

Ttime!

学生が作る工学部広報誌

Vol.59

2014.4

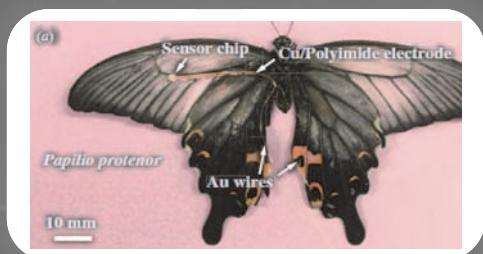
特集 機械工学科 機械情報工学科

<学生企画>

五月祭学生企画展示を
のぞいてみよう!

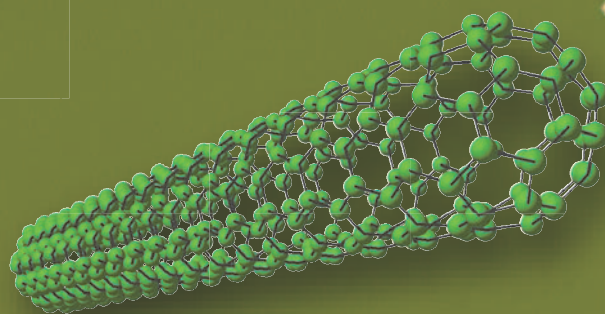
人々の暮らしにイノベーションを起こすには

しも やま いさお
下山 勲 教授



むら かみ たもつ
村上 存 教授
やなぎざわ ひでよし
柳澤 秀吉 准教授

製品設計者を助ける

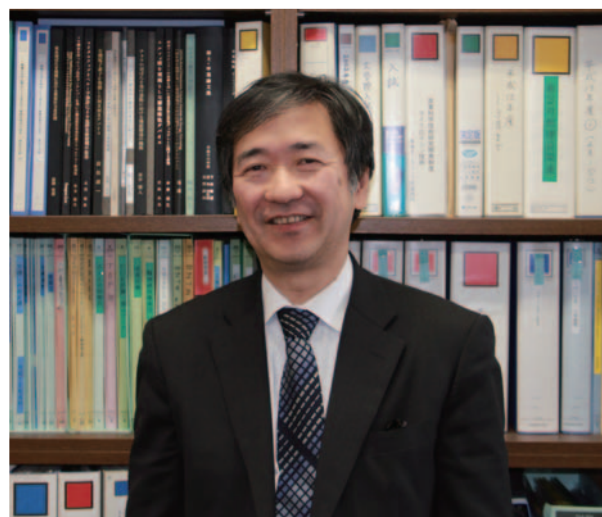


まる やま しげお
丸山茂夫 教授

カーボンナノチューブは未来の材料となり得る

人々の暮らしに イノベーションを 起こすには

大学で研究をして、永久不変の科学理論をつくることは大切ですが、その理論が後々社会に普及し、人々の暮らしの役に立つようであれば、研究者としても満足できないでしょう。今回は、機械情報工学科でマイクロスケールのセンサを研究されている下山先生に、イノベーションについて、そして、研究者は社会に対しどのようなイノベーションを起こしていくべきかという話を伺いました。



しもやま いさお
下山 勲 教授
機械情報工学科

研究内容について教えてください

「MEMS（マイクロ電気機械システム）」を利用してつくられるセンサの研究をしています。MEMSとは、ICやLSIといった集積回路をつくる方法でセンサをつくる方法のことです。そのため、ICやLSIと一体になった非常に小さなセンサをつくることが出来ます。そして、こうしたセンサは、アリの足にかかっている力、チョウの羽に働いている力、人間のアゴと舌とが当たるときの力といった微小な量を計測することができます。

なぜセンサの研究をするようになったのですか

実は、私は元々2足歩行ロボットの研究をしていて、博士号もその研究で取ったのですが、当時、ロボットの体軸の傾きを計測するセンサや、床からの力が足にどのようにかかっているのかを計測す

