

## ノート

# 球晶化ポリプロピレンの水銀との接触帶電による 表面電荷分布

後藤利充\*, 窪田啓介\*, 村田雄司\*

(1999年3月5日受付; 1999年3月18日受理)

## Observation of the Charge Distribution on the Surface of Polypropylene with Spherulites Charged by Contact with Mercury

Toshimitsu GOTO\*, Keisuke KUBOTA\* and Yuji MURATA\*

(Received March 5, 1999; Accepted March 18, 1999)

The surface charge distribution of polypropylene with spherulites was investigated using charged sub-micron solid particles after the surface was charged by contact with mercury. The charge polarity of the sample surface after contact was negative and that of solid particles was positive. We observed that many particles accumulated in the interface region between spherulites as well as that between spherulites and outer non-spherulitic region, and also in the non-spherulitic region. These results can be explained by means of distribution of electron traps.

## 1. はじめに

高分子には金属との接触で負極性に帯電するものが多く、このような高分子の表面には金属のフェルミ準位と同程度の深さに電子を受け入れる電子状態（電子トラップ）が存在すると考えられる<sup>1,2)</sup>。この電子トラップは試料表面上で必ずしも均一に存在するのではなく、分子配列の影響（結晶・非結晶構造や分子鎖のからまり・欠陥など）を強く受けると言われている。電子シャワーで帯電させた球晶・非球晶領域を持つ試料は、非球晶領域や球晶・非球晶界面がより負極性に強く帯電し、この部分により多くの電子トラップが存在しているという報告がある<sup>3)</sup>。本研究では球晶化したポリプロピレンを水銀と接触させて帯電させた後、その部分を帯電した微細な固体粒子を用いて現像し、ポリプロピレン表面の精細な電荷分布像を求め、水銀との接触帶電による発生電荷の分布とトラップの関係を調べた。

## 2. 実験方法

## 2.1 球晶化ポリプロピレン試料

本研究で使用した試料は出光石油化学工業(株)のアイソタク

キーワード：接触帶電、電子トラップ、電荷分布

\*東京理科大学理工学部 (278-8510 千葉県野田市山崎 2641)

Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo,  
Yamazaki 2641, Noda Chiba, Japan

†j7398625@ed.noda.sut.ac.jp

チックポリプロピレンペレット(FF-205S)を、真空ホットプレスでフィルム状に熱プレス成形したものである。ポリプロピレンを融点とガラス転移点との間の適当な温度におくと結晶核を中心に球晶化が進む。このフィルムの球晶領域と非球晶領域における表面の構造の違いを明確にするため、重クロム酸カリ 0.22g と濃硫酸 20ml を混合したエッティング溶液中に所定の時間(0~8 時間) 浸し、試料の表面状態が異なるサンプルを用意した。

## 2.2 帯電固体粒子の生成

帯電固体微粒子は、純水で希釈した水溶性インクの液体から液滴を発生させ、コロナ放電で帯電させた後、この液滴を乾燥させる方法により生成した<sup>4)</sup>。

## 2.3 水銀との接触帶電と電荷分布の可視化

除電した球晶化ポリプロピレン試料を金属板に固定し、表面に水銀を接触させると、試料表面は負に帯電する。この試料表面を、最頻出粒径  $0.75 \mu\text{m}$ 、電荷量  $+1.6 \times 10^{-10}\text{C}$  の帶電固体微細粒子によって現像し電荷分布の可視化像を得た。

## 3. 実験結果及び考察

図 1(a)は、エッティング処理を行わない試料についての光学顕微鏡写真である。水銀との接触は均一に行われると言えられるが、接触帶電後の電荷分布は均一ではなく、特に球晶一

