

プラスチック

プラスチックとは

一般的特性

加熱特性

エンブラ

成形加工

高機能化

添加剤

バイオプラスチック

リサイクル

材料メーカ

市場

課題、キーワード



各種プラスチック玉 (佐藤鉄工)

プラスチックとは

本来プラスチックとは外力によって変形する性質(可塑性)をいい、弾性、流動性等とは対照的な性質を示す言葉であるが、成形品など、ある程度の剛性を有する高分子材料の総称で、とくに合成樹脂を指す



図64-1 原油から製品までのフロー

樹脂	天然樹脂	漆、琥珀、天然ゴム
	半合成樹脂	セルロイド、カゼインプラスチック等
	合成樹脂(プラスチック)	人工的に化学合成したもの

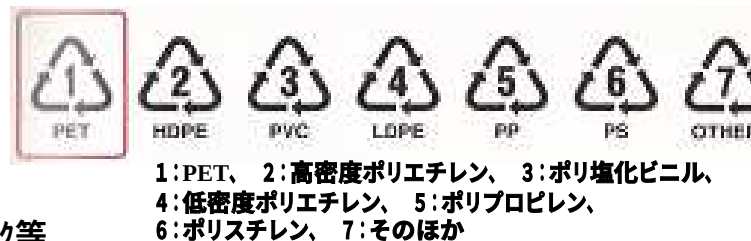


図64-2 プラスチックの識別マーク(資源有効利用促進法)

表64-1 主なプラスチックのJIS略号

ABS	アクリルニトリル・ブタジエン・スチレン
EP	エポキシ樹脂
LCP	液晶ポリマー
MF	メラミン樹脂
PA	ポリアミド
PAN	ポリアクリルニトリル
PBT	ポリブチレンテレフタレート(ポリエステル)
PC	ポリカーボネイト
PE	ポリエチレン
PES	ポリエーテルサルホン
PEEK	ポリエーテルエーテルケトン
PEN	ポリエチレンナフタレート
PET	ポリエチレンテレフタレート
PF	フェノール樹脂(ベークライト)
PI	ポリイミド
PMMA	アクリル樹脂
POM	ポリアセタール(アセタール樹脂)
PP	ポリプロピレン
PPE	ポリフェニレンエーテル(三菱化学)
PPS	ポリフェニレンサルファイト
PS	ポリスチレン
PTFE	フッ素樹脂(テフロン/デュポン社)
PSF	ポリサルホン
PUR	ポリウレタン
PVA	ポリビニルアルコール(ポリオール樹脂)
PVAC	ポリ酢酸ビニル
PVC	塩化ビニル樹脂
SI	シリコン樹脂
UF	ユリア樹脂
UHMWPE	超高分子量ポリエチレン

スチロール=スチレン、
発泡スチロール=EPS/発泡ポリエチレン、
ナイロン=脂肪族PA

注: 青—熱硬化性型、赤—熱可塑性型、
○—汎用エンブレ、○—スーパーエンブレ
▲—4大透明樹脂(KDA) (②ほか)

一般的特性

プラスチックの硬さ、耐熱性、寸法安定性、その他の種々の性質は金属とはまったく異なる。その特性を知ろう。独特のJISで決められた試験法があり、ほとんどのものはISO規格に整合されている ①

1.引張強さ、伸び	金属では「比例限界 (応力-伸びの比例関係)」、「弾性限界 (応力を除いたときに変形が0になる応力の限界)」があるが、プラスチックはこのいずれの現象も存在しない
2.耐衝撃強さ	熱可塑性プラスチックの耐衝撃強さは平均分子量が大きくなるほど強くなる
3.温度特性	プラスチックは長時間高温雰囲気では劣化、低温で脆化を生じる。ただしその程度は種類によって変わる
4.屋外曝露	プラスチックの屋外での長時間使用可能性をみるために耐候性試験 (屋外曝露試験) が行われる
5.硬さ	ショア (A/Dスケール)、ロックウェル、バコールの硬さ表示が使われる
6.耐薬品性	プラスチックの耐薬品性は、一般的に「使用可」、「条件により使用可」、「使用不可」等判然としない表し方が使われる。使用可はその薬品に侵されることがなく、その薬品を吸収することが少ないことを指すが、その用途によって決まる。 (ex.エチレン製パイプは都市ガス輸送用は可、ガソリン輸送用には危険)
7.熔融時流動性	熱可塑性プラスチックの流動性はその種類によって変わる。平均分子量が大、あるいは温度が低いと流れにくい。管のオリフィスから10分間押出されるgr数 (メルトフローレート/MFR) で表示され、押出しブロー成形時の加工性の目安となる。 (3Dプリンタの素材としても重要なファクター)
8.難燃性	大部分のプラスチックは可燃性であり、耐燃焼の用途には難燃性プラスチックが必要
9.電気的特性	電気絶縁物用のプラスチックは絶縁抵抗、耐電圧、誘電特性の比誘電率と誘電正接が指標

表64-2 プラスチック性質の利点・欠点 (⑤より)

性 質	利 点	欠 点
物理的性質 機械的性質	軽い、透明、着色し易い、 振動・音吸収、緩衝性、 摩擦係数小、柔軟性	鉄鋼対比で一強度小、 剛性小、表面硬度小
熱的性質	伝熱抵抗大	熱膨張大、耐熱性小、 低温で脆性、可燃性
電気的性質	絶縁性、誘電体、 電波透過性	—
化学的性質	液体不透過、気体透過	劣化 (大気、紫外線、水分、 酸、アルカリ、溶剤)
その他	成形容易、原料の入手性 (石油、植物)	クリープ、経時寸法変化

ガラス遷移温度: 常温で硬い状態のプラスチック (ガラス状態) に熱を加えて温度を上げていくと、急に軟らかくなる (ゴム状態)。ガラス状態からゴム状態に変わる温度をガラス遷移温度という

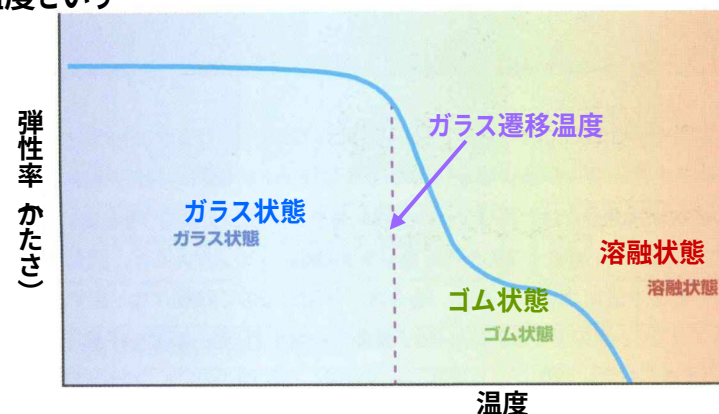


図64-3 プラスチック硬さの温度特性 ② 96

図64-4 プラスチックと金属の引張強さ特性 ①

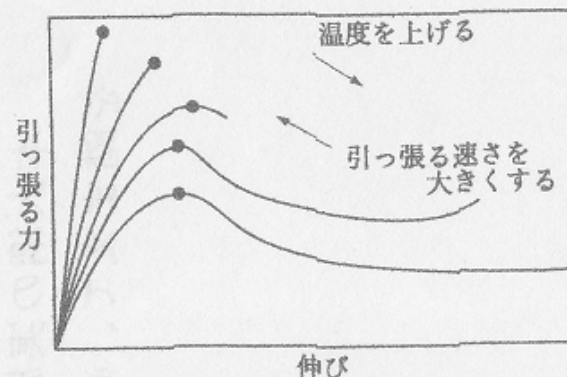


図7.1 柔らかいプラスチックの引張る力と伸びの関係
●は引張り強さを示す

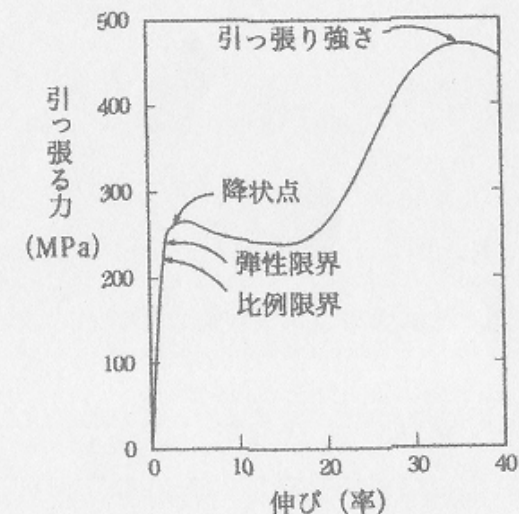


図7.2 低炭素鋼の性質

◎ 1 環境による劣化(光、熱、物質など)



図64-5 エンブラ部品の耐久性試験 (三井化学分析センター)

促進耐候性試験

(サンシャイン、キセノン、メタルハライド、etc.)
屋外1年相当の曝露を100～1000時間で再現

熱老化試験／恒湿恒湿試験

熱、湿度による酸化劣化の加速

冷熱衝撃／ヒートサイクル試験

異種材料の界面／接合面の繰返し温度変化に対する耐久性の試験

耐薬品性試験

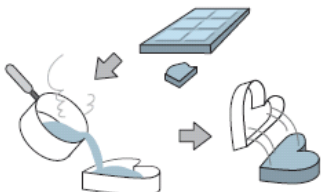
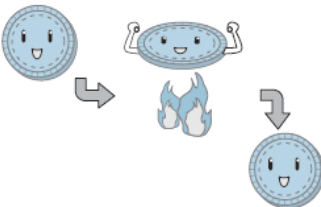
各種化学物質(酸、アルカリ、燃料、オイル)への曝露
(膨潤、溶解、変色、強度低下など)

ストレスクラッキング試験

化学物質への接触と機械的ストレスが同時に加わった場合の
特徴的な劣化の調査

加熱特性

プラスチックは、熱を加えた時の性質から、大きく二つのタイプに分けることができる。－(1)熱可塑性、(2)熱硬化性。現在使われているプラスチックのうち約90%は熱可塑性プラスチック

