

2021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。「9.2021年度大学院配属研究室希望調書」については, 2020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. 2021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

2021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。それぞれの所で行われてい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，それぞれの専攻に分かれて教育を受けますが，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）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（052-789-3643）にお問い合わせ下さい。

4. 外国語（英語）の受験方法およびスコア換算について

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。受験方法およびスコア換算方法は以下のとおりです。

① 注意事項

(a) 筆記試験免除者選抜を希望しない志願者は，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。

(b) 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。ただし，筆記試験免除者選抜に不合格となった場合は，2020年8月4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2020年5月試験実施分までのスコアシートのみ受け付けます。TOEFL（iBT）は2020年7月10日までに発行済の「Examinee Score Report」が提出され，なおかつ，8月4日17:00までに「Official Score Report」が本学に到着しているものとします。

(c) 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2018年6月1日以降のものを有効とする。

(d) 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 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 0312, Department Code は 66 を指定すること。また、送付依頼したスコアに対応する Examinee Score Report のコピーを、出願と同時に提出すること。
- (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。
- (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 に関する詳細は下記のホームページを参照するか、または試験の実施機関に問い合わせること。

TOEFL: <http://www.cieej.or.jp/toefl/>

TOEIC: <http://www.toeic.or.jp/toeic/>

- (e) 提出されたスコアシートは返却しない。
- (f) 試験期間中 Examinee Score Report の原本を必ず携帯すること。

③ TOEFL (iBT) または TOEIC のスコアの換算方法

- (a) 外部テストからの換算は、上限 200 点 (満点), 下限 0 点として以下の式を用いる。

TOEIC TOEIC スコア×0.348－104

TOEFL(iBT) TOEFL(iBT)スコア×2.92－83

※注：今年度は英語外部試験に関しては中止に伴う変更があるので、1 ページ目に記載の URL より工学研究科入試情報および電気系入試情報を確認すること。

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：電気エネルギー工学，電子物性論，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

電気回路論

- ・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

電気エネルギー工学

- ・三相交流
- ・送電特性
- ・安定度
- ・発電機・電動機
- ・変圧器
- ・電気絶縁・放電

電子物性論

- ・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）
- ・連続情報（ガウス分布のエントロピー，最大エントロピー定理，ガウス形通信路）
- ・標本化定理と量子化
- ・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

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：

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に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が必要不可欠である。特に、エネルギー変換デバイスのなかでもリチウムイオン電池 (LIB) のような二次電池が有効である。すでに実用化されているLIBであるが、さらなる性能向上が望まれており、さらに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。特に電気自動車 (EV) 用途では高航続距離や短時間充電など二次電池における課題は多い。本研究室ではリチウムイオン電池などの二次電池を中心に化学的視点から基礎から応用まで広く研究を行っている。特に先進リチウムイオン電池や全固体リチウム二次電池などの反応解析および材料開発を行い、EVや大型定置電源用の二次電池の開発に資することを旨として、教育・研究を行っている。主な研究テーマを下記に示す。

- 1) 硫化物系全固体リチウム二次電池炭素負極に関する研究
- 2) 次世代型全固体二次電池に関する研究
- 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) 高安全性水系リチウムイオン電池に関する研究
- 5) 新規黒鉛層間化合物の合成

(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/matsumuralab/>)

教員：横水 康伸 教授 兒玉 直人 助教

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る。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る。

- 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熱分解粒子・熱力学・輸送・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
 - ・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
 - ・直流大電流スイッチング技術の研究開発とメカニズム解明
- 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
 - ・電力システムへのパワー半導体適用技術の開発
 - ・直流限流器の回路考案、新素材の適用技法
 - ・電磁界数値解析手法の高精度化
- 3) 交流・直流給配電システムの特性解明と運用 (分散型電源との協調)
 - ・次世代直流給受電ネットワークの電力伝送特性と運用指針

- ・配電および需要家内システムの運用
- ・再生可能エネルギー利用発電装置分散導入時の電力品質

(3) エネルギー制御工学研究グループ (S)

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

教員: 田畑 彰守 准教授

研究室紹介:

エネルギー・環境問題は、今世紀最も重要な課題の一つである。そのため、環境に優しいエネルギー変換用薄膜材料の開発・高性能化を、ホットワイヤー化学気相成長法やプラズマプロセスなどの薄膜作製技術を用いて行っている。さらに、開発した薄膜材料のデバイス(太陽電池など)への応用、ならびに新たな機能性薄膜材料を作製するための作製法の開発を行っている。主なテーマを以下に挙げる。

