

第4回走査型トンネル顕微鏡/電子分光国際会議

吉村 雅満*・重川 秀実**・河津 璋*

7月9日から14日にかけて第4回 STM/STS 国際会議 (4th International Conference on Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy: STM/STS'89) が茨城県の大洗町文化センターにおいて開催された。STMの開発でノーベル賞を授賞した Rohrer, Binnig をはじめ第一線で活躍している数多くの研究者が出席し、参加者は世界22カ国470人に及んだ(表1)。発表論文数は211件でその内、海外からの発表数が約3分の2を占めた。会議に先立ち9日午後には中学生を対象とした Rohrer の講演が行われ盛況であった。開催場所は、“会議期間を通して参加者間の交流を深めるため都会から離れたリゾート地で行いたい”という希望に沿って選ばれた。発表件数は口頭発表が56件、ポスターセッションが155件で、会議はすべてシングルセッションで行われ、5日間に渡り連日連夜?活発な討論がくり広げられた。最終日前夜には、予想を上回る350人以上の参加のもと大洗パークホ

テルでバンケットが催された。大洗町のご好意で町の保存会の人達によって行われた“荒磯太鼓”を受けて Rohrer, Binnig らが舞台上上がり、少々太めの深針を太鼓に向け喝采を浴びるなど、非常に思い出深い会議となった(写真)。

発表内容を分類すると次のようになる。

1. 理論 (12)
2. 装置及び測定技術の開発 (49)
3. 層状物質 (6)
4. 半導体 (25)
5. 金属 (14)
6. 超伝導 (11)
7. 液体/固体 (11)
8. 分子・生物 (38)
9. 応用 (26)
10. 原子間力顕微鏡等 (15)
11. その他 (4)

()内の数字は発表件数である。過去3回の国際会議で

* 東京大学工学部

** 筑波大学物質工学系

表1 参加者数の推移: □他国参加者 ■日本人参加者

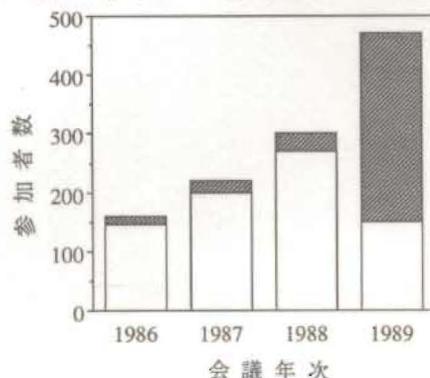




写真 バンケットにて太鼓をたたいているのは Dr. Rohrer (右) と Dr. Binnig (左) 段の下左は兵藤組織委員長

の発表内容との比較を表2に、また、各会議における発表内容の分布を表3に示す。STM自身の開発からSTS, AFM等の新しい測定技術の開発、そしてそれらの技術を用いたbiology等の新分野の開拓へと、4回にわたって行われてきた会議の性格の変化がみてとれる。STMは顕微鏡技術としてはすでに確立したといえ、画像処理技術等の進歩と併せて連日非常に美しいSTM像の発表が続いた。日本からも超高真空中に於ける半導体表面の研究を含む総数74件の研究成果が報告された。日本のSTM研究が第3回国際会議後1年の間に想像以上に進歩したというのが海外からの参加者の声であった。

半導体表面の研究としては、Si/Si, GaAs/Si等のエピタキシャル成長の初期過程やSi表面へのアルカリ金属、水素、酸素等の吸着に関する研究結果等が報告された。界面については、Siのpn接合やInP/InGaAsP/InP, GaInAs/InP等の観察結果、またBEEM (Ballistic Electron Emission Microscopy/Spectroscopy)を用いたAu/

AlAs/GaAs構造の観察結果等が報告された。金属表面に関しては、ベル研のKukらによるCu(110)表面への酸素原子の化学吸着に関する結果やパリ大学のグループによるS/Cu(11, 1, 1), S/Cu(810)構造、ローレンスバークレイ研究所のグループによるS/Re(0001) $2\sqrt{3} \times 2\sqrt{3} R30^\circ$ 構造の観察結果等が報告された。

探針を用いて固体表面を原子レベルで加工する試みも進められている。Wの探針を用いてSi表面へ書き込まれた文字を、同一の探針で読み取り観察した結果がフィリップス研究所のDielemanらにより報告された。カナダのマニトバ大学のグループからは、グラファイト上のdimethyl Phthalate等の有機液体中でWやPt-Ir等の探針にパルス状の電圧を加え、グラファイト上にナノメートル程度の構造を作製する研究が報告された。

また、特定の原子や分子を特定の希望する場所において観察するという試みがなされている。一層のCu-Pc (Cu-Phthalocyanine) で覆われたAg表面を走査することにより探針上に付着させたCu-Pc分子を、へき開したGaAs(110)上に移し、同一の探針を用いて観察した

表3 発表内容の分布: 1.理論 2.装置及び測定技術の開発 3.層状物質 4.半導体 5.金属 6.超伝導 7.液体/固体 8.分子・生物 9.応用 10.原子間力顕微鏡等 11.その他

