

【各学科の研究の特徴と今後の研究動向】

電気電子工学科の研究の特徴と今後の研究動向

日大生産工 ○ 伊藤 浩

1 まえがき

人間が、自分たちの生活に電気を利用するようになったのは、この数世紀のことである。科学技術が大きく発展した 20 世紀を経て、電気を応用した技術は、今や社会の隅々にまで行きわたるようになった。電気の利用は、おおまかに、エネルギーとして利用する場合と、情報通信の手段として利用する場合に分けられるであろう。また、電気の利用を可能とするために、様々なデバイスや材料が必要とされる。以下、エネルギー・情報通信・材料デバイスの3つの分野に分けて、電気電子工学科の研究について述べる。

2 エネルギー分野の研究

電気をエネルギーとして利用する代表的な例は、私たちが家庭や職場で利用する電力であろう。電力系統に落雷などの事故が発生した後、多数の発電機が次々と停止し数県にわたる広い範囲が停電する場合がある。これを防止するために、100～200ミリ秒程度の動揺から、数100ミリ秒以内に、最小台数の停止させるべき発電機を決定する安定化方式の開発を行っている。

また、電力を安全に利用するためには、電気設備の適切な構築が重要である。電気安全と接地技術に関して、大地の電氣的な構成と接地特性の関係を解析・研究している。特に、接地が必要な電気機器または電気システムを個別にまたは共通に組み合わせて接続したシステム全体の中で接地を捉え、最適な電気設備の構築を目指す独自の研究を行っている。

私たちは、しばしば、電気エネルギーを光に変換して利用している。照明工学に基づいて、環境負荷が少なく、快適な視環境の実現を目指す研究を行っている。特に、定量的な照明設計方法の確立、発光ダイオードなどの有効な利用方法の提案、適切な明るさ、色、快適性のため

の人間の視覚・色覚特性の解明などに取り組んでいる。自動販売機のディスプレイの研究は企業からの委託を受けた。

電気エネルギーは、また、空気の振動エネルギーに変換することができる。強力超音波音源の開発とその応用の研究を行っている。例えば、近年では、環境問題への取り組みとして有害生物（動物）の駆除対策に超音波が有効であることを示した。

また、科研費を得て、超音波領域の音が人間の生理に及ぼす影響に関する研究を行っている。都会の音は自然界に比べて、可聴周波数を超える周波数成分が少ないというデータがある。この研究では、超音波が人間に与える影響を、脳波、発汗、皮膚温により計測し、それが人間を快適にする効果があることを確認した。これにより、快適な音空間を人工的に作り出すことが可能になるだろう。

さらに、電気エネルギーは医療分野に応用することができる。粒子線がん治療装置の高性能化と医用シンクロトロン用入射器ライナックの小型化に関する研究を行っている。また、1) モンテカルロシミュレーションによる重粒子線の線質分布の高精度化、2) 高エネルギー重粒子線に対する絶対線量の高精度測定、3) 電離箱を用いた粒子線に対する線量算出方法の確立、4) 放射線治療に対する治療効果の新しい評価方法の確立を目指している。

また、電磁氣的なエネルギーを測定すれば、構造物の劣化を非破壊的に検査することができる。この技術は、企業からの資金を得て、1) 石油備蓄タンク底板の腐食検出と、2) エンジン部品（シャフト）の焼き入れ深さの計測に応用された。1) においては、直流磁場を併用した渦電流探傷試験(SLOFEC)法を適用し、タンク鋼板

の腐食部近傍では磁気飽和の状態にならないことを明確に示した。この解析によって、手法の有効性が示されたことになる。2) においては、渦電流試験法によって、焼き入れ深さを非破壊的に計測できることを確認した。これにより、従来は、シャフトを切断したり、硬度計で硬度変化を測定するなどしていた計測が工程中においても非接触に行えることになる。これらは、大学の研究が産業に応用された例として重要である。

3 情報通信分野の研究

無線通信の研究は、多くの外部資金を得ている。衛星通信のための空間重畳方式の研究は科研費を獲得した。衛星通信では、占有周波数帯域の有効利用と送信機の省エネルギー化が重要である。周波数の有効利用が可能な多値変調波をそのまま電力増幅する代わりに、多値変調波を複数の振幅変動の小さい変調波に分割し、個別に高効率電力増幅後に、空間でベクトル重畳合成する高能率伝送方式を提案している。

