機構（時空間シグナル）を明らかにするべく、細胞表面に美しい幾何学パターンの細胞壁を沈着する道管の細胞分化や、支えのない細胞質中に細胞板を構築する細胞分裂に着目して研究を行っている。シロイヌナズナやコケ植物に加え独自の細胞培養系を用い、イメージングや遺伝学、生化学、構成生物学、モデリング等の手法を駆使して研究に取り組んでいる。これにより細胞内の分子の振舞いから、細胞が機能する仕組み、さらには植物の発生・成長の基本原理の理解を目指す。

### 細胞間シグナル

生命科学が飛躍的に進展した現在においても、高等生物が持つ遺伝子の約40%はまだ機能が分かっていない。これは特定の生命現象に着目して鍵分子を探すという一般的な手法では、見過ごされる遺伝子がまだ多数存在することを意味する。当研究グループでは、高等植物を対象とし、ゲノム情報を用いて機能未知ながら鍵分子候補と考えられる分子に着目して機能を探求することで、最終的にそれらの分子に関わる新しいしくみや現象を見出すことを目指している。具体的なターゲットとしては、細胞間シグナリングに関わるペプチドホルモン-受容体ペア、植物の陸上進出に伴って遺伝子数が顕著に増加し環境応答に関わると考えられているタンパク質脱リン酸化酵素とその基質、細胞外タンパク質・ペプチドの機能に影響を与えている翻訳後修飾酵素とその基質、そして植物特有の通道組織である篩管内を長距離移行するペプチド群などである。これらの解析から、植物が土壌中の不均一な窒素栄養環境に適応する巧妙なしくみや、ダメージを受けた細胞が隣接する細胞に防御応答を誘導する新しいしくみなど、これまで知られていなかった植物成長・環境適応メカニズムが次々と明らかになっている。

### 細胞制御学

細胞骨格系は細胞の形状・剛性・張力・運動性などの形態的・力学的表現型を規定する基盤的システムである。その代表格であるチューブリンやアクチンが連続したネットワークを形成するのに対し、当グループはセプチンが短線維状のオリゴマーとしてチューブリンやアクチンに沿って散在したり、単独でリング状に集積することを

示した。さらに、これらのユニークな特性や多様な分子との相互作用を介して、細胞分裂、精子形成、神経突起伸展、シナプス伝達などの多彩な生命現象を支えていることを、セプチン遺伝子欠損マウスの解析を通じて見出した。セプチンは脳で高発現し、シナプス伝達やグリア機能を介して高次脳機能を支える一方、パーキンソン病などで変性したニューロン内で凝集する。セプチンや関連分子の精神・神経疾患との関連はヒトの大規模GWASや死後脳プロテオーム解析でも示唆されているが、不明な点が多い。そこで、逆遺伝学的手法に加えて胎仔脳への遺伝子導入、行動薬理学、3D電子顕微鏡、ライブイメージング、プロテオミクスなど多階層の解析を通じて、記憶、社会行動、発達/知的障害、神経変性の分子メカニズムにアプローチしている。

### 分子修飾制御学

私たちの体では、タンパク質は必要に応じて合成され、役割を終えると速やかに分解されます。かつて分解は不要物の処理にすぎないと考えられていましたが、近年、それ自体が生命活動を調節する重要な制御機構であることが明らかになりました。私たちは、この中心的役割を担うユビキチン-プロテアソーム系に着目し、新規基質の同定と分解機構、さらに生理的意義の解明を進めています。その結果、オルガネラ動態、代謝、飢餓応答、ストレス耐性など、多様な生命現象への関与が明らかになってきました。研究には主に出芽酵母を用い、分子・細胞レベルで解析しています。

細胞膜は脂質二重層からなり、内外層の脂質組成が異なる非対称性は細胞の生存に不可欠です。近年、この脂質非対称性の維持にユビキチン修飾が深く関わることを示され、膜の恒常性維持機構の解明も進めています。

植物のオーキシン依存的ユビキチン化機構を応用した人為的タンパク質分解システムを開発し、オーキシン添加により標的タンパク質を迅速に除去できる技術を活用しています。この系を用いて、DNA複製や染色体分配、核構造の理解を深めるとともに、生命現象の人為的制御にも挑戦しています。

## 分子発現制御学

生物学の基本概念として、DNA から RNA が転写され、RNA からタンパク質が翻訳されるというセントラルドグマがあります。遺伝子を理解するためには、ゲノム DNA のどの領域がタンパク質へとつながるのかを正確に把握することが重要です。近年、次世代シーケンサーの発展により、どの領域が RNA に転写されるかは大きく明らかになってきました。一方で、RNA のどこが実際にタンパク質へと翻訳されるのかという点は、依然として未解明の部分が多く残されています。

私たちの研究室では、翻訳領域を高精度に検出する最先端技術を開発し、これまで知られていなかった多数の翻訳領域を発見してきました。これら新規タンパク質群は「ダークプロテイン」と呼ばれ、近年世界的に注目が高まっています。私たちはヒト細胞やマウスを用いた生化学・分子生物学的解析に加え、次世代シーケンスや質量分析、バイオインフォマティクスなどの最新技術を駆使して、ダークプロテインと翻訳制御の研究を進めています。将来的には、得られた知見を疾患理解や治療へつなげることを目指します。

## 異分野融合生物学

最先端計測機器の発展により、生命科学研究は一細胞レベルで生命現象を理解する段階へ進んだ。しかし、これらの手法は多種多様かつ膨大なデータを生み、従来の臨床・実験データでさえ十分に活用できていない現状を踏まえると、巨大データの情報を完全に引き出すことは容易ではない。生命現象が本質的に高次元・非線形である以上、数理科学や情報学、物理学など異分野の理論や知見を取り入れることでデータを制し、新たな定量的生命科学を創出できる。私たちは数理モデルとコンピューターシミュレーションを核とし、臨床・実験研究に積極的に関わり、データ取得前から研究デザインに深く関与するなど、人やグループとの有機的連携を重視した研究を実践してきた。究極の目標は、生命の発生から死に至るまでの現象を定量的に理解することであり、特に感染症や遺伝子異常による恒常性の破綻とその制御に焦点を当てている。また、細胞内の遺伝子発現から細胞間相互作用、組織維持に至る時間変化を統合的に記述する研究も推進し、『増殖・分化・感染・変異・進化・適応する要素』が生み出すシステムの定量的分析を可能にする、国内初の異分野融合型生命科学研究拠点を目指している。

## 遺伝学

多細胞生物の発生過程では、細胞同士が互いに協調したり、ときに競合したりしながら、適切な形や大きさをもつ組織・器官を作り上げます。こうした細胞間コミュニケーションは、完成した組織の恒常性を長期にわたり頑健（ロバスト）に維持するうえでも不可欠であり、生物の生存戦略を支える重要な仕組みです。また近年では、がんの発生や進展が、突然変異の蓄積だけでなく、がん細胞同士、あるいはときにはがん細胞を取り囲む免疫細胞との協調や競合といった相互作用によっても引き起こされることが明らかとなり、発生生物学とがん生物学をつなぐ新たな研究領域として注目を集めています。当研究室では、ショウジョウバエをモデル生物として用い、(1) 正確な形と大きさをもつ組織を構築する仕組み、(2) ストレスや損傷に対しても組織の恒常性をロバストに維持する仕組み、(3) がんの発生・進展を駆動する細胞間コミュニケーションの分子基盤、の解明を目指しています。解析には、遺伝学的手法やライブイメージング、分子生物学的解析、さらには数理モデリングを組み合わせ、生体レベルで生命現象の理解を深めています。

## 生体機序論

生物は生体内あるいは外部からの様々な刺激を受けると、それを適切な形のシグナルに変換して細胞内外に伝達することにより、発生・再生・行動などのさまざまな生命現象を制御する。本グループでは、そのような生命現象を制御するシグナル伝達機構を分子レベルで理解するため、線虫、魚類および培養細胞を用いた分子生物学的・細胞生物学的解析を行っている。特に、神経切断後に起こる神経軸索の再生機構に着目し、これまでに再生を制御する数多くの因子とそれらにより構築される複数のシグナル伝達経路を同定し、さらにそれらの有機的連携により構築される情報伝達ネットワークの再生時の役割について解明してきた。さらに最近ではアルツハイマー病・パーキンソン病などの神経変性疾患に関わる因子の生体内での機能や制御メカニズム、上流および下流のシグナルネットワーク等の詳細についても解析している。今後、さらに精力的に研究を進めることにより、それぞれの生命現象に潜む制御機序の詳細を明らかにすると同時に、将来的な創薬・医療の礎となる成果を得ることを目指している。

## 微生物運動

「細胞運動」は最も基本的な生命活動であり、我々は細菌がべん毛を使って運動する仕組みを研究している。細菌は細胞から突き出たらせん状のべん毛線維を、根元の細胞表層に埋め込まれたモーターによってスクリューのように回転させて溶液中を泳いでいる。べん毛モーターは生体が持つ唯一の回転運動器官で、細胞膜を介したイオンの電気化学勾配によって駆動する、独自のエネルギー変換機構を備えた超分子ナノマシンである。しかしエネルギー変換の仕組みだけでなく、モーターの回転方向や速度の制御機構、べん毛装置の形成位置や数の制御機構といった多くの謎が残されている。我々は、エネルギー変換ユニットである固定子と、回転方向の制御に関わる回転子リングの両方に着目し、分子生物学・細胞生物学・生化学・生物物理学・構造生物学の手法を用いて研究を進めている。また別のプロジェクトでは、線虫 *C. elegans* を用いて神経機能の老化を引き起こす分子メカニズムを研究している。これまでの我々の成果は、老化が単なる経年劣化ではなく、遺伝子によって緻密に制御されたプロセスであることを示唆している。

## 植物生理学

本グループでは、植物における環境応答のシグナル伝達と植物の成長制御について主に研究を進めている。土に根を伸ばし固定的な生活を営む植物は、変化する周囲の環境（光、水分、栄養、温度等）に的確に応答し、成長しなければならない。植物の表皮に存在する気孔は、これらの環境変化に応答して開閉を行うことにより、光合成に必要な二酸化炭素の取り込み、蒸散や酸素の放出など植物と大気間のガス交換を調節している。我々は、このような特徴をもつ気孔孔辺細胞を環境応答のモデル材料として、光による気孔開口や植物ホルモン・アブシジン酸による閉鎖のシグナル伝達について研究を進めている。さらに、ケミカルやゲノム改変により気孔開度制御を行なった植物の成長促進や収量増加、乾燥耐性についても研究を進めている。また、二酸化炭素は植物によって重要なシグナルとしても作用する。植物は、葉内二酸化炭素濃度の変化を感知して気孔を開閉し、蒸散による水分損失と二酸化炭素の取り込みを最適化していると思われる。我々は、生理・生化学、プロテオーム、遺伝学など多角的アプローチにより、植物の二酸化炭素感知の分子機構についても解析

を進めている。

## 細胞生物学

多細胞生物は、複数種の細胞が寄り集まって、はじめて一個の生命体として存在することができる。このことから、細胞接着が多細胞生物にとって必須の機能である事は明らかである。細胞接着には大きく分けて2種類ある。一つは、細胞と細胞を直接結び付ける「細胞-細胞間接着」、もう一つは細胞を細胞外の基質（コラーゲンなど）に結び付ける「細胞-基質間接着」である。複雑な多細胞生物の体の形成と維持は、これらの細胞接着機能を担う様々なタンパク質複合体が巧みに制御されることで可能になっている。私たちは、上皮組織でよく発達している細胞-基質間の接着装置ヘミデスモソームとそのリガンド（結合相手）である上皮基底膜を主な研究対象としている。特に、上皮組織の中でも皮膚の表皮の分化・形成・維持におけるヘミデスモソームの役割について注目し、解析をおこなっている。また、基底膜構成タンパク質の集合に、表皮基底細胞のもつ複数種の接着受容体タンパク質がどのような機能分担のもとで関わっているのかについても興味を持って解析を進めている。これらの研究結果は、多細胞生物の体制を支える基本的な分子メカニズムの理解につながるものと考えている。

## 器官機能学

脊椎動物において、受精卵から複雑な構造と機能を有する神経組織（脳）が形成される過程は、精密に制御されている。発生初期には胚の背側に神経組織が誘導され、その内部では前後軸に沿って神経領域が決定され、各領域で神経幹細胞や神経前駆細胞が産生される。ニューロンはこれらの細胞から分化し、細胞移動を行いながら神経突起を伸長し、神経回路を形成して脳としての高次機能を発揮する。

私たちの研究室では、ゼブラフィッシュやメダカなどの小型魚類を用いて、脊椎動物における神経組織がどのように形成されるのか、また形成された神経組織がどのように行動を制御しているのかを解析している。特に、神経組織の中でも最もニューロン数が多く、神経回路の構造が明瞭な小脳に焦点を当て、小脳ニューロンが産生され回路が構築される分子メカニズムを理解するとともに、恐怖応答学習や社会性行動などの高次機能における小脳回路の役割解明を目指している。

また、内臓の恒常性維持に関わる迷走神経がどのように神経回路を形成し、機能を発揮するのかについても解析を行い、迷走神経による内臓機能の個別調整の仕組みの理解を進めている。

### 統合進化生態

生物の行動や形態は驚くほど多様で、時に奇妙です。こうした生物の姿は、環境や同種、異種との関わりが選択圧となり、形作られてきました。こうした生物の多様な行動と形態を理解するには、表現型の意義や、表現型を形作る選択圧を明らかにする必要があります。また、どのような遺伝子や発生・生理的システムの進化が鮮やかな多様性をもたらしたのか、遺伝子と表現型をつなぐ進化のメカニズムはまだ理解が進んでいません。我々は、生態学などのマクロ生物学と、発生学・遺伝学・ゲノム科学などのミクロ生物学を統合することで、表現型の進化メカニズムの解明を目指しています。具体的には、動物の性選択形質（甲虫の武器など）や社会行動（アリのカースト多型など）に注目し、行動や形態の生態的意義、表現型を司る遺伝子や生理基盤、表現型可塑性の分子メカニズムについて研究を行っています。手法として、遺伝子ノックダウンによる発生操作実験や、組織学、形態学、行動観察、バイオインフォマティクス、野外調査など様々なアプローチを駆使して研究を進めています。

