

## 平成 23 年度修士論文テーマ紹介

### 工学研究科 電気工学専攻

#### 河村 一 秀 (土居教授) 「神経細胞における活動電位の急激な立ち上がりを再現する数理モデルに関する研究」

電気生理学において広く用いられているホジキン・ハクスリー型のモデルでは、脳における神経スパイクの急激な立ち上がりを再現できない。この問題を解決する新たなモデル化法の確立を目指して、活動電位発生ダイナミクスについて、既存のモデル化法の比較検討を行った。

#### 黒澤 拓 人 (土居教授) 「複数の鎮痛度指標を用いた麻酔鎮痛度のモデル予測制御に関する研究」

全身麻酔下の手術時に患者の鎮痛状態を適切に維持する自動制御システムの開発を目的として、さまざまな鎮痛度指標の特徴と有効性を臨床データに基づいて調べるとともに、有効性の高い複数の鎮痛度指標を利用したモデル予測制御による鎮痛度制御法の検討を行った。

#### 津田 康 志 (土居教授) 「血糖値の非線形モデル予測制御の研究 一生体の血糖値調節機構モデルの改良と制御法の検討」

糖尿病患者の血糖値制御システムの開発を目的として、門脈を独立に扱った血糖値調節機構モデルの改良を行い、また1型糖尿病患者を想定した制御対象に対して、非線形モデル予測制御法を用いた血糖値制御システムを構成し、シミュレーションにより制御性能を確認した。

#### 鶴岡 敬 悟 (土居教授) 「モデル予測制御を用いた麻酔鎮静度・鎮痛度制御 一臨床応用を目的としたパラメータ同定法と制御法の改良」

日帰り手術において臨床応用可能な麻酔鎮静度と鎮痛度の同時制御システムの開発を目的として、操作量計算方法の変更による計算時間の短縮、各患者のパラメータの同定精度改善と計算時間の短縮、および危険回避機構の付加を行い、シミュレーションにより有効性を確認した。

#### 清水 辰 吾 (松尾教授) 「時空間有限積分法における格子形状および数値分散特性に関する研究」

時空間有限積分法における数値分散特性を検討し、時空間格子の構成法を検証した。格子形状と安定性・精度の関係を検討し、非一様格子に由来する非物理的な反射を抑制する格子を提案した。時空間サブグリッド法を導入し、効率的な光学素子解析への応用を行った。

#### 難波 亮 介 (松尾教授) 「辺要素電磁界解析のための幾何的ブロック対角前処理の提案と応用」

辺要素電磁界解析で現れる連立一次方程式の求解では、前処理と呼ばれる手順で方程式を変形する手法が広く用いられる。本論文では、有限要素の幾何的情報を用いる幾何的ブロック対角前処理を提案し、静磁界・準定常・高周波解析の各例題についてその高い有効性を確認した。

#### 関口 大 輔 (雨宮教授) 「車載応用に向けた 50 kW 級超伝導モータシステムに関する基礎研究」

車載応用を目指した 50 kW 級高温超伝導誘導同期回転機的设计・試作・試験を実施した。設計通りの試験結果を得るとともに、克服すべき技術課題を明確化した。また、非線形抵抗を有する超伝導固定子巻線について、零相電流低減のために電流源励磁が必要であることを示した。

**高橋 慶多 (雨宮教授) 「加速器用高温超伝導マグネットの磁界設計法とコイル発熱特性評価」**

粒子線がん治療装置などへの応用を目指し、加速器用高温超伝導マグネットの研究を行った。高温超伝導線の特性を考慮した磁界設計法を研究し、FAAG 加速器のマグネットなどを設計した。さらに、高温超伝導線の電流輸送特性を実測し、これに基づきコイルの発熱特性を評価した。

**高村 豊 (雨宮教授) 「MR 信号検出用高温超伝導マグネットの設計に向けた発熱特性の検討」**

MR 信号検出器を目指した空間均一性の高い高温超伝導マグネットの試設計を実施した。高温超伝導線材における電流輸送特性の温度、磁界ベクトル、および長手方向の統計学的バラつきを考慮した 50 K 運転マグネットの形状を決定することができた。

**近松 光太 (雨宮教授) 「高温超伝導送電ケーブルを対象とした液体窒素蒸発法による交流損失測定に関する基礎研究」**

交流損失によって蒸発する液体窒素の流量から、薄膜高温超伝導線で構成されたケーブルの交流損失を求める実験法について研究した。窒素ガス捕集・計量時の断熱や圧力損失に注意し、ヒータによる校正を行うことにより、0.1 W/m 以下の感度の交流損失測定に成功した。

**泉岡 太輔 (小林教授) 「ブレイン・マシン・インタフェースに向けた定常視覚誘発電位に基づく被注意刺激の判別に関する基礎的検討」**

脳神経活動を非侵襲的に捉え機械やコンピュータを制御するブレイン・マシン・インタフェースに向け、異なる周波数で標識された複数の視覚刺激のいずれに注意を向けたかを定常視覚誘発電位に基づいて判別する新たな手法を提案し、シミュレーションと実測により妥当性を検証した。

**鎌田 啓吾 (小林教授) 「高感度光ポンピング原子磁気センサによる生体磁気計測」**

光ポンピング原子磁気センサによる生体磁気計測システムの開発を目的に、カリウムを用いた原子磁気センサを構築し、センサ特性について検討した上でヒトの心磁信号を計測した。心磁図の磁場分布やその時間変化を捉えることで、原子磁気センサによる生体磁気計測の実現可能性を示した。

**藤原 悠平 (小林教授) 「両眼独立呈示された競合・融合運動刺激観察時における脳波と視運動性眼振に関する研究」**

左右の眼に独立に呈示された視覚刺激が交互に知覚される両眼視野闘争の脳内機構を探る事を目的に、競合する方向にドリフト運動する視覚刺激ならびに同方向に運動する刺激を両眼に呈示した際の脳波と視運動性眼振を同時計測し、脳神経部位とダイナミクスに関する新たな知見を得た。

**山下 達也 (小林教授) 「原子磁気センサを用いた超低磁場 MRI 開発に向けた生体熱雑音の理論的検討」**

原子磁気センサを用いた超低磁場 MRI の開発に向け、生体から発生する熱雑音に起因する磁気ノイズの理論的検討を行った。原子磁気センサによる MR 信号計測時の熱雑音を正確に計算可能な新たな手法を提案し、数値シミュレーションによりその信頼性と有効性を示した。

**奥 拓郎 (引原教授) 「パラメトリック振子を用いた波動エネルギー・スキャベンジングに関する基礎的研究」**

本研究では波と振子との共振による波動エネルギー・スキャベンジングの可能性を検証した。特に、

パラメトリック振子の挙動を模擬した励振機械振子系においてエネルギーの観点から減衰特性の評価とその妥当性を検討し、摩擦のシステム内における記述を試みた。

#### 窪 田 まど華 (引原教授) 「乱流からのエネルギー収集のための機械-電気システムに関する基礎研究」

本研究では、乱流も含めた流体の流れからエネルギーを回収するシステムとして、非線形振動子を設定した。非線形振動子がスペクトルの面において乱流と類似性を持つという点に注目し、乱流のエネルギーを広いスペクトルから回収できる可能性を検討した。

#### 八 尾 惇 (引原教授) 「非線形電気機械共振器を用いたメモリに関する基礎的研究」

本研究では、非線形特性を有する微小電気機械共振器のメモリ応用を目指し、読出し操作、情報保持特性の向上、書込み操作について検討した。共振器の2状態が保持され、保持された2状態の読出しと書込みが可能であることを実験及び数値計算に基づき示した。

