T=Technology

T time!

東京大学工学部
広報誌

Volume 31 | 2009. 6

contents

1 | 光からエネルギーを　～人工光合成への挑戦～
2 | 安全マネジメント・それを支える現象の科学的解明
3 | 生命の仕組みに学ぶ材料化学
4 | Solar TAO Project ～アタカマ砂漠での太陽光発電と観測天文学の融合～

1 | 光からエネルギーを　～人工光合成への挑戦～

化学・生命系は応用化学科、化学システム工学科、化学生命工学科からなります。応用化学科の橋本和仁教授にお話を伺うと、研究内容はもちろん大学での研究やこれからの研究者に求められるものも熱く語ってくださいました。

橋本　和仁教授
（応用化学科・応用化学専攻）

Q. 先生の研究されている内容について教えてください。

基本的に光が関係していて、光触媒、高分子太陽電池、人工光合成、微生物を使った燃料電池などです。光からエネルギーを取り出すということでエネルギーと環境関係の仕事ともいえます。現在特に力を入れている太陽電池では無機材料、有機材料、生物となんでも扱っています。また、光触媒は研究室で基礎研究から実用化まで手掛け、実際に市場に出ています。

Q. なぜ同じ太陽電池でも扱う材料が多岐にわたっているのでしょうか？

次世代の太陽電池として有機物を用いたものが期待されています。しかし一般に有機物は弱く強い太陽光の下では簡単に壊れてしまうという性質を持っています。植物がなぜ光合成し続けられるのかというと生きているから、つまり壊れても直るからなのですね。人工のものが植物に勝てないのはこの点にあると思います。そこで塗って使える高分子膜の太陽電池なら壊れても簡単に塗りなおせるだろうとか、壊れない無機材料のものなら大丈夫だろうとか、さらにはいっそ生物を使ってしまえという発想で現在のようになっています。

Q. 大学で実用化まで手掛けられるのは珍しいと思いますが、教育、研究に対するポリシーを教えて下さい。

自分の行っている研究がどのように役立つのかが研究室内で見られるというのはそれを知らないでやっているのとは全然違います。しかし、大学においてそれは結果であって目的ではないと思っています。大学での最大の目的は人材育成にあると考えているので学生には基礎よりのところを手掛けてもらい、応用よりの研究は主に研究員にお願いしています。僕自身は基礎化学をしっかりやった人間で、だからこそ今研究室でいろいろな分野を研究できているのだと思います。この経験があるのでなるべく学生には基礎的なことをしっかりと学んでほしいですね。

Q. 読者にメッセージをお願いします。

これからの時代においてはこれまでのようにただサイエンスが発展すれば人が幸せになるというような考えは通用しないと思います。しかし２０世紀に汚してしまった地球を救えるのも枯渇したエネルギーの代わりを作るのもまたサイエンスなのです。サイエンスには誰でもかかわれるというわけではなく、興味や能力がありかつ教育を受けた人だけです。逆に言うとそのような人たちには常に責務があり、真剣に取り組んでほしいと思います。また、そのように考えて取り組むとサイエンスはものすごく楽しくなり、やりがいにつながります。

（インタビュアー　伊與木　健太）

2｜安全マネジメント・それを支える現象の科学的解明

大学、企業で重要になる安全のマネジメント。それを支えるのは起きている現象の解明です。
化学システム工学専攻が掲げるテーマの一つである安全、安心というテーマを背負う土橋律教授の研究室では、単純なようでその実まだまだ未知である燃焼という現象の解明に日夜迫っています。

Q．土橋先生の研究室ではどのような研究をされているのでしょうか？

私の専門は元々「燃焼」です。ものを燃やすというのは古くから研究されていますが、まだまだ解明されていないことも多い分野なのですね。この燃焼という切り口から、環境、安全という二つの分野が広がり、現在は燃焼、環境、安全という３分野での研究を行っています。環境というのは、燃焼により生成される燃焼排出物が問題になるため、燃焼と関連して研究分野として重要になってきました。また、燃焼はうまく使うとエネルギー源になりますが、制御できないと火災、爆発など災害を引き起こすので、安全もまた燃焼と関連して重要になってきたのですね。安全工学を看板に、特に燃焼に絡む災害を扱っています。

