

CONFERENCE REPORTS (2)

国際顕微鏡及び欧州走査電子
顕微鏡合同会議

山中 一 司

機械技術研究所
〒805 茨城県新治郡桜村並木 1-2

(1986年9月8日受理)

Micro 86 and Eurosem

Kazushi YAMANAKA

Mechanical Engineering Laboratory
Namiki 1-2, Sakura-mura, Niihar-gun, Ibaraki 305

(Received September 8, 1986)

開催地：英国ロンドン

期 間：1986年7月7日から11日

1. 会議の概要

英国王立顕微鏡協会 (Royal Microscopical Society) 主催の本会議は、総合的な観点から顕微鏡の技術開発と体系化をはかる目的の会議である。ほぼ全ての種類の顕微鏡を網羅し、各分野の研究者が一同に会するユニークな会議で Nature 誌との共催で1976年以来2年おきに開催され、今回は5回目である。

参加者は、英国400名、その他131名で、内訳は米国24名、西独18名、仏11名、日本6名であった。

参加者の多くは、キングズクロス駅から近いロンドン大学 (UCL) の寮、カンタベリーハウスに宿泊し、歩いて5分のブルームズベリークレストホテルの会場へ通った。食事も含み (ちなみに宿泊料は2食付き20ポンド) なので、皆一緒に食事をし、あちこちで会議参加者の交歓風景も見られた。

会議は5日間にわたって4つの会場にわかれて行われた。セッション数は28で、内訳は透過型電子顕微鏡3、走査型電子顕微鏡6、光学顕微鏡4、赤外線顕微鏡1、X線顕微鏡1、コンピュータ利用と画像処理6、超音波顕微鏡1、走査型トンネル顕微鏡1、特定応用分野 (材料、生物) 5であった。

言うまでもなく、これらの主題は、それぞれについて大きな国際会議がいくつもある。しかし、1人の研究者が全部に出席するのは不可能である。このように一度に全部の最前線に接することができれば、素晴らしい。ただそのためには、発表者を精選する必要がある。そこでこの会議は、各分野の代表的な研究者による招待もしくは

準招待講演の数が多いということが一つの特徴である。

もうひとつの特徴は、会期中を通して大きい展示会が併設されていることで、ツアイス、ライツ、VG、日本電子等50社以上の顕微鏡メーカーが製品を展示していた。そこで、それぞれ関連のセッションで出品者の講演を聞き、同時に実物をさわって理解を深めることができる。朝の早い欧米の会議にはめずらしく、講演開始時刻が10時半なもの、それ以前の時間に展示会に足を運べるようにとの配慮だった。もっともこれは別の意味でも有難なかった。というのは、この期間はロンドンフェスティバルの開催中で、各種催しが市内で連夜あったし、緯度の関係で夜遅くまで明るいので、つい夜更しがちだったから……。

2. 超音波顕微鏡

会議は広範囲にわたるので、筆者が関心を持つ超音波顕微鏡のセッションを中心に概要の紹介と感想を述べる。会議全般のテーマからするとごく偏った紹介になると思われるが、ご容赦頂きたい。

超音波顕微鏡は、数10 MHz から数 GHz の高周波超音波をレンズで集束して、試料内部の非破壊的観察をすると同時に、超音波の音速・減衰・非調和性の測定により物質の弾性的性質の定量化を行う道具である。1973年スタンフォード大学の Quate 教授らのグループが開発した方式が現在主流を占めている。

超音波顕微鏡のセッションはオックスフォード大学金属学・材料科学科の Briggs 博士がオルガナイザであり、座長も勤めた。発表論文数は14件で、会場の参加者数はほぼ100名程度であった。

このうち、超音波顕微鏡のハード開発・改良に関するものが4件、応用技術が7件、メーカーの装置紹介が2件あった。

装置の開発・改良に関する研究として、トルコの中西部工科大学の Atalar は、円筒状の反射鏡を利用した弾性表面波の集束技術について報告した。また、米国スタンフォード大学の Khuri-Yakub は、試料の弾性異方性の測定を目的として、横波振動子を音響レンズロッドの上面に接着し、レンズの光軸から離れた部分からカップラーに放出される集束ビームの利用について提案した。

ポーランドのワルシャワ工業研究所の Zieniuk らは、走査型トンネル顕微鏡にヒントを得て、音響レンズのかわりに先端半径15 μm 程度の探針を用いる超音波ピン走査顕微鏡の提案をおこなった。実用性を見通しはまだ未知数だし、使用している機器も、西側にくらべて時代遅れの感もあったが、発想としてユニークで、高く評価された。

東北大学の櫛引は、従来から提案していた線状集束ビ

ーム超音波顕微鏡の高分解能・高精度化と弾性表面波素子材料の不均一性の評価への応用を報告した。音速の絶対精度 0.2%, 減衰の精度数% という数字は、レンズの設計と加工技術について多くの点を詰めてきた結果で、超音波顕微鏡による定量測定では群を抜いている。

