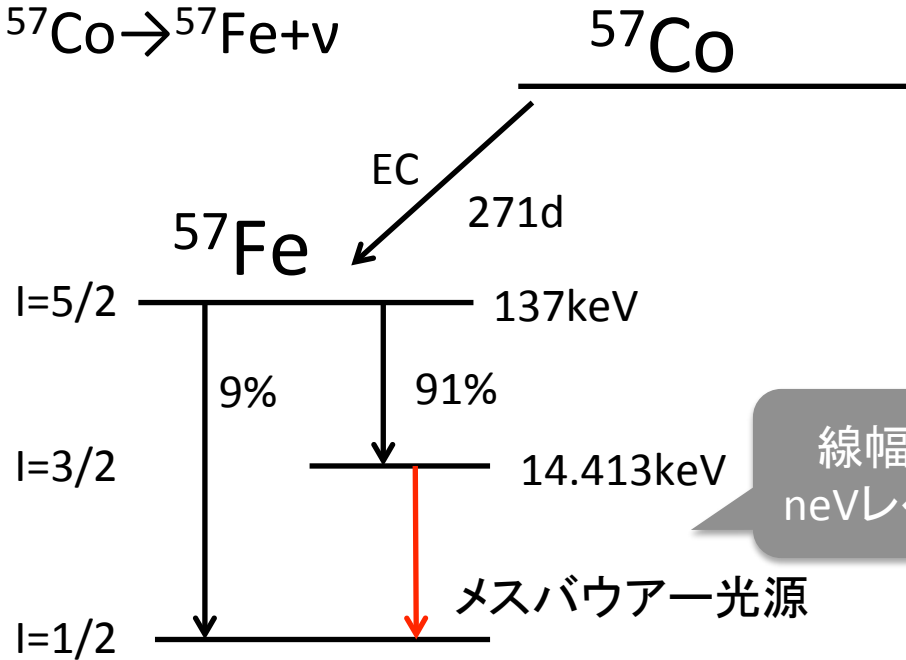


# 酸化鉄化合物のメスbauer 回折実験の試行

三井隆也<sup>1)</sup>, \*池田直<sup>2)</sup>,  
中村真一<sup>3)</sup>, 藤原孝将<sup>2)</sup>

1) 原研播磨 2) 岡大院自然 3) 帝京大理工

# メスバウアー光源( $^{57}\text{Co}$ )

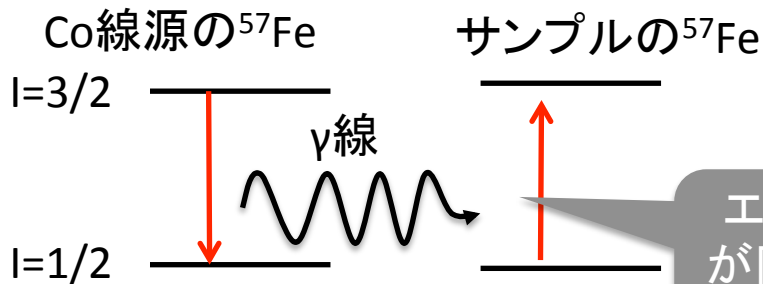


第1図 メスバウアー効果測定の実験図

ドップラーシフト

$$\Delta E = \frac{v}{c} E$$

$^{57}\text{Co}$ から14.4keVの(超)単色光発光  
 ドップラー効果で、チョット波長を変える

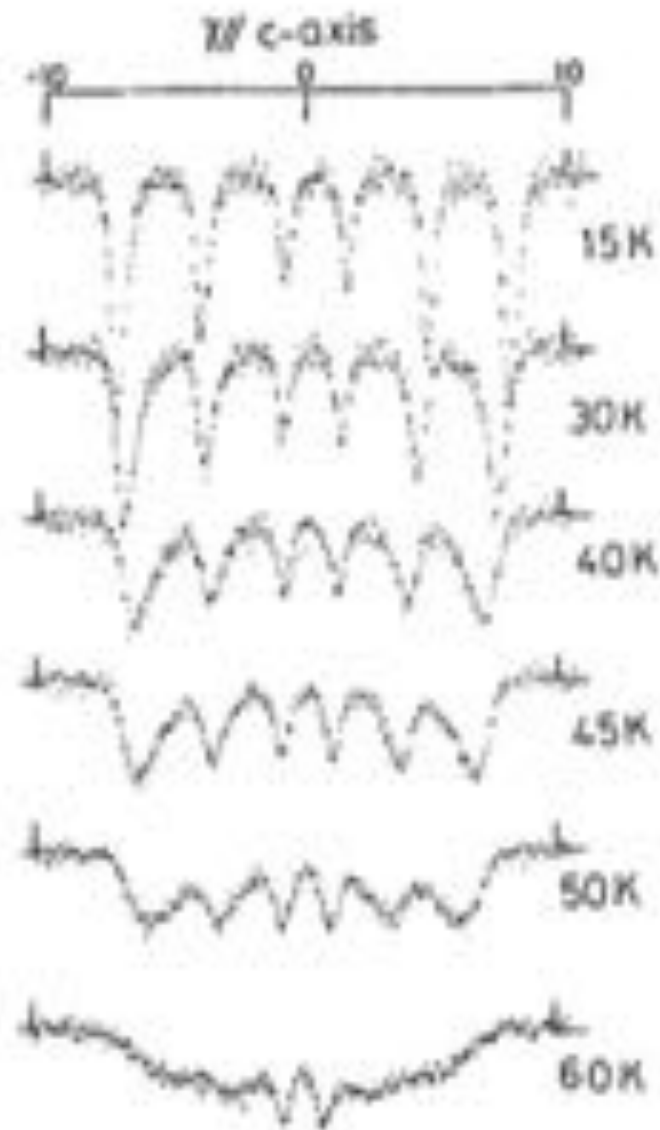


[3]大木継秋, こべるにくす, 6,12(1997)

