

令和6年度修士論文テーマ紹介

工学研究科 電気工学専攻

樋 渡 建 人 (薄准教授) 「双方向性を考慮した電力パケット伝送制御に関する研究」

自立移動型システムについて、電力パケットを用いた電力管理方法について検討した。モータの需要を満たすような電力パケット伝送制御において、回生・力行のような双方向の電力の流れを考慮する方法を提案し、実験で検証した。

金 本 公 平 (薄准教授) 「アクティブゲート駆動による SiC MOSFET のスイッチング特性に関する研究」

本論文では、SiC MOSFET のスイッチング特性の改善のために、AGD の最適な動作を得るための検討を行った。動作を決定するパラメータの変化とスイッチング特性の変化の関係の構造を利用することは、最適な動作の決定に有用である可能性を示した。

鎌 田 優 (薄准教授) 「磁界共振結合方式無線給電における送電コイル配置と伝送効率に関する検討」

本論文は、磁界共振結合方式無線給電において、送電コイル数ごとの伝送効率について検討した。コイル数増加により、受電コイル位置の変動による効率低下の抑制を行えることを明らかにした。また Q 値増大手法の適用によって、より簡単な回路実装の可能性を示した。

矢 野 正 大 (薄准教授) 「動的モード分解による配電同期計測データの解析」

本論文では、動的モード分解による配電電圧の同期計測データの解析を非自励力学系の観点から行った。2種類のデータ解析を行い、24時間分のデータについては振動モードの特性の観点から特徴抽出を検討し、瞬時電圧低下時のデータについては時系列予測を検討した。

小 倉 大 輝 (萩原教授) 「変動する分布を持つ離散時間確率系に対する H_2 性能解析および制御器設計」

動特性が確率的に定まる離散時間線形系の中でも、確率分布が時間変動するような系の H_2 性能について論じた。とくに、隠れマルコフモデルや、確率的ポリトープと時変パラメータにより特徴づけられる系に対して H_2 性能解析および制御器設計を行うための条件式を導出した。

北 廣 智 也 (萩原教授) 「係数行列がポリトープ型マルチンゲールで与えられる確率系に対する H_2 制御および H_∞ 制御」

確率的な動特性をもつ離散時間線形確率系に対する H_2 制御や H_∞ 制御について論じた。とくに確率過程がマルチンゲールである確率系に対して H_2 、 H_∞ 性能解析および制御器設計のための条件式を導いた。提案した設計法の有効性については数値例検証により確認した。

杉 山 晟 生 (萩原教授) 「サンプル値系の L_2/L_1 ハンケルノルム解析および最適制御器設計」

サンプル値系の L_2/L_1 ハンケルノルムの計算法およびその critical な境目について議論をし、 L_2/L_1 ハンケルノルムは必ず critical な境目をもつことを示した。また、サンプル値系を安定にしつつ、その

L_2/L_1 ハンケルノルムを最小化するような制御器の設計方法を導出した。

森 貴 拓 (萩原教授) 「離散時間系の補正型状態予測制御におけるロバスト安定解析と最適化設計」

離散時間系の補正型状態予測制御において、ロバスト安定性が向上するような補正項のゲインを設計するための系統的な手法を導入し、その有効性を示した。また、動的に拡張された補正項を用いることで、ロバスト安定性を改善しうることを示した。

岩 田 慈 樹 (阪本教授) 「非接触レーダ心拍計測における生体信号の高調波を用いた高精度化技術」

本研究では、心拍の高調波成分に着目したレーダ心拍計測法を提案した。提案法は、時間微分と経験的モード分解を併用し、心拍の高調波成分を強調することで心拍間隔を高精度に推定することを可能にする。提案法の精度をチンパンジーおよび人体を対象としたレーダ実験により定量的に評価し、その有効性を示した。

田 中 佑 弥 (阪本教授) 「レーダ非接触血圧計測における脈波波形の準周期性を用いた高精度化技術」

本研究では、レーダによる非接触血圧計測の高精度化を目的とし、計測された体表面の変位波形から、体動や呼吸の影響が小さいデータを自動的に抽出する手法を開発した。ミリ波アレーレーダを用いた複数人を対象とした血圧計測実験を通じ、開発手法が従来法よりも高い精度で血圧を計測できることを示した。

汪 子 越 (阪本教授) “Noncontact Radar-Based Detection of Arousal and Sleep Apnea Using Displacement Waveform Features”

「変位波形特徴量を用いた覚醒および睡眠時無呼吸の非接触レーダ検出技術」

本研究では、レーダによる睡眠時無呼吸の非接触検出を高精度化するため、対象者の体動を自動検出する手法を開発した。さらに、この体動検出法を応用し、被験者の睡眠時間の推定精度を改善した。これらの手法により、睡眠時無呼吸症候群の診断基準である無呼吸低呼吸指数の推定精度が改善することを実験により示した。

遠 藤 祐 弥 (土居教授) 「結合共振回路アレイにおける局在モードを用いた非接触給電に関する実験的研究」

結合共振回路アレイには、外部コイルによって電流分布が空間的に局在した共振モード、すなわち局在モードが発生する。本研究では局在モードの発生や外部コイルへの追従性、電力伝達特性などを実験的に検討した。

川 衛 俊 音 (土居教授) 「縮約モデルおよび分岐解析に基づく大域結合細胞集団の分化比率調節に関する研究」

空間的位置情報に依らず細胞分化比率が調節される現象に注目し、共通のバッファを介して大域的に結合した細胞集団モデルの対称性を考慮した2種類の次元縮約モデルを提案することで、高次元細胞集団モデルの分岐構造や分化比率調節メカニズムの詳細を明らかにした。

鈴 口 純 也 (土居教授) 「動的計画法に基づく巡回トーナメント問題の厳密解法」

スポーツスケジューリング問題の一種である巡回トーナメント問題は、各チームの総移動距離が最小となるよう対戦スケジュールを決定する問題である。本問題に対して動的計画法に基づく厳密解法を構

成し、数値実験により分枝価格法に基づく従来解法との比較を行った。

余 若 然 (土居教授) 「仕事の拒否と処理時間の切り替わりを考慮した1機械生産スケジューリング問題に対する厳密解法」

1台の機械を用いて与えられた仕事を処理する際のスケジュールを作成する1機械生産スケジューリング問題において、仕事の処理に必要な時間がある時刻の前後で変化する状況、またペナルティを支払うことで仕事の処理を拒否できる状況を考慮した問題を対象とし、動的計画法に基づく厳密解法を構成した。

渡 辺 駿 (土居教授) 「多方向からの積み替え・取り出しを考慮したブロック積み替え問題に対する厳密解法」

平面的に積まれたブロックを決められた順序で取り出すものとして、2方向・3方向・4方向からブロックにアクセスできる各状況を想定し、取り出しに必要な手間(積み替え)を最小化する問題を対象とした。本問題を整数計画問題として定式化し、分枝限定法に基づく厳密解法を構成した。

渡 邊 勇 熙 (土居教授) 「並列スタック積み込み問題に対する分枝価格法の適用」

取り出し時の手間が最小になるよう、アイテムを到着順にスタックに詰め込むことを目的とする並列スタック積み込み問題を対象とした。取り出しの手間の指標として2種類の指標を考慮し、分枝価格法に基づく厳密解法を提案するとともに、数値実験により従来解法との比較を行った。

池 田 早 織 (伊藤講師) 「シールドレス生体磁気計測に向けた光量子磁気センサの検討」

磁気シールド不要な生体磁気計測の新たな磁気センサとして期待されるスカラ型光ポンピング磁気センサと、ダイヤモンド中NVCセンサについて理論的・実験的に検証し、生体磁気計測に適する条件を探索した。同センサのシールドレス生体磁気計測への応用可能性を示した。

