

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26390045

研究課題名(和文)長周期自然超格子を用いた量子構造の創製

研究課題名(英文)Development of new quantum structure using natural superlattice of layered mixed-anion compounds

研究代表者

荻野 拓(OGINO, Hiraku)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・電子光技術研究部門・主任研究員

研究者番号：70359545

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では複合アニオン化合物と呼ばれる、複数アニオンの層が交互に積層した層状化合物について、物質探索及び機能開拓を行った。イオン半径や電気陰性度などのアニオンごとの物性の違いを利用し、層状構造を形成する元素の組み合わせに関する指針を得て、数多くの複合アニオン化合物を発見した。発見した化合物について、特に発光特性及び超伝導特性に着目して機能性を評価した。その結果多数の新物質を見出し、半導体-絶縁体層が積層した化合物は励起子発光すること、化合物により発光波長や発光強度が異なることを明らかにした。また新しいタイプの層を持ち、高い超伝導特性を持つ鉄系超伝導体も見出した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have explored layered mixed-anion compounds as new kinds of natural superlattice. The specific structure of layered mixed anion compounds must leads to development of new structure for quantum effects, because there are large difference of ionic radii, of anions in each layer. We have found several strategy to develop new layered mixed anion compounds, and found more than 100 compounds. We have investigated their functionality especially superconductivity and optical properties. Several compounds show excitonic luminescence due to their layered structure. We have also developed new iron-based compounds with new type block layers, and they show better superconducting properties than other iron-based compounds.

研究分野：固体化学

キーワード：複合アニオン化合物 層状化合物 自然超格子 発光 超伝導

### 1. 研究開始当初の背景

無機化合物は有機化合物と比較して構造や物質のバリエーションに乏しいと考えられているが、多元系の化合物には未探索の領域が多く残されている。特に、酸化物層と砒化物層、フッ化物層と硫化物層といった複数のカチオン - アニオンの構造ブロックが交互に積層した複合アニオン化合物はこれまで系統的な物質探索が行われていなかった。申請者は様々な観点から複合アニオン化合物の相生成指針を見出すことで、ペロブスカイト酸化物層を持つ初の鉄超伝導体  $\text{Sr}_2\text{ScFePO}_3$  など多数の新しい鉄系超伝導体を発見した[1]ほか、これらの知見を他の物質系に適用し、様々な新物質が合成できることを明らかにして来た。複合アニオン化合物は特異的な層状構造に由来した物性を有することが知られており、半導体 - 絶縁体層が積層した化合物は第一種量子井戸と同様の構造を形成し、励起子発光を示すことが報告されている[2]。申請者らは、このような結晶構造を持つ  $\text{Sr}_3\text{Sc}_2\text{Cu}_2\text{S}_2\text{O}_5$  及び  $\text{Sr}_2\text{ScCuSO}_3$  が室温で励起子発光を示すこと、積層構造により特性を制御できることを明らかにした[3]。また  $\text{Ba}_3\text{RE}_2\text{M}_2\text{An}_2\text{O}_5$  ( $M$ : Mn, Ag, ...,  $An$ : As, Se, ...,  $RE$ : 希土類元素) は希土類イオンがペロブスカイト酸化物  $\text{ABO}_3$  のいわゆる B サイトに当たるサイトを占有している。単純酸化物で希土類イオンが完全に B サイトを占有している例はなく、これは複合アニオン化合物の部分構造の特異性により実現されたものである。

### 2. 研究の目的

このように複合アニオン化合物は多元系で物質探索の余地が非常に大きく、また結晶構造に由来してナノ蛍光体など同様の量子的な効果の発現が期待できるほか、配位構造の特異性より希土類イオンの発光波長の制御、特定の準位間の選択的な遷移の増強など様々な効果が期待できる。また多くの複合アニオン化合物は常圧の固相反応で合成することができるため、有為な機能性が見出されれば応用への障害も少ない。そこで本研究では、半導体 - 絶縁体層が積層した構造を持つ化合物の探索及び励起子発光の評価、希土類サイトを持つ新規化合物の探索及び希土類添加による蛍光特性の発現を試みた。また上記以外にも、複合アニオン化合物の結晶構造の特異性を活かした新規鉄系超伝導体の開発を行った。

