

2027年度 名古屋大学大学院工学研究科博士前期課程

「電気系専攻(電気工学専攻, 電子工学専攻, 情報・通信工学専攻)を志望する諸君へ」

電気系専攻群は電気工学専攻, 電子工学専攻, 情報・通信工学専攻で構成されています(通称: 電気系専攻)。電気系専攻では, エネルギー, 材料・電子デバイス, エレクトロニクス, 通信および情報にわたる分野について優れた技術者と研究者を育てるための教育と研究を行っており, 意欲ある学生の入学を歓迎します。出願にあたっては, 以下の資料をよく読んだ上で書類を提出して下さい。

本資料には, 以下の1-8が含まれています。「9. 2027年度大学院配属研究室希望調書」については, 2026年7月1日以降, Webにて公開いたします。以下をご参照下さい。

https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/g_admission/

1. 電気系専攻の構成
2. 教育および研究指導
3. 出願書類を書くにあたって
4. 外国語(英語)の受験方法およびスコア換算について
5. 出題範囲(筆記試験は基礎, 専門の2部門に分けて行われる。募集要項参照)
6. 電気工学専攻の研究室紹介
7. 電子工学専攻の研究室紹介
8. 情報・通信工学専攻の研究室紹介
9. 2027年度大学院配属研究室希望調書

なお, 本資料の記載事項については, 出願までに変更となる可能性もあります。出願の際には, 必ず以下のURLより, 最新の情報を確認してください。

https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/g_admission/ (電気系入試情報)

<https://www.engg.nagoya-u.ac.jp/prospective/index.html> (工学研究科)

<https://www.engg.nagoya-u.ac.jp/prospective/graduate/admission.php> (工学研究科入試情報)

案内書

2027年度名古屋大学大学院工学研究科博士前期課程
電気系専攻（電気工学専攻，電子工学専攻，情報・通信工学専攻）を志望する諸君へ

電気系専攻（電気工学専攻，電子工学専攻，情報・通信工学専攻）では，エネルギー，材料・電子デバイス，エレクトロニクス，通信および情報にわたる分野について優れた技術者と研究者を育てるための教育と研究を行っており，意欲ある学生の入学を歓迎します。出願にあたっては，以下に述べることを理解した上で書類を提出して下さい。

1. 電気系専攻の構成

電気系専攻は，電気工学専攻，電子工学専攻，情報・通信工学専攻の3つの専攻から構成され，一体となって教育・研究に当たっています。電気系専攻には，宇宙地球環境研究所および未来材料・システム研究所，低温プラズマ科学研究センターからの協力講座が含まれています。電気系専攻における最近の研究内容は，5ページ以降に詳しく説明してあります。

2. 教育および研究指導

電気系専攻の学生は，基本的に各専攻に分かれて教育および研究指導を受けますが，前期課程修了後の進学や就職については電気系専攻大学院生として一体となって指導を受けることとなります。

3. 出願書類を書くにあたって

●**専攻の志望**：出願の際に，電気工学専攻，電子工学専攻，情報・通信工学専攻の3つの専攻の間から，第1志望専攻・第2志望専攻・第3志望専攻を指定することができます。

●**配属希望研究室**：電気系専攻に合格と同時に，配属研究室希望調書にしたがって研究指導を受ける研究室が決定されます。

筆記試験免除希望者は，学修希望調書（筆記試験免除希望者用）に第一志望専攻と希望研究室名を記入してください。筆記試験受験者については，配属研究室希望調書(7月1日以降にWebで公開予定)を筆記試験1日目の試験開始前に回収しますので，事前に希望順位を記入しておいて下さい。研究室配属は第1希望を優先しますが，受け入れ枠を上回った場合には，入試の成績により第2希望以降へ順次配属されることとなります。学外からの上位合格者は，できるだけ希望する研究室に入れるよう別枠で配属されます。なお，可否は研究室配属希望には左右されません。

詳細は電気電子情報系事務室（メールアドレス jimu@nuee.nagoya-u.ac.jp）にお問い合わせ下さい。

4. 外国語（英語）の受験方法

外国語（英語）は，筆記試験はおこなわずTOEFL（iBT: Internet Based Test）またはTOEICスコアの提出のみにより判定します。提出方法は以下のとおりです。

① 注意事項

(a) 出願時にスコアシートを他の出願書類と併せて提出して下さい。ただし，筆記試験免除者選抜を希望する志願者は，出願時にスコアシートを提出する必要はありません。筆記試験免除者選抜に不合格となった場合は，2026年7月29日17:00までにスコアシートを提出してください。その場合，TOEICは2026年5月17日試験実施分までのスコアシートのみ受付けます。TOEFL（iBT）は2026年7月3日までに発行済の「Test Taker Score Report」が提出され，なおかつ，7月29日17:00までに「Institutional Score Report」又は「Official Score Report」が本学に到着しているものとします。なお，募集要項のように電気系専攻では，筆記試験免除者選抜での不合格者に対して，スコアシートの提出期限が別途設定されていますので，ご注意下さい。

(b) スコア換算を認めるのはTOEFL（iBT），TOEICのみとし，TOEFL/TOEIC試験実施日が2024年6月1日以降のものを有効とする。

- (c) TOEFL については、団体向け TOEFL テストプログラム(ITP: Institutional Testing Program)のスコアは受け付けない。また、TOEIC については、団体特別受験制度 (IP: Institutional Program) のスコアは受け付けない。

② TOEFL または TOEIC のスコアシートの提出方法

- (a) TOEFL Institutional Score Report 又は Official Score Report については、出願締切に間に合うよう、余裕をもって送付依頼手続きを行なうこと。なお、送付依頼の際に Institution Code は D377, Department Code は「69 Engineering, other」を指定すること。なお、スコアが本学に到着するまでに6~8週間程度かかることとされているため、十分な時間的余裕を持って受験すること。「Institutional Score Report」を提出する場合は、「Test Date Scores」のみを活用する（「MyBest® スコア」は採用しない）。なお、出願期間内に「Institutional Score Report（又は Official Score Report）」と「Test Taker Score Report のコピー」のいずれか一方でも到着しなかった場合は、スコアシートの提出はなかったものとして扱う。
- (b) TOEIC Official Score Certificate については、原本をスコアシート提出用紙に貼付し、出願と同時に提出すること。TOEIC 実施機関が公式に発行する電子媒体のスコアシート（デジタル公式認定証）を提出する場合は、各自で印刷したものを原本として取り扱う。
- (c) 出願締切日にスコアシート提出が間に合う TOEFL/TOEIC の試験は、その回数が限られている。したがって、TOEFL/TOEIC を受験する者は試験開催日程に注意すること。
- (d) TOEFL/TOEIC に関する詳細はホームページを参照するか、試験の実施機関に問い合わせること。
- (e) 提出されたスコアシートは返却しない。

5. 出題範囲（筆記試験は基礎、専門の2部門に分けて行われる。募集要項参照）

基礎部門

数学3問および電磁気学2問を出題する。計5問から3問を選択して解答する。
各科目の出題範囲の詳細は下記のとおりである。

数学

微積分

- ・一変数関数の微積分
- ・多変数関数の微積分

線形代数

- ・行列とベクトル空間
- ・行列と連立一次方程式
- ・固有値と対角化

微分方程式

- ・常微分方程式
- ・偏微分方程式

電磁気学

- ・静電界と誘電体
- ・静磁界と磁性体
- ・定常電流
- ・定常電流による静磁界
- ・電磁誘導とインダクタンス
- ・マクスウェルの方程式と電磁界
- ・電磁波の伝搬と放射

専門部門

下記の2グループ、計6科目から各1問を出題する。計6問から3問を選択して解答する。
ただし、グループ1からの選択数は2問以下とする。

- ・グループ1：電気回路、電子回路、論理回路
- ・グループ2：電気エネルギー、電子物性、情報理論

各科目の出題範囲の詳細は下記のとおりである。

グループ1

電気回路

- ・回路素子と回路方程式，電力
- ・正弦波交流，複素インピーダンス
- ・共振回路，変成器（相互インダクタンス）
- ・集中定数回路の過渡現象（ラプラス変換を含む）
- ・分布定数回路の定常状態と過渡現象

電子回路

- ・トランジスタ増幅回路と接地形式
- ・バイアス回路
- ・小信号等価回路
- ・電力増幅回路
- ・直接結合増幅回路・CR結合増幅回路
- ・負帰還増幅回路
- ・トランジスタ発振回路，変調回路，復調回路
- ・オペアンプ

