

大阪大学大学院 理学研究科 化学専攻
アニュアルレポート
2019

目 次

はじめに	1
I. 化学専攻における研究活動	
1. 分析化学研究室	3
2. 放射化学研究室	4
3. 無機化学研究室	5
4. 錯体化学研究室	6
5. 物性物理化学研究室	7
6. 表面化学研究室	8
7. 量子化学研究室	9
8. 反応物理化学研究室	10
9. 生物物理化学研究室	11
10. 構造有機化学研究室	12
11. 物性有機化学研究室	13
12. 天然物有機化学研究室	14
13. 有機生物化学研究室	15
14. 生体分子化学研究室	16
15. 生物無機化学研究室	17
16. 熱・エントロピー科学研究センター	18
17. 資料先端研究室（総合学術博物館）	19
18. 同位体化学研究室	20
19. 粒子ビーム化学研究室	21
II. 業績リスト	
1. 原著論文	23
2. 総説	41
3. 出版物	43
4. その他	44

はじめに

大阪大学大学院理学研究科

化学専攻長 奥村 光隆

理学研究科化学専攻は昭和6年(1931年)大阪大学創設とともに、理学部化学科として5研究室で発足しました。その後発展して、昭和34年に高分子学科を新設し、昭和54年には化学熱学実験施設(現在の熱・エントロピー科学研究センター)を設立しました。現在は、無機化学分野6研究室(学際化学講座および全学教育推進機構の各1研究室を含む)、物理化学分野7研究室(構造熱科学研究センター、総合学術博物館の各1研究室を含む)、有機化学分野5研究室(学際化学講座の1研究室を含む)、さらに産業科学研究所および蛋白質研究所に属する7研究グループ、大阪大学放射線科学基盤機構2研究グループ(同位体化学研究室、粒子ビーム研究室)、および併任・連携講座の5研究グループによって構成されています。これらの研究室群は現代化学の多様な研究分野をカバーしており、基礎化学に根ざした学部・大学院教育を担うとともに、大学でしか出来ない幅広い最先端の学術研究を展開しています。この小冊子は、これらの研究室のうち、大学院理学研究科化学専攻基幹講座および豊中キャンパスにおける協力講座に属する19研究室(上記の各分野)の最近の研究・教育活動と業績を紹介するものです。産業化学研究所や蛋白質研究所などに属する協力講座につきましては、各研究所の報告書などをご覧ください。

理学研究科附属基礎理学プロジェクトセンターは、理学研究科J棟(教育研究交流棟)において大規模プロジェクト型研究の拠点となっており、産学連携、放射線管理などの業務を行っております。

また理学研究科では、部局横断型のグローバルリーダー育成教育プログラムである博士課程教育リーディングプログラム「超域イノベーション博士課程プログラム」および「インタラクティブ物質科学・カデットプログラム」、さらに卓越大学院プログラム「先導的量子ビーム応用卓越大学院プログラム」に参画して、研究教育を実施しております。そして令和2年度より大阪大学の「博士課程教育リーディングプログラム」の成果を引き継いで、理学研究科を含む理工情報系の10部局などが一体となって運営する博士課程プログラムである「大阪大学理工情報系オーナー大学院プログラム」にも積極的に取り組むこととなっております。

本冊子に専攻の1年間の研究・教育活動の業績をまとめました。昨年度から、ペーパーレス化を促進し、PDFとして発刊して、WEBで公開することになりました。ご一読いただき、ご意見などをいただければ幸いに存じます。

I. 化学専攻における研究活動

分析化学研究室

塚原 聡 (教授)、諏訪 雅頼 (助教)、山本 茂樹 (助教)

<主な研究テーマ>

新たな原理に基づいた分析法を開発し、分析化学の新領域を開拓すべく研究を行っている。光学的手法を駆使し、溶液中の物質を『拡大して見る』ことで、その化学的性質や構造・機能を明らかにする研究を行っている。生体や環境中において、多くの物質は nm から μm サイズの微粒子や集合体を形成して機能している。その分離分析手法の開発を行っている。また、高分子の高次構造を解析できる新たな分析法を確立するために、ラマン光学活性および低波数振動分光について研究を行っている。

- (1) 油水界面における球形微粒子のブラウン運動の *in situ* 顕微測定
- (2) 交流磁場中での磁気ナノ粒子の回転モードの解析
- (3) ラマン光学活性および低波数振動分光によるポリマー高次構造の解析

<研究活動概要>

(1) 陽イオン交換樹脂に常磁性の金属イオンである Mn^{2+} を吸着させた常磁性微粒子 (半径 150–200 μm) を、水性二相系 (ポリエチレングリコール-デキストラン-水系) の液液界面にトラップさせ、下から磁石を近づけることで、磁気力によりその常磁性微粒子を界面から下相に移動させた。図 1 に示すように、界面にトラップされた微粒子には様々な力が働く。それらの力の大きさを計算したり測定したりすることで、力のつり合いを評価した結果、それぞれが妥当であることが判った。また、その際、界面張力に由来する力が重要であることも示された。

(2) 交流磁場に対する磁気ナノ粒子 (Magnetic Nanoparticle; MNP) の磁化ダイナミクスを利用する医療技術が発展しつつある。これらの技術では、MNP 内での磁化の回転 (内部回転) と粒子自体の回転 (物体回転) を考慮する必要がある。先の研究で、MNP 分散液の光学異方性から物体回転が観測できることを実証した。この測定法の高感度化を行い、球状マグネタイト MNP の物体回転を調査した。幾つかの数値計算で予想されていた通り、粒径や磁場の振幅による回転モードの変化を観測した[1]。

(3) 低波数振動分光は、結晶性ポリマーの格子間隔や、ポリマー骨格の歪みなどの高次構造を解析するための簡便な分析法となりうる。しかし低波数振動モードの帰属はこれまで不確かであった。我々は α 型ナイロン 6 の低波数ラマンおよび遠赤外吸収スペクトルを測定し、それぞれを量子計算スペクトルと比較することで (図 1)、振動モードの帰属を達成した[2]。

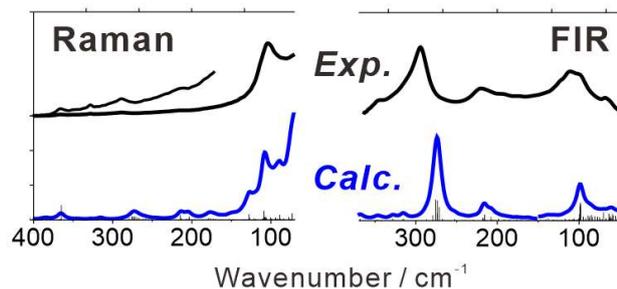


図 1. α 型ナイロン 6 の低波数ラマンおよび遠赤外吸収スペクトルの実験 (黒) と DFT 計算 (青)

<参考文献>

1. Suwa, M.; Uotani, A.; Tsukahara, S. *Appl. Phys. Lett.* **2020**, in press.
2. Yamamoto, S.; Ohnishi, E.; Sato, H.; Hoshina, H.; Ishikawa, D.; Ozaki, Y. *J. Phys. Chem. B* **2019**, *123*, 5368–5376. **Supplementary Cover**

放射化学研究室

篠原 厚 (教授)、笠松 良崇 (講師)、二宮 和彦 (助教)

<主な研究テーマ>

本研究室では「新しい原子の創造—エキゾチックアトムと超重元素の化学」を旗印に、以下の研究を進めています。

- (1) 重元素の化学的・核的性質に関する研究
- (2) エキゾチックアトムの形成過程とその化学的挙動
- (3) 核医学用放射性核種の研究開発
- (4) 環境放射能の放射化学的研究
- (5) その他：新規核壊変特性（半減期の化学効果など）、中高エネルギー中性子核反応と宇宙化学など、広く放射化学に関連するテーマ

<研究活動概要>

(1) Rf の硝酸系での固液抽出の模擬実験として、同族元素 Zr の短寿命核種を製造して加速器オンライン抽出実験を行った。自動装置を用いた実験系を確立し、条件を決定した。また、102 番元素 No の硫酸沈殿実験を行うための基礎実験を 2 族元素を用いて行った。2 族元素間において硫酸イオン濃度に応じてそれぞれ異なった沈殿挙動が観測され、錯形成の様子を調べることができる条件を調べることができた。

(2) J-PARC (茨城県東海村) における長期課題が採択され、ミュオンを用いた非破壊の元素分析法の開発を進めた。微量な隕石試料に対する分析を実施し、他の非破壊での分析では定量が難しい炭素など軽元素の分析に成功した。それに加えて、新たに CdTe 半導体を用いる二次元イメージャの開発を行い、試作機を用いたマシンタイムにより、非破壊で三次元の元素分布を調べた。

(3) 医-理-核物の連携によるアルファ線核医学治療法開発プロジェクトの RI 製造グループでは、理研や QST との連携による ^{211}At の定常的供給、および ^{225}Ac の供給を行った。甲状腺がん治療を目指した NaAt 開発では、治療に向けた安全性試験が開始された。さらに、 ^{225}Ac によるすい臓がん間質をターゲットとする新しいアプローチで成果が得られた。また、At の化学的性質に関する研究では、HPLC 等による化学反応性や揮発性 At 分子の熱クロマトグラフ挙動が調べられた。

(4) 福島原発事故起源の放射性核種について、長寿命の放射性核種である ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 ^{239}Pu 、 ^{240}Pu に注目して、長期的な環境動態や放射性 Cs を濃集した粒子の分析から事故初期の汚染状況の研究を進めた。原発周辺で採取した土壌試料から分離した放射性 Cs が濃集した粒子 (図を参照) について、初めての ^{239}Pu 、 ^{240}Pu の分析に成功し、その同位体比などの特徴からこれら Pu 同位体が福島事故に由来することを明らかにした。

(5) ^{229}Ac から $^{229\text{m}}\text{Th}$ を生成し、内部転換電子を観測することで電着試料状態における半減期を決定した。過去に報告された金属状態での半減期と同様の値が得られた。

<参考文献>

1. Shigekawa, Y. et al., *Phys. Rev. C* **2019**, *100*, 044304/1-7.
2. Igarashi, J., et al. *Sci. Rep.* **2019**, *9*, 11807.

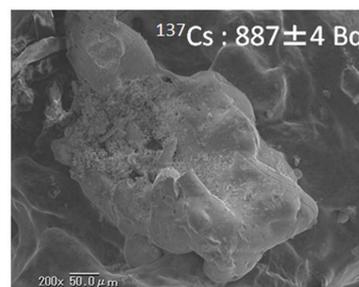


図. 放射性粒子の電子顕微鏡像。初めて Pu 同位体が検出された。

無機化学研究室

石川 直人 (教授)、福田 貴光 (講師)、冬広 明 (助教)

<主な研究テーマ>

- (1) 不完全充填 f, d, π 電子系を有する系の電子構造と磁性の基礎研究
- (2) 極端に大きな磁気異方性や磁気緩和時間を有する金属錯体の電子構造と磁性
- (3) 複数の磁性サイトを有する系の磁気緩和メカニズムの基礎研究
- (4) 配位子場の化学的・物理的操作による磁気異方性・分子磁性の制御

<研究活動概要>

化学において、4f ブロック錯体群の磁性に対する関心は低かった。その理由の一つとして一般に 4f 電子が配位子場の影響をほとんど受けないと見なされていたことが挙げられる。しかし、実際には基底多重項は配位子場によって数百 cm^{-1} 程度分裂し、低温下で錯体それぞれに特徴的な磁性が現れる。我々は、2003 年に世界で初めて希土類錯体の「単分子磁石」挙動を報告し、それ以来、4f ブロック分子磁性研究分野は大きな発展を見せている。本研究室では 4f 電子が関与する新しい研究分野を開拓することを大きな目標として活動を行っている。

我々は、最近、4f 電子系と、光励起された環状 π 共役系との新たな磁氣的相互作用の存在を発見した。フタロシアニン二層型 Tb 錯体、Dy 錯体は「単分子磁石」挙動を示すが、これらの化合物の配位子は環状 π 電子系を持ち、可視領域にある二重縮重 $\pi-\pi^*$ 励起状態において、分子面に垂直な軌道角運動量 \mathbf{L} を持つ。すなわち、励起状態において、起源の異なる \mathbf{J} 角運動量と \mathbf{L} 角運動量を同時に持つ特異な系となる。

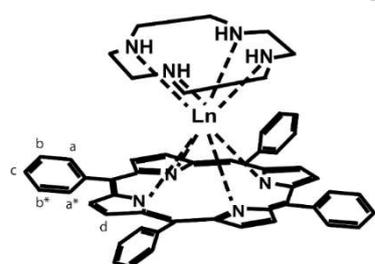


図1 [Ln(TPP)(cyclen)]Clの構造

本年度は、環状 π 電子系を有するもう一つの代表的な化合物である、ポルフィリンの希土類錯体における $\mathbf{J}-\mathbf{L}$ 相互作用に着目した。ポルフィリンが有する可視領域の2つの $\pi-\pi^*$ 電子遷移(Q 帯、B 帯)はどちらも線幅が狭いため、温度・磁場依存 MCD スペクトルによる詳細な研究がより容易に行えると期待される。高い対称性を有し、かつできるだけ単純な構造を持つ $\mathbf{J}-\mathbf{L}$ 系を実現するために、一方の配位子を π 電子を持たないサイクレン配位子に置き換えた錯体

(図1 [Ln(TPP)(cyclen)]Cl; Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, and Yb) を系統的に合成した。そして、これら6種類の重希土類の錯体それぞれの基底状態における4f電子系の配位子場分裂構造を決定した。これによって、例えば Tb 錯体で $J_2 = \pm 6$ の二重項が基底状態となる系ができていることが確かめられた。この基礎的な情報をもとに、配位子側の光励起状態で生じる軌道角運動量 \mathbf{L} と 4f 電子系の相互作用についての研究を行うことが可能になった。これらの相互作用の観測と機構の解明に向けて引き続き研究を行っている。

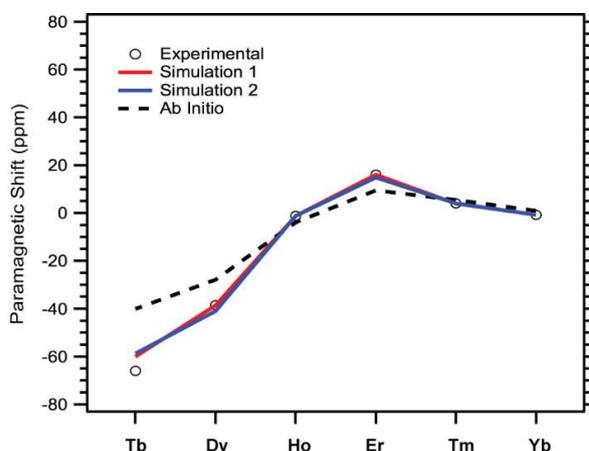


図2 NMR常磁性シフトの実測値と、決定した配位子場分裂パラメータによる理論値およびAb initio計算との比較

錯体化学研究室

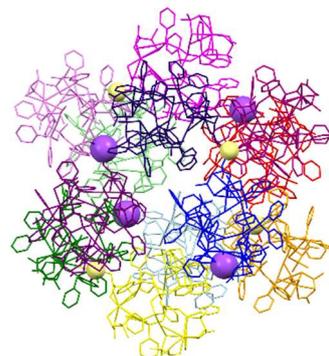
今野 巧 (教授)、吉成 信人 (准教授)、桑村 直人 (助教)、小島 達弘 (助教)

<主な研究テーマ>

- (1) 錯体配位子法による非クーロン力支配型イオン性固体 (NCIS) の創製
- (2) チオラト錯体の段階的集積化による金属超分子構造の構築に関する研究
- (3) 金属錯体のキラル認識とキラル選択的集積化による分子集合体の構築
- (4) 硫黄架橋多核錯体の構造制御と物性に関する研究

