

所属・資格 物理学科・教授

申請者氏名 高橋 博樹

研究課題		スピンドラー型鉄系化合物 BaFe_2Se_3 の元素置換効果と圧力効果
報告の概要	研究目的 および 研究概要	2008年2月に発見された鉄系超伝導体は、新しい高温超伝導体として世界中の物性科学者の関心を集めている。これらの鉄系超伝導体は、鉄の正方格子の伝導面を持つ層状化合物である。一方、我々のグループが2015年7月に、11万気圧の圧力下で超伝導を示すことを報告したスピンドラー型超伝導体 BaFe_2Se_3 は、鉄のはしご格子を基本とした構造を持った新超伝導物質である。従前型鉄系超伝導体と比較すると、両物質の磁氣的性質には、共通点が多いが、超伝導発現機構について多くの異なる性質が指摘されており、詳しい実験的研究が急務である。本研究では、圧力下での、絶縁体－金属転移、および超伝導転移について知見を得るため、 $\text{BaFe}_{2+d}\text{Se}_3$ 、 $\text{BaFe}_2(\text{Se}_{1-x}\text{S}_x)_3$ を用いて、圧力効果による研究を進めた。
	研究の結果	圧力誘起超伝導を示す BaFe_2S_3 の T_c は、圧力に対してドーム状に変化を示すことが示されており、最高 T_c は 17 K であった。昨年度は、S を Se で置換した BaFe_2Se_3 について高圧下で電気抵抗測定を行ったところ約 10 K で圧力誘起超伝導が観測された。 BaFe_2Se_3 および BaFe_2S_3 は、1 気圧では反強磁性を示す磁性絶縁体であり、 BaFe_2S_3 はストライプ型反強磁性体で、 BaFe_2Se_3 はブロック型反強磁性体という異なった磁気構造を持っている。鉄のはしご格は共通しているが、1 気圧の磁気構造が異なることから、高圧下で現れる超伝導のメカニズムが異なっている可能性もある。本研究では、 BaFe_2Se_3 の性質を詳しく調べるために、 $\text{BaFe}_{2+\delta}\text{Se}_3$ の T_c の過剰鉄依存性を調べたところ、 δ が 0,0.1 の場合は圧力依存性がほぼ同じであったが、 δ が 0.2 の場合超伝導の発現する圧力がやや高めであった。また、 $\text{BaFe}_2(\text{Se}_{1-x}\text{S}_x)_3$ の元素置換系の測定はまだ $x=0.75$ の 1 点のみで、超伝導を観測している。
	研究の考察・反省	圧力誘起超伝導を示す BaFe_2S_3 は、14 GPa で 17 K の T_c をもつものに対し、 BaFe_2Se_3 は 11 GPa で 11 K の T_c を持つ。 BaFe_2Se_3 の T_c がやや低く観測されるのは、磁気構造の違いや磁気相のモーメントが大きいことに由来している可能性がある。11 GPa で完全に磁気モーメントが抑制されていない可能性も指摘されており、磁性消失すると考えられるより高い圧力までの測定を行ったが、超伝導に特有の信号は得られなかった。また、 $\text{BaFe}_{2+\delta}\text{Se}_3$ の T_c の過剰鉄依存性からは、超伝導発現の過剰鉄依存性が得られた。過剰鉄と化合物の界面での磁気相互作用が超伝導発現に影響を与えるのでないかと思われ、磁性と超伝導の関係性について考察を進めている。また、 $\text{BaFe}_2(\text{Se}_{1-x}\text{S}_x)_3$ の元素置換系については、測定途上であり、今後詳細な実験データを収集し解析を進める予定である。