論理回路

- ・二値論理（基本論理演算，論理関数，ブール代数）
- ・汎用基本IC（基本ゲート素子，マルチバイブレータ）
- ・フリップフロップ
- ・組み合わせ回路（コンパレータ，エンコーダ，パリティジェネレータ）
- ・カウンタ構成法とカウンタIC
- ・演算回路（加算器，減算器，乗算器，除算器）
- ・半導体記憶素子（分類と特徴，内部回路と原理，動作と使用方法）

グループ2

電気エネルギー

- ・三相交流
- ・送電特性
- ・安定度
- ・変圧器

電子物性

- ・粒子と波動（光電効果，トンネル効果，固有値・固有関数）
- ・シュレーディンガー方程式と物理現象（ポテンシャル井戸中の自由粒子，原子，分子）
- ・位相速度と群速度，確率の流れの密度
- ・結晶構造（逆格子と回折，エネルギーバンド，格子振動）
- ・固体中の電子（フェルミ分布，電子と正孔，電気伝導度，拡散）
- ・半導体の基礎（真性半導体，P型およびN型半導体，PN接合）

情報理論

- ・情報量とエントロピー
- ・通信路（結合エントロピー，条件付情報量，二元通信路，通信路容量）
- ・情報源符号化（クラフトの不等式，ハフマン符号）
- ・通信路符号化（誤り検出符号，誤り訂正符号）

6. 電気工学専攻の研究室紹介（学生受入予定の研究室のみ掲載・4/1以降の予定教員配置に基づく）

電気エネルギー講座

(1) 電気エネルギー貯蔵工学研究グループ

（ホームページ：<http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/fukutsuka-lab/>）

教員：福塚 友和 教授，片倉 誠士 助教

研究室紹介：

脱炭素社会の構築のため、太陽光や風力などの再生可能エネルギーから得られる電力を有効に利用することが求められている。このような電力の有効貯蔵には揚水発電が使われてきたが、さらなる貯蔵には充放電可能な二次電池が必要不可欠である。充放電可能な二次電池としてはリチウムイオン電池 (LIB) が代表的なものである。すでに民生用小型携帯機器に広く実用化されているLIBであるが、電気自動車 (EV) への搭載も始まっている。しかし、高航続距離や短時間充電など現行のLIBの課題は多い。また、大電力貯蔵にはコストや安全性の課題もある。そのため、LIBの性能向上だけでなく、LIBを超える次世代型二次電池の開発もさかんに行われている。二次電池は電気エネルギーと化学エネルギーの相互変換が可能なエネルギー変換デバイスであり、本研究室ではLIBや全固体二次電池 (Li, Na, F) などの次世代型二次電池に関して化学的視点から基礎から応用まで広く研究を行い、反応解析および材料開発を通して、脱炭素社会の構築に資する二次電池の開発を目指して、教育・研究を行っている。主な研究テーマを下記に示す。

- 1) 二次電池用複合電解質の合成に関する研究
- 2) 全固体リチウム二次電池負極反応に関する研究
- 3) リチウムイオン電池合剤電極内イオン輸送に関する研究
- 4) 複合電解質のイオン伝導挙動の理論計算
- 5) 種々の界面を横切る物質移動に関する理論的研究
- 6) 全固体電池の劣化解明のためのインピーダンス解析

(2) エネルギー制御工学研究グループ

（ホームページ：<http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/yokomizulab/>）

教員：横水 康伸 教授， 児玉 直人 講師

研究室紹介：

電気は、社会活動の持続的発展にとって、また各種機器にとって必須エネルギーです。近年では、直流高電圧・大電流化、多頻度使用、地球温暖化、および分散型電源とその遠隔設置などに対して、様々な解決・現象解明が求められています。私達は、これらに関わる物理・化学・電気現象を解き明かすこと、新計測・新適用技法を考案すること、新しい応用分野を創出することなど、多くの研究テーマに取り組んでいます。

- 1) 大電力・大電流制御（高エネルギーを操る）
 - ・各種高温ガスにおける生成気相分子種・生成凝縮相種・電気絶縁特性の解明
 - ・車載DCモータのブラシ・整流子片開離での電圧・電流過渡推移解明
 - ・自動車内DCシステム用ヒューズの高電圧下電流遮断
 - ・配線用遮断器による直流電流遮断能力の向上とメカニズム解明
 - ・電力システムにおける環境調和型アーク遮断技術、大容量スイッチング機器の小型化指針
- 2) 次世代の機器・診断技術（未来技術を開拓する）
 - ・消弧室内アークの診断法開発
 - ・パワー半導体デバイスによる低電圧直流遮断技術の開発と特性解明
 - ・直流限流器の回路考案、新素材の適用技法

3) 送電・配電・受電システム（分散型電源との協調）

- ・大容量太陽光発電システムが連系された配電システムの電力伝送特性・需要家直流給受電ネットワークの運用指針

(3) 電力機器・エネルギー伝送工学研究グループ

（ホームページ：<http://www.hayakawalab.nuee.nagoya-u.ac.jp/>）

教員：早川 直樹 教授，小島 寛樹 准教授

研究室紹介：

次世代の電気エネルギー材料・機器・システムの高性能化・高信頼度化・環境調和に関する研究開発に取り組んでいる。特に、電力機器の信頼性を支配する電気絶縁性能に関する物理的な基礎過程を究明し、電力機器の合理的な絶縁設計や機器診断など、より高性能な機器・システム開発をめざしている。これらにより、電気エネルギーをいかに確実にかつ効率よく伝送・制御するか、超電導などの先端技術を適用した将来の電力機器やエネルギーシステムのあるべき姿を創造していく。

主な研究テーマは下記の通りである。

- 1) 電力機器・システムの環境調和技術・高機能化技術
- 2) 超高感度部分放電測定による電力機器診断技術
- 3) 真空中における放電・帯電制御技術
- 4) 傾斜機能性コンポジット材料(FGM)の機器適用技術
- 5) 超電導電力機器・システムの設計・運用技術
- 6) 高精度電界解析(FEM/CSM)・測定と高電界現象解析・評価技術

(4) エネルギーシステム工学研究グループ（未来材料・システム研究所・協力講座）

（ホームページ：<http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/katolab/>,

<https://e-energy.imass.nagoya-u.ac.jp/>）

教員：加藤 丈佳 教授

研究室紹介：

2050年カーボンニュートラルの実現に向け、再生可能エネルギーの大量導入や海外からの水素等の調達など、様々な取り組みが必要です。本研究室では、これらに資する柔軟な電力・エネルギーシステムの構築を目指し、商用電力系統と再生可能エネルギーの調和的融合、電力機器・システムの高性能化・高効率化、再生可能エネルギーと需要家側資源の高度利用に関して、以下のような研究を行っています。

- 1) 需給解析のための電力需要、再エネ出力時系列データの構築

様々な解析に応じて、時間的・空間的解像度が異なる電力需要や再エネ発電出力の時系列データを構築しています。

- 2) 高精度・高信頼の再エネ出力予測手法の開発

電力システムの需給運用の高信頼化・経済性の向上に向け、大外しの予見、信頼区間の予測など、様々な観点から再エネ発電の出力予測手法を開発しています。

- 3) 需給調整市場下における電力需給制御手法の構築

需給調整市場の開設に伴う調整力の広域的調達、再エネ発電の導入拡大に伴う需給調整力の減少、新しい調整力としての蓄電池や需要家機器の能動化などを考慮して、新しい需給制御手法、周波数制御手法の構築に取り組んでいます。

- 4) 需給制御に資する分散型電力機器の制御手法の構築

再エネ発電や需要家機器を需給制御に活用することや、これらによってマイクログリッドを構成するための制御手法を考案し、その有用性を実験的に検証しています。

(5) パワーエレクトロニクス研究グループ (未来材料・システム研究所・協力講座)

(ホームページ: <http://pelab.imass.nagoya-u.ac.jp/>)

教員: 山本 真義 教授, 今岡 淳 准教授

研究室紹介:

