

電気電子工学科

I. 目的と特色

今日、私たちの社会や生活の中で、電気の利用は広い範囲にわたり、その果たしている役割が極めて大きいことを、日頃、皆さんは実感していることと思います。テレビ、ビデオのような身近な電気機器から、パソコンや携帯電話をはじめとする情報・通信機器、それらを支える IT (情報技術)、交通・運輸機関の動力あるいは自動制御や信号システム、コンピュータとその応用、ハードディスク・CD・DVD などの媒体とその応用機器、そしてテレビゲーム機などの娯楽機器、例をあげればきりがなくらいその利用範囲は広いのです。社会や産業を支えるための電力・エネルギー、通信は言うまでもなく、文化、教育、環境、医療、福祉、娯楽など、あらゆる分野に電気の利用は欠くことはできません。そして、人々の快適で豊かな生活を支えるため、電気を利用する分野は今後もますます広がっていくものと予想されます。

こうした電気電子に関連する分野の応用や研究開発には、多くの独創的な技術者や研究者が必要であることは言うまでもありません。電気電子工学科は、主としてこのような電力、エレクトロニクス、通信、コンピュータなどの産業、研究、教育、行政などに携わる指導的人材を養成することを目的としています。

II. 教育と研究

電気電子に関連する範囲はきわめて多岐にわたっていますが、電気電子工学科では、それらの基幹分野、学問領域をカバーする分野の教育と研究を行います。すなわち、大規模電気エネルギーの発生と制御、電波・通信などの情報伝達システム、情報処理・通信、コンピュータの基礎となる回路・信号処理、集積回路、電子デバイス、エレクトロニクス材料などに関する教育と研究を行います。そして、これらの広い分野にわたって役立つ基礎学力を有し、将来の飛躍的な発展に対しても十分適応できる、広い視野、総合力、独創性を兼ね備えた人材、教育者、先駆的研究者、指導的技術者を養成します。すなわち、主として、電気磁気学などのような物理的な考え方を基本とする電気工学、電子工学と呼ばれる分野の素養に立脚して、情報工学やコンピュータを利用する工学分野をはじめとする幅広い分野に柔軟に対処できる人材を育成します。具体的には次のような分野の人材養成を目的としています。これら以外の分野にも十分対応できるような人材を輩出する教育を実践しています。

電力システム、プラズマ、エネルギー変換、パワーエレクトロニクス、通信電波工学、音響工学、固体エレクトロニクス、半導体、磁性体、誘電体、有機電子材料、分子エレクトロニクス、バイオエレクトロニクス、センサー工学、医用工学、電子デバイス、表示デバイス、光デバイス、光量子エレクトロニクス、電子回路、集積回路用デバイス、情報基礎、情報通信、回路・信号処理、通信工学、コンピュータ応用、シミュレーション、制御システム、メモリ工学、IT など。

Ⅲ. 学科所属と進路

学科への所属は、所属人数、志望、成績を考慮して行われます。

【学習】 電気電子工学科所属の学生は、電気電子工学課程に従って学習を進めます。工学に必須な数学、物理学から始まり、電気電子工学の骨格となる電磁気、回路、応用数学、これに実験、プログラミングを加えた必修科目、電磁気および回路の応用科目、システム、ソフトウェア等電気工学技術者として必要な素養を身に付ける準必修科目を履修します。そして、これら電気電子工学の基礎となる科目を履修しながら、高学年において専門性を高めた科目群を選択しながら学習を進めます。また、学生の創造性を高めるために電気電子工学創造実験などの創造性教育科目も用意されています。4年次の学士論文研究では、最新の研究テーマに触れ、解析力、洞察力、研究の進め方を実践的に学び本課程の学習を完成させます。詳細なカリキュラムについては「学習案内」や電気電子工学科 web サイト <http://www.u.ee.titech.ac.jp/> などを参照してください。

