

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。

**機能的柔軟構造の設計と制御**

安藤 大樹

**Design and Control of Functional  
Flexible Structures**

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。

**切削加工プロセスのMTシステムによる  
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  
MT System During 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。これまでは切削中の振動データを中心に検討を行ってきたが，切削の前後のプロセスにも着目した。具体的には，旋盤とフライス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，音，画像などの多変量データを測定し，波形特徴化とMTシステム（マハラノビスの距離を指標とした波形のパターン認識手法）によって，切削加工の品質評価に関する検討を行った。

その結果，評価すべき品質について明確にした上で，正常データの基準を作成し，それに基づくマハラノビスの距離をもとめ，正常と異常を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。

**デジタル動画データを用いた  
状態監視に関する研究**

河田 直樹

**Study on Condition Monitoring Using  
Digital Movie Data**

Naoki KAWADA

ものづくりの検査工程や乗り物の運転等で，人は視覚による状態の変化などを察知しており，そのほとんどが検査技術者や運転者の感性と経験に委ねられている。能力的には動体視力と言っているが，これを自動化する場合には，従来の画像解析技術を動画の解析に応用することが開発効率を上げると考える。

そこで，屋内外で活躍する種々の移動体（ロ

ポット等も含む)に動画用カメラを取り付け、解析することを試みた。動画は、静止画像の集合体であるので、結局のところ、瞬時的なデータの取り扱いが重要となるので、まず検知すべき異常を絞り込み、次に正常と異常の静止画像を取得し、これらの特徴量を見出し、変化を検知することを試みた。

その上で、その特徴量によって動画として連続する画像の変化を察知し、パターン認識を行った。

その結果、特定空間の変化や、時間による変化を察知でき、動画ならではの変化を検知することができた。

今後は、検査工程における移動中の製品を検査する技術や、移動体の異常検知などに応用していきたい。

### 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、各種樹脂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、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ってきた。本年度は、実際に水素吸蔵合金を用いた加熱装置を開発し、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 転位と点欠陥との相互作用に関する研究

上月 陽一

#### Study on the Interaction between a Dislocation and Point Defects by Strain-Rate Cycling Tests During the Blaha Effect

Yohichi KOHZUKI

製品になるまでの加工プロセスでは材料の塑性変形が起っており、それはほとんどの場合、転位のすべり運動によって担われている。その転位の運動に基づいた材料の塑性変形に関する特性について、これまで報告してきたオリジナルな実験方法の Blaha 効果中に歪速度急変試験を行い詳細に調べる。例えば、2 価陽イオン不純物や母材の種類を変えて不純物の周りの歪の大きさやその形が変化すると変形特性がどのようになるのか、同じ材料でも熱処理条件（試料の履歴）を変えることによって変形特性がどのようになるのかなどの研究を行っている。Blaha 効果とは、塑性変形中に超音波振動を加えると変形応力が低下する現象をいう。つまり、超音波振動応力を付加させると、付加させない場合よりも小さな応力で材料を変形させることができるようになる。

### 斜め反射衝撃波に及ぼすモデル反射面 条件（表面粗さ、浸透性及び音響インピー 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

これまでに行われてきた衝撃波の斜め反射現象の研究は、モデルとして気体を通さない金属等の硬い固体を用いたものであった。現実には地面などは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

研究はまったく行われていない。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、その考え方をを用いて、様々な条件の評価を行っていくことにより、評価法としての妥当性について検討を行った。

