

もっと巧妙に—機能性樹脂

梶本興亜

〔本講義では多くのデータを、竹本喜一、飯田 襄著「機能性プラスチックが身近になる本」シーエムシー出版（2004）、から引用しました。この本は、機能性プラスチックについての入門書として優れていますので、このテーマに関心のある人に勧めます。〕

自動車に使われる機能性樹脂

内外装成型品
バンパー、ドアトリム、インストパネルコンソール
フロアボード、エンジン周辺部品、リアスポイラー



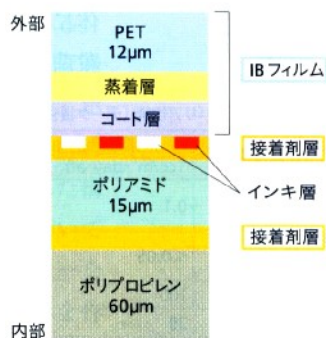
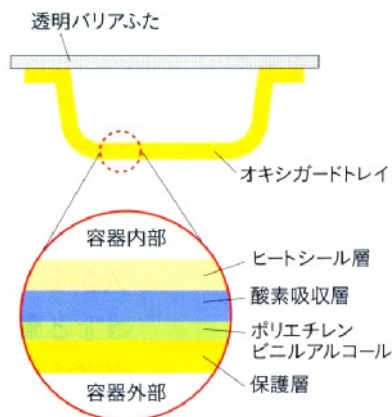


表1: 包装材のガスバリア性能 (データ提供 大日本印刷)

フィルムの種類	酸素透過速度 (cc/m ² ·day·atm)	水蒸気透過速度 (g/m ² ·day)	ラミネート包装材層構成 (μm)
IB-PET-PXB (超バリアグレード)	0.1	0.1	IB-PET-PXB (12) ポリプロピレン (30)
アルミ箔	<0.05	<0.05	PET (12) / アルミ (9) ポリプロピレン (70)
PETフィルム	100	10	PET (12) / ポリエチレン (40)
ナイロンフィルム	30	10	ナイロン (15) / ポリエチレン (40)

測定条件: 酸素透過速度23℃ / 湿度65%、水蒸気透過速度40℃ / 湿度90%



図及び表は、吉戸智明氏による「化学と工業」Overview、515 (2007)より引用しました。

材料としてのプラスチックの利点

材料としての多様性、機能性

- ・ 木材 — 樹種、部位
- ・ セラミック材料 — 混合焼結、結晶・非結晶
- ・ 金属材料 — 合金、状態
- ・ **プラスチック材料—モノマー、共重合、ドーピング、規則性、...**

