

機械工学科

**最適金型設計・成形条件・
成形監視技術に関する研究**

福島 祥夫

**Study on the Mold Design
Optimization, Molding Condition, and
Monitoring Technology**

Yoshio FUKUSHIMA

部品製造に用いられている金型はプラスチック射出成形，アルミニウムダイカスト，プレス加工など様々な分野の製品製造に用いられている。医療，航空機，電気自動車などの次世代産業においても，製品の量産には金型技術は必須であるため，関連技術の高度化が進んでいる。CAE解析技術，実験を有効活用し金型及び関連する技術の最適化を行うことで効率的なものづくりの手法を探索する。また，成形状態を様々なセンサー技術や多変量解析等を利用した監視により製品不良と製造データとの関連を検討するとともにIoT技術への展開も探る。

柔軟機構の設計と制御

安藤 大樹

**Design and Control of
Compliant Mechanisms**

Hiroki ANDO

本研究では，柔軟構造の運動性を利用した制御機械システムの構造系と制御系の最適設計に関する研究を行うとともに，そのような機構を産業，医療，福祉，農業などの用途へ応用した産業用小形電動グリッパ，ピンセット型電動はんだごて装置，変位拡大位置決め制御用圧電アクチュエータ，低侵襲外科手術用柔軟鉗子，手指障害者用電動ピンセット，農業用ロボットグリッパなどの研究開発を行っている。

**単純せん断流中におけるキューブ状
磁性粒子分散系の凝集現象に関する
ブラウン動力学シミュレーション**

岡田 和也

**Brownian Dynamics Simulations
on the Aggregation Phenomena
of a Cubic Magnetic Particle****Suspension in a Simple****Shear Flow**

Kazuya OKADA

磁性を有する微粒子を母液に懸濁して得られる磁性粒子分散系は，外部磁場を印加させると磁場方向に粒子が凝集し鎖状クラスタを形成する。流れ場の状況下において，このような鎖状クラスタは流れ場に対して大きな抵抗となるため，見かけ粘度が比較的顕著に増加する。この磁気粘性効果は，流れ場の状況下において形成される凝集構造および印加磁場の影響によって生じる凝集形態の転移現象により大きく依存することが明らかとなっている。本研究では，面接触により凝集体を形成するキューブ状磁性粒子分散系を対象とし，単純せん断流中でのキューブ状粒子の凝集現象をブラウン動力学法により検討した。粒子間の磁気的な相互作用，印加磁場の強さおよびペクレ数などの影響により，非常に複雑な内部構造を有する凝集体を形成することが明らかとなった。今後は，より複雑な粒子形状である正八面体形状の磁性粒子分散系の凝集現象に関して検討予定である。

**回転磁場中における
キューブ状ヘマタイト粒子分散系の
凝集形態の内部構造に関する
ブラウン動力学シミュレーション**

岡田 和也

**Brownian Dynamics Simulations on
the Internal Structure of Particle
Aggregates of a Suspension
Composed of Cubic Hematite
Particles in a Rotating Magnetic Field**

Kazuya OKADA

磁性粒子サスペンションは、様々な工学分野で大きな可能性を秘めている。近年、医用工学の分野では、磁性粒子を用いた磁気温熱療法が注目を集めている。これは、磁性粒子サスペンションに振動および回転磁場などを印加させることで生じる磁性粒子の磁気モーメントの緩和現象による発熱効果を利用するがん治療である。本研究では、回転磁場中におけるキューブ状ヘマタイト粒子分散系の凝集体の形成メカニズムをブラウン動力学シミュレーションにより解明した。シミュレーション結果から回転磁場中における凝集形態の内部構造は、粒子間の磁気的相互作用、回転磁場の強さおよび周波数などの要因により複雑な転移現象を誘発することが明らかになった。今後は、振動磁場中におけるキューブ状ヘマタイト粒子分散系の凝集形態の内部構造について解明する予定である。

**切削加工プロセスにおける波形解析による
工作機械の状態監視技術の研究**

河田 直樹

**Study on Condition Monitoring
Technology of Machine Tool
Using Waveform Analysis
in Machining Process**

Naoki KAWADA

本研究では、金属の切削加工プロセスにおける様々なデータを測定し、そのデータの変化から工作機械の異常や、切削条件の変化を監視する研究を行っている。

これまでは切削加工プロセスで得られた種々のデータを特徴化して、多次元量を示すマハラノビスの距離で正常と異常を判断していたが、リアルタイム性や基準とするデータの定義が難しい事象への対応に柔軟性を欠いたため、その辺りを解消する検討を行った。

具体的には、旋盤を対象とした鉄系材料とアルミニウム合金の切削加工プロセスの振動、電力、画像などのデータを測定し、時間領域もしくは空間領域に分布する波形データの特徴量を波形解析によってもとめ、さらにその特徴量についてMTシステムで品質への影響度をもとめた。

これにより品質評価に影響する特徴量を分別し、評価すべき品質について明確にした上で、正常データの特徴量と異常データの特徴量の差で明確に区分することができ、切削加工条件の管理に有用であることがわかった。

**MTシステムを用いた
検査工程における色柄判別に関する研究**

河田 直樹

**Study on Color-pattern-texture in
Inspection Process Using MT System**

Naoki KAWADA

ものづくりの検査工程は、視覚（人の目）による外観検査を含む場合が多く見られる。そのほとんどが熟練の検査技術者の感性と経験に委ねられており、その技能伝承が課題となっている。また、顧客ニーズの多様化に伴い、検査手段や項目も多様化している。

そこで、多様化している検査の自動化の例として、色柄のある製品（ここでは樹脂製の化粧板）の検査工程を想定した環境下で、参照光を基準化することを目的に開発した無反射カメラによって、判別に有効な情報を強調したデジタル画像を取得し、その画像をMTシステムに効果的に学習させるパターンを工夫した。

その結果、一般的な工場の照明における環境下で、予め定義した様々な色柄を認識させることができ、以前開発した方式に比べて、その違

いについて明確に判別できる可能性を得た。

鉄道車両向け状態監視技術に関する研究

河田 直樹

Study on Condition Monitoring Technology for Railway Vehicles

Naoki KAWADA

鉄道車両の保全現場でも、状態監視技術の導入による状態基準保全方式への転換が見られるが、台車等の走行系は、車輪とレールの境界問題の複雑さや、車種ごとの構成部品の違いが、転換を難しくしている。

走行系の状態監視技術の開発には実車走行試験が必須となるが、コストや労力がかかるため、機会は限られる。

既に台車を想定した台上試験機などの例はあるが、車輪とレールの境界問題などは再現できない。

そこで、台車の状態監視技術開発促進のため、実車構造を想定した車両模型とレールを組み合わせた走行試験システムを構築した。

そして、まず車両踏面の異常(フラットスポットの発生)検知と、輪重抜けによる乗り上がり脱線を再現した実験を行い、車体床面の台車直上部分の上下・左右・前後の振動データを波形解析することによって、フラットおよび脱線を検知できることを確認した。

今後はより多くの事象を再現できるよう実験システムを改良し、台車のより多くの異常を判別できる状態監視技術の開発を目指す。

固体および粉体層の 熱物性値計測装置の研究開発

高坂 祐顕

Research and Development of Measuring Device of Thermophysical Properties

Masataka KOSAKA

機械製品であれ電子機器であれ、動作するときには熱を発生し、その熱を廃熱として捨てる。

限りあるエネルギーを有効に利用するためにはあらゆる所で発生する熱を制御し、有効に利用することが必要不可欠である。これらの技術開発を確実に進めるためには使用する材料の熱伝導率や比熱などの種々の熱物性値を正確に知ることが重要であり、正確でかつ簡便な熱物性値測定方法の開発が望まれている。本件では、これまでに開発作製をおこなった一次元非定常熱伝導方程式の逆問題解を利用した熱伝導率と温度伝導率の同時計測装置を用いて、測温時の固体内部における熱伝導の一次元性を維持するための測定時間に関する妥当性の検討をおこなった。本年度は、さらに高い熱流束にて瞬間加熱をおこなう装置を開発するとともに、鑄造用人工砂の熔融ブロックの物性値計測をおこなう。

水素吸蔵合金を用いた 水素利用機器の開発

高坂 祐顕

Research and Development of Hydrogen Utilization Machine Using Metal Hydride

Masataka KOSAKA

水素が将来の二次エネルギーとして着目されている。様々な形(気体、液体、固体)で保存でき、かつ、安定して貯蔵ができる。その中でも、比較的低い圧力で大量の水素を保存することができる水素吸蔵合金の技術は近年見直されている。この水素吸蔵合金を使用した水素利用機器を開発するために、水素吸蔵放出に係る装置の開発をおこなった。吸蔵回路および放出回路・真空引き回路、水素吸蔵量推定ユニットの開発をおこなった。今後は、引き続き、合金層からの熱移動量を推定するためのユニットの開発をおこなう。

水素吸蔵合金を用いたプラスチック射出成形金型加熱装置の開発

高坂 祐顕

Research and Development of Heating and Cooling System for Plastic Injection Molding Using Hydrogen Absorbing Alloy

Masataka KOSAKA

これからの二次エネルギーの代表である水素を生産技術に応用する例は少ない。本研究では、水素を貯蔵・輸送する技術の一つである水素吸蔵合金の水素吸蔵放出時における生成熱を利用したプラスチック射出成形金型加熱方法を提案し、プラスチック射出成形時に発生する欠陥であるウェルドラインを抑制する方法の検討をおこない、実際に水素吸蔵合金を用いた加熱装置を開発し、その特性を調査した。本年度は簡易金型への実装およびその効果の検討をおこなう。

Blaha 効果中の歪速度急変試験による転位と不純物との相互作用に関する研究

上月 陽一

Study on the Interaction between a Dislocation and the Impurities by Strain-Rate Cycling Tests Associated with the Blaha Effect

