

SDDタイムスタンプを利用した時間分解X線吸収分光法による チタン酸バリウム薄膜の電子状態の電場応答

Electric Field Response of the Electronic States of Barium Titanate studied by
Time-Resolved X-Ray Absorption Spectroscopy with SDD Time Stamp

広島大院理¹, 高工研放射光², 東工大フロンティア³

(M2) 加藤 盛也¹, ○中島 伸夫¹, 足立 純一², 仁谷 浩明², 武市 泰男², 安井 伸太郎³

Hiroshima Univ.¹, KEK-PF², Tokyo Tech³, Seiya Kato¹, ○Nobuo Nakajima¹, Jun-ichi Adachi²,

Hiroaki Nitani², Yasuo Takeichi², Shintaro Yasui³

E-mail: nobuo@hiroshima-u.ac.jp

電場や磁場あるいは光照射などに対する物質の応答を、化学結合や電子構造の応答として解明する手法として、放射光X線を用いた時間分解X線吸収分光法（TR-XAFS 法）がある。パルス光としての放射光の特性を利用すれば数ナノ秒程度の時間分解能が実現できることは、放射光黎明期から言われてきたが、その実現には同期回路の構築はもとより、適当な時定数の物理現象を選ぶ必要があるなど、制約の多さがこの手法の汎用化を阻んできた。

筆者らは、放射光のパルス性からは一旦離れて、半導体X線検出器(Silicon drift detector: SDD)の信号処理回路(Digital signal processor: DSP)がパルス信号に付与する時間情報を活用した「簡便かつ汎用的」な時間分解X線吸収分光測定法を開発した。SDD あるいは DSP の信号増幅器（アンプ）が信号処理に費やす時間の制約上、数 100 ナノ秒（サブマイクロ秒）程度の時間応答が現実的である。それより早い時間応答（数ナノ秒）の物理現象は挑戦的になり、それより遅い時間応答（マイクロ秒以上）の物理現象は通常の XAFS 法と遜色ない信号強度が得られる。

開発における測定対象として、交流電場印加下におけるチタン酸バリウム (BaTiO_3) 薄膜の Ti K 吸収スペクトル測定を行った。図に BaTiO_3 の Ti K 吸収スペクトルを示す。主ピークは Ti $1s \rightarrow 4p$ 吸収に対応し、吸収端よりも低エネルギー側に現れる小さな構造は Ti $1s \rightarrow 3d$ 吸収に対応する。特に、 e_g とラベルしたピークは Ti と頂点酸素の $pd\sigma$ 結合に由来する。強誘電体の視点で言い換えると、Ti が体心位置から酸素方向にオフセンター変位し、分極増大することで e_g ピークが増大すると理解できる。主ピークと e_g ピークの間にある肩構造については、長らく未解明であった。今回 TR-XAFS 法による電場応答に追随したスペクトル変化から、この構造が結晶の対称性を反映した電子状態であることが明らかになった。

講演では、その帰属を議論するとともに、TR-XAFS 法の有用性を説明する。

