

専攻科特別研究題目  
及び要旨一覧

平成 25 年度

## ○専攻と研究テーマ

### 電子機械システム工学専攻

ステップ電圧印加時におけるバイモルフ圧電素子の過渡変位と鋼球の打ち上げ特性	猪俣 光生
落雷時のB種接地線への誘導	梅澤 将充
Cu-Zn-Sn-S系バルク太陽電池構造の検討	小川 貴史
片側短絡プリントアンテナの短絡ピンによるインピーダンスマッチング法	品田 貴裕
化学ドーピング法を用いた有機EL素子の高効率化	高橋 克哉
CZTS薄膜太陽電池におけるCBD-CdSバッファ層の最適化	田中 涼
電荷発生層を有する有機電界効果トランジスタの作製と評価	田村 英継
ヘテロ界面のエネルギー構造制御による有機EL素子の高効率化	土田 祐介
拡張現実感を用いた電磁気学の授業支援アプリケーション開発	中澤 拓史
多関節平板の振動特性の一般化	中山 岳
バルクヘテロ型有機薄膜太陽電池の温度特性評価	長谷川 岳志
太陽電池用化合物半導体の光学的特性評価	深井 翔太
流水による貯雪の冷熱取り出しに与える貯雪分割とせき設置の影響	増田 健太
酸化銀超薄膜挿入による有機EL素子の正孔注入特性の改善	三本 浩司
CZTS薄膜におけるNa効果の検討	山崎 拓

### 物質工学専攻

レアメタルフリー化合物系薄膜太陽電池の作製	栗飯原 直也
食用キノコのリポキシゲナーゼの発現と生化学的性質	小林 大記
湿熱処理高アミロース米の生理的機能性	広川 卓也
ミミズ分泌液に含まれるタンパク質の解明	村山 隼人

### 環境都市工学専攻

鉄筋腐食が鉄筋コンクリートの付着強度に及ぼす影響	阿部 哲雄
地下水位回復地区における地下鉄トンネル変形に関する研究	荒川 涼
大深度円形立坑の地下連続壁における設計用水圧に関する研究	板場 建太
平成23年7月新潟・福島豪雨における五十嵐川の流域平均雨量の洪水解析	岡村 祥子
地方都市周辺部集落の家族構成からみた住民意識と今後の在り方	小野塚 健悟
局所的に鉄筋腐食を生じた鉄筋コンクリートの耐荷性状	金子 生樹
大河津分水旧可動堰の劣化損傷状況について	駒形 亮
北陸地方の橋梁定期点検結果に基づく劣化損傷要因の検討	中島 健人
腐食した鉄筋コンクリートの付着応力-すべりモデルの構築	番場 俊介

## ○研究要旨

### 電子機械システム工学専攻

#### ステップ電圧印加時におけるバイモルフ圧電素子の過渡変位と鋼球の打ち上げ特性

猪俣 光生：電子機械システム工学専攻（梅田 幹雄 教授）

精密位置決め装置として使用されるバイモルフ圧電素子に物体を飛ばす機能を付加することを提案し、多機能化の可能性を検討する。このため、まず、電氣的等価回路を用いてバイモルフ圧電素子にステップ電圧を印加した場合の過渡応答時の変位量と振動速度を与える関係式を導出し、実際の過渡変位特性と比較した。次いで、鋼球の打ち上げ実験を行いその挙動を観測し、打ち上げ初速度特性を測定した。鋼球の質量が軽い場合は電氣的等価回路で算出したバイモルフ圧電素子単体の最大振動速度特性と実測した初速度特性は類似したものとなったが、鋼球の質量が重くなるとその差が大きくなる傾向を示したため、その要因について推察した。

