

## 令和3年度修士論文テーマ紹介

### 工学研究科 電気工学専攻

#### 池田 大輝 (引原教授) 「高周波で動作する非反転バックブーストコンバータの変調と制御」

本論文は、非反転バックブーストコンバータにおけるバックブーストモードのスイッチング変調法を提案し、コンバータの制御方式について検討したものである。提案したスイッチング変調法において高効率となる条件を数値的と実験的に検討した。このコンバータが高効率となる条件において制御方式を提案し、数値計算において負荷変動を抑制するために提案した制御方式が有効であることを示した。

#### 佐部利 哲士 (引原教授) 「遅延時間を含む位相同期系の次元に基づく過渡解析と同期特性」

本論文は、状態が過渡的に有する次元を定義して、遅延微分方程式の解の次元がどのように時間変化しているのかを検討したものである。位相同期系を対象として、平衡点に収束する場合とオンオフ間欠性を有する場合について、次元のダイナミクスの解析を行った。同時に Galerkin 法によって近似された系に対して相空間解析を行うことで、同期特性の把握を行った。

#### 塩 貝 優 (引原教授) 「SiC デバイスを用いた高効率電力変換のための中点分離モジュール設計」

本論文は、電力変換回路の出力電流全領域において、電力変換効率を向上させる方法を検討したものである。中点分離モジュール設計を組み込んだ電力変換回路において、出力電流に応じて動作するデバイス数を変更することで、これを達成できることを明らかにした。

#### 藤原 直樹 (引原教授) 「仮想同期発電機を含むマイクログリッドの微分ゲームに基づく運用に関する数値的検討」

本論文は、仮想同期発電機を含むマイクログリッドの安全状態を保つ運用方法を微分ゲームの観点から検討したものである。安全性の観点を与える微分ゲームに基づく解析と制御より、同モデルの安全運用が実現可能であることを示した。

#### 志賀 亮介 (萩原教授) 「サンプル値系の非負性とその $L_q/L_p$ 誘導ノルム・ハンケルノルム解析への応用」

非負システムに関する理論をサンプル値系へと拡張するため、サンプル値系の非負性を定義し、その判定条件を導いた。さらに応用として、非負のサンプル値系の  $L_q/L_p$  誘導ノルム・ハンケルノルムの効率的な数値計算法を導出した。

#### 滝田 大暉 (萩原教授) 「隠れマルコフモデルで動特性が定まる確率系の安定化状態フィードバック設計」

状態が確率的に遷移する離散時間線形系の安定条件や安定化制御器設計について論じた。特に、状態の遷移に寄与する確率過程が隠れマルコフモデルで表される場合を取り扱い、系の係数行列が満たす性質に応じて数種類の安定条件や設計のための条件式を導出した。

張 瑞 奇 (萩原教授) 「i.i.d. 確率過程により動特性が定まる離散時間系の多目的状態フィードバック制御」

確率的な動特性をもつ離散時間線形系の  $H_2$  性能設計と  $H_\infty$  性能設計に関する既存成果に対して補助変数の導入による線形行列不等式 (LMI) の拡張を行った。そして、数値例検証により多目的状態フィードバック制御器設計の際に生じる保守性の低減への寄与を確認した。

小山田 祐 志 (阪本准教授) 「ミリ波アレーレーダによる複数部位脈波計測を用いた非接触血圧モニタリング技術」

本研究では、レーダによる非接触血圧計測を対象とし、血圧に依存する脈波速度を計測するため、人体の2部位からの反射波をアレーレーダにより分離計測し、各部位の皮膚変位波形間の時間差から血圧を推定する手法を開発し、実験による精度評価を行った。

香 田 隆 斗 (阪本准教授) 「呼吸の特徴量を用いたミリ波アレーレーダ人体計測技術」

本研究では、レーダによる非接触呼吸計測に関する課題のうち、「複数人体の非接触呼吸計測」および「睡眠時無呼吸の非接触検出」の2つを取り上げ、対象とする呼吸運動の特徴量に着目した手法をそれぞれ提案し、計測精度の向上を実験により明らかにした。

後 田 尚 紀 (土居教授) 「相互結合した心臓洞房結節細胞モデルの分岐解析に基づくイオン電流変化がペースメーカ活動に及ぼす影響に関する研究」

心臓の拍動は、洞房結節に存在するペースメーカ細胞群の周期的振動によって支配されている。複数のペースメーカ細胞が結合した数理モデルを解析することで、細胞間の結合や細胞膜に存在するイオンチャネルの異常が、心臓の拍動に及ぼす影響を明らかにした。

杉 田 昌太郎 (土居教授) 「二次元共振回路アレイにおける局在モードの近似解の構成と非接触給電システム設計手法への適用」

二次元共振回路アレイにおける局在モードの近似解を構成し、局在モードの波形や周波数とコイル間の結合係数との関係を明らかにした。また、非接触給電システムにおいて局在モードの局在性や周波数を一定に保つための設計指針を得た。

LEE Jungjin (土居教授) 「磁気結合2自由度振動子列を用いた移動型非線形局在振動の数値的研究」

磁気的な結合を有する棒バネを1列または3列に整列させた結合振動子において、移動型非線形局在振動の存在条件や安定性に関する数値的研究を行った。その結果、3列配置の方がより高エネルギーの局在振動が移動できることなどを明らかにした。

大 谷 康 介 (小林教授) 「光ポンピング磁気センサを用いた脳磁図の多チャンネル同時計測法に関する検討」

脳磁図を計測する場合、複数の計測点で得られた信号から信号源を推定する必要がある。本研究では、開発した多チャンネル光ポンピング磁気センサと、複数の小型センサモジュールとをヒト脳磁図計測に適用し、それぞれの有用性について評価した。

#### 後藤 達哉 (小林教授) 「地磁気環境下におけるスカラー型光ポンピング磁気センサの動作に関する検討」

生体磁気計測には従来高額な磁気シールドを必要とするため、幅広い普及には至っていない。本研究では、磁気シールドフリーでの生体磁気計測の実現を目指し、地磁気環境下におけるスカラー型光ポンピング磁気センサの動作について理論的・実験的に検討した。

#### 齋藤 航太 (小林教授) 「神経磁場シミュレーションによる光ポンピング磁気センサを用いた平面型脳磁図システムの検討」

全頭型の脳磁図システムは、被験者に圧迫感や不快感を与えるため、本来観測したい情報が得られない可能性がある。これを解決するため、平面上に光ポンピング磁気センサを並べたシステムについて提案し、その有効性を数値シミュレーションにより検討した。

#### 堀 壮吾 (小林教授) 「光ポンピング磁気センサを遠隔検出器とした超低磁場 MRI に関する研究」

超低磁場 MRI は、装置の小型化や金属インプラントを有する被験者の撮像も可能であるなど利点が多いが、SNR が低いという欠点がある。本研究では、検出器に高感度な光ポンピング磁気センサを用いて MR 画像を取得し、理論的・実験的にその有効性を調べた。

#### 陳 妙鑫 (雨宮教授) 「Experimental Study on Dynamic Resistances of Copper-Plated Striated Coated Superconductors」 (銅安定化多芯薄膜高温超伝導線の動的抵抗に関する実験的検討)

直流電流を輸送している超伝導線に交流外部磁界が印加されると動的抵抗と呼ばれる抵抗が発生する。多芯化の有無、またスパイラル化の有無を組合せた四種類の試料を対象に動的抵抗を測定し、スパイラル多芯薄膜高温超伝導線において動的抵抗が低減されることを確認した。

#### 八鳥 孝志 (雨宮教授) 「数値電磁界解析によるスパイラル高温超伝導導体の交流損失特性の形状依存性評価」

スパイラル高温超伝導導体を対象とする大規模数値電磁界解析技術を構築し、その妥当性を実験との比較によって評価した。また同解析技術を用い、現時点では実験で評価困難な、高磁界下における形状の異なるスパイラル高温超伝導導体の交流損失特性を評価した。

#### 趙 一帆 (雨宮教授) 「Voltage-Current Characteristics Along and Across Copper-Plated Multifilament Coated Conductors」 (銅安定化多芯薄膜高温超伝導線の長手及び幅方向電圧 - 電流特性)

銅安定化多芯薄膜高温超伝導線に通電した場合の長手方向及び幅方向の発生電圧を実験的に測定した。銅安定化層を介した分流を実験的に確認し、銅安定化多芯薄膜高温超伝導線の臨界電流定義のためには高電界領域における電圧 - 電流特性が重要であると指摘した。