応用のうち最大のテーマは、材料の内部観察で、本会議でもこれに関する研究が6件あった。しかし、従来から指摘されているように、画像コントラストの定量的説明が容易でなく、それぞれの対象についていかに定量的情報を引き出すかの工夫が会議の中心テーマだったといえる。

英国国立物理学研究所 (NPL) の Gee らは、拡散接合面の接合強度と 50 MHz 超音波顕微鏡による界面の観察とが良い対応を示す事を報告し、西独ブレーメン工科大学の Vetter らは、試料内部の縦波と横波音場を計算して、深さ方向分析を行う可能性を検討した。

筆者らは、試料表面にほぼ平行な剝離状の亀裂について、材料やデフォーカス量を変えた時の著しいコントラスト変化を、第1近似として、亀裂面と試料表面にはさまれた板状の媒質を伝播するラム波の分散曲線より統一的に説明する解析を報告した。これは、液体ボタン中で異常破損をおこした軸受鋼の表面下に最近発見された特異な形態の亀裂の傾斜角度測定に適用された。

バイオ関係の面白い応用として、西ドイツゲータ大学の Breiter-Hahn は、生きた細胞の数時間にわたる運動を、細胞表面と下地の反射の干渉縞の変形という形で高速度写真として映写した。ねらいは、環境変化による細胞膜の張力の変化の可視化にある。超音波顕微鏡は1画面を得るのに10秒程度かかるので、動きの解析には不向きとされていたが、ゆっくりした運動なら十分観察できることを示した点で注目される。

3. その他の顕微鏡

この会議では、光音響顕微鏡に関する発表は少なかったが、ロンドン大学の Somekh らは、レーザー光を断続して試料に照射した際の、光吸収による温度ふく射上昇と熱膨張による表面の動的変位を 10^{-3} 度および 10^{-4} Å の感度で画像化する光熱ふく射、光熱変位顕微鏡を製作し、ガリウムヒ素へのイオン打ち込みによる熱膨張率と熱ふく射率の変化、及び鋼の塑性変形による熱的性質の変化を顕微鏡像として観察していた。

走査型トンネル顕微鏡は、今や一大トピックスとなり、この会議でも、7件の発表があった。元祖であるスイス IBM のグループによる、FIM を利用した単一原子チップ STM など聞きごたえがあった。

スペインのマドリッド大学の Baró らは試料表面を保護するため 0.2% グリセロール水溶液中に試料を浸し

て、バクテリオファージや白金電極の表面構造を 20 Å の分解能で観察した。この方法により、白金の触媒活性と、電気化学的処理による表面の晶癖の変化との相関関係を立証できたとしている。

真空中の吸着分子や表面再配列などは、一般性や距離分解能は別として、TEM や FIM でもこれまで研究できたが、大気中・水中での原子レベルの観察こそ、トンネル顕微鏡なくしては不可能な新しい研究分野で、今後ほとんどあらゆる分野に影響をあたえると思われる。

4. 今後の超音波顕微鏡研究の展望

最後に、超音波顕微鏡の研究者として、本会議の感想と今後の展望を述べたい。

超音波顕微鏡は、日本、英国および西独で市販されて数年たち、応用分野での仕事が論文の形で出て来始め、やっと立ち上がってきた段階にある。今回の会議での発表は、みなそれぞれに超音波顕微鏡の特性を研究し、超音波顕微鏡でなければ出来ない観察を行っていた。

今後最も望まれることは、応用分野の側から装置開発の側へのフィードバックである。どんな分野でも、これがある初めて飛躍的に発展する。この点から見ると、今回の会議には不満が残った。応用分野と装置開発の側が2分され、両方にまたがった研究は1, 2に限られていたように思う。

実際、顕微鏡以前のマクロな超音波と物質の相互作用自体、未解明な部分も多く、音響学や音波物性論の研究対象となっている現状である。超音波顕微鏡でも、顕微鏡に特有の問題をクリアして突き詰めてゆくと、音波一般の問題につきあたるわけで、これを分析して、装置がどうあるべきかという新しい提案を出せるようになるには、相当な経験と時間を必要とする。

しかし、考えてみれば、SEM や EPMA のようにあいまの少ない例をのぞけば、オージェや ESCA のように今日では一般的な分析器として流通しているものも、利用技術の蓄積には相当な年数がかかっている。TEM にいたっては、経験の蓄積のおかげで多くの分野で使いこなされているが、電子線の回折と干渉を正確に分析して像を解読できる利用者は、ごく少ないのが現状であろう。

その意味では、超音波顕微鏡の立ち上がりは、むしろ早いほうで、今後楽しみな分野といえようか。筆者は、これまで取りくんできた、セラミックスなど新材料の破壊や摩耗の元になる欠陥における超音波の挙動の解析を踏まえて、利用効果を飛躍的に高めるような装置の革新に関する提案をし、実際にその開発に取り組みたいと考えている。