#### 落雷時の B 種接地線への誘導

梅澤 将充：電子機械システム工学専攻（恒岡 まさき 教授）

近年、落雷による電子機器の誤作動・破損する事例が多く報告されている。その主な一因は、建屋の高層化によって避雷系の回路長が長くなり分布定数系における共振周波数が低くなることが挙げられる。分布定数系の共振は定在波の形成を意味し特定個所の異常電圧の要因となり、電子機器の誤作動・破損の可能性が高くなる。そこで本研究では、建屋内の配電を B 種接地が施された配電ラインと想定し、落雷時に雷電流によって配電ラインにどのような影響が与えられるのか検討した。そこで、その検討のために従来方法、独立避雷法、比較のための検討回路の 3 通りの実験を行った。実験結果から従来の建屋から避雷系を独立させない場合は建屋配筋に雷電流が流入し、配電ラインへ誘導を発生させる原因になることがわかった。そして、その誘導が機器に悪影響を与えると考える。本論文は避雷系を建屋から独立させることで避雷導線のみで電流を流し、配電ラインへの誘導を抑制することができることを述べたものである。

#### Cu-Zn-Sn-S 系バルク太陽電池構造の検討

小川 貴史：電子機械システム工学専攻（大石 耕一郎 准教授）

CZTS バルク結晶を用いた太陽電池デバイスの試みとして、真空蒸着法による ITO 薄膜と ZnS 薄膜の形成を検討した。In-Sn 蒸着膜を大気中 250°C で熱処理することで、比較的透過率が高く、抵抗率が低い膜が得られるが、In と Sn の凝集が発生した。ZnS 蒸着膜は、基板温度 150°C で結晶性の高い薄膜が得られた。Al/ITO/ZnS/CZTS/Au 構造のデバイスを試作し、J-V 特性を測定したが、整流性は見られなかった。

## 片側短絡プリントアンテナの短絡ピンによるインピーダンスマッチング法

品田 貴裕：電子機械システム工学専攻（田口 裕二郎 教授）

ZigBee(ワイヤレス・センサ・ネットワーク)での使用を目的として、アンテナの占有スペース条件から、より省スペースで構成可能な片側短絡プリントアンテナ(Short-Circuited Printed Antennas, 以下, SCPA と記す)を取り上げ, そのインピーダンスマッチング法について検討をしている。省スペースの観点から, SCPA の放射導体幅を狭くすると, 共振抵抗が大きくなり, インピーダンスマッチングを取ることができない。

そこで, 本研究では, 短絡ピン電界分布制御(Controlled Electric field by Shorted pin, 以下, CES と記す)法を提案し, 放射導体上の電界分布を短絡ピン (CES ピン) により制御することで, 50Ω整合を可能にしている。また, 最終的に得られた SCPA の占有スペースは, 従来, 使用されている先端折り曲げダイポールアンテナに比べて, 48.8%であることを示している。

## 化学ドーピング法を用いた有機 EL 素子の高効率化

高橋 克哉：電子機械システム工学専攻（皆川 正寛 准教授）

本研究では, 有機 EL 素子におけるロールオフ特性を改善するために, 化学ドーピング法を用いて ITO / 40 wt%-molybdenum(VI) trioxide-doped 9,10-Diphenylanthracene (DPA, 30 nm) / DPA(10 nm) / 5 wt%-5,6,11,12-Tetraphenylnaphthacene (rubrene) doped DPA (42 nm) / DPA(20 nm) / 14 wt%-cesium-doped DPA (20 nm) / Al(100 nm)の構造を持つ化学ドープ型有機 EL 素子を作製し,  $J_{ext}$ 特性を評価した。ITO / N,N'-Di-[(1-naphthyl)-N,N'-diphenyl]-1,1'-biphenyl 4,4'-diamine (40 nm) / 5 wt%-rubrene doped DPA (42 nm) / Tris-(8-hydroxyquinoline)aluminum (40 nm) / Lithium fluoride (0.5 nm) / Al (100 nm)の構造を持つ従来の積層型有機 EL 素子は, 最大外部量子効率に対する 1000mA/cm<sup>2</sup>時の外部量子効率が 76%であったのに対して, 化学ドープ型素子は 93%であり, ロールオフ特性が改善された。これは, 素子を明確な有機ヘテロ接合界面を持たない構造としたことで, 発光層と電子輸送層界面に蓄積する電子が軽減されたためと考えられる。

