

令和元年度修士論文テーマ紹介

工学研究科 電気工学専攻

荒木 裕 貴 (引原教授) 「Klein Gordon 格子系における非線形局在モードの生成・消滅・移動操作に関する検討」

非線形局在モードは非線形格子系に現れる、空間的に局在した振動モードである。本論文は非線形格子系の一つである、Klein Gordon 格子系における非線形局在モードの生成・消滅・移動操作を数値的に検討したものである。検討の結果、バネ定数などの、系のパラメータの断熱的な変化により、それぞれの操作が実現できることが明らかになった。

稲垣 翔 太 (引原教授) 「電力の論理演算に基づくパワープロセッシングに関する研究」

電力パケットは、離散化された電力と物理層で付与される情報タグからなる電力の伝送単位である。本論文は、電力パケットの存在と論理値を対応付け、論理演算に基づいて処理する機能を、電力パケットルータへの導入を提案している。また、ルータに後段の要求と入力に応じて電力量を考慮し、演算を選択する機能を付与することで、要求と異なる入力を与えられた場合でも要求出力に近づけられることを確認した。

片上 魁 (引原教授) 「結合非線形 MEMS 共振器を用いた情報処理による外部信号測定に関する数値的検討」

MEMS 共振器は、センサやメモリ素子等に用いられており、情報処理系デバイスとして応用が期待されている。本論文は、結合非線形 MEMS 共振器を用いた物理リザーブコンピューティングの可能性を、数値計算により検討したものである。検討の結果、共振器の非線形特性により、リザーブ力学系が高い情報処理能力を持つ可能性があることを明らかにした。

村川 悠 磨 (引原教授) 「受動性に基づく制御によるブーストコンバータとバックコンバータの並列化に関する数値的および実験的検討」

本論文は、ブーストコンバータとバックコンバータを並列接続した回路について検討したものである。同回路に対し受動性に基づく制御を適用した場合について、漸近安定性および制御パラメータ依存性を数値計算により検討した。合わせて実験を行った結果、漸近安定性に関して数値計算との一致を確認した。

加藤 雄 也 (萩原教授) 「オフグリッドにおける発電・蓄電機器の設置および運用計画最適化に関する一考察」

山間部集落へのオフグリッドの導入に関する検討を行った。太陽光発電機、ディーゼルエンジン発電機 (DE)、蓄電池の容量をコストを最小化する形で選定するとともに、蓄電量予測値が所望の範囲に収まるような DE のオンラインでの運用計画策定手法を提案した。

嶋崎 俊 貴 (萩原教授) 「不確かなパラメータを有する非負システムの SDP 緩和を用いたロバスト性能解析」

不確かなパラメータを有する連続時間および離散時間の非負システムを対象とし、SDP 緩和問題の構

成によるロバスト性能解析手法の提案を行った。また数値例を用いて、ロバスト安定性および各種ノルムに関するロバスト性能解析問題に対する提案手法の有効性を実証した。

原 洋 揮 (萩原教授) 「サンプル値系の L_2/L_2 準ハンケルノルムの意味で等価な離散化制御対象と L_2/L_2 ハンケル作用素」

サンプル値系の L_2/L_2 準ハンケルノルムの計算法を、先行研究とは異なる手法を通して与えた。それをもとに、サンプル値系の連続時間制御対象と L_2/L_2 準ハンケルノルムの意味で等価な離散時間制御対象の存在を構成的に示すとともに、 L_2/L_2 ハンケル作用素の存在性を示した。

松 崎 弘 樹 (萩原教授) 「確率的スイッチドシステムに対する確率的 D スケーリングおよび状態フィードバック設計」

確率的スイッチドシステムに対するスモールゲイン定理を導出し、さらにそれに基づく安定解析の保守性を低減するための手法として、確率的 D スケーリングと呼ぶ手法を提案した。また、スケーリング要素および状態フィードバックを設計する手法も導き、その有効性を数値例により検証した。

楊 熙 (萩原教授) 「離散化双線形モデルに基づくバックコンバータ出力電圧の SOS 手法による非線形制御」

DC-DC バックコンバータの離散化双線形モデルを導出し、それに基づき同定実験を行なった。また、同定により得られたモデルに基づいて、SOS (二乗和) 手法により非線形状態フィードバック制御則を設計し、シミュレーションと実験を通して有効性を検証した。

石 川 寿 綺 (土居教授) 「1 型糖尿病における暁現象とソモジー効果のモデル化および夜間の血糖値制御法の研究」

1 型糖尿病患者の夜間の血糖値上昇現象である暁現象とソモジー効果を表せる数理モデルを機序に従って構築するとともに、これらの現象による血糖値上昇を抑制するため、構築したモデルに基づくモデル予測制御を用いた制御法を構成し、有効性を検討した。

後 藤 聡 (土居教授) 「乗客への案内方式を考慮したマルチデッキエレベータシステムにおける乗客かご・デッキ割当て方法の検討」

複数階建て (マルチデッキ) のかごを用いるエレベータシステムにおいて、乗客のかごへの割当て・かご内のデッキへの割当てを決定する組合せ最適化問題に対し、近似解法や厳密解法を組合せた解法を複数提案し、計算機シミュレーションにより有効性を比較検討した。

杉 浦 知 基 (土居教授) 「ベクトル場の遅速分解と分岐解析に基づく膵 β 細胞のバースト振動に外部入力および血糖値が及ぼす影響の検討」

血糖値調節に関わるインスリンの分泌に対して本質的役割を担っている膵 β 細胞のバースト振動が、モデルが持つ特異摂動系としての数理的性質に着目した解析を行うことにより、血糖値等の細胞外環境変化に応答して、どのように変化するかを明らかにした。

茂 木 大 和 (土居教授) 「共振回路アレイに生じる局在モードに対する近似解の構成と非接触給電システム設計手法への適用」

共振回路アレイからなる送電回路を用いた非接触給電システムについて、受電コイル接近による局在

モードの近似解を構成した。また、受電コイルの位置に対する局在モードの周波数変動を抑制するための設計指針を与えることに成功した。

YUAN Shitong (土居教授) 「Improvement of an Integrated Muscle Relaxation Index and Muscle Relaxation Control in General Anesthesia」 (全身麻酔における筋弛緩度統合指標の改良と筋弛緩度制御の研究)

全身麻酔時のあらゆるレベルの筋弛緩度を統一的に扱うための統合指標を、非線形特性の導入と薬力学モデルの変更により改良するとともに、改良した筋弛緩度指標を用いた筋弛緩度制御システムを構成し、シミュレーションにより有効性を検討した。

喜多 謹 仁 (小林教授) 「光ポンピング原子磁気センサを用いた超低磁場 MRI における超偏極 Xe 撮像に関する検討」

小型で超高感度な光ポンピング原子磁気センサを用いた超低磁場 MRI の実現に向け、超偏極 Xe 原子を対象とした MRI 撮像のための撮像シーケンスについてシミュレーション並びに実験の両面から詳細に検討し、有用な新知見を得た。

鈴木 康 真 (小林教授) 「精神・神経疾患の診断支援に向けた拡散 MRI とスパース学習に基づく白質神経線維束解析」

精神・神経疾患の診断支援に向けて、全脳における白質神経線維束を拡散 MRI に基づき自動的に抽出し、各線維束に沿った拡散情報を定量評価する新たな手法を提案し、シミュレーションと実画像を対象として有効性の検討を行った。

浪田 和 樹 (小林教授) 「光ポンピング磁気センサを用いた微小磁場の方向推定」

光ポンピング原子磁気センサを用いて脳神経活動に伴って発生するような低周波数かつ極微弱な生体磁場の3方向成分を同時計測することを目指し、ポンプ光の入射角度を変化させることにより磁場ベクトルの方向を推定する新手法を提案し、理論並びに実験的な検証を行った。

古橋 直 也 (小林教授) 「精神神経疾患の病態解明に向けた脳内皮質下領域の高精度セグメンテーション法」

精神神経疾患の病態解明を目指して MRI データから各疾患を反映すると考えられる脳内皮質下領域の体積変化を高精度で解析するための新たなセグメンテーション手法を提案し、統合失調症及びアルツハイマー病患者の臨床データに適用し、その有効性を示した。

