

酸化物ナノシートのヘテロ構造集積と電子材料応用

Hetero Assembly of Oxide Nanosheets and Its Application to Electronic Materials

名大未来研¹, 物材機構 MANA² °長田 実^{1,2}

IMaSS, Nagoya Univ.¹, MANA, NIMS² °Minoru Osada^{1,2}

E-mail: mosada@imass.nagoya-u.ac.jp

グラフェンの研究を契機に、原子レベルの厚さをもつ2次元ナノシートや新しい電子機能の開発が活発に行われている。こうしたナノシートの最大の魅力といえるのが、2次元電子状態や極薄原子膜という特徴を利用したエレクトロニクス応用にある。ナノシートでは、3次元から孤立2次元となることで、同じ組成でありながら電気特性も変貌を遂げる。例えば、元々の層状化合物が金属的であっても、ナノシートでは電界が容易に透過し、電子密度の変調が可能になるなど従来の電気的特性の概念が変わる。また、ナノシートでは高い比表面積、高い電子閉じ込め効果、シート面内方向への高い電子伝導・イオン拡散、電極反応の高速化などが期待され、各種電子材料、電池材料の応用に好適である。さらに、ナノシートは薄さ故に、レゴブロックのように積み重ねるだけで材料間の相互作用を自在に制御でき、新しい融合機能をデザインすることが可能となる。

我々のグループではこれまで、酸化物ナノシートをベースとした材料研究を推進しており、様々な組成、構造を有する層状遷移金属酸化物の剥離ナノシート化を達成し、金属、半導体、絶縁体(誘電体)、磁性体など多彩な機能材料として得られることを明らかにしてきた。さらに、酸化物ナノシートにおいては、特異な2次元ナノ状態が実現することに着目し、Layer-by-Layer集積により構造と電子状態を精密に制御した多層膜や超格子を作製することで電磁気物性の人工的制御を実現し、巨大誘電機能、巨大磁気光学効果、界面誘起強誘電性、メタマテリアルなど数多くの革新的機能の開拓とともに、機能性材料への開発に成功している。

本講演では、我々のグループの研究を例に、酸化物ナノシートのヘテロ集積技術と電子材料への応用について紹介する[1]。特に、電子材料としての機能開発が進んでいる酸化チタン系、ペロブスカイト系ナノシートを例に、キャパシタ [2]、電池材料 [3]、原子膜 FET デバイス [4]、人工強誘電体・マルチフェロイック材料 [5]、アクチュエータ材料 [6]、スピンエレクトロニクス材料 [7]への応用について紹介したい。

[1] *Adv. Mater.* **24**, 210 (2012) [Invited Review]; *Dalton Trans.* **47**, 2841 (2018) [Invited Review].

[2] *ACS Nano* **4**, 5225 (2010); *Adv. Funct. Mater.* **21**, 3482 (2011); *ACS Nano* **8**, 2658 (2014); *ACS Nano* **8**, 5449 (2014); *J. Am. Chem. Soc.* **139**, 10868 (2017).

[3] *Adv. Mater.* **18**, 2226 (2006); *Energy Environ. Sci.* **4**, 3509 (2011); *Adv. Energy Mater.* **8**, 701722 (2018)

[4] *Appl. Phys. Lett.* **103**, 023113 (2013); *Sci. Rep.*, **6**, 19402 (2016); *Nanoscale*, **9**, 6471 (2017)

[5] *ACS Nano* **4**, 6673 (2010); *Nanotechnology* **8**, 5449 (2015); *J. Am. Chem. Soc.* **138**, 7621 (2016).

[6] *Nature Mater.* **14**, 1002 (2015).

[7] *ACS Nano* **5**, 6871 (2011); *J. Mater. Chem. C* **1**, 2520 (2013); *Nanoscale* **6**, 14227 (2014).