

【基盤研究(S)】

理工系(化学)



研究課題名 プローブ顕微鏡を用いた単分子スペクトロスコピー

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 かわい まき 眞紀

研究分野：理工系 化学 基礎化学

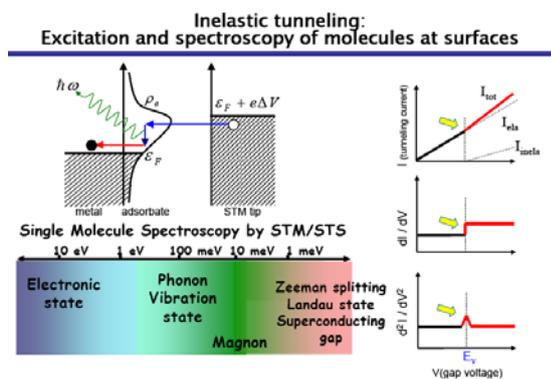
キーワード：表面・界面，単分子操作，ナノプローブ，分子分光

【研究の背景・目的】

走査トンネル顕微鏡 (STM) の二つの特性、即ち、(1) サブÅの空間分解能を有することおよび(2) 高い分解能を有する優れた局所電子源であるという特色を最大限に生かして、走査トンネル顕微分光 (STS)、特に、非弾性トンネル電子を利用した分光法のポテンシャルを最大限に引き出し、その背後にある分子科学の基礎学理を確立する。

【研究の方法】

非弾性トンネル過程を利用した単分子スペクトロスコピーの可能性を更に探索すべく、(1) 振動励起とそれに伴う分子反応のメカニズムをさらに詳しく調べアクションスペクトルの一般的な解析法を確立すること、(2) トンネル電子の注入による単分子の振動励起状態が緩和する際、輻射によるエネルギー散逸過程を介して放射される光子 (THzあるいは赤外領域) を検出し、IETS との組み合わせによる新しい単分子振動分光法を探索すること、(3) 非弾性トンネル分光により検出されるスピン状態を手がかりに、分子スピンと吸着場である表面との相互作用を明らかにすることおよび、(4) 超伝導・磁性体界面におけるアンドレーフ反射を利用した磁性材料のスピン分極率の定量的評価が行われているが、この方法のプローブエリアをナノスケールにまで発展させ単原子、単分子や磁性元素からなる少数多体系を介して流れるスピン分極した電流の検出を試みる。



【期待される成果と意義】

期待される主な成果は、(1) 単分子スペクトロスコピーとして、アクションスペクトルの一般的な解析法を確立し、汎用的な分光法としての地位を確固足るものとする。(2) 分子スピン状態と表面との相互作用に関して、吸着サイトや吸着構造による影響を明らかにする。(3) 吸着分子の振動励起状態の緩和過程におけるエネルギー散逸の検出は、本研究が世界でも初めての試みであり、研究期間中に検出システムを構築し放射される光子の検出を目指す。光子の検出効率が満足いくレベルに達すれば、その後 THz 分光へと展開させる所存である。(4) スピン分極した電流の検出は、装置ができれば可能であると考えている。

本研究提案は、単分子検出としていずれも世界初の試みであり、成功すれば新たな分子科学分野が開拓されると確信している。STM探針を電子源として1つの分子を標的としたスペクトロスコピーの潜在するポテンシャルを引き出す試みは、これまでに高いポテンシャルと実績を有する研究グループだからこそできるユニークなそして挑戦的な課題である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- M. Ohara, Y. Kim, S. Yanagisawa, Y. Morikawa and Maki Kawai, "Role of molecular orbitals near the Fermi level in the excitation of vibrational modes of a single molecule at a scanning tunneling microscope junction", *Phys. Rev. Lett.* **100**, 136104 (2008).
- S. Katano, Y. Kim, M. Hori, M. Trenary and M. Kawai, "Reversible Control of Hydrogenation of a Single Molecule", *Scienc* **316**, 1883 (2007).

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度
156,600千円
ホームページ等

[http:// www.surfchem.k.u-tokyo.ac.jp/](http://www.surfchem.k.u-tokyo.ac.jp/)