### 3. 研究の方法

ほとんどの試料は常圧下及び高压下での固相反応法で合成を行った。一例として、例えば  $\text{Ba}_3\text{Y}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  の合成に当っては、Ag, Se, Ba,  $\text{BaO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  等の原料を化学量論比となるよう秤量し、固相反応法にて 800 で 24 h 焼成することで多結晶試料を合成した。試料は粉末 X 線回折(XRD)法による相の同定と格子定数の評価、SQUID 磁束計による磁化率の測

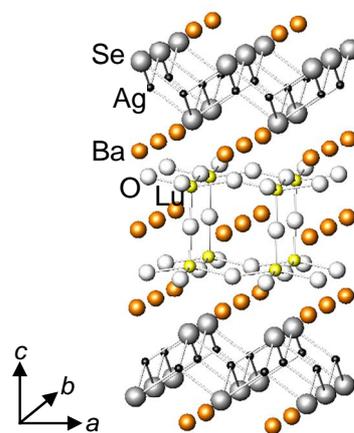


図1 (a)  $\text{Ba}_3\text{Lu}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  の結晶構造

定及び拡散反射率測定、分光蛍光光度計によるフォトルミネッセンス測定等を行った。

### 4. 研究成果

#### 4-1 半導体 - 絶縁体積層構造を持つ化合物

これまでの我々のグループにおける先行研究によって、複合アニオン化合物の設計には金属元素の価数や Hard and Soft Acids and Bases(HSAB)則、ペロブスカイト型酸化物における tolerance factor、熱力学的な生成温度条件等を考慮する必要があることが分かっており、これらの指針及び既知の複合アニオン化合物の例を参考に、元素や合成条件を検討し物質探索を行った。今回は特に、自然超格子構造を形成する化合物として酸セレン化物、希土類サイトを有し広いバンドギャップを持つ化合物として酸塩化物を選定した上で系統的な探索を行った結果、図1の結晶構造を持つ新物質、 $\text{Ba}_3\text{RE}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  を発見した。これらの化合物はいずれも層状構造を有し、このうち希土類元素はペロブスカイト層の酸素 5 配位サイトを占有している。これらの化合物はいずれも層状構造を有し、このうち希土類元素はペロブスカイト層の酸素 5 配位サイトを占有している。また図2に XRD パターンを示すように、 $\text{Ba}_3\text{RE}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  の  $RE$

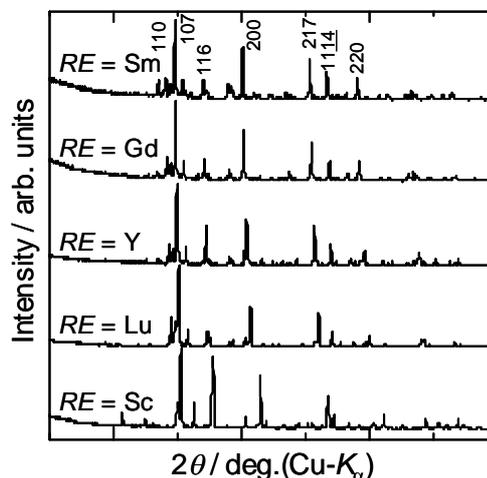


図2  $\text{Ba}_3\text{RE}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  の粉末 X 線回折パターン

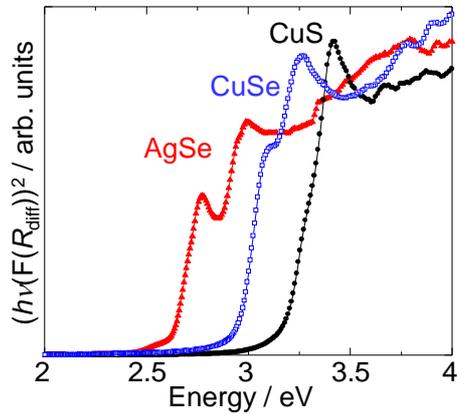


図3  $\text{Sr}_2\text{CuSO}_3$ ,  $\text{Sr}_2\text{CuSeO}_3$  及び  $\text{Ba}_3\text{Lu}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  の拡散反射率のケルカ - ムンク変換後の Tauc プロット

