

東京都市大学・東京大学生産技術研究所学術連携 「都市大サロン」予稿集

平成30年11月14日

- 「スマート社会を支える絶縁計測・解析技術の最前線」
東京都市大学 准教授 三宅弘晃

- 「IoT社会に寄与し得る有機薄膜トランジスタ型化学センサの開発」
東京大学生産技術研究所 講師 南 豪

- 「エネルギー×モビリティの転換点における融合研究」
東京都市大学 准教授 太田 豊

- 「大規模・高精度計測と高度な数理的処理が実現するインフラ維持管理の近未来」
東京大学生産技術研究所 特任講師 水谷 司

- 「窒化物針状単結晶の構造・機能材料への展開」
東京都市大学 准教授 小林亮太

テーマ：スマート社会を支える絶縁計測・解析技術の最前線

氏名：三宅弘晃（東京都市大学・准教授）

近年、スマート社会の実現に向けて、再生可能エネルギーを用いた分散電源による長距離直流送電、モータの高効率化、衛星の高信頼性、などスマート社会の実現に必要なツールにおいてより薄膜化が求められ、高電界、高温環、放射線境下などの高負荷環境下における絶縁材料、帯電物性の把握することが必要となる。更には、電マイクロな荷の捕獲箇所を電子物性の観点から検証していく事も今後の高負荷環境における材料開発には必須となる。

材料の帯電物性の評価には、材料内の帯電電荷量の分布と量が視覚的に理解できるパルス静電応力(pulsed electroacoustic: PEA)法が用いられ。電気絶縁分野では IEC など規格され標準的に広く利用されている。図 1 に示す放射線(電子・陽子線)照射中のポリイミドフィルム(PI)内の電荷分布測定結果のように、視覚的に電荷分布を取られることが可能である。また近年では、密度汎関数法に代表される量子化学計算を用いた絶縁材料の電子構造解析(図 2 参照)により、電荷のトラップサイトの同定など理論解析的検討も進められている。

本報告では、各種アプリケーションにおける PEA 法による材料内部の帯電計測による計測結果と、量子化学計算による解析結果の一例の報告を行い、絶

縁材料計測評価技術における今後の展望を述べる。

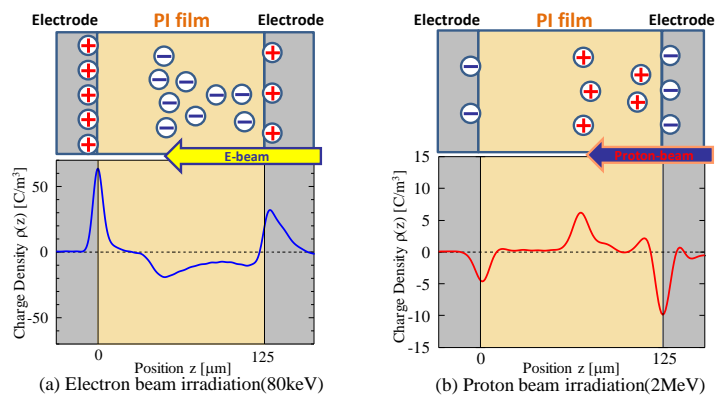


図 1 電子・陽子線照射における PI 内の空間電荷測定例

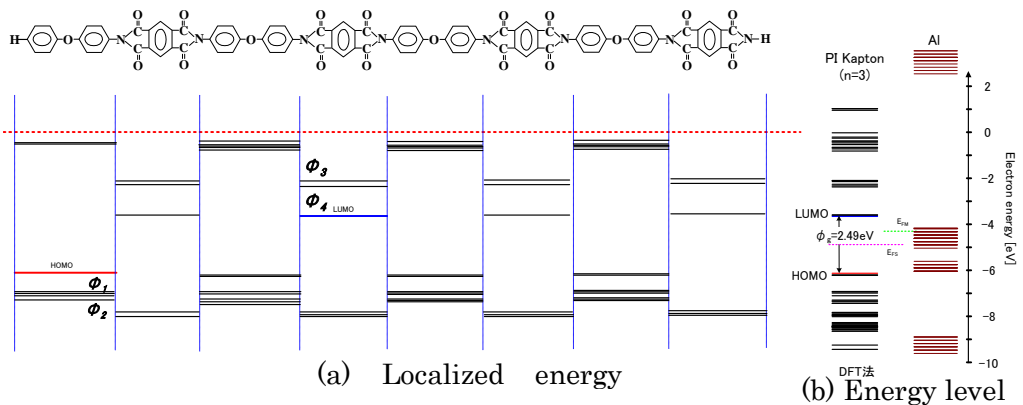


図 2 量子化学計算による PI のエネルギー帯分布

三宅弘晃

東京都市大学 工学部 機械システム工学科

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 (研究室: 13 号館 3F 計測電機制御研究室)

