東京大学大学院

工学系研究科・農学生命科学研究科リサーチツアー

日時　　：　2016 年　9 月　8 日（木）　9:20～15:30
参加者　　：　宮城県仙台第二高等学校　2 年生　12 名
引率教員名　：　小竹　由紀子　教諭　　髙川　瑞生　教諭
場所　　：　東京大学　本郷キャンパス　弥生キャンパス

スケジュール

9:20	工学部 3 号館の安田講堂側入口に移動		
9:30 ～ 9:55	研究室見学：光触媒研究 研究室見学・質疑応答	堂免研究室	（工学部 5 号館）
10:00～10:25	研究室見学：生体の分子化学 研究室見学・質疑応答	山東研究室	（工学部 3 号館）
10:30～12:00	研究室見学：RNA と医療 研究内容紹介・研究室見学・質疑応答	鈴木研究室	（工学部 3 号館）
～13:00	昼食・休憩		
～13:20	農学部 3 号館正面前に移動		
13:30～13:50	生物素材化学専修の説明 製紙科学研究室の紹介 高分子材料学研究室の紹介	 齋藤専修担任 石井特任助教	 （農学部 5 号館）
13:50～14:50	2 班に分かれて製紙科学研究室と 高分子材料学研究室の見学		
15:00～15:30	座談会		（農学部 5 号館）

宮城県仙台第二高等学校
工学研究科　見学レポート
2016.9.8（木）

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科

工学とはどんな分野か。人の夢を叶えるドラえもんのようなものだ、と。農学の研究所に行った時に、製紙科学研究室の齋藤専修担任さんがおっしゃってました。

今までのイメージでは、工学ではこんなロボットを作ってみたい。こんな〇〇があったら便利で面白そう。と言った、人のまさに夢を実現する事だけでした。しかし、今回訪問させて頂いて、夢、プラスアルファのものだけでなく、解決しなければならない必要不可欠なものを作り出すのも工学なのかと知りました。夢を叶えるため、何かを作るための根底にある、生や、環境に関われるのはほんとに素晴らしいことなんだと思い、少し憧れ始めました。

堂免教授のシステム科学工学科 研究室では、光触媒の研究を見学させていただきました。
まず聞いて驚いたのは、光触媒の技術はかなり前から発見されてるということでした。それは二酸化チタンであり、光があたると有機物の酸化分解したり、親水の性質があります。汚れ防止や、曇らないサイドミラーなどに応用されています。太陽光、つまり実際目に見えないものに関する触媒、つまり実際に変化するわけではないもの、を見つけるのはどうやったんだろうと不思議に思います。見えないものを相手にすることを想像すると手のだし用がないように思えます。 二酸化チタンはエネルギーを作り出してるわけではありませんでした。研究してる光触媒は、太陽光によって、水を材料にエネルギーを作り出す触媒。太陽光がもつエネルギーが大きいからできることなのでしょう。地球に降り注ぐ光の 10 パーセントを活かせば、地球全体で使用する電力をカバー出来るそうです。太陽光の影響力の大きさと、今行われている研究のスケールの大きさを感じました。そんな光も種類によってもつエネルギーが異なります。もっともエネルギーをもつ紫外線はなんと全体の 1.6% しか占めていないそうです。私たちの肌を焼く紫外線がそれしか含まれていないことに驚きました。そういうことを全て熟知した上でないと研究が成り立たないんだと分かりました。

今は純粋な水で研究が進められていますが、豊富にある海水を使っても同じようにエネルギーを作り出せないのかという質問がありました。塩素は水より酸化されやすいため、水の分解よりも塩素の生成が起こってしまうそうです。驚いたのは、その理由から無理かとおもいきや対策をとれば行けるかもしれないとどこまでも挑戦する姿です。純粋な水は触媒がたっぷり浸かるほどの量でなくても、水蒸気程の少量でも反応することが分かっているそうです。そうすれば海水でも可能だとか。もし実現すれば化石燃料の需要も、温室効果ガスの増加も止められます。それによってどれだけ地球が影響を受け、人々の生活が変わるのでしょう。いい影響だけではなく、職業は地域の産物などに悪影響が出てくることもあるとは思います。それほどの影響をもつものに手がけることの責任は大きいでしょうが、それだけやりがいもあり どれだけ濃い日々になるのかと思いました。

山東教授の研究室では、実際に遺伝子を色々な並びで作ることのできる機械を見せていただきました。遺伝子を解読したりというのは聞いたことがありましたが、作り出すというのは私自身にとって新しい考え方でした。“神の領域” ではないですが、コントロール出来ないというイメージがあったのでとても印象的でした。

鈴木教授の研究室で驚いたのは、ひとが病気になる原因を分子レベルで解明できるということです。まず 病気が分子の段階から始まってる事が興味深く思えました。

生きていく長い人生の中でずっとつきあい続け

ることの環境とこの身体。全く知らないことを知り、知りたくなりました。身の回りの不思議を色々教えていただけて楽しく、良い刺激になりました。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科

・光触媒研究について

現在、光触媒は 3 種類の用途で使われている。熱エネルギー、電気エネルギー、化学エネルギーへの変換に使われていて、その中でも貯蔵・輸送が可能化学エネルギーに力を入れているそうだ。

光触媒の原理は植物の光合成の原理に似ているとも聞いた。太陽光を使って酸素を供給する点が似ている。この事から、新しい研究には既存のシステムを再構築させることによって、事象をより高次化させられて、新しい発見に繋げることができると分かった。

