

授業科目の概要

数 理 科 学 科

数学基礎

DK001 微分積分学Ⅰ

微分積分学の基本事項について講義する。微分積分学の初歩については高校でも学んでいるが、その延長として多項式、有理関数、無理関数、指数関数、対数関数、三角関数、逆三角関数などの初等関数を中心とした1変数関数の微分と積分を体系的に学習する。高校での履修内容との重複を厭わず初等関数の定義と性質、微分と積分の定義と計算法などから始めて、1変数関数の微分と積分について体系的かつ正確な理解をさせることをめざす。また、微分積分学が力学を始めとして理工学分野の言語としての役割も担っていることを認識させる。

DK002 微分積分学Ⅱ

「微分積分学Ⅰ」に引き続き微分積分学の基本事項について講義し、2年次以降の数学、情報学、自然科学の学習で必要になる微分積分学の基礎学力を養成することを目標とする。「微分積分学Ⅱ」における初等関数の微積分についての基本的な理解をもとに、1変数関数の微分積分とその応用についてさらに深く学ぶ。たとえば微分の平均値の定理の拡張としてのテイラーの定理や、区分求積法などを通して、関数の近似と微分積分学との深い関連について理解させる。さらに時間に余裕があれば多変数関数の微分積分についても触れる。

DK003 微分積分学演習Ⅰ

「微分積分学Ⅰ」の講義内容および関連した話題に関する問題演習を行い、微分積分の基礎事項に習熟すると共に、計算力を養うことを目標とする。各自が自力で演習問題を解くことによって、初等関数の微分積分に対する理解を確実なものにし、正確に計算が行えるようになることをめざす。「微分積分学Ⅰ」の講義では微分積分学の体系的な理解が主眼であるが、ここではその理解を確実にするための基本的な問題演習と、講義では十分に触れられない微分積分の種々の応用に関する問題演習を交えて行う。

DK004 微分積分学演習Ⅱ

「微分積分学Ⅱ」の講義内容および関連した話題に関する問題演習を行い、微分積分についての理解を深めると共に、応用力を養うことを目標とする。各自が自力で演習問題を解くことによって、微分積分学の発展的な内容についての理解を確実なものにし、正確に計算が行えるようになることをめざす。「微分積分学Ⅱ」の講義では微分積分学の体系的な理解が主眼であるが、ここではその理解を確実にするための基本的な問題演習と、講義では十分に触れられない微分積分の種々の応用に関する問題演習を交えて行う。

DK005 線形代数学Ⅰ

線形代数学の基本事項のうち、連立一次方程式や行列式など、計算が求められる部分に対して、その解法に対する理解と計算力の育成を目標とする。高校での学習内容との滑らかな接続を考慮して、平面及び空間の幾何ベクトルに対する復習から始める。幾何ベクトルを全体として考えることの重要性を強調して、ベクトル空間という概念を導入し、数ベクトル空間上の線形変換が行列の積で表現されることから行列の意味を示す。行列の基本変形や行列式の計算などの技法を解説するだけでなく、その幾何学的解釈を示して、更なる応用への準備とする。

DK006 線形代数学演習Ⅰ

「線形代数学」の講義内容に対する補足説明及び問題演習を通じて、理解の定着と計算力を養うことを目標とする。この目標の達成のため、基本的な演習問題を与え、学生各自がそれを自力で解くことを求める。この訓練を通じて、連立一次方程式の解の構造を正しく把握し、行列の階数や行列式が正確に計算できるようになることを目指す。時には、基本レベルから多少進んだ演習問題を提出して、意欲ある学生が理解と応用力を向上させるための手助けとする。

数 学 専 攻

解析学

DA101 解析学概論Ⅰ

「微分積分学Ⅰ」および「微分積分学Ⅱ」の続きとして、多変数関数についての微分と積分の理論について、適宜問題演習を行いながら体系的に学ぶ。ここでは、主として多変数の関数の微分の理論を学ぶ。多変数の関数に対する微分の本質は、関数を1次関数で近似することにあることを認識し、これが関数のグラフに対する接平面や法ベクトルなどの幾何学的な対象に関連して持つ意味を理解して、微分概念と方法を自由に使いこなせるようにする。また、多変数の関数のテイラー展開を使って、関数の極大極小などの局所的な性質を調べる方法を学ぶ。

DA102 解析学概論Ⅱ

「解析学概論Ⅰ」に引き続いて多変数関数の微分と積分の理論を体系的に学ぶ。多変数関数の陰関数や逆関数とその存在条件、重積分の定義と計算法およびその応用など。特に重積分の概念を確実に理解させることに重点を置く。時間に余裕があれば、さらにベクトル値の関数の微分法や線積分・面積分などのベクトル解析の入門的な事項、あるいは、関数列の収束と逐次近似法などにも触れる。講義を主体とするが適宜問題演習を行い、基本事項の理解を確実にすると共に計算法に習熟することを目標とする。

DA103 解析学の応用

微分方程式の初歩的な理論とその応用について学ぶ。微分方程式とは、未知関数とその導関数の間に成り立つ関係式のことである。自然現象や社会現象の裏に潜む法則は、しばしば微分方程式の形に定式化される。ここでは、微分方程式のうち主に常微分方程式、すなわち独立変数が1個の微分方程式を扱い、その数学的理論と解法の初歩的部分について、多くの具体例や問題演習を交えながら解説する。具体例としては、自然現象や社会現象の数理モデルを取り上げ、解析学の応用の一端に触れる。

DA104 連続と極限

解析学の理論的な基礎付けとして、極限と連続性についての理論を体系的に学ぶ。まず実数の連続性を厳密に表現することを学び、それに基づいて定義される数列や級数の収束や実変数関数の連続性に関して基本的な事項を学ぶ。高校数学や「微分積分学Ⅰ」「微分積分学Ⅱ」などにおいては素朴な意味で展開されてきた収束や連続の概念を、厳密な仕方で理論付けることを理解し、解析学のみならず現代数学の幅広い分野で現れる極限を用いた議論を正確に展開する方法を身に付ける。

DA105 複素関数論Ⅰ

複素数の世界での微分と積分についての基礎的な事項について学ぶ。まず複素数と複素平面についての基本事項を述べ、複素数の数式による表現とその幾何学的な意味について学ぶ。それを基礎として、今まで実数の世界で考えてきた多項式、指数関数、三角関数などの初等関数を複素数の世界へ拡張する。

これらの関数は複素数の世界でも微分可能な関数、すなわち正則関数になっていることを理解し、さらに一般の正則関数の基本的な性質を学んで行く。講義の理解を助けるための問題演習を適宜行う。

DA106 複素関数論Ⅱ

「複素関数論」に引き続き複素関数の微分と積分について学び、複素関数論の基礎を一通り理解することを目標とする。まず正則関数の線積分に関して最も基本的なコーシーの定理を証明し、それを基礎として正則関数の諸性質を導く。たとえば線積分と正則関数の定義された領域の幾何学的な性質との関連、正則関数は無条件でテラー級数に展開されること、特異点のまわりでのローラン級数展開と留数など。さらにコーシーの定理を実数の定積分の計算に応用する。講義の理解を助けるための問題演習を適宜行う。

DA107 数理モデルと微分方程式Ⅰ

常微分方程式の初歩的な理論を体系的に学び、常微分方程式を用いて自然現象や社会現象の数理モデルを作り解析することを学ぶ。人口増加のモデル、生存競争のモデル、振動の問題など、比較的簡単な常微分方程式として定式化される現象を題材として扱う。現象を数学モデルとして定式化し、モデルとして得られた常微分方程式などの数学的対象を数学的に解析することによって、自然現象や社会現象の理解を深めることを、実際問題を例として解説する。

DA108 数理モデルと微分方程式Ⅱ

常微分方程式の基礎理論を、各種の数理モデルを題材として現実の問題と関連付けながら解説する。「数理モデルと微分方程式Ⅰ」で扱った数理モデルよりやや複雑な数理モデルを取扱い、その過程で、行列の指数関数、定数変化法、関数の作る空間などの考え方を解説する。2個以上の未知関数に関する微分方程式をも取り扱う。微分方程式の性質を理解するためにはしばしば線形代数の概念が有用である。線形代数の概念を使うと、線形の微分方程式も行列や数ベクトルや連立1次方程式と同じ数学的構造を持つことが理解される。

