

令和 2 年 5 月 22 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04013

研究課題名(和文) 硫黄水素化物の新奇高温超伝導相の解明を目指した超高压核磁気共鳴実験の開拓

研究課題名(英文) Nuclear magnetic resonance study for high temperature superconductivity under high pressure

研究代表者

椋田 秀和 (Mukuda, Hidekazu)

大阪大学・基礎工学研究科・准教授

研究者番号：90323633

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)：新奇な高温超伝導相が高压力など極端条件下に置かれた水素化物、鉄系超伝導、銅酸化物などで発見されてきた。それら未解明の高温超伝導現象に対し、核磁気共鳴(NMR)実験を行いミクロな視点から超伝導の起源の解明実験を行った。ダイヤモンドアンビルおよびさらなる超微小試料でのNMR感度上昇へつながらず得たと同時に最適化へ向けた課題も残した。これら一連の高温超伝導研究で得られた新しい知見を学術論文11件、国内外の学会78件などで成果発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで知られる典型的な高温超伝導体である銅酸化物や鉄系物質では超高压などの極端条件下で大きな超伝導転移温度の上昇が起こり、超高压下の水素化物では突如新奇高温超伝導相が現れる。これら高温超伝導現象がなぜ起こるのか、現在その問題に迫ることのできる実験手法は限られるが、これら一連の物質系での極端条件下も含めた新奇な高温超伝導相の多様性および普遍性の探究は、今後より高い超伝導転移温度を持つ物質開発につながると期待される。

研究成果の概要(英文)：Among the various high temperature superconducting materials, we have studied the several unidentified high temperature superconducting phases under extreme conditions by nuclear magnetic resonance (NMR) techniques. We also developed the nuclear magnetic resonance techniques for the very small crystals under high pressure. We have reported them in academic journals(11) and the international/domestic conferences(78).

研究分野：超伝導

キーワード：核磁気共鳴 超伝導

## 1. 研究開始当初の背景

世界中で超伝導物質探索が行われているが、まだ室温に迫るような高温超伝導物質は発見されていない。バルク材料として応用が期待される銅酸化物では、最高超伝導転移温度  $T_c = 135\text{K}$  をもつ水銀系銅酸化物において  $10\text{GPa}$  以上の高圧下で  $T_c = 153\text{K}$  まで上昇する。鉄系高温超伝導体では過剰電子ドーピングされた系において  $10\text{GPa}$  級の高圧下で突如  $60\text{K}$  近い第2の高温超伝導相が発見され、さらに原子層レベルの超薄膜にすると  $65\text{K}$  を超える高温超伝導現象が観測された。2015年には地球の内部の圧力に相当するほどの超高圧下においた水素化物で新奇高温超伝導相( $T_c = 203\text{K}$ )が発見された。このように超伝導転移温度  $T_c$  が劇的に上昇する高温超伝導現象が極端条件下で続々と報告されてきた。それらは微小試料かつ圧力セルの中でしか実現しないため実験的アプローチが著しく困難で、主として電気抵抗およびマイスナー効果などのマクロ測定がなされたにとどまる。超伝導を担う電子状態の解明に不可欠な最先端スペクトロスコピー実験の適用の可能性を、これまで困難とされてきた極端条件下の超微小試料に対して拡げていくことが強く求められている。それら極端条件下を含めた未解明のまま残されている高温超伝導現象を解明していくことが、さらなる新超伝導材料の探索および超伝導の応用へ向けた重要な道しるべになると期待される。

## 2. 研究の目的

核磁気共鳴(NMR)法で物質横断的に調べることで、未解明の高温超伝導現象の多様性および普遍性をミクロな実験的視点から解明することを目的とする。物質のターゲットとして、水素化物、鉄系、銅酸化物の高温超伝導物質群、さらに新奇超伝導機構が期待される物質系としてバレンススキップ系などの将来の高温超伝導候補物質群で新しい超伝導現象の解明に取り組んだ。大きな挑戦的な技術開発課題としてダイヤモンドアンビルを用いた超高圧 NMR 測定技術の開発に取り組んだ。並行して、過剰電子ドーピング域の鉄系高温超伝導と高圧下の新しい超伝導機構の探索、Mott 絶縁体近傍の強相関極限にある高温超伝導の起源解明を目指した超低ドーピング銅酸化物の新奇な基底状態の探索、将来の新しい高温超伝導相になる可能性のあるバレンススキップ系超伝導現象の解明にも取り組んだ。微小試料や超高圧下でしか起こらない超伝導現象は、超伝導の将来の応用を見据えると不利であるため、将来の新しい高温超伝導相になり得る可能性のある新しい候補物質群の開発、探究することも、高温超伝導の応用へ向けて欠かせない。極端条件下で最適化された様々な物質系の高温超伝導相の多様性および普遍性を物質横断的に追究した。

## 3. 研究の方法

原子スケールの視座をもつ核磁気共鳴(NMR)測定を主な実験手法とし、原子選択性を生かしてその原子位置での局所構造や電子状態および超伝導特性を明らかにする。測定対象となる良質な超伝導試料は、多層型銅酸化物や鉄系超伝導の超高圧下の研究には、伊豫氏(産総研)(多層型銅酸化物と過剰電子ドーピングされた鉄系物質)、常盤氏(東理大)(多層型銅酸化物)、宮坂氏(阪大)(過剰電子ドーピングされた鉄系超伝導)、渡辺氏(弘前大)(超低ドーピング Bi2223 単結晶)、神戸氏(岡山大)(インターカレート FeSe 系)、山浦氏(NIMS)(ペロフスカイトブロック層を持つ鉄系超伝導)を中心に高品質試料の提供を受けた。超高圧力の発生では清水グループ(阪大)と Eremets グループに協力いただいた。

