

電子デバイス委員会報告

～沼津高専における電子デバイスと静電気教育～

1. はじめに

Society5.0社会に於いて、インターネットに繋がるIoTやAI搭載システムなど、電気電子システムの信頼性が重要であることは言うまでもない。沼津工業高等専門学校電気電子工学科は、その基礎となる電気磁気学、電気電子回路から電気材料、電力工学などの知識とスキル、更に、通信やプログラミングなどの制御技術を融合させ、未来の社会システムを担う学科である。特に、2022年度からは4年生を対象とし、半導体プロセス、IoTデバイス、サイバーセキュリティについての実験実習科目がスタートしている。また、次世代に向け、社会全体の高電圧化と情報化が進み、電気電子工学科への期待はより一層高くなっている。本学科は第2種電気主任技師の認定学科でもあることから、多くの企業からの求人が寄せられている。また、約半分の学生はスキルの向上を目指し、大学や専攻科に進学する。その為、基礎学力の向上のみならず、電子デバイスを支える材料技術・回路技術、信頼性を支える制御技術・通信技術・プログラミングなどの専門教育や実験実習科目の充実を図っている。近年、電子デバイスの小型化・高性能化に伴い、静電気耐力が下がることから、半導体や液晶パネルの製造工程を始め、モバイル機器、介護用ロボット、自動車、航空機などの静電気放電による電子デバイスの破壊や誤動作が懸念される。特に、自動運転やAIによる制御、工場の設備やビル管理などスマート保守の観点からもコンピューターシステムの誤動作は、より深刻な問題であり、それに対応できるスキルを持った人材育成が求められている。そこで、本報告では、沼津高専における1年生から専攻科生までの「電子デバイスと静電気教育」に関し、特徴のあるカリキュラム内容や卒業研究で静電気研究に取り組む学生達の動機や抱負について述べる。

2. 静電気教育

全学科の1年生200名対象の「工学基礎I」では、放電と災害の観点から静電気の基礎を学んでいる。電気電子工学科1年生対象の「工学基礎III」では、放電と電磁波についてコヒーラを用いた実験を行い、電磁波やアンテナについての関心を高めている。

電気電子工学科2年生の「電気電子工学実験II」の前期において、①LEDの原理と構造、②静電気現象の理解と電子デバイスの取り扱い、③LEDとフォトダイオードを用いた

光通信実験を行っている。特に、摩擦帯電、剥離帯電、誘導帯電による帯電電圧を、非接触型の表面電位計を用いた計測を行っている。また、「電気電子工学実験II」の後期では、電磁誘導の実験を行っており、静電気による電荷の移動が、電流、電圧、熱、力、磁界、電磁波に変化することで、電子デバイスの誤動作や故障に繋がることの理解を深めている。

電気電子工学科3年生の通年科目である「電気電子計測」において、電荷、電流、電圧、熱、力、電磁波の計測について学習している。特に、静電気計測について、非接触型表面電位計や光電界センサ、光電圧プローブ、超高感度紫外線カメラなどの最新技術についても学んでいる。

電気電子工学科4年生の「電気電子工学実験IV」にて、200kVのインパルス試験装置を用いた空気絶縁破壊についての実験を行っている。AC放電、DCでの針-平板放電、インパルス放電を通して、高電圧の制御、コロナ放電やアーク放電などの放電現象の観察など、実践的な知識を高めている。

全専攻科2年生を対象として「電子デバイス」の講義がある。半導体の基礎から通信デバイス、光デバイス、パワーデバイス、更に、磁気ヘッド、液晶パネル、MEMSや静電気計測技術や保護素子について学んでいる。

3. 大津研究室の学生の声

3.1 中村心海さん (5年生)

電子デバイスの小型化、高性能化に伴い静電気耐力が下がることから、静電気放電による電子デバイスの破壊や誤動作が懸念されています。現在私は、航空機やドローンなど、グラウンドに接続されていない帯電体に着目し、その内部の電子機器に生じる静電気による誤作動と静電気の計測技術について研究しています。静電気分野について研究したいと思った理由は、電子機器が多数使用されている航空機に静電気が起因する現象について興味を持ったからです。静電気は摩擦帯電や剥離帯電など日常的な動作で帯電し、それが元となって誤作動が生じてしまうことがあります。航空機の場合どのようなときに誤作動が起きやすいのか、また誤作動の原因など研究を通して学んでいくことで、航空機整備を行う際に前もって用心し、壊れる前から対策することに繋がると考えています。航空機整備となると機体の構造整備のみを想像してしまうかもしれませんが、電気電子を学んできたからこそ、電気が起因する現象や対策にも目

