

専攻科特別研究題目
及び要旨一覧

平成 20 年度

○専攻と研究テーマ

電子機械システム工学専攻

誘電体として空気層を用いるハイブリッドモード励振マイクロストリップアンテナ	五十嵐 一浩
プラスチック歯車の低騒音化に関する基礎研究	池田 真太郎
太陽電池用多元化合物半導体の成長と光学的評価	海老名 潔
カルーセルスパッタ・硫化法によるCZTS光吸収層の作製	岡田 竜弥
貯雪の保存特性と強度評価	恩田 真也
精密熱伝導率測定装置の性能向上に関する研究	川上 裕雅
スター型遊星歯車個数によるねじり振動状況変化	栗林 直之
対向気流中における地面上の伝播火炎	監物 勇介
超音波振動付加用ホーンの設計と試作	齋藤 準樹
小径レーザを用いた精密ボールねじの光学式3点測定	高橋 明裕
石油燃料の機械的乳化機構の研究	橘 和也
地板分断法によるプリント逆Fアンテナのカップリング低減	田中 翔
多元同時真空蒸着法によるCu ₂ ZnSnS ₄ の作製	長橋 正典
カラーアピラランスモデル (CIECAM02) に関する実験的評価	原田 玄
冷水循環式雪冷房における雪と水の間の熱交換特性	星海斗
マグネシウム合金のワイヤ放電加工とその面粗さ	星野 潤
2.4GHz帯MSAスノーセンサのプロトタイプ開発とリアルスノーを用いた評価	松川 祥
ニューラルネットワークを用いた PID ゲインの自動調整法	松本 拓也
永久磁石型同期電動機 の速度制御	丸山 雄
光を用いた生物コミュニケーションツールの開発Ⅱ	吉田 秀俊
AZ31 マグネシウム合金薄板材の高温延性と変形組織	渡邊 崇宏

物質工学専攻

植物ミトコンドリア・葉緑体のactiveキノン	秋田 駿介
湿熱処理ハイアミロースコーンスターチの消化性に関する研究	石丸 博也
金芽米の金芽部分に含まれる抗変異原物質の探索	北上 茂樹
ボールミル処理によるアミロース単離法の検討	小泉 浩
新規脱糖化酵素の探索	竹本 晋太郎
金芽米の垂糊粉層部分に含まれる抗変異原物質の探索	夏井 俊介
蛍光法によるミトコンドリア電子伝達活性の測定	長谷川 祥
錯体をテンプレートとしたゼオライトの合成	渡邊 奈緒子

環境都市工学専攻

FEM解析による総FRPトラス歩道橋の動的振動特性について	荒川 岳
多様性指数、IBIによる河川環境評価結果の比較と検討	大瀧 景子
旧山古志村尼谷地地すべりのメカニズムについて	恩田 純一
新規下水処理システムにおける脱窒素細菌群の動態解析	上村 基成
土の固化強度に及ぼす半水石膏の影響について	櫻井 俊裕
震災後の周辺部集落の維持について	杉本 拓真
食品廃棄物添加土壌の硝酸性窒素の動態及び植物生育について	高橋 正浩
地震で失われた住宅の再建支援 - 家計シミュレーションによる支援額の試算 -	濁川 直寛
脱窒素細菌の <i>nirS</i> mRNAを標的としたTSA-FISH法による検出	橋本 尚人
低濃度排水の無加温嫌気性処理におけるメタン生成古細菌の動態解析	古川 卓
ウッドチップコンクリートを利用した法面の緑化	横塚 直樹

○研究要旨

誘電体として空気層を用いるハイブリッドモード励振マイクロストリップアンテナ

五十嵐 一浩 : 電子機械システム工学専攻・電磁波工学研究室 (田口裕二郎 教授)

低コスト化及び広帯域化を目的として、2.4GHz 無線 LAN 帯域で動作し、誘電体に空気層を使用す、パッチにキャパシタンスを装荷した2次モード励振マイクロストリップアンテナについて、検討している。FDTD 解析と試作により、パラメータ変化に対する特性を求め、所望の特性を有するアンテナが実現できることを示している。また、指向性ダイバーシティを目的としたハイブリッドモード励振構造を提案し、FDTD 解析と試作により、その有効性を示している。

プラスチック歯車の低騒音化に関する基礎研究

池田 真太郎 : 電子機械システム専攻・機械力学研究室 (吉野正信 教授)

プラスチック歯車の使用量は、今年年間2億個を超えるといわれている。その用途はAV機器、OA機器、精密機械などの回転伝達用歯車として、プラスチック歯車はあらゆる分野で必要不可欠な機械要素部品としてその役割を果たしている。

プラスチック歯車は、軽量、安価、オイルフリー、他の機械要素との一体成形性、耐食性、耐薬性(防錆性)などの利点を持つため、近年では金属の代替品としてではなく、プラスチックの特性を生かした使用がなされ、プリンタ、DVDドライブなど幅広い製品に用いられている。

プラスチック歯車は金属歯車と比較して騒音が小さいことは、これまでの研究で明らかにされている。

しかし現状では、騒音をより低減した高品質な製品が求められているために、プラスチック歯車の騒音・振動の特徴を実験的に調べ、歯車の騒音と振動の関連性について詳細な解明が望まれている。

本研究では、歯車回転装置を用い、プラスチック歯車の騒音・振動の特徴を実験的に調べ歯車の騒音低減法について検討する。

太陽電池用多元化合物半導体の成長と光学的評価

海老名 潔 : 電子機械システム工学専攻・半導体工学研究室 (山崎誠 教授)

生産技術研究室 (大石耕一郎 准教授)

