KIT数学ガイド

―Q and A，数学科目案内―

2024年度版

京都工芸繊維大学
基盤教育学域
数学分野教員 作成

KIT 数学ガイド

2024 年度版

はじめに

京都工芸繊維大学で学ぶ皆さんは，所属する課程により異なると思いますが，何らかの形で数学に関わる機会があると思います．この冊子は,「Q and A」に引き続き,「数学科目案内」として本学の数学科目の全体像と科目間の相互関係や専門との係わりについて解説し，今後の学習の参考にしていただくことを目的の一つとしています．また，実際の学習を進めていく上でのヒントになるようなことも盛り込んでいます．専門科目を学ぶ上で必要となる数学科目との関わり方については，課程専門科目担当教員からのメッセージを掲載していますので，是非目を通して参考にしていただきたいと思います．それらの後には，専門基礎科目として提供されている数学の全科目にわたる過去の諸先生方の試験問題，演習問題，レポート問題を掲載しています．

初年次の皆さんはいきなりたくさんの問題を見て驚くかも知れませんが，安心して下さい．すべての皆さんが全科目を履修するとは限りませんし，科目によりばらつきがありますが，同一科目でもいくつかのクラスに分かれ，さらに数年分を集めていますので，かなりの数になっているわけです．各科目を履修していくうちにこれらの問題がだんだんと解けるようになれば良いのですから，学習の目安や目標として本冊子を手元に置いて活用していただきたいと思います．そういった意味で，この問題集は本学での数学科目学習により達成すべき到達目標の諸例を示していることになります．

これから皆さんが本学で卒業するまでの間に数学科目とのよりよい出会いが得られ，よりよい付き合い方ができるために，この冊子が役に立つことを期待しています．

この冊子自体は科目を提供している私達から学びつつある皆さんへ向けた，メッセージです．今後も版を重ねることにより，より良いものを作っていきたいと考えておりますので，皆さんから私達へご意見や要望を寄せていただきたいと思っています．

また，具体的な数学に関する質問は，以前から随時受け付けていますが，カリキュラム自体の改善についての意見も寄せていただければありがたいと考えています．

2024 年 3 月

質問受付および連絡先：	**10 号館 3 階 317 数学事務室（内線：7303）**
：	**11 号館 3 階 331 数学サポートセンター**
基盤教育学域 WEB ページ：	`http://www.cis.kit.ac.jp/~as/` 本学ホームページ（`http://www.kit.ac.jp/`）から HOME> 教育・研究 > 工芸科学部 > 基盤科学 とたどることもできます．

目次

Q and A

数学科目案内

数学に関する質問は１０号館３階の 数学事務室 (10-317) または 数学サポートセンター (11-331) で受け付けます。

本学で数学を学ぶにあたって — Q and A —

最近,「高校で学ぶ数学と大学で学ぶ数学」の接続がなかなかうまくできず不安を抱えている学生諸君が増えてきており，そのことが「数学嫌い」や「ドロップアウト」につながりかねないという状況が見受けられます。こうした傾向は数学を担当する者にとって見過ごすことのできない深刻な問題であると思っています。こうした不安や想定される疑問に少しでも応えるために以下のような問答集を「Q and A」のかたちで作ってみました。本学においてこれから数学を学ぼうとする新入生諸君のためにいささかなりとも役に立てば幸いです。

Q 1 この大学で数学を勉強する必要がありますか？

A 本学は理工系の大学です。将来，どのような専門分野に進むかによって事情は異なりますが少なくとも１年次に配当されている科目については履修しておくことを奨めます。本学の数学教育のプログラムは，理工系としての「素養を身につけるための基礎的な数学」をベースにしています。先輩達もそのようなスタンスの教育を必要としてきました。

Q 2 今まで数学 III の勉強をしていませんが大丈夫でしょうか？

A 正直にいえば，そのままでは大丈夫であるとは言えません。私達が数学 III が履修済みであることを期待をしているのは微分・積分学の初歩に慣れておいて欲しいからです。大学で微分・積分学を一切使わずに数学の勉強をしてゆくことはおそらく不可能に近いと思います。他の自然系分野の勉強でも同じ事が言えるでしょう。

Q 3 それではどのようにすれば良いのでしょうか？

A まずは，高校の教科書で勉強するということが考えられますが，実際はそれほど簡単なことではないでしょう。したがって，１年次配当の「基礎解析Ｉ」の講義をしっかりと聴くことを奨めます。そして，できれば高校の数学 III の教科書を補助教材にして同時並行的に自習して下さい。そのときに，何よりも大切なことは少しでも理解できないことが出てくれば先生に質問することです。「自助努力と質問」，これがキーポイントだと思います。また平成 22 年度から**数学サポートセンター**を開設し，数学サポーターを配置して数学に関する質問への相談や取りまとめなどに対応しています。数学に関する書籍やソフト，DVD を用意して数学の自習・相互学習に役立てるようにしています。前後期の各学期の前半は４限・５限，後半は３限・４限・５限に開室する予定ですが，詳細が決まったらチラシなどで案内をします。特に数学に苦手意識のある人は定期的に週１回でも数学サポートセンターに来て，いつでも相談相手になってもらえる先輩がおり参考書が常備してある環境で自習をすることをお薦めします。

Q 4 先生への質問はいつでも可能ですか？

A 原則的に，いつでも，誰にでも質問することが出来ます。ただし，先生もいろいろな用務をかかえていますので，場合によっては即座に質問に応じることが出来ないことがあります。そのときでも，可能なかぎり誰かが応対できるようにします。ただし，非常勤講師の先生は講義の時以外は学内におられませんので，専任の先生に相談して下さい。また数学サポートセンターでは数学サポーターが質問に対応してくれます。

Q 5 大学の数学では，いろいろな記号がたくさん出て来て内容も難しくなるとのことですが？

A 端的に言えばその通りです。数学の勉強が進んでくれば，いろいろな考え方や概念が必要になってきます。それらが頻繁に出てくると記号を使うことがとても便利になってきます。慣れない記号や

