

1. 申請者

1) 氏名

坂本 良太

2) 所属機関名(学部・学科)および職名

京都大学大学院工学研究科物質エネルギー化学専攻・准教授

2. 進捗状況

1. グラフィジン(GDY)

筆者は 2017 年に新しいナノカーボン材料候補である、GDY (図 1)の界面精密合成を達成した。本成果、および後続の研究成果は国内外で高く評価され、引用数も既に 148 (@Google Scholar) に到達した。さらに本年度には 2019(H31)年度矢崎学術賞、第 14 回わかしやち奨励賞 最優秀賞の受賞につながった。さらにはマテリアル系雑誌の最高峰である Adv. Mater.誌から GDY に関する総説執筆依頼が届き、本年度に投稿・掲載された (Adv. Mater. 2019, 31, 1804211)、さらにインサイドカバーにも採用された(図 2)。本年度は 10/1 に所属機関を異動し、その前後準備があったため研究進捗に支障をきたした。GDY の後継研究成果については次年度の最終成果報告書にて言及する。

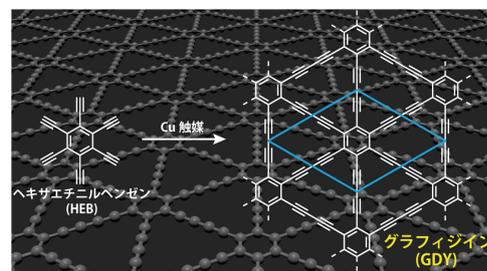


図 1 グラフィジン (GDY) の合成スキームと二次元格子。

2. クリックナノシート

GDY はナノカーボンであるとともに、有機分子から構築される新物質群「分子性ナノシート」でもある。GDY で培った知見を元に、筆者は新たな分子性ナノシート構築にも取り組んでいる。その一つが図 3a に示すクリックナノシート NF1 であり、本年度大きな進展があり、論文として報告した (Chem. Commun. 2020, 56, 3677)。NF1 は筆者が 2017 年に初めて発表したナノシートであるが (Chem. Eur. J. 2017, 23, 8443)、そのドメインサイズはわずか 50 μm であった。本研究では界面合成法を改良(図 3b)、具体的には tris(benzyltriazolylmethyl)amine (TBTA) を添加することでナノシートの成長が促進され、例えば直径 12 cm の大面積 NF1 を欠陥なしでガラス基板に貼付できることを見出した(図 3c)。原子間力顕微鏡 (AFM) 測定により、その厚みは 90 nm 程度であり、大きなアスペクト比を実現した。

3. 金属錯体ナノシート

筆者は有機配位子と金属イオンとの自発的錯形成を利用した、金属錯体ナノシートの研究を 2011 年より推進している。その一つがテルピリジンナノシート(例: 図 4a)である。筆者はこれまでに金属イオンとして鉄、亜鉛を採用したナノシートを報告したが (J. Am. Chem. Soc. 2015, 137, 4681; J. Am. Chem. Soc. 2017, 139, 5359)、今年度、香港理工大学の Wai-Yeung Wong 教授との共同研究として、テルピリジンコバルトナノシートのエレクトロクロミック挙動を追究した (J. Mater. Chem. C 2019, 7, 9159; 図 4a)。本ナノシートは酸化に対して可逆的な応答を示し、L1 を用いたナノシートは $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}$ に、L2 を用いたナノシートは L2 中のトリアリールアミンの一電子酸化に帰属されるレドックス反応を示し、電解質溶液中にて色変化として観察された(図 4b,c)。さらに L1 を用いたナノシートを固体化エレクトロクロミックデバイスに組み込み(図 4d)、電圧を印加したところ、電解質溶液中と同様の色変化が観察された(図 4e)。すなわち電子ペーパーなどへの応用展開が可能な材料であると言える。

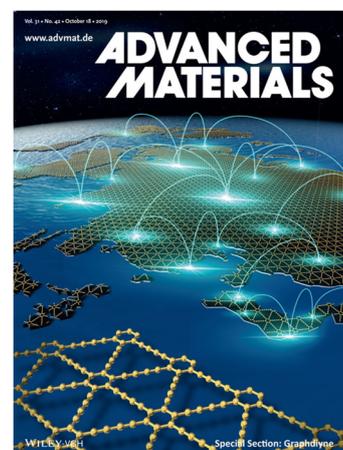


図 2 インサイドカバー絵。

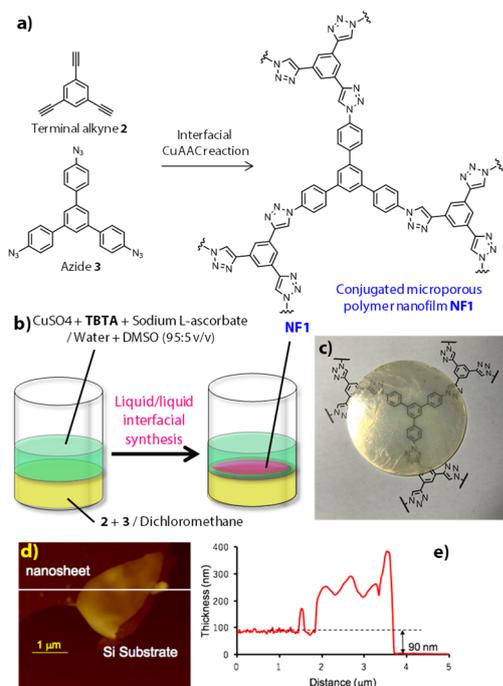


図 3 (a) クリックナノシート **NF1** の合成と構造. (b) 液液界面法. (c) 大面積 **NF1** (直径 12 cm) をガラス基板に貼付したもの. (d,e) **NF1** の AFM 像と白線部高さプロファイル.

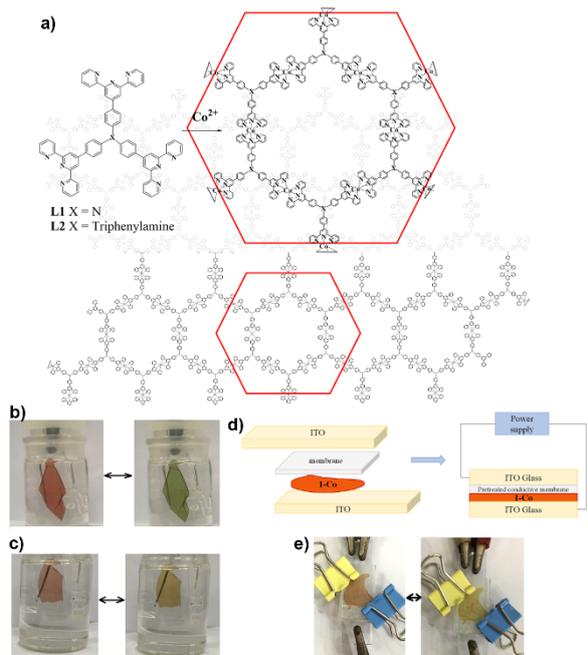


図 4 (a) テルピリジンコバルトナノシートの構造. (b,c) ITO 電極に担持した、**L1** および **L2** を用いたコバルトナノシートの電気化学的色変化. (d) 固体化エレクトロクロミックデバイスの構造. (e) **L1** を用いたナノシートのエレクトロクロミックデバイス色変化.