DA109 数理解析学AⅠ

解析学を数理科学へ応用する際に重要な関数解析学の基本的な事項について講義する。関数解析とは、線形代数や距離空間を始めとする様々の幾何学的な考え方を、適当な条件を満たす関数全体からなる空間(関数空間)において展開することである。ここではベクトル空間や距離空間の基本事項について復習した後、バナッハ空間やヒルベルト空間などの関数解析の基本概念を導入し、具体例を通して関数解析の考え方に親しむことを目標とする。

DA110 数理解析学AⅡ

「数理解析学AⅠ」の内容に引き続いて関数解析の基本的な事項とその応用について講義する。バナッハ空間やヒルベルト空間における基本的な定理や手法について解説し、それを具体的な関数空間に適用して、微分方程式の解の存在と一意性の問題、ある関数の列を用いて関数空間の任意の元を表示すること、などの具体的な問題を扱う。たとえば、一般の微分方程式の解を既知の関数やその不定積分を

用いて表すこと(求積法)は一般には不可能であるが、関数解析の手法により、解の存在や一意性の問題を理論的に扱うことが可能になる。

DA111 数理解析学BI

関数解析の理論と、関数解析の理論を微分方程式や積分方程式などの解析に応用するための具体的な手法とを、講義する。関数解析は、線形代数や幾何学の考え方を無限次元の空間において展開し、種々の関数方程式の解の存在や一意性の問題などを解決しようとする理論である。関数解析を理解するためには、その抽象的な理論とともに、具体的な関数のつくる無限次元空間の様々の性質を理解することが不可欠である。この授業では、関数のつくる種々の空間の性質を解説し、その関数方程式への応用について講義する。

DA112 数理解析学BII

「数理解析学BI」に引き続いて、関数解析の作用素の理論と、それを微分方程式や積分方程式などの解析に応用するための種々の手法について、講義する。広いクラスの関数に適用できる積分の理論や、積分を利用して関数の大きさを計る方法、フーリエ級数展開やフーリエ変換の基礎理論、直交関数系を用いて関数を展開する一般論、種々の積分変換の基本的な性質などを講義し、それらを利用して、偏微分方程式、常微分方程式、積分方程式などの解の性質を調べることを、理論面を重視して、解説する。

DA113 情報解析学I

フーリエ解析の基本的事項について、特に情報学への応用を目標に解説する。フーリエ解析は、音や電磁波などの波動現象を数学的に解明する道具である。三角関数から出発して、フーリエ級数、フーリエ変換、離散フーリエ変換などのフーリエ解析の基本的な手法について解説した後、その音声信号、電波による通信、信号処理、画像処理などへの応用に言及する。フーリエ解析を通して、解析学の手法が情報学をはじめとする理工学分野で不可欠の言語としての役割を担っていることを認識させる。

DA114 情報解析学II

微分方程式とその数値シミュレーションの基本事項について、解析学の立場から解説する。多くの自然現象や社会現象は、数学的には微分方程式で記述される。しかし微分方程式を正確に解くのは一般には困難であり、現在では微分方程式の近似解法を用いた諸現象のコンピュータシミュレーションが広く用いられている。前半では一般の常微分方程式とその数値計算法を扱い、後半では波動方程式、熱方程式、ラプラス方程式などの典型的な偏微分方程式を取り上げ、その数学的な性質と、それぞれの性質に応じた数値計算法について解説する。

代数学

DA201 線形代数学II

線形代数の基本事項のうち、ベクトル空間と線形写像という抽象的概念に馴染みを深め、その応用として行列を対角化する方法を理解することを目標とする。これらの概念を定義するだけでなく、数ベクトル空

間、数列空間、関数空間における部分空間の例を通じて、感覚的な理解の助けとする。一次独立性や基底の概念については、感覚的説明と共に、論理的な扱いを丁寧に示し、2年次以降に導入される抽象数学への準備とする。行列の対角化については、その幾何学的意味だけでなく、実践方法に対する詳しい説明を与えて、理解の定着に努める。

DA202 線形代数学演習 II

「線形代数学 II」の講義内容に対する補足説明(特に実例)及び問題演習を通じて、抽象概念に対する理解と計算力を養うことを目標とする。この目標の達成のため、学生各自に、定義を繰り返し述べること、定義に基づいた確認を自力で行うこと、行列の対角化に関しては演習問題として与えられた実例を解くことを求める。この訓練により、ベクトル空間と線形変換、ベクトルの一次独立性、基底などの抽象概念を体得し、行列の階数や対角化の幾何学的な意味を理解し、与えられた行列が対角化可能かどうか判定し、可能な場合には正しく対角化できるようになることを目指す。

DA203 線形代数学 III

「線形代数学 I、II」で学んだ知識をもとに、行列の標準形、最小多項式、双対空間、商空間などの線形代数学の更に深い内容について講義する。線形代数学は、代数学はもとより、幾何学、解析学等で必須である。また高度な理論が線形化を通して線形代数の問題に帰着することもある。ここでは、固有値、固有ベクトル、行列の対角化についての復習から始めて、実対称行列、エルミート行列、実直交行列、ユニタリ行列、さらに一般に正規行列の標準形、1次変換の最小多項式、双対空間、商空間について学び、他分野への応用にも資する。

DA204 代数学A I

数学のどの分野を学ぶのにも必要とされる群論の基本的部分を学ぶ。集合に演算が定義され、特に結合律が成立すると、数学の対象となる。更に「単位元の存在」、「逆元の存在」の公理を満たすものが群である。群は数理学のどの分野でも出現し「面白い数学には群が関係している」という標語もある。ここでは群の一般論と共に自明でない多くの具体例を学ぶ。たとえば、巡回群、対称群、行列群、既約剰余類群などを取り上げる。部分群による剰余分解までを目標とする。諸概念、諸定理を上記の具体的な群に適用して理解を深める。

DA205 代数学A II

「代数学 A I」に引き続き群論の基本事項について学ぶ。群は自然界の現象とも繋がりがあり、この群の構造を調べることが、群論の目的の一つであると言ってもよい。その過程で様々な概念が導入され、様々な定理に結実してくる。ここでは、正規部分群と剰余群、準同型写像と準同型定理、共役類分解などを学び、諸概念、諸定理を具体的な群に適用して理解を深める。有限生成可換群の基本定理やシローの定理までを目標とするが、体のガロア理論に付随して必要とされる群論部分についても少々言及する。

DA206 代数学B

代数学のいくつかの具体的な題材について解説する。2年次前半までの代数学の講義では十分言及できなかった部分を補うものであり、また線形代数学の応用でもある。数論からの題材として既約剰余類とそ

の応用、平方剰余など、群論からは、一般線形群、直交群、ユニタリ群などの行列群を取り上げる。さらに実直交群の部分群としての3次元回転群の有限部分群を求める。また、連続群としての行列群について線形代数の応用として解説する。あるいは、線形代数の応用発展として、射影空間での幾何学について解説する。

DA207 代数学C

抽象代数学への入門として、初等整数論などを通じて、群、環、体、加群の理論における基本概念への自然な導入を与えることを目標とする。現代の暗号学における素数の持つ重要性を解説して、抽象代数学の応用性の広さを示す一方、フェルマーの小定理などの初等的証明とその吟味を通じて、現代代数学における抽象化のもたらす意義を示す。基本的な演習問題を与え、学生各自がそれを解くことにより、以上の目標を達成できるように図る。

DA208 情報代数学 I

代数学の応用として、情報科学の数理的側面について学ぶ。現在のコンピュータネットワークの時代では、データセキュリティやデータの完全性が基本的重要性を持つ。その要請に答えるべく、暗号理論、符号理論が展開されてきたが、それらは線形代数、数論、群論などに基づいている。ここでは、整数の性質、ユークリッドの互除法、連分数から始めて、コード、暗号、誤り訂正符号の基本に言及する。インターネットで使用されている暗号が、群論のフェルマー・オイラーの定理の応用であることを学ぶ。

DA209 情報代数学 II

有限体の理論とその情報科学への応用について学ぶ。現在のネットワーク社会を支える符号理論や暗号理論では有限体(有限個の元からなる体)の理論が応用されている。ここではまず、有限体と有限体上の多項式環について学ぶ。一般論だけでなく、具体例を実際に計算することにより理論を理解することを目標とする。続いて多項式の乗法に基礎をおく複数の誤り訂正ができる符号について学ぶ。最後は多項式アルゴリズムと高速フーリエ変換について学ぶ。これらで必要となる環論についても適宜説明を加える。