新しい文字などが出て来ますが,「習うより慣れよ」ということがありますので，それほど心配することはないと思います。ただ，意味がわからないままに進んで行くのは良くありません。必ず友達や先生に確認をして下さい。また，内容的には高校時代の数学からより抽象的で発展的なものへと移って行きます。当然のことながらその分は難しくなります。

Q 6 参考書の選び方を教えて下さい。

A １年次，２年次配当の科目は原則的に教科書を指定しています。この時期の勉強について言えば，教科書が最良の参考書だと思います。どうしても教科書以外の書物を，というのであれば，自分が読み易いと思えるものを選ぶことです。内容的には大体似たものがほとんどですが，説明の仕方などに違いがあります。数学サポートセンターには色々な教科書・参考書を揃えていますので一度覗いて見て下さい。

Q 7 １年次で学ぶ数学の講義内容について概要を教えて下さい。

A １年次では，微分・積分学（科目名：基礎解析 I および 基礎解析 II ）および線形代数学（科目名：線形代数学 I および 線形代数学 II）の基礎について学びます。微分・積分学は「極限」の概念を基本とする分野です。そして，微分学は変化する量を局所的に分析するのに役立ち，積分学は変化する量を大域的に総合するのに役立ちます。 線形代数学ではベクトルや行列を一般的に扱います。そのとき，基本となるのは小学校から習って来た四則演算です。詳しい内容については，本書の「数学科目案内」やシラバスを参考にして下さい。

Q 8 では，２年次以降どのような勉強をすれば良いのでしょうか？

A 一般論としては各課程によって事情が異なると思われます。応用化学課程やデザイン・建築学課程では確率・統計や微分方程式の知識がかなり必要とされるようです。応用生物学課程も確率・統計の勉強をしておくと良いでしょう。電子システム，情報，機械では微分方程式やラプラス変換，フーリエ解析などが重要になるでしょう。以上の事は，あくまで一般的な傾向を述べたものです。自分が目指すものによって先輩や専門課程の教員からアドバイスを受けることを奨めます。もちろん，数学の教員も相談にのります。

Q 9 予習，復習のやり方について教えて下さい。

A 予習，復習は大切ですが，両方ともやろうとするのは大変な努力が必要です。どちらかと言えば，復習をするほうが良いでしょう。その日の講義（演習）でよく理解できなかったことを次の講義（演習）までに解決しておけば理想的でしょう。

Q 10 先生の方から注意することがあればお願いします。

A あまり完全主義や完璧主義におちいらないように注意して下さい。簡単に理解できないことや解けない問題がでてくるのは誰にでもよくあることです。それでも気になる人は先生あるいは数学サポートセンターを訪ねてみて下さい。きっと，実りある成果が得られると思いますよ。

今までの教育経験と学生諸君の声をもとに，教員の側からみた想定問答を考えてみました。学生の側から見ればまだまだ不安や疑問も数多くあると思います。それらを遠慮しないでどんどん教員にぶつけて来て欲しいと思います。学生諸君が一日も早く大学で学ぶ意義を自ら見い出し，さらに学ぶ楽しさと喜びを実感してくれることを願ってやみません。

数学に関する質問は 10 号館 3 階の 数学事務室 (10-317) または 数学サポートセンター (11-331) で受け付けます。

希望に輝く春の季節に

基盤教育学域
数学分野教員一同

数学科目案内

1　数学を学ぶ意味

本学は理工系の大学ですから数学が重視されるのは当然のことといえますが，数学は工学などの学問が生まれるよりはるか以前，2000 年以上さかのぼる古代ギリシャ時代以来，音楽，天文学などと並んで，人々が学ぶという行為によってのみ身に付けることが可能であり，また **学ぶべきもの***と考えられて来ました．皆さんが中学校で学んだ「三平方の定理」（ピタゴラスの定理）なども この時代には既に知られていました．このような長い歴史をもつのは，数学が論理的に物事を考えたり問題を明快に記述するという，学問としての優れた特長を有していることにより，現在に至るまで単に理工系科目の為の予備知識と言うにとどまらず，より広く人間の生活を豊かにしていく学芸の一つとして認められてきたからです．大学で学ぶということは，その社会で何等かの役に立つための人材として社会の歯車の一つに組み込まれることを最終目標とするのではなくて，社会や社会を支える考え方，学問や技術そのものをも相対的，批判的な目でとらえることにより，それらの限界を見極めたり更にその先にあるものを見通す力をもった人間となることをも社会から期待されているということです．数学を学ぶことはそういった点での人間形成への寄与と，専門分野における予備知識の必要性の両方の観点により，本学における教育課程においても一定の重要な位置を占めてきました．

*マテーマタ ($\mu\alpha\theta\acute{\eta}\mu\alpha\tau\alpha$) と呼ばれ mathematics の語源となりました.

2　数学科目と配当年次

以下の図では，本学の数学科目について配当年次 及び 主要な内容を記載しています．次節の科目の概要と合わせれば，科目間の論理的な流れや相互の関係を判断することができると思います．なお，各科目の学習項目の詳細については，本学の Web ページに掲載されているシラバスを参照して下さい．

1 年次 前期	1 年次 後期	2 年次 前期	2 年次 後期	3 年次 前期	4 年次 後期
人と自然と数学 α I,II	**人と自然と数学 β**	**解析学 I** 重積分, 線積分, 面積分, 積分定理	**解析学 II** 関数項級数, 整級数, フーリエ級数	**応用数理** フーリエ級数・変換, ラプラス変換	**数理応用代数** 代数学初歩
基礎解析 I 1 変数微積分	**基礎解析 II** 偏微分, 常微分方程式初歩	**応用解析** 常微分方程式論	**応用幾何** ベクトル解析		**数理応用幾何** 微分幾何学初歩
数学演習 I 基礎解析 I, 線形代数学 I の演習	**数学演習 II** 基礎解析 II, 線形代数学 II の演習	**統計数理** 確率・統計基本	**数理解析** 複素関数論		**数理応用解析** 偏微分方程式, 関数解析
線形代数学 I 複素数, 行列, 行列式, 連立1次方程式	**線形代数学 II** 線形空間, 固有値, 対角化				**データサイエンスの数理** データ解析基礎

数学科目 年次配当・履修区分 一覧

以下の表で●は必修科目，☆は選択必修科目，○は選択科目を表します.

