

X線エリプソメーターとX線偏光顕微鏡の開発 (99S2-003)

沖津康平, 上正地義徳, 佐藤公法, 浦野雄太, 雨宮慶幸

われわれが開発した一連の装置, 移相子付き波長可変X線ポラリメーター (XPLPR) [1], 二象限X線移相子システム (X2QPR) [2], 四象限X線移相子システム (X4QPR) [3], 回転型四象限X線移相子システム (RX4QPR)を総称して「X線エリプソメーター」と呼んでいる。また, それに高分解能X線 CCD 検出器を組み合わせたものを「X線偏光顕微鏡」と呼んでいる。

X線が物質を単純に透過するときの光学効果を, $X\alpha\beta\gamma$ (α {Magnetic or Natural}, β {Linear or Circular}, γ {Dichroism or Birefringence}) としたとき, XMCD は, X線磁気円二色性となる。表 1 は, 「X線エリプソメーター」を用いてこれまでに計測されたX線光学効果の一覧を示している。Image

は, イメージングが行われたもの, 斜線の太字は, 世界初の計測例となったものである。「X線エリプソメーター」が, いかにも多くX線光学効果の検出と測定に成功したかがわかる。

これらの光学効果から, XMCD のスペクトル測定と, イメージングについて紹介する[4]。図 1 は, イメージングの際用いた実験配置, 図 2 は, XMCD コントラストである。

図 3 は, 収差補償型移相子システムの最新バージョン, 「回転型四象限移相子システム」 (RX4QPR) の写真である。ダイヤモンド移相子結晶の散乱面が 90 度間隔になるように配置した「四象限移相子システム」をビーム軸回りに回転させられるようにしたもので, 任意の偏光を生成することができる。任意の偏光とは, 任意の方向に軸 (水平面からの傾き角: β) を持った楕円率 ($R = \tan r$) の楕円偏光である。4 枚の移相子のいずれかの散乱面と水平面のなす角 (α) を, $\alpha = 0.5 \arctan[(1 - \cos 2\beta \cos 2r) / (\sin 2\beta \cos 2r)]$, 移相子により与えられる位相差 ($\Delta\theta$) を $\Delta\theta = \arccos[\cos 2r (\cos 2\beta - \cos 2r) / (1 - \cos 2\beta \cos 2r)]$ となるようにコントロールすれば, 目的の楕円偏光が得られる。

さらに, 水平偏光の放射光を無偏光にする「X線偏光解消子」を考案したので, その原理・性能についても言及する。

[1] K. Okitsu, T. Oguchi, H. Maruyama and Y. Amemiya: J. Synchrotron Rad. **5**, 995 (1998).
 [2] K. Okitsu, Y. Ueji, K. Sato and Y. Amemiya: J. Synchrotron Rad. **8**, 33 (2001).
 [3] K. Okitsu, Y. Ueji, K. Sato and Y. Amemiya: Acta Crystallogr. **A58**, 146 (2002).
 [4] K. Sato, Y. Ueji, K. Okitsu, T. Matsushita and Y. Amemiya: J. Synchrotron Rad. **8**, 1021 (2001).

表 1 測定されたX線光学効果

| β | γ | $\alpha =$ <u>M</u> agnetic | $\alpha =$ <u>N</u> atural |
|------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| <u>L</u> inear | <u>D</u> ichroism | 2QPR, Image | PLPR, 4QPR, Image |
| | <u>B</u> irefringence | | PLPR |
| <u>C</u> ircular | <u>D</u> ichroism | 2QPR, Image | 2QPR, 4QPR |
| | <u>B</u> irefringence | PLPR | PLPR |

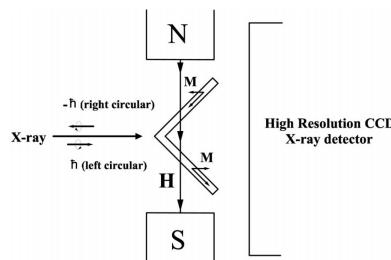


図 1 XMCD イメージングの実験配置

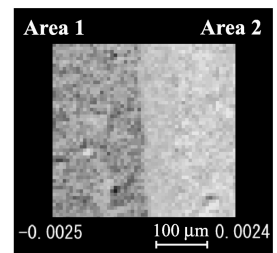


図 2 XMCD コントラスト

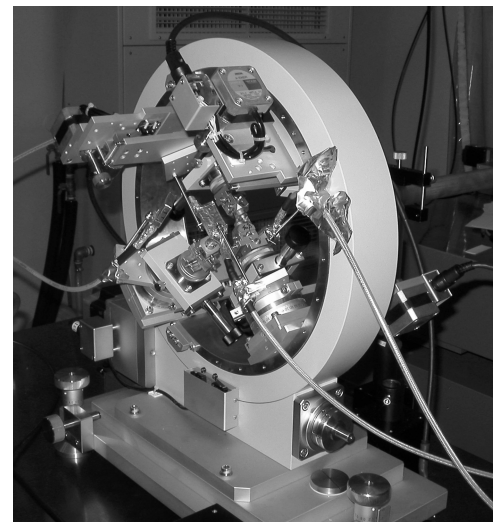


図 3 回転型四象限X線移相子システム