

Large edge magnetism in oxidized few-layer black phosphorus nanomesh

Y. Nakanishi¹, A. Ishii², C. Ohata¹, D. Soriano³, R. Iwaki¹, K. Nomura¹, M. Hasegawa², T. Nakamura⁵, S. Katsumoto⁵, S. Roche^{3,4}, and Junji Haruyama¹ (✉)

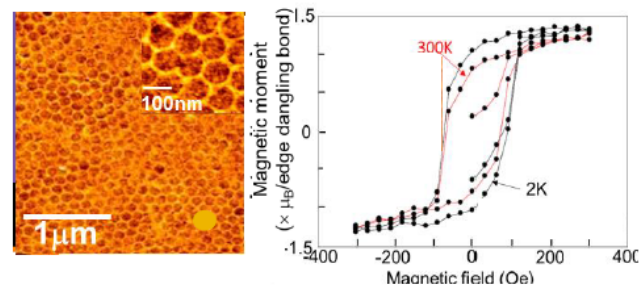
¹ Faculty of Science and Engineering and ² Chemistry and Biological Science, Aoyama Gakuin University, 5-10-1 Fuchinobe, Sagamihara, Kanagawa 252-5258, Japan

³ Catalan Institute of Nanoscience and Nanotechnology (ICN2), CSIC and The Barcelona Institute of Science and Technology, Campus UAB, Bellaterra, 08193 Barcelona, Spain

⁴ ICREA—Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats, 08010 Barcelona, Spain

⁵ Institute for solid state physics, The University of Tokyo, 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba 277-8581 Japan

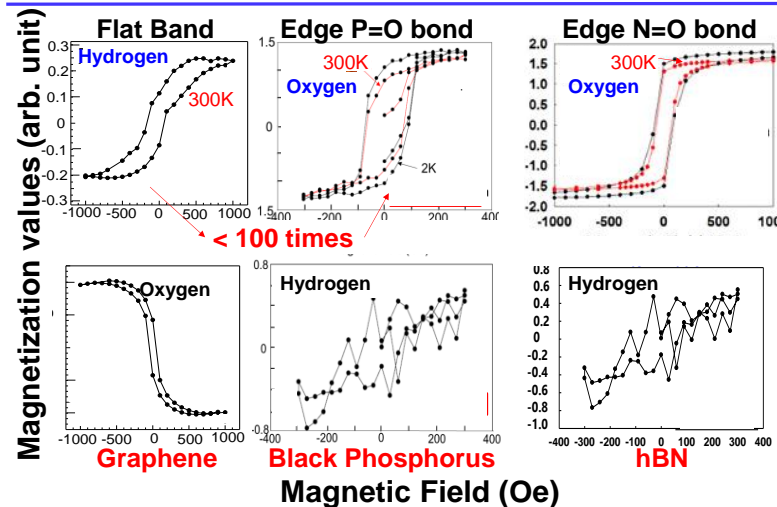
These authors equally contributed to this work.



Room-temperature large edge ferromagnetism arises from oxygen(O)-terminated zigzag pore edges of few-layer black phosphorus nanomeshes (BPNMs), which consist of honeycomb like array of hexagonal nanopores formed by a non-lithographic method. The observed magnetization values (per unit area) are ~ 100 times larger than those reported for hydrogen(H)-terminated graphene NMs, while the magnetism disappears for H-terminated BPNMs. Ferromagnetic spin coupling of edge P=O bond and interlayer spin interaction cause the large magnetism.

Magnetization measurements of various atom-thin nanomeshes

$\phi \sim 80$ nm
 $W \sim 20$ nm



二次元原子層物質(2D AL)の端 (エッジ) の特異な原子配列は興味深い電子・スピン現象をもたらしますが、1つの試料中のエッジの量は少なく、欠陥も多いのが問題です。そこで当研究室では、多様な2D AL上にリソグラフィを用いずに超低欠陥・低汚染ナノメッシュ構造を形成、磁性・スピン現象を報告して来ました。これまでにグラフェン、hBNなどで細孔エッジからの室温強磁性の発現を報告しましたが、今回最新の2D AL物質である黒リンを酸化する事で巨大な室温強磁性が発現する事を見出しました。これはエッジP=O(リン・酸素)ボンドにおける強磁性スピン配列の出現によるものと考えられ、酸化され易いという黒リンの欠点を逆に活用して、エッジO原子のスピンを偏極させた結果です。大気中に放置するだけで巨大な磁化が得られるため、希少磁性元素を用いない磁気・スピン素子として今後の応用が大いに期待されます。

論文は下記リンク参照