



# 東京大学工学部 広報誌

Volume 18 | 2007.4

## ▶▶▶contents

### 特集 社会技術としての工学知

1 | 安全・品質に対する社会技術 2 | 太陽光で水を分解

3 | 東京大学のインターンシッププログラム

別冊 第3回工学体験ラボ(T-Lab)開催報告、オランダの理工系学生との交流

◀◀◀ 1 | 安全・品質に対する社会技術 ~システム解析工学~ ▶▶▶

## 1 | 安全・品質に対する社会技術 ~システム解析工学~

近年、安全や品質に関する事件が相次いでいます。そのような事件は、すばらしい技術を生み出すだけでなく、その安全や品質を保証することも工学の役割であると考えさせられます。有形、無形を問わずさまざまなものを対象とし、安全や品質の管理を研究している、化学システム工学専攻の飯塚悦功教授に話を伺ってきました。

**Q. システム解析工学とはどのような研究か教えてください。**

私たちの研究室はシステム解析工学という名前をつけています。これは2つの側面から成り立っています。それは解析と設計です。どういうことかというとシステムは、たくさんの構成要素から成り立っていて、全体として何らかの目的や機能を期待されているものをいいますが、構成要素がどのようにになっているかを知ることが解析、そして全体として目的を達成するための構成要素の最適化を図ることが設計ということです。簡単な例を示すと、環境システムの場合、二酸化炭素の排出量を削減する目的のために、二酸化炭素を排出する構成要素に法律や税金を設定し、排出量が少なくなる方向に誘導するということです。

**Q. 本研究を始めた経緯を教えてください。**

私は学生の頃は統計学をやっていました。当時は、統計学は主に工業製品の品質管理に使われていたため、品質管理に携わりました。品質管理は、単

に良い製品を作るために検査をすることではなく、製品に関して期待される特性を研究し、それらを高めるための様々な技術をうまく使いこなすための方法論です。品質管理に携わる中で、個々の工業製品の品質に関する専門知識だけでなく、そのような専門知識を使いこなす技術、たとえば、作業員に製造技術を教える、製造工程をチェックするなどの管理システムについても興味を持つようになりました。したがって、品質管理を通して、目的を達成するための合理的な手段を決め、実行する方法論を学びました。

そこで、品質管理での経験を抽象化、一般化して様々なシステムに適用できるのではないかと考え、システム解析工学という新しい学問分野として研究を行ってきました。

**Q. 具体的にどのようなシステムに取り組んでいるか教えてください。**

現在、主に医療提供システムに取り組んでいます。その背景は、現在、医療事故は交通事故よりも多く、社会の関心も非常に高いからです。事故の原



飯塚悦功教授  
工学系研究科  
化学システム工学専攻

因は様々ですが、全国的に医療の質が保証されていないことは明らかです。ここで、私の品質管理の経験を生かし、医療の質を向上させることができるのでないかと考えました。

まず、医療事故の原因として考えたのは、病院全体として患者中心で様々なサービスを行う体制が整っていないということです。たとえば、作業の途中で、電話がかかってきたために注意力が緩慢になり、誤った薬を投与してしまったなど、注意深くやればできるけれども、規制やルールがないために間違いを犯してしまったということがあります。このように、病院内には間違いを誘発する要素がたくさんあるため、それらを研究し、防止する方法論を考案することが重要だと考えました。

次ページに続く→



ところが、問題はそれだけでは解決しません。というのは、同じ病気でも病院によって診察結果や治療方針が異なることが多いです。そこで、患者の状況を適切に捉え、患者にどのような医療介入を行えばよいかを適切に判断するための道具を考えました。それが右図の「患者状態適応型パス」です。これは標準化と等しいです。標準化というと一つの方法に統一してしまい、患者の状態はケース・バイ・ケースなので適用できないという意見もあるでしょう。しかし、これまでの経験や知識から考えうる患者状態の経路は何通りかに予想することができ、患者が至った経路に応じて、対処を適切に講じることが必要になります。これらを考えうる経路を完成させていくことにより、日本全国の医療の質の底上げができると考えています。このような標準化を私たちは臨床知識の構造化と呼んでいます。

先に言った患者中心医療の体制の管理やこの標準化を病院に取り入れることによって、医療マネジメントのモデルを作ろうという活動をやっています。具体的にはISO9000\*を病院にも適用していくということです。

