九州大学理学部数学科

Faculty of Mathematics Kyushu University

2023

九州大学理学部数学科へようこそ

九大理学部数学科の教育は,「数理学研究院」,「マス・フォア・インダストリ研究所」, 及び「基幹教育院」という組織に所属する教員により担われています. 各教員の専門分野も代数学, 幾何学, 解析学という伝統的な数学分野から, 統計学, 数値解析, 流体力学, 暗号理論, 生物数学といったいわゆる応用系の数学分野まで多様性に富んでおり, 人数的にも日本最大規模です.

数学は, 医学や哲学などと並んで, 最も歴史のある学問の一つです. たとえば, 紀元前1600年ごろの粘土板に, 楔形文字で三平方の定理が記録されたものが発見されています. この三平方の定理を現在でも中学校で習うことを考えればお分かりのように, 数学の命題はそれが正しければ, 誰が証明したかに関わらず平等に価値を持って, 時代を超えて記録・記憶され続けるのです. 幾何学や初等整数論の基礎を与えたユークリッドの「原論」という書物も, 紀元前300年ころの作品で, そこで確立された定理は永遠不変の真理です. 以来連綿と受け継がれ発展させられてきた数学は, 17, 18世紀に至ってニュートンやオイラーといった巨人が現れ, 現代数学への扉が開かれました. 実は皆さんが高校までに習う数学は, 17世紀のニュートンの時代までの数学です. そして18世紀から19世紀半ばにかけて, オイラー, ガウス, コーシー, ガロア, リーマン, ワイエルシュトラスなどといったきら星たちが, 解析, 代数, 幾何の各分野で大きな貢献を成し遂げましたが, 大学の理系学部で習う数学が大体この時代までの数学です. そして理学部数学科ではさらに, 20世紀に入って発展した, 高度に抽象的な数学を学びます. 具体的には, 集合論, 群・環・体の理論, 位相・微分幾何, 測度論などといった数学を, 数学科で順次学んでいきます.

20世紀後半から今世紀にかけて, 数学の進歩はますます加速していっています. 350年来の未解決問題であったフェルマー予想がワイルズによって解決されたのが20世紀末のことでした. 今世紀に入るとアメリカのクレー研究所が, 数学の重要な未解決問題として7題を選び, その全てに100万ドルの懸賞金をかけています. その一つである, ポアンカレ予想とよばれる難問が2003年にペレルマンによって解かれました. 彼は100万ドルの賞金も, フィールズ賞という最大の名誉も拒否したことで大いに話題になりました.

また前世紀から今世紀にかけて, 数学が思いもよらない分野に応用される例がますます増えています. たとえば, 数学の女王とよばれ, 応用からは最も遠いと思われていた整数論が, インターネットやキャッシュカードなどのセキュリティ技術として不可欠な暗号理論に用いられていますし, 金融界で利用されているブラックショールズ方程式は, 日本人数学者である伊藤清の確率論の研究が基になっています. 医療で使われているCTスキャンの原理の根底にあるのは, 偏微分方程式論などで出てくるラドン変換です. さらに数理論理学はコンピューターサイエンスの基礎を与えていますし, 離散数学やグラフ理論は, インターネットや神経回路等の様々なネットワークの構造解析を支えます. またコンピューターの劇的な発展によって, 昨今話題のビッグデータの数学的な解析が可能になり, 人工知能の発達とも絡んで, 驚くほど多方面で応用されるようになっています. これらの一端は, 3年後期から始まるセミナーでも学ぶことが出来ますが, 本格的には, 大学院に進学してから, それぞれの興味に応じて学び, また研究していくことになります.

質, 量ともに日本有数の教員規模を誇る九大理学部数学科では, 実に幅広い数学を学ぶことができます. そして, 数学科を卒業してからの進路の選択肢も皆さんが想像する以上に広く, 学んだことを直接生かす教員のような職だけではなく, 数学科で鍛えた論理的思考力や数理的構造を見出す直観力を高く評価して採用を希望する企業も数多くあります. しかし卒業生の凡そ2/3ほどの学生は大学院修士課程（2年間）へ進学します. 大学院でさらに高度な数学を学び, 研究を体験することで, より一層の社会貢献に寄与する可能性が生まれ, また研究者への道も開かれます.

数学に興味と情熱を持つ皆さんが, 九大理学部数学科に入学され, 私たちとともに数学を学び研究し, 新たな知的興奮と喜びを体験されることを願っています.

数学科長 小林 真一 こばやし しんいち

九州大学理学部数学科の数学を垣間見る

数学科では最初の２年ないし３年の間に微分積分学や線形代数学，代数学・幾何学・解析学の初歩など，数学科の学生なら誰もが身につけるべき基礎的な数学を学びます．その後３年生の後半あたりから各人の興味に従ってより専門性の高い数学も学びます（詳しくは12ページの「カリキュラム」を参照して下さい）．ここではその様な専門的なトピックの中からいくつかをごく簡単に紹介します．皆さんが将来数学科に入学したらどんな数学を学べるのか，そのほんの一端でも知っていただければと思います．各項目には敢えて見出しを付けておりません．数学科で触れることのできる数学の内容は多様で，他にもまだまだあります．九大数学科ではきっと素敵な数学との出会いが皆さんを待っています．

1

整数論は“数”のもつ様々な性質について研究する数学の一分野です．整数論には多くの“ゼータ関数”と呼ばれる重要な複素関数（複素数を変数とする関数）が現れます．そのうちのいくつかを紹介してみたいと思います．手始めに数列の和　$S_k(n)=1^k+2^k+\cdots+n^k$ を考えてみましょう．

ここで，k は0以上，n は1以上の整数とします．高校で習ったように $S_k(n)$ は

$$S_1(n)=\frac{n(n+1)}{2},$$

$$S_2(n)=\frac{n(n+1)(2n+1)}{6},$$

$$S_3(n)=\frac{n^2(n+1)^2}{4}$$

...などと計算されます．それでは，以下の数列の和はどうでしょうか？

$$T_k(n)=1+\frac{1}{2^k}+\frac{1}{3^k}+\cdots+\frac{1}{n^k}.$$

上で挙げた $S_k(n)$ のようなわかりやすい公式は知られていないようです．$k\geq 2$ のとき，$T_k(n)\leq 2$ と $\{T_k(n)\}$ が単調増加であることから，$n\to\infty$ のとき収束して極限値が存在します．この値はどんな値でしょうか？また，数列 $\{S_k(n)\}$，$\{T_1(n)\}$ は $n\to\infty$ のときすべて発散しますが，“何か意味のある値”を対応させられないでしょうか？これらの問題を考察することは，最も基本的なゼータ関数である“リーマンゼータ関数 $\zeta(s)$”の特殊値を考察することに帰着されます．s をひとまず実数の変数とします．$s>1$ のとき，リーマンゼータ関数 $\zeta(s)$ は収束する級数（数列の無限和）

$$\zeta(s)=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^s}=1+\frac{1}{2^s}+\frac{1}{3^s}+\cdots=\prod_p\left(1-\frac{1}{p^s}\right)^{-1}$$

で定義される s の関数です．また，整数 n の素因数分解の一意性を用いると，素数 p 全体にわたる積（オイラー積）を用いて書くことも出来ます．

さて，$\zeta(s)$ の変数 s を実数の変数から複素数の変数としてみましょう．リーマンは1859年の有名な論文で $\zeta(s)$ が $s=1$ 以外のすべての複素数に対して，複素数に値を持つ正則関数に拡張（解析接続）できることを証明しました．その論文の中で，リーマンは一つの予想を述べました．「複素数 ρ の実部が0より大きく1より小さいとする．もし，$\zeta(\rho)=0$ ならば，ρ の実部は $\frac{1}{2}$ に等しい．」この予想はリーマン予想と呼ばれていて，現在まで証明がされておらず数学界の最大の未解決問題のひとつであると言われています．その後，リーマン予想より弱い事実「1と異なる複素数 ρ の実部が1ならば，$\zeta(\rho)\neq 0$ である．」を証明することにより，アダマール（1894年）とド・ラ・ヴァレー・プーサン（1896年）により，素数定理「$\pi(x)$ を実数 x を越えない素数の個数とする．$x\to\infty$ としたとき，$\pi(x)$ と $\int_2^x\frac{dt}{\log t}$ の比は1に近づく．」が証明されました．リーマン予想が証明されるとこの素数定理がより“精密”になることが知られています．

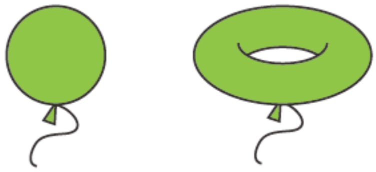
リーマンゼータ関数と同様に重要であると思われるゼータ関数のひとつにセルバーグゼータ関数（セルバーグ1956年）があります．双曲多様体（ある種の高次元の図形）に対して，セルバーグゼータ関数 $Z(s)$ は定義されます．このゼータ関数も複素数平面全体に解析接続されて，リーマン予想の類似を満たすことが知られています．素数を数える素数定理の代わりに，素測地線を数える“素測地線定理”が証明されます．（素測地線とは2点を結ぶ最短距離を実現する曲線で多重巻になっていないものです．）セルバーグゼータ関数の解析接続は“セルバーグの跡公式”（ある種の積分で定義される作用素の固有値を調べる道具）を用いて，その対数微分の解析接続を示すのですが，その表示から非自明零点が一直線上に並んでいる様子がわかり大変美しいです．

整数論にはまだまだ生態のよくわかっていない“ゼータ関数”がたくさん生息していますので，皆さんもこれらのゼータ関数について研究してみませんか？未知のゼータ関数が“何”を数えているか知りたくないですか？

権　寧魯（ごん　やすろ）

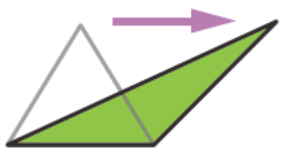
2

次のような丸い風船とドーナツ型の風船を想像してみてください.