井上 覚 (雨宮教授) 「伝導冷却による各種超伝導線の通電特性評価装置の構築及び臨界電流・クエンチ特性の評価」

伝導冷却された超伝導線の応用を実現するため、各種超伝導線の通電特性の評価装置の構築と、構築した装置を用いた各種超伝導線の臨界電流測定とクエンチ特性の測定を行った。各種超伝導線の臨界電流・クエンチ特性を温度・電流・磁場などの条件を揃えて比較することが可能になった。

安永 将 広 (雨宮教授) 「スーパーフェリックマグネットにおける異なる高温超伝導集合導体で巻いたコイルの交流損失比較」

集合導体によって巻かれたスーパーフェリックマグネットの交流損失解析の手法の確立、及びその手

法を用いた解析によるスタックケーブル及び CORC ケーブルで巻かれたスーパーフェリックスマグネットの交流損失の比較を行い、スーパーフェリックスマグネットの低消費電力化に向けた検討を行った。

河 嶋 信 彦 (和田教授) 「P2P エネルギー伝送における双方向コンバータネットワークの非線形ダイナミクス」

双方向コンバータのスター型ネットワークにおいて、エネルギーの関係から平衡点の数を導出した。また、そのことを利用して、P2P エネルギー伝送において、目的とする平衡点のみを安定化させるフィードバックを提案し、実験によってその有効性を確認した。

鮫 島 佳 奈 (和田教授) 「単導体線路モデルの接続による屈曲細線の解析」

帰路線をもたない単導体線路について、複数本接続した場合の電信方程式を提案し、電磁界解析と一致する結果が得られることを確認した。また、導体に沿う進行波と外部励振に対する散乱源の差異を明確化し、放射に対する反作用もモデル化できることを示した。

長谷川 確 (和田教授) 「導体球と導体線からなる単導体伝送線路のトポロジーに基づく設計」

導体線と導体球から成る単導体線路を離散的な電信方程式として記述し、特性インピーダンスや伝搬定数を定義した。また、それを用いて単導体線路における整合終端の設計法、トポロジーに基づくグラフラシアンを用いた線路の伝達特性の設計法を提案した。

山 本 拓 実 (和田教授) 「車載機器電源系イミュニティ試験の高周波拡張のための結合回路および注入系構造」

車載機器の高周波イミュニティ試験法の国際規格 ISO 11452-7 (DPI 法、上限周波数 500 MHz) を 3 GHz まで高周波拡張したシングルエンド DPI 法と、コモンモード拡張手法であるコモンモード DPI 法を提案し、その設計指針と特性を示した。

北 村 駿 (松尾教授) 「電磁界反復求解における特異値解析に基づく収束性改善に関する研究」

電磁界シミュレーションを効率化するための反復解法の収束改善に取り組んだ。反復収束性が極端に悪化する解析条件下において、小規模問題に対して特異値分解を行うことで収束悪化の要因を捉え、実規模問題に有効な部分空間修正法を構築する方法を開発した。

栗 山 健 太 (松尾教授) 「CLN 法を用いたモーター電磁界のモデル縮約に関する研究」

誘導モータ特性の効率的な算出のため、CLN 法を用いたモデル縮約法を開発した。固定子と回転子を別々にモデル縮約し、空隙部で接続することで、正確な縮約モデルを構築する。展開点の導入により、さらに効率よく周波数特性を算出することに成功した。

西 村 悠 希 (松尾教授) 「電磁鋼板の応力依存性を含む磁化特性の数値解析および測定に関する研究」

電磁鋼板に加わる機械的応力が磁化特性に及ぼす影響を予測するための磁区モデルの計算効率化を行った。また、鋼板試料に印加した応力方向とは異なる方向の磁化特性を測定した結果を用いて、磁化方向への応力の影響を算出する等価応力モデルの検討を行った。

藤田 健作 (松尾教授) 「蓄熱発電用回転型誘導発熱機の3次元磁界シミュレーションおよび理論的特性解析」

再生可能エネルギーから安定な電力を供給するための蓄熱発電用誘導発熱機について、試作機の発熱特性の検討のため、3次元磁界シミュレーションを行った。3次元構造が発熱量に及ぼす影響や、最適な磁極幅など基本的な発熱特性を明らかにした。

奥野 誠也 (中村(武) 特定教授) 「全超伝導誘導同期モータの性能評価およびマルチフィジックス解析に基づくEVシステム検討」

EV用途への実用を目指した50 kW級全超伝導誘導同期モータの精密な回転特性評価に成功した。また、非線形電圧方程式およびインバータ・負荷・冷却特性を連成したシステム特性解析を実施し、WLTC走行モードに対して優れた電費の実現可能性を明らかにした。

工学研究科 電子工学専攻

前田 慶一郎 (掛谷准教授) 「超伝導体テラヘルツ素子における円偏光制御に関する研究」

高温超伝導体固有ジョセフソン接合からのテラヘルツ波放射について、デバイスのカイラリティに着目することで、放射される円偏光電磁波のヘリシティを切り替えることに成功した。本成果は、テラヘルツ移動体通信の基盤技術の形成に貢献する。

石原 遼磨 (白石教授) 「非縮退シリコンを用いたスピン XOR ゲートの室温動作実証」

半導体にスピンを注入することで従来型のトランジスタにスピン機能を搭載させたスピントランジスタはポスト CMOS 素子の有力な素子と目されている。本研究ではこれまでに研究室で培ったシリコン中での室温スピン流輸送技術を基盤としてスピン流の輸送とゲート制御による XOR 演算に室温で初めて成功した。

荒畑 雅也 (竹内教授) 「中赤外域における可視 - 赤外域量子もつれ光子対源の実現」

広帯域赤外量子吸収分光測定に必要な、中赤外域 (波長 $2 \sim 5 \mu\text{m}$) 可視 - 赤外域量子もつれ光子対源を実現した。ニオブ酸リチウム中での下方変換により光子対生成を行った結果、可視光子を波長域 $600 \sim 859 \text{ nm}$ で観測、対応する赤外光子は波長域 $1436 \sim 4694 \text{ nm}$ と推測された。

殷 政 浩 (竹内教授) 「Broadband frequency entangled photon generation using silicon nitride ring cavities」 (窒化シリコンリング共振器を用いた広帯域周波数もつれ光子生成)

窒化シリコンリング共振器を利用した量子もつれ光子対源に関する研究を行った。窒化シリコンリング共振器の作成方法、とくに窒化シリコンの堆積方法を比較し、広帯域での発生に必要な条件を議論した。さらに、窒化シリコンリング共振器を利用した広帯域光子対発生に成功した。

富上 優太 (竹内教授) 「光子対発生の破壊的干渉を用いた高感度量子吸収計測に関する研究」

量子もつれ状態を用いた吸収計測は、通常の古典光を用いた計測の限界を超える信号雑音比が期待されるが、検出器の量子収率や光路中の光損失に耐性を持たない問題があった。本研究では、光子対発生の破壊的干渉効果を利用することで、上述の損失に耐性をもつ新たな手法を理論的に提案するとともに、破壊的干渉実験系を構築した。

羽山 恭平 (竹内教授) 「スラブ導波路を用いた高効率量子もつれ光源と量子 OCT の高速化」

同軸生成かつ高効率な光子対源の実現と、干渉計の高効率化により量子 OCT の高速化の研究を行った。偏光の自由度を用いた高効率な干渉計を構築し、従来の光子対源を用いて、1 軸スキャンで 25 倍の高速化を実現した。さらに、スラブ導波路型を用いて、従来の BBO 光源より約 1000 倍の光子対生成を確認した。

福重 一樹 (竹内教授) 「ナノ光ファイバ結合単一光子源の高効率化に向けた窒素欠陥中心の軸方向推定」

ナノダイヤモンド中単一 NV 中心とナノ光ファイバの結合に関する研究を行った。ナノダイヤモンド中の単一 NV 中心の軸方向を推定する新しい手法を提案、自作した 3 次元磁場制御系を用いて実証した。さらに、タングステンチップを用いて、ナノダイヤモンドをナノ光ファイバへトランスファーすることにも成功した。

松本 一勢 (竹内教授) 「多光子多モードシステム間もつれ状態を用いた伝令付きノンフォック状態生成に関する研究」

単一光子源とビームスプリッタを用いたユニタリ変換では実現できない状態 (ノンフォック状態) を、多光子多モードシステム間もつれ状態を利用した生成方法の実証に関して研究した。量子フーリエ変換回路を利用して生成した結果から、光子数分布の高い忠実度を観測した。

