

200 K を超える硫化水素の超伝導相の結晶構造

榮永 茉莉 (EINAGA Mari)
大阪大学基礎工学研究科附属
極限科学センター 特任助教
einaga@hpr.stec.es.osaka-u.ac.jp

2014 年末、超高压下 150 GPa での硫化水素 (H_2S) が超伝導転移温度 $T_c = 190 \text{ K}$ の超伝導を示すことが Eremets らより報告され、大きな衝撃を与えた[1]。これまで報告されていた最高の T_c を 30 K 以上も更新し、我々のごく身近に存在しているこの物質には、国内外の多くの研究者の関心が集まっている。そもそも、高压物性分野の研究者が水素を含む物質に注目していたのは Ashcroft により 400 万気圧 (400 GPa) で単体水素が金属化して室温超伝導を示すことが理論的に予測されていたためである[2]。しかしながら、水素の高反応性・拡散性による高压セルへの水素封入の難しさや、400 GPa もの超高压力発生などの実験的な困難さから未だ実現していない。その後、Ashcroft は水素を多く含む化合物であれば単体水素より低い圧力において、室温に迫る T_c を実現するとしたが、これまでに報告のあったのはシラン (SiH_4) の $T_c \sim 17 \text{ K}$ のみであった[3,4]。硫黄の水素化物である H_2S は、理論計算より超伝導となるとされた水素化物の中でも比較的高い $T_c \sim 80 \text{ K}$ を示すとされていた[5]。実際に加圧してみると、予測を大幅に超える $T_c \sim 200 \text{ K}$ が観測されたのである。

この物質の超伝導のメカニズムを解明するためには、超伝導領域における結晶構造の情報が必要不可欠である。本研究グループでは、Eremets らとの共同研究によって硫化水素・硫化重水素の高压下 X 線回折実験および電気抵抗測定と同時に測定から硫化水素の高温超伝導相の結晶構造を明らかにした[6] (図右)。本セミナーでは、我々がこれまで明らかにしてきた硫化水素の高压下における結晶構造や、Eremets らとは独立で行った超伝導の再現性について紹介する。

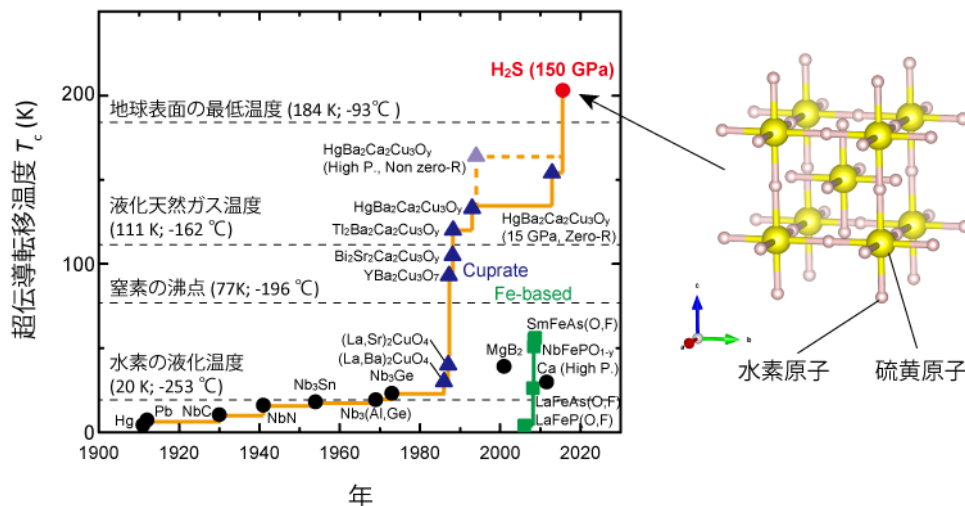


図 (左) 超伝導転移温度 T_c の推移、(右) 理論的に予測された硫化水素の高温超伝導相 (立方晶構造の H_3S)。XRD・電気抵抗測定から、この構造が高温超伝導相であることが強く示唆された。

- [1] A. P. Drozdov *et al.*, arXiv1412.0460 (2014), arXiv1506.08190 (2015), A. P. Drozdov *et al.*, *Nature*, **525** (2015) 73-76.
- [2] N. W. Ashcroft, *Phys. Rev. Lett.* **21** (1968) 1748-1750.
- [3] N. W. Ashcroft, *Phys. Rev. Lett.* **92** (2004) 187002.
- [4] M. Eremets *et al.*, *Nature*, **319** (2008) 1506.
- [5] Y. Li *et al.*, *J. Chem. Phys.*, **140** (2014) 174712.
- [6] M. Einaga *et al.*, *Nature Physics*, **12** (2016) 835-838.