## 金型を使用した加工における 磁性流体による離型性の研究

五味 伸之

### Study on Releasability of Magnetic Fluid in Mold Processing

Nobuyuki GOMI

成型プロセスの改善は離型不良の低減手法を機能性流体である磁性流体を用いた新しい手法を計画した。使用する磁性流体は十数 nm の磁性粒子を石油系母材に分散させた磁性流体である。この流体に磁場が印加されると磁場勾配により、流体に分散した磁性粒子が磁束密度の高い位置に移動し凝集体を形成する。この現象を複雑な形状を有する金型-成形物内に応用し、磁性流体の移動現象を用いた離型促進への検討を行う。成型品に対しては、磁性流体の付着が残るが、磁性流体を用いた精密研磨手法を適用することにより洗浄不要でバリ取り等の仕上げ工程を実施することが可能となるために、工程数の減少を図ることができると考えられる。さらに石油系の磁性流体は流動性が非常に高くまた、流体中の磁性ナノ粒子は分散性が高いという特性があることがすでにわかっており、流体中の磁性ナノ粒子は分散性が高いために金型の複雑な形状の表面に広く分布することで、磁場応答による離型補助を行うことが期待される。

以上より本研究では、石油系の磁性流体を射出成型加工の離型剤として用いてその挙動を観察することによって、基礎的な知見を得ることを目的とした。

## 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入れ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てゆくことによって、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。

## 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。

**並列補償法を用いた  
制御系設計に関する研究**

萩原 隆明

**Study on Control Design  
Method Using Parallel  
Compensation Technique**

Takaaki HAGIWARA

制御系設計法のなかで、並列補償法を援用した設計法が提案されている。制御対象と並列に結合する補償器を用いることで、適用可能な制御対象のクラスを広げることができる。しかしながら、並列補償器を用いたことにより、制御系を安定にできる補償器のクラスを狭める可能性がある。一般に補償器のクラスが狭くなると、達成可能な制御性能が保守的な傾向にあり、制御系を設計する際の重要な問題であるといえる。本研究では、並列補償法を用いたとしても、制御系を安定にする補償器が保守的にならない条件を明らかにし、並列補償法を援用する制御系の設計法を検討している。

**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。

## マルチ AE センシングによる 摺動面の焼け付き現象解析

長谷 亜蘭

### Analysis of Seizure Phenomenon between Sliding Surfaces by Multi AE Sensing

Alan HASE

機械摺動面における焼け付き現象は、機械システムを致命的な状態に至らしめることがあるため、その予兆をできる限り早期に検出してメンテナンスを施す必要がある。アコースティックエミッション (AE) 法は、材料の変形・破壊時に生じる弾性応力波をセンシングして、その変形・破壊プロセスを高感度に検出、診断・評価することが可能である。従来までの単一 AE センサによるセンシングでは、局所的な摺動面の変化を大局的に捉えることで結果を複雑にしまい、さらには死角となる摺動面の変化を取り逃がしてしまう可能性がある。そこで本研究では、複数の AE センサを用いて摺動面から発生する AE 波を同時センシングすることにより、時々刻々と変化する摺動面の状況を高確度に検出・認識することを目的としている。特に、焼け付きに至るまでの摺動面の摩耗形態分布やその経時変化などを AE 信号解析から見える化し、焼け付き現象の解明や焼け付きのトリガーとなるトライボロジー素過程を明らかにする。

## AE センシングを用いた超精密加工機 におけるスマート加工システムの開発

長谷 亜蘭

### Development of Smart Machining System for Ultraprecision Machine Tools Using AE Sensing

Alan HASE

インダストリアル IoT の実現に向けて、加工分野ではセンシング技術が一つの重要な役割を担っている。特に、超精密加工における工作物と工具間の干渉状態のセンシングは、ナノメートルオーダーの加工精度やサブナノメートルオーダーの加工表面粗さといった加工品位を維

持するうえで、微視的な加工現象に対する高い検出感度が必要とされる。超精密加工における加工開始点や加工条件などは、熟練技能者の経験値に基づくところが多く、加工機上の設定は同じであっても、加工される面精度が作業者によって異なることが多い。また、多数個取り金型を製作する場合、同じ形状の入れ子を同じ精度で加工する必要がある。加工の再現性が肝要となる。超精密加工は、既に極限に近い加工を行っているため、その再現性が障壁となる場合が多い。これら生産現場で抱える問題を解決するために、本研究では AE センサを用いて加工状況をセンシングし、その情報を基に機械学習などを用いて加工条件を最適化することにより、安定した品質の加工を自動的に制御する AI システムの開発を行う。当該スマート加工システムの活用により、作業性の改善、加工品質の安定化、加工時間の短縮等のコスト・品質に関わる課題が改善され、生産力アップへと繋げることができる。