## CZTS薄膜太陽電池におけるCBD-CdSバッファ層の最適化

田中 涼：電子機械システム工学専攻（片桐 裕則 教授）

CZTS 薄膜太陽電池は新エネルギー源として注目を集めている太陽電池の中でも低コスト, 低環境負荷を実現できる次世代型の太陽電池となっている。その構造は SLG/Mo/CZTS/CdS/AZO/Al の積層構造となっている。本研究はその界面層である CdS に注目し, CBD 法による CdS 堆積の最適化を試みた。CBD 法は, CBD 溶液を作製し, その溶液にサンプルを浸漬させ, 温めることで化学反応を促進しサンプル上に CdS を堆積させる手法である。CBD の堆積条件としてバス温度, 浸漬前のリンス処理, 浸漬後のアニール処理の検討を行った。バス温度に関しては, 温度により CdS の膜厚の変化させたサンプルの特性を比較したが大きな差は見られなかった。リンス処理に関してもバス温度に関わらず大きな変化が見られなかった。しかし, アニール処理に関しては短絡電流密度が低下するものの, 開放電圧, 並列抵抗, 曲線因子, 変換効率の向上が確認されたため, CBD 浸漬後のアニールの有用性を示した。アニールの条件をさらに検討することにより変換効率のさらなる向上が望めることを示唆した。

## 電荷発生層を有する有機電界効果トランジスタの作製と評価

田村 英継：電子機械システム工学専攻（皆川 正寛 准教授）

本研究では、p形有機材料であるPentaceneと酸化性無機材料である三酸化モリブデン（Molybdenum Trioxide, MoO<sub>3</sub>）を用いた素子を作製した。その結果、Source-Drain電極間に形成される電荷移動錯体が電荷発生型有機電界効果トランジスタにおけるオフ電流増大の原因であると考えられた。そのため、Source-Drain電極間に形成される電荷移動錯体の不連続となるようにMoO<sub>3</sub>層に対してパターンニングを行った素子を作製したところ、オフ電流が小さくなり、オンオフ比に改善が見られた。したがって、Source-Drain電極間のMoO<sub>3</sub>層をパターンニングすることでオンオフ比が改善できると考えられた。

## ヘテロ界面のエネルギー構造制御による有機EL素子の高効率化

土田 祐介：電子機械システム工学専攻（皆川 正寛 准教授）

今回我々は、高電流密度駆動時に発光効率が低下するロールオフ特性を改善することを目的として、電子輸送層にTriazine誘導体の一つである2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ)を用いた有機EL素子を作製した。従来の有機EL素子における1000 mA/cm<sup>2</sup>時の発光効率は最大発光効率の60%であるのに対し、今回我々が作製した素子では最大発光効率の90%の発光効率を得ることができ、1000mA/cm<sup>2</sup>時の効率をおよそ30%改善することができた。

ロールオフ特性が改善された要因は、DPAよりTPTZの電子親和力が小さいため、発光層/電子輸送層界面に蓄積する電荷が少なくなり、蓄積電子による励起子失活が少なくなったためと考えられる。

## 拡張現実感を用いた電磁気学の授業支援アプリケーション開発

中澤 拓史：電子機械システム工学専攻（高橋 章 准教授）

理科などの座学の授業で、学習者の興味を喚起し、理解を助ける手段として演示実験が有効であるが、コストや安全性についても考える必要があるうえ、電磁気学など不可視の現象を扱う分野では実演が難しい。ICT機器の教育現場への導入が進み、プレゼンテーション方式の機器を用いて実演が難しい分野についても写真や動画を提示する授業が増えているが、あらかじめ用意されたコンテンツを見せる一方向の情報伝達では、学習者が聞き流すだけになりやすい。そこで、本研究では拡張現実感を用いた授業支援アプリケーションを開発し、3次元空間中の物理現象を忠実に提示することによって、よりインタラクティブな授業を展開できないか検討する。電磁気学における点電荷と電気力線、電位のリアルタイム描画を扱うアプリケーションを用いて模擬授業を実施し、アンケートにより教育効果を調査した結果、9割以上の学生から肯定的な意見が得られた。