#### 柳 達 也 (引原教授) 「SiC パワー MOSFET の過渡解析モデルに関する基礎研究」

本研究では、SiC パワー MOSFET の過渡特性を解析できるモデルの検討を行った。そのために従来の解析モデルにおける多くの仮定を明確にした。また数値計算結果と実測結果を比較から差異を確認し、物理現象に基づいたモデルの必要性を述べた。

#### 浅 井 力 矢 (和田教授) 「SI/PI 解析を目的とした電源供給系グラウンド共振時の LSI パッケージ等価回路モデル」

回路基板と LSI 間の寄生容量に起因する共振現象の等価回路を電磁エネルギーを考慮して導出し、理論・実験の両面から確認した。特にグラウンド間寄生容量に起因する共振をパッケージコモンモード共振と呼び、LSI 電源供給系の信号品質 (SI)・電源品質 (PI) の劣化要因となることを示した。

#### 生 駒 圭 司 (和田教授) 「単導体素子モデルを用いた電流伝搬の時間領域解析および反射・透過係数の導出」

単導体上の電流伝搬について、遅延方程式による定式化により時間領域の解析法を提案した。また、この手法が遠方近傍にかかわらず電磁界を表現できることを電磁界解析との比較により確認するとともに、分岐線路では反射・透過係数が定義できることを示した。

#### 川 口 力 也 (和田教授) 「ポアンカレ写像を用いた三相回路における概周期振動の解析」

概周期振動の解析手法として、トーラスのポアンカレ断面の閉曲線に注目し、閉曲線を等長折れ線近似する手法と、等回転で表現する手法を提案するとともに、安定性の判別法を提案した。また、この手法を用いて三相回路における概周期振動の解析を行った。

#### 山 崎 輝 宣 (和田教授) 「試作チップの設計情報に基づく機能ブロック単位の LECCS-core モデルの構築」

LSI の設計情報から機能ブロック単位で電源系雑音を表現する線形マクロモデルを構築する方法を提案し、11 万ゲート CMOS 試作チップに適用して、サブブロックモデルと等価電流源およびサブブロック間寄生容量を組み合わせて LSI 全体のモデルを高速に抽出する手法を示した。

#### 李 愛 花 (和田教授) 「LSI パッケージにおけるバランス制御による電源系のコモンモードノイズ低減」

LSI パッケージ近傍に存在する寄生結合のインピーダンスバランスに着目した、LSI 電源系に流れる

コモンモードノイズの低減法を提案した。パッケージとプリント回路基板間に非接地導体を配置することで、パッケージ近傍の寄生結合を安定化させ、コモンモードノイズを最大 40dB 程度低減した。

#### 小 野 幹 典 (萩原教授) 「特異摂動系の LMI を用いた解析と出力フィードバック $H_\infty$ 制御器設計」

特異摂動系の性能解析に関する既存結果に対して、LMI を用いた別証を与えた。また、 $H_\infty$  制御器設計に対して、既存の LMI は十分条件であったが、本研究では必要十分条件となる LMI を導出した。さらに、航空機の縦運動制御問題を例に、設計した制御器の性能を評価した。

#### 高 柳 徹 (萩原教授) 「一般化プラントの構成の工夫によるパラメータの微分を必要としないゲインスケジュールド制御器設計」

パラメータの微分を必要としないゲインスケジュールド制御器設計のため、等価変換により微分項を相殺する手法と、一般化プラントの構造を制約する手法の二つを提案した。後者に関して、制約下でも一般化プラントの構成の工夫により実際の設計問題を扱えることを示した。

#### 藤 波 徳 也 (萩原教授) 「動的不確かさを有するむだ時間系の作用素リアプノフ不等式に基づくロバスト安定解析法」

静的な不確かさを有するむだ時間系のロバスト安定解析法を拡張することで、動的な不確かさを有するむだ時間系に対して、系の挙動を特徴づけるモノドロミー作用素に関する作用素リアプノフ不等式に基づくロバスト安定解析法を提案し、その有効性を論じた。

#### 丸 岡 信 晃 (萩原教授) 「ヘリコプタ実験機の非干渉化に基づくシステム同定」

ヘリコプタ実験機に対して非干渉化に基づく制御系を構成することで、ヘリコプタ実験機のシステム同定問題を簡略化した。そして、実際にヘリコプタ実験機のシステム同定を行い、既存モデルよりも精度が高いモデルを獲得した。

#### 成 瀬 浩 樹 (山本講師) 「真空中の沿面フラッシュオーバー電圧の推定法に関する研究」

沿面放電機構の解明を目的として、脱離ガスを考慮した理論式と、シミュレーションによる帯電電荷密度を用いることによりフラッシュオーバー電圧の推定法を検討した。さらに帯電量が少ない試料では真空ギャップ放電に近い現象が起きていることを実験により確認した。

#### 奥 田 裕 司 (山本講師) 「SVC による一機無限大母線系統のゲインスケジューリング $H_2$ 最適制御」

一機無限大母線系統における発電機の動揺方程式を区分的に線形近似し、近似モデルを構成した。これを用いて SVC によるゲインスケジューリング  $H_2$  最適制御アルゴリズムを設計した。数値計算の結果、SVC により外乱の影響を抑制することが可能であった。

## 工学研究科 電子工学専攻

#### 大 向 勇 太 (鈴木教授) 「 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ 矩形メサ構造におけるテラヘルツ波励起の電極形状による制御」

高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  単結晶表面に  $1.1\text{-}1.2 \times 80\text{-}100 \times 400 \mu\text{m}^3$  の矩形メサ構造を形成し 730 - 800 層の固有ジョセフソン接合スタックを形成した。これに上部電極を通して電流を注入し電圧状態



にした時に 20 – 40K において 0.5THz の電磁波発振を観測した。種々の電極形状を検討し発熱と発振の関係を議論した。

**住 田 健 一 (鈴木教授) 「Pb 置換  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  固有ジョセフソン接合のスイッチングダイナミクスに関する研究」**

高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  の単結晶劈開表面に 1 辺  $1\mu\text{m}$  厚さ 7.5nm の固有ジョセフソン接合 (5 層) の微小メサ構造を形成し、1.3 K までの温度範囲でジョセフソン接合のスイッチング確率分布を測定し、実効温度が熱的な Kramers 理論から乖離する温度を解析して接合の Q を評価し Pb 置換との相関を議論した。

**大 上 航 (後藤准教授) 「高温デバイスへの応用を目指したフィールドエミッタアレイの動作特性改善に関する研究」**

微小電界放出電子源を用いた高温電子デバイスを実現するために絶縁層に酸化アルミニウムの薄い層を導入し、 $300^\circ\text{C}$  程度までの温度における絶縁層の絶縁特性の向上を確認した。またデバイス特性を支配する電子ビームの発散性に関する計算機実験も行った。

**木 下 翔 平 (後藤准教授) 「ゲルマニウム負イオンを注入した熱酸化シリコン薄膜におけるエレクトロルミネセンスの低電圧化に関する研究」**

シリコン基板上の 25 nm 程度の厚みの薄い二酸化シリコン層にゲルマニウム負イオンを注入・熱処理した試料のエレクトロルミネセンス (EL)、フォトルミネセンス等を評価した。注入条件および熱処理条件を選ぶことにより最小 AC14 V の電圧で発光する EL 素子を作ることができた。

**飯 尾 聡 (酒井准教授) 「二重分割リング共振器アレイを用いたマイクロ波プラズマの高電子密度化」**

メタマテリアル効果をプラズマ生成法に組み込み、これまで実現できなかったマイクロ波プラズマの高密度化に成功した。二重分割リング共振器アレイにより負の透磁率空間が実現していることを確認し、またプラズマ密度測定より空間の誘電率が負となっていることも示され、結果として負の屈折率空間の形成が高密度プラズマ生成と同時になされた。