皆さんの身近に存在するハイブリッドカーは、エンジンである内燃式機構と電気駆動機構を高次元で統合した、人類の英知の結晶とも言えます。この電気駆動部はインダクタやキャパシタに蓄積されたエネルギーを、シリコン (Si) を使用したパワー半導体を駆動させることで電力変換を行い、モータを駆動させたり各補機類へ電力供給を行ったりしています。青信号になって、発進するハイブリッドカーが「キーン・・・」と音を発生させているのを聞いたことがあるかも知れません。あの音は、シリコンパワー半導体の駆動に同期した音です。(最大10kHz程度)

一方、21世紀になると、窒化ガリウム (GaN) や炭化シリコン (SiC) を用いたパワー半導体が開発されるようになってきました。これらの新しいパワー半導体をハイブリッドカーの電気駆動部に使用することで、その省エネ効果により燃費が向上し、高温対応、高周波駆動により電気システムを小型化できることから車両内で広い居住空間を確保することができます。

これらの新しいパワー半導体は新しい応用を見せることになります。現在、取り組んでいるワイヤレス給電システムは、現在のスイッチング周波数よりも2桁高い周波数で駆動可能なGaNパワー半導体を用いることで、数メートルでkW級の給電が可能となります。この応用としては電気自動車の走行中給電をターゲットとして、総合システムの研究を行っています。

また、高温にて駆動可能な新しいパワー半導体は、ハイブリッド航空機用電源システムにも応用可能です。現在は、ジェットエンジンのトルクアシストシステムについて、中京地域の重工メーカーと共同研究を行っています。ジェットエンジンを電気モータでトルクアシストすることで、成田→ロサンジェルス間に消費される二酸化炭素排出量を50%低減することが可能となります。さらに、電気自動車 (EV: Electric Vehicle) の応用である電動航空機 (EA: Electric Aircraft) の研究も行っています。

一緒に、電気ので人類未到の技術領域を開拓できることを楽しみにしています。

(6) パワーエレクトロニクス (S)

(ホームページ: <https://sites.google.com/view/2022kurimotolab>)

教員: 栗本 宗明 准教授

研究室紹介:

カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現に貢献すべく、電力機器 (洋上風力発電用電力変換器、大型火力発電機など) や電動モビリティ (EV など) を革新する固体絶縁材料の研究を推進しています。特に、ナノからマクロまでのメソスケールな構造の制御から新しい現象や固体絶縁材料を創造して、既存の絶縁体の限界を打破し、電力機器や電動モビリティを革新するという野心的なアプローチをとっています。

主な研究テーマは以下の通りです。

1) 発電機固定子絶縁用ナノコンポジット

発電機コイルの絶縁体であるエポキシ樹脂にナノサイズフィラーを添加しナノコンポジット化することにより、コイル導体の断面積を拡大させ、エネルギー損失を低減することを目的とした研究テーマです。

2) パワー半導体モジュール封止材用ナノコンポジット

電力変換用パワー半導体モジュールの封止材であるシリコーンゲルにナノサイズフィラーを添加しナノコンポジット化することにより、電気絶縁の信頼性を向上することを目的とした研究テーマです。

3) 電力ケーブル・キャパシタの劣化診断

電力送電用ケーブルおよび位相調整用キャパシタの経年劣化メカニズムを解明することにより、これら設備の故障の未然防止とメンテナンスコストの削減に貢献することを目的とした研究テーマです。

4) 誘電エラストマーを用いたエネルギーハーベスティング

誘電エラストマーは、柔軟なゴムシートの伸縮変形に併せて回路を切り替えることにより、低周波の機械

的振動エネルギーと電氣的エネルギーを変換する技術です。材料と回路技術の工夫により、変換出力を向上することを目的とした研究テーマです。

5) 3Dプリンティング, トポロジー最適化応用

従来の絶縁体の設計や製造の考え方を一新する研究開発に取り組んでいます。3Dプリンタを用いて金型を用いずに電力用絶縁体を成形することを目的とした研究テーマや、トポロジー最適化を用いて絶縁体の形状および材質分布を最適化することを目的とした研究テーマです。

先端エネルギー講座

(7) プラズマエネルギー工学研究グループ

(ホームページ: <http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/plaene>)

教員: 大野 哲靖 教授, 田中 宏彦 准教授

温暖化や資源枯渇などの地球環境問題解決のため、磁場閉じ込め高温プラズマを用いた【核融合発電】の研究が世界規模で進められています。当グループでは、高温高密度の炉心プラズマ維持のために不可欠な、『境界プラズマ制御とプラズマ計測技術の開発』, 太陽表面に匹敵する『超高熱流プラズマと壁材料の相互作用に関する研究』を実施しています。複数の高密度プラズマ発生装置を用いた実験のほか、計算機シミュレーションによるプラズマモデリング、産業応用にも期待される機能性ナノ構造金属の創成などについて研究を推進しています。

1) 核融合発電実現のための境界プラズマ計測・制御と材料相互作用

プラズマを利用した核融合発電の実現に向けて、日本、米国、欧州、ロシア、中国、韓国、インドが参加する国際プロジェクトとして国際熱核融合実験炉(ITER)の建設が進められています。当グループはITERプロジェクトの主要メンバーとして活動し、高温・高密度プラズマ維持のための境界プラズマ制御とプラズマ計測技術の開発、太陽表面に匹敵する超高熱流プラズマと壁材料相互作用に関する研究を世界各国の研究者と共同で実施します。

2) 新しいプラズマ生成法の開発と応用

プラズマには様々な工学的応用があります。このプラズマ理工学の発展には、新しいプラズマ生成法の開発が大切です。この研究では、スパイラル磁場構造による低温高密度プラズマ生成と窒化への応用、高密度プラズマ照射装置の開発、超高密度プラズモイド・定常高密度プラズマ複合照射装置の開発などを行います。

3) 機能性ナノ構造金属の創成

タングステンなどの硬い金属にプラズマを照射することで、金属表面にナノ構造ができることが当グループの研究により見出されてきました。これらの材料は、特異な光学的性質を持ち、かつ、今後触媒や電子放出材料などへの応用が期待されます。プラズマを金属に照射し、その光学特性、物性評価、触媒活性評価を行い、これまでにない機能性ナノ構造材料金属の創成を行います。

4) 計算機シミュレーションによるプラズマモデリング

プラズマ・核融合研究において計算機シミュレーションは重要な研究ツールとなっています。慶應義塾大学、信州大学、核融合科学研究所、量子科学技術研究開発機構などとの共同研究により、粒子ならびに流体シミュレーションコードによるプラズマ中の物理現象解析を行います。

(8) 機能性・エネルギー材料工学研究グループ

(ホームページ : <http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/yoshidalab/>)

教員 : 吉田 隆 教授, 堀出 朋哉 准教授

研究室紹介 :

エネルギー・環境産業への大規模投資によって、新しいエネルギーネットワーク社会が構築されつつあります。最近では太陽光・風力などの再生可能エネルギー源、IT技術を用いたスマートグリッド技術、高性能バッテリーを搭載したプラグインハイブリットカー (PHEV) など、環境にやさしい高効率なエネルギー利用技術が求められています。

このような環境エネルギー技術開発の中で我々は高効率エネルギー利用技術に資する「超伝導材料技術」を中心とした「最先端環境・エネルギー材料技術の創製」を図っています。我々の研究室は、上記の研究を通してエネルギーの有効利用、希少金属代替技術や低炭素化社会の構築をめざして、地球環境保護という大きな問題に取り組んでいます。

「超伝導技術」は高効率大電流送電および高性能電力貯蔵にむけたエネルギー技術と期待されています。さらに、実用化が見えてきた磁気浮上鉄道 (リニアモーターカー) などに応用される超伝導マグネット技術も着実に推進していく必要があります。最先端環境・エネルギー材料技術に向けた研究の一例を下記に紹介します。

1) 大電流・超強磁場発生超伝導システムに向けた高性能超伝導線材・導体の開発

超伝導体を電力貯蔵や核融合技術などのエネルギー分野に応用するには、数km以上数100A以上の大電流を抵抗ゼロで流せる導体が必須です。そのため、独自の薄膜成長技術を用いて高性能な長尺作製技術の開発を行って超伝導システムに適応できる新たな超伝導導体を開発しています。

2) ナノ構造制御・薄膜成長制御による機能性薄膜の性能向上

超伝導体や熱電変換材料などの最先端エネルギー環境材料に、ある不純物を添加すると、不純物がナノサイズで自己組織化し、思わぬ機能を発現します。このようなナノ組織制御技術を積極的に制御・利用し、世界最高性能を持つ超伝導薄膜開発をめざしています。