種	類	特 徴	用 途 例
熱可塑性プラスチック /Thermoplastics －(チョコレート型またはチーズ型)－加熱すると、溶けて変形するが、冷却すると、その形状で固まる。何回でも再加熱するとまた軟らかくなる 	PE/ポリエチレン ○	軽量で、耐水性、耐薬品性に優れ誘電損失が小さく電気絶縁性が良い。低密度(LDPE)と高密度(HDPE)とがある	包装・容器、家庭用品、レジ袋、ゴミ袋、電線・ケーブルの被覆
	PP/ポリプロピレン○	比重0.9、剛性、耐衝撃性(常温)、耐摩耗性、耐熱性あり。電気特性、耐水、耐薬品性に優れる	湯桶、テレビケース、ビールコンテナ、容器、ロープ、自動車用バンパー、機械部品、繊維
	PS/ポリスチレン	剛性、透明性、電気特性(高周波特性)流動性、が良い。水、アルコール、酸、アルカリに強い	電気・車両機器部品、透明スプーン、発泡トレイ、蛍光灯かさ、保冷箱、玩具、医療機器部品
	PVC/塩化ビニル樹脂 ○	比重1.4、耐酸性、耐アルカリ性、耐水性、耐候性、電気絶縁性、電気特性に優れ、難燃性	建材平板、ホース、給排水管、電線、カバン、靴、食品容器、包装用フィルム、医療機器
	ABS/アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン	剛性あり、機械的特性のバランス、耐衝撃、電気特性も良い、熱膨張率小、酸、アルカリに強	家電製品筐体、自動車インストルメントパネル、文具・家具、化粧品容器、楽器、カメラ部品
	PA/ポリアミド	強靱なエンブラ、耐衝撃性、電気特性、低温特性に優れ、摩擦係数が小、自己潤滑性がある	自動車ブレーキオイルタンク、電動工具、オイルシール、パッキン、食品包装、釣り糸、滑車、ナイフ
熱硬化性プラスチック/Thermosetting plastics －(ビスケット型または卵焼き型)－流動性のある素材を加熱すると固まり、冷却してもその形状を保つ。一旦硬化したものは再加熱しても軟らかくならない 	PF/フェノール樹脂	機械的強度高く、電気特性、耐熱性、難燃性に優れる	電気・電子分野(配線基板ほか)、ベアリング、自動車ブレーキ、計器、茶碗、接着剤など
	UF/ユリア樹脂	無色で着色自由。耐熱性で硬度も大きく、耐溶剤性も良好。酸、アルカリ、熱水に侵される	電気部品(つまみ、コネクタ、スイッチ)、日用雑貨品(ボタン、文具など)、木材接着剤、塗料
	MF/メラミン樹脂	耐衝撃性、耐熱性も良く、耐水性も優れている。耐炎性、耐トラッキング性が良好	化粧板(家具、机)、電気部品(コネクタ、さし込み)、食器、台所用品、紙繊維加工、塗料
	EP/エポキシ樹脂	接着性、機械的性質、化学的性質、電気的性質に優れる。難燃性、耐熱性などを付加できる	半導体封止材、コンクリート補修材、缶詰内部コーティング、自動車ボディ電着塗装、接着剤、パイプ
	SI/シリコン樹脂	高い電気絶縁性と低い誘電率で、高温でも発熱しない。汎用プラよりも高価。滅菌処理も可能	電線の被覆材、医療用途、コンタクトレンズ。樹脂のほか、オイル、ゴムとしても使われる
	PUR/ポリウレタン	熱硬化性発泡性(硬質と軟質あり)と熱可塑性無発泡性(耐油・耐摩耗性)とがある。	テレビキャビネット、自販機、事務機器、自動車バンパー、鞋底、医療用チューブ、接着材、塗料

注) ○: 3大熱可塑性プラスチック ⑦

(日本プラスチック工業連盟(JPIF)・佐藤鉄工)

表64-3 樹脂材料と成形方法 ⑤

●熱可塑性プラスチック

種類	射出	押出	ブロー	真空圧空	カレンダー加工	スタンピング・プレス	張込み	発泡	圧縮	反応射出	トランスファ	注型	一体発泡	粉末
ポリエチレン	◎	◎	◎	○	◎	◎		◎	○					◎
ポリプロピレン	◎	◎	◎	◎	○		◎	◎	○					
塩化ビニル樹脂	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○					
三ふっ化エチレン樹脂	○	△	×	×	×			×	○					
メタクリル樹脂	◎	○	△	○	×			○	○			◎		
ポリスチレン	◎	◎	○	○	◎	◎		◎	○					
ABS 樹脂	◎	◎	○	○	○			◎	○					
ポリカーボネート	◎	◎	◎	△				○	○					
ポリアセタール	◎	○	△					△	○					
ポリアミド	◎	◎	○					△	○	△				
ポリスルホン	◎	△	△					△	○					
変性 PPO 樹脂	◎	○	△					△	○					
ポリエステル	◎	○	△	△				×	○	△				

◎：普及している ○：行われている △：可能 ×：困難

●熱硬化性プラスチック

種類	射出	押出	ブロー	真空圧空	カレンダー加工	スタンピング・プレス	張込み	発泡	圧縮	反応射出	トランスファ	注型	一体発泡	粉末
フェノール樹脂	◎							◎	◎		◎	×		
不飽和ポリエステル樹脂	◎							○	◎		◎	○		
エポキシ樹脂	○							△	◎	△	◎			
ジアリルフタレート樹脂	○								◎		◎	△		
シリコン樹脂	△								○		○	○		
ユリア樹脂	×								◎		△	△		
ポリウレタン	×							◎	○	◎	×	◎	◎	

◎：普及している ○：行われている △：可能 ×：困難

出典：豊田合成株式会社 技術資料

エンブラ

熱可塑性樹脂は耐熱性などの性能や用途・価格によって汎用プラスチック（本ページでは「汎用プラ」）とエンジニアリングプラスチック（エンブラ）に分けられ、エンブラは同様に汎用エンジニアリングプラスチック（汎用エンブラ）とスーパーエンジニアリングプラスチック（スーパーエンブラ）に分けられる

汎用プラ：耐熱温度が100℃以下で、機械的強度もとくに高くはないが、安価で大量生産できるので日用品、工業製品の材料として広く使われている 例；PE、PP、PVC、PS、ABS等

汎用エンブラ：耐熱温度が100℃以上で、汎用プラより耐熱性、耐久性、機械的強度に優れ、信頼性が求められる機械部品、電機部品などに使われる 5大エンブラ；PC、PA、PBT、POM、m-PPE

m-PPE（変性ポリフェニレンエーテル）；成形流動性を高めるためポリスチレン系樹脂とのポリマーアロイとして変性（改質）した熱可塑性プラスチック

スーパーエンブラ：耐熱温度150℃以上で高温に長時間曝されるような部品の材料に適用される。使用可能温度は180℃～200℃。

なお、軽量で高強度が要求されるような交通機関の構造材にはFRP（繊維強化プラスチック）が多用されるようになってきた（SFI-23参照）

熱可塑性樹脂には結晶性と非晶性とがある。結晶性は耐熱性、機械的強度に優れる。非晶性は透明性があり、接着、塗装、印刷性に優れる

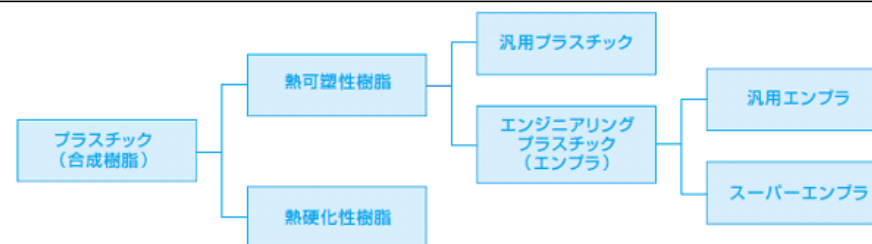


図64-6 プラスチックの系統図 (JPIF)

表64-4 おもなエンブラ／スーパーエンブラの用途 (⑦、⑫、KDA)

種	類	主 な 特 徴	主 な 用 途
エン ブ ラ	PC	ポリカーボネイト○	透明性、耐衝撃性、難燃性
	PA	ポリアミド（ナイロン）○	高強度、耐衝撃性、難燃性、
	PBT	ポリブチレンテレフタレート○	高剛性、耐熱性、耐候性、
	POM	ポリアセタール○	摺動性、強度、耐衝撃性
	m-PPE	変性ポリフェニレンエーテル	広い温度範囲で剛性、耐疲労性が安定
ス ー パ ー エ ン ブ ラ	PEEK	ポリマーエーテルエーテルケトン○	耐熱性、耐摩耗性
	PSF	ポリサルホン○	耐酸・アルカリ性、耐熱性、透明性
	PES	ポリエーテルサルホン○	耐薬品性、難燃性、透明性
	PPS	ポリフェニレンサルファイド○	耐熱性、難燃性
	PI	ポリイミド○	耐熱性、機械強度、低誘電率
	LCP	液晶ポリマー○	機械強度、耐熱性、電機絶縁性
	PTFE	フッ素系樹脂（テフロン）○	疎水性、疎油性、耐熱性
	PAR	ポリアリレート○	耐熱性、透明性、耐候性
	PEI	ポリエーテルイミド○	耐放射線性、耐薬品性、難燃性

○は結晶性、●は非晶性、

表64-5 エンプラ／汎用エンブラの特徴一覧表 (概略) (マークラインズ)

表1 汎用エンブラの特徴一覧表 (概略)										
特性	PP	ABS		PC	PA6	PA66	POM	m-PPE	PBT	GF-PET
軽量性	◎	◎		○	○	○	△	◎	△	△
成形性	◎	◎		△	○	△	○	○	○	△
成形収縮率	○	◎		◎	○	○	○	◎	○	○
吸水性	◎	△		◎	×	×	○	◎	◎	◎
耐煮沸水性	◎	△		△	△	△	○	◎	×	×
低温特性	△	○		◎	○	○	○	△	○	○
強靱性	○	○		◎	◎	○	○	○	○	△
耐クリープ性	△	△		◎	△	△	○	○	○	○
耐溶剤性	○	△		×	◎	◎	◎	△	◎	◎
対候性	×	×		○	△	△	×	△	○	◎
難燃性	△	○		○	○	○	×	○	○	○
電気特性	○	○		◎	△	△	○	◎	◎	◎
耐摩擦・耐磨耗性	○	△		△	○	○	○	△	○	○
容積コスト	◎	◎		○	◎	◎	○	◎	○	○
注 ◎:特に優れる、○:優れる、△:余り良好でない、×:劣る										