[11]柴田徳思「放射線概論(第7版)」通商産業研究社

核サイトの磁場, 電場勾配  
→ スピン方向, 揺らぎ時間  
電子の電荷数, 揺らぎ, 電場方位

Mössbauer Study on a 2-Dimensional  
Triangular Antiferromagnet  $\text{YFeMnO}_4$ ,  
Tanaka, M; Iida, J; Siratori, K,  
Hyperfine Interactions  
54 (1990) 731-735.



g. 2(a). Temperature variation of the spectra  
for the single crystal (A) with  $\gamma \parallel c$ -axis.

Fe核サイトの磁場, 電場勾配  
 → スピン方向, 揺らぎ時間  
 電子の電荷数, 揺らぎ, 電場方位

スピンと磁化の関係

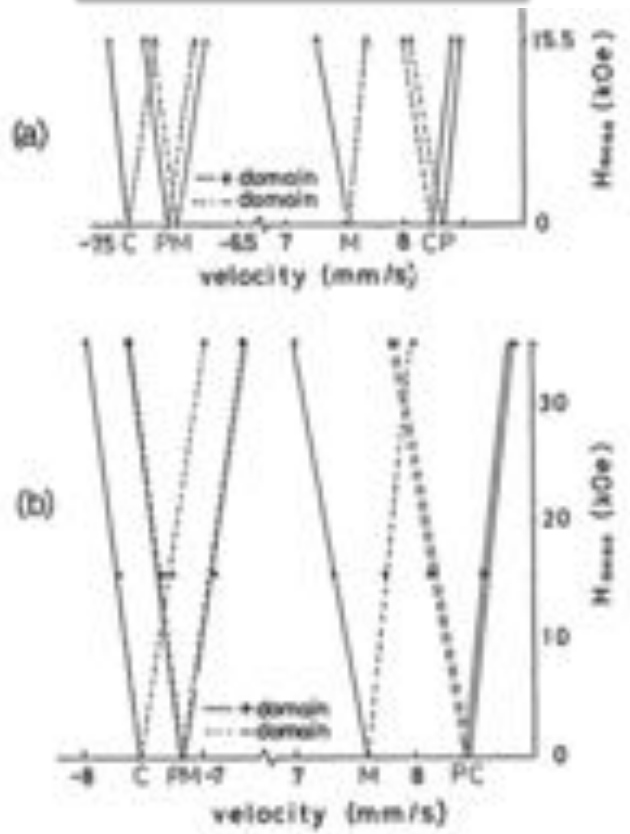


Fig. 3. Position of Mössbauer absorption lines as a function of an externally applied magnetic field ( $H_{\text{ext}}$ ) along the  $c$  axis. Lines (solid lines for + and broken lines for - domains) are guides for the eye. (a): at 77 K, (b): at 4.2 K.