- 1) アモルファスおよびナノ晶薄膜の高性能化とデバイスへの応用
- 2) 新奇ナノ結晶薄膜の低温形成とデバイスへの応用
- 3) Hラジカル処理によるデバイス特性の向上に関する研究
- 4) ラジカル後処理による薄膜表面の改質によるデバイス特性の高性能化
- 5) ラジカル法を併用した機能性薄膜作製技術の開発

(4) 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

(5) 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

杉本 重幸 教授, 栗本 宗明 准教授, 今中 政輝 助教 (エネルギーシステム(中部電力)寄附研究部門)

研究室紹介:

再生可能エネルギー発電の大量導入やエネルギー需要に対するニーズの多様化などに対応するため、経済性、環境性、安全性、社会の受容性などの幅広い視点から、次世代の電力システムを高効率化、高機能化、高信頼化することが不可欠である。このような観点から、本研究室では、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

な研究を行っている。

- 1) スマートグリッドによる新しい電力システム運用技術
 - ・再生可能エネルギーの出力特性評価・予測技術の構築
 - ・不確実性の拡大に対応する電力システムの計画・制御手法の開発
 - ・電力供給信頼度向上のための電力設備計画の策定方法, 電力市場形態の提案
- 2) 新しい電力システムのための材料診断技術と高機能材料開発
 - ・トリーイングおよび部分放電劣化機構の解明と材料診断技術の高度化
 - ・ナノコンポジット絶縁材料の開発と3D プリント技術の提案
 - ・柔軟な誘電体材料を用いたエネルギーハーベストデバイスの開発
- 3) 低炭素都市における新しいエネルギーシステムの提案
 - ・蓄電池や電気自動車等の需要家側エネルギーリソースの有効活用技術の開発
 - ・住宅・業務施設における電力・熱需要の予測とデマンドレスポンス手法の開発
 - ・大災害時のライフライン確保に対応する分散型エネルギーシステムの提案

(6) 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 助教

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となります。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、数メートルで数kW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。この研究はJAXAとの共同研究で、5年後には本研究室で開発した電気システムを駆動力とした電動飛行機が、小牧空港の空を飛ぶ予定です。

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。

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, 梶田 信 准教授 (未来材料・システム研究所), 田中 宏彦 助教

プラズマは、荷電粒子 (イオン, 電子) の集合体であり, 高い化学反応性を有し, 多様なエネルギー変換が可能であるという性質を有する魅力的な媒質です。その特性を利用して, 「プラズマエネルギー」応用という観点から研究を行っています。

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

温暖化や資源の枯渇などの地球環境問題の解決には, 環境と調和した恒常的基幹エネルギー源の開発が必要です。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イオンビーム解析装置の開発, 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

金属へのプラズマ照射により, 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, 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, 土屋 雄司 助教

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る。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る。

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」を図る。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る。

「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る。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る。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する。

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

超伝導体を電力貯蔵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線が必須である。そのため、独自の薄膜成長技術を用いて新しい長尺作製技術の開発を行っている。

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、思わぬ機能を発現する。これを積極的に制御・利用し、世界最高性能を持つ材料・薄膜開発をめざしている。

3) 大電流整流を可能にする高温超伝導整流素子の開発

次世代超伝導電力機器応用の基本素子として、10 kAを超える電流容量をもつ超伝導整流素子の開発が必要です。ナノスケールの構造制御および超伝導体の量子力学的性質の制御によって高温超伝導薄膜における低電圧整流効果についての研究を行っている。

4) 磁束量子ダイナミクスの計算機シミュレーション

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、実験へのフィードバックを行っている。

(9) 核融合電磁物性工学研究グループ

(ホームページ : http://www.ees.nagoya-u.ac.jp/~web_dai8/index.html)

教員 : 中村 浩章 客員教授

研究室紹介 :

核融合研究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: <http://www.isee.nagoya-u.ac.jp/dimr/>)

教員: 塩川 和夫 教授, 西谷 望 准教授, 能勢 正仁 准教授, 中島 拓 助教

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。また, 超伝導検出器を用いたミリ波帯の観測装置を開発・運用して中間圏の分子組成や変動を観測し, オゾン分子やその他の大気微量分子の人間活動, 太陽活動との関連についても研究している。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) 磁気センサーを用いた地磁気計測システムの開発とデータ解析
- 4) GNSS衛星電波の電離圏伝搬の研究
- 5) 人工衛星によるジオスペースの研究
- 6) 超伝導ミリ波・サブミリ波帯電波分光装置の開発研究
- 7) 地球大気中間圏の大気分子および太陽系内天体の大気組成の研究

