

# 研究室便り

## 安藤・高橋研究室

本研究室は、電気エネルギーシステム専攻の電気エネルギーシステム工学講座エネルギー生成システム分野として、主に高速・高密度プラズマ流の生成・制御と物理現象の解明、プラズマを用いた宇宙推進機開発、核融合を目指したプラズマ加熱機器、高電圧・大気圧プラズマを利用した気流制御および環境応用技術など様々な応用展開を目指した研究を進めています。研究室には安藤 晃教授、高橋和貴准教授、小室淳史助教と、大学院博士後期課程1名、修士課程11名、学部学生6名、事務補佐員1名の合計22名が所属し研究室活動を行っています。

研究室の大きなテーマの一つに電気推進機開発があります。宇宙開発は1つの世代で終わることがない大きなテーマですが、その技術開発には単なるロケット技術だけでなく様々な生命維持のための装置や電気通信技術、新素材開発など最先端技術の集合体です。地球周回衛星だけでなく月から火星へと探査計画が世界中で進められている中で、宇宙空間での新しい移動手法としてプラズマを用いた電気推進機開発が注目されています。宇宙探査機「はやぶさ」で注目を浴びたイオンエンジンがその一例ですが、電気推進機の特徴として、搭載された燃料を効率良く使い（高比推力）、長期間に渡って推進力を維持できることがあります。その反面、駆動力（推力）が弱く、打ち上げ時には利用できない一方で、無重力下の宇宙空間でその威力を発揮します。私たちの研究室では、材料消耗のない高周波利用の推進機技術の開発を行っています。磁場中を伝わるヘリコン波を利用した推進機開発や、高周波加熱を組み合わせ大出力化（高推力）を目指したVASIMR型推進機開発をはじめ、同軸型放電を利用したMPD型推進機など様々なタイプの推進機開発を進めています。

また、核融合技術開発には高温プラズマの実現が不可欠ですが、その加熱手法の主役となる中性粒子入射加熱法に用いられる大型水素負イオン源の開発を進めています。核融合研究は国際核融合実験装置（ITER）の建設が進められ、今後10数年で核融合出力を手に入れる段階まで来ていますが長時間運転可能な加熱装置の開発は不可欠です。そのため高周波を用いた高密度の水素/重水素プラズマから負イオンを引き出し加速する技術開発を行っています。既にITER用加熱装置と同スケールの高周波負イオン源開発を進め、必要な

イオン電流密度まで到達する結果を得ています。さらに、これらの研究で必要な高周波技術として、技術革新が著しい大電力対応のFET素子利用や、インピーダンス整合に必要な大型真空コンデンサを不要とする手法の開発など様々な産業応用に展開できる技術開発も進めています。

上述のヘリコン波プラズマ源や高周波技術、低気圧プラズマ生成・制御などの当研究室の技術を利用したエッチング装置やスパッタ装置などの開発も新しく進んでおり、産学官連携で数年後の実用化を目指して開発を進めているところです。

当研究室では大電力や高電圧機器を数多く用いた実験研究を行っています。高電圧パルス技術を利用した水中放電による水質改善や、気流を制御するプラズマアクチュエータの研究も進めています。プラズマアクチュエータは、飛行機などの翼部に薄い電極板を取り付け、高電圧パルス印加によりプラズマ放電を行うことで、翼面上の気流剥離現象を抑え、翼面に働く垂直推力（浮遊力）を上げる事ができます。従来手法では高速気流では効果がない点が課題でしたがナノ秒パルス化を進めることで改善される結果を得ています。この技術は火星上で飛行機を飛ばすための技術としても期待され、航空宇宙分野の先生とも共同で研究を進めています。また、大気圧下でのプラズマ放電では、窒素や酸素、水蒸気やそれらの化合物など様々な反応過程が高電界下で進展していきます。この現象を正確にシミュレートする技術も開発しています。

本研究室では研究だけでなく、サッカー大会や駅伝など研究室対抗のスポーツ活動にも積極的に参加しています。学部時代に学友会やサークルなど様々な経験を経た学生も多く、駅伝大会では1昨年優勝を果たす



