

# シシケバブ構造における構造形成機構の 広い空間スケールでの観察

Observation of Shish-kebab Structure in a wide-scale

利用者 松葉 豪<sup>1)</sup>、富田 直人<sup>1)</sup>、西田 幸次<sup>2)</sup>、金谷 利治<sup>2)</sup>

Go MATSUBA, Naoto TOMITA, Koji NISHIDA, Toshiji KANAYA

所属 1) 山形大学、 2) 京都大学

キーワード 高分子結晶、シシケバブ構造、極小角中性子散乱、量子ビームの相補的利用

## 1. 目的

高分子を延伸させて結晶化させるとシシケバブ構造と呼ばれる高次構造が観測される。(図1) シシケバブ構造は延伸鎖からなるシシ構造およびその周りにエピタキシャル的に成長したケバブ構造からなっている。しかし、さまざまな分子量の成分を持つ高分子がシシケバブ構造の中でどのような役割を果たしているかは、いまだ明らかではない。そこで、重水素化ポリエチレンとさまざまな分子量の軽水素ポリエチレンを混合した試料を用いてシシケバブ構造の精密解析に着手した。

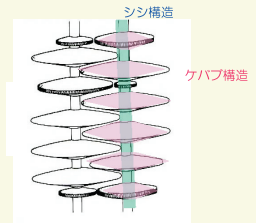


図1 シシケバブ構造

## 2. 方法

試料 重水素化ポリエチレン:dPE (分子量 60万)

軽水素ポリエチレン (分子量 6万 hPE-60k、30万 hPE-300k、200万 hPE-2M) のブレンド

作製方法: dPEとそれぞれの分子量のhPE(hPE-60k, hPE-300k, hPE-2M)を重量比97:3で混合させたフィルムを引っ張り試験機に取り付け、120 °C 6 cm/secで元の長さの(延伸比)8倍まで延伸させた。

測定 中性子散乱: 茨城県東海村 日本原子力研究機構 SANS-J-II 分光器  
F-SANS およびカメラ距離10m & 2.5 m

## 3. 実験結果

図2に各条件における二次元中性子散乱プロファイルを示す。F-SANSによる極小角散乱測定においては、すべて同じような散乱パターンが観測された。一方、カメラ距離が短くなると、分子量成分が低い試料(hPE-60k)では、延伸方向に垂直方向のストリーク状の散乱プロファイルが徐々に強くなっていることが分かった。これは、ミコンスケールの構造は分子量依存性は見られないが、ナノスケールでは分子量依存性があることがわかる。

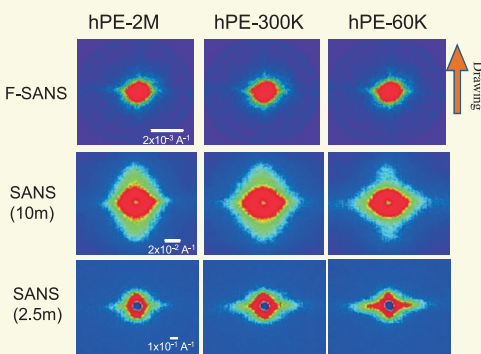


図2 2次元中性子散乱プロファイル

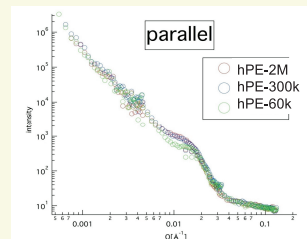


図3 平行方向の1次元散乱曲線

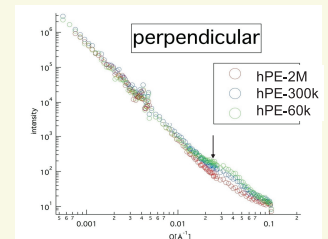


図4 垂直方向の1次元散乱曲線

一次元化

hPE-60kのケバブの減少

$Q=0.03\text{\AA}^{-1}$ のシヨルダの増大

コアシェル Rodモデルでの解析<sup>[1]</sup>

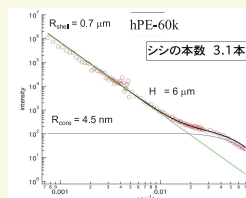


図4 hPE-60kの試料のFitting

分子量	シシ本数	H	R <sub>core</sub>	R <sub>shell</sub>
2M	1.5本	6 μm	4.5nm	0.7 μm
300K	2.5本	6 μm	4.5nm	0.7 μm
60K	3.1本	6 μm	4.5nm	0.7 μm

表1 Rodモデルのコア・シェルの大きさ

図5は分子量6万のものプロファイルのフィッティング関数を示している。この場合、Coreの密度は3.1本と計算された。

## 4. まとめ

延伸によって生成したシシケバブ構造における、分子量成分の役割に着目して測定を行った。延伸構造を評価するためCore-Shell Rodモデルを用いて明らかにし、Coreの部分の本数が分子量低下とともに増大していることを示した。しかし、形状に着目すると分子量依存性はほとんどないことが示された。

## 5. 引用(参照)文献等

[1] Kanaya T., Matsuba G., Ogino Y., Nishida K., Shimizu H.M., Shinohara T., Oku T., Suzuki J., Otomo T., *Macromolecules* **40**, 3650-3654 (2007)

謝辞 本課題を遂行するに当たり日本原子力機構 能田洋平様、山口大輔様、小泉 智様のご協力をいただきました。心より感謝いたします。