

専攻科特別研究題目

及び要旨一覧

平成 21 年度



## ○専攻と研究テーマ

### 電子機械システム工学専攻

小型船舶用防振架台のばね機構に関する研究	青木 怜史
砥粒電着工具の幾何形状と加工転写性の評価	永村 文明
短パルス紫外レーザー光によるプラスチックシートへの微細孔あけ加工	大野 友也
圧電接合体の特異性オーダー解析およびその実験的検証	笠井 誠
同時スパッタ・硫化法を用いたCZTS薄膜太陽電池の作製	風間 信均
SPR 締結したマグネシウム合金板材の接合強度と加熱プロセスの効果	柄澤 宗紀
雪山方式雪保存における遮熱面での改良	川瀬 顕和
Mindlin板曲げ理論による鋭いノッチ先端の 一般化応力拡大係数のひずみゲージによる決定	倉部 洋平
MSAスノーセンサ用センシング素子の高感度化	紺谷 翔平
EB蒸着・硫化法によるCZTS薄膜太陽電池の作製	酒井 紀行
小型船舶における舵角サーボシステムに関する研究	竹見 宏樹
静電分圧型直流変換電源の開発	中村 将之
直交表L9を用いたフォトポリマーホログラムの回折効率のばらつき低減	長岡 和哉
3次元形状データの高現実感描画のための物体表面色推定	野村 洋介
小型船舶の操縦に関する基礎研究	平井 一徳
全方位カメラ画像による3次元情報の計測について	廣井 勇
小型船舶用防振架台の能動制御に関する研究	福嶋 祐一
各種荷重下における接着継手の応力解析および強度評価	星 和久
テンプレートマッチングを用いた打楽器音の分離	吉岡 祐紀

### 物質工学専攻

ミトコンドリア呼吸鎖による葉緑体光合成の最適化	阿部 悠太
麩の新規用途の検討	恩田 貴芳
めっき・硫化法を用いたCZTS系薄膜太陽電池の作製	久保 祐貴
<i>Propionibacterium</i> 属のプロバイオティック効果の検討	桑原 美咲
フッ素置換基導入によるポルフィリン環の化学修飾	高橋 香織
樹木における色素サイクルの生理機能	松本 拓太
懸濁重合による複合体ポリマー粒子の調製	山崎 実
<i>Lumbricus rubellus</i> 由来セルラーゼの諸性質の検討	遣水 潤

### 環境都市工学専攻

開削トンネルの施工過程を考慮した動的解析に関する基礎的研究	神田 健生
建築確認申請を用いた地方都市周辺部集落の住宅建築の現状と課題について	小島 正吏
共生環境下における硫黄脱窒素細菌単離の試み	小林 寛樹
LANDSATデータを用いた土地被覆の変遷と新潟県の都市域の気温の変化の解析	高松 量
自然由来重金属汚染土の簡易分析法の開発 一直交表L18を用いた各溶出因子の評価	富山 恵介
k-ε 乱流モデルによる非保存性中層密度流の解析	野澤 祐介
大規模開削トンネル躯体の温度応力解析に関する研究	平井 祐貴
ファイバー要素を用いたRCはり・柱部材の静的および動的変形解析	渡辺 啓太

## ○研究要旨

### 電子機械システム工学専攻

#### 小型船舶用防振架台のばね機構に関する研究

青木 怜史：電子機械システム工学専攻（外山 茂浩 准教授）

小型船舶への搭載を想定した救急患者搬送用防振架台のばね機構に関して研究を行った。まず、患者にかかる負担は搭載患者の上下加速度によるものとし、防振架台の伝達特性に対する仕様を決定した。能動型防振架台に用いるばねの理想的な弾性特性は、第一に支持剛性を確保しアクチュエータ消費エネルギーを抑制できる弾性特性である。この場合、予圧縮力のある弾性特性を利用すればよい。その他にも、搭載患者の体重差を許容する必要がある。この場合、予圧縮力を調整できる弾性特性を利用すればよい。また、ストレッチャー搭載面が通常ストロークを超えた場合、急激な加速度増加が生じ搭載患者に大きな負担を与える。この場合、通常ストロークの両端にばね定数の大きな弾性特性を持たせればよい。これらの理想的な弾性特性を持つ非線形ばね機構として、圧縮ばねと引張ばねを組み合わせたばね機構を考案し、実験によってその基本的な有効性を検証した。

#### 砥粒電着工具の幾何形状と加工転写性の評価

永村 文明：電子機械システム工学専攻（山田 隆一 教授）

ダイヤモンド砥粒電着リーマは、電着されているダイヤモンド砥粒の幾何形状や高さ分布が加工結果に大きく影響する。しかし、表面粗さの定量化パラメータでは形状や高さ分布を定量化することができないため、1)凸部体積 2)負荷面積曲線 3)標準偏差の新たに考案した3つの定量化パラメータを用いて、ピンゲージにダイヤモンド砥粒を電着したダイヤモンド砥粒電着擬似リーマに電着されている砥粒の幾何形状や高さ分布の定量化を行った。その結果、3つの評価パラメータによって定量化することができた。そして、擬似リーマを用いて加工を行い、3つの定量化パラメータと切り込み量との関係性を考察した。また、より広範囲の測定結果を得るために20倍の対物レンズを用いた測定結果をつなぎ合わせて、擬似リーマの長手方向における電着領域を測定した。

