

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K06774

研究課題名（和文）ホイスラー化合物での特異な反強磁性状態の創製

研究課題名（英文）Invention of anomalous antiferromagnetic states in Heusler compounds

研究代表者

廣井 政彦（HIROI, MASAHIKO）

鹿児島大学・理工学域理学系・教授

研究者番号：80212174

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：ホイスラー化合物は、新しい機能性材料になりうる物質として大きな注目を集めている。本研究では、従来、磁性の応用の観点からは有用であると見なされていなかった反強磁性体が、基礎・応用の両面で注目を集めていることを踏まえ、ホイスラー化合物での新しい反強磁性体と、そこでの特異な特性の創製を目指した。

本研究では、ホイスラー化合物 $\text{Fe}_{3-x}\text{MnxSi}$ において、新しい反強磁性相を見出し、その性質を明らかにした。また、ホイスラー化合物 $\text{Ru}_{2-x}\text{FexCrSi}$ では反強磁性やスピングラスに伴う特異な現象を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、強磁性が主に注目されていたホイスラー化合物であるが、反強磁性においても多様な様相を示し、基礎物理や材料研究において注目すべき物質であることを明らかにした。 $\text{Fe}_{3-x}\text{MnxSi}$ では、長年知られていた転移のほかに、新たな反強磁性相があることを見出し、多様な磁性の存在を明らかにした。さらに、磁気熱量効果を示すなど、磁気材料としても期待できることを示した。また、ホイスラー化合物 Ru_2CrSi の反強磁性は、強磁場でも壊れない特異な性質を持つことを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Heusler compounds have attracted a great deal of attention as potential new functional materials. In this study, we aimed to create new antiferromagnets and unique properties in Heusler compounds, based on the fact that antiferromagnets, which were not considered useful in terms of applications in the past, have been attracting attention in both basic and applied fields. In this study, we found a new antiferromagnetic phase in the Heusler compounds $\text{Fe}_{3-x}\text{MnxSi}$ and clarified its properties. In the Heusler compounds $\text{Ru}_{2-x}\text{FexCrSi}$, we have also revealed unique phenomena associated with antiferromagnetism and spin glass.

研究分野：金属物性、物性物理学

キーワード：反強磁性 ホイスラー化合物 強磁場 高圧 スピングラス

1. 研究開始当初の背景

ホイスラー化合物は、 X_2YZ の組成をもつ、立方晶の、比較的単純な規則合金・金属間化合物であるが、その物性は多様である。古くからその磁性には興味を持たれてきたが、ハーフメタル、熱電材料、強磁性形状記憶物質など新しい機能性材料として大きな注目を集めるようになった(ハーフメタルとは、伝導電子が100%スピン分極した強磁性体金属のことで、スピントロニクスといわれる分野で応用が期待されている)。実験的にも Co_2MnSi では高いスピン分極率が報告された。

従来、磁性体の応用という面では、ホイスラー化合物に限らず、強磁性の利用がほとんどで、反強磁性体の利用は補助的な役割に限られていた。しかし、スピントロニクスにおいて、反強磁性体が、単に補助的な役割でなくて、強磁性体に代わることができる可能性が指摘されるようになった。そうなれば、漏れ磁場が小さいなど好ましい場合も多く、さらに、スピン分極率の高いハーフメタル反強磁性体(正確にはフェリ磁性で磁化が打ち消しあったもの)が実現できれば理想的である。また、ホイスラー化合物やその関連する物質において、トポロジカル絶縁体やスピンギャップレス半導体といわれるような特殊なバンド構造や磁性を持った物質も予測され、それと反強磁性との絡み合いも興味深い。また、応用の可能性を考える場合、反強磁性転移温度(ネール温度)が高く、室温で安定性の高い反強磁性状態である物質が望まれる。一般にネール温度の高い物質は少なく、ホイスラー化合物においても最高で室温程度である。そのような観点から、ホイスラー化合物において、新しい反強磁性体の探索や、反強磁性に係わる新しい性質・機能を持つ物質・現象を探索した。

