

増感型熱利用発電のエントロピー描像

Entropy in Sensitized Thermal Cells

東工大院・物質 ○松下 祥子

Tokyo Tech. ○Sachiko Matsushita

E-mail: matsushita.s.ab@m.titech.ac.jp

[緒言]

増感型熱利用発電(STC)は、色素増感型太陽電池での色素の光励起を半導体の熱励起に変えたものであり、熱源に触れるか埋めるかすると発電する^{1,2}。すでに STC による液晶作動や LED 点灯などが確認されているが、熱から直接電気エネルギーを取り出せるため、その熱力学的描像の確立が待たれている。本発表では、この熱力学的描像について議論する。

[方法]

化学変化を起こさない pn 型太陽電池に関し、その熱力学的描像およびエントロピー増大の記述を参考に、本増感型熱利用発電への適用を試みる。

[考察]

太陽電池のエントロピーは2つの視点から議論されている。1 つは集光パターン数のエントロピー³、もう 1 つが半導体内部の状態密度のエントロピー⁴である。なおエントロピーの法則とは状態数が増えることであるから、発電が自発的に生じるためにはどこかの状態数が減り一時エントロピーが減少し、その減少分を補填するように発電しなくてはならない。

太陽電池の場合、集光によって効率が向上するため、集光パターン数のエントロピーを考えることができる。太陽から地球上の一点への集光パターンは約 46000 パターンあり、電池への集光時点でエントロピーは非常に小さくなるから、発電してエントロピーが増大する、という考え方だ。同様なことは STC でも言え、太陽光をセル上に集光して温度を上昇させれば、より多くの発電が得られる。

太陽電池の半導体内部の状態密度のエントロピー議論では、励起される前後で電荷が励起された分「次に」励起される電荷が取りうる状態数は減少し、エントロピーが減少することを指摘する。ここで減少したエントロピー分、発電ができる。同様なことは、もちろん STC でも言える。

以上のことから、現在我々は、本 STC のエントロピー的な解釈には太陽電池の議論が流用でき、発電によりエントロピーは増大すると考えている。

1. S. Matsushita, A. Tsuruoka, E. Kobayashi, T. Isobe and A. Nakajima, *Mater. Horiz.*, 2017, **4**, 649–656.
2. S. Matsushita, T. Araki, B. Mei, S. Sugawara, Y. Inagawa, J. Nishiyama, T. Isobe and A. Nakajima, *J. Mater. Chem. A*, 2019, **7**, 18249-18256.
3. W. Shockley and H. J. Queisser, *J. Appl. Phys.*, 1961, **32**, 510-519.
4. W. Peter, *Physics of Solar Cells - from basic principles to advanced concepts*, Wiley-VCH, 2009.