## 4. 研究成果

### (1) ダイヤモンドアンビルを用いた超高圧 NMR 測定技術の開発

非磁性でかつプロトン(H)をできるだけ含まないプローブ材料の選定には、プロトン H-NMR 信号をチェックしながら適切な材料を選定し、配置などを最適化した。由来の特定できない不純物プロトンからの微小信号が残ったので、ダイヤモンドアンビル間のやや広い体積中に重水(D<sub>2</sub>O)をつめて数 GPa 以下の圧力を発生させたダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用意してその周囲に巻いた NMR コイルで測定を行ったところ、DAC 内からの重水素 <sup>2</sup>D の NMR 信号の観測に成功した。しかし一晩を超える NMR 信号の長時間積算が必要であり、より高圧域を目指してさらに小さな空間に試料を置くことを想定して、ダイヤモ

ンドアンビルと NMR コイルの相対位置や様々な条件下およびセッティングを変えて信号が最大化できる条件およびセッティングを模索した。ガスケットとしては一般に使われるレニウムは大きな電気四重極相互作用のため幅広い共鳴磁場域で NMR 信号が観測されてしまうことがわかり、タングステンに変更した。極微サイズの銅コイルの試料室内への導入、同等形状の極微タングステンコイル方式、平面展開型コイル方式、レンツレンズ方式などを試して比較した。前置増幅器の設置位置も含めたバランスのとれた共鳴回路の最適化とプローブの改造も行った。現在までに 100GPa を超える超高压を発生できる体積よりも少し大きく体積をとれば DAC を用いた NMR 測定が可能であることがわかった。今後さらなる微小体積となる超高压下での NMR 信号検出に課題を残した。それらの研究開発の過程は国際会議 4 件(招待講演 1 件、ポスター講演 3 件)、国内会議 3 件(日本物理学会 2 件、日本高压学会 1 件)などで報告した(後述リスト参照)。

## (2) 新しい高温超伝導の舞台となる過剰電子ドープ域の鉄系高温超伝導の探索

鉄系高温超伝導では、鉄の異なる電子軌道にいる複数の電子が伝導に寄与するため、電子の併せ持つスピンと軌道の 2 つの特徴が超伝導の起源とどのように関係しているかが発見以来の争点となってきた。極端に微小体積試料でなくとも可能な圧力域における過剰電子ドープ域や高压下の鉄系高温超伝導体の実験も並行して展開した。以下に示す 4 つの物質系(2-1)~(2-4)で行った研究成果は、学術論文 6 件および多数の国際会議、国内学会などで発表を行っている。

### (2-1) 過剰電子ドープ域の鉄系高温超伝導 LaFe(As/P/Sb)(O/F,H)系の超伝導発現機構の解明

元素置換(As/P,O/F)により構造と電子ドープ量を広範に渡って制御できる特徴をもつ鉄系 LaFe(As/P)(O/F,H)系において、過剰電子ドープされた組成域までの超伝導状態を調べた。そこで鉄の複数の縮退電子軌道が絡んだ多重反強磁性スピン揺らぎが、 $T_c$  の上昇と極めて深く関係していることを明らかにした。さらに過剰電子ドープ域の第 2 超伝導相近傍の LaFe(As/P)(O/H)系において精密な  $^{31}\text{P}$ -NMR を 500K まで行った。その結果、300K を超える高温域でピークをもつ新しいタイプの反強磁性スピン揺らぎの抽出に成功した。300K から低温に向かうにつれて低エネルギーの揺らぎが抑制されている振る舞いが見られ、 $T_c$  との相関に関して系統性も明らかになってきた。過剰電子ドープ域で軌道選別されて特定の軌道由来の特徴的なスピン揺らぎが超伝導の発現に重要な役割をしていることが示唆される。

### (2-2) 極端な組成域までの Fe の局所結晶構造と電子基底状態と超伝導の系統性の探索

ペロフスカイトブロック層をもち 2 次元性に優れた特徴をもつ  $(\text{Sr}_4\text{Sc}_2\text{O}_6)(\text{FeAs/P})_2$  は As/P 置換による化学的な圧力でニクトゲン高さを幅広くコントロールできる。ここでは、As/P 置換の構造制御によりニクトゲン高さに依存して Full gap 超伝導/反強磁性/Nodal 超伝導相の基底状態が変化すること、物質系を超えて微視的な視点から系統的に分類できることを示した。また FeP 系で最も高い転移温度をもっていた  $(\text{Sr}_4\text{Sc}_2\text{O}_6)(\text{FeP})_2$  では、これまで超伝導と相関する電子状態の存在の明確な報告がなく超伝導機構が不明であったが、As をわずかに置換することで  $T_c$  の上昇と共に明瞭にスピン揺らぎが見られることがわかり、この系でのスピン揺らぎの特徴とその存在が重要であることを明らかにした。

### (2-3) 超過剰電子ドープ域に相当する $\text{LaFe}_2\text{As}_2$ で新しく発見された超伝導の解明

最近新たに  $\text{LaFe}_2\text{As}_2$  において超伝導が発見された。超伝導を示さない典型的 122 型  $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$  の超過剰電子ドープ域( $x = 0.5$ )の組成に相当することから、驚くべき発見と大きな注目を集めた。常伝導状態ではごく僅かながらも反強磁性スピン揺らぎがあること、 $T_c$  以下の超伝導状態は非従来型ギャップをもつことを明らかにした。ここで超伝導出現の背景にわずかなスピン揺らぎが見られたことが驚きであり、それは等価ドープ量に相当する典型的電子ドープ系  $\text{Ba}(\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5})_2\text{As}_2$  ではスピン揺らぎや軌道揺らぎは全く見られず、超伝導も示さないからである。また、ホールドープ側  $(\text{La}_{0.5-x}\text{Na}_{0.5+x})\text{Fe}_2\text{As}_2$  ( $x = +0.3$ )では、強い反強磁性スピン揺らぎを背景にした複数の超伝導ギャップを持つ非従来型超伝導が観測された。 $x$  を唯一のパラメータとしてホールドープから電子ドープまで変化できる本系  $(\text{La}_{0.5-x}\text{Na}_{0.5+x})\text{Fe}_2\text{As}_2$  において、新しい電子-ホールの非対称的な電子状態と非従来型超伝導相の関連を報告した。