【資格取得】 所定の授業科目の単位を修得して卒業すると、次の国家資格を取得するために必要となる試験が、免除あるいは一部免除となります。

対象となる国家資格：

電気主任技術者・電気通信主任技術者・無線従事者（無線技術士）

詳細については、電気電子工学科 web サイト <http://www.u.ee.titech.ac.jp/> を参照してください。

【将来の進路】 卒業生は90%以上が大学院修士課程に進学しています。卒業後は大学院修了者も含めて、電力、通信、情報、電気電子機器、コンピュータ、放送、自動車、鉄鋼、機械、化学、商社、サービスなどのさまざまな産業や研究機関、大学、官庁に就職し、各方面で指導的な役割を果たして活躍しています。

Ⅳ. 研究分野と学士論文研究

電気電子工学科には、これから説明するように、大きく分けて次の研究分野があり、4年次には、希望に応じて研究室に所属し、これらの分野の学士論文研究を行います。

◎電力・システム制御・環境

◎エレクトロニクス材料

◎電子デバイス

◎音・光・電波および通信

◎回路・信号処理

V. 電気電子工学科の教員一覧

◎電力・システム制御・環境 分野

教員名	代表的研究テーマ	教員名	代表的研究テーマ
教授 赤木 泰文	・パワーエレクトロニクス回路 ・電力システムへのパワーエレクトロニクスの応用	准教授 藤田 英明	・電力変換回路の高性能化 ・高周波インバータとその応用
教授 千葉 明	・ハイブリッド自動車用モータ ・磁気浮上ベアリングレスモータ ・超高速モータとその駆動回路とコントローラの研究開発	准教授 高橋 宏治	・離散事象システム制御 ・ペトリネット応用 ・ハイブリッド制御
教授 安岡 康一	・気液界面での高電圧プラズマ ・プラズマを用いた環境・バイオ応用	講師 竹内 希	・気液界面プラズマの環境・バイオ応用 ・プラズマにより発生する電気流体力学効果

◎エレクトロニクス材料 分野

教員名	代表的研究テーマ	教員名	代表的研究テーマ
教授 小長井 誠	・未来型シリコン薄膜太陽電池 ・シリコンヘテロ接合太陽電池 ・シリコン太陽電池のための新しいパッシベーション技術開発	准教授 宮島 晋介	・シリコン太陽電池用高品質ヘテロ接合の開発 ・シリコンナノ構造の表面再結合抑制技術 ・太陽電池高効率化のための光マネジメント技術
教授 岩本 光正	・有機エレクトロニクス ・変位電流・光第2次高調波によるキャリア挙動の可視化技術 ・液晶性分子膜の物理・エレクトロニクス	准教授 間中 孝彰	・有機トランジスタ ・有機EL・有機太陽電池 ・有機デバイス中のキャリア挙動
教授 中川 茂樹	・磁気記録技術 ・スピンエレクトロニクス ・磁性薄膜デバイス		
教授 山田 明	・歪み Si 系および Ge 系材料のエピタキシャル成長 ・化合物薄膜太陽電池の開発		

◎電子デバイス 分野

教員名	代表的研究テーマ	教員名	代表的研究テーマ
教授 小田 俊理	・シリコン量子ドットデバイス ・単電子デバイス ・ナノエレクトロメカニカルデバイス ・量子情報処理デバイス	准教授 河野 行雄	・テラヘルツ分光・撮像デバイス ・カーボンナノエレクトロニクス ・ナノイメージング
教授 波多野 睦子	・環境デバイス（パワー，エネルギー変換，超電導） ・ナノバイオデバイス ・薄膜トランジスタ		
教授 宮本 恭幸	・極微構造を用いた超高速化合物半導体デバイスの研究 ・III-V 族 MOS トランジスタ		

◎音・光・電波および通信 分野

教員名	代表的研究テーマ	教員名	代表的研究テーマ
教授 安藤 真	・電磁界の高周波回折理論 ・ミリ波帯高利得平面アンテナ ・無線周波数の有効利用と分配	准教授 廣川 二郎	・アンテナ工学 ・電磁波数値解析法
教授 荒井 滋久	・光通信用半導体レーザ ・量子効果光デバイス ・光配線用薄膜光集積回路	准教授 西山 伸彦	・超高速光伝送 ・光電子集積回路 ・半導体レーザ
教授 水本 哲弥	・光アイソレータ ・光集積回路 ・シリコンフォトリソグラフィ	准教授 西方 敦博	・環境電磁工学 ・ミリ波帯までの材料測定 ・聴覚情報処理
教授 荒木 純道	・MIMO 高速無線伝送 ・デジタル RF 回路 ・ソフトウェア無線機		