今の僕の人生の目標は自分が70歳になったときに、全国どこの病院に行っても、同じように適切な処置を受けられるような社会をつくるということです。

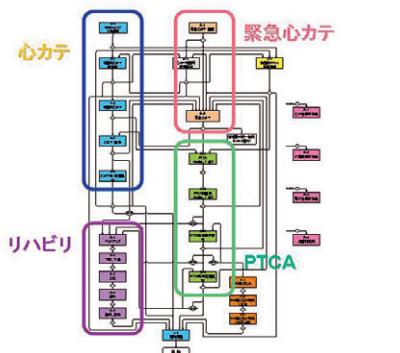
\* ISO9000

国際標準化機構が定めた経営システムや品質マネジメントシステムにかかるモデル。

Q. システム解析工学として「医療社会システム工学」と「構造化知識工学」をあげていますが、後者について教えてください。

臨床知識の構造化も含まれますが、様々なシステムに対し共通する手法として構造化知識工学を掲げています。

構造化知識工学は失敗学の具体的な方法論です。失敗などの経験から一般的な知識を抽出し、将来の具体的な設計対象に適用できるように構築するこ



虚血性心疾患の患者状態適応型バス四角は一定の患者状態に対する医療処置の総体、線は患者状態の経路を示していることです。わかりやすい例を示すと、パイプが壊れた場合、パイプが壊れたのではなく、ある金属がある条件のもとに疲労破壊を起したと知識を抽出し、同じ金属で板材やモーターなど全く別の場面で利用した場合にも、どのような条件で破壊が起こるか予測できるようデータベースを構築するということです。このような知識を“本質”といっています。

構造化知識工学における本質知の抽出と活用を模式的に表したのが下の図です。このように、知識を構造的に蓄積することによりトラブルや不具合を未然に防ぐ最適設計が可能であると考えています。

Q. 先生は品質管理分野の栄誉であるデミング賞本賞を受賞されていますが、デミング賞について教えてください。

デミング賞は1951年に始まつた賞で、本賞と実施賞があります。本賞は

総合的品質管理またはその統計的手法などの研究に関し優れた実績のあった個人に、実施賞は企業に贈られる賞です。

私のデミング賞の受賞理由は、ISO9000の推進、新たな総合的品質管理の概念の提案、ソフトウェアや医療などの広い範囲に品質管理の手法を適用したということです。

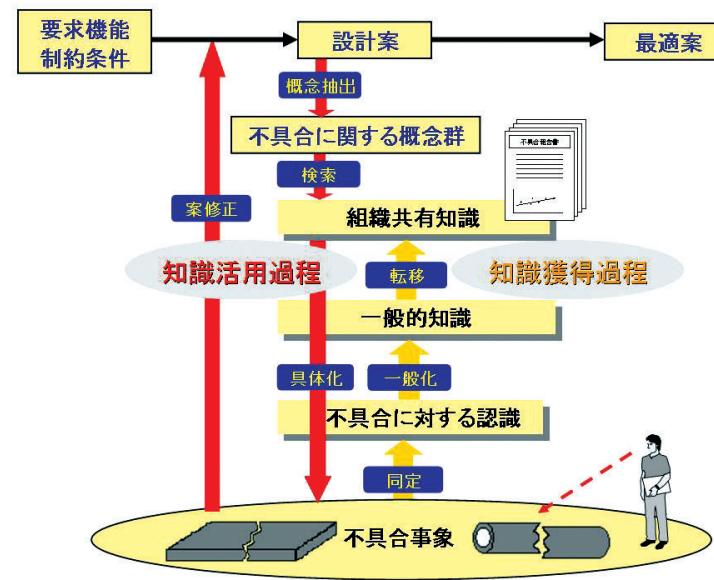
Q. 最後に、工学部を目指す学生に  
メッセージをお願いします。

工学は常に目的意識を失っていない、社会に役立って始めて意味があるという価値観をもっている学問分野だと思います。その手段として、自然科学の法則を利用しています。したがって、自然科学だけでなく、何が本質的に必要なのか見極める能力が必要になってくると思います。

今、学校で理科系や文科系などのさまざまな勉強をしていると思いますが、物事の目的や因果関係などの本質的な意味合いをしっかり学びとってほしいと思います。



(インタビュー 坂田 修一)



## 2 | 太陽光で水を分解 ~水素社会の実現を目指して~

複雑で深刻な社会問題と真っ向勝負するのが、工学部における研究の使命であり醍醐味であります。たとえば、地球温暖化や化石資源枯渇などの「環境・エネルギー問題」を解決するために、工学部ではさまざまな研究が行われています。なかでも、化石資源に替わり水素をエネルギー源として利用する水素社会の実現に向けた研究に近年注目が集まっています。水素社会の実現を目指し、太陽光を利用して水を水素と酸素に分解する光触媒の研究を行っている堂免一成先生にお話を伺いました。