Yohichi KOHZUKI

Blaha 効果は、超音波振動応力重畳機構による静的変形応力が低下する現象であり、E. Blaha と B. Langenecker らが亜鉛単結晶に周波数 800 kHz の超音波振動を付加させることにより発見された。現在では、広く塑性加工技術として線引き・深絞り・圧延などに Blaha 効果が応用されている。

本研究では、圧縮変形中に Blaha 効果と歪速度急変試験を結合させたオリジナルな実験方法から、転位と不純物との相互作用に関する研究を検討する。さらに、主に試料に混入させた不純物原子によりピン止めされた転位が離脱するときの活性化エネルギーを調べる。

X線照射したアルカリハライド結晶の発光に関する研究

上月 陽一

Study on Luminescence of Alkali Halide Crystals After X-Ray Irradiation

Yohichi KOHZUKI

物質の機械的変形や破壊に伴い、局所的に励起が起こり、これが様々な粒子の放出を生じる。この現象はフラクトエミッション (Fracture emission: FE) とよばれている。FE は物質内のマイクロクラック、塑性変形、き裂の成長や変形・破壊時における化学的・電気的過程を感度よく探ることができると考えられている。特に、光子の放出現象はメカノルミネッセンス (Mechano-luminescence: ML) とよばれ、マイクロクラック、転位を含む内部欠陥などについての情報を有しており、物質の変形の探知や変形現象を説明する手段の一つと考えられる。アルカリハライド結晶の ML は、X線照射により励起し、トラップされた電子が転位によって移動し正孔と再結合することによって起こると考えられる。アルカリハライド単結晶の変形前後で吸収スペクトルや熱蛍光の変化を観察し、転位の移動が色中心にどのように作用するのかを調べる。

ヤング率の小さな透明弾性体を利用した固体中の波動伝播に関する基礎研究

小林 晋

Basic Study on the Wave Propagation in Solid Material Using Transparent Elastic Material with Small Young's Modulus

Susumu KOBAYASHI

固体中の波動伝播現象については一般に可視化が不可能なため理論的研究に比べて実験的な研究は進んでいない。しかし、透明度が高く、容易に変形するシリコンは、影写真法などの光学観測が可能である。その点に着目して、シリコンに衝撃波を衝突させた時の波動伝播現

象を調べたところ、伝播速度が材質の音速であることが分かった。さらに、シリコンが衝撃波の入射方向に対して斜めに傾いた場合について、実験的研究を進めている。

衝撃波の斜め反射現象における 反射面条件（表面粗さ、浸透性、音響 インピーダンス）の影響に関する研究

小林 晋

Research on the Influence of Reflection Surface Condition (Surface Roughness, Permeability and Acoustic Impedance) over Oblique Shock Reflection

Susumu KOBAYASHI

従来から行われてきた衝撃波の斜め反射現象の研究は、反射面として気体を通さない金属等の硬い固体を想定していた。現実には地面などは表面粗さのある多孔性媒質と考えられ、その場合に反射波がどのような影響を受けるかについての研究はほとんど行われていない。本研究では焼結金属を反射面として使用し、反射面の浸透性が反射現象に及ぼす影響について実験的に研究を進めている。また、浸透性のある媒質は必然的に表面粗さも伴う。本研究では、表面粗さのみの影響と比較して、浸透性の影響を調べる。さらに、反射面の材質の違い、すなわち音響インピーダンスの違いによって斜め反射現象にどのような影響が現れるかについても検討している。

教育機関における 3D プリンター評価法の基礎的研究

五味 伸之

In Educational Institutions Basic Research on 3D Printer Evaluation Method

Nobuyuki GOMI

3D プリンターによるプロトタイピングは製造業に留まらず、他分野に渡って広く活用が進

んでいる。スライサーのパラメータをメーカーが推奨するデフォルト値に設定して印刷を行ってきたが、印刷物の形状や樹脂の種類によっては望む品質が得られない場合や、トラブルが発生することもあった。さらに使用していく中で、3D プリンターの加工時の設定だけではなく、3D プリンター本体の組付け方による誤差が大きいことがわかってきており、安価な3D プリンターは自分で組み立てていく方式が主であるため、その評価が必要なことが確認された。

そこで本研究では、モデル寸法と実際に制作されたワーク寸法の対応について把握することによって、その対応度合いこそが、3D プリンターというシステムにおける評価であると提案した。そして、その考え方をい様々な条件の評価を重ねていくことにより、評価法としての妥当性について検討を行った。

2 足歩行モビリティロボットの開発

五味 伸之

Development of Biped Mobility Robot Nobuyuki GOMI

本テーマは、機械工学科ロボットスマート専攻という特色を生かして、歩行困難者のための二足歩行型モビリティロボットを制作することを目的とするものである。現在ロボットは進化を続けており、様々な形状のものが存在している。その中でも二足歩行型ロボットにはセンサやプログラミングを含めた様々な技術が必要とされ、また歩行困難者に対し移動手段を提供する目的のモビリティロボットという点から、ある程度の大きさが必要とされるため安全設計を念頭に置いたあらゆる点において安全性の高いものが必要であると考えられる。そこで本テーマでは、簡易的なモデル制作を通して二足歩行に関する知見を得ることによって、実際に人が乗り動作することができるロボットの完成を目指す。

3D プリンター製ウクレレの研究

五味 伸之

Research on 3D Printed Ukulele

Nobuyuki GOMI

近年、3D プリンターは、工業的な使用だけでなく多品種少量生産への実用的な使用が可能になってきている。その中で、3D プリンターによる楽器の製作は、いくつかの前例はあるが形状による音色の変化は検討されておらず、3D プリンター加工の利点である自由な形状の作成があまり活かされていない。そこで本研究では、ウクレレ形状に対してパラメータ設計を用い、評価法を工夫することによって目的とする音色に調整することを目的とした。実験の方法として、製作したウクレレの3弦をどこも押さえず、開放(C = 261.626 Hz)で弾き、スペクトル解析した記録を比較した。その結果、プリンター充填率100%のウクレレと比べ、重量が軽いネック充填率80%のウクレレは倍音が多く、比較的豊かに感じられる音が出る事が確認された。今後の課題は、スペクトルによらない他の評価方法で比較すること、幅広い音色を出すことのできるパーツの製作方法の検討などが挙げられる。

折紙工学を利用した軽量化自動車車体構造の衝突エネルギー吸収性能向上

趙 希祿

Crash Energy Absorption Improvement of Lightweight Car Body Structure by Using Origami Engineering

Xilu ZHAO

自動車車体のフロアに適用するトラスコアパネル構造の衝突エネルギー吸収性能を向上させるように、トラスコアパネルに対して新しいタイプの軽量化折紙構造を提案して、圧潰変形の途中で縦へ折れ曲がる問題が解決でき、ハニカムパネル構造より衝突エネルギー吸収性能が優れていることが確認できて、衝突先端から後方へ細かい圧潰しをを重ねながら圧潰変形を順

番に進行して行く衝突エネルギー吸収に有利な圧潰モードが得られ、衝突エネルギー吸収性能を向上するように検討を進める。

空気の粘性減衰を考慮したコーンスピーカの振動と音響の連成解析

趙 希祿

Vibration-Acoustic Analysis of a Cone Loudspeaker with Effects of Air Viscosity

Xilu ZHAO

現在、人々は日常生活において、様々な音を聞いており、スピーカの設計は、できるだけ忠実に元の音場を再現することを目標としている。高品質なコーンスピーカの研究開発のために、空気の粘性減衰を考慮した振動と音響の連成解析法を独自に提案して、今まで解明できなかったコーンの特性やエッジ特性などによるコーンの振動特性への影響やスピーカのボイスコイル周りの空気の挙動などの問題が明らかになり、さらに、コーンスピーカの最適設計を行い、コーンスピーカの音圧周波数特性の平坦化が実現するために詳細なコーンスピーカの形状パラメータなどを検討する。

ランダムな波浪環境における洋上プラントに適用する高性能 TMD 制振装置の開発

趙 希祿

High Response Performance of a Tuned-Mass Damper for Vibration Suppression of Offshore Platform under Random Wave Environments

Xilu ZHAO

地震荷重を含めたランダムな波浪環境における洋上プラントの振動特性について検討を行い、中心差分による数値解析法および実験測定システムを確立したうえで、地震初期振動に瞬時に反応できる High Response 特性、および強い地

震荷重を受ける時の安全問題を考慮した動吸振器を独自に提案して、今まで当時に解決できなかった問題を一つの動吸振器の中に取り入れ、統合的に解決することが可能となり、また、数値解析法および実験測定法を用い、提案した動吸振器の妥当性と有効性について詳細な検討を行う。

**使用者と協調動作する歩行補助
パワーアシスト装置の研究開発**
長井 力

**Development of Coordinate
Motion Control System for
Power Assist Orthosis**

Chikara NAGAI

近年、下肢障害者あるいは高齢者を対象とした歩行支援装置の研究が進められている。パワーアシスト装置を実用化するために必要な課題のひとつに、装着者や使用環境のさまざまな変化に対する順応性があげられる。従来のロボットの制御方法であるフィードバック制御を用いる場合、制御の目標となる軌道をあらかじめ設定しなければならず、あらゆる状況に合わせた運動パターンを実現することは難しい。一方、人間を含む生物の運動のメカニズムを参考にした制御システムでは、歩行のような周期運動を発生する神経回路としてCPG(中枢パターン発生器, Central Pattern Generator)が提案されている。CPG制御を用いると目標軌道を設定する必要がないため、より柔軟な制御を行える可能性があり、ロボットの制御への応用が研究されている。しかし、決定しなければならないパラメータの数が非常に多く、非線形なシステムであるため制御系の設計が難しいという問題がある。本研究ではCPGによる制御をパワーアシスト装置に適用するために、歩行モデルによるシミュレーションと、パラメータ探索による制御系の設計を行った。今後は、設計した制御系を実際の下肢パワーアシスト装置に適用して歩行実験を行う。

