

談話室

日韓交流 The 13th Korean Symposium on Surface Analysis (KoSSA-13) 参加報告

牧野 久雄^{1,*}, 松村 純宏²

¹ 高知工科大学 システム工学群 電子・光システム工学教室
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

² 株式会社 HGST ジャパン
〒252-0888 神奈川県藤沢市桐原町1 番地

*makino.hisao@kochi-tech.ac.jp

(2018年11月30日受理)

表面分析研究会 (SASJ) と韓国真空学会 (KVS) 表面分析グループの日韓交流の一環として、韓国標準科学研究院 (Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS) の訪問と韓国国内会議である The Korean Symposium on Surface Analysis (KoSSA) への参加が 2014 年から続いている [1-3]. 韓国開催の PSA-16 をはさんで 4 回目となる今回は、2018 年 10 月 15 日から 19 日にかけて、SASJ から筆者ら 2 名が韓国を訪問した。

10 月 16 日は KRISS を訪問し、工業計測部門の Kyung Joong Kim 氏と Jeong Won Kim 氏の研究室を見学させていただいた。KRISS がある Daejeon (大田広域市) は韓国で 5 番目の大都市であり、名門大学の KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology) や公的研究機関の韓国電子通信研究院 (Electronics and Telecommunications Research Institute, ETRI) など、研究・教育機関が集中する研究学園都市としても知られている。宿泊したホテルから KRISS への道すがら、周辺を車で案内していただいたが、大田国際博覧会跡地のエキスポ科学公園、UST (University of Science and Technology) や ETRI などの教育・研究機関が点在する周辺エリアは、さながら日本のつくばのような様相である。UST は国立研究機関が設立した大学院大学で、日本でいうところの総合研究大学院大学だろうか。K. J. Kim 氏、J. W. Kim 氏とも、UST の教授も兼務されており、研究室に大学院生を受け入れているとのことであった。

K. J. Kim 氏の研究室には、Ar ガスクラスターイオ

ンビーム (Ar-GCIB) を備えた XPS 装置、2 重収束セクター磁場型の SIMS 装置が設置されていた。混晶の組成分析、薄膜の膜厚測定や多層膜における界面位置の評価方法のほか、他の研究機関等とグローバルに連携したラウンドロビンテストなど、国際標準化に向けた取り組みも紹介していただいた。また、イオンビームスパッタリング成膜チャンバと連結された XPS 装置では、Si 量子ドット太陽電池に関する研究開発を進めているとのこと、研究室には表面分析装置の他にも太陽電池の変換効率測定装置や熱処理装置などが整備されていた。Si 量子ドットは、SiO_x 多層膜の熱アニールによって形成させるが、SiO_x の膜厚や酸化度を酸素分圧等の成膜条件で精密に制御する必要があるらしく、XPS 測定で酸化状態および膜厚を評価しているとのことであった。形成される量子ドットのサイズや分布が、膜厚や酸化度にかかなり敏感であることが容易に推察された。最先端の応用研究開発、実際に必要となる分析技術、さらにその標準化を見据えた一連の取り組みが印象的であった。

J. W. Kim 氏の研究室には、XPS 装置が 2 台設置されていた。1 台はかなり古い装置とのことであったが、アナライザの交換などかなり改造されており、いまだに現役で使用されていた。もう 1 台は研究室で独自に構築した時間分解・空間分解測定が可能な電子分光装置でかなり大掛かりなものになっている。装置には有機/無機の薄膜を成膜するチャンバーがついており、成膜後に大気に晒すことなく電子分光測定が可能である。測定チャンバには、X 線源、UV

光源、低エネルギー電子銃が備えられており、XPS/UPS、逆光電子分光 IPES の測定が可能である。もう一方の測定チャンバでは、PEEM (Photo electron emission microscopy) が可能である。これら測定チャンバには、レーザー光導入窓が備えられており、フェムト秒パルスレーザーを用いた時間分解 2 光子光電子分光測定も可能となっている。このような独自装置を用いて、有機太陽電池や有機 LED などの有機半導体材料を中心に、有機/無機ヘテロ界面のバンドアライメント、表面やヘテロ界面でのキャリアダイナミクスに関する研究を行っているとのことであった。