日 高 颯 哉 (伊藤講師) 「準安定励起ヘリウム原子を用いた光ポンピング磁気センサの基礎的検討」

ヘリウム放電により生成した準安定励起ヘリウム原子を用いた磁気センシング手法の検討を行った。効率的な準安定励起ヘリウム原子の生成条件を理論的に検討し、実験的検証からこのセンサの検出感度を推定した。これらにより、十分な検出感度を得るためのプラズマパラメータの指針を示した。

平 野 貴 之 (雨宮教授) 「銅複合多芯薄膜高温超伝導線材で構成されたスパイラル導体の曲げによる通電特性の変化」

銅複合多芯薄膜高温超伝導線材で構成されたスパイラル導体を対象とし、曲げによる通電特性の変化を実験的に評価した。曲げ半径25 mmまでは曲げによる通電特性の変化は発生しないことを確認し、実用的なコイル形状の一例として、鞍形コイルを巻線し、通電した。

祖父江 卓 哉 (雨宮教授) 「結合時定数及び臨界電流の測定に基づくMgB₂多芯超伝導線の交流損失特性評価」

単線のMgB₂短尺線材について、その交流損失特性を実験的に解明することを目的とし、結合損失とヒステリシス損失という損失成分を異なる手法でそれぞれ実験的に評価し、様々な温度・磁界条件における磁化損失を求めることで、MgB₂超伝導線の实用可能性について検討した。

江崎友哉（雨宮教授）「銅複合多芯薄膜高温超伝導線材で構成された多層スパイラル導体の層間偏流を考慮した交流損失解析」

銅複合多芯薄膜高温超伝導線材で構成された多層スパイラル導体に交流磁界下で交流電流を通電した際の交流損失について、層間偏流を考慮した電磁界解析を行い、その交流損失を評価した。層間偏流が存在する条件でも、交流損失が増大することはないことを示した。

岩田祐磨（イスラム マーフズル講師）「自己キャリブレーション機能を有する再構成可能なコンパレータを用いたフラッシュ型 ADC」

高速動作可能なフラッシュ型 ADC の低消費電力化にコンパレータの微細化は必須である。本論文では、特性ばらつきを再構成可能な構造とキャリブレーション機構により自己補正を行う手法を提案した。65nm プロセスにて 6-bit の ADC を設計し、数 mW で 1GHz 動作が可能であることを確認した。

江原柊也（久門准教授）「電磁結合を考慮した回路の時間領域解析のための遅延を含むインダクタンスの最適化」

遅延電磁結合を含む回路の時間領域モデルは中立型遅延微分方程式により表現されるため、安定なモデルを得ることが難しい。本論文では、ナチュラル周波数に基づくインダクタンスの最適化により、大規模な回路においても安定なモデルが得られることを示した。

太田慎一（イスラム マーフズル講師）「微細 MOSFET の統計的性質を利用する高精度温度センシング手法」

多種多様な IoT デバイスにおいて高温範囲で動作する高精度な温度センサが求められている。本論文では、微細 MOSFET に発生する特性ばらつきの統計的性質を活用し、高温範囲で動作する温度センサ回路の設計手法を提案した。65nm プロセスにて -40℃ から 140℃ までの温度推定が可能であることを確認した。

早瀬健浩（久門准教授）「集中定数素子を用いた単導体線路の終端整合の設計と実験」

明示的な帰路線をもたない単導体線路に対して、集中定数素子（抵抗素子）を用いて終端整合を実現できることを理論的に示した。また、実際にプリント基板上に単導体線路を構成し、抵抗素子を用いて終端整合ができることを実験により確認した。

山本謙太（久門准教授）「双方向コンバータによる P2P エネルギー伝送の大域的安定化」

双方向コンバータを非線形 2 ポート回路としてモデル化し、平衡点を選択する適切なフィードバックを与えることで、そのダイナミクスの大域的安定化が可能であることを示した。また、実際に P2P エネルギー伝送において実装することにより、提案手法の有効性について確認した。

RODRIGUEZ GUTIERREZ RAUL ROBERTO（イスラム マーフズル講師）「Run-time Junction Temperature Estimation of Power Devices Utilizing Zero-current Switching Characteristics」 (ゼロ電流スイッチング特性を活用した動作中におけるパワーデバイス接合温度の推定手法)

電力変換機器の故障は大きな問題であり、機器の定期的な診断は必須である。本研究では、故障の要因である温度変化を低コストで推定するために、インバータ回路におけるゼロ電流スイッチング時の

ゲート電圧の温度依存性を利用した温度推定手法を提案し、実測より提案手法を確認した。

竹之内 光 (松尾教授) 「機械強度を考慮したモータのトポロジー・パラメータ最適化とその深層学習による高速化」

同期電動機の形状最適化手法の一つであるトポロジー・パラメータ最適化において、応力解析を含む最適化方法を開発し、提案手法により得られた最適化形状について考察した。また、形状から性能を予測する深層学習分類器を作成し、トポロジー・パラメータ最適化に要する計算時間の削減効果について検証した。

倭 大 丘 (松尾教授) 「Maxwell 方程式の Darwin 近似から導かれる有限要素モデルの縮約に関する研究」

Darwin 近似を施した Maxwell 方程式に対する有限要素モデルに関して、方程式の自由度を削減するモデル縮約法を開発し、周波数および時間領域における数値解析においてその有効性を検証した。特性の異なる複数のモデルについて、開発したモデル縮約法の有効性を示した。

尾 関 俊 大 (松尾教授) 「マルチポート Cauer 回路の次元縮約と非線形モータ解析への応用に関する研究」

電磁界の縮約表現として用いられるマルチポート Cauer 回路において、ポートの縮約に関する理論的な検討を行った。誘導モータに対して、固定子-回転子間の空隙高調波成分をアーノルディ法を用いて縮約表現することで効率的な非線形縮約モデルを構成した。

吉 田 健 人 (松尾教授) 「Darwin モデルの有限要素解析における反復求解の誤差修正法による効率化に関する研究」

電磁界の Darwin モデルの有限要素解析のための反復求解法について検討・開発を行い、数値例によって提案手法の有効性を示した。補助変数の導入により反復求解の収束性を改善する方法に着目し、同等の効果を持ちながら計算コストの面でより優れた手法を開発した。

渡 邊 穰 (松尾教授) 「ベクトル単板磁気試験器を用いた電磁鋼板の応力依存交流磁気特性の測定に関する研究」

圧電フィルムによる応力印加機構を持つベクトル単板磁気試験器による電磁鋼板ベクトル磁気特性計測において磁歪計測による検証を行い、無方向電磁鋼板の各方向の応力依存交流磁気特性の計測を行った。計測結果に基づき、渦電流損の応力依存性について検討した。

坂 口 真 悟 (中村 (武) 特定教授) 「自己組織化設計法を利用した鉄道車両用永久磁石モータの構造最適化に関する研究」

鉄道車両用 60 kW 級表面永久磁石同期モータの設計を行った。まず、自己組織化法によって三相固定子巻線の設計を行った。次に、同固定子と組み合わせる永久磁石回転子の設計を実施し、72 kW の過負荷耐量や 97.6% の定常効率を実現した。

箕 西 稜 太 (中村 (武) 特定教授) 「三相誘導電動機の固定子および回転子に自己組織化を利用した設計法に関する基礎検討」

かご形回転子を有する三相誘導電動機を対象とし、ロータバーの断面積、本数と機械出力特性の関係

を2次元電磁界解析に基づいて明らかにした。その結果を用いて、自己組織化設計によって数kW級モータの電磁設計を実施した。

工学研究科 電子工学専攻

西村 太一 (米澤教授) 「酸化物超伝導・強磁性二層膜におけるテラヘルツ時間領域分光を用いた超伝導ゆらぎの評価」

銅酸化物高温超伝導体 YBCO と酸化物強磁性体 PCMO のエピタキシャル二層膜を用いて、超伝導揺らぎが強磁性膜から受ける影響についてテラヘルツ時間領域分光法を用いて評価した。その結果、強磁性体によって超伝導揺らぎが強く抑制される実験結果が得られた。これは、超伝導電子が強磁性体からの交換バイアス効果を受けていることを直接示す結果である。