●追加・更新資料

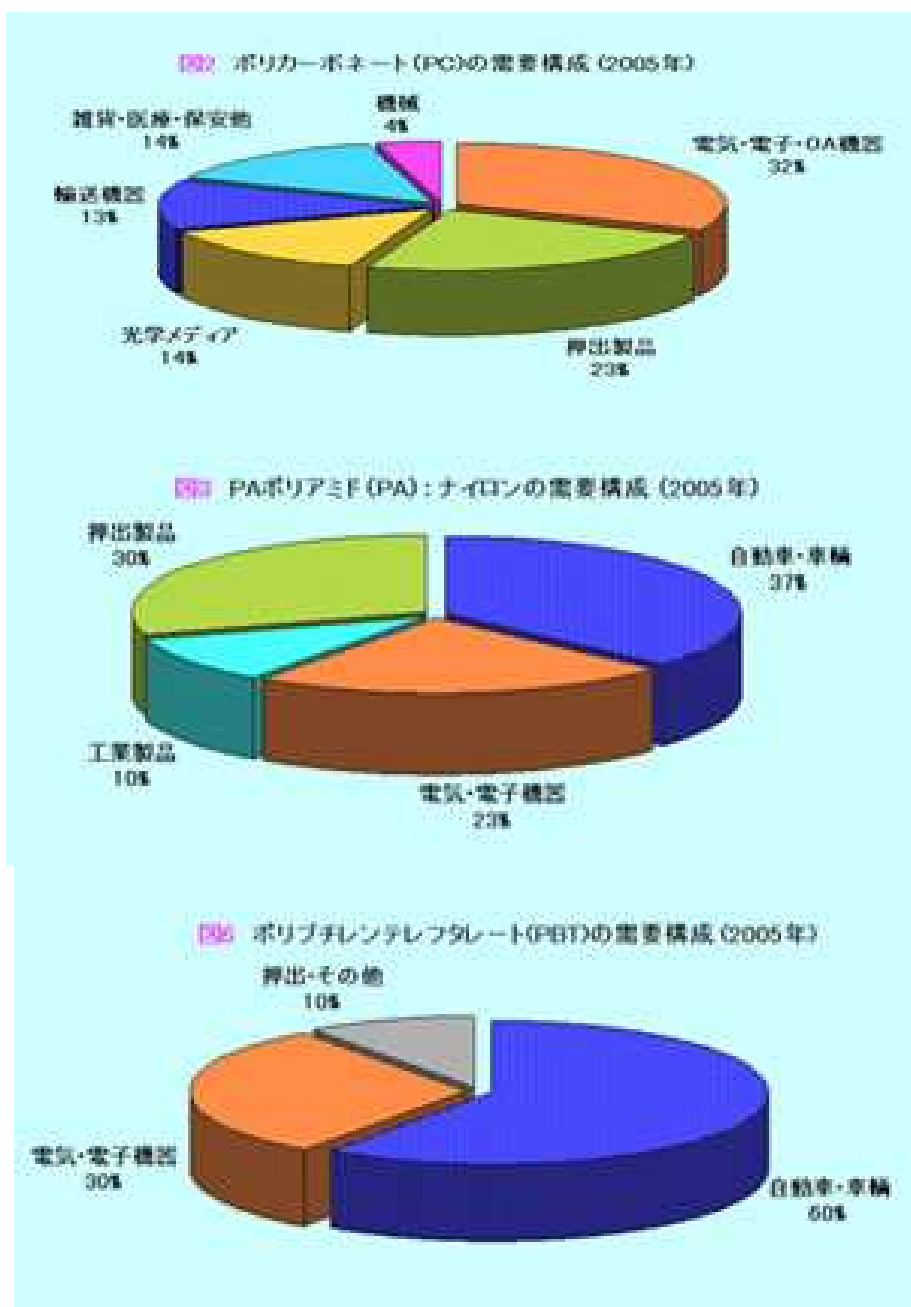
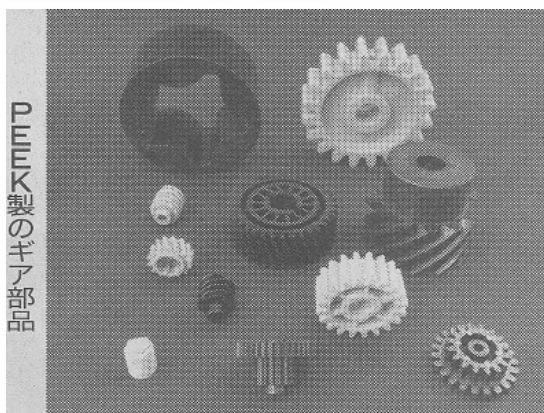


図64-7 各種汎用エンブラの需要構成
(マークラインズ)

●追加・更新資料



用 途
自動車関連、エレクトロニクス関連、光ファイバー関連、分析機器関連、理化学機器関連、半導体関連、医療機器関連など。



日刊工業新聞 2014.8.12

図64-8 PEEK材

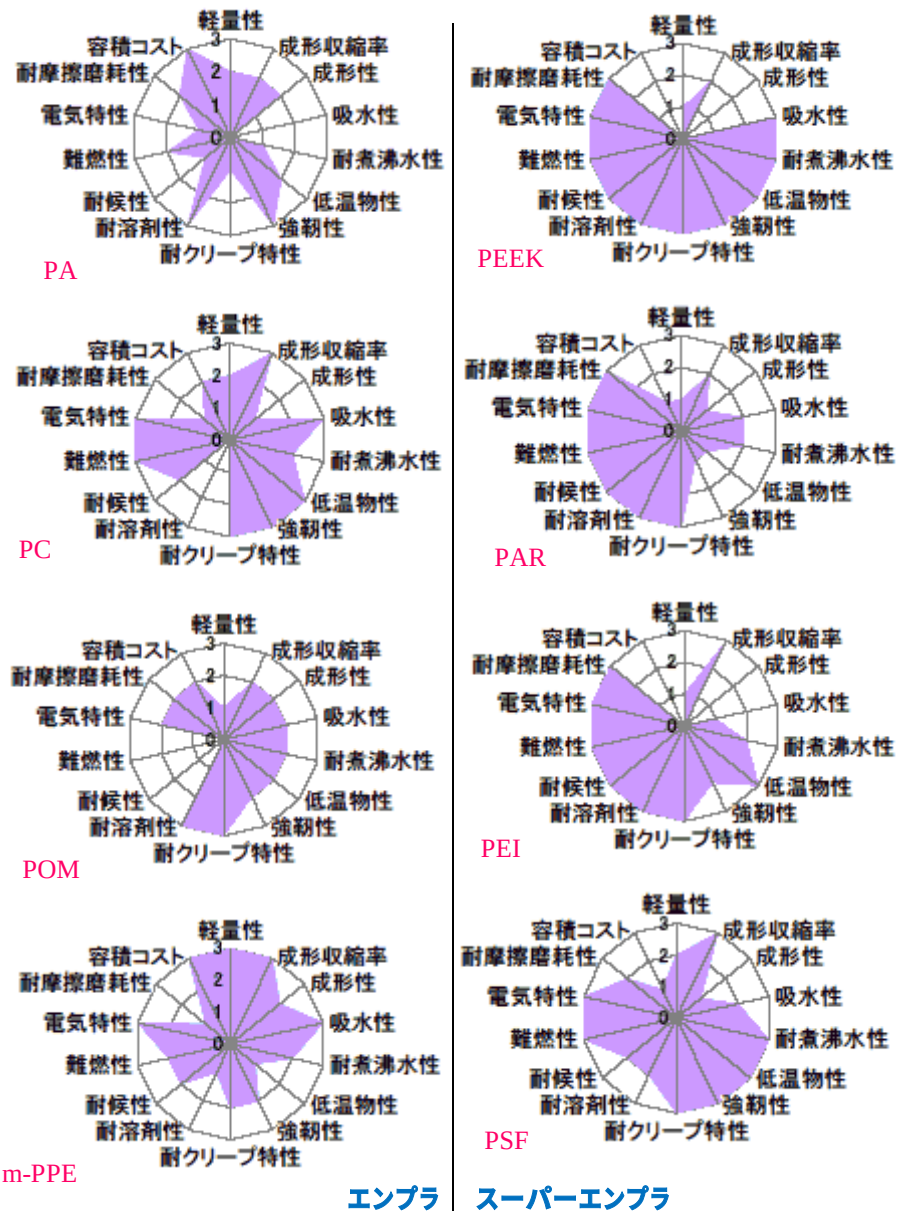


図64-9 代表的なエンブラ/スーパーエンブラの物性 (Sanplatech) 103

●追加・更新資料

ポリペンコ アセタル

POM-NH (デルリン)

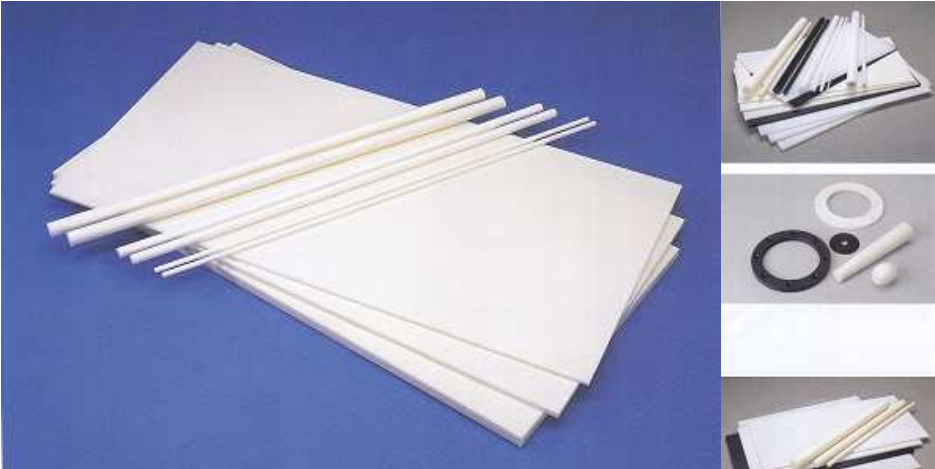
FDA規格に適合した原料を使用しています。

ホモポリマー

特に

- 機械的強度
- 摺動性能
- 電気絶縁性

が高く、さらに用途を広げることが可能となりました。



特 長

コポリマーに比べて、特に機械的強度、摺動性能、電気絶縁性能が高い特長をもち、さらに用途を広げることが可能となりました。

- 電気絶縁性
- 摺動性
- 機械的強度

主な用途

●電気絶縁性	電気絶縁板
●摺動性	軸受
	食品加工機械 医療機械部品などの 衛生的な用途 一般機械部品

⚠ ポリアセタル素材は指定可燃物に属しますので消防法および火災予防条例に従って保管・管理して下さい。

⚠ 60℃以上の温水中では使用しないで下さい。

MCナイロン 大型エンジニアリングプラスチック素材

MC901	MC801	MC703HL
MC900NC	MC928-IR	MC602ST

MC901 MC801 MC703HL MC900NC MC928-IR MC602ST

ジュラトロン PEI (Duratron® PEI) ポリエーテルイミド素材

ジュラトロン® U1000 PEI (Duratron® U1000 PEI)

ジュラトロン® U2300 PEI (Duratron® U2300 PEI)

ジュラトロン® PEIは、ポリエーテルイミド (PEI) 樹脂を押出成形した素材で、連続使用温度は170℃の熱可塑性エンジニアリングプラスチックです。

特 長	
1. 耐蒸気性	機械的強度 ★★★★★
2. 電気絶縁性	耐熱性 ★★★★★
3. 難燃性	耐摩耗性 ★★
4. ジュラトロン® U1000 PEIはFDA規格に適合	耐薬品性 ★★★★★
	機械加工性 ★★

用 途

マイクロ波使用工程部品、電気絶縁部品、コネクタ、電気・電子機器部品、自動車・車輛部品、航空・宇宙機室内部品、メッキ加工工程治具、半導体製造設備部品、ガラス製造設備部品、蒸気洗浄設備、断熱スリーブ等



図64-10 POM、ナイロン、PEI
(クオドラント ポリペンコ ジャパン 株式会社)

成形加工

プラスチックは熱を加えると柔らかくなって溶け、熱し続けるか冷やすと固まる性質を持っており、プラスチックの成形用材料を製品に加工する場合は、ほとんどこの性質を利用する ①

射出成形 (Injection): 注射のように、成形材料をホッパに入れてシリンダ内をピストンで押し進めながら加熱流動化して金型の中に射出・圧入して成形。成形速度が速く熱可塑性樹脂の代表的量産成形法。密封容器や洗い容器、コンテナ、パレット等の大型製品、CD、DVD等を利用

押出成形 (Extrusion): ひき肉機のように、注入口から樹脂をシリンダーに入れ、加熱しながらスクリューを回して樹脂を前方に送る。フィルム、シート、チューブ、パイプなどを作る

圧縮成形 (Compression): タイ焼きのように、金型の中に樹脂を入れ、加熱・圧縮して成形。熱硬化性樹脂では標準的な方法で、碗、皿、キャップ等の成形品を作る。成形速度が遅いのが難点

トランスファー成形 (Transfer): プレス装置は圧縮成形と同じで、成形金型に成形材料を加熱する室を持つ。熱硬化性樹脂で成形速度が圧縮成形より速く、製品の寸法が正確。半導体パッケージ等に採用 ⑫

その他の成形法;

