

博士論文(1997)の要旨と評価 (Ctrl+[Enter])

[総合研究大学院大学学術情報リポジトリ \(soken.ac.jp\)](http://soken.ac.jp)

○

氏 名 沖 津 康 平

学位(専攻分野) 博士(工学)

学位記番号 総研大甲第249号

学位授与の日付 平成9年3月24日

学位授与の要件 数物科学研究科 放射光科学専攻
学位規則第4条第1項該当

学位論文題目 Dielectric Anisotropy of Cobalt Crystals near
K-Absorption Edge Measured by Using an Energy-
Tunable X-Ray Polarimeter with a Phase Retarder

論文審査委員 主 査 教 授 飯田 厚夫
教 授 松下 正
教 授 大隅 一政
助 教 授 河田 洋
助 教 授 野村 昌治
助 教 授 雨宮 慶幸(東京大学)

博士論文(1997)の要旨

論文内容の要旨

A new-type x-ray energy-tunable polarimeter based on Siddons-Hart-Amemiya's x-ray polarimeter, into which Hirano-Ishikawa-Kikuta's diamond phase retarder was introduced, has been newly developed. The new x-ray polarimeter consists of polarizer, analyzer and phase retarder crystals. The polarizer and analyzer are similar channel-cut silicon crystals giving four consecutive 422 reflections with Hart-Rodrigues' offset mechanism, owing to which a high extinction ratio over 10^8 is achieved in a photon-energy range of about 350 eV in the vicinity of the cobalt *K*-absorption edge (7709 eV). The analyzer was rotated around the beam axis in a range of ± 2 degree from the crossed nicol position to analyze the polarization state of x-rays (ellipticity and rotation of polarization). The third optical device, Hirano-Ishikawa-Kikuta's phase retarder is a diamond crystal giving 111 asymmetric Laue reflection whose plane of incidence is inclined by 45 degree from the horizontal plane. The phase retarder produces elliptically polarized x-rays from linear polarization in terms of diffractive birefringence. Energy scan was performed by changing Bragg-reflection angles of the polarizer, analyzer and phase retarder crystals simultaneously.

博士論文(1997)への審査結果の要旨 #1/2

論文の審査結果の要旨

沖津康平君の博士論文の内容の要約は以下の通りである。

1) X線偏光子とX線検光子からなるエネルギー可変型X線ポラリメータにダイヤモンド結晶からなる移相子を導入し、X線の偏光状態を符号を含めて完全に解析することのできる、エネルギー可変型X線偏光解析装置を開発した。この装置は、物質中を伝搬するX線の垂直偏光と水平偏光の位相差を1周期の1万分の1の精度で検出できる性能を有する。
従来のX線干渉計の100倍の精度に相当する。

2) 新しく開発したエネルギー可変型X線偏光解析装置を用いて、X線領域の電磁波に対して物質が示す直線複屈折と直線二色性を、同時、かつ、定量的に測定することに世界で初めて成功した。試料としてはコバルト単結晶(六方晶)を用い、K吸収端近傍での直線複屈折スペクトルと直線二色性スペクトルの測定を行った。

3) 上記の直線複屈折と直線二色性の間にはクラマース・クロニッヒの関係が定量的に成り立つことを明らかにした。X線領域ではクラマース・クロニッヒの関係が成り立っていることを実験的に確認したのは、これが世界で初めてである。

4) さらに、2軸異方性を持つ単斜晶系のコバルト錯体が三重複屈折と三色性を示すことを予測し、実際に、それがK吸収端近傍で観察されることを示した。また、これらの三重複屈折と三色性の間にもクラマース・クロニッヒの関係が定量的に成り立つことを示した。

博士論文(1997)への審査結果の要旨 #2/2

以上の研究を遂行する上で、沖津君は動力学回折理論に基づく移相子の特性評価、回転角度の定量計算を行った。また、シリコン単結晶で作られているX線偏光子とX線検光子における同時反射の問題を回避するために、その羅針盤ともいえる2次元マップ(グリッチマップ)の作成を行った。さらに、偏光解析を精密に行うためのソフトウェアの製作も併せて行った。測定スペクトルから得られたコバルト試料の構造異方性についても考察を加えている。また、従来の偏光EXAFSに対して本研究で開発した手法が優れている点について定量的に議論している。また、偏光干渉計をいう概念でこの測定法を考察し、従来のX線干渉計との対比も行っている。