## 多関節平板の振動特性の一般化

中山 岳：電子機械システム工学専攻（山岸 真幸 准教授）

流体振動からエネルギーを取り出す構造体として「多関節平板」が考案されたが、その振動特性には不明な点が多い。そこで、風洞実験により平板長さ、平板厚さ、材質の異なる18種類の多関節平板の振動数を測定した。その結果、多関節平板のストローハル数はレイノルズ数、縦厚比、密度比により決定されることが

分かった。これらの無次元数の相互関係から振動特性を示す関係式を最小二乗法により求め、ほぼ測定値と一致する式が得られた。

### **バルクヘテロ型有機薄膜太陽電池の温度特性評価**

**長谷川 岳志：電子機械システム工学専攻（皆川 正寛 准教授）**

本研究では、有機薄膜太陽電池における発電効率の温度特性の支配的な要因を明らかにするために、Indium-Tin Oxide / 28.6wt%- Copper(II)phthalocyanine-doped Fullerene-C<sub>60</sub>(70[nm]) / Fullerene-C<sub>60</sub>(10[nm]) / Bathocuproine (7.5[nm]) / Aluminum(150[nm])の構造を持つバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池を作製した。作製した素子の発電効率の温度特性を測定した結果、温度低下に伴い発電効率は低下した。これは、温度が低くなることで電荷輸送性が低下したためと推察された。そこで、ホール輸送と電子輸送のどちらが発電効率の温度特性に支配的か調べるため、電荷オンリーデバイスを作製し、電荷輸送の温度特性を評価した。その結果、電子輸送の温度特性が発電効率の温度特性に支配的と推察された。

### **太陽電池用化合物半導体の光学的特性評価**

**深井 翔太：電子機械システム工学専攻（山崎 誠 教授）**

太陽電池用化合物半導体として注目されているCu(In, Ga)S<sub>2</sub>(CIGS)試料とCuInS<sub>2</sub>-Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub>(CIZTS)混晶試料の光学的特性評価を行った。熔融法によって作製された試料は塊状であり、透過法では測定が困難であるため、光音響分光法を用いて評価した。CIGS 試料は、組成に対応したバンドギャップの変化が観測され、組成によるバンドギャップ制御の有効性を確認した。CIZTS 試料は、全体的に信号変化が小さく、禁制帯中に吸収帯が多く存在することが示唆された。また、吸収の大きな試料に対しては、BaSO<sub>4</sub>と混合し、希釈することで光音響信号の飽和が抑制され、信号変化を明瞭にできることを確認した。

### **流水による貯雪の冷熱取り出しに与える貯雪分割とせき設置の影響**

**増田 健太：電子機械システム工学専攻（河田 剛毅 教授）**

北海道や東北、北陸等の冬季の積雪が多い地域では、環境負荷が少なく、地域のシンボルとなる雪冷房が注目され、導入されている例もある。雪冷房の中でも横断水流型冷水循環式に着目し、冷熱取り出し性能の把握、向上を図る研究を行ってきた。これまでに事前の貯雪分割や床面へのせきの設置等の簡易な工夫を施すことで、冷熱取り出し性能に変化が生じることが確認された。しかし、過去に行われた実験では、水中カメラ用通路の不具合による流水の漏出により冷熱取り出し性能向上の効果が明確ではなかった。そこで、この不具合を改善し、せきにさらなる工夫を施すことで、冷熱取り出し性能に与える効果を調査する実験を行った。事前の貯雪分割を施すことで、実験開始後、しばらくは冷熱取り出し性能の向上が見込めるが、実験後半の性能は貯雪の割れや傾きの発生に依存する。可動せきを設置することで、高い水温低下率を安定して保持できることが確認された。