### 神経行動学

なぜ眠るのか、なぜあくびをするのか、なぜ記憶が形成されるのか。私たちが日常的に示す多くの行動は、神経科学の最先端においてもなお、その仕組みが十分には解明されていません。私たちの研究室では、マウスやハムスターなどの哺乳類に加え、ベアーデッドドラゴンやヤモリといった爬虫類を対象として、行動を制御する脳神経回路の構造と機能を解析しています。これまでに、ノンレム睡眠時に発生する脳波の生理的意義を明らかにしたほか、哺乳類以外では確認されていなかった「前障」と呼ばれる脳領域を爬虫類で初めて同定するなど、独自の視点から研究を進めてきました。現在は、高時間分解能の行動解析、大規模電気生理記録、遺伝子発現解析などを組み合わせ、神経回路がどのように情報を符号化し、睡眠・覚醒の状態遷移や意思決定、記憶の形成・維持といった行動を実現しているのかを、地道な観察から明らかにすることを目

指しています。これらの研究を通じて、脳が生み出す行動原理を基礎から解明し、生命科学・神経科学の発展に寄与する高度な研究遂行能力を育成します。

### 細胞構造学

陸上植物の細胞は硬い細胞壁に囲まれているため、細胞分裂によって生じた二つの娘細胞の位置関係は永続的に固定される。したがって、細胞がどの方向に成長し、どの向きに分裂するか、さらにそれに伴って細胞運命がどのように決定されるかを制御する仕組みは、植物の形態形成を支える基盤的機構である。

私たちの研究室では、基部陸上植物ヒメツリガネゴケをモデルとして、これらの過程を駆動する細胞骨格とその関連因子の機能解明に取り組んでいる。陸上植物は進化の過程で発生様式を平面的な成長から立体的な成長へと拡張した系統でもある。配偶体形成時に成長様式を平面から立体へと切り替えるコケ植物の発生機構を理解することで、植物がどのようにして垂直方向の成長能力を獲得したのかという進化的問いに迫ることも可能である。In vitro 再構成系による一分子動態解析、高解像度ライブイメージング、ゲノム編集技術を駆使した植物体レベルでの発生解析など、分子から細胞、個体に至るマルチスケールなアプローチを統合することで、植物がいかにして形をつくるのかという基本原理の解明を目指している。

### ※協力講座等

#### 理学研究科附属臨海実験所

#### 海洋生物学

臨海実験所は、三重県鳥羽市菅島の海岸に設置されており、豊富な生物資源を研究材料に用いることが可能である。研究所内は複数の研究チームが連携しながらマクロ生物からバイオインフォマティクス、分子細胞生物学まで様々な視点から海洋生物学の研究を推進している。細胞生物学チームでは海藻における細胞内動態の研究が行われている。たとえば細胞分裂はすべての生物にとって基盤的な活動だが、このプロセスにおいてですら海藻では「常識外れ」の様式が存在することが示唆されている。同様に、海に生息する真菌類についても、モデル生物での知見が当てはまらない細胞の成長や分裂の様式が観察される。細胞骨格、染色体の動態観察や必要遺伝子の同定を通じてこれらの一見独自の細胞増殖の仕組みを明らか

にすることを当面の目標としている。生物多様性・系統進化学チームでは海洋生物の分類・系統を元に形や生態の進化を研究している。どこにどのような何という名前の生物がいるか、そしてその形や生態はどのように進化してきたか、をフィールド調査を行いながら明らかにする。

## 遺伝子実験施設

### 多細胞秩序

多細胞生物の個体内では多種多様な多くの細胞が互いに連絡を取り合い協調して活動している。その結果、多細胞の集合体である個体の形が巧みに作られたり、環境の変化に個体として柔軟に対応したりすることができる。私たちの研究室では、それら細胞群が織り成す秩序がいかに作られ、いかに維持され、そして状況に応じていかに柔軟に変化するのか、に興味を持ち、そのために作動する仕組みの解明を目指している。とりわけ、芽生えた場所の変わりゆく環境の中で柔軟に生き抜くための様々な戦略を進化の中で獲得してきた陸上植物を題材に、多細胞秩序の構築・維持・変化の精密かつ柔軟な制御のために細胞間で伝達される様々な情報の分子実体の追求や、その情報伝達の仕組みの解明に取り組んでいる。最近では、植物が陸上に進出するにあたって備えたこれら高度な多細胞秩序の仕組みのそもそもの原始的・起源的な状態を知るために、陸上進出前の植物種を独自の研究素材として用いた研究にも挑戦している。また、多細胞秩序の人為的な操作も念頭に、人工化合物を活用して多細胞秩序の新制御点を発掘する試みも行っている。

### 植物分子シグナル学

免疫は、多細胞生物の生存と恒常性維持に不可欠である。自然免疫は哺乳動物や植物などの多細胞生物に広く保存された感染防御機構であり、特に植物は固着生活という制約の下で、環境変動に応じて防御を最適化する高度な制御機構を発達させてきた。私たちの研究室は、生物に普遍的な免疫システムと植物固有の防御機構を、分子レベルで解明することを目的としている。植物免疫の成否は、気温、光、乾燥などの環境シグナルとの相互作用によって大きく左右される。そこで本研究室では、多様な環境シグナルと疾病防御のクロストークを、転写因子群とそれらが形成する転写複合体を中心とした転写制御ネットワークの解明を基盤に研究している。

さらに近年、植物葉面に存在する毛状細胞（トライコーム）が、降雨に伴う機械刺激を感知するセンサーとして機能し、雨がもたらし得る病原菌感染を予見して免疫を活性化することを示した。現在、このトライコームを起点とする新規免疫について、刺激の受容から初期シグナル伝達、転写制御、抵抗性発現に至る分子機構の理解を目的として研究を進めている。

## 細胞生理学研究センター

### 細胞生理学

当研究グループは細胞膜や細胞内膜を介したシグナル伝達機構が担う生命現象の理解を目標としています。膜タンパク質の構造と機能の研究を行っています。チャネル、ポンプ、Gタンパク質共役型受容体などの膜タンパク質は、神経伝達や細胞間連絡、膜を介したイオン輸送を担うことで、様々な生命現象や組織恒常性の維持に関わっています。膜タンパク質の高分解能解析は、それらが担う機能を原子レベルで理解するための強力な手段です。同時に膜タンパク質は創薬標的分子としても大きな割合を占め、その構造情報は新規創薬に向けた化合物設計への応用が期待されます。具体的な構造解析の手法として、クライオ電子顕微鏡単粒子解析法を用いており、これは結晶化を必要としない構造解析手法として近年目覚ましい発展を遂げています。また、アフリカツメガエル卵母細胞や哺乳動物培養細胞を使用した電気生理学的手法を導入し、主にチャネルの機能解析を構造解析と並行して行っています。さらにタンパク質構造予測や人工タンパク質設計の分野で進歩が著しい計算機科学も取り入れながら、生体膜を介した情報伝達分子機構の解明を目指した研究と教育を行っています。

## 創薬科学研究科

### 構造分子薬理学

構造分子薬理学は、創薬科学研究科に所属する研究室であり、二つの異なるコア技術（タンパク質の構造生物学と核酸有機化学）の融合を学ぶ研究室である。研究室では、廣明秀一教授・日比野絵美助教が指導する「水溶液中のタンパク質の構造多様性に着目した創薬」を行うタンパク質チームと、兒玉哲也准教授が指導する「立体構造を制御した人工核酸を含む核酸医薬の高度化研究」を進める核酸チームが、緊密な連携を保ちながら教育研究を進めている。従来の創薬理論では標的タ

ンパク質が持つ堅固なポケットに対して、それを埋める小分子を発見・合成することが重要と考えられてきた。しかし近年、特定の構造を持たない天然変性タンパク質、アミロイド線維、細胞内凝集体と液-液相分離など、創薬標的の概念そのものが拡大しつつある。他方、核酸医薬の実用化が進み、核酸の化学構造を様々に改変することで優れた性質を持つ人工核酸の創成や、そのリガンド分子や抗体とのコンジュゲートの開発が加速している。当研究室の究極の目標は、これら技術を融合発展させて、次世代モダリティに分類されるこれまでにない画期的医薬品を創生することである。

### 細胞薬効解析学

細胞薬効解析学は創薬科学研究科に所属する研究室であり、脳の高次機能や情報処理機構の解明、それらに基づいた神経・精神疾患の病態生理の解明、新規治療戦略の創出を目指している。脳は神経細胞を機能素子とする並列階層的な情報処理システムである。個々の神経細胞がシナプス接続により神経回路を形成し、高度な計算を行うことで多様な脳機能を実現している。我々はこの複雑なシステムを計算理論、アルゴリズム、実装という3つの観点から理解することを目指している。そのために、標識、4次元計測、摂動解析、数理モデル、再構成などのアプローチを用いて、分子・細胞レベルから個体・行動レベルまでを貫く多階層的な解析を行っている。具体的には、脳の予測機能に着目し、知覚・意思決定・学習を担う神経基盤を解明する研究、ブレイン・マシン・インターフェイスやニューロフィードバックを用いて、脳の情報表現と神経回路の可塑性の解明と新規治療戦略の創出を目指した研究、幹細胞由来のオルガノイドを用いて、脳や神経・精神疾患の構成論的な理解を目指した研究、それらの解析に必要な分子生物学・ウイルス学・光学技術を開発する研究などに取り組んでいる。

## 地球惑星科学科

### まえがき

われわれにとって、かけがえのない地球。人類も地球のたどってきた長い歴史の必然的産物として誕生した。この地球という第一級の対象を諸惑星との比較において研究するのが地球惑星科学である。

地球惑星科学は、対象とする地球および諸惑星の、過去・現在・未来の状態を解明するために、あらゆる手段を動員する。この「対象志向型」である点に、研究の大きな特徴がある。地球や惑星について観察される自然の状態には時間的ならびに空間的な特質があり、個性がある。地球惑星科学の特徴は「個性的対象志向型」であるともいえよう。しかし、この個性的対象においても、諸現象は、物理学や化学の一般法則に支配されている。従って、地球惑星科学には、個性的対象から法則性を抽出し、これを個性的対象に還元適用して、普遍的認識に持ちこすという役割がある。地球惑星科学はこうして得られる普遍的認識を通じて、かけがえのない地球の未来と、それに深いかかわりを持つ人類の未来の発展に貢献するものである。

### 地球惑星科学科の構成

本学科は 1949 年に全国で初めて地球科学科として創設され、1992 年に「惑星としての地球」を強く意識し地球惑星科学科として名称を変更した。1996 年には大学院重点化にともない新たな研究分野を加えて、地球惑星地質学、宇宙地球化学、地球惑星物理学と大学院を中心とする地球惑星システム学および地球惑星環境学の 5 大講座制へと移行した。2001 年の環境学研究科の発足に伴い、それぞれの講座は、同研究科地球環境科学専攻の地質・地球生物学、地球化学、地球惑星物理学、地球環境システム学、地球惑星ダイナミクス、地球史学の 6 大講座に改変され移行した。その後、大気水圏科学や生態学のグループが加わり、現在は地質・地球生物学、地球化学、地球惑星物理学、地球環境システム学、大気水圏科学、生態学の 6 グループを中心として、地球惑星ダイナミクス、地球史学、地球水循環科学のグループの協力を得

ながら、次に紹介するような理学部における地球惑星科学諸分野の教育を担当している。

### ○地質・地球生物学

テクトニクス：太陽系の惑星群の表層部に見られる「もの」と、それが形作る「パターン」、およびその変化の歴史を研究するのが本研究室である。たとえば、地球を例にとればふだん何気なく見過ごしている、道路脇の崖や川沿いの岩場にも何十億年にもわたる地球の歴史を秘めた物質が様々な構造をもって露われている。そこから本質的な情報を抽出するのが野外調査であり、それには、綿密な観察眼、鋭い直観力、幅広い知識、逞しい体力が必要である。さらに持ち帰った試料の化学分析や電子顕微鏡観察などの実験、コンピューターで数理的モデルを扱う技術などがこれを支えている。地球の研究で得られた成果は、探査衛星のデータなどを利用しながら、他の惑星の形成過程の解明に応用される。また、これらの知識や手法は、石油などの地下資源の探査・開発、自然災害の予知・軽減、さらには土木工学の面からも重要視されている。

岩石鉱物学：地球型惑星の主体をなす岩石とそれを構成する鉱物は、それらが経験した物理・化学的環境の変遷を、変形構造、反応組織や化学組成の不均一構造として記録したタイムカプセルである。これらの情報を解読し、地殻-マントルの相互作用と進化を明らかにするため、野外地質調査、岩石試料の光学的観察や様々な組織・組成分析などの手段を駆使して研究を行っている。グローバルな学術研究を推進しており、世界各地の地質体及び海洋底調査などのプロジェクトにも携わっている。現在の研究テーマとしてマントル岩の変形プロセスや火成岩類を中心とした島弧の進化、及び沈み込み型および大陸衝突型変成帯の形成や酸性火成岩類を中心とした島弧の進化が挙げられる。また、変成帯のテクトニクスを理解するために岩石学・構造地質学・鉱物学・年代学の手法を融合した新しい研究法の構築に挑戦している。

生物圏進化学：地球史のなかで、生物および生態系は地球環境と互いに影響を及ぼしつつ、大きな変遷を遂げてきた。すなわち、生物が地球環境を変え、地球環境が生物進化に影響を与