#### 大井 凌也 (和田教授) 「マルチドロップ車載 Ethernet 10BASE-T1S の伝達特性補償法と高周波妨害波の影響評価」

車載通信用 10BASE-T1S バスの実装法に関して、各ノードの容量による信号劣化を抑制するため提案されている特性補償法が多重反射により特定周波数妨害波による通信特性劣化を発生する問題点を指摘し、その改善法についてシミュレーションにより検討した。

**石口博尚 (和田教授) 「単導体線路モデルにおける放射の反作用の制御電源を用いた表現」**

帰路線をもたない単導体線路は放射の影響が大きく、単純な伝送線路として扱えない。本論文では進行波に応じた制御電流源を線路端に加えることにより、単導体線路を伝送線路としてモデル化できることを理論的に示し、エネルギーの関係も満たすことを確認した。

**遠藤光太 (和田教授) 「Tubular Wave Coupler の構造変更による TWC 試験法の妨害波注入特性の改善」**

ISO 11452-4 で規定される車載電子機器イミュニティ試験法 (TWC 法) について、適用周波数範囲の高周波拡張および妨害波注入時の方向性改善を目的として、TWC の構造を等価回路モデル化し、回路解析と三次元電磁界解析の併用により TWC の改善構造を検討した。

**北村健浩 (和田教授) 「オフセット電圧の順序統計量に基づいた低消費電力なフラッシュ型 ADC」**

多数のコンパレータをチップ上に搭載し、目標の参照電圧に近いオフセット電圧を持つコンパレータを順序統計量に基づき自動選択し、参照電圧の生成なしに微細トランジスタを利用した ADC 設計を可能にした。さらに、65nm プロセスの試作チップにより提案手法を実証した。

**LEE Minseong (和田教授) 「Ethernet 通信のデータエラー発生機構と帰路線追加 UTP によるコモンモード特性改善法」**

Ethernet 通信規格 100BASE-TX、1000BASE-T、1000BASE-T1 においてパルス性妨害波パラメータとデータエラー率の関係を明らかにし、データエラー発生機構を調査した。また、T1 UTP に帰路線を追加したケーブルによるコモンモード特性と終端条件の改善を提案した。

**LI Haobin (和田教授) 「Visual Analytics for Deriving PDE Using Neural Network」 (ニューラルネットワークを使った PDE 導出に資する視覚分析)**

物理量が定義された点群データより偏微分方程式の導出を支援するための、物理ベース学習技術を利用した視覚的分析システムを開発した。移流拡散方程式の厳密解を点群データとみなし、その方程式がうまく復元できるかどうかの観点でシステム評価を行った。

**香月啓之進 (松尾教授) 「依存領域の概念を用いた時空間有限積分法の数値安定性に関する研究」**

陽的時間進行法を用いて時空間有限積分法による電磁界計算を実行する際、解析的依存領域が数値的依存領域に含まれることを条件として数値的に安定な時間刻み幅を評価する方法を考案し、その有効性を様々な 3 および 4 次元時空間格子に対して検証した。

**清水秀広 (松尾教授) 「単板磁気試験器による測定に基づく電磁鋼板ベクトル磁化特性の応力依存性に関する研究」**

可縮性の圧電フィルムを鋼板試料に貼り付けることにより、電磁鋼板磁化特性の応力依存性を測定するシステムを整備した。構成した測定システムにより、応力方向と励磁方向が異なる場合の応力依存磁化特性を計測し、2 種類の等価応力モデルの有効性を検証した。

**下 西 徹 (松尾教授) 「誘導機モデル縮約における表現精度に対する空隙部空間高調波の影響に関する研究」**

CLN法を用いた誘導モータの縮約モデルは固定子と回転子の縮約モデルを空隙部空間高調波にて接続して得られる。まず空隙高調波間の相互作用を無視することにより周波数領域の縮約表現を導出した。次に効率的な縮約表現のため高調波成分の削減法を検討した。

**園 田 尚 之 (松尾教授) 「渦電流解析および Darwin 近似解析における誤差修正法とその収束性に関する研究」**

電磁界解析における高コストな線形反復求解に関して、誤差修正法による収束加速と効率化について検討した。渦電流モデルにおける誤差修正法の補助行列のスパース化、Darwin 近似モデルにおける収束加速に取り組み、特に後者では計算コストの劇的な削減を実現した。

**飛 田 美 和 (松尾教授) 「非線形モデル縮約法の理論的検討と誘導モータ解析への応用」**

モデル縮約法である CLN 法を非線形化する手法について、パラメータ化の観点に基づいて定式化し、厳密な状態方程式の導出とその近似的な回路表現の精度を検討した。その手法を誘導モータの非線形モデル縮約に応用し、高精度で高効率な縮約モデルを導出した。

**松 木 健次郎 (中村 (武) 特定教授) 「次世代 EV の実現に向けた直接駆動型高温超伝導モータシステムの設計と評価ならびに始動制御手法に関する検討」**

現在急務である EV 駆動システムの高性能化に対し、高トルク密度・低損失化が実証されている高温超伝導誘導同期モータの適用が期待されている。本研究では、同モータを用いた EV システムの設計、解析的評価、及び高効率駆動のための始動手法の検討を実施した。

**工学研究科 電子工学専攻****中 村 公 大 (掛谷准教授) 「テラヘルツ時間領域分光法による高温超伝導強磁性二層膜界面における近接効果」**

テラヘルツ時間領域分光法により、LSAT 基板上に育成した  $\text{Pr}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{MO}_3/\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  エピタキシャル 2 膜のテラヘルツ領域交流伝導度を測定した。2 層膜における外部磁場の有無による複素伝導率の虚数部から、強磁性体への超伝導近接効果を示唆する結果が得られた。

**青 木 基 (白石教授) 「スピン軌道トルク磁化反転の高感度検出と高効率化に関する研究」**

高速・高耐久な不揮発メモリ実現への切り札となる「スピン軌道トルク磁化反転」に関して、簡易なデバイス構造での直接検出手法、及び磁化反転効率の間接評価手法を開発した。本手法を用い、2 パルス法、自己誘起スピン軌道トルク、垂直トルクなどの新奇物理・手法を提案した。

**芳 井 崇 悟 (白石教授) 「強磁性 / 非磁性金属界面磁気異方性制御による超薄膜 Co における低マグノン緩和の実現」**

超薄膜 Co の下地として非磁性下地層を選択し、超薄膜 Co / 非磁性金属の FMR 信号を観測し、マグノン緩和を測定した。非磁性下地層の種類により強磁性 / 非磁性金属界面の磁気異方性を制御でき超薄膜 Co のマグノン緩和が大きく抑制されることを確認した。

**蒲 優 樹 (竹内教授) 「超伝導ナノワイヤ単一光子検出器を用いた中赤外光子検出とその応用に関する研究」**

本研究では、まず、超伝導ナノワイヤ単一光子検出器を用いた中赤外光子の検出について、その検出効率や暗計数といった基本的な性能を精密に評価した。また、それを応用した中赤外光子の量子テレポーテーションの実現に向けて、必要なパラメータを理論的に計算し、その結果を元の実験系を設計した。

**藤 田 一 夢 (竹内教授) 「周波数もつれ光子対の空間光変調器を用いた分散制御に関する研究」**

本研究では、周波数もつれ光子対の分散を、空間光変調器を用いて制御する手法を確立した。構築した分散制御系に周波数もつれ光子対を入射、空間光変調器を適切に制御することで、2光子時間相関幅の圧縮に成功した。

**堀 野 智 康 (竹内教授) 「量子光干渉断層撮影におけるアーチファクトの除去アルゴリズムに関する研究」**

本研究では、量子光干渉断層撮影で生じるアーチファクトを、撮像結果に後処理を行うことで除去するアルゴリズムを開発した。アーチファクト除去をグラフの最大クリーク問題に帰着させる方法を着想、その計算量が素朴な最小二乗法を用いる場合と比較して大幅に改善することを実証、さらにその有効性を実際に実験で得られた断層撮像結果で確認した。

**嶋 崎 幸之介 (竹内教授) 「シリコン欠陥中心内包極微ナノダイヤモンドの創生とファイバ結合単一光子源への応用に向けた研究」**

本研究では、ファイバ結合高効率単一光子源実現に向け、シリコン欠陥中心内包極微ナノダイヤモンドおよび共振器内蔵ナノ光ファイバの開発を行った。また、原子間力顕微鏡を用いたナノダイヤモンドのマニピュレートシステムを開発、ナノダイヤモンドをナノ光ファイバ上に結合させることに成功した。

**石 川 諒 弥 (木本教授) 「4H-SiC における電子・正孔移動度の異方性」**

4H-SiC は縦型パワーデバイス用半導体として有望であるが、重要性能であるオン抵抗を決める c 軸方向の移動度が未知である。本研究では SiC の a 面基板上に Hall バー構造を作製し、c 軸および a 軸方向の電子、正孔移動度を決定した。また、移動度のドーピング密度依存性、温度依存性も明らかにし、その科学的解釈を与えた。