◎回路・信号処理 分野

教員名	代表的研究テーマ	教員名	代表的研究テーマ
教授 松澤 昭	・RF・アナログ・デジタル混載集積回路の高性能化 ・高能率アナログ・デジタル混載集積回路設計	准教授 岡田 健一	・高周波アナログ・デジタル集積回路 ・無線回路設計 ・電子デバイスモデリング

研究の詳細については、web サイト <http://www.u.ee.titech.ac.jp/about/member.html> から各研究室の web サイトにアクセスしてください。

また、上記の電気電子工学科教員以外の研究室（すずかけ台キャンパスの研究室など）にも学士論文研究で配属されます。

電力・システム制御 分野

環境とエネルギー，水と食の安全，地球温暖化・・・
世界は今，大きな問題に直面しています。

プラズマとエネルギー・環境・材料技術。

有害物質の無害化や新規機能性材料の合成。

高効率なパワーエレクトロニクス機器。

CO₂を削減し，枯渇することのないエネルギーへ。

システム制御技術・電力制御技術。

限られたエネルギーとリソースの有効利用のために。

そして・・・

私たちは明日のための研究を行っています。

近未来の電力系統用パワエレ機器

送電・配電系統の電力潮流制御を実現するマルチレベルBTBシステムや高圧配電系統に直接接続するトランスレス・ハイブリッドフィルタ，雷・短絡事故による電圧低下を抑制する瞬時電圧低下補償装置の研究。



系統用電力変換器

水中プラズマ

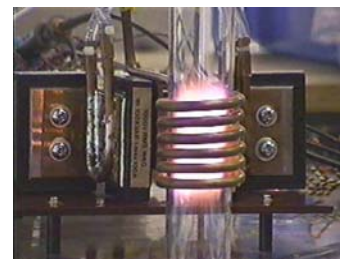
プラズマは全ての物質を容易に原子状態に戻すことができる。水中プラズマを使い，世界規模で進む水汚染物質の完全無害化を，他方式に比べて圧倒的に高速に高効率で実現する研究や，従来の元素を代替する新たな機能性材料の合成研究，さらに，大気中での高電圧利用技術の研究。



水中プラズマ

次世代のパワエレ機器

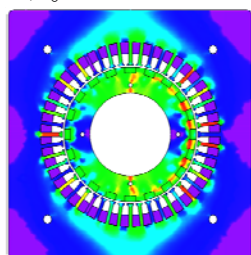
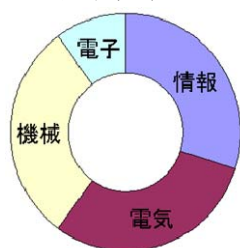
環境・エネルギー問題の解決策として高効率なソーラーパワーコンディショナーの開発，医療・航空産業への電磁ノイズ(EMI)対策，ソフトスイッチング技術による高周波パワエレ機器，高性能高周波誘導加熱装置の研究。



高周波誘導加熱装置

ドライブエレクトロニクスとパワーメカ

ハイブリッド自動車用モータのレアアースフリー化，磁気浮上して回転するベアリングレスモータ，超高速モータドライブとコントローラ。



システム制御

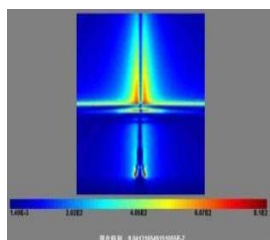
数多くの要素で構成される複合システムにおいて，非同期・並行・協調・連携などの動作処理手法を駆使して，投入されたいろいろな仕事を効率よく自動的に達成する高度な制御の研究。



