

## 平成 24 年度修士論文テーマ紹介

### 工学研究科 電気工学専攻

#### 北 森 勇太郎 (引原教授) 「多段接続された電力ルータによる交流配電システムの構成に関する研究」

本研究では、分散型電源の導入された家庭内における交流配電システムの構築を目指し、構成の検討を行った。システムの基本構成である電力ルータの直・並列接続をもとに、回線切り替え動作の実現とその影響を評価し、家庭へのシステム導入の実現可能性を示唆した。

#### 田 代 圭 司 (引原教授) 「直流配電に用いる電力パケット伝送システムの開発」

本研究では、電力の由来を区別したマネージメントを実現するために、電力パケット伝送システムの原理確認とその開発を行った。基本構成およびそれを拡張した構成におけるパケットの伝送を実験的に確認するとともに、システムの同期を余分な線路を必要としない方法で達成した。

#### 文 野 貴 司 (引原教授) 「パワー MOSFET の高周波スイッチングのための高速ゲートドライブ回路に関する研究」

本研究では、電力変換回路のスイッチング周波数を高周波化するために、ゲートドライブ回路の検討を行った。ゲートドライバ IC の入出力特性、ゲート抵抗、MOSFET のオフ時の駆動電圧に着目し、10MHz のスイッチングを達成した。

#### 宮 武 想 (引原教授) 「リチウムイオン電池を用いた組電池の放電特性と構成切り替え制御」

本研究では、エネルギー密度の高いセルとパワー密度の高いセルを組み合わせた組電池システムを提案した。組電池の構成と放電特性の関係を明らかとし、周期変動負荷に対して構成を離散的に切り替える制御を適用し、高出力エネルギーと高出力パワーを同時に実現した。

#### 齊 藤 勇 来 (萩原教授) 「状態遷移作用素のノルムに基づくむだ時間系の安定解析および離散時間安定化制御器設計」

むだ時間系の安定条件が系の状態遷移を表す作用素のノルムによって記述できることを示し、それに基づき、安定性を厳密に判別する方法を提案した。さらに、むだ時間系を安定化する制御器の設計法を与えた。また、数値例検証を通して、それらの有効性を論じた。

#### 山 崎 達 矢 (萩原教授) 「非線形時変微分差分方程式のむだ時間フィードバック系による表現法」

非線形時変微分差分方程式の解の定義を明確に与え、解の存在と一意性を保証する十分条件を導いた。さらに、この方程式の解を非線形時変系と時不変むだ時間要素のフィードバック結合により構成されるむだ時間フィードバック系の内部信号として表現する方法を与えた。

#### 蒲 原 聖 治 (萩原教授) 「線形周期時変系に対する古典的ゲインスケジューリング制御器設計と最適レギュレータの比較」

線形周期時変系に対して、古典的ゲインスケジューリングに基づく状態フィードバック制御器設計法を考え、簡単な制御対象について、この制御器による閉ループ系が安定となることを示した。また、構

成された閉ループ系と最適レギュレータの性質の比較を数値例を通して行った。

**吉 村 治 輝 (萩原教授) 「ポリトープ型不確かさを含むサンプル値系の準有限ランク近似誤差を考慮したロバスト安定解析」**

ポリトープ型不確かさを含むサンプル値系のロバスト安定解析問題を、近似離散時間系のロバスト安定解析問題に帰着させ、近似的に解析する手法を提案した。さらにその際に用いる準有限ランク近似の誤差評価を通して、サンプル値系のロバスト安定性を厳密に保証する条件を与えた。

**青 野 周 平 (土居教授) 「遅延フィードバック制御法における周期軌道安定化機構の Pade 近似を用いた解析」**

遅延フィードバック制御法は簡便なカオス制御法であるが、無限次元の力学系であるため、そのダイナミクスは複雑である。パデ近似を用いて有限次元に縮約することで、比較的低次元でも無限次元の場合と同様の制御性能が得られることを示した。

**恒 木 亮太郎 (土居教授) 「神経振動子の大量結合系における遅い同期振動の発生機構に関する研究」**

神経振動子のような非線形特異摂動系を結合すると、単一振動子の固有周期とは大きく異なる同期振動が創発する。このような同期リズム発生メカニズムの解明を目指し、ファン・デア・ポル型の神経振動子結合系を用いて、平衡点の安定解析及び分岐解析を行った。

**中 山 裕 (土居教授) 「麻酔薬に対する鎮静度応答特性の経時的变化のモデル化と鎮静度・鎮痛度制御の研究」**

全身麻酔下の手術における患者の鎮静度および鎮痛度の自動制御システムの開発を目的として、麻酔継続時間による麻酔薬の効果の変化を考慮に入れたモデルを提案するとともに、適切な鎮静・鎮痛状態を維持できる薬物濃度の推定法とそれを用いた制御方法の検討を行った。

**三 好 巧 人 (土居教授) 「マルチカーエレベータシステムにおける運行決定問題の数理モデル化および解法の研究」**

1本のシャフトに複数台のかごを設置するマルチカーエレベータシステムにおいて、かご同士が衝突しないよう運行を決定する問題を数理計画問題としてモデル化するとともに、分枝限定法による解法を構成し、モデルの妥当性と解法の有効性を数値実験で検討した。

**Claudia Cecilia Yamamoto Noguchi (土居教授)**

**「Mathematical Model of Postprandial and Postabsorptive Glucose-insulin Metabolism in Type 1 Diabetes (食後及び空腹時における1型糖尿病のグルコース・インスリン代謝の数理モデル)」**

血糖値制御への利用を目的として、食事のグリセミック指数と炭水化物の消化速度を考慮に入れたグルコース吸収モデルを提案し、それを従来のインスリン動態およびグルコース代謝モデルと組み合わせた1型糖尿病患者の食後および空腹時におけるグルコース・インスリン代謝モデルを作成した。

**赤 松 功一郎 (小林教授) 「視運動性眼振と脳波および機能的MRIによる両眼視野闘争に関連する皮質神経活動の研究」**

左右眼独立に競合する方向にドリフト運動する視覚刺激を呈示した場合と、両眼に同方向に運動する刺激を呈示した場合の視運動性眼振、脳波、機能的 MRI を計測し比較することで、両眼視野闘争における知覚交替に関連する大脳皮質神経活動の部位とダイナミクスに関する新知見を得た。

#### 大 西 宏 征 (小林教授) 「K-Rb ハイブリッドセルを用いた光ポンピング原子磁気センサに関する研究」

光ポンピング原子磁気センサを用いた生体磁気計測を目的に、K と Rb の 2 種類のアルカリ金属原子を用いたハイブリッドセルを利用したセンサを提案した。ハイブリッドセルを用いた光ポンピング原子磁気センサについて理論的・実験的に検討し、最適な動作条件について示した。

#### 草 薙 卓 也 (小林教授) 「脳波と機能的 MRI を用いた呈示様式の異なるスタンバーク記憶走査課題遂行時の脳活動の検討」

記憶における呈示様式の影響の検討を目的に、記憶項目を同時・継次的に呈示するスタンバーク記憶課題中の脳波を測定し、機能的 MRI により得た賦活部位を用いて統合解析を行った。この結果、複雑な記憶過程における脳神経賦活位置とそのダイナミクスに関する新たな知見を得た。

#### 土 田 昌 宏 (小林教授) 「光ポンピング原子磁気センサを用いた MR 信号直接計測のための磁場分布解析」

超低磁場 MRI においてポンピング原子磁気センサを用いた MR 信号の直接計測を目指し、フェライト磁気シールドおよびアクティブ磁気シールド型減磁コイルを用いた直接計測法について磁場分布解析により検討を行い、その有効性が確認できた。

