

原子間力顕微鏡を用いた氷表面の高分解能観察

High resolution imaging of ice surfaces with atomic force microscopy

東大新領域 川上直也, 塩足亮隼, [○]杉本宜昭,

University of Tokyo

E-mail: ysugimoto@k.u-tokyo.ac.jp

近年、成層圏における塩素の発生[1]、宇宙空間における原始的な有機化学生成[2]などの化学反応が、氷表面上で起こっていることが報告されており、氷の表面物性を理解することの重要性がより増している。原子間力顕微鏡(AFM)は絶縁体試料を原子レベルの分解能で実空間観察できる顕微鏡であり、氷表面の分子配列、欠陥生成、分子拡散などの、氷表面における基礎的な性質の解明に決定的な役割を果たしうる。本研究では、超高真空中で 145 K に保った Pt(111)基板上に H₂O を暴露することで作成したおよそ 500 BL の結晶氷を、AFM を用いて観察した。AFM 観察は 85 K で行った。

Fig.1 に $600 \times 600 \text{ nm}^2$ の広い範囲の AFM 像を示す。Pt(111)上に結晶の氷を作成した場合、比較的膜厚が薄い領域（数十 BL）では三次元アイランドが成長し、膜厚が増すにつれて layer by layer へと成長様式が変化することが報告されている[3]。今回作成した氷は平坦なテラスとステップからなっており、二次元的な成長をしていることがわかる。ステップ高さは 0.36 nm であり、結晶氷の(0001)面の面間隔 0.366 nm とよく一致しており、氷が結晶化していることを示している。また、Fig.2 に示すように、らせん転位が観測された。らせん転位の形成は、結晶氷の結晶構造と深くかかわっているとされており、1 ステップ高さのらせん転位が形成される場合 cubic ice、2 ステップ高さの場合 hexagonal ice と呼ばれる、異なる結晶構造を持つ氷が成長するとされている[4]。今回の AFM 像では、2 ステップの高さのらせん転位のみが観測されたことから、作成した結晶氷は hexagonal ice であることがわかった。以上のように、AFM を用いて実空間像を得ることで、氷の構造や物性をより直接的に議論することができる。講演では、結晶氷の表面構造について、AFM 像から得られたデータをもとに詳細な議論を行う。

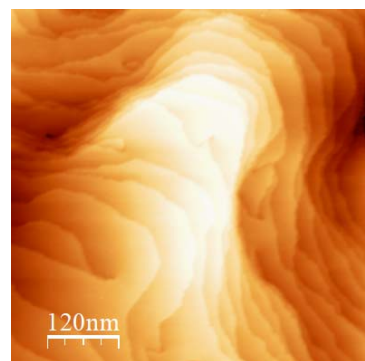


Fig.1 AFM image of crystalline ice ($600 \times 600 \text{ nm}^2$, 85 K)

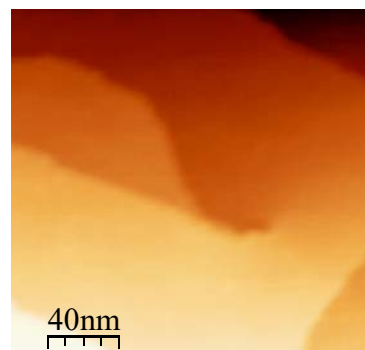


Fig.2 Magnified AFM image with screw dislocation. ($200 \times 200 \text{ nm}^2$, 85 K)

[1] E. L. Gibb et al., *Astrophys. J. Supp. Ser.* 151, 35 (2004)

[2] M. J. Moline et al., *Science* 238 (1987), 1253

[3] K. Thürmer et al., *Phys. Rev. B* 77, 195425 (2008)

[4] K. Thürmer et al., *Proc. Nstl. Acad. Sci. USA* 110, 11757 (2013)