

CONFERENCE REPORTS (1)

第5回固体表面国際会議に
出席して(於マドリッド)

宮崎 栄三

東京工業大学理学部化学科
〒152 目黒区大岡山 2-12-1
(1984年5月16日 受理)

A Report on Vth International Conference
on Solid Surfaces at Madrid

Eizo MIYAZAKI

Department of Chemistry, Tokyo Institute
of Technology, Meguro-ku, Tokyo 152

(Received May, 16)

第5回固体表面国際会議が、真空国際会議と併催の形で昨年9月26日から30日迄の5日間、スペインのマドリッド(現地ではマドリとよぶ)で開催された。同会議は前々回はオーストラリアのウィーン、前回はフランスのカンヌで開かれている。9月末とは云え、マドリッドの日中は30℃を越す暑さで斗牛場の牛もいささかへばり気味であった。

会議は大別して、Surface Science, Vacuum Science, Thin Films, Electronic Materials and Processing および Fusion の5部門に分けられ、並行して進められた。後の2部門は今回から設けられたもので、ここ数年の動きとして注目される。期間中、毎日一時間の Plenary Lecture があり(合計5件)、その他に各部門、それぞれ、17, 13, 13, 10, 27件、合計80件の招待講演がなされ、さらに、口頭およびポスターによる一般発表が合計して636件と云う豪華で多彩な会議であった。

つぎに5件の Plenary Lecture のタイトルを記すと、

- (1) Layer Growth-An Atomic Picture (Ehrlich, Univ. Ill.)
- (2) Surface Phonon Spectroscopy (Ibach, Jülich)
- (3) Surface Processes in Nucleation and Growth of Thin Films (Venables, Univ. Sussex)
- (4) Limits of Vacuum Production and Measurement (Hobson, NRC, Canada)
- (5) Molecular Beam Epitaxy: Applications to Basic Research and Device Fabrication (Cho, Bell Lab.)

(1)と(3)は部分的に共通した内容を含んでいたが、(1)では原子的レベルでの表面を視覚的に観察する方法として(S)TEM, FIM, STM (Scanning Tunneling



写真1 マドリッド市長主催歓迎パーティにて

Microscopy) に注目し、例を挙げて比較しながら最近の動きをのべた。TEM では、八木、高柳氏ら(東工大理)の超高压超高真空下での単結晶面上の結晶成長に関する仕事(1)および(3)の両講演で紹介されていた。STM は今回の会議の一つの焦点であったが、5Åの高解像をもち、三次元的な原子単位での表面の直接観察法として今後の重要さを指摘していた。これについては、招待講演でSTMの開発者の一人である Binnig (IBM, Zürich) の話があった(なお、STM に関しては本誌前号に市ノ川氏のくわしい解説がある)。

以下に紙数の関係もあり、Surface Science 部門に限って、いくつかの報告をピックアップして筆者の印象を記したいと思う。

会議の他の特徴は HREELS (高分解 EELS) を利用した研究が目立ったことである。Surface Science 部門の一般講演数237件(理論的研究約35件を除く)のうち EELS を用いた報告は30件に達し AES (AR-AES, SP (spin polarized)-AES 等を含む) の55件、UPS (AR-UPS, 8件、SOR, 7件を含む) の32件に次ぐものであった*。このうち、CL (core level)-EELS に関するものは少なく、大部分は振動励起の HREELS であった。分解能もすでに5meV以下のものが、例えば Ibach ら(Jülich) のグループでえられており、金属、半導体表面層および H, N, CO, NO, アルカリ金属類などの吸着層に関する情報がえられ、今回も多くの報告があった。HREELS で観測されるとされているのは波動ベクトルが表面に垂直な場合で、表面に平行な $q_{\parallel} \neq 0$ の振動スペクトルの測定に成功した例は少ない。平行な場合の研究は二元的な表面フォノンや吸着種間の相互作用を考察するためには避けて通れない重要な問題である。一方、He などの表面散乱原子をこの問題に応用することも可