#### 大 竹 宏 明 (雨宮教授) 「高温超伝導薄膜線材で巻かれた二極マグネットにおいて線材磁化が多極磁場へ与える影響の実験的研究」

高温超伝導テープ線材を用いて加速器用二極マグネットを巻いたときに線材磁化が磁場精度に与える影響について実験的に評価し、数値解析結果と比較検討した。線材磁化が多極磁場成分に与える影響には再現性があり、また、ドリフトも比較的小さいことを明らかにした。

#### 北 野 紘 生 (雨宮教授) 「次世代車載システムを指向した高温超伝導誘導同期機の可変速制御に向けた基礎検討」

車載応用を指向した高温超伝導誘導同期回転機について、起磁力依存非線形超伝導抵抗を利用した自律安定回転制御性を実証するとともに、同制御性を適用した最大効率ベクトル制御コードを開発した。さらに、上記制御コードのトルク応答改善方法を提案した。

#### 二 井 雅 裕 (雨宮教授) 「転位構造を考慮した解析モデルによる高温超伝導 Roebel ケーブルの電磁特性の研究」

高温超伝導薄膜線材を集合化した大電流導体である Roebel ケーブルの転位三次元構造を考慮した数値電磁界解析モデルを構築した。構築したモデルを用いて Roebel ケーブルの交流損失を計算し、Roebel ケーブルの構造がその交流損失特性に与える影響を明らかにした。

#### 三 澤 慎太郎 (雨宮教授) 「高温超伝導誘導同期機の全超伝導化に向けた固定子巻線に関する基礎研究」

直接駆動車載システムを目標とした高温超伝導誘導同期回転機について、高効率化ならびに高トルク密度化のための高温超伝導固定子巻線に関する実験的・解析的研究を実施した。その結果、大電流容量

化ならびに低交流損失化に関する指針を明確化した。

**出 原 歩 (和田教授) 「オンチップ電源供給ネットワークの電圧変動を反映した LECCS-core モデルの構築」**

LSI の電源系高周波電流をシミュレートする EMC マクロモデル (LECCS-core モデル) の内部等価電流源を電源電圧変動を反映して補正することで正確な電源系高周波電流を再現し、またサブブロック単位で構築したモデルを統合して計算コストを下げる手法について提案した。

**風 岡 諒 哉 (和田教授) 「双方向 AC-DC コンバータを用いた交流ネットワークの電力フロー設計」**

双方向 AC-DC コンバータを用いた交流ネットワークを設計し、電力の送り手と受け手が協調動作するためのモデルとして、スイッチング回路の等価回路表現を導出した。また、電力フローを明確化するためにテレゲンの定理に基づく電力フローについて検討を行った。

**西 本 太 樹 (和田教授) 「パッケージ受動配線系及び平面アンテナの電磁現象表現に重点を置いた等価回路」**

LSIパッケージ等の共振時の電磁エネルギーから等価回路キャパシタンスとインダクタンスを導出し、さらに低周波における励振インダクタンスを定義して少ないモード数で収束する等価回路を示し、その応用として2周波共用平面アンテナのインピーダンス整合例を示した。

**吉 田 敬 祐 (和田教授) 「導体球と導体線から成るメタマテリアルの等価回路モデル」**

導体球を導体線により接続する構造のメタマテリアルについて、マテリアル内の空間結合や外部との結合を考慮した等価回路を Maxwell 方程式から系統的に導出する方法を提案した。また具体的な構造に対して、接続を変化させた場合の現象について検討を行った。

**須 藤 正 人 (松尾教授) 「単純化磁区構造モデルとその集合を用いた電磁鋼板磁化過程表現に関する研究」**

単純化磁区構造モデルを用いて電磁鋼板の磁区 / 結晶粒スケールの磁化過程解析を行い、基本的な磁化特性を明らかにした。次に、単純化磁区構造モデルの集合によりマクロな磁化過程解析を行う手法を開発し、電磁鋼板の磁気特性を定性的に表現することを可能にした。

**光 岡 隆 平 (松尾教授) 「ベクトルプレイモデルを用いた鉄芯材料交流磁気特性の有限要素モデル化に関する研究」**

プレイモデルにて表現される異方性ベクトルヒステリシス関数の微分を導出し、有限要素磁界解析に応用した。動的渦電流損係数の導入により電磁鋼板の高精度な交流ベクトル磁気特性表現を得た。鉄芯コイルの磁界解析ではニュートン法の実用的な収束特性を得た。

**工学研究科 電子工学専攻**

**小 森 祥 央 (鈴木教授) 「 $\text{Pb}_{1-y}\text{Bi}_y\text{Sr}_2\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_2\text{O}_{7+\delta}$  単結晶エピタキシャル薄膜の成長とその基礎的物性に関する研究」**

高温超伝導体  $\text{Pb}_{1-y}\text{Bi}_y\text{Sr}_2\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_2\text{O}_{7+\delta}$  のエピタキシャル薄膜を高温アニール法により世界で初めて

育成することができた。超伝導は  $x > 0.3$  で発現し、 $x = 0.37$ 、 $y = 0.28$  で最高の超伝導転移温度である 50 K を得た。これまでに報告されている 90K を超える超伝導転移は不純物相の Bi2212 に由来する可能性が高いことを示した。

#### 平山伸夫 (鈴木教授) 「Bi 系固有ジョセフソン接合テラヘルツ光源における発振周波数の温度・バイアス依存性」

$\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  からのテラヘルツ波発振について、素子直下の超伝導基板の有無によって発振周波数の温度依存性が異なることを示した。このことは、発振周波数の温度依存性がロンドン侵入長の温度依存性に由来し、バイアス電流依存性は実効的な温度の変化に起因することが分かった。

#### 水野孝昭 (鈴木教授) 「Bi 系高温超伝導体固有ジョセフソン接合のスイッチング確率分布に関する研究」

高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  および  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$  に含まれる固有ジョセフソン接合についてスイッチング確率分布を 0.4 K まで測定したところ、巨視的量子トンネルを示す振る舞いについて、物質間の系統的な違いが観測され、電荷結合と呼ばれる接合間相互作用の存在を示す結果が得られた。

#### 水田慎吾 (鈴木教授) 「テラヘルツ波発振する $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ メサ構造内部における局所的な温度上昇」

$\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  メサ構造からテラヘルツ発振が観測される条件で、温度分布の数値計算を行い、素子上部に厚い Ag 電極を持つ素子からは発振しない現象が、温度分布の違いに由来することを明らかにした。また、素子に複数の電極を作製したとき、温度分布が異なる電流注入の条件を見いだした。

#### 安友佳樹 (後藤准教授) 「過酷環境下における能動素子としての窒化ハフニウムフィールドエミッタアレイの動作特性」

窒化ハフニウムを陰極に持つフィールドエミッタアレイを製作し、低温や放射線照射に伴う動作特性の変化を評価した。 $-130^\circ\text{C}$  の低温や陽子線・ $\alpha$  線照射後でも電子放出特性は室温・照射前と変わらないことを確認した。新たに電極を付加したデバイスを試作し、周波数混合器としての動作を確認した。

#### 宮川豪 (後藤准教授) 「貴金属負イオン注入法を用いたナノ粒子形成による二酸化チタン光触媒の高効率化に関する研究」

負イオン注入により Ag や Pt ナノ粒子を表面下に形成したルチル  $\text{TiO}_2$  結晶は、蛍光灯下での光触媒性能が 2～3 倍に増大した。表面直下に Ag ナノ粒子を有するガラス基板上に  $\text{TiO}_2$  膜を成膜してその光触媒性能を評価した結果、表面プラズモン共鳴に伴う電界増強効果で光触媒効率が向上することを確認した。

#### 秋山知英 (酒井准教授) 「二酸化チタン薄膜を用いた多層型光電気化学効果セルの設計と作製」

二酸化チタン薄膜と可視光応答層の組み合わせによる光電気化学効果セルを作製した。二酸化チタン薄膜成膜において、スパッタリングプロセス時の窒素ガス混入量により窒素ドーパ量を調整し、紫外光から可視光の領域での光吸収プロファイル制御により光電流と水素発生量の増大を確認した。

