

## The 5th International Conference on LEEM/PEEM

木下豊彦 (助高輝度光科学研究センター)

表記国際会議（日本語名：第5回低エネルギー電子顕微鏡及び光電子顕微鏡国際会議，主催：日本応用物理学会 & SPring-8，組織委員長：越川孝範大阪電通大教授）が10月15日～10月19日にかけてイーグレひめじにおいて開催された。放射光学会の年会，最近報告のあった MEDI-SI2006，XRM2005などが開催された場所で，放射光分野の方たちにとっては，馴染み深い会場であると思う。筆者が実行委員長に指名され，会議全般の運営に当たったことから，今回その報告をさせていただきます。

低エネルギー電子顕微鏡（LEEM; Low energy electron microscope）と光電子顕微鏡（PEEM; Photoelectron emission microscope）は，低速電子，または光によって試料から電子を励起し，高電圧の電子レンズで加速し，拡大収束させてイメージを得る手法であり，今までと異なる新しい表面顕微鏡として注目を集めている。その理由は，今まで取得困難であった種々の情報を高い空間分解能でダイナミックに得ることができるためである。特に PEEM は高輝度の放射光を励起光源に用いた場合，今まで実現が困難であったサブ10 nm オーダの分解能をもった XPS（X線光電子分光）顕微鏡として使用することが出来る可能性を有している。また放射光の偏光特性を利用して高い空間分解能を持った磁区観察顕微鏡としても利用され始めている。このほかにも低エネルギー電子を用いた LEEM を用いると高い空間分解能を持った表面ダイナミクスと電子線回折パターンによる特定の場所のその場局所構造解析が

出来る。このように大きな可能性を有する新しい表面電子顕微鏡であるが，まだこれから装置もそれを用いた成果も大きく発展する可能性を有している。新しい収差補正法の提案による高分解能化の試みはその一つである。また，最近ではサブナノ秒以下の高速現象のイメージングも可能になってきた。

このような背景の下，第1回の低エネルギー電子顕微鏡（LEEM）国際会議がアリゾナ（米国1998）で開催された。この会議は，現在でも現役で活躍されており，世界中の放射光施設に次々と導入されている高性能 LEEM/PEEM 装置を開発された，アリゾナ州立大学の E. Bauer 教授の呼びかけによるものであった。第2回以降は，PEEM の発展がより顕著になり，以後2年ごとに LEEM/PEEM 国際会議として開催されている。{エンスヘデ（蘭2004），アルバカーキー（米国2002），パリ（仏2000）}。

日本では，日本電子と東大，千葉大などの共同チームが独自の装置を開発するなど，10年以上のアクティビティがある分野である。また，PF や，SPring-8，HiSOR などに PEEM 装置が導入され，2000年代の初頭から放射光施設において PEEM を用いた成果が発表されるようになってきていた。また，表面科学の分野においても LEEM を利用するユーザーが増えつつあり，こうしたわが国におけるここ数年のこの分野の発展が世界的にも認知されるようになって，2004年のオランダの会議において，2006年は SPring-8 が主体となり，姫路市で開催するという合意が



得られた。

本会議では、LEEM/PEEM に関する理論、装置技術、基礎と応用について議論することを目的とした。発表内容は、装置の収差補正法の最近の進展を初め、生物・医学・環境・無機・金属・半導体等への顕微鏡観察の応用が含まれ、生命科学・環境科学・物質科学等の基礎科学と産業利用などをカバーしている。前回までの会議は参加者50名程度で、すべての発表がオーラルという比較的こぢんまりとした会議であったが、この分野の発展、特に日本における分野の拡大で今回の会議では、参加者が一気に100名を超えた。講演数も100件あまりになったため、やむを得ず、2日にわたってポスターセッションを催すこととなった。

この会議では LEEM/PEEM の分野からは招待講演者を呼ばず、電子顕微鏡、走査プローブ顕微鏡や表面科学など、比較的近い分野で活躍している研究者を招いて議論をするという伝統的な特徴がある。LEEM/PEEM 分野がまださほど大きくないために、同じ研究者を何度も招待する弊害を避けるという意味合いもあるようである。今回は、電子顕微鏡を用いた電子線の干渉実験で有名な日立の外村彰氏、走査プローブ顕微鏡の話題に関して物材機構の青野正和氏、表面触媒反応の H. J. Freund 氏（フリッツハーバー研究所）、軟エックス線顕微鏡による磁区観察の P. Fischer 氏（LBNL）、スピン偏極電子源の中西 彊氏（名古屋大）、レーザーの高調波を使った光電子分光およびイメージングを行っている H. C. Kapteyn 氏（コロラド大）の6氏を distinguished speaker としてお招きした。