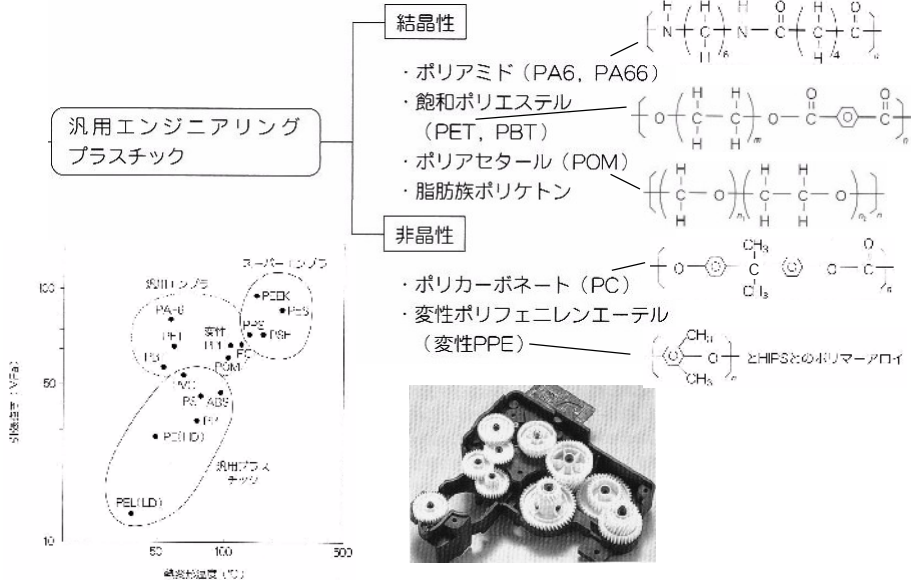
高性能プラスチック

ポリマーアロイ
エンジニアリングプラスチック
高性能繊維
液晶ポリマー

機能性プラスチック

光機能
導電性・磁性
分離膜
医用

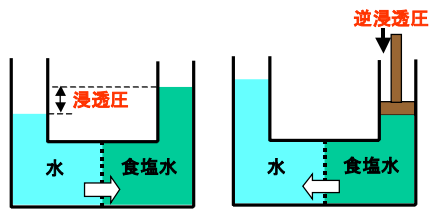
エンジニアリングプラスチック

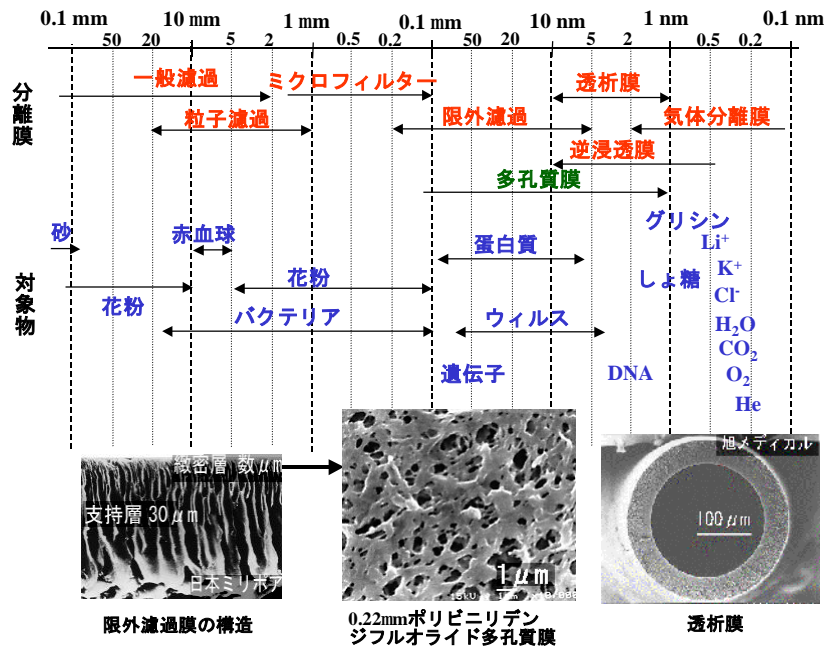


1. 分離膜

1. 水の精製法

- a) 「うまい水」の殺菌：加熱殺菌でなく限外濾過膜の使用
- b) 「蒸留水」
 - 1) イオン交換水
 - 2) 逆浸透膜



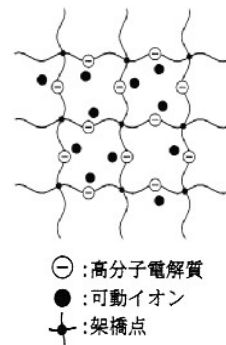


2. 超吸水性ポリマー

吸水性樹脂の吸水能力

化学組成	形態	大きさ (メッシュ)	吸収能 (倍)	
			純水	0.9%の食塩水
アクリル酸・ビニルアルコール共重合体	白色球状	200	500-700	40-60
〃	白色粉末	20	〃	〃
アクリル酸ソーダ重合体	白色顆粒	200	900-1200	60-80
アクリル酸ソーダ・アクリルアミド共重合体	黄色繊維	7デニール ×3mm	150	40-50
ポリエチレンオキシド変成物	白色粉末	<5	30	30

(住友化学工業株)



逆に吸油性のポリマーもあり、海上に広がったオイルなどを除去するのに使う

図表は、竹本喜一、飯田 襄著「機能性プラスチックが身近になる本」シーエムシー出版 (2004) から引用

3. 光学用プラスチック

a) コンタクトレンズ

1. ハード

PMMAの使用
ガラスに代わる透明性
屈折率がやや小さい

2. ソフトコンタクトレンズ

PHEMA

ポリビニルピロリドン

OH基を持つので水との
親和性がよい。(30-50%の
水を含む)