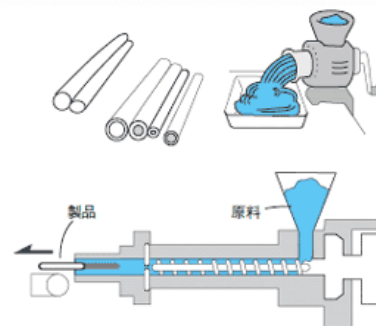
中空成形: 押し出されたばかりのまだ軟らかいチューブを金型ではさみ、上部から空気を入れてふくらませ、型どおりに成形。各種ボトル、灯油かんなどに適している

カレンダー成形: そば作りのように、何本もの加熱ロールの間で樹脂を練りながら、所定の厚さに引き伸ばして成形。フィルム、シート、板などを作る

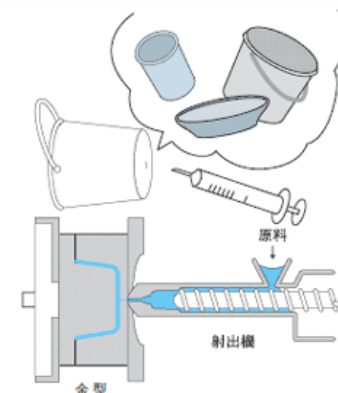
回転成形: 金型の中に必要量の成形材料を入れて金型を熱しながら自転・公転させて冷却後成形品を取り出す。PE、PP、PC、PA等の粉末を使用。遊園地の遊具、コーヒーカップ等に適用 ⑫

3Dプリンタによる付加製造方法: 複雑、特殊形状のものが成形可能

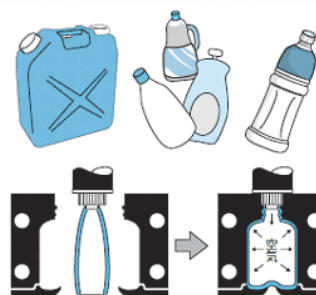
押出成形



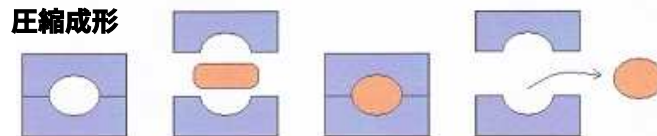
射出成形



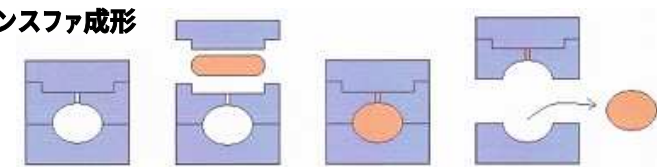
中空成形



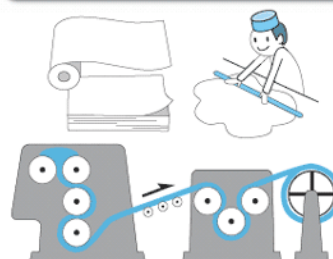
圧縮成形



トランスファ成形



カレンダー成形



回転成形 (ダイライト)

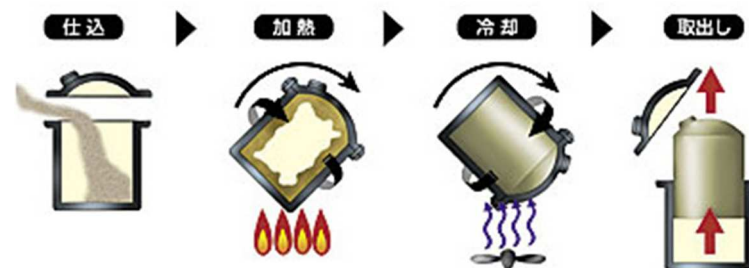


図64-11 各種の成形法 (JPIF ほか)

●追加・更新資料

エンブラ／スーパーエンブラ用途例／ ポリプラスチックス株式会社

自動車部品



ドアミラー・ステー



コンビネーションスイッチ



エアバック用通電部品



フォグランプ



車載用ステレオスピーカー



チャイルドシート

電子機器



レーザープリンタ



プリンタ駆動部キャ



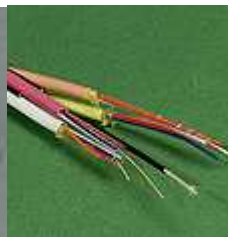
DVD-ROMドライブ



CD用ピックアップユニット



チップキャリア



光ファイバテンションメンバ



コネクタ



カメラシャッター地板

家電・家庭用品



衣類乾燥機



食器洗い乾燥機



フットカッター



ドライヤ・整流器



フットマッサージャ



化粧品容器



文具キャップ/スカート/本体



含浸印刷用シート

医療機器



プレフィルドシリンジ



マイクロタイタープレート



PTP包装



各種容器

図64-12 各種のプラスチック製品

●追加・更新資料



ブラコー／ダイ内アキュム式フロー成形機



タハラ／多層フロー成形機



東芝機械／EC-S型 全電動式射出成型機



日精樹脂工業／ハイブリッド式高性能射出成型機



IHI／高機能フィルム用カレンダー



ブラコー／高性能押出機
EXUシリーズ



三葉製作所／プラスチック押出機

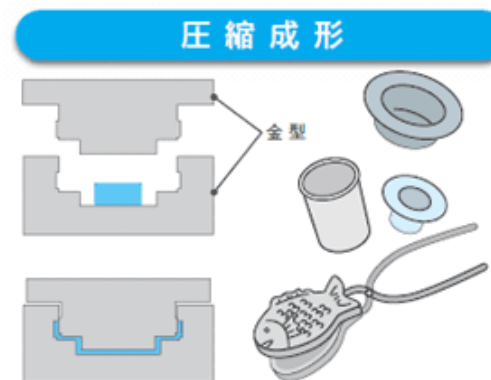


図64-13 プラスチック成形機械

高機能化

高機能プラスチック (機能性プラスチック) は、硬さ、割れにくさ、耐高温性などに優れた高性能プラスチックとは異なり、外部からの刺激に反応して導電性など何らかの応答をする特殊機能を有するプラスチックをいう

プラスチックの特殊機能付与はおもに添加剤を加えることによって行なう (②ほか)

機能分類	種 類	特 性	応 用 例	課 題
化学機能	生分解性	廃棄プラスチックを化学的または微生物で水とCO ₂ に分解して、環境負荷低減と再資源化	包装材、医療・衛生用品、情報関連機器、日用品、釣り糸	高価、保管中の分解防止
	抗菌性	銀、銀化合物の抗菌剤を練りこんで抗菌性の長期間保持を図る	電子材料、建築材料、スポーツ、家庭用品の分野での用途拡大を期待	
	分離性	気体、液体を種類により選択的に透過	海水淡水化装置、透析膜、電池の隔膜	使用温度範囲が狭い、薬品に弱い
	イオン伝導性、親水性	酸、アルカリ性材料を化学的に導入。水中の金属イオンを吸着する	イオン交換樹脂、高吸水性高分子、電池フィルム	センサーへの応用
物理機能	ガス透過性	構造体に多数の微細隙間を作り選択的に特定ガスを透過	コンタクトレンズ ⁽¹⁾ 、分離膜	隙間大きさの調整
光学機能	光透過性	優れた光透過性と特定の屈折率。光ファイバ用として加工容易、自由な曲げ	レンズ (非球面、金型による大量生産が可能)、短距離光ファイバ ⁽²⁾	温度・湿度により屈折率が変わる。傷つきやすい
	偏光性	ヨウ素を含むPVAの膜の透過光は偏光となる	液晶ディスプレイフィルム	熱に弱い
	ホトクロミック性	光照射と加熱によって可逆的に色が変化	サングラス	紫外線で分解
電気・電子機能	導電性	本体または表面に導電性材を付加する	タッチパネル、電子部品包装材	抵抗値の引き下げ
	圧電性	電圧⇔変形の変換を行なう樹脂	センサー、アクチュエータ	
生体機能 ⁽³⁾	生体機能性	滅菌処理で劣化せず、抗血栓性樹脂	器官、臓器の再生組織の足場用	製造の低コスト化

- 注: (1) ソフトコンタクトレンズとしてPMMA (アクリル樹脂) に親水性のヒドロキシ基を導入したPHEMA (ポリヒドロキシエチルメタクリレート) で作られる。酸素透過性はないが、水を吸着するので涙を介して酸素を透過させる
 (2) プラスチック光ファイバー材としてPMMAが使われる。加工し易く自由に曲げられるのが特長
 (3) 医用高分子ー滅菌処理に劣化せず、血液バッグ、注射器、人工臓器、高分子医薬等にPVC、PP、PS、PE、ABSが使われる

OKPは石炭化学から生まれた光学用特殊ポリエステルです。
OKP is a special polyester resin for optical applications born from the coal chemistry industry.

特長 Features

●高屈折率(1.6以上)

High refractive index (greater than 1.6)

●低複屈折

Low birefringence

●高流動性

High fluidity

●低アッペ数

Low Abbe numbers

熱可塑性樹脂では最高クラス

Top level among thermoplastic resins.

熱可塑性樹脂では最高クラス

Top level among thermoplastic resins.

低温での流動性も高く、精密成形が容易

High fluidity at low temperatures allowing for easy precision molding.

高アッペ数樹脂との組み合わせで高度な色収差補正が実現

Advanced correction of chromatic aberration can be achieved through combinations with high Abbe number resins.



用途例 Application Examples

携帯電話用カメラレンズ

Mobile phone lenses

デジタルカメラレンズ

Digital camera lenses

デジタルビデオカメラレンズ

Digital video camera lenses

車載用カメラレンズ

On-vehicle video camera lenses

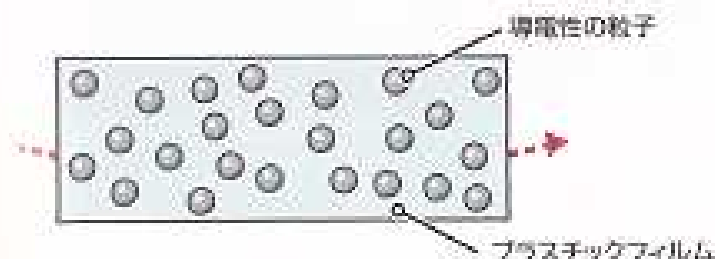
LED光照射レンズ

LED irradiation lenses

その他光学部材用途

Other optical elements

光学用特殊ポリエステル
大阪ガスケミカルグループ



導電性の粒子

プラスチックフィルム

粒子同士がつながっていないので抵抗は大きくなる



プラスチックフィルム

導電性の層

導電性の層が連続するので、抵抗は低い。ITOは透明なので、タッチパネルなどに使われる。ただし、導電層が薄い場合がある

導電性 ②

図64-14 ポリエステル、プラスチックフィルム

添加剤

プラスチック製品の添加剤は物理的、化学的な強度、特性、機能を向上させるために様々な化学物質を混合して作られている。劣化を抑制するものを**安定剤**、耐燃性や可塑性などの付加価値を持たせるものを**改質剤**と呼ぶ (⑦) ほか

