The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | High-Temperature Superconductivity of H3S Synthesized from Elemental Sulfur and Hydrogen |
| Author(s) | 中尾, 敏臣 |
| Citation | 大阪大学, 2019, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/72284 |
| rights | |
| Note | やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

# 論　文　内　容　の　要　旨

| 氏　名　（　中尾　敏臣　） | |
|---|---|
| 論文題名 | High-Temperature Superconductivity of $H_3S$ Synthesized from Elemental Sulfur and Hydrogen<br>（単体の硫黄と水素から合成された$H_3S$の高温超伝導） |

論文内容の要旨

本博士論文は、申請者が博士課程において行った（1）高圧力下での水素化物合成及び電気抵抗測定の実験手法の開発と、（2）単体の硫黄と水素から高温高圧合成された硫黄水素化物（$H_3S$）の超伝導観測の2つの成果について述べたものである。

（1）高圧下の水素化物は理論計算によって$T_c$ = 200-300 K級の高温超伝導を示すことが提唱され、高い注目を集めている。しかし、これらの高温超伝導物質を実験的に合成した、または超伝導転移を観測した例は少ない。これは多くの場合、水素化物の常圧相と高圧下の化学的組成が異なるために、既知の水素化物を圧縮しても望む物質が得られないためである。単体元素と水素から高圧下で水素化物を合成する実験（レーザー加熱法）がいくつかのグループによって試みられてきたが、単体水素を技術的困難からその超伝導性の検証には至っていなかった。そこで申請者はダイヤモンドアンビルセル（DAC）内でレーザー加熱法と超伝導測定のための電気抵抗測定を同時に行う新たな実験手法を開発し、これを可能にした。

（2）硫黄水素化物$H_3S$は高圧力下で200 Kを超える$T_c$を示す。従来の$H_3S$における超伝導観測の実験では、$H_3S$を合成するために$H_2S$を低温下で加圧するという手法が取られてきた（$3H_2S \rightarrow 2H_3S + S$）。申請者らは（1）で開発した実験手法を用いて単体の硫黄と水素から$H_3S$を合成し（$2S + 3H_2 \rightarrow 2H_3S$）、超伝導転移の観測を行った。粉末X線回折実験による構造解析によって、$H_3S$を合成できたことが確認された。電気抵抗測定では、先行研究の実験で得られた$T_c$の値に良く一致する$T$ = 200 Kで超伝導転移と考えられる急峻な電気抵抗の減少を観測し、開発した実験手法の有効性を確認した。

様式７

# 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏　　名　　（　　中尾　敏臣　　） | | |
|---|---|---|
| 論文審査担当者 | （職） | 氏　　名 |
| | 主 査　　教　授 | 清水　克哉 |
| | 副 査　　教　授 | 宮坂　博 |
| | 副 査　　准教授 | 草部　浩一 |
| | 副 査　　教　授 | 井澤　公一 |

## 論文審査の結果の要旨

近年、水素化物が高圧力下で発現する高温超伝導が注目されている。申請者はそのなかで硫化水素の高温超伝導に注目し、これまでとは異なる新規な手法による水素化物合成方法を開発し、合成した硫黄水素の結晶構造および超伝導性について述べている。

(1) 水素化物合成方法の開発について：たとえば硫化水素の場合は、水素化物の常圧相（$H_2S$）と高圧下の化学的組成（$H_3S$）が異なる。このように既知の出発物質となり得る水素化物を圧縮して目的の水素化物が得られることもあるが、多くの場合は望む物質が得られない。したがって、単体元素と水素から高圧下で水素化物を合成する実験（レーザー加熱法）が他のいくつかのグループによって試みられている。しかし単体水素を扱いかつ超伝導検出をかのうにすることの技術的困難からその超伝導性の検証までは至っていなかった。そこで、申請者はダイヤモンドアンビルセル（DAC）内で単体元素と水素を加圧し、加圧下でレーザー加熱を行う手法と超伝導測定のための電気抵抗測定を同時に達成させる実験手法を開発したものである。

(2) 合成した硫黄水素の結晶構造および超伝導性について：申請者は（1）で開発した実験手法を用いて、単体の硫黄と水素を圧縮し、高圧力下でレーザー加熱によって合成した。同時に粉末X線回折実験を行い、合成物の結晶構造を解析したところ、$H_3S$の合成（$2S + 3H_2 \rightarrow 2H_3S$）を確認し、さらに低温での電気抵抗測定を行い、先行研究の実験で得られた超伝導転移温度（$T_c$）の値に良く一致する$T = 200$ Kで超伝導転移を観測した。この開発した合成実験手法により、高い結晶性をもつ目的の水素化物の合成が可能であり、超伝導転移もその高い結晶性を反映した急峻なものであったことで、本開発手法が有効であることを確認している。

上記のとおり本論文に示された結果は、高温超伝導が期待される水素化物の合成において極めて重要であるといえる。また今後期待される新水素化物の探索研究に展開できると考えられ、本論文は博士(理学)の学位論文として価値のあるものと認める。