

2015年 エルキャス



# ELCAS

科学体系と創造性がクロスする  
知的卓越人材育成プログラム

## グローバル サイエンスキャンパス 京都大学 募集・事業案内

京都大学の  
先生・先輩たちと  
夢とロマンの  
科学の世界へ!!

### 1 高校生向けの 科学講座です。

京都大学に月2回(原則として、毎月第1、第3土曜日)通い、大学の研究室で実験・実習を行います。実験・実習は、18分野に分かれて取り組めます。

### 2 京都大学の設備や 叡智を結集しています。

京都大学のもつ施設や設備を使って講座を行いますので、世界の最先端の実験などを体験することができます。講座は、各分野の担当教授をはじめとする教員や、大学院生、学部生など、科学の最先端にいる研究者たちから直接指導を受けることができます。

### 3 選抜されたメンバー同士の 交流と競争が大学進学への モチベーションを高めます。

月2回の講座だけでなく、合宿もありますので、ふだん出会えない他校のメンバーと交流でき、いろいろな刺激が得られます。いずれはライバルになるかもしれない友らとの語りにより、大学や企業での研究という夢がさらに広がっていくことでしょう。

参加申込み

平成27年

6月1日(月)から  
7月15日(水)まで

講座メンバーになるには？

7月19日(日)の  
講演会にエントリー  
(レジュメ・感想文の  
内容を審査)

8月9日(日)に  
数学試験  
および面接にて審査

9月5日(土)に  
選抜合格者向け  
コース開始!!

未来の  
科学者への扉を  
一緒に開こう!



## 6月1日(月)～7月15日(水) 申し込み

ウェブサイト <http://www.elcas.kyoto-u.ac.jp>の申し込みフォームから、またはこの冊子の最終ページの申込書でお申込みください。申し込み期間は、6月1日(月)から7月15日(水)までです。応募者には7月15日(水)までに順次受験票を発送します。

※第1次選抜日程Aの講演会は、先着順250名を定員とします。  
※1つの高等学校からの応募者上限は50名までです。  
評価書を記入してもらう際に先生に相談して下さい。

詳しくはELCASのホームページで確認して下さい。

6月30日(火) 京都大学 締切

8月下旬 合否通知

## 7月19日(日) 第1次選抜 日程A

5分野(数学・物理・化学・生物・宇宙地球)の講演を聴いて、講演のレジュメと感想文を書いていただきます(概要は、右ページ(P.3)のとおり)。基盤コース後期志望分野に対応するレジュメ・感想文を主に評価します。100名程度が通過し、日程Bに進む予定。

7月28日(火)までに第1次選抜日程Aの結果を発送します。

## 8月9日(日) 第1次選抜 日程B

面接と数学試験を行います。  
数学試験は、高校1年生夏までの知識で解ける問題が出題されます。最終合格者は約50名です。

## 8月下旬 合否通知

合格者は、基盤コースを受講開始  
第1回は、9月5日(土)です。

### 参加資格

- 2015年4月1日現在、  
高校1年生または2年生であること。
- 2月2回、京都大学(京都市、宇治市)に通えること。

### 基盤コース実施日

**基盤コース 前期** 2015年9月5日(土) 開校式  
系統別講義 (P.4～P.9に詳細)  
2015年9月19日(土)  
10月3日(土)、10月17日(土)・18日(日)※  
※10月17日の講義終了後から、  
基盤コース開始時合宿(1泊2日)を実施

### 基盤コース 後期 実験・実習

2015年11月7日(土)、21日(土)  
12月5日(土)、19日(土)  
2016年1月9日(土)、23日(土)  
2月6日(土)、20日(土)・21日(日)※※

※※2月20日(土)の実験・実習終了後から、  
基盤コース修了時合宿(1泊2日)を実施

(注)かならずしもすべての実施日に出席する必要はありませんが、  
8割程度以上の出席が望まれます。

### 参加費…無料

ただし、合宿や施設見学時に宿泊代、食費の実費、  
近距離交通費等を負担いただく場合があります。

## 2016年2月～3月に第2次選抜 面接 基盤コース→専修コース

### 専修コース

主に2016年4月～9月※にかけて実施。1対1の対話型教育を根幹として、1～3名程度までのグループで研究室に入り、全国・国際コンテストや英文ジャーナル執筆に向けて指導を受ける。

※受講生が高校3年の夏を迎えるまで継続

参考:2015年4月現在で実施中の専修コース分野(※2016年実施の分野とは異なります。)

薬学、薬科学、植物細胞機能学、昆虫世界の謎解き、精密農業指向型ロボット、微生物バイオテクノロジー、ロボット聴覚と音楽情報処理、コンピュータを使った数学、スパース信号処理の数理、カオス・フラクタル・非線形科学の魅力に触れる、サイバーセキュリティ、光誘起構造改質、物質化学と環境・エネルギー、地球環境学 B(大気環境科学)、人類進化論、数学、物理、地球惑星科学

専修コースの様子を薬学・薬科学を例に紹介▶P.28～P.30

(講演30分、質疑応答・レジュメ感想文 記述25分)

10:00-10:30 受付

10:30-11:00 【化学】林重彦 理学研究科 教授

「生体分子機能をハックする」

生命体を機械的システムとして考えたときに、それを構成する機能性素子は分子という物質的な実体です。ここでは、生物・非生物の区別はなく、システムを構成する分子の関係性は、量子力学や統計熱力学といった物理法則によって明確に規定されています。しかしながら、生体分子には40億年の進化の洗練を経て得られた比類なき精緻さと複雑さが備わっており、その分子の機能の理解は困難でした。一方、最近のコンピュータテクノロジーの爆発的な進歩により、生体分子の機能を物理法則に基づき解析するコンピュータシミュレーション研究が進展しています。さらにそのような物理法則からの演繹的な解析は、新たな機能を持つ生体分子のデザインを可能にします。本講演では、コンピュータシミュレーションの基礎を成す分子の物理法則及びコンピュータテクノロジーの発展を概説し、シミュレーションにより得られた最新の研究成果を紹介いたします。

11:00-11:25 質疑応答およびレジュメ・感想文の記述  
11:25- レジュメ・感想文の回収

11:30-12:00 【数学】池田保 理学研究科 教授

「円周率の話」

円周率 $\pi$ は数学・自然科学のいろいろな場所に現れる不思議な数です。円周率 $\pi$ に関しては現代の数学でもまだ解明されていないような問題もあります。たとえば $\pi$ の小数展開  
 $\pi=3.141592653589793238462643383279\dots$   
の中に、0から9までの数字が同じ比率で現れると予想されているのですが、これはまだ証明されていません。  
一方、 $\pi/4 = 1 - (1/3) + (1/5) - (1/7) + (1/9) - \dots$   
など $\pi$ に関する意外な等式がたくさん知られています。  
この講演では円周率にまつわる色々なお話をしたいと思います。

12:00-12:25 質疑応答およびレジュメ・感想文の記述  
12:25- レジュメ・感想文の回収

12:30-13:30 休憩

● **開校式** 2015年9月5日(土)

吉田キャンパス 理学研究科6号館401号室

14:00~14:10	開講挨拶
14:10~15:00	講演
15:00~15:50	隅田土詞助教による講演 Introduction to Modern Particle Physics
15:50~16:00	休憩
16:00~17:00	ELCAS修了生による講演
17:00~18:00	オリエンテーション

※講演は、一部英語で行われます。また、予定は変更される可能性があります。

● **基盤コース前期 講義の取り方**

インベティブ5系(数学・物理、化学・物質、生物・生命、情報・環境)の中から3系選択→10パターン。申し込み時に希望パターンを記入。受講パターン(P)は、合格通知(8月下旬)で受講生は通知を受ける。

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
14:10-15:20	生物・生命	情報	生物・生命	情報	環境	情報	情報	環境	情報	情報
15:30-16:40	数学・物理	数学・物理	環境	数学・物理	化学・物質	環境	化学・物質	化学・物質	環境	環境
16:50-18:00	化学・物質	生物・生命	数学・物理	化学・物質	数学・物理	数学・物理	生物・生命	生物・生命	生物・生命	化学・物質

● **基盤コース後期 実験・実習・演習の取り方** 10月18日(日)の合宿終了時までには受講生は希望を回答

全18分野(数学、物理学、化学、生物学、宇宙地球、コンピュータ科学、社会・環境の科学、数理工学、物理工学、分子工学、未来を拓く高分子、ロボット聴覚、海洋生物資源の科学、昆虫の生態と化学、植物細胞の構造と機能、土の物理 ミクロからマクロへ、地球環境学I、地球環境学II)  
10月18日終了時に、第1希望~第18希望までを回答し、10月27日(火)までに受講生は受講分野を通知される。

13:30-14:00 【生物】前野ウルド浩太郎

白眉センター・農学研究科 特定助教

「最古の害虫との闘いーバッタの暴走を阻止せよ」

自然界では生物が突如大発生し、暴走することがある。有史以来、サバクトビバッタはアフリカでしばしば大発生し、農作物を食い荒らし深刻な飢饉を引き起こしてきた。その凄惨な被害ゆえ、現地では天災として恐れられている。このバッタは砂漠という過酷な環境に生息しているが、なぜ天地を埋め尽くすほど大発生できるのか。それは、彼らが「相変異」と呼ばれる姿形に行動などを激変させる適応能力を秘めているからに他ならない。これまで相変異を理解できれば、大発生を阻止し、アフリカの食糧問題を解決することも夢ではないと考えられてきた。しかし、生息地で生態調査がほとんど行われてこなかったため、未だに相変異は謎に包まれている。演者は、相変異の謎を解くべく、サハラ砂漠に渡り研究を行ってきた。本講演では、砂とバッタにまみれながら行ったフィールドワークの様相を交えながら、相変異の制御メカニズムと防除の取り組みについて紹介したい。

14:00-14:25 質疑応答およびレジュメ・感想文の記述  
14:25- レジュメ・感想文の回収

14:30-15:00 【宇宙地球】石岡圭一 理学研究科 准教授

「地球をめぐる風」

地球大気は、基本的に太陽からの放射エネルギーによって熱的に駆動され、地表面での摩擦によってブレーキがかかっています。つむじ風、竜巻から、積雲、前線、台風、温帯低気圧、ジェット気流、周極渦まで、さまざまな空間規模・時間規模での大気現象があり、それらが複雑に絡み合いながら、空間的・時間的に変動を続けています。宇宙からみた大気の映像をもとに、地球をめぐる風の不思議さの一端を概観し、地球の重力と自転の影響を受けた流体運動としてどこまで理解できているかを紹介します。

15:00-15:25 質疑応答およびレジュメ・感想文の記述  
15:25- レジュメ・感想文の回収

15:30-16:00 【物理】中村卓史 理学研究科 教授

「アインシュタイン方程式100年記念と間近に迫った重力波の初検出で期待される新しい物理学」

アインシュタインが一般相対性理論の基礎方程式(アインシュタイン方程式)を発見してから今年の11月25日で丁度100年になる。アインシュタインはアインシュタイン方程式に基づいて時空間を光速で伝搬する「重力」の波(重力波)の存在を予言した。この重力波の存在自体は連星バハサーの観測によって間接的に既に証明されている。(ハルスレーターのノーベル物理学賞 1993年)その内容を詳しく説明する。しかし、重力波はまだ直接には検出されていないので、その性質はほとんど確かめられていない。我が国のKAGRA計画、アメリカのadv LIGOや仏伊のadv Virgo等の重力波検出装置は2015年から2019年に掛けて検出器の改造をして、検出確率を現在の1000倍にする予定である。それによって開かれるであろう新しい物理学、時空の世界を予想する。

16:00-16:25 質疑応答およびレジュメ・感想文の記述  
16:25- レジュメ・感想文の回収

# 基盤コース前期

9月19日(土) 吉田キャンパス理学研究科6号館

スケジュール・講義概要

	401号室	303号室	301号室
14:10 ? 15:20	<b>1 情報</b> 情報の表現と探索 田中克己(情報学研究科教授)	<b>2 生物・生命</b> 身近な栄養素の意外な働き 佐藤健司(農学研究科教授)	<b>3 環境</b> 系外惑星発見による 宇宙観・生命観の大変革 佐々木貴教(理学研究科助教)
15:30 ? 16:40	<b>4 環境</b> 石油をつくる藻類を探せ! 宮下英明(地球環境学堂教授)	<b>5 数学・物理</b> 三角関数とフーリエ展開 塩田隆比呂(理学研究科准教授)	<b>6 化学・物質</b> 植物工場 —野菜から医薬品原材料まで— 清水浩(農学研究科教授)
16:50 ? 18:00	<b>7 生物・生命</b> 生き物の時計と時間にせまる 小山時隆(理学研究科准教授)	<b>8 数学・物理</b> 幽霊素粒子 ニュートリノ —見えない粒子を見るには?— 中家剛(理学研究科教授)	<b>9 化学・物質</b> 満員電車と液体構造 吉村洋介(理学研究科講師)

## 1 情報 70分×1コマ

### 情報の表現と探索

田中克己(情報学研究科教授)

初めに、情報量とは何か、テキストや画像・動画などのさまざまな情報の表現方法・圧縮技法について説明をします。次に、コンピュータやネットワーク上に記憶されている情報を探索するための基本的なアルゴリズム(索引とアクセス法、ハッシュ法)、情報検索の仕組みや検索性能を測るための尺度、ウェブ検索エンジンの検索アルゴリズム等について説明をします。



## 3 環境 70分×1コマ

### 系外惑星発見による宇宙観・生命観の大変革

佐々木貴教(理学研究科助教)

1995年以来1900個を超える太陽系外の惑星が発見され、この数年では地球型惑星の発見も相次いで報告されています。これらは地球のように海をたたえて生命を育む惑星が宇宙に充滿する可能性、さらには、そのことにより生命の存在も相対化される可能性を示しています。自然科学の次の大きな課題の一つは、宇宙における生命進化の一般性・多様性の探求であり、それを実現する惑星の探求です。本講演では、系外惑星の理論や観測に関する簡単なレビューを行うとともに、系外惑星の発見によっていかに人類の宇宙観・生命観が大きく変化し始めているのかを、最新の話題を交えながら熱く語ります!



