

令和4年度修士論文テーマ紹介

工学研究科 電気工学専攻

青木 勇 磨 (引原教授) 「単方向結合双安定系の自励振動とモード遷移～電気回路を用いたモード遷移の実験～」

本論文は、リザーバの故障を検出する新しいセンサである単方向結合双安定系の自励振動特性を調べたものである。外部信号の対称性が変化した場合のモード遷移の変化を数値的と実験的に検討した。同時に、結合項を変化させることでセンシングの感度向上を図った。

馬場 達也 (引原教授) 「吸引領域の大きさの定量化に基づく非線形振動子のパラメータ変動に関する検討」

本論文は、吸引領域の大きさの定量化手法を提案し、非線形振動子の共存する同期解の間の遷移特性を検討したものである。励振された単一および結合非線形 MEMS 共振器の励振振幅の変動に対する応答特性を解析し、提案手法が有効であることを示した。

藤井 俊 輔 (引原教授) 「配電系統における電圧変動の可到達集合に基づく危険性評価手法に関する検討」

本論文は、分散型電源を有する配電系統の電圧変動現象に着目し、可到達集合に基づく危険性評価手法を検討したものである。本手法を用いることにより、負荷や分散型電源の接続された各節点に対し、危険性の定量的な把握が可能であることを明らかにした。

間宮 崇 弘 (引原教授) 「電力パケットの無線伝送とそのシステム間電力融通への応用」

本論文では、電力と情報を統合管理する電力パケットの概念を無線電力伝送 (WPT) の管理へ拡張することを提案した。選択的な WPT、系内の有線電力供給に並行した系間 WPT、ロボットハンドへの WPT と操作の 3 点を実験で実証し、サイバーフィジカルシステムの可能性を示した。

道谷 優 貴 (萩原教授) 「Contraction 解析に基づく離散時間非線形確率系の状態フィードバック制御」

i.i.d. 過程で特徴づけられる確率的な動特性をもつ離散時間非線形系の、変分システムを用いた Contraction 解析について述べた。そして、解析のための LMI 条件を導出した。さらに応用として、安定化制御器設計のための LMI 条件を導出した。

森山 翔 太 (萩原教授) 「アンサンブルカルマンフィルタを用いた確率系のパラメータ分布推定およびゲインスケジュールド制御」

非線形フィルタを用いた確率制御に関する既存の成果をより広い確率系に適用することを目的とし、背後にある確率分布が時変な確率系について、その分布をアンサンブルカルマンフィルタを用いて推定してゲインスケジュールド状態フィードバックを設計する手法を提案した。

山岸 凌 (萩原教授) 「ランダムな通信遅延が生じる環境下での自動車の横位置と縦速度の遠隔制御」

ランダムな通信遅延が生じる環境下での自動車の遠隔型自動運転実現を目指し、その横位置と縦速度の遠隔制御を論じた。横位置制御ではフィードバック制御に加えてフィードフォワード制御も用いるこ

と、また縦速度制御では積分補償器を導入することにより応答の改善を試みた。

湯山 太智 (萩原教授) 「線形周期時変系の L_∞/L_2 ハンケルノルム解析とcriticalな境目の特徴づけ」

線形周期時変系の L_∞/L_2 準ハンケルノルムと L_∞/L_2 ハンケルノルムの表現法、および L_∞/L_2 誘導ノルムとの関係をリフティングを用いない議論を通して導いた。さらに、 L_∞/L_2 準ハンケルノルムを最大とするcriticalな境目の特徴づけについて考察した。

岩田 俊亮 (阪本教授) 「呼吸の皮膚変位特性を用いたレーダによる複数人体計測技術」

本研究では、電波による呼吸の非接触計測において、呼吸波形の特徴を活用した信号処理法の開発を行った。呼吸波形の周波数スペクトルの特徴を用い、対象者の位置および姿勢の推定法を提案した。成人および乳幼児を対象とした実験を通じ、提案法の性能を評価した。

越坂 武仁 (阪本教授) 「脈波計測のための電磁波散乱解析に基づくアレーレーダ配置最適化技術」

本研究では、非接触血圧計測に必要な人体複数部位の計測法を開発した。対象者の3次元形状をもとに、電磁波散乱解析により反射部位を特定し、レーダ位置を最適化するシステムを開発した。開発システムにより、対象者の姿勢によらず、所望の人体部位の計測が可能となった。

川崎 皓介 (土居教授) 「移動型非線形局在振動の周波数 - 波数空間における表現に基づく初期値推定に関する研究」

結合振動子における移動型局在振動について、周波数 - 波数空間での分布を、エネルギー・周波数・移動速度に対して解析した。また、その結果を用いて静止型局在振動から所望の速度を有する移動型局在振動の初期値を生成することに成功した。

佐藤 豪洋 (土居教授) 「共同注意を成立させる幾何学的制約に基づいた遠隔プレゼンテーションシステム設計」

遠隔会議システムでは、お互いが注視している対象を認識しづらいことが意思疎通や共同作業の妨げになっているという問題がある。本研究では、幾何的拘束を考慮したカメラの配置と表示を提案し、共同注意が発生しやすい遠隔プレゼンテーションシステムを設計した。

敷田 暁 (土居教授) 「総作業時間最小化を目的とした無制限ブロック積み替え問題に対する解法の検討」

垂直に積まれたブロックを取り出す際に発生する積み替えに必要な処理時間の最小化を目的としたブロック積み替え問題について、積み替え可能なブロックに制限を設けない無制限問題を対象とし、分枝限定法に基づく厳密解法と、蟻コロニー最適化による近似解法を構成して計算機実験による比較を行った。

高橋 克弥 (土居教授) 「注意状態が日常的な動作に与える影響の筋活動計測による分析」

自分の周囲の対象に対して注意を向けている場合とそうでない状態で動作中の筋活動が異なることを仮定し、頸部の筋電位の分析を行った。動作の初期から中期にかけて特徴的な違いが認められ、直接計測することが難しい注意状態の推定に関して良い指針を得た。

Ma, Xinyi (土居教授) 「心臓プルキンエ繊維モデルにおけるイオン濃度変数が細胞内振動子とモデル全体の動特性に及ぼす影響に関する検討」

イオン濃度変数を含む心筋細胞の電気生理学モデルは、モデルが表現する諸過程の時定数が大きく異なるなど数学的解析を行う上で種々の問題を孕んでいる。本研究では、細胞内振動子に着目することで、これらの問題を一部解決し、心筋細胞全体の動特性を明らかにした。

早川 龍成 (土居教授) 「膵 β 細胞のグルコース応答性インスリン分泌に及ぼす膵 α および δ 細胞の傍分泌の影響に関する研究」

膵 β 細胞の電気生理学モデルとインスリン分泌過程モデル、膵 α 、 δ 細胞の電気生理学モデルを統合した膵島全体のモデルを構築し、血糖値に応じて膵 β 細胞が行うインスリン分泌に及ぼす膵 α 、 δ 細胞のホルモン分泌の影響、膵島が行う血糖値制御の仕組みを明らかにした。

宮崎 健太 (土居教授) 「結合共振回路における局在モードの移動型不純物に対する最大追従速度に関する研究」

平面コイルアレイからなる結合共振回路において、外部コイルが移動する場合の局在モードのダイナミクスについて解析した。その結果、局在モードの追従速度に限界があることを明らかにし、それが回路定数に依存することを示した。

遠藤 紘矢 (伊藤講師) 「スピンロックシーケンスを用いた微小磁場計測における MR 位相画像の有効性の検討」

神経磁場を検出する機能的 MRI の検出感度の向上を目指し、新たに phase detection SIRS (PD-SIRS) という手法を提案し、シミュレーションとファントム実験により、PD-SIRS を含めた各種スピンロックシーケンスにおける MR 位相画像の特徴を明らかにし、MR 位相画像の有効性について検討した。

