

「Materials Science of Solids and Surfaces using Radiation Field Controlled in Time and Space Domain (時間・空間領域で制御された輻射場による固体と表面の物性科学)」の報告

イメージングとその物理的機構について議論した。これらの講演から、時間・空間領域における輻射場の制御によって光電子分光が物性物理の実験手法として更なる発展を遂げ、物質表面や低次元物質、さらには半導体デバイスの評価にまでその応用が広がっていることを窺い知ることができた。

10月30日のセッション3は「SPM coupled with photon」と題し、主にレーザー分光や光検出技術と走査トンネル顕微鏡 (STM) を組み合わせた最先端研究に関して6つの講演が行われた。Wilson Ho氏(米国・カリフォルニア大アーバイン校)によるキーノート講演では、THzパルスとSTMを組み合わせたfs-THz-STM装置による単一分子の超高速ダイナミクス計測に関して詳細な紹介が行われた。塩足亮隼氏(ドイツ・フリッツハーバー研)は、半導体表面上の単一分子など、これまでの測定対象を超えた探針増強ラマン分光 (TERS) 測定について紹介した。桑原裕司氏(大阪大)は、STM発光やTERSを駆使してキラリティを有する分子の光学特性を単分子レベルで調べる挑戦的研究について紹介した。武内修氏(筑波大)は、超短パルスレーザーを用いた光ポンププローブ法と局所プローブ顕微鏡法を組み合わせたシステムの開発と、それを用いたキャリア再結合ダイナミクスの局所・超高速観測について発表した。熊谷崇氏(分子研)は、近接場光学顕微鏡を用いた遷移金属ダイカルコゲナイドや酸化バナジウムなどの機能性ナノ材料の光学特性の精密計測について講演した。最後に、久保敦氏(筑波大)が表面プラズモン波束の超高速ダイナミクス研究について報告した。

10月30日のセッション4「Operando spectroscopy of materials」では、物質が実際に機能している様子をそのまま(オペランド)観察する分光実験を主題として4つの講演が行われた。まずHendrik Bluhm氏(ドイツ・フリッツハーバー研)によるキーノート講演が行われ、気液界面のXPS測定によるイオンや界面活性剤分子の挙動を明らかにした研究が紹介された。続いての豊島遼氏(東京大)の講演では、Pt薄膜ガスセンサーの機能時における電気伝導測定と固気界面状態の雰囲気光電子分光実験の結果が発表された。小坂谷貴典氏(京都大)の講演では雰囲気光電子分光法と偏光変調赤外反射吸収分光法の2つのオペランド実験が解説され、それらを組み合わせた銅ベース触媒の固気界面におけるCO₂活性化の研究が紹介された。前田修孝氏(九州大)の講演では、変調励起赤外分光によるCO₂水素化のオペランド実験の発表があった。これらのフロンティア研究はいずれも複雑な現象を取り扱っているにも関

わらず、高精度なオペランド実験データが再現性良くかつ複合的に得られており、その結果、素過程の1つ1つが明らかにされていた。

セッション5では「Spin detection and control in atomic scale」と題し、基板表面上の単一原子によるスピンに関する3つの講演が行われた。単一原子のスピン状態を計測し、その機構を解明するとともに、スピン状態を制御しようと試みる最先端研究の紹介があり、活発な議論がなされた。最初の米田忠弘氏(東北大)によるキーノート講演では、氏がこれまで研究を進めてきたTbフタロシアニン-ダブルデッカー分子内の、単一のTb原子由来のスピン共鳴信号をSTM探針により検出する(電子スピン共鳴(ESR)-STM)という画期的な研究成果について紹介があった。他にも、スピン偏極トンネリングや近藤共鳴・スピン反転非弾性トンネルの信号検出など、STMを用いた単一スピン評価についても成果が述べられた。次のMassine Kalei氏(韓国・IBS量子ナノ科学センター)は、f電子がスピンを担う希土類元素の一つであるNb原子について、放射光による磁気円二色性(XMCD)や吸収分光の解析によって、単一原子でのスピン状態や各軌道の占有率を正確に評価し、さらにクラスター化や基板の入れ替えに対して如何に変化するかを評価できることを示した。土師将裕氏(物性研)は、3d元素である単一Ti元素のスピン状態をESR-STMを駆使することで制御できることを示している。スピン共鳴を駆動するマイクロ波をパルス状に印加することでスピン状態を制御したり、原子マニピュレーションにより近接させた2個のTi原子を結合させ、2量子ビット間での演算を実現するなど興味深い研究成果が紹介された。この日の夕方には、全部で34件のポスター発表が行われ、活発な議論が交わされた。

10月31日のセッション6は「Advanced light source and nonlinear optical phenomena in materials」で、まずキーノート講演として廣理英基氏(京都大)より、反強磁性スピンのテラヘルツ高速制御に関する発表があった。試料表面に取り付けたメタマテリアルにより電磁場を時空間的に制御し、瞬時的かつ局所的に3テスラを超える極めて強力なテラヘルツ磁場を発生させることに成功し、それを用いて室温で反強磁性磁化の高速制御に成功した画期的な成果が示され、その機構について議論がなされた。また、新規光源を用いた非線形応答の研究に関して、室谷悠太氏(物性研)がディラック半金属の制御、田中駿介氏(物性研)が新たなテラヘルツ電場検出手法の開発と表面分光への応用、堀尾眞史氏(物性研)がX線自由電子レーザーによる2

<https://yoshinobu.issp.u-tokyo.ac.jp/2024Oct> ISSP WS Abstract v4.pdf



普段は別々の専門分野で発表や討論を行なっている研究者間で、たいへん活発な質疑応答が行われた。若手研究者や大学院生が中心のポスターセッションはレベルが高く、活発に議論が行われてた。また、海外の大手研究者が熱心

に講演メモをとり質問をしていた姿が印象的であった。ワークショップ後に、海外の招待講演者から「I would like to thank you from the bottom of my heart for the invitation to the workshop and the excellent organization, I learned a lot and enjoyed the talks and discussions tremendously!」というメールをいただいた。異なる分野の最先端研究を直接聞くことにより、参加者の多くは大きな刺激を受けた。

本ワークショップは、物性研究所「ISSP 国際ワークショップ」、JST-CREST「革新的反応」研究領域の「国際強化支援策」および NINS「2024 年度共創戦略統括本部先端光科学研究プロジェクト」の支援を受けた。これらにより、国内外から多くの研究者を招待することができた。最後に、セッションの初めにご挨拶と物性研の紹介をしていただいた廣井所長、ワークショップの運営に大きな貢献をしていただいた物性研究所のスタッフ(教職員、事務補佐員)と大学院生の皆様に感謝したい。

(文責：ワークショップ世話人全員)



ワークショップにおける集合写真(2024年10月30日)