

# 論文審査の結果の要旨

氏名 片山 哲夫

本論文は、Cu(100)表面における酸素分子の吸着状態、F4-TCNQ 分子および DBP-S 分子の構造と電子状態について、高分解能電子エネルギー損失分光 (HREELS)、仕事関数測定、低速電子回折 (LEED)、紫外光電子分光 (UPS)、X 線光電子分光 (XPS)、走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いた実験的研究について述べられている。論文は7章からなり、第1章は本研究の背景と目的、第2章は実験装置と実験方法、第3章は実験の基本原則、第4章は Cu(100)表面における酸素分子の吸着状態と吸着過程、第5章は Cu(100)表面における F4-TCNQ 分子の吸着構造と電子状態、第6章は Cu(100)表面における DBP-S 分子の吸着構造と電子状態、第7章は結論について記述されている。

Cu (銅) はデバイスの電極として良く利用される金属である。銅表面の酸化反応や、有機分子が吸着したときの電子状態 (特に分子のエネルギー準位と金属のフェルミレベルのアラインメント) は、学問的にも応用上の観点からも重要な系である。本論文の第1章では、本研究の背景について、先行研究も含めて簡潔に記述されている。

第2章では、実験装置と実験方法について記述されている。吸着分子の構造と電子状態を解明するためには様々な表面科学的実験手法が使用された。また、真空中で固体有機分子を昇華させ基板表面に蒸着させる装置を開発したが、それについても記述されている。第3章は、第2章で述べられた実験手法の原理についてまとめられている。

第4章では、HREELS を用いた表面振動分光により、Cu(100)表面における酸素分子の低温領域 (40K~200K) の吸着状態について詳細に研究を行った。その結果、40K の Cu(100) 清浄表面では酸素分子は解離して原子状吸着することが分かった。ひとたび原子状酸素が表面に生成されると、酸素分子は分子状で吸着する。つまり、酸素分子の解離吸着過程における活性化障壁は原子状酸素吸着種に依存することを初めて明らかにした。

第5章では、Cu(100)表面における F4-TCNQ 分子の吸着構造と電子状態について、特に

基板温度と表面被覆率を関数として、HREELS、UPS、仕事関数、STM を用いて詳細に研究した。100K の Cu(100) に F4-TCNQ 分子を蒸着すると仕事関数は増加し 1.5eV で飽和する。一方、基板温度が 300K では、仕事関数は増加し 0.9eV で飽和する。UPS で電子状態を調べたところ、どちらの場合も基板から F4-TCNQ 分子に電荷移動がおり、F4-TCNQ はアニオンのになっていることが分かった。HREELS を用いた表面振動分光により吸着状態を詳細に調べると、300K では CN 基と基板が強く相互作用し再混成状態になっていることがわかった。つまり、Cu(100) 表面における F4-TCNQ の吸着状態は電荷移動によりアニオンになるだけでなく、熱活性化により CN 基と Cu 表面の局所的な相互作用で安定化していることが解明された。

第 6 章は、300K の Cu(100) における DBP-S 分子の吸着状態と電子状態について、HREELS、UPS、XPS を用いて詳細に調べた。仕事関数は、1 層目では約 1.2eV まで減少し、多層膜が形成されるとそこから増加しはじめる。HREELS、XPS、STM により、DBP-S 分子は 1 層目は分子内の PS 結合が解離し、DBP 分解種と原子状 S として吸着することがわかった。

第 7 章では、全体のまとめと今後の展望について述べられている。

以上のように、片山哲夫氏は、Cu(100) 表面における酸素分子の吸着状態、F4-TCNQ 分子および DBP-S 分子の構造と電子状態について、様々な実験手段を駆使して、詳細な研究を行った。

なお、本論文の第 2 章の一部は、吉信淳、向井孝三、第 4 章は吉信淳、山下良之、向井孝三、小森文夫、関場大一郎との共同研究であるが、論文提出者が主体となって、実験の遂行、分析および検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（科学）の学位を授与できると認める。