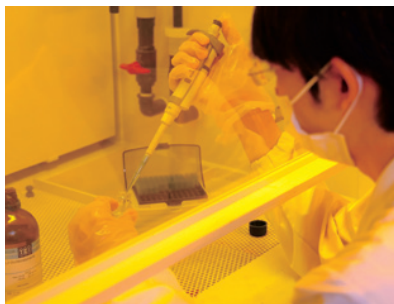
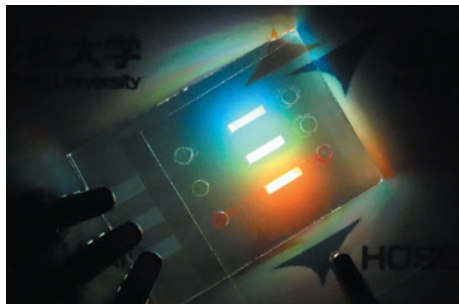




新たな発光デバイスを実現し電化製品の未来を切り拓く

ナノ・マイクロシステム工学研究室 (笠原 崇史 准教授)



もっと明るい電気化学発光デバイスを追究する

人々の生活を豊かにするエレクトロニクス製品の実現に向け、新たな発光デバイスを追究しています。主に半導体集積回路を作製するための微細加工技術を利用し、マイクロ流体電気化学発光デバイスを作製しています。このデバイスは、髪の毛よりも細い、厚さ数 μm の電極付き流路に発光性溶液を充填し、電気を通すことで酸化還元反応が生じ、発光します。

また、より明るく発光するデバイスの実現を目指し、発光性物質の電気化学的特性の解析や、独自の調製手法による新たな発光性溶液の開発も行っています。最近の研究では、デバイス内に酸化半導体ナノ粒子からなる電子注入層を埋め込む手法を構築し、電子物性の観点から実際に高輝度化することも実証しました。また、従来の溶液とは異なり、複数の発光性物質を溶解し、物質間に生じるエネルギー移動を利用することで、光の三原色を発するデバイスも実証しています。さらに可視光域を幅広くカバーした白色電気化学発光にも成功しています。

本研究室で用いているこうした微細加工技術は、身の回りのあらゆる電化製品を作製するために不可欠な技術です。そして分析技術はデバイスを開発する重要な技術として、目に見えない分子や原子レベルの物理現象や化学反応など、物質の性質を明らかにする糸口を与えてくれます。

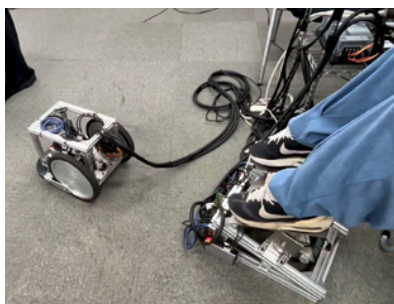
電化製品とものづくりが好きな人に携わってほしい

微細加工技術や精密分析のスキルを習得することで、変化の速い電子部品業界や電子材料メーカーなど、ものづくりの最前線で活躍できることでしょう。

最新の電化製品が大好きだったり、自ら手を動かしてものづくりをしたい方、分子や原子に興味のある方にぜひ携わってほしい研究です。電気電子工学の専門知識に加え、応用物理学、有機化学といった分野の垣根を越えた学際的視点から、これからも研究室の学生と共に新たな成果を発信していきたいと考えています。

異なる専門知識を掛け合わせた学際的研究で社会を支える

人間親和型・計測制御研究室 (中村 壮亮 教授)



社会に受容される人間支援システムの学際的探究

本研究室では、ロボット工学の技術を活用し、人間の生活を支援するシステムの構築を目指しています。取り組みの大きな特長は、学際的なアプローチです。異なる分野の知識や技術を組み合わせ、必要に応じて外部とも連携しながら取り組むことで、単独では成し得ない革新的なシステムを生み出そうと日々研究しています。

具体的な研究としては、無線給電技術と自律移動ロボットの融合があります。物理的な制約で伝送距離に限界のある無線給電装置をロボットに搭載することで「給電エリアの移動」を可能にし、仮想的に無限の給電範囲を実現するというものです。さらに、その運用計画に関するスケジューリング技術の研究では、創生科学科の先生と連携し、学際的な問題解決を行っています。

また、学生たちもさまざまな研究に挑戦しています。複数のセンシング技術を組み合わせた無線給電ロボットのナビゲーションシステム、整流器の高周波対応による小型・高効率な無線給電システム、座りながら下半身