また、電波の送受信に必要な各種アンテナに関する研究、電波の伝搬を含めた環境電磁に関する研究、電波を利用した応用計測、また電磁波理論に基づく生体情報測定に関する研究を行っている。企業からの資金を得て、無線操縦用小形アンテナ、自動車搭載用FMアンテナ、人体通信用電極の開発を行った。これらの成果は、安心安全の生活環境の基盤となるものである。

一方で、通信路を流れる情報をどう処理するかという課題がある。画像情報の処理においては、企業との共同研究として、画像の中に別の情報を埋め込む情報秘匿に関する研究を行った。この技術はコンテンツセキュリティとして、社会的公正の実現に役立てることができる。また、ここで培った技術を拡張現実(ドラゴンボールのスカウターはその例である)に応用する研究を行っている。

また、画像情報からまわりの世界を理解するための研究として、1)フラクタル解析を用いた航空写真の変化抽出、人物の移動方向の検出、顔認識や表情の検出に関する研究、2)レーザ距離計を用いた視覚情報処理の実現可能性の追及を行っている。これらは、ロボットの視覚の他、ITS(高度交通システム)と組み合わせて、車載カメラからの人物の特定や交通流解析に応用できる。

さらに、音の情報の処理においては、両耳に相当する位置にマイクロホンを着装したロボットを用いて、音源位置に関する仮想的な3次元空間(聴空間)を創りだす研究を行っている。優れた聴覚で暗闇の中で獲物を捕らえるメンブクロウが音源方向を検出するメカニズムを模倣した信号処理法を用いる。これにより、周囲の実環境の情報をより詳細にロボットに認識させることが可能となる。

情報処理の計算法は様々な分野に応用できる。最適配置問題の解析法を用いて、救急医療システムにおけるドクターカーと救急医療施設の適正配置に関する研究を行っている。ドクターカーを配備する救急医療施設が適正に配置されていれば、救急現場までは最短時間で到着できるので、結果として救急医療サービスは現状よりもさらに向上し、救急患者の生存率の改善が期待できる。

4 デバイス・材料分野の研究

電気エネルギーの確保は社会の重要な課題である。太陽電池の開発では、多くの外部資金を得て、1)波長変換膜を用いた太陽電池の高効率化、2)半導体のギャップ内準位の評価方法の開発などに成果を上げている。1)は蛍光体などを用いて、従来捨てられていた波長の光を使うもの、2)は半導体製造のための基礎研究である。また、酸化物半導体pn接合を用いた太陽電池の開発を行っている。磁性体は産業に広く用いられる材料である。

1)ネオジムなどのレアアースを使わない磁性材料、2)弱い磁界や過酷な環境でも動作する磁気センサ材料の開発を行っている。このようなセンサはドアの開閉や車のエンジンのセンサなどに利用できるだろう。また、電子スピンを制御して磁気センサの感度を高める研究、光や圧力を利用して磁性材料に新たな機能を付与する研究を行っている。

また、静電気放電を応用すれば、近年深刻化する環境問題を緩和することができる。これに関して、光触媒による有害物質の分解・水分解の高効率化の研究を行っている。現在、可視光に反応しない光触媒を可視光に反応するようにして性能を向上させる可視光応答化等について検討している。この他、シリコンの製造過程で生じる切粉から熱電変換素子を再生する研究、薄膜製造における熱流体解析、高効率な燃料電池用部材の開発を行っている。

5 今後の研究動向とまとめ

電気電子工学科で行われている研究を分野別に概観した。電気エネルギーの生成手段は今後多様化するであろう。風力や太陽光は短時間に大きく変動する。電力システム全体において、回転機型の発電機を安定化させ、電力品質を保証する技術の確立が求められている。環境負荷を低減し持続可能な成長を実現する材料やデバイスの開発も重要である。また、地震を契機として安全・安心な社会が関心を集めている。センサを構造物に設置或いは埋設することにより常時状態を監視するシステムが望まれている。非破壊検査技術はその基礎となるであろう。情報通信の分野では、人間の情報処理を模した計算原理の確立が求められている。人間とコンピュータの情報処理能力の差は将来ますます小さくなるであろう。