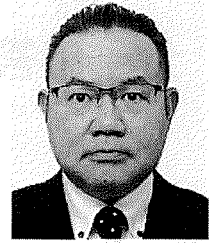




↓ 次ページ 受賞記事

繊維・高分子材料の成形加工による微細構造 制御と形成機構に関する研究

山形大学 大学院有機材料システム研究科 伊藤 浩志



〈研究業績〉

繊維・高分子材料は成形加工時の流動履歴によって高分子鎖の緩和や伸長が生じ、結晶化や分子鎖配向等の様々な高次構造が形成される。その高次構造が、最終的には成形品の様々な物性に著しく寄与する。得られた繊維や成形品の高次構造を解析するとともに、熱や力学特性等の工業物性を評価し、その相関を明らかにすることは、長年、行われてきた。繊維・高分子材料は一般的に長い緩和時間を有するとともに、粘弾性を示す為、その成形加工過程における高次構造形成を評価・解析することは、最終的な構造との相違を理解するとともに最適な加工条件を提案する為にも必要不可欠である。伊藤浩志氏は、成形加工における構造形成過程を理解するために、その場オンライン計測やCAE等の数値解析によって、様々な成形加工(紡糸・フィルム延伸・射出成形品等)の流動過程における高次構造形成機構の解明と工業物性の評価を系統的に行ってきた。これらの知見をもとに、ナノ繊維を含む微細・微小構造成形品の創製や、その高次構造と機能性の制御に展開し、これまで有用な知見と成果を得ている。以下に、同氏の主な研究業績の概要を示す。

1. 高分子材料の繊維・フィルム形成過程におけるオンライン構造計測

伊藤氏は、様々な高分子材料の高速溶融紡糸もしくはフィルム延伸における高次構造形成や最終的な工業物性に関して系統的に解析・評価を行ってきた。特に、高巻取速度や高延伸速度下での分子鎖の配向や結晶化形成を理解する為、紡糸線や延伸場でのオンライン複屈折計測等を行い、分子配向の形成挙動を解明し、さらに最終物性との相関を議論した。結晶性高分子の溶融紡糸もしくはフィルムの延伸過程において、ある臨界応力以上では配向結晶化が生じること、紡糸過程では急激な直径減少(ネッキング)に伴い、結晶化が生じることを明らかにした。応力と複屈折の相関に関して議論し、その応力光学則からの逸脱が配向結晶化と密接に関係することを報告した。

2. 高分子および高分子複合材料のマイクロ/ナノ成形加工と高次構造形成

伊藤氏は、極限下での高次構造形成の知見をもとに、極微小・極細成形品の創製を目指して、マイクロスケールからナノスケールの成形加工に取組み、多くの成果と知見を得てきた。特に微細/微小構造体を作製するために、高ひずみ速度下での高分子材料の流動挙動、分子配向形成や結晶化挙動、流動不安性の発現、金型から成形品を離型する際の離型抵抗と材料弾性率の影響などを詳細に解析した。薄肉成形品(製品厚100 μm)では、射出成形においても非常に高い配向結晶化が生じ、繊維構造と同程度の高次構造と物性が発現することを明らかとした。また、成形品表面への高アスペクト(長さ/幅(直径))を有する微細形態構につ

いても議論し、超撥水性付与(静的接触角150°以上、滑落角10°以下)を示す微細構造体の作製を実現した。

3. ナノインプリント法にナノ繊維の創製と機能性評価

高分子および高分子複合材料の極微小流動場での構造形成機構を深化し、議論するとともに表面機能性について解析した。ここでは、陽極酸化膜を金型としてナノインプリント法を利用することで、高アスペクト(長さ/直径(50~200 nm))2000を超えるナノ繊維アレイを創製した。高分子材料とナノ孔金型の表面および界面張力の影響を調べるとともに、低粘度状態の材料においては毛管流れにおける微細構造形成も確認し、形成機構について詳細に解析した。また、グラフェン充填複合材料や多孔系ポリマーブレンドなども対象材料として取上げ、これら材料のナノ繊維化を試みた結果、高摩擦表面、高熱伝導率や超撥水性の付与を実現し、新たな機能性繊維作製の可能性を示した。

以上のように、同氏の研究は、繊維・高分子材料の加工プロセスに関して幅広い視点と広範囲な対象領域に取組み、特に繊維・フィルム成形において各種オンライン計測を通じて、その構造形成機構を解明するとともに、ナノスケールの微細・微小繊維構造の成形加工と構造制御に取組んできた。これらの成果は、今後の学術的な基礎研究および応用研究も期待されることから、繊維学会賞に十分値すると認められる。

〈主な業績リスト〉

- 1) 伊藤浩志, 滝本淳一, 小山清人, 繊維学会誌, **51**(9), 403-407(1995).
- 2) W-G. Hahm, H. Ito, T. Kikutani, *International Polymer Processing*, **21**, 5, 536-543(2006).
- 3) Y. Hashimoto, H. Ito, *Technologies*, **6**(3), 60 (11 pages)(2018).
- 4) Y. Hashimoto, S. Nishitsuji, T. Kurose, H. Ito, *Materials*, **11**, 2292, (14 pages)(2018).
- 5) H. Ito, H. Suzuki, K. Kazama, T. Kikutani, *Current Applied Physics*, **9**, e19-e24(2009).
- 6) K. Tada, D. Fukuzawa, A. Watanabe, H. Ito, *Plastics, Rubber and Composites*, **39**(7), 321-326(2010).
- 7) D. Chu, A. Nemoto, H. Ito, *Applied Surface Science*, **300**, 117-123(2014).
- 8) P. Muanchan, S. Suzuki, T. Kyotani, H. Ito, *Polymer Engineering & Science*, **57**(2), 214-223(2017).
- 9) P. Muanchan, T. Kurose, H. Ito, *Journal of The Electrochemical Society*, **166**(9), B3282-B3289(2019).
- 10) P. Muanchan, T. Kurose, H. Ito, *Polymers*, **11**(6), 1039, 18 pages, DOI: 10.3390/polym11061039(2019).