Hopping 時間

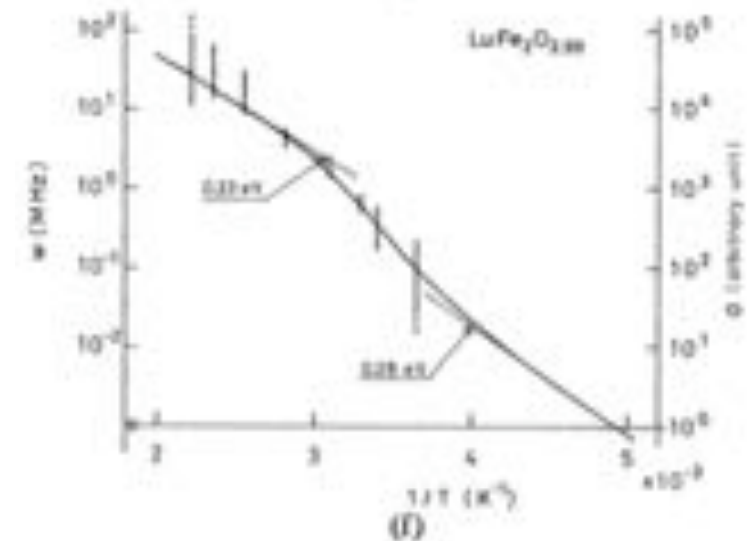
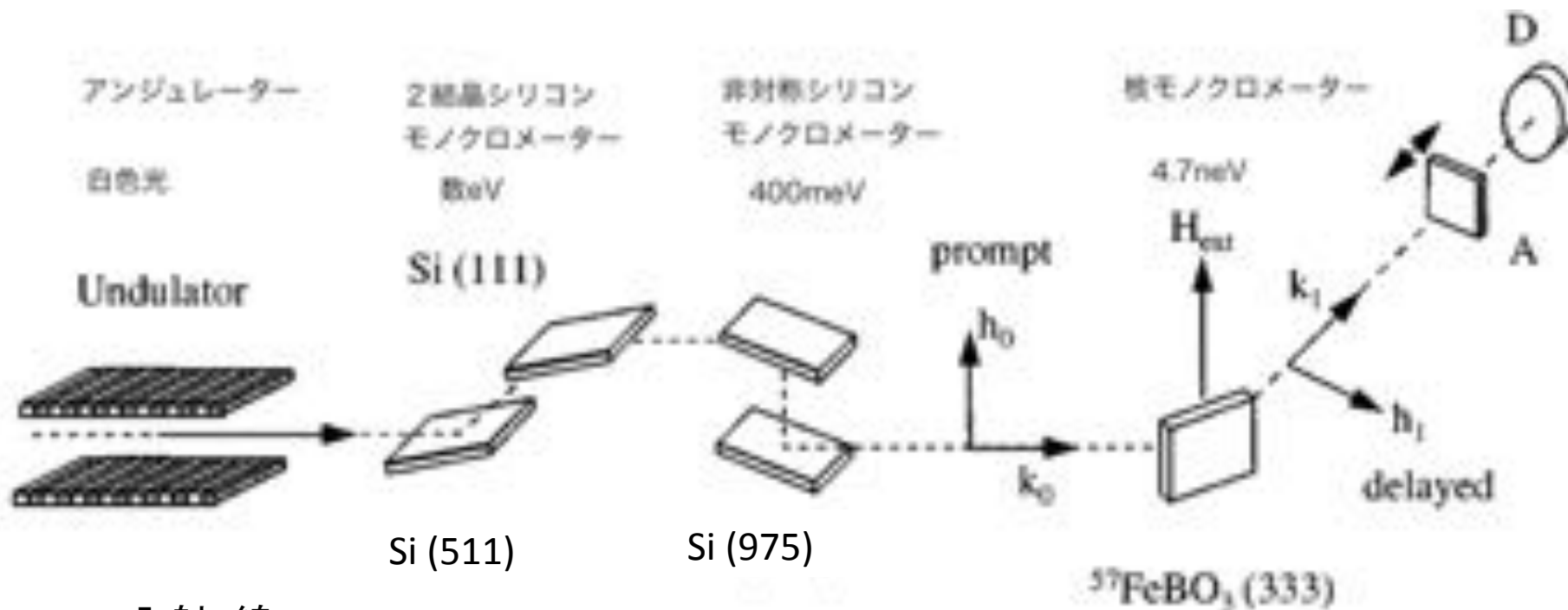


Fig. 5. Temperature dependence of the hopping frequency ( $w$ ) in  $R\text{Fe}_2\text{O}_4$ . Length of bars was determined by inspection. Solid curves are the electrical conductivity, shown already in Fig. 2.