### (2-4) インターカレート FeSe 系の圧力下ダブルドームをもつ新しい超伝導相の解明

FeSe 層間にアルカリ金属やアンモニア、有機分子をインターカレートすることで  $T_c$

が 5-6 倍に相当する 46 K まで上昇し、さらに圧力を印加すると  $T_c$  が一度減少した後、さらなる超高压下で  $T_c$  が再上昇し、最大  $T_c \approx 55$  K もの第 2 高温超伝導相(SC-2)が現れる。これらは、インターカレーションによる極端なドーピングと超高压による極端な格子圧縮などが複雑に絡んで、高温超伝導出現により有利な電子状態が実現していることを示唆している。しかしここでも超高压実験の困難さから電気抵抗や磁化率などのバルク測定以外の実験研究はほぼ皆無であり、この高温超伝導の機構は未解明のままである。超高压下での精密測定に向け、NMR 測定の線幅に影響する不純物を磁石で取り除くことで共鳴線幅が大幅にシャープになることがわかった。さらに高圧力下 NMR 測定では、常圧とは大きく異なる電子状態になっていることがわかってきた。

### (3) Mott 絶縁体近傍の強相関極限にある超低ドーブ銅酸化物の新奇な基底状態の探索

強相関極限のモット絶縁体近傍の超低ドーブ域の電子状態の解明は銅酸化物に残された重要な課題である。反強磁性と高温超伝導の量子結合状態を明らかにすることを目標にした研究を展開した。多層型銅酸化物は複数の  $\text{CuO}_2$  面を持つが、それらを個別に測定できる NMR のサイト選択性を利用することで、多層型に最も特徴的な「理想的な平坦性を有する  $\text{CuO}_2$  面」の性質を引き出すことができる。6 層構造の銅酸化物では、特に内側の IP にはキャリアが入りにくいため、超低ドーブ状態の  $\text{CuO}_2$  面が実現する。ドーブ量と  $T_N$  の関係から六層型の相図を作成すると、反強磁性相が五層型の場合と比べてさらに高ドーブ側に張り出していることがわかった。6 層型では  $T_N=170\text{K}$  で 5 層型より高いことは、多層構造で面間の磁氣的相互作用が強まったこと結果と考えられる。一方、面間の相互作用の助けを得て秩序できた反強磁性モーメントの大きさは、層数  $n$  依存性にはよらず面内のキャリア密度  $p$  のよい関数となっていることがわかった。さらに最近 3 層型の単結晶  $\text{Bi2223}$  において、さらなる低ドーブ域の新しい量子相の探索を行っており、磁場中の超伝導状態での異常磁気相などが見られており、さらなる追究を進めている。これらの成果は学術論文 1 件および多数の国際会議、国内学会などで成果報告を行っている。

