

高大連携通信

発行 兵庫県立神戸高等学校総合理学委員会

第 21 号 平成 15 年(2003 年) 9 月 1 日(月)

実況報告 初日は連携講義ガイダンスと第 1 回講義「クイズから数学へ」 受講証は写真付の首下げ式の「ID カード」だった

夏休み中の 8 月 5、6 日の両日、2003 年度高大連携特別講義がスタートした。神戸高校 2 年生 31 名(2 名は校外合宿で欠席)の受講生が神戸大学で(入学した訳ではないのですが)授業を受けた。夏休みのため登校している神大生は少なく、それほど緊張はしなかったが、神戸大学に合格した気分がたつぷりと味わえたようです。

高大連携講義ガイダンスでは理、工、農の 3 学部の講義概略説明

初日の 8 月 5 日は 13:30 から始まりました。最初は高大連携講義のガイダンスでした。受講証の配布と高大連携講義開講に当たっての川嶋先生のあいさつがあり、つづいて理、工、農学部の 3 学部から担当講義の概略などの話が行われた。

理学部 理学部の研究や教育の目的についてのお話では、「なぜ?」「どうして?」という素朴な疑問に答えることが理学部の基本にあること、すぐには役立たなくとも大切なことは沢山あることなど、いろいろな例を取り上げて説明していただいた。

工学部 神大工学部の学科構成の説明があり、学部 4 年間の先に大学院(前期課程 2 年間、後期課程 3 年間)があること。60~70%の学部卒業生が大学院へ進学することなどの話があった。工学部の研究、教育は理学部とは対照的に「実利」がその大きな目的になっていることのほか、今年のテーマは最近注目の話題のものを取り上げ、「ナノテク」「システム工学」「ロボット」「バイオ」の講義を用意しているとの説明があった。

農学部 農学部の研究、教育の説明では神大農学部のパンフレットを元に説明があった。人間が生きてゆくための基本「食料」について研究しているのが農学部で、理学部、工学部などの領域まで広がった幅広い研究範囲を担当している学部であることなどの説明があった。

ビール、納豆などの食品加工の仕組みに微生物の働きがあること、そのような細菌(ビール酵母菌、納豆菌)の研究(理学部生物学科的)も農学部の担当になっていること、家畜生産についての BSE(狂牛病)の話や、環境科学の分野まで具体的な事例をもとに説明があった。

最後に、連携講義担当の事務の人から、出欠表の記入、アンケートの提出などの注意や、受講証についての説明、図書室の利用は担当者に受講証を提示することで図書閲覧が可能なこと(貸し出し不可、夏休み中は午後 5 時まで(9 月以降は午後 8 時まで))などの説明があった。(志)



写真 1 第 1 回講義「クイズから数学へ」を熱心に受ける受講生たち

第1回「クイズから数学へ」理学部数学科 池田裕司 先生

オイラーのグラフ理論で一筆書きを考える ～ オイラーの理論とは ～

第1回講義「クイズから数学へ」から今年の連携講義が始まった。最初は橋を渡るクイズで始まり、そのクイズとは図2の左である。スタート地点からゴール地点まで7つの橋を一度だけ通り、かつ全部の橋を渡る道筋を探すというものだ。古くからある有名なクイズ問題だが皆さんは知っていただけるか？

大数学者オイラーはこの問題を抽象化して数学の理論として作り上げたのだ。オイラーは図2の右図のような図形を一筆書きすることだと抽象化した。「グラフ理論」という数学の1つの分野がこれにあたる。この一筆書きが描けるのかどうかの判定方法を考えることが数学なのだ。注目するのは線の接合部分である頂点(vertex)であり、この図形ではABCDの4つある。各頂点に辺(edge)が何本あるかということに注目したのだ。

