

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

トピックス：高温超電導の新たな展開

「圧力誘起分子解離によって生じる $T_c = 200\text{ K}$ の超伝導体の結晶構造」

大阪大学
基礎工学研究科附属極限科学センター
榮永茉莉

これまでの最高の超伝導転移温度である水銀系銅酸化物の $T_c = 164\text{ K}$ を大きく更新する $203\text{ K}(-70\text{ }^\circ\text{C})$ の T_c が Drozdov らにより高圧下 $150\text{ 万気圧}(\sim 150\text{ GPa})$ の硫化水素で発見された¹⁾。この超伝導は BCS 理論により予測される限界の $T_c = 40\text{ K}$ を大きく超えるものであった。

室温を超える T_c は、最も軽い元素である単体水素の超高压下 400 GPa 以上で理論的に予測されていたが、水素封入や超高压発生などの実験的困難さから実現していない。水素を多く含む水素化合物でも高い T_c が予想されているが、実験的に明らかであるのはシラン(SiH_4)の $T_c = 17\text{ K}$ のみであった²⁾。近年、新たに H_2S において 160 GPa で $T_c = 80\text{ K}$ が予測されていたが³⁾、実際には倍以上の T_c が観測されたことになる。Drozdov らの報告の後、すぐさま理論計算によるこの超伝導物質の構造探索が行われ、硫化水素は加圧によって次式で示される分子解離を起こすことが予測された： $3\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{H}_3\text{S} + \text{S}$ ⁴⁾。また、高圧下で body-centered cubic (bcc) 構造を持つ H_3S は 200 K の超伝導を良く説明できる。

この結晶構造を実験的に明らかにするため、筆者のグループは Drozdov らと協力して放射光 X 線回折(XRD)・電気抵抗の同時測定を SPring-8 でおこなった⁵⁾。図 1 に室温での XRD 測定の結果を示す。図に示すとおり、硫化水素と重硫化水素のパターンはどちらも理論計算で予測された bcc 構造の H_3S と単体硫黄の高圧相である β -ポロニウム構造の混相としてほぼすべてのピークを説明でき、主相は H_3S であった。試料が超伝導となる低温でも室温と同様の XRD パターンが保たれていた。したがって、 H_2S は理論計算が示したように bcc の原子配列を持つ H_3S と単体硫黄となると考えられる。

圧力誘起分子解離による硫化水素の超伝導が発見され、分子性構造を持つような他の水素化合物も圧力下では高い T_c を示す可能性が示唆された。今後、水素化合物の超伝導の研究がさらに進み、室温超伝導体の実現に向けた大きな手掛かりとなることが期待される。

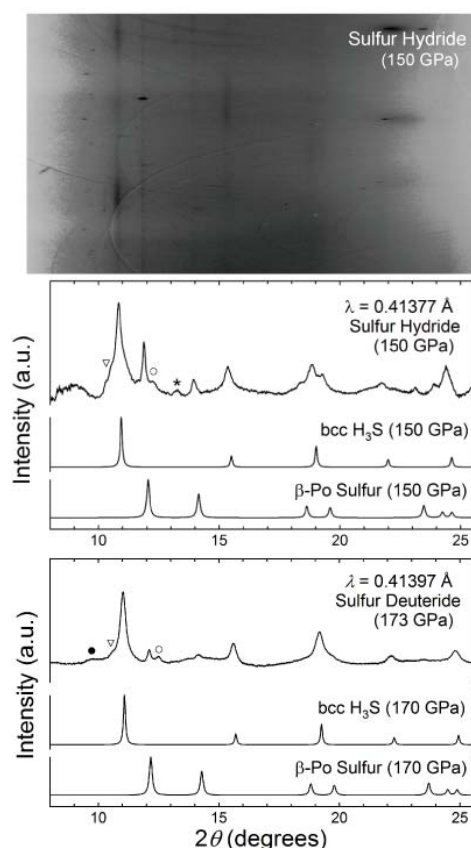


図 1. 硫化水素の XRD 測定の結果。

(上段) イメージングプレート上に露光された試料からの反射を開いたもの。

(中段) 上段を積分して得られた Sulfur hydride の XRD パターンと、bcc 構造の H_3S と β -Po 構造の単体硫黄のシミュレーションパターン。

(下段) Sulfur deuteride の XRD パターン。

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

参考文献：

- 1) A. P. Drozdov *et al.*, Preprint: <http://arxiv.org/abs/1412.0460> (2014), A. P. Drozdov *et al.*, Nature, 525 (2015) 73-76.
- 2) M. I. Eremets *et al.*, Nature, 319 (2008) 1506.
- 3) Y. Li *et al.*, J. Chem. Phys., 140 (2014) 174712.
- 4) D. Duan, *et al.*, Phys. Rev. B 91 (2015) 180502, I. Errea *et al.*, Phys. Rev. Lett. 114 (2015) 157004 など。
- 5) M. Einaga *et al.*, Preprint: <http://arxiv.org/abs/1509.03156> (2015).

[超電導 Web21 トップページ](#)