

## ナノファイバーについて

最近“ナノファイバー”についての記事が新聞等によく見受けられます。この言葉は、実は繊維産業に関わりが深い言葉なのです。以前から、羊毛、綿などの天然繊維の構造について研究が行なわれ、その構造は高分子鎖が集合してナノサイズのマイクロフィブリルを形成し、これらが各種の層構造体を形成して繊維となっていることが解明されています。既にナノレベル構造構築のアイデアは得られています。繊維産業は技術面からは、もはや研究開発の余地が少ない技術領域と見られがちですが、先端技術と密接に係わってきた技術と言えます。逆に、ナノテクノロジーの発展にともない、繊維産業は新たな展開期を迎えています。既に、米国では、ナノファイバーの革新的効果にいち早く注目し、1998年から研究が開始され、国家プロジェクトとして巨額の予算が投入されて取組まれており、実用化も進んでいます。我が国も、国を挙げてのより一層の取り組みが期待されています。

### 1．ナノファイバーの定義

ナノファイバーとは「直径が1nmから100nm、長さが直径の100倍以上の繊維状物質」と定義されています。今話題となっているカーボンナノチューブもこのサイズを満たすものはナノファイバーに分類されます。この素材は、高い導電性と熱伝導性、機械的強度（強く、しなやかで、そして切れにくい）を兼ね備えています。現在、さまざまな分野で応用研究が進んでおり、将来宇宙エレベータを建造する時にロープの素材に使うことができるとも期待されています。

### 2．製造方法

現在主に取組まれている方法は次の三つです。

- ・電界紡糸 高分子溶液または熔融状態の高分子に高電圧を印加することで繊維を紡糸する方法で、数nmまで得ることができます。通常、数kV以上の電圧を用いますが、その電流は小さいため、エネルギー消費量が小さいというのも特徴です。生産性が低い等の課題がありますが、中心的な製造方法です。

- ・複合熔融紡糸 特殊なノズルから熔融した

高分子を押し出し、海・島構造(ハスの断面積構造)の繊維を得て、その繊維を分割してナノファイバーとします。20nm程度まで紡糸可能と言われています。熱に弱い素材には適用不可能、繊維分割が必要等の課題があります。

- ・メルトブロー法 熔融した高分子をノズルから押し出しながら熱風で吹き飛ばし、細い繊維を得る方法です。不織布製造法の応用で、工程が簡単ですが、0.5 $\mu$ 以下の紡糸は困難、熱溶解性高分子のみに適用可能等の課題があります。

### 3．性質及び用途

代表的な三つの特徴について説明します。

- ・超比表面積効果...単位重量当たりの表面積は、繊維化して、細くすればするほど飛躍的に大きくなります。このことから「分子認識性」、「吸着特性」等に優れた性質を持つようになるので、バイオフィルター、センサー、燃料電池電極材などへの利用が期待されます。

- ・ナノサイズ効果...ナノサイズの太さを持つことから生じる効果で「流体力学特性」、「光学特性」等が生み出されます。これにより、圧力損失が低いのにサブミクロン微粒子を完全に補足できる超高性能フィルター、また、ナノファイバーの直径が光の波長より短いことから光の乱反射が減少し、透明度の高い繊維が作り出されるので、光透過性の優れた電子ペーパーなどへの利用が期待されます。

- ・超分子配列効果...高分子鎖がまっすぐ並ぶことから生じる効果で「電気的特性」、「力学的特性」、「熱的特性」等が生み出されます。導電性の原子や分子を規則正しく配列すれば、非常に導電性に優れた繊維ができるのでモバイル燃料電池などへの利用が期待されます。また、高分子鎖が真っ直ぐなことから、非常に高強度に、また、構造が緻密になることから大幅に耐熱性が向上します。「軽・薄・短・小」が必要な分野での高機能複合材料への利用が期待されます。

### 4．今後

ナノファイバーは、「技術戦略マップ-ファイバー分野」で取組むべき重点課題として位置づけられ、今後の発展が期待される、注目すべき先端素材と言えます。



統括研究員 齊藤 秀夫 (0566-24-1841)

担当分野 : ライフサイエンス