吉川 将人 (竹内教授) 「周波数もつれ光子対の時間相関幅の測定と制御に関する研究」

モノサイクルもつれ光子対の実現にむけ、周波数もつれ光子対の時間相関幅の測定を自作の時間遅延系により達成した。さらに、プリズムペアを用いた量子もつれ光子対に対する分散補償系を構築、もつれ光子間の上方変換により計測した 1ps の時間相関幅を、63fs にまで圧縮することに成功した。

伊藤 滉二 (木本教授) 「SiC MOS 反転層内量子化を考慮した界面準位評価およびチャネル移動度制限要因の解析」

ボディ領域のアクセプタ密度が異なる SiC MOSFET の特性を系統的に調べ、その特性を MOS 界面における量子閉じ込め効果を厳密に考慮したモデルで解析した。この結果、MOS 界面欠陥のエネルギー分布が特異な性質を示すことを明らかにし、この結果を基にして界面欠陥の起源について議論した。

金上 尚毅 (木本教授) 「 $\text{Pr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_{3-\delta}$ を用いた抵抗変化素子における電気的特性の評価」

PrCaMnO (PCMO) 薄膜の抵抗変化現象の機構解明を目指して、その電気的特性と素子の化学的構造の変化を調べ、通常の界面型抵抗変化は電極界面層の酸化と関係づけられることを明らかにした。また、PCMO 素子でもフィラメント型抵抗変化を示しうることを見出し、その導電性フィラメントに関する知見を得た。

中島 誠志 (木本教授) 「半絶縁性 SiC 基板上サイドゲート JFET および相補型 JFET 論理回路の作製」

厳環境動作可能な集積回路を目指した SiC 相補型 FET の作製と特性解析に取り組んだ。半絶縁性 SiC 基板への直接イオン注入によって n チャネルおよび p チャネル FET を作製し、室温から 400°C の温度範囲で良好なノーマリオフ特性を得た。また、両 FET の短チャネル効果発現条件を実験と理論により明らかにした。

宮 谷 俊 輝 (木本教授) 「組成の異なる二層の Ta 酸化物を用いた抵抗変化素子の電気的特性に関する研究」

抵抗変化素子応用を目指して、酸素組成の異なる Ta 酸化物の二端子素子の特性を広い周波数および温度範囲で調べ、その電気伝導機構を明らかにした。また、印加電圧の値を適切に設定することにより抵抗変化モードを制御でき、相補型抵抗変化特性においてアナログ抵抗変化が生じることを見出した。

山 下 昇 真 (木本教授) 「SiC バルクおよび表面におけるキャリア再結合の実験および理論的研究」

電力用 SiC バイポーラデバイスの性能を支配するキャリア寿命に関する実験および理論的研究に取り組んだ。表面再結合やバルク中のキャリア拡散が過剰キャリア密度の減衰に及ぼす影響を実験的に明らかにした。また、炭素空孔を介したキャリア再結合の物理モデルを構築し、実験結果を再現できることを示した。

武 下 将 大 (山田教授) 「ケルビンプローブ原子間力顕微鏡による高分子有機薄膜トランジスタのキャリアダイナミクス評価」

高分子 (P3HT) 薄膜をアクティブ層とする有機薄膜トランジスタを作製し、時間分解ケルビンプローブ原子間力顕微鏡を用いてキャリアダイナミクスの可視化に成功し、グレイン間のキャリア移動がトランジスタの性能を律速していることを明らかにした。

戸 野 博 史 (山田教授) 「走査型熱振動顕微鏡法による高分子膜下ナノ粒子の可視化に関する研究」

化学的処理によりシリコン基板上にポリスチレンのナノ粒子を固定し、高分子膜で覆うことで高分子下にナノ粒子が埋め込まれた試料を作製する方法を確立し、走査型熱振動顕微鏡法によりナノ粒子の有無とその埋め込み深さにより高分子膜の局所的弾性率が異なることを示した。

深 澤 直 人 (山田教授) 「周波数変調原子間力顕微鏡を用いた光応答性膜タンパク質分子の立体配座・物性計測」

光応答性タンパク質 (バクテリオロドプシン) を含む高度好塩菌の紫膜をマイカ基板上に固定し、液中周波数変調原子間力顕微鏡により紫膜の膜形状および表面電荷を計測した。また、時間分解計測により光照射時のタンパク質の立体配座の変化を可視化することに成功した。

前 田 祥 吾 (山田教授) 「原子間力顕微鏡によるタンパク質 2 次元結晶の特異的相互作用に伴う結晶構造変化に関する研究」

特定の分子 (biotin) と特異的に結合するタンパク質 (streptavidin) の 2 次元結晶が biotin 結合により無秩序化する過程を液中原子間力顕微鏡により可視化することに成功した。また、DNA 修飾した biotin を標識とすることで無秩序化過程をより詳細に解析できることを示した。

呂 楚 陽 (山田教授) 「塗布法および蒸着法による有機薄膜トランジスタの作製および原子間力顕微鏡を用いた局所電子物性評価」

溶液塗布および真空蒸着の両方で成膜可能な有機半導体材料 (C₈-BTBT) を用いて有機薄膜トランジスタを作製し、原子間力顕微鏡を用いて、有機活性層の微視的な結晶構造および電気特性を評価し、作製条件とトランジスタ性能との相関を示した。

重岡 隆宏 (川上教授) 「顕微エレクトロルミネッセンス測定による InGaN 発光ダイオードの面内発光揺らぎに関する研究」

InGaN 発光層における発光の面内揺らぎは、従来主として光励起で測定されてきたが、本研究では、デバイス駆動条件である電流注入下で顕微分光を行った。非輻射中心周辺にポテンシャルバリアが存在するが、高電流注入時にはキャリアがそれを乗り越えて非輻射再結合することが明らかになった。

坪内 研太 (川上教授) 「低閾値発振を目指した無極性 a 面 AlGaIn 系深紫外レーザ構造の作製と評価」

無極性面上に高品質な AlGaIn を形成できれば深紫外レーザ発振の低閾値化が期待されるが、結晶の育成が困難であった。本研究では、サファイア基板上に無極性 a 面 AlGaIn を作製する条件として、原料の交互供給や作製後の高温アニールを検討し、世界最高レベルの結晶を得ることに成功した。

前川 将一 (川上教授) 「半極性 r 面 AlGaIn 量子井戸の MOVPE 成長と発光特性の井戸幅依存性」

半極性面上の量子井戸では、歪誘起ピエゾ分極を低減できるため、量子井戸の膜厚の設計自由度が上がると考えられる。実験的に異なる井戸幅の AlGaIn/AlN 量子井戸を作製しその光学特性を評価したところ、格子不整による格子緩和の影響を厳密に制御する必要があることがわかった。

前原 圭汰 (川上教授) 「高 In 組成 InGaIn 量子井戸の光物性評価と低温成長 p-GaN による赤色 LED 試作への取り組み」

InGaIn による赤色 LED の試作に向け、ScAlMgO₄ 基板上に高 In 組成 InGaIn 量子井戸を作製した。顕微分光では、面内で In 組成が揺らいでおり、高 In 領域で発光効率が低下すること示唆された。また、高 In 組成 InGaIn の熱劣化を避けるために低温で p-GaN を作製する条件を確立し、赤色 LED の試作に成功した。

古山 隆章 (野田教授) 「熱輻射光源・中間基板・太陽電池一体型近接場熱光発電デバイスの作製と評価」

近接場熱輻射増強を利用した熱光発電の実現を目指して、熱輻射光源・中間基板・太陽電池一体化デバイスの提案・作製・評価を行った。1040 K に加熱した Si 熱輻射光源を Si 中間基板と距離 150 nm ままで近接させることで、遠方場の場合の 10 倍の短絡電流を得ることに成功した。

瀬尾 和 (野田教授) 「フォトリソニック結晶レーザの高スロープ効率化に関する研究」

フォトリソニック結晶レーザの高スロープ効率化の検討を行い、裏面方向の放射光の活用により約 0.8W/A の高いスロープ効率を実現した。さらに、より一層の効率向上に向けて、内部吸収損失の影響を考察し、その抑制が可能なレーザ層構造の提案も行った。