### (4) 新しい高温超伝導相になり得る可能性のあるバレンススキップ系超伝導現象の解明

フォノンやスピン以外の根本的に全く新しい超伝導機構が期待される物質探索にも着手し、将来の高温超伝導になる候補物質を探索してきた。その中で、バレンススキップ元素をドーブした新奇超伝導体で提唱されているバレンススキップ現象に由来する新しい超伝導機構の可能性に着目した。ここで Tl イオンは +1 価 ( $6s^2$ ) か +3 価 ( $6s^0$ ) しかとれず、中間の +2 価 ( $6s^1$ ) のエネルギーが高いのでとれない。電荷  $2e^-$  をもつ束縛 2 電子が伝導電子と混成し電荷近藤効果を示すと共に、その現象に由来する新しい機構 (Negative-U) の超伝導の発現が理論的に提唱されてきた。バルク測定ではわからない電荷近藤効果に由来するドーパントの局所的な動的電子状態を調べるため、 $\text{Pb}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Te}$  において Te サイトの NMR 実験を行った。その結果、ドーパントの Tl の近傍の Te サイトにおいて核磁気緩和率の異常な上昇が低温で観測され、電荷近藤効果による抵抗の上昇の温度域と対応していることがわかった。このドーパントの局所的な価数(電荷)揺らぎの動的性質に由来する異常は超伝導になる組成においてのみ観測されたことから超伝導の発現との関連が示唆された。ミクロな視点からバレンススキップ元素の Tl からの距離に依存した局所電子状態と、電荷近藤効果に起因する動的な電子状態について新しい知見を得た。電荷近藤効果と超伝導の関係を直接示唆するミクロな視点の検証が今後の課題である。これらの成果は学術論文 3 件および多数の国際会議、国内学会などで発表を行った。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Sakano F., Nakamura K., Kouchi T., Shiota T., Engetsu F., Suzuki K., Horikawa R., Yashima M., Miyasaka S., Tajima S., Iyo A., Guo Y. -F., Yamaura K., Takayama-Muromachi E., Yogi M., Mukuda H.	4. 巻 100
2. 論文標題 High-Tc iron phosphide superconductivity enhanced by reemergent antiferromagnetic spin fluctuations in [Sr4Sc206]Fe2(As1?xPx)2 probed by NMR	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 094509/1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1103/PhysRevB.100.094509	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 Kouchi Takayoshi, Yashima Mitsuharu, Mukuda Hidekazu, Ishida Shigeyuki, Eisaki Hiroshi, Yoshida Yoshiyuki, Kawashima Kenji, Iyo Akira	4. 巻 88
2. 論文標題 Unconventional Multi-gap Superconductivity and Antiferromagnetic Spin Fluctuations in New Iron-arsenide LaFe2As2 in Heavily Electron-doped Regime	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 113702/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.7566/JPSJ.88.113702">https://doi.org/10.7566/JPSJ.88.113702</a>	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 Kouchi Takayoshi, Yashima Mitsuharu, Mukuda Hidekazu, Ishida Shigeyuki, Eisaki Hiroshi, Yoshida Yoshiyuki, Kawashima Kenji, Iyo Akira	4. 巻 30
2. 論文標題 75As-NMR/NQR Studies on New Iron-based 122 Superconductors (La0.5?xNa0.5+x)Fe2As2	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011051/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.7566/JPSCP.30.011051">https://doi.org/10.7566/JPSCP.30.011051</a>	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 Horikawa Ryusei, Yashima Mitsuharu, Matsumura Takashi, Maki Shota, Mukuda Hidekazu, Miyake Kazumasa, Murakami Hironaru, Walmsley Philip, Giraldo-Gallo Paula, Geballe Theodore H., Fisher Ian R.	4. 巻 30
2. 論文標題 Charge Kondo Effect Induced by Valence Skipping Dopants in Pb1?xTl1xTe and Pb1?xNaxTe Probed by 125Te-NMR	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011051/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.7566/JPSCP.30.011126">https://doi.org/10.7566/JPSCP.30.011126</a>	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 H. Mukuda, M. Yashima, T. Matsumura, S. Maki, Y. Kitaoka, K. Miyake, H. Murakami, P. Giraldo-Gallo, T. H. Geballe, and I. R. Fisher	4. 巻 18
2. 論文標題 125Te-NMR Study in Novel Superconductor $Pb_{1-x}Tl_xTe$ with Valence Skipping Dopants	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Supercond. Nov. Magn.	6. 最初と最後の頁 1629-1632
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10948-018-4886-2.	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 H. Mukuda, T. Matsumura, S. Maki, M. Yashima, Y. Kitaoka, K. Miyake, H. Murakami, P. Giraldo-Gallo, T. H. Geballe, and I. R. Fisher	4. 巻 87
2. 論文標題 Anomalous 125Te Nuclear Spin Relaxation Coincident with Charge Kondo Behavior in Superconducting $Pb_{1-x}Tl_xTe$	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn	6. 最初と最後の頁 023706/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.7566/JPSJ.87.023706">https://doi.org/10.7566/JPSJ.87.023706</a>	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 S. Miyasaka, M. Uekubo, H. Tsuji, M. Nakajima, and S. Tajima, T. Shiota, H. Mukuda, H. Sagayama, H. Nakao, R. Kumai, and Y. Murakami	4. 巻 95
2. 論文標題 Three superconducting phases with different categories of pairing in hole- and electron-doped $LaFeAs_{1-x}P_xO$	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Rev. B	6. 最初と最後の頁 214515/1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1103/PhysRevB.95.214515">https://doi.org/10.1103/PhysRevB.95.214515</a>	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 T. Shiota, H. Mukuda, M. Uekubo, F. Engetsu, M. Yashima, Y. Kitaoka, K. T. Laib, H. Usuib, K. Kurokib, S. Miyasaka, and S. Tajima	4. 巻 807
2. 論文標題 Superconductivity and Antiferromagnetic Spin Fluctuations in $LaFe(As_{1-x}P_x)(O_{1-y}F_y)$ probed by 31 P-NMR	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 052006/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1088/1742-6596	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 Mitsuharu Yashima, Kyohei Tani, Kazuhiro Nishimoto, Hidekazu Mukuda, Yoshio Kitaoka, Fuminori Honda, Rikio Settai, Yoshichika Onuki	4. 巻 807
2. 論文標題 Enhancement of Tc in CeIr(In <sub>1-x</sub> Cdx) <sub>5</sub> studied by In-NQR	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 052004/1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1088/1742-6596	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 Hidekazu Mukuda, Nozomu Shiki, Naoki Kimoto, Mitsuharu Yashima, Yoshio Kitaoka, Kazuyasu Tokiwa, and Akira Iyo	4. 巻 85
2. 論文標題 Novel Interplay between High-Tc Superconductivity and Antiferromagnetism in TI-Based Six-CuO <sub>2</sub> -Layered Cuprates: 205TI- and 63Cu-NMR Probes	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 083701/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.7566/JPSJ.85.083701	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 Takayoshi Shiota, Hidekazu Mukuda, Masahiro Uekubo, Fuko Engetsu, Mitsuharu Yashima, Yoshio Kitaoka, Kwing To Lai, Hidetomo Usui, Kazuhiko Kuroki, Shigeaki Miyasaka, and Setsuko Tajima	4. 巻 85
2. 論文標題 Multiple Antiferromagnetic Spin Fluctuations and Novel Evolution of Tc in Iron-based superconductors LaFe(As <sub>1-x</sub> Px)(O <sub>1-y</sub> Fy) revealed by 31P-NMR Studies	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 053706/1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.7566/JPSJ.85.053706	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78件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 17件)

