



令和2年5月29日

報道機関 各位

東北大学金属材料研究所

### 「入れ子」構造になった超伝導 ～ウラン化合物の多重超伝導の発見～

#### 【発表のポイント】

- 超伝導の中に超伝導があるという、いわば「入れ子」構造の超伝導(多重超伝導)をウラン化合物  $UTe_2$  において初めて発見した。
- 圧力・温度・磁場を変えることで、様々な性質を持つ超伝導相が現れる。
- トポロジカル超伝導さらには量子コンピュータへの応用などの波及効果が期待される。

#### 【概要】

ウラン化合物のエキゾチック超伝導体  $UTe_2$  は、量子コンピュータへの応用を見据えた激しい研究競争が日米欧で行われています。東北大学金属材料研究所の青木大教授の研究グループは、CEA-Grenoble(フランス原子力庁)とともに、 $UTe_2$  の精密物性測定を行いました。その結果、超伝導が一様ではなく、内部に多様なタイプの超伝導相が含まれており、そのために磁場中で超伝導が誘起されるという驚くべき結果を得ました。超伝導の発現機構の根元に関わる成果です。多様なタイプの超伝導の存在を明らかにした本研究の成果は、超伝導の応用研究につながることを期待されます。

本研究の成果は、2020年5月号の日本物理学会英文誌「Journal of Physical Society of Japan (JPSJ)」に発表され、注目論文に選ばれました。

本件に関するお問い合わせ先

◆研究内容に関して  
東北大学金属材料研究所  
附属量子エネルギー材料科学国際研究センター  
教授 青木 大(あおき だい)  
Tel:029-267-3181 Fax:029-267-4947  
E-mail: aoki@imr.tohoku.ac.jp

◆報道に関して

東北大学金属材料研究所 情報企画室広報班  
TEL:022-215-2144 FAX:022-215-2482  
Email: pro-adm@imr.tohoku.ac.jp

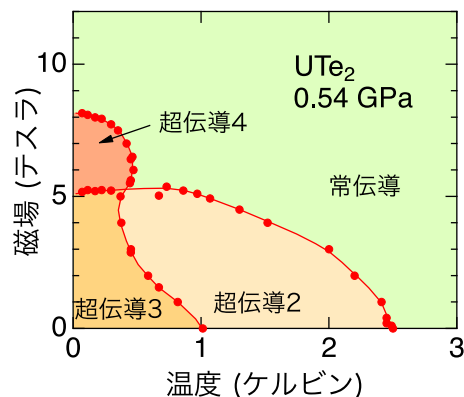
## 【詳細な説明】

### ○背景

核燃料として利用されるウランは、基礎研究という視点からも魅力的で多彩な物質群で溢れています。とくにウラン化合物の超伝導体は、その風変わりな性質を示すものが多いことで知られています。たとえば、通常は相反する物理現象である強磁性と超伝導が、ウラン化合物においては共存する例(強磁性超伝導)が知られています。さらに磁場によって誘起される超伝導という驚くべき性質も知られています。

### ○成果

強磁性超伝導の仲間であり、最近発見されたウラン化合物超伝導体  $UTe_2$  の熱容量を、高圧、強磁場、極低温の極限環境下で精密測定しました。その結果、図に示すように1) 超伝導の壊れる臨界磁場が低温で突然大きくなること、2) 一様な超伝導ではなく、超伝導の中に超伝導があるといういわば「入れ子」構造になっていて、多重超伝導を示すこと、3) 超伝導臨界磁場の増大が多重超伝導に密接に関係していること、を明らかにしました。



エキゾチック超伝導体  $UTe_2$  の圧力下の磁場-温度相図。一様な超伝導ではなく多様なタイプの超伝導が実現している。また「超伝導4」では磁場中で超伝導が誘起されている。

### ○展望および意義

多重超伝導は 2003 年のノーベル賞受賞にもつながった超流動  $^3He$  で観測されることが知られています。 $UTe_2$  は超流動  $^3He$  と同じように、スピン三重項状態という特殊な超伝導状態になっています。スピン三重項超伝導は、通常の超伝導と比べて自由度が高いので、様々なタイプの超伝導が内部で実現していると考えられます。スピン三重項超伝導はトポロジカル超伝導の主要な舞台であり、さらには量子コンピュータへの応用が期待されることから、日米欧で競争が激化しています。「量子コンピュータのシリコン」とも称される  $UTe_2$  の多様な超伝導の性質が明らかになったことで応用研究への加速が期待されます。

### ○共同研究機関および助成

本研究は、科研費・新学術領域研究「J-Physics:多極子伝導系の物理」および基盤研究(S)(A)の補助を得て行われました。

## 【発表論文】

雑誌名: J. Phys. Soc. Jpn. **89**, 053705 (2020)

英文タイトル: Multiple superconducting phases and unusual enhancement of the upper critical field in  $UTe_2$

全著者: D. Aoki, F. Honda, G. Knebel, D. Braithwaite, A. Nakamura, D. Li, Y. Homma, Y. Shimizu, Y. J. Sato, J. P. Brison, and J. Flouquet

DOI: 10.7566/JPSJ.89.053705