

グラフェン構造を数学的観点から設計し、非金属電極による安価な水素製造技術を加速

金沢大学、東北大学、大阪大学と筑波大学の共同研究グループは、炭素原子一層からなるグラフェンのエッジ構造を数学的な観点で捉え、グラフェンのエッジ構造に意図的に窒素(N)とリン(P)を化学ドーピングすることで幾何学的歪みを意図的に作成することに成功するとともに、化学ドーピングしたエッジ構造を持つグラフェンは水素発生能力が高いことを実証した。

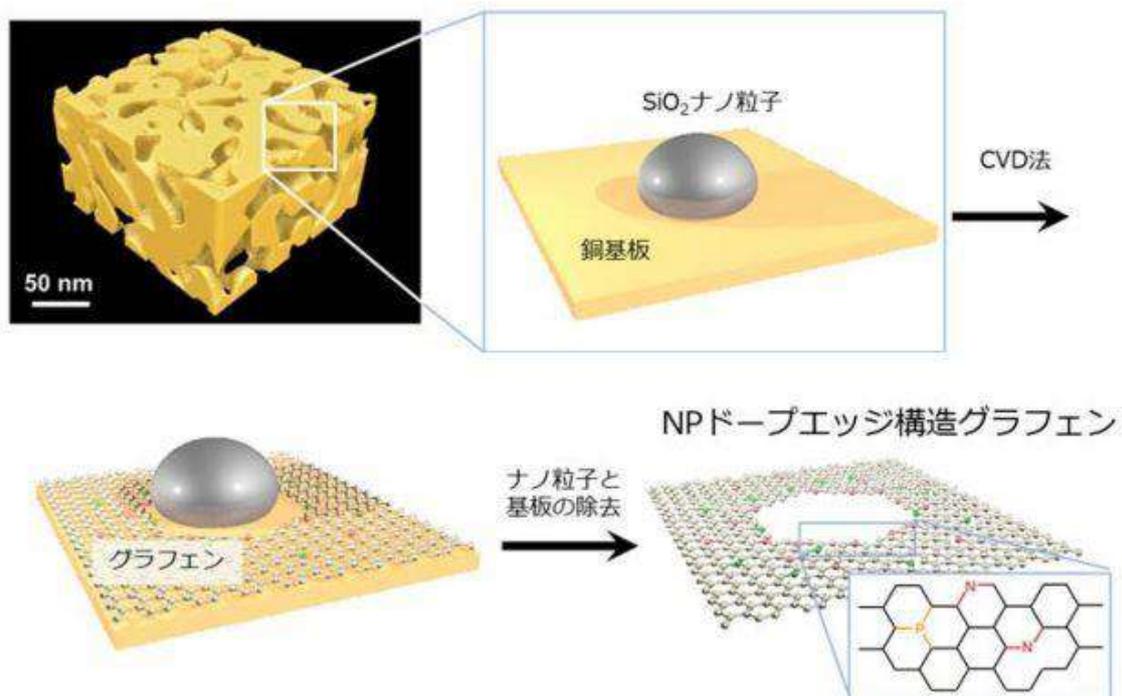


図 1 化学ドーピンググラフェンエッジ構造の作製法の概略図

二酸化炭素を排出しない固形燃料に替わるクリーンな次世代エネルギーとして期待されるエネルギーキャリアである水素は、特に燃料電池車への応用が期待されている。その応用化・実用化への喫緊の課題として、通常用いられる高価な貴金属である白金に代わる、安価かつ大量に製造可能な電極触媒を基盤とする生産技術の確立が求められている。

本共同研究グループは、グラフェンのエッジに意図的に窒素とリンを化学ドーピングする技術を確認した上、世界有数の高分解能を持つ最先端の電気化学顕微鏡技術「ナノ電気化学セル顕微鏡」とDFT (density functional theory) 計算などを駆使することで、設計したグラフェンのエッジ構造と化学ドーピングの相乗効果によって水素発生反応が飛躍的に向上することを突き止めた。本結果は一般的に用いられる高価な貴金属である白金に迫るものであり、非金