CHEN Changxuan (野田教授) 「2次元 SiC フォトリソニック結晶共振器の高 Q 値化に関する研究」

水素イオン注入による薄膜剥離を用いない新たな方法で SiC 層を薄くすることにより SiC フォトリソニック結晶ヘテロ構造共振器を作製した。その結果、共振器の Q 値として 54 万を達成し、SiC を用いて作製された光波長程度の光ナノ共振器として世界最高の低損失化を達成できた。

深谷 昌弘 (野田教授) 「フォトニック結晶レーザの面内相互引き込み現象および発振状態制御に関する研究」

フォトニック結晶レーザにおける面内相互引き込み現象を活用した発振状態のオンデマンドな制御を目標とし、多電極を有するフォトニック結晶レーザを作製し、面内の電流分布制御により発振状態の制御が可能であることを示した。また、電流注入分布と発振状態との関係を、機械学習を用いて予測するところにも成功した。

上野 佑介 (杉山准教授) 「同位体シフト精密測定を目指した光イオン化による Yb⁺ の同位体選択的トラップ」

同位体による遷移周波数の差、同位体シフトの精密測定により、標準モデルを超える未知の粒子を探索する提案がなされた。これを目指して、存在比 0.13% の ¹⁶⁸Yb⁺ を選択して捕捉する方法を確立し、これを含む5種類の偶数同位体イオンを、1mm サイズの小型トラップに1個ずつ選択して捕捉可能とした。

工学研究科 光・電子理工学教育研究センター

増田 泰久 (藤田教授) 「p型酸化イリジウムガリウム混晶薄膜の成長と物性に関する研究」

金ナノ粒子をマスクに用いた ELO により、 α -Ga₂O₃ の転位低減を達成した。また、p型 α -Ir₂O₃ の相転移温度が高く、熱膨張係数が非常に小さいことを見出した。 α -(Ir,Ga)₂O₃ 混晶により p型を示しながらバンドギャップの拡大に成功し、 α -(Ir,Ga)₂O₃/ α -Ga₂O₃ pn 接合の整流性を実証した。

情報学研究科 知能情報学専攻

阿部 航平 (黒橋教授) 「クラウドソーシングを用いた日本語述語項構造タグ付きコーパスの拡張」

本研究では、述語項構造解析の精度向上に向けて、クラウドソーシングによるタグ付きコーパスの拡張に取り組んだ。解析精度が低い省略解析に着目し、既存の学習コーパスと併用可能なタグ付きコーパスを構築した。分析と実験によりその有効性を確認した。

齋藤 純 (黒橋教授) 「談話関係を用いたイベント感情極性の弱教師あり学習」

本研究ではイベント感情極性の推定に取り組んだ。感情を表す語彙からコーパス中で共起するイベントに対して談話関係に基づき極性を伝播させることで、ラベル付きデータを用いずにイベント感情極性を学習する手法を提案した。実験により提案手法の有効性を確認した。

HARUST Oleksandr (黒橋教授) 「Neural Identification of Native-like Expressions Using a Corpus of Native and Learner English」 (母語話者英語と学習者英語のコーパスを用いたニューラルネットワークによる母語話者表現の検出)

英語には母語話者しか使わないような言い回しや慣用句が数多く存在する。本研究では、まず母語話者と学習者の書いた文を識別するニューラルネットワークに基づく分類器を学習し、次に分類に寄与した文中の句を特定することで、母語話者表現の検出を実現した。

YAN Leyi (黒橋教授) 「Improving Natural Language Understanding with Curriculum Learning」 (カリキュラム学習による自然言語理解の精度向上)

本研究ではカリキュラム学習を用いた自然言語理解タスクの精度向上に取り組んだ。ヒューリス

ティックなカリキュラム、および、深層強化学習を用いて自動構築するカリキュラムを用いる方法を提案した。実験により、提案手法がベースラインモデルより高い性能をもつことを確認した。

LI Shengzhe (黒橋教授) 「Towards Better Search Experience: Sequential Search Intent Prediction and Bootstrapped Event Sentiment Knowledge Acquisition」 (より良い検索体験に向けた逐次的検索意図予測およびブートストラップ型イベント感情知識獲得)

本研究は、検索エンジンにおけるユーザー体験の向上を目的とした2つの研究に取り組んだ。一つは、ユーザーの検索行動履歴に基づく検索意図推定の改良を行った。もう一つは、ブートストラップ法によってイベントに関する感情知識を獲得し、感情認識の精度向上を達成した。

梶原 遼 (西野教授) 「深層漢字マッチング：手書き漢字とテンプレートの自動対応付け」

模範となるテンプレートに対し、手書きされた漢字をとめやはねなどの局所的な特徴を含め自動的に対応付ける手法を導出した。深層学習モデルによる局所の特徴の抽出および同定、さらに Thin plate spline 法による繰り返し位置合わせを行うことにより高い精度を実現した。

西井 裕 亮 (西野教授) 「眼球領域の観測によらないベイズ視線推定」

人の視線運動の際の頭部、胸部、眼球の協調運動を確率モデル化することにより、従来用いられてきた高精度眼球画像が期待できない解像度の監視カメラ映像から、対象者の視線方向を推定する手法を導出し、その有効性を確認した。

NUR SABRINA binti Zuraimi (西野教授) 「Spatio-Temporal Region Annotation from Bounding Boxes」 (バウンディングボックスのみを用いた時空間領域アノテーション)

動画像列内の物体領域のラベリングのために、両端のフレームのみについて与えられた対象領域を囲むバウンディングボックスから、すべてのフレームについて自動的に領域抽出をおこなうグラフニューラルネットワークに基づいた深層学習モデルを導出し、その有効性を確認した。

情報学研究科 通信情報システム専攻

鮫 島 溪 (原田教授) 「低消費電力無線 IoT システムを志向したデータリンク層メッシュネットワーク」

本研究では、低消費電力無線 IoT システムを実現するための MAC プロトコルである CSL (Coordinated Sampled Listening) 方式について、国際標準規格 IEEE 802.15.4/4e に準拠した実装が可能な詳細設計を実施し、通信特性の理論解析手法を確立し、実機評価結果との比較によりその有効性を実証した。また、データリンク層メッシュネットワークへの CSL 方式導入検討を実施し、高い End-to-end 通信成功率を達成しつつ、消費電力を大幅に削減した。

DU Fengning (原田教授) 「Adaptive Mobile Terminal Collaboration in High-Frequency Band for MIMO Reception」 (MIMO 受信に用いる高周波数帯適応移動端末連携に関する研究)

端末連携 MIMO 受信システムにおいて、連携端末間のトラフィックを削減する適応端末選択アルゴ

リズムとしてチャンネル行列から推定した SINR を空間ストリームごとに最大化する方式を提案した。屋外伝送実験によって取得した受信信号を用いて特性改善効果を確認した。

寺前 享 哉 (原田教授) 「帯域内全二重セルラシステムにおける高効率無線アクセス方式」

本研究では、第5世代移動通信システム以降に向けて新たに検討が進められている無線アクセスバックホール統合伝送 (IAB) を高効率化することを目的とし、IAB への帯域内全二重通信の適用した方式を提案した。計算機シミュレーションにより、従来の半二重通信を適用した IAB に比べて、提案法ではアクセスリンク通信の容量を拡大できることを示した。

林田 尚 之 (原田教授) 「広域系無線プロファイルを用いた機械学習による屋外位置推定法」

本研究では、無線通信システムの伝搬特性の一つである遅延プロファイルと、その遅延プロファイルの測定場所との関係を機械学習することにより、端末の位置を推定可能なシステムを提案した。実際に京都市街地において VHF 帯を用いた伝搬実験を実施し、その測定結果を用いて提案手法の評価を実施し、高精度で端末が属するエリア推定を実施可能であることを示した。

水谷 潔 志 (原田教授) 「高信頼 IoT システムに向けた異種無線通信融合方式に関する研究」

本研究では、様々なユースケースやアプリケーションの要求に応える IoT システムを構築するために、異種無線通信システムの共存検討、および融合利用する方式を提案した。前者については 920 MHz 帯の屋外環境を想定し、非同期系の Wi-SUN FAN と同期系の TSCH システムの共存可能性を示した。後者については、屋内データ収集システムを想定した、Wi-SUN FAN と Wi-Fi の融合利用方式を提案し、その有用性を示した。