かなり余談ではあるが、Seoul の金浦空港から Daejeon へは 1 日に何本かの路線バスが出ている。筆者のうち 1 人はチケットを購入しバス停で待っていたにもかかわらず、Daejeon 行きのバスを見逃しバスに乗ることができなかった。乗り過ごしたバスがその日の最終便だったため、急遽、地下鉄と KTX (韓国高速鉄道) を乗り継いで何とかその日のうちに Daejeon のホテルに到着できた。主観ではあるが、慣れない方はバスよりも鉄道での移動をお勧めしたい。

KoSSA-13 は、10 月 17 日～19 日に Seoul の Koreana Hotel にて開催された。KoSSA は、年に 1 回開催される韓国国内の表面分析の会議である。シンポジウムでの発表件数は 54 件であり、内訳は口頭発表 19 件、ポスター発表 35 件であったが、参加者の事前登録者数が 142 名とかなり規模が大きいと感じられた。Seoul で開催すると人が集まりやすく、例年に比べて参加者が多いとのことであった。

17 日の午後は、例年同様 Surface Analysis Tutorial が行われた。講演の構成は、Samsung Electronics の J. C. Lee 氏による表面分析概論と産業応用、KRISS の J. W. Kim 氏による XPS/UPS の原理と応用、KIST の Y. H. Lee 氏による SIMS の原理と応用、Park Systems の S. J. Cho 氏による SPM の原理と応用であった。J. C. Lee 氏は表面分析業務を担当しているとのこと、表面分析手法を一通り説明した後、後半はコンタミ等の不良解析にも言及されていた。対象としているデバイスは違っているが、同じく企業で表面分析を行っている者として、似たような不良解析が行われていることに親近感を覚えた。また、最後に東京大学と JST による人工知能によるスペクトルの予測についての研究が紹介されていたのが強く印象に残った。その後の表面分析手法それぞれに

関する Tutorial では、測定原理に始まり、測定装置の現在のトレンドや今後の方向性など、実際の測定例も交えながら説明されていた。Tutorial の聴講者の人数もかなり多い印象で、若手が多く、大学生や大学院生がほとんどのようであった。

18 日、19 日は、以下のようなセッション構成で Surface Analysis Symposium が開かれた。

Session 1: Secondary Ion Mass Spectroscopy

Session 2: Electron Spectroscopy

Session 3: Nano-Imaging Technology

Session 4: New Technology

Session 5: Application 1 [Bio & Organics]

Session 6: Application 2 [Semiconductor & Display]

Poster Presentation

セッションの構成は例年 [1-3] とほぼ同じであったが、イメージングのセッションに "Nano" が付加されたところが例年とは異なっていた。

研究発表は国の研究機関や大学からが多く、口頭発表は、国研 5 件、大学 8 件、装置メーカーを含めた企業からの発表が 6 件であった。ポスター発表となると、国研 18 件、大学 16 件、企業 1 件と圧倒的に官学からの発表が多かった。昨年と比較すると [3]、装置メーカーを含めた企業からの発表は 15 件から 6 件へと大きく減少していた。ただ、聴講のみの参加者には企業からの参加者も比較的多いように感じた。

SIMS のセッションでは、KRISS の K. J. Kim 氏の合金薄膜の組成分析と膜厚測定に関する報告に始まり、装置メーカーから TOF-SIMS の測定法に関する発表、KBSI (Korea Basic Science Institute) における TOF-SIMS 向けのイオンビームの開発状況が報告された。

電子分光のセッションでは、高知工科大の牧野が "Laboratory hard X-ray photoelectron spectroscopy of polycrystalline ZnO thin films" というタイトルで実験室硬 X 線光電子分光装置による ZnO 透明導電膜評価と ZnO 極性判別に関する研究報告、HGST ジャパンの松村が "Spectrum analysis of AES to improve energy resolution" というタイトルで AES スペクトルデータ解析法に関する報告を行った。その他に、Pohang Light Source での大気圧 XPS 実験ステーションの現状と展望についての報告があった。