研究発表 学会名 発表テーマ 年月日/場所	研究発表 学会名 発表テーマ 年月日/場所	※この欄は、本報告書提出時点で判明している事項についてご記入ください。 研究発表 (1) 関口修平, 三浦響太, 川島千弦, 上岡隼人, 高橋博樹, 吉松公平, 大友明, 「Ti4O7, Ti3O5 の高圧下電気抵抗測定 II」, 日本物理学会 2018 秋季大会 (2018 年 9 月 10 日, 同志社大学) (2) 菊池遼介, 川島千弦, 高橋博樹, 今泉聖司, 青山拓也, 大串研也, 「梯子型鉄系化合物 BaFe_2Se_3 の圧力効果」, 日本物理学会 2018 秋季大会 (2018 年 9 月 10 日, 同志社大学) (3) 三嶽晶弘, 新里拓巳, 川島千弦, 高橋博樹, 郷地順, 上床美也, 松浦康平, 新井佑基, 水上雄太, 芝内孝禎, 藤原直樹, 笠原成, 松田祐司, 「FeSe 単結晶の異方的圧力効果」, 日本物理学会 2018 秋季大会 (2018 年 9 月 10 日, 同志社大学) (4) 矢田叶美, 川島千弦, 飯村壮史, 松石聡, 細野秀雄, 高橋博樹, 「1111 系鉄系超伝導体 $\text{LnFeAsO}_{1-x}\text{Hx}$ ($\text{Ln} = \text{Sm}, \text{Tb}$) オーバードープ領域での圧力効果」, 2018 秋季大会 (2018 年 9 月 10 日, 同志社大学) (5) H. Takahashi, Achievement Award 受賞講演 “Pressure effect for iron-based superconductors”, The 9th Asian Conference on High Pressure Research (ACHPR9 2018), Sep. 30-Oct. 3, 2018, Nanyang Technological University, Singapore (6) 三嶽晶弘, 新里拓巳, 川島千弦, 高橋博樹, 郷地順, 上床美也, 松浦康平, 新井佑基, 水上雄太, 芝内孝禎, 藤原直樹, 笠原成, 松田祐司, 「キュービックアンビルプレスによる FeSe 単結晶の異方的圧力効果」, 第 59 回高圧討論会 (2018 年 11 月 27 日, 岡山理科大学) (7) 矢田叶美, 川島千弦, 飯村壮史, 松石聡, 細野秀雄, 高橋博樹, 「オーバードープ領域での 1111 系鉄系超伝導体 $\text{LnFeAsO}_{1-x}\text{Hx}$ ($\text{Ln} = \text{Sm}, \text{Tb}$) の圧力効果」, 第 59 回高圧討論会 (2018 年 11 月 27 日, 岡山理科大学) (8) 菊池遼介, 川島千弦, 高橋博樹, 今泉聖司, 青山拓也, 大串研也, 「梯子型鉄系化合物 BaFe_2Se_3 の圧力効果」, 第
研究成果物 テーマ 誌名 巻・号 発行年月日 発行所・者	研究成果物 テーマ 誌名 巻・号 発行年月日 発行所・者	

	<p>59回高圧討論会 (2018年11月27日, 岡山理科大学)</p> <p>(9) 三浦響太, 関口修平, 川島千弦, 上岡隼人, 高橋博樹, 吉松公平, 大友明, 「Ti₄O₇, Ti₃O₅ の高圧下電気抵抗特性」, 第59回高圧討論会 (2018年11月27日, 岡山理科大学)</p> <p>論文成果物</p> <p>(1) Shuhei Sekiguchi, Takuya Shiraishi, Kyota Miura, Chizuru Kawashima, Kohei Yoshimatsu, Akira Ohtomo, Hayato Kamioka, Hiroki Takahashi, “High-pressure Study of Superconductivity in Ti₄O₇ Film”, J. Phys. Soc. Jpn., 88, 035001 (2 pages) (2019) (査読あり)</p> <p>(2) 山内徹、平田靖透、高橋博樹、南部雄亮、佐藤卓、大串研也、「梯子型鉄系化合物 BaFe₂S₃における圧力誘起超伝導」、固体物理 vol. 54, no.1 27-42 (2019)</p>
--	--