

専攻科特別研究題目  
及び要旨一覧

平成 27 年度

## ○専攻と研究テーマ

### 電子機械システム工学専攻

CZTS薄膜太陽電池における開放電圧の拡大の検討	江平 大
インホイールモータを搭載する電気自動車用サスペンションに関する研究	大橋 勇斗
き裂または楕円境界に任意荷重が作用する圧電材料および 異方性材料の類似的解析と応力拡大係数の算定	片山 晃太郎
超音波トランスデューサと反射板を用いた微小物体の浮揚保持と非接触運搬	川村 裕子
誘電体カバーを用いたスロット結合給電マイクロストリップアンテナ	串田 裕紀
固体識別のための石英ガラスの内部マーキング方法の開発	齋藤 光大
DS/CDMA符号ダイバーシチ方式の系列設計法	眞田 広己
高現実感表現のための物体表面の反射特性推定	鈴木 大介
貯雪の結合力の評価と貯雪からの冷熱取り出し性能改善	鈴木 智也
遠近問題発生下における異直交符号を用いたDS/CDMA通信方式の干渉除去法	戸田 将平
マーカレスARを用いた目標指示アプリケーションの開発	中野 亮太
Cu <sub>2</sub> ZnSnS <sub>4</sub> -CuInS <sub>2</sub> 結晶の作製と評価	中村 謙太
伝達関数の個人性に注目した個人識別手法に関する検討	庭野 千紘
電荷発生型有機トランジスタの作製と評価	長谷川 希望
Cu-Zn-Sn-S系結晶の作製とデバイス化に向けた検討	平山 健太
音響放射力によるプロペラ形状ロータの浮揚と非接触回転	松本 雄大
回折光学素子を用いたリチウムイオンキャパシタ用電極集電箔の高効率加工	三浦 拓巳
大振幅振動領域における圧電振動子の高周波成分	三浦 貴暉
ヒューマノイドロボットを用いたセルフコーチングによる トレーニング支援に関する研究	宮下 歩
ケプストラムを用いた伝達関数の次元圧縮に関する検討	村上 美優
小型船舶における電子制御操舵系の開発	山口 裕之
画像処理による屋内移動経路の案内ポイント検出	渡辺 智之

### 物質工学専攻

正方晶タングステンブロンズセラミックスの比誘電率温度特性に およぼす金属酸化物添加の影響	味方 陵
同時蒸着法を用いたCTS系薄膜太陽電池の高効率化	金井 綾香
炊飯条件によるデンプン加水分解速度への影響	金山 広輝
高圧処理が及ぼすミズ含有酵素の活性変化についての検討	佐藤 俊輔
湿熱処理のコメ糊粉層抗酸化成分に及ぼす影響	高山 しおり
FTO基板上へのTiO <sub>2</sub> ナノロッドの成長	野中 大輔
Pbフリー有機-無機ペロブスカイト太陽電池の試作	増田 圭純
フッ素基を含むβ-フリーピロールの合成とその応用	渡邊 陽子

### 環境都市工学専攻

流域の湿潤状態を考慮した洪水予測手法に関する研究	池 佳祐
腐食膨脹挙動に対するコンクリートおよびせん断補強筋の拘束圧が鉄筋腐食量と かぶり表面の腐食ひび割れ幅の関係に及ぼす影響	刈谷 潤貴
基本高水ピーク流量算定における対象降雨継続時間の検討	小池 高哉
WRFを用いた平成23年7月新潟・福島豪雨の降雨の時空間分布の再現	近藤 礼侑
橋梁定期点検要領に基づいたタブレット橋梁概略点検システムの 構築と実地調査による有効性の検討	佐々木 悠祐
消雪パイプによる地下水くみ上げと地盤沈下	太刀川 陽平

# ○研究要旨

## 電子機械システム工学専攻

### CZTS 薄膜太陽電池における開放電圧の拡大の検討

江平 大：電子機械システム工学専攻（片桐 裕則 教授）

我々の研究室では、Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub>(CIGS)薄膜太陽電池に代わる次世代のCu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub>(CZTS)薄膜太陽電池の研究開発を行っている。

CIGS では SLG からのナトリウム(Na)拡散による変換効率の改善が知られており、本研究では、CZTS における Na 添加効果について検討を行った。はじめに、RF スパッタ法により下部電極 Mo を薄膜太陽電池基板用ガラスへ堆積させた。その後、CZTS プリカーサとフッ化ナトリウム(NaF)を順次積層した。この時の NaF の膜厚をパラメータとした。その後、硫化水素雰囲気中で硫化を行い、基板側・CZTS 表面側からの両方向から Na を拡散させた。

C-V 特性の結果より、NaF 膜厚の増加に伴ってキャリア密度が増加した。また、開放電圧が 630mV から 655mV へ改善された。これらの結果から、CZTS への Na 添加による太陽電池特性の改善、キャリア密度の増加を確認した。