太陽電池用材料であるカルコパイライト化合物半導体 $\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})\text{S}_2$ と $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ の基礎物性について研究した。 $\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})\text{S}_2$ は、熔融法を用いて組成の異なる結晶を成長し、組成分析、構造解析、光学的評価を行った。得られた結晶は正方晶のカルコパイライト構造であり、格子定数は組成に対して Vegard 則に対応して変化した。発光スペクトルを測定し、DA ペアーによるものと考えられる発光を観測した。この発光エネルギーは組成に対応して変化した。また、 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ 薄膜の発光スペクトルを観測し、既に報告のある 1.35eV の発光の他に、1.45eV 付近に DA ペアーによると考えられる発光を観測した。

カルーセルスパッタ・硫化法による CZTS 光吸収層の作製

岡田 竜弥 : 電子機械システム工学専攻・電子材料研究室 (片桐裕則 教授)

汎用材料で構成できる環境負荷の小さな $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (以下 CZTS) は、光吸収係数 10^4cm^{-1} 以上、禁制帯幅 1.4~1.5eV を示し、薄膜太陽電池の光吸収層として極めて有望な材料である。本研究では、カルーセルスパッタ装置を用いて従来のプレーナースパッタ装置を用いたものより高品位な CZTS 光吸収層の作製を目的としている。検討に用いたカルーセル型スパッタ装置は横方向に製膜を行うため、パーティクルの影響を受けにくいといったメリットがある。またターゲット (TG) 同士の距離を離すことができるので、良好な組成制御性結果も得ることができた。デバイス特性実験では Cu-poor, Zn-rich のサンプルにおいて 4.0%の変換効率を確認した。

貯雪の保存特性と強度評価

恩田 真也：電子機械システム工学専攻・熱工学研究室（河田剛毅 教授）

貯雪の長期保存が力学的強度にどのように変化をもたらすか調べるため、冬季から夏季まで輸送用テナ内で雪の保存を行い、貯雪の任意の部分の力学的強度をより精度よく室内で測定できるという目的にかなった実験装置を製作し実際に貯雪の密度測定及び強度評価試験を行った。この結果、貯雪を変形させる際の変位速度を変えることによって、せん断・引張り破壊強度には大きな差が現れなかったが雪試料の変形様式が異なってくることを確認できた。また、長期保存に伴う貯雪の強度増加のメカニズムとして「時間経過⇒圧密の進行⇒密度増加⇒引張り・せん断破壊強度の上昇」を確認できた。

精密熱伝導率測定装置の性能向上に関する研究

川上 裕雅：電子機械システム工学専攻・計算機工学研究室（反町嘉夫 教授、佐藤秀一 准教授、竹部啓輔 准教授）・メカニクス第1研究室（外山茂浩 准教授）

測定装置から生じる熱損失誤差の影響などから、一般に熱伝導率を測定するのは難しいのが現状である。また、測定装置も複雑なものが多く、扱いに熟練を要するものが多い。過去の研究では、熱損失誤差を小さくし装置の操作を簡便にするため、Guarded Hot Plate 法を用いた測定装置の自動制御を行い、熱損失誤差の定量化を行うことで高精度の熱伝導率測定が可能なシステムを構築した。しかし、測定時間が過大になるという問題がある。本研究では、熱伝導率の測定に要する時間を短縮することを目的とし、測定装置内部で発生するヒータの熱損失を制御によって低減することを考える。そのため、従来の PID 制御法に代わり、熱干渉系の制御において有効とされる傾斜温度 PID 制御法及び状態制御法という 2 種類の新たな制御手法の適用について検討を行った。シミュレーションで得られた結果から各種制御手法の性能比較を行い、熱伝導率測定に適した制御手法を提案する。

スター型遊星歯車個数によるねじり振動状況変化

栗林 直之：電子機械システム工学専攻・機械力学研究室（吉野正信 教授）

近年、科学技術の発展が著しく、先端技術として脚光を浴びている技術を成り立たせるためには精密・微細、巨大な機械装置が必要であり、それを作るためには機械技術が重要な役割を果たしている。そのため、機械には高性能、省エネルギー化が急速に求められている。回転機械も例外ではなく、狭い空間で大きな動力が得られることやエネルギー変換が容易であることから、工業界では数多く利用されている。このため機械はますます小型・軽量化され、しかも高速で運転されるため振動や騒音を生じやすい傾向にある。これらの振動・騒音は機械の性能低下を引き起こすだけでなく、最悪の場合機械の破壊につながり、人的・経済的に大きな損害を与えてしまう。静力学的あるいは、運動学的な知識だけでは解決されないような問題が起こるので、正しい考え方を身に付ける必要がある。機械を開発・設計するためには、発生する振動現象を予測し、あらゆる機械要素を組み合わせ、一つ一つのメカニズムを作り上げることが必要となる。本報告では 3 個または 2 個の遊星歯車を持つ 1 段スター型遊星歯車装置を増速回転させたときに生じる太陽歯車のねじり加振力の原因を、MATLAB を用いたシミュレーションと実験から考察したので以下に報告する。

対向気流中における地面上の伝播火炎

監物 勇介：電子機械システム工学専攻・メカニクス第2研究室（石田博樹 教授）

高揮発性液体燃料が浸潤した地面上における伝播火炎の研究は、液体燃料の流出事故による火災の被害軽減の上で重要な研究であり、今日まで様々な研究が行われている。本研究では、ガラスビーズを地面モデルとし、そこに高揮発性液体燃料を浸潤させ、その地面上に対向気流を与えた。地面モデルとして使用するガラスビーズは、径が 0.1mm と 1.0mm のものを使用した。シュリーレン法、デジタルビデオカメラ、及び赤外線カメラを用いて伝播火炎及びビーズベッド表面上を撮影することにより、伝播火炎に対する対向気流速度の影響を実験的に検討した。その結果、伝播火炎の挙動、火炎伝播速度、混合気層、及び予熱領域に対する対向気流速度の影響を考察し、ビーズ径の違いによる伝播火炎の挙動、火炎伝播速度、混合気層、及び予熱領域と対向気流速度との関係を見出した。