## 酸化銀超薄膜挿入による有機 EL 素子の正孔注入特性の改善

三本 浩司：電子機械システム工学専攻（皆川 正寛 准教授）

本研究は、Ag 薄膜に UV/O<sub>3</sub> 処理を行うことで作製した AgO<sub>x</sub> 薄膜を、有機 EL 素子に適用することでホール注入性の改善を試みた。Indium Tin Oxide (ITO, 145 nm) / N,N'-Di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine ( $\alpha$ -NPD, 40 nm) / 5wt%-5,6,11,12-Tetraphenyl-naphthacene doped 9,10-Diphenylanthracene (42 nm) / Tris-(8-hydroxyquinoline)aluminum (40 nm) / Lithium Fluoride (0.5 nm) / Al (100 nm) の構造を持つ有機 EL 素子を作製し、これに対して AgO<sub>x</sub> 薄膜を ITO /  $\alpha$ -NPD 界面に 1 nm 挿入した素子を作製した。作製した素子の電流密度-電圧特性、発光スペクトル及び電流密度-外部量子効率特性を測定した。AgO<sub>x</sub> 薄膜を挿入した素子は、従来の素子と比較し 100mA/cm<sup>2</sup> 印加時で、駆動電圧が 4V 以上低下した。これは、AgO<sub>x</sub> の持つ酸化性により  $\alpha$ -NPD 界面から AgO<sub>x</sub> へ電子が移動したことでホール注入性が改善されたためと考えられる。

## CZTS 薄膜における Na 効果の検討

山崎 拓：電子機械システム工学専攻（片桐 裕則 教授）

Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub>(CZTS)は、CuInSe<sub>2</sub>(CIS)のⅢ族である In をⅡ族の Zn、Ⅳ族の Sn に、Ⅵ族の Se をⅥ族の S で置換した四元系化合物半導体である。CZTSは無毒性の汎用材料で構成され、禁制帯幅 1.4-1.5eV、光吸収係数  $\alpha$  が 10<sup>4</sup>cm<sup>-1</sup>以上と太陽電池の光吸収層として優れた性質を持つことから、安価で無毒な環境調和型太陽電池光吸収層として注目されている。しかし、CIGS 太陽電池と比較すると変換効率が低いという問題がある。そこで本研究では、CIGS 太陽電池の高効率化にとって欠くことのできない Na 効果が CZTS 太陽電池に与える影響を明らかにすることを目的とした。実験方法としては、基板 SLG と下部電極 Mo の間にアルカリ拡散防止膜 SiO<sub>2</sub> を製膜することで Na-free (w/o Na) のサンプルを作製した。その結果、Na-free のサンプルは通常のサンプル (with Na) 比較して各種特性値の悪化が確認された。これより CZTS においても Na がデバイス特性改善に寄与することを確認した。

## 物質工学専攻

### レアメタルフリー化合物系薄膜太陽電池の作製

粟飯原 直也：物質工学専攻（荒木 秀明 准教授）

本研究では Cu<sub>2</sub>SnS<sub>3</sub> (CTS) 薄膜太陽電池における硫化プロセスに着目し、光起電力特性の硫化温度依存性について検討した。電子線蒸着法により成膜したプリカーサの Cu[at%]/Sn[at%]組成比は 1.70 とし、硫化することで CTS 薄膜を作製した。硫化条件は昇温速度 10°C/min、保持時間 2 h を固定し、保持温度を 500 から 580 °C の範囲で 6 パターンとした。Mo 上に作製した試料を用いて SLG/Mo/CTS/CdS/ZnO:Al/Al 構造の太陽電池デバイスを作製し光起電力特性を評価した。硫化温度の上昇に伴い変換効率は向上した。これは走査型電子顕微鏡による断面観察像から硫化温度の上昇に伴い、結晶粒径の増大と最表面の平滑化により粒界やバッファ層界面でのキャリアの再結合が抑制されたためだと考えられる。結果として硫化温度 580 °C の太陽電池デバイスにおいて変換効率 2.75% ( $V_{oc} = 244$  mV,  $J_{sc} = 29.2$  mA/cm<sup>2</sup>, FF = 0.385)を得た。