るセンサにはいいものがありませんでした。そこで、ロボットに応用するためにセンサの研究を始めたのですが、次第にのめり込んでしまい、今のようにセンサの研究を専門的に行うようになりました。

そして、そうしたセンサを研究する過程で、足にかかる摩擦力を計測することが必要になり、様々な生物の足にかかる摩擦力の計測のために、アリの足にかかる微小な摩擦力も計測できるセンサをつくりました。なぜ微小な摩擦力が計測できるようになったかと言いますと、感度の良い片持ち梁（図1の細く出っ張っている部分）をつくることが出来るようになったからです。この片持ち梁を用いれば、0.0000000001グラムの物体にかかる重力くらいの小さな力を測ることが出来ます。

また、元々「飛翔」ということが大好きで、どうしてチョウは飛行機のような

固定翼（機体に固定されていて動かない翼）を持たず、羽ばたくことで飛べるのか、ということ調べるために、チョウが羽ばたく際に羽にかかる力を計測するセンサをつくりました。

また、高齢になり、嚥下障害（うまく口に取り込んだものを胃に送り込むことができない障害）を患うと液体が気管に入ったりしてうまく飲み込めなくなってしまう。本来は、液体が口に入り舌がアゴに当たった際に、どのように舌が動けば液体を飲みこめるのかということ脳が考えて舌を動かすので、きちんと液体を飲みこむことができます。こうした嚥下障害の原因を探るために、アゴに取りつけてアゴと舌とが当たるときの力を測るセンサをつくりました。この、アゴと舌とが当たるときの力を計測するセンサは、飲み込む液体の粘度（液体の粘り具合）によってアゴと舌との当たり方がどのように変わるのかを調べることができます。

こうした微小な動きを生み出す要因というのは、ただ顕微鏡で見ただけでは分からなくて、力の働き方も見ることで初めて分かります。しかも、その1つ1つがとても面白かったりします。そうした面白さも、センサの研究にのめり込んだ理由です。

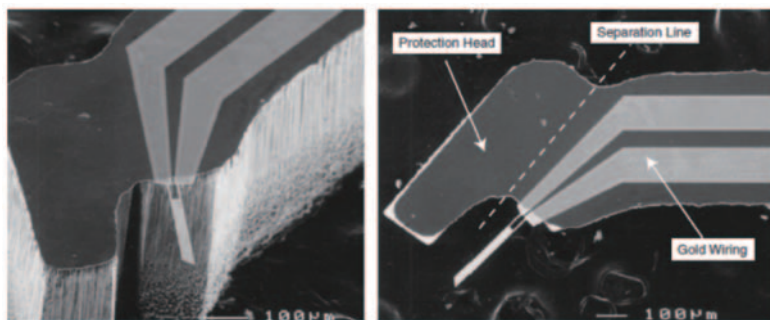


図1：微小な力を測るセンサ

先生の研究へのモチベーションは何ですか

自分の研究を広く普及させて、人々の生活や社会を変えるようなイノベーションを起こしたいと思っています。若い時は自分の研究のことだけを考え、自分の知識を増やすことだけに集中するのがいいとは思いますが、だんだん年齢が高くなると、今度は自分の研究をどのように社会に役立てていくか、ということを考える必要があると思っています。例えば、自動車や携帯電話は社会を大きく変えた科学技術です。こうした科学技術のように、人々の暮らしを豊かにするため、大学での研究は社会に広めないといけないと思います。

研究内容を社会に広めるために、どのような取り組みをされていますか

大学が企業に研究内容を知ってもらい、企業とともに研究、開発をするという取り組みを行っています。現に、IRT 研究機構 (Information and Robot Technology) という、大学と企業が一緒になってロボットを社会に普及させるという取り組みも行っています。

