

専攻科特別研究題目
及び要旨一覧

平成 30 年度

○専攻と研究テーマ

電子機械システム工学専攻

Cu ₂ ZnSnS ₄ バルク結晶の光学的評価	石月 尚宏
CZTS組成に与えるスパッタ成膜時ガス圧力の影響	遠藤 祐貴
熱溶融積層法によるセラミック/樹脂複合体の作製と評価	片桐 健
小型船舶における電子制御操舵系の操作性評価	川又 一哉
通電加圧焼結法によるTi/TiO ₂ , Ti/ZrO ₂ の組織と界面強度の評価	古泉 隆佑
印刷法で形成した銀ナノインク電極の酸化処理による有機FETの特性改善	小林 幹太
水中パルス細線放電によって発生する衝撃波・高圧力の計測と制御	牛腸 裕貴
生体材料用Ti/高純度Mg焼結接合材の組織と界面特性	佐藤 歩輝
TiB ₂ -TiN焼結体切削工具の開発	佐藤 雅
ギアカップリングのねじり振動発生に関する研究	志田 弘喜
橋梁遊間部胸壁を対象とする打音点検装置の開発	高橋 知也
視覚誘導性自己運動感覚を活用した横加速度の提示に関する検討	高松 哲哉
雪堤の力学的強度に関する基礎的評価	田中 大地
上下の超音波トランスデューサにより形成された定在波音場内における 微小物体の浮揚高さ特性	綱 玄太
Cu ₂ ZnSnS ₄ バルク結晶の電气的評価	坪井 大
楕円境界を有する異方性材料の解析および実験的検証	鴫崎 涼太
小型船舶の操船支援を目的としたハプティクスデバイスの開発	中村 有希
旋回型クレーンのジョイスティック操作時における制振搬送支援	長谷川 慎吾
遠隔操作型ロボットに対するRGB-Dセンサを用いた障害物回避システムの開発	藤澤 郁也
短パルスレーザーによるチタン板表面の微細加工と撥水機能の付与	細野 遼佑
時間階調法を活用した知覚画質向上	丸田 裕輝
閉鎖空間内を対象としたクワッドローター機の移動手法の開発	源川 大樹
MBE装置を用いた同時蒸着及び熱処理によるCZTS薄膜の形成	村山 昌也
電气的過渡応答法による圧電トランスの高振動レベル特性測定	山田 浩太
モノリシック型CZTS太陽電池に向けた基礎研究	山本 伸之介
SPS法によるCu ₂ ZnSnS ₄ バルク結晶の作製と評価	涌井 孝太郎

物質工学専攻

物質生産やバイオアッセイを可能とするミミズ細胞培養系の開発	伊佐 猛
マツタケの香気成分（桂皮酸メチル，1-オクテン-3-オール）の生合成	加藤 美帆
FAS2の変異の組み合わせが酵母の脂肪酸合成能に与える影響	樺沢 統起
ヒラタケのリポキシゲナーゼ（PoLOX1，PoLOX2）の酵素化学的性質	小林 美桜
ポルフィリンの機能変換による光感受性物質の合成	田原 海
マイクロリアクターによるアゾ色素の酸化チタン光触媒分解 及びその過酸化水素添加効果	中村 港
ひずみをもつポルフィリン化合物の分子設計	長沼 舜
4-メチルカテコールのDPPH抗酸化反応に与えるN-アセチルシステインの影響	西木 航
ルチンの摂取が骨格筋の糖代謝に及ぼす影響	丸山 裕輝
液中レーザーアブレーション法による有機顔料ナノ微粒子の作製と 退色反応機構に関する研究	三上 和也

環境都市工学専攻

低温海水魚水槽に適用する硝化技術の開発	相塚 陸
<i>nosZ</i> 欠損型脱窒菌による窒素含有廃水からのN ₂ O回収	石丸 美穂
橋梁遊間部の劣化領域評価手法の確立	志田 爲御
コンクリート構造物における耐久性向上を目的とした表層品質調査	中川 直人
ステンレス鋼と炭素鋼を接合した厚板の腐食性状	西脇 天太
タブレット末端を用いた途上国における道路防災システムの構築	馬場 ひとみ
打音点検の打撃動作および打撃特性がコンクリート構造物の 内部欠陥検知率に及ぼす影響	舟波 尚哉
部材両端をステンレス鋼とした炭素鋼製部材の純圧縮および純曲げ強度評価法	堀澤 英太郎

○研究要旨

電子機械システム工学専攻

Cu₂ZnSnS₄バルク結晶の光学的評価

Optical characterization of Cu₂ZnSnS₄ bulk crystals

石月 尚宏：電子機械システム工学専攻（大石 耕一郎 教授）

Effect of annealing in sulfur for low resistance and wet process for improvement of interface state was evaluated by photoluminescence(PL) and Raman spectroscopy. From the result of PL and Raman, disappearance of light emission and improvement of crystallinity were confirmed by annealing in sulfur. Crystal grains were observed on the surface after H₂O₂ and HCl process. Furthermore, from sample after H₂O₂ process, were observed areas which were colored blue and yellow. From the result of Raman, removal of processing strain was confirmed after H₂O₂ and HCl process.

CZTS 組成に与えるスパッタ成膜時ガス圧力の影響

Influence of Gas Pressure during Sputtering Process given to CZTS Composition

遠藤 祐貴：電子機械システム工学専攻（片桐 裕則 教授，島宗 洋介 准教授）

本研究室では、CZTS 薄膜太陽電池の研究を行っている。この光吸収層 CZTS は安価で有毒元素を含まない、バンドギャップが約 1.5eV と太陽電池に適している、光吸収係数が 10⁴cm⁻¹ 台と大きいため薄膜化可能である、といった特徴がある。

CZTS 太陽電池は、CZTS 薄膜組成により電気的特性が大きく変化する。そのため、この薄膜組成を如何に制御するかが重要な課題となっている。本研究では CZTS の組成調整を目指し、まず単源スパッタ法により組成調整の自由度を上げるためにガス圧力による組成制御を試みた。さらにあらかじめ組成を変えた化合物ターゲットを 2 個用いた同時スパッタ法によりガス圧力制御による CZTS 組成調整を試み、ガス圧力が薄膜組成に与える影響を調査した。

2 源同時スパッタ法により成膜した CZTS 薄膜は、各元素が 3~4at%の範囲で組成の調整を実現した。また、CZTS 薄膜組成と変換効率のグラフでは組成変化による明確な傾向を見出せなかったが、50/80W-0.4Pa のデバイスで変換効率 5.32%を達成した。

熱溶融積層法によるセラミック/樹脂複合体の作製と評価

Manufacturing of Ceramic-Plastic Composite Material by using FDM 3D-Printer and it's evaluation

片桐 健：電子機械システム工学専攻（井山 徹郎 准教授）

近年、3D プリンティング技術が発達し 3D プリンタが産業界だけでなく個人での利用も可能になった。一方で造形物は最終製品として使用されることが少ない。なぜなら造形物の機械的強度が不十分であるため

ある。そこで FDM3D プリンタで使用するフィラメントにセラミックをフィラーとして用い、造形物の機械的強度向上を目的とする研究を行った。

はじめにフィラメント押出機を作製した。予備研究の結果からセラミック粉を混練させたフィラメントの作製には押し出しの時に高い押出圧が生じてしまうため、高強度の押出機が必要だった。この押出機を使用することでセラミック粉を最大で体積比率 50% 含んだフィラメントを作製することが出来た。このフィラメントを用いて造形物の造形精度・耐摩耗性・耐熱性・デュロメータ硬さを測定し比較した。造形物の最大寸法の誤差は小さく、硬さは向上したが、耐摩耗性と耐熱性は低下した。