1. 発表者名 西岡 颯太郎, 小内 貴祥, 八島 光晴, 椋田 秀和, 小谷 柁史 <sup>A</sup> , 角藤 壮 <sup>A</sup> , 李 智鉉 <sup>A</sup> , 神戸 高志
2. 発表標題 圧力下で第2超伝導相を持つインターカレート系FeSe高温超伝導体Li <sub>x</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>y</sub> Fe <sub>2</sub> -Se <sub>2</sub> の77Se-NMR
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪野文秀, 中村昂矢, 小内貴祥, 八島光晴, 棕田秀和, Y. F. Guo <sup>A</sup> , 山浦一成 <sup>A</sup> , 室町英治 <sup>A</sup> , 伊豫彰 <sup>B</sup> , 與儀護 <sup>C</sup> , 宮坂茂樹 <sup>D</sup> , 田島節子
2. 発表標題 FeAs系からFeP系に渡る鉄系物質における局所構造と高温超伝導出現の普遍性
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小内貴祥, 八島光晴, 棕田秀和, 伊豫彰 <sup>A</sup> , 石田茂之 <sup>A</sup> , 永崎洋 <sup>A</sup> , 吉田良行 <sup>A</sup> , 川島健司 <sup>B</sup> , 宮坂茂樹 <sup>C</sup> , 田島節子
2. 発表標題 過剰電子ドーブ系LaFe <sub>2</sub> As <sub>2</sub> とドーピングによるフェルミ面制御と超伝導状態
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横井滉平, 八島光晴, 村川寛, 棕田秀和, 山内邦彦, 小口多美夫, 酒井英明, 花咲徳亮
2. 発表標題 空間反転対称性の破れた超伝導体PbTaSe <sub>2</sub> におけるTa-NQR測定
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古和航, 堀川瑠星, 八島光晴, 棕田秀和, 西出聡悟, S. Tanusi <sup>lp</sup> , 早川純, 牟田浩明, 黒崎健
2. 発表標題 大きな出力因子をもつ熱電物質YbSi <sub>2</sub> 系におけるSi-NMR
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀川瑠星, 八島光晴, 吉見光平, 松村隆史, 牧翔太, 椋田秀和, 三宅和正, 村上博成, P. Walmsley, P. Giraldo-Gallo, T. Geballe, I. Fisher, 高橋武士, 小林夏野、
2. 発表標題 (Pb <sub>1-x</sub> Tl <sub>x</sub> )Te超伝導体における不純物サイトのNMR緩和率とナイトシフト測定から見た電荷近藤効果、
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角谷卓海, 西岡颯太郎, 小内貴祥, 八島光晴, 椋田秀和, 木方邦宏, 李哲虎、
2. 発表標題 低い熱伝導率を特徴とする熱電物質Mg <sub>3</sub> Sb <sub>2</sub> 系におけるSb-NMRによる局所動的挙動
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西出聡悟, Sora-at Tanusilp, 古和航, 八島光晴, 南部英, 牟田浩明, 椋田秀和, 早川純, 黒崎健
2. 発表標題 新規シリサイドYb(Si <sub>1-x</sub> Gex) <sub>2</sub> の混合原子価と熱電変換特性
3. 学会等名 日本応用物理学会 春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小内貴祥*, 八島光晴, 椋田秀和, 伊豫彰A, 石田茂之A, 永崎洋A, 吉田良行A, 川島健司,
2. 発表標題 NMRを用いた過剰電子ドーピングされた新しい鉄系超伝導体における超伝導発現機構の研究
3. 学会等名 低温工学・超伝導若手合同講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 椋田 秀和
2. 発表標題 鉄系超伝導における局所構造と複雑な電子相図と超伝導の普遍性,
3. 学会等名 京都大学基礎物理学研究所 研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 椋田 秀和
2. 発表標題 鉄系超伝導のインシipientバンド制御による磁気揺らぎと超伝導の最適化,
3. 学会等名 高温超伝導フォーラム第7回会合
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Horikawa <sup>1</sup> , M. Yashima <sup>1</sup> , T. Matsumura <sup>1</sup> , S. Maki <sup>1</sup> , H. Mukuda <sup>1</sup> , K. Miyake <sup>2</sup> , H. Murakami <sup>3</sup> , P. Walmsley <sup>4</sup> , P. Giraldo-Gallo <sup>4</sup> , T. H. Geballe <sup>4</sup> , and I. R. Fisher <sup>4</sup> ,
2. 発表標題 Charge Kondo Effect and Superconductivity in Pb <sub>1-x</sub> Tl <sub>x</sub> Te probed by <sup>125</sup> Te and <sup>203,205</sup> Tl-NMR
3. 学会等名 Strongly Correlated Electron Systems SCES2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kouchi, M. Yashima, H. Mukuda, S. Ishida <sup>1</sup> , H. Eisaki <sup>1</sup> , K. Kawashima <sup>2</sup> , A. Iyo,
2. 発表標題 Superconducting state of Heavily-electron doped FeAs-based superconductor LaFe <sub>2</sub> As <sub>2</sub> ,
3. 学会等名 Strongly Correlated Electron Systems SCES2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kouchi, M. Yashima, H. Mukuda, S. Ishida1, H. Eisaki1, K. Kawashima2, A. Iyo1
2. 発表標題 75As-NMR/NQR studies on new iron-arsenide superconductor LaFe2As2 emerged in heavily electron-doped regime
3. 学会等名 J-Physics conference, (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Nishioka1, T. Kouchi1, M. Yashima1, H. Mukuda1, M. Kodani2, T. Kakuto2, J.-H Lee2, T. Kambe2,
2. 発表標題 High-Tc superconducting state on intercalated $\text{Li}_x(\text{NH}_3)_y\text{FeSe}$ probed by NMR
3. 学会等名 J-Physics conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木一弘, 八島光晴, 塩田貴佳, 棕田秀和, 上久保将大A, 辻拡和A, 宮坂茂樹A, 田島節子A
2. 発表標題 過剰電子ドーブ鉄系超伝導 $\text{LaFe}(\text{As}_{1-x}\text{Px})(\text{O}_{1-y}\text{Hy})$ におけるFermi面制御とスピン揺らぎ
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野尻野旭, 安藝将也, 川崎祐, 岸本豊, 中村浩?, 水戸毅, 八島光晴, 棕田秀和, 小手川恒, 菅原仁
2. 発表標題 A15型超伝導体 $\text{V}_3\text{Si}$ のSi-NMRによる研究,