2. 研究の目的

この研究では、ホイスラー化合物において、

- 1) 高いネール温度を持った反強磁性体
- 2) 反強磁性ハーフメタル(フェリ磁性ハーフメタル)

の発見、創製を目指し、系統的な試料作製を行い、物質探索を行った。また、基礎物性の測定により、物性の解明、新しい性質の探求を目指した。また、それとともに、それまでに我々が研究を行ってきた、反強磁性相互作用が関与するホイスラー化合物において、系統的に物性を調べ、新しい磁性や特異な物性を見つけることを目的とした。

3. 研究の方法

ホイスラー化合物のなかでも、反強磁性相互作用が生じやすいと考えられる Ru 基ホイスラー化合物や、磁性元素として Cr, Mn を持った化合物を中心に、組み合わせ・組成比を系統的に変えて反強磁性体を探索した。それらの磁氣的、熱・輸送測定などにより、系統的に物性を把握し、理論的な検討を加え、新しい物質や現象を、候補を絞り込みながら探求した。また、これまでに我々が研究してきた、反強磁性成分を含んだ相を持つ $\text{Fe}_{3-x}\text{Mn}_x\text{Si}$ や、反強磁性相やスピングラスが現れる $\text{Ru}_{2-x}\text{Fe}_x\text{CrSi}$ において、組成を変えた試料の性質を系統的に調べ、反強磁性相やそれに関連する特異な物性を見つけることを目指した。

4. 研究成果

(1) $\text{Fe}_{3-x}\text{Mn}_x\text{Si}$

$\text{Fe}_{3-x}\text{Mn}_x\text{Si}$ は古くから研究され、 $0.75 < x < 1.7$ では、強磁性転移(転移温度 T_C)を示し、さらに、それより低温で、反強磁性成分を含んだ相(ここでは、AF相、転移温度は T_A とする)に転移することが知られていた。 $\text{Fe}_{3-x}\text{Mn}_x\text{Si}$ は理論的には広い x の範囲でハーフメタルの候補であるが、 $0.75 < x < 1.7$ で低温では反強磁性成分を含む AF 相であるため、ハーフメタルであるとの予測と一致しない。このことはいまだ議論となっている。 $x = 1.7$ では T_C , T_A が 80 K 付近で接近するが、詳細は不明であった。本研究において、 $x=1.7$ の試料で、磁化の温度依存性、磁場依存性、比熱を測定した。図1に、温度に対する磁化 M と比熱 C を示した(ただし、グラフでは C/T の形で示してある)。3つのアノマリーが M と C の両方に、同じ温度で観測された。これにより、 T_A より低い温度 T_{A2} において、これまで知られていなかった反強磁性とみられる相(AF2相とする)への転移があることが確かめられた。また、メスバウアー分光の測定を行った。これに

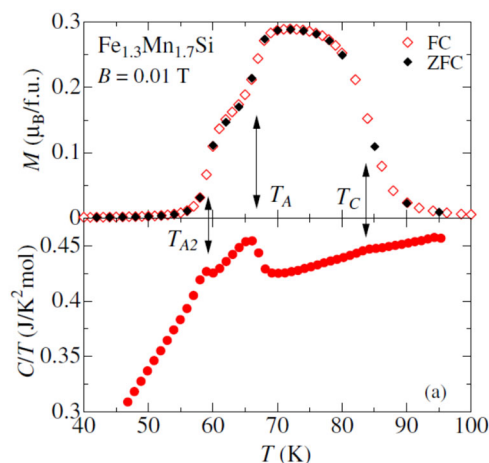


図1 $\text{Fe}_{1.3}\text{Mn}_{1.7}\text{Si}$ の3つの磁気転移温度 (T_{A2} , T_A , T_C) 付近の磁化 (M) と比熱 (C/T) [1]。

より、低温での内部磁場の存在を確認し、AF2相は磁気秩序相で、反強磁性相である可能性が高いことを明らかにした。また、この相は反強磁性ハーフメタルの可能性の面でも興味深い。

