

2022 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	桐谷 乃輔
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院総合文化研究科
役職名	准教授
研究課題名	電子/量子物質における散逸的機能化の探求
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

本提案は、物質の電子物性を自発的に変えるための手法を開拓し、自然現象が示す高効率なシステムや再帰的な現象をデバイス作製プロセスや動作原理へ落とし込むことを志向している。基盤物質として、豊富な電子物性を示す遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) を用い、分子性物質を接合させることで、分子の集積自由度を利用した自発性の発現を狙っている。本年度は、分子性物質の開拓と、分子接合に伴う新たな自発的な現象を見出したので、以下に概要を示す。

生命現象を記述する上で重要となる非平衡現象を TMDC 表面において発現するためには、状態を可逆的に変化できる物質システムが必要である。そこで、可逆的に吸脱着できて、TMDC の電子状態を大きく変調できる分子の開拓を進めた。従来、TMDC の電子状態へ強く摂動を与える分子種は、相互作用（吸着）が強く、厚く堆積する。この状態では、可逆的な吸脱着は期待できない。そこで、我々は、TMDC と特異的な相互作用を構築する分子種の探索を行い、アミド系分子種を見出した。表面特異的であるため、TMDC 面上に厚く堆積せず、また、可逆的に吸脱着を起こすことが可能である。加えて、TMDC の電子状態を強く変調させることも可能であることを見出した。今後、可逆的な急脱着を利用した電子状態の振動など、非平衡現象を導入してゆく上で重要と考えられる。

状態変化は自然現象の至るところで見られ、機械的・生化学的な機能へと繋がっている。本年度、我々は、無機結晶の自発的な変形現象を見出した。有機分子を TMDC 結晶へと相互作用させると、自発的に形を変え、折れ曲がり、複数層へと変形する現象を見出した。この過程では、巨視的な形状の変化のみでなく TMDC 内部の電子状態も併せて大きく変調することが明らかとなりつつある。見出した自発変形現象をさらに発展することで、ナノスケールの機械運動現象や、微細な半導体デバイスの作製プロセス開拓へ繋がるものと期待をしている。