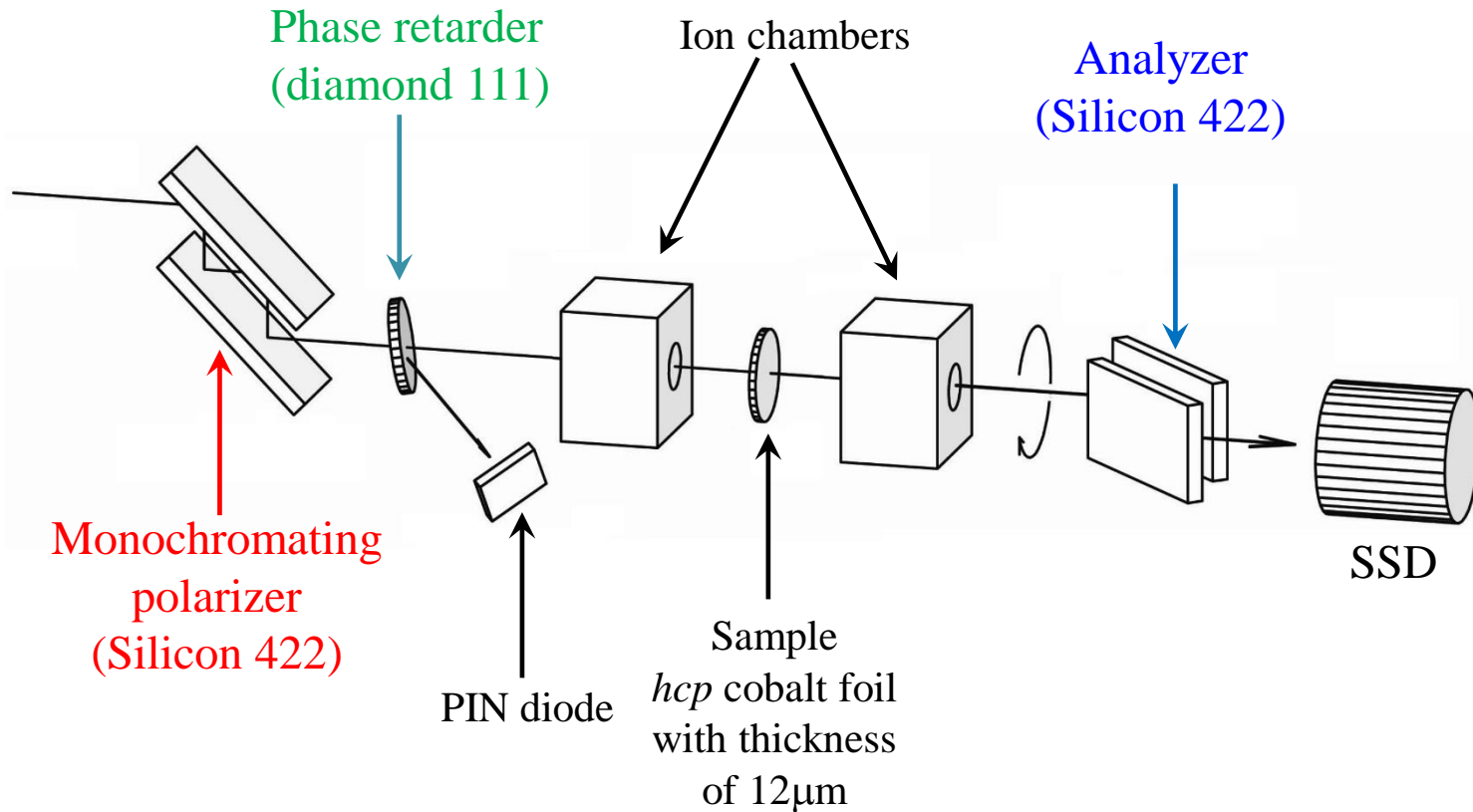
沖津君の研究は、放射光の特長である、大強度・連続波長・指向性・偏光性の特性を有効に利用した新しい測定手法の開発であり、放射光科学における未開の領域の開拓であるので、その意義は極めて大きい。

上記のように沖津君の研究は数物科学研究科放射光科学専攻の博士学位論文としての内容に十分に値し、専門的にも総合的にも優秀な研究業績であると判断した。

移相子付き波長可変ポラリメーター (PLPR)