大村 剛史 (伊藤講師) 「M 系列によるポンプ光変調を用いた光ポンピング磁気センサの多チャンネル化に関する検討」

光ポンピング磁気センサの多チャンネル化に向け、ポンプ光の偏光度を M 系列で変調する直接拡散方式を用いた多点同時計測法を提案した。正弦波や疑似心磁波形の同時計測をシミュレートし、M 系列のパルス幅が復号信号に与える影響や多チャンネルへの干渉を調査した。

南部 康太 (伊藤講師) 「光ポンピング磁気センサのノイズ低減方法に関する検討」

光ポンピング磁気センサのノイズ低減に関して検討を行った。ハードウェア面からは磁気シールドの層数の増加やグラジオメータ構成によるノイズ低減効果を検証し、ソフトウェア面からは主成分分析や経験的モード分解の効果をノイズの主要成分の違いから検証した。

堀 拓真 (伊藤講師) 「パルス光を用いたスカラー型光ポンピング磁気センサの最適動作パラメータに関する検討」

スカラー型光ポンピング磁気センサの最適な動作条件について理論的・実験的に検討した。数値計算により計測感度に特に影響を与えるパラメータがセル温度とパルス光の繰り返し周波数であることを明らかにし、実験によりその妥当性を検証した。

重 政 業 於 (雨宮教授) 「銅複合マルチフィラメント薄膜高温超伝導線の線材幅・フィラメント幅・銅層厚さ・スパイラル層数と磁化損失特性」

短尺の直線形状、およびスパイラル形状の銅複合マルチフィラメント薄膜高温超伝導線の磁化損失を測定した。スパイラル形状にすることで磁化損失を効果的に低減することができ、フィラメント幅・線材幅・銅層厚さが小さくなるほど磁化損失が減少した。

藤 田 寛 和 (雨宮教授) 「低温容器をマグネット内部に有する装置を用いた複合多芯超伝導線の結合時定数測定法」

種々の複合多芯超伝導線における結合時定数を、ガスヘリウム雰囲気中において異なる温度で測定するための測定法を構築した。構築した測定系における冷却特性などの評価を行うとともに、いくつかの複合多芯超伝導線を対象として異なる温度での結合時定数測定に成功した。

葛 西 大 浄 (和田教授) 「光 Ethernet トランシーバ IC の EMC 評価法の検討」

1Gbps の光 Ethernet 規格 (1000BASE-RH) のトランシーバ IC を対象として、IEC で審議中の EMC (エミッションおよびイミュニティ) 評価規格の技術的妥当性について検討し、トランシーバ IC の電源端子に妨害波注入を行った際の誤動作発生機構について調査した。

坂 本 一 (和田教授) 「時変回路による伝送線路無反射終端におけるエネルギー収穫」

伝送線路の終端を無反射にするためには、時不変線形回路では抵抗を接続する必要があり、入射したエネルギーは熱に変換される。本論文では、時変の自由度を利用することにより、エネルギー収穫も可能な無反射終端を提案し、実験によりその有効性を確認した。

山 口 駿 (和田教授) 「参照電圧を必要としない量子化器を用いた適応的サンプリングデジタル LDO」

半導体集積チップにおいて細粒度で電源管理を行うために、小型で低消費電力のデジタル LDO が必要である。本論文では、適応的なサンプリングを行うデジタル制御を提案し、過度応答を速くするための量子化手法を 65nm プロセスにて試作した回路にて実証した。

鈴 木 渉 (松尾教授) 「ブロックリロフ部分空間法に基づく展開点付きマルチポート CLN 法に関する研究」

電磁界を効率的に等価回路表現する、展開点を導入したマルチポート CLN 法の理論について議論した。展開点を 2 つ以上用いるマルチポート CLN 法を、ブロックリロフ部分空間法の観点から導出できることを理論的に示し、その周波数特性の評価を行った。

丸 毛 雄 貴 (松尾教授) 「2 段階エネルギー極小化を用いた磁区モデルによる鉄芯材料応力依存磁化解析に関する研究」

鉄芯材料の物理的な磁化モデルである多磁区粒子集合モデルについて、磁化状態を磁壁移動と磁化回転の 2 段階のエネルギー極小化により効率的に算出する手法を開発した。本手法により、磁化方向と異なる方向の機械的応力の影響を評価する手法の検証を行った。

三 浦 廉 (松尾教授) 「カウア型磁気回路を用いた渦電流磁界の縮約表現に関する研究」

渦電流磁界のモデル縮約法である CLN 法について、磁気回路的な表現の検討を行った。ベクトルポ

テンシャルを入力として等価カウア回路を構成すると、出力は磁界と見なされることを用いて、誘導モータの新たな非線形モデル縮約法を導出し、表現精度を検討した。

宮本雄太 (松尾教授) 「蓄熱発電用誘導発熱機の構造要因が発熱特性に及ぼす影響に関する研究」

蓄熱発電用の回転型誘導発熱機について、発熱導体の大きさと配置、磁極の数と幅など、構造的な要因が発熱特性に及ぼす影響を検討した。永久磁石あるいは電磁石を用いる場合について、発熱量を最大化するための発熱導体と抜熱流体部分の体積比を検討した。

後藤芳隆 (中村(武) 特定教授) 「移動平均変調法を用いたかご形誘導モータの過渡・定常回転特性に関する基礎研究」

移動平均法を用いたパルス幅変調電圧波形の生成法を提案し、その物理的意義や基本特性を解析的に検討した。さらに、同方法で生成した電圧波形をプレミアム規格の三相かご形誘導機に入力し、その優位性を効率、振動(騒音)、および温度上昇の観点から明らかにした。

工学研究科 電子工学専攻

大住知暉 (後藤准教授) 「フィールドエミッタアレイの陰極材料としての窒化ハフニウムの窒素組成制御による膜物性最適化」

微小電子源であるフィールドエミッタアレイの電子放出特性向上を目指して、陰極材料の窒化ハフニウム薄膜の膜物性の最適化を行った。窒素組成を制御した薄膜の結晶性、仕事関数を評価し、NaCl構造を有するものの中で、窒素組成が最も低い薄膜が最適と評価した。

小林亮太 (掛谷准教授) 「超伝導テラヘルツ光源における同期現象の解析およびモデル化」

ビスマス系銅酸化物高温超伝導体からなるテラヘルツ光源の放射強度の向上を目指し、複数素子同期発振現象観測の定量的解析を行い、結合パラメータの発振周波数依存性を明らかにした。また、励起電磁波の高効率放射設計を可能にする数値モデルを提案した。

今村真 (白石教授) 「アインシュタイン=ド・ハース効果観測用スピン素子の設計と振動特性の研究」

角運動量と磁化の関係を実験的に示したアインシュタイン=ド・ハース効果について、スピン角運動量の流れであるスピン流を用いた研究が行われている。本研究では、機械振動の観測用のスピン流注入可能なカンチレバーの作製と、その設計指針について検討した。

大西康介 (白石教授) 「電気的手法を用いた原子層トポロジカル物質のスピン状態の計測」

現代の物性物理において中心的役割を果たしているトポロジカル物質で発現するスピン構造の電气的計測を、特にワイル半金属 WTe_2 とトポロジカル p 波超伝導体 FeTeSe を対象材料として行い、それぞれ特徴的なスピン偏極を成功裏に観測した。

清水智 (白石教授) 「非縮退シリコンスピンドバイスにおける磁気抵抗比向上に関する研究」

シリコンは現代の半導体デバイスの基軸となる材料である。スピントロニクス観点でも良好なスピンコヒーレンスが期待されており、シリコンをチャンネルとしたスピントランジスタ等が期待されている。本研究ではシリコンにおけるスピン性能の向上のために、強磁性体電極やチャンネル形状の最適化、新規