マルチロボットシステム

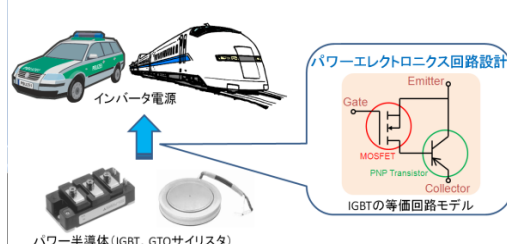
電力系統絶縁

電力システムの基盤となる高電圧・絶縁技術の技術革新を図るための，サージ解析技術の高度化，過電圧様相のメカニズム解明，過電圧抑制対策，電力機器の絶縁特性評価技術などの研究。



パワー半導体デバイス

次世代半導体デバイスと回路設計シミュレーション技術を適用し，超小型・大容量の高パワー密度電力変換器の技術革新を目指した，パワー半導体デバイスの高精度モデル化とその応用技術の研究。



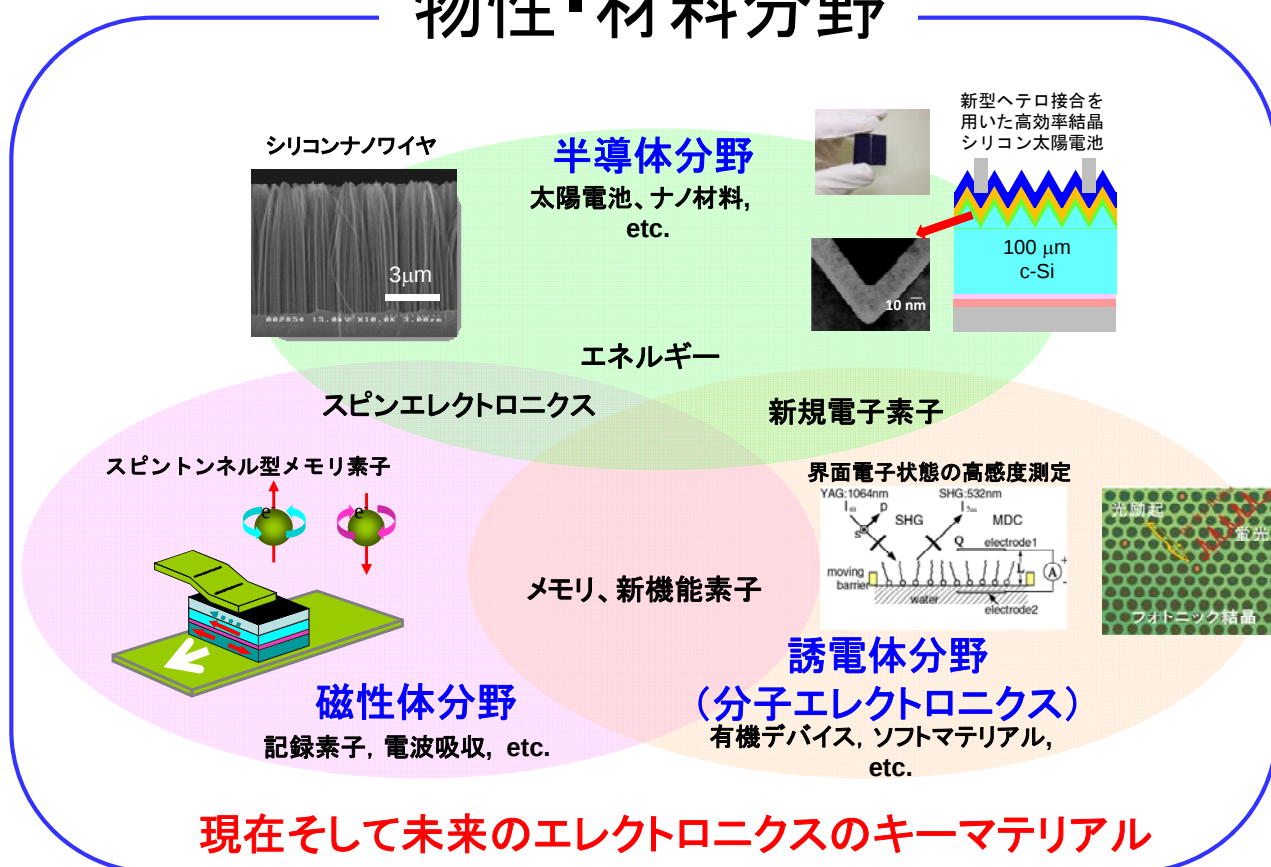
エレクトロニクス材料 分野

エレクトロニクスには、様々な種類の材料が使われています。「半導体」はコンピュータやあらゆるエレクトロニクス回路のキーデバイスとして使用されていますし、「磁性体」はハードディスクのように大量の情報記録が得意です。「誘電体」はコンデンサのみならず、平面ディスプレイに使用される液晶や有機 EL として使用されています。エレクトロニクス材料の研究ではこれらの応用技術を発展させるために材料特性を向上させるのみならず、まったく新たな性質や機能を持った新材料の開発も目指します。このような新材料が開発されれば、これまでにない新しい応用分野を創りだして、人類が抱えている課題を克服できる可能性が出てきます。

たとえば、光を高い効率で電気エネルギーに変換できる半導体を開発すれば、「省資源・クリーンエネルギー」な太陽電池が実現され、環境問題の解決に貢献できます。また、磁性・半導体・有機材料などを組み合わせることによって、複合機能の創生が実現できます。そのほか電子のスピンに着目したデバイスや分子のフレキシブル性にもとづく新たな機能の探求、人の五感を先鋭化させる高機能センサーテクノロジーなど、未来社会に不可欠なキーデバイスが実現できます。