M. Tanaka, *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. 53(2) (1984) 760 - 772

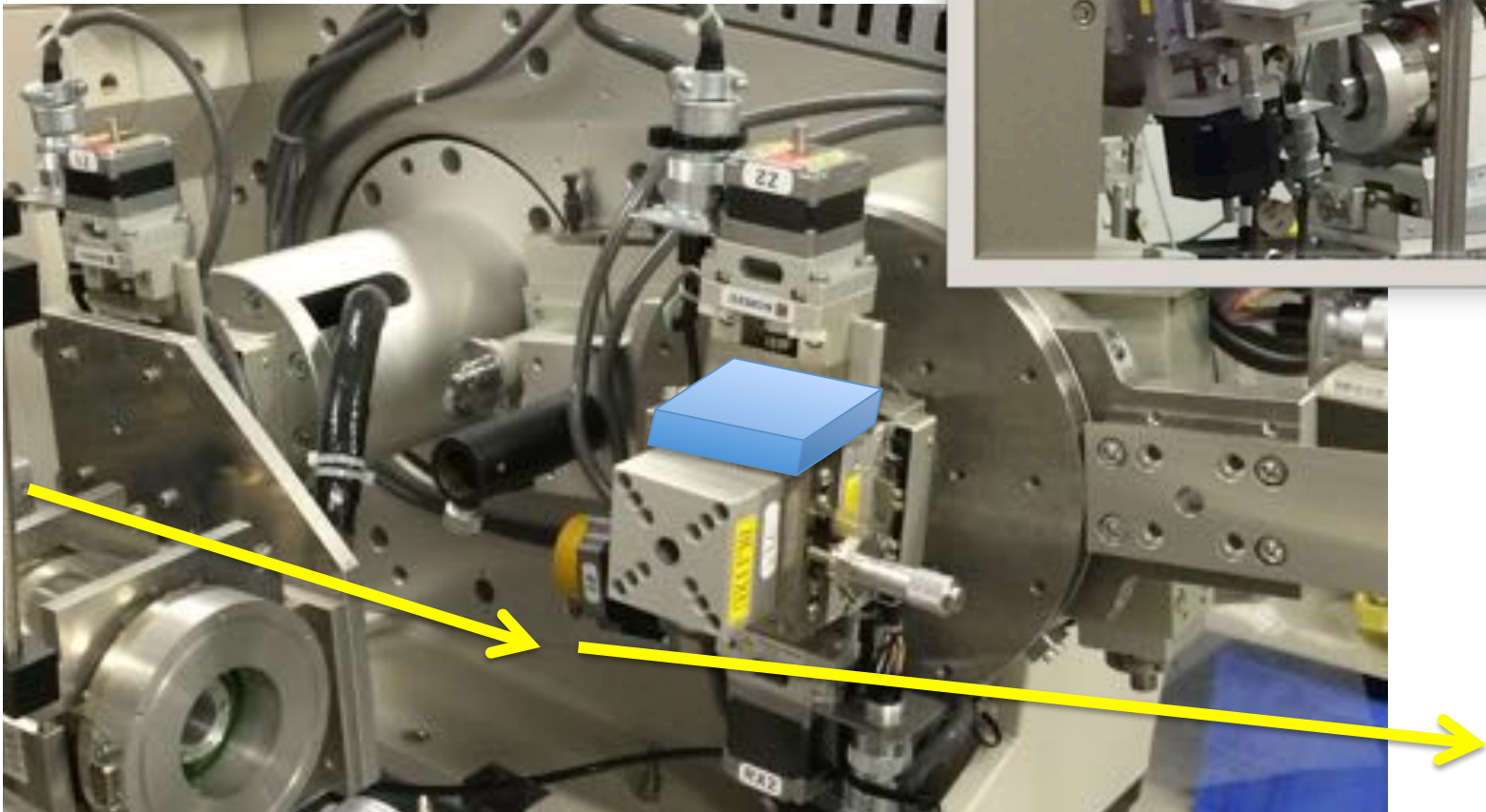
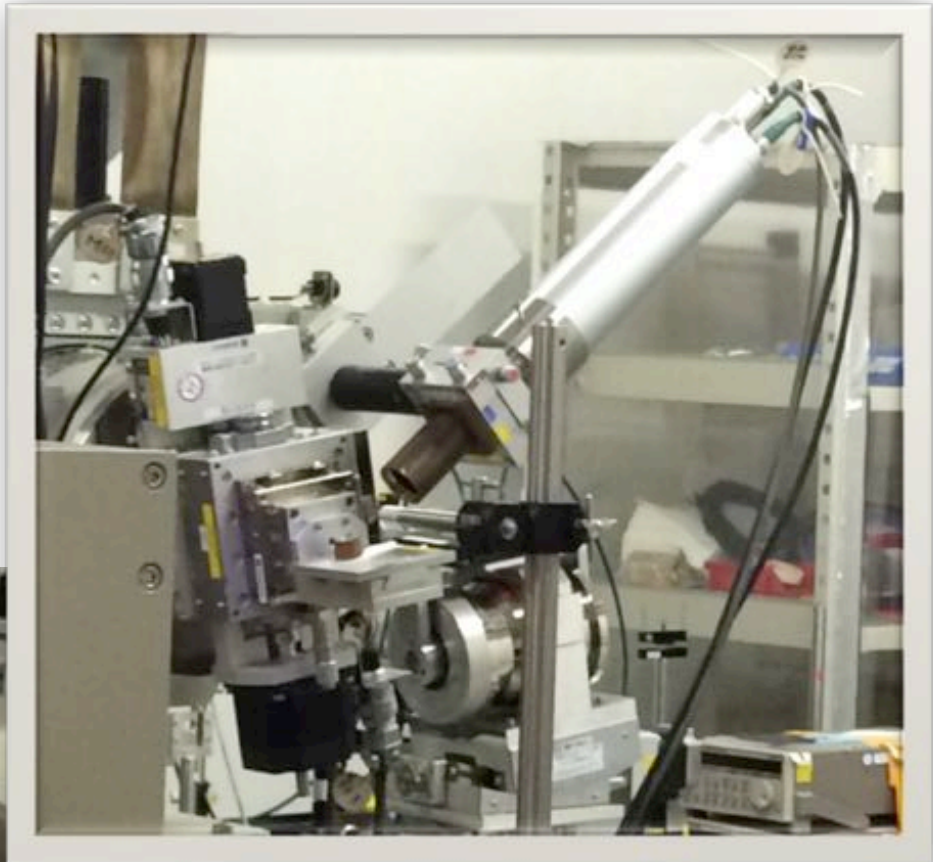
M. Tanaka, *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. 58(4) (1989) 1433 - 1440.