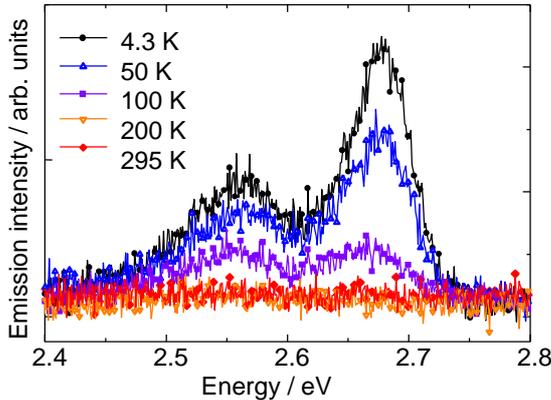


図4  $\text{Ba}_3\text{Y}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  の各温度での発光スペクトル

サイトは Sc, Y や Tb~Lu など様々な RE で置換可能であることが分かった。このうち  $\text{Ba}_3\text{RE}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  は、AgSe 層が半導体層、 $\text{Ba}_3\text{RE}_2\text{O}_5$  層が絶縁体層となる自然超格子構造を有することから、 $\text{Sr}_3\text{Sc}_2\text{Cu}_2\text{S}_2\text{O}_5$  などと同様に、量子閉じ込め効果に由来する励起子発光が期待できる。そこで  $\text{Ba}_3\text{Lu}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  の拡散反射率を測定した結果、図 3 のようにバンドギャップ約 2.5 eV の直接遷移型半導体であることが分かった。また  $\text{Sr}_2\text{CuSO}_3$  などの類似化合物と同様にバンド端にピークが観測された。これらの化合物の発光スペクトルを測定したところ、図 4 に  $\text{Ba}_3\text{Y}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  の例を示すように、2.4 ~ 2.7 eV に発光を示すことが分かった[4]。発光波長は RE に依存して若干異なるものの、 $\text{Ba}_3\text{Lu}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$  など他の化合物でも同様の発光が観測された。この化合物の電子構造を第一原理計算により計算したところ、直接遷移型で、価電子帯上端・伝導帯下端が Ag・Se のバンドのみからなっており、 $\text{Sr}_3\text{Sc}_2\text{Cu}_2\text{S}_2\text{O}_5$  と非常に近いことが分かった。また図 4 に示すように、バンド端には励起子によるものと見られる吸収ピークが観測できた。 $\text{Sr}_3\text{Sc}_2\text{Cu}_2\text{S}_2\text{O}_5$  の発光と同様に、これらの発光の蛍光寿命は数 10ps と非常に短寿命であることが分かった。一方で CuS 系化合物と AgSe 系化合物ではバンドギャップの違いに由来して発光波長が異なっており、構成元素を変えることにより広い範囲で発光波長を制御できることが明らかになった。

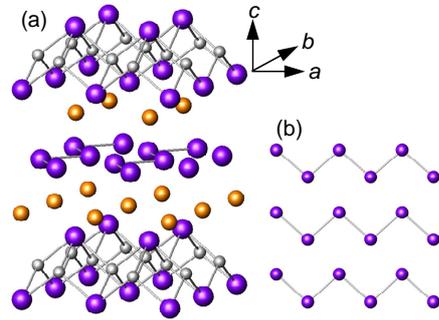


図5(a)  $(\text{Ca}, \text{RE})\text{FeAs}_2$  の結晶構造及び(b)  $\text{As}_2$ 層をc軸方向から見た図

このような蛍光寿命の短い蛍光体は、例えばシンチレータとしての応用が期待できる。既存の希土類発光中心を用いるシンチレータはこれ以上の単寿命化が難しいことから半導体の励起子発光を利用することが検討されており、有機絶縁体 - 無機半導体層を積層した化合物が高い特性を有することが報告されているが、本研究で発見した物質は無機化合物で、元素の組み合わせによっては高い放射線阻止能を持つことから、温度依存性などを改善できれば優れた特性を有する材料として期待できる。今後更に関連化合物の探索などにより、発光特性の優れた物質の開発を行う予定である。