横山 梨 一 (原田教授) 「周波数共用型 5G システムを実現する信号処理技術に関する研究」

周波数逼迫問題を解決するための周波数共用システムを 5G に適用した、周波数共用型 5G システムを実現するための信号処理技術として、電波利用エリア可視化を志向した基地局アンテナ指向性の高速測定技術、与干渉量の高精度測定手法としての 5G 信号検出電波センサ技術、および周波数帯域を最大限活用するための帯域制限型 5G システム技術を提案し、その有効性を示した。

大津 一 樹 (守倉教授) 「多目的バンディットアルゴリズムを用いた無線 LAN チャンネル選択」

運用開始前と運用開始後のそれぞれにおいて、通信品質の観測結果に基づく無線 LAN チャンネル割当手法を提案した。市販の AP を用いた実験により、提案手法が電波干渉とチャンネル変更の発生頻度に関してパレート最適なチャンネル割当をすべて識別できたことを確認した。

小園 涼 太 (守倉教授) 「Mapping Between Users on Camera Images and Mobile Stations in WLAN Based on Similarity of Movement」 (動きの類似性に基づくカメラ映像上のユーザと無線 LAN に接続された端末の対応づけ)

カメラ画像内のユーザと無線 LAN に接続された端末との対応づけ手法を提案した。画像内ユーザの関節の加速度と、端末で計測した加速度とでマッチングをとることでユーザと端末を対応付ける。実験によりユーザ-端末間の適切な対応づけが実現できることを示した。

榑 原 太 一 (守倉教授) 「無線 LAN の BSS 選択問題に向けた協調的バンディットアルゴリズムの検討」

ユーザ同士が学習結果を共有することで最適な戦略を少ない学習回数で獲得する協調的文脈付きバンディットアルゴリズムを提案した。無線 LAN 選択問題に対して提案アルゴリズムを適用し、少ない学習回数で無線 LAN 選択戦略を学習できことを示した。

DENG Wangdong (守倉教授) 「Game Theoretic and Thompson Sampling-Based Stochastic Channel Selection for Interference Mitigation」 (ゲーム理論とトンプソンサンプリングに基づいた干渉緩和のためのチャンネル選択)

ゲーム理論に基づき、大域的最適解に高速に到達するレプリカ交換モンテカルロ法を用いたチャンネル割当を提案した。また、トンプソンサンプリングに基づき、確率幾何を活用したチャンネル選択方式を提案し、ユーザ密度を推定しつつ干渉が最小であるチャンネルを効率的に識別できることを確認した。

中 島 功 太 (守倉教授) 「Prediction and Optimization Based on Deep Convolutional Neural Networks for Wireless LANs」 (畳み込みによる特徴抽出を用いた深層学習による無線 LAN 制御)

深層学習を用いて深度画像からミリ波通信の受信信号電力を推定する手法を提案し、実験により有効性を実証した。また、深層強化学習を用いた無線 LAN チャンネル割当手法を提案し、シミュレーションにより比較手法に対する優位性を確認した。

三 熊 智 哉 (守倉教授) 「Deep Neural Network Enabled Vision-Assisted Predictive Control for mmWave Networks」 (深層学習によるカメラ画像に基づいたミリ波通信の予測制御)

カメラ画像を用いたネットワーク制御において、シミュレーションデータを用いた事前学習手法を提案し、学習コスト削減できることを実験評価により示した。また、深層強化学習によるトラヒック制御手法を提案し、システムスループットが向上することを示した。

貴 次 登 己 (大木教授) 「Virtual Network Function Placement and Routing Model for Multicast Service Chaining Merging Multiple Service Paths」 (複数サービスのパスを統合するマルチキャストサービスチェーンにおける仮想化ネットワーク機能の配置と経路決定モデル)

マルチキャストサービスチェーンにおける仮想ネットワーク機能の配置および経路決定モデルを提案した。提案モデルでは同じデータを伝送する複数サービスのパスを統合することで、従来モデルと比較してサービス提供に必要なコストを削減することを示した。

佐 藤 圭一郎 (大木教授) 「Prioritized transmission control of real-time spatial information」 (リアルタイム実空間情報の送信のための優先制御)

実空間情報をリアルタイムに予測するためのデータ送信においては、通信帯域の制限がボトルネックとなる。そこで、事前学習により各々のデータの予測精度に寄与する重要度を推定し、その重要度に基づいて通信制御を行う方式を提案した。

澤 孝 晃 (大木教授) 「Modeling and Analysis of Resource Allocations in Networks」(ネットワークにおける資源割り当てのモデル化と解析)

ネットワークにおける資源割り当てについて、擬似 1+1 パスプロテクションを適用したエラスティック光ネットワークにおけるパスの切り替えと経路変更に基づくデフラグメンテーション方式、及び、分散サーバー割り当て問題に対して二つのアルゴリズムを提案した。

兵 頭 直 樹 (大木教授) 「Virtual network function placement models for service chain provisioning to promote computation resource sharing」(サービスチェーン展開に向けた計算資源の共有を促進する仮想ネットワーク機能配置モデル)

計算資源の共有を促進することでサービスチェーンの展開コストを抑制する仮想ネットワーク機能配置モデルを検討した。仮想ネットワーク機能の通過順序と経路制約を緩和した配置モデル、および各サービスの目標故障復旧時間に基づいた配置モデルを提案した。

平 野 佑 季 (大木教授) 「Network Design against Multiple Link Failures Considering Probabilistically Guaranteed Recovery」(確率的に保証された復旧を考慮した複数リンク故障に対するネットワーク設計)

バックアップリンク容量を多項式時間で計算できるバックアップネットワーク設計モデル、と、リンクの重みを用いてルーティングが決定されるようなネットワークの複数のリンク故障に対して輻輳を最小化するためのリンク重みの最適化モデルを提案した。

新 瑞 徳 (佐藤教授) 「トランジスタ劣化の周波数依存性を考慮した回路遅延変動の評価と予測」

電界効果トランジスタのゲート電極にバイアスが印加されて生じる BTI と呼ばれる劣化モードについて、入力信号 (ワークロード) および動作時のチップ内温度分布が与える影響を実測とシミュレーションの両面から検証した。固定的な劣化成分と回復可能な成分を分離して評価し、劣化が特に進行しやすいワークロード条件、および局所的な温度分布との相関を示した。

党 璋 (佐藤教授) 「組合せ最適化問題の高精度求解に向けた階層的イジングモデルソルバ」

大域的な解から出発し徐々に解を詳細化する階層的な枝刈りアルゴリズムを提案することにより、イジングモデルを用いて組合せ最適化問題 (巡回セールスマン問題、二次割り当て問題) を解く際の効率を大幅に改善し、解精度を向上した。提案手法により、巡回セールスマン問題では、42 都市の問題まで最適解が得られることを示した。

QIN Zhaoxing (佐藤教授) 「カレントミラーアレイを用いた耐経時劣化有機 PUF」

有機トランジスタを用いた製造に適する PUF (Physical Uncronable Function) 回路を提案した。カレントミラー回路を応用することで、有機トランジスタの劣化により生じる出力値の変動を自己補償する。PUF 回路の試作により、提案回路が経年劣化による応答の変化に対して高い耐性を実現できることを示した。

名 倉 健 太 (佐藤教授) 「協調機械学習の高精度化に向けた正規統合手法」

クライアントが個別に学習したニューラルネットワークを統合する協調機械学習では、クライアントの持つデータの偏りによる精度劣化が課題となっている。精度劣化の原因が主にモデル間の学習の打ち

消しによることを実験的に示し、正規化とモーメント項を導入して学習を促進する新たな統合手法を提案し、精度改善に有効であることを示した。

中 村 公 暉 (佐藤教授) 「カークマンスケジューリングに基づく巡回セールスマン問題の並列 2-opt 解法」

巡回セールスマン問題の近似解法である 2-opt 法を、GPGPU を用いて高速化するアルゴリズムを提案する。カークマンスケジューリングに基づき同時実行可能な 2-opt 交換を全列挙し、これらを並列に実行する。焼きなまし法と組み合わせることで、1 万都市以上の大規模な問題について、高品質の解を高速に得られることを示した。