**Q. 光触媒の開発を始めたきっかけを教えてください。**

この研究を始めたのは今から約25年前、私が博士課程に進学した頃です。半導体を用いて光電気化学的方法で水を分解できるという論文が発表されていました。そこで私は、「電気化学的方法から離れて、微粒子触媒を用いて水を分解してみよう」と考えました。多くの研究者がこの課題にチャレンジしていましたが、なかなかうまくいかない難問でした。当時は、「誰も解いたことのない難間に挑戦したい」という気持ちが強かったです。

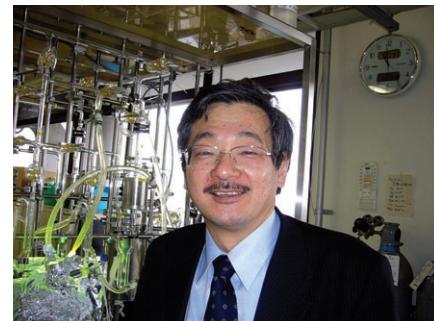
**Q. 特に苦労した点は何ですか？**

太陽光を用いて水を分解できる触媒材料が、全然知られていなかったことです。分解反応を証明するまでの道のりは、非常に難しく心細いものでした。

しかし、「水を分解して水素を作る」という目標自体は、原理的には不可能ではありませんし、実際に植物が行っています。「絶対できる」という確信があって、「これがだめなら、あれ」といろいろな方向から攻めていきました。攻め方を変えても、目標は決して変えませんでした。



堂免研究室で開発された光触媒  
遷移金属イオンを含むナイトライド（窒化物）やオキシナイトライド（酸窒化物）、オキシサルファイト（酸硫化物）  
■犠牲剤（酸化剤や還元剤）存在下で、可視光照射下により水素や酸素を生成する、安定な光触媒材料であることを証明した



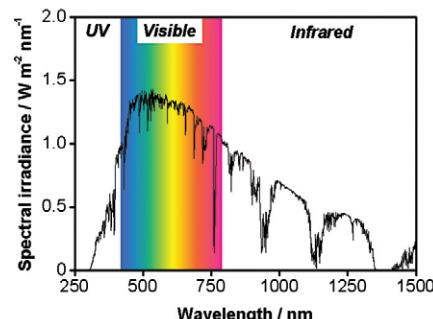
堂免一成教授  
工学系研究科  
化学システム工学専攻

**Q. この研究は、環境・エネルギー問題解決にどのように貢献できますか？**

いま人類が使っているエネルギーのほとんどは化石資源であり資源枯渇や、二酸化炭素発生が問題となっています。化石資源とは、植物や、植物プランクトンが光合成によって蓄えた太陽エネルギーが地中に埋まったものです。ですから、もともとのエネルギーは太陽エネルギーなのです。今後は化石資源に替わって、太陽エネルギーのような再生可能エネルギーを直接利用していくことが非常に大切です。

そこでもし植物の光合成のように、水を分解できれば、発生した水素をエネルギー源として使うことができます。水素なら、そのまま燃やしても、二酸化炭素は発生せず水になるだけです。太陽光があれば、このサイクルを無限に繰り返すことができます。

現在エネルギー源として使われているガソリンや天然ガスなどを、二酸化炭素の発生しないクリーンな水素に替えてしまおうと考えています。水素の使い方としては、燃料電池などが考えられており、さかんに研究されています。私たちは、その前の段階であるエネルギー源を作る部分の研究を行い、水素社会の実現に貢献したいと考えています。



太陽光のエネルギー分布  
光触媒により、可視光領域のエネルギーを有効活用することが可能となる

**Q. 触媒の研究は理学部でも行われていますが、先生の考える理学部・工学部の違いとは何ですか？**

理学部では「面白い研究をしたい」、工学部のほうは「最終的に社会に役に立つ研究をしたい」というモチベーションがあります。工学部では、自分の研究がうまくいったら、最終的にどのような方向で使われ、どのように役立つか、ということを常に頭において研究を行っています。

