

電子やイオン等の能動的制御と反応  
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

永村 直佳

物質・材料研究機構 先端材料解析研究拠点／東京理科大学 大学院先進工学研究科  
主任研究員／客員准教授

電位制御マルチプローブと顕微分光による微小領域化学反応オペランド可視化技術の開発

## § 1. 研究成果の概要

新たに開拓された反応プロセスをデバイス実装する際に必ず問題となるのが「局所性」であり、昨今では不均一性を持つ合材内部や異種接合界面における局所反応分布評価の重要性が高まっている。そこで本研究では、放射光を用いた顕微分光オペランド分析に関する自身の豊富な経験を活かし、走査型光電子顕微分光システムに、局所反応誘起のための高精度マルチプローブユニットを組み合わせて、微小領域化学反応オペランドイメージング技術を実現することに挑んでいる。

2年目の本年度では、初年度に引き続き要素技術としての装置・システム開発を中心に行った。また、現有装置も活用して共同研究を進めている。

要素技術開発については、まず、放射光軟 X 線走査型光電子顕微分光装置(3D nano-ESCA)の測定制御・解析ソフトウェアの開発を進めている。次に、3D nano-ESCA の試料ホルダーに探針を取り付け、開発予定の装置の予備実験として、電圧印加探針周辺のグラフェンの電位分布計測を行った。さらに、実験室での顕微分光分析を行うために顕微ラマン分光装置を導入した。最後に、多探針プローブのピエゾユニットを導入した。

共同研究に関しては、さきがけ内で信州大久富隆史准教授と、3D nano-ESCA を利用した半導体酸化物・酸窒化物光触媒微粒子の顕微分光電子状態解析を行った。また、産総研と、エッジ選択的ドーピングで面内 p-n 接合を持つ MoS<sub>2</sub> ナノシートの顕微分光観測を行った。

本研究の出口の一つとして、原子層ナノシート材料の電場印加反応制御を検討している。初年度に引き続き MBE 成膜チャンバーの立ち上げ作業を行い、高温真空炉では MAX 相の合成を開始している。また、顕微分光分析で得られるスペクトルデータや、成膜条件探索で得られる RHEED 画像データなどを自動解析して効率的な測定につなげる技術開発も行っている。

本年度の研究は、各種装置納品が予定より半年程度遅れた影響で若干遅れている。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “計測インフォマティクスを応用した X 線顕微分光によるナノ表界面分析”, 表面と真空, 第 64 巻, 第 8 号, pp.382-389 (2021).
- 2) “Growth of MoS<sub>2</sub>-Nb-doped MoS<sub>2</sub> lateral homojunctions: A monolayer p-n diode by substitutional doping”, APL Materials 9, 121115, pp. 1-10 (2021).