Nano-Imaging のセッションでは、近接場光学顕微鏡のプロープに関する研究、AFM によるナノスケールでの密着性評価に関する研究、単層遷移金属カルコゲナイドでの発光効率向上のための欠陥可視化と欠陥抑制に関する研究が報告された。単層遷移金属

カルコゲナイドの発表では、励起子光物性に対する結晶欠陥の影響等が議論されており、どちらかと言えば物性研究の色が濃いものであった。セッションが終わってみると、このセッションの発表は、グラフェンや単層遷移金属カルコゲナイドなど2次元層状物質の評価に関する大学からの発表で構成されており、どちらかと言えばナノ材料に関するセッションという印象が強かった。

新技術のセッションでは、装置メーカーからのケルビンプローブ顕微鏡 (KPFM) による有機半導体やシリコン半導体デバイスの電気特性評価に関する発表と Pohang Light Source での透過 X 線顕微鏡の開発に関する発表があった。飛翔する昆虫の断面像を3次元動画としてプレゼンしていたが、なかなか印象的なものがあった。

また、Application の Bio & Organics セッションでは大学と国研から2件の発表があり、TOF-SIMS による大気圧雰囲気下での生体組織のイメージングに関する研究紹介と有機/無機ペロブスカイト太陽電池の界面での電気分極に関する研究報告があった。

一方、Application の Semiconductor & Display セッションでは、企業からの発表3件と国研から1件の構成であった。企業からの発表は原子層堆積法 (ALD) で成膜された薄膜の評価に関するもので、そのうち1件は、中エネルギーイオン散乱分光法 (MEIS) を用いた膜厚数 nm オーダーの HfO₂ 極薄膜の深さ方向組成分析と膜厚評価に関する国際ラウンドロビンテストについての発表があった。

18日の夕方行われたポスターセッションでは、前

述したように研究機関や大学からの発表がほとんどであった。研究対象としている物質系としては、電子・光デバイス、電池、触媒に関連した無機材料系と有機・生体材料系が半々といった印象であった。また、2D 層状物質関連の発表も目についた。分析法としては、XPS, AES, TOF-SIMS, Dynamic-SIMS, SPM, TEM/SEM と薄膜の分析に広く利用されていることがうかがえた。分析法による発表件数の分類では、主に XPS を用いた研究, SIMS を用いた研究, 走査型プローブ顕微鏡 (SPM) や原子プローブ顕微鏡 (Atom Probe Tomography : APT) など顕微鏡関連分野がそれぞれ同程度の件数であった。

SPM に関する発表も比較的多く、3次元ナノ構造体の表面を低ノイズで測定するためのステージ技術の開発や走査型近接場光顕微鏡 (SNOM) 用 Tip の先端加工の検討などの発表があった。また、SPM のカンチレバーに赤外光を照射し、カンチレバー先端部分に赤外の振動数での双極子モーメントの振動を励起させることで空間分解能の高い赤外領域でのイメージングを実現したという報告があった。カンチレバー先端と測定対象の双極子モーメントの相互作用が距離とともに急速に減衰することを利用し、10 nm オーダーの分解能を実現していた。その他、Ar-GCIB を用いた深さ方向 XPS 分析における酸化化合物材料へのダメージに関する報告、大気圧 XPS を用いた触媒や電池材料の仕事関数評価、Ar-GCIB と TOF-SIMS を用いた生体材料の3次元イメージングに関する取り組みなどが報告されていた。



図 1. KoSSA-13 の集合写真

最後になるが、Daejeon での KRISS 訪問、Seoul での KoSSA-13 への参加を通じた今回の日韓交流では、K. J. Kim 氏、J. W. Kim 氏をはじめとする KRISS の研究メンバー、KoSSA-13 への参加者の皆さんには、たいへんお世話になった。この場を借りて心から感謝する。

参考文献

- [1] 大友晋哉, *J. Surf. Anal.* **22**, 118 (2015).
- [2] 伊藤博人, *J. Surf. Anal.* **22**, 120 (2015).
- [3] 小林大介, *J. Surf. Anal.* **24**, 232 (2018).