

3-(2) 大学との連携（1日行事）

a-① 大阪市立大学 理学部 数学や理科の好きな高校生のための市大授業

実施日時：平成20年4月29日（水・祝日）13:00～16:30

実施場所：大阪市立大学 杉本キャンパス 理学部 全学共通教育棟

対 象：SSコース生 1年37名 2年12名

1. 内容

・前半講義 13:00～14:30

①柔らかな幾何学への招待

②電子はミクロな磁石

ー化学結合から分子磁石までー

③生きた細胞でタンパク質の動きを見る

・後半講義 15:00～16:30

④高エネルギーガンマ線で見える宇宙

⑤やさしい化学結合論

⑥大災害時代を生き抜く「水都大阪」の視点



生きた細胞でタンパク質の動きを見る

(1) 前半講義

①柔らかな幾何学への招待 数学科 教授 柘田幹也先生

参加者 10名（1年9名 2年1名）

<概略>

数学にトポロジーという学問がある。高校までに習うユークリッド幾何学は図形の形を変えることを許さない硬い幾何学であるが、トポロジーは「ゴム風船の幾何学」ともよばれる柔らかな幾何学であり、この授業では、トポロジーの考え方、意外な応用について学んだ。

<生徒の感想>

- ・去年よりも理解できた。小学校5年生のときに読んだ「博士の愛した数式」（小川洋子 著）に出てきたオイラーの公式やオイラー数のことだったので興味深かった。
- ・オイラーの公式は分かりづらかったけれど、凸多面体のオイラー数などに興味が持て、詳しくやりたいと思った。格子多角形を使ったピックの公式も面白かった。
- ・トポロジーという考え方で、図形の新しい面を見ることができた。図形は硬いものというイメージがあったが、考え方の違いで丸いイメージに変わったことに驚いた。数学に対して興味が増したように思う。
- ・ほんの一部しか理解できなかった。でも詳しく説明された資料をもらったので、家でじっくりと考えたいと思います。理解しにくかったけれど、これは貴重な体験で良かったと思います。

②電子はミクロな磁石 ―化学結合から分子磁石まで― 化学科 教授 手木芳男先生

参加者 12名（1年8名 2年4名）

<概略>

電子はマイナスの電荷を帯びスピンしているためミクロな磁石としての性質を持っている。化学結合と元素の周期律から、分子中の電子の状態や、最近の研究領域である有機物の分子磁石までを、電子のスピンというものに焦点を絞って学習した。

<生徒の感想>

- ・電子スピンなるものが化学結合に影響しており、その向きを揃えることで有機物も磁石になり得るということに興味を持った。情報の記録に永久磁石を活用しようとする試みがなされているらしく、実用化されたものを早く見てみたいと思う。
- ・分からない内容が多かったけれど、大学生になって詳しく習うと思うと少し楽しみなになった。イオンの内容を中学で少し触れていたもので、電子は少しは理解できた。身近なものにたくさん利用されているようなので、もっと理解したいと思った。
- ・説明がよく理解できなかった。高1で聞くにはなかなか難しい講義だったと思う。最後の方は特にわからなかったが、最初の電子の性質や磁石についてというのは、だいたい把握できた感じがする。
- ・全く知らないことを学べた。難しかったがとても興味を持てた。目に見えないほど小さなものがいろいろな所で利用されていることに感動した。もっと知りたいと思った。

③生きた細胞でタンパク質の動きを見る 生物学科 准教授 中村太郎先生

参加者 19名（1年12名 2年7名）

<概略>

ノーベル賞を受賞された下村脩さんが発見された緑色蛍光タンパク質(GFP)。その発見の歴史から最新技術について講義を聴いた。さらにGFPやその他の蛍光タンパク質を使った例（講師の方の研究内容）について学んだ。

<生徒の感想>

- ・前に京都大学へGFPの話聴きに行っていたので、ほとんど聞いたことのある話でした。そのような訳で前半はウンウンと聴いていました。でも後半、面白いGFPや知らないことが多く出てきたので、映像にかぶりつきで楽しかったです。
- ・今話題になっている蛍光タンパク質でも、その中にはGFP以外にBFPやCFPといったものがあり、分子生物学などでいろいろな使われ方をしていると知った。実際の蛍光タンパク質を用いて観察した映像を交えながらの講義で、細胞というものに興味を持てた。
- ・下村さんがクラゲから蛍光タンパク質を発見したのは知っていたが、それが何故ノーベル賞を取れる発見だったのかがよく分かった。生きた細胞分裂の映像はとても興味深いもので、1時間30分がとても短く感じられた。

- ・細胞を生きたまま観察できることがすごい、と思いました。細胞分裂のムービーで詳しい動きを見ることができて感動しました。元々生物に興味がありましたが、さらに興味が深まりました。

(2) 後半講義

④ 高エネルギーガンマ線で見える宇宙 物理学科 教授 林嘉夫先生

参加者 18名 (1年17名 2年1名)

<概略>

現在、宇宙の観測は普通の光(可視光)のみならず、いろいろな波長の光や荷電粒子、ニュートリノ、重力波などを使って行われている。この講義では、高エネルギーガンマ線を使った最新の観測方法、観測結果について解説を聞いた。

<生徒の感想>

- ・すごく難しかったが、何となく理解することができて、おもしろかった。最先端の内容に触れることができて、とても良い経験となった。
- ・同じ星雲をいろんな電磁波で見たらどれも違う色を示していたので、宇宙には本当にたくさんの電磁波があるのだと知った。質量保存の法則を習ったが、本当は質量が変化するというのを教わってとても驚かされた。
- ・私が学びたい物理と違うと思っていたけれど、つながりがあることがわかり、大学でやりたい物理をしたら、こんなところも学ぶのかと思って参考になった。
- ・話はすごく難しかったが、光の不思議さに興味を持った。場合によって光を波にしたり、粒子にしたりする考え方をもっと詳しく知りたいと思った。

⑤ やさしい化学結合論 化学科 教授 岡田恵次先生 参加者 8名 (1年6名 2年2名)

<概略>

周期表からスタートして、原子の性質を知り、分子構造を組み立てる演習を行った。簡単なルールを導入して、聞いたことのない分子を、結合を表す線を使って書くことを学んだ。

<生徒の感想>

- ・今まで受けた講義の中で一番面白かった。特に最後に出題された2-ニトロフェノールと4-ニトロフェノールの沸点の違いの理由がとても面白かった。
- ・高校と大学の化学の違いがわかった。電子が結合すると立体のように表せることを知り、興味がわいた。化学は覚えることがほとんどだと思っていたけれど、今日のような話を聴いて考えることも大事だと思った。
- ・前半の講義で学んだことや知っている用語がよく出てきて興味が持てた。身近な例えがたくさんあり、分かりやすく詳しく知りたいと思った。大きな宇宙と小さな電子までつながっていてとても面白かった。
- ・学校では全く習っていない範囲だったが、先生が分かりやすく説明してくれた。もっと化学を学びたいので、学校でも頑張りたい。