表 1: 2024 (令和 6) 年度入学生用

	応用生物学	応用化学	電子システム工学	情報工学	機械工学	デザイン・建築学	開講年次（数字は単位数）							
							1		2		3		4	
学生定員 (全 583 名)	50	169	61	61	86	156	前	後	前	後	前	後	前	後
人と自然と数学α I,II	☆	☆	☆	☆	☆	☆	1|1							
人と自然と数学β	☆	☆	☆	☆	☆	☆		2						
基礎解析 I	☆	☆	●	☆	●	☆	2							
基礎解析 II	☆	☆	☆	☆	☆	☆		2						
線形代数学 I	☆	☆	●	☆	●	☆	2							
線形代数学 II	☆	☆	☆	☆	☆	☆		2						
数学演習 I		☆	●	☆	○	☆	2							
数学演習 II		☆	☆	☆	○	☆		2						
解析学 I		☆	☆	○	☆				2					
解析学 II		☆	○	○	○					2				
統計数理		☆	○	☆	●	☆			2					
応用幾何			☆	○	☆					2				
応用解析		☆	☆	○	☆				2					
数理解析			☆	○	☆					2				
応用数理		☆	○	○	☆						2			
数理応用代数			○	○	○									2 ※
数理応用幾何			○	○	○									2 ※
数理応用解析			○	○	○									2 ※
データサイエンスの数理		○	○	○	○									2 ※
数学教育法 IA			教職	教職	教職				2					
数学教育法 IB			教職	教職	教職					2				
数学教育法 IIA			教職	教職	教職						2			
数学教育法 IIB			教職	教職	教職							2		

※：下履修可 (情報工学課程を除く 3 回生のみ対象). 院・学部同時開講科目であり，学部科目として単位を取得した場合，学部及び大学院において，大学院の同名科目は履修できない.

履修上の注意

上の表の備考 ※ にあるように，本学大学院に進学する学生が数学の学部 4 回生科目を履修する場合，学部科目として履修するか，大学院科目として履修するかを履修登録時に選択する必要があります.

教育職員免許状の取得について

所定の単位を修得し本学を卒業すれば， 数学科目の教育職員免許状を取得することができます.

種類：　中学校教諭一種免許状 (数学)・高等学校教諭一種免許状 (数学)

課程：　電子システム工学課程，情報工学課程，機械工学課程

なお，教育職員免許状の取得希望者は必ず事前に学務課に相談して下さい.

卒業研究について

これまでに，数学教員の指導の下で卒業研究や修論執筆を行った学生もいます. また，先端科学技術課程において卒業研究にあたる「先端科学技術演習 I, II」を数学教員の指導で履修した学生もいます。参考までに過去の論文タイトル・研究テーマを xv ページに掲載します. もっと詳しいことが知りたい方は，数学教員に遠慮せずに相談してみて下さい.

3　数学科目の概要

各数学科目の概要を配当年次の順に説明します。

人と自然と数学

人間教養科目として，1 年次 前期に「人と自然と数学 α I,II」，後期に「人と自然と数学 β」が開講されています.

基本的な教養を深め, 専門分野にとらわれない問題意識や社会的感性を培うことを狙いとして, 人間教養科目の中の基本教養科目として, 数学からは上記の 2 科目が提供されています. 講義内容は年度毎に担当者によって変わっていきますが，令和 6 年度 前期「 人と自然と数学 α I,II」では，大学初年次までに学ぶ数学のいくつかの題材についてその起源に遡って理解するというテーマで，また，後期「人と自然と数学 β」では，いくつかの例を取り上げ，社会現象が数理的法則に従って推移していることを観察したり，数理的法則を証明したりします.

なお，これらの人間教養科目は，京都府立大学および京都府立医科大学との連携による「三大学教養教育共同化科目」として提供されています．各大学はその強みと特徴を生かした科目を相互に提供して，学生の科目選択の幅を広げると共に，文系・理工系・医学系の専門分野や将来の志望の異なる 3 大学の学生が多様な視点や価値観を持って交流し一緒に学ぶ学習空間を作り出すことを目指しています．授業は（オンライン授業として実施しない場合は）京都府立大学下鴨キャンパス内にある共同化施設「稲盛記念会館」で月曜日の午後に実施されます．また，受講登録の方法などについて他の科目とは異なる部分があり，注意が必要です.

次に, 1 年次で提供されている微分積分学と線形代数学について概観します．これらは，大学の数学全体の基礎であって，他の数学科目を学ぶ上でもどうしても通過しなければならない内容といえます．その重要性に鑑みて演習と合わせて履修できるようになっています.

微分積分学（解析学）

1 年次には前期に「基礎解析 I」として 1 変数の微分積分，後期に「基礎解析 II」として偏微分と簡単な微分方程式（変数分離形から定数係数 2 階線形まで）を扱うこととしています．2 年次には前期に「解析学 I」として重積分からベクトル解析の初歩として積分定理まで，後期に「解析学 II」として一様収束，関数項級数とその具体例として整級数，フーリエ級数の初歩を扱います.

