

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：24405

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K18724

研究課題名(和文)カーボン超原子への内外双方向ドーピングによる新規高温超伝導体の創成

研究課題名(英文)Development of new high Tc superconductors through internal and external dual-direction doping of carbon superatoms

研究代表者

ブラシデス コスマス (PRASSIDES, KOSMAS)

大阪公立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：90719006

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：超伝導体の多くは原子から構成されるが、分子からなるものも存在する。例として、超原子フラレン(C60)は最高で38 KのTcを示し、高磁場(>90 T)でもゼロ抵抗を保つことで知られている。より優れた超伝導体へのアプローチとして、我々はLi+がC60-内に取り込まれた内包フラレン [Li@C60]を用いた。デカメチルフェロセンを用いたLi+@C60の還元による電気的中性化Li+@C60(-)、および温度・圧力可変条件における内包フラレンの構造同定を達成した。内外双方向から金属をドーピングしたA+n[Li+@C60(n+1)-]を複数回単離しており、構造と電子物性の解析が進行中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

The project led to enhanced understanding of molecular superconductors. Beneficiaries are molecular electronics researchers. There are significant benefits to society (infrastructure and reduced energy usage, sustainable carbon components, reduced use of scarce metals) and industry (new materials).

研究成果の概要(英文)：Most superconductors have simple structures built from atoms, but superconductors made from molecules arranged in solid structures also exist. Prominent examples are those of nanocarbon superatoms, the fullerenes (C60). They show the highest Tc (38 K) and do not lose their zero resistance performance even under extremely high magnetic fields (>90 Tesla). Here we used a new building block for molecular superconductors beyond C60. This is [Li@C60], an endohedral metallofullerene, which incorporates a Li+ ion inside the C60- cage. We have achieved a scalable method to obtain neutral Li+@C60(-) by chemical reduction of Li+@C60 using decamethylferrocene. To date, we have achieved a full structural characterization of the structural properties of the endohedral metallofullerene as a function of temperature and pressure. Numerous dual-direction-doped A+n[Li+@C60(n+1)-] phases have been isolated to-date and the challenging work on their structural and electronic characterization is on-going.

研究分野：Molecular superconductivity

キーワード：Molecular nanocarbons Superconductivity Endohedral fullerene Dual doping Magnetism

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

Superconducting materials have the potential to play a leading role in addressing current priority issues such as energy, health and the environment. Extending the realm of superconductors will enable technological breakthroughs, which are of major economic and societal value to the world community. For instance, ordinary metals such as copper are used for electricity transmission, but energy is wasted as heat because of electrical resistance. Superconductors have no electrical resistance and can carry electricity without losing energy, so finding new superconductors with enhanced performance - working at high temperatures and maintaining lossless electrical transport under high magnetic fields and current densities - is of paramount importance for technological and healthcare applications. Most superconductors have simple structures built from atoms, but superconductors made from molecules arranged in regular solid structures also exist. Prominent examples of molecular superconductors with superior performance are those based on nanocarbon superatoms, the fullerenes (C_{60}). These show the highest superconducting transition temperature, T_c (38 K) and do not lose their zero resistance performance even under extremely high magnetic fields (exceeding 90 Tesla). However, they have now reached their upper limit of performance.

2. 研究の目的

Here we are facing the challenge of surpassing the past performance of C_{60} superconductors. We are targeting to achieve this by developing the uncharted field of high-symmetry superatomic carbon frameworks with metal ions inside the cages and using unprecedented mechanisms of electronic control by dual-direction internal and external electron doping. This is a challenging proposal because there are simply no systems of this type created before and, if and when made, theory predicts superb performance. This project targeted a new materials platform to generate new molecular high temperature superconductors and move the field into the post- C_{60} era. We initiated the use of a new building block to construct superatomic architectures and develop a new control mechanism of the electronic and conducting properties in order to achieve the creation of new superconductors. The new nanocarbon superatom is the endohedral metallofullerene [$Li^+@C_{60}(-)$], which incorporates a Li^+ ion encapsulated inside the C_{60} cage. The new control mechanism is dual-direction electron-doping of the nanocarbon cage, provided by the lithium metal inside and by alkali metal dopants outside. The combinations of crystal and electronic structures adopted by the new materials will be totally distinct from those adopted by their empty C_{60} analogues with important consequences for the electronic properties.

