

# スーパーサイエンスハイスクール 筑波大学附属駒場高等学校



## 1. 沿革・概要

本校は、昭和22年5月に、旧陸軍第一師団騎兵第一連隊兵舎において開校した東京農業教育専門学校附属中学校を源とする。その後、本校は東京教育大学東京農業教育専門学校附属中学校・高等学校、東京教育大学附属駒場中学校・高等学校と校名を変更し、昭和53年3月、東京教育大学閉校に伴い、筑波大学に移管され、筑波大学附属駒場中学校・高等学校（以後本校という）となり現在に至っている。

本校は、筑波大学における生徒の教育に関する研究に協力し、筑波大学の計画に従い学生の教育実習の実施に当たることを目的としている。中学は学年3クラス、高校は学年4クラスの規模の男子校である。附属駒場中学の卒業生は、全員が附属駒場高校に連絡進学し、新たに高校から約40名が入学する。

教官の身分は文部科学教官（国家公務員）であり、校長は筑波大学教授が併任し、中学が教官17名、高校が教官25名の定員である。中・高は法令上別組織であるが、教頭以外全員が中学と高校の教官をそれぞれ併任している。そのため授業も例えば、1、2時間目に高3の数学Ⅲを担当し、その後に中1の数学を担当することも珍しいことではない。部活動も、中・高サッカー部の顧問というように両方を担当することがほとんどである。運動部では、中学と高校では体力の差がはっきりとしているので活動自体は同時ではないが、音楽部や駒場棋院など文化部においては中学と高校が一緒に活動している。

本校では、音楽祭、体育祭、文化祭、校外学習、水田実習などの学校行事が盛んで、生徒の自主性を尊重した指導が行われている。本校は、学校5日制のもと、3学期制であるが、行事の時間を確保するために、中間考査はなく期末考査のみである。

生徒の中には、毎年行われている国際数学オリンピックの日本代表として世界大会でメダルを獲得するなどもあり在校生は多方面で活躍している。ま

た、本校の卒業生の多くは、学術・法曹をはじめ専門的知識を必要とする多くの分野で活躍している。

## 2. 本校の学校目標

「自由・闊達の校風のもと、挑戦し、創造し、貢献する生き方を目指す。」

『挑戦』とは、既成の価値観等に捕われがちな自らに向かっての謂であり、自由な発想で創造的地平を切り拓く精神的位相を指す。

『創造』とは、社会的・文化的営みにおいて基盤となる概念であり、本校が長年標榜してきた「自由・闊達」の精神の具体的表現である。

『貢献』とは、自らに「挑戦」し、「創造」した結果として実現したものを、社会に還元することを意図する。

## 3. 学校行事

### (1) 校外学習

校外学習では、5月の後半に中1が妙高高原（3泊4日）、中2が東京（2日）、中3が東北（3泊4日）、高1が菅平高原（3泊4日）、高2が関西（4泊5日）方面に出かける。

本校では、校外学習を地域研究として総合的な学習の時間の中心として位置づけている。

### (2) 音楽祭

4月の曲決めから始まり、6月半ばの本番に向



音楽祭

け、始業前や放課後に練習が行われる。生徒の合唱には、毎年のことながら感動する。例年、昭和女子大学人見記念講堂で実施している。

### (3) 体育祭

体育祭はオリンピック形式で、10月初旬に2日間、体育祭実行委員会主導により実施されている。

### (4) 文化祭

文化祭は11月の初旬に3日間、中1から高2まではクラス参加で、演劇や映画になる場合が多い。高3はステージ、食品、喫茶、縁日、演劇などの班別に分かれた参加となる。特に、高3は2年次の文化祭から準備を行い、当日は不眠不休の活動となる。昨年は、3日間で来場者数が1万人を越えた。

### (5) 水田実習

中1と高1は、本校所有の水田（ケルネル田圃と呼ぶ）において水田稲作の実習を行っている。この水田は、明治11年（1878年）明治政府が設立した駒場農学校の実習田である。現在水田は、京王井の頭線の駒場東大前駅前にある。

