

# 中性子、放射光利用した 新奇マルチフェロイクスの研究

寺田典樹

量子ビームセンター 中性子散乱グループ 研究員

# マルチフェロイック物質 $\text{CuFeO}_2$

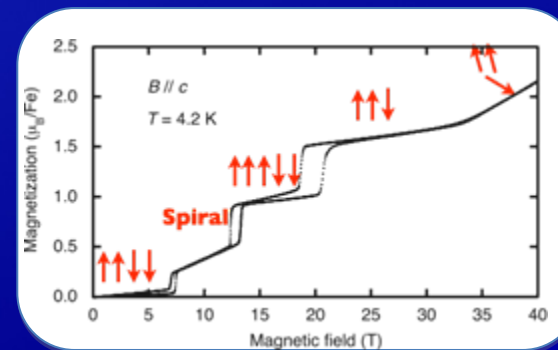
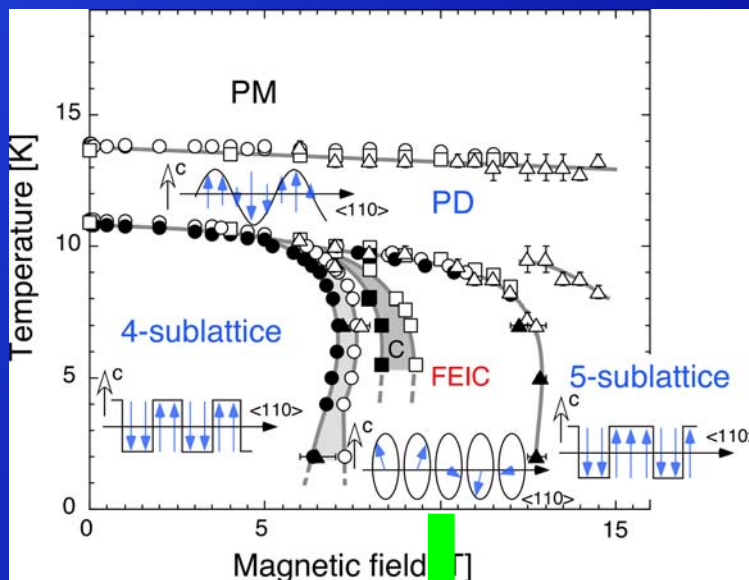
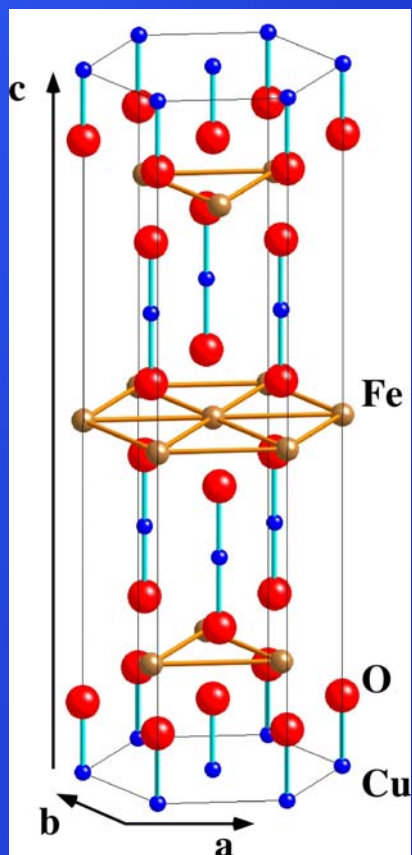
Frustration

???

## H-T magnetic phase diagram

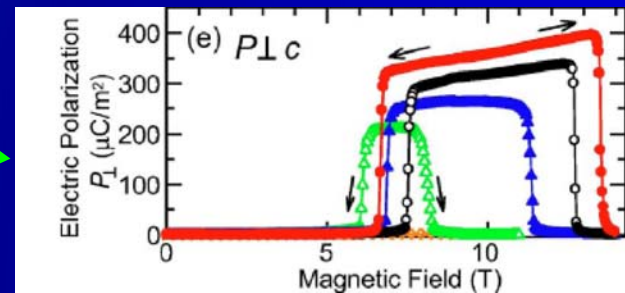
## Magnetization process

Delafossite



## Ferroelectric Polarization

Kimura et al. PRB 73 220401(R) (2006)



