

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：82108

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02177

研究課題名(和文)ダイヤモンドアンビルセルを利用した新規超伝導体の探索

研究課題名(英文) Exploration of new superconductors using diamond anvil cell

研究代表者

高野 義彦 (TAKANO, Yoshihiko)

国立研究開発法人物質・材料研究機構・国際ナノアーキテクトニクス研究拠点・MANA主任研究者

研究者番号：10354341

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：高い超伝導転移温度を示す金属水素化物超伝導体の発見は、Ashcroftが唱えた理論の信憑性を裏付けるもので、大変注目を集めている。金属水素化物超伝導体の探索には、高圧下における電気抵抗測定が不可欠である。そこで我々は、高圧下電気抵抗測定が容易になるように、ホウ素ドーパダイヤモンド電極をアンビル上に予め微細加工した独自のダイヤモンドアンビルセル(DAC)を開発してきた。本研究ではこのDACに高圧合成の機能を付加し、合成と電気抵抗測定を同時に行うことに成功した。本装置を用いて、Sn3S4の高圧合成を行い、圧力を維持したまま低温の電気抵抗測定を行うことにより、新奇超伝導体を発見することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

超伝導体は、電気抵抗が全く無い状態で電流を流すことができるため、ロス無く電気のエネギーを長距離送電することや貯蔵することが可能となり、超伝導は環境エネルギー問題解決の切り札として期待されている。しかし、唯一超伝導体で課題となることは、超伝導転移温度が室温より低いため、冷却にコストがかかる事である。我々研究者は、冷却しなくても使える室温超伝導体の発見のために日夜努力してきた。本研究は夢の室温超伝導体発見のための基礎基盤研究であり、今後、未知なる革新的な超伝導体の発見に資するものである。

研究成果の概要(英文)：The discovery of metal hydride superconductors that exhibit high superconducting transition temperatures has attracted considerable attention because it confirms the theory proposed by Ashcroft. In the search for metal hydride superconductors, electrical resistivity measurements under high pressure are indispensable. To facilitate the measurement of electrical resistivity under high pressure, we have developed a unique diamond anvil with a boron-doped diamond electrode fabricated on the anvil. In this study, we added the function of high-pressure synthesis to this DAC and succeeded in performing synthesis and electrical resistance measurement simultaneously. Using this apparatus, we succeeded in discovering a novel superconductor by performing high-pressure synthesis of Sn3S4 and measuring its electrical resistivity at low temperatures simultaneously without removing the pressure.

研究分野：超伝導、超高压

キーワード：超伝導 超高压 ダイヤモンド

1. 研究開始当初の背景

超高压下において H₃S が超伝導転移温度 T_c=203K を示すことが 2015 年に報告され、歴代超伝導体の最高 T_c の記録が塗り替えられた[1]。さらに最近論文誌において、LaH₁₀ が T_c~260K を示すと発表され大いに注目を集めている。これは、水素が金属化すれば室温高温超伝導になると 1968 年に Ashcroft が唱えた理論の信憑性を裏付けるもので、現在、多くの理論家が超高压下で超伝導になる物質を予測している。

上述の金属水素化物超伝導体の発見により、水銀系銅酸化物超伝導体の圧力下の超伝導転移温度 T_c の記録が数十年ぶりに塗り替えられ、さらに T_c は室温に迫る勢いで上昇しているため、金属水素化物超伝導体は大変大きな注目を集めている。銅酸化物超伝導体からの大きな飛躍は、最近発見されている金属水素化物超伝導体は、基本的に BCS タイプであり、理論的に超伝導転移温度の予測が可能であることにある。そのため、これまで新超伝導体の発見は実験主導であったが、この水素化物超伝導体より理論計算主導にトレンドが変わりつつある。

理論主導にトレンドが変わりつつあることは、高压で起こる超伝導を探索する上で大きなメリットである。なぜなら高压実験は非常に難しく、一つの測定に場合によっては数ヶ月を要するため、絨毯爆撃的な研究は不可能である。理論予想された物質にターゲットを絞り込むことにより、発見確率を高めることが出来ることは大きなメリットである。しかし、これまでの理論予想は、2 元素系化合物がほとんどであったが、3 元素系以上になると元素の組み合わせが多くなり、理論といえども網羅的に探索することはやはり難しくなってくる。これらの状況を鑑み、理論予想の新しいアプローチとより簡便な高压実験法の開発が、新しい高温超伝導体の探索に不可欠であると考えられる。

