

自然科学科目群

数学

全学共通科目として提供されている数学科目は、理系向けと文系向け及び全学向けに分かれています。主要なものについて、その概要を「理系向け」と「文系・全学向け」に分けて説明します。

▶ 「理系向け」

多くの自然科学・応用科学において、数学はその理論を記述するための言葉を提供します。実際、数学無しにはこれらの理論を理解することも正確に記述することもできません。数学は、いわば学問の礎なのです。そこで、理系の多くの学部・学科においては、全学共通科目における数学科目を「専門の基礎となる科目」として必要に応じて幾つか指定し、クラス指定科目として履修を推奨しています。ここでは主にこれらの科目について概説します。

クラス指定科目として挙げられる数学科目で多くの学部・学科の学生に関係するものは、次の表にまとめられます。

①	微分積分学（講義・演義）A・B 線形代数学（講義・演義）A・B
②	微分積分学統論Ⅰ・Ⅱ、線形代数学統論 確率論基礎、数理統計（※分野はデータ科学）

この表の①・②は学修の順次性を示しており、原則、①に書かれている科目を学修してから②に書かれている科目を履修することになります。また、学部・学科によっては、②で学修した内容は更なる発展的内容の数学を学修するための基礎事項となります。

数学の学修においては、その順次性は無視できません。微分積分の基礎事項の理解も無しに微分方程式（これは微積分統論Ⅱで扱われます）を論じようというのは、喩えるなら四則演算も知らずに代数方程式を論じるようなものであり、殆ど意味を成さないでしょう。したがって、初期段階の数学の学修を疎かにすると後の学修に悪影響が生じるのは至極当然のことです。各学生においてはこのようなことの無いよう、特に1回生担当の科目については、担当されたクラス指定科目を着実に履修することが強く望まれます。

▶ 「文系向け・全学向け」

文系向け・全学向けに開講されている科目には、例えば以下のものがあります。

数学基礎 A・B [文系]

数学探訪Ⅰ・Ⅱ

左側に挙げられている科目は文系向けの科目で、将来の学修で必要となりうる数学的技法を学ぶことを主たる目的とした科目です。現在では、分野によっては文系といえども高校数学の範囲を超えた数学が必要となります。そのような数学的技法を、高校で数学Ⅲを履修していない学生を対象として講義します。

右側に挙げられている科目は全学向けの科目です。実践的な数学的技法を修得するための科目というよりは、むしろ数学の多様な価値に触れることを目的とした科目であり、数学の色々な分野を題材にした講義が行われます。

▶ 数学科目の紹介 — 関数の解析を切り口として —

関数 数学において「関数」は重要な概念です。関数とは、何かを入力すると数が出力される、そういう装置です。出力される数のことを関数の値と言います。入力するものを動かすとそれに応じて関数の値が動きます。関数は変化する量を表わしています。数学では、関数はいろいろな動機を持って研究されています。では、何故関数が興味を持って調べられるようになったのでしょうか？それは世の中の多くの「現象」が関数という言葉によって記述されるからです。

「現象を関数で記述する」とはどういうことでしょうか？例えば、新幹線に乗って京都から博多に向かうとき、時刻 t における列車の位置を京都からの走行距離として $x(t)$ と表せば、新幹線の走行という現象を関数で記述したことになります。新幹線が一定の速度で走行していれば、 $x(t)$ は一次式になり、加速中は下に凸の、減速中は上に凸の関数になります。

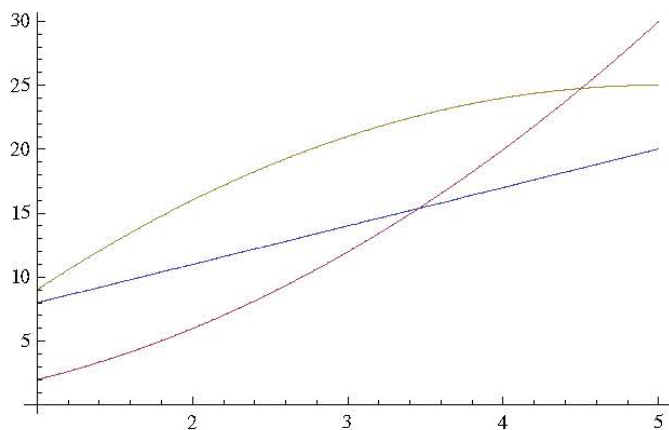


図1 走行距離のグラフ

他にも例を挙げましょう。ある地域の各地点 P に対してそこでの温度 T を対応させれば、これは地点 P の関数を定めます。地点 P は座標をつかうことによって2つの変数 x, y で表されますので、温度は2変数関数 $T(x, y)$ で表わされることになります。

温度ではなく、各地点 P での空気の流れ(風)を考えると、それは風向きと強さで表わされます。したがって、風の状態は各点 P に風向きの方に風の強さに比例した長さの矢印を配置することで表現されます(図2)。 $P=(x, y)$ を根元とする矢印の、矢の先端の x 座標の値から x を引いたものを $u(x, y)$ とし、 y 座標の値から y を引いたものを $v(x, y)$ で表わすことにすれば、風の状態は $(u(x, y), v(x, y))$ という2変数の関数2個の組で表わされます。これもまた関数の仲間であり、2次元ベクトル場と呼ばれます。ベクトル場は「流れ」を記述する際に自然に出てきます。