# SPring-8 BL11XU 標準アンジュレータ Si (511), (975) でサブ $\mu\text{eV}$ 幅,

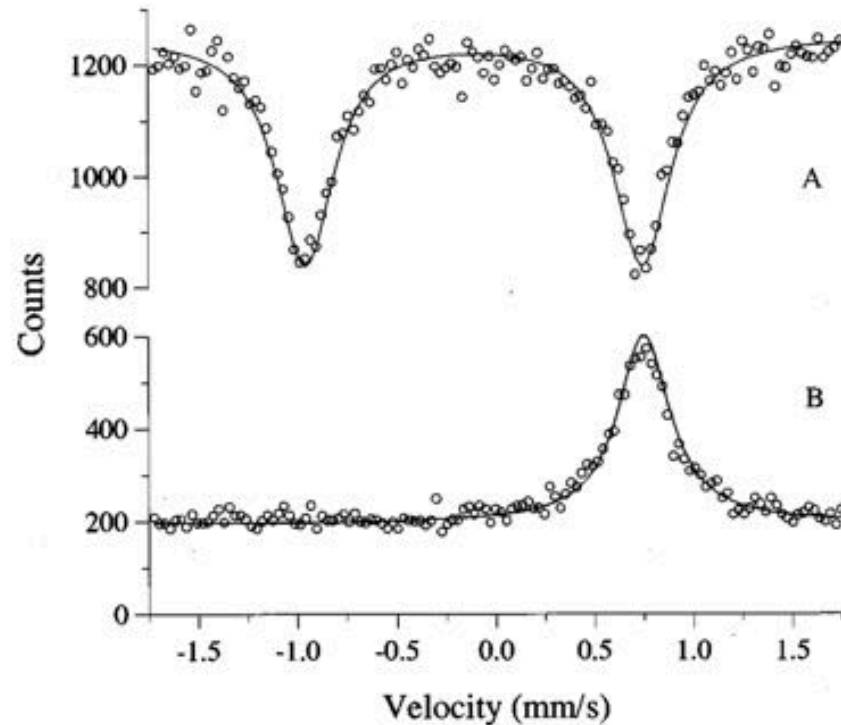


BL 入射X線  
Si (111)