* これらの数字は筆者の記憶、ノート、要旨集などから割り出した概数であることをお断わりしておく。

能であり、中性原子散乱の方が分解能自体は高い。Ibach は(2)の Plenary Lecture において、これら二つの場合の長所と短所の比較を行ない、吸着系では、物理吸着のような低波数域では原子散乱は有効であるが高波数域では電子散乱しか用いられないと結論づけている。いずれにしても、表面フォノンについての研究は緒についたばかりであり、実験例も少なく今後の焦点の一つとなると思われる。今回の会議では、実験では Ni(100) 上の $O(c(2 \times 2))$ 、Pt(111) 上の CO など、わずかであったが、理論面では、Mills (Univ, Calif.), Garcia (Univ. Madrid) など 5 件程が報告された。

通常の方法で HREELS が最近 UPS と肩を並べて多用されるようになったのは、分解能が上ったこと、吸着種の振動モードだけでなく吸着層との結合状態に関してもかなり直接的な知見がえられることなどのためである。しかし、さらに「表面状態」のかくれ場所となる unoccupied state の知見が、APS や Penning 法と同様にかなり容易にえられるなど多くの利点をもっていることも見逃せない。CL-EELS では、SEXAFS と同様なテクニックで用いる EELFS (Extended Energy Loss Fine Structure) の開発 (Crescenze, Italy), "tunable" EELS 法による Si(111) 上の Ti の生成 (平木, 阪大工), あるいは二次微分スペクトルによる高感度 EELS を用いた $\alpha-Al_2O_3$ 表面上の「表面状態」の観測 (小間, 筑波大) など新しい解析法による結果なども興味をもたれた。

スピン分極電子 (\uparrow および \downarrow) の応用に関してもいくつかの興味ある報告がなされた。強磁性体表面の磁区構造の観察用の SP-SEM の開発 (小池, 早川, 日立中研), オージェ電子の解析 (SP-AES, Landolt & Mauri, Zürich), さらに、分極電子を入射源として用いた SP-Isochromat Spectroscopy (SP-IS と仮りに略記) および出現電位分光法 (SP-APS, 共に Kirschner, Jülich) など新しい表面電子構造の解析法として注目された。Kirschner が行なった SP-IS と SP-APS の Fe に関する結果では、前者はフェルミレベル付近の状態、後者は $L_{2,3}$ 準位の励起の場合で、両研究ともスピンによる差がはっきり出ていた。

一般にポジトロンは結晶の欠陥部にトラップされやすいことが知られているが、この性質を利用して表面の欠陥構造および吸着層をしらべる研究が Vehanen ら (Helsinki Univ.) によって Cu(111), W(110) および Cu/W(110) などの系について報告された。Cu/W(110) ではポジトロンが入射エネルギーが 1200 eV 付近で出てくるポジトロンが急減しているが清浄な Cu(111) ではそのような変化はない (Fig. 1)。この結果から深さ

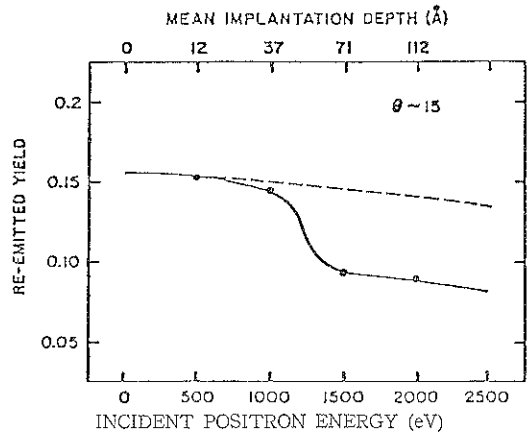


Fig. 1

40 Å 付近に Cu-W(100) 界面が存在することが推定され、今後の応用が期待される分野と思われる。

ステップ、キックなどの表面格子欠陥については、Xe の吸着等圧線と UPS とから欠陥濃度をしらべるいわゆる PAX (Photoelectron Spectroscopy of Adsorbed Xenon) の応用が引続き Pd 系について報告された (Ertl et. al. München)。その他、He イオンを用いて Cu 表面上のステップを Channeling 法によって定量的に求めた報告 (Cohen et. al. Univ. Paris) も興味あるものであった。