柳生 望光 (米澤教授) 「広帯域周波数変調超伝導テラヘルツエミッタの開発」

ビスマス系高温超伝導体に内在する固有ジョセフソン接合からのテラヘルツ放射について、バイアス電圧に 4.5 GHz までの交流を重畳することによって、周波数変調スペクトルを観測した。超伝導デバイスからの周波数変調テラヘルツ波放射は世界で初めてであり、テラヘルツデジタル通信技術の萌芽をもたらす研究である。

井上 元 (白石教授) 「Si Spin-MOSFET における Si/SiO₂ 界面のラッシュバ場を考慮した正確なスピンドリフト速度及びスピン移動度の見積もり手法の確立」

白石研で発見されたシリコン中のスピン操作を可能とする人工ラッシュバ効果の観点を取り入れたシリコン中のスピンドリフト速度/移動度の正確な見積もり手法を開発し、それらの物性値の定量的な評価を通じて今後の半導体スピン素子における標準となる評価法を確立した。

宇野 達志 (白石教授) 「球状 YIG/環状 Pt 構造におけるフォトン-マグノン結合の変調」

強磁性体中のスピンの励起モードを量子化したマグノンと電磁界(フォトン)との結合状態について、磁性絶縁体である Y₃Fe₅O₁₂ (YIG) に環状の Pt を実装することで YIG 中のマグノンとフォトンの結合強度を変調することに成功した。

川 俊太 (白石教授) 「多層ゲルマニンの電界効果トランジスタ動作と二次元層状構造における層内・層間の電気伝導特性評価」

次世代原子層物質の1つとして注目される IV 族原子層物質のうち、その大きなスピン軌道相互作用故に半導体スピン素子への発展が期待されるゲルマネンに水素修飾を施したゲルマニンの半導体物性と電気伝導物性について詳細な評価を行った。

安井 健人 (白石教授) 「構造的非対称性を導入した系における表面スピン波の伝搬に関する研究」

強磁性体中のスピンの励起状態であるスピン波は、従来相反的かつ等方的に伝搬する。本研究では、強磁性体導波路に構造非対称性を導入することにより、導波路表面に局在する表面スピン波の伝搬の変調・制御について研究し、構造の設計指針について検討した。

丸山 ゆう (白石教授) 「イオンゲートを用いた超薄膜 Pt 中の Hanle 磁気抵抗効果の変調に関する研究」

超薄膜 Pt にイオン液体を介した強電界を印加することでそのスピン軌道相互作用と金属にも関わらず伝導度の操作が可能となるという発見をベースに、この機構を用いた Hanle 磁気抵抗効果の変調を実現しその背景学理を明らかにした。

小田 哲秀 (竹内教授) 「チャープ擬似位相整合素子の可視 - 中赤外発光スペクトルの平滑化に関する研究」

本研究では、中赤外波長 2 ~ 5 μm を持つ広帯域可視赤外量子もつれ光子対の発光スペクトルの平滑化に取り組んだ。共分散行列適応進化戦略によりスペクトルの平滑化に成功し、発光雑音を以前と比べ 74% 圧縮した。また、実際にその素子を作製し実証した。

鈴木 和樹 (竹内教授) 「ナノダイヤモンド中単一シリコン空孔中心のフォトルミネッセンス励起測定に向けた研究」

本研究では、ダイヤモンド中の単一シリコン空孔中心に対するフォトルミネッセンス励起測定を目指して研究を行った。様々な条件でシリコン空孔中心内包ナノダイヤモンドを作成・評価した。さらに、低温化でフォトルミネッセンス励起測定を行うことができる実験系を構築した。

濱山 友志 (竹内教授) 「マイクロリング共振器を用いたもつれ光子対の広帯域化および高効率化に関する研究」

本研究では、まず、マイクロリング共振器を用いたもつれ光子対の広帯域化に取り組み、波長帯域幅 351.9nm を実現、周波数もつれ光子対の帯域幅を大幅に拡張することに成功した。さらに、光子対生成効率を最適化するカップリング条件について、実験と計算の両面の検証を経て明らかにした。

山田 悠介 (竹内教授) 「干渉経路に光ファイバーを利用した量子赤外分光に関する研究」

本研究では、量子赤外分光法の高度化を目指し、非線形量子干渉計のファイバー化に取り組んだ。量子干渉計内での可視 - 赤外光子対の伝搬経路をファイバー化した上で、シリコン光検出器を用いて赤外波長 1.5 μm 相当の量子干渉信号を測定した。さらに、ファイバーの屈折率分散が信号形状に及ぼす影響を評価した。

井上 瑛 (木本教授) 「高温動作不揮発性メモリを目指した SiC CMOS と Ta 酸化物抵抗変化素子の集積化」

SiC を用いた相補型 MOS (CMOS) 素子は高温動作集積回路やパワー集積回路に有望である。一方、遷移金属酸化膜を用いた抵抗変化素子は優れた不揮発性メモリとして動作し、高温動作も可能である。本研究では、SiC CMOS 素子の特性改善、Ta 酸化物抵抗変化素子の微細化、およびこれらの集積化に取り組み、300 $^{\circ}\text{C}$ における良好な動作を達成した。

北脇 武晃 (木本教授) 「SiC pn 接合におけるアバランシェ破壊の異方性に関する研究」

SiC は六方晶の結晶構造を有しており、様々な物性が c 軸方向とこれに垂直方向で顕著な異方性を示す。本研究では、独自の素子を作製して pn 接合の絶縁破壊を決定する衝突イオン化係数の異方性とその温度依存性を実験的に決定した。さらに、この衝突イオン化係数の異方性が実デバイスの特性に与える影響をシミュレーションにより明らかにした。

柴田 峻 弥 (木本教授) 「高温動作集積回路を目指した SiC ボトムゲート相補型 JFET の作製」

SiC の接合型電界効果トランジスタ (JFET) はゲート酸化膜の信頼性の問題がなく、本質的に SiC 半導体の高温耐性を発揮できる素子として期待されている。本研究では、従来のトップゲート構造ではなく、ボトムゲート構造を有する SiC JFET をイオン注入により作製し、優れたしきい値電圧の制御性を達成した。また、同素子の高温特性を調べ、高温動作集積回路に有望であることを示した。

村木 瞬 星 (木本教授) 「反転層キャリアの輸送機構解明に向けた SiC MOSFET 特性の温度依存性評価」

SiC パワー MOSFET の実用化が進められているが、依然として MOS 界面には高密度の欠陥が存在し、反転層内電子の輸送機構に関する理解は乏しい。本研究では、様々なプロセスにより形成した SiC MOSFET の特性を広い温度範囲で測定し、その特性を解析することにより、支配的な散乱機構に関する考察を行った。

沖野 翔太郎 (小林准教授) 「原子間力顕微鏡を用いたペロブスカイト太陽電池のキャリア挙動評価に関する研究」

時間分解ケルビンプローブフォース顕微鏡法を開発し、ペロブスカイト太陽電池の光照射開始時および終了時における表面電位の時間変化を計測し、電荷はマイクロ秒の時間スケールで、イオンはミリ秒の時間スケールの計測により、それぞれの拡散挙動を明らかにした。

高嶋 智 哉 (小林准教授) 「液中原子間力顕微鏡による生体由来シート状タンパク質の高分解能観察および表面電荷密度計測」

生体集合構造の典型であるコラーゲンの高次構造のうち、シート状タンパク質であるコラーゲンミクロリボンに対し、液中で動作する周波数変調原子間力顕微鏡を用いて高分解能観察および表面電荷密度計測を行い、微細な表面構造と表面電荷密度分布の相関を議論した。

郎 朗 (小林准教授) 「探針増強ラマン分光法用準間接照射型プローブの開発とその性能評価」

原子間力顕微鏡のカンチレバーに集束イオンビームを用いて簡単な加工を施すことで作製でき、探針先端近傍に励起光を照射すれば探針先端の電場が増強される準間接照射型プローブを用いて、従来の間接照射型プローブより高い信号対雑音比が得られることを示した。