## 謎解き学習を取り入れた 子ども向け遠隔授業の教材開発

長谷 亜蘭

### Development of Teaching Materials in Distance Education for Children Incorporating Problem-solving Game Activity

Alan HASE

子ども達に向けた科学・工学教育を実践することには、次世代を担う技術者・技能者を育てるうえで大きな意義がある。現在、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、次世代を担う子どもや若者たちに向けた教育活動を展開している。本研究では、昨今の新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) に対応した持続的な教育機会を子ども達へ提供するために、当該教育手法を遠隔授業で実施できるような教材開発に取り組む。開発した教材を用いてオン

ラインによる教育実践を推進することで、限定された地域だけにとどまらず、より多くの子も達に科学・工学の大切さや面白さを伝えることができる大きな可能性を秘めている。

**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、コンポジット推進薬であるための不均一燃焼のため、アルミニウム起因のスラグ（燃焼残渣）が発生し、性能低下、耐熱設計への悪影響、近年のスペースデブリなどの問題となっている。本研究では、アルミニウムの燃焼性の向上を目指し、コンポジット推進薬の製造性やコスト等も考慮したうえで、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、実際の製品に適用可能な組成を検討する。

**リスク評価に基づく  
制振装置設計手法に関する研究**

皆川 佳祐

**Study on Design Method of  
Vibration Control Device  
Based on Risk Analysis**

Keisuke MINAGAWA

東日本大震災などにおいて制振装置の効果が確認されたことから、様々な構造物への制振装置の導入が進んでいる。これらの制振装置は、台風や地震などの稀に発生する自然災害に対して大きな効果を発揮するが、導入に要するコストは小さくない。例えば、耐震性向上を目的にする場合、より大きな地震に対応させるためには多くの制振装置を設置せねばならないが、その分、多くのコストがかかるため、どこかでリスクとコストのバランスを取らなければならない。そこで、本研究では制振装置のスペックとそれにより抑制できるリスクの関係を示し、リスクに着目して制振装置を設計する手法を構築する。2019年度は、設計手法の構築、検討に用いる解析モデルの構築を実施した。

## 生命環境化学科

### 培養を介さないでも、有用な遺伝子を 微生物から取得できる新手法の開発

秦田 勇二

#### A New Method for Identification of Microbial Enzyme-Encoding Genes

Yuji HATADA

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。これまでの微生物の能力評価は、培養できる（つまり任意にその個数を増やすことができる）微生物だけを対象として進められてきた。従って、培養できないと判断されている微生物はその評価を後回しにされてきたことになる。

本研究では微生物1個体が発揮する能力を評価できる水準まで測定感度を上げる系を検討している。その経過として、マイクロドロップレットを利用し、難培養微生物と認識されていた微生物群から有用酵素生産菌を効率的に検出するシステムの土台が完成した。同ジスクリーニング系を用いて、乳酸菌の効率的検出も可能であることを明らかとした。

### 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」の関係性を見だし、効率的に求める花色を作り出す方法を探っていく予定である。

### 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 20 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。

**可視光下で VOC 除去に有効な  
光触媒設計**

有谷 博文

**Design of Active Photocatalyst  
for Decomposition of VOCs  
under Visible Light**

Hirofumi ARITANI

生活環境下に存在する環境ホルモン物質、とりわけ揮発性有機物質 (VOC) の除去法の開発は社会的要求度の高い緊急性をもった課題である。室温大気中での VOC 除去には多面的条件を求められる触媒が必要であるが、これを一般の照明器具を利用した光触媒による光分解除去法により解決するため、可視光応答性に優れた窒化炭素 (g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) 材料などを基とした複合型光触媒材料の開発を行う。とくに表面改質や第二成分修飾などの物性的観点から改良を加え、生活条件下でも高い光活性を発揮する材料の創製を行う。