<研究活動概要>

(1) *N*-メチル-L-システイン (L-nmc) とビス(ジフェニルホスフィノ)エタン (dppe) を混合配位した、カチオン性 $\text{Au}^{\text{I}}_4\text{Co}_2$ 六核錯体が、結晶化の際に、六核錯体カチオンと対アニオンが別々に自己集合化した電荷分離型 NCIS を与えることを見出した。このカチオン性 $\text{Au}^{\text{I}}_4\text{Co}_2$ 六核錯体中のコバルトイオンは、用いる対イオンの種類に応じて、異なる Co^{III} 混合原子価状態をもつことが分かった。



(2) *D*-ペニシラミン (D-H₂pen) をもつ三脚型の金(I)三核錯体、 $[\text{Au}_3(\text{tdme})(\text{D-Hpen})_3]$ 、に酢酸カドミウム(II)を反応させると、巨大ケージ型の $\text{Au}^{\text{I}}_{72}\text{Cd}^{\text{II}}_{40}\text{Na}^{\text{I}}_4$ 116 核錯体、 $[\{\text{Au}_6\text{Cd}_3(\text{tdme})_2(\text{D-pen})_6\}_{12}\text{Cd}_4\text{Na}_4](\text{NO}_3)_{12}$ 、が形成されることを見出した。この 116 核ケージ錯体の結晶を硝酸銅(II)水溶液に浸すと、単結晶性を保持したまま、 $\text{Au}^{\text{I}}_{72}\text{Cu}^{\text{II}}_{80}$ 152 核錯体、 $[\{\text{Au}_6\text{Cu}_6(\text{tdme})_2(\text{D-pen})_6\}_{12}\text{Cu}_8]^{88+}$ 、に変換されることが分かった。さらに、この結晶は、 MoO_4^{2-} を結晶内部に取り込み、単結晶性を保持したまま、結晶内部で $\beta\text{-Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$ への縮合反応が進行することを明らかにした。

(3) 2-アミノエタンチオレート (aet) をもつロジウム(III)単核錯体、 $[\text{Rh}(\text{aet})_3]$ 、の Δ/Λ ラセミ体に、銀(I)イオンと *D*-H₂pen を反応させると、*D*-H₂pen の脱硫反応が起こり、光学活性な $\text{Ag}^{\text{I}}_{46}\text{Rh}^{\text{III}}_{14}$ 60 核硫化銀クラスター、 $[\text{Ag}_{46}\text{S}_{13}\{\text{Rh}(\text{aet})_3\}_{14}]^{20+}$ 、が生成することを見出した。また、この硫化銀クラスターを銅(II)イオンと反応させると、硫化銀クラスターの中心核の銀(I)イオンが、銅(II)イオンに置換されることも分かった。

(4) イリジウム(III)単核錯体、 $[\text{Ir}(\text{aet})_3]$ 、を窒素下で HBF_4 と反応させると、イリジウム(III)単核錯体二分子が3つの S-H...S 水素結合で連結された Ir^{III}_2 二核錯体、 $[\text{Ir}_2(\text{aet})_3(\text{Haet})_3](\text{BF}_4)_3$ 、が生成した。この錯体を、空気下で再結晶すると、1つの S-S ジスルフィド結合と2つの S-H...S 水素結合で連結された、 Ir^{III}_2 二核錯体、 $[\text{Ir}_2(\text{aet})_4(\text{cysta})](\text{BF}_4)_2$ 、に変換されることを見出した。

<参考文献>

1. Ueda, M.; Goo, Z. L.; Minami, K.; Yoshinari, N.; Konno, T. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 14673-14678.
2. Imanishi, K.; Wahyudianto, B.; Kojima, T.; Yoshinari, N.; Konno, T. *Chem. Eur. J.* **2020**, *26*, 1827-1833.

物性物理化学研究室

中澤 康浩 (教授)、坪 広樹 (准教授)、山下 智史 (助教)

<主な研究テーマ>

- (1) π 電子の強相関機構に誘引された結晶格子のガラス状態の形成
- (2) 分子性物質の新奇スピン状態の探索と物性解明
- (3) シアノ架橋型金属錯体の高圧下熱容量測定による強磁性-反強磁性転移の研究
- (4) 金属錯体、分子性電荷移動塩の新奇な熱電効果の解明
- (5) 分子性化合物における巨大な電荷分離構造と其中で生じる非平衡物性

<研究活動概要>

(1) θ -(BEDT-TTF)₂X (X=I₃, RbZn(SCN)₄, CsZn(SCN)₄, CsCo(SCN)₄)はバンドフィリングが 1/4 である非ダイマー型分子性電荷移動塩である。電子の強い相関効果と三角格子構造によるフラストレート性によって、電荷揺らぎ、電荷凍結、揺らぎの大きな金属状態で生じる超伝導状態がアニオンの違いによって現れる。これらの物質の極微単結晶を用いた熱伝導率測定(図 1)、熱容量測定から系統的な電子物性の議論を行った[1]。X=CsZn(SCN)₄塩、急冷したした X=RbZn(SCN)₄塩で形成される電荷ガラス状態では、強相関電子系特有の電荷と格子振動の強い結合によって、低エネルギー領域での音響フォノンが、分子配向の乱れによる配向ガラスとよく似たランダムネスを伴っていることが明らかになった。熱容量のボソンプークや熱伝導のプラトー構造という配向ガラス特有の低エネルギー励起が明確に観測された。一方、X=I₃塩では、隣接分子間の軌道の重なりが大きく金属的な伝導を示すが、同時にフラストレート性が増し、電荷の揺らぎが強い異常金属状態を形成する。この塩で $T_c=3$ K で生じる超伝導はバルク性が低く、電荷の揺らぎに起因した低エネルギーフォノンによって電子波動関数のコヒーレント性が抑制されていることが示唆される。しかしながら、超伝導電子対は磁場印加に対して比較的強く、フルギャップ的な超伝導であることが示唆される。同様の 1/4 充填型である β '型の塩の超伝導特性と定性的にはよく似た振る舞いになっている[2]。ダイマー型の塩の超伝導の起源は、電荷揺らぎに関係している可能性が強いが、ダイマー型の d 波超伝導のシステムと大きく異なる点は、電荷の揺らぎが電荷ガラスの様にフォノンの乱れを誘引している点である。このようなフォノン系の乱れが本質的に起こり易く、超伝導のバルク性が大きく抑制されることが示唆される。

(2) 二量体性をもつ κ 型と呼ばれる分子性電荷移動塩では、アニオン分子の大きさによって二量体が三角格子になり、スピンが液体状態になることが知られている。 κ 型構造をもつ代表的な塩である κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br のドナー構造に BEDSe-TTF を混晶化することによって、正方格子が三角格子的に変化していくことに着目し、固溶系の熱容量測定を行った。希薄状態は超伝導を示すが約 16%を境に絶縁化していく。しかしながら、低温での熱容量は絶縁体状態になっても有限の電子熱容量係数を与える、スピン液体状態に近くなっていることが明らかになった。超伝導を示す状態からフラストレート性を上げることで生じる電子、スピン状態の変化の更なる追跡を進めている。

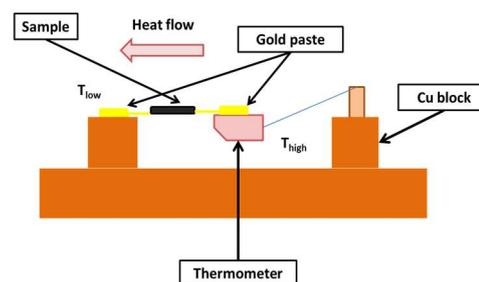


図 1. 微小単結晶を用いた磁場下熱伝導率測定システム

<参考文献>

1. Nomoto T. *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **2019**, *88*, 073601, 1-4.
2. Imajo S. *et al.* *Phys. Rev. Res.* **2019**, *1*, 033184, 1-7.

表面化学研究室

加藤 浩之 (准教授)、山田 剛司 (助教)

<主な研究テーマ>

- (1) 吸着分子のフェムト秒時間分解 2光子光電子分光
- (2) 有機薄膜の顕微光電子分光・局所分光
- (3) 機能性自己組織化二分子膜の作製と評価

<研究活動概要>

近年、有機デバイスの実用化が進み、電極/有機薄膜界面の電子状態や励起電荷の失活経路を定量的に解明することの重要性が再認識されている。当研究では、分子と固体表面が接する界面の電子状態と電荷ダイナミクスについて、2光子光電子(2PPE)分光を中心とした研究を進めてきた。2PPE分光では、フェムト秒レーザーを用いたポンププローブ計測により、非占有準位への電子励起と光電子放出による検出を行うため、励起準位とその状態の時間発展を高精度に解明することが可能である。これにくわえ、X線反射率(XRR)測定を導入して sub-nm の精度で分子膜内の構造を明らかにし、励起種の寿命を基板からの距離の関数として解析することに成功した (図1) [1]。結果として、これまで重視されてきた直接的な電荷遷移だけでなく、励起電場を介したエネルギー移動でも主要な失活経路となり得ることを明らかにした。また、その定量解析では、従来の点双極子を用いたモデルに限界があることも併せて示すことができた [1]。

一般に、薄膜の電子状態は、分子の幾何配置で変化することが知られている。これに対し近年の当室の研究から、吸着分子の非占有準位は占有準位よりも分子の幾何配置に敏感であることが分かってきた。グラファイト表面に吸着したペリレン分子においても、同様の傾向が確認された [2]。特に被覆率が同じ薄膜であっても、温度変化によって分子配列が変化したことで、分子薄膜の非占有準位が大きく変化する様子が確認された (図2)。その中でも、吸着分子のリュードベリ様の非占有準位の変化が顕著であり、基板由来の準位と分子由来の準位の交わりがその要因となっていることが示唆された [2]。

<参考文献>

1. Osumi, Y.; Yamada, T.; Ie, Y.; Kato, H. S. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123*, 16127-16136.
2. Yamada, T.; Ito, N.; Kawakita, N.; Kato, H. S.; Munakata, T. *J. Chem. Phys.* **2019**, *151*, 224703, 1-10.

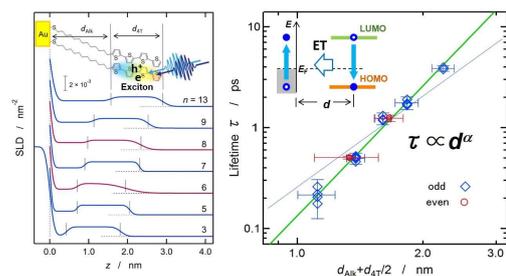


図1. XRR 測定で明らかにした機能性単分子膜の厚さ方向の空間分布(左)と光励起寿命(右)。

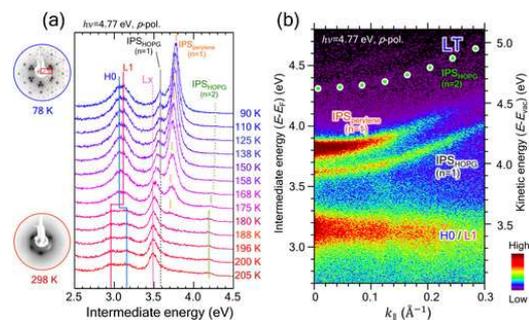


図2. グラファイト上に吸着したペリレン分子の 2PPE スペクトル温度依存性(a)と低温での電子準位の分散(b)

量子化学研究室

奥村 光隆 (教授)、山中 秀介 (准教授)、川上 貴資 (助教)

<主な研究テーマ>

- (1) 貴金属超微粒子触媒を中心とした反応量子化学
- (2) 磁性、伝導性、光物性に関する物性量子化学
- (3) 量子化学基礎理論

Au:PVP 触媒におけるベンジルアルコールのベンジルアルデヒドへの酸化反応が選択的に起こるとともに、非常に高い触媒活性を示すことが報告されている。この触媒反応に関して、小さなクラスターを用いて以前に研究報告を行っていたが、よりリアリスティックなサイズのクラスターと保護コロイドモデル分子を用いてより合理的な反応経路の探索を行った。その結果、酸素分子による水素引き抜き反応とヒドリド脱離反応を併用した経路で触媒反応が進行し、それとともに過酸化水素が生成することが再度確認された。また、この過酸化水素は、OH⁻アニオンに分解されることも理論計算から実証された。

また、日本酒を不適切な条件下で保存すると生成され、その風味を悪化させる原因物質であるジメチルトリスルファン (DMTS) が Au 触媒により吸着分解されることを実験研究者とともに報告し、これらの吸着解離過程を第一原理計算により明らかとした。この計算から、悪臭の元となる DMTS はクラスター上に吸着分解されるが、フルーツ臭を放つ ethyl hexanoate などは、物理吸着しかしないことが理論計算から明らかになり、金クラスターの悪臭除去物質としての特性が理論的に解明できた。

そのほか、高精度計算を用いて Mn クラスターや有機ラジカル分子の磁氣的相互作用やスピン状態を理論的に検討した。

<参考文献>

1. Ato, Y.; Hayashi, A.; Koga, H.; Kawakami, T.; Yamanaka, S.; Okumura, M., *Chem. Phys. Lett.* **2019**, 724, 115-121.
2. Sonoura, A.; Hayashi, A.; Ato, Y.; Koga, H.; Murayama, H.; Tokunaga, M.; Okumura, M., *Chem. Lett.* **2020**, 49, 218-221.