また、この様な最新の研究が TOYOTA が販売を開始した燃料電池車にも、この技術が使われていて、地球温暖化などの環境問題にも貢献していて、この様な研究に自分も携わって行きたいと思う。

・生体内での分子化学

実験室を見せていただいて、大学の研究室の規模の大きさや、取り扱う機器の高価さに驚いた。また、生体内での分子化学の研究によって、人体内での検査において、体への負担を軽減し、その因子を特定させることによってより正確で迅速な判断を下せるようになるので、このような素晴らしい研究がもっと発展すればいいと思う。

・分子レベルでの MELAS などの病気の原因の研究

Molecular Pathogenesis（病気の原因を分子レベルで解明する）という学問は、ミトコンドリアの ATP 合成などの電子伝達系を研究していて、ミトコンドリアの量などによって起こる様々な病気を研究するものだと分かった。ミトコンドリアの異常によって起こる病気に MELAS という病気がある。原因は遺伝子異常で発症機構や治療法は確立されておらず難病に指定されている。MELAS は transferRNA の異常で起き、その病気の治療にはタウリンの経口投与が有効であるとこの研究所が発見した聞き、研究された人々の情熱や根治させたいという強い想いを感じた。

この様な最先端の研究が今日の我々の生活につながっていて、そういう研究をする人間になりたいと強く感じている。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科

工学は「つくる学問」だ。と、東北大学のオープンキャンパスで会った人たちや二高の OB、OG はよく伝えてくれる。理学部で研究し生み出された材料を操り応用してものをつくるのが工学部だ、と。だが工学の在り方はそんなに単純ではないと、今回の東大研究室訪問で感じた。

訪問させていただいたのは、システム工学科と化学生命工学科。私にとってより印象的だったのが、化学生命工学科だ。東大研究室訪問の前から、私は医学に興味があった。オープンキャンパスで医学部や薬学部を見学してみて、医学は奥深く、未知な領域が広く、危険なことや責任のかかることが多いし肉体労働も多いが、確実に人の役に立てる、やりがいや達成感が人一倍ある学問だと知った。患者とのコミュニケーションも大事で、真剣に人と向き合える魅力的な進路だとも思っていた。だが昨年、塾で理学療法についての話を聞く機会があり、医学で用いられる道具や機械の研究をすることで貢献するのも可能だと知った。医師をはじめとする医療関係者でなくとも医学の道があると知ってから、他の学部についても詳しく知りたいと思い、化学生命工学科の訪問を最も楽しみにして、東大研究室訪問を迎えた。まず驚かさせられたのは、日本最高峰の大学の研究設備だった。DNA が解析されていることは知っていたが、

まさか DNA をつくる機械があるとは思っていなかった。また、もちろんだが研究室の雰囲気も素晴らしかった。整然としていて、研究室にいる全員の意識が、医療の役に立つためという目的に向いているのが伝わってきて、医学でも薬学でも理学でもなく、工学から医療を支える現場の空気を感じることができてとても刺激を受けた。患者とのふれあいや臨床実験がない代わりに、高性能な設備を最大限に活用して技術の研究に力を注げるという点で非常に有利で、質の高い研究ができるのだろうと思った。そういった研究の中で、材料をものにつくりかえるだけでなく、生命や医療を形づくっていくのが、化学生命工学科の工学らしくないところだ。人々の役に立つということは、1通りには限られない。医学に限ったとしても、医師として怪我を治したり、病気を治したりするだけではなく、補助をする看護師も必要不可欠な立場だし、助産婦は新しい生命の役に立つ。栄養士は病気の予防を促すし、介護士は健康状態を少しでも長く延ばそうとする。政治家も健康に関わる政策を立てる。きっともっと多くの人々が健康の役に立っていて、健康に限らなければ、社会に貢献していない人なんて存在しないだろう。私たちは、あらゆる方面で人々の役に立ち貢献できる。まだ高校生なのだから、可能性は無限ともいえる。将来、その中から１つを選ぶことになるだろう。そのとき本当にやりたいことをやるには、決断が早ければ早いほど可能性は高くなるし、モチベーションも上がることで努力し続けられ、さらに選択の幅が広がる。何度先生方や両親から言われたかわからないような当然のことだが、東大研究室訪問を通して改めて夢や目標の大切さを知り、具体的に考えられるようになったと思う。他の大学でももちろんそうだが、東大生は研究内容を語るとき特別いきいきとしているように見えた。それは私のようにあやふやな状態で学習をしているのではなく、はっきりとした夢や目標を見据えているからなのだろう。自分が大学生になったときにそんないきいきとした目をできるように、そして社会人になって夢や目標を失ってしまうことがないように、明確で揺るぎない夢や目標を見つけて、出来る限り早く実現に向けて動き出したいと思う。今ある限られた時間を大切に、有意義に使っていこうと心に決めた、とても為になる経験だった。
(1514 字)

