

ENGINEERING

東京大学工学部ガイド[エンジニアリングパワー]

P O W E R

Faculty of
Engineering,
The University
of Tokyo



Engineering's Mission

工学部16学科全ガイド
創造的工学が世界を変える

Special Talk

[世界一の研究現場で] 工学女子、夢を語る!
見つけた喜び】

Interview

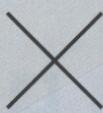
東京大学工学部
北森武彦工学部長/工学系研究科長

工学が担う未来



政治よりも。ロックよりも。世界を変えていくのは工学です。

KODANSHA



WHAT'S
GOING
ON?

東京大学 工学部
Faculty of Engineering The University of Tokyo

若手研究者
鼎談

ノーベル賞を狙え!

世界と戦う “スーパー若手准教授”たち

若手研究者を取り巻く環境が厳しいといわれる昨今、東京大学大学院工学系研究科が実施している「スーパー准教授任用プログラム」では、若手准教授がいきいきと研究をし、世界トップレベルの成果をあげている。ここでは3人の准教授に集まってもらい、このプログラムや研究の魅力を語ってもらった。



触媒反応工学
西林仁昭 准教授

YOSHIAKI NISHIBAYASHI
プログラム発足後すぐに着任。
モットーは、「自分自身にしか
できない仕事を！」。



量子光電子工学
加藤雄一郎 准教授

YUICHIRO KATO
妻も理化学研究所の研究者。
子育てを分担して、ともに充
実した研究生活を送っている。

研究者として独立し 自らの研究に邁進

—今日は「スーパー准教授任用プロ
グラム」に選ばれた3人の若手研究者
にお集まりいただきました。西林先
生は1期生とお聞きしています。

西林 そうですね。2011年で7年
目になります。僕は化学生命工学の化
学が専門で、次世代型窒素固定法を研
究しています。100年以上前から用
いられているハーバー・ボッシュ法とい
うアンモニア合成法があるんですが、
これは大量の化石燃料を消費するので、
環境問題の面からも早急に新しい合成
法を開発する必要がある。この開発に
チャレンジしたくてプログラムに応募
しました。加藤先生は2期生、平林先
生は3期生ですね?

加藤 そうです、着任して5年目です。
僕は学部を卒業してすぐにカリッフル
ニア大学に留学して、量子情報や量子
計算を専門に学び、ポストドク時代はス
タンフォード大学でカーボンナノチュー
ブの研究をしていました。このプログ
ラムならアメリカの同期とも競争でき
ると思って、日本に帰国しました。

平林 私は3年目です。山梨大学の助
手だったときに日本学術振興会の海外
特別研究員として2年間ドイツに行き、
帰国後応募しました。私は社会基盤学
で地球規模の水循環を研究しており、
あまり論文が多く出る分野ではありません
せん。環境省や国土交通省の国土計画
にかかる委員会に反映されるような

結果を出すことが多いんです。論文だけ
でなく、実務にもつながる成果を評
価されて、採用されたのだと思います。

—このプログラムでは、どのような
研究環境が得られるのでしょうか?

西林 プログラムの最大の目的は、世
界に通用する研究者を育てること。そ
のため、研究者として一番伸び盛りの
若手の時期に、研究に集中できる環境
を最大限に与える。授業や会議など大
学の教育にかかる仕事は、かなり免
除されます。予算も、僕は年間100
0万円を3年間支給されました。研究
室の立ち上げ資金に使えます。特任助
教も一人つきます。工学部全体でサボ
ートしてもらえるのでありがたいですね。
平林 研究スペースも、一人あたり
200m²を与えられるんですよ。実験
設備も十分に整えられます。

加藤 一番の特徴は、独立して研究が
できることだと思います。自分の研究
室を持って、自由に研究テーマを決め
られる。日本の大学では、教授の下に
准教授、助教がつくという講座制が一
般的です。研究者として独立できてい
る今の環境は、非常に得難いものです。
僕の研究室では、測定装置も完成して
学生も増えて、自分のアイデアをどん
どん試せて、順調に成果も出つつあり
ます。本当に楽しくて仕方ありません。

世界最先端の研究者に 認められる喜び

—みなさんが研究者の道を選ばれた
理由も、おうかがいたいのですが。



地球水循環インフォマティクス
平林由希子准教授

YUKIKO HIRABAYASHI
2011年冬に第1子を出産予定。
東大は保育園も併設され、産
休後ももちろん研究を継続。

「スーパー准教授 任用プログラム」ってなんだ!?

SUPER ASSOCIATE PROFESSOR

次 世代の工学を担う世界のト
ップランナーを育成すること
を目的として、東京大学大学院工
学系研究科総合研究機構が2005
年より開始したプログラム。任期
は5年(再任により最大8年)。研
究に必要なスペースと研究費の一
部がサポートされ、研究者は特任
助教1名を採用することができる。



加藤准教授の整備された光学実験室

を出せたら、心からうれしいですし、すばらしい充実感を得られますね。

本気でノーベル賞を目指せる環境がある



RESEARCH
合成したカーボンナノチューブ

加藤 雄一郎准教授
東京大学大学院 工学系研究科 総合研究機構 戦略研究部門 量子光電子工学。29歳という東大では異例の若さで准教授に。カーボンナノチューブで電子や光子を量子力学的に制御する量子オプトエレクトロニクスを研究。

自由で独立した研究環境。 楽しくて仕方ありません！

平林 やっぱり研究がおもしろいから

ですね。加藤先生がおっしゃったように、独立した研究者って一番楽しい仕事じゃないかなと思います。

加藤 実は僕は、博士号を取つたあと就職してもいいかなと思っていたんですよ。アメリカでは博士号取得者は、通常の2~3倍の給料で就職できますので。でも大学で研究するうちに、すごく楽しくなって、これを仕事にしたいなど自然に思うようになりましたね。

西林 僕は京大出身ですが、そこの先

生の影響が強いんですよ。すごくいい先生で、学生に何でも自由に研究させてくれて。「科学、特に化学は、学生でもいい結果を出せば、ノーベル賞を取つた偉い学者と対等に議論できるんだよ」

つて励ましてくれて。これってまさに研究者の醍醐味ですよね。他の世界では絶対味わえない。それで研究者になりたいと思いました。

平林 ああ、私も同じ経験があります。



RESEARCH
常温常圧下での合成反応を開発

西林仁昭准教授
東京大学大学院 工学系研究科 総合研究機構 戦略研究部門 触媒反応工学。ハーバー・ボッシュ法に替わる次世代型窒素固定法や新規触媒反応を研究。環境に優しく省エネにつながるグリーンケミストリーの方法論を開発。

僕の次世代アンモニア 合成法を世界中に広めたい！

学生時代に、論文を読んでその研究者を雲の上の存在のように思っていたら、指導教員の先生が、「数年以内にこうじうう先生とは必ずどこかで会えますよ」と声をかけてくださって。確かにそのとおりなんですよ。世界の最先端をいく研究者たちと、研究会や学会などで普通に会えます。自分もそういうところで彼らに認められるような研究成果

