カルシウム・インタカレートした２層グラフェンの超伝導

Superconductivity in Calcium-Intercalated Bilayer Graphene

物材機構 [1],東北大 WPI-AIMR[2], 東北大 CSRN[3], 東大理 [4], 東北大理 [5]
◦一ノ倉聖 [1,*], 菅原克明 [2,3], 高山あかり [4], 高橋隆 [2,3,5], 長谷川修司 [4]
NIMS [1], WPI-AIMR[2], CSRN[3], Univ. Tokyo[4], Tohoku Univ.[5]
◦Satoru Ichinokura[1,*], Katsuaki Sugawara[2,3], Akari Takayama[4], Takashi Takahashi[2,3,5], Shuji hasegawa[4]
* E-mail: ICHINOKURA.Satoru@nims.go.jp

ファンデルワールス性の層状物質では層間にさまざまな原子・分子が入り込むインターカレーション現象が起きる。グラファイト層間化合物(GIC)はリチウムイオン電池の負極として重要であるだけでなく、超伝導体としても長きにわたり研究されている。2005 年にはカルシウムのインターカレーションによる転移温度 11 K の超伝導が見いだされた。ちょうどその頃、単原子層のグラファイト、すなわちグラフェンの特筆すべき性質が次々と明らかとなった。それ以来、様々な２次元結晶が基板上に作製されるようになり、超高真空下での表面敏感な測定手法が大いに活用されている。角度分解光電子分光(ARPES)によるグラフェンのディラック電子状態の観測はその好例である。2010 年台には極低温で走査トンネル分光や表面電気伝導測定が可能になり、単原子層の FeSe や $NbSe_2$ のような２次元物質における超伝導も観測できるようになった。

ここで、２層グラフェン(BLG)もグラファイトと同様にインターカレーションによる超伝導が期待できるが、ひとたびラジカルな元素を含むと大気中での不安定性が問題となる。本研究では、これまで培ってきた表面科学技術を応用することでこの課題を解決した。すなわち、超高真空チャンバー内でリチウムやカルシウムを蒸着することで２層グラフェン層間化合物を作製し、大気暴露することなく「その場」で電気伝導測定を行い、極低温での特性を調べた。その結果、図 1 のように Li-BLG が弱局在的な傾向である一方、Ca-BLG は約 2 K で超伝導転移を示した[1]。この傾向は GIC と同様であり、ARPES 測定によって得られるバンド構造の変化[2]から説明できる。講演ではバンド構造を含めた議論と共に、その後の研究の展開と今後の展望についても述べたい。

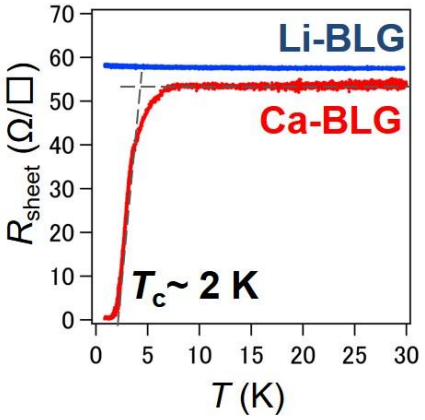

図 1. リチウム及びカルシウムをインターカレートした２層グラフェンの面抵抗の温度依存性。

[1] S. Ichinokura, *et al.*: ACS Nano **10,** 2761 (2016).
[2] K. Kanetani, *et al.*: PNAS **109,** 19610 (2012).