

平成 29 年度 研究成果概要報告書

バイオマスを起源とする熱流制御ナノペーパーの開発

立教大学理学部化学科 助教 上谷幸治郎

【背景と目的】

バイオマス素材の代表格であるセルロースは、断熱建材や断熱容器など熱を通さない素材として広く認識されている。しかし、申請者のこれまでの研究から、バイオマス資源から抽出したセルロースナノファイバーをフィルム状に集積成形したナノペーパー材料が、一般的なプラスチック・フィルムやガラスよりも高い熱伝導性を発揮することが見出され、バイオマス素材が伝熱材料として変換できる斬新な可能性が初めて示唆されている。また、セルロースナノファイバー単繊維においても、結晶方位の異方性に起因して大きな伝熱異方性があるとも予測され、ナノペーパーにおいてもその集積構造によって熱を積極的に制御する可能性も指摘されている。一方、このナノペーパーは、セルロースナノファイバーの特徴である低熱膨張性や高強度を発揮し、フレキシブルで透明性も付与できるため、次代のフレキシブル・エレクトロニクス用回路基材として有望とされる。回路発熱によるヒートスポットを緩和するにあたっては、ヒートシンクなどを搭載できない薄型デバイスの場合、一般的に熱拡散シートが有効とされるが、従来のシート素材では面内で熱流を積極制御するなど排熱を効率化する機能を付与することが困難であった。

【結果と考察】

本研究では、天然バイオマス由来のセルロースナノファイバーに新たに見出された高熱伝導性に着目し、ナノファイバーを多様な構造に集積することで熱的に斬新な機能を付加ことを目標としている。ナノペーパーを構築する前処理としてナノファイバーの集積操作を行い、ナノペーパー面内において異方的な構造に誘導した。得られたナノペーパーを直行偏光板（クロスニコル）下に置いたところ、いずれの偏光軸に対しても 45 度の方位にナノペーパーの異方軸を配置した場合に最も強い複屈折を示した。ナノペーパー中に設定した異方軸に沿って、ナノファイバーの構造化が誘導されたことを確認した。この結果は 2 次元検出器を用いた X 線回折測定によっても支持された。このナノペーパーでは、270%を超える面内方向伝熱異方性を観測し、指向性の強い熱流制御材料であることが判明した。今後、セルロースをはじめとするバイオマス素材のさらなる特性解明と構造構築を進めると同時に、より精密なナノファイバー集積構造の制御を目指し、バイオマス初となる伝熱材料の開拓に努める。