3) 計算科学を用いた超伝導薄膜結晶成長の理解

超伝導状態の基礎方程式である時間依存GL方程式のシミュレーションコードを開発し、磁場や電流などの外場印加が磁束量子のダイナミクスに与える影響を明らかにするとともに、モンテカルロ法を用いた薄膜結晶シミュレーション開発を行い薄膜作製実験へのフィードバックを行っています。

4) 機械学習を用いた超伝導線材作製プロセスの最適化

薄膜作製プロセスの最適化には非常に時間がかかっています。そこでこれまでに蓄積してきた膨大なデータや新たに計測したデータを用いて機械学習を行うことで最適条件探索の時間を大幅に短縮することをめざしています。

(9) 核融合電磁物性工学研究グループ

(ホームページ : <https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/naka-lab/>)

教員 : 中村 浩章 客員教授

研究室紹介 :

核融合に関する物理現象として、[1]プラズマと固体の相互作用現象、[2]電磁波の伝搬現象、[3]生体分子の構造変化、そして[4]電磁場輻射の量子電磁気学の基本問題を主に取り上げる。これらの現象解明を、計算機による数値シミュレーション、および、理論計算を用いて解明する。

[1] プラズマと固体相互作用のシミュレーション

核融合炉実現に必要な炉材料研究および炉材料から発生する中整流子輸送を以下の数値計算手法を用いて行う。

- ・分子動力学法

- ・二体衝突近似法
- ・密度汎関数法
- ・衝突輻射モデルを組み込んだ中性粒子輸送コード

[2] 電磁波伝搬シミュレーション

核融合で現れる電磁波の伝搬現象, さらに電磁波の起動角運動量成分に着目した「光渦」と物質の相互作用を, 時間領域差分法 (FDTD) シミュレーションを用いて解明する。

- ・導波管中のミリ波伝搬現象
- ・金属レンズを用いた光学系設計
- ・炉材料への輻射場照射現象
- ・光渦による螺旋状ナノ構造形成現象

[3] 生体分子の構造変化シミュレーション

ベータ崩壊によるヘリウム3への壊変による生体分子の構造変化を, 古典および量子分子動力学シミュレーションを用いて解明する。さらに, 測定される電子顕微鏡でのDNAの画像認識をAIを用いて行い, DNA切断現象のダイナミクス解明を行う。

[4] 電磁場輻射の量子電磁気学基本問題

プラズマによる発光現象を単純化した「加速する電子からの電磁場輻射」を扱う。この系のハミルトニアンはある状況下では複素固有値をとる「共鳴状態」になる。詳細に調べることで「時間反転対称性の破れ」という物理の基礎問題解明に挑戦する。

宇宙電磁環境工学講座

(10) 宇宙電磁観測研究グループ (宇宙地球環境研究所・協力講座)

(ホームページ: <https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/dimr/>)

教員: 塩川 和夫 教授, 大塚雄一 教授, 西谷 望 准教授, Claudia Martinez-Calderon 准教授

研究室紹介:

オーロラなどの大気発光の高感度分光機器, 大型レーダー, レーザーレーダー, GNSS衛星受信機, 磁力計, VLF電波アンテナなどを開発, 国内・海外のフィールド観測点に設置し, 人工衛星による観測も組み合わせながら, 地球周辺の宇宙空間 (ジオスペース) とそれにつながる超高層大気の変動を観測的に研究する。人工衛星や宇宙ステーションが飛翔するこの領域の環境を知ることは, 人類が宇宙を利用していくにあたって必須である。主な研究テーマは以下のものが挙げられる。

- 1) オーロラ・大気光などの光学・電磁場観測を通じたジオスペース・超高層大気の研究
- 2) 大型レーダーを用いた電離圏プラズマの研究
- 3) GNSS受信機を使った電離圏の研究
- 4) 人工衛星によるジオスペースの研究
- 5) 地上・衛星観測による磁気圏プラズマ波動の研究

(11) 宇宙情報処理研究グループ (宇宙地球環境研究所・協力講座)

(ホームページ: <http://is.isee.nagoya-u.ac.jp/miyoshilab/>)

教員: 三好 由純 教授, 飯島 陽久 准教授

研究室紹介:

私たちの研究室では、地球周辺から太陽にわたる宇宙環境変動を対象に、JAXA・NASAが打ち上げた最先端の人工衛星観測や「富岳」に代表されるスーパーコンピュータを用いた計算機シミュレーションのデータを活用し、プラズマ科学と情報科学を融合させた解析処理を通して研究しています。

人類は、これまで「ジオスペース」と呼ばれる地球周辺の宇宙空間において、気象衛星や通信衛星など多くの人工衛星を運用し、また国際宇宙ステーションにおける宇宙飛行士の滞在など、様々な宇宙活動を行ってきました。2020年代では、さらに月ゲートウェイでの宇宙飛行士の長期滞在や火星探査などが計画されており、人類の活動の場がジオスペースの外へと大きく広がります。一方で、このような人類の宇宙活動の領域は、太陽活動の変動に伴って放射線が大きく増えるなどとても危険な場所です。宇宙環境変動=宇宙天気現象を理解し、その予測していくことが、これからの人類の宇宙活動にとって必要不可欠となります。

2016年末に打ちあがったジオスペース探査衛星「あらせ」をはじめとする我が国JAXAの人工衛星や、米国NASAのなどの人工衛星の観測データ、さらに北欧や北米で当研究室が独自に運用している高速撮像カメラ網によるオーロラの画像などを、データ同化・機械学習・パターン認識をはじめとした最先端の情報学的な処理技術により解析します。さらにスーパーコンピュータを用いた超並列計算機シミュレーションなどの高性能計算科学 (high-performance computing) 的なアプローチによって、ジオスペースから太陽にわたる宇宙環境の変動をプラズマ科学に基づいて数理的に研究しています。

これらの研究を通して、コンピュータプログラミングや機械学習、データ処理、並列計算アルゴリズムの技術を学びつつ宇宙天気研究を推進し、人類の安心・安全な宇宙活動に貢献していくことが本研究室の目標です。本研究室は、工学研究科において「宇宙現象」を総合的に研究することができる数少ない場所の一つであるとともに、また全国共同利用・共同研究拠点である「宇宙地球環境研究所」において、理学研究科の教員・学生とともに研究活動を行うというユニークな場所でもあります。宇宙やコンピュータに興味のある若いみなさんといっしょに研究を進めていけることを楽しみにしています。

研究室の主な研究テーマは以下の通りです。

- 1) 探査衛星「あらせ」・「Van Allen Probes」等の衛星データ解析によるジオスペースの研究
- 2) 北欧・北米での高速撮像カメラ網で観測したオーロラの画像解析
- 3) データ同化・機械学習などの情報学的手法を用いた宇宙天気予報の基礎研究
- 4) スーパーコンピュータを用いた宇宙環境変動の計算機シミュレーション
- 5) データ解析・画像解析・データ同化・機械学習・計算機シミュレーションに関するアルゴリズムの開発

7. 電子工学専攻の研究室紹介（学生受入予定の研究室のみ掲載・4/1以降の予定教員配置に基づく）

未来エレクトロニクス創造講座

(1) プラズマエレクトロニクス研究グループ

（ホームページ：<https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/toyodalab/>）

教員：内田 儀一郎 教授，鈴木 陽香 准教授

研究室紹介：

気体放電プラズマは、半導体デバイス製造における薄膜堆積やエッチングによる微細加工，太陽電池や液晶ディスプレイの製造工程，名の材料合成，材料表面の改質，汚染物質の除去など，工業的に幅広く利用されています。また近年では生体応用やエネルギー材料分野への展開など，新しい応用領域への研究も活発化しています。

例えば，半導体微細加工ではナノメートル精度での加工制御のために，プラズマ中のイオンやラジカルの空間分布やエネルギー・角度分布を理解することが不可欠です。そのためには，非侵襲的な新しいプラズマの診断技術，高アスペクト比構造内部での粒子輸送や帯電現象の解明，さらに材料表面や界面を制御して新しい機能を発現させるプロセス技術の確立が求められます。近年は，このようなプラズマ制御技術が半導体加工のみならず，ナノ材料創製やエネルギーデバイス材料の性能向上にも応用されており，カーボンニュートラル社会を支える基盤技術として期待されています。