このような新たな応用分野を生み出す高機能エレクトロニクス材料の創出は社会を発展させ、豊かにする推進役となっています。

物性・材料分野

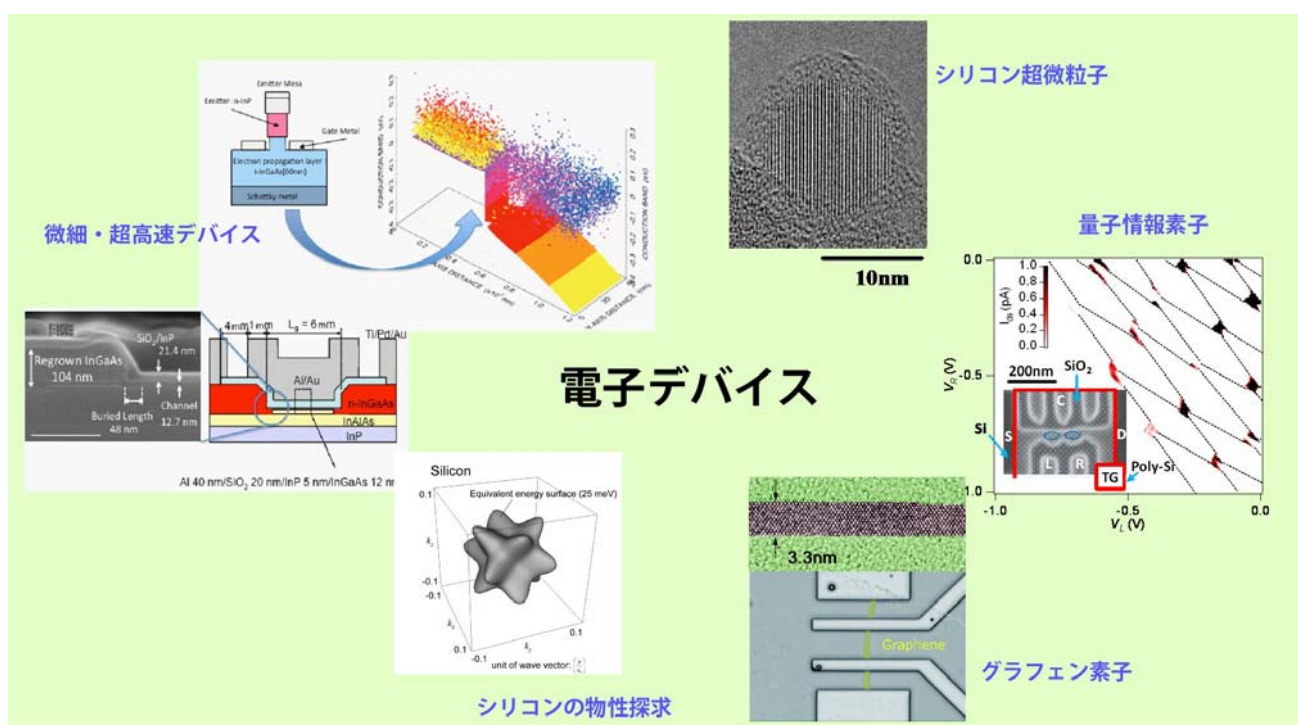


電子デバイス 分野

電子デバイスは、私たちの身の回りにあるコンピュータ、ゲーム、携帯電話、デジタルTV、デジタルカメラなど、高度情報処理機器の実現を可能とする、現代において欠くことのできない機能部品です。また、エアバックの加速度センサーなど、電子デバイスはセンサーとしても我々の日常生活に広く浸透し、安全・安心な社会の実現に多くの貢献をしているといえます。

電子デバイス分野では、(1) 電子デバイスをさらに小型化・高性能化・低消費電力化することで、既存の製品の性能をさらに良くすること、(2) 電子デバイスの基盤となる材料(半導体、超伝導など)の性質を深く理解し、また時として材料の性質そのものも人為的にデザインすることで、これまでにない豊かな機能を持った電子デバイスや応用製品を生み出すことを目指しています。結果として、このような先端の研究開発によって実現された電子デバイスが、人々のより良い生活に結びつくことを目標としています。

私たちは、(A) 半導体を微細化することで発現する物理現象を利用し、高性能な電子デバイスを実現する研究[シリコン超微粒子、量子情報素子]、(B) 究極的に微細なデバイスを作製し、高速動作の実現を目指す研究[ナノスケール化合物半導体素子]、(C) 