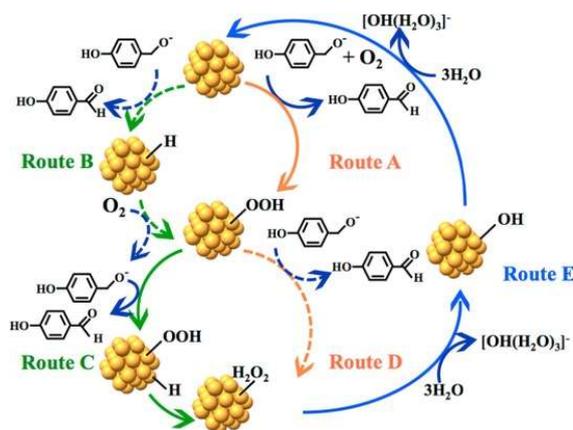


図 1 Au₃₈ クラスター上で進行するベンジルアルコール部分酸化反応の全経路

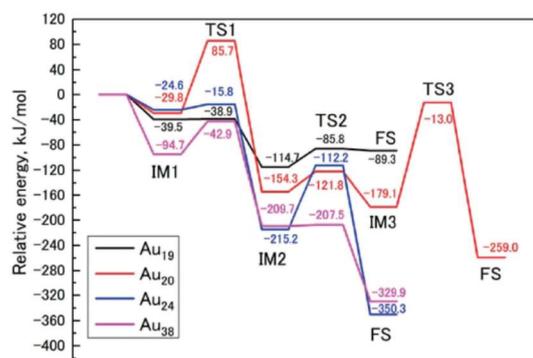
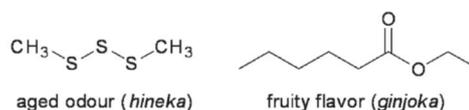


図 2 日本酒の香に関係する分子と、モデルクラスター上での分解プロセスのポテンシャルサーフェス

反応物理化学研究室

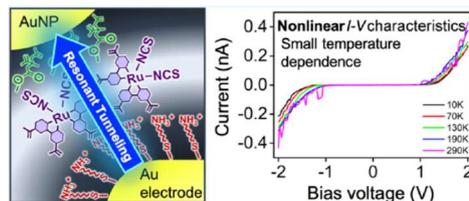
松本卓也 (教授)、大山 浩 (准教授)、 蔡 徳七 (講師)、大塚 洋一 (助教)

<主な研究テーマ>

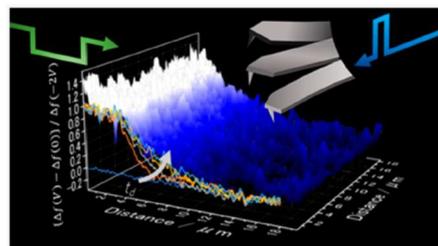
- (1) 電子移動反応に基づく分子エレクトロニクスの構築
- (2) 時間分解静電気力顕微鏡の開発
- (3) 走査型プローブエレクトロスプレーイオン化法の開発
- (4) 気-液界面の衝突立体ダイナミクスの液サイズ-形状依存性
- (5) 気相分子のレーザー分光および反応制御

<研究概要報告>

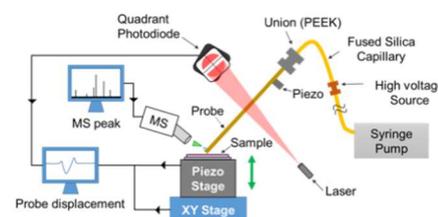
- (1) Ru 錯体を組み込んだ金微粒子架橋デバイスにおいて、鋭い立ち上がり特性を示す共鳴トンネル現象の観測に成功した。
- (2) 時間分解静電気力顕微鏡を開発し、ポリアニリン薄膜に電荷の動きをマイクロ秒より高い分解能で動画観測し、画像からキャリア密度と移動度を見積もることに成功した。
- (3) 走査型プローブエレクトロスプレーイオン化法のフィードバック制御システムを開発し、ヒト心疾患組織中の局在性脂質の可視化に成功した。
- (4) イオン液体のケージ崩壊に誘起された新規ガス溶解機構の発見と、気-液界面ダイナミクスの液サイズ-形状依存性への展開を開始した。
- (5) ハロタン分子の配向状態を規定した光解離実験から、競争的に生成する Br 原子と Cl 原子の生成メカニズムを解明した。



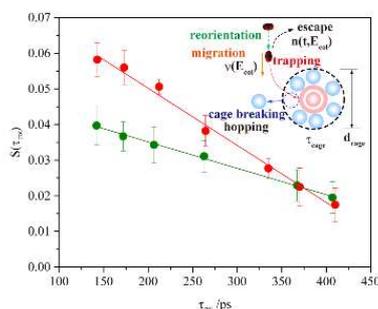
Ru 錯体分子軌道の共鳴トンネリング



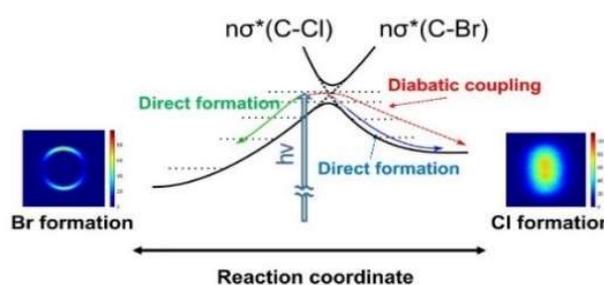
ポリアニリン上電荷の時間分解画像化



SPESI の帰還制御システムの開発



イオンケージ崩壊に誘起されたガス溶解機構



光解離による Br と Cl 原子の競争的生成メカニズム

<参考文献>

1. Otsuka Y.; Nishijima S.; Sakamoto L.; Kajimoto K.; Araki K.; Misaka T.; Ohoyama H.; Matsumoto T. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2019**, *11*, 24331-24338.
2. Kajimoto K.; Araki K.; Mikasa T.; Sakamoto L.; Otsuka Y.; Ohoyama H.; Matsumoto T. *Appl. Phys. Express* **2019**, *12*, 075011, 1-4.

生物物理化学研究室

水谷 泰久 (教授)、石川 春人 (講師)、水野 操 (助教)

<主な研究テーマ>

- (1) タンパク質の構造変化と機能発現
- (2) タンパク質内のエネルギー伝搬
- (3) 柔らかな分子の機能の科学
- (4) 時間分解分光学の開拓

<研究活動概要>

(1) 光駆動イオン輸送タンパク質の機能発現機構

光駆動ナトリウムイオン輸送タンパク質 *Krokinobacter rhodopsin 2* (KR2) は、光エネルギーを利用してナトリウムイオンを能動輸送するタンパク質である。わたしたちは、KR2 の発色団とナトリウムイオン結合部位との間の長距離相互作用を見出し、その発現機構を提案した。さらに、時間分解共鳴ラマン分光法を用いて発色団構造の特徴を明らかにし、これらの特徴がナトリウムイオン輸送に必須の役割を果たしていることを見出した。また、光駆動塩化物イオン輸送タンパク質について、全ての反応中間体の発色団構造を決定し、イオンの塩基性と水素結合形成能が輸送機構において重要な因子であることを明らかにした。



(2) 新規光受容タンパク質の発色団構造と光化学反応

ヘリオロドプシンは、2018年に発見された新規な光受容タンパク質である。わたしたちは、共鳴ラマンスペクトルに基づいて、この発色団が周囲のアミノ酸残基と強い水素結合を形成しており、光センサーの構造的特徴を持つことを明らかにした。また、過渡吸収分光法を用いて、発色団のトランス-シス光異性化速度を決定した。決定された異性化速度は微生物型ロドプシンと近く、発色団の形成する水素結合様式が異性化速度を決める因子として支配的であることがわかった。

(3) タンパク質の初期構造変化を駆動する分子機構

ピコ秒領域におけるタンパク質の構造変化に、原子パッキングが重要な役割を果たすことを明らかにした。グロビタンパク質では、ヘムを挟むように位置する2本の α ヘリックスの動きがアロステリック効果を生み出すことが知られている。ガス分子の脱離に伴うヘリックスの動きを観測したところ、アミノ酸側鎖の大きさに依存してヘリックス変位の振幅が変化することがわかった。このことは、ガス分子とアミノ酸側鎖との立体反発の解消が、ヘリックスの動きを駆動することを示している。

<参考文献>

1. Nishimura, N.; Mizuno, M.; Kandori, H.; Mizutani, Y. *J. Phys. Chem. B* **2019**, *123*, 3430–3440.
2. Mizuno, M.; Shimoo, Y.; Kandori, H.; Mizutani, Y. *Struct. Dynam.* **2019**, *6*, 054703.

構造有機化学研究室

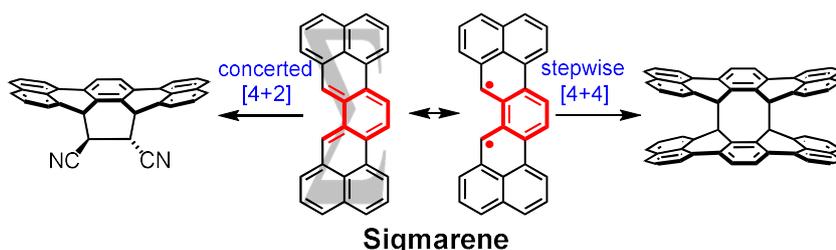
久保孝史 (教授)、平尾泰一 (助教)、西内智彦 (助教)

<主な研究テーマ>

- (1) *o*-キノジメタン骨格を有する一重項ビラジカル分子の合成と電子構造解明
- (2) 溶媒粘度に依存した異性化平衡を示すビアントロン誘導体の開発
- (3) 新奇トリアリールメチルラジカル・カチオンの合成と物性解明

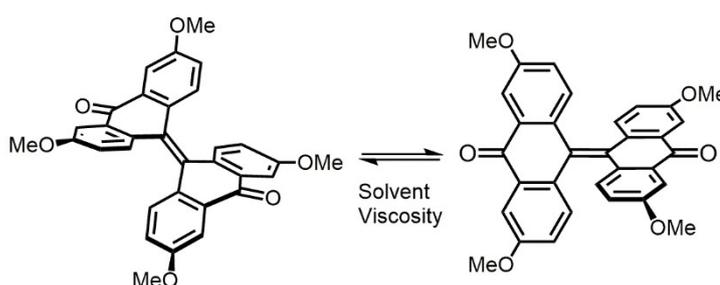
<研究活動概要>

(1) *o*-キノジメタン骨格を分子中央部に有する一重項ビラジカル種「シグマレン」を多段階合成・単離し、その物性と反応性を調べた。シグマレンは暗所下室温溶



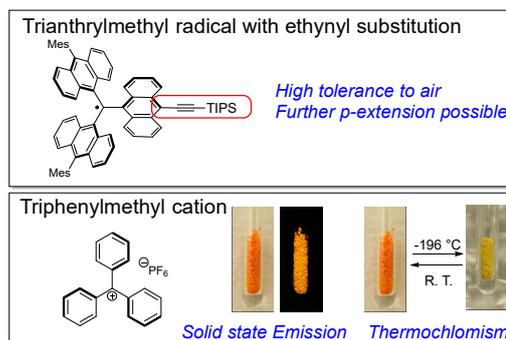
液中で、 $[4\pi+2\pi]$ 環化付加反応と $[4\pi+4\pi]$ 環化付加反応の双方が速やかに進行することから、閉殻と開殻の両面性を有していることが明らかとなった。

(2) 分子構造に立体的な歪みを有するビアントロンは、最安定状態の折り畳み構造と準安定状態のねじれ構造の二つの配座異性体を持つことが古くから知られ、これまでにサーモクロミズムやフォトクロミズムを示すことが報告されている。今回、分子周縁部にメキシ基を導入した誘導体を新たに合成したところ、溶液中で両異性体が双安定状態となった。さらに



様々な種類の溶液中での異性化平衡について調べ、その平衡定数が溶媒の粘度に依存していることを明らかにした。

(3) エチニル基を有する究極に嵩高い新奇トリアリールメチルラジカル誘導体を合成し、その高い安定性とさらなる π 拡張が可能であることを明らかにした。また、非常に単純な化合物であるトリフェニルメチルカチオンにおいて、これまで見出されていない固体相転移、固体発光、サーモクロミズムやりん光発光特性を有することを発見した。



<参考文献>

1. Sahara, K.; Abe, M.; Zipse, H.; Kubo, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2020**, *142*, 5408-5418 (JACS spot light).
2. Hirao, Y.; Hamamoto, Y.; Nagamachi, N.; Kubo, T. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2019**, *21*, 12209-12216 (Hot article).

物性有機化学研究室

小川 琢治 (教授)、山下 健一 (講師)、谷 洋介 (助教)

<主な研究テーマ>

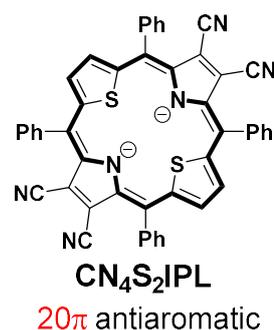
- (1) 単分子エレクトロニクス素子の開発
- (2) ポルフィリンダブルデッカー錯体の特異な磁性、電気特性の研究
- (3) 反芳香族化合物が示す特異的発光特性の評価
- (4) 機械刺激に応答する発光分子の開発

<研究活動概要>

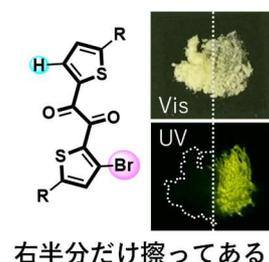
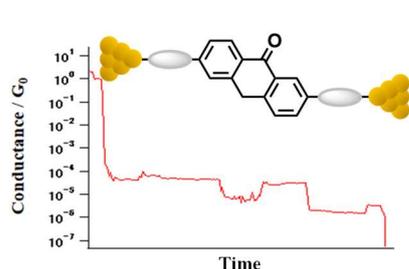
(1) 世界初の Aviram-Ratner 型単分子整流子を実験的に実証し、整流機構は分子が3つの部分からなるとして解析すると、実験結果を説明できる事を見出した。単分子アントロン素子を合成し、その単分子電気伝導特性を計測・評価した。伝導度が時間変化する様子が観測され、化学反応が起きていることが示唆された。

(2) 真ん中に縮環型ポルフィリンを持つトリプルデッカー錯体の中性ジラジカルの単離と構造決定に成功し、これが一重項ジラジカル状態にある事、それに由来する多段階の明確なレドックス反応を示すことや、赤外領域の吸収を持つことを明らかにした。

(3) 単一の色素分子が示す発光挙動は、通常は Kasha の法則に従い最低励起状態 S1 からの発光のみが観測される。Kasha の法則に従わない高励起状態からの発光を示す色素分子は、特に有機分子においては著しく限られており、またその発光量子収率は著しく低い。我々は、反 Kasha 発光色素の設計指針として、反芳香族性に着目した。ポルフィリンの二電子還元体である反芳香族イソフロリン(CN₄S₂IPL)が、反 Kasha 発光を示すことを明らかにした。さらに、その発光は目視可能であり、発光量子収率は数%程度であった。また、類似構造を有する他の反芳香族類縁体も同様に反 Kasha 発光を示した。



(4) 塑性および弾性変形し、かつ効率よく発光する柔軟な有機結晶を見出した。また、機械刺激に反応して室温りん光性を獲得する分子を見出すことにも成功した。



<参考文献>

1. Lee S.; Yamashita K.; Sakata N.; Hirao Y.; Ogawa K.; Ogawa T.; *Chem. Eur. J.*, **2019**, *25*, 3240-3243.
2. Tani, Y.; Terasaki M.; Komura M.; Ogawa T. *J. Mat. Chem., C*, **2019**, *7*, 11926-11931.

天然物有機化学研究室

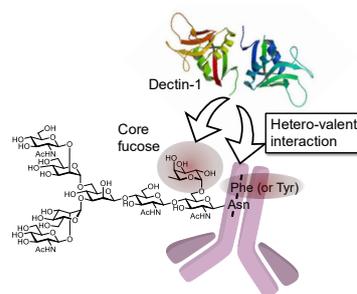
深瀬 浩一 (教授)、樺山 一哉 (准教授)、下山 敦史 (助教)、真鍋 良幸 (助教)

<主な研究テーマ>

- (1) 糖鎖の合成とケミカルバイオロジー研究
- (2) 微生物ならびに動物由来の免疫調節分子の機能研究
- (3) マイクロフロー合成を基盤とする反応集積化
- (4) 蛍光標識化合物のライブセルイメージング
- (5) 合成糖鎖で修飾された細胞膜分子の動態解析
- (6) 効率的がんワクチン療法の開発
- (7) α 線核医学治療

<研究活動概要>

我々は、糖タンパク質糖鎖などの機能解析のため、糖鎖合成とバイオイメージングなどの生細胞機能解析技術を組み合わせた糖鎖機能研究を展開している。コアフコースは、*N*-結合型糖タンパク質糖鎖の主要な修飾構造であり、抗体医薬の抗体依存性細胞傷害の減弱、T細胞上でのPD-1発現の促進を介した抗腫瘍応答の阻害などの免疫制御を含め多くの生物学的プロセスに関与しているが、哺乳類ではコアフコース認識分子は見つかっていなかった。我々は、 β グルカン認識レクチンであるDectin-1がIgG上のコアフコースを認識することを発見した。さらにDectin-1はコアフコース残基と同時にグリコシル化部位のアスパラギン残基に隣接する芳香族アミノ酸を認識することを示唆した。Dectin-1は生体内から見出された最初のコアフコース認識分子である¹⁾。



グラム陰性菌のリポ多糖ならびにその活性中心であるリポド A は、自然免疫受容体 TLR4/MD-2 複合体に作用して、強力に炎症を惹起する。我々はパイエル板の樹状細胞内に生息する共生細菌 *Alcaligenes faecalis* や鶏では共生菌であるがヒトには病原性を示す *Campylobacter jejuni* 由来のリポド A について合成研究を行い、それらが温和な免疫増強作用を有し、ワクチンの効力を高める効果的なアジュバントとして有望であることを見出した。

抗体を用いたがん治療は、高いがん選択性を示す優れた治療法である。ここでは α -gal/抗-Gal 抗体相互作用を介して自然抗体をがんのリクルートすることで細胞傷害性を飛躍的に高める α -gal 三糖-抗体複合体を開発した。 α -gal-抗体複合体の効力は α -galの導入量が多いほど高く、 α -gal デンドリマーを利用することで、標的細胞に対する親和性を維持して、多量の α -gal エピトープを抗体に導入することを可能にした²⁾。

<参考文献>

1. Manabe, Y.; Marchetti, R.; Takakura, Y.; Nagasaki, M.; Nihei, W.; Takebe, T.; Tanaka, K.; Kabayama, K.; Chiodo, F.; Hanashima, S.; Kamada, Y.; Miyoshi, E.; Dulal, H.P.; Yamaguchi, Y.; Adachi, Y.; Ohno, N.; Tanaka, H.; Silipo, A.; Fukase, K.; Molinaro, A. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **2019**, *58*, 18697-18702.
2. Sianturi, J.; Manabe, Y.; Li, H.-S.; Chiu, L.-T.; Chang, T.-C.; Tokunaga, K.; Kabayama, K.; Tanemura, M.; Takamatsu, S.; Miyoshi, E.; Hung, S.-C.; Fukase, K. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **2019**, *58*, 4526-4530.