TEL: 03-5707-2100(3931) / FAX: 03-5707-2156

E-mail: hmiyake@tcu.ac.jp

http://www.eml.mse.tcu.ac.jp

テーマ：IoT 社会に寄与し得る有機薄膜トランジスタ型化学センサの開発

氏名：南 豪（東京大学生産技術研究所・講師）

人工知能および機械学習技術の目覚ましい進歩は、効率的な情報の取得・処理と関連しており、センサに対する需要が高まっている。トリリオンセンサ（1兆個のセンサが身の回りに溢れる）の時代が到来すると言われ、国内外・学術・産業界を問わない精力的な研究開発には目を見張るものがある。センサには物理的情報を検出する物理センサと化学的情報を検出する化学センサに分けることができる。これらのうち、生体情報を取得する物理センサは、日常生活において数多く存在しており、例えば体温計、血圧計などが挙げられる。一方、一般家庭に身近にある化学センサについては、糖尿病罹患患者に対する血糖センサがあるものの、それ以外の化学センサはそれほど普及しているとは言い難い。手軽にどこにでも貼れてからだや環境状況をその場でリアルタイムモニタできる化学センサの実現は、病気の早期発見とそれに伴う医療費の削減、ハウスダストなどの検出による生活環境の改善、高品質で低コストな食料品管理に伴う食品廃棄率の低下など、我々の Quality of Life を向上させ、人々の生活スタイルに変革をもたらすものと考えられる。そのような社会の実現に向け、当研究室では、有機薄膜トランジスタ（OTFT）を用いた化学センサ開発に注力している。OTFT は紙やガラス、プラスチック上に作製可能な電子デバイスであり、電子回路の構成部品となりうることから、フレキシブルディスプレイや物理センサ、RFID（無線通信システム）への応用が試みられているが、化学センサへの展開は黎明期にある。演者は自身の分子認識化学の専門性を活かし、種々の標的種に対する検出機構を OTFT に組み入れることで、環境汚染物質・バイオマーカーの検出を達成してきた。当日はその最新の成果を講演し、様々な分野の専門家と議論を交わすことで、学際領域にわたる本研究の今後の展開を考えたい。



分子認識情報変換素子の創製 有機トランジスタをプラットフォームとする 化学センサシステム

「分子認識化学」と「有機エレクトロニクス」
の融合研究

参考書籍：南豪(分筆) IoT を指向するバイオセンシング・デバイス技術 シーエムシー出版

南 豪

東京大学 生産技術研究所 物質・環境系部門

〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 (研究室：Fe-603)

TEL: 03-5452-6364 / FAX: 03-5452-6365

E-mail: tminami@iis.u-tokyo.ac.jp

<http://www.tminami.iis.u-tokyo.ac.jp>

テーマ：エネルギー×モビリティの転換点における融合研究

氏名：太田 豊（東京都市大学・准教授）

自動車業界ではCASE(Connected, Autonomous, Shared, Electric)といわれる100年に一度の転換期を迎えていると言われる。エネルギー業界では太陽光・風力発電など自由でオープンに取引する分散型エネルギーシステムへの100年に一度の転換期を迎えていると言われる。電気自動車の環境性能や電力貯蔵性能と、超低炭素でレジリエントな分散型エネルギーシステムの組み合わせの効果への期待は大きく、ゼロエミッションシティやコンパクトシティの実現にも必須な技術課題であり、将来の都市形成や自治体のあり方とも親和性が高い。

東京都市大学では、自動車とエネルギー業界を横断する取り組みを国内外に見える形で示し(フラグシップ)、自動車の電動化とそのエネルギー供給を再生可能エネルギー由来とする Well-to-Wheel Zero Emission(ターゲット)を掲げ、研究開発・技術開発を産学官の叡智を結集して力強く実行する拠点(プラットフォーム)を形成するための活動を行っている。大学キャンパスに日々産学官関係者が訪れ、電気自動車、充電システム、電力システム、情報通信、サービスプロバイダ、それらの制度や技術要件、電力市場との整合などについての議論を続けている。

都市大サロンでは、国内外の技術動向や産学官連携活動の最前線を話題提供するとともに、キャンパス実証で得られている研究成果の一部を紹介する。自動車業界、電力業界、電機、通信、サービス、政府機関、自治体、コンサルティング、金融機関、そして、電気自動車を所有する市民など、裾野の広いステークホルダ、プレーヤを包み込むことができるような大学研究の将来像について展望する。