坂口 太郎 (川上教授) 「極薄膜の界面層を利用したフルコヒーレント InGaN/ScAlMgO₄ ヘテロ構造の設計と作製」

ScAlMgO₄ 基板上に結晶成長した格子整合系 In_{0.17}Ga_{0.83}N は可視長波長光素子の基本構造として有望であるが、直接成長が難しく界面層の導入が必要であった。これまで界面層での格子緩和で格子整合の利点が損なわれていたが、極薄膜の界面層の利用によりそれが回避できることを理論計算と実験で示した。

隅田 長 門 (川上教授) 「HVPE 成長 AlN 単結晶における極低温から室温での励起子光学利得の励起長可変法による評価」

AlN は、波長 200 nm 台の紫外レーザダイオードのホスト材料として有力視されている。HVPE 法で作製した高品質な AlN 単結晶について、広い温度域での誘導放出の起源に励起子多体効果が関与していることを実験的に示した。また、そこでの光学利得を励起長可変法で定量し、低閾値化に向けた提言

を行った。

東 中 川 陽 (川上教授) 「ポテンシャル局在領域への選択的電流注入に向けたマクロステップを有する AlGaIn の表面形態の制御」

AlGaIn 混晶半導体は紫外発光素子材料として活発に研究されており、高発光効率化に向けてポテンシャル局在領域の利用が提案されている。そこへの選択的電流注入を人為的に制御するため、結晶表面のマクロステップ形状制御が必要であり、結晶成長条件と表面形態の関係を明らかにしてその道筋を示した。

宮 脇 啓 嘉 (川上教授) 「広帯域発光スペクトルの外部電気制御に向けた InGaIn 系ストライプ構造の設計と作製」

半導体発光素子は原理的に単色発光するが、構造を三次元化することにより多色化することができる。本研究では、レンズ状断面を持ったストライプ構造の採用により、多数の発光色を呈する発光素子の結晶成長による自己集積に成功し、個別電極によるスペクトルの外部制御の可能性を示した。

上 田 拓 磨 (野田教授) 「大域的バンド端周波数分布を導入した短パルスフォトニック結晶レーザーの高ピーク出力化に向けた構造最適化」

幅広い分野へと応用が可能な高ピーク出力な短パルスレーザー発振を実現するため、フォトニック結晶レーザーの構造最適化を行った。発振特性の解析と自動最適化手法を組み合わせ、高ピーク出力が得られるようなデバイス構造を探索することで、ピーク出力 540 W という先行研究のデバイスと比較して 3 倍も高い短パルス発振を実現した。

森 本 峻 介 (野田教授) 「GaIn 系フォトニック結晶レーザーの発振面積拡大および連続駆動に関する研究」

窒化ガリウム系の青色フォトニック結晶レーザーの発振面積を拡大し、その高出力連続動作を試みた。具体的には、400-500 $\mu\text{m}\Phi$ サイズで高ビーム品質動作が可能なフォトニック結晶共振器の設計を行い、その後レーザーの作製を行った。そして、連続駆動に向けて高放熱性および低歪の実装法を確立した。その結果、青色面発光レーザーとして世界最高出力となる 1.3 W の高出力連続動作を実現することに成功した。

趙 海 如 (野田教授) 「様々なビームパターンを出射可能な変調フォトニック結晶レーザーの高出力化・高解像度化の研究」

様々なビームパターンが出射できる変調フォトニック結晶レーザーにおいて、新たな変調方式の考案と裏面反射構造の導入により、従来の 0.1 W/A \sim 0.2 W/A のスロープ効率を 0.6 W/A \sim 0.7 W/A へと増大し W 級の高出力動作に成功した。さらに、二重格子構造の導入による発振面積の拡大と、遠視野像における強度補正の導入により、細かなパターンにおいて、半値幅で約 0.3 度の高い解像度を実現した。

行 舎 直 起 (野田教授) 「機械学習法および最適化法を活用したフォトニック結晶レーザーの発振状態制御に関する研究」

機械学習法や進化戦略的な最適化法を用いて、フォトニック結晶レーザーの電流分布や温度分布を操作することにより、発振状態の動的な制御を行った。具体的には、発振状態を反映したレーザーのビー

ム形状を制御し、目標形状と高い一致度のビーム形状を実現することに成功した。また、外乱などでビーム形状が乱れた際にも、進化戦略的な最適化手法の高速性を活用して、リアルタイムでビーム形状の補正を行うことにも成功した。

阿部 竜也 (野田教授) 「大面積フォトニック結晶レーザーへの分割電極構造の導入による発振状態制御に関する検討」

出射面側分割電極をもつ電流分布制御可能な大面積フォトニック結晶レーザーを開発し、従来よりも幅広い電流値において高輝度 CW 動作を実現した。また、電流分布制御を利用することで、素子作製プロセスにおいて意図しない不均一な面内周波数分布が生じた場合の補正や、逆に敢えて傾いた分布を形成することによる短パルス・高ピーク出力動作が実現できる可能性も示した。

藤川 高嘉 (杉山准教授) 「反射型メタ表面に拡張されたバビネの関係式の実証実験と偏光・波面制御への応用」

独自に考案した反射型メタ表面に拡張されたバビネの関係式の実証実験として、自己補対構造をメタ表面に埋込み、さらに反射位相に空間勾配を付けることで、半波長板機能と波面制御を同時に実現することに成功した。

森本 貴之 (杉山准教授) 「単一 $^{171}\text{Yb}^+$ の 3 次元のレーザー冷却とマイクロ運動最小化」

超微細構造があるものの磁場に鈍感な時計遷移をもつ $^{171}\text{Yb}^+$ に、超微細構造のない $^{174}\text{Yb}^+$ で開発した 3 次元の冷却技術を導入した。さらに、 $^2\text{S}_{1/2}$ ($F=0$) - $^2\text{D}_{3/2}$ ($F=2$) 時計遷移をレーザー冷却サイクルから分離して観測可能とし、単一イオン分光に成功した。

光・電子理工学教育研究センター

野口 直哉 (De Zoysa Menaka 講師) 「二重格子フォトニック結晶におけるエルミート・非エルミート結合制御に基づく特異な光伝搬現象の提案と実証」

二重格子フォトニック結晶を導入した細線導波路において、面内を伝搬する光のエルミート結合と非エルミート結合とを適切に制御することで、特異な光伝搬現象の提案と実証を行った。具体的には、ある方向から入射した光は完全に放射されるが、逆方向からの入射光は完全に反射するような一方向性の光伝搬を実現する導波路や、入射光を任意の電界強度分布で放射させることができる導波路の実証に成功した。

西本 拓司 (De Zoysa Menaka 講師) 「フォトニック結晶レーザーの低駆動電流・狭発散角動作実現に向けた構造最適化」

本研究では、低駆動電流動作と狭発散角動作を両立するフォトニック結晶レーザー (PCSEL) の提案を行った。レーザーの利得領域の外部に光の吸収の無い透明領域を接続した PCSEL を提案し、共分散行列適応進化戦略による構造最適化を行った結果、複数の利得領域を透明領域内に 2 次元アレイ状に配置することで、光を大面積に広げられることを見出し、10 A の電流注入で 5 W 以上の光出力と 0.02° 未満の極めて狭い拡がり角を両立できることを示した。

情報学研究科 知能情報学コース

坂口典三 (村協准教授) 「機械翻訳における前編集のための原言語的表現の検出」

本研究では、日英機械翻訳において翻訳が難しい表現を、翻訳された文と元から日本語で書かれた文を分類する分類器を用いて自動検出する方法を提案した。実験により、検出箇所を前編集することで訳文の流暢さが向上することを確認した。

唐井希 (Chu 特定准教授) 「画像から想起されるスクリプトの生成に関する研究」

本研究では、画像からその場面における典型的なシナリオおよびシナリオを達成するためのイベント系列を生成するタスクを提案した。さらに、データセットの構築やモデルの評価実験を行い、画像を直接入力することの有効性を確認した。