でロボット操作を可能にする装置の開発など、多くのテーマに取り組んでいます。

異分野連携が拓く、新たなロボットシステム

私たちの研究室では外部の企業や研究機関と連携して研究を進めることが多くあります。そのため、学生は社会的な責任感を持ちながら、実践的な経験を積むことができます。また、専門分野の異なる外部の方々と協力することで、学生たちの視野は大きく広がり、多角的な視点を養うことができるのも大きな特長です。

卒業生たちは、研究で培った専門性と学際的な視点を活かし、多様な業界で活躍しています。最近では、無線給電技術を活かして大手電機メーカーへ、自律移動ロボットに取り組んだ学生は自動車メーカーへ、VRやAIに関心を持った学生はIT企業へ進んで活躍しています。自分で企画した世界初のシステムを作りたいという熱意ある方に、ぜひ来ていただきたいです。



シンプルな頭脳と知的なカラダで複雑な世界に挑む

知能ロボット研究室 (伊藤 一之 教授)



頭脳だけに頼るのをやめる

頭脳はシンプル、それでいて環境に応じた適切な行動ができる新しいコンセプトの知能ロボットを開発しています。従来の複雑な頭脳を持つ知能ロボットとは大きくイメージが異なります。

開発中のパイプを昇るロボットは、ある一つのパイプで昇り方を学習すると、多少パイプの形が変わっても事前学習なしで昇れるようになります。頭脳のコンピュータにプログラムされていないにも関わらず対応できるのはカラダの仕組みが知的だから。これが、まるで生物のような柔軟な振る舞いにつながっているのです。

知能が創発される瞬間を目撃

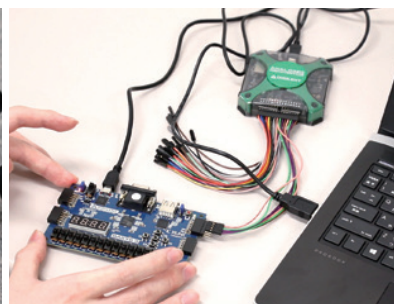
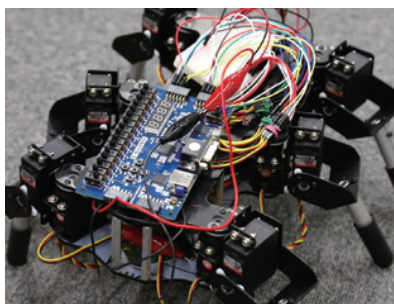
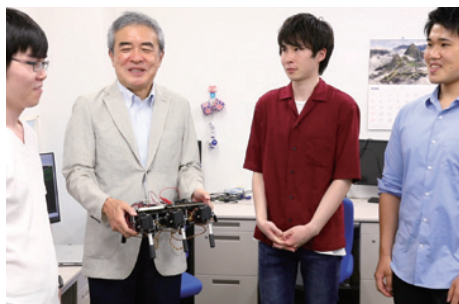
研究室全体のテーマは「知能とは何か、それはいかにして実現されるべきか」。現在は、ロボットのカラダと周囲の環境の相互作用による「新しい知能」の枠組みを追求しています。身体が環境に適しているからこそ知的

な振る舞いが可能と考えているからです。ヒントとなるのは、生物の進化。学生がどんなロボットを作るかも、どの生物を参考にするかで決まります。生物が進化の過程で獲得してきた身体の様子をロボットで再現するためです。目指すのはレスキューロボット、農業ロボット、パーソナルロボットなど自然界で人間とともに働く環境適応能力の高いロボットです。

難しいのは適応すべき環境が複雑な自然界という点です。その時に分からないことが多いので、ロボットにどんな動作が必要になるかを予測し設定しておくことができません。学生は実際にロボットを作り、実験、観測、改良を繰り返します。しかし地道に研究を続ける中、ロボットが自ら学習し、プログラムをしていない動作が生じる瞬間があります。この瞬間に立ち会うのは他では得られない体験です。そこで感じる、知能が発現するメカニズムの不思議さは、学生にとって研究を続ける魅力の一つとなっています。

AI回路を用いて昆虫型ロボットを動かす

非線形回路システム研究室 (斎藤 利通 教授)



