

## 高分子討論会のポスター発表 について

西田 幸一郎

Koichiro NISHIDA

物質化学専攻修士課程 1年

### 1. はじめに

私は今回、2017年9月20日から22日にかけて松山市の愛媛大学 城北キャンパスで開催された高分子学会の「第66回高分子討論会」に参加した。今回は「直方晶／六方晶相転移温度付近で熱処理した時の超高分子量ポリエチレン繊維の分子構造」と題して、ポスター発表を行った。

### 2. 諸言

ポリエチレン (PE) の最も安定な結晶構造は直方晶で、一般に折りたたみラメラ構造をとるが、延伸することで伸び切り鎖結晶となり、折りたたみ鎖に比べ融点が高く、高い機械的性質をもつことが知られている。超高分子量ポリエチレン (UHMWPE) からゲル紡糸して高次構造を伸び切り鎖に制御した試料は結晶化度が高く、ヤング率が 100 GPa を超える高弾性率となることが知られている。本研究では、UHMWPE 繊維を直方晶／六方晶転移温度近傍で熱処理し、分子構造の解析を行った。

### 3. 実験操作

試料は、TOYOBO 株式会社より提供された UHMWPE 繊維 (IZANAS; Dyneema より名称変更) を使用した。熱処理は DSC を用いて直方晶／六方晶転移温度近傍で 0.1°C 間隔で温度を設定して 10 分間保持することで熱処理を行ない、その後徐冷した。実際の熱処理温度は設定温度より高くなるため測定時の温度を熱処理温度とした。DSC は Rigaku 8230 D を使用し、昇温速度 5°C/min で測定を行った。

### 4. 結果と考察

Fig. 1 に熱処理を行っていない IZANAS と異なる温度で熱処理した IZANAS の DSC チャートを示した。熱処理を行っていない IZANAS では 147.2°C に伸び切り鎖の直方晶から六方晶 (回転相) への転移、155.5°C に六方晶の融解に対応するピークが観測された。143.7°C で熱処理すると 147.2°C の六方晶転移のピークは小さくなり 136.4°C に折りたたみ鎖の吸熱ピークが観測された。このことは、伸び切り鎖が完全に融解しなくても回転相になると折りたたみ鎖になることを示している。また、熱処理温度を高くしていくと直方晶から六方晶 (回転相) への転移のピークが小さくなり、六方晶の融解ピークも小さくなった。最終的に 154.0°C で熱処理すると直方晶から六方晶 (回転相) への転移のピークと六方晶の融解ピークはほぼ見られなくなった。

これら DSC で測定された 3 つのピークの融解エンタルピーを求め、熱処理温度に対して Fig. 2 にプロットした。直方晶／六方晶転移および六方晶の融解する時の融解エンタルピーは熱処理温度が上がるにつれて小さくなった。一方、折りたたみ鎖結晶の融解エンタルピーは熱処理温度が上がるにつれて大きくなった。このことは、伸び切り鎖結晶がより安定な折りたたみ結晶になったと考えられる。

各結晶構造の合計の融解エンタルピーを Fig. 3 に

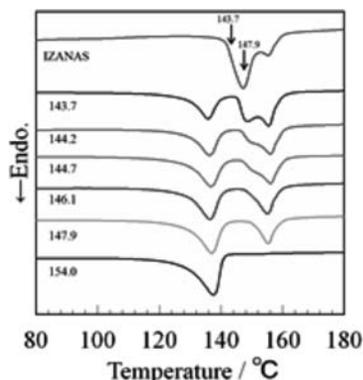


Fig. 1 DSC chart of IZANAS annealed at 143.7-154.0°C and non-annealed.

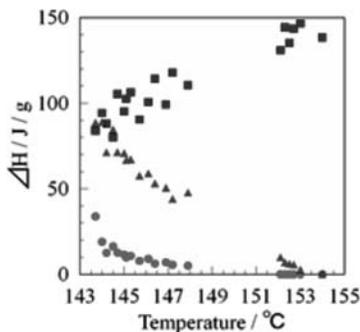


Fig. 2 Variation of  $\Delta H$  by annealing temperature. (▲) hexagonal crystal (●) orthorhombic crystal (■) Folding chain crystal

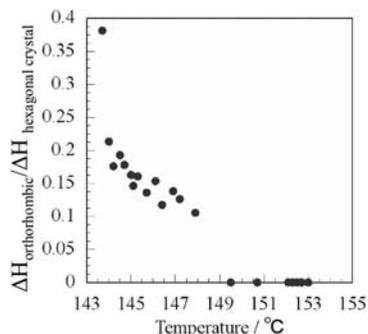


Fig. 3 Variation of  $\Delta H$  by annealing temperature.

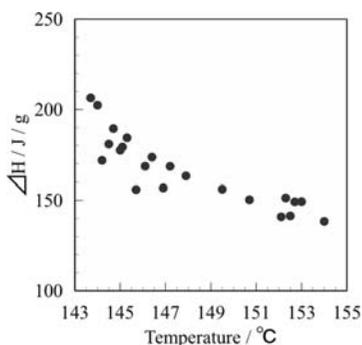


Fig. 4 Relationship between  $\Delta H_{\text{orthorhombic}} / \Delta H_{\text{hexagonal crystal}}$  and temperature.

示した。熱処理温度が高くなるにつれて融解エンタルピーは小さくなった。ここで直方晶から六方晶へ転移している場合、熱処理温度が高くなっても一定になるが、小さくなったため、結晶化度が下がった。これは熱処理することで非晶が増えたためと考えられる。

次に直方晶と六方晶に相関性について検討した。六方晶に対する直方晶の比率を Fig. 4 に示した。直方晶から六方晶に移っている場合、直方晶と六方晶の比率は一定になるが、Fig. 4 では熱処理温度を変化させても一定にならなかったため直方晶と六方晶には相関性がないことが考えられる。また、六方晶と折りたたみ鎖の相関性についても検討した。熱処理温度ごとの六方晶と折りたたみ鎖の分率を Fig. 5 に示した。折りたたみ鎖から六方晶に移っている場

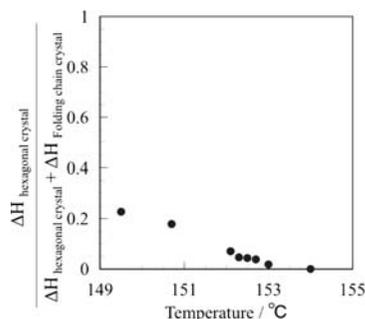


Fig. 5 Relationship between  $\Delta H_{\text{hexagonal crystal}} / (\Delta H_{\text{hexagonal crystal}} + \Delta H_{\text{Folding chain crystal}})$  and temperature.

合、折りたたみ鎖と六方晶の分率は一定になるが、Fig. 5 では熱処理温度を変化させても一定にならなかった。これは、熱処理温度が高くなると非晶が増えるため、一定にならずに小さくなったと考えられる。このことより、折りたたみ鎖と六方晶には相関性があると考えられる。

以上のことより、伸び切り鎖結晶が融解することで、ラメラが短くなり、それが回転することによって六方晶になったと考えられる。

## 5. 評価

今回の学会はポスター発表としては2回目ということもあり、落ち着いて発表できたと思います。また、多くの方が聞きに来てくださり、たくさんのアドバイスをいただき、とても勉強になる学会となりました。今回の学会で得られた知識を今後の研究生活に活かしていきたいと思っています。