DA210 符号と暗号A

有限体上の数ベクトル空間の部分集合論である符号理論について、情報伝達における誤りを訂正するための重要な技法である事を理解し、基本的な誤り訂正の実践法を習得することを目標とする。線形符号を主に扱い、その長さ、次元、最小重みといった基本量の導入後、復号法について解説し、ハミング符号などを事例とする復号計算を行う。重み多項式や最小重みを持つベクトルのなす組合せ構造など更に進んだ話題についても触れ、符号の自己同型群の実例計算などを行うこともある。

DA211 符号と暗号B

暗号技術の数理的な基礎について学ぶ。現在ではコンピュータネットワークが社会基盤の一翼を担っている。そこでは暗号がデータの秘密保護、電子商取引の安全性などのために必須の技術となっている。この授業では、暗号技術が基本的な数学、特に代数学に基づいていることを学ぶ。暗号理論の学習を通

して、暗号の安全性は解読するための手間の大きさに依存しており、数学の進展やコンピュータの革新に伴って必ずしも安全ではなくなる可能性があることを認識するのは重要なことである。

DA212 代数学特論AⅠ

環論と体論における基本事項の理解を目標とする。有理整数環、一変数多項式環などを中心例として、主に可換環論を扱う。部分環、イデアル、剰余環、整域の商体などの基本概念から始めて、例による概念の理解の深化を図る。適当な基本的演習問題を与えて、学生各自がそれを独力で解くことにより理解を深めることができるようにする。時間の余裕と学生の意欲適性に応じて、基本的事項の解説に続いて次のいずれかに関連する話題について解説する。一意分解環とイデアル分解論、非可換環論の一端、加群と単因子論。

DA213 代数学特論AⅡ

「代数学概論A」の接続として、可換体の拡大理論を解説し、ガロア理論を素描することを目標とする。多くの実例を背景に拡大理論を解説し、ガロア理論の意味するところを解説する。目指すのは、代数体と有限体を具体的に扱えるようになること、具体的な拡大における中間体とガロア群の部分群の対応が書き出せるようになることである。学生の興味や適性に応じて、かなり抽象的な証明、例えば最小分解体や代数閉包の存在の証明などは省くこともある。応用として、角の三等分、定規とコンパスによる作図問題などを扱う。

DA214 代数学特論BⅠ

3年次までの代数学関連科目で学んだ基本的概念のうち、群論及び有限体論に関するものへの理解を更に深めることを目標とする。群の作用の概念の復習から始めて、置換群論への入門的講義を行う。作用を受ける集合の例として取り上げるのは、有限体上のベクトル空間論中の曲線・曲面・部分空間などの幾何構造であり、作用する群はこれらの対象の自己同型群(古典群及びその部分群)である。有限集合上の幾何学(組合せ論)に関する基本的内容も講義する。

DA215 代数学特論BⅡ

「代数学特論BⅠ」において解説された群論的・組合せ論的方法を用いて、古典群及び関連する幾何構造に関する基本的な事実を証明する。数論的に興味深い有限体上の写像に結びついて、ある幾何構造(射影平面中の弧、可換群中の差集合、階数2の極空間など)が構成されることを説明し、置換群論的手段を用いたその扱いの一端を示す。更に、これら低階数の古典的な幾何を抽象化した単体複体である建物や高次元の双対弧などに関する入門的解説を行う。

幾何学

DA301 幾何学AⅠ

一般の距離空間について講義する。距離関数が定義された集合を距離空間という。高校時代からなじみの深いユークリッド空間も距離空間の一例である。ユークリッド空間を拡張、一般化することを目標に、距

離関数の定義、距離空間の例からはじめて、距離空間上の写像の連続性など解析学の基礎となる事柄について説明していく。また、距離空間は「幾何学 A」で講義する位相空間の一つとなっている。位相空間であるという観点から、距離空間で成立する性質についても詳しく説明していく。

DA302 幾何学AII

位相空間について講義する。「幾何学 A」で講義した距離空間を更に一般化し、抽象化したものが位相空間である。幾何学には、二種類あり、距離や面積、体積が計算できる微分幾何学と距離の概念がなく「やわらかな幾何学」と呼ばれている位相幾何学である。位相幾何学の基礎である位相空間について、位相空間上の写像の連続性やコンパクト性などの性質を説明していく。今までに学習した数学にはない抽象化された概念が登場する。本質的なものを取り出し、一般化するという数学の本質に触れることになる。

DA303 幾何学とグラフ

この講義では、グラフが持つ幾何学的な性質に着目し、そこから発生する問題と得られる結果について理解することが目標である。ある 2 つの集合において、一方の集合から他方の集合の適当な 2 元部分集合族への写像が定める組み合わせ構造をグラフと呼ぶ。グラフは 1 次元の多面体として図形的に捉えることもできる。我々のまわりに満ち溢れている様々な図形が、思いもかけない深い性質を持っていることを認識し、またそれらの性質が、数学を用いて鮮やかに捉えられる様子を理解することが重要である。

DA304 幾何学BI

基本群について講義する。代数的位相幾何学において、二つの代表的な位相不変量がある。基本群とホモロジー群である。この授業では、よりイメージがつかみやすい基本群を取り上げる。位相幾何学では、位相同型なものは同じものとみなす。三角形と円盤の区別がない世界で図形の本質的性質を研究するのが位相幾何学である。ある点から進んで行き、その点にもどる道全体を考える。そこに群の構造を入れたものが基本群である。基本群の基本的な性質やその計算例等について解説する。

DA305 幾何学BII

この授業ではホモロジー群について講義する。位相不変量には、図形そのものから定義する場合と図形間の写像から定義する場合がある。ホモロジー群は後者であり、まず図形を根本的な図形の集まりとみなす。その根本的な図形の中に写像をつくり、写像の像と核からホモロジー群は定義される。代数的な要素が強い位相不変量であるが、位相幾何学において最も基本的な位相不変量である。ホモロジー群の基本的性質、そして具体的な計算法について講義する。

DA306 グラフとその応用

この授業ではグラフ理論の様々な側面を理解することが目標である。ある 2 つの集合において、一方の集合から他方の集合の適当な 2 元部分集合族への写像が定める組み合わせ構造をグラフと呼び、これを離散数学の立場から研究する分野をグラフ理論と呼ぶ。グラフ理論は現代数学のみならず自然科学全般にわたりその離散構造の基幹を成し、幅広く応用されている。本講義では、グラフ理論の基礎事項につい

て解説するとともに、幾つかの応用例を紹介する。組み合わせ的な取り扱いのみならず、代数的及び幾何学的な取り扱いについても触れる。

DA307 結び目理論 I

この授業では結び目理論の基礎を理解することが目標である。位相幾何学では、円周の3次元空間への埋め込み、あるいは埋め込みの像を結び目という。即ち、紐で結び目を作り、その端点をつなげたものである。いくつかの結び目の集まりを絡み目という。結び目や絡み目を研究対象にするのが結び目理論であり、現在、他の数学分野や統計力学など他の科学分野とも深く関係し、活発に研究されている。この結び目理論の初歩を講義する。特に、結び目理論の目的の一つである結び目の分類のために必要な基本的事項について、解説する。

DA308 結び目理論 II

この授業では結び目の不変量を理解することが目標である。結び目を分類するためには、結び目不変量と呼ばれる関数が必要である。位相幾何学では、同相写像で移りあうものは同じものとみなす。結び目は3次元空間において、様々な形を取りうる。そこで、どのような形をとっても同じ結び目ならば同じ値をとる関数、すなわち結び目不変量が必要となる。結び目不変量が異なれば、異なる結び目であると結論できる。「結び目理論」に引き続き、結び目について講義するが、特に、色々な不変量の定義と計算方法について重点的に解説する。

DA309 位相幾何学 AI

位相幾何学のうち、結び目理論の最近の話題について解説する。結び目不変量には、自然数の値をとるものや多項式の形をとるものなどがある。多項式不変量は、量子群不変量に一般化され、更に有限型不変量としても特徴付けられている。まず、多項式不変量について解説し、有限型不変量の定義を解説する。有限型不変量はある意味で、不変量全体を階層分けしたものであり、ある階層以下の有限型不変量はベクトル空間となる。有限型不変量概念を詳しく解説する。