シリコンアクリレート樹脂

フッ素系樹脂

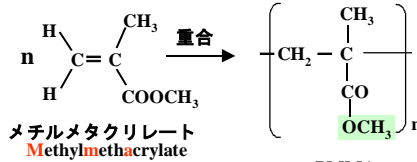
酸素透過性がよい

b) 代替眼球（眼内レンズ）

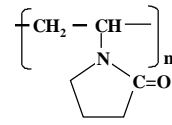
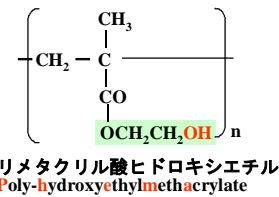
後発白内障の起こる危険性

アクリルレンズ (5%) < シリコンレンズ < PMMA(40%)

	石英	PMMA	ポリスチレン
屈折率	1.55	1.49	1.59



PMMA



ポリビニルピロリドン
Polyvinylpyrrolidone

c) 光ファイバー

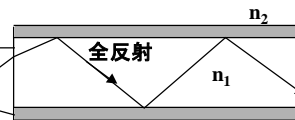
PMMA

ポリカーボネート

フッ素系樹脂

コア(高屈折率)

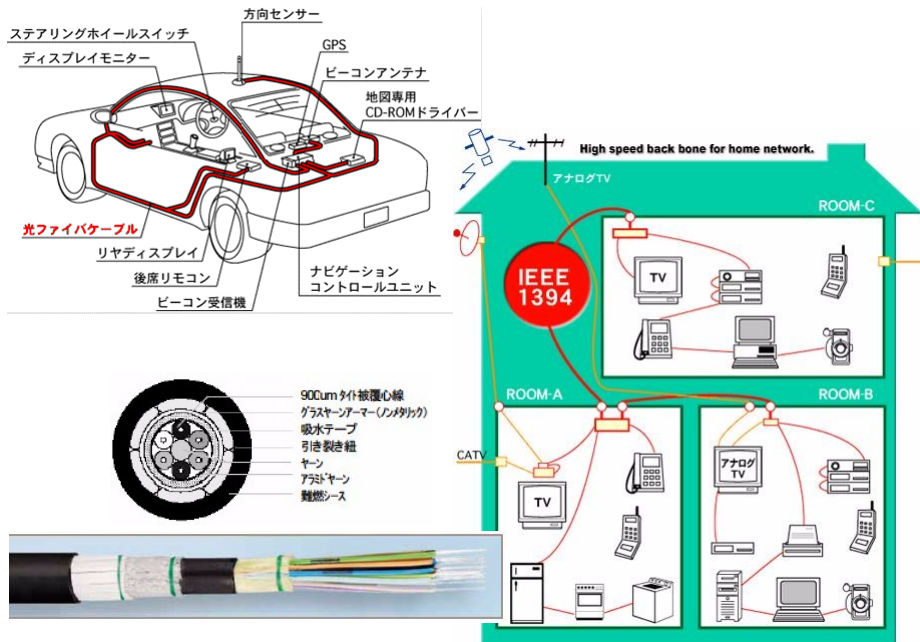
クラッド(低屈折率)



$n_1 > n_2$

		コア	クラッド	伝送損失 (dB/km)	用途	
石英 光 ファイ バ	全石英光ファイバ	石英	石英	0.5	長距離通信 (公衆回線)	
	ポリマクラッド 光ファイバ	PCF	石英	シリコーン	10	近～中距離通信 (～500m)
		HPCF	石英	フッ素系ポリマ	5	中距離通信 (～2km)
	多成分光ファイバ	ガラス	ガラス	15	近～中距離通信 (～300m)、 工業用照明	
プラスチック光ファイバ		PMMA	フッ素含有重合体	140	短距離通信 (～50m)、 工業用照明・装飾	

