

## 太陽光発電する紙

セルロースナノファイバーシートへ印刷した導電性パターンとその応用

(阪大産研) ○能木雅也、古賀大尚、辛川誠、菅沼克昭

[2Y13]

(nogi@eco.sankan.osaka-u.ac.jp, www.nogimasaya.com)

大阪大学産業科学研究所 能木雅也准教授、古賀大尚助教、辛川誠助教、菅沼克昭教授らの研究グループは、セルロースナノファイバーと銀ナノワイヤを使って太陽光発電する紙を世界で初めて開発した。この紙は軽くて折り畳めるので、どこにでも簡単に持ち運んで発電することができる。木材から取り出した幅 15nm のセルロースナノファイバーを使っているため、処分も容易で、環境への影響も小さいことから、新たな太陽電池として注目される。

さらに、セルロースナノファイバーと銀ナノワイヤを使った高感度アンテナの開発にも成功している。これら技術を融合すれば、太陽光で充電しながら、情報を送受信する、軽くて折り畳み可能な「ペーパースマートフォン」が実現できる。



軽くて折り畳み可能な「太陽光発電する紙」

現在の太陽電池は、光を取り込む透明なガラスに、透明電極や発電層を積み重ねて作製される。したがって、完成した太陽電池は、重くて割れやすいという欠点があった。さら

に、300-500℃という非常に高い温度をかけながらガラス基板の上に製造するため、太陽電池を製造する際に莫大なエネルギーが必要である。

私たちが開発した「太陽光発電する紙」は、軽くて折り畳める透明な紙<sup>(\*1)</sup>の上に、銀ナノワイヤ透明導電膜<sup>(\*2)</sup>と有機太陽電池素子を搭載している。この太陽光発電する紙は、世界最高の変換効率<sup>(\*3)</sup>・折り畳める<sup>(\*4)</sup>・低温プロセス<sup>(\*5)</sup>という3つの特徴がある。この紙を折り畳んで持ち歩けば、いつでも、どこでも太陽光発電する未来が実現できる。

さらに私たちは、セルロースナノファイバーシートへ導電性材料を印刷して、電子回路やアンテナ配線を作成する技術も開発した。アンテナを印刷したペーパーアンテナは、既存のアンテナよりも高感度であるため、画像や動画といった大容量のデジタル情報を素早く送受信できる。これらの技術が完成すると、太陽光で発電した電気を用いて、情報を送受信する「ペーパースマートフォン」が実現できる。

#### \*1 透明な紙の製造方法

紙の原料である木材パルプ繊維を、機械的にダウンサイズして幅 15nm のセルロースナノファイバーを作る。そのナノファイバー水懸濁液を乾燥すると、透明な紙ができる。

#### \*2 銀ナノワイヤ透明導電膜の製造方法

透明な紙の上に幅 100nm ときわめて細い銀ナノワイヤを塗布すると、透明でありながら電気の流れる基板が完成する。その性能は、ITO 透明導電膜に匹敵する。

#### \*3 世界最高変換効率

セルロースナノファイバーからなる紙は、透明なので太陽光を透過する。そこに塗布した銀ナノワイヤも、非常に細いため太陽光を透過する。したがって、基板から入射された太陽光は、ロスなく有機物質で作られた発電層へ到達し、電気へと変換される。そして、電気銀ナノワイヤを通して取り出され、電力として利用可能になる。

透明な紙と透明な銀ナノワイヤ導電膜の開発ならびにそれらのアセンブリ技術によって、この紙は光電変換効率 3%を達成した。この値は、紙ベース有機太陽電池としては世界最高値であり、ガラス基板と ITO 透明導電膜を用いた従来の有機太陽電池と同等である。

#### \*4 折り畳み可能

従来のガラス基板と ITO 透明導電膜は、いずれも折り畳むと割れてしまう。しかし、「透明な紙」と「銀ナノワイヤ透明導電膜」はナノネットワーク構造を有するため、折り畳んでも壊れない。

#### \*5 低温プロセス

一連の製造プロセスにおいて、最高加熱温度は 50℃である。すべてのプロセスを非加熱（室温）で行うことも可能である。

[適用分野] フレキシブル電子デバイス、太陽電池、高周波アンテナ、紙パルプ