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西岡 颯太郎, 小内 貴祥, 八島 光晴, 椋田 秀和, 小谷 柁史A, 角藤 壮A, 李 智鉉A, 神戸 高志
2. 発表標題 インターカレート系FeSe高温超伝導体 $\text{Li}_x(\text{NH}_3)_y\text{FeSe}$ のSe-NMR
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八島光晴, 田岡晃, 椋田秀和, 本多史憲, 摂待力男, 大貫惇睦
2. 発表標題 重い電子系化合物 $\text{CeCo}(\text{In}_{1-x}\text{Cdx})_5$ の反強磁性と超伝導の共存現象におけるIn-NQR測定
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀川瑠星, 八島光晴, 吉見光平, 松村隆史, 牧翔太, 椋田秀和, 三宅和正, 村上博成, P. Walmsley, P. Giraldo-Gallo, T. Geballe, I. Fisher, 高橋武士, 小林夏野、
2. 発表標題 PbTe系超伝導体におけるドーパントに依存した電荷近藤効果の異常と超伝導状態
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小内 貴祥
2. 発表標題 過剰電子ドーブされた新しいFe系超伝導体におけるNMR/NQR、
3. 学会等名 J-Physics地域研究会-大阪
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棕田 秀和
2. 発表標題 鉄系超伝導のインシipientバンド制御による磁気揺らぎと超伝導の最適化,
3. 学会等名 J-Physics地域研究会-大阪
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Mukuda
2. 発表標題 "NMR study on new superconductor LaFe <sub>2</sub> As <sub>2</sub> in heavily electron-doped regime ~ Comparison with LaFe(AsP)(OH) ~
3. 学会等名 Spectroscopies in Novel Superconductors, SNS, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 「NMR 技術を用いた高温超伝導材料の基礎物性研究」(超伝導科学技術賞の受賞記念講演)
3. 学会等名 未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会 第 45 回シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八島光晴, 鈴木一弘, 塩田貴佳, 棕田秀和, 上久保将大A, 宮坂茂樹A, 田島節子A
2. 発表標題 P-NMRによるLaFe(As,P)(O,H)系の過剰電子ドーピング域にわたる軌道成分に依存した多重スピン揺らぎ
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀川瑠星, 八島光晴, 松村隆史, 牧翔太, 椋田秀和, 村上博成, P. Giraldo-Gallo, T. Geballe, I. Fisher
2. 発表標題 (Pb,Tl)Te超伝導体における不純物(Tl)サイトから見たNMR緩和率の異常と電荷近藤効果
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森寛央, 野尻野旭, 川崎祐A, 岸本豊A, 中村浩一A, 小山岳秀B, 水戸毅B, 八島光晴C, 椋田秀和C, 小手川恒D, 菅原仁D
2. 発表標題 A15型超伝導体V3SiのSi-NMRによる研究
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木一弘, 八島光晴, 塩田貴佳, 椋田秀和, 上久保将大A, 辻拡和A, 宮坂茂樹A, 田島節子A
2. 発表標題 水素ドーピングしたLaFeAs(O,H)系におけるAsサイトのPおよびSb置換した電子状態
3. 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野尻野旭, 森寛央, 川崎祐A, 岸本豊A, 中村浩一A, 小山岳秀B, 水戸毅B, 八島光晴C, 椋田秀和C, 小手川恒D, 菅原仁D
2. 発表標題 A15型超伝導体V3SiのSi-NMRによる研究
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古和航, 八島光晴, 椋田秀和, 西出聡悟A, S. TanusilpB, 早川純A, 黒崎健B
2. 発表標題 大きな熱電変換出力因子をもつYbSi <sub>2</sub> のNMR実験による動的電子状態
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村昂矢, 阪野文秀, 塩田貴佳, 圓月風子, 八島光晴, 椋田秀和, Y.F.GuoA, 山浦一成A, 室町英治A
2. 発表標題 大きな鉄-鉄間距離をもつ鉄系超伝導体Sr <sub>4</sub> Sc <sub>2</sub> O <sub>6</sub> Fe <sub>2</sub> (As <sub>1-x</sub> Px) <sub>2</sub> における局所構造と超伝導と電子相関
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木一弘, 八島光晴, 塩田貴佳, 椋田秀和, 上久保将大A, 辻拡和A, 宮坂茂樹A, 田島節子A
2. 発表標題 過剰電子ドープLa <sub>1111</sub> 系超伝導状態における高温域のスピン揺らぎ
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小内貴祥, 八島光晴, 椋田秀和, 伊豫章A, 石田茂之A, 永崎洋A, 吉田良行A, 川島健司B
2. 発表標題 過剰電子ドープされた新しいFe系超伝導体におけるNMR/NQR
3. 学会等名 日本物理学会 春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 椋田秀和
2. 発表標題 LaFeAsO系の3つの超伝導相ごとに異なる多軌道由来の多重スピン揺らぎ
3. 学会等名 京都大学基礎物理学研究所研究会「電子相関が生み出す新規な秩序と超伝導現象：トポロジ、液晶状態、動的現象」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Mukuda
2. 発表標題 " Charge Kondo Effect and Superconductivity in Pb <sub>1-x</sub> Tl <sub>x</sub> Te probed by <sup>125</sup> Te-NMR "
3. 学会等名 ICSM2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Mukuda
2. 発表標題 Superconducting transition temperature and re-emergence of antiferromagnetic order in LaFe(As <sub>1-x</sub> P <sub>x</sub> )(O <sub>1-y</sub> F <sub>y</sub> )
3. 学会等名 ICSM2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 椋田秀和
2. 発表標題 「LaFeAsO系の3つの超伝導相ごとに異なる多軌道由来の多重スピン揺らぎ
3. 学会等名 高温超伝導フォーラム第6回会合
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 原子核スピンをもちいた超伝導研究
3. 学会等名 第3回豊中地区研究交流会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 バレンススキップ元素を含む物質における電荷近藤効果と超伝導
3. 学会等名 つくば-柏-本郷 超伝導かけはしプロジェクト ワークショップ(2)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 バレンススキップ現象が引き起こす電荷近藤効果と超伝導 ~ Pb <sub>1-x</sub> Tl <sub>x</sub> Te におけるNMR 緩和率の異常 ~