有機生物化学研究室

梶原 康宏 (教授)、岡本 亮 (講師)、真木 勇太 (助教)

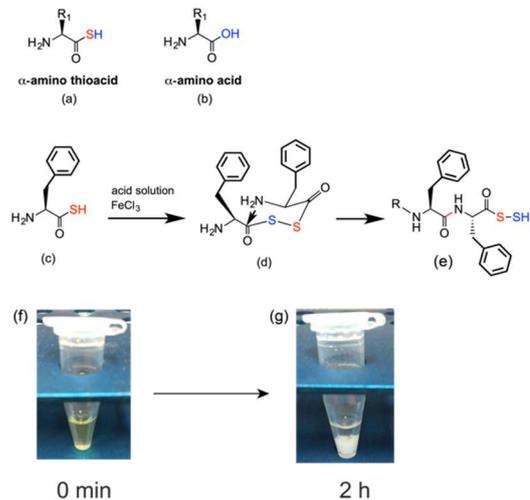
<主な研究テーマ>

- (1) 糖タンパク質の化学合成
- (2) 糖鎖の合成
- (3) 糖鎖の生成・分解の分子機構の解明

<研究活動概要>

生体内では、リボソームや酵素が迅速かつ適切にペプチド結合を構築し、タンパク質を合成している。一方、化学合成法によって、位置選択的にペプチド結合を構築するには、縮合剤などの化学試薬とともに保護基を用いる必要がある。このような化学合成法や生体高分子が存在する以前の、前生物的環境において、タンパク質の土台となるペプチド結合がどのように形成されたのかは、生命の起源と関連して、未だ多くの議論がなされている。このようななか我々は、チオカルボン酸をもつアミノ酸誘導体である、 α -アミノチオアジドが、保護基を用いずに、位置選択的なペプチド結合形成反応を起こすことを見出した。

我々は、 α -アミノチオアジドを、塩化鉄(FeCl_3)などの酸化剤共存下、酸性水溶液中で反応させると、ペプチド結合を自発的に形成しポリペプチドを与えることを見出した。同様の反応は、アミノ酸骨格をもつ種々の α -アミノチオアジドにおいても進行し、対応するポリペプチドを与えた。この中で、 α 位と ϵ 位にアミノ基をもつ、リシンの α -アミノチオアジド誘導体を原料としたポリマー化反応について、その生成物の構造を NMR により詳細に解析した。この結果、本反応は α 位アミノ基で、位置選択的にペプチド結合を形成することを見出した。このような位置選択的ペプチド結合形成反応が進行した原因について、種々検証したところ、鍵中間体として、ジアミノアシルジスルフィド体が生成することが示唆された。さらに、原始環境を模した系として、鉄鉱石共存下で α -アミノチオアジドを酸性溶液に溶かし静置したところ、リシン、フェニルアラニンからなるポリペプチドが得られることを明らかにした。以上は、 α -アミノチオアジドを基盤とした、前生物的環境下での新たなポリペプチド合成ルートの存在を示唆する結果となった。さらに本反応を応用し、保護基を利用しない、新規なペプチド結合形成反応の開発にも至った。



<参考文献>

1. Okamoto, R.; Haraguchi, T.; Nomura, K.; Maki, Y.; Izumi, M.; Kajihara, Y. *Biochemistry* **2019**, *58*, 1672-1678.
2. Okamoto, R.; Nomura, K.; Maki, Y.; Kajihara, Y. *Chem. Lett.* **2019**, *48*, 1391-1393.

生体分子化学研究室

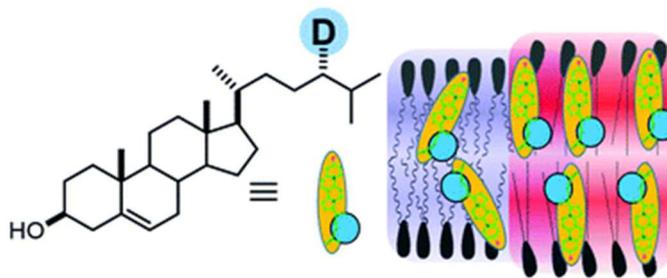
村田 道雄 (教授)、花島 慎弥 (講師)、梅川 雄一 (助教)

<主な研究テーマ>

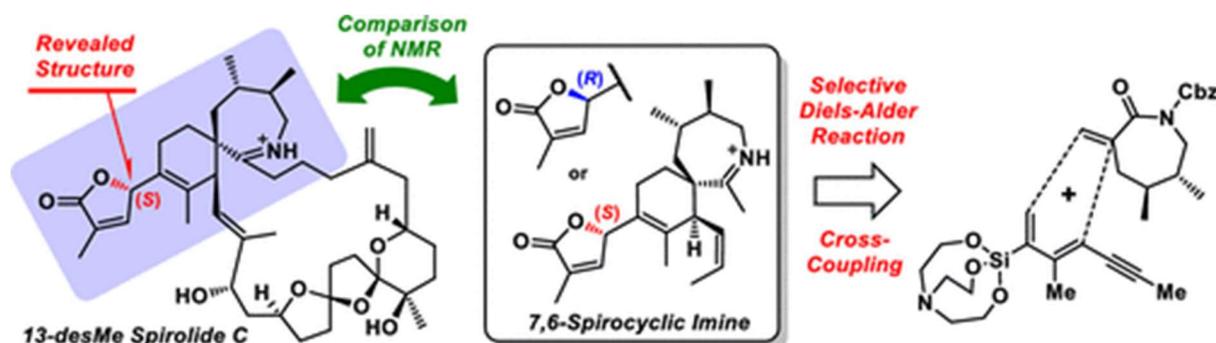
- (1) 膜脂質と分子集合体の構造と機能
- (2) 脂質とタンパク質の相互作用の分子機構
- (3) 挑戦的な全合成研究と作用機構研究

<研究活動概要>

コレステロールは、哺乳類の細胞膜に普遍的に含まれる重要成分である。そのリン脂質との相互作用は、プローブ分子を調製するための化学修飾が本来の機能を損ねることが多く、分子機構について未解明の部分が多い。これらの問題を克服するために、膜物性を完全に保持する重水素標識プローブ (24-*d*-コレステロール) を、コレステロールの側鎖に重水素を立体選択的に導入することにより合成した。側鎖の重水素ラベルは、ステロールコアの3位での従来の標識体・3-*d*-コレステロールよりも膜の流動性をより敏感に反映し、コレステロールを含む脂質膜の運動性を検出するための望ましい特性を示した。



海洋天然物はその強い生物活性と新奇な構造によって有機合成化学者の合成標的となってきた。そのなかで、不斉なスピロ環状イミン部分を持つ天然物の多くは、複雑で魅力的な構造を有するとともにユニークな生物活性を示す。われわれは、これら環状イミン化合物の代表例であるスピロリド C (下図) のスピロイミン部分の立体選択的合成を目指した。下図中央の3環性フラグメントの合成をシラトラン置換基を使用した選択的ディールスアルダー反応および C-C 結合形成、それに続く γ -ブテノリドリングの容易な形成により効率的に達成することができた。合成した両ジアステレオマーと天然物の NMR データを比較することによって、未知であった C4 位の相対配置を *S* 配置と帰属することができた。



<参考文献>

1. Hanashima, S., Ibata, Y., Watanabe, H., Yasuda, T., Tsuchikawa, H., Murata, M. *Org. Biomol. Chem.* **2019**, *17*, 8601-8610.
2. Minamino, K., Murata, M., Tsuchikawa, H. *Org. Lett.* **2019**, *21*, 8970-8975.

生物無機化学研究室

船橋 靖博 (教授)、野尻 正樹 (講師)、畑中 翼 (助教)

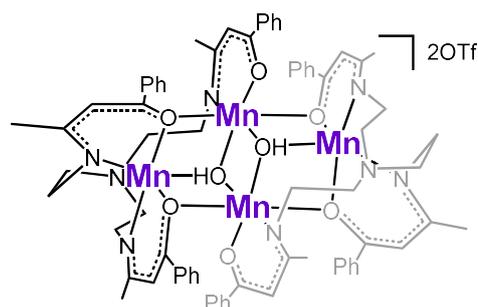
<主な研究テーマ>

- (1) 二核および多核遷移金属錯体の合成と分子活性化
- (2) 異種金属多核錯体の合成と分子活性化
- (3) 多核金属酵素の機構解明と活性部位の金属錯体モデル

<研究活動概要>

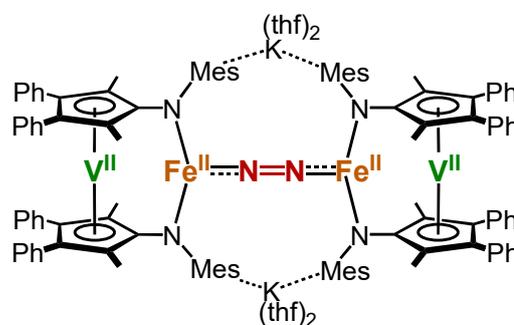
生物無機化学では生体内に存在する第一遷移系列元素クラスターを有する金属酵素の触媒反応の原理を追究するのみならず、それらの活性中心の構造をモチーフとして多核遷移金属錯体を合成し、その基質分子の活性化能などの性質について検討するモデル研究も行っている。地殻における大気成分の生物学的な循環のなかで、緑色植物などの光合成における水の酸化反応は酸素発生錯体 (Oxygen Evolving Complex ; OEC) と呼ばれる活性部位の Mn_4Ca クラスターによって触媒され、土壌のバクテリアの窒素固定における窒素の還元反応は鉄-モリブデン補因子 (FeMo cofactor ; FeMoco) と呼ばれる Fe_7Mo クラスターによって触媒されているが、本研究室ではそれらの多核金属活性部位に含まれる遷移金属を用いたモデル化合物を合成化学的に検討した。

まず複数の β -ケトイミナート部位を持つ複数の分岐状配位子を用いて、各種の多核金属錯体(Mn, Fe, Co)の合成を行った。マンガン錯体においては三核錯体を得られ、配位子の分岐した鎖長を伸ばして水の添加も行うと、ヒドロキソ基で架橋された corner-shared-cubane 状構造を有する $Mn_7(OH)_8$ 型の七核錯体も得られた。さらに分岐状配位子の立体障害をより大きく調整して酸化剤と水を添加することで、それぞれ別種のヘミキューバン型の $Mn_4(OH)_2$ 型の四核錯体 (右図) などの種々のクラスター構造が得られた。これらは



OEC に含まれる Mn_4Ca クラスターが蛋白質中で「歪んだ椅子」と呼ばれる非対称な構造を形成する過程と関連があると考えられる。

次に 1,1'--(ビスアリーールアミド)バナドセン配位子を導入して、各種の金属錯体(Mn, Fe, Co)の合成を行い、それらを用いた基質の活性化を行った。配位子のアミド上にメシチル基を有する鉄錯体は、窒素雰囲気下で還元することにより窒素錯体を得られた (右図)。配位子のアミド部位から中心金属への強い電子供与だけでなく、バナジウムと金属中心との相互作用が期待される。今回の結果と、FeMoco の一つのモリブデンがバナジウムに置き換わったタイプのニトロゲナーゼが報告されていることも併せて考えると大変興味深い。



<参考文献>

1. Hatanaka T.; Kusunose H.; Kawaguchi H.; Funahashi Y. *Eur. J. Inorg. Chem.* **2020**, 1449-1455.

熱・エントロピー科学研究センター

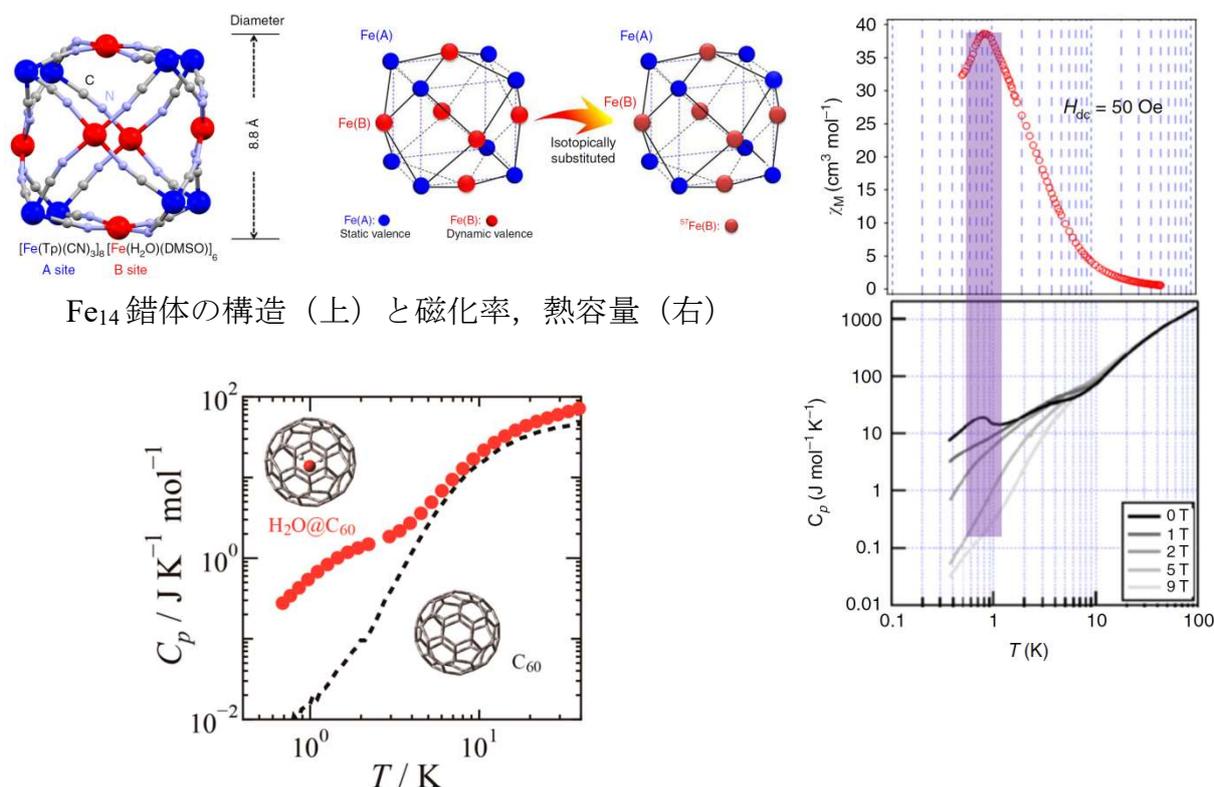
中野 元裕 (教授)、宮崎 裕司 (准教授)、長野 八久 (講師)、高城 大輔 (助教)、一柳 優子 (特任教授・横浜国立大学とのクロスアポイントメント)、藤村 順 (特任研究員)

<主な研究テーマ>

- (1) 磁性体の磁気挙動・相転移とスピン間相互作用の研究
- (2) 結晶中にゆるく束縛された原子・分子の特異なふるまい
- (3) 固体表面に吸着した有機分子凝集体
- (4) 個体発生の熱力学的アプローチ
- (5) 精密マイクロ燃焼熱測定による化学結合エネルギー決定
- (6) 生体分子や高分子の熱力学的挙動

<研究活動概要>

上記研究テーマにつき、実験熱科学的研究を行った。個々の成果については、**阪大化学熱学レポート No. 40 (2019)** で詳細に報告している。



Fe₁₄ 錯体の構造 (上) と磁化率, 熱容量 (右)

H₂O を内包した C₆₀ の熱容量

<参考文献>

1. Huang, W.; Wu, S.; Gu, X.; Li, Y.; Okazawa, A.; Kojima, N.; Hayami, S.; Baker, M. L.; Bencok, P.; Noguchi, M.; Miyazaki, Y.; Nakano, M.; Nakanishi, T.; Kanegawa, S.; Inagaki, Y.; Kawae, T.; Zhuang, G.-L.; Shiota, Y.; Yoshizawa, K.; Wu, D.; Sato, O. *Nat. Commun.*, **2019**, *10*, 5510 (1–9).
2. Suzuki, H.; Nakano, M.; Hashikawa, Y.; Murata, Y. *J. Phys. Chem. Lett.*, **2019**, *10*(6), 1306–1311.