平林 このプログラムは、「ノーベル賞プログラム」と陰で呼ばれていますね。東大からあまりノーベル賞が出ていないので、それを取るためにつくったと。それで私、今のうちに西林先生のサイ

西林 確かに化学では日本人受賞者も

多くて、ノーベル賞はすごく現実的な目標ですね。ずっと先のことだとは

思いますが、もちろん僕も目指してい

きたいです。最初にハーバー・ボッシュ法に替わるアンモニア合成法の話をしましたが、僕の新しい合成法が世界中で使われるようになればいいなと思います。このプログラムのおかげで、研究も軌道に乗り、その取っ掛かりを見つけつつあるかなと思います。比較的短期間でいい結果が出せました。先日、学会があつたんですが、ノーベル賞を受賞した先生が僕のところに来てくれて、その成果について「Congratulation」と言つてくれました。それはとても感激しましたね。

平林 このプログラムでは、自分が本当にやりたいことにトライできますよね。ちょっと無茶なことでも誰にも止められない。私はもともと川の流量をテーマにしていたんですが、今は河水と地下水の研究を始めました。これは未知の研究で、観測がむずかしくデータもないんです。でも、自分でも河水に行くようになつたり、新しい展開

西林 僕も、お二人のサインをいただきたいです(笑)。

西林 最後に工学を志す学生さんたちにメッセージをお願いします。

西林 東大工学部には、ノーベル賞を目指せる研究環境があります。実力があつて努力すれば、誰でもその環境を得られる。本気でノーベル賞を取りたいと思っている気概のある学生さんにたくさん来てほしい。僕は、そういう

挑戦が、最先端の 研究成果につながります！

平林 もあつてワクワクしています。こういう

挑戦が、世界的な最先端の研究成果につながると思います。

加藤 僕も量子情報や量子計算の研究をカーボンナノチューブを使ってやっています。電子や光の粒を制御する技術を開発していく、これによって、大容量の情報を安全かつ瞬時に移動できる量子情報通信という新しい通信技術が可能になるかもしれません。



RESEARCH
温暖化による海水と洪水の変化

平林由希子准教授
東京大学大学院 工学系研究科 総合研究機構 戦略研究部門 地球水循環インフォマティクス。気象学・気候学・水文学など自然科学的な側面から地球規模の水循環を研究し、その知見を広める情報社会基盤の開発に取り組んでいる。



電子情報 工学科

「計算知能×コミュニケーション×メディアデザイン」
人間を知り、コンピュータを考え、両者の架け橋をデザインする。

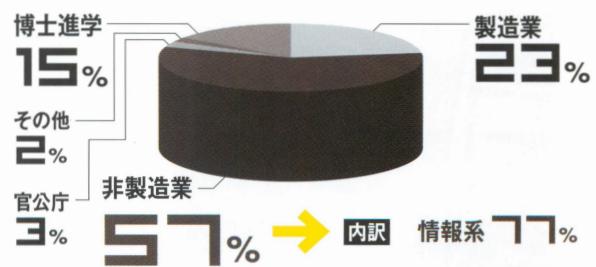
今日の社会では、信頼性・安全性が高く、すべての人が安心して恩恵を享受できる情報通信システムを実現することが、非常に重要な課題となっている。電子情報工学科は、その実現のために、情報処理、通信・メディア、電気、電子など現代情報化社会の中核を担う科学や技術を中心に学び、最先端の応用へと展開する力を養うことを目指す。コンピューターアーキテクチャ、通信・ネットワーク、システムソフトウェア、知的情報処理、デジタルメディアなど幅広い分野の専門家が教員にそろい、世界最高レベルの教育と研究を行っている。

OUTLINE

3年生の時間割例 [夏学期]

	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
MON	制御工学第一	アルゴリズム	前期実験			
TUE	コンピュータ アーキ テクチャ	信号処理工学	前期実験			
WED	半導体 デバイス工学	数学2G	(企業見学など)			
THU	ネットワーク 工学概論	電気回路理論 第二	前期実験			
FRI	電子回路I	ハードウェア 設計論	離散数学	電磁波工学		特許法

修士課程修了後の進路



電子情報工学科では、8割を超える学生が修士課程に進学。社会と密接なかかわりを持つこの学科らしく、卒業生の進路は多岐にわたる。情報分野での活躍が目立ち、大手就職人気企業はもちろん、近年はGoogle や任天堂などへの就職も増加。テレビ局などメディア関連に進む例もある。

【主な就職先】
ソニー、富士通、日立製作所、東京電力、NTTデータ、パナソニック、NTTコミュニケーションズ、野村総合研究所ほか。

『攻殻機動隊』の世界を実現する 情報ネットワークで



Hiroshi Esaki
江崎 浩 教授

Profile

電子情報工学専攻
電子情報工学科
工学博士

1963年、福岡県生まれ。九州大学工学部電子工学科修了。東芝勤務を経て、'98年10月より東京大学へ。2005年5月より現職。次世代インターネットの規格策定からネットワークの実践応用まで、研究・活動範囲は多岐にわたる。「でも、コンピュータ関係は大学を出て会社に入ってから、しっかりとした基礎があれば、卒業後になんでもできますよ」

インターネットの
オープン思想を
社会に広める

『攻殻機動隊』の世界 実現までの3 STEP



今から20年ほど前、電子工学を修了後、一般企業に入社した江崎青年は留学生の米国で文字通りの"Change the World"を体感した。

「ロバート・カーネンとか、ヴィントン・サーフとか、インターネットの父と呼ばれる人たちが統率するナショナル情

感も挙げた。だがプロジェクト発起人代表の江崎浩教授は、きつぱりと言つ。「僕は、省エネがやりたいわけではないんですよ、ホントはね——」

東大工学部2号館は建物全体が一つの巨大な実験場だ。「東大グリーン-CT」と冠されたこのプロジェクトには、商社、ゼネコン、家電、ITなど50もの企業や団体が参加してコンソーシアムを結成。情報通信技術を活用した省エネに取り組んでいる。今夏は使用電力量の平均31%削減を達成、大きな成果も挙げた。だがプロジェクト発起人代表の江崎浩教授は、きつぱりと言つ。

報ステーパーハイウェイ構想のプロジェクトにいたんです。衝撃的でしたね」

全米を光ファイバーを用いた高速通

信回線で結ぶとするこの構想は、そ

の後インターネットの爆発的な拡大へ

つながっていく。江崎青年は18世紀

の産業革命以来の変革と言われる一

革命の最先端にいたのだ。

「お金持ちの研究所が持っていた高性

能コンピュータを使いたいという研究者

の願望から始まったインターネットは、

実際にみんなが使ってみると、WEB

など新しいアプリケーションを投入す

る人も出てきて、どんどん「コミュニケ

ーション」が大きくなり高機能化していった。イ

ンターネットは、オープンなシステムに

研究室にはCO₂排出量センサーがある。



することで新しいものをどんどん取り入れ、それまでの古いコンピュータ業界のビジネス構造を変えたんです。僕らは同じことを、省エネをやりながら建築業界でやろうとしています」