平岡 悠 (酒井准教授) 「大気圧プラズマ中による  $N_2H_4$  生成とフレキシブル透明導電膜のための銀粒子フラクタル状構造形成」

大気圧プラズマによりアンモニアガスからヒドラジンを生成し、さらに銀粒子還元析出に応用した。ヒドラジンの生成量を絶対値として紫外吸収分光法により測定し、その気流を硝酸銀水溶液の還元処理に適用したところ、フラクタル状微小構造として銀が析出して透明性と導電性が同時に確保できた。

奥田 貴史 (木本教授) 「SiC バイポーラトランジスタの増幅率向上を目指した p 型 SiC のキャリア寿命および AlGaIn/SiC ヘテロ接合の評価」

SiC バイポーラトランジスタのベース領域に相当する p 型 SiC 中のキャリア寿命を、光導電減衰測定により調べ、アクセプタ密度依存性や温度依存性を明らかにした。次に、エミッタに AlGaIn を用いたヘテロ接合の電流-電圧特性を調べ、界面制御を施したヘテロ接合では良好な電子注入が生じていることが分かった。

丹羽 弘樹 (木本教授) 「超高耐圧 SiC 素子を目指した接合終端構造の設計および衝突イオン化係数の測定」

SiC パワーデバイスにおける様々な接合終端構造を考案し、数値計算と実験を行って、高電圧印加時の電界集中を有効に緩和できる構造を見出した。この構造を適用することで、20kV 超級の高耐圧 SiC PiN ダイオードを実現した。さらに、独自の素子を用いることで高電界時の衝突イオン化係数の精密決定に成功した。

森 誠悟 (木本教授) 「Ge ナノワイヤの伝導帯の電子状態および電子輸送特性の解析」

次世代 CMOS 素子のチャンネル材料として有望な Ge ナノワイヤのバンド構造を強束縛近似法により計算し、電子の有効質量や状態密度のナノワイヤ形状、結晶方位依存性を明らかにした。さらに、フォノン散乱を考慮してナノワイヤ中の移動度および MOSFET 特性を解析し、素子応用に適するサイズと方位を決定した。

池田 尚弘 (山田准教授) 「カーボンナノチューブ FET のチャンネル内局所欠陥評価及び多角的評価に向けた試料構造作製」

高周波静電気力顕微鏡と走査ゲート顕微鏡を用いて、カーボンナノチューブ内の構造欠陥部における電気応答の評価を行った。そして、構造欠陥部の電気応答がどのような原子構造の欠陥に由来するのかを透過電子顕微鏡で評価するための試料構造を提案し、その作製を試みた。

北浦 宏祐 (山田准教授) 「FM-AFM を用いた有機超薄膜における分子双極子と表面電位の相関に関する研究」

原子間力顕微鏡を用いて有機超薄膜を観察し、双極子をもつ分子の配向および層数と表面電位の相関を解明することに成功した。さらに、分子の配向や層数から表面電位を予測可能であることを示した。また、表面電位の起源について議論を行い、電位を与える支配的な要因を特定した。

木村 知玄 (山田准教授) 「点接触電流イメージング原子間力顕微鏡による有機半導体薄膜の局所電気特性評価」

有機半導体薄膜のナノスケール電気特性評価に向けた点接触電流イメージング原子間力顕微鏡 (PCI-AFM) の装置開発を行い、その PCI-AFM を用いた測定により特定のグレインおよびグレイン境界に

おける電気特性への影響の可視化、評価を行った。

#### 宮本 一輝 (山田准教授) 「原子間力顕微鏡を用いた微少液滴堆積技術の開発とその応用」

原子間力顕微鏡による微少液滴堆積技術を用いた各種分析、素子作製への応用のために、機能性微粒子の堆積量制御を行う新規手法を開発するとともに、微少イオン液体液滴の物性評価とそれを用いた有機薄膜トランジスタの作製を行った。

#### 山岸 裕史 (山田准教授) 「極薄ゲート絶縁バッファ層への分子ドーピングによる有機トランジスタのデバイス特性制御」

有機トランジスタのゲート絶縁膜表面修飾に用いられる高分子絶縁バッファ層に対して分子ドーピングを行う手法を開発し、本手法でデバイスのしきい値電圧制御が可能である事を示すと共に、導入されたドーパントがキャリア挙動に対して与える影響の評価を行った。

#### 井上 航平 (川上教授) 「過渡レンズ法を用いた窒化物半導体における内部量子効率の定量解析」

注入キャリアに対する生成光子数の比 (内部量子効率) の定量は、発光素子の特性を決める重要なパラメータである。従来その測定は困難とされてきたが、過渡レンズ法とその数値解析により定量的な評価が可能であることを、紫外～可視発光材料として重要な窒化物半導体を用いて示した。

#### 重森 崇志 (川上教授) 「二探針近接場光学顕微鏡を用いたプラズモニック導波路の基礎検討」

二探針近接場光学顕微鏡 (DSNOM) の装置構成に検討を加えることにより、nm スケールでの試料およびプローブ走査の安定性を向上し、歪みの少ない像を得ることに成功した。さらに、DSNOM による測定の対象としても期待される、プラズモニック導波路による光分波器の設計を行った。

#### 高木 義徳 (川上教授) 「長波長発光を目指した SCAM 基板上 InGaN 系量子井戸の特性解析と結晶成長」

窒化物半導体によって赤色など長波長発光を目指す上で、GaN を下地とした従来構造に対して、InGaN に格子整合する新規 SCAM 基板を用いることが優位であることをシミュレーションにより明らかにした。その構造を実現すべく結晶成長技術の開発を行い、高品質な InGaN を得る指針を得た。

#### 林 佑樹 (川上教授) 「表面ステップ制御による AlGaIn/AIn 量子細線の作製と評価」

微傾斜サファイア基板上に結晶成長した AIn 薄膜の表面構造を実験的に明らかにし、物理的背景を弾性理論により説明した。その AIn 表面構造を利用して AlGaIn 量子細線構造を試作した。偏光特性や発光の内部量子効率を測定し、発光素子としての高いポテンシャルを明らかにした。

#### 川本 洋輔 (野田教授) 「フォトニック結晶による広帯域・高効率光トラップに関する研究 ―高効率薄膜太陽電池の実現に向けて―」

高効率薄膜 Si 太陽電池の実現に向けて、光吸収の増大を図るべく、フォトニック結晶のバンド端共振モードの利用を検討した。Si 膜厚 400nm の薄膜 Si 太陽電池に、感度解析法を用いて設計したフォトニック結晶構造を導入することで、太陽光に対する光吸収量を 2 倍程度増大させることに成功した。

#### 芝原 達哉 (野田教授) 「太陽光熱光発電に向けた狭帯域 Si 熱輻射光源に関する研究」

Si フォトニック結晶を用いて、太陽光熱光発電に応用可能な近赤外波長域のみで熱輻射する光源を設

計し、空気孔型では  $0.8 \sim 1.8 \mu\text{m}$ 、ロッド型では  $0.8 \sim 1.2 \mu\text{m}$  程度の狭帯域な熱輻射が理論的に得られた。また、前者については実験的検討も行い、理論計算と対応する形状の熱輻射スペクトルを得ることに成功した。

#### 瀬古口 洋 (野田教授) 「2次元フォトニック結晶共振器の損失原因究明と高Q値化に関する研究」

2次元フォトニック結晶を利用したナノ共振器の損失の主要因と考えられる光散乱損失と光吸収損失について、定量的検討を行い、両者が同程度の影響をもつことを見いだした。さらに共振器表面の水分、酸化膜を除去することにより吸収損失を低減し、Q値900万をもつナノ共振器を実現して、従来の記録を更新した。

