

NMRによる UTe_2 の超伝導多重相に関する研究

NMR Study on Multiple Superconducting Phases of UTe_2 Under Pressure

M23海自12

派遣先 強相関電子系に関する国際会議2023 (韓国・仁川)

期 間 2023年7月2日～2023年7月8日 (6日間)

申請者 東北大学 多元物質科学研究所 助教 金城 克 樹

海外における研究活動状況

研究目的

非常に興味深い相図を示すスピン三重項超伝導体 UTe_2 におけるスピン三重項超伝導多重相において、核磁気共鳴法という微視的な測定手法を用いてその秩序の解明およびスピン三重項超伝導特有の現象を探索し、その原理の解明を目的としました。

海外における研究活動報告

2023年7月1日から7日にかけて韓国・仁川にて行われた強相関電子系の国際会議 (International Conference on Strongly Correlated Electron System (SCES2023)) でポスター発表を行いました。強相関電子とは、名の通り物質内部の電子同士が強く相関した状態であり、このような状態では超伝導・磁性など様々な興味深い現象が創発されます。SCESは強相関電子系についての世界最大規模の国際会議であり、31の国から711の発表、863人の参加がありました。前回のSCES2022はコロナ開けすぐということもあり参加者は少し少なかったですが、今回ではコロナ前同様の参加者が参加し、世界がやっと元に戻ったという感覚がありました。

超伝導とは、電気抵抗がゼロになるような量

子現象のことです。超伝導状態では2つの電子がペアを組むことが知られています。電子には小さな磁石であるスピンがありますが、2つペアを組むとき、その組み方が2種類あることは想像できます (同じ向きペアと反対向きペア)。同じ向きのペアを量子力学の言葉でスピン三重項超伝導と呼びます。このスピン三重項超伝導は基礎物理的な観点からも応用的な観点からも非常に注目を集めていますが、その実現例はほとんどありません。受領者は基礎物理的な観点からこのスピン三重項超伝導の研究を行っています。

今回の研究対象である UTe_2 はウランが含まれていますが、実験に用いる試料は精々0.1 g程度ですので、放射線量は非常に小さく、触れている時間も少ないのでまったく身体的な影響はありません。このウラン系超伝導体は、これまで発見された超伝導体の中で最も複雑な超伝導相図 (磁場をかけたときの超伝導のふるまい等) が観測されており、非常に注目を集めていました。今回、受領者は核磁気共鳴法という物質に対するMRIを行い、その内部の解明を行いました。

本研究では、圧力印可後の超伝導相では常圧での超伝導状態とは全く異なる状態であることを指摘しました。常圧での超伝導状態ではスピンがある程度いろいろな方向へ向けること

が先行研究から明らかになっていましたが、圧力下ではある一方の方向にスピンのそろっていることがわかりました。このような「超伝導-超伝導転移」が見られる現象を超伝導多重相と呼びますが、超伝導多重相内部のスピンの変化をとらえた初めての成果となっています。さらに非常に興味深いことに、より低温で2つの超伝導が共存する領域があることを明らかにしました。スピンの異なる2つの超伝導の共存によって、ある種の磁気的な秩序を示していることも明らかになりました。このような超伝導状態はいまだ報告された例はなく、より詳細な解明は今後の課題となりました。

本国際会議では申請者の発表について、多くの参加者と交流し、各分野の最前線の研究者と議論を深めることができ、有意義な時間を過ごすことができました。また、多くの質問を頂けましたので、私の名前を世界にアピールできた時間だったと思います。本研究成果は、

国際学術誌「Science」の姉妹誌である「Science Advances」に掲載されました。

本研究は受領者が京都大学の博士学生時代に行った研究です。受領者は現所属の東北大学へは移動したばかりで、自身の研究費もなかったため、もし村田学術振興財団の支援がなければ参加は難しかったと思われます。このような機会を損失することなく、資金面での手厚いご支援をいただいたことに深く御礼申し上げます。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

[講演題目]

SCES2023 “NMR study on multiple superconducting phases of UTe_2 under pressure”, K. Kinjo *et al.*

[発表論文]

“Superconducting spin reorientation in spin-triplet multiple superconducting phases of UTe_2 ” K. Kinjo *et al.*, Science Advances **9**, eadg2736 (2023).