## 2 生物・生命 70分×1コマ

### 身近な栄養素の意外な働き

佐藤健司(農学研究科教授)

食品中の3大栄養素の中で、糖質・脂質はエネルギー原となり、タンパク質は体のタンパク質を合成する材料になると習ってきたと思います。もちろんこれらは重要な働きですが、糖質、脂質、タンパク質の代謝産物は生体の炎症反応、解毒反応、創傷治癒に大きく関わっていることが急速に明らかになってきています。また意外な成分がエネルギー源になっていることもわかってきています。本講義ではこれらの食品成分の新しい機能を紹介し、極端な食生活の問題点や食品成分を用いた健康増進や病者のサポートに関わる新しい動きを紹介します。



## 4 環境 70分×1コマ

### 石油をつくる藻類を探せ!

宮下英明(地球環境学堂教授)

陸上植物(コケ植物、シダ植物、種子植物)以外で、酸素を発生するタイプの光合成をおこなう生物をすべて藻類と呼んでいます。藻類のなかには、光合成によって固定した二酸化炭素を油として貯めるものがあります。この油から、ジェット機の燃料やディーゼル燃料をつくることができます。てんぷら油からバスやトラックの燃料を作ることができますのと同じです。藻類の生育は植物より早く効率的に油をつくることができます。また、原料は大気中の二酸化炭素ですので、燃焼させても大気中の二酸化炭素濃度を以前より増やすことはありません。藻類による燃料生産は、環境に優しい持続可能なエネルギー生産法です。とはいえ、どんな藻類でも良い訳ではありません。効率的な石油生産のためには“スーパー藻類”を探してくる必要があります。この講義では、藻類による石油生産の方法、現状と課題、スーパー藻類を自然界から探し出す“藻類ハンティング”について紹介します。



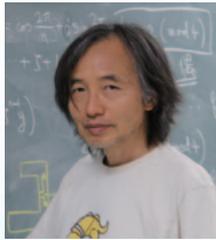
## 5 数学・物理

70分×1コマ

### 三角関数とフーリエ展開

塩田隆比呂(理学研究科准教授)

Tを正の実数とする。実数全体で定義された関数  $f(t)$  が、全ての  $t$  に対して  $f(t+T)=f(t)$  をみたすとき、周期  $T$  をもつ周期関数という。身近な周期関数の例として三角関数  $\sin(2\pi nt/T)$ ,  $\cos(2\pi nt/T)$ ,  $n=0, 1, 2, \dots$  が挙げられるが、逆にこれらの適当な「重ね合わせ」で「任意の」周期関数を表すのが、関数のフーリエ展開である。楽器の音(マイクで拾って時間に依存して変化する電圧に直すことで、時間  $t$  の関数と見なす)を近似的に周期関数と見てフーリエ展開することは、その音を基音と倍音の重ね合わせで表すことに対応するなど、フーリエ展開の考え方は物理的にもとても自然なものである。この講義では三角関数の加法定理など基本的な事柄から始めて、フーリエ展開の性質やその応用について解説したい。



## 8 数学・物理

70分×1コマ

### 幽霊素粒子 ニュートリノ —見えない粒子を見るには?—

中家剛(理学研究科教授)

我々の身の回りの世界には、ほとんど見るできない素粒子ニュートリノがあふれています。このニュートリノの研究を通して、素粒子物理学の基礎を紹介します。日本が誇る世界最先端のニュートリノ実験装置について説明し、素粒子研究の最前線を見ていきます。この装置では、茨城県にある陽子加速器で強力なニュートリノビームを生成し、そこから300km離れた岐阜県にある測定装置スーパーカミオカンデでニュートリノを測り、ニュートリノの変身を捉えました。また、反粒子についても研究を進めており、なぜ宇宙から反物質が消えてしまったのかも一緒に考えてみましょう。



## 6 化学・物質

70分×1コマ

### 植物工場 —野菜から医薬品原材料まで—

清水浩(農学研究科教授)

植物工場は外界から遮断された空間で植物を生産するシステムです。外界から遮断されているので外注や菌が侵入しないので、殺虫剤や殺菌剤を使う必要がありません。また、外界の天候とは全く関係がなくなりますので、一年中野菜を作ることができます。最近では食用の野菜だけではなく、医薬品の原材料の生産も行われています。北海道の会社ではイヌの歯周病を軽減する薬の原料を生合成するイチゴを生産し、そのイチゴから作った薬を市販しています。また、別の会社では植物工場で栽培したアイスプラントという植物からサプリメントを製造販売しています。このように植物工場は野菜生産だけではなく、医薬品や化粧品、工業材料を生産する場としても利用されています。本講義では植物工場の最新技術を紹介합니다。



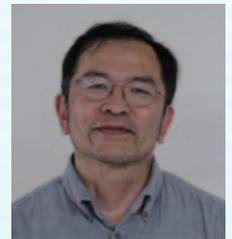
## 9 化学・物質

70分×1コマ

### 満員電車と液体構造

吉村洋介(理学研究科講師)

満員電車あるいは満員のエレベーター同様、液体中では容器の中に分子がぎゅう詰めになっていると考えることができます。そうしたところから、どんな構造が発生し、どんな性質が現れるのでしょうか?このお話では、分子運動論の基礎をかたんに振り返った後、満員のエレベーターの中の人の配置を手掛かりに、かたんなるモデルに基づいて液体の構造と物性について考えてみたいと思います。



## 7 生物・生命

70分×1コマ

### 生き物の時計と時間にせまる

小山時隆(理学研究科准教授)

現代に生きる私たち人間が、時間・時刻情報なしに普通の生活を続けることは不可能に近いと思いますが、時計のような正確な時刻を示す装置をもたない時代でもヒトは普通に生きてきました。時計をもつことで何ができるようになったのでしょうか?また、時計のメリットはどのような状況で活かせるのでしょうか?一方、昔も今もヒトを含めほとんどの生き物は生物時計を生まれながらもっています。この24時間を刻む概日時計の仕組みが近年詳しくわかってきました。この講演では、個体あるいは細胞がもつ時計の仕組みに加えて、一日や一年のような周期的に変動する環境の中で生き抜く生き物の時計の使い方について紹介します。



### これまでの 基盤コース前期受講生の感想

- ハッシュやアルゴリズムなど、今まで聞いたことはあるけれど、意味の分からなかった単語がどういうことなのか分かった。実際にどういう風に使っていくのかもっと知りたい。
- 大学の化学と高校の化学の違いを肌で感じました。環境問題はあまり自分に関係ないと思っていたけれど、今日の講演を聞いてより考えなければならぬと感じました。
- 微生物を用いる方法は一見単純ですが、地球環境にやさしいので侮れないなと思いました。今日、発電に関わるエネルギー問題などが騒がれていますが、将来微生物によるクリーンな発電プロセスが作り出されるのではないかと思います。
- PM2.5が体に害を及ぼすだけでなく、温暖化や寒冷化などの気候にも影響があるなんて知らなかった。環境については自分たちの生活にとっても関係があるのでもっと知りたいと思った。

# 基盤コース前期

10月3日(土) 桂キャンパスAクラスターA2棟3F

スケジュール・講義概要

	306教室	304教室	303教室
14:10 ? 15:20	<b>1 情報</b> 「データ解析」様々な問題を解決できます。そう、データ解析ならね 加納学(情報学研究科教授)	<b>2 生物・生命</b> 化学生物学入門 浜地格(工学研究科教授)	<b>3 環境</b> 環境と疾患、健康 高野裕久(工学研究科教授)
15:30 ? 16:40	<b>3 環境</b> 環境と疾患、健康 高野裕久(工学研究科教授)	<b>4 数学・物理</b> 社会基盤の構築と 数学・物理のつながり 木村亮(工学研究科教授)	<b>5 化学・物質</b> 有機反応の機構を考える 松原誠二郎(工学研究科教授)
16:50 ? 18:00	<b>2 生物・生命</b> 化学生物学入門 浜地格(工学研究科教授)	<b>4 数学・物理</b> 社会基盤の構築と 数学・物理のつながり 木村亮(工学研究科教授)	<b>5 化学・物質</b> 有機反応の機構を考える 松原誠二郎(工学研究科教授)

## 1 情報 70分×1コマ

「データ解析」様々な問題を解決できます。  
そう、データ解析ならね

加納学(情報学研究科教授)

およそ人間の直観が働かないような大規模で複雑な現象をモデル化し、有用な情報を取り出すことで、その有効性を示してきたのがデータ解析です。半導体、薬、鉄鋼など多種多様な製品の質の向上を目指すプロセスデータ解析から、生活の質(QoL)の向上を目指す医療データ解析まで、製品品質の仮想計測やてんかん発作の予知などの研究成果を交えながら、データを活用して様々な問題を解決していく方法論を紹介し、重要なのは、まったく異なるように見える問題でも、抽象化してその本質を捉えれば、実は同一の問題として取り扱うことができるということです。本講演で、そのようなモノの見方を感じて下さい。



## 3 環境 70分×2コマ

環境と疾患、健康

高野裕久(工学研究科教授)

私たちの健康状況や疾患(病気)の発症・悪化を決定する二大要因は、遺伝的な要因と環境要因です。私たちの身の回りに存在するありふれた環境要因が、どのように疾患と関連するのか、また、健康状況に悪影響をおよぼすのか、最新の知見を交えて説明します。



## 2 生物・生命 70分×2コマ

化学生物学入門

浜地格(工学研究科教授)

高校の化学で習う原子や分子の中で、炭素、水素、酸素、窒素、リン、硫黄、それからナトリウムやカルシウムなどの金属イオン類は生物を作り出す元素群でもあります。例えばタンパク質、核酸(遺伝子)、糖質や脂質はこれらによって構成されています。生物はそれらの生体物質が細胞という10ミクロン程度の小さな入れ物の中にある種の秩序と乱雑さで詰め込まれた基本単位から成り立っていて、物質やエネルギー生産、情報のやり取りなどを行いながら生きています。分子・物質やエネルギー、情報という共通の概念を通じて、化学と生物の境界領域に広がる Chemical Biology と呼ばれる学問分野を皆さんと一緒に考えてみたいと思います。



## 4 数学・物理 70分×2コマ

社会基盤の構築と数学・物理のつながり

木村亮(工学研究科教授)

人々の生活基盤となる様々な社会資本の整備においては、環境中における橋梁やトンネル構造物の挙動、水、地盤、人や交通の流れといった現象を、その根底にある原理を把握して、数学や物理的な知識を総動員して適切に「モデル化」することが必要となります。この講演では、私たちの身近にある社会資本の整備において、高校で学習する数学や物理の知識を用いて高度な「モデル化」がどのように行われているかを具体例に挙げて紹介します。



# 5 化学・物質

70分×2コマ

## 有機反応の機構を考える

松原誠二郎(工学研究科教授)

自然科学の基本は、観察であると言われますが、それだけではありません。観察した事を人に正確に伝えることも同じくらい重要です。この伝え方を学ぶことが科学の勉強の重要な側面です。有機化学において反応を記述するやり方は、構造式と電子の流れを示す矢印を使用します。これができると、暗記を命じられていた有機反応が格段と解り易くなります。有機化学が暗記の学問でなく式を用いた記述で表現する論理的なものであることを学びましょう。



### これまでの 基盤コース前期受講生の感想

- 普段学校の数学で「こんなん何に使うんや!」と思っていたことが、土木の土圧に使われていてとても感動しました。とてもおもしろかったです。
- 工学の分野で生命を考えることに驚いたが、とてもおもしろくて、生命活動から様々なものが見えるおもしろさを改めて気付いた。
- 映像も交えてくださったのでとても分かりやすく大変興味深かったです。画像の解析や保存がすごい精度で行われていて、国宝の美しさや色が後世に伝えられるようになっており、なおかつその伝え方も工夫されているということにとても感動しました。是非、画の解析の仕組みももっと詳しく知りたかったです。
- 一見生活習慣病とは全く関係ないような化学物質が、実はその要因の1つだということに驚いた。
- まだ化学をきちんと勉強していなかったで難しかったです。反応がわかると面白く、自分からもっと学ぼうと関心が持てました。

## 京都大学 桂キャンパス見学会

10月3日の基盤コース開講時に桂キャンパスの見学会を実施します。工学研究科が誇る桂キャンパスといくつかの研究室を受講生のみなさんにご紹介します。

日時

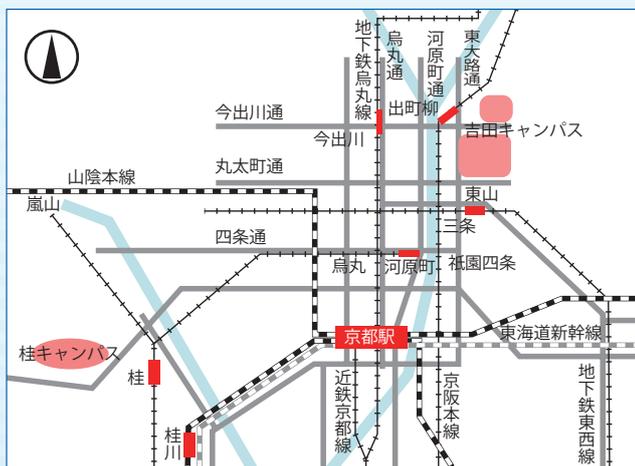
10月3日(土) 13:00~14:00

見学会受付 12:30~

\*見学会の詳細は後日お知らせします。



### 桂キャンパスへのアクセス



### 桂キャンパスへの最寄り駅からのアクセス

- 阪急電車 桂駅より  
バスで所要時間約12分、桂駅西口より約10分に1本
- JR 桂川駅より  
バスで所要時間約20分、桂川駅前より約30分に1本
- JR/近鉄電車 京都駅より  
バスで所要時間約45分、京都駅前より約30分に1本

