

最先端電子顕微鏡技術と その応用に関する日独二 国間交流セミナー

名古屋大学大学院工学研究科；教授

山本 剛久*

一般財団法人ファインセラミックスセンター；執行理事

平山 司

令和元年(2019)6月16日～19日の4日間にわたって、透過型電子顕微鏡に関わる日本とドイツの研究者らによる国際セミナー“最先端電子顕微鏡技術とその応用に関する日独二国間交流セミナー(Germany-Japan Joint Seminar on Advanced Electron Microscopy and its Application)”(以下、日独セミナー)が名古屋地区で開催された。このセミナーは、日本学術振興会の二国間交流事業の一環として催されたものである。会期4日間の間に3か所の会場を使用して実施され、透過型電子顕微鏡(以下、TEM)に関する最先端の研究成果や話題が活発に討論された。同分野に関係する研究者にとっては非常に魅力のある国際セミナーであったのではないと思われる。ドイツ側からは、Harald Rose先生(Ulm University)をはじめとして、Rafal E. Dunin-Borkowski先生(Forschungszentrum Jülich)、Hannes Lichte先生(Technische Universität Dresden)、Wolfgang Jaeger先生(Kiel University)などの大御所を含めた多数の中堅、若手の研究者が参加し、日本からは14名の招待講演者が参加した。

セミナー初日は、名古屋市熱田区にある(一財)ファインセラミックスセンター(以下、JFCC)で実施された(図1)。JFCCにはナノ構造研究所が設置されており、そこには、モノクロメーターを搭載した走査透過型電子顕微鏡(以下、STEM)、高感度高精度位相計測が可能なホログラフィーTEM、気体・液体中で観察可能な環境制御型TEMなどを含むTEM/STEM群や、収束イオンビーム加工機などが整備されている。国内有数のナノ・サブナノ構造解析拠点として知られている研究所である。ドイツ側参加者からの意向もあり、セミナー初日の会場はJFCCに設定した。ここでは主に日独の若手研究者による講演会を実施し、あわせてナノ構造研究所が所有する先端設備について、デモンストレーションを含めた見学会を行った。先端設備の一つであるホログラフィーTEM⁽¹⁾には、位相シフトの高精度計測が実現できる特徴的な機構が装備されている。デモンストレーション時には、この機構について、非常に質の高い議論が繰り広げられたことが印象深かった。引き続き開催されたレセプションでは、JFCCの若手研究者も多数参加し、日独研究者の親密な懇親が実現された心地よい時間を過ごすことができた。

ところで、日本側からの参加者が所属する主たる国内学会の一つである(公社)日本顕微鏡学会が、令和元年に創立70



図1 セミナー初日の集合写真(JFCC 正面ロビーにて)。

周年を迎えた。これを記念した学術講演会が名古屋国際会議場で同時期に開催されることが予定されていたため、この日独セミナーも同じ名古屋国際会議場に会場を設定して2～3日目のセミナーを実施した。この期間中は、基調講演を含めた17件の講演が、ほぼ満杯の会場内で順次行われた。顕微鏡学会の講演大会と併設されていたために、物見遊山の聴講者も散見されたが、それはこのセミナーでの講演者が、それだけ聴衆を集められる第一人者であったことの一つの証拠だろうと感じられた。最終日は、会場を名古屋大学に移し、基調講演と名古屋大学が有する冨田気遮断機構を有した世界唯一の反応科学超高压走査透過電子顕微鏡⁽²⁾、および、桑原真人先生(名古屋大学)が開発中のスピン偏極パルスTEM⁽³⁾の見学、討論会を実施した。パルスTEMとは、電子を放出するフィラメントをレーザーなどで励起し、電子波をパルス状に放出できるように工夫されたTEMのことである。例えば、化学反応の素過程を高い時間分解のもとに観察や分析を行うことが実現できる。同先生のスピン偏極パルスTEMは、さらに、単一のスピン状態を維持した電子波が放出できるよう独自の電子銃が組み込まれたものであり、他のパルスTEMに対して高い優位性を有している。パルス発信部分の機器構成や特徴ある電子銃部分は、ドイツ研究者の興味の対象であり、時間的な制約がある中、真剣な面持ちで多数の質問が飛び交っていた。