1 変数微積分学は高校の数 II，数 III の延長上にありますが，高校では厳密さや計算の複雑さにかなり制限が置かれていたのに対して，極限や関数などの基本的な概念についてのより厳密な取り扱いにより，理論が再構築されることになります．また，**多変数微積分学**も始まります．1 変数の場合の基礎がしっかり身に付いていれば，そのまま進んでいけますが，多変数特有の難しさも出てきます．また，他の学問でも比較的早く使われる，微分方程式の解法などはごく基本的なものを 1 年次中に積分の応用として学ぶことができるはずです．微積分学は長い歴史があり，級数や級数による近似に関する理論など様々な考え方があり，全体像に迫るには 2 年次の科目にまたがって学ぶことが必要となります．ここで学んだことを後で様々な応用に生かすためには，例えば置換積分や部分積分を何度も繰り返すなどのかなり複雑な計算にも 1 年次の間に慣れておくことが大切です．後になればなる程そのような練習をすることは困難になりますので，この時に十分な努力をすることを強く奨めます.

線形代数学
1年次の前期に「線形代数学I」として行列と連立1次方程式（掃き出し法），行列式を扱い，後期に「線形代数学II」として線形空間，固有値，行列の対角化を扱います．なお，複素（数）平面については「線形代数学I」の冒頭で解説し，下記の「数学演習I」の最初に演習を行うことにしています．

線形代数学では，高校で学ぶ空間ベクトルの拡張として，一般次元の数ベクトルや行列，さらに，抽象ベクトル空間や線形写像に関して学びます．こちらは高校までの延長というより，全く新しい数学を始めると思った方がよいでしょう．ベクトルという言葉や概念は繰り返し扱われますが，それらがどのような体系の中でどのように扱われるのか，その体系自体が重要な学習対象となります．従って，高校までの数学のイメージとは全く違った印象をもつ人もいるでしょうし，中には抽象的でとても難しいと感じる人もいるようです．逆に高校まで数学があまり得意でないと思っていた人でも，ほとんど一から始まるので好きになったという場合もあります．あまり先入観にとらわれずに，その世界に飛び込むという心構えをしておくことをおすすめします．線形代数学はほとんどあらゆる科学（自然科学だけでなく人文・社会科学も含む）や工学の中で重要な役割を果たしています．例えば，たくさんの数量をパックにして一まとまりのものとして扱うような抽象化の威力や，理論体系の美しさを感じていただけるようになることを期待します．

数学演習
1年次前期に「数学演習I」として,「基礎解析I」,「線形代数学I」の演習，1年次後期に「数学演習II」として,「基礎解析II」,「線形代数学II」の演習を行っています．これらの科目は原則として「基礎解析」の時間に引き続くように配置され微積分学に重点を置いた演習を行っています．

ここで一言

大学の講義は，ただその時間だけまじめに参加していればいいというものではなくて，およそ講義時間の倍の時間の自習時間を想定しています．例えば問題を数多く解く練習などは，この自習時間に各自が努力して行う必要があります．講義や演習の中で取り上げられるいくつかの例題とそれらの解説は，自習をする場合の勉強の仕方の参考になるはずです．ともかく高校までと違って自ら積極的に勉強を進めて行くという自覚が格段に必要です．ただ，限られた時間の講義や演習だけでは，様々な疑問が残る場合もあると思います．その場合はできるだけ早いうちに質問をするのがよい勉強法です．担当教員に声を掛けていただくことができない場合でも，数学の質問は随時受け付けていますので，遠慮なく数学事務室または数学サポートセンターの扉を開けて下さい．

以下では，2年次以降の科目に含まれる内容について順に概説しますが，すでに述べたように一部は1年次の科目にも取り入れられています．

確率・統計
2年次前期に「統計数理」として，確率論の初歩と推定・検定の初歩（正規母集団を中心として）を取り扱います．また，4年次後期 (及び3年次下履修) に「データサイエンスの数理」としてデータ解析の基礎を取り扱います．

大学での**確率・統計**の講義では偶然現象の合理的取り扱いのための数学理論である確率論の初歩と大量のデータや偶然現象を背景にした事象の適切な取り扱いのための理論である数理統計学の基本を学ぶことになります．様々な調査や実験のデータの処理に関して，推定や検定などの基本的な考え方も示されることから，これまでも全学的

に課程を越えて履修の希望が多い数学科目です．予備知識としては，1 年次の微積分学と線形代数学を履修していればほぼ十分ですが，重積分も平行して学べば完璧と言えます．本学では 2 年次にクラス数もそれに見合って開かれています．

ところで，皆さんが実際に実験などでデータ処理を行う場合は，コンピュータを使うこともあるでしょう．例えば，表計算ソフトなどのように統計処理の機能が最初から組み込まれたソフトも現在では多くあり，データの入力さえしてやればデータ処理そのものは比較的手軽にできるようになっています．従って，確率・統計の講義では原理的なことを学んで，統計処理の考え方の基本を理解しておくことが大事になります．また，データの特性に応じた注意が必要になることもありますが，それには各分野の専門的な知識が必要かも知れません．

確率論や数理統計学も他の数学科目と同様に数学としての厳密な理論体系をもっています．しかし，微積分学や線形代数学と同程度の厳密さのレベルですべてを論じるには少し難しい数学の理論的背景が必要となるため，学部段階での講義では厳密さよりも考え方の初等的な理解の仕方や具体例に重点を置くことが多いと思います．例えば正規分布という確率分布が特別重要な役割をする根拠として中心極限定理という確率論の定理がありますが，この厳密な証明を与えることは少し高度になり過ぎるため通常は結果を認めていただくことになります．上記の 2 年次の科目の続編として，確率論の極限定理などの理論的な部分などについてのもう少し進んだ議論や，回帰分析・多変量解析・時系列分析などのデータ解析の基礎を 4 年次 (及び 3 年次下履修) で学ぶことができます．

微分方程式

2 年次前期に「応用解析」として，**常微分方程式**全般と，変分法の初歩を取り扱います．また，4 年次後期 (及び 3 年次下履修) に「数理応用解析」として，**偏微分方程式**の初歩，または**関数解析**の初歩を取り扱います．