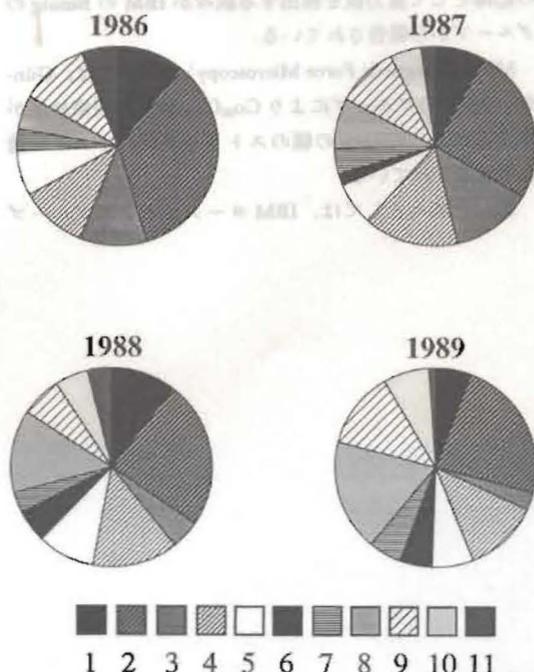
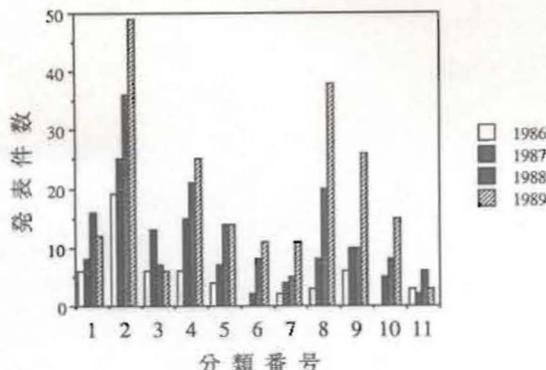


表2 発表内容の推移: 1.理論 2.装置及び測定技術の開発 3.層状物質 4.半導体 5.金属 6.超伝導 7.液体/固体 8.分子・生物 9.応用 10.原子間力顕微鏡等 11.その他



結果がミュンヘン大学のグループにより報告された。

有機材料や生体分子に関する研究が盛んになってきたが、会議では金やグラファイト上におかれた DNA のヘリカル構造の観察に関する 8 件の報告に加えて、ヘモグロビン、ポリペプチド、バクテリア等の多くの観察結果が報告された。また、Cu(111)、Si(111)、Cu(100)上に置かれた Cu-Phthalocyanine 構造の基板依存性が IBM アルマーデンのグループにより報告された。生体分子の観察における問題点がローレンスリバモア研究所の Salmeron らによりまとめられている。

低温における STM の研究はバージニア大学の Coleman らのグループを中心に進められているが、本会議では、77 K、4.2 K に於ける NbSe₃ の CDW について発表が行われた。高温超伝導体に関してはジェノバ大学のグループによる STP (Scanning Tunneling Potentiometry) を用いた YBa₂Cu₃O_x 薄膜の研究をはじめいくつかの報告がなされた。(BEDT-TTF) 系の有機超伝導体の観察結果も報告されている。

AFM (Atomic Force Microscopy) の進歩もめざましく、AFM を用いた研究に関する報告は、10 件にのぼる。スタンフォード大学のグループにより AFM 用カンチレバーの作製に関して報告がなされている。

STM/AFM を用いた観察も面白い情報を与えると期待されるが、実際、CDW 状態が STM と AFM に対して異なる応答を与えるという結果がバーゼル大学の Güntherodt のグループにより報告された。また、AFM の応用として重力波を検出する試みが IBM の Binnig のグループから報告されている。

MFM (Magnetic Force Microscopy) に関しては、Güntherodt らのグループにより Co₉₀Cr₁₀ 薄膜の観察結果が報告された。220 nm の幅のストライプ状のドメイン構造が観察されている。

新しい試みとしては、IBM ヨークタウンのグループ

により報告された。試料の温度分布を取り出す Near-Field Thermal Microscopy や、青山学院の魚住らにより報告された超音波探針顕微鏡 (SUTM: Scanning Ultrasonic Tip Microscope) 等があげられる。また、ハイデルベルグ大学のグループ等がレーザーを併用した実験について発表を行っている。

理論としては、STM 像の解釈の問題、DAS モデルなどの電子構造の計算結果と実験結果との比較、トンネル時間の考察、STM 観察時に見られる光子放出に関する計算結果等が発表された。

以上、STM は最初にも述べたように顕微鏡技術としては既に確立したといえる。実際、会議場では 12 社の STM が製品として展示され、その内 7 社の STM が超高真空対応であった。しかし、STM 像の解釈にはまだ多くの問題が残されている。この点に関して、探針の影響をはじめとする STM 像の解釈の問題がいくつか取り上げられたことをもう一度述べておく。

プロシーディングスは、Journal of Vacuum Science & Technology A の 1990 年 1~2 月号に掲載される予定である。詳しい内容については、そちらを参照されたい。

第 5 回 STM/STS 国際会議の日時と場所は下記の通りで、第 1 回ナノメートル・スケール科学技術国際会議 (1st International conference on Nanometer-Scale Science and Technology: NANO 1) と共催される予定である。

場所: Hyatt Regency Hotel, Baltimore, USA

日時: 1990 年 7 月 23 日~27 日

連絡先: Dr. James S. Murday

Chemistry Division, Code 6100

Naval Research Laboratory

Washington, D. C. 20375-5000

USA

Tel: 202-767-3026

Fax: 202-404-7139