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

○工学研究科

今回工学研究科で訪問させていただいた研究室は、堂免研究室、山東研究室、鈴木研究室の３つ。それぞれの研究室で学んだこと、感じたことについて書いていきたいと思う。

最初は堂免研究室。この研究室で行われているのは、エネルギー変換型光触媒の開発である。この研究の目的は、太陽光を用いて水を水素と酸素に分解する光触媒を開発することだ。そして、この研究と環境問題の間には大きな繋がりがある。現在水素を製造する方法として主流なのは、天然ガスや石油燃料などのいわゆる化石燃料から水素を取り出すというもの。これには化石燃料の枯渇や、製造過程で発生する二酸化炭素などの問題が存在する。もし太陽光によって水を水素と酸素に分解することが可能になるのであれば、これらの問題を解決することができるのだ。だが、この研究にも抱えている大きな課題がある。それは、可視光（波長４００㎚～８００㎚）を用いて水を効率よく分解するということだ。これまで長年研究されてきた光触媒では紫外光しか吸収することができなかった。だが、地上に到達する光のうち紫外線はごく一部で、これでは効率が悪い。エネルギー変換効率の面から、可視光の利用は不可欠なのだそうだ。水素は燃焼させることで熱エネルギーとなり、燃料電池として使うことで電気エネルギーとなるなど、現在の私たちの生活の中でなくてはならない存在となっている。だが一方で、最

も身近に名前を聞く元素の一つでもあり、これまで私には水素について真剣に考えてみるという機会はあまりなかった。私は正直、水素を作り出すのにこれほど一生懸命に研究を行っている人がいると考えたこともなかった。私たちの普段の何気ない、そして快適な生活は、沢山の人々の努力の結晶なのだということを感じた。それとともに、我々の生活をより豊かにする研究の面白さや重要性を感じた。また太陽光を水素の製造に利用しようというこの研究から思考の柔軟さや、何十年にもわたって研究を続ける根気強さ、覚悟が研究者に必要なのだろうということを学んだ。

次に山東研究室。この研究室では、生体内での分子の観測や制御に関する研究を行っている。人は昔から体の中を知るために、体にメスを入れて調べるということを行ってきた。しかしこの方法では体へのダメージが大きい。そこで今日では技術の進歩により、ＭＲＩなど体の外から生体内を見るという方法が多く用いられている。そして山東研究室では核磁気共鳴（ＮＭＲ）という現象を応用して、分子の構造や運動状態などの性質を調べ、生命現象を解明することに取り組んでいる。将来、医療関係の研究をしたいと考えている私にとって、このような生命の仕組みを明らかにする研究が医学部以外でも行われていると知ることができたのは、自分のこれからの選択肢や世界を広げるのにきっと役立つと思う。見学時間こそ長くはなかったが、日本の最先端の研究施設で作業や設備を見ることができたのは大きな刺激となった。

最後に鈴木研究室。ここでは、遺伝子や生命現象に関する研究が行われている。鈴木研究室で明らかにされたこととして、ミトコンドリア脳筋症（ＭＥＬＡＳ）がｔＲＮＡの修飾欠損によって生じる、ということがあげられる。今回は、ｔＲＮＡ遺伝子中のわずか一か所の変化により、脳、心臓、骨格筋などに異常を及ぼしうるということやその仕組みを教えて頂いた。私は生物選択ではないのだが、ミクロの世界のほんの小さな変化が身体に大きな影響を与えるという、生命現象の奥深さや神秘さを感じ、生物の世界についてもっと知りたいという思いがわいた。また、実際の研究の現場に行ったことで、将来は研究をしたいという思いが強くなった。

工学研究科の訪問を通して思ったことは、自分の中の世界はまだまだ狭いということ。今、高校生のうちにできるだけ様々なことに触れる努力をしていきたい。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学部

この度はこのような機会を設けて下さり誠にありがとうございました。僕自身、理工系を進路に考えているので見学を非常に楽しみにしておりました。事前にホームページやパンフレット等を拝見し施設、設備や研究内容について色々と想像を働かせていましたが、やはり実際に研究室に入ってみての感動は予想以上のものでありました。普段では見られない、感じられないようなものを知覚することで、学問に対する視野が広がったような気がします。

以下各研究室訪問についての感想となります。

・堂免研究室様

まず、光触媒研究についての分かりやすい説明をありがとうございます。実際の実験時の動画等も見せて頂いたことで、どういったアプローチをされているのか視覚的にも理解しやすく、また内容も化学好きの私にとっては非常に興味をそそられるものでありました。何故可視光を利用する必要があるのか、海水を原料にはできないのかといったような我々の質問にも丁寧に対応して下さったことも理解の助けとなりました。

また、実際の研究室(しかもリアルタイムで作業中のもの)を見せて頂いたことは私にとって非常に大きな意味を持つ経験となりました。大学の研究設備の凄さに驚かされるとともに、私もその

ような環境下で自分の研究をしてみたいというような気が沸き起こり、進学へのモチベーションが高まりました。実際に個々の実験器具を何に使っていらっしゃるのかについての説明も、研究内容のイメージを掴むのに役立ちました。

今後もより高性能な光触媒の開発に期待しています。関連のニュース等、以前より注意深くチェックするようにしたいと思います。

・山東研究室様

当日は、時間の都合上研究室の簡単な説明を受けるのみとなりましたが、生体での分子の動きの解明というテーマには、非常に興味が沸きました。特に人工増殖因子についての研究については、そんな事が可能なのかと驚かされました。因みに研究室で解説して頂いたマイクロピペッターですが、あの後使う機会があり、当日得た知識が役立ちました。このような小さな繋がりも大切にして今後の勉学に励んでいきたいと考えます。

・鈴木研究室様

詳細な研究内容の解説ありがとうございます。RNA 修飾の欠損からミトコンドリア脳筋症が起こる仕組みなど、 HP や冊子を読んで詳しく知りたいと思っていた点が多く解消されました。また研究室の内部では、今後大学で研究に励む上での心構えについて、強い動機付けとなるような話を頂きました。また恥ずかしながら室内の器具の高価さにも圧倒され、国立大学というのがどのような場所か再認識するきっかけにもなりました。