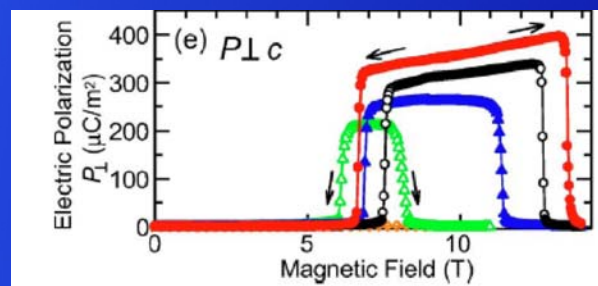
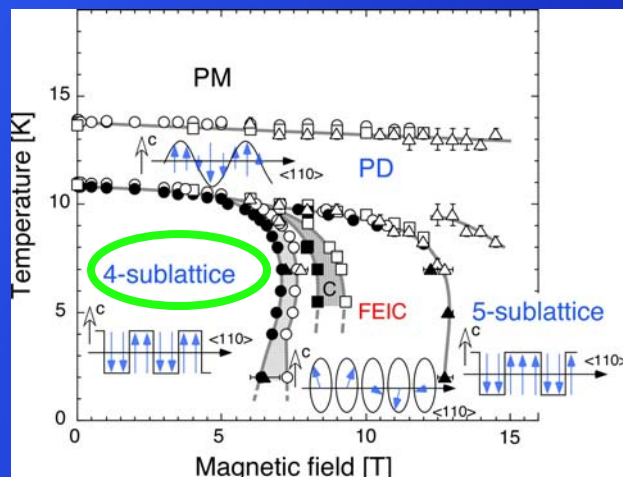
Magnetic  $\text{Fe}^{3+}$  ( $S=5/2$ ,  $L=0$ )

Nonmagnetic  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{O}^{2-}$

# CuFeO<sub>2</sub>の磁場誘起、不純物置換誘起強誘電状態

## 磁場誘起強誘電状態

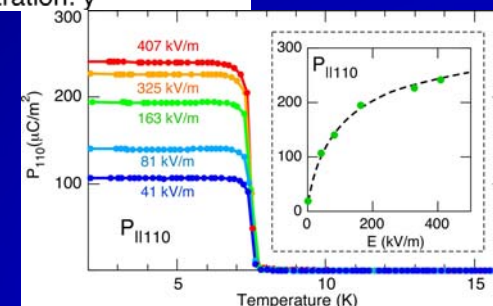
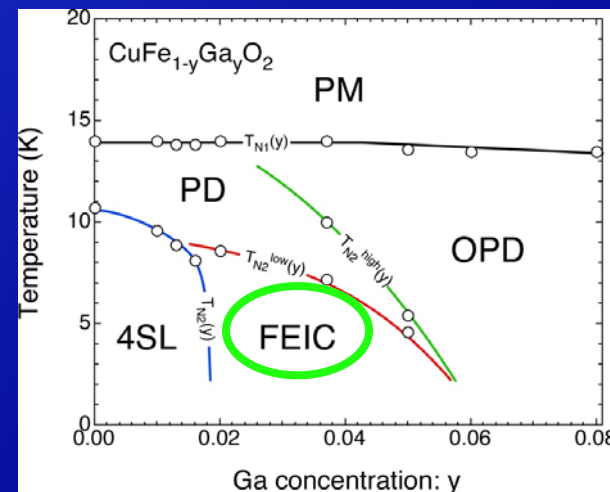
CuFeO<sub>2</sub>



Kimura et al. PRB 73 220401(R) (2006)

## 不純物置換誘起強誘電状態

CuFe<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>O<sub>2</sub> (N = Al or Ga)



Kanetsuki JPCM 14 145216 (2007)

Seki et al. PRB 75 100403(R) (2007)

Terada et al. PRB 78 014101 (2008)

Terada et al. JPCS 145 012071 (2009)