2. 研究の目的

金属水素化物超伝導体の探索には、超高压環境の安定的発生と高压下における電気抵抗測定が不可欠である。10GPa を超える超高压の発生にはダイヤモンドアンビルセル(DAC)の利用が不可欠であるが、DAC を用いた高压下電気抵抗測定は電極挿入に職人的技術が必要なため大変困難である。そこで我々は、電気伝導性の高いホウ素ドーパダイヤモンド電極をアンビル上に予め成膜および微細加工し、超高压下電気抵抗測定が容易に行える新しい DAC を独自に開発してきた。

本研究の目的は、上述の現在開発中の電気伝導性の高いホウ素ドーパダイヤモンド電極をアンビル上に予め微細加工した独自開発のダイヤモンドアンビルをより高性能化し、150GPa 以上の超高压下電気抵抗測定をこれまでより容易にする装置開発をまず最初に行う。このホウ素ドーパダイヤモンド電極を備えたアンビルは、割れるまで電極もろとも再利用可能で、サンプルの入れ替えも平行合わせも容易であるというメリットを備えており、世界に我々のグループだけの独自性の高い測定装置である。

装置開発に引き続き、上記 DAC 超高压発生装置を駆使して、理論家と協力しながら水素化物を中心に高压下電気抵抗測定を行い、新規高温超伝導体を発見することを次なる目的としている。新規超伝導体を発見した暁には、そのメカニズム解明に取り組むとともに、類似した電子状態、フォノン状態をもつ物質を探索し超伝導の可能性を検討する。これらの研究を通して、Ashcroft の提唱した金属水素は室温超伝導であるかという「問い」の答えの糸口を導き出したと思う。

3. 研究の方法

新超伝導体の探索実験では、繰り返し測定を行うことが求められているため、超高压下における電気抵抗測定をより容易にするための DAC 装置の改良を行う必要がある。図 1 に、従来の一般的な DAC 装置と我々が提案している新しい DAC 装置の比較を示す。一般的な DAC 装置では、電気抵抗測定のために 4 端子電極をアンビル間に挿入する必要がある。電極には細い白金線や金線を用いることが多いが、これらはサンプルと一緒に加圧されるため、断線やショート、時にはガスケットと電極との絶縁破壊などさまざまな問題が発生する。そのため、圧力下の電気抵抗測定は熟練

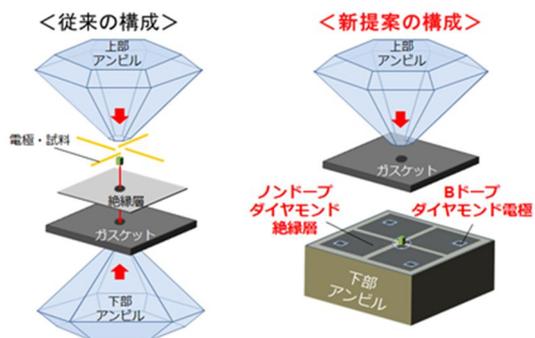


図 1. DAC の従来と新提案の比較

した技術が不可欠な大変困難な実験である。

我々は、特別な技術を持たなくても DAC 装置を用いて圧力下電気抵抗測定を可能にするために、圧力下で変形しない丈夫な電極をあらかじめダイヤモンドアンビル上に形成する新しい手法を提案してきた。電極材料として、我々がこれまで研究を積み重ねてきた、ホウ素ドープダイヤモンドを用いる。ホウ素ドープダイヤモンドは超伝導を示すほどの高い電気伝導性を示し、天然のダイヤモンドに匹敵する高い硬度を有することがこれまでに分かっている。この手法により、試料を電極上に乗せ加圧するだけで、別途電極を挿入する必要もなく、電気抵抗測定が可能となった[4]。図2に、電気抵抗とホール係数を同時に測定するための6端子とゲート電極も備えた電極パターンを示す。電子線リソグラフィによる微細加工であり、より高圧用に、さらに小さなパターンも描画可能である。本研究では、この新しい電極挿入型 DAC をより高い圧力を発生させられるように改良するとともに、加熱機能など新たな機能を付加することを試み、理論的予想により超伝導の可能性が示唆されている様々な物質について高圧下電気抵抗測定を行い、新超伝導体を発見する。

