



プラスチック 応用百科

坂本 国輔・倉田 正也 著

身の回りから先端工業まで



工業調査会

245
プラスチック応用百科

坂本国輔・倉田正也 著

身の回りから先端工業まで

工業調査会

1989年5月10日 初版発行

著 者 略 歴

坂本国輔（さかもと くにすけ）
1959年京都大学工学部工業化学科修了。
同年三菱化成工業㈱入社、研究所勤務。
ポリエチレンテレフタレート・フィルム
の延伸およびポリエチレン、スーパーエ
ンブラの物性研究に従事
現在、三菱化成㈱総合研究所に勤務。高
分子基礎技術研究組合開発委員長を勤め
る
工学博士
著書「液晶ポリマー」高分子学会編、共
立出版（1988）

倉田正也（くらた まさや）
1949年東京大学理学部化学科卒業。
同年三菱化成工業㈱入社、本社企画室部
長、総合研究所商品研究所長を経て、
1980年同社理事役
1987年㈱ダイセリサーチ社長、現在に
至る。
著書「理想に挑む非金属」、科学技術の
旨点をつく、「90年代への技術情報」
（以上、工業調査会）、「先端技術で人間は
どうなる」（共著 山手書房）、「プラス
チック材料技術読本」（日刊工業新聞）

プラスチック応用百科（定価はカバーに 表示してあります）

身の回りにから先端工業まで

検印
廃止

不許複製

著 者 坂本国輔・倉田正也

発行者 吉 本 馨

発行所 株式会社 工業調査会

〒112 東京都文京区本郷2-14-7

電話／（03）817-4701（大代）

振替／東京8-12324 番

印刷所 倉敷印刷株式会社

製本所 株式会社 岡山製本社

凡丁・落丁のものはお取り替えいたします。

©Kogyo Chosakai Publishing Co., Ltd., Tokyo, 1989. Printed in Japan

日本書籍出版協会会員・自然科学書協会会員・工学書協会会員

ISBN4-7693-4065-6 C3058

本書に用いられているプラスチックの略号

略 号	種 類	名
AAAS	AAAS 樹脂	
ABS	アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン樹脂	
ACS	ACS 樹脂	
AS	アクリロニトリル・スチレン樹脂	
CFRP	炭素繊維強化プラスチック	
ETFE	エチレン四フッ化エチレン共重合体	
EVA	エチレン酢酸ビニル共重合体樹脂	
EVOR	EVAS 樹脂	
GFRP	ガラス繊維強化プラスチック	
GTFP	ガラス繊維強化熱可塑性樹脂	
HDPE	高密度ポリエチレン	
LDPE	低密度ポリエチレン	
LLDPE	直鎖状低密度ポリエチレン	
PA	ポリアミド	
PAI	ポリアミドイミド	
PAR	ポリマレイン	
PAS	ポリマリスルホン	
PBF	ポリブチレンテレフタレート	
PC	ポリカーボネイト	
PCTEF	ポリクイナリドンクロロエチレン（フッ化エチレン樹脂）	
PE	ポリエチレン	
PEO	ポリエチレンオキシド	
PEEK	ポリエーテルエーテルケトン	
PEI	ポリエーテルイミド	
PES	ポリエーテルスルホン	
PET	ポリエチレンテレフタレート	
PI	ポリアミド	
PMMA	ポリメタクリル酸メチル（メタクリル樹脂）	
POM	ポリマセタール（アセタール樹脂）	
PP	ポリプロピレン	
PPO	ポリフェニレンオキシド	
PPS	ポリフェニレンスルフィド	
PS	ポリスチレン	
PSF	ポリスルホン	
PTFE	ポリテトラフルオロエチレン（四フッ化エチレン樹脂）	
PVA	ポリビニルアルコール	
PVB	ポリビニルブチラール	
PVC	ポリ塩化ビニル（塩化ビニル樹脂）	
PVDC	ポリ塩化ビニリデン（塩化ビニリデン樹脂）	
PVDF	ポリビニルフルオライド	
TPX	ポリメチルペンテン	
UHMPE	超高分子量ポリエチレン	

