

The 8th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy using Accelerator Based Sources (WIRMS2015) 会議報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用研究促進部門 池本 夕佳

2年ごとに開催される加速器ベース赤外光源の国際会議 WIRMS2015 (8th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy using Accelerator Based Sources) が2015年10月11～15日にアメリカのニューヨークで開催された。

会場は、Brookhaven National Laboratory から車で30分程度離れた Hyatt Place Long Island/East End の会議室で行われた。初日は Reception で、会場敷地内にあるレストランで夕食会が催された。2日目から最終日までが本会議、3日目の夕方は Excursion であった。4日目の夜は、これも敷地内にある小さな水族館でバンケットが行われた。また、最終日は午後から NSLS-II の見学ツアーが行われた。会議全体を通して、45件の口頭発表があり、内7件が招待講演であった。会議に先立って、NSLS-II Director の J. Hill より、NSLS-II の現状に関する Welcome Remarks があり、その後、7つのセッション (Facility Development、Infrared Microspectroscopy and Imaging、Materials Under Extreme Conditions、Condensed Matter and Time-Resolved Spectroscopies、Near-Field Infrared、Coherent THz and Ultrafast Spectroscopy) があった。この他 Open Forum として、Near-Field Infrared Spectroscopy and Imaging の技術項目に関する検討と、Next Diffraction-Limited Synchrotron Light Source における赤外と THz に関する議論に、それぞれ30～40分時間が割り当てられた。順を追って紹介する。

Facility Development のセッションでは、ベンディングマグネットから取り出した赤外光を集光するミラー形状について講演を行った T. Moreno (SOLEIL) が印象的だった。多くのビームライ

ンでは、水平と垂直方向をともに集光するために toroidal mirror を1枚使用している。しかし、赤外は取り込み角が大きく、光源の奥行きがあると光源が円軌道にあるため、焦点におけるスポット形状が歪む。SPring-8、BL43IR ではこの問題を避けるため magic mirror を採用しているが、形状を表す式が複雑で、設計・作成ともにハードルが高い。T. Moreno は、X線ビームラインで利用されている KB mirror をもとに、水平方向 (軌道形状を反映した cylinder mirror) と垂直 (ellipsoidal mirror) それぞれ分離したミラーとして設計した。これらは特殊ミラーだが一般的な形状のため、精度の高いミラーを比較的安価に作成でき、スポット形状は toroidal mirror から改善される。既に、LNL で運用しており、他のビームラインでも検討されている。この他、G. P. Williams (Thomas Jefferson National Accelerator Facility) は、加速器ベースの赤外光源利用を創生期から支える研究者の1人として、およそ30年間の経緯と今後の展望について、特に NSLS の動向を踏まえて招待講演を行った。

Infrared Microspectroscopy and Imaging のセッションでは、I. J. Burgess (University of Saskatchewan) が、専用セルを開発して電気化学反応を調べる研究を報告したが、これ以外の講演はすべて、生物関係の研究、もしくは開発技術の測定例として生物試料を扱っていた。赤外放射光を利用して生物細胞の高空間分解能イメージング測定を行った研究はこれまでもあったが、今回の会議では、イメージング結果をさらに、胸部腫瘍や ALS (Amyotrophic Lateral Sclerosis)、糖尿病網膜症、神経膠腫などの病気の診断やメカニズム解明に利用する研究が報告された。病気の有無によるスペクトルの変化はわずかで、Principal Component

Analysis (PCA) などの計算手法を利用して違いを見出す解析が行われていた。技術開発に重点が置かれた講演としては、M. Martin (Advanced Light Source) が、FTIR Spectro-Microtomography に関する報告をした他、M. J. Tobin (Australian Synchrotron) が、昆虫の羽など非常に柔らかい試料の ATR (Attenuated Total Reflection) 測定を行うための装置開発を報告した。この他、L. Vaccari (Elettra) は軟 X 線照射したヒト胎児性腎臓細胞の放射線損傷を赤外顕微分光で評価する手法を報告した。