低温で磁化の磁場変化を測定すると、AF-AF2転移が磁化の不連続的な変化として観測された。また、その磁場誘起的な転移は、温度が低くなると磁場上昇下降間で大きなヒステリシスを伴う。以上の結果は、この組成では3つの磁気的な転移があり、新たな反強磁性相が存在することを明らかにしたものであり、長年信じられてきたこの物質の磁気転移についての知見を変更したという、学術的な意味がある。

また、磁気熱量効果を見積もると、正負の磁気熱量効果があり、正の磁気熱量効果は、他の大きな効果を示すとされる物質と同程度の大きさがあった。正の磁気熱量効果は反強磁性の出現が関係している。この結果から、磁気冷凍に利用できる磁気熱量物質としての可能性もあることが分かった。

また、この系について異なる x ($1.7 < x \leq 1.85$)

での磁場中の磁気転移を、磁化測定によって調べた。図2に示されるように、 T_A (破線) は磁場によってあまり変化しない (x にもほとんど依存しない) が、 T_{A2} (AF-AF2転移、各記号で組成別に示してある) は磁場変化する。また、 x の増加に伴い転移磁場が増加し AF2相の領域が広がる。 $1.65 \leq x \leq 1.7$ で零磁場で3つあった転移は、 x の増加に従って徐々に接近し、 $x = 1.8$ では強磁性転移が消える。図2からAF-AF2転移線は有限磁場で T_A 線にぶつかるように見える。つまり、 $x = 1.8$ では、AF相は有限磁場でのみ存在し、低磁場では常磁性相からAF2相への1つの転移のみが起き、強磁性成分を持った相は生じないように見える。また、 $x = 1.7$ において圧力による磁気相図の変化を調べた。これによると、圧力の増加による変化は、Mn量の増加による変化に似ている。Mn量の増加により、格子定数は増加するので、この結果は、単に格子定数の変化では説明できず、磁気的な相互作用についての貴重な情報を与える。

(2) $Ru_{2-x}Fe_xCrSi$

$Ru_{2-x}Fe_xCrSi$ はハーフメタルであることが予測され、Fe量が多くなると確かにハーフメタルの候補であることが実験的にも示された。Ruが多くなると強磁性が弱くなる一方、反強磁性相互作用が強くなり、スピングラス的な振舞をするようになる。また、 Ru_2CrSi では $T_N = 14$ K の反強磁性を示す。図3に示すように、本研究での、パルス磁場を用いた~50 Tまでの高磁場の磁化(M)・磁気抵抗(R)の測定や、14 Tまでの定常磁場での比熱(C)の測定により、 Ru_2CrSi の反強磁性転移温度は50 Tの磁場までほとんど変化しないこと、つまり、反強磁性を壊す臨界磁場が見積りできないほど大きいことを明らかにした。通常の局在モーメントでの反強磁性では、そのようなことは考えられず、特異な反強磁性といえる。Ruを含んだボイスラー化合物では比較的高い T_N を持った物質が報告されている。本研究では、そのような物質は見いだせなかったが、磁場に影響を受けないという意味で、 Ru_2CrSi は大変強固な反強磁性体である。さらに、これが生じる機構を解明することにより、温度に対しても強固な高い T_N を持つ物質の開発につながると考えられる。また、 $Ru_{1.9}Fe_{0.1}CrSi$ はスピングラス的な振舞を示すが、磁気抵抗において異常なヒステリシスを持つことを見出した。これは、スピングラスが係わった現象であることは間違いなく、この系の反強磁性的な傾向がもたらす特異な現象であるといえる。