⑥大災害時代を生き抜く「水都大阪」の視点 地球学科 准教授 原口強先生

参加者 7名（2年1名 1年6名）

<概略>

水都大阪は、難波津の時代から近代に至るまで水運を活用しその恩恵を受け発展してきた。そこには恵まれた立地条件と絶え間ない人の英知があった。今まさに確実にやってくる南海地震をはじめとする、迫り来る大災害時代を前に、「水都大阪」はこれを生き抜くことができるのか、について講義を聴いた。

<生徒の感想>

- ・「確実に君たちの生きている時代に南海地震が来る」と言われて衝撃を受けた。他にも興味深い話がいろいろ聴けて面白かった。雨の日は梅田の地下街には行きません。意欲的に聴けたと自分でも思う。地学って面白いと思うし、役に立つと思う。
- ・大阪は便利で安心できるような場所であると思ったが、上町断層や南海地震による津波の発生、淀川の決壊など、恐ろしいこともたくさんあると知った。面白い先生でとても楽しい授業だった。



講義の様子

a-② 大阪市立大学 理学部 理科セミナー

実施日時：平成20年8月28日（金）10:30～16:30

実施場所：大阪市立大学 杉本キャンパス 理学部 全学共通教育棟

対 象：SSコース生 1年34名

1. 内容 午前：講義

A 有機化学とは—有機化合物の構造と役割—（化学科：飯尾教授）

まず、理学部の簡単な紹介を聴き、その後、構造式や構造解析の説明などを中心に「有機化学」の基礎についての話を聴いた。また、それまでの話を基礎に置きながら、ノーベル賞受賞の研究（田中耕一：2002，下村脩：2008など計5名）がどのようなものであったか、さらにどのような功績があったかという話を聴いた。



<感想>・有機化合物は意外と身近なものだった。トレハロースを食べさせてもらえた。

B 大氷河時代・人類の時代—日本列島の環境変遷—（地球学科：吉川教授）

ゾウや植物化石との関連を通して、大阪の平野部と丘陵地の地質の検討と、人類の日本列島到達についての講義を聴いた。ボーリング調査の結果を図に表す「柱状図」などを見たり、人類の移動ルートを推定してたどったりすることで、大阪だけでなく日本列島全体の歴史について理解を深めた。また、海進・海退によって地表の様子が劇的に変わることや、地球の歴史と比べて人類の歴史があまりにも短いことに驚くなど、新たな発見も数多くあった。

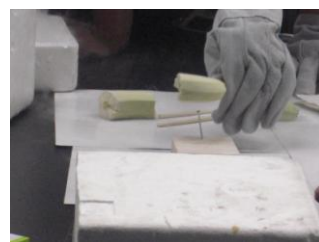


<感想>・海から陸になったりまたもどったりという、変動していく地層を調べるのはおもしろいだろうなあと考えた。本当に昔の日本人はゾウを追ってやってきたのか気になりました。

午後：実習 ① 超伝導体を作ってみよう（物理学科：村田教授，丸山准教授）

絶対零度において電圧抵抗が0になる物質が「超電導体」です。私たちの班では、液体窒素を用いて超伝導体の温度を下げ、実験を行いました。超伝導体の性質を調べることが主な活動内容でしたが、あまった時間で液体窒素を使った別の実験も行いました。

<感想>・超伝導体のもつ性質がみられるのは興味深いものでした。実験の後の液体窒素を用いた実験では凍ったバナナで釘を打つなど、日常ではなかなか体験できないことができました。非常に充実した見学になったと思います。



② 化学発光とその応用（化学科：品田准教授）

（実験の目的）今日の生命科学研究を支える要となっている，ホタル，オワンクラゲ，ホタルイカなどの生物発光現象の基礎的原理を用いて，試験管内で化学発光を再現すること。

（実験の内容）蛍光薬品（DPA, DPEN, DPEA, ルブレン）を，有機溶媒（フタル酸ジメチル）に溶かし，溶液を作る。その各試験管に，TCPO を加え，蛍光溶液を完成させる。この時点で試験管は，うっすらと光りだす。試験管を，更に発光させるために，DMAP 溶液を加え，暗室で観察した。

<感想>・今までと違い，本格的な施設で実験をして，今後のSSH課題をしていく上で参考になり良かった。化学発光が思っていた以上にきれいに光ったのでとても感動した。



③ 身の回りにある色素の謎を探る（化学科：臼杵准教授）

ブドウの皮から抽出した色素液とフェノールフタレインとその他二つの溶液に濃い酸性，薄い酸性，中性，薄いアルカリ性，濃いアルカリ性の溶液を入れ，色の変化を調べた。そのときの，色の変化を下表に示す。



	濃い酸性	薄い酸性	中性	薄いアルカリ	濃いアルカリ
ブドウの皮から抽出した色素液	赤色	薄い桃色	薄い色	群青	紫深緑
フェノールフタレイン	無色	無色	無色	無色	濃い赤色

<気づいたこと>・ブドウの皮から抽出した色素液は濃い酸性から濃いアルカリ性に至るまでの間の変色は赤色から深緑へのグラデーションになっていた。

<感想>・さらに，濃度を細かく分けていくと，よりきれいな色合いが見られるのではないかと思った。いつかやってみたいと思います。

④ 振動する化学反応（化学科：豊田講師，ハツ橋講師）

初めに今回行う実験で起こる化学反応の説明や実験用具の使い方などの諸注意を受けた後，様々な化学物質を使い，同じ変化を繰り返す「BZ 反応」と呼ばれる 4 種類の実験を行った。

<感想>・「振動」とは実際に震えることだと思っていたけど，違う意味で使われていてとても興味深かった。液体の色が赤→青→赤→青と変化し続けるのに感動を覚えた。塩酸を使うだけでゴム手袋をはめて操作したので，大学の実験ではこのように緊張感をもって実験しないといけないのだと実感した。



⑤ 果物の香りを作ろう（化学科：舘講師，鈴木講師）

最初に，バナナのにおい成分を作りました。2種類程度の液体を混ぜて加熱し，分離した成分のにおいを嗅ぐと，はじめは除光液のキツイにおいでしたが，ろ紙に少量を垂らして嗅ぐと，完熟したバナナのにおいがしました。その後，いろいろなにおいを嗅いで鑑定をしました。

＜感想＞・バナナと除光液のにおい成分が，同じであることに驚きました。また，「におい」は，私たちの感覚に大きな影響を与え，大切なものであると気づきました。



⑥ 遺伝子解析によるタンポポの雑種判定（生物学科：伊東准教授，名波講師）

初めに，タンポポの雑種の形成過程や実験器具の使い方について話を聴き，その後それぞれが立てた予想（雑種か否か）をもとに，実際に花粉の観察や電気泳動によるDNAの解析を行い，タンポポの種類を判定しました。

＜感想＞・ピペットや顕微鏡など最新の実験用具で，今までしたことない実験ができた。DNAを実際に見ることができてよかった。あんなふうに集中的に実験をしたのは初めてで今後の参考になった。



⑦ 偏光めがねで観た自然（地球学科：奥平准教授）

偏光レンズは，ある一定方向の光しか通らないようにするレンズのことで，重ねる角度によっては光をほぼ完全に遮ることもできます。まず，光の角度による色の違いを学んでから偏光顕微鏡を使って，目視では違いを確認できないような岩石を色の違いから見分ける実験を行いました。また，ガラスと水晶の見分けなども行いました。