風船は伸び縮みができる素材で出来ています. ここで問題です. 左の丸い風船を上手に押したり引っ張ったりして変形させることで（風船を割ることは認めません）右のドーナツ型の風船と同じ形にできるでしょうか?例えば細長い棒状に伸ばしてから両端を接触させ輪の形にすると右の風船に近い形になりますが, 両端を接触させた部分が同じとは言いづらく, 不満が残ります. この問題の答えは「ノー」であるように思われます.

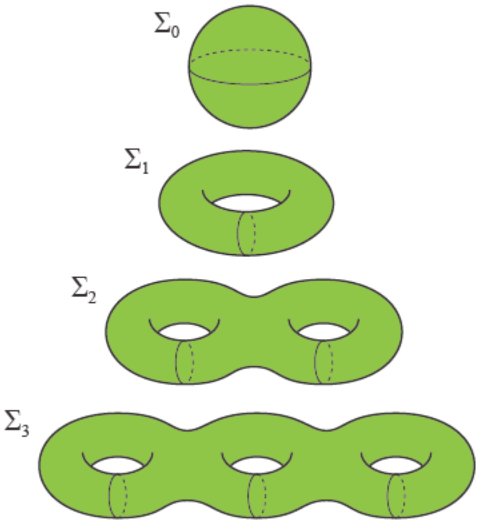
風船の伸び縮みのような変形を数学では図形の「連続的な変形」と呼びます. 高校までの平面幾何, 立体幾何においては「合同」によって図形を区別していましたが, 「トポロジー」という幾何学では一つの図形がもう一つの図形に「連続的に変形できるかどうか」で図形を区別します. なので, 図形をぐにゃぐにゃと曲げたり伸び縮みさせると変化してしまう長さや面積, 体積, 角度などは「トポロジー」の世界では重視されず, それらの情報を削ぎ落しても残るような図形の性質を重視します. 例えば, 三角形の合同条件が長さや角度で記述されていたことからも, 高校までに学んできた幾何学とは全く異なる幾何学であることがわかります. 実際, 次の図のように連続的に変形できるので,「トポロジー」の世界では三角形は合同でなくてもあまり区別しません.



正三角形を鈍角三角形に連続的に変形する様子（底辺を固定して上の頂点を右に引っ張る）

では「トポロジー」の世界で区別されるのはどんな図形なのでしょうか?実は先ほど考えた風船はその例です.

これらは「閉曲面」と呼ばれる図形の仲間になっています. 閉曲面の仲間には次の図のような Σ_g（g は0以上の整数）と書かれるものがあります（$g \geq 4$のときの形も推測してみてください). $g \neq g'$ ならば Σ_g を連続的に変形して $\Sigma_{g'}$ にはできないことが知られており, Σ_g と $\Sigma_{g'}$ は「トポロジー」の世界でも区別される図形です.



このことは Σ_g たちの「穴の数の違い」に起因します.「トポロジー」で研究するのはこういった図形の性質です.

ここで取り上げた曲面（「2次元」の図形）以外にも我々の暮らす宇宙空間のような3次元, 4次元の図形, さらには5次元以上の高次元の図形, 果ては無限次元（!）の図形ですらトポロジーの研究対象です. 扱う図形の種類も幾何学的なもののみにとどまりません. 代数学などの他分野のある種の問題を「図形の問題」とみなしてトポロジーの視点から研究したり, 近年では実験室や現実社会で得られたデータの集まりをも「図形」とみなしてトポロジーの問題として研究したりされています. そこからフィールズ賞が与えられたような理論的に重要な研究から, データ解析の手法など現実社会で役に立つものまで, たくさんの成果が生まれています.

「トポロジー」は高校までに学ぶ機会のなかった幾何学です. しかしこのように豊かな幾何学的視野と, 応用範囲の広い問題解決の道具を提供してくれます. 高校までの数学が得意な方も, そうでない方も, ぜひそんな「面白さ」と「実益」を兼ね備えた「トポロジー」の世界へ足を踏み入れてみてください.

蔦谷　充伸（つたや　みつのぶ）

3

この世に存在する星の動きは, アイザック・ニュートンが発見した万有引力の法則によって支配されています. その法則は, 星の質量や星の間の距離を用いた微分方程式を用いて表され, ある地点から出発した星が何秒後にどこへ動くのかは, この微分方程式を解くことによって完全に決定されます. ところが今から百年以上前, フランスの数学者アンリ・ポアンカレは驚くべき発見をしました. 彼が発見したのは, 星の数が二つの場合は微分方程式の解を常に書き下せ

るのだが，星の数が三つ以上になると大抵の場合その解を具体的に式で書き下すことが出来ない，という事実でした．すなわち，三つ以上の星は何秒後に「どこか」にあることはわかるが，具体的に「どこ」にあるのかはわからない，ということです．しかも彼はその研究の過程で，星の動きは非常に複雑で予測不可能な「カオス」と呼ばれる状態になりうることも発見しました．これらの発見はポアンカレに大きな衝撃を与えたと同時に，具体的な解の形に着目する量的な研究から，解の大域的な性質に着目する質的な研究への大転換を迫りました．これが，今日の「力学系理論」の始まりです．

力学系理論は何も星の動きに限った話ではありません．力学という言葉が入ってはいるものの，今ではそれは（むしろ物理学というより）現代数学の重要な一分野を成しています．例えば，誰もが中学生で習う2次関数

$$f(x)=x^2+c$$

を考えてみましょう．ここで c はある定数です．例えばいま x に0を代入すると，$f(0)=0^2+c=c$ という値が出力されます．次にこの値をもとの2次関数の x に代入すると，こんどは $f(c)=c^2+c$ という値が出力されます．さらにこの値をもう一度2次関数の x に代入すると，$f(c^2+c)=(c^2+c)^2+c$ となります．この操作を繰り返すと，

$$0,\ c,\ c^2+c,\ (c^2+c)^2+c,\ ((c^2+c)^2+c)^2+c,\cdots$$

という数列が得られますが，これもまた立派な力学系なのです． 2次関数なんて，解の公式も知ってるし，増減表も求められるし，頂点の座標も計算できるし，わからないことなんて何もない，と思われるかもしれません．しかし，上のように単純な2次関数から作られる数列の裏側には実に深遠な数学の世界が広がっており，それを主題とした研究で（数学のノーベル賞ともよばれる）フィールズ賞を三人の数学者が受賞しています．詳しいことはここでは述べませんが，下の3つの図

図1　周期倍分岐

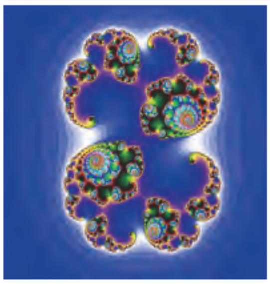


図2　ジュリア集合

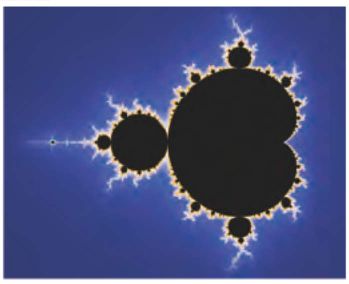


図3　マンデルブロー集合

（いずれも Wikimedia Commons より転載）はどれもそのフィールズ賞の受賞理由を表現しています．

一番目の図は上のように2次関数から得られた数列をある方法でプロットした（周期倍分岐と呼ばれる）対象，二番目の図は2次関数から得られる数列を複素数まで拡張したときに現れる（ジュリア集合と呼ばれる）対象，三番目の図は二番目の図に現れた対象がある性質を満たすようなパラメータ c 全体の（マンデルブロー集合と呼ばれる）対象です．このような集合は，皆さんが良く知っている直線やなめらかな曲線などとは異なり，いくらでも微細で複雑な構造を持っているのが特徴で，「フラクタル」とも呼ばれます．これまでフラクタルは単に病的な数学的対象とみなされ，真剣には研究されない時期が長く続いていました．しかし，力学系理論の研究やコンピュータ・グラフィックの進歩に触発されて，興味深く美しい研究対象として次第に脚光を浴びるようになったのです．

さあ，単純だけど深遠な，病的だけど美しい，力学系の世界へようこそ．

石井　豊（いしい　ゆたか）

4

ここで紹介する「複素関数論」は，長い歴史をもつひとつの数学の分野です．数学科では2年生後期でその入門的な内容を勉強します．

高校や大学の一年で勉強する関数は実数から実数への対応を考えますが，これを複素数から複素数への対応に拡張して考え，その拡張されたものを複素関数とよぶことにします．簡単に言えば，複素関数論とは，その複素関数に関して微分積分学を行う分野と言えるでしょう．ニュートンからはじまった実数の世界で考えた微分積分学となにが違うのか，複素数まで拡張をする意義が本当にあるのか，これは大切な問題意識です．ここでは詳しいことは説明できませんが，大学でこの分野を勉強することにより，感動的にこの拡張の重要性を理解することになるでしょう．