**山 田 慶太郎 (酒井准教授) 「大気圧プラズマ中の有機物添加による放電遷移現象」**

大気圧下でのアルゴンプラズマに揮発性の有機化合物を添加することで、安定な放電に遷移する現象を観測し、その機構解明を行った。添加量を変化すると、フィラメント状放電からグロー状放電に急激に遷移する閾値が存在したが、この遷移条件の前後で負イオン生成が顕著であった。そして、このような現象を説明する非線形性モデルの構築も行った。

**加 藤 棟 治 (木本教授) 「SiC MOS デバイスにおける界面構造解析と酸化膜形成後の高温熱処理・非基底面の利用による特性向上」**

SiC MOS 界面構造を複数の手法により分析し、極めて薄い界面遷移層の存在を明らかにした。この知見を元に、酸化後に高温熱処理を施した MOS 構造および非基底面上 MOS 構造を作製し、界面特性の大幅な向上を達成した。また、MOSFET を試作して、界面特性とチャネル移動度の関係を明らかにした。

**菅野 亮平 (木本教授) 「Si (111) 基板上 AlGaIn/GaN ヘテロエピタキシャル成長層を用いた MEMS デバイスの作製」**

化学エッチングにより、Si 基板上 AlGaIn/GaN ヘテロエピ成長層を用いたカンチレバーおよびブリッジ構造を作製した。共振特性では Si や GaAs に比べて高い Q 値を得た。また、このヘテロ界面の二次元電子ガスが歪みに敏感であることに着目し、AlGaIn/GaN 歪みセンサを試作して良好な特性を得た。

**菊地 諒介 (木本教授) 「SiC (0001) 基板上高品質 AlN 初期成長層導入による AlN/GaN 短周期超格子のコヒーレント成長の実現」**

分子線エピタキシー法による SiC 基板上の高 Al 組成 AlGaIn 成長について研究した。高品質 AlN 初期成長層を導入し、AlN/GaN 短周期超格子を成長することにより、従来のモデルで理論的に予測される膜厚を大きく越えるコヒーレント成長に成功した。また、得られた AlN/GaN 短周期超格子の欠陥評価を行った。

**佐々木 将 (木本教授) 「SiC 結晶格子における高濃度ドーピングの影響および深い準位の起源に関する研究」**

SiC 結晶の格子定数のドーピング密度依存性および温度依存性を高分解能 X 線回折により測定し、高濃度ドーピング結晶における格子の歪みやチルトについて解析した。また、点欠陥に起因する深い準位の生成とアニール過程を詳細に調べ、SiC ポリタイプにおける深い準位の普遍性を明らかにした。

**石田 大貴 (松重教授) 「単接合型ナノギャップ電極の作製およびその抵抗スイッチング現象に関する研究」**

1nm 程度のギャップ長を有する単接合型ナノギャップ電極の作製に成功すると共に、抵抗スイッチング素子としてのアクティベーションプロセスからスイッチング動作にわたる in-situ 観測を、原子間力顕微鏡及び各種電気特性手法を用いて行い、その知見から抵抗スイッチング現象に関する考察を行った。

**伊藤 正尚 (松重教授) 「走査プローブ顕微鏡を用いたカーボンナノチューブ FET チャンネル電位計測の定量性向上」**

原子間力顕微鏡を用いたカーボンナノチューブ電界効果トランジスタ (CN-FET) のチャンネル電位計測において問題となる蓄積電荷の影響を明らかにすると共に、高周波静電気力顕微鏡 (FM-HF-EFM) を新たに開発し、CN-FET における蓄積電荷の影響を除去したチャンネル電位を可視化することに成功した。

**大橋 泰洋 (松重教授) 「有機薄膜トランジスタにおけるチャンネル上のナノスケール二次元表面電位マッピング」**

有機電界効果トランジスタ (OTFT) の動作状態を局所的に評価するために、原子間力顕微鏡を用いた表面電位、移動度、導電率、ゲートしきい値電圧などの二次元マッピングを行い、その結果を基に、グレインバウンダリや電極/有機半導体界面が OTFT のデバイス特性に与える影響を詳細に議論した。

**桂 成源 (松重教授) 「周波数変調方式原子間力顕微鏡を用いた数層グラフェンのナノスケール表面物性評価」**

周波数変調方式原子間力顕微鏡を用いた数層グラフェンの局所表面物性計測を行った。水和構造観測結果からグラフェン表面は疎水性であり、分子動力学シミュレーションと一致した結果を得た。また、

表面電位計測を行うことで、グラフェン層数の同定が可能であることを示した。

**若月 雄介 (松重教授) 「ボトムコンタクト型 p チャネル有機電界効果トランジスタにおける分子ドーピング効果」**

ボトムコンタクト型の p チャネル有機電界効果トランジスタに対して、コンタクト電極直上への高濃度キャリア層 (p+ 層) の形成によって ON 電流を大幅に増加できることを、デバイスシミュレーションにより新たに見出すと共に、分子ドーピングによる実験からその効果を実証した。

**岩田 佳也 (川上教授) 「高 Al 組成 AlGa<sub>N</sub>/AlN 量子井戸における深紫外発光ダイナミクスに関する研究」**

高 Al 組成 AlGa<sub>N</sub>/AlN 量子井戸からの深紫外 (波長 ~ 250nm) 発光機構について、時間分解分光法で評価した。強励起するに従い発光遷移過程が変化し、キャリア再結合寿命が数 100ps から数 10ps に変化することを見出した。速度方程式を用いて実験結果を理論的に解析し、非輻射再結合の関与を示唆する結果を得た。

**高田 暁彦 (川上教授) 「表面プラズモンを利用した窒化物半導体の光機能性制御」**

紫外発光 AlGa<sub>N</sub> 量子井戸の表面に Al を蒸着し、励起子からプラズモンへのエネルギー移動に伴う発光効率の増強を実証した。また、可視発光 InGa<sub>N</sub> 量子井戸の表面に、ナノ構造を形成した後 Ag を蒸着すれば出射方向が制御できることを FDTD 計算に基づき提案し、実現に向けた問題点を実験的に明らかにした。

**藤本 亮 (川上教授) 「近接場光学顕微鏡を用いた素励起の空間ダイナミクスの可視化に関する研究」**

金属 Ag 導波路における表面プラズモンポラリトンの伝搬を FDTD 法によりシミュレートし、2本のプローブを持った近接場光学顕微鏡 (SNOM) により検証した。また InGa<sub>N</sub> 量子井戸でのキャリア注入に伴う効率低下の一因が、励起子の非輻射中心への拡散であることを SNOM 下でのポンププローブ法により解明した。

**松田 和久 (川上教授) 「無極性 AlN および AlGa<sub>N</sub>/AlN 量子井戸構造のホモエピタキシャル成長と発光特性」**

有機金属気相成長法により、AlN (1-100) 無極性面基板上での結晶成長条件を検討し、平坦性に優れた AlN の成長を確立した。その上に AlGa<sub>N</sub>/AlN 量子井戸を作製し、特に結晶の異方性に起因した光学異方性に着目して発光特性を評価したところ、ほぼ線形に偏光していることを見出した。

**吉田 新平 (川上教授) 「AlInN/GaN エピタキシャル膜における不均一広がりに関する光学的評価」**

格子定数が著しく異なる AlN と InN は非混和性が高く、それらの混晶 AlInN では不均一性が物性を支配する。AlInN の発光および吸収特性、顕微鏡下での発光特性の可視化により不均一広がりを定量した。また、偏光特性が理論と一致せず、不均一広がりにより特性が変化していることを示唆する結果を得た。

**信岡 俊之 (野田教授) 「ビーム出射方向可変フォトニック結晶レーザの高性能化に関する研究」**

フォトニック結晶レーザによるビーム出射方向制御において、正方格子 M 点を用いた複合フォトニック

結晶を検討し、出射方向制御範囲を 45 度以上に拡張した。また、逆格子空間における上方回折を考え、適切な波数ベクトルを与えるフォトニック結晶との複合により、2 軸でのビーム出射方向制御を実現した。