#### 短パルス紫外レーザー光によるプラスチックシートへの微細孔あけ加工

大野 友也：電子機械システム工学専攻（中村 奨 教授）

従来プラスチックの孔あけにはCO<sub>2</sub>レーザーが用いられてきたが、熱影響による材料表面の変形や焼けが大きく、微細な孔あけ加工の際には問題となっていた。本研究ではこの熱影響を回避するために、短パルス紫外レーザー光を発するNd:YLFレーザーを使用して、プラスチックシートへの微細孔あけ加工を実施した。紫外光といえども高パルス周波数においては試料の焼けや変形が確認されたが、分割照射や試料表面に保護フィルムを張ることで熱影響を緩和することができた。

## 圧電接合体の特異性オーダー解析およびその実験的検証

笠井 誠：電子機械システム工学専攻（佐々木 徹 助教）

本研究では、異材接合界面端近傍の応力および電位差の特異性を特徴付けるパラメータである特異性オーダーの解析と、圧電接合体を用いた電圧場の測定実験である特異性評価実験を行った。また、弾性体と圧電材料の一般解の相似則についても検討した。

特異性オーダー解析では接合されている材料がともに弾性体の場合と圧電材料の場合について解析を行い、材料の物性値と接合体の形状が特異性オーダーに与える影響について検討した。また、特異性評価実験では、圧電材料とアクリルを接合した試験片に荷重を負荷した際に生じる電圧場の特異性の測定を行い、アクリルの形状が与える影響について検討した。また、弾性体と圧電材料の相似則の検討では、弾性体と圧電材料の一般解の相似則から弾性体の問題を特異性評価実験の結果を用いて評価する方法について検討した。

## 同時スパッタ・硫化法を用いた CZTS 薄膜太陽電池の作製

風間 信均：電子機械システム工学専攻（片桐 裕則 教授）

汎用材料のみで構成される CZTS ( $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ ) は、光吸収に理想的な光学特性を有し、薄膜太陽電池の光吸収層として有望な材料である。本研究では同時スパッタ・硫化法を用いて CZTS 薄膜を作製した。

従来ではプリカーサの硫化処理に約 7 時間という極めて長い時間がかかっていた。この現状を踏まえ、処理時間の短縮を目標に硫化条件の検討を行った。その結果、従来の約半分の時間である昇温レート  $20^\circ\text{C}/\text{min}$ 、保持 1h、自然冷却のサンプルにおいて 4.03% の変換効率が得られた。また固体の硫黄を用いた硫化でも 4% 台の変換効率を確認した。

## SPR 締結したマグネシウム合金板材の接合強度と加熱プロセスの効果

柄澤 宗紀：電子機械システム工学専攻（青柳 成俊 教授）

本研究は機械的締結法の一つである SPR (Self Pierce Riveting) により AM50 マグネシウム合金板材を締結し、その強度評価を引張せん断試験および十字引張試験により行った。SPR 締結は、接合後の接合体裏面が貫通しないため、気密性および水密性に優れた接合法である。しかし、マグネシウム合金板材の SPR 締結時には、強い塑性加工を受けて割れが生じてしまう。そのため、AM50 マグネシウム合金板材に焼きなまし熱処理を施し、割れの低減を試みると同時に焼きなまし温度による AM50 合金板材の結晶組織の変化が引張せん断強度に及ぼす影響を調べた。その後、実機レベルで高温中の SPR 締結実験を行い、高温 SPR 締結プロセスの確立と、それにより作製した接合体の強度を測定した。

## 雪山方式雪保存における遮熱面での改良

川瀬 顕和：電子機械システム工学専攻（河田 剛毅 教授）

本研究の目的は、雪山方式の雪保存に関して従来、実施例が少ない平野部での雪の保存状況、および土壌からの熱流入遮断の効果を調べることである。長岡市内の平野部の空き地に、土壌からの熱流入遮断の工夫の有無以外は同一条件である 100ton 規模の雪山を 2 つ造成し、その後の雪山の残存状況、ならびに周囲の土壌温度等を観測した。平成 20 年 3 月から行った 1 回目の観測では、実験場所の土壌状態が悪く、水溜りができやすいことが影