注1）フィルムの場合、プラスチックの名称の後に○が添うのはキャストフィルム（未延伸）、○があるのは延伸フィルム、KがあるのはPVDCコートを表す。

注2）略号としてHIがついているのは耐熱性を表す。

目 次

われわれとプラスチック	7
-------------------	---

第1編 電子機器

電子機器	12
電線被覆	16
電磁波シールド材料	18
熱可塑性配線基板	20
自己制御ヒーター	21
プラスチック磁石	22
コンデンサー	24
磁気テープ	26
モーター	28
タッチパネル	30
電子黒板	31
IC カード	32
(透明) 紙スピーカー	34
スピーカーコーン	37
光ファイバー	38
コンパクトディスク	40
携帯用カセットデッキ	45

第2編 精密機械

非球面レンズ	48
屈折率勾配レンズ	51
腕時計	53
カメラ	57

第3編 医 療

眼鏡レンズ	60
ハードコンタクトレンズ	63
ソフトコンタクトレンズ	64
採血管	66
哺乳瓶	68
超音波診断装置	69
人工臓器	70

第4編 包装・容器

食品包装用フィルム	78
無菌包装	84
ガス充填包装	86
レトルト包装	88
菓の包装	90
深しぼり容器	92
極薄フィルム	95
収縮フィルム	98
オーバーラップフィルム	100
バッグ・イン・ボックス	102
クレート，コンテナ	104
プラスチックボトル	106
ガスを通しにくいプラスチック瓶	108
大型容器	111
電子レンジ用容器	114

第5編 土木・建築・インテリア

騒音防止	118
水の侵入防止	121
遮光フィルムと太陽光利用システム	122
湿気呼吸壁紙	124

吸い取り型エアフィルター	126
恒久性テント膜材	127
盛上代替材料	128
とい, すの子, ベンチ	130
配 管	131
暗渠配水管	132
水まわり配管蛇腹ジョイント	134
パイプの接合	136
プラスチック被覆鋼管	138
テレビキャビネット	140
アルミのドア	142
浴 槽	144
地下収蔵庫	146
太陽温水器	147
人 工 芝	148
エアドーム	150

第6編 工業用品

高強度繊維	154
車輪, 歯車, 軸受け	159
合 成 紙	162
調湿熱交換膜	164
分 離 膜	166
ガス分離	170
海水の淡水化および超純水	174
混合液体の分離	177
3次元織物複合材	180
印 刷	183

第7編 交通・輸送

白 動 車	186
ランプまわり	191

グレージング	194
インストールメントパネル	196
バンパー	198
タイヤチェーン	201
ガソリンタンク	202
外 板	204
輝く交通標識	206
ジェット機	208

第8編 日用品・レジャー・スポーツ

台所用品	212
家庭用電気用品	214
靴 底	218
書類靴, 旅行靴	220
使い捨てライター	223
金 銀 糸	224
テコレーション	226
延伸テープ, レジャー用シート	228
人工ゲレンデ	230
人力飛行機	232

第9編 農業・漁業

施設園芸	234
水産用魚箱	236
生肉の輸送箱	238
魚網, 網, 釣糸	239
人工浮き魚礁	242

第10編 そ の 他

細菌の作るプラスチック	246
索 引	249

まえがき

プラスチックと合成繊維とが、いままし突然世の中から消えたらどうなることだろう。産業経済の大混乱は必至であって、そのあり様と程度とは想像もつかない。

ところがわずか60年前にはそれなしで済んでいたのである。人類文明史から言えば、ついこの間登場して瞬く間に根を下ろした、不思議な存在である。

本書は、プラスチックの使用例をあげ、それぞれが何故そこに使われるのかを記したものである。個々の原料樹脂ごとの説明の形とはしなかった。すなわちプラスチックの一覧表を端から消してゆく流儀はとらなかった。そういう切り口なら類書も多い。ここでは具体的な商品、少なくとも完成品、またはわれわれの生活を支える資材とのかかわりの面からさぐってみた。

大半の項では、その商品の用途から当然備えるべき性質をまず提出し、いろいろな樹脂から選ぶとすれば、という体裁で記述してある。しかし、たとえば新しいニュースで、商品と樹脂とが全く一対一の関係にあるようなときには、要求物性の提示などは文章のなかに織り込んである。

こういう視点にしたので、見逃せないと思われる話題のいくつかに、特定のプラスチックが、方々離れ離れに、重複して現れることになるのは避けられなかった。

それゆえ、完全な網羅は不可能であったが、最近の特殊エンブラなどはなるべく入れるようにも心掛けた。もともと用途分野の方からの解説では全部を尽すことはできないので、プラスチックの側から用途を選ぶ自由度はあった。

