

■会議報告

The 40th International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics (VUVX2019) 報告

山本航平 (分子科学研究所)

2019年7月1日～5日に40回目の真空紫外線とX線物理に関する国際会議がサンフランシスコ中心部に位置するWestin St. Francis Hotelにおいて開催された。会場となったホテルはサンフランシスコ有数の観光地であるUnion Squareやケーブルカーが走る道路に接するような立地であった。会議前日までLGBTに関するパレードが、また会期中7月4日の独立記念日には花火などの催しが行われており、大変にぎやかであった。このような立地のためか、会場を含む周辺のホテルの価格が高く、遠方からの参加者は大変であったと思う。

本会議は、放射光はもとより、レーザーを含む光源から得られる、真空紫外線から軟・硬X線に関する広範な話題を取り扱っており、3年に1度開催されている。筆者は初参加となるので知らなかったが、もともとはVUVとX線で別々に開催されていた国際会議が合併して、VUVX2010(カナダ・バンクーバー)^{1,2)}から発足したものであり、VUVX2013(中国・合肥)³⁾、VUVX2016(スイス・チューリッヒ)⁴⁾ときて、今回が合併後4回目の会議となるようだ。内容も光源、手法開発から、光を利用した応用研究について、実験と理論の両面にわたっている。今回はLawrence Berkeley National LaboratoryとSLACが主催となり、CHESSのElke Arenholz、ALSのHendrik Ohldagをco-chairとして行われた。

会議はPlenaryを除いては、2つの会場で平行に行われた(写真1)。Invited talkは約20件、Contributed talkは約110件、ポスターは約130件が行われた。前回の会議報告⁴⁾と比較すると発表件数は同程度であるようだ。電子構造、物質科学、AMO(原子・分子・光学)、装置、光源、理論などのセッションにわかれて、講演が行われた。以下、それらで発表された内容をピックアップして報告したい。

初日のOpening sessionでは2件の講演が行われた。リヨン大・ESRFのBeatrice RutaによりX線光子相関法による、ガラス転移や生体などの不規則系への応用が紹介された。SLACのTais Gorkhoverがフーリエ変換ホログラフィ、とくにin-flight holographyとよばれる手法の開発について講演した。この手法は観察したい物質と参照用の既知のナノパーティクルをジェット内に同時に噴射して、参照用の物質からの散乱波を参照光とする手法であり、興味深かった。どちらもコヒーレンスを用いた、結晶ではない系への応用という共通点をもつ発表であった。



写真1 口頭発表の会場の様子。

イメージングに関しては集光したX線を用いるSTXMと回折現象を用いるホログラフィなどの両手法からの発表が盛んに行われていた。NLSLのHanfei Yanは硬X線集光技術開発により得られた分解能<10 nmのnano particleの実空間像を紹介していた。上記のYanらの発表でもふれられていたが、二次元像の取得・解析などには情報科学的手法の適用も重要なテーマの一つである。コヒーレント回折イメージングの手法において、スパースモデリングを適用することで、ノイズや情報の欠損に対して、安定して実空間像を取得できる手法などの発表があった。走査型透過X線顕微鏡(STXM)に関しても活発な発表が行われていた。強磁性共鳴によるスピン波の時間分解観察、Computed Tomographyを組み合わせた3次元観察への展開などの発表が行われていた。

共鳴非弾性X線散乱(RIXS)の発表も活発に行われていた。Operand観察による電池への適用やポンププローブ法による時間分解観察などが紹介されていた。また集光した光を用いた空間分解観察やstanding waveを用いた深さ分解の結果の発表があった。ほかの手法と組み合わせた展開に関する発表が多いように感じられた。また利用研究についてもたくさんの口頭・ポスター発表がみられた。電子構造はもちろん素励起への適用の研究が目立った。

RIXS ビームラインに関しては、Max IV の Conny Sâthe, Brazil の Sirius の Tulio Rocha がそれぞれの施設で整備している RIXS 装置に関して報告していた。

高速なプロセスに対する時間分解の研究も、さまざまな手法と組み合わせておこなわれていることが報告されていた。上でふれたように STXM や RIXS との組み合わせのほか、回折、光電子分光などの時間分解測定が発表されていた。自由電子レーザー (FEL) を用いた実験では、FLASH での fs の時間分解 X 線光電子分光による誘起半導体の電荷移動の結果や、SACLA での硬 X 線の時間分解 XMCD による金属強磁性体薄膜の光誘起消磁の結果などが報告されていた。理論セッションでも 2 件の invited (University of Ottawa の Michael Schuurma, SLAC の Das Pemmaraju) が時間分解に関連した内容であり、そのほかの口頭発表でも時間分解 NEXAFS の理論解析などの発表があったようである。Plenary session では Autonomous University of Madrid の Fernando Martin が、分子に対するアト秒のダイナミクスについて理論的なシミュレーションの結果を語っていた。