**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*  
and *Bacillus subtilis***

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必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。

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-アリアル-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。

**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

**感温型液晶調光材料の開発**

木下 基

**Thermo-Sensitive Light-Controlling  
Liquid Crystals  
Motoi KINOSHITA**

近年, 液晶を用いた調光デバイスはオフィスや建材の新しいスマートウィンドウとして注目されており, 使用されている材料は高分子分散型液晶が主流である。われわれは簡便なプロセ

スで作製可能な熱応答型調光材料の開発を目指して、低分子液晶を用いたデバイスを作製し、各温度における調光特性について評価・検討した。重量組成比が25/75の6OCB/8OCB混合液晶をシランカップリング処理基板とオゾン洗浄した基板で挟みこむだけで、室温のリエントラントネマチック相では透過し、暑くなるとスメクチックA相で不透過状態となり、感温型調光素子として機能することを明らかにした。

### 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情報を中枢へ伝えると考えられるが、味蕾内には細胞間の情報ネットワークが構築されている。味蕾細胞の受容膜には味覚受容体、基底膜にはATP、アセチルコリン、セロトニンなど伝達物質の受容体、DHEAなど各種のホルモンの受容体、TRPM5やCALHM1/3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、ギャップジャンクションを形成するコネキシンなど多くの分子が存在し、味蕾内ネットワークの構築に寄与している。当研究室では、マウスの味覚器を用いて、これらのタンパク質の味蕾内分布・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。

### 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ベ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た。

### 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への端緒を得ることができた。

### 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た。結晶構造が杉綾模様構造になる条件として、非対称にアルキル鎖を導入することであることを明らかにした。

### 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。

### 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。

### 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。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

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、太陽光パネル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いる。

## 情報システム学科

### 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、2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2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。

### 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・長距離光ファイバ通信技術に関する研究を進めている。本年度は、以下の内容について、研究を進展させた。

(1) 前年度より、デジタルコヒーレント光増幅中継伝送システムの性能向上策の一つとして、受信器内 Digital Back Propagation (DBP) 非線形補償法を検討しているが、今年度は、この非線形補償の制限要因について詳細分析した結果、大洋横断長距離伝送における非線形補償特性を改善するには、基本となる線形補償、すなわち波長分散補償を改善することが肝要であることがわかった。現在、分散補償方式を含めた最適化を進めている。

(2) デジタルコヒーレント光増幅中継伝送システムにおいて、高次前方励起光ファイバラマン増幅器を併用した場合の超長スパン伝送特性について検討し、最大 0.5 dB 程度の Q 値性能改善が図れることを明らかにした。一方、励起光の増加に伴う過剰雑音の発生が見られ、その原因究明を進めている。

### IoT 技術によるコネクティッドハウス 構築要素技術の実証

青木 恭弘

#### Demonstration of Home Automation Technologies Based on IoT Sensing with Rasp.Pi Small Computers

Yasuhiro AOKI

本テーマでは、インターネットにモノを接続して活用する Internet of Things (IoT) 技術の応用研究を進めている。本年度は、スマートフォンと住まいをネットワーク連携させる「コネクティッドハウス」について、Web サービス及びプッシュ通知を活用したシステム構築を行い、その一例として鍵の施錠・開錠の遠隔操作及び動作確認を行った。また、ラズパイ (Rasp.Pi) と Google Home を用いた位置情報通知システムなどを試作した。

さらに、複数ノード Rasp.Pi を並列動作させ、その並列処理により高速化を図ったマルチノード・マルチコアコンピュータを試作し、大幅な計算速度の高速化を確認した。

### 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う点で、より正確あるいは柔軟な信号処理が期待できる。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、脳波や画像処理等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、このようなセンサー信号における、雑音の低減処理や、信号の統合、解析処理等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 用いた身だしなみ支援