(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, 梅田 隆行 准教授, 今田 晋亮 講師

研究室紹介:

私たちの研究室では, 宇宙空間や太陽の変動について, 最先端のJAXA・NASAが打ち上げた人工衛星観測や「京」「富岳」に代表されるスーパーコンピュータを用いたシミュレーションのデータを, プラズマ科学と情報科学を融合させた解析によって研究しています。

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」・2006年に打ちあがった太陽観測衛星「ひので」をはじめとする我が国JAXAの人工衛星や, 米国NASAの「Van Allen Probes」や「Solar Dynamics Observatory (SDO)」などの人工衛星の観測データ, さらに研究室で独自に北欧や北米で高速撮像カメラ網を構築し取得した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, ジオスペース環境や太陽大気の変動を宇宙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) ジオスペース探査衛星「あらせ」・「Van Allen Probes」等のデータ解析によるジオスペースの研究
- 2) 太陽観測衛星「ひので」・「SDO」等のデータ解析による太陽表面、太陽大気の研究
- 3) 北欧・北米での高速撮像カメラ網で観測したオーロラや太陽観測望遠鏡の画像解析
- 4) データ同化・機械学習などの情報学的手法を用いた太陽活動やジオスペース変動の予測研究
- 5) スーパーコンピュータを用いたジオスペースおよび太陽変動の計算機シミュレーション
- 6) 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

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 : <http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/toyodalab/>)

教員 : 豊田 浩孝 教授, 鈴木 陽香 助教

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、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。また近年では生体への応用などの新しい分野へプラズマ技術を展開する研究も注目されています。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。このような先端技術を支えるため、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研究し、プラズマ装置そのものの検討を基礎としたプラズマプロセスの新しい制御法の確立や応用技術の開発などを進めています。

主な研究テーマは次の通りです。

- 1) フレキシブルデバイスやフレキシブル基板処理能力を革新的に増大させるフィルムプロセス用のメートルサイズ大型大気圧プラズマの生成
- 2) 半導体エッチングプロセスの高精度化に向けた誘導結合型プラズマの電位変動およびイオン挙動の解析
- 3) 3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電位構造とイオン挙動の解析
- 4) 大気圧プラズマ中のクラスター負イオンの評価
- 5) 新規液体処理プロセスによる機能性ナノ材料の大量合成と産業応用への展開
- 6) 核融合炉壁材応用に向けた液体金属とプラズマ相互作用の研究
- 7) 高密度プラズマを用いた導電性耐腐食膜の高速形成

(2) プラズマナノプロセス科学研究グループ

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

教員 : 堀 勝 教授, 田中 宏昌 教授, 石川 健治 特任教授, 関根 誠 特任教授, 近藤 博基 准教授, 堤 隆嘉 助教

研究室紹介 :

ナノプロセス工学は、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活用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) ガラス基板の高精度プラズマエッチングによる次世代ナノバイオセンサの研究. プラスティック基板などへのカーボンナノ材料の低温形成によるフレキシブルデバイス (次世代高効率太陽電池, ディスプレイ) の研究
- 3) カーボンナノ材料 (カーボンナノウォール, ナノグラフェン, ナノチューブ) の自己組織的 3 次元立体構造形成と, 次世代新機能デバイス (カーボンナノウォールデバイス, ハイブリッドナノカーボン太陽電池など) の研究. カーボンナノ材料と超臨界流体プロセスを駆使した革新的電池素子などの開発.
- 4) 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.
- 5) 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, プラズマ誘起の腫瘍細胞アポトーシス, 細胞増殖・制御技術, プラズマ滅菌・殺菌).