光電子分光に関しては、開催地に近いのもあるのかもしれないが、University of California Davis ・ Lawrence Berkeley National Laboratory の Charles S. Fadley のグループから standing wave 法を用いた硬 X 線光電子分光 (HAXPES) 関連の発表がポスター ・ 口頭を含めて多かったように感じた。同グループの G. Conti は 2 次元な層状構造をもつ半導体物質への適用例を報告しており、とくに standing wave 法が有用な系の研究と感じた。その他の口頭 ・ ポスター発表で希薄磁性半導体、強磁性/超伝導体界面、ペロブスカイトの超格子の研究などが報告されていた。Plenary Session ではマイクロ/ナノ角度分解光電子分光 (ARPES) の講演が企画されていた。光電子のイメージングについては光電子ホログラフィによる Fe/MgO の磁気トンネル接合デバイスの結果を東北大の Mizuguchi が講演していた。

JILA ・ コロラド大の Margaret Murnane は、Plenary Session で高次高調波発生による VUV から軟 X 線領域の光の生成の研究、それらを用いた分光実験について述べていた。円偏光 X 線の生成やレーザーの短パルスを生かした fs での時間分解分光について述べていた。別セッションであるが、同グループの Wenjing You の発表では強磁性体の光誘起現象の時間分解 XAS/XMCD と光電子分光の測定結果を報告しており、理論解析と合わせることで磁性の光誘起状態をはっきりと描写しており印象深かった。Sandia National Laboratories の Hope A. Michelsen は物が燃えるときに発生するすすの UV, X 線による研究について講演していた。すすは大気汚染や温暖化などの環境問題にも関連する問題であり、小角散乱やラマン散乱を、ものが燃えてすすが発生するプロセスの *in situ* 観察を行っている。X 線の手法が、実際的な環境問題に応用されて

いることがはっきり分かり、大変印象深い報告であった。

VUVX Conference Award の受賞者の講演も行われた。AMO 分野では RIXS, HAXPES と FEL の利用による分子の励起状態の研究の業績に対して、Sorbonne University の Tatiana Marchenko が受賞した。固体分野では軟 X 線を利用した Li イオン電池の研究に対して Lawrence Berkeley National Laboratory から Wanli Yang が受賞した。学生向けの VUVX Student Award の発表も行われた。AMO 分野では Kansas State University の Travis Severt による分子の解離プロセスの研究に対して賞が贈られた。固体分野では上でふれたように、JILA ・ コロラド大の Wenjing You が受賞した。

Student Plenary Presentation という学生による Plenary Talk が設定され、Across Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics と題して 15 分ずつ 7 件の発表が行われた。2 光子光電子、XMCD, ARPES, XAFS, 時間分解などによる、原子分子 ・ 固体分野双方にわたる内容で 7 件の発表が行われた。

過去の会議報告を見ると Excursion が企画されていたようだが¹⁻⁴⁾、今回は企画されなかった。Conference dinner は会場となったホテルの 32 階で行われた。残念ながら天気は良くなかったが、床から天井まである窓からはサンフランシスコの高層ビル群がみられる眺めの良い会場だった (写真 2)。それぞれのテーブルでにぎやかに情報交換がなされていた。Conference dinner では NASA から Thomas Bristow の講演が行われた。宇宙空間での物質解析のため、小型の回折計を火星探査機に搭載し、実験を行っているとのことだった。宇宙空間での実験ということで、興味を引いていたようで、発表後の質問がなかなか終わらないほどだった。



写真 2 conference dinner の会場からサンフランシスコのビル群を望む。眼下に見えるのは Union Square。

また Conference dinner の会場では次回開催地が発表された。VUVX2022は Brazil でリオデジャネイロ近郊のリゾートで行われるとのことである。新しい放射光施設の整備が進められているが、なかなか行く機会のない場所かと思う。日本からだと移動だけで1日かかるが、多くの参加者を得て実りある会議になることを願いたい。

参考文献

- 1) 松井文彦：放射光 **23**, 393 (2010).
- 2) 長坂将成：放射光 **23**, 394 (2010).
- 3) 山根宏之：放射光 **26**, 291 (2013).
- 4) 木下豊彦：放射光 **29**, 265 (2016).