

ピッツバーグ大学表面科学センター を訪れて

山田 宗慶

東北大学工学部
〒980 仙台市荒巻青葉

(1988年12月12日 受理)

Visit to the Surface Science Center in University of Pittsburgh

Muneyoshi YAMADA

Faculty of Engineering, Tohoku University
Aoba, Aramaki, Sendai 980

(Received December 12, 1988)

筆者は、1987年10月から1年間、合衆国ペンシルベニア州ピッツバーグ大学化学科の Surface Science Center に滞在する機会を得た。同センターはピッツバーグ大学が目玉商品として力を入れている現在拡張中の研究所で、所長の J. T. Yates, Jr. 教授と化学科の主任 D. M. Hercules 教授を中心に運営されている。ピッツバーグ大学が力を入れていると言うだけあってセンターは XPS, LEED, AES, ISS, SIMS, IRAS, ESDIAD, LAMMA, HREELS, メスバウアーなどを、機器によっては3~4台所有しており、それらを学科内外の共同研究者、Ph. D を目指す大学院生、訪問研究員等約40名(内日本人3名)が使用して研究に励んでいる。両教授とも若手研究者の育成には力を入れており、ポストドク、企業からの研修生を積極的に受け入れている。

所長の Yates 教授は金属及び半導体表面で起こる化学反応の理解を主眼としており、主として単結晶表面での吸着、反応の解析に精力的に取り組んでいる。最近のテーマは、金属表面と水との相互作用、一酸化炭素還元における遷移金属の触媒作用とアルカリ金属の添加効果、シリコン単結晶上への炭化ケイ素の結晶薄膜のエピタキシャル成長、金属単結晶に吸着した分子の配向性、単結晶表面と分子線の相互作用等である。この外データのデジタル化と解析方法の改良にも力を入れている。一つ一つのテーマに先に挙げた装置を多面的に応用し、それらの結果を総合してより信頼度の高い反応経路の解明を目指している。例えば清浄な Al(111) 面には 130K では水分子は解離吸着しないが、予め酸素を吸着させておくことで解離吸着する、という最近の興味深い結果は主として AES, EELS を駆使して得られたものである。金

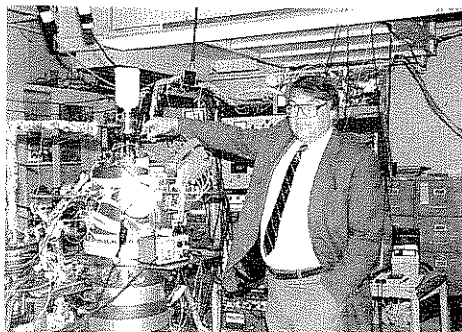


Fig. 1 Professor John T. Yates, Jr., Director.

属Kを添加した Ni(111) 面での $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$ と $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$ との間の同位体交換反応では、先ずKの近傍の Ni 点で一酸化炭素が解離吸着し、ついで吸着炭素と吸着酸素がKからある程度離れた Ni 点まで拡散して交換反応に至るという結果が発表されているが²⁾、これは TDS, LEED, AES, XPS, IRAS 等の測定結果を組み合わせ得られたものである。エタノールが Ni(111) 面で先ず酸素で、続いてアルファ位炭素で吸着し、ついで炭素-炭素結合の解離に至る³⁾ という結果は、定速昇温中の単結晶表面に分子線を照射し、入射分子、反射分子の分析と各種表面分析とを同時に行う、彼らが SKS と呼ぶ方法による。ここでは比較的馴染みの薄い ESDIAD (Electron Stimulated Desorption-Ion Angular Distribution) の原理図及び原理を Fig. 2 に示す⁴⁾。

Hercules 教授は各種表面分析法の応用範囲の拡大を目指して、主として定量化、局所化に力を入れている。最近のテーマは、担持モリブデン触媒における原子価と触媒活性、モリブデン触媒の還元性状に及ぼす添加物の効果、コバルト触媒の分散性とそれに及ぼす添加物の効果、XPS による局所分析法の開発、混合酸化物の EXAFS の解析 (測定はブルックヘブンで)、半導体あるいは高分子表面のマッピング、高分子と金属の接触面の解析、石炭の風化時における表面の変化の追跡等である。

