2015 国際光年 徳島大学市民公開講座

未来を拓く光の世界

日亜寄附講座10周年を記念して

7月11日(土)、徳島大学市民公開講座「未来を拓く光の世界」が徳島市で開催された。この講座は、今年が光と光技術の国際年「2015国際光年」として宣言されたこと、そして、徳島大学に設置された日亜寄附講座が10周年を迎えたことを記念して開催された。講座では、第1部では小学生から中学生を、第2部では高校生から一般を対象に有識者による講演が行われたほか、LEDを使った工作実習も行われた。その模様を紹介する。

ごあいさつ

徳島大学長
香川 征 氏

今年は国際連合が決めた2015国際光年になっています。歴史を見ますと、1015年にイラクのイブン・アル・ハイサムという方が、物が見えるのは光が物に当たって人間の目に入るからだということを初めて解明しました。それまでは人間の目が光を出して物が見えるのだという風に誤解されていたそうです。ちょうど奇しくも今年はその1000年後にあたります。13世紀にはガラスの工芸が発達してレンズができ、そのレンズを利用して1609年にガリレオが望遠鏡を開発しました。皆さんにおなじみのエジソンが電球を発明したのが1879年です。今は「光の科学」「光の時代」と言われています。昨年、日本人3人が青色発光ダイオードでノーベル賞を受賞したのはご存じの通りです。今日の日亜寄附講座10周年を記念した市民公開講座では、光やLEDに関する講演が行われます。どうか有意義な講座になることを祈念しております。

第1部
対象
小学生〜中学生

LEDとアートでまちづくりを

徳島大学大学院
ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部 教授
平木 美鶴 氏

■プロフィール
山口県出身。多摩美術大学大学院美術研究科絵画専攻を修了。これまでに日本版画協会協会賞、二紀展奨励賞等を受賞。現在、徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部教授で、日本版画協会会員、二紀会会員。

私が所属する社会創生学科地域創生コースではLED作品の制作研究を通してまちづくりに取り組んでいます。

2006年には「光のまち阿南」事業に参加し、阿南市の牛岐城址公園にティッシュペーパーで作ったかまくらを設置、その中でLEDを幻想的に光らせました。これは初めての野外展示だったのですが、展示した翌日に大嵐でティッシュが飛び散り、後片付けに追われるという過酷なものでした。その後、徳島市とも共同で活動を始めています。

2007年からは「LEDが見えるまち徳島」事業に参加。学生が考えたLEDアートを町の人達と一緒に作って商店街に飾り、町の活性化を図りました。今でも、当時の作品が飾られていますが、町の人達は壊れたら修理をしたり、色を変えてみたり自主的に行動されています。

2010年のアートフェスティバルでは、100人分の指の複製を作り、その中でLEDを光らせる「ゆびさされたい」で学生公募部門2位をいただきました。

2012年には、大震災をきっかけに、人力や自然エネルギーを電力に変換してLEDを光らせる作品を、2013年は、懐中電灯の光が箱の中の光センサーと反応してLEDがさまざまに光る「光の箱」を制作しました。

また、2014年からは毎年12月に「助任の丘LEDワンダーランド」と題して、学生たちが授業で考えた作品を構内に展示しています。昨年は、距離センサーを使ったり脳波を測ったりしていろんな光る箱作りに取り組みました。今年の12月に向けては、ただ今「告白」をテーマにした作品を制作中です。皆さんには12月、徳島大学に来ていただいて体験していただけたらなと思っております。

LEDによる光の三原色について〜フルカラーイルミネーションの作り方〜

徳島県立徳島科学技術高等学校 教諭
土肥 隆史 氏

■プロフィール
大学卒業後、阿南工業高校、徳島工業高校、貞光工業高校、徳島東工業高校を経て、現在の勤務校である徳島科学技術高校には開校当初から勤務。電気技術類の情報通信コースでコンピューターや通信技術、電子回路などの他、国際交流など幅広い分野の指導にも携わる。