一方で，プラズマを用いたプロセス精度に対する要求は厳しくなっており，プロセスに最適なプラズマ装置の開発や，プラズマそのものの解析を基にした高精度制御が求められています。本研究室は，プロセスプラズマの物理・化学的な振る舞いを解明するとともに，プラズマ装置設計とプロセスの両面から，新しい制御法の確立と応用技術の開発を進めています。

主な研究テーマは次の通りです。

- 1) スパッタリング成膜（PVD）によるナノ構造膜（ファズ構造）の形成・制御と，機能性ナノ材料・エネルギーデバイス材料（電池電極など）への応用展開
- 2) 半導体エッチングプロセスの高精度化に向けた，画像を用いたプラズマの3次元空間構造解析
- 3) 三次元メモリデバイスの高精細エッチングプロセスにおける高アスペクト比ホール中の高エネルギー粒子角度広がりおよびチャージアップ挙動に関する研究

(2) プラズマナノプロセス科学研究グループ（低温プラズマ科学研究センター・協力講座）

（ホームページ：<https://horilab.nuee.nagoya-u.ac.jp>）

教員：石川 健治 教授，Ngo Van Nong 教授，関根 誠 特任教授，堤 隆嘉 准教授，井上 健一 助教

研究室紹介：

プラズマナノプロセス科学は，ナノテクノロジーを産業に結びつけるために不可欠な先端科学技術分野です。本研究室では，先端プラズマプロセスをはじめとするナノプロセスの体系化・集積により，次世代のナノ材料，ナノエレクトロニクスを構築すると共に，近年では特にプラズマ技術のバイオ，医療，農水産，環境技術への展開を加速しています。具体的には，原子，分子，ラジカルの計測・操作技術，3次元ナノスケール構造の形成技術，ナノスケール材料における新規量子デバイス機能の発現技術，それらを応用したナノデバイスの開発とナノ領域の物理化学現象の解明・制御，さらにプラズマが細胞やバイオマテリアル，組織・生体に及ぼす効果の解明・制御にも取り組んでいます。低温プラズマ科学研究センター（<https://www.plasma.nagoya-u.ac.jp/>）のプラットフォームも駆使して取り組んでいる，主な研究テーマは以下の通りです。

- 1) 次世代3Dメモリデバイスや次世代自動車用高耐圧高効率GaNパワーデバイス等のための先端プラズマナノプロセス研究（超微細加工，配線プロセス技術，GaN高速成長，ダメージレス原子層エッチング技術）

- 2) 原子, ラジカル, 分子をモニタリングするスマートセンサーと自律型ナノ製造システムの開発
プラズマ照射下におけるリアルタイム原子分解能表面構造観察・分析技術の開発
- 3) カーボン系を中心としたナノ材料 (ナノウォール, ナノシート, ナノチューブ) のプラズマによる自己組織的3次元立体構造形成と, 超臨界流体プロセスなどを駆使した複合材料化・機能発現による, 次世代新機能デバイス (ナノバイオセンサ, 二次電池など) の研究
- 4) ナノバイオ・医療および農水産業・環境へのプラズマ応用技術の研究開発 (医療用プラズマ源の開発, 細胞増殖・制御技術, プラズマ誘起の腫瘍細胞アポトーシス, プラズマ滅菌・殺菌)

(3) 生命エレクトロニクス研究グループ

(ホームページ: <http://www.htanakalab.plasma.nagoya-u.ac.jp/>)

教員: 田中 宏昌 教授 (低温プラズマ科学研究センター)

研究室紹介:

生命エレクトロニクスは, エレクトロニクスを生命科学に応用する異分野融合科学分野で医療, 農業, 産業など幅広い分野にまたがる応用が期待される先端科学技術分野です。本研究室では, 低温プラズマ科学研究センター (<https://www.plasma.nagoya-u.ac.jp/>) のプラットフォームを駆使して, 低温プラズマ技術のバイオ応用を展開し, プラズマが生体に及ぼす影響を分子レベルから遺伝子レベルで解明する研究に取り組んでいます。具体的には名古屋大学が独自に開発したプラズマ活性溶液 (プラズマ照射した溶液) に対する生体応答の反応機構を解明したり, 細胞・組織や生体に対して, 細胞死, 分化, 免疫応答など多様な応答を示す分子機構を明らかにすることで, 目的的生体応答を示す低温プラズマの制御を目指す研究を展開しております。主な研究テーマは以下の通りです。

- 1) 低温プラズマの医療応用に向けた研究開発 (がん治療, 創傷治癒, 再生医療など)。
- 2) 低温プラズマの農業・水産業に向けた研究開発 (農作物・水産物の成長促進, 機能強化, 水環境・土壌環境の改善など)。
- 3) プラズマ活性溶液による生体応答の分子機構解明 (遺伝子発現ネットワーク, シグナル伝達ネットワーク, 代謝ネットワークなど)。
- 4) 低温プラズマが誘起する新しい生命現象の探索 (細胞運命転換, 免疫活性など)
- 5) 低温プラズマにより合成される有機化合物の薬効評価 (プラズマファーマシー)

情報デバイス工学講座

(4) ナノバイオセンシング研究グループ

(ホームページ: <http://takahashi.w3.kanazawa-u.ac.jp/>)

教員: 高橋 康史 教授, 井田 大貴 講師

研究室紹介:

生きた細胞は, 物質のやり取りや細胞内での代謝を行いながら細胞の状態を維持している。この細胞の表面や内部の現象を詳細にとらえる際に, 光学顕微鏡の回折限界が大きな課題となっている。そのため, 細胞のありのままの振る舞いを理解するには, 非常に高い時空間分解能で細胞を観察する必要があります。当研究室は, 細胞の形や代謝状態をイメージング・センシングするための新しい顕微鏡の開発を行いながら, 細胞の未知の機能を解明するための研究に取り組んでいます。

そのためのツールとして, 走査型プローブ顕微鏡を開発しています。走査型プローブ顕微鏡は, 先端のとがった探針と呼ばれる針状のセンサーを用いて, 表面の物性や形状を計測します。一般的なプローブ顕微鏡は, 大気環境で計測が行われますが, 当研究室では, 溶液中で柔らかい細胞の計測に特化したユニークな計測技術の開発を行っています。この技術は, 生物応用だけでなく, エネルギー問題の解決に向けて, 蓄電池から, 触媒に至る幅広い応用研究を行っています。

主な研究テーマは以下の通りです。

- 1) ナノ粒子（疑似ウイルス）の取り込み過程の可視化
- 2) 細胞内小器官（ミトコンドリア）などの単離
- 3) 機械学習を利用したイメージング画像のセグメンテーション化
- 4) 蓄電材料の充放電中の表面特性の変化の観察
- 5) 触媒活性サイトのナノスケールイメージング

(5) 機能集積デバイス研究グループ

（ホームページ：<https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/makiharalab/>）

教員：牧原 克典 教授，今井 友貴 助教

研究室紹介：

情報・エレクトロニクスの発展は、半導体技術の進歩が牽引しているといっても過言ではありません。当研究室では、その半導体技術、特にシリコン (Si) ナノテクノロジーの更なる高度化に貢献するために、材料科学からプロセスインテグレーション・デバイス化技術にわたる横断的な研究を推進しています。特に、最先端Si微細MOSトランジスタの高性能化を目指すと共に、光・電子融合デバイス、新機能メモリ等の開発に注力しています。

1) ナノ構造デバイス領域

従来の半導体デバイスの高性能化のみならず、新たな機能デバイス開発へ展開に向け、Si系ナノ構造をMOSデバイスへ融合することで、MOSデバイスの機能レベルでの進化と、少数電子・光子系による高度知能情報処理デバイスへの応用に取り組んでいます。

2) 集積化デバイス・プロセス制御領域

次世代Si系MOSトランジスタ（ゲートオールアラウンドトランジスタ:GAA-FET）の要素技術となる低欠陥Si系ナノシートの形成技術および超低抵抗コンタクト実現のためのSi系合金化反応プロセスの構築と共に、それらの機能性薄膜の原子層制御プロセス技術の開発に取り組んでいます。