加藤駿弥 (Chu 特定准教授) 「3D 屋内シーンにおける参照表現に基づく小物の位置特定および削除」

本研究では、3D 屋内シーンにおいて小物に焦点を当てた 3D 参照表現理解データセットを提案し、小物の位置特定が挑戦的であることを示した。さらに、言語で参照された 3D 屋内シーン中の小物を削除するタスクに取り組み、参照表現理解を用いた手法を提案した。

石崎慎弥 (西野教授) 「自己位置推定のための自己学習による特徴点選択」

本研究では、画像から抽出された特徴点が移動物体上のものであるか識別するモデルを導出することにより、移動物体に頑健な単眼の車載映像からの自己位置推定を実現した。シミュレーションデータ及び実データでの実験を通して有効性を評価した。

延興唯人 (西野教授) 「反射マップの拡散確率過程に基づく単一物体画像からの光源と反射特性推定」

本研究では、形状が既知である物体の一枚の画像から、物体表面の反射特性と物体を照らす周囲の光源状況を、失われた高周波情報を復元しながら確率的に推定する手法を提案し、合成および実データでの多くの実験を通し、その汎化性能と精度の高さを実証した。

木下元希 (西野教授) 「カメラ高さの不変性を自己教師とする単眼絶対深度推定」

本研究では、RGB カメラ以外のセンサーを用いず、車の高さが変化しないことを利用した単眼深度推定モデルの学習フレームワークを提案し、自己教師付き学習による単眼絶対深度推定を実現した。実データによる実験を通し、関連手法を上回る推定精度の達成を確認した。

中村周 (西野教授) 「単眼動画からの指差し検出と三次元方向推定」

本研究では、単眼 RGB 動画からの指差し検出およびその三次元方向推定を実現した。指示者の動画を入力として、全身の画像特徴、及びその時系列変化を学習することで、指示者の姿勢によらない頑健な指差し認識と方向指定を行えることを示し、その評価を行なった。

何思成 (西野教授) 「Misspelled Handwritten Kanji Correction based on Image-to-image Diffusion Model (拡散モデルに基づく手書き漢字の誤字修正)」

本研究では、画像合成確率的拡散モデルを用いて、誤りのある手書き漢字を同一の手書きスタイルの

まま修正する手法の導出を行なった。大規模手書き漢字データを用いた精度検証を通し、その有効性を実証した。

情報学研究科 通信情報システムコース

黎 逸 鵬 (原田教授) 「Efficient Reception Scheme for Millimeter Wave Short-Range Wireless Communication Systems」(ミリ波短距離無線通信システムにおける高効率受信方式に関する研究)

ミリ波短距離無線通信システムについて、ソフトウェア無線機を使用した実験評価プラットフォームに適用可能な受信方式を開発した。特に、ミリ波短距離無線通信システムの国際標準規格において基本となるパケットモードでの送信に対応したフレーム検出手法、および、最適なサンプル点を走査する同期手法を提案した。提案手法を実際のソフトウェア無線機に実装し、その有効性を示した。

川 松 大 輝 (原田教授) 「V2X サイドリンク通信における経路構築のための伝送方式」

次世代 5G セルラ V2X (Vehicle-to-Everything) 通信の要素技術であるサイドリンク通信に関して、その物理伝送評価を可能にする実験評価プラットフォームを、ソフトウェア無線機を用いて開発した。サイドリンク通信における同期信号、制御信号、ユーザデータの送受信方式をすべて同プラットフォームに実装した上で、交差点での見通し内・見通し外通信を想定した実機実験を行い、サイドリンク通信の実環境における包括的な伝送特性を明らかにした。

長 尾 龍 一 (原田教授) 「マルチホップ IoT 無線ネットワークにおける高効率ルーティング法に関する研究」

次世代 IoT ネットワーク基盤である Wi-SUN FAN (Wireless Smart Utility Network Field Area Network) を用いた情報収集ネットワークにおいて、区間ごとのビットレートの変化を考慮した高効率なネットワーク構築を実現するため、パケットバッファ管理による経路選択法を提案した。計算機シミュレーションによって評価を実施し、提案手法により伝送効率の向上が可能であることを示した。

名 倉 慶 人 (原田教授) 「高速移動通信に向けた OFDM 変調による IoT 用無線通信プラットフォーム」

次世代 IoT システムである IEEE 802.15.4 準拠 OFDM システムについて、高速移動体環境における通信を実現する実験評価プラットフォームを、ソフトウェア無線機を用いて開発した。Sub-1 GHz における厳しいスペクトルマスク制限に対応するための手法 (UTW-OFDM 方式) を導入し、さらに移動速度数 10km/h 以上のマルチパスフェージング環境で受信性能を向上する信号処理法を提案し、開発プラットフォームに実装して屋外無線伝送実験を行い、その有効性を示した。

福 島 慶 大 (原田教授) 「Transmit Signal Control Methods for Cell-free Networks」(セルフリーネットワークにおける送信信号制御法に関する研究)

稠密に分散配置したアクセスポイントを大規模 MIMO システムとして協調動作させ、ユーザ通信品質を向上するセルフリーネットワークの実用化に向けた送信信号制御技術を提案した。端末側技術として開ループ型送信電力制御手法を、ネットワーク側技術として新たなプリコーディング手法を提案し、計算機シミュレーションによってその有効性を示した。

皆 木 溪 夏 (原田教授) 「VHF 帯電波ビッグデータと機械学習を用いた屋外位置推定手法」

公共ブロードバンド移動通信 (ARIB STD-T103) システムが発射する VHF 電波を受信し、そのチャネルインパルス応答を機械学習等で解析し当該発射源位置を特定する手法を提案した。推定精度向上のために、階層的クラスタリング手法の確立、畳み込みニューラルネットワークの適用、及び受信電力遷移情報とテンプレートマッチング法を用いた位置推定分解能改善手法の提案を実施し、実際の電波伝搬測定結果を用いて性能を評価しその有効性を示した。

喜 多 望 (大木教授) 「Unavailability-Aware Backup Resource Allocation with Shared Protection」 (不稼働率分析に基づいた共有保護のバックアップ資源割り当て)

本論文は、仮想マシンと物理マシンの両方の故障を考慮したマルコフ連鎖分析に基づいた不稼働率を抑制する共有保護のバックアップ割り当てモデルを提案した。

高 橋 知 基 (大木教授) 「Models for Updating Service Function Chains with State Consistency」 (状態の一貫性を考慮するサービスファンクションチェーン更新モデル)

本論文は、ネットワーク仮想化環境において、仮想ネットワーク機能の状態の一貫性を保証しながらサービスファンクションチェーンを更新するモデルを提案した。

高 晴 登 (大木教授) 「Twisted and Folded Clos-Network Design Models with Blocking Probability Guarantee」 (許容ブロッキング率を保証する捻じれ折り畳みクロスネットワークの設計モデル)

本論文は、ブロッキング率を理論的に保証しながら、ネットワークに接続できる端末数であるスイッチング容量を最大化するような、捻じれ折り畳みクロスネットワーク (TF-Clos: twisted and folded Clos network) の設計モデルを提案した。

野 田 真 志 (大木教授) 「Robust Controller Assignment and Placement Models in Software-defined Network」 (ソフトウェア定義ネットワークにおけるロバストなコントローラ配置及びコントローラ割り当て決定モデル)

本論文は、ソフトウェア定義ネットワークにおいて、コントローラ故障やパケット量の変動を考慮したロバストなコントローラの割り当てと配置を決定するモデルを提案した。

横 内 健 人 (大木教授) 「Multi-backup Resource Allocation of Virtual Machines with Probabilistic Protection」 (確率的保護を用いた仮想マシンにおける多段階の予備資源割当モデル)