核共鳴反射を利用し  
neVまで分光



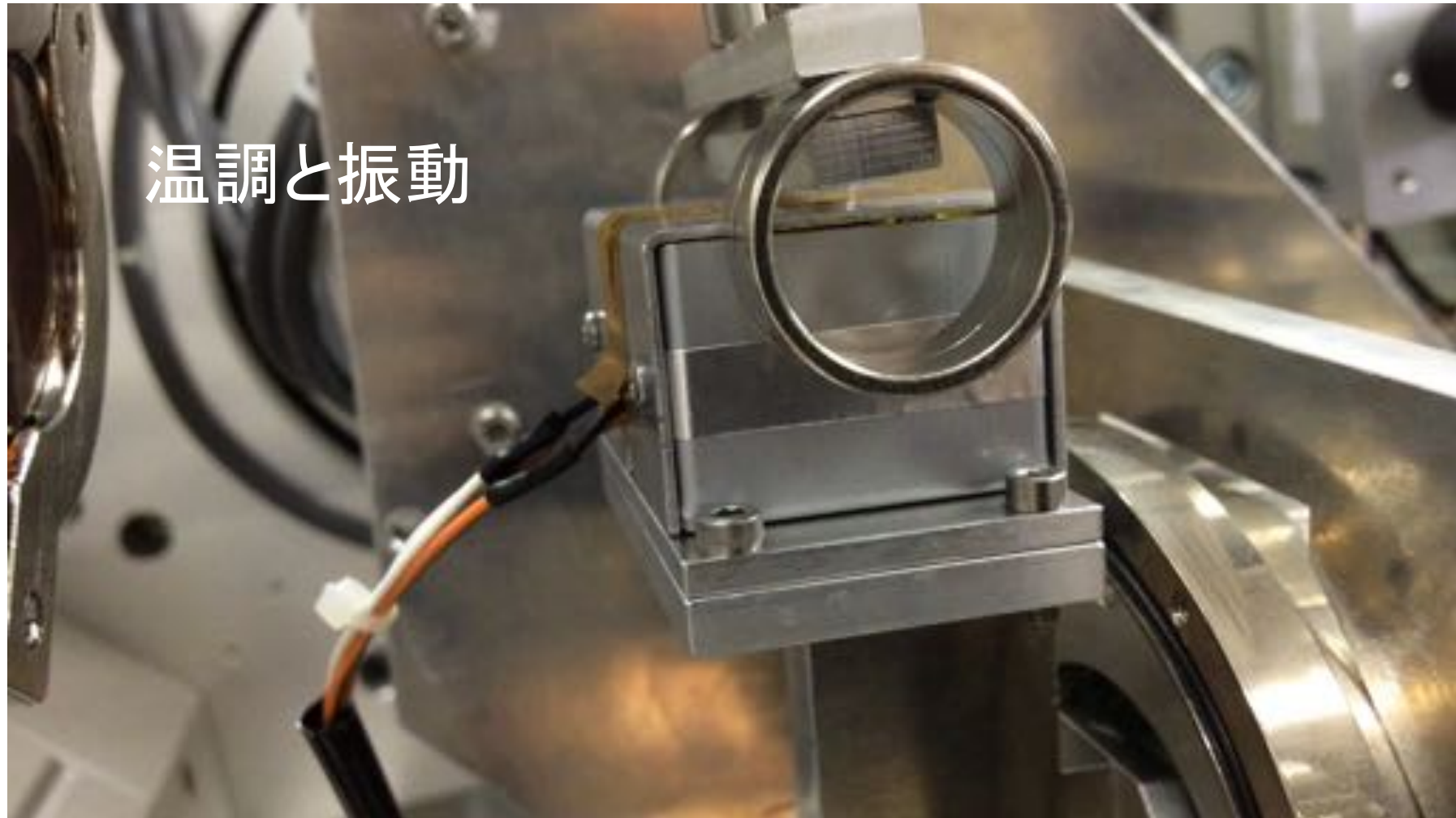
# $^{57}\text{FeBO}_3$ の役割



磁気転移温度  
1000e磁場印加  
一つのスpectrumだけを  
発光させる。

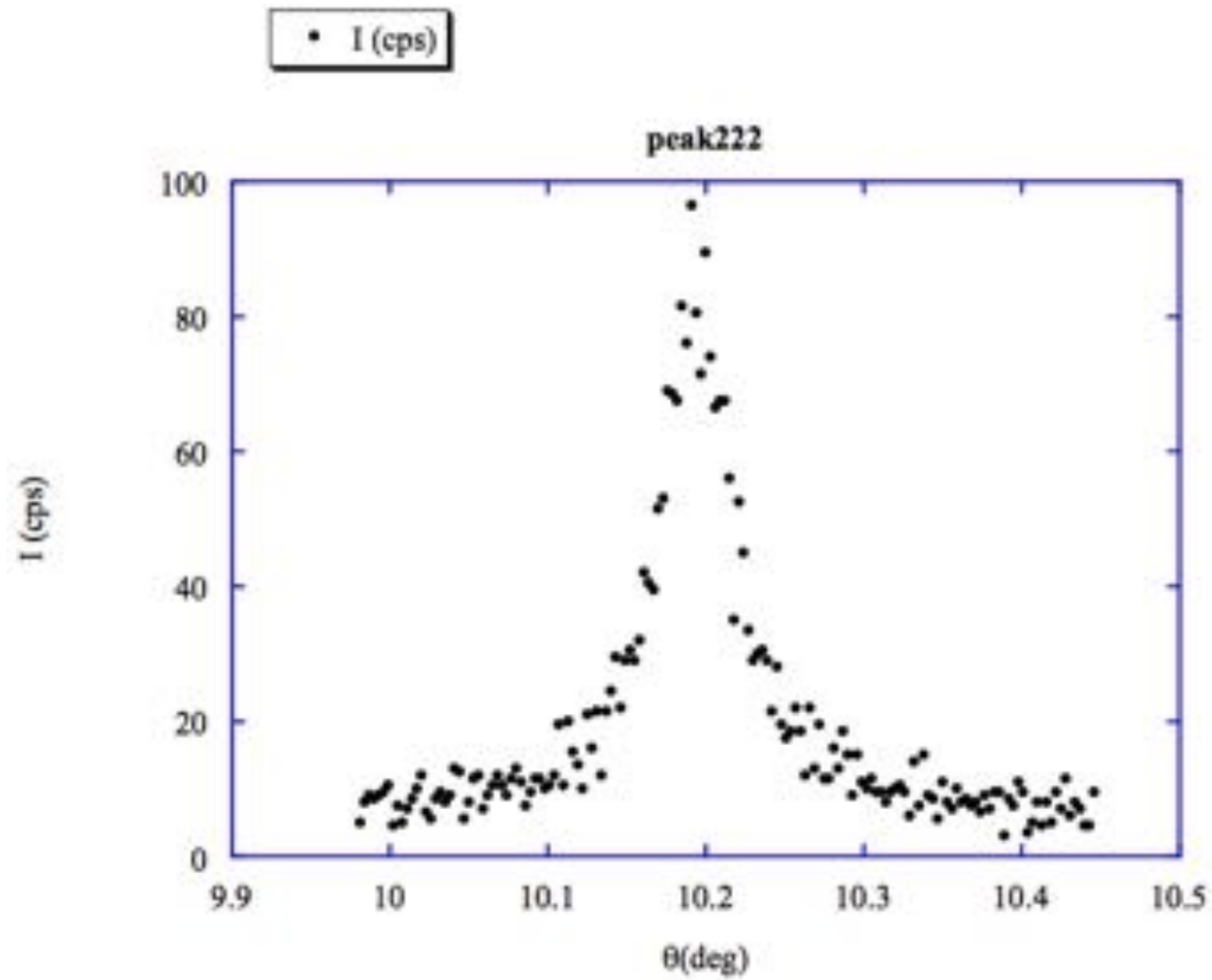
FIG. 2. (A) Mössbauer absorption spectrum of resonant  $\gamma$ -radiation from a  $^{57}\text{Co}$  (Cr) source of a thin standard absorber of sodium nitroprusside. The solid line is a fit with the transmission integral. (B) Mössbauer diffraction spectrum of the same radiation off a  $^{57}\text{FeBO}_3$  crystal at the Néel temperature [(333) Bragg reflection]. A magnetic field of 10 mT was applied along the crystal surface normal to the scattering plane. The solid line is a fit with a Lorentzian line.

# $^{57}\text{FeBO}_3$ の役割





Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>単結晶 ロッキングカーブ (2 2 2)