3) 界面制御・薄膜デバイス領域

高分解能光電子分光分析やプローブ顕微鏡を活用した最先端分析技術を駆使して、絶縁膜/ワイドバンドギャップ半導体の界面特性評価や精密制御技術の開発に取り組んでいます。また、最近では、次世代半導体パッケージング技術の要である金属/樹脂（金属）界面の密着性およびその長期信頼性向上に向け、放射光を利用した高分解能光電子分光法による界面化学結合状態の解明にも取り組んでいます。

(6) 先端デバイス研究グループ

（ホームページ：<http://sudalab.skr.jp/>）

教員：須田 淳 教授，堀田 昌宏 准教授，渡邊 智也 助教，安藤 裕二 特任教授

研究室紹介：

窒化ガリウムに代表されるワイドバンドギャップ半導体を用いたデバイスの研究を行います。特に、電力の変換・制御を担うパワーデバイスを中心に研究を推進します。超高性能パワーデバイスを実現することにより、世の中の電気を使う様々な装置・システムの省エネルギーや高効率化に貢献することを目指しています。

新しい半導体材料をパワーデバイスとして完成させるためには数多くの技術的課題を解決しなければなりません。本研究室では、ワイドギャップ半導体の諸物性をさまざまな評価・分析手法で調べ、半導体の内部で起こっている現象を解明すると共に、その知見に基づいた制御方法の提案や、その材料の本来の優れた特性を引き出すデバイス構造の提案、デバイスプロセスに伴う特性劣化などのメカニズム解明やその抑制方法の確立などを進めます。また、作製したパワーデバイスの特性評価をさまざまな側面から行います。

主な研究テーマは以下の通りです。

- 1) ワイドギャップ半導体材料の物性の解明と制御
- 2) ワイドギャップ半導体デバイスプロセス誘起欠陥の解明と欠陥回復法の確立

- 3) ワイドギャップ半導体材料・デバイスの極限環境下での評価と劣化現象の解明
- 4) デバイスシミュレーションに基づく新規デバイスの提案
- 5) 窒化ガリウム縦型パワーデバイスの開発

量子システム工学講座

(7) 量子光エレクトロニクス研究グループ

(ホームページ: www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/optelelab/)

教員: 西澤 典彦 教授, 北島 将太郎 講師

研究室紹介:

量子光エレクトロニクスの先端技術であるレーザーは、様々な基礎研究から産業・医療まで幅広い分野で活用されており、更なる新しい応用技術の開発が期待されている。その中でも、フェムト秒(10^{-15} 秒)台のパルスを出力する超短パルスレーザーを用いると、新しい応用技術を開発することができる。

本研究室では、最先端のレーザー光源を開発し、超短パルス光を自在に操り、更なる新しい技術の創造に取り組んでいる。主な研究テーマは以下の通りである。

- 1) 高次機能超短パルスレーザー光源の開発と応用
- 2) 可視～中赤外域光周波数コム光源の開発と環境計測への応用
- 3) 高分解能光断層イメージング・バイオイメージング技術の開発

(8) 量子集積デバイスシステム研究グループ

(ホームページ: <http://www.super.nuee.nagoya-u.ac.jp/>)

教員: 田中 雅光 教授, 李 峰 助教

研究室紹介:

超伝導はマクロな量子化現象である。これを積極的に利用した超伝導量子デバイスにより、従来の半導体、さらには従来の超伝導デバイスでも実現不可能な超高速性、超低電力性を有するエレクトロニクスを創成する。本グループでは、熱的極限・量子極限に迫る究極の情報処理回路や、従来の計算機・計算手法が不得意とする問題を高速に解くことができる量子計算との協調による高速計算機の実現などを目指して研究を行っている。主な研究テーマは以下のとおりである。

- 1) 磁束量子を利用した100GHz級超高速・超低消費電力情報処理
- 2) 磁性ジョセフソン接合を用いた新奇量子デバイスと集積回路への応用
- 3) 大規模量子計算システムに向けた低温エレクトロニクス活用

(9) 光エレクトロニクス研究グループ

(ホームページ: <http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/optlab/>)

教員: 川瀬 晃道 教授, 村手 宏輔 准教授

研究室紹介:

先端光デバイスであるレーザーは、その出現以来大きな発展を遂げ、応用分野も超精密計測から生体計測、産業応用まで多岐にわたっている。又、近年、光とミリ波の中間の周波数を持つテラヘルツ波が大きな注目を集めている。本研究室では、レーザー光で非線形光学結晶を励起する手法を用いて、世界最先端の超高強度テラヘルツ光源やテラヘルツ分光イメージングシステムの開発に成功してきた。さらに、それらを活用した違法薬物検査装置や、異種錠剤混入検査装置など各種産業応用に関する研究も進めている。

主な研究テーマは以下の通りである。

- 1) 広帯域波長可変テラヘルツ発生・検出技術の開発

- 2) 超高強度テラヘルツ光源の開発
- 3) テラヘルツ分光/イメージング技術の開発
- 4) 高分解能テラヘルツトモグラフィーの開発
- 5) テラヘルツ波を用いた種々の産業応用

ナノエレクトロニクス講座

(10) ナノ情報デバイス研究グループ

(未来材料・システム研究所 (IMaSS)・協力講座, 未来エレクトロニクス集積研究センター (CIRFE))

(ホームページ: (研究室) <http://www.semicond.nuee.nagoya-u.ac.jp/>)

(IMaSS) <http://www.imass.nagoya-u.ac.jp/>

(CIRFE) <http://www.cirfe.imass.nagoya-u.ac.jp/index.html>

教員: 本田 善央 教授, 久志本 真希 准教授 (電子工学専攻), 出来 真斗 准教授 (Dセンター), 天野 浩 特任教授, Markus Pristovsek 特任教授, 田中 敦之 特任准教授,

研究室紹介:

ワイドギャップ半導体窒化ガリウム (GaN), 窒化アルミニウム (AlN), 窒化インジウム (InN) およびその関連半導体を用いて, 超低損失パワーデバイス, 再生可能エネルギーと無線電力伝送を中心とする次世代電力網のカギを握るインテリジェントパワーコンディショナー用超ハイパワーデバイス, 次世代6G無線通信網実現のカギとなるミリ波・テラヘルツ帯デバイス, 小型低電力消費高精細レーザ加工を実現する世界最短波長レーザダイオード, ARおよびVRディスプレイ用マイクロLEDディスプレイなどの研究開発を行っています。

未来エレクトロニクス集積研究センター (CIRFE) において, GaNコンソーシアムに参加する多数の企業・国立研究所・他大学の研究者, コーネル大学やスタンフォード大学を含め世界中のトップ研究大学の研究者とともに, 研究を推進します。居室はC-TECs, 実験は主に世界唯一のGaN系半導体専用クリーンルームであるC-TEFsのほか, VBL, IB電子情報館2階クリーンルームや赤崎記念研究館で行います。主な研究テーマの例は以下の通りですが, これらに限定することなく, 皆様の新しい発想に基づく提案も大歓迎です。

- 1) GaN大型バルク単結晶成長および次世代パワーデバイス/THzデバイス用エピタキシャル結晶成長
- 2) GaN結晶成長モニタリングと第一原理計算による結晶成長機構解明
- 3) GaN系及びAlN系デバイス製造用プロセス技術
- 4) 超低消費電力パワートランジスタ・ミリ波およびTHzトランジスタ
- 5) 深紫外LEDおよびレーザダイオード
- 6) ARおよびVR用小型・高精細・高効率ディスプレイ
- 7) トライボロジカルエナジーハーベスティングデバイス

(11) ナノスピンドデバイス研究グループ (未来材料・システム研究所・協力講座)

(ホームページ: <https://www.katolab.nuee.nagoya-u.ac.jp/>)

教員: 加藤 剛志 教授, 大島 大輝 准教授

研究室紹介:

スピントロニクスは電子の電荷とスピンという2つの性質を利用したもので, スピン方向により電気抵抗が変化する巨大磁気抵抗効果やスピンの流れであるスピン流を利用した磁化反転などが見出されています。未来社会では, 既存のエレクトロニクスでは実現できない高機能なデバイス開発が必要とされており, スピントロニクスはそれを牽引する技術として今後も期待されています。本研究室では, スピントロニクスに必須となるナノ構造作製とその制御, スピンの高速反転過程の理解などの基礎的な研究から, 超高密度3次元磁気ランダムアクセスメモリ, 高機能磁気センサなどの新規デバイス開発などの応用研究に取り組んでいます。主な研究テーマは, 以下のとおりです。

