

東大・川原研究室で第2回見学会 — 導電性インクの活用や折紙ロボットなどが紹介 —

紙のエレクトロニクス応用研究会（代表幹事：江前敏晴氏＝筑波大学教授）は3月8日、東京都文京区の東京大学工学部で第2回目となる見学会を実施した。

今回訪れたのは、情報理工学系研究科准教授・川原圭博氏の研究室。川原氏が総括を務める「JST ERATO 川原万有情報網プロジェクト」（2015年10月～21年3月）では、印刷技術、ロボット、エネルギーの自立性を軸に、IoT 機器などのネットワークがさながら万有引力のような当たり前の存在としてわれわれの生活に恩恵をもたらし、同時にイノベーションが生み出されていく世界の創出を標榜、その実現に向けセンサやロボットを低コストかつ迅速につくることができるファブリケーション技術や、IoT 機器等をサステナブルに動作させるエネルギーハーベスティング（環境発電）、無線給電技術の開発に取り組んでいる。

プロジェクトにはエンジニア、科学者に加えてデザイナーやアーティストが参

画、多面的な視点からアイデアを成果に結びつけており、プリントドエレクトロニクスを活用した農業用の土壌水分センサを実用化したほか、後段のプレゼンでも紹介された切り取り可能なワイヤレス充電シートを先ごろ発表した。切断しても残ったコイルによって電流が行き渡る特殊な配線法を採用することで、中央に配置されたコネクタ以外には自由な形状にカットできるシートで、モバイルバッテリー等をつないで使用し、スマホをシート上に置いたり、一緒にポケットに入れるだけで充電が可能。川原氏は建材・衣類への応用、さらには一定の空間内に持ち込んだ機器に無線で給電するシステムの実用化にも傾注している。

◇

冒頭、川原氏は自身の開発動機や研究室での活動、前記プロジェクトの概要などを説明。端緒は紙によるセンサの開発で、これに取り組むなかで三菱製の銀ナノ粒子インクと出会い、ベン

チャー企業 AgIC を設立した。AgIC は学習用キットの展開やワークショップを通じ、銀インクを活用したプリントドエレクトロニクスを世に広めたパイオニア的存在として知られる。現在、同社は Elephantech という会社に発展し、銀インク+銅メッキによるフレキシブル基板などをつくっている。

他方、農業向けのベンチャーとして設立した SenSprout では、印刷によって安価に製造できる静電誘導センサの実用化に成功したが、そのなかで川原氏は、センサの購入・活用を通じ農家に何らかの改善があつて初めて自らの開発が意味をなすことを痛感したという。改善とは「上手な野菜づくり」であり、例えばベビーリーフ（野菜の幼葉）は通常9回/年程度しかつけれないが、水やりのタイミングを完璧にコントロールできれば14回/年収穫できる。これを実現するため、開発したセンサをベースにAIの活用による自動的な水やり等も含めた栽培ハウスの販売を開始し、実績をあげている。

川原氏は開発にあたって、テクノロジー、ビジネス、デザインを同時に成り立たせることが価値を生むと考えており、とくにデザインについては、似た言葉である「アート」が個人の意思表示であるのに対し、「デザイン」は例えばポ





自由な雰囲気のなか行われた見学会



プロジェクトを紹介する川原圭博氏



紙エレ研・代表幹事の江前敏晴氏

スター作成時、文字の視認性や情報の正確な伝達なども重視する点で明確に異なることを強調、デザインは開発した技術が「何の役に立つのか」を考えさせてくれる力をもつと述べた。



続いて、研究室およびプロジェクトのメンバーが以下の開発成果について、実際の開発品・試作品によるデモンストレーションを交えたプレゼンを行った。

- ① 昆虫の翅の折り畳みを応用した折り紙による可変機構の開発
- ② LightTrace：導電性インクの寄生抵抗を逆用した回路パターンによるLEDの自動輝度調整
- ③ 芋虫型折り紙ロボット
- ④ 円筒折りの活用アプリケーション
- ⑤ 低沸点液体を利用した低コストな相転移アクチュエータ

⑥ 切断により形状の変更が可能な無線電力伝送シート

⑦ 銀インクを用いた回路学習用キット

⑧ Open Soft Machines

上記テーマには2次元から3次元への変形、すなわち「折紙」の技術を活用したものが複数あり、折紙の幾何学を数理的・工学的に洗練するとともに、立体化した際の配線・デバイスの配置を予め予測してシート上に電子回路を設計することでソフトロボットなどをつくることができる。②や③は芋虫を模倣したもので、局所的な伸び縮みや摩擦の制御によってシャクトリムシやカイコ、ミミズなどさまざまな振る舞いをさせることが可能である。

⑤は同じくソフトロボットであるが、駆動の仕掛けは小さな袋に入った液体に

ある。この液体は沸点が低いため容易に気化し体積変化を起こすことによって袋が膨張・収縮しロボットが動く。採用例としてフレームに蝶のロボットを多数設置し、その羽根が気温の上昇とともに開いてフレーム内の採光量が変わる仕組みなどが動画で紹介された。

また⑦ではLEDと導電性の両面テープと銅テープを組み合わせたステッカーや、各頁の裏面に銅テープによる配線を施すことで表側の絵（例えば星など）に配したLEDが光る仕掛け絵本などを紹介。さらに最近では単純な回路の作成だけでなく、プログラミングも含めて行える教材も作成した。こうした教材のメリットは、実作業を通じた知識の定着度向上と創造力の醸成。さらに紙素材の“親しみやすさ”も教育現場や家庭での使用においてはプラスに働くという。

