

グラフェンサンドイッチ構造を利用した 液体の透過型電子顕微鏡観察手法の開発と応用

Fabrication and Application of Graphene Sandwich-type Structure for Transmission Electron Microscope Observation of Liquids



○(DC)佐々木 祐生¹、北浦 良¹、Jong Min Yuk²、Alex Zettl²、篠原 久典¹(1. 名大院理、2. UCBA)

○(DC)Yuki Sasaki¹, Ryo Kitaura¹, Jong Min Yuk², Alex Zettl², Hisanori Shinohara¹ (1.Nagoya Univ. 2. Univ. Cal. Berkeley)

E-mail: r.kitaura@nagoya-u.jp, noris@nagoya-u.jp

[研究背景]

液体の透過型電子顕微鏡 (TEM) による直接観察は、生体内分子本来の溶液中での働きや、溶液中で行われる様々な化学反応の解明に適用可能な、非常に強力な観察手法の一つである。これまで一般的な液体観察の手法として、非晶質窒化シリコン膜を利用した環境セルによる観察が行われてきた^{1,2}。しかしながら、数十ナノメートルの膜厚の窒化シリコン膜を透過するため、有機分子などの軽元素の詳細な観察は困難であった。そこで我々は、原子1層分の厚みで十分な強度をもつグラフェンの環境セルへの応用に着目した。2012年に報告されたこの手法は³、一般的な環境セルで期待されるよりも詳細な白金ナノ粒子の構造を観察できたことを報告している。我々はグラフェン環境セルを独自の手法で作製し、従来と比較してグラフェン層間に挟む液量を減らすことで、軽元素、特に溶液中の炭素系材料の直接観察が可能になると考えた。

[研究結果]

本研究ではまず、ごく微量の水液滴を巨視的には疎水性であるグラフェン層間に挟むことで、どのような影響が生じるのかを調べた。我々の作製した液体セルでは図1に示したように液滴がグラフェン層間に存在する。液滴には気泡が生じている様子が確認できる。この微小液滴観察において、我々は非常に興味深い現象の観察に成功した。室温での観察にもかかわらず、グラフェン層間の水が氷へと相転移する様子が確認された。これは2015年Natureに投稿された論文と酷似する現象であるが⁴、我々の観察した氷は六方晶、常圧で確認される普通の氷と結晶構造が一致することが分かった。本発表では観察および解析結果と、この現象に対する考察を行う。

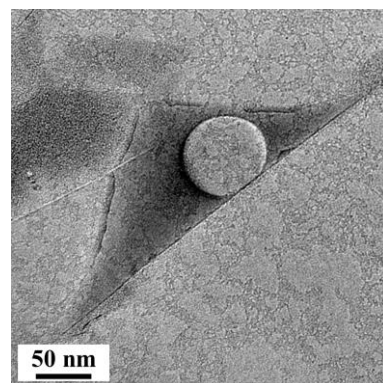


図1：液体セルのTEM像

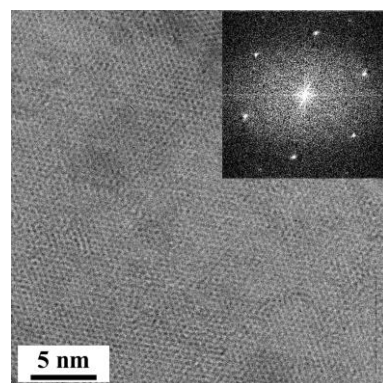


図2：グラフェン層間の氷

1. D. Li, *et.al.*, Science 336, 1014-1018 (2012).
2. H. Zheng, *et.al.*, Science 324, 1309-1312 (2009).
3. J.M. Yuk, *et.al.*, Science 336, 61-64 (2012).
4. G. Algara-Siller, *et.al.*, Nature 519, 443-445 (2015).