資料先端研究室

上田 貴洋 (教授)、豊田 二郎 (准教授)、宮久保 圭祐 (准教授)

<主な研究テーマ>

- (1) ナノ空間に生成する凝縮相の物性と分子間相互作用に関する研究
- (2) ミクロ細孔を用いた分子配列制御による新規物性・機能の探索
- (3) NMR 法による新しい細孔分析法の開発

<研究活動概要>

ZIF-8 $[\text{Zn}(\text{MeIm})_2]_n$ は、直径 11.6 Å のミクロ孔が 8 つの 6 員環開口部 (直径 3.4 Å) で連結されたソーダライト構造をもつ。その開口部は吸着時に 4.0 Å まで拡大することが示唆されているが、実際にはそれよりも大きな分子の吸着も確認されている。つまり、ZIF-8 の吸着挙動には、平均構造には表れない開口部の拡張機構が関係していると考えられる。これについて、我々は先行研究において MeIm 環の大振幅フリップ運動 (フリップ角; $\pm 28^\circ$) の存在を明らかにし、開口部の過渡的な拡張によって分子が通過する“動的細孔径”の概念を提案した[1]。

この概念の妥当性を確かめるために、ベンゼンやトルエンをはじめとする様々な嵩高い分子の蒸気吸着速度を調べ、吸着の活性化エネルギーと実効速度定数を決定した。さらに、分散力と静電力の両方を考慮したポテンシャルエネルギー解析によって、ベンゼン分子が ZIF-8 の 6 員環開口部を通過する際、2-メチルイミダゾレートリングの傾斜角の変化が $18^\circ \sim 19^\circ$ の範囲で、活性化エネルギーや実効速度定数の実験値を再現できること明らかにした。この結果は、我々が ZIF-8 に対して提案した 6 員環開口部の過渡的な動的拡張機構が、ベンゼンやトルエンなどの嵩高い分子の主たる吸着メカニズムであることを示唆している。

<参考文献>

1. Ueda, T.; Nakai, M.; Yamatani, T. *Adsorption* **2017**, *23*, 887-901.
2. Ueda, T.; Yamatani, T.; Okumura, M. *J. Phys. Chem. C*, **2019**, *123*, 27542-27553.

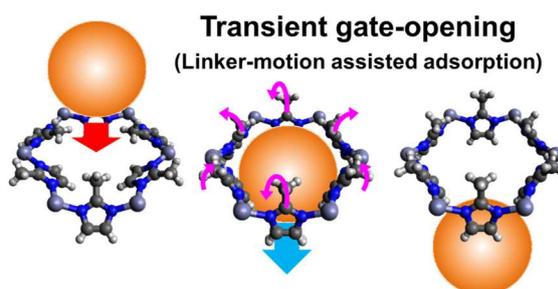


Figure 1 Schematic representation of “transient gate-opening” of ZIF-1 for adsorption of the bulky molecule.

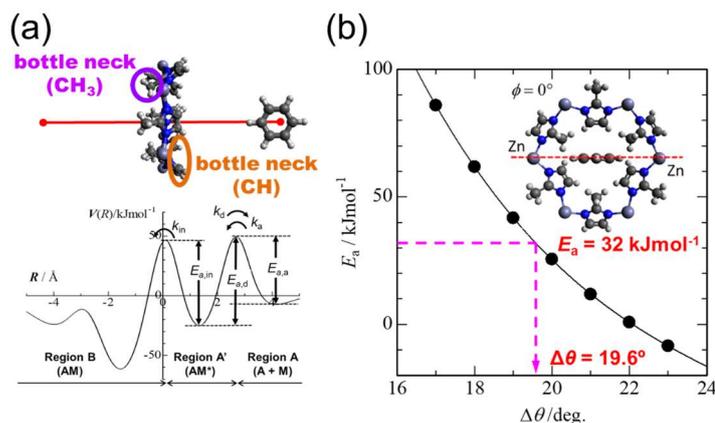


Figure 2 (a) Potential energy profile for the complex between a six-membered ring aperture and a benzene molecule as a function of the distance between the aperture and a benzene molecule. (b) Activation energy evaluated as a function of the variation of the tilting angle of 2-methylimidazolate ring ($\Delta\theta$).

同位体化学研究室

吉村 崇 (教授)、永田 光知郎 (助教)

<主な研究テーマ>

- (1) 強発光性錯体の合成と発光特性の解明
- (2) 核医学利用のための新しいキレート配位子の開発
- (3) アクチノイド金属錯体の合成と化学的性質の解明

<研究活動概要>

(1) 発光性の金属錯体を用いて、弱い配位結合や水素結合の生成・解離を利用して発光の ON-OFF を制御する方法は興味を持たれる。今回、発光性の $[\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-}$ と 1 当量のイミダゾール (Him) とを固体状態でメカノケミカル反応させると配位した Him と非配位の Him 間に水素結合をもつ $[\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-}\cdot\text{Him}$ が生成し、肉眼では発光が観測できないほど弱まることが分かった。また、 $[\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-}\cdot\text{Him}$ の結晶を水に浸すことによって、結晶表面の $[\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-}\cdot\text{Him}$ が $[\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-}$ へと変換し、強い発光を示すことが明らかとなった。

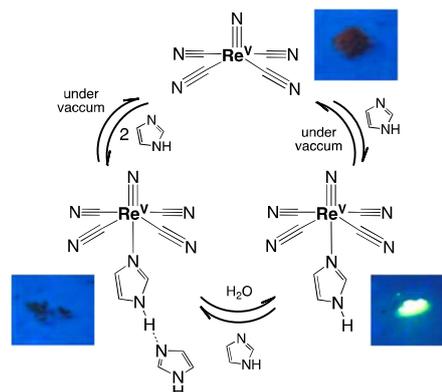


Fig. 1 無溶媒反応による Re^{V} 錯体の相互変換

ほとんど発光を示さない 5 配位構造をもつ $[\text{ReN}(\text{CN})_4]^{2-}$ と 2 当量の Him とを固体状態で混合すると、強い発光を示した後、発光が弱くなったことから、 $[\text{ReN}(\text{CN})_4]^{2-} \rightarrow [\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-} \rightarrow [\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-}\cdot\text{Him}$ へと変換し、それとともに大きく発光強度が変化することが分かった。さらに、 $[\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-}$ および $[\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-}\cdot\text{Him}$ を 185°C 、固体状態、減圧下で放置すると Him が脱離し、 $[\text{ReN}(\text{CN})_4]^{2-}$ が生成することが分かった。このように、 $[\text{ReN}(\text{CN})_4\text{Him}]^{2-}$ を用いることによって、固体をベースとした水素結合の生成—解離反応により発光の ON と OFF が出来ることが分かった。

(2) 金属イオンが多数集合したクラスター錯体において、テクネチウムは放射性同位体しか存在しないため、中心金属としてテクネチウムをもつ錯体の報告例は非常に少ない。本研究では、硫黄とハロゲンが混合して配位した八面体型テクネチウム六核クラスター $[\text{Tc}_6(\mu_3\text{-S})_{8-n}(\mu_3\text{-Br})_n\text{Br}_6]^{n-4}$ ($n = 1-2$) を初めて合成し、その酸化還元特性と HOMO-LUMO のエネルギーを系統的に調べた。その結果、架橋した臭化物イオンの数が増えることによって、酸化電位および還元電位は正側へとシフトし、HOMO および LUMO のエネルギーが安定化することが分かった。また、テクネチウムのクラスターは、同形のレニウムクラスターと比較して、HOMO および LUMO のエネルギーが安定化するだけでなく、HOMO-LUMO 間のエネルギー差が小さくなることが判明した。

<参考文献>

1. Seike M.; Nagata K.; Ikeda H.; Ito A.; Sakuda E.; Kitamura N.; Shinohara A.; Yoshimura T. *ACS Omega*, **2019**, *4*, 21251-21259. (selected as a front cover picture)
2. Yoshimura T.; Nagata K.; Matsuda A.; Omote T.; Takayama T.; Sekine T.; Shinohara A. *Dalton Trans.*, **2019**, *48*, 14085-14095.

II. 業績リスト

原著論文

- O-1** Alignment and small oscillation of superparamagnetic iron oxide nanoparticle in liquid under alternating magnetic field.
Suwa, M.; Uotani, A.; Tsukahara, S. *J. Appl. Phys.* **2019**, *125*, 123901, 1-12.
- O-2** Low-Frequency Vibrational Modes of Nylon 6 Studied by Using Infrared and Raman Spectroscopies and Density Functional Theory Calculations.
Yamamoto, S.; Ohnishi, E.; Sato, H.; Hoshina, H.; Ishikawa, D.; Ozaki, Y. *J. Phys. Chem. B* **2019**, *123*, 5368-5376.
- O-3** Observation of internal-conversion electrons emitted from ^{229m}Th produced by beta decay of ^{229}Ac .
Shigekawa, Y.; Kasamatsu, Y.; Watanabe, E.; Ninomiya, H.; Hayami, S.; Kondo, N.; Yasuda, Y.; Haba, H.; Shinohara, A. *Phys. Rev. C* **2019**, *100*, 044304/1-7.
- O-4** Negative muon capture ratios for nitrogen oxide molecules.
Ninomiya, K.; U. Ito, T.; Higemoto, W.; Kawamura, N.; Strasser, P.; Nagatomo, T.; Shimomura, K.; Miyake, Y.; Kita, M.; Shinohara, A.; M. Kubo, K.; Miura, T. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **2019**, *319*, 767-773.
- O-5** Production of ^{191}Pt from an iridium target by vertical beam irradiation and simultaneous alkali fusion.
Obata, H.; Minegishi, K.; Nagatsu, K.; Zhang, M.-R.; Shinohara, A. *Appl. Rad. Isot.* **2019**, *149*, 31-37.
- O-6** Fungal spore involvement in the resuspension of radiocaesium in summer.
Igarashi, Y.; Kita, K.; Maki, T.; Kinase, T.; Hayashi, N.; Hosaka, N.; Adachi, K.; Kajino, M.; Ishizuka, M.; T. Sekiyama, T.; Zaizen, Y.; Takenaka, C.; Ninomiya, K.; Okochi, H.; Sorimachi, A. *Scientific Reports* **2019**, *9*, 1954.
- O-7** Initial quantum levels of captured muons in CO, CO₂, and COS.
Yoshida, G.; Ninomiya, K.; Inagaki, M.; Higemoto, W.; Strasser, P.; Kawamura, N.; Shimomura, K.; Miyake, Y.; Miura, T.; M. Kubo, K.; Shinohara, A. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **2019**, *320*, 283-289.

- O-8** Chemical Environmental Effect on Muon Capture Processes for Iron.
Ninomiya, K.; Kudo, T.; Kitanaka, M.; Tampo, M.; Miyake, Y.;
Shinohara, A.; M. Kubo, K. *JPS Conference Proceedings* **28**
March 2019, 25, 011010.
- O-9** Development of non-destructive isotopic analysis methods using
muon beams and their application to the analysis of lead.
Ninomiya, K.; Kudo, T.; Strasser, P.; Terada, K.; Kawai, Y.;
Tampo, M.; Miyake, Y.; Shinohara, A.; M. Kubo, K. *J.*
Radioanal. Nucl. Chem. **2019**, 320, 801-805.
- O-10** Development of a non-destructive isotopic analysis method by
gamma-ray emission measurement after negative muon irradiation.
Kudo, T.; Ninomiya, K.; Strasser, P.; Terada, K.; Kawai, Y.;
Tampo, M.; Miyake, Y.; Shinohara, A.; M. Kubo, K. *J.*
Radioanal. Nucl. Chem. **2019**, 322, 1299-1303.
- O-11** First determination of Pu isotopes (^{239}Pu , ^{240}Pu and ^{241}Pu) in
radioactive particles derived from Fukushima Daiichi Nuclear Power
Plant accident.
Igarashi, J.; Zheng, J.; Zhang, Z.; Ninomiya, K.; Satou, Y.;
Fukuda, M.; Ni, Y.; Aono, T.; Shinohara, A. *Scientific Reports*
2019, 9, 11807.
- O-12** X-ray pumping of the ^{229}Th nuclear clock isomer.
Masuda, T.; Yoshimi, A.; Fujieda, A.; Fujimoto, H.; Haba, H.;
Hara, H.; Hiraki, T.; Kaino, H.; Kasamatsu, Y.; Kitao, S.;
Konashi, K.; Miyamoto, Y.; Okai, K.; Okubo, S.; Sasao, N.; Seto,
M.; Schumm, T.; Shigekawa, Y.; Suzuki, K.; Stellmer, S.;
Tamasaku, K.; Uetake, S.; Watanabe, M.; Watanabe, T.; Yasuda,
Y.; Yamaguchi, A.; Yoda, Y.; Yokokita, T.; Yoshimura, M.;
Yoshimura, K. *Nature* **2019**, 573, 238-242.
- O-13** Non-destructive, position-selective, and multi-elemental analysis
method involving negative muons.
Ninomiya, K. *J. Nucl. Radiochem. Sci.* **2019**, 19, 8-13.