えてきたのである。このような背景のもと、本研究室では、生物および生態系の進化やそれらと地球システムの相互関係を、古生物学、堆積学、地球化学的視点から解明する研究を進めている。特に、示準化石と安定同位体比を用いた年代層序学、堆積構造や地球化学的アプローチを複合した地球史イベント時の環境変化の実態を解明する研究、フィールド調査と掘削コアの分析に基づいて第四紀のサンゴ礁生態系と古環境変化への対応を解明する研究、軟体動物の系統発生や形態・生態の多様性を進化学的アプローチから明らかにする研究に力を注いでいる。なお上記の目的を達成するために、地球科学分野における重要な国際共同研究計画であるIODP（統合国際深海掘削計画）やICDP（国際陸上科学掘削計画）に積極的に参加し、同時に、両計画の科学・運営面に関しても国内外で多大な貢献を果たしている。

### ○地球化学

地球化学は、化学的な原理や手法を使って自然界を構成する物質の成因や履歴を明らかにし、太陽系や地球に存在する物質の分化や循環を探ろうとする学問分野である。この地球化学では、物質の元素組成、化学組成、同位体組成への関心を出発点として、その物質が生成・消滅する反応を扱っている。現在、地球化学講座では、地球、宇宙、環境という3つの切り口で研究を進めている。具体的には、太陽系で唯一水をたたえた地球において元素がどのように分配されてきたか、地球を形作った隕石などの宇宙物質がどのような化学進化を遂げてきたか、人類活動期を含めた地球表層環境がどのような変遷を遂げてきたかを明らかにしようとしている。

現在進行中の研究テーマは、隕石物質の同位体組成から見た太陽系の進化、衝撃と熱による有機化合物の化学進化、原始惑星系星雲における物質の観測、大洋底堆積物の同位体組成から見た過去の地球表層の環境変化、堆積物試料を用いた海洋環境の汚染評価指標の確立などである。これらの研究では実験室で合成される物質と自然界の物質の両方を扱うが、どちらも同様の物質科学の原理に従うはずである。我々はこの原理を考慮して合成物質も自然物質と同じと考え、宇宙や地球の物質の特質とその歴史の解明を目指している。

### ○地球惑星物理学

われわれは、長い地球の歴史の結果として生まれた地球の一部である。その地球の一部が惑星地球全体の理を理解しようと悪戦苦闘している。地球が、自分自身を内観している。

約46億年前、生まれたての太陽を巡るガス円盤の中で、岩石や氷の塵から無数の惑星の卵が形成された。これらは衝突合体を繰り返し、少数の大きな惑星へと成長した。初期の地球は、微惑星の頻繁な衝突により、どろどろに融けた岩石が地表を覆い、大気は水蒸気を主成分としていた。このとき、鉄は融けて地球の中心まで沈み、地球のコアと呼ばれる部分ができただけでなく、その後、地球は冷却を続け、海洋の形成、地殻の発達、コア中心部の固化、マントル対流の変容、大陸形成などの様々のイベントが歴史を彩った。また、太古の海洋で誕生した生命は、一方で地球環境の変動や隕石の衝突の影響を受けて、絶滅と適応拡散を繰り返しながら進化し、他方で酸素大気を持つ青い惑星・大地を森林が被う緑の惑星を育んだ。

この壮大なシナリオを検証することによって、現在の地球、さらには地球環境問題の本質を真に理解できると考える。そこでわれわれは以下のような研究を行っている。

惑星のできかたを知る：固体惑星のもととなった、煙草の煙程度の大きさ（0.1ミクロン）の塵（ダスト）は、どこでどのようにして作られたのか？また、そこから半径6400キロメートルの地球やさらに巨大な木星型惑星までどのようにして成長したのか？天文観測や室内実験、さらには惑星探査の成果をもとに、われわれは素過程の物理的な理解と、それに基づいた数値シミュレーションを行うことで惑星形成プロセスの研究を行っている。近年の天文観測によると、多くの星の周りには惑星が存在していることが明らかになってきている。いろいろな星の惑星系と我々の太陽系とを共通の枠組みで比べる「比較惑星形成論」という立場から、われわれを含む生命を生んだこの太陽系が、どのような点で特別で、どのような点であるいはありふれたものかを明らかにしたい。

地球内部の動きを知る：地球になぜ磁場があるのか？大陸はなぜ移動するのか？深海底になぜ生き物がいるのか？なぜ地震が起こるのか？なぜ火山が噴火するのか？われわれは、理論的考察、数値シミュレーション、観測データ解析

などを行うことにより、地球内部のダイナミックなプロセスを理解しようとしている。

### ○地球環境システム学

本講座は、地球惑星物理学、森林生態学、地質学、地球化学、土壌学など、複数の学問分野の知識を組み合わせ、分野間の横断的研究を行い、“新たな研究手法の開発”と“新研究領域の創出”を目指している。現在の環境問題を地球と人間社会にまたがるひとつのシステムの問題として捉え、持続可能な社会を構築するための問題点の診断と処方箋の提案を行うという、新しい学問分野である臨床環境学の研究を行っている。現在は、ピコ水力発電などの自然エネルギーの技術開発やその普及を通じた持続可能な地域デザインづくり、地球システムの観点から環境変動下の森林における特に根や土壌などを介した生態学的診断、植物-土壌相互作用が炭素を地下に隔離して肥沃度や生物群集を支えるプロセスに関する研究などを行っている。

### ○大気水圏科学

大気・海洋・陸域や、そこで進行する人間活動も含めた生命活動について、物理、化学、生物などを複合的に利用した研究と教育を行うことで、地球表層環境を包括的に理解し、過去・現在・未来の地球環境の動向を、正確に把握することを目指しており、具体的には、以下に挙げる6分野の教育と研究を推進している。教員は、大学院環境学研究科地球環境科学専攻の大気水圏科学系（地球環境変動論講座・気候科学講座・物質循環科学講座・地球水循環科学講座）に所属する教員で構成されている。

大気科学・大気化学：大気中の温室効果気体やオゾン、エアロゾルなどの変動・変化メカニズムの解明と予測を目指しており、①全球規模の数値シミュレーションや衛星データを用いて、大気環境変化や気候変動のメカニズムを明らかにする、②先端計測技術を活用した野外観測や室内実験を通じて、大気エアロゾルの化学的・物理的な特性や、その成長過程を解明する、③先端計測技術を活用した野外観測を通じて、大気中の温室効果気体やオゾン、窒素酸化物などの起源や挙動を解明する、といったテーマについて、基礎と応用の両面で教育・研究を展開している。

気象学・雲降水科学：ミクروسケールの雲粒や、数キロメートルスケールの積乱雲、さらに千キロメートルスケールの台風まで、雲や降水（雨・雪）に関する様々なスケールの現象の統合的な理解を目指し、気象レーダ・気球・航空機を用いた観測と、雲解像数値モデルを用いた解析を実施している。また、最新の衛星搭載レーダや地上設置レーダも活用することで、データ解析の新手法開発にも挑戦している。

生物地球化学：地球上の生命活動によって駆動されている、温室効果気体や栄養塩といった環境物質の循環速度を、先端計測技術を活用して定量化し、地球環境や生命環境の現状把握と将来予測に挑戦している。また、地球環境中に放出された汚染物質の起源解明や、地球環境の自己修復能力の定量化にも貢献している。

気候学・気候変動：樹木年輪や鍾乳石、サンゴ、アイスコア、微化石などの化学分析や同位体分析を通じて、過去数百年から数千年間の気候や海洋環境を復元している。また、地球規模の水循環変動に関する研究も行っている。

海洋学：観測船や潜水船、係留系、リモートセンシング技術等を利用して海洋域の観測を実現し、地球環境における海洋の役割や、海洋物質循環の定量化に挑戦している。また、大気・海洋・波浪結合モデルの発展と応用研究も進めている。

雪氷学：雪氷圏に関わる多様な現象の統合的な理解を目標に、実験、観測、モデル構築といった多角的な手法で教育と研究を展開している。また、現地観測データや衛星観測データを用いて、気候変動に対する雪氷圏のレスポンスを定量化しており、さらに、極域や高山域におけるアイスコア掘削と、それを用いた古環境復元にも取り組んでいる。

## ○生態学

地球環境は、生物圏の進化との相互作用の中で大きな変遷を遂げてきた。この認識にもとづいて、本講座は生物の多様な適応進化とその総体としての生態系の成立とその機能に関する研究・教育を行う。生物や生態系についての深い理解を得ることによって、地球環境問題の根源である自然と人間社会の関係を再考し、問題を認識する力や解決する力を養う。これらの目的を達成するため、フィールドワークを中心に、分子生物学、地球化学、古生物学、統計学など、多岐にわたる分野で用いられている手法を駆使する。

現在の研究テーマは、大きく2つの内容を含んでいる。工学センサを野生動物に装着するバイオロギング手法を用いた野生動物の行動意思決定の解明や生態・生理・環境相互作用の解明、そして原始地球における生態系の姿とその進化の解明や現生河川生態系の構造解析などである。

## ○地球惑星ダイナミクス

地球の表層はプレート運動によって絶えず変化し、プレート間の相互作用は活発な地震・火山活動などの諸現象を引き起こす。本講座では、このような地球ダイナミクス現象のしくみを解明し、予測につなげる最先端の研究を行っている。本講座の教員は環境学研究科附属地震火山研究センターに所属し、地球惑星物理学講座と連携して教育を担当している。次世代の地震火山研究や災害軽減を担う人材の育成、国際的な共同研究にも力を入れている。

西南日本の南海トラフでは、フィリピン海プレート沈み込みに伴って100年程度の間隔でマグニチュード8級の巨大地震が繰り返し発生している。これらの地震発生域周辺でスロースリップや深部低周波微動と呼ばれる現象が発見されるなど、プレート境界の総合的な研究を通じて、沈み込みに伴う物理過程の理解が進みつつある。本講座では、海底地殻変動観測技術や精密制御弾性波震源（ACROSS）の開発とそれを用いた観測、地震・地殻変動データの解析、数値シミュレーションなどを通じて、巨大地震発生過程の解明を目指した研究を進めている。

内陸には多くの活断層があり、中部地方でも過去に大地震が発生している。本講座では、稠密GNSS観測による地殻変動の把握、地震デー

タ解析による内陸応力状態や地殻内流体圧分布の推定などの多様な研究を進めている。また、2014年に水蒸気噴火が発生した御嶽山については、全国の関係機関と協力して地震・地殻変動観測網の整備を進めつつ、新たに地球電磁気学的調査を開始するなど、熱水系の火山活動を解明して噴火予測につなげる研究を行っている。

## ○地球史学

現在の地球の姿は、地質時代から現代に至るまでに起きたさまざまなイベントの集積結果であり、同時に未来の地球の姿を映し出す鏡でもある。本講座では、地球年代学をはじめ、地質学、岩石鉱物学、地球化学、古生物学、動物学、植物学等の幅広い自然科学的手法を用いて、46億年にわたる地球の歴史と現象、その未来に関する多様な問題を取り扱っている。自然現象から人類活動までを視野に入れ、地球を構成する岩石・化石はもとより、地球外物質である隕石や考古資料・文化財をも対象にした各種の年代測定、資料情報の解析と分類・整理、フィールドワークによる試料の産状や時間的関係の解明などに関する教育・研究を展開している。

## 地球惑星科学科の教育

地球惑星科学科は太陽系の起源・進化および地球・惑星の内部と表層の諸現象に関する研究と教育を行う。地球や惑星における諸現象を解明するのに2つの方法をとる。1つは、時間的・空間的特徴、すなわちあるがままの状態を客観的に認識し、そのよって来る経緯を調べることであり、他の1つは、それらの現象を没個人的な物理学・化学の法則に還元して理解しようとするものである。2つの方法は、各々、タテ糸とヨコ糸にたとえられ、相補ってはじめて、地球や惑星における現象の総理解が成り立つ。現在、地球惑星科学科にあるこれら各講座の内部でも、タテ糸とヨコ糸の2つの方法が駆使されており、さらに地球惑星科学科全体としても、共同研究や共同授業による密接な連携が保たれている。他の大学においては地質学科と地球物理学学科が分離し、さらに地球化学という講座が存在しない時代に、名古屋大学では、このような総合システムを採り入れて出発した。それは、地球という大きい対象を研究するのに、タテ糸

とヨコ糸という2つの方法を意欲的・総合的・多面的に用いることが必須であるという、先見性のある正しい見通しがあったからである。地球惑星科学科の前身である地球科学科の卒業生は、単に地質学・地球物理学などの専門家としてだけでなく、総合的な地球科学の研究者あるいは技術者として、独特の仕事をしている者が多い。地球惑星科学科の新しい教育は、さらに高い視座に立ち、さらに広範な知識体系の確立を目指す。

## 地球惑星科学科を希望する学生のために

地球惑星科学科において行われる教育と研究は、すべてその基礎に物理学と化学の知識を必要とするばかりでなく、各種実験と応用数学の素養も欠くことはできない。これらについては、専門化された教育・研究に入る前に、各自できるだけ履修することが望ましい。1年次での学習を特にすすめる科目は、理科系の数学、物理学、化学、生物学とその実験である。地球惑星科学の入門のために専門基礎科目として地球惑星科学の最前線を開講している。また、地球惑星科学を学ぶには、自然の観察が大切である。

実用的外国語の学習は特に強く望まれる。地球惑星科学は非常に多くの分野と関連が強く、広い分野における研究の進展について常に熟知している必要がある。従って短時間に多量の外国語の文献を読むことも少なくない。特に英語は、一つの外国語というよりは、科学技術分野における国際語としての役割をもつことに留意してもらいたい。