今 井 悠 貴 (小野寺教授) 「集積ナノフォトニクスに基づく低遅延光並列乗算器」

集積ナノフォトニクスに基づく光並列乗算器は、CMOS 集積回路と比べて超低遅延動作を実現するが、消費電力がビット幅に対して指数関数的に増大する。並列乗算の符号化方式と部分積加算回路の最適化により、低遅延性を保ちつつ省電力化する設計手法を検討した。

松 尾 亮 祐 (小野寺教授) 「集積ナノフォトニクスに基づく光論理回路の素子数と消費電力の削減」

2 分決定グラフ (BDD) に基づく光論理回路は、CMOS 集積回路と比べて超低遅延動作を実現するが、素子数と消費電力が入力数に対して指数関数的に増大する。波長分割多重技術を用いた BDD の縮約や BDD の多段設計により、低遅延性を保ちつつ省素子・低電力化する技術を解明した。

松 田 崇 史 (小野寺教授) 「ビアスイッチ FPGA 書き込み回路の面積効率向上と誤書き込み防止に関する検討」

ビアスイッチ FPGA においては、所定のビアスイッチのみをオンもしくはオフに設定するための書き込み回路が必要である。高電圧の書き込み信号を生成する回路の省面積化と、所定のスイッチのみをプログラミングするための書き込み方法について検討した。

松 野 旺 示 (小野寺教授) 「再構成可能なスイッチにより電力変換効率を高めたスイッチトキャパシタ型 DC-DC コンバータ」

複数の電圧を出力することが可能なスイッチトキャパシタ型の DC-DC コンバータにおいて、スイッチング周波数の調節と、再構成によりトランジスタの幅を可変にできるスイッチを用いることにより、出力電圧毎に電力変換効率を最大化する方法を明かにした。

情報学研究科 システム科学専攻

辻 森 皓 太 (石井教授) 「動的環境における逆強化学習と行動決定のモデリング」

走査型の観測装置を用いて運動物体を撮影する場合、物体の運動により撮像結果がゆがむという問題がある。本研究では、観測のスパース化により物体の運動を制限してゆがみを低減し、そこから超解像によってゆがみのない高解像度の撮像結果を得る手法を提案した。

籾 内 敬 太 (石井教授) 「部分観測環境下における学習過程データを用いた逆強化学習」

逆強化学習は熟練者の行動から報酬を推定する手法である。これまでの学習アルゴリズムは、環境を全て観測できることを仮定していた。しかし、実問題では環境の一部しか観測できない場合がある。そ

ここで、本研究では部分観測のみから逆強化学習を行う手法を提案した。

張 天 依 (石井教授) 「Decoding of Bottom-Up based Visual Attention using Electroencephalography Signals」 (脳波を用いたボトムアップベースの視覚的注意の解析)

ボトムアップ注意と視覚的顕著度の関係を、自然画像を観測中のヒト脳波によって調査した。解析では、自然画像内の顕著性の高い領域のサイズとその数が、脳波からデコード可能であった。これはボトムアップ注意に関する情報処理が脳波に反映されていることを示唆する。

神 波 一 穂 (松田 (哲) 教授) 「CEST MR Fingerprinting に対する 信号の類似度を考慮した飽和パルスパターンの設計」

溶質と溶媒のプロトンの化学交換を利用して低濃度の溶質を高感度に観測可能な CEST MRI 法と短時間の撮像データから複数の組織パラメタを定量可能な MRF とを組み合わせた撮像法において、撮像パラメタの最適化手法を提案し、シミュレーションおよび撮像実験でその有効性を確認した。

小 林 晃太郎 (松田 (哲) 教授) 「モデルベース位置合わせによる気胸変形の不均一性に関する解析」

肺の気胸変形を対象としたメッシュベース位置合わせ方法を提案し、肺実質と気管支の変位の関係性を解析した。虚脱前後の肺表面及び気管支分岐点の高精度な位置合わせを達成し、算出したひずみの空間分布に基づいて肺が気管支よりも変形しやすいことを明らかにした。

山 下 達 也 (松田 (哲) 教授) 「指先の把持力と速度に着目したつまみ及びつかみ操作の識別」

本研究では、複数指操作であるつまみ操作とつかみ操作を対象とし、これら操作を識別可能な指先に関する特徴量を探索した。複数物体に対する母指、示指、中指の接触力と速度を計測する被験者実験を実施し、2操作の識別に有効な時系列かつ多チャンネルの特徴量を明らかにした。

エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻

木 村 覚 (下田教授) 「生理・行動指標に基づくリアルタイム知的集中度推定手法の検討」

本研究では生理・行動指標に基づき執務者の知的集中度をリアルタイムに推定する手法を検討した。生理指標として 40Hz 付近の音刺激に誘発される脳波の聴性定常状態応答を、行動指標として頭部運動や瞬目等の顔動作を用いて、機械学習により集中度を推定した。

久留島 隆 史 (下田教授) 「デジタルサイネージでの多言語同時表示レイアウトの視認性と可読性の評価」

本研究は、デジタルサイネージの多言語化の手法として、一画面に複数の言語を表示する「多言語同時表示」に着目した。複数の多言語同時表示コンテンツの視認性と可読性を評価する実験を行い、どのようなレイアウトが見やすいかを検討した。

竹 川 和佳子 (下田教授) 「作業環境のにおいが知的集中に与える影響に関する実験研究」

本研究では、集中を向上させるための環境提案として、においの制御に着目し、集中状態に与える影響についての評価実験を実施した。実験の結果、作業環境における悪臭の緩和および断続的な香り刺激の提示により集中が向上することが示された。

田村 太一 (下田教授) 「実世界指向プログラミングを用いた AR 訓練環境構築システムの開発」

プログラミングの高度なスキルを持っていない人でも、容易に、かつ現場で使用できる AR 訓練環境構築用のプログラミング言語を含む、AR 訓練環境構築システムを開発した。これにより、従来の構築方法と比べて、AR 訓練環境を容易かつ短時間で構築可能になった。

東山 豊大 (下田教授) 「VR 空間での視線計測によるプラント保守作業の習熟度推定システムの開発」

プラント保守の現場では、作業者の作業に対する習熟度を客観的に評価する必要がある。そこで、客観的な習熟度の指標として作業者の視線に注目し、容易かつ高精度に視線計測できる VR 空間での作業を対象に、視線の動きから習熟度を推定するシステムを開発した。

三木 直也 (下田教授) 「隠消現実感のための隠背景撮影カメラ最適配置探索手法の開発」

本研究では、原子力プラント内の見通しの悪さの改善を目的として隠消現実感を利用する際に、使用するカメラの設置位置の判断が困難であるという問題を解決するため、原子力プラント内で利用することを想定したカメラの配置探索手法を開発した。

エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻**井口 智博 (中村 (祐) 教授) 「核融合原型炉に向けての三次元 MHD 平衡解析」**

トカマク型核融合原型炉では、トロイダル磁場コイルの離散性および第一壁のフェライト鋼の磁化などにより、閉じ込め磁場が僅かに非軸対称になる。この非軸対称性が、核融合反応で生成されるアルファ粒子の損失およびプラズマ表面の磁場構造に影響を与えることを示した。

海士 湧平 (中村 (祐) 教授) 「運動論的 MHD 不安定性による磁場揺動」

核融合プラズマにおいて、MHD 不安定性により生じる磁場揺動は、閉じ込め磁場が形成する磁気面を破壊する。高温プラズマにおいて磁気面が壊れる過程を調べ、微視的な不安定性より巨視的な不安定性の方が大域的に磁場構造をカオス的にすることを明らかにした。

駒井 克哉 (中村 (祐) 教授) 「トカマクの真空容器を流れる渦電流解析コードの三次元化」

トカマク型実験装置では、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てしまう現象が観測される。この時にプラズマを囲む真空容器に流れる渦電流が、現実の装置において非軸対称性を持つことに対応するために、面電流近似を用いた渦電流解析コードを開発した。

新納 希彬 (中村 (祐) 教授) 「トカマクにおける微視的不安定性のプラズマ断面形状依存性」

核融合プラズマの閉じ込め悪化の主要原因である乱流輸送は微視的不安定性により駆動される。この不安定性のプラズマ断面形状依存性を調べ、プラズマ断面を D 型にすることは、磁場構造変化による微視的不安定性促進効果を大きくすることを明らかにした。