太田 豊

東京都市大学 工学部 電気電子工学科

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1

(研究室：3号館2階電力システム研究室)

TEL: 03-5707-2100 内線 2756

E-mail: yota@tcu.ac.jp

<http://www.psl.ee.tcu.ac.jp>

テーマ：大規模・高精度計測と高度な数理的処理が実現するインフラ維持管理の近未来
氏名：水谷 司（東京大学生産技術研究所・特任講師）

実空間とサイバー空間を融合し効率的で高度な社会である「超スマート社会 (Society5.0)」を構築するには、さまざまな実空間の情報を計測しデジタル化することが必須である。各種先端計測機器の利用により、高品質なデータを容易に大規模に取得することが可能になりつつある。インフラ維持管理の領域においてもこれは例外ではなく、映像デバイス、レーザー、レーダーなどを使って、構造物の表面から内部情報までインフラの状態に関わる高品質・大規模なデータを得られるようになってきている。その一方で、インフラの維持管理の革新のためには、その得られた膨大なデータの中から自動で有用な情報のみを取り出すための優れた数理的処理技術の開発がキーとなる。

講演者は、これまで「数理的処理」として、「デジタル信号処理（解析学的処理）」と、ここ数年第3のブームが到来したといわれている「AI（学習型処理）」を活用し、さまざまな計測データからインフラ維持管理上有用な情報を自動抽出するための研究に取り組んできた。たとえば、「高解像度広角カメラ」と「三次元レーザー」のデータを処理することでインフラの表面状態の分析を、また「マルチアンテナ地中レーダー」のデータを処理することでインフラ内部の状態の推定や地中にある埋設物の位置情報を高精度に検出できるようになっている。

今回の講演では、これらの分析例を示しつつデジタル信号処理とAIが実現するインフラ維持管理の近未来について紹介する。

水谷 司

東京大学 生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1（研究室：Be-405）

TEL: 03-5452-6098 (内線 58082) / FAX: 03-5452-6395

E-mail: mizu-t@iis.u-tokyo.ac.jp

<https://www.iis.u-tokyo.ac.jp/ja/research/staff/mizutani-tsukasa/>

テーマ：窒化物針状単結晶の構造・機能材料への展開

氏名：小林 亮太（東京都市大学・准教授）

窒化アルミニウム (AlN) や窒化ケイ素 (Si_3N_4) は高硬度、耐熱性、化学的安定性、高い熱伝導性、優れた電気絶縁性を特徴とする窒化物である。AlN や Si_3N_4 はセラミックスの形で高温構造材料や半導体デバイス用の放熱基板材料へ応用されるほか、ユーロピウム (Eu) などの発光元素をドープすることで耐久性・温度特性に優れた蛍光体となる。さらに、これらの材料は大きなバンドギャップ (>3 eV) を有するため、単結晶や薄膜の形で深紫外デバイスの候補材料としても検討され、広い意味で IT・エレクトロニクス産業の発展に寄与する材料である。通常、これらの窒化物単結晶は原料粉末を 2000°C 以上の高温で昇華させるプロセスで合成され、この場合は六角板状や太い柱状に成長することが知られている。一方、当研究室ではこれまで、金属 Al や Si の融液 (メルト) を高温で直接窒素と反応させる単純なプロセスにより、針状の窒化物単結晶を合成してきた。AlN ではアスペクト比が最大 100 を超えるようなウィスカー状の AlN 針状単結晶、 Si_3N_4 ではアスペクト比が最大 10 程度の Si_3N_4 針状単結晶がそれぞれ得られた。得られた AlN 針状単結晶を高熱伝導核や分散強化材として AlN セラミックスや低熱伝導性のステンレス合金に添加した複合材料を作製することで、機械的特性や熱伝導性の制御向上が可能であることを確認した。また、合成した AlN 針状単結晶に紫外線を照射すると青色に蛍光し、30 秒を超える長時間の蓄光も観測された。今後、上記のような窒化物針状単結晶が持つ物性と異方性をうまく生かした材料開発を推進することで、優れた耐環境性を持つ構造材料や熱制御材料、さらには新たな光機能材料・デバイスに至るまでの幅広い展開が期待される。

小林 亮太

東京都市大学 工学部 エネルギー化学科

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 (研究室：新6号館6405号室)

TEL: 03-5707-3811 / FAX: 03-5707-1171

E-mail: rkobaya@tcu.ac.jp

<http://www.imc.esse.tcu.ac.jp>