小型船舶における電子制御操舵系の操作性評価

Operability evaluation for Electric Control Steering System of pleasure boats

川又 一哉：電子機械システム工学専攻（外山 茂浩 教授）

In recent years, the number of maritime accidents of pleasure boats has been increasing. The accidents might be caused by a skill shortage of the pilots and by complex operability due to nonlinear characteristics of fluid force. Pleasure boats generally have manual hydraulic steering mechanism (MHSM). The total number of wheel revolution in MHSM is 4 to 7 turns for keeping the rudder angle against fluid force constantly. Then, the steering reaction force of MHSM relatively becomes weak. Because the pilots cannot grasp the rudder angle from the reaction force like car drivers, the operability could be deteriorated. Therefore, our research group has developed an electronic control steering system using by-wire technique like aircraft or automobile in order to improve the operability of pleasure boats. Especially, this research proposes an evaluation method of the operability based on the concept of usability. Our previous research has already proposed an evaluation method in the case of obstacles avoidance or slalom course with a constant boat speed condition. However, the method cannot evaluate for actual situations with various speed conditions. The new method proposed in this paper can evaluate the operability including throttle operation, which can cause various speed situation.

通電加圧焼結法による Ti/TiO₂, Ti/ZrO₂ の組織と界面強度の評価

Evaluation of interfacial strength and microstructure of Ti/TiO₂ and Ti/ZrO₂ sintered bonding materials

古泉 隆佑：電子機械システム工学専攻（青柳 成俊 教授）

TiO₂, ZrO₂ は化学的に安定で、超硬質、高耐摩耗性という長所がある。一方、純 Ti は優れた耐腐食性と機械的性質をもつ。本研究では Ti を基材として、生体材用途を目指した Ti/酸化物セラミックス焼結接合体を製造しその組織と機械的性質を調べることにした。具体的には TiO₂, ZrO₂ 粉末と純 Ti 材を出発材料として、この Ti 基材表面に TiO₂ あるいは ZrO₂ 粉末を焼結接合した。Ti 基材表面は接合強度を向上させる目的で、焼結前に 3 種類の表面加工を施した。すなわち Ti 基材表面を粗くすることによる接合時のアンカー効果を期待して、(1) 研摩処理、(2) 放電加工処理、そして (3) レーザ加工処理とした。その後これらの Ti 材を用いて通電加圧焼結 (SPS) 法により、Ti/TiO₂, Ti/ZrO₂ 焼結接合材を製造するとともに、焼結接合前の Ti 表面加工処理が界面組織と界面せん断強度に及ぼす影響について調査した。

印刷法で形成した銀ナノインク電極の酸化処理による有機 FET の特性改善

Improvement of OFET characteristics due to oxidation treatment of silver nano-ink electrodes formed by printing method

小林 幹太:電子機械システム工学専攻 (皆川 正寛 准教授)

We have reported that an oxidized evaporated silver layer can reduce a contact resistance between the organic active layer and the source-drain electrodes in organic field-effect transistors (OFETs). In this study, we fabricated OFETs having silver nano-ink electrodes formed by hydrophilic/hydrophobic patterning method, and measured OFET characteristics due to the oxidation of silver nano-ink electrodes' surface. It is found that good characteristics can be obtained by oxidation in the FET with 9,10-diphenylanthracene having a large ionization potential.

水中パルス細線放電によって発生する衝撃波・高圧力の計測と制御

Measurement and Control of Shockwave and High-pressure Generated by Underwater Pulsed Wire Discharge

牛腸 裕貴:電子機械システム工学専攻 (床井 良徳 准教授)

近年、電子デバイスや素子の小型化、高精度化に伴い、より微細な転写加工が可能なナノインプリント (Nanoimprint Lithography : NIL)が注目されている。この技術では、被写体に金型を押し付ける事で転写加工を行うが、転写時に被写体に熱あるいは光を加えるため、加工後の被写体の収縮や材料の選択性が乏しいなどの問題を抱えている。本研究では、前記の問題点を克服できる手法の開発を目指し、水中パルス細線放電法 (Pulsed Wire Discharge : PWD)によって発生する衝撃波・高圧力を用いた転写加工技術に関する研究を行っている。

本研究では、水中 PWD によって発生する衝撃波・高圧力の時間依存性の測定手法の確立と、時間特性の知見を得る事を目的とし、新たに圧力計測システムを PCB PIEZOTRONICS 社製の圧電素子を用いた圧力センサー (Model : M102B03) とシグナルコンディショナーにより構築した。構築した圧力システムを用いる事で、衝撃波・高圧力の時間依存性が測定できることを確認した。また、細線の直径、細線に投入するエネルギー、細線材質により、発生する衝撃波・高圧力の時間依存性が異なることが確認された。

生体材料用 Ti/高純度 Mg 焼結接合材の組織と界面特性

Microstructure and interfacial characteristics of pure Titanium / Magnesium sintered bonding material for biomaterials

佐藤 歩輝:電子機械システム工学専攻 (青柳 成俊 教授)

生体親和性と比強度と延性、耐食性に優れる Ti は骨折時に骨を固定するためなどに用いられる。また、生体必須元素であり軽量である Mg は、もともと体内に存在し溶出するため、摘出の必要のない材料である。本研究では純 Ti 板と純 Mg 粉末を用いて通電加圧焼結法 (SPS 法)により Ti/Mg 焼結接合材として製造し、界面近傍における硬さ、組織および界面せん断強度を評価することを目的とした。この時純 Mg は真空蒸留法により製造した高純度 Mg 塊から削り出して加工ひずみを導入した粉末および市販の高純度 Mg 粉末の 2 種類の粉末を用いた。これらの 2 つの Mg 粉末を用いて、初期状態で粉末にひずみを導入した場合の焼結接合材の特性の有効性について検討した。

TiB₂-TiN 焼結体切削工具の開発

Development of TiB₂-TiN cutting tool

佐藤 雅：電子機械システム工学専攻（金子 健正 准教授）

超硬合金（WC-Co）は、硬度が高く高温強度が高いため、切削工具材料として使用されている。しかし、W と Co はレアメタルであるため、使用量を減らして代替材料を開発する必要がある。一方、TiB₂-TiN 焼結体は切削工具として十分な機械的強度を有すると考えられる。本研究では、TiB₂-TiN 焼結体切削工具の開発を目的として、TiB₂-TiN 焼結体からなる切削工具の作製と切削加工特性について検討した。粒径と組成の影響を調べるために、3種類の焼結体（粗粒と微粒の TiB₂-TiN、Ti を添加した TiB₂-TiN）を作製した。TiB₂-TiN 焼結体をワイヤ放電加工により旋削用のチップ形状に加工した。作製した TiB₂-TiN 焼結体チップを用いて、NC 旋盤を用いて鋳鉄及び Ti 合金丸棒の外径切削を行った。鋳鉄の加工において、すべての TiB₂-TiN 焼結体は WC-Co よりも優れた切削特性を示した。TiB₂-TiN 焼結体からなるチップでは、原料粉末の粒径が小さいほど加工時の工具先端温度が低くなり、Ti を添加することにより切削抵抗が低くなった。