DA310 位相幾何学 AII

「位相幾何学 A」に引き続き、有限型不変量について解説する。結び目の射影図において、結び目の一部分が変形される操作を局所変形とよぶ。局所変形の中で、 C_n -移動と呼ばれるものがあり、 n は自然数の値をとる。これは局所変形の集まりである。この移動と有限型不変量が密接な関係をもっている。その関係について詳しく説明していく。また、有限型不変量に関する最近の話題、更に有限型不変量に限らず、結び目理論において多くの関心を得ている話題を選び、解説していく。

DA311 位相幾何学 BI

この授業では空間グラフの基礎を理解することが目標である。3次元空間に埋め込まれた1次元多面体を空間グラフと呼び、空間グラフを位相幾何学的な側面から研究する分野は空間グラフ理論と呼ばれる。空間グラフ理論は、結び目理論の1つの一般化として、低次元位相幾何学の一領域を成し、代数的位相幾何学や3次元多様体論とも関係しつつ、高分子化学への応用も見据えて発展を続けている比較的若

い分野である。本講義では、空間グラフ理論における研究の動機付けとなる古典的な事実から始めて、基本的な結果について解説する。

DA312 位相幾何学BII

「位相幾何学 B」で講義した空間グラフ理論の基礎の上に立ち、空間グラフ理論の近年の動向を踏まえ、その最近の話題について講義する。特に、具体的に計算可能な空間グラフの代数的不変量と、それら不変量によって捉えられる空間グラフの諸性質について詳しい解説を行う。講義においては、結び目理論には現れないけれども空間グラフには現れる独特の現象を、いかに代数的不変量によって明快に捉えるかに重点を置いて解説する。できるだけ最新の結果についても紹介及び解説を試みる。

応用数理学

DA401 確率統計 I

数学の一分野としての確率論の基礎を理解させることを目的とする。まず確率空間の公理をルベーグ式の測度論を持ち出さない範囲で出来るだけ厳密に述べた後、ランダムな現象をモデル化するために確率変数を導入する必要性を解説する。次に確率変数の分布の定義とその意義を説明し、分布の特性量としての期待値、分散、共分散等の定義とその計算方法を解説する。またチェビシェフの不等式とその応用としての大数の法則を説明し、最後に中心極限定理まで解説する。

DA402 確率統計 II

統計学の基本的手法である推定論と検定論の初歩について講義する。数理統計学の立場から、その基礎となる理論の根拠やその具体的手法について、具体的な例を使いながら解説をする。最初に独立同分布確率変数列によってランダムサンプリングがモデル化されることを詳しく説明した後、推定論や検定論が確率的には何を意味するかを解説することによって、統計学的分析から得られた結論について正確に理解できることを目指す。

DA403 数理モデルと確率論 I

数理モデルとして用いられる確率過程の中で最も基本的なマルコフ連鎖について講義をする。まず最も簡単なマルコフ連鎖である 1 次元対称ランダムウォークについて組み合わせ論的な計算によって導かれる結果をフェラーの教科書に沿って解説する。次に状態空間の再帰的同値類と非再帰的集合への分解について解説した後、再帰的同値類への吸収確率について論じる。最後にその応用として出生死亡過程、待ち行列、分枝過程についての解析を行う。

DA404 数理モデルと確率論 II

「数理モデルと確率論」に続いてマルコフ連鎖についてより詳しく論じる。特にマルコフ連鎖の分布に関する収束定理について論じる。まず定常分布と状態の周期に関して、その定義と関連する定理について解説する。次に非周期的な状態の遷移確率の収束に関しての基本定理を詳しく解説する。最後に周

期的な状態についての収束定理について解説後、周期的な状態を含む一般的な場合の収束定理について解説する。

DA405 確率統計特論AⅠ

数理ファイナンスの入門についての解説を行う。「確率統計特論A」ではまず必要な確率論の知識を整理して簡潔に解説する。次にポートフォリオ選択理論に関する一般論の解説を行う。次にデリバティブの価格付け理論を離散時間モデルを用いて解説し、2項多期間モデルの極限としてブラックショールズの価格公式が得られることを示す。また離散時間モデルの極限として連続時間モデルが得られることと、伊藤の公式やブラックショールズの偏微分方程式についても簡単に触れる。

DA406 確率統計特論AⅡ

「確率統計特論A」に続いて連続時間の場合の数理ファイナンスの入門についての解説を行う。まずルベグ式測度論に基づく確率論の中で使われる定理や定義の中で講義に使う必要のあるものについて簡単にまとめて解説する。さらに条件付期待値の概念を例を交えて解説し、それを使ってマルチンゲールの概念を解説する。次いで、ブラウン運動とそのマルチンゲールとしての性質に基づく伊藤の公式等の確率解析に必要な道具立てを用意した後に、連続時間モデルを使ったデリバティブの価格付け理論について論じる。

DA407 確率統計特論BⅠ

多変量解析の基本的な手法とその理論についての解説を行う。講義内容は重回帰分析、主成分分析、判別分析、数量化分析である。単なる計算手法の解説や統計パッケージの使い方の説明だけではなく、それらの解析手法が依って立つ数理統計学に基づく理論的背景についても詳しい解説を行う。講義と並行してパソコン用のソフトを使って模擬データや実際のデータについて計算を行いその出力結果の意味について解説する。

DA408 確率統計特論BⅡ

時系列解析の基本的な手法とその理論についての解説を行う。まず時系列の基本的モデルである、(トレンド) + (季節変動) + (定常過程)のモデルについての解説を行い、次にトレンドと季節変動についてのいくつかの推定法について解説を行う。ついで定常過程の一般論について説明した後、いくつかの代表的な定常過程モデルについて、その性質と予測についての理論を解説する。最後にトレンドと季節変動の推定値を合わせた時系列全体の予測についての解説を行う。講義と並行してパソコンソフトによる計算も行う。

情報学

DA501 情報学概論

情報科学の各分野を勉強していくために必要な基礎知識を得ることを目標とする。この講義では、情報科学とは何か、人間の歴史における情報活動の変化やコンピュータの歴史など一般的な事柄から始め、

続いてコンピュータの基本構成(アーキテクチャ)、コンピュータでの情報の表現方法(補数表現、文字コード)、コンピュータの言語と考え方(プログラミング、アルゴリズム、帰納と再帰)などについての概論を解説する。また、コンピュータで何ができるか、何ができないか、これからのコンピュータについても考えていく。

DA502 情報数学

情報系の分野のための論理数学の基礎を講義する。コンピュータは概念と論理の機械であるから、コンピュータを理解するには基本的な数学の知識が欠かせない。計算機数学の講義であるが、すべてを網羅するのではなく、以下の内容を中心にする。まず、集合の基礎的な言葉と概念を講義する。再帰的定義、再帰による計算、帰納法を中心として再帰、帰納の考え方を解説する。そして、主に命題論理を中心とした論理の初歩について解説していく。

DA503 プログラミング

C 言語の基礎を学び、C 言語で簡単なプログラムが組めるようになることを目標とする。コンピュータに作業させるには、プログラムを書いて実行させる必要がある。プログラムとは何か、プログラムを実行させるとはどういうことか、ということから始め、どのようなプログラムを書けばよいか、アルゴリズムとは何かを、足し算や引き算から、約数や素数を見つける計算、整数を小さい順に並べるプログラムなど、たくさんのプログラムを作り、結果を確認しながら学んでいく。

DA518 情報と職業

情報を学ぶ生徒・学生が情報関連の職種へ就職する場合に必要な進路指導のあり方について学ぶ。情報社会における産業構造と職業構造の変化、情報関連職種への就業に必要な基礎知識、および、情報関連分野の業務内容について解説する。その上で、情報関連職種に就業することの実情を多面的に理解させることを通じて、職業適性について考え、職業人としての役割や責任を自覚することの重要性を説く。さらに、職業意識や倫理観、情報関連職種のキャリアパス、専門性の習得など、情報社会における人材育成のあり方について説く。

情報理学

DA701 数理モデルとシミュレーションA

数理モデルとシミュレーションの基礎について理解することを目標とする。自然現象などをモデル化して現れる方程式を数値計算によって解き、その現象のシミュレーションを行うことを数値シミュレーションという。数値シミュレーションは、コンピュータの発展に伴い様々な分野でその重要性を増し、実験とともに理論を検証するための非常に重要な位置を占めるに至っている。この授業では、数理モデルやシミュレーションの基本について、できるだけコンピュータを用いた実習を取り入れながら学習する。