＜感想＞・岩石の色が黄色やピンクなどの色に変わったのは衝撃的でした。この偏光レンズは反射の多い水辺等の写真撮影にも使われているらしく，とてもきれいに写されていました。まだ使ったことのない機器に触れて，良い勉強になったと思います。



3-(2)b 大阪大学 大学院情報科学研究科 平成 21 年度「一日体験教室」

実施日時 平成 21 年 5 月 2 日(土)
11:00～17:00 (受付開始 11:00)
実施場所 大阪大学 吹田キャンパス
情報科学研究科
情報系総合研究棟
対象 S S コース生 1 年 21 名



1. 内容

プログラム	11:00～13:00	研究室開放 (自由散策)
	13:00～14:00	講義「携帯電話のつくりかた～最先端電子機器の中身を探る～」
	14:00～17:00	体験学習

(1) 研究室開放 (自由散策) 参加者 6 名

<生徒の感想>

- ・人の役に立つような研究を毎日熱心に行っていることに対して感動した。人の体を切らなくても、機械を口などから飲み込んで病気の早期発見を試みていることは、人の体にもよいと思うし、病気が悪化しないと思う。
- ・楽しかった。説明がわかりやすかった。
- ・いろいろな研究室があつて、それぞれとても個性的な設備すごかった。
- ・時間があまりなかったので、二つしか回れなかったのが残念だった。一つは詳しく教えてくれて知識が増えた。ハードウェアへの興味が増した。
- ・数学の理論がさっぱりわかりませんでした。これからわかるようになっていきたいものです。
- ・機械の設計図を設計する機械はすごいと思った。完璧な機械でミスがなければ、ミスもなくよい設計図ができて、よい機械ができあがると思う。

<アンケート結果>

- | | | |
|--------------------|-------------------|---------------|
| ・非常に興味関心をもった(2) | ・興味関心をもった(3) | ・どちらともいえない(1) |
| ・あまり興味関心をもてなかった(0) | ・全く興味関心をもてなかった(0) | |

(2) 講義「携帯電話のつくりかた～最先端電子機器の中身を探る～」 参加者 21名
＜生徒の感想＞

- ・僕は最近（2週間くらい前）携帯電話を買ったのですが、そのとき値段が高くて、「えマジで、こんなにするの」と思いました。ですが、今日話を聞いて、携帯電話を作っている人は、もっと苦勞をしていることがわかりました。
- ・携帯電話は私たちにとってすごく身近なので、興味がわき、聞いていておもしろかった。少し難しくてわかりにくいところもあったけど、新しく学んだ知識がいっぱいあったので良かった。
- ・普段、携帯電話のつくりに興味がなかったので、そこがよかった。たった24年でここまでも進歩したことについては驚いたし、将来どうなるのかとも思った。
- ・携帯はすごく機能が多いから、中身は複雑だろうなあとは思っていたけれど、やっぱりそうでした。ケイタイと携帯電話は違うって知りませんでした。ケイタイは機能が多いそうです。
- ・携帯電話の中身があんなに複雑になっているとは思わなかった。科学が発展することによって、携帯電話がこれからどう変化していくのか楽しみに思った。
- ・24年という短いケイタイの歴史の中に、ものすごいスピードでの成長があり、多機能をもつ今のケイタイがまだレベルアップすると考えるとすごいと思った。
- ・携帯電話一つの中にもものすごい数の部品が組み込まれていて、それぞれに数学が応用されていてびっくりした。数学のすごさと大切さがとてもわかった。
- ・僕たちが何気なく使っている携帯を作るのに、いろいろな苦勞があるんだと思った。話が難しかったからあまりわからなかったけど、興味深かった。
- ・講義の内容を把握することはできなかったけど、講義自体はおもしろかった。携帯電話の中身の詳しいことが知れてためになった。それと、携帯電話が24年間でここまで進歩したというのには驚いた。
- ・少し難しいところがあったが理解できた。昔と今の携帯電話の違いがわかった。



＜アンケート結果＞

- | |
|---|
| ・非常に興味関心をもった(3) ・興味関心をもった(13) ・どちらともいえない(3) |
| ・あまり興味関心をもてなかった(0) ・全く興味関心をもてなかった(2) |

(3) 体験学習

Aグループ 参加者 6名

① ハードウェアを設計する(情報システム工学専攻)

LSI のようなハードウェアの開発について、基本となる素子の動作を学び、それを組み合わせて簡単な回路の設計を体験した。

② 無線でつながるセンサー(情報ネットワーク学専攻)

無線ネットワーク通信の仕組みを理解し、加速度センサーなどを装備した小型端末を接続したセンサーのネットワーク化により広がる可能性を学んだ。

③ 3次元インタラクティブヒューマンインタフェースシステム(マルチメディア工学専攻)

未来のコンピュータで利用される「3次元インタラクティブヒューマンインタフェースシステム」について詳しく学んだ。

Bグループ 参加者 15名

④ 画像をさらに役立つ画像へ加工する(情報数理学専攻)

コンピュータを用いて、画像をさらに役立つ画像へ加工するプロセスを体験した。

⑤ Web ブラウザを分析してみよう (コンピュータサイエンス専攻)

Firefox, Chrome などのよく使われている Web ブラウザのソースコードを、クローン分析手法を用いて分析した。

⑥ 光るタンパク質 (GFP) の遺伝子配列を解析する(バイオ情報工学専攻)

ノーベル賞の栄誉にも輝いた光るタンパク質 (GFP) を用いて作った「光る細胞」を観察した。また、そのタンパク質の遺伝子配列を調べる手法を体験し、情報科学がバイオの世界をどのように発展させているかを学んだ。

<生徒の感想>

Aグループ

- ・どれもこれも中身が濃く、初めから終わりまでずっと楽しめた。
- ・無線でつながるセンサーが一番おもしろかった。一見単純に見えたが、その裏で数学を応用していることにはとても驚いた。
- ・とても楽しかった。僕もこんな研究がしたいと思った。また体験したい。
- ・ハードウェアに興味をもった。

B グループ

- ・④普段気にもしないようなことがわかり，楽しかった。カメラの仕組みは知っていたけど，実際にやってみることで改めてよくわかった。⑤似た内容を探すっていうのは，何に使うのかと思ったけど，コピーや盗作バグのためなどいろいろな用途に驚いた。いろいろなソフトが存在する理由がわかった。⑥話題になっていた光るタンパク質を見ることができてよかった。遺伝子情報の種類の多さに，人間も簡単なものじゃないと思った。
- ・④写真に色をつけるために，デジカメに工夫がされているのに驚いた。⑤便利なソフトだと思った。もし，バグが起こったりしても，これなら楽に直せるだろうと思った。⑥遺伝子をたどって進化の過程を探れるのに驚いた。光る大腸菌がキレイだった。感動した。パソコンに遺伝情報を入れて，パソコンの中で実験をするというのに驚いた。人のためにというのに感動した。いつかこんなことをやって社会に役立ちたいなって思った。
- ・④画像の色の表示方法は大体知っていたので，初心に戻れて楽しかった。⑤あまり理解できなかったが，大体はわかった。分析力がすごいと思った。⑥大腸菌を顕微鏡で見せてもらい，予想よりも多く光っていてびっくりした。実際に自分の目で確かめることは大切だと思った。
- ・デジタルカメラに映る写真があんなに規則正しく並んでいるなんてびっくりした。補間をしていくことでよりきれいな写真になった。光るタンパク質では，大学の研究室などを初めて見たりして，新しい発見などがあつた。
- ・どれも難しくて，正直ほんの少ししか理解できなかったけど，パソコンで遺伝子のことについて見たり，研究室で光るタンパク質を顕微鏡で見たり，貴重な体験ができたと思うので良かったです。たくさんの資料をもらったので，家でもう一度見て，理解できることはしていきたいです。
- ・⑥が一番楽しい。将来こういう職に就きたい。実験室に行ったときに大学生が実験していた。それを見てかっこいいと思った。絶対科学者になってやる。