※詳細 <http://www.t.kyoto-u.ac.jp/ja/access/katsura>

# 基盤コース前期

10月17日(土) 吉田キャンパス理学研究科6号館

スケジュール・講義概要

	401号室	303号室	301号室
14:10 ? 15:20	<b>1 情報</b> アルゴリズムで知的に 山本章博(情報学研究科教授)	<b>2 生物・生命</b> 高等植物の 生殖隔離機構と果樹栽培 田尾龍太郎(農学研究科・准教授)	<b>3 環境</b> 島嶼生態学から 生物多様性の役割を解き明かす 北山兼弘(農学研究科教授)
15:30 ? 16:40	<b>4 環境</b> 生命体と酵素の存外に 微妙な関係 森泰生(地球環境学堂教授)	<b>5 数学・物理</b> 関西人があまり知らない 火山噴火 鍵山恒臣(理学研究科教授)	<b>6 化学・物質</b> 溶液から作られるセラミックス 中西和樹(理学研究科准教授)
16:50 ? 18:00	<b>7 生物・生命</b> タンパク質の品質を 管理する細胞応答 森和俊(理学研究科教授)	<b>8 数学・物理</b> 物理学の基礎としての 超伝導研究 池田隆介(理学研究科准教授)	<b>9 化学・物質</b> 化学的手法に基づく アルツハイマー病の新しい予防戦略 入江一浩(農学研究科・教授)

## 1 情報 70分×1コマ

### アルゴリズムで知的に

山本章博(情報学研究科教授)

コンピュータは、組み込むプログラム次第で知的な動作を行います。日常生活では、現在地から目的地までの最短経路を教えてください、チェスなどのボードゲームの相手をしてくれますし、短い文なら理解してくれます。このように、知的な動作をさせるプログラムを設計する際の基本になるのがアルゴリズムです。この講演では経路探索のためのアルゴリズムを中心にして、高校で学習する数学との関係に触れながら、原理と性質、応用を紹介します。



## 3 環境 70分×1コマ

### 島嶼生態学から生物多様性の役割を解き明かす

北山兼弘(農学研究科教授)

ガラパゴスにおけるダーウィンの進化論の例のように、孤立した島で生物を研究していると大陸では気が付きにくい自然界の摂理を発見できることがあります。島の生態系はどのような点が特殊なのでしょう。大陸と一度も接続したことがない島は孤立性が高く海洋島と呼ばれ、ガラパゴスやハワイはその典型的な例です。そのような島の生物相は、長距離散布によって分散された祖先種が島の多様な環境に適応して種分化した結果、形成されたものです。このため、海洋島の生物相からは大陸なら当然見られるような生物が欠落しており、その多様性も著しく貧弱です。そのような生物から成り立つ生態系もまた安定性が低いなどの特殊性を示します。このように、島嶼の生態系を観察することにより、生物多様性が自然界でどのような役割を持っているのかを理解することができます。この講義では、ハワイ諸島を例に、多様性が低い植物種から成る森林生態系の特殊性を紹介し、生物多様性の本質について考えてみたいと思います。



## 2 生物・生命 70分×1コマ

### 高等植物の生殖隔離機構と果樹栽培

田尾龍太郎(農学研究科准教授)

高等植物が自殖を防いで他殖を促し、種内の多様性を保つために発達させてきた生殖隔離機構には、自家不和合性や雌雄異株性、雌雄異熟性など様々なものがあります。これら生殖隔離機構は作物生産の障壁となることから、その多くは栽培化の過程で除去されてきました。しかしながら、ライフサイクルが長く、育種の困難な果樹類では、現在でもこれらの生殖隔離機構を保持しているものが多くあります。本講義では、これらの生殖隔離機構について、果樹栽培の実際と関連づけて概説します。



## 4 環境 70分×1コマ

### 生命体と酵素の存外に微妙な関係

森泰生(地球環境学堂教授)

生命は地球上に酸素 O<sub>2</sub> がない環境で出現したと言われていました。O<sub>2</sub> のない環境でのみ生育できる“嫌”気性の生命体も存在しますが、私たち哺乳類を含む多くの“好”気性の生命体は、外環境の酸素分子 O<sub>2</sub> を取り入れることが生存に必須です。どのようにして、哺乳類が大気中の O<sub>2</sub> 濃度の変動に自身の体を適応させているのかを説明します。また、それはどのように進化の過程でできてきたかを、遺伝子の情報を比較することにより推定します。さらに、体の中で、適切に O<sub>2</sub> 濃度が「低い」ことにも意味があることにも言及します。つまり、好気性の生命体は O<sub>2</sub> に熱情的に片思いなのではなくて、二つは存外に微妙な関係にあるのです。



## 5 数学・物理 70分×1コマ

### 関西人があまり知らない火山噴火

鍵山恒臣(理学研究科教授)

実は、京都大学は、火山噴火の研究分野で日本・世界をリードしています。活火山と無縁の京都を本拠地とする京都大学が、なぜ世界をリードできるのか？その秘密は、「どこにでも出かけて行って、本気で研究を続ける」精神にあると思います。講演では、火山はどうやって噴火しているのか？御嶽の水蒸気噴火は予測が難しいと言われていたが、なぜ難しいのか？将来の研究はどこに向かいつつあるのか？といった問題について、多くの映像を見ながら私と一っしょに考えてみましょう。

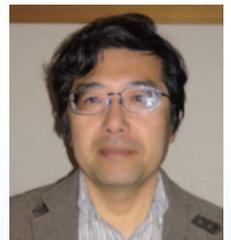


## 8 数学・物理 70分×1コマ

### 物理学の基礎としての超伝導研究

池田隆介(理学研究科准教授)

1986年に高温超伝導物質が発見されて以降、超伝導物理の理解には目覚ましい進歩があった。特に今世紀に入ってから新たな超伝導物質が続々と作成されるようになって、単に転移温度の高い超伝導の発見といった面ばかりでなく、超伝導に関する新奇現象が理論的に予言、あるいは説明されて、多粒子系の物理の基礎の進歩を促すという結果にもつながっている。この講義では、最近の超伝導物理の研究について、物理学の基礎に触れる面を強調してお話する。



## 6 化学・物質 70分×1コマ

### 溶液から作られるセラミックス

中西和樹(理学研究科准教授)

陶磁器やガラス細工で知られるように、無機物からなる物質は、有機物が燃えてしまうような高温で作られることが多い。しかし、動物の骨や貝殻、あるいはススキ・イネの葉の固い部分には、カルシウムやケイ素を含む無機物が高濃度に分布する。イオンやコロイドのかたちで水溶液中に安定に存在する無機物は多く、それらの固体への転化(沈殿としての析出や、ゲルの生成)を制御すると、室温付近の反応によっても様々な無機物が得られる。

溶液から無機物の固体が生成するとき、一緒に溶けている他の物質が、結晶の成長やゲル網目の発達の様子に影響を及ぼすことが多い。生物は体内に取り込んだイオンやコロイドを、体内の様々な物質によって集めたり並べたりして、必要な場所に必要なだけ無機物を含んだ組織を作っている。

本講演では、溶液から室温付近の穏やかな条件で無機物の固体を作り、その微細な形態や孔のあき方を制御する方法を紹介する。これらの手法は「ソフト化学」あるいは「生物模倣プロセス」と呼ばれ、できるだけ環境に負荷をかけずエネルギーを無駄遣いしない工業生産への指針となる。



## 9 化学・物質 70分×1コマ

### 化学的手法に基づくアルツハイマー病の新しい予防戦略

入江一浩(農学研究科教授)

アルツハイマー病は認知症の中で最も患者数の多い神経変性疾患であり、本疾患への対策が急務の課題になっています。私どもは、アルツハイマー病の原因物質と考えられているアミロイドβタンパク質(Aβ)を対象として、医学ではなく農芸化学(生物有機化学・天然物化学)の視点から研究を行ってきています。本講義では、Aβの神経細胞毒性を緩和する抗体の開発や、食品を含む天然素材に含まれるAβ凝集抑制物質の作用機構について紹介します。



## 7 生物・生命 70分×1コマ

### タンパク質の品質を管理する細胞応答

森和俊(理学研究科教授)

分子生物学にはセントラルドグマ(中心原理)というものがあります。DNAに遺伝情報を書き込まれていて、これが細胞の中で発現するときにはRNAに一旦写し取られ(転写)、それからRNAが翻訳されてタンパク質ができます。DNAというのは、G、A、T、Cという塩基が順番に並ぶ一次元の情報になっていて、これをRNAに写し取っても同じ一次元の情報です。タンパク質はアミノ酸が繋がったもので、3つの塩基を1組の暗号として1つのアミノ酸が指定されます。

ですから、タンパク質ができた時にはアミノ酸が連なった紐の状態です。しかしわれわれは3次元の世界で生きていますから、タンパク質がいろいろな役割を果たすためにはそれに適した三次元の形を取る(高次構造形成)必要があります。本講演では、タンパク質の高次構造がどのようにして形成されるのか、高次構造形成がうまくいかないときに細胞はどうするのか、解説したい。



### これまでの 基盤コース前期受講生の感想

- 情報と数学が密接に関係していることがよくわかり、情報に対する興味が深まりました。難しい内容でしたがとても分かりやすかったです。具体的な例を挙げてくださったのでおもしろく、日常にも応用されていることが体感できました。
- 生態学に実用性はないと思っていたが、実用的に役立つと知り、面白くと思いました。
- 学問的な研究事例と、現在の問題点がはっきりと示され、分かりやすかったです。
- 光を応用したり、細かく見ていくことで、人類の未来に大きく貢献しているのだろうと思った。人に見えないものでも、機械で観測し、色化することで、見えるようにするというのに感動を覚える。

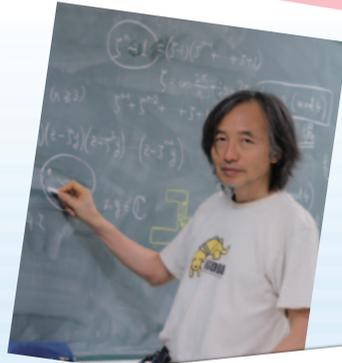
# 数 学

Mathematics

何かが解決するたびに、  
またひとつ、わからないことが見つかる。  
その解明の繰り返し、学問としての数学の面白さ。  
さあ、「リーマン予想」を解くのは君だ!



**池田 保**  
教授



**塩田隆比呂**  
准教授

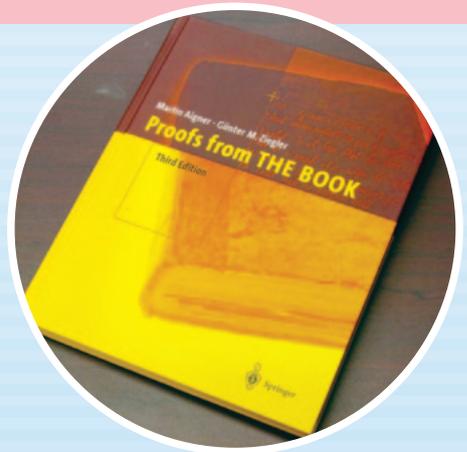
受験数学ではおもに、「問題」を解く方法やテクニックについて学びます。つまり、答えがある問題についてその解き方を習得するわけです。大学の数学はそうではなく、「未知なること」に挑んでいくものです。高校で習う数学は、その先にある数学の本当におもしろい部分には、なかなかふれてもらえないかもしれません。しかし、大学で研究していくために不可欠な知識や技術となる大切なものですから、しっかり勉強してください。

数学の未解決問題についてのテレビ番組を見た人はいらっしゃいますか? 「フェルマーの最終定理」や「ポアンカレ予想」が近年解決されて話題になりましたが、まだまだ未解決の問題はたくさんあります。こうした提唱されてから何十年、何百年と解かれていない問題に挑んでいくのが大学数学のロマンです。ひとつ解決すると、また必ず新しい難問が現れます。その解明の繰り返しが大学数学の面白さですね。

**Q** 実験のない数学は、体験コースでは何をしますのですか?

**A** 洋書をみんなで読んでいきます。

洋書というと驚かれるかもしれませんが、数学の洋書というのは英語のレベルとしてはそんなに難しいものではありません。高校2年生の英語力があれば十分に読むことができます。使用するのは「Proofs from THE BOOK」という本で、「THE BOOK」というのは「聖書」のことですから、この本のタイトルの解釈としては「神からの証明」ということになるでしょうか。タイトル通り、数論、幾何学、解析学など、大学で深めていく数学の基礎的な部分について丁寧に書かれた好著です。



**Q** どんなやりかたをしますのですか?

**A** 「大学のゼミ」さながらです。

毎回発表者を決めて、訳しながら解釈していきます。もちろん、単に日本語に訳すだけでなく、発表者が内容を理解してメンバーに説明していくのです。そこで疑問などをチューターの大学院生や担当の先生などのサポートを得て、みんなで解決していきます。

**Q** どんなことが身につきますか?

**A** 夢やロマンを追いかける数学を実感できます。

すでにご紹介したように、大学の数学というのは、「未知なるもの」を解明していく学問です。大学の数学を何も知らずに入学すると、高校との違いに面食らう学生が現れますが、経験しておくことによってそのギャップに苦しまずにすみますし、現在学んでいる高校数学に対する捉え方や価値観がおそらく変わると思います。「答えを導くツール」ではなく、夢やロマンを追いかける数学、というものを実感していただけるでしょう。

## 体験者の感想

- 1つのテーマについて複数の人と考え、理解を深める力と、どうやったら分かりやすく伝えられるのかを考える難しさを知った。
- 定義の大切さや数学に英語がどれだけ重要なものかを実感することができました。

# 物理学

Physics

宇宙を構成するものすべては「物質」である。  
物質が織り成す普遍と創発現象を解明し、  
発見フロンティアを駆け抜けよう!