## その他

地球惑星科学科についての最新の情報は以下のホームページに掲載されているので、参照のこと。

<https://www.eps.nagoya-u.ac.jp/>

※1 本学科の卒業生の多くは大学院へ進学するが、最終的には、大学はもとより国公・民間の研究機関、民間会社、教育機関、博物館などで活躍している。

※2 就職と取得資格の関係について

教員となるためには、教育職員免許状を取得しておかねばならない。また、博物館

の学芸員となる場合も、学芸員の資格取得が必要である。これらについては「諸手続」の一項目として詳述されているので、その項を参照のこと。

地球惑星科学科卒業生は、学科の必修カリキュラムとして、測量に関する実験・実習を履修しているため、国土交通省国土地理院に測量士補の登録申請を行うことによって、測量士補の資格が得られる。

### 〈測量士補登録申請について〉

登録申請書を、国土地理院ホームページからダウンロードし、学位証明書、成績証明書、登録通知書送付用封筒、登録免許税を添えて、国土交通省国土地理院 総務部総務課 試験登録係（つくば市）に申請すること。

電子申請も可能です。詳細は国土地理院ホームページで確認すること。

## 2. 理学部授業科目表・卒業要件単位数表

### 数 理 学 科

科目区分		必修	選択必修	選 択	合 計	
全 学 教 育 科 目	「大学での学び」基礎論	1			1	
	基礎セミナー	2			2	
	言語文化科目	英語	8			8
		初修外国語	1			1
		日本語（留学生のみ）	(2)			(2)
	健康・スポーツ 科学科目	講義	2			2
		実習	2			2
	データ科学科目	講義	1			1
		実習	1			1
	アントレプレナーシップ科目	講義	1			1
	自然系基礎科目	微分積分学	4			4
		線形代数学	4			4
		複素関数論	2			2
		電磁気学		4		4
		物理学基礎				
		物理学実験				
		化学基礎				
		化学実験				
		生物学基礎				
		生物学実験				
地球科学基礎						
地球科学実験						
国際理解科目						
現代教養科目	人文・社会系			} 4	4	
	学際・融合系					
超学部セミナー						
合 計	29	4	4		37	
専 門 系 科 目	専門基礎科目	16		} 48	} 96	
	専門科目	20	12			
	合 計	36	12	48		96
卒業要件単位数		133単位				

- (注) 1. 初修外国語については、「多言語修得基礎」を修得すること。  
 2. 専門科目の選択必修12単位は卒業研究（科目名が「数学研究」というもの）2科目分である。  
 3. 卒業研究を履修するためには、理系基礎科目の微分積分学Ⅰ-Ⅱ，線形代数学Ⅰ-Ⅱ 計8単位をすべて修得している必要がある。

# 授 業 科 目 表

数 理 学 科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
現代数学基礎AⅡ	0615210	講 義	4	2年 秋学期	必 修
現代数学基礎BⅡ	0615110	講 義	4	2年 秋学期	必 修
現代数学基礎CⅡ	0610210	講 義	4	2年 秋学期	必 修
現代数学基礎CⅢ	0614820	講 義	4	2年 秋学期	必 修
数 学 演 習 V	0613530	演 習	2	2年 秋学期	必 修
数 学 演 習 VI	0613540	演 習	2	2年 秋学期	必 修
確 率・統 計 基 礎	0613320	講 義	2	2年 秋学期	選 択
計 算 数 学 基 礎	0613310	講義及び演習	3	2年 秋学期	選 択
代 数 学 要 論 I	0610510	講 義	6	3年 春学期	選 択
幾 何 学 要 論 I	0611310	講 義	6	3年 春学期	選 択
解 析 学 要 論 I	0615510	講 義	6	3年 春学期	選 択
解 析 学 要 論 II	0615520	講 義	6	3年 春学期	選 択
数 学 演 習 VII	0613551	演 習	2	3年 春学期	選 択
数 学 演 習 VIII	0613561	演 習	2	3年 春学期	選 択
数 学 演 習 IX	0613571	演 習	2	3年 春学期	選 択
数 学 演 習 X	0613581	演 習	2	3年 春学期	選 択
代 数 学 要 論 II	0610520	講 義	6	3年 秋学期	選 択
幾 何 学 要 論 II	0611320	講 義	6	3年 秋学期	選 択
解 析 学 要 論 III	0615530	講 義	6	3年 秋学期	選 択
現 代 数 学 研 究	0615910	自 主 研 究	6	3年 秋学期	選 択
数 理 科 学 展 望 I	0615810	講 義	4	3年 秋学期	選 択
数 理 科 学 展 望 II	0615820	講 義	4	3年 春学期	選 択
代 数 学 続 論	0610530	講 義	4	4年 春学期	選 択
幾 何 学 続 論	0611330	講 義	4	4年 春学期	選 択
解 析 学 続 論	0615540	講 義	4	4年 春学期	選 択
数 理 科 学 展 望 III	0615830	講 義	2	4年 春学期	選 択
数 理 科 学 展 望 IV	0615840	講 義	2	4年 秋学期	選 択
数 学 研 究 A I	0610000	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 B I	0610001	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 C I	0610002	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 D I	0610003	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 E I	0610004	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 F I	0610005	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 G I	0610006	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 H I	0610007	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 I I	0610040	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 J I	0610041	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 K I	0610008	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 L I	0610009	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 M I	0610010	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 N I	0610011	卒 業 研 究	6	4年 春学期	選 択 必 修

# 授 業 科 目 表

## 数 理 学 科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
数 学 研 究 O I	0610012	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 P I	0610013	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 Q I	0610042	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 R I	0610014	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 S I	0610030	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 T I	0610031	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 U I	0610032	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 V I	0610033	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 W I	0610034	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 X I	0610043	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 Y I	0610044	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 Z I	0610045	卒業研究	6	4年 春学期	選 択 必 修
数 学 研 究 A II	0610015	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 B II	0610016	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 C II	0610017	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 D II	0610018	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 E II	0610019	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 F II	0610020	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 G II	0610021	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 H II	0610022	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 I II	0610046	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 J II	0610047	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 K II	0610023	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 L II	0610024	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 M II	0610025	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 N II	0610026	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 O II	0610027	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 P II	0610028	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 Q II	0610048	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 R II	0610029	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 S II	0610035	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 T II	0610036	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 U II	0610037	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 V II	0610038	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 W II	0610039	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 X II	0610049	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 Y II	0610050	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
数 学 研 究 Z II	0610051	卒業研究	6	4年 秋学期	選 択 必 修
代 数 学 I	0616500	講 義	2	4年	選 択
代 数 学 II	0616600	講 義	2	4年	選 択
代 数 学 III	0616700	講 義	2	4年	選 択

# 授 業 科 目 表

数 理 学 科

専 門 科 目						
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別		
				開講時期	必修・選択	
代 数 学 IV	0616800	講 義	2	4年	選 択	
幾 何 学 I	0616900	講 義	2	4年	選 択	
幾 何 学 II	0617000	講 義	2	4年	選 択	
幾 何 学 III	0617100	講 義	2	4年	選 択	
幾 何 学 IV	0617200	講 義	2	4年	選 択	
解 析 学 I	0617300	講 義	2	4年	選 択	
解 析 学 II	0617400	講 義	2	4年	選 択	
解 析 学 III	0617500	講 義	2	4年	選 択	
解 析 学 IV	0617600	講 義	2	4年	選 択	
確 率 論 I	0617700	講 義	2	4年	選 択	
確 率 論 II	0617800	講 義	2	4年	選 択	
確 率 論 III	0617900	講 義	2	4年	選 択	
確 率 論 IV	0618000	講 義	2	4年	選 択	
数 理 物 理 学 I	0618100	講 義	2	4年	選 択	
数 理 物 理 学 II	0618200	講 義	2	4年	選 択	
数 理 物 理 学 III	0618300	講 義	2	4年	選 択	
数 理 物 理 学 IV	0618400	講 義	2	4年	選 択	
応 用 数 理 I	0618500	講 義	2	4年	選 択	
応 用 数 理 II	0618600	講 義	2	4年	選 択	
統 計・情 報 数 理 I	0618700	講 義	2	4年	選 択	
統 計・情 報 数 理 II	0618800	講 義	2	4年	選 択	
数理解析・計算機数学 I	0618900	講義及び演習	3	3年	選 択	
数理解析・計算機数学 II	0619000	講義及び演習	3	4年	選 択	
数理解析・計算機数学 III	0619100	講義及び演習	3	4年	選 択	
数理解析・計算機数学 IV	0619200	講義及び演習	3	4年	選 択	
代 数 学 特 別 講 義 I	0619301	講 義	1	4年	選 択	
代 数 学 特 別 講 義 II	0619311	講 義	1	4年	選 択	
代 数 学 特 別 講 義 III	0619321	講 義	1	4年	選 択	
代 数 学 特 別 講 義 IV	0619331	講 義	1	4年	選 択	
幾 何 学 特 別 講 義 I	0619401	講 義	1	4年	選 択	
幾 何 学 特 別 講 義 II	0619411	講 義	1	4年	選 択	
幾 何 学 特 別 講 義 III	0619421	講 義	1	4年	選 択	
幾 何 学 特 別 講 義 IV	0619431	講 義	1	4年	選 択	
解 析 学 特 別 講 義 I	0619501	講 義	1	4年	選 択	
解 析 学 特 別 講 義 II	0619511	講 義	1	4年	選 択	
解 析 学 特 別 講 義 III	0619521	講 義	1	4年	選 択	
解 析 学 特 別 講 義 IV	0619531	講 義	1	4年	選 択	
確 率 論 特 別 講 義 I	0619601	講 義	1	4年	選 択	
確 率 論 特 別 講 義 II	0619611	講 義	1	4年	選 択	
確 率 論 特 別 講 義 III	0619621	講 義	1	4年	選 択	
確 率 論 特 別 講 義 IV	0619631	講 義	1	4年	選 択	

# 授 業 科 目 表

## 数 理 学 科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
数理物理学特別講義Ⅰ	0619701	講 義	1	4年	選 択
数理物理学特別講義Ⅱ	0619711	講 義	1	4年	選 択
数理物理学特別講義Ⅲ	0619721	講 義	1	4年	選 択
数理物理学特別講義Ⅳ	0619731	講 義	1	4年	選 択
応用数理特別講義Ⅰ	0619801	講 義	1	3年	選 択
応用数理特別講義Ⅱ	0619811	講 義	1	3年	選 択
応用数理特別講義Ⅲ	0619821	講 義	1	4年	選 択
応用数理特別講義Ⅳ	0619831	講 義	1	4年	選 択
統計・情報数理特別講義Ⅰ	0619901	講 義	1	4年	選 択
統計・情報数理特別講義Ⅱ	0619911	講 義	1	4年	選 択
統計・情報数理特別講義Ⅲ	0619941	講 義	1	4年	選 択
統計・情報数理特別講義Ⅳ	0619951	講 義	1	4年	選 択
数理解析・計算機数学特別講義Ⅰ	0619921	講 義	1	4年	選 択
数理解析・計算機数学特別講義Ⅱ	0619931	講 義	1	4年	選 択
数理解析・計算機数学特別講義Ⅲ	0619961	講 義	1	4年	選 択
数理解析・計算機数学特別講義Ⅳ	0619971	講 義	1	4年	選 択

(注) 開講時期が4年となっている科目には、3年次に履修できるものもある。

専 門 基 礎 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
数 学 展 望 Ⅰ	0613100	講 義	2	1年 春学期	選 択
数 学 演 習 Ⅰ	0613400	演 習	2	1年 春学期	選 択
数 学 展 望 Ⅱ	0613200	講 義	2	1年 秋学期	選 択
数 学 演 習 Ⅱ	0613500	演 習	2	1年 秋学期	選 択
現代数学基礎 AⅠ	0610110	講 義	4	2年 春学期	必 修
現代数学基礎 BⅠ	0615410	講 義	4	2年 春学期	必 修
現代数学基礎 CⅠ	0615310	講 義	4	2年 春学期	必 修
数 学 演 習 Ⅲ	0613510	演 習	2	2年 春学期	必 修
数 学 演 習 Ⅳ	0613520	演 習	2	2年 春学期	必 修

# 授 業 内 容 一 覧

数 理 学 科

科目名	内 容	担当教員	単位数			開講時期								備考	
			必修	選択	選択	1年		2年		3年		4年			
						春	秋	春	秋	春	秋	春	秋		
数学展望 I	現代数学の考え方を例を挙げて解説				2	○									
数学演習 I	大学数学への入門を目的とする演習				2	○									
数学展望 II	現代数学の考え方を例を挙げて解説				2		○								
数学演習 II	大学数学への入門を目的とする演習				2		○								
現代数学基礎A I	集合と写像の基礎		4					○							
現代数学基礎B I	線型空間と線型写像の基礎		4					○							
現代数学基礎C I	1変数実数値関数の微分・積分		4					○							
数学演習 III	数学の基礎事項を題材とする演習		2					○							
数学演習 IV	数学の基礎事項を題材とする演習		2					○							
現代数学基礎A II	位相空間の基礎		4						○						
現代数学基礎B II	行列の標準形の理論		4						○						
現代数学基礎C II	多変数実数値関数の微分・積分		4						○						
現代数学基礎C III	複素関数論の基礎（複素関数論の続き）		4						○						
数学演習 V	数学の基礎の定着を目的とする演習		2						○						
数学演習 VI	数学の基礎の定着を目的とする演習		2						○						
確率・統計基礎	確率論の基礎と統計の基本的手法				2					○					
計算数学基礎	数式処理ソフトウェアを用いたコンピュータ入門				3					○					
代数学要論 I	群論の基礎				6						○				
幾何学要論 I	曲線・曲面論の基礎				6						○				
解析学要論 I	微分方程式入門				6						○				
解析学要論 II	ルベーグ積分と測度論の基礎				6						○				
数学演習 VII	数学の基礎の定着を目的とする演習				2						○				
数学演習 VIII	数学の基礎の定着を目的とする演習				2						○				
数学演習 IX	数学の問題解決の方法を学習				2						○				
数学演習 X	数学の問題解決の方法を学習				2						○				
代数学要論 II	環論の基礎と多項式				6							○			
幾何学要論 II	微分形式とその積分				6							○			
解析学要論 III	関数解析入門				6							○			
現代数学研究	小人数グループ学習				6							○			
数理学展望 I	数理学の諸問題を解説				4							○			
数理学展望 II	数理学の諸問題を解説				4						○				
代数学統論	体とガロア理論				4								○		
幾何学統論	多様体論				4									○	
解析学統論	関数解析統論				4									○	
数理学展望 III	数理学の諸問題を解説				2									○	
数理学展望 IV	数理学の諸問題を解説				2										○