昆虫の歩行パターンを再現するAI回路を作成する

電気信号はコンピュータの内部や通信など、さまざまなところで使われています。実は私たちの頭の中でも使われていて、何かを感じたり、外部から刺激を受けたり、物事を考えたりするうえでも電気信号はなくてはならないものなのです。この研究室では電気信号に関わるあらゆる研究を行っていて、特にAI（人工知能）を簡単な回路で実現することを目的にしています。回路を作るにはハンダ付けで繋ぐのではなく、FPGAを使っています。コンピュータで回路を設計して、そのまま回路の動作を実現することができるハードウェアです。これを昆虫型の6足ロボットを動かすために活用しています。

人間の脳細胞（ニューロン）は、電気信号によって情報伝達をしているのですが、そのニューロンをモデル化する一環として、昆虫の歩行パターンを再現するAI回路を作成する研究をしています。設計した電子回路が電気信号を発した際にどのような動作をするかシミュレーションを行い、昆虫型ロ

ットが実際に昆虫の歩行パターンを形成しているかを分析・検証しています。こうした研究のベースが、将来的には電気メーカーや自動車メーカーなど、電気関連の技術職に就いた際に応用できると考えています。実際そうした分野で活躍しているOBが多いのもこの研究室の特徴です。

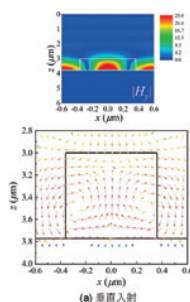
考察力と観察力と発想力を高めて磨く研究

高校時代も理科の授業で実験を行い、実験後に結果について考察してきたかと思います。この研究室はそういった自分の頭で積極的に考えることや、新しいアイデアを練ることが好きな人に向いているといえるでしょう。また国内外を問わず、さまざまな技術者や研究者と交流をしたい人、世界で広く活躍したい人に来てほしいと思います。研究成果については国内の学会や国際学会などさまざまな場所で発表する機会があるので、自信を身に付けたり自分自身が成長するためにも大いに役立つはずです。そうした優れた人材を育成することもこの研究室の役割だと考えています。



電磁波を解析し、テラヘルツ波を活用できるデバイスを開発する

機能素子工学研究室 (柴山 純 教授)



電磁波を計算するための世界初の計算技法を導入

私たちの研究室では、インターネットに使用される光ファイバー通信やスマートフォンの無線通信に利用される電磁波を用いたさまざまな機能素子・機能デバイスの検討をしています。電磁波の振る舞いはマクスウェルの方程式と呼ばれる微分方程式に従うのですが、このマクスウェルの方程式を、コンピュータを使ってFDTD法と呼ばれる計算方法で計算します。私たちはその計算技術であるFDTD法を開発し、それを使ってさまざまな新しいデバイスの提案と設計を行っています。

実は電磁波を計算するFDTD法には時間刻み幅を大きく取れない、という大きな問題がありました。そこでこの問題を取り去るために「LOD法」＝局所一次元法と呼ばれる計算技法を世界で初めてFDTD法に導入しました。私たちが開発したLOD-FDTD法は“計算が非常に簡単でしかも効率が良い”とのことで、現在では世界中の大学や研究所で広く使われるようになっています。他にもLOD-FDTD法を用いて光波と電波の中間に

ある「テラヘルツ波」という新しい周波数帯を使ったさまざまなデバイスの設計も行っています。ちなみにテラヘルツ波とは次世代のスマートフォンにあたる「Beyond 5G」や「6G」の通信に使われるものです。

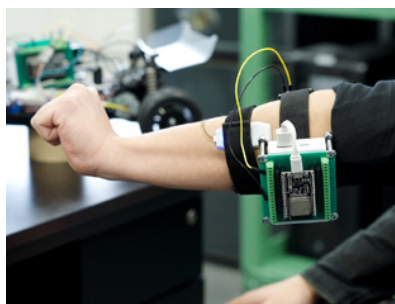
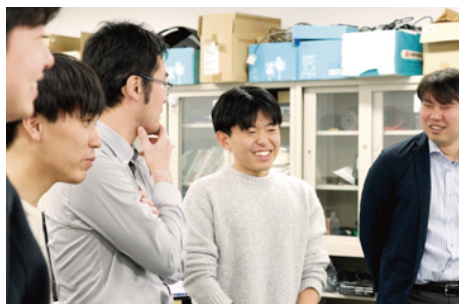
学生たちはそれぞれ、反復クラック・ニコルソン法に基づくFDTD法という新しい計算手法の開発、金属と誘電体の境界面に発生する表面プラズモン・ポラリトンを応用したデバイスの研究なども行っています。