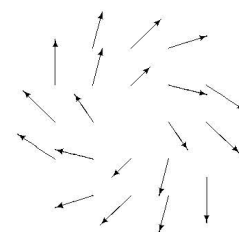


図2 ベクトル場

諸科学において、まず現象を関数で記述し、次にその関数の性質を調べ、最後にそれを現実の現象の下に解釈して理解する、という手続きが、近代以降、基本的・標準的な枠組みとなりました。そして、この枠組みの真ん中の部分、「関数の性質を調べる」という部分を、数学が主に担当しているのです。

微分積分とは 数学では関数を調べるために多くの技法が開発されています。全学共通科目として提供される数学科目はこうした技法の基礎を与えています。なかでも微分積分学は中心的な存在です。

微分とは与えられた関数を一次式で近似することです。関数 $x(t)$ を $t=t_0$ で微分することは、変数 t の値が t_0 に近いとき(局所的)にもとの関数(複雑なもの)を一次式(簡単なもの)で近似することです。

$$x(t) - x(t_0) \sim c(t - t_0)$$

近似するというのを、関数のグラフが表わす曲線を使って言い換えるならば、この一次式のグラフは、曲線上の点 $(t_0, x(t_0))$ における接線に他なりません。接線の傾きが $t=t_0$ における微分係数です。微分係数がわかればその関数の t_0 の近くでの挙動「増加しているのか、減少しているのか」がわかります。微分学は、関数の局所的な振る舞いを調べます。

積分は、関数の大局的な情報を与えます。区間での積分(定積分といいます)は、変数 t が一定の範囲を動く間にその関数が各 t の近くで生み出す寄与を、全て足し上げたものです。例えば、 t_0 から t_1 までの積分の値を $t_1 - t_0$ で割ったものはもとの関数の平均値を与えます。

微分積分とは、微分と積分を合わせたものですが、単に「微分と積分」という意味ではありません。「微分積分学」という言葉は微分と積分が有機的に関係していることを一言で表しています。実際、微分積分学の基本定理と呼ばれる重要な定理があって、それは微分と積分を互いに逆の操作として結びつけるものです。

いま述べたことを、新幹線の走行を例に、具体的現象と結び付けてみましょう。関数 $x(t)$ が時刻 t における列車の位置(走行距離)を表すとき、 t_0 での微分係数 $x'(t_0)$ は時刻 t_0 での速度です。関数 $v(t) = x'(t)$ は各時刻における速度を表わします。今度は関数 $v(t)$ の時刻 $t=t_0$ から $t=t_1$ までの積分を考えてみましょう。 $t=t_0$ から $t=t_1$ までの間の、速度 $v(t)$ の寄与の積み上げとは何を意味するのでしょうか? 各時刻 t において単位時間当たり $v(t)$ だけ移動することが速度の意味ですから、その寄与(t の近くでの走行距離)を足し上げて得られる量とは、時刻 t_0 から t_1 まで間の走行距離 $x(t_1) - x(t_0)$ です。すなわち、速度の積分で走行距離(すなわち基準点からの位置)が得られます。微分積分学の基本定理は微分と積分を互いの逆として結びつけると述べましたが、物体の運動の記述に現れる位置と速

度という関数については、位置を微分したら速度が現れ、速度を積分したら位置が得られるという関係になっています。

線形代数とは 線形代数とは、線形性という言葉でとらえられる構造あるいは性質について考察する分野で、線形空間(ベクトル空間とも言う)と線形写像を扱います。

世の中の様々な現象を観察すると、足し算とスカラー倍(実数倍)が自然に考えられる対象がいろんなところに潜んでいることがわかります。例えば、力には向きと強さがあるので、力はベクトルで表わされますが、物体を3つの方向に引っ張ったときに、力が釣り合ったとすれば、3つの引っ張る力は、ベクトルとしての和が0になります。

ベクトル場に対して、足し算とスカラー倍を考えることができます。図3の上段のベクトル場を左から θ_1 , θ_2 , θ_3 と書くと $\theta_1 + \theta_2 = \theta_3$ である。また、下段はベクトル場 θ_3 を $3/2$ 倍にしたベクトル場がどうなるかを示しています。ベクトルに対して、 $3/2$ のような数のことをスカラーと呼びます。足し算とスカラー倍からなる構造が線形性であり、足し算とスカラー倍が定義された集合が線形空間です。

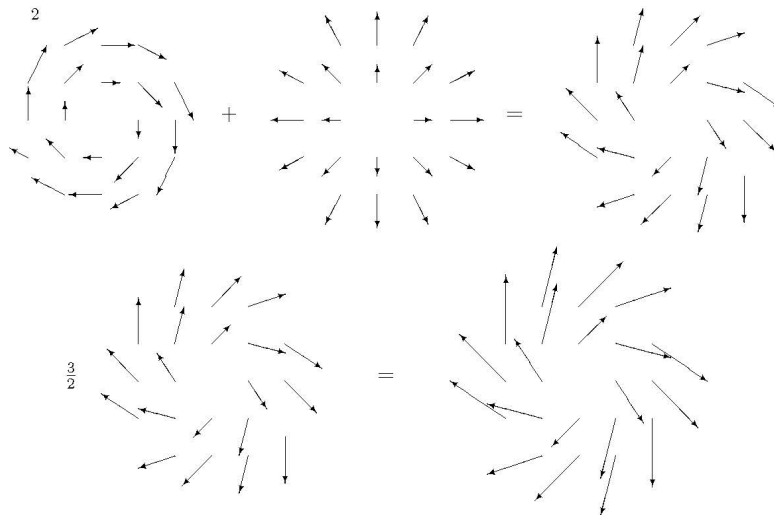


図3 ベクトル場の和とスカラー倍

数に対して数を対応させるものが関数ですが、もっと一般に、例えばベクトルに対してベクトルを対応させるときは関数という代わりに写像という言葉を使います。ここで話題にしたいのは写像の線形性です。写像の線形性とは何でしょうか?例えば、平面に原点 O を決め、 O を中心に角度 θ の回転を考えましょう。回転は平面から平面それ自身への、点を点に移す写像です。平面は原点を決めることによって、2次元ベクトル全体の集合である線形空間 V と同等になるから、回転は V から V への写像を決めます。