DA702 数理モデルとシミュレーションAII

「数理モデルとシミュレーション A」に引き続き、数理モデルとシミュレーションの基礎について理解することを目標とする。数値シミュレーションは、(1)解析対象となる現象をモデル化し、微分方程式で表現す

る、(2)微分方程式を有限差分法や有限要素法によって離散化し、コンピュータで計算可能な線形方程式で近似する、(3)線形方程式をコンピュータで解く、といったプロセスで実行される。この授業では、これらのプロセスの基本について、コンピュータによる実習も含めて学習する。

DA901 数学講究

代数学、幾何学、解析学、応用数理学分野から担当教員と履修者が相談の上テーマを選んで、テキストの輪読、問題演習、討論などを通して理解を深めることを目的とする。3年次までの数学の各分野の学習の集大成として、自らの興味ある分野について、主体的に学習や研究を進めてその結果を発表し、討論によって理解を深化させる、という作業を毎回行い、最後にまとめとしてレポートを作成する。これにより数学に対する理解を深めると共に、問題解決能力やプレゼンテーション能力を養う。週2コマの授業である。

情報理学専攻

解析学

DB113 情報解析学Ⅰ

フーリエ解析の基本的事項について、特に情報学への応用を目標に解説する。フーリエ解析は、音や電磁波などの波動現象を数学的に解明する道具である。三角関数から出発して、フーリエ級数、フーリエ変換、離散フーリエ変換などのフーリエ解析の基本的な手法について解説した後、その音声信号、電波による通信、信号処理、画像処理などへの応用に言及する。フーリエ解析を通して、解析学の手法が情報学をはじめとする理工学分野で不可欠の言語としての役割を担っていることを認識させる。

DB114 情報解析学Ⅱ

微分方程式とその数値シミュレーションの基本事項について、解析学の立場から解説する。多くの自然現象や社会現象は、数学的には微分方程式で記述される。しかし微分方程式を正確に解くのは一般には困難であり、現在では微分方程式の近似解法を用いた諸現象のコンピュータシミュレーションが広く用いられている。前半では一般の常微分方程式とその数値計算法を扱い、後半では波動方程式、熱方程式、ラプラス方程式などの典型的な偏微分方程式を取り上げ、その数学的な性質と、それぞれの性質に応じた数値計算法について解説する。

代数学

DB201 線形代数学Ⅱ

線形代数の基本事項のうち、ベクトル空間と線形写像という抽象的概念に馴染みを深め、その応用として行列を対角化する方法を理解することを目標とする。これらの概念を定義するだけでなく、数ベクトル空間、数列空間、関数空間における部分空間の例を通じて、感覚的な理解の助けとする。一次独立性や基底の概念については、感覚的説明と共に、論理的な扱いを丁寧に示し、2年次以降に導入される抽象数学への準備とする。行列の対角化については、その幾何学的意味だけでなく、実践方法に対する詳しい説明を与えて、理解の定着に努める。

DB202 線形代数学演習Ⅱ

「線形代数学Ⅱ」の講義内容に対する補足説明(特に実例)及び問題演習を通じて、抽象概念に対する理解と計算力を養うことを目標とする。この目標の達成のため、学生各自に、定義を繰り返し述べること、定義に基づいた確認を自力で行うこと、行列の対角化に関しては演習問題として与えられた実例を解くことを求める。この訓練により、ベクトル空間と線形変換、ベクトルの一次独立性、基底などの抽象概念を体得し、行列の階数や対角化の幾何学的な意味を理解し、与えられた行列が対角化可能かどうか判定し、可能な場合には正しく対角化できるようになることを目指す。

DB208 情報代数学 I

代数学の応用として、情報科学の数理的側面について学ぶ。現在のコンピュータネットワークの時代では、データセキュリティやデータの完全性が基本的な重要性を持つ。その要請に答えるべく、暗号理論、符号理論が展開されてきたが、それらは線形代数、数論、群論などに基づいている。ここでは、整数の性質、ユークリッドの互除法、連分数から始めて、コード、暗号、誤り訂正符号の基本に言及する。インターネットで使用されている暗号が、群論のフェルマー・オイラーの定理の応用であることを学ぶ。

DB209 情報代数学 II

有限体の理論とその情報科学への応用について学ぶ。現在のネットワーク社会を支える符号理論や暗号理論では有限体(有限個の元からなる体)の理論が応用されている。ここではまず、有限体と有限体上の多項式環について学ぶ。一般論だけでなく、具体例を実際に計算することにより理論を理解することを目標とする。続いて多項式の乗法に基礎をおく複数の誤り訂正ができる符号について学ぶ。最後は多項式アルゴリズムと高速フーリエ変換について学ぶ。これらで必要となる環論についても適宜説明を加える。

DB210 符号と暗号 A

有限体上の数ベクトル空間の部分集合論である符号理論について、情報伝達における誤りを訂正するための重要な技法である事を理解し、基本的な誤り訂正の実践法を習得することを目標とする。線形符号を主に扱い、その長さ、次元、最小重みといった基本量の導入後、復号法について解説し、ハミング符号などを事例とする復号計算を行う。重み多項式や最小重みを持つベクトルのなす組合せ構造など更に進んだ話題についても触れ、符号の自己同型群の実例計算などを行うこともある。

DB211 符号と暗号 B

暗号技術の数理的な基礎について学ぶ。現在ではコンピュータネットワークが社会基盤の一翼を担っている。そこでは暗号がデータの秘密保護、電子商取引の安全性などのために必須の技術となっている。この授業では、暗号技術が基本的な数学、特に代数学に基づいていることを学ぶ。暗号理論の学習を通して、暗号の安全性は解読するための手間の大きさに依存しており、数学の進展やコンピュータの革新に伴って必ずしも安全ではなくなる可能性があることを認識するのは重要なことである。

幾何学

DB306 グラフとその応用

この授業ではグラフ理論の様々な側面を理解することが目標である。ある2つの集合において、一方の集合から他方の集合の適当な2元部分集合族への写像が定める組み合わせ構造をグラフと呼び、これを離散数学の立場から研究する分野をグラフ理論と呼ぶ。グラフ理論は現代数学のみならず自然科学全般にわたりその離散構造の基幹を成し、幅広く応用されている。本講義では、グラフ理論の基礎事項について解説するとともに、幾つかの応用例を紹介する。組み合わせ的な取り扱いのみならず、代数的及び幾何学的な取り扱いについても触れる。

情報学

DB501 情報学概論

情報科学の各分野を勉強していくために必要な基礎知識を得ることを目標とする。この講義では、情報科学とは何か、人間の歴史における情報活動の変化やコンピュータの歴史など一般的な事柄から始め、続いてコンピュータの基本構成(アーキテクチャ)、コンピュータでの情報の表現方法(補数表現、文字コード)、コンピュータの言語と考え方(プログラミング、アルゴリズム、帰納と再帰)などについての概論を解説する。また、コンピュータで何ができるか、何ができないか、これからのコンピュータについても考えていく。

DB502 情報数学

情報系の分野のための論理数学の基礎を講義する。コンピュータは概念と論理の機械であるから、コンピュータを理解するには基本的な数学の知識が欠かせない。計算機数学の講義であるが、すべてを網羅するのではなく、以下の内容を中心にする。まず、集合の基礎的な言葉と概念を講義する。再帰的定義、再帰による計算、帰納法を中心として再帰、帰納の考え方を解説する。そして、主に命題論理を中心とした論理の初歩について解説していく。

DB503 プログラミング

C 言語の基礎を学び、C 言語で簡単なプログラムが組めるようになることを目標とする。コンピュータに作業させるには、プログラムを書いて実行させる必要がある。プログラムとは何か、プログラムを実行させるとはどういうことか、ということから始め、どのようなプログラムを書けばよいか、アルゴリズムとは何かを、足し算や引き算から、約数や素数を見つける計算、整数を小さい順に並べるプログラムなど、たくさんのプログラムを作り、結果を確認しながら学んでいく。