響して、その効果を確認することができなかった。そこで、平成 21 年 3 月から行った 2 回目の観測では、水溜りによる雪の融解促進を防ぐ目的で、予め透水性のよい山砂を地面の上に 10cm の高さで盛り付け、その上に雪山を造成した。土壌からの熱流入遮断方法として、雪山と地面の間に厚さ 50mm の発泡板を一面に敷設した。結果として、全測定期間中で平均した雪山の体積減少率は、発泡板敷設により約 8%減少し、発泡板の効果が認められた。また、地中温度の測定値を用いた簡易的な計算を行った。その結果、発泡板敷設により総伝熱量が約 28%減少し、このことから地面からの熱流入抑制効果が確認できる。

### **Mindlin 板曲げ理論による鋭いノッチ先端の一般化応力拡大係数のひずみゲージによる決定**

**倉部 洋平：電子機械システム工学専攻（近藤 俊美 教授）**

本研究では Mindlin の板理論に基づき面外曲げを受ける板の鋭いノッチ先端の応力拡大係数の決定法を示した。これまでに鋭いノッチを有する板の引張り、面内曲げ、面外曲げに対してノッチ先端の一般化応力拡大係数のひずみゲージによる決定に関する研究を行ってきたが、中でも Kirchhoff の面外曲げ古典理論に基づく決定法においては境界条件に近似が入っているため、実際の値に誤差が入ることが予想される。この点を修正した Mindlin 理論に基づいて、ノッチの特別な場合として、混合モードき裂を有した板の応力拡大係数をひずみゲージを用いて決定した。また、有限要素解析を行い両者の値を比較検討し、Reissner の板理論による理論解析結果も併記した。

### **MSA スノーセンサ用センシング素子の高感度化**

**紺谷 翔平：電子機械システム工学専攻（田口 裕二郎 教授）**

マイクロストリップアンテナ（以下、MSAと記す）を用いるスノーセンサにおいて、センシング素子の高感度化について述べている。センシング素子として、高い共振抵抗値が得られる短絡面幅 $W_s=50\%$ の1/2小型化MSAを用いることで、従来のセンシング素子よりも大幅な感度を改善できることを、FDTD法を用いた解析及び実験結果により示している。また、実際に降った雪（Real Snow）を用いた特性評価を行い、実験値と解析値とがずれる原因として、雪の圧縮を考慮する必要があることを示している。

### **EB 蒸着・硫化法による CZTS 薄膜太陽電池の作製**

**酒井 紀行：電子機械システム工学専攻（片桐 裕則 教授、 荒木 秀明 准教授）**

$\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ （以下 CZTS）は汎用材料のみで作製可能であるため、資源的な制約が無く、低コストで作製可能であり、環境に対する負荷が小さい。また、禁制帯幅が約 1.5eV で、光吸収係数  $\alpha$  が  $10^4\text{cm}^{-1}$  以上と大きいことから太陽電池の光吸収層として適した光学的特性を持っている。

現在、同時スパッタ・硫化法により作製した CZTS 光吸収層を用いた太陽電池で、変換効率 6.77%が報告されている。本研究では、積層蒸着・硫化法により CZTS 光吸収層を作製した。4 パターンのプリカーサを 2 パターンの方法で硫化し、作製した CZTS に対して各種評価を行った。その後、太陽電池を構成して、太陽電池特性、量子効率を測定した。その結果、変換効率 6.05%を得た。

## 小型船舶における舵角サーボシステムに関する研究

竹見 宏樹：電子機械システム専攻(外山 茂浩 准教授)

飛行機やヘリコプタの運動特性と同様に複雑な特性を示す小型船舶においても、安全性・快適性を追求すれば操舵系の電子制御化が必要となる。そこで、本研究室はパイワイヤ化による電子制御操舵システムの開発を目指している。舵角サーボシステムとは、電子制御操舵システムの構成要素のひとつであり、ある指令値通りに実舵角を追従させるシステムである。本研究では小型船舶の油圧操舵系に相当する模擬実験装置を製作した。また、舵角サーボシステムに対する制御則として通常の PD 制御と微分先行型 PD 制御の 2 つを検討した。この結果より、微分先行型 PD 制御は参照入力之急激な変化に伴う制御入力の増大を抑えることができるが、パラメータ変動に対するロバスト性が低いことがわかった。

## 静電分圧型直流変換電源の開発

中村 将之：電子機械システム工学専攻(恒岡 まさき 教授)

近年、CPU の高速化に伴いその消費電力が増大し 100W を超えるものが出現し、発熱の抑制が問題となっている。その対策として動作電圧を下げる方法が有力であり、現在 0.9V 程度にまで下がっているものもある。一方、一般的な降圧型 DCDC コンバータは降圧比が大きくなると、スイッチング素子のオン時間が短くなり効率が低下し、かつ制御性が低下する。そこで本発表では静電容量を利用した新しい直流電力変換回路を提案し、その動作の状態毎に回路モデルを解き、全体動作を組み立てた。そして、実際に 24V の入力電圧で 0.5V, 1A の出力を行う回路を試作し 83%の変換効率を得ることができたことを報告する。