連続体マニピュレータに関する研究
萩原 隆明

Study on Continuum Manipulator
Takaaki HAGIWARA

連続体マニピュレータは、柔軟かつスリムなボディを活かして、通常的手段ではアプローチしにくい狭所に進入するソフトロボットの一種である。軽量、柔軟、出力調整の容易さから空気圧を利用したもの、大きな湾曲が可能なワイヤを利用したものが提案されている。

本研究では、電流により伸縮する素材を用いた人工筋肉と呼ばれるものを駆動装置としたものやワイヤを利用した連続体マニピュレータの製作を行い、姿勢制御の自由度や安定性を評価する。

クローラ型ロボットの踏破能力の検証
萩原 隆明

**Study on Stepping Through a
Crawler Robot**
Takaaki HAGIWARA

地震や水害などの災害発生時には、迅速に要救助者を発見・救助することが求められ、それを目的としたレスキューロボットが開発されている。本研究では、機体主要部の前後にサブクローラを持つクローラ型ロボットや複数のクローラを繋げる連結型といった機構・構造を試作し、不安定な足場での実験を行い、提案した機構の踏破性能を検証する。様々な環境を想定し、段差や不整地、階段等での踏破実験を行い、性能を評価している。

**AE センシングを活用した
食品テクスチャーの評価に関する研究**
長谷 亜蘭

**A Study on Evaluation of Food
Texture by Utilizing AE Sensing**
Alan HASE

咀嚼は、食をつかさどる基本的な身体機能であり、脳・心・身体に大きな影響を及ぼす。咀

嚼過程においては、食感（口当たり、舌触り、歯ごたえ）が関係し、とても複雑な現象を伴う。咀嚼過程で美味しさを感じさせる要素の一つである食感は、食品テクスチャーが大きく関係し、力・振動・音の計測、食品の断面観察などから主に評価がなされる。これらの物理的手段では、複雑な食品の感覚的特性を計測・評価するには限界がある。実際の感覚とのギャップを埋めるためにも、新たな計測手段を活用して評価パラメータを構築する必要があると考える。そこで本研究では、材料の変形・破壊の際に生じる弾性波を計測するアコースティックエミッション(AE)センシングを食品テクスチャーの評価に活用する。

**床材表面における
トライボロジー現象の可視化**
長谷 亜蘭
**Visualization of Tribological
Phenomena on Surface of
Flooring Materials**
Alan HASE

床材は、様々な環境に合わせて選定され使用されるが、その使用環境や摩耗状況によって床材表面の特性が大きく変化することがある。また、靴底のゴム材が床材表面に付着して発生するヒールマークが問題になることも多い。これら床材表面で起こるトライボロジー現象（摩擦・摩耗・潤滑現象）は、摩擦界面を側方から直接観察する摩擦面顕微鏡 in situ 観察装置を用いることによって可視化・評価できる。本実験手法によって、材種ごとの損傷過程やヒールマーク形成過程を明らかにし、床材の耐久性・耐ヒールマーク性の向上や高機能化などに貢献する。

**子ども向け教材における
学習効果を高める
謎解きコンテンツの設計**
長谷 亜蘭
**Design of Problem Solving Game
Contents on Teaching Materials for
Children to Improve Learning Effect**
Alan HASE

謎解き（様々なクイズやパズルを解き進めながら与えられた最終目的を達成する体験型イベント）を科学・工学教育に取り入れた独自の教育手法を用いて、子ども達に向けた教育活動を精力的に展開している。学習効果を高めるためには、謎解きが単なる作業で終わらぬよう、謎解きコンテンツの内容が重要となってくる。本研究では、学習テーマの本質を失うことなく、子ども達に楽しく学習内容を印象づけるための謎解きコンテンツの設計について検討し、その設計手法の定型を構築することを目的としている。これを基盤にすれば、様々な目的に合わせた謎解きコンテンツの設計が可能になると考える。

**コンポジット固体推進薬の
アルミニウム燃焼特性に関する研究**
福地 亜宝郎
**Study on the Combustion
Characteristics of Composite
Solid Propellant**
Apollo FUKUCHI

現状の固体ロケットで主に使用されている、コンポジット固体推進薬は、高性能化のためにアルミニウムを助燃材として用いている。しかしロケットに要求される高負荷燃焼場およびコンポジット推進薬特有の不均一燃焼場のため、燃焼条件によってはアルミニウム起因のスラグ（燃焼残渣）が大量に発生し、性能低下、耐熱設計への悪影響、スペースデブリ増加などの問題の原因となっている。本研究では、アルミニウムの燃焼性の向上を目指し、構成成分である、過塩素酸アンモニウム、アルミニウムの形状、

粒度の影響および燃焼性向上可能な添加物の効果を確認する。コンポジット推進薬を試作し、燃焼観察を行い、推進薬の燃焼状況、スラグ生成状況を詳細に調べ、その発生メカニズムを明らかにし、組成改良を検討する。

石炭火力発電所の 耐震性向上に関する研究

皆川 佳祐

Improvement of Seismic Performance of Coal-Fired Thermal Power Plants

Keisuke MINAGAWA

東日本大震災における福島第一原子力発電所の事故以降、日本のベース電源は原子力発電から石炭火力発電に移行している。通常、石炭火力発電所のボイラは、運転時の熱膨張を逃がすため、上部のみを支持構造物に固定されている。したがって、地震時は非常に揺れやすい構造である。現在、地震時のボイラの振動を抑制するため、鋼材製の振れ止めが設置されている。しかしながら、近年の石炭火力発電所の社会的重要性の増加や度重なる強大地震の発生を踏まえれば、さらなる耐震性の向上が望まれる。本研究では、石炭火力発電所へのダンパーの適用を検討する。これまでの地震より、ボイラの火炉とケーシング間で損傷が発生することがわかっている。そこで、2020年度は火炉とケーシング間にダンパを設置することで、ボイラの地震被害を抑制する手法を数値解析により検討した。その結果、ダンパの効果を確認することができた。

想定外の地震に対する 免震構造の挙動に関する研究

皆川 佳祐

Behavior of Base Isolated Structure Against Unexpected large Earthquakes

Keisuke MINAGAWA

免震構造は、地面と構造物の間に積層ゴムや滑り支承などの免震装置を設置することで、地震動の構造物への伝達を抑制する構造である。阪神淡路大震災や東日本大震災で効果を発揮したことから、建築構造物を中心に普及している。一方で、2010年代には東日本大震災を始め、熊本地震などの極めて大きな地震が発生したことから、特に産業施設に免震構造を採用する際には、想定外の地震動に対しても十分な安全性を確保することが求められている。免震構造は免震装置を変形させることで上部構造物へ伝わる加速度を低減させるものであるが、想定外の地震動に対しては変位が過大になり、周囲の擁壁と衝突する恐れがある。そこで本研究では、免震構造物と周囲の擁壁との間にバッファを設置することを提案する。数値解析プログラムを構築し、バッファのパラメータと地震応答の関係を整理した結果、適切にバッファの諸定数を設定することで、想定外の地震に対しても擁壁との衝突の影響を抑えられることを確認した。

生命環境化学科

ツビッターイオン性高分子 表面修飾材料に関する研究

田中 睦生

Studies on Zwitterionic Polymers for Surface Modification Materials

Mutsuo TANAKA

バイオセンサー開発において、測定試料に含まれるタンパク質の非特異吸着抑制は必須の研究要素である。中でもゴムやプラスチックはバイオセンサーを構成する基盤材料となるため、これらの材料表面のタンパク質非特異吸着抑制技術が求められている。ツビッターイオン性官能基であるスルホバタインを導入した高分子材料は、ゴムやプラスチック表面を親水性化し、タンパク質非特異吸着抑制表面修飾材料として有望であることを見いだしている一方で、細胞培養機器の表面修飾にも有望であることを見だし、その有用性を検討中である。

振動子界面における有機薄膜動的挙動 解析に関する研究

田中 睦生

Studies on Dynamic Properties for Organic Thin Layers on Oscillating Interface

Mutsuo TANAKA

水晶振動子を用いた分析技術は様々な分野で利用されているが、有機薄膜とはじめとするソフトマターが振動子上でどのような動的挙動を示すかを解析した研究は、有機薄膜を構築できる材料が存在しないため実施不可能であった。我々は分子量 2,000 に及ぶ単分散オリゴエチレングリコールの合成法を確立し、それら材料を用いて動的挙動解析研究を実施、振動子上での有機薄膜動的挙動の体系化において温度依存性を検討したところ、特定周波数で収束点が現れることを見いだした。この現象が有機薄膜に普遍的に現れる現象であるのか否かを検討するため、構造の異なる単分子膜構築材料を合成中である。

BTBT 誘導体の有機半導体物性と 結晶構造に関する研究

田中 睦生

Studies on Organic Semiconductor Properties of BTBT Derivatives

Mutsuo TANAKA

有機半導体は IT 分野の拡充に必須の材料であるため、幅広く研究が展開されている。BTBT (ベンゾチエノベンゾチオフェン) は、低分子結晶性有機半導体材料の一つとして注目されている。我々は BTBT 誘導体が杉綾模様 (herringbone) 状になった結晶において優れた半導体特性を発現することを見いだしている。モノアルキル BTBT 類縁体として、片方のベンゼン環をナフタレン環に変換した BTNT (ベンゾチエノナフトチオフェン) を基本骨格に様々な鎖長のアルキル鎖を導入したモノアルキル BTNT を合成し、その物性を検討中である。