安全確保という切り口は社会の変化からも益々重要になっています。日本は従来、行政法規による規制というのが強いものでした。しかし技術の高度化、多様化によって、これまでの法規では合わない、間に合わないということが頻繁に起こるようになってきました。そこで、もう少し自主的に、事業者が自分でその安全性、リスクを認識して自分で対策を取るという方向に、社会として軸足を動かすようになりました。十数年前から、法規を仕様規定から性能規定に変えることがおこなわれています。こういう寸法で作ってくださいというような仕様規定ではなく、こういう性能を満たすものを作ってください、作り方は性能を満たす限り自由です、というものです。このような性能の規定は、科学的根拠に基づいて決めることが重要であり、安全工学の研究の重要性が高まっています。

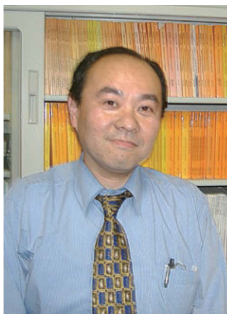
さて、どうリスクを評価し運用していくか、という安全のマネジメントの根元にはなぜその災害が起きているかを科学的に解明する、ということが必要です。安全という分野で私が担っている研究の主な部分は、こういった現象の解明ですね。たとえば小麦粉の製粉工場で起こりうる粉の爆発、粉じん爆発。粉を空気中にまき散らして一定以上の濃度にして着火すると爆発をおこします。それがどういうメカニズムで起きているのか。どういう条件で火がついてどういう機構で伝ぱするか。これが分かってくれば、どうすれば粉じん爆発が防げるのか、あるいは爆発を抑制するにはどうすればいいのかが分かるわけです。

Q．先生の研究室の学生はどのようなテーマに取り組まれていますか？

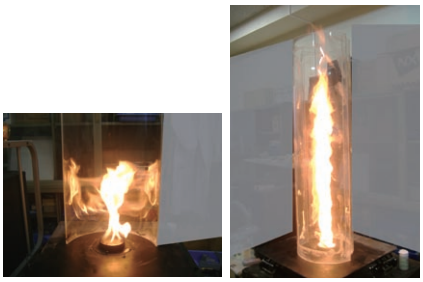
ガス・粉じんの爆発、燃え拡がり、可燃物の難燃化の研究、それから、リスク評価に関するものなどですね。もう少し具体的に言うと、たとえば空気中にまき散らした粉がどうして爆発するのか。ロウソクが次々点火していくように粉から粉へ燃え移っていると考える人もいるのですが、私たちは、熱と反応のウェーブとして火炎が伝ぱしていくのではないかと考えています。

あるいは温度勾配による物質の移動。物質の輸送現象は、通常は濃度勾配により発生しますが、非常に小さい粒子については、温度の勾配によって物質が動く熱泳動という特異な現象が発生します。すすなどの微粒子に働く熱泳動現象について研究しています。

あるいはフリースなど毛羽立った生地の燃焼。毛羽立たせると普通に燃やす場合の数十倍から百倍くらいの速度で燃えてしまう。これは表面の密度の低い部分だけが高速に燃える現象です（表面フラッシュ）。繊維材料の密度がある値以下になると燃え拡がり機構が変化し、高速伝ぱを起こすことが分かってきました。



土橋 律教授
（化学システム工学科・化学システム工学専攻）



写真：研究室で見せていただいた実験
（左）気流を旋回させない初期状態
（右）気流を旋回させた状態

あるいは、火災旋風に関する研究。関東大震災は揺れよりも火災の被害の方が大きかった災害です。中でも、被服廠跡では炎が竜巻のようになる大規模な火災旋風が発生し、約３８，０００人が亡くなってしまいました。旋回する気流と火炎が相互作用を起こすと、火炎が非常に大きくなります。旋回流中での火炎挙動よりはむしろ火炎の根元での可燃物への熱移動現象が効いていることが分かってきました。

いつもは安全管理室の教員として広報に出られることの多い土橋先生ですが、今回は研究のお話を中心にお伺いしました。燃焼の専門から安全、環境へと広がっていく様子から、研究分野の有機的広がり、つながりを実感できたインタビューでした。
（インタビュアー　N・N）