# 卒業要件単位数表

## 物理学科

科目区分		必修	選択必修	選択	合計	
全 学 教 育 科 目	「大学での学び」基礎論		1			1
	基礎セミナー		2			2
	言語文化科目	英語	8			8
		初修外国語	1			1
		日本語（留学生のみ）	(2)			(2)
	健康・スポーツ 科学科目	講義	2			2
		実習	2			2
	データ科学科目	講義	1			1
		実習	1			1
	アントレプレナーシップ科目	講義	1			1
	自然系基礎科目	電磁気学	4			4
		物理学基礎	2			2
		微分積分学		6～10		16
		線形代数学				
		複素関数論				
		物理学実験		10～6		
		化学基礎				
		化学実験				
		生物学基礎				
		生物学実験				
地球科学基礎						
地球科学実験						
国際理解科目						
現代教養科目	人文・社会系			2	4	
	学際・融合系					
超学部セミナー						
合計		25	16	4	45	
専 門 系 科 目	専門基礎科目（19単位以上）		19		} 26	} 83
	専門科目（55単位以上）		14	24		
	合計		33	24	26	83
卒業要件単位数		128単位				

- (注) 1. 初修外国語については、「多言語修得基礎」を修得すること。  
 2. 自然系基礎科目の選択必修科目 16 単位は、微分積分学Ⅰ・Ⅱ、線形代数学Ⅰ・Ⅱ、複素関数論、物理学実験、化学基礎Ⅰ・Ⅱ、化学実験、生物学基礎Ⅰ・Ⅱ、生物学実験、地球科学基礎Ⅰ・Ⅱ、地球科学実験のうちから修得すること。ただし、微分積分学Ⅰ・Ⅱ、線形代数学Ⅰ・Ⅱ、複素関数論から 6 単位以上修得すること。  
 3. 専門科目の選択必修 24 単位は卒業研究である。  
 4. 専門科目中の選択必修科目単位のうち取得要求単位数を超えて修得した単位は専門科目（選択）の単位として認定する。  
 5. 他学部・他学科の科目も物理学科の承認を得れば、専門基礎科目（選択）、専門科目（選択）の単位として認定する。  
 6. 自然系基礎科目の物理学基礎は物理学基礎Ⅰを必修とする。  
 7. 1 年次に物理学基礎Ⅰ、電磁気学Ⅰを履修しなかった者は、2 年次でこれらの科目を履修すること。  
 8. 専門科目の選択科目は、17 単位以上履修すること。

# 授 業 科 目 表

物 理 学 科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
量 子 力 学 II	0620100	講 義	2	3年 春学期	必 修
量 子 力 学 III	0620200	講 義	2	3年 秋学期	選 択
量 子 力 学 IV	0620300	講 義	2	4年 春学期	選 択
統 計 物 理 学 II	0620400	講 義	2	3年 春学期	必 修
統 計 物 理 学 III	0620500	講 義	2	3年 秋学期	選 択
統 計 物 理 学 IV	0620600	講 義	2	4年 春学期	選 択
統 計 物 理 学 V	0620700	講 義	2		選 択
量 子 力 学 II 演 習	0630800( $\alpha$ ) 0630801( $\beta$ )	演 習	1	3年 春学期	必 修
統 計 物 理 学 II 演 習	0630900( $\alpha$ ) 0630901( $\beta$ )	演 習	1	3年 春学期	必 修
量 子 力 学 III 演 習	0631100( $\alpha$ ) 0631101( $\beta$ )	演 習	1	3年 秋学期	選 択
統 計 物 理 学 III 演 習	0631200( $\alpha$ ) 0631201( $\beta$ )	演 習	1	3年 秋学期	選 択
物 理 学 実 験 I	( $\alpha$ )0630600 ( $\beta$ )0630601	実 験	4	3年 春学期	必 修
物 理 学 実 験 II	( $\alpha$ )0630700 ( $\beta$ )0630701	実 験	4	3年 秋学期	必 修
物理学セミナー第Iの1	0621200	演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第Iの2		演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第IIの1	0621400	演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第IIの2		演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第IIIの1	0621600	演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第IIIの2		演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第IVの1	0621800	演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第IVの2		演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第Vの1	0622000	演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第Vの2		演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第VIの1	0622200	演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第VIの2		演 習	4		選 択 必 修
物理学セミナー第VIIの1	0629400	演 習	4	3年 秋学期	選 択 必 修
物理学セミナー第VIIの2	0629800	演 習	4	3年 秋学期	選 択 必 修
物理学セミナー第VIIIの1	0629500	演 習	4	3年 秋学期	選 択 必 修
物理学セミナー第VIIIの2	0629900	演 習	4	3年 秋学期	選 択 必 修
物理学セミナー第IXの1	0629600	演 習	4	3年 秋学期	選 択 必 修
物理学セミナー第IXの2	0630000	演 習	4	3年 秋学期	選 択 必 修
物理学セミナー第Xの1	0629700	演 習	4	3年 秋学期	選 択 必 修
物理学セミナー第Xの2	0630100	演 習	4	3年 秋学期	選 択 必 修
物 理 学 講 究	0631000	演 習	20	4年 通 年	選 択 必 修
物理学特別実験	0623300	実 験	20	4年 通 年	選 択 必 修
先端物理学特論	0631300	講 義	1	2年 春学期	選 択
物理実験学	0623400	講 義	2	2年 秋学期	選 択
連続体力学	0623500	講 義	2	3年 春学期	選 択

# 授 業 科 目 表

物 理 学 科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
数 理 物 理 学 III	0623600	講 義	2		選 択
情 報 科 学 概 論 I	0623700	講 義	2	2年 秋学期	選 択
情 報 科 学 概 論 II	( $\alpha$ )0623800 ( $\beta$ )0623801	講 義	2	2年 秋学期	選 択
一 般 相 対 論	0623900	講 義	2	3年 秋学期	選 択
物 理 学 概 論 I	0624000	講 義	2	3年 春学期	選 択
物 理 学 概 論 II	0624100	講 義	2		選 択
物 性 物 理 学 I	0624200	講 義	2	3年 秋学期	選 択
物 性 物 理 学 II	0624300	講 義	2	4年 秋学期	選 択 (隔年)
物 性 物 理 学 III	0624400	講 義	2	4年 秋学期	選 択 (隔年)
物 性 物 理 学 IV	0624500	講 義	2		選 択
物 性 物 理 学 V	0624600	講 義	2		選 択
原 子 核 物 理 学 I	0624700	講 義	2	3年 秋学期	選 択
原 子 核 物 理 学 II	0624800	講 義	2	4年 春学期	選 択
原 子 核 物 理 学 III	0624900	講 義	2		選 択
電 気 力 学	0630200	講 義	2		選 択
素 粒 子 物 理 学 I	0625000	講 義	2	3年 秋学期	選 択
素 粒 子 物 理 学 II	0625100	講 義	2	4年 春学期	選 択
素 粒 子 物 理 学 III	0625200	講 義	2		選 択
生 物 物 理 学 I	0625300	講 義	2	3年 春学期	選 択
生 物 物 理 学 II	0625400	講 義	2	4年 春学期	選 択
生 物 物 理 学 III	0625500	講 義	2		選 択
化 学 物 理 学	0625600	講 義	2	3年 秋学期	選 択
原 子 分 子 物 理 学	0625700	講 義	2		選 択
物 理 的 運 動 学	0630300	講 義	2	4年 春学期	選 択
宇 宙 物 理 学 I	0625800	講 義	2	3年 春学期	選 択
宇 宙 物 理 学 II	0625900	講 義	2	3年 秋学期	選 択
宇 宙 物 理 学 III	0626000	講 義	2	4年 春学期	選 択
プ ラ ズ マ 物 理 学 I	0626100	講 義	2	3年 秋学期	選 択
プ ラ ズ マ 物 理 学 II	0626200	講 義	2		選 択
応 用 電 気 学	0626300	講 義	2		選 択
光 学	0626400	講 義	2		選 択
自 然 科 学 概 論	0626500	講 義	2		選 択
電 磁 気 学 特 論	0626600	講 義	2	3年 春学期	選 択
量 子 力 学 特 論	0626700	講 義	2		選 択
物 性 物 理 学 特 論	0626800	講 義	2		選 択
素 粒 子 物 理 学 特 論	0626900	講 義	2		選 択
原 子 核 物 理 学 特 論	0627000	講 義	2		選 択
生 物 物 理 学 特 論	0627100	講 義	2		選 択
宇 宙 物 理 学 特 論	0627200	講 義	2		選 択
基 礎 物 理 学 特 論	0627300	講 義	2		選 択
統 計 物 理 学 特 論	0627400	講 義	2		選 択

# 授 業 科 目 表

## 物 理 学 科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
原子核物理学各論	0627500	講 義	1	※4年 集中	選 択
物性物理学各論	0627600	講 義	1	※4年 集中	選 択
素粒子物理学各論	0627700	講 義	1	※4年 集中	選 択
宇宙物理学各論	0627800	講 義	1	※4年 集中	選 択
生物物理学各論	0627900	講 義	1	※4年 集中	選 択
地学集中実験	0630500	実 験	1	※3年 集中	選 択
基礎理学		講 義	2		選 択
生物物理学集中実験	0632400	実 験	1	※3年 集中	選 択

(注) ※印の集中講義は年度により、開講されないことがあります。

専 門 基 礎 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
現代物理学序論Ⅰ	0628000	講 義	2	1年 春学期	選 択
現代物理学序論Ⅱ	0628100	講 義	2		選 択
物理学基礎演習Ⅰ	0628200 0628201	演 習	1	1年 秋学期	選 択
物理学基礎演習Ⅱ	0628300 0628301	演 習	1		選 択
力学特論	0631400	講 義	2	2年 秋学期	選 択
力学特論演習	0631500	演 習	1	2年 秋学期	選 択
解析力学	0631600	講 義	2	2年 春学期	必 修
電磁気学	0628610	講 義	2	2年 秋学期	必 修
量子力学Ⅰ	0628800	講 義	2	2年 秋学期	必 修
統計物理学Ⅰ	0628900	講 義	2	2年 秋学期	必 修
数理物理学Ⅰ	0629000	講 義	2	2年 春学期	必 修
数理物理学Ⅱ	0629100	講 義	2	2年 春学期	必 修
解析力学演習	0631700	演 習	1	2年 春学期	必 修
電磁気学演習	0631800	演 習	1	2年 秋学期	必 修
電磁気学Ⅱ演習	0631900	演 習	1	2年 春学期	必 修
量子力学Ⅰ演習	0632000	演 習	1	2年 秋学期	必 修
統計物理学Ⅰ演習	0632100	演 習	1	2年 秋学期	必 修
数理物理学Ⅰ演習	0632200	演 習	1	2年 春学期	必 修
数理物理学Ⅱ演習	0632300	演 習	1	2年 春学期	必 修