- O-14** Theranostics targeting fibroblast activation protein in the tumor stroma: ^{64}Cu - and ^{225}Ac -labelled FAPI-04 in pancreatic cancer xenograft mouse models.
Watabe, T.; Liu, Y.; Kaneda-Nakashima, K.; Shirakami, Y.; Lindner, T.; Ooe, K.; Toyoshima, A.; Nagata, K.; Shimosegawa, E.; Haberkorn, U.; Kratochwil, C.; Shinohara, A.; Giesel, F.; Hatazawa, J. *J. Nucl. Med.* **2019**, *61*, 563-569.
- O-15** Synthesis, structures, redox properties, and theoretical calculations of thiohalide capped octahedral hexanuclear technetium(III) clusters.
Yoshimura, T.; Nagata, K.; Matsuda, A.; Omote, T.; Kino, Y.; Takayama, T.; Sekine, T.; Shinohara, A. *Dalton Trans.* **2019**, *48*, 14085-14095.
- O-16** Dispersal rates of astatine-211 from aqueous solutions and chloroform.
Toyoshima, A.; Nagata, K.; Ooe, K.; Zhang, Z.; Ikeda, T.; Ichimura, S.; Obata, H.; Yoshimura, T.; Shinohara, A. *Radiat. Safety Management* **2019**, *18*, 16-22.
- O-17** Quantitative measurement of ^{219}Rn radioactivity in exhaled breath from patients with bone metastasis of castration-resistant prostate cancer treated with $^{223}\text{RaCl}_2$.
Ooe, K.; Watabe, T.; Kamiya, T.; Yoshimura, T.; Hosono, M.; Shinohara, A.; Hatazawa, J. *EJNMMI Phys.* **2019**, *6*, 13-1-11.
- O-18** Radiotheranostics coupled between an At-211-Labeled RGD peptide and the corresponding radioiodine-labeled RGD peptide.
Ogawa, K.; Takeda, T.; Mishiro, K.; Toyoshima, A.; Shiba, K.; Yoshimura, T.; Shinohara, A.; Kinuya, S.; Odani, A. *ACS Omega* **2019**, *43*, 4584-4591.
- O-19** Enhancement of astatine-211 uptake via the sodium iodide symporter by the addition of ascorbic acid in targeted alpha therapy of thyroid cancer.
Watabe, T.; Kaneda-Nakashima, K.; Liu, Y.; Shirakami, Y.; Ooe, K.; Toyoshima, A.; Shimosegawa, E.; Fukuda, M.; Shinohara, A.; Hatazawa, J. *J. Nucl. Med.* **2019**, *60*, 1301-1307.

- O-20** 連続ミュオン源 RCNP-MuSIC を用いた非接触での物体内部の元素濃度分析実験.
二宮 和彦, 新倉 潤, 佐藤 朗, 寺田 健太郎, 齋藤 岳志, 松崎 禎一郎, 友野 大, 川島 祥孝, 篠原 厚, 久保 謙哉, 齋藤 努, *Radioisotope*. **2019**, 69, 13-17.
- O-21** Determination of ligand field splitting in lanthanide(III) monoporphyrinato complexes.
Santria, A.; Fuyuhiko, A.; Fukuda, T.; Ishikawa, N. *Dalton Trans.* **2019**, 48, 7685-7692
- O-22** Synthesis of a Neutral Mononuclear Four-Coordinate Co(II) Complex Having Two Halved Phthalocyanine Ligands That Shows Slow Magnetic Relaxations under Zero Static Magnetic Field.
Ishizaki, T.; Fukuda, T.; Akaki, M.; Fuyuhiko, A.; Hagiwara, M.; Ishikawa, N. *Inorg. Chem.* **2019**, 58, 5211–5220.
- O-23** Mobility of hydrated alkali metal ions in metallocsupramolecular ionic crystals.
Yoshinari, N.; Yamashita, S.; Fukuda, Y.; Nakazawa, Y.; Konno, T. *Chem. Sci.* **2019**, 10, 587-593.
- O-24** A Mixed-Valence Copper(I)-Copper(II) Core Supported by Rhodium(III) Octahedrons with 3-Aminopropanethiolate.
Kouno, M.; Minami, K.; Kuwamura, N.; Konno, T. *Chem. Lett.* **2019**, 48, 122-125.
- O-25** Complex phase behavior and structural transformations of metal-organic frameworks with mixed rigid and flexible bridging ligands.
Arkawazi, H. D. J.; Clowes, R.; Cooper, A. I.; Konno, T.; Kuwamura, N.; Pask, C. M.; Hardie, M. J. *Chem. -Eur. J.* **2019**, 25, 1353-1362.
- O-26** Conversion of 12-Membered D_3 - and L_3 - $Co^{III}_3Cd^{II}_3$ Metallorings into a 24-Membered D_3L_3 - $Co^{III}_6Cd^{II}_6$ Metalloring.
Hayashi, D.; Yoshinari, N.; Konno, T. *Chem. Commun.* **2019**, 55, 921-924.
- O-27** Crystal-to-crystal interconversion of open and closed dicopper(II) paddle-wheels in a heterotrimetallic coordination polymer.
Ohwaki, H.; Yoshinari, N.; Konno, T. *Chem. Commun.* **2019**, 55, 3482-3485.

- O-28** Counter-Anion-Regulated Mixed-Valency of Cobalt(II/III) Centers in a Metallosupramolecular Framework.
Hashimoto, A.; Yoshinari, N.; Nakano, M.; Konno, T. *Chem. Asian J.* **2019**, *14*, 4013-4016.
- O-29** The prominent charge-transfer effects of trinuclear complexes with nominally high nickel valences.
Yamagami, K.; Imada, S.; Yamanaka, K.; Yaji, T.; Tanaka, A.; Kouno, M.; Yoshinari, N.; Konno, T.; Sekiyama, A. *J. Phys. Commun.* **2019**, *9*, 125008, 1-9.
- O-30** Sodium [*N,N'*-ethylenebis(D-penicillaminato)]indate(III) tetrahydrate.
Yoshinari, N.; Konno, T. *IUCrData* **2019**, *4*, x191529.
- O-31** Controlled Formation of Thiol-Thiolate Hydrogen versus Disulfide Bonds between Two Iridium(III) Centers.
Minami, K.; Kuwamura, N.; Yoshinari, N.; Konno, T. *Chem. Asian J.* **2019**, *14*, 3291-3294.
- O-32** Structurally Precise Silver Sulfide Nanoclusters Protected by Rhodium(III) Octahedra with Aminothiulates.
Ueda, M.; Goo, Z.; Minami, K.; Yoshinari, N.; Konno, T. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 14673-14678.
- O-33** Above Room Temperature Spin Crossover in Thioamide-Functionalised 2,6-Bis(pyrazol-1-yl)pyridine Iron(II) Complexes
Attwood, M.; Akutsu, H.; Martin, L.; Cruickshank, D.; Turner, S. *S. Dalton Trans.* **2019**, *48*, 90-98.
- O-34** 2D Molecular Superconductor to Insulator Transition in the β'' -(BEDT-TTF)₂[(H₂O)(NH₄)₂M(C₂O₄)₃]·18-crown-6 Series (M = Rh, Cr, Ru, Ir)
Morritt, A. L.; Lopez, J. R.; Blundell, T. J.; Canadell, E.; Akutsu, H.; Nakazawa, Y.; Imajo, S.; Martin, L. *Inorg. Chem.* **2019**, *58*, 10656-10664.
- O-35** Gap Symmetry of the Organic Superconductor λ -(BETS)₂GaCl₄ Determined by Magnetic-Field-Angle-Resolved Heat Capacity
Imajo, S.; Yamashita, S.; Akutsu, H.; Kumagai, H.; Kobayashi, T.; Kawamoto, A.; Nakazawa, Y. *J. Phys. Soc. Jpn.* **2019**, *88*, 023702, 1-5.

- O-36** Construction of a Thermal Conductivity Measurement System for Small Single Crystals of Organic Conductors
Nomoto, T.; Imajo, S.; Yamashita, S.; Akutsu, H.; Nakazawa, Y.; Krivchikov, A. I. *J. Therm. Anal. Calor.* **2019**, *135*, 2831-2836.
- O-37** Thermal Expansion of Organic Superconductor α -(BEDT-TTF)₂NH₄Hg(SCN)₄
Dolbin, A. V. ; Khlistuck, M. V.; Eelson, V. B.; Gavrilko, V. G.; Vinnikov, N. A.; Basnukaeva, R. M.; Konstantinov, V. A. ; Luchinskii, K. R.; Nakazawa, Y. *Low Temp. Phys.* **2019**, *45*, 128-131.
- O-38** Electron Transport in Carbon Nanotubes with Adsorbed Chromium Impurities
Repetsky, S.; Vyshyvana, I.; Nakazawa, Y.; Kruchinin, S.; Bellucci, S. *Materials* **2019**, *12*, 524-555.
- O-39** Effects of Electron Correlations and Chemical Pressures on Superconductivity of b''-type Organic Compounds
S. Imajo, S.; H. Akutsu, H.; Akutsu-Sato, a.; Morrirt, A. L., Martin L.; Nakazawa, Y. *Phys. Rev. Res.* **2019**, *1*, 033184, 1-7.
- O-40** Phonon Glass Induced by Electron Correlation
Nomoto, T.; Yamashita, S.; Akutsu, H.; Nakazawa, Y.; Krivchikov, A. I. *J. Phys. Soc. Jpn.* **2019**, *88*, 07360, 1-4.
- O-41** Electrolyte-Gating-Induced Metal-like Conduction in Nonstoichiometric Organic Crystalline Semiconductors under Simultaneous Bandwidth Control
Ito, H.; Edagawa, Y.; Pu, J.; Akutsu, H.; Suda, M.; Yamamoto, H. M.; Kawasugi, Y.; Haruki, R.; Kumai, R.; Takenobu, T. *Phys. Status Solidi Rapid Res. Lett.* **2019**, *13*, 1900162, 1-6.
- O-42** Hybridization of Unoccupied Molecular Orbital with Image Potential State at Lead Phthalocyanine/Graphite Interface.
Yamada, T; Kawakita, N.; Okui, C.; Munakata, T. *J. Phys. Cond. Matt.* **2019**, *31*, 044004, 1-9.

- O-43** Direct Evidence of Interfacial Hydrogen Bonding in Proton-Electron Concerted 2D Organic Bilayer on Au Substrate.
Yamamoto, S.; Kato, H. S.; Ueda, A.; Yoshimoto, S.; Hirata, Y.; Miyawaki, J.; Yamamoto, K.; Harada, Y.; Wadati, H.; Mori, H.; Yoshinobu, J.; Matsuda, I. *e-Journal of Surface Science and Nanotechnology* **2019**, *17*, 49-55.
- O-44** Deviation from Point Dipole Analysis for Exciton Quenching in Quaterthiophene-Terminated Self-Assembled Monolayers on Au(111).
Osumi, Y.; Yamada, T.; Ie, Y.; Kato, H. S. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123*, 16127-16136.
- O-45** Formation and regulation of unoccupied hybridized band with image potential states at perylene/graphite interface.
Yamada, T.; Ito, N.; Kawakita, N.; Kato, H. S.; Munakata, T. *J. Chem. Phys.* **2019**, *151*, 224703, 1-10.
- O-46** Effect of ceria and zirconia supports on NO reduction over platinum-group metal catalysts: A DFT study with comparative experiments.
Koga, H.; Hayashi, A.; Ato, Y.; Tada, K.; Hosokawa, S.; Tanaka, T.; Okumura, M. *Catalysis Today*, **2019**, *332*, 236-244.
- O-47** Effect of spin contamination error on surface catalytic reaction: NO reduction by core-shell catalysts.
Tada, K.; Koga, H.; Ato, Y.; Hayashi, A.; Okumura, M.; Tanaka, S. *Mol. Phys.* **2019**, *117*, 2251-2259.
- O-48** Free energy reaction root mapping of alanine tripeptide in water.
Mitsuta, Y.; Kästner, J.; Yamanaka, S.; Kawakami, T.; Okumura, M. *Mol. Phys.* **2019**, *117*, 2284-2292.
- O-49** Theoretical and computational investigations of geometrical, electronic and spin structures of the CaMn_4O_X ($X= 5, 6$) cluster in the Kok cycle S_i ($i= 0-3$) of oxygen evolving complex of photosystem II.
Yamaguchi, K.; Yamanaka, S.; Isobe, H.; Shoji, M.; Miyagawa, K.; Nakajima, T.; Kawakami, T.; Okumura, M. *Physiol. Plant.* **2019**, *166*, 44-59.
- O-50** Theoretical study of aerobic oxidation of alcohols over Au_{38} nanocluster by a two-step-modeling approach.
Ato, Y.; Hayashi, A.; Koga, H.; Kawakami, T.; Yamanaka, S.; Okumura, M. *Chem. Phys. Lett.* **2019**, *724*, 115-121.

- O-51** Domain-based local pair natural orbital CCSD (T) calculations of six different S₁ structures of oxygen evolving complex of photosystem II. Proposal of multi-intermediate models for the S₁ state.
Miyagawa, K; Kawakami, T; Isobe, H; Shoji, M; Yamanaka, S; Nakatani, K; Okumura, M; Nakajima, T; Yamaguchi, K. *Chem. Phys. Lett.* **2019**, 732, 136660, 1-5.
- O-52** Domain-based local pair natural orbital CCSD (T) calculations of fourteen different S₂ intermediates for water oxidation in the Kok cycle of OEC of PSII. Re-visit to one LS-two HS model for the S₂ state.
Miyagawa, K; Isobe, H; Kawakami, T; Shoji, M; Yamanaka, S; Okumura, M; Nakajima, T; Yamaguchi, K. *Chem. Phys. Lett.* **2019**, 734, 136731, 1-11.
- O-53** Domain-based local pair natural orbital CCSD (T) calculations of strongly correlated electron systems: Examination of dynamic equilibrium models based on multiple intermediates in S₁ state of photosystem II.
Miyagawa, K; Kawakami, T; Suzuki, Y; Isobe, H; Shoji, M; Yamanaka, S; Okumura, M; Nakajima, T; Yamaguchi, K. *Mol. Phys.* **2019**, 1666171.
- O-54** Spin contamination errors on spin-polarized density functional theory/plane-wave calculations for crystals of one-dimensional materials.
Tada, K.; Tanaka, S.; Kawakami, T.; Kitagawa, Y.; Okumura, M.; Yamaguchi, K. *App. Phys. Express* **2019**, 12, 115506, 1-6.
- O-55** Time-resolved electrostatic force microscopy using tip-synchronized charge generation with pulsed laser excitation.
Araki, K.; Ie, Y.; Yoshio Aso, Y.; Ohoyama, H.; Matsumoto, T. *Communications. Phys.* **2019**, 2, 10, 1-8.
- O-56** Statistical procedure for comparison of potential difference between single-component sample surfaces.
Kajimoto, K.; Araki, K.; Mikasa, T.; Sakamoto, L.; Otsuka, Y.; Ohoyama, H.; Matsumoto, T. *Appl. Phys. Express* **2019**, 12, 075011, 1-4.

