

原子間力顕微鏡によるイオン結晶上における氷の成長と表面構造の観察

○岩田 孝太^{1*}, 杉本 宜昭¹¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

Observation of the growth and the surface structure of ice on ionic crystal by atomic force microscopy

○Kota Iwata^{1*} and Yoshiaki Sugimoto¹¹The University of Tokyo

氷の表面は、様々な物理・化学現象と密接にかかわっていることが明らかになってきている¹⁾。それらの現象を正確に理解するためには、氷表面の構造を原子レベルで正確に知ることが重要である。そのため、過去には、低速電子線回折²⁾や He 原子線散乱³⁾など、様々な手法によって氷の表面構造が調べられてきた。しかし、明確な構造の同定には至っておらず、特に原子スケールでの局所的な構造はわかっていなかった。最近、我々のグループでは、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いることで、金属基板上に成長させた氷 I の basal 面の高分解能観察に成功し、basal 面では局所的な 2×2 の周期性が、基板の金属種や結晶中の構造などの影響を受けることなく常に現れることを明らかにした⁴⁾。これまでの研究では、氷の成長のための基板として Pt(111) や Ru(0001) といった、氷 I と同様の対称性かつ格子不整合の小さな金属基板が主に使われてきており、それらが異なる基板でも同一の構造ができるかは自明ではない。そこで、本研究では、対称性の異なるイオン結晶である KCl(001) 面を基板として用いて、氷の成長と表面構造の AFM 観察を行った。

KCl(001) 基板は単結晶を空気中でへき開し、超高真空中でアニールすることで清浄表面を得た。140 K 程度に保った清浄表面に任意の量の H₂O を曝露することで氷の作成を行った。すべての測定は 90 K の超高真空において AFM を用いて行った。

まず、数 ML 程度の少量の H₂O を曝露したところ、少数の氷のアイランドとともに Fig. 1(a) に示す構造が観察された。この構造は 1.9 nm の長い周期性を持ち、氷アイランド以外の基板の全部分を覆っていた。この周期構造は、対称性の異なる結晶氷と KCl(001) 表面との間を結ぶ界面の構造であると予想される。

H₂O の曝露量を増やすと、3 次元的な氷が形成され

始める。曝露量が比較的少ない状態でも氷は基板表面全体を覆い、最終的には表面全体が平坦な氷で覆われた。この氷上に存在するステップは 0.37 nm 程度であり、氷 I の basal 面でのステップの高さ (=0.366 nm) と一致することから、氷 I が形成されていることが確認できた。この氷の表面を高分解能 AFM 観察した結果を Fig. 1(b) に示す。ここでは、氷を形成する一部の水分子中の水素原子が表面から突き出して輝点として画像化されている。輝点は、一見すると無秩序に分布しているが、自己相関解析により局所的に 2×2 の周期性を示すことが分かった。これは、金属基板上の氷と同様の構造であり⁴⁾、性質の大きく異なる KCl(001) 表面上でも結晶氷 I が成長し、上述の固有の表面構造を形成することが確認された。発表では、薄膜、結晶氷表面の構造の詳細について議論する。

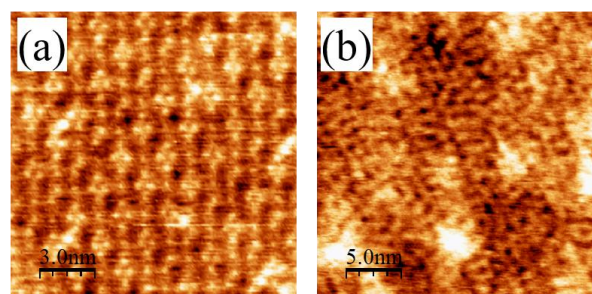


Fig. 1. KCl(001) 上に形成された (a) H₂O 薄膜と (b) 結晶氷 I basal 面の AFM 凹凸像。

文 献

- 1) E. L. Gibb et al., *Astrophys. J. Supp. Ser.* 151, 35 (2004).
- 2) N. Materer et al., *J. Phys. Chem.* 99, 6267 (1995).
- 3) A. Glebov et al., *J. Phys. Chem.*, 112, 11011 (2000).
- 4) N. Kawakami et al., *Sci. Adv.* 6, eabb7686 (2000).

*E-mail: kiwata@g.ecc.u-tokyo.ac.jp