# 授 業 内 容 一 覧

物 理 学 科

科 目 名	内 容	担当教員	単位数			開講時期								備考		
			必 修	選 択 必 修	選 択	1年		2年		3年		4年				
						春	秋	春	秋	春	秋	春	秋			
現代物理学序論Ⅰ	現代物理学の成立と構成の概説				2	○										
物理学基礎演習Ⅰ	力学、電磁気学に関係するベクトル解析の講義と演習				1		○									
力学特論	剛体、特殊相対性理論、相対論的力学				2				○							
力学特論演習	力学特論の演習				1				○							
解析力学	作用原理、ラグランジュ形式、正準形式、中心力問題				2				○							
電磁気学	マクスウェル方程式、物質中の電磁場、電磁波の放射と散乱				2				○							
量子力学Ⅰ	量子力学の基礎:量子力学的状態と演算子、シュレディンガー方程式				2				○							
統計物理学Ⅰ	多粒子系特有の論理である熱力学と統計力学の基礎				2				○							
数理物理学Ⅰ	物理に関連する微分方程式の基礎の概説と系統的解法				2				○							
数理物理学Ⅱ	振動と波動の基礎、複素関数論およびフーリエ変換				2				○							
解析力学演習	解析力学の演習				1				○							
電磁気学演習	電磁気学の演習				1				○							
電磁気学Ⅱ演習	電磁気学Ⅱの演習				1				○							
量子力学Ⅰ演習	量子力学Ⅰの演習				1				○							
統計物理学Ⅰ演習	統計物理学Ⅰの演習				1				○							
数理物理学Ⅰ演習	数理物理学Ⅰの演習				1				○							
数理物理学Ⅱ演習	数理物理学Ⅱの演習				1				○							
量子力学Ⅱ	中心力問題と角運動量、電磁場中の荷電粒子、スピン、摂動論				2					○						
量子力学Ⅲ	時間による摂動論、同種粒子、散乱問題				2						○					
量子力学Ⅳ	多粒子系の量子統計力学、第2量子化と平均場近似				2							○				
統計物理学Ⅱ	統計力学の基礎と簡単な系への応用				2					○						
統計物理学Ⅲ	量子統計力学への応用、相転移現象の基礎				2						○					
統計物理学Ⅳ	相転移および輸送現象の熱力学・統計力学				2							○				
量子力学Ⅱ演習	量子力学Ⅱの演習				1					○						
統計物理学Ⅱ演習	統計物理学Ⅱの演習				1					○						
量子力学Ⅲ演習	量子力学Ⅲの演習				1						○					
統計物理学Ⅲ演習	統計物理学Ⅲの演習				1						○					
物理学実験Ⅰ	基礎的な実験				4					○						
物理学実験Ⅱ	〃				4						○					
物理学セミナーⅦ～Ⅹ	輪講形式による少人数グループ学習				4							○				
物理学講究	理論研究室による講究				20								○	○	通年	
物理学特別実験	実験研究室による実験				20								○	○	通年	
先端物理学特論	物理学研究の最新動向を学ぶ				1				○							
物理実験学	実習と講義による物理計測手法と統計処理の基礎				2				○							
連続体力学	流体や弾性体の力学の基礎及び応用				2					○						
情報科学概論Ⅰ	計算機の物理学への応用とデータ処理に関する概論				2				○							
情報科学概論Ⅱ	物理学研究において計算機を活用するための実習				2				○							
一般相対論	重力場の基礎的な法則の概説と天体現象への応用				2						○					
物理学概論Ⅰ	教室の研究分野についての全般的な講義				2					○						
物性物理学Ⅰ	物性物理学の基礎概念についての初等的講義				2						○					
物性物理学Ⅱ	構造物性と誘電性の基礎				2								○		隔年	
物性物理学Ⅲ	磁性と超伝導の基礎				2								○		隔年	
原子核物理学Ⅰ	原子核物理の基礎、量子力学への応用、素粒子物理学への導入				2						○					
原子核物理学Ⅱ	原子核物理の応用、ハドロン物理学の基礎				2							○				
素粒子物理学Ⅰ	素粒子物理学の基礎と最先端素粒子実験の概観				2							○				
素粒子物理学Ⅱ	場の量子論の基礎・概念について学ぶ				2								○			
生物物理学Ⅰ	生体機能素子と分子機械				2					○						
生物物理学Ⅱ	タンパク質物性の理解と生物物理研究のための手法				2							○				
化学物理学	物理学を用いて化学現象を取扱う方法の基礎を学ぶ				2						○					
物理的運動学	種々の支配方程式を導出し、物理学の階層構造を学ぶ				2								○			
宇宙物理学Ⅰ	宇宙物理学の基礎				2						○					
宇宙物理学Ⅱ	星間物質と天体の形成				2							○				
宇宙物理学Ⅲ	太陽恒星における流体・磁気流体現象を基礎から学ぶ				2								○			
プラズマ物理学Ⅰ	宇宙や実験室プラズマの基礎的な振る舞いを学ぶ				2								○			
電磁気学特論	電磁波の放射と散乱、電磁場の理論、相対論的電磁気学				2						○					

# 卒業要件単位数表

化 学 科

科目区分		必修	選択必修	選 択	合 計			
全 学 教 育 科 目	「大学での学び」基礎論	1			1			
	基礎セミナー	2			2			
	言語文化科目	英語	8			8		
		初修外国語	1			1		
		日本語（留学生のみ）	(2)			(2)		
	健康・スポーツ 科学科目	講義	2			2		
		実習	2			2		
	データ科学科目	講義	1			1		
		実習	1			1		
	アントレプレナーシップ科目	講義	1			1		
	自然系基礎科目	微分積分学		8		8		
		線形代数学						
		複素関数論						
		電磁気学 物理学基礎 物理学実験 化学基礎 化学実験 生物学基礎 生物学実験 地球科学基礎 地球科学実験			12		12	
国際理解科目								
現代教養科目	人文・社会系			2	4			
	学際・融合系							
超学部セミナー								
合 計		19	20	4	43			
専門系 科目	専門基礎科目（34単位以上）	4	30～33	3～0	37～34			
	専門科目（47単位以上）	37		10～13	47～50			
	合 計	41	30～33	13～10	84			
卒業要件単位数		127単位						

- (注) 1. 初修外国語については、「多言語修得基礎」を修得すること。  
 2. 専門科目の必修37単位に特別実験20単位を含む。  
 3. 専門基礎科目の選択必修開講科目は36単位ある。必要単位数30単位以上を修得した者は4単位を上限とし、選択科目（専門基礎科目、専門科目）の単位として認定できる。  
 4. 他学部・他学科の科目も化学科の承認を得れば、専門科目（選択）の単位として認定する。

# 授 業 科 目 表

## 化 学 科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
分析化学実験	0640100	実 験	2	3年 春学期	必 修
無機化学実験Ⅰ		実 験	2	2年 秋学期	必 修
無機化学実験Ⅱ		実 験	2	3年 通 年	必 修
有機化学実験	0640300	実 験	4	3年 春学期	必 修
生物化学実験Ⅰ		実 験	1	2年 秋学期	必 修
生物化学実験Ⅱ		実 験	1	3年 秋学期	必 修
物理化学実験Ⅰ		実 験	2	2年 秋学期	必 修
物理化学実験Ⅱ		実 験	3	3年 秋学期	必 修
特 別 実 験	0640600	実 験	20	4年 通 年	必 修
化学演習Ⅰ	0640710	演 習	1	4年 春学期	選 択
化学演習Ⅱ	0640720	演 習	1	4年 春学期	選 択
無機化学特論	0641100	講 義	2	3年 春学期	選 択
生物無機化学	0642300	講 義	2	3年 秋学期	選 択
無機物化機器分析	0644800	講 義	2	3年 秋学期	選 択
有機化学特論Ⅰ	0641310	講 義	2	3年 春学期	選 択
有機化学特論Ⅱ	0641320	講 義	2	3年 秋学期	選 択
有機化学特論Ⅲ	0641330	講 義	2		選 択
有機機器分析	0641400	講 義	2	3年 春学期	選 択
生物化学特論	0641500	講 義	2	3年 春学期	選 択
化学統計力学	0641800	講 義	2	3年 秋学期	選 択
物性化学Ⅰ	0642110	講 義	2	3年 春学期	選 択
物性化学Ⅱ	0642210	講 義	2	3年 秋学期	選 択
高分子化学	0641600	講 義	2	3年 秋学期	選 択
物理化学特論	0644420	講 義	2		選 択
基礎理学		講 義	2		選 択

# 授 業 科 目 表

化 学 科

専 門 基 礎 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
物 理 化 学 基 礎	0642600	講 義	2	2年 春学期	選 択 必 修
分 析 化 学 I	0642700	講 義	2	2年 春学期	選 択 必 修
分 析 化 学 II	0642800	講 義	2	2年 秋学期	選 択 必 修
無 機 化 学 I	0642900	講 義	2	2年 春学期	選 択 必 修
無 機 化 学 II	0643000	講 義	2	2年 秋学期	選 択 必 修
無 機 化 学 III	0643020	講 義	2	2年 秋学期	選 択 必 修
無 機 化 学 IV	0643030	講 義	2	3年 春学期	選 択 必 修
有 機 化 学 I	0643100	講 義	4	2年 通 年	選 択 必 修
有 機 化 学 II	0643110	講 義	2	2年 秋学期	選 択 必 修
有 機 化 学 III	0643120	講 義	2	3年 春学期	選 択 必 修
物 理 化 学	0643300	講 義	4	2年 通 年	選 択 必 修
量 子 化 学 I	0643400	講 義	4	2年 通 年	選 択 必 修
量 子 化 学 II	0643500	講 義	2	3年 春学期	選 択 必 修
生 物 化 学 I	0643600	講 義	2	2年 春学期	選 択 必 修
生 物 化 学 II	0643700	講 義	2	2年 秋学期	選 択 必 修
化 学 講 究 I	0643800	講義と演習	2	2年 春学期	必 修
化 学 講 究 II	0643900	講義と演習	2	2年 春学期	必 修
計 算 化 学 概 論	0644600	講 義	2	3年 秋学期	選 択
最 先 端 化 学	0644700	講 義	2	1年 春学期	選 択

# 授業内容一覧

## 化学科

科目名	内 容	担当教員	単位数			開講時期								備考	
			必修	選択	選修	1年		2年		3年		4年			
						春	秋	春	秋	春	秋	春	秋		
物理化学基礎	量子力学・熱力学の初歩, およびそれらの数学的取り扱い	菱川 明 栄		2				○							
分析化学Ⅰ	化学平衡論とその分析化学応用	田中健太郎		2			○								
分析化学Ⅱ	分光分析, 酸化還元反応, 電池・電解, 微量分析, 速度論的分析	田中健太郎		2				○							
無機化学Ⅰ	原子・分子, 原子核, 分子の対称性・結合	唯 美津木		2			○								
無機化学Ⅱ	固体の構造・性質, 酸塩基, 酸化還元, 触媒	唯 美津木		2				○							
無機化学Ⅲ	遷移金属化学	荘司 長三		2				○							
無機化学Ⅳ	有機金属化学, 生物無機化学および無機固体化学の基礎	荘司 長三		2					○						
有機化学Ⅰ	脂肪族化合物, 複素環化合物	山口茂弘		4			○	○							
有機化学Ⅱ	有機構造, 反応の基本(分子軌道法など), 芳香族化合物	八木亜樹子		2				○							
有機化学Ⅲ	有機構造, 反応の基本(分子軌道法など), 芳香族化合物	八木亜樹子		2					○						
物理化学	熱力学, 化学平衡, 相平衡, 統計熱力学, 化学反応論	須田 理行		4			○	○							
量子化学Ⅰ	量子力学の基礎, 化合結合の理論, ほか	柳井 毅		4			○	○							
量子化学Ⅱ	分子のダイナミクスとスペクトル	菱川 明 栄		2					○						
生物化学Ⅰ	細胞と生体物質, 代謝, エネルギー変換	阿部 洋		2			○								
生物化学Ⅱ	タンパク質の構造, 性質, 機能, 生合成	阿部 洋		2				○							
化学講究Ⅰ	化学の基礎とトピックスを演習を含めて講究する。	化学科教員	2				○								
化学講究Ⅱ	化学の基礎とトピックスを演習を含めて講究する。	化学科教員	2				○								
計算化学概論	電子計算機を用いて化学現象のシミュレーションなどを行う	柳井 毅		2						○					
分析化学実験	容量分析やその他の定量分析の基礎的実験を行う	無機系教員	2						○						
無機化学実験Ⅰ	金属錯体の合成と各種測定実験	無機系教員	2					○							
無機化学実験Ⅱ	金属錯体の合成と各種測定実験	無機系教員	2						○	○					
生物化学実験Ⅰ	タンパク質, 酵素に関する生化学実験, 分子生物学の基礎的実験	生化学教員	1					○							
生物化学実験Ⅱ	タンパク質, 酵素に関する生化学実験, 分子生物学の基礎的実験	生化学教員	1						○						
有機化学実験	基本的反応を含む有機化合物の合成	有機系教員	4						○						
物理化学実験Ⅰ	物理化学の基礎実験, 実験データの解析	物化系教員	2					○							
物理化学実験Ⅱ	物理化学の基礎実験, 実験データの解析	物化系教員	3							○					
特別実験	各研究室に所属し, 研究実験を行う	各研究室教員	20								○	○			
化学演習Ⅰ	有機化学・無機化学・物理化学演習	化学科教員		1							○				
化学演習Ⅱ	有機化学・無機化学・物理化学演習	化学科教員		1							○				
無機化学特論	分子の対称性と群論の基礎	唯・邨次・他		2					○						
生物無機化学	生物無機化学, 錯体触媒化学	荘司 長三		2						○					
無機物化機器分析	無機化学・物理化学で用いる各種機器分析	無機・物化系教員		2						○					
有機化学特論Ⅰ	有機立体化学, 構造有機化学, 天然物化学	斎藤 進		2					○						
有機化学特論Ⅱ	高選択的合成, 新反応剤, 不斉合成	伊藤・南保		2						○					
有機機器分析	有機物の赤外, 紫外, 核磁気共鳴スペクトル, 質量分析	大城宗一郎		2						○					
生物化学特論	生命科学に役立つ化学(技術・現象・トピックス)	猪子 誠人		2						○					
化学統計力学	統計力学の基礎概念とその化学への応用	青柳 忍		2						○					
物性化学Ⅰ	結晶学の基礎, 分子間相互作用, X線結晶解析, 格子振動	須田 理行		2						○					
物性化学Ⅱ	固体物性の基礎, 電気伝導性, 磁性, 誘電性	成田 秀樹		2							○				
高分子化学	高分子の合成・構造・性質, 高分子の溶液, 機能と応用	関 隆広		2							○				
最先端化学	最先端の化学に接し, 興味・関心を深める	化学科教員		2	○										

- (注) 1. 必修科目の特別実験を履修するには次の要件を満たしている必要がある。(1)特別実験以外の必修科目の単位を全て修得していること(全学教育科目のうち「大学での学び」基礎論、基礎セミナー、言語文化、健康・スポーツ科学、データ科学、アントレプレナーシップを含むので注意), (2)専門基礎科目の選択必修単位を30単位以上修得していること, (3)卒業必要要件への不足単位が特別実験を除いて4単位以下であること。
2. 必修科目中の分析化学実験, 無機化学実験, 生物化学実験, 有機化学実験, 物理化学実験は, 化学講究Ⅰ, 化学講究Ⅱの単位を修得した後, 履修すること。

# 卒業要件単位数表

生命理学科

科目区分		必修	選択必修	選 択	合 計	
全 学 教 育 科 目	「大学での学び」基礎論	1			1	
	基礎セミナー	2			2	
	言語文化科目	英語	8			8
		初修外国語	1			1
		日本語（留学生のみ）	(2)			(2)
	健康・スポーツ 科学科目	講義	2			2
		実習	2			2
	データ科学科目	講義	1			1
		実習	1			1
	アントレプレナーシップ科目	講義	1			1
	自然系基礎科目	微分積分学		16		16
		線形代数学				
		複素関数論				
		電磁気学				
		物理学基礎				
		物理学実験				
		化学基礎				
		化学実験				
		生物学基礎				
生物学実験						
地球科学基礎						
地球科学実験						
国際理解科目						
現代教養科目	人文・社会系			} 4	4	
	学際・融合系					
超学部セミナー						
合 計		19	16	4	39	
専 門 系 科 目	専門基礎科目	4	14	} 18	} 86	
	専門科目	50				
	合 計		54	14	18	86
卒業要件単位数		125単位				