## 直交表 L9 を用いたフォトポリマーホログラムの回折効率のばらつき低減

長岡 和哉：電子機械システム工学専攻(長部 恵一 准教授)

本研究室で研究を行っているフォトポリマーは回折効率のばらつきが問題となっていた。そこで本研究では直交表 L9 を用いた実験計画法により、ポリビニルアルコール、トリエタノールアミン、アクリルアミドの量を変化させた 9 通りの異なる構成のフォトポリマーを作製した。作製したフォトポリマーは波長 532nm の YVO レーザにより、ホログラムの記録と再生を行った。測定した回折効率についてばらつきを表わす SN 比を求め、ばらつきが最も少なくなると考えられる最適条件を求めた。これらの実験により回折効率のばらつきが最も少ない構成は純水 500ml にたいして PVA80g, トリエタノールアミン 30ml, アクリルアミド 40g を求め、その構成において回折効率のばらつきの低減を確認した。

## 3次元形状データの高現実感描画のための物体表面色推定

野村 洋介：電子機械システム工学専攻(高橋 章 准教授)

近年、貴重な文化遺産や美術品をデジタルデータとして保存するデジタルアーカイブが盛んに行われている。その背景として、インターネットに代表される情報通信技術の発達により、保存資料を 3次元コンピュータグラフィックス(3DCG)として公開することが容易になったことが挙げられる。実環境の物体表面で生じる光の反射特性をモデル化することができれば、物体をより高い現実感の 3DCG で観察できる。本研究では、物体表面で生じる光の拡散反射と鏡面反射の反射係数である反射パラメータの推定法を検討する。

物体の表面形状データと照光画像から、反射パラメータを逆推定する。まず、仮想空間内において、形状モデルの表面に特定の反射特性を適用して描画した 3DCG 画像を用いた反射特性推定シミュレーションを行った。同一の光源条件下において、設定値と推定値をそれぞれ適用した 3DCG 画像を PSNR によって比較した。その結果、PSNR は 35dB 以上であり、推定値と設定値の差は人間の知覚上は十分小さいことがわかった。

### **小型船舶の操縦に関する基礎研究**

**平井 一徳：電子機械システム工学専攻（外山 茂浩 准教授）**

一般に船舶の操縦にはある程度の熟練が必要である。なぜならば、操縦運動を支配する流体力が航行状況に応じて複雑に変化するからである。経験の浅い操船者は、特に緊急時に航行状況に応じた操作を見誤る可能性が高く、このことが近年の海難事故増加の一つの要因となっていることが予想される。そこで本研究では、小型船舶の複雑な操縦性を明らかにするために操船シミュレーションソフトウェア Ship Simulator 2008 を用いてその操縦性を解析した。その結果、船体の横滑り速度と非線形流体力が回頭角速度の過渡応答と定常応答に大きく影響を及ぼすことがわかった。次に、小型船舶に多く採用されている手動式油圧操舵機構の操舵感覚について解析した。その結果、手動式油圧操舵機構では反力感を得られずセルフステア性が低下する状況があり、常に十分な操舵感覚が得られないことが分かった。最後に、小型船舶の操縦を模擬するための簡易操船シミュレータを製作した。

### **全方位カメラ画像による 3 次元情報の計測について**

**廣井 勇：電子機械システム工学専攻（高橋 章 准教授）**

近年、安全監視や製品検査等、様々な分野でカメラを利用したマシンビジョンシステムが導入されている。その中で特に、安全監視や防犯を目的としてカメラを利用する場合、画角の狭い通常のレンズを用いるカメラでは、複数台を設置する必要があり、コストが高いことや死角をなくすために配置を工夫する必要があるなどの問題がある。そこで本研究では、水平方向 360 度を一度に撮影できる全方位カメラを用いた、1 台のカメラによる安全監視システムの構築について検討する。極座標変換によりパノラマ画像に変換した全方位カメラ画像から、背景差分による移動体検出や特徴量の利用やテンプレートマッチングによる特徴抽出により人物を検出し、人物の位置や姿勢などの情報を抽出するアルゴリズムについて検討する。

### **小型船舶用防振架台の能動制御に関する研究**

**福嶋 祐一：電子機械システム工学専攻（外山 茂浩 准教授）**

高度医療機関が設置されていない離島に対する救急患者搬送方法の一つに、小型船舶の利用が挙げられる。この場合、船舶の振動が患者へ負担を与える危険性があるので、患者への振動の伝達を低減する防振架台を利用しなければならない。そのような防振架台として、本研究では外部エネルギーを利用し振動低減の性能を劇的に改善可能な能動方式の防振架台の開発を目指し研究を進めてきた。本報告では、まず文献調査などから定めた防振架台の振動低減特性に関する仕様について述べる。次に、その仕様を満たす能動方式の制御則として 3 種類のフィードバック制御則を選定し、それらの制御則を防振架台に適用した場合の制御入力、最大値、感度特性、入力外乱抑制特性、観測雑音除去特性の 4 つのフィードバック特性について評価した結果を述べる。最後に、製作した水平型一軸加振機の理論性能の評価と、アクチュエータの概要を述べる。