これまでの建築業界は、「デベロッパ（不動産会社のような施設開発事業者）におもしろいアイデアがあつてもベンダー（機器・システム提供・納品会社）の都合でコントロールされるため、大規模再開発でもビルごとに独自の技術で成り立っていた。これでは新しいものは生まれにくい。江崎教授はいろんな新技術を自由に乗り入れさせ、それをデジタルネットワークでつなげれば可能性が広がると考えた。それが工学部2号館なのだ。

感覚がつながり 自由がひろがる世界へ

「楽しいことができる空間をつくった結果的に省エネになっちゃいました、というのが目指しているところです。2号館は、すべての情報がネットワークでつながって自由に見ることができたりコントロールできる空間になる。電気をつけるのも、エアコンの操作も、一つの端末でできる。今までの建物では、それぞれが独立してつくれていたため、できなかつたんですよ」
そして、そんなネットワークを社会全体に広げることによって生まれてくる新しい世界のイメージを江崎教授は「五感が広がった世界」と表現する。

「目と耳、手、口、鼻が広がった世界。

の都合でコントロールされるため、大規模再開発でもビルごとに独自の技術で成り立っていた。これでは新しいものは生まれにくい。江崎教授はいろんな新技術を自由に乗り入れさせ、それをデジタルネットワークでつなげれば可能性が広がると考えた。それが工学部2号館なのだ。

世界を変えるためには 運用することが必要

すべての情報がつながり、みんなが自由にそれを使って、豊かで創造性にあふれる生活をする。それは効率的でもある社会になるでしょう。極端に言えば『攻殻機動隊』の世界です。ロボットの目が自分の目と同じになる。ネットワークでつながればそれが可能です」

インターネットの構造を社会に応用する試みは、今後さらに広がることになるだろう。ただし、そのときに最も大切なのは「実際に動かし、使わせて、見せる」ことだと江崎教授は言う。

「それが、世の中を変えるときに必要なんです。研究だけじゃなく、そのモチベーションだけはさまざまなかな Malik が、『東大グリーンICT』とともにそれを実証しているのが「Live E!」だ。すでに世界8カ所で運用されている。東京では、インターネット接続された気象センサーを都内30カ所に設置して情報を共有。気象庁よりもリアルタイムな情報を把握できるという。

研究で使うセンサーなどは学生自ら製作。写真下は広島市立工業高校からの贈り物。



右手に研究、左手に運用。両者のバランスこそが工学だ

Keyword

4 LED電球の使用などで、「我慢しない節電」



2030年までに電力消費量半減を掲げる「東大グリーンICT」プロジェクト。ただし江崎教授は「我慢しない節電」を目指す。2号館は、LED電球の積極採用やコンピュータ関連の効率化などで、この夏、エアコン温度26°Cのままでの節電を実証。

Keyword

3 タブレットで2号館の省エネを「見える化」する



江崎教授のiPadには、2号館全体のエネルギー消費を示す画面が表示される。これらの端末でどこからでも自由に、空調や照明などのON/OFFなどをチェック、コントロールできれば、省エネだけでなくさまざまな試みも期待できる。

Keyword

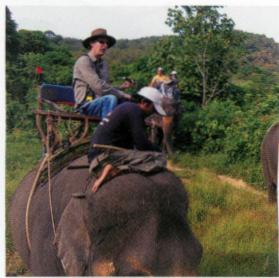
2 インドでも展開される気象観測ネットワーク



「Live E!」プロジェクトで開発した自動気象観測装置は、簡易型で安価なのが特徴。印度工科大学との日印共同プロジェクトにも携わる江崎研究室では、この自動気象観測装置を試験的に設置。基礎情報収集活動を行っている。

Keyword

1 象を使って情報を集め、災害対策を実践する



タイでの「Live E!」プロジェクトは、ブケットにいる象に取り付けたセンサーネットワークからの情報を首都バンコクに送って利用する仕組み。これは同地を襲った津波の際、唯一使えた移動手段が象だったという経験によるものだ。

実際に使えるものを、研究の成果として出せるのが魅力



江崎研究室
石橋 尚武さん
Hisatake Ishibashi
東京大学大学院
情報理工学系研究科
電子情報工学専攻
修士課程 1年



研究室のある工学部2号館10階からの風景です。建設中だったスカイツリーが日に日に高くなっていく様子を楽しみながら見ています。もうすぐ完成。待ち遠しいです。



夏休みを利用して東京大学を見学した高校生たちに研究生活を紹介。江崎先生だけでなく、学生もどのような研究生活を送っているのか話をしました。みなさん、ぜひ理系に。



フランス人研究員が土産で買ってきたワインとチーズで江崎先生もいっしょにフレンチパーティー@研究室。やっぱり本場のワインとチーズはめちゃくちゃおいしかったです。



研究室の一角にある談話スペース兼仮眠所(?)。巨大なモニターは、テレビ会議などで使用します。だいたい昼くらいに来て、遅いときは夜11時くらいまで研究室にいます。



江崎先生が研究室の国際化を熱心にすめていることもあります。留学生も多いです。コミュニケーションはもちろん英語。先生と真剣な話をしているのはスウェーデン人留学生です。



情報系ということもあり、ガジェット好き・新しもの好きなメンバーが多い江崎研究室。自慢の品を見せびらかし合う日々。この日も飲み会で皆でさわり合い、大興奮でした。



5月には恒例のBBQ。OBの方が来たり、社会人学生の方が家族を連れて来たりと30人規模の大盛況。OBの方たちから研究のアドバイスをいただける重要な機会でもあります。



合宿@長崎大学。研究の進捗報告だけでなくワークショップも行います。今年のテーマはサーバを守る側と攻める側に別れてのセキュリティワークショップ。手を動かすのが楽しい。

トポロジー解析の手法で、インターネットがどんなつながりをしているかという研究を行っている石橋さんは、文系からの転籍で工学部を選び、江崎研究室にやつてきた。

大学に入つてみたら、経済学部の勉強があんまりおもしろくなかった。そんなときにWEBに出会つて興味を持つて、何かしらパソコンを使えるような研究ができればと思って、この学科に進んだ。

Q この研究室を選んだ理由は?

最初に興味を持ったのは、WEBだったんですけど、そのうちインターネット自体のインフラに興味が移つて。それをやるんだつたら江崎研究室だと思いました。

Q 現在の研究は?

インターネットが、どのようにしてネットワーク同士がつながってできているか、全貌を知っている人は実はいませんでした。データなどから類推して調べる。ネットワーク同士のつながりは契約上の問題で秘密が多いんです。

ですが、大学なら研究目的でデータも出できます。またこのつながりを明らかにして、そこからより効率的なインターネット



この学部に入つて、最初の授業はほとんど何もわからなかったです。でもそこからがんばりました。好きだから、何とかなると思います。今は自分が目指すテーマも見つかって、おもしろいです。

Q この研究室は「運用」を大切にするとか。

研究ばかりではなく、江崎研究室はインターネット自体の運用も行っています。例えばこの2号館の無線LANを提供しています。そういった実際に使えるような技術も取得できる。それにこの研究室はいろんなプロジェクトに属していて、日本のインターネットをつくってきた方々とのつながりもあります。そこで実際に運用してきた人たちのシビアな意見なども聞けるので、机上の空論にならず、実際に使えるものを研究の成果として出せるんです。

Q 文系出身のハンデは?

