

63rd GREEN Open Seminar

2018/2/23(Fri) 15:00~16:00

Venue : Auditorium, 1F, WPI-MANA Bldg., Namiki Site, NIMS

ホウ化水素(ボロファン)シートの生成と機能

筑波大学数理物質系 近藤 剛弘 准教授

Abstract

グラフェンに代表されるような、原子一層から数層の非常に薄い厚さで構成される二次元物質と呼ばれる物質群は、通常の三次元物質に比べて表面積が大きく、機械的柔軟性があり、特異な電子状態を持っている場合が多く、新しい電子材料や触媒材料の候補として期待が高まっています。また、種類の異なる二次元物質を組み合わせると、さらなる新しい性質が発現することが見いだされており[1]、二次元物質は様々な用途に応用できる大きな可能性を持った新しい物質であり、世界中で活発に研究が行われてきました。そんな中、ホウ素と水素のみで構成される二次元物質(ボロファン)について理論的な研究が行われ、グラフェンを凌駕する優れた電子材料特性や水素吸蔵特性を有するという予想が、2011年と2016年に報告されました[2,3]。2015年に、ホウ素のみで構成される二次元物質(ボロフェン)が、単結晶の銀の表面上への真空蒸着で生成できることが報告されてはいましたが[4,5]、ボロファンの方は理論予測のみにとどまっていました。

本研究では、二ホウ化マグネシウムに含まれるマグネシウムの正イオンをプロトンと交換することにより、これまでに無い、水素とホウ素のみで構成される新しい二次元物質が、室温・大気圧下という温和な条件で生成することを見出しました[6]。この物質は負に帯電したホウ素の二次元シート骨格とプロトンとにより構成され、H:B=1:1の組成比であることがわかり、得られたボロファンシートを「ホウ化水素シート」と名付けました。

ホウ化水素シートはプロトンを保持しており、200 から1200 °Cの幅広い温度範囲で水素分子を放出するため、理論予測されていた電子材料や水素吸蔵材料以外にも、固体燃料や固体酸触媒としての応用が期待できます。実際、最近の我々の研究ではホウ化水素シートがエタノールの改質反応に対する触媒作用を示し300°Cで選択率90%以上でエチレンを13時間以上転換するという結果が得られています。講演では生成したホウ化水素の詳細な構造や電子状態の解析結果や最近の機能特性評価の一部を紹介し、今後の展望を述べます。

[1] Geim, A. K.; Grigorieva, I. V. Nature 2013, 499, 419.

[2] Abtew, T. A.; Shih, B.; Dev, P.; Crespi, V. H.; Zhang, P. Phys. Rev. B 2011, 83, 094108.

[3] Jiao, Y.; Ma, F.; Bell, J.; Bilic, A.; Du, A. Angew. Chem. 2016, 128, 10448.

[4] Mannix, A. J.; Zhou, X.-F.; Kiraly, B.; Wood, J.; et al., Science 2015, 350, 1513.

[5] Feng, B.; Zhang, J.; Zhong, Q.; Li, W.; Li, S.; Li, H.; Cheng, P.; et al., Nat. Chem. 2016, 8, 563.

[6] Nishino, H.; Fujita, T.; Cuong, N. T.; Tominaka, S.; Miyauchi, M.; Iimura, S.; Hirata, A.; Umezawa, N.; Okada, S.; Nishibori, E.; Fujino, A.; Fujimori, T.; Ito, S.; Nakamura, J.; Hosono, H.; Kondo, T. J. Am. Chem. Soc. 2017, 139, 13761.