## 食用キノコのリポキシゲナーゼの発現と生化学的性質

小林 大記：物質工学専攻（田崎 裕二 准教授）

キノコの主な香気成分である 1-オクテン-3-オールは、リポキシゲナーゼ（LOX）を初発酵素としてリノール酸から合成されると推測されている。しかし、キノコの LOX における知見は少なく、その機能の詳細は明らかにされていない。本研究では、ヒラタケ H1 株の LOX 遺伝子である *PoLOX2* について、cDNA およびゲノム DNA 配列の解析を行った。その結果、*PoLOX2* 遺伝子は 1 つのイントロンによって分断されていることが明らかになった。リアルタイム PCR により H1 株の *PoLOX* 遺伝子の発現解析を行った結果、子実体傘直径 1.5-2.0 cm においては、柄で最も *PoLOX1* の mRNA 量が多かった。また、子実体 1.5-2.0 cm を収穫後、4°C、暗所保存した場合には収穫直後が最も *PoLOX1* の mRNA 量が多く、保存日数が長くなるにつれて大きく減少した。子実体部位のうち、傘と基底で *PoLOX2* の mRNA 量が多かった。また、ヒラタケ N001 株の *PoLOX1*、*PoLOX2* について大腸菌を用いて組換え *PoLOX1* と *PoLOX2* を産出させ、最適 pH の分析および反応速度解析を行った。その結果、*PoLOX1* は pH 11.5 に活性のピークを示し、 $K_m=0.05$  mM、 $V_{max}=0.73$   $\mu$ mol/mg $\cdot$ min であり、*PoLOX2* は pH 7.0 および 5.5 に活性のピークを示し、 $K_m=0.42$  mM、 $V_{max}=3.00$   $\mu$ mol/mg $\cdot$ min であった。

## 湿熱処理高アミロース米の生理的機能性

広川 卓也：物質工学専攻（菅原 正義 教授）

高アミロース玄米に湿熱処理を行い、消化管通過時間に及ぼす影響を調べる目的でコシヒカリ白米、越のかおり玄米、湿熱処理越のかおり玄米をラットに投与した。

動物実験は AIN-76 組成中のデンプンを各試料米で全置換し 21 日間ラットを飼育した。飼料は通常飼料を飼育 1~14 日目、便秘誘導のためロペラミド塩酸塩を添加した飼料を飼育 15~19 日目まで投与した。飼育期間中は消化管通過時間測定に備え飼料投与後、速やかに全量摂取するように 1 日 2 時間のみ飼料をラットに投与した。消化管通過時間測定は飼育 14 日目と 19 日目に行った。消化管通過時間は 0.5%カルミンで着色した飼料をラットに投与して着色糞が出始めた時間とした。

その結果、一般成分は湿熱処理による影響はなく、総食物繊維、難消化性デンプンは増加し、デンプン消化速度は低下した。動物実験では通常及び便秘モデルラットの消化管通過時間は越のかおり玄米群で短縮し、湿熱処理によりさらに短縮した。また、便秘時の方が両群間の差が大きくなった。

## ミミズ分泌液に含まれるタンパク質の解明

村山 隼人：物質工学専攻（赤澤 真一 准教授）

遺伝子工学的手法を用いてヒト等動物性タンパク質を活性ある状態で取得することは困難であり、多くの場合操作が煩雑でコストがかかる。また、組換えタンパク質を効率よく生産回収するには、液体で細胞外へ分泌生産させるのが最も効率がよいが、微生物以外で分泌回収システムを構築する事は非常に困難であった。そこで、タンパク質を分泌生産出来るミミズに着目し、ミミズ分泌液を活用した物質生産工場の実現を目指し研究を行ってきた。本研究では物質生産系を構築する前段階としてモデルとするミミズを同定し、簡便な分泌液回収法の構築、並びに分泌液中の機能性成分の解析、主要タンパク質の同定を試みた。その結果、分泌液中にエンドグルカナーゼ、アミラーゼ、プロテアーゼ等各種酵素が含まれている事を明らかにした。しかしながら主要タンパク質ではなかったため、各種カラムクロマトグラフィーにより粗精製を行ったが、同