苗（餅米）を種籾から育て、田植え、稲刈り、稲架け、脱穀、籾摺りと田起こし、草取りなどの一連の稲作作業を行う。ここで得た米は、入学式、卒業式に新入生、卒業生のお祝いの赤飯として振る舞うほか、12月に行われる餅つきに使用される。

## 4. 数学科のカリキュラム

本校数学科のカリキュラムは、次の通りである。

中1, 2, 3ともに3時間+約0.6時間（選択）

高1 数学Ⅰ（3）、数学A（2）

高2 数学Ⅱ（3）、数学B（1）以上が必修

高3 数学Ⅲ（4）、数学C（2）、統計（2）、演習（2）高3は選択

## 5. スーパーサイエンスハイスクール（SSH）

文部科学省の、「科学技術・理科大好きプラン」の一環として、平成14年度からスーパーサイエンスハイスクール（SSH）事業が始まった。

このSSHで文部科学省は、理科・数学に重点を置いたカリキュラム開発や大学や研究機関等との効果的な連携など、科学技術・理科・数学教育を重点的に行う26校をスーパーサイエンスハイスクールとして指定した。本校の研究開発課題は「先駆的な科学者・技術者を育成するための中高一貫カリキュラム研究と教材開発」である。なお、本校数学科では



田植えの様子

次のように取り組んでいる。

### ●数学科の研究内容

- (1) 理数系分野に興味・関心の高い生徒に対する調査、研究
- (2) 高・大の連携を意識した教材開発および実践
- (3) 他教科との融合をはかる教材開発
- (4) 最先端研究の参観および参加、交流
- (5) 部活動の充実をはかるための支援体制の確立

### ●研究方法

- (1) 数学に興味・関心の高い生徒（卒業生を含む）を対象とした調査を実施する。進路決定に影響を与えたカリキュラムや授業内容を洗い出し、興味や動機づけとなる教材開発やカリキュラム構築に役立てる。
- (2) 特別講座を開設し、高・大の連携をとる上で欠かせない内容（例えば、微分方程式など）を異学年集団（興味・関心を持つ集団）を対象に実施する。講師は大学教員とし、テキストも編集する。また、本校教官の学習会も実施する。
- (3) 教科と6か年の関連内容（例えば、「落下運動と2次関数」「力の合成とベクトル」「ケプラーの法則と微分方程式」「生物法則と統計」「経済と数学」など）を洗い出し、教材化への研究を進める。
- (4) 連携大学の研究室を訪問し、先端研究の一端にふれるほか、出前講義や特別・集中講義などを要請し、交流を深め、生徒の興味・関心を引き出す。

なお、(4)に関連して、平成14年度に、次の内容の数学科特別講座を合計8回実施した。

### 第1回「結び目理論入門」

講師：児玉 大樹（卒業生）

東京大学院数理科学系 理学博士

専門：微分位相幾何学、

数学オリンピック世界大会金・銀メダル受賞

内容：3次元空間内で、ひもを結んだもののことを結び目と呼ぶ。ただし、ほどくことができないように、ひもの両端を(接着剤等で)つないでしまうことにする。見た目が違っていても、連続的に変形して作ることのできる結び目は同じものとみなす。今回の目標は、一回固結びしたひもの両端を閉じたものと、固結びしていないひもの両端を閉じたものが、「同じでない」ことを示すことである。

## 第2回「暗号理論と整数論」

講師：伊藤 哲史 (卒業生)

東京大学院数理科学系 博士課程2年

専門：整数論,

情報オリンピック世界大会金メダル受賞

内容：暗号の基礎概念を説明した後、古典的な暗号(シーザー暗号)の弱点を説明する。そして、それらの弱点を克服すべく1976年にDiffieとHellmanによって提案された公開鍵暗号の概念について説明する。公開鍵暗号は、デジタル署名などにも応用することができ、きわめて応用範囲の広い暗号方式であるといえる。その後、整数論、特に合同式の性質について簡単に復習し、整数論を用いた公開鍵暗号(RSA暗号・ElGamal暗号)の原理について説明する。そして最後に、最近注目を集めている楕円曲線を用いた暗号(楕円曲線暗号)について簡単に述べる。

