

愛媛大学大学院理工学研究科博士後期課程修了の瀧本和誉博士（現 北里大学理学部助教）が、第 41 回井上研究奨励賞を受賞しました。公益財団法人井上科学振興財団が授与する井上研究奨励賞（Inoue Research Award for Young Scientists）は、過去 3 年間に、理学・工学・医学・薬学・農学等の自然科学の基礎的研究において、新しい領域を開拓する可能性のある優れた博士論文を提出し、博士の学位を取得した 37 歳未満の研究者に贈呈されるものです。本年度は、全国の大学等から 145 名の推薦があり、選考委員会による厳正な審査を経て、40 名が選出されました。瀧本和誉博士は、愛媛大学からの推薦を受けて今回の受賞に至りました。

受賞対象となった研究は、光学活性金属錯体の新たな構築法を確立し、その自己集合現象や外部刺激応答性を解明するとともに、キラルセンシング手法への応用可能性を示したものです。研究の独創性と重要性、研究者としての将来性などが評価され、受賞に至りました。本研究成果は、瀧本博士が愛媛大学大学院理工学研究科博士課程において行った研究に基づいており、化学の基礎領域を拓いたとして高く評価されました。

博士論文題目 配位化学に立脚したキラル構造の構築とその応用：金属錯体の合成と分子キラリティ認識

指導教員 佐藤久子 愛媛大学大学院理工学研究科教授（当時）

本研究では、以下の 3 つの主要な成果を達成しました。

1. 世界初の配位不飽和な 5 配位キラルイリジウム(III)錯体の合成と単離

通常、光学活性なイリジウム(III)錯体は、塩素架橋二核錯体（二量体）を前駆体として合成される 6 配位イリジウム(III)錯体を光学分割することで得られます。本研究では、有機配位子へのアルキル鎖の導入によって二量体の形成を阻害することで、これまでにほとんど報告例のない配位不飽和な 5 配位イリジウム錯体の合成および単離に成功しました。さらに、この錯体は光学分割が可能であり、光学活性な 6 配位イリジウム(III)錯体の有用な前駆体になることを見出しました（K. Takimoto et al., *Dalton Trans.* **2021**, 50, 13256.）。このアプローチは、従来のキラルイリジウム(III)錯体合成における通念を打破するものであり、これまでにない機能性材料の設計に道を開いた成果です。

2. キラルセルフソーティング現象と外部刺激応答性の発見

上記 5 配位イリジウム(III)錯体が、自他のキラル構造を選別しながら自発的に集合する現象（キラルセルフソーティング）を示し、外部刺激応答性（サーモおよびメカノクロミズム特性）を持つことを発見しました。この現象は、単量体-二量体平衡に基づいており、アルキル鎖を長さ調整することで、平衡状態およびクロミズム特性を制御することも明らかにしました（K. Takimoto et al., *J. Am. Chem. Soc.* **2023**, 145, 25160.）。この成果は、従来のキラル分子集合体研究には見られなかった小さな集合体におけるキラルセルフソーティングが、刺激応答性材料の設計に応用できる可能性を示したものです。これにより、キラル分子の選択的集合と機能制御の新たな可能性が広がりました。

3. キラル金属錯体を用いた分子キラリティ認識への応用

キラル金属錯体を用いた分子キラリティ認識への応用として、アキラル配位子を有する亜鉛錯体を用いた NMR 分光法によるキラルセンシングを世界で初めて実証しました (K. Takimoto et al., *J. Phys. Chem. Lett.* **2020**, *11*, 8164.). 従来の分子キラリティ認識は主に水素結合や分子間相互作用に依存していましたが、本研究では革新的に配位結合を新たに導入し、これにより低濃度の標的キラル分子を高感度で検出できることを示しました。この手法は、標的キラル分子のキラリティが亜鉛イオンへの配位結合を通じてアキラル配位子に正確に伝達されるメカニズムに基づいており、キラル金属錯体を用いた新しい化学センシング技術の発展に大きく寄与するものです。

