

■会議報告

第3回 AOFSSR スクール参加報告

AOFSSR (Asia Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research) スクールは、大学院生を含む若手研究者が放射光科学を学ぶ絶好の機会であり、集中講義と実習が合宿形式で行われています。その前身は SPring-8 で実施された Cheiron School にあり、その後 AOFSSR スクールとして、アジア・オセアニア地域の AOF 加盟国・地域において開催されています。

第3回は台湾 NSRRC (新竹) で2019年11月に開催されました。放射光学会では若手研究者支援を目的として、本スクールに参加する学生会員を対象とする国際活動支援奨学金制度を設けました。選考の結果、奨学金支援を受けて第3回 AOFSSR スクールに参加した方から寄稿していただいた参加報告を下記に掲載します。今後の AOFSSR スクールは、2020年はタイで、2021年は中国で開催予定です。これらの参加にも放射光学会として支援する予定です。ですので積極的な参加を期待しております。

参加報告

・熊代宗弘 (広島大学理学研究科博士課程後期一年)

第3回 Asia Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research (AOFSSR) スクールが、台湾新竹市の National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC) にて、2019年11月3日～9日の日程で開催された。新竹市は台北と台中のおおよそ中間に位置する都市である。NSRRC はその新竹市の北東に立地しており、台湾桃園国際空港から車で約1時間の距離にある。新竹市は「台湾のシリコンバレー」と呼ばれるだけあって、IT や半導体関連の企業が集中していた。NSRRC 周辺にも TSMC (台湾の大手半導体企業) 等が立地しており、周辺はまさに「サイエンスパーク」そのものであった。本スクールには、日本からの5人に加え、アジア・オセアニア地域 (中国、台湾、韓国、タイ、オーストラリア、ニュージーランド、インドネシア、マレーシア、インド) から43人、アジア・オセアニア地域外 (ブラジル等) から2人、計50人の学生や若手研究者 (Master の学生: 5人, PhD の学生: 19人, Postdoctoral: 5人, Researcher や Associate Professor 等その他: 21人) が参加した。セミナーやビームライン実習を通して、放射光を用いた様々な研究を分野横断的に幅広く学ぶことができた。

本スクールのプログラムは、講義、自己紹介、施設のツアー、ビームライン実習、学生発表、エクスカージョンで構成されていた。講義は全体で20コマあり、タンパク質結晶学や角度分解光電子分光法 (ARPES) 等、生命科学

から物性物理学まで幅広い分野にわたっていた。ナノレベルの空間分解能での ARPES 測定 (Nano ARPES) に関する講義は、筆者の所属する広島大学放射光科学研究センターでも ARPES の高空間分解能化が行われていることから、非常に興味深く、今後、より高精度な ARPES 実験がアジアでもできるようになるという期待感を抱かせるものであった。

NSRRC には Taiwan Light Source (TLS) と Taiwan Photon Source (TPS) の二つの放射光源があるが、施設ツアーでは TPS が紹介された。TPS は、2015年1月に落成式が行われたばかりの新しい施設であった (図1)。現在もまだ大半のビームラインが建設中であるため、運用段階に達したビームラインはスペースに余裕があり、実験ホールは広々としていた。特に興味深かったのが X 線小角散乱 (SAXS) のビームラインであり、その検出器の大きさに非常に驚かされた (図2)。ナノ秒の時間分解能を有する装置になると聞き、この装置が完成すれば今まで観測困難であったタンパク質フォールディングのダイナミクスを直接的に追跡できるようになると思われた。

ビームライン実習は、7つのグループに分かれ、一日目にデータ収集と解析、次の日に15分程度のプレゼンテーションをするというスケジュールのもと行われた。筆者は SAXS のグループで実習を行った (測定は図2に示す TPS ビームラインではなく TLS ビームラインにて行われ



図1 TPS 内部の写真



図2 SAXS の検出器

た)。実習では、基本的な測定の流れや一般的な SAXS プロファイルの解析手法を学んだ。実習当日に、急遽、測定サンプルを各々で用意するよう指示され、私はチョコレート測定を行うことにした。SAXS・広角 X 線散乱測定から、チョコレートには多種多様なナノ構造があることが分かった。チョコレートのおいしさの秘訣は舌触りにあるという話を聞いたことがあるが、ヒトはこのナノ構造を知覚することでおいしさを感じるのではないかと考察した。グループのメンバーには自分の髪の毛を測定する人もいた。各々思い思いのサンプルを測定したため、発表内容をまとめることが非常に困難であったが、発表自体は興味を持って聞いていただけた印象であった。