<アンケート結果>

- | | | |
|--------------------|-------------------|---------------|
| ・非常に興味関心をもった(7) | ・興味関心をもった(13) | ・どちらともいえない(0) |
| ・あまり興味関心をもてなかった(1) | ・全く興味関心をもてなかった(0) | |

<その他の項目のアンケート結果>

Q 2. 自然科学や科学技術に興味・関心・意欲が増しましたか。

- ・大変増した(8) ・やや増した(11) ・わからない(1)
- ・あまり効果がなかった(1) ・全く効果がなかった(0)

Q 3. 理科や数学の理論・原理への興味が増しましたか。

- ・大変増した(7) ・やや増した(10) ・わからない(3)
- ・あまり効果がなかった(0) ・全く効果がなかった(1)

Q 4. 理科実験の興味が増しましたか。

- ・大変増した(14) ・やや増した(4) ・わからない(0)
- ・あまり効果がなかった(2) ・全く効果がなかった(1)

Q 5. 自分の進路を考える上で参考になりましたか。

- ・非常に参考になった(7) ・少し参考になった(10) ・どちらでもない(4)
- ・あまり参考にならなかった(0) ・全く参考にならなかった(0)

Q 6. (もしあれば) 講演会または演示実験はどうでしたか。

- ・非常に良かった(9) ・まあ良かった(9) ・どちらでもない(3)
- ・あまり良くなかった(0) ・全く良くなかった(0)

Q 7. (実験がもしあれば) 自分から取り組む姿勢が増しましたか。

- ・大変増した(9) ・やや増した(3) ・わからない(5)
- ・あまり効果がなかった(0) ・全く効果がなかった(0) ・無答(4)

Q 8. 講師のような科学者・研究者・技術者になりたいと思いますか。

- ・非常に思う(7) ・まあ思う(7) ・どちらでもない(4)
- ・あまり思わない(1) ・全く思わない(2)

Q 9. 今回の大学訪問は良かったですか。

- ・非常に良かった(13) ・まあ良かった(8) ・どちらでもない(0)
- ・あまり良くなかった(0) ・全く良くなかった(0)

Q10. 今後このような大学での授業や施設公開の機会があれば参加しますか。

- ・ぜひ参加したい(8) ・できるだけ参加したい(10) ・どちらともいえない(3)
- ・あまり参加したくない(0) ・全く参加しない(0)

3-(2)c 2009年度 大阪大学基礎工学部 システム工学科 一日体験授業

実施日時 平成21年7月29日(水) スケジュールは下記
実施場所 大阪大学基礎工学部 システム工学科
付き添い者 田中芳和
参加者 SSコース生 2年4名

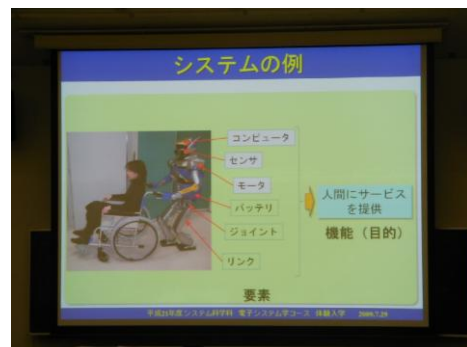
10:00~10:20 入学式(挨拶, スケジュールの説明)
10:30~10:40 講義「システム工学とは」 新井 健生 教授
10:50~11:50 実習テーマ内容の説明, テーマ希望調査票の回収
11:50~12:50 昼食・休憩
12:50~13:25 班分け説明, 移動
13:25~14:35 実習1 (14:35~14:50 移動)
14:50~16:00 実習2 (16:00~16:10 移動)
16:10~16:30 修了式

1. 講義「システム工学とは」 新井 健生 教授

- ①現代では, コンピュータの能力を活用した種々のシステムが至る所で見られる。
「情報システム」: 全国どこからも簡単に座席予約ができる。
「機械システム」: 航空機, 自動車, ロボットなどの機械部品の移動を実現する。
「計測システム」: GPSからの位置情報を提供する。
「生産システム」: 高品質の工業製品の生産を効率的に行う。
→「システム」=いろいろな要素が一定の関係で結合され, その結合に伴う要素間の相互作用により, 集団全体が特定の性質を示すもの
- ②構成要素が何であるかよりも, それらがどのように結ばれているかに着目した物の見方を「システム思考」といい, システム思考を科学的な立場から研究するのが「システム科学」で, そのための方法論や技術を具体的に研究するのが, システム工学とシステム技術である。
- ③基礎工学部は, 「科学と技術の融合による科学技術の基本的な開発それにより人類の真の文化を創造する学部」で, 電子システム学コースは, 新しいシステムや新しい学問領域の創造を目的としている。



システムとは



システムの例

<生徒の感想>

- ・システムという言葉が様々な分野に用いられていると知り驚きました。社会から科学まで広い分野でした。基礎工学というのは、工学の基礎をするのだと思っていましたが、自然科学と工学の技術を組み合わせた新領域であることがわかり、未知の学問に興味が湧きました。
- ・システム工学とは、自分が興味を持っているロボットの制御と関わる学科ということになり非常に興味が増した。コンピュータを駆使する学科であるが、語学や数学など幅広い知識が求められているようだ。

Q 1-① 興味関心がもてる内容でしたか。

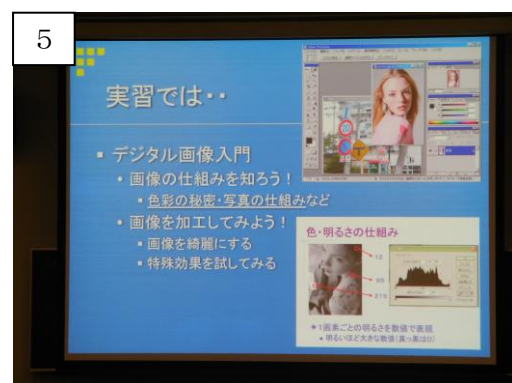
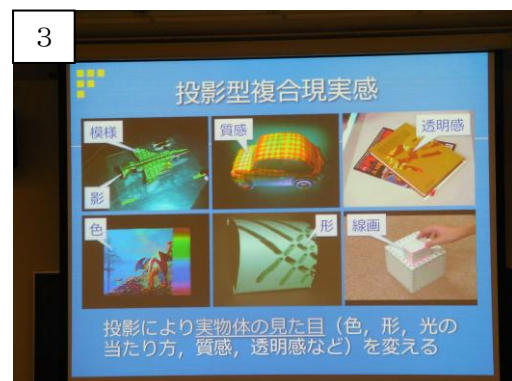
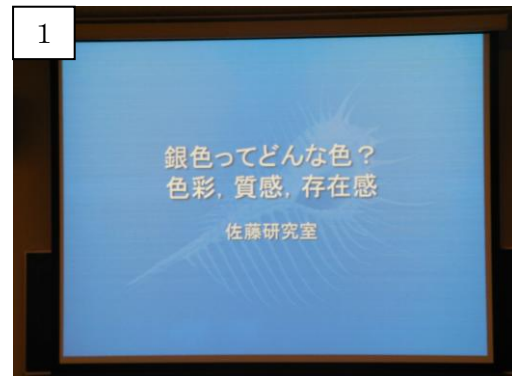
- ①非常に興味関心をもった(3) ②興味関心をもった(1) ③どちらともいえない
④あまり興味関心をもてなかった ⑤全く興味関心をもてなかった