#### 西本昌哉 (野田教授) 「MBE法による空気孔埋め込み2次元フォトニック結晶の形成 一大面積コヒーレントレーザ実現に向けて」

従来のフォトニック結晶レーザにおいて、高出力化を阻害していたフォトニック結晶層と上部層との融着界面に発生する界面準位による光の吸収や熱の発生を回避するため、結晶成長による上部層の形成を試み、フォトニック結晶空気孔形成後にMBE法によって空気孔を保持したまま上部層を積層する技術の開発に成功した。

#### 彦山和久 (野田教授) 「フォトニックナノ共振器・量子ドット結合系における発光制御メカニズムの解明と新規制御手法の提案」

フォトニックナノ共振器のQ値制御による量子ドットの発光制御について、その制御メカニズムを解析的に明らかにすることで、制御構造の設計指針を明快に示すことに成功した。さらに、共振器のモード体積を制御するという新たな概念を考案し、これにより、Q値制御によるものとは異なる発光制御を実現できることを示した。

#### 大谷武裕 (北野教授) 「メタマテリアルにおける狭帯域透明化現象の動的制御」

メタマテリアルに可変容量ダイオードを導入することで、狭帯域透明化現象を動的に制御する方法を研究した。電磁界シミュレーションに基づき設計したメタマテリアルを実際に作成し、連続波の振幅変調と電磁波の保存と再生の実験的実証をおこなった。

#### 小川和久 (北野教授) 「3状態系における幾何学的位相の測定」

本研究では高次元の幾何学的位相について、その直観的描像を構築し、そこから幾何学的位相の新たな非線形変化を予想した。さらに2光子の偏光状態を用いて3状態系における幾何学的位相を測定し、予想した非線形変化を観測することで構築理論を実証した。

#### 西 達也 (北野教授) 「 $^{171}\text{Yb}^+ \ ^2\text{S}_{1/2} - \ ^2\text{D}_{3/2}$ 時計遷移用狭線幅レーザーの開発と量子跳躍観測」

同位体171の $\text{Yb}^+$ は磁場に鈍感な時計遷移をもち、光時計の基準として有望である。時計遷移を駆動する半導体レーザーを、高フィネス光共振器の共鳴に対して線幅11 Hzに狭帯化した。第2高調波を発生させて単一 $^{171}\text{Yb}^+$ に照射し、時計遷移駆動にともなう量子跳躍を観測した。

#### 原 好広 (北野教授) 「 $\text{Ba}^+$ 冷却用レーザーの周波数安定化」

光時計の基準として有望な $\text{Ba}^+$ を長時間冷却しつづけるために、冷却用レーザーを周波数安定化した。波長650 nm冷却遷移では、近傍にある沃素分子の吸収線を modulation transfer 分光でドップラー効果



なく検出し、レーザーを安定化して基準とした。これに周波数差を与えて位相同期させた冷却用レーザーを実現した。

## 光・電子理工学教育研究センター

### 今 中 浩 輔 (高岡教授) 「炭化水素多原子分子イオンビームの生成と固体表面照射効果の研究」

多原子分子イオンとしてテトラデカン ( $C_{14}H_{30}$ ) のフラグメント ( $C_3H_7$ 、 $C_6H_{13}$ 、 $C_{12}H_{25}$ ) イオンを分離し、シリコン基板やガラス基板に照射して、固体表面照射効果の入射エネルギー依存性や分子量依存性を明らかにした。さらに、イオンビームミキシングによる DLC 薄膜形成やイオンビームエッチングによる表面改質を室温で行った。

### 大 村 祐 貴 (高岡教授) 「多原子分子クラスターイオンと固体表面原子との相互作用に関する研究」

水クラスターイオンやエタノールクラスターイオンをマイカ基板やシリコン基板などに照射し、クラスターイオンと固体表面原子との相互作用を XPS 測定などによって明らかにした。また、AFM による原子像観察に成功し、多原子分子クラスターイオン特有の照射効果を明らかにした。

### 福 島 大 貴 (高岡教授) 「酸素クラスターイオンビーム援用蒸着法による酸化亜鉛薄膜の作製と特性評価に関する研究」

酸素クラスターイオンビーム援用蒸着法によって低基板温度で、低損傷な酸化亜鉛薄膜の作製に成功した。また、電気的特性、光学特性、光触媒特性などの特性評価を行い、優れた透明導電性や高活性な触媒機能を持った酸化亜鉛薄膜を得ることができた。

### 山 口 英 樹 (高岡教授) 「水クラスターイオンのサイズ分離・分析と機能探索に関する研究」

純水や食塩水を用いて水クラスターを生成し、サイズ分離・分析を行った。また、ガスバブリング法によって炭酸ガスの水和クラスターの生成に成功した。さらに、生成した水和クラスターをイオン化・加速して固体表面に照射して、クラスターイオン特有のナノ反応場を明らかにすることができた。

### 赤 岩 和 明 (藤田教授) 「Sn ドープしたコランダム型構造酸化ガリウム薄膜の電気特性に関する研究」

サファイア基板上的コランダム型酸化ガリウム薄膜に対する電気伝導制御を目指し、Sn ドーピングにより n 型結晶が得られることを実証した。しかし母体結晶の不純物の影響が大きく  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$  台のドーピングに限られるという課題が残され、博士後期課程においてこの問題に対する研究を継続することにした。

### 原 田 大 資 (藤田教授) 「Cross-sectional scanning electron microscopy of boron-diffused $p^+$ -layer of textured crystalline silicon solar cells (テクスチャ構造を有する結晶シリコン太陽電池におけるボロン拡散 $p^+$ 層の走査型電子顕微鏡による断面評価)」

Energy Centre of the Netherlands (ECN) に滞在して行った研究をまとめたものである。n 型 Si 基板太陽電池の断面 SEM 観察におけるコントラストの起因、加速電圧の影響に考察を加えて、pn 接合深さを求める手法を実証し、テクスチャ構造太陽電池における接合深さの局所分布を明確にした。

## 情報学研究科 知能情報学専攻

### Denny Cahyadi (黒橋教授) 「Bilingual Terminology Acquisition from Keyword Lists Using Constrained HMM and a Pivot Language (制約付き HMM とピボット言語を用いたキーワードリストからの対訳用語抽出)」

科学技術論文から二種類の言語で書かれたキーワードリストペアを抽出し、そこから制約付き HMM によりキーワード対訳を高精度に獲得した。さらに本手法で獲得された日英および中英のキーワード対訳から、英語を中間言語とすることで、日中のキーワード対訳も獲得した。

### 石川 恵理奈 (松山教授) 「提示コンテンツのデザイン構造を用いた視線運動の意味理解論文タイトル」

本研究では、多数のコンテンツが表示されたディスプレイを見ている人物の注視行動のモデル化法として、視線運動のダイナミクスに基づいた構造を持ち、コンテンツの意味的性質を各ノードのラベルとして持つような注視行動の木構造表現を提案し、この木構造表現から、吟味や比較といった意味を持つ視線パターンを抽出する手法を考案した。

### 加畑 博也 (松山教授) 「電力カラーリング：複数電源の分散協調制御アルゴリズム」

複数電源－電気機器間の電力授受を協調的に制御する「分散協調型電力カラーリング」の実現法として、複数電源の内1台を電圧制御、他の電源を電力制御と役割分担することで、電気回路としての安定性を保ちつつ、各電源に指定された電力供給機能を実現する手法を提案した。

### 山田 祐輔 (松山教授) 「生活行動と家電電力消費パターンの相互変換アルゴリズム」

家庭内に設置された家電群の電力消費パターンと、人間の生活行動パターンとの間の相互変換を目的とし、特定の個人の生活を対象とした場合の相互関係モデル、モデルパラメータの学習法、電力消費パターンからの生活行動推定法、生活行動からの電力消費パターン生成法を提案した。

### 湯浅 健史 (松山教授) 「単一電源環境におけるオンデマンド型電力制御システムの実現と評価」

家庭・オフィス・工場といった電力需要家において、生活・活動の質を維持しながら、予め指定された瞬時電力・積算電力の上限値を保証する、オンデマンド型電力制御システムを提案し、単一電源環境における消費電力調停アルゴリズムの設計、開発、評価を行った。