#### Kang Dong Yeon (野田教授) 「2 次元フォトニック結晶における光と機械振動の相互作用に関する研究」

フォトニック結晶ナノ共振器の共振波長が熱励起されたフォトニック結晶スラブの機械振動によって時間的に変化することを実験的に確かめるとともに、その定量評価から、フォトニック結晶の初期たわみにより共振波長変化の振幅が大きく変わることを見出した。

#### 興 村 昌 樹 (野田教授) 「3 次元フォトニック結晶における積層型斜め光導波路の設計とそれによる 3 次元光伝搬制御」

3 次元フォトニック結晶における自在な 3 次元光伝搬制御に向けて、光を垂直方向に広帯域で伝搬可能な積層型斜め導波路を設計した。さらに、新たな導波路と面内方向の導波路とを高効率に接続可能な構造を提案し、立体的な光回路における光伝搬を初めて実現することに成功した。

#### 園 木 悠 司 (野田教授) 「SiC フォトニック結晶ナノ共振器における非線形光波混合に関する研究」

SiC フォトニック結晶ナノ共振器において、二光子吸収を抑制しつつ共振器内電界を高めることによって、第二高調波発生および和周波発生の観測に成功した。またその偏光特性や放射パターンに関して、3 次元 FDTD 法を用いた理論計算を行い、実験と対応する結果を得た。

#### 山 本 裕 史 (野田教授) 「2 次元フォトニック結晶への面内 pin 構造の導入と動的制御の可能性の検討」

フォトニック結晶共振器に面内 PIN 構造を付加し、その特性の電氣的制御を試みた。順方向電圧をかけてキャリアを注入することで共振波長を 50 pm シフトさせ、また逆電圧による引抜きによって光励起キャリアによる共振波長変化の持続時間を 0.6 ns まで短縮させることに成功した。

#### 浜 崎 裕 夫 (北野教授) 「Resolution of dilemmas in multi-player game utilizing quantum game theory (量子ゲーム理論を用いた多人数ゲームにおけるジレンマの改善)」

2 者間の量子ゲーム理論を拡張した多者間の量子ゲーム理論について研究を行った。量子力学的な定式化を行い、2 者間のゲーム理論では解消できないジレンマの解消について研究を行った。また、デコヒーレンスがゲームに及ぼす影響についても研究した。

#### 池 田 雄 輝 (北野教授) 「幾何学的位相および弱測定を用いた高感度計測」

量子干渉を利用した高感度計測を目標として、2 種類の干渉計測手法に関する検証実験を行った。第 1 に、光子対に対する幾何学的位相を用いた計測を行い、偏光状態の変化を高感度に読み出せることを実証した。第 2 に、弱測定を用いて干渉計の光路変化を検出する光学系を製作し、性能の評価を行った。

#### 松 本 海 (北野教授) 「単一 $^{171}\text{Yb}^+$ のレーザー冷却」

$\text{Yb}^+$  の同位体 171 には磁場に対する周波数シフトが鈍感な共鳴があり、この共鳴周波数を基準として不確かさの小さい光時計を構築できる。超微細構造に対処するために冷却用レーザーを 2 系統用意し、適切な磁場を印加して、温度 7.6 mK まで冷却した。

#### 信 岡 裕 也 (北野教授) 「差周波混合による $\text{Ba}^+$ 時計遷移励起用光源の開発と量子跳躍の観測」



Ba<sup>+</sup> 光時計で基準周波数を与える遷移の波長は 1762 nm である。この波長の光を半導体レーザーとネオジウム YAG レーザーの差周波混合で 200  $\mu$ W 以上発生させた。単一 Ba<sup>+</sup> に照射し、時計遷移駆動に伴う量子跳躍信号を観測した。

## 光・電子理工学教育研究センター

### 糸崎 俊介 (高岡教授) 「アセトンクラスターイオンの生成と表面照射効果の研究」

コニカルノズルを用いてアセトンクラスターを生成し、そのイオンビーム特性を明らかにした。また、加速エネルギーを変えてシリコン基板やテフロン基板に照射し、アセトンクラスターイオン特有の表面照射効果を明らかにした。

### 市橋 岳 (高岡教授) 「水クラスターイオンのサイズ分離・分析と固体表面との相互作用の研究」

水クラスターイオンのサイズ分布を TOF 法によって明らかにし、またサイズ分離を QMS 法によって行った。さらに、生成した水クラスターイオンをシリコン基板や PMMA 基板に照射し、その表面反応過程を明らかにすると共に、水クラスターイオンの特異性を明らかにした。

### 植田 亨 (高岡教授) 「イオン液体イオン源の開発と応用に関する研究」

新しい溶媒材料として注目されているイオン液体を用いた電界放出型イオン源の開発を行い、時間的に安定で連続したイオンビームを得ることに成功した。また、正および負のクラスターイオンの生成に成功し、そのサイズ分析を行うと共に、シリコン基板やガラス基板に照射して表面改質を行った。

### 古谷 健悟 (高岡教授) 「酸素イオンビーム照射による高分子基板の表面改質と細胞接着の研究」

酸素のモノマーイオンとクラスターイオンを併用して、ポリイミド基板やポリスチレン基板に照射し、基板の表面改質を行った。また、表面改質した基板上に成体幹細胞の選択的接着を行い、細胞培養に成功した。

### 井川 拓人 (藤田教授) 「溶液ソースプラズマ法による透明導電膜の作製に関する研究」

溶液ソースの成膜法にプラズマ援用技術を適用する研究を行った。有機高分子 PEDOT のプラズマ重合を達成したとともに、超音波噴霧ミスト CVD 法に大気圧誘電体バリア放電を併用して ZnO 透明導電膜の成膜速度増加と移動度向上を得た。また大気圧プラズマジェットの併用で 100°C における成膜も実現した。

### 伊藤 大 師 (藤田教授) 「デバイス応用に向けた酸化ガリウム半導体の物性制御に関する研究」

サファイア基板上に高品質のコランダム型酸化ガリウム薄膜を得て、界面で格子緩和が生じ、らせん転位の少ない単結晶薄膜が得られることを実証した。また酸化アルミニウムガリウム混晶の組成制御を行い、Al 組成 0.81、禁制帯幅 7.8 eV の薄膜を得て、デバイス応用に向けた有益な特性を実証した。

## 情報学研究科 知能情報学専攻

### 江頭 勇 佑 (黒橋教授) 「強化学習を用いた応答生成モジュールの選択に基づく雑談対話システム」

ニュース記事や Wikipedia をもとに発話を生成する応答生成モジュールを複数用いて雑談対話を行うシステムを構築した。システムは強化学習によって対話戦略を自動獲得し、ユーザ発話に対して適切な応答生成モジュールを選択できることを確認した。

#### 中 村 紘 規 (黒橋教授) 「機能表現との共起分布に基づく述部の類義性判定」

分布類似度計算において従来研究では名詞や動詞などの内容語との共起分布が用いられていたが、本研究では機能表現との共起分布を用いて述部の類義性判定を行った。述部の核である用言とその意味を補足するモダリティそれぞれの類義性判定において提案手法が有効であることを示した。

#### 二階堂 遍 (黒橋教授) 「括弧パターンを用いた人工物に関する知識獲得」

固有名詞の中でも認識が難しい人工物に関する知識を獲得する研究を行った。そのためにまず、括弧パターンを用いて Web コーパスから人工物候補と属性候補を収集した。Wikipedia から抽出した人工物に関する知識を基に、人工物候補と属性候補から人工物の上位概念と、人工物の製造元、作り手などの知識を獲得した。