読者各位で、「この話題、この商品はバランス上不可欠であろう」という意見をお持ちになることもあるに違いない。その節はぜひご意見を承らしていただきたい。またあるいはあるかもしれない事実誤認にお気づきのおりにはぜひともご教示賜りたい。

目 次

われわれとプラスチック	7
-------------------	---

第1編 電子機器

電子機器	12
電線被覆	16
電磁波シールド材料	18
熱可塑性配線基板	20
自己制御ヒーター	21
プラスチック磁石	22
コンデンサー	24
磁気テープ	26
モーター	28
タッチパネル	30
電子黒板	31
IC カード	32
(透明) 紙スピーカー	34
スピーカーコーン	37
光ファイバー	38
コンパクトディスク	40
携帯用カセットデッキ	45

第2編 精密機械

非球面レンズ	48
屈折率勾配レンズ	51
腕時計	53
カメラ	57

第3編 医 療

眼鏡レンズ	60
ハードコンタクトレンズ	63
ソフトコンタクトレンズ	64
採血管	66
哺乳瓶	68
超音波診断装置	69
人工臓器	70

第4編 包装・容器

食品包装用フィルム	78
無菌包装	84
ガス充填包装	86
レトルト包装	88
菓の包装	90
深しぼり容器	92
極薄フィルム	95
収縮フィルム	98
オーバーラップフィルム	100
バッグ・イン・ボックス	102
クレート，コンテナ	104
プラスチックボトル	106
ガスを通しにくいプラスチック瓶	108
大型容器	111
電子レンジ用容器	114

第5編 土木・建築・インテリア

騒音防止	118
水の侵入防止	121
遮光フィルムと太陽光利用システム	122
湿気呼吸壁紙	124

吸い取り型エアフィルター	126
恒久性テント膜材	127
盛土代替材料	128
とい, すの子, ベンチ	130
配 管	131
暗渠配水管	132
水まわり配管蛇腹ジョイント	134
パイプの接合	136
プラスチック被覆鋼管	138
テレビキャビネット	140
アルミのドア	142
浴 槽	144
地下収蔵庫	146
太陽温水器	147
人 工 芝	148
エアドーム	150

第6編 工業用品

高強度繊維	154
車輪, 歯車, 軸受け	159
合 成 紙	162
調湿熱交換膜	164
分 離 膜	166
ガス分離	170
海水の淡水化および超純水	174
混合液体の分離	177
3次元織物複合材	180
印 刷	183

第7編 交通・輸送

白 動 車	186
ランプまわり	191

グレージング	194
インストールメントパネル	196
バンパー	198
タイヤチェーン	201
ガソリタンク	202
外 板	204
輝く交通標識	206
ジェット機	208

第8編 日用品・レジャー・スポーツ

台所用品	212
家庭用電気用品	214
靴 底	218
書類靴, 旅行靴	220
使い捨てライター	223
金 銀 糸	224
テコレーション	226
延伸テープ, レジャー用シート	228
人工ゲレンデ	230
人力飛行機	232

第9編 農業・漁業

施設園芸	234
水産用魚箱	236
生肉の輸送箱	238
魚網, 網, 釣糸	239
人工浮き魚礁	242

第10編 そ の 他

細菌の作るプラスチック	246
索 引	249

われわれとプラスチック

1. 有機高分子と文明

「生命、それは蛋白質の存在様式である」という言集があった。「有機高分子の……」だったら今でも正しい。

遺伝子の構成要素の核酸はリン酸のポリエステルであり、体内全細胞における蛋白質合成の設計図である。また、その蛋白質はポリアミド（線状高分子ゆえ繊維に見立てればナイロン2）であり、エネルギー貯蔵の糖類はポリエーテルであってすべて高分子である。また衣食住も高分子を抜きにしては考えられない。

われわれが口に入れるものは、有機高分子からなる他種生命体である。人間は従属栄養生命体であるから、無機物から蛋白質をつくることができないし、カロリー源もつukれない。ちなみに、単純な化合物で摂取しなくてはならない無機物は水と塩化ナトリウムだけである。

「衣」も有機高分子に全面的に依存している。毛皮、羊毛、生糸、麻、木綿から、レーヨンを経て、合成繊維に至っている。

「住」も有機高分子にたよるところが大きい。木造建築は日本文明の最も基本的典型的な発想法であって、木材にのみたよって住居をつくり、原則として上の壁を用いない。太政官制のなかに木工の職人はあるが、壁塗り職人はいない。壁塗り職人が宮中にはいって仕事するためには、その都度「サカン」の位を臨時擬制的に与えられることになっていた。これから職業名が出ている。