**井 室 充 登 (木本教授) 「Pr<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>MnO<sub>x</sub> 抵抗変化素子における組成制御による初期リセット電圧の低減」**

PrCaMnO (PCMO) は、電圧印加によって特異な抵抗変化特性を示すことが知られており、抵抗変化型メモリやニューロモルフィックデバイス用材料として期待されている。本研究では、PCMO 薄膜の酸素組成を意図的に変化させることによって、抵抗変化特性、特に初期リセット電圧の改善を達成し、そのメカニズムについて考察を行った。

**佐 藤 瑞 起 (木本教授) 「GeSn ナノワイヤにおける電子状態および電子輸送特性の理論解析」**

最先端 LSI では、短チャネル効果を抑制しながら電流駆動力を向上できるナノワイヤ MOSFET が注目されている。本研究では、Si および Ge ナノワイヤを上回る可能性のある GeSn ナノワイヤに着目し、そのバンド構造、移動度のナノワイヤ構造および結晶方位依存性を理論的に明らかにすると共に、GeSn ナノワイヤ MOSFET の基本特性を予測した。

**金 祺 民 (木本教授)「半絶縁性 SiC におけるイオン注入層の注入原子分布および電気的性質評価」**

SiC に適切な深い準位を導入することによって、極めて高い抵抗を有する基板（半絶縁性基板）を作製可能である。本研究では、厳環境動作可能な SiC 集積回路を目指して、半絶縁性 SiC にイオン注入した領域の電気的性質、点欠陥の種類と密度、および注入イオンの横方向拡がりを定量的に明らかにした。

**DO Euihyeon (木本教授)「SiC パワー半導体における積層欠陥の拡大および抑制技術に関する研究」**

SiC ウェハ中に存在する基底面転位の近傍で電子・正孔の再結合が発生すると、基底面転位がすべり運動を起こして積層欠陥が拡大するという問題がある。本研究では、機械的な外部応力により導入された基底面転位の構造解析と積層欠陥の拡大抑制に有効なデバイス構造に関する検討を行った。

**野 本 健 斗 (木本教授)「高濃度ドーピングされた SiC ダイオードの特性評価」**

SiC は禁制帯幅が広いいため、金属/SiC 界面のショットキー障壁高さが大きく、高濃度ドーピングを行っても良好なオーム性接触を得ることが困難である。本研究では、高濃度ドーピング SiC 上に様々な金属薄膜を堆積し、順方向および逆方向特性を精密に測定すると共に、その伝導機構をトンネル電流の基本式に立ち戻って解析した。

**木 村 一 世 (山田教授)「液中原子間力顕微鏡を用いた膜タンパク質の表面構造および物性計測」**

液中原子間力顕微鏡を用いて、マイカ基板上に吸着した膜タンパク質であるバクテリオロドプシン (bR) の表面構造および物性を評価した。マイカと bR の細胞質面の界面には水和水層が存在するが、マイカをポリリジンでコーティングすると、その影響を抑制できることを見だし、bR の表面電荷およびヤング率の計測に成功した。

**熊 谷 隼太郎 (山田教授)「液中原子間力顕微鏡による生体由来ナノワイヤの高分解能観察および水和構造・物性計測」**

液中原子間力顕微鏡を用いて、DNA やコラーゲンによって構成される生体由来ナノワイヤの表面構造および物性を評価した。DNA 由来の G ワイヤにおける糖—リン酸鎖やコラーゲンにおける 3 重らせん鎖の高分解能観察に成功した。また、3次元フォースマッピング法により表面電荷やヤング率の分布を計測した。

**西 田 拓 志 (山田教授)「ケルビンプローブ原子間力顕微鏡によるペロブスカイト太陽電池の局所光起電力評価」**

ペロブスカイト太陽電池を作製し、ケルビンプローブ原子間力顕微鏡 (KFM) を用いて表面光起電力を評価した。比較的光電変換効率が低い 2 元系試料ではグレイン境界が負帯電しており表面光起電力が小さいが、高効率の 5 元系試料ではグレイン境界が正帯電しており、表面光起電力が大きいことを明らかにした。

**船 戸 開 (山田教授)「走査型熱振動顕微鏡法を用いた表面下ナノ粒子可視化に関する研究」**

走査型熱振動顕微鏡法を用いて、表面下に埋め込まれたナノ粒子の可視化実験を行った。微細加工により溝を形成した Si 基板上に、ポリスチレンナノ粒子を堆積した後に高分子膜で覆った試料でのナノ粒子の可視化に成功し、埋め込まれた粒子の深さと粒子上の高分子膜の弾性率に相関があることを明らかにした。

**杉本 篤 洋 (川上教授) 「深紫外近接場顕微分光用ファイバースプロブの設計と試作」**

波長 250 nm 以下で利用可能な近接場光学顕微鏡は、半導体やバイオ分野などで応用が期待されている。本研究では、深紫外域に適した、ファイバースプロブへの被膜金属材料をシミュレーションにより探索し、作製したプロブを用いて AlGaIn 量子井戸からの発光 (210 nm 励起、約 260 nm 発光) を観測した。

**班 栄 呂 (川上教授) 「Efficiency and thermal droops in InGaIn blue LEDs studied by micro-photoluminescence and -electroluminescence spectroscopies」 (顕微フォトルミネッセンスとエレクトロルミネッセンス分光法による InGaIn 青色 LED の効率ドループと熱ドループ現象に関する研究)**

波長約 470 nm で発光する InGaIn 系 LED に対して、フォトルミネッセンスとエレクトロルミネッセンスを様々な温度、キャリア注入条件で比較した。温度上昇に伴う効率低下には非輻射再結合の増加が、高電流注入時の効率低下には、素子構造に起因した電流集中が重要な役割を果たしていることがわかった。

**船戸 壮 太 (川上教授) 「サーマルリフロー法を用いた GaN マイクロレンズ構造の作製による InGaIn 量子井戸発光の広帯域化への取り組み」**

レジストのサーマルリフローと RIE により GaN 上にレンズ状の構造を形成したのち、InGaIn 系量子井戸構造を結晶成長した。レンズ構造で傾斜が連続的に変化することに伴って発光波長が 400 から 500 nm にわたり連続的に空間分布することを実験的に示した。広帯域発光素子として有望であると考えられる。

**石崎 悠 哉 (川上教授) 「高効率紫外発光素子に向けた極薄 GaN/AlN 多重量子井戸の設計と MOVPE 成長」**

波長 250 nm 以下での半導体発光素子の高機能化に向け、極薄 GaN/AlN 量子井戸の作製と評価を行った。シミュレーションでは、井戸の多重化によりデバイスの高性能化が期待されることがわかった。実際に作製した多重量子井戸構造から、理論計算で期待される波長近傍での発光を得ることに成功した。

**井上 和 輝 (野田教授) 「光ナノ共振器間の電氣的・一方向光転送実現のための超高 Q 値プロセスの開発」**

光ナノ共振器結合系において一方向に光を転送する方式を新たに考案し、その実現に取り組んだ。電氣的な制御系を含む共振器結合系の作製において保護膜を用いる等の検討を行い、光保持用共振器の Q 値を従来の 200 万程度から 300 万程度まで向上させ、制御用共振器でも Q 値 200 万程度を得ることに成功した。

**勝野 峻 平 (野田教授) 「二重格子フォトニック結晶レーザーの高出力連続動作に関する研究」**

フォトニック結晶レーザーの CW 発振特性を解析可能とする、キャリア・光子・熱の相互作用を考慮した自己無撞着解析手法を構築した。これを用いて電流分布制御による共振領域の温度分布の均一化の検討を行い、直径 2mm という大面積デバイスにおいて 30W 級の高出力 CW 動作を実証した。



**鈴木 泰 樹 (野田教授) 「近接場熱光発電の発電効率向上に向けたデバイス作製手法の改善および輻射リサイクリングの導入」**

近接場熱光発電の発電効率向上を目指して、Si 熱輻射光源と太陽電池の間の微小な近接距離を安定して実現するためのデバイス作製手法の改善を行った。また、反射鏡を用いた輻射リサイクリングの導入による、熱光発電デバイスの効率向上効果に関して、詳細な理論解析を行うとともに、その原理実証実験にも成功した。

**廣 瀬 正 輝 (野田教授) 「GaN 系フォトニック結晶レーザーの高ビーム品質・高出力連続動作に関する研究」**

GaN 系材料を用いた青色発光フォトニック結晶レーザーについて、高ビーム品質を実現するフォトニック結晶構造の設計と高反射裏面電極の導入による効率向上等を行い、連続動作において GaN 系面発光レーザーとして世界最高出力となる 325mW の出力かつ、ビーム拡がり角  $0.2^\circ$  以下と非常に狭い単峰状のビームを得ることに成功した。