3. 研究の方法

Our research method was based on two complementary procedures: (i) to develop the new synthetic chemistry needed, and (ii) to combine it with advanced structural and physical property measurements and feedback from theory. The research methodology included: [1] Attempts to synthesize dual-direction-doped $A^{+n}[Li^+@C_{60}^{(n+1)-}]$ phases (A = alkali metal; $n = 1-6$). This will allow us to define the full range of valences and electronic ground states in C_{60} cages dually-electron-doped internally and externally. [2] Physical control of structure and properties. Application of pressure can drive insulator-to-metal transitions and trigger the emergence of superconductivity out of non-superconducting $A^{+n}[Li^+@C_{60}^{(n+1)-}]$ precursors away from half filling of the conduction band. [3] Electronic and magnetic ground states in the new materials. The strong interplay between crystal and electronic structure requires the use of many advanced experimental techniques at both ambient and elevated pressures. We have been using our expertise to employ the full range of experimental techniques to investigate crystal structure (synchrotron X-ray diffraction), electronic structure (magnetometry) and dynamics (NMR/ μ SR spectroscopy) throughout the project duration. The integrated study of structure and electronic properties in the normal and superconducting states will

finally be the basis for theoretical understanding of the new metallic/superconducting ground states.

4. 研究成果

Most superconductors have simple structures built from atoms, but superconductors made from molecules arranged in solid structures also exist. Prominent examples are those of nanocarbon superatoms, the fullerenes (C_{60}) – they show the highest superconducting transition temperature, T_c (38 K) and do not lose their zero resistance performance even under extremely high magnetic fields (>90 Tesla). In this research, we are using a new building block for molecular superconductors beyond C_{60} . This is $[Li@C_{60}]$, an endohedral metallofullerene, which incorporates a Li^+ ion inside the C_{60}^- cage. We have developed a scalable method to obtain neutral $Li^+@C_{60}^-$ by chemical reduction of $Li^+@C_{60}$ using decamethylferrocene. Investigation of solid $[Li@C_{60}]$ revealed the presence mainly of dimers $(Li@C_{60})_2$, together with the co-existence of a small fraction of the EPR-active monomer form. However, although this preparative route does not demand long reaction times, it leads to poorly crystalline materials. This is unlike electrolytic reduction routes, which afford very crystalline materials but in small quantities. Nonetheless this allows the in-depth structural characterization, which has unveiled a highly symmetric hexagonal crystal structure comprising disordered dimer units in analogy with $(C_{59}N)_2$ or molecular dihydrogen. To date, we have achieved a full structural characterization of the structural properties of the endohedral metallofullerene as a function of temperature down to liquid helium temperatures and as a function of pressure up to applied hydrostatic pressures of 12 GPa. Numerous dual-direction-doped $A^{+n}[Li^+@C_{60}^{-(n+1)}]$ phases ($A = Rb$; $n = 1-6$) have been isolated to-date and the challenging work on their structural and electronic characterization is on-going.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 12件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Colman Ross H., Esma Okur H., Garbarino Gaston, Ohishi Yasuo, Aoyagi Shinobu, Shinohara Hisanori, Prassides Kosmas	4. 巻 31
2. 論文標題 Pressure effects on the crystal structure of the cubic metallofullerene salt [Li@C60][PF6] to 12 GPa	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials Today Communications	6. 最初と最後の頁 103275 ~ 103275
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mtcomm.2022.103275	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 Terzidou A. G. V., Nakagawa T., Yoshikane N., Rountou R., Rix J., Karabinaki O., Christofilos D., Arvanitidis J., Prassides K.	4. 巻 34
2. 論文標題 High-pressure Raman study of the alkaline-earth metal fulleride, Ca ₂ .75C ₆₀	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Modern Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 2040056 ~ 2040056