#### 金 弓 冶 (河原准教授) 「A Framework of Automatic Case Frame Construction From a Raw Corpus (生コーパスを用いた格フレーム自動構築の枠組)」

計算機による自然言語理解のためには、述語と項の関係を整理して記述した格フレームが重要な知識源となる。本研究では、さまざまな言語について、格フレームを生コーパスから自動構築する枠組を提案した。実験では、英語と中国語について格フレームを構築し、その有効性を示した。

#### 伊 藤 均 (松山教授) 「カラー及び深度情報を用いた遮蔽環境下における人物モデル推定」

歩行者通路壁面に設置された情報提示システムが、提示情報に興味を持った歩行者を特定して声を掛けコミュニケーションを始めるという状況を想定し、群衆の中から人物を特定するための人物モデル獲得法を提案し、実世界実験によって有効性を示した。

#### 高 橋 康 輔 (松山教授) 「鏡映変換群がもたらす直交制約を用いたカメラの位置姿勢推定」

カメラの視野外にある物体を参照物体としてカメラの位置姿勢を推定する手法として複数の平面鏡を用いた計算アルゴリズムを提案し、従来手法と比べ提案手法がより高精度に位置姿勢を推定できることを実験によって実証した。

#### 土 師 浩 平 (松山教授) 「Interval-based Switching Kalman Filters による家電の電力変動モデル推定」

多様な動作モードを持つ電気機器の消費電力パターンをモデル化する手法として、確率時間オートマトンによって複数の線形システムを切り替える Interval-based switching Kalman filters を提案し、エアコンや洗濯機などの家電を対象とした実験を通じて、提案手法の有効性を示した。

### 情報学研究科 通信情報システム専攻

#### 伊 藤 昌 範 (吉田教授) 「マルチユーザ MIMO 伝送に用いる伝搬路予測手法と屋外実測データに基づく評価」

双方向伝搬路推定法を用いるマルチユーザ MIMO 伝送において、基地局連携 MIMO プリコーディン

グを精度良く行うために伝搬路予測手法を双方向伝搬路推定法に導入し、屋外伝搬環境の実測データを基に伝搬路予測手法を導入したマルチユーザ MIMO 伝送の有効性を明らかにした。

#### 上 田 啓 喜 (吉田教授) 「周波数共有システムにおける通信容量配分の最適化および干渉制御」

同一周波数帯を共有する無線通信システムに関する研究が述べられている。1つは通信オペレータ同士が連携することにより周波数を共有するシステムであり、もう1つは異なる優先度をもつシステムが周波数を共有するシステムである。

#### 小 林 正 寛 (吉田教授) 「分散 MU-MIMO における面的周波数利用効率の最大化に関する研究」

基地局アンテナを地理的に分散して配置する分散 MU-MIMO の面的周波数利用効率について検討した。クラスタリングについては、セルラシステムのセル半径の設定と同様に見なせることに着目して評価を行った。プリコーディングについては、従来の MMSE 基準の改善を検討した。

#### 中 平 俊 朗 (吉田教授) 「周波数チャンネルの動的割当による MU-MIMO システムの伝送特性改善」

MU-MIMO における線形プリコーディング伝送について、ZF ウェイトノルムを最小化する周波数割当パターンを選択することで伝送特性を改善できることを示し、伝搬路係数行列同士の相関を用いて周波数割当に要する逆行列演算回数を低減する手法を提案した。

#### 馬 江 波 (吉田教授) 「分散及び集中アンテナを仮定した MIMO システムのチャンネル容量の比較」

シャドウイングのより現実的な空間相関特性を得るため、送信機と受信機の場所により精密なシャドウイングを計算し、MIMO-DAS と MIMO-CAS のチャンネル容量に関する分析と検討を行った。その結果、空間相関シャドウイングを考えた場合でも DAS のチャンネル容量は CAS のチャンネル容量よりも大きいことを確認した。

#### 大 西 遼 太 (守倉教授) 「仮想伝搬路方式を用いた MIMO 空間多重伝送における演算量低減法」

移動無線通信で仮想伝搬路方式を用いる MIMO 受信機の消費電力低減を目的として、効率的なアルゴリズムと復号に用いる空間フィルタの生成法を提案した。また同受信機と、Thomlinson-Harashima Precoding と最適送信電力配分を組み合わせる方式も提案した。

#### 小 菅 陽 平 (守倉教授) 「ヘテロダイナミックマルチバンド受信機におけるフィードフォワード型ブラインドイメージ干渉補償」

AGC を備えたヘテロダイナミックマルチモード受信機におけるイメージ干渉の抑圧法を提案した。ヒルベルト変換器の誤差推定しベースバンド領域でデジタル信号処理により補償することで、信号電力対干渉電力比を改善できることを示した。

#### 中 戸 裕 基 (守倉教授) 「2 ホップ無線 LAN における QoS 制御とグループ制御の研究」

本論文ではネットワークコーディングを用いた 2 ホップ無線 LAN において VoIP の伝送品質を確保しながらもデータ通信のスループットを改善可能な QoS 制御方式を提案した。また、無線局をグループ化する方式を提案し、スループットを向上させながらも消費電力を低減可能であることを示した。

#### 藤 井 陽 平 (守倉教授) 「無線 LAN と無線センサネットワークの共存方式」

無線 LAN と無線センサネットワークが同一周波数で共存する際に無線センサネットワークを保護す

ることを目的とし、RTS/CTS/CTS-to-selfを用いることで無線LANの通信を一時的に止めて無線センサネットワークを通信させる方式について提案し、無線LANのトラフィックが大きい状態であっても効果があることを示した。

**吉川 尚吾 (守倉教授) 「格子基底縮小を用いた MIMO 受信機の空間多重数増大法およびその演算量低減法」**

移動無線通信におけるダウンリンク通信の高速化を目的とし、格子基底縮小を用いた MIMO 受信機について、送信ストリームの数が受信機のアンテナ数より大きい場合にも適用が可能となるような方式およびその演算量低減法を提案した。

**寛 武志 (高橋教授) 「移動経路上の無線帯域共用技術の研究」**

公衆エリアに分散配置されている無線スポットを有効に活用するため、複数のモバイルユーザが無線スポットを共用する問題を定式化し、提案する協調メカニズムがこの問題を解決できることをシミュレーション評価により示した。

**高田 善規 (高橋教授) 「情報通信利用者間の相互作用に関する研究」**

ソーシャルネットワーキングサービスなどで見られる情報通信システムを利用する人々の間に生じる相互作用に関して、そのメカニズムをモデル化し、社会実験を通じてその影響を定量的に評価した。

**高野 奨太 (高橋教授) 「光パケットネットワークにおけるエッジバッファおよび遅延線バッファ構成に関する研究」**

ガードタイムの短縮による光パケットネットワークの高効率化を目的とした複合パケット伝送方式と、遅延線バッファの利用頻度に着目した部分共有型遅延線バッファ方式を提案し、その評価により性能向上効果を明らかにした。

**西尾 理志 (高橋教授) 「Cooperative Bandwidth Sharing in Wireless LANs (無線LANにおける帯域協調利用技術の研究)」**

無線LANなどの無線アクセスネットワークにおいて、各ユーザがそれぞれの要求品質を満たせるよう、対応している端末同士で協力し送信機会を交換する方式を提案し、その有効性をシミュレーションによって示した。

**丹波 健 (高橋教授) 「ユーザの嗜好情報を用いた Peer-to-Peer コンテンツ共有」**

Peer-to-Peer コンテンツ共有サービスにおいて、コンテンツ検索のヒット率向上を実現するためのセマンティック情報を用いた効率的検索手法の提案と、ユーザのコンテンツ嗜好関係を考慮したユーザのモデル化手法の提案を行った。