企業は研究内容から商品を生み出し、品質保証やメンテナンスをきちんと行うことで商品を社会に普及させます。このように、イノベーションを起こすには、

企業によるビジネスが無いといけないのです。

これから先生はどのようなことをやっていきたいと思っていますか

今の日本では少子高齢化が進み、父親と母親がどちらも働いている家庭が多くなっており、また、お年寄りの介護をしている家庭も増えています。すると、仕事や介護にかかる時間が必然的に増えてしまい、家族と一緒に過ごす時間が減ってしまいます。そのため、いずれは、大学での研究で仕事や介護などにかかる時間を少しでも減らし、家庭内でのコミュニケーションに充てる時間を増やせればいいと思っています。

また、都市部は公共交通機関が発達していますが、地方になるとまだまだ移動は自家用車頼みというところもたくさんあります。そうすると、特に地方に住むお年寄りは外出するのも難しくなり、心の健康を保つことも難しくなってしまいます。こうした、お年寄りの移動手段なども何らかの形でサポートできればいいと思っています。

科学技術で生活が進歩したと言っても、まだまだ人々の暮らしは変わるでしょう。だからこそ、自分の研究が何らかの形で人々の暮らしの役に立つよう、企業を通して社会に普及させ、やがて社

会を変えるようなイノベーションを起こせばいいと思っています。

読者へのメッセージをお願いします

まず、学生さんはまだ若いので、今の時期から寝食を忘れられるほど夢中になれることを見つけましょう。幸福には、お金を出して買える幸福と、お金を出しても買えない幸福とがあります。夢中になれることというのはお金なんかでは買えないほど価値のあることです。大学での研究では、夢を追いかけることが重要になります。実際には、夢がそのまま社会に受け入れられるわけではありませんが、若いころは自分の夢に向かって頑張ることはとても大切です。

また、今の時期は自分の能力を高めるためにも時間を使ってほしいと思います。若いころに得た知識というものは、年をとるにつれて積まれてきた経験値や情報により、その人にとっての強みになっていき、そうした強みを持つことはとても大切だと思います。

(インタビューー 柳光 孝紀)

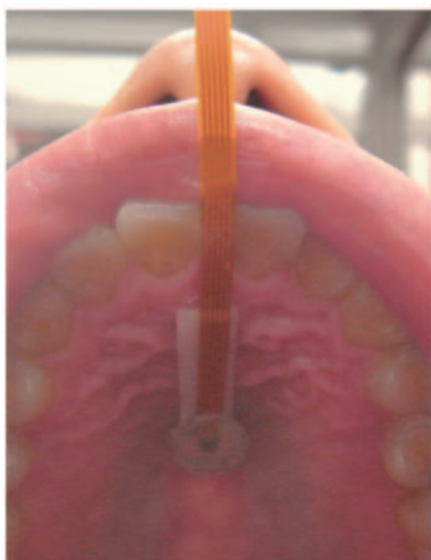


図2：アゴと舌が当たるときの力を測るセンサ

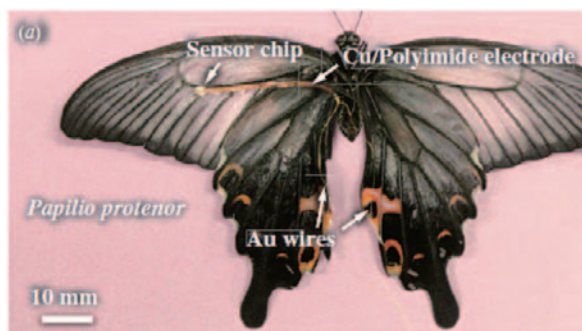
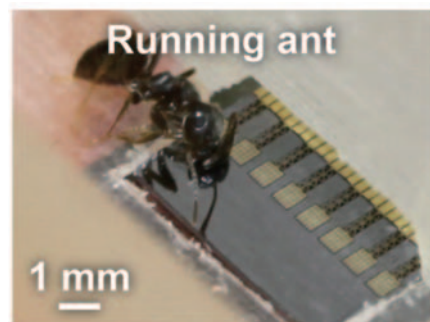