属元素の化学ドーピングとエッジ構造などの原子構造が、電極の反応性の向上に寄与するものであることを世界で初めて実証した。

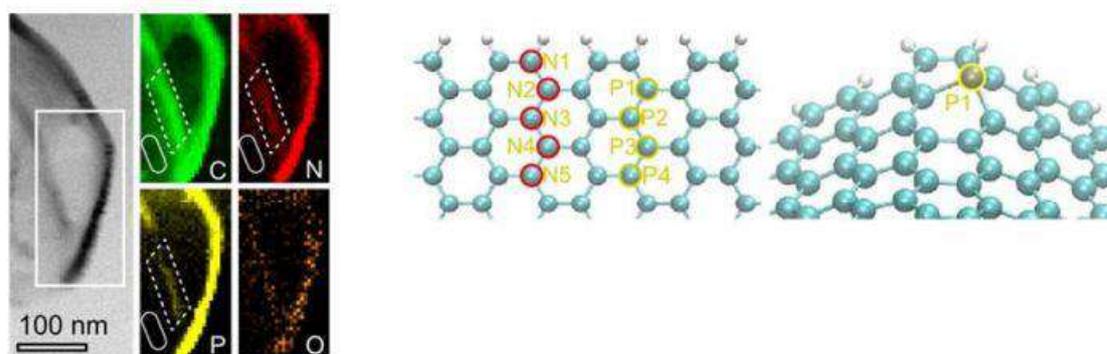


図 2 (左)：透過型電子顕微鏡による、開口したグラフェンのエッジ構造と原子像と同一領域における元素マッピング法による各元素の分布像

今後、本研究を起点に、再生可能エネルギー電力と非金属のみで構成される電極を組み合わせることで、環境に負荷がかからない水素製造の創出技術に結び付くとともに、数学的観点を利用した材料の表面構造と化学ドーピング状態の制御などが次世代物質の探索・設計・開発につながり、金属フリーで安価に水素を発生させる水素社会構築に向けた研究への礎となることが期待される。

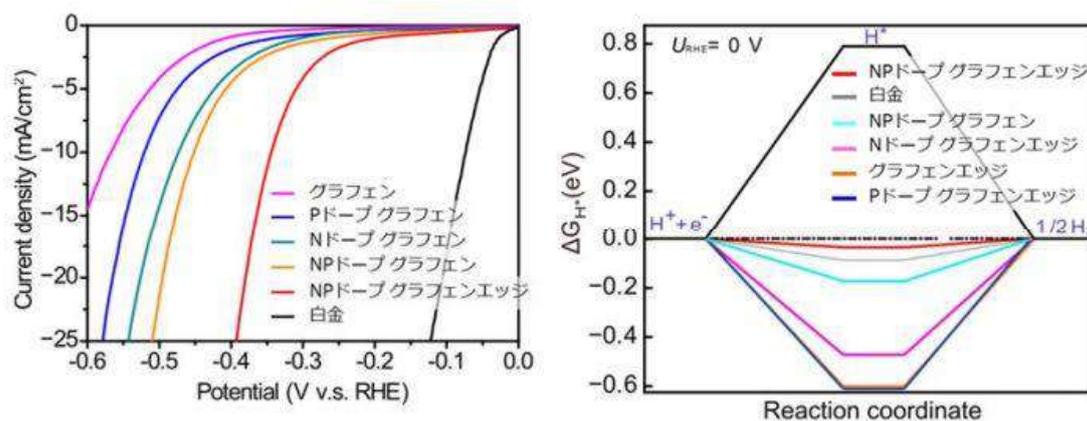


図 3 (左)：ポテンショスタットを用いた水素発生反応に関するサイクリックボルタンメトリー測定結果。

本研究成果は4月1日にWileyが発行する『Advanced Science』のオンライン版に掲載された。(日文发布全文 <https://www.kanazawa-u.ac.jp/rd/66426>)

文 JST 客观日本编辑部