たとえば新しい触媒をつくるときでも、理学部では、面白い現象が見つかればよく、あまり性能は気にしません。対して工学部では、その触媒が自分の目標に対して、よりよい触媒なのか、そうでないのかを意識しています。多少見かけが悪くても活性が高いとか、選択性が高い触媒が『よい触媒』とみなされ、実用化を目指して研究が進められます。

その一方で、面白い現象から新たな研究が始まることもあり、どちらのアプローチも大事です。

**Q. 最後に、読者に一言お願いします。**

社会には非常に大きな問題がいくつもあります。しかも、本質的な問題が多く基礎的なところから取り組まないとなかなか解決しないものがほとんどです。工学部だから「応用」というのではなく、基礎的なところもちゃんとわかった上で、実際に問題を解決していく、といったことをしています。社会のいろいろな問題を解決しようという意欲をもった学生には、ぜひ工学部で頑張ってほしいと思います。

(インタビュー 宮負菜穂子)

### 3 | 東京大学のインターンシッププログラム

東京大学では、社会に眼を向けた人材育成を目指し、インターンシッププログラムを充実させています。今回は、工学系研究科化学システム工学専攻で修士1年次に行われている「プラクティスクール」について同専攻・岡田文雄准教授にお話を伺いました。

#### インターンシップの意義

大学での研究は、自分の興味のある分野を深く掘り下げるという意味で「タコツボ型」と誤解されがちです。もちろん、特定の分野に関して深い専門知識を持つことは重要ですが、広い視野を兼ね備えることによりその専門知識を社会に役立てることができるようになります。インターンシッププログラムの充実は「広い視野を持って自分の専門知識を社会で活用できる実践的な人材を育成したい」という大学側の意思表示でもあり、専攻の大学院生の8割程度がインターンシップを受講しています。

#### 企業における研究開発（R&D）体験

インターンシップの一環として、専攻では「プラクティスクール（以下PS）」という授業を実施しています。PSとは、通常の職場体験型のインターンシップとは違い、最先端のR&Dにおいて企業が抱えている課題を学生が解決するというものです。この授業では、学生が企業の研究所で企業の研究者と同様の研究を行い、研修期間内にある程度の成果を出すことが求められます。学生に与えられるテーマは、人的、時間的制約等のために企業が検討した

くても手付かずであるものが多く、もし解決されれば製品化に結びつくものもあります。

6週間の研修期間で成果を出すため、事前に大学で約4ヶ月にわたってプログラミングの練習やテーマの解決方法の検討を行います。企業での研修は、事前に立てた仮説をシミュレーションや実験により検証し、その結果を元に企業の研究者とディスカッションを行って次の方策を考える、という流れで進められます。そして、6週間という研修期間内に何らかの結論を導き出し、最終報告会で発表します。最終報告会には、職場の方々はもちろん、役員クラスの方々も出席して学生の発表を聞き、学生が得た成果が企業にとってどの程度役に立つかを評価します。また、作成した研究報告書やプログラムソフト等は、実際に企業で効果的に利用していただきます。この間、大学の教員が学生のアドバイザーとなり、課題解決をサポートします。学生にとって、仕事を成し遂げた、成果が評価された、企業と社会の役に立ったという経験が大きな「自信」につながります。

#### 企業の研究と大学の研究

学生の皆さんには、大学だけではなく企業の研究現場を垣間見ることに



研究所の前で

研究所の制服もすっかり馴染んだ様子

よって、それぞれの共通点と相違点を理解してもらいたいと思います。企業の研究と大学の研究では求められるものが自ずと異なります。大学の研究では、自由な発想を元に比較的長い時間をかけて新規性の高いものを生み出し、あるいは未知の現象を解明します。それに対して企業の研究では、納期、コスト、安全性や製造プロセス上の制限などの様々な制約がある中で「使える技術」や「売れる製品」を作り出していく必要があります。

仮説・検証を繰り返して新しいものを生み出す、という基本的な方法論は変わりませんが、人によって企業と大学の研究スタイルについて「好み」が分かれると思います。実際に、PSで企業におけるR&Dを経験したことによって企業への就職を決意した学生がいる一方、博士課程への進学を決意した学生もいます。このように、PSでの経験は学生が今後のキャリアパスを考える上でも大きく役立っていると思います。

(インタビュー 宮負菜穂子)