Materials Under Extreme Conditions のセッションでは、R. J. Hemley (Carnegie Institution of Washington) が、 H_2 を含む多くの化合物 ($CH_4(H_2)_4$, C_2OH_2 など) の相図と高圧下の赤外分光について招待講演を行った。また、X. Xi (Brookhaven National Laboratory) は、PbSe など narrow-gap 半導体のトポロジカル相転移と高圧赤外分光について招待講演を行った。これらとともに、NSLS の赤外ビームラインで行った研究結果であった。この他、U. Schade (Helmholtz-Zentrum Berlin) は、dispersive Fery-spectrograph と focal-plane array detector を組み合わせた新たな分光器を利用して μs オーダーの時間分解能での分光スペクトルを示した。

Condensed Matter and Time-Resolved Spectroscopies では、NSLS で行われていた ellipsometry や時分割実験の報告が行われた。

Near-Field Infrared のセッションは、これまでの WIRMS で最も長い時間が割かれていた。M. B. Raschke (University of Colorado) と H. A. Bechtel (Advanced Light Source) が、ALS における scattering-type scanning near-field microscopy の招待講演を行った他、この装置を利用した研究の講演が2件行われた。AFM 装置と Thermo Fisher の FTIR 装置を組み合わせたシステムは、数十 nm の空間分解能と $800\sim 4000\text{ cm}^{-1}$ の広帯域を両立して群を抜いた性能である。この他、PTB (ドイツ)、LNLS (ブラジル)、SPring-8 での装置報告があった。また、これまで FEL やレーザー光源で行っていた photothermal probe を利用した近接場装置について、光源を放射光にして開発を始めたことを、G. Cinque (Diamond Light Source) が報告した。

セッション後の Near-Field Infrared に関する Open Forum では、L. Carr (Brookhaven National Laboratory) より、装置開発に際して検出器が重要な要素であるとの指摘がなされ、Cu-doped Ge 検出器をあげた。感度や冷却温度、リニアリティ、ノイズレベルなどトータルでの検証が必要である。

Coherent THz and Ultrafast のセッションでは、J. Raasch (KIT) が、CSR のシングルショットで THz 分光を行うための検出器開発について、招待講演を行った。

Spectroscopy のセッションでは、R. Plathe (Australian Synchrotron) が、気体の THz 高波数分解能装置にレーザーを導入し、光分解の測定を行った研究を報告した。

会議最後の Open Forum は30分の枠で、Infrared and THz with Next Diffraction-Limited Synchrotron Light Sources について議論が行われた。現在、様々な施設で検討されている低エミッタンスリングは、蓄積リングのチャンバーが小さい。赤外は大きな取り出し角が必要なため、これまでのように、施設的设计が決まった後に赤外の取り出しを検討したのでは、現状の数分の1程度のフラックスしか利用できないビームラインになる。赤外を取り出す部分のチャンバーを大きくしたり、edge radiation を利用する設計にしたりする検討を、早い段階から開始しなくてはならない点について、P. Dumas (SOLEIL) が指摘した。

会議最初のセッション “Facility Development” で F. Borondics (SOLEIL) は、SOLEIL の赤外ビー



図1 会議の様子

ムラインのアップグレード計画を報告した。赤外線 KB mirror を配置した上流 optics、近接場装置による回折限界以下の空間分解能での赤外分光、赤外トモグラフィ測定、装置制御と解析ソフトをすべて統合したユーザーフレンドリーなシステム開発をあげた。現状では、これが、放射光の特徴を生かした赤外ビームラインの一つの典型と認識されている。しかし、放射光赤外全体を見たとき先行きは明るくない。先に述べた通り、低エミッタンスリングでの赤外の取り出しは容易ではない。また、Wisconsin University の Synchrotron Radiation Center は閉鎖となり、赤外ビームラインは CAMD に移設を行っている。NSLS も閉鎖し、NSLS-II における赤外ビームラインは建設待ちの状態である。多くの成果を出した赤外ビームラインが一時的にせよ利用できなくなっている現状は、重く受け止める必要がある。放射光赤外は岐路に立っている。稼働している赤外ビームラインの利用と技術開発のアクティビティを維持・向上すると同時に、加速器や X 線・軟 X 線ビームラインの研究者、放射光以外の分野の研究者とも積極的に交流し、取り出し方法やビームラインの意義について議論しなくてはならないと考える。

池本 夕佳 IKEMOTO Yuka

(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-0833
e-mail : ikemoto@spring8.or.jp