

2023 年度年次報告書

物質探索空間の拡大による未来材料の創製

2023 年度採択研究代表者

吉井 丈晴

東北大学 多元物質科学研究所

助教

超高温昇温脱離法による無機固体表面分析の革新

研究成果の概要

本研究では、超高温・高感度な昇温脱離分析(TPD)装置を開発し、無機材料中に存在するヘテロ元素種の新しい破壊的な定性・定量分析法を確立することを目指す。

本年度においては、まず超高温・高感度な TPD 測定装置を開発し、カーボン中の窒素種の新しい分析手法確立を試みた。モデル材料として窒素ドーピングメソポーラスカーボンを合成し、これについて 2100 °C までの TPD 測定を行うと、NH₃, HCN, N₂ の脱離が 300-2000 °C の幅広い温度域で観測された。他の分析手法との比較により、TPD 法が高い定量信頼性を有することを確認した。量子化学計算チームとの協働により、ガス脱離挙動を詳細に検討することで、TPD 法が窒素種の定性分析法としても有用であることを見出した。加えて、装置改良により、従来法より 2 桁高い 10 ppm レベルの検出感度を達成した。

さらに、TPD 法の適用可能性を拓げるべく、酸化物ナノ粒子分析への展開を検討した。具体的には、窒素ドーピングペロブスカイトナノ粒子の TPD 分析を試みた。酸化物に適した装置改良を行い、1600 °C までの TPD 測定を行うことで、ペロブスカイト中の窒素種が NO または N₂ として全脱離することを見出した。さらに、N₂ の脱離プロファイルを N1s XPS 測定および N K 端 XAFS 測定結果と突き合わせて詳細に検討することで、N₂ の脱離温度から窒素種の局所形態を判別可能であることを見出した。