

第 36 回プラズマ新領域研究会「計測技術の基礎と最新動向」

開催期日：2022 年 2 月 16 日（水）

オンライン開催

概要

近年のプラズマ応用研究は半導体やナノ材料科学分野だけでなく、バイオ、医療分野においても重要性が広く認識されている。そのためプラズマ応用研究において観るべき対象は従来の気相や固体材料に加え、液相、気液界面、固液界面にまで拡張しており、計測技術の理解が研究を大きく展開する重要な要素になっている。そこで本研究会では、様々な状態を探る先端計測技術の基礎と最新動向を学び、プラズマ応用研究との接点と将来展望について討論を行う。

プログラム

13:00 13:05 開催の挨拶 岡田 健

13:05 13:40 猪股 直生
「マイクロ温度センサを用いた細胞の温度計測」

13:40 14:15 熊谷 明哉
「ナノ電気化学イメージングの応用：蓄電デバイスから細胞の動的観察まで」

14:15 14:50 梶本 真司
「細胞内の水のラマンイメージングによる細胞内温度の可視化」

（休憩）

15:00 15:35 植田 寛和
「表面吸着水素分子の核スピン転換」

15:35 16:10 戸田 雅也
「カンチレバー磁力センサを用いた 3 次元電子スピン共鳴イメージング」

（休憩）

16:15 16:50 菅原 克明
「ARPES による原子層材料の電子状態イメージング評価」

16:50 17:25 小宮 敦樹
「光学手法を用いた熱物質移動現象の可視化とマイクロ・ナノスケール高精度計測への挑戦」

17:25 - 総合討論

講演要旨

猪股直生（東北大学 大学院工学研究科）

「マイクロ温度センサを用いた細胞の温度計測」

細胞、特に単一細胞レベルでの温度計測において、蛍光プローブ法が主流な方法であり、細胞の温度現象を解明するための非常に力強い計測ツールと言える。一方、 μm スケールを主な計測対象とする微細加工を用いた温度センサがある。このセンサは機械的または電氣的に温度を計測するもので、細胞一つと同程度の大きさでセンサを作製することができる。その大きさと使用される材料の観点から、高い温度分解能と速い応答性を特徴としている。本発表では、微細加工技術で作製したマイクロ温度センサを用いた細胞の温度計測例を紹介する。

熊谷 明哉（東北大学 材料科学高等研究所）

「ナノ電気化学イメージングの応用：蓄電デバイスから細胞の動的観察まで」

電気化学反応は、カーボンニュートラルの実現に必要な二次電池などの蓄電反応やクリーンエネルギー：水素の精製法である水電解のみならず、インフラ設備の腐食反応や血中のグルコース濃度検出するバイオセンサーまで多岐に關与する。これらの分析には、通常、バルク体を用いた電気化学計測が一般的であるが、近年の材料設計は原子・分子レベルで制御されており、バルクのみならずナノスケールでの分析が不可欠となっている。本講演では、局所的に電気化学反応を可視化し、反応領域の定量評価するナノ電気化学イメージング技術について、二次電池の電極材料の反応性や二次元材料の電極応用から細胞の動的観察の結果を踏まえて紹介する。

梶本 真司（東北大学 薬学研究科）

「細胞内の水のラマンイメージングによる細胞内温度の可視化」

細胞内の温度は細胞の状態を表す重要な物理量である。我々は、ラマン顕微鏡を使って細胞内の水を直接観測することにより、そのスペクトル形状から細胞内温度をラベルフリーで可視化する手法を提案する。まず細胞周囲の培地の温度を変化させながら、細胞内、および培地中の水のラマンスペクトルを取得し、それぞれの領域に対する温度検量線を得た。得られた検量線を使って、薬物添加に伴う細胞内温度上昇を可視化することに成功した。さらに、生体分子や薬物に由来するラマンバンドも同時に観測することにより、細胞内で起こる変化をラベルフリーで同時に多角的に観測することが可能になる。

植田 寛和（日本原子力研究機構）

「表面吸着水素分子の核スピン転換」

分子の固体表面への吸着には物理吸着と化学吸着があり、吸着状態によって分子の挙動は大きく変化する。水素は合成核スピン $I=1$ のオルト水素と $I=0$ のパラ水素が存在する。オルトとパラ間の転換は気相の孤立系では禁制であるが、固体表面に吸着すると促進されることが知られている。この水素オルト-パラ転換は基礎的な興味だけでなく、水素の液化に伴うボイルオフ問題や宇宙における分子雲での分子進化に関連して広く興味もたれている。本講演では、物理吸着および化学吸着した水素のオルト-パラ転換について発表する。

戸田 雅也（東北大学 大学院工学研究科）

「カンチレバー磁力センサを用いた 3 次元電子スピン共鳴イメージング」

マイクロメートルの微小試料に対して、ナノメートルの分解能で内部構造のイメージングを可能にする小型 MRI 技術を開発している。この技術は、磁気共鳴力顕微鏡（MRFM）といって、磁気共鳴現象を機械的に力として検出し画像化する技術である。今回、シリコンの微細加工技術を駆使し超高感度磁力センサを設計作製し、今後高速化に繋がる ESR-MRFM を開発した。計測で得られる 3 次元力分布から 3 次元ラジカル密度分布への変換計算

処理プロセスでは、ランダムノイズを使用した畳み込み高速フーリエ変換をすることによってより精度のよい高速3Dイメージングを実現した。ESR-MRFM の大まかな概要と原理応用について解説する。

菅原 克明 （東北大学 材料科学高等研究所）

「ARPES による原子層材料の電子状態イメージング評価」

プラズマ CVD 法や MBE 法などの様々な原子層堆積技術の進歩により多種多様な材料開発が世界各地で行われていると同様に、機能性材料の物性評価技術もまた開発改良が進められている。材料評価技術には、ラマン分光や赤外分光などの分光学的手法が一般的であるが、分光技術の一つとして角度分解光電子分光(ARPES)もまた近年の目覚ましい技術発展によって注目を集めている。そこで本講演では、ARPES に関して簡単に紹介し、それを用いることで近年明らかとなってきた原子層材料の特異な電子状態(バンド構造・フェルミ面)について紹介する。

小宮 敦樹 （東北大学 流体科学研究所）

「光学手法を用いた熱物質移動現象の可視化とマイクロ・ナノスケール高精度計測への挑戦」

MEMS 技術等の飛躍的進歩により、マイクロ・ナノの世界が身近になりつつある。固体のマイクロ構造は電子顕微鏡などで詳細に観察することができるが、例えばその周囲雰囲気濃度場や温度場、またはサブミリ領域の流動場といったものを観察することはできない。本講演では、顕微鏡では不可視なこれらのサブミリ領域における温度場・濃度場を高精度に可視化計測する光学干渉技術を紹介し、そこから伝熱特性および物質輸送特性の評価を行う。また、ナノスケール計測の一例として、独自のエリプソメータを開発し、それを用いて計測した固体面上の微小液滴端の動的挙動可視化観察事例を紹介する。