微分方程式は様々な自然や社会の現象を微少な時間における変化が満たすべき関係式の形で表現するものといえます．数学的にはニュートン，ライプニッツが力学の問題を正確に記述して解くために考え出した微分を含む方程式のことで，その力学の問題自体がニュートンの運動方程式という微分方程式であるといえます．微分方程式は一般的には数学的に解けるものは全体の中のごく一部ですが，それだけでも様々な現象の解明に大きく役立っていて，理論的に整理されています．問題とする変量が 1 変数関数の場合は**常微分方程式**と呼ばれ最も簡単な場合は積分の応用として解法が示されますが，その考えを発展させた常微分方程式論は力学，電気回路，物理化学，生態学などの色々な分野でも活用されています．一方，問題とする変量が多変数関数の場合は**偏微分方程式**と呼ばれ，やはり応用上は色々の分野で現れます．物理学の基本法則も多くは偏微分方程式で表現されています．数学的には一段と難しさが増しますが，いくつかの典型的な方程式の解法を学ぶことができます．さらに，**関数解析**と呼ばれる分野では，関数の集まりである関数空間を考え，微分方程式を 2 つの関数空間の間の対応とみなすことで，抽象的な立場から関数空間や微分方程式に関する様々な定理を導きます．関数解析で学ぶノルム・内積・直交性などの諸概念は，確率論，フーリエ・ラプラス解析，ウェーブレット解析，数値解析など，非常に広い応用範囲をもっています．

ベクトル解析

力学，電磁気学等の数学的基礎を与えるものとして，2 年次後期に「応用幾何」としてベクトル解析を取り扱います．

ベクトル解析では，空間の曲線や曲面の幾何，スカラー場やベクトル場の微積分 (勾配・回転・発散，積分定理)，空間の曲線座標系等を扱います．予備知識としては，線形代数学と多変数の微積分が必要とされます．特に，応用

上も重要な積分定理の理解のためには，重積分，線積分や面積分に関する理解が不可欠ですから，講義中にも基本事項の解説はありますが，解析学 I で基礎事項を学んでおくことを推奨します.

複素関数論
2 年次後期に「数理解析」として，複素関数論を取り扱います.

微積分学が主に実数変数の実数値関数を対象としていたのに対して，**複素関数論**はすべてを複素数の世界の中で考えるものです. 例えば，実関数としては全く関係ないと思われる指数関数と三角関数も，複素関数としては本質的に同じ関数の仲間であることがわかるなど，実関数としての見方からは想像をはるかに越える新たな美しい世界が見えてきます. この理論は流体・電磁現象とも深い関わりがあり，数学の中でも特に理論の美しさが際立つものです. ぜひ多くの皆さんがこの美しい世界に触れていただきたいと思います.

フーリエ・ラプラス解析
3 年次前期に「応用数理」として，フーリエ級数，フーリエ変換，ラプラス変換を取り扱います.

フーリエ・ラプラス解析というのはフーリエ級数，フーリエ変換，ラプラス変換の理論をまとめた呼び方です. これらの理論には共通点も多く，現在では統一的な理解をすることにより効率的な学習ができると思います. フーリエ解析の理論は任意の関数を異なる周波数の波動関数の重ね合わせとして表現することをテーマとしていて，振動の解析や信号の解析などには不可欠の理論です. ラプラス変換も工学的な応用には不可欠の数学的道具といってよいものです. 数学的な予備知識としては，積分，広義積分，重積分，級数を含む微積分学全般と線形代数学などが求められますが，それらに加えて，複素関数論を理解していれば，フーリエ・ラプラス解析全体の統一的理解のためのより深い認識が得られるはずです.

代数学
4 年次後期 (及び 3 年次下履修) に「数理応用代数」として，代数学初歩を取り扱います.

代数学では，整数や複素数，多項式，幾何ベクトルの拡張として，演算を持つ様々な対象 (群・環・体・加群 等) が扱われ，その一般論は種々の分野で用いられています. 最も基本的な群の概念は，様々な系の対称性を表現するために必要となります. 線形代数学で扱われる行列には，和に加えて積も定義され，環の重要な例を構成します. さらに，正則行列は，群の重要な例を与えます. また，整数論における素数の研究は，依然多くの未解決問題を含んでいます. このような，代数学の初歩についても 4 年次 (及び 3 年次下履修) で学ぶことができます.

微分幾何学
4 年次後期 (及び 3 年次下履修) に「数理応用幾何」として，微分幾何学初歩を取り扱います.

微分幾何学では，ベクトル解析の発展として解析学や代数学の手法を用いながら，一般の曲がった空間の局所的あるいは大域的な幾何やそのような空間上での解析学を扱います. 私たちの住んでいる地球の表面というのは，2 点間の最短コースが実は直線ではなくて地球を 1 周する大円の一部であるように，曲がった世界といえます. このような曲がった空間の上では中学・高校で習った図形の数学とは異なる考え方が必要です. アインシュタインの一般相対性理論によれば宇宙空間そのものが実は曲がった空間であるとされていて，重力でひずんだ空間の中を光が曲がって進むことなどは実際に観測結果として確認されています. このような，幾何学の初歩についても 4 年次 (及び 3 年次下履修) で学ぶことができます.

4 大学院の数学科目

学部学生の多くが大学院に進学する現状を踏まえて，学部４回生の専門教育と博士前期課程の教育を一体として強化拡充する必要性から，H27 年度より博士前期課程のカリキュラムが全学的に変更されました．数学科目は，大学院での専門的な教育研究の基礎科目としての役割を担っており，学部４回生から博士前期課程までを包括的な対象とした次の８科目が開講されています (一部は学部４回生科目と同時開講)：

「数理科学特論 Ia, Ib, IIa, IIb」「数理応用代数」「数理応用幾何」「数理応用解析」「データサイエンスの数理」

これらの科目は，学部４回生でも，卒業研究着手要件を満たしていれば，大学院科目として履修が可能となります (ただし単位認定は大学院進学後になります)．本学の大学院への進学を目指す学生の皆さんは，このことを念頭に入れて，学部３回生の段階で，学部から大学院にかけての科目履修の計画を立てる必要があります．大学院での専門的な研究の基礎として，これらの数学科目の積極的な履修を推奨します.