超音波振動付加用ホーン的设计と試作

齋藤 準樹 : 電子機械システム工学専攻・制御基礎・計測第2研究室 (永井睦 准教授)

射出成形用金型内に超音波振動を付加し、成形性を向上させるため、加工機用ランジュバン振動子とホーンからなる小型の振動系の設計と試作を行い、その特性を測定した。ホーンの試作にあたっては、振動子の共振条件に基づいて形状を決定し、無負荷時の振動系の電気的アドミタンスとホーン先端速度により特性を評価した後、共振周波数の低下に伴うホーンの効率低下を補正する形状修正を行った。次に成形中に付加される樹脂圧力をモデル化した一定荷重負荷時の電気的アドミタンスを測定、ホーンの振動振幅を算出し、成形樹脂圧 35 MPa 時に振動振幅 1 μm が確保できることを確認した。

小径レーザを用いた精密ボールねじの光学式3点測定

高橋 明裕 : 電子機械システム工学専攻・精密加工研究室 (山田隆一 教授)

真円度測定に使用される3点法をレーザビームによって光学的に構成し、ボールねじの精度測定を行なった。ボールねじを評価する値として、リード誤差と半径方向誤差を取り上げた。半径方向誤差は3点法の適用により回転振れ成分の分離が可能である。これらを同時に測定するために検出器に4分割フォトダイオードを用いて測定を行った。以上の結果として、ボールねじ全周の測定をリード誤差、半径方向誤差同時に測定することができ、さらに、1周あたりの評価も可能であった。測定の結果、リード誤差はJIS規格を満たしており、ほぼ3回転毎に周期的な山成分が確認できた。半径方向誤差は一部においてJIS規格を越えている部分が確認でき、1周あたりでは2山、4山成分が主成分となっていることがわかった。回転振れはJISに規定されていないが、全長にわたって振れの偏りが確認できた。

石油燃料の機械的乳化機構の研究

橋 和也 : 電子機械システム工学専攻・メカニクス第2研究室 (石田博樹 教授)

乳化燃料は油に水を混ぜて乳化させた燃料であり、熱効率の向上や燃料費の削減、有害排ガスの減少といった利点がある。本来は乳化剤を用いて安定した乳化燃料を製造するが、分子成分の混入や、乳化剤の費用がかかるといった問題がある。本研究では、乳化剤を使用せずに乳化燃料を製造することができる歯車式乳化器の吐出量、および製造された乳化燃料の許容含水率と安定性を調査した。歯車式乳化器として、3歯車式と2歯車式の2つのものを使用した。さらに油と水の流入順序と水噴射ノズルの有無による乳化器および乳化燃料への影響を調査し、それらの結果から乳化原理の解明と乳化器の性能向上について検討した。

地板分断法によるプリント逆Fアンテナのカップリング低減

田中 翔 : 電子機械システム工学専攻・電磁波工学研究室 (田口裕二郎 教授)

プリント逆Fアンテナを2素子並べて配列した場合の素子間相互結合(カップリング)の低減法について、述べている。アンテナの共通地板を中央付近で分断する地板分断法を提案し、その有効性について、FDTD法と実験により評価している。検討結果より、例えば、地板分断幅を4.72mmとしたとき、カップリング量は、地板分断無のときの-7dBから-12dB程度に低減できることを示している。

多元同時真空蒸着法による $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ の作製

長橋 正典 : 電子機械システム工学専攻・電子材料研究室 (片桐裕則 教授)
生産技術研究室 (大石耕一郎 准教授)

$\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ 系薄膜太陽電池は汎用元素を用いており、低コスト・低環境負荷が期待できる。しかしながら、その基礎物性の解明はされていない。ここでは物性解明を目的とした高品質な $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ 配向膜の作製について報告する。蒸着源にCu、Zn、SnとSを用いた多元同時真空蒸着法によりSi、GaP、GaAs(100)基板に $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ 薄膜を成長させた。化学量論的組成近傍の時 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ 薄膜の表面は粗くなった。表面モフォロジーを良くするために、二段階成長法を試みた。その結果、化学量論的組成での表面モフォロジーの改善と、RHEEDよりGaP(100)基板上で正方晶系の結晶構造の $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ 配向膜の成長が確認された。

カラーアピランスモデル (CIECAM02) に関する実験的評価

原田 玄 : 電子機械システム工学専攻・照明色彩研究室 (小林和久 教授)

デジタルデバイスとインターネットの普及により、同じ画像を異なるデバイス、異なる観察環境で見る機会が増えている。画像の測色値が同じ色でも、印刷物とディスプレイのようなデバイスの違いや、照明の色温度や明るさといった観察環境の違いがあるため、色の見え方は同じにはならない。このため、デバイスや観察環境の違いに関わらず両者の色の見えの近似的な一致を予測するカラーアピランスモデル (CAM) が国際照明委員会 (CIE) でつくられた。本研究では、異なる 2 台の液晶ディスプレイを用い、両眼隔壁法による視感実験によって、最新のカラーアピランスモデルである「CIECAM02」の実験的評価を試みた。その結果、CIECAM02 は元となった CIECAM97s より改良されていることが確認できた。

冷水循環式雪冷房における雪と水の間熱交換特性

星海斗 : 電子機械システム工学専攻・熱工学研究室 (河田剛毅 教授)

