

(東工大院・物質理工)○木村大輔, 木村開, 小林拓未, 塩谷正俊,
 (名大院・工)土井玄太, 長谷川貴, 入澤寿平, 高木賢太郎, (九州大院・工)田原健二,
 (東工大院・工)舩屋賢, (デンソー)櫻井大地, 渡邊晴彦, 田中栄太郎

【緒言】 加熱してヒートセットを施した高分子フィラメントを昇温すると非常に大きな収縮や端部の回転が起こり, 冷却すると可逆的に元の状態に戻ることが近年報告された[1]. これを発端に静音性があり軽量で低コストのアクチュエータとして燃糸状およびコイル状の加熱フィラメントを利用する研究が活発になされるようになった. この加熱フィラメントの動作は未燃フィラメントの主軸方向の極めて大きな負の線膨張係数に基づいて発現する. しかし, 未燃フィラメントが極めて大きな負の線膨張係数をとることのメカニズムに関しては不明な点が多い. そこで本研究ではナイロン 6(PA6)フィラメントを試料として, 線膨張係数と構造の関係を検討した.

【実験】 様々な張力を付加した状態で昇降温を繰り返したときの PA6 フィラメントの長さ変化を測定して, フィラメントの線熱膨張率及びその張力依存性を求めた.

【結果と考察】 高分子結晶は分子鎖方向には負の線膨張係数をもつが, 例えばポリエチレンの延伸物が高温では結晶の分子鎖方向の線膨張係数に比べて遥かに大きな負の線膨張係数をもつことが Choy らによって見出されている. 彼らはこの結果をエントロピー弾性に基づくモデルによって説明している[2]. Fig. 1 は本研究で得られた様々な張力下における未燃 PA6 フィラメントの昇温過程における長さ変化である. 負の線膨張係数がエントロピー弾性に基づくものであれば, 線膨張係数は付加した張力に比例するはずであるが, Fig. 1 にはその傾向が見られないことから, エントロピー弾性に基づくモデルは妥当でないことが示唆される. そこで我々は結晶子間に拘束された非晶鎖のタイチェーンと, それに囲まれた自由に動ける非晶鎖がネットワークを形成し, 後者の熱膨張によって大きな負の線膨張を示すモデルを提案した.

[1] C. S. Haines et al., *SCIENCE*, VOL.343, 21 February (2014).

[2] C. L. Choy et al., *J. Polym. Sci.*, Vol.19, p335 (1981).

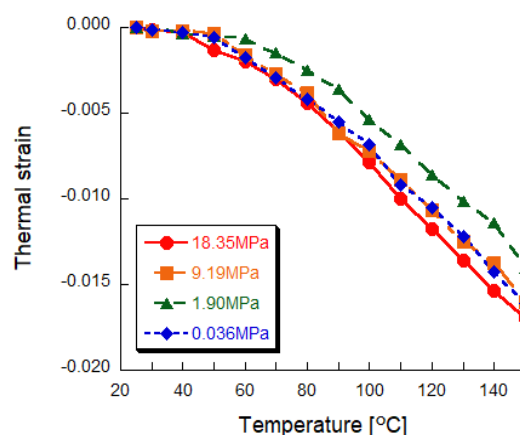


Fig. 1 Thermal strain of untwisted nylon-6 filaments at 3rd heating cycles of heating and cooling processes between 25 °C and 150 °C. Tensions applied to the filaments are shown in the figure.

A mechanism for the large negative thermal expansion coefficient of polyamide 6 fibers, D. Kimura¹, K. Kimura¹, T. Kobayahi¹, M. Shioya^{1*}, G. Doi², T. Hasegawa², T. Irisawa², K. Takagi², K. Tahara³, K. Masuya¹, D. Sakurai⁴, H. Watanabe⁴, E. Tanaka⁴, ¹Tokyo Institute of Technology, 2-12-1-S8-34 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8552, Japan, Tel&Fax:+81-3-5734-2434, E-mail: ^{1*}shioya.m.aa@m.titech.ac.jp ²Nagoya University, ³Kyushu University, ⁴DENSO CORP.