4. 研究成果

理論による超伝導候補物質の多くは、超高压では安定であるものの常圧では不安定であり分解してしまうものが多い。このような試料は、高圧合成装置で合成してから、高圧測定装置に入れ替えて評価することが出来ない。そこで、我々は、ダイヤモンドアンビルに新しい機能を付加させて、高圧合成と高圧測定を同じセルで連続して行えるように改良を加えることを試みた。

これまでに行われてきた DAC による一般的な試料合成は、レーザー加熱による方法が主である。レーザー加熱の利点は、サンプルのみを加熱できることや最高温度が高いことなどが挙げられる一方、温度制御が難しいこと、均熱性が悪いこと、装置が大がかりでレーザーが危険であることなどの問題点がある。他の加熱方法に外熱方式などもあるが、セル全体を加熱してしまうため、熱で配線が劣化するため電気抵抗測定用のセルには適さない。そこで我々は、制御性が良く安全でコンパクトな加熱方法を思考し、以下にまとめるようにヒーター付ダイヤモンドアンビルの開発を行った。

図2に示すように、我々は、サンプル測定用の4-6端子に加え、ジュール加熱用のヒーター回路と温度評価用の温度計回路を、一つのダイヤモンドアンビル上に加工した。ヒーター回路は電流印加による加熱を行う回路であるため、比較的太い配線パターンとした。ここへ外部から電流を印加しジュール熱により約1000度まで加熱することに成功した。さらに、温度制御性を高めるために、温度計回路も製作した。ホウ素ドープダイヤモンドの電気抵抗の温度依存性は、ホウ素ドープ量が低い場合は、半導体的な特性を示すが、ホウ素濃度が高くなるほど、温度に依存しない平坦な特性となり、金属的な伝導特性へ変化していく。温度計として用いるためには、電気抵抗が温度に対して緩やかな半導体的特性を示すことが望ましい。そのため、温度計回路には、ホウ素濃度を若干低めに設定したダイヤモンド薄膜を用いることとした。実際の高圧合成実験の前に、温度計回路の抵抗値と実際の温度の相関を予め測定し、抵抗温度計として校正しておく。温度に関しては、熱電対や放射温度計を併用してズレが無いことを確認した。

合成および測定サンプルとして Sn_3S_4 を選定した。この物質は理論的に高圧下で超伝導の出現が予想されているが、常圧不安定なため未だ実験に成功していない。サンプルの抵抗値をモニターしながらヒーター回路に電流を印加し温度計回路によりアンビルの温度をモニターした。ダイヤモンドは熱伝導率がとても高いので、ダイヤモンドアンビル内は均熱性が高いと考えられる。そのため、アンビルの側面で温度測定してもアンビル内の他の部分とほぼ同一の温度であると思われる。

加熱時の測定結果を図3に示す。温度上昇時はサンプルの電気抵抗が減少していくが、温度降下時も電気抵抗が引き続き減少し、加熱時と冷却時のサンプルの抵抗値に大きな開きが現れた。これは、加熱によりサンプルが半導体から金属へ変化した事を裏付けることであり、高温高圧合成が成功したことを示唆している。