一方、遷移金属に K, Na あるいは Cs を吸着・ドーピングすると、仕事関数、分子・原子の吸着結合の強さ、さらに触媒活性や選択性などが著しく変化することはよく知られているが、このとき生ずる電荷移動に関与する電子が local な性質のものであるか、自由電子的なものであるかは従来から表面研究者にとって魅力ある問題の一つであったが、今回の会議でもいくつか報告された。今回は local 説の方が多かったようである。筆者個人では Cs の効果について、W や Mo などの d-hole のある金属では結合は covalent bond に近い local なものであり、Cu などでは自由電子的だとする Lecante ら (France) の結論に魅力を感じた。

角度分解、特に方位角分解の XPS, UPS により Si, Ge などの半導体表面の dangling bond の状態を議論した河野ら (東北大), Ag(110) 上の酸素の吸着状態をしらべた研究など ((Bradshaw ら, Fritz-Haber-Inst.) もていねいな仕事として興味あるものであった。

また、二次元的相変化現象についてもグラファイトを中心に 2, 3 の報告があったが、W(100), Pt(110), Si(111) などの再配列構造に関しても多く報告された (これについては河津氏の紹介が予定されている)。

その他触媒関係では SMSI (Strong Metal Support Interaction) 効果や合金と触媒作用との関係についての報告が目についたが、すでに与えられた紙数も越えたので他の機会にのべたい。

最後に、会議以外のことについて少しばかり記すと、まず会議の会場にはマドリッド北部の立派な国際会議場があてられた。道路を距てた隣には有名なサッカー場があったが、シーズンオフのためか試合はなかったようである。会の運営は比較的スムーズに進み、会期中、ピアノ演奏会、市長招待のパーティー、また最後の野外大公園での大パーティー等組織委員会の温かい心使いが感じられた。特に最後のパーティーでは、公園内に種々のステージがあり、ここで本場の民族ダンス (フラメンコなど)、音楽が演ぜられ (写真2)、また、飲み喰い自由の屋台(?) が各所に設けられ、国や民族を越えて参加者は自ら歌ったり、おどったりして時の過ぎるのも忘れる程であった。マドリッド大の Garcia 教授の素人離れした強烈なフラメンコには我々日本人はビックリしたものであった。

しかし、スペインの国自体はおどっていられる程の余裕はなく、若年層の失業率が20%を越えていたようである。そのためか、何人かの日本人参加者がパスポートやカメラなどの盗難にあったのは不幸であった。その点を除けば、ほとんどすべての参加者は今回の会議により印象をもったことと思う。会議終了後、スペイン南部やポルトガル方面にも足を延ばした人も多かった様であ



写真2 マドリッド郊外の Parque de Atracciones で行われた Social Evening でのフラメンコダンス

る。

真空会議を含めると100名近い日本人が参加したと思われる。個人的なことで恐縮であるが、筆者は、同じホテルの木下是也先生 (学習院大) をはじめ、平木 (阪大)、杉田 (東理大)、島岡 (静大)、金原 (東大)、一ノ瀬 (長岡技科大) らの諸先生方と親しくして頂いた。

閉会式において、次回の会議が3年後の1986年に米国の Baltimore で開催されることが決ったことを付記する。

なお、会員で今回の会議についてのお問合せがあれば、事務局まで連絡して頂きたい。

~~~~~72ページの文献の続き~~~~~

- 4) 荒井弘通: 材料科学 20 (1983) 160.
- 5) 新田恒治: セラミックス15 (1980) 346.
- 6) 清水康博, 荒井弘通, 清山哲郎: 電気化学 50 (1982) 831.
- 7) 荒井弘通, 江崎史郎, 清水康博, 清山哲郎: 第2

- 回化学-センサ研究発表会講演要旨集 (1982) 22.
- 8) H. Arai, S. Ezaki, Y. Shimizu, O. Shippo, T. Seiyama: Proceedings of the International Meeting on Chemical Sensors, Fukuoka (1983) 393.