その雰囲気だけでもわかってもらうために，少し複素関論の微分と積分について説明してみましょう．次のような極限が存在するとき，複素関数 f は点 z_0 において微分可能であると言います．

$$\lim_{z\to z_0}\frac{f(z)-f(z_0)}{z-z_0}.$$

見かけは，みなさんが知っている実変数の場合の微分と全く同じですが，その違いは，z も z_0 もすべて複素数で考えるので，極限の意味が少し難しくなります．この場合の微分を「複素微分」とよび，複素微分可能な関数こそが，複素関数論の主役となります．この微妙な極限の違いにより，複素微分可能

な複素関数は，実変数に関する微分可能な関数とは比べものにならないくらい，美しく面白い性質をたくさん持つことになります．具体的には，御存知の多項式，三角関数，指数関数，対数関数を自然に拡張した関数がそのような性質をもちます．さらに高度で興味深い関数もあるのですが，2年生では，具体的な関数としては，このような初等関数だけを主に取り扱います．ちなみに，三角関数と指数関数については，オイラーの等式とよばれる次の等式が有名です．

$$e^{iz} = \cos z + i \sin z.$$

この等式からわかることは，実は指数関数と三角関数は本質的にはほとんど同じものであるということです．複素数の世界を通すと，今までに見てきた世界が全く別の美しい世界に見える瞬間です．

複素関数論の面白さは，積分を勉強することにより，ますます実感されることになるでしょう．複素関数は，複素（数）平面の集合上で定義されると思ってよいのですが，その集合上にきれいな曲線を用意し，考えている複素関数をその曲線に制限するときに，実数を変数とする普通の関数を考えることになります．したがって，ある意味で高校で勉強した積分と同じものを考えることができるわけです．例えば，関数 f の曲線 C 上における積分は，こんなふうに書いたりします．

$$\int_C f(z)\,dz.$$

数学史上最も美しく有用な定理のひとつとして知られる「コーシーの積分定理」という定理がありますが，これは複素平面全体で，複素微分可能な関数 f について，曲線 C が円周のようにスタートの点とゴールの点が一致しているときに，次が成り立つというものです．

$$\int_C f(z)\,dz = 0.$$

この定理はとてもシンプルで美しい形をしていますが，見かけからは想像もつかないほどの多くの応用があります．例えば，「n 次方程式（$n \geq 1$）は必ず複素数の中に解をもつ」という代数学の基本定理もこの定理から示されます．こんな代数の定理が，積分を用いて証明されるなんて想像できますか？

「複素関数論」の魅力のひとつに，18，19世紀に活躍した多くの天才数学者の息吹を，感じることができるということがあります．この分野は，オイラー，ガウス，コーシー，リーマン，ワイヤストラスなど，当時のスーパースターが，渾身のエネルギーと時間をかけて作り上げたもので，これを肌で感じながら勉強できることは，今までにない経験となるでしょう．また，現在も「複素関数論」は盛んに研究がすすめられていますが，大学で勉強する範囲の知識は，解析はもちろんのこと，代数や幾何を研究する上でも，必要不可欠なものとなっています．さらに，その応用は数学に限定されることなく，多くの理系の科目において必要となるもので，多くの学科で必修な科目となっています．

神本　丈（かみもと　じょう）

5

皆さんは非線形性という言葉を聞いたことがあるでしょうか．線形性というのは一言では y=ax のことで，x が何らかの入力で y がその出力であれば，入力を基準値の何倍かすると出力も同じだけ倍増される，というものです．非線形とは入力と出力の関係がそうではない，例えば2次関数をはじめとする高次式，指数関数や対数関数などでその関係が書き表されるものです．非線形性は線形性と比べるともちろん複雑ですが，自然科学から社会科学まで様々な現象を数式で記述する際現れる重要な対象です．

同じように現象を記述する数学でよく現れるものとして，微分方程式というものがあります．文字通りある関数の微分に対する方程式なのですが，これはその関数の微分という一瞬の変化の情報から，逆演算である積分によって元の関数の情報を得るものです．観測事実や物理的計算によってモデル方程式を立て，それを解いて得られる関数がこれまでの観測ときちんと一致するならば，その関数が将来のことを記述する，という考え方は非常に広範囲に適用できるもので，元々は天体の運動という物理学的理由のため開発されたものでありながら現在では生物学，地球科学，経済学，社会科学などなどに応用されています．

現在数学者によって活発に研究されている分野の一つに，これらを組み合わせた非線形微分方程式論というものがあります．これは先述の様々な現象においてモデル方程式を立てると自然に非線形性と微分が入り混じって表れるためですが，このような方程式はたいていの場合具体的に解を記述することができません．その代わり，解の性質や挙動がどうなっているかということが数学的に証明でき，それを解釈することによって現象の数学的解明を試みています．この分野の研究者が扱う対象は実に様々で，例えば私は薄い気体の運動を記述する方程式を研究していますが，私の同僚には流体の運動，量子力学，生物の個体数の変動，など様々な現象由来の方程式を研究する人たちがいて，さらにある種の方程式に共通する特徴を抜き出した抽象的方程式の研究を行う人たちまで実に研究内容は多岐に渡ります．皆さんも自分が興味を持てる方程式をぜひ探しに来てください．

坂本　祥太（さかもと　しょうた）

6

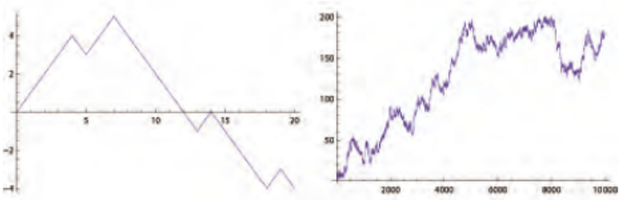
大学入試問題でよく出題される「コインを投げる」や「サイコロを振る」などは偶然に支配される典型的な現象ですね．この偶然性を使って，サッカーではコイントスによりエンドを決めますし，サイコロの目を使って双六で遊んだりします．このコインやサイコロを投げる操作を繰り返していくと何が見えてくるでしょうか？コインの表・裏やサイコロの出た目を記録していくとランダムな数列があらわれます．例えば，コイン投げの場合に表を1，裏を−1として一つの試行例をあげてみると

1，1，1，1，−1，1，1，−1，−1，−1，−1，−1，−1，1，−1，−1，−1，−1，1，−1，…

などとなります．この数列はこのまま眺めるより，前から足し算して以下のような新たな数列

1，2，3，4，3，4，5，4，3，2，1，0，−1，0，−1，−2，−3，−4，−3，−4，…

をつくってグラフにするとよりわかりやすくなります（左下図）．



（図1：20ステップ（左図）と10000ステップ（右図）のランダムウォーク）

つまり，1が出たときは1上り，−1が出たときは1下るわけです．このようにして得られた折れ線をランダムウォーク（酔歩）といいます．酔っ払いが上に行ったり下に行ったりしてふらふら歩いている千鳥足の様子からこういう名前がつきました．20回ではなくコインを10000回投げて同じことを実行したのが右図です．こうすると何やら新聞やテレビで見る株価の動きによく似ていますね．実際，銀行や証券会社ではこのランダムウォークやその極限としてあらわれるブラウン運動による確率微分方程式を使って様々な計算をしているそうです．この確率微分方程式を定式化したのは確率論研究者の伊藤清先生です．伊藤先生はその名前を冠した「伊藤の公式」によって金融界の中心であるウォール街で最も有名な数学者として知られています．

位置がランダムに時々刻々と変化するものを確率過程といいます．ランダムウォークはその確率過程の中で特に重要なマルコフ連鎖の一つです．マルコフ連鎖の例は，酔っ払いの動きや株価以外にもいたる所に見いだすことが出来ます．身近な所で一つ例をあげましょう．トランプで遊ぶとき皆に配る前にカードをシャッフルしますね．面倒なので2,3回しかシャッフルしないで配ると前のゲームと同じような手がでてきて，友達に「もっとよく混ぜろよ」と怒られてしまいます．何回くらいシャッフルすれば十分混ざっているかなんて考えたことありますか？実はトランプのカードが52枚だとすると，シャッフルを52次対称群の上のマルコフ連鎖と考えることにより確率論として研究することができます．身のまわりをよく観察してみると意外に偶然に支配される現象が多いことに気付くでしょう？

最後にクイズです．以下の数列はどのような規則で並んでいるかわかりますか？

7 → 22 → 11 → 34 → 17 → 52 → 26 → 13 → 40 → 20 → 10 → 5 → 16 → 8 → 4 → 2 → 1

子供の頃何かの本で読んで知った不思議な数列です．この数列に関しては「どんな自然数からスタートしてもこの規則で数列を続けていくと，有限回の後に必ず1に到達する」という予想があります．是非色々な数で試してみてください．未だに証明も反例も与えられていない未解決問題です．この予想には色々な呼び名がありますが，海外ではコラッツ予想，日本では「角谷予想」と呼ばれることが多いです．この問題を紹介された角谷静夫先生は確率論に近いエルゴード理論と呼ばれる分野の研究者です．実はちょっと意外なのですがこの問題の中にもコイン投げが潜んでいて，それを発見することによってこの問題を確率論を用いて研究することが可能になります．どこにコイン投げが潜んでいるかは皆さんが数学科で図書館やインターネット，同級生や先生などを利用して発見してみてください．この問題の他にも多くの問題が皆さんに解決されるのを待っています．数学科で勉強してみませんか？