冷水循環式雪冷房設備における雪と水の間熱交換特性を調査するために 20 フィート保冷用コンテナを改造した貯雪庫を作製し、冬季から夏季まで雪の保存を行い、その後貯雪に水を通し、冷熱取り出し実験を行なった。結果として、本実験における貯雪庫では、保存期間中に約 2/3 の量の雪が融解した。熱交換特性については、貯雪通過による水の冷やされ具合を示す水温低下率は貯雪の長さが 2.5m 以上であれば流水条件による一定水準の値を維持することがわかった。しかし全体を通し水温低下率は実際の施設の値よりも極端に低い結果となった。これは保存期間において雪に幅方向の融解が進んだため、供給した水がその隙間へと流れ込み雪と水との接触面積が減少したためであると考えられる。

マグネシウム合金のワイヤ放電加工とその面粗さ

星野 潤 : 電子機械システム工学専攻・精密加工研究室 (山田隆一 教授)

本研究では、ワイヤ放電加工法を用いて、マグネシウム合金の加工条件を調べた。そして、セカンドカット法によるワイヤ放電加工後の面粗さを、比較実験によって測定し、ワイヤ放電加工におけるマグネシウム合金の面粗さと、加工条件との関係性を明らかにすることを目的とした。その結果、電気条件によってはマグネシウム合金の粗さは良好になり、加工表面の加工変質層を浅くできることがわかった。また、ワイヤ電極の材質や、超仕上げ電源の使用によっても粗さが良好になることがわかった。

2.4GHz 帯 MSA スノーセンサのプロトタイプ開発とリアルスノーを用いた評価

松川 祥 : 電子機械システム工学専攻・電磁波工学研究室 (田口裕二郎 教授)

2.4GHz 帯で動作する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ついて述べている。開発したプロトタイプは、この MSA をセンシング素子として用い、2.4GHz 帯で設計した反射係数検出機能を有する制御部と組み合わせて構成する。リアルスノーに対する理論解析及び実験的評価により、その有用性を示している。

ニューラルネットワークを用いた PID ゲインの自動調整法

松本 拓也 : 電子機械システム工学専攻・制御工学第 1 研究室 (外川一仁 准教授)

制御工学では比例、微分、積分の三つの要素からなる PID 制御が広く用いられている。PID 制御を行うためには各要素の係数、すなわち PID ゲインを調整する必要があるが、調整則の多くは制御対象が線形であることを前提としている。そのため非線形系に対しては多大な労力を費やして PID ゲインを決定しなければならない。そこで近年、ニューラルネットワークを用いた調整則が提案されている。本研究ではその手法に着目し、有用性を確認するために、非線形系に対してニューラルネットワークを用いた PID 制御系を構築した。また PID 制御におけるニューラルネットワークの学習にはシステムヤコビアンが必要となるため、制御対象をニューラルネットワークで同定した。そしてシミュレーションの結果良好な応答が得られ、ニューラルネットワークにより PID ゲインを自動的に調整できることが確認できた。

永久磁石型同期電動機の世界速度制御

丸山 雄 : 電子機械システム工学専攻・電力システム研究室 (恒岡まさき 教授)

交流電動機の世界速度制御には、インバータで周波数を制御して行うものが多いが、この方式はインバータで交流を発生させつつ速度制御をするため、発生した交流電圧が歪みを含む正弦波になり、モータのトルク脈動が大きくなる。本研究は、インバータには正弦波電流を発生させることに専念させ、速度制御は直流電源の電流を変化させてトルク制御並びに回転数制御を行う回路の開発を目指したものである。インバータの制御は、モータの磁束を円軌跡に近づけ、モータのトルク脈動を小さくすることを目指した。速度制御は MATLAB でシミュレーションを行い、安定するように根を決定し、約 0.03 秒で回転数が所定の目標値に制定する結果を得た。この結果より、DSP を用いてモータの世界速度制御システムを開発したので報告する。

光を用いた生物コミュニケーションツールの開発 II

吉田 秀俊 : 電子機械システム工学専攻・レーザーセンシング研究室 (竹内麻希子 助教)

本研究ではクロロフィル蛍光法により植物の内部状態を明らかにするコミュニケーションツールの開発を目的とする。蛍光の誘導には、基準となる測定光、光合成を促す作用光、光合成を飽和させる飽和閃光の 3 種類の光を用いる。これらの光を照射した際の蛍光強度から、植物の内部状態を定量的に知ることができる。光源にハイパワー LED 及びハロゲンランプ、受光部にフォトダイオードを用い、光の照射タイミングと受光信号の演算をシーケンサで行った。このシステムでハウレンソウを測定したところ、照射する光の種類によって蛍光の光強度が著しく変化することが認められた。また、農薬 (DCMU) によって光合成活動が阻害された時も、その反応が光強度の変動として表れた。つまり、現行のシステムで植物の内部状態を定量的に扱うことが可能である。本システムは蛍光強度をサンプルの一点でしか測定できないため、今後は CCD カメラを用いた蛍光の 2 次元測定を目指す。

AZ31 マグネシウム合金薄板材の高温延性と変形組織

渡邊 崇宏 : 電子機械システム工学専攻・金属材料研究室 (青柳成俊 准教授)

マグネシウムは最密六方構造のため主なすべり面が底面すべりしかなく、さらに異方性があるために延性が低い。本研究では、AZ31 マグネシウム合金薄板材の高温引張試験における変形組織と延性の関係を調べ、高延性となるための組織学的条件を見出して、塑性加工時の最適条件の指針とすることを目的とした。試験条件として、初期歪速度 ($4.17 \times 10^{-1}(\text{s})$, $4.17 \times 10^{-2}(\text{s})$, $4.17 \times 10^{-3}(\text{s})$) と試験温度 (室温, 150°C , 190°C , 220°C , 250°C) を変数とした。得られた強度と延性のデータを解析し、引張試験の温度および歪速度を変化させた場合の歪量と変形組織の関係を比較考察した。また、これらの条件下で行った引張試験後の破面も観察した。以上の結果として、試験温度 200°C 以下ではひずみ速度 $10^{-3}(\text{s})$ が最も良い延性を示した。しかし、試験温度が 200°C を超えるとひずみ速度 $10^{-3}(\text{s})$ では延性が低下し、ひずみ速度 $10^{-2}(\text{s})$ で最も良い延性を示した。