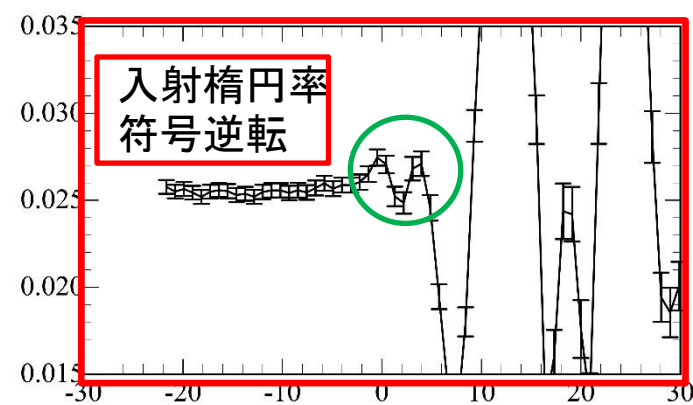
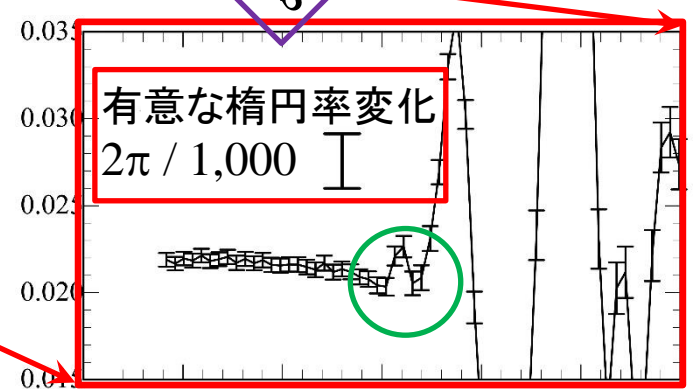
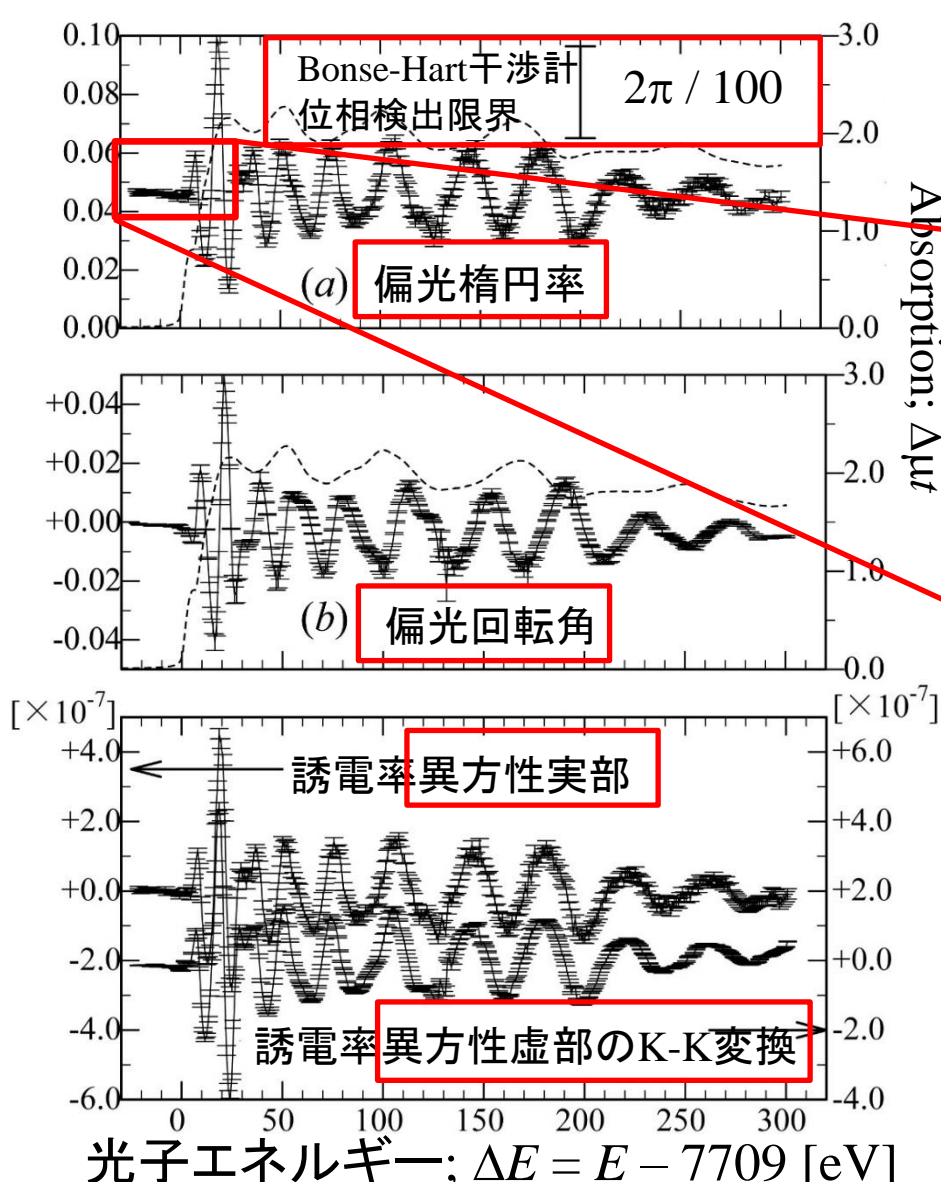
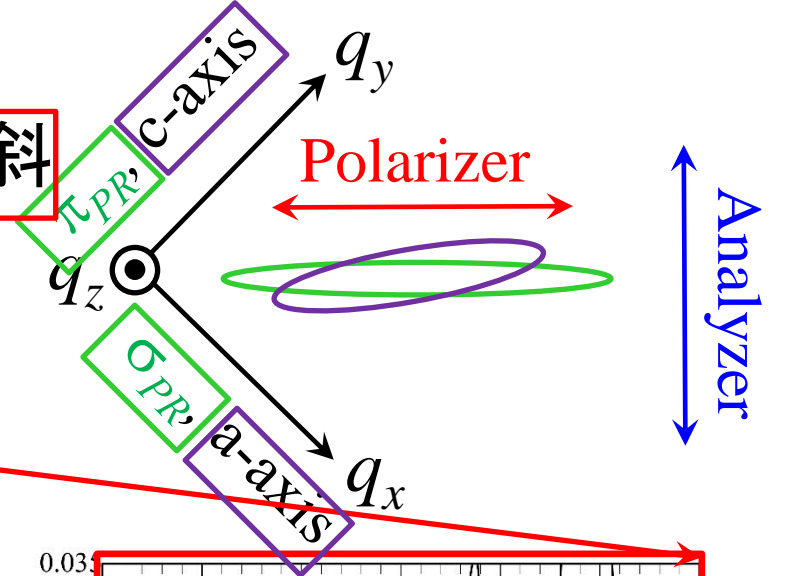
Energy tunable X-ray polarimeter with a phase retarder