2次元ベクトル v に対しそれを回転したベクトルを $R_\theta(v)$ と書きます。この写像はベクトルの足し算とスカラー倍に対して次の性質を持ちます。

$$R_\theta(c_1v_1 + c_2v_2) = c_1R_\theta(v_1) + c_2R_\theta(v_2)$$

足し算とスカラー倍を先に行なってから回転するか、回転してから、足し算とスカラー倍をするか、結果は同じになります。これが写像の線形性です。言い換えると、ベクトル v_1 と v_2 の写像による行き先を知っていれば、第3のベクトル $c_1v_1 + c_2v_2$ の行き先が判ってしまいます。平面上のベクトルは無限個ありますが、それらは、適当な2つのベクトルから足し算とスカラー倍で作ることができます。したがって、写像が線形であれば、2つのベクトルについての情報からすべてのベクトルに対する情報が読み取れます。これが線形性のポイントなのです。

関数を調べる際にも線形性は必要となります。2変数の関数を考えましょう。点 $P_0 = (x_0, y_0)$ の近くで関数 $f(x, y)$ を微分するとは、関数を $P = (x, y)$ が P_0 の近くにあるときに、 P_0 からの微小変化 $\Delta x = x - x_0$, $\Delta y = y - y_0$ の1次式 $c_1\Delta x + c_2\Delta y$ で近似することです。

$$f(x, y) - f(x_0, y_0) \sim c_1\Delta x + c_2\Delta y$$

c_1 と c_2 を与えるだけでこの1次式は決まります。微分することによって、無限個の情報の中から、 P の近くでの関数の変化の様子を統制する、2個の量 c_1, c_2 を取り出すのです。

一定の性質を持つ関数の全体を線形空間として考えることも重要です。関数に対して和とスカラー倍が自然に定義されますが、線形の微分方程式の解の基本性質は解の全体が線形空間になることです。すなわち、2つの解から一次

結合(足し算とスカラー倍で作ったベクトル)によって別の解を作ることができます。後で述べるように線形の微分方程式は自然現象の理解のために欠かせないものです。

量子力学では、物理状態はある線形空間 F のベクトルで表わされます。さらに、ハミルトニアンと呼ばれる線形写像 $H: F \rightarrow F$ があって、ある実数 E に対して $Hv = Ev$ が成り立つようなベクトルのことを、エネルギーが E の状態と考えます。量子力学では、線形代数は、理論そのものを記述する上で本質的な役割を演じるのです。

他科目・他分野との繋がり 全学共通科目には、多くの数学科目が提供されていますが、それらは独立に存在するものではなく、互いに密接に関連しています。微分積分は微分積分学(講義・演義) A, B で、線形代数は線形代数学(講義・演義) A, B で学びます。ここでは、それ以外の主要なものについて、その内容と互いの関係を概説しておきます。

現象は関数で記述されると冒頭で述べましたが、諸科学に現れる現象は「法則」に束縛されて生じます。例えば物理現象は該当する物理法則の下に出現します。現象を関数で記述したとき、物理法則は関数を束縛しますが、多くの場合それは微分方程式という形で現れます。したがって、微分方程式は実際に現象を理解する上で重要な位置を占め、それを解くことは切実な問題です。例えば熱の伝導は、熱が温度の高い場所から温度の低い場所へ、温度勾配に比例して伝わるという原理と、温度の変化は流れ込む熱量に比例するという原理によって決まります。この2つの原理から、温度変化を表わす関数に対する方程式が導かれます。これは熱方程式と呼ばれます。熱方程式は線形微分方程式と言って解の全体が線形空間になるという性質を持ちます。特に、細い針金の両端を温度 T_1 と T_2 に保ち、十分時間がたって温度変化がなくなった状態で、針金の各点における温度 $T(x)$ は、位置 x の関数として線形微分方程式を満たしますが、この場合の解は2つの関数1 と x の一次結合(すなわち解は x の1次式)になります。これにより、 $T(x) = c_1 + c_2 x$ の具体形が2個の未知数 c_1, c_2 に対する2元連立方程式(中学の数学)を解くことによって求まってしまう。微分方程式の初歩については、微分積分学及び線形代数学の知識を前提にして**微分積分学続論Ⅱ**で学びます。

少々脱線にはなりますが、微分方程式という言葉を出した以上、ニュートン力学に触れないわけにはいきません。ニュートンの運動方程式は最も有名な微分方程式です。個別の力学現象に対し運動方程式を立て、それを微分積分の技法を使って解くことにより理解します。この意味で微分積分の技法は古典力学の問題に力を発揮しますが、それは偶然ではありません。そもそも、ニュートンは古典力学を記述し、その問題を解くために微分積分学の着想に至ったのですから。

ベクトル場に対しては、一味違った「微分・積分」が導入されます。その「微分」は「流れ」の局所的な傾向を記述し、「積分」は「流れ」の大局的な影響を記述するのに本質的な役割を演じます。さらに、ベクトル場に対する「微分積分学の基本定理」も確立されており、ガウスの発散定理やストークスの定理という名前と呼ばれます。これらは**微分積分学続論Ⅰ**で学ぶベクトル解析の内容です。この科目も、微分積分学のみならず、線形代数の内容を前提として学ぶこととなります。