### インホイールモータを搭載する電気自動車用サスペンションに関する研究

大橋 勇斗：電子機械システム工学専攻（外山 茂浩 准教授）

近年、環境問題への対策として電気自動車が注目を集めている。中でも、インホイールモータを搭載する電気自動車は、駆動用モータをホイールの内部に有する電気自動車である。これより、エンジンなどを無視した自由な車両設計が可能となる。しかしながら、ばね下質量が増加し、従来のサスペンションでは乗り心地と操縦性が悪化すると考えられる。そのため、本稿ではパッシブサスペンションまたはアクティブサスペンションを有する 1/4 車体モデルを基に乗り心地と操縦性の評価を行い、インホイールモータを搭載する電気自動車用サスペンションの設計指針を明らかにする。シミュレーションの結果より、従来のパッシブサスペンションを用いた場合、乗り心地と操縦性が悪化することがわかった。また、パッシブサスペンションのパラメータを調整したが、乗り心地と操縦性の改善は難しいと考えられる。その一方で、ばね下加速度及び速度フィードバックに基づくアクティブサスペンションを用いた場合、路面加速度の振幅が小さい状態ではガソリン車と同等の性能を実現できると考えられる。

### き裂または楕円境界に任意荷重が作用する圧電材料および異方性材料の類似的解析と応力拡大係数の算定

片山 晃太郎：電子機械システム工学専攻（佐々木 徹 准教授）

圧電材料の多くは脆性である。また圧電材料は、き裂やノッチなどの欠陥を有する場合が多いため、応力拡大係数の決定は強度評価において重要である。圧電材料の強度評価に関する理論解析的、数値解析的研究は多く行われている。しかし、圧電材料の力学的な取扱いの困難さから応力拡大係数など、力学的な評価手法が確立されていない。本研究では、圧電材料と異方性材料の解析理論の類似性に着目した。その類似性に

基づき、き裂および楕円境界に任意荷重が作用する圧電材料および異方性材料の類似的解析を行った。その結果、異方性材料の材料定数を適切に圧電材料に対応させることで、異方性材料の解析理論を圧電材料へ適用できることを確認した。また、異方性材料の実験結果から圧電材料のひずみを推定する手法の検討をした。さらに、異方性材料のき裂先端近傍のひずみから圧電材料の応力拡大係数を推定する手法の検討をした。

### **超音波トランスデューサと反射板を用いた微小物体の浮揚保持と非接触運搬**

**川村 裕子：電子機械システム工学専攻（梅田 幹雄 教授）**

超音波により物体が浮揚する現象は超音波浮揚と呼ばれている。この現象を利用し、本研究室では非接触で物体を移動・回転させる研究を行っており、新しい超音波アクチュエータの可能性を検討している。今回、超音波トランスデューサと反射板を用い、定在波音場内に発生する放射力を利用して微小物体を浮揚・保持し、運搬することを試みた。はじめに、超音波を照射して放射力を発生させたときの、反射板上に置かれた微小物体の過渡的な浮揚・保持の様子を詳細に観察し、その様子を解析した。次いで、超音波トランスデューサと反射板を水平方向に移動させたり鉛直軸方向に回転させたりして、そのときの微小物体の運搬の様子を観察した。その結果、非接触で微小物体を浮揚・保持し、運搬することに成功した。

### **誘電体カバーを用いたスロット結合給電マイクロストリップアンテナ**

**串田 裕紀：電子機械システム工学専攻（田口 裕二郎 教授）**

災害時衛星通信に用いる超小型地球局としてタブレット端末の使用を想定し、これに用いるアンテナとして広帯域特性を有するスロット結合給電マイクロストリップアンテナ (Slot-Coupled feed Microstrip Antenna, 以下, SCMSA と記す) に着目し、その高利得化について検討を行っている。高利得化は、高誘電率の誘電体カバーを SCMSA 上部に配置する構造により実現する。誘電体カバーに対する配置高さ、厚み、比誘電率に対して、FDTD 解析により最適パラメータを求め、試作アンテナを用いた測定値と比較している。設計周波数 4GHz において、配置高さ 38mm ( $\approx 0.5 \lambda_0$ )、厚さ 3.06mm、比誘電率 10.2 の誘電体カバーを用いたとき、解析による動作利得は 13.8dBi、リターンロス帯域は 22.3%を得ている。

### **固体識別のための石英ガラスの内部マーキング方法の開発**

**齋藤 光大：電子機械システム工学専攻（中村 奨 教授）**

近年、トレーサビリティや工程管理の観点から石英ガラス内面にマーキングをする技術が求められている。本研究ではピコ秒パルスグリーンレーザを用いて厚さ 5mm の石英ガラス板へ 2 次元 QR コードの内部マーキングを行った。波長 532nm、パルス幅 15ps のレーザビームを石英ガラス内部に強く集光すると “Optical damage” もしくは “Optical breakdown” と呼ばれる現象がガラス内部で発生する。高度に制御された “Optical damage” はガラス表面を傷つけることなしに、石英ガラスの内部に読み取り可能なマーキングを行うことが可能である。本研究では、微小クラックの視認性、ひずみ、加工時間を考慮した 2 次元 QR コードの内部マーキングが石英ガラスに対し可能なことを示した。

## DS/CDMA 符号ダイバーシチ方式の系列設計法

真田 広己：電子機械システム工学専攻（太刀川 信一 教授）

本論文では、直接拡散/符号分割多元接続(DC/CDMA)、符号ダイバーシチ方式で用いるデジタルディジタル(DD)系列の新たな設計法を提案する。DD 系列では、ブランチ系列とその合成系列をともにデジタルで構成することで容易に符号ダイバーシチが可能となる。他局間干渉に強くするため、DD 系列において、その要素となる系列の並び替えを求める手法を示す。トレーニング時のダイバーシチ重み係数をパラメータとして逐次並び替えを行う。これにより系列設計を行い、結果としてコンピュータシミュレーションにより、大幅なビット誤り率(BER)特性の改善を得た。