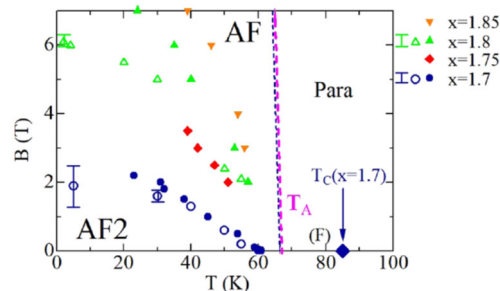


図2 $Fe_{3-x}Mn_xSi$ ($1.65 \leq x \leq 1.85$) の磁気相図 [2]。AF2-AF転移 ($1.7 \leq x \leq 1.85$, x の値は図右に示す) は組成、磁場に依存する。破線は T_A を示す。

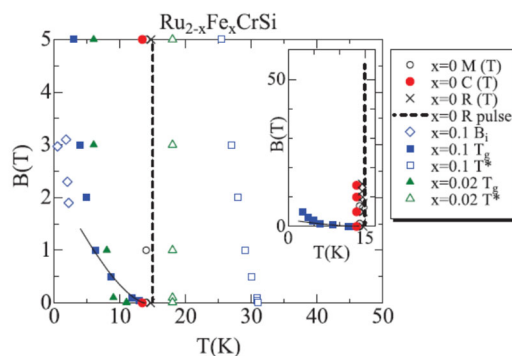


図3 $Ru_{2-x}Fe_xCrSi$ の磁気相図 [3]。破線は $x = 0$ での反強磁性転移を示す (挿入図では~50 Tの磁場まで示してある)。 $x = 0.02, 0.1$ については、スピングラスに伴う異常が観測される点を示す。