ギアカップリングのねじり振動発生に関する研究

Study on the torsional vibration of the gear coupling

志田 弘喜：電子機械システム工学専攻（吉野 正信 教授）

ギアカップリングとは、取り付け誤差の吸収などの役割をもつ比較的大きなトルクを伝達できる軸継手である。その外周の内歯車は軸受で固定されておらず入出力軸に支えられている浮動歯車構造をとっている。そのために自動調芯作用という歯車が完全に噛み合うまでの複雑な移動作用を持っているが、この軌跡はまだ完全に解明されていない。

この自動調芯作用を理論的に解析することは、この軸継手による連成振動時の運動方程式の導入に有用だと考えられている。すなわち、この解析はガタ系振動時の解析が可能になるため、この振動による振幅を最小限に抑えることを考察するにあたり重要になると思われる。

本研究においては、ギアカップリングを含む軸系がガタ系軸系の非線形ねじり振動を発生させるとの予想に基づき、その軸受を持たない中間軸の自動調芯性を理論的に明らかにし、その軸系に発生するガタ系ねじり振動の振動軌跡を計算できるようにする。

橋梁遊間部胸壁を対象とする打音点検装置の開発

Development of hammering mechanism to detect defects for joint gap of concrete bridge

高橋 知也：電子機械システム工学専攻（池田 富士雄 教授）

近年我が国では高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物の老朽化が進んでいる。平成 24 年 12 月に発生した笹子トンネルでの天井板崩落事故に代表される重大事故の増加が懸念されており、これらの構造物に対して行われる精度の高い非破壊検査手法の需要が高まっている。しかしながら道路橋の点検では、ジョイント部分（遊間部）の幅が 20mm~100mm 程度のため、点検者が立ち入れず従来の打音点検が実施できない。このような背景のもと著者らは、点検者が立ち入ることのできない橋梁遊間部の打音点検評価を目的として、橋梁遊間部を打撃し打撃音を収録する打撃装置を開発した。この装置を用いて打音試験を行い、自己組織化マップ（SOM）を用いた分類手法により欠陥検知率の評価を行うことで、遊間内での一定の欠陥検知の能力を示すことができた。ただし新たな課題として、打撃時の反響音によって測定音が阻害され、検知

精度が低下することが分かった。そこで反響音の影響を受けない新たな測定機構を開発した。これは打撃音を収録するマイクロフォンではなく、打撃対象面の表面振動を直接測定する加速度センサを利用したものであり、本装置による欠陥検知能力について検討した。

視覚誘導性自己運動感覚を活用した横加速度の提示に関する検討

Presentation of lateral acceleration with visually induced illusions of self-motion

高松 哲哉：電子機械システム工学専攻（上村 健二 准教授，外山 茂浩 教授）

A general maneuvering simulator reproduce acceleration by moving the entire machine. However, the cost of a simulator tends to be very high with this method, so that the spread of simulator is hindered. To utilize simulator in many field inexpensive alternatives are required. In this study,vection (visually induced illusions of self-motion) was considered as a low-cost alternative. I investigated whethervection can give the lateral acceleration to the operator through subjective evaluation. Furthermore, I tried to quantify the lateral acceleration which observers feel against the visual stimulus.

From the result of the experiments, I found that when random dots are used as visual stimulus, random dots moving they moving in 60 [m/s] are observed through a fixed rectangular frame are the optimum to perceive self-motion feeling. In addition, most of the subjects answered that they perceived a motion feeling in the same direction with the random dots moving. However, the quantitative value wasn't uniquely determined with respect to the degree of the visual stimulus. That mean the lateral acceleration can be presented by throughvection, but the quantification is difficult due to the lack of reproducibility. In order to improve the reproducibility, it is a future task to define the measurement environment and the experimental conditions more clearly.

雪堤の力学的強度に関する基礎的評価

Fundamental Evaluation on the Mechanical strength of Snow Bank

田中 大地：電子機械システム工学専攻（河田 剛毅 教授）

積雪地域では冬季に、道路除雪により雪堤と呼ばれる雪の壁が路肩部に形成される。この雪堤が万一崩壊すると事故を誘発する可能性があるため、雪堤の崩れを防止する対策が必要である。そのための基礎的調査として、本研究では雪堤の崩れに関係する力学的特性の評価を行うことを目的とする。具体的には、単純な2層の雪積み上げモデルを用いて、経過日数等をパラメータとして積み上げた雪のせん断強度試験と粒子観察を行った。雪単相のせん断強度については、日数経過と共に増加する傾向があること、保管中の含水率が高いほど低下する傾向があることがわかった。2つの雪層の境界のせん断強度については、2層目の積み上げ後の日数経過に伴う変化は不明確であること、積雪1m相当の加圧力の付与により増大することが分かった。また、粒子観察により粒子同士の結合度合いの定量化を行う手法をほぼ確立することができた。

上下の超音波トランスデューサにより形成された定在波音場内における微小物体の浮揚高さ特性
Levitation Height Characteristics of Small Object in Standing Wave Field formed by Upper and Lower Ultrasonic Transducers

綱 玄太：電子機械システム工学専攻（梅田 幹雄 教授）

The phenomenon that an object is levitated by ultrasonic waves is called the ultrasonic levitation. Using this phenomenon, we have been studying the ultrasonic actuator that can hold or move an object without contact. Last year, an ultrasonic transducer and a reflecting plate were used, and the sound field of standing wave and the acoustic radiation force was excited. As a result the levitation of the small object was successful. This time, the small object was levitated by upper and lower ultrasonic transducers. The relation between the combinations of acoustic radiation force from two ultrasonic transducers and the levitation height of the small object are investigated, and several factors are discussed for those results.

Cu₂ZnSnS₄バルク結晶の電気的評価

Electrical characterization of Cu₂ZnSnS₄ bulk crystals

坪井 大：電子機械システム工学専攻（大石 耕一郎 教授）

Electrical characteristics of Cu₂ZnSnS₄ bulk polycrystalline were investigated. Ohmic contacts were confirmed between Cu₂ZnSnS₄ annealed in saturated sulfur vapor and Au and Cu, Sn electrodes. And Schottky contact was confirmed with the Al electrodes. After annealing in sulfur, resistivity decreased and the carrier density increased. After the following annealing in vacuum, those values were returned again. The Hall mobility was quite low.

楕円境界を有する異方性材料の解析および実験的検証

Analysis of Anisotropic Material with Elliptical Boundary and its Experimental Validation

鴫崎 涼太：電子機械システム工学専攻（佐々木 徹 准教授）

異方性材料は近年、高強度、軽量などの性質により、自動車分野、航空分野などで需要が高まっている。しかしながら、需要が高まる中、異方性材料の解析手法には、未解明な事項があることが指摘されている。また、近年これを修正した理論が提案されたが、その解析解の実験的検証も十分には行われていない。さらに、その修正された解析理論は圧電材料の強度評価への発展の可能性がある。

そこで、本研究では、近年提案された不具合を排除され修正された異方性材料の解析理論の実験的検証を行った。具体的には、円形、円筒形状で使用される異方性材料の強度評価のために導出された、楕円形状および楕円筒形状の異方性材料に任意荷重が作用する問題の解析解の導出とその実験的検証を行った。様々な異方性比の異方性材料が作成できる 3D プリンターにて円板および円筒形状の異方性試験片を作成し引張試験を行った。さらにその実験結果と解析結果とを比較し、整合性の確認を行った。その結果、異方性円板では、いくつかの異方性比における実験的検証にて解析結果との一定の整合性を確認することができた。

小型船舶の操船支援を目的としたハプティクスデバイスの開発

Haptics device of maneuvering assist system for pleasure boats

中村 有希 : 電子機械システム工学専攻 (外山 茂浩 教授)

In the sea area of Japan, one of the reasons for an increase in accidents of pleasure boats is human error which is caused by fatigue accumulation through vibration of pleasure boats. While the fatigue accumulation could be reduced by some vibration isolation devices, the operability could be deteriorated due to lack of useful feedback information, such as lateral acceleration, for operation. Therefore, our group researches a smart maneuvering system that improves on operability of pleasure boats. The smart assist maneuvering system to virtually feedback information into the operators is a subsystem of a smart cockpit, whose main function is to suppress the vibration of pleasure boats. In this study, as feedback method of the yaw angular velocity information, a low frequency electrical stimulation system has been developed as a haptics device. And it has evaluated the effectiveness by ship simulation.