TEMは、長年の課題であった、電磁レンズの分解能を制限していた球面収差の補正技術が実現されて以降、目覚ましい進歩を遂げたことは周知の事実である。TEMの分解能が向上しただけではなく、高分解能STEMも一般化され、その分解能はとてつもなく高くなり、今や原子半径程度である45 pmまでも到達している⁽⁴⁾。さらには、電磁レンズでは避けることのできなかった試料空間中の磁場をほとんど消去した状態で92 pmの分解能も実現されつつあるのである⁽⁵⁾。近年達成されたこれらの極めて高度な技術開発の切っ掛けとなる難題を解決し、その実現に大きく寄与した第一人者の一人が、Rose先生である。Rose先生には、ご高齢[†]で

† 1935年2月14日、Bremen(ドイツ)生まれ(Wikipediaより引用)



図2 エクスカーションでの談笑風景.

あるにも関わらず、このセミナーのために来日して下さり基調講演を行って頂けたのである。このことは、日独セミナーの価値を強く印象付けている。会期3日目の午後には、招待講演者を対象としたエクスカーションを実施した(図2)。名古屋城公園の本丸御殿とトヨタ産業技術記念館へ向かったのであるが、当日の気温は25度を軽く超え、かつ、湿度も非常に高い状態でのエクスカーションであった。小生は、ご高齢のRose先生の足取りを心配しつつ先導して案内したのだが、ご高齢でも強い足をもっておられ、その矍鑠たる足取りは、小生よりもよほどしっかりされていた。テニスやハイキングでいつも鍛えているからだ、ご本人から伺った次第である。あのRose先生と直接言葉を交わせたことは、小生にとって非常に光栄であるとともに、このセミナーの良い思

い出となった。

さて、この日独二国間交流セミナーは、最初にドイツ側から幾原雄一教授(東京大学)と田中信夫名誉教授(名古屋大学)に共同開催の打診があり、その後、平山司博士(JFCC)とDunin-Borkowski先生の親交から具体案が練られ、日本学術振興会へ申請、採択されて実現に至った。ところで、Dunin-Borkowski先生は常に移動されている極めて多忙な研究者としても有名である。事実、この短い会期中である4日間の間に、ドイツと日本を急用で一往復しているのである。最終日に開催された懇親会では流石に疲れた顔をされていたが、このセミナーを今後もぜひ続けていこうと熱心にその具体案を議論されていた。非常にエネルギッシュな研究者である。ちなみに、Rose先生は、この懇親会の後にバーへ繰り出され、さらにビールを飲まれた後、翌日早朝にセントレア空港から母国へと戻って行かれた。一流の先端研究者は、小生のような凡人には窺い知ることのできない世界に身を置いているのだなあ、と妙に感心したのである。

最後に、多忙な状況であるにもかかわらず、この日独セミナーで貴重なご講演を頂いた先生方に心より御礼申し上げます。また、日独セミナー開催に際しては、榊日立ハイテクノロジーズ、日本電子榊(順不同)の皆様にご尽力を頂きました。ここに深く謝意を表します。

文 献

- (1) 「電子線ホログラフィーを用いた電子材料、磁性材料の定量観察」 http://www.jfcc.or.jp/23_develop/15t32.html を参照。
- (2) 荒井重勇：応用物理，**86**(2017)，25-30。
- (3) 桑原真人：まてりあ，**58**(2019)，269-274。
- (4) H. Sawada, N. Shimura, F. Hosokawa, N. Shibata and Y. Ikuhara: *Microscopy*, **64**(2015)，213-217。
- (5) N. Shibata, Y. Kohno, A. Nakamura, S. Morishita, T. Seki, A. Kumamoto, H. Sawada, T. Matsumoto, S. D. Findlay and Y. Ikuhara: *Nature Comm.*, **10**(2019)，2308。

(2019年11月27日受理) [doi:10.2320/materia.59.108]
(*連絡先：〒464-8603 名古屋市千種区不老町)