生物学、化学等の様々な分野からのアプローチで医療にまで貢献し得る、そのような研究の一成功例を学び、その研究室を実際に見た経験は、私のこれからの人生選択に大きな影響を持つものと思われます。 是非他に様々ある、またはあるであろう修飾欠損と各種疾病との関わりについて解き明かして下さい。

この度の訪問は、私も数年後にはあの場で研究が出来るよう努力しようという意志を固める契機となりました。お忙しい中時間を割いて下さったことに、感謝いたします。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科

堂免研究室では、光触媒を使って、太陽光と水で水素を作り出す研究をしていた。私はこのことをホームページで見たときに、とても難しそうな研究だと思い、今の私には関係のない研究だと思った。しかし、話を聞き、車のミラーや壁などに光触媒の二酸化チタンが使われていると知った。私は既にこの技術が実用化されていると思っていなかったので、とても驚いた。いつもあるのが当たり前のように感じていた車のミラーであるが、科学の力で発明したものだと知り、いつもと違う視点で見ることができた。この研究がなければ、雨水を弾かず見えにくい車のミラーや、汚れてすぐ汚くなってしまう壁が現実にたくさんあるのだろう。想像すると、街の景観や、交通事故にも影響があると思う。私はこの研究は世の中をよくしていてすごいと思った。また、光触媒を使った発電方法は完全にクリーンな発電方法だと知った。そして今、水素は水素発電という発電で注目を集めているが、そもそも水素を生成するのに天然ガスなどから作っていて、実はクリーンでないそうだ。再生可能エネルギー源と呼ばれているものは何らかの問題があるが、私はそれらのすべてが費用の問題など環境には関係のない問題だと思っていた。だから水素の生成方法を知ったときショックを受けた。また、光触媒の寿命は半年から 1 年であるそうだ。思ったより長いと思った。半年に一度交換しさえすれば太陽が出てるときはずっと発電できるのはとても効果的だと思った。天気によって供給量には差があると思うが、電力の貯蔵、輸送ができればこの発電方法は無敵だと思った。そしてこれを蒸留水ではなく海水で行うことが目標だそうだ。海水なら簡単に手に入るし、そこまで先のことまで考えて研究は行われるものなのかと思

い、驚き納得した。この発電では、太陽光の 1%のエネルギーを利用できれば地球のエネルギーのすべてをまかなえるそうだ。もし、党免研究室で行われている、太陽光と水から水素を作り出す研究が今よりもっと取り入れられれば、世界は環境への優しさや豊かさの面で今よりずっとよくなると思う。今、発電では火力発電がメインである。安定した電力供給ができるが、温室効果ガスを出してしまう。これを解決できれば私たちは節電という言葉を気にすることなく、心置きなく電気を使えることになる。今まで以上に生活が豊かになることは間違いないだろう。また、東日本大震災で物議をかもした原子力発電にも頼らなくてよくなる。日本国民には福島原子力発電所の事件で原子力発電の存在を不安に思ってる人々もいるだろう。水素発電のみで電力をまかなえれば、その人たちも不安に思うことなく幸せな生活が送れる。人々の生活をして豊かにすることこそ研究の醍醐味であると思うので、それを目の当たりにして感動した。私は将来研究者を目指しているが、このような、日々の生活に役立ったり、人々の嫌な気持ちを少しでも減らすことができる研究をしたいと思った。この研究所訪問で聞いたこと、見たことは私の人生の糧になると思う。将来の自分の研究についてはまだ想像もつかないが、自分の将来を考えていくときに今回の経験を生かしていきたい。

山東、鈴木研究室では病気の原因を分子レベルで探る研究を行ってるそうだ。ミトコンドリアは ATP を合成するが、ミトコンドリアがおかしくなると病気になってしまうそうだ。難聴や低身長、脳卒中などがそのことが病気の原因なのだそうだ。ミトコンドリアはとても小さいのに、ミクロの世界を研究して医療の現場に生かすということに研究の精密さ、地道さを感じた。研究者になるには忍耐力、我慢強さが必ず必要になると思った。

工学部では日本で行われている最先端の研究を見ることができた。私の人生にとって良い経験になると思う。この経験をしっかりと生かしていきたいと思う。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科

一般的に言って、工学部というと機械等のイメージが固定化されているが、今回見学した 3 つの研究室は、どちらかというと生物や化学といった理学部や、それこそ農学部が行う研究のような一般で広く認知されている研究をしており、私は工学部は分野のはばが広いなと思った。

まず、堂免研究室を見学させていただいた。この研究室では光触媒を用いた水素生成の研究を行っていた。光触媒は 50 年ほど前に開発された古くからある技術で、家の壁に塗ったり、トンネル等の照明カバーに塗ったりして汚れがつきにくくなるようにしている。この光触媒は波長が 400～800 nm 位が限界であり、今まで太陽光の数パーセントほどの紫外線しか使えず、とてもエネルギー変換効率が悪い。そこで全体の 45 パーセントを占める可視光を使った光触媒が可能でないか研究を行っている。結果、青色 LED やレーザーに使われる窒化ガリウムが可能らしく、期待が集まっている。将来的には 25 平方キロメートルの土地でものすごい量のエネルギーを産み出せる。またこの発電方式では海水を使うが、水の汚染はないという。しかし、問題もあり、窒化ガリウムは半年以降安定したエネルギー生産ができなくなるため、触媒の交換が必要になる。また、海水を使用したさいに、同時に塩素も発生するため、その対策も必要になる。このようにまだまだたくさんやることはあるが、こういった環境に配慮した研究が進むのは良いことだ。そのせいで環境破壊が起こったら元も子もないが。