## 高現実感表現のための物体表面の反射特性推定

鈴木 大介：電子機械システム工学専攻（高橋 章 教授）

立体物のデジタルアーカイブでは物体形状と表面色の測定が必要で、前者は 3D スキャナによって高精度に測定できる。一方後者は、テクスチャマッピングが用いられることが多く、再現性に問題があった。そこで本研究では物体表面の反射特性を、Torrance-Sparrow モデルを用いた双方向反射率分布関数 (BRDF) として推定することを目的とする。Torrance-Sparrow モデルの BRDF には未知のパラメータが二つあるため、平均二乗誤差を評価関数とした Nelder-Mead 法による最適化によってパラメータ推定を行う。平均二乗誤差の算出に必要な比較画像は、改造を施して Torrance-Sparrow モデルを実装した POV-Ray で生成する。実験では、物体形状が単純な球体と複雑なスタンフォードドラゴンについて BRDF パラメータの推定を行った。その結果、単純な形状はパラメータの推定が十分に可能だが、複雑な形状についてはパラメータの収束性が初期値に大きく依存することがわかった。今後、実物体の反射特性推定を行うための検討を進める必要がある。

## 貯雪の結合力の評価と貯雪からの冷熱取り出し性能改善

鈴木 智也：電子機械システム工学専攻（青柳 成俊 教授、河田 剛毅 教授）

積雪寒冷地帯を中心に雪氷冷熱エネルギーの積極的な活用が進んでいる。代表例として、冬場の降雪を貯え、それを夏場に冷熱源として冷房を行う雪冷房がある。本研究では、貯雪底部に水を通して冷熱を取り出すタイプの冷水循環式雪冷房に着目する。雪には粒子が互いに結合して塊を形成する性質があり、これが貯雪からの冷熱取り出しの際の熱交換性能を低下させる。本研究では時間経過による貯雪の結合強度をせん断と曲げの強度試験を行い評価する。これまでの研究より、貯雪部底面へのせきの設置と事前の貯雪分割等の簡単な工夫を施すことで、熱交換性能を向上させる効果があることが確認されている。これら 2 つの向上方策についての効果と最適な設置条件を探ることを目的とする。可動せき設置に関してはせき設置数、事前の貯雪分割については分割数を変えた冷熱取り出し実験を行い冷熱取り出し性能の違いを調べた。貯雪の結合強度は時間経過に伴い増加していく傾向があることが分かった。可動せきでは設置数 10 個のほうは向上効果が大きく、貯雪分割では 5 分割程度で十分効果があると言える。

## 遠近問題発生下における異直交符号を用いた DS/CDMA 通信方式の干渉除去法

戸田 将平：電子機械システム工学専攻（太刀川 信一 教授）

本稿は、異直交符号を用いた DS/CDMA(直接拡散 / 符号分割多元接続)通信方式のための他局信号再生による干渉除去法を提案する。遠近問題による BER(誤り率)特性の劣化を防ぐため、従来の干渉除去法は受信信号電力が等しくなるように電力制御を行っていた。この状態では、再生した信号の BER 特性が小さくないため、干渉除去の効果は高くない。そこで、私達は、再生した信号の BER 特性を改善するため、電力制御をしない干渉除去を行う。加えて、私達は、従来の干渉除去法と提案した干渉除去法の BER 特性の比較と検討を行う。

## マーカーレス AR を用いた目標指示アプリケーションの開発

中野 亮太：電子機械システム工学専攻（高橋 章 教授）

本研究では、GPS が利用できない室内ナビゲーションについて、映画館や講堂などの広い屋内空間にスクリーンがある場合の位置誘導方法を提案する。具体的には、スクリーンが写る画像から現在位置を推定し、AR 技術を用いて画像に座席位置などの位置情報を提示することを試みる。スクリーンの検出には画像から連結された領域を抽出し不要な間引いた後にスクリーンの判定を行う手法を提案し、検出率99.5%のリアルタイム処理を達成した。また、現在位置推定では消失点を用いる方法とベクトル演算を用いる手法を比較し、後者により安定した推定が可能であるとわかった。さらに、画像中から空間中のスクリーンに平行な直線を検出し、その直線の情報を利用する最適化により、撮影位置の84%で現在位置の推定結果の安定性が改善できた。また、具体的な情報には至らないものの、簡易的な情報強化を行うことができた。

