

氷表面の疑似液体層:凸凹構造とその位置変動による再結晶化の繰り返し

氷の表面は、融点以下の温度でも融解し、薄い液体類似の層を成す。この現象は、かの Faraday によって 19 世紀中頃に示された。この層は下部の氷に影響されるため、通常の水とは異なる性質を持ち「疑似液体層」(quasi-liquid layer: QLL) とよばれている。疑似液体層はスケートで滑ることができる原因であるといわれたり、環境からの酸性物質の取り込みを促進したりするといわれている。また、疑似液体層には薄いシート状の相と液滴状の相とがあり、温度によっては両相が共存してシート状の疑似液体層の上に液滴状の疑似液体層が乗る構造を持つことも、北大のグループの実験によって示されている。

最近、名古屋工業大学大学院工学研究科創成シミュレーション工学専攻の研究グループは、1,317,600 個の水分子から成る氷 (Ih 相) の大規模シミュレーションを、最新のスパコンを用いて実行することで、(i) 疑似液体層に凹凸があり、凸状 (10 Å 程度の厚さの液滴状) の疑似液体層 (以下凸部と記す) の位置が時間経過とともに変動すること、(ii) 融点直下では凸部が 1 分子層厚のシート状の疑似液体層の上に乗っていること、(iii) 比較的低温で凸部が氷の上に直に乗っている際は、凸部と凸部の狭間の露出している部分は融解するが、その部分は凸部の位置変動に伴って覆われると容易に再結晶化すること、を発見した。なお凸部の位置変動は、ある凸部が他の凸部と融合したり、凸部が分裂したりして、見かけの位置を変えるためである。この成果は、日本物理学会が発行する欧文誌 Journal of the Physical Society of Japan (JPSJ) の 2014 年度 8 月号に掲載された。

図 1 および図 2 は、その様子の概要を示している。図 1 は融点直下の様子である。ここでは凸部の下の一層は完全に融けてシートを成し、その上に凸部に乗っている。凸部の位置は変動するが、

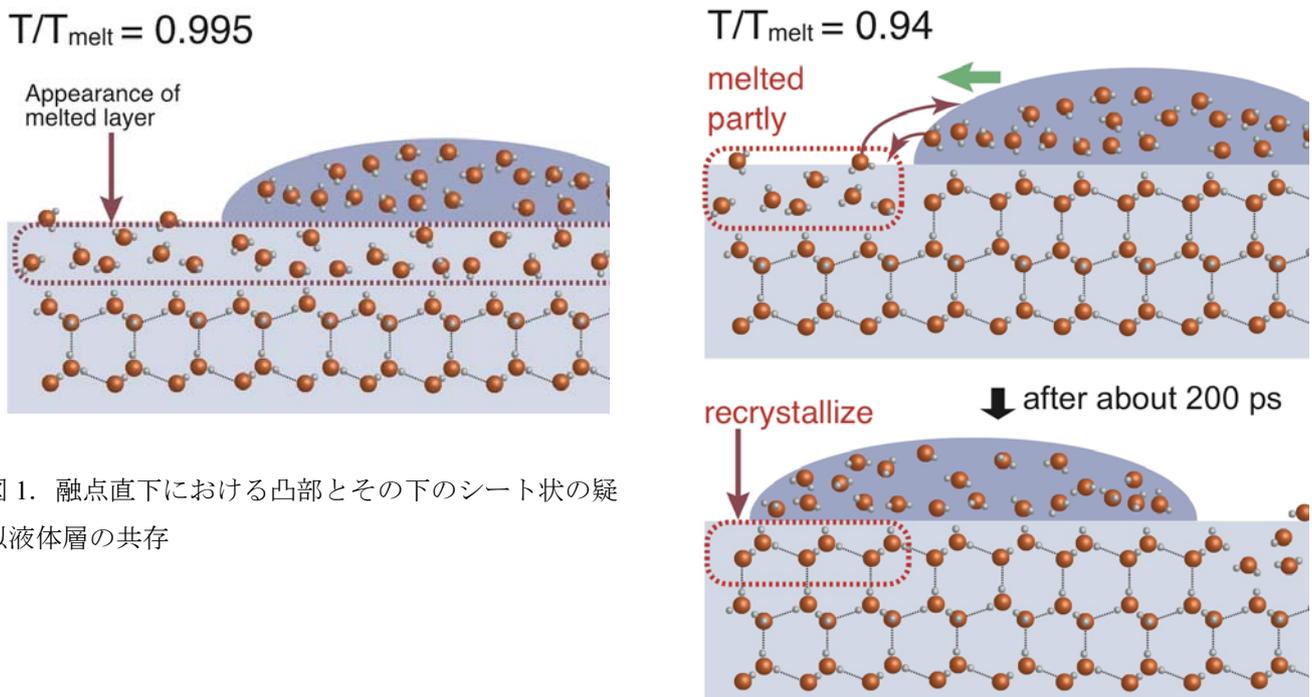


図 1. 融点直下における凸部とその下のシート状の疑似液体層の共存

図 2. 融点より 6%程度低い温度における凸部の位置変動とその下層の再結晶化

シート状の層は影響を受けない。図2は融点より少し低い（概ね10Kほど）疑似液体層の様子である。表面の融解している部分は、凸部の位置変動により覆われると、凸部を成している水分子との分子交換を伴いつつ再結晶化する。この分子交換を伴う再結晶化は、水と親和性がある様々な物質を氷が取り込む際に大きく寄与する可能性がある。結晶核からの雲粒子生成過程を通じて環境問題にも関係すると考えられ、今後の研究の展開が期待される。

原論文

[Fluctuating local recrystallization of quasi-liquid layer of sub-micrometer-scaled ice: A molecular dynamics study](#)

[Yasuhiro Kajima, Shuji Ogata, Ryo Kobayashi, Miyabi Hiyama, and Tomoyuki Tamura: J. Phys. Soc. Jpn. 83 \(2014\) 083601](#)

問合せ先：鍛島 康裕（名古屋工業大学 大学院 工学研究科）
尾形 修司（名古屋工業大学 大学院 工学研究科）