

Ce³⁺添加ガーネット蛍光体における
熱イオン化消光の解明と残光発現の設計
Investigation of Thermal Ionization Quenching and
Design of Persistent Luminescence in Ce³⁺-Doped Garnet Phosphors

H28海自8

派遣先 電気化学&固体物理科学における環太平洋会議(アメリカ・ホノルル)

期間 平成28年10月2日～平成29年10月8日(7日間)

申請者 京都大学 大学院人間・環境学研究科 助教 上田 純平

海外における研究活動状況

研究目的

近年、白色LEDの高出力化による発熱のため、LEDチップに封止されている蛍光体の温度消光が問題となっている。本研究において、Ce³⁺ガーネット蛍光体の温度消光原因を調査し、熱イオン化プロセスであることを突き止めた。また、この熱イオン化プロセスを有効利用した新規長残光蛍光体の新規開発を試みた。

海外における研究活動報告

2016年10月2日から7日の6日間の会期中で、アメリカ、ハワイ州ホノルル、Hawaii Convention Centerで開催されたPacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2016 (PRiME 2016) に出席した。本学会においては、電気化学と固体物理を扱う様々な分野の研究者が集まり、14セッションが開かれた。私が主に参加したセッションは、J: LUMINESCENCE AND DISPLAY MATERIALS, DEVICES, AND PROCESSING であり、J01—Luminescence and Display Materials: Fundamentals and ApplicationsとJ02-Materials for Solid State Lightingの二つの

小セッションがあった。

本セッションは、発光材料に関する幅広い内容で構成されており、ナノ粒子蛍光体、白色LED用蛍光体、有機発光材料、長残光蛍光体、第一原理計算等の発表があった。本セッションは、4日間にわたって開催され、受賞講演1件、招待講演31件、一般口頭発表28件、ポスター発表40件の発表が行われた。

1日目の最初講演は、スペクトロスコーピーの分野で知らない人はいないMeijerink教授(オランダ、ユトレヒト大学)による“ランタニドイオン添加ナノ結晶の発光”の発表で始まった。ナノサイズ空間における発光は、バルク結晶の特性とは異なるため、非常に興味深い発表であった。1日目のセッションサブタイトルは、“Nanoscale luminescence”であり、量子ドットや酸化物ナノ粒子、金属ナノワイヤーの光学特性について講演があった。

2日目は、サブタイトルが“Applications of Luminescent Materials”と“Organic and Perovskite Luminescence”のセッションがあり、LED蛍光体をはじめとする多くの応用を見据えた研究発表と有機系発光材料の研究発表があった。もともと本会議のJセッションは、ディスプレイ材料と固体照明材料がメインのため、

有機系の発表は数が少なかった。また、2日目夕方からは、ポスターセッションが開催され、発光材料に関するすべてのポスター発表がこの日に集まった。3日目の最初は、私が“Ce³⁺添加ガーネット蛍光体における熱イオン化消光と残光蛍光体設計”というタイトルで招待講演をさせて頂いた。Ce³⁺添加Y₃Al_{5-x}Ga_xO₁₂ガーネット (YAGG:Ce³⁺) 蛍光体においては、Ga濃度増加による5d-4f発光量子効率の低下が知られており、従来の配位座標モデルによる説明とは逆の傾向であるため、その消光原因は明らかでなかった。本研究では、光伝導度測定の手法を蛍光体の物性評価に取り入れ、発光中心イオンであるCe³⁺の5d励起準位の電子が伝導帯 (CB) へ移動する電子移動による消光 (光イオン化) の存在を明らかにした。また、長残光現象がトラップからの電子解放と光酸化された発光中心イオンとの再結合による一種の熱ルミネッセンス (TL) 過程であることに着目し、YAGG:Ce³⁺蛍光体において電子移動を利用した残光発現の研究を着想するに至った。そして、Ce³⁺添加YAGG蛍光体において、Cr³⁺を共添加することにより、Ce³⁺添加ガーネット蛍光体において初めて高い残光輝度を有する長残光を発現させることに成功した。この熱イオン化消光から長残光蛍光体設計までの一連

の研究結果を、本招待講演で報告し、評判は上々であった。3日目午前は、“Characterization and Analysis of Luminescent Materials”のセッションで、基礎研究の発表が多く、午後は“Calculation of Luminescence Properties”のセッションで、発光材料の計算からの考察や材料設計の計算的アプローチなどの発表があった。4日目は“Materials for Solid State Lighting”で、現在実用化されている赤色蛍光体の詳細な特性評価や、実用化が期待されている数多くの蛍光体の報告があった。

本会議に出席できたおかげで、発光材料に関する非常に幅広い分野のトップ研究者の講演を数多く聞くことができ、非常に勉強になった。最後に、本国際会議への渡航費を支援して頂いた村田学術振興財団にこの場を借りてお礼申し上げたい。

**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) J. Ueda, P. Dorenbos, A.J.J. Bos, A. Meijerink, S. Tanabe, *J. Phys. Chem. C*, 119 (2015) 25003-25008.
- 2) J. Ueda, P. Dorenbos, A.J.J. Bos, K. Kuroishi, S. Tanabe, *J. Mater. Chem. C*, 3 (2015) 5642-5651.
- 3) J. Ueda, K. Kuroishi, S. Tanabe, *Appl. Phys. Lett.*, 104 (2014) 101904.