プレゼンテーション能力を養える実践的な取り組み

本研究室では、学会の論文誌に積極的に論文を投稿し評価を受けています。卒業生の多くは、携帯電話のキャリアなど通信事業に関わる仕事に携わっている他、デバイスの設計も行っているため、通信機器や電子部品メーカー、医療機器メーカーで活躍する卒業生もいます。世界の誰もが手をつけておらず、社会に貢献する可能性を持つやりがいのある研究をぜひ一緒にしていきましょう。

磁気工学でモータを進化させ、カーボンニュートラル社会の実現へ

電磁気工学研究室 (岡本 吉史 教授)



次世代モータの開発で、クリーンで便利な社会を実現

本研究室では、磁気工学の知見を活用し、カーボンニュートラル社会の実現に資する高効率な電気機器開発を目指しています。特に、電気自動車やハイブリッドカーに搭載されるモータの性能を向上させ、社会全体のエネルギー消費を大幅に削減することをターゲットとしています。本研究室では、主として、5つの研究グループに分かれて、研究活動を行っています。

1つ目のグループでは、電磁鋼板と呼ばれるモータ体格を形成している鉄芯材料の磁気的な測定を計測しています。そこには、独自のAI技術を導入し、初期波形を高速に推定することで、計測速度の向上を実現しています。2つ目のグループでは、モータに装荷される永久磁石内部の磁化状態を、永久磁石周囲の磁界を用いて非破壊的に推定する手法・システム開発を実施しています。これにより、永久磁石の磁化分布を有限要素法などの計算法へ受け渡すことで、モータの振動などを推測することが可能です。3つ目の研究テーマとして、上の研究で取得された電磁鋼板の磁気特性、永久磁石磁化分布をモータの構造最適化手法に受け渡すことで、モータの劇的な特性向上に取り組んでいます。4つ目の研究テーマとして、未来の主要電源となる燃料電池の性能をリアルタイムで評価できる電流密度分布の非破壊推定

手法の開発に取り組んでいます。最後に、5つ目の研究テーマとして、生体信号（筋電位）を用いたモータの新しい制御機構に関する研究を行っています。筋肉の動きに合わせて、ラジコンのスピードが変わるシステムの構築に成功しており、今後、様々な家電、福祉機器へ応用することを検討しています。

チームで協力して新技術を社会へ発信

本研究室はとても明るい雰囲気です。研究を遂行するうえで、学生同士が研究チームを構築するため、学生間の交流も盛んです。また、学術論文の執筆や特許出願にも力を入れており、自身の研究成果を社会に還元できる機会の多いことが特徴です。

多くの学生が修士課程へ進学し、研究能力をさらに磨き上げ、自動車・鉄道・電気機器・電力・家電メカなどの分野で活躍しています。さらに、博士の学位を取得して、企業の研究所で先端技術を開発している研究室 OB もいます。

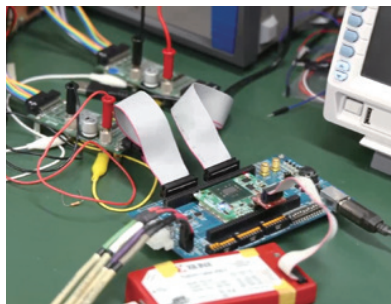
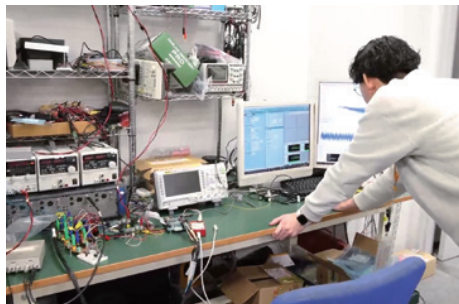
電磁気学、永久磁石、電磁鋼板、モータ、EV、AIに興味のある人や、チームで協力しあいながら和気あいあいと研究に取り組みたい人にとって、本研究室は最適なお場となるはずです。





半導体技術で暮らしを豊かにする新しい機器を発明

半導体システム工学研究室 (安田 彰 教授)