主要論文

1. **K. Takimoto***, T. Shimada, K. Nagura, J. P. Hill, T. Nakanishi, H. Yuge, S. Ishihara*, J. Labuta*, H. Sato*, “Thermo-/Mechano-Chromic Chiral Coordination Dimer: Formation of Switchable and Metastable Discrete Structure through Chiral Self-Sorting”, *J. Am. Chem. Soc.* **2023**, *145*(46), 25160–25169. DOI: 10.1021/jacs.3c05866 (愛媛大学研究成果ストックサイト掲載)
2. **K. Takimoto**, Y. Watanabe, J. Yoshida, H. Sato*, “Five-Coordinate Iridium(III) Complex with Δ/Λ Chirality”, *Dalton Trans.* **2021**, *50*, 13256–13263. DOI: 10.1039/D1DT01960K (Outside back cover)
3. **K. Takimoto**, S. Ishihara*, J. Labuta*, V. Brezina, D. T. Payne, J. P. Hill, K. Ariga, M. Sumita, S. Mori, H. Sato, “Enantiomeric Excess Dependent Splitting of NMR Signal Through Dynamic Chiral Inversion and Coligand Exchange in a Coordination Complex”, *J. Phys. Chem. Lett.* **2020**, *11*(19), 8164–8169. DOI: 10.1021/acs.jpcllett.0c02284
4. **K. Takimoto**, K. Tamura, Y. Watanabe, A. Yamagishi, H. Sato*, “Microscopic chiral pockets in a tris(chelated) iridium(III) complex as sites for dynamic enantioselective quenching”, *New J. Chem.* **2018**, *42*(7), 4818–4823. DOI: 10.1039/C7NJ04688J (Inside front cover)
5. **K. Takimoto**, Y. Watanabe, S. Mori, H. Sato*, “Vibrational circular dichroism and single crystal X-Ray diffraction analyses of $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{phen})]^+$ (bzq = benzo[*h*]quinoline; phen = 1,10-phenanthroline): absolute configuration and role of CH- π interaction in molecular packing”, *Dalton Trans.* **2017**, *46*(13), 4397–4402. DOI: 10.1039/C7DT00606C

<共著学術論文 13 件>

1. H. Sato*, **K. Takimoto**, A. Yamagishi, J. Yoshida, M. Hara, “Vibrational Circular Dichroism Spectroscopy toward Intercalation Compounds of Sodium Montmorillonite: Evidences for Molecular Packing of Enantiopure Monovalent Ir(III) Complexes within Interlayer Spaces”, *Appl. Clay Sci.* **2022**, *228*, 106621. DOI: 10.1016/j.clay.2022.106621 (愛媛大学研究成果ストックサイト掲載)

