2.5 次元物質科学に向けた六方晶窒化ホウ素の光学特性とその応用

Optical properties and applications of *h*-BN toward 2.5-dimensional material science

物材機構¹, 物材機構 MANA² °渡邊 賢司¹, 谷口 尚²

NIMS¹, MANA/NIMS², °Kenji Watanabe¹, Takashi Taniguchi²

E-mail: WATANABE.Kenji.AML@nims.go.jp

2004年のグラフェンの発見以来、原子層薄膜であるファンデルワールス層状物質が新しい2次元材料として注目を集めている。低次元結晶構造に由来する様々な特徴ある物性が魅力的であり、その特異な電氣的・光学的性質から応用に向けた研究も盛んに行われている。今日では遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC)、ならびに Si、Ge、P などからなる原子層のシリセン、ゲルマネン、フォスフォレンなどグラフェンのみならず多種多様な物質群を扱った、たくさんの優れた研究が報告されている[1]。

一方で2.5次元物質科学として、これらの2次元材料をいろいろな様式で組み合わせる新たな取り組みが行われている。ここでいう2.5次元とは、2次元物質を重ねる・ひねる・つなぐ・空隙を利用するなどさまざまな積層操作による新たな層状物質の組み合わせを、2次元に付加する0.5次元として象徴的に表現するものであり、2.5次元空間としての新しい科学の「場」を通して、新奇物性探索や応用開発へアプローチしようという野心的な試みである[2]。

六方晶窒化ホウ素 (*h*-BN) はグラファイト類似の層状化合物であるが、グラファイトと異なりワイドバンドギャップ物質であり絶縁体である。グラフェン同様の剥離法にて原子層平面を簡単に得ることができる。グラフェンなどの各種2次元材料の支持基板および保護層材料として、グラフェン研究の初期から文字通り2次元原子層物質を支え、その特性を引き出すために広く使われている[3]。翻って自身の光学特性も層状化合物由来の特異な性質を示し、近年の紫外発光デバイス研究の高まりとともに新しい機能性材料としての応用が注目されている。本講演では、*h*-BNの高効率な紫外エキシトン発光特性をはじめとするさまざまな光学特性を紹介し、2.5次元物質科学に向けた新しい応用展開について考察する。

(本講演の内容の一部は、科研費 21H05233, 22H01975 の成果を含む)

[1] A. K. Geim, and I. V. Grigorieva, “van der Waals heterostructures.,” *Nature* 499 419-425 (2013), あるいは K. S. Novoselov, A. Mishchenko, A. Carvalho, and N. A. H. Castro, “2D materials and van der Waals heterostructures,” *Science* 353 aac9439 (2016)など

[2] 2.5次元物質科学:社会変革に向けた物質科学のパラダイムシフト <https://25d-materials.jp>

[3] C. R. Dean, A. F. Young, I. Meric, C.-H. Lee, L. Wang, S. Sorgenfrei, K. Watanabe, T. Taniguchi, P. Kim, K. L. Shepard, and J. Hone, “boron nitride substrates for high-quality graphene electronics,” *Nat. Nanotech.* 5 722-726 (2010), あるいは M. Yankowitz, Q. Ma, P. Jarillo-Herrero, and B. J. Leroy, “van der Waals heterostructures combining graphene and hexagonal boron nitride,” *Nat. Rev. Phys.* 1 112-125 (2019)など