2. 実習テーマ内容の説明

システム工学科の8つの実習分野について、各分野5分位の時間で、パワーポイントによる説明が行われた。

一例として、⑦の銀色ってどんな色？

一色彩で質感を操作する実験—
のスライドを示す



<生徒の感想>

- ・スライドショーの中に動画が盛り込まれており面白かった。

Q 1-② 興味関心をもてる内容でしたか。

- ①非常に興味関心をもった(3) ②興味関心をもった(1) ③どちらともいえない
④あまり興味関心をもてなかった ⑤全く興味関心をもてなかった

3. 体験学習タイトルとその感想

①ロボットの動作生成

- ・自分でプログラムした通りに多脚ロボットが動き、本当に興奮した。最初にデモンストレーションで見せてもらった天井歩行もすごいと思った。パソコンの操作がかなり難しかったが、研究生の方が丁寧に教えてくださったので助かった。

②“声”を作ってみよう

- ・携帯電話を通した声は、4kHz にまでカットされ、しかもその人の疑似音声を作っていたそうです。自分の声を録音して、再現してみましたが、32/1000 に圧縮したせいか、精度が低く残念でした。

③モーフィングによる顔合成

- ・きれいに画像を切り替えるのは、意外と難しかった。

④ゲームで学ぶオペレーションズ・リサーチ

- ・ゲーム形式で面白かったが、オペレーションズ・リサーチはとても難しかった。

⑤計算ができる回路を作ってみよう

- ・電子回路を作ったが、非常に難しくあまり意味がわからなかった。

⑥様々な動きを計算しよう

- ・シミュレーションに数学の授業で習った微分・積分が使われていると知り、数学の有用さがわかった。また、パソコンでのシミュレーションは数値を入力して開始コマンドをクリックすると一瞬で結果がわかり、コンピュータの能力の高さを改めて感じた。

⑦銀色ってどんな色？

- ・画像の加工は、とても楽しくさせていただきました。画像はただ重ねるのではなく、影や光の当たり具合などを調節することにより、存在感がでることを学びました。

⑧使いやすいマウスを作ろう

- ・グローブ型のマウスを製作したところ、マウスを使って遊ぶイライラ棒が、いつもよりうまくできた。

Q 1-② 興味関心をもてる内容でしたか。

- ①非常に興味関心をもった(2) ②興味関心をもった(2) ③どちらともいえない
④あまり興味関心をもてなかった ⑤全く興味関心をもてなかった



③モーフィングによる顔合成の説明



③モーフィングによる顔合成の実習

4. 全体的な感想

- ・ 大阪大学の設備は、図書館、食堂、研究施設などが充実していました。講義はとてもわかりやすく、夢中になれる内容で、先生方や院生の方とても親切にしてくださいました。今回で2回目となる大阪大学の訪問でしたが、とても勉強になり楽しかったです。
- ・ 昨年までは、体験入学というと、堅苦しいイメージがあったけれど、今回は自分で思考して、それを創造するというよい体験ができ、とてもためになった。
- ・ 漠然としていた基礎工学部のイメージをより明確にすることができたと思う。工学部で主に行われていると思っていたロボットの開発が、こちらでも盛んであることは正直驚きだった。ロボットの制御には興味があるので、進路決定のよい参考になったと思う。

5. 付き添い者が気づいたこと

各実習内容を短い時間で、スライドを用いて生徒にわかりやすく説明されていた。動画も効果的に使用されており、「よいプレゼンテーションとは？」について生徒も気づいたようである。参加者4名はS Sコース生のうち化学班の者ばかりであったが、化学以外の世界にいずれも新鮮な感動を覚えたようである。

3-(2)d 2009年度 大阪大学理学部 化学科 一日体験授業

実施日時 平成21年8月1日(土) スケジュールは下記

実施場所 大阪大学理学部 化学科

付き添い者 田中 芳和

参加者 SSコース生 2年3名, 1年7名

9:30~10:00 受付, 集合

10:00~10:30 大阪大学理学部の紹介 今野 巧 教授

10:30~11:20 講演「レーザーで調べる生体分子のしくみ」 水谷 泰久 教授

11:20~11:40 午後の実験の説明・班分け, 担当の先生と対話

11:40~13:00 昼食・休憩

13:00~14:30 体験実験1 (14:30~14:50 移動)

14:50~16:20 体験実験2 (16:20~16:25 移動)

16:25~17:00 アンケート記入, 懇談

1. 大阪大学理学部化学科の紹介 今野 巧

理学部は, 1931年に大阪帝国大学発足と同時に創設された。1996年の大学院重点化に伴い, 教員は大学院に所属し, 大学の授業の面倒を見ているという形式になった。化学科の研究の特徴として次の2点が挙げられる。

- (1) 自然科学の基礎および化学の各分野を体系的に学ぶと同時に, 最先端の研究に触れることができるカリキュラム
- (2) 整理され確立された知識以外に, 未解明の重要な問題がたくさんあることを認識してもらう

また, 研究分野は, 無機化学・物理化学・有機化学・高分子科学の4つの分野にわけられており, 各学年での学習内容は以下のようである。

1年	: 共通教育	自分を見つめて磨く
2, 3年	: 専門科目の開始, 化学実験	興味を持って勉強!
4年	: 研究室配属	最先端の研究に触れる
	大学院入試	人生最後の受験勉強

大学院は化学専攻と高分子科学専攻に分かれ, 4年生の96%が大学院に進学する。

大学院 : 本格的な研究 修士2年, 博士3年 化学のプロに



＜生徒の感想＞

- ・大変わかりやすく、大学生活というものがよくわかった。
- ・学科や院の仕組み、教育課程がとてもよくわかった。また、多くの実験ができるそうなので、興味をもてた。
- ・自分がこの大学の理学部に入学した時に、具体的にすることがよくわかった。たいていが大学院に進み、企業や国の研究員として働いているのは、少し懂れる部分があった。
- ・基礎科学を主にしているのを初めて知った。
- ・理学部は好奇心と探究心を持った人を求めているとすごく実験が多いということを知りました。また、理学部は大部分の人が大学院まで勉強や研究をして、最終的に大手企業などに就職しているのは魅力的でした。