本論文は、物理マシンの故障に対する生存率条件を満たしながら、必要なバックアップ容量を削減する仮想マシンのバックアップリソースの割り当てモデルを提案した。

池 田 聡 成 (佐藤教授) 「Restructuring Delayed Feedback Reservoir for Fully Digital Implementation (フルデジタル実装に向けた遅延フィードバック型リザーバの再構築)」

従来はアナログ回路を用いて実装されていた遅延フィードバック型リザーバの構成を見直し、回路全体をデジタル回路のみを用いて実装する設計手法を新たに示した。FPGA を用いた実装評価により、

時系列予測問題において最先端の機械学習手法と同等の精度を実現し、消費電力を大幅に削減できることを示した。

下村大貴 (佐藤教授) 「Comparative Investigation of Beamforming Feedback and Channel State Information Toward Firmware-Agnostic WLAN Sensing」 (ファームウェアに依存しない無線 LAN センシングに向けたビームフォーミングフィードバックとチャンネル状態情報の比較解析)

チャンネル状態情報 (CSI) とビームフォーミングフィードバック (BFF) を用いた無線 LAN センシングについて、実験によりそれぞれの比較を行った。具体的には、BFF からの機械学習を用いた CSI 復元の検討に加え、BFF・CSI に基づく見通し有無判定の精度比較、劣化要因解析を行った。

田形寛斗 (栗野准教授) 「SRAM を用いた量子化ニューラルネットワーク向けコンピューティングインメモリマクロ」

本研究は 8T-SRAM を用いたコンピューティングインメモリマクロを提案する。提案回路は一つの量子化重みに対し 2 つの入力を同時に演算できる。回路シミュレーションの結果、エネルギー効率は 1471TOPS/W、CIFAR-10 分類精度は 86.7% を達成できることを確認した。

玉井啓介 (佐藤教授) 「Device-free Tracking Using CSI Sampled at Sub-Nyquist Rate for Human Gait」 (人体歩行に関してサブナイキストな取得頻度の CSI を用いたデバイスフリートラッキング)

既存手法が適用不可能なほど低頻度で取得されたチャンネル状態情報から抽出可能な人体歩行センシングの特徴量を提案した。提案した特徴量を用いて人体の移動をトラッキングするアルゴリズムを提案し、シミュレーション・実験評価により有効性を明らかにした。

播磨屋稔 (佐藤教授) 「物体内部に分散したセンサの位置情報に基づくボクセル並列な物体形状再構成アルゴリズム」

本研究は粘土型 3D モデリングデバイスの実現を目指し、粘土内部に分散したセンサの位置情報から高速に形状を再構成する、ボクセル並列な形状再構成手法を提案した。提案手法はセンサノイズに対して堅牢であり、評価した全形状を 1 秒以下で再現できることを確認した。

平井貴之 (佐藤教授) 「Wi-Fi パケットキャプチャを用いた臥位状態推定」

パケットキャプチャにより容易に取得できる Wi-Fi の Compressed Beamforming Feedback Matrices (CBFM) 信号から姿勢の変化を検出し、機械学習モデルを用いて逐次的に姿勢を推定した。様々な状況下で得られたデータを用いた評価により、姿勢変化検出と姿勢推定のいずれも 95% 以上の精度が達成できる見込みを得た。

米村樹 (佐藤教授) 「Integrated Sensing and Communication Framework Leveraging mmWave Beam Search」 (ミリ波通信におけるビームサーチ情報を活用した ISAC フレームワーク)

ミリ波通信に必要なビームサーチにより取得される角度電力プロファイルに基づくデバイスフリーセンシングを提案した。網羅的ビームペアからの見通し遮蔽の有無予測、ならびに両側角度電力プロファイルからの障害物の将来位置・受信電力予測を、それぞれ実機実験により機械学習を活用して実現した。

スウ ショレイ (佐藤教授) 「ホットキャリア注入を使用した SRAM 型 clonable PUF」

チャレンジを与えると対応するレスポンスを返す物理複製困難関数 (PUF) の新たな回路方式を提案した。スタティックメモリのセル構造をエントロピー源として、あらかじめ決めた数の PUF が指数的に広いチャレンジ・レスポンス空間を共有する、ストロング clonable PUF の実現可能性をシミュレーションと実測により示した。

五味 唯美 (橋本教授) 「FinFET・プレナー型 SRAM におけるミューオン起因ソフトエラーの実測とシミュレーション」

ミューオン起因のソフトエラーを評価するため、12nm FinFET ならびに 28nm プレナー型 SRAM に正負ミューオンを照射する実験を行った。トランジスタ近傍に停止する負ミューオンのエラー断面積が正ミューオンより約 10 倍高いことを確認した。

末 光 昂 平 (橋本教授) 「A Computation Protocol Securing User Data and Algorithms Based on Logic Locking and Secure Computation (論理難読化と秘密計算技術を用いたユーザデータとアルゴリズムを秘匿する秘密計算プロトコル)」

論理難読化と秘密計算技術を組み合わせ、ユーザデータとアルゴリズムを秘匿して推論を行う秘密計算プロトコルを提案し実装した。準正直モデルを仮定したセキュリティ解析を行い、SAT 攻撃や機械学習攻撃への耐性を実験的に確認した。

田 中 稔 久 (橋本教授) 「磁化電流の近似計算の実現による高速かつ磁性体配置物にロバストな磁界式位置推定手法」

磁性体の磁化電流を、コイルを流れる電流に近似することでリアルタイム性と磁性体に対するロバスト性を両立する直流磁界式位置推定手法を提案した。磁性体の存在する空間において、0.01 秒以下の計算時間で最大位置推定誤差 4.22mm を達成した。

羽 原 丈 博 (橋本 教授) 「適応的閾値制御を用いたスパイクニューラルネットワークの高速かつ低エネルギーな推論」

従来の SNN は過剰・過少な発火によって情報が損失し、推論収束までの消費エネルギーが増加する。そこで推論時に動的・適応的に閾値を変化させる方法について提案した。画像認識を対象とした実験より、最大で 87.5% のエネルギー削減が可能だと分かった。

松 元 拓 人 (橋本教授) 「量子ドットを用いたリザバー コンピューティングの小型実装に向けた概念実証実験とインセンサ計算デバイスの設計」

量子ドットを用いたリザバーコンピューティングを、市販プロジェクタやイメージセンサを用いて概念実証し、画像分類や NARMA タスクの実行を確認した。小型実装に向けてインセンサ計算チップの設計を行い、積和演算動作を測定で確認した。

情報学研究科 システム科学コース**喜 多 悠 (石井教授) 「教師あり学習と深層強化学習によるブリッジ戦略の構築」**

深層教師あり学習と自己対戦型深層強化学習の組み合わせによりブリッジのコントラクトフェーズの自律学習に成功、現時点での SoTA (世界一) を達成した。

箕 浦 皓 (石井教授) 「文字推論ゲームにおける推論・意思決定の神経基盤の解明」

ヒトが、自らの選択、あるいは他者の選択により得られる手掛かり刺激を組み合わせる状況を確認（推論）する過程を、行動実験およびイメージング実験により明らかにした。

深 田 駿 (石井教授) 「スノーボードシュミレーションゲーム学習における筋間コヒーレンスおよび筋制御戦略の変化」

ヒトが、バーチャルリアリティ空間でスノーボード運動ゲームを行う際の筋電位計測を行い、運動の熟達過程にしたがって、筋間コヒーレンス構造に変化があることを見出した。

白 優 志 (石井教授) 「勾配類似度を用いたマルチタスク学習法とモデルベース強化学習への応用」

機械学習（メイン）タスクに対してサブタスクを付加し、両タスク間での最適化勾配の類似度に基づき、メインタスクの入力に重みづけを行う手法を開発、画像認識タスクやモデルベース強化学習タスクにおいて有効性を見出した。

エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻**野 田 歩 夢 (下田教授) 「隠消現実感を用いた透明化体験が自己肯定感に与える影響の実験評価」**