白井　朋之（しらい　ともゆき）

7

これからどこかに出かけるときに黒いどんよりとした雲が厚く空を被っていたら“雨が降るかもしれないから傘を持っていこう”，朝早起きをして東の空を眺めたときにきれいな朝焼けが見えていたら“朝焼けが見られるときには雨が降るって聞いたっけ”，といったように，雲や風や空の色などの自然の様子を観察して今後の天気がどうなるかを考えたことはありませんか？これらの中には科学的な説明が可能なものから単なる伝承・言い伝えの類まで様々ありますが，田植えのような農作業の時期をいつにするか，遠足や体育祭の

ような学校行事を予定通り開催するか，台風の接近に伴い列車や飛行機を時刻通りに運行させるかなど，我々の生活は天気の様子に左右されるため，人々が未来の天気を知ろうとした努力によって得られたものです．

現在ではより正確に未来の天気を知るために，数値予報と呼ばれるコンピューターを利用した手法が取り入れられています．数値予報において中心的な役割を果たしているのが“数値シミュレーション”という技術です．数値シミュレーションでは，まず対象とする現象を物理法則に基づいて微分方程式などで記述する“数理モデル化”を行い，次に微分方程式をコンピューターで扱うことのできる近似方程式に置き換える“離散化”を行い，最後に近似方程式を実際にコンピューターで解いて対象とする現象を再現する“数値計算”を行います．

例えば台風がどちらの向きにどれくらいの速さで進むのかをより正確に知るためには，“数値シミュレーション”の精度を高めてより正確にコンピューターの中で大気の振る舞いを再現することが重要となります．このために，“数理モデル化”によって得られる微分方程式や“離散化”によって得られる近似方程式が本来の現象をどれだけ再現できているかを数学を使って調べる分野が“数値解析”と呼ばれる分野です．また，翌日の台風の位置を知るために必要な方程式をコンピューターで解くのに時間がかかり，1週間後にならないと結果が分からないようでは全く役に立ちません．より効率よく，より速く“数値シミュレーション”ができるような方法を構築することも“数値解析”の大事な主題です．

現在では，ここに挙げた天気の例に止まらず，生活の様々な分野で“数値シミュレーション”の技術が活躍しています．皆さんも自分の知りたい現象をコンピューターの中でより正確により速く再現してみませんか？

田上　大助（たがみ　だいすけ）

8

世の中は様々なデータで溢れています．実際，テキストデータ，遺伝子データ，画像データ，アンケートデータ，POS データ，エネルギーデータなど，枚挙にいとまがありません．データそのものは，数字あるいは文字列の羅列ですので，どこに有益な情報が隠されているのか，すぐには分かりません．しかし，データを解析することにより，有益な情報を抽出できることがあります．最も簡単な解析方法は，単純集計です．たとえば，試験問題の正答率は，問題の難易度を理解するのに役立ちます．世の中には，単純集計よりも遥かに高度な解析手法がたくさんあります．それらの解析手法を駆使することにより，たとえば病気の原因となる遺伝子を発見したり，アンケートデータから顧客のニーズをつかんだりできるようになります．このような「役に立つ」データ解析を行う上で欠かせない学問が，統計学です．

最近は，Python や R などのソフトウェアのパッケージを使ったデータ解析が主流となっています．パッケージを使えば，たった数行のコマンドで高度な解析ができます．そのため，一見すると，統計学を学ばなくても，誰でも簡単にデータ解析ができるように見えます．しかし，実際は全く違います．なぜなら，統計学を習得していなかったら，パッケージの中でどのような計算が行われているのか理解できないため，誤った解析を行うことがあるからです．また，仮に正しく解析できたとしても，得られた結果がどの程度うまくいっているのか，評価することができません．統計学は，既存のパッケージを正しく使い，解析結果を定量的に評価できるようになるために必要なのです．

世の中には数多くのパッケージが存在します．実際，R のパッケージは10000を超えます．そのため，取得されたデータに対し，何かしらのパッケージを使えば解析できると思われるかもしれません．しかしながら，実は，どのパッケージを使ってもうまく解析できないことが頻繁にあります．それは，多くのデータが，教科書に書かれてあるような「解析しやすいデータ」ではないからです．実際，データには欠損や外れ値が含まれることがよくあります．また，モデルが複雑になるに従い，パラメータ数が膨大になります．このような場合，得られたデータに対し，既存の手法をそのまま適用すると，思うような結果が得られない，あるいはそもそも計算すらできないことがあるのです．

この問題に対処するためには，従来手法を改良する，あるいは一から手法を作る必要があります．新たな手法を提案するためには，データの内在する構造を抽出する統計モデルを構築すること（統計モデリング），得られた結果が正しいかどうかを数学的に検証すること（数理統計），コンピューターで実行可能なアルゴリズムを構築すること（計算機統計）が必要になります．新たな手法の提案は，パッケージを「使う」立場から「作る」立場になることを意味します．自作のパッケージを作って Web 上に公開すれば，世界中の人達がその手法を使えるようになります．

みなさん，統計学を学び，現実問題に役立つ解析手法を作ってみませんか？

廣瀬　慧（ひろせ　けい）

先輩の声

数学科で学ぶということはどういうことか，また数学科を出て社会に出たとき，自分が学んできたことはどのように活かされるのか，九大数学科の卒業生，在学生の何人かの生の声を聞いてみましょう．

意外と役に立つ数学

神戸大学大学院
海事科学研究科
上田 好寛

「数学って役に立つんですか？？」，「なんで数学を勉強してるんですか？？」などという質問を，大学の授業や高校での特別講義などを通じてよく耳にします．きっとこの冊子を手に取られている皆さんも，もしかしたら同じことを考えているのではないでしょうか．少なくとも，「役に立ちそうだが，どう役に立つのか漠然としていてよくわからない…」といった意見を持っている方は多いかもしれません．さて，では何故数学という学問が今でも廃れず残っており，今もなお発展を続けているのでしょうか？もっと身近な疑問で言えば，何故，小学校・中学校・高校と数学（小学校では算数ですが）を勉強し続け，さらには大学でも基礎科目として数学が位置付けられているのでしょうか？学校のカリキュラムというのは，膨大な時間と労力によって綿密に構築されています．そのなかで，数学にかなりの時間を割いているということは，必ず何か理由があるはずです．ここではまず，その理由について考えてみましょう．

小学校までの数学（算数）は計算が主で，中学校・高校となると徐々に証明問題など論理的な考察が必要になってくる問題が増えてきます．証明問題とはつまり，

『ある“仮定・条件”のもと，目標となる“結果”を導くために，使える道具を“取捨選択”し，“行動”を起こす．』

といったものです．さて，このように考えると，証明問題を解くための手順というのは，普段身近に起こる問題の解決手順と似ていませんか？例えば，「今週末に好きなアーティストのライブがあるが，その次の日にはテストが控えている．さて，どうしようか？？」といった難題のときにも，上記の手順で答えを導くはずです．つまり，どの程度授業の内容を理解しているかという現在の状況（仮定・条件）を把握し，ライブも楽しんでテストでも良い結果を得る（結果）ために，試験当日までにやるべきことを選択（取捨選択）し，実行（行動）に移すということです．この例だと，とても単純で当たり前のことだと思われるかもしれませんが，世の中では，様々な場面で最良の選択を迫られる場面が多々あり，それが正解かどうか，さらには正解があるのかどうかすらわかりません．その一方で，学生時代に勉強する証明問題というのは必ず正解があり，実行可能な正解への道順が保証されています．そう考えれば，人生における難問よりもはるかに証明問題の方が簡単だと思いませんか？学校で数学を学ぶ一つの大きな理由は，自分自身の人生をよりよいものにするために，最良の行動を起こすために必要な論理的考察力を鍛えるということなのです．

さて，話が少し逸れていったかもしれませんが，ここでは大学の数学科で数学を学ぶ意義について考えてみましょう．数学科では，高校数学の世界でこれまで常識と考えていた事柄をもう一度見つめ直します．例えば，「極限とは？」，「実数とは？？自然数との違いは何か？？」と言った疑問が提起され，これらに対して客観的な答え，つまりは誰が聞いても正しいと言えるような答えを与えていくのです．このような地道な鍛錬を繰り返すことで，より深い数学について学べるとともに，より鋭い論理的考察力を鍛えることができます．一概には言えませんが，その一方で，数学科以外の理工学系の学部になると，数学は主に何かを導くための道具という側面が強くなり，証明問題よりも定理・公式などをどのように応用できるかといった内容の勉強が多くなります．数学科以外の学部では，このように応用に着目した数学を学び，さらには他にも学ぶべき事柄がたくさんあるため，数学科の数学のように，一つ一つを丁寧にじっくりと考えていくことは難しいように思います．ですので，数学科で学ぶ数学というのは，他の学部学科では味わえない特別なものなのです．ここに，数学科の唯一無二の大きな存在意義があります．