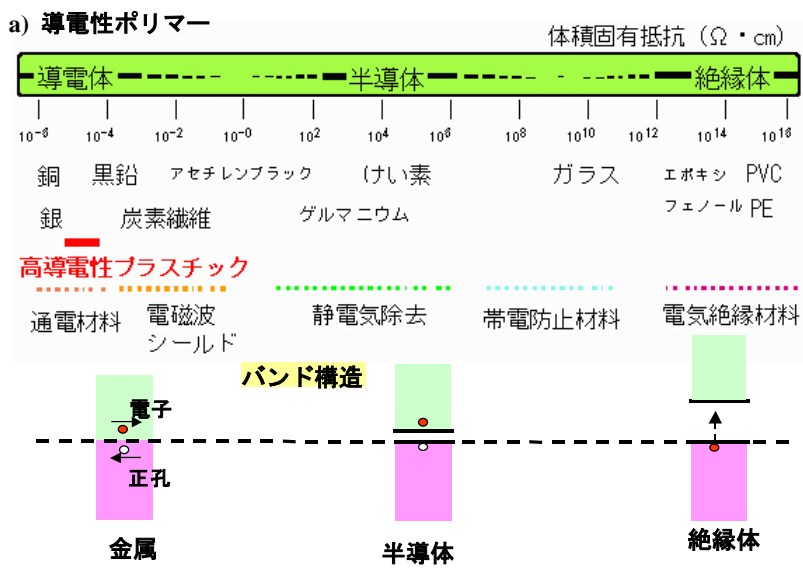
表は、「Toray」光ファイバー製品、のページより引用しました。



図は、'Toray'光ファイバー製品、のページより引用しました。

4. 電磁気機能プラスチック

科学技術振興事業団報 第140号



図の一部は、科学技術振興事業団報 第140号より引用しました。

1. プラスチックへの金属・炭素の添加
 - ・伝導性ペースト・接着剤など
2. プラスチック自体が導電性
 - ・ポリアセチレン—1967年白川教授
金属光沢を持ったフィルムを作る。
抵抗は 10^5 W/cmで半導体程度
 - ・ I_2 や AsF_5 を混ぜ込む（ドーピング）
→ 抵抗が 10^{-3} W/cmまで低下



カーボンブラックの添加

代表的な導電性ポリマーと電導度

ポリマー名	構造式	ドーピング剤	電導度(S/cm) $S = W^{-1}$
ポリアセチレン	$\left(\text{CH}=\text{CH} \right)_n$	I_2 $FeCl_6$	$3 \sim 8 \times 10^2$ 3×10^7 (延伸フィルム)
ポリ(ピロフェニレン)	$\left(\text{C}_6\text{H}_4 \right)_n$	AsF_5	5.0×10^2
ポリピロール	$\left(\text{C}_4\text{H}_3\text{N} \right)_n$	BF_4^- ClO_4^- ClO_4^-	1.0×10^6 $1 \sim 3 \times 10^2$ 1.0×10^8 (延伸フィルム)
ポリアオフェン	$\left(\text{C}_4\text{H}_2\text{S} \right)_n$	ClO_4^-	2.0×10^6

図表は、竹本喜一、飯田 襄著「機能性プラスチックが身近になる本」シーエムシー出版（2004）から引用

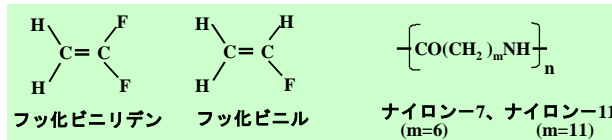
電導性ポリマーの応用分野

応用分野	具体例
新しい導電材料	<ul style="list-style-type: none"> ・宇宙、航空用軽量導電材料 ・静電防止材料 ・電磁波（EMI）シールド用材料 ・異方性導電体 ・透明導電体
（エレクトロニクス分野） ディスクリット電子部品 超LSI技術	<ul style="list-style-type: none"> ・固体電解コンデンサー、電気二重層キャパシタ ・スイッチング、非線形素子 ・超微細配線技術 ・電界効果型トランジスター
情報の記録、記憶	<ul style="list-style-type: none"> ・光記録材料 ・表示素子 ・複写機
エネルギー分野	<ul style="list-style-type: none"> ・一時電池、二次電池、燃料電池 ・光電池、太陽電池 ・太陽エネルギーの交換と蓄積
分子レベルの認識と制御	<ul style="list-style-type: none"> ・新しいセンサー ・触媒、触媒電極 ・生体系機能材料