植物ミトコンドリア・葉緑体の active キノン

秋田 駿介 : 物質工学専攻・代謝化学研究室 (柴田勝 准教授)

植物は強力な光合成活性を制御し、維持するために、光合成による過剰な還元力を消費し活性酸素の生成を防ぐ機構 (予防的機構)、活性酸素から細胞を守るための機構 (防御機構)、酵素や機能が失活した場合に修復させる機構 (回復機構) の 3 つの機構をもつ。本研究は予防的機構に関与しているミトコンドリアと葉緑体のエネルギー生産及び消費に関係する電子伝達系に焦点をあてた。この電子伝達系の重要な成分としてキノンがあり、キノンは自身の酸化還元によって電子の伝達を行っている。このため、様々な生理条件下でキノンの酸化還元を測定することで、電子伝達の世界速度等を調べることができる。また、近年葉片中に含まれるキノン全量の酸化還元によって電子伝達を行っているわけではなく、一部の active なキノンが酸化還元を行い電子の伝達を行っているという報告がされている。本実験では、active キノン測定に必須となる高速液体

クロマトグラフィー(HPLC)を用いたキノンの分離法の確立、植物サンプルの抽出条件設定及び膜画分中のキノン量測定を行った。

湿熱処理ハイアミロースコーンスターチの消化性に関する研究

石丸 博也：物質工学専攻・応用生物学研究室（菅原正義 教授）

湿熱処理ハイアミロースコーンスターチ(HMT-HAS)は、難消化性デンプンとしてヒトの消化酵素に対して抵抗性を持つハイアミロースコーンスターチ(HAS)に湿熱処理を施すことによって、ヒトの消化酵素に対する抵抗性をより強化したものと販売されている。その消化酵素に対する抵抗性を表すパラメータとしては食物繊維含量が用いられているが、その測定方法である Prosky らの酵素重量法¹²⁾ではヒトの体内においてどれだけの割合が消化酵素の作用を逃れて腸内細菌に発酵されるのか定かではない。そこで、Englyst らの報告¹⁾に従って *in vitro*において HMT-HAS の消化性を調べることによって、実際に難消化性デンプンとして腸内細菌に発酵される割合を測定した。また、その測定過程で得られる速やかに消化される糖質(RAG)の値から血糖応答を推測できるため、HMT-HAS の血糖値の上昇能についても推測することができる。

その結果、Prosky らの酵素重量法では HAS が 20%、HMT-HAS が 62%の食物繊維量を示したが、*in vitro*における消化性の測定では HAS が 30.9%、HMT-HAS が 48.7%の難消化性デンプン量を示した。また、Englyst らの RS 測定法では HAS、HMT-HAS とともに 50%前後の難消化性デンプン量を示した。以上のことから湿熱処理を施すことによって、腸内細菌に発酵される画分である難消化性デンプン量が増加することがわかった。また、HAS、HMT-HAS のどちらにおいても RAG が低い値を示したことからインスリン分泌量の節約効果が示唆され、II 型糖尿病に対しては有意な予防・改善効果を持つ事が期待できる。

金芽米の金芽部分に含まれる抗変異原物質の探索

北上 茂樹：物質工学専攻・微生物化学研究室（赤澤真一 助教）

金芽米は、均圧精米法により従来の精米法では、取り除かれていた亜糊紛層と金芽（胚芽の基底部）を残すことにより、栄養価を高め、精白米並みの食べやすさを実現した米である。植物の胚芽には様々な生理活性を示す遊離脂肪酸の存在が知られているため、金芽には新規有用成分の存在が期待される。そこで本研究では、特に抗変異原物質を探索し、金芽米の機能性を化学的に立証することを目的とした。

金芽を炊飯器による炊飯後、凍結乾燥を行いメタノールで抽出し、メタノール抽出物をヘキサン、ジクロロメタン、酢酸エチルを用いて各抽出溶媒に転溶した。各金芽抽出物を *Salmonella typhimurium* TA1535/pSK1002 を用いた *umu* 試験において抗変異原性を検討した結果、ヘキサン、ジクロロメタン画分が 3-amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido[4,3-b]indole (Trp-P-1) に対し強い抑制効果を示したが、activated Trp-P-1 (Trp-P-1 をラット肝臓酸化酵素群を含む S9 mix により前処理したもの) に対しては Trp-P-1 程強い抑制効果を示さなかった。一方、2-(2-furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)-acrylamide に対しては抑制効果を示さなかった。次に抗変異原活性が認められたヘキサン画分より、主要な抗変異原物質の単離を試みた。シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより活性画分を分画し、GC-MS に供したところオレイン酸 (33.9%: by peak area of GC-MS)、パルミチン酸 (13.5%)、リノール酸 (18.4%) の存在が示唆された。また、同様にジクロロメタン画分より主要な抗変異原物質をシリカゲルカラムクロマトグラフィーによる分画、無水酢酸とピリジンによるアセチル化を行い IR, EI-MS, ¹H-NMR に供したところアセチル化トリシンの存在が示唆された。したがって、ヘキサン画分とジクロロメタン画分の主要な抑制効果は遊離脂肪酸、トリシンに起因していることが示唆された。

ボールミル処理によるアミロース単離法の検討

小泉 浩：物質工学専攻・応用生物学研究室（菅原正義 教授）

現在、デンプンからアミロースを単離するのは容易ではなく、またコストが高いのが現状である。そこで本研究では設備が簡素で工業的な応用が容易なボールミル処理をアミロース含量約 70%のハイアミロースコ