情報デバイス工学講座

(3) 知能デバイス研究グループ (S1)

(ホームページ: <http://id-lab.jp>)

教員: 新津 葵一 准教授

研究室紹介:

現在の電子情報産業を支えているのがシリコンCMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) 集積回路です。これまでシリコン集積回路の研究開発は汎用品 (メモリ等) の高集積化・低コスト化を主としてきましたが、これからは新機能をもったデバイスを先行開発し、高付加価値で勝負していかなければなりません。当研究室は、シリコンCMOS集積回路をベースに、そこにこれまでにない機能を付加することにより、新しい電子情報デバイスを創出することを目的にしています。

バイオセンサ集積回路に無線通信機能・人工知能などを搭載させた、バイオメディカルIoTの研究開発を行っています。より生活を豊かにし、快適なバイオメディカルIoTの開発を目指し、バイオ燃料電池と低消費電力CMOS集積回路を組み合わせた電力自立動作の実現を目指しています。具体的には、涙液糖から発電とセンシングを行って電力自立を実現したメガネ型端末不要のコンタクトレンズ型継続血糖モニタリングや、乳酸から発電とセンシングを行って電力自立を実現したパッチ型継続乳酸モニタリングの基盤技術確立に成功しています。

主な研究テーマは以下の通りです。

- 1) 半導体集積回路による生体分子検出と医療診断検査システムへの応用
- 2) オンチップ電気化学計測のためのアナログCMOS集積回路技術
- 3) ヘルスケアIoT・バイオメディカルIoT向けCMOS集積回路技術
- 4) 人工知能応用CMOS集積回路技術
- 5) パワーエレクトロニクス応用CMOS集積回路技術
- 6) ポスト5G応用無線通信CMOS集積回路技術

研究室ホームページにより詳しい研究内容が掲載されているので、興味のある方はご覧ください。質問などがございましたらメール(niitsu@nuee.nagoya-u.ac.jp)などでご連絡ください。

(4) 知能デバイス研究グループ (S2)

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

教員: 内山 剛 准教授

研究室紹介:

産業の活性化のためには、革新的な科学技術によりこれまでにない新しい社会サービス提供することが必要とされています。特に安全、安心で便利な社会を築くための新機能情報デバイスの創出とそれを応用する新技術が求められています。われわれのグループでは、研究室独自に開発したマイクロ磁気センサ (MI マイクロセンサ) を超高感度・高機能化する研究に加えて、その応用として、ITS (Intelligent Transport System) や医療・健康分野における高度センシング技術の開発について研究を行っています。

研究テーマ

- 1) マイクロ磁気センサデバイスの超高感度・高機能化
- 2) 多機能磁気式トラフィックカウンタの開発
- 3) マイクロ磁気センサによる細胞組織評価技術 (生体組織の機能評価技術を含む)
- 4) 超高感度小型磁気センサによる脳波計測とBMI などへの応用
- 5) 自動走行へ向けた磁気誘導センシングシステム

(5) 機能集積デバイス研究グループ

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

教員: 宮崎 誠一 教授, 牧原 克典 准教授, 大田 晃生 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、シリコン系薄膜トランジスタ、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、シリコン系ナノ構造を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

高分解能高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、高誘電ゲート絶縁膜や抵抗変化メモリ薄膜の材料科学を進めると共に、それらの機能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

新しい概念に基づくデバイス動作原理や新材料・プロセスの導入を目指して、IV族半導体二次元結晶を中心として、膜成長過程のその場観測・精密制御技術の開発とデバイス化技術の高度化に取り組んでいます。

(6) 先端デバイス研究グループ

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

教員: 須田 淳 教授, 堀田 昌宏 准教授, 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。

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, 山中 真仁 助教

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) 広帯域超短パルスファイバレーザー光源の開発
- 2) 可視～中赤外域光周波数コム光源の開発と計測応用
- 3) 高分解能光断層イメージング・3次元光干渉顕微鏡の開発と応用
- 4) 高次非線形な光学応答を利用した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: 藤巻 朗 教授, 山下 太郎 准教授, 田中 雅光 助教

研究室紹介:

超伝導はマクロな量子化現象である。これを反映して超伝導デバイスは微細構造を持たなくとも、高速性、高感度性、低電力性など従来の電子デバイスにない幾つの特徴を有する。本グループでは、熱的極限・量子極限に迫る低電力超高速集積回路や優れた大規模拡張性を有する量子計算回路、未踏領域の計測を目指すセンシングシステム、さらにはナノテクノロジーを用いた新しい機能デバイスの創製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) 磁性ジョセフソン接合を用いた量子・古典計算回路システム
- 2) 単一磁束量子集積回路によるサブテラヘルツ極微電力信号処理回路
- 3) 単一磁束量子回路のセンシングシステム応用
- 4) ナノ構造を利用した新規超伝導デバイス形成

(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 助教

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/>

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

(IMaSS) http://imass.nagoya-u.ac.jp/organization/str_cirfe.html)

教員 : 天野 浩 教授, 本田 善央 准教授, 新田 州吾 特任准教授, 田中 敦之 特任准教授 (NIMS), 出来 真斗 助教, 久志本 真希 助教 (電子工学専攻)