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0217984920400564	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 Hiley Craig I., Inglis Kenneth K., Zanella Marco, Zhang Jiliang, Manning Troy D., Dyer Matthew S., Knafllic Tilen, Arcon Denis, Blanc Frederic, Prassides Kosmas, Rosseinsky Matthew J.	4. 巻 59
2. 論文標題 Crystal Structure and Stoichiometric Composition of Potassium-Intercalated Tetracene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 12545 ~ 12551
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.0c01635	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 Yoshikane Naoya, Matsui Keisuke, Nakagawa Takeshi, Terzidou Anastasia G. V., Takabayashi Yasuhiro, Yamaoka Hitoshi, Hiraoka Nozomu, Ishii Hirofumi, Arvanitidis John, Prassides Kosmas	4. 巻 4
2. 論文標題 Pressure-induced valence transition in the mixed-valence (Sm _{1/3} Ca _{2/3}) ₂ .75C ₆₀ fulleride	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials Chemistry Frontiers	6. 最初と最後の頁 3521 ~ 3528
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0QM00707B	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 Yoshikane Naoya, Nakagawa Takeshi, Matsui Keisuke, Yamaoka Hitoshi, Hiraoka Nozomu, Ishii Hirofumi, Arvanitidis John, Prassides Kosmas	4. 巻 150
2. 論文標題 Chemical tuning of samarium valence in mixed valence (Sm ¹ -Ca) ₂ .75C ₆₀ fullerides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physics and Chemistry of Solids	6. 最初と最後の頁 109822 ~ 109822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpccs.2020.109822	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 Okada Hiroshi, Ueno Hiroshi, Takabayashi Yasuhiro, Nakagawa Takeshi, Vrankic Martina, Arvanitidis John, Kusamoto Tetsuro, Prassides Kosmas, Matsuo Yutaka	4. 巻 153
2. 論文標題 Chemical reduction of Li ⁺ @C ₆₀ by decamethylferrocene to produce neutral Li ⁺ @C ₆₀ -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Carbon	6. 最初と最後の頁 467 ~ 471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.carbon.2019.07.028	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 Colman Ross H., Okur H. Esmā, Kockelmann Winfried, Brown Craig M., Sans Annette, Felser Claudia, Jansen Martin, Prassides Kosmas	4. 巻 58
2. 論文標題 Elusive Valence Transition in Mixed-Valence Sesquioxide Cs ₄₀₆	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 14532 ~ 14541
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.9b02122	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 Okur H. Esmā, Colman Ross H., Ohishi Yasuo, Sans Annette, Felser Claudia, Jansen Martin, Prassides Kosmas	4. 巻 59
2. 論文標題 Pressure-Induced Charge Disorder-Order Transition in the Cs ₄₀₆ Sesquioxide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 1256 ~ 1264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.9b02974	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 Zhang Jiliang, Whitehead George F. S., Manning Troy D., Stewart David, Hiley Craig I., Pitcher Michael J., Jansat Susanna, Prassides Kosmas, Rosseinsky Matthew J.	4. 巻 140
2. 論文標題 Reactivity of Solid Rubrene with Potassium: Competition between Intercalation and Molecular Decomposition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the American Chemical Society	6. 最初と最後の頁 18162 ~ 18172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.8b11231	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 Okur H. Esma, Prassides Kosmas	4. 巻 131
2. 論文標題 Structural and electronic properties of the overexpanded quaternary superconducting fulleride K _{0.25} Rb _{0.25} Cs _{2.5} C ₆₀	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics and Chemistry of Solids	6. 最初と最後の頁 44 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpccs.2019.03.017	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 Pissas M., Stamopoulos D., Arulraj A., Prassides K.	4. 巻 107
2. 論文標題 Evolution of the magnetic structure in overdoped antiferromagnetic manganites: A neutron diffraction study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 35110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.107.035110	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 Yoshikane Naoya, Matsui Keisuke, Nakagawa Takeshi, Yamaoka Hitoshi, Hiraoka Nozomu, Ishii Hirofumi, Arvanitidis John, Prassides Kosmas	4. 巻 in press
2. 論文標題 Isosymmetric Lattice Collapse in Mixed-Valence Rare-Earth Fullerides at High Pressure Coupling of Lattice and Electronic Degrees of Freedom	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c01626	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