引用文献

- [1] M. Hiroi, T. Nonoyama, I. Shigeta, and T. Yamauchi, J. Phys. Soc. Jpn. **90**, 103701 (2021).
- [2] T. Nonoyama, R. Kato, I. Shigeta, M. Hiroi, H. Manaka, and N. Terada, AIP Adv. **8**, 115018 (2018).
- [3] M. Hiroi, S. Nishiinoue, I. Shigeta, M. Ito, K. Koyama, A. Kondo, K. Kindo, I. Watanabe, M. Fujii, S. Kimura, H. Manaka, N. Terada, Phys. Rev. B **103**, 094428 (2021).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計29件（うち査読付論文 29件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Shigeta, Iduru; Oku, Shuta; Kubota, Takahide; Kimura, Shojiro; Seki, Takeshi; Shinozaki, Bunju; Awaji, Satoshi; Takanashi, Koki; Hiroi, Masahiko	4. 巻 13
2. 論文標題 Superconducting fluctuation effect on epitaxially layered films of superconductor NbN and half-metallic Heusler alloy Co ₂ MnSi	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 025116 (6 pp.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/9.0000584	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 Hideki Aoshima, Iduru Shigeta, Jun Gouchi, Touru Yamauchi, Takeshi Kanomata, Rie Y. Umetsu, Yoshiya Uwatoko, Shinpei Fujii, and Masahiko Hiroi	4. 巻 38
2. 論文標題 Magnetic properties of highly spin-polarized Heusler alloy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011133 (6 pp.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.38.011133	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 Kouki Akaishi, Iduru Shigeta, Masahiko Hiroi, Jun Gouchi, Yoshiya Uwatoko	4. 巻 38
2. 論文標題 Effect of Pressure on the Magnetic Properties of Heusler Compound Fe _{1.3} Mn _{1.7} Si	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011135 (6 pp.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.38.011135	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 Masahiko Hiroi, Kouki Akaishi, Tomohito Nonoyama, Iduru Shigeta, and Masahira Onoue	4. 巻 38
2. 論文標題 Mossbauer Spectroscopy of Magnetic Ordered Phases in Heusler Compounds Fe _{3-x} MnxSi	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 JPS Conf. Proc.	6. 最初と最後の頁 011136 (6 pp.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.38.011136	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 Takaaki Yokoyama, Iduru Shigeta, Akiko Nomura, Kunio Yubuta, Touru Yamauchi, Rie Y. Umetsu, Hironori Nishihara, Takeshi Kanomata, Masahiko Hiroi	4. 巻 58
2. 論文標題 Critical Behavior of the Magnetization in Heusler Alloy Co ₂ TiGa _{0.8} Sn _{0.2}	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Magnetism	6. 最初と最後の頁 2600404 (4 pp.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2021.3097164	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 Soichiro Tsujikawa, Iduru Shigeta, Jun Gouchi, Takeshi Kanomata, Rie Y. Umetsu, Yoshiya Uwatoko, Masahiko Hiroi	4. 巻 58
2. 論文標題 Magnetization of Quaternary Heusler Alloy CoFeCrAl	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Magnetism	6. 最初と最後の頁 2600505 (5 pp.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TMAG.2021.3096227	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 Masahiko Hiroi, Tomohito Nonoyama, Iduru Shigeta, Touru Yamauchi	4. 巻 90
2. 論文標題 Multiple Magnetic Phase Transitions in Fe _{3-x} MnxSi Heusler Compounds	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 103701 (5 pp.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.103701	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 Masahiko Hiroi, Sora Nishiinoue, Iduru Shigeta, Masakazu Ito, Keiichi Koyama, Akihiro Kondo, Koichi Kindo, Isao Watanabe, Muneaki Fujii, Shojiro Kimura, Hirotaka Manaka, Norio Terada	4. 巻 103
2. 論文標題 High magnetic field properties in Ru _{2-x} FexCrSi with antiferromagnetic and spin-glass states	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 094428 (12 pp.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.094428	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 M Hiroi, T. Nonoyama, G. Adachi, I. Shigeta, H. Manaka, N. Terada	4. 巻 969
2. 論文標題 Magnetic properties of Heusler compound Fe _{1.3} Mn _{1.7} Si	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys.: Conf. Ser.	6. 最初と最後の頁 12098
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/969/1/012098	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 M Hiroi, S. Ishikuma, I. Shigeta, K. Koyama, A. Kondo, K. Kindo, H. Manaka, N. Terada	4. 巻 969
2. 論文標題 Magnetization and magnetic phase diagram of Heusler compounds Fe _{3-y} (Mn _{1-x} V _x) _y Si (y =1 and 1.5)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys.: Conf. Ser.	6. 最初と最後の頁 12099