表は、竹本喜一、飯田 襄著「機能性プラスチックが身近になる本」シーエムシー出版（2004）から引用

b) 圧電性/焦電性ポリマー

1. 圧電性（ピエゾ）ポリマー：外力を加えると電気が発生する
 一般には結晶構造のゆがみが起電力の原因
 ーのぼして薄膜にすると発生電圧が高くなる。



水晶やセラミックスに比べて、軽く、成形性が良く、シートにもできる。 →
 スピーカー、ヘッドホン、圧力測定、超音波測定

2. 焦電性ポリマー：温度変化によって電位差を生ずる

↓
 火災報知器や赤外線センサー

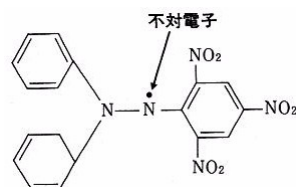
ポリマーの圧電率と焦電率

ポリマー	圧電率 pC/N	焦電率 $\mu\text{C}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$
PVDF	6.7	27~40
水晶	2.2	
ポリメチル-L-グルタマート	3.37	
ポリメチル-D-グルタマート	-1.7	
脛	0.2	3×10^3
艇	2.3	
PZTセラミック		270
BaTiO ₃		200
ポリビニリデンシアニド/酢酸ビニル	5.0	9.2

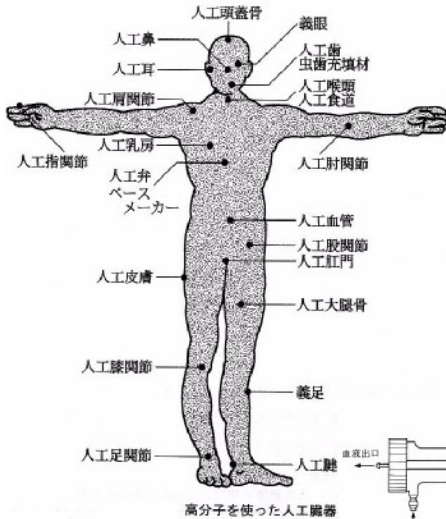
表は、竹本喜一、飯田 襄著「機能性プラスチックが身近になる本」シーエムシー出版（2004）から引用

c) 磁性ポリマー

1. プラスチック磁石：磁性体粉末とプラスチックを混合して、磁場で粒子を配向して加圧成形の後、帯磁させる。
 → モーター、小型発電機、センサー、リレーなど用途は広い
2. 磁気テープ、ビデオテープ
3. 磁性ゴム：プラスチックの代わりにゴムを用いる。
 冷蔵庫のパッキンなど
4. 有機磁性体：実験段階で合成されている



5. 医用プラスチック



人工臓器と使用される主な高分子材料	
人工臓器の種類	使用される主な高分子材料
1. コンタクトレンズ	ポリメタクリル酸メチル (PMMA) ポリヒドロキシエチルメタクリレート
2. 人工歯・義歯	PMMA メタクリル酸誘導体ポリマー
3. 人工食道	ポリエチレン/天然ゴム
4. 人工心臓	ポリウレタン, シリコン
人工弁	シリコン
人工肺	シリコン, 多孔質ポリプロピレン (体外循環)
5. 人工肝臓	活性炭 (体外循環) ポリマーベース
6. 人工腎臓	セルロース (体外循環), 酢酸セルロース, ポリ (エチレン-ビニルアルコール), PMMA, ポリサルホン
7. 外シャント	テフロン/シリコン
8. 人工血管	ポリエステル
9. 人工関節	金属, 超高分子量ポリエチレン, セラミックス
ポーンセメント	常温重合型PMMA
10. 人工指関節	シリコン
人工腱	シリコン

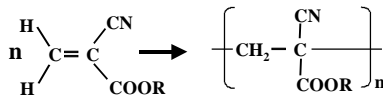
(中林宜男『月刊薬事』第24巻, 1982年による)

血液透析

図表は、竹本喜一、飯田 襄著「機能性プラスチックが身近になる本」シーエムシー出版 (2004) から引用

6. 高機能性接着剤

1. 瞬間接着剤：シアノアクリレートの重合が水によって開始される事を利用した。



2. 感光性接着剤：光によって重合を開始する。あるいは光によって橋かけが起こる。

写真製版やオフセット印刷に用いる

3. 耐熱性接着剤：瞬間的には500℃、長時間では200℃まで使える接着剤が開発されている。

芳香環や複素環を多く持つ高分子、特にポリイミド系が多い。

