

会議報告 (3)

第2回 STM 国際会議

神谷 格

東京大学物性研究所 〒106 港区六本木 7-22-1

(1987年10月13日受理)

The Second International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy

Itaru KAMIYA

The Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo 7-22-1 Roppongi, Miato-ku, Tokyo 106

(Received October 13, 1987)

1987年7月20日から24日迄の5日間、米国 Los Angeles 市郊外の Oxnard の地において、第2回 STM 国際会議が開催された。会場となった Mandalay Beach Resort は一昔前に流行った "Hotel California" を彷彿とさせる瀟洒な建物で、蒸し暑い東京から出掛けて行った筆者にとっては当地の乾燥した涼しい気候も手伝って頗る快適であった。

今回の会議は何と云っても昨年の Binnig, Rohrer のノーベル物理学賞受賞後初めてという事で、世間の眼差しの熱さも一際だったようで、参加者は約320人、日本からも約20人が出席した。組織委員は Caltech の Baldeschwieler, Oxford の Briggs, IBM の Feenstra らで日本では東工大の西川氏がメンバーとなっている。日程は昨年のスペインでの第1回会議を真似てか少々変則的で、8時半から午前1時頃迄の午前の部の後、長い siesta となり、夜7時半より9時過ぎまで夜の部が開かれるというもので、日本からの参加者には時差ボケも手伝って少々辛かった様であった。

プログラムに従い、口頭発表の各セッションのタイトルを紹介すると (右端の数字は件数)、

- 1) Low Temperature STM & AFM 3
- 2) Atomic Force Microscopy 5
- 3) STM & AFM of Liquid Solid Interfaces 4
- 4) Theory of STM, STS & AFM 5
- 5) STM of Layered Compounds 11
- 6) Novel Applications 4
- 7) Semiconductor Surface Structure 5
- 8) Electronic Structure & Adsorbates on

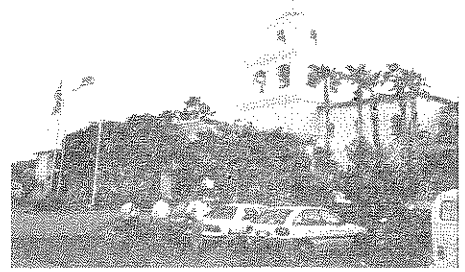


Fig. Mandalay Beach Resort

- Semiconductor Surfaces 5
- 9) STM of Metal Surfaces 4
- 10) Surface Chemistry & Modification 5
- 11) Biological Applications 3

この他、ポスターによる発表も約50件あり、極めて盛況であったと言えよう。

会議は Binnig の "To be announced" という正体不明の題目の講演で幕を開けたが、全体に見て、STM は Binnig の手を離れ一人歩きを始めたな、というのが筆者の印象であった。特に口頭発表では装置開発についての講演はなくなり、STM の応用、tip の形状と像との関連についてのものが目立った。応用では従来からの諸テーマに加え、生物の観察が増えていたのが印象的であった。理論の発表には見るべきものは無かった。

前述の通り、初めの講演は Binnig が行なった。昨年の会議が彼らのノーベル賞受賞へと向けたキャンペーンの一環としての前夜祭であったとすれば、今回はその後夜祭、そして彼の講演は参加者にとっては受賞記念講演に匹敵した。彼はまず STM の歴史を概説し次に、Ch. Gerber が最近開発した "Matchbox Microscope" を紹介して、最早大袈裟な除震装置は不要になったと述べた。そして今後期待される応用部門として、生物、水溶液中の観察、AFM、高温超伝導体、二次元物質等を挙げた。

高温超伝導体に関する報告は流石に時流に乗っている為多かった。Caltech の Kaiser らの様に I-V 特性を BCS 超伝導体と比較したもの他、IBM の Kirtley らは、LaSrCuO 及び YBaCuO を TEM で観察したものを STM 像と対照した。そして特徴的な波打った模様を示したが、本質的に何を見ているのかの解釈については、まだ議論の余地がありそうである。