図3 (上)：アリの足にかかる力を測るセンサ

図4 (下)：チョウの羽にかかる力を測るセンサ

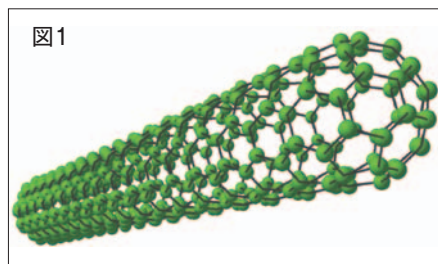


図1：単層（一巻き）CNT。直径は数 nm であり、カーボンファイバー（直径 10 μm ）とは全くの別物。

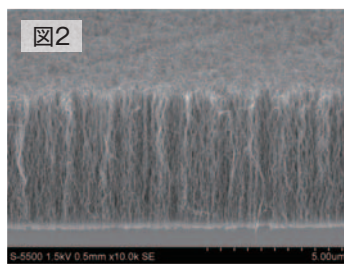


図2：CNT は基板の上に絨毯のように生える。この一本一本が単層の CNT の束。

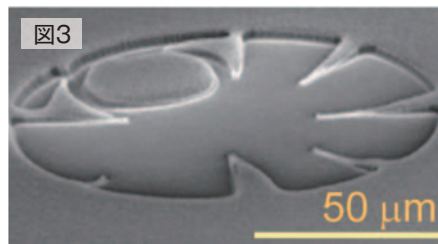


図3：CNT で作った東大のロゴ。出っ張って見える部分に CNT が垂直に生えている。

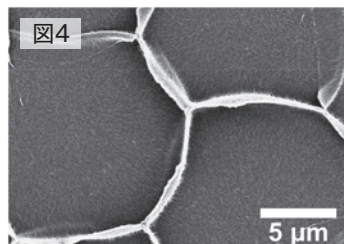


図4：出っ張った六角形の部分は CNT がよりあったような状態になっている。

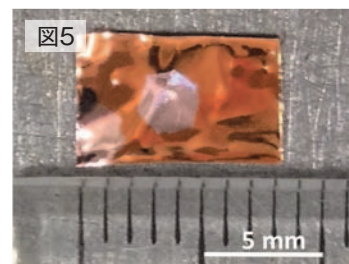


図5：白い部分がグラフェン。炭素原子一層の膜である。その大きさは2.5 mm 程度で、単結晶としては世界最大級。



まるやま しげお
丸山 茂夫 教授
機械工学科

カーボンナノチューブは未来の材料となり得るか？

カーボンナノチューブ（CNT）が発見されて約20年が経つ。一時は爆発的なブームで世間を賑わせたが、今はそのブームも陰り気味？ いえいえ、そんなことはありません。CNT は今まさに革命前夜、静かにブレイクスルーを待っているのです。

先生の研究について教えてください

私自身カーボンナノチューブ（CNT）の研究を始めて20年になります。CNT とは図1のように炭素原子がチューブ状に結合した人工分子です。今まではどのようにしてこのような構造が生まれてくるのかということに興味を持ち、CNT を作る研究を主に行ってきました。アルコールを原料にすると、安価で簡単に CNT を作ることができると分かったのが十数年前です。合成された CNT は、ちょうど絨毯のように基板と垂直の方向にむかって成長します（図2）。絨毯のように見える一本一本が図1の単層（一巻き）CNT の束です。今では図2のように綺麗な CNT の合成が実験室レベルで可能となりました。形もかなり自由にデザインできて、例えば東大のロゴなんかも作れてしまいます（図3）。

