

談話室

IBM アルマデン研究所に着任して

山田 太郎

(1991年1月12日 受理)

A Note upon Arrival at IBM
Almaden Research Center

Taro YAMADA

IBM Almaden Research Center, K 33/801
650 Harry Road, San Jose, CA 95120-6099, U. S. A.

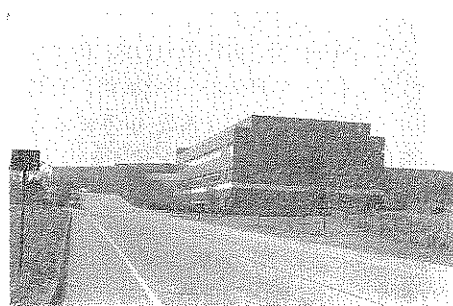
(Received January 12, 1991)

筆者は昨年12月16日より米国カリフォルニア州サンホゼ市にある IBM アルマデン研究所に客員研究員として着任した。

米国に冠たる大企業 IBM では研究部門 (research division) を独立な組織として持ち、コンピューターサイエンスとテクノロジーの新しい展開を目指して幅広く研究開発が行われている。その中において、基礎的な分野での研究者間の世界的交流を促進するために社内研究者の海外派遣と客員研究員の受け入れを実行している。企業としての基礎的な分野の研究へのこのような指向が多くの新発見新発明を生み出し、ノーベル賞受賞者を2年続けて輩出するなど実績を上げている。

この IBM 研究部は米国内にニューヨーク州ヨークタウンハイツと当アルマデンの2箇所とスイスのチューリッヒにリサーチセンターを持ち、約3000人の研究者を擁している。筆者はアルマデン研究所物理科学部に所属し、主任研究員 T. J. Chuang 博士と共に“光化学動力学——表面光励起脱離分子の角度分布”の解明に取り組み始めたところである。当物理科学部では理論、実験にまたがって表面科学にからんだ研究をしている人が多く、この分野では知る人ぞ知る研究者がひしめいているといえる。筆者はまだ着任したばかりなのでその研究の内容を知悉しているわけではなく、所内の内情もよく知らないが、いままでにも多くの日本人研究者が客員研究員として在籍されており、その方たちによる報告^{1,2)}もあるので、ここでは筆者の専門である表面物性に関連した、当研究所における最近の研究成果の紹介と、所内の諸設備の様子について述べる。

IBM サンホゼで長年行われている研究に分子線を用いた固体表面上での分子の散乱、吸着、化学反応の解析があげられる。当研究所の実験装置は差動排気超音速ノズルビーム線源を備えており、速度、内部状態、指向性



IBM アルマデン研究所

の整った中性の希ガスや軽分子のビームが得られる。このビームを金属単結晶表面等よく規定された表面に当て、表面に残留する分子を AES, TDS 等で観測し、また散乱された分子は角度可変の質量分析器及びレーザー誘起蛍光法、多光子イオン化法によって分析するという、分子動力学的な実験が行える。物理科学研究部長 D. Auerbach 博士, C. Rettner 博士らの行った研究に、化学吸着の起こりにくい組み合わせ、たとえば N_2 , CH_4 等の分子と貴金属表面において、これらの分子を分子線にして加速して表面にたたきつけることにより解離-化学吸着させる試みがある。例えば CH_4 は W 表面に曝しただけでは全く吸着がおこらないが、加速した CH_4 ビームを当てると表面に CH_4 の解離したものが残る。このような手法は比較的穏やかな条件で、いままでにはない新しい吸着種を作りうる手段として注目されるばかりでなく、古くからの触媒化学に関連した問題の解明にも役立つ。

この分子動力学を取り入れた研究として、短パルスレーザー光による吸着分子の光刺激脱離とその脱離分子の各エネルギー単位分布の測定が行われている。吸着分子も気体分子と同様光子の吸収により振動励起や電子状態励起がおこり、これが表面からの脱離の第一段階となる。このあと分子内のエネルギー移行により表面-分子の結合が切れて脱離が起こる機構と、励起エネルギーが表面に移って表面を加熱し、その熱で熱脱離が起こるとする機構が考えられる。これら両メカニズムの識別が本質的な問題となっているが、当研究所の T. Chuang 博士らは波長可変の赤外や可視-紫外レーザーを用い、また脱離分子の多光子イオン化による内部状態解析により、この問題も含めて幅広く光化学反応の解明に取り組んでいる。