## 各種荷重下における接着継手の応力解析および強度評価

星 和久：電子機械システム工学専攻（佐々木 徹 助教）

本研究では、接着継手の強度特性の明確化と強度則の確立を目的として、接着継手の応力解析と強度評価を行った。接着継手の2種の破壊様式に注目し、それぞれに適切な強度評価法を検討した。

凝集破壊については、引張せん断荷重下の重ね合わせ継手において、平板の曲げ理論による解析値と接着強度試験値を比較し、ヤング率とラップ長さの強度への影響を調査した。被着体は高ヤング率で、ラップ長さが長いものが高強度であるが、一定値以上ではあまり強度上昇しないという結果が得られた。

接着破壊では、FEM解析値と接着強度試験値をもとに、応力特異場パラメータによる強度評価を行い、引張せん断荷重下、曲げ荷重下における重ね合わせ継手と引張荷重下における突き合わせ継手のラップ長さの強度への影響を調査した。また、本研究での各実験結果は、ラウンドロビン試験の一部として機械学会の分科会に報告した。

## テンプレートマッチングを用いた打楽器音の分離

吉岡 祐紀：電子機械システム工学専攻（佐藤 秀一 教授）

演奏データから楽譜を生成する「採譜」については多くの研究が行われており、単音の採譜、または打楽器の演奏データの判別・採譜についてはある程度の成果が得られている。しかしながら私たちが普段耳にする演奏データは打楽器を含む複数種の楽器が含まれていることが殆どで、実用面では物足りない。そこで本研究ではピアノ音とスネアドラム音からなる演奏データを想定し、演奏データから打楽器音を分離することについて検討した。分離にはテンプレートマッチングという手法を用いることにした。テンプレートは入力に応じて位相と振幅の調節が必要であり、これを考慮したテンプレート適合方法を考えて分離を行った。その結果、注目成分数のパワー比を考え、複数の周波数成分に注目してテンプレート調節を行うことで良い結果が得られた。また、実験的にテンプレートの位相を強制的に入力に合わせて演奏データの分離を行ったが、こちらも良い結果が得られた。

## 物質工学専攻

### ミトコンドリア呼吸鎖による葉緑体光合成の最適化

阿部 悠太：物質工学専攻（柴田 勝 准教授）

植物の光合成は生育環境に由来するストレスの影響を受けやすく、強光下での光合成の過程で生じる過剰還元力は活性酸素を誘発し、枯死の原因となる。植物は様々な生理的なストレス応答によって、これらの環境ストレスによる被害を回避し、身を守っている。過剰還元力を消費するストレス応答として、ミトコンドリア(Mit)によるものがある。Mitには二つの呼吸経路が存在することが知られており、植物Mitのみに存在するオルタネイティブオキシダーゼ経路では、葉緑体で発生した過剰還元力の一部がこの呼吸経路によって効率的に消費されている可能性が指摘されている。本研究では、葉緑体で発生した過剰還元力の消費機構としてのMit呼吸鎖の役割について検討するために、複数の阻害剤によってMit呼吸鎖の電子伝達を制御し、葉緑体の光合成活性およびクロロフィル蛍光の測定を行った。その結果、これまで単一オルガネラレベルでの代謝に注目が集まっていたが、複数のオルガネラ間でネットワークが構成され、それらが光合成の最適化に寄与していることが示唆された。

## 麩の新規用途の検討

恩田 貴芳：物質工学専攻（菅原 正義 教授）

焼き麩は、小麦粉をこねた生地から得られるグルテンに小麦粉を加えて加熱した食品である。タンパク質とデンプンが共存した状態で加熱されるため、アミノカルボニル反応による難消化成分の増加やデンプンの消化性が変化することが期待され、麩の新規用途を考えるための基礎的知見を得る目的で、新潟県県央地域特産の麩4種類（車麩、みに車麩、ソフト車麩、ぜに麩）を分析した。

分析項目としては、一般成分（水分、灰分、タンパク質、脂質）、麩中のデンプン糊化度、水溶性及び水不溶性食物繊維、難消化性タンパク質、難消化性デンプン、*in vitro.*におけるデンプン消化速度を測定した。

その結果一般成分は、ぜに麩のタンパク質が他の麩に比べ少ない以外、各麩間に大きな差はなかった。タンパク質以外の大部分を占める成分であるデンプンの糊化度は、ソフト車麩が他の麩に比べ高かった。食物繊維は、各麩間に差がなく約4%であり、水不溶性が多かった。現在の食物繊維の定義には含まれない難消化性タンパク質は、約5%と食物繊維以上の高値を示した。*in vitro.*におけるデンプン消化速度は、ソフト車麩が他の麩に比べ高かった。