萬家 幹人 (中村 (祐) 教授) 「ヘリオトロン J におけるポロイダルフロー計測に基づく径方向電場の解析」

ヘリオトロン J では、衝突性粒子輸送に伴い径方向電場が形成され、この径電場はプラズマ閉じ込め改善を導くことが期待される。実験のポロイダルフロー計測および新古典輸送理論に基づく評価を行い、

径電場が強い場合、プラズマ閉じ込めが改善されることを示した。

エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻

井上 靖也 (土井教授) 「低コスト YBa₂Cu₃O₇ 超伝導線材のための新規導電性中間層の開発および有限要素法による電流分布の検討」

{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とし、クエンチ発生時の導電性バッファ層の抵抗率と電流回避必要距離との関係を有限要素法により検討し、条件を満たす新規導電性バッファ層の開発を行った。

柏木 勇人 (土井教授) 「(Y_{1-x}Dy_x) Ba₂Cu₃O₇ 配向厚膜の高配向化に向けた印加磁場条件および厚膜成形条件の検討」

磁化率の異方性を持つ粉末に空間変調磁場を印加することで3次元的に結晶方位を揃えた粉末集合体が形成可能である。本研究では、様々な磁場印加パラメータに対して、粉末が時間的にどのように回転して3軸配向状態が形成されるのかを、その場 X 線回折測定法を用いて測定し、結果の定式化を行った。

北村 直也 (土井教授) 「薄膜型 MgB₂ 超伝導線材特性向上に向けた保護層及び金属基材テープと MgB₂ 層間反応防止層の検討」

薄膜型 MgB₂ 超伝導線材の実用化に向けて、Cu/Nb/MgB₂/B/SUS304 テープの4層の線材構造が研究されてきたが、SUS304 から Ni、Cr が僅かに MgB₂ 層に拡散して特性低下を引き起こすことを突き止めた。そこで、本研究では SUS304 と MgB₂ の間に挿入する拡散バリア層の開発を行い、Ti が効果的であることを発見した。

寺尾 奈浦 (土井教授) 「珪素鋼板上に中間層を介して YBa₂Cu₃O₇ を形成した超伝導線材における剥離現象の解明」

電磁鋼板を基材とする YBCO 超伝導線材の作製のための中間層物質として、Y₂O₃/YSZ、SrTiO₃/YSZ などの2層バッファ構造が検討されているが、YSZ/珪素鋼板界面での剥離が問題となっていた。本研究では剥離発生メカニズムを明らかにした。

濱田 剛 (土井教授) 「{100}<001> 集合組織 Cu テープ上に Sr_{1-x}La_xTiO₃ を導電性中間層として配置した YBa₂Cu₃O₇ 超伝導線材の研究」

{100}<001> 集合組織 Cu テープ上に導電性中間層を介して YBa₂Cu₃O₇ 超伝導層を形成する新構造超伝導線材において、導電性中間に用いる酸化物の検討とその成膜条件の検討を行い、Sr_{1-x}La_xTiO₃ が好ましいことを明らかにした。

石見 佳紀 (白井教授) 「液体水素冷却超電導発電機の回転子を対象とした液体水素給排気システムと MgB₂ 超電導レーストラックコイルの励磁特性」

液体水素冷却による超電導機器の開発を想定して、超電導発電機の回転子を対象とした液体水素給排気試験、及び発電機界磁コイルを想定した液体水素浸漬冷却における MgB₂ 超電導レーストラックコイルの励磁試験を行った。高速回転している回転子に液体水素を供給・排気する実証実験を行い、安定な液面形成を確認した。

北 田 悟 史 (白井教授) 「電源駆動下での MRI マグネットの高安定磁場のための制御方式」

REBCO 高温超伝導 MRI で問題となる遮蔽電流による磁場変動を補償するために電源駆動で運用するにあたって、スイッチング制御方式を採用した電源とドロップ制御方式を採用した電源、二つの制御方式を組み合わせた電源を導入し、最適な電源制御方式の検討、静磁場の変動がイメージングに与える影響を調べた。

坂 本 大 輝 (白井教授) 「REBCO パンケーキコイルを用いた変圧器磁気遮へい型超伝導限流器の限流特性」

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超伝導限流器を設計、製作し、基礎特性実験を行った。実験結果より、事故電流が小さい場合はリアクタンス成分で限流し、事故電流増加に伴い、抵抗成分も加わりさらに限流し、設計通りの限流効果を確認した。

柳 井 創 太 (白井教授) 「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復帰特性」

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、複数のコイルをスタッキングした場合の、限流器内の液体窒素の流路の変化が復帰特性に及ぼす影響を調べた。大気圧下においては、流路の復帰特性に与える影響が大きく、サブクール条件ではその影響が小さくなることが分かった。

山 崎 隆 平 (白井教授) 「システム同定による配電システムの動的負荷モデリングの妥当性の検証及び無効電力補償装置による配電システムの電圧不平衡補償の検討」

システム同定による配電システムの動的負荷モデリングの妥当性の検証および無効電力補償装置による配電システムの電圧不平衡補償の検討を行った。導出した動的負荷モデルを定態安定度解析手法に統合することによる定態安定度の定量的な評価についても妥当であることを確認した。

エネルギー理工学研究所**久 米 秀 和 (長崎教授) 「ヘリオトロン J における高密度プラズマ計測用 320GHz 多視線干渉計の開発」**

ヘリオトロン J 装置において粒子輸送研究を進めることを目的として 320GHz サブミリ波を用いた多視線干渉計システムの開発を行い、設計した光学システムによって高密度プラズマの電子密度分布・揺動計測のための多視線干渉計が構築可能であることを示した。

富 田 剛 史 (長崎教授) 「ヘリオトロン J における Q-band スーパーヘテロダイナ型反射計を用いた揺動計測」

ヘリオトロン J 装置において電子密度・流速の計測を目的とした Q-band マイクロ波反射計を開発し、電子サイクロトロン共鳴加熱されたプラズマにおいて初期計測を行い、I/Q 信号から求まる位相を補正する複数の手法を適用することで電子密度と揺動の評価を可能とした。

岩 田 晃 拓 (門准教授) 「近赤外分光を用いたヘリオトロン J における高エネルギー電子によるホットスポット計測」

InGaAs リニア検出器を搭載した近赤外分光器 (900 - 2100 nm) を使い、真空容器内壁の灼熱点 (ホッ

トスポット)の温度評価に成功した。ホットスポットは電子サイクロトロン共鳴加熱による高速電子が低電子密度時にプラズマ内でエネルギーを緩和されず、壁に衝突して生成されていることを解明した。

清水 佑馬 (門准教授) 「ヘリオトロン J」における固体水素ペレット溶発雲に由来するスペクトル形状に関する研究」

プラズマ中に入射した固体ペレット周辺の低温高密度のプラズマ(溶発雲)の分光診断により、溶発雲の電子密度を決定する検量線を求めた。空間チャンネル数を限定し CCD 検出器の電荷垂直シフト機能を利用することでシステムを高速化し、溶発過程の時間分解計測に成功した。

長 慎一郎 (南准教授) 「乱流揺動計測を目指したヘリオトロン J ビーム放射分光装置の開発」

乱流揺動計測を行うためにビーム放射分光装置の光学系から発生するノイズの評価と位相差の測定精度に与える影響を確かめた。また光ファイバーの配置を変更することで検出光強度の向上を行った結果、検出光強度は約 4 倍向上し 0.3% 程度の密度揺動の計測まで行えるようになった。

西出 拓矢 (南准教授) 「ヘリオトロン J」における計測精度向上のための Nd:YAG レーザーマルチパストムソン散乱計測装置の開発」

マルチパストムソン散乱計測装置を開発し性能評価を行い散乱光検出量は約 4 倍向上するが前方散乱光は電子温度測定の影響性が低下することを明らかにした。さらにポッケルセルを用いて偏光制御システムを構築しレーザーの往復回数を増加させラマン・トムソン散乱光の検出に成功した。