深層学習を用いリアルタイムに身体を隠消した映像を提示して、透明になったと錯覚させる体験が自己肯定感に与える影響を調査した。その結果、透明になった感覚により被評価意識・対人緊張が弱まり、自己受容が促され自己肯定感が向上することが分かった。

深 田 龍之介 (下田教授) 「発散的思考評価のための代替用途テストの高度化」

本研究では、代替用途テスト（AUT）を参加者内条件比較に利用する際の評価精度の向上を目指し、参加者内比較に適した題目を選定、CDFs と呼ぶ評価値を用いた発散的思考の柔軟性評価値の自動評価手法を提案し、それらの有用性を実験により検証した。

竹 内 恵 祐 (下田教授) 「認知行動計測に基づく知的集中状態変化のメカニズム解明に関する研究」

本研究では、まず知的集中状態変化を伴う認知行動計測実験を実施した。次に、ACT-R を用いてモデルを構築しパラメータを調整することで、計測結果を再現した。最後に、認知神経科学の観点からモデルを解釈し知的集中状態変化のメカニズム解明を目指した。

野 村 健 人 (下田教授) 「マイクロリフレッシュ誘発を意図した背景映像変化が知的作業に与える影響に関する実験研究」

本研究では知的作業中の数秒から数十秒の非常に短い休憩によるリフレッシュをマイクロリフレッシュ（MR）と呼び、作業中の背景映像変化による MR の誘発に注目し、これが知的作業に与える影響を人を対象とした実験を通して評価した。

橋 本 和 東 (下田教授) 「「やさしさインプリント」による環境配慮行動の促進効果に関する研究」

「やさしさ」の自己認識を高める「やさしさインプリント」を提案し、環境配慮行動（PEB）の促進を目指した。59名を対象とした実験を実施し、介入前後の PEB 実施回数の変化を測定した。PEB 促進効果は有意でなかったが、一部の参加者で実施回数が増加した。

東 槇 拓 斗 (下田教授) 「マイクロリフレッシュ誘発を意図した音呈示が知的作業に与える影響に関する実験研究」

知的作業中の執務者に数秒から数十秒の短いリフレッシュ（マイクロリフレッシュ）を与えることにより、知的集中の低下が抑制される可能性がある。本研究では、マイクロリフレッシュ誘発を意図した音呈示が知的集中や疲労等に与える影響を実験により評価した。

エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻

谷 口 裕 亮 (中村 (祐) 教授) 「トカマクのヘリカルコア配位における微視的不安定性と MHD 不安定性」

磁気軸近傍がらせん状にねじれたヘリカルコアと呼ばれる平衡状態について、微視的不安定性と MHD 不安定性を数値計算によって調べ、線形成長率の大小関係やモード構造がヘリカルコア発現に伴う磁気シアや測地曲率の変化に支配されていることを明らかにした。

エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻

石 渡 柚 季 (土井教授) 「Ni めっき {100} 〈001〉 集合組織 Cu テープ上に LaNiO₃/Nb ドープ SrTiO₃ 導電性中間層を形成した YBa₂Cu₃O₇ 超伝導線材の研究」

{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、導電性中間層物質の開発に取り組み、表面からの酸素拡散ブロック層として LaNiO₃ 層の追加挿入が有効である事を見出した。

内 田 翔 (土井教授) 「YBa₂Cu₃O₇ 超伝導線材の Ag フリー化に向けた Sr_{0.95}La_{0.05}TiO₃/Ni 導電性中間層の研究」

{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、導電性中間層物質の開発に取り組み、La ドープ SrTiO₃ が導電性中間層物質として有力な候補であることを示した。

島 田 大 輝 (土井教授) 「イオンビームアシスト成膜法による岩塩型 LiFeO₂ の Li イオン電池正極への応用」

リチウムイオン電池の正極活物質として、Li 以外にレアメタルを使用しない新材料の開発を目指して、岩塩型 LiFeO₂ をイオンビーム照射しながら作製した。この LiFeO₂ を正極としたコインセルを作製して充放電試験を実施したところ、50 mAh/g の容量を持つことが確認できた。

黒 岩 聖 (川山准教授) 「組成制御した LiCoO₂ 焼結体のテラヘルツ時間領域分光法による複素導電率評価」

Li イオン電池の正極材料として知られる LiCoO₂ のキャリア伝導機構の解明を目指し、テラヘルツ周波数領域の複素導電率を計測した。Drude-Lorentz モデルにより解析することにより、キャリア密度および緩和時間等を推定した。

小 出 健太郎 (川山准教授) 「Cu を正極集電体とした薄膜型リチウムイオン電池の作製」

Li イオン電池の正極集電体としては従来用いることが困難と考えられていた、Cu を正極集電体とす

る薄膜型 Li イオン電池の開発を行い、Nb ドープ SrTiO₃ 薄膜を導電性中間層として用いることにより Cu 表面の酸化を防ぎ、正極集電体として機能することを示した。

田 中 大 智 (川山准教授) 「金属基材上に Nb 反応防止層を作製した MgB₂ 超伝導薄膜の高温短時間アニールによる高臨界電流密度化」

高い臨界電流密度を持つ MgB₂ 超伝導線材の開発を目指し、SUS 基板中の元素の MgB₂ 薄膜への拡散を防止するために、Nb 反応防止層の導入およびアニール時間の短縮を行った結果、元素の拡散が抑制され臨界電流密度が向上すること示した。

前 田 佑一郎 (川山准教授) 「{100}<001> 集合組織 Cu テープ上に ITO を導電性中間層として配置した YBa₂Cu₃O₇ 超伝導線材の研究」

YBCO 超伝導線材において、YBCO の成膜やアニール等の酸化プロセスにおいても低い電気抵抗を維持する導電性中間層の開発を目的とし、ITO 薄膜の適正を検証した結果、酸化プロセス後も低い電気抵抗を維持するが、表面平坦性や基材への密着性に課題があることが分かった。

エネルギー理工学研究所

大 島 諒 也 (長崎教授) 「ヘリオトロン J における ECE 計測システムの観測領域の拡張」

磁場閉じ込め核融合装置ヘリオトロン J においてマルチチャンネルラジオメータを開発し、電子温度計測のダイナミックレンジを拡張するとともに、トロイダル方向への電子サイクロトロン放射計測領域の拡張によりプラズマ実験での 70GHz ジャイロトロンノイズ軽減に成功した。

田 附 勇 人 (長崎教授) 「ヘリオトロン J におけるビーム放射分光を用いた 2 次元密度揺動解析」

磁場閉じ込め型プラズマ実験装置ヘリオトロン J において NBI とプラズマとの衝突による輝線を利用するビーム放射分光を行い密度揺動の二次元分布を計測した。今回新たに特異値分解法を高速イオン励起 MHD 揺動に対し適用することで、揺動の空間構造を各モードに分解し揺動の特徴を明らかにした。

藤 田 智 大 (長崎教授) 「ヘリオトロン J 非共鳴マイクロ波加熱プラズマにおける X 線エネルギー分布のモンテカルロ解析」

ヘリオトロン型磁場閉じ込め装置で非共鳴マイクロ波を入射すると統計加速により相対論的電子が生成される。本研究では真空容器壁の X 線遮蔽効果をモンテカルロ法により評価し、真空容器内で発生する制動放射 X 線のエネルギー分布を推定したところ、ベキ関数型のスペクトルが想定された。

XU Ze (長崎教授) 「ヘリオトロン J におけるダイバータプローブアレーを用いた周辺プラズマ粒子束の磁場配位依存性」

磁場閉じ込め核融合装置ヘリオトロン J において、ダイバータプローブアレーを用いて周辺プラズマでの粒子束計測を行なった。イオン飽和電流のピークは磁力線長のピークと概ね合致していること、イオン飽和電流のピークの変移がプラズマ電流振動と強く関連していることがわかった。