[K. Okitsu *et al.*: J. Synchrotron Rad. **5** (1998) 995-997, 1055-1057]



複屈折と二色性の同時測定

六方晶 Co 12 μm thick c軸45度傾斜



光子エネルギー; $\Delta E = E - 7709$ [eV] 6

X線三重複屈折と三色性の測定

X-ray triple refraction and triple absorption for a cobalt-complex crystal

- [K. Okitsu *et al*: J. Synchrotron Rad. **5** (1998) 1055-1057]

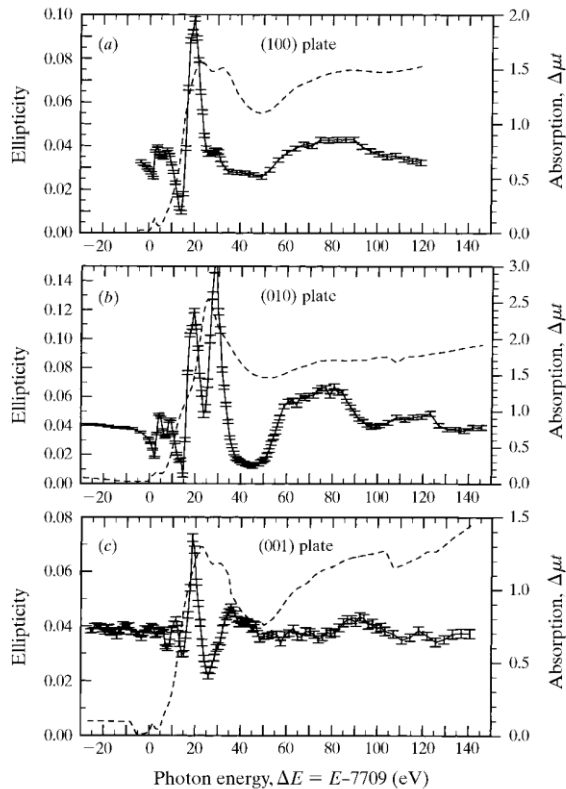


Figure 2
Spectra of ellipticity of polarization of an X-ray beam transmitted through (a) (100)-, (b) (010)- and (c) (001)-oriented plate crystals. The ellipticity of polarization of the incident X-ray beam produced by the phase retarder was set to be (a) +0.03, (b) +0.035 and (c) +0.03. The clear difference between the spectra in (a), (b) and (c) reveals that X-ray triple refraction is taking place in the monoclinic crystal.