中家 剛  
教授

高校の物理学は、力学と電磁気学が中心です。原子核や素粒子など、いわゆる「物性」と呼ばれる分野については、学習内容に含まれていません。大学の物理学というのは、「知的好奇心」を出発点に、物理現象の「なぜ」を解明していきます。物理現象の基本にあるのは「物質の性質」で、そこから様々な物理学の理論が生まれるのです。例えば、すべての粒子が波の性質を持っていることが量子論から説明されたり、通常の力学の範囲では宇宙から地球まで到達しないはずの粒子がなぜ地上にあるのかを説明するのが「特殊相対論」であったり、という具合です。現代の物理学の最先端の研究をしている先生や大学院生、学部生たちと触れあっていただくことで、何にロマンを求めて彼らが物理学をやっているのかを感じていただければと思います。

**Q** 体験コースではどのようなことをするのですか？

**A** 物質の普遍と創発現象を解明する実験を行います。

原子や素粒子などの物質の最小単位に着目した実験や、原子・分子単体への考察だけでは想像ができない原子・分子集団や組織の振る舞いの実験を行います。また、実験の基礎知識や、物理現象を表すのに必要となる微分・積分などの数学についても、気軽に聞くことができる環境を用意します。

**Q** 実験の内容を具体的に教えてください。

**A** 「放射線を目で見る」実験は面白いですよ。

放射線が通ったあとに霧の線が見える「霧箱」という装置や、ガイガーカウンターという放射線の検知器を自作してもらい、目に見えない放射線を観測します。また、宇宙線からミュオンという素粒子をつかまえて観測し、運動しているものは時間の進みかたがゆっくりになるという「特殊相対論」を実感してもらったりします。

**Q** 京都大学理学部ならではの特徴的な装置などを使えるのですか？

**A** 「ダークマター実験棟」へようこそ！

宇宙の全質量のうち、実は目に見える物質は10%程度しかない信じられています。見えない残りの物質を「ダークマター」というのですが、このダークマターを探索するための施設がこれです。ほかにも、ノーベル賞を受賞したようなすぐれた先生たちが考案したり使用した装置や機器がいっぱいですし、もちろん、ELCASの体験講座でも使っていただけます。

**Q** ダークマターの研究はどんなふうに進んでいるのですか？

**A** 軽い「アクシオン」を探しています。

アクシオンという素粒子が見つければ、ダークマターが説明できるのですが、電子の質量より重いアクシオンは存在しないことがわかったので、今は電子の重さ10の10乗分の1位のものすごく軽いアクシオンを探しています。皆さんもぜひ一緒に！



## 体験者の感想 /

- ELCASを受講して、理論だけでなく、ものづくりの分野にも興味を持つようになりました。将来自分は何をしようかかなり悩んでいます。
- 実験の精密さ、難しい数学の勉強の必要性を感じました。また、困難がおきてもあきらめない忍耐力も身についたと思います。

# 化学

Chemistry

身の回りにたくさん存在する「化学現象」。  
その多様な振る舞いの理由を、  
物質の基本性質や構造を知ることによって解明する。  
人類生存の基盤を整備していく学問が化学だ！



谷村 吉隆  
教授

一千万種以上ある分子が気体になったり混ざったりと、化学現象は無敵ともいえる広がりを持っています。その身の回りにも存在する、無敵ともいえる化学現象をつかさどる原理的なものを探るのが、大学の化学です。

理学の中で、化学は比較的「工学的・実用的」な側面が強い学問で、ある種「物質をつかってなんぼ」のような価値観があるのも事実です。例えば、有害物質を出さずに色々なものを合成するにはどうすればいいか、人体へのダメージの少ない薬の利き方は、植物はどうやって太陽光から分子を合成しているか、といったように、化学の基礎研究は知的好奇心を満たすだけではなく、その成果が社会の発展に役立ちます。そして、その研究が発展すればするほど、さらに複雑な現象が現れ、研究の源泉である疑問は人類が存在する限り尽きることはないでしょう。このような問題と一緒に取り組んでみませんか？



**Q** 大学の化学のイメージを教えてください。

**A** 物質のメカニズムの基本を知るところから始まります。

高校生は、ビーカーに液体を入れたり試験管を振ったりして物質を合成する、というようなイメージを抱く人が多いでしょう。もちろん、そういうこともするわけですが、物質の基本を知らないと知りたい物質を合成することはできません。例えば、なぜ電導性があるのか、電導性の物質とはどういう状態にあるのかなどを知って、初めて次の段階に進むことができるのです。

**Q** 物質の基本を知るには何が必要ですか？

**A** 数学、物理学などの知識が不可欠です。

元素記号を覚えたり、化学反応のパターンを「暗記する」といったことを高校ではやっているかもしれませんが、大学の化学は、反応の基礎となる電子状態や分子の統計的性質を解析するというのも重要です。

**Q** どんな分野がありますか？

**A** 物理化学、無機化学、有機化学、生化学です。

有機化学は、高校生にもイメージしやすいですね。物理化学は化学物質や化学現象について、物理学的視点からその性質を調べます。無機化学は物理と同じようなもので、超電導物質を合成したり、物質の「表面」だけの化学的な性質を研究したり…。生化学は生体物質の構造と機能を探ります。創薬などの基礎情報にもつながります。

**Q** どんな実験をさせてもらえるのですか？

**A** 普段見ることのできない物質にも触れていただきます。

例えば、シリコンの単結晶などは普段見ることはないと思うのですが、これをダイヤモンドカッターで切ってみます。そうすると、原子の密度の高い面は割れやすかったりすることから、原子の構造を実感してもらえます。あるいは、三次元の結晶構造から面を取り出すとどういった原子配置になっているのか、物質の表面で共有結合が切れた状態はどうか、などを実像として見ていただきます。

## 体験者の感想

- 科目横断的な知識、理解の必要性、科学者としての心構えが身につきました。また、自分が知らなかった領域に少しでも触れられ、視野が広がりました。
- 基盤コース前期を含め、多くの知識、興味が深まりました。もともと興味があった分野について、そこをさらに深められたので、今後の進路選択に役に立ったと思います。

# 生物学

Biology

地球上には  
びっくり仰天の生き物がたくさんいます。  
生き物の神秘を、  
ミクロとマクロで覗いてみよう！



高橋淑子  
教授

生物学は私たちにとって、とても身近な学問です。野山の蝶や花、ライオンやサル、そしてなにより私たち自身も生き物です。生物学は、DNA や細胞といったミクロの世界から、動物の行動や生態学などマクロの世界に至るまで、幅広い分野をカバーします。そして現在私たちが見ている生き物が、地球の歴史の中でどのように進化したのかというロマンたっぷりの研究もします。

生物学は医療や地球環境、そして食糧問題など、多くの産業を支える学問です。生き物の仕組みは謎だらけ。その神秘を、最先端のバイオロジーで覗いてみましょう。

**Q** “生物＝観察”のイメージ。体験学習コースでは何を観察できますか？

**A** 様々な生物を対象に、肉眼からミクロの世界まで観察します。  
観察の対象は多岐に渡ります。例えば、チンパンジーの脳や発生中のトリ卵、タマネギの表皮細胞など、全部で15種類くらいの生物を電子顕微鏡も活用しながら詳しく観察します。もちろん、観察して終わりではなく、色々な方法で測定したり、構造を調べたりして特徴を明らかにするのが目標。達成の喜びは格別です。

**Q** 遺伝子学に興味があるのですが、関連した授業はありますか？

**A** 実際に植物のDNAを抽出してもらいます。  
学校で塩基配列のことは勉強しましたよね？でも、それを実際に取り出すなどという経験はしていないでしょう。体験学習コースでは、大学の研究室で行っているのと同じ方法で、DNAを抽出して塩基配列を決定し、さらにデータベースと照合して同定を行う。つまり、遺伝子研究の基本的な作法を習得できるわけです。このほか、最新のゲノムプロジェクトの成果に沿ったコンピューター実習などもあります。



**Q** 教科書の知識だけで付いていけるでしょうか？

**A** 基礎知識があれば大丈夫。あとは実践あるのみです。

専門用語も出てくるので、まるごと理解するのは難しいかもしれませんが、実体験を重ねればおのずと理屈もわかってきます。大学では知識と経験を生かし、自分で課題を見つけてそれを解決していく力が求められるのです。パワーポイントや画像ソフトの使い方など、発表やレポート作成に必要なスキルもひと通り学べるので、のちに高校との授業スタイルの違いに戸惑うこともないでしょう。

## 体験者の感想 /

- 脳細胞の実験を始め多くの実験で生物だけでなく化学・物理を応用した知識・技術が用いられており、分野をまたいだ協力の大切さを頭だけでなく手、目、体を通して理解できた。
- 理学部で行われている研究の概要が分かりました。また、基礎的な研究の面白さや研究内容の広がりなども学べました。

# 宇宙地球

Astronomy  
and Earth Science

古代神話の時代から培われてきた

宇宙と地球の神秘を紐解く学問。

先人が残した多くのカギで新たな扉が開かれつつある。

“第2の地球”発見も遠い未来の話じゃない。

## 長田哲也

教授



宇宙からの情報は、光や赤外線などの形で私たちに届きます。これらは、電磁波と呼ばれ、電気と磁気が一定の間隔で強くなったり弱くなったりして伝わってくる波です。その間隔、「波長」が長くなっていくと、私たちの眼に見える可視光から赤外線になり、電波になります。逆に波長が短くなると紫外線になり、エックス線、ガンマ線になります。天体望遠鏡で宇宙を観測する際には、この波としての性質をうまく使って天体の性質を解き明かしていきます。例えば、乱れた赤外線の波の形をうまく整えて、恒星のまわりを公転する惑星からのかすかな信号をとらえます。あるいは、何億年もかかってやってきた弱い光を干渉させて分光し、ドップラー効果から速度を測ります。基盤コース後期では、花山天文台の望遠鏡を使った観測実習と、光の実験などを予定しています。また、皆さんが日頃から疑問に思っている宇宙に関する疑問についても、一緒に考えてみましょう。

**Q** 宇宙関係の実験・実習・演習って何をしていますか？

**A** 実際の望遠鏡を使った観測・データ解析と、天体を観測する技術に関連した光や電子回路を使った実験です。

例えば、太陽を分光観測してパソコンでスペクトル画像を処理し、太陽の自転速度を求めます。光学実験では、専門の実験機器を用いて光の干渉や回折といった、光が波であることを実感できる実験を行い、それらが天文観測に対してどのように関わっているのかを、実際の事例を挙げて解説します。また、電子回路を使って、光の発生や検出に関連する実験を行います。

私たちの住んでいるこの地球には、地震・火山・気象・海洋をはじめ、未知の現象がまだまだたくさんあります。本実習では、地球物理学の1分野である測地学を体験することで、地球で起きている諸現象を自ら測定して理解を深めます。具体的には、携帯電話やカーナビでおなじみのGPSを用いて、自分の位置をミリ単位の高精度で測定します。また、重力計という装置（写真参照）を用いて、地球重力加速度の値を1億分の1という高精度で測定します。この実習を通して、「時空間的に変化する地球のすがた」に興味を持ってくれると嬉しいです。

## 体験者の感想 /

- 自分が自主的に学んでいた分野とはまた違う視点から、宇宙について学ぶことができた。また職員や先生との交流を通じて、大学の楽しさ、楽しさを感じることができた。
- 分からないものを見たら、私は今まで興味がないから知らなくてもいいやと思っていました。全然わからないことを一から知りたい、と思うようになりました。そして、科学者になりたいという思いが強まりました。



## 風間卓仁

助教

皆さん、隕石をみたことはありますか？隕石は太陽系でつくられたものが地球に落下したのです。この隕石を分析することで、太陽系や地球が今から何年前に、どのようにしてつくられたかを知ることができます。私は、化学分析を使って太陽系や惑星内部構造（地殻、マントル、核）の形成過程を調べています。化学で地球を科学する、この研究の醍醐味を感じてもらいます。

**Q** 地学の勉強はしていないのですが、コースを履修できますか？

**A** 全く問題ありません。私達は天文学も地球科学も高校で習う地学とは全く違うものです。

数学を専門にする研究者や、物理、化学、生物を専門とする研究者など様々です。専門が違う人が同じテーマに対して研究する、というのが大学での研究の醍醐味です。

## 平田岳史

教授



# コンピュータ科学

Computer  
Science

世界は情報でできている。  
コンピュータプログラムで  
情報を操り、  
キミだけの「世界」を作ろう！



**五十嵐 淳**  
教授

コンピュータ科学は、コンピュータとそれを使った情報処理の原理を研究する学問ですが、その根底には「世界は情報の集まりである」という考え方、そして「世界の動きは情報の変換を行う計算で求まる」という考え方があります。これを逆にとると、情報の集まりから、新しい（仮想的な）世界を生み出すことができます。この典型的な例がコンピュータゲームです。

この分野の演習では、簡単なコンピュータゲームのプログラムの作成を通じて、コンピュータ科学の基本的な考え方を体験します。プログラムはいわばコンピュータへの命令書です。堅物のコンピュータに思っていた仕事をさせる正しいプログラムを書くのは緻密な作業で、ひと苦労なのですが、うまくできた時には難しいパズルを解いた時のような快感があります。また、ちょっと意外かもしれませんが、プログラムには美しさもあります。そんな、緻密だけど美しいプログラムの世界を感じてもらえればと思います。