なお，数学をさらに専門的に学びたい博士前期課程の学生用に，専門書からの題材をセミナー形式で扱う「代数学セミナー」「幾何学セミナー」「解析学セミナー」「確率論セミナー」が隔年度に開講され，また，博士後期課程でも，専攻共通科目として同様のセミナー形式の科目「数理解析学」「応用解析学」が開講されています.

計数理学コース 教育プログラム

H27 年度より博士前期課程の特別教育プログラムとして「計数理学コース 教育プログラム」が新設されました．このコースの目的は，工学における諸専門分野の知識を生かしつつ数理科学の幅広い素養を身につけた学生の育成です．プログラムの一連の講義とセミナーを受講することにより，古典から現代にわたる数理科学の諸相を一定の広がりと深さをもって学び，論理力・理解力・発想力を養うことが出来ます．さらに，そこで身に付けた数理的な知識や手法を専門分野における理論や手法と結びつけることで，既存の理論に必ずしも捕われずに，新たな理論や解決手法を自ら築き上げて行くことが出来るような学生が育つことを目指しています. 本プログラムの所定の科目の単位を修得し，博士前期課程を修了すれば，プログラム修了が認定されます．修了認定に関する詳細は，大学院履修要項をご覧ください.

5 数学学習支援 — 数学サポートセンター

学生の皆さんからの数学に関する様々な質問・相談については，授業等を通じて数学教員が対応していますが，それだけでは必ずしも十分とは言えません．そこで，数学教室では，数学に関する相談の窓口として数学サポートセンターを開設しています．このセンターには，修士学生および 3 回生以上の学部生から応募者を募り，数学サポーターとして配置して，学生からの様々な質問・相談に対応しています．数学の授業でわからないことがあった場合，まず，授業を担当している教員に質問することになりますが，授業終了後の短い時間ではなかなか十分な説明は受けられません．また，学生の中には，直接教員に質問することをためらう人もいるでしょう．そのようなとき，まず，先輩の学生に聞いてみることには，それほど抵抗もないと思います．数学サポーターは「数学に強い先輩」であると考えてもらえば良いと思います．そんな先輩から，授業でわからないことに関してヒントをもらい，また，学生の視点で勉強のコツを教えてもらうことは，特に新入生の皆さんにとっては有意義であると思います．もちろん，必要な場合には，数学教員も学生からの相談に対応したり，サポーターの支援を行っています.

サポートセンターは，11 号館 3 階 331 号室において開設されており，前学期は 5 月〜8 月，後学期は 11 月〜2 月までの授業期間と試験期間中に 1 日当たり 2〜3 時限開室しています．各学期の開室期日の詳細は，授業での告知・チラシの配布等を通じてお知らせします．また，開室中は，廊下に看板が出ています．

サポートセンターには，数学のさらに進んだ話題に興味を持ってもらえるように，数学関連の書籍・雑誌・DVD 及び パソコンと数学ソフトも設置しています．サポートセンターが，単なる質問・相談の場としてではなく，皆さんの数学に関する自習・コミュニケーションの場としても役立つことを期待しています．

また，今後，皆さんが専門分野に進んだ際に，その分野での履修科目や卒業研究，大学院での研究等の過程で，学部の授業では学んでいない数学分野に接することもあると思います．そういった場合でも質問に応じますので遠慮なく，数学教員，数学事務室あるいは数学サポートセンター の扉を開けて下さい．

基盤教育学域の数学教員の指導の下で過去に執筆された修士論文および卒業研究のテーマ一覧

修士論文

2006 年度：「金融工学におけるアメリカン派生証券に対する数値解析的手法の研究」

卒業研究 (先端科学技術課程を含む)

2021 年度：「敵対的生成ネットワーク (GAN) による画像生成」

2020 年度：「機械学習による表情認識」

2019 年度：「Unity によるシューティングゲームの作成」

2018 年度：「Python を用いたトランプゲームの作成とその戦略」

2017 年度：「射影幾何学での (10_3) 配置の分類」「ニューラルネットワークによるトランプゲーム AI の作成」「微積分の基礎」「Unity による音楽ゲームソフトの作成」

2016 年度：「オブジェクト指向プログラミングによる音楽再生アプリケーション開発」

2015 年度：「Unity を使った 3D アクションゲームの作成」

2014 年度：「一次元井戸型シュレディンガー方程式のレゾナンス」

2013 年度：「カントール集合の一般化とそのハウスドルフ次元」
「ＤＸライブラリーを用いた３次元グラフィックス」

2012 年度：「等角写像を用いた多角形領域の周りの流線の作成」

2011 年度：「データベースへの GUI のプログラミング」

2010 年度：「Mathematica を使った津波シミュレーション」
「Mathematica による膜の振動のシミュレーション」

2009 年度：「DX ライブラリを用いた将棋盤のプログラミング」
「平面多角形の格子分割に対応する離散ラプラシアンの固有値と固有状態」

2008 年度：「DX ライブラリを利用したアクションゲームのプログラミング」,「ウィンドウズでの OpenCV を用いた顔認識のプログラミング」,「java による樹氷生成のシミュレーション」,「C++による横スクロールシューティングゲーム作成」,「OpenGL を使った駐車シミュレーション」,「多面体に対応するグラフの離散ラプラシアンの固有値と固有状態」,「境界条件を変えた離散フーリエ変換と弦の振動の離散モデル」

2007 年度：「ビリヤード・シミュレーションのウィンドウズ・プログラミング」,「ウィンドウズでのパズル『ペイントロジック』の解法プログラミング」,「平らでない道の上を転がる円形でない車輪」,「代用電荷法による円環円弧截線領域への数値等角写像」,「経路依存型金融派生商品の価格付けの研究」,「配当を考慮したアメリカン派生証券の価格付けの研究」

2006 年度：「C++によるシューティングゲームプログラミング」,「XOOPS による Web サイトの構築」,「力学系の軌道のカオス的性質についての考察」,「代用電荷法による数値的リーマン写像」,「金融工学におけるアメリカンオプションの価格付けの研究」