当研究部で最近有名になっているのは走査トンネル電子顕微鏡 (STM) による一連の研究である。Si (111) 面清浄表面や金属原子の吸着した表面では比較的容易に STM 像が得られるが、吸着分子の場合は分子が STM

チップの作用により脱離したり拡散したりするので像が得にくい。S. Chiang 博士らは Rh(111), Pt(111) などの上にベンゼン分子 (C_6H_6) と一酸化炭素分子 (CO) を共吸着させて安定な 2 次元格子構造 ($p(3 \times 3)$ など) を作製し、その STM 像のうちにベンゼン分子、CO 分子の姿をとらえた。さらに D. Eigler 博士らは、STM 装置及び試料をすべて液体ヘリウム温度 (~ 4 K) に冷却して測定することにより Ni や Pt 単結晶上の Xe 原子や CO 分子の像を得た。結晶面上のステップサイトに CO が吸着している様子を示す STM 像は圧巻である。この温度で STM チップ-サンプル間の電圧を加減することにより、Xe 原子を表面上任意の位置にずらすことができた。これを用いて Ni(111) 面上に Xe 原子をならべて“IBM”の文字を描き“世界最小のコマーシャル”と称された。

シンクロトロン軌道放射光を用いた表面の構造解析も行われている。J. Stohr 博士らは近くのスタンフォード大学にある直線加速器センター附属のストレーリング等を利用して吸着分子の SEXAFS, NEXAFS を測定している。SEXAFS による動径分布関数の決定と角度分解偏光 NEXAFS による有効対称性の決定により、吸着分子の絶対構造や配向に有用な情報が与えられている。

この他にも超電導体表面の研究、溶液中電極表面上の吸着種の赤外吸収、単分子層薄膜の作製、化学エッチングの基礎的研究、表面の機械的性質——トライボロジーの研究など表面化学者には見逃せない話題が豊富にある。

理論方面では量子化学的計算による電子構造、格子力学、化学反応動力学の表面への応用があげられる。分子軌道計算、バンド構造計算、構造最適化計算のソフトウェア蓄積が豊富であり格段に進歩している。

以上のようにアルマデン研究所の表面科学研究は学術的な成果を多くあげているが、同時にこれらの研究者がそれぞれの専門分野に関連した実用技術の開発にも関わって、何らかの応用プロジェクトに参画しているケースも多いようである。

アルマデン研究所では物理科学部門の他にコンピューターサイエンス、プリンター技術、高分子化学、記憶メディア、記憶入出力装置の製造研究の部門がある。研究所はこれらの研究棟の他、図書館、試作工場、パソコン、エレクトロニクス、ソフトウェア、大型計算器等のショップに大きなスペースが占められている。図書館には物理・化学・数学・電子工学等の書籍雑誌が世界的に収集されており、日本語の雑誌や特許情報もいくらかあるのには驚かされる。試作工場はかなりの規模のものであり、フライス盤を中心に工作機械が揃えられている。表面実験用の超高真空装置用の部品等も製作できる。エレクトロニクス関係のショップでは機器の貸出しの他実験に便利な特殊仕様の回路の設計製作も行っている。ソフトウェアショップでは IBM に蓄積された膨大な量のプログラムを検索し、また実験に不可欠の制御プログラムの開発などのサービスが受けられる。全体に研究のサポート体制は理想的に整っており、企業の研究所として流石と思わせるものがある。

着任して最も印象に残ったことは、研究員、技術員全員にコンピューター端末が与えられていて、電話機及び磁気カード式身分証明書と併用して研究所内の情報や事務手続が統一的に簡便にできることである。名簿、電話番号、事務連絡、セミナーの告知、文書作成、社内外の取引情報、出張先の現地情報から、はては給与の受領確認や食堂の献立まで CRT 端末上に一瞬にして呼び出すことができるようになっていて。このようなシステムは IBM が製品化する際に研究所に試用させているもので、まさにコンピューター利用技術の便利さには目を見張るものがある。

とりあえずこの1年間、専門の研究の他に、英語の勉強や米国における日常茶飯事一般常識と、このコンピューター利用の態度習慣を身につけることに努力しようと思う。

- 1) 虎谷秀穂：名古屋工業大学窯業技術研究施設年報 16, 91 (1989).
- 2) 光田好孝：ニューダイヤモンド 6, 33 (1990).