

三酸化タングステン単一ナノ粒子のバンドギャップ観測

Bandgap observation of individual WO₃ nanoparticles

学習院大化¹ (M2) 広瀬健太¹ (B4) 花澤真優¹ 近藤崇博¹ 齊藤結花¹

Gakushuin Univ.¹, Kenta Hirose¹, Mahiro Hanazawa¹, Takahiro Kondo¹, Yuika Saito¹

E-mail: 17142018@gakushuin.ac.jp

【序論】 光触媒分野では可視光を用いて水を水素と酸素に分解できる材料開発を目指している。これまで用いられてきた光触媒材料である酸化チタン(IV)は、380 nm 以下の紫外光で水の完全分解反応を起こす。一方酸化タングステン(IV) (WO₃)は可視域にバンドギャップを持つが、標準水素電極を基準にして伝導帯を換算した酸化還元電位(約 0.4 V)が水素発生電位(0 V)より大きいいため、水を水素に分解できない。ここで WO₃ をナノサイズにして用い、量子サイズ効果によってバンドギャップエネルギーを増加させれば、伝導帯を水素発生電位まで引き上げる事ができると同時に、励起光として可視光を利用することができる。この目標に向けて本研究では、バンドギャップと形状効果を正確に理解するために、個々の WO₃ ナノ粒子の共鳴レイリー散乱スペクトルを測定した。

【実験方法・結果】 タングステン(W)板に 50 mJ / pulse の 532 nm レーザーを集光させ 30 分間、純水中でレーザーアブレーションを行い、W ナノ粒子 (100 nm 以下) を得た。これを遠心分離(9800 g / 5 min)にかけて石英基板上に滴下し、電気炉にて 550°C で 3 時間焼成して WO₃ ナノ粒子試料を作成した。試料に白色光源(LDLS)を当て、暗視野顕微鏡(反射対物レンズ 0.5 NA, 40 x)で拡大された光学像を紫外分光器の CCD カメラにて検出した。紫外分光器の細めたスリットの中心に WO₃ ナノ粒子を配置する事で、ひとつの粒子からの散乱光を観測できる (Fig.1)。回折格子の中心波長を 400 nm として散乱光スペクトルを観測し、入射光の強度プロファイルで補正し、共鳴レイリー散乱スペクトルを得た。散乱光の強度が増大し始める波長帯は、WO₃ ナノ粒子のバンドギャップエネルギーであるが、ここでは散乱スペクトルのピークをバンドギャップの指標として用いた。その結果、Fig.2 のように波長 350 nm 付近に WO₃ に由来すると考えられるピークが観測された。個々の粒子の散乱ピーク位置には違いが見られた。Fig.3 ではガウス関数フィッティングにて得られたピーク位置と、粒子明るさの立方根の対応を示した。今後はより小さな粒子の測定を行っていく予定である。

【参考文献】 [1] M.Honda, Y.Saito, and S.Kawata, Jpn. J. Appl. Phys, 2014, 7, 112402 1-4

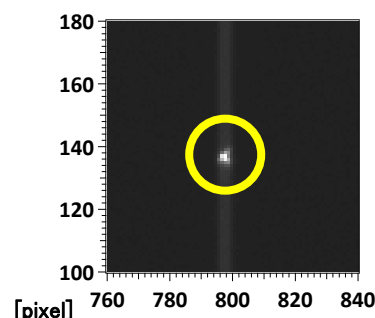


Fig.1 Dark-field image of WO₃ single nanoparticle(Longitudinal line represents the slit of spectrometer. Yellow circle indicates the position of particle.)

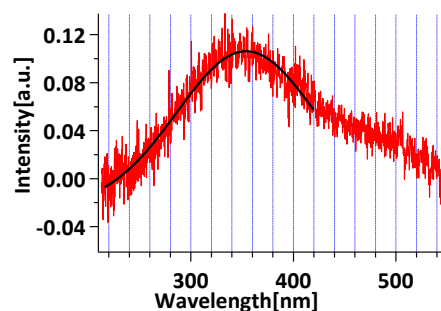


Fig.2 Scattering spectra of WO₃ nanoparticle

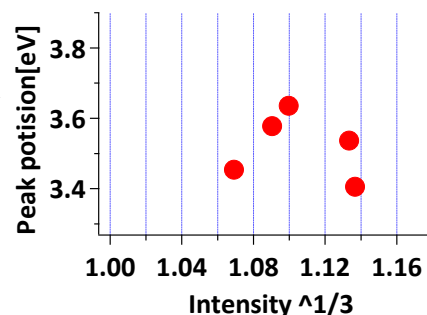


Fig.3 Relationship between the peak eV and the cube root of scattering intensity of WO₃ nanoparticle