**吉 川 真由香 (野田教授) 「複合変調フォトニック結晶レーザーによる広範囲照射・ライン照射と測距への応用に関する研究」**

複合変調フォトニック結晶を用いて、オンチップでレンズや回折光学素子を用いることなく広範囲照射やライン照射が可能なレーザーの提案を行い、評価を行った。さらに、本レーザーの応用として、複合変調フォトニック結晶レーザーによるフラッシュ光源とビーム走査光源を融合した、新たな測距システムの実証にも成功した。

**KIM Taejoon (野田教授) 「フォトニック結晶レーザーのスペクトル線幅の解析および評価」**

フォトニック結晶レーザーにおけるスペクトル線幅の計算手法を確立し、自然放出光雑音で決まるスペクトル線幅（ローレンツ線幅）として 1 kHz 未満が得られることを解析により明らかにした。また、スペクトル線幅の実験的評価を初めて行い、光源の冷却方法および駆動に用いる電流源の工夫により、1.9 MHz の実効線幅と 12.8 kHz のローレンツ線幅の測定に成功した。

**趙 花 純 (杉山准教授) 「単一  $^{174}\text{Yb}^+$  時計遷移分光を用いたマイクロ運動最小化の評価」**

波長 411nm の時計遷移を単一  $^{174}\text{Yb}^+$  で分光し、単一イオンを光の波長サイズ以下、いわゆるラム・ディッケ領域へ閉じ込めるための条件を調べた。マイクロ運動の3次元最小化に代わって、冷却レーザー光の飽和の影響を見出し、そのパワーと離調を適切に設定してキャリアが最強となるスペクトルを得た。

**光・電子理工学教育研究センター****増 田 将 紀 (Menaka 講師) 「可飽和吸収効果を有するフォトニック結晶レーザーの高ピーク出力・単一短パルス発振に関する研究」**

可飽和吸収領域を内部に導入したフォトニック結晶レーザーにおいて、パルス幅ナノ秒程度の電流注入を行うことにより、高ピーク出力・単一短パルス発振の実現を目指した。フォトニック結晶構造の改良や大域的バンド端周波数分布の導入を行った結果、ピーク出力 120W 級、パルス幅 30 ピコ秒未満の単一短パルス発振の実証に成功した。

**中 川 祐一朗 (Menaka 講師) 「機械学習法を活用した分割電極フォトニック結晶レーザーのビーム形状制御に関する研究」**

電流注入分布の制御によるビーム形状制御が可能な分割電極フォトニック結晶レーザーにおいて、機械学習法を活用して、電流分布とビーム形状との相関関係を学習させ、電流注入分布からビーム形状の予測および、ビーム形状から電流注入分布の予測を 95% 以上の高い精度で行うことに成功した。

**高 根 倫 史 (金子講師) 「サファイア基板上  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> における欠陥生成過程および欠陥による電気特性への影響に関する研究」**

準安定相  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の成長メカニズムとその欠陥導入過程、トラップ準位密度について、断面 TEM 観察や Spring-8 の高強度 X 線を用いた回折測定、PHCAP による測定・解析をする事で解明した。さらに  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のキャリア輸送特性において転位散乱の寄与が多である事を突き止めた。

**赤 石 智 悠 (金子講師) 「p 型伝導ワイドギャップ酸化物半導体の結晶成長と物性に関する研究」**

p 型酸化物として酸化クロム、酸化イリジウムに着目し、2 価イオンのドーピング等によるキャリア輸送特性の変化を測定・解析した。さらに、熱重量変化が少ない IrBr<sub>3</sub> を前駆体に用いる事で成長速度が大きく結晶性が高い  $\alpha$ -Ir<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の成長を実現した。

**情報学研究科 知能情報学専攻**

**GU Weiqi (Chu 特定准教授) 「Video-guided Machine Translation with Spatial Hierarchical Attention Network」 (空間階層注意ネットワークを用いた映像付き機械翻訳)**

本研究では、映像付き機械翻訳における原言語文中の名詞の曖昧性を解消するために、空間階層注意ネットワークを提案した。実験の結果、英中・英葡言語対において機械翻訳の質が大幅に改善できることを示した。

**馬 越 雅 人 (黒橋教授) 「対訳テキストを用いたニューラル転移学習によるゼロ照応解析」**

本研究では、ゼロ照応解析においてニューラル転移学習を通じて対訳テキストを活用する手法を提案した。機械翻訳と翻訳言語モデルを中間タスクとする実験を行い、両者が大幅に精度を向上させることを示した。また、特に後者が優れた中間タスクであることを示した。

**吉 越 卓 見 (黒橋教授) 「文脈に基づき明示的に主題性を考慮する対話システム」**

本研究では、文脈に基づいて明示的に主題性を考慮する対話システムを提案した。自動評価と人手評価の結果から、提案システムは文脈のみを考慮する従来の対話システムと比べて主題に沿った応答を行えることを示した。

**尾 崎 立 一 (黒橋教授) 「弱教師学習に基づく症例報告の構造的要約」**

本研究では、症例報告の構造的要約 (内容をグラフ構造で表現したもの) の作成を情報抽出として定式化し、弱教師学習で解くことを提案した。実験の結果、医師が構造的要約を作成する際に十分に参考となるレベルであることが示唆された。

**新 隼 人 (黒橋教授) 「文脈に応じて質問と確認を切り替える対話システム」**

本研究では、質問と確認の切り替えが可能な対話システムを提案した。ターゲット発話が質問か確認

かを判定し、その結果に対応するラベルを用いて対話システムを学習した。実験の結果、入力ラベルに応じて生成される応答の質問と確認が切り替わることを確認した。

#### 野 中 聡 馬 (西野教授) 「視線—頭部—胸部方向の時系列依存関係を利用した視線推定」

自由に行動する人物を写した監視カメラ映像を入力として、その人物の三次元視線方向を推定する手法を提案した。頭部および胸部運動と視線方向の時間的依存関係を学習することにより、眼球を直接計測できない場合であっても視線方向推定が可能であることを実証した。

#### 深 尾 圭 貴 (西野教授) 「汎化マイクロファセット BRDF モデルとその単一偏光画像による計測」

実世界の物体表面における光の反射に伴う偏光と輝度の変化を正確に表現する、gemBRDF と呼ぶ新しい物理ベースの反射モデルを提案するとともに、そのパラメータを1枚の偏光画像から計測する手法を提案してその有効性を実験により検証した。

#### 孫 郎 (西野教授) 「Interaction-aware Trajectory Prediction for Heterogeneous Traffic Agents」 (道路上の異なるエージェントの相互作用を考慮した軌道予測)

自動運転車両で撮影された映像を入力として、他車、歩行者、自転車の移動先を予測する手法として、多様な移動体同士の相互インタラクションをグラフ畳み込みニューラルネットワークによってモデル化する手法を提案し、公開ベンチマークにおいて従来法を上回る性能が得られることを確認した。

#### 梁 雨 芹 (西野教授) 「Multimodal Material Segmentation」 (マルチモーダル素材セグメンテーション)

自動運転車両によって撮影した道路画像を材質ごとに領域分割するタスクにおいて、可視光に加えて近赤外光および偏光撮影画像を利用した CNN による手法を提案し、可視光では見分けをつけることが困難な領域であってもより正確に領域分割が可能であることを示した。

### 情報学研究科 通信情報システム専攻

#### 荒 川 侑 也 (原田教授) 「帯域内全二重セルラシステムにおける高信頼大容量化技術」

ミリ波帯セルラシステムに帯域内全二重通信 (IBFD) を導入し、セルラシステムの通信容量を増大できるシステムを提案した。さらに Sub-6 GHz 帯セルラシステムにおいて、IBFD 導入により通信容量拡大と低遅延高信頼性の向上を両立するシステムを提案した。

#### 落 合 英 智 (原田教授) 「OFDM 変調を用いた無線 IoT システムにおける高速移動・大容量通信方式」

大規模マルチホップ IoT 無線ネットワークである Wi-SUN FAN の次世代物理層候補 OFDM の高速移動対応受信方式を提案した。さらにこの OFDM を Wi-SUN FAN に導入した場合の上位層も含めた伝送特性を評価し、その実現性・有効性を示した。

#### 富 田 晋 伍 (原田教授) 「周波数共用無線システムにおける高能率電波保護領域推定技術」

周波数共用無線システムにおいて、無線システム同士の干渉を高効率に防ぐことを目的とした電波保護領域推定技術を提案した。提案手法では従来の電波伝搬モデルに実環境情報に基づく伝搬損失を考慮し、実際の伝搬実験によりその有効性を示した。