旋回型クレーンのジョイスティック操作時における制振搬送支援

Vibration suppression and transport assistance of Rotary crane for manual operation

長谷川 慎吾 : 電子機械システム工学専攻 (佐藤 拓史 准教授)

Crane operators are required to operate safety more quickly. However, when turning operation, the load swings in the tangential direction and in the radial direction. Experts can carry with reducing shake, but experts are aging, and on the other hand immature young workers are on the rise trend. Therefore, it is expected to construct an operational support system, not an operation relying on the skill of the operator. In this paper, we realize a controller combining LQG control and pole allocation method using LMI. We verified the vibration suppression and conveyance support system created by experiments of the subjects and verified the effectiveness of the designed control system.

遠隔操作型ロボットに対する RGB-D センサを用いた障害物回避システムの開発

Development of obstacle avoidance system using RGB-D sensor for tele-operated robot

藤澤 郁也 : 電子機械システム工学専攻 (佐藤 拓史 准教授)

Nowadays, tele-operated robots have attracted attention as a means of collecting information at disaster sites and the like. Normally, in order to construct a remote control type system, a distance measuring sensor such as an LRF or an ultrasonic sensor and a camera image are often integrated and used. However, there is a problem that sensor fusion is difficult to integrate. In this research, we have studied solving this problem by using RGB-D sensor which has been spreading rapidly. Therefore, in this paper, we report development of the remote control operation support system using RGB-D sensor. In order to support the operation of the remote control robot, we create an environmental map using localization and RGB-D sensor. And, an obstacle avoidance route is generated from the environmental map and a manipulated variable by the artificial potential

field (APF) method. The robot moves to a destination using this route. As a result, we confirmed that the robot can avoid automatically when contact is expected with obstacles.

短パルスレーザーによるチタン板表面の微細加工と撥水機能の付与

Microfabrication of Titanium Plate by Short Pulse Laser and Addition of Hydrophobic Function to its surface

細野 遼佑：電子機械システム工学専攻（中村 奨 教授）

濡れ性は、固体表面の特性を表すために広く使用されている。特に、撥水性は現代産業における重要な特性の一つである。しかしながら、撥水処理の主流であるコーティングは、膜の破壊や剥離の問題点がある。コーティング手法の代わりとしてレーザー照射による表面改質があり、微細周期構造を施すことにより濡れ性を制御できることが報告されている。したがって本研究では、チタン板表面にファイバーレーザーとピコ秒グリーンレーザーによる微細加工を施し、濡れ性の変化を確認した。微細周期構造のパターンを変えることによって接触角に大きな違いが生じた。さらに、微細加工による表面の凹凸をナノまたはマイクロレベルにすることで撥水性の改善が得られた。

時間階調法を活用した知覚画質向上

Perceptual image quality improvement based on the time gradation method

丸田 裕輝：電子機械システム工学専攻（上村 健二 准教授, 高橋 章 教授）

Since high frame rate image sequence could be observed smoother and real, research and development aiming at high frame rate of display have been performed in recent years. However, when observing low frame rate sequence or still image in such high frame rate display, we cannot receive these advantages and surplus frames are generated. Therefore, in this research I aim to improve perceptual image quality of low frame rate sequence by utilizing time gradation method with such surplus frames.

Based on the experimental results, I could confirm that the number of gradations could be increased and improve the perceptual image quality by the time gradation method, that is, we could display pseudo 10bit image.

閉鎖空間内を対象としたクワッドローター機の移動手法の開発

Development of moving method for quadrotor in closed space

源川 大樹：電子機械システム工学専攻（池田 富士雄 教授）

近年、高度経済成長期に建設された下水道管路の老朽化が原因とされる道路陥没事故が多発している。現在の点検手法は、調査員による潜行目視や自走式のテレビカメラ車両を用いた方法が挙げられる。しかしこれらの点検手法では、事前に管路内を止水し高圧洗浄を行う必要があり、点検準備に多くの人手と時間を要する。

そこで本研究室では、事前の大きな準備作業を必要とせず、安価で調査が可能な UAV 機、いわゆるドローンによる管路調査方法を検討している。ドローンを用いた低コストな管路内点検の実現に向けて、安価

で小型の機種である Parrot 社の AR.Drone と Bebop2 を用いた管路内での移動方法のシステム開発を行った。ROS (Robot Operating System) を用いて、まず AR.Drone を自動で飛行させるプログラムを作成し、ROS で利用できる 3D シミュレータである Gazebo で構築したシミュレーション環境内で飛行実験を行った。さらに実機へ適用し同様に実験を行った。

MBE 装置を用いた同時蒸着及び熱処理による CZTS 薄膜の形成

Formation of CZTS Thin Film by Co-evaporation and Annealing by MBE Equipment

村山 昌也：電子機械システム工学専攻（島宗 洋介 准教授，片桐 裕則 教授）

本研究室では $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (以下 CZTS) 太陽電池の研究を行っている。CZTS は 10^4cm^{-1} 位の光吸収係数、約 1.5eV のバンドギャップを持ち、汎用材料から構成されるため低コストかつ無毒であることから次世代の太陽電池材料として注目を集めている。

本研究では Molecular-Beam-Epitaxy (MBE) 装置を用いた同時蒸着及び熱処理によって、一つの装置で一貫して前駆体の形成と硫化を行うことによる CZTS 薄膜形成プロセスの検討を行った。基板温度 250°C で Cu, Zn, Sn, S の同時蒸着後、基板温度 380°C で S 雰囲気中熱処理を行うことで Sn_xS_y と思われる異相は見られたものの、 Cu_{2-x}S の形成及び Sn 不足を抑制した CZTS の形成を実現し、変換効率 3.12% を達した。また基板温度 380°C の S 雰囲気中熱処理の後、短時間のみ 450°C で S 雰囲気中熱処理を行う 2step 熱処理により異相の無い CZTS の形成を実現した。

電氣的過渡応答法による圧電トランスの高振動レベル特性測定

Characteristics of Piezoelectric Transformer under High vibration level measured by Electrical Transient Response Method

山田 浩太：電子機械システム工学専攻（梅田 幹雄 教授）

A piezoelectric transformer converts the electric energy to the mechanical energy and the mechanical energy to the electric energy using the inverse piezoelectric effect and the piezoelectric effect, respectively, and outputs high voltage utilizing the difference between the input impedance and the output impedance. At that time, the piezoelectric transformer is driven at a large vibration level, but in general, the characteristics of the piezoelectric element change depending on the vibration level. This time, the vibration level characteristics of the piezoelectric transformer are measured using the electrical transient response method when the output terminal is short-circuited state. As the vibration velocity becomes 0.4 m/s or more, the second harmonics rapidly grow and the loss rapidly increases.