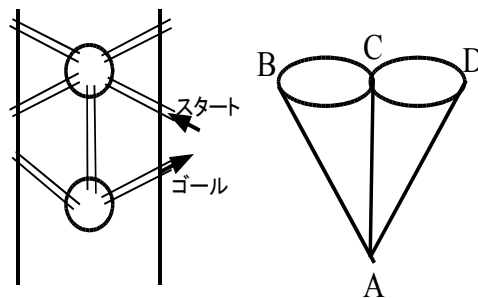
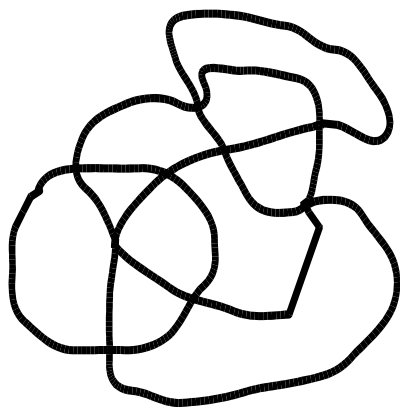


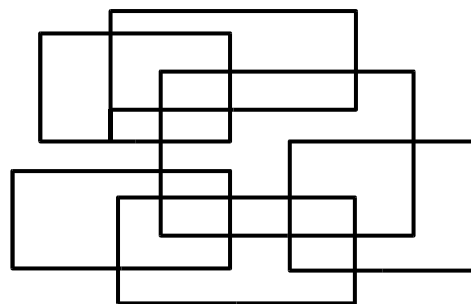
図2 橋を渡るクイズと抽象化図形



オイラーの定理「任意の頂点で頂点に接続されている辺(edge)の数が偶数であれば一筆書きが可能である。」このような図形(図3)であれば、複雑なものでも一筆書きは簡単に描ける。また、条件に当てはまれば、どこから始めても一筆で描けることがわかる。

頂点を一つ決める(どの頂点でもよい)。頂点から辺(edge)を一つ選ぶ。これを繰り返し、元に戻ればそれを一つのユニットとする。ユニットの複合で全ての辺(edge)を埋め尽くせることを各自で試してみたい。

では、あの橋を渡るクイズ(図2)の場合はどうだろうか。頂点に接続される辺の数はA、B、Dが3本、Cが5本とすべて奇数だ。前述の「オイラーの定理」は当然当てはまらないのだ。一筆書きで描けるユニットでは必ず頂点のedge数は偶数だから、edgeの数が奇数本の場合、ユニットのを組み合わせても奇数本になることができるのは2頂点(スタート頂点、ゴール頂点)しかありえない。よって、図2のクイズの答えは「橋を1度だけ渡って全ての橋を渡る道筋は存在しない」が正解であることになる。橋を渡ることを抽象化して頂点、辺というものに置き換えること。閉じた図形(グラフ)の一筆書きではオイラーの定理が成立することなど、数学の真髄を分かりやすい例を元に説明を受けてどのように感じたのでしょうか。理学部数学科の雰囲気は少しは感じられたでしょうか？これで少し分かってきたようだが、右の図4の一筆描きは君にできるかな？



明日の高大連携講義第2回「バイオナノテクノロジー」第3回「バクテリアの世界」ともに生物関係の講義だ。工学部担当のバイオとはどんなものなのだろうか。農学部担当のバクテリアの世界は想像できるけれど、工学部でのバイオ技術とは？我々の想像の域を超える。筆者はこの講義を聴くのが楽しくなってきたのだが。(志)

第2回「バイオナノテクノロジー」工学部 近藤昭彦 先生

～ バイオテクノロジーとナノテクノロジーの融合 ～ 工学部でも生物学が必要

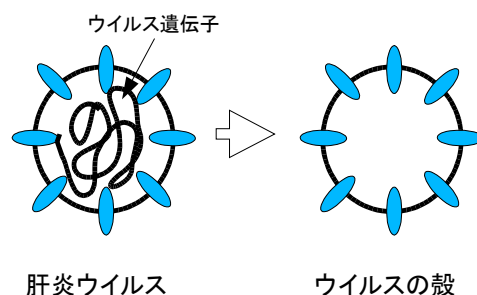
バイオ(生物学)の領域に工学部がどのように関与しているかのお話だ。将来の地球上にどれだけの人間が生きてゆけるか大きな問題だ。現在地球に住む60億人がたった50年後(2050年)に90億人になろうとする「人口爆発」に対応するためには、食料問題、医療問題の解決が必要だ。この分野において貢献できるのは食料、医療の分野にバイオテクノロジー(BT)、ナノテクノロジー(NT)への期待が大きい。原子サイズのテクノロジー(工学)である「ナノテクノロジー(NT)」で、超高速コンピュータ、超高感度診断技術、超巨大データベースシステムなどの実現に大きな可能性を秘めている。現在注目されているカーボンナノチューブ¹、フラーレン²という素材がNTの大きなテーマだ。