井上 聡

#### Improving Appearance of Clothes Using Convolutional Neural Network

Satoru INOUE

衣服の身だしなみは着用技術によりその良好度に差異が生じたり、着用からの経時変化により当初は良好な状態であっても、徐々に乱れが生じることがある。そしてまたその状態は第三者的な目線からの確認でないと、見落としがちである。本研究では畳み込みニューラルネットワークを用いた画像解析により、衣服着用の良好度を自動で判別し、その状態を衣服の着用する人物に通知し、良好な身だしなみの保持を支援するシステムを構築する。服装は様々な要素により構成されるが、着用技術や経時変化に影響を受けやすいネクタイにまずは注目し、今後その要素を拡充する。

### 畳み込み特徴に対する識別計量学習を 用いた経年不変顔認識

大山 航

#### Discriminative Metric Learning with Convolutional Feature Descriptors for Age-Invariant Face Recognition and Verification

Wataru OHYAMA

Aging includes internal and external factors that cause variation in appearance of face and, consequently, it is a difficult problem to handle in person identification and verification using face images. In this research, we propose a method for face recognition and verification that is robust against variation of facial appearance caused by aging. Our proposed method uses discriminative metric learning over convolutional feature descriptors extracted from frontal face images. The results of an experiments for performance evaluation on the FG-Net and CACD face aging datasets empirically clarify that the proposed method is effective for improving the performance of person identification and verification in the scenario where input face images contain appearance variation due to aging.

### 深層学習を利用した数学文書からの 数式文字, 図表の抽出

大山 航

#### Detecting Mathematical Expressions in Scientific Document Images Using a U-Net Trained on a Diverse Dataset

Wataru OHYAMA

A detection method for mathematical expressions in scientific document images is proposed. Inspired by the promising performance of U-Net, a convolutional network architecture originally proposed for the semantic segmentation of biomedical images, the proposed method uses image conversion by a U-Net framework. The proposed method does not use any information

from mathematical and linguistic grammar so that it can be a supplemental bypass in the conventional mathematical optical character recognition (OCR) process pipeline. The evaluation experiments confirmed that (1) the performance of mathematical symbol and expression detection by the proposed method is superior to that of InftyReader, which is state-of-the-art software for mathematical OCR; (2) the coverage of the training dataset to the variation of document style is important; and (3) retraining with small additional training samples will be effective to improve the performance. An additional contribution is the release of a dataset for benchmarking the OCR for scientific documents.

### 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気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。

### 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た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。

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。

### セキュリティインシデントの 自動収集・分類技術の確立

孫 博

#### Automating Collection and Classification of Security Incidents Bo SUN

情報通信技術の発達に伴い、インターネット上で流通する情報量は飛躍的に増加している。その中にはセキュリティに関わる最新且つ重要なインシデントが含まれている。例えば、ランサムウェアである WannaCry が流行した時の被害状況や具体的な事例等。そういった情報を早期に把握することによって、セキュリティの向上につながるができる。しかし、現状では、セキュリティインシデントの量も種類も非常に膨大なため、手作業で迅速により多くの情報を収集・分類するのが困難である。そこで、本研究では、自然言語処理や機械学習などの技術を利用することによって、セキュリティインシデントの収集・分類を自動化するシステムを構築することを目指す。

### セキュリティ分析者のための 解析レポートの自動生成

孫 博

#### Automatically Generating Analysis Reports for Security Analysts Bo SUN

マルウェア解析者はサンドボックスに生成された大量の動的分析のログを手動で調査しなくてはならない。一方で、アンチウイルスベンダーはエキスパートにより作成されたマルウェアの解析レポートを公開している。サンドボックスが出力するログと、エキスパートが作成するマルウェア解析レポートはそれぞれ異なる原理で生成されており、直接的な対応関係はない。そこで、本研究では、自然言語処理の技術を適用することにより、サンドボックスによって生成されるマルウェア解析ログデータを入力とし、その入力データに対応したマルウェア解析レポートを自動生成することを狙いとする。