4-2 混合原子価アニオンを持つ鉄系超伝導体  
4-1 は酸素とカルコゲンという化学的性質が大きく異なるアニオンにより複雑な積層構造が形成された化合物であるが、単一のアニオンが複数の原子価を取り、それぞれが異なるサイトを占めることでも層状化合物が生成する。このような化合物として本研究では  $(\text{Ca}, \text{RE})\text{FeAs}_2$  (図 5(a)) を発見している。As 原子は価電子を 5 個有しており、鉄系超伝導体中の As は通常 3 個の電子を受け入れ  $\text{As}^{3-}$  の状態を取っている。一方  $(\text{Ca}, \text{RE})\text{FeAs}_2$  では、FeAs 層中の As が  $\text{As}^{3-}$  である一方で、ブロック層中の As は図 5(b) のように近接する As 同士が電子対を共有してチェーン状のネットワークを形成しており、形式上の原子価は -1 である。このように  $(\text{Ca}, \text{RE})\text{FeAs}_2$  は同一化合物中で異なる原子価の As を持つことで、層状構造が形成されている。鉄系超伝導体では、

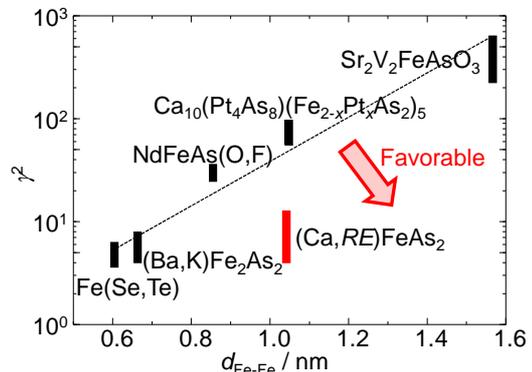


図6 鉄系超伝導体のFe面間距離( $d_{\text{Fe-Fe}}$ )と異方性パラメータ( $\gamma^2$ )の関係

超伝導層である Fe 面間距離 ( $d_{\text{Fe-Fe}}$ ) が大きくなるほど磁束のピン止め力が弱くなり、 $a$  軸・ $c$  軸方向の物性 (異方性パラメータ:  $\gamma$ ) が低くなるのが我々の研究などにより既に分かっている。高い異方性は不可逆磁場の低下に繋がることから、従来は応用に適した鉄系超伝導体としては異方性の低い、 $\text{BaFe}_2\text{As}_2$  などが挙げられていた。しかし、必然的に Fe 面間距離が短いことから、FeAs 層の局所構造を最適化する手段に乏しく、結果として  $T_c$  は 40 K 以下に留まっていた。しかしながら、 $(\text{Ca,RE})\text{FeAs}_2$  の異方性は、図 6 に示すように、 $d_{\text{Fe-Fe}}$  が大きいにも関わらず、 $\text{BaFe}_2\text{As}_2$  並みの値であることが分かる。 $d_{\text{Fe-Fe}}$  が大きいために  $T_c$  の最適化手段が多く、 $T_c$  は最高で 47 K に達している。このように  $(\text{Ca,RE})\text{FeAs}_2$  は、高い  $T_c$  を持ちながら異方性が低いという応用に適した特性を持っていることが分かった。この理由として、上述の As の結合状態が挙げられ、この As 同士の共有結合はジグザクのネットワーク構造を作り、結晶構造中に広がっている。このようなネットワーク構造は、グラフェンを始めとして電気伝導性が高い構造として知られており、この特殊なブロック層を持っていることが、図 6 で例外的な位置を占める理由とも考えられる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 10 件)

H. Ogino, Y. Katagi, J. Shimoyama, K. Yamanoi, M. Tsuboi, T. Shimizu, N. Sarukura, K. Kishio, Luminescence properties of layered chalcogenide oxides  $\text{Ba}_3\text{RE}_2\text{Ag}_2\text{Se}_2\text{O}_5$ , *Opt. Mat.* 36 (2014) 19781981, 査読有

doi: 10.1016/j.optmat.2014.02.003

T. Okada, H. Ogino, J. Shomoyama, K. Kishio, Topotactic Synthesis of a new  $\text{BiS}_2$ -based superconductor  $\text{Bi}_2(\text{O,F})\text{S}_2$ , *Applied Physics Express*, 8 (2015) 23102, 査読有