## 第3回「初等超越関数の世界～楕円積分論からみた初等超越関数～」

講師：渡邊 公夫 筑波大学数学系 教授

内容：2次曲線と初等超越関数は表と裏の関係だとしたら、驚かれるであろうか。基本的な初等超越関数に三角関数、指数関数、対数関数がある。三角関数と単位円の関係はその定義から明らかだが、指数関数、対数関数とも2次曲線とは関係がなさそうである。下記の残る空欄に、2次曲線、あるいは関数を書き加えて、各列の関係が数学的概念で説明できるようにしてみよう。

$x^2 + y^2 = 1$		三角関数
	対数関数	指数関数
$x^2 - y^2 = 1$		
$x^2 + x^2y^2 + y^2 = 1$		

## 第4回「曲面の分類(モース理論入門)」

講師：児玉 大樹 (卒業生)

東京大学院数理科学系 理学博士

専門：微分位相幾何学

内容：3次元空間では、球面やトーラス(ドーナツの表面)のように、いろいろな曲面が考えられる。

今回の特別授業の目標は、3次元空間内に考えられる曲面を、すべて分類することである。

## 第5回「フラクタル入門」

講師：橋本 康 (卒業生)

東京大学院工学系研究科物理工学専攻助手

専門：非線形力学系

内容：自然界に見られる一見ランダムに見える“形”，例えば、木の枝のはり方、河の分岐、毛細血管の張りめぐらされ方、銀河の分布等々、そういったものを、従来の手法、ユークリッド幾何学とその上で展開される微分積分学を用いて“科学”しようとするときわめて困難である。そこで生まれたのが“フラクタル幾何学”である。これは、自己相似・いたる所微分不能といった性質を持つ図形を扱う幾何学である。今回は、フラクタルの諸性質、自然界に見られるフラクタル、フラクタル次元、カオスとの関連を中心に概説し、最後にフラクタル図形を構成可能な理由という観点から、“実数の稠密性”と“無限回の操作”について考察する。

## 第6回「科学の文法～統計科学の創生と発展～」

講師：椿 広計 (卒業生)

筑波大学院ビジネス科学研究科教授

専門：応用統計学(医薬品の臨床評価、品質・環境

経営、衛星観測、官庁統計など統計的方法開発)

内容：この講座では、現代計量科学(計量経済学、計量心理学、計量生物学、統計品質管理等)を創生したこの種の歴史的背景について触れた後に、統計的則則作法の基本的流れについて、簡単にデータ解析しながら紹介する。さらに、ピアソンの構想から100年たった現在の統計学・統計科学の潮流についても総括したい。

## 第7回「3次特殊直交群SO(3)の幾何学～「フーコーの振り子」のむこうにみえてくるもの～」

講師：伊藤 光弘 筑波大学数学系 教授

内容： $AA^t = I_3$ ,  $\det A = 1$ をみたす3次正方行列を3次特殊直交行列という( $A^t$ はAの転置行列,  $\det A$ は行列式を表す)。3次特殊直交行列全体は群SO(3)をなすが、球面の幾何と深いかわりをもつ。SO(3)はファイバー・バンドルが円周 $S^1$ である球面 $S^2$ に接フレームバンドルとみなせる。ファイバー・バンドルは幾何学・トポロジーはもちろん物理学にも登場する重要な概念である。幾何学では平行性の考えが

大切で、ファイバー・バンドル上の接続というもので平行性を表現できる。空間やバンドルのゆがみを表現する曲率という大切な概念も、接続を用いて表せる。この講義では、ファイバー・バンドルと接続の幾何学を3次元特殊直交群SO(3)を題材に解説する。