ベクトル解析は、電磁気学と相性が良く、電磁気学を記述するには必要不可欠なものです。実は、電磁気学を記述するためにベクトル解析が作られたという背景もあり、結果的に相性が良いのではなくそのように作られていると言ふべきです。電磁気学の理解とベクトル解析は不可分なのです。

以上、各科目の大まかな内容と分野間のつながりについて述べました。全学共通科目として提供される各数学科目はそれぞれが独立した一科目として提供されているのではなく、互いに関係しながら体系として積み上がっていくものだということがわかっていただけたでしょうか。

おわりに 現在の数学は一つの学問として相当に洗練されおり、その体系は、広範な応用を念頭において「抽象的」に記述され、また誰にでも同じ内容が伝わるようにと、論理的な「厳密性」をもって組み立てられています。しかし、そのせいで初学者はしばしば全体像を見失うこともあります。そんなときは、先に指摘したように各数学科目は繋がりをもっていることを思い出してください。抽象性・厳密性ゆえに、学んでいる数学と自身の興味のある科学分野との関連が見えず、「為にする数学」をやっているように感じるときもあるかもしれません。そんなときにも、例えば「微分方程式と力学」や「ベクトル解析と電磁気学」のように、数学が現象の記述を目的に生まれたことを思い出してください。これらの視点が、学ぶことに疲れてしまったときに元気を与えてくれることもあるでしょうから。

数学の理論と技法を身につけるためには、何よりも自分で手を動かして、実例に当たってみるべきです。他の自然科学において実験が重要であるように、数学においては演習が重要です。演習とは自分で考え、計算することだけではありません。そうして、納得のいかないことが出てきたときは、さらに考え、友だちと議論し、TA(ティーチングアシスタント)に教えてもらったり、先生に質問をしてください。繰り返しになりますが、数学は数学の内部で、また他の自然科学との間で、強力なつながりを持っています。何か解らないときに、そこに立ち止まらずに学習していくと、他とのつながりを見つけることによって、解らなかつたことが解らなくなる場合があります。解らないこと、納得のいかないことがあっても、その疑問を持ち続けて、あきらめずに先に進むことが大切です。

数学は潜在的には皆さんの将来の学問分野の基礎となる力を持っています。それを超えて皆さんによって数学が現実的に諸科学の基礎として活用されることを願います。

データ科学

現象を観察し分析して法則性を導くことにより現象の裏に潜む原理を解き明かす、という過程は学術における基本です。自然科学において実験により取得したデータだけでなく、人文科学・社会科学を含めた広範囲な学術において、フィールド調査により取得したデータ、収集によって得られた資料の分析は学術を進展させるための貴重な資源です。最近では、集積された大量のデータを二次的に活用するデータ駆動型研究も行われています。

日常生活においても、ICT (Information and Communication Technology) の発達によって、データを最大限に生かした新しい価値やサービスが次々と創出されていることは実感されます。例えば、ネットショッピングを行えば、購買データが自動的に蓄積され、客の嗜好を分析して販促方法を決定し、新商品を開発するための基礎資料として活用されることとなります。データの利用は、企業活動だけでなく、法律、金融・保険、健康・医療、災害対策など社会における様々な分野の発展に大きく寄与しています。情報ネットワークとサイバー空間が飛躍的に発展している今日では、データを利用することの重要性は高まる一方です。

データを収集して管理し、必要に応じて流通させ、さらに数理的手法により分析することにより結論を導き、将来の推測を行う学問は近年では「データ科学 (Data Science)」とよばれています。データを扱う学問としては古くから統計学が発達してきました。特に数理統計学は数理的手法を用いることにより展開される学術分野です。さらに ICT の発達によって収集可能なデータが大規模化したため、それを扱う計算を高速に行うための情報学の修得も要請されています。すなわち、データ科学は、統計学、数理科学、情報学が融合した学問とみなすことができます。データ科学を学ぶことは、データを数理科学に裏付けられた理論に基づいてコンピュータを用いて分析し、その結果から適切な判断を下す、という一連の手法を学ぶことです。

全学共通教育においてデータ科学を修めることは、各自の専門分野において学術を修得し進展させるための基礎を身に付けるだけでなく、これからの社会において必要とされる知識の基本をも学ぶことにつながります。実際、わが国では、新産業創出や企業存続、社会サービスの向上、国際化進展などのためにはデータ科学の知識を持った人材が近い将来に不足することが懸念されており、データ科学を修めた人材の確保が喫緊の課題とされています。学術を進展させるだけでなくこのような社会からの要請に応えるということも鑑み、全学共通教育においては、データ科学科目として以下の科目を提供し、統計学・数理科学・情報学を横断的に学ぶことができるようにしています。

なお、文部科学省が定める「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度 (リテラシーレベル)」において認定を受けたプログラム (<https://ds.k.kyoto-u.ac.jp/literacylevel-2/>) となっている「統計入門」の単位 (2 単位) を修得することで、同プログラム修了証の取得が可能です。さらに、「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度 (応用基礎レベル)」において認定を受けたプログラム (<https://ds.k.kyoto-u.ac.jp/ouyo-kiso/>) となっている「統計と人工知能」「データ分析基礎」「データ分析演習 I」「データ分析演習 II」のいずれかの単位 (2 単位) を修得することで、同プログラム修了証の取得が可能です。各科目の概要は下記のとおりです。

1. 統計入門 (英語対応科目: Introductory Statistics-E2)

