

超伝導体 $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ の共鳴 X 線散乱 Resonant x-ray scattering of superconductor $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$

田久保耕^{1,*}, 山本航平^{1,2}, 溝川貴司³, 山崎裕一^{4,5}, 中尾裕則⁶, 村上洋一⁶, 卞舜生⁴,
工藤一貴⁷, 松尾元太⁷, 石井博文⁷, 小林正和⁷, 野原実⁷, 和達大樹^{1,2}

¹ 東京大学物性研究所, 〒277-8581 柏市柏の葉 5-1-5

² 東京大学大学院理学系研究科, 〒113-0033 文京区本郷 7-3-1

³ 早稲田大学理工学術院先進理工学研究科, 〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1

⁴ 東京大学大学院工学系研究科, 〒113-8656 文京区本郷 7-3-1

⁵ 理化学研究所創発物性科学研究センター, 〒351-0198 和光市広沢 2-1

⁶ 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

⁷ 岡山大学異分野基礎科学研究所, 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1

Kou Takubo^{1,*}, Kohei Yamamoto^{1,2}, Takashi Mizokawa³, Yuichi Yamamsaki^{4,5}, Hironori Nakao⁶,
Yoichi Murakami⁶, Sunsen Pyon⁴, Kazutaka Kudo⁷, Hirofumi Ishii⁷,
Masakazu Kobayashi⁷, Minoru Nohara⁷, and Hiroki Wadati^{1,2},

¹ISSP, University of Tokyo, 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa, 277-8581, Japan

²Department of Physics, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, 113-0033, Japan

³Department of Applied Physics, Waseda University, 3-4-1 Okubo, Shinjyuku-ku 169-8555, Japan

⁴Department of Applied Physics, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku 113-8656, Japan

⁵CEMS, RIKEN, 2-1 Hirosawa, Wako 351-0198, Japan

⁶IMSS, KEK, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

⁷Research Institute for Interdisciplinary Science, Okayama University, 3-1-1 Tsushimanaka, Kita-ku
Okayama-shi 700-8530, Japan

1 はじめに

IrTe_2 は、 $T=280\text{K}$ で $Q=(1/5,0,-1/5)$ の 5 倍周期の超周期格子歪みを伴う構造相転移を起こす物質である。Pt, Pd ドープにより、この歪みが解消するとともに超伝導相が出現する[1,2]。最近、低温ではこの超格子の周期が 5 倍周期から 8 倍周期に逐次的に変化し、同時に Ir-Te 間で奇妙な電荷移動が起きるといった報告がなされた[3]。そのため、この相転移の起源が Ir 5d 軌道間の電荷-軌道秩序にあるのか、Te サイトにあるのかに興味を持たれている。以前から我々は Te 吸収端を用いた共鳴 X 線散乱(RXS)測定を行い、Te サイト側の電荷変調を調べてきた[4,5]。今回、我々はさらに Ir 吸収端を用いた RXS 測定を行い、Ir サイト側の電荷変調を調べた。

2 実験

$\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ ($x=0,0,0.02,0.04,0.05$)の単結晶試料はフラックス法を用いて作成した。BL-4Cにおいて Ir L_3 吸収端を用いた RXS 測定を行った。

3 結果および考察

図 1 に IrTe_2 ($x=0.0$)の(h,0,4+h)方向の X 線回折(Q-scan)を示す。本単結晶試料でも $T<280\text{K}$ 以下で $Q=(1/5,0,-1/5)$ で表される 5 倍周期の超格子が出現し、

$T<180\text{K}$ 以下で $Q=(1/8,0,-1/8)$ の超格子が出現することが確認された。しかし、同時に、低温相には複雑なドメイン構造が存在し最低温でも 5 倍周期と 8 倍周期の両方の秩序が共存し得ることも確認された。

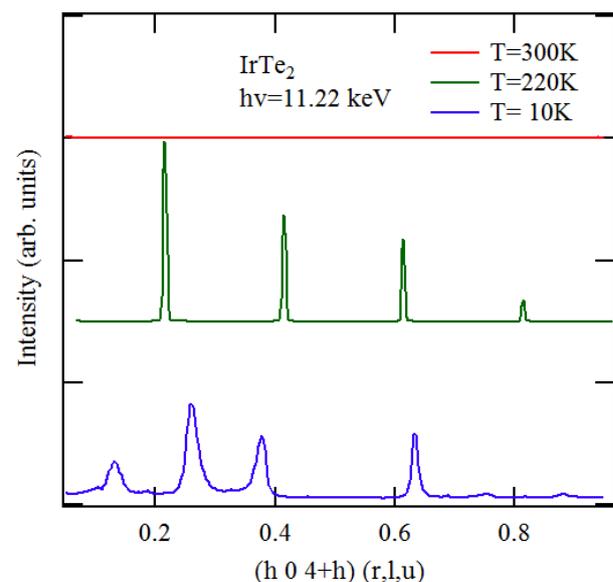


図 1 IrTe_2 の単結晶 X 線回折(超格子)

図 2 に IrTe_2 の $(h,0,4+h)$ 回折上の Ir L_3 端 RXS スペクトル及び X 線吸収スペクトル(XAS)を示す。RXS は吸収端で強度が減少している。またその Q 依存性は非常に小さい。この振る舞いは一般に Ir^{3+} と Ir^{4+} による電荷の変調ではなく、構造相転移に伴う格子歪みのみが起こっているモデルで説明される。

