

電子顕微鏡の主役と名脇役

友 清 芳 二

九州大学



私が透過電子顕微鏡にかかわり始めたのは1968年からなので、もう40年前になる。当学会も電子顕微鏡をとりまく世界もすっかり変わってしまった。電子顕微鏡および学会に対して私が日頃感じていることを少し述べてみたい。

私が最初に国際電子顕微鏡学会に参加したのは1978年7月にトロントで開催された第9回大会である。当時私は九大にある超高压

電子顕微鏡と補助電子顕微鏡と称していた200 kVの汎用透過電子顕微鏡しか知らないし、国内では「高分解能電顕」が流行っていたので、トロントの学会で分析電子顕微鏡に関する発表がたくさんあり、外国は分析電顕を目指しているのだと知り、驚いた記憶がいまだに鮮明に残っている。

1980年頃、分析電子顕微鏡が欲しいと私が言ったら、当時の材料系の年配教授が「超高压電子顕微鏡」と「補助電子顕微鏡」があるのに、まだ電子顕微鏡が欲しいのか？「電子顕微鏡を何台集めたら気が済むのだ？」と言われたことを覚えている。私の説明がまずかったのかもしれないが、エネルギー分散型X線分光法や電子エネルギー損失分光法、あるいは収束電子回折法などの魅力をいくら説明してもなかなか理解してもらえなかった。

現在の電子顕微鏡はコンピュータの発達の恩恵を最大に受けている。1980年代初めの頃だったと思うが国内の電子顕微鏡学会で、コンピュータの画像処理によるランダムノイズをキャンセルする話が出た時、著名な老教授が立ち上がって「コンピュータに頼るのは邪道だ」と叫んだことを覚えている。日本の電子顕微鏡のコンピュータ化が欧米に後れをとったのはこのような先生の影響かもしれない。「名人芸的な技術」も大切であるが、電子顕微鏡は「名人」や「マニア」だけのものではない。コンピュータや周辺技術の発達のおかげで誰でも手軽に使える装置になったのである。

例えばTEMの像分解能の理論値は良く知られているように、電子の波長と対物レンズの球面収差によってほぼ決まる。しかし、実際の像分解能は非点補正や焦点合わせの難しさ、フィルムに撮影する間の試料ドリフトなどに大きく左右されていた。昔のタングステン陰極のTEMではメーカーが保証する分解能はベテランの技術者が苦労して実証するもので、一般のユーザーにはほとんど到達不可能であった。しかし、輝度の高いLaB₆陰極が登場すると、非点補正や焦点外れ量

の設定が容易になり、少し慣れば誰でも蛍光板上で格子縞を確認できるようになった。さらに輝度と干渉性に優れた熱電界放射電子銃の普及によって実用上の像分解能は格段に向上した。スロースキャンCCDカメラが登場すると初心者でさえ結晶の2次元構造像をモニター上で容易に観察できるようになった。

最近の分析電子顕微鏡では顕微法と分光法が融合され、材料の分野では今や①高分解能像(原子配列)、②元素マップ(元素識別)、③電子回折図形(結晶構造)が必要不可欠な3点セットになっている。その実現の裏にはコンピュータ以外に真空技術の進歩も一役かっているのである。また、収差補正機能を備えた電子顕微鏡も普及しつつある。見落とされがちであるが、装置の高性能化・高機能化に伴って床の振動、騒音、外乱磁場など設置室の環境もますます重要になってきた。

物質・材料系の分野でTEMのすそ野が広がったのは、試料作製法の進歩によるところが大きい。以前は試料を粉碎して微細試料を観察したり、電解研磨やArイオン研磨によってたまたま薄くなった部分を観察していた。狙ったものが見えるまで試料作製・観察を繰り返すしかなかった。しかし、収束Gaイオンビーム(FIB)加工装置が使えるようになると事情は一変した。狙った箇所をピンポイントサンプリングできるようになっただけでなく、従来の方法では均一に薄くできなかったような複雑な多相材料や複合材料も観察できるようになった。結晶性試料の3Dトモグラフィには3軸傾斜可能な試料ステージが必要であり、まだ十分ではないがその要求を一部満たす装置が最近作られている。

このようにして見ると電子顕微鏡が各分野で十分に応用されるようになるには電子顕微鏡とそれに関連した周辺の技術の進歩が重要な役割を果たしていることがわかる。今後の課題の1つとして、電子線照射に弱い物質の観察がある。試料の冷却だけでは不十分であり、もっと感度の良い記録媒体やもっと高効率の信号検出装置の発展が望まれる。科学的課題だけでなく電子顕微鏡の周辺技術も含めて種々の技術的問題、例えばダメージの少ない試料作製のノウハウのようなものまで幅広く取り扱うのが顕微鏡学会の役割だと思う。

電子顕微鏡を利用する人は増えているのに学会会員の減少に歯止めがかからないのは残念である。学会が「マニア」のためにあるような印象を与えている面もあるようである。普通のユーザーがもっと気軽に参加できるような雰囲気作りも必要であろう。和文誌は新しい知見の紹介や顕微鏡に関わる種々の問題・課題の共有だけでなく、初心者や未経験者に対する啓蒙に今後とも力を注いでほしい。今後の学会の興隆を祈念して巻頭の言葉に代えさせていただきたい。

友清芳二 (Yoshitsugu Tomokiyo)

1968年九州大学大学院工学研究科修士課程修了後、同年4月九州大学助手就任(工学部)、講師、助教授(1977~1997九州大学超高压電子顕微鏡室専任)、教授(工学部を経て2002年総合理工学研究院へ配置換え)、2006年定年退職、同大学名誉教授、2006年~同大学特任教授(文部科学省、九州地区ナノテクノロジー拠点ネットワーク、学術研究員)