幼いときから数学を学び，大学に入って数学科でさらなる深みを目指した暁には，強力な武器が身についているはずです．その武器というのは，何か具体的なものではなく，自分自身の鍛えられた思考力です．社会に出ても，感情論・経験則で物事の判断をする光景をよく見かけますが，これだけでは大きな課題・難問は決して解決できません．より大きな課題になればなるほど，重要となるのは論理的考察力です．

今回は，数学自身の美しさについてや，具体的な役立つ事柄については言及しませんでした．（私自身は，未来を予測する道具の一つである，微分方程式論という内容を主に研究しています．その話はまた機会があれば…．）これらの内容について，他の方々が説明してくださっているかもしれませんが，是非，自分自身でも調べてみてください．もっと，様々な側面から数学の魅力が伺えるはずです．最後に，「数学科を選択するのは冒険だな」と不安を胸に抱えている方もいるかもしれませんが，是非冒険してみませんか？冒険は何歳になってもできますが，若いうちの冒険ほど人生を豊かにしてくれるものはありません（私もまだ冒険中です）．是非，数学の大海原へ大冒険に出かけてみてください！！

数学を社会で活かす

〜自動車のモノづくり・ビジネスにおける技術開発で役立つ数学の力〜

マツダ㈱技術研究所

目良 貢

私が九大・数学科に入学したのは2001年４月. 高校時代, 数学にどっぷりとはまるようになり,（今でもそうですが）数学のことを考えると時間が経つのを忘れてしまうほどでした. とにかく数学をもっと深く学びたい, という一心で数学科に進学しました.大学で学ぶ数学は, 緻密な論理の下で真理を追求し続ける世界であり, その抽象性・厳密性が魅力的で益々好きになりました. 解けそうで解けない難しい問題や理論にも多々巡り会いましたが, 難しいからこそ粘り強く考える甲斐があって面白い, という感覚で, 数学を楽しむと同時に論理的思考力が自然と養われていきました. 研究室は純粋数学の「整数論」の分野に入り,「ゼータ関数」に関わる一領域の研究を進めて2010年３月に博士課程（機能数理学コース）を修了しました. 実はこの博士課程の期間中に, 私は三ヶ月間に渡る長期インターンシップを自動車会社であるマツダにおいて経験し, それをきっかけに発展した九大―マツダ間での共同研究にも着手しました. これらを通じて, 統計の先生やマツダのエンジニアとの出会いもあり,「統計数学」や「数値計算」などの応用分野に対してとても興味が湧くようになりました. そして何より, 数学を活かして社会貢献ができることへの喜びを強く覚えました. このような貴重な縁があって, 充実した学生生活が送れたことにとても感謝したと共に, 2010年４月から社会人としてマツダに入社しました.

前置きが少し長くなりましたが, ここからは社会に出て数学を具体的にどう活かせるのかをお伝えできればと思います. マツダに入社してから現在までの業務経験を踏まえ, 自動車のモノづくりにおいて数学がどのような場面でどのように役立つのかを, 私なりに整理して述べてみたいと思います.

自動車のモノづくりにおいては, 複雑な実現象のモデル化や数値シミュレーションを検討する場面が多々あります. そこでは, 幾つものパラメータを組み合わせた複合的な解析を行わなければならず, 目標の達成に向けて障壁となる種々の問題が出てきます. 例えば, エンジン性能を向上させるための燃焼・構造・伝熱などに関する制御システム開発や, デザイン・安全性・コストなどの様々な制約条件を踏まえた車両構造の最適化検討においては, モデル精度がなかなか確保できなかったり多大な計算時間が掛かるという問題が往々にして発生します.

数学はこのような場面で, 解決策を合理的に引き出せる可能性を持っています. 実際, 現象を記述する際には, 何らかの物理法則に基づく「微分方程式」や「実験式」を想定することが多いので, 数学が得意であればそれらをどこまで厳密に解くことができそうか事前に吟味できます. そして, 周囲のエンジニアの人達と議論を重ねて工学的な知見を吸収した上で, 既存の物理モデルでは捉えきれない部分をパラメータを補強して拡張・一般化したり, 新たな数学モデルや統計的アプローチも柔軟に取り入れたりしながら, 説得力のある解法を検討することができます. つまり, より洗練された数式を考え提案することで, 解を高速・高精度に求めるプロセスをより確実なものにすることができます.

一方で, 影響し得るパラメータの個数があまりにも膨大なために, 参考になる物理モデルがそもそも分かっておらず, 現象を把握するのが一筋縄では困難な場面も存在します. このような場面では, 数式を当てはめる以前のステップとして, 個々のパラメータの影響度を評価するための「パラメータスタディ」が必要になります.実はここ最近, 非常に大規模なパラメータスタディを効率的に行いたいというニーズに遭遇したのですが, 数学がそこでも大いに役に立ちました. なるべく最小限の計算回数で影響度を評価可能にするために, 思いがけず「整数論」, 特に「素数」の基本的な性質に関する知識と, それを活かしたアルゴリズムの開発・実装が効力を発揮しました. 九大の学生（院生）時代に整数論をたまたま専門的に学んでいた経験が, モノづくりを行う製造業という職種の中で意外な形で直接役に立ったことは, 私自身にとってもすごく新鮮で励みになり, 数学の適用可能性の幅広さを実問題に携わることで改めて実感しました.

さて, モノづくりに限らず, 数学はビジネスにおいても貢献できる可能性があります. 以下では, マツダが全社的に取り組んでいる「ブランド価値経営」の一環で, 私が参画してきている活動を簡単にご紹介します.

自動車を通じての行動や感動, 好みなどは, お客様一人一人によって異なります. こういったお客様に関する情報を事実に即した形で収集し, 一体どんな要素がブランド価値の形成・向上において肝要なのかを判別して, 商品・サービスの改善に効果的につなげていこうとする活動を進めています. 分野や部門の垣根を越えて色んな人達と協力関係を築きながら,「共創」という形で仕事を進めています. そんな中, 数学的な思考とある程度のプログラミングスキルが身に付いた立場でいると, 情報のより高度な分析に対応でき, 傾向を詳細に読み取ったり将来を予見したりする上で強力な武器となり得ます. そのため, データ分析の場面で活躍することを期待され,“データや目的に応じた合理的な分析手法を提案”すると同時に, それらに基づく分析結果を“分かりやすく可視化して解釈・考察”まで落とし込むことが, 共感を得る意味でも大切な役割としてよく求められます.

現在, 私はデータ分析の基盤技術の開発を担当していて, 人間の行動・判断のような不確実性を伴い尚且つ大規模なデータを柔軟に分析する汎用的アプローチの一つとして, 特に「ベイジアンネットワーク」の有効活用を推進しようとしています. ベイジアンネットワークとは, 人工知能（AI）の分野における先端技術の一つであり, 様々な事象間の因果関係を確率的なグラフ構造によって数理モデル化・可視化する手法です. 実は, 皆さんがよく使われる携帯電話の情報サービスや, インターネットの検索エンジン, 迷惑メールフィルタ, あるいはカーナビなど, IT 分野を中心にこの技術が盛んに応用されてきています. マツダにおいてはこの技術を発展させつつ, 商品開発の諸分野において拡大適用していければと考えています.

以上, 盛り沢山となりましたが, 数学を社会でどう活かせるのか, 何となく分かっていただけたかと思います. 九大・数学科では, 多くの数学の分野の中から好きな道を選択して専門的に学べる上に, マス・フォア・インダストリ研究所という強力な産学連携の拠点がありますので, 社会で役立っている数学に直接触れられる機会も豊富にあると思います. 是非, そんな機会を有意義に活用して, 充実した学生生活を送っていただければと思います.

大学数学と学習環境の紹介

博士前期課程1年

西 康汰

皆さん，初めまして．大学院生の西康汰です．皆さんは，今大学に対して何かしらの疑問を持っておられると思います．実際に，私も高校生の頃に大学での学びに対する疑問をいくつか持っていました．主なものを挙げると，①どんなことを学ぶのか，②高校の数学と何が違うのか，③どんな環境で学ぶのか，という三つのことです．おそらく多くの人がこのような疑問を持って冊子を手に取っておられるのではないかと思います．そんな訳で，私が感じていた疑問である①～③に答えていくという形で数学科について紹介していきたいと思います．

①数学科で学ぶこと

ここでは，大学数学について少し説明していきますが，知らない言葉や理解できない部分があると思います．しかし，今は「高校の数学と少し雰囲気が違うな」ということがわかっていただければ十分です．今わからなくても，大学に入って，勉強していけばわかるようになるので，安心して読み進めてくださいね．

一年次では，基幹教育科目と呼ばれる基礎科目の履修がほとんどになります．数学に関しては，線形代数，微分積分学の学習が主になります．線形代数では，主に行列に関する性質を学びます．また，少し抽象的な概念になりますがベクトル空間と呼ばれるものにも触れます．微分積分学では，極限や収束について改めて定義し直し，実数の連続性などを議論します．その後に，高校で習った微分や積分を厳密に議論していきます．さらに，その応用として多変数関数の微分や積分について学習していきます．上の二つ以外に，数学の基礎的なことに関する講義もあります．集合や写像，数学の論理など大学数学のおける必須事項を学んでいきます．