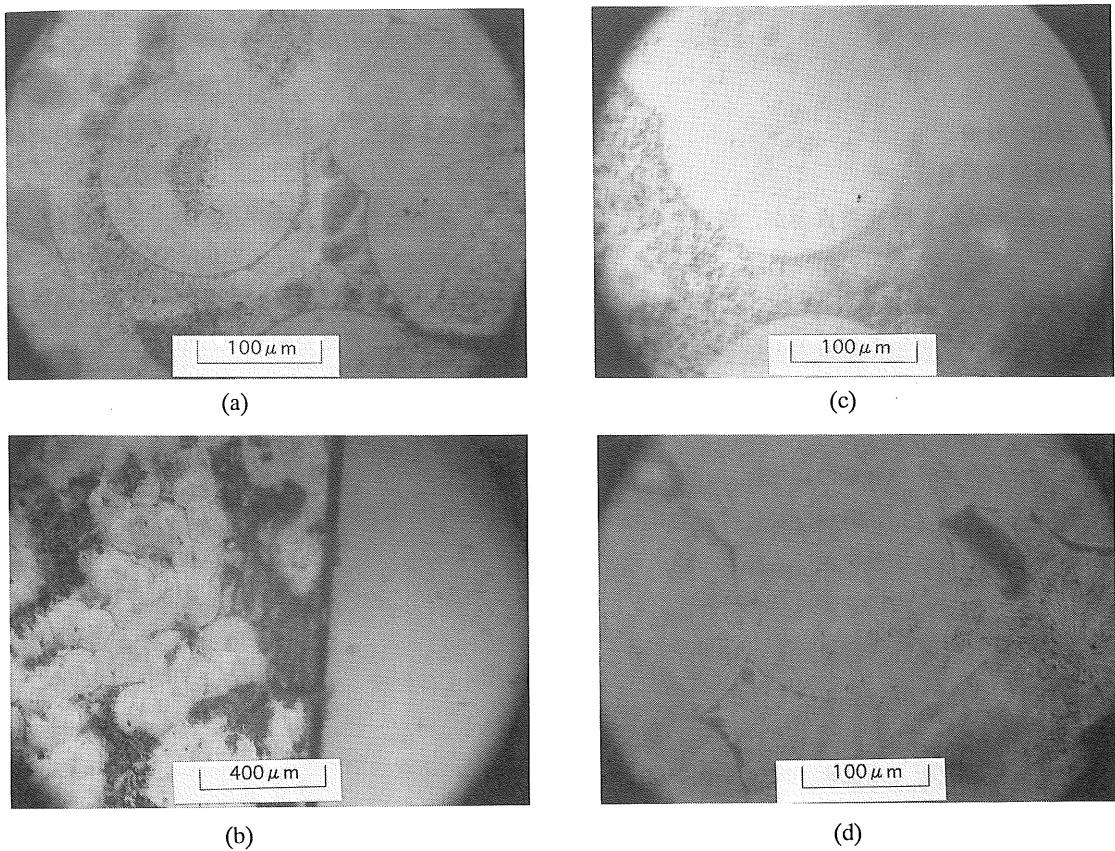


図1 水銀との接触帯電後に帶電微粒子を付着させた球晶化ポリプロピレンの光学顕微鏡写真

(a)未処理, (b)エッティング1時間, (c)エッティング1時間, (d)エッティング8時間

Fig.1 Optical image of spherulitic polypropylene sample developed with charged ultra fine solid particles after contact with mercury.

(a)before treatment, (b)after 1 hour etching, (c)after 1 hour etching, (d)after 8 hour etching.

球晶および球晶-非球晶の境界部分に帶電微粒子が付着し、この部分が負極性に帶電していることがわかる。また、非球晶部分に粒子の付着が見られると共に、球晶の中心部にも付着している。図1(b)はエッティング1時間の試料の場合で、エッティング処理前に比べて、非球晶部に付着する粒子数がさらに多くなっている。このことは、低倍率の顕微鏡写真(図1(c))でさらにはっきりと認められる。粒子の付着量の多い部分はそれだけ接触帯電によって発生した電荷の面密度が高い部分に相当するから、結果としてこれらの部分では電子トラップ密度が高いと考えられる。

この結果は、電子シャワー帯電させた試料について KFM (ケルビンプローブフォース顕微鏡) を用いて観察した結果と一致している<sup>3)</sup>。すなわち、電子トラップ密度は球晶とその周りの組織との境目で高く、また球晶部分とその外側の非球晶部分では後者の方が高いことがわかっている。また同様な考察は電荷トラップについても行われている<sup>3)</sup>。

図1(d)はエッティング処理8時間の試料の場合を示す。この場合は全般に固体粒子の付着量が少なく、電荷密度が低いことがわかる。これは、電子トラップ密度が低いことを示していると考えられる。

ホットプレスで金型を用いて成形した試料は、金型と接する表面に低分子層があると言われている。エッティングをすればこの層が除かれるから、場所による電子トラップ密度の違いがより鮮明になるのであろう。また、図1(d)の結果から非球晶部の電子トラップが表面層に近い部分に集中している可能性も考えられる。

#### 4. まとめ

球晶化したポリプロピレンは球晶領域より、非球晶領域及び、球晶-球晶および球晶-非球晶の境界部分で水銀との接触による発生電荷が多い。これはこの部分で電子トラップの密度が高いことによって説明できるであろう。また、発生電荷はエッティング処理時間により変化した。

#### 参考文献

- 1) 家田正之, 高井吉明: 静電気学会誌, 4 (1980) 262
- 2) 日吉 功, 村田雄司: 静電気学会誌, 21 (1997) 1
- 3) 長谷哲宏, 村田雄司: 静電気学会誌, 22 (1998) 23-28
- 4) 平川弘幸, 村田雄司: 静電気学会誌, 22 (1998) 46-52
- 5) K. Ikezaki, A. Yagishita, H. Yamanouchi: 8th Int. Symp. on Electrets, pp. 428, (1994)