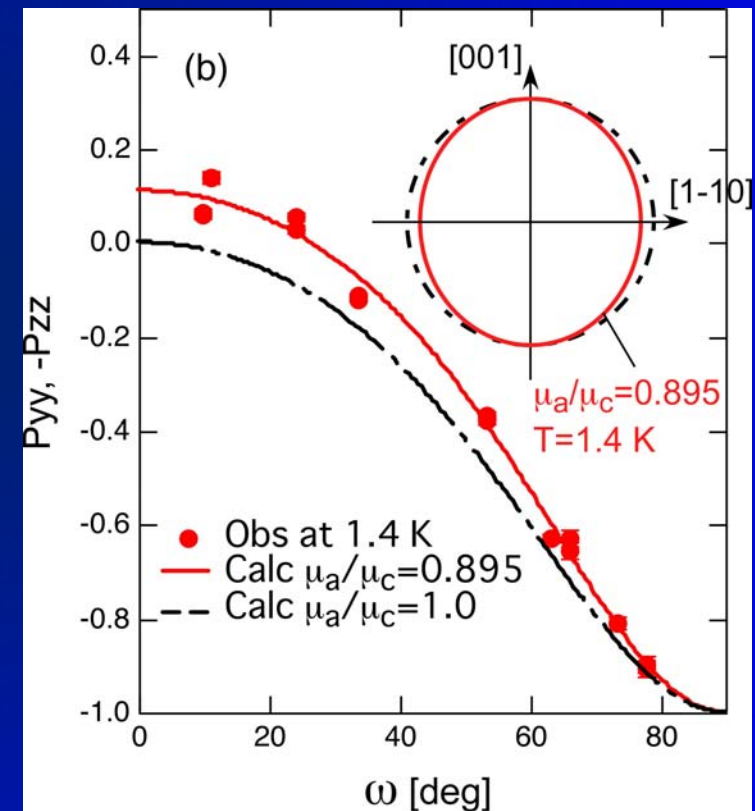
# CRYOPADを用いた3次元中性子偏極解析

$$P_{yy} = -P_{zz} = \frac{A_{\perp y}^2 - A_{\perp z}^2 + B_{\perp y}^2 - B_{\perp z}^2}{A_{\perp}^2 + B_{\perp}^2}$$

$$\left( = \frac{\mu_z^2 \cos^2 \omega - \mu_y^2}{\mu_z^2 \cos^2 \omega + \mu_y^2} \right)$$

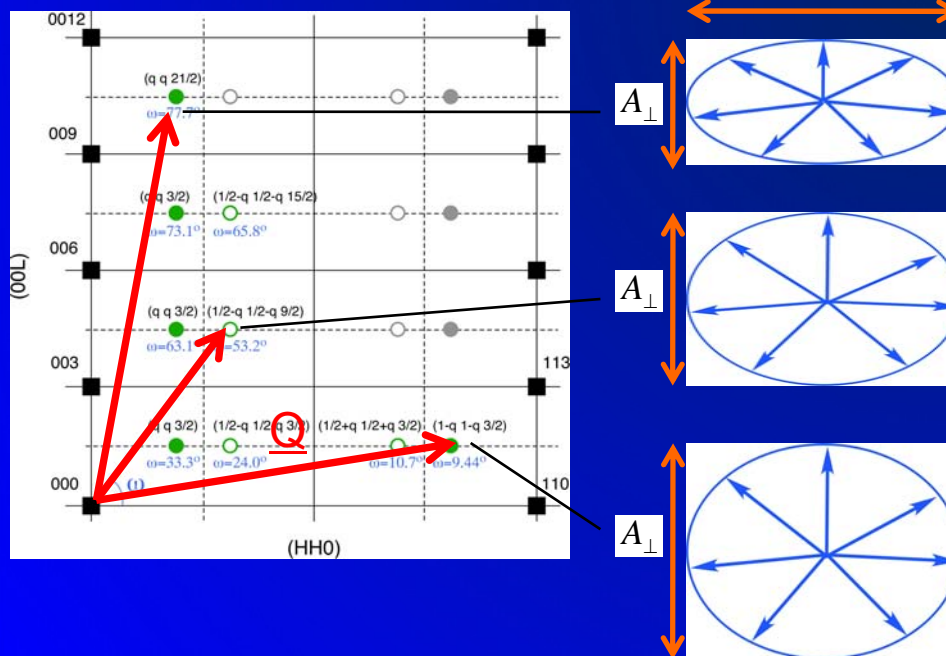
Nakajima et al. PRB 79 214423 (2009)