## 情報学研究科 通信情報システム専攻

### 上山 雄一 (吉田教授) 「マルチユーザ MIMO における伝搬路線形予測手法の実測伝搬路への適用に関する研究」

マルチユーザ MIMO で重要となるプリコーディングに用いる伝搬路推定精度の改善に取り組んだ。伝搬路推定精度の改善のために伝搬路線形予測手法を導入し、実測の屋外伝搬路データを用いてマルチユーザ MIMO 伝送特性が改善されることを明らかにした。

### 熊川 成正 (吉田教授) 「自律分散無線リソース制御の基地局連携 MU-MIMO 伝送への適用」

地理的に離れて設置された基地局アンテナ群が連携して MU-MIMO 伝送を行う際の、送信電力や周波数チャネルなどの無線リソース制御法を検討した。特に、基地局アンテナやユーザ端末をある程度の

範囲で自律分散制御する手法を検討し、その有効性についても評価した。

**宮 越 淳 (吉田教授) 「多段協力通信システムのソフトウェア無線機による実装と伝送特性に関する研究」**

ソフトウェア無線機を用いてマルチホップ協力通信システムを試作し、フェージングエミュレータを用いた10ホップ伝送実験と、屋外3ホップ伝送実験を通じて、伝送特性を評価した。結果から、協力通信によりエンドツーエンド伝送特性が改善することを確認した。

**大 田 智 也 (守倉教授) 「ヘテロダイナミックマルチバンド MIMO 受信機におけるアナログ回路の不完全性推定」**

コグニティブ無線のためのヘテロダイナミックマルチバンド MIMO 受信機において、フィードバックループにおけるアナログ回路の不完全性を補償する方法を提案した。ベースバンド AGC 増幅器を備えたヘテロダイナミックマルチバンド MIMO 受信機を更に提案した。

**三軒谷 勇 貴 (守倉教授) 「WLAN における仮想連続 CWmin 制御の研究」**

IEEE 802.11 のパラメータである CWmin 値を実数値に適用可能な CWmin 制御方式を提案し、理論検討を含めて特性を評価した。また、隠れ端末存在下の無線 LAN 中継 NW でフレームロスを低減し伝送速度を向上可能な CWmin 制御方式を提案した。

**田 谷 昭 仁 (守倉教授) 「基地局協調通信のためのターボ符号化 MIMO 受信機」**

基地局協調型 MU-MIMO におけるチャネル情報のフィードバック量を削減するためのプリコーディング法と、それに伴う信号干渉に対処できる対数尤度比を用いて繰り返し復号を行う受信機を提案した。また、これら提案方式の特性を計算機シミュレーションにより評価した。

**花 田 光 平 (守倉教授) 「Coordinated Multibandwidth Channel Selection and Association for Next Generation Wireless LAN (次世代無線 LAN のための基地局連携アソシエーション・チャネル選択)」**

IEEE 802.11ac を用いた通信において、自分たちが管理することの出来ない基地局が存在する状況を想定し、自分たちが管理している複数の基地局を集中制御することにより、集中制御された基地局群の総スループット向上が可能なことをゲーム理論的解析により示している。

**三 村 智 彦 (守倉教授) 「Mechanism Design for Multi-Operator Heterogeneous Networks (オペレータ共用ヘテロジニアスネットワークのためのメカニズムデザイン)」**

複数のモバイルネットワークオペレータが基地局設備や周波数帯域を共用する場合について、無線リソーススケジューリング法をゲーム理論及びメカニズムデザインの概念を用いて提案した。また、提案法のトータルスループット改善効果を理論評価により明らかにした。

**植 田 一 暁 (高橋教授) 「ツリー型コンテンツセントリックネットワークにおける経路情報集約方式」**

コンテンツセントリックネットワークでは、コンテンツ名を用いてルーチングを行うため、経路情報の増加が課題である。本稿では、コンテンツ名のプレフィックスやコンテンツの複製配置を用いた集約手法を提案し、シミュレーションで効果を確認した。

**木 田 明 宏 (高橋教授) 「センシング情報からのソーシャルな関係性推定手法の研究」**

人々に関するセンシング情報から関係の強さを定量化し、サービス選出に応用することが期待されている。本論文では、センシング情報から関係の強さを自動的に推定する関係性形成システムを提案し、実データにより有効性を検証した。

**真 木 尚 也 (高橋教授) 「A Method of Traffic Reduction with Combination of Content in Peer-Assisted Content Delivery Networks (ピア補助型コンテンツ配信におけるコンテンツの組み合わせを用いたトラフィック制御)」**

ピア補助型コンテンツ配信において、トラフィックの局所化が期待されるコンテンツを利他的ユーザがダウンロードすることを促すため、コンテンツを組み合わせることで1コンテンツと同一の価格で提供する方式を提案した。シミュレーションにより提案方式の有効性を示した。

**山 下 雄 規 (高橋教授) 「遅延耐性ネットワークにおける消失訂正符号を用いた情報共有プロトコル」**

移動端末のすれ違い通信を利用してデータ転送を行う DTN での情報共有について、データの分散配置を行う際に、Erasure code を使用する手法を提案し、シミュレーションにより大容量データ共有時のデータ取得の遅延時間を短縮できることを確認した。

**ンウンギ バシリサ (高橋教授) 「Privacy Issues in Social Networking Services (ソーシャルネットワーキングサービスにおけるプライバシー問題に関する研究)」**

本論文は、ソーシャルネットワーキングサービスにおけるプライバシー情報に関する未解決の問題について論じている。特に、リスクに関する知識とユーザ行動との関係をモデル化し分析した。さらに、性別による違いについても検討を行った。

**栗 野 皓 光 (佐藤 (高) 教授) 「統計的機械学習によるランダムテレグラフノイズのモデルパラメータ推定」**

微細トランジスタの信頼性に影響するランダムテレグラフノイズの解析手法を提案した。一般的に雑音源は複数存在し、独立に分離・解析を行うことは困難である。本研究では統計的機械学習を応用し、観測信号を説明できるように雑音源を推定することで、複数雑音の分離を実現した。

**池 辺 卓 (佐藤 (高) 教授) 「CMOS 集積回路のための高効率インターリーブ型太陽電池の研究」**

単一の CMOS プロセス基板上に集積できる高効率の太陽電池回路を提案した。種類の異なる 2 種の直列接続太陽電池とチャージポンプ機能を組み合わせることで寄生バイポーラトランジスタによる損失を回避し、従来手法と比較して約 2.3 倍の出力電力を得られることをシミュレーションで確認した。

**川 島 潤 也 (佐藤 (高) 教授) 「フリップフロップに着目した最小動作電圧の高速予測手法と回路消費エネルギー最小化設計手法の提案」**

回路の極低エネルギー動作に向けて、回路中の Flip-Flop に着目した最小動作電圧の高速な予測手法と最小動作電圧の改善手法を提案した。試作チップの測定により、回路の最小動作電圧を約 10mV の誤差で予測できること、およびトランジスタサイズ調整による最小動作電圧の改善を実証した。

**森 下 拓 海 (佐藤 (高) 教授) 「共役勾配法による電源回路網解析の高速かつ省メモリな GPU 実装」**

大規模電源回路網解析の高速化を目的として、共役勾配法の GPU 実装を行った。また、巨大な疎行

列を GPU で効率良く扱うためのデータ構造を提案した。実際に直流解析および交流解析を行い、CPU 実装と比べて最大で 17 倍の高速化が達成されたことを確認した。

### 三 木 淳 司 (小野寺教授) 「オンチップ評価回路を用いた NBTI 劣化回復特性の統合的モデル化」

PMOSFET の経年劣化現象である NBTI には、ゲート電圧印加による特性劣化と、ゲート電圧除去による特性回復が生じる。65nm プロセスにて劣化特性と回復特性の高速測定が可能なオンチップ評価回路を開発し、劣化現象と回復現象の統合的モデル化を行った。