二年次では，一年次における線形代数，微分積分学の続きと一般位相空間論，複素解析学について主に学びます．これらは，必修科目になっているので数学科全員が履修することになります．上記以外にも選択科目として，様々な数学の分野を学ぶことができます．必修科目について少し説明すると，一般位相空間論では，開集合をもとに位相空間と呼ばれる空間を定め，その性質やその上に定義される構造について考えていきます．複素解析学では，これまで実数上で考えていた関数を複素数まで拡張し，微分や積分などの性質について考えます．

②高校数学との違い

①で，なんとなく大学数学の雰囲気がわかったかと思います．ここでは，具体的にどんなところが違うかについて触れていきたいと思います．大きな違いとしては，大学数学は高校のものに比べて，厳密に考えていくということです．例を挙げると，高校における極限の概念は，「x をある数に限りなく近づける」というような考え方をしますが，大学では「ある数に限りなく近づく」ということを，イプシロン - デルタ論法と呼ばれるものを使って厳密に定義します．また，厳密に議論していくことから，抽象的な内容が多いです．特に，上で紹介した一般位相空間論においては，数値計算をほとんどせず，論理の積み重ねをしていく科目になっています．

皆さんの中には，これまでの説明で違いにあまりピンと来ていない方もいると思います．私自身も高校生の頃，いろいろ調べたりしたのですが，違いがよくわかりませんでした．しかし，大学一年生の４月にその違いがはっきりとわかりました．イプシロン - エヌ論法と呼ばれるものが，微分積分学の講義の最初に出てきて，それが高校数学と全く異質のものと感じたからです．私自身，この異質なものを受け入れるのに少し時間がかかりましたが，ここを乗り越えたら少し数学の勉強がしやすくなったと記憶しています．つまり，違いがあると言っても，やっていくうちに慣れるということです．ですから，皆さん怖がる必要は全くありません．むしろ，厳密に議論していくからこそ，今まで見えなかった世界が見えてきて，数学という学問の面白さを深く感じることができると思います．

③学ぶ環境

まず，キャンパスについて触れたいと思います．九州大学には，いくつかのキャンパスが存在しますが，ここでは伊都キャンパスについて紹介していきたいと思います．この伊都キャンパスは，数学科に入ったら４年間通うことになる場所です．まず，とにかく広いです．まだ，来たことのない方は一度来てみると良いと思います．(私自身もそうだったのですが）圧倒されます．一年次は，主にセンターゾーンにある建物で講義を受けることが多いです．二年次以降は，基本的に理学部棟（ウエスト一号館）で講義を受けることが多いです．ここには，講義室だけでなく自習スペースも設けられています．すぐ近くには理系図書館があり，数学の専門書も置かれています．自習や調べ物，講義で薦められた本を探してみるなど利用方法は様々あると思います．このように，理学部棟周辺は非常に学習しやすい環境になっています．

さて，学ぶ環境として，周りの友人の存在も挙げられると思います．皆さんの中には，友人関係に不安を持っている方もいるかもしれません．安心してください．数学科では，一年次に九重研修やコアセミナーなど数学科の同級生と関わる機会はたくさんあります．また，多種多様な部活動やサークル活動，基幹教育科目など他学部の人との交流の機会もたくさんあります．

最後まで読んでいただきありがとうございます．決断の手助けが少しでもできたなら，嬉しく思います．皆さんの入学をお待ちしております．

九大数学科の紹介

マス・フォア・イノベーション
連係学府　博士後期課程1年
田島 淩太

皆さん，初めまして！大学院生の田島淩太です．おそらく今この冊子を手にとっている皆さんは大なり小なり九州大学の数学科に興味を持たれている事だと思います．したがってまずは九州大学の数学科について簡単に紹介をしていこうと思います．

はじめに大学でどの様な講義を受けるのかについて説明します．一年生の時は数学の講義数は少なく，基幹教育と呼ばれる英語や物理といった高校の時から馴染みのあるものから第二外国語やプログラミングなどあまり馴染みのないものまで様々な講義を受講する事になります．その後2年生以降になると基幹教育の講義の数は減り，数学の講義が主になっていきます．また，2年生から本格的に教職の講義（中学校や高校で数学科の教師を目指す人の為の講義）が開始されます．つまり九州大学の数学科では一年生の時に数学以外の科目をしっかりと勉強し，2年生以降で本格的に数学を勉強するという流れになっています．

そして次に，大学で行われる数学の講義のスタイルについて説明をします．高校までの数学の授業といえば，先生が教科書に書いてある事を黒板に写す．そしてその後は様々な問題の解答解説をするというものだったと思います．しかし大学では問題の解答解説の時間はほとんどなく，教科書を逐一丁寧に板書することもあまりありません（そもそも教科書が指定されない講義もあったりします）．大学の講義では基本的に「定義→例→定理→例」の繰り返しで講義の時間で問題を解いたりはほとんどしません．

そして最後に実際にどの様な内容を数学の講義で学ぶのかを説明します．まず，一年生では主に微分積分，線形代数，集合論を学びます．微分積分の講義では実際に微分や積分をするのはかなり後で，その前に実数全体の集合や数列の収束や関数の連続性について勉強します．「ε-δ 論法」と呼ばれる有名な論法はこの講義で学びます．だから高校の微分積分の延長だ！と思っていると面を食らってしまうかもしれません笑．次に線形代数の講義では，旧課程にあった行列を主に扱います．また，ベクトルの足し算や実数倍などが持つ性質に注目して，ある集合に足し算や実数倍が定義できた時どんな事が分かるかなどを調べたりもします．最後の集合論の講義については，高校で習った集合の分野をもう一度丁寧にやり直し，選択公理と呼ばれる重要な公理や濃度と呼ばれる概念を学びます．例えば数学では自然数の数と有理数の数は等しく，0から1までの実数の数と実数全部の個数は等しくなります．この様な一見すると理解不能な事をこの講義を通して数学的に正しく理解する事が出来るようになります．

次に二年生になると，微分積分や線形代数の続きは勿論，位相空間論や複素関数論など様々な数学を学んでいく事になります．これらを簡単に説明をすると，位相空間論とはある集合に収束や関数の連続性などの概念を定義する分野，複素関数論は関数に出てくる文字の範囲を複素数まで拡張して議論をする分野です．

この様に文字に起こすと何だか難しそうで講義に着いていけるか不安になる方もいるかもしれません．しかし，その心配は必要ありません．九州大学の数学科では一年生の時にコアセミナーと呼ばれる講義が開かれています．この講義ではクラスをいくつかのグループに分け，各グループに担当教員がつき一緒に問題を解いたりします．だからもし数学で分からない事があってもこのコアセミナーの先生や講義の先生，そして何より同じクラスメイトに質問をする事ができるので努力をすれば必ず落ちこぼれる事はないと思います．それに，いくら数学科といっても常に数学というわけではなく沢山遊んだりサークルやバイトなどに精を出しているクラスメイトも沢山います．実際私もよく友達と遊んでいます笑．数学科では特に他の学科よりも自由な時間が多い為，大学生活をどの様なものにするかは自分次第です．是非九州大学の数学科で自分なりのキャンパスライフを送りませんか？

少し堅苦しい話ばかりして疲れましたね．私も疲れました笑．

なので，最後ではありますが私の事を少し話してこの文を締めさせて頂きたいと思います．

私は中学や高校の頃から数学が好きでしたが，その頃は大学に行くかも就職するかも何も考えておらず，大学に行くなら数学科なのかなぁ～とぼんやり考えていた程度でした．しかし高校生の頃に大学で学ぶ数学に感動をし，数学科に行きたいと強く決心をしました．例えば高校の時，私達は虚数をその名の通り想像上の数でありこの世に存在しない便宜上の数と習いました．しかし虚数を導入する動機やその便利さを私は十分に理解する事ができず，私は中々その存在を受け入れる事が出来ませんでした．ですが大学で習う複素関数論というものを勉強して私のこの考えは一変しました．実数だけを扱う微分積分では複雑になってしまうものや計算ができないものが複素数を導入する事により簡明に証明ができたり計算を行う事ができます．この時私は，「私は今まで実数が世界の全てと思っていたけれどそんな事はなくて世の中にはもっと凄い世界が沢山あるんじゃないのか？」と考えました．そしてこのような素晴らしい世界をもっと知りたい！と強く思いました．

実際，今私が一番興味を持っている対象は p 進数体と呼ばれる数の世界です．ここで p は素数を表します．これは実数と同じ様な性質を持ちながらも実数とは異なる様相を示します．例えば p 進数体では円の直径は半径以下になりますし，$1+p+p^2\cdots$ という無限等比級数は実数の世界では発散しますが p 進数体では収束してしまいます．しかも，この数の世界は素数の数だけ存在しているのです．

この様にまだ誰も知らない様な数学の世界が私達を待っています．ぜひ九州大学の数学科でこの素晴らしい世界の一端に触れてみませんか？

数学科のカリキュラム

数学科に入学すると，最初の一年は基幹教育の授業を受けます．基幹教育科目には，現代社会の基礎をなす科学的または一般的な知を形成するために不可欠な，さまざまな科目があります（理系ディシプリン科目，文系ディシプリン科目，基幹教育セミナー，課題協学科目，言語文化科目，健康・スポーツ科学科目など）．