エキナセアの新奇変異体獲得に利用する DNA マーカーの開発

秋田 祐介

Development of DNA Markers for New Flower of Echinacea

Yusuke AKITA

埼玉県寄居町で積極的に栽培されているハーブ「エキナセア」(*Echinacea purpurea*) について、オリジナリティーの高い新品種候補となる変異体を作成するために、イオンビーム照射を行っている。効率的に変異体を作成するためには、DNA マーカーによる選抜が重要である。そのために、ターゲットとする形質を「花色」と「栄養成分」に絞り、花色成分の分析と栄養成分、特にビタミン類の分析を行った。その結果を踏まえ、現在はターゲットとする形質の生合成に関わる遺伝子単離を進めており、突然変異誘発による変異個体の作出に利用することを考えている。

芳香シクラメンのアントシアニン 生合成経路の解明

秋田 祐介

Study on Anthocyanin Biosynthetic Pathway in Fragrant Cyclamen

Yusuke AKITA

芳香シクラメンの花色品種拡大にむけて、花色の主成分であるアントシアニン生合成経路の解明を進めている。これまでに、芳香シクラメン野生種 (*Cyclamen purpurascens*) より、アントシアニン生合成に関わる酵素遺伝子群を 20 種類以上単離してきた。現在は、これらの遺伝子が実際に花色に関与しているのかを解析している。また芳香シクラメン品種から、イオンビーム照射によっていくつかの花色変異体を作成している。その花色変異体を利用して、変異因子の同定を進めている。これらの結果を踏まえ、「花色・アントシアニン・遺伝子」の関係性を見いだし、効率的に求める花色を作り出す方法を探っていく。

シクラメンの‘かほり’ 生合成経路の解明

秋田 祐介

Study on Fragrance Biosynthetic Pathway in Cyclamen

Yusuke AKITA

花の香りは、花色・花形と並んで花の価値を決める非常に重要な形質であるが、その生合成は未解明の部分も多い。本研究では、芳香シクラメンを利用して芳香成分の生合成経路の解明を進める。これまでに、イオンビーム照射によってシクラメンの芳香成分が変化した変異体を作成している。現在はその香り変異体を利用して、変異因子の同定を進めている。また、企業との連携でバラ新品種の芳香成分の分析も行ってきた。これらの研究は、「香り」の変化した花の作出や、香水などの化粧品や新しい香料の開発にも繋がっている。個人的には、‘シクラメンのかほり’という香水を開発したいと思っている。

温暖化ガス有効資源化のための 大気圧プラズマ改質法の開発

有谷 博文

Development of Plasma Processes under Atmospheric Pressure Discharge for Reforming of Greenhouse Gases to Useful Compounds

Hirofumi ARITANI

温暖化ガスの主成分である二酸化炭素およびメタンを、低エネルギー下で簡便に有効資源化するための大気圧プラズマ改質法の開発を行う。とくに反応器の改良、充填材の誘電等による活性増大、触媒充填による選択性の制御等を多方面に応用し、大気圧での低電力(出力 15 W 以下)放電場を最大限有効に利用した資源化プロセスを設計する。

天然ガス石油資源化プロセスのための メタン脱水素芳香族化触媒の開発

有谷 博文

Development of Novel Catalysts for Dehydroaromatization of Methane for GTL (Gas-to-Liquid) Process

Hirofumi ARITANI

石油資源に比べ格段に埋蔵量豊富な天然ガスは有用なエネルギー資源の一つであるが、その有効利用法の乏しさから工業的な利用に限界がある。天然ガスを原料とした直接脱水素芳香族化によるベンゼン等への石油資源化はその有効利用を狙った画期的なプロセスである。この化学的転換をゼオライト修飾体などの多孔体担持遷移金属により高活性・高選択に進行させるための触媒開発を行う。とくに Mo の高活性を生かした触媒設計を進め、その構造制御による高活性化を行うとともに、不可避とされる炭素析出失活の抑制を図る。

水素燃料デバイスのための低温高活性な 有機ハイドライド脱水素触媒の開発

有谷 博文

Development of Highly Active Dehydrogenation Catalysts from Organic Hydrides at Low Temperature

Hirofumi ARITANI

ガソリン等の代替燃料として実用開発途上である水素燃料について、その貯蔵輸送を容易とするための有機ハイドライド（シクロヘキサン系環状アルカン）利用時の移動体上での水素逐次生成を目的として、低温脱水素に高活性な触媒の開発を行う。とくに200℃以下の低温域でも脱水素高活性かつ高耐久性を有する触媒の設計を目的として、担持貴金属微粒子などの触媒を中心とした脱水素活性および生成芳香族化合物の触媒上からの脱離促進の双方について高活性化要因を検討する。

安定なバイオセンサー構築のための 好熱菌由来の酸化還元酵素遺伝子の 大腸菌内での大量発現

石川 正英

Overexpression of Redox Enzyme Genes from Thermophilic Bacteria in *Escherichia coli*

Masahide ISHIKAWA

現在、様々なバイオセンサーが実用化されているが、その心臓部である酵素の不安定性が問題となっている。そこで、高度好熱菌 *Thermus thermophilus* HB8 および好熱菌 *Deinococcus geothermalis* 由来の安定な種々の酵素を用いたバイオセンサーを構築するために、遺伝子工学的手法によりそれぞれの好熱菌由来のリンゴ酸脱水素酵素、乳酸脱水素酵素、アルデヒド脱水素酵素、グルコース脱水素酵素など、種々の酵素遺伝子をクローニングし、大腸菌内で大量発現させるとともに、大腸菌内での大量発現に重要な遺伝子上の塩基配列の探索を行う。

好熱菌由来の酸化還元酵素遺伝子の 枯草菌およびブレヴィバチルスを用いた 分泌発現

石川 正英

Secretion Expression of Redox Enzyme Genes from Thermophilic Bacteria by *Bacillus subtilis* and *Brevibacillus*

Masahide ISHIKAWA

当研究室ではこれまでに、安定なバイオセンサーを構築することを目的として、高度好熱菌 *Thermus thermophilus* HB8 および好熱菌 *Deinococcus geothermalis* 由来の安定な種々の酵素の遺伝子を大腸菌内で大量発現させてきた。しかし、グルコース脱水素酵素遺伝子やアスパラギン酸酸化酵素遺伝子など、大腸菌内では発現しなかったり、発現しても不溶化してしまったりして、活性な酵素が得られない場合があった。そこで、大腸菌の代わりに、発現するタンパク質が可溶化しやすく、菌体外への分泌発現が可能である枯草菌やブレヴィバチルスを用いた好熱菌由来の酸化還元酵素遺伝子の発現系の構築を行う。

共役ポリアルケン／アルキン類の 新規合成法の開発

岩崎 政和

Study on a Novel Synthesis of Conjugated Polyalkenes and Polyalkynes

Masakazu IWASAKI

われわれの研究室では、パラジウム錯体触媒を用いてアリルエステル、一酸化炭素、末端アルキンの三元カップリングを行い、4-アセトキシヘキサ-1,3-ジエン-5-イン類が合成できることを報告した。この反応を多官能性原料に適用すると、導電性高分子（共役ポリアルケン／アルキン類）の新規合成法となる可能性がある。現在は反応条件や触媒の最適化、反応基質の適用範囲、とくに最近ではアリルエステルの代わりにプロパルギル化合物を出発物質とした反応を

中心に研究を進めており、中間錯体と考えられる新規 2-アリール-3-オキソシクロブタ-1-エン-1-イルパラジウム錯体の合成に成功している。

**シクロブテノン化合物の
新規合成手法の開発**

岩崎 政和

**Study on a Novel Synthesis of
Cyclobutenone Compounds**

Masakazu IWASAKI

われわれの研究室では、プロパルギル化合物、CO、Pd(0) 錯体から新規な 3- オキソシクロブタ-1-エン-1-イル配位子を有する Pd(II) 錯体が得られることを見出し、報告した。この Pd 錯体と、有機亜鉛、有機マグネシウム、有機ホウ素等とのモデル反応（量論反応）では 2,3-二置換シクロブテノン類が効率よく得られることを見出している。現在この錯体を鍵中間体とする触媒反応の開発を手掛けており、プロパルギル化合物、CO、有機金属求核剤を Pd 錯体触媒存在下に反応させ、シクロブテノン化合物の新規合成手法の開発を目指している。

感温型液晶調光素子の開発

木下 基

**Development of Thermo-Sensitive
Light-Controlling LC Devices**

Motoi KINOSHITA

近年、交通機関や公共トイレなどに、高分子分散型液晶を用いた電場応答型のスマートウィンドウの採用が増えているが、配線の手間や停電対策などの課題があるため、住宅への採用はあまり進んでいない。最近、われわれは電気を用いず、環境温度で調光特性が切り替えられる熱応答型調光素子を、低分子液晶および親水性基板と疎水性基板から構成される簡便な素子で実現した。さらに、素子の厚みを 100 μm から 30 μm と厚みを薄くすると、液晶ドメイン数が増えて不透過時の散乱効率が向上することが明らかになった。

**マウス味蕾内ネットワーク形成分子に
関する研究**

熊澤 隆

**Study of Network-Forming Molecules
in Mouse Taste Buds**

Takashi KUMAZAWA

哺乳類の味蕾は、I～IV型の4種類の味蕾細胞と、それらを取り囲む周辺細胞とで構成されている。個々の味蕾は独立して味情報を中枢へ伝えられると考えられるが、味蕾内においては細胞間の情報ネットワークによって味情報が統合されて味蕾から出力される。味蕾細胞の受容膜には味覚受容体、Gタンパク質、酵素が存在し、基底膜にはATPなどの伝達物質の受容体、DHEAなどのホルモンの受容体、TRPM5やCALHM1などのイオンチャネル、エクトヌクレオチダーゼなどの酵素など多くの分子が存在している。当研究室では、マウスの味覚器を用いて、これらの分子の味蕾内分布・機能・遺伝子発現について調べ、末梢における味物質の受容システムの解明を目指している。