次に山東研究室を見学した。ここでは分子医療の研究をしており、分子の形や種類の変化を研究することによって、病気を解明するという研究を行っていた。今回はラボのなかのみを見学させて

いただいたが、大学ならではというか研究費が多いだけあって、様々な器具があった。例えば、危険な試薬を使う場合にはガラスケースの下を少しだけ開けて、そこから手を入れて実験していた。ガラスケースの上部から空気を吸出して、危険な気体が人体に入らないようにするためだそうだ。また DNA を製造する機械もあり、独自の配列の DNA を組み立てられるそうだが、1 回にかかる費用と時間がとてつもないので、外部機関に頼むことが多いらしい。その他にも様々な面白い設備があった。

そして、鈴木研究室を見学した。ここではミトコンドリア等に含まれるＲＮＡの研究をしており、これを解析することによってどんな細胞や組織を形成するのか、といったことを研究をしている。主要な研究である１つのミトコンドリア脳筋症はミトコンドリア tRNA のタウリンが欠陥して起こるそうだ。そのような RNA を調べるにはものすごく細い管に RNA のはいった液体を流す必要があるそうで、その機械を見たところ、様々な構造が見えていて、とても高そうだと思ったら、なんと 100,000,000 円位する機械だった。大学にはこういった環境が整備されているのだなあと思った。基礎研究の方では大腸菌を光らせる実験をしていた。この光る物質は、ノーベル賞をとった先生が研究を行っていたオワンクラゲにある光るタンパク質だそうで、これを大腸菌に与えてどの器官を形成するのか調べるそうだ。先人の研究があってこそ化学は成立するのだと思った。

全体を通して印象に残っていることは鈴木研究室のかたが、短期的に見ると無駄なことかもしれないが、100 年 200 年先を考えることが大切だ、とおっしゃっていたことだ。科学というのは長い歴史を積み重ねた上で、成立する。これは科学に限らず様々な方面で同じことが言えるのではないだろうか。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科について

・堂免研究室

紫外光、可視光、赤外光が太陽光に占める割合はそれぞれ１．６%、４０．７%、５７．７%であるのに、太陽光を有効に利用しようとした場合、可視光を利用する必要があるということに疑問を持っていました。一番割合が多い赤外光を利用する方が良いと思っていました。しかし、光の波長が１０００nm より大きくなるとエネルギーが小さく、利用することができないというお話をお聞きして、可視光を利用しようとする理由が分かりました。うまく組み合わせれば赤外光も利用することが出来るかもしれないというお話をお聞きして、やはり柔軟な発想が必要だと思いました。光触媒の二酸化チタンは薄く塗ることで、汚れない壁、汚れないガラス、曇らないサイドミラーなどに利用されているというお話をお聞きして、光触媒が私たちの日常生活で役立っていることが分かり光触媒に興味を持ちました。光触媒の寿命は３～４ヶ月、半年でも９割ほどの性能だというお話をお聞きして驚きました。可視光応答性光触媒は光の波長が大きくなるほど、色が濃くなると分かりました。水素を利用することで、プラスチックを作れることが分かりました。水素を作り出すために純水を利用し、海水を利用しないのは何故なのかと疑問に思っていました。本当は海水を利用したいけれども、海水を利用しようとすると水素ではなく、塩素の生成になってしまうというお話をお聞きして、海水を利用できないことは残念だと思いました。しかし、海水を蒸発させて得た水蒸気からは水素を作り出せる、海水にも可能性はあるというお話をお聞きして、近いうちに海水から効率よく水素を生成してエネルギーを得られるようになって欲しいと思いました。太陽光の１%を利用することが出来れば、世界中のエネルギーを賄えると知って驚きました。今回の研究室訪問で、もっとエネルギー問題に関心を持って積極的

に調べていこうと思うようになりました。

・山東研究室

病気の原因となるタンパク質を解析することによって、その病気の治療方法の基盤をなそうとしているとお聞きして、とても素敵な研究だと思いました。DNA を人工的に作ることが出来る、業者に依頼して作ってもらえるというお話をお聞きしてとても驚きました。大学の研究道具の値段が、予想よりはるかに高くとても驚きました。大腸菌の培養や DNA のお話をお聞きして、物理を選択していても、本や新聞などで生物の知識を蓄えておく必要があると感じました。工学分野と医学分野が深く関係していることが分かりました。

・鈴木研究室

全身の細胞の中にあってエネルギーを生産する働きを持つミトコンドリアの働きが低下することによって、細胞の活動が低下するミトコンドリア症という病気があることが分かりました。ミトコンドリア症には知能低下、筋力低下、心筋症、糖尿病、下痢、低身長など様々な症例があることが分かりました。治療方法は対症療法だけで、原因療法を発達させようとしていると分かりました。そのために病気の原因を分子レベルで解明しようとしているというお話をお聞きして、工学分野と医学分野は深く関係していることが分かりました。自力でタウリンを作ることが出来ない猫に、タウリンを含まないキャットフードを食べさせていたことで、猫の心筋症や失明が多発した。それからキャットフードにタウリンを含ませるようにしたというお話をお聞きして、恐ろしいと思いました。菌 A と菌 B はお互いに敵で、お互いを排除しようとしている。そこで菌が抗生物質を放出するから、菌も悪いものではないというお話をお聞きして、菌の役割を知ることが出来ました。地道な研究が病気の治療方法を確立し、多くの人たちを救うことに感動しました。今まで敬遠していた研究職にも少し興味を持つようになりました。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科