- O-57** Chemical control of electronic coupling between a ruthenium complex and gold electrode for resonant tunneling condition.
Otsuka, Y.; Nishijima, S.; Sakamoto, L.; Kajimoto, K.; Araki, K.; Misaka, T.; Ohoyama, H.; Matsumoto, T. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2019**, *11*, 24331-24338.
- O-58** 金ナノ粒子架橋構造を用いた Ru 錯体分子の非線形電気伝導特性.
阪本 怜央, 大塚 洋一, 西嶋 知史, 大山 浩, 松本 卓也, 表面と真空 **2019**, *62*, 555-560.
- O-59** Stereodynamic Imaging of Bromine Atomic Photofragments Eliminated from 1-Bromo-2-methylbutane Oriented via Hexapole State Selector.
Nakamura, M.; Chang, H.-P.; Lin, K.-C.; Kasai, T.; Che, D.-C.; Palazzetti, F.; Aquilanti V. *J. Phys. Chem. A* **2019**, *123*, 6635-6644.
- O-60** Vectorial Imaging of the Photodissociation of 2-Bromobutane Oriented via Hexapole State Selection.
Nakamura, M.; Palazzetti, F.; Tsai, P. Y.; Yang, S. J.; Lin, K.-C.; Kasai, T.; Che, D.-C.; Lombardi, A.; Aquilanti, V. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2019**, *21*, 14164-14172.
- O-61** Roaming and chaotic behaviors in collisional and photo-initiated molecular-beam reactions: a role of classical vs. quantum nonadiabatic dynamics.
Kasai, T.; Che, D.-C.; Tsai, P.-Y.; Nakamura M.; Lin, K.-C. *Rend. Fis. Acc. Lincei.* **2019**, *29*, 219-232.
- O-62** Ultrafast Dynamics of Heliorhodopsins.
Tahara, S.; Singh, M.; Kuramochi, H.; Shihoya, W.; Inoue, K.; Nureki, O.; Béjà, O.; Mizutani, Y.; Kandori, K.; Tahara, T. *J. Phys. Chem. B* **2019**, *123*, 2507-2512.
- O-63** Distortion and a Strong Hydrogen Bond in the Retinal Chromophore Enable Sodium Ion Transport by the Sodium Ion Pump KR2.
Nishimura, N.; Mizuno, M.; Kandori, H.; Mizutani, Y. *J. Phys. Chem. B* **2019**, *123*, 3430-3440.

- O-64** Soft-chromophore Featured Liquid Porphyrins and Their Utilization toward Liquid-electret Applications.
Ghosh, A.; Yoshida, M.; Suemori, K.; Isago, H.; Kobayashi, N.; Mizutani, Y.; Kurashige, Y.; Kawamura, I.; Nirei, M.; Yamamuro, O.; Takaya, T.; Iwata, K.; Saeki, A.; Nagura, K.; Ishihara, S.; Nakanishi, T. *Nature Commun.* **2019**, *10*, 4210.
- O-65** Effect of a Bound Anion on the Structure and Dynamics of Halorhodopsin from *Natronomonas pharaonis*.
Mizuno, M.; Shimoo, Y.; Kandori, H.; Mizutani, Y. *Struct. Dynam.* **2019**, *6*, 054703.
- O-66** Interaction of the Dihydropyridine/Pyridinium Redox Pair Fixed into a V-Shaped Conformation
Hirao, Y.; Teraoka, M.; Kubo, T. *HETEROCYCLES* **2019**, *98*, 1345-1353.
- O-67** Self-Assembly of 1-Deazahypoxanthine: Cooperativity of Hydrogen-Bonding and Stacking Interactions
Hirao, Y.; Seo, S.; Kubo, T. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123*, 20928-20935.
- O-68** Dynamics of Water Molecules in a 3-Fold Interpenetrated Hydrogen-Bonded Organic Framework Based on Tetrakis(4-pyridyl)methane
Inokuchi, D.; Hirao, Y.; Takahashi, K.; Matsumoto, K.; Mori, H.; Kubo, T. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123*, 6599-6606.
- O-69** Solvent viscosity-dependent isomerization equilibrium of tetramethoxy-substituted bianthrone
Hirao, Y.; Hamamoto, Y.; Nagamachi, N.; Kubo, T. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2019**, *21*, 12209-12216.
- O-70** Redox/pH Dual Stimuli-Responsive Acridine Spiropyran
Hirao, Y.; Taniguchi, T.; Teraoka, M.; Kubo, T. *Asian J. Org. Chem.* **2019**, *8*, 863-866.
- O-71** Synthesis and Photophysical Studies of Dibenzophosphole Oxides with D-A-D Triad Structures
Nishida, J.; Kawakami, Y.; Yamamoto, S.; Matsui, Y.; Ikeda, H.; Hirao, Y.; Kawase, T. *Eur. J. Org. Chem.* **2019**, *23*, 3735-3743.

- O-72** Anthracene-Attached Persistent Tricyclic Aromatic Hydrocarbon Radicals
Nishiuchi, T.; Ito, R.; Takada, A.; Yasuda, Y.; Nagata, T.; Stratmann, E.; Kubo, T. *Chem. Asian J.* **2019**, *14*, 1830-1836.
- O-73** Synthesis and Electronic Properties of Triperylene[3.3.3]propellanes Towards Two-Dimensional Electronic Structures
Kodama, T.; Miyazaki, S.; Kubo, T. *ChemPlusChem* **2019**, *84*, 599-602.
- O-74** Three Sites Molecular Orbital Controlled Single-Molecule Rectifier based on Perpendicularly Linked Porphyrin-Imide Dyads.
Handayani, M.; Tanaka, H.; Katayose, S.; Ohto, T.; Chen, Z.; Yamada, R.; Tada, H.; Ogawa, T. *Nanoscale*, **2019**, *11*, 22724-22729.
- O-75** Supramolecular Structures of Terbium (III) Porphyrin Double-Decker Complexes on Single-Walled Carbon Nanotube Surface.
El-Mageed, A. I. A. A.; Ogawa, T. *RSC Advances*, **2019**, *9*, 28135-28145.
- O-76** Assignment of Absolute-Handedness Chirality of Single-Walled Carbon Nanotubes using Organic Molecule Supramolecular Structures.
El-Mageed, A. I. A. A.; Ogawa, T. *Chem. -Eur. J.* **2019**, *25*, 1941-1948.
- O-77** Unexpected Oxidation Reaction of 1,6-Diarylpyrene with $\text{Cu}(\text{BF}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Affording Pyrenequinones.
Yamashita, K.; Nishimoto, K.; Sugiura, K. *ChemistrySelect* **2019**, *4*, 279-284.
- O-78** Stable Singlet Biradicals of Rare-Earth-Fused Diporphyrin-Triple-Decker Complexes with Low Energy Gaps and Multi-Redox States.
Lee, S.; Yamashita, K.; Sakata, N.; Hirao, Y.; Ogawa, K.; Ogawa, T. *Chem. -Eur. J.* **2019**, *25*, 3240-3243.
- O-79** Photochemical Reaction of Anthracene with Dioxygen Catalyzed by Platinum(II) Porphyrin.
Yamashita, K.; Sugiura, K. *Tetrahedron Lett.* **2019**, *60*, 151081.

- O-80** Room-Temperature Phosphorescence-to-Phosphorescence Mechanochromism of a Metal-Free Organic 1,2-Diketone.
Tani, Y.; Terasaki, M.; Komura, M.; Ogawa, T. *J. Mater. Chem. C* **2019**, *7*, 11926-11931.
- O-81** The core fucose on an IgG antibody is a n endogenous ligand of Dectin-1.
Manabe, Y.; Marchetti, R.; Takakura, Y.; Nagasaki, M.; Nihei, W.; Takebe, T.; Tanaka, K.; Kabayama, K.; Chiodo, F.; Hanashima, S.; Kamada, Y.; Miyoshi, E.; Dulal, H. P.; Yamaguchi, Y.; Adachi, Y.; Ohno, N.; Tanaka, H.; Silipo, A.; Fukase, K.; Molinaro, A. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 18697-18702.
- O-82** Syntheses and functional studies of self-adjuvanting anti-HER2 cancer vaccines.
Feng, Q.; Manabe, Y.; Kabayama, K.; Aiga, T.; Miyamoto, A.; Ohshima, S.; Kametani, Y.; Fukase, K. *Chem. Asian. J.* **2019**, *14*, 4268-4273.
- O-83** Synthesis of Cage-shaped Aluminum Aryloxides: Efficient Lewis Acid Catalyst for Stereoselective Glycosylation Driven by Flexible Shift of Four- to Five-Coordination.
Tanaka, D.; Kadonaga, Y.; Manabe, Y.; Fukase, K.; Sasaya, S.; Maruyama, H.; Nishimura, S.; Yanagihara, M.; Konishi, A.; Yasuda, M. *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, *141*, 17466-17471.
- O-84** Activities of the Consortium for Medicine, Chemistry, and Physics at Osaka University.
Kabayama, K.; Kaneda, K.; Shinohara, A.; Shirakami, Y.; Watabe, T.; Zhang, Z.; Toyoshima, A.; Yoshimura, T.; Manabe, Y.; Shimoyama, A.; Fukase, K. *Phys. Scr.* **2019**, *94*, 125804.
- O-85** Activities of the Consortium for Medicine, Chemistry, and Physics at Osaka University.
Kabayama, K.; Kaneda, K.; Shinohara, A.; Shirakami, Y.; Watabe, T.; Zhang, Z.; Toyoshima, A.; Yoshimura, T.; Manabe, Y.; Shimoyama, A.; Fukase, K. *J. Med. Imaging. Rad. Sci.* **2019**, *50*, S1.

- O-86** β -Selective Glycosylation by Using O-Aryl-Protected Glycosyl Donors.
Otsuka, Y.; Yamamoto, T.; Fukase, K. *Chem Asian J.* **2019**, *14*, 2719-2723.
- O-87** Characterisation of the dynamic interactions between complex N-glycans and human CD22.
Carluccio, C. D.; Crisman, E.; Manabe, Y.; Forgione, R. E.; Lacetera, A.; Amato, J.; Pagano B.; Randazzo, A.; Zampella, A.; Lanzetta, R.; Fukase, K.; Molinaro, A.; Crocker, P. R.; Martin-Santamaria, S.; Marchetti, R.; Silipo A. *ChemBioChem* **2019**, *21*, 129-140.
- O-88** Analysis of electrostatic interaction between ganglioside GM3 and transmembrane peptide.
Nimura, Y.; Kabayama, K.; Asahina, Y.; Hanashima, S.; Hojo, H.; Murata, M.; Fukase, K. *AIP Conf. Proc.* **2019**, *2067*, 020020.
- O-89** Elucidation of isoflurane action mechanism on surgical diabetes using microfluidic device.
Arai, K.; Kabayama, K.; Ono, J.; Nakamura, H.; Kimura, H.; Fukase, K., *AIP Conf. Proc.* **2019**, *2067*, 020006.
- O-90** Development of α -Gal Antibody Conjugates for Increasing Immune Response by Recruiting Natural Antibodies.
Sianturi, J.; Manabe, Y.; Li, H-S.; Chiu, L-T.; Chang, T-C.; Tokunaga, K.; Kabayama, K.; Tanemura, M.; Takamatsu, S.; Miyoshi, E.; Hung, S-C.; Fukase, K. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*,4574-4578.
- O-91** Kinetically controlled Fischer glycosidation under flow conditions: A new method for preparing furanosides.
Masui, S.; Manabe, Y.; Hirao, K.; Shimoyama, A.; Fukuyama, T.; Ryu, I.; Fukase, K. *Synlett* **2019**, *30*, 397-400.
- O-92** Synthesis of Helicobacter pylori peptidoglycan fragments.
Hu, R.; Shimoyama, A.; Fukase, K. *Peptide Science 2018*, **2019**, 109.

- O-93** Synthesis and Immunological Evaluation of Self-adjuvanting Anticancer Vaccine Candidate.
Manabe, Y.; Chang, T-C.; Feng, Q.; Fujimoto, Y.; Ohshima, S.; Kametani, Y.; Kabayama, K.; Nimura, Y.; Lin, C-C.; Fukase, K. *Peptide Science 2018*, **2019**, 37.
- O-94** Single-Step Per-O-Sulfonation of Sugar Oligomers with Concomitant 1,6-Anhydro Bridge Formation for Binding Fibroblast Growth Factors.
Yeh, C.-J.; Ku, C.-C.; Lin, W.-C.; Fan, C.-Y.; Zulueta, M.M.L.; Manabe, Y.; Fukase, K.; Li, Y.-K.; Hung, S.-C. *ChemBioChem* **2019**, *20*, 237-240.
- O-95** Gut Microbial Lipopolysaccharide Interacts with Host Immune System,
A. Shimoyama, *TIGG* **2019**, *31*, E55-E56, J55-J56.
- O-96** Modification of the *N* Termini of Unprotected Peptides for Semisynthesis of Modified Proteins by Utilizing a Hydrophilic Protecting Group.
Chandrashekar, C.; Okamoto, R.; Izumi, M.; Kajihara, Y. *Chem. - Eur. J.* **2019**, *25*, 10197-10203.
- O-97** Regioselective α -Peptide Bond Formation Through the Oxidation of Amino Thioacids.
Okamoto, R.; Haraguchi, T.; Nomura, K.; Maki, Y.; Izumi, M.; Kajihara, Y. *Biochemistry* **2019**, *58*, 1672-1678.
- O-98** A Chemoselective Peptide Bond Formation by Amino Thioacid Coupling.
Okamoto, R.; Nomura, K.; Maki, Y.; Kajihara, Y. *Chem. Lett.* **2019**, *48*, 1391-1393.
- O-99** *N,N*-Dimethylaminoxy Carbonyl, a Polar Protecting Group for Efficient Peptide Synthesis.
Okamoto, R.; Ono, E.; Izumi, M.; Kajihara, Y. *Frontiers in Chemistry* **2019**, *7*, DOI: 10.3389/fchem.2019.00173.

- O-100** Theonellamide A, a Marine-Sponge-Derived Bicyclic Peptide, Binds to Sterol in Aqueous DMSO: Solution NMR-based Detection of Peptide-Sterol Interactions Using Hydroxylated Cholesterol.
Cornelio, K.; Espiritu, R. A.; Hematoma, S.; Todokoro, Y.; Kinoshita, M.; Matsumori, N.; Murata, M.; Nishimura, S.; Kakeya, H.; Yoshida, M.; Matsunaga, S. *Biochim. Biophys. Acta* **2019**, *186*, 228-235.
- O-101** Mosquito Larvicidal Limonoids from the Fruits of *Chisocheton erythrocarpus*. Hiern.
Chong, S.-L.; Hematpoor, A.; Hazni, H.; Sofian-Azirun, M.; Litaudon, M.; Supratman, U.; Murata, M.; Awang, K. *Phytochem. Lett.* **2019**, *30*, 69-73.
- O-102** Small Structural Alterations Greatly Influence the Membrane Affinity of Lipophilic Ligands: Membrane Interactions of Bafilomycin A1 and its Desmethyl Derivative Bearing ¹⁹F-Labeling.
Hayashi, T.; Tsuchikawa, T.; Umegawa, Y.; Murata, M. *Bioorg. Med. Chem.* **2019**, *27*, 1677-1682.
- O-103** Non-Lamellar-Phase-Promoting Co-Lipids Enhance Segregation of Palmitoyl Ceramide in Fluid Bilayers.
Mouts, A.; Yamamoto, T.; Murata, M.; Nyholm, T.; Slotte, J. P. *Biophys. J.* **2019**, *116*, 1507-1515.
- O-104** The Perpendicular Orientation of Amphotericin B Methyl Ester in Lipid Bilayers Elucidated by ²H and ¹⁹F Solid-State NMR Supports the Barrel-Stave Model.
Yamamoto, T.; Umegawa, Y.; Yamagami, M.; Tsuchikawa, H.; Hanashima, S.; Matsumori, N.; Murata, M. *Biochemistry* **2019**, *58*, 2282-2291.
- O-105** Cholesterol-Induced Conformational Change in the Sphingomyelin Headgroup.
Hanashima, S.; Murakami, K.; Yura, M.; Yano, Y.; Umegawa, Y.; Tsuchikawa, H.; Matsumori, N.; Seo, S.; Shinoda, W.; Murata, M. *Biophys. J.* **2019**, *117*, 307-318.

