

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 董 雪

論 文 題 目 Proton Conductor-Supported
Electrochemical Catalysts for Vehicle
Emission Control

(プロトン導電体を触媒担体を使用した
自動車排ガス触媒)

論文審査担当者

主 査

名古屋大学大学院環境学研究科教授 日比野高士

委員 名古屋大学大学院環境学研究科教授 村田静昭

委員 名古屋大学大学院環境学研究科准教授 岩松将一

委員 名古屋大学大学院環境学研究科准教授 ジンチエ
ンコ アナトーリ

論文審査の結果の要旨

本論文は、自動車排ガスをクリーンに浄化する三元触媒の低温活性を高め、コールドスタート時の有害ガス排出を抑制し、且つ触媒主成分である高価な白金とロジウムの使用量を大幅に低減する革新的技術を提案するものである。具体的には、プロトン伝導性ピロリン酸スズ化合物を三元触媒の担体に用いることによって、排ガス成分である未燃炭化水素の酸化反応、並びに窒素酸化物 (NOx) の還元反応を電気化学的に進行させ、これらの反応速度を数桁高める排ガス浄化技術の開発に成功したことである。自動車排ガスには未燃炭化水素、一酸化炭素、及び NOx が含まれており、これらが光化学スモッグの原因物質になるため、その排出には環境保全に必要な規制が制定されており、しかもその基準は年々厳しくなっている。自動車排ガス浄化では、三元触媒がすでに実用化されているが、将来的には浄化性能をさらに向上しつつ、貴金属使用量の低減もしくは代替に繋がる、新規触媒の開発が強く望まれている。

本研究では、プロトン伝導性を示すピロリン酸スズ粉体の表面にナノサイズの白金・ロジウム合金を担持した触媒において、合金の卑な部分と貴な部分でこれらをそれぞれ陰極と陽極にした局所電池が形成し、しかも自己短絡現象が起こることに着目した。この機構に従うと、陰極では水がプロトンと電子に電離する過程で活性酸素、また陽極ではプロトンと電子が結合する過程で活性水素が生成する。そこで、申請者は自動車模擬排ガスを導入したところ、陰極の活性酸素で炭化水素が二酸化炭素に酸化され、同時に陽極の活性水素で NOx が窒素に還元されることを見出した。ここで、重要なことは、これらの反応速度が三元触媒を用いた場合の速度に比べて数桁高い値を示したことである。さらに、申請者はこの特異な高活性性能を利用して、触媒の反応開始温度を従来の 350°C から 250°C までに低温化するとともに、貴金属使用量を従来比で 100 分の 1 までに低減化することを達成した。加えて、種々の解析手法を用いて、活性酸素と水素の化学的な性質を研究した。その結論として、活性酸素はヒドロキシラジカルとして帰属され、また活性水素は NOx との親和性が高いことを明らかにした。

以上のように、本研究で開発した局所電池型触媒は都市環境の維持・改善に貢献し、また貴金属の資源制限からの脱却にも有効であるので、環境化学の分野に対して学術上寄与するところが大きい。もちろん、実験室レベルの研究成果がそのまま実用化に結び付くことは容易なことではなく、特に過酷な排ガス中における耐久性等の課題が指摘される場所である。しかしながら、以上の研究成果は自動車メーカーでも検証されており、今後の企業における触媒開発に対して有用な指針を与える成果であると認められる。よって、本論文の提出者董 雪さんは、博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと判定した。