など、学業以外の活動も積極的に行っています。元気な学生らとともに宇宙航空／核融合研究や産業応用に関わるプラズマ研究を進めつつ、学生の教育・研究に

邁進していきます。同窓会の諸先輩方から今後も温かいご指導ご支援を賜われましたら幸いです。今後ともよろしくお願い申し上げます。

## 伊藤・能勢研究室

### 概要

伊藤・能勢研究室は、音声を中心とした人間と機械のコミュニケーションを主な研究テーマとしています。2010年に発足し、現在は伊藤彰則教授、能勢隆准教授、千葉祐弥助教と研究員・秘書・学生合わせて約25名で運営しています。

人間・機械間の音声コミュニケーションに重要な技術は音声認識と音声合成です。これらの技術は、機械学習の高度化とともに近年飛躍的に性能が向上し、音声対話エージェントアプリやAIスピーカー、対話ロボットなどが普及してきているのは皆さんもご存じのとおりです。これらを基礎技術として、当研究室では人間と人間・人間と機械が高度な社会的関係を築くためのコミュニケーション手段について研究を進めています。

### 音声対話システム

人間と機械が会話をするシステムが音声対話システムです。古くは1990年代から、情報検索などのタスクを遂行する音声対話システムの研究が進められてきています。現在は、電話の音声自動応答など、実用的にも広く使われてきています。現在の研究の中心は、チャットボットなどの「非タスク指向型対話」、いわゆる雑談ができる対話システムです。雑談の実現は極めて難しく、言語情報だけでなく、ユーザの態度やユーザとシステムの社会関係など、非言語的な情報が重要になります。当研究室では、言語だけでなく体の動きや視線などから、ユーザの「気持ち」、例えば「話が分からなくて口ごもっているのか」とか「話題に興味があって、もっと話したいと思っているか」などを推定し、それをシステムの発話に生かす研究を行っています。また、ユーザの音声に含まれる感情に合わせてシステムの合成音声の感情を制御してユーザの好感度を上げたり、システムの口調を段階的に変えて「ユーザとだんだん親しくなる」システムを試作したりしています。

### 音声合成

当研究室での音声合成の現在の研究テーマは、アクセント推定精度の向上による自然な音声合成と、意図を含むニュアンスの制御ができる「テラーメイド音声合成」です。音声合成の品質は近年劇的に上がり、声だけを聴けば本当の人間と区別がつかない品質での音声合成が可能になりましたが、市販の音声合成シス



テムではまだアクセントがおかしい発音が多く、それが合成音声の自然性を下げています。アクセントの推定を高精度化することで、より自然な音声を合成することができます。また、テキストを与えて読み上げさせるだけでは、さまざまなニュアンスを含んだ「生き生きとした声」で読ませることは困難です。そこで、読ませ方（感情、強調、ニュアンスなど）を与えて、より豊かな合成音声を作る「テラーメイド音声合成」について研究しています。さらに、高品質な歌声の合成や、音声だけでなく、話者の顔画像を深層学習によって合成し、自然でなめらかな発話映像を自動生成する研究も行っています。

### 外国語教育

音声処理の応用として、外国語学習システムの研究を行っています。コンピュータを使った外国語学習をCALL (Computer-Assisted Language Learning) と呼びますが、従来は言語運用の4技能（読む、書く、聞く、話す）のうち、話す練習をすることは困難でした。最近、音声言語処理技術を応用することにより、話す練習が可能になってきました。単語や文の発音評価はだんだん実用化されてきています。当研究室では、英語学習や日本語学習を対象として、高精度な発音評価法の開発を行っています。さらに、進んだ学習システムとして、システムと学習者が実際に対話することで言語運用能力を高めるという方法を開発しています。日本人のための英語学習システムを対象として、学習効果を高めるためにはどのような対話をすればよいか、学習者の言語能力をどう評価したらよいかについて研究を進めています。