Q 1－① 興味関心をもてる内容でしたか。

- ①非常に興味関心をもった(3) ②興味関心をもった(5) ③どちらともいえない(1)
④あまり興味関心をもてなかった(1) ⑤全く興味関心をもてなかった(0)

2. 講演「レーザーで調べる生体分子のしくみ」 水谷 泰久 教授

(1) ヘモグロビンの構造

4個のかたまりで1分子ができています。1つのかたまりは、ヘムとポリペプチド鎖からできています。

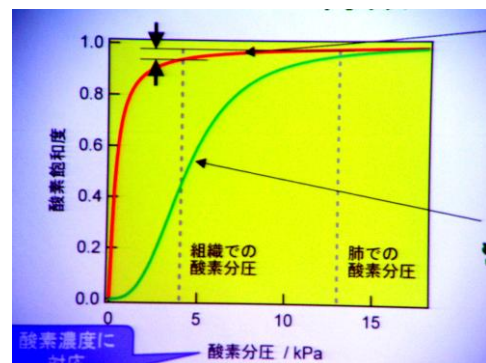
(2) ヘモグロビンの働き

酸素は水1Lに3mL溶けるが、血液中1Lには200mL溶ける。血液中にヘモグロビンが含まれているおかげで、たくさんの酸素が血液中に溶けている。

ミオグロビンでは酸素分圧が少しあると酸素で飽和するが、ヘモグロビンでは、酸素分圧の小さい場所＝“組織”では酸素の飽和度は低く、酸素分圧の大きい場所＝“肺”では酸素の飽和度が大きい。つまり、「ヘモグロビンは、酸素を取り込むところ(肺)ではたくさん取り込み、酸素を放すべき所(筋肉・組織)ではたくさん放す性質がある」。(1962年: X線回折法によるタンパク質の構造解析でノーベル化学賞 M. F. Perutz)

(3) ヘモグロビンが形を変える仕組みの研究

「馬が走っているとき、4本の足のうちどれも地面に付いていない瞬間がある」の答えを見つけるには、短時間の間に何枚も写真を撮れば明確になる。分子の動きは非常に速いので、非常に短い間だけ光る「フラッシュ」を用いる。現在の世界記録である最短の光は、3フェムト秒(10^{-15} 秒)であるが、1コマ 10^{-14} 秒の分子ムービーを撮っている。この装置は、レーザーを用いて自分たちで作っている。



現在わかったこととして、酸素がヘムから離れたときに、鉄イオンがふくらみタン

パ

ク質を押すことが形を変える理由の一つではないか。

<生徒の感想>

- ・ヘモグロビンの性質を詳しく教わった。ヘモグロビンのように、人間の器官や成分が人間にとって都合のいいようにできているのは、不思議であり、面白くもあった。
- ・今までは生物や生体化学の分野への興味はなかったのに、講義を聞いているうちに他の科学の分野とも共通点があることを知り、関心がでてきた。また、人間の肉が赤いのはヘモグロビンのせいと思っていたのに、実はヘモグロビンそっくりなミオグロビンのせいであることを知り、驚いた。
- ・ヘモグロビンとはミオグロビンが4つ集まってできたようなもの、というところから話が始まって、少し難しかったが、身近なものについての理解が深まる良い機会であった。また、ヘモグロビンの協同性についての話が特に理解できた。
- ・内容が難しく、よくわからなかった。

Q 1-② 興味関心がもてる内容でしたか。

- ①非常に興味関心をもった(2) ②興味関心をもった(4) ③どちらともいえない(2)
④あまり興味関心をもてなかった(2) ⑤全く興味関心をもてなかった(0)

3. 体験実験

(1)「試験管でできる炎色反応」

<生徒の感想>

- ・炎色反応を実際に体験できて、いい経験になった。また、貝殻など、いろいろ興味を持てることをさせてくださって、満足できた。
- ・試験管の中で炎色反応を行うのは初めてで、面白かった。5種類の塩を混ぜて炎色反応を見るのはとても楽しかった。
- ・食塩や貝殻でも炎色反応が起こるのは興味を持てた。花火の色がストロンチウムやカルシウムからできているのは知っていたけれど、



試験管でできる炎色反応

この日、実際に目で見てみると、改めて化学の凄さを感じることができた。

- ・「ドラフト」など初めて聞く専門用語があり、興味深かった。また、炎色反応の実験を自分で行ったのは初めてだったので、予想以上にきれいであることがわかった。

(2)「高分子で作るオリジナル記念品」

<生徒の感想>

- ・高分子の実験だけれども、気分は幼い頃のような好奇心でやらせていただきました。また、構造はとても難解なのに、やわらかいゼリーができるのは不思議な感じがしました。
- ・いろんな薬品を混ぜてプリンのように固まらせるのが面白かった。



高分子で作るオリジナル記念品

- ・いろいろな固さのゲルを作った。同じ材料でも量によって、固さの違うものが作れ、また、色素や香料を入れることで、自分だけのゲルを作れ、楽しかった。

(3)「ピタッと当てれば、ピシッと判る ―蛍光X線の魔力―」

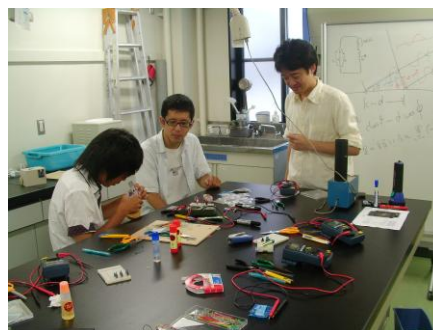
<生徒の感想>

- ・X線での実験は機械の故障ですることができなくて、残念だった。ただ、身の回りの物質がどのような元素でできているのかについては興味を持てた。

(4)「CDで虹を調べる」

<生徒の感想>

- ・ $\cos$ は数学で習ったけど、今回初めて実際の理論で使ったので、普段の勉強にもちゃんと意味があるんだ、と実感した。また、身近な材料でこんな高度な技術ができると知り、実験に親近感がわいた。
- ・説明はかなり難しかったが、実際にすることは簡単だった。また、光の波長で含まれている光の色が変わるのは興味を持てた。

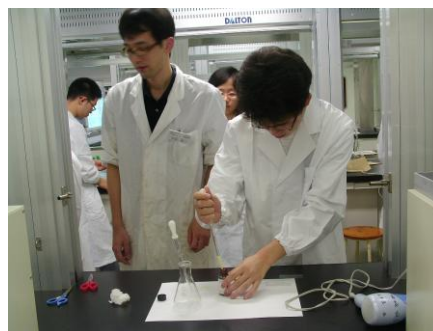


CDで虹を調べる

(5)「液晶を楽しもう」

<生徒の感想>

- ・液晶についての説明を聞き、液晶ディスプレイの仕組みなどがわかり、とても面白かった。実験もうまくいき、良かった。



液晶を楽しもう

(6)「マイクロカプセルを作ろう」

<生徒の感想>

- ・ノーカーボン紙やBTB, でんぷん反応をマイクロカプセル内でするのはとても面白く、興味を持てた。

(7) 「放射線を体験してみよう 身近な放射線」

<生徒の感想>

- ・放射線は、原子爆弾で怖いイメージを持っていたが、案外そうでもなかった。放射線を使えば、目に見えないものを見ることができるなんて、科学は凄いな、と思った。

(8) 「赤外分光器を用いた肌の潤い測定」

<生徒の感想>

- ・自分の指と顔のうるおいチェックができたのが、面白かった。
- ・肌のうるおい度が数値で出るのが面白く、また、この製品が何からできているのか、というのが赤外分光器で調べられることがわかった。
- ・少し難しかったが、実験は自分の肌のうるおいを調べるという身近なものについての実験だったので、楽しかった。