強磁性体の探索等を実施し、スピン依存抵抗の向上を実現した。

福本直樹 (白石教授) 「ビスマスにおける g 因子に起因した異方的スピン変換」

ビスマスは非放射性元素で最大のスピン軌道相互作用 (SOI) を持つため、SOI が素子動作効率を決定するスピン流を用いた新奇メモリ素子への応用が期待されてきたが、何故かその効率は従来ゼロであった。本研究ではこの長年の未解決重要問題を結晶構造と g 因子に着目することで解決し全元素で最大級の効率を実現した。

前草太郎 (白石教授) 「フェリ磁性絶縁体中のマグノン伝搬の抑制効果に関する研究」

磁性体中で整列したスピンの励起状態であるスピン波 (マグノン) は、磁性体中を波として伝搬するため電子が担うスピン流に比べ長距離の伝搬が可能となる。本研究では、この伝搬が外部の入力電極等の導体の存在により抑制される効果について研究した。

井上真奈人 (竹内教授) 「単一発光体を用いた連続適応量子状態推定の実現」

個々の光子の偏光状態を、最も精度よく推定する方法として、適応量子状態推定がある。しかしこれまでの検証実験は、レーザー光を微弱にした光源などを用いた物であった。本研究では、六方晶窒化ホウ素中の単一発光体から放出された光子に対して初めて適応量子状態推定による状態推定を実現、物理限界であるクラメル・ラオ限界の精度を達成することに成功した。

佐々木駿輔 (竹内教授) 「量子もつれ光子対による原子・分子の 2 光子吸収観測に向けた研究」

極短時間相関を持つ量子もつれ光では、極めて高効率の 2 光子吸収が予想されている。本研究ではその定量的な評価実験の実現に向け、ルビジウム原子およびローダミン分子の古典光による 2 光子吸収係数の定量的な評価を実施し、観測に向けた指針を得た。また周波数量子もつれ光を用いてローダミン分子の 2 光子吸収観測を試みた。

中村暖 (竹内教授) 「窒化シリコンリング共振器による多光子対生成に関する研究」

オンチップ光量子回路のための光子対源として、窒化シリコンリング共振器が注目されている。本研究では、多光子を用いた光量子回路の実現に向け、窒化シリコンリング共振器による多光子対生成を直接的な検証に知る限り初めて成功した。さらにスクイーミングパラメータの評価や非古典性の実証にも成功した。

Kaur, Jasleen (竹内教授) 「Study on quantum infrared spectroscopy with pulse laser pumping」 (パルスレーザー励起による量子赤外分光の研究)

量子赤外分光は、量子もつれ光と量子干渉を組み合わせることで、可視域の検出器を用いて、赤外域の吸収分光を可能にする技術である。本研究では、励起光限としてパルスレーザーを利用した場合について理論・実験的に検討した。その結果、可視分光器を用いて赤外吸収波長を特定する方式においては、分解能が劣化することを定量的に明らかにした。

藤井開 (木本教授) 「半導体デバイスプロセスによって SiC 中に形成される欠陥準位の深さ方向解析」

SiC 電子デバイスを作製するためには、イオン注入、反応性イオンエッチング、熱酸化などのプロセスが必要である。本研究では、これらのデバイスプロセスにより生成される SiC 結晶内の点欠陥の種類

と熱的安定性を調べた。独自に開発した評価手法および解析方法を用いて、表面近傍における欠陥密度の深さ方向分布を精密に決定することに成功した。

前 田 憲 幸 (木本教授) 「相補型 JFET 論理回路実現に向けた SiC JFET のデバイスモデル確立と動作限界の検討」

SiC の接合型電界効果トランジスタ (JFET) は高温や輻射下等の厳環境で動作可能な電子デバイスとして有望である。本研究では、本グループが提案する SiC の相補型 JFET の特性を記述するデバイスモデルを構築し、これを用いて回路シミュレーションによる動作特性の解析を行った。室温から高温での特性や短チャネル化した際の特性の変化を予測することに成功した。

松 岡 大 雅 (木本教授) 「S イオン注入 n 型 SiC 層の物性解明と相補型 JFET への応用」

SiC の伝導性制御にはドナーとして通常、窒素 (N) が用いられるが、これをチャンネルに用いた SiC 相補型 JFET インバータでは論理しきい値電圧が温度上昇と共にシフトする。この問題を解決するために、本研究では比較的深いドナーを形成する硫黄 (S) に着目し、イオン注入による n 型層の形成と JFET への応用に取り組んだ。この結果、顕著に高い移動度と温度変化に対して安定な相補型 JFET 特性を得た。

三 上 杏 太 (木本教授) 「高温動作集積回路実現に向けた SiC p チャネル MOSFET の基礎研究」

従来、SiC MOSFET の研究開発は n チャネル型に特化され、相補型 MOS (CMOS) 作製に必須の p チャネル MOSFET に関する研究は極めて限定的であった。本研究では、SiC の p チャネル MOSFET の基礎研究に初めて体系的に取り組み、ボディ領域や結晶面が MOSFET のチャンネル移動度やしきい値電圧に与える影響を明らかにした。特に、非極性面を活用することにより最高のチャンネル移動度を達成した。

河 野 祐 紀 (小林准教授) 「原子間力顕微鏡を用いた有機薄膜トランジスタのキャリア挙動評価に関する研究」

ミリ〜マイクロ秒オーダの時間分解能で局所的な表面電位を計測できる時間分解ケルビンプローブフォース顕微鏡を用いて、有機薄膜トランジスタのオン/オフ時におけるチャンネルへのキャリア注入/排出過程の表面電位分布の過渡応答を可視化することに成功した。

合 原 岳 (小林准教授) 「原子間力顕微鏡による生体分子間特異結合能評価および結合サイト可視化に関する研究」

ビオチン分子と特異的に強く結合するタンパク質であるストレプトアビジンに対し、ビオチン分子で探針修飾した原子間力顕微鏡を用いてストレプトアビジンの高分解能観察と同時に結合破断力計測を行い、ストレプトアビジンのビオチン結合サイトの可視化に成功した。

梅 本 隆之介 (川上教授) 「自在な発光波長集積を目指した InGaN 系多面体構造における局所的オフ角制御」

複数の傾斜面で構成された GaN 三次元構造上に形成した InGaN 可視 LED では、発光波長が構造の傾斜角によって制御できることを示した。各斜面に独立に電極を形成することにより、外部から発光スペクトル制御も可能であり、所望のスペクトルを持った光源の実現に向けて有望な構造であることを示した。

神谷君斗 (川上教授) 「UVC-LED 高効率化を目指した半極性面上の組成傾斜 AlGaIn による分極誘起 p 型伝導層の設計と試作」

半極性面上では、分極効果が抑制されて輻射再結合確率が高まることが知られており、高効率な深紫外 LED の実現に向けて期待されている。一方、分極効果を利用した伝導性制御も最近注目を集めている。分極効果を抑制した半極性面上でもこの技術が活用できることを数値計算で示し、実験的に検討した。

菊池瑛嗣 (川上教授) 「p 型酸化イリジウム系薄膜の高速成長と物性に関する研究」

次世代超ワイドギャップ半導体として酸化物半導体が期待されているが、両極性の伝導型制御が一般に困難である。ここでは、p 型伝導を示す Ir 酸化物に注目し、n 型 Ga 酸化物との混晶化による禁制帯幅の拡大と混晶での p 型伝導の実現、実用に向けた高速成長に関して、現時点での技術的課題を明らかにした。

田中志樹 (川上教授) 「AlGaIn 量子井戸の 10 K から 500 K におけるキャリアダイナミクスに関する研究」

殺菌などの応用に向けて波長 200 nm 台の AlGaIn 系紫外 LED の開発が進められている。本研究では、AlGaIn 量子井戸発光層の特性を光学的に評価し、輻射・非輻射再結合寿命の温度依存性の定量とその解釈など、実用化に向けて重要な知見を得ることができた。