モノリシック型 CZTS 太陽電池に向けた基礎研究

Basic Study aimed at Monolithic Type Solar Cell of CZTS

山本 伸之介：電子機械システム工学専攻（島宗 洋介 准教授，片桐 裕則 教授）

CIGS は次世代の薄膜太陽電池としてよく知られており、CIGS モジュールの年間生産量は最大 1GW/年に達している。この薄膜太陽電池モジュールは、一般にモノリシック構造で製造されている。本研究室では、

CZTS 太陽電池の一般利用を実現するために、モノリシック型 CZTS モジュールの開発を試みた。このモジュールは、作製工程の中に 3 回の切り分け工程を加えることで、隣接した cell 同士が直列接続された状態で完成する。作製した 4cell 直列モジュールは 1.83V の開放電圧を達成した。一方、個々の cell 性能の不均一性により、短絡電流密度の劣化が確認された。cell 性能の均一性を向上させるために、硫化処理の最高温度保持時間の影響を調査した。累積度数分布と電気的特性のマッピングを用いた評価により、45 分の保持時間がモノリシック型 CZTS モジュールを製造するのに好ましいことを見出した。

SPS 法による $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ バルク結晶の作製と評価

Characterization of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ bulk crystals grown by SPS method

涌井 孝太郎：電子機械システム工学専攻（大石 耕一郎 教授）

$\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ crystals were sintered by Spark Plasma Sintering (SPS) method using $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ powders grown from the melt. As parameters of preparation, the sintering temperature, the applied force and the sintering time were changed. The results of Rietveld analysis using $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, ZnS, SnS and CuS structure models indicated that the volume ratio of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ phase was increased, and the secondary phases were suppressed with increase in the sintering temperature or the sintering time. Furthermore, preparing crystal which manipulating the composition. In the result of EDS composition analysis was possible to manipulate the composition, but it did not reach the ideal composition.

物質工学専攻

物質生産やバイオアッセイを可能とするミミズ細胞培養系の開発

Development of earthworm cell culture system enabled for the production of recombinant proteins and bioassay

伊佐 猛：物質工学専攻（赤澤 真一 准教授）

Biological medicines known as human therapeutic drugs are often produced by Chinese Hamster Ovary (CHO) cell. However, its production cost is hugely expensive because the process needs anaerobic conditions. On the other hand, coelomocytes of earthworm, *Eisenia fetida* and *Eisenia andrei*, can be cultured under the aerobic conditions. Therefore, the cost reduction would be expected by this species. In addition, *E. fetida* and *E. andrei* has been approved as the model animal of acute toxicity test by Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). They have been treated as a wide-spread studied materials in the world. Hence, earthworm cell culture systems are not only beneficial for cost reduction but also various assay system such as toxicity test. However, there have been few reports of earthworm cell culture systems and no reports of single cell and subculture methods.

Here, we attempted to develop basic methods of earthworm cell culture system such as long-term cell culture and cell cryopreservation methods. We attempted to construct the coelomocytes culture

system based on the method of Fuller-Espie *et al.* As a result, we obtained $7.3 \pm 1.0 \times 10^4$ cells/earthworm using liquid nitrogen and $6.2 \pm 3.5 \times 10^5$ cells/earthworm were corrected by an ultrasonic wave method without killing the earthworms. In addition, we succeeded in the cell culture for 26 days without microorganism contamination using Hansen S-301 medium with antibiotics. Furthermore, we investigated cell preserving system, single cell culture method using various organs, and novel earthworm cell transformation method. These results contribute to developing the fundamental cell culture technology of the earthworm.

マツタケの香気成分（桂皮酸メチル，1-オクテン-3-オール）の生合成

Synthesis of aroma components in *Tricholoma matsutake*

加藤 美帆：物質工学専攻（田崎 裕二 教授）

マツタケは特徴的な香りを持つ代表的なキノコである。その香りの特徴づけている主な香気成分は桂皮酸メチルと 1-オクテン-3-オールである。桂皮酸メチルの合成経路はバジルにおいて明らかになっている。桂皮酸メチルはフェニルアラニン（Phe）を出発材料として桂皮酸を経て生成される。この過程で、Phe から桂皮酸を生成するのが Phe アンモニアリアーゼ（PAL）である。また、ヒラタケにおいて 1-オクテン-3-オールはリノール酸を出発材料として生成されると推定されている。

マツタケの香りは低温下の保存でも減衰すると言われている。香りの減衰と桂皮酸メチル，1-オクテン-3-オールとの関係を明らかにするため、低温保存したマツタケ子実体を用いて PAL 活性と桂皮酸メチル，1-オクテン-3-オール量の測定を行なった。

また、子実体における PAL 活性は傘とひだで高いことが分かっており、これは 2 つの PAL 遺伝子（*Tmpa11*, *Tmpa12*）の *Tmpa12* の発現様式と一致していた。そのため、マツタケ子実体の PAL 活性は *Tmpa12* の発現に依存していると推定された。しかし、マツタケにおいてはバジルと同様に桂皮酸メチルが Phe を出発材料として生成されることや、その生成経路での PAL の関与も明らかにされていない。そのため、環境制御が容易なマツタケ菌糸体の培養途中の培地に Phe と桂皮酸を添加し、桂皮酸メチルの生成と PAL 発現を調べた。1-オクテン-3-オールについても同様に、マツタケにおいてリノール酸が出発材料として生成されることは明らかでない。培地へリノール酸を添加し、1-オクテン-3-オールの生成を調べた。

FAS2 の変異の組み合わせが酵母の脂肪酸合成能に与える影響

Effect of combinations of *FAS2* mutations on fatty acid synthesis in *Saccharomyces cerevisiae*

樺沢 統起：物質工学専攻（田崎 裕二 教授）

清酒では吟醸香と言われる果実様の香りが大変好まれており、この香りが清酒の品質を決定する要因の一つである。吟醸香の主成分はカプロン酸エチル（リンゴ様の香り）やカプリル酸エチル（パイナップル様の香り）である。これらは、清酒酵母の持つ脂肪酸合成酵素（Fatty acid synthase1,2, FAS1,2）により生産されたカプロン酸（C6 短鎖脂肪酸）、カプリル酸（C8 中鎖脂肪酸）がエタノールとエステル化されて生成する。セルレニン抗生物質の一種であり、脂肪酸の縮合反応を阻害する。清酒酵母がセルレニンの耐性を獲得すると長鎖の脂肪酸が合成されにくくなり、短鎖・中鎖脂肪酸の合成量が増加する。そのため、細胞外への脂肪酸排出量も増加する。

野生型清酒酵母の *FAS2* の 1250 番目のアミノ酸がグリシン [G] からセリン [S] に置換した *FAS2*-1250S はセルレニンに耐性を持ち、カプロン酸エチルを高生産する株として単離された。また同様に *FAS2* の 1253 番

目のアミノ酸がグリシン [G] からアラニン [A] に置換した *FAS2-1253A*, 1279 番目のアミノ酸がフェニルアラニン [F] からチロシン [Y] に置換した *FAS2-1279Y*, 1280 番目のアミノ酸がイソロイシン [I] からフェニルアラニン [F] に置換した *FAS2-1280F* はいずれもセルレニン耐性を持ち, カプリル酸エチル高生産株として知られている. しかし, これらが脂肪酸エチル高生産に起因する変異かどうかは調べられていない. また, これらの変異の組み合わせは, 清酒酵母の脂肪酸合成にバリエーションを与える可能性があり, 脂肪酸合成能への影響は未知である. 清酒酵母において短・中鎖脂肪酸を高生産する変異の組み合わせは, 多種多様な吟醸香を生む可能性があり, 清酒製造の発展に繋がる. そのため, 1 塩基置換の変異が脂肪酸合成能の上昇に関与しているのかの調査, 変異の組み合わせが清酒酵母の脂肪酸合成能に及ぼす影響の調査を目的とする.