## めっき・硫化法を用いた CZTS 系薄膜太陽電池の作製

久保 祐貴：物質工学専攻（荒木 秀明 准教授）

$\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS)は太陽電池の光吸収層として最適な光学特性を持っていると同時に、環境負荷の少ない半導体材料である。本研究では低コスト化を目指して、非真空プロセスのひとつである定電位電解めっき法を用いて CZTS 薄膜の作製を試みた。まず、Mo コートしたガラス基板上に、めっきで Cu, Sn, Zn の順に堆積させ金属プリカーサを作製し、窒素雰囲気下でプレアニール処理を行った後、再度、窒素雰囲気中で硫黄とともに加熱することで硫化を行い、CZTS 薄膜を形成した。また、硫化後、異相の除去をするために、新たに濃塩酸を用いたエッチング処理を試みた。このようにして得られた CZTS 薄膜上へ CBD 法を用いて CdS を堆積させ、ZnO:Al 窓層、Al 上部電極を形成し、太陽電池セルを作製した。*J-V* 特性を調べた結果、最も変換効率の高いセルにおいて開放電圧 606mV、短絡電流密  $12.1\text{mA}/\text{cm}^2$ 、変換効率 3.55% の特性が得られた。

## *Propionibacterium* 属のプロバイオティック効果の検討

桑原 美咲：物質工学専攻（菅原 正義 教授）

プロバイオティクスとは生菌剤・生菌食品のことで、大腸内に常在する腸内細菌叢のバランスを維持して健全なバランスを維持するものである。本研究では、チーズなどの乳製品製造に利用されているプロピオン酸菌である *Propionibacterium* 属 2 菌種のプロバイオティック効果を調べる目的でラットに投与した。盲腸内細菌叢の構成の変化、プロピオン酸により期待される脂質代謝へ及ぼす影響を調べた。その結果、血清コレステロールでは、両プロピオン酸菌群共に対照群より低下を示し、肝臓コレステロールでは *P. jensenii* では対照に比べ増加したのに対し、*P. acidipropionici* では対照に比べ減少した。糞中胆汁酸排泄は両プロピオン酸菌共に対照より有意に増加を示したが、盲腸内細菌叢には変化を与えなかった。

## フッ素置換基導入によるポルフィリン環の化学修飾

高橋 香織：物質工学専攻（鈴木 秋弘 教授）

新規フッ素化ポルフィリン，2,3,7,8,12,13,17,18-オクタフルオロ-5,10,15,20-テトラキス（トリフルオロメチル）ポルフィリンの合成を検討した．ポルフィリンの骨格となるピロールへのフッ素の導入により，溶媒に対する溶解性や生成物の状態等が変化することを確認した．また，無置換ピロールと異なり，フッ素化ピロールを原料に用いたポルフィリン環化反応の収量は trace 量で，有機溶媒に不溶の重合物が主生成物であった．

## 樹木における色素サイクルの生理機能

松本 拓太：物質工学専攻（柴田 勝 准教授）

植物は光エネルギーを利用して光合成を行っているが，全ての光エネルギーを利用できるわけではない．利用できない過剰な光エネルギーは代謝の阻害反応である光阻害を引き起こし，生体物質を酸化させ植物の枯死を誘発する．そのため，植物は持続的な生命活動を行うために活性酸素に対する複数の消去機構を持っている．その一つとして，低分子抗酸化物質による消去機構があり，トコフェロールやアスコルビン酸，カロテノイドが知られている．樹木ではカロテノイド組成が季節毎に変化し，環境ストレスに応答していると考えられている．本研究では，環境ストレス因子である光と温度に対しカロテノイドがどのように応答しているかに焦点をあてた．光および温度が異なる環境で生育した樹木のカロテノイド含量・組成を検討すると共に，光合成における光エネルギー利用効率について測定を行った．その結果，遮光処理を行った葉片では  $\alpha$ -Car 割合の増加と光エネルギー利用効率の上昇が確認され，環境ストレスからの回避機構の存在が示唆された．

## 懸濁重合による複合体ポリマー粒子の調製

山崎 実：物質工学専攻（細貝 和彦 准教授）

懸濁重合による複合体ポリマー粒子の調製を検討した．この粒子は懸濁重合過程におけるポリマー滴の粘性等の物性の変化を利用し，ポリマー滴に固体微粒子を吸着させることにより調製される．ポリマー滴がある適当な粘性であれば微粒子は液滴表面に吸着し表面被覆型の複合体ポリマー粒子が得られ，それ以下の粘性であれば吸着した微粒子は液滴内部に取り込まれ内部分散型の複合体ポリマー粒子が得られると考えられる．そこで本研究ではベースとなるポリマー粒子としてスチレン-ジビニルベンゼン共重合体粒子を，吸着させる固体微粒子としてポリスチレン微粒子を採用した複合体ポリマー粒子の調製を行い，固体微粒子の吸着挙動について検討した．