ーンスターチ (HAS)、20~30%の普通コーンスターチ (OCS)、アミロースをほとんど含まないもちコーンスターチ (WCS) にそれぞれ、5日間行うことでアミロース単離に適した試料を検討した。ボールミル処理にすることにより、どの試料も水に対して可溶化したが、可溶性糖のアミロース純度はHASが一番高く、アミロース含量が多いことが分かった。アミロースの単離を目的とした場合、アミロース含量の高いHASをボールミル処理することで、容易にアミロース単離ができるようになると思われる。次にHASのアミロース抽出に効率的なボールミル条件を検討するため、処理日数を変え、可溶性、平均重合度、損傷度、 β -アミラーゼ分解限度の経時変化を測定した。その結果、ボールミル処理日数10日で純度の高いアミロースが効率的に溶出することが分かった。

新規脱糖化酵素の探索

竹本 晋太郎 : 物質工学専攻・微生物化学研究室 (赤澤真一 助教)

近年、カロリーの取り過ぎや運動不足といった傾向により、日本国内で糖尿病が深刻化している。慢性的な高血糖状態が続くことで、血中に多く存在する糖がタンパク質と結合し、糖化タンパク質が過剰に蓄積する。この反応が、糖尿病合併症と呼ばれる一連の病気を引き起こす原因のひとつとされている。そのため‘脱糖化酵素’と呼ばれる、糖化物に対して脱糖化反応を触媒する酵素群が近年注目されてきた。糸状菌に広く分布する脱糖化酵素である糖化アミノ酸オキシダーゼは、糖化物 (糖化アミノ酸等) からアミノ酸を再生する。そのため糖化反応に対する‘アンチエイジング’的役割を持つとされ、近年その生理学的機能がさらに注目されてきた。またヒトを始めとする高等生物からは、フルクトサミンキナーゼが発見され、脱糖化機構がヒトにも存在する事が明らかとなった。従って新規の脱糖化酵素の発見が、生体内糖化経路の解明やアンチエイジング創薬に繋がると考え、本実験では脱水素型脱糖化酵素 (FADH) の探索を試みた。

各地で採取した104の土壌サンプルから、糖化アミノ酸であるフルクトシルバリン (Fru-Val) を単一炭素、窒素源として資化、生育する197株を獲得した。中でも特に還元型FADH活性を保有している事が示唆された125-1株について詳細を検討した。炭素、窒素源の異なる様々な培地を用いて本株を培養した結果、本酵素はFru-Valを単一炭素、窒素源とした培地で特に強い活性を示し、Fru-Val, Fru-Z-Lysに特異性を示す事が示唆された。また本株の還元型FADHは、pH 6.5-9.0で働き、NADPHに対し選択依存性をもつ酵素である事が示唆された。

金芽米の亜糊粉層部分に含まれる抗変異原物質の探索

夏井 俊介 : 物質工学専攻・微生物化学研究室 (赤澤真一 助教)

近年、食生活の欧米化により高カロリー、高脂肪の食品が多く摂取されるようになった。この結果、糖尿病や高脂血症等の生活習慣病が増加し、問題となっている。そのため栄養バランスに優れた日本食が注目され、特に主食である米の評価が高まっている。そこで本研究では、亜糊粉層と胚芽の基底部を残すことにより精白米より、栄養価の高い金芽米の機能性、特に抗変異原性を評価することを目的とした。金芽米の亜糊粉層部分を炊飯後、凍結乾燥を行いメタノールにより抽出を行った。得られたメタノール抽出物をヘキサソ、ジクロロメタン、酢酸エチル、水を用いて各種溶媒に転溶した。得られた各抽出物の抗変異原性を *Salmonella typhimurium* TA1535/pSK1002 を用いた 3-amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido[4,3-b]indole (Trp-P-1) に対する *umu* 試験により評価した。*umu* 試験の結果からヘキサソ画分、ジクロロメタン画分が Trp-P-1 に対して $10 \mu\text{g/ml}$ でそれぞれ 33.1%、82.2%の抑制を示し、抗変異原物質の存在が示唆された。抗変異原性を示したヘキサソ画分をシリカゲルカラムクロマトグラフィーに供し抗変異原物質の単離を試みたところ、GC-MS 分析によりオレイン酸 (47.4%: by peak area of GC-MS)、パルミチン酸 (11.2%)、リノール酸 (40.4%) の存在が示唆された。従って、ヘキサソ画分の主要な抗変異原性効果は遊離脂肪酸に起因していることが示唆された。また、ジクロロメタン画分をシリカゲルカラムクロマトグラフィーに供し、抗変異原物質の単離を試みたところ *umu* 試験、GC-MS 分析等の結果からヘキサソ画分中の抗変異原物質とは異なる抗変異原物質の存在が示唆された。

蛍光法によるミトコンドリア電子伝達活性の測定

長谷川 祥 : 物質工学専攻・代謝化学研究室 (柴田勝 准教授)

植物は、光合成を行うために光を必要とするが、強光(過剰な光)条件下では、タンパク質などの生体成分を過酸化させる有毒な活性酸素が生成し、枯死を誘発することが知られている。植物は枯死回避のために活性酸素の直接的な消去以外に電子伝達活性の持続的な維持に必要な還元力の消費系を有している。近年、ミトコンドリア(Mit)の電子伝達鎖(呼吸鎖)が葉緑体の光合成により生じる過剰還元力を散逸することで光合成反応を最適化している可能性が指摘されている。このことから、好気呼吸を行う細胞オルガネラの Mit の電子伝達鎖に注目した。動植物の Mit 呼吸鎖はシトクロムオキシダーゼ(COX)を電子伝達鎖とする COX 経路が一般的である。しかし、植物の Mit にはオルタナティブオキシターゼ(AOX)を電子伝達鎖とする AOX 経路も存在している。AOX 経路は、アデノシン 5'三リン酸(ATP)合成と共役しないことから、ATP 律速の影響を受けずに効率よく葉緑体の過剰還元力を消去できるが、実際に光合成活性の維持にどの程度、寄与しているのか不明である。このことから、本研究では、COX・AOX への電子分配と還元力消費との関係を明確にするために、電子伝達活性を特異的に阻害する試薬を用いて Mit の電子伝達速度を制御し、還元型ユビキノロン(ユビキノール; UQH) の蛍光特性を利用した UQ 酸化還元(UQredox)を測定できる装置の開発を目的に実験を行った。

