

2015年度第1回P&I研究会シンポジウム印象記

齋藤 律*

Wataru SAITO*

(一社)日本印刷学会P & I研究会の2015年度第1回シンポジウムが、「フレキシブル基材と印刷エレクトロニクス～【ウェアラブル】は見えてきたのか?～」と題して、平成27年7月7日(火)東京・赤坂の富士フイルム(株)東京ミッドタウン本社会議室にて開催された。ウェアラブルと印刷エレクトロニクスの関連性やそれらに適用可能性があるフレキシブル材料やプロセスに関して4件の講演があり、約50名の参加者を得て、活発な議論が行われた。

まず最初に産業技術総合研究所の吉田学氏より、「ウェアラブルデバイスと印刷技術」というテーマで、ウェアラブルエレクトロニクスとプリントエレクトロニクスの市場とその領域に必要な技術について講演していただいた(写真1)。



写真1 吉田学氏

ウェアラブル製品が真価を発揮するにはヘルスケアに使用されるのが一番であるが、それには装着感の良い柔軟なセンサーデバイスが必要である。それには屈曲・伸長可能なストレッチャブルエレクトロニクスの実現が必要であ

り、まず変形に対して特性変化の少ない配線や能動素子を開発する必要がある。ただし技術的に非常にハードルが高い。プリントエレクトロニクスに関する材料、プロセス、素子等の要素技術の開発は進んでいるが、すべてを印刷で作るのではなく、まずは伸縮性デバイス、フレキシブルデバイス、リジッドデバイスといった技術の適材適所の融合であるハイブリッドエレクトロニクスの考え方が主流になりつつあるとのことであった。物質を単純に伸縮させれば特性が変わるのは当然であり、素子構造等を工夫するなどのさらなる要素技術開発が必要だと感じた。

次に筑波大学の江前敏晴氏より、「印刷によるペーパーセンサー開発」というテーマにて、紙の持っているポテンシャルを生かすデバイス開発について講演していただいた(写真2)。



写真2 江前敏晴氏

紙は自然のバイオマテリアルで、環境に優しい素材であり、また石油由来の材料とは違った優れた特性を有している。これを生かしたペーパーエレクトロニクス開発を目指しているとのこと。まず血液診断への応用として、紙の親水領域を流路として活用するために、流路を囲むように疎水

*大日本印刷(株)
(〒162-8001 東京都新宿区市谷加賀町1-1-1)

領域を印刷した診断チップを紹介していただいた。紙内部の空隙を微量流路として利用しているが、この空隙サイズと方向性が重要である。パルプを細かく繊維化する叩解(こうかい)の条件を最適化することにより適正な空隙サイズを設定でき、また抄紙の際の繊維の配向方向を制御することにより、輸液速度等のコントロールを可能にしている。この流路に酵素と電極を印刷して血液診断チップを非常に簡便に作製している。この他に紙の特性を利用して振動を電気に変えるデバイスや細菌培地等を紹介いただき、紙の持つポテンシャルを再認識させられた。

次にナカンテクノ(株)の西紀昭氏より、「精密印刷機によるフレキシブル基材への細線印刷プロセス」というテーマにて、グラビアオフセットのRoll to Rollでの精密配線形成を中心に、ダイレクトグラビア、精密IJでの精密印刷の可能性について講演していただいた(写真3)。



写真3 西紀昭氏

台湾工業技術研究院と共同開発したグラビア印刷機の性能を、実際の印刷動作を動画で見せていただきながら説明していただいた。本装置はシリンダー版ではなくバラー版が利用可能で小回りが利き、薄ガラス上へのAgペーストでの電極印刷であれば印刷線幅は $20\mu\text{m}$ 以下の精度を有しているとのこと。課題としてはブランケットの耐久性であり、顧客は数万回の耐刷性を求めるが、現在のブランは数千回しかもたない。この課題を解決するにはダイレクトグラビア方式が良いのではないかと考えており、ブランの寿命やインキとブランのマッチングを取る必要がなく、今後の精密印刷の開発方向性の一つであるとのことであった。また精密IJの話をしていただき、位置精度 $\pm 50\mu\text{m}$ 、直線性 $20\mu\text{m}$ 程度の印刷が可能で、遮光材料の印刷に実用化されており、たとえばスマートフォンの隠蔽印刷に活

用されているとのことであった。精密印刷技術も着実に進歩しており、プリンテッドエレクトロニクスだけでなく、そこに関わる光学デバイス形成など新たな応用も検討していく必要があると感じた。

最後に大阪大学の古賀大尚氏より、「紙内部のナノ-マイクロ空間を活用するペーパーエレクトロニクス開発」というテーマにて、セルロースナノファイバーを用いた透明な紙であるナノペーパーとそれを応用したデバイスについて講演していただいた(写真4)。



写真4 古賀大尚氏

パルプ繊維を $3-15\text{nm}$ まで解繊したセルロースナノファイバーは優れた特性を示す新材料として注目を集めている。このファイバーを抄紙して作製したナノペーパーは通常の紙とは異なり透明性、寸法安定性、耐熱性に優れたフレキシブル基板として使用することができる上に、植物由来の材料であることから持続生産可能な環境に優しい材料でもある。また抄紙プロセスにより作製しているので、このプロセスの活用で機能性を付与したり、またナノレベルの多孔質であることを利用した各種デバイスの開発が可能であるとのこと。これらの特性を利用した応用として、Agナノワイヤーを抄紙時に加えることによりITO系の透明導電性フィルムを超える性能を持つ透明導電紙を紹介していただいた。またその他に不揮発性ペーパーメモリ(ReRAM)、高誘電率フィルム等の応用例を紹介していただいた。ナノペーパーは石油由来のフィルムとは異なる特性を持ち、いろいろなポテンシャルを秘めていると考えられ、これからの発展が期待できる素材だと感じた。

プリンテッドエレクトロニクスが発展していくには柔らかい(フレキシブル)、あるいは伸縮するといった特徴を生かすのが一つの方向性だと考えていたが、フレキシブル

特性を持った上で電気的な特性を安定して得るには、まだまだ技術的な難易度が高い。ただし今回の講演のようにフレキシブル基板としての新たな技術（紙、ナノペーパー）が開発され、また高精細印刷プロセスの精度も向上しており、要素技術の完成度も向上している。これらの技術を如何に応用して、この課題を解決していくのかが一つのポイントであろう。

今回のシンポジウムは、ウェアラブルエレクトロニクスやプリントドエレクトロニクスにおける今後の研究開発の方向性を示す重要な技術を聞くことができ、大変有意義であった（写真5）。

最後に貴重な講演をしていただいた講師の方々、熱心に聴講・議論をしていただいた参加者の皆様方、会場を使用させていただき、また準備を手伝っていただいた富士フィルムの方々には、委員一同感謝を申し上げたい。



写真5 会場風景