AFM については Oxford の Pethica が tip と試料表面との間の相互作用の結果生じる応力や歪みの影響を説明し、グラファイト試料で時折見られる giant corrugation との関連を論じた。一寸変わったものとして IBM の

Martin らは, topography ではなく, 磁場の測定方段としての AFM の応用を提唱した。これは磁化された tip を用いて走査を行ない, 磁場を測るというもので, レーザ照射による昇温に伴ない磁気特性が変化した事を観察したと報告した。同様な手法については Basel 大の Grütter らも述べた。その他, 水, 油などの液体中でグラファイト等の炭化物を観察したという発表は数多くなされ, 今後の吸着・酸化等の化学過程観察への応用の可能性を示唆した。

2 日目, Stanford 大の Quate の講演は用意周到, 美しいスライド, OHP をふんだんに使い, 実に見事であった。“Double tip” (針の先端が二つに割れたもの) による像を OHP により single tip による像の重ね合わせで理解できる事を示し, またビデオによるグラファイトの電子状態観察として表面の吸着物が電気パルスと共に動く様子を紹介 (裏方で働いていた学生諸君, 御苦労様!)。更に高温超伝導体のデータも示した。

層状物質のセッションも件数が多かった。Caltech の Weimer らは $2H-MoS_2$ を観察したが, 分解能がまだまだ不十分な事は自認していた。Virginia 大の Coleman らはこの分野の先駆者だけあって色々な物質で実験しており, 例えば $NbSe_3$ の chain は 3 種類ある事等を報告した。電総研の梶村氏は tip bias を変えて走査し, 像との関係を論じたが, その解釈はまだ難しそうであった。氏は別の講演では高分子膜の観察についても述べた。Illinois 大のグループはグラファイト上に酸を吸着させてクラスター形成を観察し, また $NbSe_3$ の CDW が “すべる” 様子を捕えた。東北大の森田氏は大気中でのグラファイトの観察像を示した。

3 日目の午前はポスターセッション。何と云っても目を引いたのは Ch. Gerber の作ったマッチ箱大のコンパクトな STM ユニット。工作も実に簡単で小学生にでも作れそうなものであった。無論, エレクトロニクスの問題もあり, 実際にデータを取るのにはさほどたやすくは無いと思われるが, 実際に世界で初めて作動する STM を製作した Gerber に “このユニットはこの (ポスター用の) 壁に吊したままでもデータが取れる” と言われてしまうと返す言葉は無かった。しかし筆者が氏に針の試料への接近をどうやってやるのかを問い正した際, “(ねじを回して近づける時に) 眼で見れば分かる” と言われたのに及んでは, 凡人に扱える機械だとは思えなくなった。他に数多かったのは高分子 (DNA 等の生物も含む) の観察だが, 目下の処は原子レベルの解像能に達しておらず, また TEM 等の従来の手法と比べどの様に異なる情報を得ようとしているのかが甚だ不明瞭で, 今後の発展が待たれる。Tip の評価を試みたものも何件かあ

ったが, 正直, そのレベルは低く, がっかりした。また今回の会議の傾向を象徴していたのは microfabrication に関するポスターの多かった事である。まだ荒削りなものが殆どであったが, オングストロームレベルの lithography への大きな可能性を秘めているだけに, 表面科学者に留まらず, 広く物性の研究者, 更にデバイス開発者にとっても期待を寄せる分野であると思われる。しかしポスターは全体に, 奇を衒ったものや少々雑な仕事が多かった様に見受けられた。

新しい応用のセッションでは東工大の西川氏が講演。導電性セラミックスの観察結果を atom-probe 分析の結果と比較。表面の contamination 等について論じた。Namur 大の Lucas, München 大の Kriegar らはレーザを用いた応用について述べた。

半導体表面構造のセッションは “元祖 STM” という感すらあった。Bell の Becker の Si, Ge の再構成の講演は美しい数々の写真に彩られた実に印象的。但し, 彼の口の中で籠った喋り方には “Stop mumbling” と野次が飛び, 場内がドッと湧く一場面もあった。Ruhr 大のグループは Si の高指数面の観察, Bell の Kubby は Ge, Si の step の詳しい観察を報告した。変わったところでは Phillips の Pashley の Si (111) 上での 2×2 構造の報告があった。

