

群馬大学大学院理工学府

# 分子科学部門 物性科学(花屋・藤沢)研究室

URL : <http://bussei-kagaku.chem-bio.st.gunma-u.ac.jp/>

■研究テーマ

- 無機および無機-有機ハイブリッド材料の開発研究
- 色素増感太陽電池の開発研究

■キーワード

機能性酸化物、無機-有機複合材料、光電エネルギー変換

■産業界の相談に対応できる技術分野

熱測定・解析技術、電磁気物性測定・解析技術、酸化物合成技術、無機-有機複合化技術

■主な設備

高温合成用電気炉 RFマグネトロンスパッタリング装置 擬似太陽光照射装置等



花屋 実教授



藤沢潤一准教授

連絡先

分子科学部門 花屋 実 TEL : 0277-30-1360 FAX : 0277-30-1360 e-mail : mhanaya@gunma-u.ac.jp  
藤沢潤一 TEL : 0277-30-1361 FAX : 0277-30-1361 e-mail : fujisawa@gunma-u.ac.jp

研究概要

無機-有機ハイブリッド材料の開発研究

私たちの研究室にはスタッフ3名(花屋実教授、藤沢潤一准教授、川村綾香技術員)、学生12名が所属し、酸化物を中心とする無機材料、さらに、酸化物と有機化合物とを複合化させた無機-有機ハイブリッド材料の開発研究を行っています。

無機酸化物は、磁性や誘電性、電気伝導性などの多彩な機能を示し、その性質は化学組成のみならず、微粒子化、薄膜化、多孔質化などによる微細構造の違いによっても大きく変化します。私たちの研究室では、酸化物の微細構造と巨視的物性との相関を基礎研究の立場から解明し、これを応用してナノ構造制御に基づく機能材料の創生を目指して研究を進めています。さらに、無機酸化物の表面を有機化合物によって化学修飾することにより、酸化物の有する高い形状安定性、化学的安定性や電磁気特性と有機化合物のもつ多様な特性とを複合化させて、物質分離能や光電エネルギー変換能などの機能発現を指向した研究を展開しています。

特徴と強み

色素増感太陽電池の開発

現在市販されているシリコン太陽電池は、製造に大量の電気エネルギーを必要とするため、そのエネルギーの回収には、製造した太陽電池で数年以上も太陽光発電を行う必要があります。このために、より低エネルギーで製造が可能な太陽電池の開発が進められており、次世代の太陽電池として有望視されているのが「色素増感太陽電池」です。

色素増感太陽電池では、酸化物半導体である二酸化チタンを光電極として用いています。この電極に光が照射されると、二酸化チタンの価電子帯から伝導帯へと電子が励起され、光電エネルギー変換が可能となります。しかし、二酸化チタンは無色(白色)の固体であり、太陽光のごく一部である紫外光(太陽光の約3%)しか吸収することができません。この問題を解決するために、二酸化チタンのナノ粒子を用いて光電極を多孔質にし、その表面に可視光を吸収する有機色素を吸着させたものが色素増感太陽電池であ

り、太陽光の吸収効率を上げることで、高効率な光電エネルギー変換を可能としています。色素増感太陽電池は、作製に真空プロセスを必要とせず、大面積化が容易であることから、その製造コスト(エネルギーコスト)は、シリコン太陽電池の10分の1程度と見積もられています。

色素増感太陽電池の光電極は正に無機-有機ハイブリッドデバイスであり、私たちの研究室では、有機ケイ素化合物の無機酸化物表面への高い吸着特性に着目して、有機ケイ素色素の開発を進めています(写真1)。そして共同研究により開発した有機ケイ素色素を用いて、色素増感太陽電池において世界最高となる1.4 Vを超える光電圧を達成しています。また、世界最高水準にある14.3%の太陽光-電気エネルギー変換効率を実現することに成功しました。

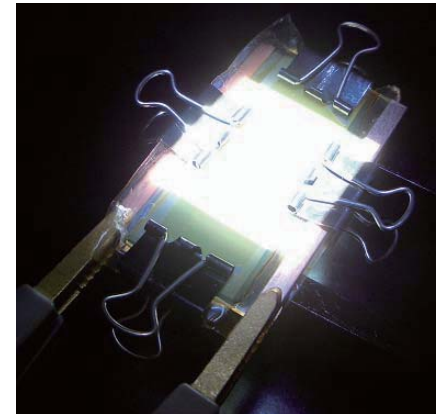
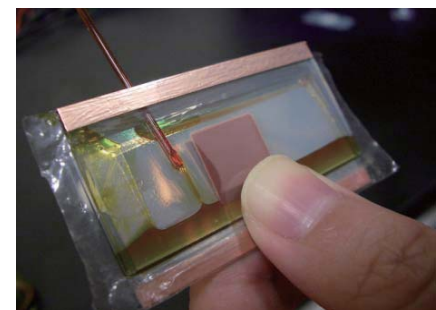


写真1 実験用に試作した色素増感太陽電池

今後の展開

光電エネルギー変換の高効率化へ

色素増感太陽電池では、光の照射によって色素(電子供与性物質)の電子が励起され、これが二酸化チタン(電子受容性物質)の伝導帯に移動して電荷が分離し、光電変換が行われます(図1)。この電子移動のためには、色素の励起状態のエネルギー準位が二酸化チタンの伝導帯よりも高い必要があり、光電変換にはそのエネルギー差に対応するエネルギー損失が伴います。ここで、光照射によって色素から二酸化チタンの伝導帯へと電子を直接励起することができれば、光電エネルギー変換のさらなる高効率化が可能となります。我々の見出した無機-有機複合物質(図2)は、この直接励起を可能にする材料であり、応用に向けた検討を進めています。

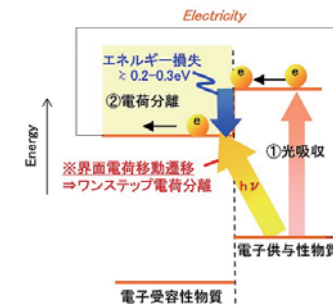


図1: ワンステップ電荷分離機構(エネルギー損失を伴わない効率100%での電荷分離が可能)

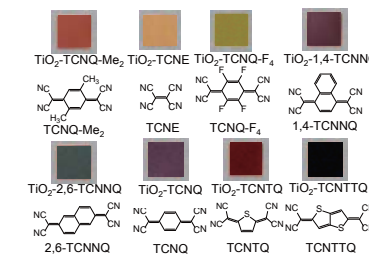


図2: 界面電荷移動吸収により多彩に発色する無機-有機複合物質