この単層 CNT ですが、物理的には非常に面白い性質を持っていて、巻き方によって半導体になったり金属になったりします。この面白い材料の強みを活かし

て実用的なデバイスを作るということに、いま力を入れているところです。

具体的なデバイスの例は何ですか

例えば、今私が一番凝って作っているのが太陽電池です。シリコンの上に CNT 膜を乗せると太陽電池になってしまいうんですね。CNT は図4のように、基板の上に六角形の形に並べられています。図2の状態の CNT を水蒸気にさらすと、自然と図4のような六角形のパターンが生まれるのです。この六角形の構造により電荷が効率よく輸送されると考えられています。シリコンと CNT 膜をくっつけただけの太陽電池ですが、エネルギーの変換効率は十数%にも及びます。家庭用太陽電池の変換効率が15%程度ですから、これは目を見張る数字です。さらにもう少し上がるのは確実なので、もう追いついてしまうかもしれません。さらに、CNT は簡単につくことができ、強度も強いので、従来の太陽電池には無い特徴を持たせることもできます。

先生のこれからの目標は何ですか

CNT が発見されてから約20年が経ちます。CNT も人間の年齢で言うと20歳、そろそろ社会に出て働き始めようかなという年齢です。CNT の合成という段階から、これを用いて何か画期的なものを作る、という段階にまでできています。これはグラフェン（炭素原子が二次元的に結合した層状分子）でも同様で、現在では非常にきれいで大きなグラフェンを作ることができるようになりました。図5は私たちの研究室で作ったグラフェンですが、これが炭素原子たった一層ですよ。こんな面白い物を使わない手は無いでしょう。今でもこれらの材料と巡り会えたのは非常に運が良かったと思っています。本当に面白いものを自分たちで作って、ぜひこの材料たちに活躍してもらいたいですね。もしかすると、彼らも社会に出る前にもうすこし大学院で過ごしてしまうかもしれませんけど（笑）。

（インタビュー 岡田 彪利）

製品設計者を助ける ～ 設計工学研究室取材～

近年では製品の使いやすさが競争力となっています。しかし、使いやすい製品を開発するのは大きな苦勞を伴います。そんな製品開発者を手助けするようなツールや手法を研究している、「設計工学研究室」に取材に行きました。



むらかみ たもつ
村上 存 教授
機械工学科



左上：加工なしピンク
右上：色覚異常がある場合の加工なしピンクの見え方
左下：ディザ近似を用いたピンク
右下：色覚異常がある場合のディザ近似を用いたピンクの見え方

わせが使用できるようになります。

どんな場面で必要となりますか？

色覚特性の有無を問わず、無地とパターンの別により、少なくとも図形の輪郭が見えるようになります。更に、正常色覚の場合は今までどおりの色使いができるので、カラーデザイナーが色を選ぶときの制限を少なくすることができます。

このように、製品の設計者が抱える問題を解く手法の提案を行っています。

設計工学研究室では「設計」と「デザイン」を扱っているとのことですが、ここでの「デザイン」とは？

もの・ことの美的要素などを含んだ総合的な計画のことを表しています。ここでの「美的」要素とは、芸術的・視覚的なものだけでなく論理的・数学的な美しさも含んでいます。

村上先生の行っているご研究の例について教えてください。

正常色覚や、色弱など異なる色覚特性を持つ人両方にとって、色の表現性と機能性とを両立させるディザ近似という方法の確立を行っています。

インクジェットプリンタのように細かい色のドットで色を合成近似するディザリングという技術を元にして、従来は色弱の場合に識別できなかった色の組み合わせ

こういったご研究の題材はどのように見つけたのでしょうか？

設計の研究なので、設計現場での実際の課題とのリンクを重視しています。

この問題も企業との話の中で出てきて、今では理論を、デザイナーが使用するソフトウェアに搭載する段階にまで至ろうとしています。このプロセスが設計の面白さでもあります。