## 広報室から

#### 編集後記

今回の内容は、東京大学工学部が、①社会とのつながりを重視している、②新規技術開発からシステム構築までを創造している、③実際の社会に新規技術を組み込む社会技術開発までを視野に入れている、そういう学部であることを、読者の皆様にお伝えしたいと思って企画しました。社会的に価値ある創造性の高い新規技術開発の後、緻密にシステムとして設計開発し、その後社会技術として仕立て上げるプロセスには、学部や大学院の学生・教員・企業をはじめとする実組織の方々が参画し、「社会技術としての工学知」を積み上げていく毎日がキャンパスのあちこちで展開されています。この号を読んで、社会貢献できる真のエリートたらんとする若い方々がわれわれのプロジェクトに参画し、その活動を通して成長し自律していくことを期待しています。(水流聰子)



#### (広報アシスタント)

宮負菜穂子（工学系化学システム工学専攻修士2年）

坂田 修一（工学部マテリアル工学科4年）

小島久美子（工学系社会基盤工学専攻修士2年）

松本 理恵（情報理工学系知能機械情報学専攻修士1年）

（広報室）

水流 聰子（化学システム工学専攻）

堀井 秀之（広報室長・社会基盤専攻）

Ttime!

平成19年4月27日発行

編集・発行 | 東京大学  
工学部広報室

無断転載厳禁



# 第3回工学体験ラボ(T-Lab)開催報告

## テーマは「エレクトロニクス」

### 東京大学工学部広報誌 Time! Volume 18 別冊

日本の将来を担う高校生に最先端の研究を実際に体験し、工学の魅力を知ってもらうために、東京大学工学部では、「工学体験ラボ(T-Lab)」を定期的に開催している。3月10日に行われた第三回は、「のぞいてみよう！社会を支える最先端エレクトロニクス～電気・電子・情報インサイド～」と題し、セミナーと実験、クリーンルーム見学が行われた。当日は東大の合格発表と重なったが、多くの高校生が工学部11号館1階の工学部広報センターT-Loungeに詰め掛け、工学の魅力を発見したようだった。

#### 電気・電子・情報工学の歩みと未来

第1部では、新領域創成科学研究科・基盤情報学専攻の柴田直教授が講師となり、電気・電子・情報工学の「歩み」と「現在」そして「未来に向けた研究」について概説した。

電気・電子・情報工学の「歩み」では、この学問は電磁気学や量子論などの物理学の発展とともに起こりとても奥深く、また、情報処理や通信、エネルギー、コンテンツと幅広く取り組み社会に密接に関わっている面白い学問であると紹介した。「現在」では、コンピューターの基礎であるMOSトランジスタと論理回路について説明した。少し難しい概念だったが、高校生は熱心に聴いていた。「未来に向けた研究」では、大学での勉強は教科書にのっていることだけでなく、教科書にのっていないことを創造することと説明し、その例として先生の右脳的コンピューターの研究について説明した。高校生は未知の領域の挑戦に目を輝かせていた。



音声分析実験の様子

#### 光通信&音声分析実験

第2部では、2つの班に分かれ、交互に2つの実験が行われた。

三田吉郎准教授（工学系・電気工学専攻）の実験では、光通信の実験を行った。班を送信機作製グループと受信機作製グループに分け、光センサーや発光ダイオードなどの電子部品をはんだごてを用いて、プリント基板上に配線した。電子工作は初めてという高校生もいたが、先生に積極的に質問し、実験機を完成させていた。携帯音楽プレーヤーを接続し、光ファイバーを通して音楽が送信された時、会場から歓声が起こった。

峯松信明准教授（新領域・基盤情報学専攻）の実験では、コンピューターを用いて音の物理について、実験、検証を行った。高校生たちはコンピューターに向かってさまざまな声を発し、コンピューターに表示される波形の違いを楽しんでいた。また、音の物理の応用として、英語の発音診断を行った。高校生は診断カルテをみて、英語



柴田直教授によるセミナー

の発音の奥深さに気付かされたようだった。

#### スーパークリーンルーム見学

実験の後は、「T-Lounge」を離れ、浅野キャンパスにある武田先端知ビルの実験施設であるスーパークリーンルームを見学した。クリーンルーム内の大きい装置や、宇宙服のような服装に高校生は驚き、積極的に質問していた。

#### 現役学生とのコミュニケーションタイム

クリーンルーム見学の後は、再び「T-Lounge」に戻り、電気系3専攻の学生とコミュニケーションタイムが設けられた。高校生は大学生の生活や勉強、研究について、様々なことを質問していた。