光で様々な色を作るためには、赤と緑と青の3色の光を組み合わせます。これを光の三原色と言いますが、なぜこの3色の光を混ぜることで、様々な色に見えるのか？実は人間の目に秘密があります。人が物を見るときは、物に反射する光を感じることで形や色を見分けることができます。これは人間の目に、赤と緑と青を感じる神経があり、人間が見る色を表現するにはこの3色を使えばいいからです。

この光の三原色を簡単な実験で確かめてみましょう。3色のカラーセロファンを用意して、白色のLEDライトに貼り付けます。これで白い紙を照らし出して、それぞれの色を重ねていきます。青と赤を重ねるとマゼンタ（赤紫）、緑と赤は黄色、青と緑はシアン（青緑）になります。そして、3色を重ねると白になります。このようにそれぞれの色を重ねることで違った色を作ることができます。

次に、重ね合わせる色の明るさを変えてみましょう。明るさを変えるためには、電圧を変化させる必要がありますが、ライトの距離を変えることでも表現できます。先ほど赤と緑を重ねただけだと黄色になりましたが、赤だけの状態から緑をだんだん明るくすると、赤からオレンジ、黄色へと変化します。そこから赤を暗くしていくと黄色から黄緑、緑と変化します。このように明るさを変えることで中間色も表すことができ、表現できる色の種類も多くなります。実際のイルミネーションではコンピューターを使って、この変化を制御しています。

LEDは単に光らせる道具で終わらせるものではありません。アイデア次第でどんなものにも活用できます。皆さんも、アイデアを膨らませてアッと驚く作品作りに挑戦してください。

第2部
対象
高校生〜一般

窒化ガリウム系LEDの開発・応用・将来

日亜化学工業(株)
取締役第二部門 開発本部長
向井 孝志 氏

■プロフィール
徳島大学工学部電子工学科を卒業後、日亜化学工業㈱に入社。ガリウムアルミニウムと素赤外および赤色LEDの開発などに従事。現在、取締役開発本部本部長、基礎技術センターセンター長、徳島大学工学部および京都大学工学部の非常勤講師を務め、数々の賞を受賞する。

サファイア基板に薄い膜状の良い窒化ガリウム結晶をつけることができたこと。窒化ガリウム結晶のP型ができるようになったこと。窒化ガリウム結晶にインジウムを混ぜることができるようになったこと。このような3つの非常に重要な大発見があって青色LEDができるようになりました。しかし照明にはできなかったのです。

青色LEDに蛍光体を混ぜると白色LEDができます。半導体から出てきた青い光がそのまま出てくる成分と蛍光体が青い光を受けて違う色の光に変換されて外に出てくる成分。それをすべてまとめると白く見えるのです。

物を照らした時に物がどのくらい忠実に見えるかを演色性と言い、平均演色評価数をRaで表します。リビングの照明はRaが80以上ないと残念な結果になります。基本型白色LEDのRaは74。そこで、別の蛍光体を混ぜて低い波長領域を押し上げます。改良型白色LEDではRa97。97にもなるとリビングの照明としてはオーバースペックです。LED照明には、蛍光体の性能も非常に大事なのです。発光効率も気になるところです。発光効率は演色性で変わり、演色性を良くすると発光効率が悪くなってきます。理論的には緑色単色の光源では683ルーメンの照明ができますが、白色照明にすると演色性によって変わるので260ルーメンが理論最大値。製品レベルでは200ルーメンです。

エネルギー的にみても、青い光が蛍光体に当たって別の色に変換されるプロセスでロスが出て、白色LEDは50%ぐらいしか活用されていません。光をどうやってムダなく外へ取りだすかが、今、世界中で研究されています。