**GABA の味応答に及ぼす効果に
関する研究**

熊澤 隆

**Study on the Effect of
GABA on Taste Responses**

Takashi KUMAZAWA

γ -アミノ酪酸 (GABA) は神経系の GABA 受容体に結合し、神経細胞に過分極を引き起こす抑制性の神経伝達物質として機能する。この GABA 受容体は神経系以外にも消化管、膵臓、肝臓など広範に存在し、味蕾細胞にも存在することが報告されている。私たちは、味刺激によって過分極する味蕾細胞が存在することを見出しており、GABA 受容体の存在は私たちの結果とも合致する。しかしながら、味物質の受容によって過分極した細胞は情報を神経に出力できなくなるため、役割は不明である。一方、GABA はアミノ酸の一種であり、舌に投与すると味覚受容体の一つであるうまみ受容体に結

合して味応答する可能性や他の味応答を修飾する可能性がある。現在当研究室では、GABAの味物質としての特性と基底膜における伝達物質としての役割を明らかにすることを目指している。

酵素機能電極を利用する自己駆動式 身体装着型バイオセンサの開発

長谷部 靖

Development of Self-Powered Wearable Biosensors Using Enzyme-Functional Electrodes

Yasushi HASEBE

高齢化社会が進むと同時に、生活習慣病の発症リスクも高まっている今日、1日の行動や生体情報を記録し続ける携帯型・装着型の計測器が注目されている。本研究では、汗、涙、唾液などの採取が容易な生体試料に含まれる代謝物を非侵襲的かつ連続的に測定する自己駆動式の身体装着型バイオセンサの開発を目的とする。柔軟性が高く・軽量で高い導電性を持つ材料に様々な酸化還元酵素を、長期間安定に固定化できる新手法を確立し、この酵素機能電極を利用する自己駆動式の身体装着型バイオセンサを開発する。本センサは体液中の代謝物を燃料とする酵素型バイオ燃焼電池の原理に基づくため、外部電源が不要であり、体液に含まれる各種の疾病マーカーを非侵襲的かつ日常的に長期間連続的にモニターすることができる。将来的には、日々の健康管理だけでなく病気の早期発見・治療に役立つヘルスケア機器として期待される。

新規な放線菌からの 抗生物質スクリーニング

秦田 勇二

Screening for New Antibiotics from Actinomycetes

Yuji HATADA

医療現場では薬剤耐性菌の出現を理由に、新規な抗生物質の発見を強く求めている。微生物

は古くから醗酵食品をつくるためなどに利用されてきた。抗生物質などの薬も微生物から多く発見されている。

当研究室では、土壌サンプルに対して特殊な処理を施した後、効率よく放線菌に属する微生物を取得することが可能な系の立ち上げに成功している。取得した放線菌を培養し、抗菌活性物質を生産しているかどうか評価を重ねてきた。その結果、約40種類の抗菌活性を持つ放線菌が取得できている。これらの放線菌の遺伝子配列の一部を解析した結果、これまでの報告例には無い新たなタイプの放線菌も7種類取得されていることが明らかとなっている。これらの放線菌が生産する抗生物質が構造的にも新規なものであるか解析を進める。

産業廃棄物からの無機イオン交換体の 合成と環境浄化への応用

本郷 照久

Synthesis of Inorganic Ion-Exchange Materials from Industrial Wastes and Their Applications to Environmental Cleanup

Teruhisa HONGO

事業活動に伴って排出される産業廃棄物は、その特性に応じて処理・処分されることになる。産業廃棄物を埋め立て処分する最終処分場の残余容量は減少を続けており、産業廃棄物の減容化が強く望まれている。産業廃棄物の新たな利用方法を創出することで新たな需要を生み出すことができ、その減容化を達成することができる。そこで、様々な産業廃棄物（火力発電焼却灰、鉄鋼スラグなど）から有用成分を抽出し、機能性無機材料の一つであるイオン交換体の新規合成プロセスの開発を行っている。さらに、得られたイオン交換体を用いて、排水処理などの水環境浄化に関する研究も進めている。

**農業廃棄物を用いた
バイオリファイナリーの基礎技術開発**

本郷 照久

**Development of Basic Technology
for Biorefinery Using Agricultural
Waste**

Teruhisa HONGO

脱炭素社会や持続可能な社会を実現するためには、化石資源への依存度低減が強く求められている。そのため、エネルギー（電力など）や化学製品（繊維やプラスチックなど）の原料を、化石資源から再生可能なバイオマス資源へと転換するバイオリファイナリー技術の開発が必要である。わが国の食料自給率や農地面積を考えると、バイオマス資源用の作物を栽培することは現実的ではない。そこで、農業生産をする際に排出される廃棄物（農業廃棄物）を原料に用い、化学製品や機能性材料、そして、水素ガスやバイオエタノールなどを作るための基礎技術開発に関する研究を進めている。

**電解法により表面を改質した
新規炭素材料の開発**

松浦 宏昭

**Development of Novel Carbon
Materials Fabricated
by Electrolytic Techniques**

Hiroaki MATSUURA

既存の炭素材料の表面を機能化し、高い触媒活性が得られる新規な炭素材料の創製を目指している。当研究室では、電解法により炭素材料表面を改質する方法について研究を進めている。

具体的には、炭素材料表面に金属や非金属元素を含む各種官能基群を形成させることで、特定の物質に対して高い触媒活性を付与できることに成功している。最近では特に、過酸化水素や水素といった無機物質のセンサ用電極に応用する研究を進めている。加えて、電気分解による水素製造用の電極材料の開発や、レドックスフロー電池用の電極材料としての適用を目指している。

多目的レドックスフロー電池の開発

松浦 宏昭

**Development of a Multiple Functional
Energy Storage System**

Hiroaki MATSUURA

大規模集中型エネルギーシステムへの依存度を軽減していくために、加えて再生可能エネルギーの効率的な受電と活用を目指して、我々のグループでは、安全性が高く、耐久性に優れた蓄電池として、レドックスフロー電池の多目的化とその実証研究を進めている。現在実証実験中のレドックスフロー電池は、活物質としてバナジウムを利用したレドックスフロー電池であり、40セル直列のセルスタックに、太陽光発電と連動させた電力需給システムを構築している。また高電流密度化への試みとして、電極材料の表面改質により、活物質であるバナジウムとの電極反応特性の向上についても検討を進めており、小型～中型クラスのレドックスフロー電池の実用化に向けた研究開発も継続中である。

情報システム学科

MetamorCard: 動的マルチタッチを 利用した変身するカードデバイス

鯨井 政祐

A Study of Easy Reconfigurable Multi-touch Card System

Masahiro KUJIRAI

現在、カードの読み書きには RFID などがよく用いられている。しかしこの方法には、リーダが限られ、またユーザ側には動的カスタマイズの余地があまり無いなどの欠点もある。そこで本研究では、マルチタッチのパターンを電氣的に制御することで意味を動的に変化させられるようにする。これにより変身するカードを実現するのが本研究の目的である。提案するシステムでは、ユーザは MetamorCard を手に持ち、リーダとなる液晶ディスプレイにタッチする。このとき、カード裏面にある複数の導電端子は、導通しているものと非導通のものがあり、そのパターンはユーザ側で自由に制御できる。一方液晶ディスプレイ側はマルチタッチパネルを用いることで、どのようなパターンでマルチタッチされたかを検出できる。このようにして、1 枚のカードに複数の意味を持たせるができる。カードは表面実装部品を使い超薄型のプリント基板を設計している。

大容量・長距離デジタルコヒーレント 光ファイバ伝送方式の研究

青木 恭弘

Optical Fiber Transmission Technologies for Long-Distance and High-Capacity Digital Coherent Transmission Systems

Yasuhiro AOKI

本テーマでは、大容量・長距離光ファイバ伝送技術に関する研究を進めており、本年度は、以下の内容について明らかにした。

- (1) 一つの搬送波あたり 1 Tbps (1,000 Gbps) レベルの超高速通信実現の理論的検討を進め

た結果、コア拡大単一モード光ファイバを伝送路とした光増幅中継伝送系において、DP-QPSK 変調を採用し、かつ、高次分散（分散スロープ）を抑制することにより、太平洋横断距離 9,000 km 以上の伝送が可能となることを初めて見出した。

- (2) 次世代変調技術の一つである、各シンボルの存在確率を最適化する Probabilistic Constellation Shaping (PCS) を適用した場合の受信特性について、DP-64QAM 変復調方式を例として数値計算により定量化し、この方式による究極性能について考察した。
- (3) また、多次元セット分割 (set-partitioning) 変調の基礎検討として、2 偏波を区別せずにマッピングする 4 次元符号変調の検討を行い、性能改善量を定量化した。

マルチレートフィルタを用いた 信号処理に関する研究

伊丹 史緒

A Study on Signal Processing Based on Multi-rate Filters

Fumio ITAMI

信号処理システムにおいて、マルチレートフィルタは、サンプリングレートの変換に合わせてフィルタリングを行える点で、より正確あるいは柔軟に信号を処理できる。本研究では、このようなマルチレートフィルタの、他のアプローチに対する優位性の検討と、等間隔サンプルの復元問題への応用、また、脳波や画像の解析への応用に関する検討を行う。

ロボットシステムのための 信号処理に関する研究

伊丹 史緒

A Study on Signal Processing for Robot Systems

Fumio ITAMI

ロボットシステムにおいては、それに搭載されたカメラやレーザースキャナ等の、様々なセンサーからの信号を、正確かつ高速に処理することが重要となる。本研究では、このようなロボットシステムにおける、センサー信号の雑音低減処理や、信号の統合や解析処理のアルゴリズムに関する検討を行う。

畳み込みニューラルネットワークを用いた珈琲豆の焙煎度と良否の自動判別

井上 聡

Determining The Degree of Roasting and Quality of Coffee Beans Using a Convolutional Neural Network