圧力を維持したまま、引き続

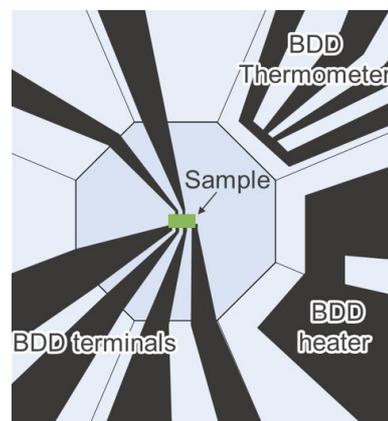


図2. ヒーターアンビルの模式図

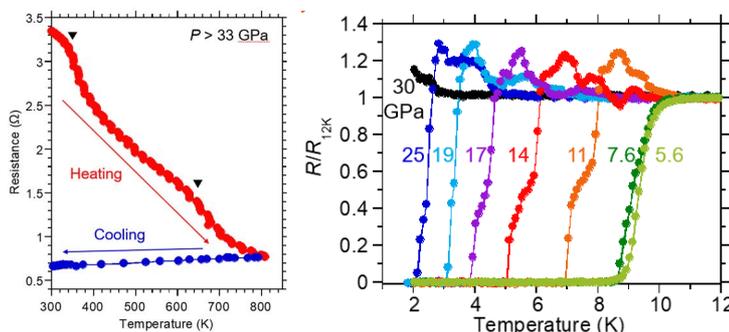


図3. Sn_3S_4 の高圧合成と超伝導特性

き低温の電気抵抗の温度依存性をカンタムデザイン社の PPMS を用いて測定した。サンプルは金属的な電気抵抗の振る舞いを示し、最低温度である 2K まで、超伝導の出現に伴う電気抵抗を急激な減少は現れなかった。その後、ゆっくりと圧力を減少させながら電気抵抗の温度依存性を評価したところ、圧力約 25GPa において、 $T_c \sim 3K$ の超伝導が出現した。さらに圧力が減少すると、少しずつ超伝導転移温度が上昇する興味深い現象が現れた。超伝導転移温度は、5.6GPa まで圧力の減少とともに上昇し $T_c \sim 10K$ を示し、さらに減圧すると、サンプルが分解し超伝導も消失した（図 3 参照）。本実験で確認されたように、本超伝導相は高圧でのみ安定であるため、高圧合成後そのまま低温測定出来る装置でなければ超伝導を発見することは出来なかったのである。本報告書においては Sn_3S_4 系の結果のみを示すが、本発見に引き続き関連物質の超伝導体も発見することが出来たことを申し添えておく。これらの点を鑑みても、超伝導体探索において合成と評価を一体化させた電極付ヒーターアンビルの活用は、今後不可欠になっていくものと思われる。我々はさらに本 DAC システムを改良し、新たな超伝導体の発見につなげていきたいと思う。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Terashima Kensei, Nakano Satoshi, Nakamura Kazuki, Yamamoto Sayaka, Yamamoto Takafumi D., Ishikawa Takahiro, Adachi Shintaro, Irifune Tetsuo, Imai Motoharu, Takano Yoshihiko	4. 巻 61
2. 論文標題 High-Pressure Synthesis of Superconducting Sn ₃ S ₄ Using a Diamond Anvil Cell with a Boron-Doped Diamond Heater	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 4476 ~ 4483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.2c00013	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Matsumoto Ryo, Yamamoto Sayaka, Nemoto Yoshihiro, Nishimiya Yuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 7
2. 論文標題 Electrical Transport Measurements on Layered La(0,F)BiS ₂ under Extremely High Pressure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 25 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/condmat7010025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Matsumoto Ryo, Nakano Satoshi, Yamamoto Sayaka, Takano Yoshihiko	4. 巻 60
2. 論文標題 Synthesis and electrical transport measurement of superconducting hydrides using diamond anvil cell with boron-doped diamond electrodes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 090902 ~ 090902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac1a49	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Matsumoto Ryo, Yamamoto Sayaka, Adachi Shintaro, Sakai Takeshi, Irifune Tetsuo, Takano Yoshihiko	4. 巻 119
2. 論文標題 Diamond anvil cell with boron-doped diamond heater for high-pressure synthesis and in situ transport measurements	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 053502 ~ 053502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0059705	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Sadki El Hadi S., Tanaka Hiromi, Yamamoto Sayaka, Adachi Shintaro, Younis Adnan, Takeya Hiroyuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 730
2. 論文標題 Concurrent synthesis and boron-doping of amorphous carbon films by focused ion beam-assisted chemical vapor deposition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Thin Solid Films	6. 最初と最後の頁 138704 ~ 138704
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tsf.2021.138704	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Hou Zhufeng, Adachi Shintaro, Yamamoto Sayaka, Tanaka Hiromi, Takeya Hiroyuki, Irifune Tetsuo, Terakura Kiyoyuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 33
2. 論文標題 Experimental Observation of Pressure-Induced Superconductivity in Layered Transition-Metal Chalcogenides (Zr,Hf)GeTe ₄ Explored by a Data-Driven Approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 3602 ~ 3610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.1c00272	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Yamamoto Sayaka, Takano Yoshihiko, Tanaka Hiromi	4. 巻 6
2. 論文標題 Crystal Growth and High-Pressure Effects of Bi-Based Superconducting Whiskers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 12179 ~ 12186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.1c00880	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Hou Zhufeng, Adachi Shintaro, Nagao Masanori, Yamamoto Sayaka, Song Peng, Kataoka Noriyuki, de Castro Pedro Baptista, Terashima Kensei, Takeya Hiroyuki, Tanaka Hiromi, Yokoya Takayoshi, Irifune Tetsuo, Terakura Kiyoyuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 40