結果として，懸濁安定剤濃度を一定に保ち，固体微粒子添加時のポリマー滴の重合率を段階的に変化させて複合体ポリマー粒子を調製した場合，固体微粒子の表面吸着率は重合率 40% の時点で最も高い値を示した．また，固体微粒子添加時の液滴の重合率を一定に保ち，懸濁安定剤濃度を段階的に変化させて複合体ポリマー粒子を調製した場合，固体微粒子の吸着率は懸濁安定剤濃度の増加と共に減少した．

## **Lumbricus rubellus 由来セルラーゼの諸性質の検討**

**遣水 潤：物質工学専攻（赤澤 真一 准教授）**

現在セルロース系バイオマスからのバイオエタノール生産が注目されているが、セルロース系バイオマスの糖化における酵素のコストが問題となっている。そこで本研究では新規高比活性セルラーゼの探索の一環として、アカミズ *Lumbricus rubellus* が有するエンドグルカナーゼ（EG）の精製と諸性質の検討を試みた。*L. rubellus* 凍結乾燥粉末から粗酵素を抽出し、核酸除去、硫酸アンモニウム分画、透析後、各種カラムクロマトグラフィーにより EG の精製を行った。その結果、*LrEG1* 及び *LrEG2* の 2 種類の EG が単離された。*LrEG1* は分子量が 53.3 kDa、*LrEG2* は 57.5 kDa のモノマーであることが明らかとなり、それぞれ異なる諸性質を持つことが示唆された。比活性は *LrEG1* が 282 U/mg、*LrEG2* が 57.3 U/mg を示し、*LrEG1* は比較的高い比活性を有することが明らかとなった。

## **環境都市工学専攻**

### **開削トンネルの施工過程を考慮した動的解析に関する基礎的研究**

**神田 健生：環境都市工学専攻（岩波 基 教授）**

通常、開削トンネルの耐震設計に用いられる地震応答解析は、その施工過程における埋戻し土や土留め壁を考慮されずに解析計算が行われている。しかし、この実際との違いが耐震設計の結果にどのような影響を与えるか明確になっていない。そこで、本研究は開削トンネルの施工過程を考慮した地震時応答解析計算を行い、施工過程を考慮しない解析計算結果と比較し、両者に有意な差が生じるか否かを検討するものである。

解析結果において、トンネル上部と下部の相対水平変位は、埋戻し土を考慮することで 183.8%増加し、さらに土留め壁を考慮することで 85.8%増加した。また、最大曲げモーメント値は、埋戻し土を考慮することで 48.7%減少し、土留め壁を考慮することで 49.9%増加した。このように、施工過程を考慮することで、解析結果に大きな影響を与える結論を得た。

### **建築確認申請を用いた地方都市周辺部集落の住宅建築の現状と課題について**

**小島 正史：環境都市工学専攻（宮腰 和弘 教授）**

全国各地の地方都市では地区外への人口流出に伴い、調整区域内の周辺部集落では若年者の流出、少子高齢化などに起因する住環境の維持が深刻な問題となっている。そこで本研究では、建築確認申請から集落内での住宅等建築の状況を把握し、アンケート調査で住民の居住動向について分析した。その結果、住民の約 91%は今後も定住意思を示す一方で、近隣の宅地開発の行なわれた市街化区域内へ流出が集中し、同集落内での住宅建築割合は低いことがわかった。そのため、周辺部集落では、①指定既存集落指定の有無や数量化理論□類の判別結果から、緩和措置による分家住宅等の建築を容易にする必要がある。②住民の約 94%は人口流入に賛成しており、人口流入の検討の一つとして集落内に存在する空き地、空き家の提供が円滑に行なえるシステム構築が必要となる。③住民は地区外へ流出する可能性が高く、生活環境に影響を与える施設は最低限確保し、人口流出を最小限に抑えなければならない。

## 共生環境下における硫黄脱窒素細菌単離の試み

小林 寛樹：環境都市工学専攻（荒木 信夫 教授）

本研究は、硫黄脱窒素細菌と硫酸還元細菌が共生する自然界に近い環境で培養を行い、未知の硫黄脱窒素細菌を探索することを目的とした。2基のUASB槽と接触酸化槽を組み合わせた排水処理システム内で、硫黄の酸化還元サイクルを用いて脱窒素を行っている第2UASB槽から種汚泥を採取した。その後、硫黄脱窒素細菌と硫酸還元細菌が共生して培養できる培地を作成し、集積培養を行った。その培養した集積汚泥を用いてFISH解析を適用した結果、硫酸還元細菌の存在を確認した。加えて、集積汚泥に対し全細菌が共通して保有する16S rRNA遺伝子を対象としたPCR-DGGE解析およびCloning解析を行った。その中には既知の硫黄脱窒素細菌と系統的に近縁なものが検出された。さらに、既知の硫黄脱窒素細菌と系統的に近いものが検出できた集積汚泥に対してはロールチューブ法を用いて単離培養を行った。