## $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4\text{-CuInS}_2$ 結晶の作製と評価

中村 謙太：電子機械システム工学専攻（大石 耕一郎 准教授）

熔融法で作製した  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  と  $\text{CuInS}_2$  の粉末を用いて、 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4\text{-CuInS}_2$  結晶を無加圧真空焼結で作製した。粉末 X 線回折により、全ての試料は特徴づけられた。112 回折ピークの半値幅は  $0.31 \leq x \leq 0.66$  で広がった。格子定数は、 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  と  $\text{CuInS}_2$  の二つの結晶構造モデルを同時に用いたリートベルト解析により得られた。 $a$  と  $c$  の両方は  $x \geq 0.66$  の  $\text{CuInS}_2$  相でほぼ線形に変化した。従って、Zn と Sn を含んだ  $\text{CuInS}_2$  固溶相の存在はこの領域で示される。混和性領域は、112 回折ピークの広幅化のため、我々の結果の  $0.37 \leq x \leq 0.66$  の領域として提案される。また、異相を抑制するためにスパークプラズマ焼結 (SPS) 法を行った。SPS で作製した試料の粉末 XRD パターンで、異相は確認されなかった。 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ 、ZnS、SnS、CuS の構造モデルを用いたリートベルト解析の結果は、 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  相の体積比率が 95%以上と見積もられた。

## 伝達関数の個人性に注目した個人識別手法に関する検討

庭野 千紘：電子機械システム工学専攻（樺澤 辰也 准教授）

近年、バイオメトリクス認証の研究が進んでいる。私たちは今までの研究により、外耳道伝達関数(ECTF)に個人性があることを発見した。そこで、私たちは外耳道伝達関数の個人性を用いて、バイオメトリクス認証が可能であると考えた。先行研究により、サポートベクターマシーン(SVM)により、外耳道伝達関数によ

って個人識別を行うことが可能であると分かった、しかし、SVMによる個人識別はデータが増えれば増えるほど、学習時間が長くなりといった欠点がある。本研究の目的は、導出を行った外耳道伝達関数の時間領域におけるそれぞれの時間差に注目し、時間差から個人識別の可能性を検討することである。

## 電荷発生型有機トランジスタの作製と評価

長谷川 希望：電子機械システム工学専攻（皆川 正寛 准教授）

Pentacene と酸化性材料とのエネルギー準位差によって CG-OFET の電気特性がどのように変化するか調べるために、複数の異なる酸化性材料を用いて電荷発生型有機トランジスタを作製し、出力特性（Source-Drain 間電圧-Drain 電流特性、 $V_{DS}-I_D$  特性）と伝達特性（Gate 電圧-Drain 電流、 $V_G-I_D$  特性）を測定した。測定結果より、エネルギー準位差が大きくなるにつれて、Drain 電流は増大し、しきい値電圧は減少する傾向を示した。これは、エネルギー準位差が大きくなるにつれて、pentacene/酸化性材料界面に形成された電荷移動錯体の形成量が増加し、見かけの電荷移動度が増大したためと考えられた。

## Cu-Zn-Sn-S 系結晶の作製とデバイス化に向けた検討

平山 健太：電子機械システム工学専攻（大石 耕一郎 准教授）

試験的に  $Cu_2ZnSnS_4$  バルク結晶太陽電池を作製した。結晶学的には、 $Cu_2ZnSnS_4$  中の異相は放電プラズマ焼結法によって抑制された。これは、リートベルト法を用いた定量分析により確認された。Al/ITO/n-layer/ $Cu_2ZnSnS_4$ /Au 構造の J-V 特性を測定した。ITO の層は、ITO ナノメタルインクを用いたスプレー法により堆積させた。n 層として、CBD 法による CdS と、真空蒸着法による CdS、 $In_2S_3$  を用いた。SPS で作製した  $Cu_2ZnSnS_4$  に、CBD 法により CdS を堆積させたデバイスで、200mV 程度の開放電圧を確認した。SPS で作製した  $Cu_2ZnSnS_4$  に、真空蒸着法により、堆積温度 300°C で CdS を堆積させたデバイスで、300mV 程度の開放電圧を確認した。

## 音響放射力によるプロペラ形状ロータの浮揚と非接触回転

松本 雄大：電子機械システム工学専攻（梅田 幹雄 教授）

大振幅音場内に置かれた物体には、その物体表面に定常的な力である音響放射力とその音場の進行方向に作用する。本研究室では、この音響放射力を用いて物体を非接触で浮揚や移動させることのできる超音波アクチュエータの研究を行っている。今まで、音響放射力を用いて、回転軸が固定されたロータを回転させることや、円板形状物体を浮揚させることに成功した。今回は、2種類の超音波トランスデューサを用い、音響放射力を利用してプロペラ形状ロータを浮揚させた状態とし、非接触で回転させることを試みる。このため、浮揚用のランジュバン型超音波トランスデューサの特性を測定し、スチロール板を浮揚させたときの特性を測定した。次に、回転用のバイモルフ型超音波トランスデューサの特性を測定し、ロータを浮揚状態で非接触回転させたときの特性を測定した。最後に、ロータ形状を変化させたときのロータの浮揚・回転の安定性とその傾向について測定した。

## 回折光学素子を用いたリチウムイオンキャパシタ用電極集電箔の高効率加工

三浦 拓巳：電子機械システム工学専攻（中村 奨 教授）

本研究では、ピコ秒グリーンレーザーを用いて電解銅箔およびアルミ箔に対し貫通孔の形成を行った。加工効率を高めるため、1本のレーザー光を9分岐することのできる回折光学素子（DOE）を用いた。DOEを通り9分岐されたビームは $f\theta$ レンズを通過しターゲット上に24 $\mu\text{m}$ 間隔で1列上に集光される。電解銅箔およびアルミ箔において、共に貫通孔の孔径が20 $\mu\text{m}$ 以下で開口率が5%以上のものが得られた。これらの加工された電極集電箔をリチウムイオンキャパシタに用いることにより、リチウムイオンキャパシタの性能向上が見込まれる。