3. 学会等名 京都大学基礎物理学研究所研究会「超伝導研究の最先端：多自由度、非平衡、電子相関、トポロジー、人工制御」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 Charge Kondo Effect and Superconductivity in Pb <sub>1-x</sub> Tl <sub>x</sub> Te with Valence Skipping Dopants: <sup>125</sup> Te-NMR Probe
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 バレンススキップ現象が引き起こす電荷近藤効果と超伝導 ~ Pb <sub>1-x</sub> Tl <sub>x</sub> Te におけるNMR 緩和率の異常 ~
3. 学会等名 高温超伝導フォーラム第5回会合
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 Charge Kondo Effect and Superconductivity in Pb <sub>1-x</sub> Tl <sub>x</sub> Te probed by <sup>125</sup> Te-NMR
3. 学会等名 International Workshop on Multipole Physics and Related Phenomena (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 バレンススキップ現象に由来する電荷近藤効果と新奇超伝導機構の探索
3. 学会等名 第2回豊中地区研究交流会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 新奇超伝導機構の探索
3. 学会等名 ワークショップ「高温超伝導体とその関連物質における新奇な物理(招待講演)」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八島光晴, 堀川瑠星, 松村隆史, 牧翔太, 棕田秀和, 村上博成, P. Giraldo-Gallo, T. Geballe, I. Fisher
2. 発表標題 TI-NMRによるPb <sub>1-x</sub> Tl <sub>x</sub> Te超伝導体におけるドーパントの局所状態と電荷近藤効果
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 八島光晴, 吉田幸司, 棕田秀和, 北岡良雄, 今城周作, 坏広樹A, 中澤康浩
2. 発表標題 有機超伝導体 $\text{-(ET)}_4\text{[(H}_3\text{O)}\text{Ga(C}_2\text{O}_4\text{)}_3\text{]Z}$ (Z = CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , PhNO <sub>2</sub> )のD-NMR
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安藝将也, 川崎祐, 岸本豊, 中村浩一, 小山岳秀, 水戸毅, 八島光晴, 棕田秀和, 小手川恒, 菅原仁
2. 発表標題 A15型超伝導体V <sub>3</sub> SiのSi-NMRによる研究II
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂本拓矢, 棕田秀和, 寺西慎伍, 八島光晴, 北岡良雄, 足立伸太郎, 石田茂之, 永崎洋, 内田慎一, 伊豫彰, 渡辺孝夫
2. 発表標題 三層型超低ドーブ銅酸化物におけるc軸磁場下でのVortex状態とスピン分極
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横井滉平, 八島光晴, 村川寛, 棕田秀和, 酒井英明, 花咲徳亮
2. 発表標題 空間反転対称性の破れた超伝導体PbTaSe2の合成とNMR/NQR測定
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八島光晴, 吉田幸司, 棕田秀和, 北岡良雄, 今城周作, 坏広樹, 中澤康浩
2. 発表標題 重水素置換した有機超伝導体 $(\text{ET})_4[(\text{H}_3\text{O})\text{Ga}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]\text{Z}$ (Z = $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , $\text{PhNO}_2$ ) におけるD-NMR
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八島光晴, 堀川琉星, 松村隆史, 牧翔太, 棕田秀和, 三宅和正, 村上博成, P. Walmsley, P. Giraldo-Gallo, T. Geballe, I. Fisher
2. 発表標題 PbTe系における電荷近藤効果の微視的電子状態とドーパント依存性
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 Spin polarization in vortex-solid phase in heavily-underdoped Bi2223
3. 学会等名 The research forefront of high-Tc cuprates (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 Search for valence fluctuations on superconductor $Pb_{1-x}Tl_xTe$ by $^{125}Te$ -NMR
3. 学会等名 J-Physics: Mini International Workshop: Physics of Strongly Correlated Electron Systems under Extreme Conditions (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 Search for valence fluctuations on superconductor $Pb_{1-x}Tl_xTe$ by $^{125}Te$ -NMR
3. 学会等名 International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 Superconducting transition temperature and re-emergence of antiferromagnetic order in $LaFe(As_{1-x}P_x)(O_{1-y}F_y)$
3. 学会等名 EMN2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 Development of diamond-anvil-NMR for study of sulfur hydride and exotic superconductivity in valence skipper-doped $PbTe$
3. 学会等名 RIKEN-CEMS-QPEC Topical Meeting on Superconductivity under Extreme Conditions (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 Te-NMRによるPb-xTl <sub>x</sub> Te (x=0-0.01)超伝導体における電荷移動揺らぎの探索
3. 学会等名 豊田理研ワークショップ「高温超伝導をめぐる最近の発展と展望」(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 水素置換系LaFe(As <sub>1-x</sub> P <sub>x</sub> )(O <sub>1-y</sub> H <sub>y</sub> )における超伝導状態
3. 学会等名 京都大学基礎物理学研究所:「超伝導研究の最先端:多自由度、非平衡、電子相関、トポロジー」
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 棕田秀和
2. 発表標題 原子価スキップ現象が引き起こす新奇量子伝導現象の微視的研究
3. 学会等名 第1回豊中地区研究交流会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 塩田貴佳, 棕田秀和, 八島光晴, 北岡良雄, 上久保将大, 臼井秀知, 黒木和彦, K. T. Lai, 宮坂茂樹, 田島節子
2. 発表標題 31P-NMRによる鉄系超伝導体LaFe(As <sub>1-x</sub> P <sub>x</sub> )(O <sub>1-y</sub> H <sub>y</sub> )の電子過剰域の超伝導状態