$P_{yy}$ ,  $-P_{zz}$ のBragg反射位置依存性



**Cu(FeGa)O<sub>2</sub>のFEIC相では、楕円率が約0.9の楕円プロパーヘリカル構造が実現。**

## 9 reflections in (HHL) zone

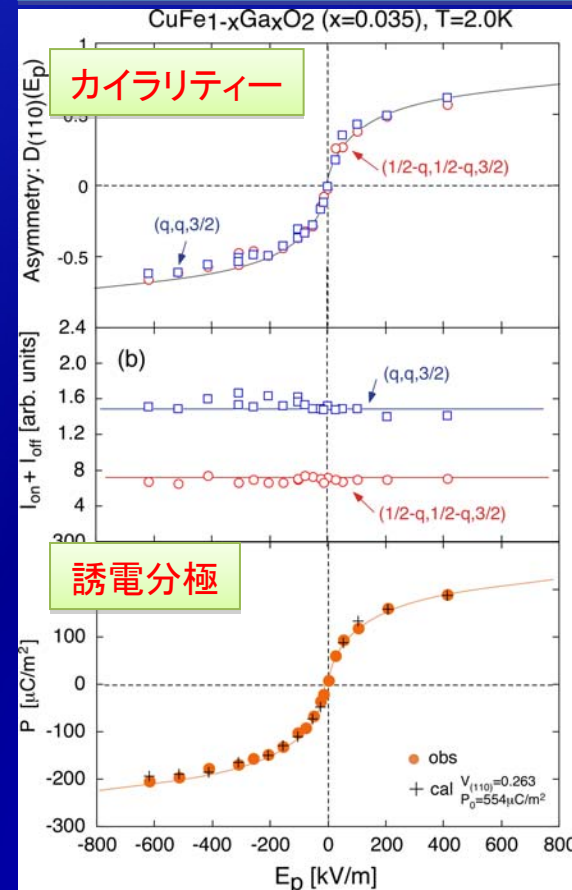
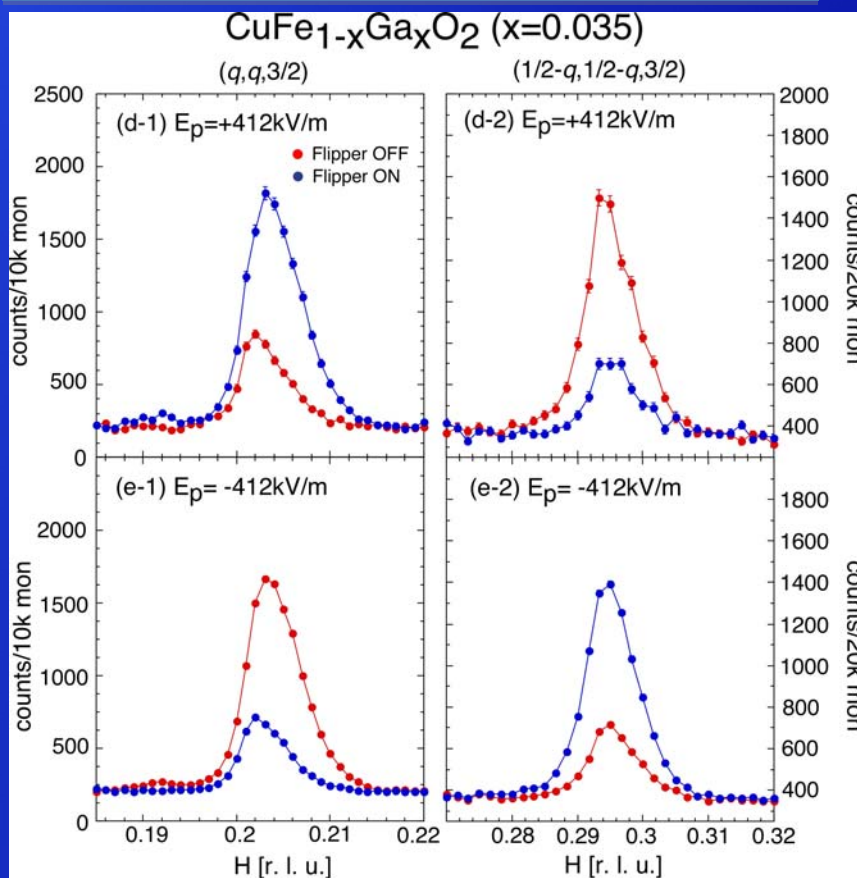
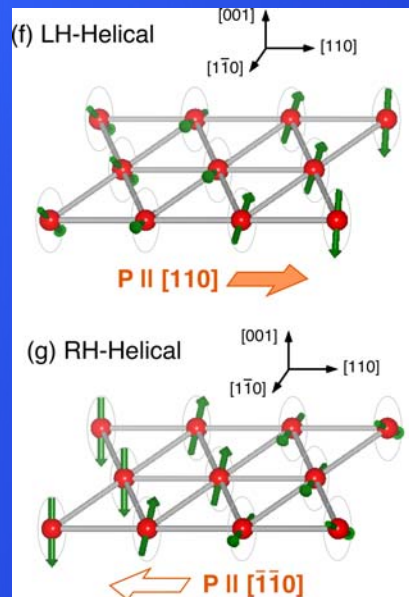


# 電場中偏極中性子回折実験

Nakajima et al. PRB 79 214423 (2009)

## 中性子回折プロファイルの電場依存性

## カイラリティーと分極の関係



電場の反転によって、磁気カイラリティーと誘電分極が同時に反転

# Summary

CuFeO<sub>2</sub> (CuFe<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>O<sub>2</sub> (N=Al, Ga)) が示す強誘電分極の発現のメカニズムを明らかにすることを目的として、

## 1、磁気構造解析 (3次元偏極中性子回折)

楕円プロパースクリュー磁気構造であることを明らかにした。

Spin-currentメカニズム(2)はCuFeO<sub>2</sub>の誘電分極を説明しないことを明らかにした。

## 2、磁場誘起格子変調の観測 (磁場中放射光X線回折)

磁場誘起格子変調(1Q and 2Q)を観測した。

Exchange-strictionメカニズム(1)は誘電分極を説明しないことを明らかにした。

## 3、電場反転磁気カイラリティーの観測 (電場下偏極中性子回折実験)

スピンカイラリティーと誘電分極が1対1に対応していることを明らかにした。

d-p hybridizationメカニズム(3)を示唆する結果。