- O-106** Average Conformation of Branched-Chain Lipid PGP-Me That Accounts for the Thermal Stability and High-Salinity Resistance of Archaeal Membranes.
Yamagami, M.; Tsuchikawa, H.; Cui, J.; Umegawa, Y.; Miyazaki, Y.; Seo, S.; Shinoda, W.; Murata, M. *Biochemistry* **2019**, *58*, 3869-3879.
- O-107** Side-Chain Deuterated Cholesterol as a Molecular Probe to Determine Membrane Order and Cholesterol Partitioning.
Hanashima, S.; Ibata, Y.; Watanabe, H.; Yasuda, T.; Tsuchikawa, H.; Murata, M. *Org. Biomol. Chem.* **2019**, *17*, 8601-8610.
- O-108** Impact of Acyl Chain Mismatch on the Formation and Properties of Sphingomyelin-Cholesterol Domains.
Nyholm, T.K.M.; Engberg, O.; Hautala, V.; Tsuchikawa, H.; Lin, K.-L.; Murata, M.; Slotte, J. P. *Biophys. J.* **2019**, *117*, 1577-1588.
- O-109** The Amphotericin B-Ergosterol Complex Spans a Lipid Bilayer as a Single-Length Assembly.
Yamamoto, T.; Umegawa, Y.; Tsuchikawa, H.; Hanashima, S.; Matsumori, N.; Funahashi, K.; Seo, S.; Shinoda, W.; Murata, M. *Biochemistry*, **2019**, *58*, 188-5196.
- O-110** Synthesis of 7,6-Spirocyclic Imine with Butenolide Ring Provides Evidence for the Relative Configuration of Marine Toxin 13-DesMe Spirolide C.
Minamino, K.; Murata, M.; Tsuchikawa, H. *Org. Lett.* **2019**, *21*, 8970-8975.
- O-111** Synthesis of Core Oligosaccharides of Lipooligosaccharides from *Campylobacter jejuni*, a Putative Cause of Guillain–Barré Syndrome.
Yoshida, F.; Yoshinaka, H.; Tanaka, H.; Hanashima, S.; Yamaguchi, Y.; Ishihara, M.; Saburomaru, M.; Kato, Y.; Saito, R.; Ando, H.; Kiso, M.; Imamura, A.; Ishida, H. *Chem. -Eur. J.* **2019**, *25*, 796-805.
- O-112** Magnetocapacitance Effect and Magnetostriction by the Field-Induced Spincrossover in [Mn^{III}(taa)].
Otsuki, Y.; Kimura, S.; Awaji, S.; Nakano, M. *AIP Adv.* **2019**, *9*, 085219, 1-4.

- O-113** Detailed Analysis of the Crystal Structures and Magnetic Properties of a Dysprosium(III) Phthalocyaninato Sextuple-Decker Complex: Weak f-f Interactions Suppress Magnetic Relaxation.
Horii, Y.; Katoh, K.; Sugimoto, K.; Nakanishi, R.; Breedlove, B. K.; Yamashita, M. *Chem. Eur. J.* **2019**, *25*, 3098-3104.
- O-114** Versatile Coordination Architectures of Products Generated by the *In Situ* Reaction of a Doubly Bis(2-pyridyl)pyrazolate Bridged Dinuclear Copper(II) Complex with Tetracyanoethylene.
Ishikawa, R.; Ueno, S.; Hamatake, Y.; Horii, Y.; Miyazaki, Y.; Nakano, M.; Noda, T.; Uematsu, M.; Kawata, S. *CrystEngComm* **2019**, *21*, 1886-1894.
- O-115** Energy Budget of *Drosophila* Embryogenesis.
Song, Y.; Park, J. O.; Tanner, L.; Nagano, Y.; Rabinowitz, J. D.; Shvartsman, S. Y. *Curr. Biol.* **2019**, *29*, R566-R567.
- O-116** Rotational Motion and Nuclear Spin Interconversion of H₂O Encapsulated in C₆₀ Appearing in the Low-Temperature Heat Capacity.
Suzuki, H.; Nakano, M.; Hashikawa, Y.; Murata, Y. *J. Phys. Chem. Lett.* **2019**, *10*, 1306-1311.
- O-117** Mechanism of Chain Polymerization in Self-Assembled Monolayers of Diacetylene on the Graphite Surface.
Takajo, D.; Sudoh, K. *Langmuir* **2019**, *35*, 2123-2128.
- O-118** Temperature Dependence of Spherical Electron Transfer in a Nanosized [Fe₁₄] Complex.
Huang, W.; Wu, S.; Gu, X.; Li, Y.; Okazawa, A.; Kojima, N.; Hayami, S.; Baker, M. L.; Bencok, P.; Noguchi, M.; Miyazaki, Y.; Nakano, M.; Nakanishi, T.; Kanegawa, S.; Inagaki, Y.; Kawae, T.; Zhuang, G.-L.; Shiota, Y.; Yoshizawa, K.; Wu, D.; Sato, O. *Nat. Commun.* **2019**, *10*, 5510, 1-9.
- O-119** The Thermodynamic Properties and Molecular Dynamics of [Li⁺@C₆₀](PF₆⁻) Associated with Structural Phase Transitions.
Suzuki, H.; Ishida, M.; Otani, C.; Kawachi, K.; Kasama, Y.; Kwon, E.; Miyazaki, Y.; Nakano, M. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2019**, *21*, 16147-16153.

- O-120** The first evaluation of the dynamic hydration number of hydrated ions con-fined in mesoporous silica MCM-41.
Ogura, R.; Ueda, T. *Adsorption* **2019**, *25*, 1057-106.
- O-121** Dynamic Gate Opening of ZIF-8 for Bulky Molecule Adsorption as Studied by Vapor Adsorption Measurements and Computational Approach.
Ueda, T.; Yamatani, T.; Okumura, M. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123*, 27542-27553.
- O-122** Synthesis and Photoluminescence of Tetracyanonitridorhenium(V) Complexes with Five-Membered N-Heteroaromatic Ligands and Photoluminescence-Intensity Change.
Seike, M.; Nagata, K.; Ikeda, H.; Ito, A.; Sakuda, E.; Kitamura, N.; Shinohara, A.; Yoshimura, T. *ACS Omega*, **2019**, *4*, 21251-21259.
- O-123** Quantitative Multilayer Cu(410) Structure and Relaxation Determined by QLEED.
Ahmed, R.; Makino, T.; Gueriba, J.S.; Mizuno, S.; Diño W.A.; Okada, M. *Scientific Reports* **2019**, *9*, 16882, 1-8.

総説

- R-1** Magnetic and Electronic Properties of π -d Interacting Molecular Magnetic Superconductor κ -(BETS)₂FeX₄ (X = Cl, Br) Studied by Angle-Resolved Heat Capacity Measurements
Fukuoka, S.; Fukuchi, S.; Akutsu, H.; Kawamoto, A.; Nakazawa, Y. *Crystals* **2019**, *9*, 66, 1-16.
- R-2** 微小試料用高感度熱量計を用いた磁場角度回転熱容量測定による電子物性研究
今城周作, 福地宗太郎, 中澤康浩, *熱測定* **2019**, *46*, 135-141.
- R-3** Theoretical study on the electronic structure of [4Fe-4S] cluster.
Shoji, M; Koizumi, K; Kitagawa, Y; Kawakami, T; Yamanaka, S; Okumura, M; Yamaguchi, K. *Recent Progress in Computational Sciences and Engineering* **2019**, 499-502.
- R-4** Synthesis, Physical Properties, and Reactivity of Stable, π -Conjugated, Carbon-Centered Radicals.
Kubo, T. *Molecules* **2019**, *24*, 665/1-665/13.
- R-5** 安定な π 共役系炭素中心ラジカルの合成, 物性, 反応性
久保 孝史, *有機合成化学協会誌* **2019**, *77*, 494-502.
- R-6** 糖鎖工学、糖鎖合成が拓いた医療への応用
深瀬浩一, *化学* **2019**, *75* (5), 22-23.
- R-7** フローマイクロ合成の最新動向Ⅱ、特集にあたって
深瀬浩一, *ファインケミカル* **2019**, *48*(1), 5.
- R-8** 化学の常識を変える化合物：中分子の世界 1、高次生体機能分子としての中分子
深瀬浩一, *化学と工業* **2019**, *72* (2), 114-115.
- R-9** 有機合成の自然免疫研究への貢献
深瀬浩一, *現代化学* **2019**, *580* (7), 48-53.
- R-10** アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察 (その 2)
矢野恒夫, 長谷川功紀, 佐藤達彦, 蜂須賀暁子, 深瀬浩一, 平林容子, *医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス* **2019**, *50* (3), 122-134.

- R-11** アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察（その3）
矢野恒夫, 長谷川功紀, 角永悠一郎, 樺山一哉, 小田 敬、
上野悟史, 蜂須賀暁子, 平林容子, 深瀬浩一, *医薬品医療機
器レギュラトリーサイエンス* **2019**, 50 (12), 749-763.
- R-12** ガングリオシドのアシル鎖構造による Toll-like receptor 4 活性
化制御メカニズム
狩野裕考, 新田昂大, 藤居真優, 樺山一哉, 下山敦史, 深瀬
浩一, Sandro Sonnino, 鈴木明身, 井ノ口仁一, *エンドトキシ
ン・自然免疫研究* **2019**, 22, 1-7.
- R-13** 医理核連携による α 線核医学治療の開発
深瀬浩一, *学友会会誌 (大阪大学医学部学友会)* **2019**, Vol
39.
- R-14** 燃焼熱測定の現在と未来
長野八久, *日本の科学者* **2019**, 54(11), 622-628.

出版物

- B-1** Coordination Molecular Technology.
Yoshinari, N.; Konno, T. In *Molecular Technology, Volume 4: Synthesis Innovation*, Yamamoto, H.; Kato, T. Eds.; Wiley-VCH Weinheim, **2019**, pp. 199-230.
- B-2** 高熱伝導材料の開発 第10章 第7節 微小単結晶を用いた熱伝導測定技術
野本哲也, 中澤康浩, 技術情報協会 **2019**, 449-457.
- B-3** 分子エレクトロニクスの新展開：分子ネットワークによる非ノイマン型情報処理へ向けて 第17章 CSJ カレントレビュー 31 「分子アーキテククスー単分子技術が拓く新たな機能」
日本化学会編
松本卓也, 化学同人 **2019**, 166-174.
- B-4** 有機薄膜トランジスタ 第II編 第15章 電子デバイス応用 第4節 ナノインプリント技術ハンドブック 平井義彦 編
松本卓也, オーム社 **2019**, 579-584.
- B-5** 大学院講義有機化学 I
村田道雄, 分担執筆・編集, 東京化学同人 **2019**.
- B-6** PCP/MOF および各種多孔質材料の 作り方, 使い方, 評価解析 第5章 第4節 ナノ空間に閉じ込められた分子集合体の固体 NMR 分光法による動的構造解析
上田貴洋, 技術情報協会 **2019**, 531-541.
- B-7** 錯体化合物辞典
吉村崇(担当:分担執筆), 朝倉書店 **2019**.
- B-8** 最新 実用真空技術総覧 第4編 第3章 第1節 六極電場による配向制御分子ビーム生成とその表面反応への応用
岡田美智雄, エヌ・ティー・エス出版 **2019**, 734-739.

その他

- M-1** 福島原発周辺における土壤中放射性ストロンチウム濃度の分布測定
梶原知啓, 二宮和彦, 篠原厚, 山口喜朗, *KEK-Proceedings* **2019**, 2019-2, 44-48.
- M-2** 福島県大熊町及び双葉町にて採取した放射性セシウムを含む不溶性粒子の分類
五十嵐 淳哉, 張 子見, 二宮 和彦, 篠原 厚, 佐藤 志彦, 箕輪 はるか, 吉川 英樹, *KEK-Proceedings* **2019**, 2019-2, 54-59.
- M-3** 分子性化合物単結晶の熱伝導度測定
野本哲也, A. I. Krivchikov, 山下智史, 坪 広樹, 中澤康浩
低温センター研究報告書 **2019**, 22-27.
- M-4** 第55回熱測定ワークショップ「液体、溶液中でのナノ構造と熱力学」開催報告
中澤康浩, *熱測定* **2019**, 46, 2, 92.
- M-5** 熱・エントロピー科学シンポジウム(STES2019)開催報告
中澤康浩, *熱測定* **2019**, 46, 4, 223.
- M-6** 第74回カロリメトリーコンファレンス(Calorimetry Conference 2019)報告
中澤康浩, *熱測定* **2019**, 46, 4, 224.
- M-7** 分子科学技術のネットワーク化と共有への期待
中澤康浩, *分子研レターズ* **2019**, 80, 48-49.
- M-8** 大気圧サンプリングイオン化法“SPESI”における帯電ナノ体積液体の動的変化
上堀内武尉, 大塚洋一, 竹内彩, 岩田太, 松本卓也, *表面と真空* **2019**, 62, 516-521.
- M-9** ネットワーク型分子システムによる情報処理
松本卓也, 電子情報通信学会技術研究報告 IECE Technical Report SDM2019-4, **2019**, OME2019-4, 13-17.

- M-10** 特集:アンビエントイオン化と質量分析イメージング, 巻頭言
大塚洋一, *日本質量分析学会誌* **2019**, 67, 111.
- M-11** 2018年日本表面真空学会学術講演会開催報告
桑原裕司, 松本卓也, *表面と真空* **2019**, 62, 227-228.
- M-12** 頼もしい日本表面真空学会, 巻頭言
松本卓也, *表面と真空* **2019**, 62, 399.
- M-13** 追悼: 桑田敬治先生を偲ぶ
松本卓也, *永契会誌* **2019**, 32, 6-7.
- M-14** 学問への畏敬
水谷泰久, *生物物理* **2019**, 59, 291-291.
- M-15** フランス・ストラスブール大学との国際交流
久保孝史, *生産と技術* **2019**, 71, 99-101.
- M-16** Function and structure analysis of glycolipid microdomains.
Kabayama K. *Trends in Glycosci. Glycotechnol.* **2019**, 31, SE78-SE79.
- M-17** Recent Chemical Glycoprotein Synthesis
Kajihara, Y. *Trends in Glycosci. Glycotechnol.* **2019**, 31, SE25-SE27.
- M-18** An Example for the Latest Total Chemical Synthesis of O-Glycoproteins.
Okamoto, R. *Trends in Glycosci. Glycotechnol.* **2019**, 31, SE87-SE88.
- M-19** NMR Study of Glycan Interactions Using Synthetic Oligosaccharides.
Hanashima, S. *Trends in Glycosci. Glycotechnol.* **2019**, 31, SE67-SE68.
- M-20** 配位子内にバナドセン骨格を有する鉄アミド錯体の合成と反応
楠瀬ひなの, *Bull. Jpn. Soc. Coord. Chem.* **2019**, 73, 102-104.
- M-21** 酸素発生型光合成と生物模倣
船橋靖博, *新学術領域研究 I4LEC Newsletter* **2019**, 2(9), 1-1.

- M-22** エントロピーとは何か？ 宇宙のエントロピーは増大する
長野八久, *日本の科学者* **2019**, 54(3), 116–117.
- M-23** エントロピーがもたらす圧力
長野八久, *日本の科学者* **2019**, 54(3), 118.
- M-24** 温度とは何か？
長野八久, *日本の科学者* **2019**, 54(3), 126–127.
- M-25** エントロピーが化学変化の向きを決定する
長野八久, *日本の科学者* **2019**, 54(3), 128.
- M-26** エントロピーがもたらす水への溶解易さと溶解難さ
長野八久, *日本の科学者* **2019**, 54(3), 141.
- M-27** 多糖の構造変化と水和との関係
宮崎裕司, 吉場一真, *日本の科学者* **2019**, 54(3), 148–153.
- M-28** 超音速分子ビームによる表面化学反応研究
岡田美智雄, *生産と技術* **2019**, 71, 66-70.
- M-29** Ra-223 投与患者の呼気に排泄される Rn-219 放射エネルギーの定量
大江一弘, 渡部直史, 神谷貴史, 吉村崇, 細野眞, 篠原厚,
畑澤順, *核医学* **2019**, 56, S147.