全体を通して、本スクールに参加して様々な知見を得ることができ、いい経験になったと感じた。筆者は放射光を用いた生物物理学の研究を行っており、吸収や散乱についてはある程度理解していたが、それら以外にも様々な分光法やイメージング技術があるということを知ることができた。また、他国の参加者との会話を通じて各国の研究状況や台湾の放射光施設の現状を知り、同時に日本の研究はどういった位置にあるのかを知ることができた。ここで得られた知見を自らの研究に還元し、研究をさらに発展させられるよう今後努力していきたいと思う。

最後に、本スクール参加にあたり支援をいただいた日本放射光学会に感謝の意を表します。

・竹内雅耶 (兵庫県立大学大学院 博士後期課程 3年)

申請者は、放射光を用いたポリマーの微細加工を要素技術とし、それを用いたマイクロ流体デバイスの開発研究を行ってきた。具体的には、マイクロ流路で構成された流路ネットワークにより、複数の生化学検査を一括して行うためのデバイスの作製に従事してきた。一方で、申請者はこれまで放射光分析の研究に携わった経験がなく、その研究に従事するために必要な知識をほとんど有していなかった。申請者は現在、これまで培ってきたマイクロ流体デバイスを用いたマイクロ空間での液体制御技術を用いて、液体物性の研究を行うことを検討している。上記の理由によ

り 3rd AOFSSR School に参加した。

3rd AOFSSR School で 3 日間に渡って開かれた座学は、シンクロトロン放射光の原理や蓄積リング・FEL の構成、EXAFS・光電子分光・トモグラフィーなど、放射光科学全般の内容を網羅的に学ぶことが出来るプログラムであった。また、Taiwan Photon Source (TPS) 見学ツアーでは、各ビームライン担当の研究者による詳細な分析手法の解説や、光学系・ビームプロパティの説明を受けることが出来た。

また、ビームライン実習では Quick EXAFS を選択した。この実習では各自サンプルを用意し、それを分析できる。申請者は、電鍍 (スルファミン酸 Ni 浴) によって作製した Ni 膜 (膜厚: 20 μm) を用意した。申請者が所属する研究室 (兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 ナノマイクロシステム研究室) では、リソグラフィーによって金属基板上にパターンニングを行い、それを型として電鍍し、金属の構造体を作製する LIGA プロセスの応用研究を行っている。ここで Ni 電鍍は、低コストであるために、LIGA プロセスで汎用的に用いられる。得られた EXAFS スペクトルを元にデータ解析ソフト Athena を用いて動径分布関数を導出した。その結果を図 1 に示す。

先行研究の報告¹⁾ (Ni foil, Purity: $\geq 99\%$) と本実験で算出された Ni の近接原子間距離を表 1 に示す。それらの原子間距離は参照値と近い値になり、電鍍によって作製した Ni 膜の分子構造が純 Ni と類似していることを示す一つの根拠が得られた。

今回の滞在では、単なる授業・実習だけでなく、晚餐会や Excursion などに参加し、他国の研究者 (韓国, 中国, ニュージーランド, マレーシア *et. al*) と交流する機会が多く、親交を深めることが出来た。また、日本の研究者とも交流でき、研究の内容やそれに対するモチベーションを知ることが出来た。このスクールで経験したことは今後の研究活動に大きく貢献すると思われる。

参考文献

- 1) J. Mao *et al.*: Science Advances **3**, No. 8, e1603068 (2017).

