希薄磁性半導体 Ce ドープ ZnO ナノ微粒子の XAFS 解析と磁気特性

XAFS analysis and magnetic properties of diluted magnetic semiconductor Ce-doped ZnO nanoparticles

横国大理工 [1]，横国大院理工 [2]，横国大院環情 [3]
○天野広希 [1]，新居和音 [2]，小原健太郎 [2]，中澤健太 [3]，坂本壮 [2]，藤田陽平 [2]，森脇智将 [3]，
川口育海 [1]，小林周太 [1]，下濵大州 [1]，一柳優子 [1、2]
Dept. of Phys., Fac. Sch. of Eng., Yokohama Nat. Univ. [1], Dept. of Phys., Grad. of Sci. and Eng., Yokohama Nat. Univ.[2], Dept. of Nat.Env., Grad Sch. of Sci. and Eng., Yokohama Nat. Univ[3]
°H. Amano[1], K. Nii[2], K. Ohara[2], K. Nakazawa[3], T. Sakamoto[2], Y. Fujita[2], T. Moriwaki[3], I. Kawaguchi[1], S. Kobayashi[1], T. Shimohama[1], Y. Ichiyanagi[1,2]
E-mail: amano-hiroki-wy@ynu.jp

希薄磁性半導体は半導体の電気的性質と磁性体の磁気的性質を併せ持つ物質としてスピントロニクスへの応用が期待されている。その中でも ZnO はワイドバンドギャップや大きい励起子エネルギーを持つことで大きな注目を浴びている。これまで当研究室では ZnO ナノ微粒子に Al や Mn などの 3d 遷移金属をドープし、それによる磁化の向上などを報告してきた。本研究では 4f 遷移金属で、唯一 4 価で安定なイオンを持つ Ce をドープし、その物性について評価した。

湿式混合法を用いて、SiO_2 で包含された $Zn_{1-x}Ce_xO$ ナノ微粒子(x=0, 0.03, 0.05, 0.1)を作製した。粉末 X 線回析（XRD）から得られたピークよりすべての試料でウルツ鉱型構造をとることがわかった。Zn K 吸収端、Ce L_{III}吸収端について X 線吸収微細構造（XAFS）測定を行った。。Ce L_{III}吸収端の測定から x=0.05 のとき Ce イオンが 3 価で存在し、x=0, 0.03, 0.1 のとき Ce イオンが 4 価で存在していることがわかった。吸光度測定によりバンドギャップエネルギー（E_g）を算出したところ、Ce のドープ量にしたがい、バンドギャップエネルギーが変化することがわかった。マテリアルアナライザーによる電気伝導率の測定結果より、Ce ドープ ZnO は半導体であることがわかった。磁化測定の結果から作製した試料が x=0.05 の粒子のときに T=5 K の低温で超常磁性的挙動を示すことがわかった。これらより Ce ドープ ZnO は新規希薄磁性半導体として期待できる。また、蛍光分光光度計によるフォトルミネッセンス（PL）測定から酸素欠損由来の発光が確認できた。この酸素欠損によりドナー準位が形成され半導体を導くと考えられる。この酸素欠損は XAFS 解析からも裏付けられた。

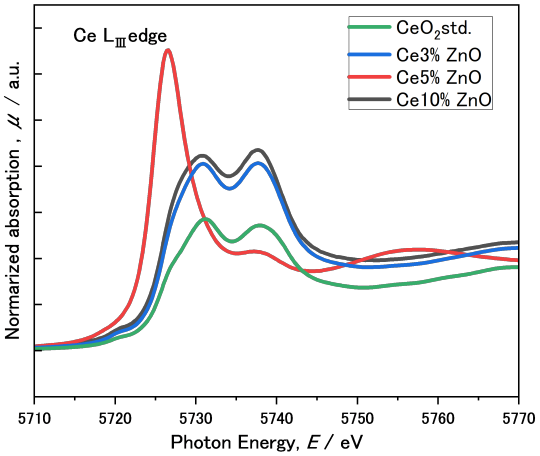

Fig.1　Ce L_{III}edge における XANES スペクトル

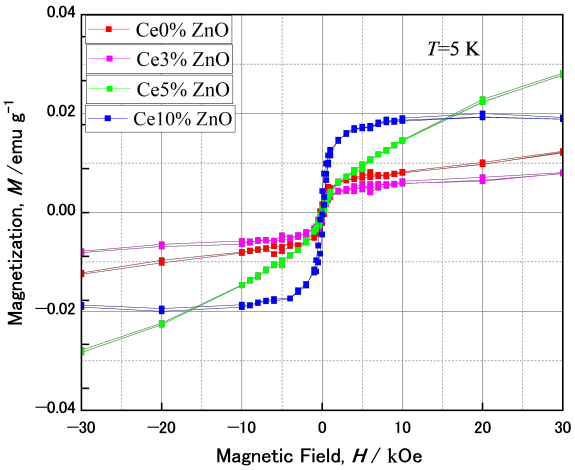

Fig.2　T=5 K における $Zn_{1-x}Ce_xO$ の磁化曲線