DB504 ネットワーク

情報通信ネットワークについて理解することを目標とする。普段、何気なく使っているコンピュータがネットワークで結ばれることにより、どのようなことができるようになるか、メールはどのような方法で送受信されるのか、ホームページはどのようにして表示されるのか、ということも含めて、ネットワークシステム(ネットワークの基礎・構築・運用と保守・安全対策)について学習する。さらに、コンピュータを用いた実習を通して、TCP/IP 等によるネットワークシステムの具体的な利用法を体得する。

DB505 マルチメディア概論

マルチメディアの学習・体得をめざし、デジタル化の原理、および、そこから派生するさまざまな応用について講義を行う。コンピュータはアナログデータを処理することはできない。そのため長い間、人間とのインターフェースには文字をその媒体としてきた。近年、コンピュータが高性能になりアナログをデジタル化することによりコンピュータ処理が可能になった。文字に限らず画像、音声など、多彩な情報伝達手段がマルチメディアである。このような原理を理解した上で、加工技術などのコンピュータ処理をする実習を行う。

DB506 アルゴリズムとデータ構造

整列や探索などのアルゴリズムとその計算量、データ構造について実習を交えながら講義する。非数値的問題をコンピュータで解決する際には、プログラムを作成したり既存のプログラムを利用したりするが、それらのプログラムは、探索や整列などのアルゴリズム(非数値アルゴリズム)に基づいている。プログラムを作成する際には、それぞれのアルゴリズムに適したデータ構造を導入することも重要である。アルゴリズムは素朴なものと同標準的なものを取り上げ、基本事項の習熟に重点を置く。C 言語によるプログラミングの実習も行う。

DB507 コンピュータアーキテクチャ

コンピュータのハードウェアとその動作原理について実習を交えながら講義する。コンピュータのハードウェアは5大要素から構成されている。これらの要素はそれぞれに工夫がなされ、全体としてコンピュータの進化を形成している。そのベースとなるのが論理設計である。論理は2進法で表現される。5大要素の構成およびその動作原理、2進法での論理表現、数値表現を理解させることを目標とする。特に中央処理装置に重点を置いて解説する。実習ではコンピュータのハードウェアの分解・組立や、論理回路の設計などを行う。

DB508 数値計算

数値計算のアルゴリズム(数値アルゴリズム)とそれらの誤差や収束性などの性質を理解することを目的とする。数値解析の入門的講義である。理学や工学あるいは社会科学などに現れる数学の問題を数値的に解くことが数値計算であり、数値計算の数学的基礎となる学問を数値解析という。数値解析の基本的な各項目に対し、数学的背景を述べた上で数値計算のためのアルゴリズムについて解説する。アルゴリズムは素朴なものと同標準的なものを取り上げ、基本事項の習熟に重点を置く。C 言語によるプログラミングの実習も行う。

DB509 コンピュータグラフィックス

コンピュータグラフィックス(CG)の基礎を理解し、実際に簡単な作品を作ることを目標とする。CG は今やテレビや映画に欠かすことのできない技術となっているが、コンピュータを用いてどのようにして架空の図形が作られるのかを理解するために、図形の表現に必要な数学的基礎知識の復習から始める。その後、2次元画像および3次元画像の設計、表現、さらに画像の変換や合成に必要な CG の基礎を習得する。理論だけでなく実習を行うことにより理解を深める。グループまたは個人での作品制作を最終課題とする。

DB510 ソフトウェア工学

高品質なソフトウェアを計画的かつ効率的に開発するための理論とその実践的技術であるソフトウェア工学について、その基礎を広く学ぶ。ソフトウェア開発とは何か、どのような問題があり解決のためにはどんな技術があるのかを理解することを目指す。要求工学、ソフトウェア設計、検証・テスト・保守等、システム開発の工程に沿って必要とされる技術を学ぶ。特に、代表的な開発・設計技術であるオブジェクト指向について、設計の実習を行いながら理解する。

DB511 データベースA

本講ではデータベースシステムの基礎について、主に実践面から習熟することを目的とする。現代社会においては、社会活動から生み出される"情報"が大きな価値を持つが、この情報を有意義に活用するための鍵を握る要素のひとつがデータベースシステムである。リレーショナルデータベースを中心に、データモデル、DBMS の基礎を学び、実習を交えながら実際にデータベース設計等を行う。発展として、オブジェクト指向データベースや、データベースとしての XML や Web 等の話題も取り上げる。

DB512 データベースB

本講ではデータベースシステムの基礎について、理論面から理解することを目的とする。現代社会において重要な"情報"を有意義に活用するためにはデータベースシステムが不可欠であるが、単に利用方法がわかるだけではなく、理論面からも正しく理解していることは大切である。リレーショナルデータベースを中心に、正規化の理論、DBMS のアーキテクチャ、トランザクション管理等を学ぶ。また、理解の確認のために実習を行う。発展として、データマイニング等の話題も取り上げる。

DB513 インターネット

コンピュータの通信システムの基礎となる TCP/IP を中心に講義を行う。インターネットは情報通信システムの体系のもとに、世界を結びつけている。どのような原理で通信パケットが流れていくのか、情報通信ネットワークの原理と構築、運用について、理解させることを目標とし、具体的な実習を交えながら講義を行う。さらに、応用としての ftp/telnet/mail/web についてもその知識を深めさせる。通信の理解度を深めるため、通信のデータパケットの流れを追う実習も行う。

DB514 オペレーティングシステム

オペレーティングシステムについて、プログラムや CLI の実習を交えながら講義を行う。コンピュータのソフトウェアの根幹をなすのがオペレーティングシステム(OS)である。OSはさまざまな役割をもっている。これらの役割を理解させることを目標とする。すべてのプログラムはOSの補助無くては動かない。また、OSは、たくさんのタスクを効率よく処理していくためのサポーターとしての役割も担う。さらに、マン・マシンインタフェースとしての役割もある。他にも計測・制御の分野でもOSの力が必要になる。

DB515 情報学特論A

オートマトンと形式言語について学び、現在のコンピュータにおける計算の原理を論理的に理解することを目指す。オートマトンとは、コンピュータの動作をモデル化したもので、ある入力に対し、定められた処理を実行し、結果を出力するシステムである。代表的なオートマトンである有限オートマトンやチューリング機械の仕組みや動作、それらが認識する言語について学ぶ。また、計算機で解くことのできる問題とできない問題についても触れる。

DB516 情報学特論B

計算機援用証明と精度保証付き数値計算の基礎について理解することを目指す。計算機援用証明は、コンピュータを用いて数学的な定理を証明する方法であり、近年のコンピュータ性能の飛躍的な向上

に伴って、その重要性を増してきている。一方、精度保証付き数値計算は、コンピュータによる計算の信頼性を保証しながら行う数値計算法であり、計算機援用証明を支える技術である。本講義では、計算機援用証明に関する具体例と精度保証付き数値計算の基本的な考え方や具体的な方法について学習する。

DB517 情報学特論C

離散幾何学および計算幾何学の基礎について理解することを目標とする。幾何学的な問題の中に離散構造を見つけ問題を解くのが離散幾何学であり、それらの問題を解くために効率の良いアルゴリズムを見つけ問題を解くのが計算幾何学である。これらの分野で扱われている様々な問題のうち、凸包問題、美術館問題、最短路問題、ナップサック問題、巡回セールスマン問題など良く知られた問題を取り上げ、基本的な概念や最適解を得るためのアルゴリズムについて解説する。C言語での実習を含む。

DB518 情報と職業

情報を学ぶ生徒・学生が情報関連の職種へ就職する場合に必要な進路指導のあり方について学ぶ。情報社会における産業構造と職業構造の変化、情報関連職種への就業に必要な基礎知識、および、情報関連分野の業務内容について解説する。その上で、情報関連職種に就業することの実情を多面的に理解させることを通じて、職業適性について考え、職業人としての役割や責任を自覚することの重要性を説く。さらに、職業意識や倫理観、情報関連職種のキャリアパス、専門性の習得など、情報社会における人材育成のあり方について説く。

自然科学

DB601 物理学概論

自然現象を客観的に基本法則に基づいて理解しようとする物理学の考え方をできるだけ平易に解説する。まず、自然現象の基本的なスケールが三つに帰着することを解説する。力を受けた物体がどのように運動するかを与え、熱・温度とは何かなどを解説する。次に、電気や磁気に関わる現象を考え、それを深く調べると相対性理論に行き着くことを解説する。最後に原子・分子の世界を記述する量子力学にも触れる。日常的な現象から、極微の世界、広大な宇宙の果てまでを記述する物理学の基本的事項になじむことを目標とする。

