

読者の広場

Q&A

Q : 「お酒や大気が誘起する鉄系超伝導？」

A : 2008年に発見された鉄系超伝導は、第二の高温超伝導体として期待されている<sup>1)-3)</sup>。最近この発見を契機に、新超伝導体の探索が活発に行われている。我々が注目しているのは、鉄系超伝導体の中でもっともシンプルな結晶構造を持つ11系と呼ばれる物質である。図1に11系の相図を示す。FeSeは超伝導体であり、常圧での $T_c$ は10 K前後であるが、興味深いことに高圧下では37 Kまで上昇する<sup>4)-8)</sup>。一方、FeTeは、FeSeと結晶構造がほぼ同じであるにもかかわらず超伝導は示さず、反強磁性体である。即ち、monoclinic相に入ると反強磁性磁気秩序が安定し、超伝導は発現しないのである<sup>9)</sup>。

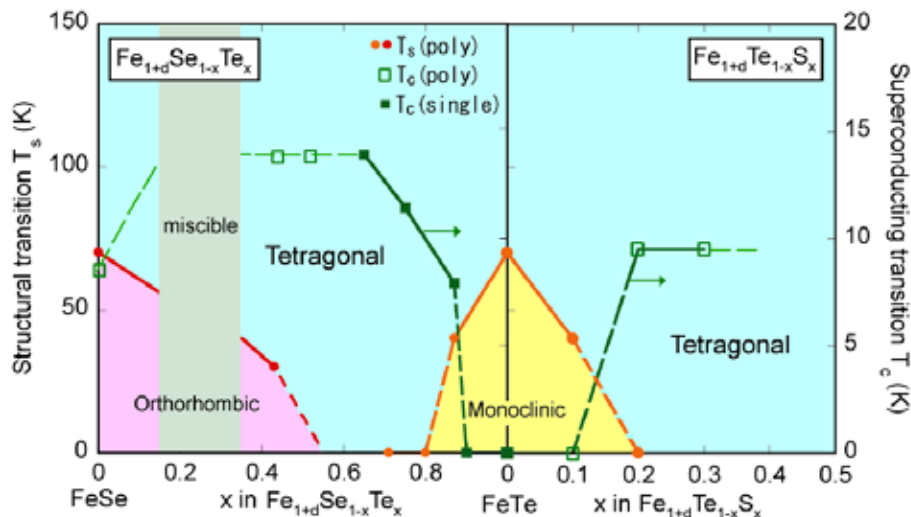


図1 鉄系超伝導体11系の相図

そこで、我々はFeTeの磁気秩序を抑制し超伝導を発現させることに挑戦した<sup>10)</sup>。まず、硫黄SをドーピングしたFeTeを固相反応法で作成したところ、反強磁性磁気秩序が抑制されることが分かった。仕込量で20% SをドーピングしたFeTe<sub>0.8</sub>S<sub>0.2</sub>は、期待通り磁気秩序は消失したが、超伝導は発現しなかった。ところが驚いたことに、一週間後、同じ試料を測定したところ、試料は超伝導体になっていることが分かった<sup>11)</sup>。即ち、この試料は大気に暴露することによって超伝導が発現したのである。図2に、磁化の温度変化を示す。大気暴露時間が増加するにしたがい超伝導体積率が增加することが分かる。

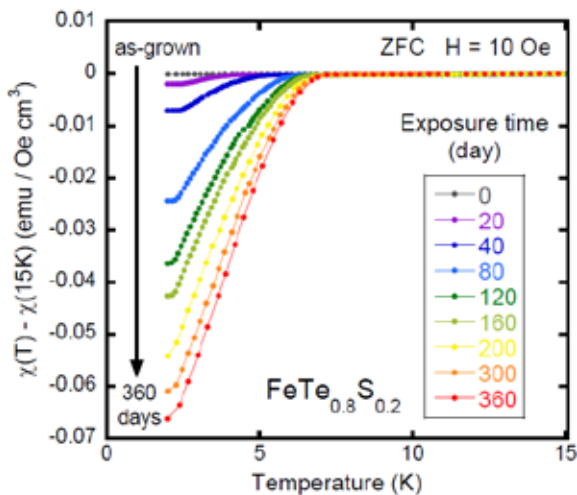


図2 さまざまな大気暴露期間における磁化の温度依存性

この大気が誘発する不思議な現象を解明すべく、試料を酸素、窒素、水など、さまざまな環境に置いて、超伝導発現の有無を調べた。その結果、室温では水分と酸素が共存するとき超伝導が発現することが分かった<sup>11),12)</sup>。その他の研究結果に鑑みて、水が触媒のような効果をもたらす試料に酸素を送り届け、超伝導が発現したものと考えられる。さらに我々は、超伝導発現に有効な触媒を求め様々な液体を試験した。例えば、水酸基 HO を持つ液体は有効ではないかと考えメタノールやエタノールなどを用いたところ、期待に反して超伝導発現量は水と同程度であった<sup>13),14)</sup>。