可塑剤	製品に柔軟性を与え、チューブを曲げたり、ラップのように自由な型にできる。プラスチックの種類によっては加える必要のないもの (例: PE) もある。 フタル酸エステル系 等
安定剤 (劣化防止剤)	劣化 とは: 高分子が空気中の酸素、紫外線、熱や溶媒など様々な物理的、化学的な作用、微生物によって分子鎖が切断され、ぼろぼろになっていくこと。 酸化防止剤 、 光安定剤 、 金属不活性剤 、 多機能安定剤 等がある
紫外線吸収剤	紫外線によるプラスチックの分解や劣化を防ぐ。プラスチック自体の分解、包装された食品の劣化を防止するために加えられる化合物
滑剤、 離型剤	滑剤は素材を成形加工する際に、素材と加工機、素材の粒子同士の摩擦を軽減させるための添加剤。離型剤は成形品を型から取り出しやすくする。製品の表面を美しく仕上げる
帯電防止剤	帯電を防ぐ。大半のプラスチックは静電気を帯びやすい性質 (帯電性) があるので、この帯電現象を抑えるために添加される化合物。帯電現象によってプラスチック製品に小さなゴミやほこりが吸着したり汚れたりすることがある
充填剤	製品の強度、硬さ、耐熱性を高めたり、調整するため、また不透明な製品を作るための増量剤として添加する。ー タルク 、 炭酸カルシウム 等
着色剤	成形加工時に顔料をプラスチックに混合し、見栄え、商品の識別、中身の保護、目隠しのためなどに利用ー 有機顔料系 ; アントラキノン系 (黄～紫)、 ペリレン系 (赤) 等、 無機顔料系 ; TiO₂ (白)、 CuO (黒)、 Al₂O₃ (緑)、 Fe₂O₃ (赤)、 Al粉 (金属光沢) 等
発泡剤	発泡ポリスチレン、発泡ポリエチレン、ウレタンフォームなどは一定の温度でN ₂ ガスを発生する有機発泡剤を入れて作る
難燃剤	高温にさらされた場合に、製品が燃え出さないようにするために加えられる化合物。難燃剤を添加するのはPF、EPなどの熱硬化性樹脂。添加剤としては 金属水和物系 、 ハロゲン系 、 リン系 、 シリコン系 等
ポリマーアロイ	耐衝撃性、柔軟性、難燃性、耐薬品性等の性能を付与するため、樹脂に性能変化付与の樹脂を混ぜ合わせる
このほかに; 抗菌・抗カビ剤、強化剤、成形加工助剤なども使われる	



図64-15 PC製カップの劣化

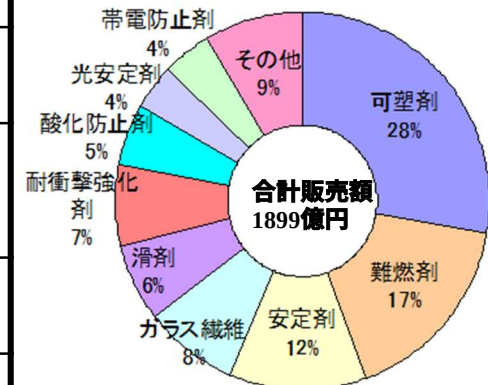


図64-16 添加剤の種類別販売構成比 (2004年)

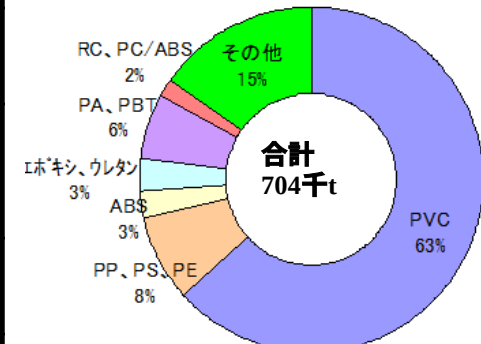


図64-17 樹脂別添加剤需要量 (2004年)

樹脂添加剤としてのフラーレン

樹脂に溶解するため
少量添加で効果を発揮します

● 熱可塑性スーパーエンブラへの添加

0.1%の添加でガラス転移点が向上しました。

樹脂分子間結合力向上に寄与していると推測されます。



熱可塑性のスーパーエンブラに少量のフラーレン (カーボン原料) を添加してガラス遷移温度が8°C以上向上

図64-18 フラーレン樹脂添加剤
(フロンティアカーボン株式会社)

バイオプラスチック

バイオプラスチックは、微生物の働きにより分解し、最終的には水とCO₂に変化する機能が特長の「**生分解性プラスチック**（グリーンプラ）」と、再生が可能な有機資源を原料にして作る「**バイオマスプラスチック**」の二つの環境配慮素材の総称

生分解とは、単にプラスチックがバラバラになることではなく、微生物の働きにより、分子レベルまで分解し、最終的にはCO₂と水となって自然界へと循環していく性質

グリーンプラは農業・園芸用資材で適当な使用期間で分解するので、使用後の廃棄物としての回収・処理が不要。このほか、繊維製品、フィルム（畑のマルチフィルム）、シート（袋物）、トレイ・食器類等に利用。

グリーンプラの原料は3種類：（JBPA）

微生物系－バクテリア、カビ、藻類等が代謝の過程で体内に蓄積したポリエステルを利用

天然物系－キトサン、セルロース、澱粉、酢酸セルロース等

化学合成－化学的、生物学的に合成されたモノマーを重合する。モノマーの種類、組み合わせ、分子量など自由に設計できる

バイオマスプラスチックは原料として再生可能な有機資源由来の物質を含み、化学的又は生物学的に合成することにより得られる高分子材料。見かけは従来の化石資源由来のプラスチックと変わらない。容器、包装資材、電子機器筐体、OA機器部品等に普及

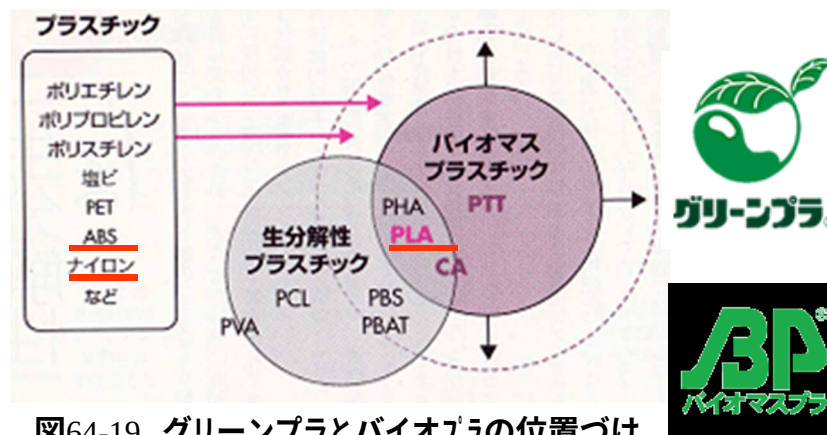


図64-19 グリーンプラとバイオプラの位置づけ
③（赤アンダーラインは3Dプリンタ素材）

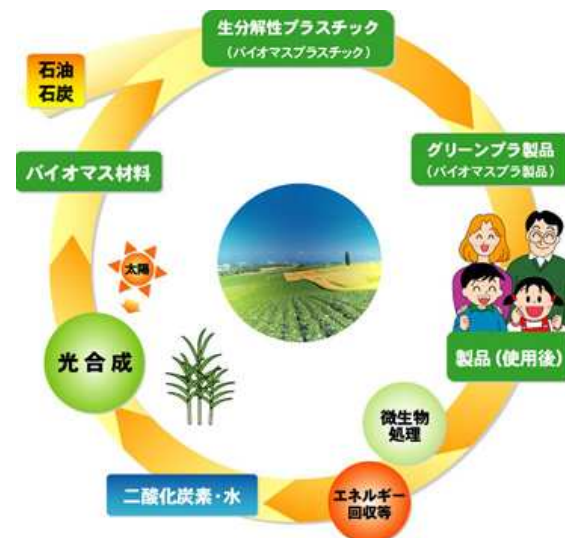


図64-20 グリーンプラの循環図
（日本バイオプラスチック協会／JBPA）



図64-21 バイオマスプラの製品例－卵パックとポイントカード（JBPA）



図64-22 バイオマスプラの環境循環
（JBPA）

PLA（ポリ乳酸）－ポリエステル類に分類される生分解性プラスチック。農産物由来の持続可能な素材として注目され、最終的にCO₂と水にまで分解される。3Dプリンタ用素材としても多く採用されている

表64-6 主な安定剤

	Pb系	Sn系	Ca-Zn系	Ba-Zn系	Cd-Ba系
加工滑性	◎	×	○	○	◎○
熱安定性	◎	◎	○△	○	◎○
着色性	◎	◎	○	◎○	◎
透明性	×	◎	○	◎○	◎
電気特性（絶縁性）	◎	△	○	○	○
安全性（低毒性）	×	○、△、×	◎	○	×

◎：非常に優れる， ○：優れる， △：やや劣る， ×：劣る

塩ビ用安定剤 ④

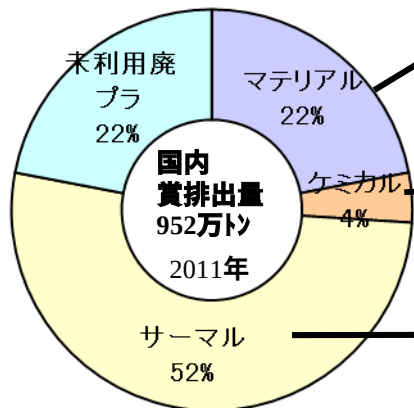
表64-7 代表的な発泡プラスチック

発泡ポリスチレン	安価であり、比較的かたくて成形が容易であるため、食品包装用のトレイ、カップ即席麺の容器、魚介類の保温容器、建築用断熱材、梱包用緩衝材などとして幅広く使われている
発泡ポリウレタン	非常に軽量で軟質なものと硬質なものとまであり、マットレスや座席シートのカッション材、スポンジ、冷蔵庫などの断熱材、防音材、包装用パッキング材料などに幅広く使われている。グラスウールに勝るすぐれた断熱性をもち、防水性にすぐれているため、建物の断熱材、港のブイや浮き具の浮力材にも使われる
発泡ポリエチレン	柔軟で曲げやすい。家電製品などの緩衝材、保温・保冷材として用いられる
発泡ポリプロピレン	用途は発泡ポリエチレンと同じだが、耐熱性と耐油性にすぐれる

リサイクル

プラスチックは安定な物質のため、環境中に投棄すると分解せずに残る。一方、長時間の雨ざらし、直射日光の下、分解して有害物質が滲み出したり、プラスチックそのものが有害物質に変化したり、燃やすと有毒ガスが発生したりして環境汚染を引き起こす可能性もあるので、リサイクルにはこれらの注意も必要

プラスチックリサイクルの3方式



マテリアルリサイクル	廃プラスチックを溶かしてプラスチックのまま原料として新しい製品を作る (例。ペットボトル→公園ベンチ)
ケミカルリサイクル	廃プラスチックに熱や圧力を加えてプラスチックを合成する原料に戻してから再利用する。ガス化、高炉原料化、原料モノマー化、油化など。コスト面が課題
サーマルリサイクル	廃プラスチックから熱エネルギーを回収して利用する。埋め立て処分量を減らす