(9) 「色でみるタンパク質」

<生徒の感想>

- ・生物的な内容だと思っていたら、化学的な内容だった。予想外ではあったが、3月の阪大での実習内容がいかせたと思う。
- ・身近な物からタンパク質を抽出し、かつ、それを比べたりしたことで人間と化学は密接な関係なんだとわかった。
- ・マグロも牛も馬もヘム（タンパク質に含まれているもの）は同じものだった。だから、地球に生きているすべての生物は仲間なのと思った。また、いろいろな実験器具を使わせてもらい、楽しかった。

4. 全体的な感想

- ・いろいろなことが科学、化学とつながっていることに気づいて良かったです。高津高校のSSで、このような大学訪問でいろいろな体験ができるなんて本当に恵まれていて幸せなことなのだと改めて感じさせられました。
- ・化学科に来るのは初めてで、どんな所か少し不安だったが、先生方も面白く、実験も楽しかった。ミオグロビンの吸収スペクトルの測定は少し生物につながりがあったり、炎色反応は学校で行ったのよりも色々な事が出来て、化学が面白いと思えた。
- ・今日、体験実験をさせてもらって思ったのは、先生方は自分の実験を大変楽しそうにされているという事だった。私たちが思いついた事や気づいた事を言えば、許される限りさせてくださったり、見せてくださったりして、自分で考えることが楽しいと思えた。今日の体験で、大学に行きたいとより強く思った。
- ・普段扱うことができないような実験器具を使って実験したり、大学の先生、院生の話を聞いたり、とても貴重な経験ができて良かった。この経験を何らかの形で生かしたい。そして大阪大学理学部化学科に進学したいなと思った。

5. アンケート結果

Q 1－③ 興味関心がもてる内容でしたか。

- ①非常に興味関心をもった(8) ②興味関心をもった(2) ③どちらともいえない(0)
④あまり興味関心をもてなかった(0) ⑤全く興味関心をもてなかった(0)

Q 2. 自然科学や科学技術に興味・関心・意欲が増しましたか。

- ①大変増した(2) ②やや増した(4) ③わからない(2)
④あまり効果がなかった(2) ⑤まったく効果がなかった(0)

Q 3. 理科や数学の理論・原理への興味が増しましたか。

- ①大変増した(4) ②やや増した(4) ③わからない(2)
④あまり効果がなかった(0) ⑤まったく効果がなかった(0)

Q 4. 理科実験の興味が増しましたか。

- ①大変増した(8) ②やや増した(2) ③わからない(0)
④あまり効果がなかった(0) ⑤まったく効果がなかった(0)

Q 5. 自分の進路を考える上で参考になりましたか

- ①非常に参考になった(8) ②少し参考になった(2) ③どちらでもない(0)
④あまり参考にならなかった(0) ⑤全く参考にならなかった(0)

Q 6. (もしあれば) 講演会または演示実験はどうでしたか。

- ①非常に良かった(7) ②まあ良かった(3) ③どちらでもない(0)
④あまり良くなかった(0) ⑤全く良くなかった(0)

Q 7. (実験がもしあれば) 自分から取り組む姿勢が増しましたか。

- ①大変増した(4) ②やや増した(5) ③わからない(0)
④あまり効果がなかった(1) ⑤まったく効果がなかった(0)

Q 8. 講師のような科学者・研究者・技術者になりたいと思いますか。

- ①非常に思う(4) ②まあ思う(4) ③どちらでもない(1)
④あまり思わない(1) ⑤全く思わない(0)

Q 9. 今回の大学訪問は良かったですか

- ①非常に良かった(8) ②まあ良かった(2) ③どちらでもない(0)
④あまり良くなかった(0) ⑤全く良くなかった(0)

Q10. 今後このような大学での授業や施設公開の機会があれば参加しますか。

- ①ぜひ参加したい(5) ②できるだけ参加したい(3) ③どちらともいえない(1)
④あまり参加したくない(1) ⑤全く参加しない(0)

6. 付き添い者が気づいたこと

- ・昨年に続いての参加をした。タンパク質の研究と思われても金属原子を含むタンパク質であれば、高分子ではなく無機化学の領域になるという新しい発見があった。また、大学の先生方の熱意は、昨年以上のものがあり、生徒は貴重な体験になったと思われる。

3-(2)e 2009年度 大阪大学基礎工学部 化学応用科学科 一日体験入学

実施日時 平成21年8月10日(月) スケジュールは下記
実施場所 大阪大学基礎工学部 化学応用科学科
付き添い者 田中 芳和
参加者 SSコース生 2年1名

10:00~10:30 化学応用科学科紹介 實川 浩一郎 教授
10:40~12:10 化学応用科学科合成化学コース・研究室訪問
13:00~14:30 化学応用科学科化学工学コース・研究室訪問
14:30~15:00 基礎工学部構内見学

1. 化学応用科学科紹介 實川 浩一郎 教授

化学では、持続性のある環境調和型化学プロセスの構築が必要である。
地球環境にやさしい化学とは、

- ・環境調和型反応系の開発
- ・循環型資源の利用(リサイクル)
- ・エネルギー問題の開発

の3点を重要視しており、これらから、
Green Chemistry(有害な化学物質の使用を避け、環境にやさしい物質をつくる化学)が誕生した。化学応用科学科は、合成化学と化学工学の2つのコースからなり、「教育」と「研究」の2点を重視している。4年生までの学部では、今までにわかっていることを体系化し、博士課程まで進学して研究すると、ほぼ一人前といえる。大学院は、機能物質化学、未来物質、化学工学の3つの領域に分かれている。



<生徒の感想>

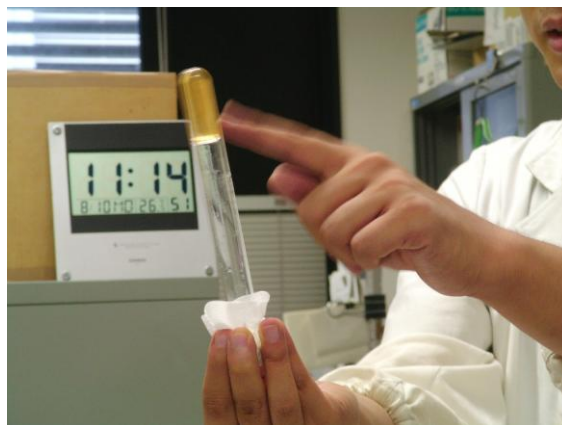
- ・学科の紹介を聞き、今まで理学部進学志望であったが、理学部か基礎工学部のどちらに進学するか、非常に判断が難しくなった。

2. 研究室訪問とその感想

(1) 化学応用科学科合成化学コース・研究室訪問

「分子を重合して高分子をつくる」合成
高分子化学グループ(北山研究室)