- 1) スピン流を用いた3次元磁気ランダムアクセスメモリの磁化反転技術の開発
- 2) 巨大磁気抵抗 (GMR) , トンネル磁気抵抗 (TMR) 素子を利用した高機能磁気センサの開発
- 3) フェムト秒レーザーによる高速磁化反転過程の解析
- 4) 電界印加による磁気異方性の制御と新しい磁化反転手法の開発
- 5) イオン照射による局所磁性制御と機能性スピントロニクスデバイスの開発

(12) ナノ電子物性研究グループ (未来材料・システム研究所・協力講座)

(ホームページ: <http://www.nano.esi.nagoya-u.ac.jp>)

教員: 五十嵐 信行 教授, 長尾 全寛 准教授, 狩野 絵美 助教

研究室紹介:

光・電子デバイスは、高度情報化社会を支える基盤技術であると共に、次世代エネルギー技術の中でも主要な役割を担うことが期待されています。本研究室では、このようなデバイスのさらなる高機能化・高信頼化を実現するため、最先端物性解析技術を駆使して、材料・プロセス・デバイスの物理の探求を行っています。我々の、透過電子顕微鏡法を基盤とする独自物性解析技術は、世界最先端の水準にあり、この技術を応用し、デバイス研究・開発における重要課題のブレイクスルーを実現しています。これらの課題解決から研究を展開し、物性物理学・デバイス物理学の探究や、新規機能デバイスの研究・開発を行ないます。

主な研究テーマの例を、以下に示します。

- 1) 新機能デバイス・高信頼デバイス実現のための、新半導体材料 (新化合物半導体, 2次元物質等) のナノ物性解析・構造解析と、これに基づく材料物性制御・デバイス特性制御の研究。
- 2) 原子・分子スケール物性解析技術を基盤とする、次世代エネルギーデバイス用窒化物半導体の結晶成長機構解明, 物性制御技術の研究開発, これらの材料を用いた新デバイスの学理追求。
- 3) 新ナノスケール磁気構造のナノ物性研究と制御技術開発。これを応用した超省エネルギーデバイスの研究。

(13) ナノ電子デバイス研究グループ (未来材料・システム研究所・協力講座)

(ホームページ: <https://nanoflex.jp/>)

教員: 大野 雄高 教授, 松永 正広 助教, 内山 晴貴 助教

研究室紹介:

カーボンナノチューブなどのナノ材料の優れた物性を生かして、透明で自在に変形できるフレキシブル電子デバイスの実現できます。これを基礎として、人間の皮膚や軟組織に直接貼付けられるウェアラブルな診断デバイスや医療デバイスなど、人々の健康やコミュニケーションを支える未来型エレクトロニクスの創出を目指しています。また、ナノ構造を利用した超低消費AIチップの萌芽的研究も行っています。

主な研究テーマは次の通りです。

- 1) 新規ウェアラブルデバイスの創出を目指したカーボンナノチューブに基づくフルフレキシブル集積デバイスおよび回路設計・試作, センサシステム構築の研究と社会実装
- 2) カーボンナノチューブ薄膜におけるナノスケールのネットワーク構造を生かした超高密度・多階層・脳型コンピューティングの研究

8. 情報・通信工学専攻の研究室紹介（学生受入予定の研究室のみ掲載・4/1以降の予定教員配置に基づく）

情報通信講座

(1) 画像情報学研究グループ

（ホームページ：<http://www.fujii.nuee.nagoya-u.ac.jp/>）

教員：藤井 俊彰 教授，高橋 桂太 准教授，都竹 千尋 助教，寺谷 メヘルダド 特任准教授

研究室紹介：

映像技術と通信・コンピュータ技術を融合したインテリジェント映像情報システムの創造を目指し、その基礎理論から応用システムまでの幅広い研究を行っている。特に、光線空間法及びホログラフィに基づく3次元・自由視点映像を研究の中心としている。主な研究テーマは以下の通りである。

1) 次世代インターネットを担う画像情報圧縮・伝送方式の研究

ニューラルネットワークに基づく映像符号化，多視点映像符号化，ホログラム符号化，3次元・自由視点映像符号化・伝送の国際標準化活動

2) 3次元・自由視点映像システムの研究

多眼画像撮影システム，デプス情報の応用，3次元・自由視点映像の可視化技術，3次元ディスプレイとその応用，ホログラム撮影システム，ホログラフィックディスプレイ

3) 3次元映像の新原理の追究

光線空間における数値最適化と深層学習，光線空間の圧縮センシング，ホログラフィにおける数値最適化と深層学習

(2) 情報ネットワーク研究グループ

（ホームページ：<https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/pnlab/>）

教員：長谷川 浩 教授，久野 拓真 助教

研究室紹介：

ブロードバンドアクセスが全世界で急速に浸透し、ネットワーク上の通信量（トラフィック）は飛躍的に増加している。また、高精細映像配信、次世代携帯電話、データセンター、各種ソーシャルネットワーキングなどの進展により、様々な性質のトラフィックを柔軟かつ効率的に転送する必要が生じている。当研究室では、最先端の光技術を駆使した超高速フォトニックネットワーク、ML/AI技術のネットワーク応用、データセンター向け超大規模光スイッチ、柔軟性に富む新しいネットワーク制御方式、高信頼ネットワークの構成法、高機能波長ルーティングシステムなど、次世代の大容量通信ネットワークに関する幅広い研究を行っている。最新の手法を駆使した理論解析、実ネットワークをモデルとする大規模シミュレーション、容量と距離の拡大を実現する伝送方式、次世代光通信機器プロトタイプを試作を通し、世界で活躍出来る研究者、技術者の育成を目指す。毎年修士課程の多くの学生が著名な国際会議で研究成果を多数発表している。また、国外の大学との共同研究も積極的に推進している。

主な研究テーマは以下のとおり

1) フォトニックネットワーク（超大容量ネットワークの創出，ネットワーク設計理論の構築）

2) 超大規模光スイッチ（次世代データセンター向けネットワークデバイス）

3) ML/AI技術による光ネットワーク制御自動化・最適化

4) 次世代波長ルーティングネットワークノード（パケット集約技術を駆使した高機能ネットワークの研究）

5) 新規通信方式による通信性能の向上（多重方式，信号処理に関する研究）

6) 適応的ネットワーク制御（災害やトラフィックの変化に対応出来る高信頼なネットワークに関する研究）

7) 最先端の光機能部品の研究（積極的に企業とも共同研究を行い，世界最先端の光部品の研究開発を行う）

(3) 先端情報環境研究グループ

(ホームページ : <https://ucl.nuee.nagoya-u.ac.jp>)

教員 : 河口 信夫 教授, 米澤 拓郎 准教授, 浦野 健太 助教, ジメネス フェリックス特任准教授, Tahera Hossain 特任助教, Guo Jia特任助教

研究室紹介 :

様々な情報機器がネットワークを通じて相互連携し, 新たなサービスを実現するユビキタスな情報環境が具現化されつつあります。本グループでは「理論の検討から応用システムの開発まで幅広く」をモットーに, 人・社会・環境を認識・理解し, 適切に処理するスマートな情報環境の構築を目的に, 基盤システム・データ分析・AI・量子最適化・バーチャリアリティ・ヒューマンインタフェースなどの研究開発を行います。また, 学生諸君には研究室での活動に留まらず, 様々な実証フィールドにおいて自治体や企業と連携した複数のプロジェクトを通じ, 実用化や社会実装を見据えた研究活動を期待しています。研究成果は, 国内外研究者との交流や最先端の国際会議での発表のみならず, オープンソースソフトウェアとしての公開など, 成果に応じて最適な形での公表を目指しており, 幅広い経験ができる研究室です。

主な研究テーマは以下の通りです。

- 1) 実世界センシング・最適駆動システム (位置や行動等の情報をもとに, 環境を認識して人やロボットを最適に駆動)
- 2) 社会センシング・データ分析・可視化システム (施設レベルから都市レベルまで社会状況をセンシングし, 状況の分析と直感的な可視化を実現)
- 3) 社会基盤ソフトウェア・ミドルウェアシステム (幅広い事業者がデータ交換やサービス連携を行うプラットフォームの実現)
- 4) XRコミュニケーションシステム (様々な現実拡張技術を用いて, 新たなコミュニケーション手法を実現)
- 5) 人間・機械協奏ロボットシステム (遠隔ロボット・自律ロボットを用い人と社会を連携させる手法を実現)