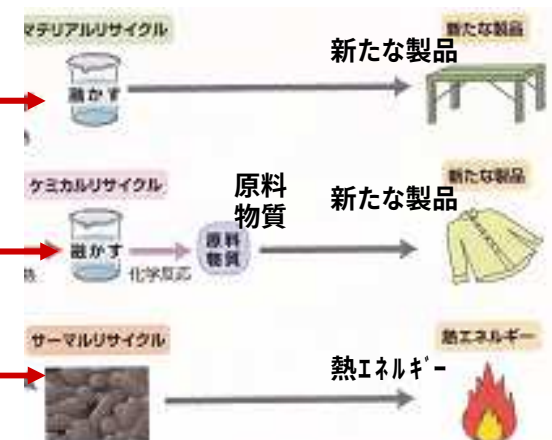


図64-23 プラスチックのリサイクル ②

安全性—プラスチックはその用途と用法を守って利用する必要がある ②

電子レンジでの使用可否—耐熱性なければ変形・溶融
PETボトルの利用可能飲料—耐圧性、自販機での加熱可否
電源プラグ、電線被覆—熱による劣化・溶融の耐性
バイクヘルメット—耐衝撃性の安全基準に合致

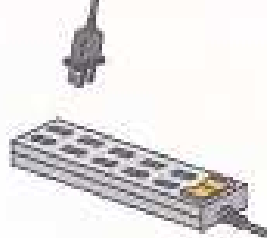
a. 食品の容器 b. ペットボトル c. 電源プラグ・電源タップ



電子レンジで使えるか
加熱温度は適切か



耐圧製はあるか
耐熱性はある



燃えないか
熱で劣化しないか

図64-25 プラスチックの使い方と安全性 ②



図64-24 安全マーク (日本プラスチック日用品工業組合)



STマーク

我が国で販売されるおもちゃの安全性を高めるために、玩具業界は、昭和46年(1971年)に、玩具安全基準(ST基準)を策定し、玩具安全マーク(STマーク)制度を創設



一般財団法人・製品安全協会は生命や身体に危険を及ぼすと判断した製品の安全基準を作成。テストで基準をクリアした商品のみ本マークを表示でき、1～5年おきに更新検査

図64-26 プラスチック製品につけられている安全マーク (STマークとSGマーク)

●追加・更新資料

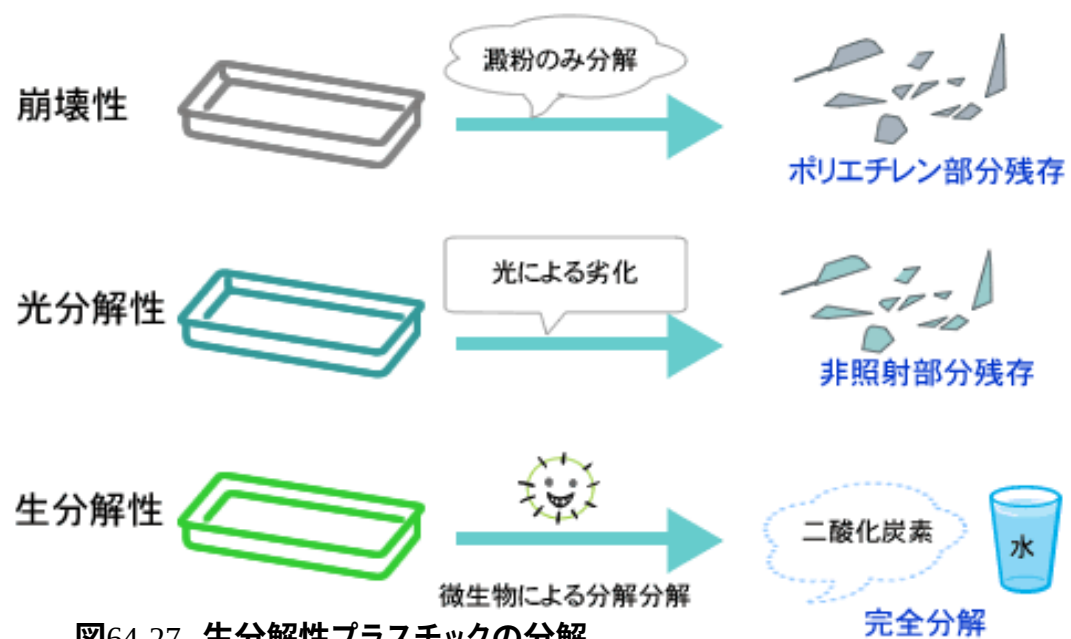


図64-27 生分解性プラスチックの分解
(日本バイオプラスチック協会)

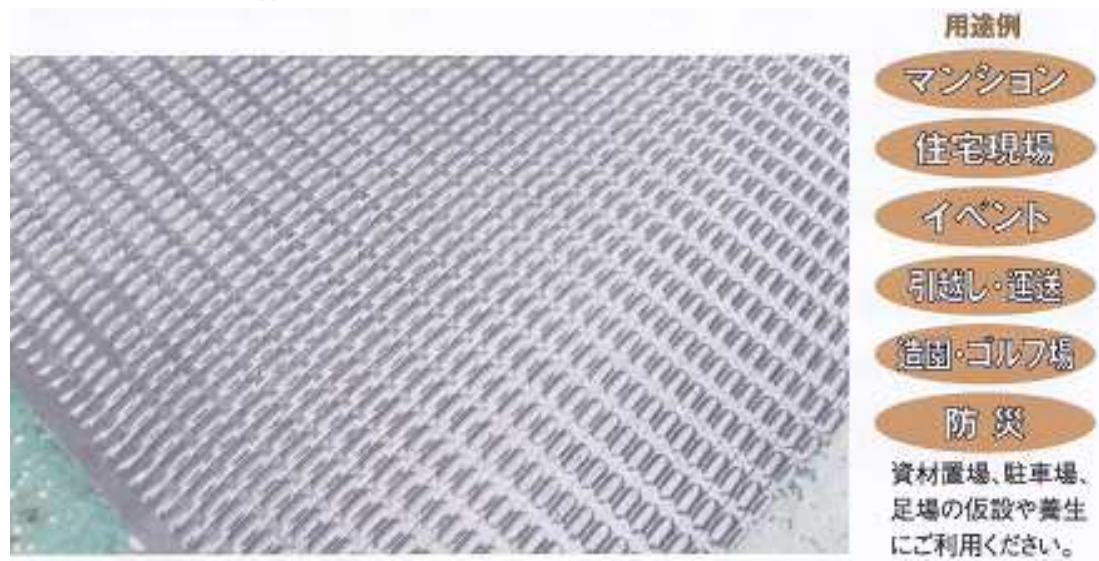


図64-28 再生ポリエチレン複合樹脂製敷板「ジュライト」 (京葉興業株式会社)

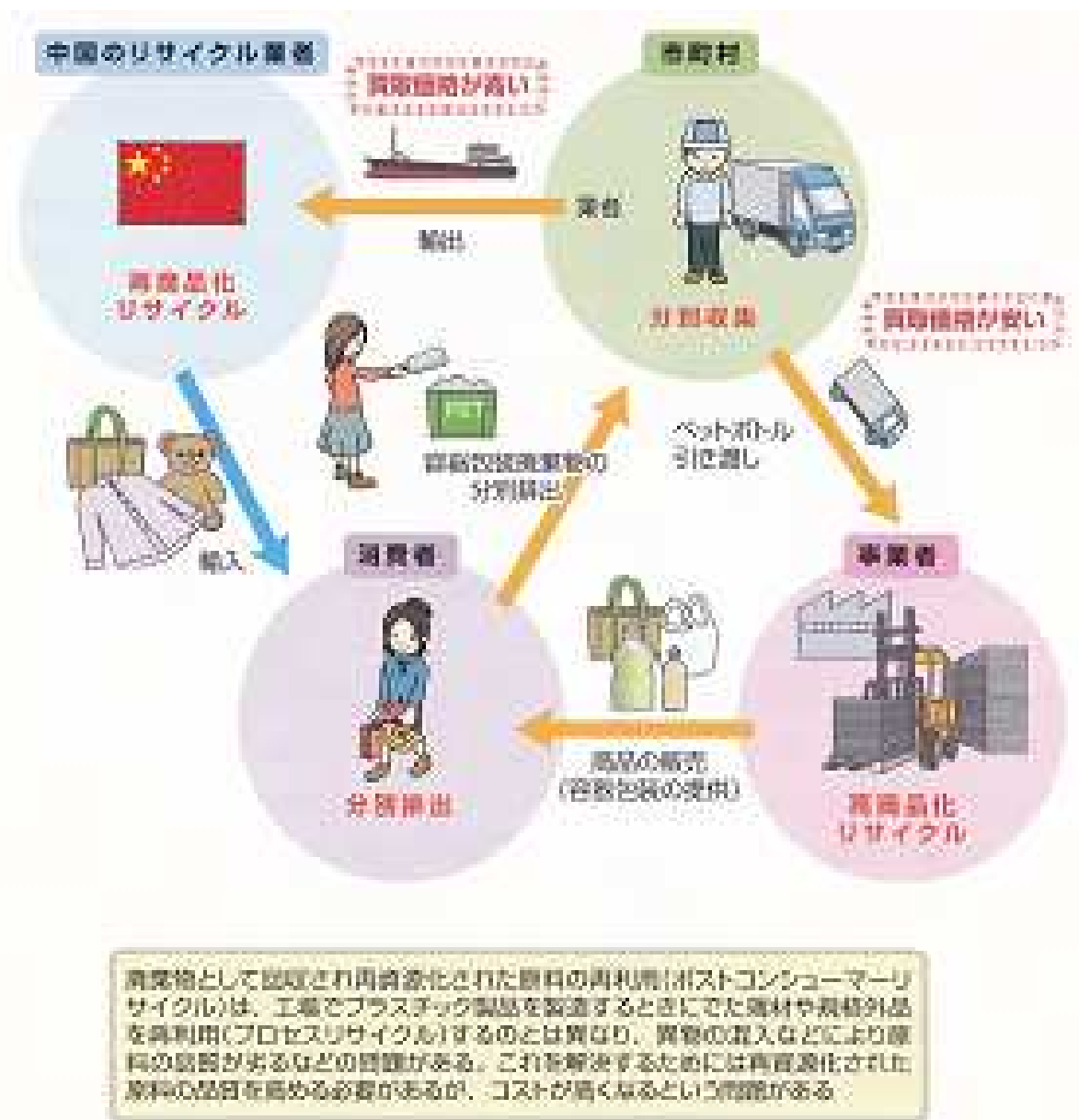


図64-29 ペットボトルのリサイクルの問題点 ②

材料メーカー

わが国でプラスチックが本格的に工業化されその産業が発達してきたのは1950年代であり、以来今日まで60年ほどしか経っていない。しかし、数千年の歴史がある金属などとともに、プラスチックは素材としてすぐれた特徴をもち、われわれの日常生活とは切り離すことができないものになっている

表64-8 代表的な原料樹脂関係会社 (JPIF会員リスト、⑤より)、(△は関連会社)

樹脂材料メーカー	おもな製品 (各社ホームページによる)
旭化成ケミカルズ	PMMA、PE、PS△、POM、PA、ABS
宇部興産	PA、PE、ABS
KKカネカ	PVC、PC、PMMA
KKクラレ	PVA、PA、PMMA
信越化学工業KK	PVC
住友化学KK	PMMA、PA、PE、PP、PF△、EP△
積水化成成品工業KK	発泡プラスチック (PS、PUR)、PSP、OPS、PP
タウケミカル日本KK	発泡PS△、EP、PUR、PE
東ソーKK	PE (LDPE、HDPE)、PVC、PPS
東レKK	ABS、PA、PBT、液晶PBT、PPS、POM
三井化学KK	機能性ポリマー、ウレタン、PA、PTFE△
三菱化学KK	PC、PA、PBT、POM、PPE、PVC、PE、PP
三菱レイヨンKK	PMMA、ABS、PBT