**片山 健太郎 (佐藤 (高) 教授) 「複数パーティクルフィルタによる高精度回路歩留り解析の研究」**

本論文では、逐次重点的サンプリング (SIS) 法を用いた回路歩留り解析の高速化手法を提案する。本手法では、SIS における再抽出処理を複数のパーティクルフィルタ上で独立に行うことにより、不良領域が複数ある場合にも高速に解析を行うことができる。

**宮川 哲朗 (佐藤 (高) 教授) 「準ゼロ分散推定を用いたランダムウォークによる線形回路解析の高速化」**



本論文では、ランダムウォークによる線形回路解析に重点的サンプリングを適用する手法を提案する。準ゼロ分散推定により DC 解析と過渡解析を高速化し、複素数の確率を実数の確率と複素数の重みに分離することにより AC 解析を実現した。

**湯 浅 洋 史 (佐藤 (高) 教授) 「モンテカルロ法に基づく統計的静的タイミング解析の専用演算器並列実装による高速化」**

本論文では、モンテカルロ法を用いた統計的静的タイミング解析の専用演算器実装による高速化手法を提案する。提案ハードウェアにおいては、複数の静的タイミング解析用演算器を実装し、この演算器を試行毎に並列動作させる事で高速化を達成する。

**松 田 進 也 (越智准教授) 「ウエハスケールマスク ROM におけるデータ読み出し方式の検討」**

本論文ではマスク ROM を用いた長期保存用記憶メディアを 12 インチウエハで実現する時のデータ読み出し方式について提案する。メディアの記憶密度の最大化と、長距離配線時のデータ読み出しに対して、シーケンサを用いた階層的アーキテクチャを提案し、評価した。

**藤 本 秀 一 (小野寺教授) 「LSI の低電圧安定動作に向けたチップ内特性ばらつきのモデル化手法」**

微細集積回路における動作特性のチップ内ばらつきを、標準電圧から閾値電圧付近までの広い動作電圧範囲において再現するモデルについて検討した。特性ばらつき情報を効率的に取得するために、非均質な構造を持つリングオシレータ回路を新規に考案した。

**北 島 和 彦 (小野寺教授) 「チップ内トランジスタ特性ばらつきへの耐性を高めたフリップフロップの設計手法」**

フリップフロップのタイミング特性がトランジスタ特性のチップ内ランダムばらつきに対して脆弱であることを明らかにし、ばらつき耐性を高める設計手法を示した。また、ばらつき耐性を高めたフリップフロップを 45 nm および 65 nm プロセスで開発した。

**釜 江 典 裕 (小野寺教授) 「セルベース LSI のチップ内ばらつき補償をめざした基板電圧生成回路」**

チップ内ばらつき補償を目的として、細粒度基板電圧制御に用いる電圧生成回路を開発した。セルベース設計の環境でデジタル回路と混在して自動設計できる回路と、面積最小化をねらった回路の 2 種類を設計・試作し、65 nm プロセスでの動作を確認した。

**宮 脇 成 和 (小野寺教授) 「相互結合インダクタを用いた利得可変なトランスインピーダンスアンプの設計手法」**

光通信の受信回路に使われるトランスインピーダンスアンプ (TIA) の高速化について検討した。相互結合インダクタを用いた帯域延伸手法および利得可変回路を開発し、高い帯域と高い入力ダイナミックレンジの両立を達成した。

**中 原 晃 宏 (乗松准教授) 「光コヒーレント検波方式における電気・光フィルタを考慮したビット誤り率評価法」**

直接検波方式で有用な Forestieri 法を拡張することで、任意波形に対して電気・光フィルタを考慮した誤り率評価法を検討し、高速かつ誤差 0.1dB 以内という高精度で計算可能なことを示した。また、光

源の位相雑音も考慮した誤り率評価法を示した。

**橋本大志 (佐藤亨教授) 「南極大気レーダートレーニングシステムを用いた航空機クラッター抑圧」**

本研究では南極大気レーダの電離圏観測における大気・FAI エコーの分離受信への応用を踏まえ、大気レーダに適した適応的信号処理法を発展させて航空機からの散乱波を抑圧する手法を提案した。また、これを実観測データに適用して従来法に対する特性改善を定量的に示した。

**藤田修平 (佐藤亨教授) 「壁面多重反射波を利用した影領域の高精度 UWB レーダイメージング」**

室内監視システムへの応用を想定した UWB レーダによる形状推定アルゴリズムの開発を行った。本来は妨害波となる壁面の多重反射波を活用し、ドップラー効果及び干渉計法、時間逆転法を利用することで、部屋の死角に存在する目標の高精度な画像化を実現した。

**本間寛明 (佐藤亨教授) 「UWB ドップラーイメージングレーダを用いた複数歩行人体の高精度分離識別」**

複数の人体が歩行する条件下で時間周波数解析を行った後、散乱中心の位置を推定し機械学習を用いることにより 3 素子での高精度な目標分離が可能であることを示した。また分離した目標の外輪郭を抽出する形状推定法を提案し、精度を評価した。

**森本潤一 (佐藤亨教授) 「赤血球のランダム変化を考慮した相関による医用超音波血流速度推定法」**

本研究では、相関を用いて血流速度推定を行う手法を提案した。その結果、従来法では考慮されていなかった赤血球のランダム変化を考慮して速度推定を行うことで従来法に比べて精度が大きく改善し、高精度、かつ広範囲の血流速度推定が可能となった。

## 情報学研究科 システム科学専攻

**安藝俊介 (石井教授) 「スパイク発火列からのネットワーク構造の推定 - group LASSO によるアプローチ」**

複数の神経細胞のスパイク発火時刻系列データに基づく統計的処理によって、神経細胞間の機能的結合ネットワーク構造を推定することができる。本研究では group LASSO 法の応用によって、観測時間が短い場合の推定性能を大幅に向上させた。

**安富正博 (石井教授) 「探索搾取切替モデルによる部分観測環境下での意思決定過程の解析」**

迷路課題において、被験者は自分の居場所が不確実である場合には探索行動をとり、確実であれば最短でゴールに向かう搾取行動を取る。このさいの被験者の行動系列から被験者の主観的な不確実性を読み取る手法を開発し、fMRI による脳活動との関連を調べた。

**神原 聡 (石井教授) 「視覚における注意資源配分の空間的分布表現」**

視線固定下で、視野上さまざまな位置における認知課題の正解率を調べることで、人間の周辺視野における注意資源の空間的配分が分かる。空間解像度の高い表現を工夫し、事前指定した分布と実際の違いを細かく比較することで、配分形状改変の実態を調べた。

**河野 正行 (石井教授) 「Microscopic neural image restoration based on tensor factorization of rotated patches (パッチ画像に回転を加えたテンソル因子化による神経細胞顕微鏡画像の修復)」**

神経細胞の顕微鏡画像に含まれるノイズを除去して画質改善を行う手法を開発した。局所的パッチ画像の低ランク因子化が既存手法であったが、パッチ画像を回転して細胞繊維構造にフィットさせる工夫と、パッチをテンソルとして扱う工夫を加えて性能を改善した。

**石垣 雄大 (松田教授) 「段差形状記述に用いる反力方向の触知覚に対する影響」**

器具を用いて柔軟物体表面のなぞり走査を行う際の能動触による形状知覚機構の解明を目的に、段差知覚に対する垂直・水平方向反力の影響を検討した。形状知覚に寄与する特徴量は段差勾配の最大値で、その絶対閾には垂直、水平および両者を組み合わせた形状記述の間で差異が認められないことを明らかにした。

