

## 溶融延伸法を用いた高分子材料の高性能化・高機能化

高分子、有機材料および  
その関連分野

研究者所属・職名 : 大学院理工学府・教授

ふりがな うえはら ひろき

氏名 : 上原 宏樹

主な採択課題 :

- [基盤研究\(A\)「高分子合成技術と超延伸技術の融合によるスーパー・メンブレンの創製と応用展開」\(2020-2024\)](#)
- [基盤研究\(B\)「高分子鎖の絡み合いと架橋の相違性を利用した高伸縮・高強度材料の創製とデバイス応用」\(2017-2020\)](#)
- [基盤研究\(B\)「溶融延伸による分子鎖絡み合いの完全解きほぐしと超高強度繊維・膜の創製」\(2014-2016\)](#)

分野 : 高分子構造・物性、有機材料

キーワード : 汎用性高分子、プラスチック、延伸、超高分子量ポリエチレン、高強度繊維

## 課題

### ●なぜこの研究をおこなったのか？(研究の背景・目的)

高分子(ポリマー)は多数の分子が結合して連なった長い鎖状で存在している。鎖は長いほど絡まりやすいが、その鎖を伸ばして分子の向きを揃えると、同じ材料でも格段に強度が向上する。例えば、レジ袋の原料である「ポリエチレン」は、防弾チョッキにも使われる「高強度繊維」になる。分子の鎖が絡まった状態から引き伸ばすことを「延伸」といい、我々は独自の延伸技術を開発・適用することで、ポリエチレンなどの汎用性高分子から高性能、高機能な材料を、環境負荷の低い方法で創製することを目指した。

### ●研究するにあたっての苦労や工夫(研究の手法)

超高分子量ポリマー(分子量100万以上)は分子鎖絡み合いを多く含み、この絡み合いが材料の物性や機能の鍵を握る。種々の測定から分子鎖絡み合いの特性を考察し、絡み合いを力の伝達点として利用するという独自の発想により、材料を溶融状態から延伸する独自の「溶融延伸法」を開発した。

### 【溶融延伸技術】

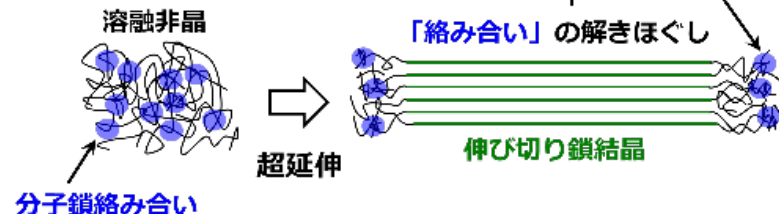


図1 高分子鎖の絡み合いと溶融延伸による構造変化の模式図

## 溶融延伸法を用いた高分子材料の高性能化・高機能化

高分子、有機材料および  
その関連分野

### 研究成果

#### ●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

超高分子量ポリエチレン（分子量100万以上）に溶融延伸法を適用することで、高強度で高い透明性をもつ薄膜の作製に成功した。装置開発もを行い、幅1 mの大面積の薄膜を作製することができた（図2）。薄さ数百ナノメートルの薄膜や、細孔をもつ薄膜を作製することもできる（図3）。しかも、膜の製造プロセスでは有機溶剤を全く使用しない。一般的な超高分子量ポリエチレンの加工プロセスでは大量の有機溶剤が用いられているのに比べて、環境負荷が低い手法で高強度の透明な薄膜をつくることができるようになった。

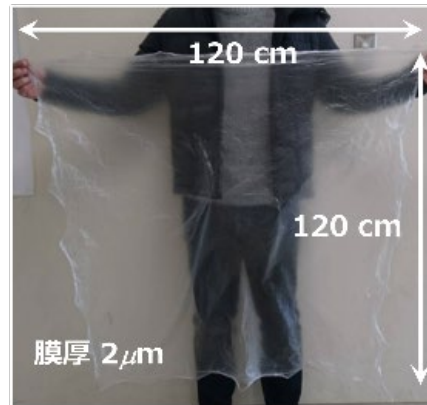
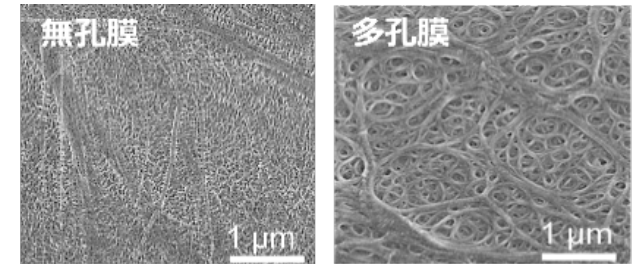


図2 二方向（X、Y方向）に同時に延伸する溶融二軸延伸によって作製した大面積の超高分子量ポリエチレン薄膜



1 μm以下の膜厚で  
あっても高バリア性

ナノメートルサイズの  
円形細孔

図3 超高分子量ポリエチレンで作製した薄膜の表面。  
（左）均一な微細構造により、厚さ1マイクロメートル以下の薄膜でもバリア性が高い（物質を透過させない）。（右）ナノメートルサイズの細孔をもつ薄膜の作製も可能で、フィルターとして利用できる。

### 今後の展望

#### ●今後の展望・期待される効果

高分子材料に溶融延伸法を適用することにより、有機溶剤や可塑剤を含まずに高強度な薄膜やフィルターをつくることができた。多くの有機溶剤は人体や環境に悪影響を及ぼすものであり、これを除去する必要がないことはコストおよび環境面において望ましいことである。また、有機溶剤等が不純物として残存する懸念もないことは、高い性能や安全性が求められる領域において特に有望である。このような高強度薄膜は、リチウムイオン電池セパレータ用途のほか、水質浄化用濾過膜等の環境保全材料や、人工透析膜等の医用材料への展開が期待できる。