Satoru INOUE

自宅で珈琲豆を焙煎することは、技術的に難易度が高い本研究では珈琲豆の焙煎度を認識し、また、ごくまれに製品に混入している、質の悪い豆を見分けるシステムを提案する。

珈琲豆の焙煎度には基本的に3つの異なるレベル（深炒り：dark 中炒り：medium 浅炒り：blonde）があり、それぞれの焙煎には独特の色と風味がある。自宅で珈琲豆を焙煎する場合、その過程で豆の焙煎度を調節したり、現在の度合の焙煎になったのかを判別するのは、熟練した技術や経験が必要となる。また、専門店で珈琲豆を購入してきた場合、その製造・流通の過程でまれに質の悪い豆が混入することもあり、淹れた珈琲の風味にも大きく影響を及ぼす。本研究では自宅で珈琲豆の焙煎を効率よく行えるような補助をし、また風味に影響を及ぼす質の悪い豆を識別して取り除くことができるような判別システムを構築することを目的としている。

深層学習による木簡実測図の自動作成

大山 航

Automatic Generation of Measured Drawings for Mokkan Using Deep Learning

Wataru OHYAMA

木簡研究において手作業で作成されている木簡実測図を、深層学習を活用して自動作成する手法を提案する。提案手法は、木簡1点をデジタルカメラやスマートフォンで撮影した画像を入力とし、木簡の形状、墨痕を正確に転写した実測図を出力する。本報告では、提案手法と、本研究中で使用した木簡画像データセットの詳細を述べる。337点の木簡実画像データを用いた実験により、提案手法が木簡実測図を安定して自動作成できることが確認された。本手法により、正確な木簡形状の記録作成が簡便かつ迅速に可能となることが期待される。

13.56 MHz RF 液中プラズマ発生とその応用に関する研究

佐藤 進

Study on Generation and Application of 13.56 MHz RF Induced Plasma in Liquid

Susumu SATO

13.56 MHz RF 液中プラズマは、マイクロ波よりも制御しやすく、直流及び直流パルスプラズマよりもエネルギー密度を上げることができる特質がある。現在、二つの側面からこの研究を行っている。一つは基礎的なパラメータを収集と、安定な制御と可能性を引き出すための装置の改良である。もう一つは応用研究であり、化合物からの還元及び金属電極からの蒸発という二つの方法を用いたナノ粒子および金属担持触媒の生成、ダイヤモンド合成を試みている。

小学校におけるプログラミング教育に関する技術的研究

関口久美子

A Technical Study on Programming Education at the Elementary School

Kumiko SEKIGUCHI

2020 年にいよいよ小学校でのプログラミングの授業が開始された。しかしながらその準備が十分でなかったうえに、新型コロナウイルスでの長期休校による学習の遅れや感染防止のための作業など、プログラミング授業の実施はますます困難を極めている。そのような中で、コンピュータやプログラミングに不慣れな教員によるプログラミング教育を円滑にかつ効果的に実施するための支援が必要となっている。そこで教材やテキストを含めた教育プログラムを開発し、さらにその支援体制を確立しようとするものである。

脳活動を計測・推定することで、擬似脳死患者の脳波から微弱な脳活動成分が存在するかを識別する BDD, 脳内の情報を末梢神経に通さず、外部機器に伝える BCI, このようなシステムを実現するためには、基本かつ共通的な難題として、如何に雑音環境下で無用な脳活動成分を除去し、脳活動目的成分だけを精度よく抽出するか of 信号処理技術、様々な脳波から活動状態を推定する機械学習と識別技術の確立が必要不可欠である。本研究では、テンソルの同時対角化、テンソルの雑音分解、テンソルの深層学習のアプローチを提案し、これまで困難となる諸問題の解決法を与える。

本研究はそれぞれ日本学術振興会 (JSTS), 日本科学技術振興機構 (JST) からの Crest プロジェクトの援助を受けて行なっている。ここで、感謝の意を表す。

脳計測信号処理のための テンソル分解理論と

脳死判定並びに BCI への応用

曹 建庭

Study on High Order Tensor Decomposition Theory and Algorithm for the Brain Signal Processing, and Application to Brain Death Determination (BDD) and Brain Computer Interface (BCI) systems

Jianting CAO

本研究の目的は、脳死判定 (以下, BDD) における高レベル雑音の除去問題及び大規模患者データ処理問題, 脳コンピュータインタフェース (以下, BCI) 実用ための推定精度と速度の問題を, テンソルを用いた定式化することと高階テンソルの同時分解の方法を構築・発展させることである。また, 本研究は単なるアルゴリズムの開発に留まらず, 実用的な BDD 診断システム及び実用 BCI システムを開発することで, リアルタイムで検証や稼働させることも本研究課題の大きな目的である。

現代の電気機器や産業機械の制御に適した最新の理論の研究

中村 晃

Research of the Latest Theories Appropriate for Controlling Modern Electrical Equipment and Industrial Machinery

Akira NAKAMURA

乗り物・ロボットのような産業機械や家電・オーディオビジュアル機器・モバイル機器といった電気機器はシステム制御理論と密接な関係がある。システム制御理論に関しては、古典制御理論、現代制御理論、データサイエンス手法など時代の変遷に伴い利用される理論も変化している。本研究では様々な世代のシステム制御理論を駆使して最新の機器を制御するのに最適な理論を導出することを考える。

コミュニケーションロボットの開発

橋本 智己

Development of Communication Robot

Tomomi HASHIMOTO

ロボット工学の発展によりコミュニケーションロボットの開発が進められている。

本研究室では、感情と記憶が相互に連携するコミュニケーションロボットの心理モデルを提案している。提案モデルは P. Ekman の 6 感情の知見を背景として、ロボットに仮想的な人格を設定している。ロボットは自然言語によって対話が可能であり、気分一致効果などを表現することができる。また人間の忘却をモデル化し、ロボットは記憶したエピソード記憶を断片的に忘れることができる。

浴室清掃・風呂掃除ロボットの開発

橋本 智己

Development of Bathroom Cleaning Robot

Tomomi HASHIMOTO

家庭で人間をサポートする、生活支援ロボットの研究が期待されている。

本研究室では、浴室清掃・風呂掃除ロボットの開発を行っている。開発したロボットは、高圧と低圧の放水によって浴室全体を清掃することができる。本研究は、特願 2020-96651 として特許出願した。

機械学習を用いた

電磁界数値シミュレーション技術の開発

藤田 和広

Development of Electromagnetic Field Analysis Technique Using Machine Learning

Kazuhiro FUJITA

電磁界はその時間変動の速さに応じて「静電界・静磁界」、「渦電流界」、「高周波界」の 3 種類に大別される。これら電磁界の代表的な数値

シミュレーション手法として、差分法・有限要素法・境界要素法の 3 つが知られており、エレクトロニクス機器などの産業分野から先端科学分野まで広く利用されている。本研究では、第 4 の手法として機械学習を用いた電磁界数値シミュレーション手法の開発を試みる。高周波電磁界（電磁波）の支配方程式を学習させた深層ニューラルネットワークに基づく解析コードの開発を行い、数値シミュレーション結果が空洞共振器の厳密解と良好に一致することを確認した。今後は、開発した解析コードの多次元問題への拡張、複雑な問題へ応用、他の種類への展開を行っていく予定である。

量子計算のための N 量子ビット制御 X ゲートコード生成システム

前田 太陽

A Code Generator of X Gate with N Controls and One Target for Quantum Computation

Taiyo MAEDA

近年 IBM Qiskit などのシミュレータにより量子計算や量子通信ためのアルゴリズムの検証や応用が期待されている。一方で多くの事例で制御 X ゲートが必要不可欠であるが、制御ビットが増えた際の制御 X ゲートは、制御ビット数に比例し複雑になる。そこで制御 X ゲートのコード生成を支援するシステムを開発し、グローバ探索アルゴリズムにより結果の検証を行った。その結果、プログラムのコーディング量を削減し効率化できることが明らかになった。今後は特定アルゴリズムの検証や適用を検討予定である。

**マイクロストリップアンテナの近傍に
置かれた金属柱が整合特性および
放射特性に与える影響に関する研究**

松井 章典

**A Study on the Effect of Metal Posts
Placed in the Vicinity of a
Microstrip Antenna on Matching
and Radiation Characteristics**

Akinori MATSUI

マイクロストリップパッチアンテナ (MSA) に無給電素子を放射方向へ付加させて放射指向特性を制御する研究は従来から行われてきている。それらの研究では無給電素子に支柱がなく空中に浮いているものを想定しているものがほとんどである。しかしながら、実装を考えた場合支柱は必要になるため、この部分の影響を考慮しなければならない。本研究では支柱に金属柱 (ポスト) を用いたときの整合特性と放射特性の変化について電磁界シミュレータによる解析を行い、所望の目的に応じた設計資料を得る。現時点において、MSA の放射素子近傍に置かれた金属ポストは、放射された電磁界を誘導し再放射することが明らかとなっている。また、金属ポストが MSA の整合周波数に対して特定な値、たとえば $1/2$ 波長、1 波長となるときは金属ポストが共振し誘導・再放射の強度が強くなる。

**小型円偏波平面アンテナの構成法に
関する研究**

松井 章典

**Configuration for a Small
Circularly Polarized
Planar Antenna**

Akinori MATSUI

GPS 信号などを受信するための小型円偏波アンテナを携帯端末機器に搭載するにはいくつかの技術的課題がある。円偏波の発生条件を満足するための3つの条件、①物理的配置、②等振幅および③90度の位相差を持たせた給電が必要となることである。これらをすべて満足し