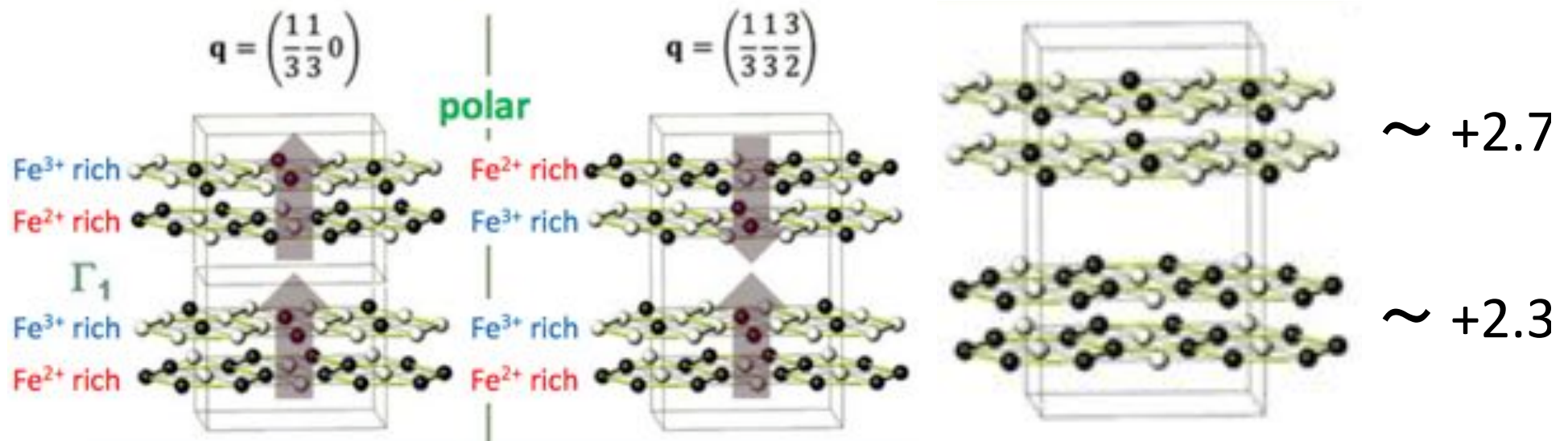


スペクトル	$I_B / I_A$	$W_A$ (mm/s)	$W_B$ (mm/s)
密封線源透過	1.81	0.278	0.307
222 反射	0.37	1.021	0.522
111 反射	0.28	1.121	0.513
220 反射	1.38	0.772	0.647

密封線源透過スペクトルで $I_B / I_A$ は、理想的には2となる。今回のスペクトルでは、吸収体厚さが60 mm程度と厚いため、Bサイトスペクトル強度の飽和が生じていると思われる。1.81は妥当な値。

反射スペクトルでの強度比は、反射指数によって顕著に異なり、結晶サイト選択性がある。

- Charge order pattern belongs to non-polar  $C2/m$ !
- W-layer is neutral? Non-polar **charged** pattern!

