

# 発光分光による電場印加下の電子状態研究

中島伸夫

広島大学大学院理学研究科

[nobuo@hiroshima-u.ac.jp](mailto:nobuo@hiroshima-u.ac.jp)

電場が物質中の電子系に及ぼす効果として良く知られているものにシュタルク効果がある。しかし、この効果によるスペクトルの変化は小さいため、磁場が及ぼす効果であるゼーマン効果に比べて、放射光分光実験による測定例は極めて少ない。一方で、誘電特性を活用したメモリ材料や逆圧電効果を用いたアクチュエーターなど、物質に電場を印加することで現れる特性はさまざまに利用されている。これらは電子系というよりは格子系に対する電場の効果であり、期待されるスペクトルの変化は小さく解釈が難しくなる。筆者らは最近、放射光の持つ偏光特性や高輝度特性を活用し、電場印加下におけるスペクトル測定に幾つか成功したので報告する。測定は、発光分光法により行った。放射光分光測定の多くが電子検出法を用いているため電場印加下での測定は困難であるが、発光分光は光励起・光検出の手法であるため、基本的にはどのような物質でも測定可能である。特に、電場に対して応答を示す物質は、誘電体や圧電体などの絶縁体が主であるため、発光分光は最適な手法であるといえる。例として、次の2つの測定例を紹介する。

## 1) 典型強誘電体 $\text{BaTiO}_3$ の局所分極の電場応答<sup>[1]</sup>

$\text{BaTiO}_3$  は典型的な変位型強誘電体として発見以来多くの研究がなされ、教科書的な説明がなされている一方で、キュリー温度近傍での臨界現象については未だに決着がつかずにいる物質でもある。Ti  $K\beta$  共鳴発光の電場および温度依存性を測ることで、ユニットセル内の双極子モーメントの振る舞いとマクロな誘電特性の相違を明らかにした。

## 2) 電場に誘起された $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$ の絶縁体金属転移

二層ペロブスカイト構造を持つ  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  は温度変化や圧力印加で絶縁体金属転移することが知られている。最近、わずかな電場印加でも同様の相転移の可能性が示唆されており、弱電動作のデバイスの可能性が期待される<sup>[2]</sup>。非占有準位については、既報の偏光 XAFS による解釈と同様の結果を得ているが、占有状態については金属化に伴う結合バンドと非結合バンドのスペクトル重心の変化がみられた。

発光分光は比較的バルク感度が高いため、例えば薄い電極を介した物質の電子状態やヘテロ界面の電子状態などをプローブできることも利点である。現在、太陽電池などの実装回路に組み込まれた有機分子の結合性 - 半結合性バンドの測定を計画している。

この研究は、磯濱陽一、渡辺剛基、圓山裕、手塚泰久、水牧仁一朗、河村直己、中村文彦、坂木麻里子、木村有作の各氏との共同研究である。また、岡田耕三氏には配置換相互作用に基づくエネルギー準位の考察にご助言を頂いた。

[1]: Y. Isohama, N. Nakajima *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **50**, No.9 (2011) in press.

[2]: F. Nakamura *et al.*, submitted.