自然の中のナノテクノロジー構造 ～ 微生物体内のナノマシンの研究 ～

カーボンナノチューブやフラーレンのような人工の新素材だけがNTではない。微生物(細菌)の体の構造にも、たんぱく質などを素材とした自然のNT構造(ナノマシン)が見られる。SF映画「ミクロの決死圏」で見た、血管内に注入できる極微小なマシンを作り出す夢を「自然のナノマシン素材」を利用することで実現する。微生物中のナノ構造は医療技術としては画期的なものとなる可能性を秘めているのだ。ウイルスの構造を使うこのNTについて解説しよう。

ウイルスの殻が「ミクロの決死圏」の血管内に注入された潜航艇に相当する

このような医療をどのような仕組みで行うのか? 具体的に説明してみよう。生物学の研究によるとDNAの記述からたんぱく質を合成し、そのたんぱく質が体のいろいろな動きを制御していることが分かっている。DNAの複製に誤りが起きる(設計図が壊れる)とたんぱく質合成が不良をおこし、体が不調をおこす(病気になる)。たんぱく質合成の遺伝子情報を修復することで病気治療を行うことが出来る(遺伝子治療)。このときにウイルスという自然のナノマシンを利用するのだ。ウイルスは自己増殖する器官を持たず、他の細胞に侵入し、その細胞内のたんぱく質合成組織をのっとり自分自身を増殖させる。この性質が遺伝子治療に利用できるのだ。たんぱく質合成不良で病気になっている人がいる。不足しているたんぱく質合成の遺伝子情報(DNA断片)をウイルスに乗せ、その病人に感染させる。感染によりタンパク合成情報が細胞内に注入され細胞はそのたんぱく質合成を始めるようになる(病気が治る)。このように有用な遺伝子を体内細胞に運ぶナノマシンとしてウイルスを使うのだ。ウイルスの種類により、どの細胞に遺伝子を送り込むかが決まる。肝炎ウイルスの殻の表面構造は肝臓細胞に入りやすい構造となっている。したがって、肝炎ウイルスのウイルス遺伝子(これは危険な遺伝子だ)を抜き出し、そのウイルスの殻だけにする。この殻に肝臓細胞に送り込みたい遺伝子(病気を治す遺伝子)を組み込む。この改造ウイルスを患者に感染させ、肝臓細胞に有用な遺伝子を送り込むことができる。「遺伝子治療」とはこのような技術を使うのだ。SF映画「ミクロの決死圏」そのものが実現されたといえるのではないだろうか。



肝炎ウイルスの殻の表面構造は肝臓細胞に入りやすい構造となっている。したがって、肝炎ウイルスのウイルス遺伝子(これは危険な遺伝子だ)を抜き出し、そのウイルスの殻だけにする。この殻に肝臓細胞に送り込みたい遺伝子(病気を治す遺伝子)を組み込む。この改造ウイルスを患者に感染させ、肝臓細胞に有用な遺伝子を送り込むことができる。「遺伝子治療」とはこのような技術を使うのだ。SF映画「ミクロの決死圏」そのものが実現されたといえるのではないだろうか。

その他、微生物を利用したエネルギーサイクルである「バイオマス」の話、CO₂抑制の環境問題まで幅広い講義内容であった。筆者の期待通りで、講義の評価は☆☆☆☆☆だ。(志)

1 炭素が直径数ナノメートルのチューブ状に結合したもの。電気や熱を良く伝える原子サイズの電線としての性質がある。
2 炭素がサッカーボールのように結合したもの。半導体、触媒など多様な用途に利用されそうな状況である。