平川 怜 (原田教授) 「高伝送効率経路構築法を用いた大規模マルチホップ IoT 無線ネットワーク」  
大規模マルチホップ IoT 無線ネットワークである Wi-SUN FAN の基礎伝送特性を明らかにするための大規模シミュレータおよび実機評価環境を開発し、高頻度パケット発生時の伝送特性劣化要因を解析した上で、高伝送効率経路構築法を提案し、その有効性を示した。

平田 詢 (原田教授) 「端末位置推定のための遅延プロファイルクラスタリングと機械学習法」  
遅延プロファイルと機械学習を用いた端末位置推定手法を提案した。遅延プロファイルの物理的性質を考慮した位置クラスタリング手法、および時系列性を考慮した機械学習モデルの導入手法を提案し、実際の電波伝搬測定結果を用いた性能評価によりその有効性を示した。

板原 壮平 (山本 (高) 准教授) 「Communication-Efficient Semi-Supervised Federated Learning based on Cooperative Distillation」 (高通信効率な知識蒸留を用いた半教師あり連合機械学習)

連合機械学習に自己教師あり学習の枠組みとアンサンブル学習の考えを導入することで、非常に小さな通信トラフィックで高いモデル精度を獲得する手法を提案した。複数のベンチマークデータセットにおいて提案手法の有効性を確認した。

紀平 悠人 (山本 (高) 准教授) 「Robust Access Point Coordination Against Uncoordinated Interference with Adversarial Reinforcement Learning」 (敵対的強化学習を用いた非協力的な干渉に強いアクセスポイント協調制御)

ロバスト敵対的強化学習を導入することで、アクセスポイント間協調制御を行う際に障害となる非協調なアクセスポイントからの干渉に対して頑強な制御方策の獲得手法を提案し、シミュレーションによりその有効性を確認した。

小寺 駿乃祐 (山本 (高) 准教授) 「Latency-Aware 11ax Resource Allocation Using Deep Deterministic Policy Gradient」 (Deep Deterministic Policy Gradient を用いた遅延考慮型 11ax 無線 LAN リソース制御)

無線 LAN における OFDMA リソース割当について、リアプノフ最適化と深層強化学習 DDPG を利用した、遅延考慮型割当を提案した。シミュレーション評価により、比較方式よりも遅延指標を抑制し、かつ公平性の高い割当が可能であることを確認した。

角南 智也 (山本 (高) 准教授) 「Single-anchor and Single-antenna RSSI Localization with Computer Vision Technology」 (コンピュータビジョン技術を用いた単一アンカーかつ単一アンテナによる RSSI 端末位置推定)

コンピュータビジョン技術による電波伝搬環境の観測情報を活用した単一アンテナかつ単一アンカーによる RSSI 端末位置推定手法を提案した。具体的には、移動物体による遮蔽現象または反射現象を利用した。屋内実験でその推定精度を評価した。

山下 阜太 (山本 (高) 准教授) 「Penalized Contextual Multi-armed Bandit for Decentralized WLAN Channel Allocation」(分散型 WLAN チャンネル割当のための罰則あり文脈付きバンディット学習)

無線 LAN チャンネル選択において、コンテンションドリブンな特徴抽出を用いた文脈付きバンディット手法を提案し、比較手法に対する優位性を示した。また、文脈付きバンディットに罰則を導入し、チャンネル割当の収束確率の向上をシミュレーションにより確認した。

伊藤 潤紀 (大木教授) 「Backup Capacity Allocation Models with Probabilistic Protection in Cloud」(クラウドにおける確率的保護を用いたバックアップ容量割り当てモデル)

本論文は、物理マシンの故障 に対して、リソースの使用を最適化しながらある一定レベルの生存性を保証するバックアップ容量割り当てモデルを提案した。また、不確かな容量の要求のもとで、複数の物理マシンの故障に対して必要なバックアップ容量を最小化する最適化モデルを提案した。

柳瀬 創平 (大木教授) 「Modeling and Analysis for Distributed Server Allocation」(分散サーバーへのユーザー割り当てのモデリングと分析)

本論文は、分散サーバー割り当ての運用開始時の予防的最適化アルゴリズムを提案した。また、時間とともにユーザーが到着・離脱する状況下で、サービスを受けながら、ユーザーが別のサーバーへ移ることのできるマイグレーションモデルを提案した。

ZHU Mengfei (大木教授) 「Modeling and Analysis of Resource Allocations Considering Workload-Dependent Failure Probability」(処理負荷に依存する故障確率を考慮した資源割り当てと解析)

本論文は、サーバの処理負荷に依存する故障確率を考慮して、最大使用不可時間期待値を最小化するプライマリおよびバックアップのリソース割り当てモデルを提案した。また、保護優先ポリシーの下で、処理負荷に依存する故障確率を備えた複数のバックアップリソース割り当てモデルを提案した。

李 崇宇 (大木教授) 「Real-time data processing for three-dimensional image sensing network with multiple sensors」(複数のセンサを備えた三次元画像センシングネットワークにおけるリアルタイムデータ処理)

本論文は、複数の三次元画像センサを用いたリアルタイム三次元画像センシングのための方式を提案した。提案方式は複数のセンサからのデータを統合する際の課題を解決し、厳しい帯域制限の中でデータ量を削減し、リアルタイムに高いデータ品質を維持できることを示した。

岡 誠道 (大木教授) 「Feature-based differentiation control for point-cloud data communication」(点群データ通信のための特徴ベースの差別化制御)

本論文は、厳しく制限された通信帯域幅で点群データを送信するために2つの特徴ベースの差別化通信制御方式を提案した。点群の空間的特徴を基にした優先度順位付け方式、および、個々の点の特徴を基にしたダウンサンプリング方式を提案した。

**増田 大輝 (大木教授) [Real-time management of streaming data using blockchain in image sensor networks] (イメージセンサネットワークにおけるブロックチェーンを用いたストリーミングデータのリアルタイム管理)**

本論文は、画像センサネットワークを用いたスマートシティにおけるリアルタイムモニタリングのためのブロックチェーンフレームワークを提案した。センサが生成するストリーミングデータを、オーバーフローを防止しながらリアルタイムで登録するスケジューリング方法を開発した。

**河野 恵悟 (大木教授) [Gradual Control Method for Program File Placement in Hierarchical Cloud-Edge Platform] (階層的クラウドエッジプラットフォームにおけるプログラムファイル配置の漸進的制御手法)**

本論文は、ネットワーク上の計算機資源を利用して接続デバイスのタスクを実行するプラットフォームにおいて、プログラムファイル配置の最適解の計算過程で得られる途中解を利用して、計算機資源の効率的な利用を実現する制御手法について提案した。

**塩崎 雅人 (佐藤教授) [X線が半導体デバイスの信頼性に与える影響の実験的評価]**

パワー MOSFET、フラッシュメモリ、FPGA を対象として、X線照射が動作特性に与える影響を実験的に評価した。n-MOSFET のしきい値電圧の低下やアナログ回路要素の動作不良が発生すること、特にパワー MOSFET では材料や構造により影響が大きく異なり、また生じた影響が長期間継続することを示した。

**白神 樹 (佐藤教授) [商用 Wi-Fi デバイスを使用した心拍変動の推定]**

個々の心拍間隔のばらつきとして定義される心拍変動を、商用 Wi-Fi デバイスのチャンネル状態情報から非接触で推定する方法を初めて示した。信号処理手法の改善と、動的プログラミングに基づく心拍間隔の決定により、従来は困難であった Wi-Fi デバイスを用いる心拍変動の推定を実現した。

**下里 京平 (佐藤教授) [ガウス過程による統計的デバイスモデリング]**

半導体デバイスの特性ばらつきを低次元の潜在空間で表現する、統計的デバイスモデル dGPLVM を提案した。実デバイスを用いた評価により、dGPLVM は測定データに応じて高い精度が得られること、またモンテカルロ法向けに仮想的なデータセットのサンプリングが可能であることを示した。

**清水 利宇 (佐藤教授) [巡回セールスマン問題の Dantzig-Fulkerson-Johnson 定式化に基づくイジング解法]**

巡回セールスマン問題 (TSP) を、イジングモデルに基づくアニーリング計算機を用いて、線形整数計画問題として定式化して解く方法を示した。本定式化では隣接行列で定義される TSP を解くことが可能となった。また、従来の定式化と比較し解精度を平均 56%、計算時間を平均 2 倍改善した。

