

Annual Meeting of the Japan Society of Vacuum and Surface Science 2021

STM による 2H-NbSe₂ の電荷密度波ドメインの可視化○吉澤 俊介^{1*}, 鷲坂 恵介¹¹物質・材料研究機構Visualization of charge density wave domains in 2H-NbSe₂ using STM○Shunsuke Yoshizawa^{1*} and Keisuke Sagisaka¹¹National Institute for Materials Science

遷移金属ダイカルコゲナイド 2H-NbSe₂ は、33 K で格子不整合な電荷密度波 (CDW) 転移を示し¹⁾、7.2 K で超伝導転移を示す。層状構造を有し、劈開により清浄表面が容易に得られるため、極低温 STM による CDW の観察もよく行われている。そのため、CDW の観察自体に真新しさはあまり無いが、今日でも新しい発見が報告されている。たとえば比較的最近の STM 研究²⁾によると、2H-NbSe₂ の CDW は局所的には hollow centered (HC) ドメインと anion centered (AC) ドメインとよばれる格子整合な 2 種類の 3×3 構造からなる。そして HC ドメインは変調の位相の違いによってさらに 9 種類に区別され、それらが AC ドメインのハニカム状ネットワークによって仕切られているという、興味深いドメイン構造をなしていることが報告されている。しかし、この描像が提示されるにあたって、HC ドメイン (9 種類) と AC ドメイン (1 種類) が非対称に取り扱われている点、ドメイン構造の抽出が (おそらく) 目視で行われている点で、解析の仕方に改善の余地がある。また、格子整合に近い不整合 CDW が discommensuration と呼ばれるドメイン境界を介して位相の異なる整合領域に分離することは以前から知られており³⁾、2次元 CDW に関してもランダウ理論の枠組みで理論研究が行われているが⁴⁾、それとの関係も明らかでない。

そこで 2H-NbSe₂ の CDW をより正確に理解するため、先に述べた問題を解消する研究を行った。極低温 STM により 2H-NbSe₂ の CDW 状態の観察を行い (Fig. 1)、得られた原子分解能イメージをフーリエ変換ないし畳み込み演算を利用する微小変位抽出の手法^{4,5)}を使って処理することで、CDW のドメイン構造について恣意性をできるだけ排除した解析を行った。その結果、先行研究²⁾で HC ドメインと AC ドメインと呼ばれていた領域が三角形タイリングを構成しており、さ

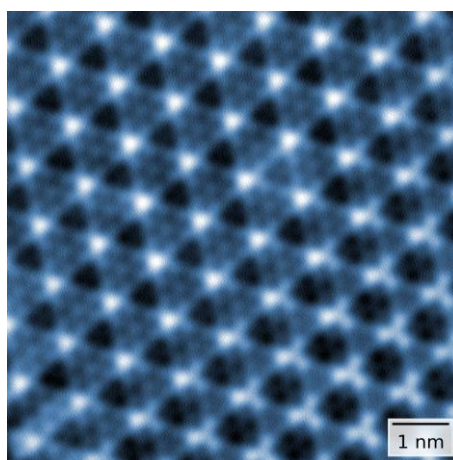


Fig. 1. 2H-NbSe₂ 劈開面の STM イメージ。温度 4.5 K、試料バイアス 100 mV、トンネル電流 100 pA で測定。

らに各ドメインを整数値の組により統一的に指数付けできることを明らかにした。この結果は、70~80年代の STM が発明される以前に主に行われた理論研究⁴⁾で予測されたタイリング構造をよく再現する。

文 献

- 1) D. E. Moncton, J. D. Axe, and F. J. DiSalvo, Phys. Rev. Lett. 34, 734 (1975).
- 2) G. Gye, E. Oh, and H. W. Yeom, Phys. Rev. Lett. 122, 016403 (2019).
- 3) W. L. McMillan, Phys. Rev. B 14, 1496 (1976).
- 4) H. Shiba and K. Nakanishi, In K. Motizuki (ed.), Structural Phase Transitions in Layered Transition-metal Compounds (Reidel, 1986).
- 5) M. J. Hÿtch, E. Snoeck, R. Kilaas, Ultramicroscopy 74, 131 (1998).
- 6) M. J. Lawler, K. Fujita, J. Lee, A. R. Schmidt, Y. Kohsaka, C. K. Kim, H. Eisaki, S. Uchida, J. C. Davis, J. P. Sethna, and E. -A. Kim, Nature 466, 347 (2010).

*E-mail: YOSHIKAWA.Shunsuke@nims.go.jp