一般講演では、LEEM 分野ではやはり薄膜成長の話が目についた。また、PEEM の分野では放射光のバンチ特性やフェムト秒レーザーを使った時間分解測定の話が注目を集めた。収差補正に関する話題もいくつか提供され、今後空間分解能の向上とともに、時間分解イメージングがますます注目を浴びる研究テーマとして広がっていくであろうことを予感させる研究発表が相次いだ。

今回のプログラムを決定している作業中（9月中旬）に、BESSY-II の SMART 計画において、3 nm の空間分解能で LEEM 観察が可能になったとのニュースが飛び込んできた。この話題は当然口頭発表として組み込んでいたわけであるが、国際諮問委員会の Bauer 教授から、何とか LEEM/PEEM の将来の空間分解能向上や収差補正に関する特別セッションが可能にならないかという要請が舞い込んでいた。ほぼプログラムの大枠がきまった後ではあったが、プログラム委員長の朝倉清高北大教授と相談し、17日火曜日の夜にナイトセッションとしてこの話題を議論することとした。参加者には事前に飲み物と軽食を取れるように手配したところ、7割以上の参加者がこの議論の行方

を見守ることとなった。そもそも、空間分解能はどのように定義されるのか、分解能を測定するための標準サンプルはどのようなものが適しているのか、収差補正は必要であるが、装置の複雑さからアラインメントの困難も伴うため、それらを克服する良いアイデアが無いのか、CCD や MCP などの性能から分解能が制限される問題があることなど、種々の話題が議論されたが、結局顕微鏡の高性能化のための永遠のテーマでもあり、次回の会議まで議論は持ち越されることとなった。

会議3日の午後にはエクスカージョンとバンケットを開催した。3台のバスに分乗した参加者は姫路市内の書写山円教寺の境内散策（映画ラストサムライのロケが行われたところ）、灘菊酒造において日本酒の試飲を楽しんだ後、舞子公園に向かった。実はこの会議の姫路開催がきまってまもなく、ここの下見に訪れ、明石海峡大橋や夕日がすばらしいので、何とかコースに組み入れられないかと考えていたわけであるが、当日の交通渋滞の状況や天気次第では、その目論見が崩れてしまうので、ひやひやしながら計画をしていた次第である。実際には心配した遅れも出ず、ゆっくりとした公園内の散策の最中に、日の入りを楽しむことができた。（水平線がかすんでおり、予定より5分ほど早く太陽が見えなくなってしまったのは残念であったが。）バンケットでは、100名あまりの参加者がたくさんの料理や飲み物に舌鼓を打ちながら親睦を深めた。途中、和太鼓の演奏もあり、外国人参加者が次々と演奏に挑戦し、会場内は大いに盛り上がった。（外国人のうち何名かは会議終了後、現地実行委員数名とともに、深夜の姫路市内ゲームセンターに繰り出し、血豆ができるまで「太鼓でドン」を楽しんだ。）

会議最終日には SPring-8 のサイトツアーが催され、40名ほどの参加者が自由電子レーザー試験施設、リング実験フロア内に設置されている3基の PEEM 装置や光電子分光装置などを見学した。

以上のように本会議は非常に盛会であり、多くの参加者に満足していただくことができたと思う。学術振興会、中内財団、姫路市や企業展示に出展していただいた関係者の財政的な支援のほか、SPring-8 を中心とした多くのメンバーの活躍によって本会議が成功したものと思っている。紙面の都合上、いちいちお名前を記すことは省略させていただくが、感謝を申し上げたい。

次回開催地に関しては、参加者の挙手によって決定され、2008年9月ごろにイタリアのトリエステで開催されることになった。尚、本会議のプロシーディングスは Surface Science 誌より2007年中ごろに刊行予定である。また、<http://leem-peem-v.spring8.or.jp/>で、会議中の写真なども閲覧可能であるので、ごらんいただければ幸いである。