## LANDSAT データを用いた土地被覆の変遷と新潟県の都市域の気温の変化の解析

高松 量：環境都市工学専攻（佐藤 和秀 教授）

現在、多くの都市で都市温暖化が問題になっている。気温が上昇する要因は多くあるが、そのうちのひとつである土地被覆に着目した。手法として、都市全体を把握するために、LANDSAT衛星画像を利用し、教師付き分類を行い、被覆の分類を行い、分類結果と土地被覆の気温変動への影響の数量化を行い、新潟県の新潟市・長岡市・十日町市・湯沢町の気温との傾向を調べた。その結果、1985年から2002年にかけて、全ての都市で都市域が増加しており、植生域が減少している。さらに平均気温が最も上昇している都市である長岡市が、気温変動への影響は最も大きかった。このため土地被覆の気温変動への影響度が大きいと、平均気温の上昇率が高くなりやすい傾向があり、その傾向はアメダス観測所から750m四方以上の解析範囲にいえることがわかった。

## 自然由来重金属汚染土の簡易分析法の開発 —直交表 L18 を用いた各溶出因子の評価—

富山 恵介：環境都市工学専攻（岩波 基 教授）

重金属による地盤環境汚染の汚染状況は1982年に始った環境省の地下水汚染調査により明らかとされた。さらに2003年より土壤汚染対策法が制定され、地盤環境汚染の恐れがある土地の調査、都道府県への報告も義務付けられた。しかし、地盤環境汚染は汚染物質を取り扱っている事業所の土壌のほか、トンネル等の土木工事でも見られる。これは自然由来の重金属を含有する掘削土に起因する物である。これについては未だに有効な対策がないのが現状である。この重金属含有土砂の処理における一つの問題点としては、現行の公定分析法では時間がかかり、現場での迅速な処理が不可能であることが挙げられる。本研究ではこれを踏まえて掘削土砂に含まれている重金属を迅速で精度よく分析できる簡易分析法の確立を目指してしている。現在考案中の簡易法の重金属の溶出操作において、重金属溶出の主因子やばらつきの因子について不明な点が多いことから、今回はこれらについて検討した。

## **k-ε 乱流モデルによる非保存性中層密度流の解析**

**野澤 祐介：環境都市工学専攻（衛藤 俊彦 助教）**

非保存性中層密度流について数値解析を行った。計算モデルには標準型の k-ε 乱流モデルを使用し、数値解析に離散化手法として SIMPLE 法を採用した。計算結果から、保存性密度流では先端部の移動距離に対して先端移動速度が変化しないのに対し、非保存性密度流では先端部の移動距離がある程度まで達すると速度の低下が発生することがわかった。また、計算結果より流速ベクトル・濃度コンター図を求め、中層密度流と周囲の内部構造を明らかにすることができた。

## **大規模開削トンネル躯体の温度応力解析に関する研究**

**平井 祐貴：環境都市工学専攻（岩波 基 教授）**

近年、維持管理の面からコンクリート構造物の耐久性が求められている。コンクリート構造物の耐久性を向上させるには、初期材齢時のひび割れを軽減することが有効である。しかし、大規模かつ複雑な開削トンネルで、施工初期の詳細なひび割れ調査結果と打設データを基に実施した 3 次元温度応力解析結果を比較した例は少ない。

そこで、初期材齢時の変状の実態や特徴を把握するために、東京メトロ副都心線における開削トンネル工区から一箇所を選定し、施工初期のひび割れ調査を実施した。本研究では、ひび割れ誘発目地による引張応力度の解放を考慮した 3 次元温度応力解析結果と実際のひび割れ調査結果を比較して、解析精度の確認を行った。その結果、ひび割れ誘発目地をモデル化することで、ひび割れが生じた際、鉄筋への引張応力度の解放を再現することができた。さらに、誘発目地に発生したひび割れ幅についても、実際に再現することができた。

## **ファイバー要素を用いた RC はり・柱部材の静的および動的変形解析**

**渡辺 啓太：環境都市工学専攻（井林 康 准教授）**

動的解析を精度よく行うためには、構造物の基本的な構成要素であるはりや柱部材の静的変形特性を把握することが必要である。本研究ではまず、曲げ破壊する部材に対して適用性が高いとされるファイバーモデルの解析精度を確認するため、RC 橋脚、RC ラーメン橋脚、RC はりを解析対象として静的解析を行い、それぞれ既往の実験結果の荷重-変位関係と比較を行った。その結果、解析結果が実験結果をよく再現していることが確認できた。次に、79 年間塩害環境下にさらされて劣化した RC はり桁を対象として、静的載荷実験結果との比較をするとともに、比較的健全な中桁と比較的腐食が進んだ外桁で橋全体系の地震応答解析を行い、地震時における耐震安全性の検討を行った。その結果、中桁の応答は弾性域内で収まっているのに対し、外桁では、塑性域に移行し残留変位が残る結果となったため、劣化するはり桁を有する橋全体系は耐震性が低下することが確認された。