最初は数学に苦労しました。他のみんなは入試も通ってきて東大の数学でピシンバシ鍛えられてるなかで、僕は知識ゼロ。微分積分のむずかしい公式を出されても全然わからない。

この学部に入つて、最初の授業はほとんど何もわからなかったです。でもそこからがんばりました。好きだから、何とかなると思います。今は自分が目指すテーマも見つかって、おもしろいです。



電気電子 工学科

「環境・エネルギー×ナノ物質×電子・光システム」
地球環境からナノテクノロジーまで、社会と人類の未来をデザインする。

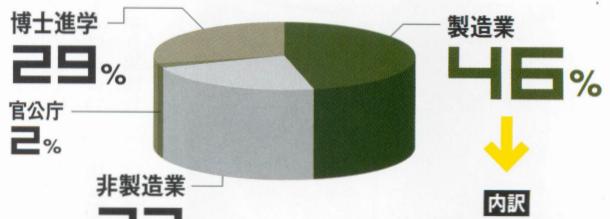
世界初の電気系専門学科として 1873 年に誕生。
その歴史と伝統を受け継ぎながら、常に時代を切り開く、新しい概念や先端技術を生み出してきた。
いまや人類にとってなくてはならないものである電気工学と、その応用領域技術。
それをさらに進化させるために、電磁気学・量子物理学を中心とした物理学を基礎としながら、
電気電子工学の物理学的側面と情報学的側面を融合させた、新たな領域の創成を進めている。
それと同時に、深い専門性と幅広い視野、オリジナリティと国際性を持つ人材の育成に努めている。

OUTLINE

3年生の時間割例 [夏学期]

	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
MON	制御工学 第一	電気機器学 基礎	前期実験			
TUE	コンピュータ アーキ テクチャ	電子物性 基礎	前期実験			
WED	半導体デバイス 工学	数学2D	企業見学など			
THU	ネットワーク 工学概論	電気回路理論 第二	前期実験			
FRI	電子回路I	ハードウェア 設計論	数学2D	電磁波 工学		特許法

修士課程修了後の進路



学部卒業後、80～90%程度の
学生が大学院修士課程へと進学して
いる。修士課程修了後の就職先は、
電気・電子・情報産業が主だ
ったところ。最近5年間で見ても、
200を超える企業や機関に就職し
ている。いずれも日本の中心的な
産業であることから、就職先に困
るということは、まずない。

【主な就職先】
ソニー、富士通、日立製作所、NTTデータ、
パナソニック、KDDI、野村総合研究所、
NTTドコモ、NECほか。

曲がる集積回路で ロボットスキンを実現する



Takao Someya
染谷 隆夫 教授

Profile

電気系工学専攻
電気電子工学科
工学博士
(専門は電子工学)

1968年宮城県生まれ、東京都育ち。少年時代はラジオを手づくりし、部品探しに秋葉原に通うこともあった。'97年東京大学大学院工学系研究科電子工学専攻博士課程修了。無機化合物半導体の微細加工の研究に携わる。2001年より米国コロンビア大学化学科・ナノセンターに留学。有機電子工学の可能性に着目し、帰国後研究を本格化させる。'09年より現職。

人間にとつて
機械を使いやすく
するためには？

「これまでの電子工学は、シリコンやガラスのような硬い板の上に、トランジスタを並べて集積回路をつくっています。そのため曲げられないし、落としたら割れてしまうわけです」

染谷隆夫教授は、かつてトランジスタを含む電子デバイスを、小型化する研究に携わっていた。トランジスタが小さくなれば、演算スピードが向上し、消費電力も下がる。同じ面積にたくさんのトランジスタを設置できるので、結果的に価格が安くなると、いいことずくめだった。しかし、10年ほど前に数ナノメートルという、ごく小さなトランジスタが試作され、小型化に飽和感が生まれた。同時に電子工学の将来にも、不安感が生まれてきたといふ。

「そこで、新たな視点からの研究が必要ではないかと考えたんです。人間に

とつて、もっと機械を使いやすくするためにはどうすればいいか？ そんな

視点から、これまでにない研究ができる

ないかと思ったのです」

いくら機械のスピードが速くなつても、人間の能力自体は昔から変わつてない。人間にとつて、本当に使いやすい機械を開発することはできないか？

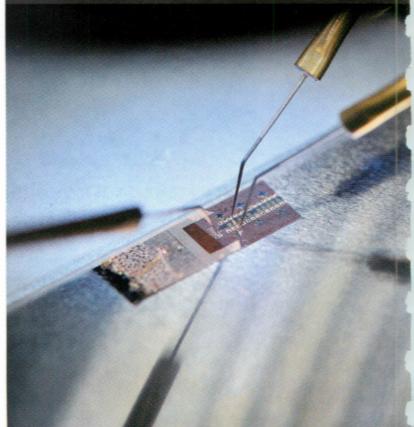
「そこで着目したのは、プラスチックフイルムなど、柔らかな有機素材を使って、シリコンやガラスでは実現できなかつた、「大きく、柔らかく、曲がる回路

をつくる」とでした」

ロボットスキン 実現までの3 STEP



企業との共同研究も進んでいる。



それは従来の電子工学の発想とは、真逆のアイデアだった。染谷教授はプラスチックフィルムに回路を印刷する技術を開発。今までに例がない、独創的なアイデアを実現させることに成功した。現在、企業ではその「曲がる回路」を使って、折り曲げられる薄型液晶ディスプレいや、紙のように丸められる電子ペーパーの実用化に取り組んでい

る。数年後には店頭に並ぶ「口ボットスキン」が現れる。これまで、研究は進んでいるという。

「現在、私たちの研究室では、その回路をもつといろいろなことに応用できないかと考えています。そのひとつのお手本が、『口ボットスキン』です」

産業界も注目する ロボットスキン

「『口ボットスキン』とは、圧力や温度を感じるセンサーフィルム全般のこと。たとえば、ヒューマノイドロボットの手の

表面に貼り付けることで、人間のような皮膚感覚、つまり握手したときの感触や力強さ、温かみなどを再現することができるのです。これまでの電子工

学では、人間の五感に代わるセンサーとして、耳の代わりのマイクロフォン、目の代わりのCCDカメラがありましたが。しかし皮膚感覚に代わるものはないかったのです

ならば、皮膚感覚に代わるセンサーを開発することで、電子工学が大きく発展するのではないか。そう考えて、『ロボットスキン』を提案したという。

「研究を進めるなかで、皮膚感覚に近

づけるのであれば、伸び縮みする必要があるということにも気づきました。

そこで、新たな『ロボットスキン』として、伸び縮みするゴム状の回路を開発したのです。このように、私たちの研究室では世の中にはない新しい材料をつくり、実用化への橋渡しをするべく、性能を安定させ、その材料の新たな応用法を考えているのです」