竹 内 航 希 (門准教授) 「2 次元可視分光システムを用いたヘリオトロン J における固体水素ペレット溶発雲の時間追跡」

磁場閉じ込め核融合装置ヘリオトロン J において燃料供給としてプラズマ中に入射した固体水素ペ

レットの溶発過程の解明のため、近赤外領域の放射光を2次元計測するシステムを開発した。放射光を分光器により波長分解することでペレット溶発雲の密度を求め、溶発の時空間発展の観測に成功した。

寺田 凱 (稲垣教授) 「Heliotron Jにおけるレーザートムソン散乱計測への機械学習の適用」

磁場閉じ込め核融合装置ヘリオトロン J においてプラズマの電子温度、電子密度の空間構造を計測するレーザートムソン散乱計測において、信号処理に機械学習を導入し、推定精度を向上した。学習データへのノイズの付与、5層のディープニューラルネットワークの導入により、信号雑音比が大きくても高い精度で空間構造を推定することに成功した。

岩中 義英 (稲垣教授) 「Heliotron Jにおける自励振動のモデリング」

磁場閉じ込め核融合装置ヘリオトロン J にてプラズマの自励振動現象を初めて同定した。通常は定常に維持されているプラズマにフィードバック機構が現れると非自明な周波数で自励振動が現れる。この現象を密度と電磁揺らぎによるロトカ・ボルテラモデル（捕食者-非捕食者モデル）によって説明することに成功し、その振動周波数の起源を検証した。

相野 薫平 (松田教授) 「遷移金属ダイカルコゲナイドの機械剥離法のベイズ最適化」

次世代半導体として期待されている、遷移金属ダイカルコゲナイドの機械剥離法における作製条件を効率的に最適化する新たな手法の開発を目指した。特に、機械学習ツールの一つであるベイズ最適化を用いて、高品質な単層試料を効率的に作製するための最適化に対して、指針を得ることができた。

庄村 渉 (松田教授) 「二次元半導体 $WS_2/MoSe_2$ ヘテロ二層構造における混成励起子状態に関する研究」

本研究では、二次元半導体 $WS_2/MoSe_2$ ファンデルワールスヘテロ構造における混成励起子からの円偏光発光を測定し、混成励起子が関与する光学特性やバレー分極状態を調べその特性を明らかにするとともに、静電ドーピングによって混成状態の積極的な制御に成功した。

平林 弘暉 (松田教授) 「 MoS_2/SnS ヘテロ構造によるシフト電流デバイスの光起電力特性とその設計指針」

本研究では、シフト電流に起因する高い光起電力が予想されている二次元層状物質である SnS を利用し、面内分極の発現と自発的光起電力特性が期待される MoS_2/SnS ヘテロ構造を対象として、詳細な光起電力測定とデバイス評価を行った。得られた結果から、シフト電流を利用した新たな太陽電池デバイスの設計指針を示した。

生存圏研究所 中核研究部

湯谷 樹生 (山本教授) 「高分解能電離圏シミュレーションを用いたプラズマバブル発生の日々変動に関する研究」

低緯度電離圏において発生するプラズマバブルは、電波伝搬に深刻な障害を引き起こすため発生予測が望まれている。本論文では、様々な条件の下でプラズマバブル生成のシミュレーションを行い、線形成長率とプラズマバブルの成長の関係を明らかにした。

木村 侑希大 (橋口教授) 「1.3GHz 帯大気レーダーを用いたアダプティブクラッター抑圧の開発」

1.3GHz 帯大気レーダー LQ-7 に受信専用の外付けアンテナを付加し、アダプティブクラッター抑圧の開発を行った。ソフトウェア無線機を用いたデジタル受信機開発により、多チャンネル受信を可能とし、信号劣化の少ないクラッター抑圧を実現した。

石井 佑奈 (橋口教授) 「1.3GHz 帯大気レーダーを用いた MIMO レーダーの開発」

1.3GHz 帯大気レーダー LQ-7 を改良、7 種類のローカル周波数を用いて送信信号の直交性を実現し、DDMA-MIMO レーダーの実証実験を行った。MIMO による仮想開口拡大を確認し、さらにアダプティブビームフォーミングにより分解能向上に成功した。

Chuai Erlu (橋口教授) 「Estimation of Cross-Range Wind Velocity Components Based on Radar Inversion Technique」 (レーダーインバージョン技術によるクロスレンジ風速成分の推定)

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干渉計に拡張したレーダーインバージョン法と従来の空間領域干渉計法による風速場推定精度をシミュレーションにより比較・検証した。

中島 稜大 (小嶋教授) 「月面環境を計測する静電プローブに関する計算機シミュレーション」

静電環境が支配的である月面において、その電位分布や時間変化を計測するためのセンサーをシミュレーションするための計算モデル構築を行った。そして、月面環境下で示すセンサー特性・性能について評価を行い、センサーの構造やガード電極の有効性について議論を展開した。

藤田 晃司 (小嶋教授) 「ARTEMIS 衛星により月周辺で観測される電子サイクロトロン高調波に関する研究」

月周辺で観測される電子サイクロトロン高調波に関する研究である。特に月の存在が、その発生の重要ファクタとなっているものに注目した。その結果、地球外部磁場が、月面に接続することが重要な発生要因となっている事実を突き止め、電子速度分布の同時観測データをもとにその励起メカニズムについて議論を行った。

野田 周英 (小嶋教授) 「地上送信局からの VLF 信号による高エネルギー電子降下現象に関する研究」

放射線帯の電子が、VLF 地上局からの信号によりピッチ角散乱を起こし、電子降り込み現象を引き起こしている証拠を捉えた研究である。本研究では VLF 波動の伝搬特性も考慮しつつ、その波動に起因するピッチ角散乱の、地球からの距離依存、ローカルタイム依存について詳細に解析してその特性を明らかにした。

水野 雄太 (海老原教授) 「磁気圏近尾部におけるイオン急増現象に関する研究」

グローバル磁気流体シミュレーションとテスト粒子シミュレーションを用い、サブストーム時の内部磁気圏で急増する 1-100 keV 帯のイオンを再現し、磁気圏尾部から内部磁気圏に至るまでの輸送・加速過程を調べ、イオン増加の質量依存性を明らかにした。

谷口 由輝斗 (海老原教授) 「内部磁気圏におけるコーラス波の成長率に関する時空間分布」

グローバル磁気流体シミュレーションと電子分布関数の時間発展を解く粒子移流シミュレーションを

用い、内部磁気圏でホイスラーモード・コーラス波動が線形的あるいは非線形的に成長な可能領域を求め、その地球磁場強度に対する依存性を明らかにした。

梶原 豪 (篠原教授) 「高精度マイクロ波送電用アレーアンテナのための低損失移相器の開発研究」

本研究ではマイクロ波送電用アレーアンテナに用いる移相器の高精度化と低損失化を目的とし、反射回路網構造を最適化した低損失の反射型移相器の開発、フィードバック制御による移相器の高精度化を実現した。開発した移相器を用いて開発したフェーズドアレーアンテナを用いたビーム方向制御実験にも成功した。

高原 麦 (篠原教授) 「0次モード共振を利用した均一マイクロ波加熱領域の伸張」

本研究ではマイクロ波加熱の課題である加熱ムラを低減するために、0次モード共振を用いた均一マイクロ波加熱領域の伸張に取り組んだ。電磁界結合型、導波管型の均一マイクロ波加熱を検討し、シミュレーション結果から両方で均一マイクロ波加熱領域の伸張に成功した。また、設計した共振器を作製し、0次モード共振を用いた均一マイクロ波加熱を実証した。

鈴木 健斗 (篠原教授) 「OAMモード切り替え照射による均一マイクロ波加熱の研究」

本研究では、波長に対して二次元方向に広い範囲での均一マイクロ波加熱の実現を目的とし、OAMモード切り替え照射による均一加熱手法を検討した。OAMモード生成アンテナの検討とモードごとの最適な照射時間割合の設定により、照射電力密度の時間平均を波長より十分広い範囲で均一化できることをシミュレーションおよび実測で示した。また電波吸収体へのビーム照射実験により、本手法が広範囲の均一マイクロ波加熱に有効であることを実証した。