2. 論文標題 Data-driven exploration for pressure-induced superconductors using diamond anvil cell with boron-doped diamond electrodes and undoped diamond insulating layer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 High Pressure Research	6. 最初と最後の頁 22 ~ 34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/08957959.2019.1695253	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Hou Zhufeng, Hara Hiroshi, Adachi Shintaro, Tanaka Hiromi, Yamamoto Sayaka, Saito Yoshito, Takeya Hiroyuki, Irifune Tetsuo, Terakura Kiyoyuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 59
2. 論文標題 Crystal Growth, Structural Analysis, and Pressure-Induced Superconductivity in a AgIn5Se8 Single Crystal Explored by a Data-Driven Approach	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 325 ~ 331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.9b02295	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Adachi Shintaro, Sadki El Hadi S., Yamamoto Sayaka, Tanaka Hiromi, Takeya Hiroyuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 2
2. 論文標題 Maskless Patterning of Gallium-Irradiated Superconducting Silicon Using Focused Ion Beam	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 677 ~ 682
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaem.9b00781	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Adachi Shintaro, Matsumoto Ryo, Yamamoto Sayaka, Yamamoto Takafumi D., Terashima Kensei, Saito Yoshito, Esparza Echevarria Miren, Baptista de Castro Pedro, Song Peng, Iwasaki Suguru, Takeya Hiroyuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 116
2. 論文標題 Demonstration of electric double layer gating under high pressure by the development of field-effect diamond anvil cell	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 223506 ~ 223506
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0004973	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Einaga Mari, Adachi Shintaro, Yamamoto Sayaka, Irifune Tetsuo, Terashima Kensei, Takeya Hiroyuki, Nakamoto Yuki, Shimizu Katsuya, Takano Yoshihiko	4. 巻 33
2. 論文標題 Electrical transport measurements for superconducting sulfur hydrides using boron-doped diamond electrodes on beveled diamond anvil	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Superconductor Science and Technology	6. 最初と最後の頁 124005 ~ 124005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6668/abbdc5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Song Peng, Matsumoto Ryo, Hou Zhufeng, Adachi Shintaro, Hara Hiroshi, Saito Yoshito, Castro P B, Takeya Hiroyuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 32
2. 論文標題 Pressure-induced superconductivity in SnSb ₂ Te ₄	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 235901 ~ 235901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-648X/ab76e2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yamamoto Sayaka, Matsumoto Ryo, Adachi Shintaro, Takano Yoshihiko, Muto Hiroyuki, Tanaka Hiromi	4. 巻 541
2. 論文標題 Crystal size improvement of Bi-based superconducting whiskers under stress-controlled condition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Crystal Growth	6. 最初と最後の頁 125669 ~ 125669
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcrysgro.2020.125669	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Nagao Masanori, Ochi Masayuki, Tanaka Hiromi, Hara Hiroshi, Adachi Shintaro, Nakamura Kazuki, Murakami Ryo, Yamamoto Sayaka, Irifune Tetsuo, Takeya Hiroyuki, Tanaka Isao, Kuroki Kazuhiko, Takano Yoshihiko	4. 巻 125
2. 論文標題 Pressure-induced insulator to metal transition of mixed valence compound Ce(0,F)SbS ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 075102 ~ 075102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5079765	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Song Peng, Adachi Shintaro, Saito Yoshito, Hara Hiroshi, Yamashita Aichi, Nakamura Kazuki, Yamamoto Sayaka, Tanaka Hiromi, Irifune Tetsuo, Takeya Hiroyuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 99
2. 論文標題 Pressure-induced superconductivity in tin sulfide	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 184502-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.99.184502	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto Ryo, Goto Yosuke, Yamamoto Sayaka, Sudo Kenta, Usui Hidetomo, Miura Akira, Moriyoshi Chikako, Kuroiwa Yoshihiro, Adachi Shintaro, Irifune Tetsuo, Takeya Hiroyuki, Tanaka Hiromi, Kuroki Kazuhiko, Mizuguchi Yoshikazu, Takano Yoshihiko	4. 巻 100