私たちの生活において材料的側面で、有機高分子の役目はすこぶる人きかった。しかし、それを直接合成することは今世紀になるまでできなかった。有機高分子は、まさしく「古くて新しい」存在である。

1926年頃、Staudingerの「高分子が存在する」という考え方がようやく受け入れられた。組成の化学分析値が同じであることが当時の高分子否定論の根拠だったのであった。

1941年には、ナイロンが工業生産されている。

1960年、MITにMaterial Scienceという名の学科が誕生した。合成された有機高分子が材料としてようやく認知されたのであった。

2. 有機高分子化合物とは

「化学物質の審査および製造等の規制に関する法律」というのがある。通称は「化審法」である。「製造等」の「等」は「輸入」をさしている。

化学物質中高分子の扱いは不明確であったが、1987年(昭和62年)3月31日通産省は、「有機高分子化合物であって、以下の要件を全て満たすものは、第1種および第2種特定化学物質に該当しない」という通達を出した。この形で定義が施された。次に紹介する。なお、 n は試験サンプル数である。

(1) 対象物質の定義

数平均分子量 1,000 以上

分子量分布を有する

分子量 1,000 未満の成分の含有が 1% 以下

溶解度、融点等が明瞭でない

(2) 安定性

光、熱、pH の変化によって重量変化がない。

pH: 4.0, 7.0, 9.0; 40°C, 2週間

pH: 1.2 : 40°C, 24時間

濃度: 102 ~ 104 mg/L 各 $n = 2$

測定: 重量, IR, GPC

(3) 溶解性

a) 水、脂溶性溶媒、汎用溶媒に不溶で、かつ、特定の構造特性(架橋構造、結晶性等)を有するか、または、酸・アルカリに不溶

または

b) 水、脂溶性溶媒、汎用溶媒に対する溶解性を確認したものであって、生体内への高蓄積性を示唆する知見がない。

・水

・ n -オクタノール, n -ヘプタン, トルエン

・1,2-ジクロロエタン, i -プロパノール THF, MIBK, DMF

・200 mg/L, 2,000 mg/L, 25°C, 24時間

各 $n = 2$ 測定: 重量

(4) 重金属を含まない、慢性毒性のおそれを有しない

以上

これは、安全性の見地からの定義に過ぎないが、つまりは、われわれが安心して使っている高分子化合物はどんなものか、について述べているわけで、さすがに役所は常識のとりまとめに長けている。分子量1,000というのは、生体膜をはや通過しないという線を示している。

3. 有機高分子のなかのプラスチック

プラスチックという言葉は、形容詞として“可塑性”で、エラスチック“弾性の”に対応するものである。外力の痕を留めるのがプラスチックで、残らないのがエラストマー、後者の典型例にはゴムがある。力学的には固体についての概念であるが、広くは、外力で形を決められればプラスチックという。

天然の有機高分子のうち、漆の類は固まってしまうと2度とプラスチックにならない。樹脂の類は元来が放置して固めたり、固体で熱をかけて形を決めるタイプである。

人工の高分子には熱可塑型と熱硬化型の2通りがある。現在では、加熱の結果プラスチックとして振る舞う前者が主流であって、熱硬化型でありながら代表名を握っているのはFRPである。

前者のように熱だけで加工が自由のできるものには、金属の鋳物の技術の応用が可能であった。しかも、その熱は金属の場合と桁違いにわずかでやりやすい。したがって、非常に多くの述語が金属加工の世界から取り入れられている。

加熱で成形される人工高分子は、合成繊維の世界でも主役である。全世界の全繊維生産量3,600万tのうち、1,500万tが合成繊維であり、日本の合繊約140万tは国内全繊維の60%に近い。衣料用繊維は、元来有機高分子に限るが、有機高分子繊維は衣料用途に限るものではなく、産業用にも大きく展開している。

プラスチックには普通は繊維は含まない。2次元のフィルムと3次元の成形物とをさす。「ゴム・プラスチック」と併記して、繊維以外の有機高分子製造加工業を網羅する。プラスチックに対し、素材よりの語感で「合成樹脂」という言葉もある。略して「樹脂」でもほとんど誤解されない。天然樹脂は忘れてよいのである。

ゴムはエラスチックなものであり、プラスチックの世界と異なり、天然ゴムがれっきとした大きな柱となりこれを真似た「合成天然ゴム」という観念が成立している。