福井崇人 (川上教授) 「InGaIn 系可視長波長 LED を目指した窒化物半導体 /ScAlMgO₄ ヘテロ構造の界面制御」

可視長波長 LED で用いる高 In 組成 InGaIn の高品質化に向けて、研究室では ScAlMgO₄ 基板の利用を提案している。しかし、基板と窒化物半導体の界面制御法が確立されておらず、高品質化の妨げとなっていた。ここでは、Al 原料による基板表面処理などにより結晶性の改善が見込めることを実験的に示した。

石野航哉 (野田教授) 「高効率近接場熱光発電の実現に向けた低抵抗太陽電池の設計およびデバイス構造の最適化に関する研究」

光源と太陽電池を光の波長以下の距離まで近接させて発電を行う近接場熱光発電の高効率化に向けて、太陽電池の直列抵抗を考慮した発電特性の理論解析を行い、デバイス構造全体の最適化を行った。その結果、p 側および n 側に櫛状電極を採用しつつ、熱輻射光源と中間基板の厚さを最適化することで、発電効率 47.6 %、発電出力密度 5.61 W/cm² が得られる可能性を示した。

今村陽 (野田教授) 「変調フォトニック結晶レーザーへの二重格子構造の導入に関する研究」

変調フォトニック結晶レーザーの大面積高輝度動作に向けて、結合係数の制御性を向上させることができる二重格子構造を提案した。そして、空孔の大きさのみを変調する新たな設計を行うことで、不要な回折成分を抑制可能であることを解析的に示した。さらに、結合係数を調整したデバイスの作製・評価によって直径 250 μm での高輝度動作の実証に成功した。

十鳥雅弘 (野田教授) 「GaIn 系フォトニック結晶レーザーの CW 高出力化に向けた温度補償構造導入に関する検討」

GaIn 系材料を用いた青色フォトニック結晶レーザーについて、CW 動作時の温度上昇に伴う発振閾値増大の原因を考察し、その影響を打ち消す補償構造の導入することで、低閾値化と高出力化を実現した。

また、発振面積の拡大による低閾値化・高出力化も検討し、青色面発光レーザーとして世界最高出力となる 800mW の CW 動作を実現した。

三 橋 凌 太 (野田教授) 「フォトニック結晶共振器間での光転送の高効率化・高速化に関する研究」

フォトニック結晶光ナノ共振器間での光転送の高速化、高効率化を目標として共振器結合系の構造最適化とプロセス改善に取り組み、従来の 3 倍の結合定数と 2 倍の光保持時間をもつデバイスの作製に成功した。その結果、光転送の高速化は実現されたが、転送後に光損失の増加が観測された。今後、高効率化のためには電気制御機構の改善等が必要である。

片 桐 光 陽 (杉山准教授) 「同位体シフト測定に向けた Yb^+ の $^2\text{S}_{1/2} - ^2\text{D}_{5/2}$ 時計遷移用レーザーの開発」

線幅狭窄化レーザーに位相雑音 0.07 rad で位相同期された、2 系統目の時計遷移用光源を開発した。温度安定化した外部共振器型半導体レーザーと十分なパワーの第 2 高調波を光共振器なしで発生する結晶を用いて、12 時間以上の連続動作と時計遷移スペクトル取得を達成した。

中 村 隆 央 (杉山准教授) 「ファイバー結合型テラヘルツ時間領域分光系と切替波長板機能をもつメタ表面の開発」

ファイバー結合型テラヘルツ時間領域分光系を構築し、分散補償によって発生するテラヘルツ波の帯域が広帯域化することを確認した。また、1/4 波長板機能と 1/2 波長板機能を切り替え可能な反射型メタ表面の設計および作製を行った。

光・電子理工学教育研究センター

二 五 和 樹 (De Zoysa Menaka 講師) 「大域的バンド端周波数勾配導入によるフォトニック結晶レーザーの短パルス・高ピーク出力発振の実現」

大域的バンド端周波数勾配を導入したフォトニック結晶レーザーの短パルス・高ピーク出力化に向けて数値解析を行い、直径 1mm のデバイスに対して周波数勾配の最適化を行った。また、設計したデバイスを実際に作製し、過渡応答特性の評価を行った結果、ピーク出力 200W 級、パルス幅 30ps 程度の短パルス発振の実証に成功した。

吉 田 溪 介 (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・非エルミート光波結合制御に基づく特異な分散関係の実現」

光波同士の相互結合を自在に制御可能な独自のフォトニック結晶構造である「二重格子フォトニック結晶」において、エルミート・非エルミート光波結合制御に基づく光の分散関係制御について体系的な考察を行い、多様な分散関係が実現可能であることを理論的に導いた。また、その中で明らかとなった、 Γ 点からずれた波数域において例外点を伴う周波数縮退域が形成されるという、特異な分散関係の実験的観測にも成功した。

情報学研究科 知能情報学専攻

清 水 周一郎 (黒橋教授) 「異言語話者の対話を仲介する音声翻訳システムの高度化」

本研究では、異言語話者の対話を仲介する音声対話翻訳という新しいタスクを提案し、そのためのデー

タセットを構築した。音声対話翻訳においては異言語の文脈を利用することが重要であるため、実験により文脈を考慮した音声対話翻訳の有効性を示した。

高橋力斗 (黒橋教授) 「複数動画に対する抽象的キャプション生成に関する研究」

本研究では、複数動画の共通内容を自然言語で説明するという、抽象的な動画理解に着目したタスクを提案した。データセットを構築し、さらにモデルに関する広範な評価実験を行い、提案タスクのための研究基盤を構築した。

和田有輝也 (黒橋教授) 「生成モデルと識別モデルの統合によるニューラル教師なし単語分割」

本研究では、入力文の文脈全てを活用して単語分割を予測する、ニューラル言語モデルと識別モデルを統合した新しいニューラル教師なし単語分割モデルを提案した。日本語、中国語、タイ語に対する実験で、識別モデルを導入が分割精度向上に寄与することを確認した。

渡邊幸暉 (黒橋教授) 「ニューラル分類器の予測の解釈に基づく集団に特徴的なテキスト表現の抽出: アメリカ人を例に」

本研究では、ある集団に特徴的なテキスト表現をその他の集団との比較により抽出する手法を提案した。具体例としてアメリカの文化や歴史を背景とした表現に取り組み、データセットの構築や評価実験を行った。

Zhengdong Yang (黒橋教授) 「End-to-end Speech-to-text Translation with Spoken-to-written Conversion」 (話し言葉書き言葉変換を用いたエンドツーエンド音声翻訳)

講義音声翻訳において、音声データと機械翻訳の訓練データの間には話し言葉・書き言葉というスタイルのギャップがあり、翻訳精度向上の妨げになっている。本研究では、そのギャップに注目し、話し言葉書き言葉変換によるエンドツーエンドの音声翻訳システムを考案し、講義翻訳の性能を改善させた。

Yihang Li (黒橋教授) 「Study on Visual Scene-Aware Machine Translation」 (視覚シーンに着目した機械翻訳に関する研究)

本研究では、視覚シーンを考慮した機械翻訳データセットを構築した。さらに、データセットの動画を曖昧性解消に活用するために、視覚シーン対応機械翻訳モデル SAFA を提案した。実験では、視覚情報と提案手法によって既存のニューラル翻訳モデルよりも大幅に翻訳性能が向上することを示した。

Zhen Wan (黒橋教授) 「Introducing Nearest Neighbor Approach to Improve Relation Extraction」 (関係性抽出を改善するための最近傍アプローチの導入)

既存の関係性抽出モデルの課題として、言語の複雑性に起因する暗黙の表現を考慮できないことと、教師ラベルの分布の偏りが原因でうまくモデルを訓練できないことがある。本論文では、まず上記2つの問題に対するシンプルかつ効果的な手法として kNN-RE を提案した。