## 大振幅振動領域における圧電振動子の高周波成分

三浦 貴暉：電子機械システム工学専攻（梅田 幹雄 教授）

圧電振動子を超音波アクチュエータとして大振幅駆動するとき、様々な非線形現象が発生することがある。特に、駆動電流や振動速度波形に歪が生じる場合は、基本周波数の整数倍の周波数成分が高調波として確認されることとなる。一方で、圧電横効果縦1次振動子を用いた場合には、高次振動モードの周波数が基本周波数の整数倍にあるため、これらの高周波数成分は、振動子の固有振動モードによるものか、波形の歪による高調波成分か判別に困難を要している。本研究では、表面電極が2等分割されている圧電横効果縦1次振動子を用い、大振幅駆動させた時の両電極を流れる電流及び、振動子両端の振動速度を測定・解析することにより、2倍周波数成分の解析を試みた。その結果、電流及び振動速度の2倍の周波数成分は、それぞれ第2高調波成分によるものが主であると判別された。

## ヒューマノイドロボットを用いたセルフコーチングによるトレーニング支援に関する研究

宮下 歩：電子機械システム工学専攻（池田 富士雄 准教授）

スポーツスキルを改善するには多くの反復練習が必要である。その中でも理想の動作と自身の動作との違いを理解することが重要である。現在、動作を確認する方法としては鏡を用いた方法やビデオカメラを用いた方法がある。しかし、これらの方法は、視点が固定されているために死角が発生するなどの問題を抱えている。そこで、本研究グループではセルフコーチングシステムと呼ばれる新たなトレーニング支援方法を提案している。このセルフコーチングシステムは、モーションキャプチャシステムによって取得した動作データをヒューマノイドロボットで動作再現させ、クライアントに示すものである。本研究ではバレーボールのアンダーハンドパスを対象とし、本提案手法の有効性を評価する。

## ケプストラムを用いた伝達関数の次元圧縮に関する検討

村上 美優：電子機械システム工学専攻（樺澤 辰也 准教授）

頭外音像定位伝達関数を用いて立体音響を提供するバイノーラル再生において、被験者本人の頭外音像定位伝達関数を再現することが高精度で頭外音像定位技術を実現することに重要である。



しかし、それはデータベースを大量に保有するためシステムに負荷がかかる。  
本研究では、ケプストラム分析により波形を直接波と回折・干渉特性に分離をする。  
そして主成分分析によりそれらの波が個人性を持つかどうかを調べる。

## 小型船舶における電子制御操舵系の開発

山口 裕之：電子機械システム工学専攻（外山 茂浩 准教授）

近年、日本国内ではプレジャーボート等の小型船舶の海難事故件数が増加傾向にある。その原因の一つとして、小型船舶の複雑な操縦性が挙げられる。そのため、操舵機構の操作性の改善が求められる。本研究ではこれまでに、小型船舶における手動式油圧操舵機構の操作性が経験の浅い操船者にとっては不十分であることを示した。この操舵機構の操作性を改善できれば、より安全で安定した操船が可能となることが考えられる。そこで本研究では、操作性改善の解決策として、小型船舶を対象としたパイワイヤ化による電子制御操舵系の開発を行う。電子制御操舵系の開発に先立って、手動式油圧操舵機構の問題点を明確にする必要がある。そこで、本研究では新しい操作性評価方法を提案する。具体的には、ユーザビリティ下位概念の測定指標に基づいた新しい評価項目を従来の評価方法に加えることで定める。この方法を用いて、手動式油圧操舵機構と電子制御操舵系の操作性を明らかにする。結果として、電子制御操舵系は手動式油圧操舵機構の操作性を改善することができた。

## 画像処理による屋内移動経路の案内ポイント検出

渡辺 智之：電子機械システム工学専攻（高橋 章 教授，竹部 啓輔 准教授，上村 健二 准教授）

GPS の電波が利用できない屋内空間におけるナビゲーションを実現するために、絶対測位によらない画像解析による現在地推定法について検討する。携帯端末で撮影した屋内のシーン画像からマップマッチングに利用可能な情報を検出する。特に、階段はフロア間の移動に関わり高い検出性能が求められるため、上り階段の検出方法を検討した。画像から水平方向のエッジを検出し、それらの間隔が上部に向かって単調減少する領域を階段として検出する方法を考案した。エッジ間隔の減少回数や、領域の幅などの判定条件はパラメータ決定用の画像を用いて決定した。評価用の画像を用いて検出性能の評価を行った結果、階段検出率は約 87%、真陰性率は約 98%であり、ナビゲーションのための十分な性能を有することを確認した。

## 物質工学専攻

### 正方晶タングステンブロンズセラミックスの比誘電率温度特性におよぼす金属酸化物添加の影響

味方 陵：物質工学専攻（岩井 裕 教授）

$\text{KSr}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$  (KSN) は、最も有望な非鉛系圧電体の 1 つとして知られる、正方晶タングステンブロンズ型セラミックスである。しかし、KSN は焼結性に問題があった。焼結の際の欠点は、ミリング処理による粉砕で解決することができたが、低温領域にリラクサ誘電体相が出現した。リラクサ誘電体相の出現を制御することで、高温安定型セラミックスを開発できることが示唆された。KSN セラミックスの誘電特性は酸化ジルコ