doi: 10.7567/APEX.8.023102

H. Yakita, H. Ogino, A. Sala, T. Okada, A. Yamamoto, K. Kishio, A. Iyo, H. Eisaki, J. Shimoyama, Dependences on RE of Superconducting Properties of Transition Metal co-doped  $(\text{Ca,RE})\text{FeAs}_2$  with RE = La-Gd, *Physica C*, 518 (2015) 14–17, 査読有

doi: 10.1016/j.physc.2015.02.041

S. Ishida, D. Song, H. Ogino, A. Iyo, H. Eisaki, M. Nakajima, J. Shimoyama, M. Eisterer, Doping-dependent critical current properties in K, Co, and P-doped  $\text{BaFe}_2\text{As}_2$  single crystals, *Phys. Rev. B* 95 (2017) 014517, 査読有

doi: 10.1103/PhysRevB.95.014517

R. B. Onyancha, J. Shimoyama, S. J. Singh, H. Ogino, V. V. Srinivasu, Temperature Dependence Low-Field Microwave Absorption in a Powder

Sample of  $\text{SmFeAs}(\text{O,F})$  Iron Pnictide Superconductor” *J. Supercond. Nov. Magn.* 28 (2016) 2927, 査読有

doi: 10.1007/s10948-016-3845-z

R.B. Onyancha, J. Shimoyama, S.J. Singh, H. Ogino and V.V. Srinivasu, Observation of a Structure and Line Shape Evolution of Non-resonant Microwave Absorption in a  $\text{SmFeAs}(\text{O, F})$  Polycrystalline Iron Pnictide Superconductor, *J. Supercond. Novel Magnet.* 28 (2015) 2927-2934., 査読有

doi: 10.1007/s10948-015-3106-6

S.J. Singh, J. Shimoyama, H. Ogino, K. Kishio, Thermoelectric properties of FeAs based superconductors, with thick perovskite- and Sm-O fluorite-type blocking layers, *Physica C*, 518 (2015) 18–22, 査読有

doi: 10.1016/j.physc.2015.06.015

T. Okada, H. Ogino, J. Shimoyama, K. Kishio, N. Takeshita, N. Shirakawa, A. Iyo, H. Eisaki, J. Shimoyama, Pressure Effects on Superconducting Properties of the  $\text{BiS}_2$ -Based Superconductor  $\text{Bi}_2(\text{O,F})\text{S}_2$ , *J. Phys. Soc. Jpn.* 84 (2015) 084703

doi: 10.1063/1.4907876

H. Yakita, H. Ogino, A. Sala, T. Okada, A. Yamamoto, K. Kishio, A. Iyo, H. Eisaki, J. Shimoyama, Co and Mn doping effect in polycrystalline  $(\text{Ca,L a})$  and  $(\text{Ca,Pr})\text{FeAs}_2$  superconductors,

*Supercond. Sci. Technol.* 28 (2015) 065001

doi: 10.1088/0953-2048/28/6/065001

Z.-H. Liu, T.K. Kim, A. Sala, H. Ogino, J. Shimoyama, B. Büchner, S. V. Borisenko, Electronic structure of  $(\text{Ca}_{0.85}\text{La}_{0.15})\text{FeAs}_2$ , *Appl. Phys. Lett.* 106 (2015) 052602

doi: 10.1063/1.4907876

[学会発表](計 40 件)

T. Okada, H. Ogino, H. Yakita, A. Yamamoto, K. Kishio, J. Shimoyama, Effects of post-annealing and Co substitution on superconducting properties of  $(\text{Ca,Pr})\text{Fe}_2\text{As}_2$  single crystals, 2014 MRS Spring Meeting, Moscone Center(San Francisco, U.S.A.), 2014/4/21-25

H. Ogino, H. Yakita, A. Sala, T. Okada, A. Yamamoto, K. Kishio, T. Tohei, Y. Ikuhara, Y. Gotoh, H. Fujihisa, K. Kataoka, H. Eisaki, J. Shimoyama, Crystal structure and physical properties of newly discovered  $(\text{Ca,RE})\text{FeAs}_2$  phase, 4th International Conference on Superconductivity and Magnetism, Kervansaray Lara-Convention Center&SPA(Antalya, Turkey), 2014/4/30

