

単結晶精密 X 線構造解析による CeCoSi の隠れた秩序に関する研究

A study on the hidden ordering of CeCoSi by single-crystal x-ray structure analysis

日高宏之^{1,*}, 小野寺進太朗¹, 田端千紘², 谷田博司³, 川村幸裕⁴

¹北海道大学大学院 理学研究院, 〒060-0810 北海道札幌市北区北 10 西 8

²日本原子力研究開発機構 物質科学センター, 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方 2-4

³富山県立大学 工学部, 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180

⁴室蘭工業大学 もの創造系領域, 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1

Hiroyuki HIDAKA^{1,*}, Shintaro ONODEAR¹, Chihiro TABATA², Hiroshi TANIDA³,
and Yukihiro KAWAMURA⁴

¹Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-0810, Japan

²Materials Sciences Research Center, JAEA, Tokai, Ibaraki 319-1195, Japan

³Liberal Arts and Sciences, Toyama Prefectural university, Imizu, Toyama 939-0398, Japan

⁴Muroran Institute of Technology, Muroran, Hokkaido 050-8585, Japan

1 はじめに

電子系が何らかの秩序によって自由度を凍結する際、その秩序変数が未解明な場合が存在する。それらは「隠れた秩序(Hidden order: HO)」と呼ばれ、多くの研究者を惹きつけてきた。最近、 $T_N = 9.4$ K の反強磁性(AFM)体として知られていた希土類金属化合物CeCoSi (正方晶; $P4/nmm$) が、 $T_0 \sim 12$ K で非磁性のHOを示すことが報告された[1]。このHOの起源としてCe-4f電子由来の電気多極子秩序の可能性が指摘されており[2,3]、最近の単結晶X線回折実験により T_0 以下の温度では正方晶から三斜晶へ対称性が低下することが示唆されている[4]。一方、 T_0 は磁場や圧力に敏感に応答することや同様の相転移が4f電子を持たないLaCoSiでは観測されないことから、HOの起源には4f電子が強く関与していることが示唆されるなど、解決すべき課題が残されている。

CeCoSiにおけるHOの解明には、Ceサイトの位置などの構造パラメータを含めたHO下における結晶構造の詳細を実験的に明らかにする必要がある。本課題では、振動写真法を用いた極低温までの単結晶X線回折実験を行うことで、過去の報告[4]より多くの反射を観測することを目指した。

2 実験

実験試料には、フラックス法により育成したCeCoSi単結晶試料を砕き、そこから得られた微細試料(数十 μm 程度)を用いた。試料の測定器への固定にはサファイヤピンを用いた。単結晶X線回折実験は、BL-8Aで振動写真法を用いて行った。測定温度範囲は300 K -7 Kであり、試料冷却にはGM冷凍機を使用した。

3 結果および考察

常磁性域に対応する20 Kにおいて、CeCoSiに由来する複数の反射を観測する事に成功した。しかし、非常に微細な試料を用いた測定であったため、精密構造解析に耐えうる十分な強度を持った反射を得るには至らなかった。本実験で得られた反射位置にはHOやAFM下でも明瞭な違いが見られなかったため、ラウエクラスを常磁性相と同じ $4/mmm$ と仮定し、格子定数の温度変化を求めた。その結果は、過去のX線回折実験[4]で報告されていた T_0 以下での a 軸の収縮と c 軸の膨張をおおよそ再現した。

さらに、図1に示すように、CeCoSiに由来する複数の反射が T_0 以下で明瞭に分裂する様子を観察する事にも成功した。この結果はHOに伴い晶系が低下するという過去の研究と矛盾しない[4]。

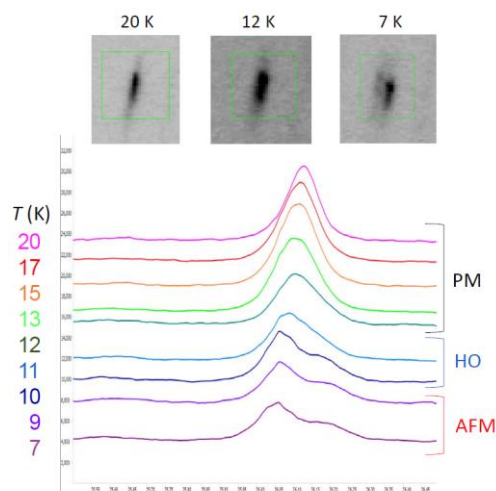


図1 : CeCoSi の低温相転移に起因した反射の分裂

4 まとめ

CeCoSi において 7 K までの極低温単結晶 X 線回折実験を行い, HO に起因した結晶の低対称化を観測することに成功した。今後, それぞれの反射の分裂の詳細を解析する事で, HO および AFM 相における晶系の解析を進めていく予定である。

参考文献

- [1] H. Tanida *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **88**, 054716 (2019).
- [2] M. Manago *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **90**, 023702 (2021).
- [3] M. Yatsushiro *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **89**, 013703 (2020).
- [4] T. Matsumura *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 064704 (2022).

* hidaka@phys.sci.hokudai.ac.jp