半導体の力で「あったらいいな」を実現する

私たちの周りの電波、光、音声、温度などの物理信号は、すべてアナログ信号です。コンピュータ等でこれら自然界の信号を扱うためには、アナログ信号をデジタル信号に、デジタル信号をアナログ信号に変換する必要があります。本研究室では、半導体技術、集積回路技術を用いて、アナログ信号とデジタル信号を高精度に変換する仕組みを研究しています。そして、変換の際に生じる誤差の影響を大幅に減らす方法を提案しています。この方法を用いることで、誤差が1%あったとしても、その1万分の1以下の精度で計測することが可能になります。これは、富士山の高さを40mの誤差があるメジャーを使って、プラスマイナス4mmの精度で測ることに相当します。研究の成果として、すでに実用化されているものも多く、大手メーカーから発売されているUSB接続だけで大音響を再現できるデジタルスピーカーや放送局で使用される超高音質再生ができるヘッドホンなどが挙げられます。これらの製品は、高音質かつ省電力な音の再生を

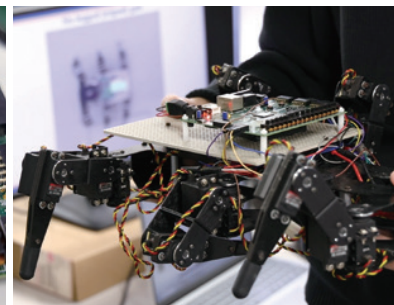
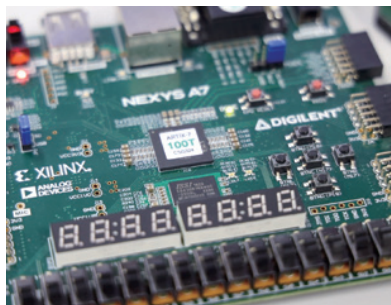
実現し、市場でも高い評価を受けています。また、イヤフォンなどに用いられる小型MEMSスピーカーや、医療分野でも糖尿病患者の負担を軽減するための針を使わない血糖値センサーなどの研究にも取り組んでいます。これらの技術は、半導体集積回路として実現されています。

人材不足を背景に世界から期待が集まる

半導体を用いて新しいものを発明する。そのためには、発想力や問題解決能力が不可欠です。本研究室では、自らのアイデアを形にするプロセスを一貫して経験することで、専門知識やスキルだけではなく、それらをもとにどう課題を乗り越えていくか、といった経験を積む機会が豊富です。卒業生は、通信企業や半導体メーカー、電機メーカー、自動車メーカーなど、様々な企業や研究機関で技術の開発や応用に携わっています。特に半導体分野は世界的に人材不足であり、本研究室の卒業生はグローバルな舞台で活躍することが期待されています。

生物の脳のメカニズムを応用し、未来の医療や産業を切り拓く

知能回路工学研究室 (鳥飼 弘幸 教授)



生物の脳のメカニズムを電子回路で再現

本研究室の強みは、生物の動作の仕組みを忠実に再現できる小型で低消費電力な電子回路を設計する独自の手法を有しているところにあります。さらに電子回路を実装するだけでなく、医療工学への応用にも力を入れています。最近の研究としては、耳が聞こえない患者さん向けの人工内耳の開発が挙げられます。現在の人工内耳は、音声を伝えるために電気パルスを利用しますが、その音声処理能力には限りがあります。人間の耳は複雑な仕組みから成っていますが、私たちはその仕組みをひも解いてデジタル回路に翻訳。非常に小さく消費電力が低い電子回路として実装することで、より自然な聴覚体験を提供できる低価格な高性能デバイスの開発に向けて、基礎研究を進めています。

また、脳の機能を支援する神経補綴装置の設計も行っています。神経補綴装置は、例えば、アルツハイマー病の患者さんがこの装置を使用すると認知能力が多少向上するといった知見も発表されている、まるでSFに出てくるような未来的な医療工学機器です。本研究室でも脳の神経系の仕組み

を模倣したニューロモルフィック回路という電子回路を用いた研究に取り組んでいます。

さらに、生物の動作制御を模倣したロボットの開発にも取り組んでおり、昆虫やムカデのような複数の足を持つロボットの効率的な動きを実現するための制御回路の研究も行っています。

医療をはじめ産業のイノベーションにつながる研究

本研究室の研究成果は医療工学だけでなく、ロボティクスや情報通信技術の分野においても応用できる可能性があり、将来は様々な産業のイノベーションにつながる事が期待されています。卒業生の主な就職先は、医療工学機器メーカーはもちろん、情報通信機器メーカーでスマホ関連の回路設計、自動車メーカーで電気自動車や自動運転の開発、電気機器メーカーで発電・送電装置の開発、またクリーンエネルギー関係のメーカーなど、学んだスキルを生かせる分野で活躍しています。ものづくりが好きな人、人を助ける装置を開発したい人が集まり、共に切磋琢磨できる環境です。