**廣澤 数馬 (佐藤教授) [準同型テプリッツ行列乗算を利用したプライバシー保護推論の高速化]**

暗号化したままで計算を実行できる準同型暗号を用いるとプライバシーを保護したまま推論を行うことが可能となるが、平文での計算と比較して計算量が非常に大きい。この計算中に現れる行列の特殊な構造に着目して計算を効率化し、また畳み込みを FPGA 実装することで高速化を実現した。

**上野 将典 (橋本教授) 「データ処理機能を組み込んだ低電圧スタンダードセルメモリによる近似コンピューティング」**

スタンダードセルメモリと呼ばれる低電圧オンチップメモリの読み出し・書き込み回路に近似算術演算回路とデータ符号化回路を埋め込み、データ処理とメモリアクセスを同時に行う高効率システムを設計した。2次元点群処理アプリケーションで有効性を検証した。

**有働 岬 (橋本教授) 「ランダムテレグラフノイズ起因の遅延ばらつき評価用リングオシレータ」**

リングオシレータの構造及びレイアウトの工夫を行い、高速スイッチング動作時において微細トランジスタに発生するランダムテレグラフノイズの物理現象を遅延の観測により評価可能にした。65nmプロセスの試作チップによりノイズを定量的に評価し、提案構造の妥当性を確認した。

**園田 翔也 (橋本教授) 「広範囲な集積回路の動作電圧に対応した最小エネルギー点の実時間追跡システム」**

広範囲な集積回路の動作電圧領域で、所定の動作速度を確保しつつ消費エネルギーを最小化する電源電圧と基板電圧の解析モデルを導出した。当該モデルに基づき実時間で電源電圧と基板電圧を最適化する電圧制御システムを実装し、実プロセッサで動作検証した。

**DONG Boyu (橋本教授) 「Exploring Logical Operation Method and Its Power-Efficient Implementation towards Tamper-Resistant Photonic Integrated Circuits」  
(耐タンパ光集積回路に向けた論理演算手法と低電力実装)**

光の位相・偏波特性を活用した耐タンパ光コンピューティング技術の適用可能性を検討した。光信号の位相に論理情報をのせた耐タンパ光論理ゲートのノイズ耐性を明らかにし、光信号の偏波に論理情報をのせた耐タンパ光論理回路の低電力実装技術を検討した。

**情報学研究科 システム科学専攻****大橋 康平 (石井教授) 「直交化法を用いた敵対事例に対する深層強化学習の正則化」**

深層強化学習における課題の1つとして、学習後のモデルが敵対ノイズと呼ばれる微小なノイズに対して脆弱になってしまうことが挙げられる。本研究では、深層強化学習モデルを敵対ノイズに対して頑健にするための敵対事例学習法を提案した。

**東 大地 (石井教授) 「屋内環境の意味的理解に向けた3次元点群を用いた質問応答」**

既存の質問応答課題で用いられている2次元画像では実世界の空間的推論が困難である。そこで3次元点群を用いることを提案し、三次元環境内の物体に関する質問と解答を含むデータセットとベースラインモデル ScanQA を作成した。

**森川 潤 (石井教授) 「部分観測系に対する逆モデル予測制御」**

従来の逆モデル予測制御では、エキスパートから得られるデータが全観測であると仮定している。しかし、現実の制御問題では一部のデータが非観測となる場合が多い。本研究では、部分観測系における逆モデル予測制御を定式化し、最適化アルゴリズムを提案した。

### 谷 口 泰 地 (石井教授) 「方向性サンプリング進化戦略による関数最適化」

目的関数の勾配を用いることのできないブラックボックス最適化問題において、進化戦略は有用な最適化手法である。しかし、問題が高次元になると、解が局所的な最適解に陥る可能性が高い。この問題を解決するために、方向性サンプリングを用いた進化戦略を提案した。

### 田 中 翔 馬 (松田 (哲) 教授) 「CEST MRI によるドーパミンの定量を目的としたフィッティング手法の検討」

低濃度分子を観測する CEST MRI 法を用いて、神経伝達物質の一つであるドーパミンを定量する手法を提案した。シミュレーション実験及びドーパミン水溶液を対象とした MRI 撮像実験を行い、提案手法による推定の妥当性と限界を確認した。

### 戸 田 輝 (松田 (哲) 教授) 「カメラ画像からの鉗子圧推定を目指した生体臓器の画像-鉗子圧データベースの構築」

カメラ画像から深層学習に基づいて臓器操作時の鉗子圧を推定する枠組みの構築を目指し、動物の摘出臓器と生体内臓器を対象とした画像-鉗子圧データベースの構築を行った。構築したデータベースと深層学習を用いてカメラ画像のみから鉗子圧の推定誤差を確認した。

### 羽 瀬 拓 視 (松田 (哲) 教授) 「識別器からのフィードバック機構を備えた敵対的学習による Cone-beam CT 画像の画質改善」

Cone-Beam CT 画像の画質改善を目的に、識別器から生成器へのフィードバック機構を備えた敵対的学習を提案した。提案手法が従来の CycleGAN より多様な画像特徴に対応した変換を実現し、画質改善に有効であることを確認した。

### 藤 井 一 輝 (松田 (哲) 教授) 「信号の類似度に基づいた CEST MR Fingerprinting における辞書の低次元化」

短時間の MRI 撮影データから生体内分子に関する定量画像を生成する CEST MR Fingerprinting 法において、信号の類似度に基づくクラスタリングにより辞書を低次元化する手法を提案した。提案手法を用いて辞書の次元を約半分に削減できることを確認した。

### 王 梓 傑 (松田 (哲) 教授) 「Shape Reconstruction for Undetectable Regions of Abdominal Organ Based on Graph Convolutional Network (グラフ畳み込みネットワークに基づく腹部臓器における観測不可領域の形状再構築)」

グラフ畳み込みネットワークに基づく腹部臓器における観測不可領域の形状再構築方法を提案した。肝臓を対象に 20% 程度の部分形状から患者固有の形状を再構築できること、CT 画像内で抽出が困難な胃の形状推定にも応用可能であることを確認した。

## エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻

### 魚 谷 拓 未 (下田教授) 「デジタルサイネージでの揺動表現を用いた二言語表示法に関する研究」

デジタルサイネージでの従来の多言語表示法の問題点を解決するため、行間を詰めて表示した 2 言語の文章に対してそれぞれ異なる揺動表現を与えて可読性向上を図る「二言語揺動表示」を提案し、従来手法と比較して提案手法の可読性を定量的に評価した。



**山 脇 瑞 記 (下田教授) 「エージェントの対話性がユーザの環境配慮行動に与える影響の実験評価」**  
エージェントと対話することにより環境配慮行動が促進されるかどうかを、人を対象とした実験を通じて統計的に検証した。また、対話が、エージェントに対する人のどのような主観評価に影響を与え、環境配慮行動促進に結び付くのか、そのメカニズムを調べた。

**湯 村 航 平 (下田教授) 「知的作業時の集中の時間変化に着目した分析手法に関する研究」**  
作業時間全体での集中の変化を表す長期トレンドと1分程度での集中の変化を表す短期変動から集中の時間変化を分析した。長期トレンド分析では、集中の変化でデータを分類し、短期変動解析では集中が低下している低下点を定義し、分析を行った。

**山 本 理恵子 (下田教授) 「単純課題解答時の認知行動計測に基づく知的集中シミュレーションに関する研究」**  
単純な認知課題を解いている際の認知プロセスの解明を目的として、2名の参加者に対して認知行動を計測する実験と認知アーキテクチャによるシミュレーションを行った。その結果、参加者間の認知プロセスの共通点や相違点を明らかにできた。

## エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻

**伊 藤 幹 也 (中村 (祐) 教授) 「トカマクプラズマにおけるトロイダルアルフェン固有モードのジャイロ運動論解析」**  
高エネルギー粒子によって駆動されるトロイダルアルフェン固有モードの飽和機構を、大域的ジャイロ運動論シミュレーションによって調べた。反磁性効果は不安定性に対し安定化効果がある事およびゾーナル流生成が不安定性の飽和へ寄与する効果は小さいことが示された。

**大 谷 瞭 太 (中村 (祐) 教授) 「非軸対称性を考慮した MHD 平衡計算コードの開発」**  
トカマクプラズマの電磁流体 (MHD) 平衡計算には軸対称が仮定されてきたが、近年、非軸対称性の重要性が増している。本研究では、非軸対称 MHD 平衡計算コードの開発を進め、圧力の評価方法を修正するとともに評価回数を制限することにより計算精度および計算効率を向上させた。

**濱 田 祐 輔 (中村 (祐) 教授) 「LHD プラズマの交換型不安定性への二流体効果」**  
大型ヘリカル装置 (LHD) の高ベータ放電実験における抵抗性交換型不安定性を二流体シミュレーションによって調べた。その結果、高ベータ放電実験では、抵抗性交換型不安定性が非常に不安定なる事および不安定性の評価には反磁性安定化効果が重要であることを明らかにした。