いまや、『ロボットスキン』は、産業界からも注目的。企業との共同研究も進んでいるという。

機械から人へ、さらなる可能性を模索

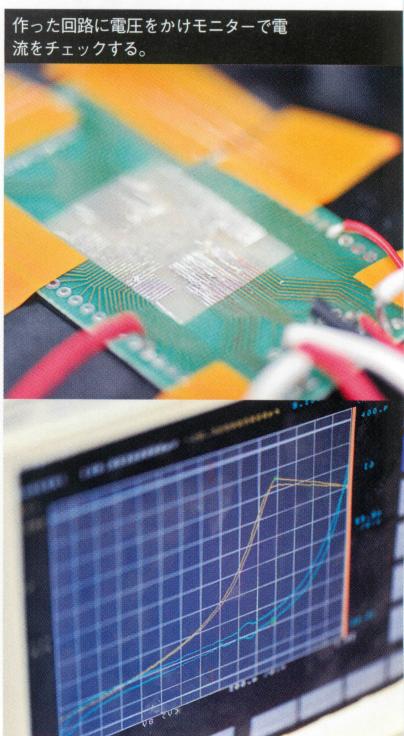
「『ロボットスキン』を、情報通信端末にも応用したいと考えています。例え

ば携帯電話の表面に、『ロボットスキン』を貼れば、なでたりすることでも入力できるツールになるかもしれません。そ

うすれば、携帯電話がもっと使いやすくなったり、新しいことができるようになったりするかもしれませんよね」

染谷教授は、『ロボットスキン』のさらなる可能性に夢を抱く。

作った回路に電圧をかけモニターで電流をチェックする。



「今は機械への使い道を考えることが中心ですが、将来的には人間のヘルスケアや医療機器にも活用できるのではなかと思っています。身につけて健康状態をモニターできたり、体のなかに入れて病気の治療や検査に使えたりするものをつくれないかと。例えばベー

スマーケーターは外から見ると、ボコッと出でて明らかに異物が体内に入っているのがわかります。『ロボットスキン』を利用した薄くて柔らかいベースマーケーターが実現できれば、長時間身につけていても、不快ではなくなるかもしれません。ゆくゆくは医療と電子工学との融合につなげていければいいですね」

染谷教授により、『ロボットスキン』が実現したのは、8年前(2003年)のこと。まだまだ黎明期であるこの分野では、実現できそうなことの可能性を示すことも、重要なテーマだ。

「『ロボットスキン』でなんごとも、こんなこともできるという、あなたのアイデアを発信してみませんか?」

電子工学で世界を変える。そんな大きな夢を共有できる若い力を求めている。



“ロボットスキン”の肝となる技術はこれだ!

Keyword

4 曲がる回路の性能を安定させる



Keyword

3 集積回路を印刷する技術を開発



Keyword

2 伸縮するゴム状の回路の開発にも成功



Keyword

1 “ロボットスキン”的プロトタイプ



“ロボットスキン”的肝となる技術は、柔らかな素材を使った有機エレクトロニクス。電子顕微鏡でトランジスタの測定をするクロームステーションでは駆動電圧を下げるなど、性能の安定化に向けた研究が続けられている。

プラスチックフィルムや紙のような薄い素材の上に、集積回路自体を直接印刷する技術を開発した。この技術によって、これまでに実現できなかった、大面積の集積回路をつくることができるようになった。

電気的特性が悪いゴムシートに電気を流し、集積化するためのプロセスを開発。それにより伸び縮みする集積回路をつくった。この集積回路なら、サッカーボールのような球状のものにも、びたりと貼り付けることができる。

2003年、薄くて柔らかい、曲がる集積回路を使った“ロボットスキン”(電子人工皮膚)の第1号を完成させた。これでヒューマノイドロボットに、人間と同じような触覚や温度感覚など、皮膚感覚を持たせることに成功した。

誰もしていない新しいことに挑戦できる環境が整っています



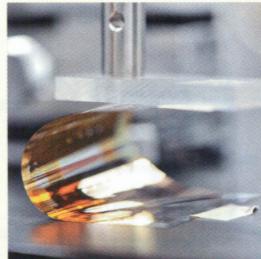
染谷研究室
横田 知之さん
Tomoyuki Yokota
東京大学大学院
工学系研究科
物理工学専攻
博士課程2年



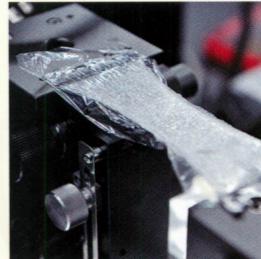
大学にいる間は研究に集中。回路の作成と測定に1日10時間ほど費やします。基本的に土日は休んでいますが、週に5~6時間は自宅で研究結果の解析にあてています。



研究室には10名の学生が在籍しています。後輩から質問されると、いっしょに頭をひねって考えています。なかなか結果が出ないときは、修士課程時代を思い出します。



プラスチックフィルムに印刷した、フレキシブルに曲がる回路の測定。何回曲げると壊れるか、どれくらいまで曲げると元に戻らなくなるかなどのストレス・テストも重要です。



ゴムシートの上につくった集積回路を両から引っ張り、強度を測定します。集積回路に、より高い強度を持たせるために必要なデータを収集しているのです。



研究以外で力を入れているのがバズル。大会に参加したり……いい息抜きになります。小学生向けの算数オリンピックの運営にも、設問作成や採点などでかかわっています。



研究室のみんなは院入試の打ち上げや歓迎会など飲みに行くことも。研究室以外では研究の話はなし。趣味の相撲の話をすると、オヤジっぽいなんて指摘されることも。



研究室のデスクの一角には、測定を終えた集積回路が山積みになっています。これらを見ると、今までの研究成果と、それについての手応えが実感できますね。



回路の設計をしたりするのは、研究室のメンバーみんなが使っている、通称「東大ノート」で。自分の予測どおりに回路が動いたときは、思わずガツツポーズ!