データの解析手法についての学問である統計学は様々な分野において重要です。この講義では、データ科学が広範な分野に関わることを鑑み、より多くの学生が統計学の基本的な考え方を理解することを目標にしています。数学的な理論を厳密に理解することよりも、データを扱うエンドユーザーとしてデータの性質に応じた適切な分析方法を選択できるようになることを目指します。そのため、生活の身近な話題についての応用例を数多く紹介し、自然な形で統計的思考法が身に付くようにします。さらに PC 上で統計解析ソフトを用いる演習を自習形式で取り入れ、実際のデータ処理を通じた感覚的な理解も深めます。

2. 統計と人工知能 (旧科目名「統・統計入門」) (英語対応科目: Second Course in Statistics-E2)

文理問わず全ての分野の学生がエンドユーザーとして理解しておくべきリテラシーレベルの統計学をまとめた「統計入門」の発展版で、「統計入門」で扱い切れなかったより高度な話題 (分散分析、回帰分析、因果推論、深層学習、画像処理など) を扱います。昨今、様々な分野の問題解決に大活躍している人工知能・機械学習の基本的な考え方や手法を理解し、統計学がどのような形でその基礎を形作っているかを学びます。

3. 数理統計 (英語対応科目: Mathematical Statistics -E2)

統計学は様々な数値データの処理手法を提供しますが、ややもするとその手法の意味を理解することなく機械的な計算に陥ってしまいがちです。手法の意味するところを理解して初めて得られた解析結果を適切に利用することが可能となります。数理統計学は確率モデルに基づいた数理的手法による統計学であり、この講義では推定や検定などのデータ処理手法を裏付ける数学的な論理の構造を理解することにも力点が置かれます。

4. データ分析基礎 (英語対応科目: Basic Data Analysis-E2)

ビッグデータを分析し知識発見をするスキルは、今や文理や学問分野を問わず求められる時代です。この講義では、ビッグデータ分析を視野に入れた、統計入門の一步先の分析法（重回帰分析・主成分分析など）や推測アルゴリズムについて学習します。

5. データ分析演習 I、II （英語対応科目：Data Analysis Practice I、II-E2）

データ分析では、分析の手続きを覚えることはもちろんのこと、分析結果を正しく解釈し、そこから何らかの価値を見出すことが重要です。本講義では、統計入門で学習した手法を用いてさまざまなデータを PC 上で分析しながら、データ分析の基礎技術を実践的に体得することを目標としています。利用されるデータ分析手法や統計解析ソフトは学術分野によって異なるため、履修者が今後専門とする分野や興味に合わせてできるだけ幅広い選択ができるように、異なる専門分野を背景に持つ教員、異なる講義内容を揃えています。

6. 数理・データ科学のための数学入門 I、II

データ科学は統計学、数理学、情報学の融合した学問であるため、エンドユーザーとして手法を学ぶだけでも、最低限の数学的知識が必要です。データ科学を学ぶための基礎としての数学の中から、I では条件付き確率、統計の基礎、多変量のデータ分析の基礎、データ解析の線形代数の基礎について、II では微分積分の内容を総合的に講述します。数学的な理論の完全な体系ではなく、データ科学への応用を重視し、各自の PC 上での演習を含む内容とします。文系学部学生が高校数学Ⅲの知識を持たないことに配慮します。

物理学

物理学は我々の日常生活から宇宙科学やエレクトロニクスに至るまで現代の高度に発達した科学・技術文明を背後で支えている重要な基盤の一つです。特に、ニュートン力学やマックスウェルの電磁気学といった古典物理学から、相対論や量子論といった現代物理学に至るまで、実験・観測と理論的考察が相俟って歴史的に発展を遂げ、体系化がなされているのが大きな特徴です。学習の目標としては物理学での諸概念の把握と法則を的確に記述する数学的手法、そして物理学の見方や考え方を修得することが挙げられます。物理学はこのように自然科学の基礎の一つであり、理系の学生の皆さんにとっては将来いずれの分野に進むにせよ何らかの形で関わりを持たざるを得ない科目と言えるでしょう。

▶ 「理系向け」

理系の学生向けの全学共通科目はこの物理学の体系に従って科目構成がなされています。それらは学習の進度により順次性を保って次のように3つの段階からなります。

第1段階	物理学基礎論 A+物理学基礎論 B 物理学実験	初修物理学 A、B (物理学初修者向け)
第2段階	熱力学 振動・波動論 力学統論 電磁気学統論	
第3段階	解析力学 統計物理学 量子物理学 現代物理学実験	

- ◇ 第1段階の「物理学基礎論 A」(力学)、「物理学基礎論 B」(電磁気学)、および「物理学実験」は物理学の基本を学ぶ科目であり、理系のすべての学生にとって必要な基礎的知識なので、1回生にクラス指定されています。
- ◇ 「初修物理学 A、B」は、高校で物理を選択しなかった学生を対象としたもので、履修は本学入学試験で物理を選択しなかった学生に制限されていることに注意して下さい。
- ◇ 第2段階の科目は第1段階の科目を履修した上で次のステップで学ぶ、1・2回生を対象としたいわば統論的な科目です。
- ◇ 第3段階は第1および第2段階の科目を履修した上で学ぶ2回生用の科目です。分野ごとの階層性・順次性を示すと以下ようになります。