工学体験ラボ（T-Lab）は今後も各分野で開催される。最先端の研究を東大教員から直接学べる機会なので、ぜひ参加してみてほしい。

（担当 坂田修一）



光通信実験で電子工作をしている様子



スーパークリーンルーム見学の様子

## オランダの理工系学生との交流

オランダの都市デルフトは、中世の雰囲気をそのままに残す美しい街です。この街に、オランダ有数の規模そして歴史を誇るデルフト工科大学があります。デルフト工科大学の学生自治会に所属する学生が、「理工系学生減少問題の国際比較プロジェクト」を行うために来日しました。とある昼下がり、工学部11号館T-Loungeに彼らを迎える意見交換を行いました。

### テーマ1：学生生活

日本から遠く離れたオランダの学生生活について聞いてみた。

「大学進学のための選抜は高校（大学進学を前提とした教育機関、修業年数は6年）入学時から始まります。レベルの変更は隨時行われるため、卒業時も入学時と同じレベルということはまれです。卒業時のレベルで進学可能な大学が決まります。デルフト工科大学への進学は、高校の科学コースを高いレベルで修了した学生に許可されます。」

「学部の修学期間は3～5年くらいで、人によってさまざまです。多くの学生は2年間の修士課程に進学します。」

オランダでは修学期間の個人差が大きい。実際今回来日した学生は、自治会の仕事を行うため1年間休学している。また、日本のような大学入試はないが、希望の大学に進学するためには地道な努力が求められる。ところで、オランダで人気のある学部とは何だろう。

「学部なら医学、法学、経済学、心理学などに人気があります。というの



デルフト工科大学の図書館前

も、これらの学部は、理工系の勉強・研究より易しいとか、卒業後に良い待遇の仕事に就ける可能性が高いと考えられているからです。またデルフト工科大学の中の学科で人気があるのは、機械工学科、建築学科、航空宇宙工学科です。」

「オランダでは、大学に進学すると約半数の学生が親元を離れます。100人で家を借りて共同生活する人もいます。また、皆、学費の一部が支給される奨学金を政府から受け取っています。」

独立心の強いオランダの学生たち。では大学卒業後の進路はどのようになっているのだろう。

「工学部で学んだ専門を生かした就職をする学生もたくさんいます。その一方で、金融業やコンサルティング業に就く学生も増加しています。」

人気の学部、就職先とともに、遠く離れた日本とオランダで同じような傾向になっていることに驚いた。

### テーマ2：理工系学生の減少問題

天然資源が潤沢とはいえないオランダは、技術の組み合わせによる製品開発を行い、それら製品を海外に輸出することによって富を生み出している。今後も通商貿易で優位に立つために、オランダは以前にも増して科学技術に力点を置こうとしている。にもかかわらず、オランダでも理工系学生の減少



が進んでいるようだ……。

「私たちは、学生にもっと理工学に興味を持ってほしいと考えています。日本では、理工系学科への進学率がオランダよりもずっと高いと聞いています。科学技術立国である日本は、『理工系学生の減少問題』を考える上でとても参考になると思っています。」

「私は理工系学生に女性が少ないことについて特に問題意識を持っています。女性のもつ『社会的な視点』は、社会に密接に関わる学問である工学の発展にとって、良い作用があると思うので、もっと理工系を専攻する女子学生が増えればよいと思います。」

オランダ・日本の学生で活発に意見交換がなされた。「そもそも自分たちはなぜ理工系学科を専攻しようと思ったのか。」「理工系の勉強・研究はおもしろいか。」などなど、話は尽きない。

交流会を通して、日本とオランダの違う点、同じ点が見えてきた。遠い国で理工系学科を専攻している学生との交流、大きな収穫が得られた。

（担当 坂田修一 宮負菜穂子）

## 東京大学工学部／東京大学大学院工学系研究科の国際交流～国際交流室より～

工学部には、さまざまな国から留学生が来ており、自分の意識次第で国際交流はとても身近なものとなる。また、日本での国際交流に飽き足らず、自ら海外に飛び出す学生も多い。海外からの留学生、海外へ飛び出す東大生を支援するのが、工学部・工学系研究

科国際交流室だ。

国際交流室では、「ぜひ留学してみたい」という希望を持つ学生を強力に支援している。2001～2006年の6年間に141名もの学生が国際交流室を通して留学しており、留学先は19ヶ国、27校に及ぶ。

国際交流室の小川敏恵講師は、「初めは

語学に苦手意識を持っている人も多いのですが、留学するという目的ができると、皆めきめきと上達していきます。」と言う。留学に興味のある学生は、勇気をだして第一歩を踏み出してみてほしい。日本での学生生活とは一味違う、貴重な経験ができるに違いない。