山下 裕登 (南准教授) 「ヘリオトロン J」における NBI プラズマのイオン温度分布解析」

NBI プラズマのイオン電子温度は密度によらず、磁場強度が強くなるに従って高くなることを明らかにした。これは NBI 加熱吸収パワーの増加が主たる原因であることを確かめた。また閉じ込めは磁場強度に依存しないが $\langle \beta \rangle$ の上昇に伴って改善することを明らかにした。

田中 絢也 (松田 (一) 教授) 「機械学習による二次元半導体バレー光物性予測手法の開拓」

二次元半導体では、バレーとスピンの自由度が結合した新たな物理自由度を有する。本研究では、大量のスペクトルデータをもとに二次元半導体で生じるバレースピン分極について、ランダムフォレストのアルゴリズムを用いた機械学習のアプローチで予測する手法を開発した。

矢野 翔太郎 (松田 (一) 教授) 「原子層物質と球状微小共振器構造による光共鳴とレーザー応用」

本研究では、わずか原子数層からなる二次元半導体である単層遷移金属ダイカルコゲナイドと微小球からなる共振器構造を組み合わせ、ウィスパリングギャラリーモードによる光共鳴などの光学特性の評価を行うとともに、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

坂本 悠記 (山本教授) 「Study of daily and seasonal variation of the equatorial ionization anomaly in Asia based on satellite-ground beacon experiment」(衛星ビーコン観測に基づくアジア域の電離圏赤道異常の日変化・季節変化の研究)

北緯 18.2 度から南緯 0.2 度の 5 点の衛星 = 地上ビーコン観測網から東南アジア域低緯度電離圏の全電

子数 (TEC) 緯度構造を研究した。バイアス値の自動推定手法を開発し 2012 ~ 2015 年の大量データ解析を実現した。電離圏赤道異常の日周変化を詳細化する一方、その季節変動が背景大気の南北風速の影響を強く受ける事実を明らかにした。

氏原伸裕 (山本教授) 「COSMIC-2 衛星・TBEx 衛星からの 2 周波ビーコン波による低緯度電離圏観測手法の開発」

2019 年 6 月に打上げられた COSMIC-2 衛星・TBEx 衛星からの 2 周波ビーコン波を用いた低緯度電離圏全電子数 (TEC) の観測手法を開発した。受信信号解析ソフトウェアの開発、新型受信機の開発・設置、TEC 推定手法の検討をし、COSMIC-2 衛星を用いた TEC 観測を行った。

六車光貴 (橋口教授) 「パラメトリックスピーカーを用いた低騒音型 Radio Acoustic Sounding System (RASS) の開発」

RASS は大気レーダーと音波を併用して気温の高度プロファイルを高時間分解能で連続観測する技術である。騒音問題を解決するため、鋭い指向性を持つパラメトリックスピーカーを用いた全天候で使用可能な低騒音型音源を開発し、RASS 観測システムを構築した。

菊川素如 (小嶋教授) 「波動粒子相互作用解析装置における粒子検出用高速応答回路の集積化に関する研究」

宇宙空間プラズマにおけるプラズマ波動と粒子との間でのエネルギー授受を定量的に観測できる「波動粒子相互作用解析装置」の超小型化を目的として、粒子センサーからの信号をピックアップする回路の集積化を特定用途集積回路 (ASIC) の設計開発により行った。

新城藍里 (小嶋教授) 「地球内部磁気圏で観測される電子サイクロトロン高調波の研究」

電子サイクロトロン高調波を科学衛星 Arase のデータにより解析を行った。特に、Arase 衛星がもつ Interferometry mode を用いて、電子サイクロトロン高調波の位相速度を導出することに成功し、更に、それを用いて電子センサーでは検出できない低エネルギー粒子の温度を推定した。

三木淳平 (小嶋教授) 「Arase 衛星搭載波動粒子相互作用解析装置におけるデータ処理手法に関する研究」

Arase 衛星搭載波動粒子相互作用解析装置 (S-WPIA) の観測データを評価する手法とキャリブレーションについて解析を行った。磁界データのキャリブレーションが正確であることを示した上で、S-WPIA データについて波動・粒子センサーの観測特性を考慮した正確な処理手法を考案した。

関根友博 (大村教授) 「Relativistic Acceleration of Protons by EMIC Waves in Jovian Magnetosphere」 (木星磁気圏での EMIC 波によるプロトンの相対論的加速)

木星磁気圏における電磁イオンサイクロトロン (EMIC) 波と共鳴する高エネルギープロトンの軌道計算のテスト粒子シミュレーションを行い、相対論なエネルギーを持つプロトンが非常に効率良く加速される非線形過程を定量的に検証しその理論解析を行った。

高橋 溪太 (大村教授) 「A Method for Estimation of Cold Plasma Density from Whistler Mode Waves Observed by Magnetospheric Multiscale」(MMS 衛星で観測されたホイッスラーモード波によるコールドプラズマ密度推定方法)

4機編隊のMMS (Magnetospheric Multiscale Mission) 衛星で観測されたホイッスラーモード波の波形データを使ってその位相差から波数ベクトルを推定し、プラズマの分散関係に基づいて背景プラズマ密度を推定するデータ解析手法を開発した。

佐々木 太一 (篠原教授) 「マルチパス環境下でのマイクロ波送電システムに関する研究」

本研究ではマルチパスレトロディレクティブにより、マイクロ波送電の実用化における課題であった効率と安全性の改善に関する研究を行った。複数目標の場合、障害物がある場合等様々なマルチパスレトロディレクティブの検証を行い、有効性を示した。

佐藤 勇海 (篠原教授) 「管内検査ロボットへの高効率マイクロ波送電手法に関する研究」

本研究では配管内を自走する検査ロボットへのマイクロ波送電システムについて検討を行った。特に、これまでの配管内のマイクロ波伝搬に関する研究に基づいて、主に送受電アンテナの設計と実験、評価を行い、送受電効率を最大化する送受電アンテナの提言を行った。

中本 悠太 (篠原教授) 「成層圏プラットフォーム用マイクロ波無線電力伝送システムの最適化に関する研究」

本研究では成層圏プラットフォームに向けた最適で高効率なマイクロ波無線電力伝送システムの検討を行った。具体的には、細長い形状の無人飛行機と受電アンテナを想定し、周波数、送電アンテナ形状、飛行経路、整流効率などを考慮して、飛行経路全体で受電する総受電電力が最大となる最適なシステムを提案した。

学術情報メディアセンター

青山 望 (小山田教授) 「表現型特徴ネットワーク解析における Group-In-a-Box レイアウトの有効性評価」

生命科学で多用される表現型特徴ネットワークをはじめとするグループ構造を有するネットワークの解析に有効なレイアウトについて、これまで十分な評価が行われていなかった。この問題を解決するために、生命科学者の協力を得て、4種類のレイアウトをユーザー実験により評価することで、タスクパフォーマンスに影響する視覚特徴を特定する事ができた。

LEI Puwen (小山田教授) 「Explainable Water Level Prediction: Employment of Dynamic Attention Mechanism in LSTM Model」(説明可能な河川水位予測:LSTMモデルにおける動的注意機構の利用)

長期短期記憶 (LSTM) に基づく深層学習による降雨データからの河川水位予測の精度は向上しているが、そのメカニズムの説明が不十分であった。この問題を解決するために注意機構を導入し水位予測の根拠を可視化するシステムを開発した。河川水予測の専門家に実際に使ってもらうことにより、本システムの有用性を検証した。

WANG Ting (小山田教授) 「Visual analysis of multi-dimensional time series data using a state transition graph with a time order tracking mechanism」 (時間順序保持機構をもつ状態遷移図を使う多次元時系列データの視覚的分析)

経験的動的モデリング法を利用し、多次元時系列データから状態を特定し、その遷移を有効に可視化するための技術が期待されていた。これに対して、複数のコードダイアグラムを使って、状態の外部遷移と内部遷移を同時に表現する可視化手法を開発し、これを生態系ビッグデータに適用し、その有用性を検証した。

岡田拓洋 (中村(裕)教授) 「筋活動による仮想力覚呈示の制御と操作感の変容の分析」

操作者に対して様々な質感や操作感を与えるメカニズムを実現することを目的とし、筋活動計測を用いた基礎的な調査を行った。そのために仮想力覚呈示デバイスを用い、呈示反力を制御しながら操作者の筋電位を計測し、引き起こされる筋活動や操作者が感じる質感・操作感などの関係を分析した。