やなぎさわ ひでよし
柳澤 秀吉 准教授
機械工学科

柳澤先生の行っているご研究について教えてください。

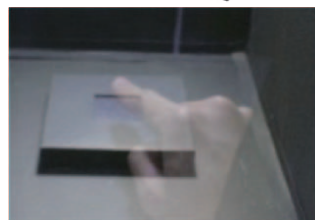
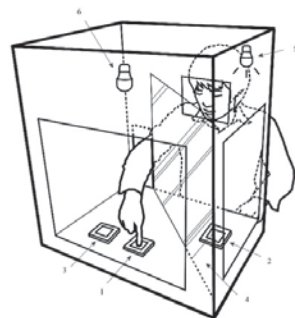
ユーザーが製品を使ってどのように感じるのかの「感性品質」を定量的に評価することで、次の設計に活かすことができます。私の研究対象は、感性品質の「物差し」を作り、設計（計画）できるようにする方法論を確立して製品設計に

応用することです。この分野は学問としてはまだ確立しておらず、「感性設計学」と名前を付けて研究を進めています。

最近、クロスモーダル期待効果を解明・応用する手法の開発などを行っています。クロスモーダル期待効果とは、五感の間の相互影響の一種です。たとえば、視覚情報による事前の期待が実際の触覚の知覚に影響を与える効果のことです。ハーフミラーを使って、視覚と触覚を仮想的に合成する装置をつくりました（右図参照）。視覚情報だけを色々変えて同じ物体を触った時の触感を比較できます。これを使って実験すると、同じモノを触っているのに、見た目によって触感が変化することが分かりました。この様に、触感は実は視覚によっても影響を受けるのです。この方法を使って視覚と触覚の組み合わせを仮想的に検討すること

で、狙った触感をもたらし製品の素材を選択・開発に役立てる事ができます。

（インタビューー 柴山 翔二郎）



上図：クロスモーダル期待効果の数値計測実験

下図：評価者からの見え方

五月祭学生企画展示を覗いてみよう！

～機械系二学科～

5月17日・18日、東大本郷キャンパスでは、五月祭が行われます。様々な学科が展示企画を催していますが、今回は機械系二学科の展示についてご紹介致します。取材を行ったのは3月中旬にも関わらず、みなさんもう展示について試行錯誤を行っている様子。現在展示物の修正を行っている段階でした。今回は、数ある企画の中の一部を取材しました！

◇体験展示

来場者が体験できることをテーマに、学生が考えた企画を展示します。

ここでは、今回取材した3つを掲載します。

アプリ「バトルシップ」

ゲームアプリで、遊ぶ！

ボードゲームのルールに基づき授業で作ったPC用のゲームを、Android用にくみ直し、展示します。各場面で次にあり得る盤面すべて想定することで、コンピュータとの対戦を可能にしています。BGMもついて、本格的！現段階でプログラムは完成しているのですが、タブレットだと動作が遅くなってしまうため、そこをスマートなプログラミングで置き換えるという作業を現在行っています。

Google Playにてアプリを公開中です。こちらのQRコードからアクセスしてください。

アドレスはこちら*



ライフゲーム

生命の動きを、見る！

機械を無機的なものだと考えている方は多いでしょう。しかし、無機的な機械が、まるで生命をもっているかのようにふるまうのです。

ライフゲームとは、東大生のみなさんにはお馴染み、駒場の英語一列の教科書 Campus Wide（平成18年度から24年度まで使用されたもの）でも扱われた、生命の進化・淘汰を表したシミュレーションゲームです。

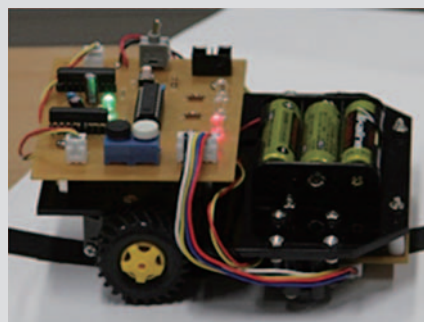
生命をモデルとした、誕生・生存・過疎・過密についての簡単な定義に基づいてプログラムを組み、進めていきます。初期のセルの生と死の状態、死滅するか否かが決まります。