第3回「バクテリアの世界」農学部 大澤 朗³ 先生

大澤先生は獣医出身のひげが立派な先生、しかもコンピュータはMac⁴だった

最初はダイエットの話題で、オペラ歌手のダイエットの話、あの有名な藤田紘一郎教授（東医歯科大）のサナダ虫の話から始まった。この「サナダ虫ダイエット」は、良い意味で言えば「共生（摂取栄養素をサナダ虫が吸収するダイエットの効用）」、悪く言えば「寄生（栄養分を横取りする）」というバイオの話だ。一般の病気は病原体となる細菌が「宿主」である人間に「寄生」し、宿主の体を蝕むことから起こる。しかし、人間に感染するが有益な効用をもたらす「共生」という関係の細菌も多くある。大腸内の腸内細菌などは共生の関係のものが多い。

病気（病原菌に感染）になることを防ぐには、①病原菌を失くす、②抵抗力をつける、③感染経路を断つ の3つで感染防止ができる。この3つの感染防止策すべてが重要なのだ。

日本のコレラ菌の流行の歴史をみると1817年に最初の大流行の記録があり、大きな被害が出た。現在、日本での衛生環境、医療施設の充実で大規模流行はなくなったのは、感染防止策①、③が充実したことにある。しかし、東南アジアへの旅行した場合①、③がないため、旅先で旅行者が感染するケースは現在でもよくある。現地での生水、氷などには病原体が含まれている可能性が多く、摂取には注意するべきだ（対策①）。しかし、現地の人には生水、氷を摂取しても大丈夫だ（現地人は対策②により感染を防止）。

思いがけない感染経路：「ペット感染症」、「再興感染症」に注意が必要！

SARS（ハクビシンという動物を経由）流行に見られるようにペット感染症の流行している。具体的な例として「猿による感染症」を取り上げ説明があった。ペットを媒介として海外の病原菌が日本に侵入しているので、ペットブームの現在は特に注意が必要だ。あの狂犬病も北米の野生動物の病原体が犬などの家畜を経由し、人間に感染したものだと言った。エボラ出血熱（猿を経由し、致死率が非常に高く映画の題材にもなった感染症）もペット感染症といえる。

日本では①、③の対策が進み細菌感染症を抑えてきたが、②の抵抗力を高める対策が弱体化してしまった。このため、再興感染症⁵（昔流行を繰り返していたが、感染防止策が進み、感染者が減少していた結核など）の流行が最近増加する傾向がある。②の抵抗力をつける対策の一つに、前述の藤田教授の研究がある。衛生環境がよくない、寄生虫がいるなど「悪い衛生環境が抵抗力を育てる」との考えだ。日本人海外旅行者が他の外国人より感染症にかかりやすいことを裏付けるのではないか。病院の院内感染も耐性菌（抗生物質の多用の弊害）の原因で起こるなど医療の進歩が仇となる「細菌の逆襲」が今起きているのだ。

善玉菌「ビフィズス菌」と悪玉菌「ウエルシュ菌」のバランスに注目！

自然界の細菌は前述の悪い細菌だけではないのだ。テレビの健康番組でよく使われている「善玉菌」のことだ。人間の腸内細菌には健康維持に大きな影響を持つものがあることは常識だ。日本人の腸内細菌の分布調査によると、高齢化につれて善玉菌「ビフィズス菌」が減少し、悪玉菌「ウエルシュ菌」が増加してくる。世界の長寿村コーカサス地方での食品には発酵乳「ヨーグルト」が多く使われていることは有名だ。これも腸内細菌の善玉菌「ビフィズス菌」の減少を抑え、小腸の腸管免疫が増強されることで抵抗力を高めることと結びついているのだ。

講義の最後に、「この夏に見ようこの名画」と映画の推薦もあり楽しい講義でした。（志）

3 大澤先生の研究室のホームページは <http://www2.kobe-u.ac.jp/~koala/main.html>

4 アメリカのパソコンメーカーApple社のパソコンで、ブランド名をマック（マッキントッシュ）という。世界でのシェアはIBM互換機（Windows系）に比較はできないほど小さいが、デザイナー、医療関係者などに愛好者が多いコンピュータだ。

5 昔、流行を繰り返していた感染症が防止対策が進み抑制されたが、現在、抵抗力低下や耐性菌出現などにより、再び感染例が増加している感染症のこと。肺結核などが有名な再興感染症である。