高分子のできかたの説明を受け、身近な高分子の実物を観察した。さらに、ポリアクリルアミドゲルの合成実験も観察した。



高分子の合成

<生徒の感想>

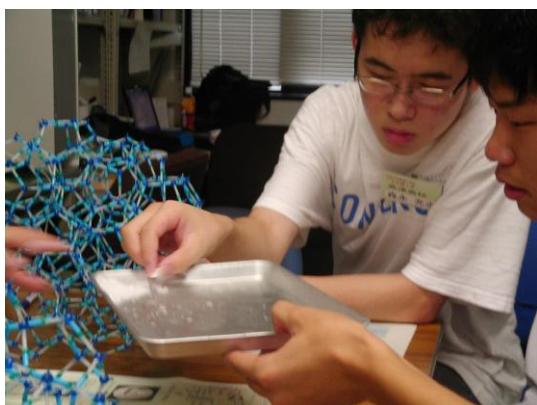
- ・ 昨年も見学した研究室であったが、説明内容は異なっていて興味深かった。プラスチックの光ファイバーを初めて見たが、一端を蛍光灯の方に向けると、もう一端が明るくなり非常に面白いと思った。

(2)応用科学科化学工学コース・研究室訪問

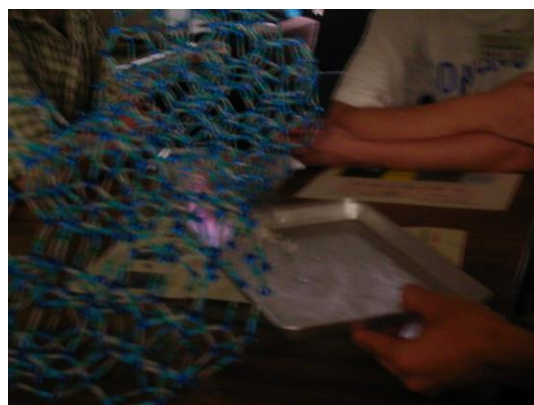
「未来のエネルギー資源?! メタンハイドレート不思議を体験しよう！」

環境物理化学グループ (大垣研究室)

メタンハイドレートとはどのようなもので、どのような構造でできているかの説明があった。その後、真空ライン・NMR実験装置の見学などがあった。



メタンハイドレート(実物)



メタンハイドレート(燃焼)

<生徒の感想>

- ・ メタンハイドレートを初めて見た。燃える様子と、燃えた後には水しか残らないことを見て驚いた。NMR実験装置は、先日の東大の見学(本校の夏期研修ツアー)で見た数に比べて多くあり、装置が充実していると思った。

3. 付き添い者が気づいたこと

他の参加予定者が風邪で休んだため、参加者は1名となったが、本校生は非常に熱心に見学していた。また、8月中旬のため、全体の参加者も約30名であったが、一方で、修士課程や博士課程の学生は休みなく研究している様子が生徒にもよくわかったようである。

3-(2)f 2008年度 大阪大学大学院理学研究科 分子生物学実習

実施日時 平成21年3月27日(金)～29日(日)
実施場所 大阪大学大学院理学研究科 生物学専攻 倉光成紀教授研究室
付き添い者 高橋 真智子, 澤田 正, 中根 将行
参加者 2年理系生物選択生 5名 SSコース生1年 3名

1日目

- (1) 実習概説・基本操作確認 09:00～11:30
- (2) プラスミドに制限酵素処理をして電気泳動する
反応液調整→泳動用ゲル作製→酵素処理(昼食※班別ミーティングを兼ねる)
電気泳動→電気泳動写真撮影→泳動パターン分析→分析会議

2日目

- (1) 形質転換体コロニーの観察と設問への回答
- (2) 形質転換体コロニーを液体培地に植え継ぐ(昼食※上に同じ)
- (3) 電子顕微鏡実習

3日目

- (1) プラスミドDNAの抽出
- (2) 抽出したプラスミドDNAを制限酵素処理して電気泳動する(昼食※上に同じ)
- (3) 泳動パターン分析会議

<生徒の感想>

・電気泳動の結果にはかなり悩みました。特に唾液を加えた4, 5レーンの泳動結果。いくつもの薄いバンドが出ているのも疑問でしたが、全く動かないでいるものがあるのにも意外でした。エチジウムブロマイドだけで発色してしまったのか?と、見当違いの疑問をいくつも考え、でもそれではおかしいな…と、チューターさんに聞く前に自分なりの理屈と反論を考える…。時間が常にぎりぎりで、なかなかゆっくり考える時間はありませんでしたが、とても充実していたと思います。高校ではできない経験でした。



電子顕微鏡実習の様子

<付き添い者が気づいたこと>

3日間の通いによる実験体験型実習であったが、厳しい中に知識を活用する楽しさや、分かる喜びがあり充実した3日間であった。

3-(2)g 2009年度 大阪大学大学院理学研究科 分子生物学実習

実施日時 平成22年12月26日(土) 28日(月)～29日(火)
実施場所 大阪大学大学院理学研究科 生物学専攻 倉光成紀教授研究室
付き添い者 中根 将行
参加者 2年理系生物選択生 2名 SSコース生2年 2名

1日目

- (1)実習概説・基本操作確認 09:00～11:30
- (2)プラスミドに制限酵素処理をして電気泳動する
反応液調整→泳動用ゲル作製→酵素処理(昼食※班別ミーティングを兼ねる)
電気泳動→電気泳動写真撮影→泳動パターン分析→分析会議

2日目

- (1)形質転換体コロニーの観察と設問への回答
- (2)形質転換体コロニーを液体培地に植え継ぐ(昼食※上に同じ)
- (3)電子顕微鏡実習

3日目

- (1)プラスミドDNAの抽出
- (2)抽出したプラスミドDNAを制限酵素処理して電気泳動する(昼食※上に同じ)
- (3)泳動パターン分析会議

<生徒の感想>

・中々触る機会なんて無い電子顕微鏡で、肉眼では絶対に見ることの出来ない世界を覗くことは、とても楽しかったし、普通の顕微鏡とはまるで違った。その使い方は、何か大きな乗り物でも運転しているかのようでした。

・自分達が作ったDNAを制限酵素で切って、正体を突き止めようとしたとき、私のDNAは予想とは違う結果が出ました。

・ヒントを貰って、頭を絞って、やっとそれらしい仮説を立てて。

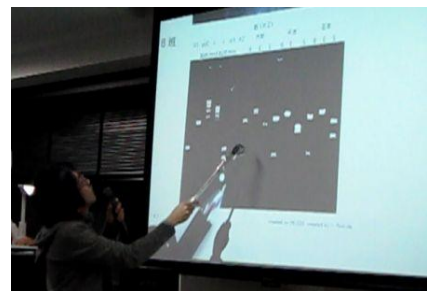
頭をギリギリまで使ったときの妙な開放感や、筋道の通った仮説が出来たときの達成感は、きっと他では知ることの出来なかったものだと思います。



遠心分離器へ装てん

<付き添い者が気づいたこと>

毎年3月に行われてきた実習が12月に行われた。そのため、本年度新たに授業進度を調整して2年次理系でプラスミドpGLOを用いた遺伝子導入実験を事前に授業で行い、理解しやすいよう配慮した。



発表の様子