Felix Giovanni Virgo (黒橋教授) 「Improving Event Duration Question Answering Based on Commonsense Understanding」 (常識理解に基づくイベント時間幅の質問応答の改善)

本研究では、補助質問応答データを生成するために、大規模なウェブ文章を利用した半教師あり学習

と既存の時間的タスクからのデータセット変換を提案した。実験の結果、イベント時間幅の質問応答の精度が大幅に向上できたことを示した。

市川 知 樹 (西野教授) 「フレネルマイクロファセット BRDF モデル：偏光・輝度及び表面・内部反射の統合」

本研究では、実物体表面の微細幾何構造におけるフレネル反射・透過及びその表面化光輸送を輝度のみならず偏光においても正確に表現できる新たな反射モデルを導出し、その有効性を実観測との比較により定量的に示した。

**史 一 鳴 (西野教授) 「End-to-End Transformer-Based Stroke Decomposition, Classification and Trajectory Recovery for Offline Handwritten Chinese Characters」
(トランスフォーマを用いたオフライン手書き漢字のストローク分解分類および軌跡復元)**

本研究では、手書き漢字のストローク（払いなどの構成要素）の分解および分類、さらにそれらの軌跡復元を実現する、トランスフォーマに基づいた深層学習モデルを提案した。手書き漢字文字のデータセットを新たに整備し、提案手法の有効性を定量的に示した。

長谷川 浩太郎 (西野教授) 「歩行者の注意履歴推定」

本研究では、低解像度の歩行者画像から歩行者の頭部方向を頑健に推定する手法を提案し、これにより得られる頭部方向の系列から歩行者がこちらに気づいているか、その注意履歴を推定し、車載映像を用いた実験によりその有効性を示した。

福 田 太 一 (西野教授) 「車載映像における死角道路領域推定」

本研究では、あらゆる車載映像から死角の真値を自動的に作成する手法を導出し、生成された大量のデータを用いて死角を推定するニューラルネットワークを訓練することにより、車載映像からの死角推定を実現し、実映像を用いた実験を通してその有効性を示した。

吉 武 佑 汰 (西野教授) 「TransPoser：多視点観測から物体の姿勢と形状を推定する深層生成・最適化モデル」

本研究では、漸増する観測から即時かつ正確に物体の姿勢と形状を推定する、深層指向性距離場関数 (DeepDDF) と深層最適化ネットワークで構成される新たな深層学習モデル TransPoser を提案し、合成画像および実映像を用いた実験により、その有効性を定量的に示した。

情報学研究科 通信情報システム専攻

石 橋 直 樹 (原田教授) 「低消費電力マルチホップ IoT 無線ネットワークにおける送信電力制御法に関する研究」

低消費電力マルチホップ IoT 無線ネットワーク規格である Wi-SUN Field Area Network (FAN) の伝送特性について、計算機シミュレーション及び実機測定によって評価すると共に、既存方式の問題点を示した。さらに Wi-SUN FAN 標準フレームを活用した環境適応型の送信電力制御法を提案し、計算機シミュレーションによりその有効性を示した。

市川 遊 (原田教授) 「波形整形を用いた高効率周波数資源利用 OFDM 伝送技術」

現状の CP-OFDM 方式に波形整形技術を適用することで、周波数・時間利用効率を改善する OFDM 方式に基づく新しい通信方式を提案した。計算機シミュレーションによる評価、並びにソフトウェア無線機を用いた検証系を構築して実機実証を実施し、その有効性を示した。

太郎丸 北斗 (原田教授) 「端末連携 MIMO 受信における信頼度情報を利用した端末間誤り制御手法に関する研究」

端末連携 MIMO 受信において、連携に要するトラフィックの削減と伝送特性の改善を同時に実現するために要求に応じて端末連携を行うオンデマンドな端末連携 MIMO システムを提案した。計算機シミュレーションならびに屋外伝送実験での測定データを利用することで提案法の有効性を示した。

森 聖太 (原田教授) 「帯域内全二重通信システムにおける基地局自己干渉低減法に関する研究」

上りリンク通信と下りリンク通信を同時に同じ周波数で実施する帯域内全二重通信を、5G 以降のセルラシステムに導入するための、現行の 5G 信号フォーマットに基づくデジタル自己干渉キャンセラを提案した。計算機シミュレーションによる評価、並びにソフトウェア無線機を用いた物理層プロトタイプを開発して実験的評価まで実施し、その有効性を示した。

森川 雄大 (原田教授) 「異種通信方式を利用した全二重無線 IoT システムに関する研究」

IoT を実現する無線通信規格である Wi-SUN について、低消費電力性に優れた FSK 方式を物理層に用いた現行 Wi-SUN システムと、高伝送レートを実現可能な OFDM 方式を物理層に用いた次世代 Wi-SUN システムを全二重通信によって高効率に収容するシステムを提唱し、実現するために必要な物理層信号処理技術を提案した。計算機シミュレーションによって評価しその有効性を示した。

神田 高望 (山本 (高) 准教授) 「Firmware-Agnostic Vital Sign Monitoring and Reliable ACK-Less Broadcasting Based on WLAN Frame Capture」 (無線 LAN フレームキャプチャに基づく Firmware-Agnostic バイタルセンシング及び高信頼 ACK-Less ブロードキャスト)

無線 LAN によるバイタルセンシングの適用範囲を拡大するために、ビームフォーミングフィードバックを用いた、ファームウェアに依存しない呼吸数・心拍数推定を実現した。また高信頼なブロードキャスト無線 LAN に向けて、分布強化学習を用いた ACK-less レート制御を提案した。

近藤 綜太 (山本 (高) 准教授) 「Firmware-Agnostic WLAN Sensing Based on Beamforming Feedback with Commodity Devices」 (市販機器を用いたビームフォーミングフィードバックに基づくファームウェアに依存しない WLAN センシング)

ビームフォーミングフィードバック (BFF) センシングの精度向上を実現するセンシングフレームワークを提案した。また、BFF センシングの精度定量化手法として、ストリーム利得の変動係数の利用を提案し、呼吸数推定タスクにおけるセンシング精度を評価した。

花原 遼 祐 (山本 (高) 准教授) [Utilization of Beamforming Information Toward Integrated Sensing and Communication] (ISAC に向けたビームフォーミング情報の活用)

センシングと無線通信の融合のための2つの検討を行った。まず無線LANにおいて、ビームフォーミング情報によるチャネル状態情報復元の実現可能性を確認した。また、ミリ波通信によるセンシング領域の拡大が音波を用いて実現できることの有効性と妥当性を実験を通じて確認した。

Han Zhang (大木教授) [Unavailability-Aware Shared Backup Allocation Based on Workload-Dependent Failure Rate] (処理負荷に依存する故障率に基づく可用性を考慮した共有予備割り当て)

本論文は、処理負荷に依存する故障率に基づく可用性を考慮した共有予備割り当てモデルを提案した。待ち行列理論を用いて、共有予備割り当ての探索過程において、各ミドルボックスが非可用となる確率を計算した。

Jingxiong Zhang (大木教授) [Service Deployment Model on Shared Virtual Network Functions with Flow Partition] (フロー分割を用いた共有仮想ネットワーク機能におけるサービス配備モデル)

本論文は、サービス遅延条件を満足し仮想ネットワーク機能の配置コストを最小化する、フロー分割を用いた共有仮想ネットワーク機能配置モデルを提案した。提案モデルの共有仮想ネットワーク機能配置問題を、混合整数2次元錐計画問題として定式化した。

Zixiao Zhang (大木教授) [Deployment and Scheduling of Virtual Network Functions in Dynamic Scenario] (動的シナリオにおける仮想ネットワーク機能の配置とスケジューリング)

