

On a Way toward Understanding Multielectron Transfer Reactions

H28海自28

派遣先 5th International Conference on Multifunctional, Hybrid and
Nanomaterials (HYMA2017) / Ulm University
(ポルトガル・リスボン / ドイツ・ウルム)

期 間 平成29年3月5日～平成29年3月12日 (8日間)

申請者 国立研究開発法人 物質・材料研究機構 研究員 坂 牛 健

海外における研究活動状況

研究目的

ポルトガルで行われた国際学会5th International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials (HYMA2017) における一般講演とドイツ・ウルム大学での招待講演において、申請者の最近の電極触媒に関する成果報告を行うこと。

海外における研究活動報告

1. はじめに

村田学術振興財団の援助を受け、ポルトガルのリスボンで開催された5th International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials (HYMA2017) に参加した。その後、ドイツのウルム大学 Institute of Surface Chemistry and Catalysis のディレクターである Prof. Dr. Rolf Juergen Behm の招待により、当地で講演を行った。

HYMA2017 は、材料化学における最先端のトピックを化学から物理まで幅広い分野を横断して議論する国際会議であり、その主催者は錚々たる顔ぶれであり、マックスプランク研究所やコレージュ・ド・フランスなどのディレクター達がプログラムの編成を行う。ウルム大学の Professor Behm は、触媒と表面科学の

権威で、ノーベル賞受賞者の Prof. Dr. Gerhard Ertl と共に行った走査型トンネル顕微鏡による触媒表面の観察と反応解析でよく知られている。今回は、欧州での学会に参加する機会に、ウルムに招待していただいた。

申請者の研究は、電極触媒に関するものである。一般に、電極触媒とエレクトロニクス材料はあまり関連がないように思われるかもしれないが、電子の授受による化学反応を効率よく進行させる物質が電極触媒であり、その物質の電子構造や電子特性が大いに活性に関与するため、エレクトロニクスの分野にも関わっている。特に、申請者は化学構造や形態が制御された材料を合成し、それらの表面電子構造を制御することで電極触媒としての電極過程を制御することである。この研究課題の究極的な目標は、電極触媒を用いたエネルギー変換反応における電極過程の解明である。特に酸素還元反応や水素発生反応など、燃料電池や次世代蓄電池、電気化学的燃料合成の基礎反応群に注力している。これらの反応は、ファラデーの活躍した時代より研究がなされており、着実に理解が進んできた。しかしながら、その全体像の解明は未だ困難とされている。その理由の一つに、電極過程が複雑であることと、電子特性など固体物理の知識と反応論などを中心とする化学の分野が融合しており、幅広い知識が必要なことが挙げら

れる。最も、単純な水素発生反応にしても、近年ですらその反応過程を詳細に議論する論文や発表は少ない。そこで、申請者は、理論物理から材料合成までを有機的に融合させた研究計画を基に、上記の課題の解決に挑戦している。

2. HYMA2017

ここでの講演(15分発表+5分議論)では、最近申請者らが提案した、新しいヘテロ接合型電極触媒に関する発表を中心に行った。チェアーは、共有性有機構造体の合成とその太陽電池への応用で知られるミュンヘン大学のprofessor Thomas Beinであった。会場の最前列には、高分子合成とその構造化で知られるprofessor Markus Antoniettiや触媒の権威であるprofessor Ferdi Schueth、金属有機構造体の研究で知られるprofessor Jeffrey R. Longがおり良い刺激になった。申請者の講演は、主に固体物性と物理化学的側面から電極触媒を議論しており、化学の専門家が多いHYMAでどの様に思われるか少々心配したが、発表後やその後のコーヒブレークで活発な議論がなされ、安心した。ただし、講演の中であまりにも反応の素過程に発表の力点を置き過ぎたため、材料合成に関して少々言葉足らずになってしまい、一部理解がしにくかった所があったとのコメントがあり、そこは反省点であった。本会議の様に、物理から化学、基礎から応用の多岐に渡る分野の専門家が一同に会す会議での発表の難しさを知った。

3. ウルム大学

ウルムは相対性理論でよく知られている理論物理学者のアインシュタインの出生地であり、南ドイツのバーデン・ヴュルテンベルク州にある人口20万人程度の小さな町である。ウルム大学は1967年設立と若い大学だが、創立50年以下の大学における世界大学ランキングでは、高位

置に付けている。特に、ウルム大学は、国立の研究組織であるヘルムホルツ財団との共同研究を中心としたエネルギー貯蔵に関わる研究開発を活発に推進しており、そのドイツにおける中心地とも言える。この大学は、特に電極触媒の基礎研究が強い。ここでの講演(50分発表+25分議論)では、上記のHYMAの発表に更に電極反応の基礎研究に関する内容を追加し、特に酸素還元反応に関する研究を中心に行った。講演には、professor Behmのグループのみならず、量子化学の専門家であるprofessor Axel Grossとprofessor Timo Jacobのグループからの参加者もあり、にぎやかであった。質問は、特にprofessor Behmから非常に本質を突いたものが理論的な側面から実験方法まで多くなされた。また、理論計算に関する質問も多く、申請者としてはまだまだ勉強しなければいけないことが多いことを痛感した。発表後、今度はprofessor Behmの居室に移り、彼と一対一で議論の続きが行われた。話題の中心は、電子の局在と反応過程の相関に関わる内容で、professor Behmの質問は非常に難解であったが、精一杯努力をして答える様にした。一時間強ほど議論をすると、今度はコーヒを飲みながら雑談となり、その後はラボツァーとなった。Professor Behmとの議論では、相手の知識量に圧倒され、また申請者の勉強不足があったものの、大いに興味を持ってもらえたと考えており、また自身の成長に大きくつながったと信じている。今回のポルトガルとドイツにおける講演をご援助していただいた公益財団法人村田学術振興財団に厚く御礼を申し上げます。

この派遣の研究成果等を発表した 著書、論文、報告書の書名・講演題目

- 1) K. Sakaushi, A. Lyalin, S. Tominaka, T. Taketsugu, K. Uosaki *ACS Nano*, 査読有り, 11, pp1770-1779, 2017.
- 2) K. Sakaushi, K. Uosaki, *Chem Nano Mat*, 査読有り, 2, pp99-103, 2016.