**武下 大毅 (松田教授) 「薬剤の催不整脈性推定を目的とした心筋細胞モデルのパラメタ解析」**

薬剤の催不整脈性推定を目的に、不整脈発生の原因となる遅延後脱分極とよばれる活動電位波形の異常に着目して心筋細胞モデルのパラメタ解析を行った。薬物の効果や生理状態の変化が遅延後脱分極の発生に与える影響を解析したところ、静止状態における細胞内カルシウム濃度が重要であるとの知見が得られた。

**吉木 優太 (松田教授) 「磁気共鳴位相画像を用いた生体組織における異方性導電率の推定に関する研究」**

筋肉の導電率異方性の確認を目的として、直流電流印加による MRI 信号の位相変化に着目した等方性導電率法を改良し、異方性導電率推定法を提案した。異方性導電率の推定には至らなかったが、筋肉の線維方向に導電率の異方性があることを示唆する電流分布画像が得られた。

**吉田 真樹 (松田教授) 「ヒト胚子 3 次元モデルのフィッティングによる胚子標本の形状パラメタ推定に関する検討」**

胚子標本の形状を定量的に評価することを目的に、胚子の各発生段階における標準的な形状を表現するヒト胚子 3 次元モデルに形状パラメタを導入し、標本外表ポリゴンとのフィッティング実験により本手続きによる形状パラメタ推定が実現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

**伊藤 達理 (下田准教授) 「自転車専用ハイウェイ導入によるモーダルシフト効果とコストの定量的評価」**

自動車から自転車へのモーダルシフト促進方策として、既存の道路の一部を自転車のみ通行可能とする自転車専用ハイウェイを提案し、シミュレーションによりその導入の影響を定量的に評価した。その結果、CO2 削減効果などの点で有効であることを確認した。

**小野 義人 (下田准教授) 「仮想空間内シミュレーションによる自然特徴点トラッキング手法の精度予測」**

自然特徴点を用いた拡張現実感用トラッキング手法の精度や安定性を評価する手法として、レーザレンジファインダとカメラを用いて現実を忠実に反映した詳細な3次元モデルを作成し、それを用いてシミュレーションによりトラッキング精度を予測する手法を実現した。

#### 河野 翔（下田准教授）「意識的な休息に着目した知的生産性変動モデルの提案と評価」

本研究では人間を情報処理システムとして捉え、知的作業時の情報処理プロセスを考慮した知的生産性変動モデル、長期休息重視モデルを提案した。長期休息重視モデルに基づいた計算機シミュレーションにより、過去のモデルよりも忠実に実験結果を再現できた。

#### 北村 尊義（下田准教授）「個人を対象とした二酸化炭素排出許容枠制度の提案と評価」

個人を対象としたCO<sub>2</sub>排出許容枠固定価格取引型PCA（FIT-PCA）を提案した。FMEAを用いてFIT-PCA運用時の行政情報システムの頑健性を評価した後、インターネットアンケート調査を実施し、FIT-PCA運用がもたらす効果およびFIT-PCAの支持・不支持に影響を与える要因を明らかにした。

#### 藤原 央樹（下田准教授）「環境配慮行動促進のためのオンラインコミュニティ「エコ部」の提案と評価」

環境配慮行動（PEB）を促進・継続させることを目的とした部活動を模したオンラインコミュニティの実現手法を提案した。提案手法を実装して評価実験を行った結果、すべての参加者にPEBの促進効果が確認され、約半数の参加者にPEBの継続効果が確認された。

#### 満 智遠（下田准教授）「拡張現実感を用いたプラント解体協調作業シミュレーションシステムの開発」

作業の現場で複数の作業員が協調しながら解体作業の計画立案を行える拡張現実感を用いたプラント解体協調作業シミュレーションシステムを開発した。開発したシステムを実際の解体作業に従事する作業員の方に評価して頂き、システムの有用性を確認した。

### エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻

#### 磯江 祐一（中村（祐）教授）「高速イオンの閉じ込め改善を目指したヘリオトロンJ磁場配位の最適化」

ヘリオトロンJ装置にトリムコイルを付加し、高速イオンの閉じ込めをこれまで以上の改善することを念頭に磁場配位の最適化を試みた。その結果、高エネルギー粒子の軌道損失を50%以上減少させ、新古典輸送も大幅に減少させる配位を見出した。

#### 阪上 幸弘（中村（祐）教授）「ヘリカル系プラズマの一次元輸送シミュレーション」

ヘリオトロンJプラズマにおいてバンピー磁場成分が輸送に及ぼす影響を一次元輸送シミュレーションによって解析し、径電場の重要性を示した。また、LHD装置に対するシミュレーションにおいて、三次元磁気面形状が輸送に及ぼす影響を明らかにした。



## エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻

### 高田 佳明 (野澤教授) 「三次元強誘電体機能メモリセル構造に関する研究」

FeRAMの微細化に伴う読み出し電荷量減少の問題を打開するため、3次元 chain FeRAMセルを設計し、検討した。本研究で考案した3次元セル構造を用いることによりデザインルールの縮小に対して読み出し電荷量をほぼ一定に保ちながらセル面積を大幅に縮小することができる見通しが得られた。

### 渡邊 寛明 (野澤教授) 「機能メモリを用いたソートアルゴリズムにおける電力遅延積の評価」

算術演算回路を取り付けた機能メモリは処理速度向上のための有力な技術であると考えられる。本研究では機能メモリの特性を活かした新しいソートアルゴリズムを提案し、電力遅延積を回路シミュレータ *Smart SPICE* を用いて評価し、良好に動作することを確認した。

### 甲斐 尚人 (白井教授) 「Study on Turbulent Heat Transfer for Heating of Water in Short Tube (短い円管内における水の乱流熱伝達の研究)」

水平に支持した白金及びSUS304円管発熱体を用い、限界熱流束に及ぼす発熱体姿勢の影響を明らかにした。また垂直に支持した白金円管発熱体を用い、円管内水の過渡乱流熱伝達表示式を導出した。さらに、以前に行われた実験と同様な条件で数値解析を行い、円管内水の流動様式の詳細を明らかにした。

### 竹上 泰樹 (白井教授) 「Heat Transfer of Cryogenic Liquids for Cooling Superconductors (超電導機器冷却を目的とした極低温流体の熱伝達特性に関する研究)」

極低温流体を冷媒とした強制対流冷却試験によりその熱伝達特性を求めた。種々の圧力、液温、流速および円管発熱体の寸法の条件下で測定した液体水素の実験結果から、強制対流のDNB熱流束を与える表示式を提示し、この表示式が液体窒素にも適用可能であることを明らかにした。

### 野田 翔 (白井教授) 「Experimental Study on Current Limiting and Recovery Characteristics of Three-Phase superconducting Fault Current Limiter (三相超電導故障電流限流器の限流及び復帰特性に関する実験的研究)」

巻き戻し構造を有する新しいタイプの三相同軸構造の変圧器型超電導限流器を提案し、モデル器を設計、製作した。各相の限流インピーダンス特性は概ね等しく、ほぼ設計とおりの特性となった。模擬電力システムを用いた事故電流限流実験を行い良好な特性を確認した。

### 水谷 浩志 (白井教授) 「Evaluation of Dynamic Characteristics of Distribution System by Small Disturbance Injection Method (微小擾乱注入手法による配電システムの動特性評価)」

能動的な制御特性を持つ負荷や分散型太陽光、風力発電システムを含む配電システムの動特性を評価するため、微小電力注入によるオンラインの応答特性から動特性モデルを導出する手法を提案し、シミュレータを用いた実験で検証した。

## エネルギー理工学研究所

### 羽田 和慶 (長崎教授) 「トカマクにおける予備電離を用いたプラズマ生成に関する数値解析」

超伝導トカマク JT-60SA におけるプラズマ着火を調べるため、小半径方向の輸送を考慮に入れた 1 次元モデルを開発し、数値解析を行った。その結果、プラズマ着火が初期中性粒子密度に依存すること、電子サイクロトロン共鳴加熱によるアシストが有効であることがわかった。