分 野	第1段階	第2段階	第3段階
力 学	物理学基礎論 A	力学統論	解析力学
電 磁 気	物理学基礎論 B	電磁気学統論	

熱・統計力学		熱力学	統計物理学
振動・波動		振動・波動論	
現代物理学			量子物理学
実 験	物理学実験		現代物理学実験

➤ 「文系向け」

文系向けとしては、予想を出し合って実験で結果を確かめていく「みんなの物理Ⅰ・Ⅱ」があります。

みんなの物理Ⅰ	みんなの物理Ⅱ
---------	---------

※ 注意

これら以外にも、物理学関係の全学共通科目（理系向けあるいは全学向け）が提供されています。それらについては、KULASIS でそれぞれの授業内容を参照して下さい。

化学

全学共通科目として提供されている化学系科目の構成について示します。

① 理系向け

主に1回生を対象とした大学化学の初修者向けの講義・実験科目として、

- ・基礎物理化学要論
- ・基礎物理化学（熱力学）、基礎物理化学（量子論）
- ・基礎有機化学Ⅰ、基礎有機化学Ⅱ
- ・基礎化学実験

が開講されています。

物理化学は、物理学の理論と方法を基礎にして物質の構造・性質・反応を研究する学問です。物理化学の中で熱力学、量子論をそれぞれ主な内容として深く詳しく学ぶ科目が基礎物理化学（熱力学）、基礎物理化学（量子論）です。基礎物理化学要論は、熱力学と量子論の両方についてそれらの要点を半年間で学べるようになっています。基礎有機化学Ⅰ・基礎有機化学Ⅱは、これらを学ぶことによって有機化合物の化学の基礎知識を修得するものです。また、講義で学修した理論や反応を、実際の実験によって確認することができるよう基礎物理化学・基礎有機化学の双方に関連する実験科目として基礎化学実験を開講しています。これらの科目を学ぶことによって、大学化学の基礎を修得します。

なお、これらの科目のうち、どれを履修するかは学部・学科によって適切な科目がクラス指定あるいは推奨されています。「Ⅴ. 各学部の修得すべき全学共通科目の単位数」を参考にして下さい。

<注意>

以下の場合には全て科目名変更をした同一科目の扱いとなっているため、修得年度、修得期の早いもの1つしか卒業に必要な単位として数えられません。

- i. 薬学物理化学（熱力学）修得後の、基礎物理化学（熱力学）
- ii. 基礎物理化学（熱力学）または薬学物理化学（熱力学）修得後の、基礎物理化学要論
- iii. 基礎物理化学（量子論）修得後の、基礎物理化学要論
- iv. 基礎物理化学要論修得後の、基礎物理化学（熱力学）または基礎物理化学（量子論）
- v. 基礎有機化学A修得後の、基礎有機化学Ⅰ
- vi. 基礎有機化学B修得後の、基礎有機化学Ⅱ

※ 基礎物理化学A・基礎物理化学Bと基礎物理化学（熱力学）・基礎物理化学（量子論）の同一科目関係については、KULASISにて案内しますので、必ず確認してください。

上記の科目に加えて、主として1・2回生向けに、化学のフロンティアⅠ・Ⅱが開講されています。

さらに詳しく化学の各領域を学ぶための発展科目として、次のものが提供されています。

<主として1・2回生向け>

生命の有機化学、理論化学入門Ⅰ・Ⅱ、有機化学演習A・B

<主として2回生向け>

無機化学入門A・B、探究型化学課題演習Ⅲ－有機化合物の化学－、探究型化学課題演習Ⅰ－海の化学－（令和6年度不開講）、探究型化学課題演習Ⅱ－湖の化学－（令和6年度不開講）

② 文系向け

主に文系学部の1回生を対象とした科目として、次のものがあります。

化学概論Ⅰ・Ⅱ、文系向の基礎化学Ⅰ・Ⅱ、自然と環境の化学、生活と環境の化学

③ 英語による講義・実験科目

英語による講義・実験科目として、E2科目が開講されています。「Ⅲ. 全学共通科目授業科目」の「2. 全学共通科目一覧」に日本語科目との対応が示されています。学部により、日本語科目と対応するE2科目を履修した場合の単位の取り扱いが指定されていますので、各学部の履修要覧等を確認してください。

生物学

生物学の内容は非常に多岐に亘ります。そして近年の生物学の展開は他の分野にも及び、その境界は不明瞭になりました。京都大学では多くの部局が生物を対象とした研究・教育に取り組んでおり、多数の教員がすぐれた研究成果を得ています。学部から独立した附置研究所まで含めると相当な数になるでしょう。実は生物とは何か?という問いに答えるのは容易ではありません。全学共通科目では、多数の生物学・生命科学関係科目を開講することによって、皆さんの学習意欲を活性化するようにしています。また、これと同時に授業を以下のように体系化して、履修をやすくしています。

この項では、全学共通科目全体の中から生物学・生命科学関係科目を抽出し、その内容に応じて、「総論」と「各論」の分類、さらにその下位分類を説明します。

「総論」とは、基礎レベルの生物学を学習する授業と実習です。多くの履修者が履修の機会を得られるように、同じ科目名で授業・実習が複数開講されます。生物学を必要とする学部に進学したものの、高等学校で生物学を履修しなかった人には、とくに勧めます。異なる曜日と時間帯に、同じ内容の授業や実習を複数開講しているので、各自の時間割の都合に合わせて履修できるはずで

「各論」は、植物学や動物学の自然史や各生物の生態、分子生物学や脳神経科学のような特定の分野の基礎から最先端領域までを学習する授業です。こちらの授業でも、高等学校における生物学の履修経験は必ずしも必要としません。文系の学部にも所属する学生が履修しやすい科目も設定されています。

「総論」と「各論」の分類については本冊子の「Ⅱ. 全学共通科目授業科目」の「4. 全学共通科目授業一覧」に記載の分野の見出しに掲載していますので参考にしてください。

