

# 窒素含有グラフェン

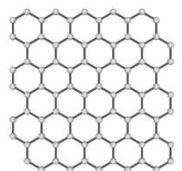


平坦性、透明性、半導体性を有する高機能グラフェンのソリューションプラズマ合成

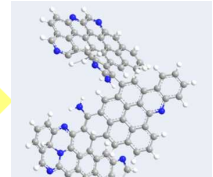
齋藤 永宏 (名古屋大学大学院工学研究科 教授)

## 1. 背景

従来のヘテロ原子含有グラフェンでは、ドーピング位置がシート端部(エッジ)に偏り、グラフェンシートの平坦性を維持できなかった。



ヘテロ原子を導入すると、  
平面性が損なわれる



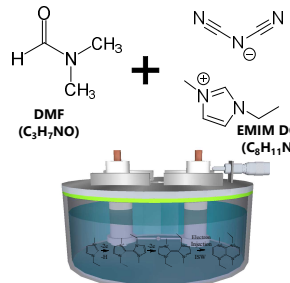
グラフェン(平面構造)

従来のヘテログラフェン

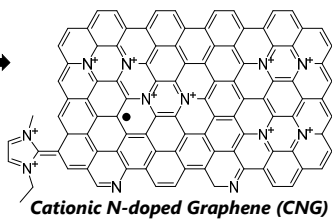
ヘテロ原子(窒素)の高ドーピング状態においても平坦性を維持しており、透明で、結晶性の高いヘテロ元素含有グラフェンを実現。

## 2. 発明の概要

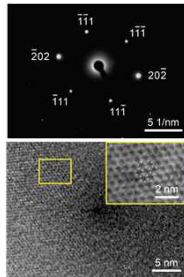
ソリューションプラズマ法により、高窒素含有グラフェンを常温常圧で、簡便に、低コストで、大量合成可能。



溶液反応系



Cationic N-doped Graphene (CNG)



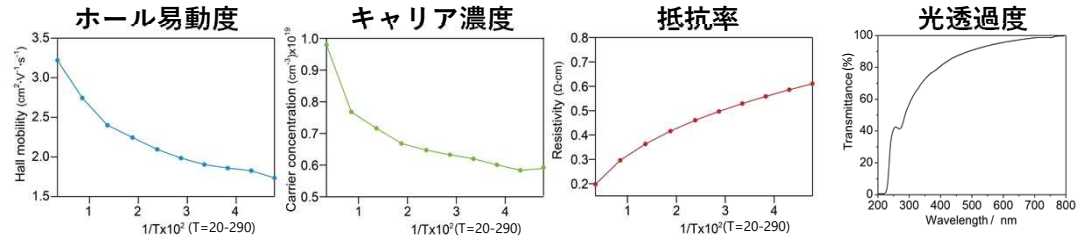
平面構造を有する窒素含有グラフェン構造と結晶性

実験条件	
電極	タングステン
ギャップ距離	1 mm
周波数	200 kHz
パルス幅時間	1.0 μs
主溶媒	DMF*, 90 wt%
添加剤	EMIM DCA*, 10 wt%
処理時間	5 min.

	ドーピング率	平坦性	コスト	温度/圧力
化学蒸着法(CVD)	低	低	高	800°C / 真空
熱アニール法	低	低	低	1000°C / 常圧
ソリューションプラズマ(本技術)	高	高	低	25°C / 常圧

## 3. 実験結果

電気伝導性、p型半導体特性、良好な光学特性を有するグラフェン



- ホール易動度 :  $3.4 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- キャリア密度 :  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$
- シート抵抗値 :  $16 \ \Omega \cdot \text{sq}^{-1}$
- 光透過率 : 80% 以上(400-800nm)

## 4. 想定される用途

### 1. 燃料電池用ヘテログラフェン酸素還元触媒材料

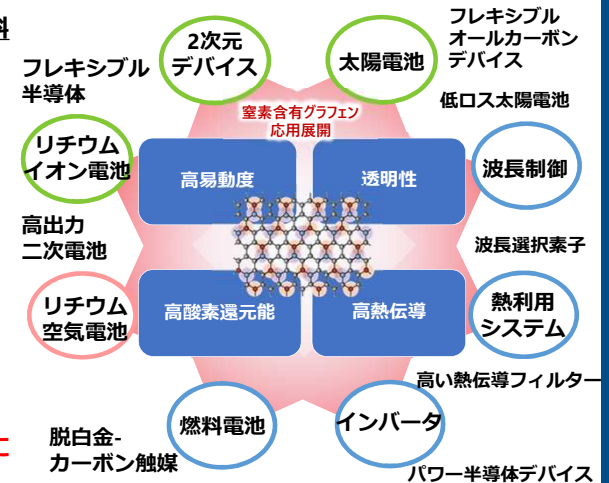
従来のPt系触媒では、自動車台数に量的限界有  
→量的限界の解消とPt系触媒のコストに比べ、  
1/10以下

### 2. 二次電池

従来、電極には金属やグラファイト微粒子などが使用  
→二次電池の電極触媒や導電助剤として使用  
することにより電池の大容量化・長寿命化

### 3. フレキシブル半導体分野

従来のフレキシブルデバイスは、ITOやSiなど無機物が主  
→半導体や電極にグラフェンを使用することにより、フレキシブルデバイスの用途拡大



## 5. ライセンス可能な特許

・発明の名称 : ヘテロ元素含有グラフェン

・国際公開番号 : WO2019/066013 (国際公開)

TEL: 03-5214-8486 E-mail: license@jst.go.jp