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/969/1/012099	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 Ryutaro Ooka, Iduru Shigeta, Rie Y. Umetsu, Akiko Nomura, Kunio Yubuta, Touru Yamauchi, Takeshi Kanomata, Masahiko Hiroi	4. 巻 536
2. 論文標題 Temperature dependence of differential conductance in Co-based Heusler alloy Co ₂ TiSn and superconductor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physica B	6. 最初と最後の頁 289-292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2017.10.055	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 Iduru Shigeta, Takahide Kubota, Yuya Sakuraba, Shojiro Kimura, Satoshi Awaji, Koki Takanashi, Masahiko Hiroi	4. 巻 536
2. 論文標題 Transport properties of epitaxial films for superconductor NbN and half-metallic Heusler alloy Co ₂ MnSi under high magnetic fields	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physica B	6. 最初と最後の頁 310-313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2017.09.074	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 M. Ito, K. Onda, A. Taira, K. Sonoda, M. Hiroi, and Y. Uwatoko	4. 巻 8
2. 論文標題 Magnetic and thermodynamic properties of Heusler alloys Ni ₅₅ Mn ₂₆ Al ₁₉	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 55712
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5007265	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 T. Nonoyama, R. Kato, I. Shigeta, M. Hiroi, H. Manaka, N. Terada	4. 巻 8
2. 論文標題 Magnetic transition in the Heusler compounds Fe ₃ -xMnxSi	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 115018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5080429	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 R. Kato, T. Nonoyama, R. Ooka, I. Shigeta, M. Hiroi	4. 巻 8
2. 論文標題 Transport properties of Heusler compounds Fe ₃ -xMnxSi (x = 1.6, 1.7 and 1.8) under magnetic fields	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Advances	6. 最初と最後の頁 115019
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5043075	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 Shigeta Iduru, Kubota Takahide, Sakuraba Yuya, Molenaar Cor G., Beukers Joost N., Kimura Shojiro, Golubov Alexander A., Brinkman Alexander, Awaji Satoshi, Takanashi Koki, Hiroi Masahiko	4. 巻 112
2. 論文標題 Epitaxial contact Andreev reflection spectroscopy of NbN/Co ₂ FeSi layered devices	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 072402 ~ 072402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5007287	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 Shigeta Iduru, Fujimoto Yutaro, Ooka Ryutaro, Nishisako Yuya, Tsujikawa Masahito, Umetsu Rie Y., Nomura Akiko, Yubuta Kunio, Miura Yoshio, Kanomata Takeshi, Shirai Masafumi, Gouchi Jun, Uwatoko Yoshiya, Hiroi Masahiko	4. 巻 97
2. 論文標題 Pressure effect on the magnetic properties of the half-metallic Heusler alloy Co ₂ TiSn	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 104414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.104414	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 Ito Masakazu, Furuta Tatsuya, Kai Keita, Taira Atsushi, Onda Keijiro, Shigeta Iduru, Hiroi Masahiko	4. 巻 428
2. 論文標題 Thermodynamic Properties of Heusler Fe _{2-x} CoxMnSi	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Magnetism and Magnetic Materials	6. 最初と最後の頁 390 ~ 393
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmmm.2016.12.070	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 Hiroi M, Nonoyama T., Adachi G., Shigeta I., Manaka H, Terada N	4. 巻 969
2. 論文標題 Magnetic properties of Heusler compound Fe _{1.3} Mn _{1.7} Si	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 12098
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/969/1/012098	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 Hiroi M, Ishikuma S., Shigeta I., Koyama K, Kondo A, Kindo K, Manaka H, Terada N	4. 巻 969
2. 論文標題 Magnetization and magnetic phase diagram of Heusler compounds Fe _{3-y} (Mn _{1-x} V _x) _y Si (y =1 and 1.5)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 12099
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/969/1/012099	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 Ryutaro Ooka, Iduru Shigeta, Rie Y. Umetsu, Akiko Nomura, Kunio Yubuta, Touru Yamauchi, Takeshi Kanomata, Masahiko Hiroi	4. 巻 536