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 吉田幸司, 八島光晴, 棕田秀和, 北岡良雄, 今城周作, 坏広樹, 中澤康浩
2. 発表標題 "- (ET)4[(H3O)Ga(C2O4)3]Z (Z = CH2Cl2, PhBr)のD-NMRによる研究
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂本拓矢, 棕田秀和, 八島光晴, 北岡良雄, 足立伸太郎A, 渡辺孝夫
2. 発表標題 Cu-NMRによる超低ドーブ三層型銅酸化物Bi2Sr2Ca2Cu3O(10+x)の低温での磁気異常
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 阪野文秀, 棕田秀和, 八島光晴, 北岡良雄, 榮永茉莉, 益田明宜, 清水克哉, M. I. ErementsB, P. Drozdov
2. 発表標題 ダイヤモンドアンビルセルを用いた超高圧NMR測定の開発II
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 棕田秀和, 松村隆史, 牧翔太, 八島光晴, 北岡良雄, 村上博成, P. Giraldo-Gallo, I. Fisher, T. Geballe
2. 発表標題 単結晶NMRによるPb1-xTlxTeにおける電荷近藤効果の可能性
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 八島光晴, 道添竜治, 棕田秀和, 北岡良雄, 宍戸寛明, 摂待力男, 大貫惇睦
2. 発表標題 重い電子系化合物CeRhIn5の圧力下In-NQRによる研究
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 阪野文秀, 棕田秀和, 八島光晴, 北岡良雄, 榮永茉莉, 益田明宜, 清水克哉, M. I. Eremets, A. P. Drozdov
2. 発表標題 超高压下硫化重水素における2D-NMR
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 八島光晴, 道添竜治, 棕田秀和, 北岡良雄, 宍戸寛明, 摂待力男, 大貫惇睦
2. 発表標題 重い電子系化合物CeRhIn5の共存相におけるIn-NQRによる研究
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田幸司, 八島光晴, 棕田秀和, 北岡良雄, 今城周作, 坏広樹, 中澤康浩
2. 発表標題 $\text{-(ET)}_4\text{[(H}_3\text{O)}\text{Ga}(\text{C}_2\text{O}_4)_3\text{]}_2\text{Z}$ (Z = CH <sub>2</sub> C <sub>12</sub> , PhN <sub>2</sub> )のD-NMRによる研究
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安藝将也, 川崎祐, 岸本豊, 中村浩一, 小山岳秀, 水戸毅, 八島光晴, 棕田秀和, 小手川恒, 菅原仁
2. 発表標題 A15型超伝導体V3SiのSi-NMRによる研究
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂本拓矢, 棕田秀和, 八島光晴, 北岡良雄, 足立伸太郎, 渡辺孝夫
2. 発表標題 Cu-NMRによる超低ドーブ三層型銅酸化物Bi2Sr2Ca2Cu3O10+x
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺西慎伍, 坂本拓矢, 棕田秀和, 八島光晴, 北岡良雄, 常盤和靖, 伊豫彰
2. 発表標題 Cu-NMRナイトシフトによる多層型銅酸化物の層間結合効果
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阪野文秀, 棕田秀和, 八島光晴, 北岡良雄, 榮永茉莉, 益田明宜, 清水克哉, M. I. Eremets, A. P. Drozdov
2. 発表標題 ダイヤモンドアンビルセルを用いた超高圧NMR測定の開発III
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 棕田秀和, 松村隆史, 牧翔太, 八島光晴, 北岡良雄, 村上博成, P. Giraldo-Gallo, T. Geballe, I. Fisher
2. 発表標題 バレンススキップ元素をドーピングした超伝導体における電荷近藤効果
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 益田明宜, 榮永茉莉, 清水克哉, 阪野文秀, 棕田秀和, 八島光晴, 北岡良雄, A. P. Drozdov, and M. I. Eremets
2. 発表標題 硫化水素の高温超伝導相解明に向けた高圧下NMR測定の開発II
3. 学会等名 日本高圧力学会, poster, 3P32
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 A. Masuda, M. Einaga, K. Shimizu, F. Sakano, H. Mukuda, M. Yashima, Y. Kitaoka, A. P. Drozdov, and M. I. Eremets
2. 発表標題 NMR Measurement of Sulfur Hydride under High Pressure
3. 学会等名 AIRAPT 26 joint with ACHPR 8 & CHPC 19, 北京(中国)(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 A. Masuda, F. Sakano, M. Einaga, K. Shimizu, H. Mukuda, Y. Kitaoka, A. P. Drozdov, and M. I. Eremets
2. 発表標題 High pressure NMR measurement for study of superconducting sulfur hydride"
3. 学会等名 The 17th International Conference on High Pressure in Semiconductor Physics (HPSP-17) & Workshop on High-pressure Study on Superconducting (WHS), (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 H. Mukuda,
2. 発表標題 Application of NMR technique to study novel superconductors under high pressure
3. 学会等名 The 17th International Conference on High Pressure in Semiconductor Physics (HPSP-17) & Workshop on High-pressure Study on Superconducting (WHS), (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 棕田秀和、八島光晴、北岡良雄	4. 発行年 2017年
2. 出版社 アグネ出版	5. 総ページ数 8(p23-30)
3. 書名 固体物理(複数の電子軌道が絡んだ多重スピン揺らぎが生み出す鉄系超伝導)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

受賞： 第23回超伝導科学技術賞 (一般社団法人 未踏科学技術協会/超伝導科学技術研究会)「多層型銅酸化物における高温超伝導相図のNMRによる解明」清水直、北岡良雄、伊豫彰、常盤和靖諸氏と共同受賞 (2019.4.15)
--

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
連携研究者	清水 克哉  (Shimizu Katsuya)  (70283736)	大阪大学・基礎工学研究科・教授    (14401)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	宮坂 茂樹 (Miyasaka Shigeki)  (70345106)	大阪大学・理学研究科・准教授  (14401)	
連携研究者	伊豫 彰 (Iyo Akira)  (50356523)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・超伝導エレクトロニクス部門・主任研究員  (82626)	
連携研究者	渡辺 孝夫 (Watanabe Takao)  (40431431)	弘前大学・理工学研究科・教授  (11101)	