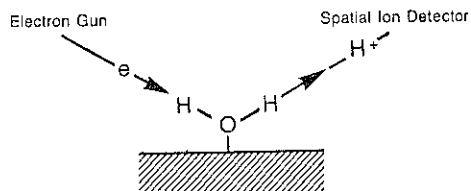


Fig. 2 Principle of ESDIAD. Electrons strike a chemisorbed molecule or atom on the surface, producing positive ions. The directionality of ion emission is used to determine bonding directionality in the oriented molecular species.

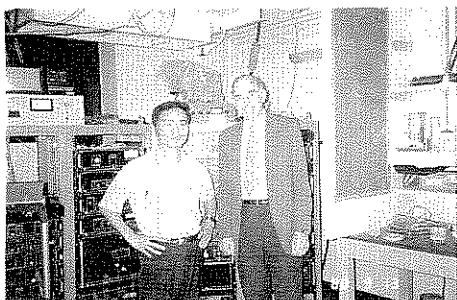


Fig. 3 Professor David M. Hercules, chairman (right).

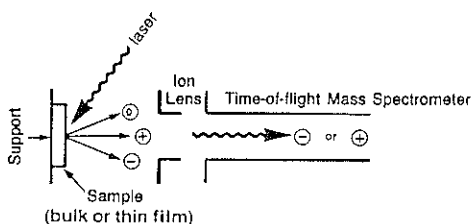


Fig. 4 Principle of LAMMA. A short pulse (15ns) from a UV laser is focused onto a surface, causing sputtering of ions and neutrals from the surface. The ions are mass analyzed by a time-of-flight mass spectrometer, giving a simple mass spectrum from one shot. Ion yields are high, for both + and -.

る。定量分析に主眼を置いているので、細かいところでは試料用プローブの改良から、ISS, XPS⁹⁾, EXAFS, メスバウアー等についてはデータの解析手法の改善にまで力を入れている。また触媒グループは、各種表面分析法で観察された変化を忠実に反映するテストリアクション

の探索も行っている。高分子、石炭の表面分析にはマイクロン単位に集光されたレーザー光による表面のイオン化とTOF型質量分析計とを組み合わせたLAMMAが主として用いられている。ここでは比較的馴染みの薄いLAMMA (Laser Microprobe Mass Spectrometry)の原理図及び原理をFig. 4に示す^{6,7)}。

廊下1本で行き来出来る化学科には触媒研究で有名なW. K. Hall教授がおられ、センターに頻繁に顔を見せとても70歳とは思えぬ元気で若手を激励していく。このほか化学科のButera教授、工学部のI. Wender教授、物理学科のJ. Choyke教授、地質学のA. G. Sharkey教授等が直接、間接にセンターの研究に参加している。今後も注目したい研究所である。

文 献

- 1) J. E. Crowell, J. G. Chen, D. M. Hercules and J. T. Yates, Jr.: *J. Chem. Phys.* **86**, 5804 (1987).
- 2) L. Ng, K. J. Uram, Z. Xu, P. L. Jones and J. T. Yates, Jr.: *J. Chem. Phys.* **86**, 6523 (1987).
- 3) J. T. Yates, Jr., J. N. Russel, Jr. and S. M. Gates: "Chemistry and Physics of Solid Surfaces VI" (Springer-Verlag, New York, 1985) p. 237.
- 4) T. E. Madey and J. T. Yates, Jr.: *Surface Science* **63**, 203 (1977).
- 5) M. A. Stranick, M. Houalla and D. M. Hercules: *J. Catal.* **103**, 151 (1987).
- 6) I. V. Bletsos, D. M. Hercules, D. vanLeyen and A. Benninghoven: *Macromolecules* **20**, 407 (1987).
- 7) J. J. Morelli and D. M. Hercules: *Analytical Chem.* **58**, 1294 (1986).