研究室紹介 :

本グループは、ポストシリコンの最有力候補であるワイドギャップ半導体窒化ガリウム (GaN) およびその関連半導体を用いて、電気自動車の電力消費を画期的に抑える超低消費電力インバータ用トランジスタ、再生可能エネルギーと無線電力伝送を中心とするゼロカーボンエミッション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トランジスタ、6G無線通信網実現のカギとなるサブテラヘルツ・テラヘルツ帯トランジスタ、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、様々な研究開発を行っています。また、これら次世代半導体デバイス・システム、あるいは皆さんの新しいアイデアに基づく未来のデバイス・システムをいち早く実現し、その社会実装を加速して一気に社会を変革するには、それぞれの必要仕様に適した品質の結晶およびデバイス構造の作製技術も必要です。

本研究室では、GaN系半導体の結晶成長およびそのデバイス作製を通し、持続可能 (Sustainable)・快適 (Smart)・安全 (Safe)・安心 (Secure) な社会インフラの構築、およびパーソナルユースビジネスを目指す人材の養成を目的として、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、大学の研究者とともに、未来の産業を創生・牽引する先導役を果たします。

居室はC-TECs、実験は主に世界唯一のGaN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を以下に示します。

- 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/超高周波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による結晶成長機構解明
- 3) GaN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・サブテラヘルツおよびテラヘルツトランジスタ

- 5) 深紫外レーザーダイオード
- 6) ARおよびVR用小型・高精細・高効率ディスプレイ

(1 1) ナノスピンド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: <http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/iwatalab/>)

教員: 加藤 剛志 教授, 大島 大輝 特任助教

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(GMR), トンネル磁気抵抗効果(TMR)などが見出されています。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、高機能磁気ランダムアクセスメモリ, 高感度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) スピン注入, スピン流磁化反転の磁気ランダムアクセスメモリへの応用
- 2) GMR, TMR素子を利用した高感度磁気センサ及び触覚センサの開発
- 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) イオン照射による規則合金薄膜の磁性制御とビットパターン媒体への応用

(1 2) 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

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。

(1 3) 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: <http://ned14.imass.nagoya-u.ac.jp/public-j/>)

教員: 大野 雄高 教授, 廣谷 潤 助教 (電子工学専攻), 松永 正広 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を実現しています。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、人々の健康を支える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量子コンピューティング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) 伸縮可能な集積デバイス・回路の創製

- 2) カーボンナノチューブ薄膜を用いたバイオセンサの研究
- 3) 柔軟なエネルギーハーベスティングデバイスの創出
- 4) 本質的にナノスケールな量子情報処理デバイスの創出

8. 情報・通信工学専攻の研究室紹介

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

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
多視点映像符号化, 3次元空間情報符号化, インターネットによる自由視点テレビ配信,
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, 自由視点映像生成システム, デブスカメラ応用, スポーツ映像の3次元化
- 3) 3次元映像の新原理の追究
光線空間の圧縮センシング, 光線空間再生型3次元ディスプレイ, 光線空間の高解像度化

(2) 情報ネットワーク研究グループ

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

教員: 長谷川 浩 教授, 森 洋二郎 准教授

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, ユビキタスネットワークング, モバイルインターネット, ソーシャルネットワークサービスなどの進展により、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, 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, AI技術のネットワーク応用など、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, 新機能の光部品(光スイッチ, 光フィルタ等)の試作, 次世代光通信機器プロトタイプの試作を通し、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(パス集約技術を駆使した高機能ネットワークの研究)
- 5) 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)
- 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) ネットワークトラフィックの数理的解析(ダイナミックなネットワークコントロールの基盤となる研究)

(3) 先端情報環境研究グループ

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

教員: 河口 信夫 教授, 米澤 拓郎 准教授, 廣井 慧 助教

研究室紹介:

日常生活空間内の多様な場所に配置された様々な情報機器が、ネットワークを通じて相互に連携し、豊富なサービスを提供するユビキタス情報環境がいよいよ身近なものになりつつある。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、ユビキタス社会を支える人材を輩出するため、ネットワーク基本技術から、環境センシング技術、基盤ソフトウェア技術、インタフェース技術、デモシステム開発までを幅広く研究する。学生諸君には、最先端の国際会議での発表や海外研究者との交流を期待する。また、産学連携活動も活発に行っており、関連ベンチャー企業との連携など、多様な経験が可能である。