ニウムの添加によって大きな影響を受けることがわかった。酸化ジルコニウムを添加した KSN の比誘電率温度特性は 0℃と 110℃の 2ヶ所にピークを持つものだった。さらに低温側のピークではリラクサ誘電体相を持つため、結果として広い温度範囲で安定した比誘電率を示す。このような試料では特定周波数帯で X8R 特性を満たすことがわかった。

## 同時蒸着法を用いた CTS 系薄膜太陽電池の高効率化

金井 綾香：物質工学専攻（荒木 秀明 准教授）

Cu<sub>2</sub>SnS<sub>3</sub> (CTS) 三元化合物は地殻中に豊富に存在し、安価かつ無毒な元素から構成されている。さらに、CTS は 10<sup>4</sup> cm<sup>-1</sup> 以上の高い光吸収係数を持つ p 型半導体であることから将来における薄膜太陽電池の光吸収層材料に非常に有望であると考えられる。本研究では、銅(Cu)、錫(Sn)、硫黄(S)の同時蒸着により、硫化物プリカーサを形成した後、そのプリカーサを硫黄と共に 570℃にて 5 分間、熱処理を行うことで CTS 薄膜を作製した。異なる Cu/Sn 組成比の CTS 薄膜を用いた太陽電池に対する変換効率の Cu/Sn 組成比依存性を調査した結果、Cu/Sn 組成比の最適値は約 1.9 であることが示唆された。また、CTS 薄膜に対してナトリウム (Na) 添加を行った結果、Na を添加した CTS 薄膜太陽電池の開放電圧及び変換効率は Na を添加していない CTS 薄膜太陽電池と比較して向上した。

## 炊飯条件によるデンプン加水分解速度への影響

金山 広輝：物質工学専攻（菅原 正義 教授）

本研究は炊飯条件の違いが糊化度、難消化性デンプン、デンプン加水分解速度、保存による変化への影響を観ることを目的として行った。

米は 4 種類のモードで炊飯した。炊飯条件は炊飯器の機能で管理した。炊飯条件の異なる米飯試料を 4 種類調製した。米飯試料の糊化度を BAP 法、米飯試料の難消化性デンプンを Englyst 法に準拠した測定キットで、米飯試料のデンプン加水分解速度をペプシン・パンクレアチン人工消化試験で測定した。in vitro での加水分解による還元糖の増加で加水分解速度を決定した。今回は糊化度、難消化性デンプン、デンプン加水分解速度、保存による変化への炊飯条件による大きな差は見られなかった。

## 高圧処理が及ぼすミミズ含有酵素の活性変化についての検討

佐藤 俊輔：物質工学専攻（赤澤 真一 准教授）

我々が研究対象としているミミズ (*Eisenia fetida*) は強力な血栓分解酵素を始め、糖質加水分解酵素群やプロテアーゼ等様々な機能性酵素群を有する事が明らかとなっている。特に血栓分解酵素ルンブルキナーゼは脳梗塞等の血栓症に対し有効であり、ミミズ乾燥粉末は健康食品として販売されている。しかしながら、現状の製法では活性が低いという問題点があった。そこで、近年食品加工等に用いられている高圧技術を活用しミミズが有する機能性酵素群の活性向上を試みた。これらの活性向上により血栓分解だけでなく消化剤としての応用も可能となる。

本研究では血栓分解酵素としてルンブルキナーゼ、消化系酵素等他の機能性酵素として、セルラーゼ、アミラーゼ等の圧力依存性について検討した。25℃条件下ではルンブルキナーゼのみ活性が向上し、他のセルラーゼ、アミラーゼ、リパーゼの活性はほとんど変わらなかったが、比活性は向上した。50℃条件下ではル

ンブルキナーゼはさらに活性が亢進し、セルラーゼの一種であるエンドグルカナーゼも活性がやや亢進した。圧力処理後のミミズ粗酵素溶液の生菌試験を行ったところ、50°C、200 MPa 以上ではほぼ全ての菌が殺菌可能である事が明らかとなった。以上より、高圧処理はミミズ機能性酵素の活性向上と殺菌に有効である事が明らかとなった。

### 湿熱処理のコメ糊粉層抗酸化成分に及ぼす影響

高山 しおり：物質工学専攻（菅原 正義 教授）

形質の異なる4種類の米について、湿熱処理によって抗酸化成分が糊粉層から胚乳に移行することについて調べることを目的として実験を行った。4種類の玄米（コシヒカリ、越のかおり、紫宝、紅香）に0.1MPaで10分間、もしくは、0.2MPaで10分間の2種類の湿熱処理をした。処理後、コシヒカリと越のかおりは90%、紅香85%、紫宝80%で精米した。調製した米粉末について、水分、灰分、タンパク質、脂肪、総ポリフェノール量、抗酸化能を測定した。水分、灰分、タンパク質、脂肪では湿熱処理による変化はなかった。玄米の総ポリフェノール量と抗酸化能は湿熱処理をするとすべての品種で減少した。白米ではそれらは湿熱処理後に精米するとどの品種でも非処理の白米よりも高い値を示した。湿熱処理の影響は0.2MPa処理が0.1MPa処理よりも大きくなった。白米の総ポリフェノール量と抗酸化能の増加は有色米のほうが顕著であった。