### 川 中 啓 敬 (小野寺教授) 「クロックデータリカバリ用定常発振型ゲーテッド VCO」

高速光通信において、PLL よりもはるかに短い時間でクロック同期が可能なゲーテッド VCO が注目されている。ジッタ特性と最大動作速度を両立する回路を提案し、設計パラメータと性能の関係について検討した。設計実験により提案回路の有効性を示した。

### 榎 並 達 也 (小野寺教授) 「伝達特性の解析モデルを用いたインダクティブピーキング回路の設計手法」

インダクティブピーキングを用いた高速回路について、パルス応答を重ね合わせるモデルによって周波数特性とアイダイヤグラムにおけるジッタ、電圧開口の関係を明らかにした。これにより、複数のインダクタを用いた回路でも系統的な設計を可能にした。

### 小宮山 敦 史 (小野寺教授) 「適用箇所に応じたフリップフロップの選択による回路の低消費電力化」

フリップフロップは、その構造によって消費電力や遅延時間が異なる。回路中でフリップフロップが使用される箇所に応じて適切な構造のフリップフロップを適用することにより消費電力を削減する手法を開発した。商用プロセッサを用いてその効果を確認した。

### 陳 世 鵬 (小野寺教授) 「信号波形の多様性を考慮した遅延解析の高精度化」

信号遅延解析の精度はその解析に使用する信号波形に依存する。回路中で使用される基本セルの入力信号波形を正確に表現する信号波形モデルを開発した。開発したモデルを 65nm プロセスで設計した回路に適用して遅延解析を行い、解析精度の改善を確認した。

### 伊 神 皓 生 (佐藤亨教授) 「壁面多重反射波を利用した仮想マルチスタティック UWB レーダによる任意運動目標イメージング」

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。壁面による送受信アンテナの鏡像を用いて仮想的なマルチスタティックレーダを構成することにより、任意の運動を行う目標の高精度な画像化を実現した。

## 情報学研究科 システム科学専攻

### 井 本 康 裕 (石井教授) 「二次元顕微鏡画像からの三次元ベイズ超解像法の提案」

二次元顕微鏡画像からボケの大きさをもとに焦点からのズレを表す深さ情報を推定する手法を提案した。特に、顕微鏡画像の特性を生かして背景領域と細胞領域の推定を同時に行うことで深さ輝度の両方でエッジが一致した画像超解像を可能にした。

**田 中 匠 (石井教授) 「ベイズ推定を用いた動き補正 X 線 CT 画像再構成法の研究」**

通常の X 線 CT では対象物の静止を仮定するため、呼吸・拍動などの対象物の動きがある場合、アーティファクトが生じる。そこで対象物が徐々に変形すると想定し物質クラスの事前知識を用いたベイズ CT 再構成アルゴリズムを導出することで、アーティファクトを抑えた。

**中 野 太 智 (石井教授) 「状態非依存の方策を用いた新しい強化学習手法の提案」**

強化学習では高次元状態空間をもつ問題に対しては、学習に必要なサンプル数が膨大になる問題があった。本研究では状態に依存せず時刻のみに依存する方策を用いることを提案し、初期状態が固定された問題に対しては高速な学習が可能であることを示した。

**李 玉 哲 (石井教授) 「Persons tracking based on color and depth images (カラーおよび深度映像に基づく人物追跡)」**

カラーおよび深度映像の情報を用いて画面上複数歩行者の位置を追跡する方法を提案した。異なる性質を持つ特徴量を統合するために、クラスタ化した度数分布特徴を特徴量群ごとに構成したことで、追跡性能が安定した。

**王 潔 心 (石井教授) 「An exploration of developing learning robots based on Android platform (アンドロイドプラットフォーム上の学習ロボット開発について)」**

アンドロイドプラットフォーム上で、強化学習アルゴリズムによる非線形制御方策学習を行うロボットの実現可能性を検討した。ロボットを内製し、カートポールモデルにおけるアルゴリズムを MATLAB で実装した。バネつきカートポールモデルを新たに提案した。

**細 川 守 (松田教授) 「下顎骨再建術における形状評価指標を備えた術前計画システム」**

下顎骨再建術における手術法の定量的表現と術前計画支援を目的として、医師の知見に基づく形状評価指標を与えると共に、三次元画像の直接的な編集を可能とする術前計画システムを提案した。症例 CT データを用いて提案指標の有効性を確認し、試作システムによる計画例を示した。

**山 田 浩 輝 (松田教授) 「医用三次元画像を対象としたジェスチャ入力による任意断面操作手法」**

手術室中の執刀医による医用三次元画像の対話操作の実現を目指して、ジェスチャ入力による任意断面操作モデルを提案した。被験者実験を通して、任意断面の位置・姿勢の制御には手首の操作に基づくモデルが、姿勢のみの制御には手指の操作に基づくモデルが有効であることを示した。

**エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻****大 石 晃太郎 (下田教授) 「知的生産性評価のための客観的集中指標の開発」**

知的生産性の定量的な評価手法として、集中に着目した評価指標を開発した。本手法では2種類の認知タスクの応答時間から全作業時間に対する集中時間の比率を求める。本指標は習熟の影響を受けないため、環境変化の知的生産性に対する影響を従来よりも短期間で評価できる。

## エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻

### 嶋田 祥宏 (中村 (祐) 教授) 「大型トカマク装置 JT-60U におけるマイナーコラプス時のプラズマ電流時間発展」

マイナーコラプスは、MHD 不安定性により温度の損失が起こり、電流のクエンチは発生するが電流の減少が途中で止まり、再び元のプラズマ電流まで回復する現象である。本研究では、大型トカマク装置 JT-60U におけるマイナーコラプスの機構を、電流の拡散方程式、並びに MHD 平衡の時間発展コード DINA を用いて解析し、電子温度分布の時間変化の重要性を示した。

### 橋本 紘平 (中村 (祐) 教授) 「ヘリオトロン J における径方向多チャンネルプローブを用いた周辺プラズマ計測」

径方向多チャンネルプローブをヘリオトロン J 装置に導入し、計測を行った。その結果、最外殻磁気面外側で磁場構造の違う位置におけるイオン飽和電流分布に違いがあることが分かった。さらに、静電的特徴を有する 10~30 kHz の揺動について相関長が磁気面外側で短くなっていくことを示した。また、輸送を生成する揺動の機構が、場所により異なっている可能性を示した。

### 花園 雄三 (中村 (祐) 教授) 「3次元 MHD 平衡計算コード HINT2 における境界条件の影響」

3次元 MHD 平衡計算コード HINT2 において、計算境界が完全導体壁であるという仮定の代わりに、より現実的な境界条件として、計算境界の磁場をジオサバール則に基づき計算するように改善した。その結果、プラズマの中心付近では従来と大きな違いは見られなかったが、プラズマ中心から離れた周辺領域では有為な差が見られ、HINT2 を磁気計測などに応用する場合には新しい境界条件が必要になることが明らかになった。

### 藤田 直己 (中村 (祐) 教授) 「ヘリオトロン J における O-X-B モード変換を用いた EBW 加熱のレイトレーシング」

ヘリオトロン J プラズマにおける O-X-B モード変換を介した電子バーンシュタイン波の加熱解析を行った。O-X 変換アルゴリズムを導入し、変換効率窓の描図、及び最適入射角の自動探索を行い、最適入射を行った場合での電子バーンシュタイン波の加熱吸収分布について解析を行った。その結果、現在のヘリオトロン J の ECH 加熱装置を用いて、O-X-B 変換を介した電子バーンシュタイン波加熱が可能であることを示した。