新規材料を活用することにより、電子デバイスの応用領域を広げる研究[グラフェン、カーボンナノチューブ、ダイヤモンド薄膜素子]、(D) 半導体内で発現する物理現象を深く正確に理解することで、半導体デバイスの新たな可能性を探求する研究[歪みによる高移動度化技術、シリコン発光素子、ナノバイオ、エネルギー変換素子、テラヘルツ分光・撮像デバイス]などを行っています。電子デバイス分野は、最先端の技術とサイエンスのフロンティアが融合した、極めて魅力的な分野であるといえます。

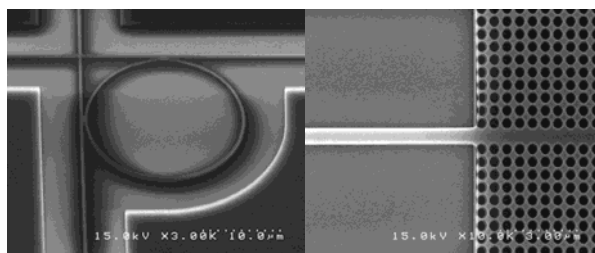


音・光・電波および通信 分野

この研究分野を代表するキーワードは「波動」であり、工学的応用は通信とそれ以外の応用技術に大別することができます。波動の通信応用としては、無線通信や光通信があり、この中には、テレビ・ラジオ放送、携帯電話、無線 LAN、センサーネットワーク、インテリジェント交通システム (ITS)、光ギガビットネットワーク、Fiber to the Home (FTTH)、光インターコネクトなどが含まれます。通信以外の応用として、超音波医用画像、材料非破壊検査、騒音振動源検出、超音波モータ、フォトン走査トンネル顕微鏡、環境リモートセンシング、環境電磁工学などがあります。また、これらの波動応用技術を支える共通の基盤技術として、波動伝搬理論、波動シミュレーション、アンテナ、光デバイス、集積回路、高周波回路、デジタル信号処理などがあります。