本項が皆さんの科目選択の一助となり、より良い学習が行えることを望みます。

「総論」

① 生物学の基礎（講義）

文字通り、生物学の基礎を学ぶ講義科目です。「生物・生命科学入門」という科目名で、前期に5コースを開講します。高校での生物の履修は必要ありませんが、単なる高校の補習ではなく、グローバルな視点を取り入れた大学らしい学習内容ですので、基礎から生物学を学びたい方には、まずこの科目の履修を勧めます。

② 個体・集団レベルの生物学（講義）

地球には1千万種とも推定される生物がいます。さまざまな生物の特徴や生存戦略、進化様式などを、主に個体・集団レベルで学ぶ講義科目です。「個体と集団の基礎生物学」という科目名で、後期に5コースを開講します。

③ 分子・細胞レベルの生物学（講義）

ヒトを含む動物、植物、細菌、古細菌、ウイルスなど、さまざまな生物が生存する仕組みを、細胞、分子、遺伝子レベルで学ぶ講義科目です。「細胞と分子の基礎生物学」という科目名で、前期に1コース、後期に5コースを開講します。

④ 最先端の生物学（講義）

総論の授業では、広く認められて教科書に記載されている内容を学習することが中心になりますが、「生物学のフロンティア」はその真逆の、今まさに取り組まれている生物学分野を紹介する授業です。生物学研究で世界をリードする京都大学の教員が、自ら切り開いた生物学をそれぞれ授業します。

⑤ 生物学実習（実習）

生物学の勉強を座学で終えることは望ましくありません。授業で知り得た内容を実地観察や実験を通して自分の眼で

観て、手を動かしてデータをとり、深く考えることが大切です。吉田山、鴨川、宝ヶ池公園、北山といった自然に恵まれた地域に近い京都大学は、生物学実習には理想的な環境にあります。以下の生物学実習は内容によって3つのカテゴリーに分類されます。

生物学実習Ⅰ：生物学全体を俯瞰するために、細胞と分子、動物や植物・菌類の個体や集団を扱った実習です。いわゆるマイクロ系とマクロ系の両方を学習する実習です。前期に4コース、後期に2コースを開講します。

生物学実習Ⅱ：動物や植物・菌類の個体や集団だけを扱う自然史の実習です。前期に1コース、後期に1コースを開講します。

生物学実習Ⅲ：細胞や分子レベルでの実習を行います。前期に1コース、後期に1コースを開講します。

この他にも、夏期や冬期に集中して行う実習が複数ありますが、演習の要素も付加してILASセミナーにしています。

「各論」

① 自然史学関連（講義）

野生生物の多様性や環境との関わり、進化などについて学習します。生態学、植物学、動物学ごとに授業が編成されており、「動物自然史Ⅰ」、「植物自然史Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」の科目が開講されます。また、これらと同じ趣旨の授業として、「自然人類学Ⅰ・Ⅱ」、「霊長類学入門Ⅰ・Ⅱ」、「行動生態学入門」、「藻類学概論」、「野生動物学入門」、「博物誌学」、「「生命の進化」概論」などの科目が開講されます。基本的にⅠとⅢは前期に開講し、Ⅱは後期に開講しますが、授業担当教員の都合により変更があります。シラバスで確認して下さい。

② 分子生物学関連（講義）

生物学を細胞、分子、原子レベルで解明する学問領域を学習する授業です。科学的解明が近年もっとも進んだ分野です。「生物物理学入門」、「生化学入門」、「遺伝学概論」、「分子遺伝学」、「先端生命科学を支える技術Ⅰ・Ⅱ」などの科目を前後期に開講します。

③ 脳神経科学関連（講義）

記憶、学習、情報伝達などに深く関わる、脳と神経の構造と作用メカニズムについて学ぶ講義科目です。「神経科学の基礎」、「神経生理学の基礎—生体情報論—」などの科目を開講します。脳と神経機能がどのように作動し、維持されているか、その仕組みについて学びます。

④ 他分野に越境する生物学（講義）

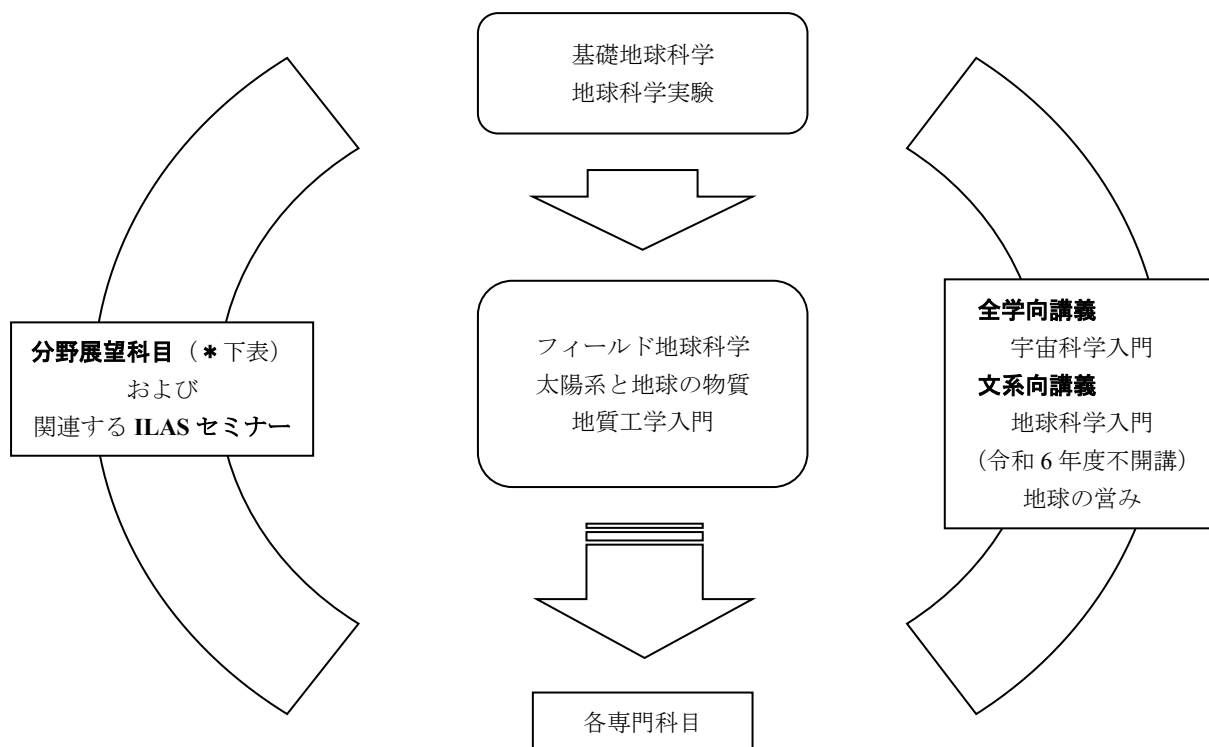
生物学の境界を越えて展開する学問分野を学びます。「化学と生物の分子集合学」、「生命と情報」などの科目を開講します。