表64-9 関連団体 (JPIF会員リスト他より)

原料樹脂関係	ウレタン原料工業会 (JURA) (アンダーライン団体は下記注釈) エンプラ技術連合会 塩ビ工業・環境協会 (VEC) 合成樹脂工業協会 石油化学工業会 発泡スチロール協会 (JESPA) ホリカー・ホネイト樹脂技術研究会 日本ABS樹脂工業会 日本スチレン工業会 (JSIA) 日本バイオプラスチック協会 (JBPA)
	ウレタンフォーム工業会 (JUFA)、塩化ビニル管・継手協会、 架橋ポリエチレン管工業会、給用水用ポリエチレンパイプ協会、 (一社) 強化プラスチック協会、強化プラスチック複合管協会、 高耐圧ポリエチレン管協会、高発泡ポリエチレン工業会、 (一社) 日本プラスチック食品容器工業会、 (一社) 日本喫煙具協会、日本ビニル工業会、 日本弗素樹脂工業会 (JFIA)、日本プラスチック板協会、 日本ポリエチレン製品工業連合会 (JPPIF)、 日本ポリオレフィンフィルム工業組合、 日本ポリプロピレンフィルム工業会、発泡スチレンシート工業会、 PETトレイ協議会、ポリブテンパイプ工業会、 日本プラスチック検査協会、(一社) プラスチック循環利用協会 (pwmi)

日本プラスチック工業連盟 (JPIF) - 1950～。プラスチック産業における代表組織。原料樹脂、成形加工、使用済製品の処理。●45団体、52社
 ウレタン原料工業会 (JURA) - 1965～。PUR産業発展を目的とする。●東ソー等8社
 エンプラ技術連合会 - 1978～。エンプラ技術的事項の検討、発展。12樹脂グループ、●19社
 合成樹脂工業会 - 1953～。熱硬化性樹脂とその関連製品の環境、製品安全、資源再利用、規格標準など。36社
 強化プラスチック協会 (JRPS) - 1955～。強化プラスチック産業一般に関する生産、技術等の調査、研究および指導並びに普及。110社余り

市場

プラスチックの加工に関連する市場では素材、材料戦略の重要性が高まっている。ノートPCの薄肉軽量化、自動車内外装部材の樹脂化の流れの中で、材料や成形方法、加飾方法が変化してきている（矢野経済研究所）

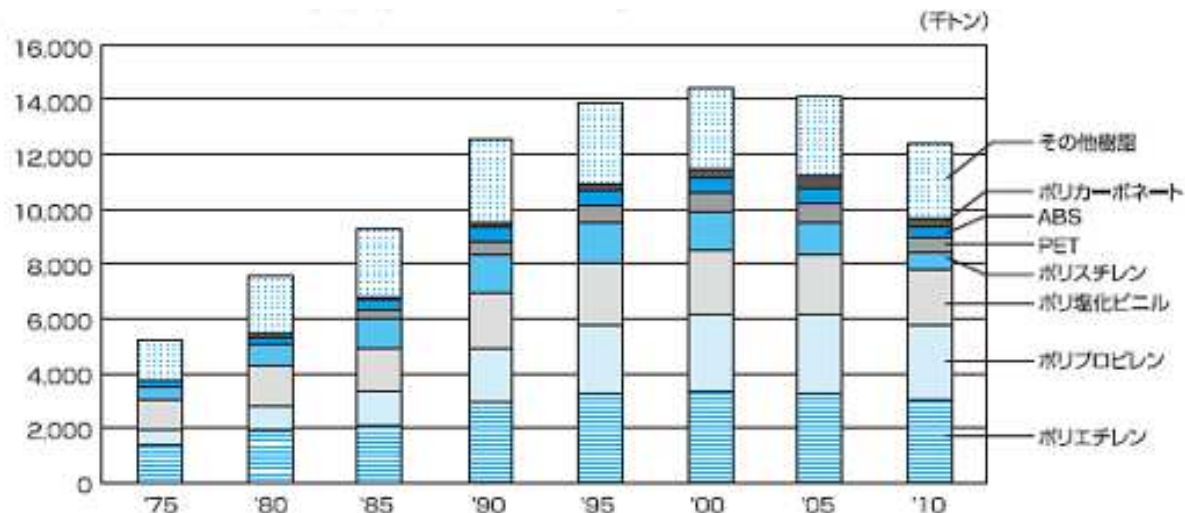


図64-30 日本のプラスチック生産量推移（1975～2010）（JPIF）

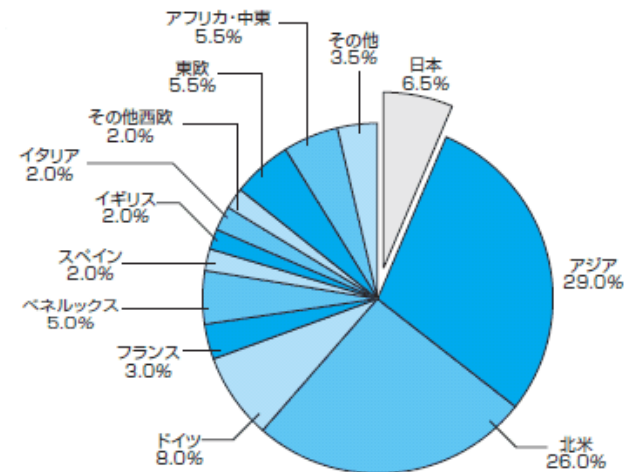


図64-31 世界のプラスチック生産シェア（2004年 224百万トン）（JPIF）

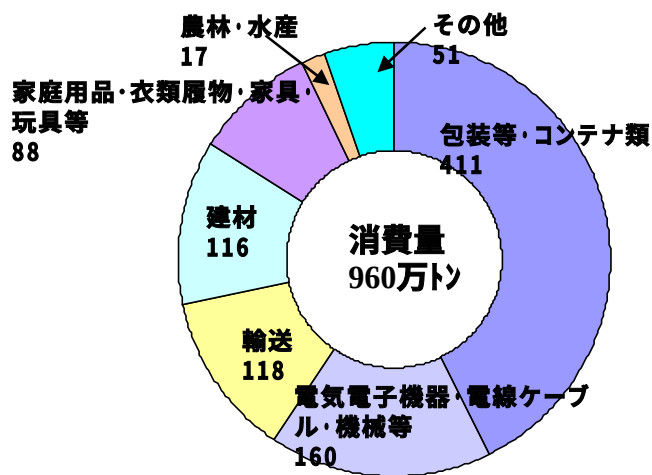


図64-32 日本のプラスチックの分野別用途／2012年（JPIF）

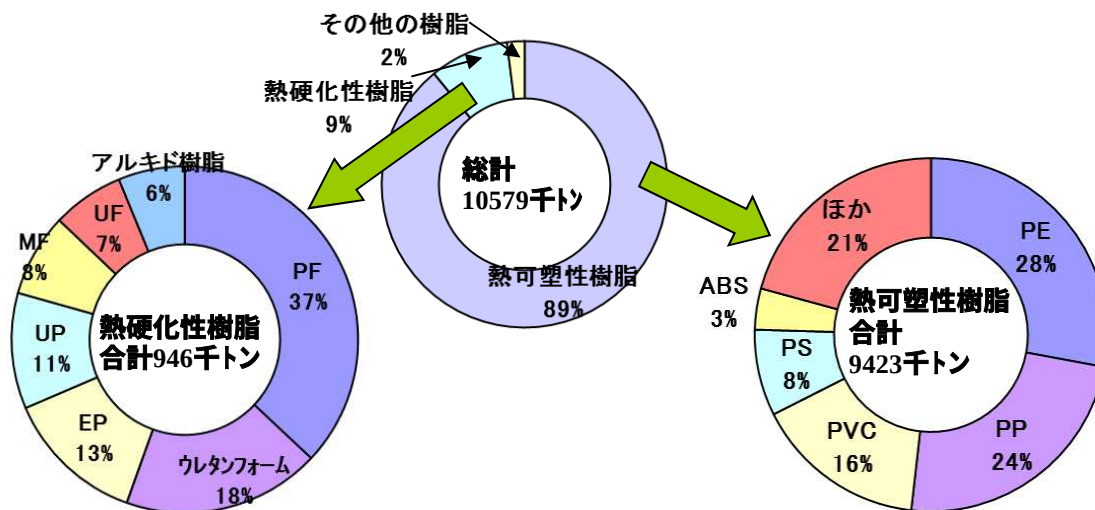
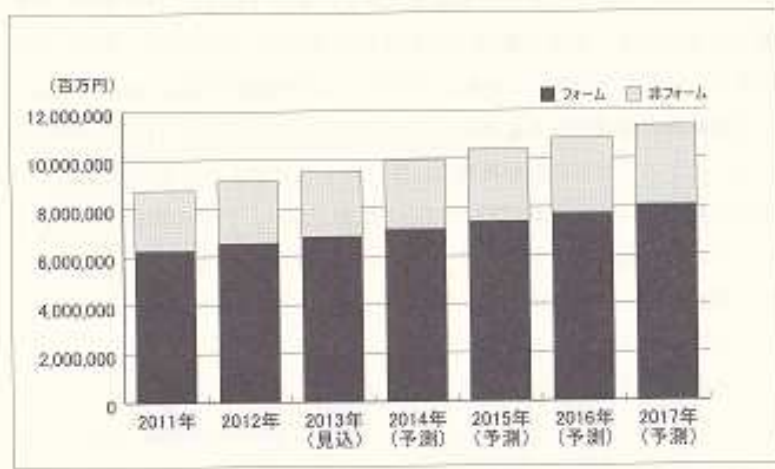


