

「組織的な若手研究者等海外派遣プログラム」で実施された 国際会議参加に関する報告

工学研究科 総合工学専攻 化学・物質工学コース 博士前期課程2年 中村 綾花
(派遣期間：平成2012年10月7日～平成2012年10月12日)

第6回電気化学日米合同大会 (PRiME 2012)で、『Microstructural Controls of a Titania Electrode for Dye-Sensitized Solar Cells』と題する口頭発表を英語で行った。

1. 国際会議の概要

第6回電気化学日米合同大会 (PRiME 2012) は、日・米だけではなく、世界各国の研究者・技術者が参加し、化学・物理・電池・材料・電気・電子・表面・バイオなど広範な電気化学分野に関する最新の研究成果を発表する国際会議であった。



図1. PRiME 2012 が開催された会場
(Convention center)



図2. PRiME 2012 での口頭発表の様子

2. 発表内容と成果

色素増感太陽電池の作用電極材料として用いられるチタニア球状粒子 (P25) を、高表面積のナノチューブ (TNT) 状に構造制御し P25 と混合 (TNT-P25) することで色素吸着量を増加させ、さらに電極内の導電性を改善するため導電性酸化物 In_2O_3 をナノチューブに添加し (TNT-P25(In_2O_3))、更なる電池特性の向上を試みた。また、 TiO_2 球状粒子をマクロポーラス構造 (mp- TiO_2) に制御し、その高い光散乱性を利用してチタニア表面を修飾している色素の光吸収効率を上げることで電解液中のヨウ素との反応性を向上させることにより、電池特性を改善することを試みた。その結果、P25 をナノチューブ状 (TNT) にすると、比表面積が増え変換効率も向上できた。一方、TNT に P25 を混合した TNT-P25 の比表面積 ($70.8 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) は、TNT ($121 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) に比べ減少したため、電池特性も低下した。このことから、比表面積が増加すると色素吸着量が増加し、変換効率 η も高くなると考えられる。さらに、 In_2O_3 を添加すると (TNT-P25(In_2O_3)) と、比表面積は TNT-P25 とほぼ同じであったが η は

最も高い 5.73%を示した。よって、導電性の高い In_2O_3 の添加が電池特性の向上に効果的であると考えられる。また、 mp-TiO_2 を用いた電極内の光散性を調査するため、 mp-TiO_2 のみの 1 層膜電極 (mp)、 mp-TiO_2 と P25 を混合した 1 層膜電極 (mp-P25)、P25 (下層) と mp-TiO_2 (上層) から成る 2 層膜電極(mp/P25)を作製し、これらの電池特性評価を行った。調製した mp-TiO_2 の比表面積は P25 よりも小さいため、mp や mp-P25 は色素吸着量が減少し電池特性も悪かった。しかし、mp/P25 は P25 のみの 2 層膜電極と膜厚および色素吸着量はほぼ同じであったが、mp/P25 の変換効率には向上された (5.37%)。ここで拡散反射率スペクトル測定より、mp は P25 よりも強い光散乱を示していたことから、上層に mp-TiO_2 を用いることで mp-TiO_2 の高い光散乱により光の透過を減少させ、色素の反応が向上され電池特性が改善されることが分かった。

(English abstract)

Dye sensitized solar cells (DSSCs) have been fabricated with the micron-sized mp-TiO_2 powders with a high light-scattering ability and the TiO_2 nanotubes (TNT) with large specific surface area by hydrothermal technique. The effects of the addition of P25 and indium oxide to TNT (TNT-P25, TNT-P25(In_2O_3)) after the hydrothermal process on the photovoltaic performance of DSSCs have been studied. Specific surface area (SSA) of TNT was much larger than that of P25 and the photovoltaic performance of the TNT electrode was larger than that of the P25 electrode. The addition of P25 into the TNT electrode resulted in a decrease in the photovoltaic performance because of the small SSA of P25. These results may show that the amount of dye adsorbed on the oxide surface is largely dependent on the SSA values. On the other hand, TNT-P25(In_2O_3) showed the largest energy conversion efficiency (5.73%) among the cells tested. This improvement in energy conversion efficiency is considered to arise from the enhancement of the electronic conduction among TiO_2 particles by the mixing of In_2O_3 . For mp-TiO_2 , double-layered films consisted of a P25 underlayer and an mp-TiO_2 upper layer showed the most excellent photovoltaic performance, compared with single-layered DSSCs or those having the composite electrode, probably because of the enhanced light scattering properties of the mp films.

3. 今後の展望と感想

3.1 今後の研究展望

今後、高表面積の TNT と高い光散乱性の mp-TiO_2 との複合膜電極を作製し、更なる電池特性の向上を目指す。また、 TiO_2 中空粒子、メソポーラス TiO_2 など様々な形状と粒径の異なる TiO_2 粒子を調製し、電極内の光散乱特性に最適な構造を明らかにしていく。

3.2 国際会議に参加した感想

今回の国際会議を通じて、様々な国から参加した多くの人の発表・講演を聞くことができた。学術的内容はもちろん、発表の仕方やスライドの見せ方など、プレゼンテーションに必要な様々なことを学ぶことができ、大変有意義な国際会議への参加だったと感じている。また、外国人とコミュニケーションをとる上で、英語を聞き取ったり話したりする能力が極めて必要不可欠であることを改めて感じ、英語への学習意欲を高めることもできた。