本論文は、動的シナリオにおいて、ネットワークサービスの遅延制約条件を考慮して、仮想ネットワーク機能配置モデルとスケジューリングモデルを提案した。提案モデルにおいて、深層強化学習、数理計画法、及び、発見的アプローチを適用し、深層強化学習が有効であることを示した。

赤星 圭 梧 (大木教授) [Service Deployment Model with Virtual Network Function Resizing and Priorities] (仮想ネットワーク機能リサイジングと優先度を用いたサービス配備モデル)

本論文は、資源の共有と優先度付きキューを利用して配備コストを最小化することを目的とした、ネットワーク機能仮想化におけるサービス配備モデルを提案した。また、フロー毎に異なる優先度を与える per-flow priority を提案した。

上岡 輔 乃 (大木教授) [Inter-Core Crosstalk-Aware Backup Network Design Model against Probabilistic Link Failures in Multi-Core Fiber Optical Path Network] (マルチコアファイバ光パスネットワークにおける確率的リンク故障に対するコア間クロストークを考慮したバックアップネットワーク設計モデル)

マルチコアファイバを用いた光パスネットワークのための、クロストークを考慮したバックアップネットワーク設計モデルを提案した。コア間クロストークによる保護の失敗を一定確率で許容する確率的保護を適用し、設計モデルおよび焼きなまし法による発見的アプローチを開発した。

尾崎 伸太郎 (大木教授) 「Allocation Models of Network and Computation Resources in Service Chaining」 (サービスチェイニングにおけるネットワーク資源および計算資源割り当てモデル)

ネットワーク上で仮想ネットワーク機能の連鎖を構成するサービスチェイニングにおける、資源配備問題について論じた。仮想ネットワーク機能が引き起こすトラフィック量の変化に対処する配備モデル、および、複数の送信元を用いた高信頼なマルチキャストを行う配備モデルを提案した。

徳田 魁 吏 (大木教授) 「Online deep reinforcement learning for network operations under variable number of service requests」 (サービス要求の数が変動する状況下におけるネットワーク運用のためのオンライン深層強化学習)

仮想化ネットワーク環境やエッジコンピューティングにおいて、サービス要求の数が変動する状況下で運用を行うためのオンライン深層強化学習について検討した。ネットワークスライス上でのサービスチェーン再構成モデル、および、エッジサーバにおける計算資源割り当てモデルを提案した。

林 聖 悟 (大木教授) 「フローの伝送レートの確率密度分布に基づくネットワーク更新スケジュール決定手法」

Software-defined network において、複数のフローを古い経路から新しい経路に更新する際のスケジューリング手法について検討した。伝送レートの確率密度分布に基づいてスケジュールを決定することで、更新中の輻輳によって発生するパケットロス量を抑制できることを示した。

堀本 信 弥 (大木教授) 「Reliable Delay-Aware Virtual Network Function Placement Models against Failures」 (故障に対する遅延を考慮した高信頼な仮想ネットワーク機能配置モデル)

遅延を考慮し、確率的保護によるバックアップ容量の最小化を目的としたバックアップ仮想ネットワーク機能配置モデルを提案した。可用性と遅延の確率的保護を考慮し、サービス展開コストの最小化を目的とした、プライマリとバックアップの仮想ネットワーク機能の配置モデルを提案した。

村田 寛 也 (佐藤教授) 「MOSFET のリーク電流ばらつきを用いた高エネルギー効率ハードウェアリザバー」

電界効果トランジスタ (MOSFET) のリーク電流ばらつきをリカレントニューラルネットワークの一種であるエコステートネットワークの中間層 (リザバー) として用いて、時系列分類タスクを高エネルギー効率に行う回路を提案した。既存の MOSFET リザバーに対し 90% 以上の効率向上を達成した。

松岡 航太郎 (佐藤教授) 「HOGE: A Fast FPGA Implementation Using Radix-32 Four-Step NTT for a Homomorphic Logic Gate of TFHE」

完全準同型暗号の一つである TFHE の FPGA 実装 HOGE を提案した。HOGE は暗号上での論理演算評価を単体のハードウェア上で実行できるハードウェアアーキテクチャである。FPGA (Xilinx Alveo U280) 上での暗号上の NAND ゲート評価が、最新の CPU 実装に対し 5~6 倍高速に実行できることを確認した。

門井 駿 介 (佐藤教授) 「高精度モンテカルロシミュレーションに向けた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 の

適用範囲を拡大した。実デバイスを対象として、電圧電流特性を温度依存性を含めてモデル化し、高い精度が得られること、特に、しきい値電圧モデルに対し誤差を75%低減できることを示した。

一 柳 優 太 (佐藤教授) 「動画像からの高精度な心拍数推定のための総電力に基づく適応的スペクトル選択」

ビデオ画像を用いた非接触の心拍数推定手法を提案する。画像フレームを矩形に分割し、低ノイズで心拍数推定に適する矩形を高速に選択するアルゴリズムを与え、顔の一部がマスクで隠れている動画や、後頭部を撮影した動画からも心拍数推定が可能であることを確認した。

金 岩 佑 門 (佐藤教授) 「生体信号の安定取得に向けた有機薄膜トランジスタによるセンサインタフェース回路の設計」

有機薄膜トランジスタ (OTFT) は柔軟性や低製造コスト等の利点がある一方、経時的な特性変動や低歩留まり等の課題がある。特性変動に追従して安定動作する増幅回路や、少素子数で構成するアナログ・デジタル変換回路等、OTFT に特に適する生体センサインタフェース回路を設計・試作し、動作を確認した。

瀬 川 七 央 (佐藤教授) 「回路二分割による高忠実度量子回路マッピング」

一つの量子回路に対する物理量子ビットの割り当ては多数ある。本論文では、回路の入力とともに回路中間位置から誤り率を伝播させることで、量子ビット交換回数やゲート演算の誤り率をより広い範囲で考慮し、全体として忠実度の高い計算を実現する量子ビットの割り当て手法を提案した。

情報学研究科 システム科学専攻

清 水 智 史 (石井教授) 「Confidence-based Locomotion Control Framework for Sim-to-Real Motion Transfer」 (Sim-to-Real モーション転送のための確信度に基づく移動制御フレームワーク)

サイバー環境で最適化したロボットシミュレータの運動を実環境の実機制御に用いることを Sim-to-Real 転移と呼ぶ。実環境での不確実性に依存したシミュレータ最適化とその転移を行い、安定したロボット実機の歩行運動が実現できることを示した。

後 藤 直 央 (石井教授) 「四脚ロボットの歩容制御におけるノイズロバスト階層的強化学習」

四脚ロボットによる歩容の自律的生成を可能とするため、中枢パターン生成器に基づく強化学習法と敵対事例強化学習法を組み合わせた手法を提案し、傾斜地や摩擦係数の低い平坦地などのいくつかの環境で安定した歩容が獲得できることを示した。

安 部 直 也 (石井教授) 「誤差逆伝播信号の補正によるニューラルネットワーク学習の高速化」

深層ニューラルネットではしばしば用いられる活性化関数 ReLu は簡便であるものの、勾配が非線形に変化するため学習は効率的でない。学習勾配の局所的低次統計量を用いることで学習を高速化する手法を提案、各種アーキテクチャで有効であることを示した。

岡本 尚之 (石井教授) 「Model-based analysis of how humans estimate action-outcome relations in an uncertain environment」 (不確かな環境におけるヒトの行動 - 結果関係推定に関するモデルベース分析)

自身の行動の性能に応じて報酬がもらえる状況とそうでない状況とが時々入れ替わる環境におけるヒトの意思決定を行動データに基づきモデル化を進めた。混合モデルを用いてベイズ推定により行動が良く説明できることが分かった。

