



領域アドバイザーからの提言

測定データのトレーサビリティ

領域アドバイザー 高木克彦 (名大名誉教授)

2009年に桐蔭横浜大学の宮坂教授らが世界に先駆けて報告した「ペロブスカイト太陽電池」は、その光電変換効率 (η 値、%) が、当初の3%から7年後の今年には22%を超え、c-SiPVに匹敵する効率まで革新的スピードで駆け上がった。

$$\eta(\%) = \frac{P_{\max}}{P_{\text{rad}}} \times 100 \quad (1)$$

これに呼応して毎月100報を超えるペロブスカイト太陽電池関係の論文が報告されたため、太陽光発電の論文誌“Progress in Photovoltaics: Research and Applications”Efficiency Tablesに信頼すべき変換効率値(1式)が次々と更新される事になった。理論的限界値が25%-28%だとしても、さすがにこのところ効率向上も1%を切る刻みとなり測定値の不確かさが問題となって来た。光電変換効率には、内部量子効率(IPCE)と外部効率(η ; 変換効率、 P_{\max} ; 最大発電量、 P_{rad} ; 光量(STC))があるので注意を要する。一般に市販の太陽電池は、後者の照射光量に対する発電量を言う。

研究者自身が測定により得るデータの不確かさは、測定の実験精度に基づく誤差に加えて、測定に用いたすべての測定機器が持つ誤差を含んでいる。世界中どこで測定しても標準テスト条件(25°C、AM1.5G(1kw/m²))の太陽光量のもとでは同じ発電量となる。そのためには、太陽電池自身の発電性能に加えて、太陽光又はそれと同じ光強度とスペクトルの疑似太陽光源(ソーラシミュレーター; SS)に“traceability”出来ることが必要となってくる。

人工光合成は、実用化にはまだまだ年月が掛かると思われるが、人工光合成は、太陽電池と同じ太陽光利用技術である。太陽電池(特に有機系太陽電池)の種類によっては、照射光量と発電出力との間には線形性が求められない場合がある。

1 Sun (1kw/m²) を標準太陽光量として変換効率を測定するため、1 Sun以下の低照度での照射条件は不必要と思われる。しかし、太陽光スペクトルは、

照度が波長に依存して強弱の変動があり、全波長に渡って1 Sun相当の光量がある訳ではない。このため、我が国では、いわゆる「メートル原器」に相当する基準SSを産総研(AIST)に設置し、各研究機関や製作現場で使用されるSSを、基準電池を介して光量校正し、“traceability”を持たせている。ここで気を付ける点は、各波長毎の光強度を太陽光スペクトルと完全一致する場合と較べて20%以内というかなり大きな変動でも最上級(AA)クラスと評価されている。

このような訳で太陽光電池効率(η)の測定値自身が重要な報告では、近年、公的評価機関での認定値を要求する学術誌が増えてきている。このように照射光量の公的認証値は、ある特定の認証機関しか発行出来ないほど光量測定の信頼性を高めるのは難しい。このため、国際標準として認められていないが、事実上(又は、實際上)の性能評価値として、デファクトスタンダードとして提案されているものもある。例えば、照射光源スペクトル、光強度などの測定条件を添付して、 P_{\max} にてテストセルの性能評価する手法もある。一般に、色素増感PV、有機薄膜PV、ペロブスカイトPVなど有機系PVの多くが、測定基準となる国際標準化が遅れているのはテストセル性能の長時間安定性に難がある事や、有機系構造材料の脆弱性と上記照度と発電量間の非線形性により正確な分光感度が求め難いためである。

その他、光量測定でさらに厄介なのは、反射光、散乱光などによる多重反射や複雑折などで何度も跳ね返ってセルに多重吸収されることによる測定値の増幅がある。

人工光合成は、太陽電池に比べて実用化には、さらに年月を要するであろう。率直に言って、現状では、効率の議論よりも光合成原理の検討が主流となっている。しかし、デバイスやシステムとして人工光合成の実用化が、現実になる日が必ず来るだろう。その時、企業として魅力ある起業化課題にはトレーサビリティの確立が必須なプロセスとなると思われる。一日も早くその時機が到来することが待たれる。

新学術領域「人工光合成」ニュースレター

第5巻・第1号(通算第49号)平成29年4月24日発行

発行責任者: 井上晴夫(首都大学東京 都市環境科学研究科)

編集責任者: 八木政行(新潟大学 自然科学系)

<http://artificial-photosynthesis.net/>