

セルロースナノペーパーにおける熱拡散性の応力応答

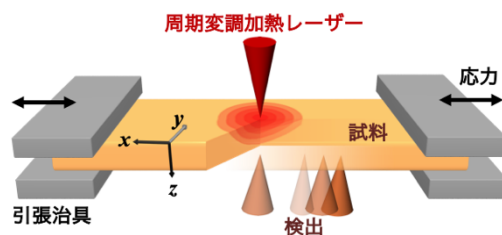
Stress Response of Thermal Diffusivity for Cellulose Nanopapers

阪大産研¹, 阪大院工² ○上谷 幸治郎¹, (M1)井櫻 勝悟², 古賀 大尚¹, 能木 雅也¹ISIR, Osaka Univ.¹, Graduate School of Engineering, Osaka Univ.²°Kojiro Uetani¹, Shogo Izakura², Hirotaka Koga¹, Masaya Nogi¹

E-mail: uetani@eco.sanken.osaka-u.ac.jp

生体由来ナノ繊維であるセルロースナノファイバー (CNF) を乾燥成膜したナノペーパーが、プラスチックフィルムに比べて約 10 倍高い伝熱性と異方性を示すことが見出され、フレキシブルなディスプレイ等の排熱基材への応用が期待されている^{1,2}。このフレキシブルなデバイスが湾曲した際、応力が加わるため、応力印加状態の伝熱性を評価することが重要となる。しかし、伝熱性測定機構に応力を組み込むことが困難であり、これまで実測例がほとんどなかった。一方、我々は、非接触のスポット周期加熱放射測温法による熱拡散率測定系に導入可能な引張治具を開発し、応力印加状態の物質における熱拡散率を実測可能にしている。そこで本研究では、伝熱性の応力応答を解明することを目的とし、この測定系を用いてセルロースナノペーパーや各種材料の測定を実施した。

ナタデココ (フジッコ) を熱圧プレス乾燥したセルロースナノペーパーを引っ張り治具にはさみ、一定の変位を与えて保持した。応力緩和が収束した段階で、スポット周期加熱放射測温法 (TA35, ベテル) により面内方向の熱拡散率を測定した (右図)。このとき、試験片における引張方向(x)、引張垂直方向(y)、および厚み方向(z)の 3 方位を独立して測定した。



応力印加前のナノペーパーでは、既報¹と同等の熱拡散率を示したが、~30 MPa 程度の応力を印加した場合 x 方向の熱拡散率が 10~15%低下した。その後、除荷した試料では熱拡散率が戻り、応力印加すると再度低下する、という明確な応答性が観測された。これは、ナノペーパーを構成する CNF の径がポアソン効果で弾性変形することによるサイズ効果²、あるいは CNF 界面の相互作用力が変動することによる界面熱抵抗の変動、などが考えられる。一方、金属 (銅・鉄) では熱拡散率の応力変動は観測されなかった。見出された熱拡散率の応力応答性 (スイッチング性) は、ナノペーパーの内部構造に特有の性質と考えている。

1. Uetani, K.; Okada, T.; Oyama, H. T., In-Plane Anisotropic Thermally Conductive Nanopapers by Drawing Bacterial Cellulose Hydrogels. *ACS Macro Letters* **2017**, 6 (4), 345-349.
2. Uetani, K.; Hatori, K., Thermal conductivity analysis and applications of nanocellulose materials. *Science and Technology of Advanced Materials* **2017**, 18 (1), 877-892.