- (注) 1. 初修外国語については、「多言語修得基礎」を修得すること。  
 2. 専門科目の必修 50 単位に卒業実験 20 単位を含む。  
 3. 他学部・他学科の科目も生命理学科の承認を得れば、専門基礎科目（選択）、専門科目（選択）の単位として認定する。

# 授 業 科 目 表

生 命 理 学 科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
生物科学実験Ⅰ	0650100	実 験	2	2年 春学期	必 修
生物科学実験Ⅱ	0650200	実 験	2	2年 秋学期	必 修
生物科学実験Ⅲ	0650300	実 験	2	2年 秋学期	必 修
生物科学実験Ⅳ	0650400	実 験	2	3年 春学期	必 修
生物科学実験Ⅴ	0650500	実 験	2	3年 春学期	必 修
生物科学実験法及び実験ⅤⅠ	0650600	実験及び講義	2	2年 秋学期	必 修
生物科学実験法及び実験ⅤⅡ	0650700	実験及び講義	2	2年 秋学期	必 修
生物科学実験法及び実験ⅤⅢ	0650800	実験及び講義	2	3年 春学期	必 修
生物科学実験法及び実験ⅠⅩ	0650900	実験及び講義	2	3年 春学期	必 修
生物科学実験法及び実験Ⅹ	0656500	実験及び講義	2	3年 秋学期	必 修
生物科学実験法及び実験ⅩⅠ	0656600	実験及び講義	2	3年 秋学期	必 修
生物科学実験法及び実験ⅩⅡ	0656700	実験及び講義	2	3年 秋学期	必 修
生物科学実験法及び実験ⅩⅢ	0656800	実験及び講義	2	3年 秋学期	必 修
生物科学実験法及び実験ⅩⅣ	0656900	実験及び講義	2	3年 秋学期	必 修
卒 業 実 験	0651000	実 験	20	4年 通年集中	必 修
遺 伝 学 Ⅰ a	0651111	講 義	1	3年 春1期	選 択
遺 伝 学 Ⅰ b	0651112	講 義	1	3年 春2期	選 択
遺 伝 学 Ⅱ a	0651121	講 義	1		選 択
遺 伝 学 Ⅱ b	0651122	講 義	1		選 択
生物物理学Ⅰa	0651211	講 義	1	2年 秋1期	選 択
生物物理学Ⅰb	0651212	講 義	1		選 択
生物物理学Ⅱa	0651221	講 義	1		選 択
生物物理学Ⅱb	0651222	講 義	1		選 択
生理学Ⅰa	0651311	講 義	1		選 択
生理学Ⅰb	0651312	講 義	1		選 択
生理学Ⅱa	0651321	講 義	1		選 択
生理学Ⅱb	0651322	講 義	1		選 択
発生学Ⅰa	0651411	講 義	1	3年 春1期	選 択
発生学Ⅰb	0651412	講 義	1		選 択
発生学Ⅱa	0651421	講 義	1		選 択
発生学Ⅱb	0651422	講 義	1		選 択
細胞学Ⅰa	0651511	講 義	1	3年 春1期	選 択
細胞学Ⅰb	0651512	講 義	1	3年 春2期	選 択
細胞学Ⅱa	0651521	講 義	1		選 択
細胞学Ⅱb	0651522	講 義	1		選 択
生命化学Ⅰa	0651601	講 義	1	3年 春1期	選 択
生命化学Ⅰb	0651602	講 義	1	3年 春2期	選 択
生命化学Ⅱa	0651701	講 義	1	3年 春2期	選 択
生命化学Ⅱb	0651702	講 義	1		選 択
分子遺伝学Ⅰa	0651811	講 義	1	3年 春1期	選 択
分子遺伝学Ⅰb	0651812	講 義	1	3年 春2期	選 択
分子遺伝学Ⅱa	0651821	講 義	1	3年 春2期	選 択

分子遺伝学Ⅱb	0651822	講義	1		選択
分子生理学Ⅰa	0651921	講義	1	3年 春1期	選択
分子生理学Ⅰb	0651922	講義	1	3年 春2期	選択
分子生理学Ⅱa	0651931	講義	1	2年 秋2期	選択
分子生理学Ⅱb	0651932	講義	1		選択
分子生物学演習Ⅰ	0652200 0652201 0652202 0652203	演習	2	3年 春学期	必修
臨海実習	0652400	実験及び講義	2	2年 秋学期	選択

※ 各科目の開講有無あるいは開講時期は年度によって変更される場合があります。  
各期ごとに別途お知らせします。

# 授 業 科 目 表

生 命 理 学 科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
生物学各論 I a	065260	講 義	1	2年 秋1期	選 択
生物学各論 I b	065260	講 義	1		選 択
生物学各論 II a	065270	講 義	1	3年 春1期	選 択
生物学各論 II b	065270	講 義	1		選 択
生物学各論 III a	065280	講 義	1		選 択
生物学各論 III b	065280	講 義	1		選 択
生物学各論 IV a	065290	講 義	1		選 択
生物学各論 IV b	065290	講 義	1		選 択
生物学各論 V a	065300	講 義	1		選 択
生物学各論 V b	065300	講 義	1		選 択
生物学各論 VI	065310	講 義	2		選 択
生物学各論 VII	065320	講 義	2		選 択
生物学各論 VIII	065330	講 義	2		選 択
生物学各論 IX	065340	講 義	2		選 択
生物学各論 X	065350	講 義	2		選 択
生物学各論 XI	065360	講 義	2		選 択
生物学各論 XII	065361	講 義	2		選 択
生物学各論 XIII	065362	講 義	2		選 択
生物学各論 XIV	065363	講 義	2		選 択
生物学特論 I	065450	講 義	1		選 択
生物学特論 II	065460	講 義	1		選 択
生物学特論 III	065470	講 義	1		選 択
生物学特論 IV	065480	講 義	1		選 択
生物学特論 V	065490	講 義	1		選 択
生物学特論 VI	065500	講 義	1	3・4年 集 中	選 択
生物学特論 VII	065510	講 義	1	3・4年 集 中	選 択
生物学特論 VIII	065520	講 義	1	3・4年 集 中	選 択
生物学特論 IX	065530	講 義	1	3・4年 集 中	選 択
生物学特論 X	065540	講 義	1	3・4年 集 中	選 択
生物学特論 XI	065541	講 義	1		選 択
生物学特論 XII	065542	講 義	1		選 択
生物学特論 XIII	065543	講 義	1		選 択
生物学特論 XIV	065544	講 義	1	3・4年 集 中	選 択
生物学特論 XV	065545	講 義	1	2年 春1期	選 択
生物学特論 XVI	065546	講 義	1	2年 春2期	選 択
生物学特論 XVII	065547	講 義	1	3・4年 集 中	選 択
生物学特論 XVIII	065548	講 義	1		選 択
生物学特論 XIX	065549	講 義	1		選 択
生物学特論 XX	065550	講 義	1		選 択
基礎理学		講 義	2		選 択
博物館実習 1	065600	集中講義実習	1	3年	選 択

博物館実習 2	065610	集中講義実習	1	3年	選 択
海洋生物学実習及び講義 I a		実習及び講義	1		選 択
海洋生物学実習及び講義 I b		実習及び講義	1		選 択
海洋生物学実習及び講義 II		実習及び講義	2		選 択

※ 各科目の開講有無あるいは開講時期は年度によって変更される場合があります。  
各期ごとに別途お知らせします。

# 授 業 科 目 表

生 命 理 学 科

専 門 基 礎 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
基礎遺伝学Ⅰ	0653710	講 義	2	2年 春1期	選 択 必 修
基礎遺伝学Ⅱ	0653720	講 義	2	2年 春2期	選 択 必 修
基礎遺伝学Ⅲ	0653730	講 義	2	2年 秋学期	選 択 必 修
基礎生物物理学Ⅰa	0653811	講 義	1	2年 春1期	選 択 必 修
基礎生物物理学Ⅰb	0653812	講 義	1	2年 春2期	選 択 必 修
基礎生物物理学Ⅱa	0653821	講 義	1		選 択 必 修
基礎生物物理学Ⅱb	0653822	講 義	1		選 択 必 修
基礎生化学Ⅰa	0653911	講 義	1	2年 春1期	選 択 必 修
基礎生化学Ⅰb	0653912	講 義	1	2年 春2期	選 択 必 修
基礎生化学Ⅱa	0653921	講 義	1	2年 春1期	選 択 必 修
基礎生化学Ⅱb	0653922	講 義	1	2年 春2期	選 択 必 修
基礎生化学Ⅲa	0653931	講 義	1	2年 秋1期	選 択 必 修
基礎生化学Ⅲb	0653932	講 義	1	2年 秋2期	選 択
基礎生理学Ⅰa	0654011	講 義	1	2年 春1期	選 択 必 修
基礎生理学Ⅰb	0654012	講 義	1		選 択 必 修
基礎生理学Ⅱa	0654021	講 義	1		選 択 必 修
基礎生理学Ⅱb	0654022	講 義	1		選 択 必 修
基礎発生学Ⅰa	0654111	講 義	1	2年 秋1期	選 択
基礎発生学Ⅰb	0654112	講 義	1	2年 秋2期	選 択
基礎発生学Ⅱa	0654121	講 義	1		選 択 必 修
基礎発生学Ⅱb	0654122	講 義	1		選 択 必 修
基礎細胞学Ⅰ	0654210	講 義	2	2年 春学期	選 択 必 修
基礎細胞学Ⅱ	0654220	講 義	2	2年 秋学期	選 択 必 修
基礎細胞学Ⅲ	0654230	講 義	2		選 択 必 修
基礎生物学演習Ⅰ	0654310 0654311 0654312 0654313	演 習	2	2年 春学期	必 修
基礎生物学演習Ⅱ	0654320 0654321 0654322 0654323	演 習	2	2年 秋学期	必 修
基礎分子生物学演習Ⅰ	0654410 0654411 0654412 0654413	演 習	2		選 択 必 修
基礎分子生物学演習Ⅱ	0654420 0654421 0654422 0654423	演 習	2		選 択
生命理学特別講義Ⅰ	0657000	講 義	1	1年 秋1期	選 択
生命理学特別講義Ⅱ	0657100	講 義	1	1年 秋2期	選 択

※ 各科目の開講有無あるいは開講時期は年度によって変更される場合があります。  
各期ごとに別途お知らせします。

# 授業内容一覧

## 生命理学科

科目名	内 容	担当教員	単位数		開講時期												備考		
			必修	選択	1年		2年		3年		4年								
					春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋					
					1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
生物科学実験Ⅰ	生物学, 分子生物学, コンピュータ等に関する基礎的実習	成田 哲博 小嶋 誠司 松本有樹修 岡田 泰和 乗本 裕明	2					○											
生物科学実験Ⅱ			2						○										
生物科学実験Ⅲ			2							○									
生物科学実験Ⅳ			2								○								
生物科学実験Ⅴ			2								○								
生物科学実験法及び実験ⅤⅠ	生物学, 分子生物学, コンピュータ等に関する講義及び基礎的実習		2								○								
生物科学実験法及び実験ⅤⅡ			2								○								
生物科学実験法及び実験ⅤⅢ			2									○							
生物科学実験法及び実験ⅤⅣ			2									○							
生物科学実験法及び実験ⅤⅤ			2										○						
生物科学実験法及び実験ⅤⅥ			2											○					
生物科学実験法及び実験ⅤⅦ			2												○				
生物科学実験法及び実験ⅤⅧ			2													○			
生物科学実験法及び実験ⅤⅨ			2														○		
生物科学実験法及び実験ⅤⅩ			2															○	
卒業実験	各研究室に配属して行われる卒業研究	各 教 員	20														○		
遺伝学Ⅰa	タンパク質分解の分子機構	嘉村 巧		1							○								
遺伝学Ⅰb	哺乳類の行動・認知機能への遺伝学的アプローチ	木下 専		1								○							
遺伝学Ⅱa				1															
遺伝学Ⅱb				1															
生物物理学Ⅰa	構造生物学における主要な立体構造決定法の原理	廣明 秀一		1				○											
生物物理学Ⅰb				1															
生物物理学Ⅱa				1															
生物物理学Ⅱb				1															
生理学Ⅰa				1															
生理学Ⅰb				1															
生理学Ⅱa				1															
生理学Ⅱb				1															
発生学Ⅰa	モデル動物を用いた発生・再生制御機構	久本 直毅		1							○								
発生学Ⅰb				1															
発生学Ⅱa				1															
発生学Ⅱb				1															
細胞学Ⅰa	組織成長, 恒常性維持の遺伝的基礎	大澤志津江		1							○								
細胞学Ⅰb	植物細胞の分化成長機構	小田 祥久		1								○							
細胞学Ⅱa				1															
細胞学Ⅱb				1															
生命化学Ⅰa	神経組織形成の生命化学	日比正彦		1							○								
生命化学Ⅰb	生命現象を司るホルモンおよびフェロモンの化学	松林嘉克		1								○							
生命化学Ⅱa	生命現象を操る化学	土屋雄一朗		1									○						
生命化学Ⅱb				1															
分子遺伝学Ⅰa	脳と行動の分子遺伝学	上川内あづさ		1								○							
分子遺伝学Ⅰb	免疫系の分子遺伝学	多田安臣		1									○						
分子遺伝学Ⅱa	マウスやヒトの分子遺伝学	松本有樹修		1										○					
分子遺伝学Ⅱb				1															
分子生理学Ⅰa	植物における光やホルモン応答の分子機構	木下 俊則		1								○							
分子生理学Ⅰb	植物の分化多能性と幹細胞性の制御機構	打田 直行		1									○						
分子生理学Ⅱa	神経生理学の基礎	乗本 裕明		1										○					
分子生理学Ⅱb				1															
分子生物学演習Ⅰ	英語文献の輪読等	各 教 員	2										○						
臨海実習	海産無脊椎動物および海藻の分類, 行動, 細胞分裂に関する実習	五島剛太		2									○						
生物学各論Ⅰa	動物の生態学, 行動学, 進化学	岡田 泰和		1								○							
生物学各論Ⅰb				1															
生物学各論Ⅱa	細胞分裂や細胞骨格に関する専門的な講義	五島剛太		1										○					
生物学各論Ⅱb				1															
生物学各論Ⅲa				1															
生物学各論Ⅲb				1															



