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：2025.07.24】　【Update：2025.07.23】

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22MS0035
利用課題名 Title	S=1/2第一遷移金属イオンを持つポリオキソメタレートのスピンコヒーレンス現象
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	外部利用/External Use
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 量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル/Materials using quantum and electronic control to perform innovative functions
キーワード Keywords	量子ビット, 第一遷移金属イオン, S=1/2, ポリオキソメタレート

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)	石崎 聡晴
所属名 Affiliation	日本大学文理学部化学科
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	横山 利彦,中村 敏和,浅田 瑞枝,上田 正,藤原 基靖,宮島 瑞樹,伊木 志成子
利用形態 Support Type	共同研究/Joint Research

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-214：電子スピン共鳴（E680）

報告書データ / Report

概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	近年, 量子情報処理のqubitの観点から, 長いスピンコヒーレンスを保持するS=1/2第一遷移金属単核錯体が注目されている[1]。望ましくないデコヒーレンスを防ぐ分子設計として, 核スピンの小さな骨格として, 偶数原子番号元素からなる分子性のタングステン酸化物に着目しており, 本申請では, S=1/2 銅(II)置換Keggin型ケイタングステン酸のテトラブチルアンモニウム塩のスピンコヒーレンス現象を調べるために, パルス波を用いた電子スピン共鳴測定を行った。
実験 Experimental	測定サンプルは銅(II)置換Keggin型ケイタングステン酸と非磁性のZn(II)体を混合したモル比1%の磁気希釈粉末を直径5 mmの石英管に105 mg加えることでサンプリングした。測定装置はBruker E680を用いた。X-bandのマイクロ波を用いてスピンエコーが観測されるかどうかをecho detected ESRで調べ, Hahn echoシークエンスを用いてスピンコヒーレンス寿命Tmを観測した。また, スピン一格子緩和T_1をinversion recovery法を用いて決定し, これらの緩和時間が温度に対してどのように変化するかを調べた。
結果と考察 Results and Discussion	室温では, スピンエコーは観測されなかった。温度を10 Kまで下げたところ, スピンエコーの観測に成功した。我々が知る限りポリオキソメタレートと第一遷移金属イオンを組み合わせた系のコヒーレンスの観測は初である。Hahn echo sequenceによってエコーの減衰を決定し，単一の減衰の時定数を用いて解析したところ，Tmは0.44 μs程度と見積もることができた。この値は単核遷移金属系で報告されている値の範囲内である[1]。温度の上昇とともに，Tmは徐々に減少していき，150 Kで0.075μs程度まで減少した。Inversion recovery法で決定したT_1は温度の上昇とともに小さくなり，その速度の温度依存性はおおよそT_4に従うことが示された。室温付近でエコーが観測されなかった原因は高温で縦緩和時間が小さくなったためであると考えられる[2]。
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)	参考文献 [1] D. E. Freedman et al., J. Am. Chem. Soc., 2014, 136, 15841. [2] R. Sessoli et al., J. Am. Chem. Soc. 2016, 138, 11234. 謝辞 実験および結果の考察に協力いただきました，中村敏和様および浅田瑞枝様に感謝致します。

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI（論文・プロシーディング） DOI (Publication and Proceedings)	
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文 Oral Presentations etc.	
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件