2005 年度：「一様でない密度をもつ糸を懸垂してできる曲線とその離散モデル」,「体積要素を保つ微分同相写像の群の位相的性質の研究」,「微分・積分学の形成について」,「代用電荷法による截線領域への等角写像」

2004 年度：「対戦型ゲームのプログラミング」,「一般化された八王妃問題」,「代用電荷法による円弧・放射截線領域への等角写像」,「グラフ上のランダムウォークに関する研究」,「Black-Scholes モデルのシミュレーションと派生金融商品の価格付け」,「Meyer 型の多進ウェーブレットの構成について」

2003 年度：「オリジナルアドベンチャーゲームのプログラミング」

2002 年度：「二次元騎士巡回問題の三次元への拡張」,「アドベンチャーゲームブックのコンピュータゲーム化」,「パズル「数独」の解法プログラミング」,「正規直交系と一般化されたフーリエ級数について」,「Coxeter 群から構成される複体についての考察」,「A Method for Construction of Wavelet Systems」,「Simulation Studies on the Multiple Points of One and Two-Dimensional Random Walks」

2001 年度：「コーヒーカップのシミュレーション」,「立体ペントミノの箱詰め」,「ガンマ関数の性質について」,「極値截線写像のグラフィック化とその応用」,「ランダム・ウォークの多重点の研究（理論とシミュレーション）」

6　課程専門科目担当教員からのメッセージ

以下では，いくつかの専門課程から寄せられた，数学学習に関する皆さんへのメッセージを掲載します.

応用生物課程

生物学には数学も必要

伊藤雅信（応用生物学課程）

生物学には特定の決まった研究方法（スキル）はありません。生命現象を観察し、分析し、そこに潜む本質を見極め、体系化する手段として、数学、化学、物理学、地学（地質、気象、天文）など、あらゆるアプローチが可能です。生物、生命に関する個々の知識よりも、それら多くの情報について、真偽を見極める能力を身につけることが不可欠です。

生物、生命現象は非常に多様であり、実験研究により得られる結果は、一側面、一断面を捉えたに過ぎません。「正解」「結論」「真理」に至るには、多面的な試行錯誤、論理的思考、特に統計学的な解析が日常的に必要となります。新しいことを見いだすには、多様な価値観、方法論を認めたうえで、実証された事実を体系化し、論理的に正しく説明できる能力が求められます。

生物、生命現象を解明していく「伸びしろ」を培うには、数学、化学、物理学などの基礎をしっかり身につけることが大切です。

応用化学課程

応用化学課程の学生さんへのメッセージ

応用化学課程では、１年次および２年次において学生全員が幅広い基礎的な総合力（物理化学、有機化学、無機化学、分析化学、化学工学など）を培い、３年次で物質、材料（高分子材料、無機材料、有機材料、生体関連物質）の成り立ちから実践（社会ニーズ）に至るまでを網羅的に学習します。そして、この幅広い総合力のベースとなるのが化学、物理学、数学などの基礎科目です。なかでも数学は、物理学や化学を理解するためにどうしても学んでおく必要があります。

物理学はもちろんですが、化学的な様々な事象も多くは数式で書き表されます。そして、一旦数式で表されたら、その背景となる物理学的あるいは化学的な意味を常に考えながらも、数学のルールに従って、自由に数式を扱えることが望まれます。例えば、分子の中の電子の振る舞いを表すシュレーディンガー方程式は２階の微分方程式で書き表されます。これを上手く解くことができれば、物質の性質や化学反応をより深く理解することができます。分子の対称性を議論するときには、行列や行列式の知識が必要になりますし、結晶を理解するためにはベクトル解析も必要です。また、熱力学では、物質やエネルギーの変化を偏微分方程式で表します。こういった数式やその取り扱いに習熟しておくことが重要です。

数学を学ぶ大切な理由は、もう一つあります。それは、論理的な考え方を身につけるということです。物理学や化学に限らずどのような自然科学でも、仮説を立てて、それに基づいて実験を行い、得られた結果を考察し、更に仮説を立て、次の実験を行うというプロセスを経て発展していきます。その中で、論理的な考察を積み重ねていくということが重要になります。そうでなければ、新しい発見も他の人に理解してもらえませんし、次のステップにつなげていくこともできません。このような考え方を、数学を学ぶ中で身につけていただきたいと思います。

以上のように、物理学であろうが化学であろうが、それぞれの分野で数学が必要であり大いに役立っています。将来研究室に入るとわかりますが、数学の不得意な人も自分の研究に必要となると、もう一度数学を勉強しようかという気になって勉強できるものです。そうすると数学も自分の研究の内容もわかってきて、ますます自分の研究が楽しくなります。本学では４年間を通して、それぞれのレベルと必要性に応じた多くの数学科目が用意されています。これらを活用して是非とも数学力を身につけていってほしいと思います。

電子システム工学課程

比村　治彦

高校１年の春，男子テニス部に入部してまもない時，同級生 10 数名と玉拾いをしながら高２以降で文系に進むか理系に進むか雑談していた．ビジネスマンとして生きていくのだろうと漠然と思っていた私は文系と答えたが，同じように文系と答えたのは私の他に１人だけだった．ところが，それから１年後，理系へと進んだのは私を含めて２名だけで他の同級生はそろって文系へと進んだ．その原因は理科，特に物理にあった．理科が嫌いで文系に進む高校生は今でも多いのだろう．これとは反対に理科が比較的良くできたので理系を選ぶ人も多いだろう．つまり，数学は文理コース選択の判断材料に大きく入ってこない．実際，経済学部に進んだ同級生が「物理で習うと分からないんだけど，数学で習うと分かるんだよな.」としみじみ話していたのを思い出す．この言葉に尽くされていると思う．理系，特に電子システム工学課程に進学してきた諸君は理科がそこそこ好きだったと思う．その純粋で素朴な動機を忘れてはいけない．確かに電子システム工学課程では「電磁気学」や「プラズマ工学」を始めとしたあらゆる専門科目で数学を使用するが，所詮そこでは数学をツールとして使っているにすぎない．我々の興味は理科にある．そして理科，つまり自然科学の理解にこそ数学以上の時間がかかる．計算が少々苦手だからといってターゲットが自然科学にある本質を見失ってはいけない．あらかじめガチガチに決められた算法にしたがい頭を筋肉にして計算を進める数学は練習すれば必ずできるようになる．そしてこの数学を一体どのように実践で使うのか，それを「電子システム数理基礎論」で教授している．