#### 第8回「一様な直線とは何か～積分幾何学入門～」

講師：腰塚 武志 筑波大学社会工学系 教授

内容：円があってそれをよぎる直線を考え、この直線の円内の弧の長さを問題にする。この長さが円の内接正三角形の一辺の長さより大きい確率を出そうとすると $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ という3通りの答えがあり、これがBertrandの逆説として有名である。

しかし、これは逆説でも何でもない。積分幾何学の基礎概念で一様な直線をきちんと定義すると答えは $\frac{1}{2}$ である。この一様な直線に関わる定理等はあまり知られていないが、直感的に理解でき面白い結果を導くことができる。後半は、これを用いて講師の専門である都市構造分析の例を話す。

平成15年度は、文系のためのスーパーサイエンスという視点から、「現代ファイナンス理論入門」、「政策への数理アプローチ」の特別講座を実施する。さらに身の回りの具体例をもとにした「フーリエ級数の世界～三角関数の先に広がる果てしない地平～」を実施する。さらに、「数式処理ソフトMathematica」講習会を開講し、式の因数分解、3次方程式、4次方程式の一般解を求めたり、グラフ作成機能を利用して、関数のグラフをかいたり、空間図形を動かしたりする実習を予定している。

#### 第9回「現代ファイナンス理論入門」

講師：永原 裕一 (卒業生)

明治大学政治経済学部助教授

- ①ノーベル経済学賞と現代ファイナンス理論
- ②ファイナンスとは
- ③モダン・ポートフォリオ理論
- ④オプション理論
- ⑤経済物理学とは

内容：いわゆる文科系の分野において、数理科学がいかに使われているかを、現代ファイナンス理論の成立過程やその簡単な解説によって紹介する。

さらに、経済学の成立と、その批判から近年注目されつつある経済物理学にも簡単にふれる。内容的には、数理そのものより、応用分野としてこんな世界があること、また、研究の歴史なども強調したい。

#### 第10回「応用数学入門：フーリエ級数の世界～三角関数の先に広がる果てしない地平～」

講師：奈良 高明 (卒業生)

東京大学大学院情報学環講師

- ①フーリエの野望：すべてを三角関数で表す
- ②応用(1) 人間の感覚・知覚とフーリエ級数
- ③応用(2) 現代工学を支えるフーリエ級数

内容：“三角関数が世界を作っている”，“人間は三角関数を介して世界を認識する”などと言ったら驚かれる(怪しまれる)であろう。19世紀初頭，“どんな関数も三角関数の級数として表現できる”という驚くべき概念がフーリエにより提唱された。本講演では、この三角関数による関数の分解が、実は人間の視覚、聴覚、触覚の情報処理で実際に実現されていること、或いは、通信、画像処理、音声信号処理、X線CT、脳磁場計測による医療用逆問題など現代工学の礎となっていることなどを通じて、皆さんが勉強中の三角関数の先に広がる世界をご紹介します。“積和公式なんて何の役に立つんだ…”と思っている文系志望の方も是非聴きにきてください。積和公式無くして、あなたの持っている携帯電話はつながらない。

#### 第11回「政策への数理アプローチ」

講師：藤田 康範 慶應義塾大学経済学部助教授

- ①経済学とは
- ②マーケットの特質の記述—需要関数
- ③企業の最適生産量の決定とその幾何学的見方
- ④戦略的関係の記述—多段階ゲーム
- ⑤戦略的貿易政策

内容：経世済民の学問である経済学は、経済社会の基本原則を導出して世の中の改善案を立案することを目的としている。この講義では、経済分析において数学がどのように活用されているのかを紹介する。数理モデルを組立てて現実社会を分析する楽しさをお伝えできたらと期待している。

## 6. おわりに

本年11月28日(金)、29日(土)に本校第30回教育研究会を開催する。昨年につき、SSHを主にした取り組みを公開する。

特に数学科では、28日には本校教官による中学の授業公開と、筑波大学教授による高校の授業公開を実施する。詳しくは、本校のホームページをご覧ください。<http://www.komaba-s.tsukuba.ac.jp/>  
(文責 筑波大学附属駒場高等学校教諭 牧下英世)