## Q プログラムってどんなものですか？

**A** プログラムはコンピュータに計算してほしいことを書いた命令書ですが、プログラミング言語と呼ばれる人工言語を使って書きます。プログラミング言語にもたくさんの種類がありますが、この演習では Racket という言語を使います。Racket は関数型プログラミング言語と呼ばれるのですが、コンピュータの仕組みを深く知らなくても、高校数学の関数くらいがわかれば、プログラムが書けます。例えば、以下は、ふたつの数  $x$  と  $y$  の平均値を計算する操作を定義して、200 と 300 の平均値を計算する Racket プログラムです。

```
(define (average x y)
  (/ (+ x y) 2))    ;; x と y を足して (+)、2 で割る (/)
(average 200 300)
```

このプログラムを実行すると結果として 250 が得られます。



## Q 演習では具体的にはどんなことをするのですか？ プログラムなんて作った経験がないのですが大丈夫でしょうか？

**A** この演習の目標は、簡単なオリジナルのゲームを作ることですが、経験が無くても大丈夫です。前半の数回で、こちらで用意したゲームのプログラムを読み解きながら、Racket プログラムの基礎を学びます。後半は、数人でチームを組んでもらって、用意したプログラムを改造しながらオリジナルのゲームを作ります。ティーチングアシスタントがつくのでプログラム未経験者でも問題ないですし、逆に経験がある人も、退屈しないよう工夫して進めたいと思います。

## Q 大学でゲームなんてやっていいんですか？

**A** (笑) もちろん本当の大学の科目でゲームをして遊ぶことはありませんが、ゲーム作りには実はコンピュータプログラムの大事な要素が沢山つまっています。この演習を担当する先生にもゲームを作ってみたくてプログラミングを始めた人がいました。売られているような面白いゲームを作る才能はなかったけれど、プログラミングは面白かったので、コンピュータの勉強を続けているうちに大学の先生になりました。



# 社会・環境の科学

Science for Safety and Security  
of Human and Earth Systems

人類が地球上で生存するための  
基盤を整備する学問「地球工学」。  
自然災害、エネルギー問題、環境汚染などの  
多様な課題を乗り越え、幸福と安全を  
次世代に受け継ぐのは我々の責任です。



石田 毅  
教授

人類は、地球空間を構成する水圏、気圏、地圏の恵みを受けながら、生活圏を拡大・共有化し、高度な文明を發展させてきました。その一方で、自然災害による被害の激化、資源・エネルギーの大量消費、環境汚染の発生など現代社会は様々な課題に直面しています。我々はこれらを克服しながら、人類の生命と幸福を守り、次世代に伝えていく責任があります。

地球工学は水圏、気圏、地圏といった地球空間の性質を的確に捉え、その開発と保全に取り組む学問です。数学、物理、化学といった数理的な素養に加えて、経済学、政策学、生物学、地質学、計算工学といった様々な知識を総動員してこれらの課題解決に向かうのが、大きな醍醐味です。立ち向かうべき課題は人類が生存していく限り尽きることなく、さらに複雑化するでしょう。このようなスケールの大きい、社会に即貢献する問題解決と一緒に取り組んでみませんか？幅広い分野に関心のある諸君の参加を待っています。

Q どのようなことが体験できますか？

A 地球空間を構成する物質の性質と振る舞いを  
解明する実験を行います。

地球空間は主に気圏、水圏、地圏に分けられます。大気、水、地盤の性質と振る舞いに関する理論は徐々に確立されていますが、空間、時間的に複雑に変化する現象の解明には、実験や観察に頼る部分がまだまだ多いのが現状です。本実習では、京都大学工学部が有する様々な装置を用いた実験を体験するとともに、装置の仕組みや実験結果の評価に必要な数学・物理などについても講義をします。

さらに、地球規模でのプロジェクトを行うには多様な国籍、思想を持つ研究者・技術者との真の意味でのコミュニケーションも要求されます。外国人教員による英語を用いた技術的・専門的コミュニケーションスキル、交渉・ディベートスキルの修得体験も企画しています。



Q 実験の内容を教えてください。

A 地球空間で起きる身近な現象を科学的に捉える実験をします。

気圏・水圏・地圏で実際に生じている自然現象のことを水象・気象・地象と言いますが、社会・環境の科学コースでは、大学の実験室で最先端の専用実験装置（マクロな現象をとらえる大型実験装置からミクロな現象をとらえる精密実験装置など）を使って自然現象を模擬する実験を行います。これら実験を通して、例えば、洪水・津波・暴風・豪雨・地震・土砂崩れなどによる自然災害や水質・大気・土壌汚染の環境汚染がどのようなメカニズムで発生して、社会や環境に対してどのような影響を与えるのかを考えます。



Q 教科書の知識で内容が十分理解できるでしょうか？

A 数学、物理、化学等の基礎知識があれば大丈夫です。

本分野では、実験を通して現象の本質を実体験で理解してもらうことに主眼を置きます。実験データの整理や解釈において基礎知識は必要になりますが、担当教員が丁寧に指導を行います。

コミュニケーションスキルの実習においても、高度な英語力を求めるのではなく、何をどのように伝えるか考えて実習を行います。

# 数理工学

Applied  
Mathematics and  
Physics

学校の授業で習う難しい数式、  
これって実生活で何の役に立つのだろうか？  
数理工学の答えは、「なんにでも」！



山下信雄  
教授



永持 仁  
教授

始めて聞くという方も多いかと思いますが、数理工学とは、電気工学、機械工学、土木工学、化学工学などの工学の諸分野にとどまらず、これらすべてに共通して使うことができる方法を創り出す学問分野です。本当にそんな夢のような方法があるのでしょうか。例えば、皆さんが日常生活で色々な課題がありますよね。「少ない勉強時間でテストの点数をあげたい」、「スマホでサクサク動画を見たい」、「毎朝、ここで渋滞するのをどうにかして欲しい」、「株でひと儲けしたい」、「すごいロボットを作りたい」など。こういうときに数理工学では、数学や物理の知識を駆使して、個別の多種多様な課題を不等式や方程式で書ける問題をして表現し（これをモデル化と言います）その数学的な解法を探求することで、課題の解決を目指します。さらに、パッと見ただけでは全く違っていった課題が、実はとても似た数学の問題になったりするので（ここがポイント!）。ですから、そのような問題に対する解法はまさしく、とても使いまわしのきく武器…。

この実習では、数学がどのような役に立つのかに興味をもつ高校生の諸君に「最適化のためのアルゴリズム設計：連続系と離散系」というテーマを通じて、このような数理工学の幅広さを面白さを少しでも感じ取って頂ければと思います。

**Q** すごく難しい数学を使いこなせないと、このコースは履修できませんか？

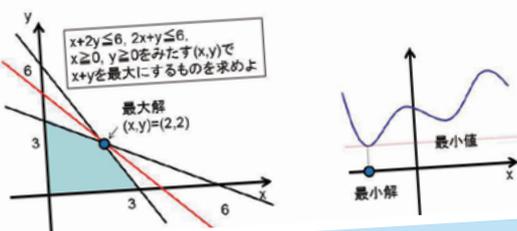
**A** いいえ、簡単な数学の知識しか必要ありませんので、ご安心ください。これまで「何の役に立つのだろうか？」と思っていた数学が「あれにも、これにも使えるかも…」に変わるかもしれません。対象を選ばない数理工学の考え方は、すでに将来やりたいことがはっきりしている人だけでなく、やりたいことがはまだこれから見つかるという人にもオススメです。

**Q** 「最適化」って何ですか？

**A** 「最適化」とは、ある目的に対して、「最適な答え」を与えることです。例えば、京都大学に安く行きたいという目的に対して、最安の経路を見つけることが「最適化」です。「最適化」は、工学に限らず、エネルギー問題、少子高齢化など、21世紀の諸課題を解決するための必要不可欠な技術です。数理工学では、数学とコンピュータを駆使して、「最適化」を行います。高校の数学で習う「関数の最大・最小」はそのための準備のひとつです。まだ習っていない人は、大学で先に学ぶことができますよ。



## 高校数学での「最適化」



**Q** 最適な組み合わせを探す問題なら、スーパーコンピュータを使って調べれば、とくに数学を使わなくてもいいのではないですか？

**A** そうとは限らないのです。確かに、問題を正しく解く手順(アルゴリズム)は、実際に問題を解く際にはコンピュータ上で作動させますので、コンピュータの処理速度が早いほど良いことです。でも、アルゴリズムの必要とする計算回数は、数学的手法を駆使するかどうかで著しく違ってきます。単純な解法で百億年かかる問題が瞬時に解けるようになることもあるのですよ。

# 物理工学

Mechanics,  
Atoms, and  
Materials

物理工学は、基礎学問を融合させて  
人類の夢を実現する技術を開発する工学分野です。  
一見関係がないような研究課題や大型装置実習を通して、  
自分なりに工学とは何か、  
物理工学とは何かを見つけてください。



河合 潤  
教授

- ①原子間に働く力を測定することで、nmレベルでの表面の姿を観察します。
- ②電子顕微鏡は、自然界に驚くほど不思議で綺麗な構造があることを教えてくれます。
- ③超音波で物体内部にある異質なものを診て、その原理を考えます。
- ④氷砂糖をハンマーでたたくと、X線が発生することが最近発見されました。こうした新現象をどのように発見するかを考えます。
- ⑤光とは何か？光の正体を理解します。
- ⑥イオンビームを発生させるための加速器を使ってみます。

## Q 物理工学とは何を学ぶところなのでしょうか？

**A** 優れたアイデアを着想したり、それを活かした新技術を創成するためには基礎的な学問を十分に学び深く理解していることが重要です。物理学は人類社会のあらゆる技術の根本を支える知識体系で、力学、流体力学、電磁気学、原子・原子核、量子力学、固体物理学、熱力学、統計物理学などを中心に広範囲な応用分野になります。物理工学はこのような物理の知識を人類社会の技術として結晶させる分野で、機械、ロボット制御、航空宇宙、材料、エネルギー、情報をカバーします。何故だろうと思う好奇心が最も大切な原動力となっており、未知への挑戦を行うことができる分野です。

## Q 大学ではどんな意識で勉強したらいいのでしょうか？

**A** どんな分野にも王道はなく、地道な努力しかありません。しかも一番大切なことは、頭で学習するだけではなく実験などを通してできるだけ肌身で体感し、自問自答を繰り返して進むことです。手に触れたり五感でとらえ、何故かを考え、工夫を重ねて自分の実験を繰り返していくことで原理の核心に触れることができます。



イオンビーム発生装置

# 分子工学

Molecular  
Engineering

物理化学的・分子論的な視点から分子を眺め、  
しっかりした基礎科学の上に立つ応用を目指して  
分子の本質を知り、分子を創って、  
分子の持つ潜在能力を引き出す。



関 修平  
教授

我々の身の回りにはさまざまな物質があふれています。生物を中心とした我々の日常生活における世界を形づくる物質の多くは、分子で構成されていて、分子が重要な役割を果たす局面も多くあります。さて、物質を分子という有限な大きさの区切りで眺めてみると、有限であるが故のその多様性にしばしば驚かされます。さまざまに元素を組み合わせて形づくる分子の構造と機能・役割について、私たちが本当に求める機能や性質をもつ物質を実現できる分子とは何か、どんな構造か、どういう方法でそれを手に入れることができるか、とても重要で深遠な課題ですが、正解にたどり着くための困難さに圧倒されてしまいます。やみくもに正解を求めるだけでなく、どういう方法で分子にアプローチすれば、もっとも確実に正確に素早く正解を手に入れられるか。分子の本質から設計へのスマートさを両立した研究が展開できる、それが分子工学の魅力の一つです。

## Q 物理化学って物理ですか？化学ですか？

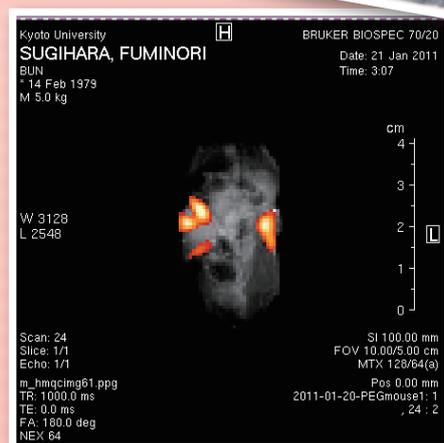
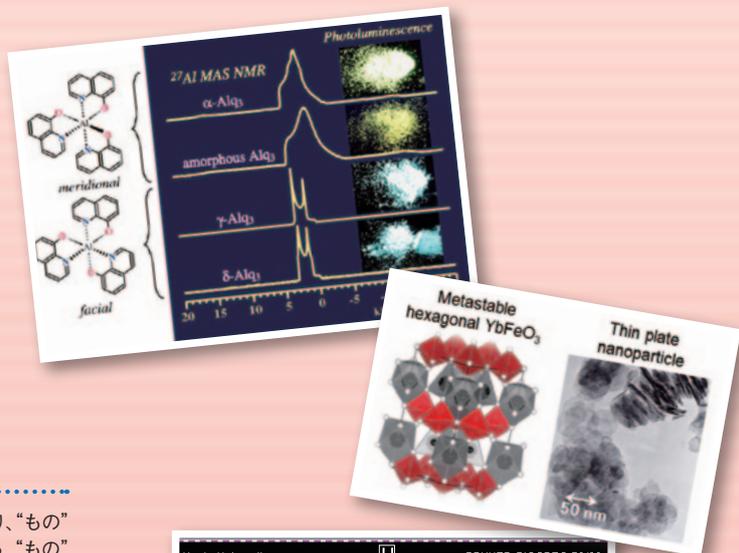
A 物理が私たちを取り巻く世界や物質に関連したさまざまな現象を、論理的に説明して理解するための学問、化学が私たちの周りの物質を上手に変換して利用するための学問だとすると、物理化学はやはりそのちょうど間にあるのかもしれませんが。物質を変換して利用する、その裏に潜む法則や原理を、わかりやすく解き明かしていくのが物理化学という分野の特徴です。