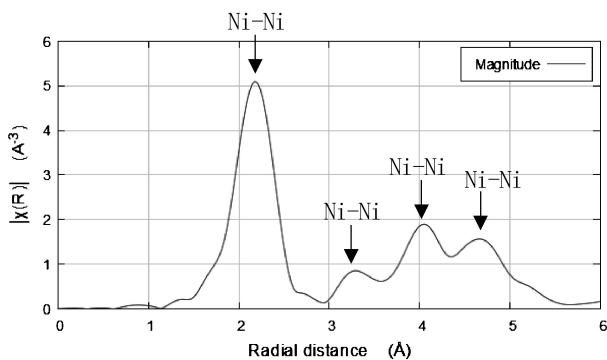


図 1 サンプル (Ni) の動径分布関数

表 1 近接原子間距離の比較

近接原子	結合距離 (Å)	
	参照値 ¹⁾	実験値
第一	2.2	2.2
第二	3.3	3.4
第三	4.0	4.0
第四	4.6	4.5

・中川広野（甲南大学大学院自然科学研究科物理学専攻博士後期課程2年）

2019年11月3日から9日の間、台湾新竹市で開催された Asia Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research (AOFSSR) schoolに参加させていただいた報告をする。AOFSSR schoolは放射光を利用している（もしくはする予定の）アジア・オセアニア地域の若手研究者や学生を対象として一週間、講義や実習等を通して放射光について理解を深めることを目的とした school である。台湾新竹市は台湾中部の沿岸に位置し、「台湾のシリコンバレー」とも呼ばれる工業都市として知られている。私達放射光利用者にとっては、やはり Taiwan Light Source (TLS)/Taiwan Photon Source (TPS) を有する National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC) があることが重要だろう。AOFSSR schoolは一週間の間この新竹市の NSRRC で開催された。この時期の新竹市はまだ比較的温暖で過ごしやすく、勉強するにはちょうどいい気候であった。NSRRCは台北（桃園）空港からバスに乗っておよそ一時間で到着した。

プログラムとしては、初日（到着日）は Welcome Receptionのみだったが、それ以降は朝から夕方まで講義や実習、発表など目白押しであった。参加者の多くは私と同世代の Ph.D の学生であり一週間共に過ごす中で非常に良い刺激を受けた。講義では TLS/TPS の各ビームラインにおいて行われている実験について基本的なテクニックから、応用的なもの、さらには最先端の研究について解説していただき、幅広い知識を身につけることができた。また、講義の合間の coffee break の時にはアジア・オセアニア地域の他の同世代の学生や研究者たちと、出身国での研究状況や、放射光施設などについて情報交換をすることができた。

私がこの school に参加した一番の目的である「希望のビームラインを利用した実習・発表」は5日目に設けられた。私が希望したのはビームライン TLS 24A での大気圧下光電子分光（APXPS）を用いた触媒反応の観測である。私はこれまで高い真空度を必要とする光電子分光実験や X 線吸収分光実験などの経験しかなく、大気圧下での光電子分光実験に関して興味があったため、この実習課題を希望した。実験は、TiO₂ に関して表面処理（スパッタリング）の有無や雰囲気ガスの種類や触媒反応を促進させ



図1 紫外線ランプ照射中の APXPS チャンバー内の様子

るための紫外線ランプの照射時間を変化させて、表面に生成された物質の結合状態を観測、その結果から触媒反応サイクルがどのようになっているか特定するというものだった。触媒反応に関して私は専門外で少し理解に苦労したが、TLS 24A の王先生や、同じテーマを選んだ他の参加者の方々に助けをもらいながら実験を行った。実験の結果、大気雰囲気下で紫外線ランプを照射した条件下で測定を行った C 1s 内殻光電子スペクトルに非常に多数の構造が現れた。それらの構造に対して結合状態をアサインすることで、触媒反応サイクルを特定できた。また、Ti 2p 内殻光電子スペクトルからは、表面処理後に Ti の価数が変化していることもわかり、Ti 3d 電子が触媒反応で非常に重要な役割を果たしていることが推測された。これらの結果を私達のグループでその日の夕方から夜にかけて解析、発表スライドの作成を行い、翌日の6日目の発表に臨んだ。発表では発表賞が設けられており、私達のグループは実験結果と考察が評価され、僅差ながらも発表賞を受賞することができた。私自身は登壇しただけになってしまったが、光電子分光スペクトルの解析を担当したことで貢献できて良かったと思う。

今回は、アジア・オセアニア地域の方々のみだったが、今後はヨーロッパやアメリカなどの更に広い国々で活躍する若手の研究者の方々や、同世代の学生と交流したいと思った。最後に、AOFSSR school に参加するにあたって、日本放射光学会より多大な支援を頂いた。この場を借りて感謝を述べさせていただきたい。