ヒラタケのリポキシゲナーゼ (*PdLOX1*, *PdLOX2*) の酵素化学的性質

Biochemical properties of two lipoxygenases of *Pleurotus ostreatus*

小林 美桜: 物質工学専攻 (田崎 裕二 教授)

キノコの特有な香りは我々がキノコを好む重要な要因である. ほとんどのキノコの香り主成分である 1-オクテン-3-オールは, リノール酸を出発物質として生合成されると推定されている. 生合成における初発酵素はリポキシゲナーゼ (LOX) であり, LOX はリノール酸の 13 位に作用して, ヒドロペルオキシド (-OOH) 基をもつ 13-ヒドロペルオキシリノール酸を生成する反応を触媒する. また, 食用キノコにおいて, LOX の活性はヒラタケで高いことがわかっている. ヒラタケにおいて 2 つの LOX 遺伝子 (*PoLox1*, *PoLox2*) がすでに単離されている. *PoLox1* がコードしているタンパク質 *PdLOX1* は子実体で発現量が高いことがわかっている. また, *PoLox2* がコードしているタンパク質 *PdLOX2* は菌糸体で発現量が高いことがわかっている. しかし, *PdLOX1* と *PdLOX2* の酵素化学的性質は不明な点が多い. したがって, 本研究では大腸菌の発現を用いて組換え *PdLOX1*, *PdLOX2* を産出し, その酵素化学的性質を調べた.

ポルフィリンの機能変換による光感受性物質の合成

Synthesis of photosensitizer by functional conversion of porphyrin

田原 海: 物質工学専攻 (鈴木 秋弘 教授)

高齢化社会を迎える日本では将来 3 人に 2 人がガンにかかると言われている. ガン患者数は今後も増加し, より優れた低侵襲性のガンの治療法及び診断技術の開発が期待されている. そこで, 患者負担の大きい外科的手術に変わる手法として「光線力学的療法(Photodynamic Therapy: PDT)」が注目されている. PDT はポルフィリン関連化合物が有する腫瘍組織への特異的な集積性と光の励起により発生する一重項酸素の腫瘍細胞破壊効果を利用した治療法である. 使用される光感受性物質として, これまでに保険適用されたのはフォトフリン, レザフィリンがあるが光吸収効率やガン細胞集積性が低いことが問題である. そこで近年, キャリア分子を光感受性物質に連結した化合物の開発が試みられている.

これまで臨床応用された物質は天然物を利用したものであり, その改善には限度がある. そこで有機合成化学的手法でポルフィリンの合成から機能変換することで光感受性物質としての課題を克服できると考えられる.

本研究では, 生体内に存在し, 細胞親和性, 光の吸収効率の高いポルフィリンの機能変換による PDT 療法剤の合成を目指した. 長波長光を吸収する分子とするために, ポルフィリンに電子密度を低下させる CF_3 基とガン細胞への集積性を上げる糖鎖の導入を検討した.

マイクロリアクターによるアゾ色素の酸化チタン光触媒分解及びその過酸化水素添加効果

Photocatalytic decomposition of azo dye and its effect on H₂O₂ addition using microreactor system

中村 港：物質工学専攻（村上 能規 教授）

近年、マイクロリアクター中に光触媒を塗布することによって高い光触媒反応効率を実現したという事例が報告され、光触媒分解処理法の新しい技術として注目されている。そこで、本研究では、アナターゼ型及びルチル型酸化チタンをマイクロリアクター内に塗布することで、アゾ色素の光触媒分解効果における過酸化水素添加効果をマイクロリアクターにおいて検討を行った。アナターゼ型酸化チタンは過酸化水素を加えるにつれ分解効率が低下しているのに対し、ルチル型酸化チタンでは過酸化水素を 0.01 [M] 加えると分解効率が最大になり、さらに加えていくと分解効率が低下していくことが分かった。この傾向の違いは、アナターゼ型の酸化チタンは過酸化水素吸着後、OH ラジカルを発生させずに過酸化水素がアナターゼ型の酸化チタンを覆ってしまうため分解効率が低下したと考えられ、ルチル型の酸化チタンでは過酸化水素吸着後、OH ラジカルを発生させたので色素の分解が進み、分解効率が向上したと考えられる。

ひずみをもつポルフィリン化合物の分子設計

Molecular design of strained porphyrin

長沼 舜：物質工学専攻（鈴木 秋弘 教授）

ミオグロビン(Mb)やヘモグロビン(Hb)といったヘムタンパク質の活性中心には、ヘム(ポルフィリン鉄錯体)が存在し、酸素の貯蔵・運搬という非常に重要な役割を担っている。ヘムのもつ酸素親和性は種々の生物種によって異なる。ヘムの酸素親和性を変化させる要因として、側鎖による中心鉄の電子密度の変化が例として挙げられるが、哺乳類がもつヘムの化学構造は全て同じであり、自然界においてこの酸素親和性を変化させる要因については未だ完全には解明されていない。

現在、ヘムタンパク質内での立体反発によるヘムの環構造のひずみの影響が提唱されているが、これまでひずみを導入したモデル系の合成はほとんど研究例がない。そこで本研究では、ポルフィリン環のひずみ構造と酸素親和性の相関を明らかにするモデル分子の合成を検討した。

4-メチルカテコールの DPPH 抗酸化反応に与える *N*-アセチルシステインの影響

Effect of *N*-acetylcysteine on DPPH antioxidant reaction of 4-methylcatechol

西木 航：物質工学専攻（奥村 寿子 准教授）

2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 法による 4-メチルカテコール(4-MC)の抗酸化能評価に対する *N*-アセチルシステイン(NAC)の影響について検討した。その結果、NAC 存在下において 4-MC の抗酸化能は化学構造から予想される値よりも高い値を示し、その反応溶液中に NAC が 1 分子付加した 4-MC と NAC が 2 分子付加した 4-MC が LC-MS 分析により確認された。NAC1 分子付加体と NAC2 分子付加体を単離精製し、NMR により構造を決定した。これらの NAC 付加体の生成経路を調べたところ、4-MC が DPPH ラジカルによって酸化され *o*-キノン体が形成された後、NAC が付加して生成することが分かった。NAC の付加によって 4-MC のキノン構造が還元され、カテコール構造が再生するため、4-MC は再び未反応の DPPH ラジカルを消去することが可能になると推測される。NAC 共存下における 4-MC の抗酸化能評価においても、NAC の付加によるカテコール構造の再生が起これ、4-MC の抗酸化能が相乗的に増加したと考えられる。