電子状態と吸着に関しては, IBM の Strosceio が GaAs (110) 上の酸素, Hamers が Si (111) 上の Al について述べた。後者では異なる超格子構造に移行する際に具体的にどの様に吸着サイトが変わるかを言及し, 興味深かった。

難しいと言われる STM による金属の観察では, Bell の Kuk らの仕事が光っていた。彼らは Au, Ni 及びその合金を観察し, その際に tip の形状と分解能との対応づけに成功。見事な報告であった。Basel 大のグループは凝結晶を用いたりという工夫はしているものの, STM 像自身の解釈はやや疎かであった。IBM の Chiang は mica 上に, 2500 \AA 程 Au を蒸着してその corrugation を測定。Si (111) 7×7 のデータで較正を行ない reasonable な値を得た。IBM の Feenstra は Si (111) 2×1 の step の再構成について dangling bond が基本的に Pandey の π -bond chain model で説明できる事を示した。氏の講演は英語も明解で, 筆者の最も気に入った講演であった。

最終日, まず Fritz-Haber の Behm が O_2 , CO 等の吸着について報告。続いて IBM の Gimzewski, 更に Basel 大, Texas 大のグループより Contact Lithography についての発表が相次いだ。そして最後に生体。DNA の観察が IBM 他のグループから報告されたが,

これはポスターの所で述べたものに準ずる。

こうして全日程を終えたが、全体に振り返ってみて、IBM Zürich を中心に応用が、米国の IBM, Bell を中心に表面構造が研究され、今後は世界中で bio と microfabrication の研究が広まると思われる。現在の処残念ながら日本の水準は世界に一步遅れており、今後の努力が待たれる。更にここに付記すべき事に、STM 完成の立役者でありながら、ノーベル賞受賞に与らなかつ

た Ch. Gerber 氏に対し、4 日目の夜の Banquet の場に於いて、特別賞が授与されたという事がある。氏の貢献度を考えればこれは当然の事、否まだ不足かも知れない。

なお今後は、第3回が 1988 年 7 月 4 日～8 日、英国の Oxford 大にて、第4回が 1989 年 7 月 10 日～14 日、日本で（詳細は未定）で開催される予定である。

第9巻 第1号 特集 “表面解析と情報の画像化” 予告

巻頭言 解 説

1. 2次元化のための信号の検出と前処理
2. コンピュータ画像処理

南 茂夫 (阪大)

副島 啓義 (磯島津製作所)
北橋 忠宏 (阪大産研)

情報処理の実際

1. 走査電子顕微鏡のための実用的オンライン画像処理技術の開発

於保 英作, 萩原 昭徳, 金谷光一 (工学院大)

2. 高分解能電子顕微鏡のコンピュータ画像処理

津野 勝重 (日本電子㈱)

3. コンピュータ画像処理を応用した高性能X線マイクロアナライザ開発のころみ

深町 正利, 木村 隆 (金材研)

4. コンピュータと EPMA を結合した材料解析のための画像分析システム

浜田 広樹 (新日本製鉄㈱)

5. EPMA のための高速マッピングと画像データ処理システム

小原 清弘ほか (磯島津製作所)

6. SAM 像の画像解析

大岩 烈 (アルバック・ファ
イ㈱)

7. SIMS における画像処理

田村一二三 (日立計測エンジニ
アリング㈱)

8. STM におけるデータ処理

水谷 亘 (電総研)

9. 高速走査電極システムによる局部腐食の画像解析

升田 博之 (金材研)

10. ラインサンプリングストロボ SEM による動的磁区観察

生田 孝, 間瀬比呂志, 志水隆一 (大阪電通大)

ポピュラーサイエンス

画像解析による衾汚れの定量

青柳 宗郎 (花王㈱)

研究室紹介

パタン情報部画像処理研究室

山本 和彦 (電総研)

会議報告

日米豪合同マイクロビームアナリシス会議

生田 孝 (大阪電通大)

資料編