もちろんこの中には数学の授業もあり，微分積分学や線形代数学を学びます．また数学演習では微分積分学と線形代数学の演習を行い，数学の基礎力をつける事を目指します．さらに，専門教育の一環として行われる「数学入門」「数学展望Ⅰ」では，高学年次で学ぶ数学のために必要な基本的事項を学びます．

前期数学科1年生の時間割の例（科目名は略称）

	1時限	2時限	3時限	4時限	5時限
	8:40〜10:10	10:30〜12:00	13:00〜14:30	14:50〜16:20	16:40〜18:10
月	文系ディシプリン	文系ディシプリン	初修外国語	健康・スポーツ	
火	プログラミング演習		微分積分Ⅰ	数学展望Ⅰ（専攻教育科目）	
水	文系，理系ディシプリン	物理学 A	数学演習Ⅰ A	総合科目	
木	物理学演習 A	英語ライティング	初修外国語	無機化学	基幹教育セミナー
金	英語リーディング	線形代数Ⅰ	課題協学	課題協学	

2年からは，理学部数学科で本格的な数学の勉強が始まります．2年と3年の講義で扱われる内容は，後で数学のさまざまな分野を学ぶための基本になります．ほとんどの講義科目には演習の時間がついています．演習は2クラスに分けられて，きめ細かく濃い密度で行われます．実際に多くの演習問題に取り組むことによって，講義で学んだ内容をより深く理解することができるでしょう．

2年および3年授業科目・内容の一例

	授業科目	内　容
2年前期	数学概論Ⅰ・演習	極限，級数
	数学概論Ⅱ・演習	集合と写像，距離空間論入門
2年後期	数学概論Ⅲ・演習	位相空間論入門
	数学概論Ⅳ・演習	複素関数論入門
3年前期	代数学Ⅰ・演習	代数系の基礎
	幾何学Ⅰ・演習	多様体論
	解析学Ⅰ・演習	ルベーグ積分
	情報数学・演習	計算機科学の基礎理論
	統計科学・演習	統計的推定・統計的検定
3年後期	代数学Ⅱ・演習	環と加群
	幾何学Ⅱ・演習	ホモロジー論
	解析学Ⅱ・演習	フーリエ変換・フーリエ級数

3年後期からは，セミナー（数理学講究）が始まります．セミナーは通常，学生が自ら勉強した内容を，教員を含む他の参加者を前に発表する，という形式で行われます．講義を聞いてその内容を理解するというこれまでの受動的な勉強の仕方から，より能動的な学習方法への転換が，学生には求められます．

4年の講義は，やや専門化された話題や理論の紹介が中心になります．もちろんセミナーもあります．

3年・4年セミナーはどちらも必修で，原則として数学科のすべての教員が担当し，学生は自分の興味のある内容のものを選択することができます．セミナーは数学をより深く勉強する機会であるばかりでなく，教員やほかの仲間との親密な交流をはかることのできる場でもあるのです．

図書館

伊都キャンパスの理系図書館は，理学部棟に隣接しています．開館時間は，平日は9:00～21:00，土曜日曜祝日は10:00～18:00です．和書・洋書を含め4万冊を超える数学関係の蔵書は，理系図書館に収蔵されています．

コンピュータ

九州大学の学生は入学時に指定されたノートパソコンを購入することになっています．そして，入学と同時に学内情報システム等を利用するための利用資格（学生 ID）が与えられます．これにより，自分のノートパソコンを学内無線 LAN に接続したり，九州大学キャンパスライセンスのソフトウェアを利用することが可能になります．そして，Web 学習システムによる語学学習等のオンライン講座の受講等も学内だけでなく，自宅からも可能です．また，履修登録や成績閲覧等の教務情報システムへのアクセスにも学生 ID が必要です．計算機数学については，1年生時のプログラミング演習に引き続き，コンピュータの演習や講義が2年生から4年生まで系統的に開講されますので，数学科のみなさんはプログラミング，数値計算，データ処理，数式処理，画像処理など様々な課題について学ぶことが出来ます．コンピュータと数学の結びつきを知ることは今後，益々大事になるでしょう．また，数理学研究院の共有パソコン，周辺機器等も利用することが出来ます．

行事

年度はじめに，新1年生を対象とした一泊二日の研修が大分県にある九重研修所にて行われます．数学科で4年間過ごす上で助けになるようなガイダンスを行うことと新入生間の親睦を深めることが，その主な目的です．この研修には，教員・大学院生・学部学生も多数参加します．

また，3年後期から始まるセミナー（数理学講究）の紹介と，大学院進学と就職活動のガイダンスを目的とする3年生の研修も，九重研修所にて行われます．

数学科への入学

数学科への入学は次の２通りがあります．詳細は令和６年度九州大学学生募集要項をご覧下さい．

(1)　総合型選抜による選抜7名

試験日　令和6年1月27日

(2)　一般入試　前期日程43名（内2名は国際コース）

試験日　令和6年2月25日~26日

入学者数　令和4年度　55名

令和5年度　55名

三年次への編入学は次のとおりです．詳細は令和６年度九州大学理学部編入学学生募集要項をご覧下さい．

定員　5名（予定）

願書受付　令和5年7月28日（金）~8月3日（木）

試験日　令和5年9月9日

卒業後の進路

事務室前

理学部数学科の卒業生にはさまざまな進路が開けています. 過去５年間の進路状況は次のとおりです.

過去５年間の就職・進学内訳

	平成30年度	平成31年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度
企業・官公庁	13	9	12	9	16
教育職	2	5	1	6	5
大学院	32	32	40	32	25

〈大学院進学〉

数学科卒業後, 大学院へ進学し, さらに進んだ専門的教育を受けることもできます. この数年間は, 非常に多くの卒業生が大学院へ進学しています.

過去5年間の大学院進学先

九州大学大学院数理学府,
九州大学大学院総合理工学府,
東京大学大学院数理科学研究科,
熊本大学,
京都大学大学院理学研究科,
大阪大学大学院理学研究科,
岡山大学大学院自然科学研究科,
名古屋大学

〈企業への就職〉

変化の激しい今日の社会では, 専門的知識や技術ばかりでなく, 論理的かつ柔軟な思考力をもった人材が求められます. こうした中で, 数学科卒業生には多くの求人申し込みがあります. この5年間の企業への主な就職先は次のとおりです.

過去5年間の大学院就職先（企業）

デジタルゲイト, 富士通, 三井住友海上火災保険, SHIFT, NEC ソリューションイノベータ, シーエーシー, ネットリンクス, エイジェック, エクシーズ, 総合車両製作所, 大洋基礎, パリストライドグループ, ダイコーテクノ, 大新技研, アンドリュー, 住友生命保険相互会社, ニューライフ, 西日本オフィスメーション, 福岡銀行, 福岡中央銀行, 大分ガス, NTT データ九州, NTT データ NCB, 西日本シティ銀行, ペンシル, メディカル・データ・ビジョン, マルト水谷, ワークスアプリケーションズ, 母恵夢, 佐賀電算センター, 日本 IBM 共同ソリューション・サービス, クオリサイトテクノロジーズ, 日本入試センター, 東京海上日動システムズ, nyans, ＴＩＳ西日本, リウコム, 昭和自動車, サザンクロスシステムズ, VSN, SIG, 大塚商会, Izama, オービック, 流体テクノ, NS ソリューションズ東京, インフォセンス, あいおいニッセイ同和損害保険, 四谷学院, フューチャーインスペース, マイクロンメモリジャパン, 三井住友信託銀行, 税理士法人武内総合会計, エルテック, 駿河台学園, 日立ソリューションズ, ビックツリーテクノロジー&コンサルティング, システムソフト, オリックス生命, りそな銀行, LINE Fukuoka, 全国大学生活協同組合連合会, 英進館, Will Smart, ザイナス, 日本システム開発

〈教育職〉

所定の単位を修得すれば, 卒業時に, 高等学校教諭一種免許（数学・情報）, 中学校教諭一種免許（数学・情報）が取得できます. 数学科卒業生には, 数学の教員として中学校や高等学校での教育に携わっている人も多く, この5年間の主な就職先は次のとおりです.