ルチンの摂取が骨格筋の糖代謝に及ぼす影響

The effects of rutin on glucose metabolism in rat skeletal muscle

丸山 裕輝：物質工学専攻（河本 絵美 准教授）

ルチンは、蕎麦やタマネギなどの多くの食べ物に含まれている植物由来のポリフェノール的一种である。近年、ルチンは培養した筋細胞において、糖取り込み促進作用を示すことが報告されている。しかしながら、生体内での糖取り込み促進効果や、そのメカニズムは明らかになっていない。よって、この研究の目的は、ルチンが、骨格筋において糖取り込みをどのようなメカニズムで増加させるのかを検討することである。

結果として、実験動物の Wistar 系雄ラットの骨格筋において、ルチン投与 2 時間後にインスリン非刺激時の糖取り込み速度、または 4 時間後にインスリン刺激時の糖取り込み速度が増加することが示された。加えて、ルチン投与 2 時間後に AMP キナーゼの活性化がみられた。

結論として、ルチンには、投与 2 時間後に AMP キナーゼの活性化を介してインスリン依存的な糖取り込みを増加させる作用があることが示された。投与 4 時間後にはインスリン依存的な糖取り込みを増加させる作用は確認できたが、そのメカニズムを見出すことはできなかった。

液中レーザーアブレーション法による有機顔料ナノ微粒子の作製と退色反応機構に関する研究

Preparation of organic pigment nanoparticle using laser-ablation in solution and the degradation mechanism

三上 和也：物質工学専攻（村上 能規 教授）

近年数多くの機能性を有する有機材料が開発されている。本研究では簡便にナノ微粒子の作製ができる液中レーザーアブレーション法により、水中に安定して存在できる蛍光性ナノ微粒子の作製を目指し、界面活性剤添加溶液における蛍光性有機ナノ微粒子 1-クロロ-9,10-ビス(フェニルエチニル)アントラセン(CBPEA)、キナクリドン(QC)のナノ微粒子作製と、pH などその生成条件について、検討を行った。生成したナノコロイドの吸収スペクトルを測定することで生成効率を調べたが、添加する界面活性剤によって有機ナノ微粒子の生成効率が変わることがわかった。次に、有機顔料ナノコロイドに紫外光を照射し、退色の度合いを調べた。有機顔料ナノコロイドに紫外光を照射すると、吸収は小さくなり、紫外光照射により有機顔料ナノコロイドが退色していることが確認できた。また、過酸化水素を添加するだけでは退色はしないが、そこに紫外光を照射すると退色は著しく進むことも明らかになった。

環境都市工学専攻

低温海水魚水槽に適用する硝化技術の開発

Development of nitrification technology applied to low-temperature saltwater fish tank

相塚 陸：環境都市工学専攻（荒木 信夫 教授）

近年、魚介類の水槽養殖や生け簀など、魚を生かしたまま維持して輸送する技術は年々需要が高まっている。しかし、水槽内は閉鎖的な環境であるため、排泄物や残渣のエサにより魚に有害となる Total Ammonium

Nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NH}_3\text{-N}$)の濃度が高くなり、魚介類を生きのまま維持することが困難になる。したがって、活魚を扱う際に最も大きな課題は水槽内の Total Ammonium Nitrogen (TAN)の除去である。

水中の TAN を除去する方法の一つとして、DHS (Down-flow Hanging Sponge) リアクター法を用いた生物学的硝化法が考えられる。DHS リアクターは大気に暴露しているスポンジ担体の表面や内部に大量の細菌が付着させ、増殖に必要な酸素を自然供給できるため、増殖速度の遅いと言われる硝化細菌に適した処理技術である。また、TAN は他に活性炭やゼオライトといった吸着材を用いて吸着除去することも可能である。多孔質な構造を特徴とする活性炭はバイオフィルムの形成に有利であることから、細菌の保持にも適した担体であることも明らかとなっており、硝化技術への応用が期待される。

魚介類を生きの状態に維持するため、水温は 10°C から 15°C に設定されている。一方、硝化細菌は低温環境での活性と増殖速度が低いため、これまでに述べた DHS 法と吸着材を複合したリアクターの導入により低温海水の高効率硝化技術の発展が期待される。本研究では、吸着材複合型 DHS リアクターによる低温海水の硝化技術の開発を目的とし、 10°C と 20°C での連続運転による処理能力の評価、及びリアクター内の硝化細菌数の定量により吸着材添加の効果について調査を行う。さらに、低温条件で優占する硝化細菌種を遺伝子解析により特定することを目指した。

***nosZ*欠損型脱窒菌による窒素含有廃水からの N_2O 回収**

Production of N_2O gas from nitrogen-containing wastewater using denitrifying bacteria lacking *nosZ* encoding nitrous oxide reductase

石丸 美穂：環境都市工学専攻（押木 守 准教授）

亜酸化窒素 (N_2O) は CO_2 の約 310 倍の温室効果を有する温室効果ガスとして広く知られており、地球温暖化問題において無視できない存在である。一方で、 N_2O は酸化剤としての性質を有する支燃性ガスであることから、クリーンなエネルギー源としての利用が期待されている。近年、この性質に着目した新規な廃水処理プロセスである Coupled Aerobic-anoxic Nitrous Decomposition Operation (CANDO) 法が提案された。CANDO 法は廃水中の窒素除去と生成されたバイオガスからのエネルギー回収を可能にした廃水処理プロセスである。本処理法において、亜硝酸 (NO_2^-) 還元から N_2O ガス生成における回収効率の向上が課題となっており、高効率な N_2O 回収の実現は新エネルギー源の創出につながると言える。

硝化脱窒法は廃水中の窒素化合物の除去法として採用されており、 N_2O は脱窒の反応過程で発生する。脱窒反応では硝酸 (NO_3^-) および亜硝酸 (NO_2^-) が以下の過程を経て窒素 (N_2) ガスまで還元される； $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$ 。脱窒の最終反応は N_2O 還元であり、本反応を担うのが亜酸化窒素還元酵素 (*nosZ*) である。つまり、*nosZ* を欠損した脱窒菌を用いることで硝化脱窒法の最終生成物は N_2O となり、 N_2 を発生させることなく高効率な N_2O 生産が可能になると考えた。そこで本研究では、*nosZ* を欠損した脱窒菌を脱窒処理に用いた高効率な N_2O 生産プロセスの確立を目指した。

橋梁遊間部の劣化領域評価手法の確立

Establishment of method to evaluate defective region in the gap of bridges

志田 爲御：環境都市工学専攻（村上 祐貴 准教授）

積雪・寒冷地域においては、路面凍結を防ぐために凍結防止剤が散布されるが、凍結防止剤は塩分を多量に含んでいるため漏水部などにおいて鉄筋腐食やそれに伴うかぶりコンクリートの浮き、剥離・剥落などの劣化が生じる場合がある。橋梁遊間部においても、止水材の損傷や脱落により凍結防止剤を含む路面水が内

部に流れこみ、構造物の劣化が生じる場合がある。しかしながら遊間部は幅が 20～100mm 程度と非常に狭小であり点検者が立ち入って点検を行うことができず、有効な点検方法は未だ確立されていない。そこで本研究では、橋梁遊間部の劣化領域評価手法の確立を目的に、狭小部に対応した打撃試験装置の開発および自己組織化マップを用いた評価について検討した。

人工欠陥を埋設した試験体を用いて幅 50mm～70mm の遊間部を模擬し、検討を行った。打撃試験装置は通電することによって打撃を行い、搭載した加速度センサーで打撃によって生じる表面振動を測定する機構となっている。これによって測定した表面振動や荷重のデータを解析することで、点検箇所が劣化しているかどうかの判断を行う。

