

海外支援プログラム実験終了報告書

2019年 3月 27日

実験者1 (氏名・所属) : 羽田政明・名古屋工業大学先進セラミックス研究センター
実験者2 (*1) (氏名・所属) : 草田康平・京都大学 大学院理学研究科化学専攻
研究代表者 (氏名・所属) : 山室修・東京大学物性研究所
中性子散乱課題番号・装置名 : 18579・HERMES
実験課題名 (*2) : PdRu ナノ粒子の構造と触媒活性
利用施設・装置 : Rutherford Appleton Laboratory (ISIS)・GEM
利用期間 : 31年 2月 11日 ~ 31年 2月 17日
実験の概要 (*3) : 近年、自動車の排ガスからCOやNO _x を除去する触媒として、PdとRuを中心とした固溶型合金ナノ粒子が注目されている。今回我々は、CZ(CeO ₂ -ZrO ₂)に担持した固溶型Pd _{0.5} Ru _{0.5} 合金ナノ粒子の中性子粉末回折実験を行い、自動車排ガスを模した混合ガスを流したときの構造変化を調べた。X線ではPdとRuのように原子番号が近接した原子を区別するのは難しいが、中性子は原子核で散乱されるため (Pdの干渉性散乱断面積は4.39 barn、Ruは6.21 barn、1 barn = 1x10 ⁻²⁴ cm ²)、この種の合金の研究には非常に適している。実験には、in situで高温ガスフローができ、大強度・広Q範囲 (Q = 0.1~55 Å ⁻¹) で測定が可能なISISの中性子粉末回折計GEMを用いた。 上記の合金ナノ粒子 (630 mg) およびそれに混合ガスを 400°Cで 2 時間フローさせた試料、CZ 単体試料 (3.47 g)、空の反応ガラス容器をそれぞれ 6~11 時間程度測定した。反応処理に用いたガスの種類は NO や CO が化学量論的に分解する酸素組成に対し、相対的に CO 量が多い組成 (Rich) と CO 量が少ない組成 (Lean) の 2 種類である。 Rich ガス: NO:0.15%, O ₂ :0.15%, CO:0.35%, C ₃ H ₆ :0.033%, H ₂ :0.1%, He ベース Lean ガス: NO:0.15%, O ₂ :0.45%, CO:0.35%, C ₃ H ₆ :0.033%, H ₂ :0.1%, He ベース 得られた回折パターンをフーリエ変換して二体分布関数 (PDF) を求めた。ガラス容器や CZ の寄与をうまく差引くことができ、担持体に乗ったナノ粒子の PDF 解析に世界で初めて成功した。その結果、高温ガスフローにより hcp 相が増加すること、Rich ガスと Lean ガスの違いによって処理後の構造が異なることが明らかになった。現在、高温における CO および NO _x の浄化反応に対する触媒機能の低下が問題になっているが、これらの結果はその機構を明らかにする上で重要な知見となり得る。

(*1) 1人のみ支援を受けた場合は空欄でお願いします。

(*2) 物性研中性子共同利用で採択された課題名です。

(*3) 簡単な記述で構いません。この報告書の提出をもって、旅費が支給されます。また、実験終了後 2ヶ月以内に物性研 ISSP-NSL Database (<http://quasi.issp.u-tokyo.ac.jp/db/index.php>)から activity report の提出をお願い致します。