図64-33 日本のプラスチック原材料生産実績／2013年（JPIF）

●追加・更新資料

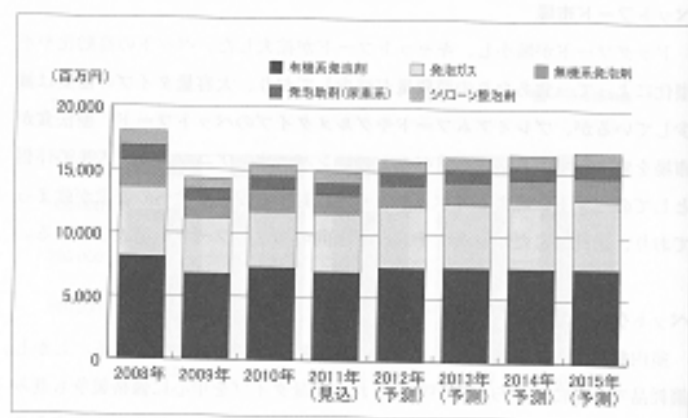
Category ケミカル

2) ウレタン製品市場（世界）



Category ケミカル

20) 発泡プラスチック関連材料市場（国内）



Category ケミカル

4) エンブラ市場（世界）



図64-34 補足：市場データ102（2014年版）（富士経済グループ）

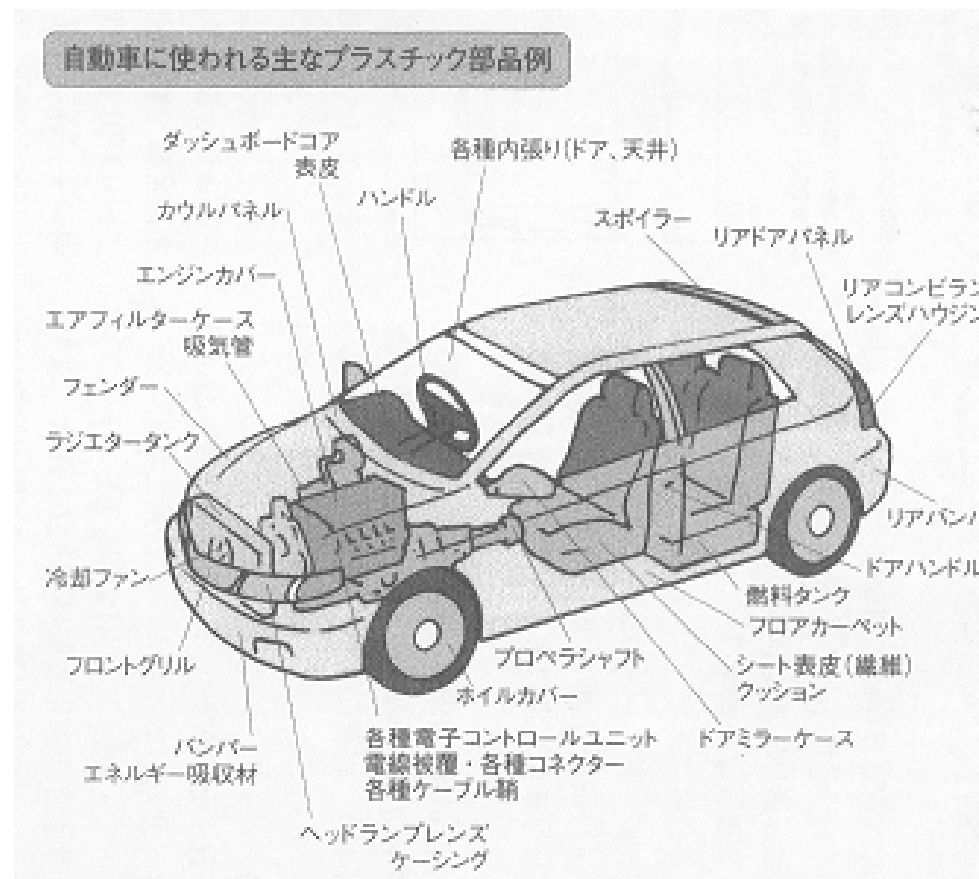
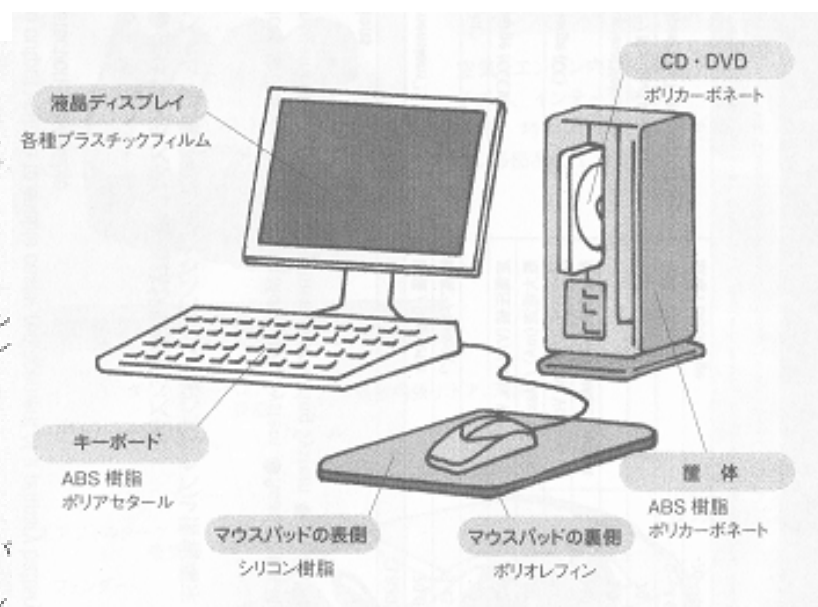


図64-35 プラスチック自動車部材 ⑨



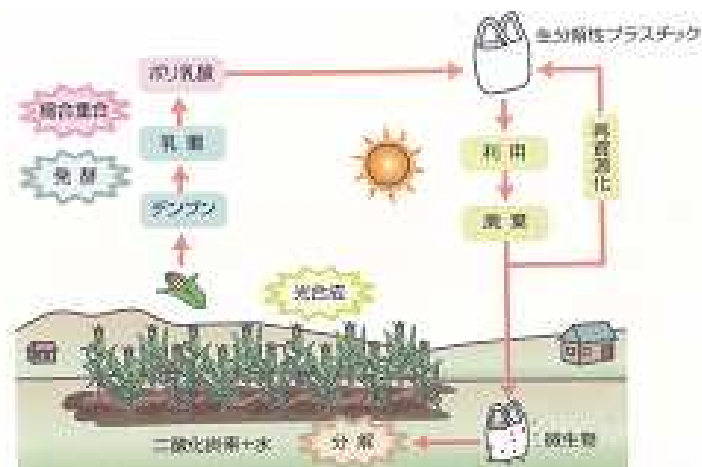
用途	プラスチック	特長
筐体	ABS樹脂	耐衝撃性
マウスパッドの裏側	ポリオレフィン	粘着性
マウスパッドの表側	シリコン樹脂	滑りやすい
CD・DVD	ポリカーボネート	屈折率
歯車	ポリアセタール	蠕動性
液晶ディスプレイ	各種プラスチックフィルム	光学特性

図64-36 パソコンのプラスチック部材 ⑨

課 題

成形加工	射出成形については、一層の生産性向上を目指して、超高速成形、ガスアシスト、サンドイッチ、多層成形、インモールド、射出圧縮などが注目。押出成形では押出機本体の短軸、二軸、ギヤポンプによる定量押出し、混合、混練、分散の高効率スクリーウの開発、成形材料の重量計量付き押出機の実用化、設備の遠隔操作などが開発課題がある ⑫
成形材料の難燃性	プラスチックは有機化合物なので燃え易い。電気製品の火災は電気絶縁物からの燃焼が多い。国内では建築基準法、電気用品取締法、鉄道車両材の燃焼性試験などがある。プラスチックの難燃化は一般に難燃剤の添加によるが、廃材処理の燃焼時に生じるダイオキシン問題に対してハロゲン系の難燃材規制がある。燃焼性に対する安全性と環境問題対応を両立させる必要がある ⑫
国際標準化 (ISO)	プラスチック製品の規格化づくりを扱う分科会／SC-11 (議長は岐阜県のプラスチックパレットメーカーの三甲の末松社長室長) では大成プラス社 (東京都中央区) などが国際提案した金属と樹脂の複合体の評価試験方法の規格化を審議中。欧米主導が多い中、中国、韓国、タイ等呼び込んで早期に提案を通そうとしている
バイオプラスチック普及の課題	プラスチックの普及拡大で、リサイクルの課題もクローズアップされ、バイオプラスチックへの期待も高まっている。国内の普及課題は次の3点；(1)欧米各国に比べてコンポストシステムなど生活インフラが大きく異なること、(2)バイオプラスチック市場を後押しする行政パワーが小さいこと、(3)環境素材といえども市場では品質、コストに対して厳格なこと、である (日経産業2014.6.24、JBPA)
廃棄プラスチックのリサイクル	マテリアル、ケミカル、サーマル各リサイクルのずれを選ぶかは排出の状態により異なる。プラスチック処理促進協会の分析では、資源・エネルギー消費削減効果、CO2削減効果からみて、ケミカルRがもっとも有利で、マテリアルRは効果が劣ることが判明。ただし、PET等分別し易い単一素材を集めたものはマテリアルRが有効。他方、汚れたものや複合材はケミカルR、サーマルRが有効 (pwmi)

●図64-37 環境中における生分解性プラスチックの循環 ②



キーワード

重合、 ポリマー、 モノマー	重合反応とは重合体 (ポリマー) を合成することを目的にした一群の化学反応の呼称。「 ポリマー 」は低分子が繰り返し結合したもの。繰り返しの最小単位を「 モノマー 」という。モノマーをつなげてポリマーにする化学反応を「 重合 」といい、モノマーの繰り返し数を「 重合度 」という。重合体の物性は分子量あるいは重合度の大小で変化し、分子量で10,000以上の重合体を一般に「 高分子 」と呼ぶ。例:「ポリエチレン」は「エチレン (=モノマー)」から重合された重合体
ポリマーアロ イ	2種以上のプラスチックを混合したブレンドポリマーのこと。混合したプラスチックの性質が混合割合に応じて改善され、新しい性質を示すことは少ない。(例) ABS樹脂にPCをブレンドして、耐熱性、耐衝撃性をABS単体より改善 ⑫
エラストマー Elastomar	ゴム状の弾力性を有する工業用材料。Elastic (=弾力性のある) とpolymer (=重合体) を組合わせた造語。熱硬化性樹脂系エラストマーにはウレタンゴムの一部、シリコンゴム、ふっ素系ゴムなどがある。熱可塑性エラストマーにはスチレン系、オレフィン系、塩ビ系、ウレタン系、アミド系などがある
セルロイド Celluloid	セルロイドはニトロセルロースと樟脳などから合成される世界初の熱可塑性合成樹脂といわれ、象牙の代替品としてビリヤードの玉、写真フィルムなどに使われた。食器、眼鏡フレーム、玩具などに普及したが、可燃性のためポリエチレン等の後発の合成樹脂にとって代わられた。ピンポン玉だけは代替りの材料がなく現在もセルロイドが使われる

「ダイセル」は元「大日本セルロイド株式会社」

参考資料

- ① 初歩のプラスチック 新版 飯田惇 三光出版社 2012.2.10
- ② 機能性プラスチックのキホン 桑嶋幹 ソフトバンククリエイティブ 2011.11.25
- ③ トコトンやさしいバイオプラスチックの本 日本バイオプラスチック協会編 日刊工業新聞社 2009.9.26
- ④ 高分子添加剤ハンドブック 春名徹編著 ジーエムシー出版 2010.11.7
- ⑤ プラスチックが一番わかる 大石不二夫 技術評論社 2011.6.25
- ⑥ プラスチックのいろは 佐藤功 日本工業出版 2011.10.25
- ⑦ 現場で役立つプラスチック・繊維材料のきほん 和歌山県工業技術センター編 コロナ社2010.12.10
- ⑧ 新装改訂版 プラスチックポケットブック 本間精一 技術評論社 2011.7.10
- ⑨ よくわかるプラスチック 日本プラスチック工業連盟監修 日本実業出版社 2010.2.20
- ⑩ よくわかる最新プラスチックの仕組みとはたらき 桑嶋幹ほか 秀和システム 2011.10.1
- ⑪ プラスチック改質技術入門 矢崎文彦 日刊工業新聞社 2011.5.30
- ⑫ はじめてのプラスチック成形 保坂範夫 森北出版 2011.4.25
- ⑬ プラスチックリサイクル入門 佐藤敏彦編著／(一社) 廃棄物資源循環学会 技報道出版 2009.5.1
- ⑭ 各HP、パンフレット、新聞・雑誌記事