

■会議報告

The 9th International Conference on Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy (HAXPES 2022) 報告

三村功次郎 (大阪公立大学大学院工学研究科電子物理系専攻)

今回で9回目となる International Conference on Hard X-Ray Photoelectron Spectroscopy (HAXPES 2022)が、2022年5月31日から6月3日の期間、姫路市文化コンベンションセンター(アクリエひめじ)において対面とオンラインのハイブリッドで開催された。オンラインを含めると、12カ国から約120名が参加した。現地参加者の大半は、姫路駅近くのホテルモンテ姫路に宿泊し、アクリエひめじまでは徒歩10分とアクセスは抜群であった。宿泊先の朝食会場は14階にあり、そこから眺める姫路城は壮大であり、海外の参加者から好評であった(図1)。

本会議は、高いバルク敏感性を有する HAXPES 計測に関する話題を取り扱っており、3年に1度開催されている。対象とする分野は、手法開発はもとより、原子・分子科学、電子相関・磁性材料、機能性界面、エネルギー研究・産業応用と多岐に渡っており、実験と理論の両面から報告があった。講演数は、基調講演4件、招待講演11件、口頭発表33件(企業講演4件を含む)、ポスター発表30件である(図2)。本稿では、口頭発表を中心に本会議の内容を俯瞰したい。

基調講演として、初日に Johannes Gutenberg Univ. の G. Schönhense 氏から硬 X 線領域の励起光を利用した Momentum Microscope の成果が報告された。硬 X 線の利用により広範な波数空間の情報が取得でき、励起光エネルギーを変えずに近藤物質 YbRh_2Si_2 の3次元等エネルギー面の全貌が示された。2日目の基調講演として、Julius-Maximilians-Univ. の M. Sing 氏から機能性酸化物薄膜やヘテロ界面に関する電子状態研究の概説があり、ス

ピンフィルター結晶が搭載された Momentum Microscope による Fe_3O_4 (111) 薄膜のスピン分解価電子帯スペクトルが紹介された。3日目は、Sorbonne Univ. の M. Simon 氏により、気相の電子状態観測に対する HAXPES の重要性が示された。4日目は、Gwangju Institute of Science and Technology の B. S. Mun 氏から、常圧下における放射光 XPS を利用した金属表面における表面触媒反応観測の例が紹介され、本分野に対する硬 X 線利用の展望が示された。

口頭発表を通じて、ヨーロッパ勢を中心に機能性界面やエネルギー材料、触媒など応用研究に対する報告が非常に多い印象を受けた(全口頭発表の約1/3)。これらの報告のうち、Temple Univ. の J. Paudel 氏は、HAXPES と軟 X 線定在波光電子分光法による界面電荷再構成の観測から、



図2 口頭発表会場(アクリエひめじ)の1コマ



図1 ホテルモンテ姫路の14階から姫路城を望む

CaMnO₃/LaNiO₃ ヘテロ構造における界面強磁性が、界面を介した電荷移動によって安定化されることを報告した。また、HZB の Marcos Bär 氏は、金属ハロゲン化物ペロブスカイト太陽電池のバイアス印加時における化学結合の変化を報告した。Lund Univ. の S. Blomberg 氏は、DESY に Petra III おいて、1 bar 下で Pd (100) テスト触媒を用いて CO 酸化状態の変化を直接観測した。これらの報告に限らず、HAXPES による応用研究において、今や“常圧”、“オペランド計測”は重要なキーワードとなっている。

また、共鳴計測（共鳴 HAXPES, 共鳴 Auger）に関する報告も増加傾向にあった。対象元素の共鳴領域で Auger スペクトルの 2 次元マップ作成を通して、Ar クラスタ（Univ. Oulu の M. Patanen 氏）や層状 SnS₂（Sorbonne Univ. の F. O. L. Johansson 氏）の異方的な電荷移動に関する情報が視覚化できるため、今後の研究の展開に期待が持たれる。NIST の D. Shirley 氏からは、共鳴 Auger の電荷移動について理論的見地からの解説があった。

強相関係の分野においては、日本の研究者の優れた講演を多く聞くことができた。Osaka Univ. の H. Fujiwara 氏は、偏光依存 HAXPES, 軟 X 線吸収分光, 共鳴非弾性軟 X 線散乱を用いた複合計測により、ハーフメタリックホイスラー合金のスピントラップ電子構造を明らかにした。Osaka Metropolitan Univ. の A. Hariki 氏は、LDA + DMFT による理論解析から、遷移金属酸化物の非局所的な電荷移動スクリーニング特性に関する精度の高い議論を行った。Max Planck Institute の D. Takagami 氏は、軟 X 線分光と LDA + DMFT と組み合わせた研究から、遷移金属酸化物 CaCu₃Ru₄O₁₂ が近藤系に分類され、近藤温度は 500–1000 K 内にあることを明らかにした。