(4) 無線通信システム研究グループ

(ホームページ : <https://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/mizutani/>)。

教員 : 水谷 圭一 教授

研究室紹介 :

皆さんが普段使っているスマホ (4G/5G) や Wi-Fi に代表される無線通信システムの未来を創る研究室です。近年では「人と人」, 「人とモノ」との通信だけでなく IoT (Internet of Things) と呼ばれる, あらゆるモノ同士を無線通信で繋ぐ技術も急速に発展しています。無線通信システムは, スマート社会 (スマートシティ, スマートモビリティ, スマートファクトリ, スマートグリッド等) を支える重要なインフラとなっています。本研究室は, これからの未来社会を実現する革新的な無線通信システムの開発, 及びアプリケーションの創出を目指します。研究室配属後は3ヶ月程度の初期教育プログラムを用意しています。ゼロからのスタートで, MATLAB や Python を用いた無線通信システムのシミュレーション構築が出来るようになります。その後, 理論, シミュレーション, 実験等, 学生の希望や得意分野, 適性に合わせて様々な研究テーマを柔軟に設定します。現在の研究テーマ例は以下の通りです。

- 1) 第6世代移動通信システム (6G) 以降を志向した「高速・低遅延・高信頼性を実現する新通信方式」
- 2) 周囲の環境・構造物が電波の反射透過を制御しユーザの通信状況を改善する「電波伝搬環境制御技術」
- 3) “見えない電波”を視える化する「電波環境時空間可視化システム」
- 4) 陸・海・空の次世代モビリティを支える無線通信システム
- 5) 電波・光・音響波・超音波・AI/機械学習技術, あらゆる手段を用いて持続可能な通信システムを実現する「マルチ媒体型サステナブル通信システム」

(5) 通信理論研究グループ

(ホームページ: <http://yamazato.nuee.nagoya-u.ac.jp/>)

教員: 山里 敬也 教授(教養教育院), 路 姍 講師

研究室紹介:

あえて雑音を利用する通信, 電波では無く目に見える光を使う通信(可視光通信), 深層学習に基づく誤り訂正復号など既存の通信の枠を超えたところからアプローチをすることで, 通信の本質に迫ることを目指しています。人がやらない, でも面白そうなテーマを掘り下げていくことをモットーとしており, 基礎理論から応用システムまでの幅広いテーマを研究しています。民間企業や他大学等との共同研究もありますので, 具体的なテーマはその時々で変わりますが, 概ね以下のようなテーマを取り上げて検討しています。

- 1) 可視光通信
- 2) 車車間・路車間通信
- 3) 非線形理論の通信への応用
- 4) 高能率な誤り訂正符号

情報システム講座

(6) コンピュータ・アーキテクチャ研究グループ

(ホームページ: https://researchmap.jp/hiromitsu_awano ※4/1以降に研究室 Web を開設します。)

教員: 栗野 皓光教授

研究室紹介: 当研究室では, コンピュータアーキテクチャを「AIやアルゴリズムを効率的に実行するだけでなく, それをロボット等を介して実世界に働きかける系全体」と捉え, コンピュータの中だけに閉じず, それを取り巻く実世界を対象とした研究を行っています。これまでの計算機は, 画面の中だけで処理を完結させがちでした。しかし, ロボットが人と触れ合い, 現場で自律的に動くためには, AIやアルゴリズムを, 専用集積回路(ASIC)やFPGAへと落とし込み, 現場の状況を瞬時に判断して行動につなげる仕組みが必要です。本研究室では, AIが自律的に回路を設計し, その回路がロボットの反射神経となって自在に操る, そんな, 知能・回路・ロボットが一体となった「実世界情報回路」の実現を目指しています。現在の主な研究テーマは以下の通りです。

1. 大規模言語モデル(LLM)を用いたロボット模倣学習: LLMを活用し, 人間のような自然な動きや複雑なタスクをロボットが効率的に学習・実行するための知能アルゴリズムの研究。
2. LLMを用いた回路設計自動化(AI for Circuits): AIがハードウェアを設計する未来を目指し, LLMを活用してLSIの回路構造やレイアウトを自律的に生成する設計技術。
3. FPGAを用いたロボット制御(反射神経系): FPGAを用いた専用回路設計により, 物理世界の変化に対して「反射神経」のように超高速・低遅延で反応できるロボット制御基盤の開発。
4. ロボットとインタラクションする人の感情認識: カメラやセンサーからの情報を解析し, ロボットが対面する人間の感情を理解・適応することで, より自然で円滑なコミュニケーションを実現するシステム構築。

(7) インテリジェントシステム研究グループ

(ホームページ: <http://sslalab.nuee.nagoya-u.ac.jp/>)

教員: 小川 浩平 准教授, 窪田 智徳 助教

研究室紹介:

未来の人間社会を支える対話システムの構築技術の中核とした, 人工知能技術の研究を行っている。人と豊かに関わる対話エージェントの実現には, 言語を中心として, ジェスチャ, 表情など非言語情報を工学的に取り扱う必要がある。言語を運用する能力の理解と, それを用いた対話システムを構築することは, 人間の知能の本質を理解することと捉えることができ, これを研究することは, 情報・通信工学の枠を越えて大きな意義がある。

本研究室では、ロボットやバーチャルエージェントを用いた対話システムの実現などの具体的な応用まで、多様な側面から知能にアプローチする。現在の主な研究テーマは以下のとおり。

- ・人とアバター間のスムーズな意思疎通には何が必要か?
- ・人の持つ存在感はどこからやってくるのか?
- ・フィールドで実運用できる対話システムに必要な要件は何か?

(8) 暗号・情報セキュリティ研究グループ (未来材料・システム研究所・協力講座)

(ホームページ: <http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/tiwata/>)

教員: 岩田 哲 教授

研究室紹介:

情報セキュリティ技術について、とくに暗号理論を中心に研究を進めています。情報セキュリティは情報・通信の安全性を支える基盤技術であり、その中核をなすのが暗号理論です。暗号技術を応用することで、電子商取引、電子選挙、電子入札、電子公証といった様々な機能を実現できます。これらに関する研究を通じて、より安心・安全で、より便利で、より豊かな情報社会の発展に貢献することを目指しています。

主な研究テーマは以下の通りです:

1) 暗号理論の基礎研究

既存の暗号化方式や認証方式の安全性解析、数学的に安全性が証明でき、かつ実用的な新しい方式の提案など、暗号理論の要素技術に関する研究を進めています。

2) 情報セキュリティ技術・暗号理論の応用研究

既存の実用方式の安全性解析や、新しいアプリケーションの提案など、応用に関する研究を行います。

3) 量子情報理論

量子コンピュータの開発が世界的に進められている中、これが実現した際の暗号技術はどうあるべきか、解析と設計の両方の観点から研究を進めています。

(9) 制御システム研究グループ

(ホームページ: <http://doki-n.nuee.nagoya-u.ac.jp>)

教員: 道木 慎二 教授, 舟洞 佑記 准教授

研究室紹介:

コンピュータをはじめとする情報通信の発達を背景に、機械は単に人間に操作されるだけでなく、自らが判断して人間と協調することが求められるようになりつつある。我々は、ロボットや自動車に代表される人間と機械が協調して機能するシステムを対象に、「制御」を幅広く研究している。その研究範囲は一般的な制御の範囲にとどまらず、人間と機械との協調に欠かせないモデリング・インターフェース手段として、画像認識・空間認識や行動の理解と表現などの情報処理についても研究を行う。「観察すること(計測・信号処理)」、「理解すること(モデリング・情報処理)」、「操作すること(狭義の制御)」に対して広い視点で横断的に取り組み、動きの源であるモータからロボットや自動車など複雑なシステムまで、システム全体を適切にデザインし、思いのままに操るための研究に取り組む。主な研究テーマを以下に示す。

1) ロボットや自動車の動きを支えるモータの開発とその制御手法

2) 複雑化する制御対象を記述・把握するためのセンシング・モデリング技術

3) 自動車におけるエネルギーと運動の制御

4) ロボットやドローンが複雑な環境下で自律移動するためのセンシング・モデリング・情報統合技術

5) 人間の生活環境中での作業支援・作業代替を目的とした高い冗長性を有するロボットの開発・制御

6) 布型ロボットの開発・モデリング・制御