そこで、お酒で同様の実験を行ってみた<sup>13),14)</sup>。なぜならば、お酒も水エタノール水溶液であり、お酒は酸素と反応する成分を含んでいるためである。実験に用いたお酒は、赤ワイン、白ワイン、ビール、日本酒、ウイスキー、焼酎の6種類であり、それぞれのお酒と、純水、水エタノール混合溶液、無水エタノールに試料を浸し、70度で24時間保持した。得られた試料を磁化測定し、超伝導体積率を見積もったところ、驚いたことに、赤ワインに浸した試料は、水エタノール混合溶液の場合に比べて6-7倍大きく、最も小さかった焼酎でも2-3倍もあった(図3)。これらのことから、お酒に含まれる水エタノール以外の不純物が、超伝導発現に寄与したことが分かる。現在、お酒の成分を分析し、超伝導発現の鍵となる物質の解明に取り組んでいる。

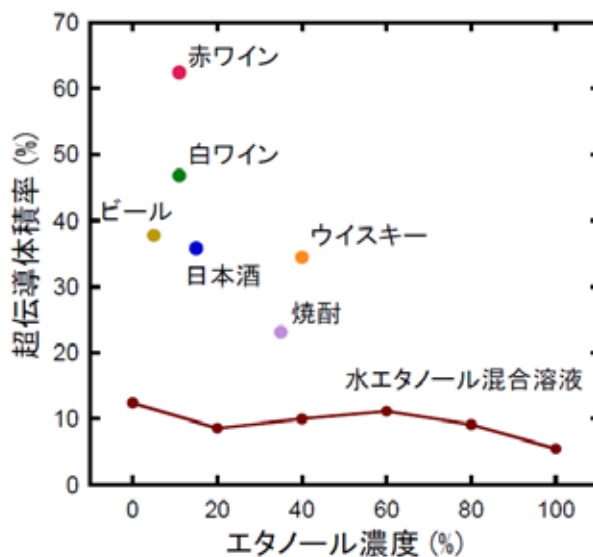


図3 70 24時間さまざまなお酒に浸した試料の超伝導体積率

参考論文：

- 1) Y. Kamihara, T. Watanabe, M. Hirano and H. Hosono, J. Am. Chem.Soc. 130, 3296 (2008).
- 2) K. Ishida, Y. Nakai and H. Hosono, J. Phys. Soc. Jpn. 78, 062001 (2009).
- 3) Y. Mizuguchi and Y. Takano, J. Phys. Soc. Jpn., in printing. (arXiv: 1003.2696)
- 4) F. C. Hsu, J. Y. Luo, K. W. The, T. K. Chen, T. W. Huang, P. M. Wu, Y. C. Lee, Y. L. Huang, Y. Y. Chu, D. C. Yan and M. K. Wu, Proc. Nat. Acad. Sci. 105, 14262 (2008).
- 5) Y. Mizuguchi, F. Tomioka, S. Tsuda, T. Yamaguchi and Y. Takano, Appl. Phys. Lett. 93, 152505 (2008).
- 6) S. Margadonna, Y. Takabayashi, Y. Ohishi, Y. Mizuguchi, Y. Takano, T. Kagayama, T. Nakagawa, M. Takata and K. Prassides, Phys. Rev. B 80, 064506 (2009).
- 7) S. Medvedev, T. M. McQueen, I. Trojan, T. Palasyuk, M. I. Erements, R. J. Cava, S. Naghavi, F. Casper, V. Ksenofontov, G. Wortmann and C. Felser, Nature Mater. 8, 630 (2009).
- 8) S. Masaki, H. Kotegawa, Y. Hara, H. Tou, K. Murata, Y. Mizuguchi and Y. Takano, J. Phys. Soc. Jpn. 78, 063704 (2009).
- 9) K. W. Yeh, T. W. Huang, Y. L. Huang, T. K. Chen, F. C. Hsu, P. M. Wu, Y. C. Lee, Y. Y. Chu, C. L. Chen, J. Y. Luo, D. C. Yan and M. K. Wu, Europhys. Lett. 84, 37002 (2008).
- 10) Y. Mizuguchi, F. Tomioka, S. Tsuda, T. Yamaguchi and Y. Takano, Appl. Phys. Lett. 94, 012503 (2009).
- 11) Y. Mizuguchi, K. Deguchi, S. Tsuda, T. Yamaguchi and Y. Takano, Phys. Rev. B 81, 214510 (2010).

- 12) Y. Mizuguchi, K. Deguchi, S. Tsuda, T. Yamaguchi and Y. Takano, Europhys. Lett. 90, 57002 (2010).
- 13) K. Deguchi, Y. Mizuguchi, T. Ozaki, S. Tsuda, T. Yamaguchi and Y. Takano, arXiv:1008.0666.
- 14) <http://sc-smn.jst.go.jp/sciencenews/frontier.html> こちらで実験の動画がご覧になれます。

回答者：独立行政法人 物質・材料研究機構 ナノフロンティア材料グループ 高野義彦 様

[超電導 Web21 トップページ](#)