

電子やイオン等の能動的制御と反応
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

古川 森也

北海道大学 触媒科学研究所
准教授

インターメタリック反応場でのプロトニクスを利用した高効率触媒系の開発

§ 1. 研究成果の概要

2019 年度において、Pt-In 合金触媒が電場を利用した低温でのプロパン脱水素に高い活性を示すことを見出した。

2020 年度においては、触媒の最適化を行い、Pt-In(1:1)/TiO₂ 触媒が最も高い触媒活性を示すことを見出した。本触媒は平衡収率が 0.1%となる 250°Cの低温域でプロピレン収率 10% (投入電力: 3.2 W)を示し、高い低温脱水素能を示した。またこれらに加え、本触媒の構造解析および反応機構に関する詳細な検討も行った。HAADF-STEM-EDX および XAFS による構造解析の結果、Pt-In/TiO₂ 触媒上では Pt₃In 金属間化合物が 2~3nm 程度の微小なナノ粒子として TiO₂ 上に担持されていることが判明した。さらに速度論的検討により反応機構の詳細な検討を行い、電場の有無により反応機構が大きく変化することが示唆された。具体的には、Eyring プロットから電場印加により活性化エンタルピー、活性化エントロピーの双方が大幅に低下することが判明し、プロトンとプロパンの衝突に起因する会合機構により活性障壁の低い新たな反応経路が提供されていることが示された。また重水素化プロパンを用いた実験では反応速度が増大する逆同位体効果が見られ、プロトンがプロパンの C-H 結合に接近した三原子遷移状態を経由して反応が進行することが示唆された。

この様に本年度においては熱触媒反応ではほとんど反応が進行しない低温で高い活性を示す触媒を開発するとともに、その特異な反応機構についても明らかにすることができた。