#### 水野 浩志 (長崎教授) 「ヘリオトロン J におけるマイクロ波反射計を用いた電子密度揺動計測」

Ka バンド周波数スキャンが可能なヘテロダイナミックマイクロ波反射計システムを開発し、ヘリオトロン J 装置において電子密度揺動計測を行った。振動板を用いたテストスタンドでの動作確認を行なった後、NBI プラズマ実験に適用し、高速イオン励起 MHD 不安定性を観測した。

#### 山垣 悠 (長崎教授) 「慣性静電閉じ込め核融合装置における多段電圧導入端子の設計と性能評価」

慣性静電閉じ込め装置における核融合反応率向上を目的とし、5 段分割電圧導入端子を設計して導入、高電圧化と電位分布改善を同時に達成した。また、中性子発生率を計測することによって、グロー放電型における重水素イオンエネルギーの電圧依存性が得られた。

#### 香川 輔 (水内教授) 「ヘリオトロン J におけるビーム放射分光法を用いたプラズマ密度揺動分布計測システムの開発」

プラズマ中心部から周辺部まで ( $0 < \rho < 1$ )、高い空間分解能 ( $\Delta \rho < \pm 0.07$ ) を持つビーム放射分光装置を開発した。複数の高速イオン励起不安定性が観測されるにプラズマにおいて密度揺動強度の径方向分布を観測したところ、それぞれ固有の揺動強度分布を持つことがわかった。

#### 南 貴之 (水内教授) 「ヘリオトロン J における荷電交換再結合分光法を用いたイオン温度・トロイダル回転速度分布計測」

荷電交換再結合分光法によりプラズマ中の炭素イオン温度および回転速度の空間分布を計測した。磁場配位 (パンピー成分) に対するイオン温度の依存性を調べたところ、パンピー磁場強度が高い場合にイオン温度が高いことがわかった。これは中性粒子分析器による水素イオン温度計測と定性的に一致する。

#### 八代 浩彰 (水内教授) 「ヘリオトロン J プラズマの電子温度・密度分布の時間発展計測のための YAG トムソン散乱計測装置用ポリクロメータの開発」

ヘリオトロン J プラズマの電子温度、密度分布の時間発展を計測するために Nd:YAG トムソン散乱計測装置を開発している。そのためにトムソン散乱光を分光計測するためのポリクロメータを設計開発し、その性能を評価した。ポリクロメータは 10eV-10keV 電子温度領域のヘリオトロン J プラズマを、最低  $5 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$  の電子密度があれば十分計測できる性能を有することを示した。

#### 和田 善信 (佐野教授) 「ヘリオトロン J 装置における電子温度分布及び高エネルギー電子スペクトルの計測」

TV トムソン散乱によるプラズマ電子温度計測のノイズ低減法の開発を目的に、小区間画像データの新しい統計処理法を導入し、高精度の温度評価を実現した。また、波高分解 (PHA) 軟 X 線計測法をもちい、電子サイクロトロン電流駆動 (ECCD) 時の高速電子エネルギー分布の変化を実験的に検証した。

## 生存圏研究所

### 宮 脇 力 (津田教授) 「水蒸気・エアロゾル観測のための紫外・可視域ラマンライダーに関する研究」

気候変動に大きく影響する大気エアロゾルと水蒸気を連続観測可能なラマンライダーを改良した。紫外レーザーを用いて市街域でも安全運用できるようにし、1ヶ月間連続運用し検証観測を実施した。さらに紫外・可視ライダー同時観測によりエアロゾル吸湿に対する粒径変化を計測した。

### 芦 田 康 将 (山川教授) 「粒子シミュレーションによる磁気セイル宇宙機の推力特性に関する研究」

太陽風（高速プラズマ流）と宇宙機搭載コイルの相互作用により、高効率な推力発生が期待される磁気セイルの推力特性を、新規開発の定常シミュレーション（Flux-Tube法）と大規模シミュレーション（Full-PIC法）により解析し、磁場強度への依存性やピッチングモーメントの特性を明らかにした。

### 岡 田 聡 (山川教授) 「小型プラズマ波動スペクトル観測器に向けたアナログダウンコンバージョン部の集積化に関する研究」

科学衛星搭載用スペクトル型プラズマ波動観測器を極端に小型化するため、そこで必要となる高ゲインアンプ、スイッチトキャパシタ型BPF、および周波数ミキサをアナログASIC内にワンチップで実現し、小型でありながら十分な性能をもつスペクトル型受信器の要素技術開発に成功した。

### 八 山 慎 史 (山川教授) 「ローレンツ力と重力による帯電衛星の姿勢ダイナミクスに関する研究」

地球周回の人工衛星の複数の部位を、イオン・電子エミッタ等で積極的に帯電させて、地球磁場中に起因するローレンツ力によるトルクを発生させることで、帯電衛星を慣性座標系や回転座標系において一定姿勢で維持したり、スピニアップダウンを行う姿勢制御手法の実現性を明らかにした。

### 宮 下 優 (大村教授) 「Acceleration Mechanism of Radiation Belt Electrons by Whistler-mode Chorus Emissions (ホイッスラーモード・コーラス放射による放射線帯電子の加速機構)」

地球磁気圏で頻繁に観測されるホイッスラーモード・コーラス放射によって放射線帯の電子が光速に近い相対論的エネルギーまで加速される非線形過程を、コーラス放射の電磁界モデルでのテスト粒子シミュレーションに基づく数値グリーン関数法により解明した。

### 石 川 峻 樹 (篠原教授) 「パネル構造型宇宙太陽発電所のためのパネル位置推定を用いたビーム形成技術の研究」

宇宙太陽光発電所のフェーズドアレーでは、アンテナ面に歪みが発生し、ビーム形成に大きく影響を与える。パネル位置推定を用いたビーム制御について検討を行い、アンテナ面の歪みや位置推定に用いるパイロット信号の測定誤差が大きい場合でもビーム制御が可能な手法を提案した。

## 高等教育研究開発推進センター

### 西 村 純 (小山田教授) 「確率的アプローチによる非構造ボリュームデータの融合可視化」

確率的アプローチを用いて様々な種類のデータをボリュームレンダリングで融合可視化する手法を提

案した。従来法である粒子ボリュームレンダリングを使った融合可視化と比較し、提案手法が、解像度の増加に対して、従来法ほどの計算資源を必要とせず、高品質の画像を生成することを確認した。

**郭 嘉 禎 (小山田教授) 「An Efficient Hyperstreamline Visualization Method on Large-Scale Unstructured Datasets (大規模非構造格子データ向け超流線可視化の高速化)」**

流線可視化で使われるセルツリーデータ構造を探索する際に前回の探索履歴を参照するための補助データ構造を開発した。本手法を大規模非構造格子で定義されたテンソルデータからの超流線可視化計算の高速化に適用し、その有用性を確認した。

## 学術情報メディアセンター

**中 野 克 己 (中村 (裕) 教授) 「状況の認識とユーザの誘導を用いた協調的ジェスチャインタフェース」**

ジェスチャインタフェースを認識を行う状況の「良さ」を指標化し、「良さ」とそれを維持または回復する方法を機械から人間に提示することにより、良好な認識を保つ方法を提案した。これは、概念的には、人間がうまく使いこなせるように利用マニュアルを提示するのに似ているが、機械が状況を判断して自動的に行うことが特徴である。

**安 光 州 (中村 (裕) 教授) 「個人視点映像を用いたグループログにおける対話関係の推定」**

頭部に装着したカメラで学習・訓練のためのグループ活動を記録し、それを活用するための映像解析手法を提案した。特に、複数人が対話したり、お互いに注意を払っている状況を検出するために各々の記録映像を統合的に処理する方法を示した。