### 軽量且つ高性能なブラックリストの構築

孫 博

#### Automatically Generating a Lightweight and High-performance Blacklist Bo SUN

ダークネットシステムから日々膨大な悪性ホストの情報 (IP アドレスや宛先ポート等) が観測されている。悪性ホストの情報をすべてブラックリストとして利用すると、照合時間が非常に掛かってしまう。そこで、本研究では、悪性ホストのリストを時系列データとして分析することによって、出現確率の高い悪性ホストシーケンスのパターンを特定することを目指す。具体的には、既存の悪性ホストシーケンスの情報を訓練データとして、Sepp Hochreiter らに提唱された LSTM (Long short-term memory) を利用し、検知モデルを構築する。LSTM は時系列データの予測に強みがあり、ホストシーケンスの情報から悪性ホストに関連する特徴を捉えることができる。

## 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人間とコミュニケーションする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、特許出願した。

## 育苗期の生長画像の抽出

前田 太陽

### Classification and Localization for Images of Growing in Seedlings Period

Taiyo MAEDA

人工知能や機械学習の利用や ICT との連携は、研究機関だけでなく企業や家庭にまで浸透しており、農産業においても今後さらに促進する傾

向である。

本研究では水耕栽培で育てられた特定品種の苗に対し、ICT と YOLOv3 を用い育苗期において、生長する苗を撮影し、オブジェクト検出を行うシステムを構築した。これにより、定期的に撮影された複数画像から、平均検出率 64%、高検出率の画像群において 75-100% で苗の画像を抽出し、画像評価とデータ収集の効率化を図った。今後、個体評価とシステム評価を検討している。

## 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③ 90 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。

**平面型平衡—不平衡変換回路の  
構成法とその評価**

松井 章典

**Configuration and Evaluation  
on Planar Balance - Unbalance  
Transformation Circuits**

Akinori MATSUI

平衡—不平衡変換回路（バラン）は同軸ケーブルなどの不平衡 TEM 導波路に対して平衡系の回路を接続するために必要となる受動回路である。これまでもさまざまな形式のバランが提案されてきているが本研究では平面構造のバランに着目し、従来のバランの電気的特性を評価したうえで新しい平面型バランの構造を提案するものである。バランの評価法としてはネットワークアナライザを用いた TRL 法および 3 バラン法と呼ばれる方法を用いてその散乱パラメータ（S パラメータ）を間接測定による実測および電磁界シミュレータによる模擬測定を行う。このバランの S パラメータを知ることはバラン出力にアンテナ等の回路が接続された場合に回路全体の S パラメータを測定した後にバラン部分の S パラメータを数学的手法で取り除くことによって、出力に接続された回路の S パラメータを推定することが可能となる。この方法が放射系を有する回路に適用できる範囲を示すことが重要となる。

**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従来法の追試と比較を行っている。

**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。なお、本研究の一部は、科研費（基盤 C）の支援を受けて実施している。

**ラッチアップ耐性を備えた  
太陽電池用高効率チャージポンプ回路**

吉澤 浩和

**High Efficiency Charge Pump  
Circuit for Solar Panel  
with Latch-up Immunity**

Hirokazu YOSHIKAWA

一般的な腕時計に用いられる太陽光発電シ

システムでは、1セルの発電量が約0.5~0.6Vのソーラー・パネルを6セル分直列につないで発電している。この電圧をリチウムイオン電池に充電し安定して時計を動作させる際に、腕時計のソーラー・パネルがシャツの袖などで遮られる時、電池の充電に支障をきたす。その欠点を改善するため、直列3セルのソーラー・パネルを2つ並列につなげ、3セル分の1.5Vの電圧を2倍昇圧し、3.0Vの電圧をリチウムイオン電池に充電する回路を検討した。2倍昇圧に用いるチャージポンプ回路において、出力側のPMOSスイッチのボディ端子には、別に設けた昇圧回路から4Vの直流電圧を与えることで、PMOSスイッチに起因するラッチアップを防止する構成を検討した。SPICEシミュレーションではリチウムイオン電池の電圧2.6-3.6Vに対し、5 $\mu$ A以上の入力電流において90%以上の効率がSPICEシミュレーションにおいて得られた。また1 $\mu$ Aの入力電流に対しても70%以上の効率が得られた。