2. 論文標題 Temperature dependence of differential conductance in Co-based Heusler alloy Co ₂ TiSn and superconductor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physica B	6. 最初と最後の頁 289-292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2017.10.055	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 Iduru Shigeta, Takahide Kubota, Yuya Sakuraba, Shojiro Kimura, Satoshi Awaji, Koki Takanashi, Masahiko Hiroi	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Transport properties of epitaxial films for superconductor NbN and half-metallic Heusler alloy Co ₂ MnSi under high magnetic fields	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physica B	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2017.09.074	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18件(うち招待講演 1件/うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Hideki Aoshima, Iduru Shigeta, Jun Gouchi, Touru Yamauchi, Takeshi Kanomata, Rie Y. Umetsu, Yoshiya Uwatoko, Shinpei Fujii, and Masahiko Hiroi
2. 発表標題 Magnetic properties of highly spin-polarized Heusler alloy
3. 学会等名 29th International Conference on Low temperature physics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kouki Akaishi, Iduru Shigeta, Masahiko Hiroi, Jun Gouchi, Yoshiya Uwatoko
2. 発表標題 Effect of Pressure on the Magnetic Properties of Heusler Compound Fe _{1.3} Mn _{1.7} Si
3. 学会等名 29th International Conference on Low temperature physics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masahiko Hiroi, Kouki Akaishi, Tomohito Nonoyama, Iduru Shigeta, and Masahira Onoue
2. 発表標題 Mossbauer Spectroscopy of Magnetic Ordered Phases in Heusler Compounds Fe ₃ -xMnxSi
3. 学会等名 29th International Conference on Low temperature physics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣井政彦, 赤石幸起, 重田出, 郷地順, 上床美也
2. 発表標題 Fe ₃ -xMnxSiにおける磁気相転移の圧力効果
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤石 幸起、高本 翼、重田 出、廣井 政彦、郷地 順、上床 美也
2. 発表標題 ホイスラー化合物Fe _{1.3} Mn _{1.7} Siにおける負の磁気熱量効果
3. 学会等名 日本金属学会2022年秋期大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣井政彦, 赤石幸起, 高本翼, 重田出, 郷地順, 上床美也
2. 発表標題 Fe ₃ -xMnxSiにおける磁気相転移の圧力効果
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 廣井政彦, 野々山智仁, 重田出, 小山佳一, 山内徹, 尾上昌平
2. 発表標題 ホイスラー化合物Fe ₃ -xMnxSiでの磁気相転移
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masahiko Hiroi and Iduru Shigeta
2. 発表標題 Magnetic properties of Heusler compounds Fe ₃ -xMnxSi
3. 学会等名 the 26th assembly of Advanced Materials Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 廣井政彦, 野々山智仁, 加藤遼太, 重田出, 木村尚次郎, 近藤晃弘, 金道浩一
2. 発表標題 ホイスラー化合物Ru _{1.9} Fe _{0.1} CrSiでの磁気抵抗のヒステリシス
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T.Nonoyama, R. Kato, I. Shigeta, M. Hiroi, H. Manaka, N. Terada
2. 発表標題 Magnetic transition in the Heusler compounds Fe ₃ -xMnxSi
3. 学会等名 International Conference on Magnetism (ICM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R. Kato, T. Nonoyama, R. Ooka, I. Shigeta, M. Hiroi
2. 発表標題 Transport properties of Heusler compounds $\text{Fe}_{3-x}\text{MnxSi}$ ($x = 1.6, 1.7$ and 1.8) under magnetic fields
3. 学会等名 International Conference on Magnetism (ICM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Hiroi, I. Shigeta, A. Kondo, K. Kindo
2. 発表標題 Anomalous hysteresis in magnetoresistance in $\text{Ru}_{1.9}\text{Fe}_{0.1}\text{CrSi}$ under pulsed magnetic fields
3. 学会等名 International Conference on Magnetism (ICM2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 廣井政彦、重田出、近藤晃弘、金道浩一
2. 発表標題 ホイスラー化合物 $\text{Ru}_{1.9}\text{Fe}_{0.1}\text{CrSi}$ の高磁場磁気抵抗
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 廣井政彦、重田出、近藤晃弘、金道浩一
2. 発表標題 ホイスラー化合物 $\text{Ru}_{1.9}\text{Fe}_{0.1}\text{CrSi}$ の高磁場磁気抵抗と磁気転移
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 廣井政彦、重田出、真中浩貴、寺田教男、野々山智仁、加藤遼太
2. 発表標題 Fe _{3-x} Mn _x Siの磁気転移と磁場中電気抵抗
3. 学会等名 日本金属学会2019年春季（第164回）講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 廣井政彦、重田出、真中浩貴、寺田教男、野々山智仁
2. 発表標題 ホイスラー化合物Fe _{3-x} Mn _x Siの磁気転移
3. 学会等名 日本金属学会2017年秋季講演大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroi M, Nonoyama T., Adachi G., Shigeta I., Manaka H, Terada N
2. 発表標題 Magnetic properties of Heusler compound Fe _{1.3} Mn _{1.7} Si
3. 学会等名 The 28th International Conference on Low Temperature Physics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroi M, Ishikuma S., Shigeta I., Koyama K, Kondo A, Kindo K, Manaka H, Terada N
2. 発表標題 Magnetization and magnetic phase diagram of Heusler compounds Fe _{3-y} (Mn _{1-x} V _x) _y Si (y =1 and 1.5)
3. 学会等名 The 28th International Conference on Low Temperature Physics (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔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
研究 分担 者	重田 出 (Shigeta Iduru) (30370050)	鹿児島大学・理工学域理学系・准教授 (17701)	

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
---------	---------