光の機能を生活や医療に応用

徳島大学大学院
医歯薬学研究部 教授
髙橋 章 氏

■プロフィール
徳島大学医学部医学科を卒業後、博士課程に進学し、博士の学位を取得。山口大学、大阪大学に勤務の後、徳島大学に着任。現在、大学院医歯薬学研究部の教授を務める。専門は栄養学、生理学、細菌感染症学。

10年前は珍しかったLED照明も、今ではほとんどの家庭に普及し、これからはLEDの新しい用途を開発していくことが必要です。そこで徳島大学では、2009年からLEDライフイノベーション研究プロジェクトを作り、光の生命効果を医療・農業・漁業などに応用するための基盤作りに取り組んでいます。

現在、徳島大学内で進めているLEDライフ応用の対象分野は多岐にわたり、研究課題は19ほどあります。その中からいくつかを紹介します。

まずは「UVA-LED殺菌」。LEDを使って、食中毒の原因菌やインフルエンザ、ノロウイルスを殺菌する従来とは違う殺菌システムを開発しています。「UVB-LEDを使った花粉症治療」では、ナローバンドのUVBを鼻粘膜に照射すると、アレルギー性鼻炎の症状が抑制されることから、この方法を使って新しい花粉症の治療法を確立しようとしています。他にも、がんの発症にかかわるがん幹細胞の増殖を青色LEDで抑制する「可視光のLEDを使ったがん細胞抑制」、体から取り出した血液や腹水にLED光を当て浄化して体内に戻す「LEDアフェレシス治療」、海にLEDの発光装置をつけたブイを設置し、夜に光らせることで集まった魚を養殖に近い形で育てながら獲る「LED水産資源の増殖」、イチゴを一番早く大きく育てるためには、いつ、どの時期に、どのくらいの強さで、どの種類の光を与えたらいいかを研究する「LED植物育成」などがあります。

私たちの試みはいろいろな団体・機関からサポートを受けています。私たちの研究が徳島県や日本国内だけでなく、国際協力という分野にも貢献できたらと思います。

夢のディスプレイを実現する光学

宇都宮大学大学院
工学研究科 准教授
山本 裕紹 氏

■プロフィール
東京大学大学院工学系研究科修士課程を修了後、徳島大学工学部光応用工学科助手に着任。2014年からは宇都宮大学に移り、現在大学院工学研究科の准教授を務め、情報フォトニクス、LEDを用いた3次元ディスプレイなど新しい情報ディスプレイ研究に従事している。

デジタルサイネージとは、情報通信技術とディスプレイを組み合わせて情報を提示する技術。近未来のディスプレイの1つです。しかし、いろんなサインがある中で注目されるには、見ていて楽しくないといけません。そこでLEDの高速性を使った「手振り復号型暗号」を作りました。これは、何もしないと何も見えませんが、目の前で手を振りながら見ると映像が見えるというディスプレイです。

私のディスプレイ研究の動機は、徳島らしい研究をしたいとの思いです。当時、世界最大の眼鏡なしの立体LEDディスプレイを徳島大学で実現しました。左右の目で見ると違う絵が見える3Dディスプレイです。しかし、右目と左目の視力が大きく違う人には見えにくいという問題があり、確実に見えるほうが良いと、最近は空中に実像を形成する研究を行っています。現実感が高いし、自由な視点から見える。しかし、実際には何もないので通り抜けられる看板です。これを工夫して、空中像を触ると温かいディスプレイも創りました。SF映画に登場するような空中ディスプレイのプロトタイプも実現しています。何もない空中に浮かぶ映像に触れられ、しかも動かせます。タブレット端末の画面が空気でできているようなもので「エアタブレット」と呼んでいます。このために、特殊なLEDを開発しました。1秒間に960枚、高速に絵を描き換え、瞬時に反応が出ます。昨年、サイエンスアゴラで公開しましたが、スクリーンがないのに空中に映像がある、空気に文字を書けるのが楽しいと好評でした。

