

## キーワード

有機エレクトロニクス、有機太陽電池、有機半導体、有機/金属界面、有機/有機界面、光電子分光、

Organic electronics, Organic photovoltaics, Organic semiconductor, Organic/metal interface, Organic/organic interface, Photoelectron spectroscopy

## 研究内容

### [1] 有機薄膜太陽電池

持続可能な社会を形成していく上で、低環境負荷のエネルギー源として太陽電池が果たすと期待される役割は大きい。現在、太陽電池の主力は Si をはじめとする無機半導体であるが、近年、有機半導体を光電変換層とした有機薄膜太陽電池にも注目が集まっている。有機薄膜太陽電池は、無機太陽電池には無い特長（軽量・フレキシブル・光吸収波長選択性など）を持つ次世代の太陽電池として期待されており、実用化に向けた高効率化のための研究が盛んに行われている。有機薄膜太陽電池の高効率化のためには、光電変換過程（光吸収、励起子生成、励起子解離、電荷輸送、電荷収集）のすべてにおいて、そのメカニズムの詳細な理解と制御が要求される。

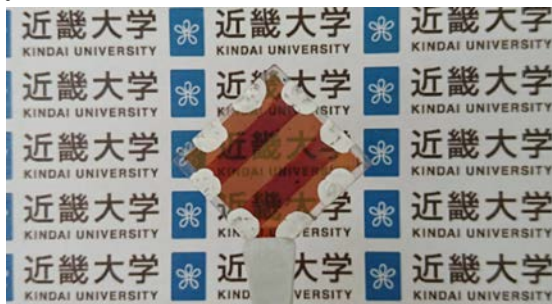


図 1. 半透明太陽電池

我々はこれまでに、カーボンナノチューブを使った並列タンデム型有機太陽電池や半透明太陽電池（図 1）、電極/有機層界面修飾による効率改善といった素子構造に対する工夫による高効率太陽電池の開発といった工学的なアプローチによる有機太陽電池研究と、動作環境下での有機薄膜太陽電池の内部電場と太陽電池特性との相関[1]といった有機半導体薄膜への基礎的なアプローチの両面から有機太陽電池関連の研究を進めている。また、新たな高効率太陽電池として注目を集めている鉛ハライドペロブスカイト太陽電池についても研究を進めており、ドライプロセスによる高品質な薄膜作製とヘテロ接合型太陽電池の作製に取り組んでいる。

### [2] 有機半導体界面の電子構造

一般的に、有機エレクトロニクスデバイスは、金属、酸化物、有機半導体など複数の層によって構成

されており、デバイス動作下では、電荷がこれらの層を横断して移動することになる。したがって、有機半導体層と異種物質間の界面の電子構造を正確に把握することは、有機エレクトロニクスデバイスの実用化にとって非常に重要な意味を持つ。我々は、有機薄膜と電極界面の挿入層効果について、太陽電池を中心としたデバイス特性への影響を明らかにしてきた。その研究過程で、有機太陽電池の光電変換層として用いられる有機半導体と金属微粒子の界面において、光電効果が生じると考えられるエネルギー閾値よりもかなり低いエネルギーの光照射によって電子放出が起こる現象を見出した[2, 3]。この現象の原因について、主に光電子分光法をもちいた電子構造測定から検討を行っている。また、有機半導体での光電子分光の経験を生かし、無機蛍光体の光電子分光についても共同研究を進めている[4, 5]。

## 最近の業績

- [1] T. Nishimura, T. Furuyama, M. Miyazaki, S. Tanaka, and I. Hiromitsu, “Electroabsorption under white light illumination to investigate the internal electric field of the organic thin-film solar cells under operation,” *Appl. Phys. Lett.*, **103**, 223306\_1-4 (2013)
- [2] S. Tanaka, T. Otani, K. Fukuzawa, K. Ogawa, J. Azuma, I. Yamamoto, K. Takahashi, M. Kamada, and I. Hiromitsu, “Anomalous photoelectric emission from Ag on zinc-phthalocyanine film,” *Appl. Phys. Lett.*, **104**, 193304\_1-4 (2014).
- [3] 田中仙君 他, 「光電子分光法を用いた有機/金属界面における電子放出現象に関する研究」, 電気情報通信学会技術報告, 113 巻, 243 (OME2013 51-67) 号, 59-62 (2013).
- [4] M. Kitaura, S. Tanaka, and M. Itoh, “Optical properties and electronic structure of  $\text{Lu}_2\text{SiO}_5$  crystals doped with cerium ions: Thermally-activated energy transfer from host to activator,” *J. Lumin.* **158**, 226 (2015).
- [5] M. Kitaura, S. Tanaka, M. Itoh, A. Ohnishi, H. Kominami, and K. Hara, “Excitation process of  $\text{Ce}^{3+}$  and  $\text{Eu}^{2+}$  ions doped in  $\text{SrGa}_2\text{S}_4$  crystals under the condition of multiplication of electronic excitations,” *J. Lumin.* **172**, 243 (2016).

- 村田学術振興財団: 研究助成 (平成 23 年度 150 万円)
- 科学研究費: 挑戦的萌芽研究 代表 (平成 24-25 年度 310 万円)
- 科学研究費: 基盤(C) 代表 (平成 26-28 年度 370 万円)
- 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「太陽光利用促進のためのエネルギーバستمックス研究拠点の形成」分担 (平成 26-30 年度 総額 20920 万円)
- 寄附研究 リンテック株式会社 (平成 26 年度-平成 27 年度 100 万円、平成 28 年度-平成 29 年度 150 万円)
- 有機フォトカソードおよびその製造方法 (特許 5943321 号)