この分野の最近の研究テーマには、以下のようなものがあります。

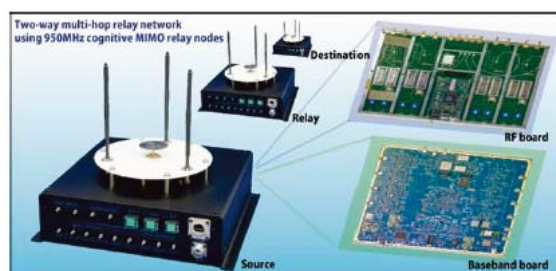
- * 光ファイバ通信用高性能光デバイス
- * 光集積回路
- * 光信号処理用光波制御素子
- * 並列マイクロ 옵ティクス
- * 極微空間局在光技術の利用
- * 高能率平面アンテナ
- * ミリ波集積デバイス
- * 不要電磁波の吸収と遮蔽
- * 波動場の数値シミュレーション
- * 波動場の回折・散乱理論
- * 散乱逆問題と画像再構成
- * 電波伝搬解析とモデル化
- * 無線通信方式
- * MIMO 通信システム
- * 無線通信のための適応信号処理
- * ソフトウェア・コグニティブ無線
- * 無線・光ネットワーク
- * セルラネットワーク
- * パーソナルエリアネットワーク
- * 無線通信方式の国際標準化
- * 無線高周波回路
- * 無線回路アーキテクチャ



サブミクロンサイズの光集積素子(電子顕微鏡写真)



ミリ波アンテナ



MIMO 無線通信ネットワーク

波動の発生や伝搬を制御するさまざまな機能素子の研究はもとより、波動現象を利用した高度なセンシング技術や波動場の解析・シミュレーション、さらには通信応用と、研究対象は多岐にわたっています。したがって、この分野で活躍しようと思う学生は、“物作り”からシミュレーションプログラムの作成、さらにはシステムの設計など、さまざまな方向からアプローチすることができます。

回路・信号処理 分野

「回路・信号処理」における研究とはトランジスタなどのデバイスの組み合わせにより様々な機能や性能を実現することです。例えばパソコン、携帯電話、デジカメなどの電子機器はマイクロプロセッサ、システム LSI、メモリなどの集積回路によりその機能・性能を実現していますが、これは単なる微細化を中心とするデバイス・プロセス技術の発展だけに依るものではなく、回路技術や信号処理技術などデバイスの特長を最大限に活かす技術の産物です。

回路は通常、アナログ回路とデジタル回路に大別されますが、最近ではワイアレス技術の進展に伴い高周波回路技術への関心が高まっており、更にアナログとデジタルの融合技術であるアナ・デジ混載回路技術の重要性が増しております。

代表的なテーマとしては、

- * 高周波・ミリ波 CMOS 回路技術
- * 高線形 CMOS 回路技術
- * A/D・D/A 変換器
- * PLL 回路技術
- * $\Delta\Sigma$ 変調技術

などの基本回路の低電圧化、高速化、低消費電力化、高ダイナミックレンジ化、集積化に関する研究が行われています。

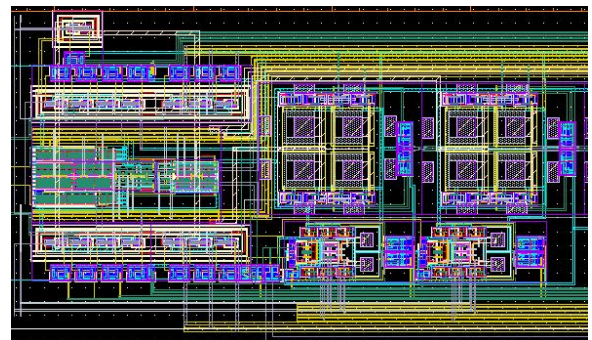
また、これらの基本回路の研究だけでなく、集積化されたシステムの実現に関する研究も行われており、

