全反射高速陽電子回折による2層グラフェン層間化合物の構造解析

Structural analysis of bilayer-graphene intercalation compounds on SiC substrate

by total-reflection high-energy positron diffraction

早大先進理工¹, 東大理², 原子力機構先端基礎研³, KEK 物構研⁴

^o高山 あかり¹, 遠藤 由大², 深谷 有喜³, 望月 出海⁴, 兵頭 俊夫⁴, 長谷川 修司² Waseda Univ.¹, Univ. Tokyo², JAEA³, KEK-IMSS⁴

^oA. Takayama¹, Y. Endo², Y. Fukaya³, I. Mochizuki⁴, T. Hyodo⁴ and S. Hasegawa²

E-mail: a.takayama@waseda.jp

グラファイト層間化合物における超伝導現象は、Ca をインターカレートした CaC₆において最 も高い T_c = 11.5 K で超伝導転移が観測され[1]、ARPES 実験により interlayer-band と呼ばれる電子 状態に超伝導ギャップが生じることが報告されている[2]。最近、SiC 基板上に作成した 2 層グラ フェンに Ca をインターカレートした、すなわち CaC₆を極限まで薄くした Ca インターカレート 2 層グラフェンにおいても、interlayer-band の存在[3]、さらに T_c onset = 2 K での超伝導転移が報告 された[4]。Ca インターカレート 2 層グラフェンは、図 1(a)のような構造モデルであると信じられ てきたが、Ca の挿入位置や各層間距離(d₁, d₂)の正確な決定には至っておらず、これらの構造や物 性がバルク試料とどのような対応関係を持つかは議論の余地がある。

本研究では、SiC 基板上に作成した Ca インターカレート 2 層グラフェンの構造解析を行うた め、KEK 物構研低速陽電子実験施設において、全反射高速陽電子回折(TRHEPD)実験を行った。 陽電子回折では全反射を利用することにより、最表面の構造や物性を、バルクの影響なしに測定 できる特徴を持つ。図 1(b)に示すように、本実験で得られた TRHEPD パターンは、先行研究[4]に おける RHEED パターン同様、グラフェン由来の 1×1 周期構造、および Ca 原子由来の√3×√3 R30°周期構造によるスポットが観測された。視射角を変化させながら鏡面反射スポットの強度 を測定した結果、図 1(c)のロッキング曲線を得た。講演では、様々な構造モデルとその理論的ロ ッキング曲線を示し、実験結果との比較から、図 1(a)とは異なる最も確からしい構造モデルを提 案する。さらに、バルク CaC₆の構造との比較、超伝導転移温度と構造の関係について議論する。

[1] T. E. Weller *et al.*, Nature Phys. 1, 39 (2005). [2] K. Sugawara *et al.*, Nature Phys. 5, 40-43 (2009).
[3] K. Kanetani, *et al.*, PANS 109,19610 (2012). [4] S. Ichinokura *et al.*, ACS Nano 10, 2761 (2016).



Fig. 1 (a) One of the structure model, (b) TRHEPD pattern along <1120>, and (c) the experimental rocking curve for Ca-intercalated bilayer graphene.