H. Ogino, M. Tatsuda, Y. Katsura, J. Shimoyama, K.i Yamanoi, M. Tsuboi, T. Shimizu, N. Sarukura, K. Kishio, Electronic structures and luminescence properties of layered chalcogenide oxides, The 6th conference on Crystal Growth and Crystal Technology, Ramada hotel Jeju(Jeju,

Korea), 2014/6/12

荻野拓, ユニークな構造を持つ鉄系新超伝導体, 未踏科学技術協会超伝導科学技術研究会第 84 回ワークショップ, 全日通霞が関ビルディング(東京都千代田区), 2014/7/22

H. Ogino, H. Yakita, A. Sala, T. Okada, A. Yamamoto, K. Kishio, T. Tohei, Y. Ikuhara, Y. Gotoh, H. Fujihisa, K. Kataoka, H. Eisaki, J. Shimoyama, Crystal structures and physical properties of the iron based superconductors (Ca,RE)FeAs<sub>2</sub>, The 15th IUMRS-International Conference in Asia, Fukuoka University(Fukuoka, Japan), 2014/8/24-30

荻野拓・龍田誠・下山淳一・藤本裕・柳田健之・岸尾光二, 層状複合アニオン化合物蛍光体の設計と開発, 日本セラミックス協会第 27 回秋季シンポジウム, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市), 2014/9/9

岡田朋之、荻野拓、下山淳一、岸尾光二、伊豫彰、永崎洋, BiS<sub>2</sub>系複合アニオン化合物超伝導体の合成と物性, 日本セラミックス協会第 27 回秋季シンポジウム, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市), 2014/9/10

龍田誠、荻野拓、柳田健之、藤本裕、下山淳一、岸尾光二, 層状複合アニオン化合物 Ba<sub>3</sub>RE<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の蛍光特性, 日本セラミックス協会第 27 回秋季シンポジウム, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市), 2014/9/10

H. Yakita, H. Ogino, A. Sala, T. Okada, A. Yamamoto, K. Kishio, A. Iyo, H. Eisaki, J. Shimoyama, Superconducting Properties of Transition metal co-doped (Ca,RE)FeAs<sub>2</sub>, The 27th International Symposium on Superconductivity, Tower Hall Funabori(Tokyo, Japan), 2014/11/25-27

T. Okada, H. Ogino, J. Shimoyama, K. Kishio, A. Iyo, H. Eisaki, A New BiS<sub>2</sub>-based superconductor : Bi<sub>2</sub>(O,F)S<sub>2</sub>, The 27th International Symposium on Superconductivity, Tower Hall Funabori(Tokyo, Japan), 2014/11/25-27

H. Ogino, H. Yakita, A. Sala, T. Okada, A. Yamamoto, K. Kishio, T. Tohei, Y. Ikuhara, Y. Gotoh, H. Fujihisa, K. Kataoka, H. Eisaki, J. Shimoyama, Superconducting properties of iron-based superconductors (Ca,RE)FeAs<sub>2</sub>, The 27th International Symposium on Superconductivity, Tower Hall Funabori(Tokyo, Japan), 2014/11/25-27

S. J. Singh, J. Shimoyama, H. Ogino, K. Kishio, Thermoelectric Properties of FeAs Based Superconductors with Thick Perovskite- and Sm-O Fluorite-type Blocking Layers, The 27th International Symposium on Superconductivity, Tower Hall Funabori(Tokyo, Japan), 2014/11/25-27

荻野拓, 龍田誠, 桂ゆかり, 市原義悠, 下山淳一, 山ノ井航平, 坪井瑞輝, 清水俊彦, 猿倉信彦, 岸尾光二, 層状複合アニオン化合物 Ba<sub>3</sub>RE<sub>2</sub>M<sub>2</sub>Ch<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の電子構造と発光特性,

第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学(北海道札幌市), 2014/9/19

岡田朋之、荻野拓、焼田裕之、山本明保、岸尾光二、下山淳一, Pr、Co 共添加 CaFe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> の超伝導特性, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学(北海道札幌市), 2014/9/19