**増 井 英 陽 (中村 (祐) 教授) 「有限ベータプラズマにおけるドリフト波乱流の飽和機構」**  
トカマクプラズマにおいて、イオン温度勾配によって駆動される乱流は閉じ込め悪化の主原因である。この乱流の飽和機構を大域的ジャイロ運動論シミュレーションによって調べ、乱流のエントロピーが移流されて強いゾーナル流が生成され、乱流の飽和が起こることを明らかにした。

**山 上 裕 晃 (中村 (祐) 教授) 「トカマクプラズマにおけるヘリカルコアの乱流輸送」**  
トカマクプラズマでは、磁気軸近傍がらせん状にねじれた平衡状態が現れる。このヘリカルコアの乱流輸送への影響をジャイロ運動論シミュレーションにより調べた。その結果、ヘリカルコアはトロイダ

ル方向に熱輸送の強い非対称性を誘起する可能性があることを明らかにした。

#### 山下 湧志朗 (中村 (祐) 教授) 「非軸対称性を考慮したディスラプションシミュレーションコードの開発」

トカマク型核融合炉の実用化に向けた最重要課題の一つが、ディスラプションと呼ばれるプラズマ電流が突然途切れる現象の制御である。本研究では、非軸対称性があるディスラプション過程全体を解析可能なシミュレーションコードの開発を行い、その原型を完成させた。

### エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻

#### 石田 祐樹 (土井教授) 「Cu を集電体とした薄膜型リチウムイオン電池用正極構造の検討」

正極集電体に Cu を使用した全固体薄膜型リチウムイオン電池の作製を目指し、Cu 基板上に  $\text{LiCoO}_2$  薄膜の作製を試みた。充電時に Cu が酸化されることを防止するために Nb ドープ  $\text{SrTiO}_3$  導電性酸化物層を挿入することが有効であることを見出した。

#### 田代 達哉 (土井教授) 「薄膜型 $\text{MgB}_2$ 超伝導線材特性向上に向けたポストアニール条件の検討」

$\text{MgB}_2$  超伝導線材の特性向上に有効なポストアニール時に問題となっている基材金属テープから  $\text{MgB}_2$  層への金属元素拡散を抑制するためポストアニール時間の短時間化を検討し、従来の 1/100 以下の大幅短時間化に成功した。

#### 正盛 涼大 (土井教授) 「広帯域の交流導電率測定による $\text{LiCoO}_2$ 焼結体の電気伝導特性評価」

交流インピーダンス法とテラヘルツ時間領域分光法を用いて、Li イオン電池の代表的な正極材料である  $\text{LiCoO}_2$  の焼結体試料の導電率および誘電率を直流領域から 2 THz までの広い周波数範囲で測定した。

#### 松村 実典 (土井教授) 「新規 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 高温超伝導線材に向けた $\text{Sr}_{0.95}\text{La}_{x0.05}$ $\text{iO}_3$ 導電性中間層の連続成膜」

{100}<001> 集合組織をもつ Ni/Cu/SUS316 貼合せテープを基材とした新規 YBCO 線材構造の開発を目的に、導電性中間層の連続成膜技術の開発に取り組み、膜品質と、温度、成膜雰囲気、成膜速度などの成膜パラメータとの相関を明らかにした。

#### 村本周平 (土井教授) 「有限要素法を用いた新構造 YBCO 線材クエンチ時の電流回避挙動及び温度分布の検討」

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  高温超伝導超伝導線材の実用化に向けて、クエンチ発生時の電流回避挙動および温度分布の時間変化の解析を行った。

#### 安藤 豪祐 (白井教授) 「GdBCO 無誘導巻試験体を用いた抵抗型超伝導限流器の低熱伝導物質塗布による復帰特性向上の検討」

高温超伝導無誘導巻パンケーキコイルを用いた抵抗型超伝導限流器の実用化に向けた基礎研究として、導線材の表面に部分的に低熱伝導物質 (フロロサーフまたは PTFE) を塗布し、限流器の復帰特性 (待機状態に戻る時間) に及ぼす影響を調べ、改善効果の検証を行った。

### 井上陽向（白井教授）「REBCO パンケーキコイルを利用した変圧器磁気遮へい型超電導三相限流器の限流特性」

高温超伝導 REBCO パンケーキコイルを用いた変圧器磁気遮へい型三相超電導限流器を設計、製作し、基礎特性実験を行った。事故種（三相地絡、二相短絡、一線地絡など）に対して、各相間の動作特性への干渉について実験的に検討した、さらに磁場解析により検証し、必要な離間距離を検討した。

### 川崎理香子（白井教授）「液体水素強制対流冷却 MgB<sub>2</sub> 超電導撚り線の過電流通電特性と液体水素浸漬冷却 BSCCO コイルの励磁特性」

液体水素冷却による超電導機器の開発を想定して、液体水素強制対流冷却における MgB<sub>2</sub> 超電導撚り線の過電流通電特性について実験的に検討した。また、液体水素浸漬冷却の BSCCO 超電導パンケーキコイルを設計製作し、励磁試験を行い、臨界電流特性・熱暴走試験を行って、液体水素冷却の優位性を示した。

### 小池茂（白井教授）「配電系統における無効電力補償装置の複数台設置による電圧補償制御モデルの検討」

太陽光発電などの分散電源が導入された配電系統における電圧補償のために、複数台の SVC（静止型無効電力補償装置）を導入した場合の新しい制御方式を提案し、シミュレーションモデルにおいて制御干渉の低減、SVC 容量の平均化などの有効性を検証した。

## エネルギー理工学研究所

### 井下圭（長崎教授）「ヘリオトロン J におけるマイクロ波ドップラー反射計を用いた径電場計測」

磁場閉じ込め核融合装置 Heliotron J において、時間分解能に優れたドップラー反射計を用いて様々な磁場配位の ECH プラズマを対象に実験、解析を行い、径電場構造が磁気面の構造、特に、磁気島の位置に合わせて変化することを明らかにした。

### 加藤悠（長崎教授）「ヘリカル型磁場閉じ込め核融合プラズマにおける電子温度計測に向けた電子バーンシュタイン放射に関する研究」

Heliotron J、LHD といった磁場閉じ込め核融合プラズマにおいて、O-X-B モード変換を用いた電子温度分布計測を行い、観測される ECE 強度が O-X 窓において最も強くなるとともに、磁場強度に合わせて ECE スペクトルのピークがシフトすることを明らかにした。

### 福嶋亮（長崎教授）「ヘリオトロン J プラズマ周辺部の乱流揺動計測に向けたビーム放射分光装置の開発」

磁場閉じ込め核融合装置 Heliotron J において、プラズマ周辺部に発生する乱流に起因する密度揺動を計測する目的でビーム放射分光装置を開発した。ビーム輝線シミュレーションによる最適な視線、および対物光学系を設計し、初期計測を行うことで、乱流揺動計測に必要な要素を明らかにした。

### 宮下顕（長崎教授）「ヘリオトロン J 周辺部磁気島領域の静電プローブ計測」

磁場閉じ込め核融合装置 Heliotron J において、磁気島が輸送に与える影響を実験的に調べ、閉じ込め領域外側に磁気島構造が存在する場合、磁気島内部では揺動が熱よりも早く応答することを観測し、揺動の伝搬、励起させるプロブである可能性を指摘した。

**篠塚 凌 我 (南准教授) 「ヘリオトロン J」における「Nd:YAG レーザーマルチパストムソン散乱計測装置の開発と性能評価」**

ヘリオトロン J では輸送障壁形成の物理機構を解明するためにレーザー光を往復させプラズマ内を複数回通過させるマルチパストムソン散乱計測装置の開発を行っている。この装置の性能評価を行い、その結果を基に改良を実施し 5 往復以上の往復回数を実現した。

**森 敦 樹 (門准教授) 「高速分光システムを用いたヘリオトロン J」における水素ペレット溶発雲の 2 次元電子密度分布計測」**

固体水素ペレット入射はヘリオトロン J プラズマに対する粒子供給の有効な手段の一つである。ペレット溶発に伴う水素原子バルマー  $\beta$  輝線のシュタルク広がりを、空間 2 次元かつ高速に観測するための可視分光システムを開発し、溶発雲の進行速度および電子密度の時間変化を推定することに初めて成功した。