定には至らなかった。そこで二次元電気泳動法を活用した同定を試みた。

## 環境都市工学専攻

### 鉄筋腐食が鉄筋コンクリートの付着強度に及ぼす影響

阿部 哲雄：環境都市工学専攻（村上 祐貴 准教授）

本研究では、鉄筋腐食が RC 部材の付着性状に及ぼす影響評価を目的として、横補強筋を配筋した RC 試験体に対して片側引抜試験を実施した。その結果、横補強筋が非腐食の場合、横補強筋による付着劣化抑制効果は主鉄筋の腐食ひび割れ幅、かぶりおよび横補強筋量によって変化することが明らかとなった。また、横補強筋の下部領域における腐食率が約 15%の範囲内では、横補強筋による付着劣化抑制効果は保持された。さらに、種々の因子によって変化する横補強筋による付着劣化抑制効果をコンクリートの拘束圧の変化として捉えることを試みた。

### 地下水位回復地区における地下鉄トンネル変形に関する研究

荒川 涼：環境都市工学専攻（岩波 基 教授）

東京地下鉄株式会社の分析により、地下水位回復時期に粘性土地盤内に建設されたシールドトンネルは、計測結果から横つぶれする傾向が判明した。この挙動を弾粘塑性 FEM 解析によって再現することを試みたが、解析結果は、計測結果と異なり、縦つぶれする結果となった。そこで、本検討では、地下水位回復時にシールドトンネルの上下端付近で、トンネルと地盤がはく離する可能性があることに着目し、まず、セグメント外面と地山間に生じる間隙に作用する水圧を解析により推定した。そして、その水圧および地盤の変形を荷重として、はりばねモデルを用いた構造解析で変形を算出した。その結果、実挙動と解析結果の傾向が一致したことから、地下水位回復時期に粘性土地盤内に建設されたシールドトンネルの変位の主な要因は、地盤とセグメントの間隙に生じた水圧である可能性が高いことを明らかにした。

### 大深度円形立坑の地下連続壁における設計用水圧に関する研究

板場 建太：環境都市工学専攻（岩波 基 教授）

都市部で大深度に構造物を構築するために必要となる大深度立坑は、その土留め壁には地下連続壁が採用され、円形の形状である実績が多い。そして、そのような大深度円形立坑の地下連続壁を設計するのに用いる側圧には学術的な根拠に基づく裏付けがない。岩波らは、現場に設置された土圧計と水圧計、鉄筋応力計の計測結果から、大深度円形立坑の地下連続壁に偏側圧が作用し、その主たる原因が水圧の偏りによることを明らかにした。しかし、最新の大深度円形立坑においても設計用水圧には静水圧か間隙水圧が採用されている。そこで、本研究は、3次元浸透流解析により設計用水圧を求めることの妥当性を計測結果と比較して確認し、その水圧分布を用いて設計用構造計算を行って設計荷重として適正を示し、設計用水圧の設定方法を提案するものである。

## 平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨における五十嵐川の流域平均雨量の洪水解析

岡村 祥子：環境都市工学専攻（山本 隆広 准教授）

平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨で特に大きな被害を受けた五十嵐川流域を対象に、種類の異なった降雨の時空間分布を流出モデルに入力することによって河川流量がどの程度異なるかを評価することを目的とし、今回はティーセン雨量、全国合成レーダー、解析雨量、補正レーダー雨量の 4 つの降雨の時空間分布について分析を行った。流域平均雨量はティーセン雨量と解析雨量が相対的に大きくなっており、特に雨量が大きい時のその違いが大きい。また、用いた降雨により総雨量の相対誤差が 21 から 29 %程度になることが分かった。パラメータ同定に用いた補正レーダー雨量による場合、大谷ダム地点、笠堀ダム地点ともに洪水波形の再現性が高いことが分かった。また、4 種類のピーク流量の相対誤差は 31 から 46 %程度になり、用いる降雨によって計算流量が大きく異なることが示された。4 種類の降雨の時空間分布それぞれに理論的な優位性がないとすれば、リアルタイム洪水予測において複数の降雨の時空間分布を用いて予測流量の幅を示していく必要がある。