焼田裕之、荻野拓、岡田朋之、山本明保、岸尾光二、伊豫彰、永崎洋、下山淳一, (Ca,RE)FeAs<sub>2</sub> の超伝導特性に及ぼす遷移金属ドーピング効果, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学(北海道札幌市), 2014/9/19

龍田誠、荻野拓、柳田健之、藤本裕、下山淳一、岸尾光二, 新規酸塩化物 Ba<sub>3</sub>Re<sub>2</sub>X<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の蛍光特性, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 北海道大学(北海道札幌市), 2014/9/20

H. Yakita, H. Ogino, T. Okada, A. Yamamoto, K. Kishio, J. Shimoyama, A. Iyo, H. Eisaki, A. Sala, Doping effects of transition metals on superconducting properties of (Ca,RE)FeAs<sub>2</sub>, APS March Meeting 2015, Henry B. Gonzalez Convention Center(San Antonio, USA), 2015/3/2-6

林功輔、荻野拓、焼田裕之、岡田朋之、山本明保、岸尾光二、下山淳一, SmFeAs(O,F)の相生成および超伝導特性に対する Sn 添加効果, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学 湘南キャンパス(神奈川県神奈川市), 2015/3/12

焼田裕之、荻野拓、サラアルベルト、岡田朋之、山本明保、岸尾光二、伊豫彰、永崎洋、下山淳一, (Ca,RE)FeAs<sub>2</sub> の超伝導特性の RE 依存性, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学 湘南キャンパス(神奈川県神奈川市), 2015/3/12

岡田朋之、荻野拓、下山淳一、岸尾光二、伊豫彰、竹下直、白川直樹、永崎洋、トボタクティック合成した Bi<sub>2</sub>(O,F)S<sub>2</sub> の圧力効果, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学 湘南キャンパス(神奈川県神奈川市), 2015/3/12

龍田誠、荻野拓、柳田健之、下山淳一、岸尾光二, 層状複合アニオン化合物 Ba<sub>3</sub>RE<sub>2</sub>F<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の蛍光特性, 日本セラミックス協会 2015 年年会, 岡山大学(岡山県岡山市), 2015/3/17

荻野拓、岡田朋之、焼田裕之、下山淳一、岸尾光二、伊豫彰、永崎洋, トボタクティック反応による層状ピスマス酸硫化物の超伝導化, 日本セラミックス協会 2015 年年会, 岡山大学(岡山県岡山市), 2015/3/18

H. Ogino, H. Yakita, A. Sala, K. Kishio, Y. Gotoh, H. Fujihisa, K. Kataoka, A. Iyo, H. Eisaki, J. Shimoyama, Superconducting properties and doping effects of (Ca,RE)FeAs<sub>2</sub>, Superstripes 2015, Hotel Continental Ischia(Ischia, Italy), 2015/6/15