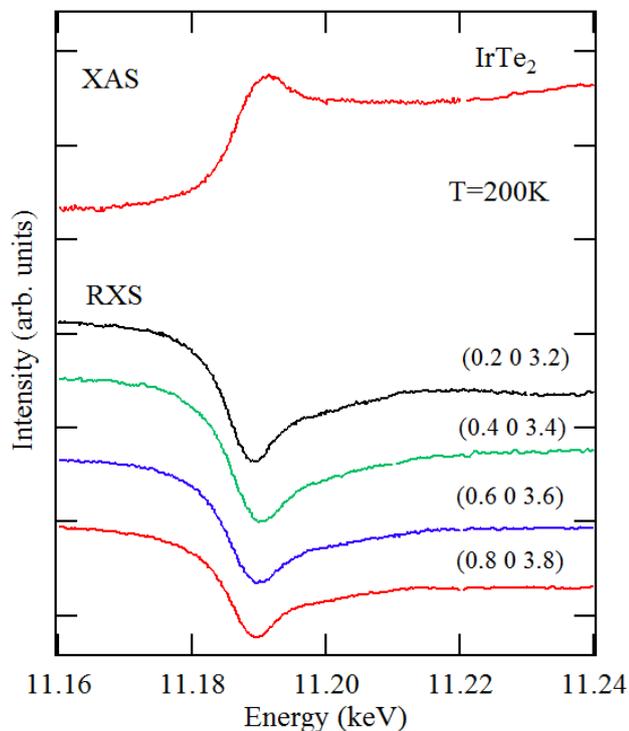


図 2 IrTe_2 の Ir L_3 端 RXS スペクトルと XAS

一方で、Te $M_{4,5}$ 吸収端 [4]及び L_1 吸収端[5]の RXS スペクトルの形状は Q 依存性を持ち、Te サイトに電荷変調が起こったモデルでよく再現される。つまりこれらの対照的な振る舞いからは、低温相の変調が、主として Te 5p 軌道側に存在していることが示唆される。

図 3 に $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ ($x=0.05$) の X 線回折を示す。 $x=0.04$ と比較して非常に強度は弱いだが、 $T=140\text{K}$ 以下で $x=0.0$ 等と同様の 5 倍周期の超格子回折が観察された。計 3 個の試料について測定を行ったが、いずれの試料においても超格子が観察された。 $x=0.05$ は電気抵抗や磁化率の温度依存性には $T=140\text{K}$ で、ほとんど異常が見られず、マクロには構造相転移が消失し、超伝導が観察される組成である。超伝導相と $Q=(1/5,0,-1/5)$ の構造相転移が共存していることが確認された。

4 まとめ

$\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ の Ir L_3 吸収端 RXS 測定を行った。その結果、 IrTe_2 ($x=0.0$) では、 $T=280\text{K}$ 以下で 5 倍周期の超格子が出現し、 $T=180\text{K}$ 以下で 8 倍周期の超格子が現れることを確認した。その Ir L_3 吸収端 RXS

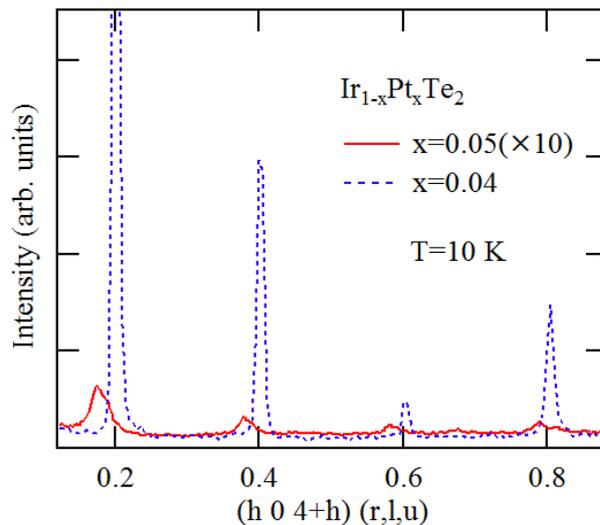


図 3 $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ ($x=0.05$) の X 線回折(超格子)

スペクトルには Q 依存性がほとんどなく、その形状は格子歪みから説明される。超伝導を示す $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ ($x=0.05$) においても $T < 140\text{K}$ 以下で $Q=(1/5,0,-1/5)$ で表される超格子回折が観察された。

謝辞

X 線自由電子レーザー重点戦略研究課題(科学技術振興機構)の支援を受けた。

参考文献

- [1] S. Pyon *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 053701 (2012).
- [2] J. J. Yang *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 116402 (2012).
- [3] K.-T. Ko *et al.*, Nature Comm. **6**, 7342 (2015).
- [4] K. Takubo *et al.*, Phys. Rev. B **90**, 081104(R) (2014).
- [5] K. Takubo *et al.*, unpublished.

成果

1. 田久保耕 他, “ $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ の共鳴 X 線散乱” 日本物理学会第 71 回年次大会 (東北学院大) 19aBN3(2016)

* ktakubo@issp.u-tokyo.ac.jp