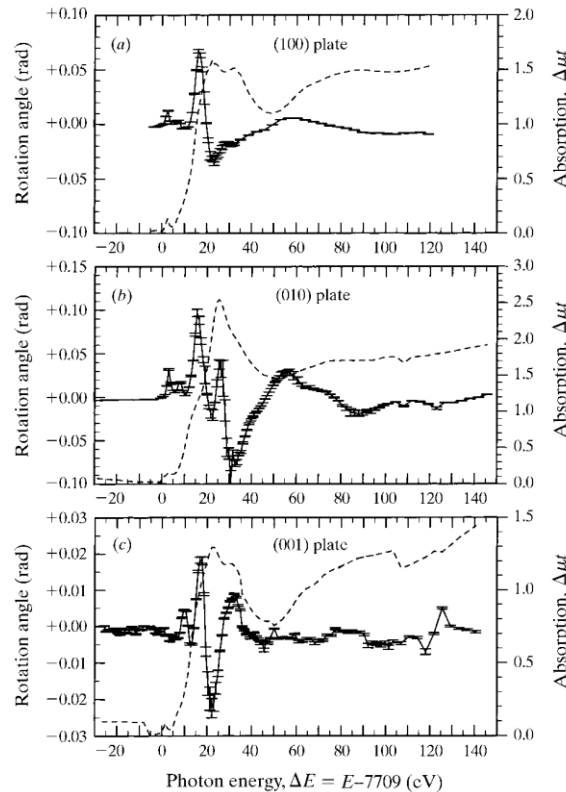


Figure 3
Spectra of rotation of polarization of an X-ray beam transmitted through (a) (100)-, (b) (010)- and (c) (001)-oriented plate crystals. The ellipticity of the incident X-ray beam produced with the phase retarder was (a) +0.03, (b) +0.035 and (c) +0.03. The clear difference between the spectra in (a), (b) and (c) reveals that X-ray triple absorption (trichroism) is taking place in the monoclinic crystal.

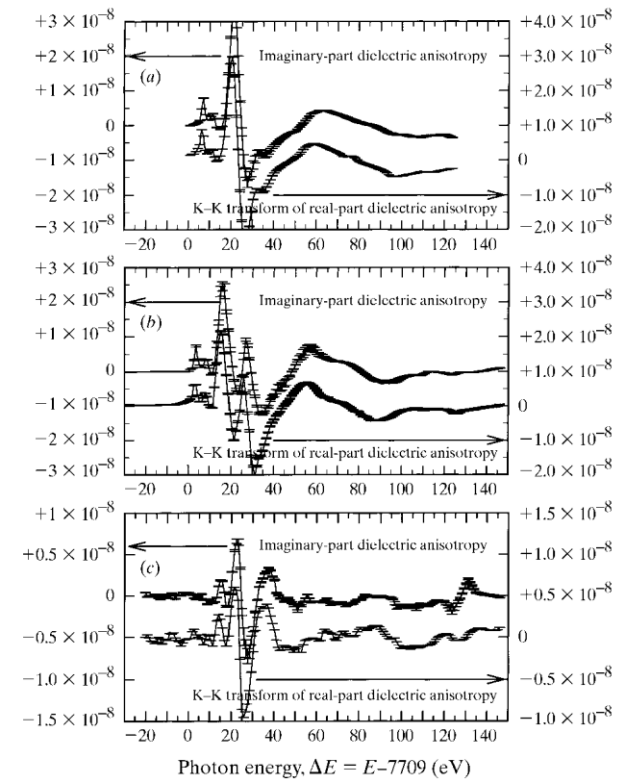


Figure 4
Spectra of the imaginary part of the dielectric anisotropy between (a) the *b*- and *c*-axis directions, (b) the *c*- and *a*-axis directions and (c) the *a*- and *b*-axis directions of the monoclinic sample crystal, calculated from the spectra of ellipticity and rotation of polarization, and the Kramers–Kronig (K–K) transforms of the imaginary part of the dielectric anisotropy. The left and right ordinates of each graph are shifted for clarity and are drawn on the absolute scale of relative dielectric constant.