（電気電子工学系）

情報工学課程

情報工学と数学

情報工学は、現代の情報社会を支えるためになくてはならない分野です。製造業における設計・加工システム、航空機や電車などの交通機関の運行制御システム、経済活動での電子商取引システムなど、様々なシステムが情報工学によって支えられています。情報工学に限らず、理工系の分野では、その体系を記述するための言葉として数学を使います。すなわち、対象とするモノやサービスを数学の言葉を使ってモデル化することで、問題点を明確にし、新しく実現できたことや改善点を客観的に評価することができます。

しかし、情報工学の場合は、他の工学分野に比べて更に密接な数学とのつながりがあります。そもそも、「情報」は目に見えませんし、触れることもできません。そのような曖昧模糊とした情報を工学の対象として取り扱うためには、数学の助けが必要になります。「情報」を工学的な対象として最初に定式化したのは、Claude Elwood Shannon(1916〜2001) が 1967 年に発表した論文“ The Mathematical Theory of Communication ”（通信の数学的理論）においてと言われています。その中で、Shannon は「情報」の量を確率的なモデルに基づいて定義することで定量的な議論を可能にしています。この成果が礎となって、現在の ICT(Information and Communication Technology) の飛躍的な発展につながったと言っても過言ではありません。また、近年のディジタル技術の進展に伴って、ビデオ、音声、画像など様々な情報がディジタル情報と呼ばれる数字（整数）として表現されることが一般的になっています。例えば、情報セキュリティの基盤技術である暗号理論では、情報を表す数字を巨大な有限群や環の要素に割り当てて、それら群や環の性質をたくみに利用することで暗号の安全性を保証しています。

情報工学を究めていくためには、このような数学とのつながりを常に考えながら勉強していくことが大事です。１、２年生の間は、数学科目と専門科目との関連がよく分からないかもしれませんが、スタディアドバイザや数学サポートセンター等を積極的に活用して学習を進めてください。

（稲葉宏幸）

機械工学課程

機械工学課程にとっては課程専門科目を学び理解するための基幹科目が数学科目です．課程専門科目においては，数学知識を実際の問題に対して使いこなすことが求められます．特に，微分 (偏微分，微分方程式)・積分，線形代数学，ベクトル解析などはほとんどの課程専門科目で必要になってきます．また，機械工学課程の学問分野は裾野が広いために，学生諸君の興味の対象によって様々な数学分野の知識 (例えば，複素関数やフーリェ解析は多くの分野で用いられます) がその基礎となります．そこで，機械工学課程においては学生諸君の興味の多様性を考慮して，最低限必要な数学科目のみを必修科目に指定し，その他を選択必修科目または選択科目としています．これは，機械工学のどの分野に興味を持つかによって必要となる数学知識が違うからです．学生諸君が自ら学びたい分野をしっかりと考え選択する，その結果として必要な数学科目を履修することが大切になります．従って，必修科目のみを履修すれば事足りるということでは全くありません．各課程専門科目で必要となる数学科目はシラバスに記載することにしていますので，シラバスを参考にして必要となる数学科目を積極的に履修することが求められます．また，教員が実施する履修指導においても相談できる体制を採っていますので気軽に相談してください．

最後に，社会が多様性を高めている現在においては，大学からのお仕着せではなく学生諸君が自分の将来を見据えて積極的に自分の方向を選択していくことが必要になります．諸君が納得できる選択を行い，それに従って必要となる課程専門科目を修得することが望まれます．そのために，課程専門科目においても必修科目以外は全て選択科目としています．我々教員はいろいろな面で諸君の選択をサポートして，諸君にとってより実りのある大学教育を目指していきたいと思っていますが，その中心は諸君自身であることを忘れずにいてください．

デザイン・建築学課程

デザイン・建築学課程の学生の皆さんへ

本課程の卒業生には「工学士」の称号が与えられます。工学士あるいはエンジニアとは、「工学とその応用力を駆使する専門職にある人」です。また、工学の定義は、「数学と自然科学を基礎とし、ときには人文社会科学の知見を用いて、公共の安全、健康、福祉のために有用な事物や快適な環境を構築することを目的とする学問である。工学は、その目的を達成するために、新知識を求め、統合し、応用するばかりでなく、対象の広がりに応じてその領域を拡大し、周辺分野の学問と連携を保ちながら発展する。また、工学は地球規模での人間の福祉に対する寄与によってその価値が判断される。」です［1998年「工学における教育プログラムに関する検討委員会」（国立大学工学部）］。このように、数学は工学にとって重要な基礎科目です。

建築課題コースに進む人にとっては、数学は、建築構造や建築環境の授業や演習に直接的に関係してきます。また、建築に関連する多くの仕事においては、幅広い事柄を統合し、総合的に考察し判断する能力が必要とされます。そういったものの考え方の基礎となるのが数学です。デザイン課題コースに進む人にとっても、数学はデザインを論理的に説明したり、自分が思った形状をパソコンや工具を使って作り出すときに必要です。また現在では、デザインの仕事で成功を収めるためには経済的な考え方や人文社会科学の知見が必須であると考えられていますが、そういった分野の論理的思考の基礎となるのも数学です。

数学の学習は、これから皆さんが進む専門分野の学習を助け、研究等を発展させるために大いに役立つと思います。いろいろ学んでみましょう。大切な論理的な考え方について、「数学を使わない数学の講義（小室直樹）」という本などもありますよ。