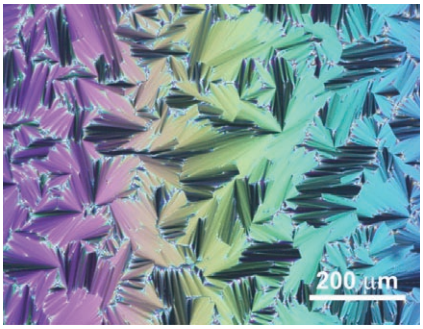
3｜生命の仕組みに学ぶ材料化学

化学生命工学科からは、加藤隆史教授のインタビューをお送りします。「次世代の物質・材料を作る」というキャッチフレーズの下に、従来にない新しい物質・材料を続々と生み出している先生の研究は、多方面から熱い注目を浴びています。高校化学の教科書も執筆しておられる先生に、最先端の研究内容についてわかりやすい言葉でお話していただきました。

Q．先生のご研究の特徴について教えてください。

生命の仕組みをお手本にして、機能を持った高分子や液晶をつくっています。高分子は高校の化学では最後の方に出てきますし、液晶も習いませんね。でも分子を扱うサイエンス＆テクノロジーは実はとても面白い分野なんですよ。

特に扱っている材料は「自己組織化するソフトマテリアル」です。自己組織化というのは、分子を合成すると、分子が構造を勝手に作ってくれる現象です。生体の中でもこの自己組織化がおこっています。この自己組織化を用いて機能を発揮する構造を作るというのが研究の特徴です。ソフトマテリアルというのは文字通り柔らかい材料のことです。ＤＮＡ、神経、骨、細胞膜、などなど私たちの体を構成しているものは、全てソフトマテリアルであると言え、独自の機能を持っています。例えば神経は特定のイオンを通す機能を持った材料です。生体の仕組みの機能を参考にして、人工神経や人工筋肉を作ってみたいですね。



液晶の偏光顕微鏡写真

こすると緑色に発光色が変わる液晶

Q．具体的にはどんな材料を扱っているのですか？

私が研究している材料の一つに「超分子液晶」というものがあります。テレビやパソコンのディスプレイなど幅広く利用されているあの液晶です。実は液晶は生体によく似た構造をもっているのです。このことを利用して、水素結合によって液晶分子を組み立てて、従来にない機能を持たせようとしています。特定の刺激に反応する機能、エネルギーや情報を蓄積する機能、自己修復する機能など様々な可能性が広がっています。

また、これ（左下写真）は研究室の院生が創り出した刺激に応答する超分子液晶です。紫外線を当てると、普段は黄色なのですが、こすったところだけ緑色に光ります。

Q．他にはどのようなご研究をされているのですか？

私が最近興味をもっているのは、自然界の骨、真珠、カニの甲羅などに倣う材料です。このような生物によって自己組織的に作られる鉱物を、「バイオミネラル」といい、材料の観点からも多くの利点があります。

第一に素材が持つ機能のすばらしさです。これは、高強度・軽量で柔軟性に富む非常に優れた材料です。カニの甲羅をむくときのことを考えると良くわかると思います。第二に環境への負荷が低いことです。バイオミネラルは自然界で生まれた物からできているので、廃棄しても分解されて自然界に戻っていきます。第三に少ないエネルギーで作れる事です。常温常圧という条件で作るため、自然にやさしく、コストの面でも大きなメリットがあります。このようなすばらしい特性を持つバイオミネラルの構造を手本にして、新しい材料をつくっています。

博士課程のアントンさん（左）と田辺さん（右）、加藤先生（中央）

Q．どんな学生に来てほしいですか？

知的好奇心のある人、物をいじるのが好きな人に来て欲しいですね。化学は単なる暗記科目ではありません。実は私がこの分野の本当の面白さを知ったのは、専門課程に進んで、創造的な研究の世界を知ってからです。私達は工学部なので、世の中の役に立つ化学を志向しています。化学は、論理的・実践的であるとともに世の中に影響をおよぼし、貢献することを実感できるとても面白い学問ですよ。

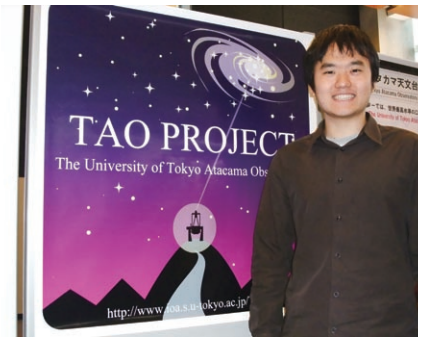
実験装置がずらりと並ぶ研究室では、学生達が熱心に実験に取り組んでいました。先生と学生の間では活発な議論が交わされていて、アットホームな雰囲気が印象的な研究室でした。