・堂免研究室(化学システム工学科)

化学をベースに社会問題にアプローチする堂免研究室では、エネルギー変換型光触媒の研究を進めている。光触媒とは光を照射することで触媒作用を示す物質であり、実用化されている霊としては、TiO2 すなわち二酸化チタンを用いた「汚れない壁」や「曇らないサイドミラー」などがある。堂免研究室で開発が進められているエネルギー変換型光触媒は、太陽光と水から水素を作るものである。化学反応式で表せば $H_2O \rightarrow H_2 + 1/2O_2$ とシンプルに見えるが、これが秘める可能性はとても大きい。地球に降り注ぐ太陽光のエネルギーはとても大きく、有効利用することには非常に大きな価値がある。そこで、太陽エネルギーを化学エネルギーに変換して貯蔵、輸送を可能にするこの研究は世界のエネルギー問題の解決にも貢献しうるだろう。また、この研究において得られるエネルギーは「クリーンで再生可能」であるため環境にも良い。太陽光のうち、赤外線よりもエネルギーが高く紫外線よりも量が多い可視光を利用することはエネルギー変換効率を高めるために重要なことであり、それができる GaN : ZnO(窒化ガリウム - 酸化亜鉛)固溶体のような触媒も開発されている。このようにエネルギー変換効率を高めることや触媒の寿命を長くすること、材料の水としての海水の利用など、実用化に向けた課題はまだまだあるが、その将来性は高く、人類のエネルギー事情を左右することがあるかもしれない。

・山東研究室(化学生命工学科)

山東研究室では、「分子レベルでの生命現象の理解と疾病治療への貢献」をテーマとして研究を進めている。重要な技術として、体の中の分子の構造変化、化学反応、ダイナミズムなどの活動を、体の一部を開くように体を傷つけることなく計測できる超高感度分子センシング技術を開発している。

これは新たに生命を理解することや病気の早期診断に応用できると考えられている。

人工分子の作成もおこなっており、細胞の増殖、分化、免疫応答などの生理活性分子の機能を肩代わりする人工分子を作ることで、新たなバイオテクノロジーを構築しようと試みている。このような研究に欠かせない、遺伝子を組成する装置は、ノートパソコンが制御し順番にいくつかの物質を注入していくもので、これだけで遺伝子が作れてしまうものかと驚かされた。他にも、新薬の種や生物学研究のツールとなるような生理活性分子の創出にも取り組んでいる。

これらの研究はそれぞれ、病気のメカニズム解明や早期診断、疾病治療や再生医療に貢献することを目指して行われている。きっと医療分野にとって新たな重要な基盤となるはずだ。

・鈴木研究室(化学生命工学科)

一般的に RNA といえば単なる遺伝情報の伝令役であるが、現代の研究では、RNA は様な生命現象に働いていることがわかってきた。だから、RNA に異常が出ると、病気になることがある。鈴木研究室では、その RNA のはたらきを解明し、生命現象の基盤原理を作る、そして医療へ応用することに取り組んでいる。

DNA から転写された RNA は基本の構成のほかに、塩基やリボースのメチル化、アセチル化、ヒドロキシ化アミノ酸や糖の付加など、多様な修飾体が知られている。これらの修飾様々な RNA の機能を生み出しているのだ。鈴木研究室の研究においては、RNA 修飾は分子の質量変化があるため、それを追跡する。そして、どのような RNA 修飾の異常がどんな疾患に繋がるのかということを知れば、病気の根本的な解決に向かえるのだ。例えば、ミトコンドリア脳筋症の代表病型である MERAS は、ミトコンドリア t RNA のタウリン修飾の欠損が原因であることがわかった。そして、タウリンの投与は MERAS の治療に有効であり、脳卒中やてんかんが出なくなることもわかったのだ。

「人はなぜ病気になるのか」ということを RNA をキーワードとして探求し、病気などの生命現象の原理を知ることを目指すこの研究は、今までの治療よりももっと深い、根本からの治療を可能にすることが期待できるのだ。

工学部の研究室を見学して、研究内容に魅力を感じたり、設備に驚いたりするとともに、他の分野とのつながりを強く感じた。どの研究室も、化学や生命の分野との関係をもった研究であり、だからこそ幅広い可能性をもっているのだと思った。一つのことに集中することはもちろん重要であるが、常に柔軟に考えることを大事にしていきたい。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科

私が予てから楽しみにしていた企画は、他でもない、工学部への訪問である。私が志望している学部は、今のところではあるが、工学部だからだ。無論、惹かれた理由は、原理を演繹していき、私たちが科学の恩恵を享受できるようになることにある。今回訪問した 3 つの研究室では、それぞれ光触媒、生体内の分子、に着目した研究を行なっており、やはりそのいづれもが、東京大学でしかできない高度な研究となっていた。それぞれの研究を詳しく記すとともに、私の感想も書こうと思う。