## Q 分子工学ってなんですか？

A 化学は“もの”(物質)に主眼を置いた学問です。“もの”をつくったり、“もの”の性質を調べたり、常に“もの”が興味を中心にあります。あらゆる“もの”は原子や分子が集まってできていますので、“もの”を本質的に理解するためには構成要素である原子・分子のスケールまで目線を持っていく必要があります。分子工学とは、物質をミクロな視点から捉え、ミクロ世界の原理・原則から理解し、さらには望み通りに利用することを旨とする学問分野です。

## Q どのような研究をしているのでしょうか？

A 分子に関連する現象に関する研究という意味では、化学に関するとても広い分野の研究を扱っています。たとえば、生命現象にかかわる分子の働き方の理解や、物質を変換するために欠かせない触媒の役割の理解、電子材料やエネルギーを変換する分子の性質を解き明かしたり、その背景にある分子の理論的な計算や考察も得意な分野の一つです。



# 未来を拓く高分子化学

Advanced Polymer  
Chemistry

高分子は人類の現代生活を  
支えるマテリアル。  
化学・繊維から医療、電子産業、  
航空宇宙分野まで、  
豊かな社会と先端技術を切り拓く  
高分子化学を実感してください。



秋吉一成

教授

自然界には、多糖、タンパク質、核酸など多種多様な高分子が存在しています。生命はこれらの高分子を創り出すことで誕生しました。また、人類の営みの中で、セルロースや絹などの天然高分子資源は様々な用途に古くから使われてきました。そして、20世紀になって人類はこれまでにない全く新しい高分子化学という学問を築き、自然界にはない様々な高分子を人工的に作り出すことに成功しました。現在では、光・電子・情報、高機能材料、ナノテクノロジー、医療など極めて広範囲にわたる分野で基盤となる材料として、現代生活を支えています。本プログラムでは、高分子の最先端研究に取り組んでいる先生方や大学院生と触れあい、実習を通して高分子化学の面白さとその最前線を実際に体感して下さい。

## Q 高分子はどのようなことに使われていますか？

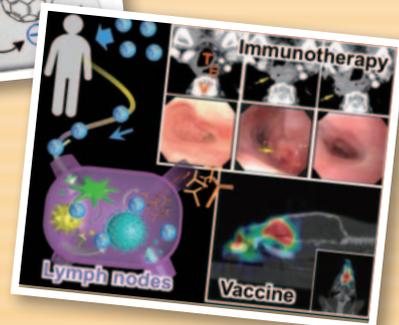
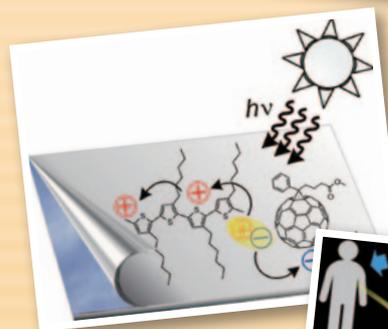
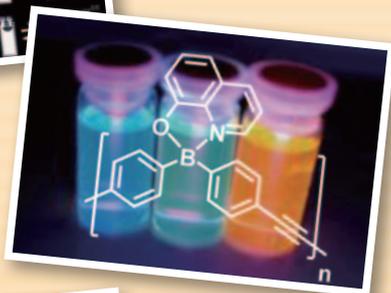
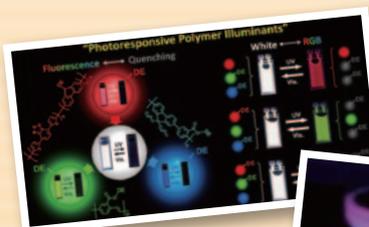
**A** 高分子とは一般的にたくさんの原子が結合した巨大な分子のことで、皆さんの身の回りの様々なものに高分子が使われています。特に、人の手で化学技術により創り出された合成高分子は、プラスチック製品、衣類の繊維、電化製品や自動車の部品、さらには医薬品やロケット材料まで生活のあらゆる場面で活躍しています。また、生物に存在する多糖やタンパク質を利用した様々な高分子材料も開発されています。

## Q どのような実験・実習を体験できるのですか？

**A** 理論、合成、物性そして応用まで、多種多様な高分子化学の最先端研究に触れる実習を体験してもらいます。例えば、身の回りで使われている高分子を実際に合成する、発電する高分子フィルムの作り方やその原理を学ぶ、発光する高分子フィルムを作る、高分子の構造や動きを計算機シミュレーションする、タンパク質の構造を制御する生体高分子について学ぶなどの実習があります。これらの実習を体験することで高分子化学の奥深さや面白さをより分かりやすくより直感的に理解することができます。

## Q 高分子や化学の知識が無くても理解できますか？

**A** 高分子化学では、高分子やその機能などについて実際に触れ、実験を通して体験しながらその本質を理解してもらうように各担当の教員が指導します。基礎的な化学等の知識は必要になりますが、教員が高校生に理解できることを念頭に解説・指導を行います。



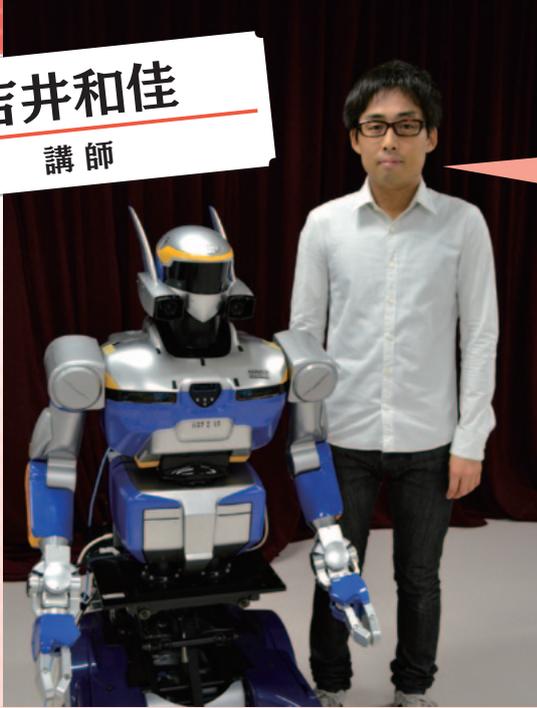
# ロボット聴覚

Robot Audition

世界中のロボットに耳を  
「音を聴き分ける」ことができる  
ロボットは作れるか？  
人間の知能に挑む計算機科学の  
最先端へのいざない。

吉井和佳

講師



近い将来、人間がロボットと共存する社会がやってきます。人間と関わりあうロボットは周囲の環境を認識するうえで、人間と同じく「目」や「耳」、すなわち視覚や聴覚を備えていなければなりません。しかし、20世紀のロボットには耳がありませんでした。

私たちは「世界中のロボットに耳を」を合言葉に、ロボットによる音の聴き分け、すなわち「ロボット聴覚」の研究を行っています。人間は多くの方が雑談をしているパーティ会場であっても、特定の人声のみを聴き分けることができます（カクテルパーティ効果）。日本書紀には、聖徳太子は10人の陳情を一度に聴き分けることができたとあります。このような聴覚機能を計算機上で実現することは可能なのでしょうか？ 認知学や音響学などの知識と、信号処理や機械学習などの技術を融合しながら、人間の知能に迫る学問が知能情報学です。皆さんも、単なる空気の振動である音を人間が知覚する仕組みの不思議さや、面白さを感じませんか？

**Q** このコースを通じてどんな体験ができますか？

**A** 人間を対象とする知能情報学の一端に触れることができます。

私たちはたった2つの耳で、人がどの方向で何を話しているか認識したり、音楽のような複雑な混合音を聴き分けたりできます。このような聴覚機能を計算機上で実現するには、行列やベクトルを取り扱う線形代数や微分・積分、確率・統計理論が必要不可欠です。視覚（画像や映像の認識）についても同様です。「情報学」と聞くとプログラミングを勉強する学問だと思われがちですが、高度な数学を駆使して人間の知能を解明することが本質です。

**Q** 具体的にどのようなことをするのですか？

**A** 3Dプリンタを用いて聴覚機能を持つ  
自走式音源探査ロボットを作ります。

このロボットは、3Dプリンタで作成した樹脂製パーツ、車輪、複数のマイク、信号処理用基板などから構成されています。皆さんが自分自身でロボット本体（ハードウェア）を組み立て、聴覚機能や動作制御（ソフトウェア）のプログラミングを行い、音源に向かって自律的に移動できるロボットを作ります。完成したロボットは持ち帰ることができます。

**Q** プログラミングの経験がありませんが、  
ついていけるでしょうか？

**A** 人間の知能に対する好奇心さえあれば、  
心配いりません。

知能ロボットの面白さは、人間のように周囲の環境を認識して自律的に行動する点にあります。音源方向を推定（音源定位）したり、ロボットを移動させたりするコードは提供します。皆さんはそれらを組み合わせて、ロボットが音源を見つけた時に「どのように」行動すべきかを考えたプログラムを作ります。余力のある人は、音源定位手法自体を改良することにも取り組みます。



体験者の感想（津牧美葉子さん）

ハードウェアに関して：3Dプリンタの宿題で作ったものが画面上での3D表示だけでなく、実物になって触れることができ、嬉しかったです。ソフトウェアに関して：ロボットの核となるプログラムはとても難しく、動かすだけでも大変でした。また、一つ増やすと一つできなくなるというように様々な問題が出ましたが、動いたときにはとても感動しました。

# 海洋生物資源の科学

Science of Marine Bioresource

地球に残された最後のフロンティア「海」。その恵みを最大限に引き出すために、海と海の生物を知る、守る、そして使う。

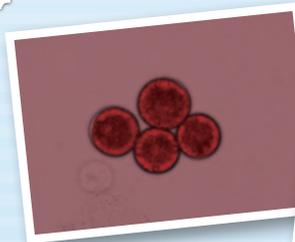


**菅原達也**  
教授

海は地球に残された最後のフロンティアといえ、海洋生物も多くの謎に包まれています。南極海や熱帯のサンゴ礁、大都市に隣接する内湾から暗黒の深海底に点在する300℃にも達する熱水噴出孔まで、海洋には様々な環境が存在し、それぞれの場所で微生物から魚や海獣まで多様な生命が息づいています。それらの生物は独特な適応機構をもち、私たちの生活の向上に役立つ有用な物質や遺伝子資源の宝庫ともいえます。はるか昔から、魚介類や海藻などの「海の恵み」の恩恵を受けてきた私たちにとって、無限とも思われる海の生産力の価値は今後もより一層高まるはずで。その反面、人為的に引き起こされる海洋環境の様々な異変が指摘され、その保全もとても重要となってきています。

この実習を通して、海とその生物資源の研究の面白さに触れ、私たちが海をどのように活かすべきか関心を持ってもらう機会になれば幸いです。

- 荒井修亮 教授
- 澤山茂樹 教授
- 佐藤健司 教授
- 山下 洋 教授
- 田川正朋 准教授



アスタキサンチンを生産する微細藻類



タイの湖での調査

**Q** 海に興味があるのですが、どのように海に関わる内容なのでしょうか？

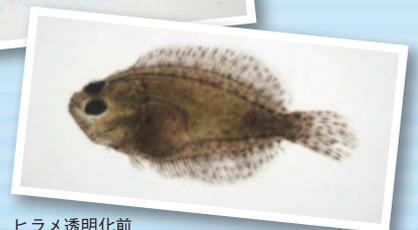
**A** このコースは一つの視点ではなく、いろいろな角度から「海洋生物」に関連する研究を体感してもらい、その面白さを感じてもらいます。今回は実際にフィールドに行くことはできませんが、海洋生物の行動や生態、海洋に適応した生物の仕組み、海洋生物を使った物質生産の可能性、食料としての海洋生物の重要性と有意性といった課題について、実習を通してどのような研究的アプローチがなされているのか、実感してもらえらと思います。

**Q** この体験コースの特徴は何ですか？

**A** 大学の研究は、化学、生物、物理、地学といった高校までの教科の枠では必ずしも分類できません。例えば海洋生物を理解し、未知の事柄を科学的に解明するためには、複数の学問領域の知識や実験手技を組み合わせたり、それらの中間的な考え方を考えることも必要となってきます。海洋生物を総合的に科学（サイエンス）することに触れてもらい、研究とは如何なるものか考えてみましょう。



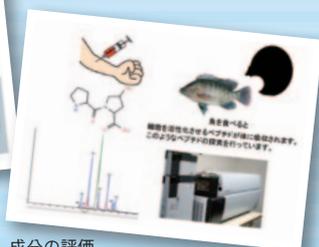
ヒラメ透明化



ヒラメ透明化前



耳石



成分の評価

**Q** どんな実験や実習に取り組みますか？

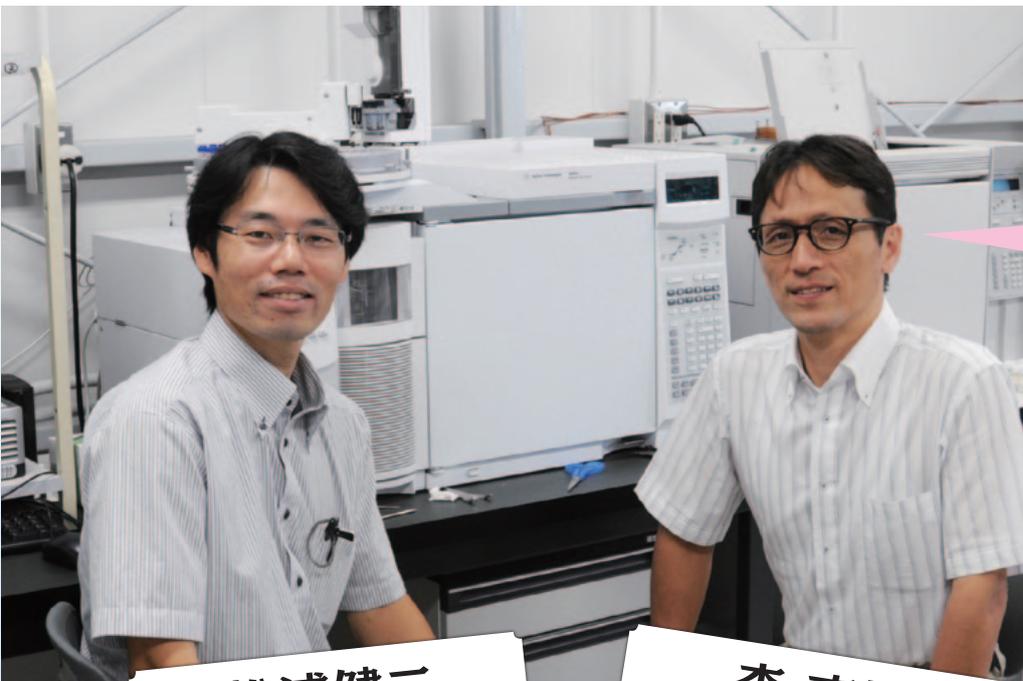
**A** 海洋生物の体の仕組みを解剖して観察する、海洋微生物を培養して顕微鏡で観察する、分析装置を用いて海洋生物に含まれている成分を抽出して定量する、含まれている成分の生理活性を評価するなどの実験や実習を体験してもらいます。それぞれの課題が独立しているようにも思いますが、実は有機的につながっていることも理解してもらえらはずです。

# 昆虫の生態と化学

Insect Ecology  
and Chemistry

昆虫たちの不思議の国の謎解きに挑戦!