（インタビュアー　北野　美紗）

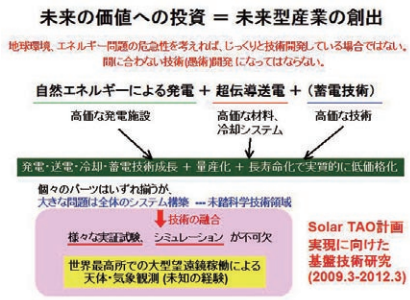
4 | Solar TAO Project ～アタカマ砂漠での太陽光発電と観測天文学の融合～

４月１７日（金）、東京大学の武田先端知ビルにて Solar TAO Project のシンポジウムが開催された。Solar TAO Project とはアタカマ砂漠の標高５６００ｍに建設される望遠鏡を太陽光発電と高温超電導送電により運用することを目指すものである。そして、この望遠鏡により温暖化ガスの精密測定や赤外線での宇宙観測を行うことを目的としている。宇宙への夢と地球上の現実を結びつける環境新時代の基礎科学研究の新しい形、それが Solar TAO Project である。

Solar TAO 計画の一つの柱は赤外線の宇宙観測である。これを実行するためにアタカマ砂漠のチャントール山（標高５，６４０ｍ）に口径６．５ｍの TAO 望遠鏡を建設する。地球から遠い銀河の観測には赤外線が最適であり、従来では観測が困難であった「銀河の誕生」や「惑星の誕生」などを解き明かすことが期待されている。また、もう一つの柱として温暖化ガスの測定がある。今まで測定地点は北米や欧州に偏っており、全地球規模での温暖化ガスの分布はよくわかっていない。今回、南米に始めて測定拠点を設け、測定を行う。地球温暖化を理解するうえで必要不可欠なデータの収集が TAO 望遠鏡により可能になると期待されている。



会場内にて
（写真は Ttime! スタッフの郷原くん）



Solar TAO Project 概要

このTAO 望遠鏡、太陽光発電によるクリーンエネルギーで運用させる計画である。アタカマ砂漠に数ＭＷの太陽電池を展開・運用することで TAO 望遠鏡の消費電力約１ＭＷをまかなう。さらに、太陽電池で得られた電力を高温超伝導ケーブルにより運ぶ。途中の電力ロスがなくなることで、生成したエネルギーがムダにならない。そして、ケーブルを近隣都市につなげることで、望遠鏡の電力をまかなうだけでなく近隣都市への電力供給も可能としている。

Solar TAO 計画とは、銀河の誕生などの宇宙への夢と温暖化ガスの測定などの地球上の現実を、太陽光発電と高温超伝導ケーブルによって結びつける基礎科学研究の新しい形なのである。

（担当　塩野　拓）

広報室から

編集後記

先端の“化学”は授業で教わる教科書の内容から、どんどん離れていろいろな方向に進んでいます。まさに“化け続ける学問”とでも言うべきでしょうか。本号では、化学生命系３学科から１研究室ずつ、最近の研究の内容についてインタビューさせていただきました。研究内容が興味深いものであるのはもちろんのこと、研究に対する姿勢などについても熱く語っていただきました。おかげさまで、“工学系の化学”の研究室の雰囲気がかなりうまく伝えられる号になったのではないかと思います。インタビューをお受けいただいた先生方に感謝いたします。

（広報アシスタント）
坂田　修一、塩野　　拓、千葉安佐子、伊與木健太、
北野　美紗、郷原　浩之、柴田　明裕、毛井　意子、
大嶽　晴佳、小倉　愛未、西村　　知、藤島孝太郎

（広報室）
下山　淳一（工学系応用化学専攻）
大久保達也（工学系化学システム工学専攻）

Ttime!

平成 21 年 6 月 25 日発行
編集・発行｜東京大学
工学部広報室

無断転載厳禁

logo-design | workvisions

ミックス品
FSC認証林及び管理された森林からの製品グループです
www.fsc.org Cert no. SGS-COC-004520
© 1996 Forest Stewardship Council
この印刷物は、FSC森林認証用紙を使用しています。