過去5年間の大学院就職先（高校・中学）

公立高校

福岡県, 佐賀県, 熊本県, 大分県,
長崎県, 岡山県, 愛知県, 愛媛県,
島根県, 鹿児島県, 北海道, 福井県,
広島県

私立高校

福岡県, 北九州市, 太宰府市, 長崎県,
鹿児島県

中学校

福岡県, 福岡市, 佐賀市, 宮崎市

九州大学大学院数理学府

数学科からは，毎年多くの卒業生が九州大学大学院数理学府に進学しています．九州大学大学院数理学府についての詳細は，数理学府のホームページ（https://www.math.kyushu-u.ac.jp/）をご覧下さい．

九州大学大学院マス・フォア・イノベーション連係学府

上述の数理学府に加えて，システム情報科学府，経済学府の協力のもと「マス・フォア・イノベーション連係学府」が令和４年度に設置されました．数学力，統計力，モデリング力を備え，産業界や諸科学分野の研究者と共創し，数学を用いて大学でも企業でも社会を変えるイノベーションを創発することのできる，卓越した数学博士人材を育成します．数学科卒業生で異分野連携を通した社会貢献に興味のある学生が進学しています．詳細は，連係学府ホームページ（https://www.jgmi.kyushu-u.ac.jp/）をご覧下さい．

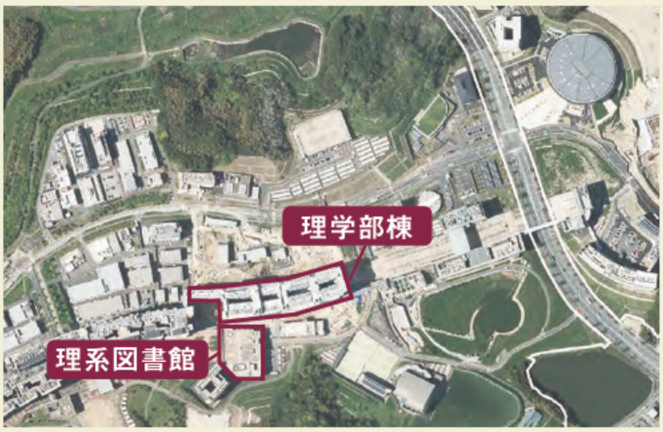
授業料，奨学金，アパート事情

入学金は28万2000円，授業料は年間53万5800円です（令和５年度現在）．優秀な学生には日本学生支援機構の奨学金が貸与されます．月額（一種）は，自宅生は4万5000円，自宅外生は5万1000円です．

九州大学の伊都キャンパスへの移転にともない，JR の周船寺駅や九大学研都市駅の周辺に，単身者用の新しいマンションが数多く建てられています．築年数の浅いものがほとんどなので，郊外の割には家賃は高めです．単身者用の1K のマンションの家賃の相場は，4万円～5万円です．伊都キャンパスまでの直線距離は3km ～5km なので，自転車通学も可能です．伊都キャンパスの中には，学生用の寮やドミトリーもあります．

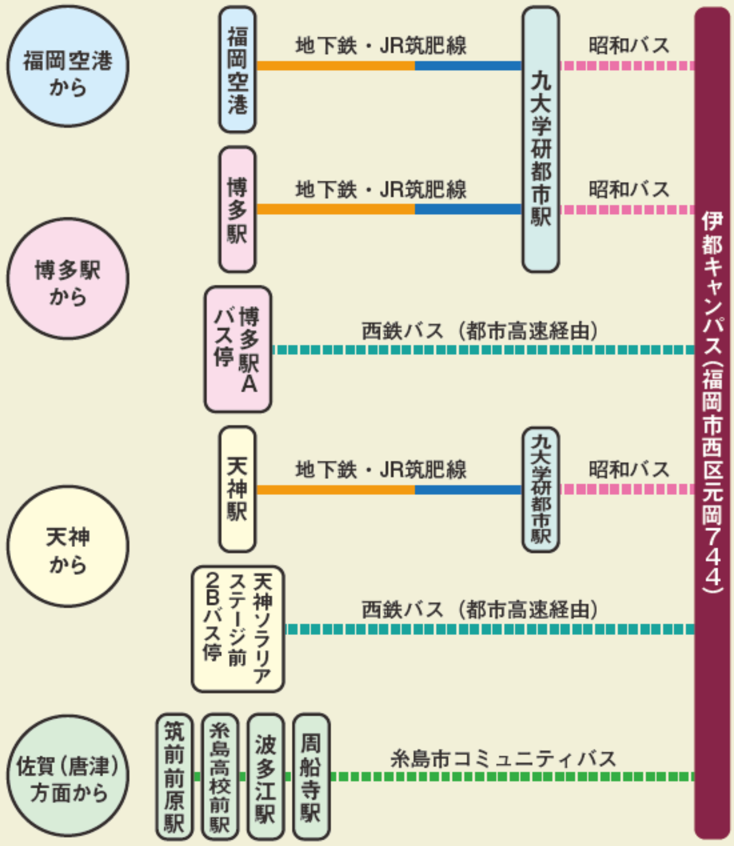
伊都キャンパス周辺のマンションの物件数も，徐々に増えつつあります．また，都心に近い姪浜や西新周辺には単身者用のマンションが豊富にあります．ただ，都心から伊都キャンパスまでは10km 以上離れているので，電車とバスを乗り継いで大学に通うことになります．

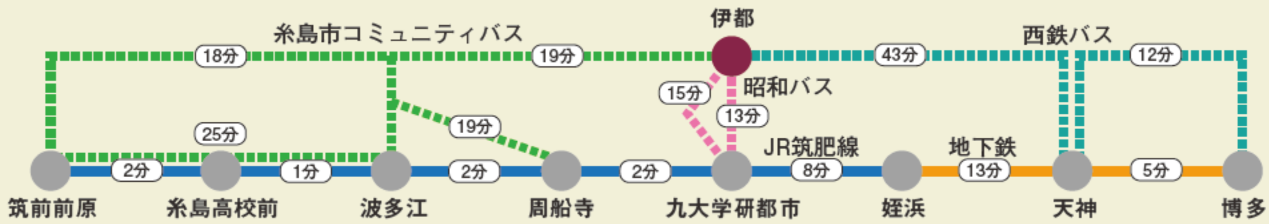
伊都キャンパス情報



❶筑前前原駅　❷糸島高校前駅　❸波多江駅　❹周船寺駅
❺九大学研都市駅　❻今宿駅　❼博多駅　❽福岡空港

伊都キャンパスへのアクセス・所要時間





問い合わせ先

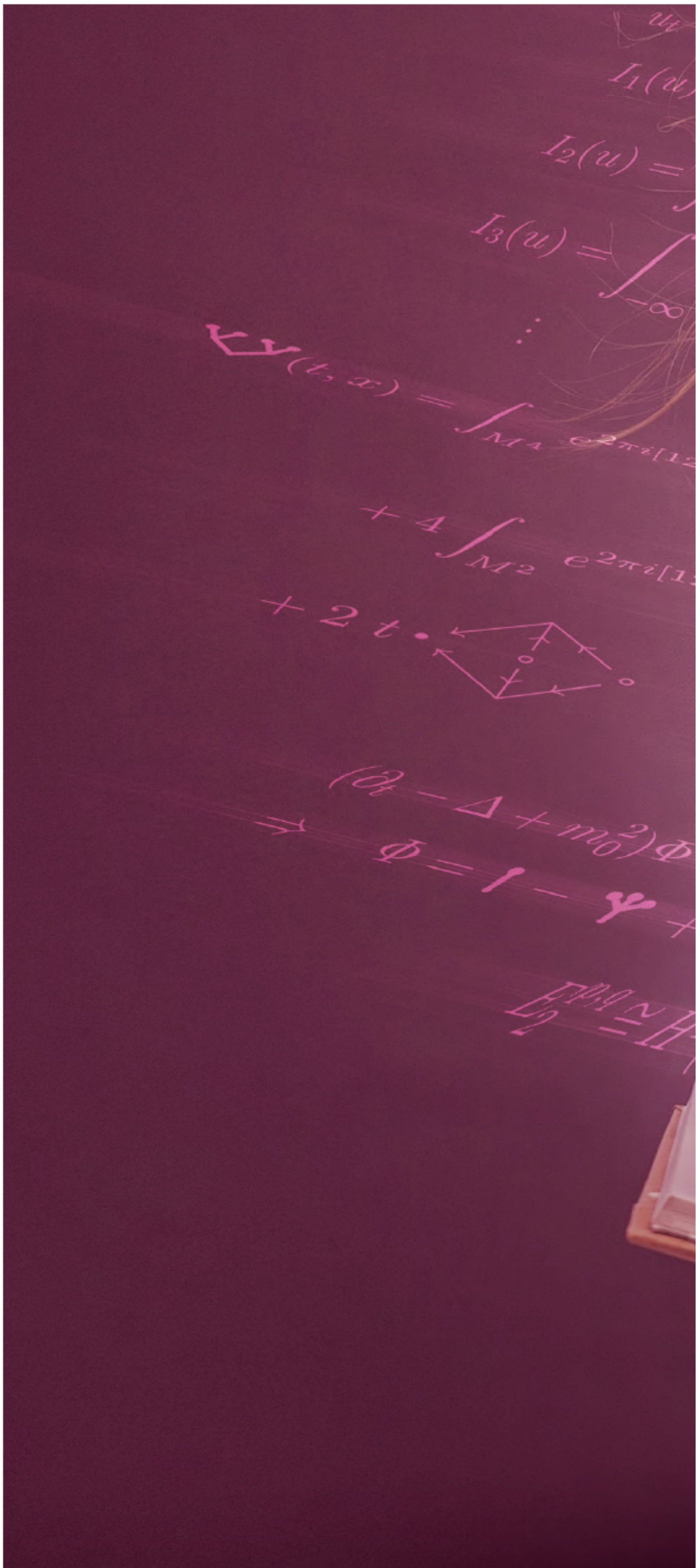
国立大学法人　九州大学大学院数理学研究院

〒819-0395　福岡市西区元岡744

電話（092）802-4402　FAX（092）802-4405

https://www.math.kyushu-u.ac.jp/

九州大学
KYUSHU UNIVERSITY



発行人
九州大学大学院数理学研究院
広報冊子作成委員会