- * マイクロカプセル型ヘルスケア集積回路
- * 再構成可能なワイアレスシステム集積回路
- * ミリ波トランシーバー集積回路

などの健康・医療の進歩や次世代無線通信に直接寄与する研究が行われております。また、回路そのものの研究だけでなく、回路設計手法や設計自動化に関する研究も行われており、アナログ回路の自動合成システム についての研究も盛んです。

デジタル回路については、超高速化・超低電力化、低ノイズ化についての研究が中心です。

回路・信号処理の分野はハードウェアとソフトウェアの融合領域に位置するため、広範囲にわたる知識が要求されますが、広範囲であるが故にそれぞれの適性に合った研究テーマを見つけることができます。また理論研究だけでなく実際に動作する集積回路を設計し、自分が考案した回路を実現する喜びが体験できます。数式を解析していく数学ゲーム、トランジスタを組み合わせるパズル、コンピュータ上で回路動作を検討する回路シミュレーション、 $0.1\mu\text{m}$ 単位でトランジスタや配線を描いていくレイアウトワーク、半田付けやボードの作成、計測器を用いた評価など、実際の機器開発に必要な一連の事柄を幅広く体験できます。



Q&A

- Q 君** 先生、今、学科選択で迷っているのですが教えていただけませんか。よく見聞きするインターネット技術やユビキタス社会というのは電気電子工学科と関係あるのですか？
- A先生** うん、大ありだよ。貴重な情報、良質な情報を素早く大量かつ正確に収集、処理、蓄積、通信する技術を担っているのは電気電子工学科なのだから。そしてそれらの技術進展はビックリするほど速いよ。今の世の中は、電気電子を中心としたハードウェア技術と情報処理のソフトウェア技術に支えられているのだからね。勿論、電気電子工学科ではハードウェア技術だけでなく、ハード/ソフトの融合技術も盛んだよ。
- Q 君** はあ、それは一体どんな分野ですか。
- A先生** ちょっと専門的になるけれど、次世代デジタル応用基盤技術、ソフトウェア・ハードウェア融合技術などと呼ばれる分野だよ。これらはインターネット技術やユビキタス社会に向けた先進的、戦略的研究開発に欠かせないほど重要なのだ。情報・通信関連ハードウェアを高機能化、高性能化、高付加価値化するためにはソフトウェアとハードウェアとを融合させることがとても有効なのだ。電気電子工学科では伝統的にハードウェア分野の教育研究を推進してきたけれど、最近ではソフトウェアとの境界領域も積極的に採り入れてきているよ。もちろん地球環境問題に真っ正面から取り組んでいる先生もいるよ。
- Q 君** ハードウェア・ソフトウェア融合分野にはどんな技術が含まれますか？
- A先生** そうだね、ざっと並べてみると、高速・高機能コンピューティング技術、テラビット通信ネットワーク、フォトリックネットワーク技術、新機能 LSI 技術、地球環境に重要な電子機器・デバイスの省エネルギー化技術、電磁環境両立性技術、情報・家電等融合技術、ロボット技術、などなど。これらに関係する教育も電気電子工学科で受けることができるのだ。これらのいくつかは教員の研究分野にも含まれている。さらにこの分野の教育研究は増加していくと思うよ。
- Q 君** 私が興味をもつ分野は電気電子工学科で学ぶことができそうだとということがよく分かりました。
- A先生** それはよかった。実はね、ここで述べた技術のバックグラウンドがまた重要かつ興味深いのだな。現時点で重要だと言われている技術の表面だけの知識ではすぐに古くなってしまうかもしれないよ。皆さんは卒業してから40年以上活躍するのだよね。そうすると基礎や考え方をしっかり身につけることがとても大事なのだな。さきほどはデジタルが表に出てきたけれどバックにアナログ技術があるのだよね。それから高速動作、省エネルギー動作などのバックには物理現象が必ず隠れているよね。一步踏み込んだところにも興味をもって勉強できると思うよ。

§ 平成25年度学科長：山田 明 教授（グリーンヒルズ1号館（EEI 棟）4階409号室）

§ 学科 web サイト：<http://www.u.ee.titech.ac.jp/>