Q 研究のおもしろさは?
インクジェットの特殊な印刷装置を使って1ミクロンレベルの集積回路をつくるという研究をしていて、そのこと自体がチヤレンジングなテーマだし、ほかに誰もやっていないテーマなのでやりがいがありますね。印刷装置の結果が湿度や環境によって変わるので、初

めに条件出しが大変でした。修士課程の2年間は満足なデータが得られないこともありましたが、自分が設計した回路が予想したとおりに動いたときはうれしかったです。

Q 国際数学オリンピックに出場するなどの力を持つ横田さんが、数学以外の道に進んだのはなぜ?
数学科に進もうか迷いました。でも、それは独学できると思ったんですね。それより、応用に直結するような研究にかかりたかったんです。

電気電子工学と物理工学の両方を学び、今は染谷教授のもとで学ぶ横田さんに電気電子工学の魅力を聞く。

Q 研究室での生活や将来の目標は?
平日は研究がメインです。先生が朝型なので夜遅くまで研究をすることが多いので昼は外へ食べに行くんですが、たいてい研究室のみんなといつしょです。仲はいいですね。将来についてはまだ決めていませんが、研究にこだわらず、多方面にかかわる仕事をしたいと思っています。

Q 研究室での生活や将来の目標は?
平日は研究がメインです。先生が朝型なので夜遅くまで研究をすることが多いので昼は外へ食べに行くんですが、たいてい研究室のみんなといつしょです。仲はいいですね。将来についてはまだ決めていませんが、研究にこだわらず、多方面にかかわる仕事をしたいと思っています。

トウツガルトに短期留学せてもらいました。生物系の研究所に行き、そこにしかない新たな材料と、研究で普段使っているインクジェットの印刷装置を組み合わせて何かできないかなと考えたのです。ある程度その材料が使えそだとわかったので、これから本格的に研究を進めようと思っています。

2011年の2月、ドイツのシュトゥットガルトに短期留学させてもらいました。生物系の研究所に行き、そこにしかない新たな材料と、研究で普段使っているインクジェットの印刷装置を組み合わせて何かできないかなと考えたのです。計画した回路が予想したとおりに動いたときはうれしかったです。

博士課程へのススメ

社会は博士を求めている

大学に入学し、学部で専門知識を学び、修士課程で研究の方法論を身につけます。そして、いよいよ世界と勝負する研究を本格的にスタートする——。それが博士課程と言えるでしょう。工学系での博士課程修了者は、単に専門性を深めるだけでなく、グローバルCOE プログラムでの教育の一部を紹介しましたが、国際性や、問題解決能力を身につけることができます。「新しい可能性を広げる」「進路の幅を広げられる」。これが、博士課

程なのです。現代の世界において、博士は科学技術に関する幅広い仕事で活躍する際のスタンダードになっています。世界各国では、大学だけではなく産業や社会において、工学系の博士号を持った若者が、工学・技術分野のみならず、政治、経済、法律、医学、薬学、理学、農学、文学など、さまざまな分野で国を引っ張っています。博士号は、その卓越した能力を証明する、高い価値を持った称号となっているのです。

海外で博士号取得者は
特別な人材。
給与などの待遇も
大きく異なる！

Salary

博士号の取得者に対するステータスは、海外では日本以上に高く、世界の舞台で研究を進めるうえでは、博士は必要不可欠な称号となっています。実際、世界中で最優秀層の博士生の、国境を越えた奪い合いが始まっています。博士人材には世界で活躍するチャンスが大きく広がっているだけでなく、経済面での好待遇も約束されています。QS世界大学ランキングの工学系分野で首位のマサチューセッツ工科大学(MIT)出身者の2008年度卒業生初任給データでは、博士課程修了者の平均年収は10万ドルを超えています。

MIT博士課程修了者の初任給



※マサチューセッツ工科大学HPより
2008年度卒業生へのアンケート
<http://www.mit.edu/~career/info/stats/graduation08.pdf>

国際的に高い評価を受ける東大工学系。
学生・教員数や予算規模も世界トップクラス。

World University Rankings

世界の工学部・工学系大学院比較

インペリアル・カレッジ・ロンドン(理・工・医学)

東京大学(工学)
学生数 5439名
教員数 431名
予算額 約280億円

マサチューセッツ工科大学

学生数
予算
教員数

カリフォルニア大学
バークレー校

学生数
予算
教員数

スタンフォード大学

学生数
予算
教員数

スイス連邦工科大学チューリッヒ校

※ 2011年度本学調査より

2011年、QS世界大学ランキングの工学分野で、東京大学は、前年同様に7位にランクインし、安定して高い国際評価を得ています。東京大学工学系は、教員数や予算規模も世界でもトップクラスにあり、ハイレベルの研究が行われていることも国際的に認められています。東京大学では、これから科学先端技術をリードしていくのは良質な博士人材だと認識し、育成に力を入れています。

2011年世界大学ランキング トップ10: 工学系

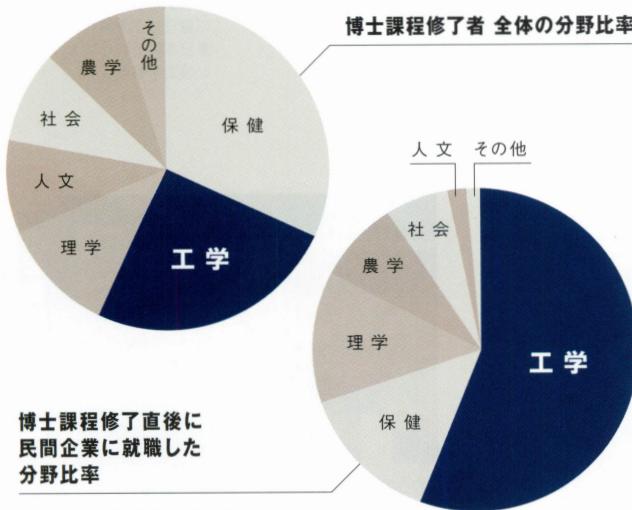
順位	大学名	国名	評価
1	マサチューセッツ工科大学	アメリカ	100.0
2	スタンフォード大学	アメリカ	79.9
3	カリフォルニア大学バークレー校	アメリカ	79.3
4	ケンブリッジ大学	イギリス	68.6
5	カリフォルニア工科大学	アメリカ	67.2
6	インペリアル・カレッジ・ロンドン	イギリス	65.2
7	東京大学	日本	64.2
8	スイス連邦工科大学チューリッヒ校	スイス	58.6
9	シンガポール国立大学	シンガポール	57.0
10	清华大学	中国	55.3

QS World University Rankings 2011/12 Engineering & Technology
<http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2011>

工学系の博士課程修了者は 将来の就業が安定。 民間企業の就職にも強い！

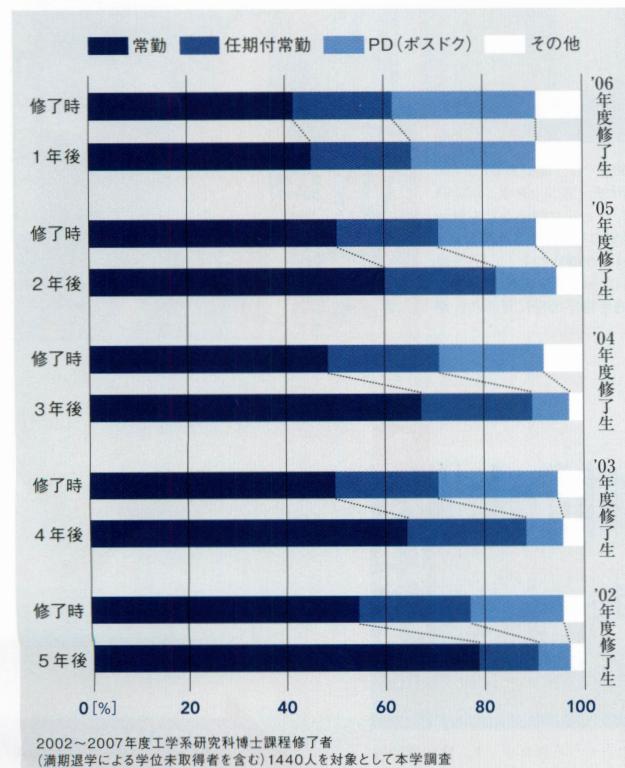
Employment

博士課程修了者は保健系が最も多く、工学系の割合は全体の約25%です。しかし博士課程修了後に民間企業に就職した割合をみると、工学系が全体の50%以上で、工学系博士には多大なニーズがあります。