コンクリート構造物における耐久性向上を目的とした表層品質調査

Evaluation of surface quality to improve durability of concrete structures

中川 直人：環境都市工学専攻（井林 康 教授）

コンクリート構造物の表層部は、塩害や凍害、中性化などの環境要因に対する耐久性に大きく影響することが広く知られている。表層部の品質が十分確保されずに新設された構造物はこれらの環境要因を受け、新設されて間もない期間で詳細な点検や補修を必要とする場合があり、維持管理に対する負担が大きくなると考えられる。これからのコンクリート構造物の維持管理において、表層部の品質確保は重要な課題であり、耐久性の高い表層品質を確保するための要因を探る必要があると考えられる。

近年では表層品質の調査手法として非破壊試験手法に対する重要性が高まっており、中でも表面吸水試験は液体の浸透による劣化が多い、コンクリート構造物の表層品質を評価する手法として非常に優れた非破壊試験であると考えられる。

そこで本研究では、表面吸水試験装置を用いて、屋内に設置された小型の角柱試験体と屋外に設置された大型壁型試験体を対象に表層品質調査を行い、コンクリート構造物の耐久性における表層品質向上に役立てることを目的とした。

小型角柱試験体では若材齢において脱型材齢の長い試験体で比較的表面吸水速度が小さく、良好な表層品質であることが確認できた。これは、特に低温養生の試験体で顕著にみられた。また、恒温恒湿室を用いて日本の四季を想定し、室温は冬季の 5℃、春・秋季の 15℃、夏季の 25℃と環境温度を変化させて表面吸水試験を実施した。実験の結果、測定環境下の温度が低くなるに従い、表面吸水速度が小さい結果となった。これは測定環境下の温度変化によるコンクリートの温度伸縮によってコンクリート表面の微細なひび割れ幅が小さくなった影響が考えられる。そこで、表面温度による表面吸水速度の補正を行った結果、ある程度は環境温度による影響を補正できることが示唆された。

大型屋外試験体では表層品質の変化を経過観察するため、材齢 4 か月頃からおよそ半年毎に調査を行った。調査の結果、透水性型枠は表層品質向上に大きく寄与している可能性が示唆された。これより表層からの劣化因子が侵入しやすい部分において透水シートを用いることで表層品質の確保が図れると考える。また、透水性型枠面は比較的乾燥しやすい傾向が見られたが、乾燥等で発生したひび割れの修復力が高い可能性が示唆された。これより、雨がかりの少ないボックスの内面などに透水シートを用いると高効果ではないかと考える。本研究では、型枠や養生方法の違いで表層品質が異なることから施工の重要性を改めて確認した。

ステンレス鋼と炭素鋼を接合した厚板の腐食性状

Corrosion behaviors of thick plates jointed of stainless steel and carbon mild steel

西脇 天太：環境都市工学専攻（宮崎 靖大 准教授）

我が国では、高度経済成長期に数多く建設された土木構造物が供用期間 50 年を経過しはじめ、これら構造物の維持管理費用が増大している。このような構造物の補修および補強には、従来よりも優れた耐久性材料などを使用することで、ライフサイクルコストの低減が期待できる。なかでも、ステンレス鋼は、不働態皮膜の形成により、優れた耐食性を有することから、土木構造物および建築物への使用事例が報告されている。一方、ステンレス鋼は、従来から土木構造物に使用されている炭素鋼に比べて高価な材料である。そのため、構造物全体をステンレス鋼とした構造物の初期コストは、炭素鋼製構造物に比べて不経済となることが予想できる。このことから、ステンレス鋼と炭素鋼を併用したハイブリッド部材が考えられる。その場合、ステンレス鋼と炭素鋼のような電位差が生じる材料間では、異種金属接触腐食の発現が懸念される。このような、ステンレス鋼と炭素鋼を異材接合した場合の異種金属接触腐食の発現性は、溶液中での検証が報告されているものの、大気環境下での詳細な検証は行われていない。本研究では、ステンレス鋼と炭素鋼を異材接合した厚板供試体を用いて 2 地点の厳しい腐食環境下での 3 年間大気暴露試験を実施し、その腐食性状を明らかにする。

タブレット端末を用いた途上国における道路防災システムの構築

Construction of the road disaster prevention database using tablet computer in developing country

馬場 ひとみ：環境都市工学専攻（井林 康 教授）

中央アジアに位置するキルギス共和国の主要幹線道路では多様な道路災害が頻発しているが、十分な道路災害情報が管理されておらず、道路防災に係る能力強化が急務とされている。本研究では、キルギスを対象に、タブレット端末を用いた道路防災データベースを構築することにより、同国における道路防災能力の向上に寄与することを目的とした。

本システムの主な機能としては、災害発生危険箇所及び点検データの集積・閲覧である。キルギスにはコンピュータに不慣れた管理技術者もいるため、操作が簡単なタブレット端末を用いる事で、比較的簡単かつ効率的にデータの収集が可能になると考えられる。

本システムは、現在現地において継続的に試用している状況であり、742 箇所の災害発生危険箇所、90 の点検データが集積された。今後は現地での継続的な運用と活用を目指している。

打音点検の打撃動作および打撃特性がコンクリート構造物の内部欠陥検知率に及ぼす影響

Influence of hitting motion and hitting characteristics of hammering inspection on detection rate of defective region inside concrete structures

舟波 尚哉：環境都市工学専攻（村上 祐貴 准教授）

打音点検の実務経験年数および年齢の異なる打音点検実務経験者 31 名を被験者として、人工欠陥を埋設した模擬壁面に対して打音点検を実施した。被験者の欠陥検知率は大きく異なり、最も検知率が高い被験者と最も検知率が低い被験者では、約 50%程度差異があった。欠陥検知率に被験者の年齢や経験年数が及ぼす影響はほとんど認められなかったことから、熟達打音点検者の暗黙知が形式知化されておらず、打音点検の技能継承が適切に行われていないことが示唆された。また、打音点検の打撃動作を測定した結果、欠陥検知

率の高い被験者は対象面に対し，打撃力が大きいことが明らかとなった．

部材両端をステンレス鋼とした炭素鋼製部材の純圧縮および純曲げ強度評価法

The evaluation method for pure compressive and bending strength of steel member made of stainless steel at both ends

堀澤 英太郎：環境都市工学専攻（宮崎 靖大 准教授）

鋼橋の劣化要因の一つには，鋼材の腐食があり，土砂や雨水が滞留し易いトラス格点部，I 形断面梁の下フランジや腹板下部および桁端部にて多く確認されている．また，ステンレス鋼は，従来から土木構造物に用いられている炭素鋼に比べて優れた耐食性を示す．そのため，ステンレス鋼を厳しい腐食環境下にある構造物の材料に活用することで，構造物の高耐久化およびライフサイクルコストの低減が期待できる．一方，ステンレス鋼は炭素鋼に比べて高価であるため，腐食環境の厳しい部材のみをステンレス鋼，その他の部材を従来の炭素鋼とした適材適所のハイブリッド構造が実用的であると考えられる．

本研究は，部材両端をステンレス鋼としたハイブリッド箱形長柱の圧縮強度特性および I 形断面梁の強軸方向に純曲げ負荷を与えた際の強度特性を数値計算により明らかにする．なお，本研究では，これら部材の全体座屈強度を調べることを目的とする．そして，本研究で明らかにするハイブリッド部材の終局強度は，現行の設計基準類に規定される評価法への適用性を検証する．