

先端追跡

[R-149] hollow atom

hollow atom とは、価電子帯や外殻準位にのみ電子を持ち内殻準位にほとんど電子を持たない状態の原子を言う。

hollow atom を生成する方法は二つある。一つは、内殻電子を紫外レーザーのような高エネルギー高密度光子流で高速かつ高効率に励起し、内殻準位に存在している電子をすべて放出させてしまう方法である。これは、例えばLiのような軽元素を対象に、フランスのWuilleumierらが積極的に研究をすすめている。

もう一つは、強電界により生成した電子を全く持たない裸の原子核を利用する方法である。これを適当に減速して金属の表面へ打ち込んでやると、物質の表面から移動する電子によってhollow atomの状態が実現される。この寿命はfs(フェムト秒)オーダーであるが、緩和によって生ずる光子やオージェ電子を充分正確に計測でき、内殻緩和過程の基礎的なデータが得られるとともに、電子の供給源である物質表面の電子状態に対応した変化も観測されている¹⁾。さらにこの場合において、LiFのような絶縁物に対する実験も行われている²⁾。この場合、hollow atomの外殻電子は相手表面と一種の化学結合と見なせる相互作用を持つために、様々な変化が観測できるのであるという定性的な解釈がなされているものの、理論面からの検討は今後の課題とされている。

文 献

- 1) R. Morgenstern, J. Das: Europhysics News **25**, 3 (1994).
- 2) J. Limburg, S. Schippers, R. Hoekstra, R. Morgenstern, H. Kunz, F. Aumayer, H.P. Winter: Phys. Rev. Lett. **75**, 217 (1995).

(無機材研 福島 整)

[R-150] 液体水銀上の自己組織化膜

両親媒性分子を水面に展開して形成する気-液界面単分子膜は、展開分子間の相互作用(たとえば、脂肪酸の場合、アルキル鎖間のvan der Waals引力和親水基間の静電的斥力)に応じた分子会合を示す。分子をとりまく空気や水は、分子に「場(界面)」を提供するだけで、自己組織化には直接関与しない(水和の影響は存在するが、van der Waals引力に比べて無視できるほど小さい¹⁾)。一方、固体表面吸着単分子膜は、分子間相互作用に加えて、基板との相互作用が吸着形態に大きく影響する。たとえば、金-アルカンチオール自己組織化膜が、金単結晶基板の格子定数に応じてエピタキシャル成長することは有名である。この時、チオール分子は金最表層に化学結合(～400 kJ/mol)で固定化される²⁾。

では、その中間ともいえるべき、液体金属(水銀)表面に吸着した分子はいかなる挙動を示すか? この興味に答えるべく、アメリカブルックヘブン国立研究所の研究グループが、水銀上チオール吸着膜について、微小角入射X線回折法(GIXD)により評価した³⁾。結論から言うと、水銀に吸着したチオール分子は、面内で規則構造を持たず、回折データには分子厚み方向の情報しか得られない。水面上でさえみられる分子規則構造が、水銀上で見られなかった理由として、水銀最表層の無秩序構造の影響が述べられている。各々のチオール分子は金単結晶表面と同様に水銀原子と化学的に強く結合している(Hg-S結合エネルギー:～200 kJ/mol)。その結合先の水銀最表層が、規則構造を持たず、熱的に揺らいでいる(これには、Capillary waveのような巨視的な熱的揺らぎも含まれる)。アルキル鎖間の凝集力が、水銀原子の揺らぎを抑え、表面結晶化をもたらしほどの力もなく、結局チオール分子は水銀とともに揺らぎ続けるというのが結論である。

文 献

- 1) A.K. Rappé, C.J. Casewit, K.S. Colwell, W.A. Goddard III and W.M. Skiff: J. Am. Chem. Soc. **114**, 10024 (1992).
- 2) A. Ulman: "An Introduction to Ultrathin Organic Films" (Academic, Boston, 1991).
- 3) O.M. Magnussen, B.M. Ocko, M. Deutsch, M.J. Regan, P.S. Pershan, D. Abernathy, G. Grübel, J.-F. Legrand: Nature **384**, 250 (1996).

(物質研 玉田 薫)