2. A. Yamagishi*, S. Yamamoto, **K. Takimoto**, K. Tamura, M. Kamon, F. Sato, H. Sato*, “Clay Column Chromatography for Optical Resolution: A Series of Derivatized Amino Acids” , *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2022**, *95*(6), 961–967. DOI: 10.1246/bcsj.20220077
3. A. Yamagishi, **K. Takimoto**, K. Tamura, F. Sato, H. Sato*, “Chiral Discrimination of Dansylated Alanine Methyl Ester on a Modified Clay Surface: Vibrational Circular Dichroism Approach” , *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2021**, *94*, 2711–2717. DOI: 10.1246/bcsj.20210291
4. S. Inoue, H. Kodama, T. Kan, T. Shimada, **K. Takimoto**, K. Tamura, M. Kamei, A. Yamagishi, H. Sato*, “Hybridization of Antocyanin Dyes from Purple Cabbage with Synthetic Saponite: Effects of Aluminium Ion on Color Stabilization” , *Clay Science* **2021**, *25*, 33–37. DOI: 10.11362/jcssjclayscience.MS-21-8
5. J. Labuta*, S. Ishihara*, D. T. Payne, **K. Takimoto**, H. Sato, L. Hanyková, K. Ariga, J. P. Hill*, “Estimation of Enantiomeric Excess based on Rapid Host-Guest Exchange ” , *Chemosensors* **2021**, *9*, 259. DOI: 10.3390/chemosensors9090259 (Review)
6. Y. Jinsenji, **K. Takimoto**, J. Yoshida, S. Mori, Y. Watanabe, H. Sato*, “Effects of Geometrical Isomerism on Emissive Behaviour of Heteroleptic Cyclometalated Ir(III) Complexes” , *Dalton Trans.* **2021**, *50*, 8506–8511. DOI: 10.1039/D1DT00783A
7. H. Sato*, **K. Takimoto**, J. Yoshida, A. Yamagishi, “Stereoselective Enhancement of VCD Signals for Intercalation Compounds of Sodium Montmorillonite and Chiral Metal Complexes” , *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2021**, *94*, 1731–1736. DOI: 10.1246/bcsj.20210101 (BCSJ Award Article)
8. H. Sato*, **K. Takimoto**, J. Yoshida, Y. Watanabe, A. Yamagishi, “Solid-State Vibrational Circular Dichroism as Applied for Heterogenous Asymmetric Catalysis: Copper(II) Complexes Immobilized in Montmorillonite” , *Chem. Lett.* **2021**, *50*, 896–898. DOI: 10.1246/cl.200937
9. H. Sato*, **K. Takimoto**, J. Yoshida, A. Yamagishi, “Vibrational Circular Dichroism towards Asymmetric Catalysis: Chiral Induction in Substrates Coordinated with Copper(II) Ions” , *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2020**, *22*, 24393–24398. DOI: 10.1039/D0CP04827E
10. H. Sato*, **K. Takimoto**, M. Kato, S. Nagaoka, K. Tamura, A. Yamagishi, “Real-Time Monitoring of Low Pressure Oxygen Molecules over Wide Temperature Range: Feasibility of Ultrathin Hybrid Films of Iridium(III) Complexes and Clay Nanosheets ” , *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2019**, *93*, 194–199. DOI: 10.1246/bcsj.20190277
11. H. Sato*, **K. Takimoto**, I. Kawamura, S. Aisawa*, “Application of Solid-State

Vibrational Circular Dichroism for Intercalation Compounds of Layered Double Hydroxide and Amino Acids: Conformation of an Intercalated Phenylalanine” , *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2019**, *92*, 1779–1784. DOI: 10.1246/bcsj.20190161 (Selected Paper)

12.H. Sato*, K. Takimoto, H. Mori, A. Yamagishi, “Stereoselective Interactions as Manifested by Vibrational Circular Dichroism Spectra: Interplay between Chiral Metal Complexes Co-adsorbed in a Montmorillonite Clay” , *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2018**, *20*, 25421–25427. DOI: 10.1039/C8CP04753G

13.H. Sato*, K. Tamura, K. Takimoto, A. Yamagishi, “Solid state vibrational circular dichroism towards molecular recognition: chiral metal complexes intercalated in a clay mineral” , *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2018**, *20*, 3141–3147. DOI: 10.1039/C7CP05114J (HOT Articles)

<主著日本語総説 2 件>

1. 瀧本和誉、「キラリイリジウム(III)錯体の光機能開拓」、日本化学会研究会「低次元系光機能材料研究会」ニュースレター、2024 年、第 30 号、11–14.
2. 瀧本和誉、「配位不飽和な 5 配位キラリイリジウム(III)錯体の開拓」、SPACC 先端錯体工学研究会 News Letter、2024 年、2 月号

瀧本和誉博士のコメント

このたびの受賞を大変光栄に思います。博士論文研究においてご指導くださった佐藤久子先生をはじめ、多くの方々に支えていただきましたことに、心より感謝申し上げます。今後は、配位化学を基盤とした新たなキラリティ研究の発展に尽力し、生命科学と融合した機能性材料の創出に貢献できるよう、研究を進めて参ります。

経歴

2017 年 3 月 愛媛大学 理学部化学科 卒業

2019 年 3 月 愛媛大学大学院理工学研究科博士前期課程
環境機能科学専攻 分子科学コース 修了

2022 年 3 月 愛媛大学大学院理工学研究科博士後期課程
環境機能科学専攻 分子科学講座 修了

この間 2018 年 10 月～2022 年 3 月 物質・材料研究機構 研修生

2021 年 4 月～2022 年 3 月 日本学術振興会 特別研究員 DC2

2022 年 4 月 北里大学 理学部化学科 助教 現在に至る



【参考】公益財団法人井上科学振興財団

<https://www.inoue-zaidan.or.jp/b-01.html?eid=00059>