て円偏波アンテナが構成される。容易に円偏波を実現できる構造はマイクロストリップパッチアンテナ (MSA) の動作モードに摂動を与えることであるが、このアンテナは平面構造であるために機器内に占有する部分が多くなる。そこで携帯機器の端部に設置でき、小型な形状を有する円偏波アンテナの構成法を提案する研究を進めている。MSA の摂動給電は、異なる形状のアンテナ2本を用いても構成できることが原理的に確認されている。私たちの研究室では摂動給電法を用いた円偏波アンテナの開発を行っている。

ディープラーニングの医療応用

村田 仁樹

**Applying Deep-Learning to Medicine
Masaki MURATA**

ディープラーニングの医療分野への応用を行ってきた。具体的には、頭部 MRI 画像における転移性脳腫瘍の自動検出、胸部 X 線画像における判断根拠の可視化を進めてきた。判断根拠の可視化においては従来の Grad-CAM を改良し、より説得力のある可視化に向けて重要な知見を得た。今後は医療応用を軸に、素粒子物理学への応用および仏教聖典の英訳などにディープラーニングを応用していく予定である。

**多重解像度解析に基づく
高階エネルギーの自動構築**

望月 義彦

**Automatic Construction of a
Higher-Order Energy Based on
Multiresolution Analysis**

Yoshihiko MOCHIZUKI

グラフカットによるエネルギー最小化問題は、コンピュータービジョンやパターン認識において広く扱われるが、その解法の制約やエネルギー設計の難しさから、実用的には比較的単純なもののみにとどまっている。解法は実用的な

レベルになっているが、エネルギー自体の設計方法については、理論的な方針がない。一方で、過分割処理により問題を単純化することで、精度や計算量の面で大幅な改善がみられることが分かっている。本研究では、入力データの構造を基にしたエネルギー設計を実現するために、尺度空間解析による階層的な全自動の構成手法を提案し、医用画像や動画画像などへの応用を通して、実用性を検証する。現在は、主に先行研究の調査および評価実験のためのソフトウェア開発を行っている。

スケーラブル且つ高精度な特徴表現方法 を用いた Android マルウェア検知

森川 智博

A Scalable and Accurate Feature Representation Method for Identifying Malicious Mobile Applications

Tomohiro MORIKAWA

スマートフォンの普及に伴い、新しい Android マルウェアが急激に増加してきている。アプリケーションストアから Android マルウェアを検出するのは、かなり手間がかかる作業である。これまでの研究では、機械学習を利用した Android マルウェアの自動検知に焦点が当てられているが、大規模なデータに対してはスケーラブル且つ高精度なソリューションがまだ欠けている。そこで、本研究では、Android マルウェアの検知精度を向上させるのと、同時に解析処理にかかる計算時間も短縮するための特徴表現方法を提案する。それだけではなく、自動化のため、データ収集、静的特徴抽出、および機械学習アルゴリズムを組み合わせた検知システムも構築する。

評判情報に基づくモバイルアプリの セキュリティ対策の研究

森川 智博

Towards Automatically Detecting Promotional Attacks in Mobile App Store

Tomohiro MORIKAWA

スマートフォン等モバイル端末のアプリを配布するマーケットにおいて、アプリの評判情報を悪意で操作し、悪性アプリを多くのユーザにダウンロード・感染させる脅威が存在する。しかし、ユーザたちは、評価情報の真偽を判断できず、偽の情報を信用してしまい、悪性アプリをダウンロードすることになる。これらの脅威はユーザに被害をもたらすだけではなく、マーケット評判の低下にもつながる。本研究は、アプリマーケットにユーザが投稿する大規模かつ不均一なレビュー・コメント情報に自然言語処理および機械学習をベースとした解析手法を適用し、偽の評判情報高精度に検出することを目指し、偽の評判情報を検出することにより、関連する悪質な開発者とアプリを早期に除去することが可能となる。

検索空間とフィルターを用いて 自動的なブラックリストの生成技術

森川 智博

Automatic URL Blacklist Generator Using Search Space Expansion and Filters

Tomohiro MORIKAWA

Web アプリケーションにおいてはドライブバイダウンロードやフィッシング等、悪性サイトに誘導する媒介として URL を利用する攻撃手法が存在する。URL Blacklist は上述の被害を食い止めるための有効な手段の一つである。しかしながら、URL Blacklist 構築における未解決の課題として、対象となるデータの超大規模化と、つねに変化し続ける URL をタイムリーな発見が挙げられる。本研究では、既存の URL Blacklist を拡張しつつ、未知の悪性 URL を効

率的に抽出するシステム (AutoBLG) を提案する。高性能のクライアント型のハニーポットを利用した検証実験を通じて、AutoBLG はこれまで未知であった新たなドライブバイダウンドロード URLs を抽出したことが確認できた。

医用画像に基づく

骨関節 3 次元動態計測法の開発

山崎 隆治

Development of 3D Kinematic Measurement Method for Skeletal Joint Using Medical Images

Takaharu YAMAZAKI

骨関節の 3 次元動的な運動情報を正確に把握することは、様々な関節疾患の診断・治療や手術計画などを行う上で非常に有用である。われわれはこれまでに、医用画像を応用した術後人工膝関節における 3 次元動態計測手法を開発し、臨床応用を行ってきた。現在、人工膝関節に関しては、3 次元動態計測・解析の全自動化を目指し、統計学的手法や機械学習、AI 技術などを取り入れ、新しい解析システムの開発を進めている。また、他の人工関節や人工関節に置換されていない骨関節の 3 次元動態計測に関する研究にも着手しており、国内外に向けて広く研究発表を行っている。

温度特性の優れた基準電圧回路

吉澤 浩和

Voltage Reference Circuit with Excellent Temperature Characteristics

Hirokazu YOSHIZAWA

基準電圧回路は、製造プロセス、電源電圧、および温度変動に影響されずに一定の電圧を出力できることが理想的である。従来の回路では正の温度係数を持つ回路と負の温度係数を持つ回路を組み合わせることで、互いの温度係数を打ち消し合せて、温度変動の影響を小さくすることが試みられてきた。

本研究では異なるしきい値電圧を持つ 2 種類の MOS トランジスタを用いて二つの電圧を出力し、これらの差をとることで、温度変動の影響を小さくすることを試みた。LTspice を用いたシミュレーションでは -40°C から 85°C の温度範囲で $26\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ の温度係数が得られた。

ドライバー不足解消に役立つ自動運転・安全運転支援機能の開発・商品化

渡部 大志

Self-Driving System and Driver's Assistance System that can Solve the Lack of Professional Drivers

Daishi WATABE

埼玉県産業労働部に支援された事業：

事業の特徴は、共に埼玉県にある埼玉工業大学 (深谷市) と (株) ミクニライフ & オート (加須市) が、今年度埼玉県スマートモビリティ予算で開発した自動運転バス「埼玉 SAIKO バス」の路線バス化キットを実用化・市販化することを目的に、ライダーによるスキャンマッチング位置推定法をもちいた自動走時の走行安定性をジャイロ等で向上させるという埼玉県の技術で埼玉県の Society 5.0 先行整備を象徴する埼玉発スマートモビリティの開発・実証を行うものである。

乗用車 (プリウス) と比較して車体の大きい「埼玉 SAIKO バス」マイクロでは、車体のローリングや振動により Lidar への影響が認められた。それと比較して、「埼玉 SAIKO バス」中型の車体はさらに大きく、車体のローリングや振動による Lidar への影響はさらに拡大する事が予想される。これらを改善し、Lidar に対するローリングや振動の影響を避けるため、スタビライザー及びジャイロの使用を試みている。

本事業の申請書では、以下 2 ステップで「埼玉 SAIKO バス」の路線バス化キットの実用化・市販化を目指す旨申請している。

- ①「埼玉 SAIKO バス」や「埼玉 SAIKO バス」化した中型バスのライダーにジャイロやスタビライザーを装着する。
- ②装着したジャイロやスタビライザーでライ

ダーによるスキャンマッチング位置推定法の安定化を図り、ライダー走行時の走行安定性を改善するソフトウェアを開発する。

現在「埼玉 SAIKO バス」のライダーにジャイロを装着し (①) 実験を開始、スキャンマッチング位置推定法を含む SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) 手法の性能の飛躍的向上を確認後、実証実験を埼玉工大周辺道路で繰り返し行う中で、スキャンマッチング位置推定法をもちいた「埼玉 SAIKO バス」の自動走行時の走行安定性改良方法を検討している段階である。また並行して、①の埼玉 SAIKO バスへ架装する中型バスを選定・購入し架装を開始、国内初となる 5G を使った遠隔型の自動運転の実証実験に参画するなど、先進的な試みを行い、全国放送や主要メディアにて発表を行った。この研究成果の一部をまとめはじめ、1本の学術論文と2本の国際会議論文、2件の国内学会にて発表を行った。

**車の自動運転技術を活用した
自動運転水陸両用バスの実験車両の
AI の実用化・市販化**

渡部 大志

**Development of Autonomous
Amphibious Bus Based on
Technology of Autonomous Bus
Daishi WATABE**

日本財団により支援された事業：

電動車いすの様にジョイスティックで公道を走行可能な自動車「ジョイ・カー」の技術を水陸両用車の陸上と水上、両方の制御に援用し、ジョイスティックで走行・航行可能な「ジョイ・シップ」とする。この車両のジョイスティック

と自動運転 AI 「AIPilot/Autoware」との接続方法を開発し、自動運転バスの実験車両を作る。実証実験に基づきバス・接続機器・AI に改良を加え、最終的に実用化・市販化を目指す。このプロジェクトの遂行には以下の4つの技術の確立が必要となる。

- (1) 自動入出水の技術の確立
 - (2) 水面上におけるセンサー動揺の耐性強化
 - (3) 湖面の水位が変化し環境地図が変わっても正確に位置推定を行う技術の確立
 - (4) 流木などの自動検知技術と回避技術の確立
- これらの技術開発をすすめ 2022 年 3 月に公開の実証実験を行うべく検討を進めている。なおこのプロジェクトは 5 大紙、テレビを含め数多くのメディアで紹介された。