ビームラインの向上も欠かせない。JASRI の A. Yasui 氏は、HAXPES 専用ビームラインとして高度化された SPring-8 BL09XU のステータスに関する報告を行った。BL09XU の特徴は、DCCM を採用することで高分解能硬 X 線励起光の定位置出射でのエネルギー掃引が可能になり、内殻吸収端近傍で共鳴 HAXPES 実験が行える点である（エンドハッチ：EH1）。広アクセプタンス角の分析器が設置された EH2 は、今後ナノ集光装置の設置を予定しており、電子状態の走査型 3 次元イメージング計測など、より応用に根ざした成果の創出が期待される。また、Karlsruhe Institute of Technology の L. Weinhardt 氏からは、KIT light source に建設された X-SPEC ビームラインの報告があった。最大の特徴は、軟 X 線と硬 X 線用のアンジュレータと光学系を組み合わせ、70 eV から 15 keV までをカバーする点である。エンドステーションは 2 つあり、それぞれ、超高真空条件下での固体測定、常圧下でのその場およびオペランド測定が行われる。

ビームライン以外の装置や手法に関する報告として、先述の Momentum Microscope に加えて Lab. ベースでの HAXPES 装置を利用した研究が増加している点が挙げら

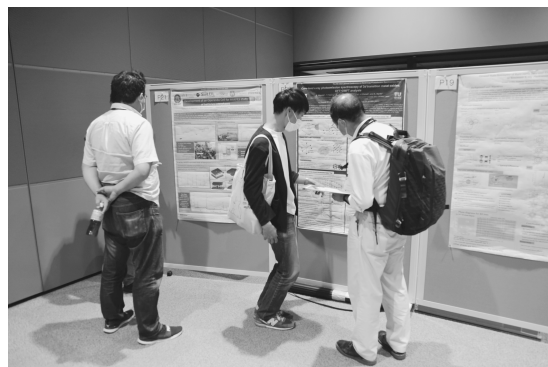


図3 ポスター発表の1コマ

れる（Uppsala Univ. の A. Lindblad 氏, Excillum AB の J. Hållstedt 氏 他）。これは、ターゲットとしての Ga 液体金属ジェットの利用により、X 線（Ga K α ; 9.25 keV）の輝度が大幅に向上したことが大きい。今後 Lab. HAXPES 装置の普及により、HAXPES がより身近な研究ツールとして認知されることに期待したい。また、Toshiba Nanoanalysis Corp. の M. Taguchi 氏からは、全反射条件を利用して観測された表面・バルク電子状態に関する報告が、NIMS の S. Ueda 氏からは、超小型モット型スピントラップを用いたスピントラップ HAXPES に関する報告があった。

Closing session では、新たに開設された HAXPES2022 Conference Awards の受賞者が発表された。本 Awards は HAXPES を用いた実験・理論研究の発展に貢献した研究者を表彰するもので、HAXPES の普及に貢献されてきた 2 名の研究者の名を冠している。ひとつは C. S. Fadley（Chuck）Prize であり、Synchrotron SOLEIL の J.-P. Rueff 氏が受賞した。もうひとつは若手研究者に贈られる Y. Takata Prize であり、Karlsruhe Institute of Technology の D. Hauschild 氏が受賞した。本 Session の最後に、次回の第10回は、2024年の6月あるいは9月に、チェコ共和国、ピルゼンの西ボヘミア大学で開催を予定していることが報告された。

本会議はハイブリッドでの開催のため、実行委員会の方々は、アメリカの講演者は午前中に、ヨーロッパの講演者は午後に講演時間を割り当てる等、オンライン参加者に配慮したプログラムを組んだと伺った。昨今の難しい状況の中でも様々な工夫を行い、開催にこぎ着けた実行委員会の皆様に敬意を表したい。一方でポスターセッションの時間が十分に取れていない印象を受けた（図3）。特にオンラインで参加したポスターセッション講演者は非常に難しい対応を迫られたものと推測する。その様な中でも、初めて対面での国際会議に参加した院生は、会場の雰囲気や海外の研究者とのコミュニケーションに刺激を受け、生き生きとした表情をしていたのが印象的であった。今後、当たり前のように対面で国際会議が開催される社会情勢へと改善されていくことを大いに期待したい。