

ヘリカル磁性体 CrAs における圧力誘起超伝導

電子-格子相互作用を媒介とした従来の超伝導体とは異なり、非従来型超伝導の多くは磁気秩序相の近傍で出現する。銅酸化物高温超伝導体や鉄系超伝導体もそのような超伝導体として分類され、磁氣的相互作用がクーパー対形成に重要な役割を担っていると考えられている。非従来型超伝導は未だ未解明な部分も多く、新しい物質系での発見は超伝導研究の発展において重要な寄与を与えるものとして位置づけられる。

最近、神戸大学大学院理学研究科物理学専攻の研究グループはヘリカル磁性体 CrAs に圧力を印加することで磁気秩序を抑制し、加圧下で超伝導を出現させることに成功した。磁気相近傍で出現する超伝導としては Cr 系物質で初めての例であり、研究者の間で多くの注目を集めている。この成果は、日本物理学会が発行する英文誌 Journal of the Physical Society of Japan(JPSJ)の 2014 年 9 月号に掲載された。

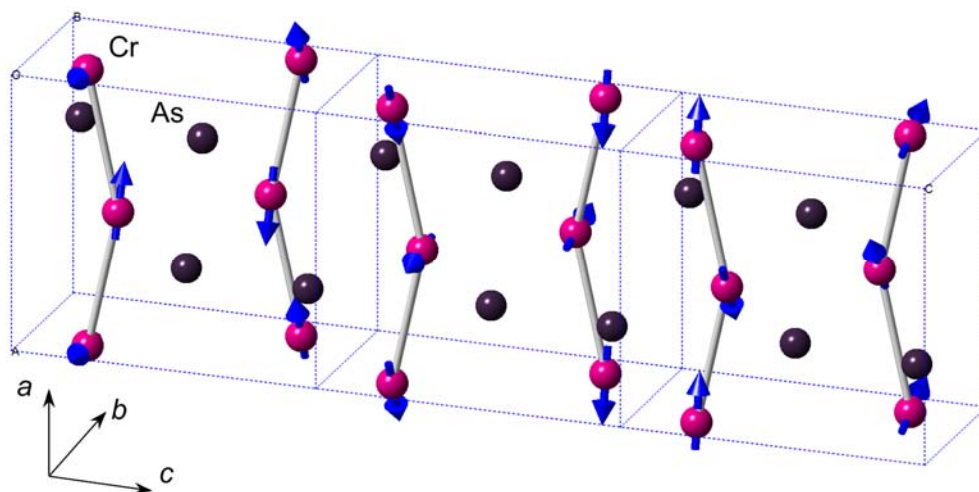


図 1. CrAs の結晶構造と中性子散乱で報告されているヘリカル磁気構造

CrAs は古くから知られたヘリカル磁性体であり、磁気転移温度 T_N は常圧で約 265 K である。結晶構造と過去の中性子散乱から報告されている磁気構造を図 1 に示す。斜方晶中の Cr サイト、As サイトは各々結晶学的に等価であり、Cr は a 方向にジグザグ鎖を形成している。Cr あたり約 $1.7 \mu_B$ の磁気モーメントは ab 面内に横たわっており、 c 軸方向に進むにつれて、図のようにジグザグ構造の中で 120° 回転し、隣り合うジグザグ鎖間の近接 Cr の間で逆方向に 180.5° 回転するという非整合周期のヘリカル構造を形成している。265 K の磁気転移において b 軸長が約 5.5 %、体積が約 4 % 増大する大きな磁歪を伴うことも特徴であり、磁気転移は 1 次転移となる。

圧力印加によりこの磁気転移温度が減少し、ヘリカル磁性相が消失することは 30 年以上前に報告されていたが、低温における物性測定は十分に行われていなかった。今回、研究グループは純良単結晶試料を用いた電気抵抗測定を行い、ヘリカル磁性相が消失した状態で約 2.2 K の超伝導転移を発見するに至った。

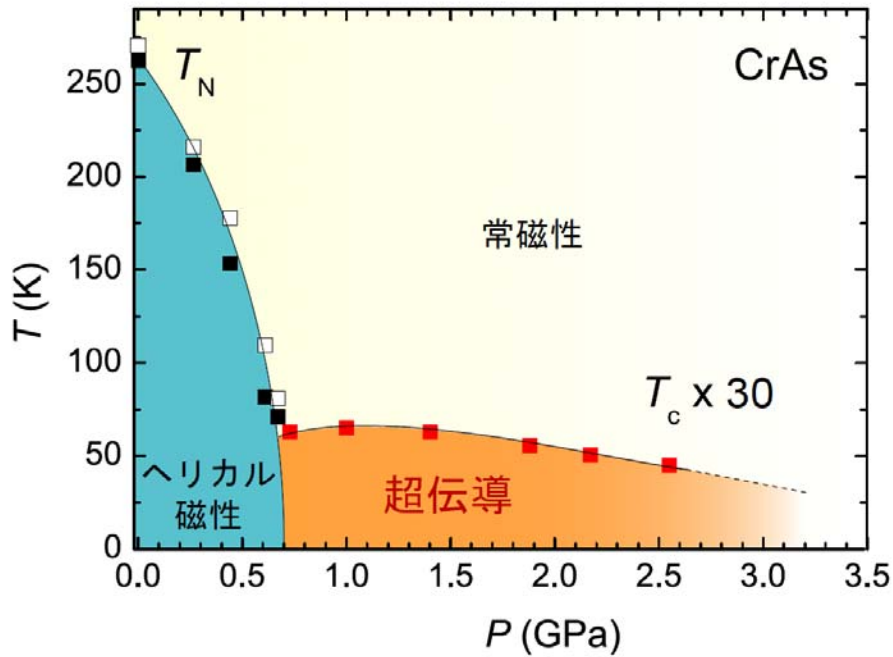


図 2. CrAs の温度－圧力相図。ヘリカル磁性相は約 0.7 GPa で消失し、約 2.2 K の超伝導が出現する。図では超伝導転移温度が 30 倍されている。

図 2 に、この研究により得られた CrAs の温度－圧力相図を示す。約 0.7 GPa の加圧によってヘリカル磁性相は消失し、常磁性相が安定となる。超伝導はヘリカル磁性相を抑制することによって出現し、超伝導転移温度 T_c は約 1.0 GPa で最大値 2.2 K をとり、更なる加圧で緩やかに減少していく。この温度－圧力相図はいくつかの鉄系超伝導体と類似しており、磁氣的相互作用と超伝導の間の強い関連がうかがえる。一方で、CrAs は鉄系超伝導体のような 2 次元的な結晶構造を持たず、また磁気構造も単純な反強磁性では無い点で、鉄系超伝導体を含む他の物質系との大きな違いも見られる。CrAs において、どのような機構で超伝導が引き起こされているか興味深く、また、類似の物質での超伝導の発見の可能性など、今後の研究の進展が期待される。

原論文

[Superconductivity of 2.2 K under Pressure in Helimagnet CrAs](#)

[Hisashi Kotegawa, Shingo Nakahara, Hideki Tou, and Hitoshi Sugawara, J. Phys. Soc. Jpn. **83**, 093702 \(2014\).](#)

問合せ先：小手川 恒（神戸大学大学院理学研究科）