## 地方都市周辺部集落の家族構成からみた住民意識と今後の在り方

小野塚 健悟：環境都市工学専攻（宮腰 和弘 教授）

地方都市の周辺部集落においては、地区外への人口流出、若年層の減少、少子高齢化に起因した集落の衰退が問題となっているが、集落内の住民が居住を続けやすいように対策を講じていかなければならない。そこで本研究では、周辺部集落に居住する世帯が居住に対してどのような考えを持っているのか、またどのような世帯が居住しているのかを把握するためにアンケート調査を家族構成毎に集計、分析を行った。その結果、家族構成毎での居留意識に大きな差がみられる結果となった。また数量化Ⅲ類を用いて、アンケート調査を分析した。家族構成毎の分類に比較して差がみられる結果は少なかったが、周辺環境の満足度と地域行事への関心に差がみられることが明らかとなった。今後集落の維持を考える上で居住を続けられるような環境整備や意識向上が必要である。また外部からの流入に賛成する意見が多く、集落内の空き家提供などの検討が必要であると考えられる。

## 局所的に鉄筋腐食を生じた鉄筋コンクリートの耐荷性状

金子 生樹：環境都市工学専攻（村上 祐貴 准教授）

本研究では、主鉄筋の局所的な腐食が非腐食時に曲げ破壊が先行する RC はり部材の曲げ耐荷性状に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、せん断スパンの主鉄筋を局所的に腐食させた RC はり部材の曲げ載荷試験を実施した。その結果、せん断補強筋を有しない場合、局所的な腐食の影響によって破壊モードが斜め引張破壊に移行する場合のあることが確認された。また、せん断補強筋は局所的な腐食に伴う斜め引張破壊を抑制する効果のあることが認められた。さらに、鉄筋の最大腐食率および付着劣化を考慮することで、主鉄筋が局所的に腐食した RC 部材の降伏荷重をある程度評価可能であった。

## 大河津分水旧可動堰の劣化損傷状況について

駒形 亮：環境都市工学専攻（井林 康 准教授）

信濃川の分水施設である大河津分水の旧可動堰は、1931年（昭和6年）に供用が開始され、長期にわたって供用されてきたが、老朽化により解体作業が行われた。本研究は、旧可動堰の堰柱および管理橋について解体に伴う実地調査を行い、損傷状況・配筋状況の把握と構造特性および経年変化の把握と考察を行うことを目的とした。結果として、管理橋および堰柱について、いくつかの損傷傾向が確認され、堰柱の配筋について堰柱のコンクリート打設との関連性が推測された。

## 北陸地方の橋梁定期点検結果に基づく劣化損傷要因の検討

中島 健人：環境都市工学専攻（井林 康 准教授）

現在、我が国では約70万橋という膨大な数の橋梁が供用されており、今後、その維持管理はますます重要となり、現状の橋梁の劣化状況を把握することが必要であると考えられる。本研究では、平成16年度から23年度の間に2度点検が実施された、北陸地方のある道路管理者が管理する橋梁を対象に、劣化・損傷状況を把握することを目的とし、データベースの作成およびそれを用いた統計分析、また、統計を元に点検調書の損傷写真による沿岸部などの立地条件別等のより詳細な検討を行った。結果として、沿岸部の塩害の影響を受けている橋梁の損傷要因の約9割が土砂詰まりであることなど、損傷パターンとその要因についていくつかの傾向が得られた。

## 腐食した鉄筋コンクリートの付着応力-すべりモデルの構築

番場 俊介：環境都市工学専攻（村上 祐貴 准教授）

本研究では、腐食した鉄筋コンクリート(RC)の付着割裂破壊時の付着応力性状評価を目的として、かぶりコンクリートの腐食ひび割れ幅が異なるRC試験体に対し、片側引抜試験を実施し、鉄筋腐食時のコンクリートの拘束圧について検討を行い、腐食した鉄筋とコンクリートの付着性状と拘束圧の関連付けを試みた。その結果、コンクリートの拘束圧と付着強度の間には、腐食ひび割れ幅、鉄筋径、かぶりによらず一義的な線形関係が認められたことから、拘束圧に基づく付着強度算定式ならびに付着応力-すべり量関係式を提案した。提案した付着評価式は、既往の研究結果と比較的良好な一致を示した。