この他にも以上の範疇に当てはまらない授業科目や数多くの英語講義が用意されています。ネイティブスピーカーによる英語講義であるE2科目は、30科目以上を提供します。シラバスをよく読んで、皆さんの学習デザインに役立てて下さい。

地球科学

地球科学（惑星科学も含む）は非常に幅広い対象を扱う分野です。その学習には、ただ一つのルートがあるわけではありません。異なる学問を背景にした者が、それぞれの強みを活かして研究を推進する、そういう分野だからです。地球科学を学習し、その知識を実社会で応用する、あるいは地球科学の専門に進むためには、地球科学が対象とする範囲の全体像を見ておく必要があります。

そこで、地球科学の広い範囲を概観し、その基礎的な知識と手法を学ぶための講義、実験として「基礎地球科学」、「地球科学実験」があり、各専門科目につながる橋渡しとして「フィールド地球科学」、「太陽系と地球の物質」、「地質工学入門」が用意されています。また、惑星としての地球を俯瞰する目的で、宇宙科学のトピックスを専門家が講述する「宇宙科学入門」も並行して開講されています。ただし、これらの講義でも地球惑星科学関係のすべての分野を網羅することは困難なので、学内の関連部局（理学研究科、工学研究科、人間・環境学研究科、エネルギー科学研究科、防災研究所、生存圏研究所等）の教員による各専門分野を展望する講義・セミナーが、自然科学科目群だけに留まらず、統合科学科目群や少人数教育科目群（ILASセミナー）にも多数開講されています。また、E科目としての英語講義も用意されています。各自の興味に応じて、これらの講義を選択してください。また、地球惑星科学はそれだけで閉じた学問分野ではありませんので、数学、物理、化学、生物などの基本的知識も必要になることが多くあります。地球科学だけでなく、これらの他分野の講義も積極的に履修することを薦めます。



<p>* 分野展望科目</p> <p>自然科学科目群： 地球の物理 地球の誕生と進化 水と緑と土の科学 天体観測実習 など</p> <p>統合科学科目群： 統合科学：自然災害の科学 環境学 生存圏の科学概論 など</p>

図学

■図学とは

図学 (Descriptive Geometry, 図法幾何学) は、3次元と2次元との間の図形の変換理論です。わかりやすくいえば、3次元の立体を2次元の平面情報に変換する、また反対に、2次元の平面情報をもとに3次元の立体を構成するための理論です。

構造物、機械類、地図、その他をつくるにあたっての技術として、あるいは美術の世界における表現としてなど、図学はさまざまな領域における基礎的理論となっています。たとえば、平面図や立面図、断面図から建築物を建てる、航空写真から地図を作製する、目に見える通りに絵を描くといったことは、すべて図学の範疇です。

コンピュータが発達した現在においても、図学が空間把握・立体表現の基礎理論・技術であることに変わりありません。また、諸領域への広がり考えた時、図学の知識は、技術や美術における実践のみならず、文化・文明の理解へとつながっていると言えるでしょう。

■図学の目的

3次元の立体図形を2次元の平面図形に変換する理論と技術の習得と、2次元の平面図形において3次元の立体図形を操作する理論と技術の理解が、図学の大きな目的です。3D-2Dを行き来しながら、立体を把握・表現するリテラシーの獲得を目指します。

また、図学は、ルネサンス期に透視図法が探求されたことを端緒として、その後、研究が進展しますが、それは芸術や軍事、数学といった諸領域と結びついたものでした。こうした文化史的、社会的、科学的展開を理解することも図学の目的に含まれます。

■履修にあつての基礎知識/理系と文系の違い

中学卒業程度の幾何学の知識があれば、履修に支障はありません。そのため理系、文系を問わず履修可能です。

■図学科目の構成

図学 A と図学 B の 2 科目から構成されます。 図学 A（基礎）→図学 B（展開）の順で履修してください。図学 A のみでも基礎的作図法は学べますが、図学の楽しさを知るには、図学 B まで履修することを推奨します。

図学 A 基本的作図法の修得

3次元を2次元で表現する方法（投象）のうち、軸測投象、正投象を扱います。



図学 B 立体の諸状態についての作図

立体の諸様態（切断・陰影・相貫）および、透視図法の作図を行います。