## その他

その他、歌声の評価や自動作曲などの音楽情報処理、環境音の認識による人間の行動認識、感情音声データベースの作成と感情音声認識、音声聴取と覚醒の関係の解明などなど、音に関する幅広い研究を行っています。

## 木下・北形研究室

本研究室（電気通信研究所・システムソフトウェア研究部門・コミュニケーションネットワーク研究室）では、最近、三度目のブームが到来して話題となっている人工知能や知識工学（応用人工知能）を基盤とするエージェント／マルチエージェントシステム、協調分散知識情報処理システム、そして、これらのシステムを支える利用者向きコミュニケーションネットワークに関する研究を推進しています。現在、木下哲男教授、北形元准教授、高橋秀幸助教、笹井一人助教（通研・やわらかい情報システムセンター担当）の教員4名のもと、博士後期課程学生3名、博士前期課程学生11名、学部生2名、短期留学生2名が在籍し、様々な研究に取り組んでいます。以下、その一端をご紹介します。

種々の人工物（モノ）がネットワークを介して相互に接続されて稼働するIoT（Internet of Things: モノのインターネット）が注目され、様々な応用が生まれつつあります。ここで“モノ”として位置付けられるのは、センサー部品のような小型デバイスから、家電品・電子機器、ロボットやドローンに至るまで多種多様で、これらは総称してIoTデバイスと呼ばれます。本研究室では、エージェント型IoT（AIoT: Agent-based IoT）と呼ぶシステムコンセプトを提案し、種々のコンピュータプラットフォームで動作するソフトウェアとして実現されるエージェントにより自律性や社会性（仲間同士が協調・連携する性質）を格段に高めたIoTデバイス（AIoTデバイスと呼ぶ）、また、複数のAIoTデバイスを組み合わせて種々の応用システムを構築するための設計法などの研究を進めています。更に、その成果を適用した「ホームセキュリティ管理」や「災害時避難誘導支援」などのAIoT応用の研究にも取り組んでいます。前者は、家屋（スマートホーム）内外に配置されたセンサー群とロボット群が協力して侵入者の発見や追跡・撃退を支援し、後者は、安全な避難経路の探索・決定を担当する（地上の）エージェントが、動作制御エージェントを搭載したAIoTドローンと連携して地域住民の避難誘導を手助けします。エージェント／マルチエージェント

## おわりに

以上ご説明したように、信号処理と機械学習を駆使して、音と人間に関する幅広い研究を行っています。「人間と機械が理解しあえる社会」の実現に向けて、今後も研究を続けていきたいと思えます。

システムの新たな応用領域となるAIoTの今後の展開が楽しみです。

一方、AIoTをはじめとする種々のシステムを支える基盤となるネットワークに関する研究では、知識を活用したネットワーク運用・管理、高耐性ネットワーク、利用者特性やシステム環境に即したネットワークサービスなどの研究に取り組んでいます。いずれのテーマでも、大規模・複雑なシステムとしてのネットワークとこれに向き合う人間（利用者や管理者）との円滑な相互作用や協働を重視する視点から研究を進めています。最近では、人間—エージェント集合体と呼ぶ協働の概念をもとに、ネットワークから管理者に対する能動的な働き掛けを通して種々の管理タスクを協力・分担して行うインタラクティブ作業環境の研究、或いは、生物の自己産出性（autopoiesis）を参考にして、災害時の利用環境や移動系IoTに適應するネットワークの実現を目指す研究などもスタートしています。

さて、これらの研究から生まれたアイデアを評価・検証するためのソフトウェア試作やシステム構築の場面では、学生諸君の協力が欠かせません。その結果、学生諸君のプログラミングスキルなども自ずとアップするようです。例年、学生有志が自主的にチャレンジしている学生スマートフォンアプリコンテスト（情報処理学会主催）では最優秀賞を受賞するなど、その実力が垣間見られるのは悦ばしい限りです。とまれ研究室一同、今後も、日々の研究に、そしてレジャー等々に勤しんで参ります。