ライントレースカー

自動走行カーを、作る！

光センサを用いて黒色のラインを認識し、それが敷いてあるところを走る、という原理です。こちらを販売しており、自分で組み立てから始めることができます。

工作に興味のあるお子さんはもちろんですが、大人でも楽しめそうですね！

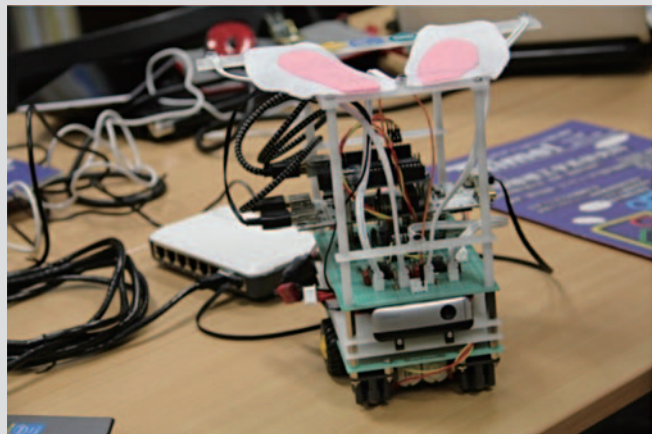


←ライントレースカー

* <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.utmechmf2014.battleship>

◇自主プロジェクト展示

機械系二学科の一つ、機械情報工学科の3年生の冬学期の授業の一環「自主プロジェクト」で創作したものが展示されます。アイデアを練るところから作品を作るところまで、すべて一人で行います。ここではその一部を紹介します。



RabbitBot（ラビット・ボット）

話しかけると、その人の位置を特定し、そちらを向いてくれるロボット。4つのマイクをロボットに配置して、各々のマイクまでの声の到達時間の差から、三次元で位置を特定します。

その名の通り、うさぎの耳と尻尾がついていて、尻尾がスイッチになっているのがとてもかわいいです！しかし、かわいい見た目に反して、総額5万円かかったんだとか…。（※自費です）

終点の支配者

～なれる！マスターハンド～

スマッシュブラザーズの中に入って、戦えるという作品。なんと、画面中のキャラクターを叩く動作をすれば実際に攻撃でき、キャラクターと対戦できます。アイテムもばっちり用意されています。

三次元データとして使う操作と二次元データとして使う操作があり、その変換に苦戦したそう。画面上にでるコメントにも注目！



ホーミングディスプレイ

プロジェクタはパソコンの画面を写しだしますが、固定されています。しかしこの作品を使えば、プロジェクタの映像が動き回ります！動いた際に歪みがなくなるよう、地道に補正していったそうです。

取材の際はマリオが部屋中を動き回っていました。これを使ってゲームで遊んだら、臨場感がありそうですね。五月祭展示でさらにパワーアップした作品に期待です。

一時間半にも及ぶインタビューでしたが、次から次へと面白い作品が出てきて、わくわくの止まらない、楽しい取材でした。しかし、取材を受けていただいた機械系二学科の学生さんを見て思ったのは、作品を作る過程は、お客さんとして楽しむよりも、もっとずっと楽しいのだろうなということ。

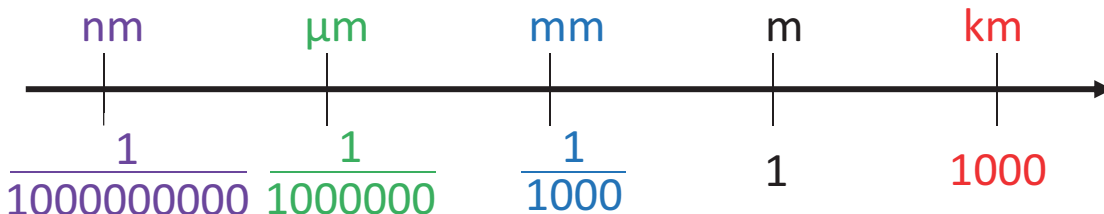
展示をみた五月祭の帰り道、あなたもきっと、モノづくりがしたくてたまらなくなっているでしょう。