博士課程修了者の勤務形態

東京大学工学系博士課程修了者は、修了後の年数が増えるほど常勤が増え、安定した勤務形態を実現していることがわかります。工学系博士課程修了者の将来の就業に大きな不安はありません。



東京大学の支援体制。手厚い経済サポート

東京大学では、博士課程学生や若手研究者にとって魅力ある研究環境を実現するため、世界の大学と比較して遜色ない支援体制の整備を進めています。特に2008年より、博士課程学生に対する経済支援体制を拡充しています。

授業料免除制度

経済的に困窮する博士課程学生の修学を支援し、教育の機会均等を実現するため、2008年度より授業料半額免除を約500人増員。2011年前期授業料免除実績は2746名になっています。

博士課程研究遂行協力制度

東京大学では、博士課程学生の学業を奨励し、大学全体の学術研究レベルの向上を図るために必要な学術研究業務の委嘱を推進。「東京大学博士課程研究遂行協力制度」を新設して、2008年度より優秀な博士課程学生2000人の学術研究活動に対して、年間30万円を支給しています。

外国人留学生特別奨学制度

優秀な私費外国人留学生に対し、学術研究への取り組みを支援するとともに留学生の受け入れ促進に資するために、外国人留学生特別奨学制度(東大フェローシップ)対象者を2008年度より60人増員しています。

東大工学系博士課程の恵まれた研究環境

日本全体で博士課程在籍者への支援は、年60万円未満が73%ですが、東京大学工学系の場合は、日本学術振興会の支援で月額20万円、あるいはグローバルCOEのリサーチアシスタントとして月額12万円以上の給与を受けているケースがほとんどです。また、グローバルCOE終了後も、同様の支援制度を工学系研究科では継続的に行なっています。

博士課程学生を サポートする取り組み

文部科学省グローバルCOEプログラム。 産業界・学術界のリーダーを育成

「グローバルCOEプログラム」 は2007年度からスタートした 文部科学省の事業で、大学院 博士課程を対象に、国際的に 卓越した教育研究拠点の形成 を重点的に支援するものです。

2007年度から2010年度まで、
生命科学・医学、数学・物理学、
化学、工学、人文科学、学際
領域といったあらゆる学問分野
にわたって公募が行われ、全
国の41大学で140拠点が採
択されました。東京大学には、
そのうち1割を超える17拠点
があり、うち7つに工学系がか
かわっています。また他大学の
4拠点とも協力しています。東
京大学では、約4000名の教員、
学部と大学院合わせて約2万
9000名の学生、それに3000
名以上の支援職員が一体とな
って活発な教育研究活動を展
開しています。

東京大学グローバルCOEプログラム 「機械システム・ イノベーション国際拠点」の例

リサーチ・アシスタント(RA)の委嘱

研究活動の効果的推進、研究体
制の拡充および若手研究者として
の研究遂行能力の育成を図るため、
博士課程学生をRAに委嘱し、月額
8万円～20万円を支給しています。

Project Based Learning

産業界から提供された課題に對して、
異なる専攻・研究室の組み合わせ、産
業界、博士課程学生、若手教員などか
らなるチームで問題解決を図ります。

サマーキャンプ

合宿形式で英語での討論を行い、コ
ミュニケーション力、国際的なネットワ
ークの構築、チームワークを培います。

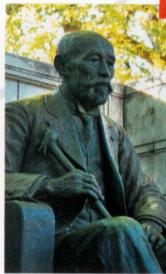
国際共同研究・インターンシップ

海外の大学、研究所に数ヶ月から
1年程度滞在し、共同研究を推進
します。国際性や深い専門知識に
基づいた競争力を養います。

講演会・イブニングセミナー

国内外の企業で活躍する博士課程
修了者などによる講演会(イブニ
ングセミナー)を実施。学生のキャリア
形成をサポートしていきます。

1 古市公威像



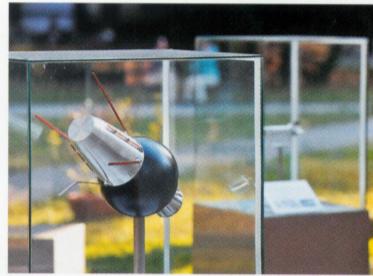
文部省最初の留学生として渡欧し工学を修めたあと帰国。1886年、工科大学(現・東京大学工学部)初代学長に就任。工学教育の礎を築き日本の近代化に欠かせない役割を果たした。

2 T Lounge



工学部11号館1Fには広報スペース「T Lounge」がある。ヒューマノイド腱次君、飛行ロボット、10cm立方の超小型人工衛星、曲がるディスプレイなど最先端技術を常設展示し、「T time!」(学生がつくる広報誌)のバックナンバーも楽しめる。また、研究の合間の癒しスポットとして人気のスター・バックスも隣接。

5 小型衛星「おおすみ」



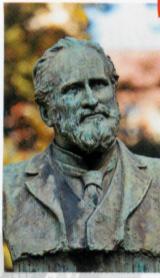
1970年に東京大学宇宙航空研究所(現 JAXA)が、鹿児島宇宙空間観測所からL-4Sロケット5号機で打ち上げた日本初の小型人工衛星「おおすみ」。日本で初めて製作されたロケットの一つ「ペンシルロケット」の姿も。

工学部 キャンパスマップ

FACULTY OF ENGINEERING CAMPUS MAP

オススメ
スポット
付き

4 チャールズ・ウェスト像



1882年に来日。工部大学校(現・東京大学工学部)で機械工学、造船学を教え、多くの造船技術者を育てるなど、我が国の産業の近代化を急速に推進させることに尽力した。

3 ジョサイア・コンドル像



お雇い外国人として来日。工部大学校(現・東京大学工学部)造家学の教授として建築教育に従事するかたわら、鹿鳴館やニコライ堂など、本格的な西洋建築を相次いで手がけた。

8 工学部2号館高層ラウンジ



4階建ての旧館の上に、近代的な建物が重なる構造の2号館。その10F~12Fには、空中廊下にアームチェアやテーブル、みんなが集うラウンジスペースも。眺めがとてもいい。



A B C 1号館3F図書室では、歴史ある「ヴィーナス像」がお出迎え。「サチュルス」像や、明治時代のものといわれるアンティーク椅子なども展示している。アートな雰囲気のなかで本をめくれば、研究のインスピレーションが得られそう。D 1号館は旧建物を取り囲むように増築されているため、旧建物の外観の意匠を廊下の壁に見ることができる。



7 工学部6号館
ウツドデツキ



工学部6号館屋上の離れたくつろぎスポット。数学や物理のむずかしい計算に疲れたら、自然の風に吹かれつつ……。

RECOMMENDED SPOT

6 工学部1号館の美術品

5 小型衛星「おおすみ」



工学部2号館2Fには、松本楼とサブウェイの店舗が入る。
お客様のおもてなしやケータリングもOKの松本楼はオムライスやカレーが有名。また1F大教室の前には、昔の教壇や学科プレートも。一度は探検の価値あり!!