### 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。この研究の結果今年度、2件の国内学会発表と、1件の学術論文を公表した。

### 公道走行可能な自動運転バスの 実験車両とAIの実用化・市販化

渡部 大志

#### Development and Deployment of Experimental Vehicle of Autonomous Bus That Can Run Public Roads

Daishi WATABE

今年度、埼玉県スマモビ予算に上記のタイトルで採択された研究事業を推し進めた。本研究事業の特徴は、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)が開発し既に実用化している「ジョイ・カー」の技術と、埼玉工業大学が開発した自動運転AIの技術を組み合わせ、公道走行可能な自動運転バスの実験車両を開発し市販化を目指していることで、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・実証を行っていることである。本研究事業の申請書では、以下3ステップで公道走行可能な自動運転バスの実験車両とAIの実用化・市販化を目指す旨申請している。

- ① 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「ジョイ・カー」仕様のバスを完成する。
- ② このバスのジョイスティックと自動運転AI「AIPilot / Autoware」との接続機器(マイコン)を開発することで、自動運転バスの実験車両の試作車を作る。
- ③ この試作車で実証実験を繰り返し行い、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。

既に、昨年度構築を始めた「ジョイ・カー」仕様のバスに、今年度の県のスマモビ予算で新規開発した接続機器(マイコン)、入手した5種類のセンサー(ライダー、レーダー、カメラ、GNSS、ジャイロ)を搭載し①②を達成している。現在、③の実証実験を繰り返し行う中で、バス・接続機器(マイコン)・AIに改良を繰り返し加えている段階であり、進捗はおおむね良好と考える。別添資料2章に実証実験の成果を詳解する。上記に紹介した公開実証実験にて、既に延べ約2,400人の一般市民に試乗いただき、

約 650 km 以上、一般市民を乗せて自動走行を行った（イベント本番走行のみ。テスト走行を入れれば 2,500 km 以上）。各地で法定速度に対応して走行し（最高速度 50 km/h）、一般走行車の交通流を乱さずに走行した。弊学がプレスリリースを掲載した PRTIMES のページビューだけでも合計 13,978 PV あった。発表以来、新聞などの主な記事として計 52 件と、多くのメディアに取り上げられ社会の期待が大変高いこ

ともうかがえる。現在何社かから市販・架装についての打診を受けており、販売・サポート体制についての検討を進めている。2 件の国際会議と 1 件の国内学会発表を行った。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 1 本の国際会議論文にて発表を行った。

## 基礎教育センター工学部会

### 「冬の夢」を読む

山路 雅也

#### A Study of F. Scott Fitzgerald's "Winter Dreams"

Masaya YAMAJI

1922年に発表された短編「冬の夢」(“Winter Dreams”)はその3年後に世に出る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るが、『ギャツビー』のヒロイン、デイジー・ブキャナン(Daisy Buchanan)に本短編のヒロイン、ジュディー・ジョーンズ(Judy Jones)の面影を見る読者は少なくあるまい。この短編の精読を通じ、ジュディーからデイジーへと連なる主人公を弄び翻弄するヒロインの系譜を、換言すれば、「嘘つき」のヒロインの系譜を考察することで、作者フィッツジェラルドの「アメリカの夢」に向ける視線の本質の解明を試みた。

### 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・ダウズ(イングランド南部の丘陵地帯)の保全団体であるサセックス・ダウズメン協会(The Society of Sussex Downsmen)の活動について調査・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学的要因

高橋 優

#### Psychological Factors in Password Management

Masaru TAKAHASHI

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調査・実験により検討する。調査の結果、パスワードの秘匿についてある程度妥当な認識を持っていること、ネットワークサービスの特性という観点から見ると、経済的な要素は社会的・プレイバシー的要素より秘匿度が高いことを報告した。