### FTO基板上へのTiO<sub>2</sub>ナノロッドの成長

野中 大輔：物質工学専攻（坂井 俊彦 教授）

酸化チタンナノロッドや酸化チタンナノワイヤー等のナノ構造を電池に組み込むことで電子を生成するポイントと電極とを直接つなぐことができ、電子の特性値を向上させられる可能性があるとして色素増感太陽電池が注目を集めている。今回の研究では、酸化チタンナノロッド層をFTO基板上に水熱合成法により成長させ、その基盤を用いて色素増感太陽電池の変換効率向上を試みた。作製した電池の構造は、FTO基板 / 酸化チタン緻密層 / 酸化チタンナノロッド層 / ルテニウム535 / P3HT / PEDOT:PSS / 金である。水熱合成用溶液の塩酸の割合を増やしていくことで、酸化チタンナノロッドをFTO基板上に成長させることができた。ナノロッドの直径や長さ、密度は、水熱合成時間や溶液の割合等のパラメーターを変えることによって、変化させることができた。作製した電池の特性値は、変換効率が0.056%、電流密度が0.68 mAcm<sup>-2</sup>、電圧が0.32 V、曲線因子が25.9%であった。酸化チタンナノロッドを用いた電池の変換効率は、酸化チタン微粒子を用いた電池よりも低い結果となった。

### Pbフリー有機-無機ペロブスカイト太陽電池の試作

増田 圭純：物質工学専攻（坂井 俊彦 教授）

太陽電池は持続可能なエネルギー供給のための、重要な技術である。最近の研究では、有機無機ペロブスカイトを光吸収層として太陽電池に用いることで、変換効率向上に繋がる事が報告された。最近では、有機無機複合ペロブスカイト太陽電池はすでに20.1%を超える変換効率が報告されており、安価でクリーンなエネルギーを供給するために、最も有望で新しい太陽電池の一つである。しかしながら、電池の重要な構成要素である鉛は人体に有毒であるとしてRoHSで制限されている。そこで、鉛フリーの有機無機ペロブスカ

イト太陽電池の開発を目標にして、鉛を銅または亜鉛で置換した有機無機ペロブスカイト太陽電池の研究を行った。研究を行った結果、ペロブスカイト層の鉛を銅や亜鉛をわずかに置換すると、太陽電池の変換効率などの電池性能は大幅に減少した。そのため、銅または亜鉛を含む有機無機ペロブスカイト太陽電池の作製が困難であると示唆された。

## フッ素基を含むβ-フリーピロールの合成とその応用

渡邊 陽子：物質工学専攻（鈴木 秋弘 教授）

ミオグロビン(Mb)の機能調節は、ヘムを取り囲むアミノ酸残基と、内部にあるヘム鉄の反応性により調節されている。Mbの酸素親和性とヘム側鎖の電子的効果との機能相関を解明するために、ヘム（ポルフィリン鉄錯体）周辺側鎖に強い電子求引性であるCF<sub>3</sub>基の置換を行った。しかし、CF<sub>3</sub>基の数が増加するごとに立体反発によってポルフィリン環の歪みが生じ、導入置換基の電子的効果が適切に評価できない可能性がある。そこで、2,5,8-TPFの3,7位のメチル基を水素に置換したモデル化合物の合成を検討した。

2,2,2-トリフルオロ-1,1-エタンジオールをDBUの存在下、ニトロメタンと反応させ、ニトロアルコールに変換した。ニトロアルコール2を無水酢酸でアセチル化し、β-ニトロアセテート3を合成した。DBUの存在下でのイソシアノ酢酸エチルと3の環化によってCF<sub>3</sub>置換ピロール4を合成した。ジピロメタン6の合成はBF<sub>3</sub>·OEt<sub>2</sub>を触媒として、4と2,2,2-トリフルオロ-1,1-エタンジオールを反応させる方法をとった。しかし、今回の反応条件ではジピロメタンを単離することができなかった。

## 環境都市工学専攻

### 流域の湿潤状態を考慮した洪水予測手法に関する研究

池 佳祐：環境都市工学専攻（山本 隆広 准教授）

現在、全国の洪水予測システムの大部分は木村の貯留関数法に基づいたモデルを用いている。この木村の貯留関数法は流出計算において短期解析しか行えないことや、対象流域の湿潤状態を陽に考慮して計算を行えないなどの問題点がある。全国の洪水予測システムはフィードバック手法を木村の貯留関数法と組み合わせ、高い精度の計算値を算出している。そこで香川県の一級河川である土器川の常包橋上流域を対象流域として、流域の湿潤状態を陽に考慮した長期流出計算が可能な貯留関数法モデルを用い、それにフィードバック手法を組み合わせ、河川流量の予測精度がより高い計算が可能か試みた。結果として、両モデルにフィードバック手法を組み合わせた場合、流域の湿潤状態を考慮した貯留関数法の方が木村の貯留関数法と比べて河川流量の予測精度が高い結果となった。

