

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 電気通信 学研究科 量子・物質工学 専攻 博士前期課程		
氏 名	中原 隆裕	学籍番号	0733043
論文題目	膨潤したグラファイトの層間内の C ₆₀ 分子の運動状態		

要 旨

最近、三浦らは膨潤化したグラファイトの層間にC₆₀を封入した試料 (C₆₀封入グラファイト) の合成に成功し、超低摩擦となることを明らかにした[1]。この『超低摩擦』のメカニズムとして、膨潤化したグラファイトの層間内にあるC₆₀の運動状態が関係していると考えられている。単結晶C₆₀は室温でほぼ自由な回転運動をしていることが知られているが、C₆₀封入グラファイト中のC₆₀分子の運動状態の詳細はまだ明らかにされていない。そこで、C₆₀封入グラファイト中のC₆₀分子の運動状態について知見を得ることを目的として、C₆₀封入グラファイトについて、赤外吸収、ラマン分光、比熱測定、¹³C-NMR測定の4つの測定を行った。

主に行った実験である¹³C-NMR測定の結果について以下に述べる。C₆₀分子の運動が止まっている場合の¹³C-NMRスペ

クトルは、化学シフト異方性 (GSA) によって200 ppmの広い線幅を示す[2]。一方、C₆₀分子が高速で回転している場合には、線幅は狭くなる。図1は20°Cの場合のC₆₀封入グラファイトのマジックアングルスピニング (MAS) スペクトル、および-80°C、20°Cの場合のC₆₀封入グラファイトのスペクトルである。-80°C、20°Cの場合のC₆₀封入グラファイトの線幅は約7 ppmであり、これはC₆₀分子の運動が止まっている場合のスペクトルの線幅の約1/20 であり、線幅は温度にほぼ依存しない。C₆₀分子が自身の隣接炭素原子間をランダムにジャンプするモデル (ステップ回転モデル) による計算は、スペクトルの形状を良く再現する。この線幅7 ppmのスペクトルを示すC₆₀封入グラファイト中のC₆₀分子の回転周期は、 5.3×10^{-9} sと見積もられる。C₆₀封入グラファイト中のC₆₀分子の回転周期は、孤立したC₆₀分子のそれよりも2桁ほど大きい、高速で回転している。

以上の結果から、C₆₀封入グラファイト中のC₆₀分子は低いポテンシャル障壁の環境下でほぼ自由に回転していることが明らかになった。

[1] N. Sasaki and K. Miura, Jpn. J. Appl. Phys. 43, 4486 (2004).

[2] R. Tycko, et al., Phys. Rev. Lett. 67, 14 (1991).

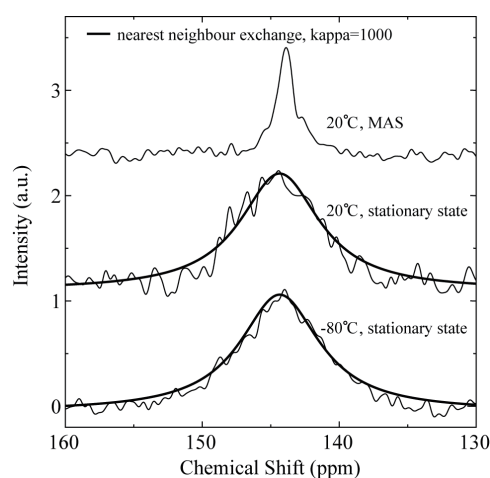


図1: それぞれの条件下でのC₆₀封入グラファイトの¹³C-NMR スペクトルと、ステップ回転モデルによるスペクトル。