

結晶表面構造の安定性の制御および分子配列への応用

研究代表者 新藤斎 研究員

結晶表面の規則構造を用いて機能性分子のアセンブリを作成するための要素技術として、①表面規則構造の作成・評価技術の開発、②機能性分子の構造設計と規則配列、③結晶表面構造と分子との相互作用の解明、の3点について3年間にわたって研究してきた。①については新藤・郭が原子間力顕微鏡／摩擦力顕微鏡による炭酸イオンを含む構造の評価を行い、イオンの向きの絶対的判別法[1]およびpHに依存した表面の安定性の変化について調べた[2,3]。②については共同研究者の芳賀・豊が有機EL用Ir錯体の設計と機能評価を[4]、また、山辺・羽田らが水素結合を含む分子性結晶の構造安定性の研究を行った[5,6]。以上については既に報告したので、今回は③について述べる。特に、構造が単純であり、既存の方法による研究例も豊富な食塩結晶表面の原子平坦化の例を取り上げた。

図1に示したのはHgCl₂のエタノール溶液を用いてNaCl(110)面を平坦化したときの原子間力顕微鏡像である。結晶から切り出しだけの面は(a)のように粗面であるが、溶液につけておくと添加物分子の安定な吸着構造が生成し、平坦化が起こる。(b)中の数値は段差の高さであり、マクロステップになっている。しかし、試料を大気中に取り出して平坦部を拡大すると(c)のように原子像が得られ、原子平坦であることが分る。これ以外にも様々な添加物を用い、ステップ面も含めていろいろな面を平坦化することができた。吸着分子の構造との相関を調べることにより、分子と表面構造の相互作用が分る。

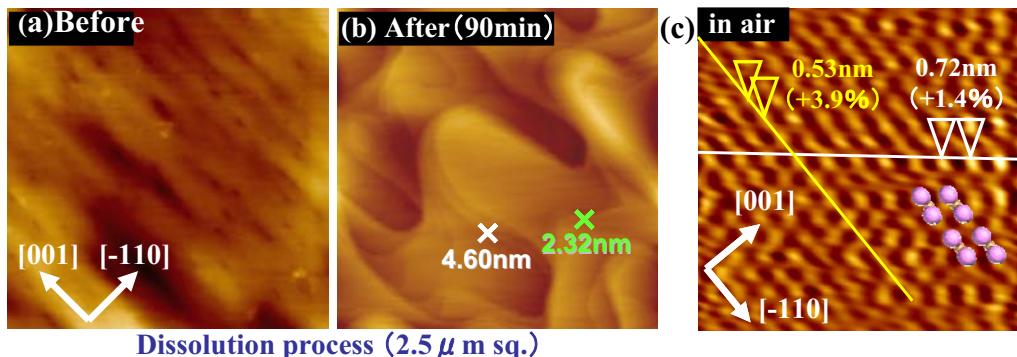


図1. HgCl₂／EtOHによるNaCl(110)面の平坦化のAFM観察.

以上のようにして得られたNaCl(110)および(111)原子平坦面を用いて原子レベルの摩擦の異方性を調べた[7]。図2に(100)面も含めて三つの低指数面の構造を示す。摩擦力顕微鏡を用いて矢印の方向に探針を走査したときの摩擦係数を図3に示した。予測したとおり、(110)面で<110>方向に走査したときの摩擦は目立って小さく、この面が結晶のすべり面として働くことが理解できる。

極性の(111)面では摩擦が常に小さく、異方性もないが、この面については低湿度でも水が表面に吸着し、潤滑剤として働いている可能性が強い。他の面では湿度により摩擦係数が大きく変化する。

References

- [1] Kwak & Shindo, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **6**, 129 (2004).
- [2] Kwak & Shindo, *J. Cryst. Growth*, **275**, e1655 (2004).
- [3] Shindo & Kwak, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **7**, 691 (2005).
- [4] Yutaka et al., *Inorg. Chem.*, **44**, 4737 (2005).
- [5] Yamanobe-Hada, et al., *J. Cryst. Growth*, **275**, e1739 (2005).
- [6] Ito et al., *J. Cryst. Growth*, **275**, e1691 (2005).
- [7] Karino & Shindo, submitted.

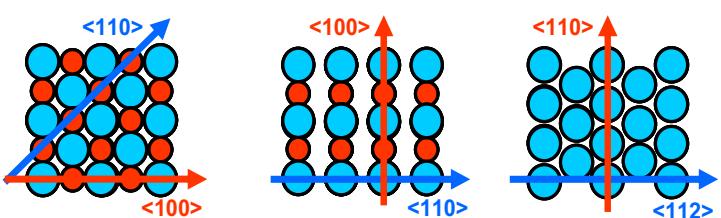


図2. NaCl結晶低指数面の構造と摩擦の測定方向.

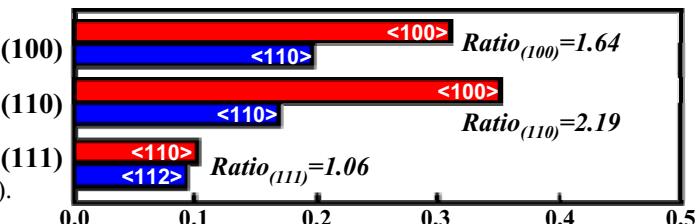


図3. 摩擦力顕微鏡で測定したNaCl結晶低指数面の異方性摩擦係数.