## **腐食膨張挙動に対するコンクリートおよびせん断補強筋の拘束圧が鉄筋腐食量とかぶり表面の腐食ひび割れ幅の関係に及ぼす影響**

**刈谷 潤貴：環境都市工学専攻（村上 祐貴 准教授）**

本研究では、電食試験により鉄筋を促進腐食劣化させ、せん断補強筋が主鉄筋腐食量と主鉄筋に沿った腐食ひび割れ幅の関係に及ぼす影響を主鉄筋の腐食膨張挙動に対するせん断補強筋の拘束圧に着目して検討した。せん断補強筋の拘束効果は、せん断補強筋直上のみならず、ある一定の領域に発現することから、各せん断補強筋の拘束効果の影響範囲が重なり合う領域では拘束効果が相互に影響し、拘束効果が向上する。これにより、主鉄筋の腐食率が同じであっても、せん断補強筋量によってせん断補強筋直上の腐食ひび割れ幅は異なることが明らかとなった。

## **基本高水ピーク流量算定における対象降雨継続時間の検討**

**小池 高哉：環境都市工学専攻（山本 隆広 准教授）**

基本高水ピーク流量は治水計画における重要な指標の一つであり、流域の空間スケールに合った適切な対象降雨の継続時間を設定する必要性が指摘されている。さらに、継続時間を決める際には降雨の時間分布も重要である。本研究の目的は、より現実的な時間分布を生成するためにランダムカスケードモデルをかなり改良することである。まず、長期間の1時間雨量データを用いて、ランダムカスケードモデルのパラメータの定式化を行った。次に、カスケードレベル毎に非現実的な降雨強度の棄却を行った。その際に、再近隣法を用いて降雨データから最大流域平均降雨量を算定した。土器川祓川橋上流域を対象に対象降雨からランダムカスケードモデルによってハイドログラフを生成した。そのハイドログラフを分布型水文モデルに入力して、ハイドログラフとピーク流量を算定した。その結果、求められた平均ピーク流量は現実的な値に近づいた。

## **WRF を用いた平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨の降雨の時空間分布の再現**

**近藤 礼侑：環境都市工学専攻（山本 隆広 准教授）**

新潟県内では平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨、平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨で甚大な被害が起きた。このような治水を考える上で降雨の時空間分布を知ることは非常に重要なことである。現在最も精度が良いとされている気象庁の解析雨量においても山岳部などの気象状況の再現が難しいという指摘もされている。本研究では気象モデル WRF を用いて降雨予測の基礎的な研究として降雨の時空間分布の再現を行った。解析の際に気象庁の提供している MSM データと NCEP が提供している FNL データを使用した。2 種類の解析を行い降雨の時空間分布にどのような影響が起きるかを評価した。さらに、分布型水文モデルに WRF の結果を入力する。河川流量を計算し、得られた河川流量からも降雨の時空間分布の再現性を検証した。解析の結果、降雨の時空間分布は FNL データのみを使用したほうが良好に再現できていた。しかし、河川流量は MSM データを用いた結果のほうが FNL データの結果より実際の雨に近いタイミングになった。

## 橋梁定期点検要領に基づいたタブレット橋梁概略点検システムの構築と実地調査による有効性の検討 佐々木 悠祐：環境都市工学専攻（井林 康 准教授）

本研究では、橋梁定期点検要領に基づいたタブレット橋梁概略点検システムを構築し、有効性の検証を目的として、ある自治体が管理している橋梁を対象とした実地調査を行った結果、42 橋中 36 橋で概略点検による評価が十分可能と判明した。また、実地調査で得られた損傷評価項目のうち目視不可となった項目を除く 579 項目を対象に、自治体が過去に行った定期点検結果との比較を行なった結果、差異なしが 74%、過小評価が 21%、過大評価が 4%となった。過小評価には設問によって評価が大きく分かれた場合や、損傷の見落とし、修繕によるものがあり、過大評価については一部の項目で損傷の進行が原因のものが見られた。土木技術者による概略点検結果の分析においては、一部の項目で評価にばらつきのあるものや、ある部材の損傷評価を別の項目で行なっている場合などがあり、損傷評価の回答方法において、幾つかの改善が必要な点が確認された。

## 消雪パイプによる地下水くみ上げと地盤沈下 太刀川 陽平：環境都市工学専攻（岩波 基 教授）

長岡市は雪国であり、消雪パイプによる地下水散水はなくてはならない技術である。しかし現在、地下水を使うことは非常に否定的な意味で捉えられている。現在の地盤沈下の状況を把握するために消雪パイプの本数、地下水揚水量、地盤沈下量、地盤収縮量、粘土層の厚さを関連付けて現在の地盤沈下状況を調査した。地下水の揚水量と消雪パイプの本数を調査した結果、直接的な関係はなく、各水準点での地盤沈下はほとんどの場所で続いていること、さらに、最も累計地盤沈下量の多い NA-41、次点の NA-26 は単位面積あたりの揚水能力も大きいことが分かった。また、地盤収縮量と地盤沈下量の相関を見ることのできる地区は三地区であった。関係を見ると、水準点 NA-63 と日越小学校で構成された地区では、昭和 61 年から平成 5 年にかけて 0-97m までの地層が圧縮されたと考えられた。また水準点 NA-67 と蓮濁中央公園で構成した地区では他の地区とは違い、平成 11 年から平成 18 年にかけて 0-100m までの地層が膨張していると考えられた。