10

松本樓



9

屋上からの風景



浅野キャンパス ASANO SECTION



11

武田先端知ビル ラウンジ

武田ホールや3種類のクリーンルームを有する武田先端知ビル。建物内には、キッチンスペースやおしゃれな照明を備えたラウンジもある。スクールパーティを楽しむ研究室もある。



12

熊本テラス

浅野キャンパス工学部9号館には、熊本県の高校生が製作したベンチのある、素敵なテラスがある。熊本県の高校生による視察訪問の際にはバーベキューも開催されることが。

農正門

西片門

正門

工学部ものづくり実験工房

14号館

11号館

2号館

4号館

8号館

3号館
(建て替え中)

1号館

13号館

浅野南門
弥生門

本郷キャンパス HONGO SECTION



1 復興のために工学が果たすべき役割を明確に

震災後すぐに、工学部は東大緊急工学ビジョン・ワーキンググループを発足させました。原子力発電施設の事故、通信網の機能不足、製造業の機能不全などを目の当たりにし、科学技術への信頼が損なわれかねない状況のなかで、工学を牽引してきた我々が、いち早く今後のビジョンを示さなければならない。そんな使命感から、研究者たちが集まつて、ビジョンを策定し、約2カ月で急いでまとめたのが『震災後の工学は何をめざすのか』という冊子です。今回の震災により、今までの工学に足りなかつた視点が明らかになりました。同時に、大震災に対処するさまざまな技術の芽は、工学のさまざまな分野に存在することも再認識したのです。だとしたら、その技術を整理してみなさんにはビジョンを伝えていくことが、一つの重要な使命なのではないかと、そう考えました。

2 示すべきは、『判断』ではなく 科学技術に立脚した『判断材料』

「原発は停止すべきか」「自然エネルギーにシフトすべきか」「防潮堤の補強工事を進めるべきか」……。こうしたさまざまな課題に対して、工学者はまず、北森研究科長が冊子でも伝えているように、純粹に科学技術に立脚した中立的な見識を示さなければなりません。発電手段でいえば、原子力・火力・風力・太陽電池などの技術には、それぞれのコスト、リスクとベネフィットがあります。これらを科学的に明らかにし、さらにコストやリスクを減らすにはどのような技術開発が必要かを検討し、判断を行つために必要な科学的データをそろえ、世のなかに提示することがこそが、最も重要な使命だと考えます。

3 科学・工学の基礎知識を わかりやすく伝える努力を

必要以上に不安に陥ったり、パニックや風評被害を起こさないためにも、また逆に安全性を過大評価してさらに大きな被害を招かないためにも、これからは広く一般の人々が科学・工学の基礎知識を持つ必要があります。震災直後に開催した「放射能・放射線の基礎知識」の勉強会には参加希望者が殺到。学内の他学部・他研究科からの要望も多く、数次にわたって追加開催もしました。今後も科学・工学の基礎知識をわかりやすく伝えていく地道な努力を大切にしたいと考えており、この冊子の発行もその一環です。

4 今こそ分野を超えて英知を集結させることき

災害復旧一つをとっても、解決の糸口は工学のさまざまな分野に存在します。例えば、必要な救援物資を迅速に届ける技術は、交通運輸分野の問題でもあり、道路状況を把握する情報通信分野の問題でもあります。こうした分野間の交流はこれまででも重要性が叫ばれてきましたが、この災害を一つの契機としてさらに活発にし、工学の総合力を発揮できるようしていく必要があります。

東大緊急工学ビジョン・ワーキンググループが提言！

震災後の工学の使命

東京大学大学院工学系研究科では、工学の在り方を示す「工学ビジョン白書」を数年に一度のペースで編纂している。

東日本大震災が起きた2011年は、5月に急きょ『震災後の工学は何をめざすのか』をテーマにした小冊子を編纂。

いち早く、震災後の工学ビジョンを示した。ここではその編集に尽力した近山隆教授に、

改めて『震災後の工学の使命』について語っていただいた。

Profile

近山 隆 教授

Takashi Chikayama

1996年に東京大学教授に就任。学内の異動を経て、現在工学系研究科教授・副研究科長。主たる研究分野はプログラム言語、分散並列処理、機械学習などで、コンピュータ将棋フレイヤ「激指」は研究室所属の大学院生が機械学習技術を活かして開発したもの。



5 これからの中學は 「防災」に加えて「減災」の視点を

これまでの中學は、災害や事故などの危険に対しても主として「回避する・防ぐ」という対策をとっていました。しかし、今回の地震によって、どんな対策を施しても、想定した範囲を超えるリスクは残る。ということを再認識させられました。からの中學は、災害を防ぐ「防災」に加え、防ぎきれなかった災害に際しても被害を最小限に食い止める「減災」という視点を持つことが重要になります。

6 緊急事態に即座に対応し 迅速な機能回復を 可能にする技術を

大量生産から多品種少量生産へ、さらには変種変量生産へと柔軟な生産様式の転換を実現させた中學の次なる課題は、緊急時に必要なものを即座につくり出す「緊急対応工学」を確立すること。被災地の状況に応じた作業ロボット、必要なところにすぐ送れる超小型医療機器、緊急時の電力供給手段など、必要なモノを、必要な量、すぐにつくり出せる技術や、災害時などにも本来の機能を迅速に回復できる技術体系の構築が求められています。

7 大災害に対応できる 技術の将来像を 提言していく

小冊子『震災後の工学は何をめざすのか』は、主として学生に向けて迅速に情報を発信するために取りまとめたものです。そこには書ききれなかつたこと、十分な検討を加える時間的余裕がなかつたことも少なからずありました。現在、それぞれの項目についてさらに深い検討を施し、情報通信や交通運輸、医療・衛生なども検討対象に加えた、より広い読者層のための書籍を編纂中で、2012年春には発刊したいと考えています。



東京大学大学院 工学系研究科
緊急工学ビジョン・ワーキンググループ
『震災後の工学は
何をめざすのか』

東京大学北森武彦工学系研究科長を中心に数十名の教員で結成された、緊急工学ビジョン・ワーキンググループが、5月11日に発行。震災後の工学の使命と役割を、短期のアクション、中期のプラン、長期のビジョンに分けて解説している。

『震災後の工学は何をめざすのか』
の全文はこちらから。
<http://www.t-u-tokyo.ac.jp/epage/topics/pdf/vision.pdf>