### 山野 貴之 (中村 (祐) 教授) 「MHD 平衡を考慮した SDC プラズマの一次元輸送シミュレーション」

密度、温度分布の自己無撞着な時間発展をシミュレーションすることで LHD 装置の Super Dense Core (SDC) プラズマの輸送特徴を解析した。その結果、SDC プラズマ実験を完全には再現できなかったが、内部密度障壁の形成要因に関わる周辺領域の乱流輸送と中心部での新古典輸送の役割やヘリカル系高密度プラズマの輸送の特徴を明らかにした。

## エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻

### 西村 健太郎 (土井教授) 「相転移を利用した $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> ナノ結晶の作製と発光増強」

環境半導体として注目されている  $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> の実用化のためには発光強度の増強が必要である。イオン

ビーム合成法で作製した試料に 400 ~ 500°C の前アニールと 800°C の後アニールを組合せて施すことで  $\gamma$ -FeSi<sub>2</sub> →  $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> への相転移を起こさせ、発光強度を従来の 3.6 倍に向上させることに成功した。

**何 燁 (白井教授) 「Study on power system characteristics of DFIG wind generator connected with superconducting magnetic energy storage system (超電導エネルギー貯蔵装置を併設した二重給電誘導風力発電機の系統特性に関する研究)」**

二重給電誘導発電機を用いた風力発電機の系統連系特性に関して、特に事故時の応動をシミュレーションにより解析評価した。特に、超電導エネルギー貯蔵装置を併設し、適当な制御を行う事で、系統事故時の不要な風力発電機の脱落を防ぐことを示し、必要な装置容量などを検討した。

**藤 坂 拓 道 (白井教授) 「Cooling Property Improvement of Superconducting Wire with Cooling Fins in Liquid Nitrogen (液体窒素冷却超電導線材の冷却フィンによる冷却特性の改善)」**

超電導故障電流限流器など、超電導の相転移を利用した機器では、臨界電流値を超えた過電流通電特性とその冷却特性が重要となる。液体窒素冷却における超電導線材の沸騰冷却特性を改善するため、種々の冷却フィンを取り付け、その冷却特性改善効果について、実験と解析により検討を行った。

**西 村 一 輝 (白井教授) 「Study on Characteristics of Power Fluctuation Compensation in Hybrid Offshore Wind and Tidal Turbine Generation System (風力・潮力ハイブリッド発電システムにおける出力変動補償に関する研究)」**

風力発電と潮力発電を組み合わせた洋上ハイブリッド発電について、それぞれの出力変動特性を利用し、出力変動補償を行うことを目的として、適切な回路構成と制御を検討した。シミュレーションと小形模擬実験によって、その効果と出力変動の周波数の関係を示した。

**山 中 大 輔 (白井教授) 「System Identification of Distribution System for Dynamic Stability Analysis (動態安定度解析のための負荷システムのシステム同定)」**

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、誘導機負荷の割合を変化させた種々の負荷に対して動特性モデルを導出した。そのモデルを用いて負荷を模擬して、過渡応答シミュレーションを行い、実際の負荷での応答と比較、妥当性を示した。また、小形の実機模擬システムを製作しこれらを検証した。

**樋 川 恭 輔 (白井教授) 「Heat Transfer Characteristics of Liquid Hydrogen and Current Carrying Properties of High-Tc Superconductors Cooled by Liquid Hydrogen (液体水素の熱伝達特性及び液体水素冷却高温超電導体の通電特性)」**

液体水素冷却超電導機器の設計において、高温超電導体の過電流特性を明らかにするため、過渡加熱法 MgB<sub>2</sub> 線材の過電流特性を評価した。また、液体水素の熱伝達特性について、浸漬冷却および強制対流熱伝達特性を種々の圧力、温度 (サブクール度)、流速に対して、実験により取得した。

**村 上 嵩太郎 (白井教授) 「液体水素用熱線式流量計の基礎検討」**

液送中の液体水素の流速を高精度に計測することを目的として、発熱体 (マンガニン線) を強制対流により冷却し、その冷却特性から流速を求める流速計モデルを設計製作した。このモデルを実際の液体



水素流路に設置し、 $\sim 5\text{m/s}$ の液体水素の流れで検証実験を行った。発熱体温度を一定にするように電流制御を行い、流速と加熱電流の関係を示した。

## エネルギー理工学研究所

### 井 門 秀 和 (長崎教授) 「三極管型熱陰極高周波電子銃用同軸共振空洞の開発」

熱陰極への逆流電子の抑制により出力電子ビーム特性の向上が期待される三極管型高周波電子銃のための同軸共振空洞を開発した。試作機の結果に基づいて固有モード解析により空洞形状を再設計して改良機を製作し、要求仕様を満たす高周波共振特性が得られた。

### 中 村 雄 一 (長崎教授) 「ヘリオトロンJにおける電子密度揺動計測用 AM マイクロ波反射計の開発」

25-42 GHz 周波数帯域の電子密度揺動を計測する AM マイクロ波反射計システムを設計・構築した。ヘリオトロンJプラズマ実験において、磁気プローブやビーム放射分光法で計測された信号とコヒーレンスの高い高エネルギー粒子励起 MHD 不安定性を観測することが可能となった。

### 橋 本 元 輝 (長崎教授) 「グロー放電型慣性静電閉じ込め核融合装置の中性子ラジオグラフィへの応用」

小型で安全な可搬型中性子線源としての慣性静電閉じ込め核融合装置のラジオグラフィへの適用性を実験的に検討した。実用可能なコントラストと空間分解能の撮像が可能であることを示すとともに、必要な撮像時間や、撮像可能な対象物の厚さの制約等の課題を明らかにした。

### 荒 井 翔 平 (水内教授) 「ヘリオトロンJにおける Nd:YAG トムソン散乱計測のための散乱光分光システムの開発」

ヘリオトロンJプラズマ分布の時間発展を計測する Nd:YAG トムソン散乱計測装置開発において、散乱光分光システムの高性能化に関する研究を行った。これにより、輸送改善現象に伴うプラズマ分布の微細構造変化を解明するのに十分な精度を有する分光システムを開発できた。

### 劔 持 尚 輝 (水内教授) 「ヘリオトロンJにおける高時間分解 Nd:YAG トムソン散乱計測のためのレーザーシステムの開発」

ヘリオトロンJプラズマ分布の時間発展を計測する Nd:YAG トムソン散乱計測装置開発において、高時間分解計測のためのレーザー制御研究を行った。これにより、閉じ込め改善遷移にともなうプラズマ分布変化を観測するために十分短い時間間隔でのレーザー発振制御を実現した。

### 永 栄 蓉 子 (水内教授) 「ビーム放射分光計測によるヘリオトロンJプラズマ中の密度揺動分布特性の研究」

ヘリオトロンJプラズマの中心部から周辺部までの密度揺動空間分布を一放電で計測できるシステムを構築した。これにより、電子サイクロトロン電流駆動によるプラズマ電流制御が、高速イオン励起 MHD 揺動の発生位置並びに揺動強度の制御に有効であることを見いだした。

### 福 島 浩 文 (佐野教授) 「Heliotron Jにおける TV トムソン散乱装置を用いた電子温度・密度分布計測」

Heliotron Jの低トロイディシティ磁場における高強度短パルスガスパフを用いた中性粒子ビーム入射(NBI)加熱実験において、中心部での密度が $1.0 \times 10^{20} \text{m}^{-3}$ 以上の高密度となっていること(電子温度は200 eV近傍)をトムソン散乱計測によって実験的に検証し、閉じ込め改善の端緒を開拓した。

#### 杉本 幸 薫 (佐野教授) 「ヘリオトロン Jにおけるブートストラップ電流の磁場配位依存性」

ブートストラップ電流の駆動機構解明を目的とし、EC波を磁場に垂直に入射するECH加熱実験で、磁場コンポーネントの1つのバンピネスに関する依存性を実験的に調べ、概ね理論予測と良く一致することを検証したが、特に低バンピネス条件では理論値との相違が大きくなり、径電場効果の可能性を考察した。