2. 論文標題 Pressure-induced superconductivity in the layered pnictogen diselenide Nd _{0.8} F _{0.2} Sb _{1-x} Bi _x Se ₂ (x=0.3 and 0.7)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 094528-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.100.094528	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Adachi Shintaro, Matsumoto Ryo, Hara Hiroshi, Saito Yoshito, Song Peng, Takeya Hiroyuki, Watanabe Takao, Takano Yoshihiko	4. 巻 12
2. 論文標題 Pressure effect in Bi-2212 and Bi-2223 cuprate superconductor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 043002 ~ 043002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1882-0786/ab0521	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nagao Masanori, Miura Akira, Matsumoto Ryo, Maruyama Yuki, Watauchi Satoshi, Takano Yoshihiko, Tadanaga Kiyoharu, Tanaka Isao	4. 巻 296
2. 論文標題 Growth and transport properties under high pressure of Pr ₀ Bi ₂ S ₂ single crystals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Solid State Communications	6. 最初と最後の頁 17 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ssc.2019.04.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hara Hiroshi, Adachi Shintaro, Matsumoto Ryo, Saito Yoshito, Takeya Hiroyuki, Takano Yoshihiko	4. 巻 58
2. 論文標題 Fabrication of a superconducting YBa ₂ Cu ₄ O ₈ film via coprecipitation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 070902 ~ 070902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab2866	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松本凌, Hou Zhufeng, 寺倉清之, 高野義彦	4. 巻 54,
2. 論文標題 データ駆動型網羅探索による新規圧力誘起超伝導体の加速的探索	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 固体物理	6. 最初と最後の頁 413-420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 山根 和樹 松本 凌 只野 央将 寺嶋 健成 高野 義彦
2. 発表標題 高圧合成とその場電気抵抗測定によるIn-S系超伝導体の発見
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松本 凌 田中 博美 高野 義彦
2. 発表標題 高温超伝導体の探索と実用化に向けた取り組み
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 Exploration of new superconductors by materials data and high pressure
3. 学会等名 創発物性科学研究センターセミナー (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 Data driven exploration of superconductors using new diamond anvil cell
3. 学会等名 The 1st KOSEN Research International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松本 凌 足立 伸太郎 山本 貴史 寺嶋 健成 高野 義彦
2. 発表標題 DACを用いた電気二重層トランジスタの高圧力下駆動に関する検討
3. 学会等名 第63回高圧討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山根和樹 松本凌 山本貴史 寺嶋健成 足立伸太郎 廣戸孝信 竹屋浩幸 長澤光晴 高野義彦
2. 発表標題 Nb1-xB2の高圧合成と超伝導特性の圧力効果
3. 学会等名 第63回高圧討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 マテリアルズインフォマティクスとバンドエンジニアリング
3. 学会等名 日本物理学会新潟支部 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 Data driven method to discover new superconductors
3. 学会等名 NCHU-NIMS Workshop on Devices Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 データと機械学習を使った新超伝導体探索
3. 学会等名 基研研究会・京都大学基礎物理学研究所 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 データを使った新超伝導体探索
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 データベースを用いた圧力誘起超伝導材料の開発
3. 学会等名 ナノテック 2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 New approach to discover novel superconductors using data driven method
3. 学会等名 10th Asian Conference on Applied Superconductivity and Cryogenics (ACASC) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 マテリアルズ・インフォマティクスによる新規超伝導体の探索
3. 学会等名 応用物理学会 超伝導分科会 第59回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 超高压下物性測定技術の改良とデータ科学による新超伝導体の探索
3. 学会等名 令和1年度物性研究所短期研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 Discovery of new superconductors under high pressure using materials informatics
3. 学会等名 the 10th East Asia Symposium on Superconductor Electronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 Data-driven exploration of new functional materials including superconductors under high pressure
3. 学会等名 International Conference on Condensed Matter and Materials Science-2019 (ICCMMS-19) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高野 義彦
2. 発表標題 マテリアルズ・インフォマティクスによる新超伝導体開発
3. 学会等名 第9回電子光技術シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 松本凌、高野義彦	4. 発行年 2020年
2. 出版社 (株)シーエムシー・リサーチ	5. 総ページ数 270
3. 書名 材料およびプロセス開発のためのインフォマティクスの基礎と研究開発最前線	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------