

研究プロジェクト名: 二次元材料 h -BNと $L1_0$ 規則合金の界面における異方的軌道モーメントによる界面垂直異方性の研究

概要: Xnm世代のMRAMに向けた基礎研究を目的として、ファンデルワールス力により金属と接着する h -BN/ $L1_0$ 規則合金界面における軌道モーメントの垂直異方性の研究を行う。これにより、 h -BN/ $L1_0$ 規則合金を用いたMRAM用の垂直磁化型強磁性体トンネル接合素子の有用性について明らかにする。

コアメンバー: 永沼博、新屋ひかり(東北大)、John Robertson(ケンブリッジ大)

期待される研究成果: Xnm世代の半導体ロジックプロセスに二次元材料の面内伝導が利用できることがTSMCから報告された(Nature, 2021)。本研究では、 h -BNの面内伝導に加えて面直伝導を利用した二次元材料を用いた、高集積不揮発性ロジックメモリの可能性について検討する。そのために、垂直磁化型強磁性トンネル接合素子において重要となる、①二次元材料 h -BNと $L1_0$ 規則合金のトンネル伝導特性、および②界面垂直磁気異方性が異方的軌道モーメントから誘起されるかを調べ、ファンデルワールス力により $L1_0$ 規則合金と接着した h -BNのトンネル障壁材料としての有用性を明らかにする。

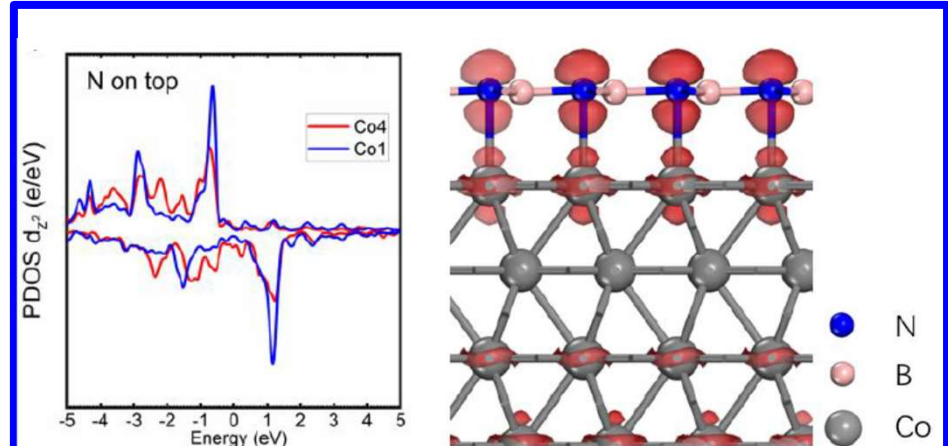


図 Co/ h -BN界面におけるCoの d_z^2 軌道とNの p_z 軌道の混成軌道の状態図。六方晶系同士の場合、界面垂直磁気異方性が誘起されることが第一原理計算から示唆された。立方晶系の $L1_0$ 規則合金との間で誘起されるかは明らかになっていない。

Ref) Lu, **Robertson**, **Naganuma**, Appl. Phys. Rev., 8, 031307 (2021).

研究プロジェクト名: 二次元材料 h -BNと $L1_0$ 規則合金の界面における異方的軌道モーメントによる界面垂直異方性の研究

概要: h -BNと同じ二次元材料であるグラフェンと $L1_0$ -FePd規則合金の異種結晶界面における、垂直軌道磁気モーメントがあらわれることを、X線磁気円二色性(XMCD)により発見し、その界面構造についての詳細を調べた。

研究成果(実施状況): h -BNと同じ二次元材料であるグラフェンを用いて $L1_0$ -FePd規則合金の異種結晶界面を作製した。深さ分解XMCD解析の結果、厚さが1nmの堅牢な垂直界面軌道モーメントが誘起されていることが明らかとなった。[1]これは、グラフェンがファンデルワールス力のなかでもChemisorptionタイプの強い軌道混成が界面において形成しているためである。尚、 h -BNにおいても同様に界面垂直磁気異方性がFePdとの間であらわれることが予測されている。

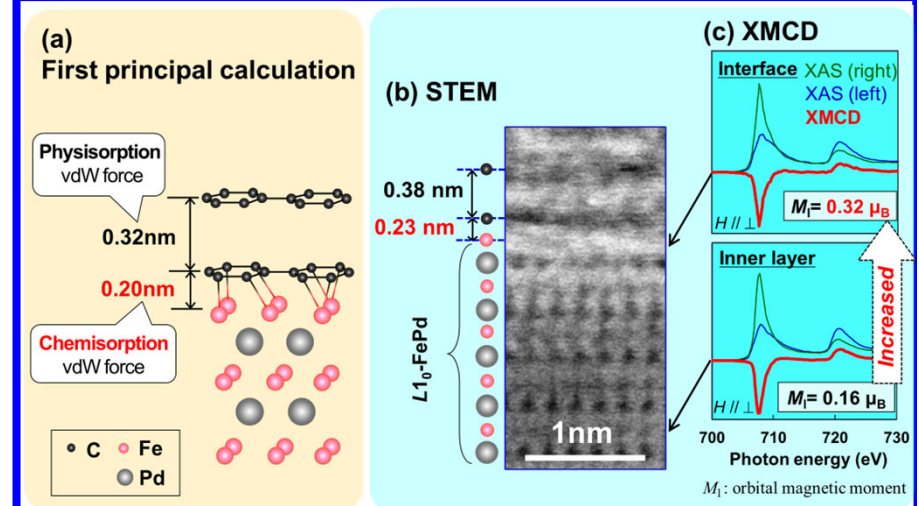


図1(a)第一原理計算および(b)断面STEMによる二次元物質グラフェンと $L1_0$ -FePdとの界面構造、(c)深さ分解XMCDスペクトル。第一原理計算とSTEMによる界面構造は一致した。

主要発表論文等: [1] H. Naganuma, et al., ACS Nano, 16, 4139 (2022).