#### 和多田 泰 士 (佐野教授) 「ヘリオトロン Jにおける ICRF 加熱による高速イオンエネルギースペクトルの空間・磁場配位依存性に関する研究」

ヘリオトロン Jにおける高速粒子閉じ込めの最適化を目的に、ICRF加熱の少数イオン加熱モードの実験において磁場のバンピー成分による少数イオンのエネルギースペクトルおよびバルクイオン加熱を調べ、中心加熱の条件下でも高バンピネスの場合には高速イオンが局所的に高密度に分布することを検証した。

## 生存圏研究所

#### 藤田 俊 之 (山本教授) 「コンフィギュラブルな大気レーダー用ソフトウェア受信機の開発」

汎用ソフトウェア無線機(USRP2)とパソコンで構成される大気レーダー用ソフトウェア受信機を開発した。リアルタイム信号処理をC++で実装したため、信号処理の開発・変更・再利用が容易である。フィールド測定により、受信機が高精度乱流観測に有用であることを示した。

#### 浜口 良 太 (津田教授) 「大気環境変動の統計解析システムの開発に関する研究」

大学関連携事業で開発されているデータ解析ソフトウェアには未整備である、多様な観測データ間の相関に関する統計検定、及び周波数特性解析ツールを開発した。本ツールをインドネシアの赤道上2地点の流星レーダー観測データに適用した結果、流星飛跡の高度分布がお互いに一致することが示された。

#### 松田 真 (津田教授) 「Development of a scanning Raman lidar for observing the spatio-temporal distribution of water vapor (水蒸気量の時空間分布観測のための走査型ラマンライダーの開発)」

一点における高度プロファイルを時間連続で計測してきたライダーを基礎に、水蒸気混合比とエアロゾルの鉛直断面分布を同時に計測する走査型ラマンライダーを開発した。実証観測では、地表面高度や土地被覆の違いを反映した、大気物質の空間不均一性の時間変動を捉えることができた。

#### 石井 宏 宗 (山川教授) 「プリアンプ一体型プラズマ波動波形捕捉受信器システムの小型化に関する研究」

プラズマ波動観測装置の電界計測系を構成するプリアンプと波形捕捉型受信器のアナログASICによるワンチップ化に成功した。また、電界センサーのインピーダンス計測回路も同じチップ内に実現した上で、開発したチップが科学衛星での観測に十分な性能をもつことを実証した。

**長 崎 陽 (山川教授) 「磁気セイル搭載用高温超伝導コイルの最適設計に関する研究」**

磁気セイル宇宙機の高推力化を目的として、高温超伝導コイルの通電特性や熱安定性を数値解析および実モデルにて評価した。高磁気モーメント化という観点で、レーストラック型コイルが最適な形状であることがわかり、その結果、最大で従来の 5.3 倍の磁気モーメントの増加が得られた。

**片 山 由美子 (山川教授) 「月周辺で観測される電子サイクロトロン高調波の研究」**

月周辺で電子サイクロトロン高調波が観測されることを初めて示し、その励起条件を、衛星観測、線形分散解析、計算機実験によって明らかにした。特に、「月磁気異常の存在」と「月面の帯電」が励起につながる環境を形成していることを発見し、更にそのパラメータ依存性についても論じた。

**趙 慶 華 (大村教授) 「Test Particle Simulation of Relativistic Electron Microbursts Induced by EMIC Waves in the Earth's Radiation Belts (地球放射線帯における EMIC 波による相対論的電子マイクロバーストのテスト粒子シミュレーション)」**

電磁イオンサイクロトロン (EMIC) 波トリガー放射と放射線帯の相対論的電子の相互作用のテスト粒子シミュレーションを行い、周波数上昇と外部磁場勾配の効果により、効率良くピッチ角散乱されて、大量の電子が極域へ降下することを理論的に解明した。

**久 保 勇 太 (篠原教授) 「車両上部へのマイクロ波無線給電システムにおける送電アンテナの研究」**

大型冷却冷凍トラックを想定したマイクロ波無線給電用送電アンテナを遺伝的アルゴリズムおよび FDTD 法により設計した。電力密度平坦化および漏洩電磁波の最小化を目的関数とした計算機実験により、169 素子の送電アンテナアレー・送電距離 6 m において受電面 1.2 m 角内への伝送効率 67.5 % を達成した。

**長 濱 章 仁 (篠原教授) 「Study on a Magnetron-based Microwave Power Transmission System for a Mars Observation Airplane (マグネトロンによる火星飛行探査機へのマイクロ波無線電力供給システムの研究)」**

マイクロ波送電システムとして用いる位相振幅制御マグネトロンの位相同期外れに関する実験的研究を行い、注入信号電力の増強により同期外れを回避できることを示した。また飛行機に対する自動ビーム制御システム、飛行機の受電電力安定化を目指した受電電圧制御ループ回路を開発した。

**長谷川 直 輝 (篠原教授) 「木質バイオマスリファイナリーを目指したマイクロ波照射装置の研究開発」**

木質バイオマスからのバイオエタノール生成を目指したマイクロ波照射前処理装置を電磁界シミュレータで設計し、マグネトロン 8 台・マイクロ波総出力 12 kW のパイロットプラント実証において装置の有効性を示した。また、木質由来の化成品精製を目指した広帯域電磁波照射装置を設計・開発した。

**波多野 健 (篠原教授) 「24 GHz 帯レクテナの開発および MMIC 化に関する研究」**

マイクロストリップ線路の表面波モードの考慮、線路損失の評価、コネクタおよびダイオードのモデル化により、最大変換効率 57.4 % の 24 GHz 帯レクテナの開発に成功した。また、MMIC 化整流回路を実装した 24 GHz 帯無線電力伝送による mW 級小型モータの駆動デモ実験に成功した。

## 高等教育研究開発推進センター

Zhang Chi (小山田教授) 「Visual Analytics System Toward Effective Development of Predictive Habitat Model for Migratory Fish (視覚的分析技術を使った回遊魚漁場予測のための好適度推定モデルの開発)」

回遊魚の好適度推定モデルの開発を支援するために、視覚的分析技術の構成要素として、因果関係の推測に有用な平行座標表示機能を開発した。海洋物理シミュレーション結果を使って開発されたモデルにより、漁獲量データを精度よく予測できることを確認した。

Kun Zhao (小山田教授) 「Compression for Large-scale Time-varying Volume Data Using Spatio-temporal Feature (時空間での特徴を使った大規模時系列ボリュームデータ向け圧縮のための一手法)」

立方格子群をより少数の4面体格子で圧縮表現し、その圧縮率と画質劣化の関係を明らかにした。また、時系列で変化のない格子に対して、連続するタイムステップでのデータ値の差が無視できるときは前ステップのデータ値を使うようにしてデータ圧縮を実現した。

前田直哉 (小山田教授) 「逆関数法を利用した高精度融合可視化」

粒子ボリュームレンダリングにおいて、視線と格子の交差部分に粒子を確率的に配置する必要がある。交差部分で粒子配置がポアソン分布に従う場合、粒子間の距離が指数分布に従うことを利用して、効率よく視線と格子の交差部分に粒子を配置する手法を開発した。

## 学術情報メディアセンター

朝倉 僚 (中村(裕)教授) 「筋電位計測と画像による姿勢計測を用いたリハビリ支援システムの設計」

リハビリテーションにおいて、深度情報を取得できる画像センサにより姿勢を計測するとともに筋電位により筋張力を計測し、それを患者にフィードバックすることにより、正しい姿勢で正しい筋張力を発生する支援を行うシステムを設計した。

高瀬 恵三郎 (中村(裕)教授) 「個人視点映像を用いたグループ活動分析のための視線分布ビューの自動生成」

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、それを活用する映像解析手法の一つとして、複数人の視線方向を3次元的に計測し、それを一つの映像に統合表示することにより、グループにおける注目や興味を可視化する手法を提案した。