（インタビューー 関 菜） HP はこちらから！

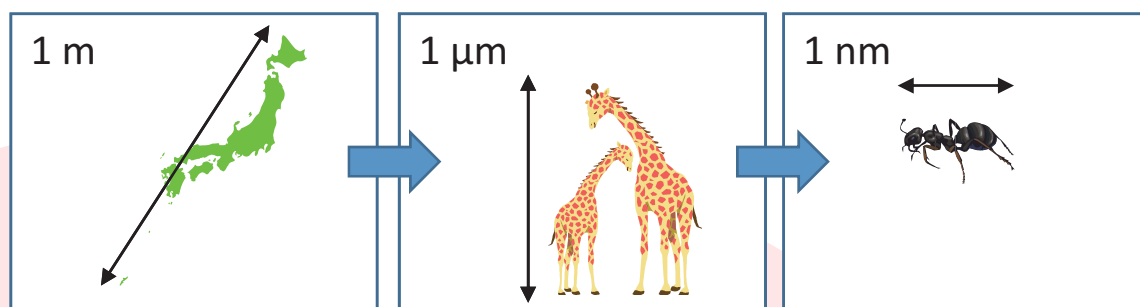


単位の話

今号では、丸山先生と下山先生のインタビュー記事に「ナノ」「マイクロ」という言葉が出てきました。どちらも単位の名前で、聞いたことがあるかもしれませんが、具体的なイメージを掴んでいる人は少ないと思います。ここでは、小さいスケールを具体的にイメージしてもらいたいと思います。



もしも日本の全長を 1 m としたら・・・



機械と聞くと自動車やロボットなど、大きくてゴツゴツしたものを思い浮かべる人が多いのではないのでしょうか？しかし、東京大学の機械工学科ではそれだけではなく幅広い多彩な研究が数多く行われています。今号では、そんな研究に焦点を当てて紹介しました。

マイクロメートル、ナノメートル、デザインをキーワードにした3つのテーマのインタビュー記事を読んで機械系学科の印象は少し変わったのではないのでしょうか？機械工学科にかぎらず、その学科の名前に縛られない魅力的な研究が東京大学にはたくさんあります。

編集後記

Ttime!を読んでくださったみなさんにも同じように、既成概念や先入観にとらわれない、自由な道を選んで歩いてほしいと思っています。

次号もぜひ手にとってください！

<広報アシスタント>

企画：柳光 孝紀、真弓 智裕、本山 央人
伊藤 秀剛、上田 倫久、上野美希子、岡 功、岡田 彪利、
勝野 真輝、兼古 寛之、黒川 大地、柴山翔二郎、澁谷 崇、
徐 夢荷、白畑 春来、新谷正太郎、龍田 誠、土屋 美樹、
富永 華子、花村 奈未、星野彰太郎、真弓 智裕、本山 央人、
森西 亨太、諸隈 夕子、柳本 史教、山下 洋史、柳光 孝紀

<広報室>

大澤 幸生（広報室長・システム創成学専攻）
近藤 高志（副広報室長・マテリアル工学専攻）
高畑 智之（情報理工学系研究科知能機械情報学専攻）
川瀬 珠江、永合由美子

<表紙> 真弓 智裕 <裏表紙> 本山 央人



Twitter、Facebookでも情報を配信しています。

Ttime!Webはこちらです！

<http://ut-ttime.net>

WebでTtime!が読めます！

http://www.t.u-tokyo.ac.jp/public/t_time.html



@UTtime
Follow me



工学部広報誌 Ttime!

