

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2025.06.10] [Update : 2025.05.23]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24MS5012
利用課題名 Title	対称性と結合した量子伝導デバイスの評価
利用した実施機関 Support Institute	自然科学研究機構 分子科学研究所 / IMS
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	内部利用 (ARIM事業参画者) / Internal Use (by ARIM members)
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	物質・材料合成プロセス/Molecule & Material Synthesis
重要技術領域 Important Technology Area	マテリアルの高度循環のための技術/Advanced materials recycling technologies 高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed
キーワード Keywords	キラル構造体,自己組織化,超伝導

利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	佐藤 拓朗
所属名 Affiliation	分子科学研究所 協奏分子システム研究センター 機能分子システム創成研究部門 (山本G)
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	Wu Dongfang, 後藤 拓, 山本 浩史
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	MS-205 : 単結晶X線回折 (CCD-1) MS-206 : 単結晶X線回折 (CCD-2) MS-218 : SQUID (MPMS-7) MS-219 : SQUID (MPMS-XL7) MS-228 : 紫外・可視・近赤外分光光度計
---------------------------------	---

報告書データ / Report

概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	本課題は、対称性と結合した新奇な伝導現象を検出し、そのミクロな起源の解明を目指したものである。特に、近年注目を集めているキラルな対称性に注目し、キラル構造体を電子が通過した際に生じる自発的な巨大スピン偏極現象(CISS効果)の実験的な観測に取り組んだ。CISS効果を高効率に検出するためには試料条件の最適化が必須であり、利用申請した装置を用いて、作成したキラル有機結晶や自己組織化キラル単分子膜の構造や膜質の評価を行った。
実験 Experimental	キラルな空間群に属する有機半導体・有機伝導体を主な実験対象とした。CISS効果は主に伝導測定によって検証するが、その測定の前段階として、作成した試料が所望の構造を持ち、特に単一なキラリティを有しているかどうかを確認することが重要である。X線による波数空間情報、SEMによる実空間情報、光学測定による励起や吸収の情報などを通じて、対象物の基礎物性を詳細に確認した。
結果と考察 Results and Discussion	キラルな空間群に属する有機半導体・有機伝導体として、ペリレンジイミド(PDI)分子結晶、 k -(BEDT-TTF) ₂ Cu(NCS) ₂ に着目した。これらの系を対象に、X線の単結晶評価や反射率測定から、バルクとしての構造解析や膜質の解析を行い、予想通りの構造や膜厚が得られたことを確認した。特に、 k -(BEDT-TTF) ₂ Cu(NCS) ₂ については、X線構造解析の結果から計算されるフラックパラメータの値から、単結晶が単一キラリティを有していることを確認でき、その後の実験データの解釈をスムーズに進展させることができたと考えている。
図・表・数式 Figures, Tables and Equations	
その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)	

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI (論文・プロシーディング) [1] DOI (Publication and Proceedings)	Paul V. Möllers, Probing the Roles of Temperature and Cooperative Effects in Chirality-Induced Spin Selectivity: Photoelectron Spin Polarization in Helical Tetrapyrroles, <i>The Journal of Physical Chemistry Letters</i> , 15 , 9620-9629(2024). DOI: https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jpcllett.4c02209
DOI (論文・プロシーディング) [2] DOI (Publication and Proceedings)	Syuma Yasuzuka, Interplay between Angular-Dependent Magnetoresistance Oscillation and Charge-Ordered States in the Organic Conductor β'' -(ET)(TCNQ), <i>Journal of the Physical Society of Japan</i> , 93 , (2024). DOI: https://journals.jps.jp/doi/10.7566/JPSJ.93.094708
DOI (論文・プロシーディング) [3] DOI (Publication and Proceedings)	Hiroaki Kusunose, Emergence of chirality from electron spins, physical fields, and material-field composites, <i>Applied Physics Letters</i> , 124 , (2024). DOI: https://doi.org/10.1063/5.0214919
DOI (論文・プロシーディング) [4] DOI (Publication and Proceedings)	A. Inda, Quantification of chirality based on electric toroidal monopole, <i>The Journal of Chemical Physics</i> , 160 , (2024). DOI: https://doi.org/10.1063/5.0204254

DOI (論文・プロシーディング) [5] DOI (Publication and Proceedings)	A. Inda, Quantification of chirality based on electric toroidal monopole, <i>The Journal of Chemical Physics</i> , 160 , (2024). DOI: https://doi.org/10.1063/5.0204254
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	CISS効果の固定デバイスへの展開」電気学会 日本磁気学会 共催「光とCISSと磁性錯体」研究会、長岡技術科学大学 東京サテライトキャンパス(Jan.24 2025)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.	「カイラリティと電子状態」CRESTトポロジー領域 合同セミナー、京都工芸繊維大学(Nov.28 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[3] Oral Presentations etc.	「キラル物質によるスピン偏極制御」物性研究所短期研究会「新物質開発・システム創成研究の最前線：分子・クラスターがもたらす物性と機能」、東京大学物性研究所 (Oct.2-4 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[4] Oral Presentations etc.	「カイラルフォノンが媒介する円偏光起電力効果」日本物理学会第79回年次大会、北海道大学 (Sep.16-19 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[5] Oral Presentations etc.	“Chiral molecules and helical electrons” Solvay Workshop on Chirality, Spin and Reactivity, Brussels, Belgium (Nov.12-14 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[6] Oral Presentations etc.	"Chirality-Induces Spin Selectivity in Various Materials" THAILAND-JAPAN Symposium in Chemistry 2024, Chiang Mai, Thailand (Nov.3 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[7] Oral Presentations etc.	“Chiral Spintronics with Molecular Materials” ISCOM2024, Anchorage, USA (Sep.22-27 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[8] Oral Presentations etc.	“Chiral phonon-mediated circular photo galvanic effect” Electron Spin in Chiral Matter – Sigtuna CISS meeting, Sweden (Jul.2 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[9] Oral Presentations etc.	“Chiral Atoms and Helical Electrons” META2024, Toyama, Japan (Jul.16-19 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[10] Oral Presentations etc.	“Chirality-based spintronic devices with molecular materials” ICSM2024, Dresden, Germany (Jun.23 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[11] Oral Presentations etc.	“Novel spintronics devices based on chiral materials” Workshop on physics and electronics of 2D doped materials (Jun.11-13 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[12] Oral Presentations etc.	“Chirality-Induced Spin Selectivity and Multipoles” OIST-JST-AIMR Joint International Symposium: Interaction Between Various Chiral Fields and Chiral Materials, Okinawa, Japan (Jun.5-8 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[13] Oral Presentations etc.	“Emergent Chiral Spintronics based on Molecular Materials” CEMS Topical Meeting on Emergent Phenomena in Topological Quantum Materials (May.20-21 2024)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[14] Oral Presentations etc.	“Emergent spin-momentum locking in triplet-mixed Cooper pairs in a chiral organic superconductor” ICSM2024, Dresden, Germany (Jun.23 2024)
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件

特許登録件数 Number of Registered Patents	0件
--	----