錯体をテンプレートとしたゼオライトの合成

渡邊 奈緒子 : 物質工学専攻・状態分析化学研究室 (加藤正直 教授)

本研究ではゼオライト合成において Ethylenediaminemonoacetic acid(以下 EDMA とする。)のコバルト(III) 錯体をテンプレートとして添加し、生成物にどのような影響を与えるのかを検討した。その結果 MOR 型、MFI 型、ANA 型の 3 種類のゼオライトが合成できた。テンプレートを添加せずに合成した結果と比較すると、テンプレートを添加した場合、テンプレートを添加しないで合成した場合よりも広い領域で MFI 型ゼオライトを合成できた。また、比較的低い Si/Al 比の骨格をもつ MFI 型ゼオライトと MOR 型ゼオライトが得られた。EDMA-Co 錯体は MFI 型ゼオライトの生成領域を広げる効果と、低 Si/Al 1 比の MOR 型ゼオライトと低 Si/Al 比の MFI 型ゼオライトを合成できることがわかった。

FEM 解析による総 FRP トラス歩道橋の動的振動特性について

荒川 岳 : 環境都市工学専攻・構造・耐震研究室 (井林康 准教授)

FRP 製部材を適用した構造物は、塩害をはじめとする種々の腐食に対して高耐食性を有するため、その長所を活かして既に短スパンの単純桁歩道橋が実用化されている。しかし、歩道橋の設計に際してはその振動使用性の検討は重要な設計項目であるにも関わらず、FRP 製構造物の振動特性は未だに不明瞭な点が多い。本研究では FEM 解析ソフトウェア OpenSees を用いた静的および動的解析を行い、実大橋実験報告との比較を行うとともに、FRP 橋梁の振動特性把握を試みた。結果、報告記載の固有振動数の再現に成功し、応答変位に関しては従来の構造に比べ微振動の挙動を示した。

多様性指数、IBI による河川環境評価結果の比較と検討

大瀧 景子 : 環境都市工学専攻・海岸水理研究室 (衛藤俊彦 助教・吉田茂 嘱託教授)

近年、河川法の改正により河川環境等への関心が高まり、全国各地の河川で多自然型工法などの試みがなされるようになったが、どの工法が自然環境に影響を与えにくいのかかわかっていない。そこで、河川環境の評価を行い、どのような工法が自然環境に影響を与えにくいのかなどを明らかにすることが必要となってきたが、河川環境の評価方法は現在確立されていない。本研究では、水生生物を指標として河川環境を評価する、多様性指数評価方法と IBI 評価方法の結果の比較を行い、総合的な評価方法として妥当であるか、相関性があるか、などの検討を行った。その結果、多様性指数と IBI は同じような評価結果を得ることがわかったが、一部において異なる結果になり、それは、昆虫食性魚種と底生動物の捕食・被食関係の作用が影響していることが示唆された。

旧山古志村尼谷地地すべりのメカニズムについて

恩田 純一： 環境都市工学専攻・ジオメカニクス研究室（尾上篤生 教授）

新潟県中越地震において大規模な地すべりを生じた旧山古志村尼谷地地区から不攪乱試料を採取し、試料のせん断に対する挙動とせん断破壊時に示す強度定数を、繰返し圧密定体積一面せん断試験により明らかにした。また、得られた強度定数をもとに、長大斜面の地震時安定理論を用いて地震動継続時間中の斜面安全率の経時変化の算出、Newmark 法による地すべり量の算出を行った。地震時の斜面安全率は、経過時間 10 秒間の中で断続的に安全率が 1.0 を下回った。しかし、安全率が 1.0 を下回るのは一時的な状態であり、繰返し荷重によるすべり面のせん断強度低下を考慮しなければ、移動距離の長い大規模地すべりの発生は想定しにくい。

このことから、今回発生した地すべりは、地震動によって強度低下した層がすべり土塊を支えるせん断強度を有しなくなり、斜面の安定性が急激に失われたことが主な原因であると考えられる。

新規下水処理システムにおける脱窒素細菌群の動態解析

上村 基成： 環境都市工学専攻・水環境工学研究室（荒木信夫 教授）

2つのUASB槽と接触酸化槽から構成した新規の都市下水処理システムにおいて、システムの窒素除去を担う、第2UASB槽内の脱窒素細菌の群集構造解析を行った。集積培養とPCR-DGGE法を組み合わせた解析において硫黄脱窒素細菌ではThiobacillus denitrificansが、従属栄養的脱窒素細菌はcomamonadaceae科の細菌がそれぞれ存在していることが判明した。また、系内には硫酸塩還元細菌が共存しており、第2UASB槽内で硫黄の酸化還元サイクルが発生していた。DAPI染色細胞に対する水素資化性硫酸塩還元細菌、硫黄脱窒素細菌と従属栄養的脱窒素細菌の割合の比は、2.6%：2.8%：6.6%であった。第2UASB槽のCOD_{cr}、硫黄および窒素に関する物質収支から推定したエレクトロフローでは、全窒素除去の82%を硫黄脱窒素細菌が、18%を従属栄養的脱窒素細菌が担っていた。