まず始めに訪れたのが、堂免研究室である。この研究室は「化学システム工学科」という学科にある。化学を通じて、環境やエネルギーの問題を解決することを目的としている学科だ。そのうえで、この研究室ではエネルギー問題へのアプローチとして光触媒の研究を行なっているというわけだ。光触媒と聞いて私たちが思い浮かぶのは、酸化チタン、すなわち太陽光などの光を吸収して汚れなどの有機物を分解したり、水滴のついた鏡を見やすくするなどの働きを持ち、実際に広く使われているものである。しかしながら、ここでは太陽光によって水を分解、水素を取り出すというエ

ネルギー変換型の光触媒を研究しているというのだ。私自身、これを初めて聞いたときには、光触媒に多くの種類があることに驚くとともに、植物の光合成と似ているように感じた。しかし、どうして水素という化学エネルギーに変換する必要があるのだろうか？そもそも太陽光の地球に降り注ぐ量というのは、極付近と赤道付近、標高などで大きく違ってくる。太陽光の強い地域で従来の太陽光パネルなどで電気を作っていたら、貯蔵や長距離輸送はコスト的にも技術的にも困難を極めてしまう。そこで、水素を用いることで貯蔵・輸送を可能にしようとしたのだ。さらに水素ガスを触媒によって二酸化炭素と反応させることにより、化成品やプラスチックを作ることも可能だ。実際に太陽光による水素の生成を実現するには 2 つの困難がある。一つは太陽光の吸収効率である。地上に到達する太陽光のスペクトルを分解すると、紫外線はたった 1.6%、40.7%を占める可視光線を吸収する光触媒の開発が必須なのだ。ちなみに、1000nm の波長の光までが水の分解に使うことができる。そこで開発したのが、オキシナイトライト型の光触媒である。光触媒を酸化させる代わりに窒化させたもので、そうしてできた窒化ガリウムと酸化亜鉛の混合した光触媒で、可視光線による水の分解を実現させた。もう一つは、純水での分解しかできないことだ。地表に存在する水の大半は海水であり、純水はごく少ない割合しか存在しないことは事実。海水による分解が理想なのだ。この問題に関しては、この研究室では海水から発生する水蒸気による分解を実現しようとしている。二つ目の問題が解決されれば、この研究が社会で活用されるのは近い将来かもしれない。

二つ目の山東研究室、三つ目の鈴木研究室では、分子生物学や生化学による病気の発現メカニズムの解明を行なっている。研究成果としては、ミトコンドリア病の一つであるミトコンドリア脳筋症は、ミトコンドリア tRNA の 5-タウリノメチル修飾の欠損が原因であると突き止めたのだ。その研究のうえで開発したのが、質量分析機である。帯電させたうえで、電極に近づく強さの差から質量の違いを見つけ、修飾がなされているかどうかを調べる画期的な機械だ。それにより、ミトコンドリア病の tRNA を調べることができたのだ。その他に病気の研究にも、この方式でのメカニズムの解明がされており、これまで治療が難しいとされたものの新たな治療法の開発に一役買っているのだそうだ。

今回の工学部訪問では、実際に私たちの身近なことに役立つ研究を見学することができ、さらに工学部への興味を深めることができた。進学への思いが強くなったことは、自分にとっての良い影響であったと感じる。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科

・堂免研究室

光触媒による太陽光から受け取ったエネルギーを利用する事について学んだ。まず、光触媒には金属イオンを含む窒化物や窒酸化物が使われており、それらはアンモニアを流しながら物質を温めることで作られることを学び、その作業をしている実験装置も見学することができた。また、どの様にしてエネルギーを取り出すかというと、光触媒が太陽光を受け取り、太陽光のエネルギーを用いて水を水素と酸素に分解するという方法だった。この方法ならば石炭や石油といった、いわゆる化石燃料のような有限の資源を必要とせず、さらに水素をエネルギーとして利用する際に生成されるものは水のみであるためにとても地球にやさしくエネルギーを利用できるのだ。さらに、水素は電気などのエネルギーと違い、貯蓄して運ぶことが容易であるためにいろいろな地域において普及が可能であることを知った。また、堂免研究室では光触媒のエネルギー変換効率を上げるために、大きなエネルギーを持つ可視光を吸収できるような光

触媒を開発していることを学んだ。そして、将来的に、太陽光をより多く吸収できる赤道付近に大きな光触媒を設置するなどの普及案があり、それらを実現するために、現在真水でしかできない水の分解を海水でも可能に出来るような研究や、光触媒のエネルギー変換効率をより高めるための研究をしていることを知りました。エネルギー問題という日常的にニュースなどで耳にする問題に対する「光触媒による太陽光エネルギーの利用」という具体的解決策の研究を見学させて頂いたことによってエネルギー問題に対する関心が高まった。

・山東研究室

事前にインターネットで調べていた生体を分子レベルで調べ解析することで医療などに応用していく研究の装置の一部を見学させて頂いた。一つ目に、パソコンを用いて指定した DNA の配列を持った細胞を作る機械だ。自由な配列を持った細胞を作ることができるということにとても驚いた。二つ目に、大腸菌を増殖させる機械だ。大腸菌に細胞を持たせた上で増殖させることで、持たせておいた細胞も増やすというものだ。生物学の研究において機械だけでなく生物の力を利用することで研究をより円滑に進めていることを知ることができた。研究室を見学させて頂いた中で研究において、人間がやる部分、機械がやる部分、生物がやる部分、と分かれていた。それぞれの利点を生かした効率の良い研究が行われているのだと感じた。