# 卒業要件単位数表

地球惑星科学科

科目区分		必修	選択必修	選 択	合 計	
全 学 教 育 科 目	「大学での学び」基礎論	1			1	
	基礎セミナー	2			2	
	言語文化科目	英語	8			8
		初修外国語	1			1
		日本語（留学生のみ）	(2)			(2)
	健康・スポーツ 科学科目	講義	2			2
		実習	2			2
	データ科学科目	講義	1			1
		実習	1			1
	アントレプレナーシップ科目	講義	1			1
	自然系基礎科目	微分積分学		18		18
		線形代数学				
		複素関数論				
		電磁気学				
		物理学基礎				
		物理学実験				
		化学基礎				
		化学実験				
		生物学基礎				
生物学実験						
地球科学基礎						
地球科学実験						
国際理解科目						
現代教養科目	人文・社会系			} 4	4	
	学際・融合系					
超学部セミナー						
合 計		19	18	4	41	
専 門 系 科 目	専門基礎科目	20		} 24	} 88	
	専門科目	44				
	合 計		64		24	88
卒業要件単位数		129単位				

- (注) 1. 初修外国語については、「多言語修得基礎」を修得すること。
2. 専門科目の必修 44 単位に地球惑星科学特別研究（卒業研究）20 単位を含む。
3. 他学部・他学科の科目も地球惑星科学科の承認を得れば、専門基礎科目（選択）、専門科目（選択）の単位として認定する。ただし、他学部・他学科の科目は、合計 10 単位を上限とする。
4. 必修科目の地球惑星科学特別研究を履修するには、原則として次の要件を満たしている必要がある。（1）地球惑星科学特別研究以外の必修科目の単位をすべて修得していること。（2）選択科目を卒業要件単位数以上修得していること。（3）全学教育科目については卒業要件単位数以上修得していること。

# 授 業 科 目 表

地球惑星科学科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
地 質 学 実 験	0660100	実 験	2	2年 通 年	必 修
地球化学分析法Ⅰ及び実験	0660200	講義及び実験	3	3年 春学期	必 修
フィールドセミナーⅠ(地球科学野外巡検)	0660500	演 習	3	2年 通年集中	必 修
地 質 調 査	0660601	演 習	8	2年 秋集中 3年 春集中	必 修
地球惑星科学セミナー	0660708	講義及び演習	6	3年 秋学期	必 修
地球惑星科学特別研究	0660800 0660805 0660801 0660806 0660802 0660807 0660803 0660808 0660804 0660809	卒 業 研 究	20	4年 通年集中	必 修
地 球 惑 星 化 学 Ⅱ	0661220	講 義	2	3年 春学期	必 修
地 球 生 物 学 実 験	0660410	実 験	1	3年 春学期	選 択
数値解析法及び演習	0661310	講義及び演習	2	3年 秋学期	選 択
地 球 惑 星 観 測 論	0661400	講 義	2	3年 秋学期	選 択
地球化学分析法Ⅱ及び実験	0661800	講義及び実験	2	3年 秋学期	選 択
地球惑星物理学演習	0661911	演 習	1	4年 春学期	選 択
地 球 計 測 学 演 習	0662111	演 習	1	3年 秋学期	選 択
地 質 学 特 論	0662210	講 義	2	3年 秋学期	選 択
生物圏進化学実験	0662300	実 験	1		選 択
リモートセンシング	0662510	講 義	2	3年 春学期	選 択
気 象 学	0662710	講 義	2	3年 秋学期	選 択
海 洋 科 学	0662820	講 義	2	3年 春学期	選 択
太 陽 地 球 系 科 学	0662910	講 義	2	3年 秋学期	選 択
フィールドセミナーⅡ	0663210	演 習	2	3年 通年集中	選 択
大気水圏フィールドセミナーⅠ	0663320	演 習	2	3年 通年集中	選 択
大気水圏フィールドセミナーⅡ	0663330	演 習	2	3年 通年集中	選 択
宇 宙 化 学	0665800	講 義	2	3年 秋学期	選 択
地 震 学	0666510	講 義	2	3年 秋学期	選 択
生 物 圏 進 化 学	0666710	講 義	2	3年 秋学期	選 択
地球惑星システム学特論	0666802	講義及び演習	1	4年	選 択
地球惑星地質学特論	0667202	講 義	1	4年	選 択
地球惑星物理学特論	0667602	講 義	1	4年	選 択

# 授 業 科 目 表

地球惑星科学科

専 門 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
宇宙地球化学特論	0668002	講 義	1	4年	選 択
地殻活動特論	0668700	講 義	2		選 択
現代測地学	0668710	講 義	1	3年 春1期	選 択
太陽系物理学	0669300	講 義	2	3年 秋学期	選 択
気候科学	0669410	講 義	2	3年 秋学期	選 択
生態学 I	0669510	講 義	2	2年 秋学期	選 択
生態学 II	0669520	講 義	2	3年 春学期	選 択
火山学	0669600	講 義	2		選 択
環境化学	0669721	講 義	1	3年 春1期	選 択
有機地球化学	0669722	講 義	1	3年 春2期	選 択
博物館実習3	0669800	講義及び実習	1	3年 通年集中	選 択

# 授 業 科 目 表

地球惑星科学科

専 門 基 礎 科 目					
授 業 科 目	講義コード	授業形態	単 位 数 (1学期当り)	開講時期及び必修選択の別	
				開講時期	必修・選択
地球惑星数学及び演習	0660310	講義及び演習	2	2年 春学期	必 修
大気水圏科学基礎	0662620	講 義	2	2年 秋学期	必 修
地球惑星化学I	0665410	講 義	2	2年 春学期	必 修
地球惑星物理学概論	0665520	講 義	2	2年 春学期	必 修
地 球 生 物 学	0665610	講 義	2	2年 春学期	必 修
岩 石 学	0666010	講 義	2	2年 春学期	必 修
地球惑星物理学実験I	0666121	講義及び実験	3	2年 秋学期	必 修
地 質 調 査 法	0666200	講 義	2	2年 秋学期	必 修
構 造 地 質 学	0668730	講 義	1	2年 春1期	必 修
地 球 環 境 学	0668900	講 義	2	2年 秋学期	必 修
地球惑星科学の最前線	0665010	講 義	2	1年 春学期	選 択
地球環境セミナー	0665100	演 習	1		選 択
テクトニクス	0665210	講 義	1	2年 春2期	選 択
岩石学実験	0666011	実 験	2	3年 春学期	選 択
地球惑星物理学実験II	0666111	実 験	1		選 択
地球惑星物理学基礎	0666210	講 義	2	2年 春学期	選 択
熱力学基礎	0666220	講 義	2	2年 秋学期	選 択
地球ダイナミクス	0666230	講 義	2	2年 秋学期	選 択
堆積地質学	0666300	講 義	2	2年 春学期	選 択
同位体地球化学	0666400	講 義	2	2年 秋学期	選 択
流体力学	0669010	講 義	2	3年 春学期	選 択
地球内部物性論	0669710	講 義	2	2年 秋学期	選 択

# 授業内容一覧

地球惑星科学科

科目名	内 容	担当教員	単位数		開講時期										
			必修	選択	1年		2年		3年		4年				
					春	秋	春	秋	春	秋	春	秋			
地球惑星化学	元素や同位体の挙動から調べる地球の化学ダイナミクス	三村・日高	2				○								
地球惑星物理学概論	地球・惑星の起源・構成・進化に関する物理	並木・熊谷	2				○								
地球生物学	地球史における生物の進化と地球環境の変遷	藤原	2				○								
構造地質学	物体の変形から変動帯の形成まで構造地質学の基礎	竹内	1				○								
岩石学	造岩鉱物学と火成岩・変成岩岩石学の基礎	道林	2				○								
地球惑星物理学実験Ⅰ	地球惑星物理に必要な物理実験	田所 他	3					○							
地質調査法	野外地質調査・地化学調査の手法と解析	地質系教員	2					○							
地球惑星数学及び演習	地球惑星科学において必要な最小限の数学	城野	2					○							
地球環境学	持続可能な地球と社会のシステムを考える	高野 他	2						○						
大気水圏科学基礎	大気水圏科学において必要となる物理と化学	須藤・中塚	2						○						
地球環境セミナー	野外にて自然と親しみ地球環境について考える		1												
堆積地質学	堆積学の基礎及び堆積岩の成因	吉田	2					○							
同位体地球化学	天然に存在する安定及び放射性同位体の地球化学	浅原	2						○						
地球惑星物理学実験Ⅱ	地球を理解するための実験的手法の基礎と応用		1												
流体力学	地球物理学を学習するための基礎的な流体力学	坂井	2							○					
岩石学実験	岩石及び鉱物の解析実習	道林 他	2							○					
地球内部物性論	地球物理学を学習するための基礎的な物性論	熊谷	2							○					
テクトニクス	プレートテクトニクスと地質構造	竹内	1							○					
地球惑星物理学基礎	地球惑星物理学の基礎としての力学	橋本	2							○					
熱力学基礎	地球惑星科学を学習するための基礎的熱力学	渡邊(誠)	2							○					
地球ダイナミクス	プレートテクトニクスの基礎と応用	道林・鷲谷	2							○					
地球惑星科学の最前線	地球惑星科学の最新の研究成果を学ぶ	額額 他	2	○											
フィールドセミナーⅠ(地球科学野外実習)	地層及び岩石の野外観察及び研究施設の見学	竹内 他	3						○	○					集中講義
地質学実験	地質学の基礎実験	額額 他	2							○	○				
地質調査	一つの地域を数人が協力して地質調査を行う	地質系教員	8							○	○				集中講義
地球化学分析法Ⅰ及び実験	岩石の湿式分析の方法と実験	橋口 他	3								○				
地球惑星化学Ⅱ	太陽系と惑星の化学進化	日高	2								○				
地球惑星科学セミナー	地球惑星科学の英語論文読解とプレゼン技術の習得	各教員	6									○			
地球惑星科学特別研究	各指導教員の下で実施する卒業研究	各教員	20										○	○	集中講義
環境化学	元素や同位体の挙動から見た地圏の自然環境と人為環境	南	1								○				
有機地球化学	自然界における有機物の基本的な挙動を理解する	橋口	1									○			
リモートセンシング	リモートセンシングの基礎	高橋・石坂	2									○			
地球生物学実験	地層及び化石の観察・分析や生態学に関する基礎的実験を行う	林 他	1									○			
気象学	大気のみならず現象を物理学を基礎に理解する	篠田(太)	2										○		
大気水圏フィールドセミナーⅠ	大気と水圏の野外観測実習	松井・植村	2								○	○			集中講義
大気水圏フィールドセミナーⅡ	観測船に乗船して伊勢湾および周辺海域で海洋観測実習を行う	中川・角皆	2									○	○		集中講義
フィールドセミナーⅡ	地球が作り出した地質や地質現象の野外観察	地質系教員	2										○	○	集中講義
地質学特論	日本周辺の地質構造発達史および環境変遷	竹内 他	2											○	

# 授業内容一覧

地球惑星科学科

科目名	内 容	担当教員	単位数		開講時期										
			必修	選択	1年		2年		3年		4年				
					春	秋	春	秋	春	秋	春	秋			
太陽系物理学	太陽系の形成過程を観測・理論・実験の成果から解説	渡邊(誠)		2								○			
太陽地球系科学	太陽から地球大気までの太陽地球環境の概説	野澤 他		2								○			
気候科学	気候変動と物質・大気組成変動に関する概論	植村・松井		2								○			
海洋科学	循環海洋における水と物質の循環	角皆		2						○					
数値解析法及び演習	プログラム言語FORTRANの実習	城野		2								○			
地球化学分析法Ⅱ及び実験	水やガスの分析, 主成分元素と同位体の機器分析	三村 他		2								○			
地球惑星観測論	地球惑星科学における様々な観測の原理および手段	田所		2								○			
地球計測学演習	地球の計測と解析の原理と応用	渡辺(俊)		1								○			
地球惑星物理学演習	地球惑星物理学とその基礎に関する総合的資料および文献輪講	橋本・城野		1									○		
地震学	地震と地球ダイナミクス	熊谷		2								○			
生物圏進化学	生物圏進化を理解するための古生物学・進化学の基礎	高橋・林		2								○			
宇宙化学	元素の生成から現在に至る宇宙の化学進化と変遷	平原		2								○			
生態学 I	生態系や植物の生態と進化	平野・西田		2				○							
生態学 II	個体群や動物の生活史と行動の進化	依田・後藤・庄子		2					○						
現代測地学	測地学の基礎と応用	伊藤		1					○						
地殻活動特論	地球のダイナミクスに関する概論			2											
博物館実習 3	博物館における地学標本の取扱法と、その展示・保存意義	吉田・東田		1								○	○		集中講義

\*内容, 担当教員については変更する場合があります。変更箇所, 開講時期については, 各期ごとに別途お知らせします。