

客員教授を経験して

九州大学大学院工学研究院 教授 田中 悟

2012 年秋から 2013 年春まで客員教授としてお世話になりました。ナノスケール物性研究部門の小森教授と共同研究を始めて約 3 年になり、数々の面白い結果が出つつある時期でとても有意義であったと思います。実際には 1-2 ヶ月に 1 度くらいしかお邪魔できませんでしたが、実験結果をもとにした密度の濃い議論の時間を持つことができました。日常は学生指導や講義、あるいは会議(この期間は部門長/専攻長でしたので、特に会議が多くて忙しかつたのですが)があり、議論の時間を十分にとることは難しく、このような機会を頂けたことは本当に良かったと思います。

共同研究としては、グラフェンの電子状態評価を行いました。ご存じのようにグラフェンは Geim ら(2010 年ノーベル物理学賞)が実験的に検証した究極の 2 次元電子系物質です。現在でも基礎物性から応用に至るまで変わらず大きな興味を持たれていますが、私は特にグラフェンナノ構造と電子状態の相関に関して興味を持っています。彼らはいわゆるグラファイトからの引き剥がし(機械的剥離)によってグラフェンの小片を得ることを可能にし、量子ホール効果など 2 次元電子物性を検証しました。この剥離法によるサンプル作製は今でも物性研究の主流を占めています。しかし、一方でデバイス応用を考えた場合(または物性研究においても)、何らかの基板上にグラフェンを結晶成長させることは重要です。SiC 基板表面には「神が与えたもうた(ちょっと大きすぎますが)」といわれる(と私が思っている!)自己組織化グラフェンが簡単に形成されます。真空あるいは不活性ガス雰囲気中で高温に熱することにより、表面のシリコン原子だけが蒸発し、残ったカーボンがヘキサゴナルネットワークに再配列し、グラフェンができます。表面物理の専門家は 90 年代に既にこの現象を観察していましたが、グラフェンであるという認識はありませんでした。その時に気づいていたらノーベル物理学賞だったかもしれません。私は 90 年の終わりくらいから SiC 表面に関する研究を行ってきたこともあり、表面物理的な興味からグラフェン研究を始めました。「二匹目のドジョウ」はもういないかもしれませんが、グラフェンと SiC の組み合わせには面白い現象や物性が潜んでいるような気がしています。少し話がそれましたが、現在は SiC 表面上にナノ構造を付与したグラフェンを形成し、ナノ構造による電子状態や伝導特性を主とする物性変調を調べたいと思っています。

既に小森研究室およびフォトンファクトリーにある角度分解光電子分光装置(ARPES)によってグラフェンの K 点における電子状態の変調を観察し、面白い結果を得ています。例えば、SiC 基板表面にはナノメートル周期をもつ自己形成テラス・ファセット構造ができますが、このテラス上(幅~10nm)のみにグラフェンを選択成長させることによって、グラフェンナノリボンができます。グラフェンはディラックコーンと呼ばれる円錐が K 点において接しているため、ゼロバンドギャップですが、ナノリボン中のキャリアは量子化されるとともにエッジの効果でバンドギャップが開きます。このナノリボンの電子状態を直接観察することができました。

以上のような大変満足のいく研究結果を得ることができましたが、これはひとえに小森教授・中辻助教(現東工大)を始めとするスタッフ・学生の皆様のお力添えを頂いた結果です。

最後に柏キャンパスについてひとこと。環境もよくきれいで非常に機能的なキャンパスです(九大の伊都キャンパスも同じですが)、何やら寂しいのはなぜでしょうか。新しい街はどこでも同じですが、整然としすぎているのでしょうか。つくばエクスプレスの柏の葉キャンパス駅周辺も然りですが、昭和の男としてはどうもなじみません。しかし、JR 柏駅周辺の猥雑感はお気に入りです。特に線路沿いに沿って残る昭和を感じさせる居酒屋群は、物性研訪問時の一つの楽しみでもありました。

最後はくだらない雑感になってしまいましたが、これからも物性研とは共同研究(利用)を活発にお願いしたいと思っています。小森研を始めとしてグラフェン研究でお世話になっております研究室も今後ともどうぞよろしく申し上げます。改めまして紙上をお借りしてお礼とお願いを申し上げます。

