



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	STM Spectroscopy in Organic Superconductor κ -(BEDT-TTF-d[3,3]) ₂ Cu[N(CN) ₂]Br [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	岡, 雄基
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第11801号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58798
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yuki_Oka_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士 (理 学) 氏 名 岡 雄 基

審査担当者	主 査	教 授	野 村	一 成
	副 査	教 授	小 田	研
	副 査	教 授	河 本	充 司
	副 査	准教授	松 永	悟 明

学 位 論 文 題 名

STM Spectroscopy in Organic Superconductor κ -(BEDT-TTF-d[3,3])₂Cu[N(CN)₂]Br
(有機超伝導体 κ -(BEDT-TTF-d[3,3])₂Cu[N(CN)₂]Br における STM 分光)

博士学位論文審査等の結果について (報告)

有機超伝導体 κ -(BEDT-TTF)₂X (以降 BEDT-TTF は ET) は、従来型の *s*-波超伝導とは異なる振る舞いが見られたことから、盛んに研究がなされてきた。この超伝導は、圧力を媒介として電子相関を変化させた相図において、転移温度が上昇する方向に Mott 転移を挟んで反強磁性絶縁相が隣接して出現する。このため、スピン揺らぎ媒介による *d*-波超伝導が有力とされている。したがって、ET 分子を部分重水素化等によって電子相関を細かく制御して、相境界付近の超伝導を調べることは発現機構の解明に重要となっている。これまでに電子相関が相対的に弱い順に Cu(NCS)₂、d[0,0]-Br、d[2,2]-Br に対して角度分解トンネル分光 (STS) 測定により、超伝導ギャップが調べられ、いずれも $d_{x^2-y^2}$ で記述されることが分かっている。理論的には、スピン揺らぎ機構に基づき、電子相関の増加に伴い超伝導の対称性が $d_{x^2-y^2}$ から d_{xy} に変化することが提言されている。このことから、これまでの物質は電子相関はまだ弱いと理解される。このため、超伝導メカニズムの解明には、より相境界近くに位置する d[3,3]-Br に対して角度分解 STS 測定を行い、超伝導の対称性を決定することが重要となっている。

本論文は、d[3,3]-Br において伝導面および伝導面に垂直な側面に対してトンネル分光測定 (STS) を行い、超伝導の対称性を決定し、その機構を議論したものである。側面に対して行う角度分解 STS は、波数空間の異方的超伝導ギャップを高いエネルギー分解能で直接観測が可能である。さらに、本研究ではより詳細な面内異方性を調べるために集束イオンビーム装置 (FIB) を用いて単結晶試料を切断し、その角度側面に対しても STS を行った。

著者は伝導面の測定で観測されたギャップ形状から、異方的超伝導ギャップ $\Delta = \Delta_0 \cos 2\theta$ で記述されることを見出した。次に、試料側面での STS では、as-grown 側面と FIB 加工側面の両方で測定を行い、ノード付近の V 字型のギャップからアンタイノード付近の U 字型のギャップまで、4 回対称性を持って系統的に変化することを明らかにした。この結果は同時に FIB 加工側面での角度分解 STS が有機超伝導体研究に対して有効な手法であることを示している。解析から、ギャップサイズは $2\Delta_0/k_B T_c$ は ~ 6.7 と見積もられ、弱結合の平均場理論における値 ($2\Delta_0/k_B T_c = 4.28$) よりもかなり大きいことから、強結合 *d*-波超伝導であると理解される。*d*-波の対称性は、これまでの ET 塩と同様にまずは $d_{x^2-y^2}$ であることが分かった。このことは d[3,3]-Br においても未だに電子相関は十分に強くないと考えられる。一方で、(1,0,0)面の STS では U 字型だけでなく V 字型のギャップも観測された。これら 2 種類のギャップは同一側面で観測され、それぞれが $d_{x^2-y^2}$ と d_{xy} に対応する。つまり同一側面内に $d_{x^2-y^2}$ と d_{xy} の両方の対称性が共存している可能性を示唆している。d[3,3]-Br は、超伝導と絶縁領域が混在していることが知られているが、このために超伝導領域のバルクの部分では $d_{x^2-y^2}$ であるが、絶縁領域近傍では電子相関が局所的に強くなり d_{xy} に対応するギャップが観測されたと予想される。つまり、この結果は電子相関の増加によって超伝導対称性の変化が部分的に起こったと解釈され、この系がスピン揺らぎ機構による超伝導である強い証拠を与えるものと推測される。

以上のように、著者は d[3,3]-Br に対して角度分解 STS 行うことで、その超伝導の対称性を決定した。同時に、 κ -ET 塩がスピン揺らぎ超伝導であることを支持する結果を得た。さらに、FIB 加工面における STS を用いて有機物試料の電子状態を調べる手法を確立した。これらのことは、物性物理学の発展に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士 (理学) の学位を授与される資格あるものと認める。