**鈴木 琢 土 (門准教授) 「ヘリオトロン J」プラズマ中の固体水素ペレット溶発過程に形成されるフィラメント状揺動の時空間構造」**

ペレット溶発雲近傍におけるプラズマの特徴的な揺動構造の形成・伝搬を高速カメラによって観測し、その性質を調べた。撮影像から、画像処理によって揺動成分のみを抽出し、ヘリオトロン J の三次元磁場構造と揺動構造を比較した結果、溶発雲近傍の揺動構造が、磁力線に沿って分布し、ポロイダル方向に伝搬していることを見出し出した。

**麻生 啓 真 (松田 (一) 教授) 「タイプ I 原子層二次元物質ヘテロ構造 ( $\text{MoTe}_2/\text{WSe}_2$ ) のモアレ励起子とその光物性」**

本研究では、原子層二次元物質からなる Type I バンドアライメントを有する人工ヘテロ構造 ( $\text{MoTe}_2/\text{WSe}_2$ ) をドライトランスファー法で作製し、極低温・強磁場下での発光分光により、モアレ励起子が関与した特異な光学的性質を明らかにした。

**小林 幹 旺 (松田 (一) 教授) 「微小球共振器を用いた原子層物質・ヘテロ構造の非線形光学特性」**

本研究では、微小球共振器構造を施した原子層人工ヘテロ構造において、ウィスパリングギャラリモードによって生じる非線形光学特性についてその詳細を調べ、光励起下でのレーザー発振特性を明らかにした。

**生存圏研究所 中核研究部**

**河上 晃 治 (山本教授) 「複数の GNSS 衛星群を用いる TEC 観測システム開発と改良型トモグラフィ解析のリアルタイム化」**

衛星測位 (GNSS) 受信機の低価格化・高機能化が顕著である。それを用いて十分な性能を持つ電離圏全電子数測定ができることを示した。国土地理院の GNSS 受信網とイオノゾンデを組合せた新しいトモグラフィ解析のリアルタイム化の基礎開発に成功した。

**増田 秀 人 (山本教授) 「MU レーダー観測とイオノゾンデ自動読み取りシステムを用いた電子密度の長期統計解析」**

MU レーダーによる電離圏の電子密度観測は約 40 年間にわたってデータが蓄積されている。隣接の

イオノゾンデ観測結果から機械学習により電子密度最大値に相当するパラメータを読み取り、電子密度の較正に用いることで長期統計解析を実施した。

**劉 鵬 (橋口教授) 「Statistical Analysis of Medium-scale Traveling Ionospheric Disturbances Over Japan Based on Deep Learning Instance Segmentation」 (機械学習個体分割を用いた日本上空中規模伝搬性電離圏擾乱の統計解析)**

国土地理院のGNSS受信機網から観測される中規模伝搬性電離圏擾乱を深層学習を用いて自動で検出し、その波長や伝搬パラメータを導出するシステムを開発した。その統計解析結果から、従来の定説とは異なる太陽活動依存性等が明らかにされた。

**矢 吹 諒 (橋口教授) 「MUレーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発」**

MUレーダーに受信専用の外付けアンテナを付加し、信号劣化の少ないアダプティブクラッター抑圧手法の開発を行った。特に外付けアンテナが主アンテナから距離がある影響を考慮した手法を提案し、実時間処理により抑圧性能を大幅に改善した。

**田 村 亮 祐 (橋口教授) 「レーダー干渉計インバージョンによる3次元風速場推定の研究」**

大気乱流散乱モデルとレーダーシステムの送受信モデルに基づいたスペクトル観測理論をレーダー干渉計に拡張し、インバージョン法による3次元風速場推定手法を開発した。シミュレーションとMUレーダー観測実験から、高精度に推定可能であることを実証した。

**寺 田 一 生 (橋口教授) 「衛星-地上2周波ビーコン観測にもとづくプラズマバブルに繋がりうる電離圏長波長変動に関する研究」**

低緯度周回衛星COSMIC-2からの2周波ビーコン波をタイ・ベトナムで観測した。低緯度電離圏に顕著なプラズマバブルの発生要因とされる長波長変動の統計解析を行い、波長400～800km、位相速度は数十m/sで西向き卓越、等を見出した。

**深 澤 伊 吹 (小嶋教授) 「Simulation Study on Characteristics of Electric Field Sensors in Space Plasmas」 (宇宙プラズマ中の電界センサー特性のシミュレーション研究)**

プラズマ波動の電界成分を科学衛星で計測するセンサー特性は、宇宙プラズマのパラメータに大きく依存する。本研究では、全粒子計算機シミュレーションの領域内に、電界センサー、衛星を配置した上で、磁化プラズマ中における電界センサー特性インピーダンスの複雑な様相を明らかにした。

**伊 藤 友 哉 (小嶋教授) 「プラズマ波動から電子温度を計測するThermal Noise Receiverの小型集積化に関する研究」**

プラズマの熱運動が科学衛星の電界センサーに誘起するThermal noiseを捉えて、電子温度を導出する「Thermal noise receiver」の小型化をアナログASICにより行った。解析的にスペクトル強度を導出した上で、ASIC上に実現するreceiverのスペックを決定して設計・試作を行いその性能を確認した。

**藤原 悠也 (大村教授)** 「Simulation study on nonlinear generation process of whistler-mode triggered emissions in a space plasma with homogeneous magnetic field」(一様磁場の宇宙プラズマにおけるホイッスラーモード・トリガー放射の非線形発生過程のシミュレーション)

1次元電磁粒子シミュレーションコードを使って、高エネルギー電子を含む一様磁場のプラズマに一定周波数のホイッスラーモード波を注入することにより、周波数が時間とともに上昇する波と下降する新しい波が放射されることを示した。

**矢野 有人 (大村教授)** 「3次元 Hall-MHD シミュレーションを用いた磁気圏・電離圏電流系の研究」

3次元ホール電磁流体シミュレーションを開発し、アルベン波を軸とした磁気圏と電離圏の3次元結合過程を調べた。多くの先行研究で用いられている薄層近似では得がたい3次元電流系や、分極などそれを支える素過程、エネルギー輸送過程を明らかにした。

**LIU Yin (大村教授)** 「Simulation study of nonlinear generation process of whistler-mode hiss emissions in the Earth's inner magnetosphere」(地球内部磁気圏におけるホイッスラーモード・ヒス放射の非線形発生過程のシミュレーション研究)

プラズマ圏ヒスの発生機構を解明するために1次元電磁粒子コードによる計算機シミュレーションを実行し、外部磁場のモデルとして放物線状に変化する磁場勾配を変更してヒスの非線形波動成長率が外部磁場勾配に依存して変化することを明らかにした。

**片岡 瑞貴 (篠原教授)** 「マイクロ波送電における目標自動追尾方式の干渉低減手法に関する研究」

本研究はマイクロ波送電における方向追尾手法であるレトロディレクティブ方式の干渉問題を主題とし、干渉を解決するためのシステム構築に取り組んだ。本研究ではパイロット信号として2倍周波数を用いるレトロディレクティブを提案し、開発を行い、干渉抑制の有用性を示した。

**間瀬 瑞季 (篠原教授)** 「OAM モードによる無線電力情報同時伝送の研究」

本研究では、OAM ((Orbital Angular Momentum) モードの直交性を利用した同じ周波数帯を使い、情報用と電力用の電磁波を分ける手法による SWIPT (Simultaneous Wireless Information and Power Transfer) の実現及び OAM モードの直交性が SWIPT に与える効果の解明を行った。

**見渡 洸揮 (篠原教授)** 「空間伝送型ワイヤレス給電用 5.8 GHz 帯整流回路の大電力化に関する研究」

本研究では、空間伝送型ワイヤレス給電用 5.8 GHz 帯整流回路における大電力化に取り組んだ。そのために 1) 通常弱電用に用いられる、チャージポンプ整流回路の大電力化、2) 新たに R 級整流回路の開発、3) 通常の整流回路では用いられない GaN HEMT を用いた整流回路の開発、等を行い、大電力化に成功した。

## 学術情報メディアセンター

**張 キンヨウ (中村 (裕) 教授)** 「Pairwise 比較法による Neutral-Negative 間の表情変化認識」

生活の場での経時的な QOL (生活の質) モニタリングなどを目的として、微妙な表情変化の自動認識に関する研究を行った。深層ネットワークを用いた比較を行うことによって、不快 (嫌悪、怒り、悲しみ他) 感を表わす小さな表情変化でも検出できることを確認した。

王 天 岳 (中村 (裕) 教授) 「Hand-Object Interaction Definition and Recognition for Analyzing Manual Assembling Behaviors」 (組立作業における手と物体のインタラクションの定義と認識)

工場での組み立て作業の分析やモニタリングに応用することを目的として、手と物体のインタラクション (掴む、運ぶ、回す、他) の自動認識の研究を行った。複数のインタラクションが同時に起こることを考慮した検出や、空間的位置の詳細な認識などを提案した。