を向けられる整備士になりたいです。そして、コロナ放電や小さな静電気は目には見えません。しかし、目に見えないからこそ気づかずに帯電量が増えてしまいます。可視光では見えない放電を観察できる計測技術を用いることで、より細かく放電現象を観察することができ、静電気による誤作動の問題解決に繋がると思います。今日の電子デバイスが自動車やロボットなど誤作動を起こしてはいけない場所に用いられているからこそ、このような研究を通して対策された電子デバイスの開発をしていかなければいけないと思います。

3.2 杉山未来さん (5年生)

高専に入ってから、身の回りの機器を知るうえで静電気は必ず関わってくると知りました。誤作動や故障の原因を考えることは、静電気を理解していないと解決に至れないため、卒業研究にて実用的に使えるようにすることをひとつの目標としています。卒研では会社に入ってから特に役に立つことを学びたいと思い、初めにプリンタの内部構造を調べました。プリンタは静電気を利用して紙へトナーを張り付けますが、摩擦や剥離による帯電で必要としない静電気が発生してプリントミスが起こるとわかりました。普段使っている電子機器の内部構造、よく発生する誤動作の原因を知ることはとても興味深く、また高専で学んできた電気知識によりこれらを理解できる瞬間が楽しいです。現在、導電性複合材料の放電実験をしています。プリンタの帯電させるドラムのように、部品の一カ所取ってもどのような特性の材料を持ってくるべきか、周りの部品と作用してしまわないかなど試行錯誤の積み重ねが必要だと知りました。実験した結果からどのような場所で活用できるのか、改善点はなにか考えるのがこれからの課題です。電気分野と言っても膨大な内容があり、一括りにはできません。まだ自分の知識に自信がありませんが、それらの中で興味のあることや会社に入って必要となることを中心に実戦で使えるような知識をつけていきたいです。

3.3 イザトウル インシラー ビンティ イスハクさん (5年生)

医療機器、自動車の自動運転、飛行機システムやAIロボットなど情報と技術を活用した社会の実現に向け、多くの電子機器が使われ、静電気放電による様々な誤動作や破壊は大きな社会問題となっています。研究では移動する電子機器に着目し、帯電や移動にともなう電位変化などの実験をしています。私は半導体の分野に深い興味があり、半導体の信頼性を脅かす原因の一つは静電気放電のため、静電気と半導体の関係を研究しています。例として、ESD印加による電子基板の誤動作波形の観察を行い、振幅やゼロクロス時間などが誤動作と関わっていることがわかりました。これらのことが分かるために静電気教育は一番大事なことであり、帯電現象、放電現象などを理解するべきで

す。また、本研究を通して半導体の特性やセンサについていろいろな知識を身に付けることができました。得られた知識は大学の研究に生かして、将来的にどんな高い放電電圧が印加されても、破壊しにくい半導体開発に携わりたいです。そしてそれらの半導体を様々なデバイスに利用し、品質向上に繋げていきたいです。

3.4 大畑怜央さん (専攻科2年生)

沼津高専における静電気教育では自分自身にとってとても有意義な学びになりました。静電気の基礎理論について深く理解することで、身近な現象や産業への影響を実感する機会が増えました。特に、静電気が引き起こすトラブルや、対策技術の重要性について学んだことは、私の研究や将来の進路を考える上で大きな指針となりました。私は専攻科研究で、光電圧プローブや、超高感度紫外線カメラを用いて、静電気放電、コロナ放電等の微小な放電のエネルギー解析や対策技術に関する研究を行っています。近年、電子デバイスの小型化・高性能化に伴い、静電気耐力が低下することから、様々な電子機器のESD対策が信頼性を確保するうえでより一層重要になります。特に私は医療分野に関心をもち、インターンシップ先、就職先には医療機器メーカーの品質保証系の仕事を選択しました。インターンシップ先では、静電気が原因で医療機器に不具合が発生しているところを実際に目の当たりにし、静電気対策の重要性を改めて感じました。これからは自分が高専の本科、専攻科を通して学んできた静電気や信頼性に関わる技術や知見を活かし、安心、安全な医療機器づくりに貢献していきたいと考えています (図1)。



図1 大津研究室写真

4. まとめ

沼津高専電子電子工学科に於ける電子デバイスと静電気教育について、特徴的なカリキュラムについて纏めた。また、そのカリキュラムを履修し、現在、大津研究室にて、静電気研究に取り組む学生達の声を掲載した。静電気に関わる人材育成において参考になれば幸いである。

(大津 孝佳)