

2017 年度静電気学会 HRSB 賞報告書

東京工業大学 機械系 博士後期課程 2 年
亀島晟吾

会議: 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology
(APSPT-10)

期間: 2017 年 12 月 15-17 日

開催地: Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan.

講演題目: Plasma-induced reactive layer formation over porous catalyst pellet

著者: **Seigo KAMESHIMA**^{1,3}, Ryo MIZUKAMI², Takumi YAMAZAKI¹,
Naoaki KODA¹, and Tomohiro NOZAKI^{1,2}

所属: 1. Dept. of Mechanical Engineering, Tokyo Institute of Technology.

2. Dept. of Mechanical Sciences and Engineering, Tokyo Institute of Technology.

3. Japan Society for the Promotion of Science Research Fellow, DC1.

今回、申請者が貴学会の助成を受けて発表を行った APSPT-12 はプラズマ科学を基盤にする幅広い分野の研究者・技術者が集まる国際会議であり、数多くのセッションがある中で、申請者は“Plasma in energy & environmental applications”のセッションで口頭発表を行った。以下では、今回の発表の概要を述べる。

申請者の研究は、プラズマ理工学および触媒化学に基づいた非平衡プラズマが誘起する触媒反応促進現象の解明と、それによる反応・伝熱律速の壁を打開する革新的物質・エネルギー転換技術の確立を目的としている。プラズマによる触媒反応促進効果は数多くの報告がなされているものの、多孔質触媒内部の微小空間ではプラズマの形成が困難である。すなわち、プラズマの効果は、多孔体最外殻に担持される極めて微量な触媒のみに限られているにもかかわらず、低温での劇的な反応促進を実現しており、そのメカニズムは未だ解明されていない。本研究は、環境・エネルギー分野で注目される CH_4/CO_2 改質 ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2 + 2\text{CO}$) を用いてプラズマ・多孔体触媒間の相互作用の解明を目的とした。

粒径 3 mm の多孔質球状 $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 触媒ペレットを用いて 462 °C で改質を行った後、触媒断面に析出した炭素質 ($\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$) を、電子線マイクロアナライザーを用いたカーボンマッピングにより可視化した。その結果、プラズマにより細孔（ペレット断面）における炭素析出が著しく抑制されることを確認した。細孔内部の微小空間でプラズマの形成が困難であることから、ペレット最外殻に極めて反応性の高い酸化性の層が形成され、細孔内に拡散する前に CH_4 の酸化が完結したと考えられる。

酸化性の層の形成の確認のため、 CO_2 流中、522 °C において触媒ペレットを処理したところ、熱処理では触媒が酸化されなかった一方、プラズマ処理により、表面から約 22 μm に限って NiO の形成を確認した。プラズマにより Ni 粒子上に O 原子等の酸素種が供給されたことを意味している。一般に $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 上では CO_2 は Al_2O_3 に吸着、解離し O 原子を生成する。 O 原子は Ni 粒子上へと表面拡散し CH_4 を酸化するが、 O 原子の表面拡散が遅く、 CH_4 は酸化されるよりも早く脱水素し、個体炭素を析出させる。プラズマにより Ni 粒子上に多量の酸素種が供給されることで、 O 原子の表面拡散過程が不要となり、 CH_4 の酸化が促進されたと考えられる。

末筆ながら、今回の海外渡航費用を助成していただいたヒロセ・ブランズ、一般社団法人静電気学会と関係者の皆様方にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。