昆虫社会の仕組みを知って、彼らの「言葉」を解読しよう



松浦健二

教授

森 直樹

准教授

昆虫の種数は現在わかっているだけでも100万種を数え、全生物の3分の2を占めています。その中でも最も繁栄をきわめているのがアリ類やシロアリ類など社会生活を営む昆虫達です。彼らの生活は、巣の仲間同士の協力行動によって成り立っています。協力して子育てをし、公衆衛生を維持し、天敵から巣を防衛し、農業を営むものまであります。彼らにも言葉があり、規則があり、争いもあり、警察や軍隊まで備えています。私たちとは異なる進化の道筋を通して高度に発達した昆虫たちの不思議の国を探検してみましょう。

**Q** どんな謎解きを体験できますか？

**A** 虫たちが交わしている「化学物質の会話」を解読します。私たちは主に目で見て世界を認識していますが、木や土の中に棲むシロアリやアリは視覚ではなく、いわば匂いで世界を見ています。仲間同士のやり取りには、特有の信号化学物質、つまりフェロモンが使われます。どんな行動に、どのようなフェロモンが使われ、その化学成分が何なのか、行動実験と化学分析を行って暗号の解読に挑戦します。

**Q** どんな実験や分析を行いますか？

**A** まずは昆虫の生態について学び、どのような行動に着目するか考えます。実験室で昆虫の行動試験を行い、特定の行動を誘発するフェロモンの存在を証明します。そのフェロモンを感知している感覚器を走査電子顕微鏡で詳しく観察してみましょう。次にフェロモンを抽出して、同じ行動を再現できるか実験してみましょう。そして、抽出した物質をガスクロマトグラフ-質量分析計 (GC-MS) を使って分析し、どのような化学成分が調べてみましょう。

**Q** このコースの一番の面白さって何ですか？

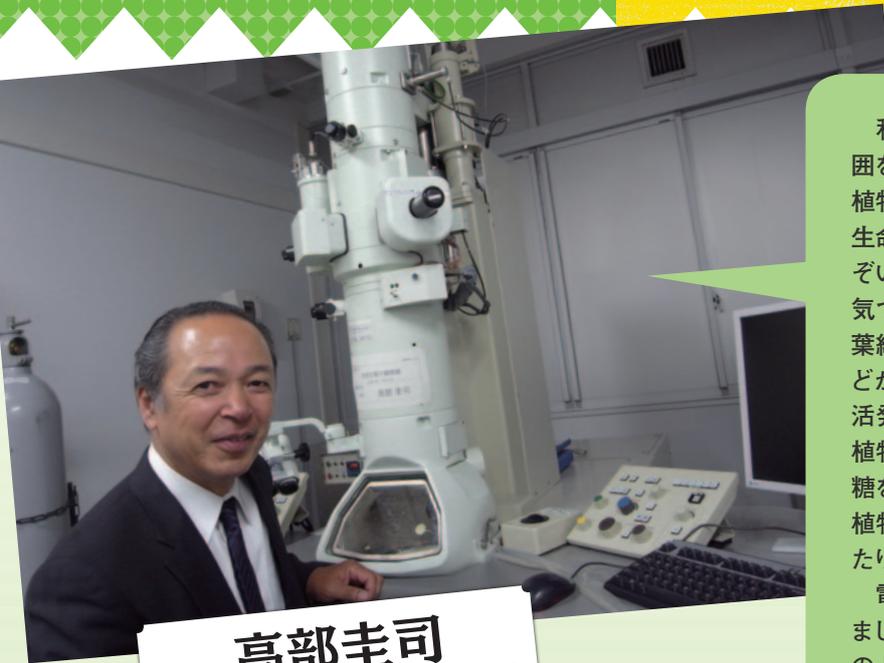
**A** 高校で勉強するのは「既に答えがある問題」ですが、大学で研究するのは「まだ誰も答えを知らない問題」です。このコースでは、未知へのチャレンジに重点を置いています。ですから、出来合いの問題を解くのではなく、まだ特定されていないフェロモンの解明に研究者と一緒に挑戦します。



# 植物細胞の構造と機能

Structure and Function  
of Plant Cells

細胞の中を覗いてみると、まるで小宇宙！ ナノスケールの工場のように！  
電子顕微鏡を使って植物細胞の働きを調べてみよう。



高部圭司

教授

私達にとって、植物はとても身近な生き物です。周囲を見渡せば、必ずと言っていいほど緑の葉をつけた植物が目に入ってきます。これらの植物は何も語らず、生命の炎を燃やしています。顕微鏡で植物の細胞のぞいてみたらどうでしょう。まず細胞壁があることに気づきます。さらに倍率を上げると、細胞の中に核や葉緑体、ミトコンドリア、粗面小胞体、ゴルジ装置などが見えてきます。これらは昼夜を問わず細胞の中で活発に動きながら、黙々と働き続けています。では、植物は一体どうやって光合成をし、光合成で作られた糖を植物体の各所に運んでいるのでしょうか。そして、植物はどのように糖を利用して細胞壁の成分を合成したり、タンパク質やデンプンを貯蔵するのでしょうか。

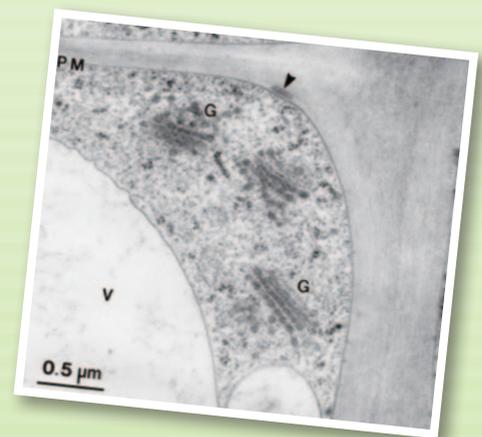
電子顕微鏡を使って、植物の細胞の働きを調べてみましょう。きっと、細胞がナノスケールの精緻な工場のように思えてくるはずです。

**Q** 電子顕微鏡ってどのくらいまで拡大できるのですか？

**A** 電子顕微鏡では1万倍、2万倍・・・10万倍・・・と拡大することができますが、大切なのは分解能です。分解能とは2点が限りなく近づいた時、2点を2点として識別できる最小の距離のことを言います。2点があまりに近づきすぎると、1点に見えてしまいます。私達が使っている電子顕微鏡の分解能は、およそ0.3nmです。

**Q** どうやって観察試料を作るのですか？

**A** 見たい試料に応じて、様々な作り方があります。最も一般的な方法は、切片を作製する方法です。生きた細胞では、先ず固定液を使って細胞を固定します。その後、脱水してプラスチック樹脂に埋め込み、切片を作製します。切片の厚さは0.1 μm以下で、ダイヤモンドナイフを取り付けたマイクロームという装置で切り出します。切り出した切片は水に浮かせるのですが、ちょうど水の上に広がる油膜のように金色や銀色に光ります。その後、重金属で切片を染色して電子顕微鏡で観察します。



ゴルジ装置



葉緑体

**Q** 植物の細胞と動物の細胞はどこがちがうのですか？

**A** 植物細胞は細胞膜の外側に細胞壁が存在します。動物細胞には細胞壁はありません。植物細胞の中には色素体が存在します。色素体は光を受けると葉緑体になり光合成をするようになります。一方、光を受けないとアミロプラストなどになりデンプンを貯蔵します。植物細胞の中で最も大きな体積を持つものは、液胞です。液胞では無機塩類や有機酸、色素、タンパク質などが貯蔵されたり、加水分解酵素が存在したりしています。

# 土の物理 ～ミクロからマクロへ～

Physics of Soils  
- From Micro to Macro -

様々な角度から地盤を科学しよう!

村上 章

教授

藤澤和謙

准教授

福元 豊

長岡技術科学大学 助教

「土」は非常に身近なものですが、複雑なものでもあります。例えば、土は形状の違う土粒子によって構成されており、土粒子間には水や空気を含んでいます。微視的に見ると土は、固体の土粒子、液体の水、気体の空気といった異なる物質が集まってできているのです。このような土が集まったものが地盤です。地盤は私たちの生活の土台ですが、土砂崩れや液状化といった災害をもたらす怖い側面もあります。

では、なぜこのような災害が起きるのでしょうか?この答を知るために、私たちは微視的な観点から土を調べ、巨視的な地盤の挙動を予測しています。このような研究は、防災面への応用だけでなく混合体の物理学の深化につながっています。土や地盤というと、泥臭いイメージがあるかもしれませんが、物理学の深い理解をもとに、確率論や数値シミュレーションを駆使したコンピューティングを行います。

**Q** 数値シミュレーションは、どのような体験ができるのですか?

**A** 例えば、DEM（個別要素法）という多数の粒子の動きを再現する物理シミュレーション手法を、実際に動かしてみます。DEMは土のマイクロメカニクス研究や、斜面や土構造物の崩壊を予測する研究にも有用ですが、生物学での血液の流れ、都市工学での人の動き、地球科学での火砕流などにも適用されており、様々な専門分野を横断した応用がなされている手法です。簡単なプログラミング方法と力学の知識を学びながら、一緒にコンピューター上で「つぶつぶ」を転がしたり、衝突させたり、揺らしたりしてみましょう。

**Q** 実験ではどんなことをするのですか?

**A** 「填砂」の実験を予定しています。実際に、地震時に液状化した地盤などに見られる現象です。この現象では、土中の水の流れが重要な役割を果たします。固体の土と流体の水が互いに関係し合う現象を観察してみましょう。

**Q** 高校の物理学で習う力学との違いはなんですか?

**A** 高校では質点（質量はあるが大きさを持たない物体）や剛体（大きさを持つが変形しない物体）の力学を学びます。微視的に見た土粒子一つ一つの動きには、同様の考え方を適用できます。しかし、巨視的な地盤の動きを考えるには、「連続体力学」と呼ばれる大きさを持つ物体の変形を扱う力学が必要になります。



於 インド工科大学ボンベイ校

# 地球環境学 I

Global  
Environmental  
Studies I

水・大気・土を知る。



**藤井滋穂**  
教授

私たちの回りは多くの水がありますが、その性質は千差万別で、水の中に含まれる成分の違いが大きく影響します。水質指標は水の質を計る指標で、その指標から水に含まれる成分を推定することも、その挙動を知ることとも可能となります。高校生のみんなに我々の回りにある様々な水について、水質指標の pH と電気伝導率で測定実験を経験すると同時に、その値から水中成分の何が推定できるか、高校で習う化学原理に大学で知る法則等を加えて説明します。

化学の知識がいかに実生活で役立つのか、また研究に利用できるかを体験してもらいます。



どのようなことをするのですか？



活きた理科の実験を行います。

水の汚染や PM2.5 の発生など、身近に起きている環境問題について、実際にその成分の測定をします。例えば、野外で採取した水や土壌中の成分あるいは合成した PM2.5 の測定を行い、結果についてなぜそのようなになっているのかを学びます。もちろん、高校理科の範囲を超えることもありますが、溶液中での化学物質の反応や窒素の循環など高校理科で学習することが、地球環境を知る上でどのように役立つのかを学びます。



**梶井克純**  
教授

身近な環境問題として酸性雨やオキシダント、PM2.5 という言葉を耳にされたことがあると思います。これらの問題はもちろん人間活動によって大気中に放出された有害なガスが引き起こしています。窒素酸化物は自動車の排気ガスとして有名な汚染ガスですが、それ自身が有毒ですがこの窒素酸化物が大気の中では原料になってオゾンが作られたり、更に PM2.5 と呼ばれている微粒子の原因物質になったりしています。非常に複雑な経路を経て色々な大気汚染物質が作られているのです。ここでは、大気中で作られてくる PM2.5 を実際に実験室で作ってもらいます。生成してくる粒子を観察しながら大気汚染について一緒に考えてみましょう。



地球環境問題の解決に役立つようなことを学べますか？



どのような視点で問題を考えればよいのか学べます。

地球環境問題は、大気、水、土壌などの成分を測定するだけでは不十分です。例えば、水の汚染の原因には農作物を作るために肥料や農薬を使っていることが挙げられますが、それらを使わなければ収穫量が低下したり不安定になったりするという問題が起きます。地球環境問題として起きていることを、経済や社会の背景を踏まえて考え、どのようにすれば問題の解決につながるのかを考えてもらいます。