伊東 諒 (石井教授) 「不確実性が引き起こすマカクザルの損失回避行動の計算論的解釈」

報酬の獲得と損失が確率的に決まる場合に、損失確率の予測は意思決定に影響を与える。マカクザルは不確実性が高く予測ができないときに、損失回避行動をおこなうことが分かった。また、計算論モデルからこの行動を内部パラメータで特徴づけることに成功した。

林 浩次郎 (石井教授) 「感覚情報と事前情報の不確実性に伴う神経表現の解明」

ヒトは感覚情報と事前情報を組み合わせて環境の推定を行っていると考えられている。段階的に自然さの異なる画像を見ている時のヒトの脳活動を計測することで、2種の情報の不確実性を脳がどのように表現し、処理しているのかを示した。

三橋 晟 (石井教授) 「Triangle Inequality for Inverse Optimal Control」 (価値関数についての三角不等式とそれを用いた逆最適制御)

制御軌道の最適性を表す Hamilton-Jacobi-Bellman (HJB) 方程式を用いることで逆最適制御ができる。それに加えて有効な制約条件である三角不等式条件を導出し、HJB と合わせることで効率の良い逆最適化制御ができることを示した。

白木 遼 (石井教授) 「不確実な環境での階層的な推論における確信度の影響」

階層的な推論をすることで効率よく解ける Tiger maze 課題を提案した。それに基づくヒトの行動実験とイメージング実験を組み合わせることで、高次推論の不確実性に応じて階層性を制御する推論の可能性と、それに関わる脳処理の基盤が示唆された。

宋 子辰 (石井教授) 「EEG study on subjective prediction of difficulty for auditory tasks」 (聴覚タスク難易度の主観的予測に関する脳波研究)

ヒト脳波から音識別の難易度の予測が識別可能かを調べた。二つの周波数の異なる音刺激を出した後、第三の音刺激の周波数がどちらに近いのかを答えてもらった、前頭部電極からの脳波 (予測的な活動) により回答の難易度が解釈可能ということが分かった。

エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻

永藤 大翔 (下田教授) 「魔法の杖メタファを用いた環境撮影支援システムの開発」

3次元環境再構成に用いる画像の撮影時の問題を解決するために、魔法の杖メタファを用いた環境撮影支援システムを開発した。評価の結果、既存の撮影システムと比較して、迷いなく撮影でき、心理的負荷も低減できることが示された。

鎌 莉 亮 汰 (下田教授) 「コンフリクトが生じる合意形成実験タスクの設計と好感度変化に着目した分析」

実験室環境で合意形成を観察するために「NoForT ゲーム」というタスクを設計し、実験を行った結果、本タスクによりコンフリクトが生じることわかった。また、好感度が上昇する際には合意が進んだと感じ、下降する際には合意が進んでいないと感じる試行が見られた。

佐々木 眞 帆 (下田教授) 「自己肯定感向上のための透明人間体験隠消現実感システムの開発」

本研究では、透明人間体験システムを開発した。本システムでは、カメラで外界の映像を取得した後、深層学習を用いて自分の身体を透明化した映像をリアルタイムに生成し、HMD上で提示する。本システムの評価実験を行い、透明人間体験時の心理変化について調査した。

浅 場 渉 (下田教授) 「身近な環境における VR 災害体験が防災意識に及ぼす影響の評価」

自室などの身近な環境における VR 災害体験が防災意識にどのような影響を及ぼすのかを、人を対象とする実験により評価した。また、その影響のメカニズムを調べるため、VR 災害体験における心理モデルを構築した。

村 山 真 大 (下田教授) 「複数の画像を利用した深層学習によるデプス画像のリアルタイム精度向上」

RGB-D カメラで撮影して得たデプス画像は、多くのノイズが含まれ、計測値が不正確である場合が多い。本研究では、リアルタイムにデプス画像を高精度化する手法の実現を目指し、複数のデプス画像を入力とする深層学習による新たな高精度化手法を開発した。

北 山 翔 (下田教授) 「執務中のマイクロリフレッシュが知的集中に与える影響に関する実験研究」

オフィス環境における労働生産性向上を目的として、知的作業中の執務者に対し7分30秒おきに20秒間の休憩を促すことを提案した。この効果を評価する実験を行い、知的集中が向上する可能性や精神的負担が抑制される可能性を定量的に示した。

エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻

糸 井 海空斗 (中村 (祐) 教授) 「三次元 MHD 平衡コード HINT2 を用いた非軸対称トカマク平衡の解析」

入れ子状の磁気面の存在を仮定せずに計算をすることができる HINT2 コードの境界条件を改良するとともに、これを用いてトカマクプラズマの非軸対称 MHD 平衡計算、特にヘリカルコアの計算を行い、トカマクの三次元平衡における磁気面破壊の影響を明らかにした。

岸 本 啓 希 (中村 (祐) 教授) 「反復法を用いた非軸対称トラスプラズマの MHD 平衡計算」

非軸対称トラスプラズマにおける MHD 平衡計算が重要となっている。本研究では反復法に基づき、3次元スプライン補間、ビオ・サバール計算、磁力線追跡を組み合わせる MHD 平衡を直接求める新たな3次元コードの開発を行うとともに、この計算アルゴリズムの有用性を示した。

矢 部 怜 (中村 (祐) 教授) 「トカマクプラズマにおける捕捉電子モードによる乱流輸送のベータ値依存性」

プラズマ圧力上昇にともなう平衡磁場構造の変化が、捕捉電子モード (TEM) の線形成長率と乱流

輸送に及ぼす影響を調べ、密度勾配とグローバル磁気シアの重要性を明らかにした。また、非線形計算からはベータ値の増加に伴いエネルギー流束も増加することが示された。

山澤 慎太郎 (中村 (祐) 教授) 「フェライト鋼によるトラスプラズマの磁場構造制御」

低放射化フェライトがプラズマ周辺領域の磁場構造に及ぼす影響について、3次元平衡コードを用いて調べるとともに、ヘリオトロンJ装置に対して、フェライト鋼を用いた磁場構造制御による粒子閉じ込め改善について理論的に検討し、その有用性と可能性を示した。

エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻

青木 星也 (土井教授) 「新規構造 YBa₂Cu₃O₇ 超伝導線材の実用化に向けた Sr (Ti_{0.85}Nb_{0.15}) O₃ 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て、導電性中間層の連続成膜に成功した。

太田 和希 (土井教授) 「イオンビームアシスト法によるリチウムイオン電池正極材料用 LiCoO₂ の低温成膜」

Si デバイスとの混載やポリマー基板上に搭載可能な全固体薄膜型リチウムイオン電池の作製を目指し、イオンビームアシストパルスレーザー蒸着法にて室温で結晶化した LiCoO₂ 薄膜の作製を行い、充放電可能な LiCoO₂ 薄膜正極の作製に成功した。

嶋 瑞生 (土井教授) 「Al 基板上への LiCoO₂ 薄膜作製と全固体リチウムイオン電池への応用」

リチウムイオン電池の正極集電体に一般的に使用される Al 板上に、Li イオン電池の代表的な正極材料である LiCoO₂ 薄膜、電解質薄膜、負極活物質薄膜、負極集電体を順次成膜して全固体薄膜型リチウムイオン電池の作製に取り組んだ。Al～電解質薄膜までは正常に動作させることに成功したが、電解質薄膜/負極活物質薄膜界面の抵抗が高かったため、全体としての電池特性を発現させるには至らなかった。

滝川 太郎 (土井教授) 「組成制御した LiCoO₂ 焼結体の広帯域電気伝導度計測」

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 LiCoO₂ および Li 欠損を導入した Li_{0.9}CoO₂ 焼結体試料の導電率および誘電率を 0.3～2 THz の周波数範囲で測定し、Li 欠損が導入されることで誘電率が増加することを明らかにした。

山崎 輝 (土井教授) 「テープ型 MgB₂ 超伝導線材に向けた Fe 基材の検討」

MgB₂ 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 MgB₂ 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。またその結果を用いて Fe テープ上に実用レベルの高い J_c を有する MgB₂ 薄膜を作製することに成功した。