[学会発表] 計45件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Emergent electronic phenomena in all-carbon π -electron molecular systems
3. 学会等名 Joint seminars of the Department of Condensed Matter Physics (DCMP) and the Materials Growth and Measurement Laboratory (MGML), Charles University, Prague, Czech Republic (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Valence tuning in rare-earth fullerides at ambient and elevated pressures
3. 学会等名 American Chemical Society ACS Spring 2021 meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keisuke Matsui, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Crystal structure of cation-ordered ternary fullerides M ₂ AC ₆₀
3. 学会等名 Summer School 2021, Young Coordination Chemists Association of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Structural and electronic studies of rare-earth fullerides at elevated pressures
3. 学会等名 Summer School 2021, Young Coordination Chemists Association of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keisuke Matsui, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Systematic structural study of cation-ordered pentavalent fullerides
3. 学会等名 The 61st Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keisuke Matsui, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Synthesis and structural study of non-cubic cation-ordered ternary fullerides M2AC60
3. 学会等名 2021 Autumn Meeting, The Physical Society of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Structural and electronic study of rare-earth fullerides by synchrotron XAS and XRD techniques at ambient and elevated pressures
3. 学会等名 2021 Autumn Meeting, The Physical Society of Japan
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Tuning of Mixed Valency in Rare-Earth Fullerides at Ambient and Elevated Pressures
3. 学会等名 2021 Materials Research Society (MRS) Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keisuke Matsui, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Crystal Structure and Electronic Properties of Cation-Ordered Non-Cubic Pentavalent Fullerides
3. 学会等名 2021 Materials Research Society (MRS) Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Tuning rare-earth mixed valency by coupling to electronically-active fulleride anion sublattices
3. 学会等名 PACIFICHEM 2021, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoaki Fushimi, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Spontaneous magnetoelastic effects in Prussian blue analogue molecular magnets
3. 学会等名 PACIFICHEM 2021, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Mixed valency in alkali sesquioxides
3. 学会等名 PACIFICHEM 2021, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Quantum magnetism in fully-frustrated all-carbon pi-electron systems
3. 学会等名 PACIFICHEM 2021, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Chemical tuning of samarium valence in mixed valence (Sm _{1-x} Ca _x) ₂ .75C ₆₀ fullerenes
3. 学会等名 The 2020 Autumn Meeting, The Physical Society of Japan (online)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keisuke Matsui, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Rare-earth valence responses to pressure in ternary rare-earth fullerenes Sm _{2.75-x} Eu _x C ₆₀
3. 学会等名 The 2020 Autumn Meeting, The Physical Society of Japan (online)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Chemical tuning of samarium valence in mixed valence (Sm _{1-x} Ca _x) ₂ .75C ₆₀ Fullerenes
3. 学会等名 The 70th Conference of Japan Society of Coordination Chemistry (online)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Quantum magnetism in fully-frustrated all-carbon π -electron systems
3. 学会等名 International Workshop on Phase Transition and Dynamical Properties of Spin Transition Materials (PDSTM 2019) (Gainesville, Florida, USA) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Emergent Electronic Phenomena in All-Carbon π -Electron Molecular Systems
3. 学会等名 The 1st Nanjing Conference on Quantum Materials (NCQM-2019) (Nanjing, China) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Emergent electronic phenomena in mixed valence rare-earth fullerides
3. 学会等名 The International Conference on Quantum Physics in Complex Matter: Superconductivity, Magnetism and Ferroelectricity, Superstripes 2019 (Ischia, Naples, Italy) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Emergent electronic phenomena in hybrid f-/p- electron molecular materials
3. 学会等名 The J-Physics 2019 International Conference & KINKEN-WAKATE 2019 Multipole Physics (Kobe) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Emergent electronic phenomena in mixed valence rare-earth fullerides
3. 学会等名 The International Conference on Electron Correlation in Superconductors and Nanostructures (ECSN-2019) (Odessa, Ukraine) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Metal-directed asymmetric spatial assembly of diverse building blocks - spheres, planes, and bowls
3. 学会等名 The 2019 Coordination Asymmetry Annual Meeting (Tokyo)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Emergent electronic phenomena in intermediate valence rare-earth fullerides
3. 学会等名 The J-Physics Mini-Workshop in Osaka (Osaka)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Mixed valence transitions in rare-earth fullerides