**舟川晋也**  
教授

増加した人口を支える食料生産のため、農地には大量の窒素が化学肥料として施用されています。今や農地に施用される窒素の量は、自然生態系が固定する窒素の量に匹敵し、農地からあふれた窒素は湖沼や海の生態系を大きく変えようとしています。高校生の皆さんには、琵琶湖や淀川水系などを例にして、環境中での窒素の形態変化と移動量について学んでもらい、窒素がどのように環境問題を引き起こしているのかを学んでもらいます。



# 地球環境学Ⅱ

廃棄物の循環・管理の最前線

Global  
Environmental  
Studies II



宮下英明

教授

地球温暖化の主原因の1つである大気中の二酸化炭素をこれ以上増やさないために、化石燃料の消費によって大気中に放出・廃棄される二酸化炭素の一部を回収・利用する研究が進められています。その1つとして、微細藻類の光合成を利用して二酸化炭素を固定しバイオ燃料に変換する研究があります。バイオ燃料生産を成功に導くには、優れた微細藻類を探し出すことが最も重要です。自然界から微細藻類を分離する方法を学ぶとともに、バイオ燃料生産に用いられている藻類をつかって燃料を作ってみましょう。

資源として利用できない廃棄物は埋立処分場に処分されます。廃棄物処分場建設を周辺住民の方に理解いただくには、環境に対する安全性を徹底し、それを担保する技術の開発が重要になります。色々な廃棄物処分場がどのような構造になっているのか、どのような原理・技術で環境への影響を防止しているのか、実習と実験を通して学んでもらうとともに、君たちからの斬新な提案も期待します。



乾 徹

准教授



高岡昌輝

教授

製品などを大量につくり消費し廃棄していた社会から、長く使い続け、利用できるものは資源として使い、利用できないものは適正に処分し、限りある天然資源の消費を抑える「循環型社会」づくりが重視されています。その実現には、どれだけの資源を採取、消費、廃棄しているかを知ることが必要です。皆さんが使っている製品はいろいろと使用した後に、廃棄物となってしまうのですが、その中にはエネルギーや資源が残っています。資源の少ない日本ですから、廃棄物を有効活用しなければなりません。皆さんも廃棄物からエネルギーや資源を取り出してみませんか？

**Q** どんな実験ができますか？

**A** 水たまりや建物の壁など身近なところにいる微細藻類を顕微鏡で観察します。また、別途培養しておいた微細藻類細胞から油脂を抽出し、燃料にするための化学反応をおこなって、バスやトラックにも使うことのできるバイオディーゼル燃料を作ります。生物学と化学にまたがる実習です。



**Q** 教科書の知識で内容が十分理解できるでしょうか？

**A** 数学、物理、化学、生物等の基礎知識があれば大丈夫。本分野では、実習・実験を通して、現象の本質を実体験を通して理解してもらうことに主眼を置きます。専門用語の理解、実験データの整理や解釈において基礎知識は必要になりますが、担当教員が丁寧に指導を行います。



**Q** 学んだことを実際の社会でどのように活かすことができますか？

**A** 講義、実習、実験を通して得た知識を具体的に実践する場は、なかなかないかもしれません。しかし、学んだ知識は実際の社会を理解するうえで役に立ち、様々な場において正しい選択ができるようになるでしょう。今回学習することが、どのように活かせるかも考えてもらいたいと思います。



# 薬学部薬学科 病態情報薬学

「クスリ」は、病気の治療と健康の維持を可能とする化学物質であり、人類にとって必要不可欠なものです。新しい「クスリ」を創り出したり、それを正しく使うための指針を確立することを目的として、物質（クスリ）と生命（からだ）の仕組みを探るとともに、両者の関わりを明らかにしてそれを治療に活用することをめざす学問、それが薬学です。ドラッグデリバリーシステムは、体の中のクスリの動きの制御などによりその力を最大限に引き出すための方法論を考える薬学の研究領域です。

## ■ 平成 26 年度の実習事例

(※ 例であり、平成 28 年度開講分野とは異なります。)

### 第 1 回

これから行う一連の研究課題、「膜溶解性ペプチドを利用したドラッグデリバリーシステムの開発」についての講義を受講した後、カルセイン封入中性リポソームを調製した。

### 第 2 回

前回は調整したカルセイン内包リポソームをカラムクロマトグラフィーにより精製した。生成したカルセイン内包リポソームの粒子径・表面電荷について、ゼータサイザーを用いて測定した。生成したカルセインリポソームに対して界面活性剤の添加の有無による蛍光強度の変化を測定し、蛍光強度を指標として膜の溶解を評価可能であることを確認した。

### 第 3 回

前回は調整したカルセイン内包リポソームをカラムクロマトグラフィーにより精製後、膜溶解性ペプチドメリチンを添加し、蛍光強度を指標として膜の穿孔性を評価した。

### 第 4 回

カルセイン内包中性リポソームおよび負電荷リポソームに、メリチンを初めとした 4 種類の膜溶解性ペプチドメリチンを添加し、蛍光強度を指標として膜の穿孔性を評価した。

### 第 5 回

マクロファージ様細胞株 RAW264.7 細胞に、メリチンを初めとした 4 種類の膜溶解性ペプチドを添加し、mRNA を抽出した。



## 体験者の感想 /

失敗から次回に向けて学べることがあることを強く実感することができた。より強く薬学の道へ進みたいと思えるようになった。高いレベルのことを学ぶために今の勉強を頑張ろうと思えるようになった。

# 薬学部薬科学科 薬品機能解析学

人類に有益な化学物質であるクスリを創り出すための学問体系が創薬科学です。当分野では、感染症やアルツハイマー病の治療を目指して、クスリの作用機構や疾病メカニズムに関わる分子間相互作用を調べています。

## ■ 平成 26 年度の実習事例

(※ 例であり、平成 28 年度開講分野とは異なります。)

### 第 1 回

「新規抗菌剤の開発」を研究課題として、薬剤耐性菌の問題と新規抗菌剤開発の重要性、抗菌薬の作用原理を学習した。グラム陽性菌とグラム陰性菌の違い、選択的毒性とは何か、抗菌活性の測定法、理想的な抗菌薬の特徴などについて、質疑を交えながら概説した。

### 第 2 回

- 1) ピペットマンの仕組み、および使用方法について学習し、ピペットマンによる測定の精度を電子天秤で確認した。
- 2) 抗菌活性の評価法の検討を行った。評価法は円形ろ紙に薬剤を染み込ませてプレート上に載せた際の、菌の発育具合により抗菌活性を評価するディスク拡散法で行った。 $\beta$ -ラクタム系抗生物質 Ampicillin をポジティブコントロールとし、Ampicillin の希釈系列を作成し、濃度依存的な菌の発育阻止を調べた。

### 第 3 回

- 1) 薬物溶液の調製を行った。薬物溶液をそれぞれ 100mM で調製した後に、滅菌水または Dimethyl Sulfoxide (DMSO) により希釈を行い、最終濃度を 100mM になるように調製した。
- 2) 1) で調製した 47 種類の薬物を用いて抗菌アッセイを行った。抗菌活性の評価はディスク拡散法で行った。高速液体クロマトグラフィー (HPLC) の仕組みおよび、使用方法について学習し、1) で調製した薬物について純度を確認した。また、混合している複数の薬物を分離できることも確認した。

### 第 4 回

- 1) 前回の抗菌アッセイの考察を行った。唯一阻止円が見られたジドブジンについては抗菌活性の報告があったため、新規性のある結果ではないもののその抗菌メカニズムについて学んだ。
- 2) 前回に引き続きさらに 48 種の薬物を用いて抗菌アッセイを行った。前回同様 100mM の薬物溶液を終濃度 100  $\mu$  M となるよう希釈し、ディスク拡散法にて抗菌活性を評価した。
- 3) 菌体を顕微鏡にて観察した。視覚的な理解のために、菌体染色試薬キット中の 2 種類の波長領域の異なる蛍光色素を用いて生菌と死菌の染め分けを行った。また、観察に用いた共焦点顕微鏡の概略について学習し、別の蛍光色素による生菌・死菌の染色の違いを観察した。

### 第 5 回

前回までの調査で新規抗菌薬候補が見つからなかったため、追加でスクリーニングを行った、漢方薬を含む既存薬のほかに、食品、野菜の搾汁液の抗菌活性も調べた。



## 体験者の感想 /

- 実験してきた約 100 種類の既存の薬剤から新規性の抗菌効果を探すドラッグ・リポジショニングのスクリーニングでは残念ながら新規性のある抗菌効果は見つけられませんでした。しかし、この結果がわからない「研究」というものであるのだなと感じました。さらに、実際に製薬会社などで新規の薬効を探すドラッグ・リポジショニングを行う場合、1 万種ぐらいの薬剤でスクリーニングして、1 種類の新規の薬効を発見できるかどうかという正解であるという話を聞き、新しいものを発見するというものの難しさを感じました。

# 薬学部薬科学科 システムケモセラピー・ 制御分子学

人類に有益な化学物質であるクスリを創り出すための学問体系が創薬科学です。創薬科学は、疾病の原因を探る・知る、クスリの素となる種(タネ)を探る・創る・分析する、などの研究に必要な学問分野で構成されています。当研究室では、ケミカルバイオロジー・天然物薬学などをキーワードに創薬科学研究を展開しています。他研究室でも有機化学系、物理化学・分析化学系、生物化学系などに関する実習が可能です。

## ■ 平成 26 年度の実習事例

(※ 例であり、平成 28 年度開講分野とは異なります。)

### 第 1 回

「自然界の微生物を利用した天然物薬学：海洋放線菌由来 heronamide C から heronamides A&B の生成機構と生物活性に関する研究」

上記研究題目に関連し、創薬・育薬へ挑むケミカルバイオロジー研究に関する講義後、ディスカッションを行った。さらに、実施研究内容に関する詳細な説明・打ち合わせ、ならびに、実験ノートの記載法・研究倫理に関して説明を行った。

### 第 2 回

実施研究内容に必要な実験装置（エバポレーター、凍結乾燥機、HPLC、および LC-MS など）の基本的な原理、操作方法、解析方法などについて実習を行った。さらに、標品としての heronamides A, B&C の HPLC での分析条件を検討・確立した。

### 第 3 回

標品としての heronamides A, B&C の LC-MS での分析条件を検討・確立した。さらに、heronamide C の UV 照射時における安定性試験を行い、LC-MS 分析により、残存 heronamide C や変換体 (heronamides A&B) などの分析を行った。

### 第 4 回

heronamide C に UV 照射を行い、変換体などを HPLC を用いて単離・精製を行い、TLC・HPLC 分析などの結果、主な変換体が heronamide B であること、さらにはマイナー変換体が heronamide A であることを明らかにした。

### 第 5 回

これまでに単離・精製した heronamides A, B&C の真菌（酵母）に対する増殖抑制活性を試験した。すなわち、前日、酵母（96 ウェルプレート）に被検化合物が添加され、本日、吸光度（595nm）を測定し、濁液を真菌の細胞数とし、各被検化合物の薬効（最少生育濃度）を求めた。



## 体験者の感想

最初は研究内容が理解できるか不安でしたが、ひとつひとつ教えてくださったので、少しずつ理解することができました。基盤コースの前期の講義で多くの教授が、研究をするにはあらゆる学問を融合させる必要だとおっしゃってくださることに、広い知識が必要だとおっしゃっていただきました。薬科学専修コースの実習でも、生物や化学の知識が必要とされている以上、そのことを実感しました。そして、教科書に載っている以上の知識を得たいと思うようになりました。理解するのが難しいところもありましたが、質問にも丁寧に答えてくださったおかげで、この薬科学専修コースで多くの知識を吸収できたと思います。

本事業は、JST グローバルサイエンスキャンパスの  
一環として行われております。

---

京都大学 学際融合教育研究推進センター 高大接続科学教育ユニット

〒606-8501

京都市左京区吉田本町 総合研究1号館プロジェクトラボ 316号室

TEL 075-762-1538 FAX 075-762-1539

Email [info@elcas.kyoto-u.ac.jp](mailto:info@elcas.kyoto-u.ac.jp)

<http://www.elcas.kyoto-u.ac.jp>

第 1 次選抜 (7 月 19 日) 参加申込書

●参加ご希望の場合は、以下のいずれかの方法により、7月15日(水)までにお申し込みください。

<WEB> <http://www.elcas.kyoto-u.ac.jp/> より「申し込みフォーム」でお申し込みください。

<FAX> 本申込書に必要事項をご記入の上送信してください。複数でご参加の場合は、お手数ですがコピーしてお使いください。この申込書は上記ウェブサイトからダウンロードすることもできます。

\*講演会・講座の参加は無料です。  
\*7月19日の日程全てに参加してください。

※は必須項目ですので、必ずご記入ください

※フリガナ				※		
※氏名 (男・女)				高校 ( ) 年生		
※自宅住所 (〒 - )				※TEL		
都道府県				FAX		
郵便物が届くように、番地、建物名、部屋番号など正確にご記入ください				E-mail		
※学校名				(国立・公立・私立)		
※希望する講義パターン(基盤前期)、実験・実習分野(基盤後期)を第3希望まで記入してください(合格後にも改めて希望調査を行います)						
前 期	第1希望 記入例) P8	第2希望 例) P9	第3希望 例) P10	第1希望 記入例) 植物細胞の構造と機能	第2希望 例) 未来を拓く高分子科学	第3希望 例) 宇宙地球
				後 期		
※評価書(高校の先生に記入していただきください) 400文字以内						
※評価者氏名				※TEL		
※高校住所(〒 - )				FAX		
				E-mail		

お申し込みありがとうございます。

●お問い合わせは、「京都大学 学際融合教育研究推進センター 高大接続科学教育ユニット内  
科学体系と創造性がクロスする知的卓越人材育成プログラム (ELCAS) 事務局」まで  
F A X : (075)762-1539 Eメール : [info@elcas.kyoto-u.ac.jp](mailto:info@elcas.kyoto-u.ac.jp)