石村 一輝 (白井教授) 「変圧器磁気遮蔽型超電導三相限流器の模擬電力系統における事故電流の限流特性」

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製作し、模擬電力系統において限流動作試験を行い、限流器の事故電流抑制効果によって、母線電圧が維持され系統安定度向上に寄与することがわかった。

大矢 輝 (白井教授) 「ねじりテープを挿入した円筒発熱体の液体水素強制対流熱伝達特性と液体水素浸漬冷却 Bi2223 超電導コイルの過電流通電実験解析」

ねじりテープを挿入した SUS 製の円筒発熱試験体の管内に液体水素を強制対流させた時の熱伝達特性を測定し、数値解析とあわせて伝熱促進メカニズムについて検討した。また、Bi2223 超電導線材で製作した試験コイルを液体水素中で通電し、熱暴走現象を観測した。

新田 直生 (白井教授) 「配電系統における三相不平衡補償を目的とした無効電力補償装置制御モデルの検討」

三相電圧不平衡状態である配電系統に対して、配電線における電圧降下の情報を用いて三相不平衡補償を行う新たな静止型無効電力補償装置 (SVC) の制御構成の提案と、その動作特性の評価、従来型の SVC との比較検討を系統シミュレーションによって行った。

松本 郁哉 (白井教授) 「液体水素浸漬冷却下における REBCO 短尺試験体およびダブルパンケーキコイルの過電流通電試験」

液体水素浸漬冷却下における REBCO 線材の過電流領域における通電特性の把握を目的とし、異なる安定化銅厚みを持つ REBCO 線材を使用した短尺試験体およびダブルパンケーキコイルを作成し、水素浸漬冷却して外部磁場下において通電試験を行った。

エネルギー理工学研究所

伊藤 龍志 (長崎教授) 「ヘリオトロン J における非共鳴マイクロ波加熱プラズマ中の高エネルギー X 線スペクトル解析」

シンチレータを用いた高速電子由来の制動放射 X 線エネルギースペクトル計測とモンテカルロシミュレーションによる解析を組み合わせることで、ヘリオトロン J において非共鳴マイクロ波を入射した際に生成される高速電子のエネルギースペクトルを推定する手法を確立した。

Zhao, Haochen (長崎教授) 「Design and construction of 320 GHz interferometer for electron density measurement in Heliotron J」 (Heliotron J における電子密度計測用 320 GHz 干渉計の設計と構築)

磁場閉じ込め核融合装置 Heliotron J において電子密度計測のための 320 GHz サブミリ波干渉計システムの開発を行い、多チャンネル計測に向けたシートビーム形成用非軸放物線ミラーを設計するとともに、ビーム分布の最適化と伝送効率を向上させることで、中心・周辺領域の 2 チャンネルの計測に成功した。

朝 田 秀 一 (松田教授) 「二次元半導体人工ヘテロ構造界面における自発的光起電力の観測とその解明」

二次元物質を積層した人工ヘテロ構造界面において、新たな物性発現やデバイス応用の研究が注目されている。本研究では、pn接合を用いない太陽電池デバイスに向け $\text{MoS}_2/\text{CrPS}_4$ ヘテロ構造を作製し、面内分極の発生による自発的光起電力特性を調べ、その物理的機構を明らかにした。

岡 村 勇 輝 (松田教授) 「微細加工された半導体 $\text{MoSe}_2/\text{WSe}_2$ ヘテロ二層構造におけるモアレ励起子状態に関する研究」

二次元半導体ヘテロ構造において形成されるモアレ超格子とその物理に関する研究が盛んに行われている。本研究では、微細加工技術を適用し単一のモアレポテンシャルとそこに閉じ込められた励起子(モアレ励起子)の検出に成功し、それが関与する光学特性を明らかにした。

Duanfei Dong (松田教授) 「Study of gate tunable moiré excitonic states in twisted semiconducting $\text{WSe}_2/\text{MoSe}_2$ van der Waals heterobilayers」 (ツイストした半導体 $\text{WSe}_2/\text{MoSe}_2$ ファンデルワールスヘテロ二層構造におけるゲート制御モアレ励起子状態に関する研究)

二次元半導体を積層して形成された人工ヘテロ構造における、物理とその光学応用に関する研究が注目されている。本研究では、ゲート電圧制御が可能な二次元半導体ヘテロ構造を作製し、モアレポテンシャルに閉じ込められた荷電励起子(モアレトリオン)が関与する光学特性を明らかにした。

Hengkai Wu (松田教授) 「Determination of the complex refractive index spectra of single-chirality carbon nanotubes assembly」 (単一カイラリティカーボンナノチューブ集合体の複素屈折率スペクトルの決定)

ナノメートルスケールの筒状物質であるカーボンナノチューブは、エネルギー変換材料として期待され研究がなされている。本研究では、カーボンナノチューブを利用した高効率な光熱変換デバイスの設計とその実現に向け重要となる、幅広い波長範囲に渡る光学定数を明らかにした。

Samneang Heng (松田教授) 「Simulation study of thermal effect due to electron-phonon coupling in two-dimensional layered semiconductors」 (二次元層状半導体における電子-フォノン相互作用による熱効果のシミュレーション研究)

近年、第一原理計算手法の進展により物質の電子状態や光学特性が、詳細に予測できるようになりつつある。本研究では、二次元半導体を含む層状物質を対象として、第一原理計算によるアプローチから、電子-フォノン相互作用によるバンドギャップの変化とその光学スペクトルの計算を行った。

生存圏研究所 中核研究部**王 元 (橋口教授) 「Development of Low Altitude Observation Technology by Bistatic Radar」 (バイスタティックレーダーによる低高度域観測技術の開発)**

受信専用アンテナを用いたバイスタティック方式により、大型大気レーダーの低高度観測技術を開発した。MUレーダーを用いた実証実験を行い、光学ディレイラインを用いて低高度エコーを受信可能とすることで、風速観測下限高度を向上させることに成功した。

中 田 雅 彦 (小嶋教授) 「基本波型直交フラックスゲート磁力計電子回路部の小型化に関する研究」

衛星に搭載して磁場を観測する「基本波型直交フラックスゲート磁力計」のセンサー用電子回路部の小型化に ASIC (特定用途向け集積回路) を開発して成功した。この電子回路部のチップ化は、超小型衛星などリソース条件が厳しい将来ミッションにおける磁場観測に貢献する。

江 田 大 輝 (小嶋教授) 「あらせ衛星で観測されるコーラスに関連した静電波の研究」

地球磁気圏で励起されるコーラス放射に伴い、プラズマ中に特有の静電波が同時に観測される事例について統計解析を行い、この事象の出現する磁気圏内の領域の特定、静電波を引き起こすコーラスの周波数帯域などを明らかにし、この現象に関するモデルを提案した。

鎌 田 紘 行 (篠原教授) 「ワイヤレス給電ビーム制御簡易化のためのフェーズドアレイアンテナの研究」

本研究では無線電力伝送に供するフェーズドアレイアンテナを題材として、多素子化により高価・複雑になるビーム制御を簡易化する構成の検討に取り組んだ。本研究では進行波型の移相器構成を近傍界に適用した焦点ビーム手法、間引き給電方式等を検討し、高ビーム効率を維持するアレイ簡易化手法の有用性を示した。

豊 永 雄 郎 (篠原教授) 「電磁界結合型マイクロ波加熱システムの次元拡張に関する研究」

本研究では、電磁界結合型マイクロ波加熱装置について、複数試料同時加熱が可能であるという利点に着目して、その被加熱試料配置を二次元方向に拡張する検討を行った。複数試料同時加熱に関し検討し、リピータの挿入によるばらつき改善を行い、次元拡張の実証実験等により、最終的にその有用性を示した。