3. 学会等名 The 2019 Autumn Meeting, The Physical Society of Japan (Gifu)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Tuning of mixed valency in asymmetrically- coordinated rare-earth fullerenes
3. 学会等名 The 69th Conference of the Japan Society of Coordination Chemistry (Nagoya)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Materials development in f -electron systems
3. 学会等名 The 2019 J-Physics Annual Meeting (Kobe) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Superconductivity and quantum magnetism in p -electron systems: a personal ongoing voyage into the unexpected
3. 学会等名 The 407th colloquium of the Solid State Physics Seminars Series, Department of Applied Physics, School of Engineering, Nagoya University (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keisuke Matsui, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Pressure-induced valence transitions in mixed valence rare-earth fullerenes
3. 学会等名 The 2020 JPS Annual Meeting (Nagoya)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Carbon-based molecular materials as new electronic materials platforms
3. 学会等名 International Workshop on New Materials and Crystal Growth (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Emergent Electronic Phenomena in All-Carbon π -Electron Systems
3. 学会等名 Gordon Research Conference (GRC), "Conductivity and Magnetism in Molecular Materials" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zhanqiang Xu, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Towards the Assembly of Charged Analogues of Endohedral Metallofullerenes from Bowl-shaped π -Electron Molecular Units
3. 学会等名 Gordon Research Conference (GRC), "Conductivity and Magnetism in Molecular Materials" (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Superconductivity and Magnetism in all-Carbon π -electron Systems
3. 学会等名 12th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors (M2S-2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Unconventional superconductivity and quantum magnetism in π -electron molecular systems
3. 学会等名 2018 European Materials Research Society (E-MRS) Fall meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Emergent Electronic Phenomena in All-Carbon π -Electron Molecular Systems
3. 学会等名 The 8th TOYOTA RIKEN International Workshop on Organic Semiconductors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Quantum magnetism in fully-frustrated all-carbon π -electron systems
3. 学会等名 The 99th Annual Meeting 2019 of Chemical Society Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Pressure evolution of Sm valence in $(\text{Sm}_{1-x}\text{Ca}_x)_2\text{C}_{60}$ fullerenes
3. 学会等名 The 99th Annual Meeting 2019 of Chemical Society Japan
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Superconductivity and quantum magnetism in f -electron systems: a personal ongoing voyage into the unexpected
3. 学会等名 Seminar, Department of Chemistry, University of Crete (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Searching for the Hebel-Slichter coherence peak across the superconductivity dome of fullerides
3. 学会等名 Superstripes 2022 International Conference, Frascati, Rome, Italy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keisuke Matsui, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Synthesis and structural study of pentavalent fullerides
3. 学会等名 2022 Summer School of the Young Coordination Chemists' Association of Japan, held at Tokyo Institute of Technology
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mizuki Suzuki, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Exploration of the Calcium-C60 Binary Phase Field
3. 学会等名 2022 Summer School of the Young Coordination Chemists' Association of Japan, held at Tokyo Institute of Technology
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Mixed valency in (Sm _{1-x} Ca _x) ₂ .75C ₆₀
3. 学会等名 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC8), online
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Marina Nishiura, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Structural control of Prussian blue analogues by alkali metal substitution
3. 学会等名 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC8), online
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akane Matsumoto, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Ab initio structural investigation of C ₆₀ /PAH co-adducts - new structures from powder diffraction data
3. 学会等名 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC8), online
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kosmas Prassides
2. 発表標題 Spontaneous magnetoelastic effects in Prussian blue analogue molecular magnets
3. 学会等名 2023 Joint CTMNM/NAGC Conference, Spetses, Greece (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naoya Yoshikane, Kosmas Prassides
2. 発表標題 Coupling of structural and electronic behaviors in mixed-valence RE2.75C60
3. 学会等名 2023 Joint CTMM/NAGC Conference, Spetses, Greece (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 P. Mele, K. Prassides, C. Tarantini, A. Palau, P. Badica, A. K. Jha, T. Endo	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer Nature	5. 総ページ数 379
3. 書名 Superconductivity: From Materials Science to Practical Applications	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Electronic Functional Materials Laboratory http://mtr1.osakafu-u.ac.jp/prassides-lab/

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