土の固化強度に及ぼす半水石膏の影響について

桜井 俊裕： 環境都市工学専攻・ジオメカニクス研究室（尾上篤生 教授）

廃石膏ボードの排出量は、石膏ボード工業会によると、平成17年度が138万トン、平成22年度には176万トン¹⁾と試算されていて、排出量は今後も増加すると予測されている。そこで、本来廃棄される石膏ボードを粘性土と混合し、地盤改良土という建設資材として再利用するため、地盤改良土の配合割合について実験を行った。石膏ボードを熱処理し、吸水性を高めるために半水石膏を生成した。固化材には、セメントもしくは消石灰(粘性土の質量に対して5%)を使った。

一軸圧縮試験結果より、半水石膏の添加量の増加に伴い圧縮強度の増加が確認された。0%~10%の半水石膏を添加した場合に比べ、15%の半水石膏を添加した際に、大幅に強度増加が確認できた。また、20%の半水石膏を添加した場合は若干の強度増加が確認できた。このことから、添加量15%~20%間に最適石膏添加量が存在することがわかった。しかし、改良土は雨水等によって半水石膏が再溶解し、強度の低下や形状の変化が生じる可能性がある。さらに、硫化水素の発生の危険性もあり、実用化には今後も試験と検討が必要であると考えている。

震災後の周辺部集落の維持について

杉本 拓真： 環境都市工学専攻・都市計画研究室（宮腰和弘 教授）

2004年の新潟県中越地震で被災した旧長岡市周辺部集落の住民が今後もその集落で居住しつづけていくにはどのような要素が必要かを明らかにすることを目的とし、旧長岡市周辺地区から震災で甚大な被害を受け、復興のみられた六日市地区を対象として調査した。地区内の建てかえ世帯の割合は高く、震災後に移転した世帯も少数であり、今後も居住する意志のある世帯が多いことが推測された。しかし、冬季の除雪環境、交通の利便性に対する不満を抱く住民が多く、今後改善していくことが求められる。また、住民の地域維持についての関心は高く、若年層の流出、少子高齢化の進行、居住環境の悪化などを懸念する意見が多く、今後若年層の定着や地域を維持していくための世帯構成を検討していく必要がある。

食品廃棄物添加土壌の硝酸性窒素の動態及び植物生育について

高橋 正浩 : 環境都市工学専攻・環境評価制御研究室 (田中一浩 准教授)

畑地や果樹地帯等の土壌では、過剰な施肥による硝酸性窒素の過剰集積や地下水汚染が多く見られ、早急な対策が必要である。本研究では、有効利用が望まれている食品廃棄物のうち、コーヒー粕、ウーロン茶粕を土壌に添加した場合、無添加土壌と比較して土壌中の硝酸性窒素がどのように推移するのか、硝酸性窒素低減に活用できるか、また、食品廃棄物による植物への影響について検討した。

この結果、コーヒー粕、ウーロン茶粕を添加した土壌の場合、両方共に添加量の増加に伴い、土壌中の硝酸性窒素が低下することが分かった。また、コーヒー粕の施用は、コマツナの根の生育を阻害することが示唆された。

地震で失われた住宅の再建支援 - 家計シミュレーションによる支援額の試算 -

濁川 直寛 : 環境都市工学専攻・災害・防災研究室 (塩野計司 教授)

家計の収支と資産形成の過程を記載するシミュレーターを構築し、地震で住宅を失った世帯が住宅再建を果たすために必要な支援額を試算した。試算の結果、再建費の不足分を公的な支援や義援金の配分によって補おうとすれば、被災した世帯が必要とする支援額は、世帯の収入水準と子供の数に配慮した取り扱いが重要であることが示された。同時に、地震保険の普及は個々の被災者による住宅再建の可能性を高めるという効果に加え、被災者全体への十分な社会的支援を実現するという観点からも、その重要性が明らかになった。

脱窒素細菌の *nirS* mRNA を標的とした TSA-FISH 法による検出

橋本 尚人 : 環境都市工学専攻・水環境工学研究室 (荒木信夫 教授)

本研究は、脱窒素細菌の多くの種が保有する亜硝酸還元酵素から転写している *nirS* mRNA を標的として、高感度法である TSA-FISH 法を適用し、実際に脱窒素機能を発現している脱窒素細菌を顕微鏡化で検出する手法の開発を試みた。*Pseudomonas stutzeri* の純粋菌株を用いた結果、細胞壁処理、自家蛍光処理の最適条件を検討し、*nirS* mRNA の FISH 検出に成功した。

低濃度排水の無加温嫌気性処理におけるメタン生成古細菌の動態解析

古川 卓 : 環境都市工学専攻・水環境工学研究室 (荒木信夫 教授)

低水温条件で運転する嫌気性処理槽内に優占している 3 種のメタン生成古細菌群の 16S rDNA と 16S rRNA の変化を追跡した。その結果、20℃以下の低温条件では、低活性の細胞や溶菌が進行しない死滅細胞の 16S rDNA によって遺伝子定量値が過大に評価されることが判明した。このような低温条件では rRNA を用いた解析や定量を行う必要であることが示唆された。

ウッドチップコンクリートを利用した法面の緑化

横塚 直樹 : 環境都市工学専攻・土木材料研究室 (佐藤國雄 教授)

廃木材を有効に再利用するため、廃木材をチップ化したもの (以後、ウッドチップとする) をポーラスコンクリートの骨材として用い、盛土工事などの法面保護に伴う緑化への利用について実験を通して検討した。その結果、pH の上昇と空隙率の減少が発芽率を低減させ、ウッドチップの性質の一つとしては粒径が大きいほど吸水率が小さくなることがわかった。今後は、pH をある程度調節できる配合設計手法と空隙率を調節する方法について更なる検討が必要である。