これらの光だけでなく熱や音を3次元空間に収束する技術は、未来の夢のディスプレイの実現に応用できると期待されています。

光と半導体

徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部
フロンティア研究センター
日亜寄附講座 特任教授
井須 俊郎 氏

■プロフィール
大阪大学大学院基礎工学研究科で博士を取得後、三菱電機に就職。ドイツのマックスプランク固体研究所客員研究員、光技術研究開発(株)主任研究員、情報通信研究機構特別研究員を務め、2006年に徳島大学に着任、日亜寄附講座の特任教授を務める。

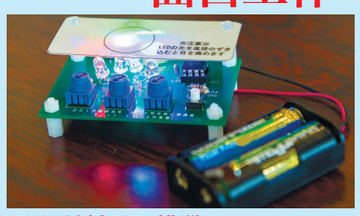
結晶は、原子が周期的に配列したものです。原子の持っている電子の数の違いが元素の違いです。結晶では電子が存在する価電子帯や伝導帯ができますが、半導体の特徴は、電子が存在しない禁制帯があることです。典型的な半導体であるシリコンの結晶の中に電子の数が多い元素を入れると、価電子帯に収まり切らず伝導帯に電子を作ります。これがN型半導体です。逆に電子の数が少ない元素を入れると価電子帯に穴（ホール）が空きます。これがP型半導体です。発光は、電子とホールがくっついたときにエネルギーを放出することで起こります。そこで、P型半導体とN型半導体を接合し、電圧をかけてやると、電子がプラス側に、ホールがマイナス側に引っ張られ、電子とホールが出合い発光します。これがPN接合による発光の原理です。

発光の波長は半導体の禁制帯の幅で決まります。最初の赤色LEDではガリウム砒素とガリウム燐を混ぜた結晶で実現されましたが、このような結晶を混晶といい、組成比を変えることでさまざまな禁制帯幅の混晶ができます。

異なる半導体材料を接合した構造をヘテロ構造といいます。禁制帯幅の大きな半導体材料で小さなものを挟み込んだダブルヘテロ構造をつくると、電子とホールが真ん中の層に溜まり発光再結合する確率が上がるため、強い光が出せるようになります。

青色LEDは、窒化ガリウムインジウムなどの混晶のヘテロ構造を使って造られていますが、こういった材料構造の設計とそれらの結晶成長の技術における多くのブレイクスルーを経て実現されました。いろいろな波長の光を利用するために、さまざまな半導体の研究が引き続き活発に行われています。

工作実習 LEDで面白工作



はんだ付けに挑戦！

徳島科学技術高校の土肥隆史先生の指導のもと、小中学生約50人が回路製作に取り組みました。子どもたちは慎重に半田ごてを使いながらLEDを基板に取り付けていきます。光がついた時には、みんなの目もキラキラしていました。

8/8(土)・9(日) インフォメーション
科学体験フェスティバルin徳島
●時間／10:00〜16:00
●場所／徳島大学工学部
●問い合わせ／TEL088-656-7640
http://www2.e.tokushima-u.ac.jp/News/sci-fes/
さわって、つくって、楽しい科学。
いろいろな実験が体験できます。

8/5(水)・6(木)
理工学部(仮称)オープンキャンパス(予約制)
●時間／9:20〜
●場所／徳島大学工学部キャンパス
●問い合わせ／TEL088-656-7315
事前申し込みはこちら http://daigakujc.jp/tokushima-u
平成28年設置予定の理工学部(仮称)を
いち早く体感してみませんか？

★理工学体験大学講座も開催！
●8/6(木) 13:30〜(オープンキャンパス後)
●問い合わせ／TEL088-656-7315
http://www.tokushima-u.ac.jp/e/admission/riko
学生達が学んでいる先端研究の現場に参加できます。

■主催／徳島大学　問い合わせ／工学部総務係 〒770-8506 徳島市南常三島町2丁目1番地 TEL.088-656-7304　■企画・制作／徳島新聞社 営業局