・鈴木研究室

mRNA を生成する際の修飾においてタウリンが欠損することによって遺伝子情報を上手く読み取ることができなくなることによって起きるミトコンドリア脳筋症について話を聞かせて頂いた。この病気の原因を発見したのがこの研究室であるという話を聞いて、やはり東京大学の研究室は世界の最先端であることを改めて感じさせられた。また、日々の生活の中では栄養ドリンクなどに含まれていることで知られているタウリンが RNA の修飾に用いられているということに驚いた。知っていると思っていたものが思いもよらないところで利用されているという経験はその他の学問、生活にも言えることだと感じた。

また、この研究室を見学させていただく際に、研究内容の話だけでなく、大学生活などの話を聞くことができた。実際に現在研究室で研究している学生さんの話を聞くという経験は貴重なもので、どのようなスケジュールで研究しているのかといった話を聞くことができたことは将来の大学生活について考えるとても良い材料になった。そして、講師の方から「基本的な研究だからどのような形で実用されるかわからないが、それだけ実用の幅が広い」という話を聞いた。これは研究においてとても大事なことで、具体的な応用方法にばかり目が行きがちだが、基本的な研究があるうえでそういった応用がなされるのだということを知ることができた。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

〇工学研究科

今回の訪問では堂免、山東、鈴木と 3 つの研究室を訪問したが、まずは堂免研究室についてである。

堂免研究室の研究内容は「光触媒」についてである。光触媒といえば、汚れにくく、抗菌・殺菌作用がある車のサイドミラーや壁紙などを思い浮かべると思うが、この研究では太陽光を利用して水を水素と酸素に分解する研究を行っている。現在世界が直面している環境問題やエネルギー問題を太陽光と水から燃料となる水素を大量に取り出すことで解決することが目的だ。

今までの遷移金属酸化物をベースとした光触媒では波長が 400 ㎚以下の紫外線からしか取り出すことができなかった。しかし、太陽光に含まれている紫外線はごくわずかであるので、太陽光を利用しようとする場合、波長が 400 ㎚から 800 ㎚の可視光線を利用することが必要である。そこで酸

化物材料から離れて、窒素や硫黄を「構成元素」として含むような材料の探索を行ってきた。そして、〖Ta〗_3 N_5 や TaOH や LaTiO_2 N や〖Sm〗_2 〖Ti〗_2 S_2 O_5 を発見した。しかしこのような材料は犠牲剤存在下でしか存在することができない。よって、現在、触媒の調製法や修飾法の開発を行っている。

また、最近研究室では、GaN や ZnO が固溶体を形成した材料が水を水素と酸素に分解できる安定な光触媒材料であることを発見した。

今回実際に研究室を訪れ、話を聞いてみて、地球に降り注ぐ太陽光のうち約１％を利用することができれば世界中のエネルギーを補えるということを聞いて意外と近いうちに全エネルギーを太陽光エネルギーでまかなえるのではないかと思った。しかし、どのように貯蔵可能な輸送エネルギーに変換するかということも定まっておらず、まだまだエネルギーの変換効率が低いということをふまえると、その日は遠いと思い直さざるを得なかった。また、世界規模での協力も必要不可欠だと感じた。

次は山東研究室についてである。研究内容は「生体における分子化学」である。人間の体を構成している化学分子の異常によって引き起こされるがんや精神疾患等の種々の疾病や機能不全の早期発見・未知の生体メカニズムの解明について有用な情報を得ることを目的に、この化学分子を観察、制御する方法を確立しようという研究である。いまだアプローチの方法が確立された分野ではないが、この研究室では具体的に分子に含まれる特定の核を高感度・高選択的に検出する技術や、生体の中で目的の分子の動きを制御する技術の開発に取り組んでいる。

実際に研究室をみて、まず使用している器具に驚いた。そこには RNA をつくる機械があった。まさか RNA をつくることができる機械があるとは思っていなかったため非常に驚いた。またそのような機械があるのなら実験の進行スピードがかなりはやいのではないかと思った。

次は鈴木研究室である。研究内容は「RNA と医療」である。生物の遺伝子である DNA から転写された RNA はアデニン、グアニン、ウラシル、シトシンから構成されるが、RNA を修飾する際に異常が起き、それが様々な疾患の原因となる。この異常が起きた RNA のうちどこに異常が起きたのかを明らかにし、疾患の治療につなげようという研究である。この研究室では主にミトコンドリア脳筋症についての研究を行っている。この病気の代表病型の MELAS はミトコンドリア内のタンパク質合成の異常が原因であり、

約８０％が mt t RNA 遺伝子中の 3243 位 A から G への変異などを発見した。

実際に研究室をみて、ここでも使用している器具に驚かされた。1 億円の分子を追いかける機械である。さすが東大だと思った。また、学生は教授の許可がおり、予算以内であれば、自由に気になる生物の遺伝子を調べたりできると聞いて、驚くとともに楽しそうだと思った。実際に抗生物質を見せていただいた際に「ペニシリン」を見た。ドラマの「仁」で見たことがあったので、実際に見ることができ、とてもうれしかった。

訪問した研究室の研究内容は 3 つともナノ単位まで量れるピペットを用いていたりと、すべて小さな世界の話であり、少しのミスが実験結果に大きな影響を与えるものであり、時間もかかるものであったが、だからこそ魅力が多く、達成感も大きいのだと感じた。私が志望している農学部でも同じことがいえると思う。今回感じたことを忘れずに、これからの受験勉強、大学生活に臨みたい。