主な研究テーマは以下の通りである。

- 1) コンテキスト・センシングシステム (日常生活空間から多様な情報を取得し、状況を理解)
- 2) 機器間連携基盤ソフトウェアシステム (多様な機器間をスマートに連携し、高度なサービスを実現)
- 3) 高度コミュニケーションシステム (遠隔地間でも、すぐ隣にいるようにコミュニケーション)
- 4) ユビキタス・インタフェースシステム (誰でも簡単に利用できるインタフェースを実現)
- 5) スマートルーム・スマートタウン (部屋、家、街のユビキタス化と遠隔相互接続)

(4) 先端情報環境研究グループ (S)

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

教員: 岩田 哲 准教授

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行っている。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ある。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る。情報セキュリティ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す。

主な研究テーマは以下の通りである。

- 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

- 2) 情報セキュリティ技術の実装に関する研究

暗号ハードウェアのセキュリティやセキュアプログラミングなど、実装に関する研究

- 3) 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

(5) 無線通信システム研究グループ (未来材料・システム研究所・協力講座)

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

教員: 片山 正昭 教授, 山里 敬也 教授(教養教育院), 岡田 啓 准教授, ベンナイラ シャドリア 助教

研究室紹介:

無線通信技術は、携帯電話、無線LAN、「もの」のインターネット (Internet of Things: IoT) のための環境情報収集、さらにはロボットや各種装置の遠隔操作においても不可欠な、社会を支える基盤技術である。当グループは、電波だけでなく、可視光や赤外光の活用を含む多様な無線システムについて、幅広い研究を行っている。無線通信の本質に迫る理論解析や計算機数値解析はもちろん、実際の通信システムの試作実験も積極的に行っている。研究成果発表を重視しており、大学院生の多くが海外開催の国際会議を経験し、一流学会誌での論文発表を行っている。情報通信関連企業はもとより自動車等の関連分野の企業においても、無線に関する高度な知識を持つ技術者への需要は大きい。そのため、後期 (博士) 課程修了者に対しても多くの求人があるのも本

ループの特徴である。当然、民間企業等との共同研究も活発である。

主要研究分野は下記のとおりである。具体的な研究課題は、学生の希望に基づき相談して決定する。

- 1) 遠隔機器制御のための高信頼制御通信：制御と通信の融合
- 2) IoT時代に向けたスマートな無線ネットワーク
- 3) 安全で快適な社会システムのための多様な情報通信技術
- 4) 車のための無線ネットワーク

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://www.ando.nuee.nagoya-u.ac.jp/>)

教員：安藤 秀樹 教授

研究室紹介：

LSI技術に進歩に伴い、マイクロプロセッサは今やコンピュータはもちろん、あらゆる電子機器に内蔵され、いつでもどこにおいても必要な社会の頭脳となった。このような状況下においては、マイクロプロセッサの進化は社会を一変させるほどの影響力を持っており、性能、電力、コストへの要求には限りがない。我々は、コンパイラ技術やLSI設計を含む多様な技術的側面を総合的に勘案し、様々な要求に応えるアーキテクチャを見い出す研究を行っている。

- 1) 命令レベル並列処理
- 2) スレッドレベル並列処理
- 3) 低消費電力化

(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://sslabor.nuee.nagoya-u.ac.jp/>)

教員：佐藤 理史 教授、小川 浩平 准教授、宮田 玲 助教

研究室紹介：

言語(ことば)を計算機で扱うための言語処理技術と、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。言語は、コミュニケーションのための最も重要なメディアであり、かつ、時を越えて情報や知識を伝える知識伝達メディアでもある。また、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、日本語の文法や解析手法などの基礎から、大学入試問題の自動解答器、短編小説の自動創作、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。

- 1) 言語力と知力が必要な問題を機械的に解くアルゴリズムの研究
 - ・大学入試問題(国語、数学、化学など)を解くプログラムは作れるか?
 - ・文章問題を理解するためには、どんな技術が必要か?
- 2) テキスト生成の研究
 - ・わかりやすい文章とはどのような文章か?
 - ・書き手や話し手の個性はどのような形でテキストや発話に現れるか?
 - ・読み手の心を動かす文章とはどんな文章か?
 - ・具体的な応用：マニュアルの生成、広告の生成、短編小説の生成など
- 3) 対話システムの研究
 - ・書き言葉と話し言葉はどこが違うか? それらの自動変換は可能か?

- ・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) 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 助教

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