現在はネットワークサービスのアカウントへの攻撃に対する脅威度認知と、実際に使用しているパスワード各種強度を調査し、両者の関係について検討している。

### 初期宇宙における素粒子宇宙論

松田 智裕

#### Particle Cosmology for the Very Early Universe

Tomohiro MATSUDA

中山大學（中国）の榎本とともに初期宇宙の非対称性の種となる非平衡物理に関する研究をおこなった。

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、研究を加速させ取り組んでいる。

**接合型二元金属ナノ粒子埋め込み  
カーボン薄膜電極の電気化学特性**

丹羽 修

**Electrochemical Performances of  
Bimetallic Heterodimer Nanoparticles  
Embedded Carbon Film Electrodes**

Osamu NIWA

電気陰性度の異なる2種類のナノ粒子が接合したヘテロダイマーや表面と内部の金属の種類異なるコアシェル型のナノ粒子が高い電極触媒作用を示すことが知られている。前者のヘテロダイマー構造を実現するため、まずアンバランストマグネトロンスパッタ法によりパラジウム（Pd）のナノ粒子が埋め込まれたカーボン薄膜電極を作製した。その後、カーボンと金

属の過電圧差を利用し、電気化学的にニッケル（Ni）をPdナノ粒子上にのみ析出させることで、Au-Niあるいは、Pd-Niのヘテロダイマー型ナノ粒子を作製することができることをXPSやTEM観察により確認した。今年度は、このNi/Pdヘテロダイマー修飾カーボン薄膜電極をアルカリ溶液中で電位掃引すると、カーボン膜上に直接Niメッキを行ってNi粒子を形成した場合に比較し、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。その結果メタノールやエタノールのアルコール類酸化に対してヘテロダイマーでは、数Mの濃度でも飽和せず電流が増加することが確認された。

**アンモニアプラズマ処理による  
カーボン膜電極の生体適合性向上**  
丹羽 修

**Improvement of Biocompatibility for  
Carbon Film Electrodes  
by Ammonia Plasma Treatment**

Osamu NIWA

生体分子の電気化学検出において、血液や唾液試料では、試料に含まれる蛋白質や脂質などの分子量の大きな妨害分子が電極表面に吸着する為、測定を繰り返すごとに応答が低下する。例えばサイクリックボルタム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することで、蛋白質吸着の抑制（生体適合性）の向上を試みた。その結果、両プラズマ処理とも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。血液と

同程度の蛋白質（牛血清アルブミン：BSA）を含む電解質水溶液を用いそれぞれの電極で活性種の応答を比較したところ、未処理では、BSA添加で、ピークが大きくシフトし吸着が確認された。一方プラズマ処理電極では、ピーク電位シフトが大幅に抑制された。なかでもアンモニアプラズマ処理したカーボン薄膜電極では、ピークシフトは、数 mV 程度で殆ど変化せず、同処理によって電極の生体適合性が大きく向上し、蛋白質吸着を抑制できることが確認された。

### ウェアブルセンサデバイスに向けた カーボン印刷電極の開発

丹羽 修

#### Printed Carbon Electrodes for Wearable Sensing Devices

Osamu NIWA

高齢化社会に伴う医療費の急増などに対応し、センサと IoT 技術を融合させて健康状態を

常時モニタリングできるシステムの開発が求められている。1 昨年、いくつかの大学、企業とともにセンサ IoT コンソーシアムを立ち上げ産学官連携等を行ってきた。昨年度からカーボンインクを高分子フィルム上に印刷したフレキシブル電極の開発を行ってきた。今年度は、連携先企業にてインク中のカーボン量やポリマー量を変えたインクを作製し、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム上にスクリーン印刷した電極を用いた。PET フィルム上に 3 電極からなるフレキシブルな電気化学セルを形成し、その量比を最適化した。また、ドーパミンや L-アスコルビン酸などの生体分子を含む 5 種類の活性種を測定し、良好な応答が得られることを確認した。更に外部電極を一切使用せず、PET フィルム上の 3 電極のみを用い、参照電極のパタンに銀ペーストを塗布することで、市販の外部参照電極を用いた時と全く同様の電流応答が得られ、フィルム電極のみでバイオセンサを形成できることが確認された。