DB602 化学概論

化学の初歩的な基礎を学び、化学的素養を身につける。ものごとを化学的に捉えるための基本概念を習得するために、原子の構造、電子の挙動、元素の性質と周期表、化合結合の形態、化合物の性質、化学反応とエネルギー、化学反応と速度などについて学ぶ。また、物質の気体、液体、固体、溶液の状態と性質を理解する。これらの基礎を踏まえて、無機化学、有機化学、生命化学などの領域全体の例を見ながら、化学の理解を深める。更に、現代化学の潮流にも触れて、化学の広い分野に於ける重要性を認識する。尚、授業の一部として化学実験室での実験を行う場合がある。

DB603 生物学概論

高等学校で生物学を履修していなかった者や、生物学の基礎を学び直したい者を対象として、生命現象のさまざまな側面についての基本的知識を身につけ、数理科学の他の生物学関連専門科目の理解を容易にすることを目標とする。講義内容としては、細胞、物質代謝、呼吸と光合成、生殖と発生、環境に対する反応と調節、遺伝と進化、分類と生態など、広範な話題をとりあげるが、遺伝と進化、分類と生態など、他の専門科目でとりあげる内容については簡潔な解説にとどめる。

DB604 力学Ⅰ

物理学のみならず自然科学全分野の基礎といえる力学を、なるべく少ない予備知識で理解させることを目標とする。力学は微積分と密接に関連し、それをを用いた方が分かり易くなる面がある。微積分の初歩は学んであるとして講義するが、必要に応じて補足する。まず、1次元の問題で、運動方程式、エネルギー保存則を説明し、具体例として、等加速度運動、単振動を取り上げる。次にベクトルを導入して、3次元の問題に入り、中心力の場合の角運動量の保存則とその応用としてのケプラー問題を扱う。非保存力や見かけの力を取り上げることもある。

DB605 力学Ⅱ

「力学Ⅰ」に続いて力学の基礎と応用について理解を深めることを目標とする。「力学Ⅰ」の復習から始め、その延長として、摩擦、抵抗、減衰振動、強制振動を扱うとともに、角運動量、力のモーメントについて解説する。次に質点系の問題に入り、衝突における運動量保存則、実験室系と重心系などを扱う。後半は主として剛体の力学を取り上げ、慣性モーメント、固定軸の問題、歳差運動と話を進めて行く。最後に解析力学の入口として、最小作用の原理、正準形式、対称性と保存則について解り易く解説する。

DB606 電磁気学Ⅰ

電磁気学の基礎について講義する。静止している電荷の間に働くクーロン力は、電荷が作る電場としてとらえることができる。この電氣的な力の場をポテンシャルで記述し、さらに電荷が運動する場合に生じる電流が磁場を作り出すことを理解させる。磁場を記述するには、ベクトルポテンシャルが必要である。さらに変動する磁場が起電力を与える電磁誘導の法則を導く。最後にこれらすべての電磁気力の法則が、マックスウェル方程式の形でまとめられることを述べ、電磁波が予言されることを示す。

DB607 電磁気学Ⅱ

電磁気学と相対性理論について講義する。どんなに早く走っても、光は止まっている人が観測するのと同じ速度で伝播する。これは走る人に感じる時間が止まっている人と違うためである。これは時間と空間の概念を根本的に変えた相対性理論の始まりで、現代物理学の柱のひとつになっている。走っている人が見ると、時間座標・空間座標や、エネルギー・運動量などがどう変わるかを導く。このローレンツ変換のもとで、電場・磁場がどうふるまうかを調べ、電磁波などを相対論的に記述する方法を導く。最後に一般相対論にも触れる。

DB608 数理物理学

自然界にたいへんよく見られる波動現象を中心にして、偏微分方程式について学ぶ。応用として、拡散現象も扱う。まず、最も簡単な弦の振動を取り上げて、波動方程式を導く。弦の様々な音色は弦の持つ固

有振動で決まることを示す。固有振動を用いて、フーリエ級数の方法が有用であることを示す。弦は1次元的に広がった物体だが、2次元・3次元に広がった膜などに対して、波動方程式を与え、1次元での解法を拡張する。同様の方法で、拡散現象も扱えることを示す。

DB609 現代物理学A

現代物理学の中心のひとつである量子力学を入門から平易に解説する。原子・分子のミクロの世界では、電子が正の電荷の周りで回転しているにもかかわらず原子は安定で、エネルギーは特定の値の状態しか存在しない。一方、電子は波と同様に回折するので、粒子は同時に波である。量子力学の基本方程式であるシュレーディンガー方程式を用いて、定常状態、特に1次元の場合に、エネルギーが離散的な値になることを示し、簡単な問題を具体的に解くことを学ぶ。できる限り、日常生活に登場する事柄を題材にとる。

DB610 現代物理学B

現代物理学の基本概念について解説する。光は波であると共に、粒子であることをもっとも端的に示すので、まず光のさまざまな量子力学的状態を学ぶ。さらに、球対称なポテンシャルの場合は、角運動量が保存するが、量子力学では、この角運動量が量子化されることを示す。光のようにスピンの整数の場合は二つの粒子の入れ替えに対して対称な状態が実現するが、電子のように半奇数の場合には反対称になる。この統計性によって、原子・分子のエネルギースペクトルや、熱的性質が大きく左右されることを見る。出来る限り、日常生活に登場する事柄を題材にとる。

DB611 物理化学A

自然現象の解明から最新の科学に至るまで、多くの分野に共通して重要な物理化学の基礎を学ぶ。ここでは主に気体の分子運動と熱力学に関する原理や法則に注目し、目に見えないミクロの現象をマクロ的概念として捉え、その概念を数式によるモデルとして表現してゆく方法、そして実験検証などが加わって、より信憑性の高い法則の成立へと導かれる過程を解き明かす。その一連の流れには物理化学特有のアプローチがあり、楽しみながら理解してほしい。全体を通じて、物理化学の功績と今後の貢献についても触れる。尚、授業の一部として化学実験室での実験を行う場合がある。

DB612 物理化学B

自然科学の分野で共通して重要な物理化学の基礎を学ぶ。ここでは量子化学の初歩を学ぶことで、電子の波動としての挙動を取り入れた原子や分子の構造を理解する。自然現象を数式的モデルとして表現しながら議論を進めてゆく。化学結合は原子間における電子の授受の仕方によって決まるので、その電子の挙動をより正確に捉えることで、実際の結合の姿がわかってくる。また、理論化学の知識をもって、より直感的に理解し易い化学の原理や法則そして実験結果を見ることで、化学の世界がより深く理解できるようになる。尚、授業の一部として化学実験室での実験を行う場合がある。

DB613 化学反応学

自然界の現象から人体内での現象まで、さまざまな場所で大切な役割を果たしている化学反応について、その基礎を学ぶ。特に重要なケミカルキネティクス、即ち化学反応のメカニズムと速度に注目する。化学

反応に登場する反応物、多様な中間体、生成物の挙動を捉えて、それらがどのように全体に寄与するかを考慮した反応メカニズムのモデルを考え、化学反応学特有のアナリティカルな数学的手法を駆使しながら、全体反応速度式を導き出す過程を学ぶ。また、化学反応の最適条件に現われる自然現象のシンプルな結果も解き明かしてゆく。更に、化学反応の統一理論を求める研究も紹介する。

DB614 物質科学

原子や分子、化学結合や化合物の性質などの物質に関する基礎的なことから学ぶ。周期表に並んでいる100種類程度の元素から無数の化合物が生まれて、自然界と人間生活に関わる物質となって存在している。物質がどのようなところで、どのように機能しているかを理解することで、自然界に存在するさまざまな物質の不思議で深い世界を知ることになる。また、主に20世紀に科学・技術の急速な進歩によって人間が作り出した多くの新物質の性質と応用についても学ぶ。尚、授業の一部として化学実験室での実験を行う場合がある。

DB615 環境科学

日常生活から地球規模まで広い範囲を対象として、自然環境と人間社会が作り出した環境をサイエンスの視点から理解し、環境に対する認識を深めると同時に、21世紀の環境問題を考える。酸性雨、オゾン層破壊、温暖化などの地球全体の問題から、地域公害や生活環境汚染、そして食品や化粧品のような人体に直接影響を及ぼすものまで、全てに共通して問題となる現象は特定の物質や化学反応によって起こるものが多い。それらの発生メカニズムを理解し、今後の科学・技術的対策について考える。尚、授業の一部として化学実験室での実験を行う場合がある。