**耳介を用いた捜査支援システムの
実用化の検討**

渡部 大志

**Deployment of
Ear Recognition System
Daishi WATABE**

NEC に補助された研究：

本研究の特色は、生体認証にその有用性にもかかわらず研究が進んでいない「耳介」を用いることにある。耳介のパターンは個人により異なりかつ、指紋や虹彩より大きいため、機器への接触なしに遠くから個人を識別できる利点がある。筆者は深層学習に基づいて、現場画像をもとに被疑者を絞り込むシステム構築に役立つ技術開発を行ってきた。この研究を発展させ顔認証に基づく犯人絞り込みシステムのアドオンとして商品化するための研究を NEC から受託し研究を進めている。

基礎教育センター工学部会

教員育成指標の実効性に伴う、 現状と課題の研究

小川 毅

Study of the Current State and a Problem with the System Performance of the Teacher Upbringing Index Takeshi OGAWA

我が国が将来に向けて更に発展し、繁栄を維持していくためには、*Society 5.0*時代に対応し、*SDGs*の包括的観点からの人材育成は、わが国の発展の根幹にもかかわることと思われる。こうした人材育成の基礎的段階を担うのが学校教育であり、その充実こそが我が国の将来を左右すると言っても過言ではない。そのためには、学校における教育環境を充実させるとともに、学校が組織として力を発揮できる体制を充実させるなど、様々な対応が必要であるが、中でも教育の直接の担い手である教員の大学での養成課程からつながる若手教員の資質・能力を向上することが重要である。その視点から大学で修学すべき資質能力の礎を具現化したコアカリキュラムの実践や若手教員の研修形態を検証、研究を構築する予定である。

1940年代イングランドにおける 田園の景観保全活動に関する研究

坂梨健史郎

A Historical Study on Rural Landscape Preservation in England: 1940–1949 Kenshiro SAKANASHI

サウス・ダウンズ（イングランド南部の丘陵地帯）の保全体であるサセックス・ダウンズメン協会（The Society of Sussex Downsmen）の活動について引き続き調査・考察を行っている。会長のアーサー・ベケットやその他有力会員たちの協会内外における言動を追うだけでなく、それに対する他の関連団体や政府の反応を

分析することで、サウス・ダウンズの景観保護というこの事例を「イングランドらしさの追求」という全国的な動きの中に位置づけようとする研究である。

複雑系の数理モデル 高橋 俊典

Complex Systems Modeling Toshinori TAKAHASHI

多様な領域に現れる複雑な現象に潜む原理の数理モデル化とシミュレーションに取り組んでいる。

パスワード管理に関わる心理的要因 高橋 優

Psychological Factors in Password Management Masaru TAKAHASHI

パスワードの秘匿に関する認識とネットワークサービスの特性との関連を調査・実験により明らかにし、ネットワークサービスなどで用いられるパスワードの強度や管理に利用者の心理学的特性がどのように影響するかを検討する。アカウントへの攻撃に対する脅威認知と実際に使用しているパスワード強度の関係を検討し、攻撃に対する脅威意識が管理行動にどう結びつくか検討する。

初期宇宙における 素粒子・宇宙論とEWKB 松田 智裕

EWKB for Particle Cosmology and the Very Early Universe Tomohiro MATSUDA

中山大學（中国）の榎本とともに常微分方程式のEWKBとストークス現象の研究をおこなう、初期宇宙で非対称性の種となる非平衡物理

に関する応用研究をおこなった。

「冬の夢」と「罪の許し」を読む

山路 雅也

A Study of F. Scott Fitzgerald's
“Winter Dreams” and “Absolution”

Masaya YAMAJI

「冬の夢」(“Winter Dreams”)と「罪の許し」
 (“Absolution”)は共にフィッツジェラルド (F.
 Scott Fitzgerald) の最高傑作『偉大なるギャツ

ビー』(The Great Gatsby) との関係を頻繁に取り
 沙汰されている。「冬の夢」のヒロイン, ジュ
 ディー・ジョーンズ (Judy Jones) と『ギャ
 ツビー』のヒロイン, デイジー・ブキャナン
 (Daisy Buchanan) の相違点を明確にした上で,
 「罪の許し」の主人公, ルドルフ・ミラー
 (Rudolph Miller)と『ギャツビー』の主人公, ジェ
 イ・ギャツビー (Jay Gatsby) が共有する特性
 を考察することにより, 作者フィッツジェラル
 ドが「アメリカの夢」に向ける視線の本質の解
 明を試みた。

先端科学研究所

軌道角運動量をもつ 電子ビームに関する基礎研究

内田 正哉

Research on Electron Beams Carrying Orbital Angular Momentum Masaya UCHIDA

2010年、われわれは世界で初めて「軌道角運動量をもつ電子ビーム」を人工的に作ることに成功した [内田ら, Nature]. この研究を契機として、現在も「軌道角運動量をもつ電子ビーム」の研究が世界中で行われている。本研究室では、この新しい「電子」の性質を明らかにするため、実験および理論の両面から研究を行っている。具体的には、電子の波動関数（位相）を制御するために、集束イオンビーム（FIB）装置等をもちいたナノテク技術により種々のタイプの電子線用光学素子の開発を進めている。本研究テーマでは名古屋大学と共同研究を2010年より現在まで実施している。この研究に関連し、2018年度、科研費（基盤B）「電子ビームの軌道角運動量測定法の開発およびその応用研究」（研究代表：内田）が採択され、研究を進めている。また、2020年度、科研費（挑戦的萌芽（萌芽））「基板上で電子を操作する「電子チップ」の開発」（研究代表：内田）も採択されたが、新型コロナの影響により予定通りには進展していない。

窒素ドーパカーボン薄膜電極に修飾した Ni@Ni(OH)₂ コア-シェルナノ粒子の オリゴ糖に対する電極触媒効果の増強

丹羽 修

Supporting Effects of a N-doped Carbon Film Electrode on an Electrodeposited Ni@Ni(OH)₂ Core-shell Nanocatalyst in Accelerating Electrocatalytic Oxidation of Oligosaccharides

Osamu NIWA

窒素がドーパされたカーボン電極は、酸素還元に対する過電圧の低下などが報告され、貴金属を使用しない燃料電池の電極への応用が期待されている。我々はこれまで、窒素をドーパしたカーボン薄膜電極において、生体分子の酸化に対する過電圧の低下や生体適合性の向上などについて報告してきた。一方、高い電気化学触媒活性を示すとされる金属ナノ粒子では、ナノ粒子を修飾する電極材料によって活性が異なることが白金ナノ粒子などで報告されている。我々は、ニッケル（Ni）ナノ粒子を電析法によって窒素化カーボン膜、及び窒素化していないカーボン膜上に修飾した。Niナノ粒子はXPSなどの分析により表面のみNi水酸化物 [Ni@Ni(OH)₂] となったコア-シェル構造であることが確認された。ナノ粒子表面の水酸化物はアルカリ溶液中で電位を正側に掃引することで過酸化に酸化され、可逆的に低電位側で水酸化物に還元される。掃引速度を上げてもNi表面に形成される水酸化物が電気化学的に活性な過酸化に酸化される反応のピーク電位が変化せず、反応が速いことが分かった。その結果オリゴ糖の酸化において窒素化カーボン膜上に形成したナノ粒子は極めて大きな酸化電流を示すことが分かった。

アンモニアプラズマ処理による
カーボン膜電極による生体分子の検出

丹羽 修

Electrochemical Detection of
Biomolecules with Carbon Film
Electrodes by Ammonia
Plasma Treatment

Osamu NIWA

生体分子の電気化学検出において、低分子であつても疎水性が大きい分析対象は、電極反応後に電極上に強く吸着することにより、応答が低下する。例えばサイクリックボルタンメトリによる測定では、電極表面が吸着によって汚染されると酸化ピークは、高電位側に還元ピークは低電位側にシフトし、電流値も低下する。本研究では、カーボン薄膜電極の表面を酸素やアンモニアのプラズマにより処理し表面に窒素や酸素を含む置換基を導入した。その結果、表面が処理前に比べて親水化し、XPS 測定によって酸素プラズマ処理では表面酸素濃度がアンモニアプラズマ処理では、窒素濃度が増加したことが確認された。生体分子の中で神経伝達分子として知られているセロトニンは、電極で酸化を受けた後、電極表面に吸着しやすく、安定な測定が難しい。上記処理を行った電極では、測定を繰り返しても電流ピークの低下が殆ど見られず、安定な繰り返し測定を行えることが確認された。

電気化学表面プラズモン共鳴 (SPR) 法による DNA プロブの固定化密度の定量

丹羽 修

Quantitative Evaluation of DNA
Probe Density by Electrochemical
Surface Plasmon
Resonance Measurement

Osamu NIWA

遺伝子センサではターゲット DNA と相補的な配列を有する DNA プロブを固定化し、ターゲット DNA とのハイブリダイゼーションの有無を調べる。プロブの固定化には、末端をチオール化し、金電極などに固定化するが、固定化密度の評価は、プロブのチオール基を電気化学的に還元脱離し、その際の電流 (電流量) を測定することから、正確な評価が可能であるが、プロブが剥離し、その後の測定に使用できない。そこで、固定化量を事前に把握する方法として、電気化学的な還元脱離と SPR 測定での角度変化 (表面の屈折率変化) の関係を一度把握し、その後は、プロブのサイズが変化しなければ、プロブの脱離がない (非破壊) の SPR 測定のみでプロブ密度を評価できると考え実証試験を行った。微小容量の電気化学 SPR セルを自作し、電気化学 SPR 測定を行うとプロブの固定化密度と SPR ピークの角度変化の関係を得ることができ、プロブの固定化密度を非破壊で正確に評価することができた。