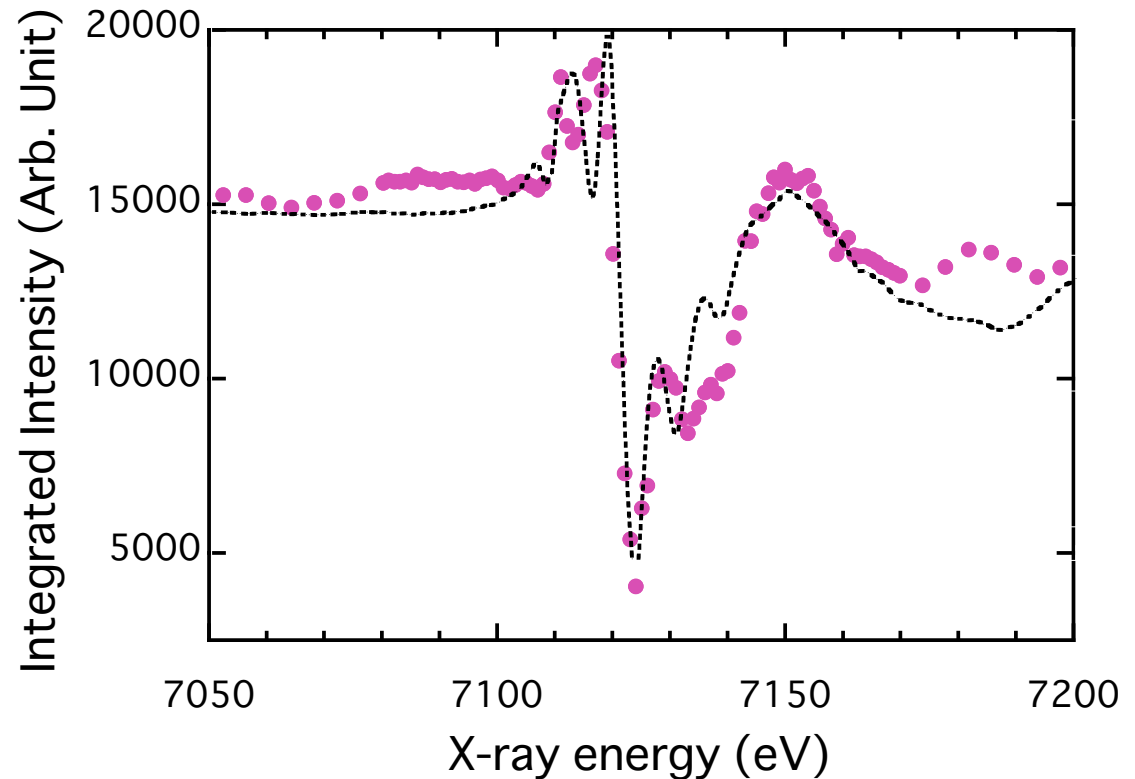


J. de Groot et.al., Phys. Rev. Lett.,  
108, 187601 (2012)

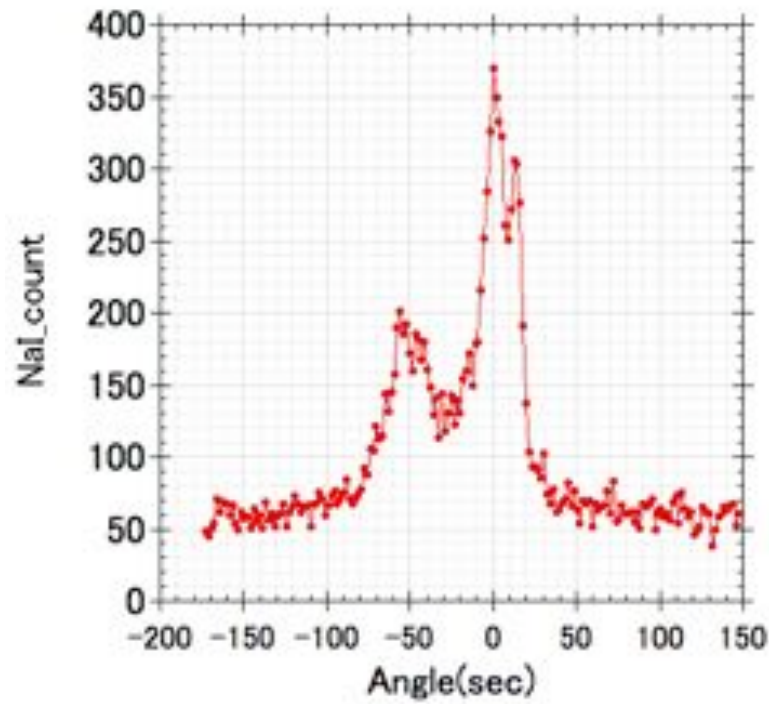
M. Angst et.al., Phys. Rev. Lett.,  
101, 227601 (2012)

# RFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の電荷秩序超格子点

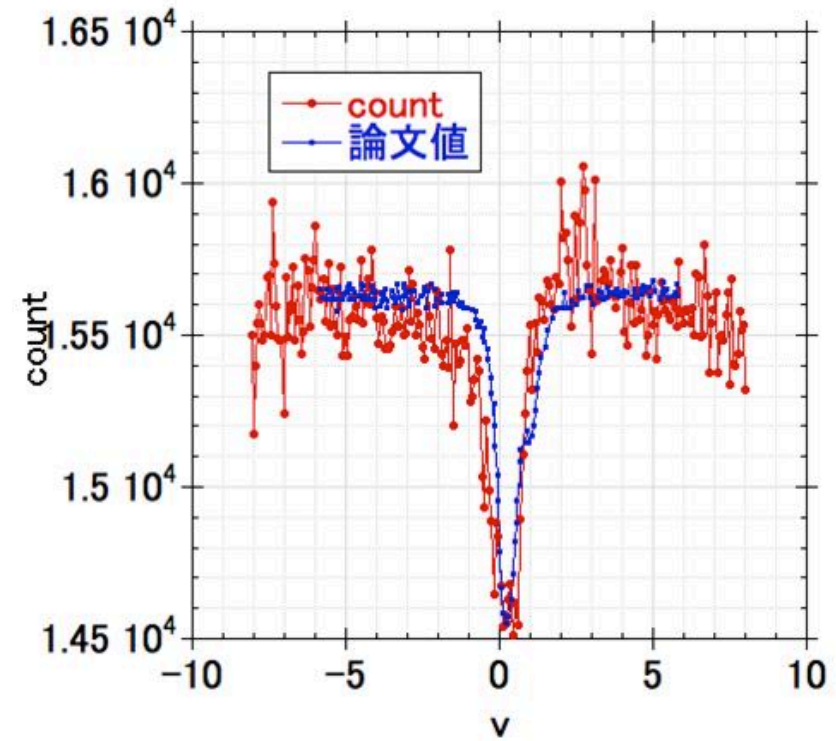
- 電荷秩序超格子点の構造因子は、価数の異なるFeイオン原子散乱因子の差
- 共鳴散乱
  - 電荷, 軌道, スピン
- 構造因子中鉄イオンのサイトごとのスピンの方位を含む情報の取得



# YbFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>



モザイク 16 sec



(009) 8 hr 300K

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	**															
*ランタノイド			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
**アクチノイド			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
A	A	メスパワー核種（当研究室で測定実績のあるもの）のある元素															
A	メスパワー核種（原子炉で線源が作れるもの）のある元素																
A	メスパワー核種（原子炉で線源が作れないもの）のある元素																
A	メスパワー核種のない元素																

京都大学原子炉験所 瀬戸研究室HPより引用しました

# まとめ

- 回折実験によりサイト選択(構造因子)をしながら、メスバウアー分光情報を得る。
  - 磁場の向きと大きさ, 電場勾配の向きと大きさ, 電荷数, それらの揺らぎ情報。
- 鉄: 高性能鋼板, 電磁鋼板, 希土類(フリー)磁石, 超電導体, 電池電極材料, マルチフェロ物質
- 非鉄元素にも展開できる。
- 将来光源では！
  - 今より4桁高い光量  $10^8$  photon / dE 1neV
- 物性屋の結晶もコヒーレンス整合が必要
  - モザイク 0.01度以下