DB616 現代化学A

急速に進歩・発展している化学の最新分野についてわかりやすく説明し、その根底にある基礎的な概念や理論を学ぶ。ここでは生命現象を化学の視点で捉える生命化学をとりあげる。人体内に存在する生体分子、例えばタンパク質、糖、脂質、ビタミン、酵素などによる生命を維持するための機能と役割について理解し、それらの分子が連携して生命全体を支える仕組みについて学ぶ。また、水分子の生体内での特異で多様な挙動を研究する水化学、細胞の機能を研究する細胞化学、人間の認知機能や思考に関わる化学的研究などについて最新の成果を紹介する。

DB617 現代化学B

化学に関わる最新の分野についてわかりやすく説明し、その背景にある基礎的な概念や理論を学ぶ。ここでは、新しい構造を創り出すことで、これまでになかった機能をもたすことができる化合物についてとりあげる。また、その効果、安全性、将来性について議論する。例えば、環境・エネルギー問題の対策となる物質変換を可能にする化合物、医療に貢献する新材料、医薬品の開発、新しい形態の化粧品などである。それらの基盤を成す新しい化学の流れに注目する。

DB618 基礎生態学I

生態学の基本事項についての理解をめざす。生態学は、生命現象を個体群、群集、生態系など、個体レベル以上で捉え、研究する分野である。講義内容としては、個体群(個体群構造、個体数変動とそのメカ

ニズムなど)、種間関係(競争と共存、捕食・被捕食、寄生など)、生物群集(ニッチ、群集構成、群集多様性など)、生態系(構造、食物網、エネルギー流、物質循環、地球上にみられる多様な生態系の特徴と分布など)といった話題をとりあげる。

DB619 基礎生態学Ⅱ

生態学の基本事項を学んでいることを前提として、動物の生態的諸特性の多様性と規則性、進化的背景などについて理解することを目標とする。講義内容としては、対象動物の分類、さまざまな生活史特性(生息空間、食性、繁殖習性、行動、社会システム、生息密度、個体数変動など)の多様性と規則性、諸特性の間にみられる関係、諸特性と系統との関連、他の生物との関係、適応的な意味などについて、比較生態学の視点から解説する。

DB620 応用生態学Ⅰ

保全生態学の基本について理解することを目標とする。応用生態学は、人間と他の生物とのあいだに生じるさまざまな問題の解決策を、生態学的な考え方や手法を用いて、見出そうとする分野である。生態学の基本概念、野生生物保全の意義と方法の概要を解説し、その上で、絶滅危惧種の保全に重点を置いて、現状、絶滅のおそれを高める要因とメカニズム、絶滅危惧度合いの評価法、現場での保全方法(生息域内保全、生息域外保全)などについて、具体的事例を取り上げながら講義する。

DB621 応用生態学Ⅱ

生態学の基本事項を学んでいることを前提に、狩猟対象などとして資源価値をもつ、あるいは農林水産業被害や健康被害を起こすなど有害性のある野生生物の管理について学ぶ。野生生物問題の現状、関連する諸要因と問題発生メカニズム、管理手法、関係する法律などについて、具体的事例を取り上げながら講義する。また、野生生物の保護管理上必要なデータを得るための現地調査法、標本分析法、個体数推定法、生命表分析法などについても解説する。

DB622 生物分類学

生物分類の考え方と方法を理解し、動植物の分類体系について基礎的な知識を身につけることを目標とする。分類理論、分類の基本単位である生物種の性質、動物および植物の分類体系、分類の根拠となる形態形質や分子形質、それらを用いた系統樹の作成法などをとりあげる。さらに特定の分類群(脊椎動物、高等植物など)について、標本などを用いて、指標形質による具体的な分類・同定の方法、詳しい分類体系などを学ぶ。

DB623 進化生物学

現代進化理論の概要を理解することを目標とする。進化現象を示す生物種の性質、種内変異の諸相とそれをもたらす遺伝的変異と環境要因、遺伝メカニズム、遺伝子進化、過剰生殖と環境(同一種の他個体、他種を含む)による淘汰や遺伝子浮動などの集団遺伝学的プロセス、適応や種分化の遺伝学的・生態学的メカニズム、多様な生物分類群の系統進化、適応放散などについて、具体的事例を取り上げながら解説する。

DB624 生物学特論A

数理生物学の基本的考え方や方法について理解することを目標とする。数理生物学は、数理モデルの構築、解析、計算機シミュレーションなどによって生命現象を研究する分野である。講義内容は、動植物の行動、分布、個体数変動、種間関係、生物群集・生態系の挙動、進化過程などのマクロ生物学の分野、および生物個体内部で起きる生化学的反応の分子機構、個体発生の機構、神経ネットワークの機能などのミクロ生物学の分野から取り上げる。

DB625 生物学特論B

現代生物学のいくつかの分野から、年度によって異なるテーマを取り上げて、基礎から最先端までの専門的な内容について講義する。例えば、生物の諸側面を統計学的に扱う生物測定学、生物集団における遺伝子の構成や頻度の変化を研究する集団遺伝学、タンパク質のアミノ酸配列や遺伝子の塩基配列を比較することにより系統推定を行う分子系統学、生命現象を分子レベルで解明しようとする分子生物学、遺伝子を人工的に操作する技術である遺伝子工学など。

情報理学

DB701 数理モデルとシミュレーションA

数理モデルとシミュレーションの基礎について理解することを目標とする。自然現象などをモデル化して現れる方程式を数値計算によって解き、その現象のシミュレーションを行うことを数値シミュレーションという。数値シミュレーションは、コンピュータの発展に伴い様々な分野でその重要性を増し、実験とともに理論を検証するための非常に重要な位置を占めるに至っている。この授業では、数理モデルやシミュレーションの基本について、できるだけコンピュータを用いた実習を取り入れながら学習する。

DB702 数理モデルとシミュレーションAII

「数理モデルとシミュレーション A」に引き続き、数理モデルとシミュレーションの基礎について理解することを目標とする。数値シミュレーションは、(1)解析対象となる現象をモデル化し、微分方程式で表現する、(2)微分方程式を有限差分法や有限要素法によって離散化し、コンピュータで計算可能な線形方程式で近似する、(3)線形方程式をコンピュータで解く、といったプロセスで実行される。この授業では、これらのプロセスの基本について、コンピュータによる実習も含めて学習する。

DB703 数理モデルとシミュレーションBI

様々な現象のモデル化とシミュレーションについて講義する。自然現象や社会現象などでは、実験できないこと、実験では情報を得られないことが多々ある。そのような事柄について、数理モデルとコンピュータ・シミュレーションが、現象を理解する上で重要であることを、例を通して学ぶ。また、モデル化の基本的な手法とプログラミングの初歩について学び、簡単なコンピュータ・シミュレーションをできるようにする。コンピュータを使った実習を含む。

DB704 数理モデルとシミュレーションBII

「数理モデルとシミュレーションB」に引き続き、現象のモデル化とシミュレーションについて講義する。モデル化の手法である微分方程式、差分方程式、セル・オートマトンなどについて学ぶと共に、それらをコンピュータに実装するためのアルゴリズムとプログラミングを学ぶ。物理学、生物学、化学、社会現象などのうちから具体的な問題をいくつか取り上げて数理モデルとコンピュータ・プログラムを作り、それをを用いたシミュレーションの結果を解析することにより、モデル化とシミュレーションの重要性と有用性を学ぶ。実習を含む。

DB901 情報理学講究

情報学または自然科学の中から興味のあるテーマを選び、輪講あるいは調査・実習を行い全員で議論をしながら理解を深めることを目標とする。積極性をもって自分で考え、自ら問題を解決する努力をしつつ、1年間の研究成果をレポートとして纏め上げる力を身につける。その過程に於いて、個性を磨き、独創性を創出する感覚を養う。情報学では、数値計算、数理モデル、コンピュータ・シミュレーションなど、自然科学では、量子力学、相対性理論、環境、食品、化粧品、医療、生命、野生動物の生態と保全などの幅広いテーマが用意されている。週2コマの授業。