龍田誠、荻野拓、柳田健之、下山淳一、岸尾光二, Eu をドーピングした新規層状複合アニオン

化合物の作製条件と蛍光特性, 日本セラミックス協会第 28 回秋季シンポジウム, 富山大学(富山県富山市), 2015/9/16-18  
焼田裕之, 荻野拓, 岸尾光二(東大) サラアルベルト, 伊豫彰, 永崎洋(産総研) 下山淳一(青学大), 高濃度 RE ドープ(Ca,RE)FeAs<sub>2</sub> の磁気特性, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市), 2015/9/13-16  
市原義悠, 荻野拓, 焼田裕之, 下山淳一, 岸尾光二, CrPn 層を持つ新規層状化合物の合成と物性, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市), 2015/9/13-16  
市原義悠, 荻野拓, 焼田裕之, 下山淳一, 岸尾光二, CrP 層を持つ新規層状化合物の探索と物性評価, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 東京工業大学(東京都目黒区), 2016/3/19-22  
H. Yakita, H. Ogino, A. Sala, K. Kishio, J. Shimoyama, A. Iyo, H. Eisaki, RE dependence of superconducting properties of transition metals co-doped (Ca,RE)FeAs<sub>2</sub>, 12th European Conference on Applied Superconductivity, Lyon convention center(Lyon, France), 2015/9/6 - 10  
M. Tatsuda, H. Ogino, T. Yanagida, Y. Fujimoto, J. Shimoyama, K. Kishio, Luminescence properties of new layered mixed-anion compounds Ba<sub>3</sub>RE<sub>2</sub>X<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Pacificchem 2015, Hawaii convention center(Honolulu, America), 2015/12/15-20  
H. Ogino, H. Yakita, H. Tanaka, A. Sala, A. Iyo, H. Eisaki, J. Shimoyama, K. Kishio, Single crystal growth and exploration of new iron-based superconductors in Ca-RE-Fe-As system, ICCGE-18, 名古屋国際会議場(愛知県名古屋市), 2016/8/8  
荻野拓, 越水正典, 柳田健之, 岸尾光二, 層状酸ハロゲン化物蛍光体の真空紫外励起蛍光特性, 日本セラミックス協会第 29 回秋季シンポジウム, 広島大学(広島県東広島市), 2016/9/7  
荻野拓, 焼田裕之, 下山淳一, 岸尾光二, 伊豫彰, 永崎洋, 混合原子価アニオンを持つ鉄系超伝導体の物性評価, 日本セラミックス協会第 29 回秋季シンポジウム, 広島大学(広島県東広島市), 2016/9/7  
北村拓也, 荻野拓, 岸尾光二, 下山淳一, フッ素を含む新規層状複合アニオン化合物の合成と物性, 日本セラミックス協会第 29 回秋季シンポジウム, 広島大学(広島県東広島市), 2016/9/8  
Alberto Sala, 荻野拓, 田中隼人, 岸尾光二, 後藤義人, 伊豫彰, 永崎洋, (Eu,La)FeAs<sub>2</sub> の合成及び物性, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 朱鷺メッセ(新潟県新潟市), 2016/9/15  
林功輔, 荻野拓, 下山淳一, 岸尾光二, SmFeAs(O,F)の超伝導特性に対する Sn 添加効果の機構解明, 第 77 回応用物理学会秋季学

術講演会, 朱鷺メッセ(新潟県新潟市), 2016/9/15  
市原義悠, 荻野拓, 下山淳一, 岸尾光二, CrPn 層を持つ層状化合物の物性制御, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 朱鷺メッセ(新潟県新潟市), 2016/9/15  
H. Ogino, A. Sala, H. Tanaka, K. Kishio, Y. Gotoh, K. Kataoka, A. Iyo, H. Eisaki, New iron-based superconductor (Eu,La)FeAs<sub>2</sub>, 29th International Superconductivity Symposium (ISS2016), 東京国際フォーラム(東京都千代田区), 2016/12/14  
H. Ogino, A. Sala, H. Tanaka, K. Kishio, Y. Gotoh, K. Kataoka, A. Iyo, H. Eisaki, Synthesis and physical properties of in new iron-based compound EuFeAs<sub>2</sub>, Electronic Materials and Applications 2017, Doubletree Hotel(Florida, USA), 2017/1/20  
H. Ogino, M. Tatsuda, T. Kitamura, T. Yanagida, K. Kishio, Development of layered mixed anion compounds as new candidates for phosphor materials, The 18th International Symposium on Eco-materials Processing and Design(ISEPD2017), 沖縄自治会館(沖縄県那覇市), 2017/2/18  
荻野拓, 異種アニオン利用による新物質開拓, 日本化学会第 97 春季年会「複合アニオン化合物が拓く新しい物質化学」, 慶応大学(神奈川県横浜市), 2017/3/19

〔図書〕(計 2 件)

荻野拓(門脇和男編), “超伝導磁束状態の物理 4.3.4 その他の超伝導体” 裳華房, 2017, p349-354  
荻野拓, “複合アニオン化合物を用いた鉄系超伝導体開発”, 応用物理, 85(3), 201-206, 2016/3.

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)  
○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

荻野 拓(OGINO, Hiraku)

産業技術総合研究所・電子光技術研究部門・主任研究員

研究者番号: 70359545

### (2) 研究分担者

下山 淳一(SHIMOYAMA, Jun-ichi)

青山学院大学・理工学部・教授

研究者番号: 20251366

岸尾 光二(KISHIO, Kohji)

東京大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号: 50143392